

主 编：耿兆瑞

副主编：赵康源 柏 然 乔卫兵

当代

美国煤炭工业

煤炭工业出版社

当代美国煤炭工业

主 编：耿兆瑞

副主编：赵康源 柏 然 乔卫兵

煤 炭 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书客观地介绍了美国煤炭工业的各个领域。主要内容包括：美国煤炭工业发展历史和现状、美国政府有关煤炭工业机构的设置、运行和管理方式；美国煤炭储量和煤矿的分布；煤炭开采、运输技术与设备；安全状况；煤矿及机械制造公司简介；煤层气开发、煤炭洗选加工和洁净煤等技术。同时，在占有大量资料的基础上对美国煤炭工业今后 10 年的发展情况进行了较科学的预测。

本书是我国煤炭工业广大领导干部、工程技术人员的很好的参考书，对我国煤炭工业的体制改革和科技发展大有裨益。

图书在版编目 (CIP) 数据

当代美国煤炭工业/耿兆瑞主编. —北京：煤炭工业出版社，1996 ISBN 7-5020-1406-3

I. 当… I. 耿… III. 煤炭工业-概况-美国 N. F471.262

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 22786 号

当代美国煤炭工业

耿兆瑞 主编

责任编辑：伊 烈 辛广龙

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街 21 号)

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 27¹/₂ 插页 7

字数 668 千字 印数 1—4, 000

1997 年 3 月第 1 版 1997 年 3 月第 1 次印刷

书号 4175 定价 55.00 元





王森浩部长一行在美国参观露天矿



▲ 在美国阿科公司西糜鹿矿参观
 ▶ 参观露天矿（引爆现场）

借鉴国外先进技术和管理经验，加快我国煤炭工业向社会主义大市场迈进。

朱登山

煤炭工业部副部长

煤炭工业部副部长朱登山题词



王森浩部长谈美国煤炭工业

应美国能源部部长奥里瑞的邀请，6月6日至15日，我率中国煤炭工业代表团到美国进行了考察。在美期间，先后拜会了能源部常务副部长怀特（部长外出）、环保局长布朗诺以及内务部和联合国官员，就中美合作开发煤层气、洁净煤、建设输煤管道和联合进行新疆煤层灭火等问题进行了广泛的会谈；会见了美国煤炭协会主席和阿科、BHP、安然、卡斯特姆，南方国际电力等公司的总裁，与安然公司签署了合作勘探评价中国淮南、三交（离柳）矿区煤层气协议；参观了阿科煤炭公司黑雷露天煤矿、西糜鹿井工矿，圣湖安煤田瓦斯塔煤层气公司，匹堡地露天煤矿、黑迈沙输煤管道和莫哈夫电厂，在西糜鹿矿下了井。

考察之际，正值美国刚刚同意延长中国最惠国待遇，美国政府有关部门和企业界，要求与我国发展煤炭领域合作的呼声很高，气氛很好，代表团看的多，接触面广，收获大。主要收获是：

一、中美煤炭工业间进行了较充分的交流，煤炭领域的合作开始由企业间向政府间发展

我们与美国能源部、内务部、环保局会谈时，他们表达了发展两国政府间煤炭领域合作的强烈愿望。能源部常务副部长怀特说：“美中经济关系转化，双方在能源、煤炭行业有共同利益，可以建立起战略性的伙伴关系。”谈到两国合作开发洁净煤技术时，怀特说：“美国政府和公司都认为，洁净煤市场在中国不在美国，中国电力对煤炭需求很大，今后要进一步发展同中国的合作关系”。谈到两国合作开发煤层气时，怀特说：“美国越来越多的公司对与中国合作开发煤层气感兴趣，希望中国派团访问更多公司，美国能源部一定予以促成”。谈到两国合作建设孟滩管道时，怀特说：“该项目是美中许多合作项目中煤炭领域的第一个，我们赞赏中国煤炭部对美国企业参与该项目竞争给予的支持”。考察期间，双方

共同商定：

(1) 1995 年 3 月在新疆召开煤层灭火会议，美国能源部、内务部和联合国的官员参加，国际社会通力合作，帮助和支持解决新疆煤层灭火问题。

(2) 美国环保局 1995 年 7 月派专家组访华，对我国煤层气资源分布、开发规模、资金筹措及开发政策等进行全面调研。与煤炭部煤炭科学技术信息研究所合作，建立煤层气信息中心。

我们到美国矿业公司、煤炭协会考察时，他们表达了发展两国煤炭企业间合作的强烈愿望。安然公司董事长雷垦说：“煤层气开发后一个很大的潜在市场就是发电，我们希望参与中国煤层气电厂的建设”。

二、这次考察我们得到美国煤炭工业大量信息资料，为研究我国煤炭工业发展战略、经济政策和法规提供了借鉴

美国是世界主要产煤国。我们通过与能源部、内务部、环保局会谈，到煤炭协会、矿业公司和煤矿调研，对美国煤炭工业的发展有了全面了解，收集到一大批有关煤炭工业经济政策、法规、煤炭企业机构设置、经营管理和煤炭工业综合统计等方面的资料。可为制订社会主义市场经济条件下煤炭工业的发展战略、经济政策和法规，提供参考。

三、我们还重点考察了美国煤炭企业的经营模式，为研究我国煤炭工业政府与企业、生产与建设、煤矿现代化和企业效益的关系提供了借鉴

阿科煤炭公司所属黑雷露天矿、西糜鹿井工矿，是两个典型的高产高效矿。黑雷露天矿设计能力 3600 万 t，产煤 3400 万 t，用 3 台吊斗铲剥离，5 台电铲采煤，有雇员 473 人。西糜鹿井工矿，1 个长壁采煤工作面、2 个连续采煤机的掘进工作面，年产煤 400 万 t，有雇员 230 人。从企业管理角度看，这两个矿都相当于一个生产车间，煤矿经营战略、煤炭销售和财务，均由设在丹佛的阿科煤炭公司决定。美国煤炭企业经营模式在以下 3 个方面可供我们借鉴：

一是政府与企业的关系。政府主要依法管理资源、环保、安全三件事。政府为了鼓励煤炭资源开发，通过统筹规划，把煤炭资源划分成若干块段，采用招标的办法卖给企业。政府非常重视煤矿安全，每月进行一次抽查，3 个月进行一次检查。政府审批煤炭开发项目，重点审查环保。煤矿企业买到资源后，负责地质勘探、规划设计、资金筹措、建设生产和经营，并向政府交纳税金。企业经营的主导思想是：以客户需求为中心，不断降低成本，提高效益和依法搞好安全、环保。

二是生产与建设的关系。所看两矿，煤矿建设与生产没有严格的界限，没有投产验收标准，边建设边出煤，由小到大，逐步发展。煤矿通过技改、扩建扩大经营规模，不用通过政府审批，完全由企业根据市场需求和效益原则自行决定。西糜鹿矿，1969 年从联邦政府买到资源，1976 年地质勘探，1981 年开始建井，1982~1990 年建设和开采 F 煤层，年产煤 30~70 万 t。80 年代后期需求扩大，增加投资转入 B 煤层开采，1990 年短壁工作面投入，1992 年将其改成长壁工作面，煤炭产量逐步发展到 400 万 t。

三是煤矿现代化和企业经济效益的关系。所在两矿，采用现代化的装备，用人少效率高。煤矿现代化程度，主要取决于能否给企业带来更多的经济效益。年产 3400 万 t 的黑雷露天矿，分散在 4 个坑，每个坑都是边剥离、采煤，边倒堆回填，同时复土造田，场面很小，但现代化装备程度很高，全员效率达 272t/工。年产 400 万 t 的西糜鹿井工矿，只有 1

个长壁采煤工作面，2个掘进工作面，巷道全部布置在煤层，采用锚杆支护，矿工从地面坐汽车直接开到采煤工作面，生产的煤用胶带直接运到地面装车外运。去年全员效率达60t/工，今年预计达到70~75t/工。

通过考察美国管道输煤、煤层气和洁净煤技术，感到煤炭工业要有超前发展意识，我们要有坚定抓好这三个战略性起步项目的信心。

美国70年代开始实施管道输煤。由铁路公司兴建的黑迈沙管道，年输送能力500万t，1970年起将匹堡地露天矿生产的55mm以下粒度煤破碎制浆，通过4个泵站输送到距煤矿273英里（相当于439km）的用户莫哈夫电厂（2×75万kW，由电厂脱水、干燥），24年共输送煤炭9100万t，安全运行无事故，保证了煤矿和电厂的正常生产。与铁路相比，管道输煤投入少，运行成本低，技术经济可行，脱出的水电厂可复用。

美国80年代开始开发煤层气。圣湖安煤田瓦斯塔煤层气公司，共有煤层气资源510亿m³，其中可采出量为190亿m³。1988年初步开发，累计投资1.1亿美元，建成120口井，日产气300万m³（年产气10亿m³），通过管道公司输送到用户，年创利5000万美元。现在，美国全国煤层气产量已达150亿m³以上，相当于我国石油天然气的产量。我们煤层气资源丰富，预测储量约在2500~5000亿m³。煤层气的开发刚起步，相当于美国80年代初期水平。应该作为煤炭第二资源来开发利用。这样既利用了资源，又有利于煤矿安全生产和环境保护。

美国非常注重发展洁净煤技术。1976年12家电力公司投入400万美元，联合开发“电厂煤质选择与运营综合成本决策系统”。经过17年的运行，燃煤电厂的设备利用率提高20%，其中一个很重要的原因是加强煤质采购监测，提高煤炭质量。现在，该模型已被世界150家大的电力公司广泛采用。实践证明，提高燃煤电厂的煤炭质量，可使发电机组达到能力上限，设备磨损少，事故率低，从而达到降低整个发电成本的效果。如果再考虑降低煤炭运输费用和环境效益，效益更加可观。过去5年，美国开发了45个洁净煤项目共投资70亿美元。

发展煤炭工业要有超前意识，1994年初召开的全国煤炭工作会议上，我们结合我国国情和煤炭工业实际提出要把管道输煤、煤层气和洁净煤做为三个战略性起步项目，认真抓好。通过这次赴美考察，进一步坚定了搞好这项工作的信心。

通过考察美国在煤炭工业利用外资、建立现代企业制度方面，我想提出以下几点建议和设想。

一是搞好煤炭工业发展战略，围绕坑口电厂、管道输煤、煤层气、洁净煤等战略起步项目，加快利用外资，扩大对外开放。

美国70年代实施了管道输煤，80年代开发了煤层气，近几年又在大力发展洁净煤技术，已经形成新的工业领域，技术处于世界领先地位。在上述领域，我国不仅有丰富的资源，而且有很大的潜在市场，目前处于起步阶段。利用我们的丰富资源和潜在的大市场，与国外的资金、技术结合，进行合作勘探和开发，对于加快发展速度，尽快形成经济规模，是十分有利的。我们准备围绕坑口电厂、管道输煤、煤层气、洁净煤等战略起步项目，加快利用外资步伐，进一步扩大对外开放，争取本世纪末建成一条输煤管道，开滦、铁法、淮南、三交等矿区的煤层气项目由勘探评价转入开发，形成一定规模。目前，我们正在编制《煤炭工业外商投资指南》，汇编了80多个煤炭企业近期拟与外商合作的388个项目，准备

在适当的时候召开《煤炭工业国际招商引资洽谈会》，把煤炭工业利用外资、扩大对外开放向前推进一步。

二是抓好建立现代企业制度的改革试点。现有企业抓好兖州矿区和平朔安太堡矿，规划建设的新矿区参照美国黑雷露天矿的经营模式，抓好胜利露天矿。

去年，经部党组讨论，将兖州矿区和平朔安太堡矿做为建立现代企业制度试点，已上报国家有关部门，现正在组织编制改革方案。这次赴美考察阿科煤炭公司黑雷露天矿后，使我们很受启发，我们准备参照黑雷露天矿的模式，选择一个规划开发的新矿区做试点，进一步加大建立现代企业制度的力度。

序

《当代美国煤炭工业》一书就要出版了。这本书是中美两国煤炭工业长期交往，特别是进入 80 年代以来，中美间在煤炭领域的合作与交流的一个重要成果。本书的出版，必将进一步推动中美两国煤炭工业界的合作与交流。我对本书的出版表示祝贺。

1994 年 6 月间，我率中国煤炭工业代表团到美国进行考察。在美期间，我们拜会了美国政府有关部门的官员，会见了美国煤炭协会及几家企业的领导人，参观了几家煤炭企业，美国的煤炭工业给我留下了深刻的印象。

美国是世界最主要、最先进的产煤国家之一。煤炭资源丰富，赋存条件优越，查明储量居世界首位。煤炭作为主要能源支持了十九世纪美国的工业化进程。早在本世纪初的 1900 年，美国煤炭产量就达到 2.45 亿 t，煤矿全员效率达 2.53t/工，成为世界最大的产煤国。这一地位保持了一个世纪，到 1991 年被中国煤炭产量超过才退居世界第二。1995 年美国生产煤炭 9.33 亿 t（商品煤），平均全员工效约 36t/工。煤矿职工约 10 万人。目前美国在煤矿劳动生产率、百万吨死亡率、工作面单产和工效等方面均居世界领先水平。多年来，美国煤炭工业一贯按市场经济原则运营，国家对煤炭工业通过经济和法律手段进行宏观调控。在煤炭工业技术发展和经营管理方面，已形成许多特点，取得了很多经验，值得我们借鉴和参考。

中美煤炭工业界的交往，可以追溯到本世纪 30、40 年代。70 年代末中美建交后，特别是我国实行改革开放的政策以来，中美煤炭工业的交流合作日益频繁。通过双方的广泛接触和交流，美国政府有关部门和煤炭工业界要求与我国在煤炭领域合作的呼声很高，认为双方可以在能源与煤炭工业交流与合作方面建立战略性伙伴关系，以促进两国煤炭工业的持续发展。

本书全面、系统地介绍了美国煤炭工业的发展历史、资源概貌、生产规模、开采方法、劳动组织、安全措施、消费利用、管理体制、政策法规、经营模式以及煤炭工业最新技术发展等，以期能对我国煤炭工业各级领导和广大科技人员起到开阔视野、开拓思路的启迪作用，促进我国煤炭工业在建立、完善社会主义市场经济体制过程中，尽快实现经济增长方式的转变。

众所周知，我国煤炭工业是受传统计划经济体制影响最深的一个行业，在传统计划经济体制下，煤炭行业长期靠吃国家亏损补贴过日子，基本上是产量由国家定，产品由国家销，亏损由国家补。改革开放以来，煤炭工业背着沉重的历史包袱逐步进入市场，取得很大成绩。但是，长期计划经济体制下积累的深层次问题与步入市场遇到的新矛盾交织在一起，使煤炭工业面临严峻考验。

目前煤炭工业在发展中存在的主要困难和矛盾是：煤炭企业经营粗放，用人多，效率低，亏损面大；历史包袱、基建债务沉重，营业外支出大，安全、生产、生活欠帐多；基建开工规模不足，可供建井的精查储量不足；乡镇煤矿开采技术落后，资源浪费大，安全生产状况差；煤炭工业技术水平、装备水平和职工文化技术素质与煤炭工业发展要求不相

适应；煤炭工业法制不健全等。

从1996年开始，煤炭工业进入“九五”这一重要发展时期。做好“九五”工作，直接关系到第二战略目标的实现，关系到把一个什么样的煤炭工业带入21世纪。因此，煤炭系统的各级领导干部，都要深入贯彻党的十四届五中全会精神，积极推进两个具有全局意义的根本性转变，以提高经济效益为中心，以扭亏增盈为目标，加大改革开放力度，强化企业管理，建立现代企业制度，大力调整结构，推进科技进步，搞好安全生产，提高职工的物质文化生活水平，将一个健康发展的煤炭工业带入21世纪。现在煤炭工业“九五”的发展思路清晰，目标明确，方针也已经确定，我坚信，在党中央、国务院的正确领导下，只要我们坚定不移地贯彻部党组提出的“以经济效益为中心，以扭亏增盈为目标”的工作指导思想，紧紧牵住两个根本性转变，特别是经济增长方式转变的“牛鼻子”，坚持两个文明一起抓，把精神文明建设提到更加突出的地位，加强各级领导班子建设，加强职工队伍建设，培养一支“四有”的特别能战斗的煤炭职工队伍，摆在我们面前的困难和矛盾一定会克服、解决。我们的目的一定能够实现！

王 林 浩

1996.9

目 录

领导提词

序

王森浩部长谈美国煤炭工业

第一章 美国煤炭工业的历史和现状	1
第一节 煤炭工业的历史沿革	1
第二节 煤炭资源赋存情况和煤种储量分析	12
第三节 煤炭生产情况	26
第四节 煤矿的劳动生产率和工资待遇	48
第五节 煤矿安全保健	64
第六节 煤炭消费	75
第七节 煤炭销售价格	89
第八节 煤炭的进出口	95
第九节 煤炭运输	105
第二章 美国煤炭工业的管理和经营	121
第一节 政府对煤炭工业的管理和宏观调控	121
第二节 有关煤炭的法律概述	131
第三节 矿山安全保健总局（MSHA）对煤矿安全保健的监督管理	144
第四节 全国煤炭协会（NCA）的协调和服务功能	155
第五节 煤炭公司的经营管理和运行机制剖析	170
第六节 煤炭工业的投资建设和经营管理特点	209
第三章 美国煤炭工业技术发展	227
第一节 煤炭科学研究	227
第二节 连续采煤机房柱采煤方法和设备	231
第三节 长壁综合机械化采煤方法的发展与高产高效矿井	267
第四节 露天煤矿开采技术	308
第五节 洁净煤技术	329
第六节 煤层气开采技术	362
第七节 管道输煤技术	375
第八节 煤炭洗选技术	386
第九节 煤矿机械制造	410
第四章 美国煤炭工业展望	416
第五章 中美煤炭工业的交流与合作	425
附录 美国常用英制计量单位与中国法定计量单位换算表	438
后记	439

第一章 美国煤炭工业的历史和现状

第一节 煤炭工业的历史沿革

煤炭是美国最重要的矿物资源和能源资源。美国煤炭蕴藏极其丰富，赋存开采条件十分优良，探明储量居世界第一位。按热值计算占美国化石能源* 储量的90%。自19世纪工业革命以后到20世纪中叶，煤炭一直是美国国民经济发展的主要动力保证，促进了美国从一个落后的农业国发展成为世界上经济最强大的国家。

第二次世界大战后，由于石油、天然气和核能的竞争，煤炭在美国能源中的地位有所下降，但到70年代石油危机后，又稳步回升。目前美国生产的一次能源的1/3是煤炭，全国发电量的57%来自燃煤电厂。预测今后煤炭在美国能源生产和消费中的比重还将上升。

一、北美大陆早期采煤活动

北美大陆历史上的采煤活动可以追溯到一千多年前。根据美洲大陆土著居民——印第安人的文化遗迹，大约公元10世纪，一个名叫豪辟（Hopi）的印第安族已在现亚利桑那州东北部地区开采煤炭，阿瓦图伯布罗镇（Awator Pwblo）南面的黑曼沙高地南坡的两个次烟煤煤层露头的下面即有原始的采坑和平硐，深度有4~6m。豪辟族人使用煤页岩烧制陶器。

17世纪中叶欧洲移民的到来，掀开了近代煤矿开采的历史。早在美国建国前，1673~1674年法国移民向密西西比河进发的远征探险队绘制的地图上，即记载了在现北伊利诺依州北部沿伊利诺依河有含煤地层。1701年，现弗吉尼亚州里士满（Richmoud, Va,）市附近杰姆斯河畔的曼内肯（Manakin）地区也发现了煤炭矿藏。1736年绘制的地图表明，在现马里兰州和西弗吉尼亚州边界附近、沿波脱迈克河（Potomac）上游已有几处煤矿开采。1748年美国第一个商业性煤矿在曼内肯地区开始生产经营。1750年以前，在现宾夕法尼亚州、俄亥俄州、肯德基州和西弗吉尼亚州地区均发现有煤田。1762年宾州地区发现了无烟煤矿藏。在这个时期，煤炭开采方法主要是沿煤层露头手工挖掘人力装运；用途主要是铁匠炉燃烧锻造和农民室内取暖做饭。

二、美国独立后煤炭工业的发展

1776年美国独立后，特别是南北战争后，全国统一、政治稳定、政策开明，生产力得到很大解放，工农业迅速发展。煤炭成为支持国民经济发展的主要的燃料和动力源，各行各业对煤炭的需求量大增，促进了煤炭生产的发展和技术装备的进步。

从19世纪开始，美国煤炭工业进入了稳步发展时期。1818年宾州斯密斯兄弟矿（Smith Brother's, Pa.）首次使用炸药爆破，显著提高了生产能力。1839年发明的蒸汽单斗铲，成为露天开采的有力工具，后来发展成为美国露天煤矿的主要机械设备，显著提高了露天开采和剥离能力。为改善煤矿安全，1857年宾州阿施兰附近的路卡斯德尔矿（Lucastdale

* 美国将煤炭、石油、天然气、油页岩等由古代化石生成的能源矿产统称化石能源。

Ashland PA) 装用了第一台通风机。

与此同时,煤炭在各工业部门的应用越来越重要。自 1830 年起的 100 多年中,美国铁路蒸汽机车一直使用着煤炭。1860 年,美国钢铁厂开始用焦炭代替木炭用于炼铁,显著提高了炼铁能力,并很快得到了推广;到 1875 年,美国钢铁厂已全部用焦炭炼铁,促进了宾州地区炼焦煤的发展和整个美国东部阿巴拉契亚煤田的开发,使匹兹堡成了美国乃至世界著名的钢铁煤炭基地。1860 年美国开始用煤造气点灯,在巴尔的摩市街区照明。1870 年美国开始将无烟煤压制成煤砖供工业和民用。这些都进一步扩大了煤炭市场。1882 年美国著名发明家爱迪生在纽约建立燃煤电厂后,更进一步促进了煤炭生产的发展,这一创举,不仅使电力成为各种产业赖以生存、千家万户不可或缺的方便廉价能源,而且也促进了燃煤电厂的不断发展,自那时起直至现在,燃煤电厂一直是煤炭工业的最大用户,目前发电厂用煤已占到美国煤炭消费的 80% 以上。

三、美国第一部矿山法的颁布和煤矿工会的成立

1872 年,美国联邦政府颁布了第一部矿山法,规定了煤炭资源的开发利用方式和土地租金数额等,使煤矿开采初步走上规范化的道路。

随着煤炭工业的发展,矿工队伍也不断壮大,工会组织开始组建。1848 年在盛产煤炭的宾州舒依基尔县 (Schuylkill County PA) 成立了第一个煤矿工人工会;1861 年在伊利诺依州的白利维尔 (Belleville IL) 正式组建成立了美国矿工协会,成为美国第一个跨州际煤矿工会组织;在此基础上,各地区煤矿工会逐渐走向联合,1890 年正式成立了全国性的美国联合矿工工会 (United Mine Worker's of America 简称 UMWA),至今仍是美国煤矿工人最强大的工会组织。

四、煤矿开采机械的研制和改进

19 世纪中期,美国煤矿井下作业几乎全部是手工作业,运输主要靠骡马拉车,劳动十分繁重、艰苦;特别是爆破落煤工艺的打眼和掏槽作业,既繁重又危险。那时放炮孔是用铁钎以人工打锤方法凿成的,铁钎长 2m 左右,一端扁尖,另一端形同掏勺,打眼时矿工先将尖端打进煤壁,在孔眼达到一定深度后,拉出铁钎再用另一端掏勺伸进去掏出凿下的煤粉,反复几次才能达到孔眼装药爆破所需深度;而为了扩大爆破落煤效果,需要沿煤层底板用手镐挖出 1m 多深的槽,工人要斜卧在底板上干活,且掏槽时由于顶板压力或煤体松动很容易发生人身伤亡事故,故迫切需要用机械工具代替人力,以提高工作效率和改善安全状况。

井工采煤作业机具的改进、发展是从手摇钻机开始的,1877 年哈里森 (Harrison) 发明了压缩空气推动的风动凿岩机。这种凿岩机的样机于 1880 年造出。其冲击次数达 180~200 次/min,风压 3~5bar,并很快得到推广应用。到 1889 年,哈里森风动凿岩机已经销售了 1700 多台,由于这一年专利到期,其他厂家也纷纷仿造,哈里森风动凿岩机即成为煤矿开采的有力机具;同年斯皮瑞 (Elmer A. Sperry) 研制出美国第一台电动凿岩机,1892 年杰弗利 (Jeffery) 公司也推出电动钻机,这些电动机器的出现使钻孔技术上上了一个新台阶。

与煤壁钻孔相比,底板掏槽是更艰苦更危险的作业。那时已有不少人提出各种各样机械的设计方案并申报了专利。1873 年出现了第一台截煤机,该机用 5 马力的蒸汽机带动,曾在印第安那州布拉即尔矿 (Brazil, IN) 试用,创造了 24h 落煤 100t 的记录。杰弗利 (L.

A. Jeffery) 创立的采煤机械公司于 1877 年制造出了第一台由压缩空气驱动的截煤机, 其截盘长 0.76m, 可以沿一个托架在煤壁中切进, 割完一个槽后退回来, 移一个位置后继续工作。1882 年由压风机驱动的钻孔机和截煤机正式配套在怀俄明州罗克斯普林 (Rock Spring, Wy) 地区太平洋煤炭公司 (Pacific Coal. Co) 矿井使用, 开创了美国煤矿机械化开采的先河。1888 年, 杰弗里公司生产出了美国第一台电动截煤机。1891 年米切尔 (Jouas, P. Mitchal) 制成了类似现代长壁截煤机的机器, 并不断解决了操作使用中的问题, 1899 年他将其改进成为适合于房柱开采的短壁工作面电动截煤机。

五、煤矿运输机械的开发和制造

随着煤矿产量的增加和开采范围的扩大, 矿井运输能力成了关键问题。1871 年美国煤矿井下开始使用绳牵引蒸汽绞车, 1887 年还曾试用过蒸汽机车, 但由于这些蒸汽机驱动的设备在井下要排放大量高温汽雾, 无法处理而难以使用。1887 年美国通用电气公司的前身汤姆森豪斯顿公司 (Thompson Houston) 制成了第一台电力驱动机车, 在宾州煤炭公司的莱肯斯矿 (Lykins) 井下试用。1888 年杰弗利公司也造出了矿用电机车, 并在阿普森煤矿公司的绍尼 (Shawnee Mine, Upson Coal. Co) 烟煤煤矿井下使用。1891 年斯皮瑞公司 (后并入古德曼公司 Goodman) 研制出轻轨电机车。到 1892 年, 美国公司已成批生产出不同能力、成系列的矿用电机车, 其功率为 11~112kW (15~150 马力), 机车自重 1.6~10t, 牵引速度 10~17km/h。广泛用于煤矿井下主要巷道和地面运输煤炭。1891 年, 橡胶商人罗宾斯 (Tom Robins) 开发出了矿用带式输送机, 并很快在煤矿井下得到广泛应用。随着开始深度增加, 为提高巷道支护能力, 斯普林河谷煤炭公司 (Spring Valley Coal Co) 于 1896 年开始采用钢支架, 在长 125m 巷道使用 380mm (15 英寸) 工字钢支护。

六、露天煤矿的开发和机械化

在井工开采技术进步的同时, 露天开采技术装备也开始发展, 1866 年第一个正规露天矿依利诺依州丹维尔矿 (Dounvill IL.) 正式开采, 先是使用马拉犁和铲板进行表土剥离, 然后再用手推车及马拉车将煤炭运出。1877 年开始采用蒸汽单斗铲, 可将 3m 表土层剥离, 采出 1m 厚煤层。1885 年, 开始使用臂长 15m 的挖掘机, 可剥离厚达 10m 以上的表层进行露天采煤。

七、20 世纪初叶美国煤炭产量的快速增长

1900 年美国煤炭产量达到 2.45 亿 t, 当时有煤矿工人 44.8 万人, 煤矿劳动生产率 2.53t/日·工, 均居世界领先地位。美国 1900~1993 年煤炭生产及劳动生产率统计见表 1

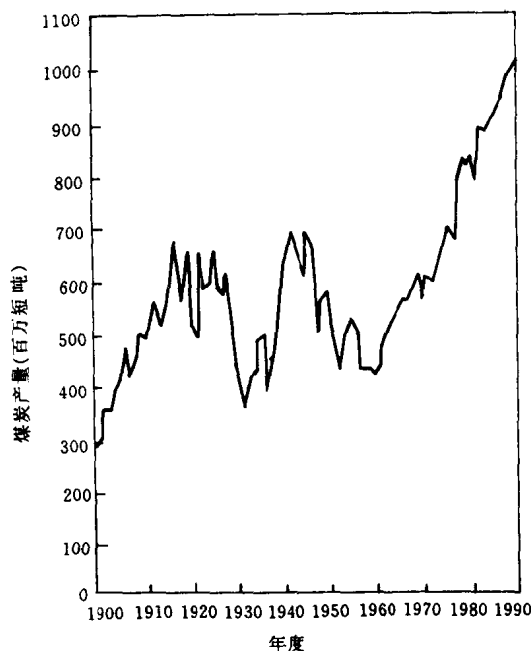


图 1-1-1 1900~1990 年美国煤炭产量变化曲线图

-1-1、图 1-1-1。

表 1-1-1 1900~1994 美国煤炭产量、矿工人数及全员效率

年 份	总 产 量 (Mt)	井工矿产量 (Mt)	露天矿产量 (Mt)	矿工人数	平均全员效率 (t/工)
1900	245	245		448581	2.53
1901	266	266		485544	2.51
1902	274	274		666338	2.63
1903	324	324		566260	2.59
1904	318	318		593693	2.67
1905	356	356		626035	2.68
1906	375	375		640780	2.79
1907	435	435		683492	2.77
1908	377	377		690438	2.81
1909	418	418		714347	2.81
1910	455	455		725030	2.86
1911	541	541		722360	2.87
1912	484	484		722662	2.99
1913	517	517		747627	2.94
1914	466	465	1	763185	3.01
1915	483	480	3	734008	3.15
1916	536	532	4	720971	3.19
1917	590	585	5	757317	3.14
1918	615	607	8	762426	3.17
1919	502	497	5	776569	3.18
1920	597	589	8	784621	3.34
1921	459	454	5	823253	3.44
1922	433	424	9	844807	3.55
1923	597	586	11	862536	3.68
1924	519	506	13	779613	3.66
1925	528	512	16	748805	3.63
1926	597	581	17	759033	3.61
1927	542	526	16	759177	3.65
1928	522	504	18	682831	3.74
1929	552	534	18	654494	3.83
1930	487	465	23	644006	3.98
1931	401	378	23	589643	4.17
1932	327	303	24	527623	4.17
1933	347	323	24	523336	3.96
1934	377	351	26	567061	3.66
1935	385	356	29	565672	3.78
1936	448	414	34	579285	3.90
1937	451	414	37	590949	3.96
1938	358	324	34	537750	4.09
1939	405	363	42	514926	4.40

续表

年 份	总 产 量 (Mt)	井工矿产量 (Mt)	露天矿产量 (Mt)	矿工人数	平均全员效率 (t/工)
1940	463	416	47	530388	4.37
1941	518	456	62	545035	4.40
1942	583	509	74	544112	4.35
1943	590	502	88	495160	4.50
1944	619	508	111	470938	4.71
1945	574	456	118	455942	4.59
1946	539	416	123	474579	5.20
1947	624	479	145	497782	5.30
1948	596	451	145	517846	5.21
1949	436	326	110	509075	5.35
1950	508	382	126	488206	5.61
1951	522	401	121	510887	5.02
1952	460	346	114	401140	6.46
1953	443	333	110	350968	6.68
1954	382	276	106	271393	7.79
1955	445	325	120	258616	8.23
1956	481	346	135	259679	8.66
1957	470	338	132	259460	8.91
1958	392	270	122	223942	9.53
1959	393	266	127	202930	10.34
1960	394 (453)	265	129	188451	10.97
1961	381	254	127	166266	11.87
1962	398	261	137	157832	12.64
1963	433	280	153	155144	13.60
1964	457	294	163	141842	14.37
1965	478 (549)	307	171	144864	15.13
1966	496	311	185	141044	16.10
1967	512	319	193	139273	16.78
1968	505	315	190	134827	17.02
1969	518	317	201	130459	17.54
1970	556 (639)	309	247	146078	16.66
1971	509	251	258	151464	15.94
1972	546	277	269	154048	15.59
1973	787	272	515	152204	15.69
1974	553	252	301	170548	15.75
1975	594 (683)	266	328	193787	13.24
1976	621	268	353	205966	13.00
1977	632	242	390	225083	13.34
1978	608	220	388	245767	13.21
1979	708	291	417	227297	13.82