

第二章 中国发展低碳经济途径研究

气候变化是人类发展的主要挑战之一，这一观点如今已经被广泛接受。在全球层面，这个科学上的共识正在推动走向温室气体减排和向低碳经济转型的全球性行动。一些发达国家的社会经济政策已经朝着低碳发展的方向开始了切实而持续的转变。与贸易相关的温室气体排放在未来几十年中也将受到越来越严格的监控，这对于依赖出口导向型增长的新兴经济体来说尤为突出。全球经济和贸易模式正发生着结构性变化。换句话说，一种新的经济发展模式正逐步显现。

中国的自然灾害频繁，再加上越来越多的与气候相关的自然灾害，不仅会带来生态和经济上的损失，而且还会威胁到中国的国内社会稳定。持续快速发展的工业化和城市化，再加上以煤炭为主的能源结构（至少在短期内如此）给中国的资源和环境带来了巨大的压力。对进口石油的依赖不仅增加了经济发展的不确定性，而且恶化了能源安全状况。随着全球经济不平衡所导致的金融危机，中国经济增长模式也面临着前所未有的挑战。

在这一背景下，中国要实现各项发展目标，解决存在的问题，走低碳经济是一条必经之路。发展低碳经济对于转变发展方式、实现结构调整、提升技术创新能力、增强可持续发展能力具有十分重要的战略意义。近年来，中国制定的节能减排政策对于促进低碳经济发展亦十分重要。展望未来，中国将从发展低碳经济、转变经济发展模式中获益。全球向低碳经济转型，为中国这一发展中大国提供了新的增长机会和实现跨越发展的历史机遇，如果积极应对，中国有可能成为全球快速增长的低碳技术市场的供应者，占领全球竞争的制高点。

一、全球经济向低碳经济转型

我们把“低碳经济”界定为：一个新的经济、技术和社会体系，与传统经济体系相比在生产和消费中能够节省能源，减少温室气体排放，同时还能保持经济和社会发展的势头。

这个定义主要基于以下三条原则：

（1）通过基础设施的技术性和其他方式的创新和改变，以及行为方式的改变，使

经济增长逐渐与温室气体和其他污染排放脱钩。

(2) 当前中国还处于工业化和城市化的发展阶段,“低碳经济”^①不是一个绝对而是相对的概念。与维持现状相比,低碳经济下单位产出排放量的下降速度要更快。

(3) 低碳经济可以实现诸多关键的发展目标,包括长期经济增长、创造就业和经济机会、减少资源消耗与增强技术创新。

如果要避免气候变化的威胁,必须把全球气温上升控制在比前工业时代高 2℃ 的范围内。要实现这个目标,全球排放必须在未来十年左右达到峰值后,在 2050 年之前减少到目前的 1/2。为了实现这个目标,必须大力发展近零排放的能源体系,并逐渐推广到全球各地。不同的发展状况意味着各国通向低碳经济的道路也各不相同,这份报告的目的不是给中国的绝对减排提供具体建议,而是集中讨论减少能源消耗和碳排放强度的途径和措施。

转型成本是决策者十分关心的问题。实际上,降低二氧化碳排放的总成本极有可能比预期的要低。许多部门,比如工业和民用节能领域、清洁能源领域,技术已经成熟,减排的技术成本较低,甚至因节能减少能源花费而出现“负成本”。不同研究在成本估算上存在较大差异,部分原因在于新技术开发成本的不确定以及收益的计算取决于大幅波动的石油价格。麦肯锡的二氧化碳减排曲线^②等一些估算指出,到 2030 年之前可以实现的 36 Gt 二氧化碳减排潜力当中,有 1/3 将通过“负成本”(换言之,就是即使不考虑环境效益,也会有净收益)的方式实现。麦肯锡还估算出,到 2050 年总的气候减缓成本为全球 GDP 的 0.6%~1.4%^③。之所以产生“负成本”,主要是因为能效的提高。斯特恩报告中对各种成本估算进行了概括,总的来看,到 2030 年要实现温室气体浓度的稳定目标,避免最坏的气候变化结果,全球减排总成本相当于世界 GDP 的一 3.9%~3.4% (负数表示净收益)^④。

对于低碳经济的未来,人们越来越关注转型所带来的潜在经济、社会和政治效益,而不是其成本。最近的一项研究估计,仅仅中国每年所需的低碳技术投资就有 250 亿美元^⑤。到 2050 年,全球低碳产品的价值每年至少会有 5 000 亿美元(斯特恩报告)^⑥。根据国际能源机构(以下简称 IEA)的估计,要把二氧化碳体积分数控制在 450×10^{-6} 以下,投资必须比“趋势照常”情景增加 18%,到 2050 年平均每年要增加 1 万亿美元^⑦。

在全球层面上,向低碳经济转型不再是一个选择而是必需的。价格和供应的波动促使资源必须得到更有效的利用。全球油气供应的紧张和气候减缓行动的紧迫共同刺

① “低碳”是“低温室气体”的简称——二氧化碳是全球变暖的主要因素,但其他温室气体的作用也不能被忽视。

② McKinsey & Co. Pathways to a Low Carbon Economy: Version 2 of the Global GHG Abatement Cost Curve.

③ McKinsey Global Institute. The Carbon Productivity Challenge: Curbing Climate Change and Sustaining Economic Growth. 2008.

④ Stern Review. The Economics of Climate Change. table 10.1.

⑤ Guiyang Zhuang. Low Carbon Economy: No Alternatives Left for China. Chinese Academy of Social Science, May, 2007.

⑥ HM Treasury, Stern Review: The Economics of Climate Change. Executive Summary, 2006.

⑦ IEA. Energy Technology Perspectives 2008. International Energy Agency. 2008.

激了新技术的发展。

随着关于气候相关科学的发现越来越为人们所接受，今天的问题已经不再是是否需要低碳转型，而是转型速度能有多快、幅度有多大。低碳经济不仅是一条走出当前经济危机的有效途径，而且对保障中长期持续增长来说也是一个可行的办法。与传统部门的投资风险相比，低碳产品和服务投资机会的优势会更加明显。由国际绿色和平组织和欧洲可再生能源理事会研究指出，到 2030 年通过增加可再生能源的利用，全球电力行业将净增 200 万个就业机会^①。

如瑞典的案例（如图 2-1 所示），有可能实现经济增长与温室气体排放的脱钩，尽管目前没有几个发达国家可以达到瑞典的水平。

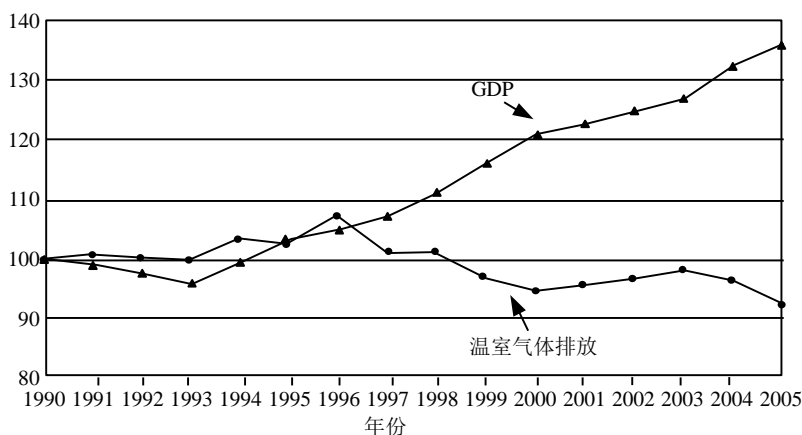


图 2-1 瑞典 GDP 增长与温室气体减排

（1）避免未来高成本。从经济角度来看，向低碳经济的转型是紧迫的。上文中提到，转型的宏观经济成本是可控的。另外，斯特恩报告认为，如果无所作为，气候变化的损失将在 GDP 的 5%~20%：相当于两次世界大战和大萧条损失的总和。如果要了解气候变化的严重性，只要看看极端天气事件引起的损失就足够了。2005 年，气候相关灾害引起的全球经济损失达到空前的 1 850 亿美元。联合国预测，到 2040 年，灾害天气引起的损失每年将达到 3 万亿美元，占当前全球 GDP 的 3%^②。举例来说，2005 年宁夏回族自治区的大旱造成大约 12.7 亿元人民币的损失，相当于宁夏 GDP 的 2%，28.9 万 hm² 粮食受灾^③。

① European Renewable Energy Council, Greenpeace International. Working for the Climate, Renewable Energy and the Green Job Revolution. August 2009.

② Daniel Wallis. Disasters losses may top \$1 trillion/yr by 2040-UN'. Reuters, 2006-11-14.

③ Ministry of Civil Affairs in Ningxia. See: Li Yue, Wu Yanjuan, Conway, D., Preston, F., Lin Erda, Zhang Jisheng, Wang Taoming, Jia Yi, Gao Qingzhu, Shifeng, Ju Hui. 2008. Climate and Livelihoods in Rural Ningxia: Final Report. AEA Group. 26pp. www.china-climate-adapt.org.

(2) 避免碳锁定。碳“锁定”^①的含义是：由于经济规模巨大，一个国家基于化石燃料的技术和制度基础具有极大的惯性。荷兰环境评估机构的研究表明，排放峰值后推 10 年，每年的最大减排幅度就要扩大 1 倍，从现在开始行动的 2.5% 上升到 5%。这样成本就会大大增加，因为今后 10 年修建的高碳基础设施和设备在经济寿命还没到期的时候就必须报废^②。

我们在未来 10~15 年中的决策将决定是否能够出现一个气候安全的未来。无论在公共交通、城市规划、建筑标准还是主要工业投资的决策上，“锁定”都同样重要。碳锁定还会严重阻碍自身竞争力的发挥，事后弥补错误决策的代价将十分巨大。

(3) 保障能源安全。实现能源安全是中国发展低碳经济的主要驱动力。能源结构多元化和提高终端能效等政策都是确保能源安全所必需的，也大大促进了向低碳经济的转变。用单位 GDP 能耗来衡量，中国的能效只有欧盟的 1/4。为了应对能源安全和气候变化的挑战，中国可以在继续强调提高能效的同时，在电力和交通部门加大对低碳技术的投入，以减少对化石燃料的依赖。

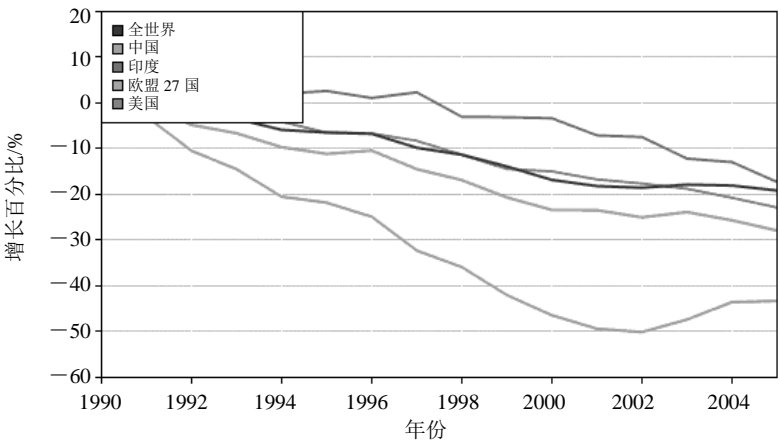


图 2-2 全球主要国家二氧化碳强度的变化趋势

(4) 改变国际贸易格局。贸易和投资可以通过新的市场激励帮助全世界实现向低碳经济转型。贸易和投资还能帮助各国更好地利用比较优势，从而进一步降低成本和价格。尽管全球贸易带来了巨大的收益，但与贸易相关的二氧化碳排放在不久的将来似乎要受到越来越严格的监控。这个问题对依赖出口导向型增长的新兴国家来说尤为严重。许多美国立法者赞同和拥护对那些来自发展中国家、未采取相应措施来限制温室气体排放的商品征收碳关税。这种观点也得到许多欧洲政府和立法者的赞同。

① Unruh G.C. 2000. Understanding carbon lock-in. Energy Policy, 2000 (28) : 817-830.
② MNP. 2005. Meeting the EU 2℃ climate target: global and regional emissions implications: M.G.J. den Elzen, M. einshausen, Netherlands Environmental Assessment Agency, 2005.

表 2-1 显示了发达和发展中国家所采取的一系列行动，包括制定温室气体减排目标或为本国设置排放上限。所有这些政策和相关的减排行动（主体包括政府、产业界和消费者）都重新界定了出口国家的计算方法。为了保证人类长远的生存环境，在这个碳限制越来越严格的世界里，出口国应该关注这些新动态。

表 2-1 各国为低碳经济采取的战略行动

国家和地区	行动
澳大利亚	从 2011 年 7 月 1 日起实施名为“减少碳污染计划”的限额与交易机制，承诺到 2020 年在 2000 年的基础上实现 25% 的减排（等待 UNFCCC 的后京都协议）
巴西	执行一项“国家能效政策”，到 2030 年实现 1 060 亿 kW·h/a 的节能目标，相当于当年减少碳排放 3 000 万 t
哥斯达黎加	宣称到 2021 年实现碳中和
法国	如果其他国家采取相同的措施，到 2050 年将减排 75%~80%（带有附加条件的目标）
英国	2008 年的气候变化法案要求有一个独立的专家委员会制定具有法律约束力的五年碳预算。该法案要求通过英国和国外的行动到 2050 年实现至少 80% 的减排。2020 年在 1990 年的基础上减排 34%，如果能够达成全球气候变化协议的话，这一目标将上调到 42%。英国还承诺不新建没有碳捕获和存储技术的燃煤电厂，以实现 25% 碳捕获的目标，到 2025 年实现 100% 的碳捕获
墨西哥	计划到 2012 年建立一个限额与交易的国内机制，减少特定产业部门（水泥和炼油等）的排放。政府还承诺到 2050 年在 2002 年的基础上减排 50%
挪威	目标是到 2030 年实现碳中和。已经投入 1.4 亿欧元在选定的欧盟成员国实施为期 5 年的碳捕获和存储项目
南非	制定了最迟在 2020—2025 年把温室气体增速降低一半的计划。采取各种经济 and 政策措施，逐步使排放趋于稳定乃至减少
瑞典	2000 年，瑞典讨论了一个到 2050 年在 1990 年的基础上减排 50% 的目标。瑞典政府表示该国应该采取国际行动，把温室气体体积分数稳定在 550×10^{-6} 水平以下。到 2050 年应该把瑞典的人均排放降低到 4.5 t 二氧化碳当量以下。然而与当前的排放水平相比，这仅仅实现了 40% 的减排。2008 年度预算中包括 70 亿克朗，用于 2009—2011 年的气候和能源行动
美国	美国政府提出到 2020 年在 2005 年的基础上实现 14%~15% 的减排。《瓦克斯曼—马凯气候变化议案》（已经得到众院批准，正在接受参院审议）呼吁建立一个绝对上限，可以覆盖 85% 的美国经济，到 2020 年在 2005 年的基础上减排 17%，到 2050 年减排 80%。该议案要求电力公共事业部门到 2020 年要利用可再生能源和能效方式满足 15% 的能源需求，到 2025 年对清洁能源技术和能效的新投资达到 900 亿美元
日本	日本首相鸠山由纪夫提出新的减排目标，到 2020 年在 1990 年的基础上将减排 25%，这会给其他减排大国增加很大的压力
欧盟	承诺到 2020 年在 1990 年的基础上减排 30%（等 UNFCCC 的后京都协议达成后）。2007 年的欧盟气候和能源一揽子政策又制定了 3 个 2020 年要达成的目标：能源消费量在先前预期基础上减少 20%；可再生能源在总能源消费中的比例提高到 20%；从可持续生产的生物燃料中获取的汽油和柴油比例提高到 10%

二、中国发展低碳经济十分必要和紧迫

（一）低碳经济与中国科学发展的理念一致

低碳发展对中国来说是最佳途径，它能够造就一个既富有创造性又繁荣昌盛的社会，充分体现积极倡导的科学发展观，有助于建设资源节约型、环境友好型社会和发展循环经济。努力维持安全的气候符合中国构建和谐社会的精神，并且与中国目前进行的节能环保努力相一致。低碳经济为中国正在积极探索的转变经济发展模式和新型工业化提供了一条路径。

经过改革开放 30 余年的快速发展，中国经济迅速腾飞，目前已成为世界第三大经济体和第三大出口国，其经济地位有可能在近期进一步提升，工业化和城市化仍处在快速发展中，并且还将持续 20 年以上的时间。但是，中国经济也面临着一系列挑战，突出表现在：可持续发展能力不强，资源环境压力加大，面临着应对气候变化的新挑战；产业结构不合理，自主创新能力不足；传统的低成本比较优势明显削弱，亟待形成新的优势。特别是金融危机后，出口驱动型的中国经济承受了很大的压力，面对的国际经济环境，也充满着不确定性和变化。

中国现有的发展模式是不具有可持续性的。中国对能源消费的快速增长导致增加对石油、天然气和煤炭高价进口。2006 年，中国的 GDP 占到世界 GDP 的 5.5%，能源、钢铁和水泥的消费分别占到世界同类产品的 15%、30% 和 54%。气候变化导致的水资源短缺、极端天气也使得农作物大幅度减产。如果气候变化得不到缓和，将严重影响中国的经济和社会发展。

全球化不仅改变了世界经济和工业生产的格局，也影响了能源和资源消费以及温室气体排放的重新分配。根据《2007 世界能源展望：洞察中国和印度》统计，2004 年中国能源再出口数量为 40 亿 t 油当量，约占当年中国能源消费总量的 25%；而中国进口商品所包含的能源数量为 17.1 亿 t 油当量，相当于中国当年能源需求的 10%。中国进出口商品包含的能源比例远远高于其他国家（2001 年美国、欧盟和日本的能源再出口比例分别为 6%、7% 和 10%）。能源再出口比例较高也带来了二氧化碳排放的升高。

在当前应对金融危机和气候危机的背景下，国际经济结构和贸易规则在发生变化。全球向低碳经济转型，既对中国带来压力，更带来发展的新机遇。发展低碳经济是中国解决上述问题，实现中长期经济持续发展的必由之路。

发展低碳经济意味着中国能够避免走西方国家的高消耗、高污染的工业化发展道路，走出一条低消耗、低排放的新型工业化道路。中国转向更为高效的制造业和低碳产业结构，这有利于中国保持国际贸易领域的持久竞争力。

中国发展低碳经济是必要的，也是紧迫的。尽早采取措施将会使中国受益，避免

碳锁定和路径依赖，避免出现高耗能的工业生产能力和城市基础设施。在接下来的十年中进行合理投资能保证能源安全和避免以后几十年的气候变化风险。通过投入研发和商业活动，发挥中国的独特优势，中国有可能成为国际上低碳技术、产品和服务的主要供应者，从而减少对高耗能产品出口的依赖，而成为以高技术高信息含量的产品和服务为主的市场领导者。

事实上，中国已经在太阳能光伏利用、风电和电动汽车的发展中走在世界前列，中国在上述领域取得的成绩对全球低碳技术和产业的发展已经并且还将继续产生深远的影响。

（二）中国已经逐步向低碳经济转型

已有的行动显示中国已经向低碳经济转型。把科学发展观确定为中国经济社会发展的重要指导方针。科学发展观的第一要义是发展，核心是以人为本，基本要求是全面协调可持续，根本方法是统筹兼顾。这一总的战略思想为各个领域具体工作的开展提出了指导思想。

“十一五”规划明确提出了节能降耗和减少排放的具体目标。“十一五”规划把“资源利用效率显著提高”作为“十一五”时期经济和社会发展的主要目标之一提出来，并明确设定如下目标：

- （1）单位国内生产总值能源消耗降低 20% 左右。
- （2）单位工业增加值用水量降低 30%。
- （3）农业灌溉用水有效利用系数提高到 0.5%。
- （4）工业固体废物综合利用率提高到 60%。

《中国应对气候变化国家方案》明确了到 2010 年中国应对气候变化的具体目标、基本原则、重点领域及其政策措施。方案指出，中国将按照科学发展观的要求，认真落实《中国应对气候变化国家方案》中提出的各项任务，努力建设资源节约型、环境友好型社会，提高减缓与适应气候变化的能力，为保护全球气候继续作出贡献。

根据全国可再生能源开发利用中长期总量目标，到 2020 年，我国将提供大约 1.5 万亿元人民币（约 2 000 亿美元）的资金支持，使可再生能源占一次能源供应的比重从目前的 7% 提高到 15% 左右（目前这一规划正在修订中，有可能进一步提高可再生能源的比例）。按照《全国农村沼气工程建设规划（2006—2010 年）》，到 2010 年，全国将有 4 000 万农户用上沼气，每年可产生约 154 亿 m^3 的沼气，相当于替代 2 420 万 t 标准煤的能源消耗和 1.4 亿亩林地的年蓄积量。从实施情况上看：2008 年 3 100 万农户用上了沼气，比 2007 年增加了 500 万户，风电装机也大大超过了预期，2008 年已达 12 GW，预计 2020 年将达到 100 GW。

（三）中国将从发展低碳经济中受益

中国向低碳经济转型不仅是来自外部的压力，包括国际经济转型和温室气体减排的压力，中国本身也受益颇多，包括减轻资源环境压力、优化能源结构、保证能源安全。

目前，中国急需从以往能源密集和碳排放密集型的发展之路转向可持续发展之路。中国要避免锁定不合理的发展路径，要定位于全球低碳技术的领导者和提供者，并充分利用新兴碳交易市场和国际金融机制。

中国目前正处在快速的工业化和城市化过程中，在接下来的 20 年里有大量的基础设施和设备投入运营。从近期的情况来看，为应对金融危机以及由此带来的全球性经济衰退，中国政府启动了 4 万亿元的直接经济刺激方案。这为中国国内产业提供了难得的结构调整和产业重组的机会。

在大规模投资的背景下，如果不采用先进的技术、设备和发展理念，一旦建成，在其整个寿命周期内就被锁定在高能耗、高污染、高排放的路径上。应尽早发展低碳经济，采用先进的生产技术和设备、合理的城市化模式和节约型的消费方式，走上低能耗、低污染、低排放的发展道路。

目前，中国在一些低碳技术上处于国际研究的前沿。然而发达国家的公共和私有部门对低碳研发投入很大。可以预见，新技术的研发和产业化的竞争非常激烈，中国应尽量保持住领先的地位。如果抓不住机遇，一旦低碳技术在世界其他地方进入全面商业化阶段，中国又要重复走以前的老路，靠模仿和低成本进行竞争，而不是依靠自我创新在全球拥有新的竞争优势。

2006 年发布的《中国中长期科学和技术发展规划纲要》中阐明了能源技术发展的具体目标。预计到 2020 年，将会在能源开发和节能技术、清洁能源技术以及能源结构优化等方面取得显著突破。同时，主要的制造业在能源效率方面也将达到发达国家水平。科技部（MOST）已经制订了科技研发计划并向国家级科研计划提供资助。

为实现这些发展目标，需要采取在改革开放初期并被实践证明行之有效的办法，即建设经济特区（几个拥有比其他地方更宽松经济政策和法律的地方）发挥了至关重要的作用。根据这一成功模式，一家欧洲协会和几个中国的研究机构（包括作为低碳经济特别工作组发起人的中国社科院、中国发改委能源研究所和伦敦皇家国际问题研究所以及第三代环境保护主义组织）提出了一个叫做“低碳区”的新概念，并准备在吉林市进行低碳区的试点。

三、发展低碳经济需要立足国情、克服瓶颈

中国在发展低碳经济方面还面临很多严峻挑战。中国仍然是一个发展中国家，平

均收入水平相对较低，地区差异很大。发展低碳经济必须要认清和立足中国国情，并需要克服一系列的技术和制度瓶颈。

产业结构：中国经济正处于工业化阶段，具有重化工产业特征。钢铁、汽车、船舶制造和机械工程行业等重化工行业的发展都需要大量的原料和能源。能源密集度较低的第三产业的发展，明显落后于世界平均水平。除此之外，经济发展水平和工业化阶段的地区差异明显。

中国的高能耗工业部门大都是国民经济的支柱产业，经济要发展、人民生活水平要提高，都还有赖于这些产业的基础性支持，在就业压力和税收压力较大的情况下，要在短期内实现产业结构的有序进退，淘汰落后产能加快结构调整存在难度。中国煤炭资源丰富，也在一定程度上鼓励了对煤炭的过度依赖。另一个障碍与中国促进节能的政策工具转换相关。从当前以中央政府借助行政手段为地方政府和企业分配目标，过渡到市场机制。以市场为主的机制从引入到实施，不可避免有一个时间的滞后期，包括针对节能减排的投资要发挥作用，也存在滞后期。

建筑领域：目前中国的建筑能耗已经约占全社会总能耗的 28%。根据已有的发展规划，到 2020 年中国城市建筑将达到 200 亿 m^2 ，相当于欧盟 15 国目前的住房存量。财税政策是提高能效的重要手段，但目前仍比较缺乏。

此外，还存在着许多制度性障碍。在目前的集中供热供冷计量收费机制下，也就是在按照面积收费的机制下，用户没有节能的意愿。中国许多城市出台了分时电价政策，但是在许多建筑物中没有安装分时电价表，导致政策失效。对于强制性建筑节能标准的执行情况存在较大问题，根据 2005 年的调查结果，大城市中新建居住建筑实际按节能设计标准施工的：北方地区比例为 50%，夏热冬冷地区比例为 14%，夏热冬暖地区比例仅为 11% 左右。中国对新建建设项目要求进行节能评审的政策一直未得到有效实施。此外，节能政策、能源价格、财税政策、环境保护等涉及多家政府部门，也需要节能主管部门进行大量的沟通和协调。

交通部门：在全球范围内，交通部门是二氧化碳的最大排放源，增长速度最快。交通部门在中国能源消费和温室气体排放量方面同样重要，在今后几年将会显著增加。应优先考虑的政策是，在短期内放慢排放量增长速度，同时开发替代的新技术和交通方式。采用严格的机动车标准（每公里排放二氧化碳）已经证明可以显著提高效率水平。技术变革并不是导致效率提高的唯一机制，行为的改变也可以带来可观的收益，如改变驾驶习惯，放慢驾驶速度和匀速行驶，合乘以及转向公共交通工具（那些能够买得起汽车的人）。其中一些措施只是需要相对简单的措施，如改变车速限制或提高公众意识。

创新和研究开发：中国必须高度重视研发工作，重点着眼于中长期战略技术的储备；整合市场现有的低碳技术，加以迅速推广和应用；理顺企业风险投融资体制，鼓励企业开发低碳等先进技术；加强国际间交流与合作，促进发达国家对中国的技术转

让。

可以说，技术创新能力不足已经成了中国经济的软肋。中国是资源消耗大国，但是我们的单位资源平均产出不足发达国家的 1/10；中国是世界贸易第三大国，但出口产品中拥有自主品牌和知识产权的只占 10%；中国是制造大国，但重要技术装备主要靠引进；中国高新技术产品出口不断增加，但是不仅关键零部件依赖进口，而且每年要为软件技术标准向外企支付高额的费用。必须改变中国企业重引进、轻消化吸收的现状，相当多的企业用于技术引进的经费支出远大于用于消化吸收的费用支出，平均比例达到 6.5：1，而“二战”后日本的这一数据是 1：7。此外，加强信息技术自主创新能力是《2006—2020 年国家信息化发展战略》的一个主要目标。

低碳技术的应用：目前一些低碳技术已经成熟，但还没有被大规模应用。能源效率收益只有在全社会各部门共同努力之下才能取得，促使公众和其他能源消费者的购买和投资低碳产品、技术，不仅仅基于设备的前期成本而是基于整个生命周期的成本。

低碳和零碳供给要求市场稳定。在很多情况下，化石能源比其他低碳替代能源更便宜，因此投资者既需要短期激励，同等重要的是，也需要对长期政策框架有信心。例如，如果环境的外部成本内生到价格之中，陆上风电已接近于可以与传统的发电竞争。然而，上网障碍、规划程序等通常阻碍了新的投资。可以引入相对简单的措施，使这些技术得到优先发展，使它们能够在现行市场上更广泛地应用和扩散。此外，还需要克服融资困难、过于繁琐的监管等其他障碍。

供应链管理：不断变化的工程标准、商品制造和使用的材料，对供应链产生了广泛的影响。特别是高效率的建筑标准，缺乏具体的节能材料成为众所周知的瓶颈，如玻璃的生产。在理论上增加产量是克服这些供应链中潜在障碍最简单的方法。然而，在实践中却很复杂，可能需要采取若干措施，其中包括：明确的中期和长期目标以促进研发和投资；对新的生产投资的财政奖励；加强合作和交流以及专利共享，创造有利于技术跨越和引进最佳适用技术的条件；更严厉的惩罚和监管，以避免已经过时或即将过时的技术继续进行生产。

表 2-2 能源效率技术与实践的应用障碍

障碍	存在原因	解决方案
低能源价格	补贴； 价格没有包括环境成本	减少普遍存在的补贴； 通过替代方案来补贴弱势群体； 给碳定价
高前期成本和长回报期	许多消费者看重当前消费成本	经济激励（如减税）以减少成本； 鼓励金融机构参与

障碍	存在原因	解决方案
技术扩散慢	缺乏技术利用的技能、知识和支持； 分散和非一体化的工业结构（如建筑部门）	技术标准
根深蒂固的商业模式	能源公司缺乏减少消费者需求的激励	把碳价在能源服务中内部化； 财政奖励终端能源效率措施； 促进节能服务公司发展； 鼓励能源公司发展低碳能源
消费者和能源需求的多样性	没有“一刀切”的解决方案	促进自愿的部门倡议和谈判达成的协议
信息失灵	对于未来能源价格和能效选择缺乏信息或不完善的信息	更有效的技术标准（如建筑标准）； 产品能源标签； 标准强制执行； 对能源智能计量的建议
分散激励（委托代理问题）	对能源效率做决策的人没有受益（如建筑的拥有者和租客）	提供清晰的信息和激励（如出口退税、按揭、退税、优惠贷款）
投资和风险的不确定性	不确定性增加了投资溢价	承担这些风险的经济激励； 发展稳健的能源和碳市场
消费者行为	能源效率投资较低的优先级； 对于能源消费和成本缺乏意识和信息	开发碳市场； 对更新旧设备给予激励； 增加关于能效方面的教育和意识
投资成本高于预期	没有包括所有交易成本	促进最佳实践分享和能源效率教育

来源：WBCSD，2009。

四、中国发展低碳经济的情景分析

本研究设置了四个情景来分析不同情景下的能源消耗、温室气体排放：

高经济增长基准情景：2005—2050 年年均增长速度 6.4%。高消费模式，全球投资，关注环境，但是先污染后治理，技术投入大，技术进步较快。

高经济增长低碳情景：考虑中国的可持续发展，能源安全，经济竞争力，所能实现的低碳发展情景。充分考虑节能、可再生能源发展、核电发展，同时对碳储存捕获（CCS）技术有所利用。在中国经济充分发展情况下对低碳经济发展有一定的投入。

高经济增长强化低碳情景：全球一致减排，实现较低温室气体浓度目标，主要减排技术进一步得到开发，成本下降更快，中国对低碳经济投入更大，CCS 的利用得到大规模发展。

低经济增长低碳情景：考虑中国的低碳经济发展需求，以及全球减排需求，所能

实现的低碳排放路径。

图 2-3 给出了不同情景下对气候变化和能源安全的影响，低碳情景与基准情景相比，不仅有利于气候变化，也有利于能源安全。

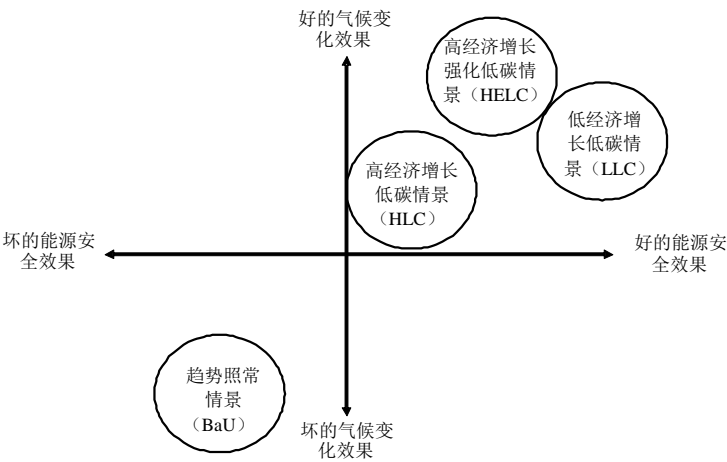


图 2-3 中国不同情景下对能源和气候变化的影响

不同情景下能源消耗和二氧化碳排放如图 2-4 和表 2-3 所示。由于经济持续增长，所有情景下能源需求都出现了增长。但低碳情景与基准情景相比，能源需求降低了 25%。改变能源结构能够显著地影响排放水平，在强化低碳情景下，与基准情景相比，二氧化碳排放降低了 50%。更为重要的是，高经济增长强化低碳情景和低经济增长低碳情景实现了同样的排放水平，原因在于经济的发展使得低碳技术能够得到更快的普及。表 2-4 给出了不同情景下能源强度的下降情况。

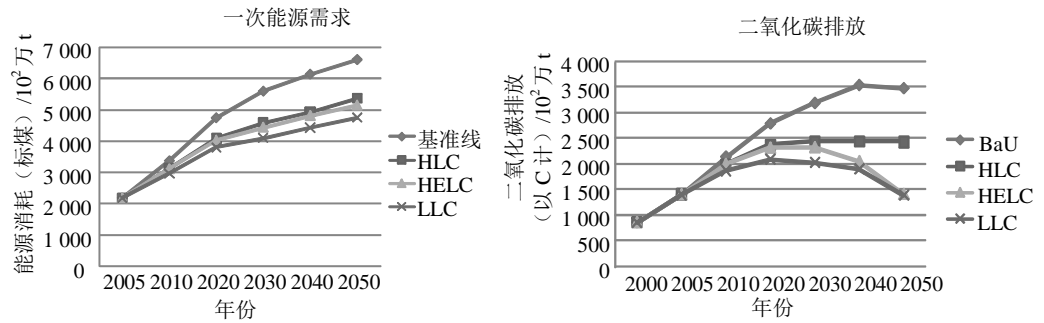


图 2-4 不同情景下的能源消耗和碳排放

表 2-3 不同情景下能源消耗和二氧化碳排放

年份	能源消耗（标煤）/亿 t			二氧化碳排放（以 CO ₂ 计）/亿 t		
	基准	低碳	强化低碳	基准	低碳	强化低碳
2020	48.2	40.0	39.2	101.9	82.9	80.4
2030	55.3	44.7	42.8	116.6	86.0	81.7
2050	66.6	52.5	50.1	127.1	88.2	51.2

表 2-4 不同情景下能源强度的变化

	2005—2020 年	2020—2030 年	2030—2040 年	2040—2050 年
基准情景/%	3.5	4.7	3.2	2.6
低碳情景/%	4.2	5.0	3.6	2.5
强化低碳情景/%	4.4	5.2	3.5	2.5

从所需要的投资来看，与基准情景相比，低碳情景采用比较成熟的技术，尽管单位生产能力的投资价格略高于基准情景，但由于节能导致能源需求明显小于基准情景，低碳情景的总投资还略小于基准情景。在强化低碳的情景下，由于更多、更早的采用新技术，投资成本相对较大，大于低碳和基准情景下的投资。

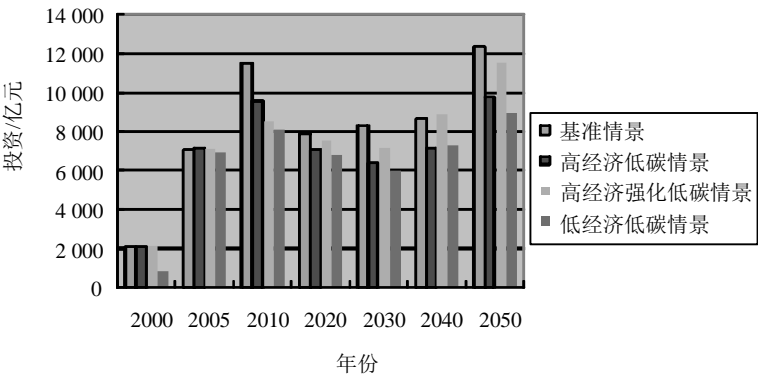


图 2-5 能源工业投资需求

五、五个支柱和三个基础构成了中国低碳经济发展路线图

基于情景分析，本文给出了中国低碳经济发展路线图，图 2-6 给出了路线图的基

本框架。所谓五个支柱是：新型和低碳工业化、新型和低碳城市化、可持续的消费模式、低碳能源和优化能源结构、优化土地利用和增加碳汇。而技术创新、市场机制和制度建设则是发展低碳经济的三个重要基础。



图 2-6 中国低碳发展路线图

（一）中国经济发展的战略选择和低碳愿景

情景分析表明，如果中国不改变经济增长模式，到 2030 年人均二氧化碳排放将达到 8 t，石油对外依存度将超过 80%。如果中国走低碳发展的道路，中国可以将 2030 年的能源消耗降低 20%，达到 44.7 亿 t，人均二氧化碳排放为 5.9 t。在 2030 年二氧化碳排放达到高峰后，排放总量增长缓慢甚至出现下降。

与基准情景相比，低碳情景减排来自以下几个方面：一是产业结构调整；二是物理能效提高，包括工业终端能效、交通能效和建筑能效以及火电效率的提高；三是生活方式的改变，包括出行方式的改善；四是能源结构的优化，包括化石能源结构的优化和低碳能源发展；五是 CCS 的应用（如图 2-7）。其中节能包括产业结构调整、物理能效提高以及生活方式的改变对减排贡献很大，2020 年、2030 年、2050 年贡献分别在 60%、62% 和 57%。能源结构优化的贡献也很大，由 2020 年的 16% 逐步提高到 2030 年的 24% 和 2050 年的 30%。CCS 的贡献要到 2030 年以后才逐步显现出来。

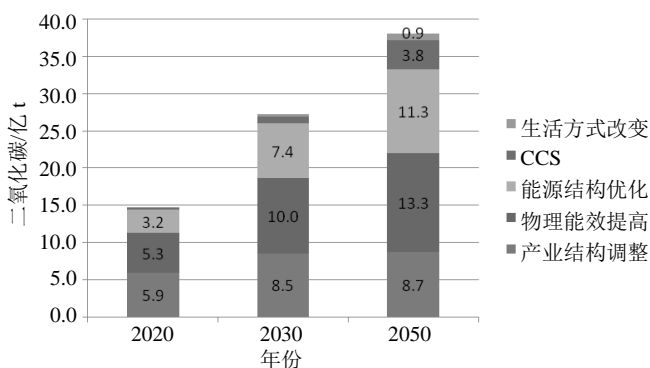


图 2-7 低碳情景中的主要减排因素的贡献

如果进一步考虑全球一致减缓气候变化的共同愿景，技术进步进一步强化，重大技术成本下降更快，中国有可能进一步减少能源消耗和温室气体排放。到 2050 年二氧化碳排放量有可能下降到 51.2 亿 t，低于 2005 年的排放量。

如果中国实现了低碳经济发展，经济社会发展呈现出如下情景：

- (1) 工业生产高效率，即单位产出低排放。
- (2) 能源转化高效率，即单位电量和行驶里程低排放。
- (3) 可再生能源和清洁能源在能源供应中占较大比重。
- (4) 交通领域的高能效和低排放。
- (5) 办公、生活领域的能源节约。
- (6) 减少高能耗、高排放产品的出口。
- (7) 公共交通替代私人交通，更多地使用自行车和步行。
- (8) 产业结构明显优化，低碳产业成为新的经济增长点。
- (9) 农业、森林和其他类型土地的碳汇能力提高。

(二) 中国发展低碳经济的四个战略目标

上述愿景的实现可以归结为以下四个方面：一是大力推进节能和能效提高，单位 GDP 能耗大幅下降；二是优化能源结构和发展低碳能源，单位能源消耗的碳排放系数显著下降；三是大幅提高碳生产力，除了降低单位 GDP 能耗和单位能源消耗的碳排放系数，还要优化土地利用，提高碳汇能力；四是低碳技术的研究开发和商业化应用上走在世界前列，低碳产业成为新的经济增长点和新的国家竞争优势。根据模型分析，上述几个目标可以量化为：

(1) 在能效提高方面，争取到 2050 年单位 GDP 能耗下降 75%~85%，相当于年均下降 3%~4%。第二产业的比重由目前的接近 50% 下降到 2050 年的 30% 左右；争取到 2025 年我国的物理能效水平达到国家先进水平，2030 年物理能效水平达到国际领

先：发展低碳城市，建立低碳消费模式，从源头上减少碳排放。

（2）在能源结构优化方面，到 2050 年单位能源消耗的碳排放系数下降 35%~50%。到 2030 年，新增能源需求一半以上由低碳能源满足；到 2050 年，新增能源需求主要由清洁能源满足，CCS 在 2030 年以后推广应用。

（3）单位 GDP 碳排放下降 85%~90%，也就是中国碳生产力提高 10 倍，单位 GDP 碳排放年均下降 4%~5%。

（4）提高碳汇能力，要通过植树造林、土地管理等措施增加 5 亿~6 亿 t 二氧化碳的碳汇。

（三）中国发展低碳经济的五个支柱

1. 支柱一：新型和低碳工业化

优化产业结构，推动产业升级。服务业特别是知识、技术和管理密集型的现代服务业成为拉动经济增长的主要力量。在工业内部，培育发展新兴产业和高技术产业，节能环保产业、电子信息产业、技术密集型的制造业等高加工度产业替代能源原材料工业，成为拉动经济增长的重要动力。从中长期来看，新技术的开发和应用是进一步节能减排的主要领域。实现重点工业核心技术、关键工艺、关键产品、产业共性技术的国产化和自主创新。

表 2-5 情景分析模型对中国产业结构的分析预测 单位：%

	2005 年	2010 年	2020 年	2030 年	2040 年	2050 年
第一产业	12.4	10.0	6.7	4.7	3.6	3.0
第二产业	47.8	49.0	46.6	42.9	37.6	33.4
第三产业	39.8	40.9	46.7	52.5	58.8	63.7

表 2-6 高耗能产品能耗的国际比较

	2000 年		2005 年		2007 年	
	中国	国际先进	中国	国际先进	中国	国际先进
火电供电煤耗(标煤)/[g/(kW·h)]	392	316	370	314	356	312
钢可比能耗(标煤)/(g/t)	784	646	714	610	668	610
电解铝交流电耗/(kW·h)	15 480	14 600	14 680	14 100	14 488	14 100
水泥综合能耗(标煤)/(g/t)	181	126	167	127	158	127
乙烯综合能耗(标煤)/(g/t)	1 125	714	1 073	629	984	629

来源：王庆一，2008 中国能源数据。

发展循环经济，提高资源综合利用水平，降低消耗和排放。近期要大力开展资源节约行动，强化钢材节约，进一步推广散装水泥、鼓励水泥掺废渣；提高采矿回采率、选矿和冶炼回收率，大力推进尾矿、废石综合利用，提高资源综合回收利用率；加强重点行业能源、原材料、水等资源消耗管理，努力降低消耗，提高资源利用率；强化污染预防和全过程控制，推动不同行业合理延长产业链，加强对各类废物的循环利用，推进企业废物“零排放”；加快再生水利用设施建设以及城市垃圾、污泥减量化和资源化利用，降低废物最终处置量。在再生资源产生环节，大力回收和循环利用各种废旧资源，支持废旧机电产品再制造；建立垃圾分类收集和分选系统。

推广应用先进成熟技术，积极开发先进低碳技术，提高能效水平。中国目前的物理能源效率比发达国家低 20%~40%。从政策的角度来看，要把好新建项目和产品关

口，严格执行并逐步提高能效标准；淘汰落后产能，鼓励低能效产品以旧换新；积极引进国外先进能效技术，进行消化吸收和创新。要着手安排部署新一代低碳技术的研发开发和示范运营。详细的时间安排见表 2-7。

表 2-7 低碳技术创新和应用的路线图

阶段	阶段一（“十二五”）	阶段二（2010—2030 年）	阶段三（2030—2050 年）
大规模应用	目前成熟先进的能效技术、节能建筑、太阳能热利用、热电联产、热泵、超超临界锅炉、二代加核电、混合动力汽车	三代核电、风电、太阳能光伏发电、电动汽车、IGCC	四代核电、CCS、太阳能发电、二代生物燃料
研究开发和促进商业化	三代核电、风电、电动汽车、IGCC、太阳能光伏发电	四代核电、CCS、二代生物燃料	核聚变、三代生物燃料、先进材料
基础研究	四代核电、CCS、太阳能热发电、二代生物燃料、先进材料	核聚变、三代生物燃料、先进材料	—

构建低碳技术创新支撑体系，完善政策激励环境。要建立技术创新的共性技术平台或者创立技术创新联盟；促进大学、研究机构和企业研发基地集群式发展。还要加大技术创新的政策支持力度，加大基础研究开发的政策财政支持力度；在示范阶段，政府通过资助、税收减免、低息贷款以及给予临时性的价格来进行激励；在商业化导入和扩散阶段，可以通过对碳定价、解决新技术的信息不对称、赋予特许经营权、政府采购以及监管标准的提高来促进新技术的应用和扩散。

2. 支柱二：走新型城市化道路，建设低碳城市

城市是能源重点区域，根据 OECD 和欧盟国家的经验，城市建筑和交通用能占终端能源消耗的 2/3。中国建筑和交通用能占终端能源消耗的比重增长也很快，其比例由 2000 年的 35.9% 上升到 2007 年的 41.9%。基础设施建设周期长，城市形态改变起来也很难，因此应尽早进行布局优化和提高基础设施的能源效率，发展低碳城市，避免碳锁定。具体途径如下：

倡导紧凑型城市化道路。研究表明，城市人口密度与城市人均能源消耗呈明显的负相关关系。中国需要吸取国外分散城市化模式的教训，走适合中国特色的紧凑型城市化的发展道路，适度提高城市密度，依托特大型城市和中心城市，发展城市群、城市带和城市组团，优化空间功能布局，增强城市的可持续发展能力。明确以发展大城市为重点的城市化战略，并将紧凑型城市的发展理念贯彻到城市规划中。

大力发展公共交通系统，优化城市交通模式。一是大力发展城市公共交通，提高公共交通的分担率，控制私人汽车无节制增长；二是加快发展城市轨道交通和城际高速铁路，形成立体化的城市交通体系，200 万人口以上有条件的城市都应鼓励发展城市轨道交通；三是通过不断提高强制性的汽车燃油效率标准，促进汽车改善燃油效率，

另外大力发展混合燃料汽车、电动汽车等低碳排放的交通工具。

加强建筑节能技术和标准的推广，开发城市低碳建筑。一是引入建筑物能效标准和标志制度，提高建筑节能标准，加大标准的检查、执行力度；二是对既有高耗能建筑开展节能改造，鼓励能源服务公司对既有公共建筑进行改造；三是支持对重要的节能建筑材料开展研发和产业化；四是利用财税政策鼓励开发商和消费者投资、购买节能低碳建筑，对于购买节能低碳建筑的消费者给予减税优惠；五是开展节能低碳建筑示范。

改进城市能源供给方式，扩大新能源的利用。一是鼓励热电联产等分布式能源的发展，热电联产具有 70%~80%的综合能源效率，是北欧国家提高能源效率的一个重要措施，但中国北方采暖城市中集中供热普及率还不高，其中热电联产仅占 20%左右；应在我国北方城市大力推进热电联产和热、电、冷三联供分布式能源供给方式，提高城市能源供应效率；二是推进供热体制改革，实施分户用热计量，建立起个人用户节约能源的激励机制；三是提高电气化率和城市用气普及率，增加优质清洁能源的适用比例。

加强城市能源管理，开展节能产品认证。建筑面积只占 5%的大型公共建筑耗电量和城市居民住宅的总耗电量是相等的，如果这些大型公共建筑的制冷设备电机电器设备进行改造，并且建立起有效的监察制度，就可以节能 30%~50%。因此要开展大型商业建筑的能耗监管体系建设、能源审计与改造示范、节能运行管理示范。同时在实施家用电器、照明器具节能产品认证的基础上，扩大节能产品认证范围，探索建立认证产品国际互认制度，提高认证产品的知名度。

3. 支柱三：优化能源结构，大力发展低碳能源

中国 90%的温室气体排放来自化石燃料的燃烧排放，因此优化能源结构、大力发展低碳能源、提高能源转化效率可以有效降低二氧化碳排放，是节能之外的另一个实现减排的主要途径。根据情景分析，与基准情景相比，低碳情境下，能源领域在 2020 年、2030 年和 2050 年的减排量分别为 3.8 亿 t、8.3 亿 t 和 15.9 亿 t 二氧化碳减排量，占总减排量的 20.3%、27.3%和 40.9%。如果考虑到 CCS 的应用，能源领域还可以更多地减排，2030 年、2050 年的减排贡献分别为 1 亿 t 和 3.8 亿 t 二氧化碳。

要实现上述减排潜力，应逐步降低煤炭消费比例，加速发展天然气，保障石油安全供应，积极发展水电、核电和可再生能源先进利用，到 2020 年改变能源结构单一局面，优质能源比例明显提高。到 2030 年新增能源需求一半以上由清洁能源满足，到 2050 年新增能源需求主要由清洁能源满足，同时建立起智能电网等与可再生能源发展相适应的基础设施系统。具体途径如下：

(1) 集约、清洁、高效地利用煤炭。一是控制煤炭的过快增长，煤炭的增长在 2020 年达到顶峰，将煤炭占能源消费的比例由目前的 70%左右降低到 2020 年的 55%左右，到 2030 年降低到 50%以下，到 2050 年控制在 1/3 左右；二是大力发展先进燃煤发电

技术，提高煤炭转化效率。争取到 2020 年，新增火电机组主要采用超超临界发电机组和 IGCC 机组，发电煤耗降到 320 g/ (kW · h)；2030 年，新增机组 IGCC 机组的比重增加到 50%，发电煤耗降到 290 g/ (kW · h)；到 2050 年，发电煤耗降到 270 g/ (kW · h)；三是大力推进热电、热电冷联供等多联产技术，提高煤炭资源的综合利用效率；四是集中利用煤炭，提高电气化水平。争取到 2020 年和 2030 年后，将煤炭转化为电力的水平由目前的 55%左右分别提高到 65%和 80%的水平。

(2) 优化石油天然气供应。大力发展电动汽车、生物燃料等节能与新能源汽车，加快发展公共交通，控制石油消费的过快增长。力争在 2020 年将石油消费量控制在 5.5 亿 t 之内，2030 年控制在 7 亿 t 以内。通过扩大国内天然气资源的开发利用和进口周边国家天然气以及 LNG，增加天然气对煤炭和石油的替代，提高天然气在能源消费中的比重。争取 2020 年、2030 年和 2050 年天然气消费在一次能源消费的比重分别达到 8%、12%和 14%左右。

(3) 大力发展低碳能源。加快水电、核电、风电建设，推进太阳能光伏发电商业化。争取到 2020 年实现主要低碳能源的规模化、产业化和商业化发展，低碳能源发电装机达到 5.5 亿 kW 左右，占装机容量的 35%，低碳能源开发利用规模达到 8 亿~9 亿 t 标准煤，占能源消费结构的比重为 20%，在低碳能源的商业化应用上走在世界前列(见表 2-8)。到 2030 年，低碳能源占新增能源的一半以上，低碳能源发展占总装机的 50%。到 2050 年，新增能源需求全部由低碳能源供应，低碳能源在全球能源需求中的比重超过 1/3。届时中国能源结构实现三分天下的结构，即煤炭占 1/3，油气占 1/3，低碳能源占 1/3，实现能源供应的多元化、清洁化和低碳化。

表 2-8 中国低碳能源的发展目标（2020 年）及国际比较

地区	低碳能源占能源消费的比重	低碳能源发电占总装机的比重
中国	20%	35%
美国	20%的可再生能源和 15%的核能	—
英国	15%的可再生能源和 5%~10%的核能	30~50 GW 的可再生能源，1~5 GW 核能，总装机为 100~120 GW
欧盟	20%的可再生能源和约 30%的核能	350~400 GW 可再生能源，100 GW 核电，总装机为 1 000 GW

注：欧盟和美国的数据是基于目前的发展趋势分析。

(4) 构建坚强的智能电网。随着低碳能源在能源供应中的比重越来越大，对电网的基础设施和调度能力提出更高的要求。一是要建设坚固的电网骨架，扩大资源配置的范围，将大风电、大核电等新能源基地的电力输送出来；二是要提高配电网对供需信息变化的反应能力，特别是和电动汽车、蓄能装置利用等需求侧管理结合起来，增加可再生能源消纳能力，就地利用可再生能源。

(5) 分阶段有重点地部署碳捕获和封存。近期, 2020 年前, 以研究开发和试验示范为主, 也可以结合石油开采进行一些低成本的碳捕获和封存。以后中国的火电站和工厂开始安装 CCS。

4. 支柱四: 形成可持续的消费模式

发展低碳型消费是建立低碳发展模式的一条重要途径。在经济发展水平、产业结构相近的情况下, 日本人均能源消耗为 4 t 标油, 美国为 10 t 标油, 日美能源消耗差距的 70% 归因于消费模式的差异。低碳型消费是可持续消费理念在低碳经济领域的延伸, 具有“6R”原则: ① Reduce——节约资源, 减少污染。② Re-evaluate——绿色消费, 环保选购。③ Reuse——重复使用, 多次利用。④ Recycle——垃圾分类, 循环回收。⑤ Rescue——救助物种, 保护自然。⑥ “Re-calculate, 再计算”, 即消费者在选择商品和服务的过程中, 不仅要计算其消费行为的直接经济成本(商品市场上的标签价格), 还要计算生产该产品或提供该服务的全过程的碳排放量, 即“Carbon Footprint”(碳足迹)。鼓励消费者选择“碳足迹”少的产品和生活方式。要建立低碳消费模式, 需要从低碳型消费文化、消费政策、消费理念、消费准则、消费习惯、消费行为和消费评价等多个方面加以推进, 具体如下:

加强制度建设。近期要制定出台“可持续消费法”和“绿色采购法”; 完善绿色商品标志体系; 研究消费领域的碳排放标准体系。从中长期来看, 制定“垃圾清洁处理法”; 颁布和完善消费领域碳排放标准。

加大财税金融激励。近期要加大对消费者采购绿色产品的财政支持力度, 对消费者购买高能效产品、新能源汽车等提供补贴; 研究绿色消费信贷; 从中长期来看, 还要制定实施碳排放税和环境税; 提高绿色消费信贷比例。从远景来看, 要结合新税制改革, 实现全国绿色税收转型。

加强宣传教育力度。近期要研究国家宣传计划和教育行动, 提倡社区和企业宣传, 学校教育; 并鼓励家庭教育, 增强公民绿色消费意识。从中长期来看, 要实施国家荣誉奖励制度(“绿色企业”、“绿色社区”、“绿色家庭”、“绿色学校”等奖项); 宣传工作覆盖到城乡和所有居民; 逐步建立公民低碳消费行为准则。

建立绿色信息共享和监督机制。近期要建立有关法律、标准、行政程序、技术和产品的信息公开制度; 研究提出适合中国国情的碳排放量(“碳足迹”)公式, 并在特定范围内, 从中长期来看, 在全社会推广中国“碳足迹”计算公式; 从远期来看, 用现代信息技术, 建立实时的、可监测的碳排放信息公开机制。

5. 支柱五: 改善土地利用, 扩大碳汇潜力。

近年来, 中国陆地生态系统碳储量平均每年增加 1.9 亿~2.6 亿 t。增加碳汇以提高对温室气体的吸收也是减排的重要途径。增加碳汇有三个领域: 森林、耕地以及草地, 同时每个领域有三种方式: 增加碳储量、保护现有的碳储存和碳替代。

(1) 增加森林碳汇。森林碳汇是最有效的固碳方式, 每年增加的碳汇在 1.5 亿 t

左右。为进一步增加碳汇，应通过造林和再造林、退化生态系统恢复、建立农林复合系统、加强森林管理以提高林地生产力、延长轮伐的时间增强森林碳汇；通过减少毁林、改进采伐作业措施、提高木材利用效率，以及更有效的森林灾害（林火、病虫害）控制来保护森林碳储存；通过沼气替代薪柴、耐用木质林产品替代能源密集型材料、采伐剩余物的回收利用、进行木材产品的深加工、循环使用来实现碳替代。

（2）增加耕地碳汇。耕地土壤碳库是整个陆地生态碳库的重要组成部分，也是最活跃的部分之一。我国农田土壤的有机碳含量普遍较低，南方约为 0.8%~1.2%，华北约为 0.5%~0.8%，东北约为 1.0%~1.5%，西北绝大多数在 0.5% 以下，而欧洲农业土壤大都在 1.5% 以上，美国则达到 2.5%~4%。因此，增加或保持耕地土壤碳库的碳储量有很大的潜力。

（3）保持和增加草原碳汇。保持和增加草原碳汇的关键在于防止草原的退化和开垦。具体措施将包括降低放牧密度、围封草场、人工种草和退化草地恢复等。另外，通过围栏养殖、轮牧、引入优良的牧草等畜牧业管理也可以改善草原碳汇。

表 2-9 增加碳汇的主要途径

土地类型	增加碳汇	保护碳贮存	碳替代及其他
森林	造林和再造林； 森林施肥； 延长轮伐的时间	减少砍伐； 防止因集约农业和放牧毁林； 火灾管理； 病虫害管理	以其他生物能源替代薪柴； 木产品深加工； 延长木产品使用寿命； 木产品和纸的循环使用； 发展替代产业
耕地	秸秆还田； 施肥管理； 免耕； 退耕还林和还草； 退化土壤恢复； 施有机肥	防止土壤退化； 施肥管理； 水管理； 植被保持	发展生物燃料； 发展替代产业
草地	人工造林、种草； 草地恢复； 草地施肥、灌溉	防止过度放牧； 围封草场	采取合理的畜牧业管理措施； 发展替代产业

六、政策建议

本报告提出了八项具体的建议：

- （1）尽早启动低碳经济发展战略，并将其纳入“十二五”规划。
- （2）改革能源价格形成机制。

- (3) 建立绿色税收体系, 加大鼓励低碳经济的财政投入。
- (4) 逐步建立碳排放交易, 利用市场机制来促进低碳经济发展。
- (5) 大力促进低碳技术的创新和推广应用, 加强国际合作。
- (6) 完善法律法规, 加强法规和标准的执行。
- (7) 改进能源统计体系, 逐步引入碳排放统计。
- (8) 将低碳发展纳入城市规划, 并开展试点。

具体内容如下:

(一) 尽早启动发展低碳经济, 将发展低碳经济纳入“十二五”规划, 并将降低二氧化碳排放强度作为“十二五”规划的约束性指标

早发展低碳经济要优于晚发展, 应尽早启动发展低碳经济的战略部署, 建议将发展低碳经济纳入“十二五”经济社会发展的总体规划。

设定“十二五”期间单位 GDP 二氧化碳减排目标。根据初步测算, “十二五”通过节能可以使单位 GDP 能耗下降 15%~17%, 发展新能源可以使单位能源消耗的二氧化碳减排 5%~6%, 节能和新能源发展两个方面的共同努力可以使得单位 GDP 二氧化碳排放降低 20%~23%。因此, 建议将单位 GDP 二氧化碳排放降低 20%作为“十二五”规划的约束性指标之一。

在“十二五”总体规划或规划实施方案中明确发展低碳经济的主要途径和重点领域。同时, 将发展低碳经济的目标和任务分解落实到各个地区和相关企业, 调动各方面发展低碳经济的积极性。

将低碳产业发展和科技创新作为重要内容纳入“十二五”结构调整和科技创新规划。从项目建设、产业发展、技术创新、体制机制等多个方面系统推进低碳技术创新和低碳产业的发展。

(二) 改革能源价格形成机制, 构建起反映市场供求关系、资源稀缺程度和环境损害成本的价格体系

能源价格形成机制改革是实现低碳发展目标的关键抓手。具体来说需要进行三个方面的改革: 一是逐步实现竞争性能源领域的市场定价, 自然垄断环节要根据明晰的规则进行监管; 二是将能源开发、转化和使用过程中的外部成本和资源消耗状况完全反映在能源产品的价格上; 三是价格交叉补贴要逐步实现“暗补”向“明补”转变, 并最终向取消交叉补贴、由公共财政提供基本能源消费补贴转变。具体到各个能源品种而言:

煤炭行业: 要改革成本核算政策, 将煤炭资源有偿使用费、安全生产费用、生产环境治理恢复费用、煤矿转产资金和职业健康费用按照一定的渠道列支到煤炭成本中, 实现外部成本内部化, 逐步实现覆盖全部成本的煤炭价格。

电力行业：在上网电价环节，火电等常规电力的上网电价逐步由市场定价。在输配电价方面，要逐步形成独立的输配价格。销售电价要逐步解决交叉补贴问题，为实施双边电力交易创造条件。近期，还要随着可再生能源和清洁能源规模的扩大及时调整可再生能源附加水平，足额分摊可再生能源和清洁能源带来的成本上升。

石油天然气行业：要进一步推进成品油价格改革，近期政府根据国际油价制定零售价格，中长期来看，要在成品油批发等领域开放准入，构建竞争性的市场结构，实现市场定价。天然气出厂价格要逐步由政府定价转向市场定价，同时，要通过资源税的调整，理顺天然气出厂价格水平。

城市供热领域：除了大力推进集中供热、鼓励并支持发展能效更高的热电冷联产项目，还要推行分户用热/用冷计量，推进热费制度改革。尽快完成热费补贴改革，改“暗补”为“明补”，建立健全“多用热、多交费”的热费制度，实现供热的商品化、货币化，逐步形成科学合理的供热价格形成机制。

（三）构建绿色税收体系，加大财政支出来支持低碳经济的发展

在资源的开发环节通过税费调整，将环境损害成本和资源价格反映到能源价格中。包括：提高排污收费标准，扩大征收范围，逐步将排污费改为污染税，实现“污染者付费”。资源税由从量计征改为从价计征，同时兼顾资源品质和资源回采率等因素，提高资源开采效率。降低高能耗产品的出口退税甚至征收出口关税，减少能源以载能产品的形式出口。

在能源的消费环节，通过征收能源税增加能源使用成本来引导能源的消费行为和使用方式。目前已经按照汽油 1 元/L、柴油 0.8 元/L 的水平开征燃油税，建议适时提高燃油税税率，并适时出台其他品种能源税。

研究开征碳税，为低碳技术创新和大规模应用提供稳定的价格信号。建议碳税在起步时税率不要太高，随着经济发展和社会承受能力的提高来逐步调整碳税。

加大节能、可再生能源、低碳科技创新的财政支持力度。包括以下几个方面：

（1）支持节能方面，在经常性预算中设立节能支出科目，给予节能产品和节能企业税收优惠和直接补贴，加强政府节能产品采购。

（2）促进可再生能源发展方面，进一步降低可再生能源领域增值税，实行所得税优惠，降低可再生能源设备进口关税及增值税；对家庭用户安装太阳能屋顶、小型风电实行用户补贴。

（3）促进科技创新方面，要增加低碳技术研发预算投入，对企业的低碳研究开发和技术创新活动给予税收优惠。

（4）拓宽资金来源渠道。近期，应整合和规范现有的政府性基金，逐步实现建设发展型基金向支持节能和可再生能源发展、科技创新的能源可持续发展基金转型。从中长期来看，可将新增燃油税和能源税、碳税的收入拿出一部分，解决可持续发展的

资金来源问题。

（四）充分利用市场机制，促进低碳经济发展

除了利用碳税来设定碳的价格外，还要充分利用市场机制，以较低的成本实现减排：

长期来看中国应实施碳交易。近期则可以通过实施自愿碳交易，从中获取并积累经验 and 能力，包括技术手段和管理经验。通过适当补贴或者信贷支持来吸引企业进行自愿减排，自愿参加碳减排的企业在基线排放的基础上提出减排方案，政府进行组织参与企业进行碳排放交易。从操作层面上看，可在现有环境交易所的基础之上，构建自愿碳交易登记注册、撮合交易以及清算和结算系统，设立排放量审计、报告以及确认规则等。同时，引入第三方排放认证机构，对参与企业的基线排放量以及减排量进行审计确认，并且通过认证的多余排放量可以和已得到权威国际机构认可的现行减排量一起在交易所上市进行交易。从中期来看，征收碳税的同时，允许能源密集型企业选择自愿减排协议进行减排，不能完成协议量的企业可以通过碳交易系统来购买碳排放。

在当前的全球减排的框架下，还要充分利用 CDM 机制，不仅要获得国际上的减排资金，更重要的是利用 CDM 机制来实现节能减排技术的转移和扩散。另外，中国也可以逐步引入碳银行制度，为地区和重要企业建立碳账户，发现碳的远期价格。

（五）支持技术创新和应用，加强国际合作

加强公共研发机构和试验平台建设。公共研发机构和试验平台在技术创新支撑体系中占有非常重要的位置，特别是在进行框架性和共性技术的研究开发、推进产业化以及执行政府重大研究计划中起着极为关键的作用。建议设立开放式的国家新能源研究机构。国家新能源研究机构不仅要具备一般科研条件和设施，而且具备中试能力，从而使其具备从基础研究、技术开发、试验示范到检测认证全过程的试验能力。国家新能源研究机构要对企业、大学、其他研究机构开放，其功能是从事基础性、共性技术研发，实验、测试、认证等，以解决新能源产业共性技术供给能力不足的问题。

进一步完善鼓励技术创新的相关政策。首先，继续实施自主化依托工程、设立重大项目国产化率要求等推进设备本地化和自主化极为关键的政策。其次，尽快落实《装备制造业调整和振兴规划》实施细则，建立使用国产首台（套）装备的风险补偿机制，鼓励保险公司开展国产首台重大技术装备保险业务。落实鼓励科技创新的税收优惠政策。另外，创新科研组织形式，资助和引导产业创新联盟，联盟可以资助已有的创新联盟，也可以利用财政资金引导建立新的产业联盟对共性技术和关键零部件的国产化进行攻关。

加快技术成果的产业化。支持低碳技术的试验示范，给予低碳新产品购买者一定的税收优惠和财政补贴。

（六）完善法律法规，加强法规和标准的执行

完善能源生产和转换、节能、固体废弃物和农林业等领域有利于降低碳排放的法律法规。具体措施有：尽快制定和颁布实施《能源法》，并对《煤炭法》《电力法》《节约能源法》《可再生能源法》等法律法规进行相应的修订，进一步鼓励清洁、低碳能源开发和利用。制定和完善《循环经济促进法》的相关配套法规，促进循环经济的发展。建立健全以《农业法》《森林法》《草原法》《土地管理法》等若干法律为基础的、各种行政法规相配合的、能够改善农林业生产力和增加农林业生态系统碳储量的法律法规体系，修订森林、农田、草原保护建设规划，严格控制在生态环境脆弱的地区开垦土地，禁止以任何借口毁坏天然林、草地和破坏耕地。

制订和完善能效标准。健全主要耗能行业节能设计规范、建筑节能标准，完善建筑物采暖和制冷温度控制标准等；修订风机、水泵、变压器、电动机等主要工业耗能设备，家用电器、照明器具、办公设备以及机动车等的能效标准。在修订能效或排放标准时，可考虑采用日本“领跑者”（Top Runner）方法，即用上一期表现最优企业的能效/排放水平作为下一期的标准。

加强能效标准的执行。对于工业项目，能效标准和固定资产投资项目的评估及审查相结合。要对新建、改扩建的固定资产投资项目进行碳减排评估和审查，对未进行减排审查或未能通过减排审查的项目一律不得审批、核准，从源头上降低碳排放。对于建筑项目，新建大型公共建筑和商品化住房建成后应经建筑能效专项测评，凡达不到强制性标准的，不得办理竣工手续。

另外，完善“碳足迹”标志和产品认证制度。逐步分批实施“碳足迹”标志制度，不断扩大标志的使用范围，提高社会认知度，引导消费行为向低碳模式转变，促进企业加快低排放产品的研发。

（七）改善能源和碳排放的统计质量

首先是完善已有的能源统计。一是改进能源调查方法和核算方法，以增强能源统计的科学性；二是加强和规范基层能源统计工作，抓好统计源头，以提高能源统计数据真实性。另外，尽快建立市级以下专业统计机构，加强能源统计工作的基础。

其次，建立并逐步完善碳足迹统计系统。第一步是在节能减排工作的基础上，先核实重点企业高耗能、高排放产品和设备的碳排放量，鼓励其他企业或单位根据现有的国际标准自行或委托第三方计算温室气体排放，为制定明确的行业或产品碳排放标准和减排目标提高参考。与此同时，主管部门要组织专家，抓紧对“碳足迹”计算方法的研究，尽快制定本地化的“碳足迹”计算和标志标准。要将碳足迹的统计工作纳入统计法，成立相应的监督和认证机构，增加计量工作所需经费和购置计量设备，组织人员的培训和资格认证，分批次对产品和企业的碳排放强度进行检测和统计，并定

期公布相关数据。作为重要的补充，行业协会要加强对低碳技术创新和应用的跟踪统计。

（八）结合低碳经济的发展要求进行城乡规划，开展示范

将“低排放、高能效”的要求纳入城乡总体发展规划。提出并逐步完善低碳城市规划策略，从“城市空间布局”、“产业结构调整”、“公共交通导向”以及“土地集约使用”等方面进行低碳城市规划的探索。

近期要针对有条件的城市启动一批低碳城市发展项目，通过对交通、建筑等方面的能耗进行调查、统计和分析，结合一系列经济激励政策与制度建设、技术创新和应用以及投融资机制安排，提高节能运行的能力，最终降低城市的碳排放量；新城开发方面，近期要因地制宜地推行低碳或零碳排放社区、产业园区或者生态城市的规划示范，逐步摸索低碳城市发展的规律。

另外，在全国生态、环境、宜居城市的评选中，将低碳发展作为评选的一个方面，改变目前生态示范城市局部环保、但碳排放高的状况。

农村对中国发展低碳经济的作用不可忽视。土地利用的管理和改善对陆地碳汇系统有显著影响。可持续地发展农业、林业以及生物燃料不仅有利于降低温室气体的排放，同时也有利于为农村地区发展低碳经济筹集资金。低碳经济发展有利于促进中国城乡均衡发展。