

煤炭工业可持续发展的 开发与利用技术

■ 李金柱 等 编著

煤炭工业出版社

煤炭工业可持续发展的 开发与利用技术

李金柱 等编著

103696

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书论述了有关煤炭工业可持续发展与环境保护等多方面的技术,包括矿区建设与规划方法,煤炭资源合理开发技术,煤炭的洁净开采技术,粉尘防治与瓦斯抽放技术,煤矿噪声防治与矿井降温技术,选煤、型煤、水煤浆技术,煤炭燃烧与烟气脱硫技术,煤的气化、液化技术,煤的共伴生资源利用技术,土地复垦、废水处理、煤矿固体废弃物处理技术,以及煤炭工业可持续发展开发利用与环保的经济评价方法。

本书可供有关企业领导、规划人员、管理人员及工程技术人员使用,也可供有关科研、设计部门与院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤炭工业可持续发展的开发与利用技术/李金柱等编
著. 北京:煤炭工业出版社,1998

ISBN 7-5020-1591-4

I. 煤… II. 李… III. ①煤炭工业-环境保护②煤炭资源-资源开发③煤炭资源-综合利用 IV. TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 10221 号

煤炭工业可持续发展的开发与利用技术

李金柱 等编著

责任编辑:伊烈 牟金锁

*

煤炭工业出版社 出版

(北京朝阳区霞光里 8 号 100016)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787×1092mm¹/₁₆ 印张 19¹/₄

字数 455 千字 印数 1-2,955

1998 年 9 月第 1 版 1998 年 9 月第 1 次印刷

书号 4360 定价 48.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

主 编
副 主 编
编 审
编写人员

李金柱

王金华

刘玉堂

(按姓氏笔画为序)

王金华

刘 峰

何敬德

赵学社

杜铭华

潘惠正

王建国

李金柱

吴德政

贺德方

申宝宏

申宝宏

李俊良

岳秀平

黄祖琦

石金峰

李效甫

周克光

敬守庭

朱凤山

杜铭华

孟金锁

序

煤炭工业实施可持续发展战略，科学技术是重要的支持。促进煤炭工业可持续发展的科学技术体系，是一个复杂的系统工程，它内涵极为丰富，涉及的学科与专业广泛，涵盖了煤炭从开发到利用全过程的各个方面，需要我们认真研究，积极探索，在实践中逐步形成能支撑煤炭工业可持续发展的一整套互为关联的科学技术体系。这是摆在我们广大煤炭科技工作者面前的一项艰巨而光荣的任务。

众所周知，我国是世界上少数几个一次能源以煤为主的国家。我国煤炭资源比较丰富，但是，具有人均占有量偏低；煤炭资源与地区的经济发达程度呈逆向分布，资源中心远离消费中心；优质炼焦煤和优质无烟煤不多；可供露天开采的储量甚少等特点。煤炭又是“不清洁能源”。煤炭的开发利用造成严重的环境污染，已经制约着煤炭工业的可持续发展。我国煤炭消费的84%用于直接燃烧，排放了大量 CO_2 、 SO_2 和烟尘。 CO_2 是最主要的温室气体， SO_2 是形成酸雨的主要成分。据统计，我国 SO_2 总排放量的90%、烟尘总排放量的70%是煤炭燃烧造成的。煤炭开发引起的地表塌陷已达40多万 hm^2 ，排放的矸石量累计达30多亿t。每年全国煤矿排放废水22亿t，排放 CH_4 上百亿立方米。因此，煤炭工业的健康发展必须建立在保护资源与环境的基础上。当前，最基本任务是在合理开发足够的煤炭产品、支撑社会经济发展的同时，必须保护生态环境，最大限度地提高资源利用率。由此可见，发展与实施煤炭工业可持续发展的开发利用技术的任务是十分紧迫的。

本书主要由煤炭科研战线的一批青年学者所著，对煤炭建设规划与开采、共伴生资源的合理开发利用、“三废”的减少措施与利用途径、煤炭的高效洁净利用与环境保护等多方面技术现状和发展趋势进行了全面的论述，就促进煤炭工业可持续发展的开发与利用技术进行了积极的探索。希望它对于广大煤炭企业管理和科技人员的工作能有所裨益，以推进煤炭工业可持续发展战略的实施。

范维奎

1998.3

前 言

众所周知，煤炭是我国的主要能源。煤炭在我国一次能源消费中占 75%，而且这个比例在相当长时间内不会有大的变化。为促进国民经济的发展，还应大力发展煤炭工业。

但是，我们应清醒地看到，煤炭开采的同时导致了土地沉陷、水源与空气污染等环境问题；作为能源，煤炭又被称为“不清洁能源”，它的燃烧对环境的污染已经严重到了非治理不可的地步。

因此，必须注意解决煤炭工业发展所必然涉及的一系列问题，如煤炭的合理开采问题，煤炭开发的资源问题，煤的综合利用问题，煤炭开发利用和环境保护问题，等等。这些问题的协调解决直接关系到煤炭工业本身能否健康持续的发展。正是在这种形势下，我们编写了《煤炭工业可持续发展的开发与利用技术》一书，力图回答上述问题。

本书具有以下特点：第一，提出了煤炭工业可持续发展的多方面问题，同时论述了解决这些问题的具体技术；第二，本书内容涉及的专业多，便于查阅，如开采专业（井工矿与露天矿开采技术，选煤技术，煤炭资源的合理开采与特殊采煤技术等）、煤化工专业（煤的燃烧技术，型煤、水煤浆技术，煤的气化、液化技术，煤的共伴生资源的利用技术等）、环保专业（粉尘防治技术、瓦斯与火灾防治技术，煤矿噪声防治技术，被破坏土地复垦技术等）；第三，本书所汇集的煤炭开发与利用技术大多是煤炭科研的最新研究成果，具有一定的先进性。

由于“国民经济可持续发展”是一个新的、庞大的课题，尚处于深入研究阶段。事实上，许许多多的问题还未被认识，加上编著者经验、水平所限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 著 者

1998 年 3 月

目 录

第一章 总论	1
第一节 煤炭在中国能源战略中的地位与作用	1
第二节 煤炭开发利用中的资源问题	3
第三节 煤炭开发利用中的环境问题	5
第四节 煤炭工业可持续发展与中国 21 世纪议程	6
第二章 矿区规划建设与环境保护	10
第一节 矿区规划与环境问题	10
第二节 矿区开发建设与环境规划	12
第三节 矿区生态环境恢复治理规划	17
第四节 矿井建设中的环境保护	22
第五节 矿区可持续发展结构及系统评价	24
第三章 煤炭资源合理开发技术	31
第一节 提高资源采出率的途径与措施	31
第二节 薄煤层开采技术	32
第三节 提高不稳定厚煤层采出率技术	38
第四节 特殊开采技术	44
第五节 提高综放采区煤炭采出率技术	65
第四章 煤炭清洁开采技术	76
第一节 煤炭清洁开采的技术途径	76
第二节 采区巷道与采煤工作面设计	94
第三节 清洁型水力采煤技术	99
第四节 煤层气开发利用技术	101
第五节 露天煤矿开采与环境保护技术	111
第五章 清洁安全的作业环境	124
第一节 粉尘防治技术	124
第二节 矿井瓦斯与火灾防治技术	128
第三节 煤矿噪声防治技术	136
第四节 矿井降温技术	144
第六章 煤炭洁净利用技术	154
第一节 洁净煤技术发展概况	154
第二节 选煤、型煤、水煤浆技术	155
第三节 煤的燃烧与转化技术	175
第四节 煤炭共伴生资源利用技术	209
第七章 煤炭开发利用的环境治理	221
第一节 煤炭开采土地破坏及其复垦技术	221

第二节	煤炭开采与水资源保护技术	232
第三节	煤矿“三废”与环境保护技术	240
第四节	煤炭装、贮、运与环境保护	246
第八章	煤炭工业可持续发展的开发利用与环境保护经济评价	251
第一节	煤炭工业可持续发展开发利用类科技成果经济效益计算方法	251
第二节	煤炭资源经济评价理论与方法	256
第三节	煤炭建设项目环境影响评价方法	268
第四节	企业环境经济投入产出分析理论与方法	284
参考文献		296
后记		299

第一章 总 论

第一节 煤炭在中国能源战略中的地位与作用

一、煤炭是全球重要的化石能资源

能源是经济发展、社会进步的主要支撑条件。由表 1-1 可见, 1994 年世界一次能源消费中, 化石能资源 (煤炭、石油、天然气) 占 90% 以上, 核电、水电分别为 7.2%、2.5%。在未来几十年中, 化石能资源仍将处于主导地位。

表 1-1 1994 年世界一次能源消费构成

总消费量 /Mtce	构成/%				
	石油	天然气	煤炭	核电	水电
11319.7	40.1	23.0	27.2	7.2	2.5

表 1-2 表明, 在世界化石能资源探明可采储量中, 煤炭约占 2/3, 石油、天然气分别约占 1/6。而目前石油、天然气的采出量约占化石能资源的 43.4%、26.6%, 远远大于其储量比例, 其储采比分别为 43 和 66; 煤炭的储采比为 235。预计到 2010 年, 虽然煤炭在一次能源中的比例会有所下降, 但消耗量的绝对值将会达到 58 亿 t 以上。煤炭作为重要化石能资源的地位在未来相当长时期内不会削弱。

表 1-2 世界煤炭、石油、天然气探明可采储量 (1994 年底) 及产量 (1994 年)

项 目	煤炭	石油	天 然 气	总 量
储量 Gt	1043.9	137.3	141.0 (万亿 m ³)	—
Gtce	745.3	196.3	187.5	1129.1
%	66.0	17.4	16.6	100
产量 Gt/a	4.45	3.21	2.12 (万亿 m ³)	—
Gtce/a	3.18	4.59	2.82	10.59
%	30.0	43.4	26.6	100
储采比	235	43	66	—

二、煤炭在今后相当长时期内是中国的主要能源

在中国的能源资源中, 煤炭是水力的 3.3 倍, 是石油和天然气的 17 倍, 占到 73.4%; 在化石能资源中, 煤炭占到 94.3% (表 1-3)。煤炭是中国最主要的能源资源。

表 1-4 为世界煤炭探明开采储量统计数据, 中国的储量占世界总量的 11%, 为第三

表 1-3 中国能源资源的种类分布

资源名称	煤炭	水力	石油、天然气	总计
按能源资源分布/%	73.4	22.2	4.4	100
按化石能源资源分布/%	94.3	—	5.7	100

表 1-4 1994 年末世界煤炭探明开采储量

国别	美国	前苏联	中国	澳大利亚	德国	南非	波兰	其它	世界总计
储量/Gt	240.56	241.00	114.50	90.94	80.07	55.33	42.10	179.36	1043.86
分布/%	23.0	23.1	11.0	8.7	7.7	5.3	4.0	17.2	100
人均储量 (t/人)	943	834	99	5188	994	1389	1074	—	187

位。中国有丰富的煤炭储量，但人均探明开采储量仅为世界平均值的 1/2。

由于统计方法和标准的差别，对煤炭资源的开采年限有不同的计算结果。最近的研究结果表明，以 1990 年煤炭保有地质储量和今后以 2% 或 1.5% 的年增长率计算，动态的可供开采时间为 145 年或 178 年。

表 1-5 为近年来我国一次能源消费量、煤炭消费量及消费比例，同时给出 2000、2010、2020 年煤炭消费的预测值。目前，煤炭消费占一次能源消费总量的 75%，居主导地位，而且在未来相当长的时期内不会改变。

表 1-5 一次能源、煤炭的消费及预测值

年 份	1980	1985	1990	1995	2000	2010	2020
能源消费总量/Mtce	603	767	987	1290	1450	—	—
煤炭消费总量/Mtce	435	581	752	968	1000	1285	1499
煤炭消费比例/%	72.1	75.7	76.2	75.0	69.0	—	—

表 1-6 为煤炭分行业的消费比例，按消费量排序为：电力、石油化工、冶金、生活消费、非金属矿物制品、煤炭、轻工食品、机械制造及其它。多用户是中国煤炭消费的主要特点之一。在煤炭消费中，炼焦、气化（燃料气和原料气）是主要非燃料加工方法，其它消费（包括终端和中间消费）以燃烧为主。初步统计作燃料烧掉的煤占总量的 84% 左右。

表 1-6 煤炭分行业的消费（1994 年）

部 门	电力工业	石油化工	冶金工业	生活消费	非金属矿物制品	煤炭工业	轻工食品	机电制造	其它	合计
消费量/Mt	400.5	174.4	130.6	130.5	122.2	94.4	90.9	46.6	95.2	1285.3
比例/%	31.1	13.6	10.2	10.2	9.5	7.3	7.1	3.6	7.4	100.0

表 1-7 煤炭在能源消费中的构成比例

种 类 \ 地 域	世界/%	中国/%	种 类 \ 地 域	世界/%	中国/%
煤	27.2	75	水、核电	10.1	6
石油	39.6	17	天然气	23.1	2

从表 1-7 可以看出,在我国社会经济生活一次能源消费结构中,煤炭占了 75%,煤炭是我国的主要能源。据统计,煤炭提供了 75% 的工业燃料,76% 的发电燃料,80% 的民用商品能源,60% 的化工原料。因此,煤炭工业是支持经济发展和保障人民生活的基础产业。

预测我国社会经济发展对能源的需求,有关专家认为到 2050 年化石能源仍是我国的主要能源,其中煤炭至少要占到 50%。针对这个比例,必须兼顾能源需求和环境保护两个方面,走适合中国国情的能源发展道路,其内涵是:

(1) 人类社会、经济的发展模式正面临着根本性的转变。实践表明,靠牺牲资源和环境片面追求经济数量增长的传统模式是行不通的。因此,必须探索和实施适合中国国情的可持续发展能源战略。

(2) 实现经济增长方式的转变,提高经济增长的质量与效益,优化经济结构,引导国民经济走上效益型发展的道路,大幅度降低单位产值的能耗。

(3) 提倡科学引导需求和消费,使社会需求和消费以及满足需求和消费的方式进一步科学化,切实把节能放在更加突出的地位,引导国民经济走上资源节约型道路。做到需求合理,消费适度,大幅度减少需求总量。

(4) 开发和推广应用洁净煤技术及 21 世纪先进能源科技成果,提高能源效率,开发新能源、可再生能源,提高能源转化和环境保护。

第二节 煤炭开发利用中的资源问题

按照可持续发展的观点,不可再生资源的衰竭速度应当小于或等于代替资源增长的速度。煤炭是不可再生资源,而社会经济的发展又必须有煤炭资源的保障。因此,探讨和了解煤炭开发利用中的资源问题对煤炭工业的可持续发展至关重要。

一、中国煤炭资源的评价

(1) 中国煤炭资源丰富,但勘探程度较低,经济可采储量较少。根据第十四届世界能源会议估计,中国地质预测储量可达 9543.94 亿 t,居世界第二位;工业储量(包括 A、B、C 级储量的总和)为 1145 亿 t,居世界第三位,但经济储量较少。

(2) 中国煤炭资源的地理分布极不平衡。总的来讲,煤炭储量是北多南少,西多东少。此外,各大区煤炭资源的分布与消费区的分布不协调。中国工业比较发达地区如华东、华南和东北地区,煤炭资源相对较少,煤炭资源大部分集中在中国的西北地区。

从各大区内部来看,煤炭资源分布也不协调,如华东地区煤炭资源储量的 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 72% 集中在河南,而工业主要在武汉、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% 的煤炭资源集中在黑龙江,而工

业集中在辽宁省。

(3) 各地区煤炭品种和质量变化较大, 分布也不太理想。特别是炼焦煤在各地区的分布不平衡。中国的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省, 而拥有大型钢铁企业的华东、中南和东北地区, 炼焦煤都很少。

部分地区煤种分布也不理想, 如东北地区, 钢铁工业主要集中在辽宁省, 而炼焦煤多在黑龙江东部; 西南地区钢铁工业多在四川, 而炼焦煤主要集中在贵州省。

(4) 中国适于露天开采的储量较少, 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。

(5) 中国有丰富的煤炭储量, 但中国的人均探明开采储量仅为世界平均值的 1/2。

二、中国煤炭资源的开采利用问题

(一) 煤炭后备资源紧张

虽然我国煤炭资源较为丰富, 但由于分布不均, 勘探程度低, 使生产矿井后备煤炭资源紧张, 可供今后一个时期开采的精查储量不足。由于生产矿井逐渐衰老, 到 2000 年国有重点煤矿将有 106 处、3951 万 t/a 生产能力的矿井报废, 地方国有煤矿将有 303 处、2487 万 t/a 生产能力的矿井报废。由于精查储量不足, 将使得一大批国有地方煤矿建设项目没有精查报告。

(二) 煤炭资源损失、浪费严重

我国煤炭资源一方面近期可供建井及生产矿井开采的后备资源紧张, 另一方面则损失、浪费严重。

1. 资源采出率低

矿井采出率偏低是近年来各类煤矿普遍存在的问题。在国有煤矿中, 有些矿井片面追求高效率, 将顶底的部分煤炭资源放弃不采, 有的未经经济评价就将一些开采难度较大的煤层或块段划出开采范围之外, 还有一些矿井对 1.3m 以下的煤层放弃不采。许多乡镇煤矿, 没有正规开采设计, 采用“高落式”的原始采矿方法, 以煤柱代替人工支护, 多数以掘进代替回采, 资源浪费非常严重。根据地矿部地发 [1990] 86 号文公布的抽样调查结果, 1989 年度国有重点煤矿、地方国有煤矿、乡镇煤矿的矿井采出率分别为 50%、30% 和低于 10%。按此采出率, 扣除采边角煤, 1995 年生产 12.9 亿 t 原煤, 全国要消耗 40 多亿 t 煤炭资源, 浪费惊人。

2. 乡镇煤矿乱采滥挖

近年来, 在国有重点煤矿井田内侵入一批小煤窑, 乱采滥挖, 破坏了国有重点煤矿生产水平资源, 导致一批国有重点煤矿缩短了服务年限。如大同矿务局 12 对矿井内有 240 个小煤窑, 影响 20 个生产盘区及 23 个准备盘区, 至 1993 年底破坏可采储量 6.6 亿 t。四川的广旺、芙蓉、攀枝花、达竹和华蓥山五个矿务局井田范围内共有 941 个小煤窑, 影响破坏各种煤柱 122 处、采区 72 个, 损失可采储量 1 亿 t。甘肃的窑街、靖远矿务局及阿干煤矿现有生产水平被小煤窑破坏的储量占全部可采储量的 32.8%。新疆乌鲁木齐矿务局井田内有小煤窑 75 个, 破坏地质储量 5200 万 t, 致使韦湖梁、碱泡、小红沟三个矿井服务年限缩短 10 年。山西六局一公司井田范围内共有小煤矿 1160 个, 破坏资源 2.5 亿 t。截止到 1994 年初, 国有重点煤矿井田内共有乡镇小煤矿 14557 处, 开采各类保安煤柱 1928 处, 破坏采区 949 个, 破坏可采储量 28 亿 t。

3. “三下”压煤量不断扩大

改革开放以来,农村经济发展较快。随着农民新村及乡镇企业的发展,“三下”压煤特别是村镇及建筑物下压煤量逐年增加。而且搬迁费一涨再涨,从而使村庄下及建筑物下采煤越来越困难。许多煤炭企业由于经济困难,无力迁村,不得不放弃部分村庄下煤炭资源,如河北峰峰矿区9对矿井井田内有73个村庄及建筑物压煤,其中34个属应迁而难迁的,共留煤柱1.03亿t;山东肥城矿区井田内有村庄及各种零星建筑627处,到2000年急需搬迁8个村共7025户和一个机械化养鸡场,预计需资金4亿多元;龙口矿务局梁家矿1994年投产,井田内有村庄30个,计8990户,大小企业453家,共压可采储量4761万t,占全部可采储量的65%;新汶矿区村庄下压煤2.47亿t,占总储量的64%;枣庄矿区的柴里、田陈、蒋庄三矿,地面共有村庄18个,需搬迁5640户,预计搬迁费4.51亿元;山西的西山矿务局井田内有自然村148个,压煤4.97亿t,“八五”应搬22个村,解放储量1.1亿t,由于资金不足,只搬迁4个村。

除村庄压煤量逐年扩大和搬迁费用逐年上涨外,交通、通讯设施以及城市扩大的压煤也越来越多。截止1994年,全国“三下”压煤量已达122亿t,将给一批矿井生产带来困难,并致使一些矿井提前报废。

第三节 煤炭开发利用中的环境问题

煤炭的大量开发与加工给煤矿区的环境造成了严重的影响,主要表现在以下几个方面。

一、煤炭生产过程中产生的固体废物

煤矸石是煤炭开采过程中排出的主要固体废物,现已积存30亿t,且每年仍以1.5~2.0亿t排向地面。全国已累计堆积了1000多座矸石山,其中有125座矸石山因自燃而排放大量烟尘和 SO_2 、CO、 H_2S 等有害气体。另外,煤炭洗选加工还产生了大量的矸石、煤泥及劣质燃料。这些固体废物的排出不仅占用了大量土地,而且对煤矿区的环境造成了严重影响。

二、煤炭生产过程中产生的废水

我国的一些煤矿严重缺水,特别是北方约有70%的煤矿缺水。然而,每年全国煤矿区采煤外排矿井水约22亿t,选煤外排煤泥水0.28亿t,外排其它工业废水0.3亿t。另外,还要排放一些矸石山的酸性淋溶水。这些废水的排放不仅严重污染了煤矿区的地下水源,而且也严重污染了煤矿附近的江河水体。

三、煤炭开采产生的煤层气

据初步测算,我国每年通过煤矿井下通风排放的煤层气(亦称甲烷、瓦斯)约有60亿 m^3 ,占世界因采煤而放出甲烷总量的 $1/4 \sim 1/3$,为中国甲烷排放总量的29%。这不仅对区域环境造成严重影响,而且也影响全球大气环境。

四、煤炭开采对土地的破坏和占用

我国的煤炭开采以井工为主。当然,近年来露天开采也有了较大的发展。井工平均开采每万吨原煤,地表塌陷面积约为 0.2hm^2 ,全国累计地表塌陷面积已达40万 hm^2 ;露天平均开采每万吨原煤破坏土地约为 0.22hm^2 ,其中挖掘破坏 0.12hm^2 ,外排压土地占 0.10hm^2 ,估计露天开采每年破坏土地面积约为2200 hm^2 ;另外,矸石山占用土地现已达

到 1.2 万 hm^2 。

中国的煤炭资源分布较广。全国 1349 个县有煤矿，其中有 100 多个矿务局和大型矿区位于或毗邻城市；2/3 的煤炭集中在山西、陕西、内蒙古西部和宁夏等生态环境脆弱地区。煤炭开采和加工过程中排放的污染物对大气环境和水体的污染已不仅仅是区域性影响；煤炭开采造成的地表塌陷、水土流失和土地沙漠化对全国生态环境的破坏日益严重。因此，保护煤矿区的生态环境具有更加广泛的意义。

五、煤炭燃烧利用过程中产生的污染

煤炭含硫量高对环境的污染和危害比较严重，主要是在煤炭燃烧中散发出的二氧化硫造成对大气的污染以及所形成的酸雨危害。目前因二氧化硫对城市的污染南方重于北方，西南和华南地区的酸雨影响较为严重。全国酸雨覆盖面积已占国土面积的 29%，并已引起周边国家的关注。国外有的报道甚至认为“中国正在成为公害大国”。1994 年有关部门检测，我国大气 SO_2 的浓度日均值为 $100\text{mg}/\text{m}^3$ ，为世界卫生组织规定的 $40\sim 60\text{mg}/\text{m}^3$ 的 2.5~1.7 倍。我国大气中的 NO_x 的 70% 来源于燃煤，煤粉锅炉 NO_2 排放浓度大约为 $800\sim 1000\text{mg}/\text{m}^3$ ，为达到目前国际排放标准需减少 40%~60%。

六、高硫分煤的开采

目前我国不少生产矿井在开采高硫分煤。高硫分煤的开采与燃烧是产生二氧化硫的根本原因。为减少煤炭开发对环境的影响，国务院于 1998 年 1 月 12 日作出明确规定，“禁止新建煤层含硫分大于 3% 的矿井，建成的生产煤层含硫分大于 3% 的矿井，逐步实行限产或关停。新建、改造含硫分大于 1.5% 的煤矿，应当配套建设相应规模的煤炭洗选设施。现有煤矿应按照规划的要求分期分批补建煤炭洗选设施。城市燃用的煤炭和燃料重油的含硫量，必须符合当地城市人民政府的规定”（国函〔1998〕5 号，“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”）。我们应积极贯彻国家的这个规定。

附煤炭硫分分级国家标准（表 1-8）。

表 1-8 煤炭硫分分级标准
(GB/T 15224.2-94)

级 别	名 称	代 号	硫分 $S_{td}/\%$
1	特低硫煤	SLS	≤ 0.50
2	低硫分煤	LS	0.51~1.00
3	低中硫煤	LMS	1.01~1.50
4	中硫分煤	MS	1.51~2.00
5	中高硫煤	MHS	2.01~3.00
6	高硫分煤	HS	> 3.00

第四节 煤炭工业可持续发展与中国 21 世纪议程

一、可持续发展战略的提出与基本概念

发展是人类社会追求的永恒主题。人类的历史就是人类社会同大自然相互作用、共同

进化、协调发展的历史。在社会进步中，人类不断总结正反两方面的经验，在坚持总目标不变的情况下，不断选择、修正自己的发展模式。

进入 90 年代以来，可持续发展的概念和理性思考已开始在全世界推开，并且在 1992 年巴西里约热内卢世界环境与发展大会上成为会议的主题，明确写入指导世界各国今后发展行动的《21 世纪议程》。作为一种全新的发展模式和发展战略，可持续发展的概念已经为世人普遍承认。

可持续发展的实质是，经济发展与社会发展、环境保护及资源的开发利用相互协调，“既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害”。这种发展观包含两个基本要点：一是要发展，二是要持续。放弃发展，持续将最终失去意义；只顾发展而不考虑持续，发展将最终失去支持。同过去的种种发展模式相比较，可持续发展有其鲜明的特点，是对旧发展的批判继承。主要有三个特点：

(1) 可持续发展的核心仍然是发展，正如所称“发展是硬道理”。但这种发展必须是以不超越环境和资源的承载能力为前提，以不断改善和提高人类生活质量为目标的健康发展。

(2) 可持续发展必须考虑公平性，这种公平包括时间上的和空间上的要求。时间上的公平性即要充分考虑到后代人的发展能力，称代际公平性；空间上的公平性是承认不同国家和地区，不同经济发达水平的人们都享有平等的发展权力与提高生活质量的权力，称同代公平性。

(3) 可持续发展首先承认自然环境的价值。定义“自然资源是指在一定的时间条件下，能够产生经济价值以提高人类当前和未来福利的自然因素的总和”。自然环境是财富、是家园，更是朋友。因此主张人类与自然环境和谐相处，并保持其不断发展和持续利用的能力。

中国作为发展中国家，积极响应国际社会提倡可持续发展的呼声，率先制定了《中国 21 世纪议程》。根据中国的历史和具体国情，制定了今后较长一段时期内中国可持续发展的宏伟目标和实施领域对策。在国家制定的《国民经济和社会发展的“九五”计划和 2010 年远景目标纲要》中，全面纳入了这种战略思想，明确提出实施科教兴国战略和可持续发展战略，即要加快科技进步，优先发展教育，控制人口增长，合理开发利用资源，保护生态环境，实现经济与社会相协调和可持续发展。可以认为，中国实施可持续发展的计划已经进入启动实施阶段。

二、煤炭工业可持续发展的内涵

煤炭工业可持续发展的概念是，煤炭工业所属矿区的经济发展、社会发展、环境保护与资源的开发利用相互协调，并向社会提供洁净燃料、原料及电力；在运用市场机制、依靠科技进步及寻求可替代资源的基础上，调控煤炭资源的最佳耗竭率，使煤炭工业的发展既能满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害。

煤炭工业可持续发展概念的内涵主要包括以下各点：

- (1) 既符合国际上公认的可持续发展定义，又体现煤炭工业的特点；
- (2) 以矿区为基础，实现矿区的经济、社会、资源及环保的相互协调发展；
- (3) 向社会提供洁净燃料、原料及电力；
- (4) 在运用市场机制，依靠科技进步，寻求可替代资源的基础上，调控煤炭资源的最

佳耗竭率，以保证在煤炭替代资源未出现的历史时期内，煤炭可以持续开发利用。

三、具有中国特点的洁净煤技术

发达国家发展洁净煤技术主要是以电力为终端，且有雄厚的经济实力作后盾，采用昂贵的先进技术来追求尽可能高的用煤效率和尽可能好的环境特性。然而，中国目前仍然是一个发展中国家，技术和经济发展水平与发达国家间存在着较大的差距。另外，中国的煤炭消费结构与发达国家也不相同，美国有 87% 的煤炭是用于发电，其它主要发达国家多半也是 3/4 以上的煤炭用于发电，而中国用于发电的煤炭尚不足 1/3。

因此，中国的洁净煤技术在广泛借鉴发达国家先进技术和经验的同时，更应充分考虑中国国情，具有自己的特点。中国洁净煤技术的特点可以概括为：

(1) 发展是前提，经济效益是动力。要注重经济与能源、环境协调发展，经济效益与社会效益、环境效益并重，大力发展实用而可靠的新技术。

(2) 覆盖煤炭开采与利用的全过程。把煤炭生产过程中产生的污染物和劣质燃料尽量留在煤矿区进行集中治理和综合利用。

(3) 针对终端用户。重点是电厂、工业炉窑和民用这三个较大的用煤领域。

中国洁净煤技术是以煤炭洗选为源头、以煤炭气化为先导、以煤炭高效与洁净燃烧和发电为核心、以煤矿区污染控制为重要组成部分的技术体系。其基本框架为：

(1) 煤炭加工：包括选煤、型煤、水煤浆等。

(2) 煤炭燃烧：包括流化床锅炉、高效低污染粉煤燃烧、气化联合循环发电等。

(3) 煤炭转化：包括气化、液化、燃料电池等。

(4) 污染控制：包括烟道气脱硫、粉煤灰综合利用、煤矿区环境保护与污染治理等。

可见，洁净煤技术发展的源头是大力发展选煤，为各行各业提供洁净的能源和优质的原料；然后将煤炭生产过程中产生的污染物和劣质燃料留在煤矿区进行集中治理和综合利用。

四、煤炭清洁生产的主要内容

1. 清洁生产的定义（1989 年联合国环境规划署首次提出）

清洁生产是指将综合预防的环境策略持续地应用于生产过程和产品中，以便减少对人类和环境的风险性。对生产过程而言，清洁生产包括节约原材料和能源，淘汰有毒原材料并在全部排放物和废物离开生产过程前即减少它们的数量和毒性。对产品而言，清洁生产策略旨在减少产品在整个生产周期过程（包括从原料提炼到产品的最终处理）中对人类和环境的影响。

清洁生产应通过应用专门技术，改进工艺过程和改善管理来实现。

2. 煤炭清洁生产的主要内容

围绕治理和减少煤炭生产过程中产生的废水、废气、废渣以及对地表的损害，煤炭清洁生产的主要内容是：

(1) 改革巷道布置，减少井下岩石巷道的掘进量以减少井下出矸量；

(2) 选择合理采煤方法和生产工艺，提高煤炭质量；

(3) 研究经济可行的矸石不出井的先进工艺技术；

(4) 大力推广成熟的水下、建下、铁路下以及水力采煤等特殊采煤技术；

(5) 研究煤层气开发利用技术；

- (6) 研究与实施岩层与地表塌陷控制技术；
- (7) 开发降尘、降噪、防潮降温等技术，创造清洁安全的矿工作业环境；
- (8) 开发和实施矿井水治理与利用技术。