



世界自然基金会（中国）资助



# 中国煤炭开发与利用的环境影响研究

课题组组长：黄盛初

课题组成员：孙欣 张文波 张斌川 胡予红

煤炭信息研究院  
洁净能源与环境中心  
电话/传真：010 84657806  
电子信箱：[ceec@coalinfo.net.cn](mailto:ceec@coalinfo.net.cn)  
2003 年 8 月 6 日

## I. 背景

随着京都议定书即将生效，世界自然基金会（WWF）已在全球范围内启动“清洁电力行动”，该行动旨在推动电力行业实施积极的二氧化碳（CO<sub>2</sub>）减排措施；敦促相关政府部门制订有效的政策；鼓励并设法吸引更多投资用于风电、生物质能发电、地热、太阳能等可再生能源发电项目，逐步降低火电在整个电力结构中的比例。为达到这一目标，WWF 将针对电力企业、消费者、投资商及政府开展一系列宣传活动，以提高各方对这一问题紧迫性的认识。目前，由于中国电力行业仍严重依赖煤炭资源，75%的电力来自煤电，这种情况不仅造成大量 CO<sub>2</sub> 排放，也造成严重的区域环境污染。

为此，WWF 气候变化与能源项目决定委托煤炭信息研究院黄盛初先生组织一专家小组，针对中国煤炭资源的开发利用情况以及煤炭资源利用过程中对环境与健康的影响做一详细的分析研究，并对其造成的经济损失进行评估。在此基础上提出如何缓解中国煤炭资源利用所造成的环境污染的政策建议。这一研究的结果将为 WWF 中国清洁电力行动提供科学依据。

## II. 研究目标

1. 分析中国目前煤炭生产与消费对环境的影响及其经济损失
2. 分析中国目前的各项政策对煤炭生产与利用的环境影响及远期环境后果
3. 预测中国 2010 及 2020 年煤炭的生产与环境影响
4. 提出改善中国煤炭生产与利用的环境影响的政策建议

# 目 录

概述.....	1
1. 煤炭在能源中的地位.....	8
1.1 我国的能源结构.....	8
1.2 煤炭资源.....	9
1.3 煤炭生产与煤炭产量.....	11
1.4 煤炭需求与消费.....	13
1.5 电力行业对煤炭的需求.....	15
2. 煤炭开采的环境与安全问题.....	17
2.1 煤炭开采对土地资源破坏和压占.....	17
2.2 煤炭开采对水资源的破坏和污染.....	19
2.3 煤炭开采对大气环境的污染.....	20
2.4 煤炭开采与安全.....	21
3. 煤炭利用对环境的影响.....	24
3.1 煤炭直接燃烧对环境的影响.....	24
4. 煤炭储运对运输系统和环境的影响.....	31
4.1 煤炭储运现状.....	31
4.2 煤炭储运造成的环境影响.....	38
5. 煤炭对环境破坏造成的经济损失的评估.....	40
5.1 煤炭开采、运输和利用对环境破坏造成的综合经济损失.....	40
5.2 燃煤发电造成的经济损失.....	41
5.3 燃煤发电与可再生能源发电的成本比较.....	47
6. 现有政策对煤炭生产与消费及其环境后果的影响.....	52
6.1 国家宏观产业及经济政策对煤炭行业的影响.....	52
6.2 改革开放以来的中国能源政策及未来走向.....	53
6.3 节能政策.....	64
6.4 环保政策.....	71
6.5 煤炭价格、税收和投资政策.....	79
7. 2010 年及 2020 年煤炭消费预测和环境影响预测.....	85
7.1 2010 年及 2020 年煤炭生产与产量预测.....	85
7.2 煤炭需求与消费预测.....	88
7.3 电煤需求预测.....	93
7.4 煤炭对环境的影响预测.....	94
8. 政策建议.....	100
附表 1 中国能源需求预测.....	102
附表 2 中国发电装机容量预测.....	102
附表 3 中国 CO <sub>2</sub> 排放总量及构成.....	102
参考文献.....	103

# 煤炭对环境的影响研究

## 概述

### 1. 煤炭在一次能源中的地位

中国煤炭资源相当丰富。据调查，在距地表以下 2000m 深以内的地壳表层范围内，预测煤炭资源远景总量达 50592 亿 t。截至 2000 年底，煤炭探明保有储量总量 10077 亿 t，资源探明率 19.9%。根据国际通行的划分标准，中国现有煤炭经济可开发剩余可采储量为 1145 亿吨，约占世界同类储量（9842 亿吨）的 11.6%。

煤炭作为我国最主要的能源资源，不但储量多，而且分布广、煤质较好、品种比较齐全。按 2000 年煤炭产量 10 亿吨计算，中国煤炭资源探明保有储量的保证程度高达 1000 年，其中经济可开发剩余可采储量的保证程度为 114 年。

中国目前已成为世界上最大的煤炭生产国，煤炭产量占世界总产量的三分之一，而且我国还是世界上煤炭出口大国，煤炭出口量占世界总出口量的 11%。

中国不但是世界上最大的煤炭生产国，同时也是世界上最大的煤炭消费国，2000 年中国煤炭消费量占世界煤炭消费总量的 28%。中国煤炭的年消费量占全国商业用能源消费总量的 76%，煤炭几乎满足了中国一次能源生产和消费的 70% 左右。

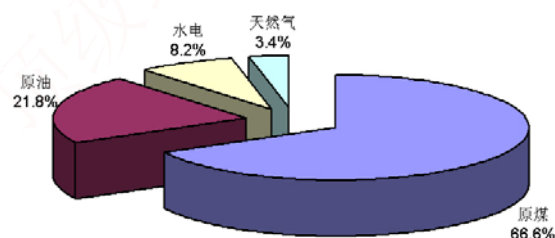


图 1 2000 年中国能源生产结构

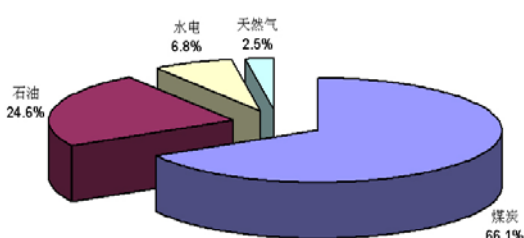


图 2 2000 年中国能源消费结构

煤炭作为主要能源，在相当长的时期内，它在我国能源结构中的地位不会改

变，但随着环保标准越来越严格，可再生能源的开发和利用，煤炭在能源构成中所占的比例会有所下降。

## 2. 煤炭开采、运输和利用对环境的影响

### 1) 煤炭开采对环境的影响

煤矿开采对土地资源的破坏表现为地表塌陷、水土流失和沙漠化、固体废弃物压占污染土地等；煤炭开采对水资源也造成破坏和污染。

表 1 2000 年国有重点煤矿工业废水及矿井水排放情况（单位：万吨）

工业废水排放总量	矿井水排放量	矿井水自用量	矿井水利用率
17629.4	172436.78	51126.49	29.6%

\* 数据来源：中国煤炭加工利用协会

在煤炭开采过程中形成的大气污染主要是来源于矿井瓦斯和矸石自燃释放的气体。据估计，2000 年中国煤矿的瓦斯排放量达 96.25 亿  $\text{m}^3$  ( $\text{CH}_4$  纯量)，约占全球的 60%。而这不仅浪费了大量的清洁能源，对矿区大气环境造成了严重危害，而且也大大加剧了全球气候的变暖，影响全球气候变化。矸石自燃产生的大量含  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$  等有毒有害气体是煤矿开采对大气环境的另一个主要影响。

### 2) 煤炭运输对环境的影响

我国煤炭生产与消费的地理分布极不均衡，煤炭生产基地主要在北部和西部地区，而煤炭消费主要在东部沿海地区，这就决定了北煤南运、西煤东运的基本格局。

煤炭储运形成的环境问题主要来自于煤炭的储、装、运过程中产生的煤尘飞扬对矿区及运输线路两侧生态环境的污染。

表 2 煤炭储运造成的环境影响

类别	煤炭自燃有害气体排放量	贮煤产生煤尘	输煤扬尘	煤堆降尘洒水，淋溶水
对环境的影响	20-30 万 t ( $\text{SO}_2, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{S}, \text{CO}$ )	1000 万 t/年	1100 万 t(2000 年) 经济损失 12 亿元	酸性水质污染

### 3) 煤炭利用对环境的影响

我国煤炭的消费是直接燃烧,煤炭的直接燃烧造成我国大气典型的煤烟型污染。据统计,2000 年燃煤排放的  $\text{SO}_2$  和烟尘分别占全国总排放量(1995 万吨和 1165 万吨)的 90%和 70%左右,  $\text{CO}_2$  和  $\text{NO}_x$  排放量也分别占到全国总排放量的 80%和 65%左右(见表 3-1)。

表 3 2000 年全国燃煤排放污染物情况

燃煤排放物	排放量(万吨)	占全国总排放量(%)
$\text{SO}_2$	1995	90
烟尘	1165	70
$\text{CO}_2$	3052	80
$\text{NO}_x$	1015	65

据国家环保局统计,目前中国  $\text{SO}_2$  污染产生的酸雨危害面积已达到国土总面积的 30%,全国年均降水 pH 值低于 5.6 的城市地区已占全国面积的 70.6%,我国已成为世界三大酸雨区之一。

我国在 2000 年  $\text{CO}_2$  排放量达 30.52 亿吨,比 1990 年排放量增长了 33.3%,仅次于美国,高居世界第二位,而其中由燃煤排放的  $\text{CO}_2$  量更是高达 80%左右,可见燃煤是影响我国  $\text{CO}_2$  排放量的最大因素。 $\text{CO}_2$  排放量的逐年增加,加剧了温室效应,促进了全球变暖。

燃煤排放的煤烟也对人体健康造成严重危害。煤烟即可以直接作用于呼吸系统,诱发和加重慢性阻塞性肺炎等,也可以间接地作用在其它系统,引起死亡率的增加。由大气污染引起的典型疾病有:慢性阻塞性肺疾患,肺癌,氟病等。

## 3. 燃煤发电对环境污染造成的经济损失

煤炭约有 40%用于燃煤发电。燃煤发电对大气、水污染和人类健康造成了巨大的经济损失。

2001 年,我国二氧化硫排放总量为 19.48Mt,其中火力发电排放的二氧化硫为 653.98 万 t,在火力发电中燃煤发电占约 96%。据测算,每烧 1 吨高硫煤,一般要产生 20-30 公斤二氧化硫,至少要花 50 元的治污费用,即含硫量每增加 0.1%,烧 1 吨煤造成的经济损失全国的高估值为 10.73 元,低估值为 4.71 元。排放

1 吨二氧化硫造成的经济损失约为 5000 元。

2001 年我国工业烟尘排放总量为 1059 万吨，其中火力发电业烟尘排放量为 289.73 万吨。1 吨煤可排放 15 公斤烟尘，烟尘排放量是指企业厂区内燃料燃烧产生的烟气中夹带的颗粒物数量。1 吨颗粒物造成的健康损失为 9960-21580 元/t。

表 4 燃煤发电排放的 SO<sub>2</sub>、烟尘和污水对环境造成的经济损失

SO <sub>2</sub> 和烟尘	污水
1100 亿元	440 亿元

#### 4. 燃煤发电与可再生能源发电的成本比较

对于燃煤发电，在不考虑发电对环境造成的污染的情况下，其发电单位投资和发电成本与可再生能源相比较低。

以 2001 年我国燃煤发电造成的经济损失为例，当计入燃煤发电造成的经济损失后，燃煤发电的发电成本将增加 0.15 元/kWh。

表 5 计入经济损失的燃煤发电成本与可再生能源发电成本的比较

能源	煤电	水电	风电	太阳能发电
发电成本（元/kWh）	0.25-0.45	0.15-0.70	0.40-0.90	相当高

在我国某些地区，燃煤发电成本将上升到每千瓦时 0.45 元，这一数据超过了我国大部分水电站的发电成本，而且甚至超过了某些风电的发电成本。通过比较，值得考虑的是，我们在对电力系统进行计划、扩建和改革时应对环境的影响一并考虑进来，要比等环境已经遭到破坏，再考虑环境影响更为有效。以后几年，随着我国对环保的要求越来越严格，煤炭价格也会不断上长，国家逐步给予可再生能源利用的优惠政策，可再生能源技术的逐渐成熟和国产化的形成以及市场的扩大和其特有的环保特点，可再生能源的技术成本会下降。

#### 5. 国家政策对煤炭生产消费和生产的影响

国家有大量的政策和法规，但是对能源及煤炭有直接影响的是节能政策和环保政策。此外国家制定的可持续发展战略、产业结构调整战略对我国能源结构、



能源生产消费,能源环境等都产生了积极的影响。其影响主要包括以下几个方面:

1) 能源生产和消费结构不断优化,煤炭在一次能源生产和消费中的比例有所下降。由于国家实施节能政策、环保政策等,限制了煤炭生产和消费,同时国家产业结构不断调整,农业在国民生产中的比例不断下降,工业结构中的高能耗高污染的行业被取缔或改造等措施,原煤生产占一次能源生产的比例由1995年的75.30%下降到2000年的66.6%,煤炭消费占一次能源消费的比例由1995年的74.6%下降到2000年的66.1%。其它优质能源和可再生能源的比例有所上升。

2) 通过经济手段和技术手段,取得了巨大的节能成果,从而减少了能源利用带来的环境污染。据估计1990年到2000年10年间,中国总共节约煤炭消费量约67644.5万吨标准煤。而根据美国劳伦斯-伯克利国家实验室的研究表明,如果中国的能源效率的提高保持以往的发展趋势和速率,实施节能法。到2020年可节约35%的能耗。中国万元国内生产总值能耗(按2000年可比价格计算)也由1980年的4.29吨标准煤/万元下降到2000年的1.43吨标准煤/万元。能源强度大大降低。

同时能源利用效率不断提高,主要能耗产品的单位能耗有不同程度的下降。如中国火电厂供电标准煤耗已由1995年的每千瓦时412克,降到2000年的392克;每吨钢的可比能耗,由976千克标准煤下降到930千克标准煤;炼油单位能量因素能耗,由每吨14.0千克标准煤下降到13.5千克标准煤;每吨合成氨综合能耗,由1268千克标准煤下降到1190千克标准煤;载货汽车运输耗柴油,由每百吨公里4.82升下降到4.34升。

3) 由能源消费和生产导致的环境污染和破坏得到控制,环境污染控制的结果有两方面的原因;

其一是节能政策的实施减少了能源的消耗,也就减少了环境污染物的排放,如“九五”期间,累计节约和少用能源达4.1亿吨标准煤;节约和少用能源相当于减排二氧化硫800万吨、二氧化碳(碳计)1.8亿吨、粉尘600万吨、灰渣1亿吨。

其二中国的能源结构和资源条件决定了中国的环境污染是烟煤型污染,因此要控制污染,就必须控制煤炭直接燃烧和燃烧后的排放问题。多年实施环境保护



政策，我国的环境污染得到一定程度的控制。环境保护政策实施以来，取得了可喜的成果，各种污染物的排放总量（见表 7）得到控制，其中“九五”期间在国内生产总值年均增长 8.3%的情况下，2000 年全国二氧化硫、烟尘、工业粉尘和废水中的化学需氧量、石油类、重金属等 12 项主要污染物的排放总量比“八五”末期分别下降了 10-15%。主要有以下表现：

表 6 各种污染物排放总量变化

年份	1982	1992	1995	1998	1999	2000	2001
粉尘（万吨）	1303	576	-	1344	1175	-	-
烟尘（万吨）	1454	1414	1720	1335	1159	1165.4	1059
废水（未处理，亿吨）	161	70.2	-	83.2	51.3	20.8	-
固体废物（未利用，万吨）	27492	37448	-	46000	42432	39331	-
SO <sub>2</sub> （万吨）	-	1323	2370	2087	1857	1995	1948

（1）煤炭占终端能源消费的比例下降；（2）煤炭洗选比例有明显提高，我国商品煤洗选比重由 1980 年的 18.4% 上升到 2000 年的 33.7%。（3）高污染煤炭的生产得到控制，特别是“两控区”的高硫高灰煤炭的生产被强制关停。到 1999 年底，减少高硫煤年产量 3200 多万吨。2000 年 1~9 月，“两控区”关停高硫煤矿 4732 个，减少高硫煤产量 1902 万吨。（4）8.4 万家高污染低效率的小企业被强制关停。（5）全国 23 万多家有污染的工业企业中，90% 以上的企业实现了主要污染物达标排放。46 个考核的环境保护重点城市中，25 个城市实现了大气质量按功能分区达标，36 个城市实现了地表水质量按功能分区达标。有 19 个城市（区）被授予国家环境保护模范城市（区）。

## 6. 2010 年和 2020 年中国煤炭生产消费的预测

### 1) 煤炭供应预测

根据现有煤矿的生产能力和将来报废和新增的生产能力。预计 2010 年我国煤炭生产能力为 121893 万吨，2020 年为 125310 万吨，不包括年产量小于 3 万吨的煤矿和乡镇煤矿的生产能力。据此，预测煤炭产量 2010 年为 15.9 亿吨，2020 年煤炭产量在 17 亿吨左右。

### 2) 煤炭需求预测

根据国际能源署的预测结果，从 2000 到 2020 年，一次商品能源需求年增长 2.97%，且增长速度逐渐减缓，其中一次能源消费 2010 年为 1953Mt 标准煤，2020 年将达到 2560.5Mt 标准煤。2010 年煤炭需求总量为 12.8 亿吨，2020 年煤炭需求总量为 15.9 亿吨。其中发电用煤：2010 年需求量为 7.08 亿吨，占煤炭需求总量的 55.3%，2020 年需求量为 9.74 亿吨，占煤炭需求总量的 61.3%。工业用煤：2010 年需求量为 2.96 亿吨，占煤炭需求总量的 23.1%，2020 年需求量为 3.26 亿吨，占煤炭需求总量的 20.5%。然而，采取提高能效措施会缓解此种趋势，降低煤炭的需求。

### 3) 环境预测

根据预测的煤炭产量和煤炭消费量，由煤炭生产和消费引起的温室气体和污染物排放以及土地、水资源破坏等情况预测见表 8。由表中结果看出，由于煤炭消费总量的上升，温室气体排放量将不断上升，水资源和土地资源的破坏也非常严重。同时，其它污染物将不断得到控制，但是其治理投资也将是非常大的。

表 7 环境预测结果

	2010 年	2020 年	备注
CO <sub>2</sub> (Mt)	3169	3985	
CH <sub>4</sub> (亿 m <sup>3</sup> )	143.1	156.6	未考虑回收利用
SO <sub>2</sub> (万吨)	1467	1198	按年减排 2%计算，平均硫分 1%
烟尘 (万吨)	702.6	218.4	
土地沉陷面积 (公顷)	28620	31320	按每采一万吨煤塌陷土地 0.2 公顷
水资源破坏 (亿吨)	39.8	43.5	按开采一吨煤损失 2.5 吨水

## 7. 政策建议

- 1) 不断优化能源结构，降低煤炭在一次能源中的比例。
- 2) 大力开发可再生能源。
- 3) 鼓励煤炭清洁利用与开发，即清洁生产煤炭，生产清洁煤，清洁利用煤。
- 4) 大力治理燃煤环境污染，特别是燃煤电厂的污染排放。
- 5) 建立成熟完善的能源市场环境 and 能源市场机制。
- 6) 加强环境管理和环境执法力度。
- 7) 综合各种措施解决能源安全问题。

# 1. 煤炭在能源中的地位

## 1.1 我国的能源结构

我国的能源结构一直是以煤炭为主的，这是因为我国的主要燃料是煤炭，煤炭满足了我国能源生产和消费的 70%左右（见表 1-1 和 1-2，图 1-1 和 1-2）。

表 1-1 1995-2001 年中国能源生产总量及构成

年份	能源生产总量 (万 tce)	构成（以能源生产总量为 100）			
		原煤	原油	天然气	水电
1995	129034	75.30	16.60	1.90	6.20
1996	132616	75.02	17.00	2.00	5.80
1997	132410	74.10	17.30	2.10	6.50
1998	124250	71.90	18.50	2.50	7.10
1999	109126	68.30	21.00	3.10	7.60
2000	106988	66.60	21.80	3.40	8.20
2001*	121000	68.00	20.20	3.40	8.40

\* 2001 年能源生产量为估算数

\* 数据来源：《中国统计年鉴 2002》

表 1-2 1995-2001 年中国能源消费总量及构成

年份	能源消费总量 (万 tce)	构成（以能源消费总量为 100）			
		原煤	原油	天然气	水电
1995	131176	74.60	17.50	1.80	6.10
1996	138948	74.70	18.00	1.80	5.50
1997	138173	71.50	20.40	1.80	6.30
1998	132214	69.60	21.50	2.20	6.70
1999	130119	68.00	23.20	2.20	6.60
2000	130297	66.10	24.60	2.50	6.80
2001*	132000	67.00	23.60	2.50	6.90

\* 2001 年能源消费量为估算数

\* 数据来源：《中国统计年鉴 2002》

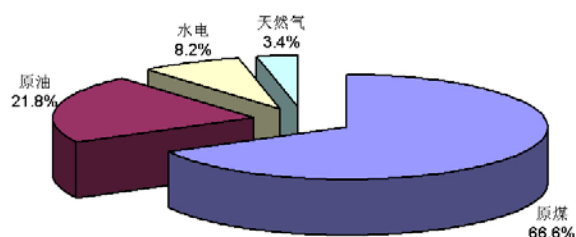


图 1-1 2000 年中国能源生产结构

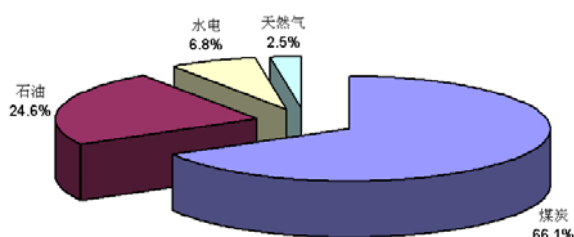


图 1-2 2000 年中国能源消费结构

从近年来我国能源生产和消费结构情况来看，虽然 2000 年我国能源生产和消费构成中，原煤所占比例都降到了这几年的最低水平，分别是 66.6%和 66.1%，但这主要与我国“九五”期间能源结构优化调整有关。进入“十五”规划期间，随着我国电力、冶金、化工和建材等主要耗煤行业生产稳步发展，特别是电力行业的调整和对煤炭需求的快速增长，煤炭的生产和消费量都将进一步加大。但同时随着我国石油、天然气、水电和核电等清洁能源增长速度的加快，煤炭在一次能源中的比重仍将有所下降。

## 1.2 煤炭资源

中国煤炭资源相当丰富。据调查，在距地表以下 2000m 以内的地壳表层范围内，预测煤炭资源远景总量达 50,592 亿吨，截至 2000 年底，煤炭探明保有储量总量 10,077 亿吨，资源探明率 19.9%。我国保有储量总量中的精查储量 2,299 亿吨，1996 年我国探明煤炭可采储量为 1,145 亿吨，与世界探明可采储量相比，中国煤炭储量位于独联体、美国之后，居世界第 3 位。根据国际通行的划分标准，中国现有煤炭经济可开发剩余可采储量（1,145 亿吨）约占世界同类储量（9,842 亿吨）的 11.6%<sup>[1]</sup>。

煤炭作为我国最主要的能源资源，不但储量多，而且分布广、煤质较好、品种比较齐全。按 2000 年煤炭产量 10 亿吨计算，中国煤炭资源探明保有储量的保证程度高达 1000 年，其中经济可开发剩余可采储量的保证程度为 114 年。

在我国大陆 31 个省（市、自治区），除上海外，都有煤炭的探明储量；2,220 多个县中，近 60%的县有煤炭资源。在全国煤炭地质总储量中，按大别山—秦岭—昆仑山为划分南北方的分界线，北煤多于南煤。北方包括东北、华北、西北和苏北、鲁、皖北、豫西 17 个省（市、区），国土面积 500 万平方公里，占全国总

<sup>[1]</sup> 《中国能源发展报告》

面积的 52%，煤炭地质储量占全国的 93.5%；南方包括西南、两湖、两广、海南和赣、浙、沪、闽 14 个省（市、区），国土面积 460 万平方公里，占全国总面积的 48%，煤炭地质储量仅占全国的 65%。大别山—秦岭—昆仑山以南，煤炭资源又主要集中在云、贵、川三省，煤炭地质储量占南方总储量的 90%<sup>[1]</sup>。中国煤炭资源储量的地区分布见图 1-3 所示。

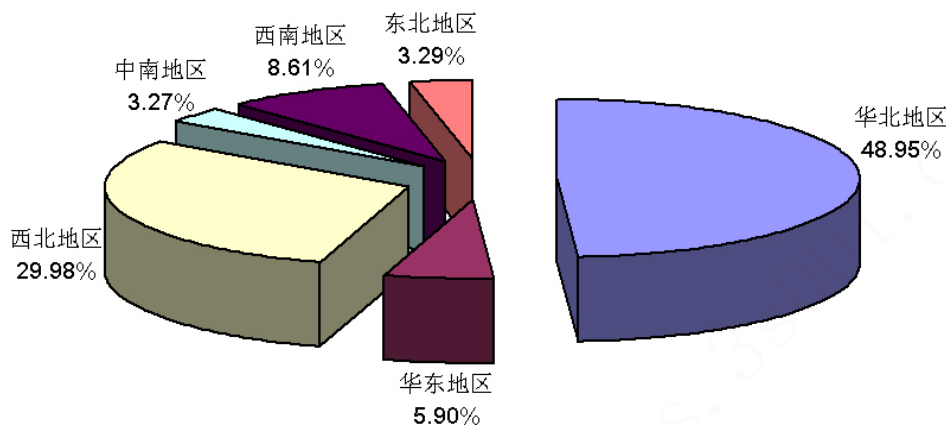


图 1-3 中国煤炭探明保有储量地区分布

中国煤炭资源在储量、勘探程度、地理分布、煤种及煤质等方面有以下特点<sup>[2]</sup>：

1) 煤炭资源丰富，但人均占有量低。中国煤炭资源虽丰富，但勘探程度较低，经济可采储量较少。所谓经济开采储量是指经过勘探可供建井，并且扣除了回采损失及经济上无利和难以开采出来的储量后，实际上能开采并加以利用的储量。在目前经勘探证实的储量中，查储量仅占 30%，而且大部分已经开发利用，煤炭后备储量相当紧张。中国人口众多，煤炭资源的人均占有量约为 234.4 吨，而世界人均煤炭资源占有量为 312.7 吨，美国人均占有量更高达 1,045 吨，远高于中国的人均水平。

2) 煤炭资源的地理分布极不平衡。中国煤炭资源北多南少，西多东少，煤炭资源的分布与消费区分布极不协调。从各大行政区内部看，煤炭资源分布也不平衡，如华东地区的煤炭资源储量的 87%集中在安徽、山东，而工业主要在以上海为中心的长江三角洲地区；中南地区煤炭资源的 72%集中在河南，而工业主要在武汉和珠江三角洲地区；西南煤炭资源的 67%集中在贵州，而工业主要在四川；东北地区相对好一些，但也有 52%的煤炭资源集中在北部黑龙江，而工业集中在辽宁。

<sup>[1]</sup> 《中国能源发展报告》

<sup>[2]</sup> 中国新能源网

3) 各地区煤炭品种和质量变化较大, 分布也不理想。中国炼焦煤在地区上分布不平衡, 四种主要炼焦煤种中, 瘦煤、焦煤、肥煤有一半左右集中在山西, 而拥有大型钢铁企业的华东、中南、东北地区, 炼焦煤则很少。在东北地区, 钢铁工业在辽宁, 炼焦煤大多在黑龙江; 西南地区, 钢铁工业在四川, 而炼焦煤主要集中在贵州。

4) 适于露天开采的储量少。露天开采效率高, 投资省, 建设周期短, 但中国适于露天开采的煤炭储量少, 仅占总储量的 7%左右, 其中 70%是褐煤, 主要分布在内蒙古、新疆和云南。

这都给我国的煤炭开采带来了种种不利条件, 我国煤炭目前的开采和生产情况见下节。

### 1.3 煤炭生产与煤炭产量

我国目前煤炭企业分为国有重点煤矿、国有地方煤矿和乡镇煤矿三类, 现有煤炭企业 3.3 万个, 其中国有重点煤矿 571 个, 地方国有煤矿 2,000 个, 乡镇煤矿约 3.1 万个, 全国共有煤矿从业人员约 600 万人。2001 年我国原煤生产量(年生产能力 3 万吨以上) 和 2001 年煤炭工业总产值统计分别见表 1-3 和表 1-4。

1996 年我国原煤产量达到 13.97 亿吨, 创历史最高纪录, 已接近“九五”计划提出的 2000 年 14 亿吨的产量目标。由于受国民经济结构调整及亚洲金融危机的影响, 1997 年以来国内煤炭需要量急剧下降, 为适应市场变化, 国家及时调整了“九五”计划指标, 以需定产, 严格控制煤炭总量, 致使“九五”后几年煤炭产量呈逐年下降趋势, 2000 年全国原煤产量为 9.98 亿吨, 比 1995 年的 13.61 亿吨减少 3.63 亿吨, “九五”期间我国原煤产量平均每年减少 7,255 万吨, 年均递减 6.01%。近两年随着煤炭市场的复苏, 我国原煤产量开始稳步回升, 据最新全国原煤产量统计年报 2002 年原煤产量为 139,335.23 万吨, 接近历史最高水平的 1996 年, 比 2001 年增加 28,775.83 万吨, 增长 26.03% (见图 1-4)。

---

<sup>[1]</sup> 数据来源: 国家煤矿安全监察局统计资料



表 1-3 2001 年中国原煤生产能力（年生产能力 3 万吨以上）

项目	矿井数（处）	生产能力（万吨）	比例（%）
全国总计	2,119	78,718	100.0
其中：国有重点矿	571	57,646	73.2
国有地方矿	1,548	21,072	26.8
其中：省营煤矿	226	4,153	5.3
专营煤矿	386	6,604	8.4
县营煤矿	936	10,315	13.1

表 1-4 2001 年中国煤炭工业总产值

项目	企业数（个）	工业总产值（亿元）	比例（%）
全国总计	14,886	1,576.23	100.0
其中：全民所有制	2,197	1,366.6	86.7
集体所有制	12,604	199.28	12.6
其他所有制	85	10.35	0.7
其中：煤机厂及其他厂	13	32.17	2
其中：大型企业	110	1,103.08	70
中型企业	117	95.93	6.1
小型企业	14,659	377.22	23.9

2002 年我国煤炭生产结构的调整也初见成果，国有重点煤矿、国有地方煤矿和乡镇煤矿三大类煤矿原煤产量占全国原煤总产量的比重已由 1996 年的 39：16：45 改变为 51：19：30，其中，国有重点煤矿 71,162.64 万吨，比 2001 年增加 9305.15 万吨，增长 15.04%；国有地方煤矿 26345.24 万吨，比 2001 年增加 4028.80 万吨，增长 18.05%；乡镇煤矿 41827.35 万吨，比 2001 年增加 15441.88 万吨，增长 58.52%。

中国目前已成为世界上最大的煤炭生产国，煤炭产量占世界总产量的三分之一，而且我国还是世界上煤炭出口大国，煤炭出口量占世界总出口量的 11%。

但同时由于技术设备和采矿方法落后，中国煤矿的回采率长期在低水平徘徊，特别是遍布全国的小煤矿、小煤窑，更是大肆地浪费着我国的煤炭资源。据统计，中国国有大型煤矿的平均回采率大约在 40%左右，乡镇、集体和个体小煤矿的平均回采率则仅有 20%左右，有的小煤窑甚至每采出一吨煤，就要浪费 10 吨资源。而目前中国煤产量的一半，就是由这些浪费极大的小煤窑开采的。据估计，中国每年平均年煤炭产量约 11.5 亿吨，实际要消耗的煤炭资源高达 43 亿吨之巨，几乎已相当于全球的煤炭产量。<sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup> 本节数据来源：国家煤矿安全监察局统计资料



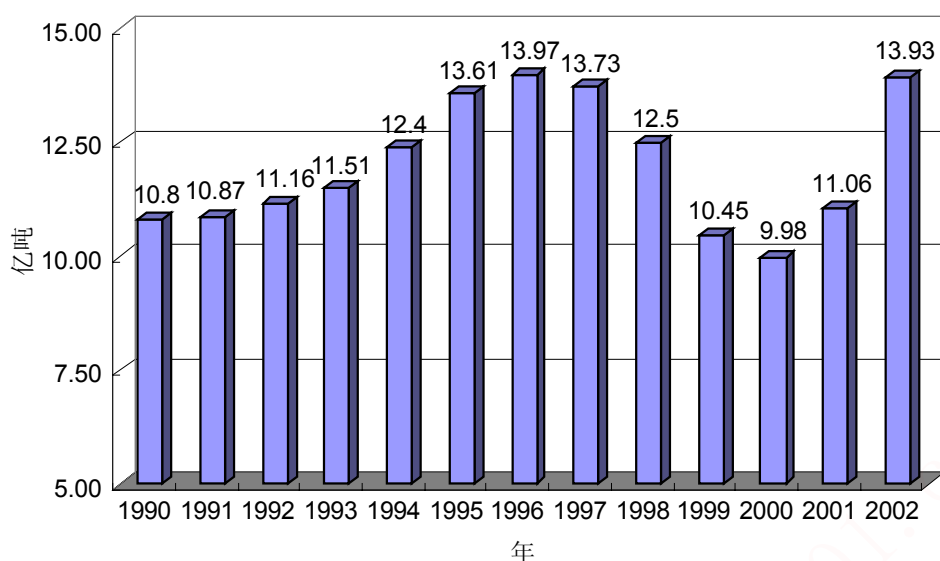


图 1-4 1990-2002 年中国原煤产量

## 1.4 煤炭需求与消费

中国不但是世界上最大的煤炭生产国，同时也是世界上最大的煤炭消费国，2000 年中国煤炭消费量占世界煤炭消费总量的 28%。中国煤炭的年消费量占全国商业用能源消费总量的 76%，煤炭几乎满足了中国一次能源生产和消费的 70%（见表 1-1、表 1-2）。

“九五”期间，中国煤炭出现前所未有的总量过剩情况。特别是进入 1998 年之后，煤炭市场开始供大于求，煤矿企业大量库存积压，煤炭行业经济形势急剧恶化。据国家统计局公布的数据，“九五”期间，中国煤炭消费量的年均下降 2.7%。但整个“九五”期间，煤炭仍在一次能源消费中占主要地位，1996~1999 年煤炭在能源消费中占 74.98%，煤炭年均实际消费量为 13.18 亿吨（见图 1-5）。

“十五”期间，中国煤炭需求量稳步上升，但随着产业结构、地区结构、能源消费结构的调整和节能技术的发展，煤炭需求增长趋缓，从近两年煤炭消费情况看，随着煤炭市场的复苏，国内煤炭需求量持续增长（2000/01 煤炭消费量见图 1-5）。

<sup>[1]</sup> 数据来源：国家煤矿安全监察局统计资料

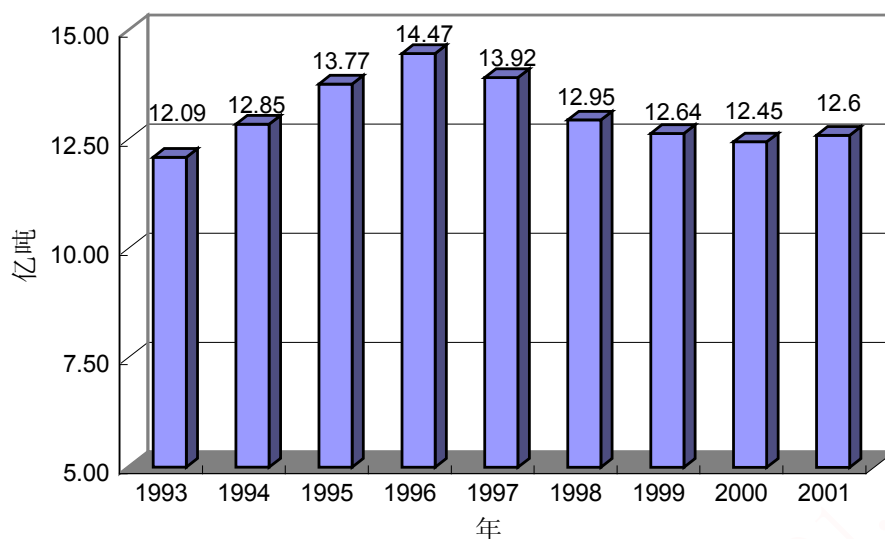


图 1-5 1993—2002 年中国煤炭消费量

目前我国的煤炭消费结构呈多元化，其中电力、建材、冶金和化工 4 个行业以及民用一直是我国主要耗煤大户。2000 年我国煤炭的主要消费情况见表 1-5，与 1998 年全国煤炭消费量 12.95 亿吨，发电用煤 4.95 亿吨相比，虽然全国煤炭的消费总量有所下降，但电力行业煤炭消费量却不断攀升，达到 5.92 亿吨，占全国煤炭消费总量的 48%，比 1998 年上升了近 10%。

表 1-5 2000 年中国煤炭消费总量及主要耗煤行业煤炭消费情况（单位：万吨）

煤炭消费总量	电力行业	冶金行业	建材行业	化工行业	民用煤
124,537	59,193	10,110	15,350	7,850	12,340

\* 未包括 6000 千瓦以下电厂和企业自备电厂用煤量，全国约 5000 万吨左右

\* 数据来源：中国煤炭加工利用协会

进入“十五”规划期间，随着国民经济持续快速发展及工业结构调整，煤炭消费格局开始发生变化，煤炭在一次能源中的消费比重将有所下降，电力火力发电仍以较快速度增长，对煤炭需求持续增加；冶金、化工、建材等主要耗煤行业生产的稳步发展，煤炭消费量也将不断加大。据最新《中国行业景气分析报告》分析，预计 2003 年国内煤炭消费量中，发电用煤比上年增加 5,000 万吨以上；冶金用煤比上年增加 2,000 万吨。<sup>[1]</sup>

[1] 本节数据来源：国家煤矿安全监察局统计资料

# 1.5 电力行业对煤炭的需求

中国的发电能源构成一直是以煤炭为主的,电力行业几乎 90%的燃料来源于煤炭。“九五”期间,火电中煤电的比重上升到了 95%以上,燃煤发电用煤呈上升趋势(见图 1-6),2000 年我国发电用煤比 1996 年增加了近 1 亿吨左右,占全国煤炭产量的比重也从 1996 年的 34.8%上升到 60.9%(见表 1-6)。

表 1-6 1996—2000 年中国电力行业的煤电情况

项目	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年
火电装机容量在总装机容量中的比重 (%)	75.6	75.6	75.7	74.8	74.4
火电量在总发电量中的比重 (%)	81.3	81.6	81.1	81.5	81.0
煤炭在发电能源中的比重 (%)	77.65	77.92	77.17	77.68	77.18
燃煤电厂煤炭消费量 (Mt) *	522.08	536.22	517.26	538.76	591.93
发电用煤占煤炭产量的比重 (%)	34.8	38.9	42.1	50.2	60.9

\* 未包括 6000kW 以下电厂和企业自备电厂用煤量

\* 数据来源:《2000 年电力工业统计资料》和中国煤炭加工利用协会

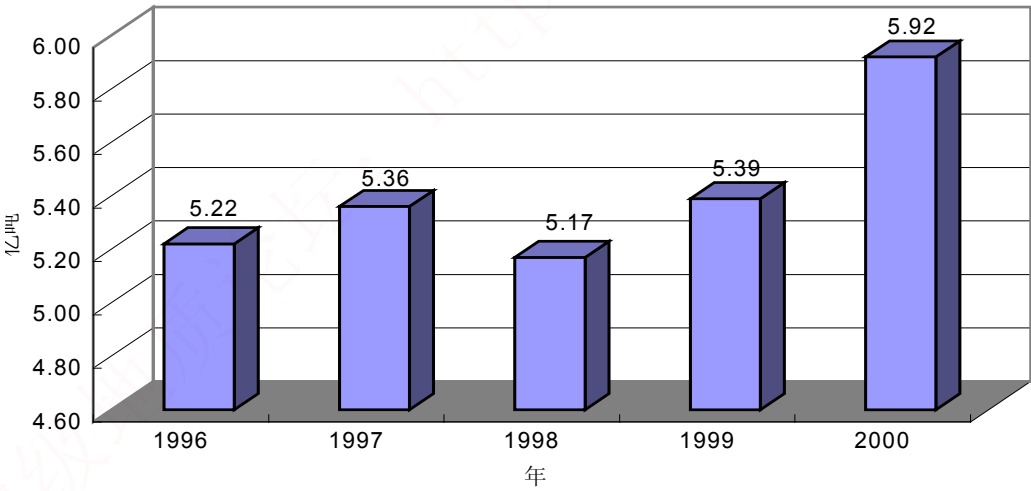


图 1-6 “九五”期间 6000kW 以上燃煤电厂煤炭消费量

据《2000 年电力工业统计资料》统计,2000 年我国年发电量为 13,685 亿千瓦时,其中 81.0%(11,079 亿千瓦时)来自火力发电,发电用煤为 6.08 亿吨,随着“十五”期间火力发电对煤炭需求的持续增加,2002 年我国发电用煤达到 6.4 亿吨,比 2000 年增长 5%。

预计 2003 年新投产火电机组在 1,000 万千瓦以上，约增加电煤需求 3,000 万吨。另外，目前我国主要水库蓄水较常年偏少，2003 年水电供应的缺口只能由火电补充，这将进一步加大对电煤的需求。火力发电在 2003 年将继续保持平稳增长，电煤的需求将继续增加，预计将达 6.9 亿吨。

## 2. 煤炭开采的环境与安全问题

煤炭的大规模开采利用，一方面对工业生产和社会经济发展提供了大量的能源，另一方面也造成了严重的环境污染和生态破坏。

我国的煤炭开采分为井工开采和露天开采两种，其中 95%以上的煤炭产量来自井工开采。煤炭的井工和露天开采对环境的影响是伴随着煤矿的开发建设而产生的，这其中包括煤炭开采对土地资源的破坏和占用、对水资源的破坏和污染以及对大气环境的污染。

### 2.1 煤炭开采对土地资源破坏和压占

煤矿开采对土地资源的破坏表现为 3 个方面，一是井工开采引起的地表塌陷，减少土地利用率，并加大水土流失和沙漠化；二是露天开采对土地的破坏，露天采掘场对土地的毁灭性挖损，以及排土场对土地的压占；三是煤矿生产固体废弃物压占污染土地。

表 2-1 2000 年我国国有重点煤矿和露天矿开采对土地的破坏情况（单位：公顷）

	地表塌陷总面积	复垦面积	当年塌陷面积	当年复垦面积
国有重点煤矿	293,681	43,591	9,531	3,239
国有重点露天矿	12,238.16	1,468.3	561.72	268.49

#### 1) 井工开采对土地的破坏

地表塌陷是井工开采对矿区土地资源造成的难以治理的主要灾害问题。目前我国 95%的煤炭产量来自井工开采，而且国有重点煤矿的采煤方法基本都是长壁式开采全部垮落顶板管理，据测定这种方法引起的地表塌陷最大深度一般为煤层开采总厚度的 0.7 倍，塌陷面积是煤层开采的 1.2 倍左右。据不完全统计，我国因煤炭开采引起的地表塌陷面积达 40 万公顷，平均每开采万吨煤地表塌陷 0.2 公顷，由于开采地表塌陷造成我国东部平原矿区土地大面积积水、受淹和盐碱化，不仅使区内耕地面积急剧减少，而且加剧了人口与土地、煤炭与农业的矛盾；西部矿区的地面塌陷加速了水土流失和土地荒漠化。同时采煤引起的地表塌陷还诱

<sup>[1]</sup> 数据来源：煤炭环保统计年报

发大量山体滑坡、崩塌和泥石流等自然灾害，严重破坏矿区的土地资源和生态环境；矿区的地表塌陷同时对地面的建筑物、道路、铁路、桥梁和输电线造成不同程度的破坏，特别是在村庄稠密的平原地区，土地塌陷使村庄破坏引起人口迁移，一般生产 1,000 万吨煤炭需迁移约 2,000 人。

截至到 2000 年我国国有重点煤矿地表塌陷总面积达 293,681 公顷，其中仅 14.8% 的土地复垦，2000 年当年的土地复垦率也仅有 34%（见表 2-1），可见煤矿地表塌陷对我国土地资源的严重破坏程度。

## 2) 露天开采对土地的破坏和压占

露天煤矿的开采对土地造成的破坏主要表现在两个方面：一是露天采掘场对土地的挖损；其二是排土场压占土地。

露天采煤必须先把煤层上覆盖的表土和岩层剥离，然后进行煤炭开采，因此露天采掘场对土地资源的破坏是十分严重的，甚至几乎是毁灭性的。据统计，我国露天矿正常生产情况下，每开采万吨煤要挖损土地约 0.08 公顷。截至 1999 年底，全国露天采场挖损土地总面积为 11,800 公顷，而且将以每年 300~500 公顷的速度增加。同时露天采煤形成的凹坑，由于地质构造地表、地下水的作用诱发滑坡、塌陷和水土流失的地质灾害。

我国的露天矿大多采用外排土场方式开采，据统计外排土场压占土地为挖损土地量的 1.5~2.0 倍，露天矿正常生产时每采万吨煤排土场平均压占 0.16 公顷土地，截至 1999 年底，全国矿排土场压占土地达 16,300 公顷。

截至到 2000 年我国国有重点露天矿土地破坏总面积达 12,238.16 公顷，其中仅 12% 的土地复垦，2000 年当年的土地复垦率也仅有 47.8%（见表 2-1），可见露天煤矿开采对土地资源的破坏。

## 3) 采矿固体废弃物对土地的破坏和压占

煤矸石是煤炭开采和加工过程中产生的主要固体废弃物。我国井工开采煤矿的煤矸石产出量很大，其排放量约占煤矿原煤产量的 8~10%。大量排放的煤矸石堆积成山，不但压埋了土地资源，而且矸石中含有的有害微量元素经降水的淋溶作用进入土壤中，造成严重的土壤污染。据 2000 年统计，全国国有重点煤矿共有矸石山 1,198 座，矸石总量 190,637 万吨，压占土地面积达 14,514 公顷（见表 2-2）。

表 2-2 2000 年我国国有重点煤矿矸石排放情况

矸石山（座）	年矸石产生量（万吨）	历年矸石总量（万吨）	压占土地面积（公顷）
1,198	9,643	190,637	14,514

这些煤矿开采过程中所产生的对土地资源的破坏给我国的经济发展造成了巨大的经济损失，据统计，1996 年我国因煤炭开采造成的直接土地经济损失达 57.7 亿元。<sup>[1]</sup>

## 2.2 煤炭开采对水资源的破坏和污染

煤炭矿区的废污水主要包括矿井水、洗煤水和矸石淋溶水等。

### 1) 矿井水

在煤炭开采过程中，伴随着煤矿的开采延伸，排出大量的矿井水使矿区地下水位不断下降。据统计，全国煤矿每年外排矿井水约 22 亿吨以上，其中得到净化利用的不足 20%，大量未经处理的矿井水直接外排，而这些未经处理的矿井水中含有大量的悬浮物（SS）、化学需氧量（COD）、硫化物和生化需氧量（BOD<sub>5</sub>）等污染物，因此不仅浪费了宝贵的水资源，而且对矿区周围的水环境造成了污染。

井工矿和露天矿坑抽排的大量地下水，不但使矿区地下水大幅下降，土地贫瘠，植被退回，加上矿区地表塌陷破坏植被及矿山辅助工程设施的建设，造成矿区水土流失加剧。如内蒙元宝山露天煤矿，因疏排地下水，降落漏斗半径达 15 公里，殃及村庄 150 余个，土地沙化、水土流失不断加剧，农、林、牧严重受害，每年用于经济赔偿达 3,000 余万元，而且赔偿中还不包括对矿区生态环境的潜在损失的补偿。

### 2) 洗煤水

煤矿的水污染另一个主要来源就是洗煤水。作为现在大多数选煤厂普遍采用的湿法洗煤工艺在洗选煤过程中产生大量洗煤水，一般洗选 1 吨原煤用水量 4~5m<sup>3</sup>，这些洗煤水含有大量的煤泥和泥沙等悬浮物，以及大量石油类药剂、酚、甲醇和有害重金属离子（如 As、Cr、Pb、Hg 和 Mn 等元素离子）。

<sup>[1]</sup> 本节数据来源：煤炭环保统计年报

<sup>[1]</sup> 数据来源：中国煤炭加工利用协会



### 3) 矸石溶淋水

越来越多的煤矿堆积煤矸石山不仅压占大量土地资源,而且经降水和汇水的淋溶和冲刷也将矸石中含有的大量有害物质(尤其是重金属离子)带入了水循环系统中,造成周围环境的水体污染。

据中国煤炭加工利用协会统计,2000年全国煤矿的工业废水排放量达到27.5亿吨,其中矿井水23亿吨,工业废水3.5亿吨,洗煤水5,000万吨,其他废水4,500万吨。其中2000年国有重点煤矿工业废水及矿井水排放情况见表2-3。<sup>[1]</sup>

表 2-3 2000 年国有重点煤矿工业废水及矿井水排放情况 (单位: 万吨)

工业废水排放总量	矿井水排放量	矿井水自用量	矿井水利用率
17,629.4	172,436.78	51,126.49	29.6%

## 2.3 煤炭开采对大气环境的污染

在煤炭开采过程中形成的大气污染主要是来源于矿井瓦斯和矸石自燃释放的气体。

### 1) 矿井瓦斯对大气环境的影响

煤矿开采中释放的矿井瓦斯(主要成分是 $\text{CH}_4$ )不但是我国煤矿的主要灾害之一。而且,由于其温室效应是 $\text{CO}_2$ 的21倍,也是引起全球大气变暖的主要气体之一。

据国家煤矿安全监察局统计,我国2001年矿井瓦斯抽放量达9.8亿立方米( $\text{CH}_4$ 纯量)(中国煤矿历年瓦斯抽放量见图2-1),其中得到利用的不到50%,抽放瓦斯排空量高达5亿多立方米。

而据国家煤矿安全监察局估计,2000年中国煤矿的瓦斯排放量达96.25亿立方米( $\text{CH}_4$ 纯量),约占全球 $\text{CH}_4$ 排放总量的60%,相当于排放1.38亿吨 $\text{CO}_2$ 。这不仅浪费了大量的清洁能源,对矿区大气环境造成了严重危害,而且也大大加剧了全球气候的变暖,影响全球气候变化。

[1] 本节数据来源:中国煤炭加工利用协会

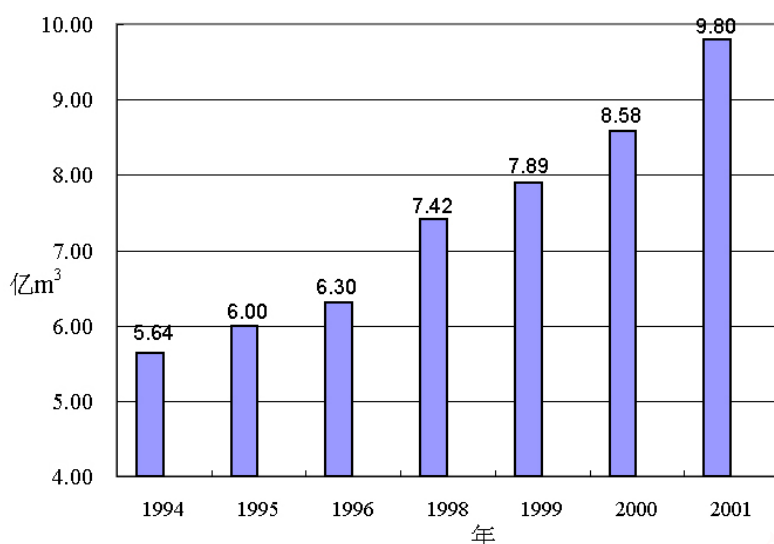


图 2-1 中国煤矿历年瓦斯抽放量

## 2) 矸石自燃对大气的影响

矸石自燃产生的大量含  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$  等有毒有害气体是煤矿开采对大气环境的另一个主要影响。据国家煤矿安全监察局统计我国目前国有煤矿共有矸石山 1,500 余座，其中长期自燃矸石山 389 座，严重污染了矿区和周边地区的大气环境，影响着周边居民的身体健康，有的甚至造成中毒死亡事故。

## 2.4 煤炭开采与安全

煤炭开采不仅造成了严重的环境污染和生态破坏，同时煤炭行业还是我国工业生产中伤亡事故最严重的行业，每年因煤矿事故死亡人数在六七千人左右（见表 2-4）。1991 年到 1999 年间我国煤矿伤亡事故中共死亡人数达 7.5 万多人，占全国矿山行业死亡人数的 85%，占全国工矿企业死亡人数的 51%，居全国各行业的首位。

根据国家煤矿安全监察局历年的统计资料，在我国煤矿各类事故中，瓦斯事故死亡人数在总事故死亡人数中所占比重最大，远高于其他事故的死亡人数。2001 年我国煤矿各种死亡事故死亡人数比重见图 2-2，其中瓦斯事故死亡 2,436 人，占总死亡人数的 43%，其次为顶板塌落事故 1,879 人，占 33.1%。

表 2-4 1991-2001 年全国煤矿事故死亡人数

年份	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
死亡人数	9,659	8,036	9,512	7,508	6,536	5,798	5,670
死亡率（人/Mt）	5.03	4.67	5.10	5.02	5.30	5.86	5.13

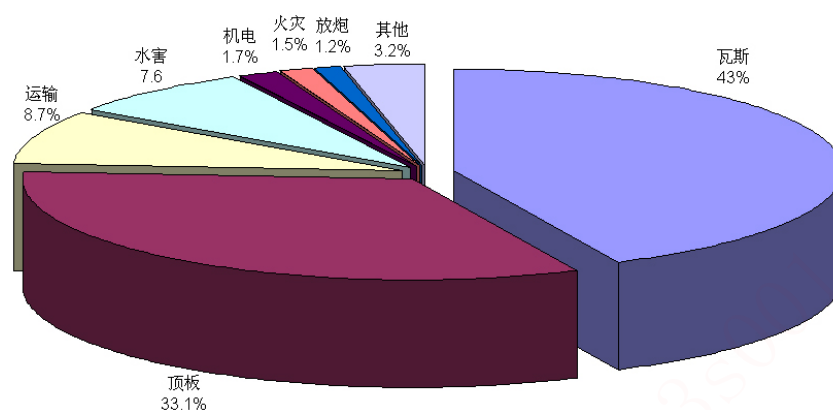


图 2-2 2001 年全国各类煤矿事故死亡人数所占比重分布

煤炭开采过程中的死亡事故和职业病造成的经济损失也十分巨大。煤矿每发生一起事故，都要付出数目可观的抢救费、医疗费、抚恤费、子女养育费等。尤其是瓦斯爆炸事故发生还要造成工程设施和设备破坏，直接和间接损失更大。据一些矿务局的分析资料，每发生事故死亡 1 人，平均造成的直接和间接损失大约 30 万元左右<sup>[1]</sup>；发生一个尘肺病人一年造成的经济损失近万元（包括治疗费和失去工作能力的损失）。按这个数字标准，全国煤矿一年由于事故和职业病造成的经济损失高达近 40 亿元，相当于国有重点煤矿一年煤炭销售收入的 10% 左右。

<sup>[1]</sup> 《事故代价 企业当惊》，作者：彭成，李奋喜

---

[1] 《事故代价 企业当惊》，作者：彭成，李奋喜

### 3. 煤炭利用对环境的影响

中国不仅是世界上煤炭生产的第一大国，而且也是煤炭消费的第一大国。2000 年中国煤炭消费总量占世界总消费量的 24%，煤炭消费占了我国一次能源消费中的 66.1%<sup>[1]</sup>，“九五”期间年平均实际煤炭消费量达 13.18 亿吨。但是由于我国在煤炭消费利用方面还处于较低水平阶段，因此就产生了一系列的环境污染问题。

#### 3.1 煤炭直接燃烧对环境的影响

我国煤炭消费的一个主要特点就是原煤的大量直接燃烧。作为发展中国家的中国煤炭的入选率只有约 38%，与世界主要产煤国家相比差 20~60%，而 62% 的原煤没有经过洗选或洁净化处理就直接用于燃烧了。而据统计在全国消耗的煤炭总量中，直接用于火力发电、工业锅炉、工业窑炉和家庭炉灶等燃烧的煤炭占 85%。煤炭的大量直接燃烧，加上燃煤质量较差以及燃烧效率低下，对我国的环境造成了严重破坏，也直接导致了我国严重的燃煤型大气污染。

据统计，2000 年燃煤排放的 SO<sub>2</sub> 和烟尘分别占全国总排放量（1,995 万吨和 1,165 万吨）的 90%和 70%左右，CO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 排放量也分别占到全国总排放量的 80%和 65%左右（见表 3-1）<sup>[2]</sup>。

表 3-1 2000 年全国燃煤排放污染物情况

燃煤排放物	排放量	占全国总排放量（%）
SO <sub>2</sub>	1,995 万吨	90
烟尘	1,165 万吨	70
CO <sub>2</sub>	3,052 百万吨	80
NO <sub>x</sub>	1,015 万吨	65

\* 数据来源：国家环境保护总局

##### 3.1.1 SO<sub>2</sub> 排放及酸雨

由于煤炭中 80%左右的硫是可燃的，因此煤炭燃烧时硫分大部分以 SO<sub>2</sub> 的形式排入大气。

<sup>[1]</sup> 数据来源：《中国统计年鉴 2002》

<sup>[2]</sup> 数据来源：国家环境保护总局

[1] 本节数据来源：《中国统计年鉴 002》  
[2] 本节数据来源：国家环境保护总局

据国家环境保护总局统计，1990 年我国 SO<sub>2</sub> 排放量已达 1,495 万吨，到 1995 年达到 2,370 万吨，超过美国成为世界第一大 SO<sub>2</sub> 排放国。2001 年我国 SO<sub>2</sub> 排放量有所下降为 1,948 万吨，但仍高居世界第一位，其中 90%左右的 SO<sub>2</sub> 是由燃煤排放的。从各地区情况来看，SO<sub>2</sub> 排放量最大的地区为高硫煤产区和能源生产消费量大的地区，这些地区的空气污染比较严重，据 1998 年世界卫生组织公布的一项报告，太原、北京等七个中国城市被列入世界十大污染最重的城市；从各行业看，电力、煤气及热水生产供应等主要用煤行业的 SO<sub>2</sub> 排放量占全国工业总排放量的 50.6%。

我国 1994 年—2001 年煤炭消费量与 SO<sub>2</sub> 排放量的趋势见图 3-1<sup>[1]</sup>，据研究我国 SO<sub>2</sub> 排放量与煤炭消费量的相关系数达到 0.96，从总体趋势来看，我国在上世纪九十年代中期 SO<sub>2</sub> 排放量约煤炭消费量同时达到最大，之后因煤炭消费量的减少而呈下降趋势，但随着我国这几年煤炭消费量的急剧回升，我国在未来几年 SO<sub>2</sub> 排放量仍将呈上升势头。

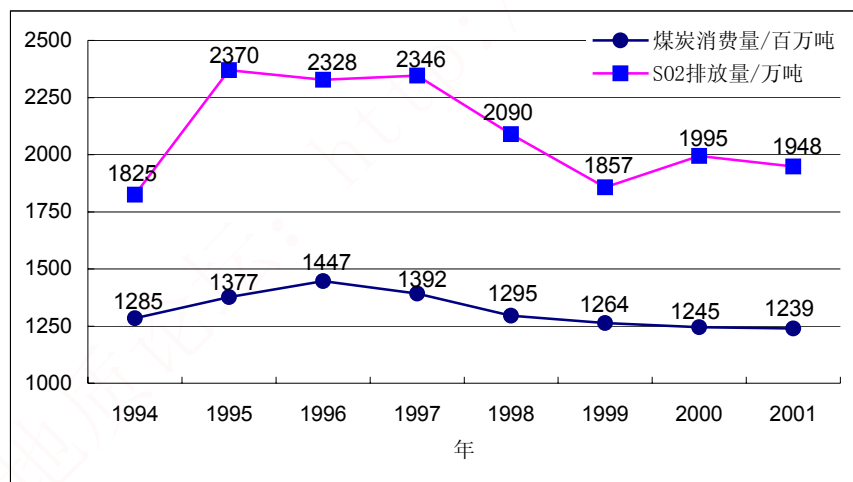


图 3-1 1994—2001 年煤炭消费量与 SO<sub>2</sub> 排放量趋势图

我国大量排放的 SO<sub>2</sub> 对人体健康危害很大，尤其是当它形成硫酸雾和硫酸盐后，与飘尘结合在一起进入人体肺部，可引起支气管炎，肺炎，肺水肿等各种恶性疾病。更重要的是 SO<sub>2</sub> 造成的最大危害——酸雨。据国家环境保护总局统计，目前中国 SO<sub>2</sub> 污染产生的酸雨危害面积已达到国土总面积的 30%，全国年均降水 pH 值低于 5.6 的城市地区已占全国面积的 70.6%（我国酸雨污染分布见图

<sup>[1]</sup> 数据来源：国家环境保护总局

3-2)，我国已成为世界三大酸雨区之一。

[1] 本节数据来源：国家环境保护总局

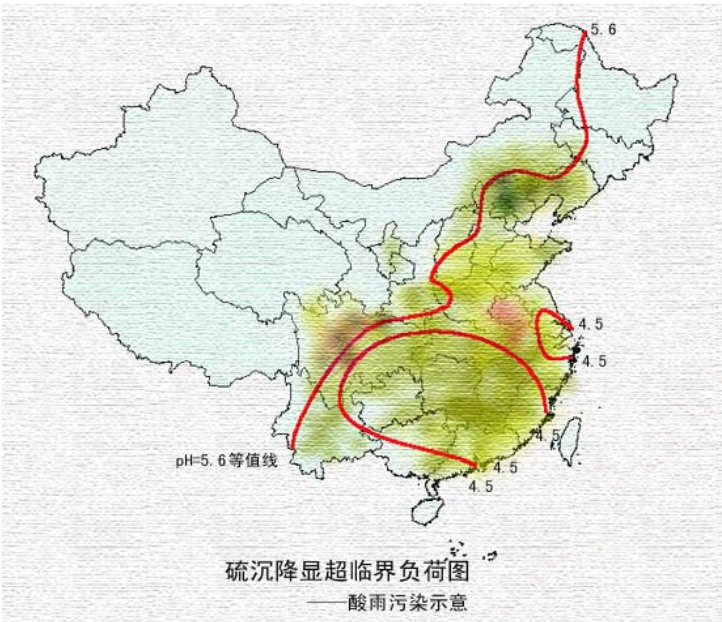


图 3-2 我国目前酸雨污染分布示意图

酸雨的危害是多方面的。酸雨（包括干、湿沉降物）由空中降下，首先影响植被，然后经土壤和地下水影响湖泊水体生态系统。酸雨污染直接导致我国大片耕地、湖泊酸化，致使土壤贫瘠，生态系统紊乱，农作物和经济类水产品减产；酸雨还引起我国森林大面积枯萎受损，森林面积减少；同时酸雨还导致建筑物和金属设备的腐蚀失效。酸雨对陆地生态系统的危害日益严重，已成为制约我国农林业生产和社会经济发展的重要因素之一。

据最近几年的研究结果表明，我国酸雨区对农业、林业和建筑材料破坏造成的经济损失每年可达 200 多亿元。目前在我国酸雨每年对农作物危害的播种面积为 1,288.74 万公顷，经济损失达 42.6 亿元；每年对森林危害造成木材经济损失为 18.02 亿元，森林生态效益经济损失为 162.30 亿元<sup>[1]</sup>。

另外，作为亚洲地区 SO<sub>2</sub> 的排放大户，中国的酸沉降还对周边越南和日本等

[1] 中国科学院生态环境研究中心:《中国酸沉降及其生态环境影响研究》  
[2] Arndt RL, Carmichael GR, Roorda JM. Seasonal source-receptor relationships in Asia. Atmospheric Environment, 1998,32(8): 1397~1406.



国家有跨国输送影响<sup>[2]</sup>。

### 3.1.2 CO<sub>2</sub> 排放及温室效应

在所有的化石能源燃烧活动（主要是指排放 CO<sub>2</sub>）：煤的含碳量最高，燃烧时产生的 CO<sub>2</sub> 量也最多。而作为燃煤大国的我国在 2000 年 CO<sub>2</sub> 排放量达 30.52 亿吨，比 1990 年排放量增长了 33.3%，仅次于美国，高居世界第二位，而其中由燃煤排放的 CO<sub>2</sub> 量更是高达 80%左右<sup>[1]</sup>。可见燃煤是影响我国 CO<sub>2</sub> 排放量的最大因素，其与煤炭消费量的变化趋势相关性可由图 3-3 看出，从近两年我国煤炭消费复苏的趋势来看，我国 CO<sub>2</sub> 排放量还将继续上升。

CO<sub>2</sub> 是世界公认的导致全球气温变暖的主要根源，据联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）不久前公布的研究结果，目前全球平均温度比 1000 年前上升了 0.3~0.6℃。而在此前一万年间，地球的平均温度变化不超过 2℃。联合国机构还预测，由于能源需求不断增加，到 2050 年，全球 CO<sub>2</sub> 排放量将增至 700 亿吨，全球平均气温将上升 1.5~4.5℃。

而且近二十年来温室效应严重地威胁着全球生态系统和人类的生存。近 100 年来，北极冰盖减少了 42%，海洋面上升了 50 厘米，造成森林迁移、土地盐碱化，危及沿海地区，特别是经济发达的口岸和沿海低地。由于气候变暖导致 20 世纪 90 年代的生态灾害比 50 年代多 4 倍，造成的实际经济损失也高达 6252 亿美元，是 50 年代的 10 倍。

在我国，由于气温上升导致约 50%的冰川退缩和变薄，雪线上升，冰川后退的平均速度为每年 10~20 米，冰川面积从小冰期至今的 300 余年间已减少了 24.7%；北方的温带荒漠面积大大增加，减少了耕地面积，增加了治理荒漠化、沙化的投入；温室效应还使我国近 50 年海平面平均每年上升 2.6 毫米，给我国海岸带经济带来冲击。同时与全球变暖密切相关的一些极端天气气候事件，如暴雨、干旱、厄尔尼诺、沙尘暴、森林火灾等的发生频率和强度也在我国相应增加<sup>[2]</sup>。

---

<sup>[1]</sup> Arndt RL, Carmichael GR, Roorda JM. Seasonal source-receptor relationships in Asia. *Atmospheric Environment*, 1998, 32(8): 1397~1406.

[1] IEA: 中国能源展望

[2] IEA: 中国能源展望

[3] 《中国绿色时报》：五大转变——中国林业发展的历史性抉择

[2] 《中国绿色时报》：五大转变——中国林业发展的历史性抉择

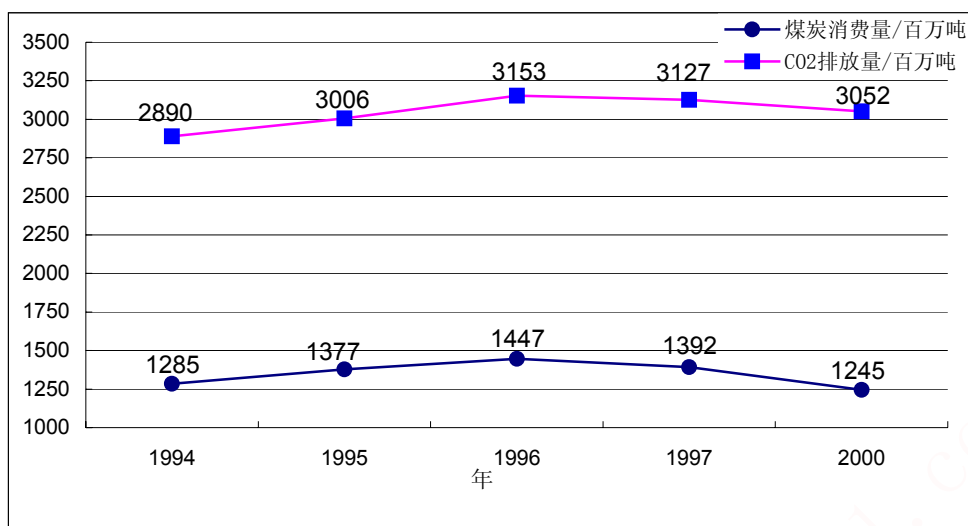


图 3-3 1994—2000 年煤炭消费量与 CO<sub>2</sub> 排放量趋势图

### 3.1.3 NO<sub>x</sub> 排放

煤炭燃烧生成的烟气中 NO<sub>x</sub> 主要是指 NO 和 NO<sub>2</sub>。据估计，2000 年我国燃煤 NO<sub>x</sub> 排放量约 1,015 万吨左右，约占全国 NO<sub>x</sub> 排放总量的 65%。鉴于我国的能源消耗量今后将随经济的发展不断增长，NO<sub>x</sub> 排放量也将持续增加。据有关研究的估算，到 2010 年，我国的 NO<sub>x</sub> 排放量将达到 2,194 万吨<sup>[1]</sup>。

NO 浓度较大时对人和动物的毒性很大，可与血液中血红蛋白转结合成亚硝基血红蛋白或正铁血蛋白，从而使人体血液输氧能力降低；NO 还刺激肺粘液状隔膜，是哮喘病发作的触因之一。NO<sub>x</sub> 中对人体健康危害最大的是 NO<sub>2</sub>，主要是影响呼吸系统，可引起支气管炎和肺气肿。

就 NO<sub>x</sub> 对环境的污染而言，大气中 NO<sub>x</sub> 和挥发性有机物（VOC）达到一定浓度后，在太阳光照射下 VOC 和 NO<sub>x</sub> 经过一系列复杂的光化学反应，可能产生以高浓度 O<sub>3</sub> 和细颗粒物为特征的光化学烟雾，形成了夏季城市天空经常出现的兰色烟雾。NO<sub>x</sub> 排入大气以后，也会被快速氧化成硝酸（HNO<sub>3</sub>）和硝酸盐细颗粒物，硝酸盐细颗粒物可输送上千公里，然后发生沉降。由于我国大气中 VOC 浓度较高，光化学烟雾的产生主要受 NO<sub>x</sub> 制约，大气 NO<sub>x</sub> 浓度的微小增加都会加重光化学烟雾的污染。光化学烟雾是一种二次污染，污染区主要位于污染源（城市）下风向 30—50km，由于 O<sub>3</sub> 和细颗粒物可以作长距离传输，造成区域性的氧

<sup>[1]</sup> 数据来源：国家环境保护总局

化剂污染和细颗粒物污染，使区域空气质量退化，减少太阳辐射，气候发生变化，对生态系统造成损害，农作物减产。

而且由于大气氧化性， $\text{NO}_x$  在大气中可形成硝酸  $\text{HNO}_3$  和硝酸盐细颗粒物，同硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和硫酸盐细颗粒物一起，发生远距离传输，从而加速了区域性酸雨的恶化。已有研究表明， $\text{HNO}_3$  对酸雨的贡献呈增长之势，降水中  $\text{NO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$  比值在全国范围内逐渐增加。目前我国已结合对两控区的划分工作，对  $\text{SO}_2$  排放进行了全面控制，但  $\text{NO}_x$  排放总量的快速增长及其大气浓度和氧化性的提高有可能抵消对  $\text{SO}_2$  的控制效果，使酸雨的恶化趋势得不到根本控制。

### 3.1.4 烟尘排放及对人体健康的危害

1995 年全国燃煤排放的烟尘总量为 1,478 万吨，占全国烟尘排放量的 86%，随着我国燃煤除尘技术的推广，近年来我国燃煤排放的烟尘排放量逐年下降，目前我国燃煤烟尘排放量占全国排放量下降到 70%，但每年我国煤炭的消费量仍直接影响着全国烟尘的排放量（见图 3-4）<sup>[1]</sup>。

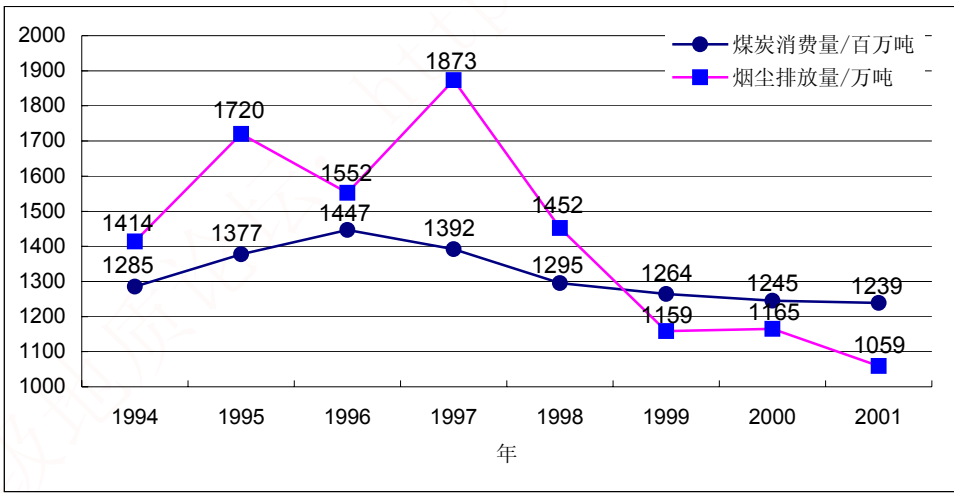


图 3-4 1994—2001 年煤炭消费量与烟尘排放量趋势图

大气中的烟尘对人体的危害极大，烟尘中粒径小于  $5\mu\text{m}$  的粉尘经呼吸道进入肺泡，被溶解吸收后可造成血液中毒，未被溶解的可能成为尘肺。烟尘中粒径小于  $10\mu\text{m}$  的飘尘还有吸附致癌物（苯并芘）、有害气体和液体以及细菌病毒等

<sup>[1]</sup> 数据来源：国家环境保护总局

微生物的功能，长期滞留在大气中会对人类健康造成极大的危害。烟尘排入大气后会降低大气的清洁度，影响植物光合作用。

### 3.1.5 煤电对环境的影响

燃煤电厂一直是我国的燃煤大户，对我国环境的影响也最大，这主要是因为我国电力生产以火电为主，而火电工业又有 95% 以上是煤电，我国煤电平均每年耗煤近 5.4 亿吨，截至 2000 年我国电煤消费量约占全国煤炭消费量的 61% 左右（见表 1-6）。

其次，我国发电用煤平均灰分为 28%，硫分 1.2%，燃煤电厂烧劣质煤也已成为传统习俗，所以高硫、高灰的中煤，甚至矸石最后都被发电厂烧掉了。这些情况导致的直接结果就是：我国煤电的烟尘、SO<sub>2</sub> 排放量均占全国第一位，其中煤电 SO<sub>2</sub> 的排放占到了“两控区”排放量的 59% 以上。

据国家环境保护总局统计，2000 年我国燃煤电厂 SO<sub>2</sub> 排放量 890 万吨，占全国 SO<sub>2</sub> 排放总量的 44.6%；烟尘排放量 300 万吨左右，约占全国 25%；CO<sub>2</sub> 排放量 12.82 亿吨，占全国 42%；燃煤电厂的 NO<sub>x</sub> 的排放量达到 290 万吨，约占全国 19% 左右。而据预测，在今后相当长时期内，我国电力工业仍将以煤炭为主要能源，并且煤炭用于发电的比重将越来越大，因此火电厂对我国环境的影响将继续加大。

## 4. 煤炭储运对运输系统和环境的影响

### 4.1 煤炭储运现状

#### 4.1.1 概况

我国煤炭生产与消费的地理分布极不均衡，煤炭生产基地主要在北部和西部地区，而煤炭消费主要在东部沿海地区，这就决定了北煤南运、西煤东运的基本格局。2001 年，山西、陕西和内蒙古西部地区煤炭净输出量（这些地区的煤炭输出总量减去输入量）达 279Mt，占全国省际净输出量的 51.8%；辽宁、北京、天津、河北、上海、江苏、浙江和广东各省市煤炭净输入量（这些地区的煤炭输入总量减去输出量）达 251.5Mt，占全国省际净输入量的 55.6%。

表 4-1 我国历年煤炭省间调入调出情况（一调入，+调出）

单位：Mt

地点	1995	1997	1998	1999	2000	2001
北京	-12.98	-21.17	-12.57	-8.98	-10.13	-10.83
天津	-20.66	-17.73	-20.75	-18.31	-16.84	-24.48
河北	-28.73	-35.81	-29.39	-36.30	-37.00	-49.34
山西	243.01	237.02	227.55	204.21	229.84	234.67
内蒙古	18.78	22.46	26.85	27.33	25.46	25.64
辽宁	-37.55	-34.82	-31.72	-29.80	-26.78	-30.79
吉林	-12.25	-12.10	-9.98	-8.08	-9.89	-8.37
黑龙江	12.67	12.77	10.30	9.62	11.22	9.46
上海	-34.58	-33.57	-30.44	-26.04	-27.41	-26.88
江苏	-44.36	-38.71	-44.31	-35.99	-40.11	-44.91
浙江	-27.43	-28.37	-34.04	-28.66	-28.28	-34.37
安徽	3.95	5.16	3.66	12.88	18.43	13.82
福建	-3.25	-3.23	-4.06	-4.37	-5.13	-4.68
江西	-1.75	-3.83	-5.60	-2.07	-3.64	-5.00
山东	-18.57	-19.68	-13.31	-11.30	-12.22	-29.61
河南	24.73	4.30	16.46	13.29	12.97	14.07
湖北	-32.04	-25.20	-25.05	-21.34	-21.67	-24.31
湖南	0.33	2.64	-1.12	0.55	-0.60	-1.36
广东	-21.94	-17.20	-18.20	-18.24	-21.98	-29.94
广西	-6.05	-6.42	-8.95	-6.69	-7.39	-8.30
海南	-0.61	-0.68	-0.47	-0.10	-0.39	-0.81
四川	1.79	0.99	-2.11	-1.98	-2.74	-1.09
重庆		1.27	1.42	2.14	3.19	3.34
贵州	5.37	9.19	14.97	11.27	10.47	10.76
云南	0.51	0.95	-0.90	0.46	-0.20	-0.65

陕西	6.60	17.10	10.30	12.52	18.45	18.71
甘肃	-1.51	1.91	-0.17	4.37	-1.36	-4.26
青海	-1.80	-1.30	-2.40	-1.11	-0.95	-1.24
宁夏	4.80	5.96	4.94	7.99	5.56	6.27
新疆	2.43	2.13	1.93	1.81	1.82	3.26

中国煤炭运输主要靠铁路。铁路运煤占其总货运量的比例最高。2001 年，铁路运煤量为 766.34Mt，占铁路总运货量的 41.9%。铁路运煤的平均距离为 552km。通过铁路从山西、陕西和内蒙古西部输出的煤炭总量约占铁路运煤总量的 33.0%。大同煤经秦皇岛港至上海，全长 2,000km，至广州，全长 3,150km。

1996—2000 年间，中国建成了长约 5,400km 的铁路。到 2000 年，投入使用的铁路总长已达到 68,000km。铁路运煤能力的不足已经大大缓解。

全国的铁路仍在铁道部的垄断之下，铁道部通过统一计划和控制运力管理铁路。这种情况不适合煤价放开以后的市场经济。水路和公路运输一直由交通部管理，其运力一直是放开的（水路运力 2001 年 5 月 1 日以后才完全放开）。

表 4-2 中国各种运输线路长度

单位：万公里

项目	1980 年	1985 年	1990 年	1995 年	2000 年
铁路里程	5.33	5.51	5.78	6.26	6.86
公路里程	88.33	94.24	102.83	115.70	140.27
内河里程	10.85	10.91	10.92	11.10	11.93
民航里程	19.53	27.72	50.68	112.90	150.29
国际民航	8.12	10.60	16.64	34.82	50.84

\* 说明：铁路里程包括国家铁路、地方铁路和合资铁路里程数；

\* 数据来源：中国煤炭加工利用协会

### 4.1.2 铁路煤炭运输

煤炭运输在铁路货运量中的比重一直维持在 41%—43%之间。1996 年是铁路煤炭运量最多的年份，高达 72,058 万吨，占当年铁路货运总量的 44.57%。煤炭平均运距近几年基本维持在 550—555km 左右。

煤炭调出量较大的省区主要有山西、内蒙、陕西、黑龙江、贵州、河南、安徽、山东等。铁路的煤炭运输流向为北煤南运，西煤东运。

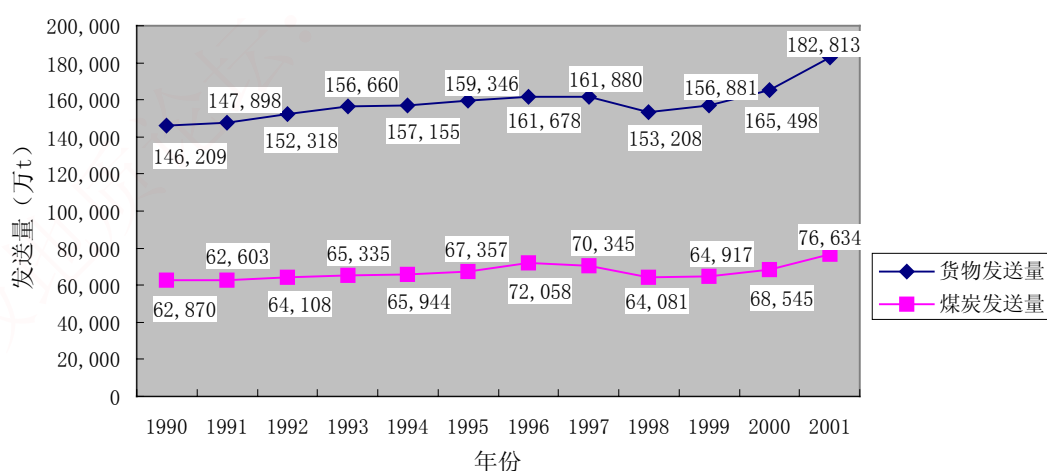
表 4-3 煤炭运量分布情况

单位：万吨

地区	1990 年		2000 年	
	煤炭运量	%	煤炭运量	%
华北地区	27,664	44.0	31,815	46.41
东北地区	11,172	17.77	9882	14.42
华东地区	8470	13.47	10,942	15.96
华中地区	7,473	11.89	7,305	10.66
西南地区	4,136	6.58	4,880	7.12
西北地区	4,042	6.43	3,720	5.43
全国总计	62,870	100	68,545	100

\* 来源：中国煤炭加工利用协会

“三西”地区是中国煤炭的主要补给地，也是铁路煤炭运输的重要地区。2000 年“三西”地区通过铁路外运的煤炭量为 23,100 万吨左右。其中山西 21,000 万吨，内蒙西部 1,500 万吨，陕西 600 万吨。“三西”地区煤炭外运主要有两个途径，一是铁路直达，主要供应京津冀、东北、华东和中南的内陆省区，如江苏北部、浙江西部、湖南、湖北等；二是通过铁水联运供应沿海地区和沿江地区，主要沿海港口有秦皇岛、天津、青岛、日照、连云港。长江港口有枝城、汉口、芜湖、浦口等。“三西”煤炭外运通路分北、中、南路。

图 4-1 近年铁路货物运输情况<sup>[1]</sup><sup>[1]</sup> 中国煤炭加工利用协会



### 4.1.3 水路煤炭运输

水路煤炭运输包括河运和海运。

1) 河运。长江和京一杭大运河是主要的内地水路煤炭运输通道。通过长江运输，煤炭要在南京、芜湖、武汉和枝城码头装船。这些码头可容纳 10,000 载重吨位。京一杭大运河从徐州到杭州延长以后，运河深 4m，河床宽 60-70m。

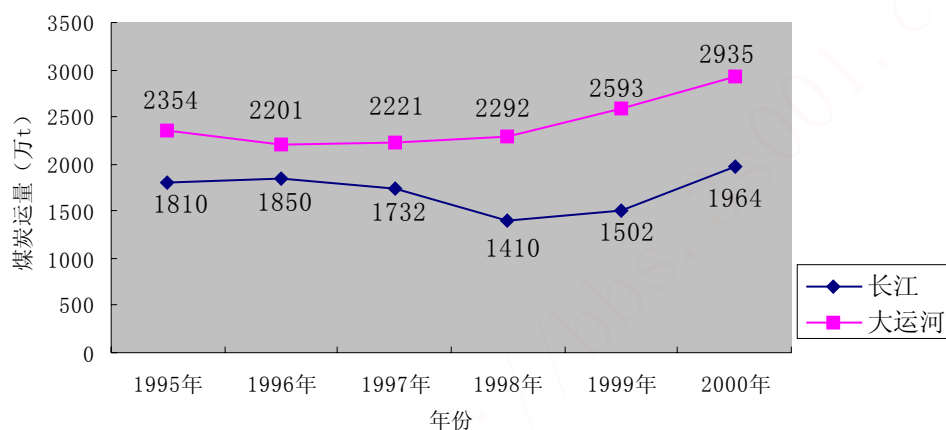


图 4-2 中国历年河运煤炭量

2) 海运。海运是北煤南运的主要通道，华北约 55%的煤通过海运至华东和华南地区。北方港口秦皇岛、天津、青岛、日照和连云港是主要煤炭外运港。1999 年，6 港煤炭发运量为 146.4Mt，其中秦皇岛港 69.7Mt，占 47.6%。海运使用的是 5,000 载重吨位的货船或 20,000-30,000 载重吨位的散装大船。主要煤炭接卸港是上海、宁波和广州。

秦皇岛港是全国最大的能源港口，也是世界最大的能源港口之一。秦皇岛港的运输能力为 115Mt/年，码头可容纳 100,000 载重吨位的船只。

2001 年 6 月，通过海运，秦皇岛—上海的运费为 27.0 元/t；通过长江，南京—上海的运费为 23.48 元/吨；通过大运河，徐州—杭州的运费为 58.0 元/吨。

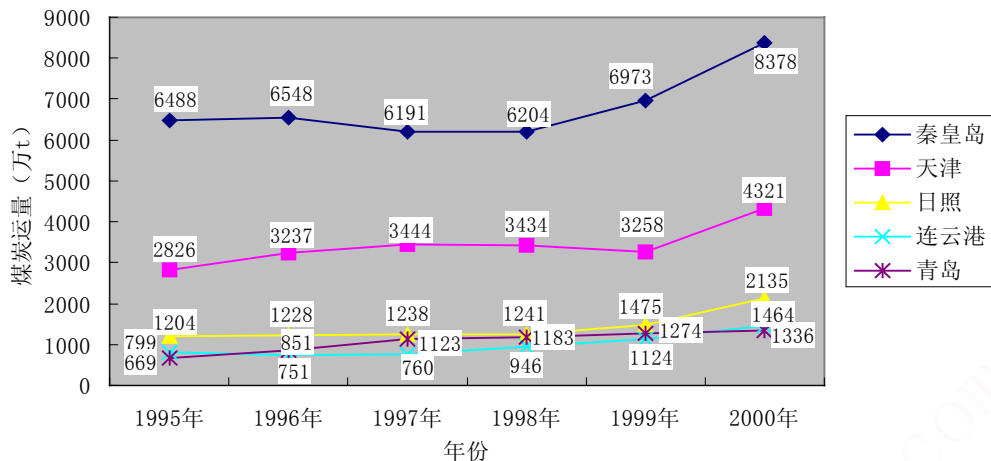


图 4-3 中国历年海运煤炭量

#### 4.1.4 公路煤炭运输

公路网分布广，汽车运输机动灵活，中转环节少，可实现“门到门”运输，但其单车运量较小，单位运量能耗和成本较高，所以公路主要承担能源基地内部煤炭运输，或铁路、港口煤炭集疏运输。由于铁路运力不足，在“三西”煤炭外运中，公路运输发挥着相当大的作用。目前，有 12 条煤炭外运公路，国道有大同—北京（109）、太原—北京（108）、太原—石家庄（307）、长治—邯郸（309）、晋城—阳城（207）；省道有大同—张家口、榆次—邢台、长治—安阳、晋城—焦作、左权—邯郸、高平—鹤壁、阳城—济源、晋城—沁阳等干线公路，都是重要的运煤公路。公路长距离运输用 15-35 吨的卡车。随着“三西”能源基地公路网的发展，特别是高等级和汽车专用路的发展，公路煤炭运输将继续发挥重要作用。

#### 4.1.5 煤炭进出口运输

1) 煤炭进出口量。中国是煤炭生产大国，也是世界上主要煤炭出口国之一。根据世界煤炭市场的需求和国内煤炭工业供应能力，煤炭出口量逐年增加，主要输往日本、韩国及东南亚。我国进口少量煤炭，主要来自朝鲜和澳大利亚。

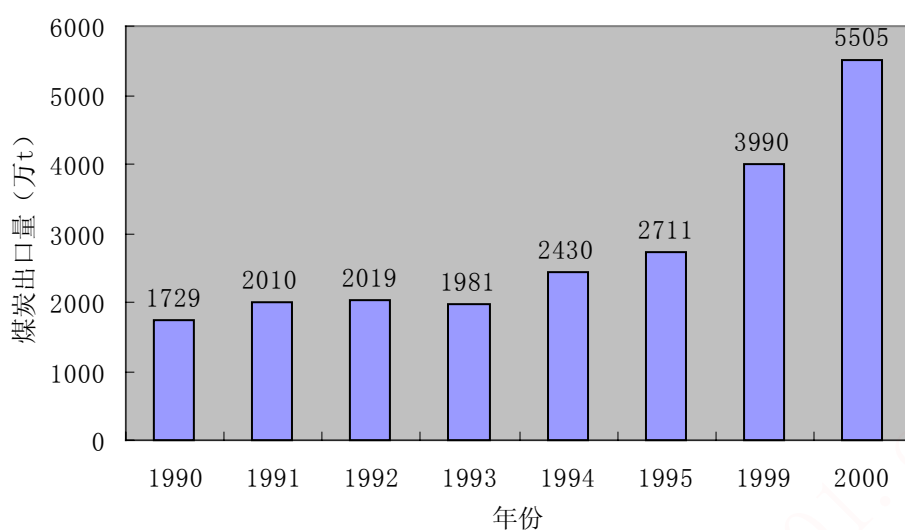


图 4-4 我国历年煤炭出口量

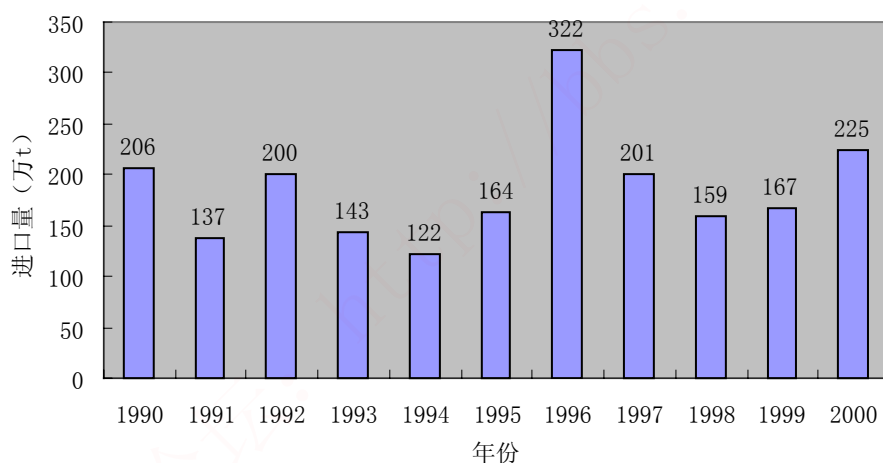


图 4-5 我国历年煤炭进口量

## 2) 煤炭进出口港口运量

中国承担煤炭出口任务的主要港口是秦皇岛港、天津、日照和连云港，承担煤炭进口任务的港口有上海、宁波、广州港。

2000 年我国外贸煤炭出口发运量完成 5,504.6 万吨，同比增长 37.97%。

我国煤炭出口市场主要在亚洲，如日本、韩国、台湾、香港、东南亚，而欧洲不到 10%。外贸煤炭出口港主要集中在沿海的秦皇岛、日照、青岛(前湾)、连云港、天津、防城，值得一提的是，秦皇岛港煤码头停靠船舶吨位升级，迎来第一艘海岬型大船。1999 年各港煤炭外贸出口占总量的比重见图 4-6。

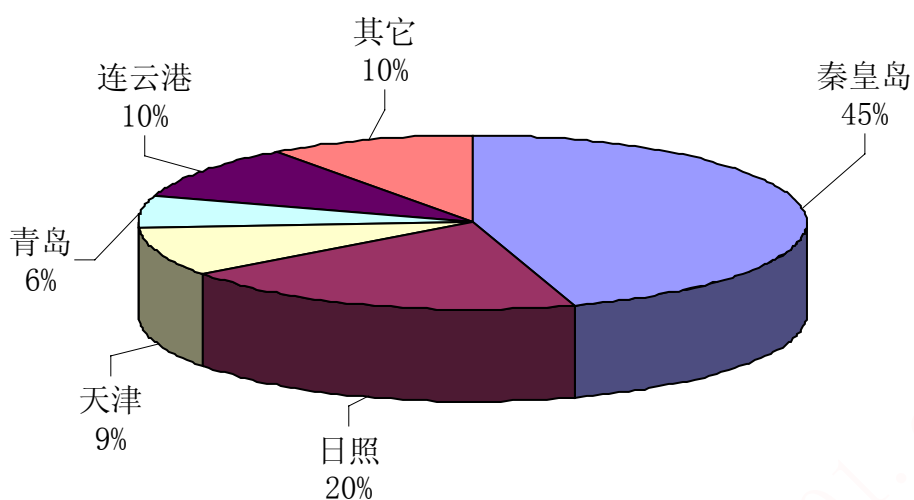


图 4-6 1999 年中国港口外贸煤炭出口量比重

#### 4.1.6 煤炭运输中存在的问题

1) 运输能力不足，影响煤炭生产和供应。近十年来是交通运输大发展的时期，重点之一是增加煤炭运输能力。铁路、港口、水运运煤能力都有很大提高，交通运输紧张程度有所缓解，但总体运力仍不足，不适应煤炭生产发展的矛盾依然存在。“三西”能源基地煤炭运输满足率虽有提高，但与需求相比仍有较大差距。

2) 煤炭流通、运输费用较高，对煤炭销售和生产有一定影响。煤炭生产地远离消费地，运输距离长，中间环节多，流通费用较高。例如，国产煤在东南沿海消费地区将遇到进口煤的竞争。

3) 煤炭质量较差。我国煤炭洗选发展缓慢，煤炭含矸石多，灰分高，造成无效运输，浪费运力，煤炭在运输过程中损失量很大，亏吨严重。煤炭在车站、港口堆存，由于场地不足或管理不善，往往造成不同煤种混合堆存，影响煤炭质量。煤炭运输质量存在的这些问题亟待改善。

## 4.2 煤炭储运造成的环境影响

煤炭储运形成的环境问题主要来自于煤炭的储、装、运过程中产生的煤尘飞扬对矿区及运输线路两侧生态环境的污染。

我国煤炭长距离运输，采用从煤矿的煤仓或煤场至火车（汽车、船舶）再至大型火力发电厂贮煤场、工业用煤企业煤场、各地区燃料公司贮煤场的运转模式，由于煤炭储、装、运设施常常不配套，加上调度、管理上的欠缺，在煤炭的储、装、运各个环节，均对周围环境造成严重污染。主要的污染现象如下。

### 1) 煤的自燃

由于我国煤炭产量不断增加，煤炭运输能力不足，以及煤炭市场的变化，每年煤贮存量已经超过 2 亿吨。煤炭在煤矿或各类贮煤场堆存一定时间后，会引起煤堆自燃。我国 56% 的矿井及煤层存在自燃发火的危害，采出的煤炭都存在着自燃发火的危险，特别是年轻的煤种，内在水分高、表面积大，易吸氧，自燃发火周期短，不仅在贮煤场可发生自燃，甚至装上车、船后都会发生自燃。

按煤炭自燃损失为产量的 1% 计算，我国每年由于煤炭自燃损失约 500—1,000 万吨。由于自燃可向大气排放  $\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$  等有害气体和温室气体，以含硫量 1% 计，由自燃向大气排放硫氧化物和硫化物等有毒有害气体达 20—30 万吨以上，除造成数亿元经济损失外，也对环境造成污染。

### 2) 煤尘污染

目前我国约有贮煤场 6,000 多个，其中贮煤能力 5 万吨以上的 1,700 个，2—5 万吨的 300 多个，这其中多为露天煤场，由于缺乏防尘、降尘及集尘设备，煤尘到处飞扬，不仅造成大量煤炭损失，还对环境造成严重的污染。露天堆存的煤炭不可避免地要发生风蚀起尘。起尘量与煤场当地气象条件有关。经分析预测，全国每年因贮煤而产生煤尘达 1,000 万吨左右。实测结果表明，在 5—6 级风力且无雨的气象条件下，煤堆起尘对贮煤场附近的大气环境质量影响较大，煤堆的下风向 500m 范围内 TSP 浓度全部超标，下风向 150m 左右的最大落地浓度超标 2 倍多，受影响的区域可达 1km，甚至更远。

此外，煤尘污染还包括煤的装卸起尘和运输扬尘。我国港口煤的装卸和港口贮煤场的煤尘污染同样相当严重。大型煤码头具有污染面积大、起尘原因多，生产线路长等特点，由于煤炭装卸属于露天作业，因而煤尘污染为面源污染。它的

起尘部位和方式有翻车起尘、胶带转接起尘、胶带运输起尘、堆料起尘、取料起尘及生产性二次取料起尘。由于，上述部位布置均属联接性，因而形成了连续的起尘系统。

煤炭在运输过程中的扬尘尤为突出。在我国，由于煤炭生产与消费之间巨大的空间差异，导致“北煤南运，西煤东输”的长距离运煤格局。运输中产生的煤尘飞扬，既损失大量的煤炭，又污染沿线周围的生态环境。据统计，2000年，我国铁路运煤量为 649 Mt，平均运距为 580km；经公路运输或中转到铁路的煤炭量达 6 亿吨，平均运距为 80km。若以 1%的扬尘损失计算，由于铁路、公路运输煤炭向大气中排放的煤尘至少 11 Mt，造成直接经济损失高达 12 亿元人民币以上，同时，造成对铁路、公路沿线两侧地区环境的严重污染。

据最近新闻报道，载重 70 吨的重型煤车每天早晨、中午、晚上从北京房山区坨里村的居民区中间穿过，巨大的声音就像在过坦克车，晚上要等煤车全部过完居民们才敢塌实睡觉。这种情况自 1991 年北京地方煤炭开发公司扩建、运煤线改道以来就给居民生活带来了极大的不便，，为了防止煤尘跑到屋里，居民们一年四季门窗紧闭，尽管如此烟尘还是无孔不入，早上起来桌子上一层煤渣。这条报道说明，汽车运输对居民区既产生噪声污染，也同样产生粉尘污染，据观测公路两侧 20m 内粉尘浓度达 100mg/m<sup>3</sup>，超过国家大气环境质量标准。

3) 水污染

露天贮煤场煤炭装卸时所用的降尘洒水、煤堆自燃时灭火用的洒水、洗胶带等冲洗用水等，如未做处理即排入江河湖海，也会对水体造成污染。煤堆的淋溶水，不仅带有大量的煤粉，同时含有煤中的各种有害有毒元素污染水环境。自燃煤堆的淋溶水往往造成酸性水性质的水污染。

表 4-4 煤炭储运造成的环境影响

类别	煤炭自燃有害气体排放量	贮煤产生煤尘	输煤扬尘	煤堆降尘洒水，淋溶水
对环境的影响	20-30 万吨 (SO <sub>2</sub> ,CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> S,CO)	1000 万吨/年	1100 万吨(2000 年) 经济损失 12 亿元	酸性水质 污染

## 5. 煤炭对环境破坏造成的经济损失的评估

### 5.1 煤炭开采、运输和利用对环境破坏造成的综合经济损失

中国经济的迅速增长并不是没有代价的，其中许多都反映在大家都能看到的环境恶化问题上。煤炭从开采、运输到利用都会污染环境，是造成我国煤烟型大气污染的主要原因。

据环境污染损失估算，1986 年至 90 年代中期环境污染导致中国经济损失呈不断上升的态势。（见图 5-1）

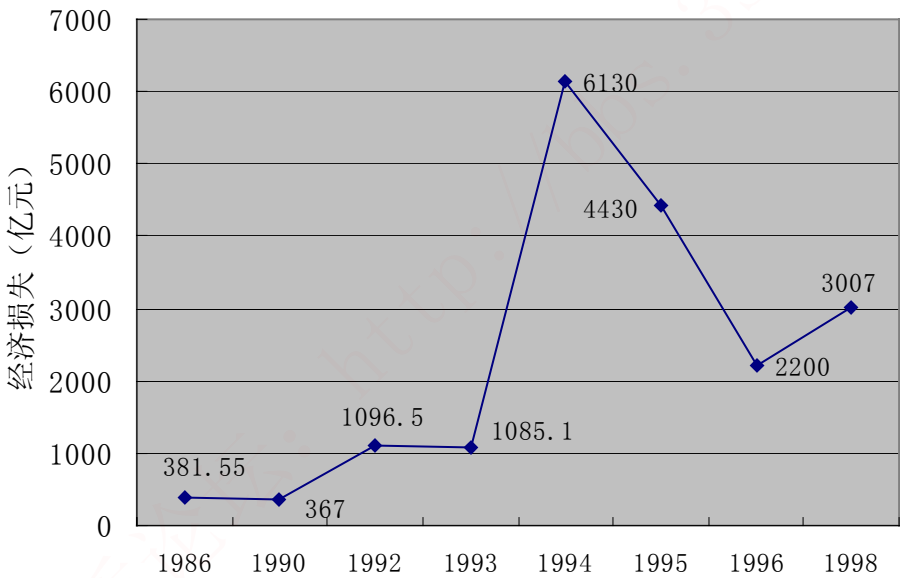


图 5-1 1986-1995 年我国环境污染的动态经济损失

注：1986 年、1990 年、1992 年和 1993 年的数据分别是当年环境污染经济损失；1994 年数据是全国生态破坏和环境污染所造成的经济损失；1995 年数据是全国空气和水污染造成的经济损失；1996 年仅为水灾造成的直接经济损失；1998 年仅为全国自然灾害造成的损失。

资料来源：《绿色 GDP 概念下的中国生态环境能力建设》，牛文元（中国科学院）



## 5.2 燃煤发电造成的经济损失

### 5.2.1 燃煤发电大气污染造成的经济损失

#### 1) 酸雨

燃煤排放的大量  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_x$  是我国酸雨形成的主要原因。继欧洲、北美之后,我国已成为世界上出现的第三大片酸雨区。酸雨不仅对农作物和森林损害极大,而且酸雨对于建筑材料也有极其大的腐蚀作用,从而对建筑物造成危害。据报告估算,1998 年,我国因为酸雨造成大量金属腐蚀导致的经济损失 1,600 亿元。

据测算,每烧 1 吨高硫煤,一般要产生 20-30 公斤二氧化硫,至少要花 50 元的治污费用,即含硫量每增加 0.1%,烧 1 吨煤造成的经济损失全国的高估值为 10.73 元,低估值为 4.71 元。据有关专家研究,排放 1 吨二氧化硫造成的直接经济损失约为 5,000 元<sup>[1]</sup>。

下面,我们不完全地粗略估算一下,2001 年我国燃煤发电排放的二氧化硫造成的经济损失。因各种不确定因素和某些无法估计的数据,在这里,我们仅考虑燃煤发电排放的二氧化硫污染造成的经济损失和二氧化硫的治污费用两部分。

燃煤发电排放的二氧化硫造成的经济损失可用下式表示:

$$F_s = S(w) + S(z)$$

式中:  $F_s$  — 燃煤发电排放的二氧化硫造成的经济损失, 元;

$S(w)$  — 燃煤发电排放的二氧化硫污染造成的经济损失, 元;

$S(z)$  — 燃煤发电排放的二氧化硫的治污费用, 元。

#### (1) 燃煤发电排放的二氧化硫造成的污染经济损失

$$S(w) = P_s \times P_e$$

式中:  $P_s$  — 排放 1 吨二氧化硫造成的经济损失, 元/吨;

$P_e$  — 燃煤发电排放的二氧化硫总量, 吨。

#### (2) 燃煤发电排放的二氧化硫的治污费用

$$S(z) = P_z \times P_e$$

---

<sup>[1]</sup> 《解决火电厂  $\text{SO}_2$  污染治理技术的探讨——白云石湿法烟气脱硫技术》, 作者: 毛健全, 熊天渝

式中： $P_z$  — 1 吨二氧化硫的治污费用，元/吨。

2001 年，我国二氧化硫排放总量为 19.48Mt，其中火力发电排放的二氧化硫为 653.98 万吨，在火力发电中燃煤发电占约 96%。那么，2001 年我国燃煤发电排放的二氧化硫造成的经济损失（包括治污费在内）至少为：

$$F_s = S(w) + S(z) = 5000 \text{ 元/吨} \times 653.98 \text{ 万吨} \times 96\% + 50 \text{ 元/吨} \\ \div (0.02 \sim 0.03 \text{ 吨}) \times 653.98 \text{ 万吨} \approx 423 \sim 477 \text{ 亿元}$$

## 2) 人类健康的影响

大气污染已对我国人体健康构成了严重的威胁。悬浮颗粒物（TSP）、二氧化硫（SO<sub>2</sub>）等对我国人民的健康损害尤其大，1995 年全国因为大气 TSP 和 SO<sub>2</sub> 污染影响导致的人体健康损失估算达到 171 亿元<sup>[1]</sup>。

我们来粗略估算我国燃煤发电排放的颗粒物对环境造成的经济损失。

燃煤发电排放的颗粒物造成的健康损失可用下式表示：

$$F_y = Y(t) \times Y(e)$$

式中： $F_y$  — 燃煤发电排放的颗粒物造成的健康损失，元；

$Y(t)$  — 1 吨颗粒物造成的健康损失，元/吨；

$Y(e)$  — 燃煤发电排放的颗粒物总量，吨。

1 吨煤可排放 15 公斤烟尘，烟尘排放量是指企业厂区内燃料燃烧产生的烟气中夹带的颗粒物数量。据有关专家估算，1 吨颗粒物造成的健康损失为 9,960-21,580 元/吨<sup>[2]</sup>。2001 年我国工业烟尘排放总量为 1,059 万吨，其中火力发电业烟尘排放量为 289.73 万吨。下面，我们粗略估算一下，2001 年我国燃煤发电排放的烟尘（颗粒物）对环境造成的经济损失：

<sup>[1]</sup> 《90 年代中期中国环境污染经济损失估算》，作者：郑易生，阎林，钱薏红

<sup>[2]</sup> 《以天然气代煤的经济技术分析报告》，王庆一主编

$$F_y = Y(t) \times Y(e) = 9960 \sim 21580 \text{ 元/吨} \times 289.73 \text{ 万吨} \times 96\% \\ \approx 277 \sim 600 \text{ 亿元}$$

总之，我国每年因酸雨、二氧化硫等造成的农作物、森林和人类健康方面的经济损失约 1,100 亿元左右。

### 3) 温室效应

目前，在各种温室气体中，CO<sub>2</sub> 引起的温室效应约占 50%，而大气中的 CO<sub>2</sub> 有 70% 是燃烧化石燃料排放的，而煤炭燃烧排放的 CO<sub>2</sub> 占总排放总量的 39%。因此，燃煤发电过程中排放的 CO<sub>2</sub> 对增强地球温室效应起重要作用。目前，我国 CO<sub>2</sub> 排放量在世界上排第二位，占 13.6%，即占世界人口四分之一的发达国家 CO<sub>2</sub> 排放量占全球排放量的四分之三。燃煤发电 CO<sub>2</sub> 排放约占我国因能源使用而排放 CO<sub>2</sub> 总量的 25%。我国在 2000 年 CO<sub>2</sub> 排放总量为 30.52 亿吨，其中燃煤发电 CO<sub>2</sub> 排放量为 12.82 亿吨。

我国是世界上受气候变暖影响最大的地区之一。近年来，全国范围内年平均气温异常偏高，一般偏高 1~2℃。东北东部和内蒙古大部偏高达 2℃ 以上，造成农业生产减产；西北部的沙漠化加剧。大气中 CO<sub>2</sub> 超标和大气升温可以导致特大降水，北部和长江流域经常受到洪水威胁。据报道，1998 年长江、松花江特大洪水给我国造成经济损失约为 4,000 亿元。2001 年是 160 年以来世界平均气温第二高的一年，在当年我国广西因洪灾损失 159 亿元。据新闻报道，2003 年我国南部广东、湖南等地区因降雨引起的洪水和山体滑坡造成的直接经济损失高达 62,000 多万元。

## 5.2.2 燃煤发电水污染造成的经济损失

除了大气污染之外，燃煤发电水污染对经济造成的损失也不可轻视。不考虑因地球物理原因形成的水污染造成的损失，仅仅计算人类生产活动中产生和排放的废弃物进入自然界水体所造成的水体污染而带来的经济损失，这数目就达到了 1,400 多亿元，大约占环境污染造成的全部经济损失值的 76.20%。其中，工业污染性缺水是各项损失中最严重的一项。1995 年，工业废水排放量 222.5 亿吨，全

国工业污染性缺水就造成直接工业经济损失 750 亿元, 占了水污染造成的损失的一半以上。2001 年, 全国废水排放总量 428 亿吨, 比上年增长 3.2%。其中工业废水排放量 201 亿吨, 占废水排放总量的 46.8%, 其中火力发电业废水排放量为 14.29 亿吨。

表 5-3 小型火电厂各废水系统水量和废水中的污染物统计

废水系统	冷却系 统排水	除灰废水	化学处理 系统排水	含油废水	输煤系 统废水	厂区生 活废水	杂用水 系统排水
占总废水 百分比	30-70%	20-50%	2-7%	0.1-1%	0.5-2%	0.5-3%	5-10%
主要 污染物	Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup> 等	重金属, COD, SS, Ca <sup>2+</sup> , SO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> 等	H <sup>+</sup> 或 OH <sup>+</sup> , COD, Cl <sup>-</sup> 等	油污等	SS 等	BOD 等	COD, SS 等

现有火电厂主要采用水力除灰系统, 冲灰渣水是火电废水中排放量最大、污染物超标最严重的废水。1996 年直属 6,000 万千瓦及以上火电厂冲灰渣水排放量达到 82,689 万吨。

下面, 我们不完全粗略估算一下我国燃煤发电排放的废水对环境造成的经济损失。因各种不可确定因素和某些无法估计的数据, 在这里, 我们仅考虑水资源的开发利用价值和废水排放形成的工业污染性缺水造成的直接工业经济损失。

燃煤发电排放的废水造成的经济损失可用下式表示:

$$F_w = W(u) + W(s)$$

式中:  $F_w$  — 燃煤发电废水排放造成的经济损失, 元;

$W(u)$  — 水资源开发利用价值, 元;

$W(s)$  — 燃煤废水的排放形成的工业污染性缺水造成的直接工业经济损失, 元。

(1) 水资源开发利用价值

$$W(u) = W(c) \times W(e)$$

式中:  $W(c)$  — 水资源开发利用的单位成本, 元/立方米;

$W(e)$  — 燃煤发电年废水排放量, 吨。

(2) 燃煤废水的排放形成的工业污染性缺水造成的直接工业经济损失

$$W(s) = W(d) \times W(e)$$

式中：W(d) — 单位工业废水排放量形成的工业污染性缺水造成的直接工业经济损失，元/吨。

我们假设水资源利用价值约为 2 元/吨。2001 年我国火力发电业废水排放量为 14.29 亿吨。又假设 1 吨工业废水的排放形成的工业污染性缺水造成的 GDP 损失为 30 元。那么，燃煤发电排放的废水造成的经济损失可粗略估计如下：

$$\begin{aligned} F_w = W(u) + W(s) &= 2 \text{ 元/立方米} \times 14.29 \text{ 亿吨} \times 96\% + 30 \text{ 元/吨} \times 14.29 \\ &\quad \text{亿吨} \times 96\% \\ &\approx 440 \text{ 亿元} \end{aligned}$$

另外，水污染对人体健康、渔业、农业造成的损失，以及对旅游业造成的间接经济损失往往是难以估算的。

### 5.2.3 燃煤发电废弃物造成的经济损失

废弃物污染是仅次于大气和水污染的又一污染。

2001 年，全国工业固体废弃物产生量 8.9 亿吨，排放量为 28.94Mt，其中火力发电业固体废弃物产生量 1.3 亿吨，排放量为 48 万吨。固体废弃物历年堆积量已达 64.6 亿吨，堆存占地 55,697 公顷。全国草原退化、沙化、盐碱化发展趋势很快，严重退化面积 9,000 多万公顷，占可利用草场面积的 1/3 以上。每年由于污染造成的经济损失在 1,000 亿元以上，如此惊人的数字，使社会对环境污染造成的经济损失达到了难以承受的地步。

我国火电厂用煤灰分较高，达 28% 左右，灰渣排放量大，到 1979 年，每年向江河排放达 1,028 万吨。经 16 年治理，到 1995 年底，直属火电厂解决了多年向江河排灰的历史遗留问题。

#### 5.2.4 燃煤发电造成的综合经济损失估算

通过上述不完全粗略估算，我们得出燃煤发电排放的二氧化硫造成的农作物、森林和人体健康方面的经济损失约为 1,100 亿元；燃煤发电排放的废水形成的工业污染性缺水造成的直接工业经济损失约为 440 亿元。

据估计，“十五”期间，我国环保投资共需 7,000 亿元，约占同期国内生产总值的 1.3%，约占全社会固定资产投资总量的 3.6%，其中仅大气污染防治和水污染防治的投资约需 5,500 亿元。2001 年，全国环境污染治理投资约为 1,110 亿元，我们可以认为是环境污染造成的间接经济损失的一部分。

如前所述，我国的环境污染主要是大气污染和水污染，大气和水污染主要来自工业污染，其中约 40% 来自燃煤发电。我们可以不完全粗略的估算一下，2001 年我国燃煤发电造成的经济损失。由于各种不确定因素和某些无法估计的数据，在这里，我们主要考虑大气和水污染造成的经济损失。2001 年我国燃煤发电造成的经济损失可用下式表示：

$$F_t = F_{so} + F_w + F_i$$

式中： $F_t$ —2001 年我国燃煤发电造成的经济损失，元；

$F_{so}$ —燃煤发电排放的二氧化硫造成的农作物、森林和人体健康方面的经济损失，元；

$F_i$ —2001 年我国在燃煤发电对环境污染方面的治理投资，元。

那么，2001 年我国燃煤发电造成的经济损失至少为：

$$\begin{aligned} F_t &= 1,100 \text{ 亿元} + 440 \text{ 亿元} + 1,110 \text{ 亿元} \times 40\% \\ &\approx 1,980 \text{ 亿元} \end{aligned}$$

可见，燃煤发电造成的经济损失竟高达约 1,980 亿元。但是，由于所得数据是不够完整的，在方法上也存在困难。所以我们计算的结果和现实损失的经济价值还相距甚远。严格说是部分可以计算的环境损失。

燃煤发电所造成的污染已成为制约我国国民经济和社会持续发展的一个重要影响因素，且已成为国际上，特别是周边国家和地区对中国关注的热点。如不改变现有的电源结构，这种局面将会加速恶化，直接影响我国 13 亿人口的健康并影响保护 16 亿耕地的国家大计。

能源专家说，中国应立即采取措施控制二氧化硫排放，否则十年后二氧化硫污染给中国造成的经济损失将累计达到 20,000 多亿元。如果煤在燃烧前、燃烧中和燃烧后的脱硫技术都能落实，到 2010 年二氧化硫的年排放量可减少 600 万吨。但据估算，为此需要投入的建设和运行费用将达到 1,300 亿元。

## 5.3 燃煤发电与可再生能源发电的成本比较

### 5.3.1 燃煤发电与可再生能源发电的成本比较

发电成本由两部分组成：固定成本（折旧费、工资福利费、修理费、保险费、管理费、其它费用）和可变成本（燃料费、材料费、流动资金借款利息等）。

对于燃煤发电，在不考虑长途运输能力和采煤能力方面的投资及对环境造成的污染的情况下，其发电单位投资和发电成本与可再生能源相比较低。

表 5-4 燃煤发电单位投资

煤电	燃煤+FGD (北京)	燃煤（浙江）			
		不带 FGD		带 FGD	
	300MW (国产)	2×300MW (国产)	4×600MW (进口)	2×300MW (国产)	4×600MW (进口)
单位投资 (元 / 千瓦)	5330	4538	5187	5219	5965

来源：《以天然气代煤的技术经济分析报告》，王庆一主编，2000 年

火电 30-60 万千瓦国产机组的单位投资为 5,400-6,300 元，进口的 66 万千瓦机组为 7,200-8,200 元。

燃煤发电成本一般为 0.10-0.30 元/千瓦时（不包括小型坑口电站）。随着煤炭价格的上涨，火电厂的发电成本还将上升。



下面，我们看一看可再生能源的单位投资和发电成本如何。

首先，对于水力发电，小水电站在规模上没有优势，单位装机容量投资较高。目前，500~10000kW 的电站单位投资约为 12,400~32,000 元/千瓦。在某些特殊情况下，单位投资可能还会更高些。在站址条件特别好的地方，或者当地的投入较为低廉时，单位投资可能会低一些。

对于大型水电站（大于 1000MW），投资相对较高。三峡工程总投资 1800 亿元，平均单位投资 9890 元/千瓦（不考虑二期地下机组的造价水平），与国内的其他水电站相比，三峡的造价是最高的。三峡工程每年发电量，相当于火电厂减少 5,000 万吨燃煤。九十年代末期投产的二滩水电站，造价是 6,384 元/千瓦。

水电与火电比一个最大的优势之一是其环保性能，但一般而言，相应其建设成本高于火电，水电与火电在单位投资方面相比较，大中型水电大约为 6,000-10,000 元，火电大约为 4,500-8,000 元，水电比火电高约 40%。

而水电站的长运营期和低运行成本却是火电站远远不及的。小型水电站的平均电价是 0.32 元/千瓦时。三峡电站预计上网电价为 0.25 元/千瓦时。随着国家对环保控制要求的提高，如果考虑到火电厂对环境污染造成的经济损失，这样水电与火电发电成本的差距将大幅缩小，甚至低于火电。

在市场经济条件下，发电成本和上网电价的高低将是水电发展快慢的决定性因素。应当说，水力发电的成本与其他发电手段相比是最低的，因此要求的上网电价应该是低的；但由于水电的一次性投资大，偿还银行贷款的负债压力大，影响了水电的发展。

其次，风力发电的成本情况如何呢？风力发电的成本主要是固定资产投资成本，约占总投资的 85%以上，主要靠进口，结果导致风力发电成本要远高于火电。今后如果解决了设备制造国产化问题，造价还会下降。目前，风力发电单位装机容量投资约为 8,000-10,000 元左右，发电成本每千瓦时约 0.40—0.90 元，使得风力发电难以与常规电力(煤电、水电)相竞争，发展缓慢。以新疆为例，目前每度火电成本只有 0.13 元，可风力发电成本却高达 0.53 元（含税价）。广东南澳岛安装风电机 8,680 千瓦，年发电量 2600 万千瓦时，上网电价 0.70 元左右。另外，小型风电的发电成本较高，100W 风电机的发电成本约为 0.85/千瓦时。

表 5-5 中国风电和煤电价格比较

单位：元/千瓦时（上网电价）

	风电	煤电	风电/煤电
新疆	0.70	0.32	218%
内蒙古	0.71	0.35	202%
辽宁	0.95	0.45	211%
山东	0.80	0.45	178%
浙江	0.79	0.50	156%
福建	0.79	0.55	143%
广东	0.77	0.60	132%

\* 资料来源：《中国可再生能源发展经济激励政策研究》，赵家荣主编，1998 年 10 月中国环境科学出版社

如果大型风力发电机组由中国本国生产取代进口，那么风电的成本可以降低 15%。据预测，到 2010 年，中国风电可能降低到 0.32 元/千瓦时，到 2030 年，降低到 0.22 元/千瓦时。

表 5-6 风电成本和每千瓦投资降低趋势

年 份	2000	2010	2030	2050
风电成本，元/千瓦时	0.47	0.32	0.22	0.20
单位投资，元/千瓦时	8,000~10,000	5,500~6,900	3,600~4,550	3,100~3,900

另外，我国太阳能发电成本较高。目前我国电池组件成本约 28 元/W<sub>p</sub>，平均售价 42 元/W<sub>p</sub>，成本和售价都高于国外产品。西藏措勤县 20kW 光伏电站，位于西藏自治区阿里地区措勤县县政府所在地，是一座以柴油发电机组作为备用电源的小型独立光伏电站。电站于 1994 年 12 月正式建成发电，投入试运行，电站至今已投入使用达三年半以上，运行正常，安全可靠，性能良好，电站太阳能电池方阵的总功率为 20kW<sub>p</sub>，年发电量可达 43,000kWh，电站的建设投资实际投资 290.1 万元。本光伏电站一年约可发电 4,300kWh，发电成本为 3.64 元/千瓦时，是相当高的，电站年运行成本 156,600 元。

表 5-7 光伏 PV 发电机组的售价和发电成本的预测

	1999	2010	2020
光伏发电机组售价，元/W <sub>p</sub>	65	30-40	14-28
发电成本，元/千瓦时	2.3	1.1-1.4	0.5-1.0

光伏发电技术资本成本高在任何一个国家都是问题，但是在中国尤甚，这是因为中国的平均收入更低。现在中国太阳能电池部件的平均成本是 28 元/Wp，平均销售价格是 42 元/Wp。连同辅助设备，系统整体价格可能要达到 40-60 元/Wp，是同等情况下其他技术的几倍。

常规燃煤发电成本与可再生能源发电成本的比较如图 5-12 所示。

表 5-8 常规燃煤发电与可再生能源发电成本和单位投资的比较

能源	煤电	水电	风电	太阳能发电
发电成本（元/千瓦时）	0.10-0.30	0.15-0.70	0.40-0.90	相当高
单位投资（元/千瓦）	4,500-8,000	6,000-10,000	8,000-10,000	
		（大中型）		

### 5.3.2 计入经济损失的燃煤发电成本

下面我们来粗略估算，当计入燃煤发电造成的经济损失后，燃煤发电的发电成本将增加多少。通过我们的不完全粗略估算，2001 年我国燃煤发电造成的经济损失至少为 1,980 亿元。2001 年我国燃煤发电量为 10,810 亿千瓦时。那么，计入经济损失后的燃煤发电成本的增加可用下式表示：

$$P_c = F_t \div P_o$$

式中：P<sub>c</sub> — 计入经济损失后的燃煤发电成本的增加，元/千瓦时；

P<sub>o</sub> — 2001 年我国燃煤发电量，千瓦时。

所以，计入经济损失后的燃煤发电成本的增加应至少为 0.18 元/千瓦时。

经不完全粗略估算后，计入环境污染经济损失后的燃煤发电成本每千瓦时将增加约 0.18 元。在此基础上，计入经济损失的燃煤发电成本与可再生能源发电成本的比较如图 5-9 所示。

表 5-9 计入经济损失的燃煤发电成本与可再生能源发电成本的比较

能源	煤电	水电	风电	太阳能发电
发电成本（元/千瓦时）	0.28-0.48	0.15-0.70	0.40-0.90	相当高

在我国某些地区，燃煤发电成本将上升到每千瓦时 0.48 元，这一数据超过了我国大部分水电站的发电成本，而且甚至超过了某些风电的发电成本。我们在对电力系统进行计划、扩建和改革时应对环境的影响一并考虑进来，要比等环境已经遭到破坏，再考虑环境影响更为有效。今后，随着我国对环保的要求越来越严格，煤炭价格也会不断上涨，国家逐步给予可再生能源利用的优惠政策，可再生能源技术的逐渐成熟和国产化的形成以及市场的扩大和其特有的环保特点，可再生能源的技术成本会下降 6. 现有政策对煤炭生产与消费及其环境后果的影响。

国家有许多政策和法律法规，其中国家宏观产业政策和经济规划对未来煤炭行业以及全国的煤炭消费市场产生长远的影响。另外节能政策、环保政策、经济政策等对煤炭生产利用有直接影响。

## 6. 现有政策对煤炭生产与消费及其环境后果的影响

### 6.1 国家宏观产业及经济政策对煤炭行业的影响

今后我国经济发展有 7 个方面的趋势和政策取向：第一，对经济结构进行战略性调整；第二，加快城市化进程；第三，加快西部开发；第四，实现可持续发展；第五，完善市场经济体制；第六，发展开放型经济；第七，提高人民的生活水平。这七个方面都与能源生产和消费相关，其中西部大开发战略主要影响能源的布局，对生产和消费总量影响不大。但可持续发展战略与产业结构调整对煤炭生产消费有明显的长期影响。

#### 6.1.1 可持续发展战略

到 2010 年，我国 GDP 将比本世纪末再翻一番，到 21 世纪中叶达到中等发达国家水平。如果能源生产和消费方式保持不变，中国未来的能源需求无论从资源、资金、运输还是环境方面都是无法承受的。因此，改变能源生产与消费方式，实现能源、电力结构多样化，建立对环境危害较小甚至无害的能源系统，是中国可持续发展战略的重要组成部分。

可持续发展战略的核心是发展，经济发展是实现人口、资源、环境与经济协调发展的根本保障。同时可持续发展要求既要考虑当前发展的需要，又要考虑未来发展的需要，不以牺牲后代人的利益为代价来满足当代人利益的发展。所以我国的能源供应必须满足经济发展的中长期目标。考虑到我国人口众多，人均能源资源占有量大大低于世界平均水平。尽管短期内大量开发煤炭资源可以满足发展的要求，但是要保证长期能源供应安全，仅仅依靠煤炭显然是不行的。所以必须把对煤炭资源的开发与节约相结合，制定合理有序的煤炭开发利用目标；必须重视其它能源的开发，特别是可再生能源的开发利用；还必须重视国际能源市场，建立国家能源储备制度等综合措施解决能源安全问题。

可持续发展的重要标志是资源的可持续利用和保持良好的生态环境。在我国，可持续发展能源战略中既要考虑到如何在能源的开发转换利用过程中的污染

防治和环境保护，还要考虑在能源结构和效率方面如何适应不断提高的环保要求。所以我国的能源生产消费结构将发生变化，以降低煤炭在能源结构中的比例。提高煤炭的利用效率，以降低煤炭生产消费对环境的冲击和破坏。

### 6.1.2 产业结构调整战略

我国处在从二元经济向现代化经济转型时期，工业化是不可能超越的历史阶段。但我国在当代历史条件下走的是一条新型工业化道路。产业结构调整的目标是大大提升第三产业的比重，降低第一产业在国民经济中的比重，同时对第二产业内部结构进行调整。能耗高，能源效率低下、污染严重的传统工业的发展将受到限制，同时应用高新技术和信息技术对这些工业进行改造。

产业结构调整的结果将使我国的国民经济增长与环境相协调，同时降低国民经济增长对能源消耗的需求。可以预见，随着中国经济的不断高速增长，能源消耗特别是煤炭消耗将不断增加，但不会是指数式增加。而是线性增加，能源需求增加的速度将低于国民经济增长水平。

## 6.2 改革开放以来的中国能源政策及未来走向

改革开放以来，由于中国经济持续高速发展，能源需求大幅度增长，能源短缺问题成为中国经济中主要问题之一。为此，中国政府制定了一系列能源政策，这些能源政策包括能源开发投资政策，能源布局政策，能源技术装备政策，能源价格、税收、信贷政策，能源进出口政策等。这些能源政策的出台与实施对解决能源短缺问题起了重大作用。进入 20 世纪 90 年代以后，中国由短缺经济转向过剩经济，能源瓶颈对国民经济发展的约束作用基本上解除，主要能源煤炭甚至出现了供大于求，在新的供求关系条件下，中国的能源政策也进行了初步的调整。可以预计，在 21 世纪中国的能源政策还要作较大的调整。

### 6.2.1 能源政策综述

#### 1) 以增加能源供给为宗旨的能源开发政策

1978~1994 年前后，我国经济高速增长，能源短缺，我国出台的一系列能源

---

<sup>[1]</sup> 中国社会科学院工业经济研究所，史丹，《中国能源政策回顾与未来的政策取向中国能源政策回顾与未来的政策取向》



政策的中心指导思想是加大能源建设投资力度，扩大能源供给的数量。从 1985 年到 1997 年，能源工业的固定投资年增长速度达到 20%，90 年代，每年增加的投资都在 300 亿元以上。其中电力固定资产投资力度和增长速度最大。

## 2) 各种经济成分共同发展的能源政策

由于国家资金紧张的限制，国家投资无法满足能源短缺的需要，因此，国家出台政策措施鼓励多种经济成分共同参与能源建设。其中煤炭行业最为明显，受当时“有水快流”的政策影响，煤炭产量迅速增加，形成国统矿、地方国营矿和乡镇煤矿三分天下的局面。尤其是乡镇煤矿异军突起，曾经占据煤炭产量的半壁江山。为能源短缺问题做出了巨大贡献。

## 3) 能源价格政策

能源价格政策对能源生产的影响最大，价格政策对鼓励地方、部门和企业参与电力建设，起到了重要作用。由于电力价格的上升，电力建设吸引了大批的建设资金。同时，国家对煤炭的价格政策也给予一定程度的放开，调动煤炭生产企业的积极性，鼓励煤炭产量的增长。但是煤炭价格以及电力价格的非市场化，导致近来的价格之争。关于这个问题，将在以后的章节讨论。

## 4) 扩张转向收缩的煤炭生产政策

多年的扩张政策，能源供应超过需求，加上经济增长速度减缓，煤炭产量自 1997 年开始下降，煤炭生产开始收缩。到 2000 年，全国煤炭产量只有 9.8 亿吨。而电力生产的增长速度也开始减缓，自 1996 年，火电装机容量增长速度开始下降，火力发电量的增长平缓（如图 6-1 所示）。

## 5) 调整结构、提高效益的能源政策

通过长期政策引导，基本解决了中国能源短缺的问题。其中煤炭和电力曾经还出现了供大于求的局面，因此，1994 年以后，我国能源政策从注重发展的数量方面转向注重增长效益方面。



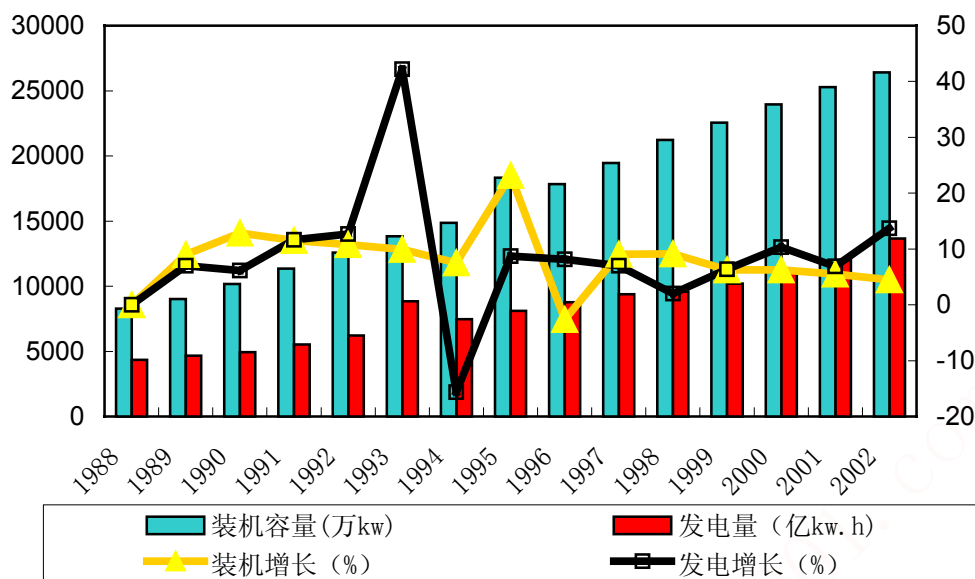


图 6-1 火电装机容量和发电量历年变化<sup>[1]</sup>

## 6.2.2 电力供应现状及其影响

### 1) 电力供需新形势

目前从电力供应方面，全国发电量持续快速增长。2002 年，全国发电量完成 16,024 亿度，增长 11.7%。2002 年全国发电量增长呈逐月增高、同比加快和持续增长的态势，其中第四季度增长 16.8%，加快 8.1%。而需求方面，全国用电需求持续走高，工业用电拉动明显。2002 年，全国用电增长 10.3%，与发电量增长基本同步。然而，2002 年入冬以来，重庆、四川、河南、贵州、山西等地用电高峰期出现电力供应紧张情况，高峰时段被迫错峰填谷、计划限电甚至拉闸限电，电力短缺已成为一个新的瓶颈（20%电力短缺）。

### 2) 电力供需矛盾的原因分析

这次出现的全国大面积缺电的原因很多，各家媒体争相报道，各行业也众说纷纭。主要有以下观点：（1）国民经济增长导致电力需求加速增长；（2）电力建设多年来呈下降趋势，电力生产能力不足；（3）电煤供应不足；（4）煤炭行业与电力行业的价格之争导致电力企业操纵市场供应。

<sup>[1]</sup> 资料来源：电力工业年鉴 2001

### (1) 国民经济增长导致电力需求加速增长

2002 年国内生产总值比上年增长 8%，经济总量再上新台阶。全国工业增加值增长 10.2%，规模以上工业企业增长 12.6%，实现利润增长 20.6%，是近几年增长最快的一年。受此牵动，2002 年我国全社会用电量达 16,386 亿千瓦时，比上年同期增长 11.6%。今年一季度 GDP 增长 9.9%，继续保持旺盛增长。用电承接上年逐季高攀，全国用电量完成 4,124.4 亿千瓦时，比去年同期增长 17.2%。其中城乡居民生活用电增长 15.36%。第三产业用电同比增长 19.5%；乡镇工业增长迅猛，速度高达 36.1%；轻、重工业齐头并进，分别增长 20.2% 和 17%；制造业增长 18.9%。从地区分布来看，用电增长率在 20% 以上的省份有：浙江、内蒙古、江苏、宁夏、河南、山西、湖南、上海等七省一市。

电力经济专家胡兆光认为，投资拉动高耗能行业用电量快速增长，是当前电力需求增长迅猛的主要原因。根据模拟分析，我国经济发展的周期为 9 年左右。1999 年开始，我国经济进入新一轮发展周期的上升阶段，2003 年达到高峰。

近年来，政府采取加强对固定资产的投资，以及创造较好的投资环境吸引外来投资等一系列有力措施，带动了基础产业及加工业的快速发展。不过，他也指出，1997 年-2002 年 GDP 年均增长 7.7%，而全社会用电量年均增长 8.1%，使得电力消费弹性系数高达 1.05。这与 1981-2000 期间 GDP 年均增长 9.7%，全社会用电量年均增长 7.9%，电力消费弹性系数为 0.81；以及 1996 年-2000 年 GDP 年均增长 8.3%，全社会用电量年均增长 6.4%，电力消费弹性系数为 0.77 的情况形成了相悖走势。这种现象出乎多数人的预料，使得电力建设没有跟上经济发展的节拍。<sup>[1]</sup>

国家发展和改革委员会副主任张国宝认为：经济快速发展和人民生活水平不断提高，用电大幅度增长，是供电紧张的主要原因。工业用电仍是拉动用电需求增长的主要因素。2003 年 1 月~2 月用电增长 17.64%，其中 75.13% 为工业用电。电气、电子设备制造用电增速超过 30%，高耗能产业用电增速超过 20%。<sup>[2]</sup>

---

[1] 资料来源：电力经济专家胡兆光：什么在拉动电力增长？

<http://www.cctd.com.cn/html/detail/03/07/01/00001701/content.html?1059012787812>

[2] 资料来源：张国宝：用电大幅度增长是供电紧张的主要原因

<http://www.cctd.com.cn/html/detail/03/06/05/00000723/content.html?1059012788071>

## （2） 电力建设滞后，电力生产能力不足

电力专家的主流意见是：“十五”电力建设计划定得保守了。由于“十五”计划的盘子太小，导致每年新投产发电装机容量不能满足发电量增长的需要。按原计划，“十五”后三年，全国能够投产的机组只有 6,000 多万千瓦，而今年一年的用电增长就要达到 1,500 亿千瓦时，至少要吃掉 3,000 多万千瓦的容量。

制定十五计划时，正值中国经济软着陆，电力供应自 1997 年起出现了难得的供求宽裕的局面，计划制定者对“十五”期间的电力需求做出了过低的估计。当时有三个观点，一是全国电力富余，富余得太多了；二是今后的电力增长大概是 3% 到 4%；甚至提出三年不批新建电力项目。

需求增长太快，供给却没有跟上。电力供给能力主要决定于发电装机容量。近几年，发电装机容量的增长率一直低于发电量的增长。2000 年，发电量的增长接近 11%，装机容量增长 6.88%；2001 年，发电量增长 8.43%，装机容量增长 6.04%；2002 年发电量增长 10.5% 以上，装机容量只增长 5—6%。<sup>[1]</sup>

而全国发电量完成 4,088.84 亿千瓦时，比去年同期增长 16.02%。其中，火电 3,554.07 亿千瓦时，增长 15.47%；水电 437.66 亿千瓦时，增长 6.1%；核电 93.3 亿千瓦时，增长 197.32%。即使发电量没有损耗，全部派上用场，发电量与用电量之间还存在 35.55 亿千瓦时的缺口。<sup>[2]</sup>

## （3） 电煤供应不足

部分地区缺煤使得部分火电机组受到一定影响。整个国民经济保持快速发展拉动了对煤炭的整体需求，虽然电力系统储煤总量超过了最低标准，但各地区不

---

[1] 资料来源：缺电凸显计划的尴尬，  
<http://www.cctd.com.cn/html/detail/03/07/02/00001823/content.html?1059012170500>

[1] 资料来源：缺电凸显计划的尴尬，  
<http://www.cctd.com.cn/html/detail/03/07/02/00001823/content.html?1059012170500>

[2] 资料来源：唇齿相依--今年电力供应紧张对煤炭市场的影响  
<http://www.cctd.com.cn/html/detail/03/06/27/00001598/content.html?1058944563673>

[2] 资料来源：唇齿相依--今年电力供应紧张对煤炭市场的影响  
<http://www.cctd.com.cn/html/detail/03/06/27/00001598/content.html?1058944563673>

平衡，华北、东北等发电厂情况不够理想，个别煤种、矿点煤炭供应紧张。同时，国有重点煤矿生产能力已饱和，小煤矿受关井压产的影响，恢复缓慢。另外，铁路运力也是左右电煤供应的重要因素之一。

2003 年初，我国部分省市接连发生发电厂用煤告急情况，一些电厂被迫停机，局部地区频繁拉闸限电。在产煤大省山西，竟然也出现了发电用煤紧缺的情况。<sup>[1]</sup> 这种情况在沿海工业发达地区尤为严重。

#### （4）电煤行业利益之争导致电力企业和煤炭企业操纵市场供应

此次煤电争端的苗头初露于 2002 年底在长沙举行的 2003 年度煤炭订货会。原国电公司由中能电力工业燃料公司牵头组成的订货领导小组参加。早在本次订货会前，国家电力公司就针对电煤涨价的苗头专门召开过一次党组会，会上确定只接受贫瘦煤涨价 3 至 5 元，其它煤价不变。但在订货会上，煤炭方提出全面涨价，要求电煤价格每吨普遍调高 5 元，贫瘦煤等紧缺煤种每吨涨 10 元至 20 元。电力方认为要价太高，拒不接受。因为价格分歧，原定 2.4 亿吨电煤的合同只签了 9,000 多万，并且都是与山西以外的煤炭供应公司以 2002 年的价格签订的。而占供应量 60%的电煤合同并没有及时签订。

但与电打了多年交道的煤炭行业有人士称，电力价格的非市场化其实已经成了其行业自保的一个有力筹码。当煤炭市场疲软时，电力部门会说，国家放开了煤炭采购市场，谁的便宜当然就买谁的；当煤炭市场价格走强时，电力部门又会说，煤炭市场放开了，而电力市场没有放开，拉闸限电是由于煤炭货源不足，煤炭涨价所致，并且以此要挟政府予以调停。中国煤炭工业协会负责人还认为，电力行业在煤炭采购上存在着垄断行为，违背了市场交易原则。自 1998 年撤消煤炭部后，煤炭企业全部下放到地方，进入市场 3 万多个煤炭企业自行销售，形成了高度分散的行业内竞争局面。电力行业方面，虽然组建了 5 个发电集团，但这些集团的电煤采购合同都得由中能电力工业燃料公司统一审核、协调价格、统一盖章。

---

<sup>[1]</sup> 资料来源：唇齿相依--今年电力供应紧张对煤炭市场的影响  
<http://www.cctd.com.cn/html/detail/03/06/27/00001598/content.html?1058944563673>

根据上述情况，不排除电力企业拒不接受电煤涨价的现实，火力发电机组开工不足，导致电力大面积短缺。给国家施加压力，迫使煤炭行业就范，维持较低的电煤价格的可能。同时也不排除煤炭企业联合上涨煤价，争取行业整体利益水平提高的可能。<sup>[1]</sup>

综合上述分析，作者认为：上述原因都是促成这次电力紧缺的原因。国民经济加速增长导致对能源特别是电力的需求猛增，而近年来由于建设速度减慢，造成供应能力的不足。供需不平衡造成了电力紧缺。同时，由于电力和煤炭改革不同步，半计划半市场的体制造成了电力和煤炭两个垄断行业之间利益分配不均，尚不成熟的市场无法调整行业之间的利益格局，所以价格之争加剧了电力短缺。

### 3) 对我国能源政策的影响

这次电力短缺虽然不会影响能源供应的总体和长远的格局和规划。但是在短期内会对短期的能源市场和政策造成一定影响：

(1) 电力建设特别是煤电建设将会出现热潮。为了保证国家经济发展的需求，估计国家将会对电力加大投资建设力度，同时外国资本和地方、民营资本目前也普遍看好中国能源行业，估计将会呈现出一轮新的能源投资热和建设高潮。由于火电建设项目时间短，将成为短期内解决电力短缺的首选。

为保证电力系统的供需平衡和稳定运行，报经国务院批准，国家有关主管部门决定将“十五”期间全国新开工的电源项目的总规模增加到 11,000 万千瓦，比原计划增加了 3,000—5,000 万千瓦。到 2005 年，电力装机总容量要达到 4.3 亿千瓦。按照国务院的要求，“十五”后三年，每年要新增装机 2,500 万千瓦。2003 年国家批准开工大中型项目 3,300 万千瓦左右，而且大部分为短平快火电厂项目，多已在上半年开工建设。预计 2004 年和 2005 年可能分别投产大中型项目 2,140 万千瓦和 2,410 万千瓦，考虑其间还要投产一些其它机组，到 2005 年全国发电装机容量将可能接近 4.3 亿千瓦。

---

<sup>[1]</sup> 资料来源：煤炭一涨价电业就拉闸价格之争诱发电力告急  
<http://www.cctd.com.cn/html/detail/03/06/26/00001564/content.html?1058944563674>

也就是在电力短缺的背景下，6月10日，中国华能集团公司、中国电力投资集团公司和淮南矿业（集团）公司在北京签署“联合开发建设淮南煤电基地合作意向书”，计划在淮南建设一座发电装机总规模超过长江三峡的“火电三峡”并向上海、江苏、浙江送电。

（2）加快能源市场改革，尽快形成成熟的能源市场环境。目前，煤炭已经逐渐走向市场，煤炭价格在1993年放开，然而占煤炭主要部分的电煤价格却一直没有放开，2001年，国家取消对电煤的指导价限制。而多年来电煤价格一直偏低。（见图6-2）据对原中央财政煤炭企业统计，从1997年到2003年4月，煤炭企业销售成本从111.28元/吨至139.27元/吨变化不等，而此间电煤销售单价在120.93元/吨到137元/吨之间。7年间，销售一吨电煤的平均销售毛利只有6元/吨。其中1998年还是亏本销售，每销售一吨电煤亏损6元。如果将销售成本之外的其它经营成本、财务费用、检斤验质、运输损害等因素考虑进来，销售电煤总体是亏本的，电煤价格未反映价值。

同时，电力价格改革也必须跟上形势，逐步放开电价。真正实现厂网分开，竞价上网。现阶段，我国电力价格还是由国家控制，但国家控制价格并不等于电力价格不能上涨。实际上，从1996年至今，全国各地区电力已多次提价，而且提价是以行政法律形式规定，并且一般都是只升不降。根据测算，每吨煤发电后利润在60元左右，而电煤利润只有6元，所以，电价放开后，电价的降价空间仍然很大。必须理顺电力和煤炭的利益分割，为广大用户提供优质廉价的电力。作为最重要的能源部门，电力行业将不断改革，加快建设的步伐。在世界电力工业非管制化的浪潮中，中国电力工业近年来经历了重大的体制改革。并将继续坚决地走市场化的道路。估计在2010—2015年，可以实现全面开放的全国性的电力市场。



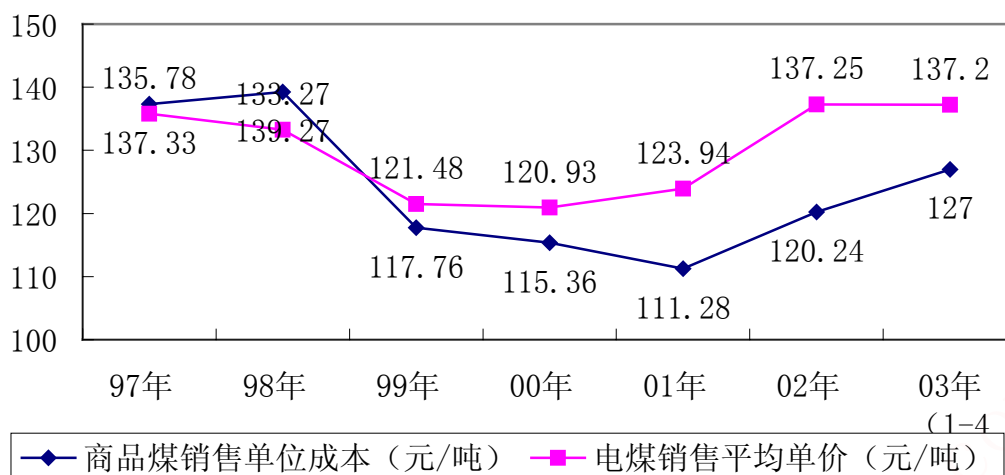


图 6-2 商品煤销售单位成本和电煤销售单价对比<sup>[1]</sup>

其次要改变电力企业和煤炭企业的垄断性质，国家电力公司在 2002 年底撤分成五家发电公司和两大电网公司后，燃料采购则由中能燃料公司一家负责，垄断度大为提升。而 1998 年撤销原煤炭工业部后，煤炭企业基本上完全推向了市场，现在经营煤炭生产的企业近 3 万个，销售企业则更多。没有哪一家行政部门或行业协会能够统一全国煤炭企业步伐。煤炭和电力关系本来是我国能源工业中休戚相关的上下游产业关系，但现在出现煤电顶牛的情况，在很大程度上是由垄断和分散的行业状况造成的。电力部门的燃料垄断采购体制不打破，煤电价格的矛盾还会继续下去。同时也要防止煤炭企业实行垄断销售和价格同盟。

所以，打破垄断，促进正当竞争，理顺电煤价格和电力价格之间的关系，建立真正成熟的市场秩序，减少行政干预将是未来相当长时间能源政策应当考虑的方向。

截至目前，国家电力监管委员会也着手制订相关的规则，相关的法律和法规也在起草或修订之中。电力调度交易中心也在建设之中，将在 5—10 年内在各区域电力市场逐步开展发电竞价上网活动。同时，发电企业向大用户和配电网直接供电的试点工作也在进行。相信“十五”以后，还会进一步深化电力体制改革，包括逐步实行输配分开，在售电环节引入竞争机制。

(3) 加快水力、可再生能源和核能发电建设，从目前的能源短缺情况看出，

<sup>[1]</sup> 资料来源：关于电煤价格的几个问题，<http://www.cctd.com.cn/html/hangye/hyzz/jgwt.htm>



煤炭对整个能源市场的影响是巨大的，是垄断性的，如果动摇煤炭的生产销售和供应将会对全国的能源供应造成巨大的冲击。煤炭在国家能源结构中的垄断地位对国家的能源安全构成了一定的威胁。同时煤炭的垄断地位也对其它能源的开发利用造成了威胁，阻碍了其它能源的发展。以二滩水电站为例，1999 年 12 月 4 日第六台机组投产发电。虽然全部机组都投入并网发电，但二滩水电站面临的是数年的亏损经营和数十亿元的亏损额。主要原因是，当时的国家电力公司在周边地区建设了部分火力发电站，导致二滩水电站开工不足，水能资源浪费严重。

所以只有积极发展其它可再生能源，降低煤炭在能源结构中的比例，才有可能将这种风险降低。国家应该制定政策扶持其它能源的发展。

### 6.2.3 未来能源政策的取向

尽管目前出现了电力短缺的局面，但是不可能影响中国未来的能源政策发展方向，但在短期内，将会对煤炭生产企业和电力企业，以及电力改革进程造成一定的影响。

#### 1) 短期内中国的能源政策与市场变化（未来五年）

(1) 作为电力行业上游行业，电煤价格的矛盾导致电力和煤炭企业的联合。为了保证煤炭的供应，估计电力企业将会加速对煤炭生产企业的兼并收购和联合。同时，由于电力生产利润大大高于煤炭生产的利润，估计煤炭生产企业独立办电的积极性也会上升。但是如果不能真正实现竞价上网，上网渠道不畅通，就很难有大的发展。

(2) 乡镇煤矿的比重可能在短期内上升，尽管多年来一直实施“关井压产”和“发展大集团”的战略。但是，由于存在生产无法正常接序的问题，同时要投资建设大的煤炭生产矿井，不但投资大而且建设周期也比较长，所以短期内的煤炭需求的空缺将会由小煤矿来填补。原有的战略实施将会减缓。而与小煤矿相应的问题也会随之而来。事实上乡镇煤矿的产量从 1996 年一直下降，但 2002 年又开始恢复增长，这也是小煤矿适应市场变化，反应迅速的特点决定的。

(3) 火电行业的改革进程也会减缓，关停小火电的计划可能会延迟。这是电力短缺造成的。同时，由于火电特别是煤电建设周期相对水电和其它可再生能源发电建设周期短，估计在短期内，煤电在电力结构中的比例有可能上升。

## 2) 中国未来长期的能源政策

虽然目前的电力短缺可能短期内会对国家的能源政策产生一定的影响,也会影响短期内国家能源市场状况,但是不会影响中国长期的能源政策。21 世纪我国能源工业发展的环境约束会越来越强,能源需求结构也会向以清洁高效能源为主的方向转变。到 21 世纪中期,世界新能源会有突破性的发展,新能源产业化,并且逐渐取代化石能源,进而改变人们的生产和生活方式。在 21 世纪,我国将逐步建设起完善的社会主义市场经济体系,经济发展将达到目前中等发展国家的水平。因此,在未来几十年甚至更长时间内,中国能源政策的重点要由以促进能源供应的数量扩张转向优化能源结构,大力发展清洁能源和新能源。<sup>[1]</sup>主要取向应该是:

(1) 提高能源生产质量和能源生产效率,严格限制原煤直接进入终端消费,通过加大煤电转化和煤炭液化加工,提高火力发电的技术装备水平,改变我国由于一次能源中煤炭比重过大和能源生产技术落后而导致的能源效率低下和污染严重等问题。能源投资的重点转向现有生产装备的技术改造,能源生产政策以能源生产的技术进步为核心。

(2) 能源政策的作用点要由原来的以能源生产为主转向以能源需求为主,通过影响能源需求引导能源生产结构的调整。这也是我国由短缺经济转向过剩经济之后,供需关系的主要矛盾转化的结果。

(3) 积极发展水电,要改变在水力资源丰富的地区单一发展水电的做法,要通过水电资源的开发带动当地经济的开发和发展,从而调动社会各方发展水电的积极性。

(4) 积极发展新能源,加大新能源产业化的研究与开发力度,争取在发展新能源的世界竞赛中占据领先地位。我国的新能源技术已有一定的基础,但要形成一个产业仍有相当长的路要走,国家对新能源的发展给予大力支持是非常必要的。<sup>[2]</sup>

---

<sup>[1]</sup> 中国社会科学院工业经济研究所, 史丹, 《中国能源政策回顾与未来的政策取向中国能源政策回顾与未来的政策取向》

<sup>[1]</sup> 中国社会科学院工业经济研究所, 史丹, 《中国能源政策回顾与未来的政策取向中国能源政策回顾与未来的政策取向》

<sup>[2]</sup> 中国社会科学院工业经济研究所, 史丹, 《中国能源政策回顾与未来的政策取向中国能源政策回顾与未来的政策取向》

## 6.3 节能政策

能源是国民经济发展的物质基础，从长期供需预测看，供需矛盾很突出；从消耗能源产生“温室效应”导致全球气候变暖的现实，我国亦面临环境问题的新挑战。因此，节约能源对保证我国经济的快速发展、提高经济效益、推进技术进步、合理利用资源、减少环境污染、提高人民生活水平等起着重要的作用，也是实现我国经济增长方式从粗放型向集约型转变的重要途径，是实施“可持续发展战略”的必要措施。节能政策将指导我国各行各业降低对能源的消费，这对能源部门产生影响是重要而深远的，一定程度上降低了能源的消费和生产，改变了能源的结构。作为中国最主要能源的煤炭生产和消费也不可避免受到节能政策的影响，降低了煤炭在能源生产和消费结构中的比例。

### 6.3.1 政策综述

70年代以来，我国已先后颁布了127项节能法规和条例，53项节能设计规范，近164项有关节能的国家标准。1997年11月1日由第八届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过《中华人民共和国节约能源法》，于1998年1月1日开始实施，由此我国的节能工作被纳入法制化的轨道。节能政策包括经济、技术和产业政策等。

#### 《中华人民共和国节约能源法》

为了推进全社会节约能源，提高能源利用效率和经济效益，保护环境，保障国民经济和社会的发展，满足人民生活需要，1997年11月颁发了《中华人民共和国节约能源法》（以下简称《节能法》），从而奠定了我国节能政策的法律基础。

《节能法》对节能管理，合理使用能源，节能技术进步以及节能义务与法律责任等做了明确的法律规定。同时也规定：国家鼓励、支持开发先进节能技术，确定开发先进节能技术的重点和方向，建立和完善节能技术服务体系，培育和规范节能技术市场，国家制订优惠政策，对节能示范工程和节能推广项目给予支持。同时国家鼓励引进境外先进的节能技术和设备，并在各级政府安排的研究资金中安排节能资金，用于先进的节能技术研究等各种扶持节能技术的政策。

#### 1) 节能经济政策

80 年代以来，我国政府制定并实施了一系列有关财政、信贷和税收等方面的节能经济政策。主要包括：能源价格政策、节能投资政策、节能税收优惠政策、节能效益还贷政策、节能设备租赁政策等。

## 2) 节能技术政策

80 年代以来，我国政府以提高用热和用电效率为重点，把热电联产、集中供热、提高工业锅炉和工业炉窑效率、电动机调速节电、推动余热和余能利用、发展煤炭洗选和动力配煤、使用型煤、推广节能风机和水泵等通用设备、鼓励节能建筑、提高城市气化率、实行资源综合利用等措施作为节能技术政策的重点，制定发布了许多专项节能技术政策。1984 年中国制定了第一部《节能技术政策大纲》，系统地提出了工业、交通、商业、城市、农村的节能技术政策。1996 年，国家计委、国家经贸委和国家科技部在总结 1984 年以来节能经验的基础上制定了新的《中国节能技术政策大纲》，这是政府对企业节能工作的重要指导性文件。

### 《中国节能技术政策大纲》

1996 年 5 月，由国家计划委员会、国家经济贸易委员会和国家科委颁发了《中国节能技术政策大纲》（以下简称〈大纲〉），《大纲》包括了中国节能的政策导向、技术途径与科学管理等方面的内容。《大纲》指出要实现能源的优化配置与合理利用，调整工业布局，合理组织生产，调整高耗能产品生产结构和用能品种结构实现规模化生产，提高供热效率。到 2000 年，实现城市集中供热普及率达到 25-30%，重点城市达到 45-50%，管网热损失降到 5%，区域锅炉房运行热效率从 90 年代初的 50%-60%提高到 75%-80%。；工业窑炉余热利用率提高到 10-20%，总的余热利用率从 2.64%提高到 4-5%；回收工业生产中的放散可燃气体；大力发展新能源和能源替代技术；开发推广节能新材料；加强能源计量、控制、监督和能源科学管理；建立省能型综合运输体系；重视建筑节能；加强城乡民用能源管理主要耗能行业工艺节能等 12 条措施。

《大纲》中指出：工业窑炉、锅炉及其它用能设备要实现更新改造，

《大纲》中还指出：对于电力工业到 2000 年，要求火电厂平均每千瓦时供电煤耗由 1990 年的 427 克标准煤降到 377 克；钢铁工业吨钢能耗由 1990 年的 1.61 吨标准煤下降到 1.45 吨。

## 3) 推动节能的产业政策

1989 年 3 月，国务院颁布了《关于当前产业政策要点的决定》。按照决定的要求，我国加快了第三产业的发展，调整了第二产业的结构。1994 年 4 月，国务院发布《九十年代国家产业政策纲要》（以下简称〈纲要〉）。《纲要》明确提出我国能源工业要实行开发与节约并重的方针，做到能源、经济与环境协调

发展。提出国家要采取措施，促进产业技术进步，提高产品质量和技术性能，大幅度降低能耗和物耗。在国家发布的其它有关能源产业的文件中，节约能源、保护环境均受到高度重视。

#### 4) 重要节能工程和项目的建设实施

为了贯彻节能战略方针，我国政府采取了建设重要节能工程和项目的措施。结合不同时期的具体情况，在项目资金筹措、资金管理及使用上制定了不同的政策。初期政策为部分拨款，随着投资体制改革，节能专项资金的拨款改为贷款，并对贷款利率实行优惠；在税收上，节能基建项目免征进口设备关税、投资方向调节税、能源交通基金，新开发的节能新产品三年免征所得税，节能项目投产后还实行了税前还贷等。这些重大措施和优惠政策的实施，充分发挥了国家投资的导向作用，吸引了地方大量资金，使重要节能工程和项目建设实施顺利，取得了可观的节能效益。

### 6.3.2 节能政策实施以来对我国煤炭生产、消费和环境产生的影响

#### 1) 节能成果

近 20 年来，我国通过实施上述节能方针政策与措施取得了巨大的成就，中国历年能源节约量和节能率以及万元国内生产总值能耗变化见表 6-1 和图 6-3。

节能量的取得主要是产业结构调整，高耗能、低产值产业的比重下降，耗能少、附加值高的第三产业有了较大的发展；一些浪费能源、严重污染环境的小水泥、小火电、小炼油厂、小土焦、小煤窑被关停，“九五”期间的节能总量中，其中 4/5 的节能量来自经济结构调整、加强能源管理和高能耗产品进口等形式的经济节能。

同时国家积极推动技术节能，“九五”期间的节能总量中技术节能占 1/5。主要耗能产品的单位能耗有了不同程度的下降，如火力发电的供电煤耗降低了 4.1%，吨钢综合能耗下降了 18.1%。国家经贸委等 13 个部门组织实施的“中国绿色照明工程”，在推广使用高效照明灯具，减少电力消耗上取得了成效。从主要产品单位耗能来看，中国火电厂供电标准煤耗已由 1995 年的每千瓦时 412 克，降到 2000 年的 392 克；每吨钢的可比能耗，由 976 千克标准煤下降到 930 千克

---

<sup>[1]</sup> 《2001 中国能源报告》



标准煤；炼油单位能量因素能耗，由每吨 14.0 千克标准煤下降到 13.5 千克标准煤；每吨合成氨综合能耗，由 1,268 千克标准煤下降到 1,190 千克标准煤；载货汽车运输耗柴油，由每百吨公里 4.82 升下降到 4.34 升。

节能的法制化管理，通过《节能法》的颁布实施，带动了一批配套法规的制订，有力地强化了体制转轨情况下的节能工作。

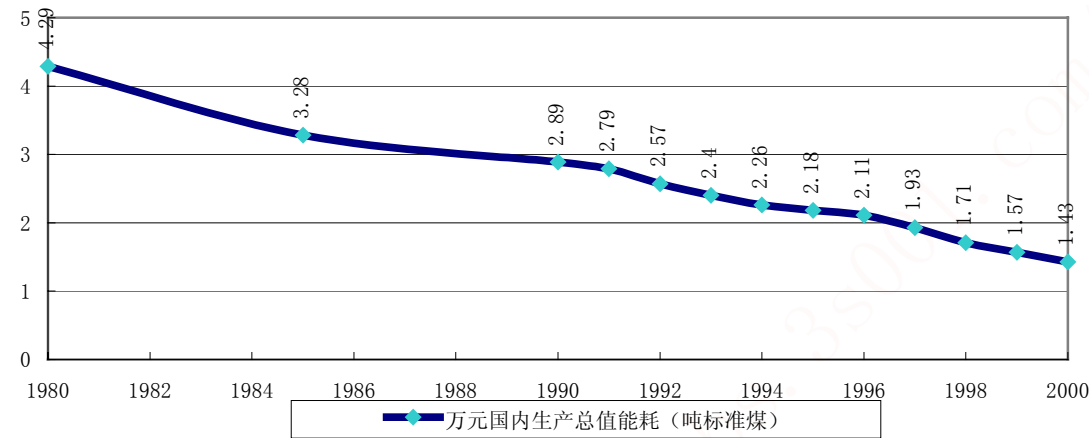


图 6-3 中国历年万元国内生产总值能耗变化（按 2000 年可比价格计算）

表 6-1 中国历年能源节约量和节能率<sup>[1]</sup>

年份	能源消费量 (万吨标准煤)	万元国内生产总值能耗 (吨标煤)				节能量 (万吨标准煤)	节能率 (%)
		1980 年价	1990 年价	1995 年价	2000 年价		
1980	60,275	13.34	7.89	4.41	4.29	2,884	4.57
1985	76,682	10.21	6.04	3.38	3.28	3,773	4.69
1990	98,703	9.00	5.32	2.97	2.90	1,947	1.93
1991	103,783	8.66	5.12	2.86	2.79	3,995	3.71
1992	109,170	7.98	4.72	2.64	2.57	9,391	7.92
1993	115,993	7.47	4.42	2.47	2.40	7,903	6.38
1994	122,737	7.01	4.15	2.32	2.26	7,944	6.08
1995	131,176	6.78	4.01	2.24	2.18	4,455	3.28
1996	138,948	6.56	3.88	2.17	2.11	4,804	3.34
1997	138,173	5.99	3.54	1.98	1.93	13,058	8.63
1998	132,214	5.32	3.14	1.76	1.71	16,762	11.25
1999	130,119	4.88	2.89	1.61	1.57	11,537	8.14
2000	128,000	4.45	2.63	1.47	1.43	12,523	8.91
时期	能源消费年均增长率 (%)	能源消费弹性系数		年均节能量 (万吨标准煤)		年均节能率 (%)	

<sup>[1]</sup> 数据来源：国家统计局，《中国统计摘要 2001》

1981-1985	4.93	0.461	3,691	5.22
1986-1990	5.18	0.658	2,278	2.49
1991-1995	5.85	0.488	6,738	5.49
1996-2000	-0.49	0.059	11,737	8.09

## 2) 煤炭生产和消费增长速度减缓

煤炭生产和消费主要受国民经济发展对能源的需求影响。同时节能政策的实施无疑也对煤炭的生产和消费带来很大影响，首先表现在，煤炭消费受到一定程度的限制，尤其是煤炭消费群中能耗高，能源利用效率低下、污染严重的小火电、小水泥、小冶炼，在国家经济结构调整中被关闭，从而降低了部分煤炭的消费，大型发电厂、冶炼厂的技术改造，提高了能源利用效率，减少浪费，如热电联产，集中供热等技术的推广相对降低了对煤炭的需求。煤炭在一次能源消费中的比例持续下降。由 1990 年的 76.19% 下降到 2000 年的 67.00%。此外，由于消费市场的减弱，煤炭生产相应受到限制，煤炭产量出现下降趋势，甚至出现供大于求的局面，原煤产量从 1990 年的 107,930 万吨下降到 2000 年的 99,917 万吨。据估计 1990 年到 2000 年 10 年间，中国总共节约煤炭消费量约 67,644.5 万吨标准煤。

## 3) 节能政策减少了燃煤环境污染<sup>[1]</sup>

我国节能政策的实施对减少环境污染和减缓温室气体排放贡献巨大，“九五”期间，累计节约和少用能源达 4.1 亿吨标准煤；按“九五”期间直接节能量计算，节约的能源价值约 660 亿元；节约和少用能源相当于减排二氧化硫 800 万吨、二氧化碳（碳计）1.8 亿吨、粉尘 600 万吨、灰渣 1 亿吨。节能工作的成效，缓解了能源供需矛盾，减少了对环境的负面影响。

据对国家统计资料及数据分析，1981-1999 年间，全国累计节约能源 9.49 亿吨标准煤，按照我国 1990 年消费每吨标准煤 CO<sub>2</sub> 排放量 0.58 吨碳（下同）计算，相当于减排 CO<sub>2</sub> 约 5.5 亿吨碳。其中因产业结构和产品结构变化节约和少用能源 6.6 亿吨标准煤，相当于减排 CO<sub>2</sub> 约 3.8 亿吨碳。<sup>[2]</sup>

<sup>[1]</sup> 资料来源：煤炭利用加工协会

[1] 资料来源：煤炭利用加工协会

[2] 《2001 中国能源报告》



### 6.3.3 节能政策走向

#### 1) 节能潜力巨大，节能政策将是中国长期的能源政策

虽然在过去的 20 多年里，中国实施了节能政策，且取得了举世瞩目的成就，但是，节能潜力依然巨大。当前，中国在能源利用效率、产品耗能等方面，与世界先进国家相比，还存在较大差距，能源节约的潜力还很大。

#### (1) 广义能源效率较低<sup>[1]</sup>

与发达国家相比，中国现时的“广义能源效率”（即能源经济效率—消耗单位能源所实现的国内生产总值）是很低的（见表 6-2）。2000 年中国的广义能源效率为 \$845 美元/吨标准煤，只有发达国家的 1/3-1/12。

表 6-2 各国广义能源效率<sup>[2]</sup>

国家		日本	德国	法国	英国	美国	中国
广义能源效率	1994 年	6,623	4,219	4,115	3,195	2,217	536
(美元/吨标准煤)	2000 年	-	-	-	-	-	845

#### (2) 能源系统总效率低

我国的能源利用效率只有 32%，比发达国家低 10 个百分点，如果再乘上 32.1% 的能源开采效率和 93% 的能源输送效率，能源系统总效率只有 9.6%，不到发达国家的 1/2，这意味着 90% 左右的能源在开采、加工、转换、输送、储存和终端利用中损失和浪费掉了。而联合国欧洲经济委员会地区（包括西欧、东欧和前苏联）相应的数字为：70 年代初 15% 和 32%，90 年代 20-30%，和 34-41%，所以我国需要不断提高能源生产、运输、和利用效率，从而提高能源总效率。

#### (3) 单位产品能耗高

目前，我国的产品能耗高，我国主要能源密集产品的单位耗能比发达国家高 25-90%，加权平均高 45%，例如，1995 年我国火电厂供电耗煤为每千瓦时 412 克标准煤，国际先进水平为 330.3 克标准煤，高出 24.7%，我国每百吨水泥熟料

<sup>[2]</sup> 资料来源：中国能源问题与世界能源技术发展趋势  
<http://wndzj.xi100.com/china/people-and-nature/energy-2.htm>

<sup>[1]</sup> 资料来源：中国能源问题与世界能源技术发展趋势  
<http://wndzj.xi100.com/china/people-and-nature/energy-2.htm>

<sup>[1]</sup> 数据来源：中国能源发展报告 2001

<sup>[2]</sup> 数据来源：中国能源发展报告 2001

燃料消耗为 175 公斤标准煤，国际先进水平为 94.2 公斤标准煤，高出 85.8%；我国吨钢校正能耗（综合能耗扣除辅助生产校正值）平均为 976 公斤标准煤，国际先进水平是 652 公斤标准煤，高出 49.7%。国内企业主要能耗产品的单耗，落后的与先进的相差 1-4 倍。

经测算，通过产业结构调整、产品结构调整、降低高耗能行业的比重，增加高附加值产品的比重以及居民生活用能优质化等措施，近期节能潜力在 3 亿吨标准煤左右。15 个行业节能潜力的分析表明，近期技术措施节能潜力约 1 亿吨标准煤。而根据美国劳伦斯-伯克利国家实验室的研究表明，如果中国的能源效率的提高保持以往的发展趋势和速率，实施节能法。到 2020 年可节约 35% 的能耗（假设经济年平均增长为 5.6%）<sup>[1]</sup>

中国工程院的一份研究报告预测，从 1990-2050 年，我国年节能潜力为 3,500-5,700 万吨标准煤，从 1990 年到 2020 年，我国累计节能潜力为 13.9 亿吨标准煤。如果按现有的能源利用效率，根据专家预测，到 2010 年我国的能源消费量约为 20 亿吨标准煤，2020 年将是 26 亿吨标准煤，到 2030 年达到 34 亿吨标准煤，超过美国目前的一次能源消费量，这是一个惊人的数字，因此，我国经济发展和人民生活水平的提高都只能走节能之路。

## 2) 政策的走向

中国节约能源，提高效率的潜力还很大，但同时应该看到，目前节能提效工作在思想观念，政策引导和宏观管理等方面还比较薄弱，难以适应可持续发展战略的要求。随着计划经济体制向市场经济体制的转轨，原有的一套行之有效的节能管理体系和办法逐渐解体 and 失去作用，而新的适应市场经济体制的节能法规、配套的政策措施尚未形成，执法还不到位；加上今后节能效果将主要通过技术进步途径来达到，使节能提效工作的难度加大。

综合分析能源发展的基本情况和节能形势，中国能源节约的基本思路是：以市场为导向，通过经济节能和技术节能两条途径，充分挖掘节能潜力，依靠管理和技术创新，采取各种有效措施合理用能和节约用能，不断提高能源效率，保护生态环境，促进能源、经济与环境协调发展。“十五”期间能源节约的基本要求

---

<sup>[2]</sup> 资料来源：<http://www.efchina.org/chinese/programs.industry.cfm>

<sup>[1]</sup> 资料来源：<http://www.efchina.org/chinese/programs.industry.cfm>

是：（1）节能与环保统筹兼顾，把节能和环保视为一个整体，在节能工作中充分考虑环保因素。（2）加大科研投入，依靠科技进步，提高能源利用效率。（3）把节约石油和石油替代列为能源节约的重中之重，重视新能源和可再生能源的开发利用。（4）工业节能依然是能源节约重点部门，工业节能的主体是企业，加强管理，深化改革，尽快建立企业自觉节能的激励机制。

### **《能源节约与资源综合利用“十五”规划》**

2001 年国家经贸委发表了《能源节约与资源综合利用“十五”规划》（以下简称〈规划〉），作为将来节约能源的指导性文件。《规划》中规定节能目标是：

节能：到 2005 年，每万元国内生产总值能耗降至 2.2 吨标准煤（1990 年不变价），累计节约和少用能源 3.4 亿吨标准煤，年均节能率为 4.5%。节约和替代燃料油 1600 万吨、成品油 500 万吨。

主要耗能产品单位综合能耗有较大幅度降低，到 2005 年，大中型钢铁企业吨钢综合能耗下降到 0.8 吨标准煤以下；火电厂供电煤耗下降到 380 克标准煤/千瓦时；10 种有色金属吨产品综合能耗下降到 4.5 吨标准煤；大型合成氨综合能耗下降到 37 吉焦；水泥、玻璃等主要产品平均能耗降低 20%；各种车型汽车百公里油耗平均降低 10-15%。

到 2005 年，建筑行业新建采暖居住建筑节能 50%；新建公共建筑力争节能 50%。

## **6.4 环保政策**

煤炭既是经济社会发展不可缺少的物质前提，又是现实的重要污染，煤炭的大量开发和利用不仅严重破坏开采地的生态环境，而且会严重污染消费地的大气环境。因大量燃烧煤炭而排放二氧化碳所引发的全球性气候变化问题，也已经引起了国际社会的广为关注。另一方面，随着经济发展水平的提高，人们对环境质量的价值越来越重视，环境问题的重要性及其对能源战略的影响已日显突出。环境因素可能通过多种方式对煤炭工业发展产生影响，越来越严格的环境法规、环境保护政策将使煤炭作为重要能源的地位受到限制，大大降低煤炭在能源供应中的竞争力，并将在长期影响中国能源结构调整的发展方向。

### **6.4.1 环保政策综述**

中国的环境法律制度，自 1979 年《中华人民共和国环境保护法（试行）》中规定了环境影响评价制度、征收排污费制度和“三同时”制度以来，经过几十年的发展，环境法中的管理制度日益丰富和完善，并在我国的环境监督管理中发挥了十分重要的作用。目前比较成熟的环境法律制度主要有环境影响评价制度、“三同时”制度、征收排污费制度、限期治理制度、排污申报登记制度、环境标

准制度、环境监测制度、环境污染与破坏事故报告制度、现场检查制度、强制应急措施制度、环境保护设备正常运转制度、环境保护目标责任制度、城市环境综合整治定量考核制度等。目前正在建立和发展的环境法律制度有环境保护许可证制度、污染物排放总量控制制度、环境标志制度、落后工艺设备限期淘汰制度等。

### 1) 中国环保政策目录

#### 国家法律

中华人民共和国清洁生产促进法（2002 年 6 月 29 日）

中华人民共和国大气污染防治法（2000 年 4 月 29 日）

中华人民共和国水污染防治法（1996 年 5 月 15 日）

中华人民共和国固体废物污染环境防治法（1995 年 10 月 30 日）

中华人民共和国环境保护法（1989 年 12 月 26 日）

#### 国家标准

GWPB3-1999 锅炉大气污染物排放标准

GB3095-1996 环境空气质量标准

GB16297-1996 大气污染物综合排放标准

GB8978-1996 水泥厂大气污染物排放标准

GB9078-1996 工业窑炉大气污染物排放标准

GB13223-1996 火电厂大气污染物排放标准

GB16171-1996 炼焦炉大气污染物排放标准

#### 行政法规、法规性文件

中国 21 世纪议程-中国 21 世纪人口、环境发展白皮书（1994 年 3 月 25 日）

建设项目环境保护管理条例（国务院令 253 号 1998 年 11 月 29 日）

国务院关于关闭非法和布局不合理煤矿有关问题的通知（国务院 国发[1998]43 号 1998 年 12 月 5 日）

国务院关于酸雨控制区和二氧化硫污染控制区有关问题的批复（国务院 国函[1998]5 号 1998 年 1 月 12 日）

国务院关于二氧化硫排污收费试点工作有关问题的批复（国务院 国函[1996]24 号 1996 年 4 月 2 日）

国家环境保护科技发展“九五”计划和 2010 年长期规划（1997 年 6 月 26 日）

## 产业技术政策

国家经贸委组织实施清洁生产示范试点计划 （国经贸资源[1999]402 号）

当前国家鼓励发展的环保产业设备（产品）目录 （2000 年 2 月 23 日）

关于做好限产或关停高硫煤矿工作的通知 （1998 年 11 月 25 日）

国务院关于环境保护若干问题的决定 （1996 年 9 月 12 日）

关于做好环保产业发展工作的通知 （1999 年 5 月 21 日）

关于环境科学技术和环保产业若干问题的决定（1997 年 4 月 8 日）

国家环境保护局关于推行清洁生产的若干意见的通知（1997 年 4 月 14 日）

环境保护行政处罚办法 （1999 年 7 月 8 日）

### 2) 政策内容

近年来，国家加大立法治理环境的力度，已初步建立起环境保护的法律法规体系。使得我国环境保护工作有法可依，进入法制的轨道。中国自 1989 年通过《中华人民共和国环境保护法》以来，又在此基础上先后制定《大气污染防治法》《水污染防治法》、《固体废物污染环境防治法》等配套法律，以及系列环境污染国家标准对各种污染物排放做了详细的规定。国家还出台了若干行政法规、命令和政策扶持环保产业，支持环保技术推广和科研开发，限制污染物排放，鼓励清洁生产。同时在制定其它法律法规的时候也在此基础上包括了环境保护的内容，比如《煤炭法》、《矿产资源法》、《电力法》中都有环境保护的内容。基本构成了一系列配套措施和较完整的环境保护法律体系。

## 6.4.2 环保政策对我国煤炭生产及消费的影响以及取得的环保效果

### 1) 环保政策对煤炭生产消费的影响

中国政府把工业污染防治作为环境保护工作的重点，经过 20 多年的不懈努力，中国工业污染防治取得了较大进展。同时中国是一个以煤为主要能源的国家，全国烟尘排放量的 70%、二氧化硫排放量的 90%都来自于燃煤，使得工业和人口集中的城市产生了比较严重的大气污染，有些地区和城市还产生了酸雨并呈现出发展趋势。因此，环境保护工作的重点之一就是防治煤炭生产和利用带来的环境污染和破坏。环保政策的实施对煤炭生产利用产生较大影响，限制了煤炭特别是



高污染煤炭的消费,降低了煤炭在能源消费结构中的比例,同时降低了煤炭产量,提高煤炭产品的质量。主要表现在以下几个方面:

### (1) 高硫高灰低热值煤开采和消费受到限制

2000 年一批生产高灰、高硫煤的国有煤矿(矿井),相继进入并陆续完成关闭破产法律程序,退出煤炭生产领域。国家煤矿安全监察局于 2002 年 5 月又下达通知要求取缔关闭高硫高灰的小煤矿。国家环境保护“十五”规划中也要求煤炭行业调整煤炭结构,保护性开采优质煤炭,限制高硫高灰煤的生产。煤炭行业“十五”规划中也明确规定今后将停止建设达不到国家环保要求的高硫高灰煤矿。到 1999 年底,共取缔和关闭 3.12 万处非法和布局不合理的煤矿,压缩煤炭产量 2.68 亿吨,其中减少高硫煤年产量 3200 多万吨。2000 年 1~9 月,“两控区”又关停高硫煤矿 4,732 个,减少高硫煤产量 1,902 万吨。<sup>[1]</sup>

同时高硫高灰煤的使用也受到严格限制,并严格要求脱硫,比如,2000 年,我国工业二氧化硫去除量为 575 万吨,其中在燃料燃烧过程中去除的有 154 万吨,在生产工艺中去除 421 万吨。<sup>[2]</sup>“十五”期间,“两控区”要禁止生产和使用高硫煤,提高煤炭洗选加工比重,2005 年原煤入洗率规划达到 50%以上。火电厂都要建设脱硫装置,推动清洁燃料的使用,确保“两控区”内二氧化硫削减 20%。

### (2) 部分煤炭终端用户转向其它优质能源和清洁能源

由于国家公布的严格的排放标准,排污收费政策的实施,高额环保技术改造费用,以及各地方政府加大环境执法力度,部分终端用户已经开始转向其它优质能源和或清洁能源,如天然气、燃油等。《燃煤二氧化硫排放污染防治技术政策》中规定城镇应统筹规划,多种方式解决热源,鼓励发展地热、电热膜供暖等采暖方式;城市市区应发展集中供热和以热定电的热电联产,替代热网区内的分散小锅炉;热网区外和未进行集中供热的城市地区,不应新建产热量在 2.8MW 以下的燃煤锅炉。城镇民用炊事炉灶、茶浴炉以及产热量在 0.7MW 以下采暖炉应禁止燃用原煤,提倡使用电、燃气等清洁能源或固硫型煤等低污染燃料,并应同时配套高效炉具。国务院划定的大气污染防治重点城市人民政府按照国家环保总局《关于划分高污染燃料的规定》,划定禁止销售、使用高污染燃料区域(简称“禁燃

---

[1] 资料来源:国家煤矿安全监察局

[1] 资料来源:国家煤矿安全监察局

[1] 资料来源:煤炭工业年鉴 2001

[2] 资料来源:煤炭工业年鉴 2001

区”），在该区域内停止燃用高污染燃料，改用天然气、液化石油气、电或其它清洁能源。

### （3）煤炭利用效率得以提高

国家通过关停一些小的效率低下的设施，从而提高总体燃煤利用效率（关停数量见表 6-3），减少污染。通过淘汰效率低下的小窑炉小水泥，小钢铁、小玻璃，小火电等小企业，煤炭的利用效率大幅度提高（我国主要耗能产品单位能耗见表 6-4）。

火电厂是动力煤的主要用户，多年来，国家关闭大量的小火电厂，同时提高大中型电厂的燃烧技术，全国火电厂的效率有较大幅度的增长，全国平均发电和供电煤耗如图 6-4 所示。国家计划到 2003 年，基本关停 50 MW 以下（含 50 MW）的常规燃煤机组；到 2010 年，逐步淘汰不能满足环保要求的 100MW 以下的燃煤发电机组（综合利用电厂除外），提高火力发电的煤炭使用效率。估计我国的发电煤耗还会有进一步的下降。

表 6-3 国家关停、改造的效率低下污染严重的小企业一览表<sup>[1]</sup>

	烟气脱硫、换低硫煤、窑炉改造工程	关停小火电（台）	关停小水泥、小玻璃（生产线）	关停小钢铁	关停小煤矿（处）	关停其它污染源
数量（2000 底）	2,101	385	1,300	615	4.7 万	1,422
SO <sub>2</sub> 减排（万吨）	70	29.44	2.33	1.26	4,963 万吨高硫煤	3.28

表 6-4 主要耗能产品单位能耗及“十五”规划目标<sup>[2]</sup>

主要耗能产品及单位	1995 年	2000 年	2005 年
火电厂供电煤耗（克标准煤 / 千瓦时）	412	397	387
钢可比能耗（千克标准煤 / 吨）	976	930	905
粗铜综合能耗（千克标准煤 / 吨）	1,184	1,100	1,015
电解铝耗直流电（千瓦时 / 吨）	14,736	14,100	13,800
炼油单位能量因素能耗（千克标煤 / 吨）	14.0	13.5	13.0
合成氨综合能耗（千克标准煤 / 吨）	1,268	1,190	1,100
水泥熟料综合能耗（千克标煤 / 吨）	175	160	155
粘胶短纤维耗电（千瓦时 / 吨）	1,955	1,500	1,350
载货汽车运输耗柴油（升 / 百吨公里）	4.82	4.34	3.90

<sup>[1]</sup> 数据来源：中国煤炭加工利用协会

<sup>[2]</sup> 数据来源：《中国能源发展报告 2001》



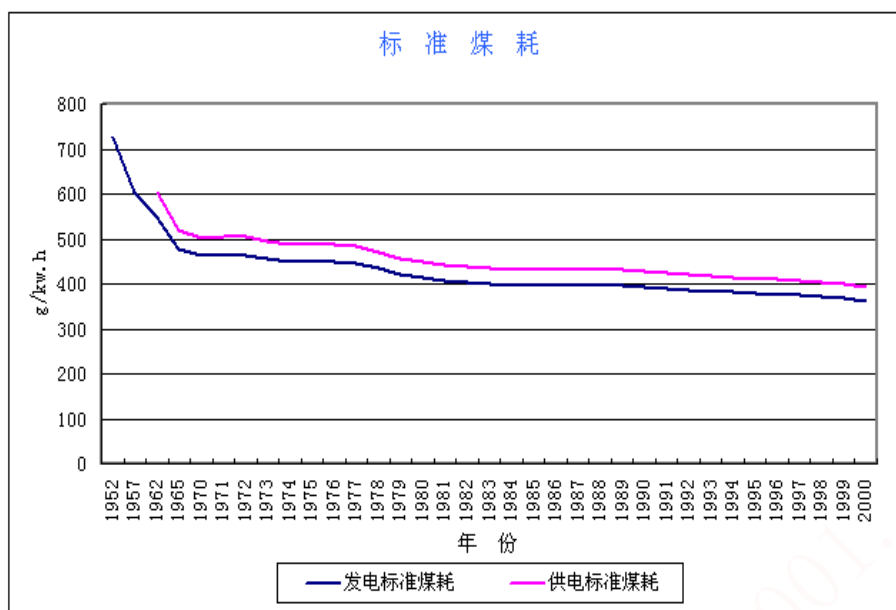


图 6-4 我国历年发电/供电标准煤耗<sup>[1]</sup>

(4) 煤炭洗选加工和其它洁净煤技术不断推广，煤炭直接燃烧的比例下降。尤其是到 2000 年，入选比例大幅度上升，达到 33.69%。

我国洗煤产量和入洗比重见表 6-5。

表 6-5 我国历年原煤入洗情况与商品煤技术指标<sup>[2]</sup>

	1980	1985	1990	1995	2000
入洗原煤(万吨)	11,422	14,294	19,088	20,172	33,665
入洗比重(%)	18.4	16.4	17.7	15.61	33.69
商品煤灰分	21.58	19.78	18.25	20.06	19.35
商品煤含矸率	0.51	0.33	0.08	0.26	0.10

## 2) 环保政策的实施使中国的环境大为改善

环境保护政策实施以来，取得了可喜的成果，各种污染物的排放总量（见表 6-6）得到控制，其中“九五”期间在国内生产总值年均增长 8.3% 的情况下，各种污染物排放有明显的下降。2000 年全国二氧化硫、烟尘、工业粉尘和废水中的化学需氧量、石油类、重金属等 12 项主要污染物的排放总量比“八五”末期分别下降了 10-15%。

<sup>[3]</sup> 数据来源：《2001 中国能源发展报告》

<sup>[1]</sup> 数据来源：《2001 中国能源发展报告》

<sup>[1]</sup> 数据来源：中国煤炭加工利用协会

<sup>[2]</sup> 数据来源：中国煤炭加工利用协会

表 6-6 各种污染物排放总量变化<sup>[1]</sup>

年份	1982	1992	1995	1998	1999	2000	2001
粉尘（万吨）	1,303	576	—	1,344	1,175	—	—
烟尘（万吨）	1,454	1,414	1,720	1,335	1,159	1,165.4	1,059
废水（未处理，亿吨）	161	70.2	—	83.2	51.3	20.8	—
固体废物（未利用，万吨）	27,492	37,448	—	46,000	42,432	39,331	—
S02（万吨）	—	1,323	2,370	2,087	1,857	1,995	1,948

全国 23 万多家有污染的工业企业中，90% 以上的企业实现了主要污染物达标排放。46 个考核的环境保护重点城市中，25 个城市实现了大气质量按功能分区达标，36 个城市实现了地表水质量按功能分区达标。有 19 个城市（区）被授予国家环境保护模范城市（区）。

#### 6.4.3 环保政策的前景预测

目前，我国环境污染主要来源于工业生产，造成工业污染严重的根本原因，在于我国经济长期沿用粗放型的增长模式，结构不合理，技术装备落后，能源、原材料消耗高、浪费大，资源利用率低。因此我国环境保护工作仍需要加强。未来的环境政策将会有以下几个趋势：

##### 1) 继续推行清洁生产

在我国要避免走“先污染，后治理”的弯路，清洁生产是必由之路。清洁生产体现的是预防为主的思想。传统的末端治理与生产过程相脱节，先污染后治理，侧重点是“治”；清洁生产是从源头抓起，实行生产全过程控制，使污染物消除在生产过程中，对产生的废物实行综合利用，侧重点是“防”。对于煤炭工业而言，清洁生产也就是开采清洁煤、清洁开采煤、清洁利用煤。

（1）开采清洁煤。就是开采低灰、低硫、低有害元素的优质煤，从源头开始减少污染环境物质的生产量。在煤炭产业结构调整过程中，应逐步关停高硫、高灰煤矿井，首先关闭大于 3% 的高硫煤矿井。

（2）清洁开采煤。就是对矿区生态环境造成破坏和污染较少的开采技术。

<sup>[2]</sup> 数据来源：中国煤炭加工利用协会

<sup>[1]</sup> 数据来源：中国煤炭加工利用协会

首先应该开采地质赋存条件好的高等级的资源；再就是在生产过程中尽量减少废弃物的排放量。清洁开采煤技术是我国煤炭工业发展的关键，也是增加中国煤炭资源有效供给能力的最主要因素。

（3）清洁利用煤。就是大力发展煤的洁净利用技术。第一是将煤转化为清洁燃料，即煤的洗选加工和将煤转化为电力，转化为气态、液态等清洁能源；第二是将煤作为化工原料加以清洁利用。

## 2）完善排污权交易和排污收费制度

经过长期理论研究和多省市综合试验后，排污权交易政策在我国受到普遍重视和欢迎。这项稳步发展的市场化环保政策在未来几年内将得到重点推广，并将纳入国家管理体制。这一项目实施的重要目标，就是运用经济杠杆促使企业主动削减二氧化硫等污染物排放总量，以最小成本实现减排目标；有效地促使排污者以有利自身发展的方式主动排污，削减排污总量。

同时排污收费制度尽管已经实行多年，但是排污收费仍然存在令行不止的现象，而且排污价格仍然需要改进，真正反映污染排放的环境成本，同时还要体现环境治理和产业结构调整的总体目标。影响煤炭在未来能源市场中的竞争力以及在未来中国能源结构中的地位的一个重要因素是经济核算中能否反应环保收益和成本。

## 3）继续加强污染物排放总量控制

我国环境污染已经十分严重，在不少地区有些污染物排放总量已明显超过环境承载能力。随着经济和人口增长，污染物排放总量还会增加，必须严格控制污染物排放总量。实施污染物排放总量控制是落实两个根本性转变的需要，我国环境污染严重的症结在于经济增长的粗放经营，实施污染物排放总量控制，将促进资源节约、产业结构优化、技术进步和治理污染，推动经济增长方式转变。

## 4）抓好重点行业的污染防治

抓好重点行业的污染防治工作，特别是煤炭，电力，冶金建材等行业的污染防治工作。

## 6.5 煤炭价格、税收和投资政策

### 6.5.1 政策综述

改革开放以来，我国煤炭工业的价格、税收和投资政策都发生了重要的变革。现将价格、税收和投资政策历史变化如下：

#### 1) 煤炭价格政策

##### (1) 煤炭价格政策的变化经历了以下两个阶段

第一阶段（1979-1992）关系国计民生的煤炭价格由政府管制为主，在逐步放开煤炭市场的同时，实行价格多轨制，指令性煤价采取小步微调的办法。

第二阶段（1992-至今）在建立市场经济新体制和一系列的宏观改革重大措施的推动下，对煤价体制改革应主要由市场定价的目标模式取得共识。从 1992 年 7 月 1 日起，放开国有重点煤矿指导性和定向供应的煤价，取消计划外煤炭最高限价。国家决定从 1993 年开始，在三年内放开指令性煤价，同时逐步取消国有重点煤矿亏损补贴。到 1994 年 7 月，煤价已提前放开，但国家仍控制国有重点煤矿的煤炭分配和发电用煤价格，目前，电煤价格比市场价格低 20 元/吨。放开指令性煤价，是中国能源部门改革的重大突破，是煤炭企业转制的里程碑，对推进市场导向的煤炭工业体制改革、企业制度创新、抑制煤炭需求增长以及吸引外资办矿，都将产生重大而深远的影响。

##### (2) 煤炭价格放开的问题

由于缺乏周密的设计和有效的配套改革措施，以及不利的外部环境，这项重大改革措施也产生了一些问题。

- a. 煤价放开后，由于生产成本大幅度上升，而煤炭市场持续供过于求，国有煤矿扣除通货膨胀后的实际煤价上升不大，甚至还有下降的情况。最近，市场上煤炭紧缺，煤炭价格才有所上涨。
- b. 煤炭市场处于无序竞争状态，流通秩序混乱，中间盘剥严重，国有煤矿在生产成本较低、营销手段灵活的乡镇煤矿的竞争中，处于不利地位。
- c. 煤炭定价尚未反映全部的供应成本，新税制抑制煤炭价格的上升。增加了煤炭企业的负担。
- d. 煤炭定价透明度低。可控性和可预测性差，加大了煤矿、用户和节能项

目的投资风险；

- e. 煤、电价格改革不同步，发电用煤价格仍然受国家管制，低于市场价格。加大了煤矿扭亏的难度。

## 2) 税收政策

### (1) 税收政策内容

- a. 目前煤炭企业实行以增值税为主的流转税制。改革以前，工业企业增收增值税（税率 8%~45%）或产品税（煤炭税率为 3%），商业等第三产业征收营业税。新的流转税制，对所有工商企业征收增值税，取消产品税。并统一税率。
- b. 统一企业所得税。改革前，企业所得税结构复杂，税负悬殊：国有大中型企业为 55%，税后利润较高的企业还要征收调节税。
- c. 资源税和土地增值税。资源税是为了调节资源级差收益对资源产品征收的税，从 1984 年开始实施。1994 年 1 月实施新的资源税暂行条例，扩大了资源税的征收范围。同时在确定纳税者的资源税负担的时候，考虑流转税结构的变化，试图使资源税成为资源产品价格的一个组成因素。除征收资源税外，1994 年 4 月实行〈矿产资源补偿费征收管理规定〉。
- d. 实行分税制。合理划分中央和地方政府的事权和税种，增强中央政府的调控能力，促进全国统一市场的形成。

上述税收政策的实施使煤炭企业的经营环境发生了深刻的变化，对促进企业转换经营机制具有重大意义，有利于全国统一市场的发育，增强宏观调控能力。同时，也给煤炭企业带来了巨大的冲击，主要表现是煤炭企业的税收负担过重。

### (2) 煤炭企业税负过重

税制改革加重了煤炭企业税收负担，超过了企业的承受能力。1994-2000 年原中央财政煤炭企业纳税金额平均每年增加 52 亿元左右。是国家每年财政补贴和增值税返还 27.1 亿元的 1.92 倍。企业税负水平上升，1994-2000 年平均税负为 14%，比 1993 年提高了 8.26 个百分点。与其它行业相比，只有煤炭采选业流转税负担增加较大。税率增加了 5.85 个百分点，增幅高达 157.9%。据专家介绍，一是增值税抵扣项目少。在确定征收增值税的设计方案中，煤炭

作为资源性行业的特点没有充分反映出来，把企业购建的生产用固定资产和生产性专项工程支出中的材料、电力等费用，视为扩大再生产范围，排除在进项税的抵扣范围之外。二是煤炭生产中可以抵扣的外购材料、电力费用，在成本中比重很低。三是新税制扩大了计税基数。税改前，企业内部相互提供产品或劳务不计税，税改后全部视为销售，计征增值税。另外，煤炭增值税征收受产品销售收入和购进原料可以抵扣增值税额变动的影响，而 1994 年确定的煤炭增值税返还政策是定额返还，这样，2001 年以来，煤炭企业产品销量增加和煤炭价格上涨部分，没有享受到增值税返还政策优惠。这也就是 2001 年中央财政煤炭企业增值税负担进一步加重的主要原因。所得税返还不落实，煤炭资源税和资源补偿费双重征收，铁路建设基金负担重，这些都是目前煤炭税收中的重要问题。

近年来，很多煤炭企业积极推行现代企业制度，进行公司制改革。然而，煤炭企业进行资产重组、主辅分离后，所得税不能统一汇算缴纳，给企业造成了新的税收负担。一方面，股份制企业利润增加要增缴所得税，而同时存续企业亏损却得不到补偿。另一方面，存续企业向股份公司提供劳务，要缴纳营业税，进项税不能抵扣。

为保护和促进煤炭资源的开发利用，目前我国实行资源税和资源补偿费双重征收政策。而实际情况是，这种税收政策并没有真正起到保护和促进的作用，资源税调整资源级差效益的作用也很有限，但却给很多生产经营困难的煤炭企业增加了负担。

1991 年，国家决定开征铁路建设基金，征收标准经过四次调整，由吨公里 0.002 元增加到吨公里 0.033 元。2002 年，煤炭企业通过铁路运送煤炭 8.2 亿吨，按照 2001 年平均运距 558 公里计算，货物周转量是 44,112 亿吨公里，扣除为鼓励煤炭出口的四条铁路免征的铁路建设基金外，煤炭企业年支付的铁路建设基金达 140 多亿元。

就在煤炭企业承受着沉重的税费负担的同时，煤炭工业自身发展却捉襟见肘。因为资金困难，煤炭勘探勘查严重滞后，对今后煤炭的开发和供给形成了隐患；煤炭企业调整、优化产业结构，也因为实力弱，积累不足，资金



来源少，发展步履缓慢；煤矿工作苦脏累险，劳动强度高，煤矿职工收入水平很低，在全国工业行业中排在倒数第一第二的位置上。

### 3) 投资政策

改革开放以来，煤炭工业资金筹措方式、渠道和投资管理已有很大变化。1978年，统配煤矿投资 99%来自国家财政拨款。80 年代以后，投资体制不断改革：1981 年决定利用外资开发煤炭。1983 年，鼓励农村集体和个人投资办矿；1985 年，统配煤矿基本建设预算内投资由拨款改为贷款；1988 年，成立国家能源公司，煤炭投资管理由行政手段开始转向经济办法。1993 年起，国家每年提供 20 亿元贴息贷款，扶植国有重点煤。1995 年增加到 30 亿。1993 年成立国家银行，对国家重点煤矿基本建设投资给予政策性贷款。1996 年，开始将国有重点煤矿基本建设“拨改贷”资金逐步以资本形式注入企业，减轻企业负担。

### 4) 财政亏损补贴和增值税返还政策

#### (1) 财政亏损补贴和增值税返还政策的确定

1992 年中央财政对 94 户国有重点煤炭企业亏损补贴 60 亿元，从 1993 年开始，用三年时间逐步放开煤炭价格并收回亏损补贴。国家考虑煤炭企业的实际困难，1995 年至今，中央财政保留了每年 10 亿元的亏损补贴。

1994 年税制改革后，煤炭产品由原来按 3%征收产品税改为按 13%征收增值税，导致煤炭产品税负增加，为解决这一问题，对中央财政煤炭企业的煤炭产品，当年增值税负超过 3%的部分，由财政部给予返还，原煤炭部决定将增值税定额返还资金与亏损补贴合并使用。

原煤炭部对中央财政煤炭企业实行盈亏包干办法，从盈利企业每年收取利润 10 亿元，用于亏损单位补贴，1998 年企业下放地方管理，按照国务院有关规定。企业下放后不再上缴利润，由此产生的亏损补贴缺口，中央财政每年增加 10 亿元亏损补贴。

#### (2) 财政补贴政策实施情况。

1998 年，按照国务院改革国有重点煤矿管理体制的有关规定，中央财政将每年亏损补贴和增值税返还指标 37.1 亿元，全部划转到地方财政，由地方政府将亏损补贴和增值税返还指标落实到企业。2001 年实际拨放亏损补贴和增值税返还金额 29.34 亿元，其余 7.76 亿元主要用于资源枯竭煤矿关闭破产工作。



由于煤炭严重过剩，导致煤炭产量和价格大幅度下降，拖欠煤款严重，使企业处于十分困难的境地，财政补贴对于缓解企业困难，维护矿区稳定，发挥了重要作用。从调研情况看，国有煤炭企业在安全生产、职工生活方面拖欠较多，企业负担还很重，亏损面和亏损额还比较大，企业经营还面临着许多困难和问题。继续实施亏损补贴和增值税返还政策，对煤炭企业改革脱困仍有十分重要的作用。

### 6.5.2 煤炭经济政策的未来发展

#### 1) 完善市场经济公平竞争机制和政策

加强和完善宏观经济调控，改善煤炭行业和企业市场竞争环境，为煤炭工业持续健康发展创造条件。

首先是要改革和完善增值税，切实解决煤炭企业增值税过高的问题。完善增值税返还政策，扩大煤炭产品增值税进项税抵扣范围。改革增值税征收办法，由生产性增值税改革为消费性增值税，从根本上解决基础产业赋税过重的问题。

其次，清理和取消各类行业性建设基金，不再征收铁路、电力和港口建设费。

最后是加快分离企业社会职能的步伐。同时完善和规范债转股政策。

#### 2) 建立和完善煤炭投资政策

国家对煤炭产业采取以国有经济为主体，各种经济形式共同发展的方针。建立稳定的国有煤矿建设资本金渠道，以国家投资带动和吸纳社会资金和外资的投入，形成多元的投资机制，支持大型国有煤炭企业的发展。进一步改善煤炭产业投资环境，争取外资和社会资金投入煤炭建设。同时煤炭投资要支持煤矿技术改造，加大煤炭科研开发的投入。

#### 3) 进一步完善财政补贴和社会保障政策

虽然煤炭行业总体上实现了扭亏为盈，但是国有煤炭企业大多数尚未走出困境，长期以来，积累的许多问题尚未得到解决，亏损面和亏损额还很大，财政亏损补贴政策对企业的稳定和发展具有十分重要的作用，我国加入 WTO 后，按照《WTO 协议》生效之日起 7 年内逐步使其符合禁止性补贴的规定，暂时保留亏损补贴并不违背 WTO 的规定。估计短期内财政亏损补贴政策会继续执行，但是毕竟财政补贴政策属于计划经济的产物，在向市场化过渡的过程中，财政补贴额度

将不断减少，并最终取消。而现有的亏损补贴也主要用于支持企业减员提效和解决下岗职工再就业等改革过程中遇到的各种问题，帮助煤炭企业真正走向市场，逐步实现独立经营和自负盈亏。

顶级地质论坛: <http://bbs.3s001.com/>

## 7. 2010 年及 2020 年煤炭消费预测和环境影响预测

### 7.1 2010 年及 2020 年煤炭生产与产量预测

#### 7.1.1 对煤炭生产能力的预测

##### 1) 现有可生产煤矿保有储量和经济可采储量

截止 2000 年末, 国有煤矿总计保有可采储量为 665.830 亿吨, 其中高硫高灰等非经济储量和 small 煤窑破坏储量共计 210.265 亿吨, 占总保有可采储量的 31.8%, 服务年限因此减少 17 年, 剩余经济可采储量为 455.565 亿吨, 占总计保有可采储量的 68.2%, 国有煤矿现有生产水平经济可采储量为 224.946 亿吨, 占经济可采储量的 49.4%。其中, 国有重点煤矿的经济可采储量为 307.948 亿吨, 现生产水平经济可采储量为 144.418 亿吨。按采出率 70% 计算, 以现有生产水平经济可采出量和原国有重点每矿的生产能力计算, 生产水平平均可采年限为 18.1 年。地方国有煤矿的剩余经济可采出量为 147.618 亿吨, 现有生产水平经济可采储量为 80.527 亿吨, 按经济可采储量的煤炭采出率为 42% 计算, 以现有生产水平经济可采储量和国有地方煤矿现在的生产能力来计算, 现生产水平可采年限为 15.8 年。乡镇煤矿的资源可靠程度低, 服务年限短, 生产极不稳定, 目前没有可靠的数据。<sup>[1]</sup>

##### 2) 2000-2030 年现有煤矿生产能力变化

###### (1) 报废生产能力 (表 7-1)

表 7-1 国有煤矿报废的生产能力预计 (单位: 处—万吨/年, 万吨/年)<sup>[2]</sup>

时段	合计		国有重点煤矿		国有地方煤矿	
	总数	年平均	总数	年平均	总数	年平均
2001-2030	919-39,313	1,310	361-29,377	979	558-9,936	331
2001-2005	174-7,015	1,403	99-5,774	1,155	75-1,241	248
2006-2010	171-6,112	1,222	69-4,398	880	102-1,714	342
2011-2015	174-6,437	1,287	56-4,507	901	118-1,930	386
2016-2030	400-19,749	1,316	137-14,698	980	263-5,051	336

<sup>[1]</sup> 资料来源: 国家计划发展委员会

<sup>[1]</sup> 资料来源: 国家计划发展委员会

<sup>[2]</sup> 数据来源: 国家发展计划委员会

### **原国有重点煤矿 2001-2030 年报废生产能力**

共计约 361 处，报废生产力 29,377 万吨/年。其中 2001-2005 年，报废 99 处，报废生产能力 5,774 万吨/年。2006-2010 年报废矿井 69 处，报废生产能力 4,398 万吨/年。

### **国有地方煤矿 2001-2030 年报废生产能力**

总计约 558 处，报废生产能力 9,936 万吨/年。其中 2001-2005 年，报废 75 处，报废生产能力约 1,241 万吨/年。2006-2010 年，国有地方煤矿报废 102 处，报废生产能力共计 1,714 万吨/年。

#### **(2) 已开工建设的新增生产能力**

2000 年末，原国有重点煤矿总计续建 36 处，生产能力共 6,710 万吨/年。大部分在 2005 年投产。即，2005 年新增国有重点煤矿生产能力 6,710 万吨/年。国有地方煤矿，到 2000 年末，总共续建开工 130 处，生产能力共 3,009 万吨/年，即 2005 年，国有地方煤矿增加生产能力 3,009 万吨/年。

2000-2002 年开工新增生产能力：2002 年底，在建大中型矿井 107 处，设计年生产能力 14,381 万吨，其中：新建 60 处，设计年生产能力 11,250 万吨；扩建 47 处，新增年生产能力 3,131 万吨。预计 2003 年-2005 年投产矿井 100 处，设计年生产能力 12,057 万吨，其中新建 55 处，9,000 万吨；扩建 45 处，3,057 万吨。2006 年-2010 年投产矿井 7 处，设计年生产能力 2,324 万吨，其中：新建 5 处，2,250 万吨，扩建 2 处，74 万吨。上述矿井投产后，2005 年增加煤炭产量为 10,300 万吨，其中大型矿井 7,700 万吨。中型矿井 2,600 万吨；2010 年增加煤炭产量为 14,000 万吨，其中大型矿井 11,000 万吨，中型矿井 3,000 万吨。

#### **(3) 2003-2010 年规划新增生产能力**

根据《2003-2010 年全国煤炭生产开发规划》(以下简称《规划》)，2003-2010 年。全国矿井新开工建设规模 3.2 亿吨，其中 2003 年-2005 年 1.7 亿吨，在全国矿井新开工规模中，2003 年-2005 年投产 0.7 亿吨，2005 年产量达到 0.5 亿吨，结转到 2006 年及以后的建设规模 1.0 亿吨；2006 年-2010 年投产 1.8 亿吨，2010 年产量达到 2.2 亿吨，结转 2011 年及以后的建设规模 0.7 亿吨。

(4) 2010 年以后预计新增生产能力：对于 2010 年以后煤炭生产的情况，目前还没有做出规划，作者预计 2015 年新增生产能力 1.5 亿吨，2020 年新增生产

能力为 1.0 亿吨。

根据《规划》2003 年到 2010 年期间。将继续按照产业政策和安全生产法规。采取联合改造一批、淘汰一批和严格限制小型矿井开工建设等措施。进一步压减小型矿井处数和产量。预计，2005 年，小型矿井原煤产量为 6.5 亿吨，2010 年为 6.0 亿吨。预计，2015 年为 5.5 亿吨。2020 年为 5 亿吨。

4) 2000 年-2030 年各阶段国有煤矿生产能力预测（表 7-2）

各个时段国有煤矿生产能力为：2000 年末国有煤矿的生产能力减去该时段报废的生产能力，再加上该时段 2000 年末续建的国有煤矿建成投产的生产能力和已经规划的生产能力。

(1) 2005 年国有煤矿生产能力

2005 年现有的国有煤矿共计 1,444 处，生产能力总计 78,061 万吨/年，加上在建的和已规划的新增生产能力 19,057 万吨，总计生产能力为 97,118 万吨。

(2) 2010 年国有煤矿生产能力

2010 年现有国有煤矿总共有 1,273 处，生产能力总计 71,949 万吨/年，加上已规划的生产能力 39,381 万吨，总计生产能力 111,330 万吨。

(3) 2015 年国有煤矿生产能力

2015 年现有国有煤矿还有 1,099 处，生产能力总计 65,512 万吨/年，加上国家已规划的生产能力和作者预计的新增生产能力总计 56,381 万吨。2015 年的国有煤矿生产能力为 121,893 万吨。

(4) 2030 年国有煤矿生产能力

2030 年现有国有煤矿还有 699 处，生产能力总计为 45,763 万吨/年。预计新增生产能力 81,381 万吨。总计生产能力为 127,144 万吨。

7-2 全国国有煤矿（不含年产量低于 3 万吨的国有煤矿）生产能力预测（万吨）

	2000 年 (实际)	2005 年 (已规划)	2010 年 (已规划)	2015 年 (已规划+ 预计新投 产 1 亿吨)	2020 年 (预计新 投产 1 亿 吨)	2030 年 (预计新投 产 1.5 亿 吨)
国有煤矿	75,357	78,061	71,949	65,512	58,929	45,763
新增生产能力		19,057	39,381	56,381	66,381	81,381
合计		97,118	111,330	121,893	125,310	127,144

上述预测仅对国有煤矿的生产能力进行预测，其中不包括 3 万吨以下的国有煤矿以及乡镇煤矿生产能力。

### 7.1.2 煤炭产量预测

根据《规划》预测结果，2005 年，全国煤炭产量在 14.6 亿吨。2010 年为 15.9 亿吨，作者预计 2015 年煤炭产量在 16.4 亿吨，2020 年煤炭产量在 17 亿吨左右。

## 7.2 煤炭需求与消费预测

### 7.2.1 综述

能源需求预测，国内一般采用的方法有类比法、外推法和因果分析法等，在实际应用中有弹性系数法、人均能耗法、单位产值耗能法、技术分析法、部门分析法、经济计量模型法和能源投入产出分析法等，国内外一些专家和研究单位曾采用不同方法对我国能源或煤炭需求做过大量的研究工作，其主要结果如表 7-3 所示：

表 7-3 煤炭消费需求预测结果汇总

序号	预测结果 (Mt 标准煤)				出处	预测时间
	2005	2010	2020	2050		
1	N/1460	N/1590			2003-2010 年全国煤炭生产开发规划	2003
2		2338.5/1630.5	3151.5/2124		国际能源机构	1996
3				3795/1805	中国 21 世纪能源展望	1999
4	1550/1360	1850/1500			全国煤炭消费现状分析和预测	1999
5	N/1347	N/1485			2000-2010 煤炭需求预测，	1999
6		2062.5/1850			中国能源发展报告	1997
	1548/1370	1857/1540				
7	1550/1375	1785/1440			国家计划委员会等	1998
	1538/1360	1820/1490				

## 7.2.2 能源需求预测（国际能源署）

### （1）宏观经济背景

中国 GDP 在 90 年代初就在加速增长，达到 13% 的高增长速度，但在 90 年代的后 5 年呈减缓态势。结构性问题，包括劳动力和资本在各部门和各地区的低效率配置是导致 GDP 增长下降的原因。从长远考虑中国很可能从 WTO 的加入中受益，但是面临的挑战主要是贸易自由化的不利影响。中国的经济由农业向工业和服务业转变。在 GDP 中工业的份额已经由 1971 年的 42% 增加到 1999 年的 49%（见表 7-5）。中国宏观经济和能源指标见表 7-4，一次能源需求见图 7-1。

该预测假定到 2020 年中国的 GDP 将是目前的 2.8 倍，年增长率为 5.2%（表 7-6）。在 1971 年到 2000 年之间，中国人口每年以 1.4% 的速度增长，这一趋势假设将持续下去，展望期的人口平均增长率为 0.63%。

表 7-4 中国关键的经济和能源指标<sup>[1]</sup>

	2000		年均增长率 1990-2000(%)	
	中国	世界	中国	世界
国内生产总值（按 1995 年购买力平价指数）	4,861	41,609	9.9	3.0
人均 GDP（按 1995 年购买力平价指数）	3,823	6,908	8.7	1.6
人口（10 亿）	1.3	6	1.1	1.4
一次能源消费总量（百万吨标准煤）	950	9,179	3.4	1.5
单位 GDP 一次能源消费总量*	0.2	0.2	-5.9	-1.5
单位一次能源消费总量的能源产量	1	-	-0.7	-
人均一次能源消费总量（吨标准煤）	0.7	1.5	2.3	0.1
石油净进口量（每天百万桶）	1.7	-	n. a.	-
CO <sub>2</sub> 排放量（百万吨）	3052	22639	2.9	1.2
人均 CO <sub>2</sub> 排放量（吨/人）	2.4	3.8	1.7	-0.2

表 7-5 中国的经济结构<sup>[2]</sup>

	GDP 的份额 (%)			年均增长率 (%)
	1971	1990	1999	1971-1999
农业	34	27	18	5.7
工业	42	42	49	8.9
服务业	24	31	33	9.5
国内生产总值	100	100	100	8.2

<sup>[1]</sup> 数据来源：中国能源展望 2002

<sup>[2]</sup> 资料来源：世界银行（2001）



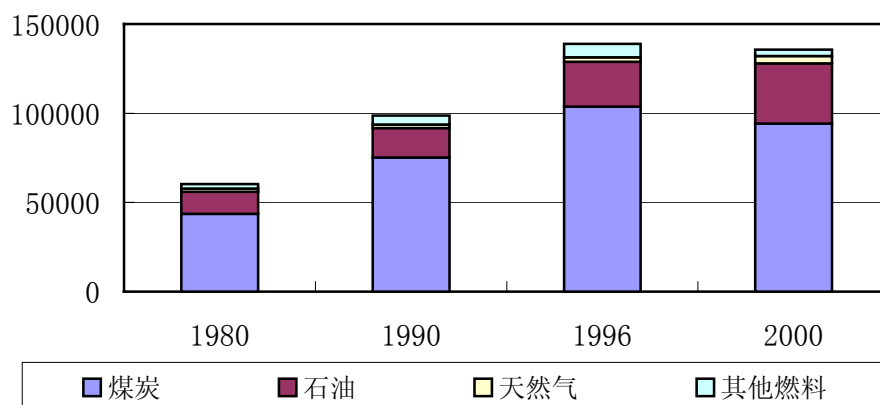


图 7-1 中国一次能源需求量 (万吨标准煤)

表 7-6 中国的宏观经济和人口假设<sup>[1]</sup>

	1971	2000	2010	2020	年均增长率 (%) 2000-2030
<b>国内生产总值</b>					
(按 1995 年购买力平价指数, \$10 亿美元)	493	4,861	8,484	13,428	5.2
<b>人口 (百万)</b>	845	1,272	1,363	1,442	0.63
<b>人均国内生产总值</b>					
(按 1995 年购买力平价指数)	584	3,823	6,227	9,311	4.6

## (2) 能源政策发展

能源部门的发展是中国十五计划期间的优先领域之一。主要目标是：

能源的多元化结构

确保能源供应的全面安全

提高能源效率

保护环境

为了使能源结构多元化，政府计划推进天然气和可再生能源的使用，“十五”计划也要求发展核电，并制定了许多目标，包括煤炭在一次燃料结构中的比例下降到 64%，以及到 2005 年天然气的比例增加到 5%。政府计划建立石油储备系统。此外西部大开发战略也将对中国能源市场的长期发展产生重要的影响。

<sup>[1]</sup> 数据来源：中国能源展望 2002

### （3）能源自由化和价格

能源补贴在中国已经由来已久，能源价格控制和亏损国有企业的补贴已经导致整个能源部门的低效，虽然在近几年来定价系统已经较好的反映了基本成本和国际价格，但是在中国销售的绝大多数燃料价格仍然是由有关政府职能机构来确定的。其中煤炭价格在 2002 年被很大程度上放开了，无论是国有和省属煤矿还是地方小煤矿，其价格都是由竞争的生产者和工业终端用户和煤炭分销商决定。假设中国在十年内国内能源补助将被逐渐取消，到 2010 年价格将完全反映经济供应成本并遵循国际能源价格趋势。

#### 2) 预测结果

表 7-7 中国一次能源总需求（百万吨标准煤）

	1971	2000	2010	2020	年均增长率（%） 2000-2020
煤炭	288	988.5	1281	1,588.5	2.4
石油	64.5	354	504	682.5	3.34
天然气	4.5	45	85.5	153	6.31
核能	0	6	34.5	64.5	12.6
水能	4.5	28.5	43.5	66	4.3
其它可再生能源	0	1.5	6	7.5	8.38
一次能源总需求	361.5	1,425	1,953	2,560.5	2.97

从 2000 到 2020 年，一次商品能源需求年增长 2.97%，且增长速度逐渐减缓，由 2000-2010 年的 3.2%降为 2010-2020 年的 2.7%，（见表 7-7）。明显低于过去 10 年，但是依然较其它许多地区和国家高，预测期内，需求量将是现在的两倍多，从 2000 到 2020 年，预测需求增长量为 1,135.5Mt 标准煤。整个预测期内，能源强度（单位国内生产总值一次能源消费量）以每年 2.1%的速度持续下降，但较近几年慢的多。

终端能源需求量将以每年 2.8%的速率增长，到 2020 年达到 1,516.5 百万吨标准煤。其中，煤炭消费年增长率仅为 0.8%，因此，煤炭在终端能源消费总量的比重由 2000 年的 43%迅速下降到 2020 年的 29%；由于交通用能需求的急速增加，石油的消费比重将增加到 39%；在所有其它发展中地区，电力需求快速增长，增加 7 个百分点，达到 23%。

2000 年工业部门的能源需求占终端能源需求占终端消费总量的 54%，经济结构调整使得工业部门的能源需求增长速度将放慢，到 2020 年，工业部门能源需求占终端消费总量的份额下降到 47.2%。来自于进口商品的竞争压力，将使得钢铁、水泥等高能耗产品的产量得到有效的控制。由政府推行的规模小的生产者的联合将加速效率提高。预计低能耗、劳动密集型的加工业的发展速度将高于重工业。电力和天然气替代煤炭，将促进系统能源效率的提高，减缓环境污染的压力。

### 7.2.3 煤炭需求预测

据估计，中国 2010 年煤炭需求总量为 12.8 亿吨，2020 年煤炭需求总量为 15.9 亿吨。中国煤炭分部门一次需求量预测见图 7-2。其中：

发电用煤：2010 年需求量为 7.08 亿吨，占煤炭需求总量的 55.3%，2020 年需求量为 9.74 亿吨，占煤炭需求总量的 61.3%。

工业用煤：2010 年需求量为 2.96 亿吨，占煤炭需求总量的 23.1%，2020 年需求量为 3.26 亿吨，占煤炭需求总量的 20.5%。

1971-2000 年，中国煤炭的一次需求量每年增长 4.3%，预计还会持续增长。但是，速度会慢的多。根据预测结果，2000-2020 年，煤炭需求将以年均 2.4% 的速度增长，到 2020 年煤炭需求量可达到 16 亿吨。新增的大部分煤炭将都用于发电，但工业用煤，比如钢铁用的焦煤还将保持其重要作用。民用和商业部门的煤炭终端消费量在预测期内将维持原有水平。消费比重上升的地区预计包括华北、华东、西南和西北。

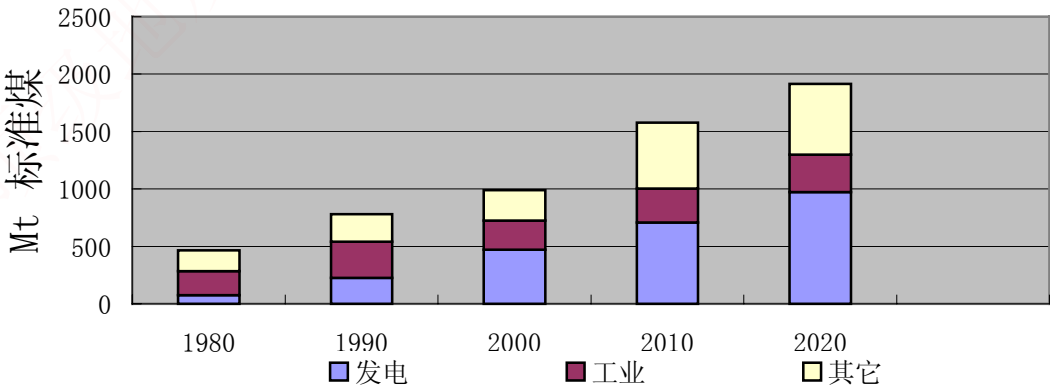


图 7-2 中国煤炭分部门一次需求量

### 7.3 电煤需求预测

根据能源和煤炭需求预测结果，电煤需求预测为：2010 年，电煤需求为 708 兆吨标准煤，2020 年需求为 973.5 兆吨标准煤。

中国电力消费在预测期内年平均增长率为 4.7%。但是随着时间的推移，电力消费增长有所减慢。电力消费在总的终端能源消费中的比例将由 16%（2000 年）一跃上升到 23%。随着人们收入的提高，生活用煤和油向用电方面的转变以及工业与商业部门产量的不断增加，都将增加电力的需求，2000 年，中国发电量为 1,387TWh, 其中 78%的电来自燃煤发电站。尽管煤在发电燃料结构中仍为主要燃料，预计到 2020 年其比例将下降到 72%，核电和气电的比例将会提高，2020 年，气电在发电量的比例约 6%，核电占 5%。

在未来 30 年内，电力部门以煤电为主的状况不会有很大改变，因为中国煤炭资源丰富，加上煤电厂的建设成本低，因而大部分新建电厂仍然以燃煤为主。预计 2020 年燃煤电厂的装机容量将增加 1.5 倍，达到 499GW。目前中国燃煤电厂的效率仅在 27%到 28%之间，估计在预测期内，平均发电效率会有所提高，到 2020 年可达到 32%。中国的电源结构预测如表 7-8：

表 7-8 中国的电源结构（万亿瓦时）

	1971	2000	2010	2020
<b>煤炭</b>	<b>98</b>	<b>1,081</b>	<b>1,723</b>	<b>2,509</b>
石油	16	46	51	53
天然气	0	19	74	209
核能	0	17	90	163
水能	30	222	333	511
其它可再生能源	0	2	10	16
<b>总计</b>	<b>144</b>	<b>1,387</b>	<b>2,282</b>	<b>3,461</b>

## 7.4 煤炭对环境的影响预测

### 7.4.1 大气污染与废气烟尘排放预测

#### 1) 温室气体排放

C02 排放:

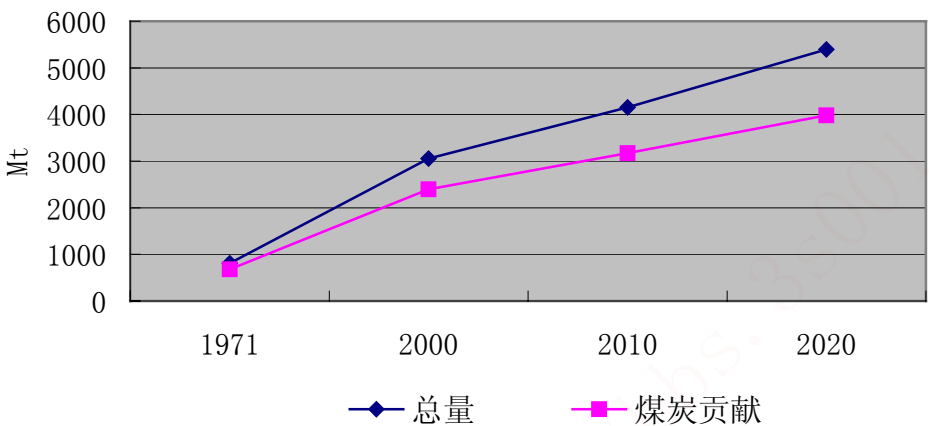


图 7-3 中国 C02 排放总量趋势

中国是世界主要的温室气体排放贡献国。C02 排放量居世界第二位。C02 主要来自于发电和其它工业活动，因为中国的电厂和工业锅炉效率较低，而且严重依赖煤炭。在预测年期间，与 C02 相关的排放物将会持续以 2.9% 的速度增加。到 2020 年将达到 54 亿吨（图 7-3），或占整个世界 C02 排放总量的 16.5%。最大的排放增长点将是电力部门，在 2020 年将占中国 C02 排放量的一半（图 7-4）。相比之下，工业部门的排放将不断减少。这是由于煤炭这一碳最密集的燃料逐渐被其它优质燃料代替。2010 年，因煤炭消费而排放的 C02 达到 3,169Mt，占总排放的 76%，而 2020 年，预计排放中将有 74% 的量属于煤炭消费造成，总量达到 3,985Mt。而所有因煤炭利用造成的 C02 排放中，电煤 C02 排放将达到 61%（2010 年）和 66%（2020 年）。

CH4 排放:

根据 2000 年对全国 570 个矿井的统计资料表明，加权平均相对瓦斯涌出量为 9 立方米/吨（井口），而目前中国瓦斯利用率非常低，井口通风瓦斯排放几乎没有回收利用。据此，CH4 排放总量预测如表 7-9（不考虑回收利用通风瓦斯）。

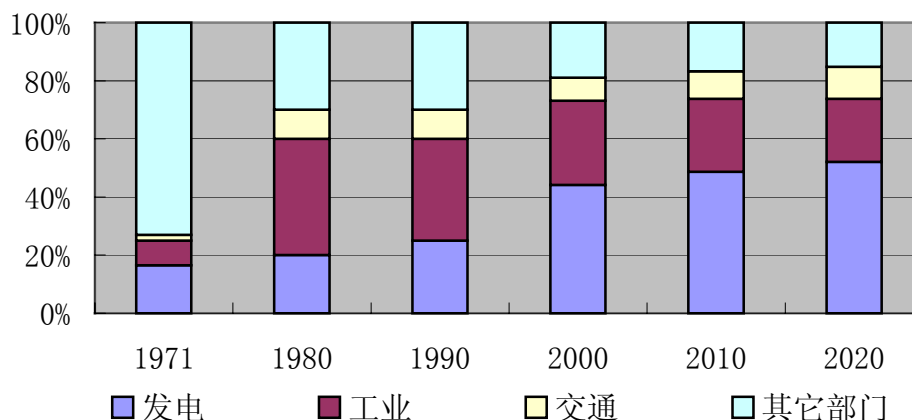


图 7-4 中国分部门 CO2 排放构成

表 7-9 CH4 排放预测表

		2000	2005	2010	2015	2020
煤炭产量（预测）	亿吨	10.0	14.6	15.9	16.4	17.4
CH4 排放（预测）	亿立方米	96.25	131.4	143.1	147.6	156.6

## 2) SO<sub>2</sub> 排放

酸雨影响了中国三分之一以上的土地，经济损失高达国内生产总值的 2%，SO<sub>2</sub> 是形成酸雨的主要原因。在国际能源署的预测中，没有对中国未来 SO<sub>2</sub> 的排放做出预测，根据我国政府规划，在 2005 年，要将 SO<sub>2</sub> 排放总量比 2000 年降低 10%，据此，国家将关闭一批高硫煤矿，并将全程控制硫份，提高原煤洗选比例，降低煤炭直接燃烧的比例。2000 年全国 SO<sub>2</sub> 排放总量为 1,995 万吨，其中煤炭利用贡献率为 90%，达到 1,800 万吨。假设国家一直实行排放总量控制，并持续降低 SO<sub>2</sub> 排放总量。假设年减排 2%，则各年排放预测如下（表 7-10）。

表 7-10 SO<sub>2</sub> 排放总量预测（万吨）

	2000	2005	2010	2015	2020
SO <sub>2</sub> 排放总量	1,995	1,800	1,630	1,473	1,331
煤炭贡献	1,796	1,620	1,467	1,325.7	1,198
无控状态 SO <sub>2</sub> 排放量(由煤炭导致)	1,854	2,080	2,306	2,583	2,859
减排后相当于吨煤排放 SO <sub>2</sub> (千克/吨)	18.2	14.9	11.5	9.5	7.5

我国现生产的煤炭的平均硫份为 1.08%，假设煤炭的硫份不变，按照上述假设和预测结果，并考虑年度煤炭消费预测结果，到 2010 年，煤炭利用全程脱硫率将达到 47%，到 2020 年达到 65%。根据计算，要达到 2010 年的目标，减排 SO<sub>2</sub> 8.4Mt，国家需投资总额约为 900 亿元人民币，单位投资为 10,714 元/吨 SO<sub>2</sub>。而每年的运行费用将达到约 80 亿元，如果不进行治理，则仅 2000-2010 年累计环境损失至少将到 2,500 亿人民币。

### 3) 烟尘

逐年煤炭消费与烟尘排放量见表 7-11（万吨）

表 7-11 煤炭消费与烟尘排放总量<sup>[1]</sup>

年份	煤炭消费量（万吨）	烟尘排放总量（万吨）
1985	81,416	1,303
1990	105,523	1,328
1992	114,085	1,414
1995	133,683	1,744
1997	138,367	1,573
1998	136,381	1,335
1999	115,025	1,159
2000	123,000	1,165
2001	126,000	1,059

考虑到国家规划和技术进步等因素，估计烟尘排放将逐步受到控制，排放总量将逐年下降。预计到 2010 年，烟尘排放量为 702.5 万吨，到 2020 年有望下降到 218.4 万吨。

## 7.4.2 矿区环境破坏与污染预测

### 1) 土地资源的破坏

煤炭开采对土地的破坏相当严重。我国煤炭开采以井工开采为主，所以煤炭开采对土地资源的破坏主要是开采沉陷，如果按每开采一万吨煤炭造成土地塌陷 0.2 公顷，则各预测年将新增塌陷面积见表 7-12。目前中国人均耕地面积仅 0.079 公顷，而预计 2000-2010 年累计破坏土地面积将达到 793,800 公顷，相当于 1 千万人的耕地面积。我国的耕地面积每年以 10 万公顷的速度递减，而人口却以每年 1,300-1,400 万人的速度递增，因此，煤炭开采对土地资源的破坏，尤其是对耕地的破坏将直接破坏国家的可持续发展，必须采取措施减少煤炭开采对土地的

<sup>[1]</sup> 数据来源：煤炭利用加工协会



破坏，并尽量复垦。

表 7-12 煤炭开采对矿区资源的破坏预测

预测年	2000	2005	2010	2015	2020
煤炭产量（万吨）	98,850	146,000	159,000	164,000	174,000
土地沉陷面积（公顷）	18,782	29,200	31,800	32,800	34,800
按全国平均 10%的复垦率计算破坏土地面积	16,904	26,280	28,620	29,520	31,320
水资源破坏（亿吨）	24.71	36.5	39.8	41.0	43.5

## 2) 水资源破坏

煤炭开采对矿区环境的影响之一是破坏资源地的水环境，尤其是地下水资源，尽管目前还没有具体的统计数字表明全国煤炭开采所造成的水资源破坏状况，但最近的一份研究报告表明山西煤炭开采对水资源的破坏程度相当严重，平均每挖一吨煤炭就要损失 2.5 吨水<sup>[1]</sup>，山西省煤炭开采的技术水平在全国处在前列，由此可以推断每年全国煤炭开采对水资源的破坏状况。如果按每吨煤炭破坏 2.5 吨水计算则今后各预测年对水资源破坏的情况见表 7-12。

## 3) 矸石排放

煤矸石是煤炭开采和加工过程中产生的固体废弃物。根据国家资源综合利用规划，到 2005 年，矸石综合利用率将达到 60%，到 2015 年将达到 85%。可以预计矸石量将不断减少。但是其投资规模将是非常庞大的。

## 7.4.3 环境压力将越来越严峻，环境治理投资将越来越大

中国能源产业对环境造成的危害可能是最严重的，而煤炭又是重中之重。中国燃煤占世界煤炭消费量的 27%，是全世界唯一的以煤炭为主的能源消费大国，二氧化碳排放量仅次于美国居世界第二位，占全世界的 13%，二氧化硫排放已是世界第一。酸雨影响了中国三分之一以上的土地，经济损失高达国内生产总值的 2%。有一项研究认为如果中国产粮地区的烟尘得到治理，中国可能就不需要进口粮食了<sup>[2]</sup>。研究人员认为烟尘可能使中国农业减产 5%到 30%。从 1990 年

<sup>[1]</sup> 资料来源：挖一吨煤流失两吨半水，[http://www.myeearth.com.cn/MESSAGE/20020604/content\\_xy.asp](http://www.myeearth.com.cn/MESSAGE/20020604/content_xy.asp)

<sup>[2]</sup> 《中国可再生能源发展：潜力与挑战》，中国资源学会，中国能源研究学会，能源研究所等研究报告

到 1996 年，中国 CO<sub>2</sub> 排放增加量占世界增加量的 90% 以上，国际压力不断敦促中国控制 CO<sub>2</sub> 排放量。要治理这些污染，所需投资总额将是相当巨大的。

以矿井水为例，全国煤矿每年外排矿井水约 22 亿吨以上，其中得到净化利用的不足 20%，根据部分矿山统计，将这些矿井水处理成可用的工业水或生活用水，1 吨/年水处理能力投资平均为 343 元，假设年处理矿井水总量的 80%，则需要投资 6,000 亿元人民币。考虑到处理矸石、SO<sub>2</sub> 减排、烟尘减排和土地复垦等环境保护和治理投资，将是非常巨大的投资，甚至超过国家的经济承受能力。

矿物燃料的另一种影响是耗水量大，这一点在华北地区成了突出的问题。目前，中国一半城市左右都面临一般性或严重性缺水，发电工业是耗水大户。根据世界银行的一项估计，中国城市缺水每年会造成大约 1,200 亿元人民币的损失（\$112 亿美元）。比如，山西省地下水位在不断下降，在缺水时期必须关闭工厂达数周之久，加剧了失业。同时煤炭开采大量破坏水资源，而山西省一家 1000 兆瓦的煤电站每千瓦时消耗 4.3 升水。所以严重的水资源问题使山西经济始终在低水平徘徊甚至有恶化趋势，如果不采取措施，煤炭开采和利用就将导致山西以煤炭为主的经济走向恶性循环的怪圈。因为中国电力大部分由煤炭发电，水需求量大。严重影响了水资源。中国经济会不会因为大量开采和利用煤炭发电而出现经济困境是一个必须重视的问题。但是对煤炭的生产及利用所造成的环境污染将越来越严重地威胁中国的生存环境，并带来严重的经济损失。原国家计委官员陈和平在 2001 年召开的“东北亚可持续能源利用与消费者教育论坛”会上披露，中国环境问题所造成的总损失将占中国国民生产总值的 10%。

以山西省为例，山西省是煤炭生产加工的大户，全省煤炭产量高达 3.43 亿吨（2000 年），占全国当年总产量的 27.4%，然而，山西省城镇居民收入却刚刚摆脱全国倒数第一的困境，仍然居全国落后水平。考虑到煤炭开采对环境所造成的危害，就可以理解这种“越挖煤越穷”的局面。专家们认为，山西煤炭开采对水资源的破坏程度相当严重，平均每挖一吨煤炭就要损失 2.5 吨水，这意味着，近 20 年来，山西挖煤对水资源破坏所造成的损失约达 377.35 亿元（曾经名扬天下的晋祠难老泉，就是因为挖煤导致泉水枯竭的）。而该省投入巨资的引黄入晋工程，一年的引水量与挖煤一年所消耗的水量基本相当。这种类似于拆东墙补西墙的发展模式，对本就不发达的山西省经济而言，只能是雪上加霜，除此之外，煤

炭生产、运输所造成的环境污染、生态恶化、地表下沉等方面的破坏也相当严重。1981 年到 2001 年间，该省因挖煤、炼焦、发电造成的环境损失保守估计也有 980 多亿元。同时，煤炭价格与价值的背离就使山西流失约 1,200 亿元，这两项加起来山西每年要亏空 109 亿元，其总额相当于山西 1949 年至 2000 年预算内财政收入总和的 1.59 倍。所以山西省煤炭生产正处在一个进退维谷的尴尬局面。

## 8. 政策建议

1) 不断优化能源结构，降低煤炭在一次能源中的比例。国家应该综合运用价格、税收、投资与其它经济政策限制煤炭的生产与消费。目前煤炭和其它能源的价格虽然已经放开，但基本无法反映能源的稀缺性和环境成本，只能简单的反映生产成本。所以适当提高资源税，开采税和环境税等，如对 CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 排放征收环境税。限制煤炭的低价优势，从而鼓励其它优质和可再生能源的开发和利用。逐步解决我国能源的结构性矛盾。

2) 大力开发可再生能源。目前阻碍可再生能源发展的主要问题在于：化石能源（主要是煤炭）的不公平竞争；国家投入开发的力度小，与其它能源开发投资相比几乎可以忽略不计；优惠政策少，开发积极性不高；技术不成熟，开发成本高。国家应该对可再生能源开发方面给予优惠的鼓励政策，比如优先上网，环保补贴等，同时国家应该加大投资力度，大力投入科研开发，实现可再生能源开发设备国产化，降低投资和生产成本。将化石能源环境税收和污染收费所得资金一方面投入环境治理，一方面投入可再生能源开发上。

3) 鼓励煤炭清洁利用与开发，即清洁生产煤炭，清洁利用煤。鼓励原煤洗选加工，限制开采硫等污染物超标的煤炭，鼓励有序开发利用优质煤炭。通过税收和高额罚款等经济手段鼓励清洁利用煤炭。

4) 大力治理燃煤环境污染，特别是燃煤电厂的污染排放。提高排污收费标准，目前的排污收费普遍较低，无法反映环境治理成本和环境污染损失。积极运用市场机制鼓励污染物减排，推动排污权交易制度。

5) 建立成熟完善的能源市场环境和能源市场机制。我国已经从计划经济过度到市场机制。但是还很不完善。中国的能源问题特别是能源环境问题其根源除了资源方面的原因外，最主要的问题是市场问题，即价格、成本问题和不正当竞争。政府应该大力研究并最终推出合理的成本价格体系，以综合反映环境污染和资源稀缺性，体现政府意志。同时清理并规范市场中的不正当和不公平竞争，包括大煤矿同小煤窑的竞争，洁净煤和高污煤的竞争，煤炭和清洁能源的竞争等，只有消除这些不正当、不公平的竞争，才能建立起公平合理的市场秩序，能真正

实现政府改善环境，治理污染的决心和意志，为洁净能源技术、可再生能源技术铺平道路。

6) 加强环境管理和环境执法力度，目前环境法律法规很多，但由于地方保护主义和企业追求利润最大化，环境保护执法往往令行不止，有法不依。要加强企业的环境指标监测与污染排放监督，对能源和其它建设项目必须进行环境评估并实行环境否决制，通过加强舆论监督等综合措施完善环境管理。

目前我们谈电力企业的效益，例如修建了热电厂就可以拔掉多少小烟囱，电力工业促进了社会发展和工农业生产，但我们很少去考虑燃煤电厂造成的大气污染，水污染和固体废物的污染给社会造成了什么样的经济损失，负效应有多大，正效与负效相加企业的经营成果究竟怎么样？有一些电力企业表面看起来利税收益巨大，但有的发电厂正负效益相加，经营成果却等于零。在修建燃煤电厂时，忽视了污染物的治理，造成了环境污染，后期治理所花的费用远比建设时将污染治理设施建设加入建设费用的成本还要大。由于我国能源的蕴藏量以煤为主，我国发电能源以煤为主是不可避免的。煤炭热电联产装置替代众多的燃煤小锅炉，可以减少燃煤造成的污染，因为燃煤电厂能够最干净地利用煤炭。但是决不能以此为理由，使燃煤电厂放弃或忽视对污染物的治理。从根本上来说，还是对燃煤电厂污染的严重性以及由此带来的负面效应认识不足。我国目前两亿多千瓦燃煤电厂中，至今只有一千多万千瓦安装了脱硫装置，确实是个大问题，由此造成的酸雨和二氧化硫的污染，究竟造成了多大损失，缺乏深入的研究。

比如最近发布的消息表明中国华能集团公司、中国电力投资集团公司和淮南矿业（集团）公司合作开发，要投资 1,000 亿元把淮南建成东部煤电基地，装机容量到 2020 年超过三峡水电站，达到 2,000 万千瓦。年耗煤高达 6,000 万吨。该计划的实施确实能缓解东部经济发达地区的电力需求，其好处是明显的，但是却很少见到有关环境问题的研究和可行性分析。三峡工程经过了 50 年的争论，而其环境影响目前仍然无法定论，更何况建设如此巨大的燃煤电站。是否考虑了如此密集的煤炭燃烧对当地的生态环境，以及对东部城市群的环境影响，是否考虑了治理污染的技术措施、投资分析等，是否考虑到环境风险问题等等。上述问题将决定这个庞大的投资计划的成败。

如增加火电装机容量 2,000 万千瓦，则脱硫设备的投资至少为 150 亿元。除

增加脱硫设备的投资外,还有运行费用也很可观,即使以运行费用为 0.05 元/(千瓦时),年运行 6,500 小时,每年增加的 2,000 万千瓦的火电机组的运行费用也高达 65 亿元。相反,如果不脱硫,则高密度 SO<sub>2</sub> 排放将给当地甚至长江下游地区造成严重的污染和经济损失。

7) 综合各种措施解决能源安全问题。要解决能源安全问题,单单依靠煤炭,或者仅依靠国内能力是不可能满足我国的能源安全供应的问题。我国已加入 WTO,依靠国际市场,建立石油储备,同时国内也要重视利用新能源开发等措施来综合解决能源安全问题。

## 附表 1 中国能源需求预测

## 附表 2 中国发电装机容量预测

## 附表 3 中国 CO<sub>2</sub> 排放总量及构成

## 参考文献

1. 王庆一主编,《能源政策研究》2002 年第 1 期,中国能源研究会,北京。
2. 李锡林主编,《世界煤炭工业发展报告》,煤炭工业出版社,1999 年 1 月,北京。
3. 王庆一主编,《以天然气代煤的技术经济分析报告》,2000 年 3 月。
4. 赵铁锤主编,《中国煤矿安全监察实务》,中国劳动社会保障出版社,2003 年 3 月,北京。
5. 《能源环境保护》期刊。
6. 《煤矿环境保护》期刊。
7. 《电力环境保护》期刊。
8. 《中国电力》期刊。
9. 《可再生能源》期刊。
10. 国家煤矿安全监察局编,《中国煤炭工业年鉴》,煤炭工业出版社,2002 年 5 月,北京。
11. 国家统计局工业交通统计司编,《中国能源统计年鉴》(1997-1999),中国统计出版社,2001 年 7 月。
12. 《中国电力年鉴》编委会,《2001 中国电力年鉴》,中国电力出版社,2001 年 9 月。
13. 《中国能源发展报告》编委会,《2001 中国能源发展报告》,中国计量出版社,2001 年 12 月。
14. 国家统计局编,《2002 中国统计年鉴》,中国统计出版社,2002 年 9 月。
15. 国际能源署,《2002 年中国能源展望》。
16. 《中国煤炭》期刊。
17. 《洁净煤技术》期刊。
18. 《矿业安全与环保》期刊。
19. 中国煤炭学会,《煤炭环境的调查研究》报告,1996 年 12 月。
20. 中国能源研究会,《能源政策研究》,2001 年第一期。