

中等专业学校教学用书

露天采掘设备

422

冶金工业出版社

TD422

1

3

中等专业学校教学用书

露天采掘设备

本溪钢铁学校 和铭子 编

冶金工业出版社



A 940454

中等专业学校教学用书

露天采掘设备

本溪钢铁学校 和铭予 编

*

冶金工业出版社出版

(北京东黄厂口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 12 1/2 字数 294 千字

1982年10月第一版 1982年10月第一次印刷

印数00,001~4,000册

统一书号: 15062·5917 定价1.05元

前 言

本书是根据冶金中等专业学校采矿专业的《露天采掘设备》课程教学大纲编写的，主要是介绍现代露天矿山采掘设备的管理和使用的基本知识和理论。

矿山是冶金工业的原料基地，是冶金工业的基础。多年来，我国冶金矿山同冶金工业的发展不相适应，已成为薄弱环节。因此，实现矿山生产的现代化是非常必要的。作为矿山工程技术人员，必须努力学习和掌握强化开采的先进技术，以加速矿山的建设和发展。现代采掘设备是实现强化开采的主要手段，对于矿山生产现代化具有重要意义。

近年来，我国露天采掘设备的发展和更新非常迅速，相继采用了国内外的许多先进技术。在本书的有关章节中基本上反映了这些先进技术。由于采掘设备的种类繁多，型号各异，难以在有限的篇幅中一一列举。对于各种采掘设备的了解和掌握，无疑是很需要的。然而在学习期间，更为重要的是掌握采掘设备的工作原理、工作方法及综合生产工艺，以便为合理使用设备，充分发挥设备的性能打下基础。为此，本书以讲授采装和穿孔设备为重点。在各类采掘设备中，着重讲授有代表性的一些设备，以掌握设备的全貌及基本性能，在此基础上，适当介绍其他设备的不同特点，作到举一反三，触类旁通。为便于学习，在重点章节后面编写了内容小结和复习题，以供参考。

本书由本溪钢铁学校和铭予编写，刘振声同志协助编写。在编写期间，得到了本钢南芬露天矿、鞍钢齐大山铁矿、首钢水厂铁矿等单位的热情帮助，提供了不少宝贵意见和资料。在此一并表示谢意。

由于编者水平不高，本书会存在不少缺点和错误，诚恳希望读者批评指正。

编 者
1981年10月

目 录

绪论

第一篇 露天潜孔钻机

第一章 冲击器	5
第一节 潜孔式钻孔方法概述	5
第二节 冲击器总述	6
第三节 国产冲击器类型	15
第四节 冲击器的主要参数	20
复习题	21
第二章 潜孔钻头	22
第一节 钻头体结构形状	22
第二节 硬质合金	24
第三节 钻头体材料及加工工艺	28
复习题	30
第三章 潜孔钻机	30
第一节 概述	30
第二节 YQ-150A型潜孔钻机的机械构造	34
第三节 YQ-150A型潜孔钻机的电气系统	38
第四节 除尘系统	39
复习题	45

第二篇 牙轮钻机

第四章 牙轮钻头	46
第一节 牙轮钻头在我国的应用	46
第二节 牙轮钻头的类型及工作原理	47
第三节 牙轮钻头的构造	51
第四节 牙轮钻头的加工制造	61
第五节 牙轮钻头的使用、检查与修复	65
第六节 牙轮钻头的新发展	68
复习题	69
第五章 牙轮钻机的机械结构	70
第一节 牙轮钻机的基本工作参数	70
第二节 牙轮钻机的整机结构	72
第三节 回转机构	76
第四节 提升及加压机构	77
第五节 行走机构	81

第六节 接卸钻具机构	81
第七节 其它辅助机构	83
复习题	87
第六章 牙轮钻机的动力及控制系统	87
第一节 牙轮钻机的液压系统	88
第二节 牙轮钻机的气动系统	93
第三节 回转机构的电力拖动方式	94
第四节 加压、提升及行走机构的电力拖动方式	98
第五节 牙轮钻机的供电及控制系统	101
复习题	103

第三篇 矿用电铲

第七章 矿用电铲的机械结构	104
第一节 矿用电铲类型及技术性能	104
第二节 提升机构	107
第三节 起落大架子机构	112
第四节 推压机构	113
第五节 回转机构	119
第六节 行走机构	122
第七节 制动系统	126
复习题	127
第八章 W-4型电铲的电气系统	127
第一节 三绕组发电机	127
第二节 W-4型电铲的供电系统	131
第三节 主要机构的控制系统	135
第四节 直流电动机的运行状态	141
第五节 电气故障分析	143
复习题	147
第九章 WK-4型电铲的电气系统	147
第一节 磁放大器原理	147
第二节 组合磁放大器	152
第三节 WK-4型电铲的磁放大器激磁电路	157
第四节 WK-4型电铲电路	166
第五节 电气故障分析	169
复习题	172
第十章 195 B、280 BCL型电铲简介	172
第一节 主要技术性能	172
第二节 主要工作机构	174
第三节 电铲的电气系统	178

第四节 电铲的可控硅控制	182
第五节 磁性触发器	185
复习题	191

绪 论

现代露天矿山的建设和生产,是以高度机械化和自动化为主要标志的。因此,采掘设备的使用和更新,具有十分重要的意义。

露天采掘设备分为主要设备和辅助设备。用于穿孔、装载和运输等主要生产环节的机械设备,是主要设备。用于装药、平整工作面、二次破碎、排土、线路的修筑、移设及养护等辅助生产环节的机械设备,属于辅助设备。

由于各种矿物原料的需要量不断增加,富矿资源日益减少,矿石最低工业品位的相应降低,许多过去被认为没有开采价值的巨型矿床都在陆续地被开采。所以,露天开采的规模也就愈来愈大。在国内外,年产量超过一千万吨的大型矿山日益增多。随着开采规模的不断扩大,各种采掘设备也在向大型化、作业连续化和一机多用的方向发展,采掘作业自动化程度也在不断提高。

由于设备大型化、机械化和自动化程度的不断提高,露天矿的劳动生产率达到了很高的水平。目前,国外大型露天矿按矿岩量计算,劳动生产率一般为 $3 \sim 4$ 万吨/人·年,高者可达 $6 \sim 8$ 万吨/人·年;中型露天矿一般为 $1 \sim 2$ 万吨/人·年,高者可达 $3 \sim 4$ 万吨/人·年。同六十年代以前相比,都有大幅度的提高。

我国露天矿山的生产规模也在不断地发展扩大,我国采掘设备的制造能力逐年有所提高。但总的说来,我国露天矿山,无论在机械化程度,还是在劳动生产率指标方面,同工业先进国家比较都存在一定的差距。今后,结合我国的具体情况,学习各国先进技术,加速实现矿山建设和生产的现代化,是刻不容缓的任务。为此,对各种采掘设备的技术性能、使用现状以及发展趋向等方面,都需有所了解。

一、穿孔

国内外露天矿目前主要使用四种穿孔设备,即钢绳冲击钻机、潜孔钻机、牙轮钻机和火力钻机。钢绳冲击钻机是三十至五十年代的主要穿孔设备,它的操作繁重,生产效率低,从六十年代起已陆续被其他高效钻机所代替。在我国,大部分已被牙轮钻机和潜孔钻机所取代。

牙轮钻机和潜孔钻机是当前国内外广泛使用的穿孔设备。近年来,牙轮钻机的工艺改进主要是加强吹洗炮孔的风量、增加轴压、改善钻头结构和材质,以及研制能针对矿岩特性而自动调整轴压和转速的牙轮钻机。由于钻孔速度快、成本低、适应性强、孔径大等一系列优点,牙轮钻机的发展和应用日益广泛。在我国,牙轮钻机已成为大型矿山的主要穿孔设备。在中小型矿山,则是发展各种型式的潜孔钻机。潜孔钻机的特点是适于较小孔径作业;各种中型及轻型潜孔钻机轻便灵活,操作简便;潜孔钻具的结构简单,便于矿山自行制造。对中小型矿山来说,这些因素都是极为有利的。根据潜孔钻机破碎岩石的机理,钻孔速度与单次冲击功成正比。因此,增加单次冲击功是改进冲击器的一项重要途径。冲击器是潜孔钻机的核心,潜孔钻机的前途在很大程度上取决于冲击器的改进及其性能的提高。因此国内外一直比较重视冲击器的研究工作。研究的主要方向是增加单次冲击功和提高冲击频率。为此,出现了双活塞冲击器和无阀冲击器。据称,双活塞冲击器可使冲击频率提高30%以上,钻孔速度可提高40~100%。无阀冲击器可提高钻孔速度50%左右,冲击

器寿命可提高3~4倍。另外, 液压凿岩机的研制成功, 给冲击器的发展提供了新的方向。但液压冲击器的排渣过程复杂, 因此液压冲击器还停留在研究阶段。

火力钻机(简称火钻)是非机械化穿孔技术中获得突出发展的一种穿孔设备。它的工作原理是以喷气技术为基础, 用类似火箭发动机推力室的火钻燃烧器, 使煤油(或柴油)和氧气在燃烧器中燃烧, 产生高温高速火焰气流喷向岩石表面, 使岩石因内部骤热产生热应力, 从而引起膨胀、碎裂和剥落。火焰温度高达2800°C, 速度达1800米/秒, 所以具有很高的钻孔速度。五十年代和六十年代, 在国外开采极硬矿石的露天矿中, 火钻曾起过很大作用。据统计, 1964年以前, 美国和加拿大开采的铁燧石, 有98%是用火钻开采的。以后由于牙轮钻机的技术进展, 才使火钻钻孔的比重有所降低。燃料的耗用量大, 钻孔费用高, 是使火钻的使用受到限制的主要原因。为了降低费用, 有些国家利用压缩空气代替氧气, 取得了较好的效果。

火钻的主要优点, 是在某些极硬而磨蚀性又强的岩石中, 其钻孔速度比牙轮钻机高, 费用又比牙轮钻机低。此外, 还可在孔内进行扩孔作业, 以形成多种形状的炮孔内腔(药壶), 从而可以把炸药集中装在最适当的部位, 以提高爆破质量。在石英含量高的极坚硬岩石中, 火钻的热应力作用发挥得最好, 因而具有很高的钻孔速度。因此, 美国一些开采铁燧岩的矿山, 多采用火钻。如明塔克铁矿, 年产铁燧岩1500万吨, 仅用4台JPM-4型火钻进行穿孔作业。但是, 对于氧化矿物、裂隙发育的岩石以及粘土含量超过2~4%的岩石, 火钻的作业效果不良。钻孔费用高, 适用岩性不广, 是火钻的两个主要缺点。因此, 随着其他钻孔技术的发展, 火钻的利用范围受到了限制, 目前只有个别矿山仍在使用。

我国曾先后制成几种型号的火力钻机, 如711型、姑山型、KH-200型、东风-1型等。由于同样的原因, 也只限于在部分矿山中使用。

二、装载

把爆破以后的松散矿岩(有时不需爆破)挖掘起来, 装入运输容器中, 便是装载作业的任务。

露天矿的装载作业由各种型式的挖掘机来完成, 其中以单斗挖掘机最为普遍。单斗挖掘机多用电力拖动, 通称电铲。电铲大小的主要标志, 是铲斗的容积。铲斗容积与运输设备的载重量之间, 有一定的比例关系, 依此进行设备的配套, 作到小车配小铲, 大车配大铲。我国矿山使用的电铲, 以4米³电铲为主。与此相适应的运输设备, 是载重量20~40吨的汽车, 或30~40吨的铁路自翻车。近来, 随着生产规模的扩大, 国内外都在发展8米³以上的大型电铲。电铲的机械结构、控制系统和操作方法都用新技术进一步改进, 使之更加完备。为了改进电铲的操作系统, 近年来使用液压控制的电铲也有所发展。

用轮胎行走的前端式装载机, 是近年来新兴的一种装载设备。这种装载机用柴油机驱动, 液压操作。它的突出优点是重量轻、快速灵活; 除装载矿岩外, 还可清理工作面; 此外, 还可作短途运输, 经济运输距离为50~250米。可见, 这是一种多用途的设备, 在中小型矿山可代替电铲及运输设备, 在大型矿山可配合电铲作业。我国矿山, 前端式装载机多用于辅助作业, 斗容量为2~4.6米³。目前, 国外多发展有四轮驱动的、折腰式车身的前端式装载机, 斗容量为7.6~11.5米³, 最大的已达22.9米³。

另外，在露天矿的建设和剥离作业中，还使用不同型式的多斗铲和索斗铲。这些设备的特点是铲斗容积大、产量高，适用于松软工作面，可直接挖取岩石。

三、运输

按使用设备的种类，露天矿运输分为铁路运输、汽车运输、皮带运输机运输、箕斗运输、铲运机运输和其他一些联合运输方式。

铁路运输的牵引机车，主要是电机车，其次是蒸气机车和内燃机车。我国多使用粘着重量为100吨及150吨的工业电机车。铁路运输具有运输能力大、机械化程度高、运费低等优点，当运输距离超过3公里时，优点尤其显著。对于运距长，产量高，地形平坦的大型露天矿，可采用铁路运输。铁路运输的缺点是管理复杂，爬坡能力差，线路的移设和维修工作量大，占地面积多，对工作面形状要求严格。所以，近年来采用铁路运输的矿山日益减少，多为汽车运输所代替。

汽车运输机动灵活，线路占地面积少，爬坡能力强，特别适用于露天矿建设和生产的特点。在建设期间，由于线路总长度小，可减少基建工程量，从而缩短矿山建设时间。汽车运输的管理和车辆调度也都简便得多，线路的修筑和养护工作量也比较小。由于这些突出的优点，汽车运输的发展极为迅速和广泛，它在露天矿各种运输方式中据有压倒的优势。无论是大型矿山还是中小型矿山，汽车运输都得到了广泛的应用。矿用汽车的特点是载重量大，爬坡能力强，能自动翻卸。我国矿山目前多数是载重量20~40吨的汽车。随着大型电铲的采用，近年来大吨位的汽车相继问世，出现了60吨以至100吨以上的重型汽车。

重型汽车的另一发展趋势是采用电传动。汽车的动力系统是利用柴油机拖动发电机发出电力，驱动安装在车轮上的电动机运转，直接带动车轮。这种汽车叫做电动轮汽车。由于传动效率高，传动系统的重量可减少30~40%。目前，载重量100吨、200吨以及更大的电动轮汽车相继制成，广泛应用于国外矿山。我国一些矿山也开始成批使用电动轮汽车。实践证明，这种汽车调速范围大，爬坡能力强，操作灵活方便，很有发展前途。采用汽车运输的最大坡度为12~15%。跟铁路运输相比较，汽车运输在短途运输中效果最佳。当运输距离超过3公里时，运输效果不及铁路运输。

皮带运输机具有连续运输的特点，其生产能力高，且能适应较大的坡度，是适于大型深露天矿的一种有前途的运输方式。皮带运输机同移动式破碎机配合作业，具有较好的经济效益。因此，国外采用皮带运输方式的矿山日益增多。皮带宽度为0.9~1.6米，长度一般在3000米以内。有的矿山采用多运输机进行接力运输，使运输距离达几十公里长。每小时的运输能力可达500~2000吨。目前国内外广为使用的是钢绳皮带运输机，它的特点是由钢绳承受拉力，拖动胶带运动。这种运输机运输能力大、运距长、耗电量少，并可延长胶带寿命。

近年来露天矿运输的另一个新的动向，是在中硬岩石中利用大型铲运机代替电铲和汽车。铲运机按牵引方式不同，分为半牵引轮式和履带式两种。轮式铲运机的最大速度可达50~68公里/小时，履带式铲运机只有6~8公里/小时。后者仅用于短距离运输和路面条件较差的场合。根据挖取方法不同，铲运机又有刮板式和斗式两种。刮板式铲运机的装料是靠推土机进行的，而斗式铲运机是靠铲斗自身的挖取作用进行的。前者适宜作较长距离运输，后者只用于短距离运输。目前国外使用的大型铲运机的斗容量为15~30米³，在表上

剥离作业中正在推广30~40米³的大型铲运机。另外,有的矿山有效地使用了由三台铲运机组成的铲运列车,一次运输300吨岩石,挖掘时间仅为1.5分钟。美国阿里佐纳州一露天矿,使用52台铲运机代替电铲和汽车,在30个月内就完成了二亿吨土岩的剥离任务。可见铲运机在剥离和排土作业中,是很有发展前途的。

四、辅助作业

为适应露天开采技术的发展,各种辅助作业的机械化也在迅速发展,出现了种类繁多的辅助机械。

在爆破方面,为了实现装药机械化,已研制成功几种型号的装药汽车。在二次破碎方面,使用了利用电能和机械能的碎石机,以代替小型凿岩机。

在开采和排土工作面,广泛地使用推土机进行平整作业。推土机还可在冬季用来排除路面的积雪。

采用铁路运输的矿山,线路的移设和养护广泛使用移道机、吊车以及其他专用机械。在排土场,则使用排土犁以平整排土台阶。

此外,还有运水、运材料以及洒水的专用汽车。为了检修机械设备,还有各种专用的检修机具。

总之,各种主要设备及辅助设备种类繁多、型号各异,难以一一列举。对于这些设备的了解和掌握,虽然是必要的,但是在有限的学习时间内,全面掌握这些设备的知识,是有困难的,况且许多机械设备正处于发展改进之中,新的设备还不断出现。然而,机械设备的类型虽多,但其工作原理和传动方式则是大同小异。我们没有必要花费大量时间去学习每一种设备。事实上,通过对一些典型设备的学习和掌握,可为进一步学习其他设备打下基础。

根据中等专业学校采矿专业的培养目标及课程分工,本书主要是讲授穿孔设备和装载设备。关于运输工艺及线路设计方面的内容,将在露天矿运输课程中讲授。在穿孔设备中,重点是广泛使用的潜孔钻机和牙轮钻机;装载设备则是W-4及WK-4型电铲。对采掘设备的技术发展及新型设备,仅作适当的介绍。

第一篇 露天潜孔钻机

第一章 冲击器

第一节 潜孔式钻孔方法概述

机械式钻孔方法分为三种形式，即冲击式、回转式及冲击回转式。潜孔钻机的钻孔方式属于冲击式。它的特点是把破碎岩石的钻头和一个产生冲击作用的气动装置一起放入孔内，进行钻孔作业。这个气动装置叫做冲击器。大家知道，普通凿岩机只能钻凿不深的炮孔，因为随着钎杆长度的增加，钻孔生产效率显著下降。潜孔钻机则从根本上克服了这个缺点，它使冲击器的作用力直接加到钻头的尾部，而把钻杆接到冲击器后面。在钻孔作业时，钻杆一面回转，一面推动冲击器和钻头前进。此时，钻杆长度不再成为提高生产效率的障碍。

由此可知，同凿岩机相比，冲击器的特点是在孔内进行工作，因此称为潜入式钻孔，其机械简称潜孔钻机。在工作期间，压缩空气通过钻杆进入冲击器内，推动活塞运动，然后利用排出的空气把岩粉吹出孔外。可见，潜孔式钻孔时，冲击、回转和排粉等动作是同时进行的。单靠冲击器不能完成这些动作，它需要若干工作机构协同作业，这些工作机构的总和就是潜孔钻机。

图1-1为YQ-150A型潜孔钻机的外貌。回转机构安装在钻架上，并可沿钻架上下滑动。为了保证钻孔工作的正常进行，钻机还装有专用的提升机构，用以升降钻具和调整轴压，以利于连续钻进。

潜孔钻机由以下几个部分组成：钻具（包括冲击器、钻头、钻杆等）、接卸钻杆机构、回转供风机构、钻架起落机构、提升机构、行走机构、动力及操作系统、除尘系统，以及其他辅助机构。

目前，潜孔钻机已广泛应用于我国中小型露天矿山。在建筑材料、化工等非金属矿山则更为普遍。潜孔钻机的类型，主要是按照其钻孔的直径来划分的，可以分为以下几种类型：

1. 轻型潜孔钻机 这类钻机可钻凿100毫米左右的炮孔，不带空压机，由地面压气站通过管路集中供给压气。这类钻机重量不大，只有几吨重，行动轻便灵活，适用于中小矿山。

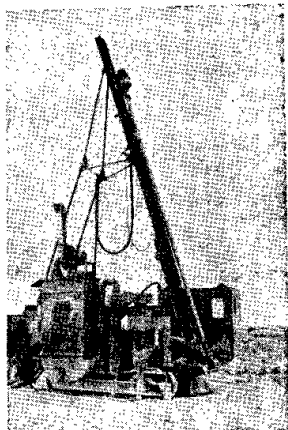


图 1-1 YQ-150A型潜孔钻机外貌

2. 中型潜孔钻机 这类钻机重为10~15吨,可在中硬或硬岩中使用,孔径在150毫米左右。YQ-150A型潜孔钻机自重为12吨,属于单电机拖动、履带行走的自行式钻机。钻机不带空压机,由管路集中供给压气。这种钻机在我国中小型矿山极为普遍。

3. 重型潜孔钻机 这类钻机可用于硬岩或极硬岩中,钻凿200毫米以上的炮孔。由于耗风量大,钻机自带空气压缩机,其他机构的传动功率也相应地加大。钻机自重约为30吨,均为履带自行式。这种钻机已在我国部分大型露天矿使用,并获得了较好的效果。

矿山生产实践表明,与钢绳冲击式穿孔机比较,潜孔钻机具有以下优点:

(1) 机械化程度高,减少了工人笨重体力劳动,工作安全可靠;

(2) 钻孔生产率,辅助作业时间少,提高了钻机的作业率;

(3) 可以钻凿斜孔,从而提高了爆破质量,减少了后冲现象,基本上消除了根底,作到了块度均匀,为采装作业创造了良好的工作条件。

目前,我国已成批生产各种型号的潜孔钻机,并在性能上不断地有所改进。潜孔钻机已成为中小型露天矿山的主要钻孔设备。在大型矿山,潜孔钻机与牙轮钻机并行使用。

潜孔钻机在我国矿山的应用时间还不长,尚存在一些问题,如钻孔工作制度、操作自动化、钻头的制造及改进、除尘方法等,都有待于在今后实践中逐步加以解决。

第二节 冲击器总述

一、冲击器类型

冲击器是以压气为动力的,它所产生的冲击功通过钻头作用在岩石上,使岩石不断破碎,以形成炮孔。

潜孔钻机生产率的高低在很大程度上取决于冲击器的性能和质量。因此对冲击器有以下几个方面的要求:

(1) 有利于钻孔生产率提高;

(2) 结构简单,工作可靠,便于加工、使用及维修;

(3) 在各种复杂岩层里(包括含水岩层)能够正常工作;

(4) 使用寿命长。

为了满足上述要求,曾研制过各种类型的冲击器,并先后在生产中使用。

风动冲击器基本上是由活塞、气缸、配气机构及上下接头等主要部分组成。有些冲击器还有防水和减震装置。图1-2表示

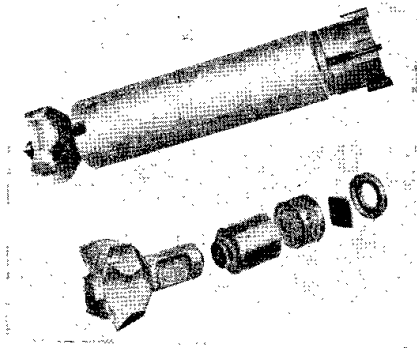


图 1-2 C-150 型冲击器

C-150型冲击器的外形及主要零件。冲击器有多种不同的结构,按其配气方式和结构特点,基本上可以分为两种类型:

1. 有阀冲击器 这种类型的冲击器中,推动活塞上下运动的压气,是由配气机构的阀片控制的。有阀冲击器按排气方式又可分为旁侧排气和中心排气两种。旁侧排气冲击器使用最早,因其气缸内的气体由钻头两侧排出,故叫做旁侧排气冲击器。虽然这种冲击器的排粉效果不够理想,但由于它的结构比较简单,工作可靠,加工使用方便,活塞寿命高,所以至今有的设备仍在使用。中心排气冲击器是在旁侧排气冲击器基础上的改进型,气缸内的空气是经钻头的中心孔排出的。这种冲击器的结构比较复杂,加工精度要求高,但由于排粉效果好,能及时地把凿碎的岩石吹出孔外,减少了岩渣的重复破碎,从而可减少钻头的磨损,并可提高钻孔速度,因此新设计的冲击器多属此种类型。

2. 无阀冲击器 这种冲击器没有阀,控制活塞往复运动的配气系统布置在活塞或气缸壁上,在活塞运动时自动配气。无阀冲击器能够利用压气的膨胀功推动活塞继续运动,从而减少了动力消耗。它的特点是零件少,结构简单,加工方便。同有阀冲击器相比,压气消耗量可节省30%左右。

无阀冲击器也分为旁侧排气和中心排气两种。

当前,我国大量使用的主要是有阀冲击器。

二、配气机构

1. 配气机构的作用 配气机构是冲击器的核心部分。它的作用是将压气轮流输送到气缸上、下腔,推动活塞往复运动。所以它是控制活塞运动的机构。

图1-3是表示配气系统的示意图。活塞6将气缸分为两部分,活塞以下的空间称为下腔,活塞以上的空间称为上腔。压气进入上腔,推动活塞向下运动,以高速冲击钻头尾部的过程,叫做冲击行程(简称冲程或工作行程);反之,压气进入下腔推动活塞向上运动的过程,叫做返回行程(简称回程)。一个冲程和一个回程合在一起叫做一个工作循环。

整个配气机构由阀盖1、阀片2和阀座3组成。根据配气系统的要求,在阀盖和阀座上布置一些孔道;另外在气缸和气缸外套间也布置一些孔道,使空气进入下腔和排出空气。

当冲击器不工作时,阀片依靠自重置于阀座上;同样,活塞6停在钻头7上。当冲击器工作时,压气经阀盖1上的轴向进气孔①进到阀室内,然后再经阀片2上侧的进气间隙和阀盖上横向进气孔②进到气缸壁上的进气道③内,最后从下腔进气口④进入下腔。活塞下端受力后被举起,便开始返回行程。活塞向上运动接近上部终点前,一方面上腔内的空气被压缩后压强增加,另一方面下腔的压气经排气口⑤和排气道⑥排出后,压强迅速下降,从而促使阀片2改变位置,移向上方。这时,阀片关闭了阀盖上的进气孔②,下腔停止进气。与此同时,阀片打开了阀座上的进气孔⑧,压气便经这个孔进入上腔。由于活塞上端受力,回程运动立刻停止,随后开始冲程运动,最后以很大的速度冲击钻头尾部。这时,上腔的压气经排气口⑦和气道⑥排出,下腔空气被压缩,从而使阀片又改变位置,移向下方。于是压气重新进入下腔,开始第二个工作循环。由于阀片在阀座中的位置不断地改变,活塞便在气缸内往复运动。

可见,活塞行程的换向取决于阀片位置的变换,而阀片位置又和活塞的位置有密切的关系。另外,冲程和回程又各具不同的特点。在全部冲程中,活塞在压力推动下加速前进,以最大的末速度打击钻头;所以换向不能过早,以防降低冲击功。回程则不同,必须防止活塞与阀座直接碰击。为此要使加速运动提前停止,然后转为减速运动,并在这到阀座前停止回程。因此,正确选择排气口的位置是非常重要的。排气口⑦以上属于上腔压缩

空间，排气口⑤以下以及进气道③属于下腔压缩空间。压缩空间的大小决定了推动阀片改变位置的作用力的大小。显然，作用力过小就难以换向。

还需指出，由于冲击器的耗气量比较大，尤其是在排气口打开后的瞬时流量更大，所以当压气通过阀的上侧（或下侧）很小的进气间隙时，便形成平行于阀片的高速气流。这种高速气流使作用在阀上的压强（静压）下降，从而提高了阀换向的灵敏度。这是选择排气口位置时，另一个值得注意的因素。

2. 配气阀的类型

（1）板阀（图1-4）一般为方形或环形薄片，厚3~10毫米。板阀具有形状简单，制造方便，气路压力损失小，使用寿命长的优点。多数冲击器都采用这种类型的阀。

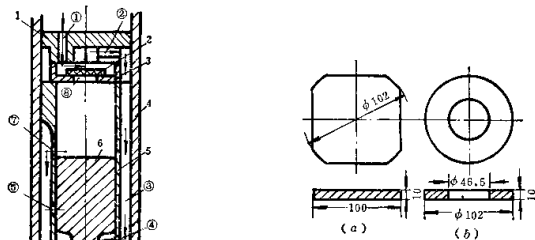


图 1-4 板阀
(a) 方形板阀(φ200型冲击器); (b) 环形板阀(J200型冲击器)

图 1-3 冲击器配气系统示意图

1—阀盖; 2—阀片; 3—阀座; 4—气缸外套;
5—气缸; 6—活塞; 7—钻头

这种阀的缺点是严密性较差，耗气量较大。

（2）蝶阀（图1-5）蝶阀是个圆形的金属阀。阀面上有两个带有锥度的斜面，依靠蝶阀的摆动控制气路的开启和关闭。

蝶阀具有动作灵敏，工作可靠等优点；但形状复杂，加工精度要求高，封闭气孔的严密性较差。以前使用过的Y-200型冲击器曾采用过这种阀，现在这种阀几乎完全被板阀所代替。

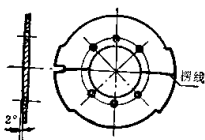


图 1-5 蝶阀(Y-200型冲击器)

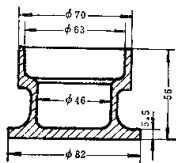


图 1-6 筒阀(T-170型冲击器)

(3) 筒阀(图1-6)筒阀的上部在阀盖内滑动,用阀的底部控制气路,开口筒内始终充满压气。这种阀的优点是封闭气孔的密封性好。它的缺点是形状复杂,加工制造困难,而且同阀盖的接触面积大,因而移动阻力大,对灵敏度有影响,T-170型冲击器使用筒阀。

上述几种型式的配气阀,其换向都与气缸的排气压力有关。只有当排气口被开启,气缸内压力降低到某一数值后阀才换向(停止进气)在这段时间内压气的能量没有被利用,便从排气口排出,这是现用配气阀存在的一个主要不足之处。

三、活塞

1. 冲击功 冲击器实质上是一个能量转换装置,它依靠活塞运动将压气的能量转变为破碎岩石的机械功,一般用冲击功来表示。根据功能的转化原理,用两种表达式可计算出冲击功 A :

$$A = PFS, \text{ 焦耳} \quad (1-1)$$

$$A = \frac{1}{2} Mv^2, \text{ 焦耳} \quad (1-2)$$

式中 P ——气缸内空气的压强,牛顿/厘米²,约等于管路压强的0.5~0.6;

F ——冲程时活塞的工作面积,厘米²;

S ——冲程的有效长度,米,约等于结构行程的0.9;

M ——活塞的质量,公斤;

v ——冲程的末速度,即到达冲击点的速度,米/秒。

对上述表达式的初步了解,往往会以为冲击功的大小决定于活塞质量及末速度。然而,进一步分析则不难发现,当风压一定时,增加活塞质量会使运动速度降低。从理论上讲,活塞质量与末速度平方的乘积为一恒定值,不可能使活塞质量和末速度同时增加。由公式(1-1)可知,在风压不可能过于提高的条件下,要增加冲击功,只有两个途径,即增加活塞的工作面积和冲程的有效长度。前者又决定于活塞的直径,后者决定于活塞的结构行程。

冲击功对于有效地破碎岩石具有决定作用。就柱齿钻头来说,活塞冲击钻头,并以应力波的形式传到每个钻齿上。有人对单个钻齿所作的破碎试验表明,当锤重不变时,单次冲击功大于15~25焦耳以后,它与各种岩石的破碎体积基本保持线性关系。试验最大值达70焦耳,在此范围内岩石破碎的比功(破碎单位体积岩石所需的冲击功)几乎相同。由此可以说明,在冲击功没有达到岩石破碎的临界值时,不能有效地破碎岩石。只有超过这个临界值以后,岩石才能有效地被破碎;而且,随着冲击功的增大,破碎体积也相应地成比例地增加。所以,在不考虑其它因素影响的情况下,冲击功要尽可能选择大一些,至少应不低于临界值。

许多研究资料表明,柱齿钻头的单齿冲击功的临界值为15焦耳,刃齿钻头每厘米刃长的冲击功临界值为17焦耳。因此,根据钻头布齿方式,即可确定总冲击功。

2. 冲击应力波 活塞冲击钻头,以及钻头破碎岩石,都属于反复冲击载荷。这种载荷的特点是,在极短的时间内,活塞对钻头的作用力发生很大的变化,并以冲击应力波的形式通过钻头传向岩石。岩石的破碎效果又随应力波的波幅和作用时间的不同而有很大差异。

当活塞碰击钻头的尾部以后,压缩应力波即以声速 C 向头部传递。在时间 t 内,变形

区的长度为 Ct ，如图1-7所示。

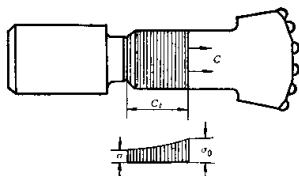


图 1-7 冲击应力波

在压应力作用下，钻头体产生形变。单位长度内的形变 ε 为：

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

式中 σ ——应力，牛顿/米²；

E ——钻头材料的弹性模量，牛顿/米²；

在变形区末端的位移量为：

$$u = \varepsilon Ct = \frac{\sigma}{E} Ct \quad (1-3)$$

变形区前沿质点的运动速度 v 是：

$$v = \frac{du}{dt} = \frac{\sigma}{E} C$$

在碰击瞬间，质点的运动速度，也就是活塞的末速度。所以，若已知活塞的末速度，则可求出应力值（应力波波幅）：

$$\sigma = E \frac{v}{C} \quad (1-4)$$

质点的运动速度和应力波的传递速度，在意义上和数值上都是不相同的。为了把这个概念解释清楚，可列出变形区的动量方程如下：

$$F \sigma t = F C t \rho v$$

式中 F ——钻头杆的截面积，米²；

ρ ——钻头材料的密度，公斤/米³。

上式可简化为：

$$C = \frac{\sigma}{\rho v} \quad (1-5)$$

将式（1-4）代入（1-5）中得：

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (1-6)$$

由此可知，应力波速度 C 仅决定于材料的弹性模量和密度，与应力大小无关；而质点的速度 v 则与应力成正比。应力波速度也就是固体中的声速。对于钢，可取 $C = 5136$ 米/秒。

利用式（1-5）和（1-6），可进一步导出应力的另一表达式：