

# 重新平衡中国的能源战略

马旻

2015年1月



## 作者简介

---

马昉是保尔森基金会高级研究员，主要关注投资和政策项目以及基金会的研究和智库活动。他与人合著了《在10亿人后面排队：稀缺如何决定中国未来10年的崛起》一书。他还在美国西北大学的凯洛格管理学院担任兼职讲师。

此前，他是欧亚集团的首席中国分析师。这是一个政治风险研究和顾问公司。他最擅长分析中国政策与市场的相互关系，尤其关注能源与大宗商品、产业政策、精英政治、中美关系及社会政策。他的顾问和分析工作服务了大批客户，包括机构投资者、跨国公司和美国政府。在加入欧亚集团之前，他曾在华盛顿特区的美中贸易全国委员会担任出版经理。他还曾在北京的一家公关公司工作，客户包括福特和微软。

此外，马昉曾为多家杂志撰写文章，其中包括《大西洋月刊》、《纽约时报》、《外交》季刊、《新共和》、《外交政策》及彭博。他也经常接受广播电视媒体的采访，例如《查理·罗斯秀》、英国广播公司、美国全国公共广播网及美国全国广播公司财经频道。他还曾在约翰霍普金斯大学的尼采高级国际研究学院担任兼职讲师。马昉是美国外交关系委员会有任期的成员。他能说流利的普通话。

Cover Photo: China Daily

## 引言

**在** 2014年6月召开的中央财经领导小组会议上, 国家主席习近平就全面推动中国的能源生产和消费革命提出5个方面的要求: 消费、供给、技术、体制和国际合作。中央财经领导小组会议专门重点讨论能源问题实在出乎人们的预料, 因为这种会议通常涉及的是宏观经济问题。<sup>1</sup> 不过在这样的会议上讨论能源问题也在情理之中。习近平在他的讲话中明确地把中国的能源安全与国家的经济前景联系起来, 认为长期能源战略需要与经济目标保持一致。

中国的能源结构与其经济模式相辅相成, 这应该是显而易见的, 因为中国的发展模式决定了其能源状况。

但是, 中国现在以及未来短期内的能源政策还需要立足于北京方面已经开始着手进行的雄心勃勃的经济转型升级工作, 特别是自2012年习近平上台以来。在2013年11月举行的三中全会上出炉的经济改革蓝图把实现环保目标和部署清洁能源放在优先的位置上, 这将需要采用不同的方法来处理中国复杂的能源难题。<sup>2</sup> 自三中全会以来, 2014年11月公布的《能源发展战略行动计划(2014-2020年)》已经强调了这一优先考虑。<sup>3</sup>

北京方面充分认识到在一个目前已经达到十万亿美元规模的庞大而又复杂的经济体中, 能源消耗和生产的影响远远波及自身范围之外。中国可以撼动

全球市场并决定全球能源价格。在其已经融入全球贸易体系和供应链的情况下, 中国与世界的关系密不可分。中国无法让自己孤立于全球经济之外, 而世界也不能使自己完全不受中国所发生的事情影响。<sup>4</sup>

例如, 现在在美国西海岸地区不时看到的粉尘污染云团就是从为全球市场生产产品的中国工厂吹过来, 这仅仅是许多实例之一, 足以说明中国的能源和环境挑战在很大程度上不再只是中国的问题。其他国家也深受中国的能源和经济选择影响。

此外, 中国的庞大规模意味着, 尽管中国可能将自己视为勉强达到了中等收入状况的“发展中”经济体, 其资源和能源消耗已经很大, 与世界领先的发达经济体不相上下。

换句话说, 中国的全球影响力已经超越其自我定位的水平。而这反过来意味着尽管中国政府提出异议, 中国在涉及其能源发展的问题上不能表现得像个一般的发展中国家。这尤其是因为中国已经在碳排放总量和能源消耗总量两方面均超过了美国。中国和印度等其他新兴市场在未来几十年里将成为排放和能源需求的主要增长国, 而美国和大多数发达经济体则有可能反向而行。

由于这些原因, 中国的政策前提是认识到国家面临的能源和环境困境的严重

*中国现在以及未来短期内的能源政策还需要立足于北京方面已经开始着手进行的雄心勃勃的经济转型升级工作。*

性。北京方面在面对这些挑战的时候有一种紧迫感。

的确，在2014年11月举行的亚太经合组织 (APEC) 论坛上出人意料地发布了中美气候变化联合声明，其中中国宣布计划在2030年二氧化碳排放达到峰值，这是表明北京方面在全球舞台上不再表现得像个一般的发展中国家那样的另一个迹象。<sup>5</sup> 公布上述目标日期也表明北京方面打算采取单方面行动以遏制其能源消耗和碳排放量。

但对北京方面中期内能够实现的成果进行任何评估都需要同时现实地认识到这样一个事实，即经济增长，因而能源需求的增长，仍需要延续数十年时间。而且目前尚不清楚靠更多消费拉动的中国经济是会有助于促进能源转型，还是只不过改变了中国能源消耗的特点。

底线是这样的：中国将不得不决定如何在保持经济增长的同时降低环境和资源成本以及排放量。这是因为如果放任不管，后者会削弱前者。但这样一个艰巨的任务没有任何一蹴而就的解决方

法，将需要采取包括科学技术、明智的政策以及各种市场激励机制在内的多种方案，使中国的能源状况发生实质性的转变。对中国的能源情况进行任何预测，即使只针对接下来五年时间，都必须考虑到大量不确定因素，特别是由于数据质量不一和经济快速变化的原因。

本文将开启由保尔森基金会推出的新系列《保尔森基金会能源与环境论文》，旨在起到铺垫作用，勾勒和考察中国的能源结构现状以及为了到2020年重塑其能源格局而已经提出的一些现有建议。这一系列的后续论文将重点探讨中国的能源和环境难题的方方面面，对不同行业和技术进行分析，或者就中国在这一领域面临的重大问题所密切相关的各项政策提出多种不同观点。

本文并不提供具体的解决之道或解决方案，而是勾画出中国现在以及未来短期内的能源战略的核心要素。文章结尾将简单讨论北京方面的能源战略与其在气候变化问题上的国际立场之间的联系，这种立场在很大程度上反映出其国内能源和经济问题。

## 煤炭依然占据王者地位

中国的能源消耗性质在很大程度上由其经济增长和发展模式所决定。到现在为止，众所周知的是中国已经在看起来似乎不可能的短时期内成了一个工业和出口大国，尤其是与英国和美国等以往的工业化巨头相比。在大约15年的时间跨度里，大致相当于从上世纪90年代末亚洲金融危机结束之时到现在，一个庞大的重工业基础已如雨后春笋般在中国成型，尤其是在钢铁、铝和水泥方面。

以钢铁为例。1997年，中国的钢铁产量比美国高出1000万吨左右。但到了2012年，中国的钢铁年产量约为7.16亿吨，是美国的八倍，占全球钢铁产量的46%。<sup>6</sup>此外，中国生产了全世界45%的铝和近60%的水泥。<sup>7</sup>

虽然这些行业最近几年一直受到严重产能过剩问题的困扰，北京方面曾有意发展壮大这些行业以助长二战以来最令人瞩目的经济腾飞。在2001年加入世界贸易组织(WTO)后，中国努力实现了令人印象深刻的十年国内生产总值增长期，其间在2007年曾达到14%的最高增速。这种繁荣所依靠的经济模式有两个基本支柱：固定资产投资（如基础设施和住房）和成为出口到世界各地的生产国。

将自己融入以世贸组织为标志的全球自由贸易体制有利于北京方面的经济战略以打造强大的生产型经济。产品销往国外市场而不是中国国内市场的出口商和制造商需要大量剩余劳动力资源和庞大的产业基础提供支持。

中国工业充分利用了下游厂商的需求，为他们供应铝和水泥等必要的原材料。此外，中国工业还把自己的产品出口到全球市场，通常价格较低，偶尔会引发与包括美国在内的国际贸易伙伴的冲突。如果说过去这10到15年时间是中国工业的黄金时代，丝毫不显夸张。

但是，工业增长也一直是中国的整体能源状况中的决定性因素。按行业细分分析，可以清楚地看到中国工业一直是全国能源消耗的主要驱动因素，甚至与其他新兴市场相比也是如此（见表1）。

欧洲和美国各行业间的能源消耗状况最为平衡，而中国就行业能源需求占比而言甚至比印度还要不平衡。2011年，中国的能源消耗增长了7%，其背后是为了避免经济灾难而采取的大规模经济刺激措施，这种措施为工业提供了资金并且不相称地支持了基础设施建设热潮。

就在同一年，中国生产了6.96亿吨粗钢，这需要燃烧5.7亿吨标准煤，比上一年增长6.3%。<sup>8</sup>工业可能再次受益，但没有一点改善，甚至可能加剧了中国能源状况的不平衡。

工业生产在中国经济中占的绝对比例对其能源需求有其他几个重要的连锁效应。举例来说，庞大的工业规模意味着很难由中央政府来调节和区分相对高效节能、清洁的企业与严重污染的企业。其结果是中国20世纪90年代在降低

*工业增长也一直是中国的整体能源状况中的决定性因素。*

表1. 2011年按行业划分的能源消耗

	中国	印度	俄罗斯	经合组织欧洲成员国	日本	美国
能源消耗按行业划分（百分比）						
工业	72%	68%	53%	38%	44%	34%
住宅及商业	14%	16%	27%	31%	31%	27%
交通运输	14%	16%	20%	31%	25%	38%
总消耗量（千兆英热单位）						
	78	17	22	59	15	73

资料来源：美国能源信息管理局2011年国际能源展望报告。

单位GDP能耗上所取得的成绩出现反转。自2000年开始，经济反而更趋能源密集型（见图1）。[单位GDP能耗是指单位产出所需消耗的能源量/国内生产总值，单位GDP能耗提高意味着随着中国经济增长，支持这种增长需要的能源利用情况变得越来越低效。]

中国的高耗能产业的另一影响是能源结构严重向煤炭倾斜，因为煤炭是中国唯一丰富的国内能源资源。中国目前煤炭消耗占其能源消耗总量的比例依旧徘徊在70%左右，实际上仍然属于煤炭型经济。

的确，煤炭作为推动其他国家完成工业化的主要能源物资之一，一直占有突出地位。因此，中国在其发展的这个阶段产生的对于煤炭的需求并不让人感到意外。然而，令人震惊的是中国的能源结构向煤炭倾斜的严重程度，尤其是相对于其他主要经济体而言（见图2）。

对比同属“金砖国家”之列的巴西和俄罗斯，中国对煤炭的过度依赖显得尤为突出。目前，中国经济消耗的煤炭已经几

乎与世界上其他国家合起来一样多（见图3）。中国的大部分电力生产依靠煤炭，钢铁行业也消耗大量炼焦煤，这种特定类型的煤含热量较高。

事实上，煤炭约占中国发电所用燃料的三分之二。<sup>9</sup>据中国估计，2012年煤炭在发电中所占的比重可能已经高达75-77%（见表2）。<sup>10</sup>相比之下，美国的这一比重约为40%。不过，美国用了几十年时间才实现把煤炭占比降到这一水平的目标，而且由于美国电力行业改用天然气作为燃料，这种下降趋势最近有所加快。<sup>11</sup>

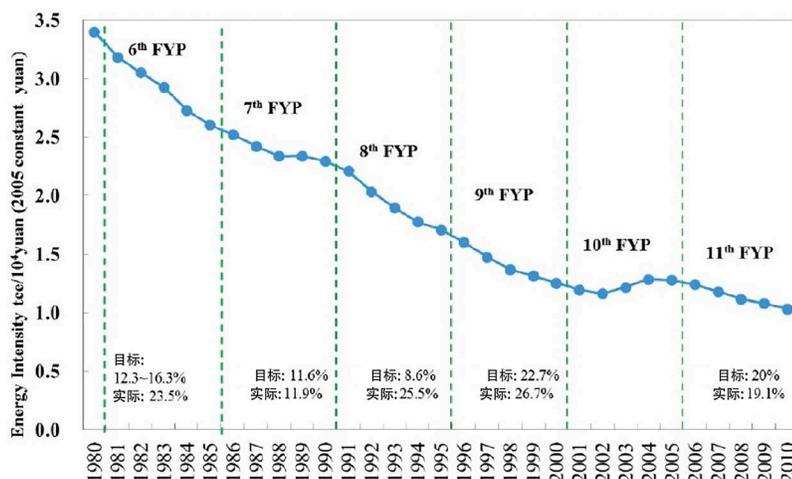
正如美国的经验表明，大幅降低煤炭在能源结构中的比重可能需要几十年时间，特别是对于那些需要大量可靠基本负荷电力的大陆规模的经济体而言。由于中国的能源需求将在几十年里处于上升阶段，随着2015-2020年期间另外472吉瓦新的电力装机容量投入运行（平均增速为5.8%），煤炭在能源结构中的核心地位不会很快削弱。<sup>12</sup>

彭博新能源财经的另一预测预计到2030年止的装机容量平均增速为5%，这意味

着每年新增88吉瓦的装机容量, 相当于大约新增整个英国每年的发电能力。<sup>13</sup> 因此, 任何合理的甚至有些乐观的情况分析都应当预期煤炭在可预见的将来会在中国的能源结构中至少占有60%的比重, 而且很可能会略高一些。

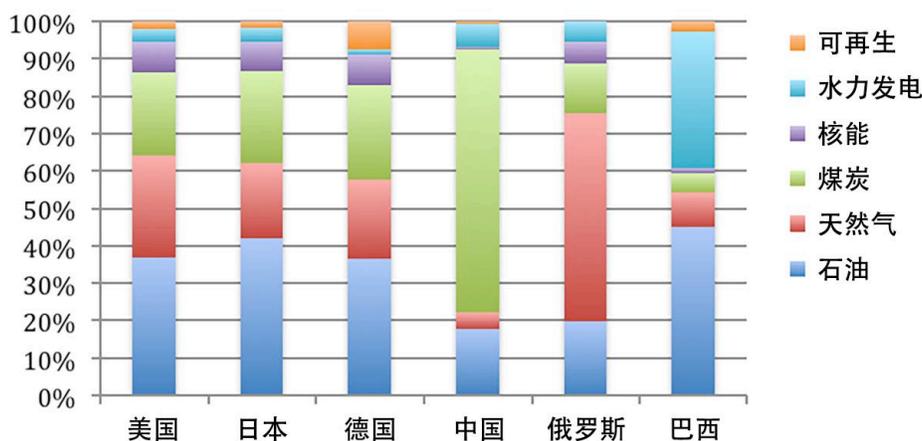
但这种生产密集型和煤炭依赖型经济的后果和代价是巨大和明显的。燃煤电厂产生的污染物, 无论是二氧化硫 (SO<sub>2</sub>) 还是PM2.5, 正让中国城市感到窒息。一再出现的“空气末日”已经成为煤炭型经济的显著缺点的象征。<sup>14</sup> 中国迈入工业化十几

图1. 自第六个五年计划以来的单位GDP能耗趋势



资料来源: 齐晔所作报告, 清华大学气候政策研究中心。

图2. 不同国家按能源划分的能源消耗情况



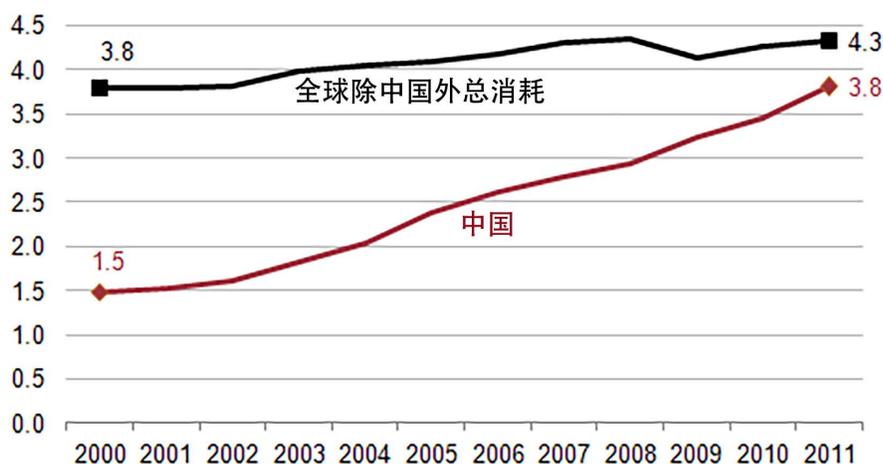
资料来源: 英国石油公司世界能源统计年鉴, 2012年。

年来，环境和潜在的公共健康代价不再是个抽象的概念，而是严峻的现实。

未来的挑战规模庞大且更为复杂。对煤炭的使用施加一些限制已经是中国政策的主要内容。但中国的政策制定者还需要调整经济，使其能源状况能

够顺利地从生产者（钢铁厂、制造商等）转向消费者（正在崛起的中国中产阶级和不断发展的汽车文化），特别是如果北京方面的经济再平衡努力取得成功。换句话说，更加消费驱动型的中国经济一定会需要不同的方法来管控中国的能源消耗。

图3. 中国的煤炭消耗总量（十亿吨）



资料来源：美国能源信息管理局。

表2. 煤炭在中国电力生产中的主导地位

	2006	2007	2008	2009	2010
总产量（十亿吨）	2.3	2.5	2.7	3.0	3.2
发电消耗量（十亿吨）	1.2	1.3	1.3	1.4	1.6
发电消耗占比	53%	51%	49%	47%	49%
总发电装机容量（吉瓦）	623.7	718.2	792.7	874.1	966.4
燃煤发电装机容量（吉瓦）	483.8	556.1	602.9	651.1	709.7
燃煤发电装机容量占比	83.3%	83.3%	81.2%	81.8%	80.8%

资料来源：煤炭经济研究，2012年中国能源发展报告。

## 中国“除煤炭外一切皆可”的战略

中国政府现在比过去十年来的任何时候都更加重视严重的环境问题，这些问题已经成为普通中国人的日常感受。2013年11月举行的三中全会上出炉的经济改革计划中明确强调了可持续发展和优化管理资源消耗。

中国的最高领导层也已经通过了一项战略，要求更加积极地推进多元化以摆脱对煤炭的依赖，提高工业能源效率并在清洁能源和防污减排上投入数十亿元。虽然需求方的努力正成为新的关注焦点，目前的战略在极大程度上侧重于供给方。这在很大程度上已经在最近发布的2014年至2020年《能源发展战略行动计划》中阐明。<sup>15</sup>

### 供给方措施：减少煤炭……

迄今为止，中国为解决排放问题和提高能源效率而做出的努力大多依靠限制煤炭使用的增长并引申到压制其下游用户，即重工业。

由于工业用煤是污染物和温室气体排放的最大因素，占中国二氧化硫排放量的90%和二氧化碳排放量的70%左右，因而针对煤炭采取措施是绝对必要的。<sup>16</sup>到2020年，届时要实现的一个关键首要目标是把煤炭消耗总量限制在42亿吨左右，略高于到2015年应该实现的40亿上限。<sup>17</sup>中国能否实现到2020年的这一目标将在很多方面取决于能否首先实现其2015年的煤炭消耗量目标。

政府目前处理煤炭问题的一种方法是强制关闭规模小、污染重的开采企业并将资产整合到有望提高效率的大型煤炭基地。第十二个五年计划期间的目标是淘汰400多家小型煤炭生产商，大致相当于2000万吨产能。与此同时，63%的中国煤炭将来自10个产能分别达到1亿吨的超大型生产商和10个产能分别达到5000万吨的大型生产商。到2015年，煤炭生产总量有可能限制在39亿吨。<sup>18</sup>

另一项举措是通过征收更高的资源税来提高煤炭和石油等资源的成本。事实上，中国财政部在2014年10月就采取了这样的措施，按照2%至10%的税率计价征收资源税（以往计量征收的税费如此之低，几乎毫无意义）。

<sup>19</sup>对于已经遭受中国经济增长放缓和旨在迫使生产者退出市场的各项政策所带来的巨大打击的煤炭产业，这将产生负面影响。

受到类似的管理方式启示，为了缩减重工业的范围和作用也采取了各种措施。这些措施同样旨在强行关闭规模小、污染重的工厂并要求进行产业整合以创造兼具规模和提高效率的超级生产者。

这个过程早在2006年第十一个五年计划（“十一五”）期间就已经开始，但一直持续到2011年毫无放缓迹象的强劲经济增长使得对工业能源消耗进行任何实质性的控制都相当具有挑战性。尽

*中国为解决排放问题和提高能源效率而做出的努力大多依靠限制煤炭使用的增长。*

管如此，中国在降低单位GDP能耗上已经取得了显著的进步，差不多实现了其十一五计划规定的目标（十二五计划期间的能源和环境相关目标请参见附录）。不过为了实现这些目标还是需要当时的国务院总理温家宝在最后一刻祭出“铁腕手段”。<sup>20</sup>

但是，这些成就也掩盖了一个微妙的事实，那就是中国迄今在单位GDP能耗方面的改善似乎行将结束，这表明关闭工厂和责令地方当局遵守能源目标的现行做法可能很快就会达到其极限（见图4）。换句话说，实现工业能效的简单措施可能很快就会用尽。一些行业/工厂层面上的数据似乎证实了这一点（见表3a, 3b和3c）。<sup>21</sup>

看起来就大中型电厂而言，中国的煤炭消耗效率几乎可以与日本相提并论，而日本通常被认为是一个高效节能的发达经济体。即使在钢铁和水泥等重工业领域，中国也已经朝着与日本趋同的水平迈进。

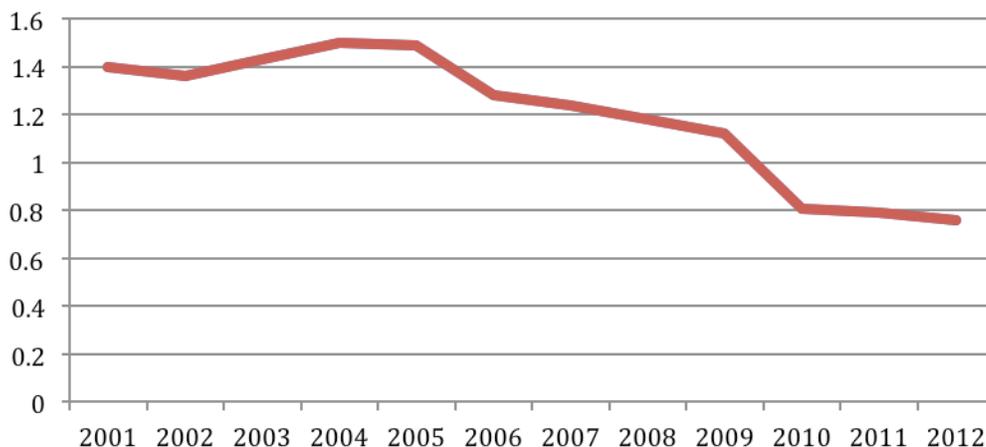
### ……但增加其它一切能源

尽管如此，由于中国的煤炭行业面临大的波动，国内外许多人士看起来都认为煤炭的辉煌时代正在落下帷幕，这个行业曾借着中国令人瞠目结舌的大规模快速工业化浪潮而一帆风顺地发展。

中国逐渐退出这种密集工业化阶段和高增长模式将给从煤炭和铁矿石到铜的一系列全球大宗商品价格带来影响。而对市场参与者和投资者来说，这个时代的终结同样意味着以长期以来似乎永不满足的中国需求为保障的大宗商品价格“超级周期”已经结束。

这尤其意味着煤炭在中国的总体能源结构和电力行业中的重要性相对下降将会对几乎所有其他能源产生相应的提升作用，特别是天然气、水电、核电和可再生能源（见图5a和5b）。如果中国实现其部署这些资源的理想目标，显然最大的受益者将是风能、天然气和核能。

图4. 中国的单位GDP能耗不断下降（吨标准煤/万元）



资料来源：2013年中国能源统计年鉴，国家统计局。

事实上,十二五计划要求到2015年非化石能源在中国的能源结构中所占的比重达到11.4% (其他两个宏观目标是单位GDP能耗和二氧化碳排放分别降低16%和17%)。<sup>22</sup> 到2020年,也就是十三五计划结束之时,非化石能源所占的比重有望达到15%,而单位GDP二氧化碳排放将比2005年水平减少40%至45%。

更重要的是,上面提到的三个宏观能源目标第一次被赋予了“约束力”。而这意味着在政治上“必须”实现这些目标。实

施这样一项任务基本上保证了北京方面将必须支持扩大更为多元化的一篮子能源。至少到2020年,中国打算积极部署非煤能源,期望煤炭在整体能源结构中所占的比重可以下降到62%。如果这一愿望得以实现,那么中国的整体能源结构可能像图6所示那样。<sup>23</sup>

如果上述能源结构再平衡的情况得以实现,两个最有希望的增长领域几乎可以肯定是天然气和可再生能源。就其如何在中国的能源发展战略中起作用而言,两者均值得进行简要的讨论。

表3a. 中国和日本电厂的总煤炭消耗率\*

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
中国**	392	379	363	343	342	332	322	320	312	308	305
日本**	317	315	303	301	299	300	297	294	294	295	295

\*单位: 克标准煤/千瓦时

\*\*对于中国, 仅包括6兆瓦及以上电厂; 对于日本, 包括平均九大电力公司

资料来源: 中国电力企业联合会、日本能源经济研究所、日本2013年版能源经济统计手册。

表3b. 中国和日本钢铁能源消耗\*

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
中国**	997	976	784	732	729	718	709	697	681	675	674
日本	629	656	646	640	627	610	N/A	612	N/A	N/A	N/A

\*单位: 千克标准煤/吨产量

\*\*仅包括大中型钢铁企业

资料来源: 中国钢铁工业协会、日本能源协会会刊、日本钢铁协会。

表3c. 中国和日本的水泥能源消耗\*

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
中国	201	199	183	178	172	168	161	148	143	138	136
日本	123	124	126	127	126	118	N/A	N/A	119	N/A	N/A

\*单位: 千克标准煤/吨产量

资料来源: 中国国家统计局、中国水泥协会、日本能源协会会刊、日本水泥协会。

图5a. 按能源划分的2015年预计电力装机容量

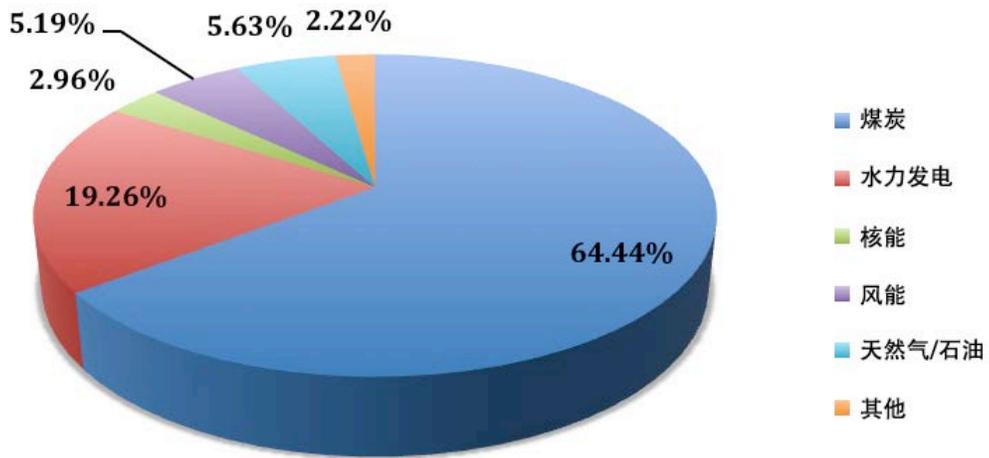
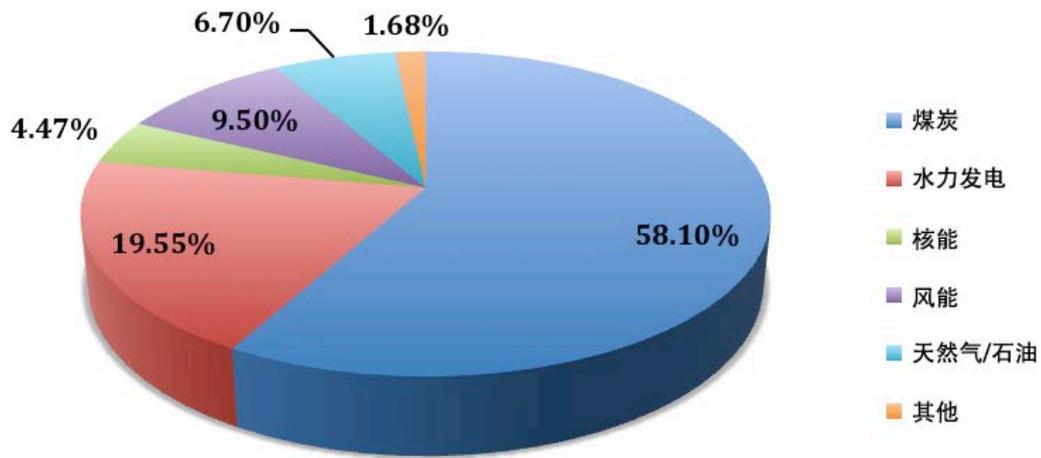
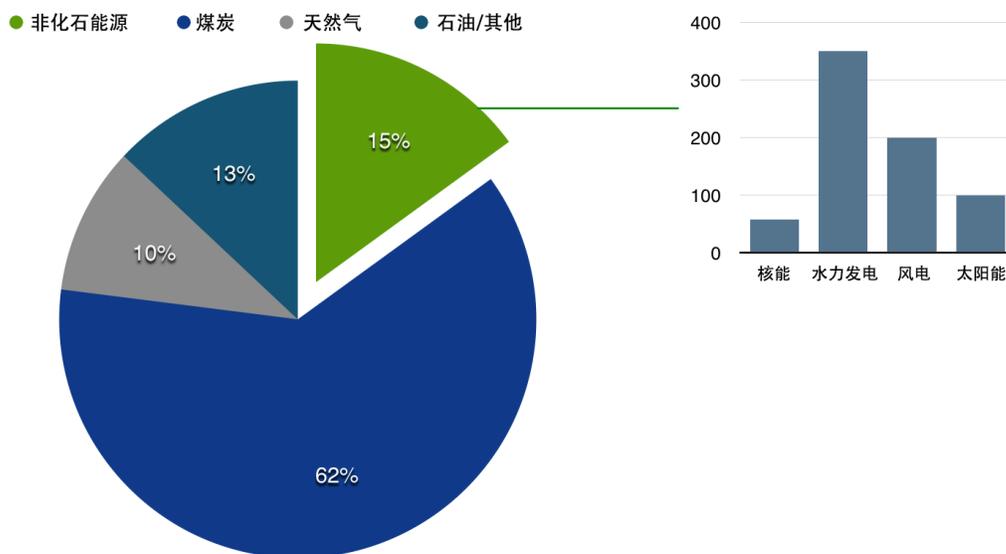


图5b. 按能源划分的2020年预计电力装机容量



资料来源: 中国电力企业联合会, 2011。

图6. 中国到2020年可能实现的一次能源结构\*



\*生物质能源不包括在内。

资料来源：国务院2014年至2020年能源发展战略行动计划，作者预测。

### 看好天然气

天然气将尤其重要。市场普遍预测越来越认为中国的天然气需求量在未来十年里将激增，导致有些人甚至宣称中国的煤炭时代正让位给天然气的黄金时代。且不谈这种夸张的说法，的确有充分理由可以乐观地认为天然气在中国的能源结构中的地位将得到显著提升，其中最重要的是有强有力的政治支持。

天然气绝非完全不产生碳排放，但它比燃煤和石油更加清洁，因此被视为减少空气污染和碳排放的一个重要因素，也是中国转向清洁能源过程中的一种“过渡燃料”。

举例来说，可能适用于今天的北京的一个历史先例是上世纪50年代伦敦如何努力解决其严重污染问题。伦敦迅速在

其能源结构中引入天然气来代替煤炭，这在减少污染上显然有明显效果。<sup>24</sup>从能源安全的角度来看，中国未来仍有潜力挖掘其国内储量，与石油不同，利用天然气来抵御不断增长的对能源进口的依赖。

天然气的增长潜力巨大，因为它目前在中国的能源结构中仅占4%至5%的比重，远远低于20%左右的世界平均水平。到2015年，中国预计天然气在其能源结构中的占比将增长一倍达到8%至9%，即2,300-2,600亿立方米天然气消耗总量。<sup>25</sup>

尽管对需求总量的预测数据各不相同，几乎所有的预测都认为会快速增长。根据英国石油公司的能源展望报告，中国将在全球天然气需求增长中占23%的比重，预计到2030年将达到欧盟国家的

2010年天然气消耗水平。<sup>26</sup>如图7所示，虽然起始基数较低，但中国在未来十年间将在天然气需求增长中占有迄今为止的最大份额。

然而，中国国内产量不太可能跟上强劲的需求增长，自2010年以来需求已扩大近20%。同时，中国已经有三分之一的天然气依靠进口，这一趋势不太可能在短期内减弱。<sup>27</sup>虽然最初盛行的乐观情绪认为中国国内拥有巨大的页岩气等非常规资源储量，可以填补供应与需求之间的差距，然而页岩气从中期来看有可能令人失望。

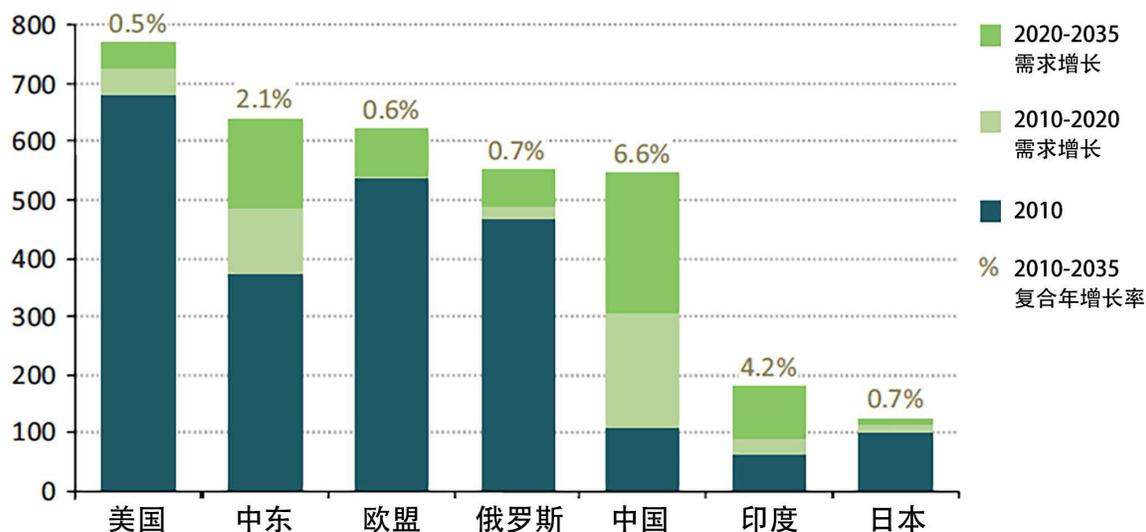
由于各种各样的原因，其中包括开采成本、不同的地质结构和技术限制，人们期望的“中国页岩气热潮”到目前为止结果令人失望。<sup>28</sup>事实上，中国已经将其2020年页岩气产量目标下调到300亿立方米（原先雄心勃勃的目标高达1,000亿

立方米），<sup>29</sup>与煤层气的2020年产量目标相同，煤层气是另一种丰富的非常规气体资源。因此，中国在可预见的未来将越来越依赖全球供给以满足其不断增长的需求，包括像澳大利亚和俄罗斯这样路途遥远的天然气供应国。<sup>30</sup>

看好天然气在能源结构中地位上升的另一个原因在于中国的宏观经济结构调整有利于天然气的增长。举例来说，推迟多年之后，北京终于在2011年年底开始放开天然气价格以鼓励国内开采和统一全国的天然气定价机制。市场定价机制反过来可以有助于刺激加强页岩气等非常规资源的国内开采，因为一些分析师估计在中国页岩地层中钻井的成本可能是美国的四倍之高。<sup>31</sup>

至少到2020年前，城市化是中国经济增长战略的核心内容，这也将支撑天然气的发展，因为城市居民需求一直是天然

图7. 新政策形势下部分国家和地区的天然气的天然气需求 (十亿立方米)



资料来源：国际能源署2012年世界能源展望报告。

气消耗的主要动力(例如,中国家庭几乎完全用燃气灶做饭)。中国政府借鉴美国的燃料转换经验,已经开始更有力地支持在电力行业引入更多的天然气(见图8和表4)。

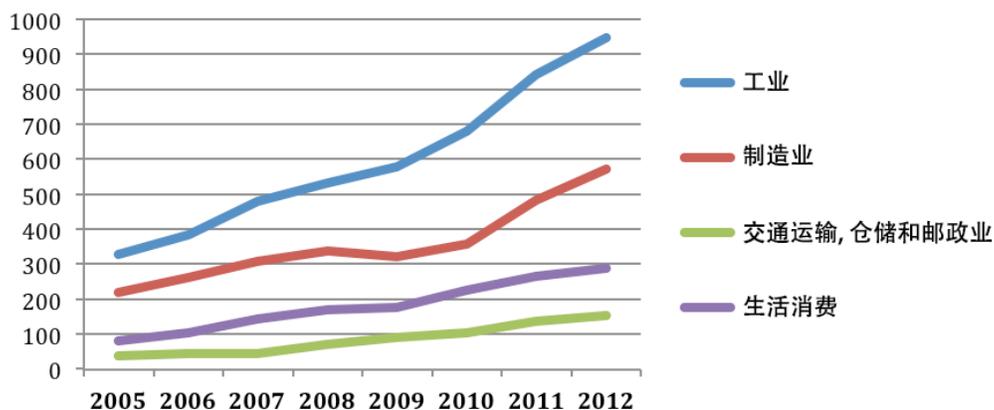
从2005年到2012年,居民用气量激增了260%左右,超过工业用气增长速度。随着城市化的进程和工业增长放缓,居民用气的这种趋势很可能会加速发展。电力部门的预计天然气需求也应该会出现

显著增长,虽然从绝对数量上看,发电使用的天然气量将只是煤炭的一小部分而已。但是,如果坚持这些目标,中国到2015年用于发电的天然气可能会大于核能(约40吉瓦)。

### 可再生能源崛起

可再生能源虽然在总体能源结构中只占很小一部分,但正与天然气一同作为补充清洁能源得到推广。假设太阳能和

图8. 天然气需求的驱动因素 (亿立方米)



资料来源: 2013年中国能源统计年鉴, 国家统计局。

表4. 2015年潜在电力装机容量

燃料类型	2010年 (吉瓦)	2015年 (吉瓦)	年均增长率 (%)
煤炭	660	960	7.8
水能	220	290	5.7
核能	10.8	40	29.9
天然气	26.4	56	16.2
风能	31	100	26.4
太阳能	0.86	21	89.5
合计		~1490*	

\*总数可能还包括生物质能以及未在文件中列出的其他能源。

资料来源: 国务院, 能源发展“十二五”规划。

风能在可预见的未来会在中国的整体能源消耗中占有较大比重是不现实的,但北京方面显然支持扩大可再生能源供给。事实上,中国从2006年开始的若干年来都是增长最快的风力发电市场之一,虽然是从一个很低的基础起步,中国也在增加大量的太阳能发电。

在过去的几年中,太阳能和风能都经历过一个发展过热的时期,这两个历史不长的行业目前仍在摆脱那种市场波动带来的阵痛。太阳能行业似乎正慢慢从国外市场的需求萎缩中恢复过来。由于有95%的中国太阳能产品出口国外,这个行业受到国外需求的影响过大。风力发电也建设过度,因为有很大一部分装机容量未连接到电网,因此没有产生任何电力。

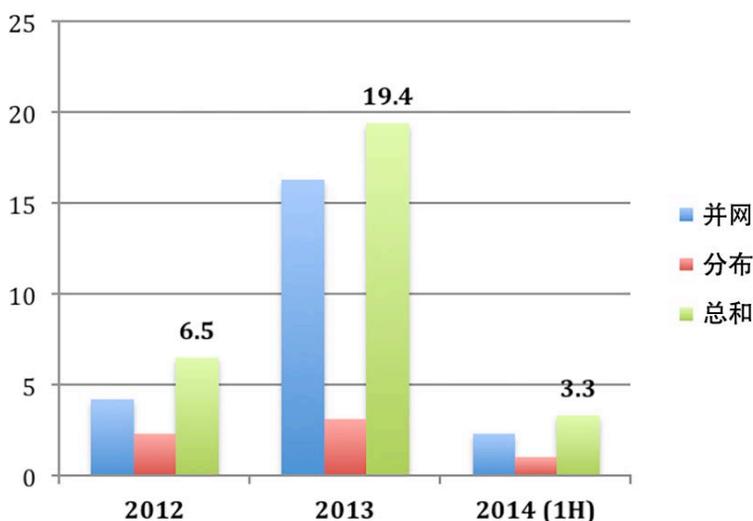
正是因为这些原因,中国政府希望通过转向内需来支撑这些行业。就在最近几年中,中国已经成为世界上最大的太阳能市场之一。十二五计划的明确目

标是到2015年太阳能发电总装机容量达到21吉瓦,这比最初的建议提高了三倍。<sup>32</sup> 不过到2014年上半年末,中国已经超过了这一目标,装机容量约为22吉瓦,比美国的太阳能发电总量还高3吉瓦(见图9)。<sup>33</sup>

有一个重要的政策变化就是中央政府开始接受分布式发电,这可以带来越来越多的屋顶太阳能装置和连接到主电网比较困难的农村地区的太阳能发电增长。例如,数据显示分布式太阳能发电装置逐渐兴起,其中毗邻上海的浙江省在这方面一路领先。此外,北京方面还打算建立更多的公用事业规模太阳能发电,特别是在新疆等偏远地区,最终将通过特高压输电线路连接,将电力输送到人口密集的中心城市。

在太阳能发电进入其目前的快速增长期之前,中国的风力发电一直扩张迅猛。虽然该行业受到产能过剩的困扰,像华

图9. 太阳能发电新增总装机容量 (吉瓦)<sup>34</sup>



资料来源:中国国家能源局、国家发改委。

锐风电这样的一些主要企业仍处于亏损状态,但是风力发电在2020年前还是有望出现显著增长。尽管目前装机步伐较慢,中国到2015年几乎肯定会实现其第12个五年计划期间风电装机容量达到100吉瓦的目标,这将是联网核电装机容量总容量的两倍以上(见图10)。<sup>35</sup>然而,这种新的发电容量会有多大比例联网发电仍有待观察。

中国已有76吉瓦风电装机容量,正逐步建立海上风力发电能力。仅在2012年,中国就在东部沿海的福建、江苏、山东等省外海新增了46台涡轮机组,使其海上风力发电总装机容量达到389兆瓦。虽然与总体风力发电能力相比微乎其微,这已经使中国成为世界上第三大海上风力发电市场,仅次于丹麦和英国。<sup>37</sup>

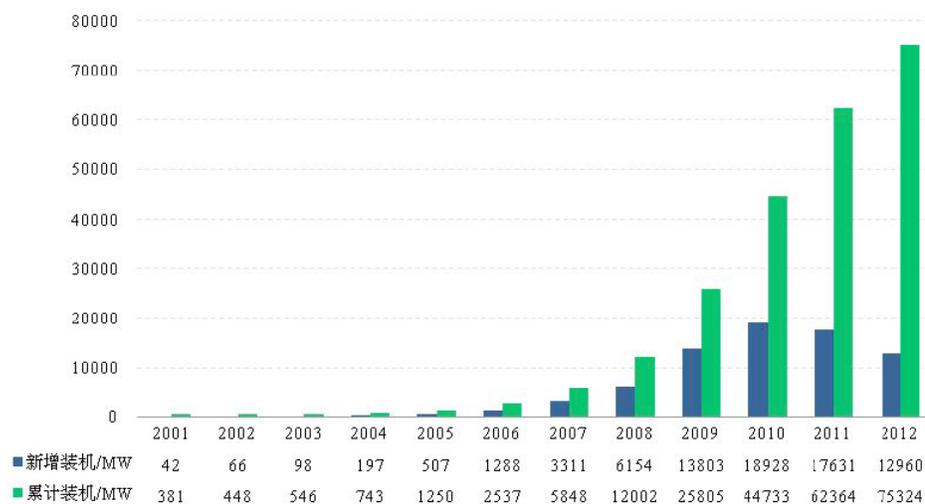
显然,中国正在削弱煤炭的主导地位以同时实现几个目标。首先,这可以为太阳能和风能等新能源行业铺平道路。其

次,支持从天然气到核能的一切其他燃料都将产生持久和积极的影响,因为北京方面正努力实现减排目标和减少污染。第三,对污染较大的能源征收更高的税费可以成为地方政府获得新收入来源的手段。最后,走出工业化或生产密集型的发展阶段应该会有助于抑制能源消耗增长。

不过,目前的做法几乎完全放在供给方上,采用了一套自上而下的行政措施。对北京方面来说,关闭工厂和污染企业以及支持清洁能源供给要比影响近14亿能源消费者的行为方式容易得多,中国消费者因人而异、因家庭而异、因地而异,其财富和需求差别极大。

但是,如果中国成功地重新平衡其经济而转向更加消费驱动型的增长模式,那么中国还会不得不重新调整其能源战略,将重点放在需求方管理解决方案上。

图10. 风力发电总装机容量(吉瓦)<sup>36</sup>



数据来源: CWEA

资料来源: 中国风能协会, 2013年。

### 需求管理：新旧手段都需要

直到今天，中国仍基本上把自己视为一个相对贫穷的发展中国家。当许多国外人士提到其能源消耗总量时，北京方面一贯搬出的事实依据是其人均能源消耗仍然比发达经济体要低得多。<sup>38</sup>恰好两者都确有其事，这就是为什么中国政府历来关心的是为整个国家提供足够的能源，而几乎不怎么关注如何管理最终使用者的消费需求。

然而，与此同时，中国城市中产阶级的能源需求随着其购置汽车和住房正快速上升。如上所述，随着城市化进程，家庭需求将成为天然气消耗的主要驱动因素。事实上，随着经济主要由服务和消费带动，能源消耗往往会从工业转移到住宅和交通行业。几乎所有发达经济体都经历过这样的转变（见表1）。

随着十三五计划周期即将在2016年开始，北京方面将不得不越来越多地从主要解决供给方和生产相关的能源政策转移到打造管理消费者能源需求的激励机制。坦率地说，这是一项比推动去工业化更加难以完成的任务，部分原因在于中国各地在经济发展程度上存在的巨大差距，这意味着政策将必须因地制宜或立足于特定地区条件以反映中国各地能源使用模式和消费水平的巨大差异。

因此，中国的需求方管理将需要一系列多样化的政策和解决方案，也必须更多依赖基于市场的手段。市场能源定价机制就是这样一个效果明显而又影响广泛的手段，符合三中全会公报的主要内

容，即今后要使市场在中国经济的资源配置中起“决定性”作用。另一个需要注意的领域是交通，因为在很大程度上就像美国一样，中国不断上升的汽车保有量和这些车辆提供动力所需的燃料可能意味着能源消耗再次激增。

### 价格（不太）合适

但是，中国的能源定价是个异常复杂的问题。我们面临的挑战不只是全盘放开价格这么简单，因为像煤等大宗商品从20世纪90年代开始就一直采用市场价格。国内天然气价格也开始放松管制，基本上与油价挂钩，从而与市场走势趋同。<sup>39</sup>然而，当涉及到中游和下游的电力价格，中国政府仍会干预，而只进行了部分改革的电力部门则意味着中国的电价仍然扭曲。

虽然某些行业的电价可能看起来与发达经济体的类似行业一致，<sup>40</sup>交叉补贴和地方保护主义复杂地交织在一起，意味着工业能源的实际成本很可能低于其应有水平。据中国估计，与经济合作与发展组织（OECD）国家的工业用电价格相比，中国差不多属于中等水平。<sup>41</sup>例如，电价最高的意大利为0.28美元/千瓦时，最低的韩国为0.06美元/千瓦时（美国为0.07美元/千瓦时），而中国为0.092美元/千瓦时，大致相当于OECD平均水平0.11美元/千瓦时。

但目前还不清楚这些价格是否反映了全部投资成本或其他外部费用，因为地方政府有充分的动机向当地工业和发电企业提供廉价土地和价格优惠的能源原材料。早在2005年，国家发展和改革

*中国的需求方管理将需要一系列多样化的政策和解决方案，也必须更多依赖基于市场的手段。*

虽然某些行业的电价可能看起来与发达经济体的类似行业一致，<sup>40</sup>

委员会就成立了一个专责小组来研究电价制度,他们发现,一个典型的300兆瓦燃煤电厂的脱硫成本为0.88-2.8元/公斤,但征收的二氧化硫排放费仅为0.21-0.63元/公斤。<sup>42</sup>因此,直接缴纳二氧化硫排放费的成本要低于安装脱硫技术装置,而在更加市场化的价格系统上,安装脱硫技术装置本应该会提高电价。

总之,理顺电力价格的重要途径之一是让电价真实反映投资及其他内化成本开支。

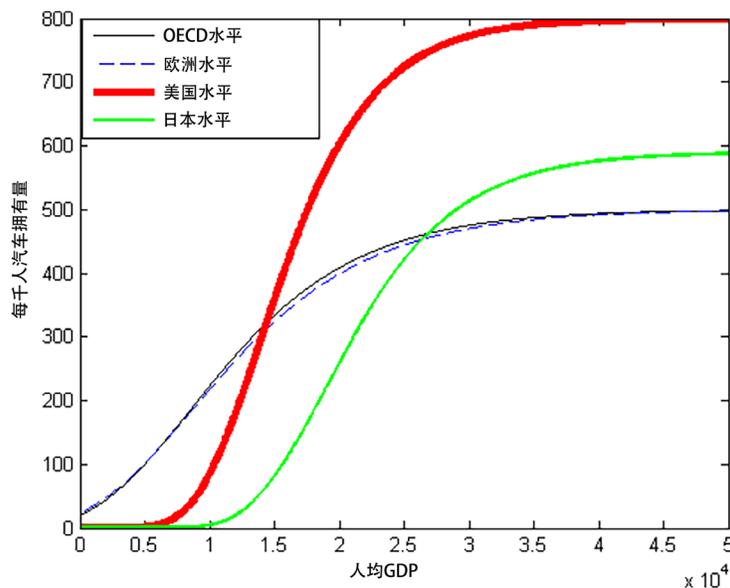
另一方面,中国的居民用电价格更加扭曲,明显低于经合组织国家。<sup>43</sup>中国的居民用电价格为0.074美元/千瓦时,不到经合组织国家平均水平0.158美元/千瓦时的一半。这种差异的一个主要原因是社会主义计划经济时期的遗留问题,当时中国政府始终担心引发通货膨胀,因而

人为地保持较低的消费最终用户电价。

这意味着国家发改委不允许发电企业随意提高电价,同时也控制配电企业向中国消费者出售电力的价格。2000年代中期,由于经济高速增长,电力需求达到最高水平,出现了几次停电危机,在部分程度上可归咎于这种价格扭曲。随着煤炭成本上升(而这些成本是由市场定价的),发电企业却无法提高价格。有些企业干脆决定闲置厂房,试图迫使政府提高价格。

理顺最终用户电价并允许发电成本体现在价格中将需要在管理能源需求上迈出重要一步。北京已经朝着阶梯电价制度的方向采取了一些步骤,其中某些消费者,主要是城市中产阶级,将比农村居民支付相对较多的电费。<sup>44</sup>此外,最近某些重工业领域也实施了阶梯电价制度。<sup>45</sup>

图11. 不同路径下的中国汽车保有量预测\*



\*人均国内生产总值以1万美元计。  
资料来源: 吴添、赵红梅和欧训民。<sup>47</sup>

与此同时，虽然还有很长的路要走，国内许多人士都主张对电力部门进行更持久和更显著的改革，比如允许发电企业在市场价格的基础上直接与最终用户协商，将发电资产与输电资产分离以及在这个国家主导的行业引入更多竞争。这些改革未来甚至有可能降低电力价格。无论采取哪种方式，这类措施都将让市场在管理能源需求方面发挥更大的作用。

### 十亿辆汽车上路？

在2010年的全球经济衰退中，中国成了世界上最大的汽车市场。当年中国人购买了近1000万辆乘用车，据管理咨询公司麦肯锡预测，中国到2020年将成为世界上最大的轿车市场。<sup>46</sup> 车辆的增长在某种程度上导致中国如今有60%的原油依赖进口。中国的汽车市场如何增长以

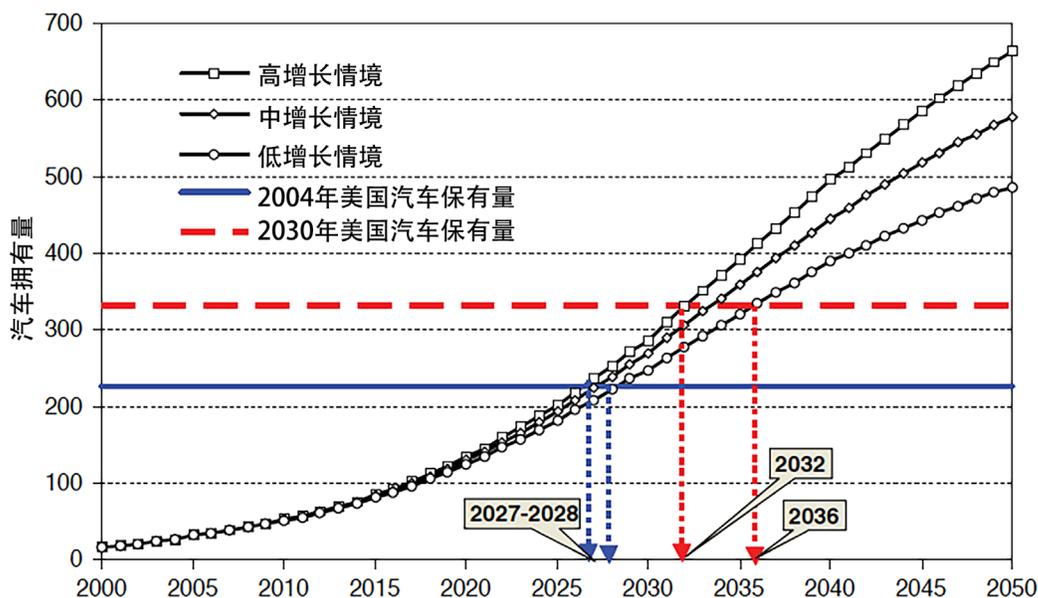
及在何种程度上增长无疑会对消费能源需求产生深远的影响。

许多因素将决定中国促进或缩减其车辆增长而采取的路径，其中包括人均收入、基础设施、能源安全和环境污染等。但有两个主要方面将压倒性地决定交通运输行业将如何严重影响中国的未来能源需求：汽车普及率和这些车辆使用的燃料类型。

在中国，无论是非常显著的汽车普及率还是较为适度的普及率都有令人信服的理由，使得很难有把握地预测最有可能出现的情形。

支持“非常高普及率”预测的因素是现在规模比美国都大的公路网络、支持国内汽车行业发展的政府以及中国人不断发

图12. 到2050年中国的汽车保有总量(百万辆)



资料来源：霍宏、王全录、拉里·约翰逊和何东全。

展的汽车文化，他们把拥有汽车当作迈入中产阶级的人生大事。

但“适度普及率”的预测情形同样具有强有力的基本论据：政府对能源安全的顾虑，中国城市不同寻常的人口密度、大范围客运铁路网的同步推广以及解决污染问题的日益紧迫性。换句话说，中国是否需要步美国、欧洲和日本汽车保有量的后尘将对其未来的能源需求具有显著影响（见图11）。

清华大学专家的以上预测表明，中国的汽车普及率最高将达到约500辆/1000人，相当于欧洲的水平，远低于美国的80%。即便如此，由于庞大的人口规模，在中国较低的普及率仍然意味着巨大的车辆总数。事实上，美国阿贡国家实验室的情形预测发现到2050年中国的汽车保有总量将突破6亿辆（见图12）。<sup>48</sup>

即使在低增长的情况下，中国的上路车辆还是会比美国多出上亿辆，尽管最近几年个人汽车保有量增长出现了放缓迹象。<sup>49</sup>此刻还无法确定这些车辆是会由汽油还是电力驱动，尤其是考虑到电动

汽车才刚刚开始获得某种程度的商业可行性。不过，如果大胆假设到2030年电动汽车普及率可以高达30%至40%，新增的内燃机汽车数量仍将对二氧化碳排放量和一般空气污染产生相当大的影响。

就像中国政府一直在做的那样，以更严格的燃料消耗量标准为关注重点将是限制交通运输部门的能源需求和排放的要素。而且，这些政策也旨在推动汽车制造商提高其技术水平和效率，否则将面临淘汰。虽然迄今为止成效有限，但北京方面其实一直都希望把中国分散的汽车行业整合成少数实力雄厚的先进企业。

北京方面早在2004年就开始实行燃料消耗量标准，2006年将乘用车燃料效率从每加仑26英里提升9%至每加仑28.4英里。<sup>50</sup>中国还提出了燃料消耗量第四阶段标准，基本上与较为严格的欧洲标准趋同。<sup>51</sup>根据国际清洁交通委员会预测，如果到2020年全面实施，该标准到2030年可以减少排放高达1.49亿吨二氧化碳。<sup>52</sup>然而，该标准是否会强制执行仍然是个未解决的问题。

## 气候变化：国家重点仍高于一切

对于中国而言，气候变化的影响可能会加剧其资源稀缺性，从而导致无法预见的后果和环境危机。因此，北京方面在政策层面上一直重视气候变化问题，尤其是在中国已经成为世界上最大的碳排放国的情况下。虽然中国仍要求发达经济体承担排放的历史责任，中国目前在可预见的未来将对大部分排放量增长负有责任(见图13)。<sup>53</sup> 预测各不相同，但中国此刻毫无疑问是世界上最大的排放国，占全球排放量的比重可能高达30%。

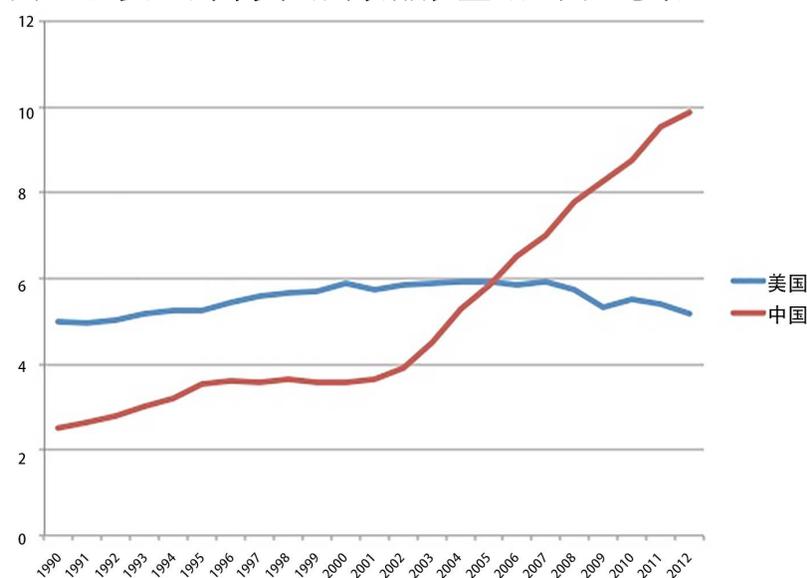
可以最好地证明中国承诺应对气候变化的实例之一就是中美两国在2014年11月举行的亚太经合组织领导人非正式会议间隙共同商定分别采取遏制排放的单方面行动，北京方面计划在2030年左右

二氧化碳排放达到峰值。这项声明具有几个方面的重要积极意义。

首先，两国在2015年巴黎气候谈判前夕在一定程度上为谈判确定了范围并表明了明确的立场。同时，中国与美国发布联合声明，似乎是在表示中国愿意承担更大的责任，而使自身有别于包括印度和巴西在内的其他发展中国家。

无论2015年巴黎谈判期间的政治角力如何，中国在气候变化问题上的立场在很大程度上与美国相仿，还是体现了其国内经济、能源和环境方面的重点。中国在全球舞台上提出的建议往往严重受到在很大程度上配合其自身国内经济发展和能源战略的政策和行动左右。例如，中国在2009年哥本哈根气候变化会

图13. 历史上的中美两国碳排放量 (以十亿吨计)



资料来源：荷兰环境评估局。

议前夕宣布计划到2020年单位GBP值二氧化碳排放下降40%至45%，这个消息立即登上各大报章的头条，但其实该目标已纳入十二五计划。<sup>54</sup>

同样，亚太经合组织会议上的声明有可能来源于中国即将实施的十三五计划，以及北京方面对将要贯彻到2030年的十四和十五五计划目标的考虑。例如，如果北京方面像一些人预期的那样宣布实施全国性的碳排放限额和交易计划或者推出碳税，那将可能是因为这些措施已经纳入中国的经济计划。

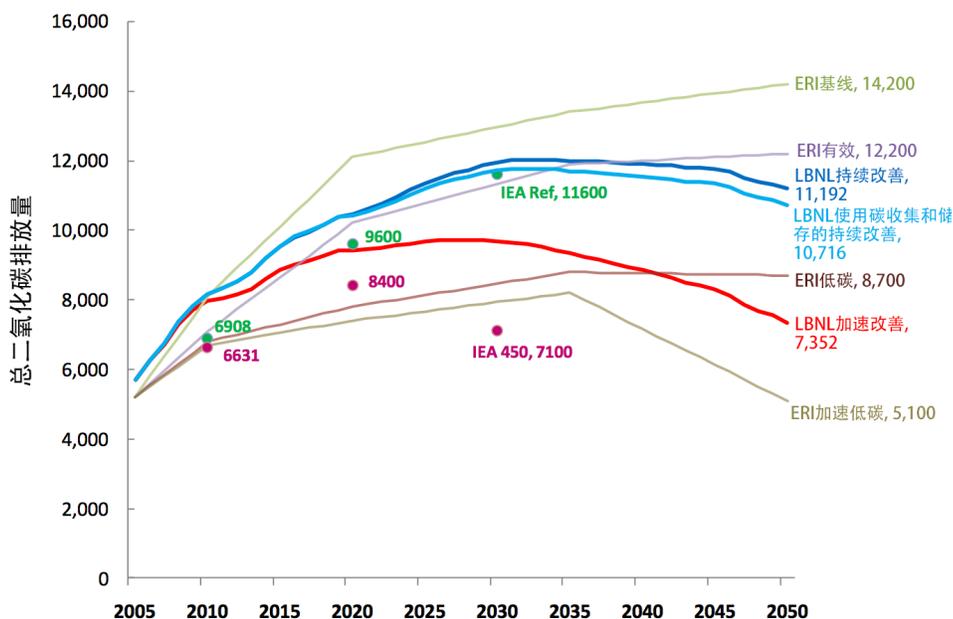
事实上，前面提到的2014年至2020年能源发展战略行动计划就证明了这一点：如果非化石能源在中国的一次能源结构中占比达到15%，就应该相当于700吉瓦以上的可再生能源发电装机容量（见

图6）。这已经使中国有把握实现其提出的到2030年可再生能源目标800-1000吉瓦装机容量的区间低端水平。<sup>55</sup>此外，无论是中国自身的能源研究机构还是美国专家对中国排放峰值的不同预测都显示有多条路径令2030年成为现实可行的目标，即使不能更早一些（见图14）。<sup>56</sup>

这不足为奇，因为中美两个大国还没有全面综合的国家层面的应对气候变化政策。相反，两国各实行独立但又在很大程度上互补的措施来解决国内能源问题，尽管如此，这还是会减排有直接和积极的影响。

如上所示，中国面临极大而又独特的能源挑战，必须在解决的同时确保这些措施不会破坏经济增长。中国仍然有大约三分之一的劳动力从事农业，而这些人

图14. 不同情形下中国的碳排放轨迹\* (百万吨)



\*AIS = 加速改善情形; CIS = 持续改善情形。  
资料来源: 劳伦斯伯克利国家实验室。

需要进入中产阶层的行列。不过,即使在合理经济增长与减少碳排放相平衡的框架内,北京方面只要充分贯彻其当前的战略仍可以取得显著的成效。

如果中国能够积极推进能源多元化以摆脱对煤炭的依赖并以比目前预计更快的速度实现这一目标,仅这一项就将带动其能源状况发生重大改变,直接影响其对全球减排的贡献。立刻开展治理空气污染的斗争需要采取很多与解决排放

问题同样有效的政策和行动。总之,这两个方面相辅相成。

中国是否签署任何有关气候变化的全球协定会具有重要意义,但归根结底对这一巨大挑战不一定产生决定性作用。由于中国在全球经济中占大约13%的比重而且未来十年内几乎肯定会成为最大的温室气体排放国,其有效实施重大的能源和经济转型将无疑给全球能源和排放格局带来深远的积极影响。

## 结论

习近平主席可能很希望促成中国的能源革命，但在可预见的未来，更可能发生的是能源演变。中国的前进道路差不多已经明确了，但其能源挑战的规模令人望而生畏。更重要的是，从北京方面的高度看，在经济增长与能源转型这两个相互矛盾的重点之间实现平衡将是一个艰巨的任务。事实上，在两者中权衡取舍是个错误的选择。毕竟，重新设计中国的经济发展模式也应该促进其能源状况的再平衡。这两个重点目标一致，而不是背道而驰。

北京方面大声疾呼要解决空气污染问题，这有利于推进也将为中国公众接受的能源议程。“气候变化”对普通中国人来说可能是个抽象的概念，离他们的日常生活较远，但让中国城市呛得喘不过气来的雾霾就不是这样了。然而，这两个问题的根源是相同的，他们都是能源密集的低效率煤炭型工业经济的严重症状。

明显限制工业并控制煤炭增长可能会对已经放缓的经济产生一定的即时下行效应。但这同样也可以刺激新的产业和部门蓬勃发展，如天然气等清洁能源、环保技术和能源服务。事实上，服务业近来对经济增长的贡献更大，超过了第二产业

或工业部门，这可以表明即使重工业活动趋弱，中国也可以维持经济增长。

对于所有的能源和环境难题，中国也有着独一无二的优势：中国比大多数发展中国家更有能力和意愿快速部署技术并迅速降低其成本。此外，中国可以通过部署现有技术而不是发明新技术来解决其绝大部分问题。

但是，中国要实现其节能目标所需要的不仅仅是技术。经济结构调整背后所依

*中国的前进道路差不多已经明确了，但其能源挑战的规模令人望而生畏。*

托的承诺和政治资本需要得到维系，同时还需要更有创新意识的完善政策，包括实现能源价格的合理化

和市场化。原先偏向以供给为主的能源管理方式将需要进行调整，进一步纳入随着中国消费行为方式变化而对需求加以管理的激励措施。

至少十年来，人们第一次有明显的紧迫感需要处理极不平衡、价格扭曲的能源结构。中国经济体系的压力正在积聚，未来可能最终出现经济增长停滞的局面，特别是如果能源和环境危机成为现实。最后，北京方面在涉及气候变化的问题上还可能坚持“差异化责任”的观点，但中国将对引导自身经济和能源体制走上更可持续发展的道路承担全部责任。

## 附录: 中国的节能减排目标 (2011-2015年) <sup>57</sup>

Energy consumption per unit of industrial value added	2010	2015	Change
Coal consumption for power generation (gram/kwh)	NA	NA	-21%
Power generators' electricity usage rate		333 325	-8%
Grid line electricity loss rate	6.33%	6.20%	-0.13%
Energy consumption per ton of steel (kg stan coal)	6.53%	6.30%	-0.23%
Aluminum ingots electricity consumption (kwh/ton)	605	580	-25
Copper smelting energy consumption (kg stan coal/ton)	14013	13300	-713
Crude refining energy consumption (kg stan coal/ton)	350	300	-50
Ethylene energy consumption (kg stan coal/ton)	99	86	-13
Synthetic ammonia energy consumption (kg stan coal/ton)	886	857	-29
Caustic soda energy consumption (kg stan coal/ton)	1402	1350	-52
Cement clinker energy consumption (kg stan coal/ton)	351	330	-21
Plate glass energy consumption (kg stan coal/weight box)	115	112	-3
Paper/cardboard energy consumption (kg stan coal/ton)	17	15	-2
Paper pulp energy consumption (kg stan coal/ton)	680	530	-150
Ceramics (kg stan coal/ton)	450	370	-80
	1190	1110	-80
<b>Construction</b>			
Residential building retrofit in northern regions that require heating (100 million sq m)			
Implementation of "green" building standards in urban new builds	1.8	5.8	4
	1%	15%	14
<b>Transportation</b>			
Rail transport per unit payload energy consumption (ton stan coal/mn ton converted km)			
Transport vehicle per unit turnover energy consumption (kg stan coal/mn ton converted km)	2.01	4.76	-5%
Transport ships per unit turnover energy consumption (kg stan coal/mn ton converted km)	7.9	7.5	-5%
Civil aviation per unit turnover (kg stan coal/ton km)	6.99	6.29	-10%
	0.45	0.428	-5%
<b>Public entities</b>			
Construction of public entity energy consumption (kg stan coal/sqm)	23.9	21	-12%
Public employee energy consumption (kg stan coal/person)	447.4	380	15%
<b>End user appliance/equipment efficiency</b>			
Coal-fired boilers (operational efficiency)	65%	70~75%	5~10%
Three-phase asynchronous motors (design efficiency)	90%	92~94%	2~4%
Passenger vehicles average gas consumption (liter/100 km)	8	6.9	-1.1
Residential airconditioner (efficiency ratio)	3.3	3.5~4.5	0.2~1.2
Refrigerator (efficiency index)	49%	40~46%	-9%
Residential water heater (heating efficiency)	87~90%	93~97%	3~10%
<b>Pollutant reduction targets</b>			
	2010	2015	Change
<b>Industry (10,000 tons)</b>			
Industrial COD emissions	355	319	-10%
Industrial SO2 emissions	2073	1866	-10%
Industrial ammonia emissions	28.5	24.2	-15%
Industrial ammonia oxide emissions	1637	1391	-15%
Coal-fired electricity SO2 emissions	956	800	-16%
Coal-fired electricity ammonia oxide	1055	750	-29%
Steel SO2 emissions	248	180	-27%
Cement ammonia oxide emissions	170	150	-12%
Papermaking SO2 emissions	72	64.8	-10%
Papermaking ammonia emissions	2.14	1.93	-10%
Textile printing and dyeing COD	29.9	26.9	-10%
Textile printing and dyeing ammonia	1.99	1.75	-12%
<b>Agriculture</b>			
Agro COD emissions	1204	1108	-8%
Agro ammonia emissions	82.9	74.6	-10%
<b>Urbanization</b>			
City wastewater treatment rate	77%	85%	8

资料来源: 节能减排“十二五”规划。

## 尾注

---

<sup>1</sup>“习近平：积极推动我国能源生产和消费革命”，新华网，2014年06月13日，[http://news.xinhuanet.com/politics/2014-06/13/c\\_1111139161.htm](http://news.xinhuanet.com/politics/2014-06/13/c_1111139161.htm)。

<sup>2</sup>“中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定”，2013年11月12日，[http://www.china.org.cn/china/third\\_plenary\\_session/2014-01/16/content\\_31212602.htm](http://www.china.org.cn/china/third_plenary_session/2014-01/16/content_31212602.htm)。

<sup>3</sup>“国务院办公厅关于印发能源发展战略行动计划（2014-2020年）的通知”，国务院，2014年11月19日，[http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-11/19/content\\_9222.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-11/19/content_9222.htm)。

<sup>4</sup> Ma, Damien and Adams, William, *In Line Behind a Billion People*, FT Press, published September 2013.

<sup>5</sup>“US-China Joint Statement on Climate Change,” White House, November 12, 2014, <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/11/11/us-china-joint-announcement-climate-change>; official Chinese statement accessed here: [http://news.xinhuanet.com/world/2014-11/12/c\\_1113221744.htm](http://news.xinhuanet.com/world/2014-11/12/c_1113221744.htm).

<sup>6</sup> World Steel Association 2012, [http://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/statistics-archive/production-archive/steel-archive/steel-annually/steel\\_yearly\\_1980-2012/document/Steel%20annual%201980-2012.pdf](http://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/statistics-archive/production-archive/steel-archive/steel-annually/steel_yearly_1980-2012/document/Steel%20annual%201980-2012.pdf).

<sup>7</sup> US Geological Service Mineral Commodity Summaries 2014, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2014/mcs2014.pdf>.

<sup>8</sup> 2012年中国能源发展报告，社会科学文献出版社（中国）。

<sup>9</sup>“China Analysis Brief,” Energy Information Administration, February, 2014, <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=CH>.

<sup>10</sup> 2012年中国能源发展报告，社会科学文献出版社（中国）。

<sup>11</sup>“Electric Power Monthly,” EIA, [http://www.eia.gov/electricity/monthly/epm\\_table\\_grapher.cfm?t=epmt\\_1\\_1](http://www.eia.gov/electricity/monthly/epm_table_grapher.cfm?t=epmt_1_1).

<sup>12</sup> 2012年中国能源发展报告，社会科学文献出版社（中国）。

<sup>13</sup>“The Future of China’s Power Sector,” Bloomberg New Energy Finance, August 27, 2013.

<sup>14</sup> Wong, Edward, “‘Airpocalypse’ Smog Hits Beijing at Dangerous Levels,” *New York Times*, January 16, 2014, [http://sinosphere.blogs.nytimes.com/2014/01/16/airpocalypse-smog-hits-beijing-at-dangerous-levels/?\\_php=true&\\_type=blogs&\\_r=0](http://sinosphere.blogs.nytimes.com/2014/01/16/airpocalypse-smog-hits-beijing-at-dangerous-levels/?_php=true&_type=blogs&_r=0).

<sup>15</sup> “国务院办公厅关于印发能源发展战略行动计划（2014-2020年）的通知”，国务院，2014年11月19日，[http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-11/19/content\\_9222.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-11/19/content_9222.htm)。

<sup>16</sup> 2012年中国能源发展报告，社会科学文献出版社（中国）。

<sup>17</sup> 王秀强，“十三五能源路线图分析：改革或集中在油气电力领域”，《21世纪经济报》，2014年10月30日，参见<http://finance.sina.com.cn/chanjing/sdbd/20141030/020820679097.shtml>；also see Manning, Paddy, “‘Too Late’ For China to Cap Coal Use at 4bn Tonnes,” *The Sydney Morning Herald*, February 6, 2013, <http://www.smh.com.au/business/mining-and-resources/too-late-for-china-to-cap-coal-use-at-4b-tonnes-20130206-2dy8k.html>.

<sup>18</sup> “煤炭工业发展‘十二五’规划”，国家发展和改革委员会，2012年3月，[http://www.china.com.cn/policy/txt/2012-03/22/content\\_24961312.htm](http://www.china.com.cn/policy/txt/2012-03/22/content_24961312.htm)。

<sup>19</sup> “关于实施煤炭资源税改革的通知”，财政部，2014年10月[http://szs.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/zhengcefabu/201410/t20141011\\_1148669.html](http://szs.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/zhengcefabu/201410/t20141011_1148669.html)；另请参见普氏能源资讯 <http://www.platts.com/latest-news/coal/hunan-china/china-to-introduce-price-based-coal-resource-26901876>。

<sup>20</sup> “用铁腕实现绿色目标”，《中国日报》，2010年5月6日，[http://www.chinadaily.com.cn/china/2010-05/06/content\\_9814122.htm](http://www.chinadaily.com.cn/china/2010-05/06/content_9814122.htm)。

<sup>21</sup> 2013年中国能源统计年鉴，国家统计局。

<sup>22</sup> “《中国的能源政策（2012）》白皮书全文”，[http://news.xinhuanet.com/english/china/2012-10/24/c\\_131927649.htm](http://news.xinhuanet.com/english/china/2012-10/24/c_131927649.htm)；另请参见“能源发展‘十二五’规划”，[http://www.gov.cn/zwggk/2013-01/23/content\\_2318554.htm](http://www.gov.cn/zwggk/2013-01/23/content_2318554.htm)。

<sup>23</sup> “国务院办公厅关于印发能源发展战略行动计划（2014-2020年）的通知”，国务院，2014年11月19日，[http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-11/19/content\\_9222.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-11/19/content_9222.htm)。

<sup>24</sup> Jun, Ma, “Big Bang Measures to Fight Air Pollution,” Deutsche Bank, June 9, 2013.

<sup>25</sup> 对天然气消耗量的预测各不相同。例如，中国的能源和天然气“十二五”规划，国家发展和改革委员会，参见 [http://news.xinhuanet.com/energy/2012-12/04/c\\_124041999\\_3.htm](http://news.xinhuanet.com/energy/2012-12/04/c_124041999_3.htm)。

<sup>26</sup> See BP Energy Outlook 2030.

<sup>27</sup> “我国天然气对外依存度将达32%，供需形势总体偏紧”，《经济参考报》，2013年2月4日，参见 [http://www.ce.cn/cysc/ny/gdxw/201302/04/t20130204\\_21332608.shtml](http://www.ce.cn/cysc/ny/gdxw/201302/04/t20130204_21332608.shtml)。

<sup>28</sup> See Ma, Damien, “China’s Coming Decade of Natural Gas?” in *Asia’s Uncertain LNG Future*, National Bureau of Asian Research, July 2013.

<sup>29</sup> Song, Yen Ling, “China Cuts 2020 Shale Gas Output Target as Challenges Persist,” *Platts*, September 18, 2014, <http://www.platts.com/latest-news/natural-gas/singapore/china-cuts-2020-shale-gas-output-target-as-challenges-27641138>.

<sup>30</sup> “The Geopolitics of Natural Gas,” Harvard University’s Belfer Center and Rice University’s Baker Institute Center for Energy Studies.

<sup>31</sup> Guo, Aibing, “China Shale Boom Fizzles as Clean Energy, Imports Take Lead,” *Bloomberg*, November 21, 2014, <http://www.bloomberg.com/news/2014-11-21/china-shale-boom-fizzles-as-clean-energy-imports-take-spotlight.html>.

<sup>32</sup> 参见中国循环经济协会可再生能源专业委员会2013年报告；另请参见中国的太阳能发电发展“十二五”规划。

<sup>33</sup> “2014年上半年光伏发电简况”，2014年8月7日，国家能源局，[http://www.nea.gov.cn/2014-08/07/c\\_133539235.htm](http://www.nea.gov.cn/2014-08/07/c_133539235.htm)；另请参见美国太阳能行业协会，<http://www.seia.org/research-resources/solar-industry-data>。

<sup>34</sup> See NEA for 2013 solar power generation statistics, [http://www.nea.gov.cn/2014-04/28/c\\_133296165.htm](http://www.nea.gov.cn/2014-04/28/c_133296165.htm); also see [http://www.nea.gov.cn/2014-08/07/c\\_133539235.htm](http://www.nea.gov.cn/2014-08/07/c_133539235.htm).

<sup>35</sup> 参见中国国家能源局，[http://www.nea.gov.cn/2013-02/19/c\\_132177941.htm](http://www.nea.gov.cn/2013-02/19/c_132177941.htm)。

<sup>36</sup> 参见中国风能协会2013年行业报告。

<sup>37</sup> 同上。

<sup>38</sup> See International Energy Statistics, EIA, <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=44&pid=45&aid=2&cid=regions&syid=2005&eyid=2011&unit=MBTUPP>.

<sup>39</sup> Hua, Judy and Chen, Aizhu, “China’s Natural Gas Price Reform on Track After Fresh Hike,” *Reuters*, <http://af.reuters.com/article/commoditiesNews/idAFL4N0QI2TI20140812>.

<sup>40</sup> Houser, Trevor, “China Energy: A Guide for the Perplexed.”

<sup>41</sup> “我国电价是高还是低? 加快电价改革势在必行”, 《中国能源报》, 2013年5月26日, 参见[http://news.xinhuanet.com/energy/2013-05/26/c\\_124754497\\_3.htm](http://news.xinhuanet.com/energy/2013-05/26/c_124754497_3.htm)。

<sup>42</sup> “电价政策对促进节能和可再生能源发展的研究”, 电价工作小组, 国家发改委经济研究所, 2005年6月。

<sup>43</sup> 我国电价是高还是低? 加快电价改革势在必行”, 《中国能源报》, 2013年5月26日, [http://news.xinhuanet.com/energy/2013-05/26/c\\_124754497\\_3.htm](http://news.xinhuanet.com/energy/2013-05/26/c_124754497_3.htm)。

<sup>44</sup> “居民阶梯电价制度将于7月1日开始在全国全面试行”, 新华社, 2012年6月14日, [http://news.xinhuanet.com/energy/2012-06/14/c\\_123283565.htm](http://news.xinhuanet.com/energy/2012-06/14/c_123283565.htm); 另请参见有关阶梯电价制度改革的系列文章, <http://www.xinhuanet.com/energy/jiage/jg3.htm>。

<sup>45</sup> Wong, Fayen, “China To Impose Tiered Power Pricing for Aluminum Smelters,” *Reuters*, December 22, 2013, <http://www.reuters.com/article/2013/12/23/china-aluminium-idUSL3N0K206J20131223>.

<sup>46</sup> “Bigger, Better, Broader: A Perspective on China’s Auto Market in 2020,” McKinsey and Company, November 2012.

<sup>47</sup> “Vehicle Ownership Analysis Based on GDP Per Capita in China: 1962-2050,” *Sustainability* 2014, 6.

<sup>48</sup> Huo, Wang, Johnson, and He, “Projection of Chinese Motor Vehicle Growth, Oil Demand, and CO2 Emissions Through 2050,” *Transportation Research Record*, No. 2038.

<sup>49</sup> “A New Direction: Our Changing Relationship with Driving and the Implications for America’s Future,” US PIRG, May 14, 2013, <http://uspig.org/reports/usp/new-direction>.

<sup>50</sup> “The Chinese Automotive Fuel Economy Policy,” United Nations Environment Programme, [http://www.unep.org/transport/gfei/autotool/case\\_studies/apacific/china/CHINA%20CASE%20STUDY.pdf](http://www.unep.org/transport/gfei/autotool/case_studies/apacific/china/CHINA%20CASE%20STUDY.pdf).

<sup>51</sup> 参见中国工业和信息化部有关燃料消耗量标准的规定, [http://gzly.miit.gov.cn:8080/opinion/noticedetail.do?method=notice\\_detail\\_show&noticeid=690](http://gzly.miit.gov.cn:8080/opinion/noticedetail.do?method=notice_detail_show&noticeid=690)。

<sup>52</sup> “中国乘用车燃料消耗量第四阶段标准提案”, 国际清洁交通委员会报告, 2014年3月, [http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate\\_ChinaPhase4\\_mar2014.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate_ChinaPhase4_mar2014.pdf)。

<sup>53</sup> “Trends in Global Emissions: 2013 Report,” PBL Netherlands Environmental Assessment Agency and Joint Research Centre of the European Commission, 2013, [http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news\\_docs/pbl-2013-trends-in-global-co2-emissions-2013-report-1148.pdf](http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/pbl-2013-trends-in-global-co2-emissions-2013-report-1148.pdf).

<sup>54</sup> “China Announces Carbon Target for Copenhagen,” *The Telegraph*, November 26, 2009, <http://www.telegraph.co.uk/earth/copenhagen-climate-change-confe/6662299/China-announces-carbon-target-for-Copenhagen.html>.

<sup>55</sup> “Fact Sheet: US-China Joint Announcement on Climate Change and Clean Energy Cooperation,” White House, November 11, 2014, <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/11/11/fact-sheet-us-china-joint-announcement-climate-change-and-clean-energy-c>.

<sup>56</sup> Zhou, Nan, Fridley, David, McNeil, Michael, Zheng, Nina, Ke, Jing, Levine, Mark, “China’s Energy and Carbon Emissions Outlook to 2050,” Lawrence Berkeley National Laboratory, April 2011, <http://china.lbl.gov/sites/all/files/lbl-4472e-energy-2050april-2011.pdf>.

<sup>57</sup> “节能减排十二五规划”，中国国务院，2012年8月6日，[http://www.gov.cn/zwgc/2012-08/21/content\\_2207867.htm](http://www.gov.cn/zwgc/2012-08/21/content_2207867.htm)。

## 保尔森基金会简介

---

保尔森基金会是由美国前任财政部长、高盛集团前董事长兼首席执行官亨利·M·保尔森先生于2011年创立设于芝加哥大学的一所独立的、非党派机构，其宗旨为促进全球经济的可持续发展与环境的保护。基金会恪守的理念是只要世界的主要国家能够通过优势互补开展合作，那么全球最紧迫的经济和环境挑战便可迎刃而解。

有鉴于此，保尔森基金会初期工作主要针对世界上最大的两大经济体、能源消费大国和碳排放大国，即美国和中国。如果中美两国能够相向而行，许多重大的经济和环境挑战便可通过更有效及更高效的方式得以解决。

### 我们的目标

具体而言，保尔森基金会的国际合作项目旨在实现以下三大目标：

- 促进能够创造就业的经济活动，包括中国对美投资；
- 支持城镇化发展，包括促进环保政策的优化；
- 培养在国际关注问题上的负责任的行政部门领导力与最佳商业实践。

### 我们的项目

保尔森基金会的项目旨在促进政府政策制定者、公司高管以及国际知名经济、商业、能源和环境的专家开展合作。我们既是智库也是“行动库”。我们促成现实世界经验的分享与务实解决方案的实施。

保尔森基金会的项目与倡议主要针对五大领域：可持续城镇化、跨境投资、行政部门领导力与创业精神、环境保护、政策外展与经济研究。基金会还为芝加哥大学的在校生提供实习机会，并与芝大合作，为来自世界各地的杰出的学者提供思想传播的平台。

© The Paulson Institute  
All Rights Reserved

5711 South Woodlawn Avenue  
Chicago, IL 60637  
[paulsoninstitute.org](http://paulsoninstitute.org)