

LBNL-56609

对中国能源战略对策的评论

美国劳伦斯·伯克利国家实验室

乔纳森 E. 辛顿 (Jonathan E. Sinton)

雷切尔 E. 斯特恩 (Rachel E. Stern)

纳撒尼尔·亚丁 (Nathaniel Aden)

马克 D. 列文 (Mark D. Levine)

以 及

泰勒 J. 蒂拉欧 大卫 G. 弗雷德雷

黄昱 乔安娜 I. 刘易斯

林江 埃米 T. 麦凯恩

林 K. 柏莱斯 怀瑞恩

周南

美国可再生能源国家实验室

吉恩 Y. 库

2005 年 5 月 16 日

本文得到中国可持续能源项目资助



Evaluation of China's Energy Strategy Options

Jonathan E. Sinton
Rachel E. Stern
Nathaniel Aden
Mark D. Levine

with

Tyler J. Dillavou	David G. Fridley
Joe Huang	Joanna I. Lewis
Jiang Lin	Aimee T. McKane
Lynn K. Price	Ryan H. Wiser
Nan Zhou	
Lawrence Berkeley National Laboratory	

and

Jean Y. Ku
National Renewable Energy Laboratory

16 May 2005

Prepared for and with the support of the China Sustainable Energy Program



本研究得到能源基金会、大卫与露茜尔·派克德基金会和威廉·弗洛拉和休利特基金会合盟的中国可持续能源项目、以及壳牌基金会可持续能源项目的大力支持。劳伦斯·伯克利国家实验室也同时得到美国能源部能源效率及可再生能源助理部长的支持[合同号：DE-AC03-76SF00098]。

免责声明：美国政府、加州大学及其雇员均不对本报告所提供信息的准确性、完整性和有用性做出任何保证（包括适用于特定目的的保证），也不为此承担任何法律义务或责任。

劳伦斯·伯克利国家实验室环境能源技术部中国能源研究组

（China Energy Group

Environmental Energy Technologies Division

Lawrence Berkeley National Laboratory）

地址：One Cyclotron Road

Berkeley, CA 94720 USA

网址：China.lbl.gov

本报告未经许可，不得复印或转载。

目 录

执行摘要.....	1
前言和综述.....	3
政治经济变革中的政府角色.....	4
优先目标和协调行动.....	6
中国国家能源战略对策的评论	14
能源效率	14
能源供应	19
环境与资源政策相协调	29
能源政策的实施	31
结论	32
备注	34

执行摘要

和上世纪八十年代类似，中国面临的挑战是：在 2020 年之前实现 GDP 翻两番，能源消费翻一番；保障国家能源安全，提高社会福利水平，改善环境，与此同时寻求能源清洁化。然而，中国目前的能源发展趋势正在偏离这些目标。过去三年间，能源消费增长速度已经超过了 GDP 增长的速度（见图 1）；煤占到一次能源供应增量的三分之二。与此同时，石油消费迅速增长，几乎所有新增需求量都靠价格不断上涨的进口石油来满足。

2004 年，国务院发展研究中心发表了有关国家能源战略对策的研究报告，即《2020 中国国家能源战略与政策研究》。当决策者考虑如何采纳这些建议时，外界的比较分析有助于评估一系列政策选择。为此，本报告在《2020 中国国家能源战略与政策研究》的政策建议基础上，提出如何将中国的近期能源发展目标（能源安全、经济增长、社会公平和生活水平提高）与能源投资、能源供应和能源效率等具体改革措施相联接。

本报告首先对不同能源政策目标进行优先划分，论述国家对于实现这些目标的作用，对重点能源产业提出了具体的建议。我们重申，能源效率对于实现均衡发展、经济增长、能源供应安全这几个目标是至关重要的。在提高综合能源效率和改善能源供应结构上，政府的作用主要在以下三个方面：

- 通过投资激励和低息贷款，支持社会和环境友好的能源对策；
- 通过教育和示范，如政府采购计划，倡导可持续能源发展；
- 通过价格信号、法律、法规和经济惩罚手段，规范市场行为和活动。

本报告对上述领域提出了具体的政策建议，以提高能源效率，将 GDP 增长的能源消费弹性系数减低到 0.3 的平均水平；保持能源供求平衡，鼓励向清洁能源过渡。

报告在探讨如何将政策原则付诸实施时，重点放在三个方面：第一，加大能源开采、基础设施建设和环境保护环节的能源效率投资；第二，重组促进清洁能源生产和使用的激励措施；第三，强化国家能源管理体制。本报告中详细阐述了保持中国能源部门高效和均衡发展的财政政策和管理机制。

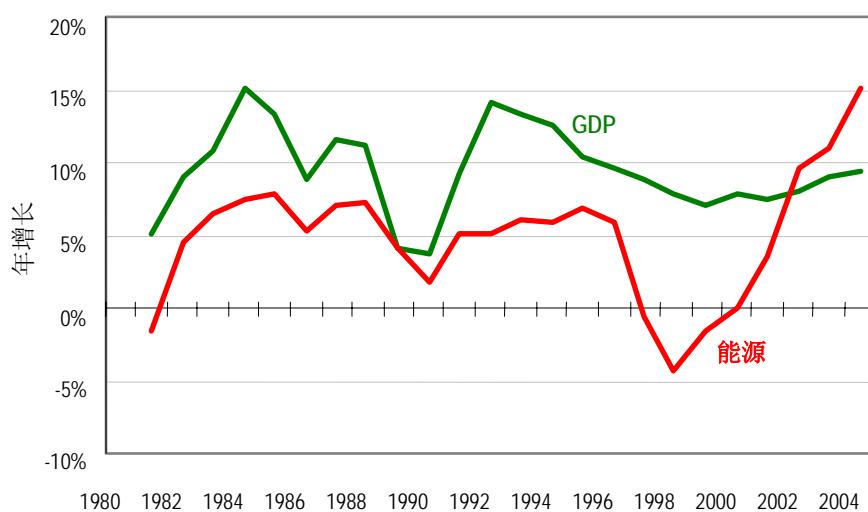
加强国家能源管理体制非常重要。必须改变能源政策和监管机构，以便更有效地实施《2020 中国国家能源战略与政策研究》及本报告中提出的建议。尽管

改革开放和政企分开曾推动了生产力的提高，但能源效率提高的趋势已经放缓，而新的能源资源的开发跟不上常规能源的需求。国有能源企业的影响力，近期煤炭和电力供需矛盾，及国际石油价格问题，自然使人们把注意力集中在矿物燃料的供应和常规发电技术上。然而，中国必须重视能源效率，必须重视发展长期替代能源，仅仅增加能源供应将会损害未来能源的可持续发展。政策完善和管理体制的变革，要确实表现在日常工作中优先考虑能源效率和可持续性，而不仅停留在战略的层面。

据报道，中国成立了能源协调机构和国家能源办公室（译者注：应为国家能源领导小组办公室），这表明中国正在采取切实的行动。体制改革的国际经验表明，独立的机构是有效的能源管理所必需的。这包括：预算独立（与大企业及其他政府机构相对而言），有足够的专业人员，立法和执法的管理权限。因为效率是具有广泛社会效益的公共物品，因市场失灵不能使能源系统满足社会的要求时，政府要发挥主导作用。

如果中国在机构重组方面步子迈得再大一些，增设新的能源部，《2020 中国国家能源战略与政策研究》报告中提出的政策目标很有可能会实现。职责明确和更有权威性的能源部，会有能力解决能源产业内不同主体之间的冲突；会有权威支持公众利益优先于大型国有能源企业的利益追逐；将会比现有机构更有能力使中国未来的能源发展走均衡、可持续的道路。

图 1. 中国能源消费增长幅度超过了 GDP 增长速度，使国家可持续发展目标受到挑战



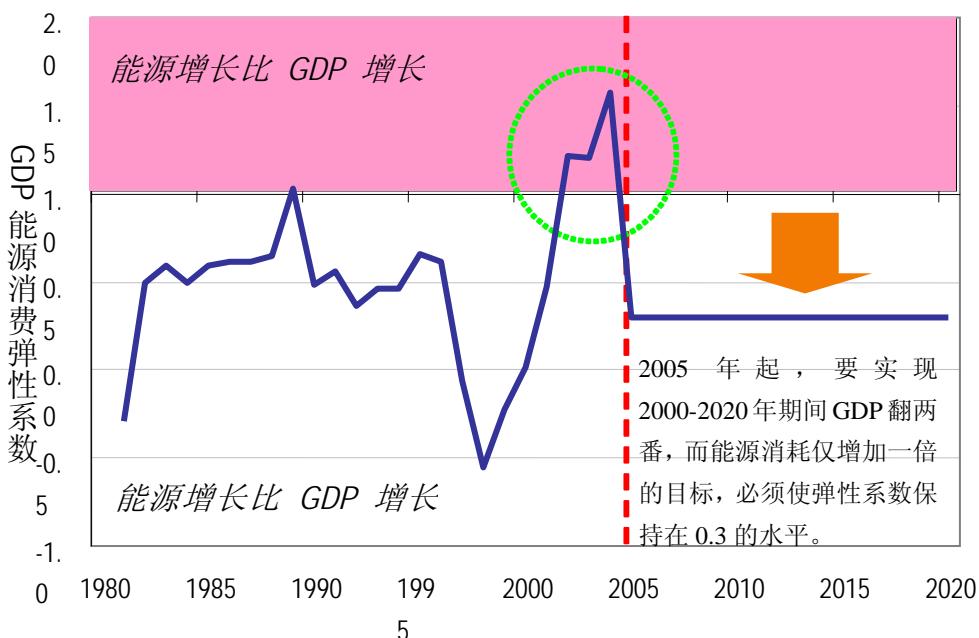
资料来源：国家统计局（不同年份），中国统计年鉴（中国统计出版社）；国家统计局，中国 2004 年国民经济和社会发展统计公报（2005）（www.stats.gov.cn）；劳伦斯·伯克利国家实验室评估。

前言和综述

中国经济增长的成就举世瞩目。1980 年至 2000 年期间，中国GDP 的增长翻了两番，使近 5,000 万人口摆脱了贫困¹。但尚不为广泛认知的是另一个辉煌成就，即能源消费在此期间²仅翻了一番。中国希望在未来的 20 年间重现这一辉煌成就³。然而目前不断增长的能源消耗，尤其是最近三年的增长趋势，使之受到挑战。实现这一宏伟目标需要大力实施整体的国家能源战略，包括在未来的几十年中更雄心勃勃地实施促进提高能源效率的各种政策（见图 2）。

过去的一年间，国内、外的能源专家对中国的国家能源政策提出了不少建议。2004 年，中国国务院发展研究中心完成了《2020 中国国家能源战略与政策研究》。本报告以该研究为基础，对设计和实施一个整体的能源战略提出若干补充性建议。笔者希望帮助中国政府把战略层面的政策目标（能源安全、经济增长、供求均衡、提高人民生活水平）与具体的能源投资、能源供应、能源效率等改革目标联系起来。

图 2. 为实现 2000~2020 年 GDP 翻两番，而能源消费翻一番的目标，GDP 的能源消费弹性系数（能源消耗量的增长率与 GDP 增长率之比）必须扭转目前的趋势，使之低于过去 20 年的平均水平。



资料来源：国家统计局（不同年份），中国统计年鉴（中国统计出版社）；国家统计局，中国 2004 年国民经济社会发展统计公报（2005 年）；劳伦斯·伯克利国家实验室评估。

在中国经济转轨过程中，政府的职责有时并不十分清晰。鉴于能源部门在国家体制、政策和政府采购方面发挥重要作用，本报告从论述政府职能着手，为下文的政策建议做铺垫。本文还探讨了提高能效和能源可持续性目标的优先次序，这些目标通常是相互竞争的。本文着力论述能源供求的具体措施。倒数第二部分，从政治和经济方面，回顾了能源政策实施的成功经验。本报告的结论部分综合了各项建议，力图明晰指出中国能源政策的走向。

变革中的政府角色定位

中国从计划经济到市场经济转变的特点是逐步自由化和国家权力下放。在能源部门，这种转变的特点是，权力和资源从中央计划机构转到国有能源企业的手中，比如中国国家石油公司（CNPC）和中国石化（SINOPEC）。尽管国家一直努力减缓能源需求增长的压力，但是把能源管理权下放到国有石油公司，造成了能源产业的发展优先考虑供应侧问题。

中国能源产业发展扩张时，集中决策方式使既得利益集团阻碍了连续性国家能源战略的制定和实施⁴。在改革开放的最初十年中，由于增加了地方及企业的自主权，弥补了监管监督的缺失，所有权的变革促进了生产力的提高。然而，随着经济的发展，能源消耗不断增长，使得中国监管和决策机构权力下放的做法问题丛生。主要原因是，对国营能源供应企业的刺激已经背离了民众的要求及整个社会的利益。中央政府相对于既得利益集团呈弱势，使得能源部门协调不畅，效率不高和政策失灵。2003 年，能源部门发展不协调的问题，在大范围的电力紧缺和地区电力分配不公平的现象中暴露无疑。

用《2020 中国国家能源战略与政策研究》报告的话讲，中国的现状是“准市场”状态⁵。在这种准市场经济条件下，能源问题必将成为中国实现远大发展目标政策议题中的首要问题。随着有更多的中国决策者认识到由政府主导制定能源战略的必要性，上述看法正在得到印证。《2020 中国国家能源战略与政策研究》报告主张，政府应把实施资源节约作为一项基本国策，并把这项政策目标上升到与控制人口增长⁶同等重要的高度。《2020 中国国家能源战略与政策研究》报告还特别提倡政府带头节能，比如在政府的办公楼内减少能源的使用⁷。鉴于政府每年的支出超过 800 亿元人民币，消耗全国能源的 5%。这是一个重大的举措。

在某种程度上，强调政府的领导作用不但反映了中国计划经济的传统体制，也反映了重要经济主体的当前利益。中国两家最大的石油公司中石化和中石油都是国有公司，希望政府能给予额外的支持，使他们在国际市场上更具竞争力，甚至他们希望在监管中赋予更多的自主权。即使在一个完全的市场经济体制下，政府的宏观调控也是实现社会整体目标所必不可少的。政府的责任是制定“游戏规则”，使不同经济主体的利益与公共政策关注的社会整体利益相一致。

随着中国政府提出一整套重要的能源战略解决本国目前的能源短缺和矛盾，中国政府需要在政策实施方面发挥三个重要作用。首先，政府可以通过提供财政激励及低息贷款，为有良好社会效益和环境效益的能源项目提供资金支持；其次，政府应作为倡导者，通过宣传教育和示范工作，如政府采购，以推动能源效率的提高和能源的可持续发展；最后，政府作为监管者可以通过适当的价格信号、法律法规和激励引导。这三个作用综合起来，加强政府资金支持、宣传引导和监管，将会促使中国的能源产业向高效、均衡的方向发展。

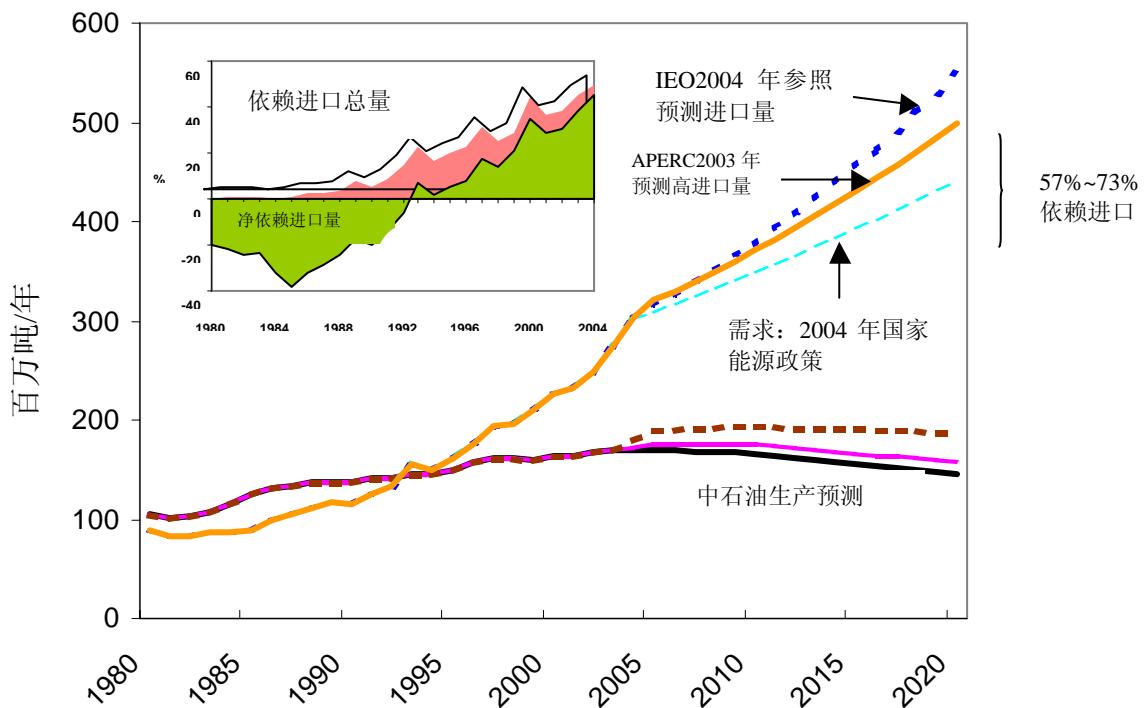
优先目标和行动协调

能源政策要处理好国家发展的五大目标：效率、公平、财政稳定、宏观经济
增长及能源供应安全。政府监管的作用是减少这些目标之间的潜在矛盾，从而使
整个能源产业的发展得到优化。这些目标及它们之间的关系，可以揭示出中央政
府在实现国家能源战略和政策目标中应发挥的作用。

从发展的角度来看，效率可以分成两大范畴：生产效率和分配效率。生产效
率要求在给定单位生产量的条件下成本及投入量最小化；分配效率着重于供给和
需求的平衡。从效率的角度来看，由于在公共物品的生产和供应中存在不充分的
竞争或消极的外延因素，政府必需监管。既然能源是一种公共物品，能源政策就
需要解决均衡发展的问题（比如公平、公正的分配）。能源政策的财政目标包括
能源部门的资金及政府的税收，这两者都要由税收政策及监管政策加以引导。能
源政策，除了通过政府财政之外，还通过能源价格和通货膨胀之间的关系对经济
施加影响，通过定价机制保证相对确定和可靠的能源供应。第五个能源政策大目
标是能源供应安全。这五个系列目标说明，在政策实施方面要注意重点和协调。

当中国在考虑制定和实施国家能源战略时，能源效率是影响能源产业各个方面
发展的关键性目标因素。除了降低需求来减轻中国对不断增长的能源进口的依
赖（见图 3），提高能源使用效率可以使由于经济或地理位置原因而难以得到进
口资源或新的电力供应的用户，也能公平地获得能源供应。因为能源效率的提高
是普遍受益的，需要有权威的政府机构来实现这一中心政策目标。鉴于中国能源
产业已经转向市场化和权力下放，政策有效实施的最可能途径，就是建立一个独
立的、有权威的政府机构来避免既得利益集团的影响，强制实施长期并具有连贯
性的能源政策。除提高能源使用效率之外，国家能源办公室还应通过协调相关政
策，实施有力监管和经济激励措施，使能源产业能够长期可持续发展，实现公平、
财政稳定和宏观经济增长的总体目标。

图 3. 据预测, 到 2020 年中国石油消费比目前水平将增长 50%以上; 而石油生产会停滞不前, 从而加重对进口石油的依赖。



资料来源：(国内生产) 中国统计年鉴；(原油进口) MOFERT 外贸年鉴；中国最新经济统计；中国海关统计；(产品进口) 1949~1964 年：苏联和中国的贸易统计，数字为 1980~1984 年期间：计算公式为 (消耗) – (总原油) + (产品出口)；数字为 1985 年至今：源于中国经济新闻月数字；中国海关统计；(原油和产品出口) MOFERT 外贸年鉴；中国海关统计。

《2020 中国国家能源战略与政策研究》报告中提出了许多值得称道的目标和好的对策。上百页的报告包含了关于上述五个目标的几十条重要建议。其中有增加能源供应的政策, 如在国家主导的能源开发中增加投资; 也有降低总体能源需求的战略, 如在制造业和工业生产中鼓励能源效率的提高。表 1 是对《2020 中国国家能源战略与政策研究》报告中提出的目标和政策选择的综述。为使中国最大程度地降低环境和社会成本, 实现总体目标, 同时提供足够的能源改善国民生活, 有必要对如何确定重点目标以及如何用有限的资源实现这些目标做一个中肯的评估。

表 1. 《2020 中国国家能源战略与政策研究》报告描述的许多政策建议，将成为可持续能源发展战略的一部分

供应侧	需求侧
<ul style="list-style-type: none"> • 增强能源安全 <ul style="list-style-type: none"> - 拓展能源外交 - 建立石油战略储备和预警系统 - 通过开发可再生能源和提高效率来减少能源进口 • 扩大供应 <ul style="list-style-type: none"> - 促进天然气市场的发展 - 加快水电站和核电站的建设 - 通过国家立法促进可再生能源的开发和应用 - 提高国内原油生产和产量 • 合理定价 <ul style="list-style-type: none"> - 着手产权改革 - 对采用新技术的新企业放宽产权限制 - 结束地方对能源市场的条块分割 - 停止价格管制；转向公开竞标和拍卖 • 促进投资 <ul style="list-style-type: none"> - 设立“环境友好能源基金”以鼓励利用可再生能源和清洁煤技术 - 增加国家和私人对原油和天然气勘探和开发的投资 	<ul style="list-style-type: none"> • 改变能源供应结构 <ul style="list-style-type: none"> - 减少对煤和其他矿物燃料的需求 - 提供低息贷款和财政拨款以鼓励利用清洁煤技术 • 提高能源效率 <ul style="list-style-type: none"> - 把节约能源提升为基本国策 - 设立资源节约办公室 - 提高公众的节能意识 - 建立节能经济性奖励，如峰谷电价 - 对企业设备及建筑执行更严格的能源效率法规 - 建立标准和标识，及引进能源审计的最佳国际经验 - 在交通运输业中引入燃油税和燃料效率标准 • 改进技术以减少对矿物燃料的依赖 <ul style="list-style-type: none"> - 加加大对研究和开发的扶持力度，如国内和国际合作

考虑到能源政策目标的范围之广，由不同单位撰写的《2020 中国国家能源战略与政策研究》的 11 份子报告在某些问题上存在不同意见是不足为奇的。例如，有几个子报告要求通过提高能源价格来抑制消耗；而其他的子报告则表示有必要以最低的成本来提供优质的能源服务⁸。尽管这种不一致可能意味着决策过程繁冗，使有不同看法的人能够在具有建设性的辩论中阐明自己的观点。但是，这也表明，我们能源发展的总体目标不明确，需要进一步明确多重目标的优先次序。鉴于资源的限制，同时推进表格中所列出的对策是不可能的。表 2 提供了实施可持续能源战略的路线图。基于对国际能源产业发展的比较及中国的具体情况

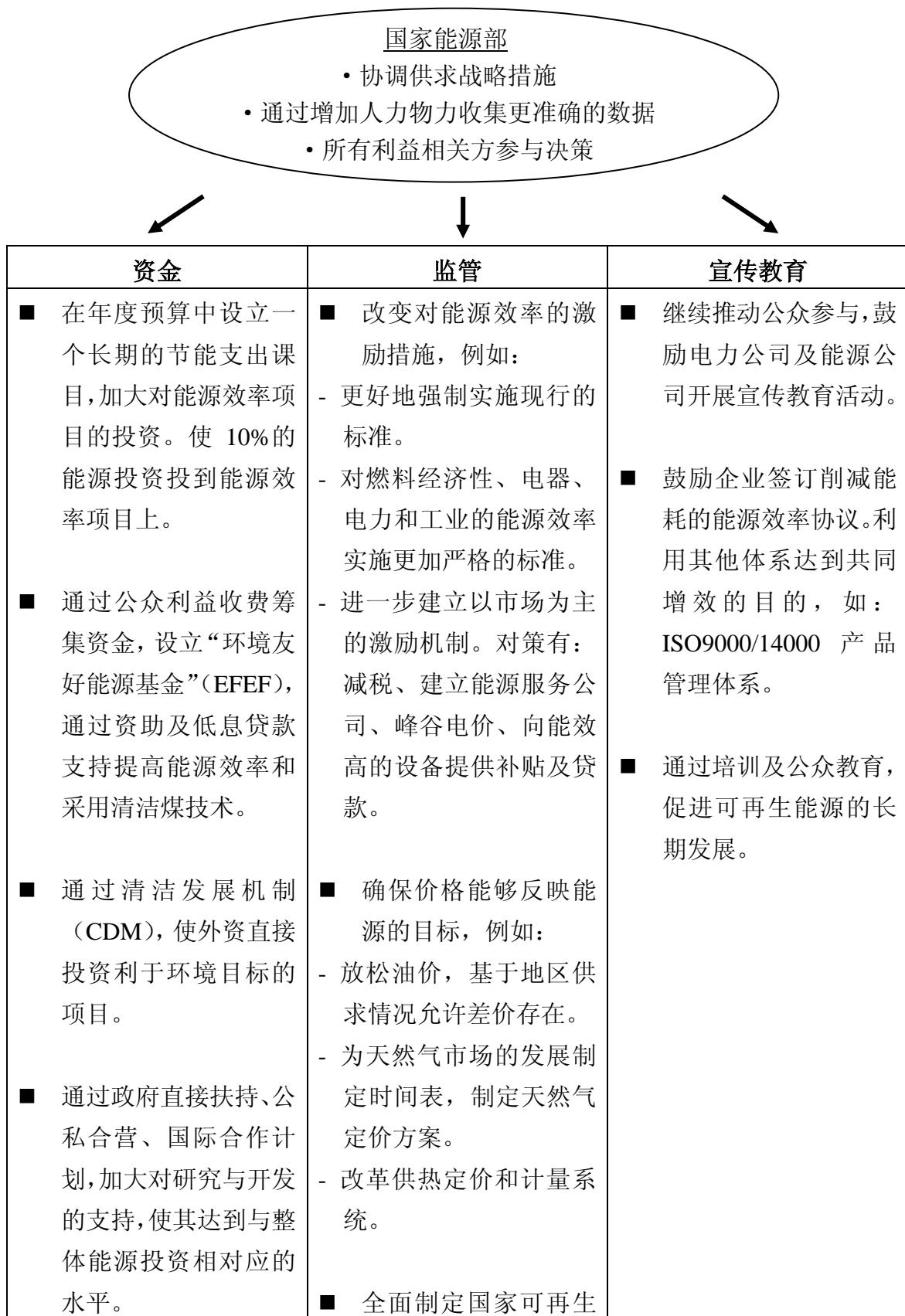
况，本报告介绍了围绕总体能源目标开展工作时最需要进行的项目和新项目。在某些情况下，有的建议只是对中国国家能源战略和政策中的某个政策加以细化，其他的建议则是新的内容。

中国紧迫的能源状况使其他发展目标面临压力。推进国家能源体制改革同样需要政府的大力参与。中国已设立了新的国家能源领导小组⁹。根据《2020 中国国家能源战略与政策研究》报告和中国其他有关方面的建议，本报告主张重新设立比目前国家发展改革委员会能源局权力更大的能源部（见框 1）。许多国家已经意识到，有必要设立能源部，使能源问题受到与科学、教育、公众健康和环境等问题同等的重视。实际上，中国过去曾做过类似尝试。中国在机构设置方面（见框 2），可以从发达国家和发展中国家汲取到有益的经验和教训。

能源部能够使中国更好地实现能源效率和能源供应并重的目标。中国需要大幅度地增加能效投资，才能满足不断增长的能源需求。节能看起来很平常，但在各国都有其特殊利益集团，如石油公司、汽油公司、煤矿公司，他们会努力增加供应而不是减少需求。新设立的能源部应从机构设置和决策程序上考虑所有相关方的利益，包括能源用户和对政府影响微弱的团体。在最近推动节能社会的努力上而成立的能源部，将能够综合考虑能源供应和需求政策，克服至今为止束手无助的状况。

另外本报告认为，中国采取积极行动推进可持续能源战略的时机已经成熟。作为长期推动新技术市场化的一部分措施，提供低息贷款促进可再生能源发展和采用清洁煤技术。此外，作为能源可持续发展的一部分，要采用竞争性的天然气价格来刺激天然气市场的发展，制定国家上网电价是可再生能源政策的关键。还要推出一批市场培育项目，如通过政府采购计划，形成节能产品需求的市场规模化。

表 2.《2020 中国国家能源战略与政策研究》报告中的政策建议可归纳为本路线图，从机构、资金和实施三方面实现全面可持续能源发展的战略目标。



	<p>能源计划,其中包括促进风电的国家上网电价,加大实施乡镇供电计划,以及在农村家庭中推广使用高效燃料。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 在决策过程中,例如在水电及核电的问题上,听取所有利益相关方的意见。 ■ 对以下事项要有长期的战略规划: <ul style="list-style-type: none"> - 土地开发和交通基础设施建设。 - 矿物燃料及核电的长期成本。 - 可再生能源的联网及输电。 - 解决能源发展目标和环境发展目标之间的矛盾。 	
--	---	--

框 1. 新能源部会是怎样的一个机构呢?

设立能源部协调能源政策,给环境保护及能源效率等本身缺少内在动力的政策以权力机构的支持。能源部最重要的作用就是贯彻实施综合的能源政策,增加能源供应、重视环境保护、以及减少能源需求(此点亦为本文的主题之一)。一个高效的能源部需要具有以下五个特征:

增加人员:无论中央还是地方,处理能源这样重要问题的政府官员太少了。中国的政府机构情况较特殊,然而与其他能耗大国相比,中国显然以少得可怜的人员来处理庞大的能源政策问题。

更准确的数据支持更好的决策:中国需要收集更准确有效的数据,包括有跨

地区跨部门的重要能源产品的供应、消耗及价格等。应与国家统计局合作。同时，中国现有分析能力强的中心应大力加强和扩充。

整合能源需求、能源供应及能源安全的功能：能源供求部门都涉及到技术问题，专业划分很有帮助。综合部门，例如能源需求与安全，可以确保战略重点的落实及力量均衡分配。况且，整合国内和国际能源政策还有助于尽可能地减少能源部门发展的负面外延性因素，如环境退化及地区不平衡。

与其他部级单位同级协调：把能源管理机构提高到正部级，将在政府内赋予能源问题强有力的发言权，并且加强与其他部门的协调。

跨区域、跨省协调的权力：尽管许多决策权最好留给地方政府和市场参与者，而某些领域，如地区及国家基础设施的规划、建设和管理上，以及订立标准，则需要国家协调以促进公平分配。

框 2. 国际范例

根据中国能源产业的结构，建立一个权威、独立的能源部很可能是实现中国国家能源战略和政策目标的最有效途径。比较五种国家能源管理模式可以说明，恢复设立中国能源部可能采取的组织结构及功用。英国、日本、美国、巴西和印度的能源产业发展具有相似的特点。不仅如此，对这些国家的简要讨论分析，还可能会为新的中国能源部的能源管理提供一系列的选择模式。

能源管理的一个基本特征就是政府管理机构的集中程度。例如，印度的能源产业由五个分立的部和一个局来管辖，而美国则把其庞大的能源管理机构归口到一个能源部。印度的分散管理往往被指责为，是造成国外直接投资水平长期低迷的症结所在。另一方面，巴西设立统一的国家能源政策委员会并没有避免一场能源危机，或有效处理二十世纪 90 年代末期¹⁰的能源短缺和政策不一致问题。虽然集中的政府管理机构可以促进政策协调，国际经验也表明，新设机构只依靠自身是不足以进行有效管理的。英国能源部的解散和随后环境绩效工作的改进，更说明了监管权威的重要性。在英国的例子中，监管机构被迫采用不受欢迎的新法律以便和欧盟的立法保持一致。

尽管日本经济通商产业省（以前为通商产业省）不像美国能源部那样统一和集中，但它有效地将国家的能源战略集中在了“3E”上，即能源安全（energy security）、经济增长（economic growth）和环境保护（environmental protection）。日本经济通商产业省在产业及政策制定部门中的强势地位说明，绝对权威对于实现如能源效率这样面广时长的政策目标所具有的重要性。根据中国能源产业放权自主的经验，设立强有力的能源部很有可能使国家调整“经济发展第一”的方针，使其包含更长远和广泛的社会公众利益。

中国的能源状况与上面所提及的五个国家有明显的不同。然而，这些案例为中国政府提供了十分有用的范例，也为加强和巩固中国国家能源战略和政策决策机构提供了宝贵的经验。副部级的国家能源办公室已于今年正式宣布成立¹¹，为了避免重蹈巴西国家能源政策委员会的覆辙，实现《2020 中国国家能源战略与政策研究》所描述的宏伟目标，必须确保新的能源机构具有足够的权威和独立性，以便实施有效的管理。中国应该恢复设立一个高于新的能源办公室或委员会的正部级能源管理机构，为中国巨大的能源需求服务。

中国国家能源战略对策的评估

在这一部分中，作者评介了正在讨论中的政策措施，并对每个方面的后续工作提出了几个备选对策。本报告并非综合性论述，而是侧重中国能源产业发展中最重要的几个方面。在随后关于中国如何将战略决策付诸实施的论述中，提出了三个主题：在能源效率以及与之相关的能源勘探、基础设计和环境保护方面**增加投资；重组激励措施**，以利于开发清洁的能源和电力；**强化机构**，提高制定和实施能源政策的能力。

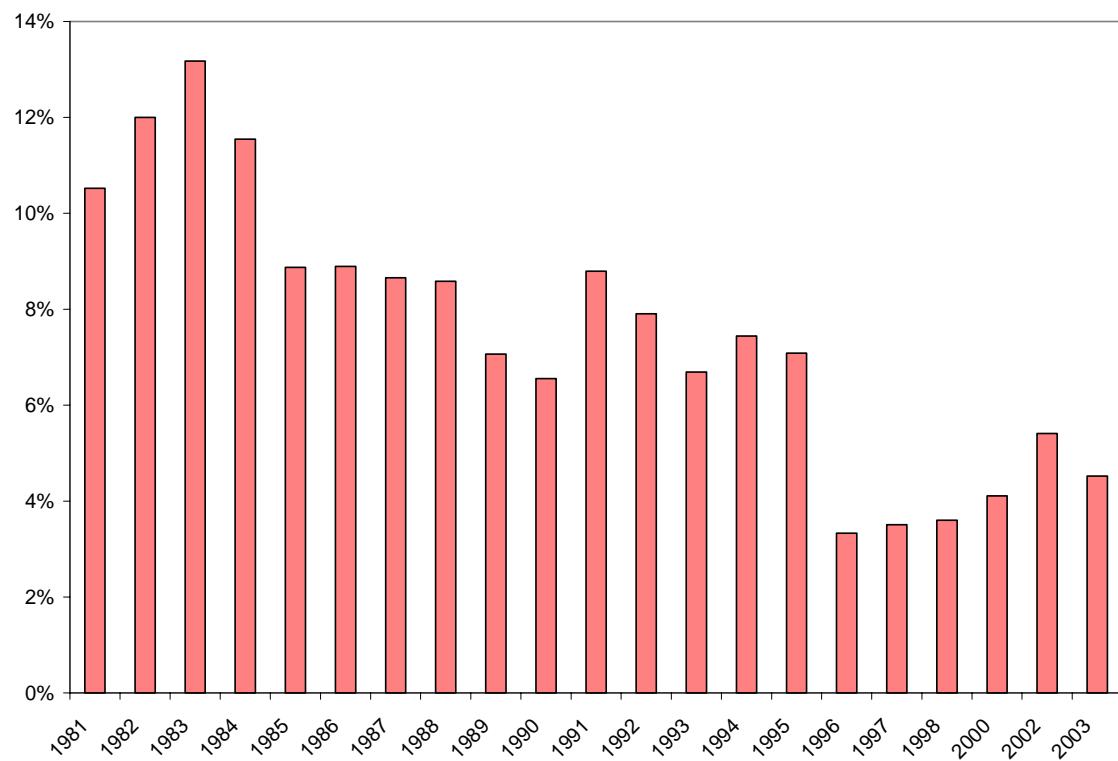
能源效率

中国目标：用过去 20 年的速度继续提高能源效率

问题：中国早就认识到减少能源需求和增加能源供应的重要性。在 1980-2000 年期间，为了促进节能技术发展，政府发布了 22 项行政措施、7 个标准、8 个计划和 14 项政策。最近又公布了第一个长期的效率目标规划¹²。但是，提高**能源效率的投入仍严重不足**。2004 年，中国 31 个省份中有 24 个省份出现能源短缺。到目前为止，中国通过扩大电厂建设规模，每年增加超过 40GW 的装机容量来解决迫近的能源危机。然而，没有能源效率的提高，仅靠增加发电容量是不够的。

尽管节能投资总量在继续增长，但它在能源投资总量中所占的比例却在减少。上世纪 80 年代初期，节能投资占能源投资的 10-13%。到 90 年代，不包括私人投资，节能投资所占的比例已经下降到约占 7%（见图 4）。2003 年，中国在能源上共投入了 4240 亿元人民币，但仅有 230 亿元投到节能----这个成本效益最好的满足能源需求的方法。为实现中国的发展目标，尤其是 GDP 翻两番而能源消耗翻一番的目标，中国必须在能源效率上增加投资规模。从 1980 年到 2000 年，中国非常低的能源弹性系数并不奇怪，很大程度上是因为一部分资金明智地投在了节能上。在面对目前的挑战时，中国应该重新将全国能源投资预算的 10% 投到能源效率上，或是从其他各种途径获得相当于每年 500 亿元人民币¹³的节能投资。

图 4. 能源效率的投资在能源投资中所占比例已经下降。为扭转整体经济效率下滑局面，必须增加能效投资的比例



来源：国家统计局（不同年份），中国统计年鉴（北京：中国统计出版社）；劳伦斯·伯克利国家实验室评估。

尽管经济体制改革已进行了多年，中国仍然缺少市场导向的手段来提高效率。目前，中国正在对现行的《节能法》（框 3）进行修改，这是一个重要的步骤。但是，最有效的激励措施（例如：在能源价格中反映全部的环境和社会成本，重新确定有利于能效的税收和财政政策，减少已经认识到的风险）涉及到政府不同权力职能部门之间以及与地区部门之间的协调。

建议今后采取的步骤：在能效方面有获取高额回报的空间。然而，回报是许多不同的参与者所采取的各种小措施累积的结果。最大的机会是公用事业公司提供的网络化的能源商品（例如电力和天然气）。燃气和电力对于提高生活质量非常重要，需求也在快速增长。在节气和节电上的进步会显著减少中国的整体能源需求。

下一个目标是工业。工业目前消耗 70% 的能源，工业能源消耗每年增长 4.2%，高于整体能源消耗增长率 3.9%¹⁴。多年来，工业毫无疑问是中国最大的能

源用户。因此，工业能源效率政策很关键。最后，住宅和商业建筑及交通运输的能源效率也很重要。

除了下面针对具体部门提供的建议，中国还应该继续进行能源效率的宣传教育。节能通常是一个改变习惯的问题，增强节能意识就会产生很大的效果。

框 3. 改进《节能法》

1997 年全国人民代表大会通过了《节能法》。作为中国政策的一个组成部分，这是节能法制化的重要步骤。《节能法》立法所依据的经验可以追溯到上世纪 80 年代早期的能源效率计划，以及源于经济转型而发生的变化。《节能法》将节能确定为“国家经济发展的长期战略”，并规定了一系列奖励和惩罚措施来促进节能¹⁵。在《节能法》通过后，各省市也在国家《节能法》的基础上通过了各自的节能法规。

《节能法》的实施情况不尽相同。在上海，节能先导者——上海节能监察中心积极贯彻落实《节能法》，促进落后的技术升级换代¹⁶。但在其他地区，《节能法》的落实则很不理想¹⁷。

在中国提高能源效率需要首先完善法律体系。与大多数中国法律一样，《节能法》也只是给出了主要原则而没有规定具体措施。尽管这种情况可以允许各省制定适合当地情况的政策，但这种灵活性也会使得节能为地方领导所忽视，并利用模糊的措辞有选择性地实施《节能法》。布雷夫（Brav 2004）所提的两个建议对于修订《节能法》非常有用：

- 1. 增加资金：**节能机构长期资金不足是由于节能不是年度预算中的固定列支课目。如果财政部批准将节能作为年度预算中的固定列支课目，以及增加资金，会使资金的不确定性及资金不足的问题得到改善和缓解。
- 2. 加强激励措施：**目前，在对违反《节能法》的单位处以罚款前，通常都对他们先行警告。但修订后的《节能法》应取消警告，并规定明确的处罚力度。《节能法》可能还会制定市场激励的制度来提高节能。做法有，减税、峰谷电价、及购买新型节能设备时的补贴。

公用事业公司（燃气和电力）

只有重新确定公用事业公司能源商品的价格构成，能源用户才会注意提高能效。站在电力用户的立场上，中国电力公司应该通过需求侧管理（DSM）计划

来提高能源效率。在许多实例中涉及到组建能源服务公司。简言之，能源服务公司可与能源用户签订合同来减少能源利用量，并根据实际节省的费用付费。这种针对能源服务而不是针对能源产品的创新思路，需要有一套使电力公司既能通过销售能源，又能通过减少需求来获利的监管制度。稳妥的第一步做法是，国家大力支持地区能源服务公司的示范。

另外，电力公司本身也需要得到更好的激励，帮助用户更注重节能。综合监管改革必须考虑到这一点，并确保各种能源资源的供应以及输、配电节能都有足够的投资。美国实施了促进能效的监管政策，对从有认定资格的电力供应商（热电联产或可再生能源）处购电的电力公司给予激励。我们建议中国也出台这类监管政策。

企业

不同的企业需要有不同的节能方法。尽管在不同的企业中有些问题是相同的，如电力价格，但企业的需求却相差很大。国有部分和非国有部分的监管方法有本质上的区别。例如，大多数钢铁厂是国有企业，而水泥厂则大多是乡镇企业。国有企业可能偏爱以协商方式达成的自愿协议（框 4）及公私合伙研发（R&D）的形式，而乡镇企业则对价格和税收激励反应较好。

框 4. 自愿协议或能源效率协议

自愿协议或能源效率协议是“政府与企业之间的合同”。它规定了“所有参与方的义务和一段时期内的能效目标”，以提高能源效率和减少温室气体排放¹⁸。这些协议通常都给参与者 5~10 年的时间段来筹划和实施改进。自愿协议的主要优点是将注意力集中在能源效率和减排目标上。

从 20 世纪 90 年代开始，企业自愿协议已经显著提高了工业化国家的能源效率。与没有实施这种项目的效率相比¹⁹，那些成功的项目已经使能源效率提高了一倍。自愿协议通过鼓励企业在能源效率上投资，并为节能产品²⁰培育市场的方式促使技术应用和创新。

自愿协议的第一步是确定目标。政府主要通过运用激励和反措施来鼓励企业参与。例如设备审核、评估、制定基准、监测和信息传播等政府支持的项目和政策（胡萝卜激励效果），为使参与方理解和管理他们的能源利用和减少温室气体

排放起到了重要作用。一些更成功的自愿协议项目还享有减税优惠。在英国，参与自愿协议的公司最多可以获得 80% 的燃料消费税折扣。在其他案例中，如山东省节能协议试点的参与单位可以免除其环保报告的要求，这是因为他们根据自愿协议已经上报了相同的内容。

国际上的经验表明，在全面的和透明的框架内实施自愿协议，是一个能够动员企业节能并减少排放的一种创新和有效的方法²¹。

框 5. 将节能纳入企业管理

通过优化动力系统，工业设备在减少能源消费方面（尤其是峰荷用电）有很大的潜力。系统改造的回报期通常为几个月到三年，往往还会伴随质量和可靠性的提高。然而，尽管能源短缺，中国企业用户仍将能源使用看作是一种固定成本，而不是一种可变的支出费用。

超过 10 万家的中国企业已经通过 ISO9000/14000 质量控制和生产管理体系认证，以控制生产成本并减少消耗。企业能源管理的政府标准可以要求企业采用“最佳实用做法”，并通过现有的 ISO 认证程序上报节能的结果。而 ISO9000/14000 达标企业要定期接受外部审核，大大降低了政府监管部门实施达标的成本。

为提高有效性，无论自愿的或强制的能源管理项目，都需要进行培训，这是作为自愿协议的一部分提供的。协商的标准应该是灵活的、非硬性规定的、及可验证的。这样一个标准，通过帮助企业抓住时机优化他们的能耗系统，也可以支持能源服务公司的发展。将节能项目纳入到 ISO 管理体系的公司可以得到政府重视，并有资格得到融资优惠。

民用及商业建筑

强制实施家用电器节能标准。制定更加严格的标准要有较长的准备时间以及同所有利益相关方协商讨论。**将节能纳入到地方官员工作政绩的评价系统中**，也有助于使地方领导认真对待节能问题。

尽管中国已经对不同类型的建筑出台了**建筑能效标准**，但这仅仅是第一步。中国还需建立一个有效的监管体系，中国建筑业要把节能标准与技术一并考虑。随着新的建筑技术的采用，标准也需要定期进行修订。

国外经验表明，除强制性标准外，还可以采用其他提高建筑能效的方法来吸引有创新眼光的建筑师、工程师和业主。例如：与美国许多电力公司一样，加利福尼亚三个最大的电力公司有“设计节能”的计划。这些计划鼓励建筑师和工程师改进其设计，使其高于地方节能建筑标准，当测量显示其建筑实际上达到预定节能目标后，会给业主售后回扣。

交通运输

交通运输能源效率的提高和石油政策密切相关（在下一节中会谈到）。经验表明，燃料经济性标准，无论是强制性的还是自愿的，都是必不可少的。另外，一些国家已经尝试在拥挤的城市中心区域收取车辆使用费，以鼓励人们使用公共交通工具。在中国的一些大城市里，尤其是那些饱受交通拥挤和车辆污染排放困扰的城市，征收车辆使用费可能会收到显著的效果。征收车辆使用费还可能有利于消除汽油价格偏低的状况。2003年7月，北京汽油的零售价是0.34美元/升，这比伦敦的汽油价格低71%，甚至比华盛顿特区²²的汽油价格还低18%。汽油价格这么便宜，就会导致人们没有积极性购买省油汽车或乘坐公共交通。

中国需要制定长期的交通和土地使用规划，这样可以在不损害人们生活质量的前提下，确保交通运输系统为实现一系列经济发展目标服务。正如其他国家所出现的症结，机动车利益团体和倡导公共交通发展之间存在冲突，并难以协调。

在制定这一政策时，在城市与城市之间，与修建高速公路相比，我们更倾向于建议修建城际铁路；在市内，我们强调公共交通和整个城市一体化发展。公共交通的思路并不仅限于造价昂贵的地铁和轻轨系统。中国的快速公交系统（BRT）的示范经验表明，快速公交系统可以较快和低成本地满足城市交通急剧增长的需要。

能源供应

石油

中国目标：增加石油供应量，并尽量减少石油供应中断的风险

问题：中国在1993年成为石油净进口国，这一变化使国内外都开始关注中国的石油安全问题。在国内，中国的决策者担心石油短缺会越来越严重。2002年，中国37%的石油靠进口。据国际观察家预测，到2020年，进口石油将占中

国国内石油消耗量的 63%~70%²³。

世界石油产量何时才算达到高峰？或是达到什么程度才能使决策者努力减少对石油进口的依赖？这个问题国际上没有一致意见。中国的决策者也关心，如果石油供不应求而价格上涨，那么对石油进口的依赖可能会阻碍经济的增长。一些观察家担心，中国对于石油的新增需求，将有可能使世界石油需求增长超过生产能力增长。世界石油市场供应不足而价格上扬，已经给国家经济发展带来了压力。

建议今后采取的步骤：中国石油安全应该同时考虑供应和需求对策。在供应侧，得到业界认同的方法有：加强与产油国之间的外交联系，加大海外勘探力度及签订生产合同，这些方法可能很有效；建立控制价格波动的新机制，例如期货市场和套期交易，这也很重要；煤炭液化，这个方法费用高，还会导致大量的碳排放。这些方面都做好，也只是解决问题的一部分。在需求侧为人熟知的对策有：提高汽车燃料效率，制定综合的交通计划，取代分散发电的柴油发电机。这几个办法可以大幅度地缓解石油需求量的增长。

中国目前的石油价格是由政府制定的，虽然参考了世界价格，但是油价的变动比世界石油市场滞后一个月，这给投机商以可乘之机。应根据本地石油市场供求情况，放开油价，并允许存在价差，这有助于石油公司调节它们的生产计划和资源配置。以市场为基础的价格也是一个预警系统，价格波动会暗示可能出现的短缺状况，使政府有时间应对危机。从长远规划来看，中国应该评估一下，日益依赖石油需支付的成本与使用替代能源的成本孰高孰低。应预测未来的石油需求和国内的供应量；评估不同石油进口水平带来的后果；减少供应中断的风险（例如：充实自己的石油战略储备）。根据地区和国家的交通基础设施规划，摆脱对以油料为主的交通运输基础设施的依赖。在人口车辆密度很大的城市环境中，还应通过燃料效率标准减少对路面车辆的需求，以推动替代机动车的出行方式。

天然气

中国目标：迅速扩大天然气的供给和利用范围。

问题：当前中国天然气战略的关键问题在于天然气由供应拉动，而市场开发居次席。市场开发应该随天然气供应量的增加而共同发展。天然气市场的开发是通过价格竞争促使用户，包括发电厂和企业，转向使用天然气。中国目前的天然

气政策偏重于实现企业发展的目标，而不是偏重于鼓励用户在多种燃料中选择天然气以实现社会和环境目标。

现在的天然气价格没有竞争性。西气东输工程投资巨大，通过管道送到上海市场的天然气价格达到每立方米 2 块钱。虽然针对不同用户的天然气价格还在协商中，但其底价就比其他同类市场高得多，如泰国。作为确保市场快速发展的方法，泰国最初天然气是以每立方米相当于 0.30 元人民币的价格出售，是上海出价的十分之一。有许多方法可使天然气价格更具竞争性，方法之一就是对那些不那么环保的能源提高税率，如煤和石油，这样天然气就会变得更加吸引人。还有一种选择就是先对天然气价格进行补贴来吸引用户，然后随着时间的推移再慢慢提高价格。

建议今后采取的步骤：为了促进国内天然气市场的发展，天然气定价应该反映出社会对于清洁燃料的偏好，天然气的价格还应该反映出该燃料对于用户的价值，而不该像国内供应商定价所采取的在天然气成本之外还要加价的做法。这样做会出现天然气虽然送到了用户处而用户却舍不得用的情况。政府应该拿出一个培育市场的时间表，并规划如何形成有竞争力的天然气价格。在某些情况下，这可能会涉及到对天然气的交叉补贴，或是涉及到有利于天然气而不利于其他矿物燃料的污染物排放税，该税对可再生能源可能更偏爱。如果这种以价格为导向的对策在实施过程中遇到困难，政府就应考虑对在发电中采用的各种燃料或技术，使用强制性份额标准。

煤

中国目标：到 2020 年把煤炭的依赖减少到能源消费总量的 60%以下。更多采用清洁煤技术发电；交通运输引进煤炭液化燃料。

问题：中国目前依靠煤炭满足其 66%的能源消费需求，实现以上目标也许不太难²⁴。但是，中国煤炭生产的规模大，预期电力需求增长也很大，特别是在能源效率没有显著提高的情况下，实现上述目标也可能是件困难的事。

目前，大量燃煤发电机组匆促上马，不仅没有考虑采用最先进的技术²⁵，也可能很快导致发电能力过剩的问题。危机感使人们不惜一切的采煤，使煤炭工业多年的合理化发展努力付诸东流，不合理的开采给煤炭工人和环境带来了严重的灾难。煤价放开后（目前的价格已经非常高），通过征收煤税的方式已不能减少

市场需求。实际上，已经出现补贴低收入用户和重点用户。在许多国家，因研究和开发投入的减少和监管激励措施不力，难以做到大规模地采用清洁煤技术。

建议今后采取的步骤：正如能源效率和能源供应一样，煤炭政策需要由强有力协调机构与其他方面的能源政策一并考虑，这个协调机构可以是国家发展改革委员会下设的能源局，可以是新设立的国家能源办公室，也可以是独立的、综合的能源部。从研究开发到商业应用，清洁煤技术融资是最大的挑战，其他大型煤炭用户也存在同样的困难。中国的计划要求，2000~2010 年期间中国对煤炭产业投资 2,790 亿元人民币（合 340 亿美元）；另外在 2010~2020 年期间²⁶再投资 2,000 亿元人民币（合 240 亿美元）。同期，中国发电主要是燃煤发电²⁷，大约需要 5,000 亿美元到 7,000 亿美元。目前的措施不能确保这些资金用在较好的技术上。

在《2020 中国国家能源战略与政策研究》报告中提倡的环境友好能源基金（EFEF）朝着正确的方向迈进了一步²⁸。但是，该报告没有确定其资金的规模，或者评价其数额是否足能满足当前的需要。如果环境友好能源基金只由环境罚款和政府拨款来提供，我们担心其数额会太少，不能大规模地促进清洁煤技术的应用。类似为可再生能源发电融资所设立的系统效益收费那样，环境友好能源基金可专款用于清洁煤技术。还应深入分析清洁能源技术的研发和应用需要多大资金规模以及各种融资方式的预期效果²⁹。

尽管增加公共资金是一种好办法，它还需要与其他措施相结合，如建立公私伙伴关系、环境基础设施优惠贷款、国际合作伙伴关系以及创新的、低风险的融资方式³⁰。当赠款资金有限时，环境基础设施优惠贷款会是一种不错的融资选择³¹，像北美开发银行和边境环境合作委员会向美国-墨西哥边境地区提供贷款一样。

框 6. 北美资助可持续发展的情况

根据国际能源机构估计，在未来的 25 年里，中国为满足其能源需求³²需要 23,000 亿美元的资金。所需投资规模意味着中国必须借助贷款和私人资本，以及政府补贴和政府拨款。如何既能实现政府目标，又能吸收私人资本，美国-墨西哥边境地区为此提供了一个很好的范例。

1993 年，北美自由贸易协定（NAFTA）创建了北美开发银行（NADBANK）³³，该银行用美国和墨西哥政府提供的等额资金向环境基础设施提供贷款。项目只有在获得北美开发银行的结盟机构——1993 年由北美自由贸易协定创建的边境环境合作委员会（BECC）的审核后，才有资格获得北美开发银行的贷款。报批项目必须既遵守环境法律，又能满足边境环境合作委员会关于资金效率、环境影响和社会参与的标准。该项目须经 10 名董事会成员批准，每个国家 5 名。由两个结盟的机构审核和批准贷款是一个创新的理念。把财务可行性评估与边境环境合作委员会的审查分别进行，确保了项目在环境方面的可持续性。与之相比，世界银行的项目审核是在财务可行性评估之后再做环境影响评价。

北美发展银行的最大问题是不能提供足额的贷款，特别是对贫困地区。到目前为止，北美发展银行已经批准了 24 笔贷款，总计 1.0385 亿美元³⁴。开始时贷款数额少，因为美国国会最初规定，北美发展银行应以市场利率而不是以优惠利率放贷。到 2000 年局面有所改变，北美发展银行开始提供低息贷款，并且扩大符合放贷项目的范围。另外，对于可能偿还不了贷款但很有价值的项目提供赠款³⁵。

边境环境合作委员会因为它的透明度和公众参与³⁶而倍受称赞。董事会 10 名成员中有两名成员代表民众意见，边境环境合作委员会的审查过程包括听取公众意见，这种做法经常导致工程的再设计。BBCnet（边境环境合作委员会网）利用因特网自动分发服务系统，帮助收集反馈意见。

考虑到中国投资需求的规模，像北美发展银行这样的国家信贷中心可能很有用。尽管北美发展银行把污水处理作为重点，中国的国家信贷中心则可能给能源项目贷款，包括工业能源效率和可再生能源。小额贷款可能会填补这类项目大的需求缺口，如照明改造项目。虽然大项目（超过 500 万元人民币）在寻找资金上没有困难，而小项目因为交易成本高困难更大。边境环境合作委员会网和边境环境合作委员会公众听证会，从一开始就认真考虑公众关心的问题以避免矛盾的发生，这为中国提供了很好的借鉴。中国贷款中心不必设立两个各有预算和各有董事会的机构，可将贷款的审查程序纳入贷款的批准过程，以确保贷款在拨付之前满足可持续发展的标准。

水力发电

中国目标：显著提高水力发电比例。

问题：到 2020 年，中国的目标是水电装机容量达到 200~240 百万千瓦，每年新增水电容量 7~9 百万千瓦³⁷。为了达到这个目标，中国需要每两年建造一座相当于三峡大坝的水电工程。

建议今后采取的步骤：大搞水力发电这一点是明确的。水电有可能以无碳排放的方式满足中国增长的能源需求，很多水利工程已带来成倍的效益。随着中国水力发电的持续发展，我们认为下面的几个问题值得探讨与考虑。

尽管中国有 380 百万千瓦可供开发的水电，但是选址大多位于中国西部并且开发难度大³⁸。水资源匮乏和许多选址离负荷中心较远，较难找到合适的坝址，使 2020 年实现水电增容 200~240 百万千瓦的目标颇为不易。过去 20 年期间，世界水电建设速度放缓，很大程度上也是这些原因。例如，日本在 20 世纪 70 年代向水电站提供财政补贴以减少对原油的依赖，但是由于合适的坝址少，水电变得十分昂贵，水电建设速度放慢甚至停顿。

如果每年新增 7~9 百万千瓦水电容量，每年将需要 130~230 亿美元的资金³⁹。中国政府对三峡和南水北调这样的工程给予重点资助，但是以这样的规模发展势必要国外投资。像国际货币基金组织（IMF）和世界银行这样的国际投资机构对于水电（及其他大型建设项目）的环境和社会影响评价非常慎重。民营部门投资，虽然本身没有必要与环境问题挂钩，但是对风险大或者建设延期的因素很敏感。

中国在吸引私人资本方面做得很出色。例如去年，华电、国电、大唐和中国电力投资公司宣布与香港的中国光大公司合作，在中国华南⁴⁰建设投资 49 亿美元的热电厂和水利发电厂。为了继续大规模吸引私人资本，水电的价格有必要上调，以鼓励优质工程建设，并且改进环境管理⁴¹。

随着私人资本对水电建设的投资变得越来越重要，中国政府应继续在水坝建设上发挥积极的作用⁴²。把规划或者建设标准交由私营部门去做会存在某些风险。因而，政府应在国家能源规划中设定高标准，并在审批之前仔细考虑每项工程的具体特点。

政府在土地开发方面也发挥着重要的作用。大坝建设既是一个社会问题，也是一个经济问题。其他国家经验表明，在水电开发的决策过程中，有广泛的利益

相关方的参与，虽然可能使决策过程迟缓，但却能使大型发电项目更大程度地体现公平，并得到社会的认可。作为一个开端，在世界水坝委员会 2000 年度报告中，提出在决策过程如何听取不同的意见，包括下游邻国意见，这是一个非常有用的指导文件⁴³。

有时为了避免矛盾，可能意味着要拿出更多的资金用于移民安置。与交通运输工程或者城市开发安置⁴⁴相比，大坝移民安置补偿费目前较低。可采取对新大坝工程生产的每一千瓦小时电量征收 0.0001 元人民币税款的途径，来筹集和提高补偿的资金。水电部和财政部 1981 的通知中明确地提到了这种税目，但从未得到贯彻执行⁴⁵。

核电

中国目标：到 2020 年核电装机容量要达到 40 百万千瓦。

问题：中国于 1992 年开始核能发电，目前有九个核电厂正在运营。自 1992 年以来，核电作为煤炭的替代能源受到重视，但至今核电价格仍然昂贵，而且有些问题受到特别的关注。

建议今后采取的步骤：世界各国关于发展核电的经验各不相同。因为高成本和相关的风险，许多国家正在放弃核电。2002 年，德国通过一条法律，规定分阶段逐步淘汰核能。但是，德国的近邻——法国，其近 80% 的电力来自核电。

紧步法国大上核电之后尘，中国正计划在未来的 20 年里每年建造六至八座核电站，目标是到 2020 年实现核电容量翻两番。这一宏伟的扩建计划正在迅速推进。目前，两座新电站正在建设中，而且 2004 年 5 月，中国核电总公司又申请建造八座新的反应堆。在接下来的数月里，国务院批准了在岭东和三门建造四座新电站，紧接着又批准在阳江建设六座核电站⁴⁶。

尽管核能不失为一种满足中国能源需求的清洁途径，但核电在安全性与成本上存在许多令人担忧的问题。中国理所当然地十分关注安全问题，尤其是因为所有的核反应堆，不论是已建的还是筹建中的，都坐落在人口密集的东部沿海地区。目前正在田湾建设的两座核电站，就采用了芬兰的安全措施及西门子的控制系统。中国在兰州还有一座核废料贮存设施，用于安全储存核废料⁴⁷。

尽管中国正在考虑进一步发展核电，决策者们应当充分考虑到核电的成本。一种容易被忽视的重要成本是核电站的退役成本（即安全关闭一座核电站花钱

多、风险大)。随着中国进一步发展，燃料供应、核废料处置以及安全隐患等问题都会面临更严峻的挑战。

可再生能源

中国目标：中国国家能源战略的可再生能源发展目标是，到 2020 年增加 90~100 百万千瓦的容量，包括 60~70 百万千瓦的小型水力发电，20 百万千瓦的风力发电，1 百万千瓦的生物质能发电，以及在太阳能、地热能、海洋能和潮汐能等方面有限增长⁴⁸。

问题：中国国家能源战略对策有关可再生能源的子报告，提出了一个支持可再生能源政策的全面规划。虽说《2020 中国国家能源战略与政策研究》报告中有许多不错的对策，然而最好能有具体的落实机制和重点目标的优先顺序。

建议今后采取的步骤：可再生能源有两个市场，农村离网用户和联网用户。《中华人民共和国可再生能源法》在 2005 年 2 月召开的全国人民代表大会上获得了一致通过。针对两个市场积极落实此法，必将促进可再生能源的进一步发展。未来的计划应当考虑，针对这两个不同类型市场采取不同的策略。下面我们分别来看一下离网和并网可再生能源电力的情况，因为它们对不同类型的政策有不同的反应。

离网可再生能源

根据政府的统计数字，截至 2003 年，仍然有七百万户农村家庭（约占总人口的 3.5%）没用上电⁴⁹。从 1996 年到 1999 年期间，前国家计划委员会制定了“光明工程”来加速农村地区的供电，并鼓励使用可再生能源。最终目标是到 2010 年⁵⁰使 2,300 万无电的农村人口用上可再生能源电力。到目前为止，“光明工程”的试点项目都非常成功，与耗资更大的电网扩建和柴油发电相比，利用太阳能和风能向偏远地区供电更具有可行性。为 100 万人供电的乡村电气化项目是下一步计划。另外，光伏电制造能力不足是一个世界性的问题，中国可以利用海外的需求来建立国内的产业，以支持农村用电和其它光伏电的应用。随着中国在乡村一级大力推进可再生能源为主的农村用电计划，能力建设不容忽视。成功的国际技术转让表明，全部投资的 10% 应当预留下来用作培训经费。其他国家的经验也表明，所有权问题、经营与维护、明确的收入来源（保持不断的维修保养）对这一

制度的长期可行性都是至关重要的。例如，洪都拉斯的索卢兹和多米尼加共和国都成功地建立了服务收费的经营模式，即公司拥有硬件设施，按月从用户那里收费，同时向用户提供管理与维护。改进系统设计和资源评估使系统更经济，例如采用更多的小型风力发电机，良好的风力资源使其成本比光伏电更低。在乡村农户中，传统的生物质能利用存在许多问题，加剧了生物质能资源的争夺，而维护生态系统功能需要生物质能资源的支撑，同时这种情况对人体健康也是有害的。从短期来讲，加快乡村农户使用优质燃料，例如沼气和液化石油气，不仅会缓解生物质能资源的紧张状况，同时也对促进农村小康生活和改善长期以来地区发展不平衡起着重大的作用。

并网可再生能源

中国计划用小水电（另见上文的水电部分）来实现其三分之二的可再生能源目标。就目前可利用的其他可再生能源技术而言，风能近期潜力最大。中国的风电目标是，到 2020 年风机容量达 20 百万千瓦，或者说大致每年增加 1 百万千瓦----相对于采用其他电力技术的新增容量来说，已经是较低的目标了。目前，风力发电的世界前两大国家是德国和西班牙，每年增容已超过 1 百万千瓦。

尽管试点项目有助于实现中国的目标，但中国除了国家政策之外，还需要有一个急进的风电行动方案。个别省份已经开始鼓励发展风电，但是只有中央政府才能改变监管环境，使风电迅速发展起来。当然，国家政策不必只侧重风电。下面的对策可适用于鼓励开发太阳能、生物质能、地热能、海洋或潮汐能。

要把从理论上支持可再生能源变成可再生能源的实际装机容量需要有政策手段，并积极地落实这一政策措施。当前，中国的基本战略是实施风电特许权，即政府借招标制度拍卖风电开发权，这种开发权带有固定条款的购电协议。到目前为止，风电特许招标已经进行两轮。在第一轮中，政府接受了两个项目的投标，每个项目装机容量为 100 兆瓦⁵¹。第二轮政府拍卖出三个项目，总计 600 兆瓦。

政府招标制度对于增加风电装机容量来说很有吸引力，但中国最近碰到了两个市场经济转型带来的问题。第一个问题是，公司会为取得中标而投标过低，从而放松整个项目的质量要求。随着时间的推移，公司可能亏损而退出风电业务。由政府运营的特许权项目交易成本高，或许会延迟风电项目开发。最重要的是，
政府招标制度不大可能提供培育一个大规模风电产业所必需的长期的稳定的环

境。

中国在继续执行风电特许权项目的同时，应考虑实施国家并网电价，使风发展（及其他可再生能源）有足够的吸引力。有了这个政策，地方电网公司会与政府协议价格和购买一定数量的风电（及其它可再生能源电力）。并网电价应当针对不同的技术要求，从而鼓励开发各种可再生能源技术，电价也应反映预期的技术成本。随着时间的推移电价会降低，不过为投资者考虑仍会维持电价稳定。在德国，并网电价是大规模扩大容量的一个主要因素，从而使德国成为世界风电装机容量⁵²的旗舰。地方电网公司通常反对并网电价，并通过提高电价把相关成本转嫁到用户身上。为了公平，提价部分可以通过在全国范围内征收电力附加费筹集公共效益基金的方式来解决。在中国，有许多用电力附加费支持属于公益电力项目的例子，如最初要投入巨额投资的三峡大坝和核电站。一些国家实行可再生能源份额标准，或强制性市场份额。在这样的政策下，电力公司既可以购买当地可再生能源电力，也可以从完成配额目标的地区购买绿电证书。虽然各国的经验不尽相同，但这对于中国的未来不失为一种有吸引力的方法。

如果可再生能源能够大规模地开发，中国的省级和中央政府就应当考虑出台一个长期的输送电政策，以确保有足够的资金用于可再生能源电力并网。同样，减少可再生能源电力的并网障碍，以及在电力趸售规定中减轻对间歇性资源发电的处罚，是未来的两个重要议题。

可再生能源技术是否符合质量标准也很重要。产品质量测试中心应当进一步发展和得到资金支持。修订太阳能热水器、光伏电池、风力发电设备的标准都是有价值的目标⁵³。发展具有世界市场竞争性的可再生能源产业需要有激励措施，加大研发投入，并鼓励地方企业发展可再生能源产业。

热电联产

中国目标： 大规模地加快发展热电联产。

问题： 至今为止，热电联产约占发达国家发电装机容量的 20%，但中国仅占 10%。中国热电联产存在着一系列的问题，如燃料价格居高不下，供热管制价格偏低，缺少供热与消费的计量系统，选址的局限，以及不能直接向用户售电。另外，地方制造小规模燃气型热电联产设备的能力，以及从资金上落实热电联产项目都受到限制。尽管有些地区制定高电价来鼓励发展热电联产，然而在另一些地

区，热电联产电力的价格却比火电价格低许多^{54、55}。

建议今后采取的步骤：随着天然气供应顺畅，按说热电联产高速发展的阶段已经到来，因为即使环境监管更严格，小型燃气装置仍可以安装在更接近用热负荷的地点。然而，由于没有实施电价改革和制定向终端用户直接供电的相关法规，随着供热价格和计量系统的改革，除了自备工业热电厂外，热电联产的发展举步维艰。中央政府和地方政府为热电联产制定优惠的供电价格会很有帮助。从长远来讲，促进发电商之间价格竞争的监管体制改革在许多情况下有利于热电联产的发展。或许，更重要的阻碍因素是关于电力生产商只能把电卖给电网的规定。如果政策允许把电直接售给终端用户，终端用户只为使用电网基础设施的服务付费，会对热电联产的发展有益。供热价格改革相对来讲难度更大。尽管在一些地方热电联产项目售电情况不错，但向工业和建筑物供热仍有赖于供热销售办法的改革。这一改革措施虽得到广泛的认可，但迟迟未能实施。在一些选定的地区进行供热计量和经济定价的改革实验，可为这一棘手问题提供一个解决方案，即政策在相当长的一段时间内保持稳定，从而使开发商作出相应的承诺。

在长期监管改革的同时，通过金融激励措施推动热电联产发展，例如减低初始投资成本的低息贷款和选址补贴。这种激励政策可以这样设计，热电联产系统有资格得到安装费的 1/3 到 1/2 的退款，及利率低至 1.5% 的贷款。这些补贴在日本和美国都有⁵⁶。可以首先进行试点，以便为全国推广积累经验。

从长远来说，政府需要负责研发经费的落实以解决热电联产设备设计和制造方面的难题，还需要解决并网方面的技术问题，以及出台支持热电联产商业开发的监管制度。

使环境政策与资源政策相协调

中国目标：在当前能源消耗日益增长的情况下，要特别关注环境保护。

问题：能源消耗与环境保护息息相关。中国 70% 的二氧化碳排放、90% 的二氧化硫排放和 67% 的氮氧化物排放来自煤炭的燃烧。降低大气污染需要中国在能源结构方面做出重大调整。华北地区缺水问题，已对要消耗大量冷却水的燃煤电厂的发展构成威胁。从反面来看，减少消耗其他自然资源也能提高能源效率。工厂和建筑物减少蒸发冷却装置的用水量，会大幅度地节省能源。

建议今后采取的步骤：中国领导机构应落实其公布的协调能源与环境政策的

承诺。这个过程可能需要政府组织机构的改革，使该政策得到最高领导层的重视，同时又确保一个有实权的机构能从体制上入手，落实节能-环保这一双重目标。

一个可行的做法是设立独立的能源部，协调国家环境保护总局和国家发展和改革委员会能源管理部门之间的关系。有些国家已把能源管理机构视为其能源战略的关键部分。2000 年，德国设立德国能源部来协调国际和国内的能源政策。然而，即使有能源部协调，要使政策在地方上得到落实仍然是个问题。唯一的解决办法是把实现环保目标作为考核地方领导工作绩效的重要尺度。

利用国外直接环保投资有利于促进技术更新。例如，2001 年至 2010 年期间⁵⁷，发展中国家用于“清洁发展机制”项目的投资额有望占到能源投资总额的 5%~7%。据专家预测，如果中国在 2010 年提供 35%~45% 的清洁发展机制的碳减排信用额度⁵⁸，那么依靠信用额度每年能为清洁能源项目筹资 10 亿美元。这个数字与能源基础设施投资的总需求相比（每年约需要 1000 亿美元）虽然数目很小，但对于技术更新来说却意义重大。

无论在资源方面，还是在环境质量方面，水资源都是首要问题。建设燃煤电厂和水力发电站都会对水资源产生很大的影响。虽然发电给环境造成负面影响的话题已引起社会广泛关注，而水库及冷却塔里的水大量蒸发造成的缺水问题却未受到足够的重视。美国的一项近期研究表明，水库及冷却塔水分蒸发量很大。热电厂发电 1 千瓦时可蒸发 1.8 升的水，水电站⁵⁹发电 1 千瓦时蒸发 68 升水。在其他国家，虽然会因地区气候差异和地形特点不同而有差别，但单是热电和水电这两点的差异之大，就有理由对此情况给予进一步的审视。缺水已经限制了水力发电的发展，例如 2004 年夏季，面临干旱的袭击，广东省为了节约用水，政府不得不关闭 100 多家水电站⁶⁰。

中国在工业节水第十个五年计划⁶¹中，已经把火力发电作为首要目标。该计划要求自 2005 年 1 月起，对火电厂和其他七个工业部门的用水量实行定额限制，以实现减少用水的目标。这是很重要的一步，有助于更清晰地认识水电发展与水资源管理之间的关联性。我们主张，中国的国家能源发展规划应该包括一项综合的评估，请能源界和水资源界的专家对能源发展规划给予定量的评估，尤其是水电开发与可用水资源之间的相互影响。

能源政策的实施

《2020 中国国家能源战略与政策研究》针对当前面临的问题和中国能源产业正在着手进行的改革，提出一系列谨慎的目标。中央政府政策的贯彻执行及机构改革，将会决定在多大程度上实现中国国家能源战略和政策目标。政策的成功贯彻执行主要取决于通盘考虑所有利益相关方的利益、政府的支持力度和政府的工作效率⁶²。虽然中国国家能源战略和政策目标因能源部门和地区差异而不同，但这三个至关重要的因素会影响中国实施能源产业改革的能力。

为了使能源部门同时支持经济增长、加强环境保护和实现社会目标，中国必须全面考虑所有利益相关方的利益以便能源政策能够顺利实施。在能源产业范围内，所有利益相关方包括：中央政府、省级政府、大型国有能源生产企业、县级政府、用户、镇政府、村委会、小型地方能源生产企业和能源部门的工人。至于能源政策的改革，因为所有利益相关方的利益主要是与社会经济和商品物质有关，也就是说要根据就业情况和当地对能源依赖程度来评价。这样，只有当新的能源政策能解决好地方上所有利益相关方对社会经济和商品物质的需求时，这样的新政策才最有可能得到成功的贯彻与实施。

政策的实施不但要考虑所有利益相关方的利益，而且还要有中央和地方政府的大力支持。通过把利益相关方的经济和其他需求纳入政策制定过程（已经在这样做了），同时调整对地方领导的工作激励，可以获得地方政府支持。比如说，把环境和能源工作的成绩纳入到干部政绩考核体系。

中央和地方政府贯彻实施政策的能力，或者说政府的效率，很大程度上取决于政府的专业素质和政府的权力。本报告认为，对政府管理机构的整合，设立新的能源部，有利于解决从中央到地方的监督和政策实施问题。政府的工作效率还有赖于独立能源监管机构防止国有能源企业获得垄断利益的能力。机构改革，包括重振有雄厚资金支持、由公共能源部门专家组成的专业公司，将会增强中国有效政府管理的能力，并实现《2020 中国国家能源战略与政策研究》报告中所提出的目标。

所有利益相关方的利益、政府的支持和工作效率等因素的相互影响，在中国最近为改革煤炭工业所做的努力中可见一斑。中央政府关闭乡镇煤矿的战役没有取得完全的成功，原因在于当地社会在就业和能源需求方面依赖小煤矿，以及缺少当地政府对中央政策的支持。结果到了要执行关闭小煤矿政策时，中央和地方利益相关方的利益冲突损害了政府的工作效率。如果中央和地方政府在实施能源

政策时，能关注整体利益、政府支持和监管效率这三个方面，《2020 中国国家能源战略与政策研究》的目标才有可能得到全部实现。

结论

《2020 中国国家能源战略与政策研究》的出版，以及近期高层领导人在各种讲话中对能源的关注，都表明中国正在认真对待能源问题。正当中国即将实现其经济增长目标之际，国内和国际上的专家也提出了一系列建议和计划，旨在避免能源危机，同时实现经济增长的目标。对于《2020 中国国家能源战略与政策研究》中提出的多个能源目标，我们认为，对于任何一项目标的实现，都需要更清楚地了解什么是需要优先解决的问题。总之，中国必须在能源效率和能源供应方面增加投资，实施现有法规和制定新法规，鼓励地区性试点和贯彻落实国家政策。

既然选择是不可避免的，中国的政策制定者们应该首先确定如何分清政策的优先次序。这份由关心中国能源发展的国际专家所编写的报告，借鉴了国际上的最佳实践经验，并提出了政策建议。政策建议主要围绕以下三个主题：投资、激励措施和机构设置。

本报告极力主张把能效投资作为优先考虑的重点，而不是先在扩大能源供应方面投入资金。目前能效投资不足，应该注意到减小需求有助于避免能源供应的盲目扩张。增加能效投资意味着建立一个集中的管理体制。这样，无论是电力公司、企业用户、甚至是个人用户都可以申请资助和低息贷款以减少能源消耗。增加清洁煤技术和企业能效方面的投资，也能够减少废气排放，改变由于能源消耗引起的长期环境恶化的后果。

激励措施可以有多种形式，如法律、罚款、税收减免等。本报告特别强调需要重新调整激励机制，尤其是反映社会效益优先的定价机制。这种改革包括天然气和可再生能源竞争性定价，放松油价和水电价格，保证优质项目建设。用户和供应商都会对价格信号做出反应。要在短期内从价格低廉的煤炭转向价格较高的、多样化的能源，并不是一件容易的事。价格和机构的改革有助于中国调整其能源结构，并保持可持续的经济增长。

实施能源价格改革使其能够反映国家的优先目标，需要一个强有力的政府机构来推进此种变革。一个强有力的能源部可使能源问题得到重视和支持，并加强

能源法规的实施。能源部将起到一个政策整合中心的作用，在确定政策走向后，在综合环保与经济增长的同时平衡能源供需政策。形势紧迫，刻不容缓。新国家能源领导小组的成立只是朝正确方向迈出的一步。当前迫切要求投入足够的人力物力，才能圆满完成国家能源办公室的任务。能源需求规模预测显示，中国将面临某种能源危机。在全国各地进行的能源政策试点仍是创新的动力。要避免即将来临的能源危机，就需要有一套由政府权力和能力做后盾的、雄心远虑的国家能源政策。

以上三个主题为一致和连贯的国家能源战略（即以节能、国家能源规划和以能源利用环境和社会成本内部化的价格体系为中心的战略）指明了路径。当然，外界对中国能源发展战略的评价是否有用，中国是否愿意采纳本报告中的建议，应由中国的政策制定者来决定。这些选择在某种程度上将汲取其他国家的经验教训。中国是正在崛起的世界大国之一，也是世界能源市场重要的参与者，这些选择同时也会为更多的国家提供经验教训。随着中国探寻未来能源的可持续发展道路，中国所提供的指导方向、思路、新技术和做法，不但对发展中国家有意义，而且对发达国家也有意义。

备注：

¹ Xinhua News Agency, “World Bank Says China Is Poverty Reduction Model,” 25 February 2003. Available at <http://www.china.org.cn/english/2003/Feb/56694.htm>

² Development Research Center (2004) National Energy Strategy and Policy Report (NESP), p. 3; A condensed and translated version of this report is available at

http://www.efchina.org/documents/Draft_Natl_E_Plan0311.pdf.

³ The Chinese version of the NESP has been published by China's Economic Science Press (*Jingji Kexue Chubanshe*, 2004) as *Zhongguo nengyuan fazhan zhanlue yu zhengce yanjiu* (hereafter referred to as *NESP (Chinese version)*); this is taken from “*Nengyuan zhanlue de jiben jigou [Basic Mechanism of the Energy Strategy]*” pp. 1-32.

⁴ Andrews-Speed, Philip (2004) *Energy Policy and Regulation in the People's Republic of China*. The Hague: Kluwer Law International, pp. 49-57.

⁵ *NESP (Chinese version)*; “*Nengyuan zhanlue de jiben gouxiang [Basic Concepts of the Energy Strategy]*,” p.55.

⁶ *NESP (Chinese version)*; “*Nengyuan xiaolu he jieneng [Energy Efficiency and Conservation]*,” p12..

⁷ *Op. cit.*, p. 65.

⁸ *Op. cit.*, p. 4.

⁹ See for example: <http://www.sznews.com/szdaily/20050429/ca1579157.htm> (accessed April 20, 2005).

¹⁰ Geller, Howard, et. al. (2004), “Policies for Advancing Energy Efficiency and Renewable Energy Use in Brazil,” *Energy Policy*, 32, pp. 1437-1450.

¹¹ “*Zhongguo jianguan fubuji nengyuandanwei choubeigongzuo jin chongcqi [Preparatory Work Enters Urgent Phase for China's New Vice Ministerial Energy Agency]*;” article is available at <http://www.phoenixtv.com/phoenixtv/72623842526232576/20050412/534142.shtml>, (accessed April 20, 2005).

¹² *NESP (Chinese version)*; “*Nengyuan zhanlue he zhengce de huigu yu pingju [Review and Assessment of energy strategy and policy]*.”

¹³ This estimate is offered only to indicate the magnitude of the commitment needed, for rough comparison with other strategic investments.

¹⁴ *NESP (Chinese version)*; “*Nengyuan xiaolu he jieneng [Energy Efficiency and Conservation]*,” p.39.

¹⁵ Article 4 of The Law on Energy Conservation of the People's Republic of China, quoted in Ehren J. Brav (2004) *Reforming China's Energy Conservation Law: Guidelines for Improving Implementation*. Report written for the Natural Resources Defense Council in conjunction with the Energy Foundation. Draft provided by the author.

¹⁶ *Op. cit.*, p. 15-16.

¹⁷ *NESP (Chinese version)*; “*Nengyuan zhanlue he zhengce de huigu yu pingju [Review and Assessment of energy strategy and policy]*,” p.15.

¹⁸ International Energy Agency (1997) *Voluntary Actions for Energy-Related CO₂ Abatement*. Paris: OECD/IEA.

¹⁹ Experience with VAs has been mixed, but the more successful programs have seen significant energy savings (Bjorner, T. B. and H. H. Jensen (2002) "Energy taxes, voluntary agreements and investment subsidies—a micro-panel analysis of the effect on Danish industrial companies' energy

demand," *Resource & Energy Economics* 24(3): 229-249.), doubling historical autonomous energy efficiency improvement rates (Reitbergen, M.J., Farla, J.C.M., Blok, K., (2002) "Do Agreements Enhance Energy Efficiency Improvement? Analyzing the Actual Outcome of the Long-Term Agreements on Industrial Energy Efficiency Improvement in The Netherlands," *Journal of Cleaner Production* 10: 153-163.) Many are cost-effective (Phylipsen G. J. M. and Blok, K. (2002) "The effectiveness of policies to reduce industrial greenhouse gas emissions", Paper for the AIXG Workshop on 'Policies to Reduce Greenhouse Gas Emissions in Industry – Successful Approaches and Lessons Learned', 2-3 December 2002, Berlin.).

²⁰ Delmas, M. and Terlaak, A. (2000) "Voluntary Agreements for the Environment: Innovation and Transaction Costs," CAVA Working Paper 00/02/13, February; Dowd, J., Friedman, K, and Boyd, G. (2001) "How Well Do Voluntary Agreements and Programs Perform At Improving Industrial Energy Efficiency," *Proceedings of the 2001 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry*, Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy.

²¹ International Energy Agency (1997) *Voluntary Approaches for Mitigating Greenhouse Gas Emissions*. Conference Proceedings, Bonn, Germany 30-31 October 1995. Paris: OECD/IEA. See also: Edoardo Croci (ed.) (2005). *The Handbook of Environmental Voluntary Agreements*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

²² NESP (Chinese version); "Nengyuan xiaolu he jieneng [Energy Efficiency and Conservation]," p.59.

²³ Erika S. Downs (2004) "The Chinese Energy Security Debate," *China Quarterly*, 177, p. 23.

²⁴ NESP (Chinese version); "Nengyuan zhanlue de jiben gouxiang [Basic Concepts of the Energy Strategy]," p. 37-38.

²⁵ The China Business Infocenter reports that SEPA is using regulatory policy to pre-empt coal overcapacity: <http://www.cbiz.cn/NEWS/showarticle.asp?id=2212> (accessed April 20, 2005).

²⁶ NESP (Chinese version); "Nengyuan jigou de tiaozheng he youhua [Adjustment and Optimization of the Energy Supply Structure]," p.33.

²⁷ International Energy Agency (IEA) (2003) *World Energy Investment Outlook: 2003 Insights*, Paris: OECD/IEA.

²⁸ NESP (Chinese version); "Nengyuan, huanjing he gonggongjiankang [Energy, Environment, and Public Health], p.102."

²⁹ Determining the appropriate level of investment in R&D for clean energy technologies is an intensive analytic task. A recent study of energy policy for the U.S., while noting the difficulties of arriving at a specific figure, recommended roughly a doubling of federal funding for energy R&D, in addition to strengthening incentives for private-sector R&D (National Commission on Energy Policy (2004) *Ending the Energy Stalemate: A Bipartisan Strategy to Meet America's Energy Challenges*. Washington, DC: National Commission on Energy Policy).

³⁰ Rosenberg, William G., et al. (2004) *Deploying IGCC in This Decade with 3Party Covenant Financing: Volume I*, BCSIA Discussion Paper 2004-07. Cambridge, MA: Kennedy School of Government, Harvard University.

³¹ For an overview of the North American Development Bank and the Border Environment

Cooperation Commission, see Rachel E. Stern (2001) “Addressing Cross-Boundary Air Pollution: A Comparative Case Study of the US-Mexico Border and The Hong Kong-Guangdong Border,” Hong Kong: Civic Exchange. Available at

<http://www.civic-exchange.org/publications/2001/airCrossborder.pdf>.

³² Michael E. Arruda and Ka-Yin Li (2004) “Framework of Policies, Institutions in Place to Enable China to Meet its Soaring Oil, Gas Demand,” *Oil & Gas Journal* 102:33, p. 20.

³³ See Stern (2001).

³⁴ North American Development Bank (December 2004) *BECC-NADB Joint Status Report*. Available at <<http://www.nadbank.org>>.

³⁵ A description of the institutional origins of NADBank is available at
http://www.nadbank.org/english/general/general_frame.htm.

³⁶ See Lenard Milich and Robert G. Varady (1999) “Openness, Sustainability and Public Participation: New Designs for Transboundary River Basin Institutions,” *Journal of Environment & Development* 8:(3), pp. 258-306.

³⁷ NESP (Chinese version); “Zhongguo kezaisheng nengyuan fazhan zhanlue yu zhengce yanjiu [Research on China’s renewable energy development strategy and policy],” p.40.

³⁸ Shi Dinghuan (2003) “Some Thoughts on China’s Energy Development Strategy,” *Vital Speeches of the Day*, 70:(5), pp. 130-133.

³⁹ This range is based on a capital cost of \$1,900-\$2,600 per KW. See International Energy Agency (2003), p. 349.

⁴⁰ John Dore and Yu Xiaogang (2004) “Yunan Hydropower Expansion: Update on China’s Energy Industry Reforms and the Nu, Lancang and Jinsha Hydropower Dams.” *Working Paper from Chiang Mai University’s Unit for Social and Environmental Research and Green Watershed*. Available at <<http://www.sea-user.org>>.

⁴¹ Francis Li (2002) “Hydropower in China,” *Energy Policy*, 30:(14), pp. 1241-1249.

⁴² Engelberus Oud (2002) “The Evolving Context for Hydropower Development,” *Energy Policy* 30, p. 1219.

⁴³ World Commission on Dams (2000) *Dams and Development: A New Framework for Decision Making*. Cape Town: World Commission on Dams.

⁴⁴ Sophia Woodman (2000) “China, Resettlement and the International Review of Big Dams,” *China Rights Forum*, Spring 2000, p. 16.

⁴⁵ *Op. cit.*, p. 17.

⁴⁶ World Nuclear Association (2004) “Nuclear Power in China.” Available at: <<http://www.world-nuclear.org/info/inf63.htm>>.

⁴⁷ *Ibid.*

⁴⁸ NESP (Chinese version); “Zhongguo kezaisheng nengyuan fazhan zhanlue yu zhengce yanjiu [Research on China’s renewable energy development strategy and policy],” p.10.

⁴⁹ The actual number may be higher. The World Bank estimates that 60 million people in rural

China lack access to electricity. See notes from Doug Barnes's presentation at the "Electricity and the Human

Prospect" conference, hosted by the Stanford Program on Energy and Sustainable Development (December 8-9, 2004); notes available at

http://iis-db.stanford.edu/evnts/3961/Rapporteur's_Report.pdf. Ma Shenghong (2004) "The Brightness and Township Electrification Program in China," Presentation at the International Conference for Renewable Energies in Bonn. Available at <<http://www.renewables2004.de>>.

⁵⁰ Ma (2004).

⁵¹ Zhang Guobao (2004), Speech at the International Conference for Renewable Energies in Bonn. Available at <<http://www.renewables2004.de>>.

⁵² In particular, the 2000 Renewable Energy Sources Act (Erneurbare-Energien-Gesetz or EEG) set feed-in tariffs for renewable energy and required the nearest grid operator to buy renewable energy. Mischa Bechberger and Danyel Reiche (2004) "Renewable Energy Policy in Germany: Pioneering and Exemplary Regulations," *Energy for Sustainable Development* VIII:(I), pp. 47-57.

⁵³ NESP (Chinese version); "Zhongguo kezaisheng nengyuan fazhan zhanlue yu zhengce yanjiu [Research on China's renewable energy development strategy and policy]," p.81-82.

⁵⁴ China's Long March into Distributed Energy (2004) *Cogeneration and On-Site Power production*, 4 (Spring),

<http://www.earthscan.co.uk/news/article/mps/UAN/256/v/4/sp/332851698899328391278>

(accessed April 20, 2005).

⁵⁵ Jack Siegel (2004) *Foreign Involvement in Combined Heat and Power in China : Policies and Successes* ERI-3049-0401, Washington, DC: Energy Resources International.

⁵⁶ Nan Zhou, Chris Marnay, et al. (2004) *The Potential for Distributed Generation in Japanese Prototype Buildings: A DER-CAM Analysis of Policy, Tariff Design, Building Energy Use, and Technology Development*, LBNL-56359, Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory.

⁵⁷ Erik Haites (2004) *Estimating the Market Potential for the Clean Development Mechanism: Review of Models and Lessons Learned*, PCFplus Report 19, World Bank Carbon Finance Business PCFplus Research program, International Energy Agency and International Emissions Trading Association, Washington, DC; IEA (2003).

⁵⁸ Erik Haites (2004) *Estimating the Market Potential for the Clean Development Mechanism: Review of Models and Lessons Learned*, PCFplus Report 19, World Bank Carbon Finance Business PCFplus Research program, International Energy Agency and International Emissions Trading Association, Washington, DC; IEA (2003).

⁵⁹ Ellen Baum and Joe Chaisson. (2003) *The Last Straw – Water Use by Power Plants in the Arid West*. Clean Air Task Force, Hewlett Foundation Energy Series, San Francisco: The Energy Foundation. Torcellini, P, N. Long, and R. Judkoff (2003) *Consumptive Water Use for U.S. Power Production*. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory.

⁶⁰ South China Morning Post, "Guangdong Orders Closure of Hydropower Plants to Save Water," November 23, 2004.

⁶¹ State Economic and Trade Commission (SETC) (2000) The 10th Five-Year Plan for Industrial

Water Saving, Beijing.

⁶² Andrews-Speed, Philip (2004) *Energy Policy and Regulation in the People's Republic of China*, The Hague: Kluwer Law International, pp. 105-118.