

内部资料 不得外传

2000 年的中国研究资料

第 28 集

煤炭工业国内外技术水平和差距

中国煤炭学会

中国科协 2000 年的中国研究办公室

1984, 10

8308
6:25

第 28 集

煤炭工业国内外技术水平和差距

中国煤炭学会

中国科协2000年的中国研究办公室

1984.10.

1 0000 00000 0000 0000 0000 0000 0000

改革需要人才 改革需要信息

改革需要预测 改革需要创造

中国发明创造者基金会

中国预测研究会

中国展望出版社

一九八五年编辑出版期刊资料为改革服务

出版的期刊资料包括：《预测》杂志、《2000年的中国研究资料》、《预测丛书》、《发明创造丛书》共计九十七种，一百三十余册，三千多万字，欢迎订阅。

为了响应党中央十二届三中全会公报的号召，推动以城市为重点的整个经济体制的改革，为培养和造就一支宏大的社会主义经济管理干部和技术干部服务，中国发明创造者基金会、中国预测研究会、中国展望出版社决定一九八五年内联合编辑出版以下期刊资料，包括：

- (一) 继续出版《预测》杂志（双月刊 总第16期～第21期）六期，增刊号三期；
- (二) 继续出版《2000年的中国研究资料》（第30集—约第55集）；
- (三) 新编出版《预测丛书》六十四种；
- (四) 新编出版《发明创造丛书》三十种。

以上期刊资料总计三千多万字，一百三十余册，分期按时出版，一律内部发行，现已开始预订。欢迎各行各业（包括计划、规划、统计、预测、决策、信息、开发、咨询、情报、经营、财会、商业、贸易、设计、工艺、生产、科研、发明创造等）管理者、技术干部、研究人员、大专院校教师和学生集体或个人订阅。详细目录请向北京西城区安儿胡同11号发行组函索。

中国发明创造者基金会

中国预测研究会主办

《预测》杂志明年继续征订

(总第16期 第21期)

经有关部门批准,原由中国科学技术咨询服务中心预测开发公司主办的《预测》杂志,从明年起改由中国发明创造者基金会、中国预测研究会主办。

《预测》杂志的办刊宗旨仍是:了解今天,认识明天,展望后天。

《预测》杂志的办刊方针仍是:普及为主,兼顾提高;面向全国,面向基层;服务咨询,重在应用。

《预测》杂志明年将在现有基础上,进一步以提高学术水平和应用水平为主,着重介绍预测研究会的方针、目标,开展预测对策决策学术交流,提供预测信息,开展实际预测咨询业务,创立适合我国国情的预测预报学。主要栏目有:预测论坛;预测理论与方法研究;预测案例与评析;专项预测;预测信息汇集;市场学讲座;人才学讲座;企业部门诊断预测求解;计算机预测介绍;预测动态;预测资料;预测咨询等

《预测》杂志欢迎您投稿、欢迎您订阅、欢迎您批评。《预测》将努力当好各行各业领导干部、经营干部、科技干部等新老读者的良师益友!

《预测》杂志明年将增加篇幅,每期80页。仍为双月刊,总共出六期(总第16期~第21期),并将根据广大读者要求,出版三期增刊号,每期24万字。来不及得到订单的同志,可以直接汇款订阅。总计订费11元整,挂号邮费在内。

邮 汇:北京西城安儿胡同14号发行组

信 汇:帐 户:中国发明创造者基金会

开户行:北京人行西长安街分理处

帐 号:0891383

目 录

国外煤炭工业技术发展和我国的现状	(1)
一、煤田地质勘探	(1)
二、井巷施工技术	(9)
三、采煤机械化	(12)
四、露天开采技术	(18)
五、煤矿安全技术	(22)
六、煤炭加工利用技术	(27)

国外煤炭工业技术发展和我国的现状

我国煤炭产量从1949年的0.32亿吨，增至1982年的6.66亿吨，目前居世界第三位。但在技术上与国外尚有较大差距。如地质勘探速度慢，精度低，建井周期长，采煤机械化比重小，劳动生产率低以及伤亡事故率高等。这是我国与世界先进水平差距的集中表现。

一、煤田地质勘探

(一) 世界煤炭资源现状

世界煤炭资源总计136,000亿吨，其中经勘探实测的储量19,639亿吨，经济可采储量为9,000亿吨。

世界煤炭资源中，硬煤占3/4，褐煤只占1/4。北半球占92.2%，南半球仅7.8%。

世界能源会议估计我国煤炭资源为1.5万亿吨，苏联为5.9万亿吨，美国为3.6万亿吨，三国共占世界总资源的80.7%。这三国的实测储量分别为2760、3977、6000亿吨，占世界总量（19,639亿吨）的65%。

(二) 煤田地质勘探特点

1. 全面开展普查与勘探

七十年代，不仅煤炭资源丰富的国家加强了勘探，勘探程度很低或煤储量较少的国家，如亚洲的蒙古、土耳其、伊朗，南美洲的智利、巴西、哥伦比亚等国均找到了一批可供开发的资源。

在勘探程度高的老煤田也有新发展，例如在西德鲁尔煤田新发现一个储量为4.5亿吨的煤区，面积20平方公里；英国在牛津郡深部发现了烟煤层，有可能使英国总储量增加1/3以上。

2. 提高储量分类要求

七十年代煤炭资源丰富的国家根据现代煤炭生产特点修订了原有的储量分类。

西方各国的储量分类的特点是：（1）分类即要反映储量的确实性，又要反映获利开发的可能性；（2）分类要从经济因素、工程因素及地质因素三个角度出发；（3）在最终报告中要计算可回收储量。英国规定的I级储量，在大多数情况下90%以上是可以回采出的。

我国的煤炭储量分级基本上是按照苏联五十年代的分级标准，即A、B、C、D四级，其中A级和B级为高级储量。

表1 世界煤炭资源及产量一览表 单位: 百万吨

国家和地区	提出时间 (年)	经济可采储量		实测储量	总储量	占世界储量的百分比 (%)	1981年产量	
		硬煤	低级煤				硬煤	低级煤
苏联	1979	104,000	129,000	276,000	5,926,000	43.5	544.2 ²	159.8
北美和中美								
美国	1974	107,183	116,076	397,657	3,599,657	26.4	682.6	45.7
加拿大	1978	1,607	4,299	16,091	474,412	3.5	33.3	6.8
墨西哥	1979	1,200	384	1,980	3,280	<0.1	7.6	—
小计		109,990	120,759	415,728	4,077,349	30.0	723.5	52.5
南美洲								
巴西	1978	189	924	1,590	15,807	0.1	5.3 ¹	—
智利	1979	26.5	1,150	1,381	4,426	<0.1	0.8	—
哥伦比亚	1979	1,010	25	2,073	10,063	<0.1	5.5 ^{1,2}	—
委内瑞拉	1979	134	6.3	178	9,178	<0.1	—	—
其它		—	150	309	10,748	<0.1	—	—
小计		1,359.5	2,255.3	5,531	50,222	0.4	11.6	—
非洲								
博茨瓦纳	1977	3,500	—	7,000	107,000	0.8	0.4	—
南非	1975	25,290	—	58,749	92,511	0.7	130.3	—
摩洛哥	1979	50	—	100	140	<0.1	0.8	—
莫桑比克	1976	240	—	240	425	<0.1	0.6	—
斯威士兰	1961	1,820	—	2,020	5,020	<1.1	0.2	—
扎伊尔	1978	600	—	600	无资料	无资料	—	—
赞比亚	1979	24	—	32	130	<0.1	1.3	—

表1 (续)

国家和地区	提出时间 (年)	经济可采储量		实测储量	总储量	占世界储量的百分比 (%)	1981年产量	
		硬煤	低级煤				硬煤	低级煤
津巴布韦	1977	734	965	2,500	8,310	<0.1	2.0	—
其它小亚		496	417	1,400	4,361	<0.1	0.2	—
欧洲国家		32,754	1,382	72,641	217,897	1.6	135.8	—
中国	1979	99,000	—	600,000	1,465,000	10.8	596.6 ²	23.4
印度	1978	12,610	1,588	22,634	114,034	0.8	125.0	5.8
孟加拉	1978	242	—	1,053	无资料	无资料	—	—
日本	1979	1,050	18	8,707	8,707	<0.1	17.5	—
朝鲜	1978	300	300	2,300	7,200	<0.1	35.0 ^e	13.1
印度尼西亚	1979	10.9	528.4	674	20,117.6	0.15	—	—
巴基斯坦	1972	—	645	646	646	<0.1	1.1	—
南朝鲜	1978	116.3	—	182	1,231	<0.1	20.0	—
泰国	1978	—	246	246	无资料	无资料	—	1.5
土耳其	1978	186.2	1,728.1	4,209	5,412.7	<0.1	4.2 ¹	16.5
其它小欧洲		411.3	222	25,093.5	26,570.5	0.2	10.6	3.8 ^c
西德	1979	113,926.7	5,275.5	665,744.5	1,648,918.8	12.1	810.0	64.1
波兰	1979	23,991	35,150	99,000	285,300	2.1	95.6	130.0
南斯拉夫	1978	27,000	12,000	76,000	184,000	1.4	163.0	35.6
英国	1971	70	16,500	177,680	181,477	1.3	0.5	51.1
	1977	45,000	—	45,000	149,500	1.1	125.3	—

表 1 (续)

国家和地区	提出时间 (年)	经济可采储量		实测储量	总储量	占世界储量的百分比 (%)	1981年产量	
		硬煤	低级煤				硬煤	低级煤
东德	1978	无资料	25,000	无资料	30,000	0.2	—	267.0
捷克	无资料	2,700	2,860	12,950	20,090	0.15	27.3	95.3
奥地利	1978	—	65.4	132.5	201.5	<0.1	—	3.1
比利时	1978	440	—	670	3,287	<0.1	6.1	—
保加利亚	1979	30	3,700	4,454	6,354	<0.1	6.5	31.5
法国	1977	550	60	1,473	1,708	<0.1	20.3	2.9
希腊	1976	—	1,550	3,600	4,750	<0.1	—	26.2
匈牙利	1966	225	4,000	4,850	8,400	<0.1	3.2	25.3
爱尔兰	1979	55	—	55	95	<0.1	0.1	—
意大利	1979	—	31	33	55	<0.1	—	2.0
西班牙	1979	398	553	1,082	4,595	<0.1	14.8	20.9
其它		73.3	16,534	18,511.6	24,020.6	0.2	8.9	30.2
小计		100,532.3	118,003.4	445,131.1	904,833.1	6.6	471.1	719.1
大洋洲								
澳大利亚	1979	25,400	33,940	82,900	779,900	5.7	92.2	32.9
新西兰	1979	36	176	211	4,179	<0.1	2.0	0.2
小计		25,436	34,116	83,111	784,079	5.8	94.2	33.1
全世界总计		487,988.5	410,791.2	1,963,886.6	13,609,298	100	2,790.4	1,028.6

注: *估计数 1. 折算为商品煤 2. 总产量

我国一般所称的“探明储量”，实际上是，即包括A、B、C级储量，也包括大量的D级储量。例如，我国至1980年为止，探明储量虽为6000亿吨，但是，据统计，能够提供设计的工业储量仅为1,700余亿吨。到目前为止，已动用大部分，此外还有一部分储量需补充地质工作和开发条件困难，不能采用。因此，目前可供建井的储量不多，这些储量多集中在山西、内蒙、两淮、兖州等地，其中山西、内蒙约占53%。

3. 改进勘探方法

七十年代各国的煤田勘探方法都有大的改进。其特点首先是增多了勘探内容，提高了勘探精度。除查明煤储量外，还要定量预测这些储量的开采地质条件。

其次是勘探阶段划分有较大的变化。几个主要产煤国家都不把精查作为勘探最终阶段，在建井后还要在井下进行勘探。还有一个特点是煤田物探有重大发展(详见后文)。

我国的煤田勘探方法还很落后，多数沿用苏联五十年代的勘探方法。勘探阶段仍然分为普查、详查和精查三个阶段，没有开展井下勘探工作。地面勘探仍以钻探取芯为主，仅在少数地区进行综合勘探。勘探周期长，精度低，经济效益差。据统计，截至1979年末，全国提出的精查报告，约70%精度不合格，不能用于矿井设计。

我国地质勘探储量的增长速度赶不上开采的增长速度，采探比低于世界先进国家，1957~1979年为1:0.7；而苏、美分别为1:1.56、1:1.39。

4. 重视开采地质条件研究

西德、英国、苏联等国家在发展机械化过程中都对矿井地质条件进行了大量的调查研究工作。

多年来，我国仅有少数地区运用数理统计、地质力学等基础理论和坑道透视仪等预测开采地质条件。从总的来看，我国矿井地质工作在技术装备方面很落后。国外预测小断层的有效方法——槽波地震法，在我国还刚处于试验摸索阶段。孔间物探、地质雷达也是初试阶段。孔内摄影技术也未普遍推广。井下钻探机械种类很少，水平钻进还是空白。矿井地质工作主要以巷探、钻探、地质描述为主，主要工具仍是钻机，老三件：罗盘、地质锤、放大镜。因此要做到准确预测，提高工作效率是十分困难的。至于规划未来十至二十年的综采发展，更无从借用地质资料。

5. 重视煤质调查与预测

七十年代一些煤炭丰富的国家非常重视煤质的调查与预测。美、苏、澳、南非、日本等国和地区相当详细地调查了本国各矿区、各主要煤层中20~40种元素的分布、赋存以及与煤伴生的矿产；规定在勘探阶段要大量采样、分析，编绘各种煤质变化图件，进行煤质预测。

6. 推广电算技术

七十年代西方各国已在煤田地质勘探领域推广电算技术，应用范围越来越广，各国根据本国的地质与经济特点发展了合适的软件与数据库，效果良好。我国在这方面还是空白。

(三) 煤田钻探技术

七十年代以来，国外已普遍采用了多速、高速、油压轻便钻机，地面与车装全液压

钻机，以及金刚石钻头与绳索取芯钻进方法，钻机安装和搬迁机械化程度高；广泛采用了不分散低固相泥浆，劳动生产率高，质量好。

目前国外正从事钻机程序控制和电算机控制的试验。

国外岩芯钻机的主要型式可分为立轴式岩芯钻机和全液压式岩芯钻机两种。西方各国的立轴式液压钻机在不断改进。苏联正在发展YKB型钻机，最高转速1,600转/分，已批准为经互会各国的标准钻机系列，确定为最近十至十五年的主要机型。

我国煤田勘探设备十分陈旧落后，长期停留在仿制外国四十年代产品的水平，与工业化国家相比差距甚大。现有老千米钻机占全国现有钻机的83%。我国钻探机械不但数量少，而且许多先进机种还是空白。钻探工具还十分落后，绳索取芯还处于试验阶段。各项防斜措施还未深入研究。钻探效率低，台月效率300米左右，钻探成本很高。

英国人造金刚石镶嵌的岩芯钻头钻进砂岩（中夹砾石），钻头寿命为500米，钻进灰岩的寿命为300米。1980年开始在英国煤炭局所属煤田全面试验。苏联试验的孕镶人造金刚石钻头与同类型天然金刚石钻头相比，寿命延长1.6~6.2倍（平均钻头寿命59~158米）、效率提高10~20%，金刚石耗量减少1/2~5/6。这种钻头可代替硬质合金与天然金刚石钻头混合钻进。

金刚石钻头在我国仅有少数地区采用，目前煤田钻探仍以合金钻头为主。金刚石钻头寿命只为国外的1/2~1/10。

绳索取芯钻进即用钢丝绳从钻杆中取出岩芯，而不用提升钻具。苏联使用一般取芯法，台月效率只有690米，采取率60~68%，而用绳索取芯法可相应增至千米和72%。按每日三班制，一个月三十日估算，美国、加拿大台月效率为1,000~1,500米，600~900米。深孔实际台月效率（日二班月25日制）为600~700米。

我国绳索取芯钻进目前仍处于试验阶段。1979年由日本引进的四套取芯器钻头平均寿命为265.9米，最高390米，平均十天换一次钻头，提一次钻具，钻进时间利用率提高到62.5%，岩煤芯采取率达96%，孔内事故率很低。

苏联于六十年代开始研制液压冲击回转钻进，1975年约钻进46万米，占全苏岩芯钻探工程量的2.5%，1980年计划增至160万米。1974年以来，苏联还开展了金刚石液压冲击回转钻进的研究，取得了较好效果，较常用的金刚石回转钻进钻速提高20~60%，钻头寿命延长10~25%，成本降低10~15%。法国、瑞典冲击回转钻进效果很好。

我国1971年以来，使用液动冲击回转钻进完成了5万余米岩芯钻探工作量，在100多个钻孔中进行了试验。

国外煤田钻探效率提高。苏联千米钻孔一般为500—800米/台月。英国千米钻孔平均日（24小时）进尺约30米，最高49.5米。美国、加拿大台月效率为1,000~1,500米。我国钻探设备工艺都比较落后，台月效率为300~500米。

（四）煤田测井技术

1. 国外发展趋势

- （1）进入定量化阶段，九十年代可能是自动解释岩性与部分测定煤质阶段。
- （2）扩大测定范围。国外煤田测井主要用于分层定厚，对比岩、煤层和检查钻探

质量。七十年代以来，试验推广测定灰分、煤层顶底板岩石强度，并在试验室研究测定煤质、挥发分、发热量等方法。

(3) 测量方法增多。

(4) 仪器组合化、轻便化、小径化。

(5) 试制出可作煤田测井用的数字测井仪，逐步实现从人工定性解释向利用计算机进行定量解释和自动成图过渡。

2. 煤田测井方法

国外煤田测井常用方法有：密度、声波、中子、电阻率、井径、产状等。此外还在研究管内测井法。各国还根据本国地质条件，发展了适合本国特点的组合测井法。如英国石炭纪岩层致密，就采用声波—密度组合。加拿大白垩纪煤系砂页岩不够致密，声波传播时间长，就用密度—电阻率组合。西德石炭纪煤系的挥发分高，就用密度—中子组合。苏联利用声波测井能确定岩石物理力学性质；定量评价顶、底板岩层的稳定性。英国有同时能记录四条不同间距测井曲线的多道声速测井仪，西德有能记录整个波列（包括纵横及界面波）的三维速度测井仪。

我国刚开始研究和试验声波测井技术，目前生产上还未使用。

国外还非常重视发展核子测井方法，用来划分岩层，确定岩石组成（砂、灰质、泥质）和煤质组分（碳、灰、水）的百分比。一些国家已把这种方法列为标准组合系列。目前还在研究用中子方法探测其它煤质指标，例如灰分，发热量，以及砂、铝、铁、氯、钛的含量。

国外还积极采用以电子计算机为基础的数字测井仪。分为两类：(a)地面模数转换式。这类测井仪兼有模拟记录和数字磁带记录，便于实现由模拟记录到数字记录的过渡。(b)直接式数字测井仪，这种仪器的测井信号在井下就已数字化。

我国煤田测井技术装备落后，目前广泛使用的静电显影光点记录仪，仪器无刻度，测井效果差、质量低，对资料只能作定性解释。钻孔定量资料分析仍靠试验室化验岩芯取得。数字技术刚刚开始研究。

(五) 煤田地面物探技术

进入七十年代以来，英、西德、美、苏等国纷纷应用或研究以地震勘探为主的地面物探方法，现已成为主要勘探手段。地震勘探已全部实现数字化。

英、西德、美、苏等国已初步确立适合自己国情与地质特点的地震勘探方法，例如英国使用高分辨率地震法，西德采用先二维，后三维地震的阶段勘探法。英国高分辨率地震方法，可以确定断层的方位与强度，圈定煤系未遭受破坏区（即布钻区），提供早期开发规划及工作面布置所需的构造资料。沿测线能分辨深500~600米、落差大于10米的断层。西德用二维地震法可清楚辨认深部达1千米、落差大于15米的断层，用三维地震法能测出落差小于15米的断层。特殊情况下，能测出上覆地层厚800~900米、落差5~15米的小断层。

国外地震资料全部由电子计算机处理，利用软件控制。英国1975年建立了煤田地震资料处理中心，逐日检查数据处理质量，修正了很多1975年前测出的地震剖面。

我国地震勘探方法落后，仪器陈旧，先进的地震勘探方法还处于试验阶段。目前普遍采用的模拟磁带地震仪，精度很低，只能探明大于30米的断层。1981年首次进行的高分辨率地震勘探试验，第一次采用数字地震仪和数字检波器采集野外数据，可以有把握地确定20米落差的断层。我国煤田地震资料只能作一般处理，地震解释精度和可靠性都低，还不能全部用计算机处理。我国煤炭系统采用的国产709电子计算机，容量小，计算速度慢，故障率高，不能做三维处理和一些特殊处理。

(六) 孔间物探

地面物探在近期不可能探测出深部太小的地质构造（如断层）及洞穴，精度还不是太理想。苏联认为发展孔间物探是提高煤田勘探精度的主要途径之一。七十年代中期以来，苏、美、澳等国非常重视研究与发展孔间物探技术，可望在八十、九十年代在生产中应用。方法有电对比法、地震槽波法、高分辨率孔间地震法、孔间声波透视法以及雷达法等。

研究中的电对比法可测出孔距为500米以内、落差为5~10米的断层；地震槽波法用机械震源时可测125米距离，爆炸震源可测500米；高分辨率孔间地震可追索200米以内的大于3米的断层；孔间声波透视距离可达200米；甚高频雷达脉冲的穿透距离可达100米。

我国目前没有钻孔探测仪器，因此在孔间物探方面是空白。

(七) 井下物探

井下物探目的是勘探小构造。最佳方法之一是地震槽波反射法，目前处于试验阶段，可靠率为60~70%。西德的最大透视距离1780米。英国探测出工作面前方450米处一条落差1.2米断层，经证实位置误差小于1米。西德研制出防爆数字地震仪和接收高频信号的检波器。有人在研究用截煤机作震源，使采煤与地震勘探同时进行。在槽波勘探资料数字处理方面，英、美研究出能把槽波数据显示或全息三维图的方法。

槽波地震技术在我国仅有少数单位开始研究。

井下物探的第二种方法是在井下钻孔并测井，以便准确测定顶底板岩性，煤层位置，对比煤层，解释产状，并据此推定断层及其落差。英国防爆测井仪已在西德井下使用，探测深度200米。西德正在试制数字式防爆测井仪，能测量视电阻率、伽玛、密度、孔径、声波等参数。西德还研制出一种防爆式钻孔电视仪用来观测孔内岩层及其构造。

我国还没有井下防爆型测井仪，井下钻孔测井工作尚未开展。

井下物探的第三种方法是反射地震法，国外目前处于研制阶段，我国尚未开展此项工作。第四种方法是雷达法，用于圈定煤层，可分为短脉冲雷达和连续波雷达。

我国一些矿开始试验无线电波坑道透视法（雷达法），但技术仍不成熟，工作面电缆和水管等金属导体严重影响透视效果。

(李鸿业 金云)

二、井巷施工技术

(一) 立井普通法施工的现代水平

1. 概况

立井井筒是矿井建设的关键工程,其工程量虽小,但施工技术复杂,占用建井工期很长。目前主要特点,一是井型大,井筒深。国外最大在建矿井年产能力为750万吨。西德14个已建和在建井筒最浅的900米,深者1400米。南非某金矿在建井深2034米,为世界最深立井井筒。二是地质条件复杂,特殊法施工比重大。1975~1980年,苏联煤矿特殊法施工比重由1.4%增至22.4%。三是凿井速度提高快,波兰1978年凿井月进尺已达64米。

我国立井的发展也具有上述特点,需采用特殊法施工的井筒越来越多,但凿井速度提高不快。我国平均约为25米/月,苏联为42米/月。

2. 凿井设备大型化

六十年代以来,国外凿井设备逐渐向大型化发展,如抓岩机,苏联最大抓斗容积为1.25立方米,我国最大为0.6立方米,国外已实现机械化配套,称作综合凿井设备。苏联采用综合凿井设备的井筒,其凿井的平均月进度比采用手动抓岩机装岩的井筒高78%,效率高1.1倍。苏联1980年有27个井筒装备了综合凿井设备,占46.5%。

我国采用综合配套的凿井设备也已初见成效。但是,我国目前实现机械化配套的井筒还很少,更没有做到配套系列化、标准化,以普遍提高凿井速度,加快矿井建设。

苏联七十年代初,每平方米井筒断面装机功率达136千瓦。波兰一个井筒平均装机功率为6000千瓦以上。我国与国外目前水平相比还有差距。

3. 采用永久井塔及移动式设备凿井

苏联采用永久井塔施工,可以缩短矿井建设工期12~18个月。国外统计,移动式凿井设备的安装比固定式节省时间一半,一般由12个月缩短到6个月。目前,我国已开始重视,但尚无施工实例。

(二) 特殊法施工技术的现代化水平

1. 注浆法施工技术

采用注浆法打干井已是国外立井井筒施工的通用方法。苏联统计表明,井筒涌水量每小时为80~100立方米时,井筒平均月进度从未超过7~8米,造价比涌水量为5立方米/时增加三、四倍。英国六十年代后期建设的煤矿,80%以上采用了注浆技术。苏联1975年注浆施工井筒占特殊凿井总进尺的54.3%,1980年为42.4%。近年来,注浆法凿井技术有了迅速发展。地面预注浆深度达到700~900米。英、美、法、南非和加拿大的300个注浆井筒注浆后涌水量为5立方米/时的占80%。苏联建设工期较短的大型矿井日丹诺夫矿,主副井及两个风井预计涌水量为70~160立方米/时,注浆后剩余涌水量为1~1.5立方米/时。

到1979年,我国采用地面预注浆方法开凿井筒35个,注浆深度最深670米,用井筒

工作面注浆法开凿井筒31个。许多井筒都收到较好效果。目前,国内地面预注浆深度一般为300~500米,注浆段涌水量小于10立方米/时的井筒占注浆井筒总数的59.3%。就注浆深度与注浆效果来看,与国外尚有一定差距。注浆段高一般取30~70米。为缩短打钻时间,国外多采用少孔、高压的方法,许多国家还采用定向钻孔注浆。我国钻机最大钻深900米,苏联可达2000米,我国还有一定差距。

国外注浆设备效率高、重量轻、移动方便,使用机械化,综合机械化设备已成系列,可适用不同条件。

我国注浆设备不配套、产品没有系列化,影响注浆技术发展。目前,国外注浆材料品种多样,但是仍以水泥浆为主。

2. 冻结法凿井技术

冻结法凿井已有百年历史,技术上可靠,经济上也较合理。因而,西德、波兰等国家不仅用这种方法在第四纪含水层中凿井,而且在基岩含水大的情况下也采用冻结法。目前,波兰采用冻结法施工的井筒已占全部施工井筒的80%;苏联占凿井总进尺的34.5%。国外冻结凿井技术改进的主要目的是达到快速和优质,包括钻进冻结孔时要做到钻进、测斜、纠偏三位一体。国外普遍采用汽车式钻机或转盘式钻机打冻结孔;采用可放入钻杆内测斜的陀螺测斜仪测斜,实现了不提钻杆测斜。冷冻设备多为氨压缩机,并向大型发展。氟里昂压缩制冷机也迅速发展起来。冻结站设备多采用移动式。一些国家已开始试验冻结站的自动化检测,以及采用液氮或液氧的超低温冻结技术。

建国以来,我国冻结凿井的井筒已有174个,技术有了很大发展,已初步掌握了300~400米深井筒的冻结施工技术。但打钻设备尚落后,钻机速度慢,偏斜率高。国内测斜仪器少。我国钻机台月效率只有700米/月左右,而国外则达2000米/月以上。我国现已研制了可放入钻杆内测斜的陀螺测斜仪,并已引进了国外“戴纳”钻具。我国冷冻机能力较小,没有移动式冻结站,一个冻结站要求安装多台冷冻机。液氮超低温冻结井颈或处理事故方面,我国只处于试验阶段。

3. 钻井法凿井技术

用钻井法钻凿大直径井筒已有很长历史,钻井数量不断增多。例如,1950年美国钻凿大直径钻孔和井筒总深1524米,1967年达35662米。直径1.5~3.7米的钻井最深已达1981米。1971~1975年,仅乌克兰钻井公司就钻凿了69个井筒和大直径钻孔,总深23公里多。目前世界上有300多种钻井机组。

国外钻井设备为全液压、全断面一次钻进;或尽量减少扩孔次数。在结构上采用液压缸提升、液压马达动力头驱动等方式。当前钻井技术发展特点:一是反井钻机大量使用,1978年世界各地已有200余台;二是掘进机式强力井筒钻机迅速发展。其特点是驱动部下井,取消钻盘、钻杆传递功率,可直接驱动钻头,所以其功率消耗小。1979年曾创月成井160米的好纪录,效率达到15.02立方米/工。

我国自六十年代至1979年,已钻进了21个井筒,钻井最大深度310米,最大直径8.8米,钻井技术得到了很大发展。我国钻井机现只能钻进表土层,称作表土钻机。不止一次钻进井筒全深,也只能作为特殊法施工的一种来应用。我国钻井设备目前仍为转盘式钻井机,设备重量大,钻杆传递扭矩,功率损耗大。液压传动钻井机在我国尚处在研制阶

段。钻机刀具未过关，材质差，寿命只有20米左右，影响钻机发挥效率。如何防止泥包钻头问题一直未解决。防偏、纠偏也未解决，我国尚未研究煤矿反井钻凿设备。强力井筒掘进机刚引起注意。

(三) 巷道掘进技术

1. 概况

国外岩石巷道掘进仍以钻爆法为主。英国岩石和以岩石为主的半煤岩巷道约占50%，西德岩巷为89%。1965年苏联创造钻爆法掘进全岩巷道月进1237.6米世界纪录。

我国以钻爆法为主。目前，我国基建岩巷掘进装载机械化程度达80%左右（西德为100%、苏联为81%）。我国煤与半煤岩巷道掘进装载机械化程度低于40%，英国为92%。我国许多掘进工作面装备尚不配套，影响掘进速度和效率。

2. 钻爆技术

国外使用风动凿岩机的比重仍然较大。液压凿岩机得到迅速发展，其运动零部件寿命约为风动凿岩机的三倍以上。西德岩巷有三分之一用钻车打眼。钻车与气腿式凿岩机相比，平均掘进速度可提高20~50%。在煤矿常见岩石中，平均钻速可达2米/分。

当前，我国采用钻爆法多以浅打眼、多循环、一次进尺1.5米左右为主。凿岩设备比国外落后，尚无自制的钻车。现使用的钻车（20台左右）均从国外引进。

国外目前趋向于加大炮眼直径、减少炮眼个数，缩短钻眼时间。美国在大断面巷道采用直径45~51毫米的药卷。国外已有浆状炸药和乳化油炸药。

我国药包直径小，炮眼个数多，钻眼时间长。钎杆、钎头使用寿命短，未研制出新型材质。我国仍沿用硝酸炸药。高威力水胶炸药已开始生产，但数量有限，未能普遍推广。

3. 巷道掘进机械化作业线

巷道机械化作业线形式大体分为：①气腿式凿岩机或手提式电钻+各类型装载机+转载机+矿车。这种方法至今仍在一些国家应用。②钻车+蟹爪式装载机+转载机+矿车（苏联）。③钻装机+转载机+矿车（苏、法、瑞士、日本）。④钻装机+载运机（美国）等。

我国也在开展巷道掘进机械化配套作业线的试制研究。由于设备等方面原因，现装备水平多为气腿式凿岩机+耙斗装岩机（或侧卸式、蟹爪式及后翻式装岩机）+转载机+矿车的配套形式。国外各类钻装机已比较多。苏联主要用蟹爪式，1980年在籍台数为114台，占装载机总数量的2.4%。我国只是开始研制耙斗式钻装机。

4. 装载机与转载机

早在六十年代有些国家的装载已基本实现机械化，如瑞典1964年岩石装载机械化程度已达100%。1980年苏联在建矿井在平、斜巷施工中，装载机械化程度分别为95.1%和91.4%。西德主要发展侧卸式和耙斗装载机，1978年侧卸式为750台，占装载机总数量的64.99%，耙斗装载机占31.72%。英国也侧重于侧卸式装载机。1980年苏联人力装岩占总巷道工程量的18.3%，所掘巷道平均断面为5.5平方米，平均掘进速度为50米/月，工效为0.73立方米/工。1980年苏联装载机总台数为4,763台，其中蟹爪式的装岩量占机械化装载巷道掘进总工程量的47%（694.5公里使用1,770台）铲斗式占53%。

苏联已停止生产轮轨行走后翻斗铲斗装岩机。

转载机械基本上各类型的皮带转载机和链板输送机，也有非连续式的转载设备，如梭车、梭式列车、仓式列车和自行矿车等。

我国煤矿目前使用较多的是耙斗装载机，斗容最大为0.6立方米。后卸式铲斗装岩机（0.2立方米）使用也还相当多。蟹爪式正在推广使用中，其能力为150立方米/时，功率100千瓦。

5. 巷道支护

国外普遍采用金属支架，并使用各种类型的架棚机。1980年日本金属支架比重为83.8%，苏联准备巷道金属支架（按巷道工程量）为51.7%，拥有架棚机34台。锚喷支护也在日益发展。国外喷射混凝土多用干喷法，近年来也在研制湿式喷射机。

我国基本用木支架或水泥支架或用料石支护。锚喷支护在我国得到很大发展，1980年占巷道掘进总量的53.6%，但存在粉尘量大，回弹率高，湿喷技术还不过关等问题。

6. 掘进机掘进巷道技术的发展

在煤或软岩中，部分断面掘进机掘进巷道日益增多，英国占总掘进量的25%。当前，苏联和欧洲国家使用部分断面掘进机较多，掘进速度一般为180~300米/日，配套条件好的，可达450米/日。掘进速度一般比钻爆法高1~2.7倍，工效高1.5~2倍。全年进尺在2,000~3,000米之间，工时利用率仅为20~50%。全断面岩巷掘进机研制最早的是美国，西德也十分重视。美国迄今已生产130台（直径2.13~11.2米）。1982年西德煤矿共使用8台全断面岩石掘进机。

我国1965年着手研制三种部分断面掘进机，只适用于小于8平方米断面的巷道。大于8平方米的尚没有相应的掘进机。另外，在支护、运输及吸尘配套方面也不完善。从1979年起，我国陆续引进七个国家的8个型号部分断面掘进机131台，其使用效果各单位不一，使用率只有36%。

直径3米的全断面岩巷掘进机我国已研制成功，使用中取得一定成绩。我国在支护、防爆灭尘、连续使用效果等方面与国外尚有差距。

(郑青林)

三、采煤机械化

技术先进的产煤国家，在战后三十多年来，完成了井下采煤的普通机械化和综合机械化两个发展阶段，发展速度较快。各国通常用综采比重衡量一个国家整个煤炭工业技术水平的高低，1982年西德综采比重达98.8%，英国为97%，我国为20%。综采包括支架、采煤和工作面运输三种设备。在技术领先的国家，综采的发展趋势大体表现为以下几个方面：

首先是扩大综采设备的适应性。现代的综合采设备，严重地受地质条件的制约。表现为同样的设备在不同地质条件下，单产高低悬殊很大。例如西德全国回采工作面日产为2,560吨原煤，为世界之最。但这个指标只为其国内10个最好工作面的1/2~2/3，