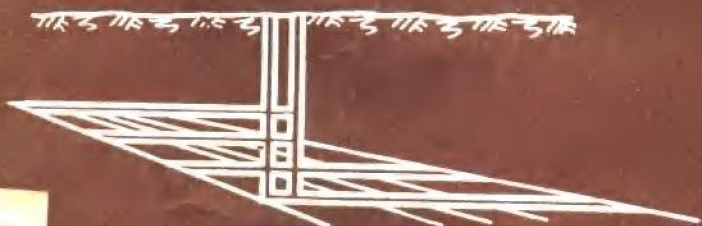


国外矿井开拓 与巷道布置

王玉濬 唐士堃 等编



煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书主要根据七十年代以来的国外书刊文献,对煤矿矿井开拓与巷道布置的一些问题,进行了专题性的汇集和综合归纳。其中包括有主要产煤国家的煤炭资源和开发概况,大型矿区的开发特点,新建矿井的开拓系统、设计方案和参数的优选,生产矿井的技术改造,开采深部井田的技术措施,采区巷道布置,倾斜长壁开采,无煤柱护巷,井下煤仓设置等。本书取材力求结合我国煤矿建设和生产的实际需要,内容比较具体,既介绍国外的实际情况,又进行了扼要的分析。

本书可供从事煤矿开采工作的生产、设计和科研单位的工程技术人员,以及煤矿院校的师生参考。

责任编辑:金 连 生

国外矿井开拓与巷道布置

王玉潜 唐士堃 王庆一
丁林芳 王善富 辛镜敏 编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16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 $850 \times 1168^{1/2}$ 印张 $10^{1/2}$ 插页 1

字数276千字 印数1—4,270

1985年3月第1版 1985年3月第1次印刷

书号15035·2656 定价2.20元



前 言

矿井开拓与巷道布置,关系着矿井的各个生产环节和整个矿井的技术面貌,是决定矿井建设速度和生产效益的重要因素,而且影响矿井较长时期的技术发展。矿井开拓与巷道布置的正确决策,对提高煤炭工业生产建设的经济效益具有重要的意义。六十年代以来,我国在生产矿井的技术改造和新建矿井的设计中,不断地进行了开拓与巷道布置的改革,取得了显著的成效。为了进一步开展这方面的工作,除了认真总结和积极推广国内的成功经验外,也需要了解国外主要产煤国家的技术发展情况,以资借鉴。

为此,1977年在煤炭工业部煤炭科学技术情报研究所主持下,有王庆一、唐士堃、丁林芳、王善富、辛镜敏、王玉濬同志参加,编写了《国外矿井开拓与巷道布置》。1978年作为情报资料印发,受到读者欢迎。1983年根据大家提出的意见和要求,在原有资料的基础上,由原编写人员重新编写成此书。在这次编写过程中,对原有的内容进行了较大的修改和补充,增加了一部分新的章节和近期的资料,以期读者能了解国外矿井开拓与巷道布置的现状和发展趋向,有助于我们的改革工作。

本书由王玉濬主编,王庆一审校。第二、四、六、八、九、十章由王玉濬执笔,第一、三、五章由唐士堃执笔,第七章由丁林芳执笔。书中除直接编译了大量的外文资料外,还引用和参考了煤炭工业部煤炭科学技术情报研究所、煤炭科学研究院和一些设计单位编印的有关资料,以及《世界煤炭技术》中的一些文章,在这里谨向给予我们直接或间接支持和协助的有关单位和同志们,致以衷心的感谢。

由于水平所限,书中一定存在不少缺点和错误,热诚欢迎批评指正。

编 者

1983年10月

目 录

第一章 国外煤炭资源与矿区开发概况	1
第一节 世界煤炭资源和主要煤田的分布	1
第二节 主要产煤国家煤炭工业概况	12
第三节 大型矿区开发及其特点	17
第四节 矿井主要技术经济指标	26
第二章 新建矿井的开拓系统和技术特征	31
第一节 新建矿井的一般情况	31
第二节 矿井生产能力与服务年限	34
第三节 斜井开拓方式的采用	47
第四节 水平数目和大巷位置	51
第五节 新建矿井实例	66
第三章 联合矿井及分区开拓	78
第一节 分区开拓的矿井	78
第二节 联合矿井	89
第四章 深部井田的开拓	96
第一节 开采深度增加出现的主要问题	96
第二节 深部井田开拓的某些措施	102
第三节 深部矿井设计的发展概况	118
第五章 生产矿井的技术改造	123
第一节 国外矿井技术改造的基本情况	123
第二节 矿井改建的内容和措施	125
第三节 有关矿井改建的几个问题	137
第四节 改建矿井实例	146
第六章 矿井开拓和准备方案的优选	159
第一节 经济数学模型	159
第二节 多方案求解方法	167
第三节 其他最优化方法	185
第四节 研究方向和发展趋势	192

第七章 倾斜长壁开采时的开拓与巷道布置	197
第一节 倾斜长壁采煤法发展概况	197
第二节 倾斜长壁采煤法的优点和效果	199
第三节 倾斜长壁采煤法的巷道布置	204
第四节 开拓准备方式	210
第五节 适用条件	215
第八章 采区巷道布置	222
第一节 井田准备及采区巷道布置概况	222
第二节 采区岩石巷道的合理位置	224
第三节 长壁工作面前进式和后退式回采	230
第四节 回采工作面参数	236
第五节 采区内工作面通风的几种形式	245
第六节 巷道断面和支架型式	252
第九章 无煤柱护巷	267
第一节 无煤柱护巷的依据和发展	267
第二节 无煤柱护巷的类别及影响因素	273
第三节 沿空留巷	275
第四节 沿空掘巷	288
第五节 在采空区内掘进或形成巷道	297
第六节 无煤柱护巷的经济效果和评价方法	301
第十章 井下煤仓	305
第一节 煤仓容量	305
第二节 煤仓的类型和结构	312
第三节 煤仓的自动化及其他	321
参考文献	327

第一章 国外煤炭资源与矿区开发概况

第一节 世界煤炭资源和主要煤田的分布

一、世界煤炭资源及其分布

煤炭是世界最丰富的矿物能源资源。全世界煤炭总资源为136093亿吨，其中实测储量为19639亿吨。世界煤炭资源分布亚洲居首位，北美和中美洲次之。世界煤炭资源的分布情况见表1-1。

表 1-1 世界各洲煤炭储量（百万吨）

洲 别	总 资 源*	实 测 储 量
北美和中美	4077349	415728
南 美	50222	5531
非 洲	217897	72641
亚 洲**	7574919	941745
欧 洲	904833	445131
大 洋 洲	784079	83111
全 世 界	13609299	1963887

* 总资源包括实测储量和预测储量。

** 包括苏联，因苏联煤炭资源绝大部分在亚洲地区。

利用煤炭作为工业和民用燃料历史悠久。第一次工业革命以后，煤炭替代薪柴成为主要能源。本世纪五十年代以来，石油逐渐成为主要能源，煤炭在能源消费构成中的比重显著下降。1950年，世界能源消费构成中，煤炭占53.9%，石油和天然气占35.7%。1977年，煤炭在能源消费构成中的比重下降到30.4%，石油和天然气上升到61.8%。可以看出，世界能源消费构成中煤炭的比重有显著的变化。1973年以后，世界发生“能源危机”，对工业发

达的国家产生了很大的影响。由于石油供应量受到限制，价格猛涨，许多国家开始重视煤炭的作用，逐步增加煤炭的消费量和生产量。据世界能源会议和某些国际能源研究组织所作的预测，到2000年煤炭产量和消费量将有较大幅度的增加。

世界上一些工业发达国家的能源消费构成见表1-2。由于世界能源形势的变化，促进了煤炭的开发，世界煤炭产量随之不断增长。1980年，世界煤炭总产量为37.51亿吨，其中美国76295万吨，苏联71640万吨（表1-3）。

表 1-2 1980年世界一些工业发达国家能源消费构成

国 家	能源消费量 (百万吨标准燃料)	各种能源构成比重 (%)			
		煤	石 油	天然气	水力和核发电
美 国	2714	20.5	45.0	26.8	7.7
日 本	565	15.9	67.7	6.1	10.3
联邦德国	387	30.7	47.5	16.6	5.2
法 国	271	17.7	53.1	12.5	16.7
英 国	284	37.1	36.8	21.5	4.6

表 1-3 1980年世界煤炭产量(万吨)

国家或地区	煤炭产量	国家或地区	煤炭产量
美 国	76295	朝 鲜	6500
苏 联	71640	南斯拉夫	4584
中 国	62013	加 拿 大	3656
民主德国	25800	罗马尼亚	3520
波 兰	22998	保加利亚	3045
联邦德国	21697	西 班 牙	2860
英 国	12864	匈 牙 利	2570
捷克斯洛伐克	12310	希 腊	2360
澳大利亚	11714	法 国	2083
南 非	11300	南 朝 鲜	1854
印 度	11270	日 本	1804
世界总计	375110		

现代煤炭工业的发展趋向是：不断提高煤矿机械化和自动化

程度，建设大型煤矿，这体现了煤炭工业科学技术的进步和管理水平的提高。六十年代以来，井型不断扩大，出现了联合矿井的开发方式。同时，露天开采获得迅速发展。在扩大煤矿规模的基础上，形成了一系列大型煤炭基地。目前，国外年产1亿吨以上的大型煤炭产地有六个，分别在美国、苏联、波兰和联邦德国（表1-4）。

表 1-4 国外年产一亿吨以上的大型煤炭产地(1980年)

国 家	美 国	苏 联	波 兰	联邦德国	苏 联	联邦德国
矿区	阿巴拉契亚	顿巴斯	上西里西亚	鲁尔	库兹巴斯	莱茵
原煤产量（亿吨）	4.65	2.14	2.31	1.62	1.48	1.17 (褐煤)
煤田面积（平方公里）	180000	60000	4500	6200	126000	2500
地质储量（亿吨）	3107	2406	840	2190	9053	—
探明储量（亿吨）	1013	385	135	650	495	550
平均开采深度（米）	90	640	550	869	273	—
开采煤层平均厚度（米）	1.7	1.13	2.3	1.8	2.5	40
工业性开发时间（年）	1769	1820	1792	1839	1860	1891
煤矿数（个）						
矿井	2400	240	61	29	80	—
露天	3200	—	—	—	18	5
采煤综合机械化程度（%）	70	54	65	96	67	—
煤矿职工数（万人）	21.0	115.0	36.0	17.6	38.0	1.6

世界煤炭资源分布很不均衡，绝大部分分布在北美洲和亚洲，占世界煤炭资源总量的85.7%。苏联、美国和中国三个国家的煤炭资源占世界总量的80.7%。

煤炭资源在1000亿吨以上的国家按顺序排列为苏联、美国、中国、澳大利亚、加拿大、联邦德国、波兰、南斯拉夫、英国、博茨瓦纳和印度。

据统计，全世界共有2371个煤田，其中储量在10亿吨以上的煤田有192个，0.1~10亿吨的煤田有515个，0.1亿吨以下煤田有1664个。各国10亿吨以上煤田的数量见表1-5。

表 1-5 各洲一些国家10亿吨以上煤田数量

洲 名	国 家	数量	洲 名	国 家	数量	洲 名	国 家	数量
亚 洲 (44个)	中 国	20	欧 洲 (35个)	英 国	12	北美洲 (36个)	美 国	28
	印 度	12		联邦德国	5	中、南 美洲 (11个)	加 拿 大	8
	日 本	3		波 兰	3		哥伦比亚	6
	朝 鲜	3		捷克斯 洛伐克	3		墨西哥	2
	土耳其	2		南斯拉夫	3		智 利	1
	孟加拉	1		民主德国	2		委内瑞拉	1
	巴基斯坦	1		比利时	2	非洲 (11个)	秘 鲁	1
	印 尼	1		法 国	2		南 非	7
	越 南	1		荷 兰	2		博茨瓦纳	2
	苏 联*	47		西班牙	1		罗得西亚	2

注：尚有澳大利亚 8 个10亿吨以上煤田未列表内。

* 包括欧亚两洲煤田。

各大洲煤炭资源分布情况如图1-1所示。

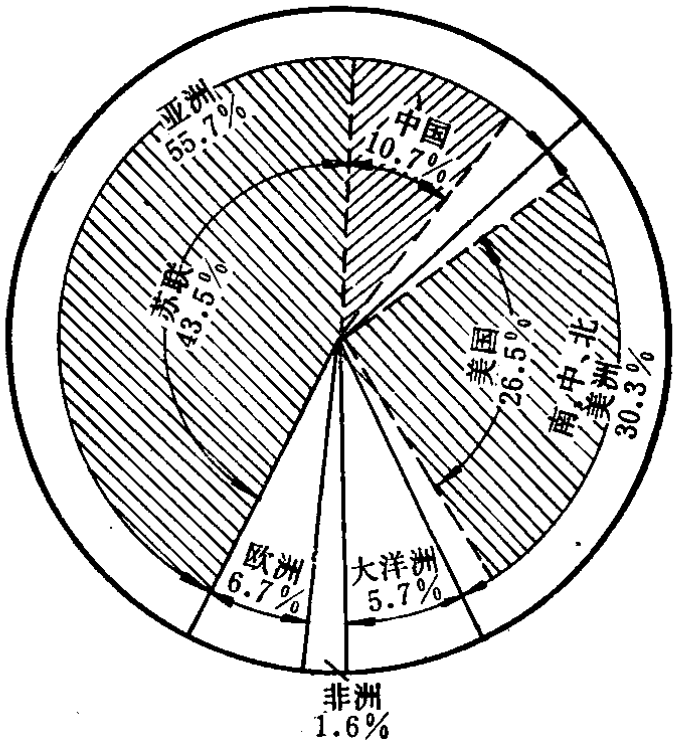


图 1-1 世界各大洲煤炭资源分布比例

世界各国煤炭资源分布情况见图1-2及表1-6。

表 1-6 世界煤炭储量 (百万吨)

序号	国家和地区	总资源	实测储量	提出时间	序号	国家和地区	总资源	实测储量	提出时间
1	苏联	5926000	276000	1979	24	巴基斯坦	646	646	1972
2	美国	3599657	397657	1974	25	土耳其	5413	4206	1978
3	加拿大	474412	16091	1978	26	联邦德国	285300	99000	1979
4	墨西哥	3280	1980	1979	27	波兰	184000	76000	1978
5	巴西	15807	1590	1978	28	南斯拉夫	181477	177680	1971
6	智利	4426	1381	1979	29	英国	149500	45000	1977
7	哥伦比亚	10063	2073	1979	30	民主德国	30000	—	1978
8	委内瑞拉	9178	178	1979	31	捷克斯洛伐克	20090	12950	—
9	博茨瓦纳	107000	7000	1977	32	奥地利	202	133	1978
10	南非	92511	58749	1975	33	比利时	3287	670	1978
11	摩洛哥	140	100	1979	34	保加利亚	6354	4454	1979
12	莫桑比克	425	240	1976	35	法国	1708	1473	1977
13	斯威士兰	5020	2020	1961	36	希腊	4750	3600	1976
14	扎伊尔	—	600	1978	37	匈牙利	9400	4850	1976
15	赞比亚	130	32	1979	38	爱尔兰	95	55	1979
16	津巴布韦	8310	2500	1977	39	意大利	55	33	1979
17	印度	114034	22634	1978	40	西班牙	4595	1082	1979
18	印尼	20118	674	1979	41	澳大利亚	779900	82900	1979
19	孟加拉	—	1053	1978	42	新西兰	4179	211	1979
20	日本	8707	8707	1979	43	其它	65701	44955	—
21	朝鲜	7200	2300	1978		合计	12144298	1363887	—
22	南朝鲜	1231	182	1978		世界总计	13609298	1963887	—
23	泰国	—	246	1978		注：世界总计中包括中国			

二、苏联煤田概况

苏联含煤地层的基底为早期形成的前寒武纪地层。煤炭总资源（即地质储量）59260亿吨，主要分布在北纬40°以北、东经60°以东地区。北纬60°以北地区赋存着大量煤炭，但埋藏在永冻层以下，近期难以开发。东经60°以西地区储量较少，仅为总储量的7%。

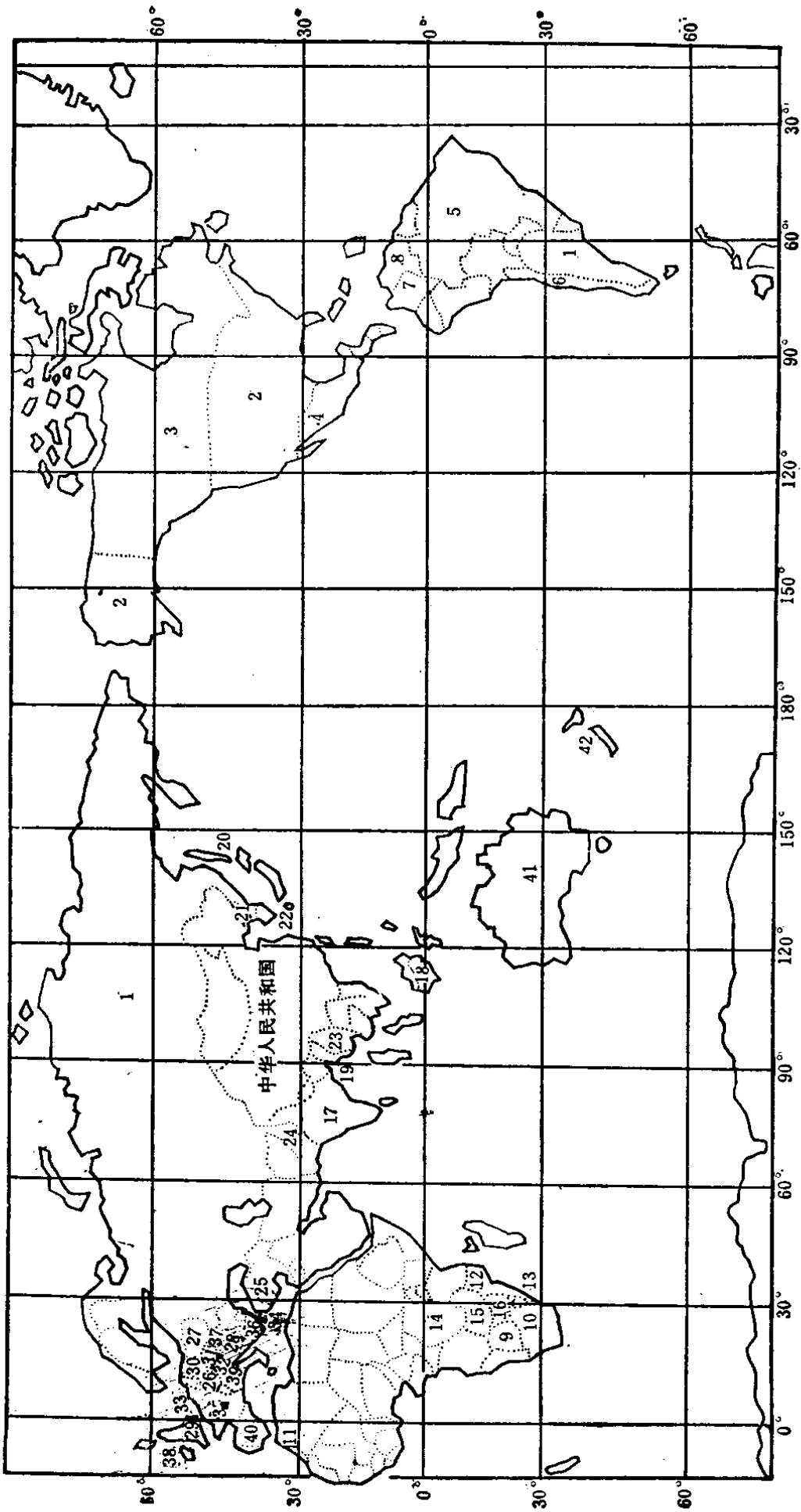


图 1-2 世界赋存煤炭资源国家地理位置图

苏联资源丰富的煤田，在东部地区有东西伯利亚的泰梅尔煤田和通古斯煤田，这两个煤田都在勘探。在叶尼塞河上游的坎斯克-阿钦斯克煤田已开发，地质储量6000亿吨，主要为低灰分褐煤，煤层厚度达30~50米，埋藏浅的部分约占总量的1/4，适于露天开采。该煤田正进行大规模开发，1980年产量3480万吨，2000年预计达2.5亿吨。伊尔库次克煤田的地质储量约有7000亿吨，为优质焦煤和褐煤，现已开发。西西伯利亚的库兹巴斯煤田，地质储量6000多亿吨，生产炼焦煤，是苏联第二大煤炭基地，1980年产量1.41亿吨。在远东勒拿河流域的南雅库特煤田，预测储量有4000多亿吨，正在兴建一个1300万吨的露天矿。在西部地区，莫斯科近郊煤田为褐煤产区，已进入开发后期，产量递减。苏联最大煤炭生产基地顿巴斯矿区，地质储量约2406亿吨，1980年产量2.14亿吨，七十年代以来产量递减。卡拉干达煤田，地质储量5000亿吨，1980年产量4860万吨。哈萨克斯坦的埃基巴斯图兹煤田六十年代开始大规模开发，产量迅增，现已成为苏联第三大矿区，1980年产量6660万吨。苏联北方的伯绍拉煤田，地质储量约2100亿吨，产焦煤，1980年产量2860万吨。此外，还有乌拉尔煤田等。

苏联煤田分布如图1-3所示。

苏联烟煤储量计算到1800米深度，褐煤计算到600米深度。煤炭地质总储量中，47%以上赋存在离地表600米深度以内，33%在600~1200米之间，20%在1200~1800米以内。1979年实测储量2760亿吨。在总储量中，炼焦煤占21.8%，无烟煤和贫煤占11.6%，气煤和长焰煤占24.6%，褐煤及低热值煤占42%。炼焦煤中的高级储量（A+B级）约90%分布在顿巴斯、库兹巴斯、伯绍拉和卡拉干达四大煤田中，接近期的生产规模可开采一百年以上。

苏联煤层地质条件比较复杂，煤层倾角在0~90°之间。在生产矿井中，1980年35°以下煤层占总产量的88%，35~45°煤层占2%，45°以上煤层占10%。厚1.2米以下煤层占总产量的32%，

1.2~3.5米煤层占55%，3.5米以上煤层占13%。矿井平均采深446米，最大已达1200米。1982年初，在643个矿井中，73个采深超过800米，394个属Ⅲ级和超级瓦斯矿，150个有瓦斯突出危险。

1980年苏联主要煤田储量、地质特征和产量见表1-7。

表 1-7 1980年苏联主要煤田产量、储量和地质特征

煤田名称	产量 (百万 吨)	A + B + C 级储量 (亿吨)	平均采深 (米)	煤层 平均 厚度 (米)	煤层 倾角 (度)	Ⅲ级和 超级瓦 斯矿井 比重 (%)	煤的热值 (千卡/ 公斤)	原煤平 均灰分 (%)
顿巴斯	204.0	205	640	1.1	0~80	66	4840~6500	27.4
库兹巴斯	141.0	193	273	2.5	0~90	86	6000~6900	15.3
埃基巴斯图兹	66.6	76	70~125	150	10~90	—	4000~4600	38.0
卡拉干达	48.6	42	412	2.4	0~60	100	3600~5300	28.3
坎斯克-阿钦斯克	34.8	37	30~90	11.4	0~13	—	2800~4400	7~13
伯绍拉	28.6	33	476	2.1	8~90	53	4300~6000	23.8
莫斯科近郊	25.4	17	59	2.5	0~8	—	2500~2800	33.0

三、美国煤田概况

美国的煤炭资源丰富，分布广泛，在50个州中有34个州有煤炭资源。全国有六个较大的含煤地带，即东部的阿巴拉契亚煤田，中部的中央内陆煤田，北部煤田，落基山煤田，太平洋沿岸煤田和阿拉斯加煤田。

全国900米深度内的实测储量为3976亿吨，密西西比河以东地区占47%，以西地区占53%。

在证实储量中，硬煤占94%，其中烟煤占92%，无烟煤占2%，褐煤占总储量6%。美国煤层质量较好，据取样分析，原煤平均灰分为14%，但东部地区煤炭硫分较高。

美国西北部的波德河煤田，实测储量1225亿吨，为美国最大的煤田，埋藏低灰低硫半烟煤，适于露天开采。1969年，开始大规模开发，产量急剧增长，1981年已突破1亿吨，预计1995年矿区生产能力将达3.5亿吨。

美国煤炭资源分布如图1-4所示。

东部地区的阿巴拉契亚煤田，面积18万平方公里，实测储量1013亿吨，煤层埋藏浅，地质构造简单，很少地质破坏，绝大部分为水平煤层和近水平煤层，在山坡和山谷边缘有露头。煤层顶板为坚硬的厚层砂岩。1980年该煤田生产原煤4.65亿吨，为世界最大煤炭基地。

四、波兰煤炭概况

波兰煤炭资源比较丰富，实测储量760亿吨。烟煤资源集中在上西里西亚、下西里西亚和芦布林三个煤田。各煤田中煤层赋存情况不同。上西里西亚煤田，面积4500公里²，有十几个可采煤层，总厚62~140米，煤层倾角大部分在20°以内，瓦斯含量大。该煤田生产波兰97%的烟煤，1980年原煤产量2.31亿吨。下西里西亚煤田面积约600公里²，地质构造复杂，断层多，瓦斯大，现有4个矿井生产炼焦煤，年产300万吨。东部的芦布林煤田，面积1100公里²，煤层累计总厚约10余米，埋藏较深，1975年开始开发，1981年底第一个矿井开始出煤。

褐煤资源分布在西南部地区，储量400亿吨，战后才开始开采。现有7个露天矿，1982年产量3764万吨。煤田和矿区的分布如图1-5所示。

五、联邦德国煤田概况

联邦德国煤炭资源较为丰富，分布比较集中，煤炭总资源2853亿吨。主要煤田为鲁尔，其次有萨尔、阿亨、莱茵和下萨克森等煤田。黑森州和巴伐利亚等地也有煤炭，但储量极少。全国85%的硬煤储量分布在鲁尔煤田。95%的褐煤储量分布在莱茵煤田。煤田分布情况如图1-6所示。

联邦德国煤田地质构造不太复杂，煤层比较稳定，大部分为缓倾斜，1982年36°以下煤层产量占总产量的97%。在含煤地层中，可采煤层数较多，鲁尔煤田一般有4~7层，有的区段达15~30层。煤层厚度多数在1.3米以下，约占储量的2/3，中厚煤层比重约占1/3。1982年，厚1.2米以下煤层占产量的12%，1.2~2.2米煤层占54%，2.2米以上煤层占34%。煤种较全，其中肥煤在

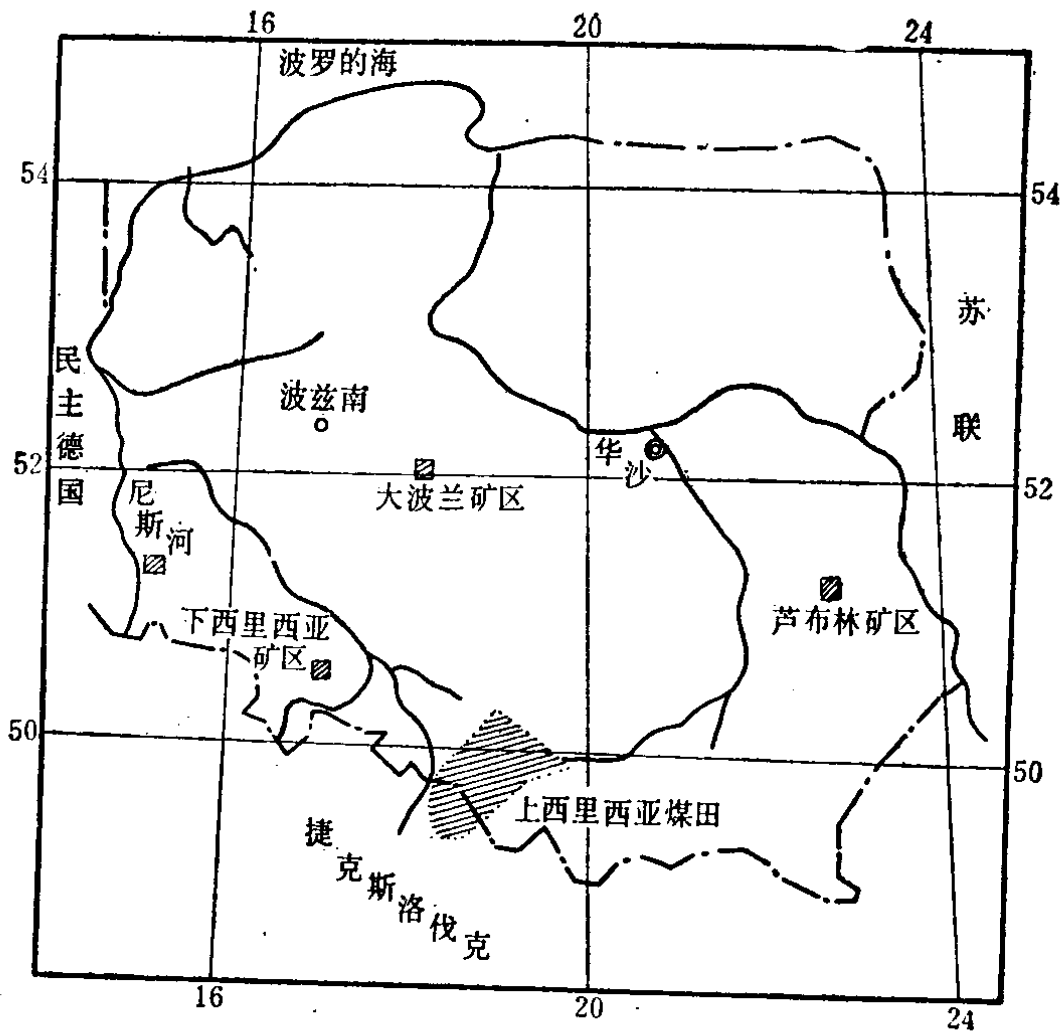


图 1-5 波兰煤田和矿区分布图

硬煤实测储量中约占60%，瘦煤和无烟煤约占4%。

六、英国煤田概况

英国煤田分布在北部、中部和南部。主要煤田有北部的苏格兰煤田和东北部煤田，中部的约克郡煤田、西部煤田和英格兰中部煤田，南部的南威尔士煤田和肯特煤田。煤田分布如图1-7所示。

煤炭总资源1495亿吨。以约克郡煤田、西部煤田和英格兰中部煤田的储量最丰富，这三个煤田的储量占全国总储量的2/3。北部煤田储量约占总储量的10%，南部煤田储量约占24%。

在含煤地层中，厚煤层储量较少，大于2.2米的煤层仅占产量的12%。煤层倾角平缓，在矿井产量中，约有85%的煤层倾角小于20°。地质构造比较简单，很少有大的褶曲和断裂。储量皆

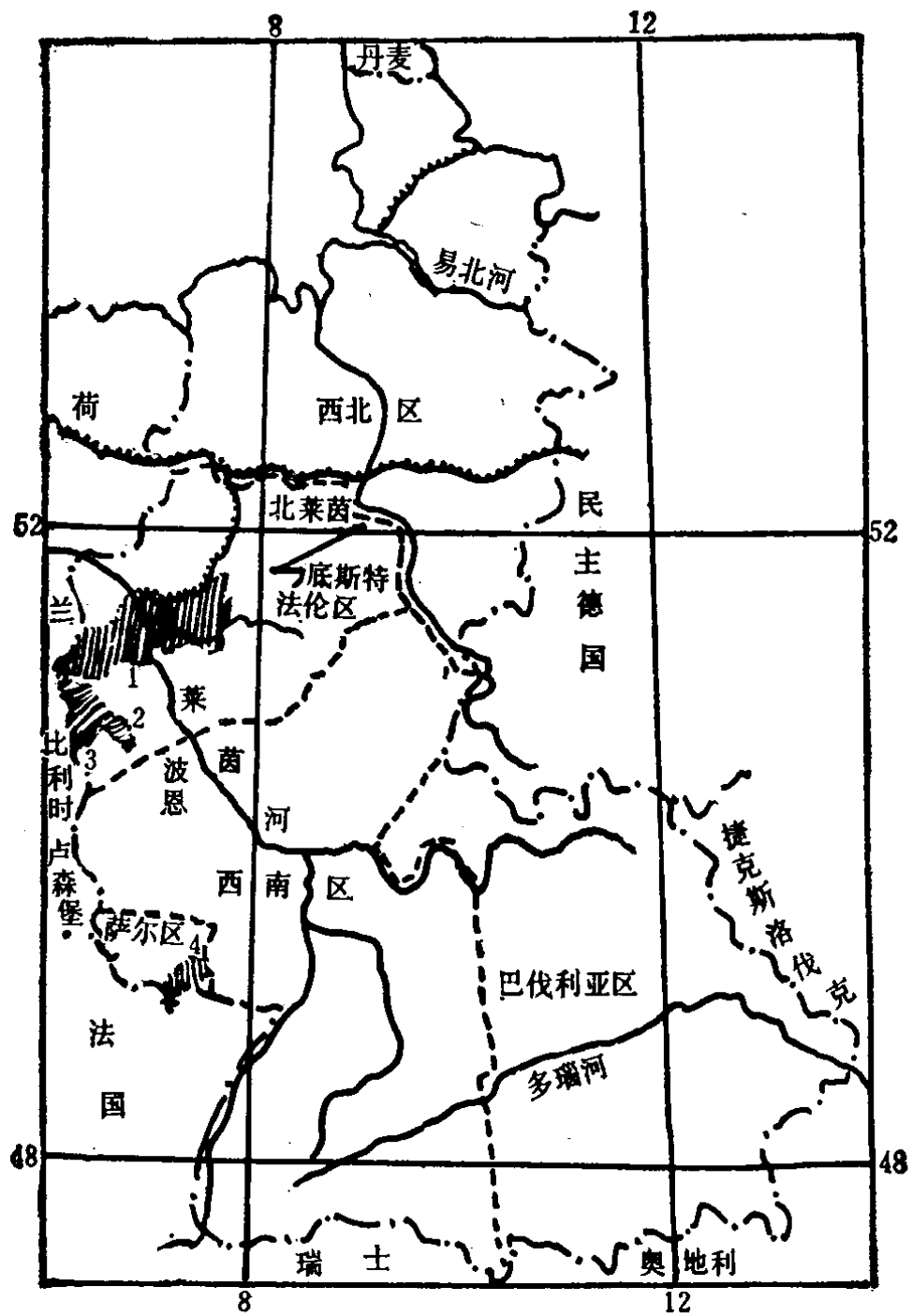


图 1-6 联邦德国煤田分布图

1—鲁尔煤田；2—莱茵煤田；3—阿亨煤田；4—萨尔煤田

为硬煤，其中烟煤约占96%，无烟煤仅占4%。煤质较好，烟煤发热量4700~7000千卡/公斤，无烟煤在7200千卡/公斤以上。硫分一般为1~3%。

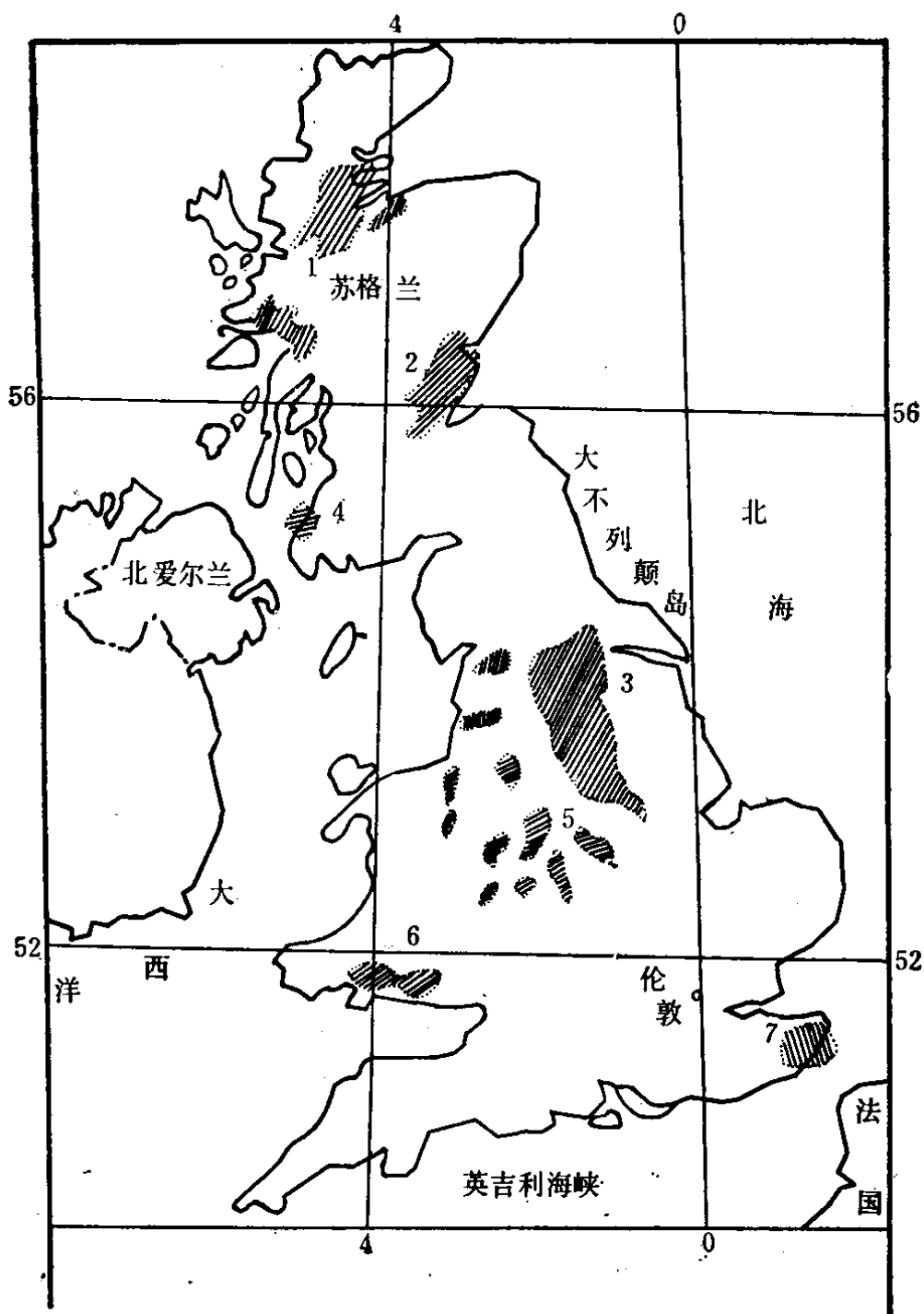


图 1-7 英国煤田分布图

1—苏格兰煤田，2—东北煤田，3—约克郡煤田，4—西部煤田，5—英格兰中部煤田，6—南威尔士煤田，7—肯特煤田

第二节 主要产煤国家煤炭工业概况

世界近代煤炭工业已有二百多年的历史，但技术发展缓慢，1954年出现的第一个综合机械化采煤工作面，是采煤技术的重大