

井巷掘进

JING HANG JUE JIN

第二分册

竖井掘进

冶金工业出版社

井 巷 掘 进

第二分册 竖井掘进

《井巷掘进》编写组 编

冶金工业出版社

井 巷 掘 进
第二分册 竖井掘进
《井巷掘进》编写组 编
(限国内发行)

冶金工业出版社 出版
新华书店北京发行所 发行
冶金工业出版社印刷厂 印刷

850×1168 1/32 印张 15 1/2 字数 411 千字
1977年1月第一版 1977年1月第一次印刷
印数 00,001~6,100 册
统一书号: 15062·3228 定价(科三) 1.45 元



毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

路线是个纲，纲举目张。

开发矿业

要认真总结经验。

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

序

采掘工业是冶金工业的基础，没有采掘工业，冶金工业就成了“无米之炊”。采掘工业的发展速度，对冶金工业甚至对整个工业都有重要的影响。

随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的迅速发展，对黑色和有色金属等地下资源，提出了越来越多的要求。对地下资源的开发，从长远看，为满足国民经济和巩固国防的需要，势必愈来愈多地利用深部的地下资源。因此，井巷掘进任务亦将随之加重。在地下矿山的基建中，井巷工程量很大，一个中型矿山的井巷工程便达5~10万米³，其基建时间主要取决于井巷工程的施工进度。生产矿山的开拓、采准和探矿的井巷工程也是很大的，据36个金属矿山的粗略统计，开采千吨矿石的井巷掘进量平均为20.8米，即开采一亿吨矿石需开凿208万米的井巷工程，才能保持采掘平衡。随着采矿强度的不断提高，矿山每年开采的平均下降深度，亦在不断增加，目前一般矿山为15~20米，有的甚至高达30米以上。由此可见，加快井巷掘进速度，确保工程质量，对缩短矿山的基建周期和保证三级矿量的平衡、实现矿山生产的高产稳产，具有重要的意义。

解放以来，在伟大领袖毛主席无产阶级革命路线的指引下，在毛主席关于“**开发矿业**”的号召下，我国的采掘工业和其它工业一样有了很大的发展，从根本上改变了旧中国采掘工业的落后面貌。但由于刘少奇、林彪一伙推行的“抓中间，带两头”等反动方针的干扰破坏，采掘工业的发展受到很大影响。经过伟大的无产阶级文化大革命，我国矿山广大职工在毛主席的无产阶级革命路线指引下，高举“**鞍钢宪法**”的光辉旗帜，深入开展“**工业学大庆**”群众运动，狠批了刘少奇、林彪一伙的反动方针，以阶级斗争为纲，坚持“采掘并举，掘进先行”的正确方针，在冶金

工业战线上掀起了一个大打矿山之仗的高潮，技术革新和技术改造运动正在蓬勃发展，井巷掘进速度和技术水平都有了较大的提高，新设备、新工艺不断出现，生产技术指标不断提高，许多指标已超过了我国历史最高水平，有的突破了世界纪录，并正为全面赶超世界先进水平阔步前进。

“一切真知都是从直接经验发源的。”我国矿山广大职工，在长期的井巷施工实践中，创造和积累了很多先进经验，在生产中起了很大的作用。编写本书的目的，就是为了进一步贯彻毛主席关于“开发矿业”的指示，反映我国矿山(主要是金属矿山)井巷掘进技术发展的崭新面貌，对解放后特别是无产阶级文化大革命运动以来创造的先进经验，进行总结提高，加以交流和推广，以推动技术革新和技术改造运动更加广泛深入地开展，不断提高我国矿山的井巷掘进速度和技术水平，以适应采掘工业发展的需要，为发展冶金工业贡献力量。

本书以总结我国金属矿山井巷掘进技术经验为主，并介绍了燃化部门的先进经验，对一些技术经验和问题作了必要的分析。遵照毛主席关于“洋为中用”的教导，根据我国金属矿山的具体情况，书中适当介绍了一些国外矿山的井巷掘进技术。

本书的编写和审定工作，都是采取工人、干部和技术人员，以及生产、科研设计和教学单位“三结合”的方式进行的。因此，它实际上是一部集体的创作，是无产阶级文化大革命以后出现的新生事物。

本书在资料汇集、编写和审定过程中，得到很多厂矿的工人、领导干部和技术人员，以及大、专院校和研究设计单位的大力支持和帮助，在此谨向他们表示衷心的感谢。

本书由中南矿冶学院、长沙矿山研究院和东北工学院主编。为便于读者参阅，全书分为《平巷掘进》、《竖井掘进》和《斜井、天井、硐室掘进》三册出版。本分册为《竖井掘进》，由东北工学院和第十六冶金建设公司第十七井巷工程公司编写。参加审定的单位有：铜陵冶金井巷公司、西安冶金建筑学院、上海井巷

公司、北京有色冶金设计院、第十五冶金建设公司第十四井巷工程公司、长沙有色冶金设计院、邯邢冶金矿山管理局东方红铁矿、湖南冶金矿山井巷建设公司、红透山铜矿、广东矿冶学院、长沙矿山研究院等。

由于编者经验不足，水平有限，加之时间较短，对有关资料的系统分析和总结工作做得不够，因此，错漏之处，在所难免。欢迎读者提出批评指正。

一九七五年八月

目 录

序

绪言.....	1
第一章 竖井井筒施工方案	4
第一节 竖井井筒施工方案的应用	4
第二节 竖井井筒施工方案的选择	13
第二章 凿岩爆破	22
第一节 凿岩作业	22
第二节 凿岩工具设备	26
第三节 爆破	36
第三章 装岩	56
第一节 NZQ ₂ -0.11型抓岩机的使用	56
第二节 大抓岩机的工业性试验	62
第三节 国外一些大型抓岩机使用概况	74
第四章 凿井提升	80
第一节 凿井提升方式	80
第二节 吊桶容积	85
第三节 提升机	88
第四节 自翻吊桶和井口矸石仓	93
第五节 稳车的选择	98
第五章 井筒的支护.....	102
第一节 临时支护及“光井壁”施工	103
第二节 整体混凝土井壁的施工	109
第三节 模板	131
第四节 喷射混凝土井壁的施工	146
第六章 涌水的综合处理	168
第一节 排水	169
第二节 截水	177
第七章 施工组织	179

第一节	正规循环作业	179
第二节	多工序平行交叉作业	183
第三节	劳动组织	185
第八章	凿井设备的吊挂和布置及其简化	188
第一节	井内悬吊设备的布置	189
第二节	天轮平台布置	197
第三节	地面提绞设备的布置	199
第四节	井内吊挂设备的方法	206
第五节	井上悬吊设备的简化	214
第九章	利用永久设备凿井	219
第一节	利用永久设备凿井时的设备悬吊和布置	220
第二节	永久提升机的利用	224
第三节	利用井塔凿井	225
第十章	井架计算	231
第一节	掘进井架	231
第二节	生产、掘进兼用井架	263
第十一章	井筒延深	276
第一节	延深方案的选择	276
第二节	自下而上掘进小井而后刷大的延深法	277
第三节	构筑人工保护盘反井刷大延深法	288
第四节	经由盲斜(竖)井自上向下延深法	291
第五节	利用井筒延深间自上向下延深法	294
第十二章	沉井法	298
第一节	沉井的构造和制作	299
第二节	关于沉井井壁的计算	303
第三节	沉井下沉和出土方式	305
第四节	触变泥浆	310
第五节	井筒纠偏与稳固	313
第十三章	注浆法	317
第一节	注浆材料	320
第二节	裂隙岩层预注浆	336
第三节	表土冲积层预注浆	363

第四节	井壁注浆	374
第十四章	钻井法	380
第一节	概述	380
第二节	钻井设备	387
第三节	钻井工艺	410
第四节	泥浆洗井与护壁	417
第五节	永久井壁的施工	427
第十五章	冻结法	438
第一节	概述	438
第二节	冻结井设计	442
第三节	制冷过程及冷冻设备	452
第四节	双级压缩及其计算	467
第五节	冻结井壁的结构和施工	473
第六节	土壤冻融过程中出现的物理力学现象	480

绪 言

竖井是地下矿山基本井巷之一，是矿井生产期间用以提升矿石和岩石、上下人员和器材、通风以及排水等的关键工程。随着采矿工业的发展，竖井工程不断增加。据60个金属矿山的统计，采用竖井开拓的占50%，采用平硐、竖井联合开拓的占15%。由于采矿强度的提高，生产矿山的竖井延深工程量也逐渐增大。因此，加快竖井掘进速度、提高竖井工程质量，对保证基建矿山早日建成和生产矿山三级矿量平衡，实现高产稳产，具有决定性意义。

建国以来，我国矿山广大职工，在党的建设社会主义总路线的光辉照耀下。走自己工业发展的道路，开凿了许多竖井，积累了很多快速凿井的经验。特别是无产阶级文化大革命以来，在大打矿山之仗的群众运动中，竖井掘进速度和施工技术水平又有了较大的提高，新工艺、新设备不断采用，各项技术经济指标不断提高。

我国竖井施工中，通常采用01-30型凿岩机凿岩、NZQ₂-0.11型抓岩机抓岩；用容积为1.0~3.0米³的吊桶和滚筒直径为1.6~3.0米的提升机提升；普通金属模板和整体式混凝土井壁以及掘砌单行作业的方式。

为了适应大打矿山之仗的需要，加快建井速度，必须在现有技术和装备的基础上，努力提高竖井施工的机械化水平，不断改进施工工艺，加强施工组织管理。近几年来，我国广大矿工和科技人员进行了大量工作，取得了一定的成绩。性能好、效率高的高频凿岩机不断出现，有的竖井曾采用YT-25型凿岩机，得到较好的效果；桥头河二矿主井采用了红旗-25型凿岩机，在 $f=6\sim 8$

的石灰岩内，凿岩速度达 400~500 毫米/分。长沙矿山研究院、上海煤矿机械研究所分别同 × × 有色金属公司、大屯煤矿合作研制了 0.35 米³ 挂壁式液压抓岩机、0.5 米³ 中心回转式全风动抓岩机，在井下试用中取得了良好的效果，红工矿务局、长广煤矿公司和姚桥煤矿等使用了各种形式的移动式金属模板和短段掘砌作业方式，使竖井支护的机械化施工更前进了一步；× × × 铜矿和 × × 铁矿等十多个竖井中采用了喷射混凝土永久支护，大大加快了建井速度。注浆堵水技术也有了较快的发展，新浆液材料、新注浆工艺不断出现；金州石棉矿竖井、× × 铁矿主井、× × 铁矿副井等采用注浆堵水，分别通过了含水的岩溶地层、裂隙岩层或处理了单股高压涌水；井壁注浆得到更为广泛的应用；采用注浆、截水、排水等综合措施处理井筒涌水，为实现“打干井”提供了经验。× × 铁矿出风井，采用新化学浆液材料及新注浆工艺，成功地通过了原为 4.8 米、涌水量为 169 米³/时的流砂层，为通过含水表土冲积层的特殊凿井法开辟了一条新的途径。竖井大钻机早已采用；× × 铁矿采用钻井法开凿了二个井筒，其中主井曾达到了月成井 48.88 米的好成绩；采用钻井法施工的煤矿竖井已有好几个井筒。实践证明，这是通过含水、不稳定的厚冲积层的一个安全可靠的施工方法，也是建井机械化的发展方向。此外，近几年来，冻结法凿井在我国煤矿也有了进一步的发展，冶金矿山也在午阳铁矿杨庄风井开始采用；还成功地采用了双级压缩致冷技术，创造了双层覆壁的新工艺，为快速、优质凿井积累了不少经验。沉井法是通过不稳定、含水的浅冲积层的一种所需设备简单、便于土法上马的施工方法，近年来得到了新的发展；山东黄县煤矿、獾城煤矿、江苏小张渚煤矿、徐州大刘庄矿等相继采用“触变泥浆、淹没沉井”的新工艺，把沉井的下沉深度增大到 40~60 米左右，并实现了施工机械化，使沉井法的面貌焕然一新。大屯煤矿风井还用降水盾构法成功地通过了 147 米的表土层。

在社会主义建设蓬勃发展的的大好形势下，让我们在毛主席革命路线指引下，进一步掀起“工业学大庆”的群众运动，高举“鞍

钢宪法”的光辉旗帜,大打矿山之仗,坚持“采掘并举,掘进先行”的方针,在竖井施工实践中,自力更生,艰苦奋斗,不断创造、发展和推广新工艺、新设备、新方法,加快建井速度,为冶金工业大干快上,赶超世界先进水平,为祖国的社会主义建设做出更大的贡献。

第一章 竖井井筒施工方案

竖井井筒工程常常是矿山基本建设主要链锁工程的一环，它的开凿时间直接影响到建井总工期。竖井井筒的施工方案不仅对井筒本身的施工进度、成本和设备的利用等问题有直接关系，而且对地面上的建筑安装工程、井筒转到平巷时的提绞改装工作以及井筒装备方面也都发生影响。当竖井井筒施工方案一经确定和施工以后，由于它牵涉面较大，常常不易改动。由此可见，竖井井筒施工方案在整个井筒施工中是非常重要的，因而在方案的选择上必须予以足够的重视。

近年来，由于在竖井施工中不断地采用了新技术、新工艺和新设备，在施工方案方面也有了不小进展。除一般的单行作业和平行作业外，有些矿井也采用了短段掘砌和一次成井等施工方案。

第一节 竖井井筒施工方案的应用

一、单行作业

单行作业在我国用的较多。权台主井用单行作业曾创造月成井160.92米的纪录，掘进工效 $1.7 \text{ 米}^3/\text{工班}$ 。有不少矿井利用单行作业月进度超过了百米。

根据岩石情况，单行作业的段高一般是30~50米。有不少金属矿山由于岩石坚固稳定，在掘凿竖井时不进行临时支护，根据空帮的岩石条件而调整段高。也有一些矿井由于通过的岩层较好，虽采用了临时支架，但段高超过了百米。这样，虽然可以节省砌壁的准备工作和接岔处养护等辅助作业时间，能加快井筒进度。但由于段高加长，增加了井圈背板的使用数量。同时，井内未进行永久支护的井壁暴露面积过大，暴露时间过长，在安全上存在着一定的问题。有的矿井由于不能及时的进行永久支护发生

过大片帮，安全和进度上都受到了较大的影响。因此在选用长段高时，必须充分估计到岩石的稳定情况而最后慎重确定。

二、平行作业

平行作业有两种情况：一种是随掘进架设井圈背板，砌壁由下向上进行，段高30~40米。我国采用的平行作业多属此种形式，其情况见图1-1。

红阳煤矿二矿主井采用了这种施工方案。井筒净直径6.0米，井深653.4米，混凝土井壁，壁厚400毫米。采用了3台0.11米³的抓岩机，2米³吊桶，双钩提升。另用1米³的吊桶下混凝土。

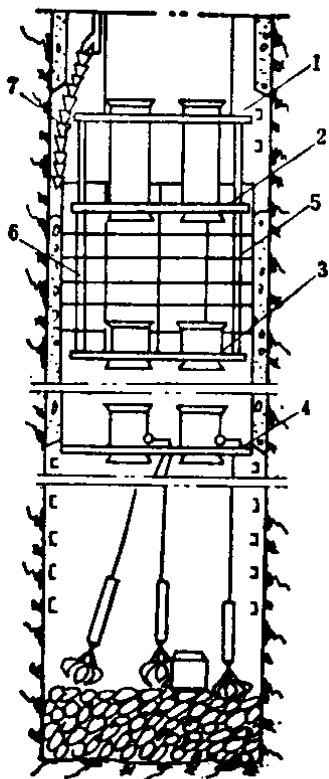


图 1-1 砌壁由下向上的平行作业示意图

1—第一层盘；2—第二层盘；3—第三层盘；4—稳绳盘；5—普通模板；6—悬吊第三层盘的钢丝绳；7—活节溜子

用普通金属模板，以2台16吨单筒稳车悬吊三层吊盘。

6小时一循环，眼深1.5~1.6米。用8~10台01-30凿岩机同时打眼，炸药用难冻的40%硝化甘油炸药。

另一种情况是用掩护筒代替临时支架，随着井筒下掘，掩护筒可紧随掘进工作面下放，砌壁段高较小，吊盘随砌壁自上而下移动，其施工情况如图1-2所示。老鹰山副井曾用此种施工方案，该井井筒净直径6.5米，混凝土井壁厚0.4米，井深308.7米。用一台25吨稳车悬吊柔性掩

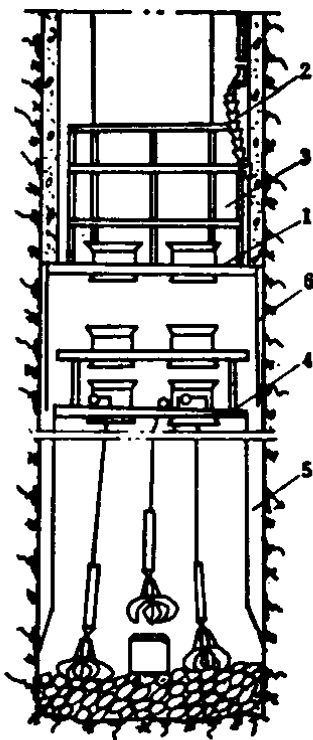


图 1-2 砌壁由上向下的平行作业示意图

1—砌井托盘；2—活节溜子；3—门扉式模板；4—柔性掩护筒吊盘；5—下部掩护筒；6—上部掩护筒

护筒及吊盘，三台 5 吨稳车悬吊门扉式移动模板，4 台 8 吨稳车悬吊砌壁托盘。用双钩提升，2 米³吊桶，3 台 0.11 米³的抓岩机，12~15 台 01-30 凿岩机。用溜灰管下料，砌壁段高 2.1 米，随掘进下放掩护筒。为保护吊盘上人员安全，在砌壁托盘之下也悬有一段掩护筒，并随砌壁托盘一起下移。8 小时一循环，平均循环进尺 1.3 米。

为减少移放吊盘和接茬次数，在国外，有的将吊盘层数增多，高度加大。如苏联鲁特阡可夫矿井采用了 17 米高的 6 层吊盘、南非的布弗尔斯芬吞矿，采用了 19.7 米高的 9 层吊盘，都获得了较好的效果。

三、短段掘砌

短段掘砌的特点是段高较小，因而不需架设临时支架。用移动式金属模板时，段高和模板的高度一致，用普通模板时，段高一般不超过 3~5 米，搭设临时脚手架便可进行永久支护。

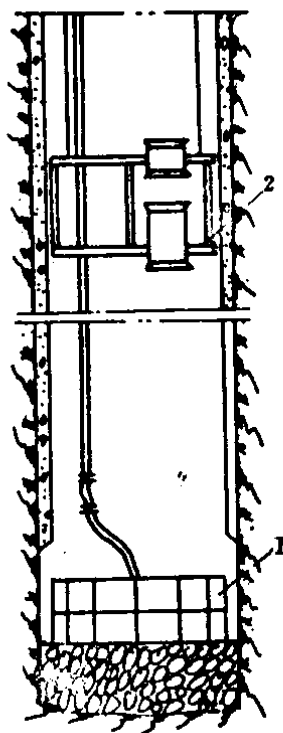


图 1-3 利用普通模板短段掘砌示意图
1—普通金属模板；
2—双层吊盘

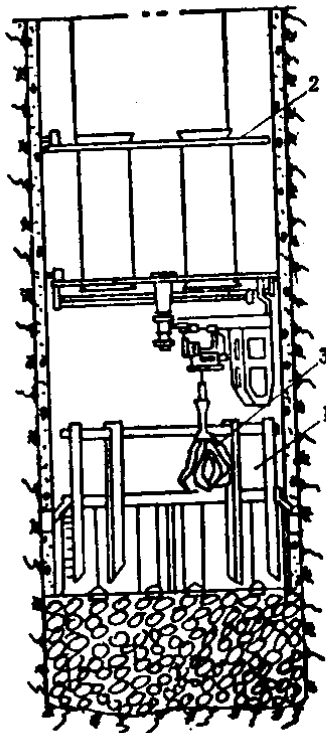


图 1-4 利用移动式模板短段掘砌示意图
1—移动式模板；2—双层吊盘；3—大抓岩机

由于掘进、砌壁的施工顺序和永久支护的材料不同，短段掘砌有三种情况：

(一) 短段掘砌的顺序施工方案

此方案的特点是在短段之内掘进和砌壁顺序进行。我国现在采用的短段掘砌都是此种形式。短段掘砌的施工情况见图 1-3 与图 1-4。

山东 × × × 等矿井采用短段掘砌方案时，使用普通金属模

板，而红工矿务局和长广煤矿公司六号井以及姚桥煤矿等处采用短段掘砌方案时使用了移动式金属模板。

姚桥煤矿副井井筒净直径6.0米，井深460米。使用0.5米³的大抓岩机装岩，抓岩机在双层吊盘下悬吊，在环形轨道上移动。浇注混凝土用移动式金属模板。模板高2米，用20号槽钢和10毫米钢板作成，用四根钢丝绳悬挂于专设的吊盘上，然后又用2台稳车在地表悬吊吊盘。随工作面下掘将模板向下移动。炮眼深度为1.3米，一般每掘进两循环，下放一次模板，浇注2米井壁。现正继续向下掘凿井筒。

日本于1965年，在三井砂川中央竖井，用短段掘砌的顺序施工方法曾创造了月成井157.1米的纪录。在掘进时使用了3米³的吊桶，2台0.3米³的抓岩机，双层吊盘，高2.76米的移动式金属模板。用1.6米³的吊桶下混凝土。炮眼深度2.3米，每日爆破3次，砌壁2次。

（二）短段掘喷施工方案

此种方案的特点是：永久井壁是采用喷射混凝土的，随掘进在岩堆上将永久井壁喷射好。湖南省桥头河二矿主井曾应用了此种方法，该井井筒净直径5.5米，井深293.24米，喷射混凝土井壁厚150毫米。井筒的永久罐道是钢丝绳的。岩石为灰岩，坚固性系数 $f=4\sim6$ 。涌水量每小时不超过1米³。施工情况如图1-5所示。在装岩前进行喷射混凝土井壁。新喷射的混凝土在爆破前有4小时硬化时间，爆破对支护质量没有产生不良影响。掘进时采用了两套单钩提升，吊桶容积分别为2米³与1.5米³。用2台经改进的0.11米³抓岩机，15台红旗-25型凿岩机，双层吊盘，两台文革-25型混凝土喷射机。混凝土喷射机放在地面，井筒内有两套输料管路，干料在井底喷枪处与水混合，有两条喷枪同时喷射。通风用混合式的，风筒直径600毫米，扇风机是11千瓦的。6小时一循环，眼深1.7~1.95米，用40%甘油炸药和微差雷管。在1973年7月创造了月成井174.82米的纪录，掘喷工效分别达到1.432米³/工班和0.47米³/工班。