

中国和印度的低碳发展 问题与战略

本出版物是就中国和印度的低碳发展进行联合研究的结果，旨在为融资、创新政策、次国家背景等交叉领域制定低碳发展具体策略。中印低碳发展联合项目的预期成果能够为决策提供支持，并将促进南南合作，生成相关知识，通过经验交流和观点沟通实现能力建设。本书的探讨范围涉及中国和印度的低碳发展。

©能源与资源研究所，国家应对气候变化战略研究和国际合作中心（NCSC），中央财经大学（CUFE），浙江大学和联合国开发计划署（UNDP）

免责声明

版权所有。在标明出处的情况下，本出版物中的任何部分可被引用、复制或翻译。未经事先书面许可，本出版物中的任何部分不得为商业目的而保存。

本书中的分析和政策建议未必反映与之相关的资助机构或实体的观点。本书是由联合国开发计划署（UNDP）和夏克提可持续能源基金会（Shakti Sustainable Energy Foundation）委托的一项独立研究的成果。

引述建议

TERI-NCSC-CUFE-ZU-UNDP. 2014. 《中国与印度的低碳发展：问题与战略（预发出版物）》。研究由能源与资源研究所、国家应对气候变化战略研究和国际合作中心（NCSC）、中央财经大学（CUFE）、浙江大学和联合国开发计划署（UNDP）共同承担。即将由能源与资源研究所出版社出版。

合作伙伴

国家发展和改革委员会

应对气候变化司



The Energy and Resources Institute



RESEARCH CENTER FOR CLIMATE AND ENERGY FINANCE, CUE
中央财经大学气候与能源金融研究中心



*Empowered lives.
Resilient nations.*



SHAKTI
SUSTAINABLE ENERGY
FOUNDATION



NORWEGIAN EMBASSY

序言——解振华

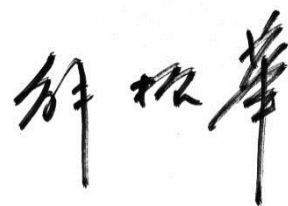
气候变化是当今世界面临的最严峻的挑战之一。它不仅是环境问题，更是发展问题，与每个国家的未来发展空间息息相关。因此，共同应对气候变化需要发展国际社会间的合作。

目前大气中二氧化碳的浓度已经超过 400 ppm，而在 18 世纪 50 年代，该数值仅为 279 ppm。1880 年至 2012 年间，全球平均表面温度上升了 0.85 摄氏度。近年来，由全球气候变化引发的各种极端气候事件频发，导致许多国家——尤其是包括中国和印度在内的发展中国家——的经济、人民生命和财产遭受巨大损失。作为发展中大国和排放大国，中国和印度目前都处于快速工业化和城市化的发展阶段，都面临多重挑战，其中包括有效消除贫困、控制温室气体排放、保护环境和生物多样性以及低碳可持续发展。同时，两国应对环境变化所取得的成果也将显著影响全球目标的实现，即控制全球平均表面温度的升高，使其与前工业时代平均值相比，提升不超过 2 摄氏度。因此，两国必须在发展过程中实现创新和低碳转型。

由联合国开发计划署（UNDP）发起的“中国和印度的低碳发展——问题与战略”是中印两国智库开展的极有裨益的合作，旨在探索国家新型发展道路，并促进气候变化领域的国际合作。在本项目中，中印专家回顾了两国低碳发展战略及政策，并预测了未来排放趋势；总结了目前的技术创新和应用政策，并基于个案研究提供了建议，其中包括未来两国如何推广低碳技术发展战略、政策和国际合作；并针对城市低碳发展的支助融资工具开展了深入研究，分析了在城市地区发展低碳经济过程中应用不同融资工具的可行性。此外，研究还回顾了两国已开展的低碳发展实践，并提供了相关政策建议。本合作研究的成果对两个发展中大国实施《联合国气候变化框架公约》、促进国际社会 2015 年在法国巴黎达成协议以及改变两国的发展道路都具有积极的作用。

借此机会，我想感谢联合国开发计划署提出富有远见的倡议，同时感谢中印专家的辛勤工作。尽管这份报告只对中印两国气候变化和低碳可持续发展战略及政策研究的其中几个方面进行了讨论，但它已经超越了学术研究，反映了来自中印各学科专家的想法和见解、理念的交融与碰撞，而这一切都源于气候变化所带来的挑战。我衷心希望这一合作研究能够开启两国智囊团未来展开深

度合作的大门，为所有发展中国家智库间未来的合作起到表率作用，并提供一个公开的学术平台，为全世界应对气候变化、探索低碳可持续发展做出贡献。

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '解', '振', and '华'.

解振华

中国气候变化事务特别代表

序言——Prakash Javadekar

气候变化带来的挑战被视为当今时代面临的一个确定性的全球问题，任何单一的学术或科学学科都无法独立解决这一问题。作为一项全球公益事业，这需要更深层的集体行动，以确保各国尤其是新兴国家和发展中国家的气候适应发展。这些国家更容易受到气候变化的不利影响，因此它们更需要适应。这显然对中国和印度休戚相关。中国和印度需要起到催化作用，将气候变化和全球变暖的程度控制在政府间气候变化专门委员会所致力的范围内。印度和中国无法凭借自己的力量解决全球变暖问题。我们需要真正的全球行动，而工业化国家则尤其需要进行重要转型。希望《联合国气候变化框架公约》范围内的讨论可以形成一个各国普遍接受的平等担责的协议方案。

尽管中国和印度在社会经济属性、自然资源和政治体制方面有所不同，但在应对本地和全球环境及可持续性问题上，两国面临着相似的机遇和挑战。印度寻求经济的持续快速增长，而这又需要扩大对能源的使用。印度目前的能源效率水平以及能源结构不具有可持续性，继续维持目前对化石燃料的依赖也会影响能源安全。

印度已经主动采取了几项行动，以探索低碳发展的潜力。印度于 2008 年通过了《气候变化国家行动计划》，该计划概述了减缓及适应气候变化的各项政策。印度的第十二个五年计划（2011/2012 年至 2016/2017 年）倡导更快速的、更具包容性和更加可持续的发展。在中印战略经济对话中，两国都强调了以可持续发展、能源和气候变化合作为目标开展工作。中印之间就现有和即将产生的问题开展的南南合作，将极大地增强互信，扩大共同利益。低碳发展的同时考虑到减缓气候变化的问题，需要在可持续发展的背景下加以分析，以涵盖能源安全、民生保障和平等几个议题。

能源与资源研究所、中国国家应对气候变化战略研究和国际合作中心、中央财经大学和浙江大学能够共同围绕低碳战略问题进行调查研究，对此我表示很高兴。这项关于中国和印度低碳发展的合作研究旨在为融资、技术和创新政策以及地方行动等交叉领域的低碳发展提供特定的策略。本项目的关注重点在于了解伙伴国家的经验，促进知识交流和传播，从而发展本国政策并指导实践。通过与政策制定者的合作，本项目力图促进国家和次国家层面的政策孵化和发

展。

融资、科学技术、创新政策和地方行动等领域值得以低碳发展为背景进行研究。为倡导低碳发展，推广积极心态也将大有助益。我相信，通过研究核心问题，关注伙伴国家的实践，该项目将会为低碳发展指明方向，供印中两国参考。



Prakash Javadekar

环境、森林与气候变化部部长

印度政府环境与森林部

序言——Helen Clark

中国和印度拥有相似的发展轨迹，能源消耗和温室气体排放量都在不断增加。两国都经历了经济转型，更加依赖制造业和服务业。在能源消耗方面，两国都严重依赖碳基燃料源——这主要归因于两国的自然资源条件。

向着低污染和适应气候的发展道路转型，将为两国带来巨大的社会发展效益，同时也将为全球降低温室气体排放、减轻气候变化的影响做出重大贡献。

两国政府目前都得到了具有前瞻性的国家发展计划的指引，这些发展计划都涵盖了低排放模式的经济增长。其它发展中国家也可汲取两国经验作为参考。这次“中国和印度的低碳发展研究”正是在两国政府进行低碳发展领域的南南合作知识分享的意愿下，在联合国开发计划署（UNDP）的支持下合作开展的。

本研究调查了低碳发展领域的两个关键因素——融资和低碳技术，以及开展未来合作的各种机遇，还提供了中国省级和印度邦级层面低碳发展的具体例证。

本项目研究了中印两国与低碳发展相关的现有金融机制，并就如何改善财政工具，促进低碳发展和激励绿色投资行为，给出了建议。举例来讲，本研究建议在印度开展刺激计划，旨在发展低碳工业，强化经济发展。这也将有助于减少温室气体排放。

对于中国，研究给出的建议是调整中央和地方政府之间的收入分享配比，从而使地方政府获得更多收入、投资当地的绿色低碳经济。

在前沿技术方面，本报告分析了两国低碳技术发展的现有状况，以及相关政策和战略。研究认为可以通过激励政策加速低碳转型，例如，颁发促进低碳技术研究和发展的国家指令，建立与政府、学术专家和相关产业紧密相连的低碳技术“孵化中心”，通过现有的和新成立的技术转移机构促进技术转移，重点关注非正式部门的低碳创新。

最后，本研究指出了中印两国进行合作的若干机遇，其中包括工业、建筑和交通部门的节能技术、风力和太阳能的利用、清洁能源汽车以及智能电网设施。

该项研究意义重大，因为它是两国关注气候变化相关问题的最重要研究机构——中国国家发展与改革委员会（NDRC）和印度能源与资源研究所（TERI）

——之间的第一次合作，这是一项十分鼓舞人心的进展。

本研究由来自中印两国的杰出的专家团队完成，其中包括印度能源与资源研究所、中国国家应对气候变化战略研究和国际合作中心、中央财经大学和浙江大学。作为坚定地致力于南南合作的组织，联合国开发计划署为能够就这一重要主题与以上机构合作感到骄傲。

祝贺所有作者们出色地完成工作。在此，我要向挪威政府及其驻北京的大使馆、夏克提可持续能源基金会的倾囊相助表示敬意与感谢。

A handwritten signature in black ink, reading "Helen Clark". The signature is fluid and cursive, with the first name "Helen" and the last name "Clark" clearly distinguishable.

海伦·卡拉克

署长

联合国开发计划署

关于本项目

这项关于中国和印度低碳发展的合作研究旨在为融资、技术和创新政策、次国家行动等交叉领域的低碳发展提供特定战略。本项目的关注点在于了解伙伴国家的经验，促进知识交流和传播，以形成本地政策和实践。通过与政策制定者共同合作，本项目将力图支助国家层面和次国家层面的政策孵化和发展。政策制定者的针对性参与及宣传将有助于设计和采用基于研究成果的新政策和项目。中印两国关于低碳发展的合作项目，其目标是通过促进南南合作支持政策发展，建立相关知识，并通过交流经验和理念进行能力的培养。

本项目是合作性质的研究。印度方面的研究机构是新德里能源与资源研究所。在中国方面，国家应对气候变化战略研究和国际合作中心（NCSC）作为牵头研究机构，中央财经大学和浙江大学是伙伴机构。国家发展与改革委员会（NDRC）指导本项目中国方面的活动。而印度方面的项目活动则由其指导委员会进行引导。

这一预发出版物对实施低碳发展的三个重要领域进行了研究；其中包括技术和创新政策、融资以及对次国家行动提出建议。这是一份“预发出版物”，在最终出版之前还需要进一步编辑。

研究组（中国方面）

| 中国方面 | |
|----------------------------------|--|
| 研究统筹员 | 邹骥，国家应对气候变化战略研究和国际合作中心（NCSC），副主任 |
| 高级行政官支持 | 李彦,国家发展和改革委员会，应对气候变化司 |
| 评论员 | <p>Luis Gomez-Echeverri,国际应用系统分析研究所，新型技术转型，高级研究员</p> <p>Simon Zadek，UNEP 关于构建可持续金融体系设计调查，联合主任;国际可持续发展研究所，高级研究员</p> <p>Manuel Soriano，UNDP 亚太区域中心，能源与交通，高级技术顾问</p> <p>Goerild Heggelund，UNDP 驻华代表处，气候变化高级顾问</p> <p>Maria Chen，UNDP 驻华代表处，气候变化高级顾问</p> <p>Jackie Hoi-Wai Cheng，UNDP 驻华代表处，全国经济学家</p> |
| 国家应对气候变化战略研究和国际合作中心（NCSC） | |
| 小组领导 | 邹骥 |
| 研究组 | 傅莎、高海然 |
| 中央财经大学 | |
| 小组领导 | 王遥，教授，气候与能源金融研究中心（RCCEF）主任 |
| 研究组 | <p>王鑫，研究员</p> <p>刘倩，副研究员</p> <p>陈波，助理教授</p> <p>许寅硕，助理研究员</p> |
| 浙江大学及来自北京交通大学的合作 | |
| 小组领导 | 张清宇 |
| 研究组 | <p>田伟利、李筱筱、张磊</p> <p>徐元丽、杜维飞、王惠玉</p> <p>李新兴、王萃、王孝文</p> |
| UNDP 项目统筹 | |
| 统筹组 | <p>Goerild Heggelund，UNDP 驻华代表处，气候变化高级顾问</p> <p>王东，UNDP 驻华代表处，国家人类发展报告协调员</p> <p>Jackie Hoi-Wai Cheng，UNDP 驻华代表处，全国经济学</p> |

| | |
|--|---|
| | 家 Zheng Qingtian, UNDP 驻华代表处, 政策顾问 Tiffany Wong, UNDP 驻华代表处 |
|--|---|

研究组（印度方面）

| 印度方面 | |
|-------------|---|
| 顾问和评论员 | |
| 研究统筹 | Shailly Kedia, 研究员, TERI (主要研究员) Manish Anand, 研究员, TERI (联合主要研究员) |
| 评论员 | Chandrashekhhar Dasgupta, 杰出研究员, TERI Prodipto Ghosh, 杰出研究员, TERI Suneel Pandey, 杰出研究员, TERI |
| 融资 | |
| 主要作者 | Shailly Kedia, Nishant Jain |
| 丛集作者 | Rinki Jain, Supriya Francis, Hina Zia, Chinmay Kinjavdekar, Prosanto Pal, Yogesh Gokhale, Ankita Gupta, Nutan Kaushik, Sumit Sharma, Arnab Bose, Sachin Kumar, Pooja Adhikari, Ramit Malhotra, Agneev Mukherjee, Rohit Pathania, Akshima Ghate, Sahil Malhotra, Anand Upadhyay, Shilpanjali Sarma |
| 科学、技术与创新政策 | |
| 主要作者 | Manish Anand, Ninika Dhawan |
| 丛集作者 | Shailly Kedia, Indrani Barpujari, Hina Zia, Lovedeep Mann, Ankit Narula, Chinmay Kinjavdekar, Prosanto Pal, Yogesh Gokhale, Ankita Gupta, Nutan Kaushik, Sumit Sharma, Sachin Kumar, Pooja Adhikari, Ramit Malhotra, Agneev Mukherjee, Rohit Pathania, Akshima Ghate, Sahil Malhotra, Sourabh Manuja, Shilpanjali Sarma |
| 指标与国家以下各级行动 | |
| 主要作者 | Shailly Kedia, Nimisha Pandey |

| | |
|------|--|
| 丛集作者 | Aparna Vashisht, Rinki Jain, Anandajit Goswami |
| 政策成员 | M K Bineesan |
| 行政支持 | P D Tiwari |

指导委员会

中国方面

1. 苏伟先生，国家发展和改革委员会应对气候变化司，司长
2. Christophe Bahuét 先生，UNDP 驻华代表处，国别主任
3. Nils Martin Gunneng 先生，前挪威驻华大使馆，使团副团长
4. 黄问航女士，前国家发展和改革委员会应对气候变化司对外合作处，处长
5. 邹骥教授，国家应对气候变化战略研究和国际合作中心（NCSC），副主任

印度方面

1. B K Chaturvedi 先生，印度政府（主席），计划委员会，前成员
2. R K Pachauri 博士，能源与资源研究所，所长
3. Rattan P Watal 先生，印度政府，新能源和可再生能源部，前秘书
4. Pronab Sen 先生，印度政府，计划委员会，前主要顾问
5. Lise Grande 女士，联合国驻地协调员及联合国开发计划署驻印度常驻代表
6. Chandrashekhar Dasgupta 大使，能源与资源研究所，前驻华大使及杰出研究员
7. Prodipto Ghosh 博士，能源与资源研究所，环境与森林部前秘书及杰出研究员
8. Krishan Dhawan 先生，首席执行官，夏克提可持续能源基金会

9. Meher Pudumjee 女士，Thermax 有限公司，负责人
10. Suman Bery 先生，壳牌公司，首席经济学家
11. Parthasarathi Shome 博士，印度政府，财政部，联邦财政部长顾问

鸣谢

来自联合国开发计划署（UNDP）的种子资金使印度和中国各机构能够启动本项目、组成指导委员会并促进研究机构间的互动。来自夏克提可持续能源基金会的支持使初步讨论文件得到了进一步的强化；此外，通过利益相关方磋商，本次研究还将为可供孵化的政策提供信息和技术支持。

我们感谢 R K Pachauri 博士（能源与资源研究所 – TERI，主任）富有远见的领导能力，让本项目得以顺利实施；感谢 Shiv Shankar Menon 先生（印度政府，前国家安全顾问）在协作项目概念上的支持；感谢前副主席 Montek Singh Ahluwalia（印度政府，计划委员会）对本项目给予的关切和鼓励。

感谢解振华先生（前国家发展和改革委员会副主席，现中国气候变化事务特别代表，人口资源环境委员会副主任）对初期概念的支持，还要感谢黄问航女士（NDRC，应对气候变化司，对外合作处，前处长）给予的活动指导，这些活动帮助了我们从中国伙伴机构获取信息。Chandrashekhhar Dasgupta 大使和 Prodipto Ghosh 博士对项目各方面给予了建议和指导，使我们获益良多。我们还要感谢李俊峰教授（NCSC，主任）的鼓励。我们想要对时任 UNDP 能源与环境组主任的 Veerle Vandeweerd 博士表示感谢，是他促成了本项目。同时，我们还要感谢 NDRC 应对气候变化司的副司长高广生先生给予的鼓励。

在实施项目的中国方面，国家发展和改革委员会（NDRC）应对气候变化司对活动进行引导；国家应对气候变化战略研究和国际合作中心（NCSC）、中央财经大学（CUFE）和浙江大学负责开展研究。印度方面则由 R K Pachauri 博士带头并由 TERI 实施项目。印度方面的项目是在 B K Chaturvedi 先生（计划委员会成员）担任主席的指导委员会指导下进行的；印度指导委员会的成员包括 R K Pachauri 博士、Pronab Sen 博士、Lise Grande 女士、Chandrashekhhar Dasgupta 大使、Prodipto Ghosh 博士、Krishan Dhawan 先生、Meher Pudumjee 女士、Suman Bery 博士、Parthasarathi Shome 博士和 Rattan Watal 先生。中国方面指导委员会的成员包括苏伟先生、Christophe Bahuét 先生、Nils Martin Gunneng 先生、黄问航女士和邹骥教授。

我们感谢北京交通大学给予浙江大学的研究支持。感谢中国银行业监督管理委员会、中国上市公司协会、瑞银集团、中信证券、兴业全球基金管理有限

公司、中国银行和工业银行的专家提出的宝贵意见。

我们感谢中国 NDRC 应对气候变化司和 UNDP 给予的支持，使项目于 2012 年 5 月 16 日在北京启动。我们感谢印度大使馆对这次南南合作倡议的鼓励。我们还要感谢中华人民共和国驻新德里大使馆对本项目的签证批准过程给予的帮助。

我们要特别感谢 UNDP 驻华代表处的 Goerild Heggelund 女士对本项目的坚持。我们感谢 UNDP 驻华代表处 Qingtian Zheng 先生统筹的外联活动，也感谢 Steven Sabey 先生在项目启动最后阶段给予的指引。我们感谢 UNDP 驻印度代表处的 Srinivasan Iyer 先生、Preeti Soni 博士和 Sunil Arora 先生。我们衷心感谢夏克提可持续能源基金会的 Kunal Sharma 和 Sriya Mohanty。我们要感谢对（中国方面）文件进行审阅的同行评议人员——Luis Gomez-Echeverri 博士、Simon Zadek 博士、Manuel Soriano 博士和 Jackie Hoi-Wai Cheng 博士。

我们感谢 Yuge Ma 女士（牛津大学，哲学博士学位）、Han Cheng 先生（研究学者）和 Zhang Yang 先生（贾瓦哈拉尔·尼赫鲁大学，哲学硕士学位）的丰富文化知识，启发了我们继续研究中印合作。我们感谢 TERI 大学的学生们——Akhil Aggarwal 先生、Tshotsho Borat 先生、Paavani Sachdeva 女士和 Mahima Vasishth 女生——在 2013 年德里可持续发展峰会期间就全球新兴政策概念开展了民意调查。

我们感谢 TERI 出版社的团队成员在出版过程中付出的努力；特别感谢 Anupama Jauhry 女士、Hemambika Varma 女士、Rajiv Sharma 先生和 R K Joshi 先生。同时，还要特别感谢 Jebah David 女士在如此短暂的时限内完成了编辑工作。

最后，我们感谢 M K Bineesan 先生和 P D Tiwari 先生对本项目提供的行政支持，让如此大量的汇编工作得以完成。

衷心希望这一研究报告能成为讨论的基础，以促进中印两国研究机构合作的方式推动项目的进展。

目录

| | |
|--------------------------------------|----|
| 序言——解振华 | 1 |
| 序言——PRAKASH JAVADEKAR | 3 |
| 序言——HELEN CLARK | 5 |
| 关于本项目 | 7 |
| 研究组（中国方面） | 8 |
| 研究组（印度方面） | 10 |
| 指导委员会 | 11 |
| 鸣谢 | 13 |
| 缩略语 | I |
| 第一部分：中国和印度的低碳发展情况 | 1 |
| 1.1 全球可持续性领域的新概念 | 2 |
| 1.2 中国和印度的发展 | 5 |
| 1.3 中国和印度开展南南合作的基础 | 9 |
| 1.4 排放简况：全球、印度和中国 | 11 |
| 1.5 前景 | 22 |
| 第二部分：中国的低碳发展 | 23 |
| 第一章 低碳技术和创新政策 | 24 |
| 1.1 引言 | 24 |
| 1.2 中国和印度的低碳技术发展战略和政策 | 32 |
| 1.2.1 能源技术创新系统：概念和特性 | 32 |
| 1.2.2 创新体系政策 | 35 |
| 1.2.3 中国和印度的能源和气候技术创新系统 | 37 |
| 1.2.4 中国和印度政府及私营部门研究、开发与示范投资趋势 | 42 |

| | |
|---|-----------|
| 1.3 基于案例分析的经验教训 | 46 |
| 1.3.1 政府必须投资于清洁能源研究、开发与示范和创新 | 46 |
| 1.3.2 确定创新优先顺序的结构化分析 | 46 |
| 1.3.3 培养创新需要处理整个创新链 | 47 |
| 1.3.4 研发组合应与技术组合一致 | 48 |
| 1.3.5 供应方和需求方的研发投入应保持平衡 | 48 |
| 1.3.6 不利产出会对其他技术带来大量溢出效应 | 49 |
| 1.3.7 政策需要有战略性、持续性、灵活性和系统指向性 | 49 |
| 1.3.8 标准对于最终使用产品至关重要 | 49 |
| 1.3.9 支持技术多样性，市场形成至关重要 | 50 |
| 1.3.10 国际合作是帮助发展中国家加强国家创新能力的根本 | 50 |
| 1.4 中国和印度低碳技术的合作机会 | 51 |
| 1.4.1 中国和印度发展低碳技术的优先部门和领域 | 51 |
| 1.4.2 中国和印度之间可能合作的领域 | 52 |
| 1.5 政策建议..... | 53 |
| 1.5.1 增加清洁和低碳能源技术的研究、开发与示范投资 | 53 |
| 1.5.2 将低碳技术发明、示范与推广与国家长期社会经济发展项目和战略集成 | 56 |
| 1.5.3 在中国和印度使用并增强各种金融工具来促进低碳技术发展 | 56 |
| 1.5.4 制定与实施部门战略，促进低碳技术发展和低碳未来 | 58 |
| 1.5.5 加强治理，有效开发低碳技术发展政策的监测、实施与执行能力 | 58 |
| 1.5.6 扩大低碳技术发展的国际合作 | 59 |
| 1.5.7 加强机构安排..... | 60 |
| 1.6 前景..... | 61 |
| 第二章：中国的低碳发展融资问题 | 62 |
| 2.1 引言 | 62 |
| 2.2 城市应对气候变化所面临的追加预算挑战 | 64 |
| 2.2.1 世界主要城市现有低碳发展部门的支出分析 | 65 |
| 2.2.2 关于中国地方政府发展低碳经济所面临的支出挑战的分析 | 68 |
| 2.3 城市低碳融资的财政工具 | 73 |
| 2.3.1 征税..... | 75 |
| 2.3.2 收费..... | 78 |

| | |
|---|------------|
| 2.3.3 转移支付 | 80 |
| 2.4 城市低碳融资的财政工具 | 81 |
| 2.4.1 创新性的公共资金引导工具 | 82 |
| 2.4.2 碳金融工具 | 90 |
| 2.4.3 传统金融市场工具的创新 | 95 |
| 2.5 国际融资 | 104 |
| 2.5.1 提供资金和技术支持的主要机构 | 104 |
| 2.5.2 捐赠 | 107 |
| 2.5.3 优惠贷款 | 108 |
| 2.5.4 国际绿色信贷 | 108 |
| 2.5.5 国际金融机构的风险管理工具 | 111 |
| 2.5.6 加强地方政府与其他国家和地方政府的合作 | 111 |
| 2.6 结论 | 112 |
| 附录 A： 2011 年中国省级行政区人均低碳支出和人均 GDP 概要 | |
| | 115 |
| 第三章：次国家行动报告：贵阳货运案例研究 | 117 |
| 3.1 引言 | 117 |
| 3.2 方法和途径 | 118 |
| 3.2.1 贵阳货运车辆运输调查 | 118 |
| 3.2.2 货运车辆 CO ₂ 排放特征研究 | 118 |
| 3.2.3 货运车辆 CO ₂ 排放物清单研究 | 118 |
| 3.2.4 货运车辆 CO ₂ 排放预测 | 118 |
| 3.2.5 关于减少货运车辆 CO ₂ 排放量的建议 | 118 |
| 3.2.6 研究区域 | 119 |
| 3.2.7 研究流程图 | 119 |
| 3.3. 自然和社会环境概况 | 120 |
| 3.3.1 自然环境概况 | 120 |
| 3.3.2 社会环境概况 | 121 |
| 3.4. 贵阳货运车辆运输调查 | 122 |
| 3.4.1 贵阳货运市场的现状 | 122 |

| | |
|---|------------|
| 3.4.2 贵阳货运车辆数量调查 | 122 |
| 3.5 利用道路遥感设备测量货运车辆 CO₂ 排放因子 | 123 |
| 3.5.1 实验系统和测试方法 | 123 |
| 3.5.2 数据分析 | 124 |
| 3.5.3 结果和讨论 | 124 |
| 3.6 货运车辆 CO₂ 排放清单研究 | 126 |
| 3.6.1 国际车辆排放模式的修改及本地化版本 | 126 |
| 3.6.2 贵阳货运车辆 CO ₂ 排放清单 | 129 |
| 3.7. 减少贵阳货运车辆 CO₂ 排放量的策略研究 | 130 |
| 3.7.1 2015 年贵阳货运车辆定量预测 | 130 |
| 3.7.2 机动车减排方案设计 | 131 |
| 3.7.3 机动车减排方案分析 | 132 |
| 3.8. CO₂ 减排的经济效益分析 | 133 |
| 3.8.1 ILC 方案的经济效益分析 | 135 |
| 3.8.2 AER 方案的经济效益分析 | 136 |
| 3.8.3 CER 方案的经济效益分析 | 137 |
| 3.9. 贵阳货运车辆 CO₂ 减排措施 | 139 |
| 3.9.1 有效整合运输资源 | 139 |
| 3.9.2 加强对运输市场的科学管理 | 139 |
| 3.9.3 建立标准化、科学化的物流网络 | 139 |
| 3.9.4 加强组织领导 | 139 |
| 3.9.5 建立一个城市配送车队报告系统 | 140 |
| 3.10. 结论 | 140 |
| 3.10.1 CO ₂ 排放因子 | 140 |
| 3.10.2 CO ₂ 排放清单 | 140 |
| 3.10.3 CO ₂ 减排的策略研究 | 140 |
| 3.10.4 CO ₂ 减排的经济效益分析 | 141 |
| 3.10.5 贵阳货运车辆 CO ₂ 减排措施 | 141 |
| 第三部分：印度的低碳发展 | 151 |
| 第一章：印度的低碳技术和创新政策 | 152 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 1.1 引言..... | 152 |
| 1.2 印度的创新生态系统..... | 153 |
| 1.3 印度的低碳技术创新行动 | 160 |
| 1.4 认识低碳发展领域的科学、技术与创新 | 163 |
| 1.4.1 可再生能源 | 163 |
| 1.4.2 不可再生能源 | 166 |
| 1.4.3 交通 | 170 |
| 1.4.4 建筑 | 175 |
| 1.4.5 需求侧管理 (DSM) | 181 |
| 1.4.6 农业 | 184 |
| 1.4.7 工业 | 191 |
| 1.4.8 林业 | 195 |
| 1.4.9 废物管理 | 200 |
| 1.5 讨论与展望..... | 205 |
| 附录 A：各部门的技术与创新阶段 | 211 |
| 第二章：印度低碳发展的融资问题 | 217 |
| 2.1 引言 | 217 |
| 2.2 印度低碳发展的融资机制 | 221 |
| 2.2.1 公共财政举措 | 222 |
| 2.2.2 传统金融 | 227 |
| 2.2.3 风险管理工具 | 236 |
| 2.2.4 气候变化和以市场为基础的工具 | 238 |
| 2.2.5 国际气候融资 | 246 |
| 2.2.6 公私合作 | 249 |
| 2.2.7 慈善事业 | 251 |
| 2.3 低碳发展行业与金融 | 252 |
| 2.3.1 可再生能源 | 252 |
| 2.3.2 非可再生能源 | 258 |
| 2.3.3 运输 | 260 |
| 2.3.4 建筑物 | 263 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| 2.3.5 需求侧管理 | 266 |
| 2.3.6 农业 | 268 |
| 2.3.7 工业 | 272 |
| 2.3.8 林业 | 277 |
| 2.3.9 废弃物管理 | 281 |
| 2.4 前景 | 288 |
| 第三章 印度低碳发展的次国家行动报告 | 293 |
| 3.1 邦气候变化行动计划：程序、行动者和状况 | 294 |
| 3.2 社会经济因素与公平性..... | 296 |
| 3.3 关于中国的低碳试点 | 300 |
| 3.4 前景..... | 302 |
| 附录 A：重点 SAPCC 的部门首要事项 | 304 |
| 参考文献 | 342 |

缩略语

| | |
|------------|----------------|
| ABRC | 高级生物量研究中心 |
| ACX | 澳大利亚气候变化控制交易所 |
| ACX-Change | 新加坡亚洲碳交易所 |
| AER | 替代能源需求 |
| AF | 适应资金 |
| AFD | 法国开发署 |
| APGENCO | 安得拉邦发电公司 |
| APP | 平均购电协议 |
| APPCDC | 亚太清洁发展与气候新伙伴计划 |
| ASEM | 亚欧会议 |
| ASX | 澳大利亚证券交易所 |
| AUWSP | 加快城市供水方案 |
| BAIF | 印度农业工业基金会 |
| BAT | 最佳实用技术 |
| BAU | 一切如常 |
| BEE | 印度能源效率局 |
| BFIIs | 双边金融机构 |
| BMPTC | 建筑材料及技术促进委员会 |
| BOVs | 电动汽车 |
| BSE | 孟买证券交易所 |
| CBM | 煤层甲烷 |
| CCEA | 印度内阁经济事务委员会 |
| CCERs | 中国核证减排量 |
| CCFE | 芝加哥气候期货交易所 |
| CCPP | 联合循环发电机组 |
| CCS | 碳捕集与封存 |
| CCSA | 中国通信标准化协会 |
| CCUS | 碳捕集、利用与封存 |

| | |
|-----------------|----------------|
| CCX | 芝加哥气候交易所 |
| CDM | 清洁发展机制 |
| CEA | 印度中央电力管理局 |
| CEM | 清洁能源部长级会议 |
| CEPT | 印度环境规划与技术中心 |
| CER | 清洁能源替代方案 |
| CERC | 印度中央电力监管委员会 |
| CERs | 核证减排量 |
| CERT | 环境研究技术中心 |
| CESI | 中国电子技术标准化研究院 |
| CH ₄ | 甲烷 |
| CHUEE | 中国节能减排融资项目 |
| CIF | 气候投资基金 |
| CO | 一氧化碳 |
| CO ₂ | 二氧化碳 |
| COP | 缔约方大会 |
| CPIS | 椰树保险计划 |
| CPSUs | 印度中央国营事业局 |
| CPWD | 印度中央公共工程部 |
| CSIR | 印度科学与工业研究理事会 |
| CSLF | 碳整合领导人论坛 |
| CSR | 企业社会责任 |
| CUFE | 中央财经大学 |
| DAC | 印度农业与合作组织 |
| DAE | 印度原子能部 |
| DARE | 农业研究和教育局 |
| DBT | 生物技术部 |
| DCAAI | 印度汽车及相关产业发展委员会 |
| DEFRA | 环境、食品与农村事务部 |

| | |
|---------|----------------|
| DENA | 专项能源审计师 |
| DHI | 印度重工业部 |
| DIPP | 印度商工部工业政策和促进总局 |
| DOD | 海洋开发部 |
| DoS | 印度航天部 |
| DOSTI | 印度电信标准发展组织 |
| DSIR | 科学和工业研究局 |
| DSM | 需求方管理 |
| EC | 能源节约法 |
| ECBC | 节能建筑规范 |
| ECX | 欧洲气候交易所 |
| EEA | 欧洲环境署 |
| EEEP | 能源效率融资平台 |
| EEX | 欧洲能源交易所 |
| EIA | 环境影响评估 |
| EIB | 欧洲投资银行 |
| ESCerts | 节能证书 |
| ESCO | 节能服务公司 |
| ESCOs | 节能服务公司 |
| ETF | 交易所交易基金 |
| ETIS | 能源技术创新体系 |
| ETP | 《能源技术展望》 |
| EU | 欧洲联盟 |
| FEED | 节能经济发展框架 |
| FEX | 澳大利亚金融和能源交易所 |
| FITs | 上网电价 |
| FSI | 印度森林调查局 |
| FTE | 全时约当数 |
| FTFT | 农民技术转移基金 |

| | |
|--------|------------------|
| FTP | 联邦实验程序 |
| FYP | 五年计划 |
| GBS | 政府预算支持 |
| GCI | 印度玻璃委员会 |
| GDP | 国内生产总值 |
| GEF | 全球环境基金 |
| GGPDTM | 印度专利、外观设计及商标管理总局 |
| GHG | 温室气体 |
| GIM | 绿色印度使命 |
| GIS | 地理信息系统 |
| GRIHA | 绿色居住地综合评估 |
| GS | 气体射程 |
| GSSR | 全球可持续系统研究 |
| HC | 碳氢化合物 |
| HCPTCs | 大容量输电走廊 |
| HEV | 混合动力电动汽车 |
| HEVs | 混合动力电动汽车 |
| HVAC | 采暖、通风与空调 |
| IBRD | 国际复兴开发银行 |
| ICAR | 印度农业研究委员会 |
| ICE | 内燃机 |
| ICFRE | 印度林业研究教育委员会 |
| ICGF | 基础设施信用担保基金 |
| ICI | 国际气候倡议 |
| ICLEI | 国际地方环境倡议理事会 |
| IDA | 国际开发协会 |
| IDFC | 基础设施发展金融公司 |
| IDSMT | 中小城镇综合开发 |
| IEA | 国际能源署 |

| | |
|--------|-----------------------|
| IFC | 国际金融公司 |
| IGBC | 印度绿色建筑协会 |
| IGCC | 整体煤气化联合循环 |
| IIFCL | 印度基础设施金融有限公司 |
| IIFM | 印度森林管理研究所 |
| IISc | 印度科学研究所 |
| ILC | 提高负载能力 |
| IPIRTI | 印度胶合板工业研究与培训机构 |
| IPO | 首次公开募股 |
| IPPs | 独立发电厂 |
| IR/UV | 红外线/紫外线 |
| IREDA | 印度可再生能源开发署 |
| ISSRC | 国际可持续发展系统研究中心 |
| IVE | 国际车辆排放 |
| JFSF | 日本快速启动基金 |
| JICA | 日本国际协力机构 |
| JNNSM | 尼赫鲁国家太阳能计划 |
| JNNURM | 尼赫鲁国家城市更新计划 |
| KfW | 德国复兴信贷银行 |
| KP | 京都议定书 |
| KVKs | Krishi Vigyan Kendras |
| KYC | 了解客户 |
| LaBL | 照明十亿人 |
| LCD | 低碳发展 |
| LCDS | 低碳发展战略 |
| LCTs | 低碳技术 |
| LEAP | 长期能源可替代规划系统 |
| LED | 发光二极管 |
| LEED | 能源与环境设计先锋 |
| LTL | 零担货运 |

| | |
|------------------|---------------|
| M&V | 监督与核查 |
| MBT | 机械生物处理 |
| MCBP | 薄膜法 |
| MCX | 印度多种商品交易所 |
| MFIs | 多边金融机构 |
| MIGA | 跨国投资担保机构 |
| MIGI | 多边投资担保机构 |
| MIIT | 工业和信息化部 |
| MNRE | 新能源和可再生能源部 |
| MoEF | 环境与森林部 |
| MoEFCC | 印度环境、森林与气候变化部 |
| MoM | 矿业部 |
| MoP | 能源部 |
| MOST | 科技部 |
| MRCP | 汞阴极法 |
| MTEE | 能源效率市场转型 |
| N ₂ O | 一氧化二氮 |
| NABARD | 国家农业和农村开发银行 |
| NAIP | 国家农业创新项目 |
| NAIS | 国家农业保险计划 |
| NAMAs | 国家适当减缓行动 |
| NAPCC | 气候变化国家行动计划 |
| NATP | 国家农业技术项目 |
| NBC | 网络银行信贷 |
| NBFIS | 国家基础林业库存系统 |
| NCEF | 国家清洁能源基金 |
| NDRC | 国家发展与改革委员会 |
| NEF | 国家能源基金 |
| NEMMP | 国家电动车行动计划 |

| | |
|-----------------|---------------|
| NFAP | 国家森林行动计划 |
| NFRP | 国家林业研究计划 |
| NGOs | 非政府组织 |
| NIPFP | 国家公共金融和政策研究中心 |
| NLDC | 国家负载调度中心 |
| NMBA | 国家竹应用任务 |
| NMEE | 国家能源效率任务 |
| NMEEE | 提高能源效率国家计划 |
| NMSA | 可持续农业国家计划 |
| NMSKCC | 国家适应气候变化战略 |
| NO | 一氧化氮 |
| NO _x | 氮氧化物 |
| NPOF | 有机农业网络工程 |
| NPP | 国家远景规划 |
| NSC | 全国指导委员会 |
| NSFC | 国家自然科学基金 |
| O&M | 运营与维护 |
| O ₃ | 臭氧 |
| OAS | 有机农业系统 |
| ODA | 官方发展援助 |
| OECD | 经济合作与发展组织 |
| PAT | 行使、实现与贸易 |
| PDFSR | 农业系统研究项目指挥部 |
| PEC | 初级能源消费 |
| PECE | 能源与气候变化经济学项目 |
| PFC | 电力财务公司 |
| PGCIL | 印度国家电网公司 |
| PHEV | 插电式混合动力汽车 |
| PPAs | 购电协议 |

| | |
|---------|----------------|
| PPP | 公私合作 |
| PRGF | 部分风险担保基金 |
| PXIL | 印度电力交易有限公司 |
| RBI | 印度储备银行 |
| RD&D | 研究、开发与示范 |
| RDD&D | 研究、设计、开发与示范 |
| RDF | 垃圾衍生燃料 |
| REC | 可再生能源证书 |
| REDD+ | 减少毁林和森林退化造成的排放 |
| REE | 稀土元素 |
| RGGI | 区域温室气体倡议 |
| RPOs | 可再生能源购买义务 |
| RR | 回复反射器 |
| RSoP | 动力研究方案 |
| SAC | 中国标准化管理委员会 |
| SAPCC | 应对气候变化国家行动计划 |
| SASTIND | 国家国防科技工业局 |
| SAUs | 全国农业大学 |
| SBI | 印度国家银行 |
| SCCF | 气候变化特别基金 |
| SCRD | 研究和发展常务委员会 |
| SDC | 瑞士发展公司 |
| SDF | 钢铁发展基金 |
| SEC | 单位能量消耗 |
| SECF | 邦节能基金 |
| SEEP | 超级能源效率计划 |
| SERC | 国家电力监管委员会 |
| SERI | 太阳能研究计划 |
| SFDCC | 发展和气候变化战略框架 |

| | |
|---------|---------------|
| SIDBI | 印度小型工业开发银行 |
| SMX | 新加坡商品期货交易所 |
| SNC | 第二次国家交流 |
| SPVs | 特殊用途工具 |
| SS-Gate | 南南资产和技术全球交流 |
| SSL | 固态照明 |
| STI | 科学、技术和创新 |
| SUAEE | 上海联合产权交易所 |
| SWM | 固体废物管理 |
| TDL | 可调激光二极管 |
| TEQUP | 技术和质量升级 |
| TERI | 能源与资源研究所 |
| TFYP | 第十二个五年计划 |
| TIF | 税收增量融资 |
| TIFAC | 技术信息、预测和评估委员会 |
| TMTT | 产业用纺织品技术任务 |
| TRIPS | 与贸易有关的知识产权 |
| TTOs | 技术转移机构 |
| UCG | 煤炭地下气化 |
| ULBs | 城市地方政府 |
| UMPP | 超巨型发电项目 |
| UMPPs | 超巨型发电机组 |
| UNDP | 联合国开发计划署 |
| UNFCCC | 联合国气候变化框架公约 |
| UNOSSC | 联合国南南合作办公室 |
| USAID | 美国国际开发署 |
| USEPA | 美国国家环境保护局 |
| UV-DOAS | 紫外差分光学吸收光谱 |
| VC / PE | 风险资本及私募股本 |

| | |
|-------|--------------|
| VCFEE | 能源效率风险投资基金 |
| VGF | 可行性缺口补助 |
| WB | 世界银行 |
| WBCIS | 基于天气的农作物保险计划 |
| WCI | 西部气候倡议 |
| WEF | 世界经济论坛 |
| WII | 印度野生动物协会 |
| WTO | 世界贸易组织 |
| WWF | 世界自然基金会 |



第一部分：中国和印度的低碳发展情况



1.1 全球可持续性领域的新概念

“绿色增长”、“绿色经济”和“低碳发展战略（LCDS）”等概念正在全球政策中获得关注，而包括国家政府、商业和工业、民间社会、研究和学术领域在内的主要利益相关方也越来越多地开始讨论这些概念。

从发展政策的角度来讲，理解低碳绿色增长与可持续发展的三大支柱——社会、经济和环境之间的关系有着重要意义。在多边论坛中，“低碳”发展在《巴厘路线图》和接下来的《联合国气候变化框架公约》缔约方会议文件中都得到了体现。表 1.1 展示了《联合国气候变化框架公约》文件中“低碳”一词出现的情况。

表 1.1: 《联合国气候变化框架公约》文件中出现的“低碳”术语

| 《联合国气候变化框架公约》文件中出现“低碳”一词 | 背景 | 《联合国气候变化框架公约》文件 |
|--|------------------------|--|
|决定下列.....对于通过现有渠道和新倡议提供资金很重要.....支持获取和转让低碳技术和诀窍的许可证 | 技术转让 | 缔约方会议第十三届会议，第 4 号决定 |
| ...决定全球环境基金已经提供并应当继续强化其对于发展中国家在...方面的支持[酌情考虑全球环境基金所有重点地区的低碳发展和适应需求;] [所有重点地区，考虑低碳发展和适应需求;] | 金融 | 缔约方会议第十五届会议，决定草案 - /CP.15 对资金机制的第四次审查 |
| ...商定缔约方应开展合作，争取尽快实现全球和国家温室气体排放量封顶，同时承认，发展中国家实现排放量封顶 将会需要较长的时间，并且铭记，社会和经济发展及消除贫困是发展中国家的首要和压倒一切的优先任务，而低碳 发展战略则是可持续发展所不可或缺的。在这方面，进一步商定在最佳可得科学知识和公平获得可持续发展的基础上， 努力确定温室气体排 | 关于根据封顶时期治理全球和全国温室气体的审议 | 缔约方会议第十六届会议，第 1 号决定 |

| | | |
|---------------------------------|--|--|
| 放量全球封顶的时间框架，并在缔约方会议第十七届会议上审议... | | |
|---------------------------------|--|--|

资料来源：节选自《联合国气候变化框架公约》缔约方会议决议（对某些地方进行了强调）

可以说，“低碳”概念是在 2007 年《巴厘路线图》通过后才开始频繁出现的。对低碳发展在不同背景下的考量也是非常有趣的。在巴厘岛，向发展中国家进行低碳技术转让是关注重点；在哥本哈根，议题背景是对发展中国家进行财政援助，以应对适应与发展的需求；在坎昆，“低碳发展”战略被认为是可持续发展中必不可少的议题。尽管第 16 届缔约方会议承认发展中国家将需要更多时间执行减排目标，它也呼吁基于现有的最新科学知识，以科学方式推算出关于全球温室气体排放峰值的时间范围，并在后续的气候政策讨论中考虑同样的问题。

因此，我们可以说发展中国家的“低碳”概念已将减少气候变化看作一个重要方面，但在发展背景下人们还正在（并仍然需要）认识发展中国家的“低碳”概念，并需要在研究低碳问题时认识到相关问题的复杂性。

欧洲联盟是“低碳经济”的最初支持者。2003 年，一份由环境、食品与农村事务部（DEFRA）编制的名为《英国能源白皮书：我们的能源未来——创建低碳经济》的白皮书由贸易与工业大臣提交给议会。白皮书形容“低碳经济”具有更高的资源生产力——利用更少的自然资源，产生更少的污染，却使产量增加——并能促进更高的生活水平和更好的生活质量（DEFRA，2003 年）。

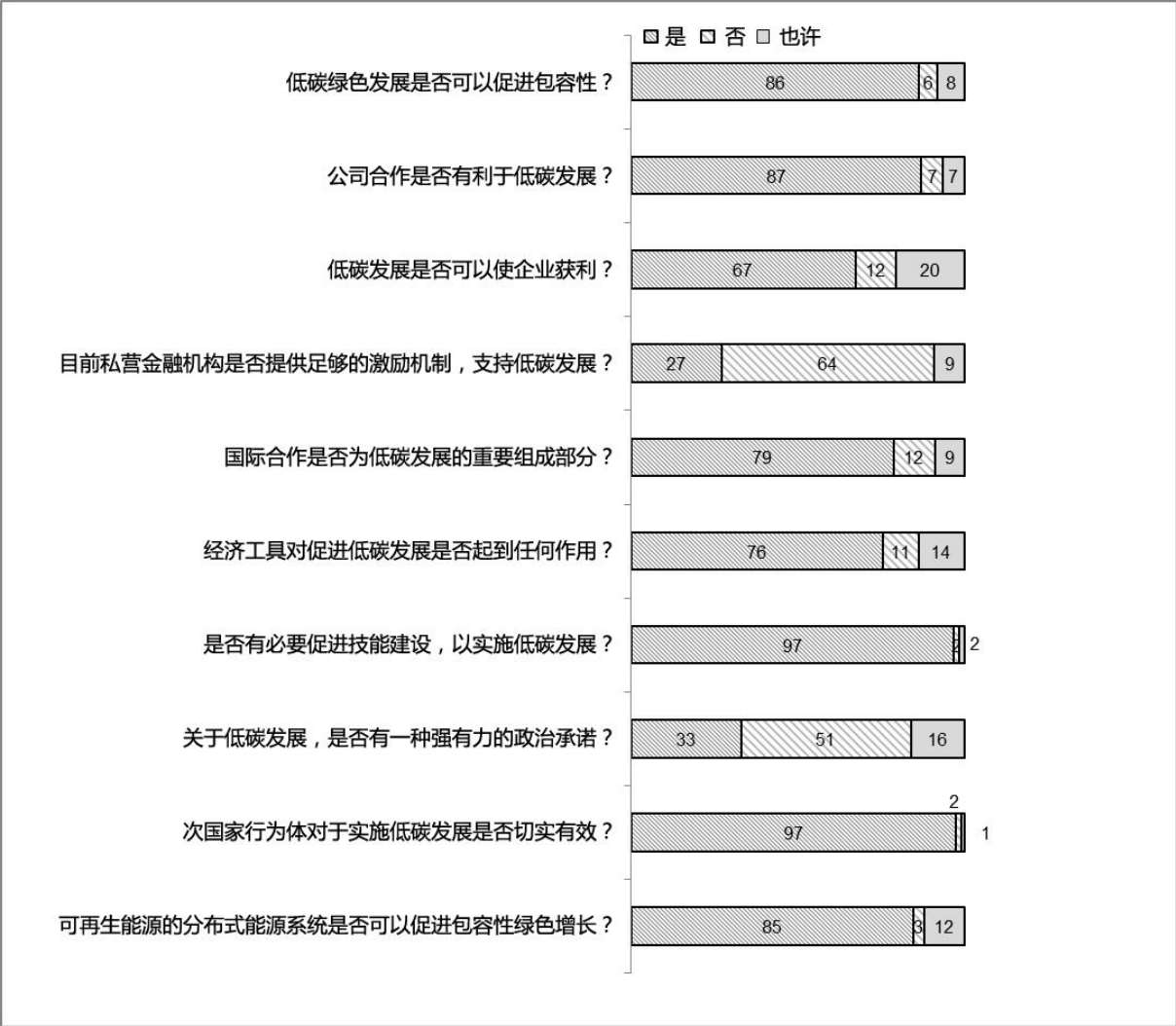
在气候变化协商中，欧盟提倡面向发展的“低碳道路”这一概念，并暗示了碳排放的峰值。在 2007 年的气候变化协商中，欧盟制定了一个目标，即到 2020 年排放水平应比 1990 年低 20%；它还表示，如果高排放量国家同样致力于减少排放量，该数值按计划可达到 30%；此外，它还希望“将全球平均温度的升高控制在 2 摄氏度内”能够成为一项全球目标¹。欧洲环境署（EEA）在 2010 年提交的一份报告表明，在 2009 年，欧盟 27 个成员国的排放量较 1990 年下降约 17.3%，与 20% 的减排目标非常接近（欧洲环境署，2012 年）。其它分析（Cranston 与 Hammond，2011 年）发现，对于发展中国家来讲，即使按照最乐

¹ http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.htm; 上次访问时间 2013 年 5 月 15 日

观的方案——政府间气候变化专门委员会（IPCC，2000 年）B2——全球碳足迹也只能在 2035 年左右下降。以上种种均表明，鉴于目前的发展水平，发展中国家推行缓解措施依然困难重重。

许多发展中国家已经重新定义了低碳途径，强调对目前过度优先消灭贫困和可持续发展的情况加以平衡。许多发展中国家已经围绕“低碳”的概念明确地将减排作为成果之一，但同时也认识到实现社会经济发展目标同样不可忽视。圭亚那总统办公室认为低碳发展意味着投资低碳经济基础建设，面向低碳经济部门扩大资金和人力资源的投入，提升人力资本，实现林业经济部门的可持续发展（《2010 年低碳发展战略》）。

图 1.1 对于低碳发展和绿色增长的认识



资料来源：能源与资源研究所民意调查

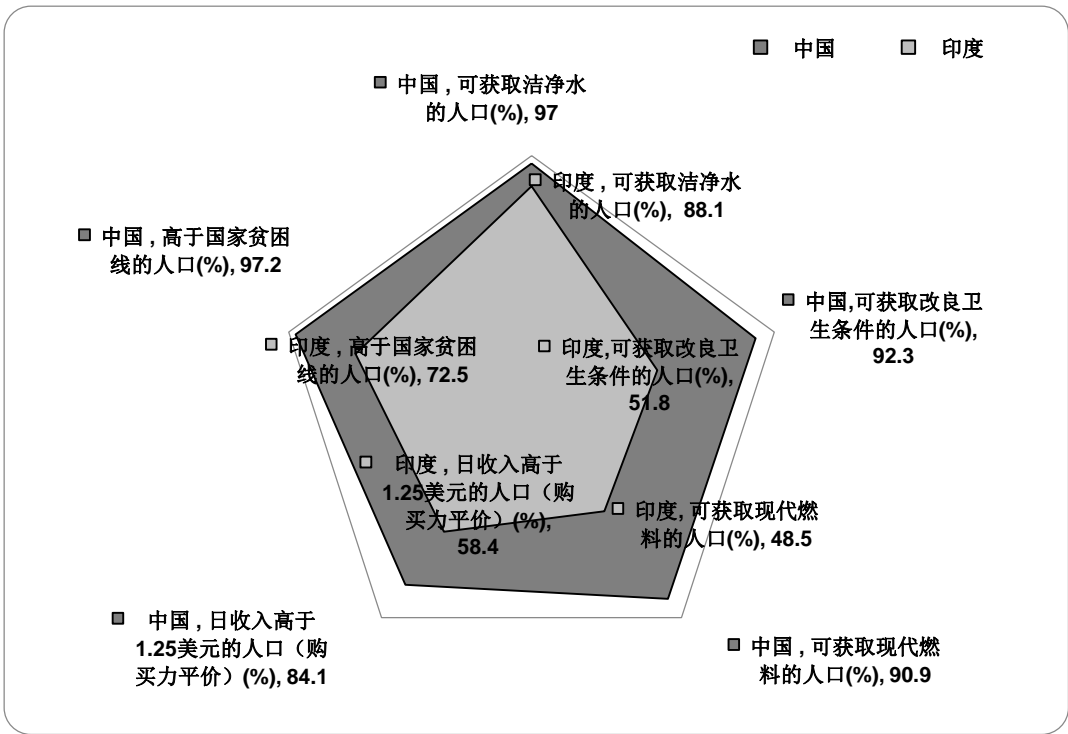
能源与资源研究所（TERI）进行了一次民意调查，以了解全球对于低碳/绿色增长的看法。调查是在德里可持续发展峰会（2013年1月31日至2月2日）期间开展的，同时也开通了网上调查渠道。该调查收集了专家们对于促进包容性绿色增长、实现可持续发展这一主题的意见，130位受访者在峰会期间的不同场合以及 TERI 其它活动期间当面受访。受访者们来自政府、多边组织、民间社会、媒体、工商业界、以及学术和研究领域，具有普遍的代表性。124位受访者中，40%来自经济合作与发展组织（OECD）成员国，60%来自非经济合作与发展组织成员国。受访者来自广范围的地理区域——包括南亚、东亚与太平洋地区、欧洲与中亚、美洲与加勒比地区、撒哈拉以南非洲以及中东和北非。图 1.1 展示了受访者对于全球新兴政策概念的看法。

绝大部分受访者（86%）认为绿色增长具有促进包容性的潜力。该议题已在国际对话中被多次讨论。受访者普遍认为有必要增强政治意愿，实行激励机制，鼓励私人投资，以促进低碳发展。此外，受访者认为除了加强次国家政府的作用以外，有技能的劳动力的作用也不容忽视。区域伙伴关系和国际合作一直被看作促进可持续经济和社会发展的工具之一。民意调查也涉及了这一方面，结果表明 79%的受访者认为国际合作对国家低碳发展战略起着重要作用。

1.2 中国和印度的发展

印度和中国发展模式的可持续性对两国的社会经济和环境产生着重要影响（中国工程物理研究院—能源与资源研究所，2011年）。尽管中国的人均收入水平、能源消耗和社会经济指标的发展都高于印度（图表 1.2），但两国却显示出趋势相似性，即能源消耗与温室气体排放不断加剧，与此同时能源强度值却有所下降。不仅如此，两国还都经历着经济结构的转型，即国内生产总值（GDP）中，服务和制造部门所占份额不断提升。然而，由于两国在资源可用性和治理结构上的差异，在能源与环境方面可能采取不同的政策。

图 1.2 关键的社会经济指标：中国和印度



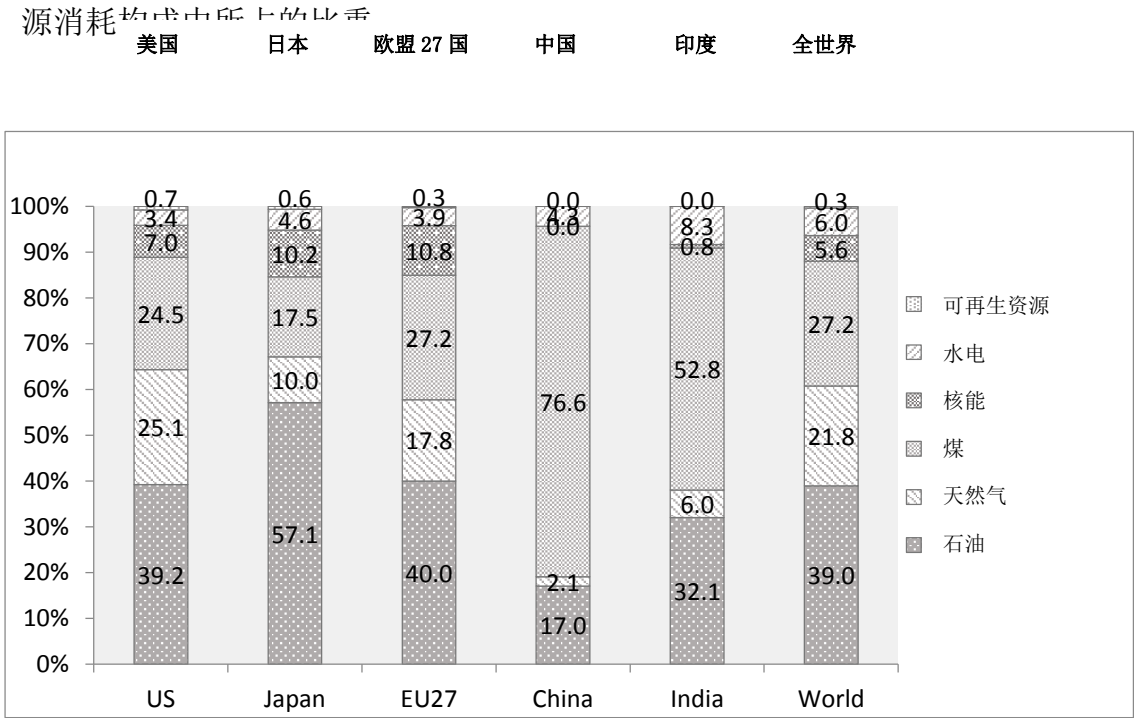
资料来源: 基于联合国开发计划署的数据(2011 年)

中国和印度 2010 年国内生产总值约占据全球份额的 12%，其中，中国约占 9.4%，而印度约占 2.7%。在 1990 年至 2010 年期间，印中两国的经济都经历了显著增长，其中印度国内生产总值（GDP）以 8.5% 的复计年增长率（以流通的美元计算的复计年增长率）增长，中国每年增长率达到 15%。值得注意的是，印度在 2000-2010 年期间的复计年增长率比 1990-2000 年期间增长了 3 倍多（3.8% 至 13.5%）。中国的复计年增长率从 1990-2000 年期间的 12.9% 提升至 2000-2010 年期间的 17.3%。其中，工业和服务业占印中两国 GDP 的 80% 以上，农业部门在 GDP 中的份额大幅下降。在印度，农业在 GDP 中所占比例从 1990 年的 29% 下降到 2010 年的 17%，而中国则从 1990 年的 27% 下降到 2010 年的 10%。

从目前的总水平看，印度和中国分别消耗约 4.3% 和 20% 的世界初级能源。印度的初级能源消耗在 1990-2010 年期间的复计年增长率为 5%，在 2010 年达到 520 百万吨油当量（MTOE）。中国的初级能源消耗在 1990-2010 年期间的复计年增长率为 7%，在 2010 年达到 2402 百万吨油当量（MTOE），取代美国成为 2010 年世界最大的能源消耗国。与此相比，世界初级能源消耗量同期只增长了 2%

（英国石油公司 2012 年统计数据）。图 1.3 (a)–(c) 展示了美国（US）、日本、欧洲联盟（EU）²、中国、印度和全世界在 1990 年、2000 年和 2010 年的能源构成中不同来源的初级能源消耗比重，这其中包括石油、天然气、煤、核能、水力发电和可再生能源。

图 1.3 (a)： 1990 年美国、日本、欧盟、中国、印度和全世界不同燃料在初级能源消耗

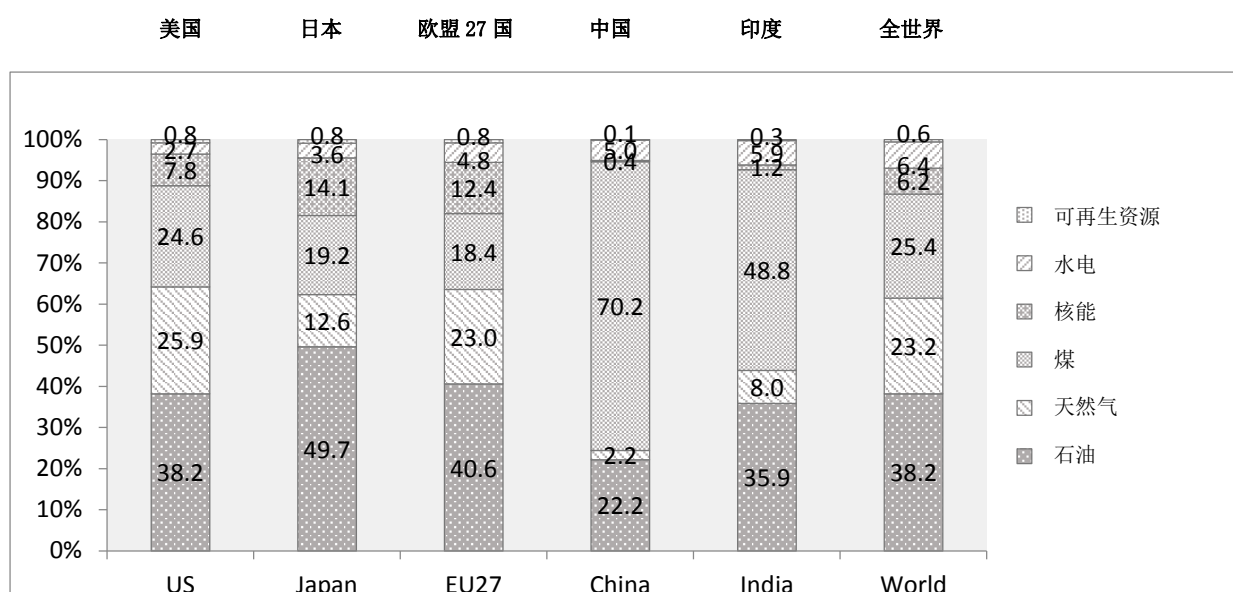


资料来源： 基于英国石油公司的统计(2012 年)

图 1.3 (b) 2000 年美国、日本、欧盟、中国、印度和全世界不同燃料在初级能

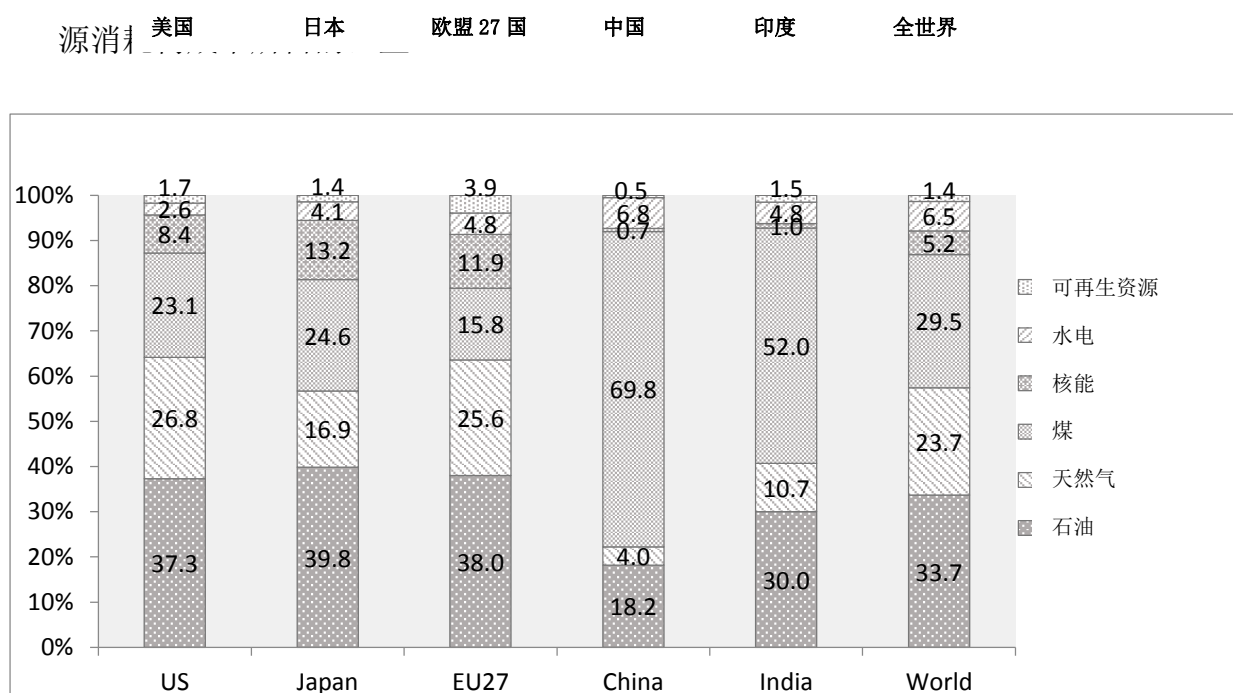
² 包括欧洲联盟的 27 个成员国：奥地利、比利时、保加利亚、塞浦路斯、捷克共和国、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、爱尔兰共和国、意大利、拉脱维亚、立陶宛、卢森堡、马耳他、荷兰、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、英国。

源消耗构成中所占的比重



资料来源: 基于英国石油公司的统计(2012 年)

图 1.3 (c): 2010 年美国、日本、欧盟、中国、印度和全世界不同燃料在初级能源消耗



资料来源: 基于英国石油公司的统计(2012 年)

从以上图可以看出，中国和印度对煤炭资源高度依赖，尽管印度对煤炭的

依赖程度低于中国。在日本、英国和美国等发达国家中，能源消耗结构相对平衡，石油通常占主导地位，天然气、水力发电与核能也是能源构成的一部分。无论是 1990、2000 或 2010 年，可再生资源在所有区域能源消耗结构中的比重都是极小的。

1.3 中国和印度开展南南合作的基础

逐渐摆脱碳密集型增长模式的必要性已在全球范围内逐渐得到重视。然而，这需要在关键的经济部门采取基本的政策变革，其中包括但不限于能源部门。除了能源部门，总体发展水平、治理结构和气候变化脆弱性等因素也影响着国家目标和战略。能够在全世界通用的低碳发展蓝图是不存在的。

中国和印度的政策领域已经明确表达了“低碳发展”（LCD）的愿景。这些部门的低碳发展还可带来包括能源安全、健康效益在内的协同效益，并能以此应对当地环境污染。

中国国家发展和改革委员会（NDRC）认为低碳发展意味着可实现低碳排放的社会经济制度的发展。印度计划委员会组建的“包容性增长低碳战略”专家组认为，低碳战略意味着确定政策干预和战略，有助于在实现减排目标的过程中克服政策层面的障碍。

印度《气候变化国家行动计划（NAPCC）》于 2008 年实施。NAPCC 概述了减轻和适应气候变化的相关政策。中国《应对气候变化国家方案》于 2007 年获得通过，其中包括完善能源法律制度的措施。

在近期的第十二个五年计划中，中国第一次制定了降低 17% 碳强度的目标，并计划于 2015 年实现该目标。同样地，印度政府也在制定本国第十二个五年计划之前确认了低碳发展和包容性增长的方针。表 1.2 列举了中国和印度关于低碳增长的国内政策目标。

印度与中国官方的双边互动表明了两国对环境的关注。2012 年 11 月 26 日在印度新德里举行的中印战略经济对话于近期结束，双方同意³“致力于可持续发展和气候变化目标，保障食品和能源安全。双方相信在现存和未来议题上不

³ 第二次印中战略经济对话会议纪要；可见 <http://www.mea.gov.in/bilateral-documents.htm?dtl/20848/Agreed+Minutes+of+the+2nd+IndiaChina+Strategic+Economic+Dialogue>；上次访问时间 2013 年 4 月 26 日

间断的未来合作将显著强化相互信任，扩大共同利益。”

表 1.2 中国和印度的政策目标与低碳发展

| 主题 | 政策目标：中国 | 政策目标：印度 |
|------------------------------|--|---|
| 清洁能源（ 能源效率与 可再生能源 ） | <ul style="list-style-type: none"> • 能源效率措施：限制能源密集型产业每单位生产的能源消耗 • 能源消耗产品最终用途的标准和措施；可再生能源的定价机制 • 绿色建筑运动 • 试行限额交易系统 • 将非化石燃料的比重提升至 11.4% • 国家和省级气候变化政策 • 到 2015 年，在 5 年之内将单位 GDP 的能源强度和碳排放分别降低 16% 和 17% • 在《哥本哈根协议》中承诺，到 2020 年，能源强度较 2005 年水平下降 40-45% • 支持中国实施清洁发展机制（CDM）的制度机制 | <ul style="list-style-type: none"> • 按照《提高能源效率国家计划》，促进能源效率的举措 • 能源合理定价对于有效的需求管理以及《综合性能源政策》中涉及的健康供给反应至关重要 • 绿色建筑准则：《绿色居住地综合评估》 • 运行、实现及交易通过节能证书（ESCerts）的机制 • 到 2020 年，新能源和可再生能源的比重将提升至 15%；《国家太阳能计划》 • 符合《气候变化国家行动计划》的政策举措；邦级政策 • 在国家发展政策中认可低碳 • 在《哥本哈根协议》中承诺，到 2020 年，能源强度较 2005 年水平下降 20-25% • 支持在印度实施清洁发展机制（CDM）的制度机制 |
| 能源获取 | <ul style="list-style-type: none"> • 获取可负担得起的能源和清洁能源 | <ul style="list-style-type: none"> • 能源获取问题：针对有需求人士和贫困者给予补贴 |
| 碳封存 | <ul style="list-style-type: none"> • 通过造林强化碳封存能力 | <ul style="list-style-type: none"> • 《绿色印度使命》和造林 |
| 资源管理和效率 | <ul style="list-style-type: none"> • 通过推广“循环经济”和循环水实现减排 • 固体废物管理 • 从城市垃圾中回收矿产资源 • 再制造的工业化 | <ul style="list-style-type: none"> • 废水、市政固体垃圾和城市污水的循环利用 • 利用废品进行肥料制造和发电 • 废品的有效收集系统，对电子垃圾进行再加工，并将它们从非正规部门向正规部门转化，以确保回收 |
| 激励创新 | <ul style="list-style-type: none"> • 低碳试点，以建立低碳城市 • 创新型的金融机制 | <ul style="list-style-type: none"> • 低碳试点，以实现农业部门的能源效率 |

| | | |
|-----------------|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> 以“基金”类金融机制促进创新 |
| 低碳发展和国家社会经济发展目标 | <ul style="list-style-type: none"> 环境保护，经济发展和社会和谐；保持经济稳健、快速发展，并促进社会和谐与稳定 社会平等，并解决各种差距问题 | <ul style="list-style-type: none"> 采取整体办法，以实现更快、更具包容性的可持续发展 社会平等，并解决各种差距问题 |

资料来源：根据国家发展和改革委员会、全国人民代表大会以及计划委员会、气候变化国家行动计划（印度），《联合国气候变化框架公约》国家呈件

在《联合国气候变化框架公约》第 15 次缔约方会议（COP15）中，印度和中国，以及“基础四国”伙伴（巴西和南非）为起草《哥本哈根协议》做出了重要贡献。印度和中国在该协议中承诺，到 2020 年，GDP 的碳排放强度与 2005 年水平相比，将分别下降 20–25% 和 40–45%。在第十二个五年计划中，中国制定了慎重的经济增长目标，同时也强调了社会部门职能，并致力于解决关键的环境问题（包括污染）⁴。除了能源强度目标，这是中国有史以来第一次在五年计划中为本国制定降低 17% 碳强度的目标，并计划于 2015 年实现。印度政府也同样在其第十二个五年计划中确认了“包容性增长低碳发展战略”的必要性⁵。

1.4 排放简况：全球、印度和中国

根据以下著名的 Kaya 方程式（Kaya, 1990 年），在人口和人均 GDP 未来持续增长的情况下，降低能源消费强度（单位 GDP 能源消费）和二氧化碳排放强度（单位消费强度 CO₂ 排放）是控制总排放量的两项基本方法。如果来实现第一个目标，我们需要提升能源效率，强化产业增值，并优化经济结构；若要实现第二个目标，我们需要调整能源结构，并增加碳汇。

$$\text{CO}_2 \text{ emission} = \frac{\text{CO}_2 \text{ emission}}{\text{Energy consumption}} \times \frac{\text{Energy consumption}}{\text{GDP}} \times \frac{\text{GDP}}{\text{Population}} \times \text{Population}$$

⁴ 见温家宝总理在 2012 年 12 月 9 日第十一届全国人民代表大会第四次会议上的讲话。

⁵ 第 4.30 段；计划委员会（2012 年）

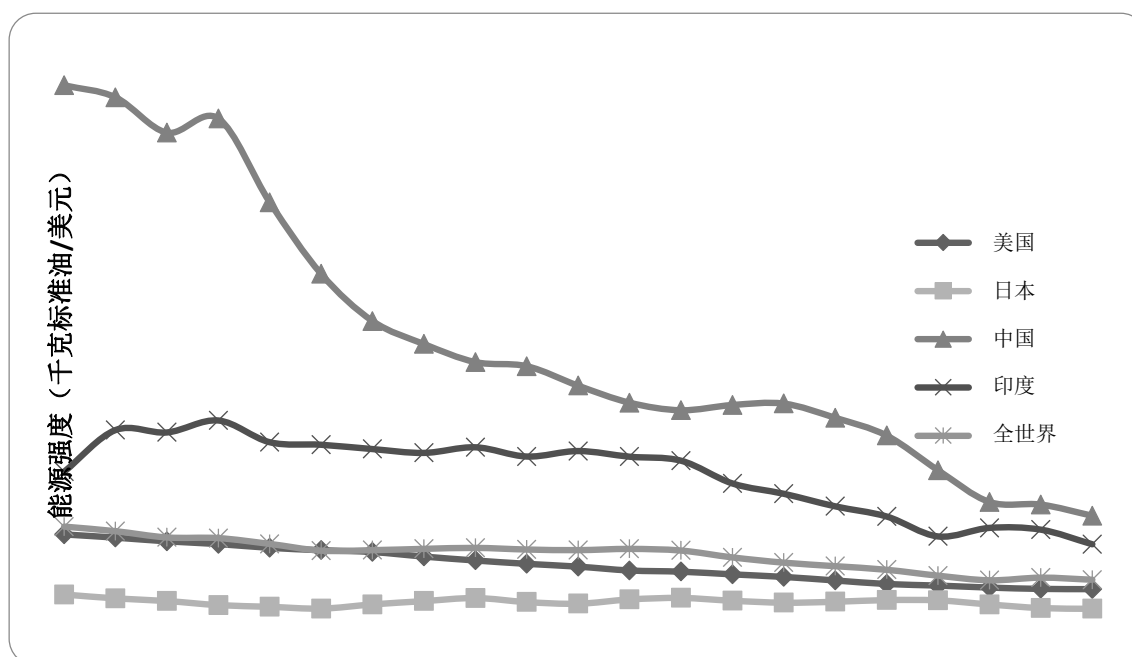
二氧化碳排放量=二氧化碳排放量/能源消费×能源消费/国内生产总值×国内生产总值/人口×人口

（Kaya 方程式）

图 1.4 展示了包括美国、日本、中国、印度和全世界在内的各地区在 1990-2010 年期间特定经济结构⁶的能源强度。能源消费强度或能源强度的比率越低，低能源强度经济活动所占的比重就越大。从图表中可以看出，中国的能源强度在过去 20 年间持续下降。印度经济的能源强度也创历史新低，并在过去 20 年间经历了缩减蜕变。在 2010 年，印度的能源强度是 0.31 千克标准油/美元；中国是 0.41 千克标准油/美元；而世界能源强度是 0.19 千克标准油/千美元。这表明，工业和制造业等能源密集型产业在中国的比重要高于在印度和世界其它国家。

⁶ 以单位国内生产总值（GDP）初级能源消耗（PEC）的比率计算

图 1.4：能源强度趋势：美国、日本、中国、印度和全世界



资料来源：基于英国石油公司的统计(2012 年)和世界银行 (2012 年) 数据

2010 年，中国单位 GDP（2005 年价格）的 CO₂ 排放绝对值仍然是美国的 4.6 倍，欧盟 27 国的 7.4 倍，更是日本的 7.5 倍。自 1970 年以来，中国的碳强度已经在逐渐降低，从 1971 年 1 美元（2005 年价格）需要耗费 6.31 千克二氧化碳，到 2010 年 1 美元（2005 年价格）需要耗费 1.88 千克二氧化碳，该数值下降了 70%。这是世界范围内降低碳强度尝试取得的最大成就之一。印度单位 GDP 的 CO₂ 排放绝对水平略低于中国，是中国的 70%。和中国不同的是，印度在 2011 年的碳强度是 1 美元（2005 年价格）需要耗费 1.3 千克二氧化碳，这与其 1971 年的水平几乎一致。

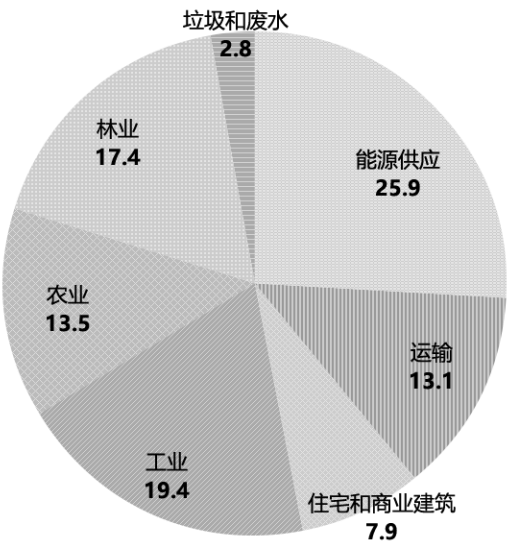
在未来，中国和印度能源强度的降低将受许多因素影响，其中包括工业和运输业等能源密集型产业中的经济活动逐步向改善服务和提高效率的结构型转型。显而易见的是，农业在经济活动中的比重已经被不断发展的工业和服务业超越。中国和印度以何种方式进行发展不仅对这两个国家和两国人民有着重要意义，对全世界也意义重大。中国和印度可以合作推动低碳发展，因为两国在经济发展方面有着相似的规划方式，两国也都在投入大量时间、精力和资源，建设更具有持续性的未来。

一些实验已经对各主要消费部门和地理区域中的一系列温室气体减排措施

进行了评估。实验表明，应重点实行以下需求方措施：高效照明、高效家用电器和设备、高效住宅和商业建筑、高效交通工具。有效的供应方措施包括发电厂升级改造，以及提升传输和配送系统的效率。要深入了解中国和印度推行低碳发展的障碍，这些障碍包括有限的技术获取渠道、经济和金融限制、薄弱的法律和管理框架、不合理的定价和补贴政策、信息共享方面的瓶颈、制度的局限性，以及治理不善等。大约 20 年前在印度和中国成立的节能服务公司（ESCO）产业在印度和中国成立。如果具备更适宜的政策环境，它有望在印中两国的节能领域发挥更重要的作用。

全世界温室气体排放的一大部分——超过 66%——来自能源部门，其中包括发电、工业、运输、建筑，以及用电设备。图 1.5 展示了这些主要部门，以及 2004 年全球范围内这些部门产生温室气体的类型和数量。

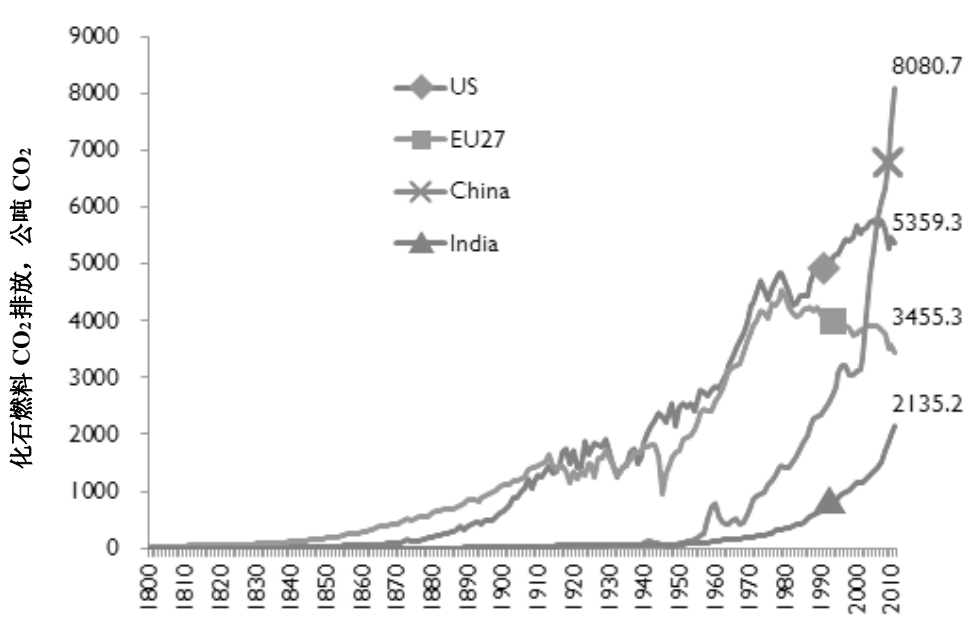
图 1.5 2004 年全球不同产业的温室气体排放情况（%）



资料来源：基于政府间气候变化专门委员会（2007 年），第三工作组，第 29 页

中国和印度具有相似的排放趋势和特点。两国还面临着相似的减排压力，这表明中印合作具有可行性，应当优先开展。图 1.6 展示了美国、欧盟 27 国、中国和印度使用化石燃料导致的 CO₂ 排放趋势。

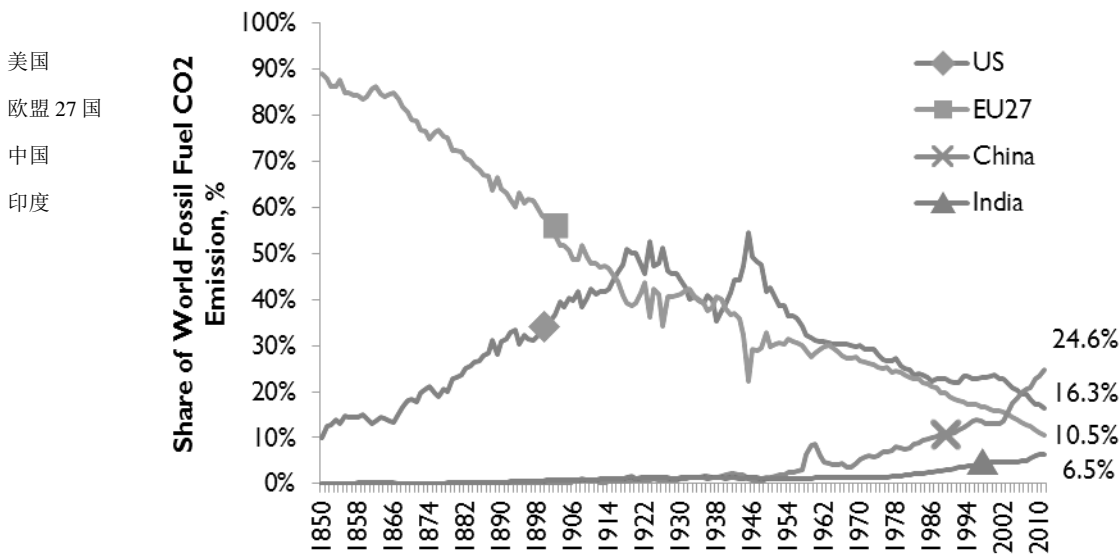
图 1.6 使用化石燃料的 CO₂ 排放趋势



资料来源：二氧化碳信息分析中心，2013 年

图 1.7 表明美国、欧盟 27 国、中国和印度在世界化石燃料 CO₂ 排放中的比重。中国和印度现在分别是全世界第一和第四大化石燃料 CO₂ 排放国。两国在 2011 年的排放量分别约占世界总排放量的 24.6% 和 6.5%。自 2002 年以来，中国经济年均增长率从 4% 激增至 11%。中国 CO₂ 排放量增加了 142.5%，印度增加了 83%。中国 2011 年的化石燃料 CO₂ 排放量跃至 9.4%，达到 80.8 亿吨。据中国国家统计局（NBS，2012 年）称，这一增幅与其他几方面的增长保持一致，其中，火力发电增加 14.7%（大部分来自燃煤电站），钢铁生产增加 7.3%（也是煤炭消费大户），水泥生产则增加了 10.8%。与此同时，印度 2011 年的 CO₂ 排放量继续增加了 7.4%，达到 21.4 亿吨。

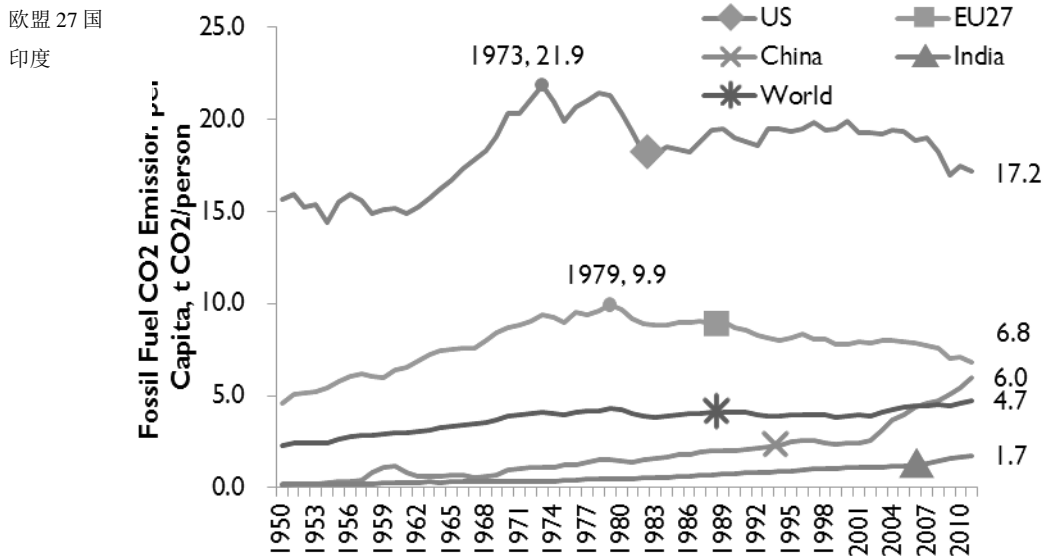
图 1.7: 来自化石燃料的 CO₂ 排放量比重



资料来源: 二氧化碳信息分析中心, 2013 年

图 1.8 讨论了由于使用化石燃料而达到的人均 CO₂ 排放量。正如图 1.3 中所示, 中国和印度是世界上为数不多的以煤炭为主要能源的国家; 不过, 印度对煤炭的依赖程度低于中国。尽管中国的能源结构在过去 30 年间已经呈现出脱碳趋势, 煤炭在中国能源结构中的主要地位仍然未动摇, 所占比重远远高于其它国家。

图 1.8 人均化石燃料 CO₂ 排放量



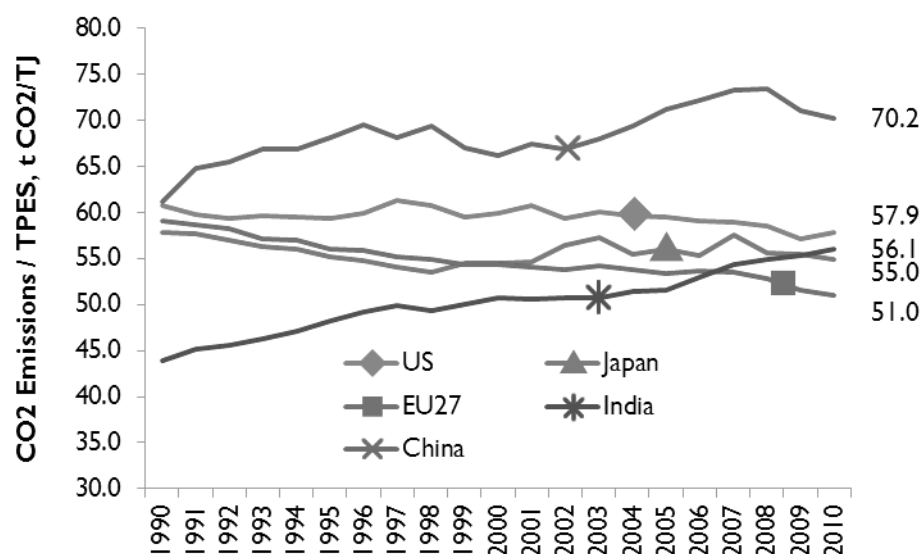
资料来源：二氧化碳信息分析中心，2013 年；联合国，2013 年

尽管从相对值和绝对值看，中国和其它发展中国家近年来的化石燃料 CO₂ 总排放量在迅速增加，但人均 CO₂ 排放量的情况各不相同。自 1990 年以来，中国的人均 CO₂ 排放量增至 3 倍，从 2 吨增长到 6 吨，而欧盟 27 国则从人均 8.7 吨降至 6.8 吨，美国由人均 19 吨降至 17.2 吨。中国的人均 CO₂ 排放量在 2007 年已超过世界平均值，并将在未来 1-2 年内赶上欧盟 27 国。

美国在 2011 年仍然是最大的 CO₂ 排放国之一，尽管 2008-2009 年的经济萧条、与低燃油税形成对比的高油价以及逐渐上升的天然气使用比重已经导致 CO₂ 排放量的急剧下降，2011 年美国的人均排放量仍然达到 17.2 吨。虽然印度 2011 年的人均排放量已经达到 1990 年的 2 倍，但显然，1.7 吨的人均排放量仍然远远低于工业化国家的这一数值以及世界平均水平。

显而易见的是，中国和印度的固有的能源资源将会使其比其它高排放国家更难控制温室气体排放。由于能源禀赋的差异，中国的单位能源供应碳强度比其它发达国家大约高出 30%，印度的单位能源供应碳强度相对较低，与发达国家相近，主要原因是传统生物质能所占比重较大。此外，印度还面临着一项重要挑战——自 1990 年以来，印度单位能源供应的碳强度稳步增加。这将在未来给印度造成更多的减排难题。就此，图 1.9 讨论了由于使用化石燃料而造成的单位初级能源供应总量的 CO₂ 排放情况。

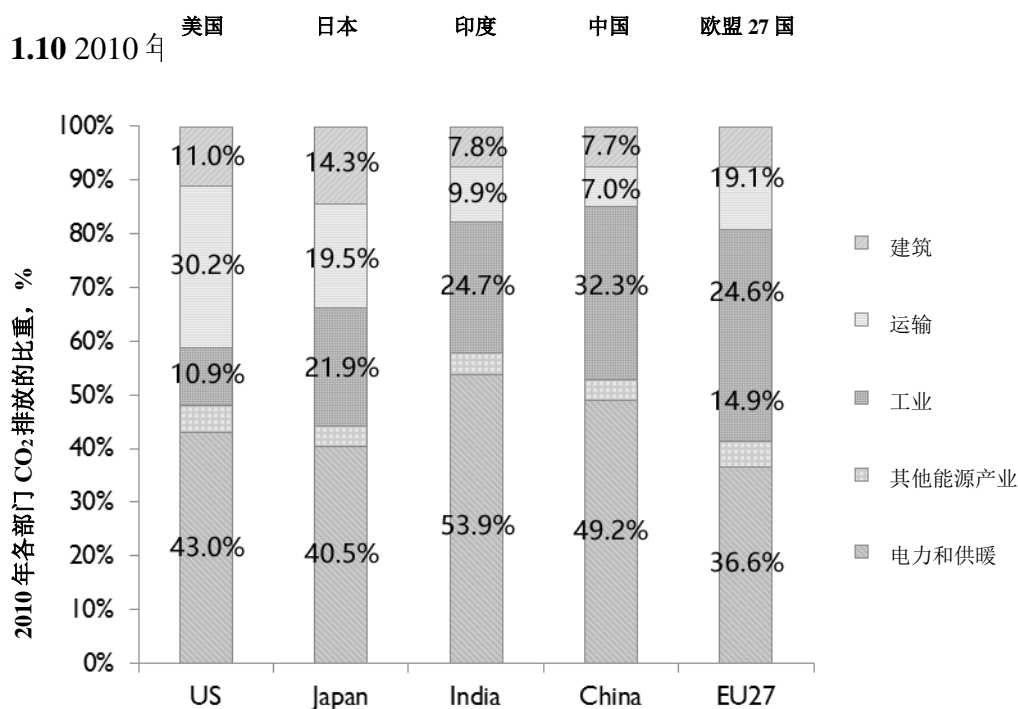
图 1.9 由于使用化石燃料而造成的单位初级能源供应总量的 CO₂ 排放情况



资料来源：国际能源署，2013 年

我们有必要了解中国和印度 CO₂ 排放量在不同部门的比重；以及这些数据和发达国家相比有哪些不同。根据国际能源署（IEA）采取的部门分类，电力和供暖行业在 CO₂ 排放总量中所占比重最大，几乎占总量的一半，制造和建筑行业紧随其后，在中国和印度分别占据 32.3% 和 24.7% 的比重。交通部门和住宅部门分别占相对较低的比重（图 1.10）。

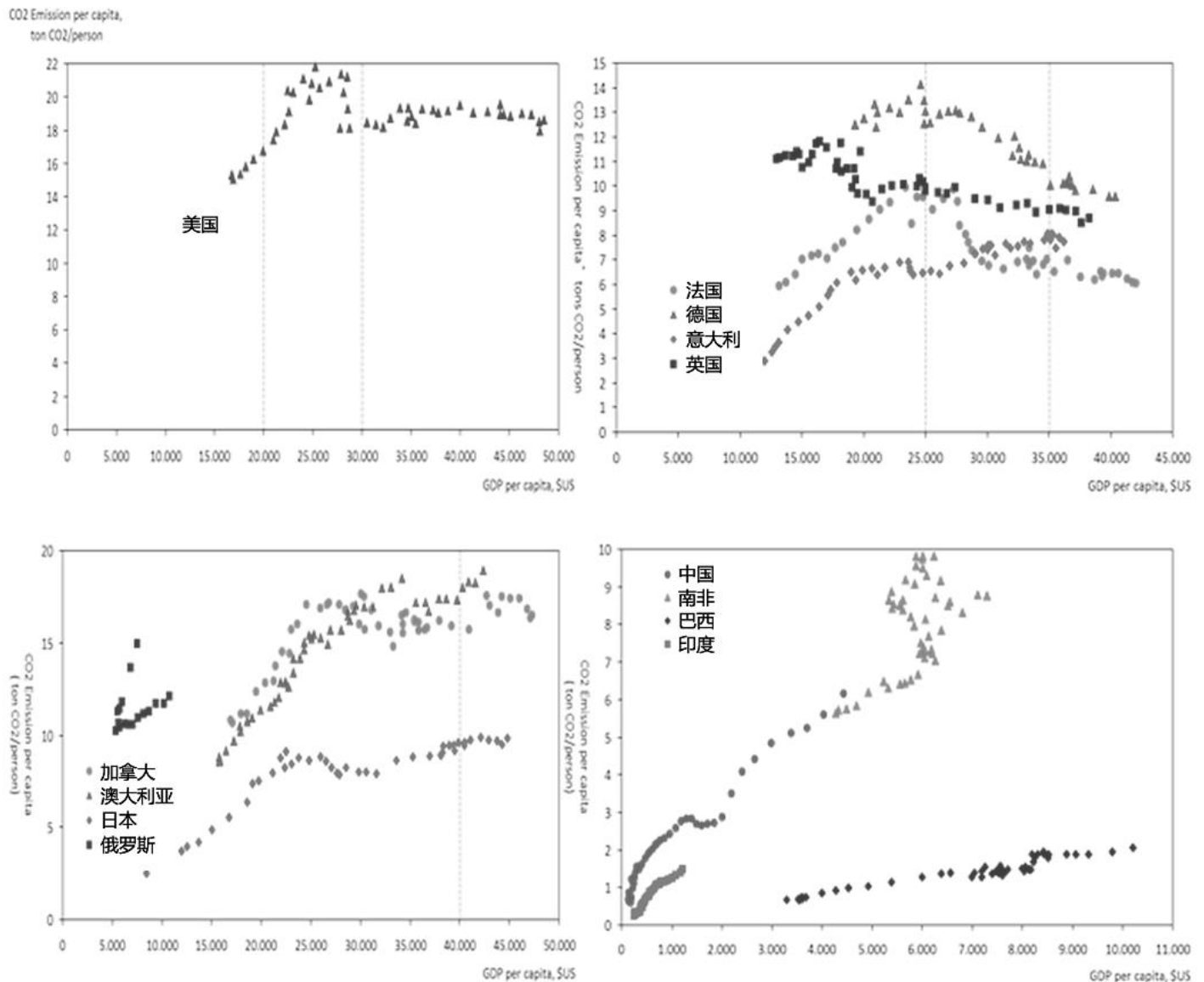
图 1.10 2010 年



资料来源：国际能源署，2013 年

从图中可以看出，CO₂ 排放轨迹（包括峰值）和国家收入水平（发展阶段）之间有明显的关系——各国与峰值相对应的收入水平各不相同。根据图 1.11，大部分发达国家在人均 CO₂ 排放量达到峰值的时候，其人均 GDP 水平达到约 2.5 万美元（2010 年价格）。日本和澳大利亚还没有达到稳定的峰值，然而两国的人均 GDP 水平已经超过 4 万美元（2010 年价格）。中国和印度目前仍然处于库兹涅茨曲线的左侧位置。

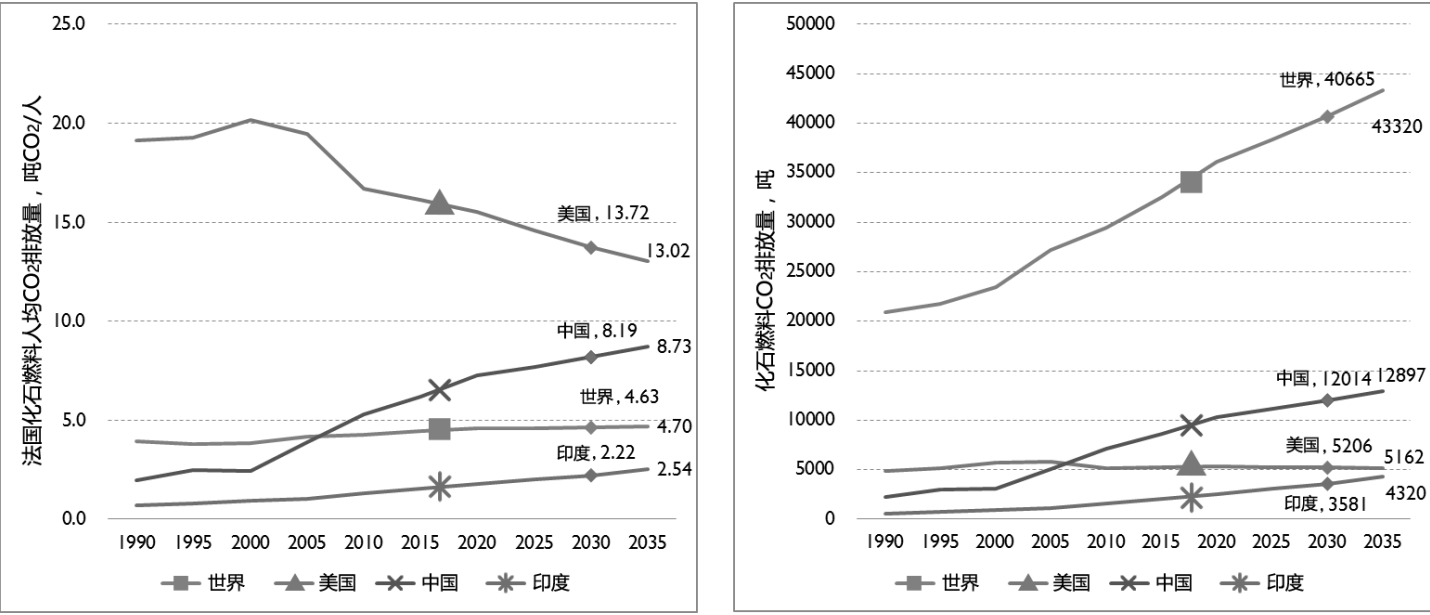
图 1.11 主要经济体人均 GDP 和人均 CO₂ 排放量



资料来源：二氧化碳信息分析中心，2013 年；联合国，2013 年；世界银行，2013 年

未来几年，化石燃料 CO₂ 排放量仍将呈现持续增长的趋势，但增长的速度可能会减缓。根据国际能源署的预测（图 1.12），中国和印度未来几十年的 CO₂ 排放总量仍将随着工业化和城市化进程而持续增加，这将给中国和印度带来越来越重的减排压力。

图 1.12 未来使用化石燃料造成的 CO₂ 排放趋势



资料来源：国际能源署，世界能源展望，2011 年；目前政策情况

1.5 前景

印度和中国拥有全世界 36% 的人口，肩负着约占全世界 22% 的初级能源需求，CO₂ 排放量约占全世界的 1/3。伴随着印度和中国近年来令人惊叹的经济发展轨迹，两国的能源需求和 CO₂ 排放量也将持续增加。未来 20 年，两国的能源需求增量和 CO₂ 排放量在全世界范围内的比重将超过 50%。因此，为了稳定温室气体浓度，实现“2 度”的全球目标，两国的低碳转型对全球应对气候变化、实现可持续发展有着重要意义。

中印两国目前在低碳发展道路上走势良好，两国不仅有强烈的政治意愿，还有精心设计的国内政策和国际行动辅予支持。中国和印度未来实现低碳发展的关键在于技术的创新、发展和商品化，以及关注本土化的解决方案。

此外，来自发达国家的技术转让，以及与发达国家进行合作研发，也可以帮助中国和印度快速找到更清洁的发展模式，并在可再生能源等新兴的经济领域里成为领先国家。然而，中印两国在实现低碳未来的道路上需要克服一系列社会和经济障碍——如应对减贫需求，拓展能源服务业，确保能源安全，保持并提高就业率，降低环境污染，保护生物多样性等，这些都是两国在低碳发展道路上需要谨记的。

作为新兴经济体，中国和印度在利用和发展低碳技术方面遇到的困难主要归因于低碳技术产生的额外成本，在某些情况下，实施过程中遇到的技术障碍也是一个不可忽视的原因。此外，两国国内与两国之间包括政府、工业、学术和民间社会在内的不同部门的合作和利益相关者的公开参与，对于两国之间政策和措施的设计和协调也至关重要。只有如此，低碳技术发展政策才能在中国和印度这两个世界上最大的发展中国家得以实施，进而推动两国的可持续发展，刺激创新经营，满足两国的减贫需求。

本书汇编了中国和印度两国围绕低碳发展议题所开展的同步研究报告。本书第二部分和第三部分分别讨论了来自中国和印度研究机构的调查报告。

第二部分： 中国的低碳发展

第一章 低碳技术和创新政策

1.1 引言

尽管中国和印度较晚开发气候友好型技术，但在最近几年却取得了令人瞩目的进展。与 2000 年相比，最耗能的工业产品能源使用量在 2010 年有所下降。表 1.1 显示，虽然中国自 2000 年以来在主要的耗能工业产品能源效率方面取得了显著提高，但仍然落后于国际先进水平。

表 1.1：2010 年耗能产业能源使用指标的国际比较

| 能源使用指标 | 中国 | | | 国际先进水平 | 2010 年差距 | |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|----------|-------|
| | 2000 年 | 2005 年 | 2010 年 | | 能源使用 | % |
| 火力发电机耗煤量（克煤当量/千瓦时） | 363 | 343 | 312 | 290 | 22 | 7.1% |
| 钢制品比较耗能（大中型企业）（千克煤当量/吨） | 784 | 732 | 675 | 610 | 65 | 9.6% |
| 铝液电解交流电耗（千瓦时/吨） | 15418 | 14575 | 13979 | 13800 | 179 | 1.3% |
| 铜冶金的综合能源使用（千克煤当量/吨） | 1277 | 780 | 500 | 360 | 140 | 28.0% |
| 水泥的综合能源使用（千克煤当量/吨） | 183 | 178 | 143 | 118 | 25 | 17.5% |
| 平板玻璃的综合能源使用（千克煤当量/计重箱） | 25 | 22.7 | 16.9 | 13 | 3.9 | 23.1% |
| 原油加工的综合能源使用（千克煤当量/吨） | 118 | 114 | 100 | 73 | 27 | 27.0% |
| 乙烯的综合能源使用（千克煤当量/吨） | 1125 | 1073 | 950 | 629 | 321 | 33.8% |
| 合成氨的综合能源使用（千克煤当量/吨）（大规模） | 1699 | 1700 | 1587 | 990 | 597 | 37.6% |
| 氢氧化钠的综合能源使用（千 | 1439 | 1297 | 1006 | 910 | 96 | 9.5% |

| | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|-----|-------|
| 克煤当量/吨) (薄膜法) | | | | | | |
| 碳酸钠的综合能源使用 (千克煤当量/吨) | 406 | 396 | 332 | 310 | 22 | 6.6% |
| 电石的综合能源使用 (千克煤当量/吨) | 3475 | 3450 | 3340 | 3000 | 340 | 10.2% |
| 纸张和纸板的综合能源使用 (千克煤当量/吨) | 1540 | 1380 | 1200 | 580 | 620 | 51.7% |
| 注: 国际先进水平是全球领先国家的平均水平 | | | | | | |

资料来源: Wang Qingyi, 2012 年度能源数据, 2013 年

如表 1.1 所示, 火力发电机的煤炭消耗量从 363 克标准煤下降至 312 克标准煤; 主要企业的每吨钢铁可比耗能从 784 克标准煤下降至 675 克标准煤; 铜冶金的综合能源使用下降了 50% 以上, 从 1277 千克煤当量/吨下降至 500 千克煤当量/吨。中国铝电解行业的能源使用已经达到了世界领先水平。

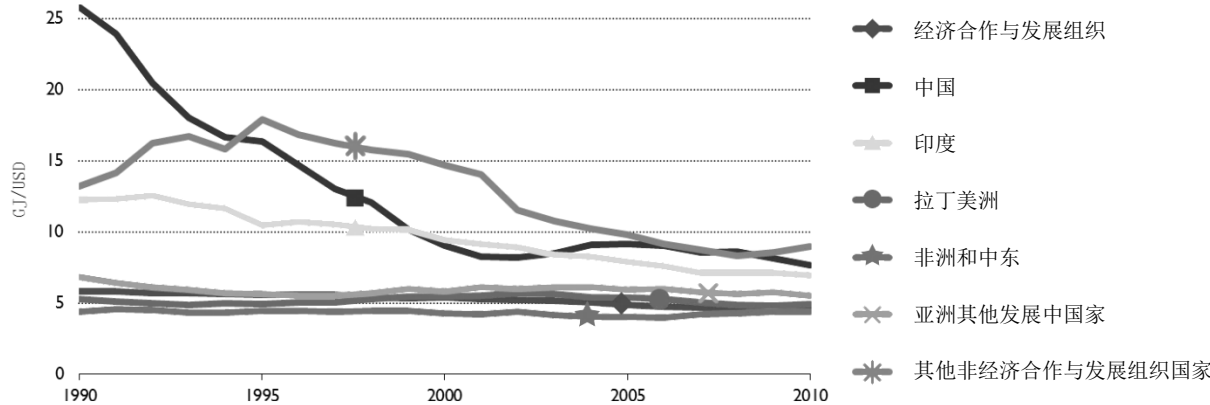
尽管中国在提高能源效率和引进可再生能源方面取得了成绩, 但其整体技术水平仍远远落后于发达国家。在国际能源强度比较中, 中国的能源强度在全世界主要国家中位列第一 (见表 1.2)。2005 年, 中国的能源强度是日本的 7 倍。即使与印度相比, 中国在能源效率方面仍旧落后。中国的工业能源强度也落后于发达国家。虽然中国和印度自 1990 年以来能源强度有所改善 (中国降低了 70%, 印度降低了 43%), 但其绝对值与发达国家相比仍然较高。能源强度的改善并不意味着直接提高了能源效率, 因为其他如结构变化 (少耗能型产业在经济中所占份额增加) 和材料价格波动等要素也会对其产生影响。

表 1.2: 2000 年和 2005 年能源强度国际比较 (总综合误差/百万美元)

| 国家/组织 | 2000 年 | 2005 年 |
|-------------------|--------|--------|
| 中国 | 743 | 790 |
| 美国 | 236 | 212 |
| 日本 | 113 | 106 |
| 欧盟 | 204 | 197 |
| 印度 | 664 | 579 |
| 经济合作与发展组织 | 208 | 195 |
| 非经济合作与发展组织 | 603 | 598 |
| 全球 | 284 | 284 |
| 注: 根据 2000 年的美元价值 | | |

资料来源：日本能源经济研究所，2008 年

图 1.1：工业能源强度合计（1990–2010 年）

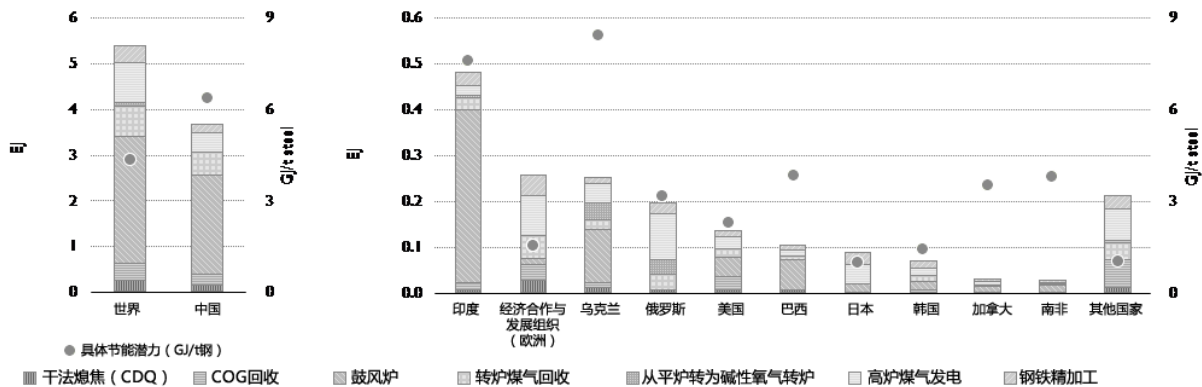


资料来源：国际能源署，2012《能源技术展望》

如表 1.1 所示，中国能源效率和国际领先水平之间的差距不仅在于主要的能源密集型产品——几乎所有的能源密集型工业产量都高于国际领先水平，尽管这种差距一直在缩小。除铝液电解交流电耗和钢制品的可比耗能（大中型企业）与国际领先水平相差不大外，其他所有产品的能源使用量均高于国际领先水平 10% 以上。因此，中国在减少能源和工业部门能源使用和二氧化碳排放上还有很大的发展潜力。

以钢铁部门为例，根据国际能源署的分析，该部门在通过实行最佳实用技术（BAT）减少能源使用 5.4EJ（即 2010 年钢铁部门能源使用的 19%）方面还存在技术潜力（图 1.2）。世界钢铁部门节能潜力约 67% 在中国，9% 在印度。低碳经济和技术的发展不仅仅是中国和印度现在面临的主要挑战，同时也是进行重大改革的契机，对整个经济和人类的发展都将带来好处。由于碳排放的容许空间正在不断收缩，低碳技术将成为未来国际竞争力的核心。如果中国和印度可以在低碳技术方面取得重要突破，将有助于提高其技术竞争力，创造绿色就业机会，缓解国内的就业压力。

图 1.2：钢铁部门节能潜力（以最佳实用技术（BAT）为基础



资料来源：国际能源署，2013 年跟踪清洁能源进展情况

尽管基于不同的产业结构，印度的总体能源强度比中国小很多，但就某些具体的能源和制造技术而言，中国在许多方面占据优势，如印度的大多数燃煤发电站是亚临界状态，而中国的大部分燃煤发电站都是超临界或超超临界的状态。因此，2010 年中国燃煤/泥煤发电站每千瓦时的二氧化碳排放量降至 840 千克，而印度的这一数据仍然超过 1100 千克。

最近几年，中国和印度在可再生能源领域取得了显著的整体增长，但在技术层面还未达到相应水平。例如，尽管中国的风力发电机装机容量在过去几年中翻了一倍，中国风力发电机制造企业的国内市场份额也超过了 50%，但全球与风力发电相关的专利大部分仍来自发达国家的企业（表 1.3），申请可再生能源相关专利的申请者也都来自国际企业在中国的分公司。中国排名前四位的风力发电专利申请者全部都是发达国家企业（表 1.4）。在前十名申请者中，只有四个来自中国。此外，虽然大部分风力发电设备是由中国企业负责生产制造的，但其技术的真正拥有者还是来自国际企业（主要是发达国家）。

中国人民大学能源与气候变化经济学项目（PECE）对能源行业、钢铁行业、运输行业、建筑行业等国民经济的重要部门进行了一项研究，确定了 20 多项关键的低碳技术，其中包括超超临界发电技术、可再生能源技术和高性能纯电动汽车技术等等。在比较这些技术在国内外的状况后（详情见表 1.5），研究结果表明中国在这些核心技术方面仍远远落后于发达国家。

表 1.5：中国和发达国家关键核心技术比较

| 行业 | 技术 | 中国和国外发展现况 |
|-------------------------|----------------------|---|
| 能源 (主要是 电力部 门) | 超超临界发电技术 | 该技术在中国正处于迅速发展阶段，进口替代率超过 80%。但效率方面仍然有提升空间。目前中国已研发出新一代高功率超超临界机组，效率达到世界水平的 55%，但高温材料、铸造和锻造方面的关键技术仍仅限于发达国家。 |
| | 整体煤气化联合循环发电技术 (IGCC) | 新一代的 IGCC 技术发电效率高达 50% 以上，污染物排放率也较低，包含了一种具有成本效益的新型清洁煤技术。但这种技术目前在中国还没有任何项目经验。中国在综合设计控制、大型煤炭气化和燃气轮机技术方面还比较落后。这些技术对中国具有战略重要性，掌握他们迫在眉睫。然而，考虑到气化炉和燃气轮机引进的经验教训，以及国内相关领域缺乏大规模、高效的国外 IGCC 发电项目的操作经验，因此在中国共同开展合作研究和独立研究，避免成为国外企业的实验室，是十分重要的。 |
| | 大型陆上和海上风力发电技术 | 到目前为止，中国具有兆瓦级风力发电机和一些组件的生产制造能力，但控制系统、涡轮和叶片设计的核心技术仍依靠国外进口。 |
| | 高效薄膜太阳能电池 | 中国缺乏薄膜电池的生产技术以及这种技术商业化的经验（灵活的太阳能生产工艺），也缺少整套生产设备和真空泵等关键设备。瑞士、英国、意大利和德国都具有这些关键技术。 |
| | 太阳能光伏技术 | 太阳能电池的高成本是限制太阳能光伏发电发展的主要因素。90% 以上的用于太阳能电池的高纯度原材料都需要从其他国家进口。这些进口原材料十分昂贵，而且拥有这些材料的国家还采取了技术封锁，导致太阳能电池成本高昂。此外，中国也缺乏关键材料和制造设备，需要进一步提高转换效率。 |
| | 智能电网 | 目前，中国没有生产逆变器的关键制造技术，大规模的上网电厂经验不足，也不具备商业运营模式。在全球，美国、德国和日本是拥有这些技术的主要国家。 |
| | 第二代生物能源技术 | 第二代使用纤维素乙醇作为液体燃料的发电厂应该得 |

| | | |
|----|--------------------------|---|
| | | 到更广泛的应用。国外对此已有多年的研发经验，许多企业也正在计划或已经建设了示范工厂，虽然还没有广泛商业化。纤维素酶技术是最为关键的技术之一。 |
| | 储能技术 | 风能和太阳能是间歇性能源，会影响电网的稳定性。因此，电网对于这样的能源储能有限。高效的储能技术需要得到进一步开发。目前，该技术掌握在欧洲国家和美国手中。我国目前还处于研发阶段。 |
| | 碳捕集与封存技术（CCS） | 考虑到中国具有天然的煤资源，CCS 技术将对缓解气候变化具有重要意义。目前在中国该研究仍处于初级阶段，尚没有任何一个 CCS 技术的商业示范，此技术离大规模商业实施还有很长一段路要走。中国需要进行合作研发，跟踪最新进展。此外，还需要进行燃烧前碳捕集和燃烧后碳捕集技术的研究。 |
| 钢铁 | 干法熄焦技术（CDQ） | 截止 2008 年 5 月底，57 台 CDQ 设备已经在中国投入使用，其产能占总焦炭产能（3.6 亿吨）的 13.5%。中国大部分的 CDQ 技术以前是需要进口的。首都钢铁设计院和鞍山焦耐院等国内一些冶金焦炭设计院具备设计 CDQ 工艺的能力，并且一些设计院能够制造 CDQ 设备，但它们仍然缺乏设计和制造高压 CDQ 技术的能力，这一技术目前掌握在日本企业手中。 |
| | 余热和压力恢复技术 | 包括烧结余热回收技术、转炉煤气回收（LT）、低压蒸汽发电转炉、焦炉煤气制氢技术等等。在中国，剩余热量和能量回收水平较低（仅为 45.6%），而国际先进企业，如新日本制铁公司的回收率可以超过 92%。因此，中国钢铁产业在提升废物回收率方面有巨大发展空间。 |
| | 煤调湿技术（CMC） | CMC 有巨大的减排潜力，CMC 第三代技术已经在日本得到了广泛应用。然而在中国，较大范围内的应用还停留在 CMC 第二代技术。 |
| | 钢铁厂低热值煤气联合循环发电机组技术（CCPP） | 低热值燃气轮机和某些核心部件目前都需要依靠进口，因为它们只有 10-20 年的使用寿命，成本高昂。NAC 公司和通用电气公司等合资企业可以生产这样的燃气轮机和核心部件，但只能生产 50 000 千瓦。其他超过 150 000 千瓦的设备都需要进口。 |

| | | |
|-------|----------------------------|---|
| | 熔态还原技术 | <p>熔态还原技术的基础是直接的煤焦炭和铁矿粉技术。由于不涉及焦化、烧结或球团厂，该技术简化了炼铁工艺。这类技术有很多，但行业中只有 COREX 和 FINEX 技术得到了试验和实施。宝钢集团成功地引进了 COREX 技术，但还没有取得技术性突破。熔态还原技术在减少二氧化碳排放方面价值很低，但对环境保护至关重要。</p> |
| 水泥 | 新型干法水泥生产技术（NSP） | <p>尽管新型干法窑的比例不断增加，但传统生产工艺例如竖窑的比例仍然很高。中国在该技术方面与世界领先水平仍然有较大差距，特别是在自动控制设备和集成操作水平等某些关键领域。</p> |
| | 生态水泥技术 | <p>在荷兰、德国和瑞士，水泥行业的辅助燃料替代率超过 50%。尽管北京、上海、广州和四川的许多学术机构和水泥企业都对此做了大量实验和试验性生产，但该技术还没有在全国范围内推广。因此水泥行业的替代燃料利用率几乎为零。</p> |
| 运输 | 提高摩托车发动机、传动系统和轻型车辆的燃油经济性技术 | <p>传统的车辆节能技术和燃油经济性的提高占有很大的市场份额。目前这些本土技术和全球先进技术之间还存在巨大差距。</p> |
| | 混合动力车辆技术 | <p>全球混合动力电动汽车的研发始于 30 年前。目前，混合动力汽车已经实现工业化和商业化。中国的汽车行业已经开始研究、开发和制造混合动力汽车，但是在混合动力汽车的回收率和配套技术方面落后于发达国家。</p> |
| | 高性能纯电动车辆技术 | <p>发达国家已经研发出一系列的纯电动汽车、高速纯电动汽车、纯电动巴士和电动观光巴士。中国需要提高纯电动汽车领域的技术集成和有线传输技术。</p> |
| 建筑与住宅 | 发光二极管（LED）技术 | <p>美国、日本、德国和台湾拥有最先进的 LED 技术。绝大多数专利技术都掌握在少数大企业的手中，核心技术已得到安全的保护。中国目前正在做包装和散热器，但仍未掌握核心技术。</p> |
| | 新建筑围护材料和零部件 | <p>中国在外墙和屋顶保温方面引进和吸收了许多技术，在外窗和玻璃幕墙技术上取得了重大突破性进展，但技术扩散的程度较低。同时，在户外遮阳领域与国际领先企业有巨大差距。</p> |

| | | |
|------|----------------------|--|
| | 局部冷热电联产技术 (BCHP) | BCHP 为大型公共建筑提供了一个能源供应解决方案。与直接连接电网相比,该技术可以节约初级能源 20%-30%。主要技术障碍包括:高发电效率、低排放燃气发电站、和高密度、高转换率的热驱动空气调节。 |
| 通用技术 | 大功率电子设备、特别是功率半导体元件技术 | 中国的高功率电子产品和国外电子产品仍有差距。以西门子公司、ABB 集团为代表,欧盟国家在高功率电子产品上具有技术领先地位。IGBT 和 IGCT 器件限制了中国电器和电子行业的发展,尤其是高功率电子行业。 |
| | 永久磁铁直流电无刷电机 | 该技术在微小领域的应用相对比较成熟。日本在该技术方面处于领先水平。尽管中国拥有稀土资源,但来自发达国家的技术供应商仍然在该行业中保持领先地位。 |

表 1.3: 世界排名前十位的风力发电相关专利所有者

| 企业名称 | 总专利数 | 国家 |
|-------------|------|-----|
| 通用电气公司 | 931 | 美国 |
| 维斯塔斯风力系统公司 | 690 | 丹麦 |
| 西门子公司 | 449 | 德国 |
| 三菱集团 | 321 | 日本 |
| 三菱重工有限公司 | 293 | 日本 |
| WOBEN A | 175 | 德国 |
| 瑞能公司 | 173 | 德国 |
| 恩德公司 | 142 | 德国 |
| 歌美飒公司 | 137 | 西班牙 |
| 艾尔姆玻璃纤维制品公司 | 102 | 丹麦 |

资料来源: 德温特专利数据库, 2013 年 3 月 14 日访问

表 1.4: 中国风力发电相关专利排名前十的申请者

| 申请者 | 总专利数 | 发明专利 | 发明专利所占比例 | 国家 |
|------------|------|------|----------|-----|
| 通用电气公司 | 607 | 607 | 100 | 美国 |
| 西门子公司 | 269 | 257 | 95.5 | 德国 |
| 维斯塔斯风力系统公司 | 171 | 166 | 97.1 | 丹麦 |
| 三菱重工有限公司 | 154 | 154 | 100 | 日本 |
| 国电集团 | 154 | 75 | 48.7 | 中国 |
| 华锐风电 | 138 | 31 | 22.5 | 中国 |
| 维斯塔斯风力系统公司 | 103 | 97 | 94.2 | 丹麦 |
| 三一重工 | 100 | 54 | 54 | 中国 |
| 歌美飒公司 | 75 | 75 | 100 | 西班牙 |
| 明阳风电 | 73 | 40 | 54.8 | 中国 |

资料来源：德温特专利数据库，2013 年 3 月 14 日访问

总之，中国和印度还无法在一夜之间缩小它们在低碳技术方面与发达国家的差距。在目前气候变化日益紧迫的情况下，中国和印度应保持自己独立高效的能源使用技术和各种清洁能源技术的发展水平，并开展技术合作，寻求国际社会的支持。

1.2 中国和印度的低碳技术发展战略和政策

1.2.1 能源技术创新系统：概念和特性

技术创新过程在早期通常被称为“线性”模型。这些模型强调了大部分公共资助型基础科学在线性创新过程（从基础研究到应用开发、示范以及推广程序）中的作用（见图 1.3 上半部分）。实际上这种模型既非线性，也非单向性（Mowery 和 Rosenberg，1979 年；Landau 和 Rosenberg，1986 年；Freeman，1994 年）。相反，创新过程的各个阶段与每个阶段间的反馈相关，从而形成“链状”模型（Kline 和 Rosenberg，1986 年；Brooks，1995 年）。见图 1.3 的下半部分。

图 1.3 显示了对这一创新过程“链状”模型所做的主要修改和添加。在改进后的模型中，不同阶段间有多种反馈和相互作用，同时结合了“供给推动”（影响新一代知识的力量）和“需求拉动”（影响创新需求的力量）（见 Halsn 等人的评论，2007 年）。事实上，各个阶段经常彼此重叠；各阶段的互动越多，创新过程效率越高，能为学习、知识和技术外溢提供更多的可能性。

方框 1.1：能源技术创新各阶段定义

以分析和说明为目的，技术创新的过程通常被描述为一个由几个阶段或步骤组成的线性过程，包括研究、开发、示范、部署和扩散。映射到现实世界中的创新显然更为复杂，因为创新过程并不是线性流程。该流程中的不同阶段都会产生反馈，例如，示范项目可以导致产品发生重大变化。在商业化和扩散阶段从市场和技术用户那里获得的反馈，会导致额外的研究需求，推动不断的创新。当技术更趋于商业化时，研究链后期的自由市场竞争也在不

断创新的过程中起着重要作用。

创新指的是一个新型的或显著提升的产品（商品或服务）或过程的应用，一项新市场营销策略，或是一个在商业实践、现场组织管理或对外关系（经济合作与发展组织和欧盟统计局，2005 年）中可以减少成本、提高绩效的新组织方法。

研发（R&D）包括在系统性基础上采取创新性工作来设计新产品、工艺和应用程序，并改进现有内容。研发涵盖了基础研究、应用研究和实验发展（经济合作与发展组织，2002 年）。示范是新技术发展的一个基本组成部分，可以被定义为一个在现实环境中全方位或接近全方位的创新运营项目，可以支持政策或促进创新的应用（经济合作与发展组织，2002 年），并向制造商和潜在客户展示其应用的可行性。

区分供给推动和需求拉动历来都十分重要，特别是由于它们暗含着不同的技术政策工具——如公共研发支出或作为传统技术“供应”工具的私人研发激励与政府采购项目、强制性量化投资组合标准、规定的上网电价，或作为传统技术“需求”政策工具的补贴。革命性的技术变革通常要求在所有创新阶段中过程和反馈同步进行，因此需要供应方和需求方的技术政策工具相结合。

在对之前的模型进行额外改进时，添加了市场形成阶段，明确承认在从技术示范到推广这一创新过程中所观察到的、所谓的“死亡之谷”——如果技术成本过高或者无竞争力、进一步提高过于困难或缺乏明显的市场需求，则许多技术都会因此或由于开发和示范期间的类似障碍而遭遇失败。当现有技术由于具备更成熟的技术生命周期而具有规模经济和学习优势的情况下，市场会形成活动，支持新技术与其开展竞争。

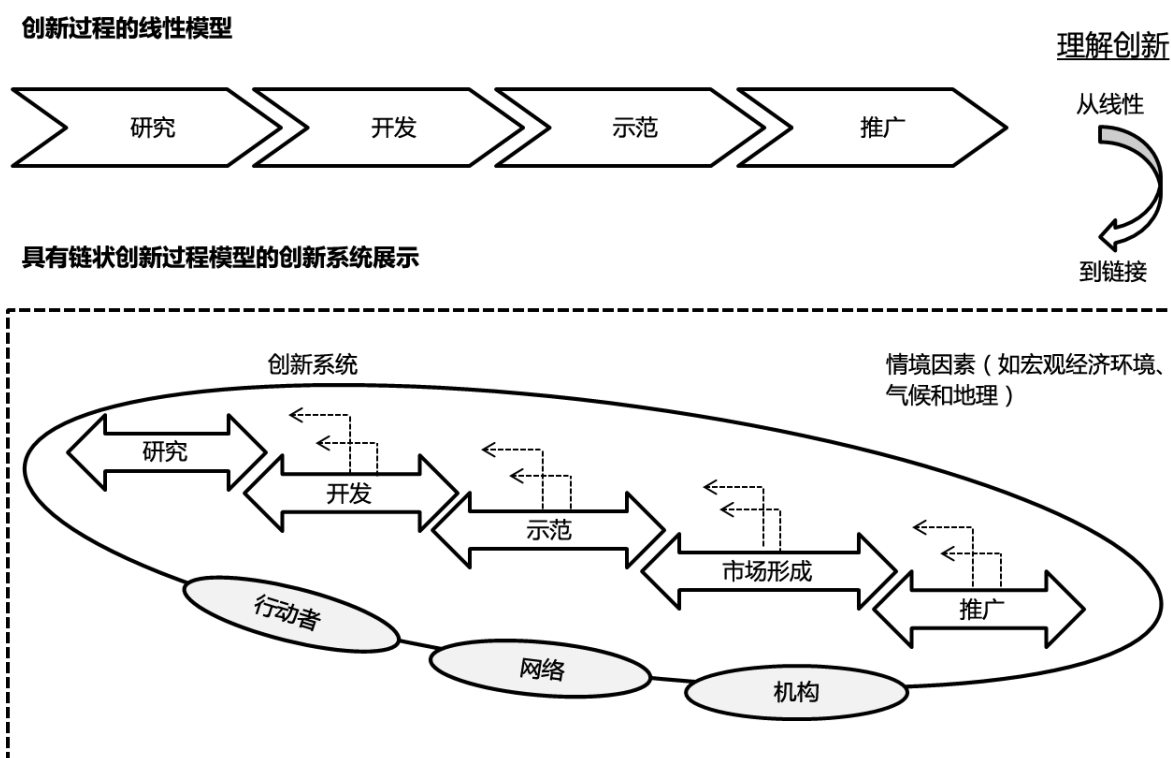
同时，创新活动所处制度环境的重要性被越来越多地强调（Nelson，1993 年；Geels，2004 年）。链状模型表明，创新需要更系统性的方法，延伸到以技术为中心的“硬件”创新过程之外的领域，同时纳入行为者、网络和分析。

最后，拓宽创新体系的背景十分重要。技术、国家和地理因素都会影响创新体系各部分间的相对重要性、作用和关系，或所制定的特定激励结构。

“国家创新体系”（Nelson，1993 年；Lundvall，2009 年）对这一特性进行了描述。由于这种特性，具体能源技术的创新系统在细节上各异，涉及不同组的活动者（如在职者或新入行者），以不同的方式（如研究或市场开发）相互联系，关注不同的问题（如解决问题或从做中学），并在不同的空间范围内活动（如国家或全球）（Jacobsson 和 Lauber，2006 年；Hekkert 等人，2007 年）。

能源技术创新体系（ETIS）是能源技术创新系统性视角的应用。就创新系统而言，这意味着创新过程的不同阶段都需要对各种输入、输出、结果、行为者和机构、关键创新过程进行数据的合成与分析。就能源系统而言，这意味着合成与分析有关能源供给方和能源需求方、不同能源技术以及有关发达国家和发展中国家的数据。因此，ETIS 是一个综合方法，旨在全面覆盖能源技术创新体系的所有组成部分，包括创新、变化机制和支持政策、能源技术（供应和最终使用）、以及地理和行动者网络覆盖面。系统性视角需要综合分析：在能源体系中体现在从大规模的供应方技术到分散的终端使用技术，以及从早期阶段研发直到市场形成和推广阶段。

图 1.3：创新链的系统展示



资料来源：改编自国际应用系统分析学会资料，2012 年

1.2.2 创新体系政策

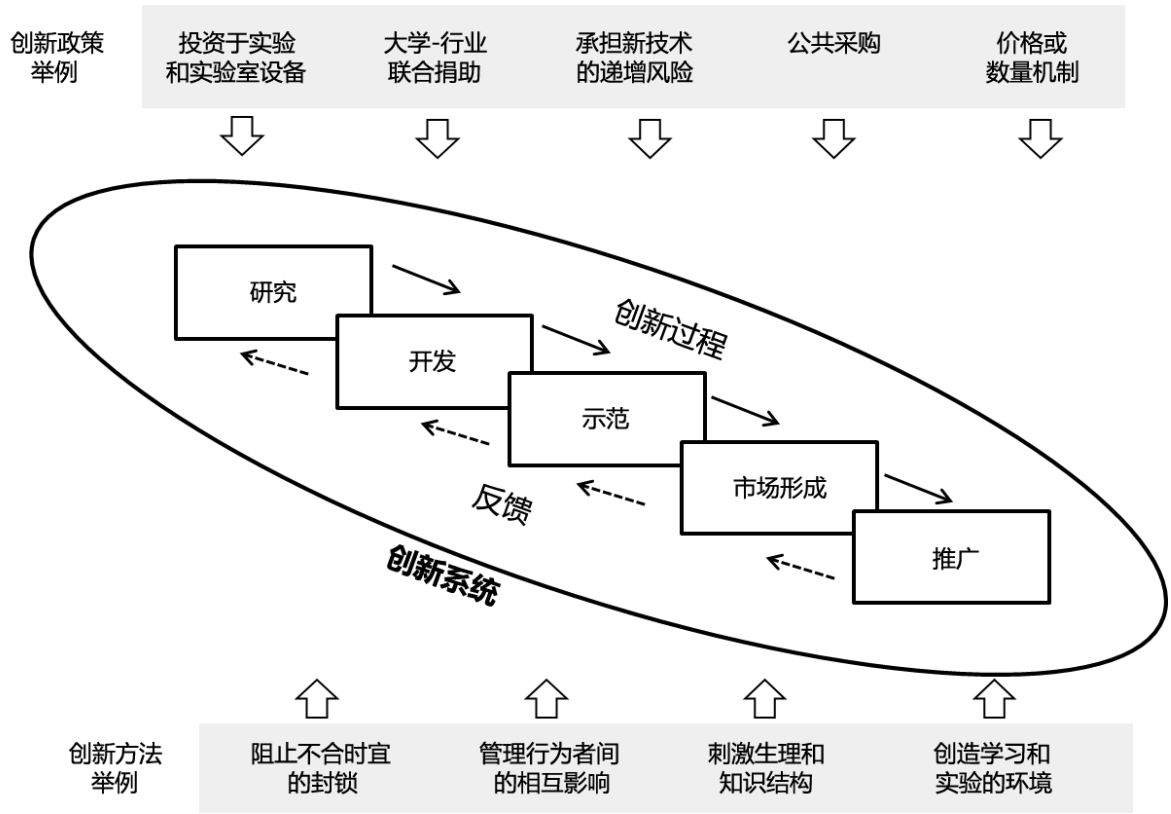
创新政策可以直接影响创新过程，支持创新体系，或在瞄准一个无关问题时产生无意识的创新影响。

创新的直接政策会依据创新过程中的目标和时机而发生变化。在这一过程中的每个阶段都需要相应的政策（见图 1.4 上）。政府的作用通常在基础科学和研究的最早期阶段非常明显。私营部门和政府都是应用能源研发的引擎。政府还必须在早期商业化阶段，通过支持示范活动（降低风险）和市场形成活动（承诺需求）在影响私营部门投资的过程中发挥重要作用。最后，通过法规和包括税收和财政政策在内的其他政策，在推广能源技术时产生影响。

在示范和推广之间存在的中间阶段可以被认为是市场形成或早期发展的阶段。在这个阶段，政府也会发挥关键作用。因为政策通常可以创建一个初始市场，调节新能源技术渗入市场的速度。第一次接触到的全新技术通常比较贵，政府通过采购和其他政策，可以创建利基市场（如，上网电价或技术组合标准），为先进技术或清洁能源技术创造需求。借助这种支持，企业家可以对市场进行测试。通过体验进行技术学习。即使开发利用了利基市场，还可能需要通过消除市场障碍、提供信息、税收优惠或低息贷款来扩大和深化市场的政策干预。在某种程度上，当特定技术在水中变得有竞争力时，政府就可以退出市场形成阶段了。新的清洁能源技术想要更广阔的市场上获得竞争力，还需要政府提出修正市场外部性和定义市场游戏规则的政策（如缴纳碳税）。因为市场扭曲的情况太多了，技术无法自由地参与到全球市场竞争中。创新过程是一个总体系统，里面包含了参与技术开发和商业化过程的行为者、机构和网络的情形。

因此，创新政策也必须以创新体系的平稳运行为目标（见图 1.4 下）。尽管政府政策影响创新的各个阶段，但我们却很少能看到政府优化 ETIS 效率的全面策略。相反，政府政策持续瞄准系统独立的组成部分，例如支持系统内需要最大化反馈的政策的研究，或技术是否出现在示范阶段的市场形成政策。

图 1.4：创新系统政策综述



资料来源：改编自国际应用系统分析学会资料，2012 年

教育、税收和补贴等方面的政策，以及市场监管都可以对创新供应和需求带来间接但重要的影响。这不仅对于直接创新政策，而且也在针对创新的更广泛的监管和制度环境中间加强了对一致性的需求。

支持创新供应或技术开发的政策包括研发投资、知识产权保护、实验室和检测基础设施、培训和技能发展、产学合作、正式和非正式知识交流机制、指导创新方向的技术路线图以及经济激励措施（如私人投资的税收抵免）等。然而，并非所有的创新都源于正规的研究和开发活动。解决问题和现有技术的持续改进同样十分重要，可以通过公共部门制定宣传、推广和技术支持项目等政策，进行刺激和支持。还有支持技术商业化创新需求的政策，包括示范项目、公共采购、建立利基市场（如供应义务）以及制定适当的市场激励措施等。市场激励措施可以通过相对价格（如环境税或上网电价）、标准和规定的变化来制定。这些供应推动和需求拉动政策是针对特定情境的补充，并非替代。创新的

成功实例通常以整个创新过程中全面一致的政策支持为特色（见图 1.3）。特殊的创新政策在适应创新的技术或市场特征的同时，还必须考虑当地的特殊情况。

1.2.3 中国和印度的能源和气候技术创新系统

中国的能源和气候技术创新系统

作为世界上长期参与气候变化研究的国家之一，中国正努力在气候变化中取得科学技术的进展和创新，积极促进国际科学技术方面的合作。2006 年，中国政府发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》，其中确定了能源和环境将作为科学技术发展的首要任务，并列举了全球环境变化监测和响应策略，作为环境领域的优先研究主题。2007 年，科技部（MOST）与国家发展和改革委员会以及其他 13 个部委合作，发布了《中国应对气候变化科技专项行动》。2010 年，MOST 与其他相关部门合作，组织编写了国家科学技术发展计划，以解决第十二个五年计划（FYP）期间的气候变化问题。该计划对如何处理第十二个五年计划期间的气候变化做了科学技术工作的整体部署。近年来，中国不断加强科学研究和技术发展的宏观管理和协调，增加对研发的投资。为了支持节能减排研究和应对气候变化，中国已经向关键的科技研究项目投入 130 多亿元人民币，其中在第十一个五年计划期间已经有 150 多个研究项目得到了赞助。中国在应对气候变化的科学研究和技术发展方面已经取得了重大进展，拥有应对气候变化的充分完善的科学技术能力。

技术研究和发发展现况

在第十一个五年计划期间，MOST 在国家科技支持计划和国家高科技研发项目（863 项目）下，率先系统地推进了气候变化适应与减缓的技术研发。并且，MOST 还系统地部署了一批开发节能技术和针对气候变化适应和缓解的新能源研究项目。这些项目为应对气候变化提供了有效的技术支持和储备。

大力研发节能技术：根据 863 项目和科学技术支持计划，MOST 已经推出了一系列的研发项目，如有效使用清洁能源技术；重点行业节能技术和设备；建筑材料关键节能技术；集成资源勘探和开发技术，生态治理和恢复；以及主

要行业的清洁生产关键技术和设备。

积极推进新能源和其他减排技术的研发：MOST 已经部署了大量有关可再生能源或新能源以及关键智能电网技术开发和使用的项目。其中，碳捕集、利用与封存，高炉炼铁时二氧化碳的减少和利用，油改煤生产中的高浓度二氧化碳捕集和地质储存，富氧燃烧中的二氧化碳捕集，整体煤气化联合循环（IGCC）的碳捕集、CO₂ 利用与封存，二氧化碳矿化，二氧化碳生物固定中的生物柴油制取（例如通过微藻）等项目都已经在 MOST 的科学技术支持项目中展开。

技术示范和工业化现况

中国政府推出了一系列节能和新能源技术示范项目，例如“十个城市—千辆新能源汽车”、“十个城市—一万个 LED 灯”和“金太阳”项目。“十个城市—千辆新能源汽车”项目最初计划以模块化的方式在十个以上城市的公共交通部门推广使用混合动力、全电动和燃料电池汽车。

到 2010 年，该项目的示范点城市数量已增加到 25 个。“十个城市—一万个 LED 灯”项目旨在推广半导体照明产品的广泛使用，帮助行业更快发展。目前 LED 照明试点城市已经达到 37 个。据估计，LED 照明将在 2015 年时占中国普通照明市场的 30%，每年可以节省超过 1000 亿千瓦时。“金太阳”项目，计划为合格的太阳能光伏示范项目提供前期补助，示范项目规模在未来 2-3 年内将不小于 500MW。到 2015 年，光伏发电系统的新装机容量将达到 2.5GW，国内市场光伏发电年产值将达到 200 亿元人民币。此外，中国还取得了一些科学技术成果，如新能源汽车、LED 照明、清洁能源和智能电网技术等，在 2008 年北京奥运会和 2010 年上海世博会期间得到广泛应用和展示。

能源和气候相关技术的国际合作现况

中国积极参与有关气候变化问题的多边科学技术合作，在国际科学项目和组织中扮演着重要的角色。中国还积极参与政府间气候变化专门委员会（IPCC）评估报告的编制工作。2007 年，MOST 和中国国家发展和改革委员会（NDRC）发布了新能源和可再生能源国际科学技术合作项目。中国也在区域层面上发起了一些国际合作项目，凭借中国独特的性质和全球影响对全球变化进行研究。

中国大力推进与发达国家的国际科学技术合作，迄今为止已经与 97 个国家

签署了 103 个科学技术合作协议。2010 年，中国国家科学技术部和德国联邦环境、自然保护、建设与核安全部共同签署了一份《中德气候保护和电动汽车合作谅解备忘录》，以及中德共同实施电动汽车和气候保护的协议。中国和美国也协商共同投资 1.5 亿美元创建一个中美清洁能源联合研究中心。中美两国将在以下三个重点领域进行合作研究：建筑节能、洁净煤/碳捕集与封存（CCS）、清洁能源汽车。中国和欧盟举行了 8 场能源合作会议，并且在 2010 年，双方共同建立了欧中清洁能源中心。2007 年，中国和日本政府签署了《关于加强气候变化科学技术合作的联合声明》，启动了中日气候变化研究交流项目。中国还积极按照清洁能源部长级会议（CEM）开展合作，推出了中国（上海）国际电动汽车试点城市示范项目。

此外，在亚欧会议（ASEM）的框架下，亚欧水资源研究和利用中心也已经成立。中国与澳大利亚、意大利、英国、欧盟、国际能源署和碳整合领导人论坛（CSLF）等其他国家和国际组织一起，已经开始了一系列碳捕集和封存的合作项目。2010 年，中国与澳大利亚、意大利、欧盟和其他国家共同推出了 CCS 项目，对中国发展 CCS 示范项目的能力建设做出了积极贡献。2009 年，中国国家发展和改革委员会、英国国际发展部和瑞士发展与合作署共同实施了“适应中国气候变化”项目，在促进中国适应气候变化科学技术工作中发挥了模范带头作用。此外，中国也与英国、意大利、日本和韩国在节能建筑、低碳示范城镇和智能电网等领域进行了广泛的科技合作。

中国还与其他发展中国家积极开展气候变化科学技术合作。气候变化、清洁能源和环境是中国、印度、南非和巴西彼此合作的优先内容。MOST 组织编制了《南南科技合作应对气候变化适用技术手册》，并且发布了应对气候变化国际科学技术合作的网络/平台。MOST 和联合国环境规划署（UNEP）签署了一份非洲环境技术和机构合作谅解备忘录（2008 年）和非洲环境合作项目实施协议（2009 年），根据这两份文件，MOST 在非洲实施了一些示范项目，如干旱预警系统和适应干旱技术，帮助非洲国家提高应对气候变化的能力。2010 年，中国和巴西在清华大学建立了清华大学-里约热内卢联邦大学中国-巴西气候变化和能源技术创新研究中心，增强了两国在这一领域的合作。此外，中国国家海洋局建立了印度尼西亚-中国海洋与气候联合研究中心。

中国在能源与气候技术研究上的差距

尽管中国在气候相关研究上取得了快速发展，但仍然落后于世界发达国家。

中国缺乏气候变化适应与缓解核心技术的支持性研究，如在发电行业：用于火电厂的整体煤气化联合循环（IGCC）技术；新能源技术领域：大型风力发电设备、光伏电池、燃料电池、生物质能、氢能；交通运输业：汽车燃油经济性和混合动力车辆技术；冶金和化学工业：节能和高效技术；节能型建筑：节能方案优化设计等。

中国能源和气候技术未来的主要研究领域

对于气候缓解，主要研究领域包括非化石能源和洁净煤技术的创新和营销，在关键领域（如工业、建筑和交通）开发新的节能和高效技术；研发林业碳汇和工业碳封存的关键技术；降低成本和关键技术的市场主导型应用（如碳捕集、利用与封存）；碳排放统计和监测系统，来支持实现二氧化碳排放和耗能密度的约束性目标。

从社会经济可持续发展的角度来看，主要的研究领域包括气候变化主要战略和政策；促进低碳和可持续发展的技术支持系统的建设和综合示范；提高公众参与应对气候变化行动的意识；以及国际合作研究。

印度能源和气候技术创新系统

印度政府也高度重视促进环境保护和发展的多学科研发，其中包括应对气候变化的研究。几个中央政府部门在印度承担、推广并协调气候和气候相关的研究活动和项目。印度的能源和气候技术创新主要集中在三个方面：（1）化石燃料使用的能源效率；（2）智能电网；和（3）可再生能源。

印度煤炭部主要负责洁净煤技术研发的资金筹措和管理。2011 年发布的“印度煤炭部战略计划”明确宣布，为了全面提高印度煤炭使用效率，需要加强煤矿技术的研发和应用。

印度电力部负责智能电网的研究和发展。2010 年，印度制定了“加速电力发展和改革的重组计划”五年项目计划，计划总投资 100 亿美元，用以提高全球电力传输和分配能力。

新能源和可再生能源技术的研发是印度创新的一个重点。新能源和可再生能源部（MNRE）支持研究、设计、开发与示范（RDD&D）活动，以发展现有

的和开发新的可再生能源技术、工艺、材料、组件、子系统、产品和服务。同时 MNRE 还实施了标准和资源评估，以便能自主生产可再生能源产品和系统。科技部支持活动的太阳能节约计划（SERI）旨在提高材料、设备、系统和子系统的效率，其中包括创新研发示范项目。该计划也鼓励和促进机构间联系，以开发最先进的产品，以及发挥太阳能研究方面关键的规模化研发优势。除发电外，太阳能的其他应用也得到探索，在现实条件下提供融合技术解决方案的潜力也得到评估。同时，该计划还示范了不同研发途径所整合的各种混合太阳能系统，以及分布式能源利用的多种技术替代方案，以验证它们是否能满足公私合作模式下的农村能源需求。

除此之外，MNRE 还发起了全国生物量炉灶倡议，以摸清生物量炉灶的情况，并探究在国内开发和部署高效和具有成本效益的生物量炉灶的方法和途径。高级生物量研究中心（ABRC）项目是由班加罗尔的印度科学研究所开展的生物量研究，旨在确定相关差距和方法，解决关于促进印度生物质能技术开发和先进研究的问题。项目特别关注热化学转换、技术包发展以及生物质能系统的规范、测试协议和标准制定方面的高级研究。

对使用传统化石燃料导致的能源安全和环境污染不断增加的担忧推动了对环保型再生燃料的持续性研究的开展。生物燃料，主要包括生物柴油和生物乙醇，被全世界公认为石油燃料最适合的替代品。在印度，由于国内原油供应只能满足不到 30% 的需求，生物燃料尤为重要，特别是从能源安全的角度来看。印度目前已经采取了若干举措，用生物燃料来补充石油燃料。MNRE 主要参与了国家生物燃料政策的制定，除了对交通和使用生物燃料的固定应用进行研究、开发与示范（RD&D）之外，还加强了生物燃料的现有制度机制和整体的协调程度。MNRE 已经建立了有关氢能技术不同层面的研究、开发与示范项目，包括制氢，使用内燃机和燃料电池技术的静止、移动和便携式发电应用的储存和使用。同时也鼓励开展有关电动汽车（BOV）/混合动力电动汽车/插头混合动力汽车的广泛研究、开发与示范项目，旨在促进 BOV 的发展，并获得其运行性能的反馈。

印度可再生能源项目近几年在国际上获得了越来越多的认可。新能源及可再生能源部通过印度与其他国家在新能源和可再生能源领域的国际双边或多边合作框架开展合作。互动合作的重点是寻求科学家交换的机会，分享经验，在

各国的研发机构/组织中进行新能源和可再生能源系统/设备的合作研究、设计、开发、示范和制造，从而建立印度和其他国家机构间的制度联系。

新能源和可再生能源部已经与各种国际组织进行了合作，其中包括美国能源部—生物燃料；英国政府气候与能源部；巴西联邦共和国—风力资源；古巴共和国政府；冰岛共和国工业部—可再生能源；澳大利亚政府资源、能源与旅游部；萨斯喀彻温大学—印度-加拿大可再生能源合作；意大利环境、领土与海洋部—印度-意大利可再生能源合作；墨西哥合众国能源秘书处；菲律宾共和国能源部；泰国政府能源部；智利共和国国家能源委员会；苏格兰政府—印度-苏格兰可再生能源合作；西班牙王国工业旅游贸易部；伊朗伊斯兰共和国电力部，国家可再生能源实验室，美国能源部太阳能研究和发展合作；瑞典企业能源交通部—印度-瑞典可再生能源合作；阿拉伯埃及共和国电力和能源部以及乌拉圭的印度—乌拉圭可再生能源合作。此外，依据印度-美国能源对话和印度-日本能源对话，正在分别寻求与美国和日本进行新能源和可再生能源的合作。而印度-欧盟能源小组正在寻求与欧盟进行新能源和可再生能源的合作。亚太清洁发展与气候新伙伴计划（APPCDC）的多边合作框架让印度与美国、中国、韩国、日本、加拿大和澳大利亚进行交流，更好地寻求合作。

1.2.4 中国和印度政府及私营部门研究、开发与示范投资趋势

全球创新和研究、开发与示范投资趋势

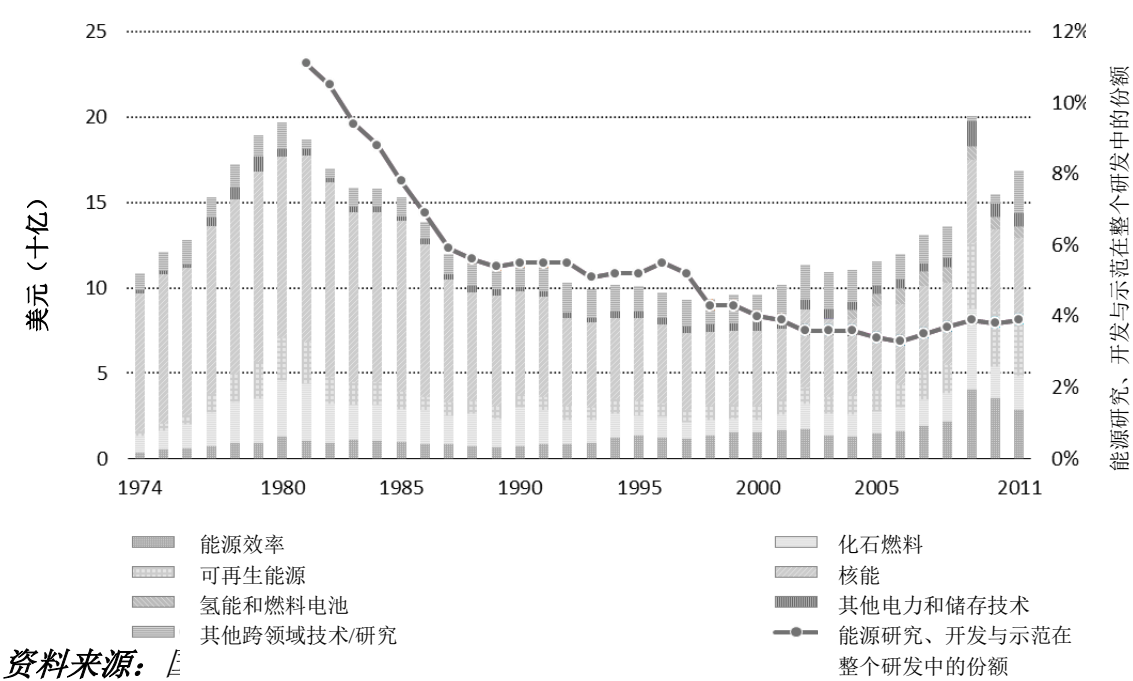
许多清洁能源技术创新在全球范围内正在加速发展。从 2000 年至 2008 年，清洁能源专利申请数量平均每年增长 10%。可再生能源专利申请数量在 1999 年至 2008 年间增加了四倍，其推动因素是风能、太阳能光伏（而非热能）和生物燃料等技术越来越强的竞争力。

能源分得了“研究派”的一小部分。在过去的 30 年里，OECD 国家在能源研究、开发与示范方面的开销占总研究预算的份额通常在减少，这是由于各国政府将资金优先投入其他领域，如医疗健康、空间项目和一般大学研究。国防研究得到了政府最多的支持，虽然看起来它所占的投资份额也在下降，但仍然占据预算的 30%，处于主导地位。在 1981 年达到 11% 的峰值后，自 2000 年起，能源部门得到的投资份额一般在 3% 和 4% 之间。

按绝对价值计算，在过去十年内，国际能源署成员国家的低碳技术研究、

开发与示范预算都在稳定增长，从 1997 年比较低的 93 亿美元，到在过去三年内增至平均每年 150 亿美元。2011 年，总额为 168 亿美元。自 1990 年代末以来，供资额几乎每年都在增加，并且 2009 年作为“绿色刺激”支出计划的一部分大幅增加。如此高水平的投资将资金引入了像美国能源部高级研究项目局这样的创新单位，支持那些无法吸引风险投资的高风险、有潜在高回报的项目。然而，随着对预算赤字的担忧日益增多，供资水平从 2009 年的最高点一直在减少（图 1.5）。

图 1.5：国际能源署成员国政府能源研究、开发与示范支出（1974-2011 年）



在国际能源署成员国中，核裂变仍然在能源技术研究、开发与示范中占据最大比例的投资份额——2010 年大约为 24%（核聚变占 5%）。总的来说，研究、开发与示范支出已经将重心从核能转移至可再生能源、更清洁的化石燃料以及智能电网和电动汽车等新兴技术，而核能支出在 1970 年代中期超过 70%。

可再生能源、氢能和燃料电池的占比自 2000 年以来增幅最大，特别是可再生能源的研究、开发与示范支出在过去十年间剧增，目前占清洁能源研究、开发与示范公共支出总额的 24% 以上。通常，美国和欧洲在可再生能源的研究、开发与示范项目中投入的资金多于太平洋地区和新兴经济体。新兴经济体的数

据没有国际能源署成员国的数据全面，但显而易见的是，研究、开发与示范的重点在于核能、化石燃料、传输、分配和储存技术，尽管部署活动集中在可再生能源和能源效率上（Kempner 等，2010 年）。

2009 年能源研究、开发与示范的大部分刺激资金都归于清洁化石燃料研究，但此后趋势逆转，所有化石燃料和可再生能源的研究支出目前大致相等。

碳捕集与封存的示范项目累计支出在 2005 至 2012 年期间几乎达到 102 亿美元，比以往明显增加，但仍远远低于 2DS 中设想的达到 CCS 水平的投资估算。澳大利亚和挪威在碳捕集和封存方面支出 30% 以上的清洁能源研究、开发与示范预算；加拿大的支出则为 37%。

政府也加大在电动汽车和混合动力汽车方面的投资，宣布了雄心勃勃的销售目标（2020 年前销售 2000 万辆）。增强研究、开发与示范能力将对实现这些目标至关重要。能源效率研究支出自 2000 年以来一直相当稳定，分布在工业、住宅和商业建筑等各方面。

中国和印度研发和创新投资趋势

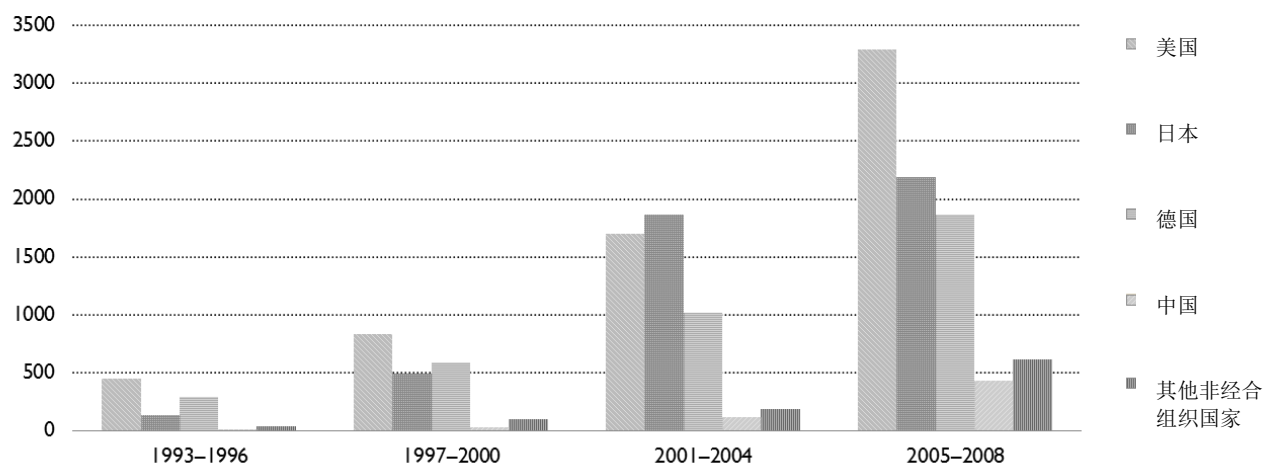
在中国和印度等非经济合作与发展组织国家里，研究、开发与示范项目主要是由政府资助的，并且集中在基础研究和应用研究而非开发上。适应和改进现有技术是创新的主要来源。这些国家的大多数科学议程往往集中在经合组织国家的关注领域（Correa，2011 年）。

新兴经济体在研究、开发与示范投资和战略方面的数据收集要更加全面，以推动决策和国际合作。包括清洁能源部长级会议（CEM）在内的若干个国际倡议，都试图收集数据和报告新兴经济体的能源技术研究、开发与示范项目，但是大多数分析侧重于经合组织国家。若缺乏中国和印度等非经合组织国家的集中、可靠的研究、开发与示范支出数据来源，就很难对比各个国家的举措，无法估算全球在清洁能源研究、开发与示范方面的公共支出。

信息表明，中国和印度正在增加在全球研究、开发与示范和创新方面的投资。中国和印度政府在研究、开发与示范上的投资多于其他新兴经济体，私营部门也更加深入地参与研究、开发与示范。这两个国家正开始从数十年的教育、研究基础设施和制造能力投资中获益。中国和印度已经在发展、制造、部署和出口（包括出口至经合组织国家）太阳能电池板和风力涡轮机技术等清洁能源

技术中扮演着主要角色（联合国可持续发展大会，2011 年）。

图 1.6：清洁能源专利（按发明者居住国分列）（1993-2008 年）



资料来源：国际能源署，2013 年

新兴经济体不仅可以通过应用其他地区开发的技术，也可以通过国内创新跃向有竞争力的低碳经济。尽管新兴经济体增加了研究、开发与示范的支出，但是经合组织国家仍然持有绝大多数清洁能源类别的专利，专利持有量排名依次是日本、美国、德国和韩国（韩国在近几年增长迅速）、英国和法国（图 1.6）。虽然专利是产品和过程创新的有效指标，但专利无法代表整个创新和知识保护的全景。知识产权保护机制包括创新保护的其他方式，如版权和商标。

专利数据还表明，像中国、印度和南非这样的新兴经济体正变得越来越活跃。特别是中国，在过去的几年中，在几个清洁能源技术领域已经赶超上来（除了碳捕集），尽管其中有可能许多专利是由跨国企业中国子公司申请的（Lee 等，2009 年）。

新兴经济体的研究、开发与示范项目强烈关注可再生能源，在工业、交通和建筑能源效率方面，合作性质的研究、开发与示范项目比较少见。不仅在技术领域，而且在选择合作伙伴进行国际研究、开发与示范合作时，政府也应制定明确的标准，决定优先顺序。

尽管印度具有相关产业和充满活力的创业生态系统，但研发活动主要由政府主导，而且印度的研究项目有力指向政府所确定的目标。高利率和短期贷款

增加了印度可再生能源项目的成本，与美国和欧洲类似的项目相比，成本高出三分之一（Shrimali 等，2012 年）。印度的资金限制一直影响着创新过程的所有阶段，尤其是自 2008 年金融危机以来此问题更加突出，但政府可以通过与私营部门建立合作关系和网络，并通过补助、软贷款和税收优惠等支持性政策，提供激励措施，推动低碳技术的资本投资，从而推动这些问题的解决。

1.3 基于案例分析的经验教训

1.3.1 政府必须投资于清洁能源研究、开发与示范和创新

在所需的时间段内，政府支持研究、开发与示范项目对于刺激发展充分组合的规模化新型改进能源技术至关重要。如今，示范和部署未来的创新项目，需要在关键领域有强大的资金来支持基础科学和应用研究的发展。私营部门无法独立完成这一任务，这是因为企业面临着与环境问题相关的成本，从投资中获得回报的难题以及准入壁垒（经济合作与发展组织，2011a）。

产业重点关注短期的渐进式改进项目，目的是在能源研究、开发与示范投资中获得最大收益。通过对美国 240 000 家涉及能源技术创新的企业（从刚起步的小型企业到跨国公司）进行调查发现，其中大部分企业都期待能在两到三年的时间内收回投资（Anadon 等，2011 年）。

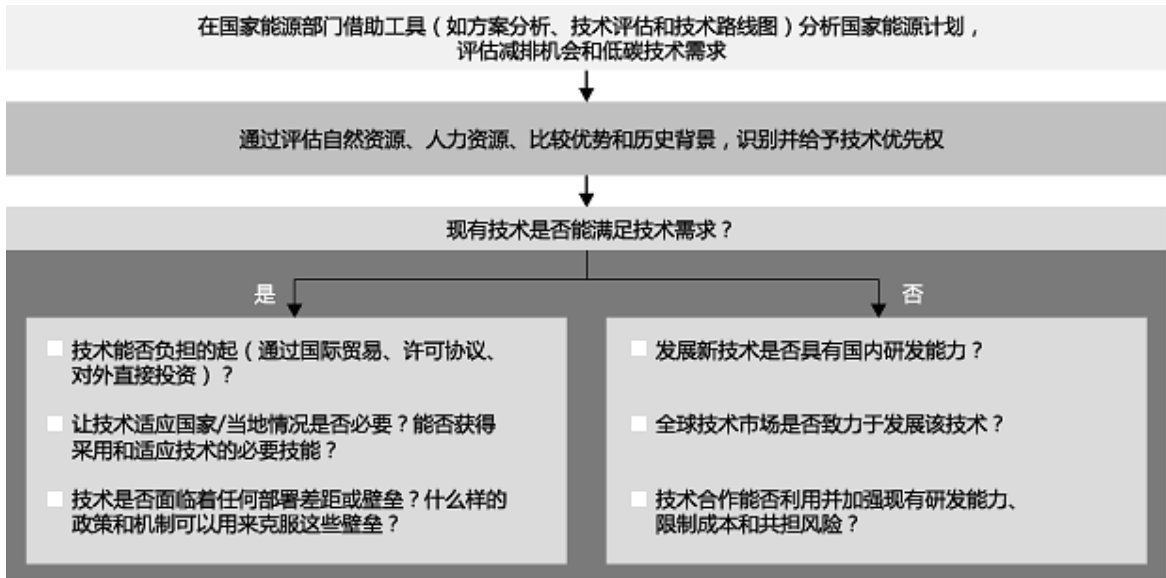
为了确保新技术得到广泛传播，政府必须通过为企业创新提供非研究、开发与示范支持（如支持风险投资、公私合作关系和企业网络、初期创业活动），以及推出有针对性的政策，刺激清洁能源的需求、开拓市场（如定价机制、公共采购、最低能源性能标准、能源效率标签和强制性指标），从而补充公共资金计划，来支持研究、开发与示范项目（如捐赠、贷款和税收优惠）。

1.3.2 确定创新优先顺序的结构化分析

在现有分析的基础上，国家始终偏爱某些技术，而在没有使用结构化分析和记录过程的情况下来确定优先顺序，会导致研究、开发与示范战略缺乏连贯性。政府应识别现有技术和知识，以及那些需要支持优先技术开发和部署的技术和知识。研究、开发与示范和创新工作应重点关注通过结构化映射操作选择出来的技术组合（图 1.7），来识别现有的国内资源、技术和知识。同时还应关

注并支持所需技术发展和部署的政策框架和市场机制。这样的过程也有助于确定国际合作的优先伙伴，提高国内工作的效率。

图 1.7：开发能源研究、开发与示范战略的过程



资料来源：国际能源署，2013 年

1.3.3 培养创新需要处理整个创新链

将对研究、开发与示范项目的直接支持（如捐赠、贷款和税收优惠），与为企业创新提供的非研究、开发与示范的支持（如支持风险投资、公私合作关系和企业网络、初期创业活动），和促进清洁能源需求与市场的针对性政策（如定价机制、公共采购、最低能源性能标准、能源效率标签和强制性指标）结合起来，是国家在设计政策工具支持创新时的一项重要考量。这些政策的单独实施都不太有效且成本昂贵。关键的挑战在于如何平衡各种工具。

如果创新需求增强，持续的技术发展将会改进可用的二氧化碳减排措施组合，降低实现全球气候目标的成本，并产生显著的经济、环境和安全效益。然而，用来促进需求的政策规模、时间和时段都需要经过仔细斟酌和必要的修改，而且随着技术达到成熟，如天然气和核能领域，应该允许逐步撤销支持。

1.3.4 研发组合应与技术组合一致

将过去和现有的能源研发组合与技术组合方案研究进行对比，其结果显示，后者是非常有偏见性的——在气候条件受到约束的世界里，各自实际选择的方案与研究方案相比能源效率/保护不足，核能研发过度。

在气候和资源受到限制的世界里，如果当前能源技术研发组合代表替代技术各自的“选择价值”，人类将会增加当前能源效率的研发力度，至少每年增加投入 5 倍或约 60 亿美元的公私合作经费（因此不建议减少核能研发）。因此，改进后的能源效率对气候变化有多种公共效益（如减少能源使用、减少当地空气污染、减少进口依赖），甚至可以有效证明大幅增加公共能源研发预算可以有效促进能源效率的提高。

1.3.5 供应方和需求方的研发投资应保持平衡

对流入创新过程不同阶段的投资的分析显示：资源分配和资源需求明显不匹配。

在创新过程早期，研发的公共支出严重倾向于大规模供应方技术。每年在全球范围内的投资估计有 500 亿美元，但其中只有不到 100 亿美元分配给了能源最终用途技术和能源效率。

在创新过程后期，供应方工厂和基础设施每年的市场总投资（推广）约为 0.8 万亿美元（2005 年），相比之下，需求方的技术支出保守估计约为 1-4 万亿美元。然而，这些相对数据没有充分体现在关于技术的市场部署投资激励中，而是几乎完全集中在供应方选择上，这通常不利于能源的最终利用，特别是不利于能源效率的提高，同时也忽略了从最终用途投资（提高能源效率的关键）中获得重要的就业和经济增长刺激效应。投资应支持有效的最终用途技术的广泛传播，这一点是十分明确的。需求方通常会提供比供应方更多的选择来实现近期和中期气候目标。这一明显的不匹配表明了有必要重新平衡公共创新支出和政策激励措施，在创新组合中纳入小规模的需求方技术。

鉴于采用节能技术具有持续壁垒（即使它们在生命周期方面有成本优势），技术政策需要转为更加综合的方法，同时刺激发展和采用节能技术和措施。无法刺激消费者采用创新工作成果（例如没有加强建筑规范的、促进节能的建筑设计，或没有二氧化碳价格的碳捕集和封存（CCS）发展）的研发措施，不仅

无效，也导致市场反馈和学习这两个对持续技术改进至关重要的过程无法进行。

1.3.6 不利产出会对其他技术带来大量溢出效应

美国有关太阳能热水器的创新政策经验是一个政策间歇性的案例。一般性的关键发现是，不利产出往往不容易忘记，而且对其他技术会带来大量溢出效应。这对支持实验和智慧型失败的必要性提出了挑战。这个案例的关键点是：

（1）美国太阳能热水器行业在早期阶段大规模的明显失败被证明很难克服；（2）在失败后的几年，技术仍然无法被信任；（3）随着行业的崩溃而导致经验丧失；（4）验证是至关重要的，也并不昂贵；（5）在夏威夷，检查和验证已被证明是有效的；（6）在美国太阳能热水器行业中，研发和刺激措施过度关注收集器，而不是系统集成；（7）公共事业和建筑商参与的缺乏似乎不利于行业的发展。

1.3.7 政策需要有战略性、持续性、灵活性和系统指向性

热泵创新和推广政策的开发和引入提供了一个有趣的研究案例。热泵系统的创新和推广政策的评估可以用来说明一些一般性的政策结论，要点是：

- 评估显示了战略性、长期和持续支持的需求。第一次引入新技术失败，需要克服最初的缺陷，获得持续支持。技术变革需要相当长的时间。
- 政策工具的组合可能会改变，政府应采取灵活的方法。政策干预可能最初允许不协调干预措施，支持企业测试，但之后应朝着可靠、稳定而透明的方向发展，允许行业进行长期投资。
- 政策干预需要有系统指向性，并考虑到技术其新兴市场的发展。换句话说，研发是政策战略的重要组成部分，但这还不够。
- 评估表明，需要有测试和认证过程来支持技术质量，以保证可信度和合法性。研发举措和补助需要测试和认证来维持稳定的市场发展。
- 支持建立网络来提高战略集成，运用学习和确保反馈和溢出效应显得至关重要。

1.3.8 标准对于最终使用产品至关重要

动态、不断调整的标准已经成功地加快了许多最终使用产品能源效率改进的趋势，如房间空调和客运车辆。在这些案例中，各项标准以提高能源效率和

消除市场中低效产品为宗旨，为产品开发提供了清晰的方向。

日本的“领先者计划”说明了能与市场情况和技术情况相匹配的宏伟政策可以有效促进对能源效率的显著改进。因为这样的条件依赖于国家和技术发展阶段，也依赖于对有效决策的精心设计与调整。

1.3.9 支持技术多样性，市场形成至关重要

风力涡轮机政策干预的经验显示了应用多种技术组合的重要性。此外，这项研究表明了预见任何既定技术的推动因素和趋势方面的困难和为行动者提供补贴的必要性。

研究、开发与示范是基本条件，但不是充分条件。在许多国家，风能创新最初仅有研究、开发与示范方面的支持，而且创新过程被预想为线性。然而，只有研究、开发与示范并不足以形成任何商业应用。

为了支持技术创新，保证质量是必须的。风力涡轮机的创新路径的一个重要组成部分是发展认证过程。

支持创新者互动和建立网络至关重要。随着时间的推移，互动和联网模型已经逐步建立起来，并且在不同的国家设计各异。

支持需要系统性的方法。风能案例表明，政府政策需要支持整个创新系统的发展，即涡轮机及其基础设施的发展，以及行动者、必要的网络和参与机构。

支持应该稳定且持续。风力涡轮机的发展始于 1880 年代，历史悠久。随着时间的推移出现了多次失败。然而，持续的支持保证了知识的建立和学习过程，推动了重要的市场形成，这铺就了陆上风能成功的创新之路，并且目前已经成为了海上风能发展的基础。

1.3.10 国际合作是帮助发展中国家加强国家创新能力的根本

我们已经认识到，发展中国家有限的技术能力在处理气候变化问题时通常会对有效行动形成阻碍。大多数发展中国家的研发投入按绝对价值计算以及占国内生产总值的比例都低于大多数工业化国家。各种技术和创新指数显示，这些国家的科学与技术企业的能力都相对较弱。发达国家和发展中国家之间的合作研发可以通过提供互补技术和补充自己的能力，来帮助发展中国家采取适当

的适应和缓解技术。

从一个工业化国家合作伙伴的角度来看，合作研发多有裨益，因为这样的伙伴关系可以帮助该国更好地理解当地需求和产品机会，以便更好地满足这些需求。与发展中国家实体的合作价值已经应用在工业化国家企业中的“开放创新”战略中。意识到发展中国家市场的重要性和接近这些市场的需求将使得研发中心在这些市场建立。

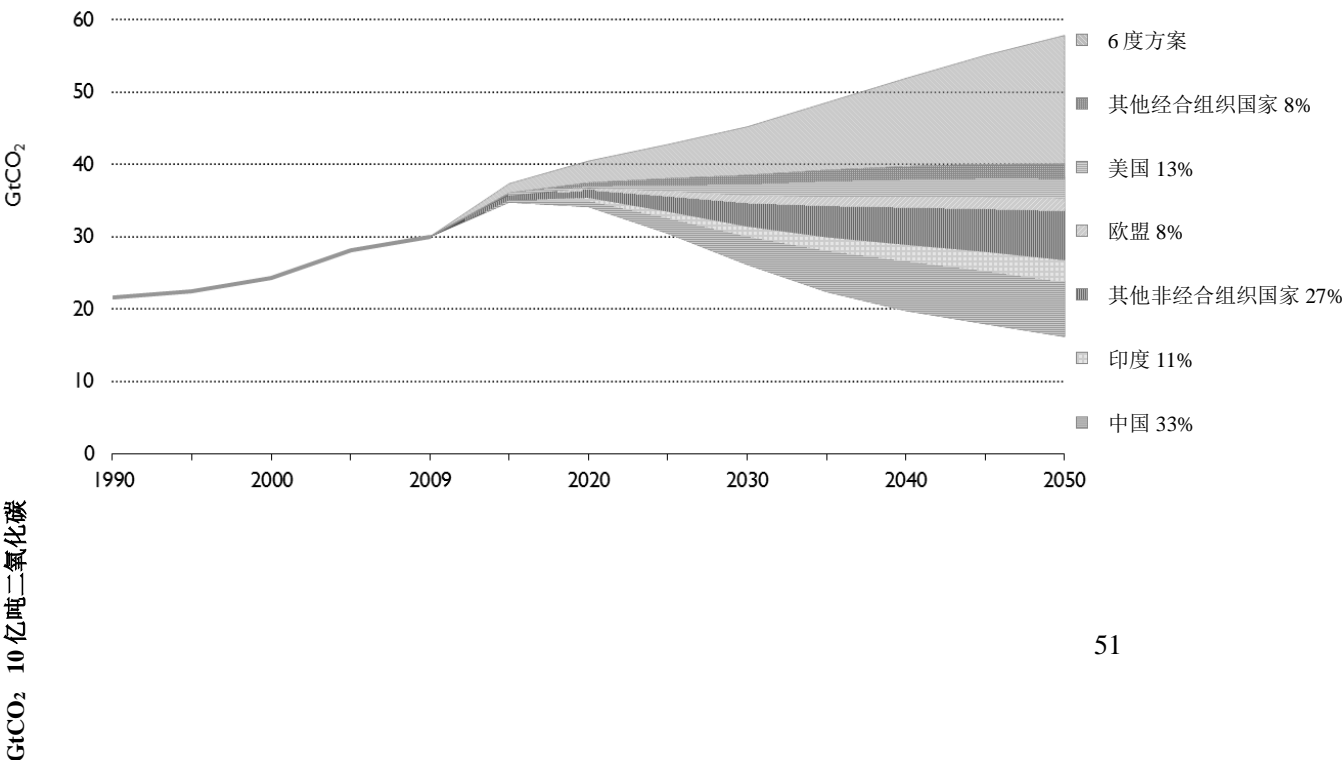
国际合作可以帮助政府以更低的成本和更少的重复率进行更多的研究、开发与示范，但是目前大多数新兴经济体合作活动关注的是促进部署，而不是研究、开发与示范。合作性的研究、开发与示范通常有难度，因为分享知识往往有风险，各国创新能力参差不齐，而且国家有关研究、开发与示范的法规和政策也各不相同（UNFCCC，2010）。

1.4 中国和印度低碳技术的合作机会

1.4.1 中国和印度发展低碳技术的优先部门和领域

随着新兴经济体能源消耗和二氧化碳排放的增加，他们急需更好地理解能源创新政策，研究、开发与示范的预算规模和行动举措的有效性。在“2度”方案中，中国和印度这样的新兴经济体可以在全球二氧化碳减排方面做出最大的贡献（图 1.8）。

图 1.8：世界各地区与能源相关的二氧化碳减排情况



资料来源：国际能源署，《能源技术展望》，2012 年，2 度方案

对中国和印度来说，低碳技术研究和应用可以集中在以下九个方面，即清洁煤焚烧发电技术，工业、建筑和交通运输部门节能技术，风能利用，太阳能利用，碳捕集、利用与封存（CCUS），核能，新能源汽车和智能电网。中国和印度可以将清洁能源和最终用途能源技术作为技术开发的核心，并且将 CCUS、可再生、第四代核能与新能源汽车技术作为技术储备。

1.4.2 中国和印度之间可能合作的领域

随着中国和印度成为能源安全和气候变化国际合作的主要参与者，两国在向低碳经济转型期间都面临着巨大挑战。中国和印度在应对气候变化和寻求低碳未来时都有着很大的合作潜力。基于上述信息与分析，中国和印度可以按照各自的国情和优先顺序，在气候友好型和低碳技术、适应、政策开发以及协调和分享最佳实践的共同研发领域，开展政策和项目层面的合作。

表 1.6：中国和印度之间可能合作的领域

| 国家 | 合作领域 | | | | |
|----|--|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|-----------|
| | 缓解 | | 适应 | | 能力建设 |
| | 技术、设备和工艺 | 服务：设计、政策、战略和管理 | 技术、设备和工艺 | 服务：设计、政策、战略和管理 | |
| 中国 | 基础设施：电力、交通运输和建筑、低碳城市规划、节能最佳实践（能源标签）、能源战略规划 | 国际环境和可持续发展的政策协调（国际环境谈判），气候和能源政策分析 | | 国际环境和可持续发展的政策协调（国际环境谈判），气候和能源政策分析 | 政策磋商和人才培养 |

| | | | | | |
|----|--|------------|--|------------|-----------|
| | 划和技术推广 | | | | |
| 印度 | 能源管理（化石燃料转换、火力发电、农村生物质能利用、短期气候污染物）、低碳城市发展、传统产业能源效率改善（包括建筑材料、冶金和化学） | 国际环境和可持续发展 | | 国际环境和可持续发展 | 政策磋商和人才培养 |

印度第二次国家交流（SNC）指出了印度在应对气候变化中的制约因素、差距以及相关的金融、技术和能力建设需求。根据印度 SNC，仍然需要持续跟进 UNFCCC 的实施情况、适应和减缓的技术需求、适应气候变化、技术和能力建设需求等方面的情况。印度通过集成可再生能源等项目，始终在推动低碳排放密集型技术的可持续发展。印度有全球最大的促进可再生能源发展的项目，它对于增加将技术从发达国家转让至发展中国家的资金需求也越来越明显。

中国第二次国家交流（SNC）也指出了中国在应对气候变化方面的制约因素和相关需求。根据中国 SNC，中国也需要获得大量应对气候和实现 2020 年碳强度目标的资金。例如，为了实现 40-45% 的 GDP 排放强度目标，需要再向能源效率和混合能源优化部门增加 10 亿元以上的投资。减缓和适应技术以及能力建设也在此次 SNC 中得到确定，相关领域包括能源、钢铁、交通、建筑、气象观测、农业、海岸保护、生态系统、国家温室气体盘查清册的制定以及温室气体排放核算系统开发。表 1.6 列举了中国和印度可能会在适应、缓解和能力建设方面开展合作的一些领域。

1.5 政策建议

1.5.1 增加清洁和低碳能源技术的研究、开发与示范投资

根据 2012 年《能源技术展望》（ETP），在未来十年，为了实现“2 度”目标，预计需要在电力、交通、建筑和工业部门投入 24 万亿美元。这意味着各国需要走低碳发展道路。这同样适用于中国和印度两个最大的发展中国家，它们

在加速向中等收入国家迈进的过程中面临着巨大的社会经济挑战。2012 年《能源技术展望》还估计，从现在起截止 2050 年，向低碳能源部门转型需要平均每人每年 130 美元的额外投资。在交通部门的投资所占比重最大，占投资总额的近 34%，未来十年全球范围内的这一数据将超过 8 万亿美元。同期，预计全球将购置 17 亿辆新车辆。到 2020 年，在建筑部门的投资将会超过 6 万亿美元，其中超过一半的资金用于经合组织国家改进现有围护结构和提升采暖、通风与空调（HVAC）、家电和其他装备的能源效率。

在“2 度方案”下，估计电力部门的投资为 6.4 万亿美元，其中，中国将占近 30%。中国经济有望在未来十年保持有力增长，这会导致各部门投资需求增加，尤其是电力和交通部门，以满足增长的电力需求和更高的车辆普及率的需求。

表 1.7 依据若干机构和组织的研究，简要概述了实现“2 度”目标所需的增量投资。

表 1.7：实现“2 度目标”的追加投资

| 机构 | 全球 | 中国 |
|--------------------------------------|---|---|
| 国际能源署， 《2011 年世界能源展望》 | 为了在全球范围内实现 450ppm 方案，2011-2035 年期间累计增量投资应达到 15.2 万亿美元 | 无 |
| 国际能源署， 《2010 年技术展望》 | 为了实现 450ppm 方案（蓝色方案），2010-2050 年期间追加投资应达到 46 万亿美元，其中 2010-2030 年期间追加投资应为 13 万亿美元，2030-2050 年期间追加投资应为 33 万亿美元。 | 为了实现蓝色方案（与 2007 年相比，2050 年减少排放 30%），2010-2050 年期间中国总投资应达到 10.2 万亿美元（经合组织国家应达到 7.1 万亿美元，美国同期应达到 5.8 万亿美元）。 |
| 麦肯锡，2009 年 | 无 | 为了实现减缓目标，2010-2030 年期间年增量投资应达到 2000-2600 亿美元（总投资应为 4-5.2 万亿美元）。 |
| 能源与气候变化经济学项目，《中国人类发展报告（2009-2010 年）》 | 无 | 为了实现减缓目标，2010-2050 年期间总投资应达到 9.5-14.2 万亿美元（年投资应为 240-355 亿美元）。 |

因此建议中国和印度采取以下行动，通过扩大研究、开发与示范和培养创新促进低碳技术的研发、示范和推广：

- 制定一个连贯的能源战略，明确重点和短期、中期、长期目标。应该考虑整个创新链，与公共和私营部门的主要利益相关方进行密切磋商，并与其它如科技、教育、经济发展和工业等相关政策领域保持一致。
- 将公共部门投入科技研究、开发与示范的投资翻三倍，特别是有前景的能源技术，如聚光太阳能发电（CSP）、先进的生物燃料、先进车辆和资本密集型技术（如碳捕集与封存（CCS）和整体煤气化联合循环（IGCC）），这些技术都拥有巨大发展潜力，但仍然面临着技术和成本挑战。
- 促进“改变游戏”技术的出现——创新可以显著改变能源格局，如页岩气开采技术。技术政策要能够实现、识别和支持积极的颠覆性工艺和技术。
- 在跨部门的技术领域进行投资——如先进材料、纳米技术、生命科学、绿色化学及信息和通信技术——因为能源技术的突破性进展经常是依靠其他领域取得的成就。例如，化学研究有助于提高能源生成、传输、储存和使用的效率。先进材料的研究对研发和生产更高效的光伏产品、更轻的车辆和更好的电池至关重要，并且让超超临界火力发电厂、氢能储存和融合力量成为可能。中国和印度可以通过观察其他领域的研究进展，了解如何促进创新和加快能源技术的发展。
- 扩大国际技术合作，增加、利用公共和私人资源，提高国家能源研究、开发与示范投资的效率。
- 改善公共和私营研究、开发与示范数据的质量、完整性、透明度及国内组织和机构间的相互分享机制。
- 除了研究、开发与示范相关的政府项目，提供业务创新支持（如支持风险资本、公私合作和业务网络、初期创业活动）和创建明确的研究项目与市场需求之间的联系，鼓励降低成本、信息共享和技术转让。
- 把公共资金项目与促进需求的政策结合起来（如定价机制、公共采购、最低能效标准），以吸引私人投资，实现继续学习和成本控制，帮助可

用技术较快渗透市场，并提高气候政策的长期成本效益和可行性。这将需要完善政府协调机制、提高利益相关者的参与度和提高公共管理部门的能力。

1.5.2 将低碳技术发明、示范与推广与国家长期社会经济发展项目和战略集成

如果中国和印度都想要拥有低碳未来，将低碳技术发展和经济发展政策进行整合是一个必备条件。它需要强有力的领导、共同的政治远见以及各部门和政府扎实的合作。实施低碳技术发展政策，尤其对促进发展中国家的低碳发展意义非凡。这不仅包括新技术和现有技术的开发和推广，还包括国家间和不同行动者之间的合作。努力促进低碳技术发展也应关注培养适应进口技术的能力。

幸运的是，中国和印度都已经拥有自己本国的气候变化规划和战略，也有政治意愿去追求低碳技术未来。然而，这两个国家都需要将低碳技术发明、示范和推广的概念和政治义务转化到国家相应的政策、项目甚至是具有明确目标、实施措施和时间框架的法律法规中，并将它们融合到各自国家长期的社会经济发展规划和战略中。

1.5.3 在中国和印度使用并增强各种金融工具来促进低碳技术发展

在中国和印度，推动低碳技术发展将需要大量财政资源，并会给政府预算带来更多压力。低碳技术的开支来源可以包括政府预算、私营部门投资、金融机构的融资。充足、有效、多样化的融资对于保证中印两国低碳技术的发明、示范和推广都起着关键作用。

对两国来说，低碳技术融资有两个方面：一方面，除了单纯向低碳社会转型之外，双方政府都面临着缓解贫困、提高就业以及解决平等问题等发展优先权的巨大社会经济挑战。另一方面，双方政府都需要大量的额外财政资源来启动发展低碳技术。因此，双方政府应使用改革过的财政和金融工具来促进低碳技术发展。其中一些改革过的工具会在下文中进行阐述。

转移支付

转移支付可以用作金融低碳技术的主要财政工具。有专用资金的转移支付将有助于实现税收转移支付的红利最大化。两国政府可以设置专门的低碳金融

基金或在现有资金中建立专门的国家低碳融资项目（如中国清洁发展机制（CDM）基金），将部分财政收入转移支付给相关部门，用于低碳技术开发。

除了财政措施，中国和印度都还可以使用低碳发展的特定金融工具。

公共资金方向工具

基于与国家政策资金或专项资金相关的经验（如清洁发展机制基金和中国新兴产业风险计划），中国和印度可以设置特殊的“绿色资金”作为母资金，专门用于支持清洁技术投资企业的发展，并投资于低碳私募股权基金，从而获得更多的绿色资源和低碳部门的社会资本渠道。在政府的指导下，国内外有很多公私部门联合融资的成功案例。此外，中国和印度应该考虑减少用于低碳发展部门私营企业补助的所得税，来鼓励私营部门参与捐赠。

碳金融工具

国际碳市场过去在促进社会资金支持低碳项目中常常发挥着非常积极的作用，但最近在国际经济低迷的影响和清洁发展机制的调整下它的影响力正在衰退。国内碳交易市场是以市场为导向的措施，在为低碳发展筹集资金时发挥了重要作用，形成了一个长期的减排机制，鼓励企业参与碳减排。碳排放配额的竞拍财政收入可以作为中国和印度发展低碳经济的主要经济来源。与此同时，中国和印度都可以借鉴其他国家鼓励金融产品发展的经验，如远期碳交易、碳期权、碳期货和碳金融产品证券化。

传统金融市场

在中国已经出现了一些绿色信贷创新产品来为低碳发展项目筹措资金，如节能减排固定资产贷款、节能减排流动资金贷款、合同能源管理融资、碳资产抵押信贷和国际碳市场（CDM）。中国和印度都可以考虑为低碳项目提供政府担保计划，配合当地银行和信贷系统，采用 PPP 模式，更经常地使用这些创新信贷市场和信贷工具，作为发展低碳技术的融资渠道。此外，气候债券可能成为气候变化融资的主要来源，以及低碳部门投资者规避未来政策风险的工具。中国政府和印度政府可以通过发行债券和减少融资成本来支持低碳经济部门企业的发展。风险投资和私人股本投资也是气候资金的主要来源。为相关部门提

供有关低碳经济投资的风险管理服务可以有效降低低碳投资的风险，吸引更多来自私营部门的投资。中国政府和印度政府可以与保险公司合作，为低碳项目或低碳投资提供风险担保或保险服务。

国际融资是低碳技术融资的一个重要工具。作为两个主要的发展中国家，吸引国际资金是中国和印度为低碳技术融资的优先事项。中央和地方政府发展低碳技术的国际财政来源可以是多边的（如世界银行和亚洲开发银行），也可以是双边的（如 AFD 和德国复兴信贷银行，以及日本国际合作署）。优惠贷款和补贴可以构成中国和印度低碳经济发展的国际双边和多边组织援助的主要资金。国际组织的绿色信贷可以为发展中国家的发展银行和商业银行提供适当的财务和技术支持，帮助它们提升能力，在投资气候相关产业时克服私营部门所面临的障碍，并为地方政府提供额外的资金来源。此外，中国和印度可以为低碳经济部门投资提供更多适合其自身发展特点的激励，吸引外资，促进低碳技术通过不同的便利形式和优惠政策得到发展。

1.5.4 制定与实施部门战略，促进低碳技术发展和低碳未来

在中国和印度，促进低碳技术发展，实现低碳未来，都需要系统地结合国家、地方和目标部门战略。这包括产业政策、投资政策、创新和研发政策、劳动技能政策、复原力和气候适应政策。

在产业政策方面，中国和印度都可以：

1. 电力部门：减少电力需求，使用更多节能家电，引入更多燃料效率高的发电厂，转变为混合发电厂；
2. 交通部门：提高车辆燃油效率，发展客运公共交通，促进非机动车辆交通和发展铁路货物运输；
3. 工业部门，通过钢铁、水泥、石油和天然气部门的技术改进，减少排放，减少商业建筑的能源需求；
4. 林业：增加森林和树木覆盖率、现有森林的数量、规模和密度。

1.5.5 加强治理，有效开发低碳技术发展政策的监测、实施与执行能力

一个国家开发和适应低碳技术的能力对其低碳发展十分重要。这包括在技

术和管理领域以及各级政府的评估和监控方面开发能力建设和人力资源。广泛的多层次管理和利益相关方参与、丰富知识库、提高认识、人力资源开发、提高遵守和执行能力，以及监测和评估，这些都需要各种机制。这也包括私营部门、民间社会、学术界和普通市民。

另一个重要的方面是制定有效的低碳技术能力发展政策。转向低碳发展道路需要新的技能，尤其是工人需要从“棕色”转向“绿色”工业实践。劳动力市场政策和技能培养计划可以：（1）通过调查和其他工具，确定所需的能力和技能；（2）告知人们可参加的培训和受教育机会；（3）提供失业救济等收入支持，帮助员工自我调整；（4）与企业合作，提高员工技能，这是与企业发展的一个密不可分的方面。

1.5.6 扩大低碳技术发展的国际合作

从长远来看，要想成功地过渡到低碳发展模式需要所有国家的参与。国际社会在帮助发展中国家转型时能够起到至关重要的作用，特别是通过提供先进的低碳和气候友好型技术和相关知识。认识到发展中国家对于发展和部署低碳技术的高成本问题有怎样的担忧，国际合作就可以确保发展中国家能够获得外部和国内的绿色资源以及进行低碳融资、投资、发展技术和创新。此外，捐助者需要将低碳技术发展和部署融入所有发展合作举措和活动中，并确保他们支持发展中国家合作伙伴追求特定的低碳增长目标。

扩大国际低碳发展合作，可以为推动发展中国家加速向低碳发展转型提供许多机会。例如：根据 2012 年经合组织国家将绿色增长作为发展核心的研究，‘作为官方发展融资或环境、气候变化融资的一部分的流动资金，在接下来的十年内将大幅增加，因为发达国家政府和私营部门按比例增加了资源来实现到 2020 年每年 1000 亿美元的目标，这是工业化国家在联合国气候变化框架公约（UNFCCC）坎昆协议中的承诺。此类资金能够有效利用的关键是确保它能够提供多方面的共同好处或维持可持续发展。’

在这一点上，中国和印度可以从以下三个方面开展国际合作来促进国内低碳技术发展：（1）通过更好地针对性应用官方发展援助（ODA）和其他类型的官方发展资金和私人投资，来确保低碳金融和投资；（2）通过合作、联合研发和提升内生低碳技术创新和应用的能力，促进绿色技术创新，以及保护知识产

权，为成功转让技术创造条件；（3）促进国家和国际智囊团以及研究机构之间在低碳策略、政策制定、法律法规发展和碳市场建立等方面的合作与交流。

1.5.7 加强机构安排

为了实现低碳技术的发展战略和方针政策，中国和印度有必要建立一个支持性的制度。例如，中国和印度都可以建立政府机构或国有企业，或邀请私营部门在发达国家和发展中国家之间甚至在发展中国家之间促进低碳技术和专门技能转移。2006 年，联合国开发计划署（UNDP）、联合国南南合作办公室（UNOSSC）和上海联合产权交易所（SUAEE）联合成立了南南资产和技术全球交流（SS-Gate）办事处，这是一个非常成功的案例。南南资产和技术全球交流办事处是虚拟的物理平台，发展中国家的企业家们可以在一个安全的环境中交流和获取所需的技术和金融资产。它通过市场机制促进实体业务交易的实现，提供从始至终的在线和离线服务。它通过参与的组织和机构成员的全球网络进行运营。南南资产和技术全球交流办事处旨在提供一个透明、公平、交易性和可持续发展的交流平台⁷，为所有南部国家带来益处，并有助于他们实现千年发展目标。到目前为止，它已促进了几个发展中国家之间的技术转移项目交易。

前面部分提供了一系列的政策选择，帮助中国和印度发展低碳未来。然而，我们建议在中国和印度设计低碳技术相关战略和方针政策时考虑以下原则：

1. 战略和政策需要激励相容，这样它们可以为人类创造激励措施，有利于自我调节。它们应该促进技术和制度的创新，不断提高效率。开发和引入低碳技术是发展低碳未来的一个重要因素，扩大规模、扩大该技术的研究和开发投资迫在眉睫。这不仅需要为研发提供支持性的政策框架，还需要提供干预措施，促进新技术的采用和吸收。承担股权风险的风险投资资金，可促进创新，成功地实现商业化；
2. 制定政策和实施战略时应该认识到，各种行动只能来自政府、行业、机构和个人多个层级。由于许多行动发生在国家和当地政府层面，分析和制定行动计划以及能力建设必须依据这些层级来量体裁衣。政策的实施还应利用非政府组织的创造性潜力，特别是全社会的商业、专业协会和民间社会；

⁷ 南南资产和技术全球交流（SS-Gate），2014 年 1 月，可见 <http://www.ss-gate.org>。

3. 政策应促进协调，以减少在实施低碳战略时的交易成本。在设定优先级的同时，需要考虑“互惠互利”和“间接损失”，以及经济部门的跨领域影响。
4. 政策还应考虑到不确定性。在气候变化的背景下，这种不确定性可能涉及当前和累积的温室气体排放、全球变暖时间模式、全球集体行为、技术发展不确定性、排放者行为反应以及全球变暖对当地生态系统的影响等问题。

1.6 前景

低碳发展意味着，在确保自然资源、环境和人类福祉利益的同时，经济持续增长有了一种新方法和新机遇。对于发达国家和发展中国家（特别是发展中国家）而言，接受低碳发展可以获得一个强大、稳定和可持续的未来。将低碳发展作为社会经济发展战略核心内容的政府，可以实现可持续的经济增长和社会稳定，为子孙后代保护环境和节约资源。通过环境保护和持续的自然资源管理，实现平衡发展，是避免自然资源枯竭、应对气候变化和维护社会安全的关键。发展中国家尤其如此，因为发展中国家的环境十分脆弱，极易遭遇气候变化等环境风险。

中国和印度正在正确的轨道上进行低碳发展，政治意愿十分强烈，对于国内政策和国际合作有较为精细的计划。中国和印度低碳技术未来发展的关键应是低碳技术创新、新技术的开发和商业化以及关注本土解决方案。此外，来自发达国家的技术转让和与发达国家的联合研发也可以帮助中国和印度跃向更清洁的发展模式，成为可再生能源等新兴经济部门的领先国家。然而，为了实现低碳未来，中国和印度都还需要克服一系列社会和经济障碍，例如走在低碳发展的道路上，还要满足减贫需求、扩大能源服务、确保能源安全、保持和提高就业率、减少环境污染、保护生物多样性。作为发展、部署和适应低碳技术的新兴经济体，中国和印度遇到的主要困难是相关的额外成本，以及某些情况下的技术实施壁垒。除此之外，两国间的各部门合作和开放的利益相关者（包括政府、行业、学术界和民间社会）参与，对于制定和协调政策与措施至关重要。这样可以在全球最大的两个发展中国家实施低碳技术发展政策、促进可持续发展、刺激创新型商业、满足减贫需求。

第二章：中国的低碳发展融资问题

2.1 引言

城市是经济活动的中心，同时也是世界最大的能源消费者和主要的温室气体排放者。因此，推进旨在实现气候友好型城市的城市规划和政策，可以有效提高能源效率，减少温室气体排放，促进实现全球应对气候变化的目标。一项针对低碳城市的近期研究表明，到 2020 年，具有成本效益的降低能耗政策可以确保减少 40% 的城市温室气体排放（Gouldson 等人，2012 年）。毫无疑问，应对气候变化的城市低碳投资能够推动地方经济发展，创造就业机会，进而刺激形成一种伴随结构转型的低碳经济。不过，减少温室气体排放并适应气候变化的措施将会加重地方政府的预算压力，引发额外的资金需求，其中包括：（1）与适应气候变化相关的支出和资金需求；（2）与减排相关的支出和资金要求；（3）因碳相关能源价格上涨导致的支出和资金需求；（4）与能力建设相关的支出和资金需求。旨在满足低碳城市发展需求的现有低碳发展投资规模还远远不够。其中一个主要原因是城市低碳发展投资不足。尽管发展低碳经济的资金短缺现象普遍存在，但在经济较脆弱的发展中国家问题尤其突出。不过，发展中国家的城市化率和城市扩张速度也在急速上升。因此，如何避免锁定效应⁸并有效供资城市低碳发展成为一个重要问题。

地方政府通常在城市规划和基础设施建设方面享有一定程度的自决权，并能在发展绿色低碳城市过程中发挥一定程度的指导作用。发展低碳城市主要涉及交通、建设、能源、废弃物管理——这方面的融资与地方政府的财政来源密切相关。一个健全的融资计划将有效推动低碳经济的发展，反之亦然。从中央和地方政府之间的权利和义务划分来判断，后者在政府支出中占有相当比例。应对气候变化和发展低碳经济为管理使用城市财政收入和吸引额外资金带来了新挑战。这些挑战包括：（1）确认低碳部门的融资需求，打破融资瓶颈；（2）

⁸ 锁定效应一般指固定投资项目的能源消费和污染水平一旦确立，现有技术制约因素将使其难以在特定期限内得到改善。因此，高污染和能耗投资将在一定时期内对节能减排和低碳经济发展造成持续的负面影响。

确定融资机构的结构和形式，为低碳融资提供便利；（3）确定并充分发挥公共（中央政府、地方政府及两者结合）和私营部门的作用，为低碳融资提供便利；（4）确定地方政府需要提供哪些具体政策和便利条件，以为低碳部门吸引更多投资。

世界各地的地方政府已在发展低碳经济方面积累了越来越多的融资手段和经验，但鉴于中国城市的多元化类型，我们仍需在个案基础上讨论这些手段和经验、城市发展方向以及具体的低碳发展问题，如适应、减少和特别行动。本章概述城市低碳发展的融资管理和创新，并为某些具体问题的未来研究提供一个相对全面的参考依据。正如表 2.1 的概述，我们认为可以在三个方面努力改进地方政府发展低碳经济的融资能力：（1）改进获得财政来源的能力，即通过规模效应扩大可支配资金规模；（2）改革现行资金管理并运用不同模式提高资金使用效率，即通过技术效应利用少量资金实现相同的低碳发展目标；以及（3）激励低碳发展领域的私营部门节约一些公共资金，即替代或结构效应。目前，有关城市低碳融资研究问题，仅有少量发表文章。中央财经大学气候与能源金融研究中心在大量研究气候融资的基础上开展了系统化的城市融资专业研究。本章不仅概述了财政工具的绿色化和金融工具的改革，还基于规模效应、技术效应和替代效应对财政及金融工具进行了分类，并基于相关国际经验对融资工具促进发展城市低碳经济的可行性进行了逐一分析。本研究排除了外国企业和企业直接投资，因为我们认为，它们受到中央和地方政府所释放的政策信号的影响，所以不完全是低碳经济融资工具。

本章包括五个部分。第一部分专门分析城市在应对气候变化中面临的预算挑战；第二部分专门分析城市供资低碳经济发展的财政手段；第三部分是分析城市发展低碳经济的财政政策；第四部分试图理顺国际金融资源和地方政府发展低碳经济之间的关系；第五部分概述研究结果。

表 2.1： 地方政府发展低碳经济的融资手段概要

| 效应 | 形式 | 内容/情形 |
|------|------------|----------------------------|
| 规模效应 | 直接提供额外财政来源 | 完善现有的征税、收费和融资手段的相关政策，并进行政策 |

| | | |
|---------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 技术效应 | 完善现有资金使用和管理模式 | 强化管理现有低碳经济的专项资金；改革和转移支付方式 |
| 结构或替代效应 | 私营部门投资相关低碳经济部门，以节约政府支出，用于资助其他的低碳经济部门 | 清洁发展机制或自愿减排项目；企业更积极地参与碳交易市场的减排行动 |

2.2 城市应对气候变化所面临的追加预算挑战

发展低碳经济不仅能确保城市的节能和减排，强化它们适应气候变化和极端天气的能力，还能促进城市的可持续发展，保持其持久竞争力和吸引力。越来越多的城市在积极发展低碳经济，这也必将增加支出需求。根据经济合作与发展组织（OECD）预测，基础设施完善和建设方面的年均支出将占世界国内生产总值（GDP）的 3.5%（经合组织，2007 年）。基础设施主要涉及交通（公路和铁路）、电信、能源和电力、水处理及供应等部门。据国际能源机构（IEA）预计，为了达到 2030 年全面利用现代能源，需要累计投资 1 万亿美元，年均 480 亿美元（国际能源机构，2011 年）。

有效、便利、多元化的低碳经济融资是确保低碳发展和城市转型的关键。不过，城市在减少排放、发展阶段、经济结构和规模、比较优势、发展趋势方面存在差异；因此，它们发展低碳经济所面临的追加预算挑战也各不相同。而且，额外资金需求并不存在统一的数量或比例。资金需求分析应基于个案进行。表 2.2 概括了一些城市低碳项目或低碳发展计划，我们从中可以发现，资金需求会因各个项目和相关部门（如交通、建设和能源部门）的减排规模而出现很大差异。低碳经济涵盖范围广泛的产业和技术，而大多数国家在这方面的统计范围并不统一，导致了对低碳经济支出的多重定义。因此，低碳经济支出和不同的研究统计来源会因范围和可用数据的差异而完全丧失可比性。

表 2.2: 当前主要低碳城市方案的资金需求和发展目标概要

| 低碳城市方案 | 城市 | 资金需求 (100万美元) | 年减排量(千吨 CO ₂) |
|------------|-----|------------------|------------------------------|
| 便利的公共交通换乘措 | 温哥华 | 39.2 | 1.8 |

| | | | |
|-------------------------|------|--------|------|
| 到2025年减少60%二氧化碳排放量的总体目标 | 伦敦 | 40,000 | 未知 |
| 拥堵收费管理系统 | 伦敦 | 244 | 120 |
| 公共自行车系统 | 巴黎 | 132 | 18 |
| 楼宇太阳能热水系统 | 蒙特利尔 | 1.96 | 1.34 |
| 城市风力发电系统 | 多伦多 | 1.21 | 0.38 |

资料来源： 编自 KPMG (2011 年), Merk 等人 (2012 年) 和 Kennedy 等人 (2010 年)

城市低碳问题的对比不在本章范畴内。不过，我们仍然全面分析了本地城市的低碳部门支出；首先，我们对比了世界主要城市的低碳发展预算支出；其次，我们分析了中国中央政府下辖省份和直辖市相关低碳部门的支出。

2.2.1 世界主要城市现有低碳发展部门的支出分析

城市发展低碳经济的支出来源包括政府、私营部门投资和金融机构融资。由于大多数低碳产业和服务部门仍处于早期发展阶段，技术不成熟，市场化程度低，经营成本高，私营部门承担的投资风险要高于传统产业。政府支持和援助将有效降低上述投资风险。使用公共资金可以有效推动低碳产业的发展，降低投资的不确定性。与私营部门和金融机构的融资相比，政府支出数据可随时获得。我们侧重于分析主要城市在低碳发展中的政府支出结构。

首先，就旨在发展城市低碳经济的政府支出来源而言，其支出通常由中央和地方政府共同承担。此外，由于不同国家的结构和系统不同，世界各国的中央和地方政府低碳支出划分存在很大差异。因此，就政府支出而言，地方政府的低碳融资具有复杂性、非典型性和不完全可比性。图 2.1 概括了 20 个发达国家的中央政府和地方政府在环境保护和发展绿色经济方面占固定资产投资部门的支出百分比。我们可以发现，在法国、德国、匈牙利、爱尔兰、以色列、韩国、荷兰、挪威、波兰和瑞士，环境保护领域 90% 以上的固定资产投资来自地方政府，它们因此成为典型的由地方政府主导在低碳城市发展方面的政府支出的国家。在奥地利、比利时、丹麦、意大利和葡萄牙，该数字介于 20% 和 45% 之间，它们因此成为典型的几乎由地方政府和中央政府均摊环境保护领域支出的国家。仅在希腊、冰岛、西班牙和英国，中央政府（包括某些国家的州政府）

的环境保护领域固定资产投资支出高于地方政府支出，占总支出的 50% 以上。尤其是在冰岛，中央政府支出高于 80%。在这些国家，中央政府主导了在低碳城市发展方面的政府支出。总体而言，大多数国家的低碳经济政府支出主要来自地方政府。在经合组织国家，地方政府在环境低碳领域的平均资本支出约占总数（中央和地方政府的共同支出）的 75%（经合组织，2010 年）。如果我们无法在短期内改变中央和地方政府的现有低碳支出分摊结构和规模，将会对地方政府发展低碳经济的融资能力带来额外需求和挑战。

其次，考虑到地方政府支出在低碳经济资金供应方面的重要性，我们进一步分析了地方政府低碳经济支出在总支出中的贡献百分比。由于优先领域及其他制约因素各不相同，各城市低碳部门支出占总支出的百分比也有很大差异；主要城市的低碳部门支出构成也不相同。根据当前状况，一些欧盟（EU）国家地方政府的低碳和绿色经济部门支出占其全部支出的大部分，而在其他欧盟国家，低碳部门支出仅占地方政府总支出的小部分。表 2.3 介绍了不同类型的中央和地方政府的低碳支出。

表 2.3：不同类型的中央和地方政府低碳支出

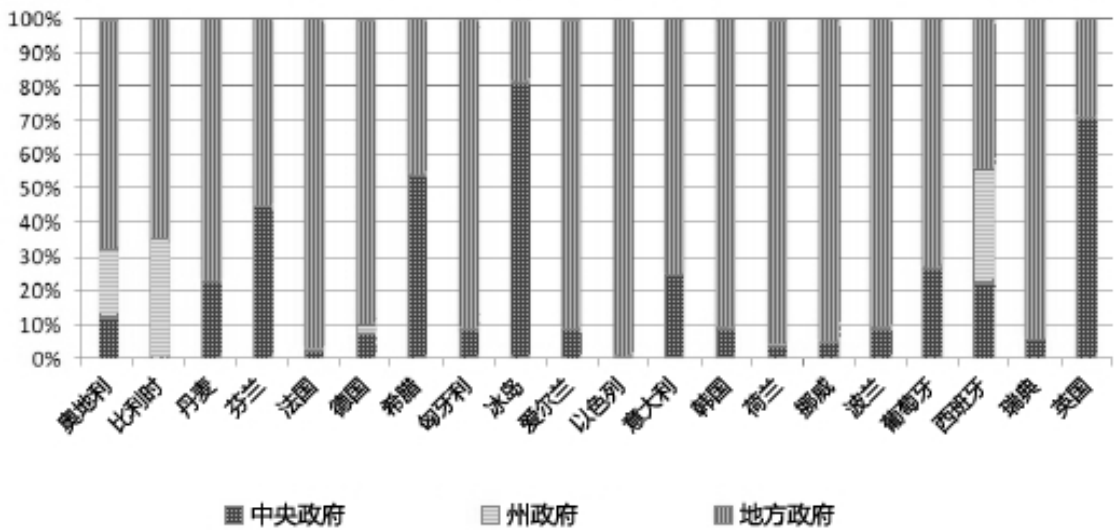
| 类型 | 特点 | 代表性国家 |
|-------------|--|----------------------------------|
| 支出主要来自地方政府 | 90% 以上的环境保护和低碳部门固定资产投资来自地方政府 | 法国、德国、匈牙利、爱尔兰、以色列、韩国、荷兰、挪威、波兰、瑞士 |
| 支出来自中央和地方政府 | 地方政府的环境保护和低碳部门固定资产投资支出比例介于 20% 和 45% | 奥地利、比利时、丹麦、意大利、葡萄牙 |
| 支出主要来自中央政府 | 中央政府（包括某些国家的州政府）的环境保护部门固定资产投资支出高于地方政府支出，占总支出的 50% 以上 | 希腊、冰岛、西班牙、英国 |

资料来源： 作者汇编

图 2.2 表明，可根据低碳经济部门支出占地方政府总支出的百分比将地方政府支出政策划分为两个类型。第一个类型是低碳发展潜能类型，涵盖建筑、交通、水、废弃物及其他环境部门；它们与绿色或低碳发展直接相关。第二个类型涉及其他发展活动。在洛杉矶、蒙特利尔和多伦多，低碳经济建设支出占地方政府总支出的 40% 以上，以便地方政府执行低碳措施。尤其是在蒙特利尔和多伦多，30% 以上的地方政府支出用于当地交通设施建设。因此，我们可以说，这两个城市的地方政府支出政策偏向或优先考虑某个低碳经济部门。洛杉矶的地方政府支出被更均等地分配给主要的低碳经济部门；因此，我们可以说地方政府支出政策能导致低碳经济的均衡发展。在巴黎和旧金山，大约 20% 的地方政府支出用于低碳和绿色经济，使得这两个城市的地方政府支出政策处于中等水平。尤其是，巴黎的大部分地方政府支出流向建设和交通部门，旧金山的交通建设地方支出占低碳经济地方总支出的三分之二，其余三分之一被平均分配给水利设施和废物处理。最后同样重要的是，在伦敦、纽约和墨尔本，低碳和绿色经济方面的地方政府支出占地方政府总支出的比例低于 10%，芝加哥约为 14%。这些城市的低碳经济支出在地方总支出中所占比例较小。

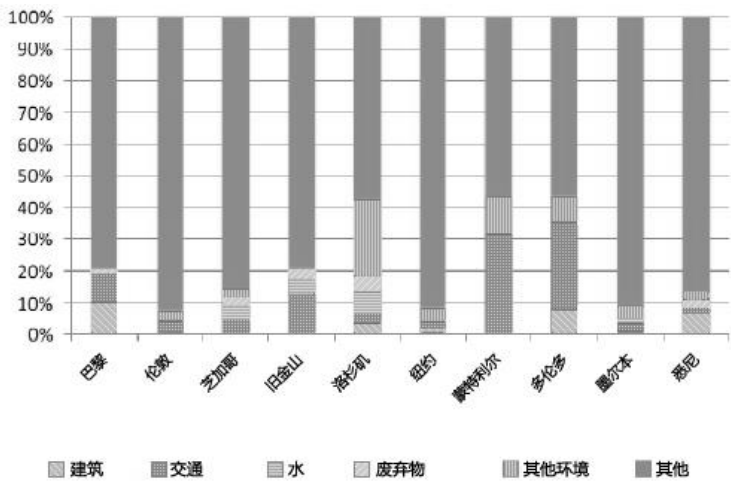
以上分析只是试图基于地方政府在低碳经济发展中的支出比例（与地方总支出相关）对地方政府支出和低碳经济发展之间的关系进行分类。它在一定程度上表明了地方政府支出政策对低碳经济的重视，但无法说明地方政府发展低碳经济的决心。例如，尽管伦敦的低碳经济支出比例较小，但它制定了相当全面和宏大的低碳经济计划和温室气体减排计划；同时，伦敦也是应对气候变化的全球最活跃城市之一。如上所述，每个地方政府及其各自国家都有自己的制度、发展目标和发展阶段，所以在发展低碳经济方面并不存在可以衡量地方政府融资需求的统一标准。但总体来说，大多数国家的地方政府在发展低碳经济方面面临着比中央政府更大的融资挑战。主要原因是，大多数国家的低碳经济支出主要来自地方政府，并受到制度等因素的制约；要在短期内改变这种结构，既无可能也不可行。

图 2.1：经合组织主要成员国的中央政府和地方政府环境保护部门固定资产投资支出百分比（2009 年）



资料来源：Merk 等人（2012 年）

图 2.2 主要城市的地方政府支出结构：低碳经济支出及其他支出百分比（2010 年）



资料来源：Merk 等人（2012 年）

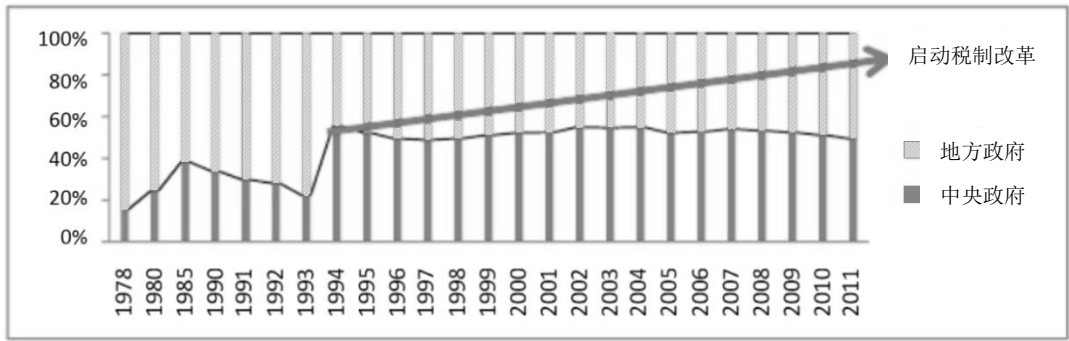
2.2.2 关于中国地方政府发展低碳经济所面临的支出挑战的分析

受数据可用性的限制，本节主要研究中央政府下属各省、直辖市和自治区一级的行政机构，以分析中国地方政府发展低碳经济所面临的支出挑战。这里

主要存在两项挑战。第一项是中央和地方政府的收入/支出比例不均衡，第二项是地方政府承担了大部分低碳经济部门支出。

首先，在财政收入和支出的总体结构方面，中国地方政府面临的支出压力大大超过中央政府。为了更好支持社会主义市场经济建设，中国于 1994 年启动了一项税制改革，其中包括改革中央和地方政府之间的税收分配制度。自 1994 年税制改革以来，越来越多的财政收入流入中央政府（Liu Zuo, 2007 年）。如图 2.3 所示，中央政府的财政收入百分比已从 1993 年的 22% 上升至 1994 年改革之后的 55.7%，并一直维持在 49%-55% 之间。尽管如此，中央政府财政收入占总体财政收入的百分比仍有所下降。例如，自 1998 年以来，2011 年的数字首次跌破 50%（49.4%）。与地方政府财政收入占总体财政收入的百分比相比，地方政府财政支出占总体支出⁹的比例仍比中央政府的比例高出很多。如图 2.4 所示，地方政府财政收入占中央和地方政府共同财政收入的百分比近年来持续上升，从 2000 年的 65.3% 上升至 2011 年的 84.9%。持续上升的支出/收入比例已对地方政府的总体融资能力构成了一定的潜在威胁，并引发了地方政府的违约风险。

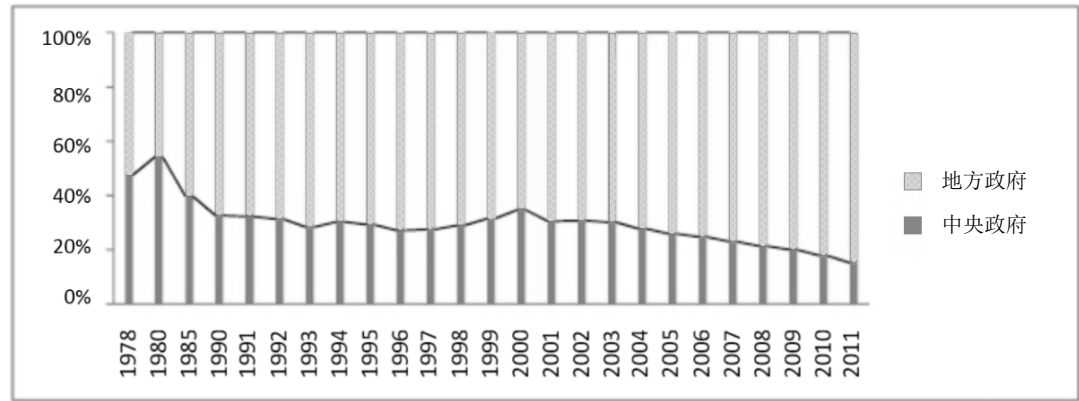
图 2.3：中央和地方政府的财政收入百分比（1978-2011 年）



资料来源：中国国家统计局（2012 年）。《2012 年中国统计年鉴》。

⁹ 中国根据政府在经济和社会活动中的不同作用对中央及地方政府的权利和义务进行划分，再基于政府的权利和义务确定其支出。中央财政支出包括：国防支出；武装部队和警察支出；中央一级行政管理支出和各类经营支出；重大建设支出；及国民经济重组、区域发展协调和宏观经济调控支出。地方财政支出包括：地方行政管理支出和各类经营支出；基础设施建设及由地方政府协调的技术改革支出；支援农业生产的支出；城市维护和建设支出；及物价补贴支出等。

图 2.4：中央和地方政府的财政支出百分比（1978-2011 年）



资料来源：《2012 年中国统计年鉴》

其次，地方政府创建低碳经济所面临的日益沉重的总体财政支出压力也将成为地方政府的一个重大未来挑战。根据目前的统计范围和可用数据（在《2012 年中国统计年鉴》的数据基础上进行分类），我们在表 2.4 中概括了与地方低碳经济发展相关的支出部门。如表 2.4 所示，中国的大部分低碳部门支出由地方政府承担。其中，低碳经济部门（如城乡社区事务、节能与环保、交通、农林水利事务以及土地与气象服务）支出几乎占中央和地方政府相关产业合并支出的绝大部分。为了提供额外财政来源，完善现有资金使用及管理模式，资金使用效率将成为确保地方政府向低碳经济发展提供财政支持的关键。

不同地区的经济结构和发展阶段不同，它们的供资和支付能力也各不相同。图 2.5 和 2.6 表明，在某种程度上，中国地方政府在低碳部门的人均支出可以按其地理特征和发展类型（根据人均国内生产总值衡量）进行区分。例如，北京、上海、天津等中央政府直辖市经济发达，人均国内生产总值较高，因此支付低碳发展的能力较强。青海、西藏和宁夏的人均国内生产总值较低，但由于污染较少，这些地区的低碳部门人均支出较高。与这些地区相比，其他地区的低碳部门人均支出介于 1500 元/人-2500 元/人。其中，新疆、重庆、海南、辽宁、江苏、陕西、吉林、黑龙江、甘肃、山西和贵州的低碳部门人均支出高于 2090 元/人的全国平均水平，而云南、浙江、福建、四川、湖南、广东、广西、安徽、湖北、江西、山东、河北和河南低于全国平均水平，河南为最低水平（1184 元/人）。

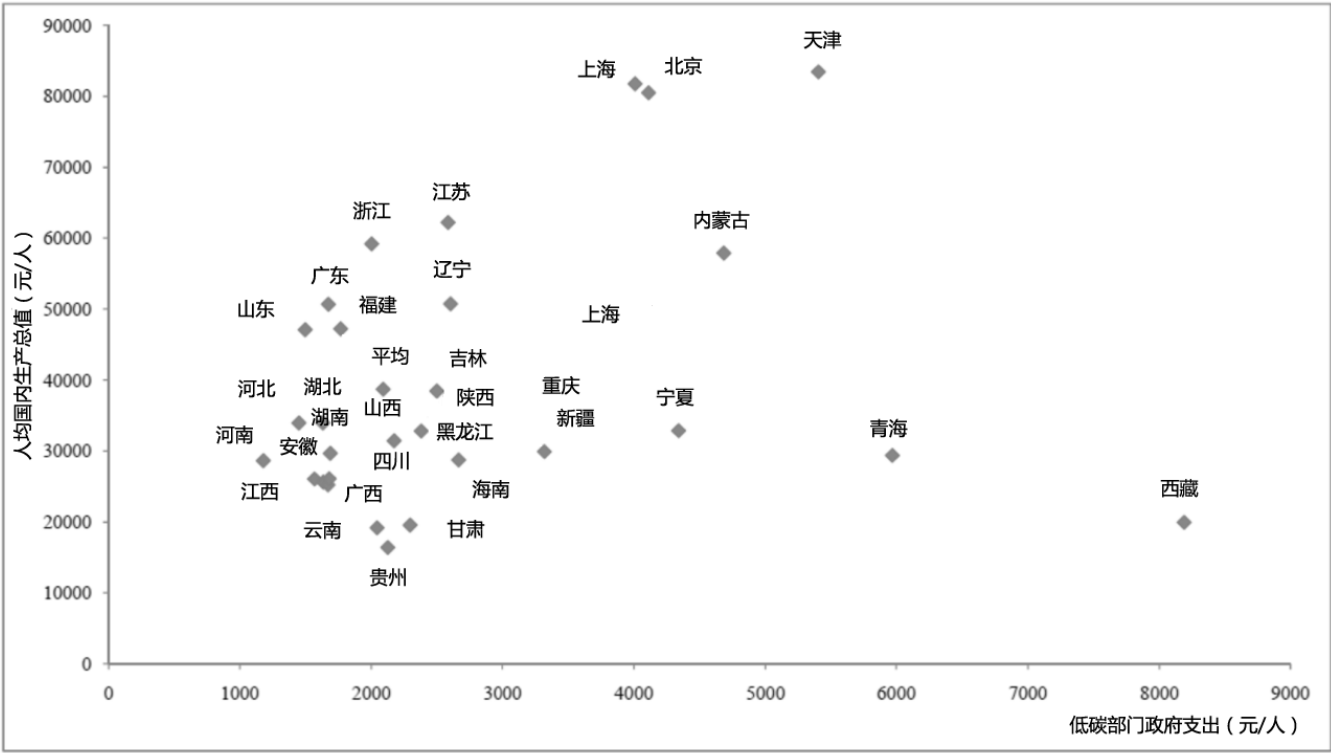
我们得出的结论是，中国的地方政府在低碳发展方面正面临融资压力和挑战。随着全面深化低碳发展、基础设施建设和改造以及完成节能和减排的主要目标，各方面的财政支持需求将日趋加大。低碳部门人均投资较少的地方政府将面临更加沉重的低碳融资压力。向地方政府提供可行的短期、中期和长期融资工具，将成为确保中国地方政府实现低碳转型的关键。以下两节将着重分析可以为地方政府发展低碳经济提供额外融资来源的财政和金融工具。

表 2.4： 中央和地方政府的低碳发展支出结构（2011 年）

| 部门/地区 | 中央政府 (亿元) | 地方政府 (亿元) |
|--|--------------|--------------|
| 城乡社区事务 | 11.62 | 7,608.93 |
| 节能与环保 | 74.19 | 2,566.79 |
| 交通 | 331.11 | 7,166.69 |
| 农林水利事务 | 416.56 | 9,520.99 |
| 土地与气象服务 | 231.61 | 1,289.74 |
| 注：由于《2012 年中国统计年鉴》的建设支出数据与住房保障支出相对应，我们无法区分建设投入（城市规划）和社会保障投入。因此，本章所述的低碳支出将不含建设支出。 | | |

资料来源： 根据《2012 年中国统计年鉴》。

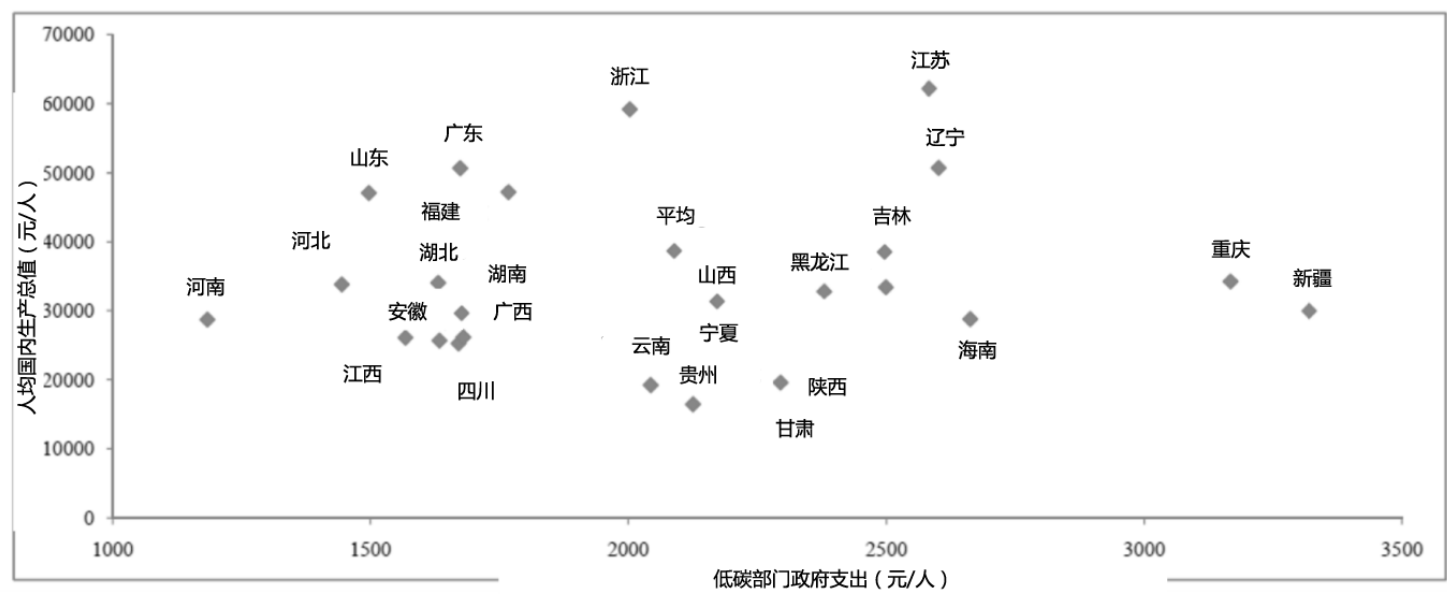
图 2.5：2011 年中国人均国内生产总值和人均低碳支出对比



资料来源：根据《2012 年中国统计年鉴》。

注：（1）人口指年底人口。（2）低碳支出包括：节能与环保、农林水利事务、交通、土地资源与气象服务、城乡社区事务。由于《2012 年中国统计年鉴》的建设支出统计范围与住房保障支出相对应，我们无法区分建设投入（城市规划）和社会保障投入。因此，本章的低碳支出将不含建设支出。（3）由于数据不足，此分析不含省级以下主要城市的低碳支出。

图 2.6：2011 年中国人均国内生产总值和人均地方低碳支出对比（不含北京、天津、上海、宁夏、青海、西藏和内蒙古）



资料来源：根据《2012 年中国统计年鉴》。

注：（1）人口指年底人口。（2）低碳支出包括：节能与环保、农林水利事务、交通、土地资源与气象服务、城乡社区事务。由于《2012 年中国统计年鉴》的建设支出统计范围与住房保障支出相对应，我们无法区分建设投入（城市规划）和社会保障投入。因此，本章的低碳支出将不含建设支出。（3）由于数据不足，此分析不含省级以下主要城市的低碳支出。

2.3 城市低碳融资的财政工具

地方政府面临的低碳发展融资瓶颈可以通过改革、财政和金融工具创新的方式加以缓解。本节着重分析中国现有财政工具如何能够更好地帮助地方政府为低碳发展提供资金。这将侧重于两个方面：（1）现有财政工具的改革（绿色化）和创新，探索地方政府可利用的、基于财政政策类型的切实可行的低碳融资；及（2）管理现有财政收入，改革现有分配政策（包括中央和地方政府的财政支出、转移支付等），从效率角度开展低碳融资，并指导财政收入的使用。

前一方面旨在增加低碳发展可用资金，而后一方面不仅能够增加此类资金，还能提高其使用效率。作为财政工具，这两方面都能为地方政府的低碳发展战

略有效提供额外、稳定和有效的资金。

既有国际经验可以为设计、改革中国现有财政工具提供可靠参考。表 2.5 概况了按低碳经济关键部门分类并适用于地方政府低碳融资的关键财政工具。根据地方政府的资金来源，此类工具包括征税、收费和中央政府转移支付。

表 2.5：按资金来源和关键部门分类的地方政府低碳融资财政工具概要

| 工具 | 交通 | 建筑 | 垃圾回收和 处理 | 能源 |
|----------|----------------------------------|--|-------------|-------------------|
| 征税 | 消费税 车船税 | (房产税) | (物业税) | (能源 税) (碳税) |
| 收费 | (拥堵费) 停车费 (高速公路通行费) | (建设费) 土地出让金 (开发费) (容积率超标费) (其他费) | 物业管理费 | 电力附加 费 |
| 中央政府转移支付 | 经常项目支出 补贴 专项资金 (专款专用税收) | | | |

注：括弧内政策已在其他国家实行，但尚未在中国普及。

值得强调的是，由于国情不同，现有国际经验并不一定适用于中国。因此，必须对政策加以调整，使其适应本地环境。鉴于表 2.5 所示的地方政府财政收入来源，本节将首先着力分析中国每项财政工具的现状，然后基于国际经验改革、创新各种财政工具和财政收入管理方法，旨在为地方政府努力发展低碳经济提供更好的融资服务。

2.3.1 征税

税收是中央和地方政府的重要收入来源。根据税收的分配方法，中国的税收可分为中央税（即应全部上交中央政府的税收）、地方税（即应全部上交地方政府的税收）以及中央和地方政府分摊税（分配比例因税种而异）。表 2.6 概括了中国 2011 年的不同税种收入。它表明 2011 年中央政府的税收为 48631 亿元人民币，比地方政府的 41106 亿元人民币高出 75250 亿元人民币，反映出中央政府的税收优势。由此可见，为了努力增加地方政府的低碳经济发展资金，有必要绿化或创新税收类型。

中国地方政府的税收首先来自与中央政府的分摊税。这些税收包括三个税种：首先是与生产和经营活动相关的税种，即营业税和增值税。¹⁰这些税种涵盖的部门相对广泛，其税率通常比较统一。中国现在对一些低碳产业和产品执行扣减或豁免增值税的政策，但就地方政府的收入而言，很难通过改革或调整此类税种增加地方（和中央）政府的税收，作为低碳发展专项资金（例如，提高某些高水平碳密集度部门的增值税率）。此外，这一措施的短期和中期可行性都很低。其次是与收入相关的税种，即个人和企业所得税。中国现在对某些领域的企业执行所得税扣减或豁免政策，如节能环保和清洁能源部门。此项政策能有效推动低碳经济和低碳城市的发展。不过，从向地方政府提供有效的额外低碳经济资金的角度而言，其可行性相对较低。第三，另一种税收来源与土地使用和出售相关，包括城市维护建设税。此类税收涵盖相对较小范围内的人口群体和经济部门，大多与城市开发和扩张中的土地使用和出售直接相关。我们认为，通过调整此类税种的税率，我们不仅能有效遏制城市的过渡扩张，还能增加税收，从而基于中央和地方政府之间的现有税收分配比例为地方政府提供额外资金。

其次，地方政府的税收主要与土地使用和出售相关，包括房产税、耕地占用税、土地增值税和城镇土地使用税。调整这些税率也可遏制城市的过渡扩张，保护耕地，增加地方政府的收入。与此同时，基于排放量的车船税会直接影响车辆使用成本，因此，其税率调整能为地方政府带来可观的额外收入，同时也能限制车辆尾气污染，推动节能减排。

¹⁰ 中国正在 8 个省份和北京、上海等中央政府直辖市试点将交通行业和部分现代服务业的营业税转化为增值税的做法。

在国际层面，绝大多数经济合作与发展组织（OECD）国家的地方政府税收都来自物业税。物业税会影响土地使用、城市容积率和城市扩张速度。因此，它会对低碳城市的规划产生总体影响。不过，物业税的税率、计税基准和对象因国家而异。例如，法国从 2010 年起采用了一项税收政策，对容积率低于法定标准的建设项目征收固定的低密集度税；美国德克萨斯州的奥斯丁市基于每个家庭的车辆评估里程对使用公共设施的机动车辆征税，从而在防止城市低密度发展方面发挥了有效作用。

与物业税相关的低碳城市发展融资还包括税收增量融资（TIF）。税收增量融资一般适用于利用一个需要大规模整治的城市或城市地区来推动发展其未开发区域的情况。其作用首先是通过投资增加指定区域的整体价值，然后指定由此产生的物业税收入的专门用途，以弥补投资人在该区域的前期投资。例如，芝加哥将其 10% 的物业税收入指定用于税收增量融资，覆盖率占城区的 25%。不过，有关税收增量融资效果的公众舆论存在分歧。一些人认为税收增量融资资金有可能被用于已开发的城区，从而加剧城市发展的不平衡。

此外，一些国家对某些绿色/低碳项目税种（包括增值税和所得税）采用减免税措施。法国就是一个例子。近年来，该国为利用和投资分布式光伏发电提供了增值税扣减或豁免政策。我们建议中国进一步扩大这种扣减和豁免税收的覆盖范围，并将更多低碳城市发展项目纳入该范围，从而有效降低投资成本。此外，就土地税而言，与物业税以房产价格作为计税基准相反，土地税是以土地价格作为税率的。不过，鉴于其适用范围有限，管理也相对复杂，目前并不能很好地适应中国的国情，我们在此不对这一税种进行详细分析。

最后，与低碳发展相关的新设税种也是地方政府的重要资金来源。目前，一些发达国家（如芬兰、瑞士和英国）正对化石燃料的二氧化碳排放征收一定比例的二氧化碳排放税（碳税）。中国也在积极研究并准备开征碳税；环境税已被写入《中国“十二五”规划》，并将在适当时候实施。此外，中国可以结合现有的金融产品税征收金融交易税，¹¹以此作为一个中长期政策选项，并利用该税种的部分收入为中国城市的低碳发展提供额外资金。目前，一些欧洲国家（如法国、波兰、瑞典、芬兰和比利时等）已经实施金融交易税，并将该税种

¹¹ 金融交易税由 1972 年诺贝尔经济学奖得主 James Tobin 首先提出。因此也被称为“Tobin 税”。它是指对即期外汇交易征收全球统一的交易税。金融交易税的形式和对象依国家不同而各异。

的部分收入用于低碳经济发展。金融交易税不仅有利于稳定金融市场，减少恶意投机行为，还能为政府预算提供充足的资金。

除了研究可以为地方政府提供低碳发展领域资金的各类税种，我们还可以研究由中央和地方政府共享的税种收入，旨在调整此类税种的分配比例，使地方政府的绿色/低碳发展工作获得更多可支配收入。在这方面，我们可以考虑将中央政府转移的额外税收指定给地方政府，用于后者的低碳发展或环境保护工作。此外，除了绿化现有税种，我们还必须考虑未来分配和使用新设税种（如环境税和碳税）收入会对地方政府的低碳融资努力造成何种影响。我们还可以考虑将中央政府的更多税收分配给地方政府。不过，鉴于调整税率和分配比例需要相当冗长的行政程序，一般可将上述分析纳入切实有效的一揽子中长期政策，从而为地方政府的努力提供资金。

表 2.6： 2011 年中国财政收入的构成

| 项目 | 分目 | 中央政府收入 (亿元人民币) | 地方政府收入 (亿元人民币) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 合计 | | 51,327.32 | 52,547.11 |
| 税收小计 | | 48,631.65 | 41,106.74 |
| 中央税 | 国内消费税 | 6,936.21 | |
| | 进口货物增值 税、消费税 | 13,560.42 | |
| | 出口货物增值税 和消费税减免 | -9,204.75 | |
| | 船舶吨税 | 29.76 | |
| | 车辆购置税 | 2,044.89 | |
| | 海关税 | 2,559.12 | |
| 中央和地方政府共享 收入 | 国内增值税 | 18,277.38 | 5,989.25 |
| | 营业税 | 174.56 | 13,504.44 |
| | 企业所得税 | 10,023.35 | 6,746.29 |
| | 个人所得税 | 3633.07 | 2421.04 |

| | | | |
|--------------|-----------|-----------------|------------------|
| | 城市维护建设费 | 169.37 | 2,609.92 |
| | 印花税 | 425.28 | 616.94 |
| | 其他税收收入 | 2.99 | 1.16 |
| 应全部上交地方政府的税收 | 资源税 | | 595.87 |
| | 房产税 | | 1,102.39 |
| | 城镇土地使用税 | | 1,222.26 |
| | 土地增值税 | | 2,062.61 |
| | 车船税 | | 302.00 |
| | 耕地占用税 | | 1,075.46 |
| | 契税 | | 2,765.73 |
| | 烟草税 | | 91.38 |
| 规费收入 | 非税收入小计 | 2,695.67 | 11,440.37 |
| | 专项收入 | 361.40 | 2,695.01 |
| | 行政事业性收费收入 | 404.02 | 3,635.36 |
| | 罚没收入 | 38.76 | 1,262.63 |
| | 其他收入 | 1,891.49 | 3,847.37 |

资料来源：《2012 年中国统计年鉴》。

2.3.2 收费

和税收不同，收费在立法程序中更加灵活。从高层的政策设计到落实，它们的周期相对较短，在指定用途方面也更加灵活。表 2.6 表明，规费收入在中国政府 2011 年非税收入中占有相当大比例，而且绝大多数此类收入归于地方政府。因此，改革现有规费（如提高污染物排放费和道路通行费）和引入新规费都是地方政府低碳努力的重要资金来源。不过，一个值得注意的事实是，中国的现行财政制度和政策改革显然旨在以税代费。过度以收费作为融资手段在某种程度上是与税制改革的总体方向相冲突的。尽管如此，经过精心设计的低碳发展规费制度，作为一种比较容易在短期内执行的财政工具，可以在短期内为地方政府有效提供额外财政资金。本节涉及发达国家的现有案例，旨在讨论某些不

违背（或者会在短期内发生较小冲突）中国总体财政制度改革的可行性低碳发展收费制度。在国际社会，有利于地方低碳发展的收费政策现在相对集中于住房和交通领域，应对污染物排放（包括使用能源和温室气体排放）的主要融资工具是排放量交易和税收。我们将在第**四**节讨论碳融资过程中的排放量交易。

在有利于低碳发展的规费方面，我们首先可以基于房地产开发商的项目地理位置，一次性向其征收金额不等的规费。这类收费可以敦促开发商有效使用土地资源，同时可以提供额外收入。例如，丹麦哥本哈根的地铁延伸资金就来自对该市 Orestad 区房地产开发项目的收费；美国和加拿大都对城市开发商征收金额不等的规费，为城市公共设施发展提供资金（Burge，2010 年）。这些收费不同于传统收费，因为它们要求项目开发商承担其项目区域以外的城市总体发展成本，所以对中国地方城市的低碳融资有一定参考价值。另一个例子是巴西的圣保罗地区。该地区通过出售现有房屋的加高权增加地方财政收入，它规定容积率超过规定标准的新建筑必须在施工前购买此项权利。中国也可以考虑这种做法，允许开发商突破法定容积率，但对其征收额外规费。这不仅可以丰富房地产市场的多样性，还能为城市低碳发展提供一个有效的资金来源。

其次，我们可以征收交通费，以减少使用机动车，进而减少城市的碳排放和本地污染。一个相对宽泛的手段是征收拥堵费，即对交通高峰期的机动车征收规费。伦敦、斯德哥尔摩、新加坡和米兰都已开始征收此项规费，并已有效减少了二氧化碳排放（约 19.5%）（Beevers 和 Carslaw，2005 年）。尤其是在 1875 年，新加坡开始对进入 6 平方公里闹市控制区的车辆（不含公共交通车辆）征收 3 新加坡元/天的道路拥堵费。在美国，纽约市议会 2008 年 3 月 31 日通过了一项决议，在曼哈顿区征收拥堵费。根据该决议，将对每天上午 6 时至下午 6 时进入曼哈顿区第 60 街向南至华尔街商业区范围内的车辆征收拥堵费，费率为轿车 8 美元/天，货车 21 美元/天，出租车加收 1 美元附加费。与此同时，取消了给予该区域车库的税额减免。除了这些措施，新加坡和米兰对高排放水平车辆加收高额排放费。在已征收规费的使用方面，伦敦将拥堵费用于发展城市公共交通工具。最后，纽约和洛杉矶在高度拥堵区域征收的停车费甚至更高。我们建议中国征收类似的拥堵费（针对停放或移动车辆），或者根据车辆排放水平征收递进式规费，并将所产生的收入用于低碳交通部门的建设和维护。

2.3.3 转移支付

转移支付在广义上是指向特定支出领域分配财政收入的政府行为。中国中央和地方政府之间现有转移支付模式的特点是，首先统一征收财政收入，然后将收入分配给地方政府或国有企业。因此，可以认为转移支付是地方政府低碳融资的一个重要资金来源。支持地方政府低碳融资的转移支付形式是中央政府预算内或预算外的发展补贴。作为回报，地方政府或项目开发商承诺将已开发设施的使用费维持在中央政府认可的适当水平，以提供符合成本效益的低碳城市服务。例如，韩国 2009 年开始执行“第一个绿色增长五年行动计划”。该计划按项目费用的大约 20-30% 为绿色城市发展项目（由公共和私营部门联合开发）提供补贴；不过，这个数字在轨道交通项目领域还有可能提高到 50%，在环境保护服务项目领域则可能高达 50-80%。这种转移支付模式的特点是，集中征收和支付相对容易管理。中央政府的转移支付需要与低碳城市发展项目更好匹配，并与地方政府的供资时间和空间更好协调，以最大程度发挥财政支出效应。我们建议中国在绿色/低碳支出领域试验中央和地方政府间的共同协调机制。

与集中支付模式相反，转移支付的指定用途模式通常是指来自特定税种或规费的收入接受专项管理，并全部用于相应领域。以能源或碳税收入为例，一些发达国家已对此类收入实施独立管理，并直接将其全额用于清洁能源和低碳发展领域的发展和维持。指定用途不仅有利于转移支付的红利最大化，它对于环境保护领域的双重红利效应也很重要，即能在保护环境的同时促进（绿色/低碳）经济发展和就业。目前，中国尚未广泛应用财政管理机制的指定用途模式。不过，我们可以将部分财政收入转移给更有可能通过在地方一级建立的低碳融资专项基金或在现有基金（如清洁发展机制基金）项下设立地方低碳融资支持项目实现低碳发展的部门。我们将在随后讨论基金形式的低碳融资。最后，现有转移支付机制可以考虑为短期内遭受结构性经济损失的领域提供更多的补偿，以表彰其发展绿色、低碳经济的努力。这将激发地方政府发展城市低碳经济的热情。

除了转移支付，中央政府的直接投资也有可能减轻地方政府的投资负担，还可能反过来为地方政府带来更多可支配收入，并将其用于推动低碳经济。因此，我们需要进一步澄清环境保护领域的投资人权责，调整低碳经济投资领域各类投资人（包括中央政府、地方政府和企业）的投资行为，并规范低碳投资

活动。正如汪文祥指出的，投资人在环境保护领域的权责划分存在许多不足和缺陷，需要进一步加以完善。¹²投资人在低碳发展和环境保护领域的权责划分必须遵循公平、公正和效率原则，划定政府与企业和个人之间以及中央政府与各级地方政府之间的权责范围。汪（2012 年）还就如何划分中央和地方政府在低碳投资领域的权责提出了进一步建议。

中央和地方政府的权责划分必须遵循受益原则、效率原则、各级政府的投资事权和责任与其财力相匹配的原则。根据这些原则，我们必须合理划分中央政府和地方政府、以及省、市、县、乡各级政府的权责。这首先意味着，我们要根据受益原则，让中央政府承担可能跨地区受益的低碳发展和环境保护领域跨区域投资事权和投资责任。它还必须影响国家经济和社会发展，并确保由地方政府承担可带来区域内、省内利益及影响地方经济社会发展全局的地域性、地方性政府低碳发展和环境保护投资事权和投资责任。二是我们要根据效率原则，允许由最有效率执行低碳和环保投资的政府承担此类投资的权责。就中国的实践来看，我们发现中央政府能更有效率地承担跨区域、跨地区的低碳或环境保护重大项目，而地方政府能更有效率地执行区域性低碳或环境保护投资活动。此外，从当前实践看，对于相关区域和全国共同受益的中央和地方联合执行的低碳或环保投资，中央政府应将该类投资权责直接下放给地方政府，仅在资金方面给予后者与全国受益程度相适应的支持和补贴。鉴于各级政府的财力，我们建议在低碳或环境保护事务方面，须在中央和地方政府之间适度加大中央政府的权责，在地方各级政府之间，我们必须逐步加大省级和地市级政府的权责，并不断减轻明显过重的县乡政府负担。

2.4 城市低碳融资的金融工具

除了财政政策，金融工具也是地方政府开展低碳融资的关键政策手段。本节根据金融工具的类型和特征引用现有国际案例，讨论如何借助现有金融工具实现地方政府的改革和创新，从而提升它们供资低碳经济的能力，并拓展它们在这方面的融资渠道。表 2.7 全面概括了本节分析的关键金融政策手段。

¹² 汪文祥，《环保投资：基层地方政府不堪重负，中央政府支出待增加》，中国经济导报，2012 年 5 月 10 日。可见 <http://www.ceh.com.cn/ceh/llpd/2012/5/10/112169.shtml>

表 2.7：地方政府低碳融资所采用的金融工具概要

| 类型 | 内容 |
|--------|------------|
| 公共金融创新 | 政策基金 |
| | 财政支持的担保基金 |
| | 地方政府绿色专项基金 |
| | 地方融资平台 |
| | 公私合营（PPP） |
| | 私人捐款 |
| 碳金融工具 | 国际碳市场 |
| | 国内碳市场 |
| | 其他市场创新 |
| 传统金融创新 | 传统信贷 |
| | 碳资产抵押信贷服务 |
| | 国际碳保理服务 |
| | 债券 |
| | 期权工具 |
| | 风险管理工具 |

2.4.1 创新性的公共资金引导工具

在城市的低碳发展中，公共资金有可能发挥至关重要的引导作用。首先，它能有效充当低碳经济项目的稳定资金来源。其次，它能进一步引导更多私人资金进入该领域。公共资金的引导作用在政策基金、地方政府的绿色专项基金、财政支持的担保基金、公私合营等方面得以体现。此外，在公共政策的正确引导下，公共资金可以有效强化私人捐款的热情和方向。本节将逐一介绍这些公共资金引导融资模式，并会基于地方政府的融资需求，讨论公共资金引导工具为地方政府的低碳融资努力提供额外资金的可行性。

政策基金

国家政策基金和地方政府之间的合作可以有效推动低碳项目，降低项目风

险。目前，中国没有严格意义上的低碳发展基金，但有一些针对领域内活动和项目的专项基金。例如，中国于 2006 年 8 月创建了中国清洁发展机制（CDM）基金，以支持气候变化应对承诺。中国清洁发展机制基金的资金来源包括：来自清洁发展机制项目核证减排量（CER）转让的政府收入、财政拨款、基金自身的营业收入以及来自国内外组织和个人的捐款。除此之外，政府还征收电力附加费，以推动使用可再生能源，促进开发、应用新能源。这种附加费收入与公共财政分配的可再生能源发展专项资金共同支持可再生能源的开发和利用。2012 年以来，旨在推广可再生能源的电力附加费已从 0.004 元人民币/千瓦时提高到 0.008 元人民币/千瓦时。这一变动导致的额外收入粗略估计有 200-300 亿元人民币。

此外，地方政府还可以通过新兴产业创业投资计划来加强它们对辖区内低碳投资的引导。例如，在根据“十二五”发展规划推出的新兴产业创业投资计划中，中央政府划拨部分产业技术研发资金，连同地方政府资金和社会资本共同投入新兴产业注册资本。

自 2008 年 10 月颁布《关于创业投资引导基金规范设立与运作的指导意见》以来，许多地方政府都已创建起政府创业投资引导基金。政府投资引导基金是指由政府创建并以市场化方式运作的政策性基金。它们旨在支持创业投资企业的发展，进而引导社会资本进入创业投资领域。其经营遵循政府指导和市场化运作原则，主要运作模式包括认购股份、提供融资担保、开展后续投资、提供投资担保、提供风险补贴等等。政府投资引导基金可以刺激财政资金发挥杠杆效应，引导私人资本进入即将集中开发的产业。它们主要投资处于早期或中期发展阶段亦即处于孵化或增长发展阶段的企业。例如，2010 年 3 月设立的上海创业投资引导基金的资金规模达 30 亿元人民币；通过与 12 个创业投资子基金合作，利用资金总额超过 40 亿元人民币。

方框 2.1 举例说明欧盟中央金融机构与其成员国政府共同设立联合基金，以期为地方政府努力发展低碳经济提供额外资金来源。我们建议中国政府基于上述既有基金管理模式和中央政府基金，与地方政府、地方基金或基金管理组织建立合作关系，为努力推动低碳经济提供联合融资模式。

方框 2.1：中央金融机构和地方政府的合作

欧洲投资银行（EIB）与欧盟委员会共同采用欧盟结构基金，以利用私人投资发展低碳城市项目。这方面有一个相对典型的融资机制，简称 JESSICA。JESSICA 能确保公共部门以有偿方式投资，为无法从商业部门获得资金的项目提供资金。它并不取代公共部门的其他现有融资形式，而是对它们的补充，它还能更好平衡投资人的风险和回报。JESSICA 需要政府决策者的参与，以便为地方政府提供更大的政策空间，并从商业部门获得更多专业信息。

就 JESSICA 和英国政府的合作关系而言，我们发现 JESSICA 的组织结构可以分为两个部分：控股基金，由欧洲投资银行管理，负责制定整体战略；城市发展基金（仅作一般参考，并非确切名称），负责接收控股基金的资金，利用私营部门的资金管理经验和技能操作具体项目，以推动低碳发展，实现项目利益最大化。通过申请使用城市发展基金的资金，项目申请人可以确保正常、顺利地执行相关项目。

伦敦绿色基金是参与管理 JESSICA 的基金之一。该基金创建于 2009 年 11 月，注册资本 1 亿英镑，旨在帮助减少伦敦的二氧化碳排放量。在其资本构成中，欧洲区域发展基金贡献了 5000 万英镑，伦敦发展署贡献了 3200 万英镑，伦敦废物处理和回收局贡献了 1800 万英镑，其目的都是资助伦敦的二氧化碳减排项目。作为伦敦绿色基金的管理方，欧洲投资银行供资不同的城市发展基金，支持它们的循环经济和节能方案。

财政支持的担保基金

以财政支持为项目提供担保，可以有效降低风险，提高项目的预期收益率。如表 2.8 所示，以公共基金作担保的做法已经存在，尽管很少应用于低碳发展领域。我们建议地方政府采用类似的担保机制，为其低碳经济部门的投资活动提供担保服务。

表 2.8：以公共基金作担保的国内实践

| | |
|-----------------|---|
| | 商业工具 |
| 济南出口担保基金 | 该基金由市财政全额供资，按专用存款账户的原则经营，接受统一管理，根据认证情况放款，封闭式运作，逐笔结算，全部无偿使用并回收。在为期四年的创建过程中，该基金累计提供了 497 笔贷款担保，涉及 200 多家出口企业，担保金额达 3.18 亿元人民币。 |
| 北京中小企业信用再担保有限公司 | 除了比例、一般、联合、让与和双重担保，该公司还提供新的商业信托计划和企业创业贷款，为处于早期发展阶段的小企业提供短期融资。根据融资金额，支持小企业的产品被分为两类，即“赠与性授权担保”和“基于担保发放贷款”。“赠与性授权担保”的信用额度为 100 万元人民币，由交通银行审查核准。批量审查核准之后，再担保公司将提供担保，按一定的贷款金额比例承担共同及连带责任。“基于担保发放的贷款”的信用额度为 100-500 万元人民币，首先由合作担保机构（应由再担保公司和银行共同确定）提供担保并承担共同及连带责任，再由再保险公司按一定的贷款金额比例提供再担保，最后由银行快速审查核准。 |

地方政府绿色专项基金

地方政府联合发展融资机构和投资公司共同设立基金，以推动低碳城市的基础设施建设和低碳产业发展的做法已经存在。与此同时，有越来越多的例子表明，社会资本在主动地发起低碳私募股权基金，例如浙商诺海低碳基金。根据这一趋势，地方政府可以参照政府创业投资引导基金的模式，设立绿色专项引导基金，以引导更多社会资本投入绿色、低碳领域。作为一个母基金，绿色引导基金将为支持清洁技术的创业投资企业提供发展支助，并向低碳私募股权基金提供捐助。和政府引导基金一样，绿色引导基金也可以在其运营中采取认购股份、提供融资担保、进行后续投资、提供投资担保、为风险经营提供补贴等方式。

地方融资平台

建立地方融资平台可以有效推动并方便地方政府努力开发新的融资工具。鉴于通过城市发展投资公司为基础设施建设供资的做法已经普及，我们将在本节重点分析推动地方政府发行低碳债券并建立地方低碳中心的问题。

一个重要问题是，如何让城市通过发行债券，以更好、更方便的方式获得低碳发展贷款，从而供资低碳发展。在传统金融市场上，这是有关低碳融资创新的一个重要部分。目前，地方政府（包括经合组织国家的地方政府）利用贷款和债券来服务这个目的的做法仍然相当有限。一些国家明令禁止地方政府通过债券募集资金，另有其他国家则允许地方政府在募集资金时寻求短期贷款，但禁止它们寻求长期贷款。不过，Della Croce 等人的一项研究（2011 年）表明，通过贷款和债券形式，基础设施发展能更有效地利用融资规模和融资效率。事实上，一个城市的借贷规模和收入之间存在以下关系：城市的收入（预期收入）越多，城市可以获得的贷款就越多，城市通过贷款和债券进行融资也因此更加便利。在通过发行债券进行低碳融资方面，对中国有较大参考价值的一种融资形式是由中央和地方政府联合发行绿色债券，为地方一级的低碳项目融资。例如，世界银行为中低收入国家的城市绿色债券融资努力提供了便利条件，但条件是这些城市的地方政府要与它们合作并为它们提供担保。

对“气候债券倡议”的一项研究表明，鉴于减排和气候变化应对领域相对广泛，目前世界各地有 1000 多种气候主题债券；这些债券由 207 个发行人创建，规模约为 1740 亿美元。公司（包括上市公司和非上市国有企业和私营企业）占此类债券的 82%，然后是银行和金融机构（13%）、项目债券（3%）和市政债券（2%）。此外，还有一些价值达 2040 亿美元的债券，其 50% 的收入和活动都与气候经济有关。除了公司在低碳领域发行债券，中国很少使用专项气候债券。因此，中国金融机构的发展，可以借鉴国际舞台上的多边金融机构经验，向其他金融机构和机构投资者发行气候债券，力争增加气候变化领域的投入资本。未来，加速投资人参与和市场扩张要依赖三个重要条件：（1）标准化和第三方认证；（2）满足特定规模；及（3）协助公共基金推动气候债券评级。在为地方政府发展低碳经济提供资金来源方面，气候债券能够发挥作用。首先，可以通过由中央政府或机构发行的气候债券为地方低碳项目融资。其次，可以通过由

地方政府直接发行的气候债券为地方低碳项目融资。尽管这些选项目前在中国难以运作，但鉴于气候债券的现有国际经验、普及程度以及不断扩大的规模，可以将其提交决策者，作为中长期政策的选项。

最后值得关注的一个事实是，金融工具创新方面的既有经验往往相对较少。加上低碳发展项目在技术和管理经验方面的不确定性，使得投资人的风险加大。为了有效分享这个领域的技术和管理经验，阿姆斯特丹市政府与当地银行合作创办了绿色金融实验室（方框 2.2），旨在促进不同部门之间的交流，推动低碳投资，有效降低投资风险。我们建议中国也设立这样一个融资平台，为国家和地方低碳融资努力提供全面支持。

方框 2.2：阿姆斯特丹的绿色金融实验室

为了有效促进不同部门之间的经验交流，降低低碳发展领域投资的风险和成本，阿姆斯特丹市政府联合荷兰银行 ABN AMRO 创办了绿色金融实验室。作为阿姆斯特丹可持续发展计划以及阿姆斯特丹市政府和荷兰中央政府之间的“绿色协议”的重要组成部分，该实验室致力于探索新的融资形式，以帮助阿姆斯特丹成功转型为一个可持续发展的城市，并为公共和私营部门提供一个交流与合作平台。该平台为投资人提供不同角度（如研究、金融、政府和私人投资等）的参考意见，并与投资人协商最佳投资方式。

公私合营 (PPP)

作为公共财政的一个重要补充，民间融资是地方政府有效发展低碳经济的一个重要资金来源。随着经济的进一步发展，资金需求越来越大。仅仅通过公共部门供资低碳发展无论在时间还是预算方面都不可持续，而且靠政府的过度支持也无法有效推动低碳发展的产业化和商业化。因此，它不利于降低成本，从而会妨碍低碳经济的正常发展。目前，政府主导的公私合营形式被大多数经合组织国家广泛采用，但各国的内容和组织结构存在很大差异。它涵盖了从最简单的政府委托管理合同到民间融资计划等一系列广泛形式。¹³

根据这一模式，私营部门可以更多地有效参与项目的设计和早期分析，反

¹³ 经合组织，Les Partenariats Public - Privé: Partager les Risques et Optimiser les Ressources. 巴黎: 经合组织，2008 年。

过来，私营部门也能长期利用资金（方框 2.3），而不必按传统方式严格执行合同约定的政府工作。这非常有助于分散风险和降低投资成本。表 2.9 概括了成功应用公私合营融资形式的城市。方框 2.4 介绍了一个由地方政府和私营企业联合提供担保的低碳融资创新成功故事。

另一个例子是韩国的基础设施信用担保基金（ICGF）。该基金由韩国信用担保基金管理，旨在为公共和私营部门联合供资的低碳项目提供担保。基础设施信用担保基金的资金有三个来源：政府基金、担保费和投资回报。低碳项目担保的上限为 1000 亿韩元，特殊情况下可达 2000 亿韩元，年担保率为 1.5%。基础设施信用担保基金为韩国的低碳绿色城市和绿色发展总体计划提供了有效支持。另一个典型的公私合营形式是能源管理合同。

方框 2.3：地方政府支持的民间融资计划

伯明翰地区能源计划是一个全面的区域性低碳发展计划，其主要目的是通过网络重组和火力发电联合提供更高效、更清洁的能源。为了更好地为该计划融资，伯明翰议会与 Cofely 地区能源有限公司于 2007 年共同创办了伯明翰地区能源公司，以促进私营部门的投资热情，实现该区域的低碳发展目标。该计划项下的 Broad Street 项目可以确保每年减少 4000 吨二氧化碳。此外，阿什顿大学和伯明翰儿童医院的节能项目也分别于 2009 年和 2010 年启动。

方框 2.4：法国尼斯的生态友好型体育场建设

法国尼斯的生态友好型体育场项目需要一个完整的工作周期：设计、融资、建设、使用和维护等。该项目旨在建设一个自足性体育馆，使其能源供应和消耗的余额为正数。作为尼斯市可持续发展总体目标的一个重要组成，该体育馆大量采用木质结构和一种依靠自然风的独特通风设计。尽管该项目难以按传统融资模式执行，但它在公私合营融资形式下取得了成功，公共和私营部门为此签署了一个长达 30 年的合同。其初始成本相当高，但鉴于复苏期相对较长，项目投资人在整体规划和设计中考虑到节能因素，旨在长期确保稳定的收入。

表 2.9：采用公私合营融资形式的城市概要

| 部门 | 城市 | 国家 |
|---------|-------|------|
| 公共自行车系统 | 巴黎 | 法国 |
| | 里昂 | 法国 |
| | 伦敦 | 英国 |
| | 巴塞罗那 | 西班牙 |
| | 塞维利亚 | 西班牙 |
| | 奥斯陆 | 挪威 |
| | 斯德哥尔摩 | 瑞典 |
| | 布鲁塞尔 | 比利时 |
| | 都柏林 | 爱尔兰 |
| | 柏林 | 德国 |
| 建筑节能 | 伦敦 | 英国 |
| | 巴黎 | 法国 |
| 废物处理 | 悉尼 | 澳大利亚 |
| | 哥德堡 | 瑞典 |

资料来源：40 国最佳实践项目。可见 <http://c40.org/home>

私人捐款

与贷款不同，捐款通常不是为了获得回报，而是一般用于支持公共设施发展和持续的发展部门。捐款来源包括国内（个人和组织）和国际（双边和多边银行、个人或企业、外国政府）捐款。不过，中国的绝大多数捐款都来自国际捐赠。捐款能有效推动有助于低碳经济和公共（基础设施）设施发展的项目的实施，是地方政府的主要资金来源。

慈善机构和相关非政府组织也提供了部分气候基金，这些基金来自私人捐助者和企业的慈善基金会捐赠、企业社会责任倡议和非政府组织行动等。发达国家的慈善制度相对健全，其捐赠规模和慈善机构数量都比较大。有很多组织关注气候变化，这方面的现有统计数据可以证明这一点。例如，据加利福尼亚环境协会的估计，美国的基金会每年能为气候变化相关项目提供大约 2100 万美

元（CEA，2007 年）。

国内捐款通常来自私营部门的捐赠。私人捐款可进一步构成地方政府低碳融资的重要来源。中国的气候变化慈善事业刚刚起步，其资金主要来自企业、社会团体和个人捐赠，资金以绿色公募、企业社会责任倡议等形式经由慈善机构流入气候变化领域。中国的绿色公共基金包括中国绿化基金会、中国绿色碳汇基金会等。这些基金的资本来源主要是：国内外的自然人、法人或其他组织的捐助；政府供资；及基金的自身增值。据中民慈善捐助信息中心估计，中国 2011 年接受的国内外实物和现金捐赠总额约为 845 亿元人民币，其中有 4.62% 的捐赠收入流入生态环境领域。¹⁴ 尽管如此，企业仍是中国慈善事业的关键力量，其中以私营企业捐赠最多。中国绿化基金会的 2011 年总收入为 3.24 亿元人民币，其中的 3.15 亿元人民币来自捐赠。¹⁵

一些国家给予低碳发展领域的捐赠企业或捐赠个人税收优惠（所得税）。从捐助者的角度来看，以捐赠形式花费收入，能令其少付所得税，从而比不捐赠的花费要少（也就是说，他们在不捐赠情况下的支出将多于他们在捐赠情况下的所得税和捐赠支出）。我们建议中国给予低碳发展领域的捐赠个人和捐赠企业至少 100% 的税率优惠，以鼓励私营部门的捐赠热情。

2.4.2 碳金融工具¹⁶

国际碳市场

目前，清洁发展机制市场是主要的模式和来源，我们可以通过它在国际碳市场上获得资金。国际碳市场曾在促进社会资金流入低碳项目方面发挥非常积极的作用。不过，受近期国际经济形势和清洁发展机制调整的影响，国际碳市场很不景气。2012 年之后，由于尚未确定清洁发展机制的替代机制，国际碳市场向发展中国家提供的资金流有可能大幅减少。但对中国来说，国际碳市场仍很重要，因为中国是清洁发展机制的主要参与者，也是最大的碳信用提供者。

¹⁴ 北京新闻，“2011年度中国慈善捐助报告：人均捐款仅62.7元”，2012年6月，可见 <http://news.anhuinews.com/system/2012/06/29/005050344.shtml>

¹⁵ 中国绿化基金会，2011 年、2012 年《审计报告》。可见 <http://www.cgf.org.cn/jiandu/>

¹⁶ 第 4.2 节主要基于主要碳交易网站的信息，如：蓝虹，《碳金融与业务创新》，2012 年；涂永前，《碳金融的法律再造》，选自第三版，2012 年。

尽管与其资金需求相比，国际碳市场能为中国发展低碳经济提供的现有融资规模不过是杯水车薪，但清洁发展机制的作用并非只为中国提供气候资金，它还要为基础设施的顺利发展提供便利，而这是发展国内碳市场的需要。

国内碳市场

作为一种市场手段，国内碳市场对于地方政府筹集低碳发展资金、形成长期减排机制、鼓励企业参与减排具有重大意义。

随着中国政府的积极行动和国际社会的支持，国家发展和改革委员会于 2011 年 10 月底下发通知，允许北京、天津、上海、重庆、湖北、广东和深圳开展碳排放交易试点项目。该试点项目正在积极探索碳市场的发展模式，不过现在都处于初步阶段。北京、上海和广东的碳排放交易试点项目分别于 2012 年 3 月 28 日、2012 年 8 月 16 日和 2012 年 9 月 11 日启动。

来自碳排放配额拍卖的财政收入可以作为地方政府和中央政府发展低碳经济的一个重要资金来源。不过，如方框 2.5 所示，这些政策往往需要一段调整和过渡时间，而且不会在早期执行阶段带来显著财政收入。尽管如此，地方政府和中央政府仍应提前协商使用来自碳排放配额拍卖的财政收入，以确定收入的分配、管理和用途，同时推动发展碳市场试点项目。

方框 2.5：拍卖碳排放配额

欧盟 ETS 机制已经覆盖能源部门和高碳密集度工业企业。这两个部门的二氧化碳年排放量约占欧盟二氧化碳总排放量的一半，欧盟温室气体总排放量的 40%（二氧化碳当量）。自 2005 年正式启动起来，欧盟碳交易体系先后经历了 2005-2007 年第一阶段的适应期和 2008-2012 年第二阶段的探索和完善。从第三阶段开始，欧盟 ETS 将全面强化、统一采用碳排放配额拍卖机制，力争到 2020 年将欧盟的二氧化碳排放量在 2005 年水平上降低 21%。除了欧盟碳交易体系，现有及拟于近期推出的碳交易体系也在一定程度上采用拍卖形式。例如，区域温室气体倡议（RGGI）一开始就采用了 100% 配额拍卖形式；西部气候倡议（WCI）对至少 10% 的碳配额进行拍卖；新西兰碳交易体系整体采用拍卖形式，为有可能出现碳泄漏的工业部门提供免费配额；

澳大利亚拟于 2015 年实施的碳交易体系也已就绪，它将优先进行碳配额拍卖，并为高能耗产业分配免费排放配额。

中国的国内碳市场有望推动国内企业的未来减排行动。而且，由于企业积极参与节能减排行动，地方政府在节能减排方面的资源使用量有一定程度的减少，进而可以保证地方政府有更多资源用于其他低碳经济领域。此外，积极发展自愿减排一方面可能产生进行碳市场交易的中国核证减排信用，另一方面可以推动地方基础设施和工业建设技术的转化和升级，从而为发展地方低碳经济做出贡献，并作为地方政府财政支出的替代。

其他市场创新

中国的金融市场总体上并不成熟。它的碳金融市场刚刚启动。因此，政府需要学习国际经验，鼓励发展碳金融产品。在当前阶段，世界四大洲都有自己的标志性碳交易所。印度、巴西等新兴市场的碳交易所较早引入了碳期货、碳期权等金融衍生品。国际典型的碳金融交易工具包括碳远期交易、碳期权、碳期货和证券化碳金融产品。表 2.10 描述了欧洲、美洲、澳大利亚和亚洲的排放权交易和碳金融产品。

表 2.10：主要的外国排放权交易和碳金融产品

| 地区 | 名称 | 碳金融 |
|----|--------------|--------------------------------|
| 欧洲 | 欧洲气候交易所（ECX） | 欧盟排放配额、减排单位、核证减排量远期期权产品 |
| | 欧洲能源交易所（EEX） | 供电产品、电力、欧盟排放配额 |
| | 北欧电力交易所（NP） | 电力、欧盟排放配额、核证减排量 |
| | BlueNext 交易所 | 欧盟排放配额、核证减排量可用产品和衍生品 |
| | Climex 交易所 | 欧盟排放配额、核证减排量、自愿减排、减排单位和分配数量单位 |
| 美洲 | 绿色交易所 | 欧盟排放配额、核证减排量、区域温室气体倡议、二氧化硫和氮氧化 |

| 地区 | 名称 | 碳金融 |
|---------|-----------------------|--|
| | | 物配额及加州碳排放配额气候变化协议，及自愿减排/自愿减碳额度、可再生能源信用额度 |
| | 芝加哥气候交易所（CCX） | 北美、巴西的六种温室气体补偿项目信用交易 |
| | 芝加哥气候期货交易所（CCFE） | 标准期货合同，结算废弃物排放配额及其他环境产品 |
| 澳大利亚和亚洲 | 澳大利亚气候交易所（ACX） | 核证减排量、自愿减排额度、可再生能源信用额度 |
| | 澳大利亚证券交易所（ASX） | 可再生能源信用额度 |
| | 澳大利亚金融和能源交易所（FEX） | 环境等交易产品和柜台服务 |
| | 新加坡商品交易所（SMX） | |
| | 新加坡亚洲碳交易所（ACX-change） | 有关碳信用期货产品及股份期权或有关已签发的减排单位或自愿减排额度拍卖的长期合同 |
| | 印度多种商品交易所（MCX） | 两种碳交易信用碳产品合同：核证减排量和碳金融工具 |
| | 印度国家多种商品交易所 | 核证减排量 |

碳远期交易是指在项目启动之前签订碳减排项目（如清洁发展机制项目），以规定未来的碳排放交易价格、数量和时间。有两种定价模式，即固定价格和浮动价格。固定价格是指碳排放权的未来结算采用的价格，它不随市场波动。浮动价格包括基础价格和欧盟参考价，是最低价格加上紧盯配额价格的浮动价格。就中国参与的清洁发展机制项目而言，已签订的核证减排量远期合同大多规定有固定价格。尽管这能避免价格波动风险，但当国际市场价格上升时，它将无法分享盈利。

表 2.11 概述了主要国际期权和期货产品。碳期货是指购买期货合约替代现货市场上的碳信用配额（如欧盟配额），使欧盟配额价格能对冲通胀，从而达到

回避和转移价格风险的目的。因此，碳期货具有价格发现功能。在全球碳市场上，碳现货交易仅占很小比例，期货交易是主流。在碳期货交易中，一般会收取管理费、交易费和清算费。

表 2.11： 主要国际期权、期货及其特征

| 产品 | 特征描述 |
|--------------|---|
| 欧洲气候交易所碳金融合约 | 洲际气候期货交易所和欧洲气候交易所期货（ICE ECX期货）合约旨在为欧盟排放权交易体系排放配额的交易、风险管理、对冲和实物交割提供便利。 |
| 欧盟排放配额期货 | 本产品由从事集中业务的欧洲能源交易所统一设计。它是标准合约，规定应在未来某个设定时间和地点移交的碳排放指标的质量和数量。价格应通过交易所内部公开竞价达成。 |
| 核证减排量期货 | 可避免核证减排量价格大幅波动风险。 |
| 欧盟排放配额期权 | 给予持有人/买方于到期日之前在共享期权范围内选择执行合约的权力，并给予买方/卖方履行合约的义务。 |
| 核证减排量期权 | 通过清洁发展机制实现认购期权和认沽期权价值。 |

碳期权是基于碳期货开发的碳衍生交易工具。以核证减排量期权为例，一旦核证减排量价格有望上升，核证减排量的卖方将购买认购期权，以对冲期货价格的上升。相反，一旦未来的核证减排量价格有望下跌，卖方将购买认沽期权，以锁定盈利。

碳金融资产的证券化是指投资银行或其他金融机构将碳资产投入一个碳资产池。然后以碳资产池为担保，在金融市场发行证券以募集资金，从而利用资产池生成现金流。资产池内的资产可以包括清洁发展机制项目、来自商业银行的碳排放权抵押贷款、碳排放权的融资租赁、与碳排放相关的企业应收账款以及银行获利。碳金融资产的证券化提高了碳资产的流动性并转移了风险，从而有助于发展碳金融衍生品市场。

随着世界碳排放交易的增多，主要交易国将逐个建立排放量交易制度。中国也应该积极发展碳衍生品市场，采用多元化的衍生品市场模式，为碳金融市场交易提供更好服务。在当前阶段，尽管中国已经建立了一些碳排放权交易所

和碳期货交易所，但尚未发展适应中国市场的碳衍生品金融机构。现在，中国金融机构提供的碳金融服务主要侧重于咨询、碳排放权购买代理和交易结算。

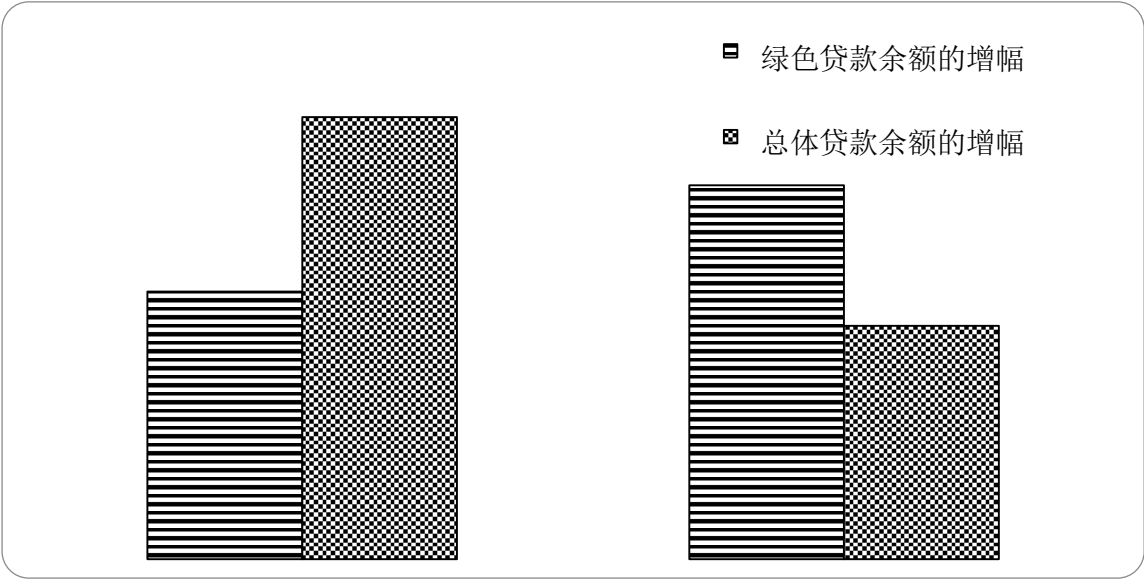
2.4.3 传统金融市场工具的创新

中国的金融产业仍然处于早期发展阶段，其信贷市场是国内企业最重要的资金来源。但在气候融资领域，尚未充分发挥传统金融市场的作用，且气候相关项目并非最热门的投资领域。尽管中国银行业监督管理委员会一直大力推动绿色信贷，但绿色贷款占贷款总额的比例仍然微不足道。尽管如此，必须指出的是，债务融资和证券融资市场正在快速发展，但规模仍然较小。在许多情况下，城市低碳经济的发展仍然面临着从传统金融市场寻求资金的困难。为了促进通过传统金融市场提供更多气候资金，我们必须依赖明确的投资信号、完备的政策、金融中介结构的高度活力，以及金融工具的创新。本节专门分析传统金融市场工具如何为地方政府发展低碳经济提供更有效的金融支持。

传统信贷

目前，银行贷款是中国企业的主要融资渠道，2011 年的金融机构贷款余额达 54.8 万亿元人民币。在信贷市场，银行积极加强针对节能和低碳经济以及环境保护的信贷支持。2011 年，获得银行部门支持的节能环保项目的数字显示，其年同比增长率为 28.79%（这些项目的贷款余额增长了 25.24%），新兴战略产业的贷款达 3634.6 亿元人民币，增长率为 36.5%（Yang，2011 年）。与 2010 年相比，2011 年银行业金融机构的节能环保贷款余额增幅较大，超过上一年度的贷款余额增幅（见图 2.7）。截至 2011 年底，包括国家开发银行、中国工商银行、中国农业银行、中国银行、中国建设银行和交通银行在内的 6 家金融机构的相关贷款余额超过了 1.9 万亿元人民币。根据统计数字，金融机构 2009 年提供的节能环保项目贷款达 8560 亿元人民币，占贷款总额的 8.93%。从以上数据可以看出，尽管节能环保领域的贷款迅速增加，但与传统产业相比，节能环保项目和低碳产业方面的贷款比例仍然很低。

图 2.7：金融机构绿色贷款和总体贷款余额的增长情况（2010–2011 年）



资料来源：中国人民银行《金融统计数据报告》；中国银行业协会《年度中国银行业社会责任报告》

不过，由于定义和统计不统一，绿色信贷（或节能环保贷款）总额仍然缺乏公开统计数据。尽管中国银行业协会发布的《中国银行业社会责任报告》披露了有关近年节能环保领域贷款或贷款余额的不完备统计数据，但 2006-2009 年和 2010-2011 年的未披露数据存在名称差异（从“贷款额度”变换为“贷款余额”），导致不同年份的数据不具可比性。

绿色信贷方面的一些创新产品能为城市低碳发展项目提供融资。

节能减排领域的固定资产贷款是指由银行发放并投入节能减排项目的固定资产贷款，这些项目包括提高能效项目、新能源和可再生能源项目、污水处理和水处理项目、脱硫脱氮项目、固体废弃物处理项目、节能减排设备生产项目（方框 2.6）。这些贷款明确用于节能减排领域，符合中国银行业监管委员会的《绿色信贷指引》。

方框 2.6：兴业银行的节能减排固定资产贷款

兴业银行总结了所有节能减排固定资产贷款项目均应关注的各类风险。对于节能减排专业服务项目，银行应注意其技术成熟度、节能减排服务合同的完备性以及总体项目成本和收益分配比例是否符合市场条件。对于资源回收项目，银行应注意以下市场风险：废物的原材料供应；技术成熟度；原料综合利用、产品质量和分销渠道的商业运营条件等。对于节能环保领域的独家生产项目，银行应注意避免因按市场概念运作而造成产能过剩风险的盲目投资。

在实施广东省东莞市长安镇路灯改造项目的过程中，项目承包商（一家贸易有限责任公司）需要从一家深圳公司批量采购节电设备。由于承包商缺少采购资金，无法进行批量采购。兴业银行采用买方信贷模式，向节能设备生产商发放了以承包商为借款人的买方专项信贷额度。该笔贷款指定用于采购节能设备。最长贷款期限不超过三年。节能设备生产商负责各种售后服务，并提供还款期内设备回购担保。这不仅支持客户努力扩大销售能力，还增加了承包商的经济效益，改善了当地的环境质量。

节能减排领域的固定资产贷款业务流程包括业务受理、尽职调查、专业评审、审查批准、合同签订、贷款发放、贷后管理等。尽管政府大力支持节能环保产业，但进行风险评估和控制也非常重要。根据兴业银行的经验，对于节能减排专业服务项目，银行应注意其技术成熟度、节能减排服务合同的完备性以及总体项目成本和利益分配比例是否符合市场条件。对于资源回收项目，银行应注意以下市场风险：废物的原材料供应；原材料中的废物比例；技术成熟度；资源综合利用、产品质量和分销渠道的商业运营条件等。对于节能环保领域的独家生产项目，银行应注意避免因按市场概念运作而造成节能环保领域独家产品产能过剩风险的盲目投资。

节能减排领域的流动资金贷款是指银行发放贷款，用于节能减排项目的运营和流动资金周转（方框 2.7）。节能减排领域产品的固定资产贷款用途不同，即贷款被用于投资固定资产，或用于支持流动性。

方框 2.7：兴业银行的节能减排流动资金贷款

山东一家纯碱生产商的生产能力为 220 万吨纯碱和 42 万吨熟石灰。该生产商在竖式石灰窑内用石灰石制造生石灰，然后利用生石灰和水反应生成熟石灰。其煅烧过程不仅要消耗大量焦炭和电力，还会生成大量二氧化碳和电石渣等副产品。生产商希望改进原有纯碱生产工艺，将电石渣和二氧化碳作为主要原材料，利用其独立开发的氨碱法制备纯碱。该项目能生产 40 万吨纯碱，并回收所生成的电石渣和二氧化碳。项目的运行资金不足，需要能匹配项目回收期的中长期融资，及时获得启动生产所需的新生产线。兴业银行为该生产商提供了匹配项目现金流结构的五年期项目贷款，指定用于支持该项目。建成后，该项目已实现综合利用 329 万立方米电石渣，节约 11.5 万吨标准煤，减少 31.6 吨二氧化碳排放。这不仅避免了堆放电石渣所造成的污染，还减少了温室气体排放，实现了对固体废弃物的环保处理。

合同能源管理融资是指节能服务公司就建设和运作合同能源管理项目向银行申请融资，将它们共享的节能收益作为主要还款来源，并保证未来项目收入或采用其他担保形式（方框 2.8）。

方框 2.8：天津气候交易所的合同能源管理融资模式

天津气候交易所在试点基础上建立了六个合同能源管理融资模式。它们是保证保险、节能项目保理、所得买断、抵押融资、融资租赁和信托计划。

保证保险是指保险公司提供保险，以资助合同能源管理项目供应商开展已签约能源管理项目风险评估。保险供应商在评估项目风险之后，以合约形式将能源管理项目资金提供给节能服务公司。保险标的包括合同能源管理项目的技术风险、运营风险和信用风险。如果能源服务公司因其行为或疏忽导致资金提供者遭受经济损失，保险公司应对此经济损失负责。

节能项目保理是指在能源使用单位、节能服务公司和融资银行之间建立一种合约关系。根据合约，能源使用单位和节能服务公司将现有或未来的能源管理合同应收账款转让给银行。与此同时，银行提供项目融资、销售分账管理、应收账款回收、信用风险控制、不良债务担保等服务。

所得买断是指资金提供者在节能分享期内获取来自节能服务公司的合同能源管理项目收益。节能服务公司通过转让项目收益权获取将来收入的折现。在所得买断之后，节能服务公司仍需根据能源管理合同履行包括维护和培训在内的各项义务。与此同时，一旦将来节能收益未能实现合同价值，节能服务公司需要根据所得买断合同给予补偿。

抵押是指节能服务公司通过抵押项目设备和节能技术获得的贷款。作为一种传统融资模式，合同能源管理项目的抵押物范围得以创新，将节能收益作为一种抵押品。在贷款到期的情况下，节能服务公司必须偿还全部贷款，否则银行有权以抵押物作为补偿。

融资租赁是指节能服务公司从融资租赁公司租用其合同能源管理项目投资设备，并根据节能收益在节能服务期内支付设备租金。一旦节能服务公司在节能服务期内偿还全部设备价格，融资租赁公司应将该设备的所有权转让给节能服务公司。金融租赁有助于在开发项目时节约合同能源管理项目的设备资金。

信托计划是指信托公司将大规模的合同能源管理项目或类似的项目组合作为未来收入来源，并为信托计划客户群推出信托产品。所募集的资金用于开发、运营、维护合同能源管理项目；这些项目的节能收益应由能源服务公司和客户分享。

这六个融资模式是天津气候交易所在合同能源管理项目融资方面的探索和创新，它们都有相应的示范项目。

碳资产抵押信贷服务

在碳资产抵押信贷服务的情形下，商业银行向申请人提供信贷，以申请人拥有的碳资产作为抵押。一旦所有人登记了清洁发展机制项目，商业银行即可接收核证减排量抵押，向所有人提供短期流动资金贷款（见方框 2.9 示例）。此项服务不仅有助于企业充分利用未来碳资产，还可以通过银行专业人士评估项目的碳资产价值，帮助企业提高清洁发展机制项目的运营和管理效率，并促进减排。不过，碳资产有一定的不确定性，未来碳资产的价值也难以评估。因此，银行开展此项服务的风险较大，仅以未来碳资产作为信贷抵押的服务很少见。

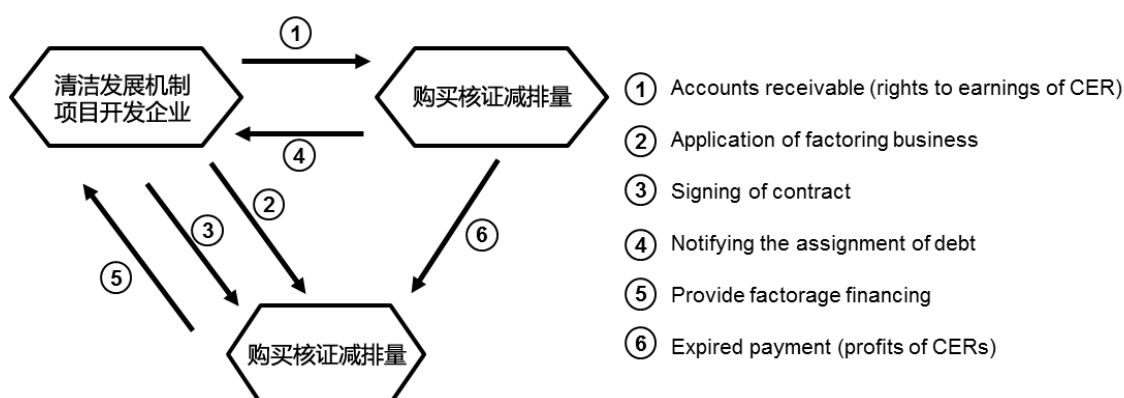
方框 2.9：碳资产抵押担保信贷服务

2011 年 4 月，兴业银行在福州市闽侯县为兴源水力发电有限公司提供了仅以碳资产作为抵押担保的首项信贷服务（无需其他担保条件）。2010 年 6 月，这家公司运营的 20 兆瓦小水电项目在联合国登记为清洁发展机制项目；其年减排量有望达到 43600 吨。这家公司与瑞典碳资产管理有限公司签订了一项减排采购协议，预计每年都将获得碳销售收入。为了充分利用未来碳资产、获得运营优化资金、管理小水电项目以增加未来减排量，这家公司向兴业银行申请碳资产抵押，以碳收入所得作为抵押物。

国际碳保理服务

此服务是指银行与卖方企业签订合同；卖方企业将来自信用销售交易形式的应付账款转让给银行，银行为卖方企业提供全面金融服务，包括融资、应收账款管理、应收账款回收和信贷风险担保（图 2.8）。保理服务的核心是转让应收账款。对于那些已发放核证减排量的清洁发展机制项目开发企业，其拥有的核证减排量收益权可视为应收账款。如果银行适用保理业务，清洁发展机制项目开发企业将提前获得应付款项。银行将提供保理融资，并在到期付款时（核证减排量盈利）将款项支付给企业。

图 2.8：碳保理业务流程



地方政府可以利用信贷市场和融资渠道等创新性信贷工具，以多种方式发展低碳经济。首先，地方政府可以考虑为低碳项目提供政府担保，以降低项目风险，提高贷款获得能力。第二，地方政府可以和本地银行信贷体系合作，为

地方低碳项目提供融资。第三，地方政府可以考虑此前所述的公私合营模式，并与本地银行信贷体系开展合作，以提高中央政府银行信贷体系的贷款获得能力。最后，在国家积极发展绿色信贷的同时，地方政府也可以尝试与国家或本地银行信贷机构合作，在试点基础上执行绿色信贷政策，鼓励采用创新性绿色信贷产品。建议能将银行（如兴业银行）的成功案例积极适用于地方发展行动和绿色信贷扩展，从而在地方政府提供担保的情况下支持地方投资项目。

方框 2.10: 上海浦东发展银行开展的国际碳保理融资业务

上海浦东发展银行为国内装机容量最大（20 万千瓦）、单一机组碳减排量最大的联合国注册水电项目提供国际碳保理融资服务。该行基于国际碳（清洁发展机制）保理融资开发了一个系统。该系统包括由一名国际碳（清洁发展机制）交易融资顾问提供的特别项目融资[国际金融公司（IFC）节能贷款、法国开发署的绿色中间信贷]、国际碳（清洁发展机制）保理或利用国际碳（清洁发展机制）结算产品的国际碳资产抵押融资等，以保持其在国内商业银行领域的领先地位。

债券

在绿色和低碳经济发展领域，气候债券不仅仅能成为气候变化融资的一个主要来源，还要充当低碳领域投资人回避政策风险的一种工具。债券尤其适用于为基础设施建设应对气候变化提供长期资本支持，并在气候领域发挥重要作用。从理论上说，气候债券可以有多种类型。尽管早期增量投资非常庞大，但成本回收仍能在基础设施运营期内实现，尤其是在建设、能源、工业和交通领域。据估计，从 2010 年至 2020 年，全球将需要 10 万亿美元的增量投资来推动低碳能源发展。根据此前融资案例的 6:4 负债权益比率，银行贷款或债券大约占 6 万亿美元。

企业（公司）债券市场逐渐成为城市和地方发展的来源之一。2011 年的绿色债券达 60 亿美元，约占“绿色债券”总体规模的 3%，其中，新能源企业的债券发行融资规模增加了 4 倍，达到 43 亿美元（占 72%），其余主要集中在运输行业。目前，中国地方政府发行债券的可行性不高，但地方政府可以支持参与低碳经济领域的地方企业发行债券，并利用政府担保及其他激励措施降低债

券利率，进而降低企业融资成本。低碳发展领域的良好企业融资和投资可以产生一定程度的替代效应，节约地方政府的部分支出，用于支持发展低碳经济。

期权工具

中国的风险资本和私募股权（VC/PE）市场近年来发展迅速。由于气候变化相关企业和低碳技术企业往往是初创公司或中小企业，VC/PE 市场成为一个非常关键的气候融资来源。2011 年，VC/PE 在清洁技术领域的总体投资达 17.2 亿美元，比 2010 年的 12.7 亿美元有所增加，但其主要原因是在 2010 年至 2011 年期间 VC/PE 市场整体发展迅速。事实上，清洁技术产业在所有投资领域中占 4.25%，比 2010 年的 8% 有所降低。¹⁷在清洁能源领域，2012 上半年披露的融资案例仅有 3 个，融资总额为 2870 万美元，其案例数目和融资金额分别比上年同期锐减 81% 和 95%。¹⁸

在股票市场上，2011 年仅有 4 家公司在国内资本市场上市，募集了 36.8 亿美元。尽管上市公司数量比 2010 年（7 家公司上市）有所减少，融资规模却增加了 41%。¹⁹2012 年以来，由于产能过剩、国际市场萎缩及其他因素，一些清洁技术产业在资本市场上表现尚不容乐观。根据来自投资中国网的统计数据，2012 年上半年共有 5 家清洁能源领域的企业在国外资本市场上成功完成首次公开发行（IPO），融资总额达 9980 万美元，其案例数目和融资金额分别比上年同期锐减 17% 和 65%。与此同时，新能源企业尤其是太阳能公司的首次公开发行往往被搁浅。²⁰

有关公司债券的一个事实是，低碳领域的企业往往在业务或产业发展方面处于婴儿期，其投资回报存在很大不确定性和风险。地方政府应支持地方绿色企业上市，并支持地方私募股权等融资模式。企业成功上市不仅能提高公司盈利能力，为地方政府创造额外财政收入，还能产生一定程度的替代效应，并在一定程度上节约低碳经济领域的地方政府支出。

¹⁷ 清科研究中心，中国创业投资研究报告（VC 和 PE，2010 年和 2011 年）。可见

<http://www.zero2ipogroup.com/research/report.aspx>

¹⁸ 投资中国网，可见 <http://report.chinaventure.com.cn/r/f/606.aspx>

¹⁹ 清科研究中心，2012 年度和 2011 年度中国企业上市年度研究报告。可见

<http://www.zero2ipogroup.com/research/reportdetails.aspx?r=97ca0fd5-a904-426c-b217-7148682bbf2c>

²⁰ 投资中国网，可见 <http://report.chinaventure.com.cn/r/f/606.aspx>

风险管理工具

农业保险、天气指数保险、清洁技术保险和巨灾保险，是国际保险业针对气候融资开发出的成熟对冲工具。低碳经济投资相关部门的风险管理服务能有效降低低碳投资风险，吸引更多私人资金，产生替代效应，并为地方政府支持低碳经济发展提供额外资金。例如，由于清洁能源技术尚未接受市场检验，有必要寻找新的风险转移渠道。清洁技术保险领域的现有做法包括慕尼黑再保险集团推出的一系列清洁能源技术保险产品（方框 2.11）。地方政府可以和保险公司开展合作，共同为低碳项目或投资提供风险担保或保险服务。

方框 2.11：慕尼黑再保险集团的清洁能源技术保险解决方案

慕尼黑再保险集团的清洁能源技术保险解决方案涉及有可能影响清洁能源项目的诸多产品，如太阳能电池组件性能保险、风电厂潜在损失保险、产品（锂离子电池、太阳能集中发电、LED、隔热玻璃等）性能保险、水电厂保险等。这些保险产品可让清洁技术设备制造商和开发商不因产品性能或客观条件而遭受可测量并可预见的损失。例如，慕尼黑再保险集团可向已投保光伏组件产品和 20 兆瓦以上产能光伏电站的制造商提供保险。这种保险产品能确保投资人在其产品运转状况低于预期的情况下保持现金流稳定。在向制造商提供产品性能保险时，慕尼黑再保险集团会就一些指标设定要求，包括技术性能、生产工艺稳定性以及针对生产工艺的监测和审计程序。2011 年 9 月，平安保险公司和慕尼黑再保险集团签署了一个合作协议，以便为中国的可再生能源产业联合提供保险解决方案。

2011 年，慕尼黑再保险集团一度为瑞典光伏制造供应商 Eco Supplies Solar AB 公司提供光伏组件性能担保。一旦光伏组件达不到预期输出功率，即提供 25 年期的赔偿；与此同时，它们还通过协议保证前 10 年的太阳能组件输出功率应达到 90%，其余 15 年的输出功率应达到 80%。2012 年 12 月，英利绿色能源公司与慕尼黑再保险集团的一家专业保险公司签订了组件质量保证保险协议。该协议涵盖了自 2012 年 10 月 1 日至 2013 年 9 月 30 日期间售出的多晶硅组件。

2.5 国际融资

发达国家通过公共预算向发展中国家提供气候变化应对资金，这是“共同但有区别责任的”的体现。据估计，发达国家 2011 年向发展中国家转移了大约 970 亿美元，其中 210 亿美元来自发达国家的公共预算，所占比例接近 22%。该笔资金通过一个传统多边渠道和双边渠道资本机制提供给包括中国在内的发展中国家。根据目前获得的统计数字，亚洲从发达国家接受的资金最多。2009-2010 年，亚洲气候资金有 40% 来自多边金融机构，26% 来自双边金融机构；不过，流入中国的资本总额数目不详。

目前，尽管一些机构已就中国从发达国家获得气候资金情况提供了某些统计数据，但由于统计口径不同，还难以准确估计其总体资本规模，同时在地方政府接受国际资本以发展低碳经济方面，也缺乏准确、全面、充分的统计数据。2011 年底，有 333 亿美元外国政府贷款和 350 亿美元国际金融机构贷款用于中国。国家外汇管理局与国家发展和改革委员会下属的利用外资和境外投资司已就中国利用多边和双边金融机构资金的情况提供了一些来自不同角度的统计数据；不过，有关气候变化项目资本金额的统计数据并未披露。根据《“十二五”规划》，在外国资本和海外投资方面，中国估计将从外国政府和国际金融机构获得 233.8 亿美元优惠贷款。“十一五”规划期间，从这些来源获得的资金主要投向农业、林业、水利、交通、节能、卫生、教育和生态建设等活动领域。鉴于这些领域的基本受益人是地方政府，而且这些领域共同构成了低碳经济的主要发展部门，促进国际资本流入是地方政府推动低碳经济融资的一项重要内容。

但与此同时，美国次贷危机和 2008 年、2010 年欧洲主权债务危机的爆发导致欧洲和美洲国家实施了财政紧缩措施。世界经济复苏缓慢，直接影响到向发展中国家转移气候资本。同时，随着中国近年来的经济实力增长，发达国家不太愿意再为中国的发展提供资金，许多国家已经宣布中断对中国发展的资金援助，这必然会影响国际气候资金的供应。如何在有限的资本供应范围内提高资本利用效率也是地方政府应考虑的一个低碳发展融资重要因素。

2.5.1 提供资金和技术支持的主要机构

推动地方政府发展低碳经济融资的有效国际资金主要来自多边和双边机构。本节将简述并概括一些与中国有密切合作的国际机构。

双边金融机构和双边银行

双边金融机构（BFI）是指由政府创办并领导的机构。它们向发展中国家或新兴市场提供援助，或投资发展项目或发展计划。它们主要包括双边发展机构、双边银行、双边气候基金和出口信贷机构。双边金融机构是转移国际公共气候资金的最重要媒介，2010 年的世界气候资本转移有 25% 通过双边金融机构实现（联合国环境署，2011 年）。根据经合组织数据库的统计，2006 年至 2009 年期间，约 18 个经合组织成员国通过双边渠道向中国的气候变化相关领域提供资金支持，占经合组织成员国向中国所提供发展援助的 78%。活跃在中国的双边发展机构/双边银行包括法国开发署（AFD）、德国复兴信贷银行（KfW）、日本国际协力机构（JICA）等。自 2004 年进入中国以来，法国开发署通过合作和贷款形式向大量气候变化相关项目提供了支持。截至 2010 年 4 月，其在中国的投资总额超过了 7 亿欧元。在提供资金支持的同时，法国开发署还高度重视将能力建设、技术援助、利用私人资本联合融资等纳入资本设计。尽管如此，法国开发署以捐款形式向中国提供的援助资金正日益减少。在气候融资领域，对金融机构的技术援助和创新融资模式的探索或认证已经变成一个更加重要的双边合作渠道。日本国际协力机构和德国复兴信贷银行有类似的项目执行机制；但它们有意减少对中国的发展援助，这体现在所提供的资金总额、已开发的项目数量和最近几年所采用的融资工具上。因此，中国应积极转向技术交流合作和非援助贷款，充分利用双边金融机构所提供的技术和资金。

鉴于主要双边机构已经改变了它们为中国提供资金的策略和构成，地方政府应积极学习并确认低碳项目联合融资的可行性和具体内容。建议中国建立一个国家级平台，以方便双边机构和地方政府之间的沟通，为地方政府注入推动低碳经济融资的额外费用。

除了双边金融机构，还有一些双边基金支持低碳发展项目。德国国际气候倡议（ICI）和日本快速启动基金（JFSF）有若干项目分别涉及减少和减缓排放。其中，德国国际气候倡议从 2008 年至 2012 年已批准 21 个项目，涉及总金额 5 300 万美元；日本快速启动基金仅支持了一个项目，涉及金额 2 万美元。可以看出，双边气候基金并非中国气候基金的重要来源，中国亦非国际双边气候基金的目标国家。尽管如此，鉴于整个中国和地方政府在发展低碳经济方面存在资

金缺口，地方政府应加强与双边基金之间的沟通和接触，以获得更多额外资金，用于该领域的经济发展。

多边金融机构

多边金融机构（MFI）是指由三个或三个以上政府及其成员创建并领导的国际金融机构，它不仅包括捐赠资金的发达国家，还包括借用资金的发展中国家。多边金融机构主要向发展中国家提供贷款和捐赠，并以债权、股权和担保形式为私营部门提供融资。近年来，它们在气候变化领域取得了丰硕成果，还能在自身投资之外利用部分外部资本。

世界银行（WB）也在 130 个国家积极应对气候变化并取得了一系列成就。2008 年，世行发布《发展和气候变化战略框架》（SFDCC），列出了 2009 至 2011 年的重点事项：在适当部门增加融资，推动碳市场发展，促进并适用气候风险保险。2011 年，世行集团批准的国家支持和国家伙伴关系战略计划将气候变化列为优先事项，世行集团下属的国际复兴开发银行（IBRD）、国际金融公司（IFC）和多边投资担保机构（MIGA）亦将部分国际资本转移给中国。到 2012 年 10 月底，国际复兴开发银行和国际开发协会（IDA）向中国提供的贷款金额分别为 213.8 亿美元和 102.1 亿美元。²¹部分资金被投入可再生资源、城市交通、城市建设和环境等领域。此外，世行还是全球环境基金（GEF）的托管人，与中国在气候融资和全球环境基金技术援助领域开展合作。具体而言，在气候变化领域，世行项目数据库显示在中国开展的相关项目总金额达 13.52 亿美元（包括仅有部分资本投入气候变化领域的项目），项目执行方主要是国际复兴开发银行、国际开发协会和全球环境基金。²²

地方政府还应加强与多边金融机构的合作。除了双边金融机构，多边气候基金也是一个重要的气候资本转移渠道，资金主要来自国家补助、国际税收、贷款、资本市场资金和慈善捐赠等。目前，赢得最大关注的多边基金是《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）项下的资本机制，主要包括全球环境基金

²¹可见 http://data.worldbank.org.cn/country/china#cp_fin

²²世界银行数据库。可见

http://web.worldbank.org/external/programs/main?pagePK=217672&piPK=64778441&theSitePK=3535340&menuPK=3535699&category=regcountries®ioncode=3&countrycode=CN&sortby=PROGRAM_NAME&sortorder=ASC

(GEF)、适应基金(AF)和绿色气候基金(GCF)。此外,联合国机构、多边开发银行、欧盟和一些双边机构也建立了气候基金。不过总体而言,支持中国气候变化项目的多边气候基金主要是全球环境基金和气候变化特别基金(SCCF),它们已经为一些项目提供了支持。其他多边基金尚未在中国执行任何项目。未来,中国应更积极参与与多边气候基金(尤其是将在未来发挥重要作用的绿色气候基金)的谈判。建议中央政府与地方建立一个共同协调机制,以促进地方政府和多边基金的相互沟通,为地方政府创造更多融资渠道。

2.5.2 捐赠

捐赠也是国际机构用以支持中国气候变化项目(尤其是技术援助和能力建设项目)的重要工具。例如,山西、山东和江西正在共同实施世界银行和全球环境基金的“省级能效推广项目”,捐助金额达1340万美元。这三个省份应着手研究节能监督和监测系统、能源信息调度监督 and 数据处理分析系统、节能技术服务系统监督和管理系统、新建工业项目节能评估管理系统,以及使用全球环境基金捐款的节能融资和税收制度。该项目将依托国际先进节能经验和管理理念,促进省级政府管理机构的能力建设和系统研究,以使节能系统、机制、经验、技术和项目得到广泛接受,并将其树立为国家节能工作的示范。

至于国际开发金融机构,其捐赠往往与其他公共财政机制共同使用,以利用更多私人资本。与传统部门相比,私人投资者并不热衷在气候变化领域投资,因为风险较高。公共资金需要通过某种干预形式帮助私人投资项目实现风险和回报平衡。具体而言,这些形式可能包括捐赠、优惠贷款、风险缓解手段、保险、损失分担或市场整合等。另一方面,杠杆率也可能反映公共资金的利用效率。不过,在确定公共资金/机制利用私人资本的杠杆率方面并不存在统一计算方法。英国在气候投资基金(CIF)领域采用代表性杠杆指数,相当于气候投资基金投资占其他机构投资(包括多边金融机构、私营机构、国家公共基金、非政府协会等的投资)的比例。

捐赠能为低碳发展直接提供额外资金;不过,国际捐赠相当有限,旨在推动中国低碳经济的捐款援助也在减少;因此,这方面存在某种程度的不确定性,政府也无法将捐赠视为低碳经济融资的中长期来源。

2.5.3 优惠贷款

优惠贷款和捐赠已成为国际双边和多边机构支持中国低碳经济建设 and 发展的主要资金来源。据绿色产品创新报告显示，国际开发金融机构已经提供了一定金额的优惠贷款，主要是针对中国污染物减排项目的主权贷款。此类贷款的特点是低利率、长期限并有宽限期。

方框 2.12：法国开发署实施的武汉政府办公大楼节能改造项目

法国开发署实施的武汉政府办公大楼节能改造项目是以主权贷款形式支持中国节能的第一个项目。它将改造武汉的 30 栋公共建筑，总面积达 62 万平方米。每年将减少 1.5 万吨二氧化碳排放量。法国开发署将以转贷形式提供 2200 万欧元优惠主权贷款，由财政部向武汉发放，利率上限 5.94%，期限 16 年，宽限期 4 年。与此同时，武汉市政府将投资 100 万欧元，并实施税收激励等措施。

2.5.4 国际绿色信贷

商业贷款尚未表现出对气候变化领域的极大兴趣，但在碳减排项目方面已经出现一些特殊的绿色信贷产品。国际机构提供的绿色信贷可提供适当的资金和技术支持，帮助发展中国家的开发银行和商业银行进行能力建设，解决私营部门投资相关气候领域的各种障碍，并为地方政府提供额外资金来源。世行、法国开发署等多边和双边金融机构已经与中国金融机构共同实施了一系列合作计划（联合国环境署，2011 年）。绿色信贷提供者帮助合作银行制定其自身气候政策和气候金融资产组合，并协助它们降低信贷风险，这反过来将推动私人绿色投资领域的融资行为完全符合气候友好标准，并能支持企业的绿色投资。国际开发融资机构和国内商业银行之间的合作也有助于它们发现投资机会，选择具有最高回报率的产业，并鼓励客户以提供贷款的形式投资低碳领域。与此同时，开发金融机构还能提供用于能力建设和技术支持的赠款，帮助银行开展绿色信贷业务。

方框 2.13：中德金融合作框架下的中间信贷项目

截至 1987 年，已在中德金融合作框架下安排有多边中间信贷项目。财

政部与德国复兴信贷银行达成协议，然后由中国的银行负责转贷。中国进出口银行是在中德国际气候保护合作框架下负责节能/可再生能源贷款转贷业务的中国银行。2012 年，德国复兴信贷银行提供 4 200 万欧元新资本，用于执行一个绿色中间信贷项目，专门用于支持中国中小企业的节能减排——中国中信银行和长安银行作为转贷银行。目前，此类贷款的年利率为 3%，期限 12 年，包括 3 年宽限期。²³

其中，鉴于国际金融公司（IFC）开发的中国节能减排融资项目（CHUEE）已在此前阶段取得成功，国际金融公司已经开始探索与地方政府开展节能融资方面的合作机会，以普及在更多领域采用风险共担基金的节能融资促进手段。2011 年，国际金融公司与杭州市政府签署了关于建立风险共担基金的节能减排融资项目谅解备忘录，以支持可再生资源、水资源利用和清洁技术应用等。2012 年底，国际金融公司与清洁基金（财政部国际司、江苏省财政厅）共同启动了 CHUEE（中国节能减排融资项目）江苏项目。该项目承诺投资 4.62 亿元人民币（其中，国际金融公司投资 3.72 亿元人民币），旨在为江苏银行提供节能减排贷款风险共担基金，进而扩大江苏银行的节能减排贷款规模——这将推动国内民营企业参与江苏省的节能、可再生能源和相关设备制造项目。江苏银行提供的此类贷款金额达 9.24 亿元人民币。

方框 2.14：国际金融公司的中国节能减排融资项目（CHUEE）和合作银行的绿色信贷产品

中国节能减排融资项目由国际金融公司和中国政府共同开发，由全球环境基金、芬兰政府和挪威政府联合供资。它是专为中国企业设计的新的融资模式，旨在提高能源效率，使用清洁能源，推动可再生能源项目。

中国节能减排融资项目的基本原则是，国际金融公司与商业银行合作，提供一个部分风险分担基金，帮助银行评估节能和可再生能源产业的风险和商业机会。与此同时，国际金融公司还将动员全球环境基金（捐赠）作为国际金融

²³ 详细信息请参见财政部网站，可见 http://wzs.ndrc.gov.cn/gwdk/wgzfdkgbxx/t20110422_407371.htm

公司的主要损失承担者。不过，尽管有此动员，银行并不能免除责任，而要分担主要和次要损失。如果出现任何损失，银行将予以分担，其资产负债表会因此受到影响。尽管这能有效刺激银行提供节能贷款，中国节能减排融资项目并未显著减轻银行核实贷款项目的职责。与此同时，国际金融公司也提供一揽子技术援助，其中包括市场研究、工程技术、项目开发和设备融资等，并协助银行开发潜在节能项目、核实并评估节能项目、创建能源管理网络，提供技术咨询等。通过采用损失共担基金，参与中国节能减排融资一期项目的两家国内商业银行已经迅速扩大了节能项目贷款组合。

国际金融公司设计的两期中国节能减排融资项目已提供了风险共担基金，金额达 2.155 亿美元，其中，全球环境基金的捐赠达 1650 万美元，作为银行贷款的主要风险共担基金。截至 2011 年底，中国节能减排融资项目的合作银行已提供近 7 亿美元贷款，支持了 160 多个节能和可再生能源项目。

中国节能减排融资项目的创新之处在于它能最大程度地发挥公共资金的功能，并能利用更多市场资金，包括银行和国际金融公司资本，这主要反映在全球环境基金捐助的应用方面。2010 年，世行在评估中国节能减排融资项目时认为全球环境基金应补偿此类损失的基本违约概率为 4%，但截至目前尚未发生贷款损失。全球环境基金的捐赠一再证明了它在发放、回收再利用、利用银行资本、有力支持节能融资方面的杠杆作用。

中国节能减排融资项目的中国合作银行也利用此类支持推出了特别业务。以兴业银行的中国节能减排融资项目贷款（二期）为例：中国节能减排融资项目贷款（二期）主要用于节能项目、可再生能源项目和减排项目，以提高能源效率、减少温室气体排放。其中，节能项目包括更新设备、优化设计以及能源回收和利用等手段，旨在节约煤碳、石油、天然气等初级能源，以及电力和蒸汽等次级能源；可再生能源项目是指生产并利用风能、太阳能、水能、生物质能、地热能 and 海洋能等非化石能源，而纯减排项目是指在清洁能源机制框架下执行的温室气体减排项目。项目的主要收入来自出售核证减排量。

作为一个重要的国际资金来源，绿色信贷能有效推动国内绿色信贷的发展。作为地方政府推动低碳经济增长的一个融资来源，绿色信贷可能具备两种功能：首先，为地方政府额外提供直接融资来源（即规模效应）；其次，绿色信贷可推

动更多私营部门进行更多投资，从而节约地方政府的投资支出（即替代效应）。

2.5.5 国际金融机构的风险管理工具

跨国投资担保机构（MIGA）为外国私人投资者提供政治风险担保，包括征用风险、货币转移限制、违约、战争和内乱，并为其成员提供投资宣传服务，以提高它们吸引外国资本的能力，然后为外国投资者投资发展中国家提供便利。跨国投资担保机构对气候变化领域的主要贡献是，为发展中国家的绿色基础设施投资提供担保，从而帮助发展中国家的可再生能源补偿建设，鼓励资源保护、提高分配效率、保护人的健康、环境，抵消温室气体排放量。截至 2012 年，跨国投资担保机构已经为 39 个中国项目提供了担保，目前正在提供担保的项目有 7 个，总金额达 1.6 亿美元。大多数项目都在水和废物处理等基础设施领域。²⁴ 利用跨国投资担保机构为地方政府执行低碳经济项目提供融资担保，可以有效降低项目风险，提高贷款获得能力。

除了保险工具，官方出口信贷、担保、保理、信用评级、衍生品和信用证也可以成为绿色金融领域的风险管理工具。此外，公共供资可以确立一系列金融工具，利用公共资本进行多种形式的联合投资，并通过一些损失共担基金吸引私人资本投资面临较高风险的低碳产业。目前，一些国际公共基金已在鼓励银行以主要损失共担基金的形式提供绿色信贷，或在支持以保证金形式发展新兴低碳服务产业。这些工具可以引入中国，帮助降低气候融资的风险评级并促进资本流动。因此，中央政府需要进一步加强与国际机构投资低碳领域的风险管理合作，以便为地方政府提供更先进、更全面的低碳融资风险管理工具，降低投资风险，推动对低碳领域的更多投资。

2.5.6 加强地方政府与其他国家和地方政府的合作

地方政府应加强与其他国家和供资机构的合作与沟通，以获得对低碳项目、捐赠、合作等的更多贷款支持。此外，地方政府应完善低碳经济领域适合其自身发展的投资便利，还应采用各种基金形式和优惠政策吸引外国投资，以推动地方低碳经济的增长。而且，地方政府应加强与其他国家地方政府的合作，吸引更多外国企业投资低碳经济。例如，湖北省武汉市政府通过中法城市可持续

²⁴<http://www/miga.org/>

发展合作协议框架加强与法国波尔多地区（阿基坦大区）之间的低碳经济增长全面合作，并成功吸引到投资。标致雪铁龙等一些国际公司的投资（减排和电瓶车等）已经推动了地方就业和低碳经济发展。与此同时，作为试点城市的武汉已从中法城市可持续发展合作协议框架中受益，法国开发署已经借助主权贷款形式实施政府办公大楼改造项目。

2.6 结论

充分供应有效、便利、多元化的低碳经济融资，是实现低碳发展和城市转型的一个重要保证。发展城市低碳经济的所需资金主要包括政府和私营部门投资，以及来自金融机构的融资。

本章首先全面分析了地方政府推动低碳经济发展的融资来源和相关挑战。在推动低碳发展方面，中央和地方政府的融资能力和资本利用效率未来面临着重大挑战。地方政府能否在一定期限内提高自己的融资能力是成功发展低碳经济的一个重要前提和保证。其次，本章从额外的资金来源以及提高资本管理和利用效率的角度，分析了地方政府现有财政和金融政策在提高其低碳融资能力中的相关贡献。表 2.12 基于具体工具类别，概述了各种财政和金融工具的改革时间可行性及其具体融资效应（规模、技术、结构效应等）。它可有效增加地方政府的额外资金来源，以推动低碳经济增长、资本管理和利用效率，并通过在短期内加速实施可行性政策、协调改革和制定中长期可行性政策，利用来自私营部门的更多投资。

表 2.12：地方政府融资工具的融资效应和可行性概况与分析

| 项目 | 名称 | 短期/长期可行性 | 规模效应 | 技术效应 | 替代或结构效应 |
|------|----------|----------|------|------|---------|
| 财政工具 | 税收 | 中长期 | X | | |
| | 规费 | 短期 | X | | |
| | 中央政府转移支付 | 短期和中长期 | X | X | |
| 金融工具 | 公共资金引导 | 短期和中长期 | X | | X |
| | 碳财政工具 | 长期 | X | | X |
| | 传统工具创新 | 短期和中长期 | X | X | X |

| | | | | | |
|------|------------|--------|--|---|---|
| 国际来源 | 基金（捐赠、贷款等） | 短期和中长期 | | | X |
| | 风险管理 | 短期和中长期 | | X | X |

在金融方面，地方发展面临着两个低碳融资挑战：中央和地方政府的财政收支不平衡，地方政府面临的财政支出压力远远高于中央政府；低碳经济部门的相关支出主要由地方政府承担，令其总体财政支出压力持续增加。额外供资、完善现有资本使用管理模式、提高资本利用效率，这对于地方政府为低碳经济发展提供资本支持至关重要。有关改革和创新财政工具的特别建议主要包括：

- 在税收政策方面，减免特定产业（如节能和环保、清洁能源等）的营业所得税，调整土地使用及销售税税率（包括城市维护建设税、房产税、耕地占用税、土地增值税和城镇土地使用税等），调整车船排放税税率和新增相关税项（环境税、碳税、金融交易税等）。
- 建议在地方和中央政府分享税收的情况下调整收入分成比例，使地方政府获得更多可支配收入，用于投资地方绿色低碳经济发展。还建议新增税项（环境税、碳税、金融交易税等）应充分考虑收入的使用和分配，尤其是对地方政府低碳融资的影响。
- 改革现有规费（如增加污染物排放费、道路通行费等）、引入便于在短期内执行的新规费等财政工具应被地方政府作为额外资金来源。这方面可以学习的国际经验包括：（1）对不同地段的房地产开发商一次性收取不同的开发费；（2）要求开发商承担城市总体开发及项目所在位置相关成本；（3）敦促开发商在提供额外资金的同时更有效地使用土地资源；及（4）对高峰时段拥堵地区的车辆收取拥堵费。
- 转移支付是地方政府低碳融资的一个重要来源。支持地方低碳发展领域融资性转移支付的形式之一，是中央政府以预算内和预算外资金为地方政府实施的低碳项目提供一定的建设费补贴。此外，中央政府的转移支付应与发展低碳项目的城市地方项目相匹配，并与地方政府相关支付的

时间和空间相协调，从而最大程度提高支出效率。建议在低碳领域试点一个中央和地方政府联合协调机制，或者通过设立地方低碳融资专项基金，将部分财政收入转移给成功推动低碳发展的相关部门，或者在现有基金（如清洁发展机制基金）框架内设立支持地方低碳融资项目的新项目。

金融工具也是地方政府促进低碳经济融资的一个重要来源。有关充分发挥金融工具积极性并引导私人投资的具体政策和建议主要包括：

- 发挥公共基金的关键引导作用。一些城市已在政策性基金（如清洁发展机制基金）、政府投资引导基金和财政支持担保等方面开展了某些实践，这些实践将被推广到更多地区。
- 通过建立一个更好的融资平台，为地方政府开发创新性金融工具提供服务和便利。除了贷款，还要探索由地方政府发行低碳债券，由城市建设和投资公司执行公私联营项目，通过政府和社会资本共同设立城市低碳投资基金，以及通过建立基础设施信用担保等机制，为公共和私营部门联合供资和投资的低碳项目提供担保。
- 来自市场工具的财政收入可以成为地方和中央政府发展低碳经济的一个重要资金来源。采用此类政策往往需要时间加以完善和过渡，而且不会在政策执行初期带来显著的财政收入。地方和中央政府应尽早协商碳金融工具的收入使用问题，并在强化碳金融工具试点的同时确认收入的分配、管理和使用。
- 鼓励现有金融工具的创新和应用。目前，中国金融领域仍处于初级阶段。为了刺激传统金融市场提供更多资金，必须依赖准确的投资信号、完善的政策，提高各种金融手段的活力，并创新金融工具（包括信贷、债券、股票、风险分担等）。

- 积极利用国际资本也是城市推动低碳融资的一个重要手段。国际资金对城市的重要性在于，相关合作项目和资本利用能为地方政府和地方金融机构带来国际管理运作经验，而不局限于资金。在基金的技术援助下，城市在节能技术和低碳产业领域的认识和义务能力也得以提高。地方政府应加强与其他国家和供资机构的合作交流，以获得更多支持，如低碳项目贷款、捐助和合作等。此外，地方政府还应完善其低碳经济领域的投资便利措施，以适应其自身发展，并采用各种便利措施和优惠政策吸引更多投资，从而推动地方低碳经济。

本章仅对推动城市低碳经济的融资问题进行了整体分析，还需要针对不同城市状况和工具进行具体的可行性分析。与此同时，我们需要强调以下几点：首先，低碳融资工具和地方政府融资能力的创新与中央政府密切相关。只有来自中央政府的稳定、明确的预期政策信号和发展方向，才能为地方政府的低碳融资提供必要的保证和前提。其次，中国的低碳融资缺乏统一的统计工具，这不利于决策分析和政策制定，因此需要建立一个统一的低碳融资数据库（含地方政府的低碳融资数据）。最后，低碳融资的终极目的是发展绿色低碳城市并减少排放。目前，化石能源和一些高能耗产业享有补贴，如何减少此类补贴也是完善低碳融资的一个重要问题。

附录 A： 2011 年中国省级行政区人均低碳支出和人均 GDP 概要

| 省份 | 人均低碳支出 | 人均 GDP |
|-----|-----------|-----------|
| 北京 | 4,112.355 | 80,510.9 |
| 天津 | 5,403.1 | 83,448.56 |
| 河北 | 1,444.636 | 33,859.16 |
| 山西 | 2,169.914 | 31,276.23 |
| 内蒙古 | 4,683.706 | 57,862.84 |
| 辽宁 | 2,602.213 | 50,711.16 |
| 吉林 | 2,498.427 | 38,440.36 |
| 黑龙江 | 2,379.369 | 32,816.9 |

| | | |
|------|-----------|-----------|
| 上海 | 4,010.079 | 81,772.17 |
| 江苏 | 2,583.19 | 62,174.34 |
| 浙江 | 2,003.075 | 59,159.53 |
| 安徽 | 1,633.797 | 25,637.82 |
| 福建 | 1,767.151 | 47,204.78 |
| 江西 | 1,567.695 | 26,073.27 |
| 山东 | 1,497.053 | 47,070.51 |
| 河南 | 1,184.629 | 28,686.65 |
| 湖北 | 1,631.333 | 34,098.58 |
| 湖南 | 1,677.952 | 29,822.25 |
| 广东 | 1,673.789 | 50,653.07 |
| 广西 | 1,670.527 | 25,233.3 |
| 海南 | 2,663.164 | 28,753.5 |
| 重庆 | 3,166.941 | 34,297.26 |
| 四川 | 1,679.789 | 26,120.1 |
| 贵州 | 2,125.626 | 16,437.88 |
| 云南 | 2,043.729 | 19,204.28 |
| 西藏 | 8,187.603 | 19,974.61 |
| 陕西 | 2,498.637 | 33,432.11 |
| 甘肃 | 2,295.072 | 19,578.78 |
| 青海 | 5,969.692 | 29,400.36 |
| 宁夏 | 4,340.918 | 32,875.28 |
| 新疆 | 3,319.811 | 29,927.2 |
| 全国平均 | 2,089.519 | 38,701.24 |

资料来源：作者基于《2012 年中国统计年鉴》的计算。

第三章：次国家行动报告：贵阳货运案例研究

3.1 引言

大气中的温室气体（GHG）主要包括 H_2O 、 CO_2 、 N_2O 、 CH_4 和 O_3 。根据相关研究报告，近年来，大气中的温室气体增多已经对全球气候造成显著影响（Miralga 等人，2009 年），而全球变暖引发的生态系统破坏将构成人类安全和福祉的巨大威胁（Lichterman，1999 年）。大气中的温室气体浓度日益增加，可归因于化石燃料的开采和消费。随着汽车业的快速发展，机动车辆的温室气体排放量（主要包括 CO_2 、 CH_4 和 N_2O ）在化石燃料性温室气体排放量中占有很大份额。以 CO_2 为例，全球机动车辆 CO_2 排放量占化石燃料 CO_2 排放量的 20%（国际能源机构，2008 年）。这一数字在发达国家甚至更高。在美国，交通部门的现有 CO_2 排放量占总量的 33%（Kromer 等人，2010 年）。在欧洲，机动车辆的 CO_2 排放量占 26%。尽管我们仍然缺乏有关中国温室气体排放量的官方数据，但来自国际能源机构的数据显示，中国 2005 年的机动车辆 CO_2 排放量占总排放量的 8%，而且这一数字预期到 2030 年达到 11%（MOE，2007 年）。研究还发现，中国一些城市的机动车辆温室气体排放量占总排放量的 85%（Wu 和 Zhang，2008 年）。统计数据显示，2010 年中国有 1.99 亿辆机动车，其中 2202 辆即 20% 是货运车辆。鉴于年行驶里程率较多，货运车辆成为 CO_2 排放量的极大促成者，因此，中国针对此类车辆开发、部署的 CO_2 减排技术将对城市温室气体排放控制和减缓气候变化产生积极影响。

除了开发减排技术，还需要借助燃油标准等政策工具提高燃料质量。近年来，在对传统内燃机（ICE）客运车辆进行技术改进的同时，中国开展的货运车辆 CO_2 减排技术研究主要集中在研究、开发新能源车辆上。不过，此类技术对 CO_2 减排的贡献尚未得到科学研究证明。此外，相对成熟的货运车辆 CO_2 减排技术仍然有待观察和应用——中国仍然缺乏有关货运车辆 CO_2 排放总量的科学报告，所以仍需对货运车辆 CO_2 减排和控制技术的有效性进行分析。

为了解决研究空白，本章的分析选择货运车辆作为主要控制目标。货运车辆的 CO_2 减排技术成果要接受审查。研究将按不同的技术、车型、燃料切换和燃料标准来计算货运车辆的 CO_2 排放量，以通过不同计划的优化组合了解减排情况。它将评估各种减排技术在中国货运次部门的应用前景。

本研究旨在分析贵阳城区的机动车污染现状和特征；确定妨碍机动车减少污染的制约因素；确定当前机动车污染的促成因素；并揭示当前机动车污染带来的严重问题。它还旨在收集、利用充足信息，了解污染趋势，形成向有关政府机构提议有效的控制和反制措施，以便它们就机动车 CO₂ 排放控制进行决策并制定出相关政策。因此，本研究将有助于实现国家的减缓气候变化目标。

3.2 方法和途径

3.2.1 贵阳货运车辆运输调查

通过调查贵阳的货运公司、货运市场、货运站，本研究梳理了贵阳货运车辆的类型、运营规则和现有营运状况，并分析货物运输方面当前存在的问题。

3.2.2 货运车辆 CO₂ 排放特征研究

贵阳城区不同类型货运车辆的排放特征可以通过测试机动车尾气排放量进行分析。评估货运车辆 CO₂ 排放量可以利用不同模式。

3.2.3 货运车辆 CO₂ 排放物清单研究

基于 IVE（国际车辆排放）模式和实际遥感数据（被称作 Honghuan 车辆尾气污染物分析模式），我们对贵阳城区道路范围内的排放物清单进行了研究。根据机动车在贵阳城区道路网络中的驾驶模式相关研究发现，计算出影响货运车辆 CO₂ 排放的因素。在这些车辆的数量、驾驶模式和国际车辆排放模式的基础上，建立了 CO₂ 排放物清单。

3.2.4 货运车辆 CO₂ 排放预测

将 2011 年长期能源可替代规划系统（LEAP）作为测量工具，以 2010 年为基准年，预测未来 10 年（2011-2020 年）贵阳城区货运车辆的数量变动趋势。基于燃料消耗计算结果，预测同期（2011-2020 年）货运车辆的 CO₂ 总排放量。

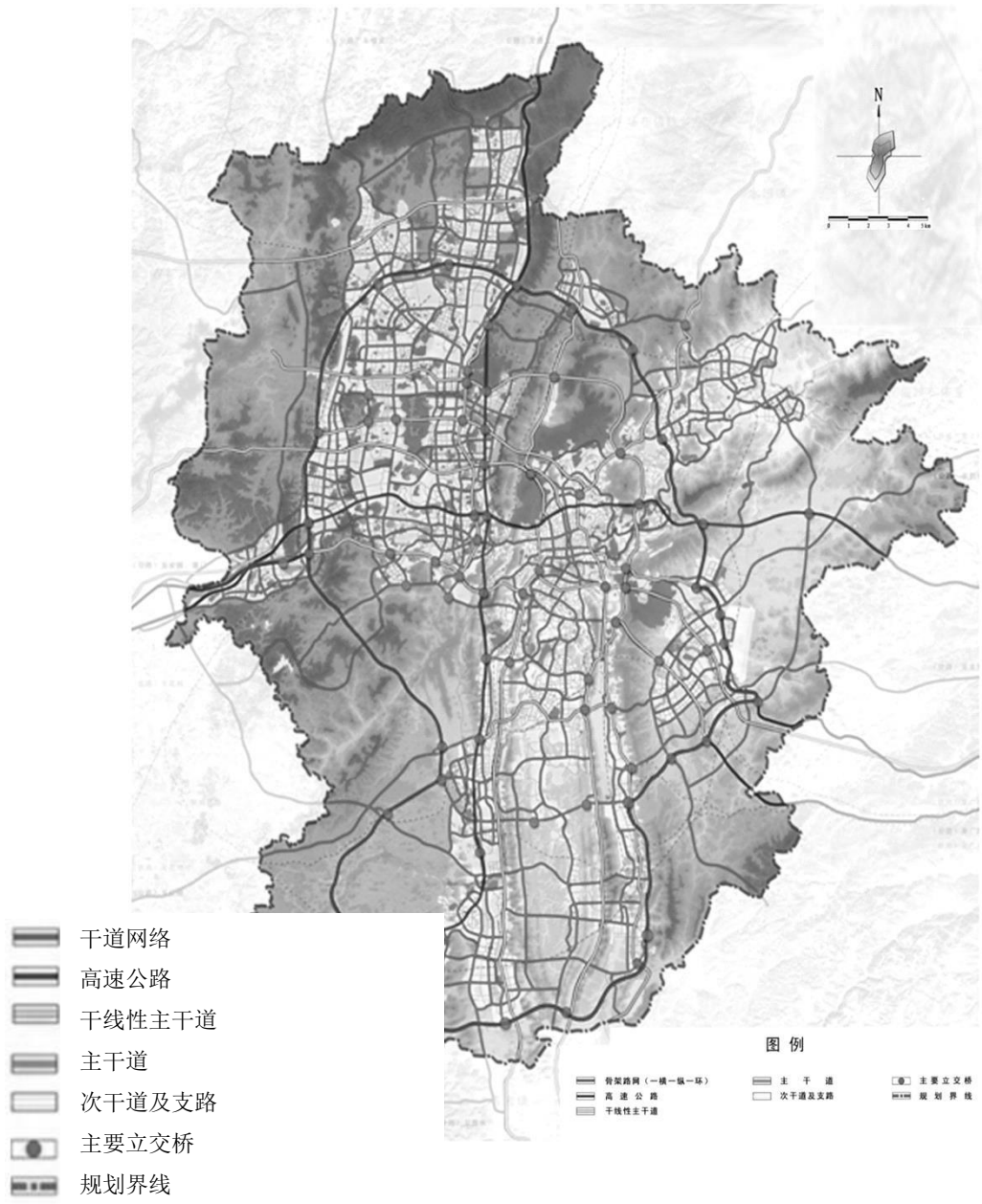
3.2.5 关于减少货运车辆 CO₂ 排放量的建议

基于国际车辆排放模式所得结果，我们了解了贵阳货运车辆 CO₂ 排放的特征和关键影响因素，并估计不同情形下的货运车辆 CO₂ 排放结果。在上述估计的基础上，就贵阳货运车辆 CO₂ 排放控制问题提出建议。

3.2.6 研究区域

研究区域是贵阳城区，面积 2403 平方公里。有关研究区域的详细信息，请参考图 3.1。

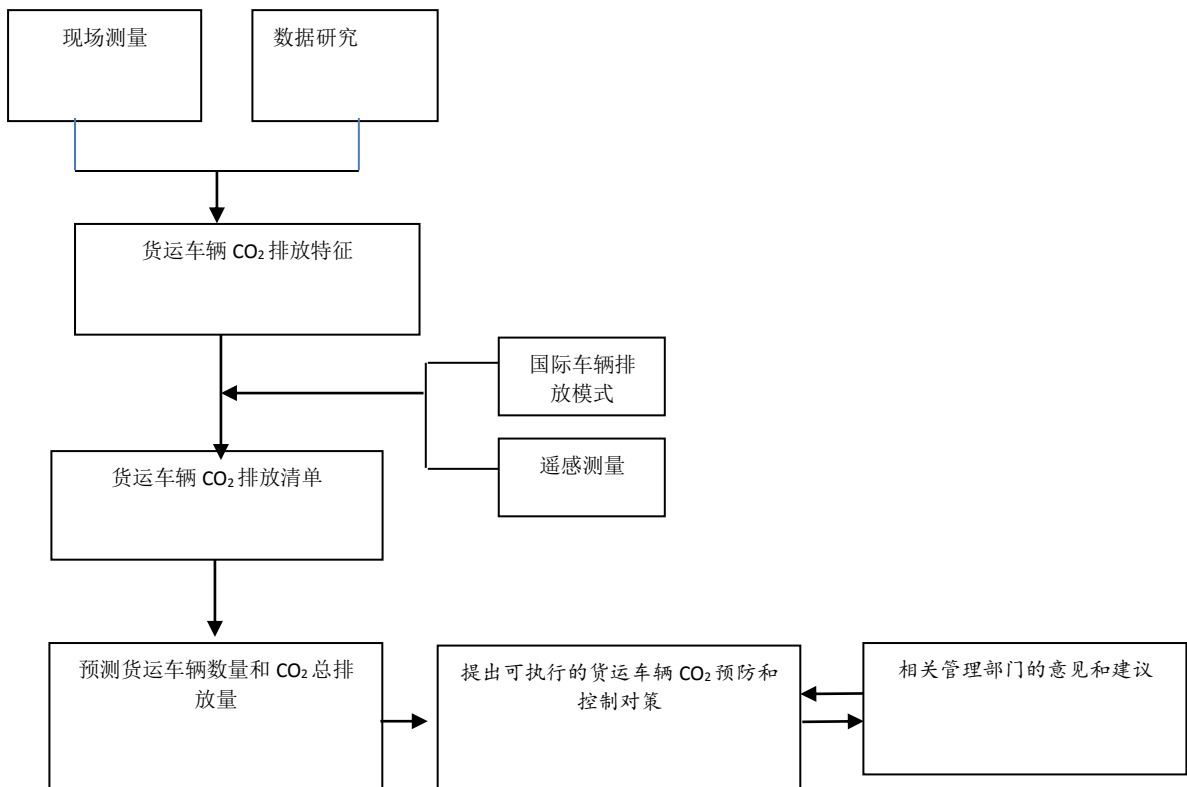
图 3.1 研究区域：贵阳城区



骨架路网

关于研究流程图，请参考图 3.2。

图3.2 研究流程图



3.3. 自然和社会环境概况

3.3.1 自然环境概况

贵阳地处东经 106°07'至 107°17'、北纬 26°11'至 27°22'之间，地处云贵高原东部和贵州省中心。贵阳的最高和最低海拔分别为 1762 米和 506 米，市区的平均海拔为 1000 米。贵阳东西约长 113 公里，南北约 130 公里。作为贵州省省会，贵阳是全省的政治、经济和文化中心，也是中国西南部的一个重要交通枢纽。贵阳总面积为 8034 平方公里，城区面积为 365.27 平方公里，占全省总面积的 4.53%。

贵阳地处黔中高原丘陵和长江-珠江分水岭中间。地势西南高，东北低。因此，贵阳地形复杂，位于崎岖的丘陵平原和盆地中。它受亚热带季风性湿润气候的影响。冬季温暖，夏季凉爽。贵阳全年四季温和，雨量和热量充沛，日照率低，少风，气候温暖湿润，被称为“理想的避暑胜地”。

贵阳的平均气温为 13.5℃—16.1℃（城区）。贵阳位于潮湿地区，年均降水量为 1197—1284 毫米，4 月至 9 月的降水量占全年降水量的 75—80%。

3.3.2 社会环境概况

经济结构

2010 年，贵阳的主要经济指标保持了较快增长。国内生产总值从 2005 年的 525.62 亿元人民币增至 2010 年的 1121.82 亿元人民币，增长了 110%。年均增长率为 14.2%，比第十个五年计划期间的增长率高出 1%，同时也高于全国和全省平均增长率。其国内生产总值在五年内翻了一番，从而成为建国以来的最快增长率。第十个五年计划期间，第一、第二和第三产业的增长率分别为 7.9%、12.2% 和 16.9%。这三个产业部门的比例从 2006 年的 6.3: 48.4: 45.3 调整到 2010 年的 5.1: 40.7: 54.2。人均国内生产总值超过 4000 美元。

道路交通

贵阳是西南地区的一个重要交通枢纽。湖南-云南、贵州-昆明、四川-贵州国家铁路干线、国道、省道及贵州省境内的其他区域性干道经过贵阳，使这里成为四通八达的重要交通走廊。这个十字形的交通和运输走廊主要包括铁路、公路和空中航线，它们构成一个全面的对外交通运输网络。

贵阳公路交通网络的区域性骨架以环状公路为中心，向贵州各地区、市、县及重庆、广西和珠三角、西安、云南、湖南和珠三角等其他地方辐射。除了这个公路网，贵阳市公路交通网络更有 8 条省级公路，连接着 7934.4 公里农村公路。根据《贵阳市城市综合交通规划》，贵阳市主干道骨架采用“一环、一横、九射线”格局。

在贵阳城市交通方面，以“三条环路十六条射线”为特征的城市道路交通骨架网络已基本建成。道路面积率达到 9.66%，人均道路面积率达 7.12 平方米；在老城，人均人行道面积达 4.24 平方米，并有 257 处行人过街设施，包括 25 座天桥、185 条人行横道和 47 条地下通道。轨道换乘设施已经开建，1 号线和 2 号线的一期可行性研究已经完成。目前，公交系统是城市公共交通的主要形式。2010 年，贵阳公交公司运营 148 条公交线路。贵阳正计划成为遵照《中国“十二五”规划》的公共交通示范性城市。

3.4. 贵阳货运车辆运输调查

3.4.1 贵阳货运市场的现状

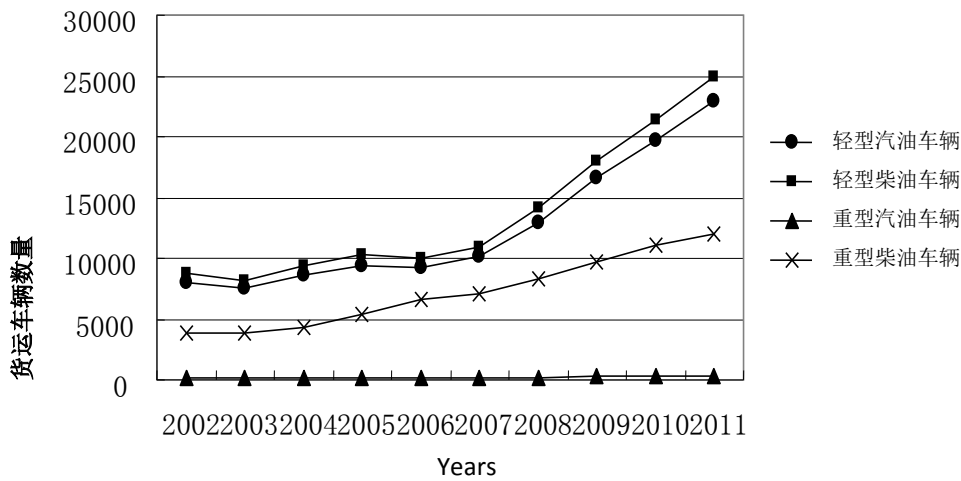
目前，贵阳缺乏标准化货运站。其货运市场有两大类型：路边货运市场和集中货运市场，还有 392 家零担货运（LTL）服务提供商。路边货运市场沿街分布。有门店用作货物存储和配送场所，货运车辆停在城市道路上装卸货物。大部分路边货运市场沿 5 条城市道路分布：云岩区的罗汉营路、头桥路、海马冲路和黔春路，南明区的嘉润路。在这些市场，有 258 家零担货运服务提供商。集中货运市场沿主干道分布。货场经营者租用一定面积（通常超过 2000 平方米）的场地，在上面建起简易仓库和货物作业区。一些货场有货物装卸设施，可以出租给规模较大的货物承运人配送货物。货场有 7 个，在其中从事运营的零担货运服务提供商有 134 家（见附录 A）。

大多数货运服务提供商都有市工商管理局授予的个体营业执照，以及市交通管理局授予的道路运输经营许可证。其中，有个别提供商从事无照经营活动。零担货运服务提供商的营业执照规定经营范围是“零担货运站”。此外，它们也是自雇性质。因此，这些零担货运服务提供商并非真正意义上的物流企业。全市范围内的集中货运市场都只是中转站，不具备现代物流功能。

3.4.2 贵阳货运车辆数量调查

近年来，每年都有大约 22.28 万吨鲜活农产品进入贵阳市流通领域，有 6.01 万吨货物通过冷链物流运输。现在有 14 家冷库，总库容为 7.46 万立方米，约 2.73 万吨。2011 年，贵阳的城市交付量达到 375 万吨，贵阳的日交付量超过 1 万吨。贵阳的城市供应涉及 2 万多种货物、75291 个网点、1300 个城市物流配送起点、733 家物流企业和超过 4 万辆配送车辆（图 3.3）。根据 2012 年进行的一次贵阳实地调查结果，贵阳货运车辆的空载率为 49.6%。此外，其运输线路未经优化，仅取决于驾驶员的个人习惯。

图 3.3: 贵阳的货运车辆 (2002–2011 年)



年份

3.5 利用道路遥感设备测量货运车辆 CO₂ 排放因子

3.5.1 实验系统和测试方法

遥感设备

在此项研究中, 采用 MD 激光技术有限公司的 4-gas INSPECTOR IV[®] 进行遥感测量。INSPECTOR IV[®] 用于测量汽油车辆的尾气排放。它采用可调激光二极管 (TDL) 技术测量一氧化碳 (CO) 和二氧化碳 (CO₂), 利用紫外差分光学吸收光谱 (UV-DOAS) 测量碳氢化合物 (HC) 和一氧化氮 (NO)。这种工具的组成及作业条件见附录 B 的描述。

系统调整

环境条件 (包括大气中的尾气浓度、风速和风向) 会基于时间和地点发生变化。在开始测试之前, 必须每两小时调整一次遥感系统, 以校准不可避免的基础振动, 从而获得更好的测试结果。系统内的 CO 和 CO₂ 数据将被调整。

检测道路条件

我们在贵阳的 5 个地点进行了道路流量遥感监测。监测地点位于城市的不同地区，以涵盖尽可能多的路型（如城市高架桥、主干道、次干道和城市隧道）和车龄。不过，鉴于相关规定，测试只能在单行车道而非繁忙车道上进行。此外，为了确保全市交通顺畅，只能选择占地较多、车流量适中和交通顺畅的地点。所有测试地点都位于道路中间，以避免车辆冷启动的潜在影响。

3.5.2 数据分析

在理想情况下，机动车尾气排放量的最低值应该为零。不过，由于测量工具的本身误差，测量值可能为负。本章所讨论的研究采用 Burgard 等人的建议方法来处理负值，即以年内最少排放及最少排放量车辆的平均排放量作为调整值，用于抵消测量得出的负数。

3.5.3 结果和讨论

根据贵阳 5 个监测地点的数据，道路上共有 59185 台机动车辆，其中 46753 台能生成有效的 CO 和 CO₂ 排放数据。69% 的被测试车辆（32260 台）能与来自“检测与维护”（IM）数据库的数据相匹配。其余车辆或者牌照难以辨识，或者是非本地车辆。此外，有些车辆被检测过两次。

图 3.4 描述了货运车辆 CO₂ 运行排放因子。柴油车辆的 CO₂ 运行排放因子高于汽油车辆。重型车辆的 CO₂ 运行排放因子也高于轻型车辆。

图 3.4 货运车辆的 CO₂ 运行排放因子数据

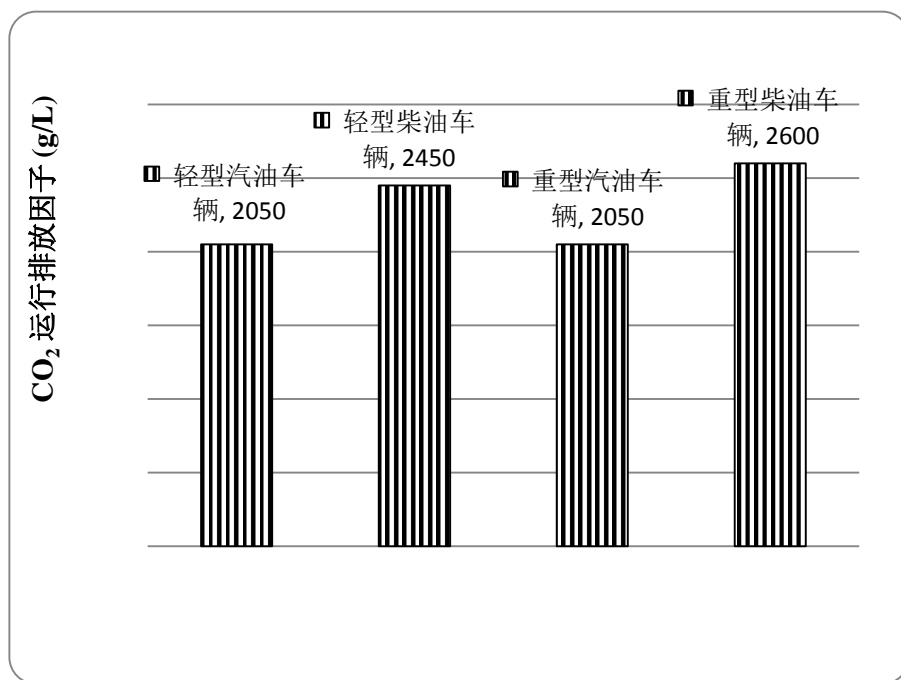
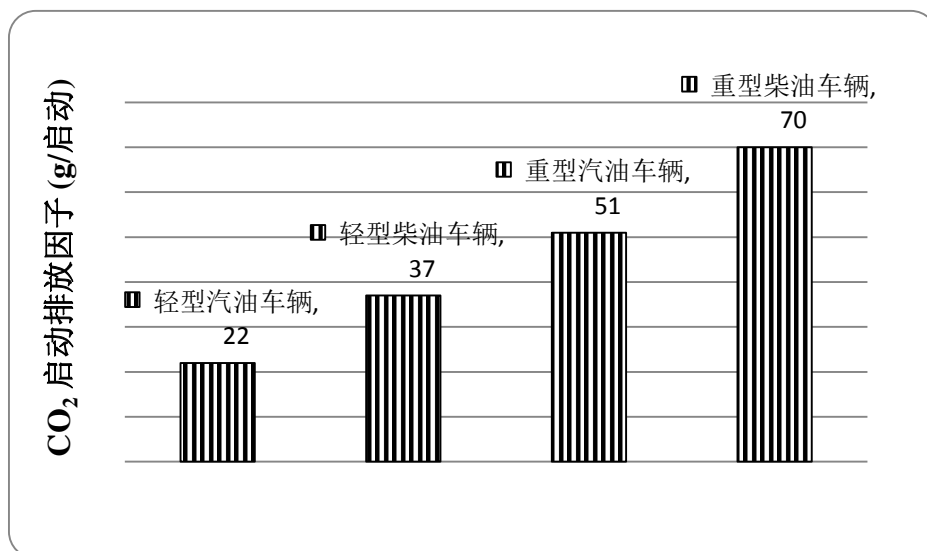


图 3.5

显示了使用不同类型燃料的货运车辆的启动排放因子。此类车辆从高到低的排名依次为：重型柴油车辆 > 重型汽油车辆 > 轻型柴油车辆 > 轻型汽油车辆（单位：克/启动/车）

图 3.5 贵阳不同类型燃料货运车辆的启动排放因子



3.6 货运车辆 CO₂ 排放清单研究

3.6.1 国际车辆排放模式的修改及本地化版本

国际车辆排放（IVE）模式受到美国环境保护署（USEPA）的支持，由加州大学河滨分校环境研究和技术中心（CE-CERT）、全球可持续系统研究（GSSR）机构和国际可持续系统研究中心（ISSRC）共同开发，旨在满足控制机动车污染的需求，推动发展中国家的相关研究活动。它对移动来源排放量进行了估计。该模式采用基于功率的驱动因子，确保较高的识别率。其车型分类和车辆排放控制技术分级更适应发展中国家的需求，能比广泛应用的 MOBILE 模式提供更大的可运输性和精确度。目前，国际车辆排放模式已在巴西、智利、墨西哥、哈萨克斯坦、秘鲁、印度、肯尼亚和世界其他诸多发展中国家得到应用。来自杭州、北京和上海的研究人员也就国际车辆排放模式的应用开展了研究。

但在美国，国际车辆排放的机动车排放基本因子测量依据实际上是联邦实验程序（FTP）对不同技术水准车辆的台架测试结果。研究表明，在发展中国家，对于技术水准一致的各种车辆所生成的污染物，其模拟结果和实际评估之间会存在某些差异。因此，需要根据本地条件对机动车排放基本因子作出某种修改。

在中国，已经根据中国道路车辆的条件、特征及其实际遥感数据，修改了国际车辆排放的基本参数，并设计出了 Honghuan 车辆尾气污染物分析模式。该模式的测试结果表明它无法得到适当应用。此外，还进行了旨在核实该模式模拟结果的现场测试。图 3.6 包括一氧化碳（CO）、氮氧化物（NO_x）的测量值及其在国际车辆排放模式修改前后的模拟值，该图表明，Honghuan 模式所实现的模拟值精确度明显高于国际车辆排放模式。

图 3.6 (a): 杭州 CO 浓度随时间变化图（2005 年 2 月 22 日观测）

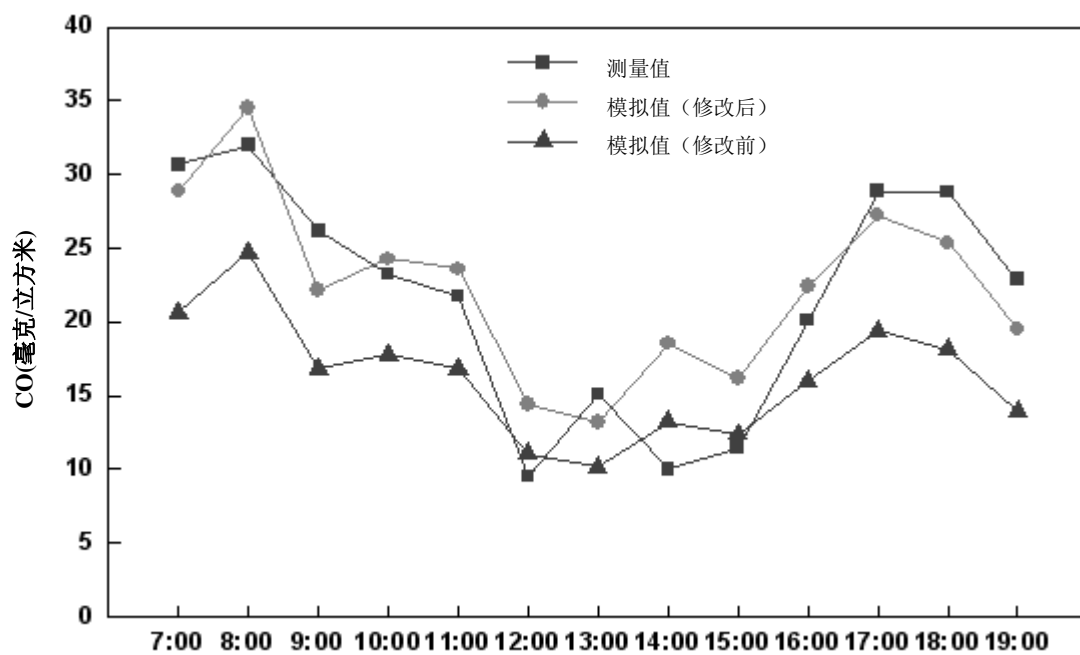


图 3.6 (b): 杭州 NO_x 浓度随时间变化图 (2005 年 2 月 22 日观测)

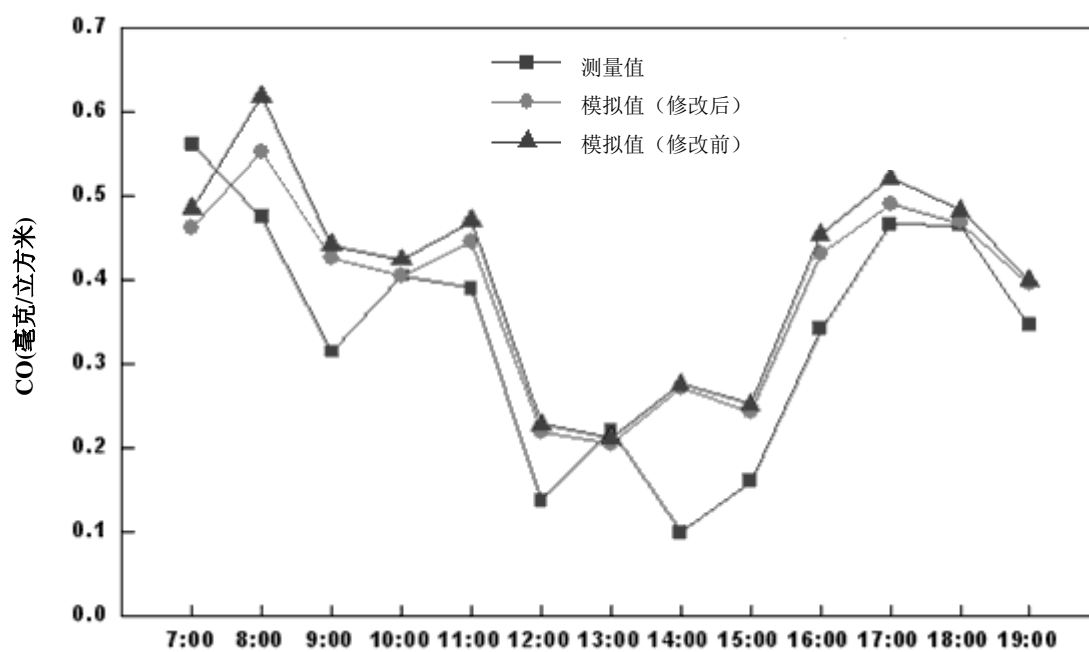


图 3.6 (c): 杭州 CO 浓度随时间变化图 (2005 年 3 月 5 日观测)

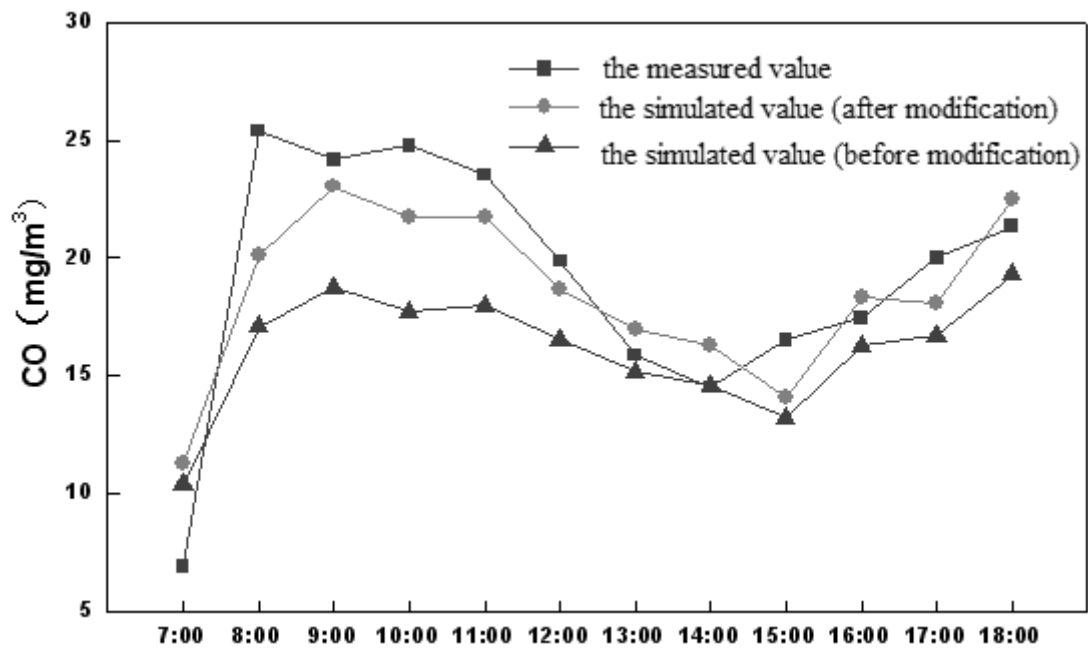
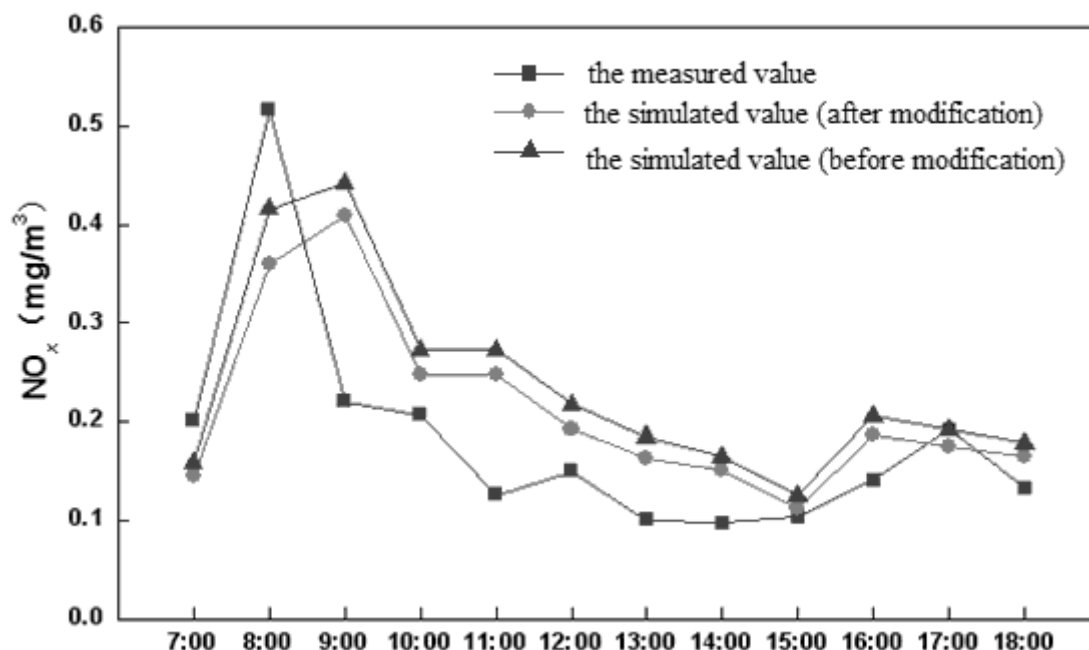


图 3.6 (d): 杭州 NO_x 浓度随时间变化图 (2005 年 3 月 5 日观测)





3.6.2 贵阳货运车辆 CO2 排放清单

一般情况下，机动车排放清单可以有两种编制方法：一种是基于行驶，一种是基于燃料。就本章的研究而言，采用了在中国广泛应用的基于行驶的方法。基于行驶的机动车排放清单包括来自传统燃料车辆的运行和启动排放。方程式如下：

$$Q = Q_{\text{run}} + Q_{\text{st}} = \text{EF}_{\text{run}} \times D \times L \times M + \text{EF}_{\text{st}} \times T \times M \quad (3.1)$$

其中

Q = 机动车年排放总量（吨/年）

Q_{run} = 机动车年运行排放总量（吨/年）

Q_{st} = 机动车年启动排放总量（吨/年）

EF_{run} = 机动车运行排放因子（克/升/车）

EF_{st} = 机动车启动排放因子（克/启动/车）

L = 车辆年均里程（千米/年）

D = 燃油经济性（升/千米）

T = 启动总数（启动/年）

M = 车辆数量

贵阳货运车辆的 CO₂ 排放清单（2011 年）是基于方程式 3.8 计算的。如表

3.1 所示，2011 年贵阳的车辆（仅指货运车辆）数量为 6.02 万台，其 CO₂ 排放量共计 44.06 万吨。

表 3.1： 2011 年贵阳货运车辆 CO₂ 排放清单（万吨/年）

| 车辆类型 | 燃料类型 | 数量 | CO ₂ |
|--------|------|--------|-----------------|
| 轻型货运车辆 | 汽油 | 22,982 | 20.81 |
| | 柴油 | 24,897 | 24.11 |
| 重型货运车辆 | 汽油 | 316 | 0.87 |
| | 柴油 | 12,014 | 23.80 |
| 合计（万） | | 60,209 | 69.60 |

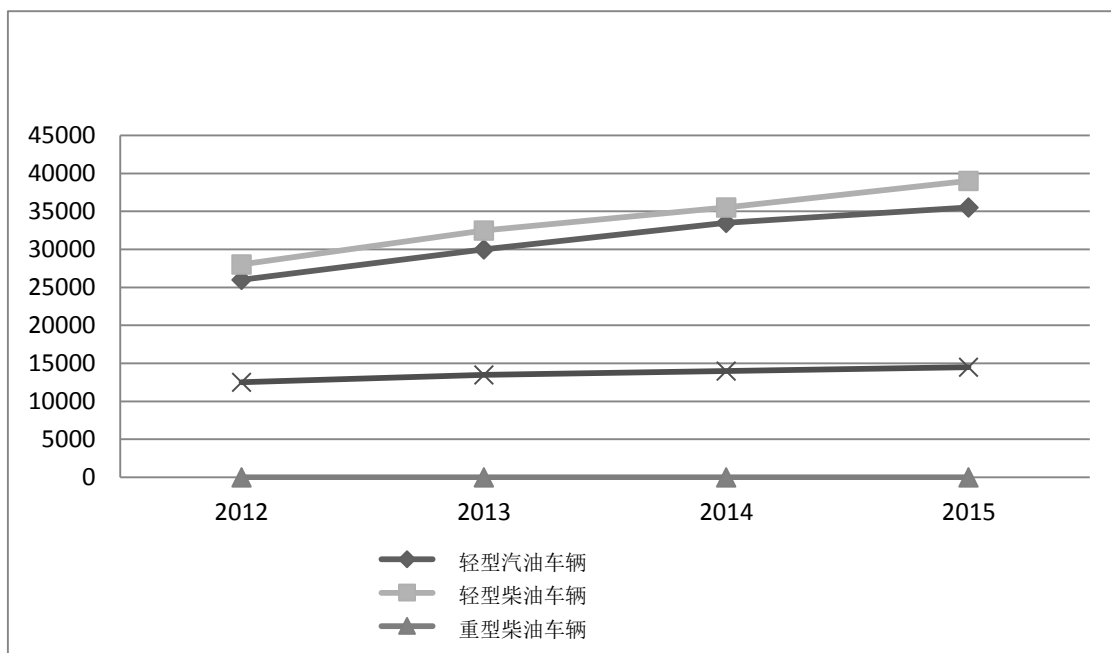
从表 3.1 可以发现，轻型柴油车辆是最大的 CO₂ 排放来源（24.11 万吨/年），其次是重型柴油车辆（23.8 万吨/年）、轻型汽油车辆（20.81 万吨/年）和重型汽油车辆（8700 吨/年）。重型汽油车辆生成的 CO₂ 排放量较少，因为这种车辆类型的数量最少，而轻型柴油车辆的数量最多。它的运行排放因子仅次于重型柴油车辆。

3.7. 减少贵阳货运车辆 CO₂ 排放量的策略研究

3.7.1 2015 年贵阳货运车辆定量预测

本章讨论的此项研究采用 LEAP（长期能源可替代规划系统）模式预测 2015 年贵阳货运车辆的数量，并采用回归算法计算弹性系数。预测结果如图 3.7 所示。

图 3.7： 2012–2015 年贵阳货运车辆定量预测结果



3.7.2 机动车减排方案设计

近年来，贵阳积极采取旨在控制货运车辆 CO₂ 排放的货运优化措施，如执行更加严格的车辆排放国家标准，淘汰老旧机动车，推广清洁燃料车辆，强化对在用车辆的管理，在高峰时段根据车牌号码限制机动车流量。考虑到贵阳货运车辆的管理现状，本章研究采用 LEAP 系统模式，对将在 2010 年至 2015 年上路的车辆数量进行预测。我们此前开发了基于不同车型和行驶距离的燃油经济性计算方法（Zhang 等人，2007 年），本文利用它来估计 2010 至 2015 年期间的化石燃料消耗量。最后，就四个方案在 2010 至 2015 年间的燃料消耗量和相应经济效益进行了估计。

一切如常 (BAU)

在 BAU（一切如常）方案中，假设除了现有机动车管理措施，贵阳不采取任何其他措施。从现在到 2015 年，应根据相关国家要求执行“国四”机动车排放标准（轻型车辆排放限制和测量方法；中国第四阶段标准）。鉴于执行“国五”排放标准（轻型车辆排放限制和测量方法；中国第五阶段标准）的不确定性，所有在“十二五”规划期间登记的车辆均需达到“国四”排放标准。

提高负载能力 (ILC)

以 BAU 水平为基准，所有车辆的空载率将从目前的 50% 降至 ILC（提高负载能力）方案中的 20%。因此，有可能减少货运车辆的使用，以减少货运车辆的 CO₂ 排放。

替代能源需求 (AER)

在研究排放因子的过程中发现，柴油车辆的 CO₂ 排放因子通常高于汽油车辆。因此，可以涉及一个 AER（替代能源需求）方案，其中的新增轻型货运车辆均为汽油车辆。

清洁能源替代 (CER)

中国颁布了推动新能源车辆的相关政策，并以免税或政府补贴形式鼓励消费者购买清洁能源车辆（如电动汽车（EV）和混合动力电动汽车（HEV）。因此，清洁能源替代（CER）方案假设混合动力电动汽车将占新增轻型货运车辆总数的 10%。

3.7.3 机动车减排方案分析

不同方案中的机动车定量分析

根据方案分析，针对不同方案估算出不同数量的货运车辆。详细信息可参阅表 3.2。

表 3.2 不同方案中的 2015 年贵阳货运车辆数量

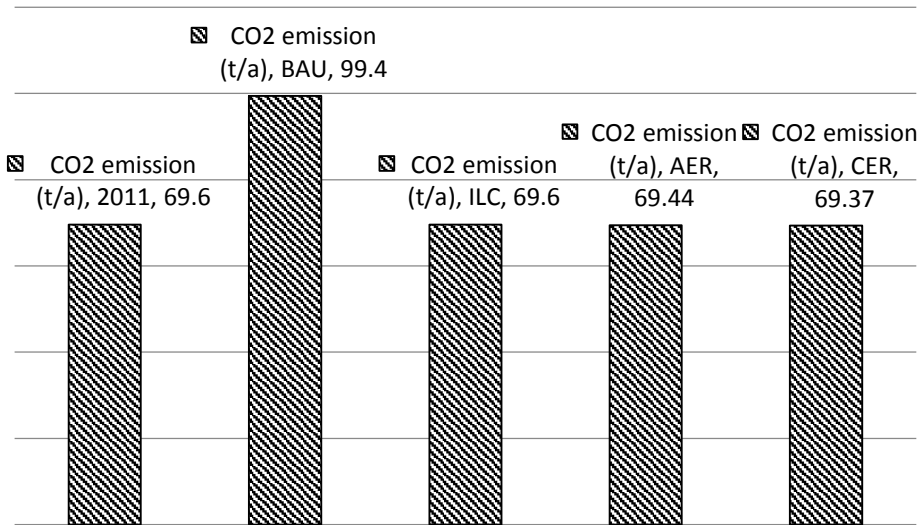
| | 2011 年 | 2015 年 | | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | BAU | ILC | AER | CER |
| 轻型汽油车辆 | 22,982 | 35,948 | 25,163 | 27,527 | 27,072 |
| 轻型柴油车辆 | 24,897 | 38,944 | 27,260 | 24,897 | 24,897 |
| 重型汽油车辆 | 316 | 373 | 261 | 261 | 261 |
| 重型柴油车辆 | 12,014 | 14,187 | 9,931 | 9,931 | 9,931 |
| 轻型混合动力电动货运车辆 | | | | | 454 |

| | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 合计 | 60,209 | 89,451 | 62,616 | 62,616 | 62,616 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|

不同方案中的机动车污染物排放

在设定减排方案之后，采用既有的机动车排放清单方法（详细信息可参阅图 3.8）计算四种方案的 CO₂ 排放量。如图所示，在 BAU 方案中，2015 年的货运车辆 CO₂ 排放量将增至 99.4 万吨/年。在 ILC 方案中，它将与 2011 年水平相当，表明提高货运车辆的负载能力能有效解决货运车辆的 CO₂ 排放问题。在 AER 方案中，货运车辆的 CO₂ 排放量将比 2011 年减少，总排放量为 69.44 万吨/年。最后，在 CER 方案中，货运车辆的 CO₂ 排放量将进一步减至 69.37 万吨/年；尽管略有减少，但混合动力电动汽车的增多将导致更加显著的减排结果。

图 3.8：2015 年贵阳不同方案中的货运车辆 CO₂ 减排分析（CO₂ 排放量，吨/年）



3.8.
CO₂

减排的经济效益分析

基于以上分析和研究，本章研究将以 BAU 方案（假设贵阳除了现有措施，不会采取其他机动车管理措施）为基准，将它与 ILC、AER 和 CER 方案的经济效益进行对比分析，以研究多个方案中的货运车辆节能减排经济效益。我们侧重于可以节约资金的三个领域：1. 油耗成本；2. CO₂ 清洁成本；3. 折旧费。

表示法

TM : 总里程

L : 每车里程 (公里/年), 数据来自在线数据库

S : 车辆数量

O : 总油耗

Q : 每车油耗, 数据来自在线数据库

C^o : 油耗成本

P^o : 油耗价格 (人民币元), 数值基于中国市场状况

Z^{CO_2} : CO_2 排放量

Z^{lgv} : 轻型汽油车辆 CO_2 排放量, 数据来自第 6 节

Z^{ldv} : 轻型柴油车辆 CO_2 排放量, 数据来自第 6 节

Z^{hgv} : 重型汽油车辆 CO_2 排放量, 数据来自第 6 节

Z^{hdv} : 重型柴油车辆 CO_2 排放量, 数据来自第 6 节

C^{CO_2} : CO_2 清洁总成本

P^{CO_2} : CO_2 清洁每吨成本, 数据来自 2012 年在线数据库

θ : 折旧率

d : 总折旧

d^{lgv} : 轻型汽油车辆折旧

d^{ldv} : 轻型柴油车辆折旧

d^{hgv} : 重型汽油车辆折旧

d^{hdv} : 重型柴油车辆折旧

S^{lgv} : 轻型汽油车辆数量

S^{ldv} : 轻型柴油车辆数量

S^{hgv} ：重型汽油车辆数量

S^{hdv} ：重型柴油车辆数量

P^{lgv} ：轻型汽油车辆平均价格

P^{ldv} ：轻型柴油车辆平均价格

P^{hgv} ：重型汽油车辆平均价格

P^{hdv} ：重型柴油车辆平均价格

3.8.1 ILC 方案的经济效益分析

在 BAU 的基础上，我们假设所有车辆的空载率将从目前的 50% 降至 ILC 方案中的 20%。因此，2015 年货运车辆的总数将为 6.2616 万台（参阅表 3.2），比 BAU 方案中的 8.9451 万台减少 2.6835 台。由于数量增速变缓，ILC 方案中的货运车辆总油耗将少于 BAU 方案，这将为 2015 年的贵阳货物运输系统带来显著经济效益。该效益的计算方式如下：

$$TM = S \times L \quad (3.2)$$

$$O = (TM \times Q) / 100 \quad (3.3)$$

$$C^o = O \times P^o \quad (3.4)$$

如果我们用方程式(3.2)–(3.4)计算 BAU 方案和 ILC 方案中的燃油消耗成本，结果为 30.95 亿元人民币和 22.55 亿元人民币。鉴于两个计算值的差异，我们发现与 BAU 方案相比，2015 年采用 ILC 方案可节约 8.4 亿元人民币。详细信息可参阅附录 D 表 D.1。

此外，通过减少使用货运车辆，ILC 将减少货运车辆的 CO₂ 排放量。根据现有的 CO₂ 清洁技术（如 CO₂ 捕获技术），在中国清洁每吨 CO₂ 需要 202 元人民币的成本。因此，可以用下列方程式(3.5)和方程式(3.6)计算出 ILC 和 BAU 方案中的 2015 年 CO₂ 清洁成本：

$$Z^{co_2} = Z^{lgv} + Z^{ldv} + Z^{hgv} + Z^{hdv} \quad (3.5)$$

$$C^{co_2} = Z^{co_2} \times P^{co_2} \quad (3.6)$$

BAU 和 ILC 方案的计算结果分别为 2.008 万元人民币和 1.4056 万元人民币；

其差额 6024 元人民币将成为 ILC 方案中 CO₂ 清洁成本的节约数。详细信息可参阅附录 D 表 D.2。

此外，ILC 方案货运车辆的使用效率将会更高。因此，ILC 方案中的折旧成本将低于 BAU 方案。根据货运车辆的市场现状，我们假设轻型汽油货运车辆的平均市场价格为 6 万元人民币，轻型柴油货运车辆为 7 万元人民币，重型汽油货运车辆为 10 万元人民币，重型柴油货运车辆为 12 万元人民币。折旧费可用方程式(3.7)–(3.11)计算如下：

$$d^{lgv} = S^{lgv} \times P^{lgv} \times \theta \quad (3.7)$$

$$d^{ldv} = S^{ldv} \times P^{ldv} \times \theta \quad (3.8)$$

$$d^{hgv} = S^{hgv} \times P^{hgv} \times \theta \quad (3.9)$$

$$d^{hdv} = S^{hdv} \times P^{hdv} \times \theta \quad (3.10)$$

$$d = d^{lgv} + d^{ldv} + d^{hgv} + d^{hdv} \quad (3.11)$$

其中，我们假设折旧呈直线变化，折旧率 $\theta=1.98\%$ （中国目前使用的数值）。用以上方程式计算出的 BAU 和 ILC 方案折旧费分别为 33.1135 万元人民币和 23.179 万元人民币。ILC 方案货运车辆的折旧成本将能节约 9.9345 亿元人民币。BAU 和 ILC 方案的详细折旧成本信息可参阅附录 D 表 D.3。

3.8.2 AER 方案的经济效益分析

与 ILC 方案类似，AER 方案的货运车辆总油耗将少于 BAU 方案，这是因为货运车辆数量的增速变缓。利用方程式(3.2)–(3.4)计算的 BAU 和 AER 方案油耗成本分别为 30.95 亿元人民币和 22.7 亿元人民币。与 BAU 方案相比，AER 方案在 2015 年可节约 8.25 亿元人民币。附录 D 表 D.4 概述了分析结果。

利用方程式(3.5)–(3.6)计算的 BAU 和 AER 方案 CO₂ 清洁成本分别为 20080 元人民币和 14026 亿元人民币。AER 方案的 CO₂ 清洁成本可节约 6054 元人民币。

此外，由于 AER 方案中的货运车辆使用效率较高，其折旧成本将低于 BAU 方案。利用方程式(3.7)–(3.11)计算的 BAU 和 AER 方案折旧费分别为 331135 元人民币和 230612 元人民币。AER 方案的货运车辆折旧成本可节约 10.0523 亿元

人民币。比较分析结果的概要可参阅附录 D 表 D.5。

3.8.3 CER 方案的经济效益分析

利用方程式(3.2)–(3.4)计算的 BAU 和 CER 方案油耗成本分别为 30.95 亿元人民币和 22.34 亿元人民币。与 BAU 方案相比，CER 方案 2015 年可节约大约 8.46 亿元人民币。比较分析结果的概要可参阅附录 D 表 D.6。

利用方程式(3.5)–(3.6)计算的 BAU 和 CER 方案 CO₂ 清洁成本分别为 20080 元人民币和 14012 元人民币。CER 方案的 CO₂ 清洁成本可节约 6 068 元人民币。折旧费的对比概要可参阅附录 D 表 D.7。

利用方程式(3.7)–(3.11)计算的 BAU 和 CER 方案折旧费分别为 331135 元人民币和 229274 元人民币。CER 方案的货运车辆折旧成本可节约 10.1888 亿元人民币。

表 3.3: 2015 年贵阳不同方案中货运车辆运行状况及 CO₂ 排放和减排成本

| | BAU | | | | | ILC | | | | | AER | | | | CER | | | |
|----------------|---------------|-------|--------------|------------|------------|---------------|-----------|--------------|------------|------------|---------------|-------|------------|------------|---------------|-------|------------|--------|
| | TM | C^o | Z^{CO_2} | C^{CO_2} | d | TM | C^o | Z^{CO_2} | C^{CO_2} | d | TM | C^o | C^{CO_2} | d | TM | C^o | C^{CO_2} | d |
| 轻 型 汽 油 车 辆 | 1584843 07 | 12.09 | 32.5549 1 | — | 10784 4 | 11093634 0 | 8.46 | 22.7884 4 | | 75489 | 1213585 60 | 9.26 | | 8258 1 | 1193525 97 | 9.11 | | 81216 |
| 轻 型 柴 油 车 辆 | 1535609 30 | 11.66 | 37.7161 8 | — | 13630 4 | 10748949 7 | 8.16 | 26.4013 3 | | 95410 | 9815990 8 | 7.45 | | 87140 | 9815990 8 | 7.45 | | 87140 |
| 重 型 汽 油 车 辆 | 4984026 | 0.38 | 1.03246 2 | — | 1865 | 3487482 | 0.27 | 0.72272 4 | | 1305 | 3487482 | 0.27 | | 1305 | 3487482 | 0.27 | | 1305 |
| 重 型 柴 油 车 辆 | 8986472 0 | 6.82 | 28.1041 8 | — | 85122 | 74621534 | 5.66 | 19.6729 2 | | 59586 | 7462153 4 | 5.66 | | 59586 | 7462153 4 | 5.66 | | 59586 |
| 合计 | — | 30.95 | 99.4077 3 | 2008 0 | 33113 5 | — | 22.5 5 | 69.5854 1 | 1405 6 | 23179 0 | — | 22.7 | 1402 6 | 23061 2 | — | 22.49 | 14012 | 229247 |

3.9. 贵阳货运车辆 CO₂ 减排措施

3.9.1 有效整合运输资源

可以在贵阳市建立“专业配送车队”，在审查、核实之后向合格企业颁发“专业城市配送车队”许可证。不同行业的主管机构应要求其相关企业在组织货物运输和物流项目招标时优先使用此类专业城市配送车队。专业配送车队可以根据不同行业的需求，召集供应方和需求方会议，为其建立沟通平台。提供专业城市配送服务的企业可以从事规范化经营，并提高其运输效率，以便向社会提供安全的、标准化的优质运输服务，引领城市配送部门的专业化和社会化发展。

3.9.2 加强对运输市场的科学管理

以发展现代物流产业为驱动力，以物流机构为基础，通过加强对道路运输市场的科学组织和管理，建立一个完善的货物供应管理体系。可以开发灵活多样的运输方式，扩展服务功能，拓宽运输服务市场。可以创新物流和运输活动，以引导市场需求，提高车辆的利用率。可以提高回程负载率，以实现车辆的往返负载。可以合理规划线路，以确保车辆满载往返。

3.9.3 建立标准化、科学化的物流网络

借助现代技术和计算机软件技术装备采购服务，向运输经营者提供货物运输信息，并建立一个车辆和货物交易平台，为货物运输寻找更合理的载货和运行路线。这种方式也有助于实现 ILC 方案。

3.9.4 加强组织领导

贵阳市政府可以牵头成立一个领导小组（以下简称“领导小组”），在贵阳市试点运行专业城市配送车队，成员应包括贵阳市商务局、贵阳市运输局、贵阳市交通管理局、贵阳市财政局、贵阳市农业委员会、贵阳市物价局和贵阳市烟草公司。这种来自贵阳市商务局和贵阳市农业委员会等不同行业的主管机构能鼓励、引导相关企业（单位）建立专业城市配送车队，以满足各自行业的需要和特殊需求；贵阳交通管理局可以负责受理城市配送车辆临时停车点申请，发放市区白天配送通行证，确保此类车辆的通行，以缩短其运行时间；贵阳市运输局可以负责审查关于企业货物运输资格、车辆和从业人员道路运输资格的申请；贵阳市物价局可以负责监督配送企业的收费标准。

同时也可以贵阳市商务局设立领导小组办公室，负责相关工作的整体协调和安排。

3.9.5 建立一个城市配送车队报告系统

城市配送试点企业可以向领导小组办公室及时报告相关经营信息（如配送和运输信息）、紧急情况和企业发展。该办公室可在概括并处理此类信息之后编写一个主题报告，将其提交给贵阳市政府。这将有助于建立并改进既有物流网络。

3.10. 结论

贵阳市货运车辆 CO₂ 排放清单已编制完毕，它全面反映了贵阳机动车排放 CO₂ 的水平和特征；有关贵阳货运车辆发展水平和 CO₂ 总排放量的预测也已完成。通过分析四种方案，对贵阳货运车辆的 CO₂ 减排量和相关效益进行了讨论，从而为政府有关部门实施管理和决策提供了一个有效的依据。

3.10.1 CO₂ 排放因子

通过遥感完成的实际测量表明，贵阳货运车辆的 CO₂ 排放因子根据不同年份的车辆组成而有所不同。柴油车辆的 CO₂ 排放因子大于汽油车辆，重型车辆的 CO₂ 排放因子大于轻型车辆。可根据其 CO₂ 排放因子从大到小的如下顺序列出贵阳的各种货运车辆：重型柴油车辆；重型汽油车辆；轻型柴油车辆；轻型汽油车辆。

3.10.2 CO₂ 排放清单

2011 年，贵阳的货运车辆总数为 6.02 万台，货运车辆的 CO₂ 年排放量为 44.06 万吨。轻型柴油车辆的 CO₂ 年排放量最高——24.11 万吨/年；重型柴油车辆为 23.8 万吨/年；轻型汽油车辆为 20.81 万吨/年；重型汽油车辆最低——8700 吨/年，主要原因是该市的重型汽油车辆远远少于其他货运车辆类型。由于轻型柴油车辆的污染水平最高，而且这一货运车辆类型的 CO₂ 排放因子仅次于重型柴油车辆，这些货运车辆占货物运输次部门 CO₂ 排放量的绝大多数。因此，应该减少轻型柴油车辆的数量，或者提高轻型柴油车辆的燃料质量。

3.10.3 CO₂ 减排的策略研究

为了预测 2015 年贵阳货运车辆的 CO₂ 排放情况，已编制四个方案。方案结果如下：在 BUA 方案中，2015 年的货运车辆 CO₂ 排放量将增至 99.4 万吨/年；而在 ILC 方案中，

2015 年的货运车辆 CO₂ 排放量仍将与 2011 年持平，表明降低货运车辆的空载率能有效解决货运车辆的 CO₂ 排放问题。在 AER 方案中，货运车辆的 CO₂ 排放量将少于 2011 年水平，达到 69.44 万吨/年；而在 CER 方案中，货运车辆的 CO₂ 排放量将进一步减少到 69.37 万吨/年。尽管 CER 方案的 CO₂ 排放量比 AER 的少，但混合动力电动汽车将会有更加显著的减排结果。因此，降低车辆空载率、提高燃料质量应是减少货运车辆 CO₂ 排放的优先选项。

3.10.4 CO₂ 减排的经济效益分析

对贵阳货运车辆 CO₂ 减排四种不同方案的经济效益进行了分析。分析结果如下：与 BAU 方案相比，ILC 方案可以节约 6024 元人民币（约 990 美元）货运车辆 CO₂ 处理成本，9.9345 亿元人民币（约 1.63 亿美元）货运车辆折旧成本；AER 方案可以节约 6054 元人民币（约 2300 美元）货运车辆 CO₂ 处理成本，10.0523 亿元人民币（约 1.65 亿美元）货运车辆折旧成本；CER 方案可以节约 6 068 元人民币（约 2300 美元）货运车辆 CO₂ 处理成本，10.1888 亿元人民币（约 1.67 亿美元）货运车辆折旧成本。因此，除了节约 CO₂ 处理成本，这三个方案也都能有效节约货运车辆的折旧成本。

3.10.5 贵阳货运车辆 CO₂ 减排措施

基于以上研究成果，建议采取以下的保障措施：有效整合运输资源；加强对运输市场的科学管理；建立标准化、科学化的物流网络；加强组织领导；及建立城市配送车队报告形式。

附录 A：贵阳货运市场现状

表 A.1：贵阳主要货运市场基本信息

| 货场类型 | 货场名称 | 位置 | 建成时间 | 规模 | 货运服务提供 商数量 | 货运服务辐射范围 |
|---------------|-----------------------|--------------|---------------|-------------|---------------|---|
| I. 路边货运 市场 | 嘉润路沿线 货运带 | 嘉润路 | 1980 年代 | 沿线 2 公 里 | 120 | 围绕火车站的货物配送中心，辐射范围涵盖全省，侧重于发往全国的特定线路运输。 |
| | 罗汉营路沿 线货运带 | 罗汉营路 | 1990 年代 | 沿线 660 米 | 49 | 为附近 200 多家批发商和零售商提供货运服务，辐射范围涵盖全省，尤其是各县。 |
| | 头桥路和海 马冲路沿线 货运带 | 头桥路和海马 冲路 | 1990 年代 后期 | 沿线 600 米 | 73 | 在原客运站附近的电器、五金、劳保用品、建材、服装等零售、批发综合市场的基础上形成。辐射范围涵盖遵义、毕节、六盘水、开阳、清镇各县市，以及贵阳至成都、重庆、广州、广西货运线路。 |
| | 黔春路沿线 货运带 | 黔春路 | 2002 年左 右 | 沿线 500 米 | 16 | 辐射范围涵盖遵义、毕节、安顺、都匀及贵阳以西其他县市；贵阳至成都、重庆、昆明等地货运线路。 |
| II. 集中货运 | 华顺达物流 | 云岩区百花大 | 华顺达物流 | 10000 平 | 35 | 辐射范围涵盖遵义、毕节、安顺、兴义、六盘水 |

| 货场类型 | 货场名称 | 位置 | 建成时间 | 规模 | 货运服务提供 商数量 | 货运服务辐射范围 |
|------|---------------|----------------|-------------------|---------------|---------------|---|
| 市场 | 市场 | 道（新街 143 号） | 公司筹建， 2000 年启用 | 方米 | | 及其他主要县市，以及贵阳至广州、深圳、郑州、西安、昆明、成都、北京等地货运线路。其他省份货物运至贵州的配送点。 |
| | 东联物流市场 | 嘉润路、东 站路交叉口 | 1990 年代 | 8 900 平方 米 | 20 | 从贵阳市机械装卸运输公司租赁的场地，辐射范围涵盖遵义、安顺、毕节、兴义、凯里、都匀及其他主要县市，以及贵阳至广州、郑州和成都货运专线。 |
| | 龙洞堡经纬 驾驶员城 | 龙洞堡 | 2006 年 | 123 亩 | 20 | 辐射范围涵盖贵阳至上海、广州、成都等地货运专线。 |
| | 凯沣物流市 场 | 百花大道金鸭 加气站 | 2009 年 | 2000 平方 米 | 13 | 辐射范围涵盖贵阳至安顺、毕节、遵义及其他县市货运专线。 |
| | 金鸭物流市 场 | 百花大道金鸭 加气站 | 2009 年 | 2500 平方 米 | 10 | 辐射范围涵盖贵阳至安顺、毕节、遵义、铜仁及其他县市货运专线。 |
| | 嘉桦物流市 场 | 云岩区蔡家关 | 2010 年 | 3000 平方 米 | 6 | 辐射范围涵盖贵阳至山东、温州、重庆、成都、西安货运专线，以及贵阳至遵义、安顺、毕节、六盘水及贵州省其他县市货运线路。 |

| 货场类型 | 货场名称 | 位置 | 建成时间 | 规模 | 货运服务提供 商数量 | 货运服务辐射范围 |
|------|--------------|--------------|--------|---------------|---------------|---|
| | 客车厂三桥 货运站 | 三桥新街 18 号 | 2002 年 | 20000 平 方米 | 30 | 辐射范围涵盖贵阳至广州、深圳、长沙、重庆、 成都货运专线，以及贵阳至遵义、安顺、毕节、 铜仁及贵州省其他县市货运线路。 |

注：货场/货运市场：一种存储、配送、管理货物的市场。货运服务供应商：经营货场的企业。

附录 B：测量排放的工具设置

利用遥感设备测量汽油车辆的尾气排放。如图 B.1 所示，将气体射程（GS）和回复反射器（RR）置于公路两侧，彼此对齐。气体冲程释放出的红外线和紫外线（IR/UV）光束水平穿越公路，被 RR 反射回 GS。有车辆通过时，光束会穿过车辆产生的尾气烟流。部分光束将被尾气吸收。当光束反射回 GS 时，红外线和紫外线都会有某种程度的减弱。经过测量光线强度的减弱程度，可以将光线强度信号转化为电信号，再被传感器和数据采集板转换为数字信号。然后，数字信号被发送给中央处理器，从而获得每个通过车辆的尾气排放成分数据。

在检测过程中，由于排气管高度（相对于路面）、风速和车辆后方湍流等因素的影响，尾气烟流的长度和强度会有很大变化。因此，遥感系统无法直接检测尾气的浓度。该工具可以测量尾气的构成（如 CO、HC、NO 和 CO₂ 之比，即 CO/CO₂、HC/CO₂、NO/CO₂），对于某个给定尾气烟流，其构成是恒定的。尾气的浓度按容积计算和表示：CO（百分率）、HC（百万分率）、NO（百万分率）。就 INSPECTOR IV[®] 系统而言，CO 和 CO₂ 容积浓度的精确范围为 $\pm 0.25\%$ 。一旦 CO 和 CO₂ 的容积浓度高于 3%，测量值的误差率将达到 15%。HC 和 NO 容积浓度的误差范围为 ± 250 ppm，测量值误差为 15%（均取最高值）。

该系统配备一台低能耗激光测速仪，可以同时测量车辆的运行速度和加速度。公路的一侧还要安放一台高速彩色数码相机，用于抓拍车辆的车牌并获得更多信息。运行速度和加速度的测量值以及图像信号都被发送给中央处理器。速度的精确度为 $\pm 1 \text{ km h}^{-1}$ ，加速度的精确度为 $0.5 \text{ km h}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 。在这个过程中，还会检测温度、湿度、风速、风向等气象条件。完成所有这些测量仅需 0.6 秒。图 B.2 所示，为 INSPECTOR IV[®] 工具的组件。

图 B.1: 遥感系统作业示意图

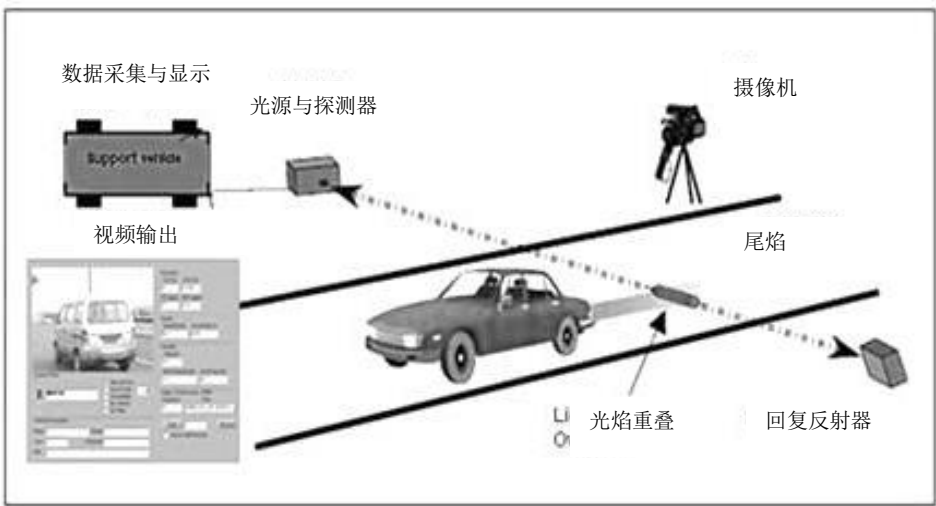
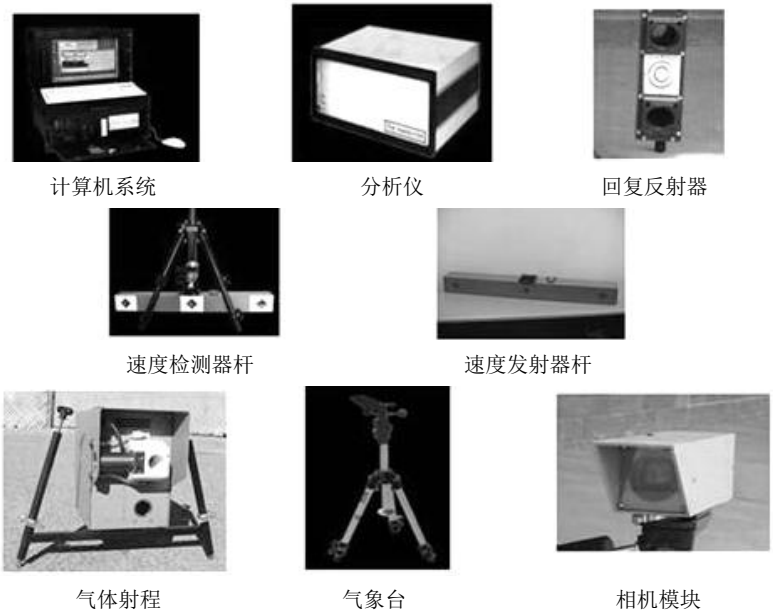


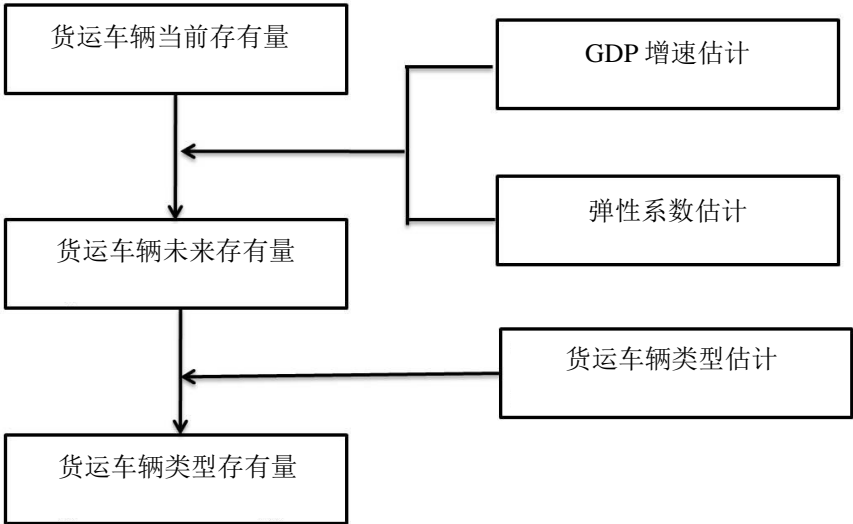
图 B.2: INSPECTOR IV[®]系统组件



附录 C：货运车辆数量估算模型

我们采用弹性系数法估算各个方案的 2015 年贵阳货运车辆数量。这种方法是用货运车辆的历史存有量和弹性系数估算车辆的未来存有量。与此同时，还可以估算出各种车型的比例。最后，可以得出货运车辆未来存有量的相关数据。本模型情况详见图 C.1。

图 C.1：弹性系数法流程



附录 D：不同方案的运行状况和结果

表 D.1： BAU 和 ILC 方案中的货运车辆运行状况

| | BAU | | | ILC | | |
|---------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|
| 货 运 车 辆 类型 | TM | O | C^o | TM | O | C^o |
| 轻 型 汽 油 车辆 | 801,640,400 | 158,484,307 | 12.09 | 561,134,900 | 110,936,340 | 8.46 |
| 轻 型 柴 油 车辆 | 868,451,200 | 153,560,930 | 11.66 | 607,898,000 | 107,489,497 | 8.16 |
| 重 型 汽 油 车辆 | 12,682,000 | 4,984,026 | 0.38 | 8,874,000 | 3,487,482 | 0.27 |
| 重 型 柴 油 车辆 | 408,476,000 | 89,864,720 | 6.82 | 337,654,000 | 74,621,534 | 5.66 |
| 合计 | | | 30.95 | | | 22.55 |

表 D.2： BAU 和 ILC 方案中的货运车辆 CO₂ 减排成本分析

| | Z^{lgv} | Z^{ldv} | Z^{hgv} | Z^{hdv} | Z^{co_2} | C^{co_2} |
|-----|--------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| BAU | 32.5549 1 | 37.71618 | 1.032462 | 28.10418 | 99.40773 | 20,080 |
| ILC | 22.7884 4 | 26.40133 | 0.722724 | 19.67292 | 69.58541 | 14,056 |

表 D.3: BAU 和 ILC 方案中的货运车辆折旧成本分析

| | d^{lgv} | d^{ldv} | d^{hgv} | d^{hdv} | d |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| BAU | 107,844 | 136,304 | 1,865 | 85,122 | 331,135 |
| ILC | 75,489 | 95,410 | 1,305 | 59,586 | 231,790 |

表 D.4: BAU 和 AER 方案中的货运车辆运行状况

| | BAU | | | AER | | |
|--------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|
| | TM | O | C^o | TM | O | C^o |
| 轻型汽油车辆 | 801,640,400 | 158,484,307 | 12.09 | 613,852,100 | 121,358,560 | 9.26 |
| 轻型柴油车辆 | 868,451,200 | 153,560,930 | 11.66 | 555,203,100 | 98,159,908 | 7.45 |
| 重型汽油车辆 | 12,682,000 | 4,984,026 | 0.38 | 8,874,000 | 3,487,482 | 0.27 |
| 重型柴油车辆 | 408,476,000 | 89,864,720 | 6.82 | 337,654,000 | 74,621,534 | 5.66 |
| 合计 | | | 30.95 | | | 22.7 |

表 D.5: BAU 和 AER 方案中的货运车辆折旧成本分析结果概要

| | d^{lgv} | d^{ldv} | d^{hgv} | d^{hdv} | d |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| BAU | 107,844 | 136,304 | 1,865 | 85,122 | 331,135 |
| AER | 82,581 | 87,140 | 1,305 | 59,586 | 230,612 |

表 D.6: BAU 和 CER 方案中的货运车辆运行状况概要

| | BAU | | | CER | | |
|----------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|
| | TM | O | C^o | TM | O | C^o |
| 轻 型 汽 油 车 辆 | 801,640,400 | 158,484,307 | 12.09 | 603,705,600 | 119,352,597 | 9.11 |
| 轻 型 柴 油 车 辆 | 868,451,200 | 153,560,930 | 11.66 | 555,203,100 | 98,159,908 | 7.45 |
| 重 型 汽 油 车 辆 | 12,682,000 | 4,984,026 | 0.38 | 8,874,000 | 3,487,482 | 0.27 |
| 重 型 柴 油 车 辆 | 408,476,000 | 89,864,720 | 6.82 | 337,654,000 | 74,621,534 | 5.66 |
| 合 计 | | | 30.95 | | | 22.49 |

表 D.7: BAU 和 CER 方案中的货运车辆折旧成本分析结果概要

| | d^{lgv} | d^{ldv} | d^{hgv} | d^{hdv} | d |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| BAU | 107,844 | 136,304 | 1,865 | 85,122 | 331,135 |
| CER | 81,216 | 87,140 | 1,305 | 59,586 | 229,247 |

第三部分：印度的低碳发展

第一章：印度的低碳技术和创新政策

1.1 引言

现在，创新被理解为一种广泛存在的复杂现象，涉及在一系列背景和情形下发生的许多交互式动态过程。《奥斯陆手册》将创新定义为包括引入新的或显著改善的商品和服务（产品创新）、采用新的或显著改善的生产或交付方法（工艺创新）、执行新的市场营销方法（营销创新）和在商业实践、工作场所组织或对外关系方面执行新的组织方法（组织创新）（经合组织和欧盟统计局，2005 年）。

现有分析发现的一个关键创新特征是，它并不遵循一个直线路径，即首先开展研究，然后经过开发、设计、工程学处理、生产程序，最后将新产品、新工艺成功推向市场，相反，它是一个交互式（累积式）的过程，涉及不同阶段之间的持续反馈循环。第二个特征是，创新本质上是公司、大学和研究机构等诸多参与者之间的互动结果。

人们现在普遍认为，经济表现并不只是一个获取自然资源和庞大市场的问题，更不是拥有熟练（而且更加廉价）工人团队的问题；创新、知识创造和新知识传播才是今天各企业、行业、地区和国家推动经济增长的关键工具，并因此成为经济领域实现可持续竞争优势的重要组成部分。现在，国家表现的测量依据是其企业及其政府、财政和学术机构的创新程度。创新是有利于发展的环境条件对某个过程施加（并正在施加）影响的结果，因此它并非完全基于技术。事实上，商业模式、组织设计和职能策略方面的创新也是成功的关键要素。尽管技术和非技术创新方面的研究发现通常存在差异，但事实上它们也经常同时发生。

近来，在经济增长的未来可持续性、社会动荡和环境退化模式方面存在某些担忧，这增强了采用更环保增长模式的需求。不过，现有生产技术和消费行为只能在某种程度上或在某一领域实现积极成果；此外，不断衰竭的自然资源还会对整体经济增长造成负面影响。根据经合组织 2011 年的研究，创新可以开拓发展空间，有助于避免自然资源退化性增长。创新是发展低碳技术的关键，它将为向低碳经济转变提供支持，并实现低碳技术的可负担性和可及性。

各种外部因素有可能对推动低碳发展(LCD) 的创新造成影响, 从而成为推广低碳技术、产品和产出的障碍或刺激因素。如果创新未能推动低碳经济增长, 就需要改变创新行为的性质和水平。所有创新类型、知识和技术水准、机构或组织安排都可以进行此类修改。由于市场有可能失灵, 所生成的市场结果并不总能推动低碳发展, 因此有必要进行政策干预。这些政策干预措施能触发创新行为, 从而有可能实现更加环保的长期结果。

可以使用各种政策工具支持低碳创新, 如支持研发、监管、生态标识、技术采购、技术合法化和标准、自愿性协议和自律等。尽管科学研究被赋予了重要作用, 但监管、金融、文化、制度、政治工具对于认识可持续性问题 and 设计有效解决方案同样重要。法律和监管能在整体创新尤其是低碳发展创新背景下发挥非常重要的作用, 可以为激励创新提供有利环境, 并确保创新符合更加广泛的公众利益。知识产权制度的作用在这一背景下尤其具有现实意义, 并且在有关发达国家对发展中国家技术(低碳技术) 转让的争论中担负着重要职责。发展中国家尤其将其视为技术本地化的一个关键障碍。事实还证明, 由于正式知识产权框架的规定苛刻, 它尤其不适用于基层创新和社区创新, 因此有必要制定专门的(针对特定背景设计的) 法律机制。

在全国范围内, 各部门的创新性质和特征或许存在不同结构, 无法进行统一处理。因此, 这给从研发一直到商业推广的低碳技术不同发展阶段带来了新的、独有的障碍、机会和政策挑战, 这些需要基于部门状况加以认识和处理。

以下各节就印度的创新和低碳发展提供了深刻见解。首先, 概述印度的创新生态系统, 然后简单描述印度的低碳技术创新行动, 并就本研究开展的利益攸关方需求评估进行结果分析。之后一节试图强调印度选定部门的低碳发展研发行动和现状。此外, 还对选定部门的各种低碳技术及其创新阶段进行确认, 并讨论与相关部门的低碳发展创新政策问题。

1.2 印度的创新生态系统

目前, 印度的科学和技术(S&T) 基础设施包括中央政府、邦政府下属科技机构以及公共、私营和非政府组织。中央政府下属的科技部门包括: 科学与技术部

(DST)、科学和工业研究局 (DSIR)、原子能部 (DAE)、航天部 (DOS)、生物技术部 (DBT) 和海洋开发部 (DOD)。

除了以上部门，还有独立研究机构、私营部门参与者、学术机构，以及在其各自领域开展研发活动的信息技术、卫生、环境和农业研究等附属部门。

经过数十年的演化，该国与研发和科技相关的生态系统变得复杂和多层次化。

图 1.1 概述了印度的研发生态系统。科学与工业研究理事会 (CSIR) 是印度的研发主体。目前，科学与工业研究理事会有 39 个国家实验室和 80 个现场中心，它们在原子能之外的所有科技领域开展基础性和应用性研发。

科学与技术部 (DST) 在确认、推动不同学科优先研发领域方面发挥主导作用，并基于“五年计划”编制工作小组研发报告。科学与工程研究理事会 (SERC) 作为一个囊括科学家和技术人员的咨询机构，为科学与技术部制定优先事项。科学和技术咨询委员会为 24 个社会经济部门制定联合的技术开发项目。科学与技术部已经成立了一个自治机构，即技术信息、预测和评估委员会 (TIFAC)，旨在筹备技术预测、评估和市场调查。技术信息、预测和评估委员会此前实施了一个“印度 2020 年技术瞻望”项目，为政府制定国家科学与技术计划提供见解。科学与技术部还建立了其他机制，以推动卓越中心和专利促进中心的研发活动。

表 1.1：印度的研发生态系统

| 政府部门 | 行业协会 | 研究 | 支助性基础设施 | 供资机构 | 标准 |
|--|--|--|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• 科学与技术部• 科学和工业研究局• 生物技术部• 原子能部• 航天部• 地球科学部• 新能源与可再生能源部• 其他附属研究机构 | <ul style="list-style-type: none">• 印度行业联合会• 印度工商联联合会• 印度工商业协会• 全国软件公司和服务公司协会• 亚洲生物技术联合会• 生物技术主导型企业协会 | <ul style="list-style-type: none">• 大学• 政府研发机构• 非营利性独立研究机构• 政府供资技术机构• 私营技术机构• 商业学校• 公司 | <ul style="list-style-type: none">• 企业孵化器• 技术/科学园区• 经济特区 | <ul style="list-style-type: none">• 银行业机构• 创业投资协会/天使投资• 印度天使网络 | <ul style="list-style-type: none">• 大学拨款委员会• 全印度技术教育委员会• 印度标准局 |

资料来源：改编自《易唯思商务研究》（2008 年）。

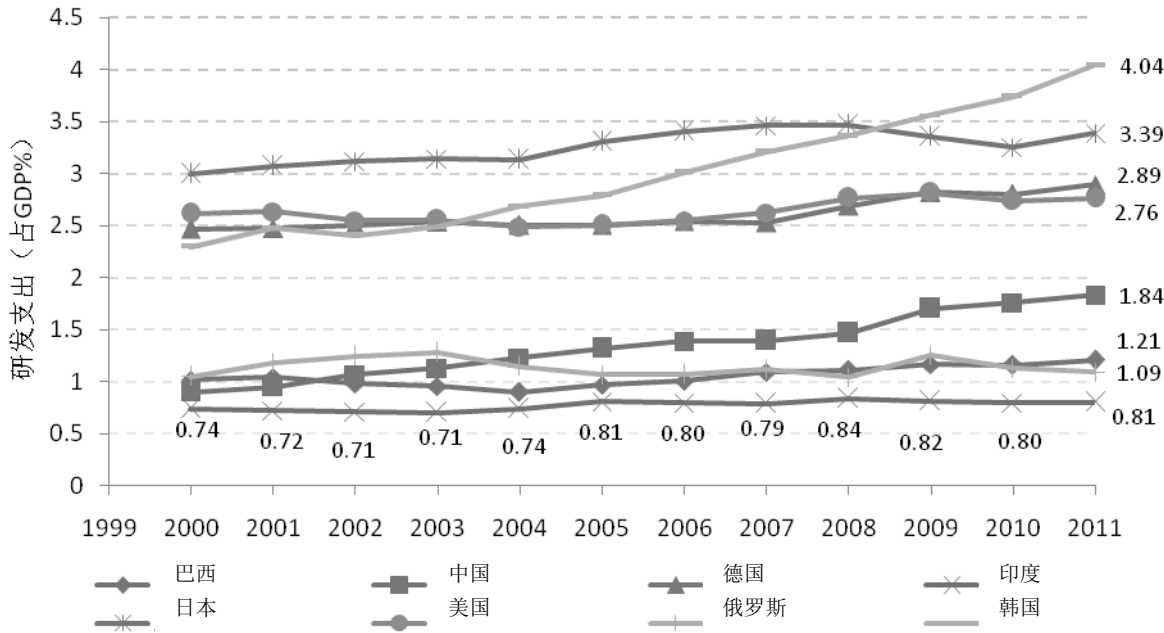
印度的总体研发支出在 12.1 亿美元（726.2 亿印度卢比），在全国 GDP 中约占 0.88%（科学与技术部，2013 年）。²⁵其中，约 2/3 供资通过公共部门进行，其余来自私营部门。在印度研发和科技领域的各种资金来源中（中央政府通过计划委员会（现为 NITI Aayog）、邦政府以及私营和企业部门拨款），中央政府占有主要份额。在印度主要科研机构的总体研发支出中，相当一部分（约 61%）被国防、原子能和航天等战略部门垄断，使得以印度农业研究委员会和印度科学与工业研究理事会作为最大接受者的民用科技份额略显匮乏。图 1.2 和 1.3 将印度与其他几个国家的一些关键研发统计数字进行了对比。需要注意的是，印度研发投入占 GDP 的百分比

²⁵ 《2011-2012 年研发统计数据》，印度政府科学与技术部，科学与技术司，新德里，2013 年 9 月。

从 1980 年的 0.3% 到 2011 年的大约 0.8%，略有增长，与此同时，中国的增幅却很显著，从 1980 年的 0.1% 增至 2011 年的 1.84%。

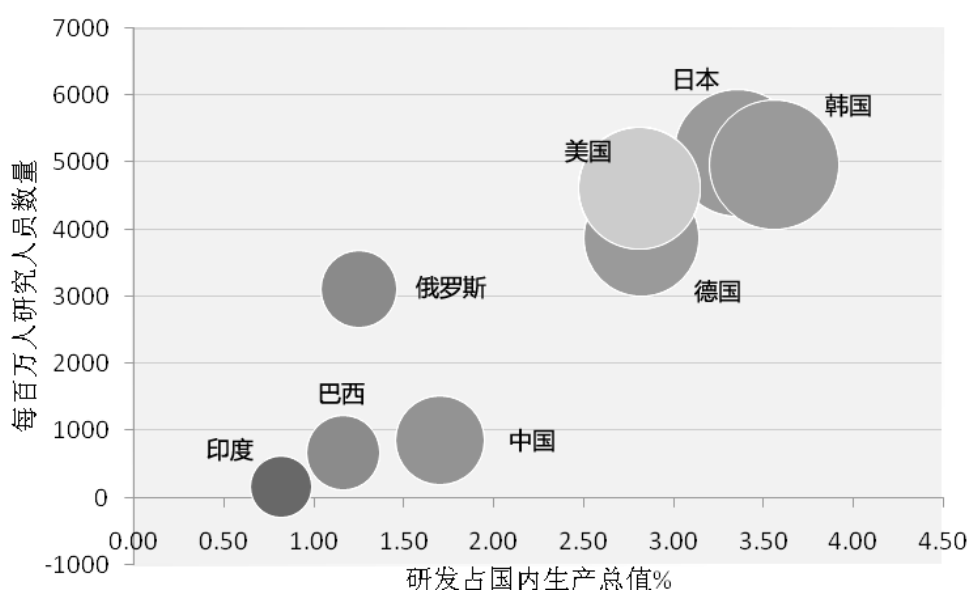
在按研究类型分列的政府研发支出细分方面，基础研究和应用研究占总体研发支出的相对份额分别为 2003 年的 28% 和 38%，2010 年的 26% 和 36%，而实验开发占总体研发支出的份额从 2003 年的 34% 增长至 2010 年的 38%（科学与技术部，2013 年）。研发方案发生变化，政府的侧重点逐步转向商业导向研发和公私合作经营。一个可察觉的政府研发重大变化是，以任务为导向的项目正在取代开放式研究项目。《“十二五计划”方法文件》要求推出任务模式项目，通过卫生、水、能源、食品、环境安全领域利益攸关方的广泛参与来解决国内需求和优先事项，以便在规定期限内实现各项目标和指标。

图 1.2： 2000-11 年金砖国家及其他国家的研发支出占 GDP 百分比



资料来源：《世界发展指标》，世界银行

图 1.3：2009 年金砖国家及其他国家研发支出（占 GDP 百分比）和科技人力资源（每百万人）



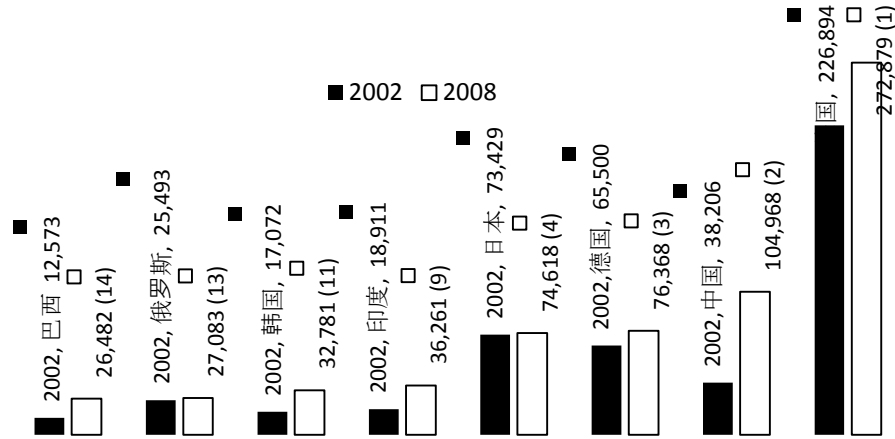
注：圆的大小反映了各国每年的研发支出相对量

资料来源：研发支出数据来自《世界发展指标》，世界银行；科技人力资源数据来自联合国教科文组织

2008 年，印度科学出版物的全球份额约为 3.7%，在全球排名第 9。中国在这方面的成就引人瞩目，其出版物全球排名第 2，约占全球科学出版物份额的 11%（见图 1.4）。此外，中国向任何一个知识产权机构提交的专利申请数量最多，年增长率也最快。在印度，向专利局提交的专利申请数量也跻身前十位(见图 1.5)。就美国授予的专利数量而言，印度的专利已从 1980 年的 8 项增至 2010 年的 1137 项，而中国的数量增速更快，从 1980 年的 4 项增至 2010 年的 3 303 项（Ramani, 2014 年）。²⁶

²⁶ Ramani, S.V. (ed.) (2014 年)。《印度的创新：结合经济增长和包容性发展》，剑桥大学出版社，新德里

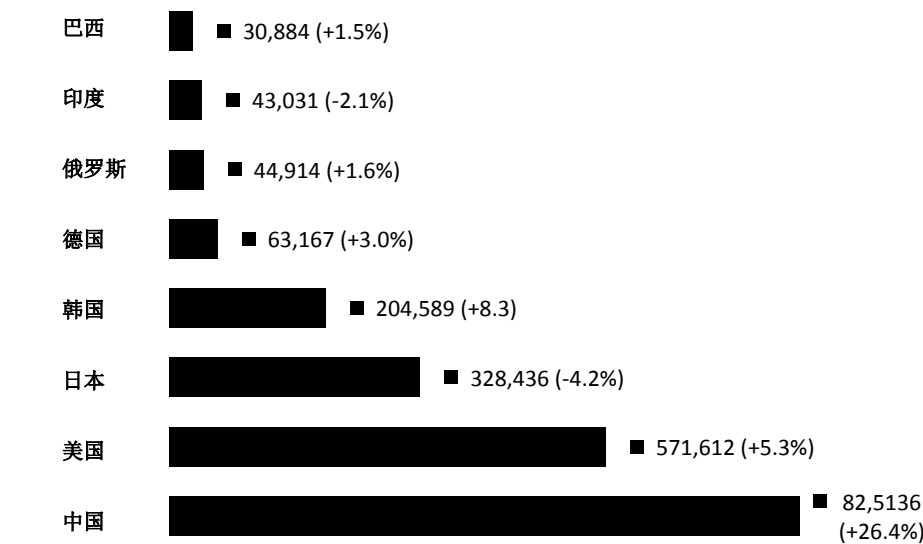
图 1.4： 2002 年、2008 年金砖及其他国家出版物



注：括弧内数字是各国出版物的 2008 年全球排名

资料来源：联合国教科文组织《科学报告》，2010 年

图 1.5： 2013 年金砖国家及其他国家各自知识产权机构接受的专利申请数量



资料来源：世界知识产权组织（2014 年）²⁷

注：括弧内数字是与去年同期相比的百分比增减幅度

²⁷ 世界知识产权组织，《世界知识产权组织 2014 年度知识产权事项与数字》

在讨论创新生态系统的同时，还要审慎研究各种政府愿景文件对科技促进国家增长的看法。

A.P.J. Abdul Kalam 博士提出的“2020年愿景”计划确认了使印度到2020年成为发达国家的五个关键领域，即农业和食品加工、具有可靠电力供应的基础设施，教育与医疗、信息和通信技术、关键技术和战略产业。

2009年，印度国家科学院（INSA）在其成立25周年之际委任一批相当年轻的科学家起草印度科学愿景文件。2010年8月，《印度科学愿景文件》发布，它作为印度科学政策的短期和中期指南，有望解决印度科学领域的四个关键问题：各个层面的官僚作风、等级制度、缺乏自主，以及科学家参与程度不足。

由印度总理科学顾问委员会编制、2010年9月发布的印度科学愿景文件为未来20年的印度科学发展绘制了一个路线图。这份名为《引领全球科学的印度》的47页报告呼吁到2020年将研发支出增至2.5%（目前为0.8%），并为生成科技人力资源创造环境，到2020年，年生成规模至少为150万名科学学士、30万名科学硕士和3万名科学哲学博士。报告建议从渐进式创新转向激进式创新，并提议成立一个上市公司，除了向创新公司提供税收激励条件，向政府供资研究机构的新思路和创新提供预算外拨款之外，还要通过该公司提供多达100亿印度卢布的创业资助，并鼓励其科学家下海创业。该文件强调科学在未来国家发展阶段和各个社会经济部门的作用，同时试图将基础科学研究项目与食品、能源和水安全方面的发展挑战结合起来。

《“十二五计划”方法文件》要求制定一项明确的“科学、技术和创新”政策，并由针对国家优先事项包容性加速增长的生态系统提供支持。为此，我们设想将现有产出驱动模式的科技系统范式转变为一项以产出为导向的发展战略。为将科学与技术与发展需求相协调，该文件强调有必要在能源、水、健康、农业等需要大量科技投入的领域实现突破性创新。为了推动创新，需要制定一个将整体构想纳入考虑的框架，还需要严格审查各个科技研究领域的相关性，以便向现有优先领域划拨急需的财政和人力资源。它还要求将一些国家实验室项目移交给高校系统。到“十二五计划”结束时，研发支出要整体增加到GDP的2%，这就需要做出预设，将私营

部门的研发支出份额从目前的 25% 至少增加到“十二五计划”期间的 50%。该文件还提议进一步扩大校际中心和机构间中心，以实现跨越高校、领域和机构的功能对接。

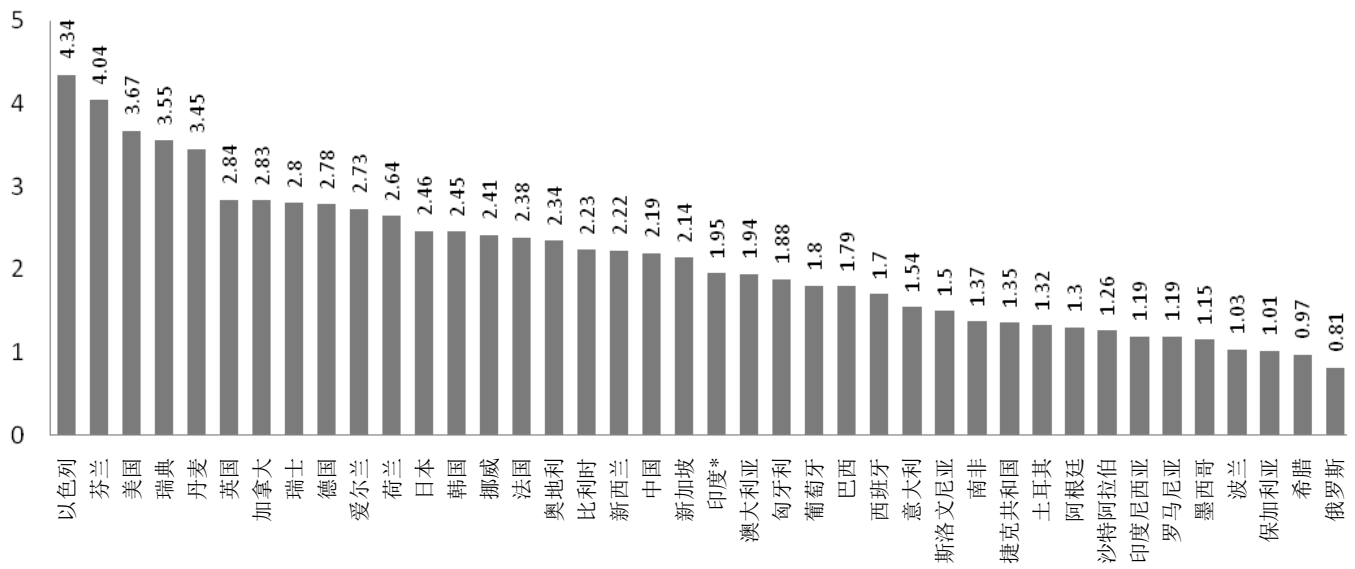
2013 年，科学与技术部（DST）制定的《印度科学、技术和创新政策》承认科学、技术和创新（STI）系统在“气候变化国家行动计划”（NAPCC）中的作用。该文件指出，STI 系统将“作为一个战略知识来源，以应对气候多变性和气候变化挑战，并履行印度基于公平的差异性和共同性职责”。

为了推动印度的创新、研发和科研文化，印度政府宣布将在印度国家转型委员会（NITI Aayog）下设一个 ATAL 创新工作组（AIM）。AIM 将成为学者、企业家和研究人员参与的创新推动平台，它将为一系列机构提供资金，使其开展创新研究，进而推动经济增长，创造就业机会。该工作组还将向所有中央创新事务部门提供意见，并就支持结果导向型研究的供资机制提出建议。它还将在印度推动一个世界级的创新枢纽网络。在 2014-2015 年预算中，已向创新工作组分配了 15 亿印度卢布（250 万美元）。

1.3 印度的低碳技术创新行动

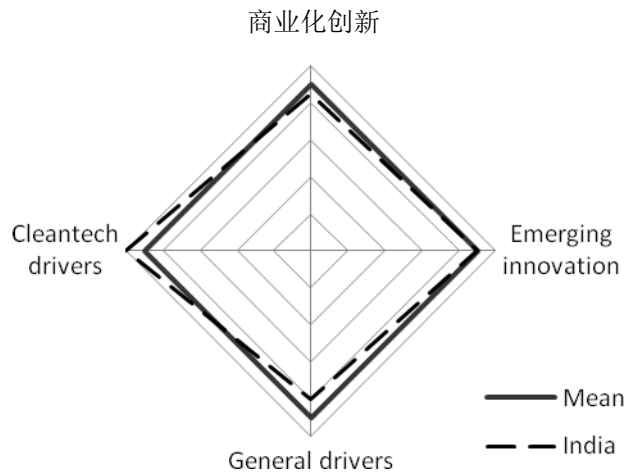
2014 年，在世界自然基金会和清洁技术集团推出的“全球清洁技术创新指数”排名中，印度居第 21 位（见图 1.6）。印度总体指数的平均得分特点是，总体创新投入较弱，企业文化一般，清洁技术创新一般，但在基于国家公共研发支出和清洁技术资金密度的清洁技术创新特定驱动因素方面，它的绩效指标较高（见图 1.7）。在清洁技术的商业化前沿方面，印度的绩效较低，因为其可再生能源消费水平较低，清洁技术公司的上市交易率也较低。根据该报告，印度的排名上升趋势很强劲，因为它的增长和发展氛围很强烈，污染水平高，也有实现清洁技术创新商业化的资源动力。

图 1.6： 2014 年各国的清洁技术创新指数



资料来源：全球清洁技术创新指数（2014 年）

图 1.7： 印度 2014 年“全球清洁技术创新”绩效概况



资料来源：全球清洁技术创新指数（2014 年）

印度已经发起了一系列低碳发展行动。印度政府科学与技术部技术开发局（TDB）负责国内技术发展相关问题。在世界银行的支持下，技术开发局启动了一个低碳技术部署基金（FLCTD）创建项目，资金规模约为910万美元。该项目旨在国内的关键能源消耗应用领域推动并增加使用新技术，以便未来数十年间安装的新设备、新器具以低能耗实现所需性能。首先，该项目侧重于三个领域：（1）工业低品位余热回收；（2）泵送；及（3）HVAC（供暖、通风和空调）热传输、冷库等。项目的主要活动将是创新挑战，相关团队要开发出满足基于性能的技术规格的原型机，并为工业及其他用户部署选定原型机提供支持。

政府于2010年创建了国家清洁能源基金，以供资研究、清洁能源技术创新项目和环境补救方案。与清洁能源技术创新方法相关的任何项目/计划、研究和部署，均有资格获得国家清洁能源基金的供资。不过，基本/基础研究项目不能获得国家清洁能源基金的支助。国家清洁能源基金支持的指导性项目清单包括：支持开发、示范社区综合能源解决方案；智能电网技术；太阳能、风能、潮汐能、地热能可再生应用的项目；硅制造等可再生能源基础设施领域的关键项目；导致更具环境可持续性方法替代现有能源生产技术的项目；环境管理相关项目，尤其位于能源部门项目的周边地理区域；可再生/可替代能源和清洁化石能源相关项目；气候变化国家行动计划（NAPCC）确认的任务项目；及根据国家适应气候变化战略（NMSKCC）以更环保技术替代现有技术的研发项目。截至2014年9月，国家清洁能源基金所推荐项目的总值达1857.7亿印度卢布（30.96亿美元）。

2012年，世界自然基金会印度分会推出“气候创行者”清洁技术创新平台，以便在低碳技术创新者和行业协会、投资人、政府、孵化中心、媒体之间建立对接。“气候创行者”旨在展现中小企业开发创新清洁技术的潜力，扩大它们的影响范围，从整体创新价值的角度去认识它们，使其成为针对气候变化的直接、实用的解决方案。这个平台的目的是，推动使用创新清洁技术，进而促进减少排放和提高能源利用率。为实现这一努力，“气候创行者”印度平台正与印度行业联合会（CII）、印度新风投、创新孵化和创业中心（IIM Ahmedabad）、Skyquest技术咨询有限公司和技术开发局（印度政府科学与技术部）进行合作。

为了供资清洁技术创新，印度政府还从清洁技术基金（CTF）融资，用以支持一系列经确认能对社会经济发展产生巨大影响并能显著创造气候变化共同利益的项目和行动。为了支持国内低碳发展目标，清洁技术基金已于 2011 年拨款 7.75 亿美元，拟结合来自多边开发银行（MDB）、印度政府、私营部门及其他来源的额外资金供资 8 个项目。截至 2014 年 10 月，清洁技术基金已核准金额达 3.75 亿美元的 4 个项目，即：喜马偕尔邦环境可持续发展政策贷款、超级能源效率计划（SEEP）、节能领域部分风险共担基金（PRSF）和拉贾斯坦邦太阳能园区，此外拟核准涉及以下项目的 4 亿美元供资：古吉拉特邦太阳能园区、马哈拉施特拉邦太阳能园区、集成太阳能混合项目以及“提高能源效率国家使命-行使、实现与贸易”一期项目。

1.4 认识低碳发展领域的科学、技术与创新

本节描述与不同部门低碳发展相关的印度现有研发活动和政策措施。

1.4.1 可再生能源

创新与研发

印度一直强调以直接和转化性研究大力创新、推动研发（R&D）的持续需求，以促进其可再生能源发展。经修订，印度计划到 2022 年增加 175000 兆瓦的可再生能源发电装机容量，该目标增强了研发的必要性。政府对该领域的研发支持针对降低成本、提高效率、增强可靠性、延长寿命和制造完整系统几个方面。印度正在努力建设可再生能源的本地化能力，使其更具竞争性和自我可持续性。可再生能源研发背后的战略驱动因素涉及：通过多元化能源基础增进能源安全；以符合成本效益的方式扩大农村地区的能源供应，以提高生活质量；及降低能源转化过程对温室气体排放的影响。印度在自然资源馈赠以及科学和工业基础设施供应方面具有优势，这使它在农村能源、太阳能、城市和工业垃圾能源、风能、生物质能、小水电、海洋和地热能以及燃料电池和氢等新技术关键领域的研发达到先进水平。在印度空间研究机构（ISRO）的协助下，还对风能和太阳能的潜力进行了更具科学性的资源评估和数据验证。作为印度可再生能源计划的组成部分，太阳能、风能、生物质能

和小水电被视为重要资源，是一些国内机构的研究重点。太阳能中心现已独立为国家太阳能研究所（NISE），充当研发对接机构。金奈风能技术中心（CEWT）现已独立为国家风能研究所（NIWE）。国家可再生能源研究所（NIRE）将侧重于研究生物能。印度理工学院鲁尔基分校建立的替代水电能源中心（AHEC）侧重于小水电项目的开发。近期推出的 Suryamitra（“太阳之友”）太阳能项目、生物质技术人员职业培训项目也在推动这方面的技能发展。

近年来，可再生能源领域的研发水平持续提高。根据“十二五计划”，新能源和可再生能源部（MNRE）的研发活动支出现已达到 91 亿印度卢布左右（约 1.52 亿美元），而“第十一个五年计划”中对 169 个项目的供资为 52.5 亿印度卢布（8 800 万美元）。

表 1.1 概述了新能源和可再生能源部几年来支持的研发项目

表 1.1：新能源和可再生能源部支持的研发项目

| 年份 | 核准项目总数 | 金额 (千万印度卢布) | 金额 (百万美元) | 领域 |
|---------------------------------------|--------|----------------|--------------|--------------------------------------|
| 2014-2015 年 | 22 | 未提供 | 未提供 | 太阳能光热、太阳能光伏、沼气、氢能-风能混合系统 |
| 2013-2014 年 | 17 | 未提供 | 未提供 | 高效太阳能电池、太阳能光热、氢能存储、燃料电池、生物燃料、沼气和能源垃圾 |
| 2012-2013 年 | 4 | 未提供 | 1 | 氢能、太阳能、生物质炉灶后续项目 |
| 2011-12 年 | 29 | 118.60 | 20 | 太阳能光热发电、太阳能光伏、氢气和燃料电池、生物燃料和生物质炉灶 |
| 2009-10 年 | 21 | 未提供 | 未提供 | 太阳能、生物能和新技术 |
| 2006-07 年、 2007-08 年和 2008-09 年 | 71 | 71.0 | 12 | 燃料电池、氢能、聚光光伏系统、沼气和太阳能光热制冷 |

资料来源：新能源和可再生能源部（2015 年）

除了政府投资，业界也表现出极大兴趣并进行了研发投资。2015 年可再生能源投资动员了全球 200 家投资融资机构，承诺投资规模接近 273000 兆瓦。

促进可再生能源创新的相关政策

新能源和可再生能源部（MNRE）支持可再生能源研发活动的领域包括：可再生能源并网、城乡能源需求、能源垃圾、替代性燃料和新兴技术。鉴于可再生能源部门的市场主导性，为使这一部门成为净外汇收入来源，该部的第一目标是支持工业研发，以形成工业竞争力。

一项有关研究、设计、开发与示范（RDD&D）的综合性政策已经到位，旨在支持新能源和可再生能源领域的研发活动，包括协助并支持业界在市场发展方面的研究、开发与示范。在这方面已经形成一个计划，旨在指导项目确认、构成评估、核准和资金支持。

推动可再生领域研发活动的各种政策工具被大致划分为基于市场的政策工具以及强制性和控制性政策工具（方框 1.1）。

方框 1.1：政策工具

基于市场的政策工具

上网电价（FIT）：上网电价是须通过与输配电设施或与交易许可人的合同（电力购买协议）从发电公司或私人生产商购买可再生能源电力（REP）的最低价格。

也可提供与平均购电协议（APP）配合使用的可再生能源证书（REC）机制。开发商如果对上网电价（或优惠电价）计划不感兴趣，可选择此机制。

政策与财政激励措施：吸引私营部门投资可再生能源电力开发的激励措施，包括可再生能源电力发电免税期以及其他财政激励措施，如加速风能折旧、对初始成本高的设备给予资金补贴。此外，采取有利的管理流程，以推动可再生能源电力项目。

强制性与控制性政策工具

可再生能源购买义务 (RPO)：可再生能源购买义务要求每个配电许可人都要将一定比例的可再生能源电力纳入其资源组合。各邦、各种可再生能源和各家配电公司的比例和执行时间表都不相同。配电许可人可通过可再生能源自有电厂或自主发电履行此项义务，或从其他更廉价的电力生产设施采购。

可再生能源发电义务 (RGO)：可再生能源发电义务要求传统电力生产商生产一定比例的可再生能源电力。（目前正在审议）。

资料来源：改编自 Schmid (2012 年)，PIB (2015 年)

1.4.2 不可再生能源

创新与研发

印度电力部门的技术挑战包括热电厂效率低下，继续依赖燃煤电厂，和输配电网不足。电力部 (MoP) 已经为电力部门制定了十二五期间的远大计划，以确保电力部门的可持续发展。据估计，十二五计划期间的容量将增加大约 88 537 兆瓦 (电力部，2015 年)。TEDDY 2014-15 表明，2031 年的煤炭依赖程度将高达 50%，因此需要提高煤炭发电效率，以利用国内丰富的煤炭资源，同时减少大气污染。整体煤气化联合循环 (IGCC) 技术可以实现这一目标。不过，它必须适应印度的煤炭质量，不然就必须依赖进口煤。印度高灰分煤需要使用气流床气化炉，这不同于普遍存在的适应低灰分煤的气流床气化炉 (Remme 等人，2011 年)。

整体煤气化联合循环 (IGCC) 是一种先进的煤燃烧技术，它能提高发电系统的整体循环效率。在这个过程中，燃料在一个高压运行的吹氧或吹气气化炉内气化。由此生成的粗煤气去除了大部分污染物（将近 99% 的硫污染物和 90% 的氮污染物）。然后，它在燃气涡轮发电机的燃烧室内燃烧，以生成电力。来自粗煤气和涡轮机尾气的热量用于生成蒸汽，之后被送回蒸汽轮机发电。巴拉特重型电力有限公司 (BHEL) 安装的一台 6.4 兆瓦试点机组自 1989 年起一直在运转。它是基于西门子和阿尔斯通技术安装的。2010 年，巴拉特重型电力有限公司、安得拉邦发电公司

（APGENCO）和科学与技术部在安得拉邦维杰亚瓦达合作建设了一个 200 兆瓦整体煤气化联合循环示范工厂。

煤电厂集中在煤矿周边地区（如北方邦和西孟加拉邦）或是电力需求强劲的较偏远地区（如马哈拉施特拉邦和安得拉邦）。印度正在发展超临界燃煤电厂（660 兆瓦/800 兆瓦机组）；位于 11 个电厂的 37 台机组正在建设中，相应的装机容量约为 26 吉瓦（Platts，2010 年）。

超临界技术是超巨型发电机组（UMPP）的必需技术，今年将有 5 个机组增加 2 万兆瓦容量（电力部，2015 年）。超巨型发电机组的最低容量为 4 000 兆瓦。开发商通过竞标获得项目，并通过即插即用模式运行，以缓解投资瓶颈。在“十二五计划”、“第十三个计划”期间，计划基于超临界和超超临界技术分别实现煤电增容 78 吉瓦和 100 吉瓦（Goel 等人，2015 年）。超临界电厂在显著增高的温度和压力（538°C，246–250 千克/平方厘米）下运行，因此其效率高于常规的亚临界机组，也能显著减少二氧化碳排放。现在，此标准被提高到 565°C，246–250 千克/平方厘米（CEA，2013 年）。如前所述，印度正在采用本地化或外源性技术建设一大批超临界机组（TEDDY，2012/13 年）。

对超超临界先进热电厂（AUSCTP）的研究正在进行（DST，2014 年）。2010 年 9 月，印度甘地自动化研究中心（IGCAR）宣布为一个 800 兆瓦煤电厂开发了一个超超临界先进锅炉，蒸汽容量 350 巴，700°C。该电厂项目将由巴拉特重型电力有限公司和印度最大的国有电厂国家热电公司（NTPC）共同承担，应在 2018 年前开工（Jagannathan，2010 年）。内阁经济事务委员会（CCEA）正在审批 110 亿印度卢布（1.83 亿美元）的超超临界先进热电厂技术。

另外，还与智能电网实验室下属的智能电网技术中心合作，重点开发智能电网。国家智能电网工作组已批准总额达 1.105 亿印度卢布（200 万美元）的开发经费。除此之外，通过采用信息和通信技术，综合电力发展计划的智能计量和防电表篡改能力也正在提高（电力部，2015 年）。

推动不可再生能源创新的政策

科学与技术部是制定并管理国家科技发展规章制度的主要政府部委。从碳捕集与封存（CCS）的角度来看，科学与技术部门（DST，该部的三个部门之一）的气候变化项目尤其重要。2007 年，科学与技术部创建了国家碳封存项目（NPCS），其唯一目标是成为纯粹/应用研究及其在重要经济部门的工业应用的主导者。此外，印度还开展了二氧化碳封存应用研究（ICOSAR），以促进信息共享（Goel et 等人，2015 年）。它的重点研究领域包括：通过微型藻类生物固定技术封存二氧化碳、碳捕集工艺开发、政策制定研究以及陆地农林封存网络建模。除了石油天然气公司（ONGC）、国家铝业公司（NALCO）、国家热电公司等国有实体，印度理工学院（IIT）和印度石油学院（IIP）德拉敦分校也一直从事碳捕集与封存研究（TERI，2013 年）。在国际合作层面，印度还参与了美国的 FutureGen 项目、Big Sky 碳封存伙伴关系和亚太清洁发展与气候伙伴关系。印度还与美国国家能源技术实验室、美国西北太平洋国家实验室、挪威 SINTEF 开展合作（Goel et 等人，2015 年）。现有的商业部署、高投资成本和地下存储相关风险必须通过研发加以解决。目前仅有印度农民化肥有限公司的一个项目在采用二氧化碳胺捕集技术运作（同上）。必须采取一种综合研发方法，以解决碳捕集和碳封存、燃烧前/燃烧中/燃烧后选项、生物封存、陆地封存、地球处理利用和海洋存储问题（同上）。

根据“十二五计划”电力工作组的意见，研发项目可以通过《国家远景规划》（NPP）和《动力研究方案》（RSoP）（电力部，2012 年）等计划推动。部分项目可以采取合作方式，吸引印度中央公营事业局（CPSU）、工业界、学术界和公用事业机构的参与。中央电力研究所（CPRI）、国家热电公司（NTPC）、国家水电公司（NHPC）、Satluj Jal Vidyut Nigam 有限公司（SJVN）、电网、DISCOM、巴拉特重型电子有限公司（BHEL）、科学与工业研究理事会（CSIR）、Crompton Greaves 公司、科学与工业研究理事会实验室、印度理工学院和 NIT 将执行已确认项目。这些项目将由代表电力部的中央电力管理局（CEA）和中央电力研究所协调管理。也可以强化目前管理 NPP 研发的研究和发展常务委员会（SCRD），使其就电力领域的研发问题以及对国家具有重要意义、能导致短期、中期和长期影响的优

先事项问题编制决策文件（同上）。CPRI 根据“十二五计划”（2012-2017 年）执行的研发计划见表 1.2。

表 1.2: CPRI “十二五计划”（2012-2017 年）计划执行研究

| 计划 | 金额 (千万 印度卢 布) | 金额 (百万 美元) | 领域 |
|----------|------------------------|------------------|--|
| 研究与开发计划 | 15 | 3 | 侧重于改进、扩展研究测试设施。 寻找产品及工艺改进新技术，并确保产品符合标准。 |
| 电力研究计划 | 20 | 3 | 侧重于分散发电，在电力系统中应用电力电子技术，改进发电、输配电系统，应用剩余寿命评估（RLA）先进技术，在电力部门应用信息和通信技术，并将绝缘工程技术用于高温超导（HTS）型电力设备。 |
| 国家研发远景计划 | 45 | 8 | 开发用于现场执行的新产品和新工艺 |

资料来源: CPRI, 2015 年

为了开发智能电网，政府建立了印度智能电网工作组和印度智能电网论坛，它将确保以符合成本效益的可扩展的创新方式开发并演示智能电网，吸引所有重要的利益攸关方，将相关技术引入公私合营框架中（Goel 等人，2015 年）。

电力部（2012 年）还建议研究和发展常务委员会作为电力部门的最高委员会，对以下问题进行考虑：

- 公用事业机构应与研究机构合作，以便就其面临的问题开展研究，实现快速应用。
- 制造商也应参与并赞助与电力部门相关的研究项目。
- 应在电力部门内部广泛宣传成功的研发项目。

- 电力部门应与国外同类研究机构开展合作，参与交流专门知识和最新方法。

印度电网有限公司（PGCIL）正给予私营生产商长期准入机会，以推动发展输电系统。9 个大容量输电走廊（HCPTC）项目已经敲定，旨在满足出现在安得拉邦、切蒂斯格尔邦、恰尔肯德邦、奥里萨邦、中央邦、锡金邦和泰米尔纳德邦的独立发电厂（IPP）生产商疏散要求，其估计成本为 5 800 亿印度卢布（约 116 亿美元）。印度中央电力监管委员会（CERC）已经核准了位于恰蒂斯加尔邦、马哈拉施特拉邦和中央邦的两个新大容量输电走廊和两个现有大容量输电走廊（TEDDY，2012/13）。印度电网有限公司已经开始分阶段建设这些走廊，以配合发电项目的进展。

为了建设电力部门的能力，已成立拥有先进培训设施和专业院系的国家电力培训学院，作为提高电力部门竞争力的最高学院。由于电力部门的技术高度密集，有必要促进国内的深入研究和开发，尤其是要考虑引入新的先进技术。需要开展阶段性合作研究，以弥合知识和技术差距，建设专业能力，为现有系统问题和潜在问题寻找解决方案。

1.4.3 交通

创新与研发

最近，印度强调要过渡到一个绿色交通通道。绿色技术将发挥关键作用，帮助实现这一目标。一些有助于实现绿色交通目标的交通技术可见表 1.3。印度交通技术方面的研究努力在很大程度上指向提高常规引擎的燃料效率、开发电动车替代技术，等等。

表 1.3： 交通领域的低碳技术及其共同利益

| 技术 | 提高能源效率 | 减少本地污染物和温室气体排放 | 增加使用可再生资源 | 减少使用不可再生资源 | 最大程度减少垃圾和土地污染 | 减少噪声污染 | 提高安全性 |
|--|--------|----------------|-----------|------------|---------------|--------|-------|
| 混合动力电动汽车 | X | X | | X | | X | |
| 电池电动汽车 | | X | | X | | X | |
| 太阳能电动汽车 | | X | X | X | | X | |
| 燃料电池车辆 | | X | X | X | | X | |
| 改进型柴油车辆 | X | X | | X | | | |
| 弹性燃料车辆 | | X | | X | | | |
| 节约燃料的高效节能技术 (车辆附加技术) | X | X | | X | | | |
| 车辆技术改进 (如空气动力学) | X | X | | X | | | |
| 改装技术 | X | X | | X | | | |
| 替代燃料技术 – 生物燃料、 压缩天然气, 液化天然气和 液化石油气 | | X | | | | | |

| 技术 | 提高能源效率 | 减少本地污染物和温室气体排放 | 增加使用可再生资源 | 减少使用不可再生资源 | 最大程度减少垃圾和土地污染 | 减少噪声污染 | 提高安全性 |
|--|--------|----------------|-----------|------------|---------------|--------|-------|
| 材料替代技术，侧重于在整个生命周期减少 CO ₂ 排放 | | X | | | X | | |
| 非机动车运输车辆 | | X | | X | | X | |
| 公共交通系统 | | X | | X | | | |
| 智能交通基础设施/智能交通系统/利用信息技术进行交通管理 | | X | | X | | | X |
| 减少旅行需求的电子/远程技术 | | X | | X | | X | |
| 材料替代，使用复合材料 | | | | | X | | |
| 回收技术 | | | | | X | | |
| 消声器 | | | | | | X | |
| 胎压监测、自适应巡航控制/碰撞缓解、紧急制动辅助/碰撞缓解等 | X | X | | X | | | X |

资料来源：《绿色交通技术》，联合国环境署绿色经济报告的 TRL 和 TERI 联合背景文件

印度在汽车行业的研发努力主要由重工业局（DHI）提供支持，向印度汽车及相关产业发展委员会（DCAAI）分配汽车地方税资金。自 1983 年至 1984 年，汽车及相关产业发展委员会已批准了 209 个汽车部门研发项目，项目总成本为 54.355 亿印度卢布（9 100 万美元）。科学与技术部（DST）下属的技术开发局（TDB）旨在加速本土技术的开发和商业化或扩大进口技术的国内应用，它也为此提供了股权、软贷款或捐赠形式的援助。

现在，大多数国内研发推动政策侧重于鼓励在科学与工业研究理事会批准的内部研发单位进行“内部研发”。科技部的技术信息、预测和评估委员会（TIFAC）与重工业部（DHI）合作，于 2005 年启动了 CAR (汽车联合研发)项目，以开展基于协会的前期竞争性汽车研发项目。该项目有 11 个学术界及产业界研究项目，涉及 14 个国家实验室/研究所、15 家公司和 10 个技术密集型中小企业。在过去 8 年间，为汽车联合研发活动提供的资金总额达 3.5 亿印度卢布（约 700 万美元）。

重工业部还拟定了 17.5 亿印度卢布(约 3.5 亿美元)的年度预算，每年增加 2.5 亿印度卢布（约 500 万美元）。它将来自未来五年（2012-2017 年）的汽车地方税，并用于汽车研发目的。大部分预算将用于供资电动车辆研发活动和必要的测试设施。此外，2006-2016 年汽车行动计划（AMP 06-16）和 2020 年国家电动车行动计划（NEMMP 2020）为可负担的环境运输提供了一个路线图，并能指导该部门的研发活动。2020 年国家电动车行动计划的关键点是，制造并快速应用混合动力电动汽车（HEV）、插电式混合动力汽车（PHEV），以及被统称为 xEV 的增程式电动汽车。政府还推出了快速应用和制造电动汽车（FAME）项目，目的是到 2020 年实现 6-700 万台增程式电动汽车上路。它将服务于一个双重目标，即减少温室气体排放，预计减少 95 亿升排放，相当于节约 6 200 亿印度卢布（103.33 亿美元），同时创造就业机会，以满足“印度制造”的要求。目前，正在分配一笔金额达 73.8 亿印度卢布（1.23 亿美元）的奖励性补贴。

为了发展增程式电动汽车的国产能力并降低成本，2020 年国家电动车行动计划强调了旨在提高本地化程度、应对国内需求的研发要求。因此，该部门需要来自政府和私营部门的研发投资，采用协会建设方法或者直接捐赠模式。表 1.4 描述了

《关于十二五计划（2012-2017 年）期间汽车行业状况的工作组报告》对运输部门政府研发投资的预想。

表 1.4： 2012–2022 年的交通技术研发重点和投资意向

| 交通技术 | 研发重点 | 研发投资，千万印度卢布（百万美元） | | | | | |
|------------------|-----------|-------------------|----------|------|----------|-----------|---------|
| | | 组件研究 | | 组件开发 | | 组件和整车测试设施 | |
| 蓄电池 | 电池材料和电子元件 | 4 轮车 | 200 (40) | | | 4 轮车 | 50 (10) |
| | | 2 轮车 | 200 (40) | | | 2 轮车 | 50 (10) |
| | | 客车 | 200 (40) | | | 客车 | 80 (16) |
| 电动马达 | | 4 轮车 | 125 (25) | 4 轮车 | 125 (25) | | |
| | | 2 轮车 | 125 (25) | 2 轮车 | 125 (25) | | |
| | | 客车 | 125 (25) | 客车 | 125 (25) | | |
| 注：括弧内数字表示百万美元近似值 | | | | | | | |

资料来源：汽车行业工作小组第十二个五年计划（2012–2017 年）报告，重工业及国有企业部重工业司

推动交通部门创新的政策

在印度，运输部门（尤其是公路部门）的法律和监管框架试图在某种程度上缓解由此部门导致的温室气体排放和污染问题。管辖公路运输的主要法律是 1988 年《机动车辆法》和 1989 年《中央机动车辆法》。前者是对 1938 年《机动车辆法》进行一系列修订的结果。一些相关修订的目的是，鼓励在汽车行业采用较高水平的技术和污染控制措施等（工作组 1984 年建议审查该法案的规定）。1988 年法律的一些重要条款规定了防污染措施的标准，规定由授权检测站发放合格证书，要求车辆获得常规的“污染控制”证书，以监测其悬浮颗粒物和有害气体排放水平。印度已经采取多项措施和政策，旨在完善车辆排放标准并提高燃料质量。汽车燃料远景委员会建议，到 2017 年、2020 年和 2024 年，在国内分别普遍采用 Bharat 标准 BS IV、BS V 和 BS VI。为了鼓励替代燃料，政府推出了《国家生物燃料政策》，根据该政策，到 2017 年要实现 20% 的混合比率目标。另外采取了一些司法干预措施，尤其是在新德里，相关措施已确保所有印度政府公务车辆完成天然气转换，限制老

旧商业车辆通行，用天然气或其他清洁燃料新型车辆替代，将城市公交改造成天然气单一模式，延长公共交通线路等。

4 000 瓦以下的利用专用电池供电、承担最后一英里通行的创新型电动三轮载货或载客车已被 2015 年《中央机动车辆（修订）法案》（PRS，2015 年）赋予了法律地位。

一个关键问题是，运输部门的研究主要是由业界承担的。政府需要与研究机构 and 业界开展持续的项目合作，从而提供支持、鼓励研发并推动创新。

1.4.4 建筑

创新与研发

智慧城市是印度城市发展的新兴模式。以节能方式设计的更智能建筑将成为这些智慧城市的组成内容。目前，印度有一个占地面积为 22 亿平方英尺的绿色建筑足迹，为了使其成为世界第二大面积绿色建筑足迹，其目标是到 2022 年达到 100 亿平方英尺建筑面积（IGBC，2014 年）。拥有这些建筑的建筑部门是继农业部门之后的第二大就业领域。这些部门高度多元化并涉及一系列活动，执行这些活动的相关组织提供工程设计，供应材料和设备，进行施工作业，并提供操作和维护服务。

规划委员会建设工作组第十二个五年计划（2012–2017 年）报告指出了三个推进领域：

- 重视创新
- 强化研发机构，推动建立新机构（鉴于学术界、研究机构和业界的研发机构严重不足）
- 激励研发和创新行动

它进一步强调，“绿色建筑”（包括绿色建筑物）应成为一个主要推进领域，部门应以不妨碍进展的方式遵守环境保护方面法律。

节能是需求侧管理、能源效率、能源保护的子任务之一，建筑也在其中发挥了某种作用。

2001 年，印度政府（GOI）设立了能源效率局（BEE），以制度化方式推动节能和建筑节能。印度建筑部门的研发活动由表 1.5 列出的一些研究机构承担。该表仅为一个指示性清单。

表 1.5：印度建筑研究和开发机构

| 名称 | 领域 |
|--------------------------|---|
| 中央建筑研究所 (CBRI) | 建筑材料；开发改进建材和系统的新技术；将已开发技术转移到产业界，进而实现商业化。建筑效率领域的研究和开发已实现了国内建筑设计气候分区、制订了热能和视觉舒适度标准、风速和市内照明水平，并发展了节能建筑设计准则和方法。太阳能设备的开发利用推动了各种太阳能热水器的商业开发。还针对建筑的电力和热能应用开发了一个自动混合光伏-光热系统 |
| 印度绿色建筑协会(IGBC) | 与英国政府合作开发一个绿色建筑评级系统 |
| 印度技术协会(IIT) | 太阳能、零能耗建筑、热传输 |
| 能源效率局 (BEE) | 建筑代码和标签 |
| 国际地方环境倡议理事会(ICLEI) | 地方政府部署的可持续性和节能项目；城市和农村的各种节能应用项目 |
| 印度环境规划与技术中心(CEPT) | 建筑物的开口与开窗 |
| 印度玻璃委员会(GCI) | 封装和窗户的认证与标注 |
| 印度采暖、制冷和空调工程师协会 (ISHRAE) | 制定并完善供暖、通风和空调（HVAC）标准及检测流程 |
| 新能源和可再生能源部国家太阳能研究所(NISE) | 太阳能资源评估、太阳能光热、太阳能建筑、太阳能光伏发电、太阳能材料、太阳能光热发电、互动式研发、技术评估、检测和标准化 |
| 能源与资源研究所(TERI) | 能源效率研究和部署；绿色建筑示范；建筑节能、建筑规范、太阳能、照明、各种部署方案 |
| 印度科学研究所(IISc) | 替代性建筑技术和材料、节能环保技术；包括气候性能、能源、太阳能建筑、可再生能源的建筑功能效 |

| 名称 | 领域 |
|---------------|---|
| | 率；太阳能、生物质能燃烧和气化、生物甲烷化、生物燃料等；可再生能源；能源规划、需求侧管理、能源效率 |
| 巴拉特重型电力公司研发中心 | 太阳能灯、太阳能光伏发电、太阳能制热系统、表面涂料、建筑节能管理 |

来源： 汇编自不同来源

随着能源效率局的大力推动，节能产品市场获得了极大发展。星级标签计划、TVC 主动宣传和具有吸引力的广告活动可以导致销售额增长。随着对隔热材料、高性能玻璃、热反射涂料、节能砌块等的需求不断上升，这些材料的制造商和供应商数量也在不断增多。不过，节能产品、设备和技术在印度的市场潜力仍然很大。印度供应的一些节能产品见表 1.5。

表 1.5：建筑物节能技术

| 技术类别 | 产品 |
|---------------|---|
| 节能封装 | 屋顶和墙体隔热 高性能玻璃镶嵌 节能砌块 热反射涂料 热反射墙砖 |
| 节能照明系统和控制 | 节能灯和灯具 照明控制：计时器、占用感应器、光电感应器 |
| 节能 HVAC 系统和控制 | 高 COP 制冷机 变风量机组空气处理设备 电动机变速驱动 节热器 热回收转轮 |
| 能源效率局星级电器 | 空调（标准和标签计划规定） 吊扇 直冷冰箱 无霜冰箱（标准和标签计划规定） |

| 技术类别 | 产品 |
|------|--|
| | 荧光灯（标准和标签计划规定） 储水式电热器 配电变压器（标准和标签计划规定） 彩色电视机 感应电动机 泵机组 液化气炉 洗衣机 |

来源：汇编自不同来源

推广更具环保性、更少资源密集性、能应对庞大建筑部门的多元化需求的替代材料和建筑技术也有其可能性和必要性。这些材料和技术包括填充板、预制过梁和 chajjas、HI-SEB、预制板、预制门窗框架/遮阳棚/楼梯、竹席瓦楞板、竹碎料板，sakura 屋顶等，它们以本地现有材料制作，低于传统材料的资源密集性，但热物理性更好。此外还有一种趋势是利用粉煤灰技术开发 AAC 砖和 RC 砖。私营部门也在开发本地技术方面发挥着积极作用。为了确保提高产品质量，建筑材料及技术促进委员会（BMTPC）推荐了下列需要进一步探索的新兴材料：

- 粉煤灰砖、混凝土砌块砖、多孔轻质混凝土、竹质材料、蔗渣板
- 部署部分预制技术和易于操作的机器
- 使用塑铝复合模板的整体浇灌混凝土技术
- 速成墙施工技术

政府、双边和多边机构已在制砖行业开展研究。详细信息见下表 1.6。

表 1.6：制砖行业的主要政府干预措施

| 机构/项目 | 干预类型 |
|--------------------|--------------------------|
| 印度政府中央建筑研究所 (CBRI) | 引入锯齿点火技术和半机械化工艺（1970 年代） |
| 中央污染控制局/环境和林业部 | 砖窑空气排放规定（1990 年代） |

| | |
|---------------------------|----------------------------|
| 瑞士开发与合作机构 | 引入立轴砖窑（VSBK）技术（1995-2004年） |
| 联合国开发计划署-全球环境基金（UNDP-GEF） | 引入空心砖等节能砖（2009年至今） |

来源：KPMG 分析，绿色知识解决方案分析

此外，该部门还有一个庞大的能量建设需求。印度政府已经根据国家技能认证和货币奖励计划设立了一个技能发展和创业部，它将确立正规培训方案和体系，执行面向建筑工人的技能评估和认证。

推动建筑行业创新的政策

印度有一个全面的监管框架，目的是以恩威并施的方法实现节能和绿色建筑在印度的主流化。环境影响评估（EIA）是一个重要的管理和监管工具，它对建成面积 $\geq 20,000$ 平方米、 $\leq 1,50,000$ 平方米的建设施工项目以及建成面积 $\geq 1,50,000$ 平方米的城镇大型开发项目强制执行环保许可。环境与林业部也启动了一个程序，要求接受绿色评级（提前认证或临时认证）的建筑施工部门项目要遵照 GRIHA（绿色居住地综合评估）和 IGBC（印度绿色建筑协会）评级计划，申请快车道环保许可。涉及该部门的中央政府政策举措列表见表 1.7。

表 1.7：绿色建筑的中央一级政策举措

| 政策行动 | 目的 |
|---------------------------|----------------------------|
| 气候变化国家行动计划的可持续人居计划 | 计划要求通过强制执行新商业建筑节能规范实现建筑物节能 |
| 节能建筑规范(ECBC) | 确保在建设节能建筑的同时减少能源需求 |
| 绿色建筑评级系统（GRIHA：绿色居住地综合评估） | 旨在实现环境和开发之间的平衡 |

来源：KPMG 分析，绿色知识解决方案分析

这方面的一个重要立法是 2001 年《能源节约法》，它的一些重要规定涉及制定消费者、电器标准和标签、节能建筑规范（ECBC）、成立机构（能源效率局

（BEE））以及建立能源保护基金。该法于 2010 年进行了修订，将联结载荷 100kW 或合同要求为 120kVA 及以上的商业建筑也包括在内，并根据《能源节约法》接受节能建筑规范的制约。《节能建筑规范》的范围旨在为联结载荷 100kW 或合同要求为 120kVA 的建筑制定最低限度的能源标准。它的目的是通过制定最低能源性能标准减少基准能量消耗，涉及：新的商业建筑，包括建筑围护结构；机械系统和设备，包括供暖、通风和空调（HVAC）系统；室内和室外照明系统；热水服务、电力和电机。

印度政府的新能源和再生能源部还推出了一个“节能太阳能/绿色建筑”方案，对“推广太阳能光热系统的空气加热/蒸汽发电应用、太阳能建筑和 Akshay Urja sops’ ”现行计划的建筑内容进行了修改。该计划的目的是，通过结合经济刺激和促销手段，在国内推广绿色建筑施工。根据新能源和再生能源部于 2009 年 9 月 17 日发布的一个官方通告，中央政府/公共事业部门的所有新建筑均应遵守强制性准则和基准的要求，至少应该达到 GRIHA（新能源和再生能源部支持的国家评级体系）3 星级别。印度中央公共工程部（CPWD）也于 2009 年 3 月 16 日发布了一个官方通告，规定 CPWD 的所有施工均应遵守 GRIHA 准则和基准的要求，至少应被 CPWD 人员内部认证为绿色级别。为了推动这一进程，CPWD 根据《绿色建筑规范》第 1 章第 6 节之 6.18 节规定，在《2007 年 CPWD 作业手册》中引入了有关绿色建筑的核准准则。能源与资源研究所（TERI）和 CPWD 在近期完成了对 CPWD 关键文件的修订（包括基座面积率），纳入了 GRIHA 和 ECBC 的强制性和描述性要求。这有可能将重大变革引入建筑领域，首先是公共建筑领域，因为该文件被大多数邦的 PWD 竞相沿袭。

在绿色建筑方面，还必须提及《印度国家建筑规范》（NBC），它是一个国家工具，为规范全国范围的建筑施工活动提供了准则。它是一个示范性规范，被从事建筑施工的所有机构采用，如公共工程部门、其他政府建筑部门、地方机构或私人建筑机构。该规范主要包括行政法规、开发控制规则和一般施工要求；消防安全要求；材料、结构设计和施工（包括安全施工）的相关规定；及建筑和管道服务。它于 1970 年经规划委员会提议首次发布，并于 1983 年进行了修订。此后又发布了

三次重大修订，两次在 1987 年，第三次在 1997 年。最近，ECBC 与《印度国家建筑规范》（NBC）最终协调一致，纳入了一个题为“可持续发展方法”的章节，未来将被国内的所有建筑方采用。

此外，必须采取技术干预措施，使水泥生产更具环保可持续性。该国新水泥厂堆尘排放量的容许极限是 50mg/Nm³（既有工厂为 150 mg/Nm³，严重污染区为 100 mg/Nm³）（矿产年鉴）。经济事务内阁委员会最近批准的 2020 年前“全民安居”计划侧重于经济弱势群体（EWS）和低收入群体（LIG）。这将给重视绿色建筑和利用本地资源建造可持续人居带来更多机会。它需要加强城市地方机构（ULB）和目前负责此类住房建设的半官方机构的能力建设，还要推动公司合作（PPP）、外国直接投资（FDI）等创新投资模式。

1.4.5 需求侧管理 (DSM)

创新与研发

电力部（MOP）下属的能源效率局（BEE）已经推出了提高能源效率国家计划（NMEEE），它旨在加速基于市场的方法，以解锁节能机会，其资金规模估计为 7 400 亿印度卢布（约 148 亿美元）。到 2014-2015 年，它每年将节约燃料超过 2 300 万吨石油当量，减少排放 9 800 万吨二氧化碳（BEE）。

通过 BEE 推出的各种计划，印度已在实现能源节约方面取得了长足进展。在“十二五计划”（2012-2017 年）期间，BEE 计划将继续推进，这源于它们的监管、按计划实现节能的融资和促进活动。有建议认为要引入新计划，以通过激励措施加快采用高效设备。未来将通过配电公司主导的需求侧管理（DSM）计划加快部署节能电器。通过这些行动，可避免的峰值容量估计为 7 489 兆瓦。到“十二五计划”结束时，可避免的峰值容量估计为 12 350 兆瓦。

2012-2014 年间，对 BEE 的拨款有所增加；但在本预算年度出现缩减。这主要是因为并没有推出诸多新计划，而是侧重于巩固现有计划。

表 1.8: 能源效率局（BEE）的联合预算拨款

| 年份 | 印度卢比（千万） | 美元（百万） |
|---------|----------|--------|
| 2007-08 | 45.0 | 9.0 |
| 2008-09 | 70.0 | 14.0 |
| 2009-10 | 57.8 | 11.6 |
| 2010-11 | 66.9 | 13.4 |
| 2011-12 | 65.0 | 13.0 |
| 2012-13 | 58.8 | 11.8 |
| 2013-14 | 193.4 | 32 |
| 2014-15 | 139.5 | 23 |
| 2015-16 | 50 | 8 |

资料来源：汇编自联合预算（各类事项），电力部；可见 <http://indiabudget.nic.in>

印度已经制订了国家能源效率研发计划，并根据第十一五计划建立了相应的国家能源基金（NEF），其重点是发展能源效率、太阳能和固态照明（SSL）。国家研发计划包括研究商业化和市场转型机制。十二五计划电力工作组强调发展国家指定机构（SDA），以便分散节能努力。未来将建立国家节能基金（SECF），以执行这些能源保护措施。

为了鼓励需求侧管理（DSM），十二五计划电力工作组宣布将会同科学与技术部（DST）合作建立 10 个研究中心，并为此宣布了 20 亿印度卢布（3 300 万美元）的财务预算需求，以吸引学术机构、制造业协会和能源服务公司（ESCO）的参与。它将为创建成本以及前 5 年的部分运行和维护成本提供资金。十二五计划还提出要建立一个照明技术示范中心。

推动节能应用创新的政策

2001 年《能源节约法》是一个多部门立法，旨在确保印度的能源效率。它阐述了电器耗能标准和制定消费者，描述了节能规范，建立了一个合规机制。BEE 的各项计划包括标准和标签（S&L）、节能建筑规范（ECBC）、Bachat Lamp Yojana（通过财政激励推广 CFL 和 LED 照明）、中小企业节能、农业和市政需求侧管理，以及对邦节能基金（SECF）捐赠。

BEE的星标（节能）电器市场正在迅速扩大，有望实现电器的超高效节能。与市场供应的大多数节能电器相比，超高效电器能节约多达 30-50%的能源。超级能源效率计划（SEEP）旨在通过市场激励降低成本，进而寻求推动节能电器的国产化。受益于超级能源效率计划（SEEP）的第一种电器是吊扇。现有技术即将达到效率极限，替代技术平台正在探索中。通过使用节能电机或无刷直流电机，可以提高电扇的效率。BEE已经完成和主要电扇厂商、研发机构、技术开发商、政策机构之间的协商，目前正在落实规范、激励机制以及测量和验证（M&V）策略。按照规定规格/标准制造并出售 SEEP 电扇的制造商将得到奖励。十二五计划期间，预计将售出 2 686 台 SEA 电扇，从而将在 2016-17 年间节约 22 亿台。SEEP 将在稍后阶段延伸到 LED 灯管和 LED 灯泡领域。

为了加快不同部门更换超高效电器，鼓励印度制造商的创新行为，BEE根据提高能源效率国家计划发起了能源效率市场转型（MTEE）倡议。MTEE 倡议鼓励开发超高效新产品，并推动其投放市场。这必须辅以早期研发、贷款和退税，以及针对大宗购买方（如对 DSM 措施感兴趣的电力公司）的宣传，从而提高超高效产品的市场渗透率。就此类产品进行消费者引导，这对于扩大市场份额同样至关重要。可以在稍后阶段引入强制性的性能标准，从而完成市场转型。

由于高昂的前期成本和不确定的市场需求，制造商往往不愿意对变革超高效电器生产线进行初始投资。MTEE 倡议为制造商提供激励措施，后者生产的超高效电器的效率将比市场供应的最有效电器高出 30-50%。

其他 NMEEE 计划包括将节能技术推广到产业部门的行使、实现与贸易（PAT）市场机制、能源效率融资平台（EEEP）和节能经济发展框架（FEEED）。根据 PAT，资源将由国家清洁能源基金调动，并由此向采购节能技术的 7 个部门的指定消费者提供 3%的利息补贴。这需要对技术更新、改造和现代化进行投资。

其他 DSM 策略包括配电公司（Discoms）的技术能力建设，涉及执行负载调查，以编制负荷曲线，通过增强峰值需求、确保更好管理峰外负荷启动需求加以应对。基于实时供求情况的动态定价、智能计量、利用信息和通信技术告知消费者定价和使用信息等干预措施正在酝酿中。借助先进计量手段等技术，Discoms 有可能通过

需求应对来实施 DSM。为在 Discoms 设立 DSM 单位，十二五计划拟分配的专用资金预计为 30 亿印度卢布（5 000 万美元）。

农业 DSM 是以公私合作（PPP）执行的另一项策略，后者将通过创业基金（VCF）、部分风险担保基金（PRGF）等金融机制调动资源。在十一五计划期间，经过对 8 个邦大约 2.0885 套泵组的评估，农业 DSM 的节能潜力达到了每年 97 亩。

1.4.6 农业

创新与研发

一度在 1960 年代陷入粮食危机的印度到 1990 年代得以实现粮食盈余。这一进步的根本原因，是大量公共投资投入了灌溉和农村基础设施领域，最重要的是投入了农业研究领域。农业部门的研发可以增加农业生产，提供更多就业机会，降低粮食价格，降低受制于气候变化的脆弱性（Hazell 和 Haddad，2001 年）。

在印度，农业部（MoA）与农业研究和教育局（DARE）设立了印度农业研究委员会（ICAR），它负责共同协调、指导并管理农业领域的各种研究和教育，其主题包括园艺、渔业、动物科学和自然资源管理。该委员会包括遍布全国的大约 100 个机构、71 所农业高校和 641 个 Krishi Vigyan Kendras (KVKs)。根据十二五计划（2012-2017 年）的阐述，该国农业研究的主要推进领域是，ICAR 要关注雨养区域的各种挑战，邦农业高校要生成技术人力资源，并运用应用研究解决本地问题。这也是从基于商品的研究方法发展为基于农业气候区和利益攸关方优先事项的一种研究方法转变（CBGA，2015 年）。

以下表 1.9 强调了旨在促进农业科学技术的机构：

表 1.9：农业基础设施研发

| 机构 | | 数量 | 采取行动 |
|----|--------|----|-------------------|
| A | 研究与开发 | | |
| 1 | 各邦农业大学 | 42 | 所有 |
| 2 | 研究机构 | 47 | 特定区域（作物、动物、鱼类、水、土 |

| | | | |
|-----------|---------------------------|------|---------------------|
| | | | 壤) |
| 3 | 国家研究中心 (NRC) | 26 | 各种作物、园艺、鱼类、家禽、水、土壤等 |
| 4 | 国家局 | 5 | 植物、动物、鱼类、土壤和微生物 |
| 5 | 项目理事会 | 10 | 作物、水、动物、家禽等 |
| 6 | 国际对口单位 | 16 | 国际农业磋商组织、粮农组织、世贸组织等 |
| B | 移交机构 | | |
| 1 | 农业技术管理机构 (ATMA) | - | |
| 2 | 农业推广 - KVK | 547 | |
| 3 | 邦农业部 | 28 | - |
| 4 | 私营种子公司 | >400 | 大中小型等 |
| C. | 种子生产/分配/营销 | | |
| 1 | 国家种子公司 | 1 | 顶级中央机构 |
| 2 | 邦种子公司 | 13 | 特定区域 |
| 3. | 邦种业公司 | 2 | |
| 4 | 种子公司 | 400 | |
| D. | 监管机构 | | |
| 1 | 植物多样性和农民权利保护局 (PPV & FRA) | 1 | 国家一级 |
| 2 | 植物检疫 | 1 | 设区域办事处 |

资料来源：多个来源

十二五计划强调，到计划期结束时（同上），需将国家农业研究系统（NARS）支出增加到占农业 GDP 的 1%。2007-2008 年以来，农业部对农业研究和教育局（DARE）的拨款比例一直介于 18–22%之间。但在现有预算中，农业研究和教育局的比例有所提高，如表 1.10 所示。

表 1.10: 对农业研究和教育局（DARE）的拨款

| 年份 | 给农业研究和教育局（DARE）的拨款 | | 给 DARE 拨款在农业部拨款总额中的比例(%) |
|---------|--------------------|--------|--------------------------|
| | (千万印度卢布) | (百万美元) | |
| 2007-08 | 2337 | 390 | 21.21 |
| 2009-10 | 2960 | 493 | 20.69 |
| 2009-10 | 3210 | 535 | 20.24 |
| 2010-11 | 5386 | 898 | 22.61 |
| 2011-12 | 4929 | 788 | 20.76 |
| 2012-13 | 4510 | 752 | 18.59 |
| 2013-14 | 4731 | 789 | 18.57 |
| 2014-15 | 4884 | 814 | 18.35 |
| 2015-16 | 6320 | 1053 | 25.37 |

资料来源: CBGA (2011 年, 2015 年)

ICAR 阐述了它在过去一年的成功发展。这是对扩展、强化研究机构的极大推动。表 1.11 强调了现行措施和分配给农业领域科技机构的资源。

表 1.11: 扩展并加强农业研究机构的现行措施

| 已建立机构 | 拨款金额 (千万印度卢布) | (百万美元) |
|---------------------------------------|------------------|--------|
| 阿萨姆邦和恰尔肯德邦的两个新印度农业研究所 (IARI)、4 所新农业大学 | 100 | 17 |
| 4 所新办农业大学 | 200 | 33 |
| 印度农业生物技术研究所以, 兰契 | 238 | 40 |
| 东北邦农业教育 | 738 | 123 |
| 生产力协作研究平台: 种子、水、健康食物、精密耕作和纳米技术 | 1600 | 267 |

资料来源: ICAR, 2015 年

许多研究项目都侧重于从实验室到现场的方法。可以通过晚熟品种、替代作物、保墒措施和种子供应实现抗旱减灾。下列作物品种已经开发出较高的生产效率，也更能抵抗虫害和非生物胁迫（土壤和水的盐分、土壤酸度、干旱、洪水等）。

表 1.12: 已开发的弹性作物品种

| 作物 | 数量 |
|------|----|
| 大米 | 21 |
| 小麦 | 11 |
| 谷物 | 17 |
| 油籽 | 16 |
| 豆类 | 8 |
| 饲料作物 | 4 |
| 纤维作物 | 3 |
| 甘蔗 | 1 |
| 西红柿 | 4 |
| 辣椒 | 1 |
| 菜花 | 2 |
| 冬瓜 | 1 |
| 茄子 | 1 |
| 秋葵 | 2 |

资料来源: ICAR, 2015 年

此外，ICAR 的科学家已经与其他机构合作，成功进行了小麦基因组切片。据解码后的小麦基因组序列草图显示，有超过 1,25,000 个基因被分配给单组染色体。这一突破性研究将有助于进行 DNA 指纹识别、多样性分析和 标记辅助育种。高蛋白水稻品种“Heera”也被发现，它是一种短时早熟品种，适应雨养和灌溉区域。它含有 11.5% 的蛋白，可以解决奥里萨邦的营养不良问题。

对高排名后代公牛“Rajat”的克隆测试已经取得成功。它是利用公牛“Marah”的冷冻精液实现克隆（MU4393）。在在恰蒂斯加尔邦，对野牛“Deepasha”的克隆也取得了成功，这种野牛曾被《野生动物保护法》宣布为濒危物种。使用摩拉水牛尿液中的体细胞是一种人工控制克隆技术。“Apurva”就诞生于这一技术。此外，还有两头本地品种水牛已被克隆。在东北地区，为了维持当地生计，一种多彩的飞禽 Kamrupa（Assamese 当地生态类型的杂交品种，由彩色肉鸡和 Dalhem 红色物种杂交）成为家禽。

政府还推出了“Mridaparikshak”（与“土壤健康卡”计划相关），这是在农户家门口开展的土壤测试干预措施。通过一条短信，农民会知道怎么根据土壤类型均衡施肥。它将确定各种参数，如 pH 值、电导率、有机碳、有效氮、磷、钾、硫以及锌、硼、铁等微量元素的含量。一种经改进的灯光诱捕器被用来诱捕益虫，作为综合虫害管理的一部分，这也是努力研发的结果。为了防止小牛患上布鲁氏菌病等疾病，还引入了横向流动分析技术。

印度气象部门还制定了国家季风计划，并获得了 40 亿印度卢布（6 700 万美元）的十二五计划拨款。它的目标是建立一个先进的动态模型框架，用于提高有关季节性和扩展性预报以及中短期预报的预测技能。印度热带气象研究所（IITM）有一台超级计算机 Aditya，运算速度可达 790+ TeraFlops。印度政府最近核准向国家计算机计划批准 450 亿印度卢布（7.5 亿美元），用于能力建设（经济时报，2015 年）。CHAMAN（利用地理信息协调园艺评估和管理）项目正在鼓励利用地理信息技术规划农业措施（农业部，2015 年）。政府推出了“Nowcast”预警短信服务，面向居住在 IMD 检测站 50 公里半径内的农民。这是国家电子政务农业减灾计划的要求。

牲畜是温室气体（GHG）的最大贡献者之一，因此，formethanogenic archea 编码和使用改良疫苗等技术干预措施找到了替代途径，如 H sink propionate enhancers 和 entrapping methane using nano adsorbents（NIANP，2013 年）。还有一个重点是收获后技术和管理（PHT&M）。2011-2012 年间和 2012-2013 年间，共进行了 7 947 次和 4 808 次 PHT&M 演示，为此组建了 1 221 个和 1 128 个单位，有 1 770 人和 3

450 人接受了培训。此外，还开发了妇女友好型技术，其中有近 30 项技术处于邦内演示阶段。这些邦还必须划拨 10% 的妇女培训专项资金。农业部改革了国家农业推广计划，使其包括 4 个子计划：

- 农业推广子任务
- 种子和种植材料子任务
- 农业机械化子任务
- 植物保护与植物检疫子任务

农业机械化子计划侧重于小规模 and 边缘化农户，以及如何提高他们的生产力。

这些干预措施显然有助于解决农业和畜牧业的生产效率问题。在中国和印度的研究发现，农业研究除了对农村减贫有重大影响，还能促进城市减贫（Fan，2002 年）。农业研究投资有望增加农业产量，反过来又会降低粮食价格。农业研究越来越被当作政府实现减贫目标的重要政策工具。

推动农业创新的政策和方案

十二五计划将研究的战略领域确定为保护农业和气候变化，解决生物压力，提高水质和劳动效率，农业替代能源，微营养素及其使用效率，精确和可控环保农业，纳米技术在农业领域的应用及其安全问题，RNAi 基因沉默技术，最大程度减少农业垃圾，园艺机械化，农业推广体系研究，以及开发脉冲抗击豆荚螟技术。这些领域是国家农业科学基金的优先领域。为了执行农业技术研发，ICAR 负责协调国家农业创新项目（NAIP）。该项目取得的重大成就见表 1.13。

表 1.13：印度主要农业研究项目

| 名称 | 执行机构 | 关键成就 |
|----|------|------|
|----|------|------|

| | | |
|-----------------|-------------------|--|
| 国家农业创新项目 (NAIP) | 世界银行支持下的印度农业研究委员会 | <ul style="list-style-type: none"> 印度农业统计研究所农业 OMICS 知识先进超级计算机枢纽 (ASHOKA) 为生物科学研究创建一个生物信息在线分析数据库 在全国成功支持 91 个孵化项目的商业规划与开发；实现 331 项技术的商业转化、推动提交 186 项专利申请，动员资金 1.937 亿印度卢布，培训 3 743 名创业者 |
|-----------------|-------------------|--|

资料来源：农业部(2015 年)

此外，为了推动该国的有机农业，Parampargat Krishi Vikas Yojana（有机农业计划）的现有预算拨款金额已达 30 亿印度卢布（5 000 万美元）。各邦也准备调动资金，进一步推动有机农业。Modipuram 的印度农业系统研究所（IIFSR）也在 2004-2005 年间主持了一个有机农业网络项目（NPOF），其目的是制定一揽子针对不同作物和耕作体系的措施，以支持国内不同农业生态区域的有机农业。该项目在 13 个合作中心运作。NPOF 的目标是解决无机和有机农业的比较问题、综合营养管理措施、营养素应用方法和来源、虫害管理、作物病害和杂草等问题。

农业部门占该国所有用水的大约 83%，所以迫切需要改进技术和创新，以提高水资源的利用效率。有效使用水资源将有助于维持地下水稳定，也有助于农业部门节约能源。目前在印度采用的一种节水技术是滴灌。方框 1.2 强调了此项技术，将其视为农业部门的一个创新。现政府曾伴随 Pradhan Mantri Krishi Sinchayee Yojana（灌溉计划）推出过 Per Drop More Crop 计划，并已在现行预算下批准了 530 亿印度卢布（8.33 亿美元）。

方框 1.2：印度的滴灌技术

在所有灌溉方法中，滴灌被认为最高效，可适用于各种作物，尤其是蔬菜、果树和种植园作物。滴灌可使水利用率达到大约 90-95%。此项技术能通过提高水利用率，直接促进低碳发展。据印度政府（GoI）农业部估计，该国共有 2 700 万公顷面积有可能采用滴灌（IARI，2008 年）。

在马哈拉施特拉邦和泰米尔纳德邦，甘蔗作物滴灌技术已经得到普及，并在邦农业部门的必要财政支持下日益扩大应用范围（MINT，2013年）。

农业部也于 2011 年启动了国家气候弹性农业创新（NICRA）计划。它的目标是将气候弹性农业实践纳入发展规划的主流。为了向农民宣传相关知识，最近推出了针对农民的“DD Kisan”专用通道。它将成为一个重要的信息传播工具。此外，通过推出一个 Mera Gaon Mera Gaurav（“我的村庄，我的骄傲”）计划，鼓励参与的科学家选择一个村子，负责向该地的农民传播最新知识，从而提高生产效率（农业部，2015年）。使用 USSD 评估电子农民门户的延伸改革也在传播信息方面发挥了作用。此外，微型投影仪和手持设备也有助于针对农民的宣传。另一个关于采用高产品种的干预措施是借助国家邮政系统的 KrishiDak（农民邮报）计划。这种干预措施有助于将通过研究农业实践收集的知识纳入主流。

1.4.7 工业

创新与研发

鉴于工业部门具有节能的巨大潜力，技术创新被视为改进该部门总体可持续性的一个重要因素。工业技术的能源创新将主要包括勘探非常规的能源来源以及应用更清洁的燃料技术。

印度商工部工业政策和促进总局（DIPP）²⁸负责推动各个产业部门获得技术能力。2008 年至 2009 年，联邦预算一直在对自治机构的项目支持活动拨付资金。自治机构得以支助了印度质量协会、国家设计学院、中央纸浆和纸张研究所（PRI）、国家水泥和建筑材料委员会（NCCBM）、中央制造技术研究所、印度橡胶制造商研究协会和国家生产力委员会。表 1.14 表明，基于项目支持向自治机构提供的预算拨款几乎增加了一倍。不过必须注意的是，印度的许多技术创新是在私营或非政府组织发生的，此外，针对其他国家的产业开发的技术必须适应印度的条件。

²⁸DIPP 还主持专利、设计和商标计长办公室，该办公室负责知识产权事务。除此之外，DIPP 与世界知识产权组织（WIPO）和顶尖行业组织合作宣传包括工业知识产权在内的知识产权保护事宜，并参与区域性行业协会的类似活动。它还就与贸易有关的知识产权（TRIPS）协议问题向世界贸易组织提供意见。

表 1.14：支持自主机构项目的联合预算分配

| 年份 | 千万印度卢布 | 百万美元 |
|--------------------|--------|------|
| 2008–09 | 45.0 | 9.0 |
| 2009–10 | 90.0 | 18.0 |
| 2010–11 | 88.2 | 17.6 |
| 2011–12 | 83.5 | 16.7 |
| 2012–13* | 72.1 | 14.4 |
| 2013–14* | 78.9 | 13 |
| 2014–15** | 105 | 18 |
| 注：* 已修订 **已分配 | | |

资料来源：汇编自联合预算（多种事项）；可见 <http://indiabudget.nic.in>

推动工业创新的政策

印度政府已采取多项措施促进各部委在工业部门的研发活动。能源密集型工业部门的一些重大举措见表 1.15。

表 1.15：能源密集型工业次部门的主要研发计划

| 工业次部门 | 关键研发计划和创新技术 |
|-------|--|
| 铝 | <p><i>尼赫鲁铝业研究开发和设计中心 (JNARDDC):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 由矿产部 (MoM) 与联合国开发计划署合作执行。 执行吸收印度国内外技术的任务；并开发新技术，用于制造氧化铝和铝材。 研究稀土元素 (REE) 和能源关键元素 (ECE)，以及与矿藏枯竭和快速减少相关的其他问题。 <i>资料来源：</i> (矿产部，未标日期) |
| 钢铁 | <p><i>钢铁发展基金 (SDF) 的研发活动:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 内阁经济事务委员会 (CCEA) 在钢铁部的支持下创建了一个钢铁发展基金，每年投资额达 15 亿印度卢布 (约 3 000 万美元)，以推动钢铁部门的研发活动。 钢铁发展基金执行钢铁行业的研究项目，涉及行业生产效率、减少能耗和污染问题。 <i>资料来源：</i> (矿产部，未标日期) |

| | |
|-------|---|
| | <p><i>以计划基金推动钢铁研发计划:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 在十一五计划期间，政府启动了一个新计划，名为“部门”。 ▪ 该计划旨在开发铁粉矿和非炼焦煤的利用技术。 ▪ 它支持的课题研究涉及精选铁矿石等原材料和煤炭，以及如何通过感应炉提高钢铁质量。 ▪ 在十二五计划中，计划目标扩展为针对冷轧晶粒取向（CRGO）电工钢板及其他增值性钢铁产品开发相关技术。 <p><i>资料来源:</i> (钢铁部，未标日期)</p> |
| 水泥 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NCCBM 负责该部门的研发活动。现有研究包括以下行动： <ul style="list-style-type: none"> ○ 采用能减少 Nox、Sox 的技术，并制定排放规范。 ○ 通过优化分解炉操作和窑炉热载荷，并借助计算机模拟技术，提高窑炉的生产效率。 ○ 开发并采用利用垃圾制造水泥的技术。 ○ 研究通过藻类农场吸收二氧化碳，从而减少水泥厂的二氧化碳排放。 ○ 在水泥和混凝土中增加使用粉煤灰 ○ 在水泥和混凝土行业使用纳米技术，以推动开发生态友好型的高性能、高耐用性水泥、粘合剂或混凝土。 <p><i>资料来源:</i> (DIPP, 2015 年; NCCBM, 2015 年)</p> |
| 氯碱 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 印度政府要求从汞阴极法（MRCP）技术转型为薄膜法（MCBP）技术，以避免汞污染，最大程度地降低能源需求。 ▪ 开发出最大程度减少部门垃圾的新技术，以促进汞废水的完全回收。 <p><i>资料来源:</i> (IL&FS, 2010 年)</p> |
| 肥料 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 鼓励采用煤炭地下气化（UCG）技术作为未来的煤炭利用技术，以创造环境效益，如地面无煤灰和矿渣，减少水耗，减少甲烷排放等。煤炭地下气化相当成熟，正用于中国、俄罗斯、西班牙等国。 ▪ 探索利用煤层甲烷（CBM）的清洁技术，将其作为尿素生产的一种反馈。 <p><i>资料来源:</i> (DoF, 未标日期)</p> |
| 纸浆和纸张 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ CPPRI 是承担纸张和纸浆研发的专门机构。它研究替代原材料的确认和质量升级、确认并开发适合当地原材料、节能、质量标准化和环境保护的技术。 |

| | |
|-----|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> 研究造纸、备料和涂布、化学回收、能源管理，以及生物技术在纸张管理领域的应用。 <p>资料来源: CPPRI, 2015 年</p> |
| 纺织品 | <ul style="list-style-type: none"> 修订后重组技术升级基金计划 (RR-TUFS): 这是印度政府 (GoI) 纺织部的一项计划，旨在完成现有机组的现代化改造和技术升级，为印度纺织业引入新机组。 该计划为节能设备、废水处理厂及其他环保技术提供投资支持。 一项全面集成的软件开发已经启动，以巩固现有的 TUFS (iTUFS)。 <p>产业用纺织品技术任务 (TMTT):</p> <ul style="list-style-type: none"> 已基于任务建立了四个卓越中心 (CoE)，即 Geotech、Protech、Meditech 和 Agrotech，旨在促进能源审计和危险废物管理。还将建立四个卓越中心，即 Nonwovens、Composites、Indutech 和 Sportech。 2010-2015 年间，对纺织业环保研究项目的供资支出共计 10 亿印度卢布 (1 700 万美元)。 <p>资料来源: (科技部, 2011 年, 2015 年)</p> <p>东北邦的特别行动</p> <ul style="list-style-type: none"> 建立了一个服装制作中心 土工布推广特别计划 推广手摇纺织机、手工工艺和养蚕 <p>资料来源: 科技部, 2015 年</p> <p>综合纺织园区计划和综合技能开发计划也已启动。</p> |

微型、小型和中型企业 (MSME) 工业部门的显著节能收益已被确认 (TERI, 2009 年)。尤其对于 MSME 部门而言，它们执行了下列政府方案和计划，旨在推动研发活动，帮助小型企业获得更新型、更清洁、更先进的技术：

- **35 个类别的 BEE-SME 方案：**BEE (能源效率局) 制订了 BEE-SME 方案，旨在开展针对性研究，共享知识，编制项目报告，推动发展创新融资机制，从而在一些选定产业类别中加快应用节能技术和做法。
- **MSME 的 TEQUP 计划：**技术和质量升级 (TEQUP) 支持计划旨在鼓励、支持 MSME 节约能源。TEQUP 解决各方面的质量和技术升级问题，除了重

视清洁发展机制（CDM）给 MSME 部门额外带来的衍生利益，目前还侧重于节能和质量认证。它还基于碳信用聚集中心（CCA）的集群创新概念，使 MSME 从 CDM 机制中获益。

- **TERI-SDC 合作关系：**TERI 启动了与瑞典开发公司的合作关系（2009-2011 年），旨在实现微型、小型和中型企业节能 20-30%。印度的一些邦已经为 MSME 开发了可复制、高效和基于生物质能的能源技术。

全球创新和技术联盟（GITA）与 DIPP 合作，根据国家制造业政策推出了技术收购与开发基金（TADF）。该基金将用于收购技术、通过专利联营提供间接资金支持、为制造电力设备、节水设备和污染控制设备提供补贴，从而支持 MSME 的“绿色制造”。它还将鼓励开展能源、环境和水资源审计，鼓励建设绿色建筑，为开发废水处理设施提供补贴。DIPP 发布的一份讨论文件强调必须鼓励本地化技术的应用模式，从而为推动节约创新提供一个法律框架。

尤其是重视补助食品加工业，以发展冷冻链/大型食品园区，并实现 *abbatoirs* 的现代化。质量保证、CODEX、研发及其他推广活动也正在进行。“印度制造”计划旨在刺激工业增长，并为此开发专用工业走廊。

DIPP 的讨论文件强调，印度在高科技产品领域的全球贸易份额仅为 8%，其目标是通过加大对研发活动的技术投入，实现份额翻一番。它还强调，有必要将源自公共资助研发活动的知识产权商业化。印度技术研究所（IIT）、德里 FITT（创新与技术转让基金会）、Tiruchirapalli 国家技术研究所等 CEDI（创业发展与孵化中心）将为推动创新创造更广阔的生态系统。

1.4.8 林业

创新与研发

创新与生态友好性技术开发不仅有利于森林产品的商业化，还可以造福整个森林社区。

推动该国环境与林业研究的任务由印度环境、森林与气候变化部（MoEFCC）承担。MoEFCC 设立了一些自治机构，以推动林业部门的研发活动。这些机构就各自领域的相关问题提供专业意见，以满足该国的林业研究需求。

表 1.16 给出了在该国积极采取林业研究的一些机构的指示性清单。

表：1.16： 印度林业研究的参与机构

| 林业研究机构 | 研究领域 |
|----------------------------|--|
| 印度林业研究教育委员会(ICFRE) | 就所有林业问题进行规划、推广、实施和协调 |
| 印度森林管理研究所(IIFM) | 可持续森林管理和森林认证；包括联合森林管理在内的社区林业；森林评估和自然资源核算；林业领域的遥感和 GIS 应用 |
| 印度胶合板工业研究与培训机构(IPIRTI) | 有效利用速生用材林树种，以生产锯材、复合板及其他复合木材 |
| 印度森林调查局(FSI) | 收集、储存、检索必要的林业及林业相关数据，供国家一级和邦一级规划使用；创建一个基于计算机的国家基础林业库存系统（NBFIS） |
| 印度野生动物协会(WII) | 就野生动植物相关事宜向中央和邦政府提供咨询和顾问服务 |
| 印度农业研究委员会(ICAR)下属的其他林业研究机构 | 农林业相关研究；silvi-pastoral 研究（将已退化森林和其他荒地考虑在内）；草原管理与生态 |

资料来源： 印度政府(2010 年)

通过应用现代化科技方法，提高木材及其他森林产品的每单位时间每单位面积生产效率，在贫瘠/边缘化/废弃/已开采土地和流域恢复植被，有效保护和管理现有森林资源（主要是天然森林生态系统），就社会林业的农村/部落开展研究，开发替代产品，以取代木材和林木产品，研究野生动植物，管理国家公园和保护区，这是林业领域一些明确的国家级优先研究事项（林业政策，1988 年）。

表 1.17 显示了印度联邦对林业研究的预算内拨款情况。在 2014-15 年，分配给研究的款项已经增长了 2.255 亿印度卢布（400 万美元）。

表 1.17：联合预算中的林业研究预算分配

| 年份 | 金额（千万印度卢布） | 金额（百万美元） | 环境与林业部总体预算分配中的研究预算百分比 |
|---------------------------------------|------------|----------|-----------------------|
| 2011-12 | 118.80 | 20 | 5.16% |
| 2012-13 | 143.17 | 24 | 8.81% |
| 2013-14 | 144.13 | 24 | 7.79% |
| 2014-15 | 166.68 | 28 | 8.15% |
| 注：预算分配主要包括对印度林业研究教育委员会和印度胶合板工业研究所的拨款。 | | | |

资料来源：*IIFL (2013 年, 2014 年)*

ICFRE 也在从事支持经济发展的技术研究。ICFRE 开发的真空炉技术优待商业化。它还被称为“热处理室”，用于将劣质树木品种处理成优质木材。目前重点关注的是由森林研究所（FRI）实施的农林业示范活动。2004 年，政府又推出了一项国家农林业政策。它阐明有必要研究适应国内不同气候区的农林业模式。目前，印度农业研究委员会（ICAR）下属的 30 多个机构都在研究农林业问题，它还接受中央农林业研究所（CAFRI）的共同协调。这些机构必须巩固领域内知识，并应通过适当的推广服务进行知识宣传。目前的研究包括 agrisilviculture、silvipasture、silvi horticulture、社会科学、流域开发和人力资源开发（CAFRI，2015 年）。此外，为了推动林业部门研究，已经开始应用一个地理信息系统（GIS）来推动决策支持系统（DSS）。印度政府的地理空间门户网站 Bhuvan 允许次国家政府基于遥感数据设计干预措施和政府工具。E-Green Watch 作为一个电子政务举措，也促成了林业工作的精简和管理（SFR，2013 年）。环境信息系统（ENVIS）也有助于为决策者、科学家和学者创造生态系统，使他们能够从事吸引利益攸关方参与的多学科研究（ENVYS,2005 年）。

在遥感技术绘制森林覆盖率映射方面也取得了显著进展。表 1.18 强调了这些技术进步。

表 1.18：印度多年间森林覆盖率遥感映射技术的发展

| 评估周期 | 年份 | 传感器 | 空间分辨率（米） | 比例 | 最小映射单位（公 | 解读模式 |
|------|----|-----|----------|----|----------|------|
|------|----|-----|----------|----|----------|------|

| | | | | | 顷) | |
|------|------|---|------------|-------------|-----|-------|
| I | 1987 | LANDSAT-MSS | 80 | 1:1,000,000 | 400 | 视觉 |
| II | 1989 | LANDSAT-TM | 30 | 1: 250,000 | 25 | 视觉 |
| III | 1991 | LANDSAT-TM | 30 | 1: 250,000 | 25 | 视觉 |
| IV | 1993 | LANDSAT-TM | 30 | 1: 250,000 | 25 | 视觉 |
| V | 1995 | IRS-1B LISSII | 36.25 | 1: 250,000 | 25 | 视觉和数字 |
| VI | 1997 | IRS-1B LISSII | 36.25 | 1: 250,000 | 25 | 视觉和数字 |
| VII | 1999 | IRS-1C/1D LISSIII | 23.5 | 1: 250,000 | 25 | 视觉和数字 |
| VIII | 2001 | IRS-1C/1D LISSIII | 23.5 | 1: 50,000 | 1 | 数字 |
| IX | 2003 | IRS-1D LISSIII | 23.5 | 1: 50,000 | 1 | 数字 |
| X | 2005 | IRS-1D LISSIII | 23.5 | 1: 50,000 | 1 | 数字 |
| XI | 2009 | IRS-P6 LISSIII | 23.5 | 1: 50,000 | 1 | 数字 |
| XII | 2011 | IRS-P6 LISSIII 和 IRS-P6 AWiFS | 23.5 56 | 1: 50,000 | 1 | 数字 |
| XIII | 2013 | IRS-P6 LISSIII IRS Resourcesat 2 LISS III | 23.5 | 1: 50,000 | 1 | 数字 |

资料来源：林业部报告，2013 年

相比 2001 年之前使用的二分法，这些进步允许利用森林密集度三分法（非常密集森林、适度密集树林、开放式稀疏林）更详细地分析森林状况。LISS III 和 Resourcesat 共同将分辨率提高到 23.5 米，比例尺目前达到 1:50,000，最小映射单位为 1 公顷，所有信息记录均采用数字模式。

记录传统知识也是在将创新努力带给森林部门。传统知识数字图书馆（TKDL）记录了在印度发现的本土物种，如印楝。喀拉拉邦农业大学还为 Nilambur Teak 申请了一个地理指标（TOI，2015 年）。根据 2002 年《生物多样性法》，由地方机构的生物多样性管理委员会（BMC）维护的人类生物多样性登记册（PBR）是一个重要干预措施，它可以鼓励保护并更好利用本地资源。Himalaya 公司在草药领域的私营部门干预措施也推动了研究和开发，并提供了稳健的验证程序。2014 年 11

月，专门成立了一个 Ayurveda, Yoga and Naturopathy, Unani, Siddha and Homeopathy (AYUSH)部，这同样是为了推动林业领域的研究与开发。

由 MNRE 和 TERI 等民间社会组织实施的改进炉灶干预措施减少了对木柴的依赖，提高了能源效率。已有 29.4 亿印度卢布（4 900 万美元）专款拨给 Unnat Chulha Abhiyan（生物质炉灶倡议）（MNRE，2015 年）。

推动林业创新的政策

“绿色印度”国家计划是 NAPCC 的子计划之一。它的目的是将森林覆盖数量增加 500 万公顷，并在 10 年内将森林数量再增加 500 万公顷，同时确保森林居住社区的生计（TOI，2015 年），为了利用资金实现这一目的，《圣雄甘地国家农村就业保障法》（MGNREGA）的政策趋同也受到了影响。今后，任何非林地用途的森林转移均需由相关行业基于净现值（NPV）补偿，所得款项将投入造林补偿基金。印度政府正在谋求成立一个法定机构，来利用这些资金。

研究是国家森林政策的一个重要组成。环境与森林部的一些计划已经启动，目的就是开展研究。生态系统研究计划和社会经济与环境问题研究计划（NNRMS）就属于此类计划。研究还涉及到确认生态敏感区（ESZ）。一个国家自然资源管理系统（NNRMS）已经建立，它利用遥感技术对自然资源进行存货管理、评估和监测（MOEF，2014 年）。

国家森林政策提倡将研究与开发用于保护森林和可持续发展。MOEF 已经编制了 2014 年《国家工作计划规范》（针对印度的可持续森林管理和生物多样性）。该工作计划表示要记录森林碳储量，这是一项由印度森林调查局执行的行动。

第 14 届财务委员会建议，在各邦分配税收共同资金时给予森林覆盖率 7.5% 的权重，这也将鼓励保持森林覆盖率。它有助于满足将这些森林转入其他经济活动的机会成本，并将鼓励探索新途径，以确保最低森林覆盖率。

政府还启动了一个以最低支持价营销小森林（MFP）产品的机制，涉及 12 种 MFP，即竹子、tendu、mahua 种子、sal 叶、sal 种子、lac、chironjee、野蜂蜜、myrobalan、tamarind、树胶 karaya 和 karanj。这样的政策将鼓励提高生成效率。部

落合作营销发展联合会印度有限公司（TRIFED）是 MFP 商业化的对接机构。它还赞助研究和发展，以改进 MFP 收集、收获后处理以及实现增值的技术和流程，同时减少收集者的预算。它旨在增加收集者的获益，同时确保森林的可持续性（Trifed, 2015 年）。更广泛的 Van Bandhu Kalyan Yojana（森林居民福利计划）框架将使森林居民实现更大发展。诸如 Madhya Pradesh 的 Vindhya Herbals 等邦一级干预措施也被认为可以确保森林产品的市场准入。

联合森林管理和《森林权立法》属于另一种政策干预措施，它们提供的框架旨在促进社会林业的发展，因此，社区将参与并成为森林的主人，负责管理并可持续利用森林。Gadchiroli 的 Medha Lekha 村利用一个竹园获取收入，针对这个村子的现场干预措施取得了成功。

政府采取了一些其他措施，以推动林业部门的创新。这些措施包括旨在改进林木种植的森林生物技术；和旨在改善林区并为村庄提供能源安全的国家竹子应用计划（NMBA）。此外，该计划还确保木材替代品和复合材料在施工和结构领域得到应用，开发适用于印度竹子的加工技术，进行繁殖和栽培实践，开发工业产品，开展知识管理，支持该部门的中小企业（NMBA，2015 年）。

其他 MOEFCC 激励措施包括有关分类学、种族植物学、植物学、动物学调查的全印度协调项目，它们从机构能力建设的角度来看非常重要。2014 年起，气候变化问题归 MOEF 处理，这凸显了有力的林业实践和相应的气候变化减缓/适应影响之间的整体性关系。因此，需要引导低碳发展背景下的深入研究需求，以理解既有举措和新举措之间的关联。

1.4.9 废物管理

创新与研发

废物部门的绿色化需要创新和技术。必须开发垃圾分类、收集、再处理和回收技术，从有机废物中提取热能和生物化学能，从潜在填埋场中捕集有效气体。在印度，机械生物处理（MBT）是最广泛采用的 MSW 处置技术。目前，从电厂垃圾中提取热能的做法日益引起人们的重视，因为它们能将垃圾总量减少 90% 以上。许多

城市还建立了垃圾衍生燃料（RDF）厂，它们在不少地方可以做到取代燃煤，从而引起关注。不过，焚化场导致的污染和垃圾衍生燃料的发热值是需要加以创新和研发的障碍因素。

联合国环境规划署建议，“由于形式灵活，技术相对简单，SLF[卫生填埋]作为一种废物处置管理手段非常适合发展中国家（如印度）”。卫生填埋场的数量正在逐步增加。地理信息系统（GIS）和 ICT 正被推广使用，用以确认适当选址，评估废物数量及其适当处置方式。

新能源和可再生能源部正在积极推动从城市垃圾和工业垃圾中回收能源的所有有效技术选项。MNRE 也在推动垃圾变能源研究，根据其研发政策向相关研发项目提供基于成本共担的财务支持。除此之外，MNRE 还向应用型研发项目、资源评估研究、技术升级和绩效评估提供财务支持。根据城市、工业、农业垃圾提取能源计划，已核准了大约 33 个相关项目。

根据废物管理技术系统方案，科学与技术部的关注点是电子垃圾、生物医学垃圾和塑料垃圾。DST 已经在城市和准城市地区启动了新的废物管理计划，涉及垃圾回收和垃圾工、拾荒者康复问题。这些计划旨在回收垃圾，并通过堆肥手段将可生物降解有机废物转化为混合肥料（DST，2014 年）。表 1.19 概括了与印度废物管理相关的现状、问题和技术干预措施。

表 1.19：废物管理：现状、问题和技术干预

| 废物管理类型 | 现状 | 问题 | 技术干预 |
|---------------|--|---|---|
| 城市固体垃圾（MSW）管理 | 收集 144165 TPD MSW，据报告，其中大约 80.28% 已收集，32871 TPD (22.80%) 正在处理中 | 包含 51% 的有机垃圾，17% 可回收物，11% 的危险物和 21% 的惰性物质 | 535 个废弃物处理厂（堆肥/害虫堆肥），172 个生物甲烷厂，76 个垃圾电站（垃圾衍生燃料（22 RDF/pellet+-, 41 Biogas plants+-, 13 power plants-）（其中，有 30 个工厂和 46 个在建计 |

| | | | |
|--------|--|---|--|
| | | | 划，94 个卫生填埋场设施（SLF）已在国内建成，用于处置城市生活垃圾 |
| 塑料垃圾管理 | 中央污染控制委员会估计，2008 年有约 5.7 公吨塑料垃圾，即每天产生 15 722 公吨塑料垃圾。 | 所产生的塑料垃圾 60% 被回收，40% 散落，无法收回。因此，未被收集或回收的塑料数量为 6 289 公吨/天（TPD）即 40%，它们散落在下水道、开放空间、河流，铁路和海岸 | 印度的塑料回收由 3 500 个组织和 4 000 个非组织参与者执行塑料炼油技术（印度理工学院（IIT, Dehradun）Pune 市政公司的 Rudra 环境解决方案塑料混合材料沥青筑路技术 |
| 包装废物管理 | 食品饮料类包装物容积大，重量轻，仅占有所有包装的 15–20%。非食品包装物的比重接近 80–90% | | 椰壳纤维复合包装、缓冲介质、自然包装（香蕉、黄麻、椰壳纤维）低温热解 |
| 建筑垃圾管理 | 印度建筑业 2013 年产生约 50 00 万公吨废物（WMW）（CSE，2014 年） | 在印度，砖瓦、木材、金属等会被部分再利用和回收，但占建筑垃圾总量约 50% 的混凝土和砖石垃圾目前未被回收 | 替代型建材 Narela 有 50/150 亩建筑垃圾卫生填埋站点 |

| | | | |
|----------|--|--|---|
| 生物医学垃圾管理 | 根据邦污染控制委员会的有效信息（2007-08 年），52 001 个（53.25%）医疗保健机构（HCES）未获其各自 SPCB/ PCC 的授权从事经营 | 每天产生的 506.74 公吨垃圾中，有大约 288.20 公吨（56.87%）未通过常规生物医学垃圾处理设施（159 个）或捕集性处理设施处理 | 该国有 602 个医学垃圾焚烧炉（包括常规和捕集性焚烧炉），2 218 个高压灭菌器，192 个微波炉，151 台高压清洗机和 8 038 台粉碎机。在 602 个焚烧炉中，大约 424 个（70.4%）配备有空气污染控制装置，178 个（29.6%）焚烧炉未带空气污染控制装置运行 |
| 电子垃圾 | 每年 1.7 公吨电子垃圾（2014 年） | 在印度，约 95% 的电子废物通过未授权垃圾工回收 | 回收铜、铝、金、黄铜等金属。与铅、汞、镉和砷等重金属的接触会伤害回收和处理人员 |

资料来源： 作者汇编自多个政府文件

近来推出的 Swachh Bharat 政府计划强调固体垃圾管理，并拟扩大以下技术干预措施（见表 1.20）。

表 1.20: Swachh Bhara 计划固体垃圾管理技术干预措施

| 机构 | 部门 | 干预措施 | 用途 |
|-----------------------|-------|------------|-------------------------|
| EcomanEnviro 解决方案有限公司 | 私营 | FOODIE | 处理有机废物，在 24 小时之内将其转化为堆肥 |
| | | Esweeper | 电池供电的道路清扫机 |
| Muskaan Jyoti Samiti | 非政府组织 | 有机肥生产鼓造粒技术 | 有机废物转化为堆肥 |
| NoKooda 解决方案系 | 私营 | 绿色垃圾再处理 | 城市生活垃圾和塑料垃圾多容量 |

| | | | |
|--------------------|-----------|------|--|
| 统有限公司 | | | 分离机 |
| 能源与资源研究所 (TERI) | 非政府 组织 | TEAM | 将可生物降解的有机废物转化为 肥料，将渗滤液交付厌氧消化， 释放甲烷气体作为潜在能源 |

来源：*Swachh Bharat Urban* (2015 年)

据规划委员会报告估计，必须向废物管理研发拨款 60 亿印度卢布（约 1 亿美元）。必须建立至少 4 个卓越中心，以推动该部门的研究。这将鼓励本地化技术与“印度制造”计划的结合。目前关注废物管理问题的机构见表 1.21。

表 1.21：印度废物管理研究机构

| 废物类型 | 机构 |
|-----------|-------------------|
| 固体和危险废物管理 | 国家环境工程研究所 (NEERI) |
| 塑料 | 印度环境塑料中心 (ICPE) |
| 包装 | 印度包装研究所 (IIPa) |
| 建筑垃圾 | 中央建筑研究所 (CBRI) |

促进废物管理创新的政策

系统化收集废物、其回收利用、堆肥或垃圾变能源选项有很大可能减少这一部门的排放。实现这一目标的最常见监管措施包括：最大程度减少、再利用、回收等监管目标；与废物管理“市场”有关的监管，即允许/许可废物处置、储存、处理和最终处置要求；回收材料标准；及包括污染控制技术在内的设施标准。

这一部门的监管框架包括 2000 年《市政固体垃圾（管理与处置）规则》；1998 年《生物医学垃圾（管理与处置）规则》；2011 年《塑料垃圾（管理与处置）规则》；2011 年《电子垃圾（管理与处置）规则》等。政府最近发布了 2015 年《固体垃圾管理法》草案、2015 年《生物医学垃圾（管理与处置）规则》、2015 年《电子垃圾（管理）规则》和 2015 年《塑料垃圾管理法》，目前正在收集不同利益攸关方的意见。《固体垃圾管理法》要求市政部门负责管理并开发用

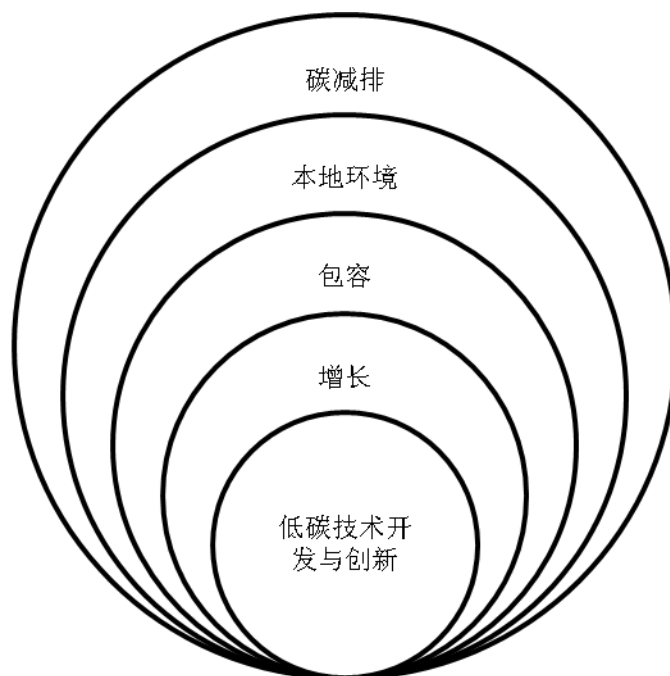
于收集、存储、分离、运输、处理、处置市政固体垃圾的任何基础设施。它强调采用适用技术或技术组合利用垃圾，以最大程度减轻填埋负担，同时强调对含有可回收资源的混合垃圾循环利用，焚化已回收或未回收垃圾，包括在特定情况下对垃圾进行造粒处理。希望采用其他先进技术的市政部门或设施经营商必须联系中央污染控制委员会（CPCB），在申请授权之前获知相关规定标准。另一方面，《塑料垃圾规则》强调遵照特定标准进行回收和堆肥，同时采用业内适用技术，如道路施工、混合焚化等，它鼓励使用塑料垃圾，遵循包括污染规定在内的上述标准。《生物医学垃圾规则》的一项重要内容是规定焚化炉相关标准，包括操作标准（以提高焚烧效率）和排放标准，重点是适当设计污染控制设备，以达到规定的排放限值。

政府还推出了多层次的 Swachh Bharat 计划，以解决环境卫生和固体垃圾管理问题。禁止人工清除的就业框架有助于部署适用技术，以避免人为干预。

1.5 讨论与展望

重视低碳技术的跨部门发展和创新将在增长、包容、本地环境和碳减排方面带来某种共同利益（计划委员会，“十二五计划”，第 1 卷）。对共同利益潜力的简单定性评估将成为发展中国家实现技术发展和创新的重要组成（见图 1.8）。

图 1.8： 技术创新共同利益框架

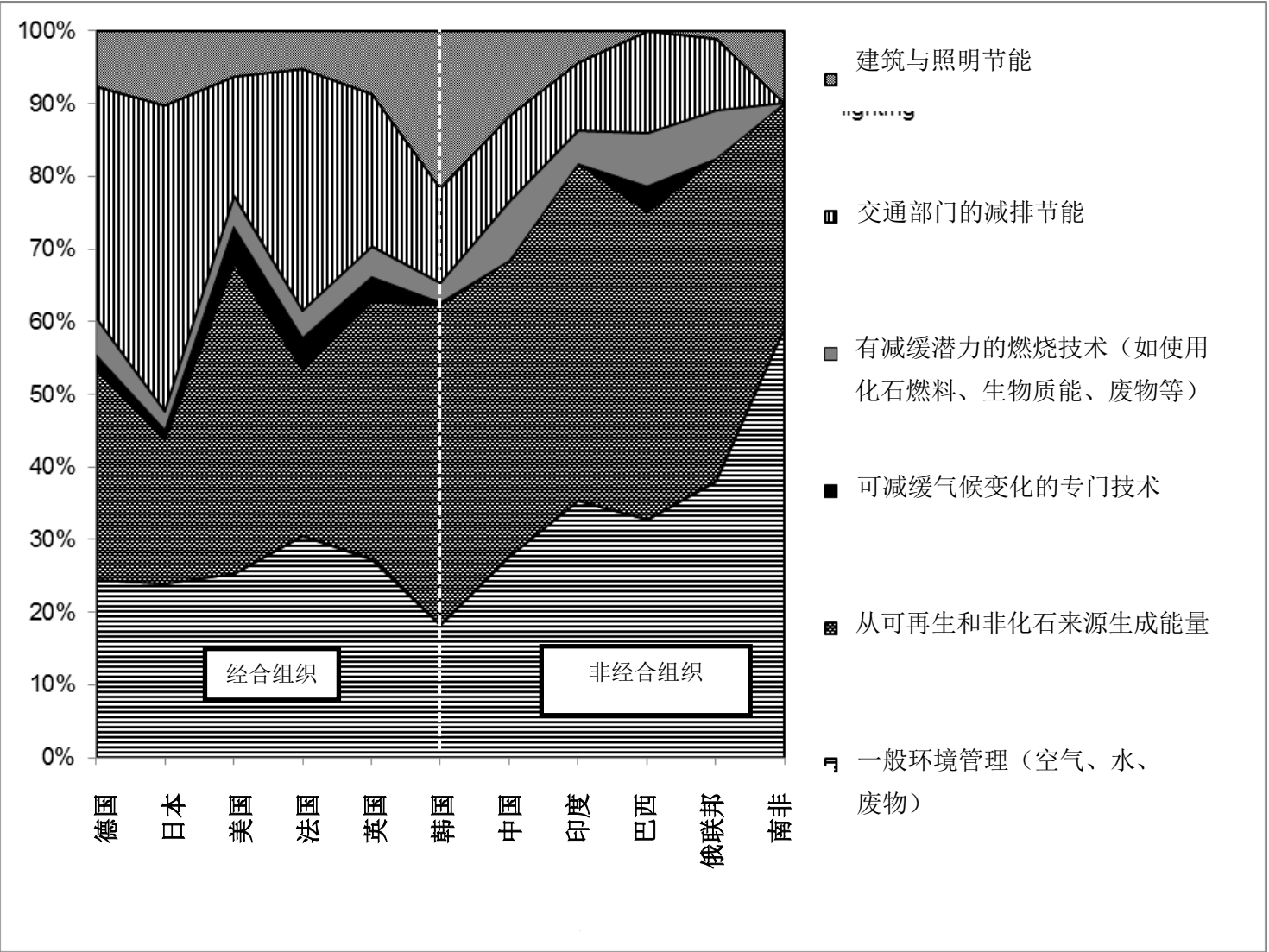


资料来源： 作者汇编

印度需要采取低碳战略，以提高其增长过程的可持续性，而碳减排将成为一项重要的共同利益。印度的低碳技术创新还需要将可持续发展的社会支柱作为印度第十三届财政委员会在“绿色增长”定义中阐述的“包容性增长”的明确概念因素。与此同时，由于“经济增长”仍将成为发展中国家的优先事项，国内产业的竞争性仍将与之相关。

图 1.9 所示是 2008 年采集的数据，涉及 6 个经合组织国家和 5 个非经合组织国家向欧洲专利局提交的环境技术专利申请。从中可以清楚发现，对包括印度和中国在内的发展中国家而言，它们在一般环境管理（空气，水，废物）和利用可再生、非化石能源发电类别的专利百分比较大。这还可以归因于其他因素。发展中国家的一个较为普遍的创新因素可能是针对国内本地环境的相关政策和制度，比如印度和中国就是如此。另一个因素是鼓励采取可再生能源政策，将其作为一个更加清洁的能量来源，从而提高能源安全性。

图 1.9： 经合组织和非经合组织国家的专利趋势（2008 年）



| 名称 | 一般环境管理（空气、水、废物） | 利用可再生资源和非化石资源生成能量 | 旨在减缓气候变化的专门技术 | 有减缓潜力的燃烧技术（如：利用化石燃料、生物质能、水等） | 运输部门的减排和燃料效率 | 建筑和照明节能 | 合计 |
|----|-----------------|-------------------|---------------|------------------------------|--------------|---------|---------|
| 德国 | 467.28 | 558.02 | 36.02 | 96.04 | 607.17 | 147.17 | 1911.70 |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|--------|--------|-------|-------|--------|--------|---------|
| 非经合组织国家 | 日本 | 389.00 | 323.30 | 22.50 | 41.50 | 683.54 | 166.83 | 1626.67 |
| | 美国 | 361.41 | 608.30 | 72.14 | 58.89 | 235.24 | 89.42 | 1425.39 |
| | 法国 | 176.27 | 131.73 | 26.00 | 20.89 | 192.14 | 30.39 | 577.41 |
| | 英国 | 88.63 | 114.49 | 11.39 | 13.26 | 68.44 | 27.83 | 324.06 |
| | 韩国 | 35.12 | 83.94 | 1.00 | 5.00 | 25.00 | 41.45 | 191.51 |
| | 中国 | 23.87 | 35.04 | 0.00 | 7.00 | 10.20 | 9.97 | 86.08 |
| | 印度 | 11.13 | 14.58 | 0.00 | 1.42 | 2.95 | 1.38 | 31.45 |
| | 巴西 | 9.00 | 11.60 | 1.00 | 2.00 | 3.86 | 0.00 | 27.46 |
| | 俄罗斯 | 9.58 | 11.17 | 0.00 | 1.67 | 2.50 | 0.25 | 25.17 |
| | 南非 | 6.00 | 3.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 10.14 |
| 注：2008 年向 EPO 提交的环境技术相关专利申请 | | | | | | | | |

资料来源：TERI (2012 年)

向低碳发展之路的过渡需要一系列跨越不同部门的多元化技术和创新活动。正如本章所讨论的，在多种多样的发展和传播层面都存在着极为多元的跨部门低碳技术。图 1.10 所示，是这些部门的各种技术的相对成熟度。图中的条形框部分表明其大多数活动都是当前重点，而所有此类技术领域都在执行研发和早期活动。

图 1.10：关键部门各种低碳技术的成熟程度

| | 研发 | 演示与部署 | 推广 | 商业化成熟 |
|-------|-----------------|---|-------------------|----------|
| 电力 | 超超临界，海上风能 | 整体煤气化联合循环（IGCC），太阳能光伏 | 超临界 | 岸上风能，沼气 |
| | | | | |
| | 碳捕集与封存 | | | |
| | | | | |
| 运输 | 燃料电池车辆 | | 混合动力车辆， 电池电动车辆 | 替代性燃料技术 |
| | | | | |
| | | | | |
| 建筑 | | 材料，绝缘，框架 | | |
| | | | 照明系统和控制 | |
| | 遮光装置 | | | 暖通空调系统 |
| | | | | |
| 需求侧管理 | | 智能电网 | | |
| | | | 空调变频技术 | |
| | 超高效屋顶 | | | |
| | | | | |
| 农业 | | | 蚯蚓堆肥 | |
| | 纳米技术和 生物技术应用 | 稻米强化系统(SRI) | | |
| | | 太阳能光伏和风能灌溉泵 | | 缓释肥，滴灌 |
| 工业 | 鼓风炉CCS | 氧去极化阴极烧碱生产 | | 热电联产水泥生产 |
| | | | | |
| | | | | |
| 废物管理 | | 厌氧降解，垃圾填埋气能 量回收，热解/气化， 等离子体焚化能量回收 | 垃圾衍生燃料 | 堆肥 |
| | | | | |
| | | | | |

总之，低碳技术领域的研发和创新活动特点是低投资率和低扩散率。与缺少明确方向和政策工具相关的真实和感知的不确定性进一步削弱了低碳创新的激励机制。对低碳发展途径所面临的机遇和挑战加以认识的第一个步骤是，将各种现有技术活动及其各自成熟阶段排列成矩阵表。最近，创新进程的动态发生了巨大变化，其生产过程日益分散，商业模式日益多元化，在世界各地出现了众多参与者。发达和新兴世界市场的差异导致了产品再造，成本降低，并推动印度、中国等国家的分配、商业化和市场营销链实现创新。印度和中国都在努力巩固低碳发展方面的程度不等的成功轨迹。尽管技术开发与传播将会采取不同途径，但中国在低碳技术创新与传播总体进程中的新兴经验和某些国家级努力可以推广到印度，反之亦然。

创新还得益于健全的政策和监管环境，它们有助于形成激励机制，保护知识产权。在这方面，通过在低碳发展领域制定国家研发指令，建立有力结合产业-学术界-政府的低碳技术孵化中心，借助既有和新设的技术转让办公室（TTO）促进技术转让，重视非正规部门的低碳创新，可以刺激低碳转型加快进行。印度还可以借鉴中国的各种创新，如中国的标准体系和技术框架，后者正在促进低碳发展领域研发方面发挥重要作用。

如研究所示，需要开发并在不同部门部署广泛的低碳技术。为此目的，必须鼓励公共和私营部门的研发和部署努力与各种针对性政策相结合。为了推动和加强低碳发展创新，可以考虑并采取以下措施：

- 需要通过结构化分析确定低碳技术发展研发的明确远景和优先事项。这可以通过利用技术预见工具、技术路线图、技术评估促成。
- 政府在确定优先事项和相关策略之后分配相应水平的资金。
- 确认特定低碳技术创新链的薄弱环节和制约因素，采取总体性方法解决此类挑战。
- 需要引入支持微型、小型和中型企业的措施，以推动低碳技术创新。

- 需要采取一种针对低碳技术开发和部署的综合系统，该系统应有国家一级、地方一级以及跨越不同能源和环境主题领域的机构参与。这种综合方法也有助于避免过度扩展和复制各部门的相关举措，并能促进业界的参与。
- 纳米技术、材料技术、生命科学等新兴通用技术有可能推动低碳技术开发，需要发挥其跨部门应用潜力。

附录 A：各部门的技术与创新阶段

表 A.1： 电力行业的技术与创新阶段

| 部门 | 技术 | 研发 | 示范与部署 | 推广 | 商业化成熟 |
|----|----------|----|-------|----|-------|
| 电力 | IGCC | | X | | |
| | 超临界 | | | X | |
| | 超超临界 | X | | | |
| | CCS/CCUS | X | X | | |
| | 风（岸上） | | | | X |
| | 风（海上） | X | | | |
| | 沼气 | | | | X |
| | 光伏 | | X | | |

Table A.2： 运输行业的技术与创新阶段

| 部门 | 技术 | 研发 | 示范与部署 | 推广 | 商业化成熟 |
|----|--------|----|-------|----|-------|
| 运输 | 混合动力车辆 | | | X | |

| | | | | | |
|--|--------------------------------|---|--|---|---|
| | 电池电动车辆 | | | X | |
| | 替代性燃料技术 – 生物燃料、天然气、液化天然气和液化石油气 | | | | X |
| | 燃料电池车辆 | X | | | |

表 A.3: 建筑行业的技术与创新阶段

| 部门 | 技术 | 研发 | 示范与部署 | 推广 | 商业化成熟 |
|----|-------------------|----|-------|-----------|-------|
| 建筑 | 材料 | | | | |
| | 利用粉煤灰、石膏等废物作为建筑材料 | X | | 已部分推广 | X |
| | 竹子及其衍生品 | X | X | | X |
| | HI-SEB | | X | | X |
| | 填充版 | | X | | X |
| | 热反射涂料/油漆 | | X | | X |
| | 热反射墙砖 | | X | | X |
| | 绿色混凝土 | X | | | |
| | 绝缘 | | | | |
| | 喷涂绝缘 | | X | | X |
| | 夹心保温 | | X | | X |
| | 集成建筑模块 | X | X | | |
| | 高性能玻璃 | X | X | 某些类型已部分推广 | X |

| | | | | |
|--|------------------|---|---|---|
| | 框架 | | | |
| | UPV | | X | X |
| | 带制动器/不带制动器 暗梁 | | X | X |
| | 照明和控制系统 | | | |
| | 照明 | | X | X |
| | 控制 | X | | X |
| | 暖通空调 系统 | | | |
| | 高 COP 冷水机组 | | X | X |
| | 热泵 | X | X | X |
| | 节热器 | | | X |
| | VRV-变频式 | | X | X |
| | VRV- 数码涡旋 | | X | X |
| | 逆变器分离 | | X | X |
| | 遮光装置 | | | |
| | 外设百叶窗 | | | X |
| | 内设百叶窗 | | X | X |
| | 固定百叶窗 | | | |
| | 排孔式百叶窗 | X | X | |
| | 开闭式百叶窗 | X | X | |
| | 通风腔壁 | X | X | |

| | | | | | |
|--|------|---|---|--|---|
| | 绿色外观 | X | X | | |
| | 绿色屋顶 | | X | | X |

表 A.4: 需求侧管理的技术与创新阶段

| 部门 | 技术 | 研发 | 示范与部署 | 推广 | 商业化成熟 |
|-------|--------|----|-------|----|-------|
| 需求侧管理 | 智能电网 | | X | | |
| | 空调变频技术 | | | X | |
| | 超高效吊扇 | X | | | |

表 A.5: 农业技术与创新阶段

| 部门 | 技术 | 研发 | 示范与部署 | 推广 | 商业化成熟 |
|----|--------------------------|----|-------|----------|-------|
| 农业 | 蚯蚓堆肥 | | | X (在个别邦) | X |
| | 缓释肥 | | | | X |
| | 滴灌技术 | | | | X |
| | 稻米强化系统(SRI) | | X | X | |
| | 利用绿萍转换提取 CO ₂ | | X | | |
| | 土壤健康卡/叶色图 | | | | X |
| | 确认机械化保存作物残渣，以避免燃烧 | X | | | |
| | 土地复垦 | | | X | |

| | | | | | |
|--|------------------------|---|---|---|--|
| | 修建节制坝 | | | X | |
| | 设置太阳能光伏灌溉泵 | | X | | |
| | 提高农产品质量/品种改良的纳米技术和生物技术 | X | | | |
| | 根据气候变化研发特定耕作模式 | X | | | |
| | 确认机械化保存作物残渣，以避免燃烧 | X | | | |
| | 土地复垦 | | | X | |

表 A.6: 工业技术与创新阶段

| 部门 | 技术 | 研发 | 示范与部署 | 推广 | 商业化成熟 |
|----|------------|----|-------|----|-------|
| 工业 | 鼓风机 CCS | X | | | |
| | 氧去极化阴极烧碱生产 | | X | | |
| | 热电联产水泥生产 | | | | X |

表 A.7: 废物管理技术与创新阶段

| 部门 | 技术 | 研发 | 示范与部署 | 推广 | 商业化成熟 |
|------|-------------|----|-------|----|-------|
| 废物管理 | 堆肥 | | | | X |
| | 厌氧降解* | | | | X |
| | 垃圾衍生燃料（RDF） | | | | X |
| | 垃圾填埋气能量回收 | | X | | |

| | | | | | |
|------------------------|------------|--|---|---|--|
| | 热解/气化* | | | X | |
| | 等离子体焚化能量回收 | | X | | |
| † 城市垃圾方面的相关技术尚未取得商业成功。 | | | | | |

第二章：印度低碳发展的融资问题

2.1 引言

融资的可持续性（包括低碳发展）堪称本世纪所面临的最严峻挑战。自严重的全球宏观经济失衡以来，该项挑战的困难程度已经大为增加。虽然说宏观经济决策（包括银行业在内）来自政策方，但是金融决策却来自于投资方；当涉及到可持续性问题时，宏观经济和金融决策的同步问题就变得相当艰巨了。宏观经济和银行制度正逐步朝着安全的方向发展，但是具有讽刺意味的是，这些规章制度正日渐成为可持续发展领域投资的阻碍因素。例如，即将出台的巴塞尔协议 III（银行业）可能会明显限制金融机构提供长期无追索权项目融资的能力。按照银行业的说法，这种项目融资是不安全的；但对尚处于起步阶段的可再生能源项目而言却是相当重要的。许多国家的税收体系对融资的可持续性也没有什么帮助。

通常情况下，可持续性项目（比方说发展具有可持续性的生态环境或绿色建筑）被认为具有较高的初始资本成本，这些成本通常通过较低的运营和维护（O&M）成本加以抵消；然而在不同的经济体内，对运营和维护成本而言退税是可行的选项，但对初始资本成本而言却不然。所有这些问题都使得融资的可持续性问题变得极具挑战性。此外，可以理解的是，通过有效且高效的方法为可持续性获取资金，不仅是一项金融决策，同时还涉及宏观经济学。

表 2.1：刺激计划包和绿色投资（10 亿美元）

| 国家 | 刺激计划包 | 低碳 | 其他 | 总计 |
|------|-------|-------|------|-------|
| 澳大利亚 | 43.8 | 9.3 | | 9.3 |
| 加拿大 | 31.8 | 2.5 | 0.3 | 2.8 |
| 中国 | 647.5 | 175.1 | 41.3 | 216.4 |
| 法国 | 33.7 | 7.1 | | 7.1 |
| 德国 | 104.8 | 13.8 | | 13.8 |
| 印度 | 13.7 | | | |

| 国家 | 刺激计划包 | 低碳 | 其他 | 总计 |
|-----|-------|------|------|------|
| 日本 | 639.9 | 36 | | 36 |
| 墨西哥 | 7.7 | 0.8 | | 0.8 |
| 南非 | 7.5 | 0.7 | 0.1 | 0.8 |
| 韩国 | 38.1 | 14.7 | 21.6 | 36.3 |
| 英国 | 34.9 | 3.7 | 0.1 | 3.7 |
| 美国 | 787 | 78.5 | 15.6 | 94.1 |
| 欧盟 | 38.8 | 22.8 | | 22.8 |

资料来源: Barbier (2010 年)

2008 年全球经济危机之后，多国政府宣布了自己的经济刺激措施，其中包括刺激私营部门、促进消费者对商品和服务的需求、提供在各个领域的公共投资等一系列政策。在这些经济刺激一揽子计划中，有相当大一部分是针对环境目标的，特别是降低温室气体排放量（ILO，2011 年）。中国国家发展和改革委员会公布了多项绿色刺激措施。在规模庞大的中国经济刺激计划中三分之一以上以及 2009 年的预算将近 27% 被分配给以绿色为主题的项目，主要涉及轨道、电网、水利基础设施等，此外还有改善环境方面的支出。表 2.1 所列出的是不同国家的经济刺激计划包以及经济刺激计划中气候变化方面的投资。

图 2.1 所示为全球金融架构。现在到了多边金融体制承认有必要与国际清算银行、国际货币基金组织以及国际会计准则理事会等全球金融监管框架进行密切合作的时候了。

正是政策方赋予此类事项以优先地位，将其视为公共产品供给问题。不过，与气候行动有关的公共产品所需规模可能会显示出各不相同的性质，在公共财政支出格局下难堪敷用。现在的问题是，私营部门会否对这样的实施框架抱有兴趣，什么才能促使其依样而行。

图 2.1：全球金融架构中的参与者

| 国家政策 | 投资 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 财政部 ● 政府各部（如：环境森林与气候变化部） ● 印度储备银行 ● 国家财政、规划与行业部门 ● 市政公司 ● 专门机构（如印度可再生能源开发署） | <ul style="list-style-type: none"> ● 商业银行（公共和私营） ● 工业 ● 金融机构（如：股票、非银行金融机构） |
| 规范和评级机构 | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 银行业规范（如：巴塞尔协议 III） ● 国际财务报告系统 ● 评级机构 | |
| 全球治理 | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 国际货币基金组织（IMF） ● 世界贸易组织（WTO） ● 世界银行、联合国机构及国际机构 | |

资料来源：作者编译

世界经济论坛 2015 年（WEF，2015 年）的一项调查显示，来自世界各地的主要投资方正日益担心极端气候事件，同时也认识到与气候变化相关的风险（表 2.2）。通过某种方法是无法衡量可持续性行为过程或气候行为过程的，这其中也包括投资方参与者最能理解的财务会计，这么说或许是合乎情理的。

表 2.2: 全球五大似然性风险

| | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 | 2014 年 | 2015 年 |
|--|------------|-------------|-----------------|----------------|---------|-----------|-----------|----------|----------------|
| 第一 | 关键信息基础设施故障 | 资产价格崩盘 | 资产价格崩盘 | 资产价格崩盘 | 气象灾害 | 收入差距悬殊 | 收入差距悬殊 | 收入差距 | 具有区域性后果的国家间冲突 |
| 第二 | 发达国家的慢性疾病 | 中东动荡 | 中国经济增速放缓 (<6%) | 中国经济增速放缓 (<6%) | 水文灾害 | 慢性财政不平衡 | 慢性财政不平衡 | 极端天气事件 | 极端天气事件 |
| 第三 | 石油价格冲击 | 败落或正走向败落的国家 | 慢性病 | 慢性病 | 腐败 | 温室气体排放量上升 | 温室气体排放量上升 | 失业和就业不充分 | 国家治理的失败 |
| 第四 | 中国经济硬着陆 | 石油与天然气价格飙升 | 全球治理差距 | 财政危机 | 生物多样性丧失 | 网络攻击 | 供水危机 | 气候变化 | 国家崩溃或危机 |
| 第五 | 资产价格崩盘 | 发达国家的慢性疾病 | 全球化带来的缩减 (正在浮现) | 全球治理差距 | 气候灾难 | 供水危机 | 人口老龄化管理不善 | 网络攻击 | 较高的结构性失业或就业不充分 |
| 注: 绿色方框代表与环境有关的风险, 依世界经济论坛 (2015 年) 分类标准 | | | | | | | | | |

资料来源: 世界经济论坛 (2015 年)

已经有过针对投资者的可持续性进行衡量的尝试，赤道原则和三重底线即是；但此类做法均用于测量环境和社会风险，并不会对实际底线（净利润）产生任何影响，只有当确实存在法律责任时才会资产负债表中以负债的形式呈现出来。环境与社会责任的应该具备附有时间线的“价值评估”过程，同时在因果性方面应有清晰度。如果符合这些条件，环境和社会责任则将会开始对一家企业的净利润产生影响。

与投资有关的决策也是根据财务比率做出的，因此，财务比率在这种决策过程中起着重要作用。在这里有着一种与财务比率分析相似的方法需求，以便在获取私人融资效率的同时，不至于进入环境和社会因素实际财务影响报告的灰色地带。因此，另外一个与低碳发展领域有关的融资战略基本问题就是缺少财务指标。

2.2 印度低碳发展的融资机制

从现在开始，本章将对印度低碳发展融资机制的方方面面进行考察，考察内容将会涵盖七种类型的融资机制，如图 2.2 所示，其中包括公共财政、传统金融、风险管理工具、基于市场的可交易工具、国际气候融资、公私合作、慈善事业等。

图 2.2: 印度低碳发展的融资机制

1) 公共财政举措

- 国家专项资金
- 财政支持担保计划
- 次国家级专项资金

2) 传统金融

- 银行业
- 金融产品创新
- 绿色债券

3) 风险管理工具

4) 气候变化和以市场为基础的工具

- 国际碳市场
- 国内碳市场
- 其他以市场为基础的创新

5) 国际气候融资

6) 公私合作

7) 慈善事业

2.2.1 公共财政举措

国家专项资金

2010 - 2011 年联邦预算公布的国家清洁能源基金 (NCEF)，被视为印度寻求能源安全并减少能源碳排放强度的重要一步。国家清洁能源基金的目标是资助清洁能源技术领域中的研究和创新项目，利用可再生能源以降低对化石燃料的依赖程度。该项基金是利用国产煤和进口煤所征特种税建立起来的。在早些时候，该项特种税的税率为每公吨煤炭 50 印度卢比，2014 年 7 月起增加到了每公吨煤炭 100 印度卢比。照此计算，该项特种税年内可征收到创纪录的 600 亿印度卢比之多²⁹。在 2015

²⁹ <http://www.livemint.com/Politics/7008Rw5aY79CmN9MEzqpcO/Govt-uses-green-energy-fund-for-fiscal-balancing.html>，2015 年 5 月 6 日访问

- 2016 年联邦预算中，该项特种税的税率又翻了一番，达到了每公吨各类煤炭 200 印度卢比，如此一来每年大约增收 1200 亿印度卢比（约 20 亿美元）可用于清洁能源倡议。方框 2.1 列出了有资格通过国家清洁能源基金获取融资的项目。

方框 2.1：有资格通过国家清洁能源基金获取融资的项目

根据财政部颁布的准则，以下行动有资格获得国家清洁能源基金的资助。

- 综合社区能源解决方案开发和示范、智能电网技术、太阳能风能潮汐能和地热能等可再生应用；
- 在硅制造等领域的关键可再生能源基础设施；
- 以更具环境可持续性的方式替换现有的能源发电技术；
- 环境管理项目，尤其是在能源部门项目周边的地理区域；
- 可再生/可替代能源，包括先进的太阳能技术、地热能、从纤维素生物质/藻类/任何废弃物中获取的生物燃料、近海海洋技术（风能、波浪和潮汐能）、陆上风能技术、氢能、燃料电池等；
- 清洁化石能源，包括电力、石油、天然气和煤炭技术（煤炭气化、页岩油/天然气、褐煤/煤层气）、用于整体煤气化联合循环发电（IGCC）电厂的先进涡轮机技术、甲烷水合物、提高非常规资源和化石能源采收率的高级研究、碳捕获与封存、碳捕获与改造等；
- 基础能源科学，包括混合动力和插电式电动汽车储能、固态照明、催化、生物和环境研究、先进计算、高能核物理等；
- 清洁能源技术商业化试点和示范项目；
- 由气候变化国家行动计划（NAPCC）八项使命所确定的项目，以及与取代现有技术的研发相关的、符合国家适应气候变化战略（NMSKCC）要求的更具环境友好型的项目；
- 与可再生能源电力疏散基础设施创建相关的项目。

资料来源：财政部编译（2011 年）

煤炭特种税纳入国家清洁能源基金，其中有一笔基金凑起来总计达 1700 亿印度卢比（约 28.33 亿美元）。截至 2014 年 9 月，总价值为 1651.143 亿印度卢比（约 27.52 亿美元）的 46 个清洁能源项目获荐为国家清洁能源基金资助项目（财政部，2015 年）。另外到目前为止，已获准或正在考虑由国家清洁能源基金提供资助的项目都是例行公事，理应获得各部委通过其定期计划提供的资助。尽管国家清洁能源基金的目标看似与印度清洁能源领域的关键需求紧密相关，但却并不存在应用作实现这些目标的总体设想及战略指导（国家公共金融和政策研究中心，2013 年）。另外，还需要大幅增加与能源相关研发的可用资源并根据其需求和优先级别进行战略性划拨。

财政支持担保计划

印度政府在 2008 年通过了气候变化国家行动计划，该计划涵盖与气候变化问题有关的多个目标，通过发展模式的定向转变处理该国的紧迫和重要关切的问题。在提高能源效率国家计划（NMEEE）的框架下提出了部分风险担保基金（PRGF），针对商业银行通常不会标价的能源效率和可再生能源领域内的新技术，提供特定技术及相关商业风险保障。为了通过减少可感知风险帮助拓展民间融资范围，同时鼓励私营部门参与到这些部门中，该项便利措施将以风险分担机制的方式运作，从而向商业银行提供风险敞口的部分保险覆盖，以此帮助投资者获得更低的债务成本。印度政府已经批准为能源效率部分风险担保基金（PRGFEE）拨款约 31.2 亿印度卢比（约 5200 万美元）（坎瓦尔，2015 年）。

该基金将只有在违约的情况下可用，也就是说，在发生损失或违约拖欠的情况下，才会由该基金出资偿付给参与银行，这一点已经在部分风险担保基金机制的结构中进行了明确的说明。该机制的目的是应对下述方面的主要障碍：（1）以合理的利率向太阳能和高能效应用领域提供长期融资；（2）在金融机构内部进行能力建设，以评估这些企业的商业风险。

与部分风险担保基金类似，世界银行正在助力清洁技术基金（CTF）和全球环境基金（GEF）建立部分风险分担基金（PRSF），以便针对规模化产业中能源效率

项目启动能源服务绩效合同市场。其目标是通过催化节能服务公司（ESCO）市场这一在印度实施的能源效率项目，达到节约能源之目的。

部分风险分担基金包括由项目执行机构（PEA）印度小型工业开发银行运营的风险分担基金本金 3500 万美元，由 CTF 捐资注入的 2500 万美元，由全球环境基金捐资注入的 1000 万美元（第一部分），来自全球环境基金 800 万美元部分的 TA 和能力建设部分，连同由印度小型工业开发银行实施的 600 万美元，由 EESL 实施的 200 万美元（第二部分）（SIDBI，2014 年）。

此类旨在以较低成本融资的举措有助于使更多的项目在财务上具备可行性，使先进的可再生能源投资以更快的速度更为贴近电网平价，从而缩短能源效率投资（CTFIPI，2011 年）的投资回收期。

次国家级专项资金

2001 年的《能源节约法案》（EC Act，2001 年）提到了建立国家节能减排资金的正式授权问题，要求各邦指定一个机构来实施该项法案，同时还建立了邦节能基金（SECF）。设立邦节能基金的目的，是为了在国内推广能源的高效利用及其节约问题³⁰。印度电力部能源效率局（BEE）提供了一笔 4000 万印度卢比（约 66 万美元）的捐助款³¹，专门划拨给那些愿意在本邦内设立由指定机构管理的邦节能基金的各邦。

某些邦一级节能减排举措如下：

- 马哈拉施特拉邦的 Urja Ankur 基金（构思于 2006 年）；
- 古吉拉特邦绿色能源基金（构思于 2011 年）；
- 拉贾斯坦邦邦节能基金（构思于 2010 年）；
- 哈里亚纳邦邦清洁能源基金（构思于 2010 年）；

³⁰2001 年《能源节约法案》第 16 段

³¹ 旨在提供捐助的政府计划由电力部向各邦/联邦属地提供最高上限为 4000 万印度卢比（约 67 万美元）的资助款项，向接受该笔款项的各邦/联邦属地方分两期支付，每期为 2000 万印度卢比（约 33 万美元）。向邦节能基金支付的第二期捐助款仅当该邦已经提供了与印度能源效率局第一期付款相匹配的捐助款后才会拨付。来源：

<http://powermin.nic.in/Energy-Efficiency>（最后一次访问日期为 2015 年 5 月 22 日）

- 喀拉拉邦节能基金（构思于 2010 年）。

除了上述各邦节能基金外，奥里萨邦、北方邦、旁遮普邦等也组建了各自的节能基金，从而能够接受由能源效率局拨付的、用于能源效率项目投资的资金。

Urja Ankur 基金的设立目的，是鼓励在第一阶段中利用甘蔗渣、在第二阶段中利用小水电、城市垃圾和地热能作为能量来源进行发电。通过投资 20% 的股权并提供项目开发支持，该基金可为项目开发助一臂之力。Urja Ankur 基金是经由征收额外电费而创建的，没有从能源费用发展中获取任何捐助，堪称此类基金的范例。该基金的成立是为了支持在马哈拉施特拉邦实施的大型可再生能源项目，相应的立法机制允许向该邦的工业用户征收附加费用（IIEC，2012 年）。

这些基金的运作重点是促进大中型可再生能源项目的实施。

公共财政专项融资机构

有必要为公共部门促进低碳增长的投资创造便利条件，建立碳市场准入机制，加快技术创新步伐，支持适应措施以减缓气候变化的影响。需要通过印度政府直接经由下属机构或间接经由大学或科研院所实施有针对性的公共部门融资干预措施，以显著增加对低碳技术（LCTs）开发和商业化的支持力度。公共部门供资会降低低碳技术投资的风险并展示其商业可行性，从而创建一个按比例扩大、具备商业可行性的商业行为；这反过来会刺激和调动私人融资和投资，随着时间的推移其部署也会按比例渐次扩大。

印度政府已经意识到与可再生能源项目融资相关的障碍，按照其发展可持续能源战略于 1987 年创建了印度可再生能源开发署（IREDA）。印度可再生能源开发署的资源主要来自国际援助和国内贷款，其形式为来自其他银行的信贷和发行长期债券。

2014 年，印度可再生能源开发署计划在接下来的三年里放贷 1400 到 1600 亿印度卢比（约 23.33 到 26.66 亿美元）（Upadhyay, 《印度可再生能源开发署通过下一财年免税债券筹资 150 亿印度卢比》，2014 年）；这笔金额如此之多，与其过去存在的 28 年时间里的拨付款项相当，这说明投资者对清洁能源业务的兴趣日益浓厚。

2014 年 2 月，印度可再生能源开发署发行了首个总计价值 50 亿印度卢比（约 8333 万美元）的绿色债券（含有上延至 100 亿印度卢比（约 1.6667 亿美元）的选项），以便为可再生能源项目提供支持。2014 年年底，美国进出口银行同意向印度可再生能源开发署所属项目提供多达 10 亿美元的中期和长期贷款。该项信贷安排可由印度可再生能源开发署用于清洁能源领域内的商业发展活动，以进口美国的技术、产品和服务，多达 30% 的国内制造零部件从中获得了资金。

考虑到所需资源的可观程度，应该大力加强印度可再生能源开发署的实力，使其能够对多个预期领域内低碳转型的需求和复杂性做出回应，从而设计出新的有效的金融工具来满足此类需求。因此，有必要拓宽为此类投资项目融资的资金来源并集思广益，为此类资金的居间调配确定方式（Purkayastha 等人，2011 年）。如要保证用于促进低碳投资转移的资金的长期有效可用性，则需要规模宏大、构建良好的公共金融机构的参与，其具体着眼点在于推动向低碳能源的转型。

2.2.2 传统金融

银行业

印度的传统金融尚未设法提出共同框架来鼓励企业走绿色之路。不过，尽管缺乏绿色信贷指引，某些银行还是独立采取了措施。

印度最大的银行——印度国家银行便是一例。该银行推出了“绿色家园”贷款，向环保型住房项目提供特别优惠（低保证金、长期较低的利率和零手续费）。另一家向环保项目提供资金支持的知名银行是印度小型工业开发银行。该银行面向实施科技创新项目的小微和中型企业提供财政资助，优先考虑的对象是绿色产业。得益于国际机构（日本国际协力机构、德国复兴信贷银行、法国开发署）所给予的特别信贷额度，印度小型工业开发银行能够以低于商业银行的利率发放贷款。截至 2012 年 10 月，印度小型工业开发银行已经向大约 6000 家微型和中小型企业单位的绿色和节能技术提供了总价值约 300 亿印度卢比（约 5 亿美元）的援助（MMR Online Foundry Review，2012 年）。

基础设施发展金融公司（IDFC）是今年以来加入赤道原则的唯一一家印度银

行。赤道原则是国际公认的信用风险管理框架，用以确定、评估并管理项目融资交易中的环境和社会风险。

中国银行业监督管理委员会 2012 年 2 月发布了《绿色信贷指南》，这标志着中国在致力于可持续金融实践以帮助解决环境挑战方面步入了新阶段。该指南将绿色信贷政策实施推上新台阶，这是实现可持续发展目标的一种金融创新。

此类指南的制定旨在鼓励银行业金融机构推进绿色信贷，有效抵御环境和社会风险，促进经济增长方式转变和经济结构调整，从而更好地服务于实体经济。因此，指南鼓励中国各家银行向节能和环境可持续企业发放更多贷款，减少对污染型高耗能企业的贷款金额。指南向银行展示了如何将可持续性思维融入贷款周期，并将会在国内和海外的所有贷款中得到应用。

《中国绿色信贷指南》要求银行业金融机构董事会或监事会建设并推动有关节能、环保和可持续发展的绿色信贷理念，致力于在促进全面、协调、可持续的经济和社会发展中发挥作用，同时建立起造福社会的可持续发展模式（《绿色信贷指南》，第 6 条）。

印度储备银行（RBI）是印度的中央银行机构，控制着这个国家的货币政策。该机构负责管理和监督金融体系，规定银行业务运营的广义标准，在此范围内使该国的银行和金融系统发挥职能。

印度储备银行的贷款和垫款指导方针提供了法规、规章和指导框架，对表列商业银行有关贷款和垫款的法定及其他限制加以指导。商业银行应执行这些指示并采取适当的保障措施，以确保其所开展的银行业务以稳健、审慎和盈利的方式运行（印度储备银行，2014 年）。这些限制涉及以下方面：

- 法令限制；
- 监管限制；
- 对其他贷款和垫款的限制；
- 贷款帐户从一家银行转移到另一家银行；
- 贷款方公平实践守则指南；
- 银行参与索偿代理指导原则。

就贷款和垫款、不良资产、利息支付、谨慎原则、资本充足性、了解客户（KYC）等方面的内容而言，印度储备银行指导方针堪称结构严谨，依据国际标准而制订。2015年4月，印度储备银行修改了其优先部门贷款准则，特别是将优先部门贷款地位给予再生能源（印度储备银行，2015年）。银行现在可以提供给借款人的贷款高达1.5亿印度卢比（约250万美元），用于太阳能发电机、生物质能发电机、风车、微型水电站、非传统能源公用事业（即街道照明系统和偏远乡村电气化）等用途。对于个体户，贷款额度将为每位借款人提供100万印度卢比（约1.6万美元）。不过，尚缺乏一种可以使银行投入更多资金支持绿色和低碳经济的机制。印度缺少绿色信贷指南或中国绿色信贷指南中的类似条文，亦即规定银行机构建立并不断完善面向环境和社会风险管理的政策、制度和流程，同时确认绿色信贷支持的方向和重点领域。

前不久，印度的银行和金融机构在2015年可再生能源全球投资者博览会（RE-INVEST 2015）上提交了《到2021-2022年的绿色能源融资承诺书》，提交材料涉及到的总融资额度达到了35264亿印度卢比（约588亿美元），如表2.3所示。

表 2.3： 到 2021-2022 年的可再生能源绿色融资承诺

| 序号 | 公司名称 | 容量（十亿瓦） | 金额 （千万 印度卢 比） | 金额（百万 美元） |
|----|------------------------|---------|------------------------|--------------|
| 1 | 印度国家银行 | 15.00 | 75000 | 12500 |
| 2 | 印度工业信贷投资银行（ICICI Bank） | 7.50 | 37500 | 6250 |
| 3 | L&T 金融控股有限公司 | 6.50 | 32500 | 5417 |
| 4 | 印度可再生能源开发署 | 6.00 | 30000 | 5000 |
| 5 | PTC 印度金融服务有限公司 | 6.00 | 30000 | 5000 |
| 6 | Yes Bank 私人有限公司 | 5.00 | 25000 | 4167 |
| 7 | 印度基础设施金融有限公司 | 4.00 | 20000 | 3333 |

| 序号 | 公司名称 | 容量（十亿瓦） | 金额 （千万 印度卢 比） | 金额（百万 美元） |
|----|--------------|--------------|------------------------|--------------|
| 8 | 印度工业发展银行有限公司 | 3.00 | 14700 | 2450 |
| 9 | 电力财务公司 | 3.00 | 15000 | 2500 |
| 10 | 巴罗达银行 | 2.50 | 12500 | 2083 |
| 11 | 艾克塞斯银行 | 2.00 | 10000 | 1667 |
| 12 | 印度银行 | 2.00 | 10000 | 1667 |
| 13 | 印度联合银行 | 1.50 | 7500 | 1250 |
| 14 | 马哈拉施特拉银行 | 1.50 | 7500 | 1250 |
| 15 | 安德拉银行 | 1.00 | 5000 | 833 |
| 16 | 南印度银行有限公司 | 0.60 | 3000 | 500 |
| 17 | HDFC 银行 | 0.40 | 2000 | 333 |
| 18 | 印度海外银行 | 0.40 | 2000 | 333 |
| 19 | 旁遮普国家银行 | 0.50 | 2500 | 417 |
| 20 | 卡纳拉银行 | 0.32 | 1600 | 267 |
| 21 | 迈索尔邦级银行 | 0.29 | 2000 | 333 |
| 22 | 特拉凡科邦级银行 | 0.25 | 1250 | 208 |
| 23 | 印度银行 | 0.22 | 1100 | 183 |
| 24 | 丹纳银行 | 0.20 | 1000 | 167 |
| 25 | 印度联合银行 | 0.20 | 1000 | 167 |
| 26 | 维贾雅银行 | 0.20 | 1000 | 167 |
| 27 | 拉克希米·维拉斯银行 | 0.20 | 1000 | 167 |
| 28 | 帕蒂亚拉邦级银行 | 0.10 | 500 | 83 |
| 29 | 东方商业银行 | 0.08 | 240 | 40 |
| 30 | 巴迪亚马希拉银行 | 0.05 | 250 | 42 |
| | 总计 | 70.51 | 352640 | 58773 |

资料来源：新能源和可再生能源部（2015 年）

在银行业，世界各地的传统银行业务中也出现了多项创新举措。以韩国为例，该国已经设计出了针对个人和公司的传统融资工具，这种创新可以看作是促进个体

行为改变以及激励能源效率和可再生能源低碳产业的一个步骤。方框 2.2 描述的是传统的融资创新。

方框 2.2: 韩国的绿色融资工具

对于个人来说，其原则是每种类型的融资工具都提供了更高的存款利率、较低的贷款利率，或其他与个人环保活动相关的费用折扣。个人绿色融资工具包括：

- 储蓄账户；
- 信用卡；
- 基金；
- 保险；
- 个人贷款。

公司绿色融资大约是发放给个人的总贷款规模的 7 倍。本融资产品主要也是公共产品，包括以下内容：

- 普通贷款；
- 公债；
- 公共担保；
- 公共基金；
- 公共保险。

分析表明，2009 年 9 月至 2010 年 2 月期间，面向个人和公司的绿色信贷都有所增加。

资料来源：编译自《Oh》(2011 年)

总之，在当今的印度，为绿色项目融资主要差不多也仅仅有两条路可走：股权和债务。不过，随着对绿色投资的需求与日俱增，毫无疑问，包括中央银行业监督管理机构发布指导原则在内的金融创新，将会为促进低碳发展融资做出贡献。

金融产品创新

在促进投资方面，孟买证券交易所（BSE）有包括 S&P BSE Greenex 和 S&P BSE Carbonex 在内的两个指数，这两个指数考虑到环境的可持续性和气候变化因素。

2012 年 2 月 22 日推出的 Greenex，是获准使用于绿色金融产品发展的指数，涵盖共同基金、交易所交易基金（ETF）和结构化产品。Greenex 计算一家公司的能源强度（总收入基础上的总排放量）并实时公开传播。至于 Carbonex，该项指数于 2012 年 11 月 30 日推出，公司接受评估的范围包括报告和披露、战略和治理、绩效和成就、生态系统行动等。

现在，S&P Greenex 指数涵盖了遵照 S&P BSE 100 指数排名前 25 位的能源效率实践公司；而在构思该项指数之初，纳入考虑范围内的只有排名前 20 位的公司。S&P BSE 100 指数的所有构成要素成为 S&P Carbonex 指数的组成部分。表 2.4 和表 2.5 分别给出了 Greenex 和 Carbonex 的行业分布和市值。

表 2.4：BSE Greenex：2015 年行业分布和市值

| 序号 | 指数/行业 | 指数市值（%） |
|----|-------------|---------|
| 1 | 交通运输设备 | 22.81 |
| 2 | 医疗保健 | 20.93 |
| 3 | 金融 | 12.35 |
| 4 | 快速消费品（FMCG） | 11.19 |
| 5 | 电信 | 5.81 |
| 6 | 资本货物 | 5.63 |
| 7 | 信息技术 | 5.49 |
| 8 | 金属、金属制品及采矿 | 5.02 |
| 9 | 住房相关 | 3.56 |
| 10 | 电力 | 2.09 |
| 11 | 石油和天然气 | 1.82 |
| 12 | 耐用消费品 | 1.70 |
| 13 | 农业 | 1.58 |
| 总计 | | 100 |

资料来源：http://www.bseindia.com/indices/IndicesWatch_sector.aspx?iname=GREENX&index_Code=75，2015 年 5 月 4 日

表 2.5：BSE Carbonex：2015 年行业分布和市值

| 序号 | 指数/行业 | 指数市值 (%) |
|----|------------|----------|
| 1 | 金融 | 30.11 |
| 2 | 信息技术 | 13.60 |
| 3 | 快速消费品 | 10.01 |
| 4 | 石油和天然气 | 9.57 |
| 5 | 交通运输设备 | 9.21 |
| 6 | 医疗保健 | 6.38 |
| 7 | 资本货物 | 6.10 |
| 8 | 金属、金属制品和采矿 | 3.90 |
| 9 | 电力 | 2.68 |
| 10 | 住房相关 | 2.47 |
| 11 | 电信 | 2.46 |
| 12 | 化工和石化 | 1.07 |
| 13 | 多种经营 | 0.51 |
| 14 | 纺织 | 0.49 |
| 15 | 耐用消费品 | 0.41 |
| 16 | 媒体和出版 | 0.36 |
| 17 | 农业 | 0.34 |
| 18 | 运输服务 | 0.32 |
| 总计 | | 100 |

资料来源：http://www.bseindia.com/indices/IndicesWatch_sector.aspx?iname=CARBON&index_Code=77，2015 年 5 月 4 日

绿色债券

绿色债券是一种创新型融资机制，有助于募集长期低成本债务资金，资助有关减排的“绿色”项目，例如提高能源效率和生产可再生能源。可以确证的是，绿色债券极为有用，可以为印度实现雄心勃勃的目标（到 2022 年建设 1750 亿瓦特可再

生能源装机容量）提供资金（新能源和可再生能源部，2015 年）。在未来五年中，这些计划在可再生能源领域可能会带来 1600 亿美元订单的商业机会（财政部，2015 年）。

尽管建议公开透明、通过发行过程明晰化来促进绿色债券市场诚信发展的自愿进程准则——《绿色债券原则（GBPs）》的确提到了几大类型，其中谈到出售绿色债券所得收益应予分配的问题，但是“绿色”类别所含项目的确定仍因缺乏绿色债券的标准定义而显得含糊不清。

在印度，绿色债券的例子有：印度可再生能源开发署 2014 年 2 月推出的绿色债券，印度 Yes Bank 2015 年 2 月推出的绿色基础设施债券，印度进出口银行 2015 年 3 月发行的 Reg S 绿色债券等。以下内容和表 2.6 给出了已发行债券的细节信息。

2014 年 2 月，印度可再生能源开发署推出首个绿色债券，为可再生能源项目提供支持。该债券同时面向私人 and 公共投资者，发行面额为每张 1000 印度卢比，总额为 50 亿印度卢比（约 8333 万美元），附带有扩充至 100 亿印度卢比（约 1.6667 亿美元）的选择权。本债券期限分为 10 年、15 年、20 年，利率分别为每年 8.16%、8.55%、8.55%。关怀评级（CARE）和 Brickworks 两家顶尖的印度评级机构将这一绿色债券评为 AAA 级。

YES 银行发行了有史以来第一个绿色基础设施债券，募集总金额达到 100 亿印度卢比，是附带绿鞋期权的 50 亿印度卢比初始发行量的两倍。本债券的持有期限为 10 年。YES 银行拟利用这一绿色基础设施债券的收益，资助可再生能源领域的绿色基础设施项目，包括太阳能发电、风力发电、生物质能、小型水力发电项目等。

印度进出口银行于 2015 年 3 月 24 日推出了为期 5 年的 Reg S 绿色债券，发行总金额 5 亿美元，息票利率为每年 2.75%。受横跨 140 个交易期的强烈需求驱使，该债券所吸引到的认购规模大约是发行规模的 3.2 倍。大部分参与认购者来自基金经理人（58%），紧随其后的是银行（20%）、主权财富基金/保险公司（18%）。债券发行量中 60% 分发给亚洲投资者，欧洲、中东和非洲为 30%，剩余的发给海外的美国投资者。标准普尔给印度进出口银行的评级为“BBB-”，而穆迪给出的评级为“Baa3 级”。

表 2.6： 在印度发行的绿色债券

| 名称 | 发行日期 | 募集金额 | 到期 | 评级 |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| 印度可再生能源开发署绿色债券 | 2014 年 2 月 17 日至 3 月 10 日 | 总计 50 亿卢比（附带扩充至 100 亿卢比的选择权） | 10 年、15 年、20 年期 | 印度评级机构关怀评级和 Brickworks 评为 AAA 级 |
| Yes 银行绿色基础设施债券 | 2015 年 2 月 16 日至 24 日 | 100 亿印度卢比 | 10 年 | AA+（印度信用评级） |
| 进出口银行 5 年欧洲美元 Reg S 绿色债券 | 2015 年 3 月 24 日 | 5 亿美元 | 5 年 | 标准普尔评为“BBB-”，穆迪评为“Baa3”，与印度政府的评级相同 |

资料来源：Yes 银行（2015 年），印度进出口银行（2015 年），Upadhyay（2014 年）

进出口银行发行的债券既是印度第一个以美元计价的绿色债券，同时也是 2015 年亚洲第一个基准规模的绿色债券，另外还是有史以来亚洲以外的第三个绿色债券。进出口银行将利用票据出售所得净收益为孟加拉国和斯里兰卡等国符合条件的绿色项目提供资助（印度进出口银行，2015 年）。

根据一家寻求调用全球 100 万亿美元债券市场用于气候变化解决方案的组织——“气候债券倡议”称，到 2014 年底绿色债券在全球募集资金 366 亿美元，这是 2013 年募集金额的 3 倍。不过，绿色债券市场仍处于非常初期的阶段。彭博新能源财经题为“2014 年绿色债券市场展望”的一项研究提到，2013 年全球绿色债券发行量仅为美国公司债券发行量价值的 1%，后者的金额超过了 1.4 万亿美元。但是，气候债券倡议所做的预测还是令人鼓舞的，2015 年市场预计可达到 1000 亿美元，2018 年还会增加两倍（Wong，2015 年）。

目前，投资于清洁能源的选择权是有限的。同样，一项由气候政策倡议和印度商学院联合开展的研究发现，在印度，借款是在高利率和缺乏吸引力的条款下提供的，与美国和欧洲相比，可再生能源的成本提高了 24%-32%。绿色债券解决这些问题的能力已经在一定程度上得到了证明。最近推出的绿色债券不仅收到了好于一段时间前发行的未分类债券的主权评级，同时还提供了更大范围的持有期限，因此令主要投资者兴奋不已。

由于低于可再生能源项目预期的银行信贷，非银行金融公司可以填补所需的信贷缺口。例如，身为塔塔资本清洁能源贷款机构的塔塔清洁技术，正在寻求成为一家基础设施金融公司，以此为可再生能源发电项目获取外国资金（Upadhyay，2015 年）。其他此类公司，如 L & T 基础设施融资和 PTC 金融也有类似计划。与传统银行相比，其财务收尾更为快速，因此可以发挥自身优势开展业务。

印度公司也可以向那些已经发展市政债券市场的国家学习。市政债券可以帮助城市企业筹集资金，而无需寻求邦政府或中央政府拨款，亦无需从国际机构处获取贷款。印度的市政债券市场虽然已经存在了十五年以上，但仍旧处于起步阶段。2010 年以后没有再发行市政债券，市场一直处于休眠状态；原因是评级较低、投资者并不情愿、规章不明确（Chakrabarti，2014 年）。不过从积极的方面来看，据评级机构关怀评级估计，在未来五年内，具备投资评级的城市较大地方机构，通过市政债券，每年可筹集资金 100 到 150 亿印度卢比（约 1.6667 到 2.5 亿美元）（关怀评级，2014 年）。因此，市政/地方债券具备很大的潜力，有待探索发掘，以便在基础设施领域实现持续发展，为绿色项目提供资金支持。

虽然“绿色”债券标准化、可信度和恰当分类等较大问题仍需要谨慎对待，但其他符合条件的实体的信用增级和更广泛参与，仍会帮助印度利用其在蓬勃发展的绿色债券市场中的先行者地位。在这种情形下，印度应该对绿色债券所带来的机会充满期待，以便筹集资金资助其绿色企业。

2.2.3 风险管理工具

三分之二的印度人口依赖农业生存，这足以证明在这个国家里农作物保险的重要性。2013 年引入了国家农作物保险计划（NCIP），该计划合并了当时业已存在的国家农业保险计划修正版（MNAIS）、基于天气的农作物保险计划（WBCIS）试点方案和椰树保险计划（CPIS）试点方案。

国家农业保险计划修正版为农户提供保险保障和资金支持，以免因自然灾害、病虫害导致所公布的农作物播种受阻或歉收。基于天气的农作物保险计划试点方案，旨在减少参保农户因恶劣天气条件导致作物损失所面临的经济损失等困难。椰树保

险计划试点方案帮助椰子种植户投保椰子树，以对抗自然灾害及其他风险。

由印度政府发起的、始于 1999 年的国家农业保险计划在为农户提供保险方面已经做得相当成功。任何农户，不论其生产规模如何，均可以 1.5% 至 3.5% 的利率（视其所耕种的作物种类而定）申请此项保险，保险既可以地区为基础又可以以个体为基础（亦即大规模或局部灾害）（Raju 和 Chand, 2008 年）。在以地区为基础的保险情况下，这一特定区域的平均产出是可以确定的（基于以往年份的数据），如果实际产量低于历史水平，则在此单位内的农户就可以要求赔偿（高、中、低风险区域分别为 70%、80%、90%）。

得益于国家农业保险计划，共约 2500 万农户受保，使其成为世界上规模最大的农作物保险计划。不过，印度大约有 1.21 亿农民，其中 80% 的人没有得到金融机构的任何帮助，要靠自己去满足自身的金融需求，因此，印度仍需要为此付出巨大努力以满足农户需求。

微型、小型与中型企业部、印度政府及印度小型工业开发银行（SIDBI）设立了一家“小微企业信贷担保基金信托机构（CGTMSE）”，面向小微企业实施信用担保基金计划，并于 2000 年 8 月 30 日正式推出。小微企业信贷担保基金信托机构的本金现由印度政府和印度小型工业开发银行按 4 比 1 的比例分摊，截至 2014 年 8 月 31 日，已有 229.53 亿印度卢比（约 3.8255 亿美元）纳入该信托机构的本金中（MSME, 2014 年）。按照小微企业信贷担保基金信托机构的设想，该项计划可以使贷款人感到安心，若出现某个小微企业未能履行其对贷款人所负责任的情况，担保信托机构可以赔偿贷款人蒙受的损失，赔偿金额高达信贷安排的 75 % / 80% / 85%。按照该项针对小微企业的计划，印度小型工业开发银行已经能够覆盖 140 万卢比单位，贷款金额约 7000 亿印度卢比（约 116.6 亿美元）（Maini, 2014 年）。

按照气候变化国家行动计划（NAPCC）的提高能源效率国家计划（NMEEE），已经引入的风险分担机制为部分风险担保基金（PRGF）。它通过提供担保，取代借款人的一部分风险，就能效项目所发贷款向商业银行提供部分风险敞口保险。

2015 年 3 月 31 日，世界银行和印度政府签署了一份总金额为 4300 万美元的赠款和担保协议，用于能效项目部分风险分担基金。该项目具备充分利用资金的潜力，并为私营部门融资大开方便之门，融资规模可达世界银行资金的 3 倍之多。此外，

该项目还将有助于建立起节能服务公司谋划并寻求融资的能力，以及金融机构在商业可持续的基础上向 EE 项目提供资金的能力（世界银行，2015 年）。

虽然低碳过渡技术的融资氛围正在得到改善，但依然充满着不确定性和种种风险，进而对更大规模的贷款行为构成了阻碍，因此有必要为印度的低碳发展寻找更多的风险管理工具。

2.2.4 气候变化和以市场为基础的工具

国际碳市场

2005 年到 2011 年期间，全球碳市场发展迅速，从 110 亿美元的初始值增长到 1760 亿美元；在这之后，现有主要市场的价格均处于历史低点。在最大的碳市场——欧盟排放交易机制中，其价格在 2013 年一直在低迷的 5 到 9 美元之间徘徊，与之相比，三年前的价格则是 13 美元。类似地，京都信用价格也在 2013 年和 2014 年达到了最低，其核证减排量价值仅为 0.51 美元（CERs）。私营部门经历了重大损失，鉴于其仍然不愿参与进来，就需要提出协商一致的稳健的国际解决方案，以便在全球碳市场重振私营部门的信心（世界银行，2014 年）。

不过，在全球范围内的进展情况呈稳步增加之势。仅在 2013 年一年时间里，就有 8 个新的碳市场敞开了大门。根据世界银行（2014 年）的统计，约 40 个国家和 20 多个次国家的司法机构确定碳价格。据估计，2013 年的全球排放权交易计划为 300 亿美元（不包括《京都议定书》的国际排放交易）。汤森路透的点碳公司估计，在经历了 2014 年高达 450 亿欧元（约 508.5 亿美元）的强劲增长后，2015 年全球碳市场将会接近 700 亿欧元（约 791 亿美元）³²。

灵活的机制是依照《京都议定书》（KP）确立的，目的是为工业化国家提供替代方案以减少国内温室气体（GHG）排放量。《京都议定书》的 3 个机制包括：

- 国际排放贸易
- 联合履行（JI）

³² 货币兑换：1 欧元兑换 1.13 美元

- 清洁发展机制（CDM）

2011 年在德班举行的第十七届缔约方大会上，协商了《议定书》的第二个承诺期，这就意味着《京都议定书》的灵活机制至少将会持续到 2020 年。

目前正在考虑若干新的市场机制，以扩大发展中国家的碳补偿规模，也就是双边和部门机制、减少毁林和森林退化造成的排放（REDD+）机制和已获认可的国家适当减缓行动（NAMAs）机制。所有这些新机制的目标都是显著扩大清洁发展机制的规模。表 2.7 列出了这些新的市场机制。

表 2.7：新的市场机制

| 新的市场机制 | 描述 | 状态 | 私营部门参与情况 |
|----------------|--|---|--|
| 双边补偿信贷机制 | 负有国际减排目标的国家与没有这一目标的发展中国家之间的协定。该计划将具备与清洁发展机制类似的目标，但行政程序简化且规模更大。 | 日本目前正在资助试点项目。 | 与清洁发展机制一样，通过以投资换取补偿，私营部门可以发挥类似的作用。 |
| 减少毁林和森林退化造成的排放 | 通过向发展中国家提供保护森林财政激励措施换取碳信用额度，进而达成阻止全球森林采伐的一种机制。 | 在坎昆举行的第 16 次《联合国气候变化框架公约》缔约方大会提交了组建 REDD 机制的国际协议。不过设想尚未定型。该机制目前仅在自愿性碳减排市场中发挥作用。 | 在设计中的关键问题就是融资。对这类融资需求公共财政不充分，这就意味着在很大程度上要依赖私营部门。目前金融股主要涉及碳市场林业部门，以融资项目换取以投机性或企 |

| 新的市场机制 | 描述 | 状态 | 私营部门参与情况 |
|------------|---|------------|---|
| | | | 业社会责任为目的的碳信用额度。 |
| 行业授信机制 | 该设想尚未确立，不过共有观念就是向低于某一预定基线在总量上实现减排的特定行业授信。其范围既可以是一国行业也可以是跨多国多行业。 | 视设想和谈判而定。 | 与清洁发展机制一样，通过以投资换取补偿，私营部门可以发挥作用。 |
| 行业交易机制 | 某（发展中）国家承诺遵循《联合国气候变化框架公约》整体框架下针对具体部门具有法律约束力的减排目标。规则和要求可比照 ETS。 | 视设想和谈判而定。 | 公司应遵守履约制度，例如通过 ETS。 |
| 国家适当减缓行动机制 | 自愿减排措施的定义非常宽泛，由发展中国家所承担以满足其具体国情所需。国家适当减缓行动机制有望成为发展中国家在未来气候协议框架下减排行动的主要手段之一，可以采取国家、区域和地方各级实施的政策或行动形式，既可以以项目为基础（如 CDM），也可以是部门或全国性的（例如作为 ETS）。可能纳入碳信用机制。 | 范围和设想尚不清楚。 | 由于供资必不可少，公共财政有限，因此私营部门可以发挥重要作用。对企业而言机会多多。 |

资料来源：安永会计师事务所（2012 年）

到目前为止，清洁发展机制在印度一直都是主要的国际减排机制。清洁发展机制在印度注册项目的数据分析表明，此类项目集中的各邦工业化程度均较高，如古

吉拉特邦和马哈拉施特拉邦（Urpelainen，2012 年）。中国则相反，由中央和省级政府向清洁发展机制项目开发机构提供跨省制度支持。在印度，拖沓的官僚程序、复杂的设计构想再加上与清洁发展机制相关的成本都引起了批评。

国内碳市场

目前，有许多活跃在欧盟、美国、澳大利亚、新西兰、日本等国的次国家、国家和超国家的自愿性和强制性总量管制与排放交易计划，中国和韩国等发展中国家则紧随其后（安永会计师事务所，2012 年）。区域计划正在中国运行，韩国则于 2015 年 1 月推出其碳交易市场。这些计划通常都是在国内气候变化政策框架内设计的，主要涉及包括商业和工业在内的私营部门。

印度并没有表现出制订国内碳排放交易体系的倾向性。Upadhyay（2010 年）及 Sterk 和 Mersmann（2011 年）解释称原因有二：首先，存在着政治上的不情愿；其次，似乎存在着现行政策机制间的重叠，其中包括在印度已经取得成功的清洁发展机制核证减排量。就这一方面而言，我们可以从中国实施国内交易制度的经验中获得启发。

中国的国内碳市场是中国战略的组成部分，这项战略就是到 2020 年将本国每单位 GDP 温室气体排放量削减至低于 2005 年水平的 40% 至 45%。这是因为中国在寻求限制气候变化、解决未来能源安全问题并回击国际社会对其成为世界上最大二氧化碳排放国的批评之声。表 2.8 描述的是排放交易计划（ETS）试点的排放覆盖范围比较信息。

表 2.8：2010 年 ETS 试点排放覆盖范围比较表

| 地区 | 温室气体 | 覆盖的二氧化碳排放量（公吨） | 占总排放量百分比 | 直接或间接排放 | 所包括的企业数 | 覆盖范围的排放阈值（吨二氧化碳/年） | 历史排放期 |
|----|------|----------------|----------|---------|---------|-------------------------|-------------|
| 北京 | CO2 | 58 | 50% | 直接和间接 | 约 490 | >10,000（平均值（固定源排放）） | 2009–2012 年 |
| 天津 | CO2 | 112 | 45% | 直接和间接 | 197 | 工业部门>20,000；其他部门>10,000 | 2010–2011 年 |

| | | | | | | | |
|---|-----|------|--------------|-----------|--------|------------------------------|-----------------|
| 上海 | CO2 | 90 | 60% | 直接和 间接 | 191 | >20,000 | 2009– 2012 年 |
| 重庆 | CO2 | 没有数据 | 尚未提供 | 直接和 间接 | 没有数据 | >20,000（或 10,000 吨 煤当量） | 2008– 2010 年 |
| 湖北 | CO2 | 117 | 33% | 直接和 间接 | 107 | >约 120,000（或 60,000 吨煤当量） | 2010– 2011 年 |
| 广东 | CO2 | 209 | 42% | 直接和 间接 | 830 | >20,000（或 10,000 吨 煤当量） | 2010– 2012 年 |
| 深圳 | CO2 | 32 | 40% | 直接和 间接 | 635 | >5000 | 2009– 2011 年 |
| 所有 ETS 试 点 | CO2 | >620 | 中国总数 的 7% | 直接和 间接 | >2535 | - | - |
| 欧盟碳排放 交易计划 （第一阶 | CO2 | 2014 | 47% | 直接 | 11,500 | >10,000 | 1996– 2004 年 |
| Duan（2013 年）、国际碳行动合作组织（ICAP）（2013 年）、欧盟委员会（2013 年）、Qiu（2013 年）、Xu（2013 年） | | | | | | | |

资料来源：Zhang 等人（2014 年）

超过其许可排放标准的企业和建筑，可以购买排放许可或使用由中央政府发放的名为中国核证减排量（CCERs）的抵消信贷。2013 年 3 月，中国国家发展和改革委员会（NDRC）制订了第一批 52 项针对温室气体自愿减排的中国核证减排量原则。中国核证减排量原则以联合国执行委员会批准的清洁发展机制（CDM）原则的评价为基础修改而成，以便适应中国的需求。这 52 项中国核证减排量原则与中国一贯注重可再生能源、能源效率、燃料转换和甲烷的思路相一致。

深圳成为中国首个启动这一试点的城市。到 2013 年年底，深圳、上海、北京、广东和天津都启动了碳排放交易市场。2014 年第二季度，湖北和重庆也加入进来。

试点省市采取了措施，其中包括制定相关法律法规，设定碳排放总量和覆盖面，建立温室气体测量、报告和核查（MRV）系统，确定配额分配，确立交易制度和规则，建立登记制度，设立专门管理机构，建立市场监管体系，培训工作人员，加强能力建设等。

截至 2014 年 10 月底，七个试点省市碳排放交易市场的二氧化碳总交易量达到了 1375 万吨，成交额超过 5 亿元人民币；共拍卖售出 1521 万吨碳配额，成交价为 7.6 亿元人民币（《中国应对气候变化政策与行动》，2014 年）。

其他以市场为基础的创新

印度有两种以国内市场为基础的创新：可再生能源证书（REC）交易系统和节能证书（ESCerts）交易系统，现分述如下。

印度的可再生能源证书（REC）

据印度电力贸易有限公司（PXIL）称，可再生能源证书是一种以市场为基础的证书（来源：印度电力贸易有限公司），证明一台发电机已经利用可再生能源产生了一定数量的电力。《2003 年电力法》和以该项法规为框架制定的政策（又称《气候变化国家行动计划》（NAPCC），起着关键的政策驱动作用，为增加该国总发电量中可再生能源的份额提供了路线图。因此，可再生能源证书象征着可再生能源的环境属性。

可再生能源证书可以在市场上进行交易，以满足可再生能源购买义务（RPO），而这是由国家电力监管委员会（SERCs）和印度中央电力监管委员会（CERC）所规定的（《2010 年用于可再生能源发电条例的可再生能源证书之发行与识别条款》）。2010 年 9 月，印度电力贸易有限公司获得了可再生能源证书交易许可。国家负载调度中心（NLDC）已被指定为可再生能源证书计划的中央机构。表 2.9 依总量的百分比列出了可再生能源证书下得到认可的可再生能源细分。

表 2.9： 可再生能源证书下得到认可的可再生能源细分（占总量的百分比计）

| 可再生能源 | 容量（占总量的百分比） |
|---------|-------------|
| 风能 | 49.18 |
| 城市或市政垃圾 | 0.16 |
| 太阳热能 | 0.05 |
| 太阳能光伏 | 11.81 |
| 小型水力发电 | 6.37 |

| | |
|----------|-------|
| 其他 | 0.03 |
| 生物质能 | 13.92 |
| 生物燃料热电联产 | 18.46 |
| 总计 | 100 |

资料来源：根据印度可再生能源证书注册表 <https://www.recregistryindia.nic.in>；
2015 年 5 月 5 日；数据截至 2015 年 5 月 5 日

根据印度可再生能源证书注册表，截至目前可再生能源发电总签署量为 2672（印度可再生能源证书注册表，2015 年）。2015 年到现在为止的可再生能源证书市场综述如表 2.10 所示。可以看出，已经签发的可再生能源证书和兑现的可再生能源证书之间存在着差距。

表 2.10：2015 年可再生能源证书（REC）市场综述

| 年月 | 期初余额 | 已签发的 REC | 已兑现的REC | 期末余额 |
|-------------|----------|-------------|---------|----------|
| 2014 年 5 月 | 6968438 | 568843 | 31375 | 7505906 |
| 2014 年 6 月 | 7505906 | 471982 | 141108 | 7836780 |
| 2014 年 7 月 | 7836780 | 1485060 | 38442 | 9283398 |
| 2014 年 8 月 | 9283398 | 702700 | 51844 | 9934254 |
| 2014 年 9 月 | 9934254 | 859795 | 49013 | 10745036 |
| 2014 年 10 月 | 10745036 | 1074046 | 94381 | 11724701 |
| 2014 年 11 月 | 11724701 | 731207 | 222619 | 12233289 |
| 2014 年 12 月 | 12233289 | 1087197 | 398182 | 12922304 |
| 2015 年 1 月 | 12922304 | 411590 | 615234 | 12718660 |
| 2015 年 2 月 | 12718660 | 593085 | 850103 | 12461642 |
| 2015 年 3 月 | 12461642 | 453091 | 737510 | 12177223 |
| 2015 年 4 月 | 12177223 | 810257 | 72697 | 12914783 |
| 总计： | - | 22651840 | 9737057 | - |

资料来源：印度可再生能源证书注册表 <https://www.recregistryindia.nic.in>；2015 年 5 月 5 日

节能证书（ESCerts）

节能证书将按照行使、实现与贸易（PAT）引进印度。PAT 是由印度能源效率局（BEE）依照《国家气候变化行动计划》的国家能源效率任务（NMEE）推动实施的。行使、实现与贸易机制肇始于 2001 年的《能源节约法案》。八大高耗能产业已经选定（即铝、水泥、氯碱、化肥、钢铁、纸浆和造纸、纺织、热电厂），每个产业在三年时间内达到单位能量消耗（SEC）的将获得节能证书，然后所获证书可以出售给未能达到要求的单位。通过这种机制，印度希望打开估值为 7400 亿印度卢比（约 123.3 亿美元）的能源效率机会，同时避免电力新增装机容量 19000 兆瓦，2014 年至 2015 年每年减少 9800 万公吨的二氧化碳排放量。在行使、实现与贸易第一周期内（2012 年 4 月 1 日至 2015 年 3 月 31 日），所覆盖的八大产业节能目标为 668.6 万吨油当量，在 478 家指定消费者（DCs）中间进行分配。在第二周期内，指定消费者采取措施以减少能源消耗。在第一周期结束前三个月内，指定消费者必须向邦指定机构和印度能源效率局提交绩效评估文件，随后由印度能源效率局验证报告并将其发送给经认可的能源审计员。目前第二周期正在进行中，接着将会签发节能证书，在印度能源交易所（IEX）一类的电力交易平台上展开交易。《能源节约法案》详列了被通告的产业单位及其他超出所设能源消耗阈值的机构。节能证书将由印度能源效率局、电力部、印度政府发放给符合条件的指定消费者。

节能证书是由授权机构发放给那些保证在行使、实现与贸易计划下已经实现规定量节能要求的指定消费者的正式文件，是一种可交易的商品，对于基准水平以上所节省的能源创造出来的效益授予财产权。监测和核查应由专项能源审计师（DENA）来完成，印度能源效率局会在适当的时候通知他们开展此项工作。表 2.11 给出了此类权威部门及其有关发放节能证书过程的信息。

表 2.11：发放节能证书的权威部门及行动

| 权威部门 | 行动 |
|----------------|---|
| 2001 年《能源节约法案》 | <ul style="list-style-type: none">指定目标消费者的确定 |
| 印度能源效率局（BEE） | <ul style="list-style-type: none">基准计算确定削减目标 |
| 责任实体 | <ul style="list-style-type: none">建立能源效率措施 |

| | |
|-------------------------------|---|
| 专项能源审计师（DENA） | <ul style="list-style-type: none"> • 通过认证审计师对节能进行第三方认证 • 节能确定 |
| 印度能源效率局（BEE）和能源效率服务有限公司（EESL） | <ul style="list-style-type: none"> • 合格项目节能证书认证 • 发放节能证书 |
| 印度电力交易有限公司（PXIL 和 IEX） | <ul style="list-style-type: none"> • 节能证书交易 |
| 印度能源效率局和能源效率服务有限公司 | <ul style="list-style-type: none"> • 节能证书归属跟踪 • 收回节能证书 |

资料来源：改编自 *Bhattacharya 和 Kapoor（2012 年）*

未来孵化政策的重要问题是，印度现有的能源效率和可再生能源市场机制如何才能与排放交易体系相协调，特别是怎样才能避免重复计算。

2.2.5 国际气候融资

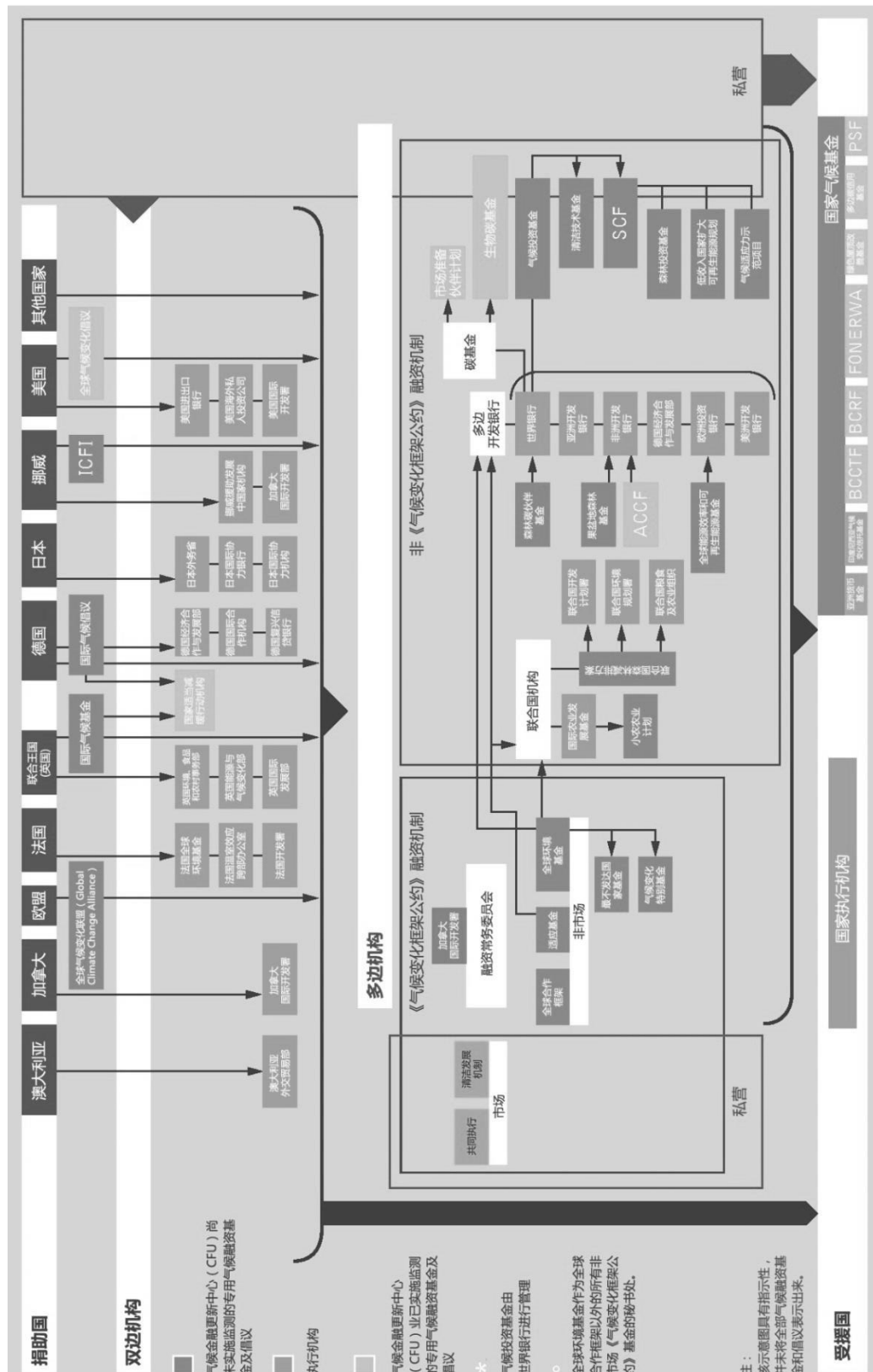
国际气候融资架构由诸多参与者组成，其中包括捐助国、受援国、多边组织、双边组织和私营部门。国际气候融资的体系结构在图 2.3 中进行了描述。

有这样一个国际基金，其成立目的是提供深度优惠资金，以促进符合条件的发展中国家低排放和适应气候的发展，它的名字叫做绿色气候基金（GCF）。绿色气候基金于 2010 年 12 月 11 日在墨西哥坎昆成立。依照《气候变化框架公约》，发达国家元首正式承诺，到 2020 年每年共同筹集 1000 亿美元，以推动全球模式朝着低排放和适应气候发展途径的方向转变（绿色气候基金，2014 年）。绿色气候基金是为实现这一目标而采取的一个步骤，它强调分配适应资源和减排并重。迄今为止，向基金认捐总金额相当于 102 亿美元。截至 2015 年 4 月 30 日，已经签署捐献 40 亿美元的等值金额，相当于 2014 年基金初始认捐会议期间承诺金额的 42%（《气候变化框架公约》，2015 年）。只要 2014 年 11 月柏林绿色气候基金高级别认捐会议上承诺的总金额至少到位 50%（也就是等值于 47 亿美元的资金），则该基金便可获得分配资源的授权并开始对全球气候施加各种积极影响。

印度的多边气候基金挂靠在环境和森林部，联合国计划开发署（UNDP）和世

界银行是主要执行机构。

图 2.3: 国际气候融资的体系结构



资料来源: <http://www.climatefundsupdate.org/about-climate-fund/global-finance-architecture>

清洁技术基金等多边基金已经开始在印度运作。环境与森林部列出了清洁技术基金下第一阶段四项供应方举措（CTFIPI，2011 年），其中包括：

- 喜马偕尔邦：环境可持续性和气候变化发展政策贷款；
- 为提高能源效率国家计划（NMEEE）提供的支持；
- 节能技术的部分风险担保；
- 为尼赫鲁国家太阳能任务（JNNSM）提供的支持。

可以看出，其中一项举措也属于次国家一级，而其他三项则倾向于气候变化国家行动计划（NAPCC）下的任务。气候和可持续性领域的国际金融业已经寻求利用并吸引私人资金，不过，根据气候基金最新资料，全球范围内自 2012 年年初开始，在 2010 年至 2012 年期间每花费 1 美元，只有 0.25 美元取自私人筹资。从印度的气候融资措施来看，在国家气候基金中也有私营部门筹资的余地。

2.2.6 公私合作

若要缓解资金不足并填补资金缺口，有效地吸引私营部门参与至关重要；因此，需要一种机制能够规模化地动员私人低碳资本，以便部署有限的公共资金。公私合作伙伴便是这样一种选项，可以增强政府的基础设施交付标准。

在国家层面上，印度政府已经制订出开展公私合作项目的明确框架。可行性缺口补助（VGF）机制已经得以设立，印度基础设施金融有限公司（IIFCL）已经组建起来，印度基础设施项目开发基金已进行规划，以满足公私合作项目的具体要求，同时为市镇地方政府促进公私合作项目提供框架和激励措施。

2015 年 4 月，联合内阁批准了智能城市计划和都市振兴及转型计划（AMRUT），以及各自的相应开支 4800 亿印度卢比（约 80 亿美元）和 5000 亿印度卢比（约 83.3 亿美元）。按照智能城市计划，政府应在五年内每年给予 10 亿印度卢比（约 1667 万美元）的援助，以便发展 100 座智能城市，促进采用有效利用现有资产、资源和基础设施的智能解决方案，其目标是提高城市生活质量，提供清洁和可持续的环境。

但考虑到供养此类城市所需的大量基础设施，10 亿印度卢比只是杯水车薪，这就需要付出极大努力争取其他资金来源补充城市发展所需。预计智能城市项目会通过积极的公共私营部门参与来实现，其中政府将提供可行性缺口补助并起到促进者的作用（总理办公室，2015 年）。此外，尼赫鲁国家城市更新计划（JNNURM）第二阶段已更名为都市振兴及转型计划（AMRUT），这一为期 10 年的计划意在使 500 个市镇重现生机，负责领导该项计划的是城市发展部，预计印度政府还将在印度城市地区推进公私合作，在未来五年内将会有超过 2 万亿印度卢比（约 333.3 亿美元）的最低投资流入城市地区以推动城市改革。按照设想，为了满足这一巨大的需求，大量私人投资必须按照要求，经由各邦和城市地方机构以公私合作模式筹集以满足项目成本需求。

印度的公私合作机制运用多种公共融资工具，可以帮助消除私人投资障碍。在印度，公私合作的政策依据通常局限于将其用作公共部门缺乏资金时的投资资金来源，因此在实践中很少为消费者和纳税人提供高效的服务和价值。公私合作的手段包括：贷款担保，其允许借款人享受低利率，因为贷款人受到违约保护；混合股票基金，通过使基金中的公共资金居于从属地位而降低私募股权投资者的风险，从而首先给予私人投资者回报，同时还再次防止项目违约或低于预期财务表现的风险（毕马威会计师事务所，2011 年）。

印度财政部现任部长 Arun Jaitley 先生在其 2014 至 2015 年度联邦预算讲话（财政部，2014 年）中曾提到，印度已一跃成为世界上最大的公私合作市场，拥有处于不同发展阶段的项目超过 900 个。不过，公私合作框架的弱点也相当明显：因监管方面的障碍，110 个中心基础设施项目已经延期，进而导致成本超支，超支金额超过 1.57 万亿印度卢比（约 261.7 亿美元）（《印度瞭望杂志》，2014 年）。

私营部门一直呼吁改善印度的现状以创造有利的环境，包括在招投标过程中增加透明度，采购程序标准化以及在整个公私合作项目周期中保持透明。为了使公私合作收到成效，双方都需要携手合作，始终把重点放在项目和成果上，而不是只求满足自身利益（Nataraj，2007 年），建立起评价和监督能力势在必行，一系列政策、法规和能力问题需要加以解决，以便在更大范围内应用公司合作，改善基础设施服务的提供状况（世界银行，2006 年）。

2.2.7 慈善事业

在印度，私营部门通过资金和技术贡献进行参与是经由企业社会责任（CSR）和慈善事业完成的。2013 年的《公司法》规定，在任何财政年度以内，凡是净资产在 50 亿印度卢比（约 8333 万美元）或以上，或者营业额在 100 亿印度卢比（约 1.6667 亿美元）或以上，或者净利润在 5000 万印度卢比（至少约 83 万美元）或以上的公司，都应设立企业社会责任委员会并履行企业社会责任活动。

《2014 年世界捐赠指数报告》³³指出，在向慈善事业捐款方面，印度名列第 52 位；总体而言，印度排名第 69 位。表 2.12 列出了 2014 年印度慈善事业和捐助数据。可以看出，2013 年至 2014 年期间，因环境原因而产生的慈善捐助行为可以忽略不计（占慈善捐助总金额的 0.06%）。因此可以说，从企业社会责任和慈善活动两方面来看，围绕着环境可持续性而开展的活动范围相当广泛。

表 2.12：印度的慈善事业和捐助（2013 年至 2014 年）

| 排名 | 事业 | 捐款总额 (千万印度卢比) | 捐款总额 (百万美元) | % (总计) |
|--|---------|------------------|----------------|--------|
| 1 | 教育 | 15,791 | 2361.83 | 78.89 |
| 2 | 社会与农村发展 | 2,333 | 388.83 | 12.98 |
| 3 | 卫生保健 | 1,447 | 241.12 | 8.05 |
| 4 | 环境保护 | 12 | 2 | 0.07 |
| 总计 = 19,583 | | | 2993.78 | 100.00 |
| 注：数值四舍五入，以往数字受到汇率波动的影响。 1 美元 = 60 印度卢比。 | | | | |

资料来源：2014 年胡润印度慈善榜；参见 <http://www.hurun.net/EN/ArticleShow.aspx?nid=9583>，
2015 年 5 月 5 日访问

³³ 世界捐赠指数（WGI）由慈善援助基金会编制，所用数据由盖洛普收集，根据各国人口的乐善好施程度对世界上 153 个国家进行排名。

2.3 低碳发展行业与金融

金融在经济活动中的资源配置方面起着至关重要的作用；虽然其在关乎低碳发展的经济活动方面的作用也大致相同，但面临着更大的挑战。一项研究（IDFC 2010 年）表明，金融机构对低碳空间的熟悉程度很低，无法进行风险评估，导致低碳空间的融资面临重重困难，资金明显不足。该项研究进一步指出，此类涉及低碳空间的活动普遍存在交易成本较高的问题，资本支出居高不下，投资回报周期偏长。金融机构不仅有要求追索权融资的倾向，还缺少用于低碳空间特定资金，面临的挑战因此更显严峻，这也进一步加剧了低碳发展方面的经济活动对政策的极端依赖。随着公共资金的日益稀缺，其他战略领域对公共资金的需求不断增加，低碳空间所需资金的缺口可能会越来越大；尽管现状如此，但由于能源安全方面的原因，可再生能源和能效项目对于印度而言已经成为与国家发展息息相关的重要领域，因此弥补上述资金缺口仍有一线希望。毕竟在金融资源配置方面，尤其是在有积极决策的协助之时，可再生能源的举措取得了丰硕的成果，前途一片光明。

虽然获得全部数额的低碳空间财政拨款比较困难，但获取特定行业的部分数额还是极具可能的；我们将试图在本章的稍后部分对与低碳发展相关的九大行业的金融方案进行解读。财务指标和案例研究是行业概述的一部分，能够表明最接近公共财政拨款总量的数字，甚至表示出确切的数额，或者拨款的趋势。此外，除公共财政指标外，每一行业的分析都会调查是否存在财务指标，这有助于我们了解低碳发展在这些行业中的趋势。在此，必须强调，投资级财政与公共财政同等重要。

2.3.1 可再生能源

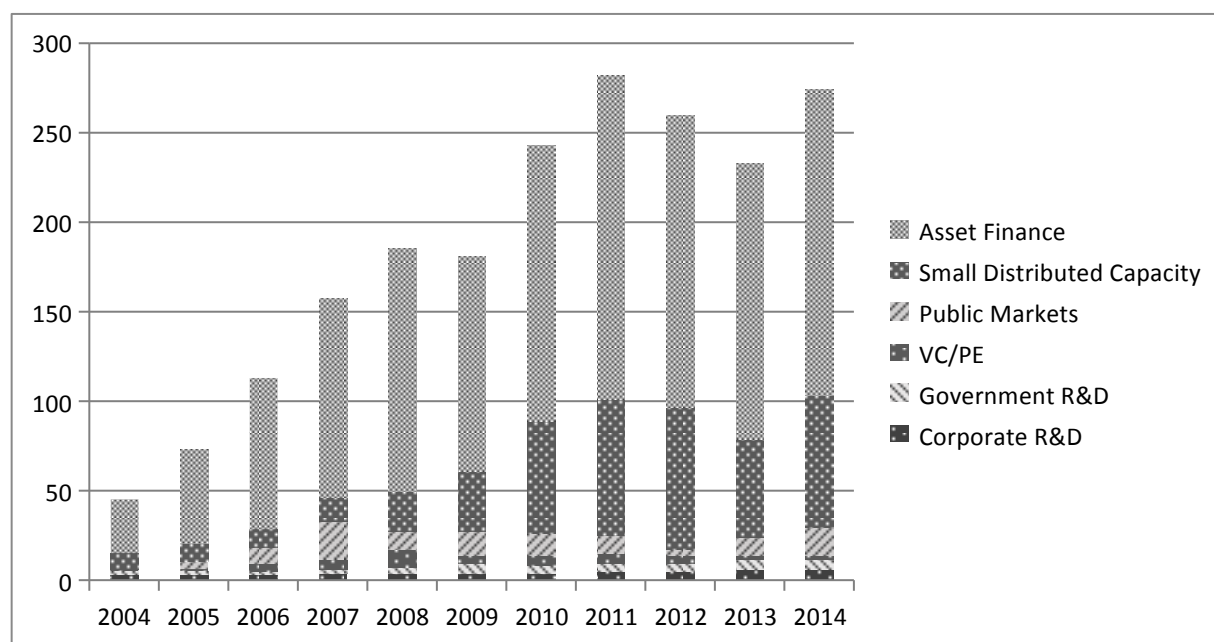
根据定义，可再生能源资源就是指非耗竭性清洁能源。按照印度新能源与可再生能源部的规定，以生物质、风能、水电（高达 25 兆瓦的小水电（SHP）项目）、太阳能、地热，潮汐为发电资源的能源就是可再生能源资源。据估算，从商业开发资源的角度来看，假设将 3% 的荒地变为可用状态，印度拥有的潜在可再生能源约为 900 吉瓦，即：风能，100 吉瓦（80 米椎体高度）；小水电，20 吉瓦；生物质能源，25 吉瓦；太阳能发电，750 吉瓦（新能源和可再生能源部，2015 年）。印度政

府对于可持续发展、能源安全、能源的获取途径以及气候变化带来的不利影响的种种担忧，都推动着印度政府进一步加快对可再生能源利用技术的部署。

从全球层面来看，对可再生能源的投资经历了一个非常有趣的成长过程。如图 2.4 所示，图中数字是在可再生能源领域的新投资。此外，可再生能源领域投资的预期增长也值得关注。2004-2014 年期间，可再生能源领域总体新增投资的复合年增长率（CAGR）为 20%；2014 年，可再生电力及燃料的全球投资（不包括大型水电项目）为 2702 亿美元，相较上年增长了近 17%，这是过去三年来的首次增长，反映了中国、日本和欧洲的投资的影响。

从 2014 年清洁能源领域的新增金融投资来看（表 2.13），亚洲在清洁能源领域的投资领先北美和欧洲，独占鳌头；同样是在 2014 年，可再生能源不断地朝着新市场扩张。在发展中国家的投资为 1313 亿美元，较上年增长 36%，这一数字是迄今为止最接近发达国家总投资（1389 亿美元，同比仅增长 3%）的数额。由此可见，新兴经济体已经意识到可再生能源投资的重要性。彭博新能源财经（2012 年）也发现，在太阳能领域，随着技术的进步以及成本的降低，到 2025 年印度和中国将实现太阳能发电的平价上网。

图 2.4: 2004 至 2014 年全球按资产类别分列的可再生能源新增投资（10 亿美元）



资料来源: 根据彭博新能源财经编译 (2015 年)

表 2.13 概括了多年来全球范围内流向可再生能源领域的投资，同时反映了国家间的差异。

表 2.13: 2004 年至 2014 年期间按地区分列的全球可再生能源新投资（10 亿美元）

| 地区/国家 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|----------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 美国 | 5.4 | 11.6 | 29.1 | 33.0 | 35.1 | 24.3 | 35.1 | 50.0 | 38.2 | 36.0 | 38.3 |
| 巴西 | 0.8 | 3.1 | 5.2 | 11.8 | 12.1 | 7.9 | 7.7 | 10.1 | 7.2 | 3.9 | 7.6 |
| 美洲（不包括美国和巴西） | 1.7 | 3.3 | 3.9 | 5.0 | 5.8 | 5.8 | 12.2 | 9.2 | 10.2 | 12.2 | 14.8 |
| 欧洲 | 23.6 | 33.6 | 46.7 | 66.4 | 81.6 | 81.2 | 111.1 | 120.7 | 89.6 | 57.3 | 57.5 |
| 中东和非洲 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 2.4 | 2.3 | 1.7 | 4.2 | 2.9 | 10.4 | 8.7 | 12.6 |
| 中国 | 3.0 | 8.2 | 11.1 | 16.6 | 25.7 | 39.5 | 38.7 | 49.1 | 62.8 | 62.6 | 83.3 |
| 印度 | 2.7 | 3.1 | 4.9 | 6.3 | 5.6 | 4.3 | 9.0 | 12.7 | 7.4 | 6.4 | 7.4 |
| ASOC（不包括中国和印度） | 7.2 | 9.2 | 10.0 | 12.5 | 13.6 | 13.7 | 19.3 | 24.1 | 30.5 | 44.7 | 48.7 |
| 总计 | 45.1 | 72.9 | 112.1 | 153.9 | 181.8 | 178.5 | 237.2 | 278.8 | 256.4 | 231.8 | 270.2 |

资料来源: 根据彭博新能源财经编译 (2015 年)

从表中可以看出，中国 10 年间对可再生能源投资的综合年增长率为 39.43%（30 亿美元到 833 亿美元），同期印度对可再生能源投资的综合年增长率为 10.61%（27 亿美元到 74 亿美元）。印度的投资数额从 2004 年到 2011 年呈稳步上升的态势，但在 2012 年和 2013 出现了下降。尽管如此，印度在可再生能源领域的投资依然再次达到了大规模可再生能源发电量的既定目标：到 2022 年达到 175 吉瓦。

印度政府和各邦政府一直在通过各种宣传计划、政策和监管措施，倡导使用可再生能源技术。针对用户和制造商的资金补贴、低息贷款、关税和税费减免、净电量计量等措施，构成了财政和金融激励措施的组成部分；与此同时，可再生能源购买义务等其他的强制性措施，则成为了监管措施的一部分。

可再生能源开发商的其他创收方式还包括税率奖励，如加速折旧；另外还有以公共财政为基础的激励机制，如以发电为基础的奖励措施。应当指出，金融和商业模式主要取决于具体项目所在地的细枝末节信息、具体的邦（或省）；存有疑问的再生能源种类，如风能、太阳能或任何其他类型的能源；除此以外还有可再生能源开发者和义务买家双方都能从中受益的独立的购电协议（PPAs）。有关可再生能源的政策和条例在表 2.14 中给出。

表 2.14：印度可再生能源的政策手段

| | |
|----------------|--|
| 资金补贴 | 为了在家庭中推广使用太阳能热水器和太阳能照明设备，新能源和可再生能源部针对性地提供了多项激励措施，如以资金补贴的形式支持购买和安装太阳能设备，以便有效降低成本。新能源和可再生能源部先前已施行过类似的资金补贴计划，即按照尼赫鲁国家太阳能计划推动小容量特种车辆系统。 |
| 低息贷款 | 以优惠利率提供贷款，有利于降低用于可再生能源项目的资金成本，依照印度可再生能源开发署国家清洁能源基金再融资计划提供贷款就是一种同类措施。按照该计划，表列的商业银行和金融机构可以从印度可再生能源开发署获得再融资，资金来源于国家清洁能源基金。若干组织机构已经表示愿意通过销售免税债券的方式筹集低成本长期资金，给予可再生能源发展商的贷款利率将会较低。 |
| 税收和关税豁免 | 为了加速可再生能源的发电，印度政府已经采取行动，减征或免征与可再生能源发电相关的机器、设备及其他相关组件的税费。有关可再生能源发电/分销的各项事业也可以享受 10 年的休养生息待遇。 |

| | |
|--------------------|---|
| 可再生能源购买义务 | 可再生能源购买义务是政府政策措施的一部分。按照该项规定，政府正在强制要求电力消费者按所需耗电量的一定百分比购买可再生能源产生的电力。这是一项公用事业（也被称为 DISCOMs，即供电公司）、采用自备发电或不经过程公用事业单位而直接从发电机组那里购买电力的消费者才需要履行的义务。 <i>可再生能源购买义务是《2003 年电力法案（EA 2003）》的组成部分，该法案是印度电力部门监管框架发展的基础。</i> |
| 优惠电价/上网电价 | 根据优惠电价（也被称为上网电价），公用事业单位或经政府任命的中央机构可以以优惠电价购买可再生能源电力，具体优惠幅度由监管机构确定。设计这种资费的目的在于给予可再生能源发电单位投资所要求的回报，同时又不至于对政府或消费者造成压力。 |
| 净电量计量 | 净电量计量允许太阳能光伏发电用户向公用事业单位出售过剩的太阳能电力并获得补偿，或从公用事业单位回购电力赤字。将对电力净输入向消费单位征税。净电量计量可以增加电网电量，弥补高峰时段的需求不足，帮助各邦应对电力短缺。 |
| 可再生能源证书计划 | 可再生能源资源，例如风、太阳能等，在印度分布并不均衡；此外，像德里这样的小邦并没有足够的空间发掘足够的可再生能源资源，这将导致各邦应承担的义务分配不均的问题。为了避免这种情况，印度中央电力监管委员会（CERC）推出了可再生能源证书（REC）计划。根据这一计划，可再生能源发电单位可以按照各自监管机构确定的价格出售电力。每销售一兆瓦时的电，可再生能源证书登记便发放一份可再生能源证书，那些无法直接购买可再生能源电力的承付实体可以直接购买该证书。 |
| 加速折旧 | 加速折旧是一种通过降低当前年份应纳税所得额（通过按照更高的年均折旧金额对创业年份的资产寿命进行考量的方式），推迟企业所得税的有效手段。加速折旧在 2012 年被撤回，现再次引入，为风能发电领域注入了新的动力。 |
| 以发电为基础的激励措施 | 以发电为基础的激励措施对实际发电量起着激励作用。在 2013 年，针对电网互动风力发电项目的以发电为基础的激励计划获准延长，在印度第十二个五年规划期间始终有效。根据这项计划，在不短于 4 年，最长可达 10 年的期间中，向风能电力生产单位输送到电网的每单位电力提供 0.50 印度卢比的奖励，奖励上限为每兆瓦 1000 万印度卢比，一年内的总拨款不得超过该项奖励最高限额的四分之一。 |

资料来源：自行编译

图 2.5 列出了适用于可再生能源开发者和购买者（分销企业）的各选项概要。

图 2.5: 适用于分销企业和可再生能源发电单位的选项

| 分销企业 | 可再生能源发电单位 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> •通过自我发电满足RPO •向第三方购买可再生能源电力 •购买可再生能源证书 | <ul style="list-style-type: none"> •以上网电价出售可再生能源电力 •以平均集中资源采购成本 (APPC)、REC和可再生能源证书市场销售可再生能源电力 •通过电力购买协议直接与承付实体签约 |

资料来源: CPI 和 ISB (2013 年)

鉴于可再生能源的重要性，各种各样的创新层出不穷，其中有一项政策创新将在稍后本部分的《印度的“太阳能城市”》概念中（参见方框 2.3）以简短的个案研究的形式加以叙述。

对可再生能源发电单位而言，目前可用的商业模式如下：

- 按照优惠电价/上网电价出售给公用事业单位（本方法不符合可再生能源购买义务）；
- 依据可再生能源证书出售电力（本方法可满足可再生能源购买义务）；
- 自备电力消费（本方法可满足可再生能源购买义务）。

方框 2.3: 印度的“太阳能城市”

在印度，快速城市化导致电力需求急剧增加，传统的体系已经跟不上能源的需求，“太阳能城市”这一概念却能够满足印度的发展情况。印度新能源与可再生能源部提出了“太阳能城市”计划（有时也称为“绿色城市”），目的在于支持鼓励城市地方机构（ULBs）拟订一份路线图，为自己的城市在向“太阳能城市”转变的过程中提供指导（TEDDY，2012 年）。根据该项计划，60 座市镇获得提名，政府准备支持这些市镇发展为“太阳能/绿色城市”。依照由新能源和可再生能源部的《太阳能城市状况备注》，截至 2015 年 1 月 15 日，48 座城市已经获得批准，其中的 44 座城市已经拟定了其总体规划，7 份规划已经在“原则上”

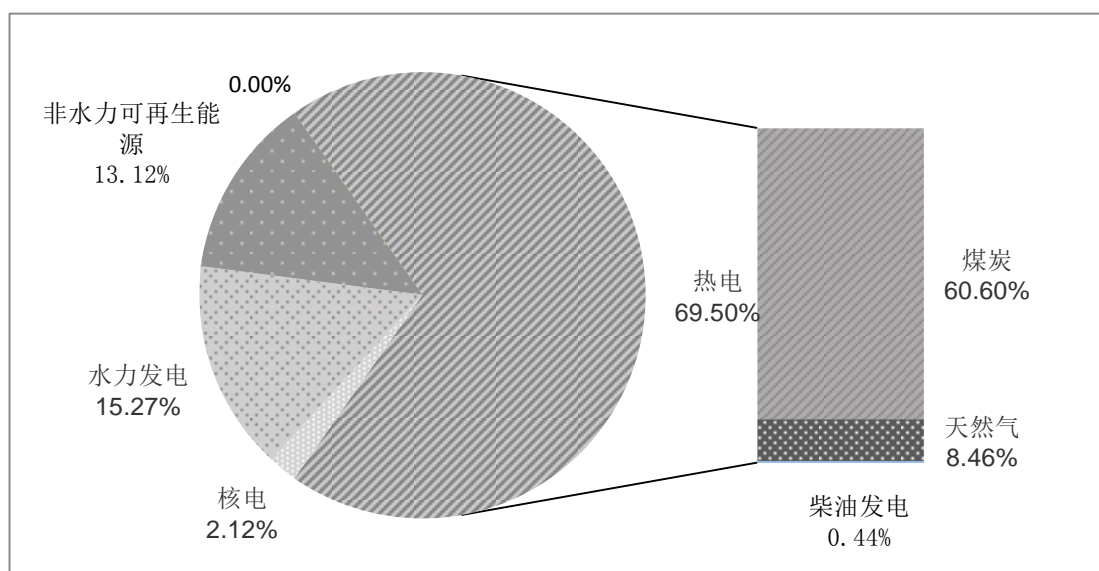
获得批准，这些城市的市政委员会/邦都在为总体规划的编制聘请顾问。另有 18 座城市已经提供了正在酝酿中的详细项目报告（DPRs）。

昌迪加尔就是这样的一座指定的“太阳能城市”。总额为 1.625 亿印度卢比的资金已经划拨给地区政府，用于 2013 至 2014 财政年度实施“太阳能城市”示范项目。据昌迪加尔可再生能源、科学与技术（CREST）首席执行官 Santosh Kumar 先生所述，总体容量 5（峰值）兆瓦的太阳能光伏（SPV）电站已经调试完毕，并安装在昌迪加尔中央直辖区超过 75 处政府办公大楼楼顶，中央直辖区政府已经决定调高其太阳能发电目标，将早期目标的到 2022 年发电 10 兆瓦提高至 30 兆瓦。虽然目前昌迪加尔的财政拨款完全来自公共资金，但私人投资很快就能够应用于遍布印度各地的“太阳能城市”计划。印度的城市地区拥有的财力资源足够用于应对尝试新技术带来的风险，包括“太阳能城市”中可能存在的风险。或许“太阳能城市”可以从印度的移动电话中获得启发：尽管移动电话现在在印度随处可见，但它却是首先在城市地区推广开来的；若要使太阳能项目在印度遍地开花，城市地区很可能是必不可少的平台。

2.3.2 非可再生能源

2015 年，印度的发电装机容量达 272.7 吉瓦（印度中央电力管理局，2015 年）。印度装机容量中不同资源的份额如图 2.5 所示。在印度，发电是二氧化碳排放的最大单一来源，火电厂则是这些排放的最大单一来源（图 2.6）。不仅是现在，印度在将来相当长的一段时间内依然会依赖于火电厂。尤其需要注意的是，预计在不久的将来，煤炭仍然是印度电力行业的中流砥柱，在第十二个五年计划期间（2012 年至 2017 年），规划增加的 100 吉瓦的发电能力中大部分还是来自煤电。至于低碳发展战略，预计今后所有的新增装机容量将越来越多地以超临界技术为基础，十二五期间，百分之五十的装机容量拟通过超临界机组来实现；在十三五期间，所有以煤炭为本的电厂都将以超临界技术为基础（印度政府，2010 年；能源与资源研究所，2013 年）。

图 2.6: 按类型划分的印度装机电力生产类型



资料来源：印度中央电力管理局（2015 年）

为了满足提供额外电力的要求，印度电力部已经将 16 座采用超临界技术、发电能力约为 4000 兆瓦的超巨型发电机组（UMPPs）（电力财务公司，2012 年；能源与资源研究所，2013 年）优先投入使用，担当排头兵的角色。这些超巨型发电机组将运用于两种类型的项目：专门采用自产煤炭的坑口项目和利用进口煤炭的沿海项目。9 个上述项目已经确定上马，这些项目将通过以税率为基础的竞争性招标，授予开发者建设、拥有和经营的权利。电力财务公司（PFC）是此类项目开发的节点机构，依程序为每座超巨型发电机组配备特殊用途工具（SPVs），作为采购配送公司授权代表。一旦选择项目开发方的投标程序完成，特殊用途工具（SPVs）就移交给选定的投标人。

鉴于印度还会持续依赖以煤炭为基础的火电厂，低碳发展道路将取决于对煤基发电厂作出的两项改进：首先，超临界技术的利用或将提升；其次，既为纯粹的减排行动，对碳捕集和封存的部署要落到实处。碳捕集与封存/贮存（CCS）指的是“将二氧化碳从工业和与能源相关的资源中分离出来，输送到存储地点并与大气长期隔离”（政府间气候变化专门委员会，2005 年）。在通过减少温室气体（GHG）排放量以减缓气候变化的一系列措施中，这是考虑施行的其中一种。虽然没有任何一项单一措施能够单独减缓气候变化的进程，但是碳捕集与封存，与提高能源效率、

可再生能源、加强生物碳汇等其他措施共同作用，或许能够达到实现气候稳定所需的减排量。

尽管有多种方法都可以满足碳捕集与封存的成本，但根据概括研究（能源与资源研究所）的结果，最重要的财务指标不是成本的绝对值，而是碳捕集与封存活动结果所涉及的电力成本的增加。还应注意，碳捕集与封存的成本因项目的不同而有所差异，不能一概而论；因此，平均值无法成为一项较好的指标。在有大型火电厂或其他大型点排放源的情况下，碳捕集与封存部署显得非常有意义；但既然在印度不存在这样的碳捕集与封存项目，那么常规情况下则应考虑超巨型动力计划。除去各种煤炭，所有其他的电厂规格均被视为相同。在表 2.15 中我们可以看到，采取了碳捕集与封存措施的电力成本增加了 50%。在这项研究中，监督成本也被纳入考量范围。其他有关碳捕集与封存的成本就是捕集、运输和储存的标准费用。

表 2.15： 采取碳捕集与封存措施的进口煤炭和印度煤炭的电力成本

| 指标 | 进口煤炭 | 印度煤炭 |
|-------------------------|------|------|
| 未捕集的碳排放（印度卢比/千瓦时） | 5.26 | 4.84 |
| 捕集的碳排放（印度卢比/千瓦时） | 7.52 | 6.97 |
| 采用碳捕集与封存的碳排放（印度卢比/千瓦时） | 7.67 | 7.12 |
| 采用碳捕集封存监督的碳排放（印度卢比/千瓦时） | 7.98 | 7.43 |
| 因碳捕集封存监督导致碳排放成本增幅 | 52% | 53% |

资料来源： 能源与资源研究所（2013 年）

2.3.3 运输

根据国际能源署（IEA）提供的信息，由于燃料燃烧的缘故，2012 年交通运输部门的二氧化碳排放量大约占全球二氧化碳排放量的 23%。交通运输部门二氧化碳排放量快速增长，在很大程度上受到道路部门排放的影响。2012 年，印度的交通运输行业制造了 2.162 亿吨的二氧化碳，几乎占燃料燃烧产生的二氧化碳总排放量的 11%（国际能源署，2014 年）。

定义交通行业的低碳空间颇有难度，因此探索交通部门低碳发展融资趋势无疑是一种挑战。一个能够较好地探索趋势的领域，就是查看城市地区公共交通的财务指标。了解印度农村地区的交通状况或许没有必要，因为无论从哪一类参数看，农村的交通运输都属于低碳。此外，那些经历了机械化运输迅猛发展的农村地区也有可能已经向城市地区转变。另一个需要注意的问题是，目前在印度，汽车的保有量极低；未来汽车保有量在城市地区则会显著增加（城市发展部，2008 年）。通过对印度交通低碳空间财务指标趋势的观察，可以发现有两个值得注意的方面：第一，公共交通集中在城市地区；第二，低碳空间存在于非公共交通模式中（电动车辆，EVs）。

2013 年 1 月发布的国家电动车行动计划（NEMMP-2020）规定了一项意愿性目标，即到 2020 年，每年新增 600 万到 700 万辆混合动力汽车和电动汽车。基于这一目标，2015 年 4 月重工业和公共企业联合部长发起了一项名为“混合与电动汽车快速采用和制造（FAME）”的计划，印度需要为其第一阶段（2015 年至 2017 年）支出 79.5 亿印度卢比（约 1.325 亿美元），这将会涵盖所有形式的混合动力（轻度/重度/嵌入）和纯电动汽车。这一需求奖励的范围广泛，适用于不同种类的车辆，如表 2.16 所示：

表 2.16： FAME 计划中适用于不同种类车辆的需求奖励

| 汽车细分市场 | 最低奖励（印度卢比） | 最高奖励（印度卢比） |
|----------|---|--|
| 2 轮小型摩托车 | 1,800 | 22,000 |
| 摩托车 | 3,500 | 29,000 |
| 机动三轮车 | 3,300 | 61,000 |
| 4 轮车 | 11,000 | 1,38,000 |
| 轻型商用车 | 17,000 | 1,87,000 |
| 巴士 | 30,00,000 | 66,00,000 |
| 改型车类 | 若降低燃油消耗量达 10-30%，则为套机价格的 15%或 30,000 印度卢比 | 若降低燃油消耗量达 30%以上，则为套机价格的 30%或 90,000 印度卢比 |

资料来源： 印度政府重工业和公共企业部，2015 年

需要指出，印度的城市地区和城市人口都在增加，因此对可持续的公共交通的需求也很高。据城市发展部估计，所需财政支出为 43538 亿印度卢比（约 870 亿美元），这一估计数值包括了 87 座城市（城市发展部，2008 年）。城市发展部预计的更多近期投资需求参见表 2.17。

表 2.17：十二五期间公共交通的财政需求（2012 年至 2017 年期间）

| 公共交通 | 千万印度卢比 | 百万美元（约） |
|-----------|--------|---------|
| 巴士 | 13759 | 2293 |
| 公交快速运输系统 | 29603 | 4934 |
| 地铁轨道交通 | 130726 | 21787 |
| 通勤/区域轨道交通 | 19780 | 3296 |
| 公交基础设施 | 8760 | 1460 |
| 总计 | 202628 | 33771 |

*资料来源：*城市发展部（2011 年）

财政方面的重要挑战可以分为两部分。首先，需要弄清楚资金来源；其次，由于大部分上述项目都需要大量资金，每一项目都可能有多种融资来源，这反过来又需要进行协调。这种协调被冠以“公私合作”（PPPs）的称谓，已经变得颇为流行。在下文部分中将会对这两个方面进行更加详细的讨论。

根据传统，城市公共交通由政府投入资金；一部分资金由中央政府提供，另一部分则由邦政府提供，剩余部分由城市地方机构提供。然而，这种融资形式（传统的公共融资方式）正在迅速被公私合作取代。

其他来源包括世界银行、全球环境基金（GEF）等多边机构，以及日本国际协力机构（JICA）等双边机构。当然，私营部门本身也是资金的来源渠道，主要是以股本参与者的形式出现。目前该领域内的结构性融资已经增加，各类金融机构也凭借形形色色的金融产品（如次级债）纷纷加入，即所谓夹层融资，针对运输基础设施的土地的商业开发，以及对毗邻这些运输基础设施项目的房地产项目提高征税标准。对于这一切都需要拿出应对之策，力争使正外部性实现货币化。

如前所述，资助公共基础设施的空间在不断发展，相应地就需要一种框架，各路资金来源借此可以合而为一，为公共基础设施提供高效、稳健、长期的协同效应。

2014 年结束的尼赫鲁国家城市更新计划的第一阶段，是政府承认要解决与城市化有关的问题的一个绝佳例子。在对这一方式进行评估时，调查尼赫鲁国家城市更新计划的表现情况至关重要。根据印度政府城市发展部的信息，到 2014 年 3 月 31 日时，印度所有批准项目（538）中只有 227 项，即 42.19% 的项目可以完成。对尼赫鲁国家城市更新计划的一种主要批评意见认为，该项计划始终依循着一种公私合作模式的架构行事，而这种模式并未见效。不过，同样重要的是要了解公私合作失败的幕后原因。平心而论，不存在任何方法能够了解参与共同框架的公共财政和投资级融资财政的影响；也不可能了解财务回报以及相应对可持续性产生的影响。因此，以商业模式的角度充分了解公私合作中的相互作用非常重要。

2.3.4 建筑物

急剧增加的人口，不断升级的经济发展，从农村地区向中心城市的内部迁移，导致印度城市人满为患。这些城市还饱受许多环境问题的困扰，这些环境问题对居民的健康和福祉产生了负面影响。环境资源的日益稀缺已经使这些资源转变成经济商品，为了获得更好的环境质量人们愿意付出更多金钱。在这些行业中，房地产行业的环境质量是明码标价的；那些坐享地理之便、远离环境污染和浪费（节能、节水、废物管理程序）的住宅物业的价格会被买家抬得很高。

绿色建筑指的是这样一种建筑：在建造过程中采用对环境负责的流程，则这类建筑在整个生命周期过程中都属于资源节约型建筑。这就要求参与绿色建筑营造的各方，包括设计团队、建筑师、工程师、客户等，在项目的各个阶段始终保持密切合作。印度主要有两种绿色建筑评级系统，即：绿色居住地综合评估（GRIHA）和能源与环境设计先锋（LEED）。绿色居住地综合评估系统由能源与资源研究所构思，与新能源和可再生能源部（MNRE）和印度政府共同开发而成。

绿色居住地综合评估（GRIHA）是一种评估工具，可以帮助设计、建造、运营并维护一种资源效率型的建筑环境。它强调终端使用能源优化（在规定的舒适度范围内）和可再生能源的整合，提供了一种从供需双方的角度出发、着眼于长远政策选择的框架，符合经济增长的愿望。

自 2009 年 2 月以来，新能源和可再生能源部就一直在实施一项名为“高能效太阳能/绿色建筑”的计划，通过结合金融和推广激励机制，旨在促进高能效太阳能/绿色建筑在印度的普及建设。政府大楼不需要缴纳获取由能源与资源研究所开发的绿色居住地综合评估（GRIHA）所需的登记暨评级费用，也无需参加能力建设、认知等其他宣传活动。

新能源和可再生能源部支持绿色居住地综合评估计划，中央政府和公共企事业单位的建筑物必须遵守该计划，中央公共工程部门也已将经过调整的绿色居住地综合评估整合到他们的标准作业程序中。为进一步助力绿色建筑运动，该部已经推出了一系列有关注册费用、奖励和激励措施财政奖励制度（见方框 2.4）。

方框 2.4：绿色居住地综合评估评级项目的激励措施

在十一五规划期间，依照“高能效太阳能/绿色建筑计划”，新能源和可再生能源部批准以下面向不同利益相关者的激励措施。

- 环境与森林部（MoEF）、印度政府颁布了一份备忘录，为绿色居住地综合评估预先认证项目环境许可快速通道创造便利条件；
- 建筑业主：建成区面积高达 5000 平方米、最低 3 星评级；建成区面积高于 5000 平方米、最低 4 星评级的项目，登记暨评级费用予以报销 90%；
- 建筑/设计顾问：给予建成区面积高达 5000 平方米、最低 3 星评级的项目 25 万印度卢比的奖励；给予建成区面积高于 5000 平方米、最低 4 星评级的项目 50 万印度卢比的奖励；
- 市政公司/城市地方机构：给予绿色建筑物业税退税待遇的市政公司可获得 500 万印度卢比的奖励，其他城市地方机构可获 250 万印度卢比的奖励；强制要求政府和公共部门名下的新建筑遵照绿色居住地综合评估要求进行评级；
- 年度奖励：对表现最好的市政公司和其他城市地方机构，分别给予 500 万印度卢比和 250 万印度卢比的奖励；
- 给予依照绿色居住地综合评估评选出来的 5 星评级的建筑年度奖励；

- 推广活动：组织讲习班/研讨会/培训/出版/提高认识活动等活动，每项活动最多可获得 20 万印度卢比的奖励。

资料来源：新能源和可再生能源部（2009 年）

由于建筑物占全球温室气体排放量的 40%，因此房地产行业在减排方面最具潜力。目前，浦那和宾布里金杰沃德市政公司（见方框 2.5）的 20 个项目正在进行中——不仅如此，该市政公司已经强制要求所有新项目必须符合绿色居住地综合评估的要求。

方框 2.5：宾布里金杰沃德市政公司的绿色建筑举措

宾布里金杰沃德市政公司已经决定给予绿色居住地综合评估所评定的建筑物物业税退税的待遇。宾布里金杰沃德市政公司的开发人员将依据绿色居住地综合评估授予的评级，获得如下有关建筑许可费用溢价金额优惠待遇。

| 得分 | 评级 | 溢价优惠 |
|--------|----|------|
| 50-60 | 1 | 10% |
| 61-70 | 2 | 20% |
| 71-80 | 3 | 30% |
| 81-90 | 4 | 40% |
| 91-100 | 5 | 50% |

此外，一旦施工完成，开发商将会把绿色建筑移交给单位业主，绿色建筑的单位业主将获得 5-10% 的物业税折扣。

资料来源：绿色居住地综合评估，（2012 年）

此外，还有其他形式的激励措施。2009 年 3 月，印度国家银行（SBI）公布了绿色家园贷款下的多项激励措施（见表 2.18）。

表 2.18：印度国家银行面向绿色家园贷款推出的财政激励措施

| 产品特性 | 印度国家银行绿色家园贷款值 |
|------|---|
| 保证金 | 比印度国家银行规定的普通住房贷款的保证金低 5%，任何条件下保证金不得低于 15% |

| 产品特性 | 印度国家银行绿色家园贷款值 |
|---|--|
| 利率 | 0.25%的优惠（而不是目前提供的 0.10%）；最大累积利率优惠将维持在随时变动的规定上限内（目前为 0.25%） |
| 注：上述优惠不适用于印度国家银行快乐住房贷款优惠下的 8%的利率，也不适用于印度国家银行特种贷款优惠下的 8.5%和 9.25%的利率 | |

资料来源：绿色居住地综合评估，（2012 年）

2011 年，环境与森林部（MoEF）通过许可单列的方式，已经在印度能源与环境设计先锋和绿色居住地综合评估项目的预先认证上获得特别考虑权。此举带有保证的意味，绿色评级机构已经对这些项目设计进行了尽职调查工作，同时还将为这些项目的环境表现承担责任。不过预先认证只是一种承诺，并不存在要求项目提议者达到预先认证申请承诺级别的法律规定。

2.3.5 需求侧管理

《2001 年节能法案》规定了印度国家和次国家层面上的能源效率举措的法律框架、制度和监管机制。该法案的颁布使印度能源效率局（BEE）应运而生，以节能和提高能效新政策的形式实施该项法案的各项规定。按照《节能法》第 16 条的规定，在次国家层面上设立了以在邦内促进节能和能源效率为宗旨的邦节能基金（SECF）。邦节能基金创设于第十一个五年计划期间，其开支为 6.6 亿印度卢比；在第十二个五年计划期间该基金仍然继续存在，预算支出为 5 亿印度卢比。时至今日，有 26 个邦已经设立邦节能基金，其中有 16 个已经提供了配套资金，依照邦节能基金计划已经支出 8.2 亿印度卢比的金额（电力部，2015 年）。

尽管技术上和经济上都可可行，但某些需求侧管理（DSM）因缺乏足够的资金而未能得到实施。印度的电力公用事业公司往往因为结果具有不确定性，安排必要资金比较困难，而不愿意实施需求侧管理措施。在印度施行需求侧管理措施还存在着一些障碍，例如缺乏必要的机构能力和资金，基线数据监测和核查（M&V）协议不够清晰，用以发展实施能源效率和需求侧管理措施实用方法的融资方案不具可用性等等。因此，确保公用事业公司有足够的资金用于设计、开发和实施需求侧管

理举措的监管干预措施必不可少。

目前，印度用以确定总收益要求（ARR）的资费监管并无排他性条款，而只有具备这些条款，邦公用事业单位才可以预先安排本邦由于不同的需求侧管理举措而产生的费用支出。邦委员会可以考虑按照资费监管规定制定适当的规定，允许需求侧管理的相关支出作为总收益要求的一部分获得补偿，这就需要由各邦拨出必要的资金用于设计和实施需求侧管理举措。例如，规定总收益要求数额的一定百分比可用于需求侧管理项目，这一特定比例的数额可通过电力购买花费和尖峰消除的指定节省金额筹得。通过这种方式，公用事业单位就有把握通过消费税率对支出进行补偿，因此不会不情愿地执行对各邦有利的需求侧管理措施。

由于相关举措常常不符合抵押要求等投资标准，通过商业银行融资为多个需求侧管理举措提供资金仍面临挑战。节能服务公司（ESCO）对解决上述问题可能会有所帮助。节能服务公司为客户公司/公用事业单位提供各种各样的综合性能源解决方案，包括规划和实施节能项目、能源基础设施外包、风险管理等方案。节能服务公司通常与客户公司/公用事业单位签署合约，资助并实施需求侧管理项目；它可能会借入项目所需的金额，并用合同期项目收入所得偿还借款。如果某个项目未能提供投资回报，则节能服务公司负责支付差额部分。节能服务公司向客户公司/公用事业单位提供的能源服务各不相同，主要包括能源审计、能源管理、能源或设备供应等，还可以提供或安排融资事宜。节能服务公司包括规划、融资和项目实施的业务模式是一种全方位的服务模式。节能服务公司核实能源节约状况，在一定的期间内与客户公司/公用事业单位分享商定的实际节能量的百分比。

租赁或供应商融资对许多能源效率项目和需求侧管理举措而言是可行的融资方案。依照提高能源效率国家计划（NMEEE），能源效率风险投资基金（VCFEE）为这些项目提供股权资本的专项基金，基金以股权的形式进行投资，单笔投资不超过 2000 万印度卢比（约 33 万美元）。该基金为具体的能效项目提供最后一程的股权支持，限额为 2000 万印度卢比，或通过特殊用途工具（SPVs）提供最多为所需股权总额 15% 的股权，两者相较以较小数目为准。不过，在第十二个五年计划期间，规则及通告的修订已经提上日程，拟对能源效率风险投资基金的运营结构稍作修改（坎瓦尔，2015 年）。

印度已经采纳了提高能源效率国家计划，期待该计划能在满足国家能源需求侧面发挥应有的作用。该计划力求推行以市场为基础的方法，发挥能源效率的潜力，估计约为 7400 亿印度卢比（约 123.3 亿美元）。这将有助于每年节省燃油约 2300 万吨、二氧化碳气体每年总减排量 9800 万公吨、2014 年至 2015 年期间避免新增装机容量 19 000 兆瓦（印度能源效率局）。

能源效率融资平台（EEFP）是提高能源效率国家计划下的四项举措之一。这一举措的主要目标包括：通过纳入金融机构以及公共和私营部门银行，确保随时为能效项目的实施提供利率合理的资金；协助促进以节能服务公司为基础的能源效率交付机制的必要资金注入事宜；通过提高意识和宣传公共政策，建立起对能效产品、商品和服务的需求；确保可信的监测和核查方案，取得节能效果；银行和金融机构的能力建设等。

印度政府提出的另一项有关制订促进能源效率财政政策工具的倡议，即节能经济发展框架（FEED）。其中包括创新型财政手段和政策措施，例如部分风险担保基金（PRGF）和能源效率风险投资基金（VCFEE），节能产品与服务的公共采购，以需求侧管理为基础的公用事业等。节能经济发展框架通过激励包括日费率和负载管理指令在内的、面向需求侧管理的实用工具，为电力监管委员会推动以需求侧管理为基础的公用事业提供支持。此外，节能经济发展框架还制定了评估需求侧管理选项的指导方针并将其与供应方的选项整合起来。通过提高节能服务公司/能源效率风险投资基金的收入，促进企业税收优惠政策，向节能服务公司业务提供基础设施状况等方式，为推广节能电器提供免税服务。

2.3.6 农业

印度的气候变化国家行动计划（NAPCC）强调指出，可持续农业国家计划（NMSA）的重点领域将是旱地农业、信息推广、生物技术、风险管理。农业部（MoA）下属的印度农业与合作组织（DAC）与农业研究和教育局（DARE）已经被总理管辖的气候变化委员会确认为在印度规划实施可持续农业国家计划的机构（农业部，未注明日期）。

可持续农业国家计划通过逐步转向环保技术、采用能源效益设备、节约自然资源、综合养殖等可持续发展途径，以切合“高效用水”、“养分管理”、“生计多样化”等实际要求。

可持续农业国家计划具备四大方案组成部分或活动，即：

- a) 雨养区域开发（RAD）；
- b) 农场水管理（OFWM）；
- c) 土壤健康管理（SHM）；
- d) 气候变化与可持续农业：监测、模拟和网络（CCSAMMN）。

如表 2.19 中所述，估计到十二五末期，依照可持续农业国家计划提出的适应与减缓策略将会需要更多的预算支持，约为 10 800 亿印度卢比（约 180 亿美元）。

表 2.19： 十二五计划期间（2012 年至 2017 年期间）可持续农业国家计划（NMSA）预算支持要求

| 经常性支出 | 金额（千万 印度卢比） | 金额（10 亿 美元） | 在项目总成本 中所占百分比 |
|---------------------------|----------------|----------------|------------------|
| 帮助降低气候变化相关风险的技术、产品 与实践 | 65000 | 10.833 | 60 |
| 基础设施发展（包括保险） | 31500 | 5.250 | 29 |
| 可持续农业领域内的研究和发展 | 6500 | 1.083 | 6 |
| 能力建设 | 5000 | 0.83 | 5 |
| 总计 | 108000 | 18 | 100 |

资料来源： 农业部（2012 年）

印度农业与合作组织早些时候在国内实施过 51 项关于农业发展和农民福祉的计划。这些计划最近被重新规划为 5 项中央赞助任务、5 项中央部门计划和 1 项邦规划方案，如表 2.20 所示：

表 2.20：农业部、印度政府下属农业与农民福利发展计划

| 中央赞助任务 | 中央部门计划 | 邦规划方案 |
|---|--|--------------------|
| 1. 国家粮食安全任务（NFSM） 2. 可持续农业国家任务（NMSA） 3. 油籽和油棕榈国家任务（NMOOP） 4. 农业推广和技术国家任务（NMAET） 5. 园艺综合开发任务（MIDH） | 6. 国家农作物保险计划（NCIP） 7. 农业合作综合计划（ISAC） 8. 农业营销综合计划（ISAM） 9. 农业普查、经济与统计综合计划（ISACE&S） 10. 经济服务处（SES） | 11. 国家农业开发计划（RKVY） |

资料来源：PIB、农业部、印度政府（2014 年）

在评估过与贷款金额资助的活动相关的环境因素后，国家农业和农村开发银行将其农村创新基金（RIF）扩展到为农业社区提供支持方面。具体而言，优先考虑的领域是旱地或雨养耕种、来自农业废弃物的农村能源、面向农业和农村产品的储存装置（国家农业和农村开发银行，2007 年）。国家农业和农村开发银行的农民技术转移基金（FTFT）为采用和传播更好的清洁技术在农业领域创造了便利条件。

国家农业和农村开发银行作为适应基金（见方框 2.7 关于适应基金的简介）的国家实施实体（NIE）向适应基金董事会（AFB）提交了 4 份财政支出额达 596 万美元的提案，其中 2 份涉及财政援助金额为 320 万美元的提案于 2014 年 10 月 9 日至 10 日在德国波恩举行的第 24 次会议上获得了适应基金董事会的批准，同时要求对这两个项目进行进一步的阐明。这是适应基金董事会第一次批准在印度开展的项目。预计这两项提案将提高安得拉邦克里希纳区沿海社区的适应能力，增强西孟加拉邦布鲁利亚和班库拉地区小户和边缘农民的抗灾能力。

在 2015 年 4 月 9 日至 10 日举行的适应基金董事会第 25 次会议上，另一项来自国家农业和农村开发银行，涉及印度的 179.05 万美元的提案获得批准。该项提案拟定建立起小型中央邦，提高内陆渔民对气候的适应能力，并为渔民提供生活保障；但适应基金董事会否决了另外两项提案。在印度的农业领域，合同农业（CF）已经明显成为发展趋势。私营机构的公司，如萨蒂扬、印度烟草公司、百事公司、

Rallis、巴蒂沃尔玛等，都曾参与过与小农户进行的订单农业，像巴蒂沃尔玛和麦当劳那样，由承包商向农业社区提供适当的技术知识和指南，以确保出品的品质。合同农业为农户提供了有保证的收入和资金支持，已被确认为一种促进农业领域经济发展的潜在政策干预措施。不过，往往会有人指责合同农业，称其为灌输过量使用化肥农药概念的农业实践，且存在用水过量的问题，会造成环境退化（Singh，2011 年）；与此同时，合同农业还提供了利用担责合同农业模式帮助农民采用可持续农业实践的机会。这些私营部门的公司也有助于为农业社区调集资金，协助采用环保技术（Sethi，日期未注明）。

印度的农业领域有必要引进倡导绿色环保、节约能源和卫星测绘的技术。中国、巴西和许多东南亚国家已经能够将私营部门投资引入农业领域，以充分利用各种技术。就印度的平均土地规模而言，大多数土地拥有面积都不到两英亩；因此，私营部门参与、探索经济可行的解决方案以提高农民收入就变得至关重要。到目前为止，私营部门在很大程度上仍然游离于农业资本支出的范围之外。为了增加私营部门在农业领域的投资，帮助农民采用清洁环保的做法，有必要在一定程度上放宽现行的法律和政策框架（米塔尔，2012 年）。有关文献资料还指出，在农业生产的各个领域都需要调集更多的政府投资，而这却正是目前所缺少的。政府拨款是创造有利环境，吸引私人投资进入该领域的关键组成部分（粮农组织，2012 年）。确保农业领域内补贴（包括化肥补贴）的谨慎使用，使节省下来的补贴能够再次投入使用——用于低碳本质的农业实践发展中，这些措施也都很有必要。

印度的农业部门还可以充分利用适应基金名下的可用资金，实施适应措施，应对气候变化所带来的负面影响。方框 2.6 给出了适应基金的重要特点。

方框 2.6: 《联合国气候变化框架公约》下的适应基金

适应基金（AF）成立于 2001 年，宗旨是为《京都议定书》中，发展中国家缔约方特别易受气候变化不利影响的具体适应项目和方案提供资金支持。适应基金的资金来源于清洁发展机制项目活动所得收益份额以及其他融资渠道；收益份额相当于为清洁发展机制项目活动而颁发的核证减排量的 2%，此外还接受来自

各国政府、私营部门和个人的捐款。适应基金董事会（AFB）负责适应基金的监督和管理工作，由 16 名成员和 16 名候补成员组成。

适应基金的独特之处在于它的直接准入机制，经认证的发展中国家的国家实施实体（NIEs）和区域执行机构（RIES）能够直接获取适应气候变化融资。国家实施实体（NIEs）拟定并向指定的国家政府权威机构提交项目以获认可，然后提交适应基金董事会进行审议批准。印度有资格向适应基金寻求资金支持，可以在国家和地区层面开展适应气候变化的行动；国家农业和农村开发银行已经获得联合国气候变化框架公约适应基金董事会的认可，成为印度的国家实施实体（NIE）。国家实施实体负有全面管理的全权责任以及与项目有关的所有财务、监控和报告责任，可以任命执行实体在其监督下执行项目方案。

2.3.7 工业

印度的工业领域由大工业和小作坊组成，前者的规模足以与国际标准和规模相媲美，后者主要特点是缺乏组织，在获取有助于技术进步的知识并从中获益方面受限，也缺乏相应的技术进步流程和机制。就初级能源消费而言，工业仍然占据印度最大的能源消费，占全国能源消费总量的 50% 以上。能源密集型产业，即化肥、铝、纺织、水泥、钢铁、纸浆和造纸、氯碱消耗了工业能源总量的 65% 左右（能源与资源研究所，2013 年）。

行使、实现与贸易（PAT）是一种以市场为基础的机制，是依据提高能源效率国家计划（NMEEE）推出的一种机制。该机制的一个目标是，强制规定工业单位进行具体的能效改进，亦即“指定消费（DC）”（见方框 2.7 有关行使、实现与贸易机制的概述）。

方框 2.7：行使、实现与贸易（PAT）机制

2007 年 3 月，印度政府在九大工业部门中确定了一些行业为指定消费单位，即铝、水泥、氯碱、化肥、钢铁、纸浆和造纸、铁路、纺织、火电厂。工业行业的指定消费单位，是根据其年度能源消耗确定的，用“吨油当量（TOE）”表示。

在第一阶段，共有横跨八大部门的总共 478 家指定消费单位得到通知，每家指定消费单位都被强制要求具体的能源消耗应达到规定的降低标准，并于 2012 年 3 月告知减排目标。总体而言，到 2014 年至 2015 年，在平均能量消耗方面，所有工厂总共减排 4.05%。

目前，该计划第二阶段正在进行中，按照要求选任经认可的能源审计人员（EmAEA）遵照节能减排目标的要求，对每一项指定消费承担的活动进行独立评估。

行使、实现与贸易机制有望加快印度工业体系中采用低碳技术的步伐，且与各项多边/双边进程下促进采用低碳技术的努力相辅相成。具体单位的单位能量消耗（SEC）基准是依照行使、实现与贸易机制建立起来的，可以作为新的国际机制和方案基准。

虽然大型工业的下属行业，如水泥、钢铁、铝、化肥等行业已经在能源利用和通过采用清洁技术提高效率方面取得了明显进步，但目前仍然需要解决的重点是中型和小微企业（MSMEs）面临的技术和资金获取方面的挑战，同时这也是追求绿色增长道路上的挑战。中型和小微企业是促进就业和减少贫困的主要增长引擎；在印度，中型和小微企业在国家的整体经济增长方面一直起着举足轻重的作用。中型和小微企业在过去几年中已经得到稳步发展，为国家的国内生产总值贡献了 8.7 个百分点，占制造业产出的 45% 和出口总额的 40%。中型和小微企业行业拥有超过 2600 万家企业，生产 6000 多种产品，为 6000 万人提供了就业机会。如果中型和小微企业行业所面临的发展障碍可以得到妥善解决，将会为实现低碳经济做出重大贡献。

钢铁

为了给钢铁行业的研发部门补充资金，政府决定在 1997 年至 1998 年期间，每年从该部门研发项目的钢铁发展基金（SDF）的利息收益中拿出高达 15 亿印度卢比（约 2500 万美元）的资金用于注资。迄今为止，钢铁发展基金下属的由秘书长（钢铁）管辖的研发权责委员会已经批准了 83 个研究项目，共耗资 69.627 亿印度

卢比（约 1.16 亿美元），其中包括了已经完成的 47 个项目的钢铁发展基金部分，共 38.963 亿印度卢比（约 6500 万美元）。几个研发项目的研究成果已由钢铁厂实现，提高了生产效率，降低了能源消耗和污染（MoS，2015 年）。一项名为“促进钢铁行业研发”的新计划纳入了十一五计划（2007 年至 2012 年），预算拨款为 11.8 亿印度卢比（约 1967 万美元），用于促进国内钢铁行业的研发事业。在第十二个五年计划期间，该计划将持续进行，预算拨款为 20 亿印度卢比（约 3333 万美元）。该项计划下共有 10 个研发项目已获得批准。截至第十二个五年计划期间的 2014 年 12 月，该项计划发放的总金额累计为 3.463 亿印度卢比（约 577 万美元）。

在 2015 年至 2016 年年间，即十二五规划的第四年（2012 年至 2017 年），共 1.5 亿印度卢比（约 250 万美元）将用于该项计划。冷轧晶粒取向（CRGO）钢板的技术发展及其他增值创新型钢铁产品这些新的组成部分，已经获得 1000 万印度卢比（约 16 万美元）的预算拨款；至于现行计划下的新项目，则已经获得 1.4 亿印度卢比（约 233 万美元）的预算拨款。

水泥

印度政府采取了一系列支持促进印度水泥行业增长的政策措施。在印度，一直以来水泥需求主要受住房建设、基础设施和灌溉的影响。印度政府计划加大对基础设施的投资，力争在第十二个五年计划期间（2012 年至 2017 年）达到 1 万亿美元；相比之下，第十一个五年计划期间（2007 年至 2012 年），政府预期花在基础设施发展方面的投资额仅为 5140 亿美元。此外，专用货运走廊、升级和新建机场和港口等基础设施项目有望扩大经济活动的规模，进而促进水泥需求的大幅增加。升级现有工厂和改进新技术研究的措施也有很多，包括从清洁能源基金本金中抽取资金，用于水泥行业中，利用替代燃料、城市固体废物以及能源效率技术进行工序开发（十二五计划，2012-17 年）。

化肥

在 20 世纪 70 至 80 年代，化肥行业吸引了大量的投资；但在第十和第十一个五年计划期间化肥行业的投资却非常少。截至 2010 年至 2011 年年底，化肥行业的

总投资为 2724.7 亿印度卢比（约 45.4 亿美元）。随着印度经济的加速增长，其他部门的投资回报率都很高；但化肥行业受低回报的拖累，未能吸引更多投资。为在 2016 年至 2017 年实现增加尿素产能 1200 万公吨，达到总产能 3370 万公吨的目标，按照现有的资本成本计算，印度将需要在该行业内投资至少 4000 亿印度卢比（约 66.6 亿美元）。

在举国上下迅速增加粮食作物产量的大背景之下，想要对尿素行业的新投资政策进行适当修订，就需要为尿素行业新投资营造出以激励为本的环境。除此之外，对钾肥和磷肥资源/矿藏等原料领域和合资企业成品化肥领域的投资，需要确保磷肥和钾肥的长期供应。

政府应当对 2008 年公布的新投资政策进行修订，使其更具投资友好性；提供财政利益的特别经济区也有必要吸引新投资。除财政优惠措施（包括各种税收和关税豁免）外，还可以在化肥行业采取如下激励措施：第一，用于投资新项目的适应性补偿融资；第二，为天然气长期合同提供便利；第三，补贴应收账款证券化以确保定期的现金流。

新的价格计划（三）旨在促进对尿素行业的进一步投资，最大限度地提高现有尿素生产单元的尿素产量，包括将非气态基单元转化为气态单元的尿素，激励生产更多尿素，鼓励向国外的合资企业投资。该项政策旨在建立更高效的尿素分销和运输系统，确保尿素在最偏远的地区也能有货源供应。

中型和小微企业 (MSMEs)

在所有的中型和小微企业中，只有大约 7% 的企业有机会获得来自机构/非机构渠道的融资，接近 92% 的企业都缺乏获得资金的渠道，或需要通过自筹资金解决问题。在过去十年里，公共部门银行给予中型和小微企业的银行信贷总量有所增加，但给予中小型企业部门的网络银行信贷（NBC）份额从 12.5% 下降到 10.9%，给予微型企业部门的信贷份额则降低了近 3%（印度政府，2010 年）。

为了振兴中型和小微企业行业，政府机构和私营部门都采取了多项举措。总金额为 500 亿印度卢比（约 8.3 亿美元）的印度机会风险投资基金以及印度小型工业开发银行（SIDBI）已经成立，旨在进一步做到对中型和小微企业一视同仁；此外，

政府还为技术升级换代等其他计划提供了支持。第十二个五年计划拨出超过 750 亿印度卢比（约 12.5 亿美元）用于三项新计划，通过不同渠道将资金注入这一行业，包括通过股权融资补充倡导者捐助，提供风险投资基金支持新企业，通过中型和小微企业交流促进公平获取和传播认知等。

此外，还成立了旨在促进成长的工作组，在十二五规划期内依照技术收购与发展计划为中型和小微企业提供一笔金额为 400 亿印度卢比（约 6.7 亿美元）的预算拨款。不仅如此，该工作组还建议系统地利用国家清洁能源基金以提高中型和小微企业对清洁能源技术的利用效率；还提议拨款 30 亿印度卢比（约 5000 万美元）用于技术合作与收购。

技术现代化是工业高速成长的关键。在国内，存在着众多能源密集型的中型和小微企业群（约有 178 个企业群，生产 15 个门类的产品，如铸件、锻件、玻璃和陶瓷、食品加工、纺织品加工等），能源效率和清洁技术在这些企业群里大有用武之地；然而，针对此类企业群的清洁技术开发和示范项目却为数甚少。因此，有必要提高对这一领域重视。

能源与资源研究所对涉及 12 个产品门类的 390 个中型和小微企业群进行了初步审查，并得出结论，认为在印度至少存在 175 个能源密集型产业群。最近，能源与资源研究所依照“中小企业：节能知识共享（SAMEEEKSHA）”整理出了 43 个产业集群的初步数据，结果发现，光是这 43 个产业集群的能源消费就达到了 660 公万吨油当量（mtoe）（几乎占全国工业部门商品能源消费的 4%）。因此，印度中型和小微企业部门整体能源消费模式的数据采集工作制度化十分必要。毕竟能源消费数据对于决策者，以及其他在中型和小微企业部门中从事能源密集型企业群项目和活动启动工作的机构而言，是十分重要的。

邦政府也需要采取措施，营造有利于投资者的氛围，关键是要尽可能缩短土地登记、供水和公用设施连通、环境及其他批准审核的时间，这一问题可以通过单一窗口来审核批准建立产业活动单位的申请得到解决³⁴。只要为中型和小微企业部门提供相应的资源（人力和经济资源），帮助其跟上全球发展的步伐，就能够促使它

³⁴ 第十二个五年规划方针文件。

们在印度经济的增长引擎中找准自己的位置³⁵。

2.3.8 林业

增加森林和社区土地的森林密度和林木覆盖率已经确定为印度林业部门的关键低碳战略之一。为了实现林业部门低碳增长的目标，“绿色印度使命（气候变化国家行动计划下属八大任务团之一）”凭借其气候适应、减灾、粮食安全、保护生物多样性、保障民生等相关的干预行动，已被公认为是一种有效手段。实施这一使命的时间框架为 10 年（从 2010 至 2011 财政年度到 2019 至 2020 财政年度）。估计总成本为 4600 亿印度卢比（约 76.6 亿美元），将治理约 1000 万公顷土地。这一成本对整体国家而言是一个指示性数字；根据各邦的具体情况必然会有所变化。表 2.21 表明了实施绿色印度使命（GIM）的规定活动将会产生的主要成本。该使命还提出了一个目标，即在 2020 年提高二氧化碳封存量 5000--6000 万吨。

表 2.21：绿色印度使命所需成本

| 序号 | 活动 | 成本（千万印度卢比） | 成本（百万美元） |
|----|---------------------------------------|------------|----------|
| 1. | 满足特定目标和活动的使命所需资源 | 34000 | 5666.67 |
| 2. | 支持活动的资源（包括研究、外展、地理信息系统、改善民生、加强地方级机构等） | 12000 | 2000 |
| 3. | 总使命成本（1+2） | 46000 | 7666.67 |

资料来源：改编自（印度环境、森林与气候变化部，2013 年）

绿色印度使命于 2014 年 2 月获印度内阁经济事务委员会（CCEA）批准，拨付预计成本 1300 亿印度卢比（约 21.67 亿美元），在第十三个五年规划中有一年的溢出效应。其中包括来自第十二次规划的开支，共 200 亿印度卢比（约 3.3333 亿美元），来自第十三届财务委员会的拨款 40 亿印度卢比（约 6667 万美元），来自补偿造林管理与规划局（CAMPA）总额高达 600 亿印度卢比（约 10 亿美元）的合并资金，以及来自圣雄甘地国家农村就业保障计划（MGNREGS）高达 400 亿印度卢比（约 6.6667 亿美元）的金额。该使命将会在国家一级寻求与其他使命、方案和计

³⁵ <http://www.smechamberofindia.com/>

划融合，如寻求与圣雄甘地国家农村就业保障计划（MGNREGS）、补偿造林管理与规划局（CAMPA）、全国绿化计划（NAP）、全国农村生活规划和流域综合管理项目等的融合。印度环境、森林与气候变化部（MoEFCC）已经发布了针对绿色印度使命、圣雄甘地国家农村就业保障计划和补偿造林管理与规划局合流的指导原则。表 2.22 展示了在绿色印度使命中已有所说明的各项下属任务和组成部分。

表 2.22：绿色印度使命干预措施和暂定费用

| 分序号 | 分任务 | 门类 | 执行任务的区域（公顷） |
|-----|--------------------------|----------------------|-------------|
| 1 | 提高森林覆盖质量，改善生态系统服务 | | 4.9 m |
| | | (a)密集林覆盖程度为中度，但呈退化趋势 | 1.5 m |
| | | (b)退化疏林生态恢复 | 3 m |
| | | (c)草原恢复 | 0.4 m |
| 2 | 恢复生态系统，增加森林覆盖面积 | | 1.8 m |
| | | (a)轮作耕种地区的休养生息 | 0.6 m |
| | | (b)恢复灌木丛 | 0.8 m |
| | | (c)恢复/种植沙棘 | 0.1 m |
| | | (d)恢复红树林 | 0.1 m |
| | | (e)溪谷围垦 | 0.1 m |
| | | (f)废弃采矿区复原 | 0.1 m |
| 3 | 提高城市和城郊地区的林木覆盖率（包括机构的土地） | | 0.2 m |
| 4 | 混农林业和社会林业（增加生物质，建立碳汇） | | 3 m |
| 5 | 湿地复原 | | 0.1 m |

资料来源：印度环境、森林与气候变化部，2013 年

森林为我们提供了包括碳吸收和储存、气候调节、粮食生产和社会文化服务等的一系列生态系统商品和服务；另外，森林在全球生态系统的保持中也起着根本性的作用。不过，近年来随着森林退化和滥伐森林现象的加剧，森林生态系统的关键功能正日益受到威胁（粮农组织，1997 年）。为了解决这些问题，同时也为了维护森林生态系统，给予林业资源和服务应有的重视至关重要，应当调动可行的财政机制，促进整个森林生态系统的可持续性。第十四届财务委员会正确地确定了应有的需求：“在生态、环境和气候变化管理中求得平衡，以适应经济的可持续发展”，同时，还针对中央税权下放到各邦，增加了林覆盖面积的新标准。这将鼓励各邦在其土地上进行造林和再造林行动，那些原本可以其他方式开展经济活动的地区仍然可以补偿失去的机会成本。下表 2.23 概述了各邦税收份额彼此间相互决定的横向程式：

表 2.23：各邦联合税收份额彼此间相互决定的标准和权重

| 标准 | 权重 |
|------|------|
| 人口 | 17.5 |
| 人口变化 | 10 |
| 收入差距 | 50 |
| 地区 | 15 |
| 森林覆盖 | 7.5 |

资料来源：财政部，2014 年

约有 1 亿的林区居民依靠林业副产品（MFP）提供食物、住所、药品、现金收入等，但林业副产品（或非木质林产品）的价格往往取决于交易商而非需求/供给（个别由邦政府收归国有的高收益产品除外）。因此，印度政府出台了“通过最低价格支持（MSP）和价值链发展销售林业副产品机制”的计划，以此改善林业副产品采集者生活水平的社会安全网。印度部落事务部已经根据这项计划确定 12 种不同的林业副产品。在拥有印度宪法第五条款规定地区的各邦，该计划已得到实施，即：安得拉邦、恰蒂斯加尔邦、古吉拉特邦、恰尔肯德邦、中央邦、马哈拉施特拉邦、奥里萨邦、拉贾斯坦邦、特兰伽纳邦。但是，由于安得拉邦和特兰伽纳邦已把所有的林业副产品收归邦专营，迄今为止该项计划一直未能在这两个邦内实施（部落事务部，2015 年）。

清洁发展机制 (CDM)

清洁发展机制是根据《京都议定书》第 12 条规定应运而生的，发展中国家通过该机制能够向为其投资的发达经济体颁发核证减排量 (CERs)，从而减少温室气体排放，以达到《京都议定书》规定的目标（《联合国气候变化框架公约》，《什么是清洁发展机制》，未标注日期）；发展中国家将部分所获投资用于植树造林活动，促进可持续林业的发展。清洁发展机制也是《联合国气候变化框架公约》适应基金的主要收入来源，由于发展中国家特别容易受到气候变化带来的不利影响，于是设立了该基金，资助《京都议定书》中的发展中国家缔约方实施适应项目和方案。清洁发展机制颁发的核证减排量的征收款项的 2% 将成为适应基金的资金来源。不过在印度，已注册的清洁发展机制项目和申请新注册的数量少之又少。不仅如此，在所有印度清洁发展机制项目中，与林业相关的项目所占份额也几乎可以忽略不计（《联合国气候变化框架公约》，未注明日期；地球观察组织，未注明日期）。

减少毁林和森林退化造成的排放的资金机制

减少毁林和森林退化造成的排放 (REDD+) 的联合国财务机制，为通过减少毁林以及森林的可持续经营来减少温室气体排放的行动提供奖励。减少毁林和森林退化造成的排放机制，旨在补偿发展中国家的森林所有者保护森林的行为，赋予森林碳储量价值——碳储量本身就是森林提供的生态系统服务的一部分。

在减少毁林和森林退化造成的排放机制的谈判中，印度持续发挥着重要作用，并且一直在引导当前减少毁林和森林退化造成的排放方面的国际谈判。印度在谈判中的立场是，除了减少因毁林和森林退化所产生的排放量外，还强调通过森林的可持续管理以及提高森林碳储量进行减排（能源与资源研究所，2009 年；2012 年）。2014 年，印度还公布了有关减少毁林和森林退化造成的排放的国家政策草案，为全国各地有效实施减少毁林和森林退化造成的排放的项目和方案、为奋战在森林保护前线的地方社区创立财政建立制度提供了指导（印度环境、森林与气候变化部，2014 年）。在印度，尽管减少毁林和森林退化造成的排放的试点行动的数量正在迅速增加，但尚待制定全面实施减少毁林和森林退化造成的排放项目的综合金融制度（Lang，2011 年；碳市场观察，2013 年）。

生态系统服务筹资机制

生态系统服务付费，或PES机制，是一种广义概念，用于在生态系统服务受益方和此类服务提供方之间做出各种财务安排。这种面向林业部门的机制是维持森林生态系统的有效手段（联合国环境计划署，2011年），能够确保森林生态系统服务（如碳封存、养分贮量、康乐服务）有效配置。

不过，生态系统服务付费机制的可应用性却十分有限，只能适用于森林资源产权确定的地区，印度的森林生态系统中有许多都不能适用这一机制（请参见方框2.8的例子）。与森林上下游污染、土壤山丘养分管理、生物多样性保护等问题息息相关的生态系统服务付费机制，如今已经在印度各地的森林中得以实施；然而从长远来看，由于机构设置和政策的薄弱，许多此类计划的可行性十分堪忧（Singh，2008年）。

方框 2.8：喜马偕尔邦的生态系统服务付费

2013年11月，喜马偕尔邦政府出台了“生态系统服务付费政策”。该项政策旨在保护管理持续生产生态系统服务所需的自然资源，同时向保护自然生态系统的社区提供经济奖励。邦政府致力于将生态系统方法制度化，并将在该邦内落实实施生态系统服务付费机制。该邦的生态系统服务付费政策中提到了各种有资格应用生态系统服务付费模式的生态系统服务，包括水土流失防治、碳封存、降低输沙量、控火、杂草肆虐地区的恢复、有机及养护农业、园林养护、生物多样性保护等生态系统服务。该项政策计划在不同部门、研究机构和民间社会组织间建立起伙伴关系，在有效生态系统和自然资源管理过程中促进各个层面的能力建设（喜马偕尔邦政府，2013年）。

2.3.9 废弃物管理

固体废弃物通常被视为各个国家城市化的指标。多年以来，城市化的快速发展和经济增长带来了生活方式的变化和消费需求的增加，因此印度国内的固体废弃物一直呈增长态势。一方面废弃物不断增加，另一方面废弃物未得到有效收集、处理和处置，因此对环境构成威胁，进而影响人类的健康和生态系统。

一项研究表明，每年印度的工业、矿山、市政、农业以及其他领域共产生约 9.6 亿吨固体废弃物（Pappu 等人，2007 年）。其中，约有 2.9 亿吨是工业和矿业部门的无机废弃物，6200 万吨是城市垃圾，830 万吨是有害废弃物，约 3.5 亿吨是农业领域的有机废弃物（TEDDY，2011/2012 年）。随着印度的快速发展，固体废物预计会大幅度增加。根据世界银行提供的最新数据，印度城市地区人均每天产生 0.34 千克的城市生活垃圾，如此一来印度每天的废弃物总量就是 109589 公吨（TEDDY，2012/2013 年）。

固体废弃物的不断增长在印度所有城市中都是一个日趋严重的问题。当前，垃圾填埋对土地稀缺的城市来说并不是最佳选择。如果只利用城市地方机构（ULB）的内部资源，则不可能实现城市固体废弃物管理（MSWM）基金的总体要求。这一领域需要的投资规模巨大，因此，为加快城市地方机构在城市中实现城市固体废弃物管理系统现代化的工作进度，政府机构有必要通过拨款或补贴提供资金支持。

负责向各邦政府下拨资金的第十四届财务委员会，已经估算出 2015 至 2020 年 5 年期间拨款的总金额应为 28743.6 亿印度卢比（约 479 亿美元），相当于向每人每年提供 488 印度卢比的援助。其中，建议拨给村务委员会的款项为 20029.22 亿印度卢比（约 333.8 亿美元），给市政府的拨款为 8714.38 亿印度卢比（约 145.2 亿美元）。这些拨款将分为两部分：基本拨款和绩效拨款。对于村级村务委员会，基本和绩效拨款将以 90:10 的比例进行划分，市政当局的比例则为 80:20。

基本拨款将应用于改善基本的公民服务，包括供水、卫生设施（含排泄物处理）、污水和固体废弃物管理、雨水排水、社区资产维护、道路维修、人行道和街道照明、土葬和火葬用地等方面（财务委员会，2015 年）。第十三届财务委员会甚至将绩效相关资金与包括固体废弃物管理在内的服务水平基准（SLBs）³⁶ 的改善联系在一起³⁶。委员会还建议，在所有拨给城市地方机构的款项中，应有 50% 用于固体废弃物管理。

中央污染控制委员会 2012 年至 2013 年的报告表明，城市生活垃圾中，有 30%

³⁶ 服务水平基准是印度政府城市发展部（MoUD）的一项举措，旨在加强供水和卫生设施（包括固体废弃物管理）、电子政务和城市交通等服务提供机构的问责制，涉及以系统化持续性为基础的、对服务提供者进行的测量和监控。资料来源：<http://moud.gov.in/servicelevel>。

没有得到收集，而得到收集的 70%的城市生活垃圾中也只有 12.45%得到了妥善处理。据观察，主要活动是固体废弃物管理（SWM）的较小城镇将多达 70%的预算用在了同样的地方。另一方面，大城市由于拥有更广泛的资源基础，且负有提供众多服务的责任，只有 10%的预算用在固体废弃物管理上；不过在大多数城市的中心地区，却有 5%至 40%的预算用在固体废弃物管理上。这个数字大约相当于每人每年 50 印度卢比到 250 印度卢比（约 0.83 美元到 4.17 美元）。据了解，该项开支中有很有一部分用于薪酬发放，只有数额有限的资金用于运营维护（O&M）和开发工作上。

固体废弃物管理，是 2014 年 3 月结束的尼赫鲁国家城市更新计划（现为都市振兴及转型计划所代替）第一阶段的优先领域之一。自 2005 至 2006 年尼赫鲁国家城市更新计划初创以来，印度城市中市政服务相关的基础设施建设普遍得到发展。直至 2014 年 8 月 8 日，在该国遴选出来的城市中，城市固体废弃物管理部门有 46 个项目获得批准，获批总额为 211.02181 亿印度卢比（约 3.5167 亿美元）的费用。由城市发展部为智能城市设定的衡量标准中，有一项明确要求废水收集处理和污水管网达到 100%的效率；另外对于固体废弃物的收集、分类和循环再利用，同样要求达到 100%的效率。

另一项新倡议是印度政府于 2014 年 10 月 2 日推出的“清洁印度使命（Swachh Bharat Mission）”，旨在推动印度在 2019 年转变为清洁国家，具体目标包括消除露天便溺现象、推广现代化的科学的的城市固体废弃物管理、淘汰手工清理作业等等。实施清洁印度使命（城市）所需的花费，以单位及其各个组成部分的人均成本为基础，估算为 6200.9 亿印度卢比（约 103.3 亿美元）。按照核准的资金模式来看，印度政府负担的份额为 1462.3 亿印度卢比（约 24.3 亿美元）。此外，最低附加金额，相当于印度政府提供资金的 25%，应由各邦以邦/城市地方机构按份额出资，计为 487.4 亿印度卢比（约 8.1 亿美元）。建议通过其他各种资金渠道筹集平衡基金，包括但不限于：

- a) 私营部门参与；
- b) 来自邦政府/城市地方机构的附加资源；
- c) 受益人股份；

- d) 用户收费；
- e) 土地利用；
- f) 创新型收入来源；
- g) 清洁印度信贷基金；
- h) 企业社会责任；
- i) 市场借贷；
- j) 外部援助。

在十二五规划期间中的 2013 年，印度政府批准实施“城市、工业和农业废弃物/残渣能源方案”。该项方案旨在推动开设城市、工业和农业废弃物能源回收项目，创造有利的条件和环境以及相应的财政金融体制，发展、示范并推广废弃物和残渣的利用和能源回收工作。下表 2.24 显示了可提供给倡导者的资金补贴：

表 2.24： 可提供给倡导者的资金补贴

| 废弃物/流程/技术 | 资金补贴 |
|--|--|
| 1. 利用城市固体垃圾进行发电 | 2000 万印度卢比/兆瓦（最多 1 亿印度卢比/项目） |
| 2. 利用污水处理厂的生物燃气发电，或通过城市和农业废弃物/残渣的生物甲烷化发电 | 2000 万印度卢比/兆瓦或生物压缩天然气 12000 立方米/天（最多 5000 万印度卢比/项目） |
| 3. 利用城市、工业和农业废弃物/残渣进行沼气发电 | 500 万印度卢比/兆瓦当量（12000 立方米沼气/天，最多 5000 万印度卢比/项目） |
| 4. 沼气发电（发动机/燃气轮机路线），生产瓶装生物压缩天然气 | 1000 万印度卢比/兆瓦或 12000 立方米沼气制成的压缩天然气（最多 5000 万印度卢比/项目） |
| 5. 利用沼气、工农业固体废弃物/残渣（不含蔗渣）经锅炉+蒸汽轮机配置发电 | 200 万印度卢比/兆瓦（最多 1000 万印度卢比/项目） |

资料来源： 新能源和可再生能源部，2013 年

除了上述提供给倡导者的激励机制外，还包括为邦节点机构提供金钱奖励，为推广活动提供财政协助，给予研发活动资金支持。

除了上述方案和中央/邦政府提供的补贴外，还有多重奖励措施为与印度固体废物管理有关的基础设施提供融资。根据联邦 2001 年至 2002 年的预算，“固体废物管理实体”项目将享受一定的免税期；根据该项法案第 801A 条款规定，有关从事固体废物管理基础设施建设的企业所得利润和收益将享受减税优惠，这将促使在前二十年时间内、符合一定条件的项目，享受连续十个税款核定年份百分百利润。

在印度，固体废物管理领域的公私合作涉及废弃物收集、运输和处理。公私合作就是公共权力部门与私人参与方的合同约定，由双方共同出资共同负责运营，由私人参与方提供公共服务或项目，并在项目中承担大量财务、技术及运营风险。表 2.25 展示了在城市固体废物领域常见的活动范围和实施框架。

私营部门在印度城市固体废物管理中的作用越来越重要。例如在金奈、海得拉巴等地铁城市，早在 1990 年代中期就首先见证了私营部门大规模参与的盛况。1990 年代后期，城市地方机构（ULBs）逐渐认识到固体废物处理/循环利用、减少堆填区的负担的必要性。同时出台了 2000 年城市生活垃圾规则（管理与处理）通告，垃圾处理和发展卫生填埋场开始具有强制性。2000 年代中期，由于城市地方机构的技术、资金和管理的制约，私人经营者更多地参与进来。

据观察，1990 年代末以来，私营部门非常渴望投资并管理早些时候仅向当地承包商开放的初始采集和运输项目。有些综合项目也已成功发展出公私合作模式，包括哥印拜陀、班加罗尔、钦奈、德里、加尔各答、艾哈迈达巴德等城市的综合处理与处置项目。单一私人运营商提供的整个价值链的合城市固体废物综管理系统，也已经在古瓦哈蒂（方框 2.9）和海得拉巴等城市崭露头角。

表 2.25：常见的城市固体废弃物管理公私合作模式

| 序号 | 服务范围 | 公私合作模式 |
|----|---|--|
| 1 | 上门收集 | 服务管理合同 |
| 2 | 街道清扫 | 服务合同 |
| 3 | 建设并维护公共垃圾箱 | BOT（建设经营转让）及其变种和/或分开的 EPC（工程、采购和施工）及运营与维护合同 |
| 4 | 废弃物运输至整合、处理和处置设施处 | 特许权和/或运营与维护合同 |
| 5 | 包括特殊废弃物（如菜市场和/或屠宰场废弃物）在内的生活垃圾处置设施的设计、开发、运营和维护 | BOT（建设经营转让）及其变种和/或分开的 EPC（工程、采购和施工）及运营与维护合同 |
| 6 | 卫生填埋场的设计、开发、运营和维护 | BOT（建设经营转让）及其变种和/或 DFBOT 和/或分开的 EPC（工程、采购和施工）及运营与维护合同 |

资料来源：城市发展部（2011 年）

在印度城市中，通常超过半数的废弃物预算都用于收集（主要是劳动力和燃料支出），但收集率仍然很低；废弃物运输也依然效率低下。因此，需要重视废弃物管理链上的其他环节，如适当地增加处置、回收及处理技术及设施方面的预算。增加基本收集服务、废弃物运输、清理垃圾倾倒场方面投资力度，是增强重视废弃物领域的绿色环保意识的起点。

方框 2.9：阿萨姆邦古瓦哈蒂的固体废弃物综合管理

古瓦哈蒂市的地理特点是四面环山，地势低洼，因此，固体废弃物的积累和管理面临着重重困难，一年一度的洪水更是令这一局面雪上加霜，固体废弃物的收集、运输、处置、处理流程缺乏应有体系。因此，人们意识到采取科学、综合的方法来解决固体废弃物问题是很有必要的。该项目的范围是构建开发一个端对端的综合固体废弃物管理系统，由单一私人经营者全面负责包括初始采集、储存、运输、处理、处置的整个价值链；在送往填埋场进行最终处置之前，城市固体废弃物应经过能源回收处理。处理和处置应在布洛根进行，包括：垃圾衍生燃

料厂每天处理 500 吨城市固体废弃物：在垃圾衍生燃料厂将混合型城市固体废弃物转化成垃圾衍生燃料（RDF）。

混合肥料厂每天处理 50 吨有机废弃物：在垃圾衍生燃料处理过程中分离出来的城市固体废弃物中的有机组成部分将在混合肥料厂进行处理，用以生产有机肥。

发电厂：发电厂锅炉每天将燃烧 180 吨热值为 2500 至 2800 大卡/千克的垃圾衍生燃料和 57 吨生物质，达到新能源和可再生能源部政策/准则的相关规定；为此类工厂提供补充燃料为燃料来源，将产生 6 兆瓦的电力。

该项目还牵涉到卫生填埋场的发展和管理。选定的私人经营者是 M/s Ramky Enviro 工程有限公司（REEL），预计项目成本为 10.2 亿印度卢比（约 1700 万美元）。尼赫鲁国家城市更新计划批准的项目总成本为 3.634 亿印度卢比（约 606 万美元），私人参与者的出资额为 6.566 亿印度卢比（约 1094 万美元）。在规划项目时也考虑到了社区和非正规部门的参与问题，不过整体责任还是由一家名为古瓦哈蒂废弃物管理私人有限公司（GWMCL）的特殊用途工具来承担，保证顺利、协调、平稳执行该项目。

资料来源：城市发展部（2011 年）

由于缺乏资金，固体废物综合管理服务难以有效达到固体废物综合管理原则所规定的要求，大多数城市地方机构都在想方设法完成规定的任务。目前面临的挑战就是要提高服务质量，将重点放在废弃物行业的低碳发展战略上。城市固体废物管理的低碳发展的关键要素是，将减少废弃物的政策措施落实到位，最大限度地提高废弃物的再利用和循环利用效率，组织起有效的有机废弃物处理流程（有机肥料或废弃物能源回收），最大限度地降低土地掩埋处置方式，因此，按照规定必须进行垃圾填埋气体收集工作，以减轻温室气体负担。城市发展部提出了固体废物管理服务服务水平标准，许多此类问题都得到了解决。因此，需要对现有供资机制进行评估，查看有效的废弃物管理元素是否已经纳入项目实施计划中。

2.4 前景

为低碳发展吸引投资一直颇具挑战性。虽说在实现低碳发展的道路上已经取得不少进展，但许多需求仍有待满足，国际社会已经认识到应当为低碳发展营造有利环境。继 2002 年《蒙特雷共识》和 2008 年《多哈宣言》后，2015 年 7 月 13 日至 16 日，各国国家元首和政府高级代表齐聚亚的斯亚贝巴，重申了应对可持续发展筹资挑战的政治承诺。亚的斯亚贝巴行动计划指出：“*可以找到各种解决方案，其中包括加强各级公共政策、监管框架和金融制度等措施，充分发挥人民和私营部门的改革潜力，激励融资改革以及消费和生产模式变革，为可持续发展提供支持*”。

低碳发展（LCD）提供了一种解决方案，却引发了更大规模的关于经济增长与环境保护的辩论。低碳发展拥有多项优势，例如实现能源安全、维持环境的稳定状态，但向低碳领域转型需要大量的资金流。不充分的政策环境、不熟悉与低碳倡议有关的风险、低碳项目的投资回报期较长等多种因素，都对资金流向这一领域构成了阻碍。尽管障碍重重，但在印度，转型之力却越来越强，低碳领域，特别是可再生能源领域的投资日渐增多就是明证。征收煤炭附加税、可再生能源证书交易、资金权力下放给各邦架构的改革等举措也是转型的有力证据。

一般认为，低碳空间项目之所以风险较高，是因为投资回报周期较长、初始资本支出较高以及贷款人对这一概念缺乏了解。经费拮据、政策规定欠缺、系统复杂等因素往往使资金向低碳项目的流动滞缓，不像流向传统投资项目那样自由灵活。银行、小额金融机构、非银行金融公司（NBFCs）对用于低碳发展项目的投资要求风险补偿。因此，部分风险担保基金和部分风险分担基金等为偿付此类风险而建立的基金，应得到进一步加强，以促进低碳行业投资的增长。

印度储备银行（RBI）将可再生能源纳入优先行业之一一举值得欢迎，可以鼓励可再生能源产业；不过，有必要努力协调一致，向利益相关者，尤其是项目开发者和投资者，传播有关这种银行业务的规定和知识。此外，可再生能源以外行业（如建筑、交通、农业、工业、废弃物、林业）的低碳介入，也应当根据印度储备银行规范给予适当考虑。许多低碳技术，在大规模推行之前有必要先进行更好的学

习和研究，以保证长期可行性。例如，碳捕获和储存都是需要深思熟虑的技术，确定其在较长的时间跨度内具有成本竞争力和安全性。其他类似的技术也需要进一步进行研究和开发，并给予适当奖励措施以促进其商业化进程；例如，推广使用混合动力汽车需要在技术、地域适应性以及给此类汽车充电所需的基础设施方面做出更多努力。

在进一步推动低碳发展方面，公共部门融资可以明显发挥作用；且对特定公共部门融资的干预措施需要加强。公共部门融资的重要性毋庸置疑，不仅可以扩大低碳发展的规模，促进商业化，而且能够激发和调动私营部门在低碳发展行业进行投资。公共和私营部门机构的合作需要加强，以便对低碳空间凸显出来的复杂性和需求做出预测和回应。

私营部门的有效参与在填补低碳发展融资和实施空白方面至关重要。通过向印度城市地方政府提供各种框架和奖励措施，包括可行性缺口补助（VGF）机制、组建印度基础设施金融有限公司（IIFCL）、印度基础设施项目开发基金等，为公私合作提供便利。在公私合作中，必须建立针对低碳发展项目的降低风险机制，包括贷款担保和混合股票基金；此外还需要一种机制，增强公共和私营部门之间的协调。

低碳发展要求资本具备可用性，为此需要扩大资金来源并协调这些资金。传统金融一直未能成功抓住为低碳空间新兴需求提供资金的机会，银行和金融机构采取的举措规模尚不够大。由于印度没有所有银行可以一致遵循的共同框架或指导原则，便无法为组织机构提出的“绿色”倡议提供贷款并降低风险。目前参与可再生能源领域对于银行和金融机构一定程度上存在吸引力，其他低碳发展行业（包括中型和小微企业）也需要来自银行的类似参与。

印度储备银行可以朝着引进金融创新的方向迈进，如制订“绿色”信贷指南，指导印度的银行给予可持续性强的企业贷款。此外，这样的指南还可以促进银行自愿做出可持续性报告。

投资者应重点关注新的资金来源，如养老基金和主权财富基金、绿色债券的新兴市场以及进入资本市场并获取低成本债务，这都有助于满足低碳发展的资金需求。他们还应该不断制订适当的政策资助可靠的低碳项目，同时按照市场需求，促进这些方面的现行政策更加精简高效。

同时，在国家层面上建立一种合适的政策方案也十分重要，决策者需要修改现有的消费偏好，并推行更具可持续性的做法。为此，可以建立自愿可持续发展意识并培养相应能力。

政策制定者应当寻求适当的方法，引起个人和组织在其日常活动中采用绿色实践的兴趣，并一直贯彻绿色实践。财政部、印度储备银行和各家银行应当共同营造能够吸引投资者涉足低碳发展的适宜环境。

运输、生境（或建筑物）、工业、废弃物以及其他行业为各邦提供了巨大的机遇，促使各邦能够在提升自身低碳方案的同时，为公民创造更好的生活条件。邦内政策应通过推广税收抵免一类的激励措施，推动努力采取低碳主动行动的组织机构向前发展。通过共享在次国家层面吸取的经验教训，改进国家政策方案。

在印度，地方一级政府与民间社会和企业的联系更为紧密，如此便能了解各自地区的实际情况，从而更好地应对目前低碳空间所面临的挑战。市政公司和村务委员应当获取资金，进一步参与低碳空间行动，并保证资金的正确使用。此外，还应该确保国家或次国家级“绿色”指南和/或政策得到切实遵守。

综上所述，我们提出以下建议：

- 作为一个整体的可持续发展社区，应当认识到与全球金融监管框架，如国际清算银行、国际货币基金组织和国际会计准则理事会进行密切合作的重要性；
- 银行、小额金融机构、非银行金融公司（NBFCs）需要低碳发展项目投资的风险补偿；
- 印度储备银行需要在其他利益相关者中普及对有关优先部门贷款规范的认识。除可再生能源行业外，其他行业同样可以为环境可持续性的发展做出潜在贡献，如建筑、交通、农业、工业、废弃物、林业等，在印度储备银行规范下应给予上述行业适当考虑；
- 公共财政在刺激低碳发展投资方面至关重要。还需要更多除了国家清洁能源基金等举措外，对低碳发展举措的公共支出；
- 需要加强机构，以便对低碳空间凸显出来的复杂性和需求做出预测和回应；

- 应该动员私营部门以填补低碳发展融资和执行的空白。私营部门和公共部门之间的协调有待提高；
- 印度储备银行可以朝着引进金融创新的方向迈进，如制订“绿色”信贷指南。它还应该推动银行自愿做出可持续性报告；
- 财政部应该积极监控资金流在不同低碳发展活动中的使用状况。这样的一种机制可以是“绿色预算”；
- 政策制定者应当找出适当方法，不仅可以引起个人和组织在日常活动中采用绿色实践的兴趣，而且还能够一直贯彻；
- 邦内政策应通过推广税收抵免一类的激励措施，推动努力采取低碳主动行动的组织机构向前发展；
- 应当建立一个知识共享平台，记录次国家层面的经验教训，并以此促进国家层面的政策制定和国家政策方针的完善；
- 市政公司和村务委员会应当获取资金，进一步参与低碳空间行动并保证资金的正确使用。此外，还应确保国家或次国家级“绿色”指南和/或政策得到切实遵守；
- 应该加强对 Carbonex 和 Greenex 的认识并扩展至更多公司；
- 印度的市场机制需要加强，引进可再生能源证书（RECs）和节能认证（ESCCerts）这样的工具。可以进一步探索印度电力交易所有限公司的交易手段；
- 在与手段相关的国际碳市场方面，遍及印度各邦的清洁发展机制项目开发需要制度支持。另外还需要重新审视现行臃肿的官僚体制流程；
- 尽管一直都在寻求利用国际气候融资并吸引私人资金，但根据气候基金最新资料，在全球范围内，自 2012 年年初开始，在 2010 年至 2012 年期间每花费 1 美元，只有 0.25 美元来源于私人筹资。绿色气候基金应该能够填补这一空白；
- 为了完善公私合作的有利环境，有必要增加整个公私合作项目的透明度，招标过程和采购程序标准化也不例外。需要增强评估和监督能力。由于风险较高，明确解决低碳发展项目问题的具体政策和法规准则十分必要；

- 《2014 年世界捐赠指数报告》指出，在向慈善事业捐款方面，印度名列第 52 位；印度在总体方面排名第 69 位。此外，用于环保活动的资金偏少。因此，除了增加慈善事业资源外，还需要加强对环境部门的重视程度。

第三章 印度低碳发展的次国家行动报告

2008 年 6 月，印度推出了气候变化国家行动计划（NAPCC），将一个广泛、长期、综合的气候变化应对框架作为核心发展问题。针对其中的八项任务，³⁷气候变化国家行动计划推出了一系列措施，侧重于可再生能源、能源效率、清洁技术、公共交通、资源效率、造林/重新造林、税收优惠与研究，以及形成战略认识方面。印度环境、森林与气候变化部（MoEFCC）协调各行政管理部门执行不同的 NAPCC 任务。

人们已经开始认识到，次国家机构在向低碳经济转型过程中发挥关键且深远的作用。据联合国开发计划署的估计（2010 年），约 50-80% 的温室气体减缓投资（和多达 100% 的气候变化适应投资）发生在次国家和地方一级。区域和本地政府“在发电、供电和配电领域，建筑环境监管领域，废物管理领域，运输领域和土地利用规划领域”，领导执行各项政策、方案和财政工具。³⁸次国家和本地行动者参与气候行动，可以促进跨部门政策干预，树立一个“榜样”，在国家 and 全球一级复制和推广。在国际气候政策和讨论的背景下，坎昆协议（第 16 次缔约方大会）首次正式承认³⁹地方政府和次国家政府在全球气候行动中作为“政府利益攸关方”发挥着不可或缺的作用。

印度是一个联邦制国家，有 28 个邦和 7 个联邦属地。根据该国的联邦制度，中央政府和邦政府的管辖责任和管辖区域分别由印度宪法附录七的《联邦清单》和《邦清单》规定。⁴⁰这种责任划分在该国的环境联邦制度和气候政策背景下发挥着重要作用。

《联邦清单》包括国家立法者享有的排他性权力在内的 97 个主题，其中一些主题与气候变化背景相关，包括贸易代表、联合国机构、与外国达成的协议和公约、原子能、矿产和石油资源，以及产业控制。此外，鉴于国际背景以及联邦政府相对于国际协议和条约的宪法能力，气候变化协议的首要责任由联邦政府承担（Jørgensen，2011 年）。

另一方面，《邦清单》包括 66 个主题，涉及公共健康和公共环境卫生、农业、水利、渔业、矿产以及土地利用区域等方面，直接影响自然资源和气候变化。这些主题受邦政府的专属管辖。此外，选定的工业和运输部门由于具有能量密集性和排放密集性，在气候决策方面就显得非常关键，这也是《邦清单》的组成要素。《共管清单》中的能源主题同时涉及这两级政府（Jørgensen，2011 年）。因此，中央和邦立法者的操作

³⁷ 可访问 pmindia.gov.in/climate_change_english.pdf；2015 年 2 月 15 日最后一次访问。

³⁸ 气候集团（2009 年）。

³⁹ 坎昆协议，关于“在公约框架下成立长期合作行动特设工作组（AWG-LCA）的工作成果”的 1/CP.16 号决定。

⁴⁰ 印度宪法附录七（第 246 条），[http://lawmin.nic.in/olwing/coi/coi-english/Const.Pock%20Pg.Rom8Fsss\(35\).pdf](http://lawmin.nic.in/olwing/coi/coi-english/Const.Pock%20Pg.Rom8Fsss(35).pdf)。

范围得以明确定义，此外，《邦清单》涵盖的主题性质也明确强调了邦行动者在设计、执行区域气候政策中可能导致的作用和影响（Mishra 等人，2011 年）。不仅如此，各邦还要负责执行中央政府制定的政策和方案。不过，气候变化挑战的程度和紧迫性要求扩大邦行动者的作用，从单纯的“执行者”发展为“发起者和创新者”。⁴¹ 采取自下而上的方法，允许各邦积极参与气候决策进程，可以将各邦转化为有关技术创新和监管创新的“发明实验室”（Kashwan，2007 年）。

而且，鉴于不同区域的社会经济和气候地理存在广泛差异，各邦积极参与政策制定的相关性随之增加。此外，各邦的减缓潜能（减少/避免温室气体的有效机会）和能力（财务、技术、专有知识和认识）也有所不同。因此，必须进行更加分权的、自下而上的气候决策，采取针对本地环境和需求的特定行动，来推动国家应对气候变化（Kashwan，2007 年；Burtraw 和 Shobe，2009 年）。

3.1 邦气候变化行动计划：程序、行动者和状况

2009 年 8 月，印度总理根据气候变化国家行动计划，要求所有各邦制定各自应对气候变化的邦行动计划（SAPCC），该计划需要遵循并符合气候变化国家行动计划。⁴² 各应对气候变化邦行动计划均应根据各邦的具体风险、影响和机会，应对现有和未来脆弱性和预期影响的研究，以及政策行动优先领域，制定各邦和跨邦的有期限优先行动。应对气候变化邦行动计划还应列明指示性的预算要求，辅以制度性、政策性必要基础设施的详细规定，以支持采取相关行动。

首先，由执行气候变化国家行动计划的协调机构——印度环境、森林与气候变化部，制定一个有德国国际合作机构、联合国开发计划署、世界银行、亚洲开发银行和英国国际发展部等各种多边和双边机构参与的共同框架，旨在将气候变化国家行动计划的各项目标下放到地方环境（MoEF，2010 年）。除了协调国家和邦一级的政策行动与区域和本地的不同状况，共同框架还有望根据不同的区域和本地背景，正确协调应对气候变化邦行动计划的编制过程及其后续执行情况。

尽管各邦在利益攸关方的承诺、拟定参与形式和程度方面存在很大差异，几乎所有邦（处于不同的应对气候变化邦行动计划编制阶段）都采取了参与性做法。对于任何政策工具而言，执行气候变化邦行动计划还需要适当的制度安排。根据这一要求，

⁴¹ 同上。

⁴² 总理在环境与林业问题国家部长会议上的讲话，2009 年 8 月 18 日，PIB：印度政府在线。可见：<http://pib.nic.in/newsite/erelease.aspx?relid=51926>

各邦提出了不同的制度安排，古吉拉特邦的制度安排范围覆盖了从某个对口部门的气候变化单位至整个气候变化部门。

在邦一级，邦指导委员会、邦咨询小组和核心机构是制定应对气候变化邦行动计划的三个支柱。图 3.1 概述了它们的职责和角色。一旦应对气候变化邦行动计划制定完毕，将交由印度环境、森林与气候变化部的全国指导委员会（NSC）给予最终认可和批准。

在中央一级，印度环境、森林与气候变化部遵循一种两阶段流程，予以应对气候变化邦行动计划最终认可。该部组建了一个专家委员会（EC），根据气候变化国家行动计划的共同框架和目标，对草案文件进行审查。在第一阶段，专家委员会将对来自邦机构的草案报告进行审查。在第二阶段，一旦收到经过修订并纳入专家委员会意见/建议的应对气候变化邦行动计划，气候变化问题国家指导委员会（NSC）将予以审议和批准。

图 3. 1：应对气候变化邦行动计划的编制流程

| | |
|--|---|
| National Steering Committee on Climate Change (NSCCC) | The NSCCC has been set up under the chairmanship of Secretary, MOEF with Secretaries of various National Ministries as members to consider and endorse the SAPCC. |
| Expert Committee (EC) | EC reviews the draft documents and provides suggestions/ recommendations to the States for incorporation in their final SAPCC reports. |
| State Steering Committee (SSC) | SSC would be constituted under the chairmanship of Chief Secretary of the State and would also comprise representatives of relevant State government departments, academicians and NGOs. SSC would provide overall guidance, supervision and coordination for the preparation of SAPCC. |
| State Advisory Group (SAG) | SAG would be responsible for reviewing the technical quality of data and robustness of analysis apart from the feasibility of recommendations of the SAPCC. |
| Core Agency | Core Agency/ Agencies would be designated by the State government for actual preparation of SAPCC. |

气候变化方面的挑战是多维的，无法由单一部门孤立解决，需要积极的跨部门合

作。一般来说，在印度编制应对气候变化邦行动计划的程序是，相关部门向对口部门提供初步意见，后者咨询技术专家，尝试编制一份连贯性文件。跨部门策略整合已通过各种方式进行过尝试：在某些邦，已经根据向高级别秘书委员会提交的应对气候变化邦行动计划的回应，建立实施了快速反馈和共识建立机制，但在另一些邦，这个过程⁴³却非常繁琐而粗略。

到 2014 年末，印度所有邦都已编制至少一份行动计划草案。截至 2015 年 6 月，印度环境、森林与气候变化部的 NSCC 已经批准了 19 个邦行动计划，包括安达曼和尼科巴邦、安得拉邦、阿鲁纳恰尔邦、恰蒂斯加尔邦、喜马偕尔邦、查谟和克什米尔邦、拉克沙群岛邦、中央邦、曼尼普尔邦、梅加拉亚邦、米佐拉姆邦、那加兰邦、奥里萨邦、本地治里邦、旁遮普邦、拉贾斯坦邦、锡金邦、特里普拉邦和西孟加拉邦的邦行动计划。专家委员会已经审议了三个应对气候变化邦行动计划（哈里亚纳邦、恰尔肯德邦和卡纳塔克邦）。接下来，将继续审议经 NSCC 认可的应对气候变化邦行动计划，将其融入各邦的年度发展计划，并寻求 Niti Ayog、印度环境、森林与气候变化部及其他国家部委机构等的财务支持。

各种应对气候变化邦行动计划提供了一系列策略，帮助各邦实现其适应和减缓目标。各邦制定应对气候变化邦行动计划所遵循的共同原则包括了“本地气候变化方法、次国家规划、建设脆弱性评估能力、基于各邦优先事项确认投资机会原则”。附录 A 概述了八个邦的应对气候变化邦行动计划关键部门优先事项。

3.2 社会经济因素与公平性

公平观念基于“平等权利”、“污染者付费”和“人均排放量相当”原则（Ghosh，1993 年；Baer 等人，2000 年；Ghosh，2013 年）。在他关于公平性的讨论中，Ghosh（2013 年）留下了三个有待辩论的问题：

- 能力衔接
- 温室气体排放的审议范围
- 考虑历史责任的时机

⁴³ 基于 SAPCC 筹备程序中的 TERI 经验；TERI 从事各邦的 SAPCC 编制工作，如拉贾斯坦邦、阿萨姆邦、卡纳塔克邦和古吉拉特邦。

2015 年后发展议程中的人类发展宏伟目标，需要着重强调公平性等道德观念（Melamed 和 Samman，2013 年）。Sen (1987: 36)认为，能力是指自由观念和生存机会。根据这一观点，为社会经济能力制定的各项指标，应包括因绩效导致的各类机会因素，涉及公共基础设施、收入、教育和地方机构赋权。

在本节中，我们首先观察与世界、经合组织、印度、中国的排放和低碳发展相关的关键指标。然后，我们尝试以印度各邦的社会经济状况和低碳发展绩效为背景，对“能力”概念进行阐述。

表 3.1 描述了世界、中国、印度、经合组织在 2010 年的人口和关键排放指标。从表中可以发现，根据国际能源机构（IEA）的最新数据，世界人均 CO₂ 排放量为 4.44 公吨，中国的人均排放量高于世界平均水平，印度的人均排放量则低于全球水平。不过，与经合组织相比，两国的人均排放量相对较低。经分析还发现，通过国际交易转移的净排放量是一个可以解释中国等国家的排放量上升的重要因素（Peters 和 Hertwich，2008 年；Peters 等人，2011 年）。

表 3.1：排放指标：世界、中国和印度（2010 年）

| 区域/国家 | 人口 (百万) | CO ₂ 排放量 (公吨) | 人均 CO ₂ 排放量 (公吨) |
|-------|------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 世界 | 6825 | 30326 | 4.44 |
| 中国 | 1338.30 | 7269.85 | 5.43 |
| 印度 | 1170.94 | 1625.79 | 1.39 |
| 经合组织 | 1232 | 12440 | 10.10 |

资料来源：国际能源机构 (2012 年)，第 48–53 页。

我们有意就印度次国家级能力问题展开讨论，并为此制定一系列包括社会经济绩效、低碳发展绩效、碳足迹在内的指标。表 3.2 总结了印度 27 个邦用以实现社会经济绩效、低碳发展绩效和碳足迹指标的各类指标。社会经济绩效指标的依据是贫困程度、读写能力、公共基础设施（发电和卫生）以及地方机构执行社会方案的能力，我们对于低碳发展(LCD)指数采用的干预措施绩效，涉及电网和非电网清洁能源，以及邦一级的森林覆盖率变动情况。至于次国家一级的碳足迹指数，人口较少的各邦的人均排放量不予采用，社会经济指标不够好的各邦的人均排放量也不予采用。

表 3.2：制定指数所用的指标和数据来源

| 指数类别 | 指标 | 基本数据来源 |
|---------------|--------------------------------|--|
| 适应能力指数 | 卫生 | 每张政府床位平均服务人数；中央卫生情报局；印度全国卫生状况（2011 年） |
| | 机构能力 | 在村一级执行 MG-NREGS 的资金和支出总体供应情况； nrega.nic.in |
| | 非 BPL 人口 | 农村发展部；可见 http://pib.nic.in/newsite/erelease.aspx?relid=49731 |
| | 女性识字率 | 2011 年人口普查 |
| | 电气化程度 | 电力部 http://rggvv.gov.in/rggvv/rggvvportal/electrification_status.jsp |
| 低碳发展（LCD）能力指数 | 电网：太阳能 RPO 绩效 | 2012–13 年太阳能 RPO 需求与供应情况；可见 http://www.mnre.gov.in/information/solar-rpo/ |
| | 非电网：沼气 | 国家沼气计划；基本数据来自： http://www.mnre.gov.in/related-links/decentralized-systems/schems-2 |
| | 森林覆盖率 | 印度森林调查（2011 年） |
| 碳足迹指数 | CO ₂ 排放和 Gg 储存之间的区别 | Ramachandra, T. V. 和 Shwetmala (2012 年)。印度选择气候变化减缓策略的分散式碳足迹分析。可再生及可持续能源评论, 16(8), 5820–5833. |

为了进一步确认并收集基本数据，我们对指标值进行了计算和标准化处理，使其处于 0-1 范围内。此程序分别得出选定指标（如表 3.2 所述）的无单位值，从而可对某指数进行指标对比。在指数中，最佳执行者的得数会是 1，最差的则为 0。此外，所有值均为单向值。

下面是以 x 为变量的标准化程序：

$$x - \text{index} = [x - \min(x)] / [\max(x) - \min(x)]$$

这里的 min(x) 和 max(x) 是变量 x 的最小和最大值。然后，各邦得出的各指标得分会被平均。下文会以图形方式进行描述。

图 3.2 描述了印度 27 个邦的社会经济绩效指标。在 14 个主要邦中，喀拉拉邦、古吉拉特邦、泰米尔纳德邦、马哈拉施特拉邦和卡纳塔克邦的社会经济指标相对优良。

图 3.3 描述了印度 27 个邦的低碳发展（LCD）绩效指标。在 14 个主要邦中，拉贾斯坦邦、旁遮普邦、古吉拉特邦、泰米尔纳德邦和奥里萨邦的低碳发展能力指标相对

图 3.2: 印度 27 个邦的适应能力指数

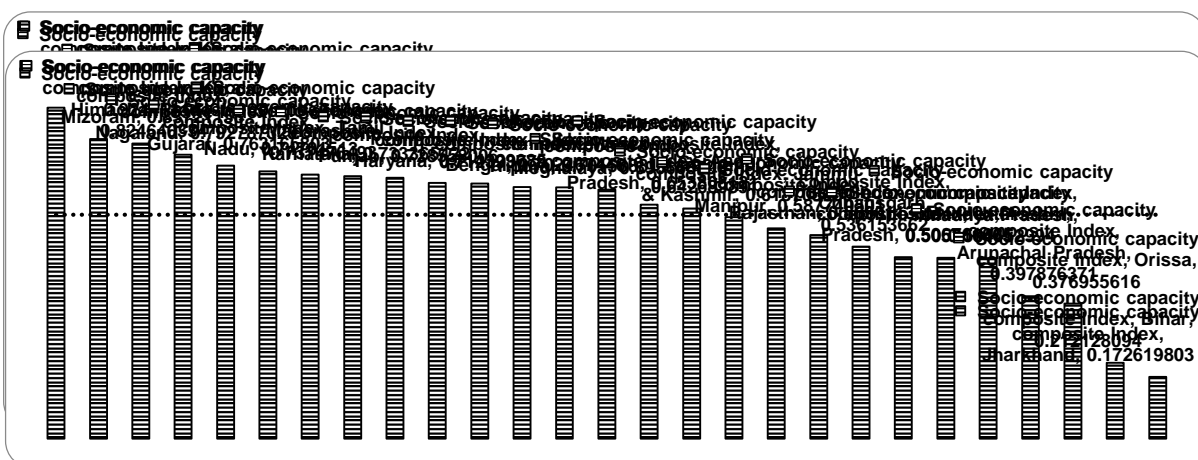


图 3.4: 印度 27 个邦的碳足迹指数

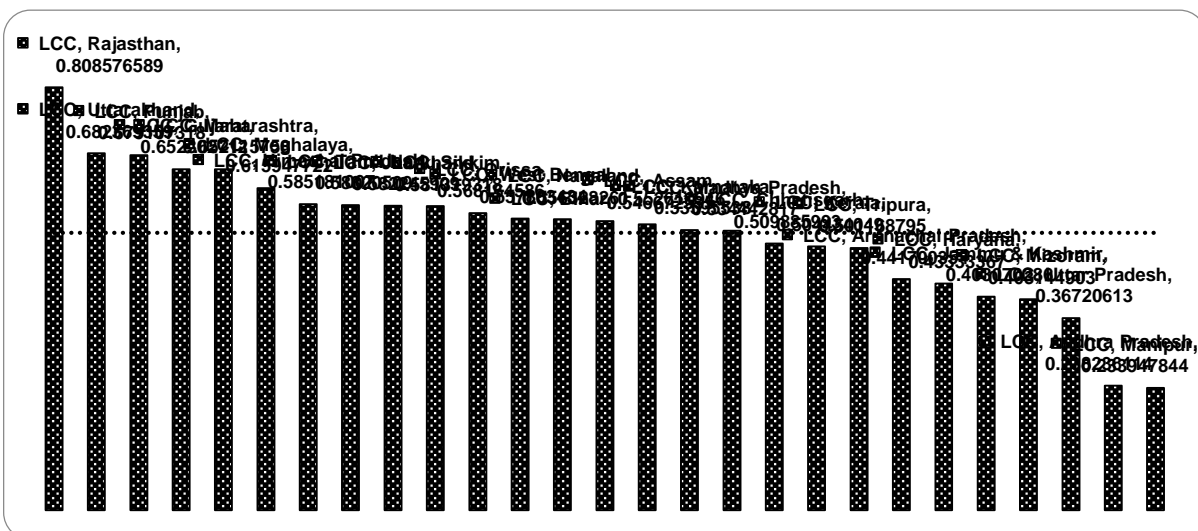


表 3.3 描述了 14 个主要邦⁴⁴的综合指数得分值及其各自排名。有趣的是，拉贾斯坦邦尽管在低碳发展绩效方面排名第一，但在社会经济绩效方面位列后五名。这表明

299

该邦的适应能力可能较弱。同样地，喀拉拉邦尽管在社会经济绩效方面排名第一，但在低碳发展绩效方面的排名较低。一个邦的低碳发展绩效还取决于该邦政府的政策手段，以及该邦既有和潜在的资源优势。可以发现，在社会经济绩效和低碳足迹方面排名较低的比哈尔邦和奥里萨邦，在低碳发展绩效方面的排名却较高，在选择替代发展途径的各邦中比较乐观。

表 3.3： 印度 14 个主要邦的低碳发展绩效、碳足迹和社会经济绩效

| 邦 | 低碳发展能力指数 | | 碳足迹指数 | | 适应能力指数 | |
|----------------|----------|----|--------|----|--------|----|
| | 标准化得分 | 排名 | 标准化得分 | 排名 | 标准化得分 | 排名 |
| Rajasthan | 0.8086 | 1 | 0.5730 | 7 | 0.5690 | 10 |
| Punjab | 0.6791 | 2 | 0.4974 | 9 | 0.7286 | 6 |
| Gujarat | 0.6523 | 3 | 0.8033 | 3 | 0.7632 | 2 |
| Maharashtra | 0.6521 | 4 | 1.0000 | 1 | 0.7375 | 4 |
| Tamil Nadu | 0.5832 | 5 | 0.7199 | 5 | 0.7470 | 3 |
| Odisha | 0.5682 | 6 | 0.2962 | 13 | 0.3770 | 13 |
| West Bengal | 0.5578 | 7 | 0.7151 | 6 | 0.7025 | 8 |
| Bihar | 0.5526 | 8 | 0.2512 | 14 | 0.2121 | 14 |
| Karnataka | 0.5360 | 9 | 0.5322 | 8 | 0.7334 | 5 |
| Madhya Pradesh | 0.5344 | 10 | 0.4365 | 10 | 0.5045 | 12 |
| Kerala | 0.5044 | 11 | 0.3009 | 12 | 0.9244 | 1 |
| Haryana | 0.4333 | 12 | 0.4078 | 11 | 0.7143 | 7 |
| Uttar Pradesh | 0.3672 | 13 | 0.8039 | 2 | 0.5068 | 11 |
| Andhra Pradesh | 0.2382 | 14 | 0.7951 | 4 | 0.6538 | 9 |

在考虑低碳发展和公平的政策孵化的影响时，必须强调的是，考虑印度次国家背景的低碳发展策略不但要考虑减少碳排放，还要考虑社会经济能力和适应能力方面的指标；根植于“共同利益方法”框架，并考虑人类发展和社会经济能力的低碳发展策略的政策框架才具有公平性。积极的次国家参与者必须得到回报，而且应该经历一个促进共享良好做法的认知过程，以调整并酝酿相关政策。

3.3 关于中国的低碳试点

2010 年 7 月，国家发展改革委员会启动了一个低碳省区、低碳城市试点计划，包括全国各地的 5 个省份（云南、广东、湖北、陕西和辽宁）和 8 个城市（天津、保定、

杭州、重庆、南昌、贵阳、厦门和深圳)。2012 年 11 月, 又有 29 个省市 (见前述表格) 入选第二批低碳试点计划。所有这些试点城市和省份占中国 GDP 的 57%, 中国人口的 42%, CO₂ 排放量的 56%。

下表所示, 是这两批低碳试点省市的详细情况。

| 低碳试点批次 | 年份 | 省份 | 城市 |
|--------|------|----------------|--|
| 第 1 批 | 2010 | 广东、辽宁、湖北、陕西和云南 | 天津、重庆、深圳、厦门、杭州、南昌、贵阳、保定 |
| 第 2 批 | 2012 | 海南 | 北京、上海、石家庄、秦皇岛、晋城、呼伦贝尔、吉林、大兴安岭、苏州、淮安、镇江、宁波、温州、池州、南平、景德镇、赣州、青岛、济源、武汉、广州、桂林、广元、遵义、昆明、延安、金昌、乌鲁木齐 |

资料来源: 国家应对气候变化战略研究和国际合作中心

被提名的试点城市和省份预期将承担以下任务:

- 制定并提出低碳发展规划
- 制定低碳绿色增长支持政策
- 建立低碳产业体系
- 建立温室气体排放统计和数据管理系统
- 鼓励低碳生活方式和消费模式
- 发展温室气体排放数据方面的城市能力。

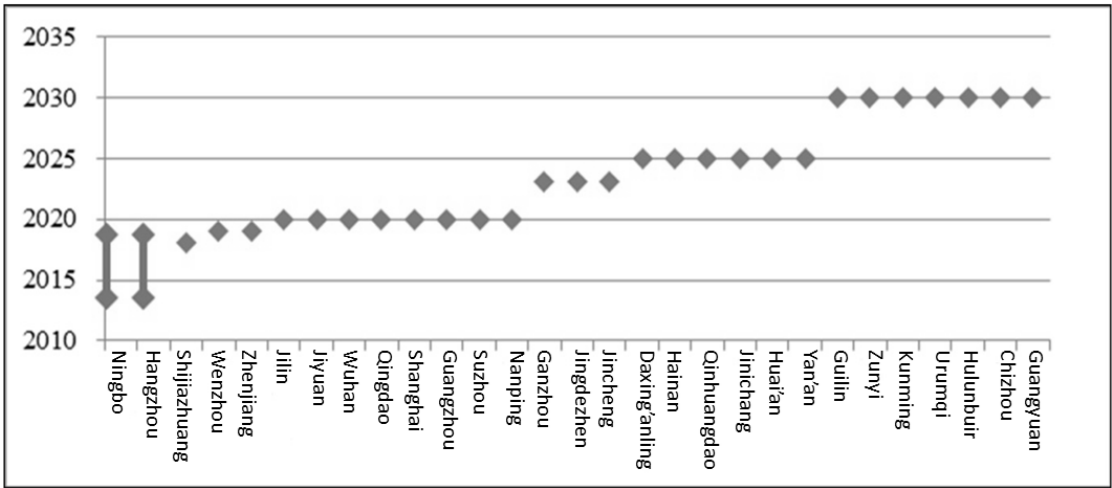
在前 5 个试点省份和 8 个试点城市中, 关键目标是碳强度和能源强度。深圳市率先计划在 2017-2020 年间达到排放峰值。第二批的 29 个低碳试点省份和城市已经宣布遏制碳排放总量或碳排放峰值年份。这些城市在确定目标方面被赋予灵活性, 如厦门已经选定了一个碳排放目标。各试点城市的目标如图 3.5 所示。

云南省建立了一个行年资金量达 3000 万元人民币的省级专项基金, 在 2011 年至 2015 年运行, 旨在推动排放强度低的基础设施产业。广东省也建立了一个 3000 万元人民币金额制度化专项基金, 面向低碳发展管理体系和示范项目。

杭州市是首批将自然环境列为重点发展议程的中国城市之一, 侧重于改造现有建筑, 而非追求新建筑节能的常规方式。杭州市政府一直积极推进改造工作, 发展屋顶花园和可再生能源, 并视将其为刺激大规模节能项目的途径。杭州的绿色交通计划也

是中国的最先进尝试。2008 年，该市出台了一个覆盖辖区内大部分城区的公共自行车计划。政府供应大约 5 万辆自行车，根据使用情况免费或以低价提供使用。杭州的自行车计划非常有效，已经成为其他城市的效仿榜样。杭州的另一个举措是重视生态旅游。杭州经常有大量游客参观位于市中心的西湖。为解决西湖的污染问题，杭州通过了一系列监管旅游市场的法律措施。为满足旅游需求，政府还在市内开发、改造了另外一些旅游景点。

图 3.5：各试点城市和省份的排放峰值目标



资料来源：国家应对气候变化战略研究和国际合作中心

3.4 前景

围绕应对气候变化国家行动计划（NAPCC）制定的应对气候变化邦行动计划（SAPCC）已经可以作为一个成熟的发展工具。基于 SAPCC 建议的分析，涵盖了现有及未来的发展方案和可能的气候变化影响，并确认了薄弱领域、部门、社区及相关风险。各邦针对各自的 SAPCC 提出自己的行动议程，来解决与特定部门相关的气候变化问题，同时这些行动的方式也需要与气候变化国家行动计划（NAPCC）的 8 项任务保持一致。不过，各邦尚未开始执行 SAPCC——有分析认为，由于具体目标的资金不足，各邦实现 SAPCC 所列目标的进展有可能放缓。

在 NAPCC 生成可持续农业国家计划（NMSA）、提高能源效率国家计划（NMEEE）的 8 项国家任务中，各邦农业、林业、能源部门的资金供应相对较好。不过，对各邦的低碳发展至关重要的可再生能源和基础设施（建筑）等其他部门却资金不足。为了更好地执行应对气候变化邦行动计划，需要探索中央支出与各邦财政和行动之间的协同作用。

编写完备的应对气候变化邦行动计划缺乏充足资金，这也表明有必要采取适当机

制为中央-各邦的公共（国内）资金支出提供支持。类似提高能源效率、推广可再生能源的部门尤其需要私营部门参与供资。

这也要求各邦基于各自目标确定行动优先次序，目标可以包括经济收益、社会公平和减少温室气体排放。优先排序和制度性机制有助于将资金更好投向围绕 SAPCC 进程的具体目标。包括规划委员会、环境与林业部、各邦政府和联合国开发计划署在内的行动者可以参与创建地方基金，专门为那些可以通过 SAPCC 执行的各邦低碳发展行动提供资金。

在政策孵化方面，中国的低碳试点行动可以提供相关经验。印度的次国家一级低碳发展（邦和城市一级）可以从中国的经验中获益。来自世界各地的其他次国家模式在这方面都可以提供启发。此前章节讨论了中国低碳试点。问题的关键是，如何将中国低碳试点的行动模式与现有的 SAPCC 进程进行整合。在分析时，可以对所讨论的指标加以强化，帮助跟踪并了解公平的低碳发展策略。为了加强次国家级行动，利益攸关方需要深度参与，通过认知过程了解如何基于世界各地的其他模式，进一步加强次国家行动。

附录 A：重点 SAPCC 的部门首要事项^{29,30}

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业（包括牲畜、园艺） | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|---|---|---|---|--|---|---|---|
| 安得拉邦 | <ul style="list-style-type: none"> - 推广太阳能、生物质能、水能和风能等可再生能源 - 利用垃圾发电 - 补贴太阳能发电系统和LED照明系统 - 开发地热和潮汐能等非常规资源 - 在大型工厂推广核能，替代煤炭技术 | <ul style="list-style-type: none"> - 在煤矿实行地下煤气化、碳捕集和碳封存 - 建立行业智慧能源使用标准，强制执行能源审计 | <ul style="list-style-type: none"> - 综合空间规划和物流混合用地，为本地居民提供各种服务 - 快速公交 (BRT) - 推广非机动车通 (NMT) 模式，如步行和自行车 - 轨道公共交通系统 - 清洁燃料使用激励计划（如 | <ul style="list-style-type: none"> - 开发节能住宅 - 旨在减少流动和能源消耗的城市空间规划 - 在住宅中应用太阳能 | <ul style="list-style-type: none"> - 利用有机废物堆肥，提高土壤质量和肥力 - 设立专门中心，开展关键气候分析，研究气候变化对作物的潜在影响 - 研究培育对光热不敏感的作物品种，搭建温室大棚，研究能够承受极端天气的替代种植模式 - 建立生物技术研发中心 | <ul style="list-style-type: none"> - 修复被毁的旧池塘，挖掘沟渠，建设穿越林中的溪流永久性填石坝，挖塘清淤，二次蓄水，等 - 推出综合绿化和生态发展项目 (IAEP)，以检查森林 | <ul style="list-style-type: none"> - 综合垃圾管理系统 - 利用垃圾发电 - 城市贫民窟厕所设施 - 能够适应因降水过多等原因造成水量激增的城市排水系统 - 完善城市贫民区和农村的卫生设施 | <ul style="list-style-type: none"> - 增加全天候连通性风暴庇护所 - 海滩养护/填充，以抵消侵蚀造成的损失 - 在裸露的前方建造堤坝/浪涌障碍/海墙 - 随着海平面的上升升级 |

²⁹审查仅针对 8 个应对气候变化邦行动计划，即安得拉邦、阿鲁纳恰尔邦、中央邦、曼尼普尔邦、米佐拉姆邦、拉贾斯坦邦、锡金邦和西孟加拉邦。

³⁰审查仅包括气候变化减缓背景下的主要部门。因此，卫生、生计、知识创造/管理等部门已被排除在外。

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|--|----|---|----------------|---|--|-----|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - 在农村推广生物质能发电 - 研发新的清洁煤技术 | | <ul style="list-style-type: none"> - 压缩天然气、液化石油气、电动车辆） - 与制造公司开展战略合作，低价供应压缩天然气/液化石油气 - 将公用车辆转换为压缩天然气燃料车辆 | | <ul style="list-style-type: none"> - 推广生物肥料 - 为农民提供信贷、小额短期贷款以及其他好处 - 推广作物保险 - 由农业大学创建气候数据银行 - 蓄水节制坝，挖掘农场池塘，水土保持措施 - 连接河流/沟渠 | <ul style="list-style-type: none"> - 退化和生物多样性丧失问题 - 重振社区行动，如联合森林管理 - 森林火灾管理 - 创建生物多样性登记册 | | <ul style="list-style-type: none"> - 港口（提升标高） - 建筑规范/防洪建筑 - 恢复并种植新的沿海岸红树林带 - 工业单位和水产业单位明智用水，控制抽象化 - 水井蓄水，用淡水补充耗竭的含水层 - 建设更好、更高效的排水系统供雨 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业（包括牲畜、园艺） | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|---|----|---|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | 水和农业径流使用 - 针对未经处理的工业和城市垃圾排入海洋的处置，实施更严格规范和监测方案 |
| 阿鲁纳恰尔邦 | <ul style="list-style-type: none"> - 安装非晶核变压器或优质节能变压器 - 升级导体，线路得以承受超载，从而减少损耗；替换逾时导体 - 将配电系统转换为高压配电 | - | <ul style="list-style-type: none"> - 地铁电缆系统，以减少交通拥堵、噪声污染等 - 根据JnNURM计划，推广新巴士、压缩天然气巴士 - 改善城市道路，拓宽、重 | <ul style="list-style-type: none"> - 绿色城市概念，土地用途分区计划 - 在城市规划部下属成立总体规划编制单位，以编制总体/分区计划 - 使用卫星数据、全站仪、GIS软件等现代数据来 | <ul style="list-style-type: none"> - 通过梯田水稻种植恢复种植区 - 改进现有做法，例如使用耐高温品种、雨水收集、作物多样化等 - 蓄水构造，雨水收集 | <ul style="list-style-type: none"> - 开展初步研究，确定执行减轻脆弱性措施的地点 - 评估以横向和纵向梯度种植的预期结果 | <ul style="list-style-type: none"> - 固体废弃物管理 - 城市住区排水线路 - 城市住区暴雨排水 - 无塑料污染住区 | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|--|----|---|--|---|---|-----|-------------------|
| | 系统（HVDS），以减少损耗 - 更换有瑕疵电表；向无电表消费者提供电表 - 为空间照明提供成本较低的发光二极管灯具 - 更换现有路灯的旧反光镜 - 根据Bajat Lamp Yojana，向BPL提供低成本的CFL | | 铺、沥青覆盖路面，修建下水道、暴雨排水沟和人行道等 - 拟在所有城市道路两侧种植树木 | 源，生成一个全面的三维GIS数据库 - 对滑坡影响区进行微型分区和风险评估 - 制定可持续发展计划，增加并分享水资源 - 资源保护，闸沟、节制坝、排水区保护，沿等高线开沟、水库蓄水和人工补给 - 采用合理的用水定价和Swajaldhara/NRD WP | - 引入饲料保鲜技术 - 安装饲料砌块机 - 疾病监测，监测单位持续研究新病原体 - 研究开发低成本的生态友好型住宅，以减轻热应力 - 改善营养制度，减少肠道发酵 - 开发园艺专用预报工具 | - 促进自然更新和混合种植 - 木材和非木材产品的可持续采伐 - 保护区（PA）管理（物种迁移的安全走廊） - 通过保护毗邻林地减少森林碎片化现象（使用景观/次景观方法） - 推动编制人类生物多样性 | | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|--|----|----|--|-----------------|--|-----|-------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - 成立邦电力监管委员会（SERC），以推动使用可再生能源 - 履行0.25%的可再生能源采购义务（RPO） - 初步在政府大楼强制使用太阳能热水器 - 需要将邦可再生能源机构升级为一个完善的可再生能源部门 - 制定邦太阳能政策 | | | <ul style="list-style-type: none"> - 在农村地区引入配给制，避免过度开采水资源 - 宣传“合理用水” | | 性登记册（PBR） <ul style="list-style-type: none"> - 发展微型企业，通过生态旅游推动面向森林依赖型社区的替代生计措施 - 推动本地品种多元化的农林业 - 通过造林实现流域保护 | | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业（包括牲畜、园艺） | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|--|---|--|--|---|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - 从电力消费者那里收取部门地方税/附加费专款专用，用于推广可再生能源和能源保护 | | | | | | | |
| 中央邦 | <ul style="list-style-type: none"> - 通过推广绿色技术、改造和维护现有电厂，提高发电效率 - 减少输电和配电损耗，实施馈线分离，节能 | <ul style="list-style-type: none"> - 将气候变化因素纳入产业政策，推动低碳技术发展应用 - 出台一个针对产业集群的综合水管理计划 - 通过加强不同组织间的网络连接， | <ul style="list-style-type: none"> - 提高道路网络的质量和连通性 - 建设高效、优质的公共交通系统，重视线路优化 | <ul style="list-style-type: none"> - 市政需求侧管理，推动以绿色、有效的方式执行建筑细则、ECBC以及印度国家建设规范，并推动节能住宅应用 - 严格监管和执行，降低能源消耗，强制进 | <ul style="list-style-type: none"> - 开发流域和小集水区，以增加生物质产量，提高土壤肥力 - 实施大米SRI、高设苗床栽培、地膜覆盖、栽培品种、减少用水等措施 | <ul style="list-style-type: none"> - 制定森林可持续管理计划 - 通过适当划定森林边界、连接森林/野生动物走廊，提高森林保护/造林/ | <ul style="list-style-type: none"> - 宣传最佳做法，废物源头分离，发展旨在探索垃圾能源生成潜力的站点，增加对研究活动的投资，用以开发将 | <ul style="list-style-type: none"> - 开发一个综合性的水资源数据库，以便更好地管理行动计划，评估水供应情况和各 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|---|--|----|--|---|--|--|---|
| | 服务交付系统等 - 节能项目的市场资本化 - 推动太阳能、风能和生物质能投资，确保实现可再生能源采购义务（RPO）目标 - 建设不同利益攸关方在生成、处 | 加强工业废物管理，使用更有效的技术，严格执行规范 - 不同行业的能力建设，侧重于碳和水足迹，设计审计系统并运用在所有组织中，监测碳和水足迹在每个生产单位的使用情况 - 各行业汇集研究活动资 | | 行商业及政府建筑能源审计以降低能耗 - 为农村基础设施发展提供信贷，为气候导致的脆弱性提供保险 - 定期监测并记录城市景观（包括土地利用模式的变化）、人口增长、人居状况（尤其是贫民窟），确保人居可持续发展 | - 将微/滴灌技术推广应用至棉花、水果、蔬菜等作物的种植中 - 规划适用于每个农业气候区的种植制度 - 推广耐旱/抗洪/耐热的本地作物品种 - 农业信息管理：为了最大程度提高生产能力（即便是在气候变化挑战背景下），建立一个综合农业信息中 | 再造林活动的水平 - 发展卓越中心，就CC对森林生态系统的影响开展研究 - 加强森林管理者、人员和工人的能力建设 - 就森林生态系统和森林依赖者的生计问题进行气候变化 | 垃圾转化为能源并符合成本效益的不同模式 - 通过减少、再利用和再循环的方式实施废水管理 | 部门的未来需求 - 指挥区域发展，完善并改造沟渠系统和田间通道，平整土地，恢复湖泊和乡间池塘，收集雨水作为农村地 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|--|--------------------|----|----------------|---|--|-----|---|
| | 置、维护、运营RE项目方面的能力 - 研发符合成本效益的RE技术，如在太阳能领域使用硅而非薄膜技术 - 生物质能、沼气发电制度化 | 源，用于开发该邦适用的生态友好型技术 | | | 心，通过单一窗口提供天气和气候信息、作物生物多样性、研究、技术、市场信息，以及涉及最大程度提高生产能力的政策信息，该信息中心的后端与实际生成数据的各个机构相连接 - 通过创建农村商业枢纽，创造额外就业机会，促进生计多元化 | 脆弱性绘图，借助的指标包括森林覆盖图、流域地图、脆弱性地图、集水区地图、社会经济图谱、种族、贫困指数等 - 在林区村庄中推广使用可再生能源 - 保护并改善可持续 | | 区生活用水等 - 补给地下水，应给予过度开采区特别重视；促进土壤保护，避免水土流失、土壤退化；加强水资源保护 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|----|----|----|----------------|--|---|-----|---|
| | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - 确保为牲畜提供充足的饲料、草料、水、营养液 - 加强农村社区的培训和能力建设，发展技能和旨在降低气候所导致的脆弱性的替代创收活动。 | 的森林生计，侧重于非木质林产品、生态旅游、植树造林、紫胶种植、蜂蜜采集等方面。 <ul style="list-style-type: none"> - 通过社会林、农业林和主要位于道路、沟渠、铁路沿线的林区外森林（TOF） | | <ul style="list-style-type: none"> - 建立水资源管理机构，负责制定定价和水资源管理监管机制 - 开发理想的PPP模式，回收利用废水 - 研究有效的水净化技术，为 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业（包括牲畜、园艺） | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|---|----|--|--|---|---|-----|---|
| | | | | | | ，增加林区以外的绿色覆盖 | | 有 可 能 遭 遇 洪 灾 的 地 区 绘 制 地图等 |
| 曼尼普尔邦 | <ul style="list-style-type: none"> - 鼓励农户使用节约木材燃料的设备，如改进型炉灶、沼气等 - 鼓励采用可再生能源并网发电选项 - 推动利用太阳能技 | | <ul style="list-style-type: none"> - 推动运输部门节约燃料 - 提高农村-城市连通性 - 鼓励公共交通系统、非机动车交通系统和自行车通道的建设使用 | <ul style="list-style-type: none"> - 减少/最大程度减少供水配送损耗，实施包括水预算审计在内的有效需求侧管理 - 完善水资源/流域/森林管理，增进流域健康，将人民的参与放在首位 - 社区一级的流域管理、水资 | <ul style="list-style-type: none"> - 综合虫害管理，混合养殖 - 用科学方法保护本地作物品种 - 在丘陵地区推广稻田养鱼 - 在有条件社区按科学品种定义种植药用植物，从事农业生产 | <ul style="list-style-type: none"> - 引进多用途树种，用以提供木材、燃料木材和固定碳 | | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|---|----|----|---|---|----|-----|-------------------|
| | 术介入网 下发电 - 推广中小型水电项目 - 起草邦能源政策 - 减少AT&T损失 - 促进需求侧节能管理措施 - 加强旨在推动EC措施的能力建设 | | | 源（包括雨水）收集 - 保护水资源（湿地、湖泊、河流、主要水体），通过PPP模式鼓励保护本地和社区池塘/湖泊 - 从废物中提取生物质能，如利用生活垃圾提取沼气、发电等 - 建设使用气候敏感性建筑、城市基础设施（供水系统；街道、公共场 | - 推广与技能发展相关的本地传统知识（ITK） - 与气候有关的雨养农业和抗虫害作物 - 有机农业 - 农业宏观管理模式，采取自上而下的管理，即从农艺师到农民一级 - 鼓励渔民从事本地化鱼类养殖和不受气候影响的养殖 - 鼓励本地化和不受气候影响 | | | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业（包括牲畜、园艺） | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|----|----|----|---|---|----|-----|-------------------|
| | | | | 所、办公室等的照明等）和公共交通系统，包括绿色和低碳足迹 <ul style="list-style-type: none"> - 设计绿色建筑 - 将雨水收集作为建筑细则的部分规定 - ULB的相关能力建设，涉及气候变化策略、CDP（城市发展计划）、现有总体规划等 - 改进排水系统 - 产业区划分（分区图）， | 的牲畜研发、人力资源开发，鼓励采用更多信息和新技术，包括农业监测技术 <ul style="list-style-type: none"> - 通过GIM、NAP、CAMPa、JFMC等提高森林覆盖质量，完善生态系统服务 - 通过生态恢复，恢复轮作 - 推广农业林业、社会林业 - 森林火灾管理 | | | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业（包括牲畜、园艺） | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|---|----|-----------------|--|---|--|---|-------------------|
| | | | | 将产业单位转变为产业园区/不在市区的原曲 - 发展城市绿化带 | - 强化林业部门职能（基础设施、能力建设等） | | | |
| 米佐拉姆邦 | - 通过推广微水电、太阳能等能源，提高可再生能源发电份额 - 详细勘探研究，评估水文数据，批准微水电项目 | - | - 更好地实行车辆污染控制机制 | - 树立意识 - 开展城市管理研究和能力建设活动 - 制定建筑准则和规定，在不同农业气候区、冲积平原改进传统住房，同时考虑邦内地震脆弱性因素 | - 土地开发（平整、归拢等），为水稻栽培（WRC）提供可用土地 - 开发本地作物品种（主要是水稻）基因类型数据库，确认可用于不同农业气候区的适当品种 | - 提高退化土地、废弃土地上的森林质量和密度 - 提高竹木生产效率，通过搭建市场连接促进地方价值的提升 | - 树立意识 - 就固体废弃物先进管理、水资源管理和高效分配供水等方面开展研究，进行能力建设 - 开发城市暴雨水流 | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|--|----|----|--|--|---|--|-------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - 调查确认太阳能发电的适当地址 - 安装电网交互式太阳能光伏应用系统 - 推动离网可再生能源应用，如太阳能水热系统等 - 实施投资友好型政策，推动太阳能光热应用 | | | <ul style="list-style-type: none"> - 选定城镇（CDP）的气候相关总体规划 - 重新制定土地占有制政策，促进城市可持续发展 <p>提高能源效率，促进可再生能源在城市部门的应用，如太阳能水热和照明</p> <ul style="list-style-type: none"> - 评估、管理气候变化对城市部门的影响 - 从事研究，确认因气候变化/ | <ul style="list-style-type: none"> - 水稻种植影响评估 - 推动雨水收集，建设用于灌溉的生态友好微型节制坝 - 评估、研究并示范系统化的水稻强化栽培 - 以最新水稻种植技术支持农民能力建设 - 通过耕地保护、用水管理、并行种植替代作物优化jhum栽培 - 开垦坡地以涵养水分，种植 | <ul style="list-style-type: none"> - 研究气候变化对NTFP生产效率、投资推动和本地收割方法的影响 - 研究评估森林资源（非交易型）和气候变化对脆弱生态系统的影响 - 通过前期投资可行性研究等 | <p>模式，提高现有排水系统的容量</p> <ul style="list-style-type: none"> - 推行气候友好型废物管理系统，改善填埋场的外部形象 - 通过封闭填埋场回收气体，减少因无管理垃圾场引发的虫媒传染病等 | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|---|----|----|--|--|---|--|-------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - 通过金融、供应链和市场激励措施，在国内部门引入节能设备（照明等） - 强化技术供应商和制造商的作用 - 以融资和供应链方式推动节能公共照明 | | | 天气变化引起的病态变化 <ul style="list-style-type: none"> - 在利用和保护计划中评估地下水的可用性 - 在缺水区进行雨水收集和人工补给 - 促进补给深层地下蓄水层的水源 - 发展地下水委员会的机制 | 粮食、蔬菜、豆类和油料作物 <ul style="list-style-type: none"> - 增加面积，种植多年生水果、园艺作物和低价值高产作物来适应不确定的天气模式 - 完善收割后管理，例如易腐烂作物的低温运输链 - 推广有机农业 - 整合虫害管理，提高改良作物产量 | 手段，推动生态旅游，实现生物多样性保护和生计可持续 <ul style="list-style-type: none"> - 社区/森林管理社区的能力建设 - 支持树立公共意识的新系统（EnvisCentres等） - 针对森林入侵物种 | <ul style="list-style-type: none"> - 研究、记录由水引起的疾病（水生），开发制度性机制以减少此类疾病的发生/爆发，同时树立相关意识 | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业（包括牲畜、园艺） | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|--|----|----|--|---|--|-----|-------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - 确认并与邦内技术伙伴合作 - 在政府建筑内推行节能措施 - 树立邦能源部门、工作人员等的意识 - 树立大众有关节能措施、使用星级设备、使用可再生能源方面的意识 | | | <ul style="list-style-type: none"> - 管理旨在遏制水生疾病的社区池塘 - 推动零能耗水净化，以便供应生活用水 - 水资源部门/人员的能力建设 - 扩展水文网络，建立微型气象站进行常规监测 - 更新并发展传统的水收集系统 | <ul style="list-style-type: none"> - 研究牲畜疾病，建立预警系统 - 研究水生生态系统和开放水域对本地动物的影响 - 蓄水，及向现有池塘提供适当的导流通道用于排水 - 在水库和水网地区设立渔政单位 - 评估因缺水导致的粮食安全和气候变化影响 | <ul style="list-style-type: none"> - 及其利用策略的防范和控制机制 - 推动森林产业 - 制定兰科作物保护策略并建立市场连接 - 调整针对jhum栽培和重要林地人居的土地使用政策 - 制定运输补贴政 | | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|---|----|----|---|--|---|-----|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - 开发有关节能和可再生能源应用的学校课程 - 在邦内执行ESCO - 建设多用途水利工程，结合排水与灌溉基础设施 | | | <ul style="list-style-type: none"> - 制定邦水利政策 | | <ul style="list-style-type: none"> - 策，或为主要林产品开发低成本运输方式 - 通过流域造林实现集水，指挥区域处理措施 | | |
| 拉贾斯坦邦 | <ul style="list-style-type: none"> - 实施温室气体存货管理和温室气体管理计划，评估需要 | | | <ul style="list-style-type: none"> - 完善城市暴雨排水基础设施，为此制定一个综合性的排水总体规划（包括背景研 | <ul style="list-style-type: none"> - 通过开发耐寒、耐旱、耐极热、耐盐碱、耐虫害品种及耗水少品种，提高作物 | <ul style="list-style-type: none"> - 在河流/沟渠沿岸、道路两侧种植树木 | | <ul style="list-style-type: none"> - 综合评估地下水资源及地下水回灌潜力， |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|--|----|----|---|---|---|-----|--|
| | <p>干预的关键领域；通过潜在政策和行业分析，确认促进有效决策的热点领域</p> <ul style="list-style-type: none"> - 制定未来排放方案，确认技术和政策选项，避免资金搁置问题 - 整合温室气体管理计划，调 | | | <p>究、项目分期、运行和维护安排、供资等），建设道路两侧排水沟和排水渠，以承载暴雨等</p> <ul style="list-style-type: none"> - 限制/控制山洪易发区的用地 - 制定一个防备和减缓计划，对易遭遇极端降雨区域进行危险绘图和气候模拟分析，努力将位于洪水易发区的社 | <p>和牲畜的生产效率</p> <ul style="list-style-type: none"> - 培育耐寒牲畜，制定防止热应力和生产力损失的营养策略 - 恢复并开发废弃地，种植有助于稳定沙漠土壤和移动沙丘的作物（如 khejari ）充当防风林；上述作物的木料是优质木柴和薪 | <ul style="list-style-type: none"> - 通过向农民、学校、村委会、城市地区和政府机构发放植物种子，提高农场的森林覆盖率 - 推动可持续生态旅游，积极参与当地群众和村委会组织开展的野生动植物保护活动 | | <p>然后实施地下水管理，重点关注过度开采区</p> <ul style="list-style-type: none"> - 通过出版、发放描述地下水状况的小册子，开展公共宣传活动 - 基于气候变量 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业（包括牲畜、园艺） | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|---|----|----|--|--|---|-----|---|
| | 整相关部门的现有计划和政策 - 充分利用该邦的可再生能源潜力 - 对生物进行详细的评估研究和预测，编制一个涉及生产、运输、配送、监管、监测 | | | 区纳入灾害防备和减缓计划 - 开展信息教育交流（IEC）活动，在各个社区进行极端气候的风险教育 - 制定一个跨部门协调策略，以便有效执行灾害管理计划 - 颁发邦指令（向城市地方机构），将收集水、废水处理 | 碳，也是干饲料的适当来源 - 设立更多自动化气象站，与研究机构等进行合作，研究、评估农业领域面临的具體气候风险 - 推动、管理多功能农林系统，除保障提高土壤质量、生计支持和减缓方面的共同利益之外，还应当提供饲 | - 通过封山、养护和植树造林实施原地土壤保墒措施，采用直接播种的方法，利用本地品种的多层次种植弥补砍伐损失，对退化森林进行生态恢复 | | 的变动情况，建立地下水评估和流量建模研究设施 - 增强干旱监测、抗旱减灾准备能力，开发预警系统，对传统水储存构造/做 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|---|----|----|--|--|--|-----|--|
| | 等环节的 生物质综 合计划； 示范精心 设计的可 再生能源 技术系统 模型，针 对 SPC 家 庭照明系 统、路灯 系统、太 阳能泵 组、太阳 能蒸馏 器、生物 质气化炉 等不同应 用系统； | | | 理、饮用水之 外的双管供水 纳入建筑细则 - 补充现行的城 市政策，纳入 水资源保护和 收集原则 - 计算水足迹， 并与企业主和 个人的税收减 免挂钩 - 鼓励大型企业 主/企业和个人 计算其水足迹 | 料、燃料、木 材、水果、种 子、豆荚，以 及树胶等非木 材森林产品 - 通过生产、出 口香料种子， 培训和示范适 用园艺作物的 种植，进一步 推动园艺业发 展 | - 为侦测 林业犯 罪，给 予举 报 者奖励 - 实现调 查工作 现代化 并进 行外 包， 为森 林 地区 制图， 包 括叠 加 收 入 地 图 和 森 林 地 | | 法进行 主流化 处理， 开展针 对原地 水资源 和土壤 保墒措 施（如 等高线 开沟、 轮廓划 线、植 物屏 障、过 滤池塘/ 沟渠） 的可行 性研 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|---|----|----|--|-----------------|--|-----|--|
| | <p>针对大规模风能和太阳能农场潜在地址的详细技术评估，并将其与可用土地资源、现有投资者等相结合。</p> <p>- 创建太阳能卓越中心，促进太阳能领域新兴技术的应用</p> | | | <p>- 鼓励采用本地规划方法、建筑材料和建筑技术建设绿色建筑，推动绿色施工，引入适应该邦气候条件的规划方法</p> | | <p>图，加强部门和整体性的土地记录系统</p> <p>- 鼓励社区参与植树造林活动</p> <p>- 私营土地占有公司植树造林</p> <p>- 评估森林类型</p> | | <p>究，开发综合性的干旱监测系统</p> <p>- 制定一项邦内抗旱管理和减灾政策</p> <p>- 教育农民采用节水方法，种植低水耗作物，将土地利用系统</p> |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业（包括牲畜、园艺） | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|--|----|----|----------------|-------------|-------|-----|--|
| | 研究和商业化 - 创建拉贾斯坦邦可再生能源基础设施发展基金，以加速太阳能及其他可再生能源系统的发展 - 在邦内开发本地化及符合成本效益的 | | | | | 的变化情况 | | 与水资源供应相匹配 - 在城市地区大规模建设屋顶收集雨水工程 - 开展试点研究，探索将来能够将易受洪灾地区的过剩洪水转化为可 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|---|----|----|----------------|-----------------|----|-----|---|
| | 太阳能技术，以促进利用全部潜力，并在未来6-7年内实现电网平价 - 提供财政激励政策，推动在该邦创建生产单位 - 开展培训项目，培训形成熟 | | | | | | | 利用的水资源的有效方法，从而增加水资源供应 - 在所有部门推广废水循环和再利用，创建一个涉及生活用水、工业用水等各个 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业（包括牲畜、园艺） | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|--|----|----|----------------|-------------|----|-----|--|
| | 练或半熟练人力 - 在邦内推行高效的生物质能气化炉烹饪系统、太阳能照明解决方案、太阳能灌溉泵；能够启动或重新启动的海水淡化系统（在有充足沼 | | | | | | | 再利用类别的处理水平和水质的知识库 - 就高效作物的水资源应用和利用开展研究，推广“节水”等技术，如滴灌、喷灌等压力灌 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|---|----|----|----------------|-----------------|----|-----|--|
| | 气和生物质能的情况下） - 就邦内的节能潜力和包括节能在内的需求侧措施开展详细的评估和技术研究 - 推广通过安全填埋、堆肥工厂等方式将垃圾 | | | | | | | 溉方法；“救生灌溉”技术，如diggi工程，蓄水池；农场池塘等 - 测量UfW（不可预见水资源），尽量减少到可 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|--|----|----|----------------|-----------------|----|-----|--|
| | 转化为能量 - 创建针对邦内节能和可再生能源措施的能源保护基金；金额应由CESS按单位能耗生成 - 与市政机构及其他本地机构执行节能措施相关 | | | | | | | 接受水平 - 对所有部门进行强制性水资源审计，应当包括家庭、小型和大型工业等部门 - 引入IBT（递增阶梯定价），对生活 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业（包括牲畜、园艺） | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|---|----|----|----------------|-------------|----|-----|--|
| | 的能力建设 - 减少因现代化、自动化和稽核各子站引起的输电和配电损耗 - 推广产业细分，提高工业部门的能源效率 | | | | | | | 用水、工业用水和灌溉用水合理定价；所有运营及维护成本应由水价承担 - 通过建立一个实时、动态、基于网络的水资源信息系统 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|----|----|----|----------------|-----------------|----|-----|--|
| | | | | | | | | （WRIS），开发出综合性的水资源数据库，用于评估气候变化的影响 - 审查地表/地下水资源、灌溉渠流量等水文数据的可用 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业（包括牲畜、园艺） | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|--------------|----|-------------------|-----------------------|----------------------|---------------|--------------|--|
| | | | | | | | | 性和规模（空间规模和时间尺度），并与研究机构合作，确认有关气候变化和水资源研究的额外数据需求 |
| 锡金邦 | - 在建筑物中大规模应用 | | - 为控制人为车辆需求，引入车辆登 | - 部门能力建设（GMC、UD&HD、WS | - 设立拥有以卫星为基础的互联网设施的气 | - 植树造林，保护土壤覆盖 | - 从源头分离可生物降解 | - 建设地理水文相关技 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|--|----|---|---|---|--|--|--|
| | 带有热交换器的太阳能热水系统，尤其是加强在冬季的应用 - 借助若干试点模式推广被动式太阳能建筑 - 大规模推广沼气工厂 - 在初级卫生保健中心、农村和偏远 | | 记政策/税收，并将该项税收收入用于改善交通基础设施 - 引入财政激励手段，优惠措施和公共交通运营商义务，制定公共政策，指导并规范公共汽车及其他公共交通模式 - 设立一个有权力的对接机构来安排 | 和排水主管机构、交通管理部门等） - 非政府组织、社区团体和社会组织参与意识提高活动 - 为所有酒店和拥有10个房间以上的家庭强制安装太阳能水热系统 - 升级住宅条件并达到规定标准 | 象站，提供有关天气的急需数据和信息（并尽早向农民及其他人提供关键信息，使他们不必依赖预测活动） - 确保生计安全，最大限度地优化生产能力 - 引入新品种，推广本地品种，促进作物多样化，综合害虫管理（IPM），有机种子生产和 | - 开发植物园 - 开发、展览开花植物、园林等 - 退化地区再开发 - 促进泉水补给以及森林地区的地下水补给，为此应当采取适当的流域管理方式，通过现有的IWMP、 | 物质和不可生物降解物质 - 减少人工操作 - 分离生物医学和危险废物的收集处理设施 - 在机械化容器中储存废物 - 为卫生工作者提供个人防护用品 | 能、社会动员和从事雨水收集工作方面的能力 - 通过雨水收集，增加主要河流的基本流量（作为饮用水水源）：特别是几条关 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|--|----|---|----------------|---|--|--------------------------------------|---|
| | 地区、学校和教育机构、奶牛养殖场、寺庙、旅游营地、林业部门建筑、前哨基地使用可再生能源设备和电器 | | 线路和服务，根据规划线路和时间表规范监测运行情况 <ul style="list-style-type: none"> - 重新安排工作/活动时间，解决高峰时刻交通拥堵等问题 - 在JnNURM下面设立一个有权安排运行时间和线路服务等事项的交通监管机构，交通隔离，设立步行隔 | | 认证，水资源管理、土壤保护、实施大豆蔻、柑橘等作物的复兴计划 <ul style="list-style-type: none"> - 推广滴灌和喷灌、复种、漫灌、农业宏观管理等 技术方法 | CAT 和 MGNREGA 计划实现气候防护。 <ul style="list-style-type: none"> - 提高中等密度森林、开放式森林、退化森林的质量，为此应监管、监测入侵物种，确认可以在气候变化中存活并有利于生态 | - 工作人员的教育和能力建设 - 在非政府组织的帮助下促进社区宣传 | 键的河流 <ul style="list-style-type: none"> - 通过建造家庭、社区和村庄一级蓄水设施，提高储水能力 - 建立水资源使用者协会（WUA） - 通过计量等措 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|----|----|---|----------------|-----------------|---|-----|-------------------------------|
| | | | 离带、步行街、人行道、步道、中心围栏，在转弯处设立存车道、背街装卸设施等 - 需求管理，包括限制停车，减少停车位供给、停手收费、给予高占用率车辆停车优惠和车道优惠，收取道路和桥梁通行费、补 | | | 系统的非本地物种 - 防止森林碎片化，保护本地森林板块、对已退化开放式森林进行生态恢复，恢复草原 - 对森林实施可持续管理，提高森林土壤的水分含量，提高生物质 | | 施进行定价和监管，防止水资源漏损 - 征收灌溉用水税 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|----|----|---|----------------|-----------------|--|-----|-------------------|
| | | | 充许可、区域通行费，征收车辆保有税，下调公共交通普通票价 - 公交优先，创造公交车道、公交专用路面、公交优先单一系统、公交运营管理等优先手段 - 建设人行道、步道、台阶、索道，完善非 | | | 密度，加快非木材林产品、木柴、水文服务等森林产品的流动；提高生物多样性，加强碳封存 - 通过连接碎片化森林，将保护区和“冠层走廊”和“迁飞路径”联成一 | | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|----|----|---|----------------|-----------------|---|-----|-------------------|
| | | | 机动交通系统 - 采取针对政府和公共交通工具的燃料政策，同时探索推广应用至其他车辆的可能性 - 建立一站式购票处，即便是锡金邦的最偏远地区也能预定飞机票、火车票甚至汽车票（减少交通需求） | | | 体，协助物种迁移 - 实施有效的火灾预防和管理措施，提升早期的发现和管理高度，包括社区参与火灾管理，用苗圃栽培树木迅速补充火灾导致的森林物种损失 | | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|----|----|--|----------------|-----------------|--|-----|-------------------|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> - 在线支付电费以及其他公用事业费 - 以单程车形式提供公共交通通勤系统 - 付款租用两轮或四轮旅游车辆 - 开发巴士终点站、货车终点站 - 开发公共车辆和现有居住区私人车辆停车场 - 街道行人固定装置 | | | <ul style="list-style-type: none"> - 保护高海拔湿地（HAW） - 推广可再生能源技术，快速评估、确认所有生态区域的高木柴利用率村落，进而确认可再生能源技术干预机会 | | |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|---|----|----|----------------|---|---|-----|---|
| 西孟加拉邦 | <ul style="list-style-type: none"> - 在荒地地区推广可再生能源-太阳能光伏大规模并网发电 - 推广分散式太阳能光热的应用，例如水加热 - 在已确定的消费者类型中实施需求侧管理以减少高峰需求，通过金 | | | | <ul style="list-style-type: none"> - 在不同农业气候区实现作物多元化 - 推动研发，开发耐盐碱/抗洪涝/耐高温品种 - 研究确认耐受性本地品种 - 资源保护技术（RCT），如“免耕” - 利用滴灌、喷灌系统实现灌溉系统现代化 - 推广有机农业 - 建立种子银行 - 通过PPP，在每个地区建立农业BPO | <ul style="list-style-type: none"> - 泉水补给，加强森林地下水补给 - 有序放牧 - 消除入侵物种，管理昆虫和其他病原体 - 通过保护毗邻林块，减少森林碎片化 - 对已退化开放式森林、草地、灌木丛实施生态恢复 - 通过“走廊”连接碎片化森林，协助物种迁移 | | <ul style="list-style-type: none"> - 沿山坡收集雨水（如利用沟槽、堵塞沟壑补给蓄水层） - 建造水库，截流流经邦内的河流 - 建造节制坝，收集地表水 - 水库清淤，增 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div> <div>邦</div> <div>↓</div> </div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|--|---|----|----|----------------|--|---------------------------|-----|--|
| | 融手段、供应链和市场激励促进高效设备的使用 - 在邦内的本地市场大规模采用相关设备和技术，突破现有成本障碍 - 减少系统损耗（技术和商业） | | | | <ul style="list-style-type: none"> - 实时监测天气预报、鱼群动向等信息 - 推广渠道养鱼、下水道养鱼等 - 迅速采用可再生能源技术 - 快速评估和确认高度依赖木柴的村庄 | 在森林栽培各类物种，用苗圃栽培树木及时填充失火区域 | | 加存储容量 - 恢复废弃河道，借助水闸储存雨水 - 鼓励地表水、收集雨水等方案，避免开采地下水 - 通过计量等方式定价 |

| <div> <div>部门</div> <div>→</div> </div> <div>邦</div> <div>↓</div> | 电力 | 工业 | 交通 | 城市/农村人居（包括建筑等） | 农业 (包括牲畜、园艺) | 林业 | 水管理 | 水资源/沿海地区（若该邦条件适用） |
|---|--|----|----|----------------|-----------------|----|-----|-------------------|
| | - 提高能源生产效率 - 通过研发，改善绿色能源评估（太阳能、风能和生物质能）、技术和运行 | | | | | | | 和 监管，防止水资源漏损 |

参考文献

- ACABC. (undated). About the scheme of Agriclincs and Agribusiness Centers. Retrieved April 10, 2013, from Agriclincs and Agribusiness Centers (ACABC): <http://www.agriclincs.net/>
- Ahluwalia, M.(2000), State Level Performance Under Economic Reforms in India, Paper presented at the Centre for Research on Economic Development and Policy Reform Conference on Indian Economic Prospects: Advancing Policy Reform, May 2000; Stanford University, Available from <http://www.planningcommission.gov.in/aboutus/speech/spemsa/msa007.pdf>
- Baer, P., Harte, J., Haya, B., Herzog, A. V., Holdren, J., Hultman, N. E., Kammen, D., Norgaard, R., & Raymond, L. (2000). Equity and greenhouse gas responsibility. *Science*, 289(5488), 2287.
- Barbier, Edward B (2010).Global Governance: The G20 and a Global Green New Deal . Department of Economics & Finance, University of Wyoming, Laramie, USA
- Beevers, S. C. (January, 2005). ‘The Impact of Congestion Charging on Vehicle Emissions in London’. *Atmospheric Environment*, Vol. 39, No. 1, pp. 1-5.
- Bhattacharya, T., & Kapoor, R. (2012). Energy saving instrument–ESCerts in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(2), 1311-1316.
- BNEF, 2013, Global Trends in Clean Energy Investments, Bloomberg New Energy Finance; Frankfurt School-UNEP Centre; <http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/attachments/unepfsglobaltrends2013datapack.pdf> <access date: 30th October 2013>.
- BNEF. (2012). Global Trends in Clean Energy Investments, Bloomberg New Energy Finance; <http://www.bnef.com/PressReleases/view/224> <access date: 17th March 2013>.
- BPSStats. (2012). *BP Statistical Review of World Energy*. BP.
- Burgard D.A., Bishop G.A., Williams M.J., Stedman D.H. (January 2003). *On-road remote sensing of automobile emissions in the Denver Area: Year 4*. Report prepared for the Coordinating Research Council under Contract E-23-4, Univeristy of Denver Denver, CO.,

<http://www.feat.biochem.du.edu/reports.html>.

- Burge, G. (2010). 'The effects of Development Impact Fees on Local Fiscal Conditions'. In *Municipal Revenues and Land Policies* (G K Ingram and Y-H Hong ed., pp. 182-212). Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy.
- Burtraw, D and Shobe, B. 2009. State and Local Climate Policy under a National Emissions Floor, Paper prepared for an international conference: Climate Change Policy: Insights from the U.S. and Europe Paris, 23-24 March 2009.
- C Kennedy et al., D. Bristow, S. Derrible, E. Mohareb, S. Saneinejad, R. Stupka, L. Sugar, R. Zizzo, and B. McIntyre. (2010). 'Getting to Carbon Neutral: A Review of Best Practices in Infrastructure Strategy', in BK Bose (ed.), *Energy Efficient Cities: Assessment Tools and Benchmarking Practices*. Washington DC: World Bank, pp. 171-72.
- CAEP-TERI. (2011). *Environment and Development: China and India*. Joint study by the Chinese Academy for Environmental Planning (CAEP) and The Energy and Resources Institute (TERI), Commissioned by the CCICED and ICSD. New Delhi: TERI Press
- CarbonMarketWatch. (2013). What finance for REDD+? Retrieved April 1, 2013, from Carbon Market Watch: <http://carbonmarketwatch.org/what-finance-for-redd/>
- CBGA. (2011). *Reclaiming Public Provisioning: Priorities for the 12th Five Year Plan*. New Delhi: Centre for Budget and Governance Accountability (CBGA).
- CBGA. (2011). *Reclaiming Public Provisioning: Priorities for the 12th Five Year Plan*. New Delhi: Centre for Budget and Governance Accountability (CBGA).
- CEA. (2007). *Design to Win: Philanthropy's Role in the Fight against Global Warming*. California Environmental Associates (CEA), Available at http://www.climateactionproject.com/docs/Design_to_Win_8_01_07.pdf.
- CEA. (2012), Central Electricity Authority, Government of India (2012). *Monthly Report on Installed Capacity- March 2012*. Central Electricity Authority, Government of India
- ClimateParliament. (2009). *Payment for Ecosystem Services in Himachal Pradesh*. Retrieved April 1, 2013, from Climate Parliament: <http://www.climateparl.net/cp/169>

CPI and ISB 2013; Falling Short: An Evaluation of the Indian Renewable Certificate
Market

Cranston, G. R. and G. P. Hammond. (2011). "North and south: Regional footprints on the transition pathway towards a low carbon, global economy." Applied Energy **87**(9): 2945-2951

DEFRA. (2003). Our energy future - creating a low carbon economy. Department for Environment, Food and Rural Affairs European Environmental Agency. (n.d.). Retrieved December 30, 2011, from www.eea.europa.eu/publications/progress-towards-kyoto/at.../fileSimilar

DoF. (undated). Report of the Working Group on Fertilizer Industry for 12th Five Year Plan (2012-17). New Delhi: Ministry of Chemicals and Fertilizers, Department of Fertilizers (DoF), Government of India (GoI)

Earthwatch. (undated). UNFCCC approves India's first CDM forestry project. Retrieved April 1, 2013, from Earthwatch Institute (Europe): <http://www.earthwatch.org/europe/newsroom/science/news-forest2905.html>

Eco-EnergySolutions. (undated). Cultivation of bamboo and its bioenergy production. Gujarat: Eco-Energy Solutions.

Economic Survey (2012-2013), Accessible from <http://indiabudget.nic.in/es2012-13/echap-12.pdf>. Ministry of Finance, Government of India: New Delhi

Ernst & Young (2012). The future of global carbon markets The prospect of an international agreement and its impact on businesses.

Ethical Markets Global Green R&D Report, Supplement to the Green Transition Scoreboard, August 2012

Evalueserve Business Research. (2008). R&D Ecosystem in India. A report commissioned by the British High Commission and Canadian High Commission, New Delhi

- Evenson, R. E., Pray, C. E., & Rosegrant, M. W. (1999). Agricultural research and productivity growth in India . International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Fan, S. (2002). Agricultural Research and Urban Poverty in India. IFRPRI: EPTD Discussion Paper.
- FAO. (1997). FAO Corporate Document Repository: Ecotourism and Other Services Derived From Forests in the Asia-Pacific Region. Retrieved April 1, 2013, from Food and Agriculture Organization (FAO): <http://www.fao.org/docrep/w7714e/w7714e05.htm>
- FAO. (2012). The State of Food and Agriculture: Investing in Agriculture for a batter future. Rome: Food and Agriculture Organization (FAO).
- Ghosh, P (1993): “Structuring the Equity Issue in Climate Change” in A Achanta (ed.), *Climate Change: An Indian Perspective* (New Delhi: TERI). In Ghosh (2013)
- Ghosh, P (2013): “Equity in Climate Change A Suggested Approach”. *Economic and Political Weekly*. Vol XLVIII no 12, 40-51
- GoI (2011). Report of the Working Group on Steel Industry for the Twelfth Five Year Plan (2012-2017). Ministry of Steel, Government of India: New Delhi
- GoI. (2010). Research, Education, Training, Capacity Building and Information Management for the Environment and Forests Sector. New Delhi: Planning Commission, Government of India (GoI).
- GoI. (undated). Forests and Environment (Chapter 9). New Delhi: Planning Commision, Government of India (GoI).
- Gouldson A, Niall Kerr, Corrado Topi, Ellie Dawkins, Johan Kuylenstierna, Richard Pearce. (2012). *The Economics of Low Carbon Cities: Methods and Outcomes of a Mini-Stern Review for the Leeds City Region*. Centre for Low Carbon Futures, Leeds, Available at www.lowcarbonfutures.org.
- GRIHA. (2012). Green Rating for Integrated Habitat Assessment. Details available at

http://www.grihaindia.org/index.php?option=com_content&view=article&id=109.

Hazell, P., & Haddad, L. (2001). *Agricultural Research and Poverty Reduction. Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 34*. Washington DC: International Food Policy Research Institute.

IARI. (2008). *Drip Irrigation Technology*. Retrieved March 23, 2013, from Indian Agricultural Research Institute (IARI):
http://www.iari.res.in/?option=com_content&view=article&id=200&Itemid=547

IDFC(2010). *India Infrastructure report: Infrastructure development in a low carbon economy*. Infrastructure Development Finance Company.

IDFC. (2010). *Financing Low Carbon Infrastructure in India*. Infrastructure Development Finance Company. Available from <http://www.idfc.com/pdf/report/Chapter-4.pdf>

IEA (2012). *Key World Energy Statistics*. International Energy Agency. Paris

IIEC (2012). *Roadmap to Set-up State Clean Energy Funds*. International Institute for Energy Conservation . USA

IIFL. (2013). *IIFL Data Monitor*. Retrieved March 20, 2013, from Indiainfoline:
<http://portal.indiainfoline.com/datamonitor/Union-Budget-Economic-Survey/Union-Budget-2012-13/Expenditure-Budget/Volume-2/Ministry-of-Environment-and-Forests.aspx>

IIFM. (undated). *National Forest Policy Review*. Bhopal: Indian Institute of Forest Management (IIFM).

IISc. (undated). *Ministry of Environment and Forest (Chapter 33)*. Bangalore: Indian Institute of Science.

IL&FS. (2010). *Technical EIA Guidance Manual for Chlor-Alkali Industry*. Hyderabad: IL&FS Ecosmart Limited.

International Energy Agency (IEA). (2008). *World Energy Outlook 2008*. Paris: OECD/IEA.

- International Energy Agency (IEA). (2011). *Energy for All: Financing Access for the Poor, World Energy Outlook 2011*. Paris: IEA.
- IPCC (2000). Special report on emissions scenarios (SRES). A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press
- Jagannathan, V. (2010). Indira Gandhi Centre for Atomic Research to Develop Advanced Boiler for Coal Fired Power Plants, India Vision. Retrieved March 10, 2013, from <http://www.indiavision.com/news/article/scitech/99359/>
- Jørgensen, K. 2011, Climate Initiatives at the Subnational Level of the Indian States and their Interplay with Federal Policies, Paper presented at the 2011 ISA Annual Convention, 16-19 March 2011, Montreal:Canada
- Kaswan, A,2007. The Domestic Response to Global Climate Change: What Role for Federal, State, and Litigation Initiatives?. University of San Francisco Law Review, Vol. 42, No. 1, Univ. of San Francisco Law Research Paper No. 2010-10. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1129828>
- KPMG (2011). Financing low-carbon investment in developing countries: Public-private partnerships for implementation of Nationally Appropriate Mitigation Actions
- KPMG. (2011). *CDP Cities 2011 Global Report on C40 Cities: Carbon Disclosure Project*. Available at http://www.kpmg.com/RU/ru/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Risk-and-Compliance-Newsletter/Documents/%D0%92%D1%8B%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA%207/CDP_Cities_JULY_web.pdf www.c40citieslive.squarespace.com/storage/CDP%20Cit.
- Kromer M., Bandivadekar A., Evans C. (2010). Long-term greenhouse gas emission and petroleum reduction goals: Evolutionary pathways for the light-duty vehicle sector. *Energy*, 35, 387-397.
- Lang, C. (2011). India's first REDD project in Khasi Hills. REDD-Monitor.org.
- Lichterhan, J. (1999). Disasters to come. *Futures*(31), 593–607.

- Liu, Zuo. (2007). *Overview of the Tax System in China*. Economic Science Press.
- Melamed, C and E Samman. (2013). Equity, inequality and human development in a post-2015 framework. United Nations Development Programme. Human Development Report Office Research Paper, February 2013
- Merk, O., Saussier, S., Staropoli, C., Slack, E., and Kim, J-H. (2012). *'Financing Green Urban Infrastructure'*, *OECD Regional Development Working Papers 2012/10*. OECD Publishing, Available at <http://dc.doi.org/10.1787/5k92p0c6j6r0-en>.
- Ministry of Environment, Japan (MoE). (2007). *National Greenhouse Gas Inventory Report of Japan*. National Institute for Environmental studies, Ibaraki, Japan.
- Ministry of External Affairs. (n.d.). Retrieved April 2013, from <http://www.mea.gov.in/bilateral-documents.htm?dtl/20848/Agreed+Minutes+of+the+2nd+IndiaChina+Strategic+Economic+Dialogue>
- Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China. (n.d.). Retrieved April 25, 2013, from UN Climate Change Summit Opens in New York Hu Jintao Attends the Opening Ceremony and Delivers an Important Speech : <http://www.fmprc.gov.cn/eng/zxxx/t616862.htm>
- MINT. (2013). Maharashtra Drought. Retrieved March 26, 2013, from live MINT: <http://www.livemint.com/Politics/L4ag1QRXpsEOIPKb6JaNHL/EGoM-approves-1207cr-drought-relief-package-to-Maharashtra.html>
- Miraglia, M., Marvin, H., Kleter, G., et al. (2009). Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 1009-1021.
- Mishra A, Pandey N, Upadhyay H, Gupta P, and Kumar A, 2011; Sub-national actions on climate change in India and implications for international collaboration, Discussion paper prepared for Conference of Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 28 November-9 December 2011,

Durban, South Africa; <http://www.scribd.com/doc/79749413/Sub-National-Action>

Mittal, R. (2012). Rejuvenating India's agriculture sector. Economic Times (ET).

MNRE. (2012). Annual Report. New Delhi: Ministry of New and Renewable Energy (MNRE).

MoA. (2011-12). Annual Report. New Delhi: Dept. of Agricultural Research (DARE)/ Indian Council of Agricultural Research, Ministry of Agriculture (MoA).

MoA. (2012). Annual Report. New Delhi: Dept. of Agricultural Research (DARE)/ Indian Council of Agricultural Research, Ministry of Agriculture (MoA).

MoA. (undated). National Mission for Sustainable Agriculture (NMSA). Ministry of Agriculture (MoA).

MoEF. (2010). National Mission for Green India: National Consultations. New Delhi: Ministry of Environment and Forest (MoEF).

MoEF. (2012). GIM Advisory on Funds. New Delhi: Ministry of Environment and Forest (MoEF).

MOF (2009). Summary of proceedings: Roundtable Conference on Public Private Partnerships (PPPs) in Urban Sanitation/ Sewerage. Department of Economics Affairs (DEA), Ministry of Finance, Government of India. Hyderabad

MOF (2011). Office Memorandum: Guidelines for appraisal and approval of projects/schemes eligible for financing under the National Clean Energy Fund (Dated 18th April, 2011). Ministry of Finance, Government of India

MoF. (2013). Economic Survey 2012-13. Ministry of Finance, Government of India: New Delhi

MoM. (undated). Jawaharlal Nehru Aluminium Research Development and Design Centre (JNARDDC). New Delhi: Ministry of Mines (MoM), Government of India (GoI).

MoP (2012). Report of the working group on Power for Twelfth Plan (2012-17). Ministry of Power, Government of India: New Delhi. Retrieved March 17, 2013, from

http://planningcommission.nic.in/aboutus/committee/wrkgrp12/wg_power1904.pdf

MoS. (undated). Promotion of Research & Development in Indian Iron & Steel Industry. Retrieved April 3, 2013, from Ministry of Steel (MoS), Government of India (GoI):
<http://steel.gov.in/Scheme%20for%20promotion%20of%20Research%20&%20Development%20in%20Indian%20Iron%20&%20Steel%20Industry.htm>

MoT. (2011). Technology Mission on Technical Textiles (TMTT): 2010 to 2014-15 - Compendium on Centres of Excellence. New Delhi: Ministry of Textiles (MoT), Government of India (GoI).

MoUD (2011). Toolkit for Public Private Partnership frameworks in Municipal Solid Waste Management. Ministry of Urban Development. Volume I. Govt. of India

MoUD (2011). Toolkit for Public Private Partnership frameworks in Municipal Solid Waste Management. Ministry of Urban Development. Volume II. Govt. of India

MoUD (2012). Toolkit for Solid Waste Management: Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission. Ministry of Urban Development. Govt. of India

MoUD. (2008). Study on Traffic and Transportation Policies and Strategies in Urban Areas in India, Ministry of Urban Development; http://urbanindia.nic.in/programme/ut/final_Report.pdf
<access date 17th March 2013>

MoUD. (2011). Recommendations of Working Group on Urban Transport for 12th Five Year Plan

MSME (2011). Annual Report 2010-11. Ministry of Micro, Small and Medium Enterprises, Government of India: New Delhi

NABARD. (2007). Forestry Wasteland: Bamboo Cultivation. Retrieved March 25, 2013, from NABARD: http://www.nabard.org/modelbankprojects/forestry_bamboo.asp

NABARD. (2007). Rural Innovation Fund. Retrieved April 9, 2013, from National Bank for Agriculture and Rural Development (NABARD):

http://www.nabard.org/nonfarm_sector/rif_faqs.asp#question_3

National Bureau Statistics of China. (2012). *China Statistical Yearbook 2*.

NIPFP(2013). Promoting Effective Utilisation of National Clean Energy Fund. National institute of public finance and policy. New Delhi

NMBA. (2009). National Mission on Bamboo Applications. Retrieved March 25, 2013, from Bambootech:
<http://www.bambootech.org/subsubTOP.asp?subsubid=173&subid=13&sname=MISSION&subname=NMBA>

Now add the investment picture, Climate Policy Initiative and Indian School of Business.

OECD. (2010). *National Accounts at a Glance 2009*. OECD Publishing.

Office of the President, Republic of Guyana. (n.d.). Retrieved December 2011, from A Low-Carbon Development Strategy:
<http://www.lcds.gov.gy/images/stories/Documents/Low%20Carbon%20Development%20Strategy%20-%20May%202010.pdf>

Oh, Deokkyo (2011). Green Financing in Korea. Available from
http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/9c9f848048a7e6c8a83fef6060ad5911/Green_Financing_in_Korea_AICG_Deokkyo%2BOH.pdf

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2007). Mapping Policy for Electricity, Water and Transport. *Infrastructure to 2030, Vol. 2*. Paris: OECD.

Panchabuta. (2012). Energy Plantation. Retrieved March 25, 2013, from Panchabuta:
<http://panchabuta.com/2012/06/28/karnataka-forest-department-plans-bamboo-cultivation-for-biomass-power/>

Pappu, Saxena and Asolekar. (2007). Solid Waste generation in India and their recycling potential in building materials. *Journal of Building and Environment*

Peters, G. P., & Hertwich, E. G. (2008). CO2 embodied in international trade with implications for

global climate policy. *Environmental Science & Technology*, 42(5), 1401-1407.

Peters, G. P., Minx, J. C., Weber, C. L., & Edenhofer, O. (2011). Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(21), 8903-8908.

PFC 2012, Power Finance Corporation. Ultra Mega Power Projects (UMPP). Available at: <
<http://www.pfcindia.com/Content/UltraMegaPower.aspx>>. [Accessed 25 March 2012]

Planning Commission (2012). Twelfth Five Year Plan (2012-2017). Faster, More
Inclusive and Sustainable Growth (Volume 1). New Delhi: Government of India

Planning Commission . (n.d.). *Interim Report of the Expert Group on Low Carbon
Strategies for Inclusive Growth*. Retrieved April 25, 2013, from
[http://planningcommission.nic.in/reports/genrep/index.php?repts=report_carbon.
htm](http://planningcommission.nic.in/reports/genrep/index.php?repts=report_carbon.htm)

Planning Commission. (n.d.). Retrieved April 28, 2013, from
http://planningcommission.nic.in/plans/planrel/12appdrft/appraoch_12plan.pdf

REEEP. 2009. Policy and Regulatory Review, Special Report on India and Indian States.
[Renewable Energy & Energy Efficiency Partnership] Available at:
<http://www.reeep.org>.

Remme, U., Tru deau, N., Graczyk, D., and Taylor, N. (2011). Technology Development
Prospects for the Indian Power Sector, Information paper prepared for the Energy
Technology Perspective Project of the International Energy Agency (IEA).
France: OECD/IEA

Roy, S. (2012). JNNURM has been business as usual. Available from [http://www.business-
standard.com/article/opinion/subir-roy-jnnurm-has-been-business-as-usual-
112120500197_1.html](http://www.business-standard.com/article/opinion/subir-roy-jnnurm-has-been-business-as-usual-112120500197_1.html): Business Standard (5 December 2012).

Schmid, G. 2012. The development of renewable energy power in India: Which policies
have been effective? *Energy Policy* 45 pp. 317–326

Sen, A. (1987). *The Standard of Living*. Cambridge University Press

Singh, S. (2008). Payment for Ecosystem Services (PES) in India from the Bottom-Up. Retrieved April 1, 2013, from Down to Earth (Centre for Science and Environment (CSE)):
<http://www.ceecec.net/case-studies/payment-for-ecosystem-services-pes-in-india-from-the-bottom-up/>

Sokona, Y. (2011). *Transition to a Green Economy: Managing the transition*.

Sterk, W and F. Mersmann (2011). Domestic Emission Trading Systems in Developing Countries – State of Play and Future Prospects. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. Available from <http://www.jiko-bmu.de/files/basisinformationen/application/pdf/pp-ets-developing-countries.pdf>

TEDDY 2012-13. TERI Energy and Data Directory and Yearbook. The Energy and Resources Institute. TERI Press: New Delhi

TERI . (2012). GRIHA (Green Rating and Integrated Habitat Assessment)

TERI 2009, Master Plan to make Chandigarh a solar city, The Energy and Resources Institute,
http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/chandigarh_solar_city_master_plan.pdf

TERI Energy Data Directory & Yearbook (TEDDY) 2012/13. New Delhi: The Energy and Resources Institute.

TERI. 2012. Conceptual paper: Innovation for green growth in India. New Delhi: The Energy and Resources Institute. 19 pp.

TERI. (2009). Is India ready to implement REDD Plus? A preliminary assessment. New Delhi: The Energy and Resources Institute.

TERI. (2009). Is India ready to implement REDD Plus? A preliminary assessment. New Delhi: The Energy and Resources Institute.

TERI. (2009). Reducing Greenhouse Gas Emissions in India: Financial mechanisms and opportunities for EU-India collaboration. New Delhi: The Energy and Resources Institute (TERI).

- TERI. (2012). India's Green economy: Roadmap to an inclusive and equitable growth. New Delhi: TERI
- TERI. (2012). International REDD+ architecture and its relevance for India. New Delhi: The Energy and Resources Institute (TERI).
- The Climate Group. (2009). The Real Deal: State & Regional Government Action on Climate Change, Prepared for the Climate Leaders Summit, Copenhagen 2009, The Climate Group, http://www.theclimategroup.org/_assets/files/The-Real-Deal--State-and-Regional-Action-on-Climate-Change.pdf
- TOI 2013, http://articles.timesofindia.indiatimes.com/2013-03-01/chandigarh/37371971_1_model-solar-city-solar-photovoltaic-power-plants-area-and-annual-cost
- UNDP. (2010). Down to Earth: A Territorial Approach to Climate Change, Low Carbon and Climate Resilient Strategies at the Sub-National Level, http://www.nrg4sd.org/sites/default/files/default/files/content/public/29-climatechange/background/tacc/down_to_earth_donor_proposal-version_1_mars_2010.pdf
- UNEP. (2011). Forests in a green economy: a synthesis. United Nations Environment Programme (UNEP).
- UNEP. (2011). *Innovative Climate Finance*. Examples from the UNEP Bilateral Finance Institutions Climate Change Working Group, United Nations Environment Programme, Nairobi.
- UNFCCC. (undated). Newly registered CDM projects / REQUESTS FOR ISSUANCE and registration / input at validation stage. Retrieved April 1, 2013, from United Nations Convention on Climate Change (UNFCCC): Clean Development Mechanism (CDM): http://cdm.unfccc.int/CDMNews/issues/issues/I_28Z09VBGII4Q55V9SMZD5TUEZQ65BH/viewnewsitem.html
- UNFCCC. (undated). What is CDM. Retrieved April 1, 2013, from United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): Clean Development Mechanism (CDM): <http://cdm.unfccc.int/about/index.html>

- UnniKrishnan. D. (2012). Climate Change Adaptation in Rural Areas of India, Indo-German Technical Cooperation Project, GIZ India,
<http://www.cseindia.org/userfiles/GIZ%20and%20State%20Action%20Plans%20-%20Work%20in%20the%20rural%20areas%20of%20India.pdf> , Accessed on April 18, 2013
- Upadhyaya, Prabhat (2010): Is emission trading a possible policy option for India?, in: Climate Policy 10 (2010). Earthscan.
- Verma, S. (undated). Dry Land Agro Forestry. Grassroots Innovations Augmentation Network (GIAN).
- WEF (2013). Global Risks 2013, World Economic Forum, p 13, fig 6, ISBN: 92-95044-50-9 978-92-95044-50-0 REF: 301211
- World Bank (2012). State and Trends of the Carbon Market. World Bank: Washington DC
- Wu, J., Zhang, Y. (2008). Transport sector CO₂ emissions growth in Asia: Underlying factors and policy options. *Energy Policy*, 36, 3422-3426.
- WWF. (undated). Payments for Ecosystem Services. Retrieved April 1, 2013, from World Wildlife Fund:
http://www.wwfindia.org/about_wwf/reducing_footprint/sustainable_forestry/solutions/pes/
- Yang, Z. (2011). *Social Responsibility Report of China Banking Industry*. Available at
<http://bank.hexun.com/2012-06-19/142618405.html>.
- Yu, S., & Evans, M. (2010). India's R&D for Energy Efficient Buildings: Insights for U.S. Cooperation with India.
- Zhang, Q., Tian, W., Wei, Y., Chen, Y. (2007). External costs from electricity generation of China up to 2030 in energy and abatement scenarios. *Energy Policy*, 35, pp. 4295–4304
- Zott, C., Amit, R., & Massa, L. (2011). The business model: recent developments and future research. *Journal of Management*, 37(4), 1019-1042.

中国和印度的低碳发展

问题与策略

本出版物是就中国和印度的低碳发展进行联合研究的结果，旨在为融资、创新政策、次国家背景等交叉领域制定低碳发展具体策略。中印低碳发展联合项目的预期成果能够为决策提供支持，并将促进南南合作，生成相关知识，通过经验交流和观点沟通实现能力建设。本书的探讨范围涉及中国和印度的低碳发展。

