



# 中国环境与发展国际合作委员会 课题报告

## 中国绿色转型进程评估与展望

中国环境与发展国际合作委员会 2014 年年会

2014.12.1-3

## 课题组成员

### 中外组长\*:

樊 纲	中国改革基金会国民经济研究所所长、教授
罗哈尼	国合会委员，亚洲开发银行副行长

### 中外成员\*:

王小鲁	中国改革基金会国民经济研究所副所长
夏 光	环境保护部环境与经济政策研究中心主任、研究员
邹乐乐	中国科学院科技政策与管理科学研究所，副研究员
苏 铭	国家发展和改革委员会能源研究所，助理研究员
里杰兰德	国合会委员，瑞典国家环保局前局长
厄普顿	国合会委员，经济合作与发展组织环境司司长
李永怡	世界经济论坛气候变化部主任、英国皇家国际关系事务研究所研究员
盛馥来	联合国环境规划署技术工业经济司经济与贸易处研究与伙伴关系部主任
拉兹罗·平特	加拿大国际可持续发展研究院研究员

### 支持专家:

俞 海	环境保护部环境与经济政策研究中心室主任、研究员
曹 静	清华大学经济管理学院副教授
李 全	财政部财政科学研究所研究员
张永亮	环境保护部环境与经济政策研究中心助理研究员
胡李鹏	北京大学国家发展研究院博士
刘 则	清华大学经济管理学院博士

### 协调员:

朱赛霓	中国改革基金会国民经济研究所国际项目主任
菲利克斯·普莱斯顿	英国皇家国际关系事务研究所研究员

\* 本课题组中外组长、成员以其个人身份参加研究工作

## 主要研究结论

过去十年间，中国的绿色转型进程取得了重要进展，政府出台了许多重要政策措施，公共意识也在不断增强。这在一些关键指标中都有所反映，比如，随着GDP的持续增长，能源强度也在持续下降。然而，中国的总体环境状况仍在持续恶化，随着化石能源消费和碳排放持续以较快速度增长，更多大城市正面临着大气污染不断加重的挑战。

许多众所周知的问题造成了这种局面，从环境法律法规执行不力到各有关政府部门之间协调不足，一个突出问题是，政府主要依赖行政手段来解决环境污染问题，而较少运用市场化措施。中国绿色转型进程中面临的一些主要障碍其实与经济政策密切相关，包括因过度投资导致的过高能源消费和环境污染。因此，本研究从经济 and 价格措施的角度提出一套政策建议框架，以推动中国的绿色转型。

我们发现，过去10年中，**投资消费结构不平衡导致的过度能源消耗是加剧空气污染的主要原因之一**。如果中国能够加快推进经济转型，通过改革和政策调节来改善收入分配和增加居民消费，并且适度放缓投资，GDP增长不仅不会受到影响，而且将得到更强的内需支持而更可持续，能源消耗和环境污染会相应地显著减少。此外，各级政府从过度关注固定资产投资转向关注人力资本、社会公共福利、服务业发展和环境改善投资，将有效提升经济效率和社会和谐程度。

在调整的同时，**关键要确保投资和消费沿着可持续的轨道进行**。即使进行调整，中国的投资也会保持在较高水平，但投资应与绿色增长更好地结合起来，包括广泛利用工业清洁技术、可再生能源、智能电网，建设高效城市，推动生态保护和公共交通设施，等。此外，还需要在金融部门进行绿色改革。

**中国需要朝着新的、可持续发展的方向推进经济转型**。过度储蓄和投资以及促进产业发展的各项优惠政策，使重工业保持快速增长，却阻碍了服务业的发展，而服务业恰恰蕴含着未来大量的就业机会。产能过剩问题也影响到中国重工业的竞争力。强调实际投资还使得在人力资本、教育、健康部门及生态和环保方面的投资有所不足。

**十三五期间，中国在绿色转型方面能够取得长足进展**。空气污染的持续恶化极大地提高了公众对污染严重性的认识。随着城市中产阶层的进一步壮大，人们对美好环境的呼声愈加强烈。中国在绿色转型中也可借鉴其它国家的经验教训。如果采取正确的结构调整和绿色发展政策，中国在未来几年可以保持7-8%的增长，并使环境状况得到明显改善。

## 主要政策建议

本课题组强烈**建议政府通过政策调整 and 改革推动投资-消费结构和产业结构的再平衡**，从而抑制过度投资和产能过剩及由此产生的过度能源消费和大气污染。根据课题组情景预测结果，如果投资在 GDP 的占比下降约 10%，而消费在 GDP 的比重相应增加约 10%，同时促进工业和服务业之间的结构调整，将可以使能源消费在 2030 年比常规情景降低 13% 左右。

为了实现投资-消费结构的再平衡，需要进行一系列改革和政策调整，包括财政和金融部门改革、改善收入分配和促进社会保障系统的全社会覆盖等措施。在财政体制改革和行政体制改革方面，我们建议推进政府职能转变，减少政府投资，增加公共服务和社会保障支出，以促进投资-消费结构的再平衡。

**应当对煤炭和石油等化石能源产品征收较高的资源税，并使电价调整到市场价格水平，同时在那些空气污染严重的城市对电力和汽车消费征收环境税。**与此同时，政府应将部分资源税收入和全部环境税收入用于环境保护。在 2030 年前后，这些财政政策估计可以使化石燃料消费进一步减少约 6.1%，高碳化石能源（煤和石油）将减少 8.4% 左右。

**需要强大的需求方政策来鼓励使用清洁能源和可再生能源。**迄今为止，政策重点只在供给方，而可再生能源的发展因受到市场制约而面临产能过剩。拓展需求方的政策调整，包括变补贴生产者 of 补贴消费者，并解决新能源入网问题，可能使化石燃料消耗总量在 2030 年进一步减少 5%。

**建设高效城市和绿色建筑对控制未来能源消费增长和减少污染至关重要。**课题组情景分析显示，如能全面实行强制性节能建筑标准，并在大城市加速发展城市和城际轨道交通，减少私家车的使用，有可能在 2030 年前后使能源消费降低约 5%–12%。

我们还**建议推行绿色金融政策**，要实行更广泛的改革，使金融体系为绿色转型发挥积极的推动作用。鼓励金融机构将环境因素纳入自己的利润计算，从而有助于将更多的金融资源配置到“绿色产业”而不是污染行业。

**建议国家对化石能源消费实行“全国总量目标控制”，并实行区域配额。**对于能源结构，我们提出了“三步走”目标：第一步，2020 年前后可再生能源增长速度快于其他各能源品种；第二步，2025 年前后非化石能源增量高于化石能源；

第三步，在 2030—2040 年之间化石能源消耗达到峰值，总量控制在 46-52 亿吨标准煤之间，然后实现化石能源消费绝对量降低。但高碳高污染化石能源（煤炭与石油）消费的峰值控制在 40-48 亿吨标准煤，然后实现绝对下降。

如果能够全面实现本报告中提出的各项绿色转型政策和改革措施，在理想的情况下，能将化石能源消耗的峰值控制在约 40 亿吨标准煤（2030-2040 年前后），比常规情景减少 18 亿吨；二氧化碳排放峰值控制在 95 亿吨，比常规情景减少 42 亿吨，两者都降低大约 31%。主要空气污染物排放至少减少 31%左右（未包括脱硫脱硝除尘措施的效果），此后将走向绝对下降。这是一个更高的目标。当然，要实现这样一个更高的目标，还会遇到种种实际困难，但这是一个非常值得争取的前景。

## 项目背景及实施过程简介

过去 10 多年来，中国的环境与发展开始走向绿色转型道路，并取得一定进展。政府已经制定了中国绿色转型的核心框架，包括发展战略方向、目标、实现路径和具体计划等。未来的 5-10 年将是绿色转型进程至关重要的阶段，因为与前 10 年相比，中国未来的绿色转型将面临更多的挑战和困难，因此，迫切需要归纳总结过去在绿色转型进程中存在的瓶颈和障碍，展望未来绿色转型面临的机遇和挑战，并提出继续深入推动绿色转型的基本战略框架。

本课题不仅着眼于绿色转型和环境问题，同时也高度关注中国未来经济的可持续发展，经济结构变化对环境的影响，经济结构变化未来可能的变动趋势，以及政策与结构变化的相互作用等。这些是现有研究涉及较少的方面，也是值得认真探讨的更深层次的问题。总的来说，本课题主要探讨如何利用经济政策和经济手段来调节和解决失衡问题，维持可持续增长，改善环境问题。

自 2013 年 8 月正式启动以来，课题组先后召开了 5 次研讨会并组织了 1 次国外考察活动。在此过程中，中外专家为形成本报告的政策建议，就情景预测、分析方法等内容进行了共同讨论和商榷，最终形成了课题研究报告 1 篇，相关背景报告和专题报告 9 篇。

# 目录

主要研究结论.....	I
主要政策建议.....	II
项目背景及实施过程简介.....	IV
1 引言：2000-2013 中国绿色转型回顾.....	1
1.1 背景.....	1
1.2 从“可持续发展”到“绿色转型”.....	1
1.3 主要政策措施.....	2
1.4 目前的绿色转型成就.....	3
1.5 绿色转型的关键挑战.....	4
2 经济视角：本研究中绿色转型的研究范围和研究方法.....	5
3 投资-消费结构失衡与能源环境挑战.....	6
3.1 经济增长、能源消费与环境污染.....	6
3.2 过度投资对能源和环境的挑战.....	7
3.2.1 过度投资与经济结构失衡.....	7
3.2.2 过度投资与经济结构的关系.....	9
3.2.3 过度投资带来资源和环境挑战.....	10
3.3 投资-消费结构失衡的原因和实现再平衡的条件.....	10
3.4 中国产业结构与环境可持续.....	11
4 采用经济手段促进绿色转型.....	12
4.1 经济手段与行政手段.....	12
4.2 排污收费制度：环境税.....	12
4.3 资源税.....	13
4.4 电力价格改革.....	13
4.5 交通领域的环境税.....	14
4.6 政策建议.....	14
5 以需求方政策为可再生能源创造市场—以光伏产业为例.....	15
5.1 简介.....	15
5.2 新能源产业供给方的政策和问题.....	15
5.3 需求方的政策：为消费者的法规和激励措施.....	16
5.4 美国和德国光伏产业政策经验分析.....	17
5.5 政策建议.....	17
6 化石燃料消耗的总量指标控制.....	18
6.1 总量目标机制的好处.....	18
6.2 能源消费指标交易系统的实施.....	18
6.3 能源特别是高碳高污染化石能源需求总量控制目标.....	19
7 能源结构变化和节能监管.....	20
7.1 推进能源结构改进政策.....	20
7.2 工业部门的污染监管.....	21
7.3 居民建筑的节能监管.....	21
7.4 其他法规和政策.....	21
8 绿色金融：政策和产业社会责任.....	22
8.1 简介.....	22

8.2 绿色金融产品的分类.....	23
8.2.1 绿色贷款.....	23
8.2.2 绿色私募股权投资和风险投资.....	23
8.2.3 绿色 ETF 和共同基金.....	23
8.2.4 绿色债券.....	24
8.2.5 绿色银行.....	24
8.2.6 绿色保险.....	24
8.3 金融制度建设对绿色投资的引导.....	24
8.4 对中国绿色金融体系的建议.....	24
9 情景分析.....	25
9.1 常规情形.....	25
9.2 投资-消费结构再平衡情景.....	26
9.3 产业结构再平衡情景.....	27
9.4 资源税和电价改革情景.....	27
9.5 改善能源结构情景.....	28
9.6 发展城市城际轨道交通系统及建筑节能情景.....	28
9.7 绿色转型政策的迭加效应.....	28
10 关于政策建议的总结性陈述.....	33
10.1 促进经济结构再平衡的政策调整.....	33
10.2 资源税和环境税.....	34
10.3 可再生能源的需求方政策.....	34
10.4 发展轨道交通，推行建筑节能.....	34
10.5 总量目标控制.....	35
10.6 扩展绿色金融.....	35



# 1 引言：2000-2013 中国绿色转型回顾

## 1.1 背景

本研究重点探讨如何通过经济政策或经济手段，或通过“微调”经济变量来促进绿色转型。本报告将运用新的情景驱动分析方法来研究中国的绿色转型问题。

市场调节与国有银行配置资源、强大的国家干预和利率管制并行的经济机制曾经在中国取得了相当大的成功：主要在于动员储蓄和资源，在经济起飞时期将资本配置到优先战略部门。然而，这种传统发展模式在很大程度上依赖能源和资源，是不可持续的，它导致过度投资、结构失衡、资本回报率下降、产能普遍过剩，环境污染严重和福利损失等一系列问题。这种发展模式如不尽快转变，目前面临的这些挑战可能日趋严重，导致陷入中等收入陷阱。

为了实现一个更有竞争力，更加平衡，高效和可持续发展的未来，中国不可避免地要通过绿色转型而步入一条新的、更可持续的经济发展路径。

## 1.2 从“可持续发展”到“绿色转型”

人们日渐意识到，传统工业化增长方式达到一定限度后，会超出地球的承载能力。除了目前人们广泛讨论的气候变化带来的影响，还包括资源枯竭，环境污染，生态破坏等等。

目前，国际上为适应新的发展模式提出了若干概念，如“可持续发展”、“循环经济”、“绿色经济”、“低碳经济”和本报告探讨的“绿色转型”。

“可持续发展”是最早提出的概念（1987年，世界环境与发展委员会），含义是“既满足当代人的需求，又不损害后代人满足自己需要的能力的发展模式”。

“绿色经济”和“绿色增长”表达了类似含义。根据联合国环境规划署（2012）的阐述，“绿色经济”强调“改善人类福祉和社会公平，同时显著降低环境风险和生态稀缺性”。它可以被看作是低碳、资源节约型和社会包容性的发展模式。

相比而言，“循环经济”强调“系统地改变资源在经济中利用和回收”的重要性，以便过渡到资源节约和可再生经济。

所有这些概念都试图调和经济增长与资源约束、环境影响的关系，而且试图在经济、环境和社会公平之间，以及在现在与未来之间，做出合理的重要性权衡。

本报告将使用“绿色转型”这个术语。它侧重于经济增长模式的转变，更多

强调环境与经济、以及经济自身的平衡发展。作为一个发展中国家，中国首先需要以收入、物质生活水平和就业来考量经济增长，但目前我国已经达到了必须强调生态环境和社会文明的阶段。

绿色转型的概念也反映了我们对结构变化过程和发展路径的关注，而这通常在“绿色增长”和“绿色经济”研究中关注较少。我们专注于历史上实现绿色转型的必要步骤，强调在发生不可逆转的环境损害和经济停滞之前进行经济重塑。

### 1.3 主要政策措施

回顾以前的政策措施和效果，有利于改善未来政策措施，加速绿色转型。

作为世界上最大的发展中国家，中国也表达了推动实现经济绿色转型的强烈意愿。在快速经济增长和城市化的过程中，中国在这方面所面临的任务非常艰巨。

中国政府出台了一系列节能和环保的政策措施，其中最重要的包括清洁生产促进法和可再生能源法，以及地方政府和企业必须遵守的硬性指标。表 1-1 为我国关于节能减排和环境保护的主要政策举措。

表 1-1 我国关于节能减排和环境保护的主要政策举措

战略与政策	出台期间	具体内容
<i>一般目标</i>		
“十一五”规划能源强度目标	2006-2010	首次明确提出单位 GDP 能耗降低 20%左右的目标
“十二五”规划能源强度目标	2011-2015	到 2015 年，非化石能源占一次能源消费比重达到 11.4%，单位 GDP 能源消耗比 2010 年降低 16%，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2010 年降低 17%
可持续发展	1992	将可持续发展正式作为国家发展战略，陆续组织实施了“三河、三湖”污染防治、退耕还林还草、天然林资源保护等环境保护和生态建设重大工程
科学发展观	2003	坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的发展观，促进经济社会和人的全面发展，按照统筹城乡发展、统筹区域发展、统筹经济社会发展、统筹人与自然和谐发展、统筹国内发展和对外开放的要求，推进改革和发展
建设资源节约型和环境友好型社会	2005	把节约资源作为基本国策，发展循环经济，保护生态环境，加快建设资源节约型、环境友好型社会，促进经济发展与人口、资源、环境相协调
建设生态文明	2013	作出了推动生态环境保护体制改革、加快生态文明制度建设的具体战略部署，生态文明建设的路线图和时间表得到进一步明确
<i>能源政策</i>		

节约能源法	10/28/2007	明确规定“节约能源是我国的基本国策。国家实施节约与开发并举、把节约放在首位的能源发展战略”
可再生能源法	10/26/2009	将可再生能源的开发利用列为能源发展的优先领域,通过制定可再生能源开发利用总量目标和采取相应措施,推动可再生能源市场的建立和发展
<b>水污染治理政策</b>		
水污染防治法	02/28/2008	截至 2010 年,国家已颁布了水资源与水环境方面的法规及部门规章 80 余件,地方性法规、省级政府规章及规范性文件 700 多件。其调整范围包括了相关流域的水资源管理、水环境保护等各个方面
<b>大气污染治理政策</b>		
大气污染防治法	09/01/2000	大气污染防治领域的基础性法律和主要依据
<b>生态保护政策</b>		
全国生物物种资源保护与利用规划纲要	10/10/2007	针对重点地区的生物物种资源保护利用提出了明确战略任务
中国生物多样性保护战略与行动计划	09/17/2010	解决生物多样性保护纳入国民经济和社会发展规划部的计划
全国生态功能区划	08/14/2008	财政部颁发的“国家重点生态功能区的转移支付方式”。2010, 在国家重点生态功能区, 451 个县的转移支付的实施
全国生态脆弱区保护规划纲要	09/27/2008	明确了生态脆弱区的地理分布、现状特征及其生态保护的指导思想、原则和任务, 为恢复和重建生态脆弱区生态环境提供科学依据

## 1.4 目前的绿色转型成就

中国政府出台的自上而下的长期战略、规划和政策已经在经济发展和绿色转型的道路上取得了一些进展。

首先,在经济绩效方面,中国经济总量在 2013 年达到 56.9 万亿元,居世界第二位,约占全球经济总量的 12%。

其次,中国产业结构得到逐步改善,对重工业的依存度逐渐降低。经过长期的产业结构调整,中国的第三产业占 GDP 的比重于 2013 年首次超过第二产业,达到 46.1%。在第二产业内部,高耗能产业产出占总产出的比重由 2009 年的 70.5%下降至 2012 年的 68.8%。

第三,可再生能源近年来发展迅速,中国已成为可再生能源技术元器件的主要出口国。到目前为止,中国在可再生能源领域的投资已达 677 亿美元,居全球之首。

第四，环保产业持续增长，产业规模持续扩大，并将在绿色转型中发挥越来越重要的作用。

在环境绩效方面，环境污染治理投资在近年来增长迅速，从 2005 至 2012 年，已由 1106.7 亿元增加到 8253.46 亿元。与此同时，一些主要污染物排放总量持续下降。全国七大水系好于Ⅲ类水质比例由 2005 年的 41% 提高到 2012 年的 64%；劣Ⅴ类水质比例由 27% 下降到 10.2%。

全新的绿色产业正在快速崛起，这在污染治理投资、清洁技术、可再生能源与可持续交通等领域有所体现，以及相关的环保服务公司。在“十一五”规划期间，单位 GDP 的能源消费和碳排放下降了 19%，同时经济增速仍然保持在较高水平。2013 年每单位 GDP 能源消耗量为 66 吨标准煤/百万元，相对于 2001 年减少 52%。

### 1.5 绿色转型的关键挑战

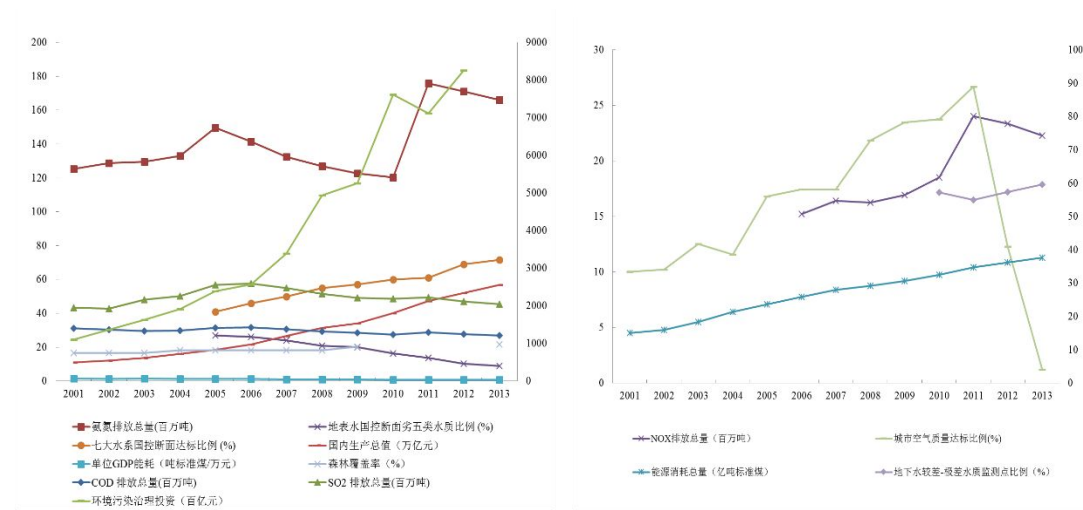


图 1-1 2001 年至 2013 年中国环境状况

中国的绿色转型仍然面临严峻挑战。首先，中国不平衡的经济增长及其对煤炭的高度依赖和日益增长的化石燃料消耗带来了短期难以解决的严重污染。图 1-1 展示了 2001 至 2013 年中国能源利用及水和大气污染的上升趋势。图中可见，自 2012 年环境空气治理标准增加了 PM2.5 检测指标之后，空气质量急剧下降。

其次，中国持续的城市化意味着越来越多的人将会遭受严重的空气污染。在城镇地区，雾霾（PM2.5）越来越严重，这不仅降低工作效率，而且危害公众健康和社会稳定。此外，生态退化、土壤污染、固体废物和水污染也对未来的可持续发展构成挑战。随着“西部大开发计划”的实施，西部发展有所加快，但环境污染问题随之而来。西部内陆省份的生态环境更加脆弱，“先污染，后治理”的成本将非常高昂。

第三，地方政府的激励机制不利于绿色转型，亟待转变。中央政府的环保政策目标在地方政府执行过程中往往要打很大的折扣。官员往往为了追求高 GDP 增长，以环境为代价鼓励高耗能产业发展。他们往往更关注短期的经济增长，而不是长期的环境友好型经济发展。

## 2 经济视角：本研究中绿色转型的研究范围和研究方法

绿色转型是一个必要的阶段，但也是一个非常复杂的艰难过程。与绿色转型相关的问题涵盖范围很广，包括空气，水，土壤，噪声，生态环境，气候变化等。同样，实现绿色转型也涉及不同的角度，包括特殊利益群体问题，立法和执法，公众参与和社会组织，价值体系和道德教育，社会责任和意识。我们无法在本研究中解决所有这些问题，因此必须缩小范围，并根据自己的特长选择自己的方式。

本研究试图从经济学的角度考察与环境保护和绿色转型相关的政策问题。我们主要探讨如何使用经济政策或经济手段来促进绿色转型，包括转变政府行为，改善经济结构，加强经济激励（例如税收），改革价格机制，以及引进新的绿色金融工具。我们还将涉及清洁能源使用的需求方政策和市场开拓政策，以及对能源消费实行国家和地区定量目标控制。

此外还有许多推动绿色转型的其他手段，从行政和法律措施到增加社会参与，以及政策法规的具体实施等问题。这些问题也都有重要意义。尽管如此，我们所强调的经济措施可以对绿色转型做出重要贡献，值得进一步关注。

在本报告中，我们关注的焦点是区域性空气污染，而非全球的二氧化碳积累。主要考虑如下：首先，局部污染已日益成为中国的焦点问题，比气候变化问题更具紧迫性。因此，我们要抓住这个机会，获得决策者和利益相关者的更多关注。第二，PM2.5 和二氧化硫等影响局部空气的污染物，是化石能源消耗的副产品，并且它们与二氧化碳排放高度相关。减少当地的污染与减少二氧化碳排放是高度一致的。

本研究是政策导向的，所以，以下章节划分是以逐步为各种经济政策提供论据的方式而组织的：经济结构变化，诸如环境税的更多经济工具，需求方的政策和为可再生能源创造市场，能源结构变化，化石能源定量目标控制和总量控制与交易，以及绿色金融。

### 3 投资-消费结构失衡与能源环境挑战

#### 3.1 经济增长、能源消费与环境污染

由于中国丰富的煤炭资源，在中国能源消费总量中，煤炭占据了约 2/3 的初级能源消费总量及电力生产中约 90% 的能源消费。这导致了温室气体排放及相关的局部污染物，例如硫、氮和颗粒物不断增加，极大地危害公众健康。

自 2000 年以来，中国政府已付出巨大努力来促进绿色转型。例如，我国的可再生能源有了较快发展，能源消费总量增长慢于 GDP 增长（见表 3-1），单位 GDP 的能源强度呈不稳定的下降趋势，温室气体排放和一些污染物排放增幅减缓。然而，中国的经济增速和投资增速仍然保持了较高速度，在结构不改变的情况下，能源消耗总量和温室气体排放也将继续大幅增加，极大地加剧了环境问题。

表 3-1 中国 GDP 增长，能源消耗和弹性：2001-2012

	GDP 增长率	能源消耗增长率	能源消耗弹性
2001	8.3%	3.3%	0.404
2002	9.1%	6.0%	0.661
2003	10.0%	15.3%	1.524
2004	10.1%	16.1%	1.600
2005	11.3%	10.6%	0.934
2006	12.7%	9.6%	0.758
2007	14.2%	8.4%	0.596
2008	9.6%	3.9%	0.405
2009	9.2%	5.2%	0.566
2010	10.4%	6.0%	0.571
2011	9.3%	7.1%	0.763
2012	7.7%	3.9%	0.516

数据来源：根据国家统计局网站数据计算。

与以前相比，2000 年后，化石能源消耗总量增速并没有放缓，反而显著加快（见表 3-2）。分析表明，能源消费增长加速主要是投资的快速增长所导致的。按不变价格计算，2001-2010 年期间的固定资产投资年均增速高达 20.8%，远高于上世纪 90 年代 13.9% 的增速。这一快速增长带来了钢铁，水泥，平板玻璃，及有色金属等高能耗投入品的快速扩张，因此给能源和环境带来了沉重负担。

表 3-2 加速的化石能源消耗与投资增长

年份	化石能源消费 (亿吨标准煤)	时期	化石能源消费 年增长	GDP 年增长	固定资产投资 年增长
1980	5.82				
1990	9.37	1981-1990	4.9%	9.3%	10.9%
2000	13.62	1991-2000	3.8%	10.4%	13.9%
2010	29.70	2001-2010	8.1%	10.5%	20.8%
2013	33.83	2011-2013	4.4%	8.2%	18.0%

数据来源：根据国家统计局网站数据计算。

2013 年，中国的能源消费总量达到 37.5 亿吨标准煤，超过了美国。根据近几年的趋势，未来我国能源消耗强度将继续减少，但能源消费总量将继续增加。按常规情景推算，2030 年能源消费总量可能上升至 2013 年消耗量的 1.67 倍。

鉴于经济目前的发展阶段和中国的自然禀赋结构，除非出现重大技术突破，否则在可预见的未来，能源结构不会有革命性变化。然而，如果目前的结构失衡可以被纠正，那么绿色转型可以取得重大进展。

为了实现绿色转型，中国不仅要注重新技术的发展，同时也要关注更广泛的经济问题，例如目前导致过度能源消耗和污染物排放的不平衡经济结构。

## 3.2 过度投资对能源和环境的挑战

### 3.2.1 过度投资与经济结构失衡

中国能源消费、污染物和温室气体排放迅速增长的状况，与当前过高的储蓄率和投资率有密不可分的关系。长期以来，中国存在储蓄率和资本形成率上升、消费率下降的趋势。但在过去十几年间，这一变动趋势显著增强。在 2012 年，中国的总储蓄率和资本形成率分别占到 GDP 的 50.5%和 47.4%，均比 2000 年上升了 13 个百分点左右，而消费率则大幅度下降（见图 3-1）。

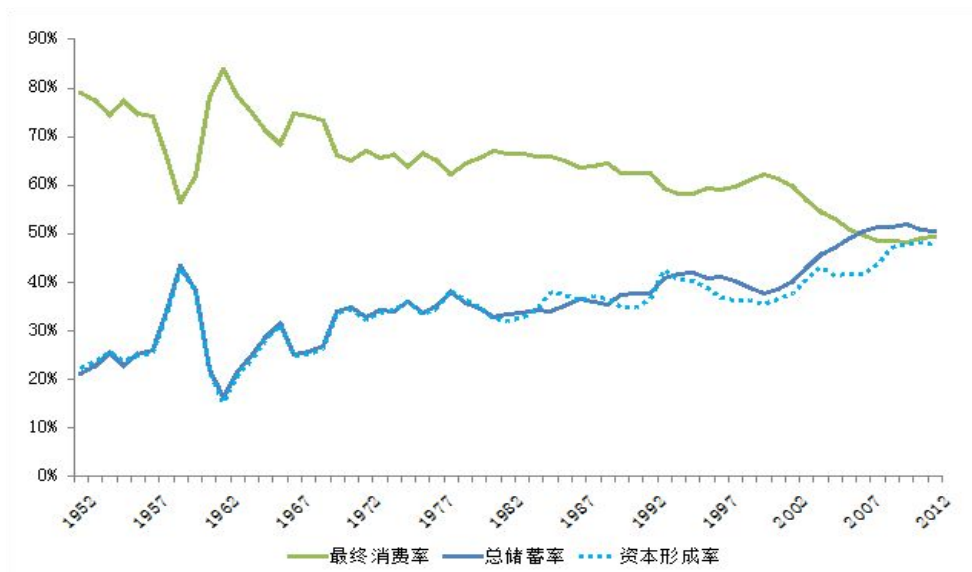


图 3-1 消费率、储蓄率、和资本形成率的变动

数据来源：根据国家统计局网站数据计算。

一定程度的高储蓄率和高投资率是有利的，使中国经济能够以国内资金满足工业化和城市化发展的绝大部分投资需求，并促进经济增长。过去较长时期的经济高速增长与高投资有关。但过高的储蓄率和投资率造成过度投资、导致资金使用效率下降、经济结构失衡，并减慢了服务业的发展，尤其是影响了教育、医疗卫生以及生态和环保等重要领域的发展，也间接压制了居民收入和消费的增长。与世界主要发达国家相比，目前中国的资本形成率已经显著过高了，而且这一变化最主要发生在过去十几年间（见图 3-2）。

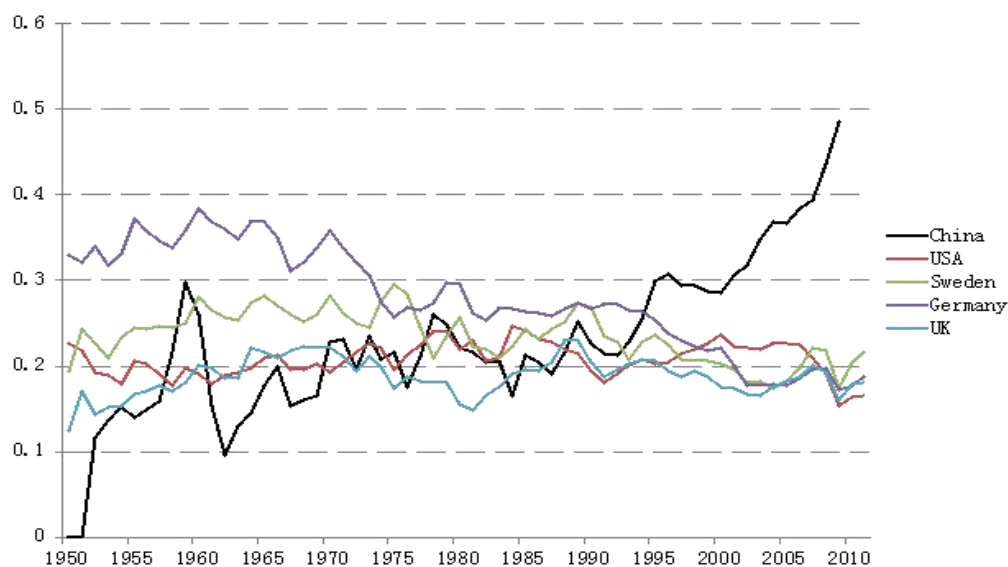


图 3-2 中国资本形成率与主要发达国家比较

数据来源：Feenstra, Robert C., Robert Inklaar and Marcel P. Timmer (2013), "The Next Generation of the Penn World Table", [www.ggdc.net/pwt](http://www.ggdc.net/pwt)。



过度投资和产能严重过剩不仅意味着资金的浪费，同时也意味着能源和基础原材料的大量浪费。根据统计数据，与投资密切相关的非金属矿物制品业、黑色金属冶炼、压延加工业和有色金属冶炼、压延加工业这三个行业的附加值仅占 GDP 的 5.5% 左右，而它们的能源消费占全国能源消费总量的 30%。其能源强度是各行业平均水平的 5.4 倍。这些投入品部门的过度扩张是导致当前能源和环境状况恶化的一个主要原因。

### 3.2.2 过度投资与经济结构的关系

近年来在工业部门出现的严重产能过剩，表明在过去的一段时期存在严重过度投资，这意味着投资超出市场需求，造成资本生产率的下降。表 3-3 显示，在 2000-2013 年期间，资本增长率迅速提高，而 GDP 增长率却趋于下降。表中也根据宾夕法尼亚大学《世界表》数据计算了中国的资本产出比和增量资本产出比。2000-2011 年期间资本产出比从 2.69 上升到 4.24，而增量资本产出比则从 5.18 上升到 9.76。资本产出比是资本生产率的倒数，资本产出比越高，说明资本生产率越低。这说明这期间资本生产率发生了非同寻常的急剧下降。

表 3-3 资本生产率的快速下降

	GDP 增长率 (%)	资本存量增长率 (%)	资本产出比	增量资本产出比
2000	8.4	9.1	2.69	5.18
2001	8.3	9.1	2.81	4.56
2002	9.1	9.8	2.82	2.99
2003	10.0	11.7	2.93	4.27
2004	10.1	12.4	3.05	4.22
2005	11.3	13.2	3.21	4.81
2006	12.7	14.1	3.34	4.31
2007	14.2	14.4	3.37	3.68
2008	9.6	14.0	3.69	18.34
2009	9.2	17.2	3.79	5.08
2010	10.4	17.1	3.93	5.81
2011	9.3	16.3	4.24	9.76
2012	7.7	16.2		
2013	7.7	16.2		

数据来源：根据国家统计局网站和宾夕法尼亚大学《世界表》数据计算。

与发达国家过往经验相比，中国资本产出比的迅速上升是不正常的。图 3-3 比较了中国和 23 个 OECD 国家(1950—2011)平均资本产出比的长期变化。OECD 国家的平均资本产出比在过去 60 年间只从 2.5 上升到 3.8 左右，而中国的资本产出已经从 1.0 上升到 4.3，超出了 OECD 国家。尽管两者经济结构有明显差异，在比较中应予考虑，但中国作为一个发展中国家，工业化过程尚未完成，资本生

产率已经显著低于完成了工业化过程的 OECD 国家，这说明资本生产率已经降得过低。这是过度投资的一个写照。

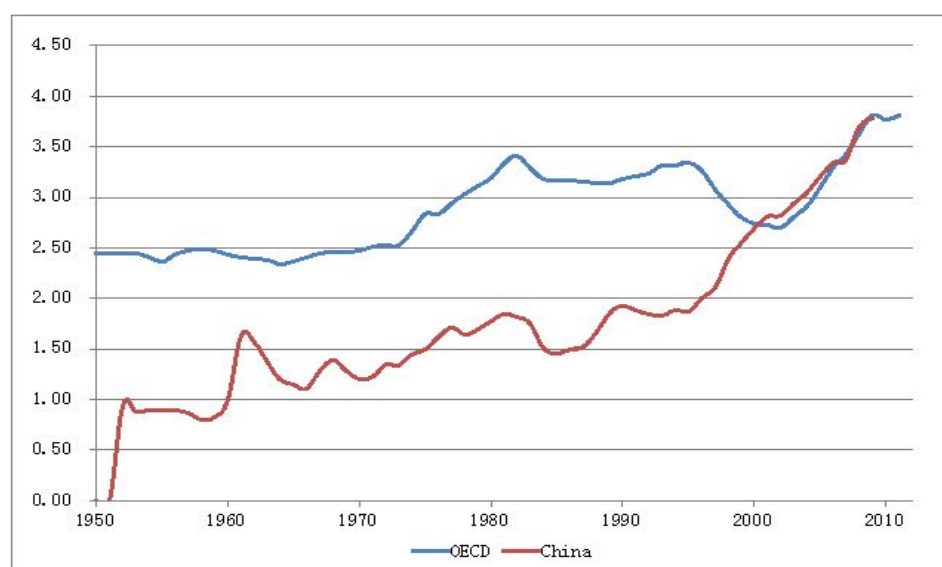


图 3-3 资本产出比的比较：中国与 OECD 国家

数据来源：根据宾夕法尼亚大学世界表数据计算（Penn World Table）。

### 3.2.3 过度投资带来资源和环境挑战

持续过度投资也导致能源消费快速增长和环境污染更加严重。在 2000-2012 年这 12 年中，能源消费从 14.5 亿吨标煤增长到 36.2 亿吨标煤，已成为世界第一能源消费大国；同期工业废气的排放量从 13.8 万亿立方米增长到 63.5 万亿立方米。如果不改变这一趋势，能源消费还将继续高速增长，环境恶化的趋势将很难扭转，经济增长也将越来越难以持续。

中国未来还有巨大的发展潜力。城市化进程正在继续，产业升级换代的进程方兴未艾，服务业发展仍然不足，这几方面都还有很大发展空间。特别是人力资源素质有待继续提高，技术进步还远未达到理想速度。如果能进一步改善教育体制和技术创新体制，提高全要素生产率将有巨大潜力。但要使这些潜力得以发挥，使经济增长能够长期持续，必须进行结构调整，实现投资-消费结构的再平衡。为此，需要通过一系列政策调整和体制改革，改善收入分配格局，使过高的储蓄率 and 投资率降到一个适当的水平，使中、低收入居民的收入和消费能够较快提高。

## 3.3 投资-消费结构失衡的原因和实现再平衡的条件

导致投资-消费结构失衡的原因，主要在于体制和政策方面。

首先，政府投资支出过多，公共服务支出不足。2013 国家预算资金用于固

定资产投资 2.2 万亿元，全部国有投资更高达 11.3 万亿元，而用于教育、医疗的公共支出仅 3 万亿元，占 GDP 的比例显著低于同等发展程度的国家。以 2009 年为例，世界中等收入国家公共教育支出和公共医疗支出占 GDP 的比例平均为 4.1%和 2.7%，而中国只有 3.1%和 2.0%，尽管近年来有显著增长，但仍然偏低。

其次，不平衡的收入分配结构导致居民消费在 GDP 中的比重逐年降低。在 2001-2011 年间，居民可支配收入占可支配总收入的比重从 68%下降到 61%以下，下降了 7 个百分点，而政府和企业可支配收入总和同期上升了 7 个百分点。这压缩了居民消费，增加了政府和企业储蓄。同时居民收入差距过大，也导致过高的储蓄率。目前中国基尼系数为 0.47，在世界上属于收入差距很大的国家。

第三，社会保障和公共服务覆盖不全，导致了较高的预防性储蓄,并且加剧了结构不平衡。

上述这些问题，需要通过多方面政策调整和体制改革来解决，包括推进财税体制、行政体制、户籍制度和社会保障制度等方面的改革。其中关键的一点，是使政府支出结构合理化，减少政府的过度投资，加快改善社会保障和公共服务，缩小收入差距，以促进结构平衡，促进节能和环保。

### 3.4 中国产业结构与环境可持续

中国长期以来保持了工业比重很高、服务业比重很低的产业结构，近年来已发生了改变。从 2006 年起，第二产业（工业和建筑业）占 GDP 比重已从 48%的峰值缓慢下降，服务业比重继续上升；2013 年三次产业的构成为 10:44:46。但第二产业比重仍然比上中等收入国家平均水平高 8 个百分点，服务业比重低 11 个百分点。与高收入国家服务业占 GDP 比重 73%相比，中国服务业更是低了 27 个百分点（数据来自国家统计局网站及世界银行《2012 年世界发展报告》）。

工业对能源和其他资源的消耗以及污染物排放都比服务业高得多。2012 年，中国工业提供了 GDP 的 38%，但消费了 70%的能源；服务业提供了 GDP 的 45%，只消费了 16%的能源。工业的原材料密集度也更高，而附加值率低于服务业，。近年来的产能过剩更导致了额外的能源和原材料消耗。因此过高的工业比重对经济效益和环境保护都有不良影响。

此外，随着技术进步和产业升级，工业的资本密集度越来越高，劳动密集度越来越低，对就业的带动作用也越来越弱。而相当一部分服务业仍然具有劳动密集的特征。因此工业比重过高和服务业比重过低，就意味着相对较少的就业机会。

工业比重过高、服务业发展不足的现状，与对工业的特殊优惠政策和对一些

服务业部门的政策限制有密切关系。中国要通过政策调整实现产业结构的绿色转型，需要逐渐取消对工业的一系列特殊优惠，包括低地价、低电价、低息贷款和税收减免，全面实现工业和服务业同地同价、同电同价，同等条件同等利息、同等税率，消除因政策待遇不均等导致的资源配置扭曲和低效率。同时也需要减少对服务业部门不必要的政策限制和过高的进入门槛，实现不同产业在同等起跑线上公平竞争、共同发展。通过这些改革和政策调整，将促进结构更均衡、更有效的发展，并有效减少能源消费和环境污染。

## **4 采用经济手段促进绿色转型**

### **4.1 经济手段与行政手段**

虽然经济学家们往往更喜欢用经济手段以成本有效性的方式实现政策目标——包括使用环境税来纠正外部性及其扭曲的市场价格，但在中国的实践中，行政控制手段仍是使用最多的工具。国际经验表明，相比于那些经常面对大量的激励冲突和极高的执行成本的行政管制政策，经济政策更加有效。

市场手段常常通过市场价格信号引导消费者与生产者进行决策。相反，行政手段主要依靠政府的检查和监督。两者都有一定的优点和缺陷。如果市场本身并不成熟透明，那么以市场为基础的工具可能不太有效；相反，如果在节能减排上存在信息不对称，那么行政手段可能更有效。

在中国，行政手段面临诸多问题。首先，行政手段比价格手段监督成本更高。其次，政府与企业之间存在信息不对称问题。这使得政策设置不容易优化，从而导致经济扭曲。

### **4.2 排污收费制度：环境税**

中国的排污收费制度始于 1982 年，涵盖了大气污染，水污染，固体废弃物的排放和噪声污染（杨和王，1998）。中国的排污收费制度相当独特。中央政府规定费率和征收结构，而地方（市）环保部门负责从污染企业收费。

根据排污收费制度，所有企业都要向当地环保部门报告其污染情况。当地环保部门会经常去企业检查，如发现企业提交虚假报告，则要罚款。由于该制度的实施完全取决于地方政府和企业自我报告制度的执行力度，有效征收率在各地企业中存在明显差异：有些企业可能百分之百支付他们应付的污染费，而另一些企业可能实际只支付应付税款的一小部分。收费强度也取决于企业和当地环保局之间的谈判，这相应地受到当地污染状况、经济条件和增长目标的影响（Dasgupta, 1997; Wang and Wheeler, 2000; Wang et al., 2003）。

因为有效征收率通常低于边际减排成本，企业会支付污染费而不是减少污染排放 (Wang and Wheeler, 1996, 1998; Florig et. al, 1995; CRAES, 1997)。大约 70%-80% 的收费以“由于环境有益活动而返还收费”的形式返还给企业，例如购买减排设备或改善环境管理。剩余部分则用于覆盖当地环保部门自身的行政成本 (Stern and Coria, 2012)。

为了解决当前排污收费制度的无效性，中国财政部向国务院法制办提交了环境税改革方案，目前处于商讨阶段。税制改革的目标是将排污收费转变成环境税。相比而言，税收框架将更容易执行，成本也更低，可以覆盖绝大部分污染物。例如，二氧化硫 (SO<sub>2</sub>) 作为我国主要污染物之一，在“十一五”规划期间受到调控。但二氧化硫的减少并没有带来 PM<sub>2.5</sub>、氮氧化物以及其他污染物排放量的下降。所以环境税应该具有广阔的税基来覆盖绝大部分的污染物。

Su and Xu (2011) 具体提出了包括二氧化硫、氮氧化物和废水等绝大多数污染物在内的环境税制度：先从试点开始，然后扩展至全国；首先将税率设置在较低水平，然后逐渐提高；要求税收当局承担征收责任，环保部门进行审核和批准；中央和地方政府分享税收收入；税收收入用来补贴低收入家庭，并投资于清洁技术和污染减排。

### 4.3 资源税

资源税的最初制定并非为了保护环境，而是体现在为使用资源而付费。然而资源税的税基与煤炭、石油、天然气等化石能源重合，因此具有与碳税、能源税等类似的保护环境作用。

中国政府于 1984 年 10 月 1 日起开始面向煤炭、石油和天然气征收资源税。2011 年全国石油和天然气资源税改为按 5% 从价征收。2014 年年末，从价税的范围进一步扩大到煤炭。这些改革都是非常必要的。但考虑到石油和煤炭的消费是碳排放和大气污染的主要来源，对环境有严重负面影响，而且它们的利润率远高于一般竞争性行业，未来进一步提高石油和煤炭的资源税税率将有利于保护环境、促进可再生能源的替代，也有利于改善收入分配。

### 4.4 电力价格改革

中国的电力定价已经历了一系列改革，但仍然保留着计划经济的痕迹。目前尽管在推进同电同价，但有些地方在大工业、普通工业、商业服务业间仍然存在区别定价。另外，划分不同类别的企业（鼓励，允许，限制和淘汰）实施差别电价，也容易带来一些弊病，导致了对某些行业、某些企业的特殊优惠，不利于公平竞争、优化资源配置和节能减排。因此随着进一步的资源税改革，有必要继续

推进电价改革，全面实现同电同价，并使电价反映市场供求关系。

目前，居民用电已开始实行阶梯电价。根据一些估算，高收入居民对电价的需求弹性更大，因此阶梯电价将会有明显的节能效果。目前阶梯电价的主要问题是差价仍然偏小，而且超额电价收入被电网公司作为保留利润。建议通过对高电耗用户征收环境税的方式，扩大阶梯差价，并将超额收益纳入国家预算并用于环境保护目的（例如补贴清洁和可再生能源）。

## 4.5 交通领域的环境税

近年来，由于机动车数量逐年上升，汽车尾气成为导致城市雾霾（PM2.5 排放）的重要因素。基于经济激励的工具，如车辆购置税和燃油税，是重要的解决运输相关的环境外部性的政策工具。分等级的车辆购置税可以鼓励消费者购买更小型、燃油经济性更高的汽车，从而抑制空气污染。燃油税可以通过减少私人汽车的使用而达到类似目的。此外，这些税收制度也可以应用于汽车牌照许可。

为了消除污染并削减中国的能源依存度，对于车辆税的改革应该区分汽车排量大小和环保技术等级，例如对不同排量的汽车征收累进环境税。另外，车辆税也将提供可观的财政收入，用于节能降污的研发投资。从可行性的角度看，车辆税有可能是在当前法律法规体系下较容易执行的。

燃油税则可以根据不同地方的环境状况和拥堵外部性来改变人们的行车习惯，这些政策的效果取决于燃油的价格需求弹性和收入弹性等因素。燃油需求也会受到其他因素的影响，如是否可以使用公共交通替代等等。

数以百计的实证研究证明，燃油有较高的需求价格弹性，而且发展中国家对燃油的长期需求价格弹性高于发达国家。这意味着燃油税在发展中国家的节能减排以及减少城市交通拥堵的效果会更明显。

燃油税与资源税不同，两者并存不一定意味着重复征税。资源税作为国家税，主要用于总体节能减排和调节收入分配，而环境税可以作为地方税，根据不同地区（城市）的环境状况和交通拥堵情况征收，用于调节地方环境和交通状况。

## 4.6 政策建议

一般情况下，运用税收和价格等市场化经济政策比运用行政手段实现同一环境目标的成本更低，可以减少监督成本。我们建议更加重视经济手段，以一种节约成本的方式来治理环境、减少污染：

- 1) 目前的排污收费制度失效主要是因为过低的排污费率和低执行率。应该

通过费改税的改革和提高税率来更有效地控制污染。

2) 建议在第十三和十四个五年规划时期分阶段将煤炭和石油的资源税税率提高到 15% (少数资源条件较差的矿山和油田可适用 10% 的税率)。对进口石油和煤炭, 征收同等税率的资源税。鉴于天然气相对清洁, 应鼓励扩大使用, 可以保持 5% 的资源税税率不变。增加的资源税收益, 除了用于公共服务和社会保障, 还应拿出一部分用于环境保护。

3) 伴随资源税改革进一步深化电价改革, 全面落实同电同价并提高到市场均衡水平。居民阶梯电价的阶梯差价应进一步扩大, 并建议对高电耗用户征收环境税, 纳入国家预算, 用于环保目的。

4) 可以考虑将车辆购置税改为地方税, 允许地方根据当地环境和交通状况对油耗不同的车辆征收差异化的购置税, 并决定是否征收燃油税。

## 5 以需求方政策为可再生能源创造市场—以光伏产业为例

### 5.1 简介

清洁技术和可再生能源将对中国的绿色转型做出重要贡献。清洁技术在 2013 年发展迅速——年均发电量相对前一年上升了 13%, 电力产出中有 5.2% 来自新能源的使用。这里我们将主要通过光伏产业来解释中国可再生能源的发展。

依照“十二五”规划的要求, 中国政府已经出台了一系列政策, 积极培育国内光伏市场。2013 年中国新增装机容量为 12GW, 同比增长了 232%, 占全球新增装机容量的 31.2%, 居全球第一位。

但是, 我国的光伏行业仍面临着产能过剩的严峻挑战。目前国内整个光伏行业的利润率已经从 2007 年的 139% 下滑到 2013 年的 20%。在 500 多家光伏企业中, 三分之一的中小企业产能利用率在 20%—30%, 基本处于停产或半停产状态。

当前光伏行业发展的不确定性不仅与国际市场对于光伏产品需求的波动有关, 更重要的是与国内产业政策密切相关。

### 5.2 新能源产业供给方的政策和问题

长期以来, 新能源产业政策更多刺激了供给方, 而对于需求方的鼓励力度不够。供应方包括税收优惠, 财政贴息等, 成功地促进了新能源产业迅速扩张。但同时面临需求不足的瓶颈, 从而导致产能过剩。

在税收鼓励政策方面, 包括增值税退税, 扣除关税, 出口退税等。自 2013 年 10 月 1 日起, 对太阳能发电产品实行增值税即征即退 50% 的政策。太阳能光

伏技术和发电技术企业的进口设备还可免征进口关税和进口环节增值税。

在利率政策方面，清洁能源发电设备行业被列为鼓励发展的重点行业，有资格申请低息贷款。

此外吸引光伏行业的一大诱因是地方政府低价出让土地。一些地方政府还直接提供资金来支持光伏发电相关的科学研究和技术创新与扩散。

由于中央和地方政府的各种税收优惠，光伏企业的生产成本大大降低，促进了我国光伏行业供给方的发展。2013 年，中国的晶硅组件、电池和多晶硅产量分别占据全球产量的 70.7%、70.8%和 38.4%。尽管其拥有低成本的生产优势，但是中国的光伏行业依然 95%以出口为主。

尽管光伏发电是一种清洁能源，可以在零排放的状态下提供电力，但是光伏行业多晶硅生产环节和光伏电池生产环节，仍然是高污染且高能耗的产业。由于对光伏产业污染的放松监管，大多数光伏企业并没有承受多大的外部成本和减排成本。目前使用的绝大多数减排技术都已过时，一些企业甚至不经处理直接向外部环境排放污染物。具有讽刺意味的事实是，这些光伏企业拿着政府的补贴，把高污染高能耗的生产过程放在国内，把环保产品提供给国外市场。

此外，光伏企业的利润绩效对于国外市场需求波动非常敏感，特别是由于其他国家反倾销和政策保护产生的需求波动。

### 5.3 需求方的政策：为消费者的法规和激励措施

针对光伏产业产能过剩带来的负面影响，中央政府已经宣布了一些具体的计划来限制市场准入，提高并网标准，以及将投资转移至升级电网，以保证传输的稳定性。同时一系列需求方的政策已经启动，包括了一系列的财政补贴来刺激光伏市场。

早期鼓励光伏产业发展的产业政策主要包括“太阳能光电建筑应用示范项目”和“金太阳”示范工程。这两个示范工程都是对光伏需求方的补贴。在 2012-2014 年，有关部门先后颁布了一系列支持光伏行业、特别是促进光伏需求方发展的文件。新的产业政策包括逐步建立中国的太阳能光伏发电标杆上网电价，并进一步明确电网公司的责任和义务，用法律手段强制电网企业帮助光伏企业解决并网的难题。然而，由于政府的支持规模仍然有限，存在补贴延迟、效率低下的光伏电站审批管理等问题，与国外同行相比光伏设备的国内需求仍然疲软。

与生产激励相比，与其他一些国家相比，我国针对需求方、使用者的激励政



策强度还很小，惠及范围也太小。此外，监督电网企业帮助光伏企业实现并网的法规不完善，执行力度不强。为此，需要更多的需求方激励政策，以扩大市场。

## 5.4 美国和德国光伏产业政策经验分析

美国政府的光伏产业政策主要包括纳税抵扣、初装补贴和上网电价，还包括融资或审批扶持政策，例如商业能源投资税收抵扣政策（ITC）、加速折旧法（MACRS）、财政部 1603 项目（1603 Treasury Program）、能源部的 1705 贷款担保协议（DOE Loan Guarantee Program），以及可再生能源配额机制（Renewable Portfolio Standards, RPS）。

美国州政府的补贴包括投资现金返还、度电补贴、税收减免、绿色电力牌照等，具体各个州的补贴方式和幅度都不同。

借助于美国政府的支持政策，美国的企业界创造了一些新的融资模式，来解决光伏行业需求方的融资问题。这些模型包括大规模电力购买协议模型（Utility-scale Power Purchase Agreement Model），中小型业主所有制模型（Host-owned Model），以及第三方融资模型。

德国的光伏产业是另一个成功案例。德国光伏市场份额在 2004-2008 年期间一直保持世界首位，其迅速发展得益于德国国内的产业政策。例如，德国于 2000 年首次出台可再生能源法案（EEG）（来代替 1991 年的电力馈入法），提出“固定上网电价”政策，并将购买电力的责任从用户转移至电网运行商。2004 年，德国政府修订了 EEG 法案，调整了定价机制。为了避免增加财政支出，德国政府于 2008 年再次更新了 EEG 法案，从 2009 年起将新的电网价格降低 15%。2010 年德国再次对太阳能发电补贴向下做了调整。目前德国光伏上网电价已从 2000 年的 4 元/kwh 下调到不足 1.5 元/kwh，仍高于中国目前的上网电价。在金融支持方面，德国开发银行也提供了不少的贴息贷款用于支付光伏产业的投资。

美国和德国光伏产业政策都主要强调针对需求方的刺激政策，特别是对居民和企业的分布式光伏发电的支持很大。需求方政策在美国产生了有效的商业模式，促进了各种经济行为主体参与到光伏产业中来。德国的固定上网电价政策更多的是针对居民和民用建筑。

## 5.5 政策建议

为了更好地促进中国光伏行业的发展，推动中国经济的绿色转型，我们借鉴美国 and 德国产业政策的先进经验，提出如下政策建议：

(1) 运用强制性的法律规则推动分布式光伏发电的使用，主要是改进可再生能源的法律法规，促进建筑物对于太阳能发电设备的使用。

(2) 加大光伏行业需求方政策，刺激需求，吸收过剩产能。包括：继续加强对于分布式光伏发电和地面电站光伏发电的政策支持，有效解决光伏发电企业的并网问题，综合利用税收和政策补贴手段降低光伏发电企业的成本。

(3) 借鉴发达国家的成功商业模式，通过创新机制吸引投资者进入光伏产业。特别是将政府资助的可再生能源项目转移到私人部门进行融资。

## **6 化石燃料消耗的总量指标控制**

几十年来，中国的能源消费总量一直保持着快速增长。目前中国人均能源消费量已达到 2.68 吨标准煤，超过了世界平均水平。虽然我们认为应该更多地依靠经济政策来实现绿色转型，一些强制性政策有时对国有企业和地方政府是很有用的，因为这些主体对于价格信号或经济杠杆并不敏感。在“十二五”规划期间，中国政府已经制定了能源强度和碳排放强度双重指标。

### **6.1 总量目标机制的好处**

根据“十二五”规划，中国将实行“双控”政策：即能源消费总量目标与能源强度目标相结合。双控措施同时考虑了能源消费和经济增长，对能源消费总量的数量和强度设置强约束，尤其是对一些高耗能产业。

总量目标机制最基本的优势之一在于其为未来“能源配额交易”提供了基础，这类类似于碳总量管制与交易，但更加关注能源使用效率的加速进步。

其次，对化石燃料使用的定量控制政策将使消费者从使用化石燃料转变成使用非化石燃料，改善清洁能源结构。

### **6.2 能源消费指标交易系统的实施**

数量目标系统对于实现绿色转型很有必要，但有几个问题需要解决：

首先，政府应建立一个灵活的目标控制系统。考虑到不同地区的经济发展阶段差异和自然禀赋差异，应当保留差异化的责任目标，但差异应逐步缩小。

其次，政府应根据效率和公平的标准设置配额分配过程。配额分配不当可能会带来后续问题，阻碍绿色转型。

第三，中国应当针对地方政府和大企业建立能耗指标，以及能源配额交易制度。政府应该选择特定的地区或省份开展试点交易系统，并逐步为全国能源消耗

限额交易体系建立完整而详细的标准或法规。

### 6.3 能源特别是高碳高污染化石能源需求总量控制目标

中国 2050 年发展战略目标是经济社会发展达到中等发达国家的程度。对此我们应充分考虑技术进步潜力和前景，包括经济、能源及环境治理。我们还应该分析相应的能源需求总量及结构变化，把握各能源品种供应潜力和需求约束。

目前我国能源效率仍有较大的提升空间，节能政策将继续带来重要收益。随着继续强化淘汰落后产能和加快结构升级，单位 GDP 能耗将逐步向国际先进水平靠拢。按目前汇率计算，我国与国际先进水平的差距约 70~80%；按购买力平价计算，该差距仍有 50~60%。到 2050 年，我国能源强度较 2010 年有望下降 70%。

其次，考虑到各能源品种供应前景、环境治理要求以及能源政策取向，我们可以预测未来不同能源品种的供需前景。

**煤炭：**尽管我国煤炭资源相对丰富，但煤炭是主要的污染物排放源。为了实现有效控制大气污染，中国需要逐渐减少煤炭消费比例。未来煤炭需求将主要集中在电力、钢铁及煤化工产业。研究表明煤炭消费有可能在 2020 和 2025 年之间达到 42 亿吨（约 30 亿吨标准煤），但通过多方面努力有可能将其控制为峰值，此后逐渐减少，到 2050 年甚至可能减至 32 亿吨（约 23 亿吨标准煤）。力度更大的转型措施将可能进一步降低煤炭峰值。

**石油：**未来我国石油需求的增长潜力巨大，但供应将受到地理储备和开采的限制。因此，石油安全仍将是一个主要的政策重心。但石油是高碳排放和较高污染的能源，需要通过各种努力减少其消费。据估计，电力汽车可能在 2030 年前后大规模进入市场，逐步取代传统汽车。我们预期石油消费将在 2030-2040 年间达到峰值 8 亿吨（约合 11 亿吨标准煤），然后通过努力逐渐下降至 2050 年的 7.5 亿吨。

**天然气：**天然气是相对清洁的能源。随着我国加大污染防治和能源结构调整的力度，未来对天然气和其他非传统燃气如煤气和页岩气的需求将大幅度增长。为促进能源结构向绿色低碳转变，我国应推进国内天然气开发与积极进口并举，使天然气在近中期优化调整能源结构、减少污染和排放中发挥重要作用，到 2030 年将其消费量提升至 5000 亿立方米（约 6.6 亿吨标准煤），占一次能源消费总量比重大幅提高到 11%以上。

**非化石能源：**核能和水电将继续快速发展，其他可再生能源例如风能、生物质能、地热能等将会在我国未来能源结构中发挥重要作用。

非化石能源将逐步成为能源结构的支柱。到 2020 年和 2030 年，应将非化石能源占一次能源消费总量比重分别提升到 15%和 21%，力争到 2050 年将非化石能源消费占比提高到 34%以上。表 6-1 展示了我们提出的我国未来能源需求总量和结构调整的目标。

**能源目标控制：**2020 年我国化石能源消费总量力争控制到 42-46 亿吨标准煤，2030-2040 年期间达到峰值，通过各种绿色转型的努力，控制在 46-52 亿吨标准煤，此后进入化石能源消费下降阶段。

将高碳高污染化石能源（煤炭+石油）的消费总量峰值控制在 2030~2040 年间，化石能源消费总量的峰值争取控制在 48 亿吨标准煤以下，煤炭和石油消费量争取控制在 40 亿吨以下，此后化石能源消费特别是煤和石油消费进入下降期。

**表 6-1 未来我国能源需求总量控制及结构优化调整目标**

	2012	2020	2030	2040	2050
能源需求总量（亿吨标煤）	36.2	48.0	60.0	66.0	66.0
煤炭（%）	66.6	59.5	50.5	44.0	37.0
石油（%）	18.8	17.0	16.9	16.8	16.7
天然气（%）	5.2	8.6	11.0	11.6	12.2
非化石能源（%）	9.4	15.0	21.6	27.7	34.1

## 7 能源结构变化和节能监管

### 7.1 推进能源结构改进政策

为了推动从化石燃料向清洁能源的转变，我们提出如下政策建议：

首先，为了减少煤炭在能源消费中的份额，政府应当制定全国能源消耗的长期控制目标和相应的实施方案。

其次，政府应加快天然气的开发利用。优先考虑在生活消费领域推进煤改气，鼓励有效利用天然气分布式发电。由于我国天然气供给的限制，应当控制化工项目的天然气使用，天然气电厂应作为调峰资源，但不再兴建新的天然气发电厂。

第三，鼓励有效且安全地开发利用水电、地热能、风能、太阳能、生物质能和核能。到 2017 年，处于使用中的核电产能应当达到 50GW，非化石能源在能源结构中的份额将上升至 13%。

## 7.2 工业部门的污染监管

根据国家发改委计划，有 21 个关键产业受限于《淘汰落后工艺，设备和产品指导目录（2011）》和《2011 年产业结构调整指导目录》。通过经济、技术、法律和行政手段，1500 万吨铁、1500 万吨钢材、1 亿吨水泥和 2000 万吨玻璃的落后产能将在 2015 年之前淘汰。对于未达到目标的地区，还制定了惩罚措施。

关于工业部门降污监管有三项主要建议。首先，政府应在重点行业加快推进脱硫（二氧化硫控制），脱硝（氮氧化物控制），除尘（PM 控制）改造项目。所有燃煤电厂、钢铁企业的烧结机和球团生产设备、炼油企业催化裂化装置和有色金属冶炼工厂，所有每小时燃烧超过 20 吨煤的燃煤锅炉，以及除循环流化床之外的所有燃煤机组（CFB）锅炉都必须安装脱硫设备。新型干法水泥窑应当使用低氮燃烧技术并安装脱硝设施，现有除尘设施和工业炉中的燃煤锅炉应该升级。

其次，环保部门对脱硫、脱硝、除尘设备的使用应强化监管，对违规排放的企业制定严格的惩罚措施。

第三，政府应加快在重点行业建立和修正排放标准、油耗标准、石油产品标准、热计量标准以及其他类似标准。同时还应改善工业污染防治，控制技术政策和清洁生产评价指标体系。

## 7.3 居民建筑的节能监管

国外经验说明，随着收入水平提高，建筑能耗将成为一个逐渐上升的能源消费组成部分。而由于建筑物具有至少几十年的使用期，建筑物是否具有较高的节能效果，将对未来数十年的能源消费产生长期影响。在这方面，建议我国参照一些发达国家的经验，全面实行更严格的强制性建筑节能标准。对住宅和商业建筑能源使用的监管将为中国绿色转型做出重要贡献。政府应在率先公共建筑和保障性住房领域积极建立并完善绿色建筑标准。

随着在新建筑中严格执行强制性节能标准，我国可以推动清洁能源技术和设备的使用，如太阳能热水系统，地源热泵，空气源热泵，光伏建筑一体化并结合“电力-热力-冷却”供应系统。供热计量改革和既有居住建筑节能改造，将在改善空气质量特别北部地区的空气质量中发挥重要的作用。

## 7.4 其他法规和政策

随着我国汽车存量快速增加，汽车尾气排放对于当地雾霾的形成具有非常关键的作用。政府应加强移动源污染防治并加强城市交通管理，通过优化城市功能、

规划布局、推进城市和城际轨道交通系统，以及实行城市的智能交通管理而减少城市交通拥堵。此外，政府可以通过鼓励绿色交通，增加使用其他出行方式的成本，来减少汽车的使用。

随着中国向高收入国家迈进和私人汽车的普及，交通能耗和汽车废气排放将逐渐成为更大的能源消费和污染排放来源。发达国家的经验说明，大规模发展城市和城际轨道交通系统，对改善环境意义重大。轨道交通工具的人均能源消费，大约只有私人汽车的十分之一左右。许多发达国家在这方面的发展为绿色转型提供了成功的经验。建议在凡是有条件的大中型城市以及城市之间，通过合理规划，大力发展城市和城际轨道交通系统。这对于节能减排和减少空气污染，将具有重大意义，同时也将有利于形成邻近城市之间的同城效应，促进城市群的发展，优化城市布局，改善资源配置效率。

城市绿化的政策，如城市公园，社区花园，河流和溪流，沿海湿地，风景名胜区，森林公园，耕地，木材国土保育区，都对节能减排做出了重要贡献。为了使城市绿化的政策更为有效，政府应着重以下几个方面：

第一，由于城市绿地体系的复杂性，有必要让公众参与计划过程来达成一致协议并减少政策执行中的规制阻力。

其次，规定需要涉及到相关利益集团来共同承担建立和升级绿地空间的责任。城市绿地空间的保留需要涉及许多利益相关者，包括绿色非政府组织、城市和农村社区和房地产开发商等。所以通过提供激励并与他们共担责任而将利益群体纳入城镇绿地管理行动计划，对于政府而言非常重要。

第三，城市绿化政策需要正式的立法支持。如果成功被实施，城市绿地管理的可持续性将取决于负担长期责任的实体。长期责任的分配将依靠法律的支持。

## **8 绿色金融：政策和产业社会责任**

### **8.1 简介**

绿色金融政策，是指一系列的政策和制度安排，来引导社会资金通过各种金融服务来支持绿色产业的发展。此政策体系有三个目标。其一，引导足够的社会资金投入绿色项目，以达到国家的总体污染减排目标。其二，在可选的大量项目中，将资金以“给定减排目标，资金使用效率最高”的原则进行配置。其三，避免系统性金融风险。

从经济学角度来看，绿色金融政策就是通过政策和体制安排，纠正在市场价

格体系下绿色投资的（正）外部性或污染投资的（负）外部性无法被内生化的缺陷，绿色金融政策目的在于纠正投资领域的扭曲，这种扭曲是由于具有正外部性的绿色投资发展不足而具有负外部性的污染性生产活动过度发展而造成的。在市场价格体系中这样的扭曲不能得到解决，主要的原因是我们目前的价格体系不能充分体现绿色项目的正外部性。

## **8.2 绿色金融产品的分类**

### **8.2.1 绿色贷款**

绿色贷款是银行为环境友好型项目提供利率较优惠的贷款，减少对环境的负面影响。绿色贷款包括针对银行个人客户的房屋贷款、汽车贷款、绿色信用卡业务，以及面向企业的清洁技术和能源项目融资、绿色建筑贷款、设备租赁等等。

中国的绿色贷款政策还处于初级阶段。现有政策主要是限制“高污染、高能耗”企业的贷款，但很少为环保行业或环境友好型企业提供贷款。截至 2012 年年底，根据不同口径估算，我国绿色贷款目前仅占全国贷款余额的 1.5-2.5%，表明其未来还有很大的上升空间。

### **8.2.2 绿色私募股权投资和风险投资**

根据清科研究的数据计算得出，2007 年至 2013 年上半年，中国的 VC/PE 总共进行了 694 笔在清洁能源领域的投资，总金额达到 82 亿美元，其中以 2011 年金额最高。有多家公司成功在国内/海外上市。而近两年随着 PE/VC 整体在中国遇到瓶颈，直接投资于清洁能源的项目数量也有所下降。

### **8.2.3 绿色 ETF 和共同基金**

国外金融市场上已经出现了相当数量的有较好流动性的绿色金融产品，其中以 ETF 指数和基金类产品为主，也包括碳排放类的衍生品等。现在国际上绿色指数主要包括：标准普尔全球清洁能源指数（S&P Global Clean Energy Index，包含了全球 30 个主要清洁能源公司的股票），纳斯达克美国清洁指数（Nasdaq Clean Edge US Index，跟踪 50 余家美国上市的清洁能源公司表现）、FTSE 日本绿色 35 指数（FTSE Japan Green Chip 35 Index，环保相关业务的日本企业）。在中国，绿色的 ETF 和共同基金才刚刚起步。目前在 A 股市场出现了部分基金产品，如 A 股富国低碳环保基金、中海环保新能源基金等，但规模不大，且其投资并未严格限定在环保主题范围内。

#### 8.2.4 绿色债券

绿色债券是若干国际金融组织（世界银行、亚洲发展银行）和一些政府支持的金融机构发行的债券。绿色债券主要是为解决与气候变化和其他环境保护有关问题的项目提供资金支持。由于发行者的信用级别较高或享受政府免税等政策，可以以较低的利率来支持绿色项目。

#### 8.2.5 绿色银行

2012 年，英国成立了全球第一家致力于绿色经济加速转型的投资银行，被称为英国绿色银行。英国绿色银行投资的重点是具有较强商业性的绿色基础设施项目，包括海上风电、废物回收、废物再生能源、非住宅能效。目前绿色投资银行可通过股票、债券和担保形式对项目进行投资，但不提供软贷款、风险投资或补贴。投资时会邀请社会第三方共同投资。

#### 8.2.6 绿色保险

绿色保险是进行环境风险管理的一项手段，一旦有不可预见的意外污染事件发生，那么绿色银行就可以通过提供经济补偿和环境整治来帮助企业。另外，对某些行业采取强制购买保险的措施，会将覆盖其未来的环境成本，帮助企业内生化部分环境风险的外部性，减少环境风险过大的投资行为。

### 8.3 金融制度建设对绿色投资的引导

政府经常使用财政资金来纠正环保项目的外部性并对其提供支持。具体方式可以包括 1) 对绿色贷款贴息；2) 提供价格补贴（例如 Feed In Tariff）；3) 为绿色项目提供担保，以降低其融资成本；4) 政府采购，如建设使用可再生能源建筑、采购新能源汽车等；5) 对绿色债券免税；6) 政府设立绿色银行或投资基金，以部分政府资金带动更大规模的社会资金投入绿色产业。

除了财政资金之外，还有一系列金融体制安排也可以撬动社会资金投入绿色产业。具体包括：1) 通过立法明确金融机构对所投资污染项目的法律责任；2) 要求机构投资者在其决策过程中考虑到环境风险和影响因素；3) 在信用评级中引入环境影响因素；4) 要求上市公司和发行债券的企业达到绿色社会责任规范；5) 建立绿色机构投资者网络；6) 建立对项目环境成本的量化和评估体系。

### 8.4 对中国绿色金融体系的建议

在本节中，我们总结了七项具体建议，以促进中国的绿色金融体系。



1) 研究成立中国绿色银行，以绿色债券为主要融资来源。鉴于绿色投资的增长速度十分有限，可以考虑由政府作为发起人之一组建一家专业从事绿色投资的银行，充分发挥绿色债券的杠杆作用和专业评估能力的规模效益。

2) 完善财政贴息机制，鼓励绿色贷款。我们建议，财政部门、发改委应当与银行监管部门和金融机构合作，制订一套科学、有效、便捷的对绿色项目的贴息计划。

3) 银行和评级公司在项目评估中引入环境风险因素，建立绿色信贷体系。为了减少绿色项目的融资成本，我们建议强化银行对贷款的环境风险控制。

4) 建立公益性的环境成本信息系统，为决策部门和全社会投资者提供依据。缺乏项目的环境成本信息和分析能力，或者取得这些信息的成本过高，是许多有意向参与绿色投资的机构所面临的一个重要瓶颈。我们建议基于自然资本负债的概念建立一个公共的环境成本信息系统。

5) 在若干领域实行强制性绿色保险。强制性绿色保险应广泛应用于海上石油勘探和内河运输等行业，如石油和天然气开采，石油化工，钢铁，塑料等方面均强制投保的行业。

6) 建立上市公司和发债企业的环境信息披露机制。我们建议，国内证券交易所应要求上市公司和发行债券的企业定期发布社会责任报告，披露其环境影响信息。

7) 成立中国的绿色投资者网络，建立投资者社会责任体系。国内最大的机构投资者应当提供资金建立并运作中国绿色投资者网络。

## 9 情景分析

在这一节，我们基于中国的历史数据，首先假设在基本经济状况和政策不发生显著改变的前提下（我们称之为常规情景），使用基于统计分析的宏观经济预测方法，合并制度分析与经验分析方法以及 CGE 模型方法，预测 2020 年，2030 年，2040 年和 2050 年中国的经济、能源和环境状况变化。在此基础上，再通过上述方法模拟各项绿色转型政策和相关改革对经济、能源和环境的影响。关于上述分析方法和假设条件的解释，请见报告末尾的附录。

### 9.1 常规情形

根据中国 2013 年及以前的历史数据，我们预测过去三十年的高速增长将无法持续，中国将进入一个相对温和的经济增长期，在 2020 年 GDP 达到 80 万亿

元，2030 年达到 130 万亿元（均为 2010 年不变价格）。产业结构将缓慢变动，第二产业比重下降，第三产业比重上升。人口大致在 2030-2040 年期间达到峰值 14.6 亿，并在此后逐渐减少。城镇化率将继续提高，在 2030 年达到 60%，在 2030 年达到 66%。化石能源消费和碳排放将根据过去的能源强度变动趋势延续。这些结果均列于表 9-1。大气污染物排放的理论变动趋势大致与碳排放的变动趋势一致，但实际变化取决于实施脱硫、脱硝、除尘等减污措施的力度。

表 9-1 中国未来发展预测（常规情景）

年份	2013	2020	2030	2040	2050
GDP（人民币，万亿元）	50.9	80.4	130.5	184.3	238.3
GDP 年增长率（%） <sup>注</sup>	7.7	6.7	5	3.5	2.6
第一产业（占 GDP，%）	10	8.8	7.2	6.2	5.7
第二产业（占 GDP，%）	43.9	39.9	36.1	34.1	33.1
第三产业（占 GDP，%）	46.1	51.3	56.7	59.7	61.2
人口（年末数，亿人）	13.6	14.1	14.5	14.6	14.5
城镇化率（占总人口，%）	53.7	61.1	67.1	71.0	73.0
能源消费总量（亿吨标煤）	37.5	48.7	62.6	73.4	81.2
化石能源消费（亿吨标煤）	33.8	42.8	53.0	59.6	63.4
化石能源占总量比重（%）	90.2	87.9	84.6	81.3	78.0
二氧化碳排放（亿吨 CO <sub>2</sub> ）	84	105.2	127.9	142.4	149.4

注：该列 2013 年增长率为当年增长率，其余为相应年份与上一年份之间的平均增长率。

数据来源：作者基于国家统计局数据的预测数。

## 9.2 投资-消费结构再平衡情景

在该情景中，我们假设从 2015 年到 2025 年的第十三和十四个五年规划时期为改革和结构调整时期，假定从 2015 年开始，通过调整政府支出结构，推进财税体制、行政体制、垄断行业分配制度的改革，促进资源配置市场化，改善公共服务和社会保障，促进收入分配合理化，加速普通居民的收入和福利增长，促使过低的消费率提高 10 个百分点，使过高的储蓄率和投资率降低约 10 个百分点。

在该情景下，结构调整将使消费率（最终消费与 GDP 之比）从目前的 50% 上升到 2025 年的 60%，资本形成率将从目前的 48% 下降到 2025 年的 38%。由于目前存在较严重的过度投资和产能过剩，而消费需求不足，因此在一定程度上降低投资率将只在短期使 GDP 增长稍有减缓，但长期而言将因内需增加而加快。

在调整期间和调整期后，化石能源消费、碳排放和污染排放都会显著减少。化石能源消费和碳排在 2030 年和以后时期都将比常规情景减少 9.7% 左右。各类大气污染物排放减少的程度将不低于 9.7%。

以上情景说明，通过结构调整实现再平衡，将不仅有利于经济持续增长，而且能够显著减少化石能源消费、碳排放和大气污染，对环境保护的效果显著。2030 年化石能源消费将比常规情景减少 5.2 亿吨，二氧化碳排放减少 12.4 亿吨。同时居民消费水平将比常规情景大幅度提高 30%，意味着全社会福利总水平显著增加。

### 9.3 产业结构再平衡情景

中国的产业结构仍然存在工业偏高、服务业偏低的问题。这也是导致环境压力的一个来源。根据近些年来的变动趋势，我们预计在常规情况下，中国到 2030 年产业结构才能达到目前上中等收入国家的平均状态，即第一、二、三次产业占 GDP 的比例从 2013 年的 10:44:46 调整到 7:36:57。但如果发展顺利，中国应该在 2030 年前进入高收入国家的行列。与高收入国家的产业结构相比，上述结构仍然在相当程度上具有工业偏高而服务业偏低的特征。未来通过资源配置市场化改革，减少土地、电价、贷款方面等对工业的变相补贴，改善服务业的市场环境，将有可能进一步加速产业结构的再平衡。

通过产业结构再平衡的努力，可能在 2030 年使第一、第二和第三产业的比例调整到介于上中等收入国家（7:36:57）和高收入国家（2:25:73）之间的水平，估计为 5:30:65。这仍然高于发达国家水平，但将使 2030 年的第二产业比重比常规情景降低 6 个百分点，服务业比重提高 8 个百分点。

我们的计算表明，上述产业结构变动将进一步减少 2030 年能源消费 6.7%。考虑到投资-消费结构的再平衡本身也会对产业结构发生影响，我们粗略估计这一效应约占一半，已经包括在投资-消费结构调整的结果中了。其余 3.3% 的节能效果则应归因于产业结构再平衡。

产业结构再平衡情景与投资-消费结构再平衡情景的结果合并，可使 2030 年的能源消费总量、化石能源消费、碳排放和主要污染物排放都比常规情景减少 13% 左右，其中化石能源消费从常规情景的 53 亿吨标煤减少到约 46 亿吨标煤。碳排放将从 128 亿吨 CO<sub>2</sub> 减少到约 112 亿吨。

### 9.4 资源税和电价改革情景

目前，中国的资源税税率仍然较低，不利于促进节能、减排、降污。根据本报告第 4 部分提出的建议，这里假定 2015-2025 年期间将大部分石油和煤炭生产企业的资源税税率分次提高到 15%，少部分资源条件较差的企业适用 10% 税率，平均税率 13%。

据此计算，资源税改革所产生的价格效应和替代效应将导致煤炭和石油消费

分别比常规情景减少 8.9%和 6.2%。两者合计，这项改革可以减少化石能源消费 6.1%，但高碳化石能源将减少 8.4%。污染物排放和碳排放减少的幅度分别为 8%和 7%左右。资源税改革也将改善收入分配状况。

## 9.5 改善能源结构情景

如本报告第 5 部分所描述的，中国政府过去采取了许多刺激可再生能源供给的政策，但不足之处是缺乏对扩大需求的政策支持。我们建议对现行政策进行调整，把重点转移到对可再生能源的需求侧政策上来。

初步估计通过这一政策调整，可使非化石能源占能源消费总量的比重从近年来的每年提高 0.5 个百分点左右加速到 0.7 个百分点左右。这样到 2030 年，非化石能源占能源消费总量的比重能够提高到 21%以上，比常规情景提高 4.2 个百分点。这一政策调整将比常规情景减少化石能源消费 5.1%。

## 9.6 发展城市城际轨道交通系统及建筑节能情景

在第 7 部分中，我们指出，随着中国向高收入国家迈进，交通和建筑能耗将逐渐成为更大的能源消费部分。城市和城际轨道交通系统与私人汽车相比，节能减排和减少大气污染的效果十分显著。我们建议大力发展城市和城际轨道交通系统，以减少私人汽车的使用。此外，全面实行和落实强制性建筑节能标准，对未来的能源节约也将具有重要的意义。

初步估算显示，未来实行这两项政策，到 2030 年有可能节约能源消费 5%-12%。在减少二氧化碳排放和空气污染方面，也基本上具有同等效果。由于数据不足，这里不能给出更精确的计算，我们仅按 2030 年节约能源和减少排放各 5%计算。这构成了绿色转型政策一个举足轻重的部分。

## 9.7 绿色转型政策的迭加效应

在这一节中我们合并计算上述五种改革和政策调整措施同时实施，对未来能源与环境影响的叠加效应。

首先，推进投资-消费结构再平衡的体制改革和政策调整，合理降低投资率、提高消费率各 10 个百分点，将使 2030 年能源消费总量和化石能源消费各减少 9.7%。其次，加速产业结构再平衡的政策调整，可以使 2030 年能源消费进一步减少 3.3%左右。第三，推进资源税改革和电价改革，在 2030 年将使化石能源消费减少 6.1%，但高碳化石能源（煤和石油）将减少 8.4%。第四，通过推进需求侧鼓励政策促进可再生能源发展，到 2030 年化石能源消费可减少 5.1%。此外，

大力发展城市和城际轨道交通，并全面推行更严格的强制性建筑节能标准，估计在 2030 年还将减少化石能源消费 5%-12%（这里仅按 5%计算）。

以上各项措施合计，扣除重合部分后，将至少导致 2030 年比常规情景减少能源消费总量 20%，从 62.6 亿吨标准煤减少到 50.1 亿吨标准煤。化石能源消费将减少 26%，即从 53 亿吨减少到 39.2 亿吨，减少化石能源消费接近 14 亿吨。高碳化石能源的减少幅度更大，可以减少 28%，从 45.8 亿吨减少到 33.0 亿吨。

随着化石能源消费减少，二氧化碳排放将从常规情景的 128 亿吨减少到 94 亿吨，减少 34 亿吨，减幅为 27%。主要大气污染物（包括二氧化硫、氮氧化物、总悬浮颗粒物和可吸入颗粒物等）的理论排放量（未扣除脱硫、脱硝、除尘等降污措施的计算排放量）将减少 28%左右。

表 9-2 和 9-3 分别显示了各绿色转型情景对能源消费总量和对化石能源消费变化的迭加效应。表 9-4 是各情景对二氧化碳排放相应影响的迭加效应。

**表 9-2 绿色转型政策对能源消费总量的迭加效应（亿吨标准煤）**

	2013	2020	2030	2040	2050
常规情景	37.5	48.7	62.6	73.4	81.2
投资消费结构再平衡	37.5	46.1	56.6	66.3	73.4
产业结构再平衡	37.5	45.4	54.7	63.5	70.0
资源税改革	37.5	44.5	52.8	61.4	67.9
轨道交通-建筑节能	37.5	43.7	50.1	56.3	60.0
合计减少能源消费	0.0	5.0	12.5	17.1	21.3
减少幅度，以常规情景为 100（%）	0.0%	10.3%	20.0%	23.3%	26.2%

**表 9-3 绿色转型政策对化石能源消费的迭加效应（亿吨标准煤）**

	2013	2020	2030	2040	2050
常规情景	33.8	42.8	53.0	59.6	63.4
投资消费结构再平衡	33.8	40.5	47.8	53.9	57.2
产业结构再平衡	33.8	39.9	46.2	51.6	54.6
资源税改革	33.8	38.5	43.5	48.6	51.5
能源结构调整	33.8	38.0	41.3	43.6	43.3
轨道交通-建筑节能	33.8	37.4	39.2	40.0	38.2
合计减少化石能源消费	0.0	5.5	13.8	19.7	25.1
减少幅度，以常规情景为 100（%）	0.0%	12.7%	26.0%	33.0%	39.7%

表 9-4 绿色转型政策对二氧化碳排放的迭加效应（亿吨）

	2013	2020	2030	2040	2050
常规情景	84.0	105.1	127.9	142.4	149.4
投资消费再平衡	84.0	99.5	115.5	128.6	134.9
产业结构再平衡	84.0	97.9	111.6	123.2	128.7
资源税改革	84.0	94.1	104.1	115.0	120.4
能源结构调整	84.0	92.8	98.8	103.1	101.0
轨道交通-建筑节能	84.0	91.3	93.8	94.5	89.2
合计减少二氧化碳排放	0.0	13.8	34.1	47.9	60.2
减少幅度，以常规情景为 100（%）	0.0%	13.1%	26.7%	33.6%	40.3%

根据以上模拟分析结果，各项绿色转型政策是否实施和是否落实到位，将对未来的能源消费、二氧化碳及污染物碳排放有非常大的影响。没有这些转型措施，化石能源消费量和二氧化碳排放量将持续上升，在 2050 年都不能达到峰值。在 2030 年，化石能源消费将达到 53 亿吨标准煤，2050 年超过 63 亿吨标准煤。二氧化碳排放在 2050 年将达到 150 亿吨。而且两者仍将继续上升。

如果上述这些绿色转型政策措施全部落实到位，那么中国化石能源消费量和二氧化碳排放量估计可在 2036-2037 年前后达到峰值（约为 40 亿吨标准煤），此后将迎来化石能源消费量和碳排放绝对下降的局面。其中，高碳化石能源消费达到峰值的时期有可能大大早于全部化石能源消费的峰值，有可能在 2019 年达到 33.6 亿吨的峰值。这是因为转型过程中扩大了相对清洁的天然气消费，减缓了煤炭和石油的消费。图 9-1 到图 9-3 显示了各情景的节能和减排效果。图 9-4 和图 9-5 显示了个情景二氧化硫和氮氧化物的减排效果。

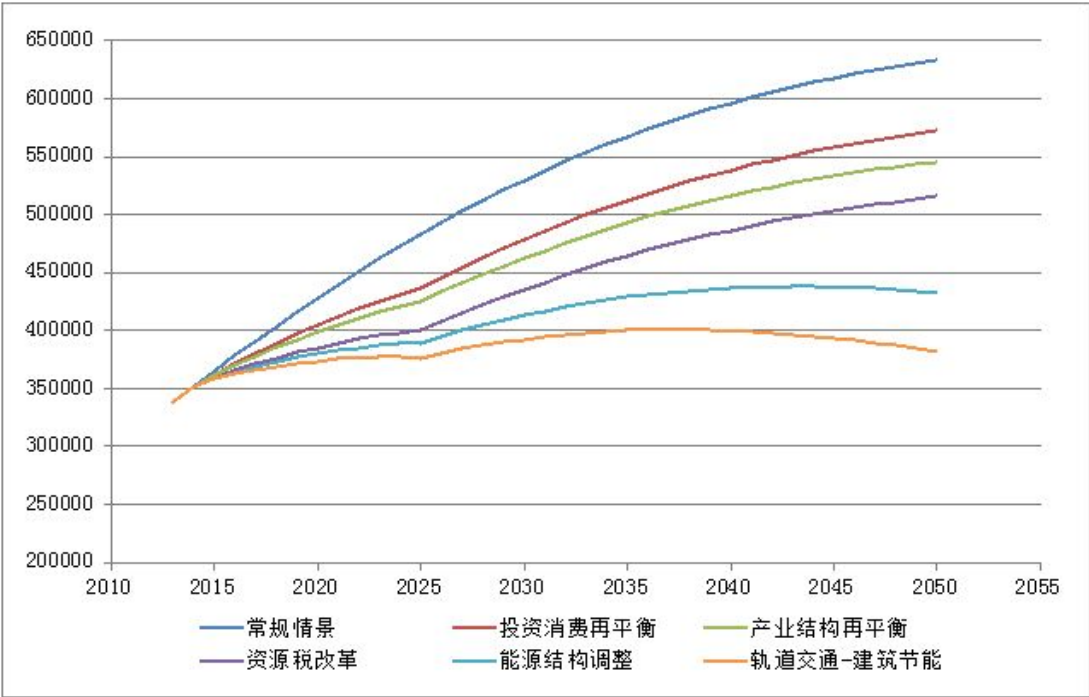


图 9-1 绿色转型政策对化石能源消费的迭加效应（万吨标准煤）

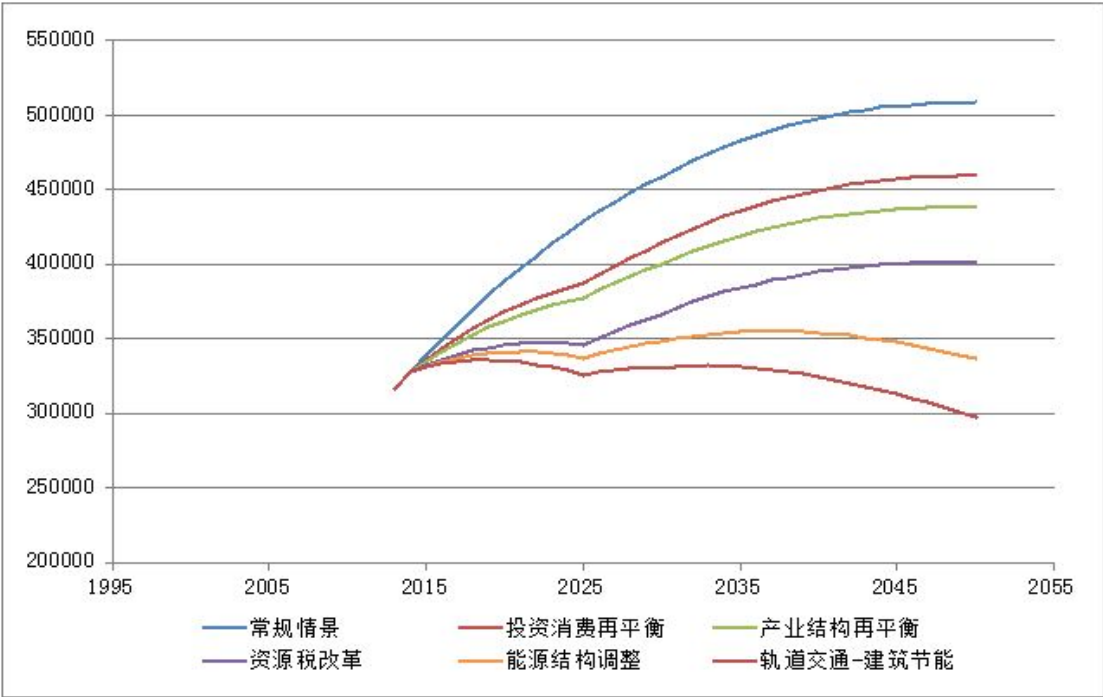


图 9-2 绿色转型政策对高碳化石能源消费的迭加效应（万吨标准煤）

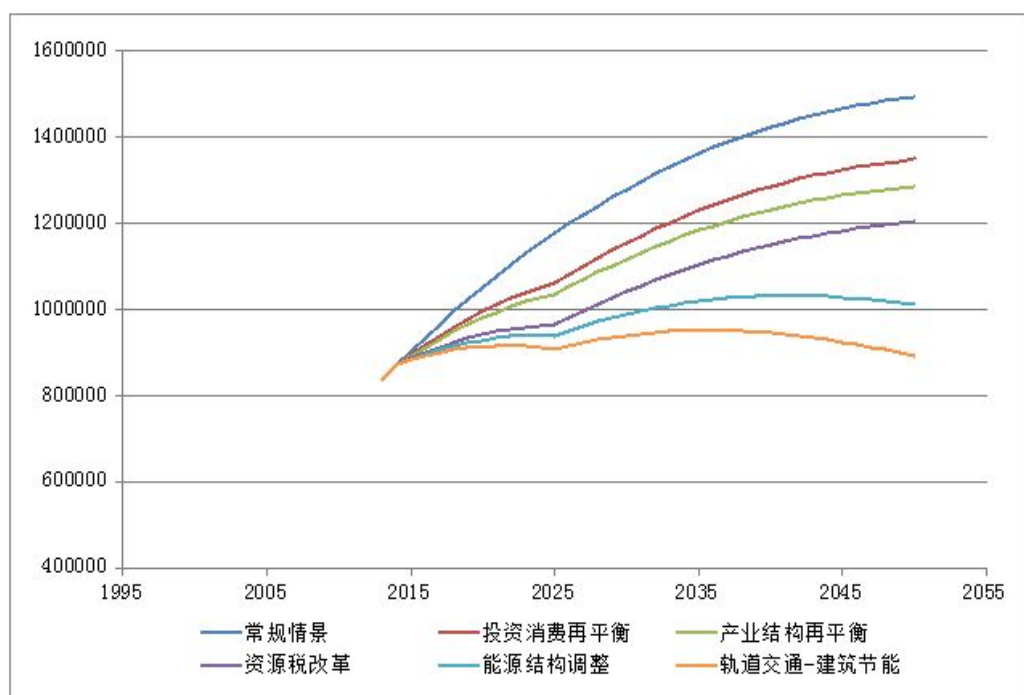


图 9-3 绿色转型政策对二氧化碳排放的迭加效应（万吨）

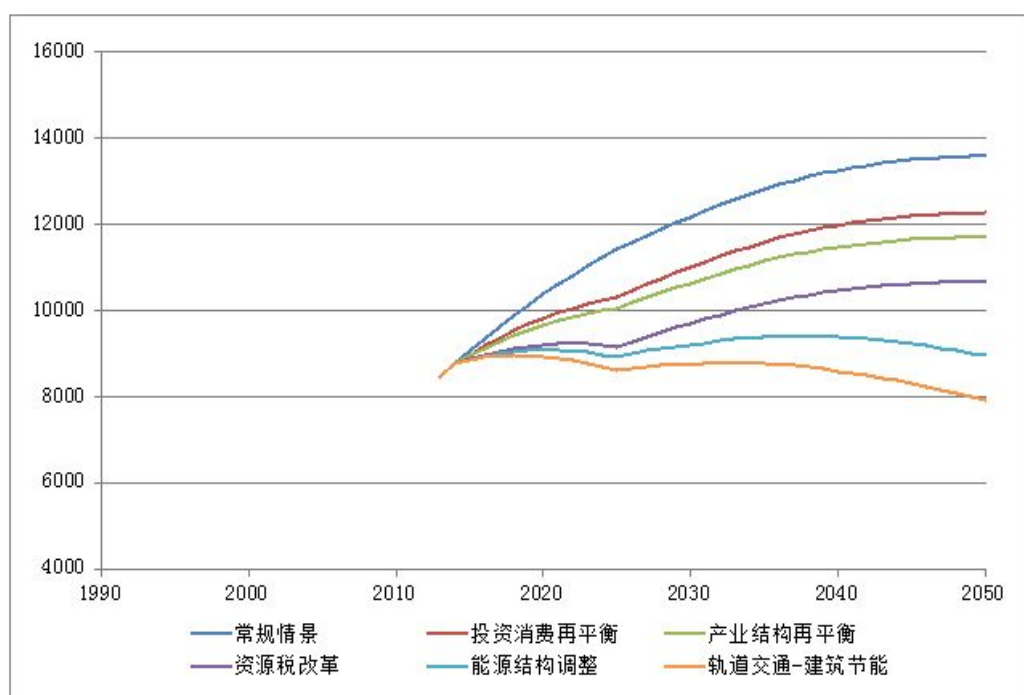


图 9-4 绿色转型政策对二氧化硫排放的迭加效应（万吨）



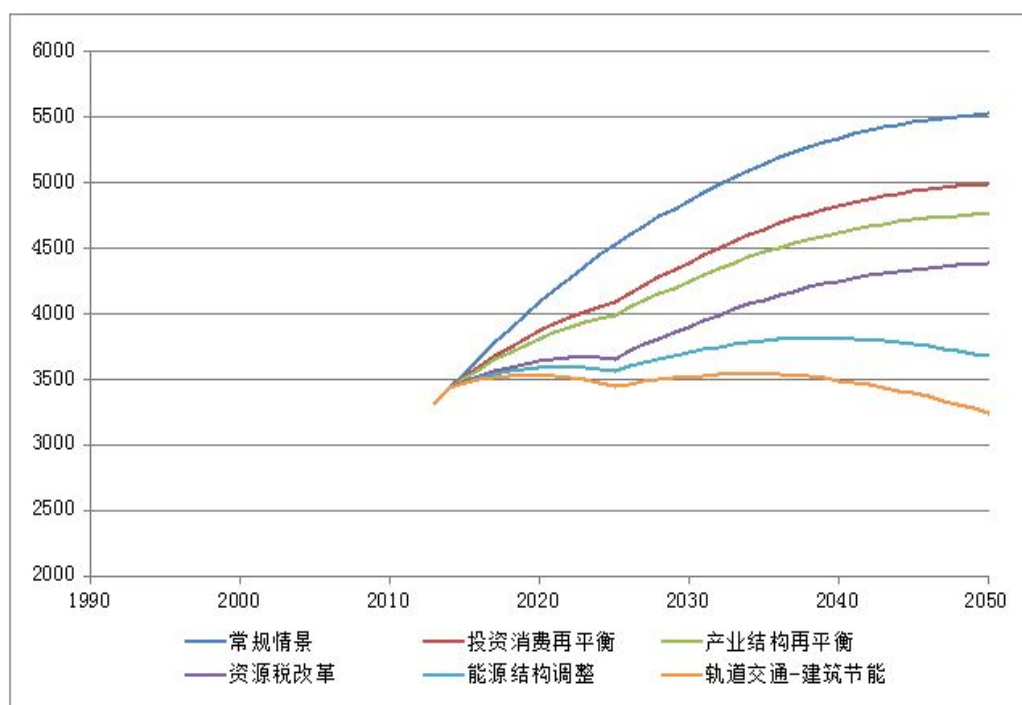


图 9-5 绿色转型政策对氮氧化物排放的迭加效应（万吨）

从图 9-1—图 9-5 可见，各情景中，化石能源消费、碳排放和污染物排放均在 2025 年左右出现一个拐点，在此后有轻微的反弹。这是因为我们假设投资-消费结构再平衡和资源税改革都将在未来 10 年左右的时间段进行，于 2025 年完成。因此 2025 年以后的一段时间内，转型力度可能变小。不过这种情况仅是一种理论假设，并不必然发生，因为此后还可能新的转型因素出现（例如因技术创新带来的节能减排等）。

此外还需要说明，这里所列的 5 种转型情景，并没有包括所有可能的转型措施，而只包括了几项重要的和可以量化的措施。不排除通过其他方面的努力和上述几方面的额外努力，进一步加快绿色转型的步伐，使化石能源消费、碳排放和污染排放绝对下降的阶段更早到来。

## 10 关于政策建议的总结性陈述

### 10.1 促进经济结构再平衡的政策调整

在过去十年里，中国的储蓄率和投资率分别上升至 GDP 的 50% 和 48%。由于过度投资产生的严重产能过剩、一部分公共基础设施的低利用率，以及能源消费加快、污染趋于严重的事实提示我们，在一定范围内降低投资增长率，将不仅不会放慢经济增长，而且会使增长更可持续，并减少资金和能源浪费，为节能减排、减少污染发挥重要作用。

我们的研究表明，消费占 GDP 比重每增加一个百分点，而对应的资本形成

占 GDP 比重每下降一个百分点，会使能源消费下降 0.97%。我们建议政府采取一系列制度改革和政策调整措施，促进消费率在 2025 年之前上升 10 个百分点，降低资本形成率 10 个百分点（均为占 GDP 的比重）来实现经济结构的再平衡。

同时，我国仍然存在工业比重过高，服务业过低的问题，这也是导致过度消耗能源和环境污染的原因之一。我们建议减少对服务业的准入限制，减少在土地供应、能源价格、税收等方面对工业的优惠政策，对不同产业实行同等待遇，促进产业结构的再平衡。

## 10.2 资源税和环境税

绿色转型需要一系列的政策工具组合，包括法律法规、行政控制、公众参与和媒体监督，以及经济激励和约束。到目前为止，中国政府主要依赖行政管制来应对环境恶化，而这一手段已经变得越来越低效，环境也表现出进一步恶化的趋势。因此，经济政策手段，如税收，补贴和定价机制，就有很大的发挥空间。

我们建议以下措施来全面推进资源税改革和相关的电价改革。第一，根据资源级差，对石油征收 10%-15% 的资源税（以 15% 税率为主）。同时对进口石油征收同等水平的资源税。天然气的资源税税率可以继续保持在 5%。对进口天然气可免征进口资源税。第二，对煤炭改征从价资源税，在 2025 年之前分三步将税率提高到 10%-15%（以 15% 为主），对进口煤炭征收同等水平的资源税。第三，改革电价形成机制。除限额内的居民用电和农业用电外，所有用电实行同电同价，提高到合理的市场价格水平，不再允许例外。

我们还建议对电力和汽车的消费征收环境税。电力税可以通过基于消费量分级定价征收；而汽车税可以根据汽车型号和发动机的功率所对应的排放量，而实行累进税制。部分资源税收入和所有的环境税收收入应该用于环境目的，而不是成为生产者利润的一部分。

## 10.3 可再生能源的需求方政策

我们需要需求方的政策以鼓励可再生能源的使用。政府应采取强有力的政策来提高可再生能源的发电能力，鼓励太阳能技术在所有的工业与民用建筑以及汽车中的应用。此外，新的法规和政策需要用于鼓励或强制新的绿色技术应用于城市设计和工业建筑。通过促进可再生能源的利用，应将非化石能源所占比重每年至少提高 0.7 个百分点，使之在 2030 年占到能源消费的 20% 以上。

## **10.4 发展轨道交通，推行建筑节能**

随着中国向高收入国家迈进，交通和建筑能耗，将逐渐替代工业能耗成为更大的能源消费部分。发达国家的经验说明，大规模发展城市和城际轨道交通系统，对改善环境意义重大。城市和城际轨道交通系统与私人汽车相比，具有十分显著的节能、减排和减少大气污染的效果。我们建议在这方面未雨绸缪，及早规划，大力发展城市和城际轨道交通系统，以减少私人汽车的使用。同时，全面实行和落实强制性建筑节能标准，对未来的能源节约也将具有重要的意义。

## **10.5 总量目标控制**

我们建议政府每年对能源及煤炭消费总量采取“全国总量目标控制”，以已经存在的“强度目标”为参考。定量指标应该比密度目标更加有约束力。随后，全国定量目标应分解到区域配额（补充某些行业配额），并且需要配套的行政措施和法律手段来支持这一实践。

## **10.6 扩展绿色金融**

政府的绿色金融政策对于鼓励金融机构将环境因素纳入自己的利润计算，因此将更多的金融资源配置到“绿色企业”而不是污染行业，是非常重要的。

应当引入金融行业的各种自律准则，例如有关其财务活动等，哪些行业向他们借钱，他们在哪里投资，如何使金融项目的环境影响折价的评价，以及如和共享生态友好型项目。

绿色企业应该成为所有行业企业社会责任（CSR）的重要组成部分。

此报告由“中国绿色转型进程评估与展望”课题组提供

# 附录 关于情景分析的说明

## 一. 总体方法的说明

本报告的各情景分析基于几种不同方法进行：以统计分析为基础的宏观经济预测方法、制度分析和经验分析方法、CGE 模型方法，并参考了若干国内外研究文献。CGE 模型方法的结果在方向上与其他方法得到的结果一致，证明各项促进绿色转型的政策都有助于减少化石能源消费和二氧化碳排放，并减少空气污染。但我们通过分析也发现 CGE 模型分析存在一些缺点，导致高估绿色转型的成本，低估绿色转型带来的收益：

1. 由于 CGE 模型对未来经济增长和能源消费的预测主要基于过去较长时期的经济与能源统计数据，对近期发生的趋势性变化（例如经济增长和能源消费增长放慢，可再生能源比重上升等）缺乏充分的反映，因此对未来的经济增长率、能源消费和碳排放估计偏高。这也导致其对一系列绿色转型政策的节能减排效果估计偏低。

2. 目前在中国经济中存在结构失衡（例如投资过度导致的产能过剩），这不仅导致过多的能源消费和排放，也降低了经济效率。我们建议的结构调整将不仅有利于绿色转型，也将有利于改善经济效率。而 CGE 模型事先假设经济处于总体均衡状态，不能充分反映结构调整对经济的积极作用。

3. 本报告所建议的若干政策调整需要以广泛的制度改革为基础，而这些制度因素超出了 CGE 模型的分析范围，在模型中只能将这些改革简化为个别变量的外部冲击，在模型中不可避免地表现为某些负面影响，导致过高估计调整成本。

经过对模型方法和统计分析方法两种结果的合理性比较分析，我们主要采纳了以统计分析方法为基础的情景分析结果，但合并了模型分析的一些有益部分。

## 二. 关于各情景的具体说明

### 1. 常规情景

常规情景中对未来经济增长率的预测考虑了 2010 年以后增长放慢的情况，以及过去 5-6 年间 GDP 的能源强度加速下降的情况（结构分析说明这些变化具有趋势性），因此向下调整了未来的能源消费预测，也参考了世界银行和国务院发展研究中心的报告《2030 年的中国》和其他一些文献的预测。以 2030 年为例，CGE 模型预测的常规情景下 GDP 为 161 万亿元，能源消费 82 亿吨标准煤，二氧化碳排放 157 亿吨；而我们基于统计分析得到的宏观经济预测结果是 GDP 总量 130

万亿元，能源消费 63 亿吨标准煤，碳排放 128 亿吨。我们认为前者偏高，采用了后一结果。

## 2. 投资-消费结构再平衡情景

该情景假设通过减少政府投资、增加公共服务和社会保障支出、改革财政和税收体制、改善收入分配、改革垄断性行业的分配制度、改革户籍制度等措施，到 2025 年使资本形成率下降 10 个百分点，消费率上升 10 个百分点。基于投入产出表的直接消耗系数计算和其他统计数据分析，并考虑到当前过度投资导致的产能过剩等低效率因素，得出这一调整将减少能源消费 9.7%，对经济增长的长期影响是正面的。而 CGE 模型的结果显示，这项调整在 2030 年只能部分实现（模型的反向自动调整会部分抵消这一结构调整），它将使能源消费减少 4%-7%，但 GDP 也会减少 2%-5%。这种情况来自 CGE 模型本身的某些局限，主要是不能充分反映当前经济失衡因素的消极影响，以及结构再平衡的积极影响。因此我们采纳了前一结果。

## 3. 产业结构再平衡情景

目前产业结构再平衡过程已在缓慢进行，但按照目前趋势，中国到 2030 年的产业结构将仍然停留在上中等收入国家的水平，服务业发展仍然相对欠缺。考虑到各级政府现行政策中仍然存在过度刺激工业发展和不利于服务业发展的因素，我们认为进一步加快产业结构调整在政策上是可行的。在该情景中，我们考虑的仅是适度加快结构调整，并根据我国的实际情况假定，未来较长时期我国工业比重仍将高于同等发展程度的国家。

## 4. 资源税改革情景

基于统计分析的预测结果同样比 CGE 模型分析结果更为积极，这主要是因为资源税除了通过价格因素产生直接节能减排的作用，还会产生清洁和可再生能源对化石能源的替代效应。而我们发现模型分析对这一效应估计不足。我们采纳了前一结果。在统计分析中，我们对供给价格弹性和需求价格弹性都采用了 0.35 的数值（文献中各种供给差别很大）。价格弹性越大，资源税节能减排的效果也越好，我们采用的结果仍有可能略偏保守。如果实际价格弹性更大，则节能减排效果还可能更显著。

## 5. 能源结构调整情景

统计显示能源结构调整已经取得了一定的进展，过去 6 年间非化石能源占能源消费比重已经上升了 3 个百分点。但是新能源的发展也遇到了一些瓶颈因素的

阻碍。我们认为通过需求侧政策的调整，可以减少这些阻碍，使未来一个时期非化石能源占比从每年上升 0.5 个百分点提高到 0.7 个百分点，从而增加对化石能源的替代。这一效应与资源税改革的替代效应互相不重合。

## 6. 城市和城际轨道交通及建筑节能

在这方面缺乏系统的数据，我们估计大规模发展城市和城际轨道交通及全面推行强制性建筑节能标准在 2030 年的节能效果是 5%-12%，这主要是基于发达国家和一些新兴工业化国家的经验做出的。在情景分析中我们实际采纳了 5%这一比较保守的计算。不排除实际效果更显著。