



# 应对气候变化 孕育经济增长

新气候经济综合报告

统整报告 (THE SYNTHESIS REPORT)

# 新气候经济

全球经济和气候委员会

合作伙伴

管理合作伙伴



2014年9月

New Climate Economy  
c/o World Resources Institute  
10 G St NE  
Suite 800  
Washington, DC 20002, USA  
+1 (202) 729-7600

[www.newclimateeconomy.report](http://www.newclimateeconomy.report)  
[www.newclimateeconomy.net](http://www.newclimateeconomy.net)





Photo credit: Asian Development Bank

# 应对气候变化 孕育经济增长

新气候经济综合报告

---

统整报告 (THE SYNTHESIS REPORT)



## 新气候经济

全球经济和气候委员会及其旗舰项目新气候经济的成立旨在帮助政府、企业和社会更明智地进行决策，在实现经济繁荣和发展的同时解决气候变化问题。

本工作计划于 2013 年由以下七个国家的政府委托开展：哥伦比亚、埃塞俄比亚、印度尼西亚、挪威、韩国、瑞典以及英国。委员会获益于七国的支持，但始终作为独立机构运作，自主得出结论。

委员会的项目工作由全球领先的八家研究机构联合开展：世界资源研究所（简称 WRI，管理合作伙伴），美国气候政策研究中心（简称 CPI），埃塞俄比亚发展研究所（简称 EDRI），全球绿色增长研究所（简称 GGGI），印度国际经济关系研究理事会（简称 ICRIER），伦敦政治经济学院城市研究中心，斯德哥尔摩环境研究所（简称 SEI）以及清华大学。

## 全球经济和气候委员会

全球经济和气候委员会监督新气候经济项目。墨西哥前总统 Felipe Calderón 担任委员会主席，成员包括各国的前政府首脑和财政部长，以及来自经济、企业和金融领域的领袖。

全球经济和气候委员会成员赞同报告中的论点、研究成果及建议，但不应将此视作同意每一个字词或数字。他们都以个人名义在委员会任职。因此，并未正式要求他们所属的机构赞同报告，也不应理解为其机构已表示赞同。

**Felipe Calderón**，墨西哥前总统（主席）

**Nicholas Stern**，伦敦政治经济学院，经济与政府学 I G Patel 教授（联合主席）

**Ingrid Bonde**，瑞典大瀑布电力公司首席财务官、副总裁

**Sharan Burrow**，国际工会联盟秘书长

**Chen Yuan**，中国人民政治协商会议副主席、前中国开发银行董事长

**Helen Clark**，联合国开发计划署署长、新西兰前总理

**Luísa Diogo**，莫桑比克前总理

**Dan L. Doctoroff**，彭博首席执行官兼总裁

**S. Gopalakrishan**，印孚瑟斯执行副总裁、印度工业联合会主席

**Angel Gurría**，经济与合作发展组织秘书长

**Chad Holliday**，美国银行主席

**Paul Polman**，联合利华首席执行官、世界可持续发展商业委员会主席

**Sri Mulyani Indrawati**，世界银行常务董事兼首席运营官、印度尼西亚前财政部长

**Caio Koch-Weser**，德意志银行集团副董事长、欧洲气候基金会监事会主席

**Ricardo Lagos**，智利前总统

**Michel M. Liès**，瑞士再保险集团首席执行官

**Trevor Manuel**，南非前财政部长

**Takehiko Nakao**，亚洲开发银行行长

**Eduardo Paes**，里约热内卢市长、C40 城市气候领袖群主席

**Annise Parker**，德克萨斯州休斯顿市市长

**Nemat Shafik**，英格兰银行副行长、前国际货币基金组织副总裁（任职至 2014 年 6 月）

**Jens Stoltenberg**，联合国秘书长气候变化特使、前挪威首相

**Maria van der Hoeven**，国际能源署执行主任

**Zhu Levin**，中国国际金融有限公司总裁兼首席执行官

## 经济顾问组

由知名经济学家和相应领域的领袖组成的委员会负责为项目提供咨询。经济顾问组（简称 EAP）向委员会提供有价值的指导意见，影响委员会的工作，但他们并未被正式要求赞同报告，不应理解为顾问组已表示赞同。EAP 主席 Nicholas Stern 所作《增长与变化的理论与观点：经济顾问组对委员会报告的指导意见》中涵盖了顾问组的大量贡献。

**Nicholas Stern（主席）**，伦敦政治经济学院，IG 帕特尔经济与政府学教授

**Daniel Kahneman**，诺贝尔奖获得者、普林斯顿大学伍德罗·威尔逊心理与公共事务学院名誉教授

**Philippe Aghion**，哈佛大学经济系讲座教授

**Ian Parry**，国际货币基金组织环境财政政策首席专家

**Isher Judge Ahluwalia**，印度国际经济关系研究理事会主席

**Carlota Perez**，塔林理工大学技术与社会经济发展教授、伦敦经济学院教授

**Kaushik Basu**，世界银行高级副总裁兼首席经济学家

**Torsten Persson**，斯德哥尔摩大学国际经济研究院院长

**Ottmar Edenhofer**，柏林工业大学气候变化经济学教授

**Dani Rodrik**，普林斯顿大学高等研究所社会科学院教授

**Fan Gang**，中国国民经济研究所所长

**Michael Spence**，诺贝尔奖得主、纽约大学经济学教授

**Ross Garnaut**，澳大利亚国立大学著名经济学教授

**Rintaro Tamaki**，经济合作与发展组织副秘书长

**Benno Ndulu**，坦桑尼亚中央银行行长



## 前言

世界各地的人都想为自己及子女追求更好的生活。政府想要确保经济增长，改善生活水平，增加工作岗位以及减少贫困。商业希望扩大规模并获得更多利润。

我们如今也明白世界需要应对气候变化带来的挑战。

所有这些愿望都能同时得到满足吗？是否可能在处理气候变化长期问题的同时促进经济成长与发展？还是我们在未来安全与 dangqian 生活水平之间只能有所取舍？

正是为了客观、独立地审视这些问题，2013 年七个国家组建了全球经济和气候委员会。

我们出台的报告面向全球公共部门和私营行业的决策者。核心结论就是通过塑造目前正在发生的结构与技术革新的主要进程，我们可以在营造持续的经济增长的同时解决气候变化的迫切问题。

我们特别感谢哥伦比亚、埃塞俄比亚、印度尼西亚、韩国、挪威、瑞典以及英国的政府，感谢他们的愿景和支持。他们给予我们充分的工作自由，本报告中的研究成果和建议完全独立，不受他们的影响。

委员会由 24 位前政府首脑、财政部长，以及商业、城市、国际组织和研究机构的领袖组成。他们丰富的经验确保我们的研究基于现实，报告中给出的建议能够实施。由 14 位著名经济学家组成的专家组担任委员会的顾问，他们都是各自经济领域的领袖，从不同角度，就经济的增

长与发展，结构转变，公共政策制定、风险以及经济发展史对项目的研究方法提供了指导。

研究项目由专门团队主持，获得了五大洲经济与政策研究机构的合作与支持。工作充分利用了来自世界各地政府、州、城市、社区、公司、商会、国际组织以及金融机构的经济决策者的广泛参与。100 多个组织通过研究论文、数据、团队工作、反馈以及提供建议和支持，对委员会工作做出了积极贡献。因此，本报告反映了许多机构和专家的见解和经验。我们感激他们所有人。

本报告应对的问题再怎么重要也不为过。如今几乎每个国家都面临经济难题。气候变化让整个世界面临前所未有的挑战。我们在报告中提出的《十点全球行动计划方案》可以有助于推动实现更好的增长和更适宜的气候。其中提出的实际措施不仅各国政府可以采用，城市和地方政府、商业、社区以及国际机构也可以采用。委员会和新气候经济项目会继续致力于进一步加深这些问题的兴趣方的参与。

需求是迫切的，因为今天和今后数年所做的决定将会决定未来经济增长与气候变化的走势。全球领导人将在 2015 年相聚，决定可持续发展的新目标和达成新的气候协议。他们将继续在各自国内做出至关重要的经济决策。我们希望他们在决策时认真考虑本报告的研究成果和建议。

**FELIPE CALDERÓN**

全球经济和气候  
委员会主席

**JEREMY OPPENHEIM**

新气候经济项目  
全球总监

**NICHOLAS STERN**

经济顾问组主席  
全球经济和气候委员会  
联合主席

## 执行摘要

成立全球经济和气候委员会目的是审视是否可以实现持续的经济增长，同时应对气候变化带来的风险。

委员会出台报告旨在告诉公共和私营领域的经济决策者，他们之中的许多人认识到了气候变化带来的严峻风险，但还需解决更加迫在眉睫的问题，如：就业、竞争、贫困。报告将证据和分析相结合，从各个国家、城市以及各行业的实践经验中吸取经验。

**报告的结论是各个收入阶层的国家目前都有机会实现持续的经济增长，同时减少气候变化的巨大风险。**全球经济领域内的结构和技术革新，以及加强经济效益的机会的存在使之成为可能。必要投资的资本可用，创新的潜力巨大。需要的是坚强的政治领导力和值得信赖的连贯政策。

**随着全球经济进行深入的结构调整，接下来的十五年非常关键。**不可能“一切照旧”。全球经济增长率将会超过 50%，十亿多人口将进入城市生活，快速的技术进步也将继续改变各行各业和生活方式。全球城镇化、土地利用以及能源系统基础设施上的投资可能会达到 90 万亿美元。对这些变化的管理方式将会塑造未来的增长模式、生产力以及生活水平。

**下个十五年的投资也将决定全球气候系统的未来。**过去，因温室气体排放而导致的气候变化已经造成了严重的经济后果，特别是在受气候变化冲击较大的区域。未来十到十五年，全球的温室气体排放将在达到顶峰后回落，在此期间，若不采取更强力的行动，几乎可以肯定全球平均变暖幅度将超过 2°C 这一国际社会统一认为不应超过的幅度。如果目前的趋势继续下去，到本世纪末，全球变暖幅度将超过 4°C，造成极端且可能无法逆转的后果。延迟削减排放会导致温室气体浓度的增加和高碳资产存量的固定化，最终导致向低碳经济转型的成本愈发昂贵。

**未来的经济增长不必非得复制过去高碳、不均匀分配的模式。**目前在下述经济的三大关键领域进行效率提升，结构转型以及技术革新方面的投资潜力巨大：

- **城市**是经济发展的引擎。城市形成约 80% 的全球经济产出，约 70% 的能源消耗以及能源相关的温室气体排放。全球最大和增长最快的城市如何发展对于未来全球经济发展和气候变化的走向至关重要。但如今城镇的许多发展无计划，无结构，经济、社会以及环境代价高昂。全球先进城市展现出，围绕公共交通进行更紧凑、连通性更强的建设，这样形成的城市经济更具活力也更健康，排放程度低。这种城镇化方式能在未来十五年减少超过 3 万亿美元的城镇基础设施资金需求。
- **土地利用**效率将决定能否在维持自然环境的同时养活预计到 2030 年将超过 80 亿的世界人口。运用土壤和水体管理的新技术和综合措施，能够使食品产量得到提升，森林受到保护，通过提升农作物和牲畜种养效率减少土地使用排放。仅仅恢复全球 12% 的已退化农地就可以在 2030 年前养活两亿人，同时还可以增强气候的调节能力以及减少排放。只要国际社会大力支持再加上在国内致力于保护森林并发展农村收入，就能够实现减慢并最终阻止沙漠化。
- **能源系统**为各种经济提供增长动力。我们正步入使用清洁能源的未来。使用煤炭比以往的风险更高也更贵，愈发依赖进口，空气污染也越来越严重。成本的快速下降，尤其是风能和太阳能，会使得未来十五年用可再生能源和其它低碳能源生产的电力占到所有新生产电力的一半还多。商业、建筑以及交通业能效上的更大投资在削减并管控需求方面潜力巨大。在发展中国家，分散的可再生能源可以为十亿多无电可用的人提供电力。

在所有这些方面，需要利用三项变革的驱动力来克服市场、政策以及体制对低碳增长造成的障碍。

- **提升资源的使用效率**是增长与减排的核心所在。许多经济体因市场和政策失误而扭曲了资源的有效配置，同时也增加了排放。尽管给予清洁能源的补贴达到 1000 亿美元，但对易造成污染的化石燃料的补

贴却高达 6000 亿美元。逐步取消化石燃料补贴能促进增长，并可释放出资源进行重新配置，使低收入家庭受益。一个坚挺的、可预测的碳排放价格会提升能源使用效率，提供新的财政收入，从而削减其它税收。精心设计的规则，如为设备和车辆设立更高的性能标准，也很有必要。

- **基础设施投资**是现代经济发展的基础。低碳形式的基础设施对于减少目前的排放至关重要。但是现在许多经济体未能调动充足的资金来满足基础设施的需求。这并不是由于全球经济缺乏资金。这是由于许多国家缺乏公共融资能力，市场认为投资风险太高。金融创新可以降低融资成本，对低碳电力而言可能会降低 20% 的成本。发行绿色债券以及风险共担的金融工具和产品等金融创新活动可以将低碳资产风险与投资者的需求结合起来。各国和国际的发展银行应得到加强与扩大。
- **促进技术、商业模式以及社会实践领域的创新**既能驱动增长又能减少排放。在数字化、新材料、生命科学以及生产过程这些领域取得的进步可能会改变市场，大幅降低资源消耗。但技术不会自动沿着低碳方向进步。需要明确的政策信号，包括降低在新技术和商业模式领域的市场与监管壁垒，还需要目标明确的公共支出。为促进下一波资源节约型技术与低碳技术的发展，在能源领域进行的公共研究与发展投资应提升三倍，到 2025 年应远远超过 1000 亿美金。

为这些领域制定良好的政策可以使中短期内的增长和气候目标相辅相成。从长期来看，如果不解决气候变化问题，经济增长本身也将面临风险。

**连贯、可信、长期的政策信号至关重要。**通过影响市场预期，这种政策鼓励加大投资，降低了向低碳经济过度的成本。相较而言，许多国家的政策不够稳定，导致资本的成本上升，损害投资、工作和增长。从长远来看，随着温室气体减排努力的加大，面临的重大风险是高碳投资可能会贬值或“停滞”。

**增长的质量与速率一样重要。**许多低碳政策带来了多种其它方面的益处，包括能源安全的提高，交通堵塞的减少，生活质量的改善，气候变化应对及环境保护韧性的加大。许多政策还有助于减少贫困。在温室气体排放量最高的 15 个国家，主要由化石燃料燃烧导致的空气污染对健康造成的平均损失超过国民生产总值的 4%。许多国家如今认识到了高碳经济发展模式的高昂代价。

**管理得当的话，用于向低碳经济转型的额外基础设施投资并不需要太多。**在高碳经济模式下，交通、能源、供水系统和城市基础设施的投资需求大约在九十万亿美元左右，或者在未来十五年，每年平均需要六万亿美元。通过结合可再生能源并减少对化石燃料的投资，同时让城市更加紧凑，能源需求管理更高效，则对低碳基础设施的投资每年将只需约 2700 亿美元。这些较高资本成本可能被较低的运营成本完全抵消，例如燃料支出减少。投资低碳经济是一种具有成本效益的应对气候变化风险的保障形式。

本报告的《十点全球行动方案》提出了关键性的建议，要求决策者实施以下措施：

1. **通过将气候问题融入核心经济决策程序，加快向低碳经济转型。**这需要各级政府和企业对政策和项目评估工具、业绩指标、风险模型以及报告标准进行系统变革。
2. **达成一个强力的、持久的、公平的国际气候协议，**以增加各国国内政策改革所需的信心，提供发展中国家所需的支持，向投资者发出一个强大的市场信号。
3. **逐步取消对化石燃料和农业投入的补贴，取消鼓励城市扩张的政策，**以促进资源的更有效利用，并腾出公共资金用于其他事项，包括让低收入者受益的项目。
4. **引入坚挺、可预测的碳价格机制**作为良好的财政改革和商业实践活动的一部分，向整个经济体发出强烈信号。

5. 大幅降低低碳基础设施投资的资本成本，扩大制度性资本范围并降低其低碳资产成本。
6. 加大在低碳和气候应对方面的关键技术创新，将清洁能源研发领域的公共投资提高三倍并移除创业和创新壁垒。
7. 让互联、紧凑的城市成为城镇化发展的首选形式，实现方式为鼓励管理更高效的城市增长方式以及优先投资高效、安全的公共交通系统的项目。
8. 在 2030 年前停止自然林砍伐，通过加大对长期投资和森林保护的激励措施，以及将每年的国际资金增加至五十亿美元左右，并逐渐与绩效形成挂钩。
9. 在 2030 年前恢复至少五亿公顷已遗弃或退化的森林和农业用地，加强农村地区收入和粮食安全。
10. 加快远离污染性的燃煤发电方式，立即淘汰发达经济体新增的燃煤电厂，并在 2025 年前逐步淘汰中等收入国家新增的燃煤电厂。

前六条建议提供了形成低碳和气候应对投资与增长所需的强大可靠的框架必不可少的条件。最后四点指明了变革的重要机会，可以驱动未来经济增长，降低城市发展、土地利用以及能源领域所面临的风险。

实施本报告中提出的政策和投资建议至少可以实现到 2030 年降低气候变化风险所需减排量的一半。如果实施广泛有力，并快速学习和分享最佳实践经验，甚至可能实现所需减排量的 90%。这些措施在给气候带来收益前都已带来多种经济和社会效益。还需要采取进一步的行动，其中如仅为降低气候风险而承担碳的捕获、使用和存储技术发展所需净成本。2030 年以后，即在本世纪下半叶全球温室气体净排放需下降至零或达到零以下。但如果现在奠定了低碳经济的发展基础，则减排成本将会大幅降低，经济成长的机会也会更大。

一个公平、强大的国际协议对支持雄心勃勃的国内行动至关重要。发达国家需要通过自己的强力减排行动起表率作用，并动员对发展中国家进行资金和技术支持。与此同时，发展中国家现已占到年度温室气体排放的三分之二。因此，所有国家都要发挥各自的作用，否则就不能在全球实现所需减排规模。

转向低碳、对气候变化适应性强的增长与发展道路并不容易，各国政府需要决心和意愿来实现公正转型。并不是所有气候政策都能带来双赢结果，特别是在短期内，要权衡利弊有所取舍。尽管创造了许多工作机会，许多企业的市场和收益将会更大，但同时有些工作还是会失去，特别是高碳行业的工作。管理转型带来的人力和经济成本的方式应该是向失业工人、受到影响的社区以及低收入家庭提供支持。这需要强力的政治领导和公民社会的积极参与，以及富有远见、开明的商业决策。

本报告中的充足证据显示，现今既能促增长又能减少气候风险的行动范围很大。领先企业、城市以及国家正在展示如何行动。全球经济领袖面对一个绝佳机会：将世界带上可持续发展的繁荣道路。回报非常丰厚，现在即是决策时刻。我们能够同时实现应对气候变化，孕育经济增长。

# 目录

前言	7	4. 变化经济学	40
执行摘要	8	4.1 “应对气候变化”和“孕育经济增长”的框架	
引言	12	4.2 应对市场失灵的政策及强有力的机构	
		4.3 应对改变的障碍和阻力	
<b>第一部分：概述</b>		5. 融资	43
1. 挑战	14	5.1 降低低碳能源融资成本的政策	
2. 经济增长与气候变化	15	5.2 创造新的价值，降低搁浅资产风险	
2.1 识别变革的关键驱动力		6. 创新	45
2.2 付诸行动		6.1 面向低碳经济的转型式创新	
2.3 将增长与碳排放剥离开来		6.2 “循环”经济的潜力	
3. 增长质量	19	6.3 让建筑物和材料更可持续	
4. 管理转型	21	6.4 加强创新，支持低碳转型	
5. 减少气候风险	23	7. 国际合作	48
6. 领导力	25	7.1 订立新的国际气候协议	
		7.2 增加国际气候融资的流动性	
		7.3 贸易协议的作用	
		7.4 自愿合作倡议	
		7.5 修订全球经济的规则和惯例	
<b>第二部分：章节提要</b>		<b>第三部分：全球行动计划</b>	52
1. 城市	28	尾注 - 第一部分	56
1.1 更好的城市发展模式		尾注 - 第二部分	60
1.2 从国家层面管理城市发展的战略方法		致谢	69
1.3 制定更令人信服的政策和制度来推进实施紧凑、连贯和协调的城市发展模式		项目团队	71
1.4 国际社会的作用			
2. 土地利用	31		
2.1 农业供应方面的措施			
2.2 森林是自然资本			
2.3 需求方面的措施			
3. 能源	35		
3.1 不断变化的煤炭前景			
3.2 可再生能源的新时代			
3.3 天然气搭起低碳能源和 CCS 之间的“桥梁”			
3.4 充分利用能源供应			



## 引言

撰写本报告旨在理解存在不同经济体的国家可以如何在实现更强劲的经济增长和发展的同时降低危险气候变化的风险。

这些问题有时会卷入争议和陷入意识形态争论。新气候经济项目的目标是尽可能独立、客观地收集并评估证据。

《新气候经济报告》全文刊于：

[www.newclimateeconomy.report](http://www.newclimateeconomy.report)。本整合报告是一份总结，目的是以更简短的形式传达整个报告的核心分析和信息。这就意味着一些论据会被压缩，有些细节会被省略。希望更深入了解基础工作的读者应阅读报告全文，其中每一章都可以单独访问。

新气候经济项目采取的方法是采纳重大经济决策者——政府的财政部长及其他部长、企业和金融机构负责人、国家和省级领导人、城市市长以及工会和社区领袖——的角度，他们的决策影响人们的生活。这些决策者在努力实现目标，解决那些看起来远比气候变化问题更迫切而严峻的问题。然而，正是这些决策者的决定将影响气候系统的未来走势。所以，本报告试图探索的问题并非“如何减少温室气体排放？”（其他人已进行了这样的综合性研究），而是“经济决策者如何在实现他们的主要目

标的同时也减少对气候产生的影响？”。潜在的假设是，如果经济收益、机遇、成本更加明了，人民和国家会更容易做出解决气候变化问题所需的政治决策。如果他们能看到气候相关的行动与投资符合他们要实现经济增长、减少贫困以及结构变化，那么决策就会更加容易。

本报告呈现了为期一年的项目研究及主要的经济决策者的参与成果。研究试图获取和汇集现有的最佳证据，运用许多其它机构和研究人员所做的重要细节工作。报告致谢部分罗列了这些机构和研究人员。各个国家的原始研究也被补充了进去，许多原始研究会以国家报告和特撰论文的方式单独出版。

本报告并未试图包罗万象：重点关注经济增长与气候风险之间存在最大、最紧迫的关系的领域。还有很多经济问题领域在报告中并未深入讨论，特别是没有重点讨论经济如何适应已发生的气候变化。考虑到气候变化始终在发生，确实需要经济的调整 and 适应。这和报告所论的经济增长和发展问题相交织，是经济战略的重要组成部分，但并不是我们研究的重点。

虽然作为一份全球报告，不可避免地要将不同类型的经济体进行笼统化，但本报告仍尽可能认识到各个国家面临的不同情况。



本报告采取的经济分析法超越了传统的针对经济运行的静态看法。并以动态背景下的变革和转变为行文框架。在委员会经济顾问组的指导下，项目团队广泛涉猎，使用到以下方法论：经济史、公共政策与风险经济学、发展与减贫的理论与经验，以及国际、制度与行为经济学等。

经济模型可以生成精确的数字——GDP 增长数字、就业数量或排放情况等，但它们提供的只能是对未来的近似模拟。技术和结构变化的过程存在太多的未知，关键性进程也难以正式掌握。太多宝贵的东西，如人的健康、风险降低以及自然环境的可持续性发展都难以量化。John Maynard Keynes 曾经说过，“粗略的正确要好于精确的错误”。本报告收集了现有的量化证据，但委员会及其经济顾问组希望警惕不要出现对错误的精确数值的追求。只有在纵观一系列的观点和证据后做出判断，这样的判断才能带来更好的决策。本报告旨在为这样的判断提供资源。

这份统整报告由三部分组成。第一部分：概述总结报告的所有论据。评论经济增长与气候变化之间的关键性关系，并提出支持本报告的核心分析框架。

第二部分总结完整报告中的核心章节。1-3 节讨论关键系统：城市、土地利用以及能源，借鉴全球关于可以在提高经济表现的同时减少温室气体排放的证据。4-6 节研究经济和财政政策以及金融和创新领域的政策和行动，是如何能够帮助推动向低碳、具气候韧性的经济形态的转型。第 7 节讨论大量的可以增进和加强这一工作的国际合作形式，包括达成一个新的国际气候变化协议。

第三部分提出了委员会的《全球行动计划》摘要。报告的结论以国际社会的经济决策者为目标对象，汇集成关键建议的 10 点计划方案。

《应对气候变化，孕育经济增长》是一份咨询报告。报告不在于也无法成为所探讨的诸多复杂问题的最终答案。委员会并不期待报告中的结论得到普遍赞同。但它所研究的问题非常紧急和重要，委员会希望这将激励形成辩论和行动。

# 第一部分：概述

## 1. 挑战

我们生活在一个充满重要机遇和巨大风险的时代。

机遇是利用人类不断扩展的智慧能力和技术进步，改善世界上绝大多数人的生活。在过去的四分之一世纪里，经济增长、新技术以及全球的生产和贸易模式已经改变了我们的经济和社会。在发展中国家，仅仅在上个十年就有近 5 亿人脱贫——这是有记录以来最快的减贫速度。<sup>1</sup> 但仍有 24 亿人每日生活不到两美元，城镇化、消费的增加以及人口的增长都对自然资源造成了巨大的压力。

未来的 10-15 年很可能是一个巨大进步与增长的时代。<sup>2</sup> 在此期间，我们有技术、金融和人力资源来提高全球范围内的生活水平。支持投资与创新的良好政策会进一步降低贫穷和饥饿，使快速发展的城市经济充满活力，社会更加包容，恢复和保护世界的自然环境。

但这样积极的未来并不一定必然出现。事实上，现在许多经济决策者认为前景令人担忧。自 2008 年的金融崩溃和由此引发的经济衰退以来，许多国家在实现经济持续性繁荣方面甚为艰难。就业创造和生产力提升普遍不足，许多领域的不平等现象日益增多。许多低收入国家不再确定它们能否复制中等收入国家的成功模式。<sup>3</sup> 极端贫困、就业率低下以及糟糕的医疗和教育问题长期存在。

许多新兴经济体也担心困在经济发展的过时模式中。令人吃惊的是，半个世纪以前被定为“中等收入”的 100 多个国家中只有 13 个国家达到了高收入的水平。<sup>4</sup> 很多国家发现对公共服务领域进行充足投资来满足迅速扩大的中产阶级的期望非常困难。空气污染也成为带来重大的经济和社会成本的新问题，光是室外空气污染每年就会导致近 400 万人过早死亡。<sup>5</sup>

与此同时，大多数高收入国家的经济依旧疲弱，经济增长分布不均。对竞争力的忧虑、基础设施更新投资不足以及人口老龄化的压力都加剧了公共财政的脆弱，让公共与私人债务长期处于高位。<sup>6</sup>

气候变化带来前所未有的风险。在金融危机发生前，全球经济增长强劲的同时伴随的是温室气体 (GHG) 的排放激增。<sup>7</sup> 其中大部分源自化石燃料使用的增多，以及包括农业、森林砍伐以及工业在内的排放源。如果目前的排放趋势继续下去，到本世纪末，全球平均气温上升可能会比工业时代前水平超出 4°C。这将比世界领导人设定的上升 2°C 度的上限（以避免最危险的气候冲击）高出两倍以上。<sup>8</sup>

---

半个世纪以前被定为  
“中等收入”的 100 多个  
国家中只有 13 个国家达到了  
高收入的水平。

---

这种气候变暖带来的风险相当巨大，从不断增加的极端天气事件，如水灾干旱，到严重的水资源压力，关键食品生产区的农业减产，再到生态系统和物种消失。现在已经可以见到季节性天气变化和降水模式的变化，极大地影响了农村生计。由于大气中已经存在温室气体，一些额外的变暖不可避免。<sup>9</sup> 随着气温上升，特别是变暖温度高于 3°C 时，因为有可能达到不可逆转的“临界点”，如冰盖坍塌导致的海平面上升，气候风险就会不相称地急剧增加。<sup>10</sup>

由于存在许多不确定性，很难估计这些影响所带来的经济成本。但政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 认为，到本世界中叶，即使采取强大的适应性措施，仅仅 2°C 的全球变暖都可能带来高达全球 GDP 0.5% 至 2% 的经济成本。一旦全变暖超出了这个速度，成本将进一步上升——但是 IPCC 认为由于不确定性因素太多，无法对此进行可靠的估计。<sup>11</sup> IPCC 能够确定的是，气候变化对最贫困人口的影响最大，并且他们已经在遭受影响。联合国（及其他组织）近期研究指出，处于不同收入水平的所有国家均面临严重气候风险。<sup>12</sup>

有效适应对于应对已进入气候体系的全球变暖所带来的影响至关重要，但仅适应还不够。在未来的15年里，全球温室气体排放将达到峰值，尔后开始回落，若无更强的减排努力，全球变暖超过2°C所带来的风险将大大增加。<sup>13</sup>推迟解决气候风险只会恶化问题，大气中温室气体的浓度会增加，加大全球变暖的效应。<sup>14</sup>随着高碳资产存量—财富和生计依赖高碳资产的人数—持续增加，低碳研发(R&D)继续滞后，以后要转变发展方式会更难，代价也更高。

目前正是解决气候风险的时机。然而，气候变化却很少成为决策者的首要任务。这些人的决策最能影响气候变化。大多数决策者和商业领袖面临更紧迫的问题和风险。许多担心无论长远利益如何，行动或投资可能涉及短期成本或竞争力损失，这可以理解。在解决气候变化等需要国际合作的问题时，他们面临特定障碍，尤其是发展中国家，它们对气候变化不负有历史责任，同时又仍肩负减少贫困和提高生活水平的重任。他们希望确保更富裕国家公平地做好自己应承担的份额，并向贫穷国家提供充足的资金帮助，支持其努力。

---

**全球经济正在进行的  
结构和技术革新，  
再加上有各种提  
高经济效率的机会，  
能够实现应对气候  
变化和孕育经济增长。**

---

因此，经济决策人员面临深刻的挑战。他们能否克服目前的经济困难，并建立新的增长模式？能否在此同时减少气候风险？

本报告中的证据表明，对这两个问题的答案是肯定的。全球经济正在进行的结构和技术革新，再加上有各种提高经济效率的机会，能够实现应对气候变化和孕育经济增长。本报告旨在帮助公共部门和私营领域的经济决策人员充分利用这种机会—现在就采取行动。

## 2. 经济增长与气候变化

有一种看法认为，强劲的经济增长与针对气候问题采取的行动本质上是不兼容的。有些人认为，应对气候变化的行动必然会损害经济增长，所以社会必须做出选择：维持经济增长并接受气候风险加大，或减少气候风险但接受经济停滞和欠开发。

这种观点基于对当今全球经济动态变化的根本误解，源于一种隐性的假设，即经济未发生变化并非常有效，未来的增长基本上是对以往趋势一种线性延续。因此，任何朝低碳经济发展路径的转变必然会导致成本上升以及增长减缓。

但这里的“一切照旧”是一种幻觉。资源面临的新压力、全球生产和贸易结构出现的变化、人口变化以及技术的进步已经改变了各个国家的经济增长路径。所有这些都将使未来必然不同于过去。

现实情况是未来15年内，全球经济无论如何都会经历重大的结构转变。随着人口的增长和城市化的推进，全球产出很可能会增加一半，甚至更多。<sup>15</sup>快速的技术进步将继续重塑生产与消费模式。全球经济总投资可能达到300万亿至400万亿美元。<sup>16</sup>其中，大约90万亿可能用于城镇、土地利用以及能源领域的基础设施投资，而这些领域是温室气体排放的密集行业。这一投资的全球规模和速度将是前所未有的：它将不可避免地带来经济结构变化，而不是经济性质的小额或边缘性改变。

但哪一种结构变革会发生取决于社会选择的道路。没有任何一种经济发展或增长模式是必须沿袭已往模式的。这些投资可以加强当前的高碳、资源密集型经济，或可以为低碳增长奠定基础。这意味着要建设更加紧凑、互联以及协调的城市而不是继续无管理的扩张；恢复退化的土地并提升农业的生产效率，而不是继续砍伐森林；扩大可再生能源，而不是继续依赖化石燃料。

从这个意义上讲，我们面临的问题并不是在“一切照旧”与气候行动之间做出选择，而是在不同的增长路径之间做出选择：一个加剧了气候风险，另一个，减少了

气候风险。本报告提出的证据表明，低碳增长路径可以像高碳增长路径一样带来同样的繁荣，尤其是考虑到多种其它益处：从能源安全的提升，到清洁空气以及健康的改善。

## 2.1 识别变革的关键驱动力

本分析建立在针对经济增长和发展与气候行动之间的关系进行的大量体验与研究的基础上。这包括经济合作与发展组织 (OECD)、联合国机构、多边发展银行、国际能源署 (IEA) 以及其他机构出台的学术文献以及政策和行业报告。<sup>17</sup> 委员会的工作广泛利用应用经济学知识，并在全球范围内对政府、城市和地区政府、商业以及投资方面的经济决策人员进行了的大量采访。

本报告的核心见解是，许多在未来的十五年内重振经济增长并改善生活所需的政策和体制改革，同样具备帮助减少气候风险的效力。大多数经济体都遭遇了一系列的市场、政府和政策失败，这些失败可以纠正过来。处于不同发展阶段的国家可以使用这些新技术、新商业模式以及其他选项来提升经济表现，改善气候变化结果。正如报告的许多章节所示，短期（不到 5 年），中期（5 到 15 年）以及长期（15 年以上）时间内，这些机会都会存在，需要好的政策设计以及实施三项主要变革驱动措施：

---

**许多在未来的十五年内  
重振经济增长并改善  
生活所需的政策和体制  
改革，同样具备帮助  
减少气候风险的效力。**

---

- **提升资源的使用效率：**许多经济体中存在市场挫折，再加上政策设计不够合理，扭曲了资源的有效配置，并增加了温室气体排放。竞争充分的市场中价格能够反映全部的生产成本，资源能够流向生产力最高的领域。而人为压低化石燃料的价格则助长浪费性的能源使用。这意味着逐步取消化石燃料补贴，既可以获得经济效益，也能带来气候收益。一个强大的、可预测

的碳价格机制—通过在全国范围内适当征税或进行碳排放交易计划—可以带来新收入，同时减少化石燃料能源的使用。设计优良的用以提升能源使用效率的政策可以释放出资源，进行更高效的使用，对低收入人群尤其有益。

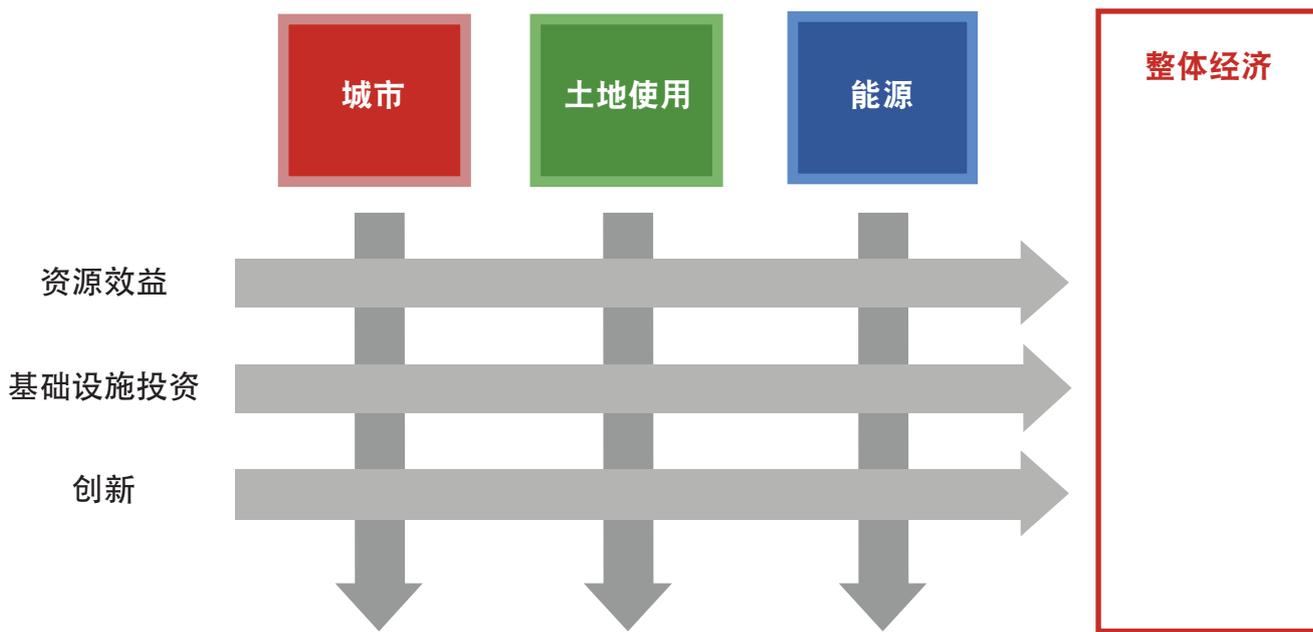
- **投资低碳基础设施：**生产性基础设施支撑现代经济的发展。低碳形式的基础设施，特别是能源供应以及建筑和交通领域的，对减少温室气体排放至关重要。诚然，今天许多国家在满足任何形式的基础设施资金需要方面尚存困难。这并不是由于全球经济缺乏资金。而是因为许多缺乏国家公共融资能力，以及政策和法规的不健全导致这些国家过度投资高风险的私营行业。金融创新，包括发行绿色债券，开发政策风险共担的金融工具以及用作特殊用途的工具，将低碳资产风险与机构投资者的需求结合起来，能够降低多达 20% 的融资成本。<sup>18</sup> 在中等收入国家，各国的国家开发银行、主权财富基金以及其它的公共机构在减少融资成本方面扮演重要角色。
- **刺激创新：**创新是经济增长的核心驱动力，在这个资源有限的世界，创新对于经济的持续增长至关重要。数字技术、材料科学和新型商业模式让低碳经济的发展前景异常光明，并已经开始发挥作用。例如，新材料和改良材料降低了成本并提高了风能和太阳能的利用率，带来全球可再生能源投资的激增。<sup>19</sup> 尽管潜力巨大，但低碳技术不会自动进步。障碍真真实实地存在，包括沉没成本以及对现有高碳技术的持续鼓励。这就需要政策干预以消除这些障碍并加快低碳创新，包括建立清晰、强大的知识产权体系，更新标准和条例，并增加在低碳研发 (R&D) 上的公共支出，特别是在能源领域。

本报告对经济系统的三个关键领域进行了集中分析。未来数十年，这三大关键领域将占据全球经济增长的大部分位置，也是大多数全球温室气体排放的来源。它们是：

- **城镇化，**既包括发展迅速的新兴城市，也包括人口将在未来十五年内增长超过十亿人的全球“巨型城市”。<sup>20</sup> 城市是经济发展与繁荣的关键引擎。它们

图表 1

### 三个关键的经济系统和三个重要的驱动力



**高质量、高包容性和高弹性的增长=更优的增长**

备注：城镇包括城镇交通，土地利用包含森林，创新包括整个经济领域的创新。

提供了全球大约 80% 的经济产出，<sup>21</sup> 消耗了大约 70% 的全球能源并排放能源使用导致的温室气体。<sup>22</sup> 但如今城镇的许多发展无计划，无结构，因此经济、社会以及环境代价高昂。有力证据现在表明，围绕公共交通建设更紧凑、连通性更好的城市，可以让城市经济充满活力并保持健康，同时还降低了温室气体排放。

- **土地利用方式**，土地向世界提供粮食、木材、和许多其他重要的产品和材料，并担当至关重要的生态系统功能，如水净化和气候调节等。农业、林业和其它的土地利用所造成的排放占全球温室气体排放量的四分之一。<sup>23</sup> 据估计，全球农业每年必须将生产效率提升约 2% 才能跟上粮食需求。<sup>24</sup> 然而，全球大约四分之一的农业用地严重退化，<sup>25</sup> 每年还有 1300 万公顷的森林遭到砍伐。<sup>26</sup> 气候变化也造成了巨大的挑战。采用“气候智能型”农业技术，恢复已退化的农地，并遏制森林砍伐和森林退化都有

助于提高生产力，增加农民收入，同时减少温室气体排放。

- **能源系统**，为所有经济体提供增长的动力。能源生产和使用占据全球温室气体排放的三分之二，<sup>27</sup> 未来十五年，全球对能源的需求预计会增长 20% 至 35%。<sup>28</sup> 满足这一能源需求意味着要加大新投资，但能源的选择正在发生变化。快速增长的需求和贸易的大幅增加导致煤炭价格更高，波动更厉害，<sup>29</sup> 跟煤相关的空气污染也在上升。同时，某些地区的可再生能源，特别是风能和太阳能，即便没有补贴也越来越具备成本竞争力。加大对能源利用效率的投资在减少并管理需求方面的潜力巨大，还能获得经济和减排双重收益。利用新技术为 13 亿无电可用人群和 26 亿缺少现代烹饪器具的人群提供现代能源服务对发展而言也至关重要。<sup>30</sup>

未来十五年，在这三大系统上的巨大投资会让这一时期成为各个国家定义经济发展轨道的关键时刻。其中的

许多投资将涉及到资本资产，这些资本资产会持续三十到四十年或更长的时间。因此，未来十五年，甚至五十年，这些投资在塑造全球经济表现上会起关键作用。与此同时，这些投资的碳密度在很大程度上将决定未来气候风险的大小。

委员会的工作一直聚焦于这三大系统和系统变革的驱动力所在。但这些变革的驱动力在整个经济领域所起的作用也更广泛。例如，在产品和流程上的创新也正在转变钢铁，水泥以及化工等能源密集型工业的经济表现和排放情况，也是未来经济增长与减排的核心所在。<sup>31</sup>

## 2.2 付诸行动

促进增长与解决气候风险不仅是互相兼容的目标，而且能够相互促进。但这不会自动发生，它需要决策人员进行经济决策时采取一条清晰的低碳发展路径。需要将这三大驱动力应用于经济的三大系统。更重要的是，必须向企业和投资者发出可信、连贯的政策信号。

信号至关重要：政府带来的不确定性是投资、创新以及增长的敌人。当前许多国家的气候政策摇摆不定，信息混乱，特别是碳价格的不可预测性，让投资者陷入两难的境地。从长期来看虽然随着气候政策加强，高碳投资可能存在搁浅的重大风险，但在短期内，如果没有强硬的气候政策，低碳投资风险更大，受益更低。这种不确定性提高了资本成本，鼓励投资者在高碳与低碳资产间赌博。结果是投资，就业以及增长都受到影响。

---

**加强使用国内可再生  
能源资源可以增强能源安全，  
减少贸易赤字。**

---

从长期（即超过 15 年）来看，增长与气候目标可以相互促进这一结论并不令人惊奇。随着气候变化带来的冲击越来越大，经济遭受的潜在伤害也将变大。不过，本报告要展示的是，如果政府作出必要的决策和投资选择，在中期（5 至 15 年）内，低碳政策也能带来强劲的

增长。建设拥有良好公共交通的紧凑型城市等做法不仅会减少温室气体排放，也允许人们出行更快，从家到工作、购物以及服务都更有效，它减少了交通拥堵和空气污染，围绕交通枢纽提供新的商业机会。加强使用国内可再生能源资源可以增强能源安全，减少贸易赤字。越来越多的证据表明，同机器人、信息技术以及纳米技术相比，清洁技术研发的溢出效应特别高。<sup>32</sup>

即使在短期（未来五年）时间内，通过纠正市场错误和政策扭曲，仍有大批机会推进经济和气候目标。现有经济体没有任何一个绝对高效，很多使关键资源可负担的做法一如补贴化石燃料、水和肥料—带来意料之外的助长低效和浪费的后果。支持成熟行业的政策可能会抑制低碳创新企业的竞争力。不同层级的政府之间以及相邻社区缺乏协调会导致发展分散和过度扩张，并增加基础设施和公共服务的成本。设计更好的政策能纠正这些问题，在增加经济效率的同时降低温室气体排放。

当然，还有很多需要权衡取舍之处。许多方法能立竿见影，实现强劲的经济增长，但也增加了排放。并非所有气候政策都是双赢的。向低碳经济转型的过程中，有人赢，有人输，这些代价都得面对，对此我们会在下文探讨更多细节。削弱经济中、长期增长前景的短期政策也会有实际代价，应合理地认识到这一点。随着时间的推移，气候变化的影响将扰乱工业、农场以及社区，对低收入国家和人民造成尤其严重的伤害，需要更大的政府干预。这样的情况下，短视就很不明智了。

## 2.3 将增长与碳排放剥离开来

在过去十年，支撑这种结论的证据一直在增加。理论基础为人所知已经有一段时间了。新的东西是世界范围内出现的现实案例。采取低碳策略和政策的各个国家和地方政府以及行业发现，经济表现至少不比实施高碳政策的国家或行业差，甚至更好。<sup>33</sup> 这多是受到了近期技术进步的推动。北欧和北美一些表现最好的经济体将增长从碳排放中剥离开来并以实例证明，低碳、资源节约型的增长模式能够带来收入、工作以及创新率的收益。<sup>34</sup>

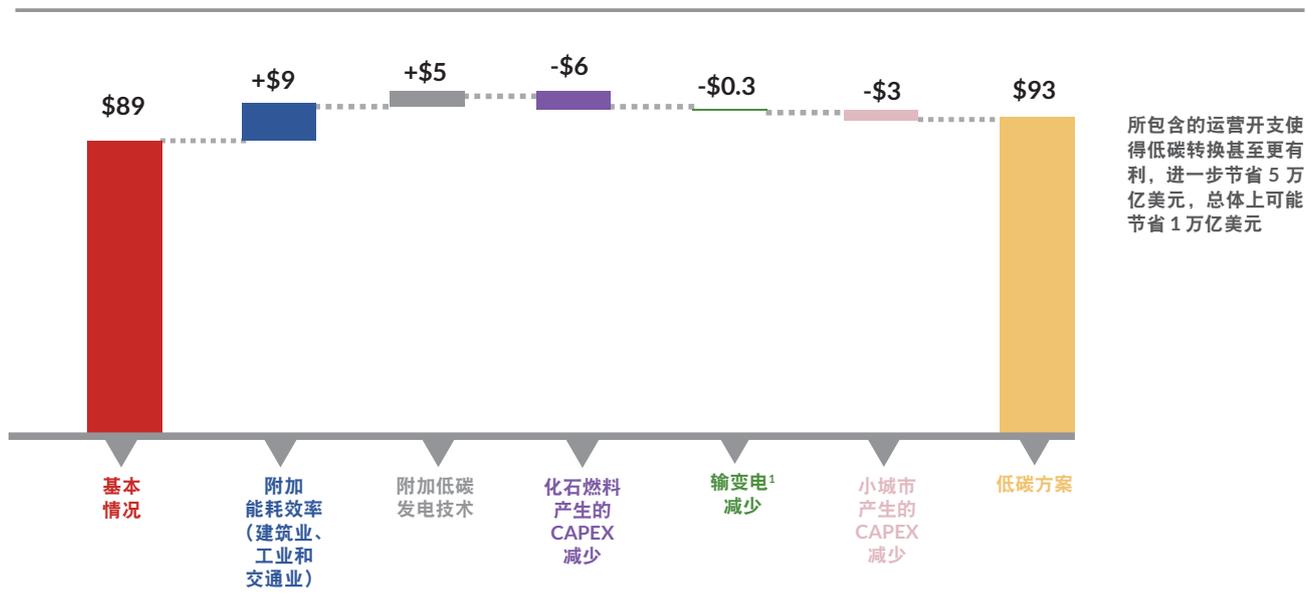
每个国家的情况不同，低碳增长模式在低、中、高收入国家呈现的样貌也不同。委员会引用了情况非常不同的

图表 2

## 高碳和低碳模式对资本的需求

全球投资需求：2015 至 2030 年（单位：万亿美元），  
通常 2010 美元

仅为指示性数字  
不确定性较高



备注：有关详细信息，见《New Climate Economy Technical Note》（新气候经济技术注解）中的 Quantifying Emission Reduction Potential（量化减少排放的潜力）一文，网址：<http://newclimateeconomy.report>（即将发布）。

<sup>1</sup> 与基本情况相比，净输变电成本降低，得益于能源使用效率的提升和总体能源需求的下降。这种效率效应比增加对可再生能源整合的投资更加重要。

参考文献：气候政策研究所，基于 2012 国际能源署，以及，2006，2012 经合组织的数据分析。<sup>37</sup>

国家的研究，如巴西、中国、埃塞俄比亚、印度、韩国以及美国。这些国家都表明在提升经济表现的同时减少温室气体排放的机会很多，但所需的政策、行业和投资组合截然不同。

这个分析带来的一个问题是低碳增长模式的成本是否比高碳形式更高，即需要更多的资本支出。委员会的分析表明，实际上，基础设施投资需求出现的差异可能相对并不明显。正如上文所提到的，估计有 90 万亿美元将在 2015 年至 2030 年期间投向基础设施（每年约 6 万亿美元）；转向低碳投资将增加约 4 万亿美元（每年约 2700 亿美元）。<sup>35</sup> 即基础设施投资需求的预期增加量低于 5%（参见图 2）。

这是因为虽然一方面可再生能源和更节能的建筑和运输系统会形成更高的资本成本需求，但另一方面由于能源效率提升，化石燃料的投资减少，城市变得更好更紧凑而形成了对能源供应的更低需求，两者基本相互抵消。

一旦投资到位，会形成其它方式来节省运营成本，例如从化石燃料转向可再生能源。这些节约有可能完全抵消额外的资本投资。<sup>36</sup> 不过，需要对成本进行融资，这对于许多发展中国家而言将需要国际社会的支持。我们会在下文中进一步讨论这点。

### 3. 增长质量

本报告中提出的转型变化不仅提供了一个以收入和国民生产总值来定义经济增长的机会，也提供了一个实现多种利益，更广泛改善人类福祉的机会。这是委员会“孕育经济增长”概念的基础：包容性的经济增长（指利益的广泛分享，尤其是给最贫穷的人群），韧性的增强，当地社区的加强，其经济自由度的提升，从空气质量到通勤时间等各个方面的生活质量的改善，从，自然环境的可持续性。所有这些好处对人民都很重要，但在 GDP 这一经济产出最广泛使用的衡量标准中无法体现。

在此意义上增长质量与增长速率同等重要。决策者需要运用更好的工具来评估具体政策和行动的影响，更广泛地追踪经济表现。因此，委员会支持更广泛地开发和应用经济指标。如果高增长率导致严重的空气污染或环境退化，或是如果增长带来的回报无法广泛用于减贫和开发，那么就应质疑经济是否真的运行良好。同理，如果 GDP 增长相对较慢，但其他指标显示进步，经济表现可以被认为是优越的。人民和政府将会用自己的方式做出这些判断。<sup>38</sup>

历史表明，社会变得越富裕，往往越注重经济增长的质量：基本需求已经满足，他们就有能力解决更广泛的问题。委员会的分析表明，考虑到空气污染、交通拥挤、土地退化、森林砍伐、以及其他问题带来的经济代价，国家可能应在发展进程中的早期就开始注重增长的质量。

在本报告中讨论的许多投资和政策对于发展中国家的最贫困和最脆弱的人群特别有价值：作物正越来越多地受到土地退化和气候变化威胁的小农户，生活在（而且往往依赖于）森林的 3.5 亿人；<sup>39</sup> 缺乏现代烹饪设施或/及电力的数十亿人；<sup>40</sup> 以及依赖公共交通的城市低收入居民。低碳经济可以通过多种渠道减少贫困和提高生活水平，如“气候智能型”农业，生态系统服务付费，离网的可再生能源解决方案、快速公交 (BRT) 系统以及其它。

通过低碳转型改进空气质量的潜力巨大。综上所述，基于化石燃料的快速经济增长已导致许多中等收入国家出现严重的空气污染。委员会的新分析就排名前 15 位的温室气体排放量最大的国家所遭受的空气污染带来的健康和死亡率进行价值评估，损失相当于平均 4.4% 的 GDP（见图 3）。中国的这项数值高达 GDP 的 10% 以上。<sup>41</sup> 因此，以天然气，以及特别是可再生能源，水电以及核能等低碳能源替代煤炭可以大幅改善公共健康。

当然也可以通过不降低温室气体排放的干预措施提高空气质量，如“管末处理”污染控制，搬迁燃煤发电厂，以及将重工业迁离城市。要实现低碳排放和改善人们健康的双重收益需要做出深思熟虑的政策选择。委员会在中国开展的调查表明两者结合往往是最具成本效益的选择。<sup>43</sup> 很明显，空气污染增加化石燃料使用的“实际成

本”。例如在东南亚大部分地区，火力发电成本仅为每兆瓦时 60 至 70 美元，但即使是保守估计的 2030 年空气污染也会让成本增加 40 美元/兆瓦时，足以填平或超过替代能源的成本缺口。<sup>44</sup>

城市交通也是类似情况。委员会对城市发展规划的分析显示，控制扩张，围绕高效的公共交通系统而建设的城市既可以提升经济表现（通过减少交通拥堵，缩短行程，降低燃料成本）又能减少温室气体排放。<sup>45</sup> 而且也可能改善空气质量，减少交通事故（这是死亡和伤害的主要原因，尤其是在发展中国家<sup>46</sup>），并提高居民的生活质量。这反过来又可以吸引到企业及其潜在雇员。

这些例子说明了低碳发展道路产生多重收益的潜力。事实上，全球大多数开始追求空气质量和城市发展策略的城市当局以及能源与环境部门很少是主要因为气候变化而采取的行动。碳排放减少实际上是从旨在满足其它经济和社会目标的政策中顺带受益。

---

**控制扩张，围绕高效的公共交通系统而建设的城市既可以提升经济表现，又能减少温室气体排放。**

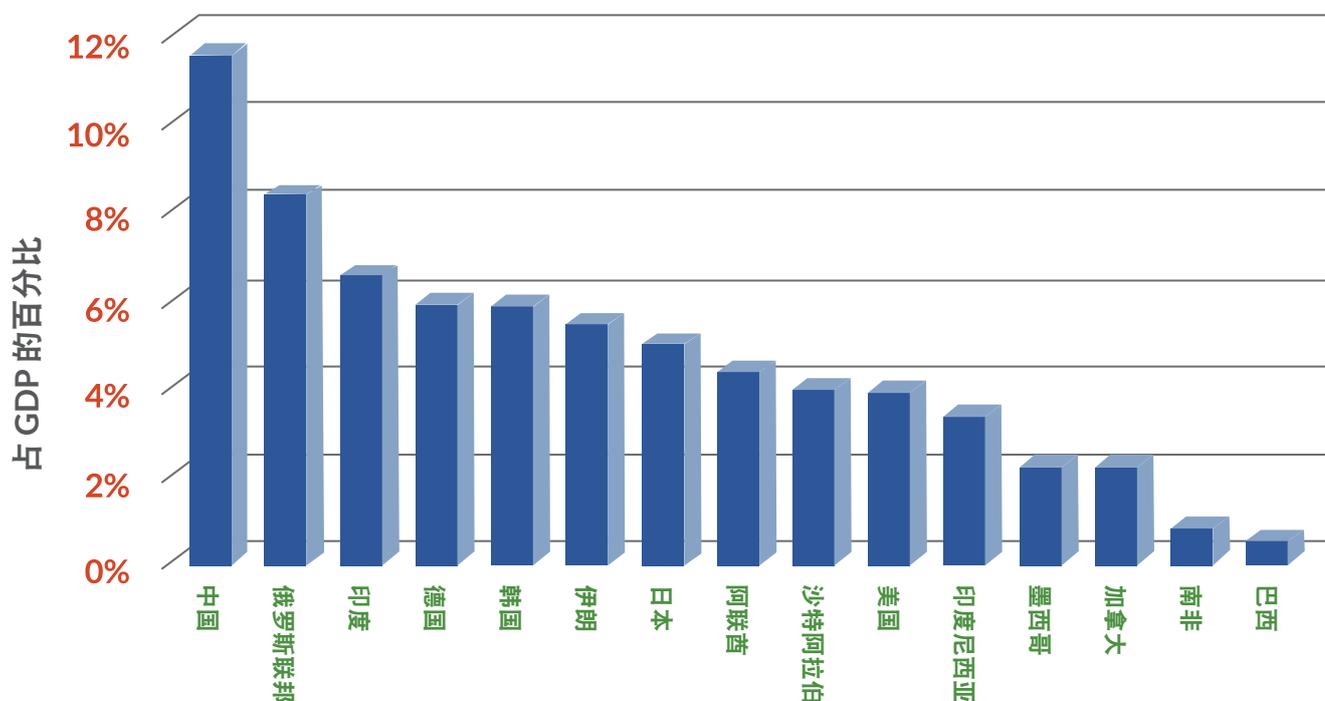
---

和一般的发展一样，低碳增长也是既可以增加也可以减少因气候变化而带来的脆弱性，这取决于做出的选择。<sup>47</sup> 最关键的第一步是“不受气候影响”的低碳投资，以确保新的基础设施等适应未来气候变化，不会让人们在灾害面前更脆弱。在某些情况下，简单的预防措施就足够了，如避免在易发生洪水或滑坡地区进行建设；还有些情况下项目可能是慢慢被证明不可行的，如在水流量日益减少的河上建水电站。也有潜在措施具多重益处：增强韧性，促进经济增长以及降低排放。例如，气候智能型农业实践，如通过最大程度减少翻耕和在田间及周围种植树木，可以提高农作物产量，减少投入需求，增加土壤碳储存，减少对旱灾的脆弱性。<sup>48</sup> 总

图表 3

### 户外空气污染造成的死亡成本，2010

困户外 PM 2.5 接触导致死亡的成本  
-占 GDP 的百分比（中性估计），2010 年，15 个最大的 CO<sub>2</sub> 排放国



备注：对尤其是颗粒物 (PM<sub>2.5</sub>) 接触造成的死亡率进行评估，也是近来世界卫生组织对死亡率的评估焦点。参考文献：Hamilton, 2014.<sup>42</sup>

之，低碳发展与维持环境的可持续性这两个目标之间有一个强大的融合点。

#### 4. 管理转型

本报告中探讨的经济变化过程包含四个标准经济模型无论单独还是结合都处理不好的变量：结构转型的过程，技术变革和创新的动态变化，持续上升的气候风险对地区和全球经济的影响以及对非市场产出（如更好的空气质量）的估值，包括权衡与市场产出的取舍。

越来越多的证据表明，这些模型往往会高估气候行动的成本，低估收益。即使有这种偏见，模型还是表明经济

增长和气候行动能同时进行。在短期内，多数经济模型表明，低碳路径的初始投资要求较高，这减少了当前消费，但能提高在中、长期消费。有些使高效率、财政中立地回收碳收入成为可能的经济模式往往表明低碳政策（如碳定价）仅略减少或实际上可以增加增长率，即使是在短期内。<sup>49</sup>

从长远来看，即使是所谓的“一般均衡”模型（这个模型不实际地假设经济在所有时间都或多或少以完美的效率运行，无法融入破坏性技术变革带来的多样增长收益）也预测，到 2030 年左右，低碳模式下与高碳模式下的全球 GDP 的差别大概只有 1%-4%。<sup>50</sup> 考虑到到那

时经济将会增长多少，这一差别并不是很大：相当于达到 6 至 12 个月后的 GDP 水平。<sup>51</sup> 这些模型试图融合气候变化带来的冲击，也许不足为奇的是，气候成本随着时间推移影响高碳模式下的增长，因此低碳模式下的全球 GDP 比高碳模式下的表现更好。<sup>52</sup>

经济模型也建议说低碳政策将在某些领域创造就业机会，而在另一些领域将失去（或无法创建）就业机会。但大多数模型表明，即使是强烈的低碳政策，整体影响也很小，一般为总就业人数增加或减少 1% 至 2%。这部分取决于采纳的政策类型：一些分析表明使用碳定价收入来减少其他扭曲的税收，可以在某些情况下带来就业净增长。其他模型则显示很小的净损失。无论哪种情况，比起宏观经济和劳动力市场政策以及经济结构的变化带来的影响，低碳政策的影响是极小的。<sup>53</sup>

---

**国际可再生  
能源机构 (IRENA) 估计，  
在 2012 年约 600 万人  
被可再生能源部门  
直接雇佣。**

---

但和整体经济相比，低碳政策的净就业影响很小这一事实并不意味着它们就不重要。相反，在一些行业，对工作的影响可能很大。<sup>54</sup> 煤炭行业的就业几乎肯定会下降甚至超出了技术变革会带来的正常裁员的额度。发展中国家的煤炭行业仍是劳动密集型产业，但发达国家已经实现高度的机械化。重工业和能源密集型行业的就业也可能受到影响，因为向低碳经济的转型从长期来看意味着这些行业在经济中的相对份额会被缩减。与此同时，化石燃料行业（石油、天然气以及煤）内公司的相对价值因未来需求的下降而会逐渐下降。

毫无疑问，这将给那些以化石燃料行业为重的国家带来实际的挑战。政府可能需要支持受影响行业发展新的低碳经济，特别是探索运用产品和工艺上的技术创新的潜力。<sup>55</sup> 化石燃料资产的所有者（包括政府和养老基金），以及依赖于这些行业的税收和特许费的公共当局需要制

定长期的转型战略。这些过程将是渐进的，长达几十年的，但越早启动，成本将越低。

转型会创造许多工作岗位。证据表明，对低碳能源和能源效率进行的投资是创造工作机会的主要源泉。例如，国际可再生能源机构 (IRENA) 估计，在 2012 年约 600 万人被可再生能源部门直接雇佣，其中包括中国的 170 多万。<sup>56</sup> 这接近煤炭行业雇佣的人数。<sup>57</sup> 随着发达国家采用低碳措施，与“低碳产业”相关的一大批企业雇佣的人数显著增长，尽管这一数字未被注意到。<sup>58</sup> 随着转向低碳经济的步伐加快，这种创造就业岗位和扩张业务的模式很可能被广泛复制。

这些部门之间的就业相对转移情况需要政府积极管理，确保低碳转型的政治可行性。需要采取明确措施支持和补偿因向低碳经济转型而造成失业的工人，以及受工业生产下降影响的社区。<sup>59</sup> 这些措施可以包括直接财政援助，再培训以及投资社区经济发展。<sup>60</sup>

这些实现“公正转型”的，为不同国家不同行业定制的策略需要由政府在国家 and 地方层面制定。更笼统地说，经济政策需要鼓励和支持劳动力和资本的重新部署，以及资金流向不断增长的新行业，其他行业则下降。这些政策，包括那些刺激开放和市场竞争的政策，不仅有利于经济增长，也会大大降低向低碳经济调整的成本。

“公正转型”策略还需要确保向受能源和资源价格上涨影响的低收入家庭提供支持。价格上涨的是两种政策的可能后果，委员会认为这两种政策对低碳转变至关重要；逐步淘汰化石燃料补贴，引入碳价格机制。委员会完全认识到与这些政策相关的政治困难。鉴于低收入国家机构与资金资源都有限，以及解决极端贫困问题的迫切性，委员会对于他们所面临的挑战尤其敏感。

不过，委员会也受到发展中国家和发达国家成功事例的鼓舞。例如，加纳和印度尼西亚通过利用腾出的部分收入用作向低收入家庭提供有条件的现金转移以及其他形式的金融支持，已经成功地减少化石燃料补贴。<sup>61</sup> 许多国家和州，如瑞典和加拿大的不列颠哥伦比亚，使用碳

定价政策收入或其他来源的支出来弥补家庭和补贴能源提效措施，这有助于降低整体的能源费用。<sup>62</sup>

这种旨在以公平的方式管理向低碳经济转型的社会保障政策是政府所需的政策工具必不可少的部分。所有已经进行经济结构改革的国家经验表明，受到变革不利影响的行业和社区承担的冲击不同而导致政策很难落实。每个国家都需要找到各自适合国家特定情况的策略来把握这些后果。

对主要挑战仍然是减少贫困的低收入国家而言，向低碳经济转型特别困难。委员会强烈认为，发达国家有义务向发展中国家提供更多的资金、技术和能力建设支持，使他们能够为低碳和更多的适应气候变化的投资策略融资。

发展中国家将特别需要在为资本密集型的低碳和气候适应性的基础设施资产融资方面的支持。这更需要良好的可预测的监管，以吸引私人资本和长期的、优惠的国际公共气候融资。如果要降低气候风险，发展中国家要实现低碳和具气候韧性的发展路径，国际气候融资流就需要大幅增加。发达国家需要制定一个途径来展示在 2020 年前，他们是如何实现已商定的每年调动 1000 亿美元为公共和私营部门融资。

## 5. 减少气候风险

委员会所做的分析表明，未来 10 至 15 年，在许多经济增长的关键领域将会有重大的行动和政策，可以推动强劲的经济增长并减少温室气体排放。但通过这些方法，排放能减到何种程度？是否足以阻止国际社会称之为“危险的”气候变化风险吗？<sup>63</sup>

回答这个问题，首先要知道排放轨迹，这种排放要符合国际设定的全球平均气温比前工业时代上升不超过 2°C 的目标。政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 回顾近期的排放预测表示，如果目前的趋势继续下去，2030 年 CO<sub>2</sub>e 的排放量将达到 68 Gt，（如今的 CO<sub>2</sub>e 排放量为 50 Gt）。<sup>64</sup> 要达到全球平均气温上升不超过 2°C 的可能性（超过三分之二的概率），政府间气候变化专门委员会建议，到 2030 年之前全球排放量不应超过每年

42 Gt CO<sub>2</sub>e。这就要求到 2030 年减排数量要超过“基本要求”的 26 Gt CO<sub>2</sub>e。

---

### “公正转型”策略 还需要确保向受能源 和资源价格上涨影响的 低收入家庭提供支持。

---

为实现这一目标，世界经济的碳生产率（定义为以美元计世界产出/吨温室气体排放）直到 2030 年每年需要增加约 3-4%，之前 25 年每年仅在 1% 左右。<sup>65</sup> 2030 至 2050 年期间碳生产率的提高需要再次加速，到每年 6-7% 左右，才能保持正轨。<sup>66</sup>

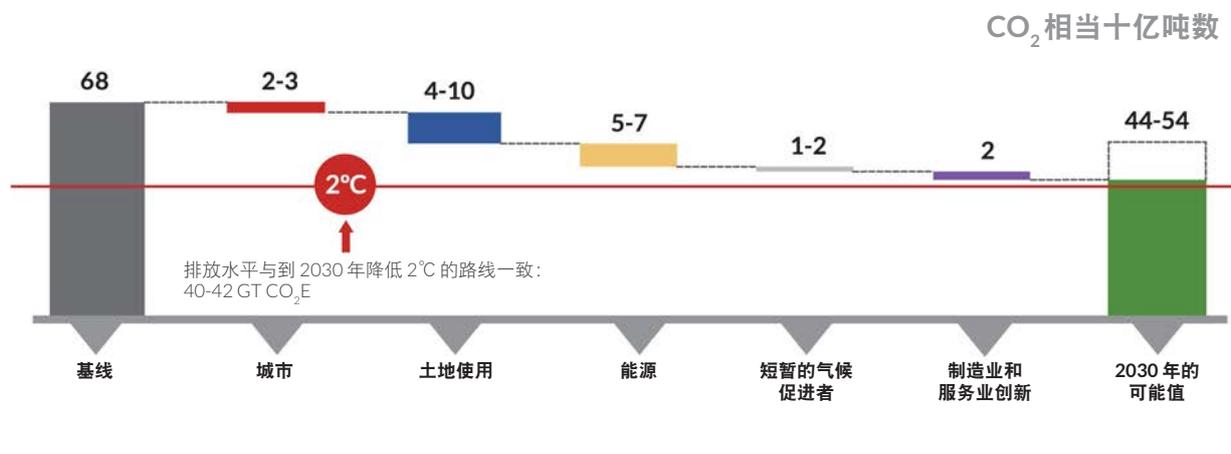
在此背景下，委员会的研究项目计算了本报告中列明的最重要的措施和行动截至 2030 年可能实现的温室气体减排量，和标准的“基本要求”进行对比。这些计算内含的所有行动—集中在城市发展、用地结构转换、能源投资以及制造业和服务业内特定形式的创新等领域—具有多重经济效益。也就是说，所有这些行动不仅能提供标准经济指标方面的效益，而且能提供其他福利改善方面的益处，如减少农村贫困人口，改善空气质量以增进健康，减轻城市交通拥堵状况，以及生态系统服务保护。所有行动都无疑可促进更高质量的经济增长，虽然从狭义经济角度来看有些行动可能需要考虑小量的净成本。换个说法就是各国政府、城市和企业即使不考虑气候变化效益也都有充分的实施理由。

本报告所述的重要措施与行动实现的温室气体减排总量估计可达 14-24 Gt CO<sub>2</sub>e，实际数目取决于这些措施的实施程度（详见图 4）。这个估算范围至少相当于到 2030 年所需的温室气体减排量的 50%，甚至可能高达 90%，从而确保全球气候平均变暖幅度低于 2°C 的目标得以实现的可能性达到 2/3 或以上。必须强调的是，实现该估算范围的上限需要尽早、广泛且雄心勃勃地实施这些措施和行动。这需要果断的政策变化和领导力、快速学习和分享最佳实践和强有力的国际合作，特别是支持发展中国家的减排努力。

图 4

### 本报告所述措施截至 2030 年的减排潜力

#### 已选主要杠杆的 GHG 排放和减排潜力：截至 2030 年



#### 特别行动和措施



**碳价格有利于驱动所有杠杆。  
领先的公司推动提升供应链的能源使用效率**

资料来源：新气候经济分析<sup>67</sup>

此类计算无法做到精确，因此多为范围性数字。这些估算基于“基本要求”下会发生什么的假设、特定类型措施的实施程度与成本、这些措施将产生的碳排放量、基础性经济条件（包括经济增长率和能源价格）以及技术变革发生的速度。此外，还取决于对这些措施和行动的多重经济利益如何评价的判断。但即便是概略，这些数字也确实能够提供可能实现的温室气体减排量。

这些措施本身不足以全方位实现截至 2030 年预防危险性气候变化所需的温室气体减排量。但是本报告并

未谋求探查当前可用的每个温室气体减排方案。截至 2020 年代后半段，技术变革几乎肯定会带来当前未知的全新可能性。因此，不太可能估计截至 2030 年所需的全部额外温室气体减排量的经济成本和效益。

但是，实现所需的温室气体减排总量显然可能需要带来净经济成本的行动。建筑物需要采用节能措施，进行更具深度的改造。燃煤发电厂和燃气发电厂必须尽早淘汰，或进行只是为了减少温室气体排放量的碳捕获与储存 (CCS) 技术改造。工业、农业和交通运输的碳排放

## 加框文字 1

### 量化低碳行动的多重效益和温室气体减排潜力

委员会实施的研究谋求为那些实施改革和投资措施，极有可能产生显著经济、健康和其他效益，同时帮助减少温室气体排放的国家给出一个大致的对程度的初步估计。该项研究借助相关技术文献的研究，估算与以下行动有关的每公吨 CO<sub>2</sub> 减排量的多重效益的货币价值：

- 因煤炭用量减少，当地空气污染减弱而带来健康状况改善；
- 因更好的土地管理做法以及森林恢复、植树造林和与 REDD+ 有关的退化土地恢复措施而形成农村发展效益；
- 因化石燃料用量减少，能源价格波动性减弱；和
- 交通方式转变：驾车转为步行、骑自行车和使用公共交通，空气污染、交通事故和拥堵情况获得改善。<sup>70</sup>

通过调整麦肯锡公司开发的边际减排成本曲线 (MACC)，展示出结果。<sup>71</sup> 图 5 中的每根蓝色条柱表示相对于高碳替代方案，2030 年通过特定技术或行动每多减一吨 CO<sub>2</sub> 的增量成本估算值，及其技术减排总潜力。2030 年每多减一吨的增量成本估算值是用低碳和高碳两种方案之间的运营和年化资本成本差额，减掉转型至低碳带来的任何潜在成本节约。

红色条柱表示各种减排方案带来的额外协同效益，例如当地空气质量改进带来的健康效益。原先的麦肯锡成本曲线被反转，含净效益的方法处于轴上方，净成本的处于轴下方，并且对存在多重效益的地方，其数值也体现在图中。因此，该图变成了“边际减排效益曲线图”。

该曲线表明，仅从狭义经济角度来看就有很多减排方案可以实现净收益，而若将协同效益包括在内，则有更多减排方案，经济福利增益也显著增多。从狭义经济角度来看，一旦将协同效益考虑在内，许多具净成本的减排方案反而会产生净收益，例如减少森林砍伐面积、回收利用新的废弃物和离岸风能。就节能方案而言，将协同效益包括在内可使总效益提高两倍。

这里讨论的协同效益量化仍在探索阶段。并非所有协同效益都涵盖在内，而且尚有许多执行问题未被纳入考虑范围。该方法未计入交易成本，并未试图说明各种措施序列或组合在整体效益提升幅度方面的差异。但是，它在说明哪些措施更具吸引力和成本效益，以及这些措施对于达成 2030 年减排目标的大致贡献方面提供了方向性指导。此项分析再度证明政策制定者拥有诸多改革和投资方案可供选择，在提高经济福利的同时减少温室气体排放。对于狭义经济效益低或为负，但协同效益显著的方案而言，此项分析特别有用。

量需要更大幅度地减少。这些成本是减少严重气候风险的“纯”成本，并且仅仅只是为了避免严重风险。

尝试过计算实现可能的 2°C 路径的净成本的大部分经济模型表明，成本规模都相对较小，截至 2030 年约占 GDP 的 1-4%。<sup>68</sup> 比起全球气候变暖幅度超过 2°C 所造成的未来经济损失，这个成本非常微末，而且本来是可以避免的。尽管如此，当前极有可能需要采取具净成本的行动，因此应显著增加 CCS 等关键技术研发的投资。

本报告着重阐述的领域涉及长期经济增长和碳排放的根本性驱动因素。低碳转型不会在 2030 年结束，在此之后还需要更大幅度的温室气体减排量，才能在 2050 年将全球温室气体排放量降至 20 Gt CO<sub>2</sub>e，并于本世纪下半叶降至零或以下。<sup>69</sup> 截至 2030 年，本报告期内建议

采取的措施和行动将帮助诸多国家奠定基础—城市政策设计、土地利用、能源系统、经济政策、金融和技术创新—以促进从 2030 年起进一步采取应对气候变化行动。

## 6. 领导力

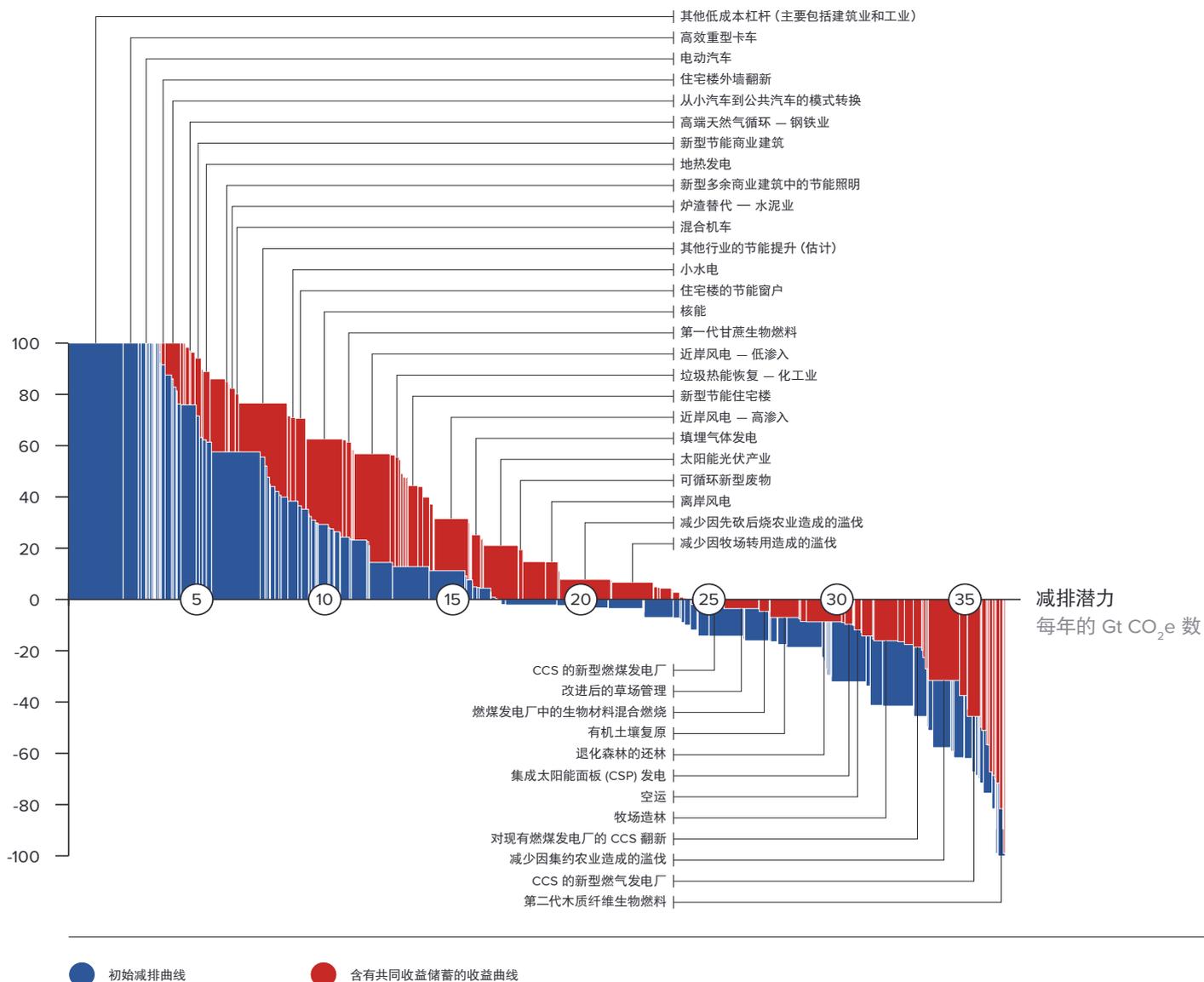
现在亟需采取行动，以推动经济增长和减少气候风险。但是时间非常紧迫，未来 10-15 年至为关键。

经济结构发生重大转变并非没有先例。过去 30 年内，许多发达和发展中国家都经历了经济结构转型。有证据表明，完善的市场和监管有方的公共机构至关重要。公开辩论、广泛的政治支持和蓬勃发展的民间社会组织均会对成功机率产生巨大影响。

图 5

## 2030 年边际减排效益曲线

减排效益  
每 tCO<sub>2</sub>e 的美元数



资料来源：新气候经济分析<sup>72</sup>

在此转型过程中，企业的作用尤为重要。所有国家内各种规模的许多公司都已开始转至低碳和抵御气候变化的发展之路。许多走得最远的企业发现转型的结果对于其“底线”具有相当大的积极影响，减少了投入成本，刺激了创新，以及帮助解决了其他风险。<sup>73</sup> 许多商业行为需要政府的监管或激励来使之切实可行，但负责任的公司有责任支持采用这些政策框架，而不是反对（反对是我们经常见到的情况）。许多公司都已在报告其环境

和社会影响方面取得进展；但此类报告仍是选择而非必须，并且通常并不全面。现在应该规范报告，并使环境和社会影响报告成为核心财务报告的一部分。

这需要重新制订更加全面的经济生活规则和规范。各国政府、企业、金融机构和国际组织评估自身表现及其所面临的风险时使用的多种度量标准需要经常考量并融入对经济和企业成就与环境影响之间关系的更深刻的认识。<sup>74</sup>

全球过渡到低碳和抵御气候变化的发展道路首先需要各国签订一项国际协定，承诺致力实现这一集体经济未来。这一协定可以成为一个强大的宏观经济工具，加强国内政策，并向企业和投资者发出有关全球经济未来发展方向的强烈而明确的信号。如果协定的长期目标包括在本世纪下半叶将净温室气体排放量降至零或以下，则其信号作用将会显著增强。<sup>75</sup> 该协定必须公平公正，发达国家必须为发展中国家提供大量气候资金，以便发展中国家进行调适、减缓和能力建设。

本报告的每一章均会提供特定政策领域和行动的建議，且部分建議已包含在第二部分的摘要中。这些建議已被提炼为 10 点全球行动计划，在第三部分详加阐述。

本报告所述的大量证据显示，在实现各国经济和社会发展目标，同时降低气候变化风险方面，当前仍有巨大的潜力。经济领导人有着绝佳的机会来实现应对气候变化和孕育经济增长。

# 第二部分：章节提要

## 1. 城市

城市对于经济增长和应对气候变化行动至关重要。城市地区聚居着全世界一半的人口，但经济产值大约占到全球经济产值的 80%，<sup>1</sup> 能源消耗量和能源相关的温室气体排放量约为全球总和的 70%。<sup>2</sup> 未来 20 年，预计全球人口净增长几乎全部来自城市地区，每周新增人口数约为 140 万（接近斯德哥尔摩的居民总数）。<sup>3</sup> 截至 2050 年，城市人口将会至少增长 25 亿，约占全球总人口的 2/3。<sup>4</sup>

经济增长、生活质量和碳排放量的利益攸关莫大于此。我们如今建造的结构，包括道路和建筑物，可以持续一个世纪甚至更久，温室气体排放量的发展轨迹的设定到了形成控制的关键时刻。

鉴于城市基础设施的长寿命特性，我们建造、改建、维护和增强全球不断增长的城市的城市的方式不仅将会决定其经济绩效和城市居民的生活质量，而且会决定本世纪余下岁月的全球温室气体排放的发展轨迹。本章阐述并总结了城市对经济增长和气候变化的日益重要的贡献，探讨了如今的主导发展模式，并描述了替代发展途径，以及支持并扩展该途径所需的政策。

我们重点阐述了三类城市：

- **新兴城市**是指中国、印度和其他新兴经济体内 291 座迅速发展的中等收入的中等规模城市，拥有 100-1000 万人口，人均收入为 2,000-20,000 美元。
- **全球巨型城市**是指 33 座以知识、服务和贸易为主的枢纽城市，拥有 1000 万以上人口，人均收入超过 2,000 美元，包括伦敦、北京和东京等首都城市。
- **成熟城市**是指 144 座发达国家的繁荣的中型定居城市，人均收入超过 20,000 美元，如斯图加特、斯德哥尔摩和广岛。

委员会开展的研究表明，按照目前的趋势，从现在起至 2030 年，全球 GDP 增长的 60% 来源于这些城市，大约一半的全球能源相关的温室气体排放量也来源于这些城

市，而拥有 100-1000 万人口的 300 座新兴城市将占到城市温室气体排放量总量的一半以上。市长以及经济、金融、城市规划和环境部的政策制定者所面临的问题是如何规划城市发展，以提高经济绩效和生活质量，同时减少温室气体排放。

世界各地很多城市的发展存在未经筹划的松散的城市扩张，人口密度低，汽车使用率高。如果当前的发展趋势延续下去，从 2000 年至 2030 年，全球城市化土地面积将会增大两倍，<sup>5</sup> 相当于每天增加一个大于曼哈顿的面积。与此同时，汽车数量将会翻倍，从如今的 10 亿辆增至 20 亿辆。<sup>6</sup>

---

**如果当前的发展趋势延续下去，  
从 2000 年至 2030 年，全球城市  
化土地面积将会增大两倍**

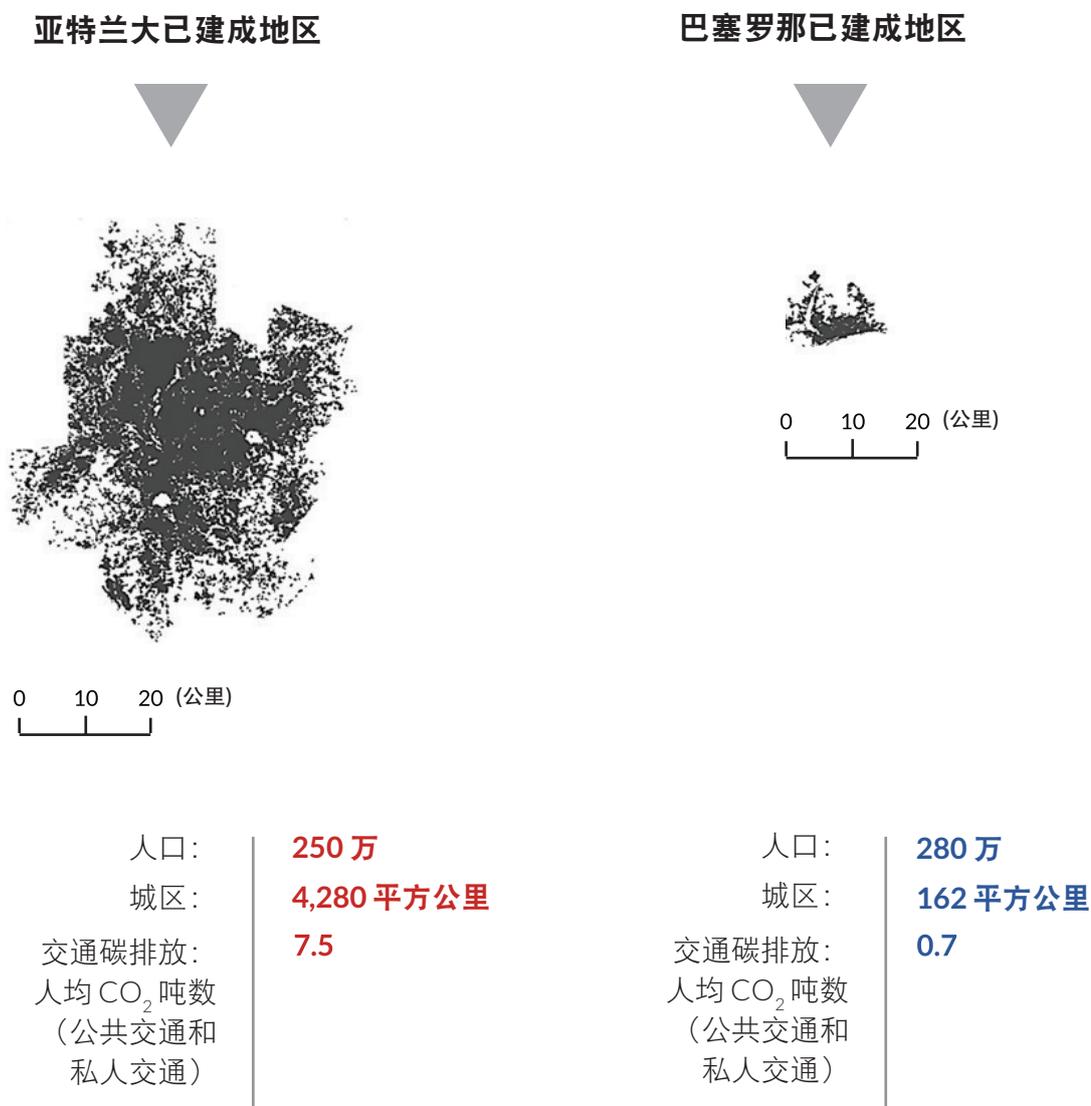
---

这种蔓延式城市扩张模式会产生巨大的成本，导致每个住宅单位的用地面积翻倍，公用设施和公共服务的供应成本增加 10-30% 或更多，机动车出行及相关成本增加 20-50%。<sup>7</sup> 在快速发展的低收入和中等收入国家，由于往往要进口建筑设备，蔓延式城市扩张实际上会导致许多方面的成本增加一倍或两倍；此外，还会导致交通拥堵、事故和空气污染成本增加，难以摆脱无效率的高能耗，实施更高效的废弃物管理和区域供暖模式更加困难。

本报告所述的新模型设计表明，由于公共服务的供应成本增加，基础设施的资金需求更高，整体资源生产率下降，以及事故和污染损害赔偿，美国蔓延式城市扩张的外部增量成本约为每年 4000 亿美元。<sup>8</sup> 在资源更有限的快速城市化国家，成本会更高。集聚和专业化的生产力收益在中国因为城市扩张而减少，导致资本支出水平高于维持经济增长所需。<sup>9</sup> 例如，2004 年针对中国 261 座城市的研究显示，如果就业密度增加一倍，劳动生产率能上升 8.8%。<sup>10</sup>

图 6

### 过去的基础设施和规划决策导致收入水平相似的城市之间的能源消耗量和温室气体排放量存在巨大差异：亚特兰大市与巴塞罗那市对比



资料来源：Bertaud 和 Richardson, 2004, 及 Kenworthy, 2003。<sup>12</sup>

委员会审查的新分析表明，即使在这种情况下，世界各地的城市仍有机会在未来 5-10 年内通过对建筑、运输和废物回收利用行业进行经济回报丰厚的投资，提高资源生产率并减少温室气体排放。但是，如果没有城市设计和交通系统更广泛的结构性转型为支持，这些措施的效益很快就会被一如往常的持续经济和人口膨胀模式的影响所淹没。证据显示特别在快速增长的新兴城市，节能减排效益可能会在五年或更短的时间内消失。<sup>11</sup>

因此，为释放新一波的持续长期的城市生产率提升，我们需要结构性转型，形成更紧凑、连贯和协调的发展。达到这些标准的城市拥有更高的生产力、更强的社会包容性，且更有弹性、更清洁、安静、安全；同时其温室气体排放量更少——同时追求经济增长和减缓气候变化的绝佳效益范例。例如，图 6 对比了美国亚特兰大市和西班牙巴塞罗那市的城市发展模式对土地利用和温室气体的影响。

## 1.1 更好的城市发展模式

未经筹划的松散的城市扩张的替代模式是基于有控制的增长的更高效的城市发展模式，鼓励更高的人口密度，具混合功能的社区和步行可达的环境，以及在全球巨型城市和成熟城市中，复兴和重建城市中心和棕地，并辅以绿地建设。该模式优先考虑发展优质公共交通系统，以充分利用紧凑型城市形态并降低汽车依赖度来减缓交通拥堵；此外，还通过“更智能”的公用设施和建筑来提高资源利用率。有可能在未来 15 年减少超过 3 万亿美元的城市基础设施建设资金需求。<sup>13</sup> 快速发展的新兴城市和小城镇现在有着学习其他城市的经验，从一开始就采用这种发展模式的重要机遇。

---

**截至 2015 年，中国的城市轨道交通网络总长度将达到 3,000 公里。**

---

向这一替代发展模式转型将释放中长期经济和社会效益。通过提高人口密度形成集聚效应，可以提高基础设施生产力，改善空气质量，在交通领域形成大量成本节约。美国的估算值显示，围绕公共交通进行的城市发展能使人均汽车使用率降低 50%，家庭支出可以减少 20%。<sup>14</sup> 采用扩张式发展的休斯敦，即便燃油价格低很多，高达约 14% 的 GDP 都用在了交通上，哥本哈根这一数值仅为 4%，西欧许多城市约为 7%。（但值得提出的是，休斯顿现在开始推行雄心勃勃的措施，通过城市复兴和公共交通系统的持续投资来纠正城市扩张的后遗症。）<sup>15</sup>

委员会的新分析表明，全球最大的 724 座城市采用紧凑的公共交通导向模式可以在 2030 年前减少 15 亿吨 CO<sub>2</sub>e 的温室气体排放量，这主要通过减少个人车辆使用率，以支持更高效的交通模式来实现。虽然实现此类节约需要转型变革，但是这将会为接下来几十年更大的持续资源节约和温室气体减排奠定基础。

事实上，这种转型已经在进行。伦敦、布鲁塞尔、东京、汉堡、名古屋和北京等各类城市正在重新提高人口密度。160 多座城市已经实施了快速公交 (BRT) 系统，

每天可以运送大量乘客，而成本比地铁要低 15%。<sup>16</sup> 例如哥伦比亚波哥大市的 BRT 系统每天最多可运输 210 万名乘客，并辅以连接居民区和公共交通、社区空间和公园的全市自行车道网络；<sup>17</sup> 截至 2015 年，中国的城市轨道交通网络总长度将达到 3,000 公里。<sup>18</sup> 2000 年，仅有 5 座城市设立了自行车共享计划，但是到 2013 年，这一数字增加至近 700 座。<sup>19</sup>

从哥本哈根到香港，到美国俄勒冈州波特兰，诸多城市亦展现出如何通过更加紧凑、连贯和协调的城市发展模式来创建繁荣，改善空气质量，减少温室气体排放。从 1993 年至 2010 年，斯德哥尔摩的温室气体排放量下降了 35%，同时其经济增长了 41%，是欧洲地区增长率最高的城市之一。<sup>20</sup> 库里蒂巴是巴西最富裕的城市之一，由于其突破性的综合土地利用和交通规划方法，其人均温室气体排放量相比全国平均水平低 25%，燃油消耗量相比全国平均水平低 30%。<sup>21</sup>

## 1.2 从国家层面管理城市发展的战略方法

各国需要优先考虑将更妥善管理的城市发展和提高城市生产力作为经济增长和应对气候变化目标的关键驱动因素。快速城市化的国家尤应如此，因为当前的体制安排往往意味着城市发展由其他国家优先事项决定。国家和地区政府及城市领导之间的协调和合作在这里至关重要。

一些国家已经作出重大政策转变，以促进更紧凑的功能混合式土地开发，控制城市扩张，最大限度提高资源利用效率，减少与污染、交通拥堵和 CO<sub>2</sub> 排放的负面影响。一则鲜明的示例是中国的《国家新型城镇化规划》，该规划将城市政策置于中国决策的核心地位。<sup>22</sup>

委员会敦促所有国家联同市政府制定国家城市化战略，该战略须反映相关部门的合理诉求，分配适当预算，且由中央政府和/或财政部监督预算的使用。还应该为城市提供更大的财政自主权，可以与经济、社会和环境业绩基准挂钩，并考虑设立一个国家层面的专用融资工具，允许私营部门适当参与其中，以支持城市更加紧凑、连贯和协调发展。现有的基础设施资金应转向支持这一转型。

### 1.3 制定更令人信服的政策和制度来推进实施紧凑、连贯和协调的城市发展模式

建立更美好、更高效的城市是一项长期工作。摆脱惯常的城市扩张模式需要在几个关键领域的坚持，并且需要国家、地区和城市协同共进。首先，城市要抓住机遇在短期至中期内提高建筑、交通运输和废弃物管理等行业的资源效率。有证据表明这些较小的措施可以为更广泛、更长期的改革创造动力，尤其是产能受限的城市。

为推动城市开展更广泛的结构性转型，政府应优先考虑加强城市、地区和国家层面的战略规划，重点是提高土地利用率和综合的多式联运基础设施。在全球最大的150座城市中，仅有20座城市已经进行过低碳规划所需的基本分析。<sup>23</sup> 这些工作应得到监管改革的支持，以推动实施更高密度的功能混合的向内式开发，以及高效停车等新措施。

转变交通激励措施也至关重要。委员会建议各国政府改革燃料补贴方法，并引入新的定价机制，例如道路使用者收费，以减少并最终取消对化石燃料车辆使用的激励。他们还应考虑对土地用途转换和分散开发收取费用，并对土地征收高于建筑物的税费，如土地税和开发税。这些改革可以增加收入，以投资公共交通和公共交通导向式发展。

此外，还需要新的机制来为更智能的城市基础设施和技术的前期投资进行融资，如更卓有成效地利用土地价值捕获、市政债券融资、搭建筹备和获得投资的平台以吸引私营部门投资。同时，更高效和负责的市级机构的辅助亦甚为重要，本章会对这些主题详细阐述。

### 1.4 国际社会的作用

国际社会在促进更高效管理的城市发展方面亦起到关键作用，可以积累和分享最佳实践，并引导资金投入结构紧凑、连贯和协调的城市化进程，而远离蔓延式扩张。

委员会建议发布全球城市生产力倡议，以推动和协助积累城市生产力提升方面的最佳实践，支持国家和城市自身的努力。该倡议应建立在这一领域内的主要国际组织已完成的工作基础上，包括C40和ICLEI（地方政府可持续发展）等城市网络，<sup>24</sup> 并涵盖快速城市化的国家、

市长和商界领袖。主要活动包括审核系统收集城市数据的制度选择，制定城市化发展方案和最佳实践指导，并确立综合市级核算的加强能力建设的国际标准。

此外，还应建立一个全球城市信用机构，以帮助城市制定相应战略，增加“自有财源”收入，如果主权国家政府允许的话，增加其进入私人资本市场融资的机会。在最大的500座发展中国家城市中，目前仅有4%的城市被视为在国际金融市场内有信用；每投入1美元用纠正信用问题即可从私营部门融资超过100美元。<sup>25</sup> 新机构应建立在世界银行的现有项目基础之上并适当扩大规模，为发展中国家和发达国家的城市提供协助。

最后，多边开发银行（MDB）必须迅速淘汰那些锁定松散的非连贯式城市扩张投资的融资。银行应与客户和捐助国合作，将海外发展援助和优惠贷款转向支持综合的城市发展战略以及更智能的基础设施和新技术。此外，还应更多地考虑将多边开发银行的全部资金转向对于迅速城市化国家的经济发展日益重要的城市，并加大支持力度帮助这些城市筹备和获得城市基础设施投资。

## 2. 土地利用

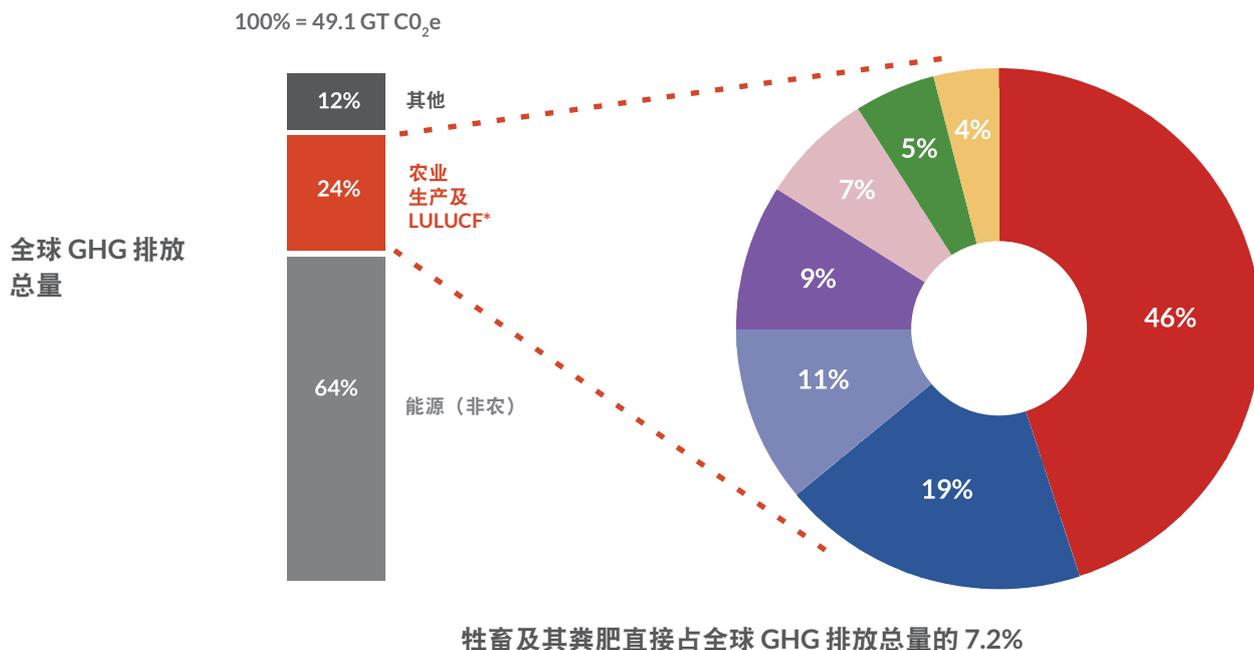
全球人口迅速增长、城市化、收入增加和资源约束给农业和森林（对粮食安全和生计至关重要）的用地和水资源造成巨大压力。全球大约四分之一的农业用地严重退化，<sup>26</sup> 森林不断被砍伐以生产木材和木炭，继而作为作物和牧草用地。<sup>27</sup> 关键生态系统服务正在受到损害，自然资源基础正变得越来越低效。与此同时，气候变化正带来巨大挑战，许多地方面临的洪水和干旱风险日益增加，并导致水文系统和季节性天气模式发生变化。

农业、林业和其他土地利用亦占到全球温室气体排放量的1/4。<sup>28</sup> 仅森林砍伐和森林退化两项就占到全球温室气体排放量的11%（已算入重新造林的抵消）；<sup>29</sup> 2000-2010年，全球森林面积年均减少520万公顷。<sup>30</sup> 用作农耕后的农业温室气体排放包括牲畜产生的甲烷、化肥使用产生的一氧化二氮以及拖拉机和化肥生产所产生的二氧化碳（CO<sub>2</sub>）（详见图7）。

这些因素综合起来，使农业和林业成为气候政策最优先考虑的行业，特别是在拥有面积巨大的富含碳的森林的

图 7

## 2010 年全球农业、林业和其他土地利用温室气体排放量



资料来源：世界资源研究所根据 UNEP 所作的分析，2012 年；FAO，2012 年；EIA，2012 年；IEA，2012 年；以及 Houghton，2008，经适当调整。<sup>31</sup> \* 土地使用、土地用途变更及林业 (LULUCF)

热带国家。农业和林业对于许多发展中国家而言同样至关重要：世界银行的研究显示，1993-2005 年，在人均 GDP 为 400-1,800 美元（2005 年数据）的国家中（许多国家位于亚洲），农业在该国 GDP 的占比为 20%；而在次撒哈拉地区，此项比例为 34%，农业就业人口约占全国总劳动人口的 2/3，同时农业对 GDP 增长的贡献比例达到 1/3。<sup>32</sup> 全球 70% 最贫穷人口生活在农村地区，并且依靠农业维持生计，大部分位于热带地区。<sup>33</sup>

在未来 15 年，超过 80% 的全球农产品和林产品需求增长来自发展中国家。<sup>34</sup> 截至 2050 年，全球粮食产量需要在 2006 年的基础上增加 70%，这主要归因于发展中国家的人口增长、收入增长和饮食结构变化。<sup>35</sup> 满足这一新需求对于经济增长、粮食安全和减贫至关重要，但是对企业—从小型农场和当地企业到跨国企业—而言，

这意味着巨大的商机。如何满足这一新需求对于气候成就至关重要。

### 2.1 农业供应方面的措施

“绿色革命”—实现发展中世界农业现代化的为期数十年的一项事业—通过研制高产粮食品种并大幅增加农业投入（灌溉用水、化肥）来提高农作物产量。如今所需的许多措施更针对具体的地方，解决诸如干旱、洪水、虫害和海水入侵等问题。诸多富有前途的创新已经推向市场，如可以浸没在水中的“水下稻”，南亚和东南亚地区洪水愈发频繁，作物常被淹没。该品种在 2008 年引入印度，至今已有 500 万农民种植该品种水稻。<sup>36</sup>

就主要谷类作物而言，国际农业研究磋商组织 (CGIAR)（每年价值 10 亿美元的全球合作关系）支持开展的研究极为宝贵。各国公共部门的支持同样极为重要，特

别是水稻和“孤儿作物”——某些含淀粉的块根作物、蔬菜和豆类等——全球市场价值极少，但却是当地的主食。然而，在 2008 年，各国政府在农业研发领域的投入仅有 320 亿美元，包括发展中国家和新兴经济体的 156 亿美元资金（按 2005 年购买力平价计算）。私营部门投入的研发资金为 180 亿美元（按 2005 年购买力平价计算），主要来自发达国家。<sup>37</sup>

仍有大量空间来增加农业研发资金投入，以提高生产率和应变能力，无论是否通过多边、区域和国家制度。委员会建议，发展中国家的双边援助国、基金会和国家政府共同投入发展中国家内农作物、畜牧业和农林业的研发资金应翻倍，从 2008 年的 150 亿美元增至 2030 年的 300 亿美元。

腾出研发资金的一种方法是减少补贴投入（主要是化肥和水资源）。中国的农业补贴在 2012 年升至 730 亿美元，约占农业总产值的 9%；<sup>38</sup> 印度在 2010 年提供了约 280 亿美元的氮肥和农业灌溉用电投入补贴。<sup>39</sup> 经济合作与发展组织国家政府在 2012 年根据农业投入用途为农民提供了 320 亿美元的财政补贴。<sup>40</sup> 许多国家对农业投入提供财政补贴以尽量提高生产力，但这也会导致浪费和环境破坏。

各国政府应逐步取消直接农业投入补贴，并将由此节约下来的资金用来提供社会福利，为低收入农民提供更直接的支持。这样做会激励更好的更有针对性的农业投入用途，减少相关污染和温室气体排放，并节省农民的资金，其原因在于即使获得补贴，他们仍需要负担农业投入的费用。据估计，尽在中国提高化肥的使用效率就有可能每年减少 2 亿吨 CO<sub>2</sub> 的温室气体排放量，<sup>41</sup> 在印度提高水资源的使用效率有可能每年减少 1 亿吨 CO<sub>2</sub> 排放量。<sup>42</sup>

---

**仍有大量空间来增加  
农业研发资金投入，  
以提高生产率和应变能力。**

---

遏制和扭转土地退化也应成为优先考虑事项，全球约四分之一的农业用地正在严重退化。<sup>43</sup> 中国、埃塞俄比

亚、墨西哥、乌干达、卢旺达、智利和印度尼西亚的案例研究表明，土地退化导致农业生产力以每年 3-7% 的速度下降。<sup>44</sup> 经过充分测试的做法可以增加土壤的有机质含量，控制水源径流，提高保水性和土壤肥力，以及增加土壤、植物和树木的碳储量。

**委员会建议，各国政府及其发展伙伴应致力通过按比例增加投资和采用景观级方法，恢复 1.5 亿公顷已退化的农业用地。**

此类方法从更广的视角考虑生态系统、资源利用和人类活动，而不仅仅是逐个农场考虑。此外，它们通常还涉及在农场内种植树木及/或恢复和保护农场周围的林区。做法既可以规模大、资本密集，也可以是设定小目标，引进若干成熟技术。

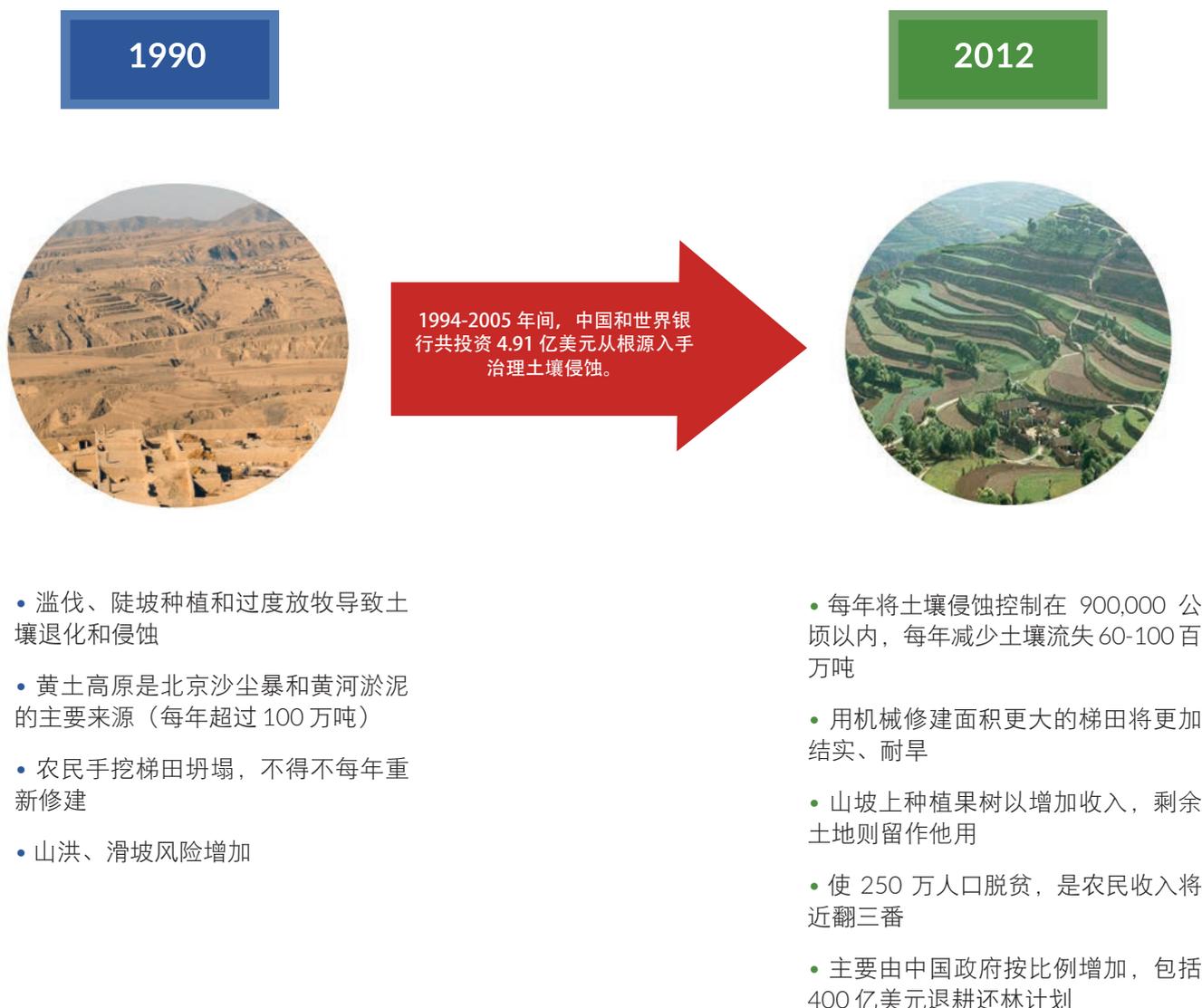
1994-2005 年在中国实施的黄土高原项目是大规模努力（参见图 8）的闪亮典范，该项目总共调动了 4.91 亿美元的资金来遏制近 100 万公顷的水土流失。该项目的重点是遏制导致土地退化的活动——特别是在陡峭的山坡上进行种植、砍树以及山羊散养放牧；引进重型装备建造更宽广、更坚固的梯田用于粮食种植，并鼓励农民种植树木，允许边际土地再次抛荒。该项目大幅提高了粮食产量，并使超过 2.5 亿人脱贫；土壤碳储量也有所增加，这主要归功于森林和草原的恢复。<sup>45</sup> 该项目模式已经通过中国 400 亿美元的“退耕还林”计划进一步扩大规模，推广至中国的大部分地区。<sup>46</sup>

同时，尼日尔马拉迪和津德尔地区的项目显示了低成本投入可以实现的丰硕成果。农民在耕地内套种固氮树木，或允许树根和树桩再生，增加 10 到 20 倍的乔木和灌木覆盖面积。500 万公顷严重退化的农田的农业生产力显著提升，<sup>48</sup> 整个区域内的生物多样性和土壤肥力亦显著增加。实际农业收入增长了一倍多，刺激本地非农服务收入也增长了一倍多。<sup>49</sup> 此外，非洲干旱地区的 3 亿公顷农田的情况也类似，说明存在相当大的按比例推广潜力。<sup>50</sup>

2008 年粮食价格暴涨之后气候和市场风险不断增加的看法已使更贫穷国家的政府和小农过度规避风险。这阻碍了当地采用以市场为导向的政策、投资和技术，而这些对于农民收入为持续增加至关重要。不重视已增长的

图 8

## 中国的黄土高原项目显示如何贯彻实施农业景观方法



资料来源：世界银行黄土高原水土保持项目 I 和 II 的项目完成评估，1999 年和 2005 年。<sup>47</sup>

不确定性对于贫困人口而言也是灾难性的。因此，迫切需要稳固的制度和领导力，鼓励采取集体行动；适当的激励机制和更有保障的财产权也至关重要。多边和双边投资者和基金会应大幅增加资金投入，以帮助适应气候变化，优先考虑面临重大气候灾害且缺乏可信的基础设施可用性、就业替代和风险保险机制的国家内最贫穷的农民。

### 2.2 森林是自然资本

森林也需要得到更妥善的保护。预计在未来 15 年内，木材、纸浆和生物能源需求会大幅增加，因此目前支持天

然林的陆地面临更大的压力。<sup>51</sup> 预计至 2050 年，木材采伐量相比 2010 年增长三倍。<sup>52</sup> 提高其他土地利用的盈利能力，如通过农业集约化方式，也会增加开垦土地的压力。而在以前的林地上进行农业耕种和提取森林产品所产生的价值也会带来相应的成本。森林是一种重要的自然资本形式，能为国家、企业和公民产生经济效益（和气候惠益）；森林提供的生态系统服务对于农业景观韧性显得尤为重要。因此，在全球及各地区保护剩余的天然森林和恢复森林植被是养活全世界人口，构建韧性经济的重要组成部分。

由于农业扩张、木材采伐、薪材和木炭提取、采矿和道路建设，每年有数百万公顷的森林正在消失或退化。<sup>53</sup> 一旦树木被砍伐，就会导致森林退化，开垦的土地经常被转作其他用途（如农业），术语称作森林砍伐。虽然森林退化和森林砍伐往往同时发生，但是其驱动因素不同，因此可能需要不同的处理方法。<sup>54</sup> 新兴经济体不断增长的林产品需求是森林退化的主要根源，而已退化的林地是否重新形成森林，还是转作其他用途则取决于替代用途、产权以及市场和资源监管的财务可行性。

问题的成因是市场价格、税收政策、贷款条件和商品采购做法往往不能反映（或“内化”）森林的更广泛的经济价值。信息缺乏、问责缺失以及一些地方存在的腐败和强大的既得利益集团更加重了这些缺点。在市场和监管失灵的情况下，支持强劲经济增长所需的任何形式的资本—无论是自然、财政或人力—均无法得到加强和有效利用。

因此，需要政策干预来解决这些问题，巴西、哥斯达黎加、韩国等国家成功的示例非常多。生态系统服务付费（如根据 REDD+ 机制支付）对于帮助各国保护其自然资本亦可起到关键作用。委员会建议，发达国家应设立目标，每年提供至少 50 亿美元的 REDD+ 融资（日益侧重于经核实的减排量付款）。

---

### 从农场到餐桌之间， 1/4 的全球粮食目前正被 损失或浪费掉。

---

生态服务付费包括绿色气候基金下设的基于结果的 REDD+ 专责窗口（子基金），<sup>55</sup> 或根据 2015 年气候协定计算各国“按国家确定的贡献”中 REDD+ 减排量。预计随着时间的推移，碳市场将发挥越来越大的作用。低成本卫星云图、云计算、高速互联网连接、智能手机和社交媒体的衔接会极大促进基于结果的资金所需的执法和核查。这些新发展正在构建一个“极端透明”的新世界，在家中即可得知遥远的森林中发生的事情。

也需要设立雄心勃勃的森林恢复目标。委员会建议，各国致力到 2030 年恢复 3.5 亿公顷森林，并立即开始行

动。这与第 15 号爱知目标一致，该目标呼吁恢复 15% 的已退化生态系统，<sup>56</sup> 恢复后可以从流域保护、农作物产量提高和林产品中获得每年 1700 亿美元的净收益。<sup>57</sup> 除森林的人为或天然更新之外，如此规模的森林恢复途径还需要包括农耕地区的农业林和镶嵌式恢复（比如在商业价值有限的退化陡坡）；这能够每年减少 1-3 Gt CO<sub>2</sub> 排放量，具体取决于所使用的途径和已恢复地区的生物群落。<sup>58</sup>

## 2.3 需求方面的措施

为缓解土地压力，需求方面的措施也很重要。就热量而言，从农场到餐桌之间，1/4 的全球粮食目前正被损失或浪费掉。例如，截至 2030 年，发达国家的粮食浪费减少措施每年可以节省 2000 亿美元的粮食，至少可以减少 0.3 Gt CO<sub>2</sub> 排放量。<sup>59</sup> 政策制定者还应努力减少生物燃料的粮食作物需求，促进饮食结构转变，减少红肉类比重。

**委员会建议，截至 2030 年，各国和企业致力使采收后粮食损失和浪费比当前水平降低 50%。此外，各国政府应该淘汰涉及粮食作物的生物燃料补贴或使用的激励措施。**

我们的报告估计，继上述农业建议之后，至 2030 年，森林和土地利用变化至少可确保每年减少 4.2 至 10.4 亿 Gt CO<sub>2</sub> 排放量，预计实际能达到 7.3 Gt CO<sub>2</sub> 减排量。实现这一预期的主要内容包括：通过重点推动“气候智能型农业”创新来提高农业生产力（0.6-1.1 亿 Gt）；优化森林管治和保护措施，并在 REDD+ 机制的支持下，实现零净砍伐森林（1.6-4.4 亿 Gt）；恢复 1.5 亿公顷已退化的农业用地和 3.50 亿公顷已退化的森林景观，总面积达 5 亿公顷（1.8-4.5 亿 Gt）；以及减少粮食浪费（0.2~0.4 亿 Gt）。

## 3. 能源

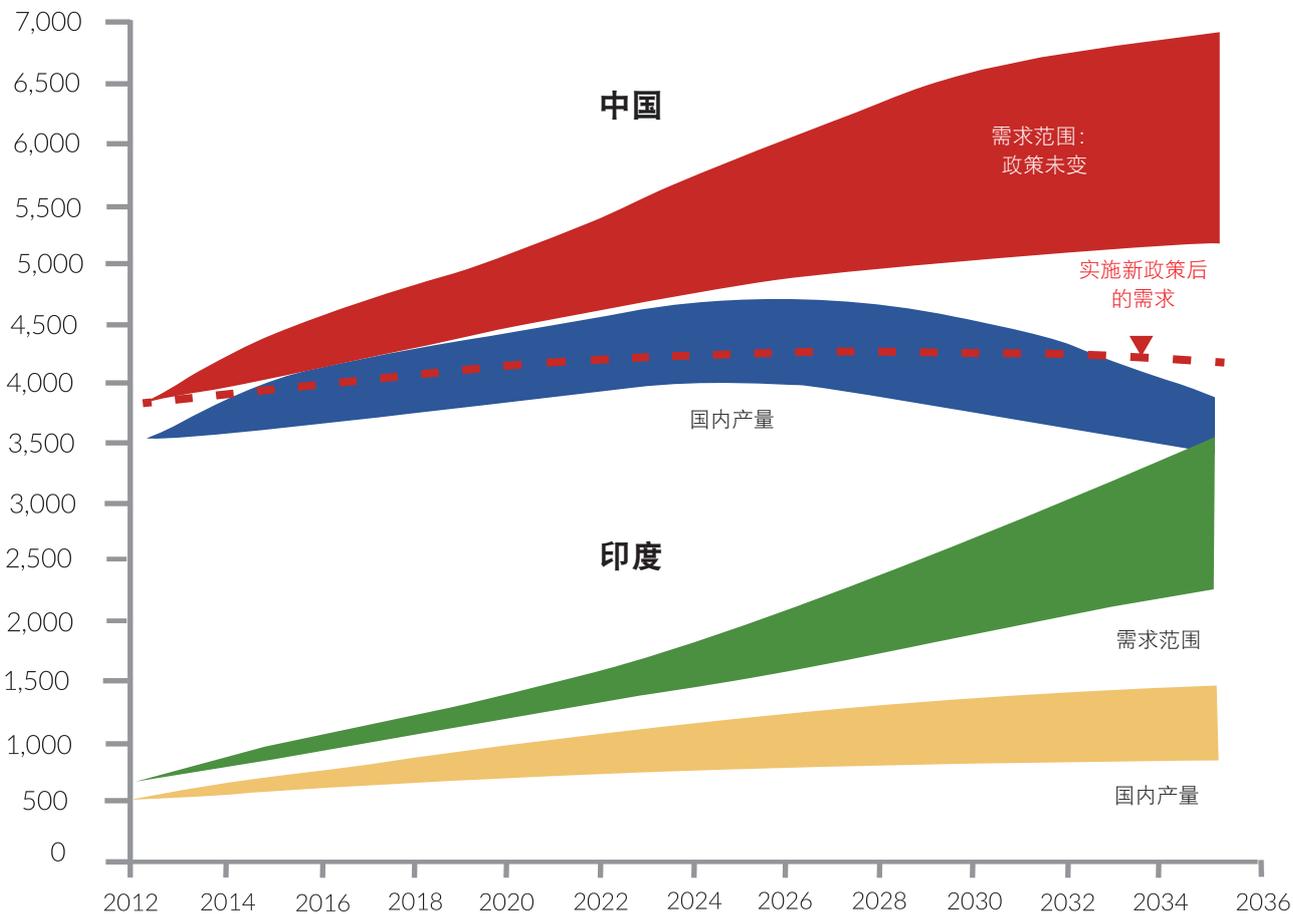
我们正处在一个前所未有的能源需求暴涨的时期。自 1990 年以来，全球能源消费量增长了 50% 以上，<sup>60</sup> 而且必须保持增长才能支持经济持续发展。高达四分之一的当前能源需求是在刚刚过去的十年里出现的，自 2000 年以来，所有净增长均来自于非经济合作与发展组织国家，

图 9

在政策保持不变的情况下，2012-2030 年印度和中国的国内煤炭产量和煤炭需求范围设想。

### 中国和印度燃煤需求和国内生产方案

百万吨燃煤



- 国内产量：中国
- 需求范围：中国
- IEA NPS 2013
- 国内产量：印度
- 需求范围：印度

附注：主要需求范围设想假定政策保持不变，鼓励采取措施来降低煤炭使用量（中国），或建立在特定经济增长率的不同能源效率开发基础之上（印度）。虚线（国际能源署，2013 年，新政策设想）表示根据中国遏制煤炭需求增长的政策绘制的可能需求轨迹。该数字包括所有类型的煤炭，未根据含热量进行调整。

资料来源：中国的需求（非虚线）是基于美国能源信息管理局（2013 年）、国际能源署（2013 年）的当前政策设想、Feng（2012 年）和 Wood MacKenzie（2013 年）发表的论文所述的范围分析得出的。印度需求设想是基于 2013 年印度政府计划委员会的印度能源安全设想 (IESS) 分析得出的。中国煤炭产量是基于最终可采的国内煤炭资源的枯竭轨迹分析得出的。印度煤炭产量数字范围是印度政府计划委员会对国内未来可开采煤炭量的 IESS 内的考虑。<sup>67</sup>

其中一半以上来自中国。<sup>61</sup> 过去的预测往往未能预见到这些突发性的变化，但是这对几乎所有国家的能源前景都造成了影响。从目前来看，未来更加不明朗，因为预测显示未来 15 年全球能源需求将会增长 20% 至 35%。<sup>62</sup> 满足该需求需要巨额的投资：2015 年至 2030 年，关键类别能源基础设施的投资大约需要 45 万亿美元。<sup>63</sup> 这笔钱如何使用非常关键，它可以帮助建立强大、灵活的能源系统在接下来的几十年来内支持各国的经济发展，或被锁定在欠佳的能源基础设施上，使各国面临未来市场波动、空气污染以及其他环境和社会压力。由于能源生产和使用占到全球温室气体排放量的 2/3，<sup>64</sup> 而这些排放量会继续上升，因此导致全球气候面临极大的危险。

未来 15 年是建立更有效的能源系统，同时减少未来气候风险的时机。抓住时机需要多方面的方法；首先必须**获得能源定价权，推行能够回收投资成本和减少能源浪费的能源价格，并且取消对化石燃料消费、生产和投资的补贴。**此外，还需要实施其他互补性措施。一项关键任务是提高资源利用效率和生产力，以充分利用我们的能源供应。一些国家已经在这方面取得了显著收益，但仍然有很多尚未开发的潜力。增加我们的能源供应选择同样很有必要。从非常规石油和天然气，到可再生能源技术的快速增长，技术、商业模式、融资体系和监管框架的创新已经在为我们提供更多的能源选择。

### 3.1 不断变化的煤炭前景

煤炭一直以来都是丰富且可负担得起的能源选择，在若干快速增长的经济体内煤炭仍然是快速增长的电源供应和重工业的默认选择。但是，受需求快速增长和煤炭贸易飞涨的带动，情况正在发生变化。煤炭价格是历史盛行价格的两倍，<sup>65</sup> 预计仍将维持在每吨 85-140 美元的高位，即使其他可选能源费用已经下降，尤其是美国的页岩气及全球范围内的可再生能源。煤炭的未来安全优势不像过去那么明朗了。印度近几年的进口量占到新增煤炭需求的 50 以上，如果情况没有变化，其进口依赖程度可能还会升高。<sup>66</sup>

一旦增建基于煤炭的基础设施，空气污染造成的损害已被证明是非常巨大的，并且很难处理；在中国，空气污

染所造成的损害的价值目前已占到 GDP 的 10%。<sup>68</sup> 在许多国家，正确核算污染成本抵消了煤炭的成本优势。例如，火力发电在许多东南亚国家具有经济优势，其成本为每兆瓦时 60-70 美元。但是，正确核算空气污染成本会增加每兆瓦时 40 美元或以上的成本，这与替代品的成本差距相当，甚至超出。<sup>69</sup>

煤炭也是碳含量最高的化石燃料，占到电力行业二氧化碳排放总量的 73%，但其发电量只占到电力行业总发电量的 41%。<sup>70</sup> 减少煤炭用量对于减少 CO<sub>2</sub> 排放量至关重要。例如，国际能源署 (IEA) 450 设想预计到 2030 年，火力发电量降至 2011 年水平的 60%，总减排量达到 11 GtCO<sub>2</sub>。<sup>71</sup> 委员会进行的分析显示，一旦将替代品的成本变化、健康损害减轻和其他协同效益考虑在内，多达一半的减排量可以零净成本或非常低的净成本来实现。<sup>72</sup>

---

## 未来 15 年是建立更有效的能源系统，同时减少未来气候风险的时机。

---

鉴于煤炭带来的已知风险，现在正是扭转“举证责任”的时候，这样煤炭才不再被认为是经济合理的默认选择。相反，各国政府应该规定，新的煤炭建设必须先进行全面的评估，评估结果必须表明没有其他可行选择且煤炭所产生的效益远高于全部成本。

### 3.2 可再生能源的新时代

可再生能源以令人震惊和意外的速度涌现，成为大规模的在经济上日益可行的化石燃料替代品，尤其是电力行业。<sup>73</sup> 2006-2011 年超过 1/4 的新增发电量全部来自可再生能源。<sup>74</sup> 水电一直以来都是主要的能量来源，但在许多市场内，风力发电和太阳能发电价格迅速下滑，相比煤炭和天然气发电越来越具有成本竞争力。<sup>75</sup> 例如，在巴西，风力发电是最近若干次拍卖中最便宜的新电能，比新的火力发电的价格低 30%。<sup>76</sup>

太阳能光伏 (PV) 发电的成本仍高于风力发电，但其成本目前已降至 2010 年的一半，<sup>77</sup> 自 2008 年以来，模组

价格下降了 80%。<sup>78</sup> 世界上最大的财政补贴的太阳能光伏发电厂位于智利的阿塔卡马沙漠，年发电量达到 70 兆瓦，已在 2013 年签订承包合同并网发电。<sup>79</sup> 2014 年初，13 个国家内至少有 53 座年发电量超过 50 兆瓦的太阳能光伏发电厂并网发电，还有若干项目即便没有没有财政补贴的也已具备竞争力。<sup>80</sup> 在许多国家内，小型太阳能电站已经在电力零售市场内显示出了自身的竞争力，而且相比于其他如柴油发电等离网选择，它们的价格更便宜。<sup>81</sup> 生物质发电、地热能和核能发电也是成熟的技术。总体而言，预期的巨大变化已经发生。即使按最低基准进行预测，未来二十年，大部分的新增电力将来自风力发电和太阳能发电，<sup>82</sup> 零碳排放能源可以满足未来能源需求的中流砥柱。

可以继续发掘的潜力仍很大；成本继续下降，几乎所有国家都有其可以利用的资源。但也存在着很强的惯性和具体的挑战。充分挖掘潜力需要积极采取行动，并为这些全新的供电方式提供支持。可再生能源仅能在容纳其存在的体制和市场内竞争。能源安全和减少污染的受益需要考虑在内。已经建立的化石燃料市场和融资安排需要调整，此外，太阳能发电和风力发电的可用输量增加了电网整合的成本，并且随着两者所占份额的增加，电力系统规划也需要调整。若干先锋国家目前正努力将可用的可再生能源占比提到较高水平，这些国家将在开创适当的解决方案方面起到关键作用，以使其他国家在未来几十年内实现可再生能源高占比。

---

### 可再生能源以令人震惊和意外的速度涌现，成为大规模的在经济上日益可行的化石燃料替代品。

---

如果实施正确的机制，未来 15 年大多数国家都能将可再生能源作为新能源供应的重点。现有的发展模式存在无法实现这些潜力的风险。**委员会建议，各国加大使用可再生和其他零碳排放能源的雄心。**各国需说明、评估广泛使用可再生和其他零碳排放能源的能源策略，调整电力系统规划、市场和融资安排，实现以新能源满足未来电力需求的潜力。

### 3.3 天然气搭起低碳能源和 CCS 之间的“桥梁”

天然气自身的角色也在改变。除了少数几个依赖燃煤的国家以外，天然气已经是一种主要的新能源。<sup>84</sup> 廉价的页岩气使美国摆脱了对燃煤的依赖，其他许多国家也有丰富的页岩气储量。天然气一直被视为通往低碳能源体系的潜在“桥梁”，因为它可以迅速替代燃煤，减少 CO<sub>2</sub> 排放和当地的空气污染。<sup>85</sup> 此外，天然气可以使电力体系中可用的可再生能源占更多份额。

但是，天然气作为“桥梁”燃料的可能性无法保证。<sup>86</sup> 需要强有力的配套政策，如点明燃煤的全部社会成本，监管生产以限制甲烷偷排，实施碳排放定价，支持低碳技术使其发展和使用不至于被减缓。**委员会敦促立即采取行动，加大检查力度、制止石油和天然气生产过程中的甲烷偷排，以应对能源的非 CO<sub>2</sub> 温室气体排放。**

同时，碳捕获和封存 (CCS) 可以在继续使用某些化石燃料的同时减少 CO<sub>2</sub> 排放。许多将全球变暖限制在 2°C 以内的方案都依赖于某种水平的 CCS 部署，否则估计成本会较高。<sup>87</sup>

虽然在上游石油领域，CCS 技术已获认可，但在电力领域，CCS 仍处于初期阶段，投资只是 IEA 估计所需的一部分。<sup>88</sup> 要发展 CCS 成为现实，需要得到运营的社会许可，及长期、稳定的气候政策：支持示范性项目和创造需求的机制，支持基础设施投资，发展新型商业模式。

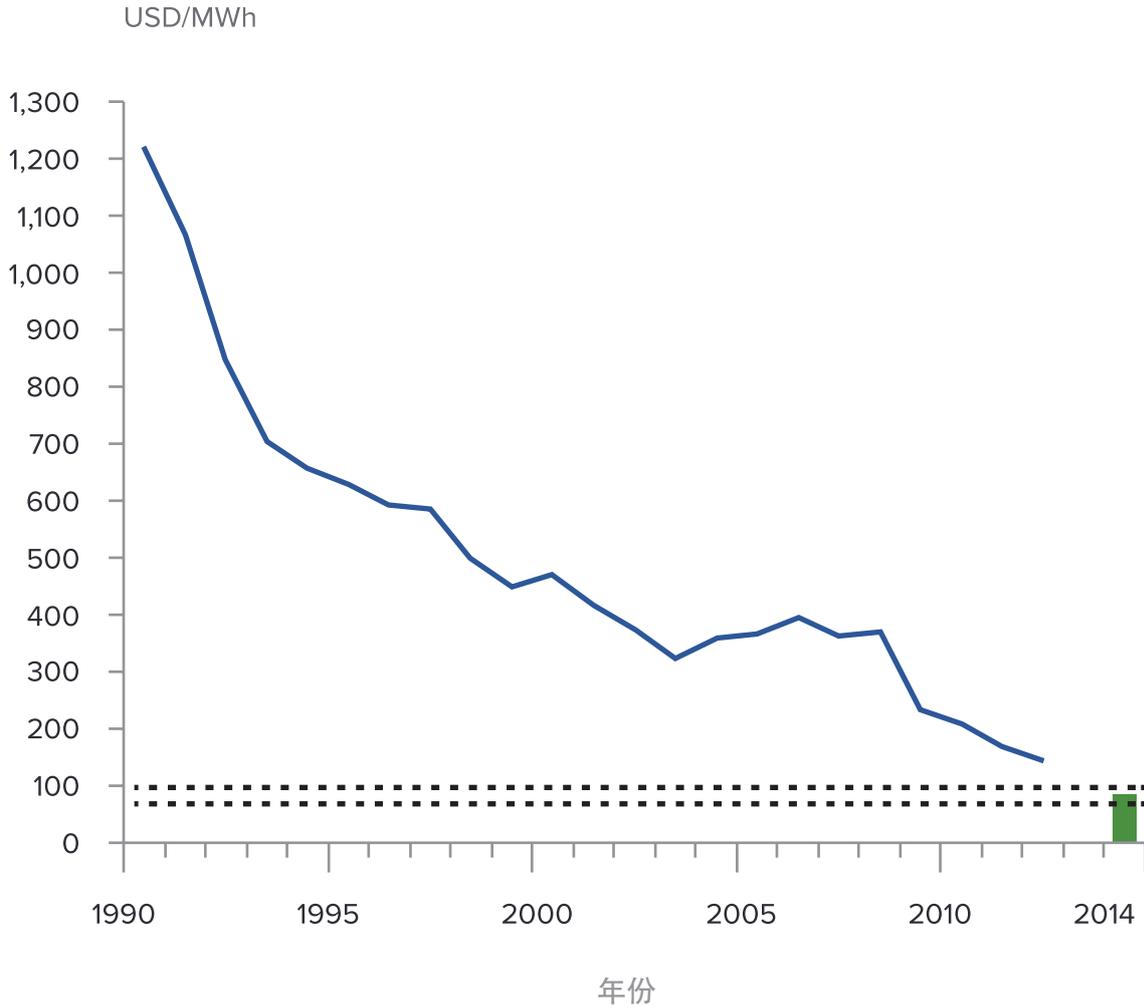
### 3.4 充分利用能源供应

现代能源的最大受益者是全球 13 亿无电可用的人口，主要分布在非洲和亚洲，以及 26 亿缺少现代烹饪设备的人口。<sup>89</sup> 而且，发展中国家很多城市及其周边地区有很多人只能使用部分或不安全的电力。

通过城镇化和电网扩容使更多的人用上电，现在还得到了离网和微电网解决方案的补充。成本下降、新型商业模式及技术创新，使得这些做法的成本效益越来越高。除金融和政策外，还需要更多的创新和实证，尤其确保这些解决方案能够在照明和低功率电器以外的其他需求增加时供应低碳电力。还需要加快步伐让更多的用上更好的烹饪设施。<sup>90</sup> **为推进这些工作，委员会建议搭建供能方面公私就创新进行合作的平台。**

图 10

太阳能光伏发电随着时间推移的指示性平准化成本以及迄今最低供电成本（相比煤炭和天然气的全球参照水平）



● 太阳能 PV      ● 2014 年最佳的民用太阳能项目      - - - 目前的化石燃料范围（指示性的）

附注：太阳能光伏发电成本可以相差 ~50% 左右或以上，这取决于太阳能资源和当地非技术成本，甚至更多地取决于资金和融资成本的波动。假定加权平均资本成本为 9.25%，太阳能光伏发电的利用率为 17%，煤炭价格为 70 美元/吨，天然气价格为 10 美元/百万英热单位。估计最低的 2014 年效用率成本是基于德克萨斯州奥斯汀能源最近签订的电力采购协议（扣除补贴）分析得出。资料来源：太阳能光伏的历史成本：Channell et al., 2012 年和 Nemet, 2006 年；解说性的化石燃料成本范围是基于 2014 年美国能源信息管理局的美国传统煤炭平准化能源成本（上限）和 2014 年国际能源署的资本成本假设（下限）分析得出的。<sup>83</sup>

另一个大机遇涉及提高能源使用效率和生产率（指每单位能源输入创造的经济价值），实际上相当于给世界提供了一种新能源。过去 40 年，发达国家的能源使用效率不断提高，使对能源的有效需求下降了 40%<sup>91</sup>。其他来源的能源都没有如此高的贡献。

关注作为“第一燃料”的能源使用效率，在收支平衡（减少化石燃料进口）、发展潜力、本地空气污染、提

高能源服务水平及减少碳排放等方面都有重要意义。与增加能源供应相比，关注能源效率也具有较高的成本效益。因此即使有“反弹”效应，提高能源使用效率仍是满足能源需求的一个重要贡献因素。挖掘提高能源效率的机遇，对能源需求迅速增长的新兴经济体尤为重要。

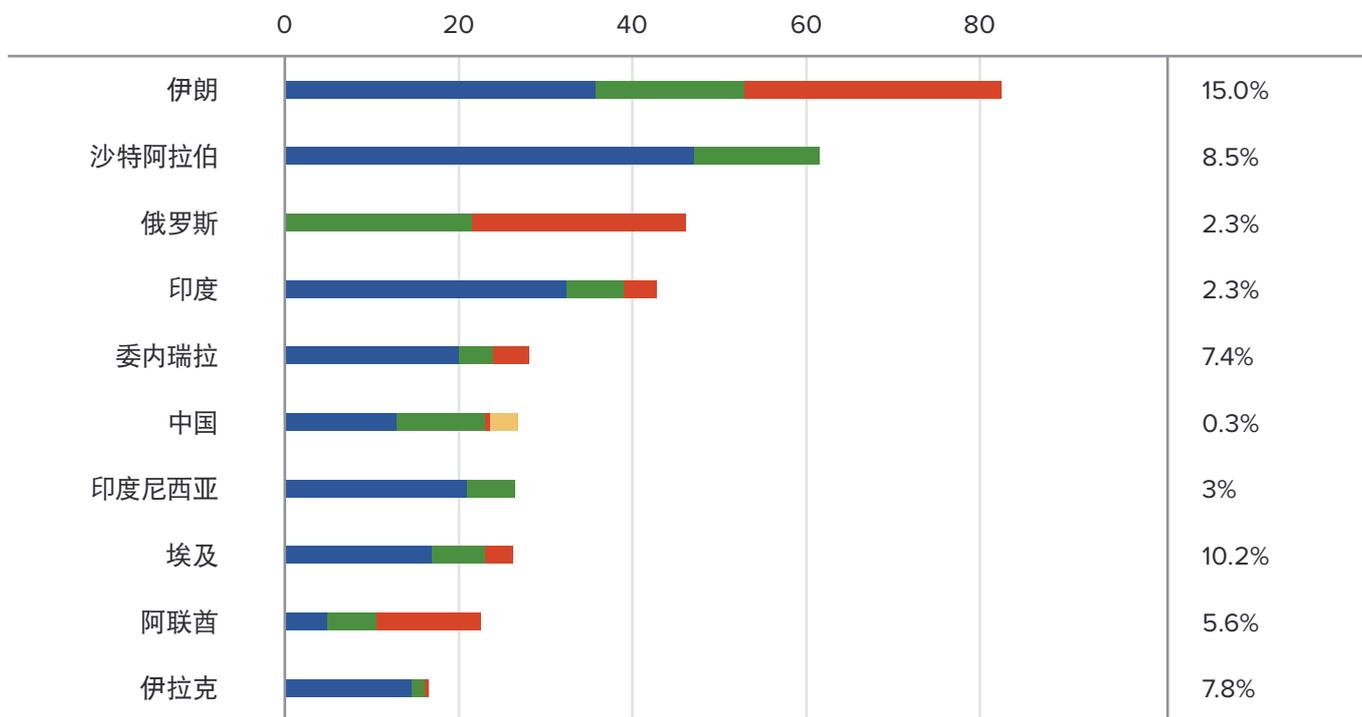
以到 2030 年印度的能源需求为例，能源使用效率较低的方案的需求比能源效率较高的方案高出 40%。<sup>92</sup>

图 11

## 2012 年新兴发展中国家的化石燃料消费补贴

2012 年世界化石燃料消费补贴最多的十个国家 (单位: 十亿美元)

占 GDP 的百分比



### 全球总计

~5,400 亿美元消费补贴



资料来源: IEA, 2013 年; <sup>97</sup>

从世界范围来讲, 到 2035 年所需的能源服务可能会随着 OECD 国家现在的能源使用量而变化, 具体取决于高效路线还是低效路线。<sup>93</sup> 同时, 还存在很多能效机会有待开发—在建筑、汽车和工业领域。然而, 能源使用效率受到一系列因素的制约, 包括无效的能源定价、政策歪曲、意识缺乏、住房等主要市场之间的激励措施不一致以及许多企业未能优先考虑能源使用效率。因此, 委员会建议各国政府制定国家路线图, 确定并利用各项能源需求管理措施的潜力。这些措施应该包括拟定具体的目标和行业的机遇, 以及解决阻止开展能源生产经济活动和能源效率终端使用的障碍的政策方法。

## 4. 变化经济学

世界正在迅速发展: 新兴市场和发展中经济体的输出份额急剧上升; 世界人口迅速增长, 并涌向日益膨胀的城市; 能源体系正在建立和重建。同时, 危险气候变化的风险也在上升。

有一种看法是经济增长与气候行动之间存在着中短期的取舍, 但这主要是由于误认为 (出现在许多基于模型的评估中) 经济是静止、不变和相当高效的。任何促使经济摆脱这个假事实的改革或政策, 都会导致必须做出取舍或产生费用, 因此, 任何气候政策通常都被认为会产生大量的中短期成本。

然而实际上有很多改革可能减少市场失灵和僵化，这些失灵和僵化通常导致资源的低效分配、阻碍发展、产生过量的温室气体排放。一旦考虑减少温室气体排放措施所带来的益处，如空气质量好转，人们更加健康，那么已知的净成本很多都可以减少或抵消。

#### 4.1 “应对气候变化”和“孕育经济增长”的框架

这一章提出旨在实现“孕育经济增长”的框架，以提高各方面的生活质量—包括收入、更健康、更宜居的城市、灵活性、减贫和更快的创新—同时实现“更适宜的气候”（减少温室气体）。该框架的基础是认为经济不是静止的，而是动态的、不断变化的。它的四块基石包括：

- 抓住短期的机遇解决影响经济表现，增加气候风险的市场缺陷；
- 基于不同国情进行投资、发展和结构性改变；
- 灵活应对转型，尤其是存在需要处理的政治经济挑战和分配问题；以及
- 开发和使用新的测量和建模工具，以改进经济决策和形成更好的政策选择。

如何实施该框架因国家而不同，取决于收入水平和经济结构。例如，韩国等国已经利用工业政策发展新型生产性低碳产业。越南进行税制改革，调整燃料、化学品等污染性产品和服务的税率，反映它们对环境的危害。中国已经把经济发展和低碳目标写入其五年计划。中国的“十三五”计划(2016-2020)极可能会加强低碳转型。

委员会建议国家、地区及市政府、企业、投资者、金融机构和民间社会组织将这个变革和气候风险框架融入各自的核心经济策略和决策过程。包括决策工具和实践，如经济和商业模式、政策和项目评估方法、业绩指标、风险分析和报告要求，详细描述请参阅我们的报告。下面介绍本章所述框架的几个主要方面。

#### 4.2 应对市场失灵的政策及强有力的机构

为了应对变化并实现增长，我们需要明确而可靠的政策以协调预期，引导投资者及刺激创新，同时避免锁定在

碳密集的基础设施和行为。管理变化还要有强有力的机构来制定这些明确而可靠的政策。机构不完善，政策不确定会导致转型成本增加，模式转型延缓。

政策改革应解决一系列市场失灵，尤其是在温室气体排放方面，很多国家尚未对温室气体排放定价，也应解决本地空气污染、交通拥堵、能源使用效率及研发问题。同时还存在很多对政策的误解，如对能源、水和土地等资源的浪费性的使用还实行补贴。结果对经济效益、增长、财政赤字和环境都不利。因此，首先应该处理这些市场误解—虽然并不容易，因为其中涉及到棘手的政治经济问题。如果有强有力的领导和明确、可靠的政策，是可以克服政治障碍的。

---

**实际上有很多改革可能  
减少市场失灵和僵化，  
这些失灵和僵化通常导致  
资源的低效分配、阻碍发展、  
产生过量的温室气体排放。**

---

一个好的切入点是重新评估化石燃料补贴的基础—重点是负的碳价格。例如，经济合作与发展组织(OECD)估计其成员国在2005-2011年间每年对化石燃料生产和消费的支持额度高度550-900亿美元，主要是以消费税优惠的形式。<sup>94</sup>国际能源机构(IEA)估计新兴发展中国家2012年给予化石燃料消费的补贴约为5,400亿美元。<sup>95</sup>其中大部分是针对纯化石燃料出口国的能源消费(参阅表11)。<sup>96</sup>

这些补贴会产生很大成本；如果取消补贴，各国政府都会受益。要达到同样的社会目标，还有很多更高效的方式。委员会建议各国政府制定全面计划，逐步淘汰化石燃料和农业输入补贴。这些计划应包括提高透明度，加强沟通，加大对贫困人群和受影响的工人的支持。

碳价格—通常以税收形式或限额贸易体系征收—直接解决温室气体市场失灵情况。碳价格对“不利于经济的行

为”征税，同时增加政府收入。通过收入的智能循环，还可以获得短期无歪曲的益处，并发出有效的信号，要为中长期重新分配资源。这些收入的一部分应优先用于抵销对低收入家庭的影响。世界银行最近的一份报告表明，约有 40 个国家和 20 多个国内司法管辖区正在或计划通过碳税或排放交易方案 (ETS) 来实施碳定价。另外还有 26 个国家或国内司法管辖区正在考虑碳定价。这些方案总共约占全球排放的 12%。<sup>98</sup>

---

## 为了应对变化并实现增长，我们需要明确而可靠的政策。

---

委员会建议各国政府在各自财政改革策略中引入有力、可预测和更高的碳价格，优先把相关收入用于抵销对低收入家庭产生的影响或为减少其他具扭曲性税收的举措提供融资。成功的碳定价方案一开始往往定价较低，但有清晰可靠的提价路线。这释放出了明确的政策信号，但留有时间让工业和家庭适应变化，对能带来减排的技术及做法进行投资。

经济学原理也显示除定价改革以外，还需要采取其他措施。许多国家已经在本国交通、建筑和家电行业成功引入能源或燃料使用效率标准，以帮助解决终端客户对价格的反应不足的问题。汽车业现有的燃料经济性标准有望将汽车效率在未来十年提升超过 50%。政府和企业也更了解如何通过行为刺激改变终端用户的做法，如利用同辈信息系统刺激家庭减少能源浪费（如将一个家庭与其邻居能源消费进行比较）。我们也看到了监管激励方式的转变，尤其是在电力领域，政府开始奖励帮助客户变得更节能的电力供应商。

但是，改革还需进一步深化来支持整体经济的灵活性，如果国家想提高成本效益，转向低碳增长模式，经济灵活性就非常重要。更好的劳动力市场、资本市场、竞争、教育和创新政策等都有利于形成更灵活的经济模式，有利于加快资源向高产、低碳的生产活动转移。价

格能够正确反映生产的全部成本的竞争性市场，对于确保资源流向最高产的市场是至关重要的。

更好的政策协调可以加大效率，加快改革的步伐。2014 年 5 月，各国财政长和经济部长要求 OECD 和 IEA 提出如何协调各国政策，实现低碳转型的建议。这将成为《新气候经济》报告的一项重要后续工作。

还需要更好的衡量方法和模型来引导低碳转型。通常认为，我们无法管理我们所不能衡量的事物，我们也无法评估我们所不能预测的事物的可能影响。委员会建议，有了 OECD、世界银行和 IMF 等国际机构的技术支持，各国政府可以加快部署衡量方法和模型，对自然和社会资本可能会有有的气候风险以及气候行动的成本和收益进行更全面、可靠的分析。

### 4.3 应对改变的障碍和阻力

各国政府在实践中发现用于促进经济增长和减少气候风险的最具有成本效益的高效政策很难实施，如碳定价。这种困难部分来自政治经济压力，包括以化石燃料为基础的经济的巨大既得利益，对竞争力以及对家庭可能的负面影响的担忧。

由于存在这些限制，许多国家在某些领域采用更实际的“退而求其次”的做法，总好过完全无法形成政策。谨慎采取一步一步的渐进做法也是政府可以考虑的，逐步发现合适的一套制度和机构来达成整体福利的推进。**委员会建议各国政府未来 5 至 10 年内计划实施初步政策，并尽快加大力度和效率。**国家实施的具体政策要反映其特定的国情。为确保向更优化的政策设计持续转型，各国政府可以通过立法手段监督政策的有效性和高效性。

各国还需要认可和解决转变的社会成本和经济成本。应仔细分析影响特定群体的具体成本、取舍和收益。可能需要采取专门、透明的措施，减少工人和公司的成本和取舍。这意味着不仅要采取措施减少对低收入家庭的影响（上文已间接提到），还要确保生活受变化影响的工人适当转型。

## 5. 融资

从高碳经济向低碳经济转型需要大量的投资。企业、土地所有人、农民和家庭都需要通过投资来提高能效；能源生产者也需要转向低碳发电。各国政府需要扩大、提升基础设施的生产率，通过监管、鼓励、共同投资、风险共享工具及其他政策措施，努力影响私人融资的方向。

---

**总之，如果投资正确的话，  
到 2030 年低碳转型所需的  
净增长基础设施投资  
只需要 4.1 万亿美元。**

---

低碳基础设施所需的大部分投资可以通过现有结构和机制来处理，但需要有效政策、监管和市场信号的帮助。但对某些投资而言——特别是电力领域的低碳转型——创建高效的融资结构和吸引融资难度更大，可能需要制定专门的政策。

在将气候行动列入预算之前，全球经济本身已经因人口和中产阶级增加而需要巨额基础设施投资：估计到 2030 年，整个城市、土地使用和能源体系需要 89 万亿美元的投资。<sup>99</sup> 要实现将全球变暖控制在 2°C 以内，这些投资中的大部分都必须重新分配。委员会的分析表明，要想提高建筑业、工业和交通运输业的能源使用效率，就需要另外追加 8.8 万亿美元的投资。要部署可再生能源、核能及碳捕获和封存 (CCS) 等低碳技术，还需要另外 4.7 万亿美元的投资。然而，低碳方案也可以在其他方面形成节约，如在化石燃料发电厂和整个化石燃料供应链节省 5.7 万亿美元，通过建造更紧凑、互联的城市，减少扩张，最高可节省 3.4 万亿美元（见图 2）。

总之，如果投资正确的话，到 2030 年低碳转型所需的净增长基础设施投资只需要 4.1 万亿美元。<sup>100</sup> 这样低碳转型所需的基础设施资本将比“一切照旧”的做法仅高出 5%，并有助于限制未来的气候影响和适应成本。其他

研究认为投资需求甚至更低，因为有燃料和基础设施节约的潜在协同效应。<sup>101</sup>

在公共和私人投资中已经有大量资本可用于为低碳转型融资。发达国家和发展中国家都已经出现很多新的产业和市场结构。然而，现有的产业和融资结构分配资本的效率通常不高，而且风险、回报和地理偏好与有效的低碳能源转型不够匹配。要获得所需的资本，就要实施正确的长期政策，包括碳定价和监管。但是现在，政策制定过程中的不明确性、不连贯性和不可预测性使得因政府引起的不确定性一直较高，尤其对于长期资产，导致资本的风险和成本增加。政府引起的不确定性是就业、投资和增长的大敌。

### 5.1 降低低碳能源融资成本的政策

可预测的监管体制是获得稳定收益源的重要基础。这些监管体制可以影响市场预期，并以较低的成本加快向低碳经济的转型。杂乱而不连贯的信号或会窒息投资和創新，使得我们无法实现巨大的潜在收益。例如，最近某些欧洲国家可再生能源政策的突变，严重阻碍了投资者，并使得可再生能源十分敏感的融资成本大幅上升。**委员会建议各国政府释放明确的长期政策信号，如碳定价、资源定价和监管措施。**这样可以确保低碳经济的投资是明智的商业选择。<sup>102</sup>

短期内存在重要机会降低低碳能源的融资成本。高收入国家养老金和保险金的机构资本雄厚，近年来发展出了新型低碳投资工具——包括“YieldCo”融资工具、市政融资、众筹和“绿色债券”。如果结构设置合理，这些金融工具最高可以减少 20% 的低碳发电融资成本。<sup>103</sup> 它们使机构投资者可以直接投资非流动性基础设置资产，并获得流动性更高的可预测的抗通胀收益（与长期负债完全匹配）。

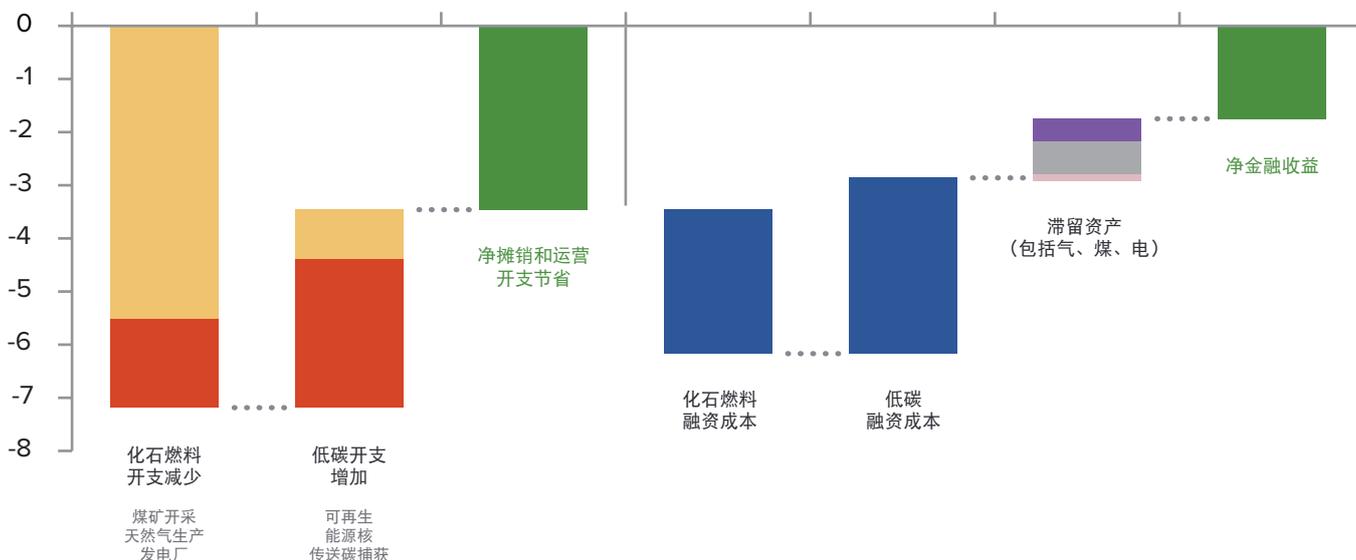
这些投资工具取决于监管体制的质量、可以结构化及完善资产类型的明确的规范和中介机构的出现，以及投资者将它们纳入多元化投资组合的能力。如果适宜的监管体制和金融中介到位，低碳资产的内在风险或会低于波动性更大的化石燃料资产。

图 12

## 降低运营和融资成本，可以抵消低碳技术所增加的投资

### 对金融成本的影响（单位：万亿美元）

负数表示对经济的净收益



资料来源：CPI 和 NCE 基于 IEA, 2012；IEA, 2014；Platts, and Rystad 数据所作的分析。<sup>109</sup>

在很多中等收入国家，使用成本较低的公共资本可以大幅降低低碳能源的融资成本。其他融资方式成本非常高，会彻底抵消这些国家劳动力和建筑成本低的优势。（例如，在印度融资会在太阳能成本之上再增加 25%。）

中国和巴西已经用不同方式对可再生能源进行补贴、低成本融资。各个国家开发银行、国家预算或国有企业 (SOE) 依照行政命令所设立的国家主权基金和投资，为大部分世界低碳投资提供融资，主要针对本国市场。例如，中国国家开发银行是世界最大的开发银行，已经为可再生能源项目提供了超过 800 亿美元的资金。<sup>104</sup> 截至 2012 年 6 月，中国 87% 的风能项目和 68% 的太

阳能项目是由 SOE 及其附属公司建立和拥有的。<sup>105</sup> 同时，在巴西，国有巴西开发银行 (BNDES) 专门设立了基础设施长期贷款利率。BNDES 迄今已经为低碳能源项目承诺提供约 500 亿美元的贷款。<sup>106</sup> 融资成本下降使可再生能源的成本大幅降低；例如，最近在巴西的拍卖会上，风电的平均价格仅为 US\$58/MWh。<sup>107</sup>

在低收入国家，甚至那些现在出口石油和其他自然资源的国家，盘活能源（低碳或高碳）投资资本仍然是一大挑战。由于这些投资领域缺乏长期的国内或国际私有资本，因此多边银行和开发金融机构将继续在基础设施融资中起到重要作用。由于对资产负债表能力还有很多其

他要求，低碳能源的额外资本成本对多边银行来说是一个挑战。幸运的是，新的举措、基金累积工具和项目、致力为低收入国家提供能源的专项基金和机构正在迅速增加。包括证券化的小额贷款和手机预付卡等小规模机制。

委员会建议监管者和投资者合作拟定更加符合低碳资产特征的融资安排和产业结构。包括开发商业投资工具，方便投资者直接投资低碳基础设施，如 YieldCos、各级政府的直接融资以及民间融资。中等收入国家的国家开发或基础设施银行在降低融资成本方面可以发挥关键的作用。

低收入国家的多边和双边开发银行援助是能源系统和基础设施融资的主要来源，必须加强开发合作，以支持由国家主导的国内政策和监管改革，促进低碳能源的发展。委员会同时建议各个开发银行审查各自的政策，以确保投资方向与低碳转型一致，包括逐步淘汰高碳项目。

## 5.2 创造新的价值，降低搁浅资产风险

从更广的金融角度看，全球经济可以从低碳能源转型中创造价值。低碳基础设施的运营开支明显低于化石燃料资产，而预期使用寿命明显长于化石燃料资产。<sup>108</sup> 如果能够调整金融和能源系统的结构，有效利用低碳能源固有的低风险优势，那么低碳基础设施的资本成本还有可能降低。委员会的分析表明，在能源领域，这两大因素共同作用可以抵消从燃煤转向可再生能源所需的资本投资增加额（参阅图 12）。

考虑到包括运营费用节约在内的总体金融情况，2015-2035 年间电力领域低碳转型的整体投资影响预计将产生最高为 1.8 万亿美元的净金融收益。<sup>110</sup> 这计入了从“一切照旧”的做法向控制在 2°C 内的方案转型过程中所有的投资影响，包括某些化石燃料资产的贬值或“搁浅”。<sup>111</sup>

明确的政策信号可以打击对化石燃料的新投资，从而降低搁浅资产风险。需要注意的是，燃煤业潜在的投资搁

浅风险低于石油天然气，原因是燃煤每排放一吨 CO<sub>2</sub>，所产生的经济价值较低，且燃煤生产（包括燃煤发电厂）的沉没投资也相对较少。未来 20 年，减少燃煤的使用可以减少能源领域 80% 的排放量，而仅占潜在搁浅资产总成本的 12%，说明气候政策中确实需要重视解决燃煤。

委员会建议各国政府拟定转型办法，负责将资产滞留的影响降至最低。我们的工作表明，要降低资产滞留风险，需要采取三大行动。第一，发出关于未来经济走向的明确信号，包括强有力的、可预测的碳定价，以便高碳资产的投资者知道其中的高风险。第二，限制能源领域进一步使用燃煤，这一点很关键。CCS 缺乏大规模投资，因此发达国家需要关停现有的老化的燃煤发电厂，并且不再新建燃煤发电厂。发展中国家可能需要建设有限的新燃煤发电厂，但仅限于建在使用更清洁能源无经济可行性的地方。第三，各国政府应该分析煤、油、气价值链中的资产搁浅重大风险的影响程度，并着手制定必要的应急和多样化计划。

## 6. 创新

创新对经济增长至关重要——生产率的长期收益和新产品开发是由创新趋势决定的。创新还有利于在全球资源有限的情况下持续发展经济。本报告反复强调创新的重要性；创新对转变全球经济体系、农业和城市模式都至关重要。本报告讨论的投资策略、有效的市场监管和气候政策等因素也可以决定、影响创新。

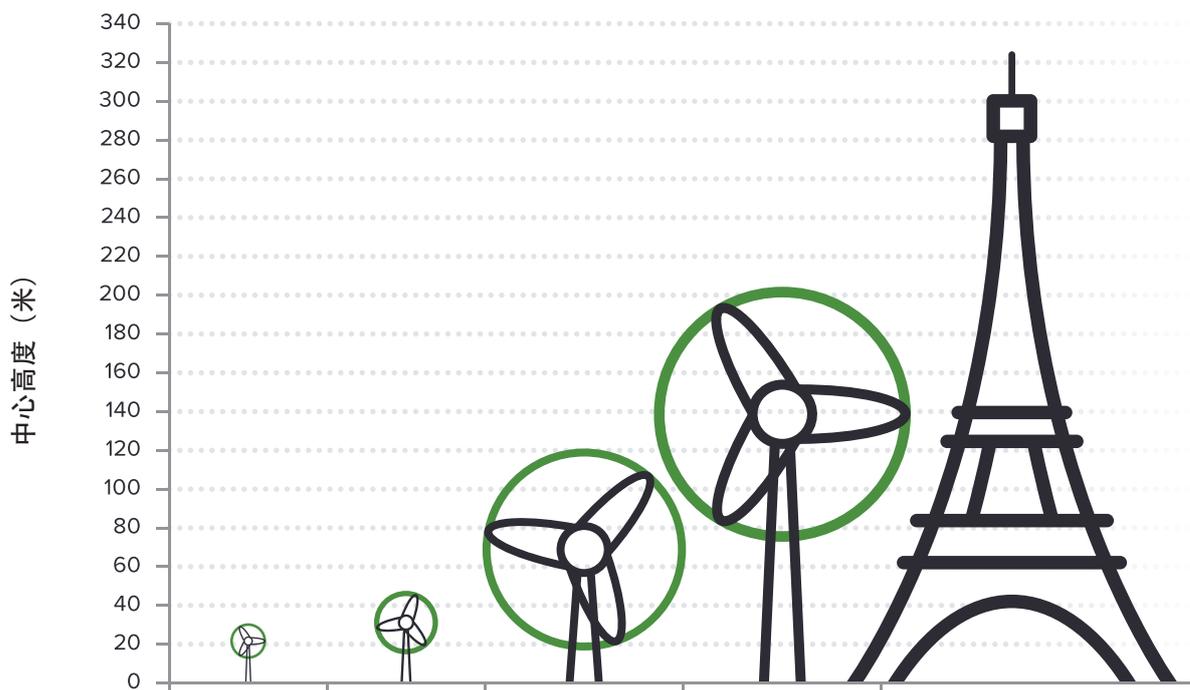
经济合作与发展组织 (OECD) 预测，如果按照现状持续下去，世界人口将从 2010 年的 70 亿增长至 2050 年的 90 多亿，人均消费将从约 6,600 美元增至三倍至 19,700 美元，而且全球 GDP 也将约增四倍，能源需求增长 80%。<sup>112</sup> 只有采用全新的商业模式、产品和生产方式，才有可能保持这种规模的增长。

### 6.1 面向低碳经济的转型式创新

一些基本创新趋势有强有力地推动经济向低碳、节能和韧性增长的巨大潜力。尤其是材料科学、数字化和相关

图 13

### 风轮机可以生产相当于 30 年前 100 倍的电能



年份	1980 – 1990	1990 – 1995	2000 – 2005	2011	埃菲尔铁塔
转臂直径	17 米	30 米	100 米	126 米	324 米
评级	75 千瓦	300 千瓦	3,000 千瓦	7,500 千瓦	

资料来源：改编自欧洲风能学会。

商业模式创新已经形成影响，重塑整个行业，并在低效、高污染的发展阶段上创造机遇实现经济的“跳跃式发展”。

过去 10 年，新型改进材料降低了风能和太阳能的成本，同时提升了性能（请参阅图 13）。2010-2013 年间，美国新增发电量 30% 以上来自太阳能和风能，而在 2000-2003 年间仅占不足 2%。<sup>113</sup> 材料的改进也大幅提升照明和家电的效率，包括发光二极管 (LED) 的迅猛发展。材料进步催生了一大批技术，提高了建筑物外墙的能效，<sup>114</sup> 也促进了汽车燃油使用效率的持续提高。<sup>115</sup> 材料的改进对改进能源储存以及碳捕获、使用和储存也非常关键。

数字技术通过采用一系列新的商业模式降低经济各领域的资本和能源密集度，也正在形成动力。例如，云计算

可以提高公司效率，降低公司的管理费用、能耗和排放。正如 Google 的 LatLong 项目展现出，数字卫星数据和云计算的结合可以帮助社会更好地理解 and 应对气候变化带来的影响。<sup>116</sup>

数字技术也在个体层面上改变着行为方式。数字技术推动汽车拼车机制，引导乘客乘坐公共交通，帮助驾驶员避开拥堵路段，更容易找到停车位。家用数据系统逐渐能够更可靠地控制取暖和照明装置。这些技术在某些情况下可以迅速形成规模：中国已经安装了近 2.5 亿台智能仪表。<sup>117</sup>

通过采用更多的开放创新方式和新型商业模式，综合各项技术进步，可以创造更大的机会。例如，特斯拉汽车公司用供应商联盟、研发联盟和原始设备制造商 (OEM) 联盟来开发其产品，并将此模式与销售和营销上的创新

商业模式相结合。特斯拉市值已经从 2010 年的 20 亿美元增至 2013 年的 260 亿美元。

这两个具体例子可以说明创新如何重塑一个行业，并推动向新气候经济的转型。

## 6.2 “循环”经济的潜力

供应链通常向一个方向运行：原料获取、生产、使用、最终形成垃圾。这种线性模式的结果就是填埋垃圾时还有很多有用的产品和零部件，浪费资源和潜在的收入。不少公司正在寻找对这种线性模式的替代方案，尽可能尝试再循环、再利用和再生产。材料创新是整个“循环经济”的中心，新材料技术可以促进这种转变，更好地将有用的材料转变成新材料。类似地，数字技术支持市场创造，可以将用过的产品与可能对其再利用或再生产的市场进行配对。

Cat Reman 是循环经济的一个典型例子，它是美国机器制造商 Caterpillar 的再生产分公司，在 15 个国家的 68 家工厂雇用了 8,000 名工人。材料成本占 Caterpillar 总成本的近三分之二。该公司通过 Cat Reman 拆卸不再使用的机器（叫做“核心部分”），清洁所有部件，再留下那些可以再使用的部分。公司可以因此提高利润率，客户能够以比新产品低很多的价格买到“和新的一样”的产品，同时在这个过程中减少浪费和温室气体排放。

对用过的产品进行修复再出售的做法正在迅速增加。美国是世界最大的再生产国，其国内的再生产业在 2009 年至 2011 年期间增长了 15%，至少达到 430 亿美元，并提供了 18 万份全职工作。<sup>118</sup> 如果世界经济成功转型循环模式，那么预计到 2025 年每年将形成 1 万亿美元以上的产值，而且未来 5 年将新增 10 万份新的就业机会，同时减少温室气体排放。<sup>119</sup>

然而把握这些收益要求企业采用新的经营方式，并保持良好的跨行业合作和协调。转向循环经济模式，要求采用新的技能、体系及监管，从改进贴标到减少对含翻新零部件的产品的消费税等一系列新做法。现有法律法规

可能会形成阻碍：例如对废品和使用寿命完结的产品的现有监管可能会阻碍价值更高的再利用。同时，要从政策上支持再循环和再生产，确保使用安全工作方式和加强环境保护。

---

过去 10 年，新型改进材料降低了风能和太阳能的成本，同时提升了性能。

---

## 6.3 让建筑物和材料更可持续

建筑物消耗 32% 的全球能源，<sup>120</sup> 同时产生 19% 的能源相关的温室气体排放，而建筑业产生全球废品的 30-40%。<sup>121</sup> 未来几十年，建筑业也有望取得长足的发展。建筑物价值链存在改进能效、降低温室气体影响及创造经济价值的巨大潜力，包括使用降低能耗的新产品、运用模块化施工和预组件，改进水泥和钢铁业的材料和工艺效率，应用循环商业模式，使用可持续的建筑设计。

模块化施工和预组件策略已经大幅减少原材料的使用，同时节省了建筑时间。例如，中国的远大集团最近在短短 15 天内采用模块化施工建造了一幢 30 层的抗震酒店，其中 96% 的钢材是再循环钢材。<sup>122</sup> 预先在工厂生产某些组件使建筑工人在建造过程中能够优化资源利用，以达到与生产设备类似的效率。

然而建筑业改变得很慢，部分原因是建造过程的复杂性。一栋建筑的能源集中度取决于不同的决策者在不同时候所作的选择，而决策过程经常会出现动机不一致的情况，原因是从节能中受益的人往往不是决策者。最后，建筑业普遍依赖于行业拟定的标准和规定，而不依赖于绩效或结果，因此会导致延缓创新，而不是鼓励创新。<sup>123</sup>

## 6.4 加强创新，支持低碳转型

用创新加快向低碳经济转型的潜力非常巨大，但也存在现实障碍。创新的价值通常难以得到保护，在某种程度上还会形成谁都能用的结果，这就制约了创新的过程。

同时，创新的传播也可能被某些市场失灵阻碍，包括未能对环境损害进行准确估价；对第一个采用未经证实的新技术的尝试者缺乏激励措施；以及难以实现网络经济（对电动汽车等创新至关重要）。

准入障碍，如规定偏向于现有产业，也会阻碍新技术。现有产业比较强大—已投资资本（沉没成本）、技术成熟及过时的政策框架三者综合在一起，就会导致推迟采用新技术和商业模式。用以解决和纠正这些市场失灵的措施应该成为经济政策中重要的组成部分。可能的干预可以分为三大类：

**支持研发 (R&D)**，包括由公共资金支持 R&D 及衔接公共 R&D 与私有行业，以确保与市场需求紧密联系。经济学家 William Nordhaus 发现，R&D 对投资可以带来 30-70% 的社会回报，而相比之下，私人回报只有 6-15%。<sup>124</sup> 然而，即使人们日益关注空气污染、能源安全和气候变化，现有能源领域的公共研发 (R&D) 只有 70 年代末的一半。投资增长主要因为证实了清洁技术产生的知识可以带来相当高的溢出收益，与机器人、IT 和纳米技术领域相当。<sup>125</sup> **委员会建议世界主要经济体在 2020 年中期前要将各自的能源相关的公共 R&D 至少增至三倍，达到每年 1 千亿美元以上。**

**通过定价机制、监管标准和直接采购，刺激市场对新技术的需求。**刺激市场对低碳创新的需求的最常用工具包括定价机制（如碳价格或化石燃料税）和用于鼓励推广的监管标准（如节能标准）。有时，刺激需求需要取消不当监管及其他障碍，如有碍共享资金密集型产品的规定，以及阻止进入电力分配市场等高度网络化的体系的规定场。尤其需要让创新满足世界最贫困人口的需求；<sup>126</sup> 为此，国际支持可能非常重要，可以补充国内政策。<sup>127</sup> 公共采购也可以起到重要作用：例如，大型军购合同推动了美国半导体产业的创新。**委员会建议各国在这些领域加强广泛合作，共同为新技术开拓市场。**

**确保健全和公平的竞争**，建立反托拉斯和知识产权体制，保护创新的价值并影响创新的传播。为了吸引大量私营领域投资，低碳技术必须为成功的投资提供高回

报。只有建立明确而健全的知识产权体系，才有可能实现这个目标。<sup>128</sup> 然而，知识产权也可能会因为成本增加、准入限制和将政府机构能力较低的国家置于不利地位等原因阻碍环保技术的传播。

**委员会建议各个政府、公司和多边机构建立强大的知识产权保护 and 共享体制，同时支持贫困国家获取、适应和采用低碳创新。**

知识产权在限制贫困国家对技术的获得方面的负面作用值得担忧。共享专利可能是一种可行的解决方案：由类似技术的拥有者组成联合公会，有些还共享跨许可、共同或互补的技术。对最贫困国家而言，加强技术能力建设、技术适应和应用的国际支持是必不可少的。为解决成本问题，可以与全球环境基金会或新建的绿色气候基金会共同拟定一套机制。

推动低碳创新应使用怎样的政策工具，并没有唯一的“正确答案”。事实上，需要采取一系列的政策干预来解决市场失灵问题，培育广泛的创新生态系统，在过程中的不同阶段（如发明和传播阶段）支持创新。有效部署这些干预需要连贯的创新策略和优先考虑以及稳定的资金来源。<sup>129</sup> 监督和评估结果、设定成本和绩效目标及对成本随时间而变化作出动态反应的政策，已经证明是非常有效的。政府可能希望向有转型潜力且未来回报丰厚的低碳技术进行重点投资。<sup>130</sup> 例如能源储存，碳捕获、使用和储存，及先进生物能源，以及其他很多可能的“游戏规则颠覆者”。

## 7. 国际合作

过去的 25 年内无论低碳还是高碳增长，全球化一直是主要推动力。国际贸易与投资促进全球生产迅速发展，导致温室气体排放不断增加，但另一方面也有力地推动了低碳经济。全球日益整合的太阳能和风能零部件等产品的供应链也有利于大幅降低它们的成本。<sup>131</sup>

低碳经济现在成为一个全球现象。环保产品和服务的世界贸易总额达到每年近 1 万亿美元，占世界贸易总额的 5% 左右。<sup>132</sup> 仅低碳节能技术贸易一项就有望在

2020 年达到 2.2 万亿美元，在现有水平基础上增至三倍。<sup>133</sup> 该市场五分之二 的份额有望来自新兴发展中国家经济体，<sup>134</sup> 而供应商有望来自世界各国。仅在太阳能产业领域，中美每年的贸易额达到 65 亿美元左右。<sup>135</sup>

---

## 推动低碳创新应使用 怎样的政策工具，并没有 唯一的“正确答案”。

---

但仍有更大的潜力。这一章着重讨论国际合作在支持全球经济转型中的作用。虽然大多数关于低碳、适应气候变化的发展决策是在国家或国内地区的层面上作出的，但是可以通过五种主要的国际合作形式加强这些决策。这些合作形式包括：订立新的国际气候协议、增加国际气候融资的流动性、改进贸易协议、各行业采取各种形式的自愿举措、修订全球经济的规则和惯例。

### 7.1 订立新的国际气候协议

订立新的气候变化法律协议对于引导投资和创新关注将全球变暖的幅度控制在 2°C 以内所需的低碳、气候韧性型增长而言至关重要。协议无法强迫各个国家解决气候变化；各国按照自己的意志行事。联合国气候变化框架公约 (UNFCCC) 下对新协议的讨论中就认可了这一点，讨论的基础是“国家自主确定贡献”。<sup>136</sup> 然而，协议能够提供的是一个全球规则和承诺框架，使各国更有可能采取更有力的行动。

新协议必须公正，要让各国有信心相信其他国家都在尽力完成各自的公平份额。现在大气中大部分温室气体是过去由发达经济体排放的。<sup>137</sup> 然而，发展中国家现在的排放已经超过高收入国家，这主要是由中上收入经济体发展迅速，其份额也在上升。<sup>138</sup> 因此，减缓发展中国家的排放对防范危险的气候变化至关重要。问题是如何公平地分担责任，因为这些发展中国家仍有相当多的贫困人口，他们理所当然希望继续发展经济。大多数发展中国家的人均排放也远低于发达经济体。<sup>139</sup>

这意味着发达国家更早更深入地减少他们自身的排放，力争在本世纪中叶接近完成各自经济体的脱碳目标。它们需要为其他国家树立良好的典范：展现好的政策如何同时推动经济增长和降低气候风险；支持新技术的发展和传播；共享知识（包括在合作企业中）；拓宽融资渠道和融资机构，降低资本成本；为发展中国家的适应和缓解气候变化，以及能力建设提供有力的气候融资。

通过确保所有主要经济体同时实施各自宏大的目标、政策和法律，新的法律协议将能够扩大低碳产品和服务的市场规模，提升可持续发展的信心。因此，新的协议有可能成为强有力的宏观经济政策工具，向各个企业和投资者发出关于全球经济未来低碳发展方向的明确信号。

**委员会建议，各国政府力争在 2015 年 12 月将在巴黎召开的联合国气候变化大会上达成一份能发出这样明确信号的协议。协议中若包括下述核心特征将有利于加强这些经济影响。**

- 明确、长期的方向性目标。委员会支持在本世纪后半叶将温室气体净排放降至 0 或以下的倡议。
- 一个可预测的、同步的五年期周期，各国将据此恪守各自的减排承诺。为了提供经济政策的明确方向，协议可以要求所有的主要经济体拟定长期策略，协调各自的经济增长和气候行动计划。
- 采取增强各国动力和能力的各项措施，通过国家适应计划应对气候风险，减少脆弱性。
- 承诺对发展中国家提供支持，从公共资源或把大量私人领域资本流量调整至低碳、应对气候变化的发展策略上。
- 采用共同规则进行衡量、报告及核实承诺，以确保承诺的可信度和透明度。

### 7.2 增加国际气候融资的流动性

预计 2012 年低碳和与气候相关投资的国际资金流动是 3590 亿美元。<sup>140</sup> 大约四分之一（840 亿美元）是国际性的，在国家之间流动。其中，大约 390-620 亿美元

是由发达 (OECD) 国家的资源流向发展中 (非 OECD) 国家; 这种“由北向南”的资金中 80-90% 来自公共资源。<sup>141</sup>

如果要降低气候风险, 国际气候融资流动需要快速增长, 并且发展中国家要实现低碳和更具气候韧性的发展道路, 发达国家需要设定道路, 展示如何实现已同意的到 2020 年每年调动 1000 亿美元的公共和私人融资。

发展融资机构 (DFIs), 包括多边发展银行, 国家发展银行及双边和地区性融资机构, 发挥着重要作用, 2012 年承担了约三分之一的气候融资 (1210 亿美元)。<sup>142</sup> 这些机构应该采用贷款目标和准则, 扩大资产负债表以调动全球低碳和恢复气候发展资金的巨额增长。需要特别制定并利用公共融资和政策工具以缓解私人投资者面临的风险, 以带动私人资金的更大流动。基金和特许贷款形式的直接公共融资对于适应和缓解仍然重要, 包括与业绩相关的资金, 以防止森林砍伐和森林退化, 支持加强可再生能源的应用。<sup>143</sup>

### 7.3 贸易协议的作用

低碳和环保产品关税会增加成本并且减慢其流通。WTO 内已占这类产品全球贸易额的 86% 的国家已经提议减少此类关税。<sup>144</sup> 然而与此同时, 这些国家中有一些卷入竞争激烈的特定低碳产品的严重贸易争端。自 2010 年以来, 大约 14% 的 WTO 争端都至少部分和可再生能源有关。<sup>145</sup> 很多是关于可再生能源补贴和“本地产品”要求, 一些国家和地区以这种要求来支持国内行业; 也有一些争端与低碳出口的定价有关, 例如太阳能面板, 已经导致进口关税增加。这些争端提高了价格, 损害了可再生能源的利用。

---

**新的法律协议将能够  
扩大低碳产品和服务的  
市场规模, 提升可持续  
发展的信心。**

---

WTO 成员需要达成新的准则, 更快速地解决阻碍低碳贸易的争端。同时, 新的地区贸易协议, 如在美国、欧洲和亚太地区协议, 通过施行新的公共标准, 在建筑业和城市规划等创新能支持推动低碳发展的行业内实行贸易自由, 来对低碳增长提供可能的支持。

### 7.4 自愿合作倡议

国际合作倡议—政府, 城市, 商业和/或民间社会组织间—在推动和支持特殊行业和领域的气候行动上发挥越来越重要的作用如在 C40 气候变化领导小组和 ICLEI (可持续性地方政府) 下城市联合采取气候行动;<sup>146</sup> 再如 en.lighten 倡议逐步淘汰低效照明,<sup>147</sup> 以及清洁燃料和车辆伙伴计划 (Partnership for Clean Fuels and Vehicles)。

一个显著的发展是在全球经济一些产品国际贸易性比较强, 因而温室气体排放尤难控制的领域中出现了商业引领的倡议。消费类产品行业的例子包括全球包装可持续性协议 (Global Protocol on Packaging Sustainability) 和热带雨林联盟 2020 (TFA 2020)。<sup>148</sup> TFA 2020 是商业、政府和非政府组织的合作, 致力于减少为生产棕榈油, 豆类, 牛肉, 纸和纸浆导致的森林采伐。棕榈油方面, 参与提议的公司占消费市场的 15%, 商品占全球贸易的 50% 以上, 被认为有能力让全球市场向可持续的棕榈油的方向发展。

委员会看到在其它关键行业形成类似自愿国际提议的可能性, 包括油和汽, 钢铁和水泥业。为减少短暂气候污染的气候和清洁空气联盟 (CCAC)<sup>149</sup> 这一重要倡议已经在推动形成甲烷和氢氟碳化物 (HFCs) 的减少。在蒙特利尔议定书条款中涵盖 HFCs 并在 2020 年前逐步停止产生, 能够形成以低费用大幅降低排放 (预计到 2050 年减少达 2000 亿吨 CO<sub>2</sub>e) 的益处。<sup>150</sup>

### 7.5 修订全球经济的规则和惯例

建立向低碳发展和增长模式的长期转变也需要更加系统性的转型。所有主要的经济参与者—国家政府, 区域政府和城市当局, 私营和公共领域公司和金融机构—需要将气候风险管理融入到核心经济和商业战略中。有些会主动完成, 但大多数会是因为规章和惯例要求这么

做。在全球经济中，这类规章和惯例更多的是在国际层面决定。

商业报告的做法是一个重要例子。最近几年，4000多家国际公司都应主要投资者要求，报告了其温室气体排放情况。<sup>151</sup> 但是这些报告不属于这些商业的主流财务报告，公司或者股东对这些报告的对待方式也不一样。很少有公司系统性地报告其面临的气候风险：即商业资产、活动、未来利润受到气候变化和气候变化政策影响的程度。这个风险应被视为越来越重要的风险因素，多数主要企业都会面临，需要特别的行动限制影响，加强韧性。

**企业除环境和社会影响外，在财务报告和标准中加入温室气体排放和气候风险报告十分有必要。这将激励公司董事会更密切关注这些问题，更重视对风险的管理。**

对于投资者也是一样，其资产投资组合会受到气候风险的影响，包括由于气候政策和化石燃料价格变化导致的贬值风险或搁浅。最近几年，一些投资者开始意识到这一点，并对其投资组合进行更系统和综合的评估。<sup>152</sup> **通过要求投资者对资产组合进行气候（以及广义的环境）风险评估，作为其信用责任、股市交易和财务监管的组成部分，可以在全球经济中推动意义重大的行为改变。**

气候风险管理和向低碳、具气候韧性的发展和增长道路的转型现在也应成为关注全球经济管理的国际经济组织和论坛的标准问题。国际货币基金组织 (IMF)，经济合作和发展组织 (OECD) 和多边发展银行应该在其监察程序和与授权相关的政策评估中反映出气候风险评估和降低。这些问题也应成为 G20 日程的常规议题。经济增长和气候风险相互交织；负有促进经济合作任务的机构和论坛应该深入探讨本报告中所讨论的挑战和机遇。

## 第三部分：全球行动计划

委员会的 10 点建议分为两大类政策行动。建议 1 到 6 明确形成更良性、低碳、具气候韧性的投资和增长的必要条件。建议 7 到 10 重点关注行业变化的可能，以变化推动未来增长和降低气候风险，尤其是在城市，土地使用和能源系统。

委员会建议国家、区域和城市政府、商业、投资者、金融机构和民间社会组织：

### 1. 将气候行动和风险融入到战略经济决策中，加速低碳转型。

- 所有政府，主要企业，投资人，发展、商业和投资银行，国际组织和领先城市应该将气候风险和机遇融入到其经济和商业战略中。
- 将气候和其它环境风险融入到核心决策工具和实践中，如经济和商业模式，政策和项目评估方法，性能指示，用以估算长期成本和利润的现有价值的贴现方式，风险规律和模式，韧性测试和报告要求。
- 企业通过和世界可持续发展商业委员会 (World Business Council on Sustainable Development) 等协会以及和政府监管人的合作，采纳和使用标准化的包含气候风险评估和风险降低战略的财务和非财务的一体化报告框架。投资人和证券交易所应该要求公司披露气候风险信息。
- 投资人同政府金融监管人员合作，寻求方法对资产的碳影响和化石燃料资产的潜在搁浅风险进行透明的报告。银行应加深对交易的环境和碳风险评估。
- G20 应使气候风险评估和减少成为会议的标准日会议题。关注全球经济管理的主要国际组织，如国际货币基金，经济合作与发展组织，多边发展银行应在其监察程序和与授权相关的政策评估中反映出气候风险评估和降低。

### 2. 通过达成有力、持久和公平的国际气候协议为全球投资和气候行动建立信心。

- 所有政府应设定清晰、有雄心的（如 2025）国家温室气体排放中期目标或行动，反映出其在全球协议下承担的共同而有区别的义务。他们应该达成一个全球目标，实现在本世纪下半叶年温室气体排放接近或低于零。协议应包含一个机制，定期加强国家承诺（如以五年为周期）；对发展中国家行动的资金和技术支持，承诺采取适应行动。协议应尽量透明以建立信心。协议应以公平和公正原则为基础，同时也能反映国家现状和变化。
- 发达国家应坚持清晰的道路，遵守 Copenhagen 承诺，在 2020 年前每年调动 1000 亿美元的公共和个人融资，使资金承诺更加透明，探索融资的新来源（参照建议 5）。
- 企业、城市、州、国家政府、国际机构和民间社会组织应该通过强化（并在适宜时创建）合作倡议，形成对国际协议的补充，以推动大宗商品和能源集中行业等关键行业的成长和气候风险管理，并逐步停止产生氢氟碳化物 (HCFs)。

### 3. 逐步取消对化石燃料和农业投入的补贴，以及激励城市扩张的措施。

- 国家政府应制定综合计划逐步取消化石燃料和农业投入补贴。计划应该包括加强透明度和交流，提供对贫困家庭和受影响员工的有针对性的支持。政府应同多边和国家发展银行共同探索降低对贫困家庭影响所需的初期成本融资的创新方式，在取消补贴时或之前加强服务提供。
- 出口信用机构应同意限制对新煤电站的优惠条款，要求使用更超临界或更高效的技术，然后制定时间

表取消这些优惠条款，首先是中等收入国家，然后是低收入国家（参照建议 5）。

- 地区、城市和城市发展部应取消对城市扩张的激励政策。多边和国家发展银行应同国家一起引导基础设施支出不用于会使城市扩张的项目，而向更连通、紧凑和协调的城市方向发展。

#### 4. 提出有力的、可预测的碳价格作为良好财政改革的一部分。

- 国家政府应提出有力的、可预测的碳价格作为财政改革战略的一部分，优先使用其收入抵消对低收入家庭以及取消扭曲性税收的影响。
- 全球主要公司应在决定投资时使用“影子”碳价格，支持政府实施设计良好、制度稳定的碳价格机制。
- 应采用高效规则、标准和其它方法补充定价；这些也有助于为碳设定“不明示”价格，适用于那些在政治上很难施行低水平碳价格的国家，形成灵活性以便日后引入明示价格。
- 国家政府应通过形成国内气候立法来努力减少政策风险和不确定性，修订国家计划，设立遵守国际气候协议的规定所需的机构安排（参照建议 2）。

#### 5. 大幅降低低碳基础设施投资的资本成本。

- 捐助者、多边和国家发展银行应该审查所有借贷和投资政策及实践，取消城市、土地使用和能源系统中的高碳项目和战略，除非有清晰的发展理由表明没有其他可选的方式。
- 政府和多边及国家发展银行应给新的和已有的融资机构提供合适的技术和能力，使其能为低碳和具气候韧性的基础设施融资，并为实现此目标加大私营领域融资。这包括为离网和微网供电可再生能源解决方案提供融资，从而为实现现代能源普遍可用做出贡献。

- 在高速发展且面临高利率环境的国家中，政府应转变其对低碳基础设施的支持模式，更多选择低成本债务，远离上网电价补贴等价格补贴方式。这会减少需要的补贴总额，逐渐降低能源成本，在有些情况下还能减少购买进口燃油的需求。
- 政府应同投资人团体合作，帮助形成监管合理的可再生和其它低碳能源投资的资产类别、行业结构和融资模式，符合机构投资人的需求，发现并清除可能会妨碍投资的障碍。

#### 6. 加大关键低碳和具气候韧性技术的创新，清除创业和创新障碍。

- 到 2020 年中期，主要经济体的政府应使其能源相关的研发支出至少翻两倍，目标是超过 GDP 的 0.1%；并且所有国家应该制定出协作方案，以支持变革性技术的开发、展示和应用，如能源存储、碳捕获、使用和存储。
- 政府应加强对新的低碳技术的市场推动，尤其是通过碳定价，基于业绩（技术中性）的规定和标准，和公共采购政策等方法。
- 政府应既单独也共同合作，努力降低准入障碍，提高新的商业模式运用规模，尤其是围绕“循环经济”和资产共享机制，加大低碳和具气候韧性的技术贸易。
- 捐助者同国际农业研究顾问组 (CGIAR)，联合国粮食和农业组织等国际机构，以及新兴和发展中国家的国内研究机构合作，加倍投资农业和林业研发，目标是提高农业生产力、开发具气候韧性的作物，以及实现碳封存。
- 借鉴 CGIAR 的经验，政府应该在发展中国家合作建立能源可用性“孵化器”的国际网络。这些能够提高离网电力、家用热能、微型和迷你应用的公共和

私营领域研发。也能加强新能源发电技术的商业模式开发。

## 7. 使互联、紧凑的城市成为城市发展的首选形式。

- 财政和城市规划部，国家发展银行和市长应该努力实现互联、紧凑、协作的城市发展模式，重点是公共交通和资源高效的服务提供。
- 城市当局同国家和区域政府合作，探索提高本地形成的收入的方法，来为更智能、更紧凑、更具韧性的城市发展提供融资和支持，例如通过更多地运用交通拥堵收费、停车费、土地开发税和土地价值获取机制来提高本地收入。
- 政府、多边和国家发展银行应该同主要城市和私人银行合作提高城市的信用度。他们应该共同设立全球城市信用评级机构。
- 城市网，如 C40 城市气候领导集团和 ICLEI（可持续性地方政府），应与国际组织和私营领域合作，发起全球城市生产力倡议，目的是大幅提高世界城市的经济和资源生产力。倡议可以从开发、量化和传播最佳实践开始，提高城市生产力，支持国家将可持续城市化发展置于经济发展战略核心的努力。

## 8. 在 2030 年前停止对自然林的砍伐。

- 发达国家应大幅增加其用在减少毁林和森林退化的碳排放 (REDD+) 机制的支出，达到每年至少 50 亿美元，更多集中在对已确定的排放减少的付费上。
- 森林资源丰富的国家应采取措施纠正破坏自然森林资本的监管和市场失灵，包括改进土地使用规划、保障占有权、加强森林法的实施，提高关于森林状况和管理的透明度。
- 林产品和农产品行业（包括棕榈油、豆类、牛肉、纸浆和纸）的公司和贸易协会应该努力在 2020 年前从其供应链上取消森林砍伐，例如通过如消费者商

品论坛和热带雨林联盟 2020 等协作倡议并与银行合作，在行业融资工具中加入环境要求。

## 9. 到 2030 年至少恢复 5 亿亩退化森林和农业土地。

- 国家政府同农民、发展银行、非政府组织 (NGOs) 及私营领域合作，努力例如通过农林混合措施等恢复至少 1.5 亿亩退化的农业土地，可以重新完全用于生产。这一目标应根据实践经验逐渐提高。预计这一行动将额外产生 360 亿美元的农业收入，养活 2 亿人，到 2030 年前每年存储 10 亿吨 CO<sub>2</sub>e。
- 在国际社会的支持下，政府应努力在 2030 年前通过自然再生或辅助复原使至少 3.5 亿亩损失或退化的森林地貌复原。这会使每年从生态系统服务受益约 1700 亿美元，并且每年封存 10-30 亿吨 CO<sub>2</sub>e。

## 10. 加速远离污染性的燃煤发电。

- 政府应该转变新建燃煤电站的“举证标准”，仅在没有其他经济可行的替代方式时才允许建设新燃煤电站，并充分考虑燃煤的所有资金、社会和环境成本。
- 所有国家应该确立目标，在 2050 年前在全球逐步淘汰未减排的化石燃料发电厂。高收入国家现在应该承诺停止建设新的未减排燃煤电厂，并加速停用现有的电厂，中等收入国家应该努力限制新建并在 2025 年前停止新建。
- 政府和多边、国家发展银行应采纳一体化能源决策框架，确保不同能源的所有成本和利益的公开和透明，框架包括考虑了供应成本、能源安全影响、空气污染的健康成本，其它环境损害，与气候变化相关的风险和技术学习曲线后制定需求管理方法。
- 全球政府应引导能源领域投资向可再生能源，改进能效和其它低碳替代物的方向发展。应优先考虑加强能效，实现能效加强带来的成本节约和能源安全方面的益处。

- 政府应恰当地利用碳税收入和补贴改革收入，为依赖煤的地区和碳密集行业的，会受这些政策的不利影响的工人、低收入家庭和社区提供帮助，确保公平的转型中有相应的社会保护措施。

## 尾注 - 第一部分

- 1 基于人口和贫困数据（定义为每日生活不足 2 美元，调整后的购买力平价）估计中低收入国家：世界银行，2014。《世界发展指标 2014》。详情登陆：<http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>。
- 1999 年在中低收入国家，日生活低于 2 美元的人数为 29 亿。从 1990 年到 1999 年，贫困人口的数量增加了 8700 万。也可以参考：世界银行，2014。《贫穷概述》。详情登陆：<http://www.worldbank.org/en/topic/poverty/overview>。[2014 年 4 月 7 日最后一次更新。]
- 2 这段时期涵盖了许多经济决策者描述的短期（0-5 年）和中期（5-15 年）时间段。本报告用到了这些时段。稍后将会讨论下个 15 年对经济成长和气候变化的重要性。
- 3 低收入国家的经济增长，虽然可观，但滞后于中等收入国家的经济增长。从 1990 年到 2012 年，低收入国家的国民生产总值增长了 1.56 倍，而中等收入国家则增长了 2.15 倍。在此期间，低收入国家在全球经济份额中所占的比例仅仅从 1.1% 增至 1.4%，而中等收入国家所占的份额则由 26.8% 上升至 41.9%。参考文献：世界银行，2014《世界发展指标》2014。引用的国民生产总值数据（2005 年不变价购买力平价美元）于 2014 年 4 月 11 日由《2014 世界发展指标》发布（但网上未发布）。
- 4 Agénor, P. R., Canuto, O. and Jelenic, M., 2012。避免中等收入增长陷阱。第 98 号经济前提。世界银行，华盛顿特区。详情登陆：<http://siteresources.worldbank.org/EXTPREMNET/Resources/EP98.pdf>。
- 5 世界卫生组织 (WHO), 2014。2012 户外空气污染造成的疾病负担。日内瓦。详情登陆：<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en>。
- 6 国际货币基金组织 (IMF), 2014。《世界经济展望》2014：《复苏增强，但依旧不平坦》。华盛顿特区。详情登陆：<http://www.imf.org/external/Pubs/ft/weo/2014/01/>。
- 7 2014，政府间气候变化专门委员会。为决策者总结的摘要。2014 气候变化内容：缓解气候变化。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第三工作组报告。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al. (合编)。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约详情登陆：<http://www.mitigation2014.org>。
- 8 2013，政府间气候变化专门委员会。为决策者总结的摘要。2013 气候变化：自然科学基础。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第一工作组报告。T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M.M.B. Tignor, S.K. Allen, 以及其他 (合编)。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约。详情登陆：<http://www.climate2013.org/spm>。
- 9 政府间气候变化专门委员会估计，2016 年至 2035 年的全球平均气温很可能会比 1986 年至 2005 年的高出 0.3 至 0.7°C。参考文献：2013，政府间气候变化专门委员会。为决策者总结的摘要（政府间气候变化专门委员会第五次评估报告，第一工作组）。
- 10 2014，政府间气候变化专门委员会。为决策者总结的摘要。2014 气候变化内容：《冲击，适应，以及脆弱性》。A 部分：全球与部门层面。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第二工作组报告。C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastandrea, et al. (合编)。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约。详情登陆：<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>。
- 11 2014，政府间气候变化专门委员会。为决策者总结的摘要（政府间气候变化专门委员会第五次评估报告，第二工作组）。
- 12 参考文献：Melillo, J. M., Richmond, T. C. and Yohe, G. W., eds., 2014。气候变化对美国造成的影响：第三次全国气候评估。美国全球变化研究项目。详情登陆：<http://nca2014.globalchange.gov>。
- 以及：Gordon, K., 2014。风险事业：气候变化给美国造成的经济风险。风险事业项目。详情登陆：<http://riskybusiness.org>。
- 13 在政府间气候变化专门委员会分析的四条典型浓度目标中，只有典型浓度路径 2.6 要求全球排放量在 2020 年前达到顶峰，在 2090 年前要达到净负量，也只有典型浓度目标 2.6 提供 66% 或更好的机会将变暖控制在 2°C 以内。参考文献：2013，政府间气候变化专门委员会为决策者总结的摘要（政府间气候变化专门委员会第五次评估报告，第一工作组），以及：van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., et al., 2011。典型浓度目标：气候变化，109 (1-2)。5-31。DOI:10.1007/s10584-011-0148-z。（见图 6）
- 14 2014，政府间气候变化专门委员会。为决策者总结的摘要（政府间气候变化专门委员会第五次评估报告，第三工作组）。
- 15 根据经济发展与合作组织 (OECD) 的预测，2018 年的国民生产总值将会增长 3.4%，以后的年份会增长 3.3%—累计增长 69%。参考文献：2012，经济发展与合作组织《全球经济成长与失衡的中长期前景》。经合组织经济展望，2012 年卷，问题 1。巴黎。详情登陆：[http://dx.doi.org/10.1787/eco\\_outlook-v2012-1-en](http://dx.doi.org/10.1787/eco_outlook-v2012-1-en)。一个较低的 2.5% 的年增长率将会让 2030 年的经济规模比 2014 年的大 48%。
- 16 气候政策倡议对新气候经济项目进行分析，基于以下数据：  
国际能源署 (IEA), 2012。能源技术展望：如何保证未来的清洁能源。巴黎。详情登陆：<http://www.iea.org/etp/etp2012/>。  
经济合作与发展组织 (OECD), 2012。2030 年的战略交通基础设施需求。巴黎。详情登陆：<http://www.oecd.org/futures/infrastructureto2030/strategictransportinfrastructureneedsto2030.htm>。  
经济合作与发展组织 (OECD), 2006。2030 年的基础设施。巴黎。详情登陆：<http://www.oecd.org/futures/infrastructureto2030/>。
- 17 参考以下文献：世界银行，2012。包容性绿色增长：《走向可持续发展之路》。华盛顿特区。详情登陆：<http://hdl.handle.net/10986/6058>。  
联合国环境项目 (UNEP), 2011 向绿色经济转变：《可持续发展与减贫之路》。肯尼亚，内罗毕。详情登陆：<http://www.unep.org/greeneconomy/GreenEconomyReport/tabid/29846/Default.aspx>。  
详情登陆：<http://www.oecd.org/greengrowth/> 了解经济合作与发展组织 (OECD) 在绿色增长方面所从事的大量工作以及世界经济论坛：<http://www.weforum.org/issues/climate-change-and-green-growth>。

绿色增长知识平台由国际绿色增长研究所、经合组织、联合国环境规划署和世界银行在 2012 年共同建立。它列出的证据丰富多样：  
<http://www.greengrowthknowledge.org>。

北欧部长理事会拥有一个讲述广泛的绿色增长的图书馆，和一份杂志，*北欧的绿色增长之路*；所有都可访问 <http://nordicway.org>。

18 估计，低碳电力方面尤其如此。参考文献：气候政策倡议，2014 (CPI)。《美国与欧洲的低碳电力系统路线图》。美国加州旧金山机场。  
详情登陆：<http://climatepolicyinitiative.org/publication/roadmap-to-a-low-carbon-electricity-system-in-the-u-s-and-europe/>。

19 参考文献：McCrone, A., Usher, E., Sonntag-O'Brien, V., Moslener, U. and Grün-ing, C., eds., 2014. 2014 全球可再生能源的投资趋势。法兰克福财经大学—联合国环境规划署气候与可持续能源金融合作中心，联合国环境规划署，彭博新能源财经。  
详情登陆：<http://fs-unep-centre.org/publications/gtr-2014>。

20 联合国 (UN), 2014。《全球城镇化前景》，2014 版。联合国经济和社会事务部的，联合国人口司。详情登陆：<http://esa.un.org/unpd/wup/>。  
2014 年的城镇人口据估算有 39 亿，2030 年的城镇人口有望达到 51 亿。了解更多细节数据，  
请参考文献：<http://esa.un.org/unpd/wup/CD-ROM/Default.aspx>。

21 Seto, K.C. and Dhakal, S., 2014. 第 12 章：人居、基础设施，以及空间规划。2014 气候变化内容：缓解气候变化。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第三工作组报告。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al. (合编)。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约。  
详情登陆：<http://www.mitigation2014.org>。

22 政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 估计，2010 年，城镇地区消耗了全球 67% 至 76% 的能源，其最终排放的 CO<sub>2</sub> 占全球排放量的 71% 至 76%。  
参考文献：Seto and Dhakal, 2014. 第 12 章：人居、基础设施，以及空间规划。

23 2014. 政府间气候变化专门委员会。为决策者总结的概述 2014 气候变化内容：缓解气候变化。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第三工作组报告。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al. (合编)。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约。详情登陆：<http://www.mitigation2014.org>。

政府间气候变化专门委员会报告称 2010 年纯人类活动，如农业、林业以及土地利用 (AFOLU) 共排放了 10 至 12 吨的 CO<sub>2</sub>e，或是 2010 年全球温室气体排放总量的 24%。AFOLU 这一章进一步指出，从 2000 年至 2009 年，农业活动每年排放的 CO<sub>2</sub>e 量为 5.0 至 5.8 吨。参考文献：Smith, P. and Bustamante, M., 2014. 第十一章：农业、林业以及其它土地利用 (AFOLU)。2014 气候变化内容：缓解气候变化。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第三工作组报告。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al. (合编)。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约。详情登陆：<http://www.mitigation2014.org>。

24 产生的总热值在 2006 年的水平上每年增加了 70%：Searchinger, T., Hanson, C., Ranganathan, J., Lipinski, B., Waite, R., Winterbottom, R., Dinshaw, A. and Heimlich, R., 2013. 创造一个可持续供应实物的未来：《2050 前养活 90 多亿人口的解决清单》。《世界资源报告 2013-2014》：中期研究成果。世界资源研究所、世界银行、联合国环境规划署 (UNEP)、联合国开发计划署 (UNDP)、华盛顿特区。  
详情登陆：<http://www.wri.org/publication/creating-sustainable-food-future-interim-findings>。

25 另有 8% 的农业用地已中度退化，且该数字正不断上升。参考文献：联合国粮食及农业组织 (FAO)，2011 世界食物与农业所需土地与水资源状况 (SOLAW) 一出于风险中的管理系统。罗马。详情登陆：<http://www.fao.org/nr/solaw/>。

也可以参考土地退化经济学合作伙伴的著作：2013 年发起的全球土地可持续管理倡议：<http://www.eld-initiative.org>。

26 这个数字反映的是森林转化的总额。算上报告中提到的重新造林和绿化，净数字是 520 万公顷。参考文献：联合国粮农组织 (FAO)，2010。全球森林资源评估 2010。罗马。详情登陆：<http://www.fao.org/forestry/fra2010/>。

27 想了解直接的工业排放中的与能源相关的排放，请参考除 AFOLU 以外的所有段落以及图表 TS.3a 列举的消耗量：2014，政府间气候变化专门委员会。技术总结。2014 气候变化内容：缓解气候变化。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第三工作组报告。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al. (合编)。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约。详情登陆：<http://www.mitigation2014.org>。

想了解工业中与能源直接相关的排放，请参考 Table 10.2 of Fishedick, M. and Roy, J., 2014. 第十章：工业。2014 气候变化内容：《减缓气候变化带来的影响》。第三工作组投向政府间气候变化小组委员会第五评估报告的稿件。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al. (合编)。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约。详情登陆：<http://www.mitigation2014.org>。

28 此范围是基于新气候经济工作人员对近来所做的预测的审查，包括：

19% 的新政策前景和 25% 的近期的政策前景：国际能源署 2013。《世界能源展望》2013 巴黎。

详情登陆：<http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2013/>。

26% 的 6DS 前景：国际能源署 2012。能源科技预测 2012《通向清洁能源系统之路》。巴黎。

详情登陆：<http://www.iea.org/etp/publications/etp2012/>。

还有以下 27% 的估计：美国能源信息局 (EIA)，2013 国际能源展望 DOE/EIA-0484 (2013)。华盛顿特区。

详情登陆：<http://www.eia.gov/forecasts/ieo/>。

29–33% range provided in baselines developed for：全球能源评估，2012 全球能源评估—面向可持续的未来，2012。英国，剑桥，剑桥大学出版社，纽约以及奥地利，拉克森堡，国际应用系统分析研究所。可以访问：[www.globalenergyassessment.org](http://www.globalenergyassessment.org)。

29 北达科他州，世界银行。全球经济监控 (GEM) 商品。

30 国际能源署，2011 能源服务所有人：穷人的融资渠道。《世界经济展望 2011》的早期摘录。最初于 2011 年 10 月，在挪威奥斯陆的能源的会议提出。详情登陆：[http://www.iea.org/papers/2011/weo2011\\_energy\\_for\\_all.pdf](http://www.iea.org/papers/2011/weo2011_energy_for_all.pdf)。

31 参考以下文献：欧洲气候基金 (ECF)，2014。欧洲低碳转变：《洞悉化工行业的挑战与机遇》。布鲁塞尔。

可以访问：<http://europeanclimate.org/europes-low-carbon-transition-understanding-the-chemicals-sector/>。

32 Dechezleprêtre, A., Martin, R. and Mohnen, M., 2013. 认识清洁技术与污染技术的溢出效应：一个专利引文分析。气候变化经济学和 151 号政策工作报告中心，格兰瑟姆气候变化与环境研究所 135 号工作报告。伦敦。详情登陆：<http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2013/10/WP135-Knowledge-spillovers-from-clean-and-dirty-technologies.pdf>。

33 普华永道 (PwC), 2013. 脱碳与经济发展：实证分析丹麦、瑞典、德国、英国以及荷兰的能源与气候变化政策对经济造成的冲击。详情登陆：<http://www.pwc.nl/nl/assets/documents/pwc-decarbonisation-and-the-economy.pdf>。

34 参考文献：Brahmbhatt, M., Dawkins, E., Liu, J. and Usmani, F., 2014 (forthcoming). 将经济增长脱离碳排放：国际发展趋势综述。《新气候经济工作报告》。世界资源研究所、斯德哥尔摩环境研究所以及世界银行。可以参考：<http://newclimateeconomy.report>。

还有：Brinkley, C., 2014. 脱离：那些成功地设计政策的国家不仅减少了人均的温室气体排放量，其经济也持续增长。环境与设计 C：政府与政策，提前在线出版。DOI:10.1068/c12202。

35 新气候经济项目的气候政策倡议分析基于以下数据：国际能源署，2012，能源技术展望；经合组织，2012，2030 年的战略性交通基础设施需求；以及经合组织，2006，2030 年的基础设施。根据国际能源署的预测，低碳基础设施包括对碳的捕获与存储 (CCS) 的投资。

36 参见第二部分的图 11 以及 5.2 节了解综合报告的更多细节。

37 国际能源署 (IEA), 2012. 能源技术展望：如何保证未来能用上清洁能源。巴黎。详情登陆：<http://www.iea.org/etp/etp2012/>。

经合组织 (OECD), 2012. 2030 年的战略性交通基础设施需求。巴黎。

详情登陆：<http://www.oecd.org/futures/infrastructureto2030/strategictransportinfrastructureneedsto2030.htm>。

经合组织 (OECD), 2006. 2030 年的基础设施。巴黎。详情登陆：<http://www.oecd.org/futures/infrastructureto2030/>。

38 进一步讨论，请参考以下文献：Stiglitz, J.E., Sen, A. and Fitoussi, J-P., 委员会关于衡量经济表现与社会进步的报告。

详情登陆：[http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport\\_anglais.pdf](http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_anglais.pdf)。

39 伊莱亚, J, 2008. 气候变化：融资全球森林——伊莱亚审视。女王陛下的政府，伦敦。

详情登陆：[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/228833/9780108507632.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/228833/9780108507632.pdf)。

40 国际能源署，2011. 所有人的能源：穷人的融资渠道。

41 参考文献 Hamilton, K., Brahmbhatt, M., Bianco, N., and Liu, J.M., 2014. 联合收益与气候行动。《新气候经济工作报告》。世界能源研究所，华盛顿特区。详情登陆：<http://newclimateeconomy.report>。

42 Hamilton, K., Brahmbhatt, M., Bianco, N. and Liu, J.M., 2014 (即将到来的)。联合收益与气候行动。《新气候经济工作报告》。世界能源研究所，华盛顿特区。详情登陆：<http://newclimateeconomy.report>。

颗粒物 (PM)，是一种混合了细小固体和液滴并悬浮于空中的小颗粒，它比任何其它污染物对人类的影响更大。对人体健康危害最大的粒子是直径为 10 微米或者更小的微粒，它可以渗透到肺部，这些微粒被称为 PM10。在许多城市，直径小于 2.5 微米的颗粒物浓度也要被检测；这就是 PM2.5。参考文献：世界卫生组织 (WHO)，2014. 周遭 (户外) 空气质量与健康。第 313 号简报。日内瓦。详情登陆：<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>。如要了解全球 PM2.5 死亡率评估结果，请参考以下文献：世界卫生组织，2014. 户外空气污染造成的健康负担 2012。

43 Teng, F., 2014 (forthcoming). 中国与新气候经济。《新气候经济工作报告》。清华大学。详情登陆：<http://newclimateeconomy.report>。

44 参考 Kleynäs, P. and Korsbakken, J. I., 2014. 变化中的火力发电前景。《新气候经济工作报告》。斯德哥尔摩，斯德哥尔摩环境研究所。详情登陆：<http://newclimateeconomy.repor>。

45 参考第二章；深入讨论城市。

46 参考文献，如 Gwilliam, K. M., 2002. 发展中的城市：《世界银行审视城市交通战略》世界银行，华盛顿特区。

详情登陆：<http://documents.worldbank.org/curated/en/2002/08/2017575/cities-move-world-bank-urban-transport-strategy-review>。

欲了解更多近期聚焦于非洲的讨论，请参考以下文献：Schwela, D. and Haq, G., 2013. 撒哈拉以南非洲地区的交通和环境。斯德哥尔摩环境研究所政策简介。斯德哥尔摩环境研究所，约克，英国。详情登陆：<http://www.sei-international.org/publications?pid=2317>。

47 欲深入探讨这些问题，请参考以下文献：Denton, F. and Wilbanks, T., 2014. 第二十章：适应气候变化的路径：适应，缓和，以及可持续发展。2014 气候变化内容：《冲击，适应，以及脆弱性》。A 部分：全球和部门层面。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第二工作组报告。

C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastandrea 等 (合编)。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约。

详情登陆：<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>。

欲了解“气候—防护”的实践意见，确认适应需要，评估选择以及计划和实施适应，请参考以下文献：PROVIA, 2013. 《PROVIA 关于评估脆弱性，冲击以及适应气候变化的指导意见》。咨询文件。联合国环境规划署，肯尼亚，内罗毕。详情登陆：<http://www.unep.org/provia>。

48 第三章：土地利用的主要报告详细地讨论气候智能型农业。

49 牛津经济学，2014 (即将)。征收碳税对经济产生的冲击。《新气候经济工作报告》。英国，牛津。可以访问：<http://newclimateeconomy.report>。

50 2014，政府间气候变化专门委员会。为决策者总结的摘要 (政府间气候变化专门委员会第五次评估报告，第三工作组)。见表格 SPM.2。

51 参考尾注 15 查看到 2030 年的国民生产总值预期。

52 参考文献：Bosetti V., Carraro, C., Galeotti, M., Massetti, E. and Tavoni, M., 2006. WITCH：世界诱导技术改变混合模式。《能源期刊》，27。13-37。可以访问：<http://www.jstor.org/stable/23297044>。

Gillingham, K., Newell, R. G. and Pizer, W. A., 2008. 建内生性技术变革模型分析气候政策。《能源经济学》，30 (6)。2734-2753。DOI: 10.1016/j.eneco.2008.03.001。

Dellink, R., Lanzi, E., Chateau, J., Bosello, F., Parrado, R. and de Bruin, K., 2014。气候变化损害经济成长的后果：《动态定量评估》。经合组织，经济部第 1135 号工作报告。经合组织出版，巴黎。详情登陆：<http://dx.doi.org/10.1787/5jz2bxb8kmf3-en>。

53 Chateau, J., Saint-Martin A. and Manfredi, T., 2011。经合组织减缓气候变化政策对就业的影响：《一般均衡视野》。经合组织，第 32 号环境工作报告。经合组织出版，巴黎。详情登陆：<http://dx.doi.org/10.1787/5kg0ps847h8q-en>。

54 Chateau 等，2011。经合组织减缓气候变化政策对就业的影响。

55 欧洲低碳转变，2014。欧洲低碳转变：了解化工行业的挑战与机遇。

56 Ferroukhi, R., Lucas, H., Renner, M., Lehr, U., Breitschopf, B., Lallement, D., and Petrick, K., 2013。可再生能源与工作。国际可再生能源机构，阿布扎比。可以访问：<http://www.irena.org/rejobs.pdf>。

57 世界煤炭协会估计，该行业直接雇佣了 700 万人。

详情登陆：<http://www.worldcoal.org/coal-society/coal-local-communities/>。[Accessed 30 August 2014.]

58 经合组织 (OECD)，2012 向低碳经济转变带来的工作潜力，巴黎。详情登陆：<http://www.oecd.org/els/emp/50503551.pdf>。

59 本段和接下来的两段引用国际劳工组织的期刊《国际劳工研究期刊》中的一个特殊问题呈现出来的观点。（卷 2，问题 2，2010）：气候变化与劳工问题需要进行一次“过渡”。

详情登陆：[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_dialogue/@actrav/documents/publication/wcms\\_153352.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_dialogue/@actrav/documents/publication/wcms_153352.pdf)。

60 欲了解从贸易自由调整经验学到的教训，请参考以下文稿：Porto, G., 2012。向绿色增长政策调整的代价从贸易调整成本学到的教训。《WPS 6237 号研究报告》。世界银行，华盛顿特区。详情登陆：

<http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/10/16862151/cost-adjustment-green-growth-policies-lessons-trade-adjustment-costs>。

61 由国际可持续发展研究所成立的全球补贴研究中心已经出台了几个有关化石燃料补贴改革的研究案例。

详情请登录：<http://www.iisd.org/gsi/fossil-fuel-subsidies/case-studies-lessons-learned-attempts-reform-fossil-fuel-subsidies>。

欲了解有关印尼和加纳的研究，请参考以下文献：

Beaton, C. and Lontoh, L., 2010。印尼试图改革化石燃料补贴的启发。国际可持续发展研究所全球补贴研究中心 (GSI) 日内瓦。

详情请登录：[http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/lessons\\_indonesia\\_fossil\\_fuel\\_reform.pdf](http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/lessons_indonesia_fossil_fuel_reform.pdf)。

Laan, T., Beaton, C. and Presta, B., 2010。改革化石燃料补贴的策略：加纳，法国和塞内加尔的实际教训。国际可持续发展研究所全球补贴研究中心 (GSI) 日内瓦。详情登陆：[http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/strategies\\_ffs.pdf](http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/strategies_ffs.pdf)。

想了解更多关于有条件现金转移项目，请参考以下文献：Vagliasindi, M., 2012。实施能源补贴改革：对关键问题的审视。《第 WPS6122 号政策研究报告》。世界银行，华盛顿特区。

详情请登录：<http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/07/16481583/implementing-energy-subsidy-reforms-overview-key-issues>。

62 经合组织 (OECD)，2013。碳定价机制：政策前景。巴黎。

详情请登录：<http://www.oecd.org/env/tools-evaluation/Policy%20Perspectives%20PRICING%20CARBON%20web.pdf>。

63 在政策讨论中，全球平均气温上升 2°C 通常被视为“安全”和“危险”的变暖之间的阈值。“危险”的气候变化这一概念来自联合国气候变化框架公约 (UNFCCC) 设置的总体目标，即“将大气中温室气体的浓度稳定在一个阻止危险的人为干扰气候系统的水平”。2010 年在坎昆举行的联合国气候变化框架公约会议上，各方一致同意将全球平均气温上升的幅度控制在 2°C 以下，这样的一个目标。2°C 高于工业化前的水平。

（详情请登录 <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> 以及 [http://unfccc.int/key\\_steps/cancun\\_agreements/items/6132.php](http://unfccc.int/key_steps/cancun_agreements/items/6132.php)。但政府间气候变化专门委员会已明确表示，地点不同气候变化的影响也就不同，在达到 2°C 的目标前实质性损害可能已经发生了。参考文献：政府间气候变化专门委员会，2013，为决策者总结的摘要（政府间气候变化专门委员会第五次评估报告，第一工作组），以及政府间气候变化专门委员会，2014，为决策者总结的摘要（政府间气候变化专门委员会第五次评估报告，第二工作组）。

也有越来越多有关全球变暖风险的科学和政策文献指出，全球气温会升高 4°C 或更高。参考，例如，the 英国皇家学会哲学学报 A 英国皇家学会哲学学报 2011 年出版的特刊：4°C 及以上：全球温度可能改变 4°C 及其意涵，

详情请登录：[http://rsta.royalsocietypublishing.org/site/2011/four\\_degrees.xhtml](http://rsta.royalsocietypublishing.org/site/2011/four_degrees.xhtml)。

参考文献：世界银行，2012。抑制全球变暖：为何要避免一个温度上升了 4°C 的世界。Report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics, Washington, DC. 详情请登录：<http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/06/17862361/>。

64 这个估计和到 2030 年需要的减排量是基于政府间气候变化专门委员会对排放前景的分析做出的，如图 SPM.4 所示和政府间气候变化专门委员会，2014，表 SPM.1 所示。为决策者总结的摘要（政府间气候变化专门委员会第五次评估报告，第三工作组）。The GHG emission levels given here correspond to the median values for two emission path-ways。一个连贯的基线前景是，到 2100 年，与 1850 至 1900 年相对应，变暖气温上升小于 3°C 的概率不到 33%。超过 4°C 的概率不到 50%。其它相关连的缓和情况是，保持变暖温度在 2°C 下的概率要大于 66%。要详细讨论，请参阅新气候经济技术札记量化减排潜力，详情请登录：<http://newclimateeconomy.report>。

65 这和后面的估计是基于新的气候经济工作人员分析，使用来自世界银行的数据，2014 年世界发展指标和 2015 - 2050 的预测值，该预测值以假设 2015 - 2030 年每年 3% 的 GDP 增长率和 2030 - 和 2050 年每年 2.5% 的 GDP 增长率计算得出。欲要进一步讨论请参考以下文献：Brahmbhatt et al., 2014（即将到来的）。将碳排放从经济增长中剥离：国际趋势回顾。

66 此时仅需得知 IPCC 假定大气中存在高浓度悬浮微粒 - 小颗粒和液滴 - 会阻挡太阳能到达地球表面，从而允许增加碳排放量，直至 2030 年。如果这些悬浮微粒减少（例如，由于更严格的污染控制措施），2030 年以后维持 2°C 以下的全球气候变暖进程需要在本世纪下半叶减少碳排放量。此项重大技术难题至今尚未被攻克。

请参阅：Clarke, L. 和 Jiang, K., 2014 年；第 6 章：评估转型途径。摘自 2014 年气候变化：减缓气候变化。第三工作组投向政府间气候变化小组委员会第五评估报告的稿件。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al.（编）。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约。详情请访问 <http://www.mitigation2014.org>。

- 67 数据来源和方法详情见《新气候经济技术备注，量化减排潜能》，<http://newclimateeconomy.report>。
- 68 请参阅 Clarke 和 Jiang, 2014 年；第 6 章：评估转型途径。
- 69 请参阅 IPCC, 2014 年；为决策者总结的摘要（政府间气候变化专门委员会 {2} 第五次评估报告 {3}，第三工作组）。
- 70 请参阅新气候经济技术说明（New Climate Economy Technical Note），*量化低碳行动的多重效益 (Quantifying the Multiple Benefits from Low Carbon Actions)*。详情请访问 <http://newclimateeconomy.report>。
- 71 麦卡锡, 2014 年（即将出版）。*全球温室气体减排成本曲线 3.0 版*。有关 2.1 版详情，请访问 [http://www.mckinsey.com/client\\_service/sustainability/latest\\_thinking/greenhouse\\_gas\\_abatement\\_cost\\_curves](http://www.mckinsey.com/client_service/sustainability/latest_thinking/greenhouse_gas_abatement_cost_curves)。
- 72 数据来源和方法详情见《新气候经济技术备注》中的《量化低碳行动的多重益处：初步分析》，网址：<http://newclimateeconomy.net>。
- 73 若干市场指标已经投入实际应用，如资源效率领导者指数 (<http://www.solactive.com/?s=waste&index=DE000SLA8EF7>)，该指数显示，通过过分倚重所属行业内资源效率领导者公司（就 RESSEFLI 而言，自 2008 年起高于 70%），可以取得整体优于股票市场的体制性优异表现。
- 74 世界企业永续发展委员会 (World Business Council on Sustainable Development), 2013; *申报事宜 2013 年基准报告 (Reporting Matters 2013 Baseline Report)*; 详情请访问 <http://www.wbcsd.org/reportingmatters.aspx>。
- 75 “净排放量”考虑到了储存和隔离部分排放量的可能性。请参阅：  
Haites, E., Yamin, F. 和 Höhne, N., 2013 年；*2015 年气候变化法律协定的可能要素 (Possible Elements of a 2015 Legal Agreement on Climate Change)*, 工作文件 N°16/13, 可持续发展和国际关系研究所 (IDDRI), 巴黎。  
详情请访问 <http://www.iddri.org/Publications/Possible-Elements-of-a-2015-Legal-Agreement-on-Climate-Change>。  
Höhne, N., van Breevoort, P., Deng, Y., Larkin, J. 和 Hänsel, G., 2013 年。至 2050 年温室气体排放逐步取消的可行性 (*Feasibility of GHG emissions phase-out by mid-century*); 德国科隆依克斯。详情请访问 <http://www.ecofys.com/files/files/ecofys-2013-feasibility-ghg-phase-out-2050.pdf>。

## 尾注 - 第二部分

- 1 Seto, K.C. 和 Dhakal, S., 2014 年；第 12 章：人居环境、基础设施和空间规划。
- 2 政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 估计，2010 年，城市地区占全球能源消耗量的 67-76%，以及最终能源消耗相关的全球 CO<sub>2</sub> 排放量的 71-76%。请参阅：Seto 和 Dhakal, 2014 年；第 12 章：人居环境、基础设施和空间规划。
- 3 Seto 和 Dhakal, 2014 年；第 12 章：人居环境、基础设施和空间规划。
- 4 联合国 (UN), 2014 年；*世界城市化展望 2014 年修订版*；联合国经济和社会事务部人口司；详情请访问 <http://esa.un.org/unpd/wup/>。有关详细数据，请访问 <http://esa.un.org/unpd/wup/CD-ROM/Default.aspx>。
- 5 Seto, K.C., Güneralp, B. 和 Hutyra, L.R., 2012 年；截至 2030 年全球城市扩张预测及其对生物多样性和碳库的直接影响 (Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools); *美国国家科学院论文集*, 109 (40). 16083-16088. DOI:10.1073/pnas.1211658109。
- 6 Dargay, J., Gatley D., 和 Sommer M., 2007 年；全球机动车拥有量和收入增长：1960-2030 年 (Vehicle ownership and income growth, worldwide: 1960-2030); *The Energy Journal*, 28 (4), 143-170。详情请访问 <http://www.jstor.org/stable/41323125>。
- 7 Litman, T., 2014 年（即将出版）；*无意鼓励及资助城市蔓延式扩张的公共政策分析 (Analysis of Public Policies that Unintentionally Encourage and Subsidize Urban Sprawl)*；《新气候经济》(New Climate Economy) 供稿；伦敦政治经济学院委托维多利亚交通政策研究所 (Victoria Transport Policy Institute) 开展；详情请访问 <http://newclimateeconomy.report>。
- 8 Litman, 2014 年（即将出版）；*无意鼓励及资助城市蔓延式扩张的公共政策分析 (Analysis of Public Policies that Unintentionally Encourage and Subsidize Urban Sprawl)*；
- 9 世界银行和国务院发展研究中心，2014 年；*城市中国：迈向高效、包容和可持续的城市化 (Urban China: Toward Efficient, Inclusive, and Sustainable Urbanization)*, Washington, DC; 详情请访问 <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/18865>。
- 10 Fan, J., 2006；产业集聚和区域劳动生产率差异：中国证据与国际比较 (Industrial Agglomeration and Difference of Regional Labor Productivity: Chinese Evidence with International Comparison); *Economic Research Journal*, 11, 73-84; 详情请访问 [http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTOTAL-JJYJ200611007.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-JJYJ200611007.htm)。
- 11 Gouldson, A., Colenbrander, S., McAnulla, F., Sudmant, A., Kerr, N., Sakai, P., Hall, S. 和 Kuylenstierna, J.C.I., 2014 年（即将出版）；*探究低碳城市的经济理由 (Exploring the Economic Case for Low-Carbon Cities)*；《新气候经济》(New Climate Economy) 供稿；利兹大学可持续发展研究所和英国约克郡斯德哥尔摩环境研究所；详情请访问 <http://newclimateeconomy.report>。
- 12 Bertaud, A. 和 Richardson, A.W., 2004 年；*交通和密度：美国亚特兰大与西欧对比 (Transit and Density: Atlanta, the United States and Western Europe)*；详情请访问 [http://courses.washington.edu/gmforum/Readings/Bertaud\\_Transit\\_US\\_Europe.pdf](http://courses.washington.edu/gmforum/Readings/Bertaud_Transit_US_Europe.pdf)，及 Kenworthy, 2003。*城市公共交通中的运输能源使用与温室气体：以全球 84 个城市为研究对象 (Transport Energy Use and Greenhouse Gases in Urban Passenger Transport Systems: A Study of 84 Global Cities)*。第三届地区政府网络可持续发展大会。诺特丹大学，西澳大利亚弗里曼特尔。2003 年 9 月 17-19 日。第 18 页上的图表 1 引自 Lefevre, B., 2009。

城市运输能源消耗：决定性因素及降低消耗的策略 (Urban Transport Energy Consumption: Determinants and Strategies for its Reduction). S.A.P.I.E.N.S 2(3): 1-32。

图表 6 引自 <http://sapiens.revues.org/914>。所指年份为 1995 年，而人口数据取自 1990 年。

<sup>13</sup> 这些是新气候经济项目 (NCE) 项目根据国际能源署 (IEA, 2012; 2012 年能源技术展望) 和经济合作与发展组织 (OECD, 2007; 2030 年基础设施展望) 的全球基础设施需求分析, 得出的公路投资、水资源和废弃物、电信和建筑 (节能) 估算值, 以及有关蔓延式城市发展模式和智能城市发展模式的城市基础设施和基础设施投资成本 (基于若干来源计算) 所占份额的保守假设。这应被视为指示性全球数量级估算值, 该估算值可与 Litman, 2014 (即将出版) 的无意鼓励及资助城市蔓延式扩张的公共政策分析所述的证据互相印证, 此项分析旨在调查美国城市蔓延式扩张的基础设施和公共服务成本。

<sup>14</sup> Arrington, G.B. 和 Cervero, R., 2008 年; *TOD 对住宅、停车和旅游行业的影响 (Effects of TOD on Housing, Parking, and Travel)*; 第 128 号公共交通合作研究计划报告 (Transit Cooperative Research Programme Report No. 128); 详情请访问 [http://www.fairfaxcounty.gov/dpz/tysonscorner/tcrp128\\_aug08.pdf](http://www.fairfaxcounty.gov/dpz/tysonscorner/tcrp128_aug08.pdf)。

<sup>15</sup> 请参阅: Laconte, P., 2005; *城市及交通管理 - 国际趋势和实践 (Urban and Transport Management - International Trends and Practices)*; 联合国国际研讨会发表的论文: 可持续城市交通和城市 (Sustainable Urban Transport and City), 上海。详情请访问 [http://www.ffue.org/wp-content/uploads/2012/07/Laconte\\_Urban\\_and\\_transpMgt\\_Shanghai\\_2005.pdf](http://www.ffue.org/wp-content/uploads/2012/07/Laconte_Urban_and_transpMgt_Shanghai_2005.pdf)。

有关休斯敦市所采取的措施的详情, 请参阅主报告第 2 章: 城市内的加框文字 7。

<sup>16</sup> Carrigan, A., King, R., Velásquez, J.M., Duduta, N., 和 Raifman, M., 2013 年; *快速公交的社会、环境和经济影响 (Social, Environmental and Economic Impacts of Bus Rapid Transit)*; 总部设在美国华盛顿特区的 EMBARQ 计划; 详情请访问 <http://www.embarq.org/research/publication/social-environmental-and-economic-impacts-bus-rapid-transit#sthash.4pNwUm1w.dpuf>。

<sup>17</sup> 请参阅: <http://www.transmilenio.gov.co/en>。

<sup>18</sup> 世界银行和国务院发展研究中心, 2014 年; *城市中国*。

<sup>19</sup> 现有数据来自: DeMaio, P., 2013; *自行车共享世界 - 2013 年末*; *自行车共享博客*, 12 月 31 日; 详情请访问 <http://bike-sharing.blogspot.co.uk/2013/12/the-bike-sharing-world-end-of-2013.html>。(DeMaio 引用的数据来自 *自行车共享世界地图*、<http://www.bikesharingworld.com> 和 Google 的已知自行车共享计划地图。)

2000 年的数据来自: Midgley, P., 2011; *自行车共享计划: 增进城市地区可持续交通运输 (Bicycle-Sharing Schemes: Enhancing Sustainable Mobility in Urban Areas)*; 联合国经济和社会事务部, 可持续发展委员会; 第 8 号背景文件, CSD19/2011/BP8; 详情请访问 [http://www.un.org/esa/dsd/resources/res\\_pdfs/csd-19/Background-Paper8-P.Midgley-Bicycle.pdf](http://www.un.org/esa/dsd/resources/res_pdfs/csd-19/Background-Paper8-P.Midgley-Bicycle.pdf)。

<sup>20</sup> Floater, G., Rode, P., Zenghelis, D., Carrero, M.M., Smith, D., Baker K., 和 Heeckt, C., 2013 年; *斯德哥尔摩: 绿色经济领袖报告 (Stockholm: Green Economy Leader Report)*。伦敦政治经济学院 LSE 城市; 详情请访问 <http://files.lsecities.net/files/2013/06/LSE-2013-Stockholm-Final-Report-webhighres.pdf>。

<sup>21</sup> 联合国环境规划署 (UNEP), 2009 年; *巴西可持续城市规划 (Sustainable Urban Planning in Brazil)*, 内罗毕。详情请访问 <http://www.unep.org/greeneconomy/SuccessStories/SustainableUrbanPlanninginBrazil/tabid/29867/Default.aspx>。

亦可参阅: Barth, B., 2014 年; *库里蒂巴: 全球最环保城市 (Curitiba: the Greenest City on Earth)*; *《生态学家》*, 3 月 15 日; 详情请访问 [http://www.theecologist.org/green\\_green\\_living/2299325/curitiba\\_the\\_greenest\\_city\\_on\\_earth.html](http://www.theecologist.org/green_green_living/2299325/curitiba_the_greenest_city_on_earth.html)。

<sup>22</sup> 新华社, 2014 年; *中国推出里程碑市城镇化发展规划 (China unveils Landmark Urbanization Plan)*; 3 月 16 日; 详情请访问 [http://news.xinhuanet.com/english/china/2014-03/16/c\\_133190495.htm](http://news.xinhuanet.com/english/china/2014-03/16/c_133190495.htm)。

<sup>23</sup> 世界银行, 2013; *低碳宜居城市规划和融资: 华盛顿特区*; 详情请访问 <http://www.worldbank.org/en/news/feature/2013/09/25/planning-financing-low-carbon-cities>。

<sup>24</sup> 请参阅: <http://www.c40.org> and <http://www.iclei.org>。

<sup>25</sup> 世界银行, 2013; *低碳宜居城市规划和融资*;

<sup>26</sup> 另有 8% 的农业用地已中度退化, 且该数字正不断上升。请参阅: 联合国粮食及农业组织 (FAO), 2011 年; *世界食物与农业所需土地与水资源状况 (SOLAW) - 出于风险中的管理系统*。罗马; 详情请访问 <http://www.fao.org/nr/solaw/>。

另请参阅 *土地退化经济学: 全球可持续土地管理倡议 (Economics of Land Degradation: A Global Initiative for Sustainable Land Management)* (2013 年出版) 的合编作者的论文, 详情请访问 <http://www.eld-initiative.org>。

<sup>27</sup> Kissinger, G., Herold, M. and de Sy, V., 2012; *森林砍伐和森林退化的驱动因素: 面向 REDD+ 政策制定者的综合报告 (Drivers of Deforestation and Forest Degradation: A Synthesis Report for REDD+ Policymakers)*; Lexeme Consulting, Vancouver; 详情请参阅 <https://www.gov.uk/government/publications/deforestation-and-forest-degradation-drivers-synthesis-report-for-redd-policymakers>。

<sup>28</sup> IPCC, 2014; *政策制定者摘要*; 摘自 *2014 年气候变化: 减缓气候变化*。第三工作组投至政府间气候变化小组委员会第五评估报告的稿件。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al. (编)。剑桥大学出版社, 英国剑桥和美国纽约。详情请访问 <http://www.mitigation2014.org>。

IPCC 公布的 2010 年农业、林业和其他土地利用 (AFOLU) 的人为温室气体净排放量为 10-12 毛吨 CO<sub>2</sub>, 或占到 2010 年全球温室气体排放总量的 24%。AFOLU 章还会详细说明, 2000-2009 年期间的每年农业温室气体净排放量为 5.0-5.8 毛吨 CO<sub>2</sub>。请参阅: Smith, P. and Bustamante, M., 2014; 第 11 章: 农业、林业和其他土地利用 (AFOLU); 摘自 2014 年气候变化: 减缓气候变化。第三工作组投至政府间气候变化小组委员会第五评估报告的稿件。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al. (编)。剑桥大学出版社, 英国剑桥和美国纽约。详情请访问 <http://www.mitigation2014.org>。

29 11% 的全球温室气体排放量来自林业和其他土地利用, Searchinger, T., Hanson, C., Ranganathan, J., Lipinski, B., Waite, R., Winterbottom, R., Dinshaw, A. 和 Heimlich, R., 2013 年; *创建一个可持续的粮食未来: 到 2050 年可持续地为 90 多亿人提供粮食的解决方案 (Creating a Sustainable Food Future: A Menu of Solutions to Sustainably Feed More than 9 Billion People by 2050)*; 2013-2014 年《世界资源报告》: 初步研究结果; 世界资源研究所、世界银行、联合国环境规划署 (UNEP)、联合国开发计划署 (UNDP), 华盛顿特区。详情请访问 <http://www.wri.org/publication/creating-sustainable-food-future-interim-findings>。

Searchinger et al. 的研究显示, 另有 13% 的全球温室气体排放量直接来自农业。估计约 20% 的全球温室气体排放量源自森林砍伐, 该数字的计算方法是将重新造林和植树造林的碳减排量估算值加上 Houghton, R. A., 2013 年所述的森林砍伐的碳排放量净值; 热带地区森林砍伐和退化的碳排放量: 既往趋势和未来潜力;

30 联合国粮食及农业组织 (FAO), 2010 年; *2010 年全球森林资源评估*; 联合国粮食及农业组织第 163 号林业文件, 罗马; 详情请访问 <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/>。

另请参阅: 联合国粮食及农业组织和欧盟委员会联合研究中心, 2012 年; *1990-2005 年全球森林土地利用变迁*, 作者: E.J. Lindquist, R. D'Annunzio, A. Gerrand, K. MacDicken, F. Achard, R. Beuchle, A. Brink, H.D., Eva, P., Mayaux, J., San-Miguel-Ayanz 和 H-J. Stibig; 联合国粮食及农业组织第 169 号林业文件, 罗马; 详情请访问 <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/>。

31 联合国粮食及农业组织 (FAO), 2012 年; *1990-2005 年全球森林土地利用变迁*, 罗马; 详情请访问 <http://www.fao.org/docrep/017/i3110e/i3110e00.htm>。

Houghton, R.A., 2008 年; *1990 年代热带地区土地覆被变化的净碳排放量估算值调整*, 摘自 *趋势: 全球变化数据汇编 (TRENDS: A Compendium of Data on Global Change)*; 美国能源部橡树岭国家实验室二氧化碳信息分析中心, 美国田纳西州橡树岭。详情请访问 <http://cdiac.ornl.gov/trends/landuse/houghton/houghton.html>。

国际能源署 (IEA), 2012 年; *2012 年世界能源展望*。巴黎。详情请访问 <http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2012/>。

联合国环境规划署 (UNEP), 2012 年; *2012 年温室气体排放差距报告*, 肯尼亚内罗毕。详情请访问 <http://www.unep.org/publications/ebooks/emissionsgap2012/>。

美国能源信息管理局 (EIA), 2012 年; *2012 年度能源展望及 2035 年预测*, Washington, DC; 详情请访问 <http://www.eia.gov/forecasts/archive/aeo12/>。

32 世界银行, 2007 年; *2008 年世界发展报告: 农业发展 (World Development Report 2008: Agriculture for Development)*, Washington, DC; 详情请访问 <http://go.worldbank.org/H999NAVXG0>。

33 世界银行数据; 请参阅: <http://data.worldbank.org/topic/agriculture-and-rural-development>。[2014 年 7 月 16 日存取。]

34 经济合作与发展组织 (OECD) 和联合国粮食及农业组织 (FAO), 2013 年; *2014-2023 年 OECD-FAO 农业展望*, 巴黎和罗马。详情请访问 [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2014-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2014-en)。

35 Searchinger et al., 2013 年; *创建一个可持续的粮食未来*。

36 请参阅: 新绿色革命: 更大的饭碗 (The new green revolution: A bigger rice bowl); 《经济学家》, 2014 年 5 月 10 日。详情请访问 <http://www.economist.com/news/briefing/21601815-another-green-revolution-stirring-worlds-paddy-fields-bigger-rice-bowl>。尤其是, 水稻是一种可以在收割之后重新种植的农作物, 没有产量损失, 因此很难收回私人育种的成本。

37 Beintema, N., Stads, G.-J., Fuglie, K., 和 Heisey, P., 2012 年; *ASTI 全球农业研发投入屁股 (ASTI Global Assessment of Agricultural R&D Spending)*; 国际粮食政策研究所, 华盛顿特区; 和全球农业研究论坛, 罗马。详情请访问 <http://www.ifpri.org/publication/asti-global-assessment-agricultural-rd-spending>。

38 Gale, F., 2013; *中国农业支持政策的发展和演化 (Growth and Evolution in China's Agricultural Support Policies)*; 第 153 号经济研究服务报告; 美国农业部。详情请访问 <http://www.ers.usda.gov/publications/err-economic-research-report/err153.aspx>。

39 Grossman, N. 及 Carlson, D., 2011 年; *Agriculture Policy in India: The Role of Input Subsidies*. USITC 执行贸易简报。

40 经济合作与发展组织 (OECD), 2013 年; *2013 年农业政策监测和评估*, 巴黎。详情请访问 <http://www.agri-pulse.com/uploaded/OECD-ag.pdf>。

41 Zhang, W., Dou, Z., He, P., Ju, X.-T., Powelson, D., et al., 2013 年; *新技术帮助中国减少氮肥的温室气体排放量 (New technologies reduce greenhouse gas emissions from nitrogenous fertilizer in China)*; *美国国家科学院论文集*, 110 (21)。8375-8380. DOI:10.1073/pnas.1210447110。

42 Hoda, A., 2014. *印度农业低碳战略 (Low Carbon Strategies for India in Agriculture and Forestry)*; 印度议会研究国际经济关系 (ICRIER) 新气候经济研讨会未发表的论文, ICRIER, 印度生态环境中心, 新德里, 4 月 15 日。

43 基于土地退化经济学: 全球可持续土地管理倡议 (Economics of Land Degradation: A Global Initiative for Sustainable Land Management) (2013 年出版) 的合编作者的论文, 以及德国经济合作与发展部的报告, 详情请访问 <http://www.eld-initiative.org>。[2014 年 4 月 29 日存取。] 科学协调 ELD 倡议由联合国大学 - 水资源、环境和健康研究联合发表。联合国环境规划署、IUCN 和国际粮食政策研究所是关键技术合作伙伴。

- 44 Berry, L., Olson, J., 和 Campbell, D., 2003 年; 从国家层面评估土地退化的范围、成本和影响: 七项试点案例研究的研究结果和经验教训 (*Assessing the extent, cost and impact of land degradation at the national level: findings and lessons learned from seven pilot case studies*); 全球机制。详情请访问 [global-mechanism.org/dynamic/documents/document\\_file/cost-of-land-degradation-case-studies.pdf](http://global-mechanism.org/dynamic/documents/document_file/cost-of-land-degradation-case-studies.pdf)。
- 45 Dang, Y., Ren, W., Tao, B., Chen, G., Lu, C., et al., 2014 年; 为增加中国黄土高原地区土壤有机碳储量而实施的气候和土地利用管制 (*Climate and Land Use Controls on Soil Organic Carbon in the Loess Plateau Region of China*); PLoS ONE, 9 (5), e95548; DOI:10.1371/journal.pone.0095548。
- 46 Cooper, P.J.M., Capiello, S., Vermeulen, S.J., Campbell, B.M., Zougmore, R. 和 Kinyangi, J., 2013 年; 农业领域大规模实施适应和减缓行动 (*Large-Scale Implementation of Adaptation and Mitigation Actions in Agriculture*); CCAFS 第 50 号工作文件; CGIAR 气候变化、农业和粮食安全研究计划, 哥本哈根。详情请访问 <http://hdl.handle.net/10568/33279>。
- 47 图片由 Till Niermann、GNU 自由文件版权 v1.2 (1990) 和 Erick Fernandes (2012) 提供。世界银行项目摘要见: <http://www.worldbank.org/en/news/feature/2007/03/15/restoring-chinas-loess-plateau>。详细个案研究见: Xie, M., Li, J., Asquith, N., Tyson, J., Kleine, A. 及 Huan, Y., 2010。复原水土流失的分水岭: 中国黄土高原个案研究 (*Rehabilitating a Degraded Watershed: A Case Study from China's Loess Plateau*)。世界银行学院气候变化组。华盛顿特区。网址: <http://wbi.worldbank.org/wbi/Data/wbi/wbicms/files/drupal-acquia/wbi/O928313-03-31-10.pdf>。
- 48 世界资源研究所, 2008 年; 2008 年世界资源: 韧力根源—增加贫困人口财富 (*World Resources 2008: Roots of Resilience – Growing the Wealth of the Poor*); 世界资源研究所与联合国开发计划署、联合国环境规划署和世界银行联合出版, 华盛顿特区。详情请访问 <http://www.wri.org/publication/world-resources-2008>。
- 49 Sendzimir, J., Reij, C. P. 和 Magnuszewski, P., 2011 年; 重建萨赫勒地带的韧性: 尼日尔马拉迪和津德尔地区恢复绿化生机 (*Rebuilding Resilience in the Sahel: Regreening in the Maradi and Zinder Regions of Niger*); 《生态和社会》, 16 (3), Art. 1; DOI:10.5751/ES-04198-160301。和: Pye-Smith, C., 2013 年; 无声的革命: 尼日尔的农民如何使萨赫勒地区的稀树草原恢复绿化生机 (*The Quiet Revolution: how Niger's farmers are re-greening the park-lands of the Sahel*); ICRAF 绿化生机 (*Trees for Change*), 第 12 号工作文件; 世界农林业中心, 内罗毕。详情请访问 <http://www.worldagroforestry.org/downloads/publications/PDFs/BL17569.PDF>。
- 50 Winterbottom, R., Reij, C., Garrity, D., Glover, J., Hellums, D., McGahuey, M. 和 Scherr, S., 2013 年; 改善土地和水资源管理 (*Improving Land and Water Management*); 创建一个可持续的粮食未来, 第 4 篇; 世界资源研究所, 华盛顿特区。详情请访问 <http://www.wri.org/publication/improving-land-and-water-management>。
- 51 联合国粮食及农业组织 (FAO), 2014 年; 2014 年世界森林状况: 增强森林的社会经济效益 (*State of the World's Forests 2014: Enhancing the Socioeconomic Benefits from Forests*), 罗马; 详情请访问 <http://www.fao.org/forestry/sofo/>。亦可参阅: IEA, 2012 年; 2012 年世界能源展望。
- 52 WWF, 2012 年; 第 4 章: 森林及木制品 (Chapter 4: Forests and Wood Products), 摘自 WWF 原生森林报告, Washington, DC; 详情请访问 [http://wwf.panda.org/what\\_we\\_do/how\\_we\\_work/conservation/forests/publications/living\\_forests\\_report/](http://wwf.panda.org/what_we_do/how_we_work/conservation/forests/publications/living_forests_report/)。
- 53 Rautner, M., Leggett, M., 和 Davis, F., 2013 年; 森林砍伐主要驱动因素简析 (*The Little Book of Big Deforestation Drivers*); 全球林冠项目, 牛津。详情请访问 <http://www.globalcanopy.org/LittleBookofDrivers>。
- 54 Kissinger et al., 2012 年; 森林砍伐和森林退化的驱动因素 (*Drivers of Deforestation and Forest Degradation*)。
- 55 另请参阅: Leonard, S., 2014 年; 森林、土地利用和绿色气候基金: 开始营业? (*Forests, Land Use and The Green Climate Fund: Open for Business?*) 《森林气候变化》, 6 月 5 日。详情请访问 <http://www.forestsclimatechange.org/forests-climate-change-finance/forests-land-use-green-climate-fund/>。
- 56 Minnemeyer, S., Laestadius, L., Sizer, N., Saint-Laurent, C., 和 Potapov, P., 2011 年; 全球森林景观恢复机会地图 (*Global Map of Forest Landscape Restoration Opportunities*); 森林景观恢复项目, 世界资源研究所, 华盛顿特区。详情请访问 <http://www.wri.org/resources/maps/global-map-forest-landscape-restoration-opportunities>。他们估计全世界已消失和退化的森林景观面积达到 23.14 亿公顷 (相对于在没有人干扰的情况下支持森林的土地; 精确的数据和解释得到地图作者 Lars Laestadius 的确认, 2014 年 8 月 14 日)。
- 第 15 号爱知目标详述: “到 2020 年, 生态系统复原力和生物多样性对碳储量的贡献已通过保护和恢复得到显著增强, 包括恢复至少 15% 的已退化生态系统, 从而促进气候变化减缓以及适应及防治荒漠化。” 23.14 亿公顷的 15% 即等于 3.47 亿公顷。请参阅 <http://www.cbd.int/sp/targets/>。[2014 年 7 月 22 日存取。]
- 57 该估算值是 Verdonne, M., Maginnis, S., 和 Seidl, A., 2014 年 (即将出版) 合著论文所述的 1.5 亿公顷和 850 亿美元产值的两倍。重新审视 REDD+ 机制中景观恢复的作用 (*Re-examining the Role of Landscape Restoration in REDD+*); 国际自然保护联盟。因此, 该估算值有些保守, 因为它忽略了 3.5 亿公顷中的最后 5000 万公顷。该计算假定 34% 的恢复面积是农林业, 23% 的恢复面积是人工林, 43% 的恢复面积是改善的次生林和自然再生森林, 全都分布着不同的生物群落。评估的效益包括木材产品、非木材林产品、燃料、更有效的土壤和水资源管理 (农作物产量提高引致) 以及休养。
- 58 基于平均值得出, 该平均值的计算方法是应用文献中所述的每公顷减排量估值 (3.50 亿公顷大约会产生 2 毛吨 CO<sub>2</sub> 排放量), 并利用 50% 左右的值域来说明总恢复面积内温带地区农林业和马赛克式恢复面积和自然再生的热带雨林面积的不同比例所导致的碳储量差异。更多详情请参阅即将出版的新气候经济技术说明 (*New Climate Economy Technical Note*), 量化低碳行动的多重效益: 初步分析 (*Quantifying the Multiple Benefits from Low Carbon Actions: A Preliminary Analysis*), 详情请访问 <http://newclimateeconomy.report>。

- 59 Parry, A., James, K., 和 LeRoux, S., 2014 年 (即将出版); *通过减少餐厨垃圾来实现经济和环境效益的战略 (Strategies to Achieve Economic and Environmental Gains by Reducing Food Waste)*; 《新气候经济》(New Climate Economy) 供稿; 废物及资源行动计划组织 (WRAP), 英国班伯里。详情请访问 <http://newclimateeconomy.report>。
- 60 估算值介于 49% (2011 年) 和 54% (2012 年) 之间, 具体数字取决于所采用的方法和数据来源。请参阅 BP, 2013 年; *2013 年 6 月 BP 世界能源统计综述 (BP Statistical Review of World Energy June 2013)*, 伦敦。详情请访问 <http://www.bp.com/statisticalreview>。
- 61 从 2000 年至 2013 年, 全球一次能源消耗量增加了 33.88 亿吨油当量, 达到 12,730 百万吨油当量; 与此同时, 中国的一次能源消耗量增加了 1,872 百万吨油当量, 达到 2013 年的 2852.4 百万吨油当量。请参阅 BP, 2014 年。2014 年 6 月 BP 世界能源统计综述 (*BP Statistical Review of World Energy June 2014*), 伦敦。详情请访问 <http://www.bp.com/statisticalreview>。
- 62 该范围是根据《新气候经济》工作人员的近期预测综述计算得出, 包括:  
新政策设想中的 19% 和《当前政策设想》中的 25%, 摘自: 国际能源署 (IEA), 2013 年; *2013 年世界能源展望*; 巴黎。详情请访问 <http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2013/>。  
6DS 设想中的 26%, 摘自: IEA, 2012 年; *2012 年能源技术展望*;  
27% 的估计值摘自: 美国能源信息管理局 (EIA), 2013 年; *国际能源展望*; DOE/EIA-0484 (2013); Washington, DC; 详情请访问 <http://www.eia.gov/forecasts/ieo/>。  
29-33% 的估值范围以基准线提供, 摘自: GEA, 2012 年; *全球能源评估 - 迈向可持续发展的未来 (Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future)*, 2012; 剑桥大学出版社, 英国剑桥和美国纽约, 以及国际应用系统分析, 奥地利拉克森堡。详情请访问 [www.globalenergyassessment.org](http://www.globalenergyassessment.org)。
- 63 这包括大约 23 万亿美元的能源供应和 24 万亿美元的交通工具引擎以及建筑业和工业的能源消费; 请参阅第 6 章: 我们主报告内深入探讨未来能源基础设施需求所需的资金 (Chapter 6: Finance in our main report for more discussion of future energy infrastructure needs)。
- 64 有关直接工业排放之外的能源相关排放量, 请参阅图 TS.3a 内 AFOLU 除外的所有行业和废弃物, 摘自: IPCC, 2014 年; 技术摘要。摘自 *2014 年气候变化: 减缓气候变化。第三工作组投至政府间气候变化小组委员会第五评估报告的稿件*。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al. (编)。剑桥大学出版社, 英国剑桥和美国纽约。详情请访问 <http://www.mitigation2014.org>。  
有关工业的直接能源相关排放量, 请参阅表 10.2, Fishedick, M. 和 Roy, J., 2014 年; 第 10 章: 工业; 摘自 *2014 年气候变化: 减缓气候变化: 第三工作组投至政府间气候变化小组委员会第五评估报告的稿件*。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al. (编)。剑桥大学出版社, 英国剑桥和美国纽约。详情请访问 <http://www.mitigation2014.org>。
- 65 世界银行, 日期不详; 全球经济观察 (GEM) 商品。
- 66 印度政府计划委员会, 2013 年; *2047 年印度能源安全设想 (India Energy Security Scenarios 2047)*。详情请访问 <http://indiaenergy.gov.in>。
- 67 IEA, 2013 年; *2013 年世界能源展望*。  
印度政府计划委员会, 2013 年; *2047 年印度能源安全设想 (India Energy Security Scenarios 2047)*。  
EIA, 2013 年; *2013 年国际能源展望*。  
Feng, L.Q., 2012 年; *中国煤炭进口来源分析 (中文)*; 内蒙古大学硕士论文。详情请访问 <http://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10126-1012440314.htm>。  
Wood Mackenzie, 2013 年; *国际动力煤贸易: 日本买家的未来景象为何? (International thermal coal trade: What Will the Future Look Like for Japanese Buyers?)* 2013 年洁净煤炭日国际研讨会演讲, 东京, 2013 年 9 月 4-5 日。
- 68 Hamilton, K., Brahmabhatt, M., Bianco, N. 和 Liu, J.M., 2014 年 (即将出版); *协同效益和气候变化对策 (Co-benefits and Climate Action)*; 《新气候经济》(New Climate Economy) 供稿; 世界资源研究所, 华盛顿特区。详情请访问 <http://newclimateeconomy.report>。
- 69 请参阅 Klewnäs, P. 和 Korsbakken, J.I., 2014 年 (即将出版); *不断变化的火力发电前景*; 《新气候经济》(New Climate Economy) 供稿; 斯德哥尔摩环境研究所, 斯德哥尔摩。详情请访问 <http://newclimateeconomy.report>。
- 70 IEA, 2013 年; *2013 年世界能源展望*。
- 71 11 毛吨 CO<sub>2</sub> 相当于 450 设想中的总减排量 (与当前政策设想相比); 请参阅 IEA, 2013 年, *2013 年世界能源展望*。
- 72 该估计范围意味着每年以极可能具有成本效益的方式减少 4.7-6.6 Gt CO<sub>2</sub> 排放量。有关这些估算值的范围和限制的详细论述, 请参阅《新气候经济》的技术说明: *量化减排潜力 (Quantifying Emission Reduction Potential)*, 详情请访问 <http://newclimateeconomy.report>。
- 73 本节重点介绍电力, 但供暖、工业和交通运输系统也可以选择使用可再生能源。国际可再生能源机构 (IRENA) 最近的评估还确定这些行业存在以具有成本效益的方式使用可再生能源的重大机遇。请参阅: 国际可再生能源机构 (IRENA), 2014 年; *REmap 2030: 可再生能源路线图 (A Renewable Energy Roadmap)*, 阿布扎比。详情请访问 <http://irena.org/remap/>。
- 74 国际能源署 (IEA), 2014 年; 电力信息 (2014 年初版); IEA 数据服务。详情请访问 [http://data.iea.org/ieastore/product.asp?dept\\_id=101&pf\\_id=304](http://data.iea.org/ieastore/product.asp?dept_id=101&pf_id=304)。
- 75 模组价格: 国际能源署 (IEA), 2014 年; *2014 年能源技术展望*, 巴黎。详情请访问 <http://www.iea.org/etp/>。
- 76 此处引述的成本比较一般不包括整个系统的成本/电网成本, 这将在随后的章节中论述。有关成本估算和拍卖声明, 请参阅:

- REN21, 2014 年; 2014 年全球可再生能源状况报告 (Renewables 2014 Global Status Report)。巴黎: 21 世纪可再生能源政策网络 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century)。详情请访问 <http://www.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx>。和:
- 国际能源署 (IEA), 2013 年; 技术路线图: 风能 - 2013 年版, 巴黎。  
详情请访问 <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name-43771-en.html>。
- 77 Liebreich, M., 2014 年; 2014 年彭博新能源金融峰会主题演讲, 纽约, 4 月 7 日。  
详情请访问 <http://about.bnef.com/video/summit-2014-michael-liebreich/>。
- 78 IEA, 2014 年; 2014 年能源技术展望 (模组价格)。
- 79 安永会计师事务所, 2013 年; 国家聚焦: 智利。RECAI: 可再生能源国家吸引力指数, 39 (11 月), pp.24-25。  
详情请访问 <http://www.ey.com/UK/en/Industries/Cleantech/Renewable-Energy-Country-Attractiveness-Index---country-focus---Chile>。
- 80 REN21, 2014 年; 2014 年全球可再生能源状况报告 (Renewables 2014 Global Status Report)。
- 81 国际可再生能源机构 (IRENA), 2012 年; 太阳能光伏发电。可再生能源技术: 成本分析丛书, 第 1 卷: 电力行业, 期号 4/5; 国际可再生能源机构, 阿布扎比。详情请访问 [http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE\\_Technologies\\_Cost\\_Analysis-SOLAR\\_PV.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE_Technologies_Cost_Analysis-SOLAR_PV.pdf)。
- 82 为便于说明, 国际能源署 (IEA) 的主要设想 (新政策) 预期至 2035 年, 太阳能发电和风力发电的合并发电量将高于火力发电或天然气发电的发电量。请参阅: IEA, 2013 年; 2013 年世界能源展望;
- 83 Channell, J., Lam, T., 和 Pourreza, S., 2012 年; 页岩气和可再生能源: 共生关系 (Shale and Renewables: a Symbiotic Relationship); 能源结构变化带动的长期全球能源投资战略 (A Longer-term Global Energy Investment Strategy Driven by Changes to the Energy Mix); 花旗集团研究报告, 2012 年 9 月。详情请访问 <http://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2013/04/citigroup-renewables-and-natgas-report.pdf>。
- EIA, 2014 年; 2014 年度能源展望内新一代资源的平准化成本和平准化可避免成本 (Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2014); 表 1 内传统煤炭平准化能源成本。
- 国际能源署 (IEA), 2014 年; 新政策和 450 设想内的发电 - 国际能源署 2014 年世界能源投资展望内的假定投资成本、运营和维护成本以及效率 (Power Generation in the New Policies and 450 Scenarios - Assumed investment costs, operation and maintenance costs and efficiencies in the IEA World Energy Investment Outlook 2014); 亚临界蒸汽火力发电厂的资本成本。电子表格详情请访问 <http://www.worldenergyoutlook.org/weomodel/investmentcosts/>。
- Nemet, G.F., 2006 年; 超越学习曲线: 光伏发电成本削减的影响因素 (Beyond the learning curve: factors influencing cost reductions in photovoltaics); 能源政策, 34 (17). 3218-3232。DOI: 10.1016/j.enpol.2005.06.020。
- 84 BP, 2013. 2013 年 6 月 BP 世界能源统计评论。
- 85 IPCC, 2014; 为决策者总结的摘要 (政府间气候变化专门委员会 {2} 第五次评估报告 {3}, 第三工作组)。
- 86 关于这个话题的深入讨论, 请参阅第 4 章第 3.5 节: 我们报告中的能源以及相关的 NCE 背景论文: Lazarus, M., Tempest, K., Klevnäs, P. and Korsbakken, J.I., 2014. 天然气: 潜在气候桥梁的护栏。《新气候经济》刊发论文。斯德哥尔摩环境研究所链接: <http://newclimateconomy.report>。
- 87 请参阅如 IPCC, 2014, 决策者概要 (IPCC AR5 第三工作组) 以及 2012 年 GEA 方案范围。全球能源评估。  
以及: IPCC, 2005. IPCC 二氧化碳捕获和封存特别报告。由联合国政府间气候变化工作小组第三工作组编制 (Metz, B., O. Davidson, H.C. de Coninck, M. Loos, and L.A. Meyer, eds.)。剑桥大学出版社, 英国剑桥和美国纽约。  
链接: <http://www.ipcc-wg3.de/special-reports/special-report-on-carbon-dioxide-capture-and-storage>。
- 88 《新气候经济项目团队对 IEA 的 2°C 方案 (2DS) 的分析表明, 到 2020 年配有 CCS 技术的设备的年投资额将达到近 300 亿美元, 累计投资将达到 1,000 亿美元。预测系基于 IEA, 2012, Energy Technology Perspectives 2012 的数据。  
2007-2012 年的实际投资平均每年仅为 20 亿美元。请参阅: IEA, 2013 年; 技术路线图: 2013 年碳捕获和封存。
- 89 IEA, 2011. 人人有能源用。
- 90 有些这些问题的深入讨论, 请参阅第 4 章第 3.4 节: 我们报告中的能源, 以及: Jürisoo, M., Pachauri, S., Johnson, O. and Lambe, F., 2014. 低碳方案能否改变扩大非洲能源使用的现状? SEI 和 IIASA 基于新气候经济项目工作坊的简要讨论。斯德哥尔摩环境研究所及奥地利拉克森堡国际应用系统分析研究所。链接: <http://www.sei-international.org/publications?pid=2550>。
- 91 国际能源机构, 2013. 能源使用效率市场报告。
- 92 印度政府计划委员会, 2013. 印度能源安全方案 2047。
- 93 全球委员会的分析: IEA, 2012 年; 2012 年世界能源展望; GEA, 2012. 全球能源评估及 Bruckner et al., 2014. 第 7 章: 能源体系。
- 94 经济合作与发展组织 (OECD), 2013. 2013 年化石燃料估计预算支持和税收开支。巴黎 OECD 出版社。DOI: 10.1787/9789264187610-en。
- 95 IEA, 2013 年; 2013 世界能源展望。
- 96 国际货币基金组织采用不同的方法计算化石燃料补贴额, 纳入气候变化等未定价外部效应的成本。该机构估计全球每年此项补贴高达 2 万亿美元。请参阅: 国际货币基金组织 (IMF), 2013. 能源补贴改革: 教训和启示。华盛顿 DC。  
链接: <http://www.imf.org/external/np/pp/eng/2013/012813.pdf>。

97 IEA, 2013年; 2013世界能源展望。

98 世界银行, 2014. 2014年碳定价的现状和趋势。华盛顿DC。

链接: <http://documents.worldbank.org/curated/en/2014/05/19572833/state-trends-carbon-pricing-2014>。

注: 该统计包括已取消碳排放税的澳大利亚。

99 气候政策倡议对新气候经济项目的分析, 数据来源包括:

国际能源机构(IEA), 2012. *Energy Technology Perspectives: 如何保证未来的清洁能源*。巴黎。链接: <http://www.iea.org/etp/etp2012/>。

经济合作与发展组织(OECD), 2012. *到2030年所需的策略性交通基础设施*。巴黎。

链接: <http://www.oecd.org/futures/infrastructureto2030/strategictransportinfrastructureneedsto2030.htm>。

经济合作与发展组织(OECD), 2006. *到2030年所需的基础设施*。巴黎。链接: <http://www.oecd.org/futures/infrastructureto2030/>。

100 气候政策倡议对新气候经济项目的分析, 数据来源包括: IEA, 2012, *Energy Technology Perspectives*; OECD, 2012, *到2030年所需的策略性交通基础设施*; and OECD, 2006, *到2030年的基础设施*。根据预测的全球增长速度, 计算2015-2030年间的GDP, 从而估计GDP的速率:

经济合作与发展组织(OECD), 2012. *全球增长和失衡的中长期方案*。OECD经济展望, 2012年卷, 第1期。巴黎。

链接: [http://dx.doi.org/10.1787/eco\\_outlook-v2012-1-en](http://dx.doi.org/10.1787/eco_outlook-v2012-1-en)。

101 肯尼迪, C. and Corfee-Morlot, J., 2012. *促进低碳、随气候而变化的基础设施领域的私人投资*。经济合作与发展组织(OECD)工作论文。巴黎 OECD。链接: <http://dx.doi.org/10.1787/5k82m3gxxmnq-en>。

102 有关资产定价改革政策的更多细节, 请参阅我们主报告中的第5章: 变更经济学。

103 气候政策倡议(CPI), 2014. *欧美低碳发电系统路线图*。美国加州旧金山。

链接: <http://climatepolicyinitiative.org/publication/roadmap-to-a-low-carbon-electricity-system-in-the-u-s-and-europe/>。

104 布伦伯格新能源金融(BNEF), 2013. *开发银行: 打破每年1,000亿美元的壁垒*。纽约。

链接: <http://about.bnef.com/white-papers/development-banks-breaking-the-100bn-a-year-barrier/>。

105 气候政策倡议基于布伦伯格新能源金融数据的分析。

106 BNEF, 2013. *开发银行: 打破每年1,000亿美元的壁垒*。

107 Dezem, V. and Lima, M.S., 2014. *风电场开发商在巴西拍卖会上独占鳌头*。布伦伯格。

链接: <http://www.bloomberg.com/news/2014-06-06/wind-farm-developers-win-biggest-share-of-brazil-auction.html>。

108 参阅: Nelson, D., Goggins, A., Hervé-Mignucci, M., Szambelan, S.J., Zuckerman, J., 2014 (即出)。 *转向低碳经济: 低碳转向对金融的影响*。《新气候经济》刊发论文。美国加州旧金山气候政策倡议。链接: <http://newclimateeconomy.report>。

109 IEA, 2012. *能源技术角度*。

国际能源机构(IEA), 2014. *2014年世界能源投资展望*。

巴黎链接: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEIO2014.pdf>。

及: Platts 世界电能数据库和 Rystad UCube 数据库。

110 这是指从“一切正常”转向降低2°C方案。

111 有关滞留资产的深入讨论, 请参阅第6章第5.1节: 我们主报告中的融资以及相关背景论文: Nelson, D., Goggins, A., Hervé-Mignucci, M., Szambelan, S.J., Vladeck, T., Zuckerman, J., 2014 (即出)。 *转向低碳经济: 不同的转向政策路线对化石燃料资源和资产的所有者带来的影响*。《新气候经济》刊发论文。美国加州旧金山气候政策倡议。链接: <http://newclimateeconomy.report>。

112 经济合作与发展组织(OECD), 2012. *OECD 2050年环境展望*。巴黎 OECD 出版社。链接: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en>。

113 美国能源信息管理局, 2014. *EIA计划需要适当增加发电量*。今日能源, 7月16日。

链接: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=17131>。

114 国际能源机构(IEA), 2013. *技术路线图: 节能建筑外墙*。

巴黎链接: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapEnergyEfficientBuildingEnvelopes.pdf>。

115 Sperling, D., Lutsey, N., 2009. *客运交通中的节能*。桥, 39(2), 22-30。链接: <https://www.nae.edu/File.aspx?id=14867>。

116 参阅: Google Inc., 2014. *帮助人类社会适应气候变化*。3月19日。

链接: <http://google-latlong.blogspot.co.uk/2014/03/helping-our-communities-adapt-to.html>。

117 布伦伯格新能源金融, 2014. *中国在150亿美元智能电网市场上的开支首次超过美国*。2月18日。

链接: <http://about.bnef.com/press-releases/china-out-spends-the-us-for-first-time-in-15bn-smart-grid-market/>。

118 美国国际贸易委员会, 2012. *再生产产品: 美国及全球产业、市场和贸易概览*。USITC 出版 4356。华盛顿DC。

链接: <http://www.usitc.gov/publications/332/pub4356.pdf>。

119 Ellen MacArthur基金会, 2012. *面向循环经济*。卷1. Cowes, Isle of Wight, UK。

链接: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/business/reports/ce2012>。

- 120 这里是对 2010 年的估计，见：Lucon, O.、Ürge-Vorsatz, D., 2014. 第 9 章：建筑物。选自 2014 年气候变化：缓解气候变化。第三工作组对联合国政府间气候变化工作小组第五次评估报告所作的贡献。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al. (编)。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约。链接：<http://www.mitigation2014.org>。
- 121 Ellen MacArthur 基金会，2012. 面向循环经济。
- 122 Xu, D., 2014. 如何在两周之内建造一幢摩天大楼。关于以上 96% 的材料是再循环钢材一事及远大集团的更多情况，请参阅该公司可持续建筑手册，链接：[http://www.broadusa.com/index.php/lieterature/doc\\_download/24-broad-sustainable-building](http://www.broadusa.com/index.php/lieterature/doc_download/24-broad-sustainable-building)。
- 123 国家建筑科学研究所，2014. 实施绿色建筑的创新方法之行业规定。建筑：<http://www.nibs.org/news/165257/Industry-Proposes-Innovative-Method-for-Implementing-Green-Construction-Code.htm>。
- 124 Nordhaus, W.D., 2002. 气候变化政策诱发创新的建模。选自技术更新与环境。A. Grübler, N. Nakicenovic、W.D. Nordhaus (eds.). 未来的资源，华盛顿 DC。182-209。
- 125 Dechezleprêtre, A.、Martin, R.、Mohnen, M., 2013. 清洁与不洁技术带来的知识溢出：专利引用分析。气候变化经济学与政策研究中心第 151 号工作论文，及 Grantham 气候变化与环境研究所第 135 号工作论文。伦敦。链接：<http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2013/10/WP135-Knowledge-spillovers-from-clean-and-dirty-technologies.pdf>。
- 126 Prahalad, C.K.、Hammond, A., 2002. 积极为世界上的穷人服务。哈佛商业评论，80 (9). 48-57, 124.
- 127 Hultman, et al., 2013. 绿色发展创新。
- 128 Harvey, I., 2008. 知识产权：传播低碳技术的催化剂。《打破气候僵局》论文简介。气候组织。链接：[http://www.theclimategroup.org/\\_assets/files/Intellectual-Property-Rights.pdf](http://www.theclimategroup.org/_assets/files/Intellectual-Property-Rights.pdf)。
- 129 Chiavari, J.、Tam, C., 2011. 针对能源技术研发与展示 (RD&D) 的良好惯例政策框架。国际能源机构提供的资料论文。巴黎链接：[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/good\\_practice\\_policy.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/good_practice_policy.pdf)。
- 130 经济合作与发展组织 (OECD)，2012。能源与气候政策：扭转技术发展轨迹。巴黎链接：<http://www.oecd.org/env/consumption-innovation/energyandclimatepolicy.htm>。
- 131 The Pew Charitable Trusts, 2013. *Advantage America: 2011 年美中清洁能源贸易关系*。美国宾州费城。链接：<http://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/reports/2013/03/06/advantage-america-the-uschina-clean-energy-technology-trade-relationship-in-2011>。
- 132 OECD 和 Eurostat 对太阳能产业的定义如下：“环保产品和服务包括生产产品和服务，用于测量、预防、限制、尽量减少或更正对水、空气和土壤的环境影响，以及与废品、噪音和生态系统有关的问题。包括有利于降低环境风险和尽量减少污染和资源使用的清洁技术、产品和服务。”请参阅：OECD 和 Eurostat，1999. *环保产品和服务：数据采集和分析手册*。巴黎经济合作与发展组织和布鲁塞尔欧盟统计局。链接：<http://dx.doi.org/10.1787/9789264173651-en>。
- 数据引自：美国贸易代表 (USTR) 办事处，2014. *WTO 环保产品协议：促进美国制造的清洁技术出口、绿色增长和就业*。情况说明书，2014 年 7 月。链接：<http://www.ustr.gov/about-us/press-office/fact-sheets/2014/July/WTO-EGA-Promoting-Made-in-America-Clean-Technology-Exports-Green-Growth-Jobs>。
- 2012 年全球贸易额预计为 18 万亿美元。请参阅：2013 年联合国贸易和发展会议。2013 年 UNCTAD 统计手册。日内瓦。链接：<http://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=759>。
- 133 联合国环境规划署 (UNEP)，2013. *绿色经济与贸易—趋势、挑战与机遇*。链接：<http://www.unep.org/greeneconomy/GreenEconomyandTrade>。
- 134 Carbon Trust and Shell, 2013. “必”赢：充分利用新型全球低碳市场，促进英国出口增长。链接：<http://www.carbontrust.com/resources/reports/advice/a-must-win-capitalising-on-new-global-low-carbon-markets-to-boost-uk-export-growth>。
- 预测中使用了国际货币基金组织关于新兴发展中经济体的分类，链接：<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2013/02/weodata/weoselgr.aspx>。
- 135 美国于评论年 2011 年有小贸易顺差。请参阅：The Pew Charitable Trusts, 2013. *Advantage America*。
- 136 有关概览，请参阅：Höhne, N.、Ellermann, C.、Li, L., 2014. *UNFCCC 框架下国家自主确定的贡献*。讨论稿。德国科隆 Ecofys 链接：<http://www.ecofys.com/en/publication/intended-nationally-determined-contributions-under-the-unfccc>。
- 137 联合国政府间气候变化工作小组 (IPCC) 警告说，GHG 历史数据相当不确定，尤其是更早期的数据（如 18、19 世纪）。历史责任的摊派也是变化的，取决于选择的起点（1750、1850 甚至 1990）、所讨论的气体（CO<sub>2</sub> 或所有 GHG）及土地使用时的排放、土地使用的变化及林业 (LULUCF) 是否包括在内。引自 den Elzen et al., 2013 (见下文)。例如，IPCC 指出，如果排除非 CO<sub>2</sub> GHGs、LULUCF 排放和最近的排放，那么发达国家将承担近 80% 的历史排放；如果包括这些排放，那么将承担约 47% 的历史排放。引自 Höhne et al., 2011 (见下文)。IPCC 补充表示：“一般地，由于长期存在的气体在增多，而更早期的排放数据十分不确定，它们的影响不及近几十年极多的排放。”
- 请参阅：Victor, D.、Zhou, D., 2014. 第 1 章：导论。选自 2014 年气候变化：缓解气候变化。第三工作组对联合国政府间气候变化工作小组第五次评估报告所作的贡献。O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, et al. (编)。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约。链接：<http://www.mitigation2014.org>。

Den Elzen, M.G.J., Olivier, J.G.J., Höhne, N. and Janssens-Maenhout, G., 2013. 各国为应对气候变化所作的贡献：导致产生温室气体的结果、近期趋势、基本需求及技术进步。《气候变化》，121 (2). 397-412. DOI: 10.1007/s10584-013-0865-6.

Höhne, N., Blum, H., Fuglestvedt, J., Skeie, R. B., Kurosawa, A., et al., 2011. 单个国家导致气候变化的排放及其不确定性。《气候变化》，106 (3). 359-391. DOI: 10.1007/s10584-010-9930-6.

138 Victor and Zhou, 2014. 第 1 章：导论。重点参阅表 1.4 和 1.6。

139 请参阅 Victor and Zhou, 2014 第 1 章：导论，以及：Winkler, H., Jayaraman, T., Pan, J., de Oliveira, A.S., Zhang, Y., Sant, G., Miguez, G., Letete, T., Marquard, A., Raubenheimer, S., 2011. 平等分享可持续发展：对总体科学知识的贡献。BASIC 国家专家撰写的论文。BASIC 专家组：北京、巴西利亚、开普敦和孟买。链接：[http://www.erc.uct.ac.za/Basic\\_Experts\\_Paper.pdf](http://www.erc.uct.ac.za/Basic_Experts_Paper.pdf)。

140 Buchner, B., Herve-Mignucci, M., Trabacchi, C., Wilkinson, J., Stadelmann, M., Boyd, R., Mazza, F., Falconer, A. and Micale, V., 2013. 2013 气候融资图 美国加州旧金山气候政策倡议。链接：<http://climatepolicyinitiative.org/publication/global-landscape-of-climate-finance-2013/>。“气候融资”包含资本投资和基金，以低碳和恢复气候发展为目标，直接或间接的花房气体缓解或适应性的目标和结果。资料是关于 2011-12。

141 Buchner et al., 2013. 2013 气候融资图

142 Buchner et al., 2013. 2013 气候融资图

143 Michaelowa, A., and Hoch, S., 2013. 可再生能源 FIT? 环保气候基金设计选项支持发展中国家的可再生能源进口关税。世界未来委员会，2013 年 9 月。链接：[http://www.worldfuturecouncil.org/fileadmin/user\\_upload/PDF/FINAL\\_PolicyPaperGCF\\_28thOct2013.pdf](http://www.worldfuturecouncil.org/fileadmin/user_upload/PDF/FINAL_PolicyPaperGCF_28thOct2013.pdf)。

德国银行 (DB), 2011. *GET FIT Plus*, 发展中国家的 *De-Risking* 清洁能源模式, DB 气候变化, 2011 年 9 月。链接：<https://www.db.com/cr/en/concrete-getfit.htm>。

144 国际贸易和可持续发展中心, 2014. APEC 会谈“环保产品”, 贸易补救背景。BIORES, 22 August.

链接：<http://www.ictsd.org/bridges-news/biores/news/apec-talks-%E2%80%9Cgreen-goods%E2%80%9D-trade-remedies-in-background>。

145 Ghosh, A., and Esserman, E., 2014. 美印可再生能源与贸易合作。美印关于气候变化和能源第二轮对话。

链接：<http://www.aspeninstitute.org/sites/default/files/content/docs/ee/IndiaUSCooperationRenewableEnergyTrade-ArunabhaGhoshSusanEsserman%5BIndiaUSTradeRenewableEnergy%5D.pdf>。

146 参照：<http://www.c40.org> and <http://www.iclei.org>。

147 参照：<http://www.enlighten-initiative.org>。

148 参照：<http://www.theconsumergoodsforum.com> and <http://www.tfa2020.com>。

149 参照：<http://www.unep.org/ccac>。

150 Velders, G.J.M., Solomon, S. and Daniel, J.S., 2014. HFC 库和排放物导致的气候变化责任增长大气化学和物理学, 14 (9). 4563-4572. DOI:10.5194/acp-14-4563-2014.

Velders et al. 注意：“例如，如果要在 2020 年而不是 2050 年不再产生 HFC，不仅从 2020 年到 2050 年减少约 91-146 GtCO<sub>2</sub>-eq 累积排放，而且 2050 年也可以减少 39-64 GtCO<sub>2</sub>-eq。”到 2050 年总额从 130 到 210 GtCO<sub>2</sub>e。

151 参照：<http://www.cdp.net>。

152 链接：<http://www.iigcc.org>, <http://www.ceres.org> 和 <http://aodproject.net>。

## 致谢

委员会向为委员会的工作计划做出巨大贡献的组织和个人表示感谢。然而，他们并不对准确性、内容、结果或建议承担责任。结果不反应他们的观点、或他们所代表组织的观点。

Adecoagro

亚洲发展银行 (ADB)

Atkins

澳大利亚大学

北京师范大学

彭博社

C40 城市网

碳披露方案 (CDP)

碳作战室

全球发展中心

低碳未来中心

政策研究中心 (CPR 印度)

英国皇家国际事务研究所

中国国际金融有限公司 (CICC)

中国石油大学

花旗集团

休斯顿市

亚洲清洁空气

气候顾问

气候和开发知识网 (CDKN)

气候政策研究中心 (CPI)

气候-KIC

ClimateWorks

德国银行集团

E3G, 第三代环保主义组织

生态农业伙伴

艾伦·麦克阿瑟基金会

巴西农业研究所 (Embrapa)

能源基金会

埃塞尔比亚开发研究院 (EDRI)

欧洲重建开发银行 (EBRD)

欧洲气候基金 (ECF)

联合国食品和农业组织 (FAO)

人类可持续发展基金会 (FDHS)

全球环保发展协会 (GGGI)

格兰瑟姆气候变化和环境研究院

韩国环保科技中心 (GTC-K)

英国伦敦帝国理工学院

印度国际经济关系研究委员会 (ICRIER)

可持续发展和国际关系学院 (IDDRI)

经济发展学院 (IEG)

气候变化机构投资者集团 (IIGCC)

应用经济研究所 (ipea)

一体化开发研究活动 (IRADe)

美洲开发发展银行 (IDB)

气候变化政府间团 (IPCC)

国际公共运输协会 (UTIP)

国际贸易和可持续发展中心 (ICTDS)

地方环境倡议的国际委员会 (ICLEI)

国际能源署 (IEA)

国际食品政策研究院 (IFPRI)

国际应用系统分析研究院 (IIASA)

国际可持续发展研究院 (IISD)

国际货币基金组织 (IMF)

国际可再生能源机构 (IRENA)

国际持续性部门 (ISU)

国际工会联盟 (ITUC)

KAIST

堪培拉首都城市管理局 (KCCA)

启明大学

开普勒盛富集团  
韩国环境研究院 (KEI)  
高丽大学  
卢埃林咨询公司  
伦敦经济学和政治科学学校 (LSE)  
LSE 城市研究所  
Macrologística 咨询公司  
玛丽罗·宾逊基金  
麦肯锡公司  
墨卡托全球公共气候变化研究院 (MCC)  
美国航空航天局戈达德太空研究所 (GISS)  
雀巢公司  
海洋保护协会  
经济合作与发展组织 (OECD)  
海外发展研究院 (ODI)  
牛津经济研究所  
里约热内卢天主教大学 (PUC-Rio)  
波茨坦气候影响研究院 (PIK)  
普华永道 (PwC)  
Pur Projet  
落基山脉研究院 (RMI)  
荷兰皇家帝斯曼集团  
Sasol  
首尔大学  
壳牌公司  
西门子公司  
巴西农村协会 (SRB)  
斯坦福大学  
挪威国家石油公司  
斯德哥尔摩环境所 (SEI)  
人人享有可持续能源计划 (SE4All)

可持续繁荣  
可持续发展解决方案网络 (SDSN)  
瑞士再保险公司  
特斯拉汽车集团  
气候组织  
威尔士亲王企业领导集团 (CLG)  
洛克菲勒基金会  
联合国 REDD+ 印尼协作办公室 (UNORCID)  
清华大学  
联合利华  
联合国发展计划 (UNDP)  
联合国环境计划 (UNEP)  
联合国秘书长行政办公室 (EOSG)  
联合国基金  
联合国气候变化框架公约 (UNFCCC)  
联合国人居署 (UN-HABITAT)  
剑桥大学可持续发展领导力研究中心 (CISL)  
利兹大学  
安大略理工大学 (UOIT)  
牛津大学  
多伦多大学  
城市气候变化研究网 (ARC3)  
维多利亚运输政策协会  
废物资源行动计划 (WRAP)  
We Mean 商业联盟  
伍兹霍尔海洋研究所  
世界银行集团  
世界可持续发展商业协会 (WBCSD)  
世界经济论坛 (WEF)  
世界能源研究所 (WRI)  
Xyntéo

## 项目团队

研究合作与项目团队工作由以下人士领导：

Jeremy Oppenheim（全球项目总监），Manish Bapna, Felipe Benítez, Nicholas Bianco, Milan Brahmhatt, Sarah Chapman, Tan Copsey, Ian de Cruz, Chris Delgado, Nick Godfrey, He Jiankun, Tom Heller, Michael Jacobs, Rajat Kathuria, Per Klevnäs, Helen Mountford, Måns Nils-son, Mattia Romani, James Rydge, Andrew Steer, Teng Fei, Firew Woldeyes

全球项目团队成员（工作身份多样）包括：

Nate Aden, Eduardo Assad, Tewodros Assefa, Juliano Assunção, Ferzina Banaji, Kuntala Bandyopadhyay, Fausto Barajas, Ruby Barcklay, Nakia Bell, Russell Bishop, Enrico Botta, Arthur Bragança, Barbara Buchner, Haily Chan, Clementine Chambon, Joana Chiavari, Yong Woon Chung, Cao Jing, Ben Combes, Purnamita Dasgupta, Elena Dawkins, Dong Wenjuan, Lisa Drescher, Jason Eis, Peter Erickson, Gloria Escobar, Graham Floater, Sarah Forbes, Bruno Friedel, Clarissa Gandour, Rebecca Gasper, Ipek Gençsü, Linda Gillespie, Lucy Godshall, Andrew Goggins, Amrita Goldar, Alexandra Gomes, Andrew Gouldson, Gu Alun, Ashok Gulati, Karl Hallding, Karl Hausker, Kirk Hamilton, Craig Hanson, He Kebin, Catarina Heeckt, Stefan Heck, Kimberly Henderson, Cameron Hepburn, Morgan Hervé-Mignucci, Gaetan Hinojosa, Anwarul Hoda, Hong Chaopeng, Mallika Iswharan, Vijay Jagannathan, Frank Jotzo, Tae Yong Jung, Marie Jürisoo, Sung-Jin Kang, Jan Ivar Korsbakken, Ayoung Kim, Soojung Kim, Steven Kyum Kim, Robert Kirchner, Roland Kupers, Johan C.I. Kuylenstierna, Maria-Konstantina Laina, Michael Lazarus, Carrie M. Lee, Eungkyoon Lee, Annie Lefebure, Jeff Lin, Liu Bin, Liu Jiemei, Liu Xiaodong, John Llewellyn, M. S. Mani, Cecilia Mattera, Christoph Mazur, Colin McCormick, Kristin Meek, John Moody, Jennifer Morgan, Austin Morton, Mun Ho, Agastya Muthanna, David Nelson, Michael Obeiter, Michael Oko, Emma Owen, Ou Xunmin, Brendan Pierpont, Breno Pietracci, Amy Pollard, Poorva Puri, Qi Ye, Adriana Quintero, Eustáquio Reis, Leonardo Rezende, Romero Rocha, Philipp Rode, Elysha Rom-Povolo, Daniel Russo, Aparna Singh, Roxana Slavcheva, Song Ranping, Song Xiulin, Kevin Steinberger, Dan Storey, Claudia Strambo, Anant Sudarshan, Elizabeth Sullivan, Michael Sullivan, Sarah Jo Szambelan, Li Tang, Meenu Tewari, Nikolas Thomopoulos, Caspar Trimmer, Jennifer Tsau, Harry Vallack, Daniele Viappiani, Tom Vladeck, Monica Wang, Wang Yu, Bob Ward, Robert Watt, Lauren Zelin, Dimitri Zenghelis, Zhang Huanbo, Zhang Qiang, Zhao Xiao, Zhou Jian, Zhou Sheng, Cathy Zoi, Julia Zuckerman

编辑：Marion Davis 和 Gerard Wynn

制图制作经理：Austin Morton

# 新气候经济

全球经济和气候委员会

**New Climate Economy**  
c/o World Resources Institute  
10 G St NE  
Suite 800  
Washington, DC 20002, USA  
+1 (202) 729-7600  
[www.newclimateeconomy.net](http://www.newclimateeconomy.net)  
[www.newclimateeconomy.report](http://www.newclimateeconomy.report)

ISBN: 978 0 9906845 0 3