

高等学校教学用书

露天采矿机械

荆元昌 主编

煤炭工业出版社

TD422
2
3

5309 156

高等学校教学用书

露天采矿机械

荆元昌 主编

煤炭工业出版社



B

509942

内 容 提 要

本书主要介绍了露天采矿机械的主要设备,如钻孔机械、单斗挖掘机、液压挖掘机、轮斗挖掘机、推土机和前端式装载机的工作原理、基本结构以及应用范围。同时也叙述了各种机械的基本理论和性能参数的分析和计算。内容主要立足于国内现状及其发展,也适当介绍了国外的先进设备。

本书是作为教材而编写的,但也适于现场工程技术人员和工人学习和工作使用,也可供有关科研人员参考。

责任编辑 王 树 范

高 等 学 校 教 学 用 书

露 天 采 矿 机 械

荆 元 昌 主 编

•
煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平门北路11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 21³/₄ 插页 4

字数522千字 印数 1—1,980

1988年4月第1版 1988年4月第1次印刷

ISBN 7-5020-0071-2/TD·67

书号 2983

定价 3.65元

前 言

本书为露天开采专业露天采矿机械教材，它包括了露天采矿机械的主要设备：钻孔机械，单斗挖掘机，液压挖掘机，轮斗挖掘机，推土机和前端式装载机。

本书内容立足于我国的国情和今后的发展，并结合国外先进采矿机械的发展情况。

在编写体系上，力图改变过去按机种编写和将各机种相同机构合并一起编写的方式。主要阐述适合露天采矿的各种典型机械设备的工作原理，基本结构和特点，并以此为基础，对同类型机械进行综合分析，以得到“举一反三”效果。同时系统阐述本学科基础理论和设备性能参数分析和计算。有助于培养学生的综合分析能力。

本书由阜新矿业学院陈永铮（一，二，三，七章），中国矿业学院荆元昌（四章），黄日恒（五章），谢锡纯（六，八章）编写，由荆元昌负责主编。

在编写过程中，得到有关院校、厂矿、科研部门大力支持和帮助。在此一并表示感谢。由于编者水平所限，难免出现缺点和错误，恳望读者给予批评指正。

编 者
1986.9

目 录

绪 论	1
-----------	---

第一篇 钻 孔 机 械

第一章 概论	2
第一节 岩石的物理机械性质	2
第二节 钻孔机械的用途和发展概况	3
第三节 钻孔机械分类	7
第二章 潜孔钻机	11
第一节 潜孔钻机发展概况	11
第二节 潜孔钻机穿孔原理及应用范围	13
第三节 KQ-200型潜孔钻机	14
第四节 钻具	27
第三章 牙轮钻机	39
第一节 牙轮钻机发展概况	39
第二节 牙轮钻机穿孔原理及应用范围	39
第三节 KY-250型牙轮钻机	41
第四节 牙轮钻头	55
第五节 牙轮钻机的工作参数	60

第二篇 挖 掘 机 械

第四章 机械式单斗挖掘机	64
第一节 概述	64
第二节 WD-400 (WK-4) 型单斗挖掘机	68
第三节 WD-1200型单斗挖掘机	79
第四节 P & H2300XP与2800XP	83
第五节 拉铲	101
第六节 超前铲	106
第七节 单斗挖掘机综合分析	109
第八节 挖掘阻力计算	126
第九节 正铲挖掘机主要机构功率计算	131
第十节 单斗挖掘机的平衡与稳定	138
第十一节 单斗挖掘机生产率计算	142
第十二节 单斗挖掘机维护检修基本知识	145
第五章 液压单斗挖掘机	155
第一节 概述	155
第二节 RH75 型单斗液压挖掘机	161

第三节	液压挖掘机整机性能	187
第四节	液压挖掘机工作装置	185
第五节	液压挖掘机的回转装置	194
第六节	液压挖掘机的行走装置	199
第七节	液压挖掘机液压系统	204
第八节	液压挖掘机使用、维修、试验方法	209
第九节	国外矿用单斗液压挖掘机的发展趋势	212
第六章	轮斗挖掘机	216
第一节	概述	216
第二节	WUD400/700 型轮斗挖掘机	222
第三节	schr ¹⁴⁰⁰ ₇ -30 型轮斗挖掘机	230
第四节	轮斗挖掘机主要机构的综合分析	243
第五节	轮斗挖掘机的工作方式和切削参数	261
第六节	矿岩的挖掘阻力和斗轮的驱动功率	267
第七节	轮斗挖掘机的生产率和整机稳定性	276
第八节	在高寒地区使用轮斗挖掘机应该注意的问题	279

第三篇 装运机械

第七章	前端式装载机	285
第一节	概述	285
第二节	前装机的结构特点	288
第三节	主要参数计算	297
第八章	矿用推土机	309
第一节	概述	309
第二节	D355A 型推土机	313
第三节	推土机主要装置的综合分析	329
第四节	生产率和功率计算	340

绪 论

采矿工业是国民经济的基础,它承担着提供煤炭和各种有用矿物、原材料的任务。为了在本世纪末实现国民经济四个现代化,要求有高质量、高效能、高经济效益的采矿机械设备,装备矿山;同时,对原有矿山进行技术改造,迅速改变我国采矿工业生产落后状况。

露天开采较矿井开采效率高,金属矿一般高5~10倍,煤矿高3~7倍;金属矿成本低1~2倍,煤矿低40~80%;吨煤(矿物)投资少;产量大;回采率高;机械化程度高;生产安全;劳动条件好等优点。据苏联统计,露天采煤比重每增长1%,煤炭工业每年约可节约成本5000万卢布,提高整个煤炭系统生产效率1.8%,减少工人1万人,节约坑木22万m³。因此,露天采矿具有广阔的发展前途,世界各国都在努力增加露天采矿在整个采矿工业的比重。

近三十年来,国外露天采矿工业得到较大发展。世界主要产煤国家,露天采煤比重由60年代的20~30%增加到80年代的40~50%以上;金属矿则由60年代的60~80%增加到80~90%以上。各国根据本国情况,采用了不同开采方式,但都在努力扩大矿区规模,相应地制造大型开采设备。露天采煤尽量选用高效连续开采工艺和无运输倒堆工艺,以代替现在的运输开采工艺。

美国是以露天煤矿小而多著称,但近十年来大型露天煤矿正在迅速增长。美国多为浅覆盖岩层的水平煤层,多以大型正铲和拉铲挖掘机采掘和剥离,并配以汽车运输。民主德国和联邦德国多为软覆盖层的水平煤层,以连续工艺为主,轮斗挖掘机得到广泛应用。苏联由于煤层和气候情况不同,除发展单斗挖掘机,车辆运输外,对连续开采和半连续开采也得到很大发展。

我国适合露天开采的煤炭资源丰富,远景储量相当可观。但目前露天煤矿仅十余处,多年来露天煤矿产量约占总产量的4%左右。大部分采用单斗挖掘机开采,铁道运输。设备小,效率低。近十年来,我国新建一些现代化露天煤矿,如平朔、霍林河等,并自制和引进了一些先进采矿机械设备。

为将我国煤炭工业提到一个新的水平,不但本世纪末要大力进行露天开采以增加产量,就是下世纪初也要提高它的比重。因此必须采用新工艺,新设备武装新矿山,改造旧矿山,以适应我国四个现代化需要。

我国露天采矿机械制造行业,已具有相当规模,已经生产了中、小型露天矿成套设备。在“七五”期间,大型露天矿设备要基本实现国产化,迅速掌握以16m³以上挖掘机和154t电动轮汽车为主要内容的露天矿成套设备的核心技术。1986年3月,我国已经生产并鉴定了16m³挖掘机并将生产更大的挖掘机这标志着我国已迈入世界露天采矿设备的先进行列。

我国露天矿设备坚持设计、制造和使用部门三结合。强调设备先进性、可靠性,同时特别重视经济性。在正确方针指引下,必将大大加速露天采矿设备和露天采矿工业的发展,促进我国社会主义建设事业。

第一篇 钻 孔 机 械

第一章 概 论

第一节 岩石的物理机械性质

在露天采矿工作中，钻孔机械的工作对象是岩石。

钻孔机械的作用，是在岩体上钻出炮孔，以供爆破时装填炸药。一方面，机器要克服岩石的阻力，有效地破碎岩石，打出钻孔；另一方面，岩石是作为机器站立的地基，又要具有稳定性，以保证钻机正常地工作。这就要求我们必须掌握岩石的物理机械性质。

岩石的物理机械性质是采矿工程的基础资料，是精心设计和制造新型钻机、合理地选用设备以及探求高效率低能耗的钻孔方法的依据，对生产和建设所取得的技术经济效果，有着直接和密切的关系。

岩石的物理机械性质比较复杂，它随岩石的赋存条件、生成原因和组成成分的不同而异。和钻孔工作有关的岩石物理机械性质有：

1) 硬度 岩石抵抗其它更硬物体侵入的能力。岩石硬度越大，则钻孔越困难，消耗功率也越多。

2) 弹性 岩石受力变形，当去掉外力后，能恢复原状的性能叫弹性；不能恢复原状的性能叫塑性。岩石的弹性越大，钻孔时困难也越多。

3) 脆性 岩石在外力作用下被破碎时不带残余变形的性能。在冲击式钻孔时，岩石脆性越大，则消耗于岩石的变形的功越小，钻孔也越容易。

4) 强度 岩石抵抗破碎能力的总称。对于同一块岩石，不同的破坏方式，其强度值是不同的。若其抗压强度为1，则抗剪强度为 $\frac{1}{8} \sim \frac{1}{12}$ ，而抗拉强度为 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{12}$ 。

5) 稳定性 岩石暴露出自由面以后，不致塌陷的性能。岩石的稳定性差，钻孔中容易塌帮，造成卡钻和排碴困难。

6) 松散性 整体岩石破碎后，其容积增大的性能。岩石在破碎前的容积称为实方，破碎后的容积称为松方。松方与实方之比称为岩石松散系数。

7) 研磨性 在钻孔过程中，岩石磨损破碎工具工作部分使之变钝的性能。岩石研磨性的大小，也是影响钻孔时岩石破碎效果的因素之一。

8) 容重 岩石在干燥状态下单位体积的重力。

岩石的物理机械性质，如强度、弹性以及脆性等，虽然对钻孔时破碎岩石有某种程度的影响，但在生产实践中，还不能利用某一种性质来表示出岩石破碎的难易程度。苏联M·M·普洛托齐亚诺夫提出了岩石的坚固性这一综合概念，它是岩石抵抗拉、压、剪切、弯曲等作用的综合表现。普氏的基本观点是，岩石的坚固性在各方面的表现趋于一致。即

可以用岩石在某种破坏方式下所表现的坚固性指标,来表示其它破坏情况下的坚固性。假定一种岩石比另一种在可钻性方面坚固 f 倍,那末它将在其它机械特性方面(如爆破性、抗压强度等等)也比另一种岩石坚固 f 倍。根据这一观点,普氏将岩石按坚固性分成10级,用坚固性系数 f 来表示岩石的坚固性,并用 $f = 20$ 表示最高的 I 级和 $f = 0.3$ 表示 X 级。

坚固性系数

$$f = \frac{1}{100} \sigma$$

式中 σ ——岩石单向抗压强度, N/cm^2 。

坚固性系数 f 的分级见表1-1。这种岩石分级方法,在目前国内矿山仍然普遍采用。它的优点是概念简明,用途广泛,但由于要照顾到岩石在破碎方面和稳定方面的各种特征,又显得比较笼统、粗糙,只能大体上反映出岩石破碎的难易程度。

第二节 钻孔机械的用途和发展概况

钻孔机械是用来在岩体上钻出供爆破装填炸药的炮孔的机械。钻孔机械可根据露天

表 1-1 普 氏 岩 石 分 级 表

等 级	坚固性程度	岩 石	f
I	最坚硬岩石	最坚硬、细致和有韧性的石英岩和玄武岩;其它各种最坚固的岩石	≥ 20
II	很坚固岩石	很坚固的花岗岩质岩石,石英斑岩;很坚固的花岗岩砂质生岩,比上级稍软的石英岩,最坚固的砂岩和石灰岩	15
III	坚 固 岩 石	致密的花岗岩和花岗岩质岩石,很坚固的砂岩和石灰岩,石英质脉岩,坚固的砾岩,最坚固的铁矿	10
III _a	坚 固 岩 石	坚固的石灰岩,不坚固的花岗岩,坚固的砂岩、大理石和白云岩,黄铁矿	8
IV	颇坚固岩石	一般的砂岩,铁矿	6
IV _a	颇坚固岩石	砂质页岩,页岩质砂岩	5
V	中 等 岩 石	坚固的粘土质岩石,不坚固的砂岩和石灰岩	4
V _a	中 等 岩 石	各种不坚固的页岩,致密的泥灰岩	3
VI	颇软弱岩石	软弱的页岩,很软弱的石灰岩,白垩,岩盐,石膏,冻结土壤,无烟煤,普通泥灰岩,破碎的页岩,胶结砾石,石质土壤	2
VI _a	颇软弱岩石	碎石质土壤,破碎的页岩,凝结成块的砾石和碎石,坚固的煤,硬化的粘土	1.5
VII	软 弱 岩 石	致密的粘土,软弱的烟煤,坚固的冲击层——粘土质土壤	1.0
VII _a	软 弱 岩 石	轻砂质粘土,黄土,砾石	0.8
VIII	土 质 岩 石	腐殖土,泥煤,轻砂质土壤,湿砂	0.6
IX	松散性岩石	砂,山麓堆积,细砾石,松土,采下的煤	0.5
X	流动性岩石	流砂,沼泽土壤,含水黄土及其它含水土壤	0.3

采矿深孔爆破法的需要,在岩体上钻进一定孔径、一定深度和一定方向的孔眼。

在露天采矿中对于比较松软的岩石,可以采用挖掘方式直接进行采装;对于由坚硬岩石组成的矿床,穿孔爆破工作则是整个采矿工艺中的一个基本环节,钻孔机械即成为重要设备之一。

钻孔作业是一个繁重而费用昂贵的工序。露天开采的钻孔成本约占每吨采掘物开采总成本的16~36%。采装和运输设备的生产能力、寿命和作业效率,都和采掘物的穿爆质量有关。因此,选择和使用好钻孔机械,对整个露天矿的生产具有重要意义。

在国外,露天采矿工作中获得最广泛应用的是牙轮钻孔方法。在美国、苏联等国家,每年钻进炮孔的深度可达数千千米,而牙轮钻孔约占总深度的70~80%以上。其余则为旋转钻孔法、冲击钻孔法、新的物理-化学钻孔法,也还有逐渐趋于淘汰的钢绳冲击钻孔法。我国在50年代和60年代,钢绳冲击钻孔法在露天矿钻孔工作中占主要地位。近年来,旋转钻孔法、冲击钻孔法和牙轮钻孔法在大中型露天铁矿中已逐步取代了钢绳冲击钻孔法。在露天煤矿中,除新建矿使用了旋转钻孔法、冲击钻孔法和牙轮钻孔法外,钢绳冲击钻孔法仍占很大比重。

大型露天煤矿的年生产能力已增加到5000~6000万t,在规模如此巨大的露天矿中,使用着巨型的、高效的和线性尺寸大的采装运输技术设备进行剥离和采矿工作,阶段高度一般可达25~40m。这就需要能钻进孔深为50m,孔径达400mm的大型钻机。

增大钻孔直径的主要好处是,通过增加每米钻孔爆破体积来提高爆破工作的效率,同时可以大量减少单位爆破体积的炸药消耗量。在相同的条件下,大直径炮孔的钻进速度要比小直径炮孔快些。大直径的钻头可以制造得更加坚固,因为它有条件采用能承受冲击载荷、承受工作中较大的压力和扭矩、使用寿命较长的轴承。采用大直径炮孔还可以增大第一行炮孔离开台阶的边距,以保证有较好的安全生产条件和较大的每米钻孔爆破体积。

从理论上讲,采用平行于台阶坡面的倾斜炮孔,具有一系列优点。这种深孔爆破法,可以减少单位爆破体积的炸药消耗量和降低穿孔爆破工作的成本,并能改善穿爆质量,使岩石块度比较均匀。但由于能钻进倾斜炮孔的钻机一般要比只能钻进垂直炮孔的钻机重15~20%,同时倾斜炮孔也使装药工作复杂化,使钻孔这一工序增加了劳动强度。因此,目前在露天煤矿极少采用。

一、钢绳冲击钻机

钢绳冲击钻机的工作原理,是利用曲柄连杆机构的作用,通过钢绳将一定质量的钻具提升到一定高度,然后下放,使钻具自由下落而击碎岩石,形成炮孔。

这种钻机,结构简单,易于制造,使用比较可靠,而且不用压缩空气,尽管它效率较低,劳动强度大,目前我国一些露天矿仍在使用的。

这种钻机可用来钻进硬岩炮孔,深度可达300m,但只能是垂直炮孔。钢绳冲击钻机的主要缺点是冲击频率低(每分钟45~60次),因而使它的生产能力受到限制。钻具落下所需时间,取决于钻具的提升高度、重力加速度和泥浆的阻力。因而不可能提高冲击频率,也不存在增加生产能力的潜力,在国外几乎完全被所淘汰;只是在需要钻进较深炮孔时(孔深大于50m时),还有使用。

国产钢绳冲击钻机主要有CZ20-2型和CZ-1型两种。这两种钻机的技术性能见表1-2。

钢绳冲击钻机(图1-1)具有沉重的钻具1(质量为1000~3000kg),悬吊钻具的钢

表 1-2 国产钢绳冲击钻机技术性能

型 号		CZ20-2	CZ-1
技 术 性 能			
最大钻孔深度, m		200	100
钻孔直径, mm		150-400	150-400
钻具质量, kg		730-1200	1800-2800
冲击次数, 次/分		56-58	48-52
钻 具 提 升 高 度 mm	最 大	760	1200
	最 小	300	600
行走速度, km/h		0.9	0.7
电动机功率, kW		20	55
钻机工作 时的外形 尺寸, m	长×宽×高	5.85×2.62×12.00	7.00
			3.50
			15.00
运 输 时 m	长×宽×高	11.85×2.62×400	9.10
			3.50
外形尺寸			4.30
钻机质量, t			21.6

绳2绕过钻架天轮3及压轮4, 经导向轮5并固定缠绕在提升绞车的卷筒6上。压轮装在冲击梁7的一端。在连杆8和冲击齿轮9组成的曲柄摇杆机构作用下, 冲击梁可绕导向轮的中心上下摆动。钻机钻孔时, 冲击齿轮则是由钻机主轴通过齿轮11带动的。由于连杆的作用, 使冲击梁上的压轮作上下运动, 钻具就能随之运动。当压轮下降到最低处(位置I)时, 钻具被提高0.6~1.2m; 当压轮上升到最高处(位置II)时, 钻具便以自由落体下落, 冲击孔底破碎岩石。为使炮孔继续往下延深, 可松开绞车卷筒的制动器, 并将钢绳放出, 使钻具有可能向下移动。

在钻进过程中, 需要向孔内注入适量的水, 使孔底的岩粉变成泥浆, 呈悬浮状态, 以便继续钻进。为了减少泥浆对钻具下落时所产生的阻力, 每隔一段时间, 要用取浆筒把泥浆取出。取浆筒是一个空心圆筒, 上端以提梁和提升钢绳连接, 底端有阀。当取浆筒下放至孔底时, 阀体被孔底顶起, 阀门被打开, 泥浆便可进入筒内。

钻机钻孔时, 压轮上升到位置II时的速度应该足够快, 否则会妨碍钻具的自由落体运动。但此速度又不能过快, 以保证在钻具冲击孔底岩石之前, 压轮不会开始向下运动, 因为钻具的下落运动是靠重力产生的。钻具底端装有带切刃的钻头, 上端借助钢绳而悬吊着。当压轮在位置II时, 钢绳使钻具落到最低点, 钻具也不应接触到孔底岩石, 它们之间还有几毫米的距离。这是钢绳放出长度最合适的情况。在钻进过程中, 钻头在钻孔中运动, 会使装在天轮下面的缓冲器10受到压缩。而钻具在下落时突然停住, 还会使钢绳伸长。当钻具冲击孔底后, 由于缓冲器及向下运动的压轮的力作用下, 开始平稳地上升。如钢绳长度比所需长度还短, 则当钻具下落时, 冲击能的大部分将通过缓冲器传递给钻架, 钻孔速度反而会降低, 而钻机将会经受较大的动力载荷。钢绳太长也有缺点, 当压轮开始下降时, 钻具没有随之升起, 接着压轮又急剧拉紧钢绳, 同样会引起钻机的动力冲击。

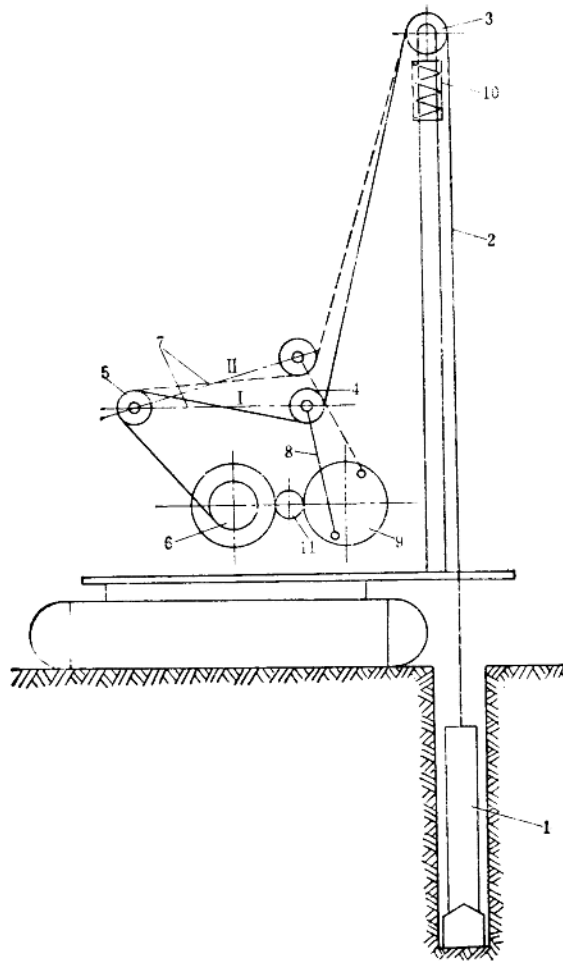


图 1-1 钢绳冲击钻机工作原理

1—钻具；2—钢绳；3—天轮；4—压轮；5—导向轮；6—绞车卷筒；7—冲击梁；8—连杆；9—冲击齿轮；10—缓冲器；11—主动齿轮

二、潜孔钻机

潜孔钻机是一种回转冲击式钻孔机械。钻机以冲击器直接潜入孔底冲击钻头来破碎岩石，钻具的回转由专门的回转机构来带动。图1-2为潜孔钻机的外形图。

三、牙轮钻机

牙轮钻机是以牙轮钻头为钻具，连续破岩，压气排渣的钻孔机械。图 1-3 为牙轮钻机的外形图。

四、回转钻机

回转钻机（或称旋转钻机）是以切削钻头（中硬以上岩石用钢齿牙轮钻头）为钻具，连续破岩，螺旋钻杆排渣（或采用压气排渣）的钻孔机械。图1-4为回转钻机的外形图。

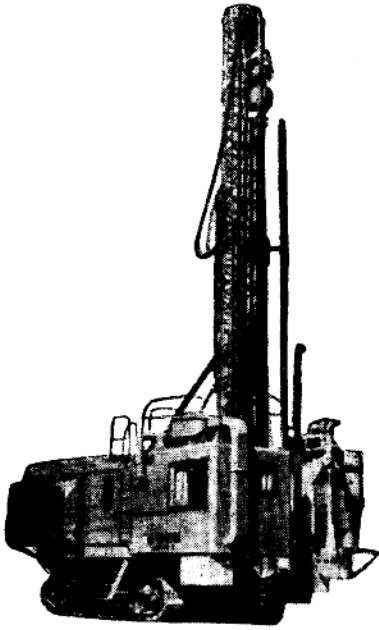


图 1-2 潜孔钻机

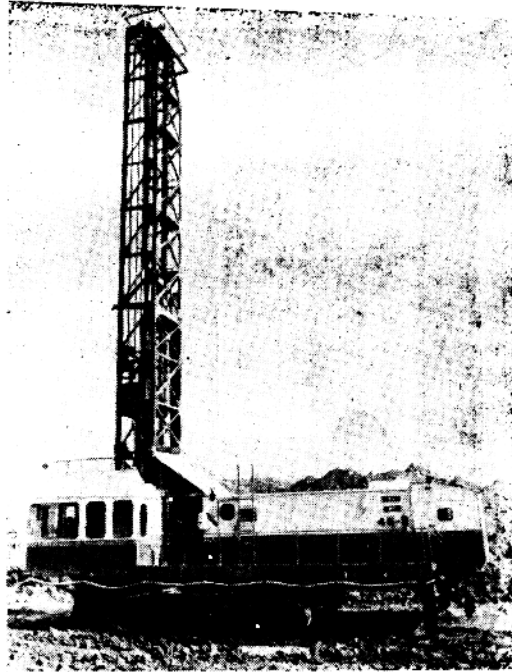


图 1-3 牙轮钻机

五、火钻

火钻的工作原理，是以高温（2480~3200℃）和高速（1800m/s）的火焰喷向岩石表面，使岩石在热应力作用下受到骤热膨胀而碎裂剥落，形成炮孔。

火钻适宜于 $f \geq 16$ 的坚硬致密的赤铁矿、磁铁矿、花岗岩和石英岩等矿岩中钻孔，但对氧化矿和裂隙较多及粘土含量超过 2~4% 的矿岩，不宜采用火钻。火钻与牙轮钻机和潜孔钻机相比，由于承受的震动力和机械应力较小，所以其使用寿命较长；它不用更换钻头，节省了辅助时间和维修工作量。

国外在50年代和60年代，火钻技术得到不断发展，曾是美国、加拿大和苏联等国钻进坚硬矿岩的主要设备。以后由于牙轮钻机的发展，而且火钻消耗氧气和燃料很多，成本昂贵，逐渐为牙轮钻机所代替。目前美国和苏联有只有几个金属露天矿，在钻进一部分极其坚硬而又耐磨蚀的铁燧石和磁铁石英岩时，采用火钻穿孔。

按火钻燃烧器所使用的氧化剂来源，火钻可分为氧气火钻和压气火钻。我国曾在1958年对氧气火钻进行了试验，1965年又进行了压气火钻试验。由于火钻的钻孔成本高，因而并没有在生产上推广应用。

第三节 钻孔机械分类

钻孔机械种类繁多，这就要求我们根据不同的岩石物理机械性质，选择经济合理的钻孔方法，确定在不同具体条件下最适用的机械类型，以保证达到较高的劳动生产率，降低

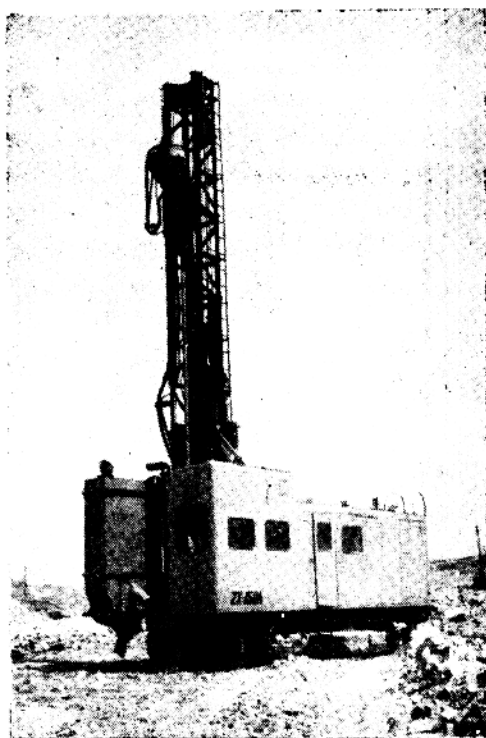


图 1-1 回转钻机

钻孔成本。

露天矿用钻机可以根据以下方法进行分类。

一、根据破碎矿岩的方法分类

根据破岩方法，可以分为机械破岩法钻机和物理破岩法钻机两大类。

前一类钻机是用钻孔工具来进行破岩的，根据钻具的承载方式可分为：冲击式钻机，冲击-回转式钻机和回转式钻机。

后一类钻机是通过液体或气体介质作用于矿岩进行钻孔的，可分为火力法，爆破法，水力法、水电效应法和超声波法钻进的各种钻机。

火力钻进方法：岩石的破碎（或剥落）是利用超声速的高温气流来加热岩石表面，使岩石中产生超过矿物组织极限强度的热应力而实现钻孔的。

爆破钻进方法：这种方法借助于起爆药或固体炸药的爆炸来破碎岩石。装在储液器中的炸药液体成分（氧化剂和可燃剂），定时地通过管路和水一起送到孔底。而带有针刺型雷管的炸药固体成分，通过爆破钻杆的喷嘴，自动向孔底喂料。排渣采用压缩空气。

水力钻进方法：岩石在超声速细射流高压水的作用下而被破碎成孔。目前这种方法正处于试验阶段，实践证明，在钻进硬岩时使用这种方法原则上是可能的。

水电效应钻进方法：这种方法是将高压能源，输送到钻孔中水下电路的触点来实现钻

孔的,此时在两电极的间隙中产生火花击穿现象,形成了在击穿破岩地区超高压的气体电路。

超声波钻进方法:这种方法基于钻具的超声波振动和钻孔冲洗液的“空化”效应原理。岩石借助于二者的协同作用而被破碎。超声波的电源是强力的磁致伸缩振荡器。

一些新的物理和综合的钻进方法,虽然正在研究和使用中,但机械破岩方法在钻孔工作中,仍然起决定性的作用。当然,每种方法各有自己的使用范围,因此也就无法排除其它方法的使用。

二、根据钻具承载方式分类

苏联P·Ю·波德林认为,根据钻具承载方式,机械破岩法的钻机可分为以下三种类型:

1) 冲击式钻机 包括钢绳冲击钻机和牙轮钻机。这类钻机借助钻具来实现对孔底岩石循序渐进的冲击。

钢绳冲击钻机是靠钻具自重在一定高度落到孔底的冲击作用来实现钻孔的,因而它不需要施加轴向压力。钻具在每次冲击前都要回转一个角度,以保证孔底面积全部受到破碎。钢绳冲击钻机的钻具回转借助于钢绳的弹性扭转力。由于需要提升和下放钻具来实现冲击动作,钻机的破岩过程是间断性的,这就决定了钻机的钻进速度相对较低。

牙轮钻机的钻具是在固定的轴向压力作用下工作的。牙轮钻头的齿牙沿孔底表面滚动,使岩石受到冲击作用而破碎成孔。从外表上看,带有牙轮钻头的钻杆一面回转,一面向孔底推进,牙轮钻机好像是回转式钻机。

2) 冲击-回转式钻机 它和冲击式钻机一样装有冲击破岩机构,不同之处是,冲击-回转式钻机的钻具,连续不断地绕钻孔中心线回转,而冲击式钻机的钻具回转动作,则是在二次冲击的间隙中进行。

钻机工作时,岩石基本上是靠冲击力作用下的钻头刃部切入而破碎的。由于钻具的回转作用,可以进行清理孔底碎渣,同时还可切割冲击后残留下来的岩石凸起表面。如果钻头不回转,则经过几次冲击之后,就会使钻头切刃,跟岩石的接触表面增加,从而无法使切刃继续切入岩石进行破岩工作。

冲击-回转式钻机的较大部分能量,消耗在产生冲击力上,而较小部分用来回转钻具。给钻具施加轴向力的目的,是为了抵消冲击力作用于钻具时所产生的反冲力。冲击-回转钻进法的特点,表现为冲击负荷大,而扭矩和轴向力小。这种方法在坚硬、极坚硬和耐腐蚀的岩石钻进中,使用比较有效。

3) 回转式钻机 它是靠回转中心与钻孔中心一致的切削钻头的回转来实现连续破岩的。同时,为了使钻头向孔底推进,还需要有相当的轴向力。钻孔时钻头的每个刃尖,都按螺旋线运动,切削和破碎岩石用钻头的前刃面。目前,回转式钻机只能用于钻进软煤,中硬和中硬以下的岩石,如用于钻进硬岩,则钻头的切刃无法切下相当厚度的切屑,结果就只能用研磨方法来破碎岩石。这样,钻头上的金属陶瓷和硬质合金部分会迅速磨损,并使钻进速度降低。用回转式钻机钻进坚硬岩石的有效方法,是采用金刚石钻头,但由于价值昂贵和金刚石奇缺,只用于特殊场合。

三、根据排渣方法分类

根据排渣方法,钻机又可分为连续排渣和间断排渣两种。

1) 连续排渣可采用压气或水气混合物,如牙轮钻机和潜孔钻机;采用蒸汽和气体混

合物，如火钻；采用连续水流，如水力钻机；以及采用螺旋钻杆，如回转钻机（也可同时采用压气排渣）。

2) 间断排渣可采用取浆筒从钻孔中取出泥浆，如钢绳冲击钻机。

四、根据钻机的动力来源分类

根据钻机的动力来源，可分为电力传动的，热力的（如火钻或柴油机驱动），气动的和水力传动的钻机。

五、根据钻机的钻孔方向分类

根据钻机的钻孔方向，可分为垂直钻孔、倾斜钻孔和水平钻孔等三种钻机。

第二章 潜 孔 钻 机

第一节 潜孔钻机发展概况

潜孔钻机,最初是为适应地下采矿的需要而发展起来的。由于井下采矿要求钻孔设备打出深孔,而重型凿岩机随着炮孔的延伸,钎杆质量不断加大,能量传递效率相应降低,钻进速度逐渐下降。为了使冲击机构中的活塞冲击钎杆的能量损失,不致随炮孔延伸而加大,就必须使钎杆质量,不随炮孔的延伸而增加。因此,如果让冲击机构随着钻头一起潜入孔底,就能达到这一目的。1932年 美国英格索尔-兰德公司首先研制成功潜孔冲击器,但当时在地下采矿中并未获得推广。50年代初,潜孔钻机在露天矿得到应用。从五十年代后期到60年代初期,世界各国对潜孔钻机进行了大量研究和改进工作,制造了各种类型的潜孔钻机和冲击器,其穿孔效率比钢绳冲击钻机高2~3倍,潜孔钻进方法,一时被公认是在坚硬岩石中经济而有效的钻孔方法。

60年代中期,牙轮钻机有了迅速发展,由于高轴压、大孔径的重型牙轮钻机的出现,以及牙轮钻头本身结构和制造工艺的改进,使钻头寿命和穿孔效率有了大幅度提高。因此,许多大中型露天矿的潜孔钻机,逐渐为牙轮钻机所代替。现在,潜孔钻机大都用于中小型露天矿。

我国从1958年开始研究潜孔钻机,至今已有二十多年制造和使用潜孔钻机的历史。中小型露天矿中,YQ-150A型潜孔钻机应用相当普遍。随着大冲击功冲击器的采用,这种钻机显得刚性不足,而且转速偏高。新的KQ-150型潜孔钻机,将取代YQ-150A型。近年来,我国还研制了KQ-200型和KQ-250型潜孔钻机。潜孔钻机已在许多露天矿钻孔工作中发挥了很大作用,成为中小型露天矿的主要钻孔设备。

国内外使用较普遍的潜孔钻机技术性能见表 2-1 和 表 2-2。

表 2-1 国产潜孔钻机技术性能

性能参数	CLQ-80	YQ-150A	KQ-150	KQ-200	KQ-250
孔 径, mm	80~100	150~165	170	200~230	230~250
孔 深, m	20	17.5	17.5	19	18
可钻角度, (°)	0~90	45~90	60~90	45~90	90
钻具转速, r/min	0~200	60	21.7; 29.2; 42.9	13.5; 17.9; 27.2	22.3
回转扭矩, N·m		1130	2390~2180	5920~4400	9620
钻杆直径, mm	60	108	133	168	194~219
钻杆长度, m	15	9	9	9	9
提升能力, kg		1500	2500	3500	10000
钻机尺寸, m		5.8×3.4×11.7	6.6×3.1×12.9	8.8×4.8×13	10.2×5.9×15.3
钻机质量, t	4.5	12	14	47	50