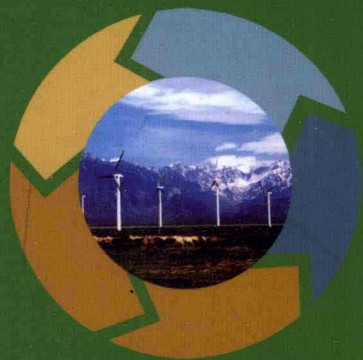


[illegible]

王伟 郭炜煜◎主 编



本书站在全球绿色发展和低碳发展的背景下,以支持绿色发展的能源政策为逻辑主线,从能源战略安全的角度,论述了中国能源政策发展的目标、中国低碳发展的路线图、中国能源贫困问题解决的政策和路径、中国低碳城市建设的政策选择以及中国智能电网建设的战略选择,并就中国能源国际合作的新道路进行了政策思考,从而得出了构建支持绿色发展的能源政策体系的基本结论。

中國經濟出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

中外能源政策研究中心前沿报告

低碳时代的中国能源发展政策研究

王 伟 郭炜煜 主 编



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

低碳时代的中国能源发展政策研究/王伟 郭炜煜主编.

北京:中国经济出版社,2011.1

ISBN 978-7-5136-0135-1

I. ①中… II. ①王… III. ①能源政策—研究报告—中国 IV. ①F426.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 166219 号

责任编辑 潘 静 林春艳

责任审读 李 博

责任印制 常 毅

封面设计 大象设计·邵士雷

出版发行 中国经济出版社

印 刷 者 北京市昌平区新兴胶印厂

经 销 者 各地新华书店

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 17.25

字 数 300 千字

版 次 2011 年 1 月第 1 版

印 次 2011 年 1 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5136-0135-1/F·8472

定 价 39.80 元

中国经济出版社 网址 www.economyph.com 社址 北京市西城区百万庄北街 3 号 邮编 100037

本版图书如存在印装质量问题,请与本社发行中心联系调换(联系电话:010-68319116)

版权所有 盗版必究(举报电话:010-68359418 010-68319282)

国家版权局反盗版举报中心(举报电话:12390)

服务热线:010-68344225 88386794

中外能源政策研究中心前沿报告

编 委 会

顾问：吴志功 刘吉臻

编委会主任：杨勇平

编委会副主任：张粒子

编 委：（按姓氏笔画排列）

王 伟	王学棉	刘恒伟	陈建国	范 立
周凤翱	杨京京	杨勇平	胡三高	郦 莉
郭炜煜	蔡利民	谭忠富	管清友	檀勤良
Kelly Sims Gallagher				

本书主编：王 伟 郭炜煜

本书获得

国家社科基金青年项目资金资助

北京市教育委员会专项资金资助

中央高校基本科研业务费专项资金资助

华北电力大学博士后科研资金资助

华北电力大学创新人才支持计划资金资助

总 序

毛泽东同志曾经深刻指出：“政策和策略是党的生命。”当前能源发展形势风云多变，能源政策已经成为能源可持续发展的生命线。随着气候变化问题的日益严峻和传统能源面临枯竭的趋势，各国都在以新的能源政策来挖掘传统能源的潜力，并着力寻找新的可替代能源技术，以利于从各个层面提高能源效率。从根本上说，一切能源政策都是提高能效的政策，其根本目的是找到清洁、经济、可持续、能效更高的能源类型。

据有关机构预测，目前世界可替代能源正以每年 25% 的速度增长，到 2030 年，可替代能源将占全球能源市场份额的 70%（2010 年 6 月 17 日《中国石化报》魏爱苗文章）。因此各国都积极行动起来，出台了一系列政策和措施，力争在可替代能源发展中占有一席之地。2010 年 3 月欧盟公布《能源政策》绿皮书，加强各成员国在绿色能源政策方面的合作与协调，使绿色能源成为欧盟未来能源安全战略发展的核心。

美国采取多项政策改善能源发展格局。2001 年 5 月，美国发布《国家能源政策》；2003 年 8 月，美国能源部发布《2025 年前能源部战略计划》；2005 年 8 月，美国颁布《能源政策法》；2007 年美国政府出台《清洁能源法》。2008 年奥巴马政府执政以来新能源领域被视为拉动新一轮美国经济增长的“发动机”，将能源投资重点集中在智能电网、节能增效和可再生能源开发利用方面，占其能源投资总额的 60%。

英国政府鼓励开发利用能源新技术、新产品。2003 年英国政府发布了《能源发展》白皮书，2004 年英国政府发布 10 年科技与创新投入框架（2004~2014）重要文件，目前清洁煤等低碳技术在英国成为重要研究

课题。

德国多种政策并举奖励能源科技创新。德国联邦经济与技术部国务秘书奥尔格·威廉近期发表题为《德国与能源问题》的讲话,指出:今后几十年德国将实施多种能源并举的政策,以混合能源模式均衡发展德国能源,并大力倡导可再生能源发展。

印度采取新政策全方位激励发展新能源。2008年4月印度召开第11届新能源和可再生能源五年计划会议,确立了新能源发展的基本目标、新能源激励政策、新能源管理部门、新能源技术开发政策、新能源国际合作与国家安全等内容。

新加坡更是从制度建设层面提高能源效率。2001年新加坡成立国家能源效率委员会,专门负责制造、建筑及运输等行业能源效率的提高及再生能源的利用等工作,把制定能源法规和标准作为提高能效的重要途径。

各国之所以大力发展清洁、绿色可替代能源,主要原因是都面临节能减排和传统能源枯竭的压力。随着这种压力的增长,低碳市场发展越来越迅速。据汇丰银行气候变化卓越中心负责人尼克·罗宾斯预测:2009年全球低碳能源市场规模大约为7400亿美元。而到2020年,其规模将会增长至1.5万亿美元(约合人民币10万亿元)至2.7万亿美元(约合人民币18万亿元)之间。保守预测其规模也会达到2.2万亿美元(约合人民币14.7万亿元)。从宏观经济角度而言,这意味着低碳能源市场将从2009年仅占全球GDP的1.3%增长到2020年的2.1%。而就市场增长而言,到2020年年均复合增长率将达到6.6%~12.5%之间。要想在这个市场中占据主动地位,必须政策先行,引导各种力量朝这个方向努力。

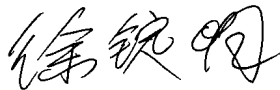
2009年11月25日,温家宝总理向世界宣布中国应对气候变暖的减排计划表,承诺到2020年时GDP二氧化碳排放强度将在2005年基础上降低40%~45%。完成这样的指标,对中国来讲,不仅需要优化产业结构,控制高耗能工业发展,减少和控制高耗能产品出口,还必须争取在2025年左右使中国工业的能源技术效率达到当时世界先进水平;在能源发展战略上必须大力发展使用可再生能源技术,如风力发电、水电要进一步大规模普及,光热发电、光伏发电技术要达到商业利用水平;大力发展核电,特别是着重第三代、第四代先进核电技术;在社会层面必须通过低碳教育,提高公众低碳意识,使低碳生活方式成为普遍行为。完成这样的指标,不仅

仅需要创新能源科技，还必须促进各项政策的综合配套创新。

从本质上来说，科技决定未来能源，而引导科技的则是政府政策。在替代能源发展过程中，到底哪一种能源占据主导地位，应该着力发展哪一种能源，它不取决于某个文件和某个指示，而是应该由技术论证决定行不行、环境测评决定上不上、市场验证决定用不用。政府在其中重要的作用是制定行业发展规划、完善行业政策和法规、编制产品标准、严格市场准入、加强市场监管、维护市场公平、确保能源安全，而发挥这样的作用，必须加强能源政策的系统化和跟踪研究。

近年来能源政策研究出现了可喜的现象，有利于政策的科学发展。华北电力大学中外能源政策研究中心的一批学者联合国内外一些有志于能源政策研究的中青年学者，从多角度观察能源领域的热点和难点问题，并致力于跟踪研究，定期出版研究报告，我作为能源领域的一名老兵，十分期待看到更多这类研究成果，是为序。

中华人民共和国国务院参事
国家能源专家咨询委员会主任



目 录

CONTENTS

总 序	徐锭明
-----------	-----

第一章 中国经济战略转型的低碳技术政策研究	1
------------------------------------	----------

1. 低碳经济战略研究的背景 / 1
2. 中国实施碳捕捉技术的关键领域 / 12
3. 促进中国碳捕捉与埋存发展的关键支撑技术 / 16
4. 中国低碳技术路线图 / 36
5. 结论与建议 / 40

第二章 低碳时代的能源安全战略政策研究	43
----------------------------------	-----------

1. 低碳经济的内涵及其发展必要性 / 43
2. 能源安全的含义及其研究维度 / 47
3. 能源安全发展的几点结论 / 59

第三章 中国能源管理和监管体制改革的思考	61
-----------------------------------	-----------

1. 中国目前能源管理和监管体制现状 / 62
2. 国际能源管理和监管体制现状及发展特点 / 70
3. 加快能源管理和监管体制改革的必要性 / 75
4. 中国能源管理和监管体制改革的思考 / 79

第四章 中国能源行业应对气候变化的多中心治理模式探索 85

1. 奥斯特罗姆的多中心气候变化治理设想 / 86
2. 多中心气候变化治理中的利益相关者组合 / 93
3. 多中心治理对我国能源行业应对气候变化的启示 / 107

第五章 中国能源贫困问题及其解决政策路径 123

1. 贫困与能源贫困 / 123
2. 国外能源贫困问题及其解决路径 / 132
3. 中国能源贫困问题现状及解决路径探索 / 148

第六章 低碳城市建设：国际经验与中国的政策选择 169

1. 全球气候变化与低碳城市的提出 / 172
2. 低碳城市建设的国际经验 / 177
3. 低碳城市建设在中国的实践案例 / 183
4. 中国低碳城市发展的政策选择 / 189

第七章 中国智能电网发展政策的战略思考 195

1. 国内外智能电网政策总述 / 196
2. 中国智能电网发展政策的现状与问题 / 213
3. 中国智能电网发展政策的战略思考 / 227

结 语 构建支持绿色发展的能源政策体系 235

1. 绿色发展的内涵 / 235
2. 能源政策与绿色发展 / 237
3. 完善能源政策体系，推动绿色发展 / 245

附 录 249

参考文献 253

后 记 257

图表目录

CONTENTS

- 图 1-1 中国能源消费情景 / 2
- 图 1-2 中国石油供需平衡 / 4
- 图 1-3 碳捕捉与埋存技术示意图 / 5
- 图 1-4 CCS: 主要的碳减排措施之一 / 6
- 图 1-5 IEA 全球 CCS 部署路线图 / 7
- 图 1-6 全球 CCS 项目 / 8
- 图 1-7 发达国家已具备低碳能源核心技术优势 / 9
- 图 1-8 CCS 成本 / 10
- 图 1-9 低碳技术路线图总体框架 / 11
- 图 1-10 中国分部门 CO₂ 排放 / 13
- 图 1-11 中国电力装机容量 / 13
- 图 1-12 全球钢铁行业 CO₂ 排放 (2007 年) / 14
- 图 1-13 煤炭发电技术发展趋势 / 16
- 图 1-14 中国煤炭发电技术里程碑 / 18
- 图 1-15 我国各省和直辖市已建、在建和拟建超 (超) 临界机组分布 / 19
- 图 1-16 IGCC 原理图 (完全整体化, 有氮气回注) / 20
- 图 1-17 多联产系统概念图 / 23
- 图 1-18 高炉炼铁示意图 / 24
- 图 1-19 熔融还原炼铁概念图 / 26
- 图 1-20 高炉炼铁和直接还原炼铁概念图 / 27

- 图 1-21 基于氧气高炉的多联产系统示意图 / 29
- 图 1-22 基于直接还原的多联产系统示意图 / 30
- 图 1-23 基于熔融还原的多联产系统示意图 / 31
- 图 1-24 水泥生产过程示意图 / 32
- 图 1-25 水泥窑炉内富氧燃烧技术 / 33
- 图 1-26 合成氨和甲醇生产过程 / 34
- 图 1-27 煤气化技术是重大共性技术 / 34
- 图 1-28 煤气化使能源供应多元化 / 37
- 图 1-29 中国低碳技术发展路线图 / 38
- 图 2-1 2009 年我国能源消费结构 / 51
- 图 4-1 哈丁的牧人博弈 (一) / 88
- 图 4-2 完全信息的政府治理的博弈 (二) / 89
- 图 4-3 不完全信息的政府治理的博弈 (三) / 89
- 图 4-4 完全信息与不完全信息的政府治理临界点 / 90
- 图 4-5 自筹资金的合约实施博弈模型 / 91
- 图 4-6 碳市场构成及分类 / 98
- 图 4-7 自愿碳市场 1989 ~ 2008 年碳交易量柱状图 / 100
- 图 4-8 自愿碳市场交易实现途径 / 102
- 图 4-9 基于项目的减排示意图 / 102
- 图 4-10 碳抵消项目分类 / 103
- 图 4-11 企业参与自愿碳市场的“效益再分配”简图 / 120
- 图 5-1 能源和其他贫困因素之间的关系 / 129
- 图 5-2 2002 年人均电力消费与人类发展指数之间的关系 / 130
- 图 5-3 2002 年人均电力消费与教育指数之间的关系 / 131
- 图 5-4 欧洲家庭能源贫困数据统计图 / 138
- 图 5-5 英国能源贫困家庭数量 (1996 ~ 2005) / 144
- 图 5-6 “光明工程”实施框图 / 153
- 图 6-1 日本低碳社会规划 / 180
- 图 7-1 美国“GRID 2030”电网远景图 / 201
- 表 1-1 工业过程排放气体的性质 / 12

表 1-2	我国不同发电技术造价 / 17
表 1-3	煤炭发电技术 / 18
表 1-4	百万千瓦级超超临界技术来源 / 20
表 2-1	低碳影响下的能源战略和能源安全维度 / 49
表 3-1	国际社会主要能源管理模式 / 70
表 4-1	以 CDM 为标杆对自愿碳市场标准的比较 / 105
表 5-1	2000 年世界和各地区的电力使用情况 / 132
表 5-2	发展中国家生物质能需求的预测 / 133
表 5-3	发展中国家依靠生物质能做饭和取暖的人口数 / 134
表 5-4	部分非洲国家的电力消费 / 136
表 5-5	印度可再生能源技术状况 (截至 2000 年 4 月) / 141
表 5-6	英格兰地区能源贫困家庭数量 (1996 ~ 2005) / 144
表 5-7	2000 ~ 2005 年农村生活用能消费量 / 151
表 5-8	2000 ~ 2005 年农村传统生物质能的比例 / 151
表 5-9	按主要使用的炊事能源类型划分的农村住户构成 / 152
表 5-10	户用电量估算表 / 154
表 5-11	光明工程基本系统配置表 / 155
表 5-12	用户系统预计价格 / 155
表 5-13	村落系统和主要部件价格 / 155
表 5-14	独立站点系统和主要部件价格 / 156
表 6-1	全球主要温室气体浓度及 WMO - GAW 监测的 全球温室气体趋势 / 173
表 6-2	国内专家关于低碳城市的理解 / 174
表 6-3	同低碳城市发展相关的概念辨析 / 175
表 6-4	英国低碳城市建设采取的行动 / 177
表 6-5	伦敦应对气候变化建设低碳城市的主要手段 / 178
表 6-6	国外低碳城市建设的实践总结 / 181
表 6-7	发达国家低碳政策工具主要类型 / 182
表 6-8	国外发展低碳经济的文件、法案一览表 / 183
表 6-9	中国低碳城市建设的实践总结 / 188
表 7-1	与发展智能电网相关的国家政策汇总 / 216

中国经济战略转型的低碳技术政策研究

当前，中国在能源与环境领域面临三个基本事实：（1）能源消费将长期以煤为主；（2）石油供应日趋紧张；（3）二氧化碳（CO₂）排放总量已居全球第一，并仍将持续增长。基于这三项基本事实，中国发展低碳经济必须要在战略上回答两个基本问题：（1）在应对全球气候变化的背景下，如何利用好储量相对比较丰富但却高碳的煤炭资源？（2）如何采取有效措施增加国内的油品供应，以强化中国的石油安全？到目前为止，尚没有发现存在任何单一的技术方案能够全面满足实现能源安全、环境保护以及温室气体减排的需求，而是需要一套组合方案。CO₂ 捕捉与埋存技术（CCS）被广泛认为是目前唯一能够大规模减少由于化石能源利用而导致的 CO₂ 排放的前沿技术，它有可能在强化能源安全和保护环境两个方面实现双赢。本文尝试从 CCS 入手，分析并回答上述两个基本问题，并提出适合于中国国情的低碳技术路线图。作者特别强调，即使不考虑加装 CCS，本文提出的低碳技术路线图也具有极佳的经济和环境效益。

① 低碳经济战略研究的背景

1.1 低碳技术战略研究的三个前提事实

从事低碳能源战略研究需要有一个基本出发点，这个出发点我们定位在中国能源与环境发展领域的三个基本事实，它们是：

(1) 煤炭在将来很长一段时间内仍将是中国的主要能源

到目前为止,几乎所有关于中国未来能源消费的研究都表明,煤炭在未来几十年仍将主导中国的能源消费结构^①。2009年,煤炭占中国能源消费总量的70%,其探明储量约占中国全部化石能源探明储量的93%^②。图1-1是关于中国未来能源消费的情景分析结果^③。参考情景下,即使到2050年,煤炭仍将占能源消费总量的40%左右。并且,从2006年到2050年,中国每年煤炭消费的总量合计约为800亿吨标准煤(2009年中国能源消费总量为31亿吨标准煤,煤炭消费总量为22亿吨标准煤^④)。

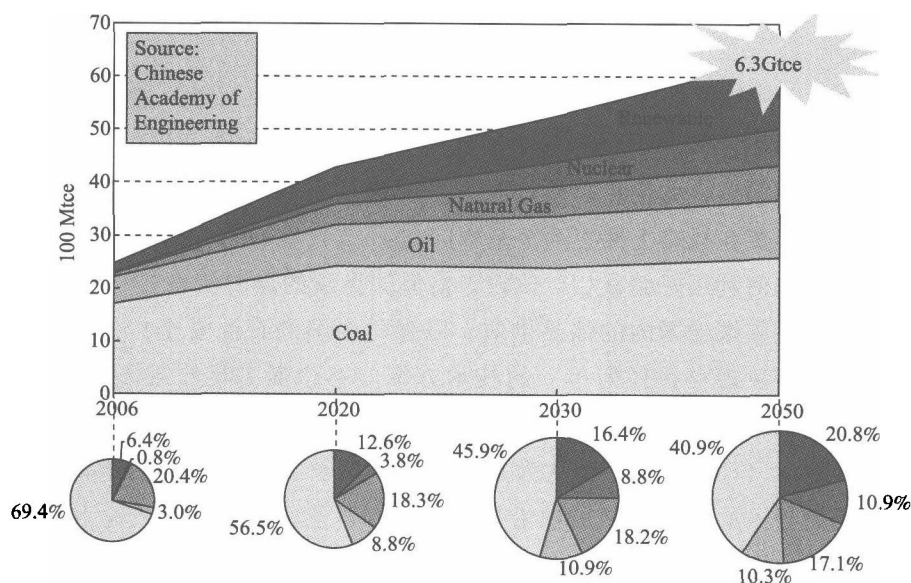


图 1-1 中国能源消费情景

煤炭的利用已引起严重的生态和环境污染问题：一是煤炭直接燃烧可导致常规污染物的大量排放。目前，70%~80%以上的SO₂、NO_x、汞和颗粒物等都是由于煤炭直接燃烧所引起的；二是煤炭利用会排放大量的CO₂。

① 倪维斗. 我国的能源现状与战略对策 [N/OL]. 科技日报, 2007-01-26. International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook 2007: China and India Insights [R].

② 国家统计局. 中华人民共和国 2009 年国民经济和社会发展统计公报 [R]. 2010; BP. BP Statistical Review of World Energy [R]. 2010.

③ 倪维斗. 以煤气化为核心的多联产系统 [R]. 中国化石能源清洁利用技术论坛, 2009.

④ 国家统计局. 中华人民共和国 2009 年国民经济和社会发展统计公报 [R]. 2010.

国际能源署 (IEA) 的研究表明: 参考情景下, 即使到 2030 年, 中国与能源相关的二氧化碳 (CO_2) 排放总量的约 80% 仍将来源于煤炭的利用^①。因此, 中国要发展低碳经济, 面临的首要问题就是要解决储量相对比较丰富但又高碳的煤炭资源如何清洁、低碳利用的问题。

(2) 中国面临日益严峻的石油供应安全问题

自从 1978 年实行改革开放以来, 中国经济的发展成就举世瞩目, 其国内生产总值 (GDP) 保持了年均约 10% 的增速。中国在 2010 年第二季度超过日本成为世界第二大经济体 (日本第二季度的 GDP 总值为 1.28 万亿美元, 中国第二季度的 GDP 为 1.33 万亿美元)^②。中国主要依靠国内的资源保障了绝大部分的能源供应。2005 年, 中国总的能源依存度 (能源消费总量除以一次能源供应总量的百分比) 为 96%, 这大约比经合组织国家 (OECD) 高出 30 个百分点^③。

中国的能源安全问题集中体现为石油供应安全问题 (图 1-2)。在 20 世纪 80 年代末, 中国还是欧佩克之外最大的石油出口国, 可是从 90 年代开始, 经济的持续高速发展带动了石油消费量的急剧上升。1993 年原油进口量超过了原油出口量, 在数量上成为净进口国。此后, 我国石油净进口量逐步增加。根据海关总署公布的数据, 2009 年我国进口原油 2.0379 亿吨 (净购买量达 1.987 亿吨), 比 2008 年的 1.7889 亿吨增长 13.9%, 原油对外依存度达到 51.3%^④。图 1-2 是 IEA 关于中国未来石油供需平衡的分析^⑤。参考情景下, 中国的石油净进口量预计将在 2010 年猛增至 510 万桶/日 (1 吨 = 7.33 桶), 2015 年和 2030 年将分别增至 710 万桶/日和 1310 万桶/日。到 2030 年, 中国的进口量将与欧盟持平, 石油进口依存度将从目前的 50% 左右增至约 80%。

(3) 中国目前已成为全球最大的 CO_2 排放国, 未来排放总量仍将持续上升。

在严峻的常规污染物减排形势下, 近年来中国又开始面临日益紧迫的温室气体减排问题。尽管中国已成为全球第二大经济体, 但中国的人均 GDP 只

① International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook 2007: China and India Insights [R].

② 数据显示中国超过日本成为全球第二大经济体 [N]. 新闻晚报, 2010-08-16.

③ 国家统计局工业交通统计司等. 中国能源统计年鉴 2007 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008.

④ 海关总署. <http://www.customs.gov.cn/publish/portal0/>.

⑤ International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook 2007: China and India Insights [R].

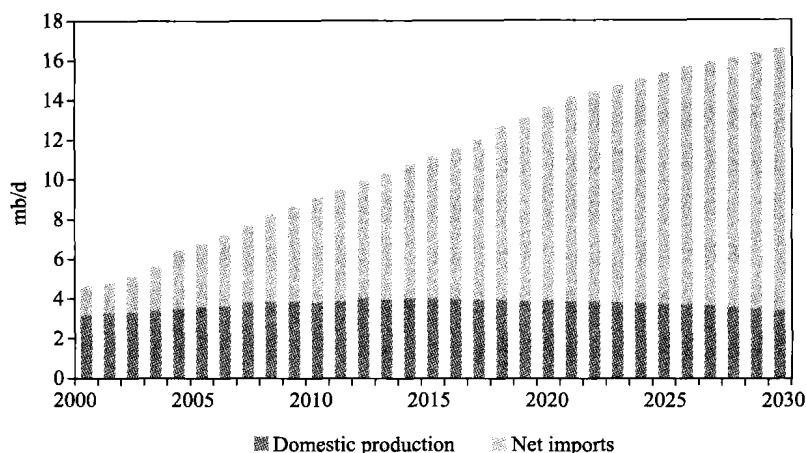


图 1-2 中国石油供需平衡

有 3 800 美元，在全球排在第 105 位左右。按联合国一天消费一美元的贫困标准，中国还有 1.5 亿人处于贫困线以下。即使按照中国人均收入 1 300 元贫困标准线，还有 4 000 多万人没有脱贫^①。目前中国正处于快速城市化、工业化的过程之中。从 2000 年到 2009 年，中国城镇化率由 36.2% 提高到 46.6%，年均提高约 1.2 个百分点^②。未来越来越多的人要走向城市，逐步过上现代化的生活。如不发生大的经济波动的话，中国 CO₂ 排放总量在未来较长一段时间内只会增加，不可能降低。参考情景下，因为全球对化石燃料的需求增长，一直到 2030 年，全球与能源相关的 CO₂ 排放总量将会持续快速增长。当前，全球 CO₂ 的排放总量已经从 1990 年的 209 亿吨增长到了 2007 年的 288 亿吨，预计到 2020 年还会增长到 345 亿吨和 2030 年的 402 亿吨。预计到 2030 年，能源相关 CO₂ 排放的所有增长都会来自于非 OECD 国家。并且，这其中增量的一半以上来自于中国^③。

1.2 碳捕捉与埋存 (CCS) 技术

基于以上三个基本事实，研究中国低碳能源战略，需要首先回答以下

① 胡笑红. 商务部谈 GDP 超日：1.5 亿人收入低于国际贫困线 [N]. 京华时报，2010-08-18.

② 潘家华，魏后凯. 中国城市发展报告 [M]. 北京：社会科学文献出版社，2010.

③ IEA. World Energy Outlook 2009 [R].