

国家环境创新行动计划

中英双语版

# 创新与环境友好型社会： 挑战与机遇

主 编 柳卸林 David Strangway 冯之浚  
副主编 周 云 宋秀杰 祝超伟

Building an Environmentally-friendly  
Society through Innovation:  
Challenges and Choices



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 创新与环境友好型社会： 挑战与机遇

主 编 柳卸林 David Strangway 冯之浚  
副主编 周 云 宋秀杰 祝超伟

Building an Environmentally-friendly  
Society through Innovation:  
Challenges and Choices

科 学 出 版 社

北 京

## 内 容 简 介

本书是中外方专家历时一年共同研究的成果。全书基于国内外有关环境创新的最新理论和宁波、保定和乌海三个城市创新与环境友好型社会建设的实践,总结了光伏产业、机动车污染控制、火电厂二氧化硫控制三个产业的案例,并借鉴大量的国际环境友好型社会建设的实践,以环境创新体系为研究框架,从企业、科研机构与大学、规制及标准作用,以及公众参与等多个角度出发,对中国创新与环境友好型社会建设的现状、存在的挑战、面临的机遇等进行了全面的总结和诊断,并提出了国家环境创新行动计划的倡议。本书是中英双语版,作为中国环境与发展国际合作委员会 2008 年度的报告,在年会中得到了中外与会专家的好评。

本书可供各级领导干部、相关决策部门和企业人员以及环境创新研究人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

创新与环境友好型社会:挑战与机遇 = Building an Environmentally-friendly Society through Innovation: Challenges and Choices/柳卸林等主编. —北京:科学出版社, 2009

ISBN 978-7-03-024337-9

I. 创… II. 柳… III. 环境保护-可持续发展-研究-中国 IV. X22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 048638 号

责任编辑:李敏 王倩 / 责任校对:李奕莹

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2009 年 4 月第 一 版 开本:889×1194 1/16

2009 年 4 月第一次印刷 印张:16 3/4 插页:2

印数:1—1 500 字数:500 000

定价:68.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

# “创新与环境友好型社会建设”课题组

## 顾问

沈国舫 中国工程院主席团成员 院士，教授  
Arthur Hanson 加拿大可持续发展国际研究院 原院长

## 课题组组长

冯之浚 国务院 参事  
David Strangway 加拿大不列颠哥伦比亚大学 原校长

## 成员

孟伟 中国环境科学研究院 院长  
王春法 中国科学技术协会调研宣传部 部长  
柳卸林 中国科学院研究生院信息与技术创新管理研究中心 主任  
薛澜 清华大学公共管理学院 院长  
Kelly Gallagher 哈佛大学肯尼迪政府学院 教授  
Granger Morgan 卡内基-梅隆大学工程管理学院 教授  
Tom Preststulen 埃肯公司亚洲区 副总裁

## 报告主要作者

柳卸林 中国科学院研究生院信息与技术创新管理研究中心 主任  
David Strangway 加拿大不列颠哥伦比亚大学 原校长  
周云 中国环境科学研究院 副研究员  
宋秀杰 北京市环境保护科学研究院 研究员  
祝超伟 中国环境科学研究院 副研究员  
Larry Sproul 加拿大不列颠哥伦比亚大学

## 案例作者

戴鸿轶 中国科学院研究生院信息与技术创新管理研究中心  
姜江 国家发展和改革委员会宏观院产业经济研究所  
简明珏 中国科学院研究生院信息与技术创新管理研究中心  
程大军 北京市环境保护科学研究院  
吴捷贇 中国环境科学研究院  
沈晓悦 中日友好环境保护中心  
闫静 北京环境科学研究院  
胡京南 中国环境科学研究院

# 序

2008年，中国环境与发展国际合作委员会成立了“创新与环境友好型社会建设”课题组，课题组的任务是探索如何将创新与环境友好型社会建设有机结合在一起，探索科学发展观的新路。

课题组组长是国务院参事、原全国人民代表大会常务委员会委员冯之浚教授和加拿大不列颠哥伦比亚大学原校长 David Strangway。成员有中国环境科学研究院院长孟伟、中国科学技术协会调研宣传部部长王春法、中国科学院研究生院信息与技术创新管理研究中心主任柳卸林、清华大学公共管理学院院长薛澜、哈佛大学肯尼迪政府学院教授 Kelly Gallagher、卡内基-梅隆大学工程管理學院教授 Granger Morgan 和埃肯公司亚洲区副总裁 Tom Preststulen。

2008年，中外专家在加拿大温哥华、挪威奥斯陆分别进行了两次课题讨论会，并针对环境创新与环境友好型社会建设相关的内容访问了当地环境创新公司和相关部门。

2008年3月13~15日，课题组对宁波市进行了访问，与宁波市环境保护局、北仑电厂、中国石化股份公司镇海炼化分公司、宁波市科学技术协会就宁波市的环境创新、节能减排、环境友好型社会建设等主题进行了交流。

2008年6月12~14日，课题组访问了乌海市人民政府、乌海市环境保护局、乌海市环境科学研究所、北方联合电力乌海热电厂、神华乌海煤焦化西来峰焦化厂、神华集团乌达矿物公司。

2008年9月28~30日，课题组访问了保定市，与保定市委、保定市发展和改革委员会、保定市科学技术局、保定市环境保护局、保定高新技术产业开发区、保定市总工会的相关官员就保定市建设新能源城市进行了交流。课题组还访问了保定天威英利新能源有限公司和中航惠腾风电设备股份有限公司两家新能源公司。

我们十分感谢宁波市环境保护局，乌海市人民政府、乌海市环境保护局和乌海市环境科学研究所，以及保定市委、保定市发展和改革委员会、保定市环境保护局和保定市总工会等单位在课题组调研过程中给予的大力支持。

我们特别感谢中国环境与发展国际合作委员会秘书处给我们提供了这样一个机会。在课题研究过程中，中国环境与发展国际合作委员会秘书处的郭敬处长、卢雪云和李勇，美国环境保护协会张建宇，环境保护部政策研究中心副主任任勇，宁波市环境保护局建设项目管理处处长吕焕春，乌海市人民政府市长助理刘伟生，河北省总工会办公室副主任万小明，保定市总工会副调研员文霖，他们为课题的完成和报告的出版给予了大力的支持，特此致谢。

柳卸林，David Strangway，冯之浚

2009年2月

# 前 言

中国既有能力也有需要成为环境科技可持续发展和创新的世界引领者。

在过去的 30 年间，中国无论是在工业、经济还是在社会发展方面都取得了举世瞩目的成就。四川汶川特大地震灾害及时有力的应对、2008 年北京奥运会的成功举办充分说明了中国正在发生巨大的转变。

然而，经济的发展是有代价的。空气、水体和土地的污染给人民的身体健康、生活水平以及生态系统造成了严重的影响。减少污染排放的需求在中国非常迫切。中国的领导层充分意识到了问题所在，并采取了许多措施和步骤，如设定了单位国内生产总值（GDP）能耗减少的目标。然而，根本问题并非单位（或人均）GDP 排放，而是人民健康和生态系统所受到的影响程度。因此，必须设定绝对总量基础上的污染物削减目标。要将现在的绝对基础上的总量污染水平削减至环境友好的水平，中国需要一场全新的变革，需要进一步开发全体人民和各个部门的创造潜力和创新潜力。

在本书里，我们评价了中国的科技体系，分析了目前所采取的一系列措施，以提高创新能力和进行有效的环境治理。我们还分析了推进环境创新和建设创新型社会的必要条件：从基础研究到应用研究，再到竞争前研究、新公司创立、示范和应用这一连续的过程，以及这些要素之间的相互作用。这些因素都在发生迅速的变化，这个整体可称为创新生态系统，因为其中各个要素都是相互作用的。正如我们在报告中所述，科技创新机遇之大，前所未有。

我们提出，全球的科技发展突飞猛进，为环境问题的解决创造了独特的机遇。

我们建议制定一个国家环境创新行动计划。本报告讨论了该行动计划的要素，包括从研究开发到扩散的创新过程。同时，国家环境保护部的职能需要得到加强以实施这个计划。

与此同时，我们都知道，创新的开展要求有坚实的市场需求。在环境领域，这样的需求若没有强有力的法规框架支撑是无法出现并持续下去的。政府制定的明确标准和严格执行的法规是创建环境创新市场的必要条件。

没有强有力、明确、稳定和统一执行的法规和标准，就没有环境创新的市场，也就不会激励对创新型环境科技开发和广泛应用的投资。

为了建立更有效的全国法规环境，促进公众参与，我们迫切希望创建国家环境信息体系。该体系将由中国国家环境保护部管理，以公众能够获取信息的开放形式进行污染信息的收集、处理和报告。

政府对国家环境创新行动计划的相关要素进行投资是十分必要的。

另外，除了国家环境信息体系的创建和对其的支持，中国还需要采取一系列措施和步骤来加强其环境保护能力。在快速发展的清洁技术领域，中国正处于开发其全球竞争能力的地位。本报告依据下列三个主题对多个方面进行了说明：

- 1) 环境保护和可持续发展的技术创新；
- 2) 法规、标准和执法；
- 3) 公众参与。

在技术创新部分，我们提出了一系列的想法。由于创新过程的许多要素与环境相关，它们都需要

得到加强，应当继续强化基础研究、创建创新中心、发展行业研究院、创立环境创新支持网络以协助中小型企业、建立激励机制以达到能源效率标准、为国际合作提供资金、支持产学研合作、创立国际认可的奖励机制并发展循环经济。

法规、标准和执法对创新而言是至关重要的。在国家环境信息体系下，守法的成本应当低于违法的代价，需要设定国家标准并执行国家标准和国际标准。

众所周知，污染最大、最直接的影响发生在地方或区域层次，在处理这些环境影响中，公众参与和当地非政府组织的作用十分重要。中国正采取措施加强地方层面的公众参与，同时中国还需要鼓励、动员地方和区域层次的公众积极行动起来解决其社区的环境问题。加强公众参与有许多方式，包括环境教育和提高公众意识活动。通过从独立的国家环境信息体系中获取信息，公众参与的力量将得到极大的加强。

中国已经作出了许多努力，但其创新能力还有待进一步释放，为世界可持续发展提供一个典范。中国的发展目标应该是：在 GDP 持续增长的同时，通过技术创新、制度创新和社会创新，削减环境污染，创建环境友好型社会。

本书是在中国环境与发展国际合作委员会 2008 年度支持的项目“创新与环境友好型社会建设”的年度报告的基础上扩充而成的。在此，我们非常感谢中国环境与发展国际合作委员会对我们的支持，尤其是郭敬对本课题的关心和支持。

柳卸林，David Strangway

2009 年 2 月于北京



# 目 录

|          |     |
|----------|-----|
| 序 .....  | i   |
| 前言 ..... | iii |

## 第一部分 主 报 告

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>第 1 章 引言 .....</b>             | <b>3</b>  |
| 1.1 创新、环境和发展：挑战与机遇 .....          | 3         |
| 1.2 中国处于环境与发展的转折点 .....           | 5         |
| 1.3 环境创新战略如何发挥作用 .....            | 7         |
| 1.4 创新的挑战 .....                   | 7         |
| 1.5 结论 .....                      | 8         |
| <b>第 2 章 中国环境保护与科技创新的现状 .....</b> | <b>9</b>  |
| 2.1 环境科技创新概述 .....                | 9         |
| 2.2 政府科技计划实施效果显著 .....            | 9         |
| 2.3 创新技术的推广推动了环境保护水平的提高 .....     | 11        |
| 2.4 中国的中长期科技发展规划 .....            | 12        |
| 2.5 环境创新及扩散的区域差异 .....            | 12        |
| 2.6 环境科技创新面临的主要问题 .....           | 13        |
| 2.7 环境创新的未来需求和技术 .....            | 14        |
| 2.8 结论 .....                      | 20        |
| <b>第 3 章 环境与可持续发展的技术创新 .....</b>  | <b>21</b> |
| 3.1 环境与竞争力 .....                  | 21        |
| 3.2 环境与经济增长 .....                 | 22        |
| 3.3 创新过程 .....                    | 22        |
| 3.4 结论 .....                      | 33        |
| <b>第 4 章 中国环境创新体系分析 .....</b>     | <b>34</b> |
| 4.1 环境创新体系的结构 .....               | 34        |
| 4.2 大学和政府研究机构 .....               | 38        |
| 4.3 本土企业 .....                    | 39        |
| 4.4 产学研联系 .....                   | 41        |
| 4.5 政府的作用 .....                   | 41        |
| 4.6 全球联系 .....                    | 43        |
| 4.7 结论 .....                      | 43        |
| <b>第 5 章 规制、标准和执行 .....</b>       | <b>44</b> |
| 5.1 法规和标准的执行对推动创新的必要性 .....       | 44        |



|                           |                                 |            |
|---------------------------|---------------------------------|------------|
| 5.2                       | 中国环境法律政策的演变 .....               | 44         |
| 5.3                       | 中国环境政策体系的构成 .....               | 47         |
| 5.4                       | 完善规制与标准的政策建议 .....              | 50         |
| 5.5                       | 结论 .....                        | 56         |
| <b>第6章</b>                | <b>公众参与和环境创新 .....</b>          | <b>57</b>  |
| 6.1                       | 公众参与的重要性 .....                  | 57         |
| 6.2                       | 公众能够发挥作用 .....                  | 58         |
| 6.3                       | 公众参与的方式 .....                   | 59         |
| 6.4                       | 结论 .....                        | 65         |
| <b>第7章</b>                | <b>结论与建议——国家环境创新行动计划 .....</b>  | <b>67</b>  |
| 7.1                       | 环境保护和可持续发展的技术创新 .....           | 67         |
| 7.2                       | 法规、标准和执行 .....                  | 70         |
| 7.3                       | 公众参与 .....                      | 71         |
| <br><b>第二部分 案 例 篇</b><br> |                                 |            |
| <b>第8章</b>                | <b>保定市发展新能源产业的启示 .....</b>      | <b>75</b>  |
| 8.1                       | 保定市城市与经济发展概况 .....              | 75         |
| 8.2                       | 保定市新能源产业的发展背景及概况 .....          | 76         |
| 8.3                       | 保定市发展新能源产业的关键因素分析 .....         | 77         |
| 8.4                       | 新能源产业发展过程中的新污染问题 .....          | 80         |
| 8.5                       | 结论与启示 .....                     | 81         |
| <b>第9章</b>                | <b>宁波市的创新与区域环境友好型社会建设 .....</b> | <b>83</b>  |
| 9.1                       | 背景 .....                        | 83         |
| 9.2                       | 宁波市城市与经济发展概况 .....              | 83         |
| 9.3                       | 经济增长的环境效应 .....                 | 83         |
| 9.4                       | 宁波——开放的环境创新体系 .....             | 84         |
| 9.5                       | 小结 .....                        | 87         |
| <b>第10章</b>               | <b>乌海市的创新与区域环境友好型社会建设 .....</b> | <b>88</b>  |
| 10.1                      | 乌海市城市与经济发展概况 .....              | 88         |
| 10.2                      | 乌海市环境保护概况 .....                 | 89         |
| 10.3                      | 创新、发展与环境治理：乌海市的启示 .....         | 90         |
| <b>第11章</b>               | <b>中国光伏产业的发展 .....</b>          | <b>94</b>  |
| 11.1                      | 中国光伏产业的现状 .....                 | 94         |
| 11.2                      | 从产业追赶角度分析我国光伏产业的机遇和挑战 .....     | 96         |
| 11.3                      | 对我国光伏产业发展的一些建议 .....            | 98         |
| <b>第12章</b>               | <b>火电厂二氧化硫控制 .....</b>          | <b>100</b> |
| 12.1                      | 中国目前二氧化硫排放的现状 .....             | 100        |
| 12.2                      | 中国关于二氧化硫污染控制相关的法规、政策与标准体系 ..... | 101        |
| 12.3                      | 中国为二氧化硫减排所作的努力 .....            | 101        |

|               |                                 |            |
|---------------|---------------------------------|------------|
| 12.4          | 当前中国火电厂二氧化硫污染治理技术及脱硫产业的发展 ..... | 103        |
| 12.5          | 火电厂烟气脱硫设施建设与运行管理存在的主要问题 .....   | 106        |
| 12.6          | 建议 .....                        | 108        |
| <b>第 13 章</b> | <b>机动车污染控制案例 .....</b>          | <b>109</b> |
| 13.1          | 城市和交通规划 .....                   | 109        |
| 13.2          | 在用车排放控制 .....                   | 109        |
| 13.3          | 新车排放控制 .....                    | 110        |
| 13.4          | 油品质量改善 .....                    | 111        |
| 13.5          | 清洁汽车技术 .....                    | 111        |
| 13.6          | 经济措施 .....                      | 112        |
|               | <b>主要参考文献 .....</b>             | <b>113</b> |

# 第一部分 主 报 告



# 第1章 引言

## 1.1 创新、环境和发展：挑战与机遇

当今，全世界仍然没有找到一个公认的、以可持续发展为导向的经济增长模式。全球对资源需求的急剧增长引起了人们普遍的担忧。工业国家正在努力削减高人均消耗所带来的影响，许多发展中国家在解决不断恶化的环境问题的同时，还面临着战胜贫困的挑战。包括中国在内的很多国家正面临着实现现代化、消除贫穷的同时，保持经济快速增长和扩大出口的双重挑战。环境状况的持续恶化影响了人类的健康和生态系统的安全。许多文献都指出了这种严峻的形势，如联合国环境规划署的《全球环境展望年鉴（四）》。

尽管各国政府、国际组织和非政府组织做了大量工作，试图扭转日益恶化的环境态势，然而，这种渐进式的环境改善还不足以应对不断增加的消费和快速增长的人口所带来的生态、健康和发展方面的挑战。技术、制度和社会的创新是缓解经济持续快速增长与可持续发展之间矛盾的唯一途径。这意味着在创新过程中，我们必须更快、更广泛地采用目前已有的清洁和高效技术，也意味着全球范围内将出现前所未有的、大规模的可持续发展技术的开发与应用。中国或任何国家都不能独立并及时地完成既定目标，因此急需建立国际性的跨越式创新模式。

作为一个不断壮大的发展中国家，自1978年以来，中国经历了经济的快速发展，在社会经济发展方面取得了显著的成就。但这些成就却是以牺牲资源和环境为代价的，经济增长与资源环境的矛盾愈发尖锐。如果政府和企业不在法规、执法、制度和强化管理方面进行重大变革，这些问题将难以解决。中国对环境科技应用的需求前所未有，其规模之大、时间之紧是任何其他国家未曾经历过的。只要抓住机会，中国就能在环境友好技术方面引领世界。

中国特有的增长方式使中国面临着巨大的压力和机遇。首先，中国是世界制造中心，为世界生产了大量的商品，但污染却留在了中国。其次，中国正迈入工业化进程中的重化工时代——一个伴随着高污染的时代。再次，中国过去很长时间一直强调经济的增长，却忽视了可持续发展的重要性。国家整体实力的提高、政府和人民在环境问题上采取行动的愿望，以及中国特有的优势，都给变革带来了机遇。

这些优势包括：现阶段人均消费水平低；人民的学习适应能力强；较低的制造成本使中国能够生产并在世界范围内销售环境友好产品，如太阳能电池板；中国政府立足于科技发展（包括制定中长期科学技术发展规划），承诺建设创新型社会。此外，中国通过外商直接投资获取的知识、资本和技术几乎超过了其他所有国家。

建设环境友好型社会是中国经济、社会、环境协调发展的战略选择。环境友好型社会作为一种发展理念于2005年正式在中国提出，其基本内涵可概括为以环境和自然资源的承载力为基础，以自然规律为准则，以可持续的经济、技术以及文化政策为手段，致力于倡导人与自然、人与人和谐的社会形态。其基本目标是建立一种高效的生产体系、适度消费的生活体系、持续循环的资源环境体系、稳定高效的经济体系、不断创新的技术体系、开放有序的贸易金融体系、注重社会公平的分配体系和开明进步的社会主义民主体系。

国务院总理温家宝进一步指出，应给予环境保护与经济发展同等重要的地位，在发展经济的同时关注环境保护，而不是在经济发展后才关注环境保护。应该采取一系列环境措施，包括经济的和自愿的措施，而不仅仅是命令和控制式的法规手段。这些措施应改变目前中国环境保护高成本、被动服从

的特点。

所采取的行动应该与创新相结合，重新设计面向工业和社区的政策和激励手段。同样，只要有创新性的技术，无论是外来的还是本土的，我们都需要努力扩大这些技术的应用范围。新的创新方法会随之出现，使中国在提高资源效率和创造更好环境条件的同时，走向新的繁荣。

在可持续发展的道路上，风险管理通常在某些阶段至关重要。以化学工业为例，它需要在特定环境下正确地操作并获得保险和金融行业的持续支持。20世纪八九十年代，美国、加拿大和欧盟国家的化学工业界已经意识到了有必要采取创新的方法。这不仅仅是为了清洁环境，也是为了从实质上减少或消除生产过程中的有害物质。企业面临着社区、银行、保险以及法规的巨大压力。工业协会引入了“责任关怀项目”（the Responsible Care Program），项目的实施使有害物的排放迅速减少。该项目源于风险管理，却使环境得到了实质性改善。“责任关怀项目”是自愿性的，目前已被其他部门和国家（包括中国）借鉴。

然而，我们的行动必须提高到新的层次，包括创建新的技术平台、促进现有技术的有效应用、从可再生资源中寻求能源、用生物能源代替化石燃料等。这些技术可被视为可持续发展技术，有着潜在的利益回报，且能解决环境问题。

从被动服从到风险管理行为，再到主动的可持续发展，在这个过程中，环境保护创新的需求将会不断增长，并且会更加复杂。目前，中国处于重点关注是否守法和执法力度的阶段。但是很多部门，尤其是大型的重工业部门，将发生跨越这一阶段的快速转变，例如，一些现代钢铁企业已经发生了这样的转变。但很多中小企业还处于不愿执行国家环境法规的阶段。当然，也有相当多的大型企业和中小企业致力于环境保护，倡导废物回收再利用和可再生能源的使用。因此，中国的环境创新形势很复杂，在可预见的未来中，还是需要同时强调服从法规、风险管理和可持续发展。

当前，中国面临的显著问题是：虽然已经引进或开发了很多先进的环保节能技术，但缺乏严格的技术管理来指导生产应用，这些技术也因此没有得到充分的应用。一些发达国家的相关技术并未进入中国的企业或家庭。中国发展本土技术的目标强调了环境和可持续发展，但由于没有环境和可持续发展创新整体战略，如何实现这一目标的措施还不明确。

加快环境和可持续发展技术的引进，使之融入经济活动中，并得到充分利用是国家环境保护部门的迫切任务。因此，本研究旨在从国家创新系统（NIS）和环境可持续发展管理的角度，为中国实现环境友好型社会提供切实可行的方案，并为2030年及以后的创新模式打下基础。

同时，世界面临的巨大挑战需要全球共同解决。美国国家工程院近期列举了工程技术的重大挑战（示例1.1），概述了一定或可能发生的重大挑战和机遇，其中许多挑战从不同方面强调了可持续发展。目前科技创新的机会很多，中国拥有许多机遇利用这些机会，成为世界的领先者，同时也满足自身的需求。

### 示例 1.1 “工程技术的重大挑战”——美国国家工程院，2008年2月

“可持续的食物、水和能源供应；免受暴力、自然灾害和疾病的侵害；完全享有学习、探索，交流和娱乐的乐趣——这些是全世界人类共同的目标。”

- 在防止或改变环境恶化的同时寻找新能源（如太阳能、核能、碳捕获和储存）
- 控制氮循环的对策（如烟雾控制、农业氮利用的改进）
- 提高水质和水量（如改良的大型和小型水净化装置、海水淡化）
- 实现“个性化治疗”的目标以及开发治疗新疾病的新药物（如生物IT技术的应用、检测和快速疫苗运用技术）
- 更新、维护城市基础设施的同时，保护生态（如控制城市扩张和选择清洁技术）
- 改进与娱乐相关的教育和学习方法（如计算机虚拟现实）

资料来源：<http://www.engineeringchallenges.org/?ID=11574>

## 1.2 中国处于环境与发展的转折点

快速的经济增长给中国带来了史无前例的资源 and 环境压力，也带来了一系列社会问题。与20世纪80年代相比，中国生态与环境问题无论在类型、规模、结构、性质以及影响程度上都发生了深刻变化。

这些问题的出现具有以下一系列特征：

1) 全国范围内主要污染物排放已超过环境承载力。污染与破坏已从陆地蔓延到近海，从地表延伸到地下，从单一污染发展到复合污染。工业结构性污染呈现不同空间尺度的梯度性转移和变化；在一些重要经济区域和流域形成了点、面源污染共存，生活、生产污染叠加，各种新旧污染物交织，水、气、土壤污染交互影响的复杂态势。

2) 新型污染物质和持久性有机污染物的危害逐步显现。一些新型污染物质，如抗生素、内分泌干扰素、藻类毒素、杀虫剂、氧化副产物等对生态系统、食品安全、人体健康存在着更大的风险和更久远、更难以预料的潜在影响。

3) 生态与环境问题变得更加复杂、风险更加巨大。一系列重大环境问题，如湖泊与近岸海域水体富营养化、区域酸沉降与城市大气复合污染、土壤与面源污染、有毒有害污染物排放、区域（流域）生态系统退化、生物多样性减少、外来物种入侵和遗传资源流失，以及突发的重大环境污染事件等，越来越多地危及社会稳定与环境。生态修复和建设给国家和地方财政造成了沉重的负担。

4) 能源消耗的快速增长，对煤炭的过度依赖，以及对其他化石燃料使用的快速增长正在引起新的环境问题，如局部烟雾、区域空气污染和气候变化。

5) 环境问题成为新的外交热点。在当前经济全球化、市场一体化的过程中，资源与环境的国际贸易争端与摩擦不断加剧，履行国家环境义务、改善全球环境质量、保障自然资源供给、突破绿色贸易壁垒等，已成为中国外交事务的新热点和基本内容之一。

示例1.2列出了最具代表性的中国环境挑战。这些挑战并不是中国特有的，但每一种挑战在中国特定的环境下形成了自身的特点。因此，中国需要用自己的方法来解决。

### 示例 1.2 中国环境与发展挑战所需要的创新解决方法

#### 能源

——煤的可持续利用：开采、运输、清洁使用、排放削减、碳捕获

——低碳经济：节能、低成本和环境友好型可再生能源、核能的安全使用，包括核废料储存和处理

#### 水的可持续利用

——在各行业提高水的利用效率，特别是农业

——改善水质，使用创新的方法进行污水处理

#### 循环经济

——在各行业 and 全社会全面实施循环经济

#### 污染防治和总量削减战略

——工业的重新设计需考虑工业生态、工业布局，使废物能够被重新利用

——除目前已有的目标污染物，还需考虑更多污染物，如地表臭氧、重金属、持久性有机污染物、二氧化碳

#### 城市环境设计

——超低能源消耗模式，包括减少原材料的使用、太阳能的利用等



——环境友好型社区

——交通网络和社区的设计，尽量减少公务和私家轿车的使用

——用经济高效的方法改善城市水和空气质量，解决不断加剧的固废问题

#### 可持续农村

——减少农业消耗，增加农业产量

——恢复生态和生物多样性，保护森林和草原

——农场、农村家庭和农村社区基础设施的环境友好型建设和实用技术，包括清洁水和废水、食品和纤维制品加工、动物废物处理

——应用对环境安全、对农民和农村社区有益的生物技术，包括害虫管理、农业药品和疫苗、新基因品种、选择能增加收入的新能源领域，如先进的生物燃料技术

#### “智能”公用设施设计和网络

——电网、能源管道、高效水和污水配置、供求管理

尽管中国在可持续发展的进程中面临极其严峻的形势，但中国政府在立法和减少单位国内生产总值（GDP）污染排放方面采取了许多措施，代表了中国政府的庄严承诺。“十一五”期间，中国政府制定了单位 GDP 能耗降低 20%，污染物排放总量降低 10% 的目标。这对中国来说是一个了不起的目标。但我们认为，这种削减强度还是不够的。随着 GDP 的增长，污染物排放总量必须削减得更快。为实现这一目标，有必要以科学发展观为指导，运用先进技术开展循环经济，通过创新加速建设资源节约型和环境友好型社会。这些努力也是实现社会经济又好又快发展的基础。

到目前为止，环境保护工作取得了一定成效。例如，2006 年的废水排放总量只比上年高 2.3%，烟尘排放总量减少了 7.9%，然而全国 26% 的主要河流的水质仍然没有达标，75% 的湖泊出现了不同程度的富营养化，3.6 亿农村人口喝不上符合卫生标准的水。据测算，中国目前二氧化硫、二氧化碳、化学需氧量（COD）等主要污染物排放量远远超过了环境容量。鉴于目前的环境形势和发展趋势，中国国家前副总理曾培炎近日指出：“中国在经济和社会可持续发展过程中面临着严峻的考验。”

2007 年，中国环境与发展国际合作委员会（CCICED）的研究表明，中国进入了环境与发展的转型期，环境行动的步调将会加快。污染控制总投资额的显著增加就是一个例证。环境污染控制总投资额保持稳定增长，与 GDP 增长同步（表 1.1）。

表 1.1 环境污染控制总投资额

| 年份          | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 总投资额/10 亿元  | 136.3 | 162.7 | 190.8 | 238.8 | 256.7 | 338.7 |
| 占 GDP 的比重/% | 1.33  | 1.39  | 1.4   | 1.31  | 1.23  | 1.36  |

资料来源：<http://www.sepa.gov.cn>

中国领导层做出了几个重要的决策：第一，在经济增长方式上，在继续投资和扩大出口的同时，更加强调消费和国内市场需求。第二，从产业结构的角度，中国应该更加重视知识密集型产业和清洁制造业。第三，发展的基础应从自然资源密集型向人力资源和技术进步转变。第四，关于资源利用，资源—产品—废物的单向线性过程应被资源—产品—废物—资源的循环经济过程取代。发展的目标是使中国的经济增长基于更好的经济结构、更高的技术含量、不断提高的人民生活质量，并建立一种新的增长模式，这种增长模式具有低投入、低消耗、高产出、低排放、再生循环和可持续的特点。

为了改善人民生活水平，中国计划到 2020 年 GDP 翻两番，在建设资源节约型和环境友好型社会的过程中：

- 1) 为了中国人民乃至世界人民的利益，污染排放的绝对量比当前排放水平必须大幅度削减；
- 2) 当前中国“世界工厂”的产业发展模式必须向知识密集型和清洁生产模式转变；

3) 中国的消费模式必须是资源节约和环境友好的。

中国现有技术创新是渐进式的，并且很多是引进的，但技术创新需要变得更加自主，更突出需求导向，技术投入应用的时间需要缩短。

我们很难预测中国或者其他国家能否在如此短的时间内（从现在到2020年）完全实现这种转变，并在这一过程中完全协调环境和经济的矛盾。从环境、通货膨胀或其他角度来看，目标和战略之间可能会存在严重的冲突，因为目前中国正处于重化工时代的中期，基础设施建设所需的大量能源供应仍然高度依赖煤炭。环境退化也许还会继续，即使对科学技术大量投资，这种趋势也很难遏制。这是一个巨大的挑战，一个我们必须应对的挑战。

### 1.3 环境创新战略如何发挥作用

在未来10~15年建设小康社会、环境友好型社会与和谐社会以及实现可持续发展的转型期内，我们必须：

- 1) 贯彻执行环境保护的法律法规；
- 2) 为企业、个人和其他主体建立一个更好的创新激励体系；
- 3) 制定充分发挥企业创新主体作用的战略；
- 4) 为环境和可持续发展创新创造市场；
- 5) 建立政府、企业、研究机构、大学和个人有效互动和参与的环境创新体系；
- 6) 建立开放的创新体系，使中国和发达国家能共同为环境创新而努力；
- 7) 激励、支持公众对环境问题和技术创新的参与；
- 8) 加强生态文明建设。

在实现这一转变过程中，技术创新是源泉，制度创新是保证，社会创新是基础，促进资源节约和环境友好型技术的开发和应用是核心。

### 1.4 创新的挑战

创新是一个自下而上的过程，不是自上而下的过程。中国需要激励机制来鼓励创新思路。从长远角度出发，很多新思想都需要得到支持，因为仅有很少一部分创新思想能够在短期内实现商业化。某些基础和应用研究领域，如信息和通信技术、纳米材料技术、生物技术及快速发展的清洁技术，都需要在全球竞争的过程中进行扶持。有些技术能在短期内实施，而有些将为创新的长期持续发展打下基础。创新是一个持续的过程。

尽管中国政府在应对环境污染问题上做出了庄严的承诺并取得了巨大的进步，但还需进一步努力使污染排放总量在现有的水平上继续减少。今后10年要实现经济的持续增长，这将是一个巨大的挑战。

要通过创新来解决环境与发展的矛盾，中国在以下方面还存在着以下差距：

- 1) 缺乏有效的激励机制去创造必要的市场。潜在的市场机会在很大程度上推动了创新，在环境技术创新中，政府必须为创新者创造市场条件，良好的政府采购政策是创造这类市场需求的重要因素。
- 2) 有效的制度。有效的制度必须为建立和实施激励机制提供保障，法规和标准的实施是创造环境技术创新需求的关键。需要建立一个与法律和标准相匹配的、完全公开的环境状况监测和报告体系，监测信息必须直接向中央部门报告，可靠的信息必须保证在全国范围内随时获取。
- 3) 公众参与。公众必须能从公开渠道完全获取当地和区域环境状况的可靠信息，个人、团体或各种非政府组织（NGOs）需有获取信息的渠道，需鼓励他们发表意见，并倾听他们的意见。
- 4) 技术创新。如果上述方面能得以实施，并且有独立的控制和信息中心作为支持，很多国内外的