

井巷掘进

JING HANG JUE JIN

第一分册

平巷掘进

冶金工业出版社

井 巷 掘 进

第一分册 平巷掘进

《井巷掘进》编写组 编

冶金工业出版社

内 容 提 要

《井巷掘进》一书包括平巷、竖井和斜井、硐室、溜井掘进等部分，分三册出版。书中反映了我国主要金属矿山井巷掘进技术发展的现状，特别是对无产阶级文化大革命运动以来，在生产实践中创造的先进经验进行了总结提高。对燃化部门有关井巷掘进的先进经验以及国外的有关资料也作了一些介绍。

本书为该书的第一分册——平巷掘进，重点介绍凿岩爆破作业，岩石的装载与转运，喷射混凝土支护以及施工方案，掘进方式等，书中还阐述了平巷掘进机械化配套，平巷联合掘进机掘进法并列举了快速掘进实例。

本书供矿山掘进工人、技术人员参考。也可作为有关院校师生的参考书。

井 巷 掘 进

第一分册 平巷掘进

《井巷掘进》编写组 编

(只限国内发行)

•

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 12¹/₄ 字数321千字

1975年12月第一版 1975年12月第一次印刷

印数00,001~6,600册

统一书号：15062·3211 定价(科三)1.15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。

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。从长远看，近地表的资源总是有限的。为满足迅速发展的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。在地下开采的基建矿山中，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“开发矿业”的号召下，我国的采掘工业和其他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。但在刘少奇、林彪一伙散布和推行的“抓中间，带两头”等反动方针的干扰破坏下，使采掘工业的发展受到很大的影响。经过无产阶级文化大革命，我国矿山广大职工在毛主席无产阶级革命路线指引下，高举“鞍钢宪法”光辉旗帜，开展“工业学大庆”运动，狠批了刘少奇、林彪一伙的反动方针，以路线斗争为纲，坚持“采掘并举，掘进先行”的正确方针，在冶金工业上出现了一个大打矿山之仗、欣欣向荣的大好形

势。技术革新和技术革命运动正在蓬勃发展，井巷掘进速度和技术水平都有了较大的提高，新设备新工艺不断创造和推广，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，创造和积累了很多丰富的经验，有待加以系统总结推广。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”**的指示和**“采掘并举，掘进先行”**的正确方针，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革命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，为大打矿山之仗贡献力量。

本书以总结我国金属矿山的井巷掘进技术经验为主，并介绍了燃化部门的一些先进经验，对其中某些技术经验和问题作了必要的分析和概括。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，书中也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，是我国矿山井巷掘进战线上群众性的技术革新和技术革命运动的产物，是无产阶级文化大革命的胜利成果。

本书在资料收集、编写和审定过程中，得到很多厂矿各级领导、工人和技术人员，以及大专院校和研究设计单位的大力支持和帮助，在此谨向他们表示深切的感谢。

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。本分册由长沙矿山研究院编写，参加的单位有：马万水工程队、广东矿冶学院、云锡掘进四队、

长沙黑色金属矿山设计院、华铜铜矿、河北铜矿、铜官山铜矿、第十四冶金建设公司第十一井巷工程公司、梅山铁矿、新晃汞矿、长沙冶金工业学校、攀枝花冶金矿山公司、武汉钢铁学院、湖南冶金研究所、北京钢铁学院等。

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。

目 录

序

我国矿山平巷掘进技术发展简况	1
第一章 凿岩爆破作业	8
第一节 岩石性质	8
第二节 凿岩工作	11
第三节 爆破技术	57
第二章 岩石的装载与转运	100
第一节 装岩设备	100
第二节 提高铲斗装岩机的生产率问题	135
第三节 转载调车的方法及设备	141
第三章 通风防尘工作	159
第一节 我国通风防尘技术的发展	159
第二节 巷道掘进中的通风工作	161
第三节 巷道掘进的防尘措施	184
第四章 喷射混凝土支护巷道	193
第一节 概况	193
第二节 支护结构原理及厚度的确定	199
第三节 原材料和配合比	209
第四节 物理力学性能	213
第五节 施工机具	218
第六节 施工工艺组织	236
第七节 目前存在的几个问题	254
第五章 施工方案和劳动组织	257
第一节 一次成巷的施工方案	257
第二节 多工序平行作业和交叉作业	265
第三节 施工组织和掘进循环	267
第六章 掘进方式和提高掘进速度问题的商榷	275
第一节 独头掘进和多头掘进方式问题	275

第二节	掘进速度和工效的计算问题	279
第三节	对当前提高掘进速度的几点意见	282
第七章	平巷掘进机械化配套及快速掘进实例	288
第一节	掘进机械化配套的意义及原则	288
第二节	掘进机械化配套的方案和实例	289
第三节	快速掘进经验实例	294
第八章	复杂地质条件下的巷道施工	329
第一节	一般情况	329
第二节	复杂水文地质岩层中掘砌施工方案的确定	330
第三节	不稳定岩层中的掘进方法	333
第四节	在稳定或不稳定含水岩层中的巷道施工	342
第五节	不稳定岩层中的永久支护	349
第九章	平巷联合掘进机掘进法	357
第一节	国内外平巷联合掘进机掘进法发展概况	357
第二节	平巷联合掘进机的基本结构	358
第三节	平巷联合掘进机的技术特性	368
第四节	平巷联合掘进机掘进法的优缺点及适用条件	368
第五节	平巷联合掘进机当前存在的问题及其前景的展望	375

我国矿山平巷掘进技术发展简况

井巷工程在地下开采的矿山生产建设中占有很重要的地位。而在井巷工程中，不论从工程量上还是从施工时间上看，平巷工程都是占有相当大的比重。一个中型矿山采用竖井开拓法时，平巷工程量一般为5~10万米³，而且是建井的主要连锁项目工程。从井底到采场的平巷掘进时间，约占总工期的30%左右。当采用平硐开拓法时，巷道工程任务更重。在生产矿山中，为保证持续生产的阶段平巷、生产探矿巷道和各种采准平巷的工程量也是很大的。一般日产1000~1500吨的中型矿山，每年的开拓、探矿、采准切割工程量都在1万米以上。一个矿山出现采掘失调，三级矿量不足的现象，主要是过去在“重采轻掘”的错误思想支配下，忽视掘进，以及掘进技术装备水平不高等原因所致，其中平巷掘进速度不高是一个主要原因。因此，不断提高平巷掘进速度，对促进矿山生产建设的发展，具有非常重要的意义。

建国以来，我国广大矿山职工，在党和毛主席的正确领导下，在党的建设社会主义总路线的指引下，我国的采掘工业得到了很大的发展。广大矿山掘进工人翻身做了主人，他们在毛主席革命路线指引下，特别是无产阶级文化大革命以来，马万水工程队式的先进掘进队不断涌现，平巷掘进速度和施工技术水平有了较大的提高，新工艺、新设备不断采用，各项技术经济指标不断提高。

马万水工程队是建国初期建立的，虽然人员几经更换，但他们始终保持着敢想敢干与严格的科学态度相结合的作风和“一不怕苦，二不怕死”的革命硬骨头精神，在平巷掘进方面创造了不少先进的施工技术经验，使掘进速度一跃再跃。1951年独头平巷掘进的最高月进尺为51米，1958年跃进进到429米/月，而在1960年的持续跃进中，创造了月进628.2米的全国矿山平巷独头掘进

的最高纪录，进入了世界先进水平的行列。经过伟大的无产阶级文化大革命和批林批孔运动，更进一步激发了他们高昂的革命热情，老典型又有了新发展，近几年来先后创造了多头掘进月进1260.5米、1567.3米和2101.3米、3125.3米的新成绩。

云锡公司掘进四队是一支在无产阶级文化大革命中涌现出的以老工人为骨干的先进掘进队伍。这个队在多工作面巷道掘进的实践中，积累了很丰富的经验。他们坚决贯彻执行“采掘并举，掘进先行”的方针，开展“工业学大庆”运动，敢想敢干，使用较普通的设备在比较困难的作业条件下，做到了生产一年比一年发展。1966年以前，这个队的月掘进速度平均为100~150米，而1969年初至1972年初的三年时间里，这个当时不到40人的掘进队便掘进了18051米巷道，平均月进462.9米，平均工效达0.728米/工班，为大打矿山之仗作出了很大贡献。1972年3月和11月又先后创造了月进1116.1米（工效达1.213米）和1322.8米的成绩，1973年又突破了月进1700米的新水平。

近几年，多头平巷掘进速度创月进千米左右的单位越来越多，如湖南冶金矿山井巷建设公司创月进1801.3米，马万水工程队突破了月进2000米；独头平巷的掘进速度，也有很大提高。在燃化系统中继湖南煤管局45工程处和萍乡青山煤矿于1970年先后创造了月进563.13米和610.1米的成绩之后，北票矿务局冠山煤矿和宁夏燃化局基建公司建井队于1973年5月和11月分别创造了岩巷独头月进712.8米和759.2米的新纪录，冶金系统某汞矿，1973年3月在断面为6米²的巷道掘进中创造了独头月进707.3米的新成绩。现将我国矿山平巷掘进的几个快速掘进指标列于下表。

从掘进机械设备方面看，主要靠自己的力量研制了一大批效率较高的掘进设备，矿山机械化作业线的推广工作取得了很大成果。目前不仅矿山平巷掘进的凿、装、运等主要工序实现了机械化作业，而且机械设备更趋完善，作业线更加完整。在凿岩方面，解放初期多采用01-30型凿岩机，效率较低，近年来已基本上为YT-25型等新型号的凿岩机所取代，凿岩效率有了较大幅度的提

国内几个快速掘进纪录情况表

序号	矿 山 名 称	掘进时间		掘进方式	巷道断面 (米 ²)	掘进速度 (米/月)	岩 石 条 件	设 备、作 业 情 况
		年	月					
1	宁夏煤化工局 基建公司建井队 (××××磷矿)	1973	11	独头	5~7.25	759.2	钙质和砂质磷块岩、 磷砾岩、砂质页岩等 $f=6\sim 8$; $f=10\sim 15$	322D-W 凿岩机 7 台; DZ-东方红耙斗 装岩机 1 台; 电耙 2 台; 0.75 米 ³ 矿车 20 台; “四、六”作业班制, 全队 162 人 (包括 辅助工 62 人)。 759.2 米巷道中, 有 384.2 米斜井
2	北票矿务局 冠山煤矿	1973	5	独头	6.4	712.8	煤系集块岩 $f=6\sim 8$	7655 型凿岩机 5 台; 风镐 1 台; ZYC-21 型装岩机 1 台; 1 吨矿车; “四、六”作业 班制, 全队 104 人 (其中辅助工 28 人)
3	××汞矿	1973	3	独头	6	707.3	白云岩、砂化白云岩 及局部灰岩 $f=8\sim 12$	7655 型凿岩机 5 台; 华-1 型装岩机; 二 段皮带转载机; 1 米 ³ U 形矿车; “四、六” 作业班制, 全队 152 人 (包括辅助工)
4	马万水工程队	1960	5	独头	6.1~7.2	628.2	砂岩 $f=8\sim 10$ 石英岩 $f=12\sim 15$	01-30 型凿岩机 8 台; H-600 型装岩机 2 台; 浮放道岔调车; “四、六”作业制; 工作面每班 20 人
5	萍乡青山煤矿	1970	8	独头	7.5	610.1	石灰岩 $f=6\sim 7$ 部分 煤质页岩夹层 $f=4$	ZY-24 型凿岩机 6 台; H-600 型装岩机 1 台; “四、六”作业制, 每班 33 人 (包 括辅助工)

续表

序号	矿 山 名 称	掘进时间		掘进方式	巷道断面 (米 ²)	掘进速度 (米/月)	岩 石 条 件	设 备、作 业 情 况
		年	月					
6	湖南煤管局 45工程处	1970	6	独头	6.85	563.15	长兴灰岩 $f=4\sim6$	YT-25型凿岩机 6 台; H-600型装岩机 1 台; “四、六”作业制; 每班21人 (包括辅助工)
7	××钨矿	1972	11	独头	4.4	513.7	矽化变质砂岩 $f=8\sim10$	YT-25型凿岩机 3 台; 华-1型装岩机 1 台; 翻框式调车器调车; “三、八”作业制, 全队45人
8	马万水工程队	1974	1	多头	5.06	2101.3	大、小白石英岩, 粘板岩, 赤铁矿 $f=12\sim20$	7655型凿岩机 6 台, YT-25型凿岩机 23 台, 双机液压台车 1 台; 华-1型装岩机 2 台, H-600型装岩机 5 台, 耙斗装岩机 2 台; 核式矿车 3 台; 7 吨电机车 2 台, 3 吨电机车 3 台; 局扇19台
9	云锡掘进四队	1972	3	多头	<4	1116.1	大理岩、白云岩 $f=4\sim6$	TY-24 型凿岩机 5 台, YT-25 型和01-30型凿岩机各 4 台; 华-1 型和 FZH-5 型装岩机 4~5 台; “三、八”作业制, 全队43人

高。无产阶级文化大革命后，我国制造了7655型、红旗-25型、YT-30型和湘江-100型等多种新型高效率凿岩机，1954年以后全面采用了硬质合金钎头，在提高频率，增大冲击功，降低噪音和风水联动等方面都做了不少改进。近年来，随着掘进凿岩台车的试制使用，进一步提高了凿岩效率和降低了劳动强度，同时，在液压凿岩机的研制工作方面，取得了一定成果。装运方面的机械化程度也有了很大的提高。适用于各种巷道断面的铲斗后卸式装岩机增加了不少新品种，铲斗容积也从0.17米³增加到0.25米³，最大达0.5米³，生产效率也有了较大提高。六十年代中期，我国工人阶级自行设计制造了以华-1型为代表的多种小型铲斗式装岩机，解决了小断面巷道掘进的装岩机械问题。近几年来还试制推广了结构简单、操作方便和生产率高的耙斗式装岩机。而在上水平巷道掘进中，有的矿山采用了生产率较高的红卫牌和ZYG-12D型等型号的装运机。但目前上水平巷道掘进的装岩机械化程度还是较低的，仍是巷道掘进中的一个薄弱环节。为了充分发挥装岩机的效能，在转载设备方面也做了不少工作，先后研制和使用槽式列车、皮带转载机、斗式转载机和梭式矿车等多种转载设备，以及简易可行的调车器和浮放道岔等调车工具。平巷掘进中较长距离的调车和运输，绝大部分矿山都采用了蓄电池或架线式机车牵引，减轻了体力劳动，提高了工效和机械化水平。

为了进一步提高掘进机械化水平和掘进效率尚在研制高效率的外回转高频凿岩机和结构较完善的液压凿岩台车以及连续装载的蟹爪式装载机和立爪式装载机等掘进设备，都已取得较好效果。用联合掘进机掘进巷道的新技术研究工作也取得了一定进展。

在平巷掘进工艺技术和劳动组织方面都有较大革新和改进。爆破效率较高、且能适应深眼爆破的直线型掏槽方法，已得到较普遍的推广和使用，积累了不少经验。一些矿山的炮眼深度已增至2米左右，对提高爆破效率和缩短辅助作业时间，提高循环进尺起了一定的作用；六十年代中期试验成功的铵油炸药为矿山自

产炸药开辟了广阔前景，目前绝大部分矿山都是使用自产的铵油炸药，且品种质量都有了提高，大大地降低了成本；近几年来，喷射混凝土和喷射混凝土—锚杆联合支护方法的应用和发展是我国平巷掘进中支护技术发展的重要标志。在整体混凝土支护方法中，我国自行研制的红旗-663型混凝土浇灌输送机的出现，提高了支护机械化水平，减轻了支护施工的劳动强度，并扩大了这一支护方法的使用范围，对提高掘进速度和工效都起了一定的作用；通风防尘方面，不少冶金矿山在平巷掘进中采用综合性的通风防尘措施，使通风时间缩短到20分钟以下，有的只需5~10分钟便可进入工作面作业。粉尘浓度达到国家规定标准2毫克/米³的工作面占很大比例，一般都在80%以上，对保证工人健康起了很大的作用。

从目前国内外矿山平巷掘进的情况来看，其技术发展的基本动向可归纳为以下几点：

一、凿岩爆破技术方面，主要研究提高炸药威力，直线型的掏槽方法，加深炮眼（3米左右），提高爆破效率和循环进尺；凿岩设备主要是发展自行式液压多旋臂凿岩台车和高频率、大冲击功、大扭矩的轻、中型凿岩机及外回转凿岩机，并注意消音装置的研究。此外，还有研究以液压为动力的凿岩机的尝试；

二、轨轮铲斗后卸式装岩机，虽从发展上看将逐步被淘汰，但根据我国矿山的实际情况，在今后一个时期内仍将是主要的装岩设备，应进一步改进完善，更好地发挥其作用。但更应注意对蟹爪式、立爪式、铲斗伸臂式等带短段转载机构的装载机的改进完善和研制工作。装运合一的铲运机将进一步得到发展。此外，国内外都很重视转载设备的研制工作，认为斗式列车、梭式矿（列）车和皮带式转载机等转载设备，在许多情况下都能起到较好的作用；

三、重视一机多用设备的研制。这方面在国外更显得突出，如凿装联合机组、装运机、铲运机和可兼其它辅助工序作业的机组，以及混凝土喷射机组和联合掘进机等，这类设备的改进完善，

对平巷掘进速度、工效和机械化程度的提高，都能起很大的作用；

四、喷射混凝土支护方法有极为明显的发展趋向，国内外矿山都很重视；

五、掘进设备的配套使用，对充分发挥其效率的作用很大。而设备的动力和行走方式，有向柴油轮胎式发展的明显趋势。

综上所述，我国矿山平巷掘进技术和装备水平的发展速度是很快，通过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，正以更高的速度向前发展。不过，目前我国的掘进技术装备水平与世界上工业发达的国家比较，尚有一些差距。且在国内矿山之间，掘进的各项工序之间的技术发展和装备水平，也是相差很大的，有待总结调整 and 进一步提高。可以预期，我国广大矿山机械和掘进工人在毛主席关于“开发矿业”的号召下，在党的“采掘并举，掘进先行”正确方针的指引下，必将鼓起更大的干劲，解放思想，大胆创新，为“开发矿业”和促进掘进技术的发展，为赶超世界先进水平，为中国革命和世界革命作出更大的贡献。

第一章 凿岩爆破作业

第一节 岩石性质

矿山平巷掘进中，所穿过的岩石是复杂多变的，不仅不同矿山的岩石各异，就是同一矿山的各种岩石，其物理力学性质也不一样。但岩石的物理力学性质，对掘进中的凿岩爆破和支护等工作，有极为密切的关系。因而，摸清岩石的性质，对正确组织掘进工作有很大的意义。

岩石的物理性质主要指岩石的容重、密度、硬度、碎胀性和耐风化侵蚀等。岩石的力学性质是指岩石的变形性质，如弹性、塑性、脆性、韧性及蠕变，和岩石的强度性质，即岩石对压、拉、弯、剪等外力的抵抗能力。在生产实践中，为了方便，一般用坚固性这个代表岩石破碎难易程度的综合性概念，来概括岩石的上述物理力学性质特性，并用岩石的坚固性系数 f 来表示。

一般情况下，岩石的坚固性在各方面的表现是趋于一致的，即一种难于压碎的岩石，也难于凿岩、难于爆破。因此，岩石的性质存在着互换的内在联系。实验数据证明，岩石的坚固性系数 f 值，与岩石的抗压强度、凿岩速度及单位炸药消耗量之间，有下列的互换关系式：

$$f \cong \frac{R}{100} \quad 1-1$$

$$f = \frac{(1.1 \sim 1.2) 10^3}{V} \quad 1-2$$

$$f = (3.6 \sim 4.0) q \quad 1-3$$

式中 R ——岩石的抗压强度（公斤/厘米²）；

V ——标准条件下的凿岩速度（毫米/分）；

q ——标准条件下的炸药消耗量（公斤/米³）。

凿岩和爆破的标准条件，是指国务院科学规划委员会冶金组