

国外



潜孔风动冲击器



冶金工业出版社

国外潜孔风动冲击器

鞍钢矿山研究所《国外潜孔风动冲击器》编写组 编

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了国外潜孔风动冲击器及钎头的主要类型、构造、工作原理、性能及设计、使用、维修概况。全书共十一章。一至七章介绍了潜孔凿岩技术发展概况和主要潜孔风动冲击器的构造特点、工作原理、设计计算、性能测试及使用维修,也扼要地介绍了岩石破碎的基本理论。八至十一章,介绍钎头的主要类型、规格、设计、制造工艺和修磨方法。

本书读者对象为矿山、采石、筑路、水利工程等部门从事潜孔钻机风动冲击器研究、设计和使用的技术人员,也可供大专院校有关专业师生参考。

国 外 潜 孔 风 动 冲 击 器

鞍钢矿山研究所《国外潜孔风动冲击器》编写组 编

冶金工业出版社出版

(北京灯市口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 9 3/8 字数 219 千字

1980年5月第一版 1980年5月第一次印刷

印数 00,001~3,000 册

统一书号: 15062·3452 定价 1.10 元

前 言

我国从六十年代初开始,先后研制成功了多种类型的潜孔钻机和潜孔风动冲击器,在采矿、采石、筑路、水利工程中推广使用,取得了良好效果,初步改变了我国矿山穿孔作业的落后面貌,填补了我国矿山机械制造业在这方面的空白。

潜孔风动冲击器及钎头,是潜孔钻机的主要工作机构。因此,研究、设计和制造高效能潜孔风动冲击器及钎头,并在生产中正确地使用与维修,是提高潜孔钻机工作效率的主要途径之一。

为了适应采矿工业迅速发展的需要,学习外国的先进技术和经验,赶超世界先进水平,我们编写了本书。本书对目前国外常用潜孔风动冲击器及钎头的主要类型、构造、工作原理、性能以及设计、使用、维修的基本情况作了简介和评述。其中,有关风动冲击器的设计与计算,国外尚无完善理论,多为经验数据,有的计算公式又十分繁杂,考虑因素太多,不甚适用,为此,我们只做了扼要的叙述。对潜孔钎头,我们把它作为风动冲击器的一部分予以考虑,只介绍了概况。

本书可供从事潜孔钻机风动冲击器方面研究、设计及使用人员以及大专院校有关专业师生参考。

本书由孙德新主持编写,执笔傅宝廷(第1~7章),荣任璘、张世宝(第8~10章)。汪洪柱、钟清池、陈玉华等同志为本书翻译了部分稿件。由于我们业务水平不高,对国外有关资料收集、掌握不多,加之经验不足,时间仓促,书中难免会有缺点、错误。殷切希望读者批评指正。

鞍钢矿山研究所《国外潜孔风动冲击器》编写组

一九七八年十一月

目 录

前言

第一章 潜孔凿岩技术的发展及其在国外矿山的应用	1
第一节 潜孔凿岩技术的发展和现状.....	1
第二节 潜孔凿岩技术的特点.....	2
第三节 潜孔钻机及其在国外矿山的应用.....	3
第二章 潜孔风动冲击器的构造	7
第一节 概述.....	7
第二节 潜孔风动冲击器的配气装置.....	7
第三节 潜孔风动冲击器的冲击活塞.....	13
第四节 潜孔风动冲击器的气缸和外套.....	15
第五节 潜孔风动冲击器与钎头的联接.....	17
第六节 潜孔风动冲击器与钻杆的联接.....	21
第七节 潜孔风动冲击器的减震装置.....	22
第八节 潜孔风动冲击器的防水逆止阀.....	23
第九节 潜孔风动冲击器的停打强吹机构.....	24
第三章 国外潜孔风动冲击器的主要类型及结构特点	25
第一节 国外潜孔风动冲击器的主要生产厂家及型号.....	25
第二节 DHD系列潜孔风动冲击器	27
第三节 Hammerdrill及Megadrill系列潜孔风动冲击器	38
第四节 AM系列潜孔风动冲击器	42
第五节 DH650型潜孔风动冲击器	44
第六节 I-T-H型潜孔风动冲击器.....	46
第七节 RPT-136型潜孔风动冲击器	46
第八节 D型潜孔风动冲击器.....	49
第九节 A.S.S.系列潜孔风动冲击器	51
第十节 Mach型潜孔风动冲击器	54
第十一节 VR系列潜孔风动冲击器	56
第十二节 COP系列潜孔风动冲击器	56
第十三节 LH系列潜孔风动冲击器	60
第十四节 M-1900及M-32类型潜孔风动冲击器.....	62
第十五节 M-48及M-29 T 类型潜孔风动冲击器.....	62
第十六节 II1-75型潜孔风动冲击器	65
第十七节 II-125及II-200型潜孔风动冲击器	68
第十八节 国外潜孔风动冲击器结构性能评述.....	70
第四章 岩石破碎的基本理论	73

第五章 潜孔风动冲击器的设计与计算	78
第一节 潜孔凿岩概述.....	78
第二节 潜孔风动冲击器基本工作参数的选择.....	78
第三节 潜孔风动冲击器的设计.....	80
第四节 潜孔风动冲击器性能的校核计算.....	86
第五节 潜孔风动冲击器零件材质及公差配合与表面光洁度.....	90
第六章 潜孔风动冲击器性能的测试	93
第一节 气缸压力的测定.....	93
第二节 冲击活塞行程的测定.....	94
第三节 冲击活塞冲击速度的测定.....	95
第七章 潜孔风动冲击器的使用与维修	97
第一节 潜孔风动冲击器的使用.....	97
第二节 潜孔风动冲击器的润滑.....	98
第三节 潜孔风动冲击器的拆卸与维修.....	99
第八章 潜孔钎头概述	101
第一节 概况.....	101
第二节 国外潜孔钎头的主要生产厂家.....	105
第三节 潜孔钎头的主要类型及规格.....	105
第四节 国外几种新型的潜孔钎头.....	116
第九章 潜孔钎头的设计和制造工艺	117
第一节 潜孔钎头的结构设计.....	117
第二节 潜孔钎头的材料选择及其制造工艺.....	119
第十章 潜孔钎头的修磨	126
第一节 概述.....	126
第二节 合金片钎头的修磨.....	126
第三节 合金柱齿钎头的修磨.....	130

第一章 潜孔凿岩技术的发展及其在国外矿山的应用

第一节 潜孔凿岩技术的发展和现状

潜孔风动冲击器凿岩，是在冲击式凿岩与旋转式凿岩的基础上，为了适应采矿、采石规模的不断扩大和进一步提高凿岩效率的需要而产生的。三十年代就有人提出设想和方案，但由于受当时各种条件的限制，直到四十年代末期，才逐步在露天和井下矿山获得推广。五十年代末到六十年代初，国外对潜孔凿岩技术与理论进行了大量的研究和探讨，使之不断发展和日趋完善；与此同时，还研制了多种类型和规格的露天和地下矿用潜孔钻机与风动冲击器。

与风动冲击凿岩台车和钢绳冲击式钻机相比，由于潜孔钻机具有结构简单，轻便灵活，能钻凿各种不同角度的炮孔，造价便宜等优点，对于中小型矿山，需分级开采以控制矿石品位的矿山以及大型矿山的基本建设或边坡处理，潜孔钻机都是行之有效的钻孔设备。在国外中小型露天矿山，地下矿山，筑路，采石，水利钻探等工程中获得了广泛应用。

值得注意的是，在很多国家中潜孔凿岩一直多用在露天矿开采及其他工程中，但近年来地下矿山，随着开采规模的不断扩大，在采矿和矿柱回采中，开始用潜孔凿岩代替通常的接杆凿岩，在提高采矿强度，降低采矿成本方面，都取得了较好的效果。据报导，加拿大国际镍公司，在井下采矿和矿柱回采中，用履带式潜孔凿岩台车钻凿直径150毫米炮孔，较之原来的接杆凿岩钻凿直径50毫米炮孔，凿岩费用减少了60%。此外，潜孔凿岩还大大改善了工人的作业条件。

随着矿山凿岩技术的不断发展，为了继续完善潜孔凿岩技术，提高潜孔凿岩效率，近年来国外又进行了一些研究工作。

1) 提高风压。近年来在英国、美国和加拿大一些矿山广泛采用10.5~14~17.5~21~24.6公斤/厘米²高压风压凿岩。据报导风压由7公斤/厘米²增至17.5公斤/厘米²，凿岩速度提高二倍，而空压机的动力仅增加一倍。同时，钎头寿命可提高一倍，凿岩成本相应降低。英国霍尔曼(Holman)公司生产的VR型潜孔钻机大多采用10.5公斤/厘米²和14公斤/厘米²高压风压作业。在克里夫采石场钻凿直径110毫米炮孔，在风压10.5公斤/厘米²时，凿岩速度为8.8米/时；而风压7公斤/厘米²时，凿岩速度仅为3.5米/时。另据报导，

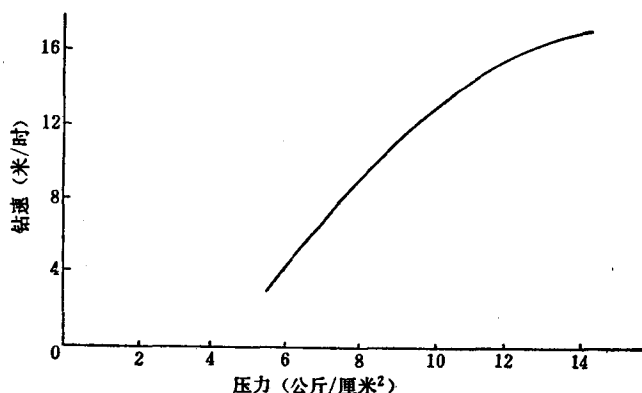


图 1-1 钻进速度与压气压力关系曲线图

美国加德纳-丹佛公司(Gardner-Denver Co.),用165毫米直径的钻头在磁铁矿体中穿孔,当风压为6.6公斤/厘米²时,钻进速度为6公斤/厘米²时的1.5倍,而当风压增至14公斤/厘米²时,钻进速度增大至4.6倍(图1-1)。

Ⅱ)改善风动冲击器的性能。改进结构设计,增加活塞受压面积和行程,提高单次冲击功,以提高破碎岩石的效果。美国英格索尔-兰德公司(Ingersoll-Rand Co.),近年生产的DHD-24(孔径102~114毫米)型和DHD-260(孔径152~165毫米)型风动冲击器,行程已分别增大到152毫米,而老式的DHD-275(孔径108毫米)型和DHD-400型(孔径为152毫米)风动冲击器,行程只有127毫米。英国哈利法克斯工具有限公司(Halifax Tool Co.LTD.)近年生产的Mach型风动冲击器(孔径150~165~200毫米),行程达170毫米。此外,该冲击器活塞重量达19.5公斤,对于能量的传递是有利的。

此外,为了提高冲击器性能,近年国外对于无阀冲击器的研制给予较多重视,并出现了一些新产品。

Ⅲ)改善钻机工作制度。为了更好地、准确地选择和调整比较合理的钻机工作参数,提高穿孔效率,延长钎头使用寿命,降低凿岩成本,近年来国外在潜孔钻机操作参数调整及自动化方面取得较大进展。国外小型潜孔钻机大多采用风马达,大中型潜孔钻机则采用油马达提升和回转。因此,工作参数可根据使用条件随时改变。据报导,钻机转速多在10~40转/分之间。孔径200毫米以上,转速10转/分;40转/分则用于孔径100毫米左右的钻机。实际工作轴压,一般在1.5吨以下。

Ⅳ)提高钎头质量。为了提高穿孔效率和钎头使用寿命,降低凿岩成本,国外在钎头材质、硬质合金材质的选择,合金片与合金柱齿形状和尺寸的研究,钎头制造工艺,以及钎头的预防性修磨方面都取得了一定进展。特别是柱齿钎头的研制与使用更为突出。据报导,柱齿钎头的寿命,在一般情况下较片状钎头高20~50%,有的可提高1~2倍。这在钎头研制方面是一个较大的突破,并有进一步取代合金片钎头的趋势。

第二节 潜孔凿岩技术的特点

前面已经提到,潜孔凿岩技术是在冲击式凿岩和旋转式凿岩的基础上发展起来的一种凿岩方法,因而它吸收了冲击式凿岩和旋转式凿岩二者的优点。它具有独立的冲击机构和旋转机构,冲击机构潜入孔内,即通常所说的潜孔钻机。这种钻机,一般由旋转机构、推进提升机构、送杆机构、冲击机构(即潜孔风动冲击器及钎头)等主要工作部分组成。风动冲击器,一般与钻杆、钎头一并视为钻具。

潜孔凿岩与普通的风动冲击式凿岩(凿岩机)相比较,具有如下特点:

Ⅰ)具有独立的旋转机构和潜入孔中的冲击机构,冲击效率不受孔深影响,可大大提高深孔钻孔速度;

Ⅱ)轴压与旋转速度,可根据岩层特点进行调节;

Ⅲ)旋转扭矩大,可减少卡钻事故,提高钻孔速度;

Ⅳ)钻杆不受冲击,使用寿命长;

Ⅴ)利用风动冲击器排出的废气排出孔底岩碴,减少压气消耗;

Ⅵ)凿岩过程中,所破碎的岩石,产生大颗粒多,减少了破碎能耗,提高了破碎岩石的效率;

Ⅶ) 噪音小;

Ⅷ) 由于冲击器潜入孔中, 受孔的尺寸限制, 单位直径的冲击功不易加大。

第三节 潜孔钻机及其在国外矿山的应用

一、国外潜孔钻机的主要类型

国外生产的潜孔钻机, 目前已达40余种。主要生产国为美国、英国, 其次为法国、西德, 露天矿用的钻机占多数。苏联先后也生产了一些露天矿与井下矿用潜孔钻机, 但由于露天潜孔钻机水平不高, 应用量不大。在苏联井下采矿潜孔钻机应用较广泛。

美国潜孔钻机的生产, 主要是英格索尔-兰德公司 (Ingersoll-Rand Co.)。该公司生产的潜孔钻机, 结构与制造工艺比较合理, 采用较多的标准零部件, 便于矿山使用和维修。同时, 钻机配备质量较高的风动冲击器和钎头, 能适应多种矿岩, 穿孔效率较高。该公司还生产滑片式和螺杆式空压机与钻机配套, 在美国、加拿大、澳大利亚以及南非的一些露天矿山及建筑工程上有较广泛的应用。其早期产品型号为Drillmaster, DM-3, QM-5等, 近期产品为DM-45, DM-50, T-4, T-5。该公司生产的井下矿用履带式CMM型潜孔钻机在加拿大等矿山也很受欢迎。

其次, 美国的加德纳-丹佛公司 (Gardner-Denver Co.) 生产的RCD系列潜孔钻机, 芝加哥风动工具公司 (Chicago Pneumatic Tool Co.) 生产的DH650型潜孔钻机, 斯拉姆公司 (Shramm Co.) 生产的C42H-A型潜孔钻机以及威斯汀豪斯气闸公司 (Westinghouse Air Brake Co.) 生产的LRD-3型潜孔钻机, 在采矿以及建筑、筑路工程中也有较广泛的应用。美国戴威公司 (Davey Compressor Co.) 最近试制成功MSC-TD潜孔与回转两用钻机, 可钻凿直径170毫米炮孔。

英国霍尔曼公司 (Holman Co.) 和哈利法克斯工具有限公司 (Halifax Tool Co. Ltd.) 生产的潜孔钻机, 钻孔直径多在160毫米以下, 主要用于中小型矿山和采石场。霍尔曼公司生产的鼯鼠式钻机 (Vole Drill), 主要分为四种型式: 标准鼯鼠式 (Standard Vole Drill) 为非自行小胶轮式; 拖拉机鼯鼠式 (Tractor Mounted Vole Drill) 为自行胶轮拖拉机式; 履带鼯鼠式 (Voletrac) 为自行履带式; 万向鼯鼠式 (Universal Drillrig Vole Drill) 为非自行胶轮式。这些钻机使用标准风压或高风压(10.5~17.5公斤/厘米²) 作业, 自带移动式空压机, 钻凿73~160毫米孔径的炮孔。哈利法克斯工具公司生产的哈尔科“虎”式 (Halco Tiger) 为汽车自行式; 哈尔科“微”式 (Halco Minor) 为非自行三胶轮式; 井下矿山用的哈尔科“井下”式 (Halco Undergyound Drill) 型钻机。这些钻机一般不带空压机, 可钻凿直径80~159毫米炮孔, 孔深达30米, 一人操作。1974年该公司制造哈尔科履带式 (Halcotrack) 400H型全液压潜孔钻机, 可钻凿直径为90毫米炮孔, 孔深可达120米。

法国生产潜孔钻机的主要厂家是索-迪-塔尔纳 (Saut-Du-Tarn)。钻机主要型号有Record H.S Univesal, Univesal H.S Drill, B.B.Air Modrill, Air Modrill Codett 43, Body-Track等, 分三胶轮非自行式和自行式, 均不带空压机, 可钻凿任意方向的直径60~160毫米炮孔, 主要用于小型矿山和采石场。

西德的弗勒特曼公司 (Flottman Co.) 生产的G.B. (Grosslock-Bohrwagen) 型钻机和奥地利伯勒尔公司 (Böhler Co.) 生产的TKD11/35型潜孔钻机, 都为非自行式三胶

轮小型钻机，液压操作，可钻凿 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 炮孔。多用于小型矿山和筑路、建筑工程等。

瑞典阿特拉斯-柯普柯公司 (Atlas Copco Co.) 生产多种潜孔钻机，其中主要有 ROC301型和 ROC306型。前者是一种轻便履带式钻机，用于小型露天矿山和采石场；后者是井下矿用窄型履带式潜孔凿岩台车。

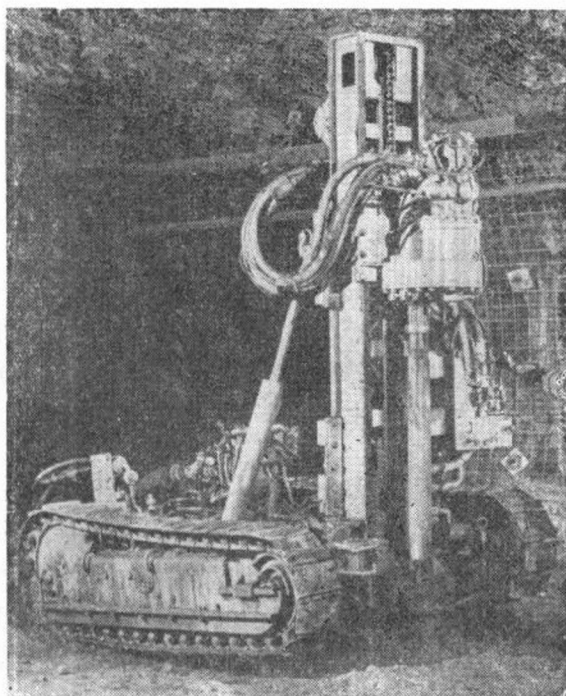


图 1-2 ACM 型井下潜孔钻机外形图

近年来，美国英格索尔-兰德公司生产了 CMM型，乔依公司 (Joy Co.) 生产了 ACM型，加德纳-丹佛公司生产了履带和胶轮两种型式的井下矿用潜孔钻机。它们的共同特点是：轻便、窄型履带走行，可整体用罐笼从井下一个台阶运到另一个台阶，适用于井下矿山。图 1-2 为 ACM 型井下潜孔钻机外形图。

此外，苏联也先后试制了 $Y_{\text{Пал}}-61$ 、 $Y_{\text{Пал}}-64$ 以及 $HBC-2$ 、 $HBC-5$ 、 $BM-150$ 、 $BA-290$ 、 $BMK-5$ 等大中型潜孔钻机。但由于结构和制造质量等方面的问题，使用不广泛。苏制潜孔钻

机，一种采用卡盘式 ($Y_{\text{Пал}}-64$) 下部电动旋转机构，气动卡盘推进，电动绞车快速提升，转数不可调；另一种则为滑架式 ($BMK-2$ 、 $BMK-5$)。苏联早期生产的 $BA-100$ 型潜孔钻机 (近期产品为 $HKP-100$ 型)，在井下矿得到广泛应用。

国外主要潜孔钻机性能见附表。

综上所述，可以看出国外潜孔钻机有如下特点：

I) 钻机型式、规格较多，大中小兼备，以中小型为主。国外大中型潜孔钻机生产较多的国家主要是美国。小型潜孔钻机的生产，则以英、法和西德等国较多。大中型钻机单凿炮孔直径为 $150\sim 228$ 毫米，小型钻机则为 $65\sim 130$ 毫米。由于中小型潜孔钻机结构简钻，灵活可靠，造价便宜，以及使用成本低，特别适于中小型露天矿山开采和大型露天矿山的边坡处理以及二次破碎。因此，今后将有较大的发展，特别在井下采矿中，用来代替传统的接杆凿岩，能降低生产费用，有进一步发展的趋势。

II) 一机多能。国外生产的钻机，有的为潜孔、旋转式 (牙轮或翼状钻头) 并用，有的为潜孔、冲击式并用。美国和西德生产的潜孔钻机，在钻凿软岩时，可用孔径 190 毫米以下的牙轮钻头或翼状钻头旋转钻孔；西欧一些国家生产的钻机，在钻凿孔径 127 毫米以下的炮孔时，又可用外回转的重型凿岩机接杆凿岩，因而适应各种情况下钻凿的需要。

III) 孔向任意。美国生产的大型潜孔钻机，一般能钻凿 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 倾斜炮孔；西欧一些国家生产的小型潜孔钻机，则能钻凿 $0\sim 180^{\circ}$ 炮孔，近年来一些钻机还可钻反倾斜 75° 的炮

孔和左右倾斜 15° 的炮孔。这为处理露天矿边坡和分级开采，以及井下矿深孔崩矿，创造了有利条件。

Ⅳ) 大扭矩，低转速，高风压。虽然潜孔凿岩，由于轴压较小，其所需扭矩也较小，但为了在复杂地质条件下也能顺利钻进，以及处理卡钻事故，故需较大扭矩。低轴压、低转速，对于提高钎头寿命和钻孔效率是行之有效的方法。近年来国外潜孔钻机多采用 $0\sim 100$ 转/分的无极调速，而正常作业时所需转速则为 $10\sim 30$ 转/分。

Ⅴ) 高风压。实践证明，高风压是提高钻速，减少钎头磨损，降低凿岩成本的可靠途径。国外近年相继出现 $10.5\sim 24.6$ 公斤/厘米²的空气压缩机，今后仍将继续发展。根据需要，同一钻机可选用不同气压的空压机。

Ⅵ) 钻机操作机械化。为了减少辅助作业时间、提高钻孔效率和减轻操作人员的劳动强度，钻机在起落滑架、送杆、稳车等项作业中均采用液压缸，其动作平稳可靠。大型潜孔钻机设有辅助卷扬，用于更换钻杆和上、卸冲击器用。

Ⅶ) 风水混合除尘。目前大多数钻机仍采用旋风干式除尘，效果不好。近年来，一些钻机采用风水混合除尘效果良好，特别是井下矿应用较多。露天矿也有采用脉冲布袋除尘的。

Ⅷ) 履带和胶轮可选。根据矿山作业条件，可选履带走行或汽车走行。

二、潜孔钻机在国外露天矿山的应用

近年来，由于牙轮钻机技术的迅速发展和改进，国外露天矿山，特别是大型露天矿山，牙轮钻机的使用比例相对增加。但潜孔钻机在中型特别是小型露天矿山仍占较大比重。

根据对十二个国家近70个主要露天矿山，特别是使用潜孔钻机的40余个矿山的粗略统计，从潜孔钻机在国外矿山的使用，可看出如下特点：

I) 潜孔钻机在中小型矿山的使用仍占一定比重。由于潜孔钻机具有结构简单，轻便灵活，造价便宜以及能够穿凿倾斜炮孔等优点，国外中小型露天矿山的采矿，大型露天矿山的基本建设，边坡处理，二次破碎，以及采石、筑路工程等，仍有较广泛的使用。根据1974年对使用潜孔钻机的27个露天矿山的统计，年产500万吨以上的矿山占33.3%，年产 $100\sim 300$ 万吨和年产100万吨以下的中小型矿山，分别占40.7%和24%。

II) 钻孔直径多在 $100\sim 200$ 毫米。根据对国外使用潜孔钻机的40个露天矿山的统计，孔径在200毫米以上的仅占12.5%，而孔径100毫米 ~ 200 毫米的占87.5%，其中孔径165毫米的最多。而牙轮钻机孔径多在250毫米以上，接杆凿岩台车钻孔孔径在100毫米以下。但是近年来，在非矿山工程中也有使用大型潜孔钻机的。据报导英格索尔-兰德公司，为美国阿拉斯加州铺设输油管线埋设混凝土支架而钻凿的柱脚孔，以及其他建筑工程而制造的潜孔钻机，其DHD系列特大型无阀冲击器，最大钻孔直径达762毫米（30英寸）。

III) 几乎都能钻凿倾斜炮孔。由于斜孔爆破具有一系列优点，能钻凿倾斜炮孔是潜孔钻机在中小型矿山得以广泛使用的重要原因之一。

IV) 逐步采用高风压钻孔。由于提高潜孔钻机钻孔风压，可以大大提高钻孔效率、延长风动冲击器、钎头使用寿命以及降低成本，因此国外潜孔钻机正逐步采用高风压钻孔。据国外22个使用潜孔钻机的矿山统计，使用风压在 $10.5\sim 21$ 公斤/厘米²的钻机已达50%左右，并有进一步扩大的趋势。

V) 钎头使用寿命较高。据国外25个露天矿山统计,在铁矿中每个钎头平均使用寿命达648米,有色金属矿为541米,非金属矿为700米。“X”形钎头的最高使用寿命为2,800米(包括修磨后使用寿命在内),柱齿钎头最高使用寿命可达2,500米。

三、潜孔钻机在井下开采中的应用

七十年代以来,美国、加拿大和瑞典一些矿山在井下开采中开始推广使用潜孔钻机。据报导,加拿大国际镍公司(International Nickel Company of Canada Co.)所属12个矿山中,有10个矿山使用了美国三家公司和瑞典生产的潜孔钻机25台,钻孔直径133~165毫米,1972年以来共穿孔100多万米,爆破矿石1000多万吨。美国梅拉梅克公司皮·奇金铁矿从1973年开始使用13台直径165毫米的潜孔钻机。

目前,潜孔钻机在井下开采中主要用于矿柱回采,在大回采工作面上台阶式凿岩爆破也正逐步推广。此外,潜孔钻机还可用来钻凿天井导孔、填砂孔、排水孔及通风孔。实践证明,在井下潜孔凿岩较接杆凿岩有如下优点:Ⅰ.孔径大 炮孔深(用133毫米和165毫米直径,可分别钻凿出122米和91米深的炮孔)、炮孔参数扩大、延米爆破量增加,从而导致劳动生产率提高,凿岩费用可降低60%。Ⅱ.炮孔方位比较准确。据报导潜孔凿岩炮孔的平直度较高,每61米水平炮眼的偏斜仅为2.5厘米,最大偏斜度不超过1%。Ⅲ.由于潜孔凿岩钻凿的炮孔平直,易于控制,能改善矿石的损失贫化指标。Ⅳ.钻头使用寿命较高。目前多使用硬质合金柱齿钻头,合金柱齿直径为16毫米。据称,每钻进60米左右需修磨一次,并可将旧钻头翻新一次使用,而钻头翻新一次所需费用仅为原价的一半,但寿命却与新钻头大致相同。Ⅴ.由于采用湿式凿岩(每分钟注入14升水),油、水雾气和粉尘显著降低;另外,随着孔深的增加噪音逐渐减弱(开孔时105分贝,当孔深5米时,降至85分贝),改善了作业环境。

总之,潜孔钻机已成功地用于井下开采,为井下凿岩开辟了一个新局面,其孔径和孔深有进一步加大的可能,并有在巷道掘进中使用的趋势。当然,在井下采用大孔径潜孔凿岩也带来诸如一次爆破量增大,产生较大震动效应等问题,尚有待进一步研究解决。

第二章 潜孔风动冲击器的构造

第一节 概 述

潜孔风动冲击器是一种潜入孔中的以压缩空气为动力，通过配气装置控制活塞作往复运动并冲击钎头，将能量传递至钎头刃部而破碎岩石的机构。它是潜孔钻机的主要工作机构之一。

潜孔风动冲击器主要由配气装置、冲击活塞、气缸、外套以及前后接头组成。目前，国外生产的潜孔风动冲击器型号和规格很多，根据配气装置的形式，可分为有阀配气式和无阀配气式（即活塞配气）；根据冲击活塞的多少，又有单活塞和双活塞风动冲击器之分；根据排除岩碴方式的不同，还可分为干式、风水混合式。

潜孔钻机的纯凿岩速度和生产能力，在很大程度上取决于潜孔冲击器的性能和产品质量。因此，正确设计、制造和选用高效率的风动冲击器，尽可能发挥风动冲击器的潜力，不断延长其使用寿命是提高潜孔凿岩生产率和降低成本的重要途径，也是研究潜孔凿岩技术的重要课题。

本章将对目前国外风动冲击器的主要组成部分予以评述。

第二节 潜孔风动冲击器的配气装置

潜孔风动冲击器的配气装置，是将经过钻杆送入风动冲击器的压缩空气，分别交替送至气缸的前、后气室，以使活塞作往复运动来冲击钎头的机构。

由于风动冲击器的冲击频率较高，因此，要求配气装置具有如下特点：①气道拐弯少，断面大，密闭性好，压力损失小；②阀体轻，行程合适，动作灵敏；③结构简单，易于制造；④具有耐磨、抗冲击性，使用寿命长。

风动冲击器的配气装置可分有阀与无阀两大类。在有阀类配气装置中，依其阀的形状特点可分片状阀、筒状阀、蝶状阀等。

依配气装置的动作原理，又有压差式、自控式、混合式（以上属有阀类）及活塞式（无阀类）之分。

所谓压差式配气，是依风动冲击器活塞运动方向的前方增压、后方减压所造成的压力差来实现阀的变位。

所谓自控式配气，即风动冲击器活塞运动至一定位置时，以一股压气流来控制阀的变位。

所谓混合式配气，即风动冲击器活塞前进和后退运动时阀的变位，分别采用自控式和压差式。

所谓活塞式（即无阀式）配气，是依靠活塞运动时，以活塞开启、关闭进气路与排气路来实现配气。

目前国外风动冲击器多数为有阀式，并且靠前后气室的压力差改变阀位（即压差式配气）。少数风动冲击器为无阀配气和自控式配气。近年来，由于采用高压空压机，无阀冲击

器已见增多。

下面介绍几种典型的风动冲击器的配气装置，并重点说明其构造及配气的基本原理。

一、压差式配气装置

(一) 四爪片状阀配气装置

四爪片状阀配气装置(图2-1)，主要用于苏联M-1900型与M-150型等风动冲击器*。

它由阀箱1、阀片2和阀座3组成。阀为圆片形并带有四个爪。

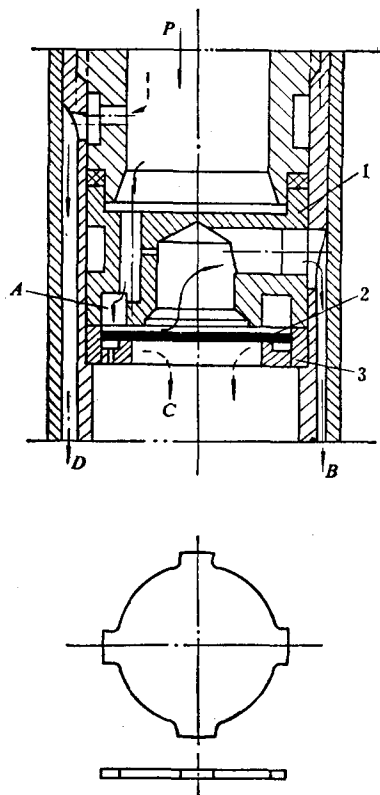


图 2-1 四爪片状阀配气装置

1—阀箱；2—阀片；3—阀座

压气 P 由风动冲击器后接头进入，经阀箱1的气孔直接进入配气室 A 中，当阀片2处于如图示位置时，压气经阀上面的缝隙进入气缸气道，并沿 B 向到达前气室，驱使活塞后退。活塞后退过程：先关闭后气室排气口（即后气室增压），然后开启前气室排气口（即前气室减压）。由于前、后气室产生压力差，而使与之相通的阀片的上下两侧产生压力差，驱使阀片向上移动而变位，此时活塞已行至接近后气室末端。这时，气室 A 中之压气经阀片下面的缝隙沿 C 向进入后气室，驱使活塞前进。活塞向前运动时，造成前气室增压，后气室减压。此压力差驱使阀片向下移动而变位，此时活塞冲击钎尾，又使气路恢复至活塞后退前的状态。阀即如此循环工作。

另有气路 D 不经配气阀直接通到冲击器前端，作为排碴废气的补充通路。全部废气由气缸排气口排出。

四爪片状阀配气装置具有结构简单和比较易于加工制造的优点；但灵敏性稍差，阀片四爪易损坏。

(二) 圆片状阀配气装置

圆片状阀配气装置(图2-2)，用于英国霍尔曼公司生产的VR系列风动冲击器。它同样由阀箱1、阀片2和阀座3组成。阀片为圆片状。

压气 P 经风动冲击器后接头分两条气路进入阀箱1，其中一条气路经阀箱孔直接进入阀箱气室 A_1 中，另一条气路的压气则进入阀箱气室 A_2 中，如图2-2所示。这时气室 A_2 中的压气被阀片封住无有出路。气室 A_1 中的压气则经阀片上面的缝隙沿 B 向进入前气室，驱使活塞后退，产生压差后阀片因压差变位移向上边。此时，气室 A_1 被阀片封住，气室 A_2 中的压气经阀片下面缝隙沿 C 向进入后气室，驱使活塞前进，产生压差后，又使阀片变位而移向下方，如此循环往复。

该配气装置阀片形状简单，但要求阀片平面及周围都是配合面，加工制造较困难。

* 有关各型号的风动冲击器介绍，请见第三章，下同。

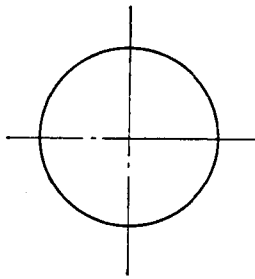
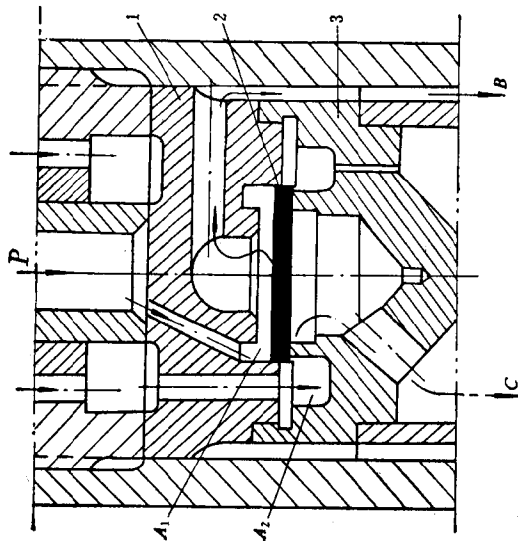


图 2-2 圆片状阀配气装置
1—阀箱, 2—阀片, 3—阀座

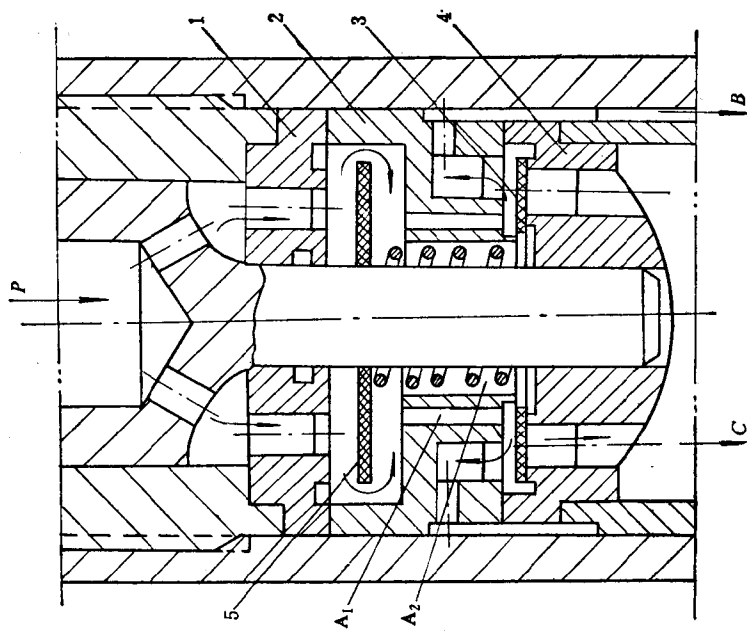


图 2-3 环形片状阀配气装置
1—阀盖, 2—阀箱, 3—阀片, 4—阀座, 5—逆止阀

(三) 环形片状阀配气装置

环形片状阀配气装置(图2—3), 用于英国哈利法克斯工具公司、比利时斯坦努克公司生产的A.S.S.系列风动冲击器以及法国索-迪-塔尔纳公司生产的A.S.S.系列风动冲击器。它由阀盖1、阀箱2、阀片3及阀座4组成。

压气 P 由风动冲击器后接头进入, 经阀盖孔将逆止阀5压开, 后又经阀箱分二路进入配气装置的气路 A_1 及 A_2 中。如图所示, 气路 A_2 中的压气此时被阀片封住; 而气室 A_1 中的压气则经由阀片上面缝隙沿 B 向进入前气室, 驱使活塞后退; 阀片因压差变位移向上方, 气室 A_1 被封住, 气室 A_2 之压气则经阀片下面缝隙沿 C 向流入后气室, 使活塞前进, 产生压差后, 阀片又变位移向下方, 从而又开始了一个新的循环。

此种阀平面及内圆周都是配合面, 因此加工较困难, 但阀的形状较简单。

(四) 斜面蝶状阀配气装置

斜面蝶状阀配气装置(图2—4), 主要用于美国英格索尔-兰德公司制造的DHD系列风动冲击器。它由阀箱1、阀片2及阀座3组成。蝶状阀为圆形, 两面带有斜面, 靠阀片左右摆动实现阀体变位。

压气 P 由风动冲击器后接头进入配气装置的气室 A , 然后经已敞开的左侧气孔(图中蝶状阀的左翼下), 沿 B 向进入前气室, 驱使活塞后退; 产生压差后, 蝶状阀由于压差而摆动变位, 阀的左翼与阀座盖严, 而右翼启开, 于是气室 A 中的压气经敞开的右侧气孔, 沿 C 向进入后气室。活塞串联时(指双活塞和多活塞冲击器), C_1 去前一个活塞的后气室驱使活塞前进, 产生压差后, 阀又摆动变位, 阀右翼与阀座盖严, 左翼敞开, 如此循环工作。

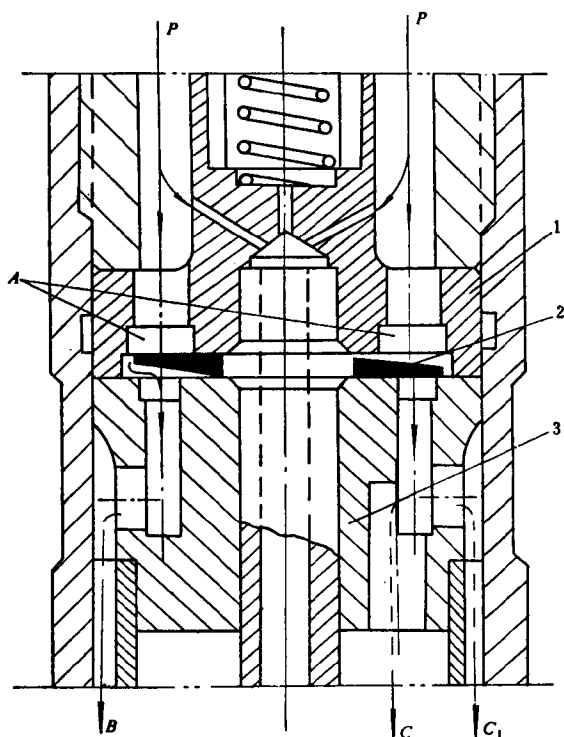


图 2—4 斜面蝶状阀配气装置

1—阀箱; 2—阀片; 3—阀座

斜面蝶状阀配气, 动作灵敏可靠; 但阀片加工较困难。

(五) 平面蝶状阀配气装置

美国乔依公司生产的DH650型风动冲击器采用了平面蝶状阀配气装置(图2—5)。它由阀盖1、阀箱2、阀片3、阀座4和逆止阀5组成。

压气 P 由后接头进入, 压开逆止阀5进入配气装置的气室 A 中, 从已敞开的左侧气孔, 沿 B 向到达后气室, 推动活塞前进。待产生压力差后, 平面蝶状阀摆动而变位, 此时阀的左翼将气孔盖住, 右翼敞开, 压气则沿 C 向到达前气室, 迫使活塞后退, 产生压力差后, 阀又变位, 恢复到原来的位置。

该种配气装置与斜面蝶状阀配气装置基本相同，只是阀片由斜面改为平面，而阀座上有斜面，使易损件阀片便于加工制造。

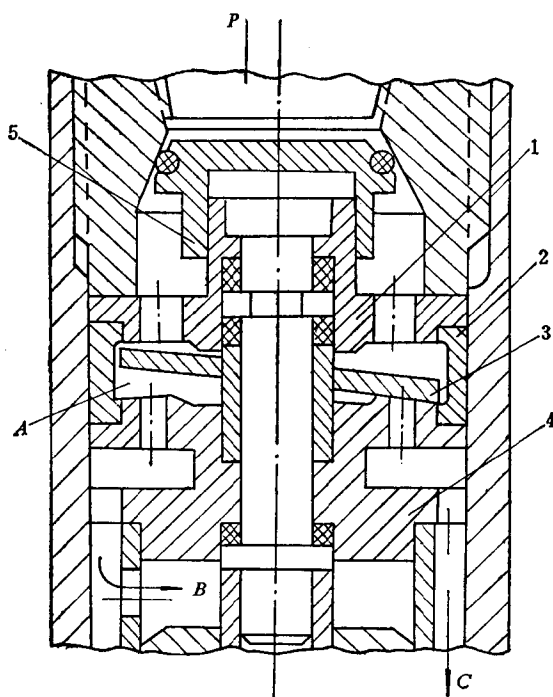


图 2—5 平面蝶状阀配气装置

1—阀盖；2—阀箱；3—阀片；4—阀座；5—逆止阀

(六) 筒状阀配气装置

美国加德纳-丹佛公司生产的AM系列风动冲击器，芝加哥风动工具公司生产的I-T-H

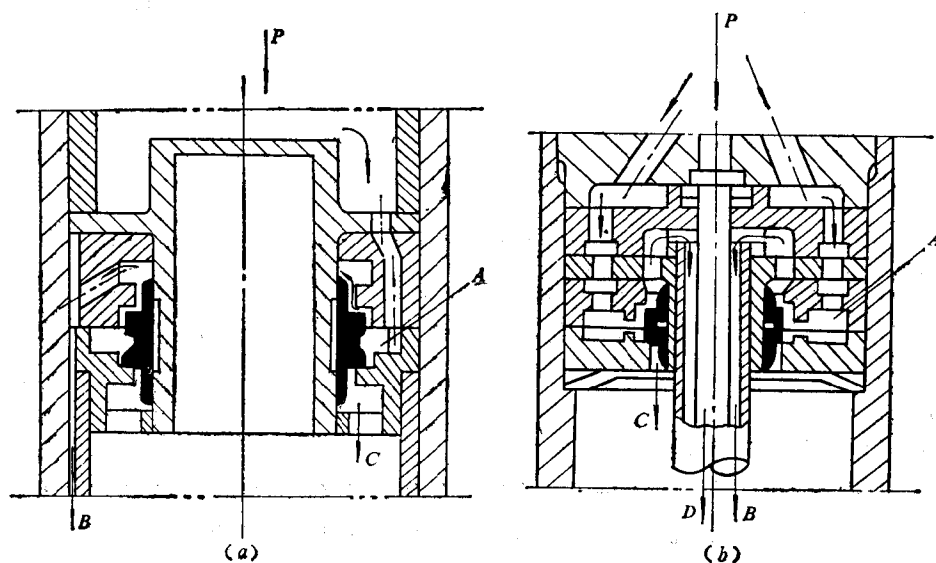


图 2—6 筒状阀配气装置