



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

岩土钻凿设备

YANTU ZUANZAO SHEBEI

张惠等编著



人民交通出版社

China Communications Press



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

岩土钻凿设备

YANTU ZUANZAO SHEBEI

张惠 张晓西 马保松 编著
殷新胜 刘跃进 张金昌



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本教材在教学内容的选择上,侧重于地质勘探钻探设备与基础工程施工设备,具体由十章构成。第一章为概述,简述了钻凿设备的组成及在钻探工程及基础工程的应用以及基本分类等基础知识;第二章为目前还是我国地质勘探钻进中主流装备的立轴钻机;第三章是移动回转器钻机,该型钻机随着我国整体工业技术水平的发展而日益成熟,已经开始大量装备我国地质勘探、水井钻凿、工程施工等应用领域;第四章为传统的转盘式钻机介绍;第五章至第七章为基础工程施工钻凿设备,分别介绍了螺旋与旋挖钻机、冲抓成孔与全套管钻机、潜水钻机、地下连续墙成槽机等;第八章是微型隧道掘进设备;第九章介绍了不同类型的钻塔及其他附属机具;第十章为钻井用泵及其他钻井附属设备简介等。

图书在版编目 (CIP) 数据

岩土钻凿设备 / 张惠等主编. —北京: 人民交通出版社, 2009.3

ISBN 978-7-114-07660-2

I. 岩… II. 张… III. 岩土工程—凿岩机械 IV. TD421.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 033192 号

书 名: 岩土钻凿设备

著 作 者: 张 惠 张晓西 马保松 殷新胜 刘跃进 张金昌

责任编辑: 高 培

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 16.75

字 数: 424 千

版 次: 2009 年 4 月 第 1 版

印 次: 2009 年 4 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07660-2

定 价: 37.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

随着我国地质勘探事业的不断深入和工程建设规模的迅速扩大,钻探行业对钻探专业毕业生的需求在相当长一个时期内都很旺盛,对人才的专业知识要求也随着行业的技术进步而发生相应变化。勘察技术与工程专业是从过去的探矿工程专业演化过来的,课程设置以及教学内容比较侧重于地质勘探领域。但在 20 世纪 80 年代后期至 20 世纪末,我国地质工作遇到低潮,使得许多地勘单位为了生存而纷纷进入工程建设领域。后来,随着工程建设领域中的地下工程部分日益受到重视,软基处理、桩基施工、深基坑支护、地质灾害防治等与岩土钻凿有关的工程越来越多,规模越来越大,难度越来越高,而国外大型桩基设备的大量引进又刺激了国内企业为满足市场急需而研发相应施工设备的积极性,从而形成了从甲方到乙方,从设计部门、生产厂家到施工单位都迫切需要该领域专业人才的局面,探矿工程专业也就是在这种背景下按照社会需求调整为勘察技术与工程专业的。当然,教学内容也进行了相应调整,在确保原探矿工程专业重点为地质勘探领域服务的本质特点之外,又根据社会需求加大了与工程建设领域有关的教学内容。正是在这种社会条件下,勘察技术与工程专业的相关教材也经历了一些比较大的调整,形成了地质勘探与工程施工并重的现状,并为社会输送了大量专业技术人才。

但随着进入 21 世纪,我国地勘工作进入了一个新的高潮期,其中深部找矿成为地质大调查工作的重点,围绕着深部找矿工作给探矿工程带来的新挑战,必须有足够的人才队伍来应对这些挑战。同时,工程技术规模的快速扩大,基础工程施工新技术、新装备的层出不穷,也对专业技术人员提出了更高的要求。本教材正是在这种背景下提出编撰计划并入选教育部十一五规划教材的,其目标就是在继承过去教材的精华并有所发扬之外,剔除部分与已经逐渐退出现场应用的老技术的有关内容,并根据社会需求和相关技术领域的快速发展,将那些新技术、新方法、新装备等纳入新教材,以达到吐故纳新、与时俱进的效果,使得学生在教学中能够学到尽可能新的相关内容。

鉴于油气井钻探设备是一国际化程度最高的钻探设备门类,有石油工程专业的相关教材专业讲述油气井钻探设备,故本教材将以地质勘探和基础工程施工领域的岩土钻凿设备为主要内容。

本教材在教学内容的选择上,侧重于地质勘探钻探设备与基础工程施工设

备,因此书名确定为《岩土钻凿设备》,具体由十章构成。第一章为概述,简述了钻凿设备的组成及在钻探工程及基础工程的应用以及基本分类等基础知识;第二章讲述目前还是我国地质勘探钻进中主流装备的立轴钻机;第三章介绍移动回转器钻机,该型钻机随着我国整体工业技术水平的发展而日益成熟,已经开始大量装备我国地质勘探、水井钻凿、工程施工等应用领域,该章重点对移动回转器钻机的基本原理、基本构成、主要特点等进行了讲述;第四章为传统的转盘钻机介绍;第五章至第七章为基础工程施工钻凿设备,分别介绍了螺旋与旋挖钻机、冲抓成孔与全套管钻机、潜水钻机、地下连续墙成槽机等;第八章是微型隧道掘进设备;第九章介绍了不同类型的钻塔及其他附属机具;第十章为泵及空气压缩机简介等。

参与本教材编写工作的有张惠、张晓西、马保松、殷新胜、刘跃进、张金昌,其中,马保松编写第八章,殷新胜编写第三章第二节的第二部分,刘跃进编写第二章第五节和第五章第二节的第四部分,张金昌编写第六章第四节的部分内容,其他部分内容由张惠、张晓西编写,张惠主编。

本教材在编写时,参考了其他同志编写的书籍、教材、文章及不同生产厂家的产品样本与使用说明书,特别是河北新河钻机有限公司、徐州东明机械制造有限公司、无锡双帆(无锡金帆)钻凿设备有限公司、无锡探矿机械厂等还提供了部分设备的详细技术资料,勘探技术研究所的范存孝、李建华、刘凡柏、宋志斌、冯起增等同志对本书的编写也有贡献,在此一并致谢。

由于编者水平所限,加之资料不很充分,书中一定会有错误和不妥部分,敬请读者批评指正。

编者

2008年8月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 钻探设备发展历程	1
1.2 钻探设备的组成及负载特性	3
1.3 钻机的组成及分类	4
1.4 钻机技术参数	6
1.5 各类钻机的特点	8
1.6 国产钻机型号及其他钻探设备型号的类别标志和特征代号的编制原则.....	10
第 2 章 立轴钻机	14
2.1 立轴钻机的结构特点及应用范围.....	14
2.2 立轴钻机主要结构及作用.....	15
2.3 XY-4 型立轴钻机	21
2.4 XY-5 与 XY-1 立轴钻机简介	38
2.5 CD-3 立轴钻机简介	42
第 3 章 移动回转器式钻机	49
3.1 全液压力头式钻机.....	49
3.2 机械移动回转器钻机.....	81
第 4 章 转盘式钻机	93
4.1 转盘式钻机的类型、结构特点和应用范围	93
4.2 机械式转盘钻机的组成及分类.....	93
4.3 典型机械式转盘钻机结构.....	95
4.4 KPG-3000 型全液压转盘钻机	113
第 5 章 长螺旋钻机与旋挖钻机	119
5.1 长螺旋钻机	119
5.2 旋挖钻机	127
第 6 章 冲、抓成孔(槽)机与全套管钻机	138
6.1 CZ-22 型冲击钻机	139
6.2 CJF-20 型冲击反循环钻机	142
6.3 地下连续墙抓斗成槽机	146
6.4 全套管钻机	150
第 7 章 潜水钻机与其他地下连续墙成槽机	163
7.1 潜水钻机	163
7.2 轮铣式地下连续墙成槽机	170

第 8 章 微型隧道施工技术与设备..... 175

8.1 螺旋排土式微型隧道工法 176

8.2 水力排土式微型隧道工法与设备 185

8.3 气力排土式微型隧道工法 194

第 9 章 钻塔及附属机具..... 200

9.1 概述 200

9.2 钻塔的结构 204

9.3 钻塔的载荷计算 211

9.4 升降工序附属机械与工具 218

第 10 章 钻井用泵及其他钻井附属设备 224

10.1 概述..... 224

10.2 往复泵..... 224

10.3 离心泵..... 239

10.4 泥浆净化设备..... 244

10.5 空气压缩机..... 247

参考文献..... 261

第 1 章

概 述

岩土钻凿设备的主要功用是在地层上钻进挖掘各类孔道。它是钻孔、掘进、提升、排渣、运移等多种功能的组合体,可以是一台组装成一体的设备,也可以是多台设备的组合,广泛应用于地质、建筑、水电、交通等各行各业的施工。地质勘探行业常将其称为钻探设备,其主要组成有钻机、泥浆泵、钻塔及泥浆制备和净化等辅助设备,其中钻机用于完成钻孔钻进及提升给进工作,是钻探设备的核心设备。本书以应用于不同钻探方法的钻凿设备为核心内容,同时对钻塔、泥浆泵、空压机、微型隧道的施工设备等也进行简单介绍。

1.1 钻探设备发展历程

我国是世界钻探技术的发源地,渊源于远古时代掘凿井技术。至少在公元前 50~公元前 30 世纪,先民们就已经开始掘凿水井了,后来又凿井取卤和开发了天然气,这是古代钻探技术的萌芽。有资料记载,早在四五千年前的史前期就有“黄帝穿井”之传说,战国末期已开始使用简单器械凿井,公元前 254~前 251 年秦昭王时期,秦国李冰指导民众开凿大口盐井(大口径浅井),北宋时代已由大口浅井向小口深井过渡。北宋庆历年间(1041~1048 年),在继承汉唐以来大口浅井的基础上,发明创造了竹箴绳索式冲击钻进法——卓筒井(小口径钻探),这是现代盐井、气井、油井、水井技术装备的雏形。到了明代中叶,钻探工艺已详细分为:相井位、挖大口、立石圈、凿大窍、下木竹、凿小窍等工序,到了清代这种钻井工艺更加规范。中国古代钻井技术何时传入西方有两种说法:一种说法是公元 11~12 世纪,另一种说法是公元 17 世纪。不论哪一种说法,中国古代卓筒井钻井法比西方(1808~1831 年)出现的钢绳冲击钻井法至少早七百多年。正是我们的先民依靠早期的钻掘活动,才使山洞穴居或傍河而居的古人有可能走到广袤而缺水的大平原,是钻井技术帮助广大内陆的古人找到了盐,也是钻探,使古人找到了铁、铜、石油等各种矿产,帮助人类迅速地摆脱蒙昧落后的状态,一步一步地从旧石器时代、新石器时代走向文明的社会。李约瑟博士在他的宏著《中国科学技术史》中以确切的史笔肯定了中国对世界人类的这第五大发明,并且肯定西方冲击钻探技术也是从中国宋代传播过去的。

20 世纪初,回转钻探技术应用于生产,并逐步产生了钢粒、硬质合金、牙轮及金刚石钻探技术,钻探技术得到飞速发展。钻探领域也随之逐步扩展至除矿产资源勘探、地下资源采取(如水、油、气、盐等)外的工程勘察施工、地质灾害治理、非开挖铺管等与人民群众日常生活息息相关的众多应用领域。

随着钻探工艺的飞速发展和应用领域的拓宽,钻探设备也迅速地从无到有;从性能简陋到功能完善;从品种单一到种类齐全。

有人说地勘钻机是所有其他领域所用钻机之父,其基本功能、基本构成等具备广泛的代表性,所以下面以地质勘探钻机的发展为例简单介绍我国钻探设备的发展过程。

1.1.1 第一个发展阶段:手把给进式钻机

我国解放初期,为解决地勘工作需要,曾经引进了一批这类钻机,随后又大量仿制,其代表型号有 XB-300、XB-500 及 XB-1000A 等。这类钻机的主要特点是:

- ①结构简单,制造容易,成本低。
- ②坚固耐用,易于掌握,解体性好,拆装、搬运方便。
- ③机构笨重,机械化程度低,劳动强度大,操作分散,安全性、可靠性差。
- ④特性参数落后,且难以准确控制,钻进效率低。

1.1.2 第二个发展阶段:油压给进式钻机

随着合金钻进技术进一步成熟和发展,钻头类型增多,规程强化,手把给进式钻机已经明显不能适应钻进工艺发展要求。与此同时,由于粉末冶金技术的发展,导致铸镶金刚石钻头新工艺的出现,而金刚石钻进工艺对钻机提出了新的要求,如精确控制钻压、高的回转速度及良好的调速特性等,加之当时的液压技术也有了长足的发展与应用,在这种条件下,我国开始进行油压给进式钻机的研制,XU-600 钻机是我国第一台自行设计制造的油压立轴式钻机,该钻机有如下特点。

- ①给进工序与部分辅助工序(松紧卡盘、移动钻机、拧卸钻具等)实现了液压控制。
- ②性能平稳,操作集中、灵便、安全,劳动强度有所降低。
- ③机械传动,纵向布局,结构紧凑,但解体性能较手把钻机差。

同时,我国地勘单位还设计制造了 XJ-100、XU-300 钻机、红星-300 水井钻机、BW-250/50 泥浆泵以及四脚金属钻塔等,从而使我国岩心钻探设备进入了自行设计和制造的新阶段。

1.1.3 第三个发展阶段:全液压动力头钻机

随着工业技术,特别是液压技术的逐步发展与完善,同时,在西方工业发达国家的劳动成本中工资成本所占比重越来越大,国外开始在岩心钻机的高度机械化上投入力量进行研究,其结果,全液压动力头钻机应运而生。我国从 20 世纪 70 年代引进瑞典、美国、加拿大等国的全液压钻机,这类钻机的引进带动了国内全液压动力头钻机的研制,但由于当时液压元件的制造水平落后,制约了全液压钻机的推广使用,随着改革开放的进行及国内的机械制造技术迅速发展,目前,我国全液压钻机的研制水平得到迅速提高,其生产的钻机不仅能满足国内需要,还销往世界各地。

与此同时,随着钻探技术应用领域的不断拓展及钻探设备设计制造能力的成熟,我国所研制机械设备功能也得到不断发展和多样化,设备品种逐渐演化成地质勘探岩心钻机、油气井钻机、水文水井钻机、工程勘察钻机、工程施工钻机、非开挖导向铺管钻机、建井钻机、特种钻机(冰层钻机、太空星体钻机等)等若干个大的门类,钻机小到可以手持、质量仅十余千克的薄壁钻机(墙上打孔用于安装管道如上下水管道、空调管道等),大到需要整列火车装载重达上千吨的超深孔钻机(如 9 000m 电动石油钻机等)。到目前为止,我国自行研制的钻探设备的机型和系列化程度已满足国内施工的不同需要。

1.2 钻探设备的组成及负载特性

钻探设备是指钻探施工中直接应用的机械设备和装置。钻探设备包括钻机、泥浆泵及钻井液净化制备设备、钻塔等。其中,钻机是进行钻探工作的主要设备,用于带动钻具向地层深部钻进,并通过升降机起、下钻具,是完成钻进工序的主要设备,选用钻探设备时,以钻机为主机来配备其他设备。泥浆泵用于在钻探施工中循环钻井液,用于冷却携带岩屑、冷却钻头和润滑钻具,并为孔底动力钻具提供能源。钻塔主要用于固定支承起升系统的导向机构。

由于地层的多样性,孔内情况复杂多变,钻探设备特别是钻机的各执行机构的负载有不同的特点,对动力提出不同要求。

1.2.1 钻机回转器的负载特性

回转器带动钻具回转并切削岩石,其所需功率的大小不仅随孔深而变化,即使一个回次中在钻进规程参数不变的情况下,由于岩层的不均匀性,钻具在孔内所遇到的阻力也是不断变化的。不仅如此,当组合钻杆柱较长时,钻杆柱可视为一弹性体,某些特定情况下,所产生的弹性力可能使回转器出现负载负值的情况。回转钻进对动力的要求如下。

①应有一定的转速及扭矩调节范围,以满足相应的钻进工艺。

②应具备 1~2 挡反转速度,以满足处理事故及辅助工作的需要。

③回转器最好可无级变速,以适应不同钻井工况,一般多采用恒功率调节,能充分利用功率,但钻井工艺有时需要恒扭矩调节。

1.2.2 升降机工作时的负载特性

起下钻作业时升降机提升的钻杆柱重量,不仅在全孔过程中从开孔时最小值到终孔时的最大值变化,而且每一回次起下钻过程中,随立根数的增减,其负荷呈阶梯状变化。如图 1-1 所示为大钩提升载荷 Q_h 与提升速度 v 的关系曲线。

若提升速度能随载荷的变化而相应变化,即图中曲线 1 工作,这是最理想的情况,功率利用最充分。绞车载荷是随起下钻过程中立根数目的逐一减少而呈阶梯状下降,若提升速度 v 也能随立根数的每次减少而相应增加,即曲线 2 工作,则功率利用虽不是最理想,也已很充分。但在机械变速有限挡情况下,这是不易做到的,曲线 3 是分级变速时的曲线,功率利用不充分,阴影三角面积是未被利用的功率。

所以按绞车的工作特点,对动力机的要求是:

①绞车为恒功率调节,最好能无级变速,以充分利用功率,速度调节范围 $R = v_{\max}/v_{\min} = 5 \sim 10$ 。

②具有短期过载能力,以克服启动动载、振动冲击和轻度卡钻。

③绞车工作时启停交替、要求动力传动系统有良好的启动性和灵敏可靠的控制能力。

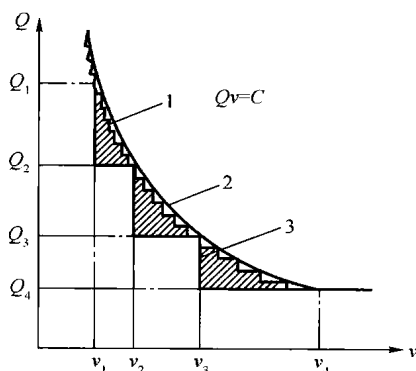


图 1-1 大钩提升载荷与速度

1.2.3 泥浆泵工作时的负载特性

泥浆泵一般都在额定冲次附近工作,负载的波动幅度较小,因此对驱动系统的要求比绞车、转盘都简单。主要要求是:有一定的速度调节范围($R=1.3\sim 1.5$),以充分利用功率,允许短期过载,以克服可能出现的憋泵。

1.3 钻机的组成及分类

钻机基本上由动力机和动力传递机构、执行机构、操作机构及辅助工作机构组成。动力机及动力传递机构主要为钻机及其辅助装置提供动力,并进行动力传递及变换;执行机构主要包括回转机构、给进机构、升降机构、拧卸机构及钻井液循环装置等,直接应用于钻进施工;操作机构主要包括控制屏、操纵台和各种控制按钮、手柄、指示仪表等,用于钻机的操纵、监测及控制;辅助工作机构:包括机架、行走机构、除尘装置、照明、司机室等。

钻机根据其用途、采用的钻进工艺方法和结构特征等的不同,主要划分为以下类型。

1.3.1 按钻机的用途分

按钻机的用途分可有以下几种。

岩心钻机:用于金属及非金属固体矿产的普查及勘探,或要求取芯的其他用途的钻孔的施工(如水文孔、地质勘察孔等)。这些类型的钻孔,在钻进中要求取出保持地层原状的岩心,因此,将主要用于这些类型钻孔施工的钻机称为岩心钻机。

水文水井钻机:用于地下水资源的调查、勘探和开采。这种类型的钻机为适应地下水探采结合的要求,既可以钻进水文孔,又能完成水井孔的钻凿,故称为水文水井钻机。

工程勘察及工程施工钻机:用于大型工程建筑的基础桩孔的施工。采用钻孔桩可以缩短施工周期,提高成桩质量。许多现代的大型工程建筑常采用钻孔成桩的方法,因此促进了工程施工钻机的发展。

石油钻机:用于陆地及海洋石油及天然气的普查、勘探和开采的钻孔施工。

特种施工钻机:如非开挖铺管钻机、砂矿钻机、浅孔取样钻机、地下钻机、水域勘探、极地、冰川、星球等取样钻探等。

1.3.2 按钻进工艺方法分

按照其所应用的钻进工艺方法分,通常分类如下所示。

冲击式钻机:通过钻头周期性的上下运动冲击破碎岩石,实现钻孔的钻机称为冲击式钻机。

回转式钻机:通过钻头在孔底的回转而破碎岩石的钻机称为回转式钻机。回转式钻机可以完成多种类型的钻孔,是目前应用最广的一种钻机。

振动式钻机:它是采用振动器迫使钻具产生轴向周期性振动,依靠振动所产生的力使钻头吃入地层,实现钻进。振动式钻机适用于松软地层钻进。

复合式钻机:具备两种以上钻进方法的钻机称为复合式钻机。常用的有冲击一回转式钻机以及冲击一回转—振动—静压复合式钻机。

1.3.3 按结构特征分

同一用途的钻机按其结构特征,又有许多类型,不同的结构有不同的工作性能和使用范围。以岩心钻机为例依据回转器等不同可分为立轴式、转盘式、移动回转器式。移动回转器式又分为全液压动力头式和机械动力头式,全液压动力头又分为双动力头和单动力头回转器等类型。按钻机的给进形式又可分为手轮给进、油缸给进、油缸链条给进(钢丝绳)、马达链条(钢丝绳)给进、齿轮齿条给进等形式。

1.3.4 按驱动动力分

可分为内燃机驱动和电机驱动。

电机驱动又分为直流电机和交流电机驱动两种类型。直流电动机具有良好的调速性能及较理想的机械特性,目前,较为先进的直流电机控制采用 AC-SCR-DC 控制,即交流电流通过可控硅装置整流驱动直流电动机,该控制驱动系统具有较好的调速性能、启动性能和机械性能。但由于直流电机机体笨重、结构复杂,可控硅控制装置造价高,设备所占空间大,目前主要用于大型石油钻探和一些大型工程施工设备。三相异步交流电动机具有结构简单、维护方便、价格便宜的特点,因而在有电力供应地区,钻凿设备多采用三相异步电动机驱动。设备执行机构所需速度范围采用机械调速方式实现,较为先进的设备也有采用变频的方式进行调速的。

内燃机分为汽油机和柴油机两种类型。相对于汽油机,柴油机的动力输出特性能更好满足钻凿设备的动力要求,因此,在施工现场无电力供应的条件下,一般采用柴油机驱动。与电力驱动比较,柴油机驱动存在能耗大、搬移不便等缺点。

为了改善柴油机动力输出特性,大型柴油机往往配备液压耦合器或液压变矩器,以改善其输出性能。耦合器或变矩器动力传递采用工作油液进行传动,为软连接,传动柔性,可吸收振动与冲击,防止工作机过载,当外载增加导致涡轮制动时,动力机(主动轴)仍可以某一转速工作而不灭火。耦合器与变矩器的区别是:耦合器只能传递力矩、变速,而不能增加柴油机的力矩;液力变矩器随外负载变化能自动无级地变速变矩,特别是在驱动绞车静止启动时,可明显提高钻机的起升功效。

为了提高气缸内的进气量,使得燃料充分燃烧,有效提高柴油机功率,有的柴油机还设有增压装置,增压装置常采用废气涡轮的形式。在高原地区施工,由于空气较为稀薄,最好选用增压式柴油机进行驱动,并适当提高驱动设备的选用功率。

1.3.5 按动力传动形式分

可分为机械传动、液压传动、气力传动和电传动。

机械传动:具有结构简单、传动可靠、传动效率高、易于加工和制造、成本低、便于大功率传递等优点;但存在体积大和质量大,不便于远距离传递,布置不及液压和气动传动灵活,在传动中有较大的振动和冲击等问题。

液压传动:这种传动结构紧凑、体积小、重量轻、传动平稳、布局灵活、可无级调速、便于实现顺序动作和远距离控制及操作;但液压件要求加工和装配精度高,造成加工、装配困难,相应成本提高,同机械传动相比传动效率低,功率消耗大。

气力传动:气力传动采用压缩空气作动力介质,无介质费用,不存在供应困难。气力传动

压力损失小,便于集中供应和远距离输送,由于气体泄漏无污染及介质损失,对密封要求不严,可适当降低元件的加工精度。气力传动可在高温、腐蚀、振动、易爆等恶劣的环境中工作,易于集中控制、程序控制和实现工序自动化。但由于空气的可压缩性,使工作速度不易稳定,外载对速度影响较大,难于准确控制与调节工作速度;且由于气力传动工作压力低,使结构尺寸较大。

在钻机结构中,机械传动是常用的传动方式,但由于机械操纵劳动强度大,操纵不便,纯机械传动式钻机已逐渐减少,目前只在结构比较简单的轻便浅孔钻机中应用。液压传动在钻机中的应用越来越多,已由最初只用于钻机的给进机构发展到钻机的主要传动部分。液压传动的应用在很大程度上提高了钻机的功能和工作能力,提高了工序操作的自动化程序。气力传动虽然具有许多优点,但它需要单独的供气设备,因此,适用于有空气压缩机进行空气潜孔锤等空气钻进的施工工地及配备有压风设备的矿山、坑道。

1.3.6 按装载形式分

钻机按装载形式可分为散装式、机架组装式、拖拉式及自行式。散装式就是将钻机分成几部分,到施工现场组装后方可施工;机架组装式是将整个钻机都组装在一个底座上;拖拉式是钻机底座上装有轮子,可采用车拉或人工推拉移动钻机;自行式又分为履带底盘式、步履式、汽车底盘式。履带底盘可在极差的路面如高低不平、软的、沼泽地方行走,但钢履带极易损坏路面;步履式移动很慢,且对地面有一定要求,适合短距离移动孔位。在高山峻岭施工,设备多采用散装形式,通过人力、牲畜或飞机空运的方式将设备搬运到孔位。

以上这些结构可根据钻机的使用要求,进行不同组合。如岩心钻机,由于要采取岩心,岩心钻机必须采用回转的形式而不能采用冲击的形式,其动力传动形式可以是机械传动。也可以是液压传动。无论采用哪种传动,都可以用电驱动或用柴油机驱动;无论采用哪种传动、哪种动力驱动形式,都可以采用散装式、机架组装式、拖拉式及自行式这几种装载形式。

1.4 钻机技术参数

钻机的技术参数能综合反映钻机的经济指标,是选择钻机、使用钻机、设计钻机及评价钻机的重要依据。钻机的技术参数随钻机的类型不同而有所差别,一般包括能力参数、各工作机构的工作参数、配备动力机的有关参数、钻机的重量及总体尺寸等。

钻机的能力参数是指钻机的额定深度(钻深或孔深)、采用的钻杆直径(指钻杆外径)、钻孔直径(开孔直径及终孔直径)和钻孔的倾角范围四项参数。能力参数表明了钻机可以完成钻孔的结构,也反映了钻机的钻进能力和工作范围。

主参数是钻机技术参数最能反映钻机能力的参数,一般用于钻机型号标注。

1.4.1 钻机的能力参数

(1)钻进孔深:指钻机所能完成钻孔孔深。钻机铭牌上表明的是钻机所能完成钻孔的额定孔深。钻进孔深是钻机的一个重要参数,是我们选择钻机的重要依据。但钻进孔深不能完全反映钻机工作能力的大小,因此,在说明钻机的孔深时,往往要附加采用的钻杆直径这一条件(这项指标主要同提升能力有关)。岩心钻机、水文水井钻机、工程勘察钻机及锚固钻机将一定

钻杆直径下额定孔深或相应序列号作为其钻机型号标注的主参数。

(2)钻杆直径:钻杆直径是指钻进的主要孔段所采用的钻杆的外径。钻杆的直径大小与孔深、孔径、转速和传递功率大小有关。一般钻孔越深、直径越大、钻进所选转速越高,所用钻杆的直径也越大。

(3)钻孔直径:钻孔直径包括开孔直径和终孔直径,钻孔直径反映了钻机可完成的钻孔结构和适应的钻进方法,基础工程施工钻机一般将钻孔直径作为钻机型号标注的主参数。

(4)钻孔倾角:指钻机所能完成钻孔的倾角范围。水文、水井、工程勘察及基础工程基本上都是垂直孔,一般不考虑改变钻孔方向;而固体矿床勘探、锚固、非开挖导向铺管等特殊用途的施工钻机常需改变钻孔角度以满足施工要求,所以必须具备变角机构。

1.4.2 钻机的其他技术参数

(1)钻机功率:钻机的功率是指钻机配备的动力能力,钻机配备的动力机功率可间接反映钻机能力大小。

(2)钻机回转器参数:回转器参数包括回转扭矩、转速及通孔直径和让开孔口的距离。回转器的扭矩表明驱动钻具克服孔内及钻头阻力进行回转的能力。回转器的转速包括最高转速、最低转速、速度级数或调速范围、反转速度,回转器转速的选择取决于钻进工艺及钻进方法的需求。回转器通孔直径和让开孔口的距离应满足所需通过机上钻杆或粗径钻具的直径要求。

(3)钻机升降机参数:钻机升降机的参数包括提升能力及提升速度。钻机升降机提升能力一般指单绳最大起重量,该参数可反映钻机提取钻具及处理事故的能力。钻机升降机的提升速度指卷筒缠绕钢绳的速度,一般升降机的提升速度与安全操纵规程、动力机功率、提升起重量有关,一定动力机功率下,起重量越大,提升速度越慢。在钻机功率和安全操纵规程允许的情况下,应尽量选用高的提升或下放速度,缩短辅助工作时间。

(4)给进机构参数:给进机构参数包括给进力、提升力、提升及给进速度、给进行程。

给进力:为孔内钻具施加的压力及向下推进钻具的能力,主要用于加压钻进。

提升力:提升钻具的能力。非开挖铺管钻机称为回拖力,指提升(回拖)或处理孔内事故的能力。主要用于减压钻进、提升钻具、强力起拔钻具,非开挖铺管钻机则用于回扩孔、回拉管道,非开挖铺管钻机将其作为钻机型号标注主参数。

提升及给进速度:钻具提升或下放的速度。

给进行程:回转器不倒杆钻具可以移动的距离。

(5)冲击机构参数:冲击机构的基本参数包括钻具质量、冲程和冲次。

钻具质量:钻具质量是影响钻头冲击力的主要因素,钻头冲击孔底时的能量与冲击钻具的质量成正比。

冲程:即冲击高度。冲程越大,钻具冲击孔底的冲击能量越大。

冲次:即钻具每分钟冲击孔底的次数。在钻具每次冲击获得良好破碎效果的前提下,冲次越高,钻进效率越高。

(6)钻机的外形尺寸和重量:钻机外形尺寸包括长、宽、高;重量有整机重量和可拆部件重量的参数。钻机外形尺寸和重量参数是运输和施工场地安装必须考虑的内容,特别是需用人力搬迁的山区,钻机可拆散部件重量是选用钻机重点考虑的因素之一。

1.5 各类钻机的特点

1.5.1 岩心钻探

岩心钻探施工用于获取各类地层、不同深度的岩心,通过所钻的钻孔监测及获取的原状岩心分析,获取地层信息,达到了解或验证地下岩层情况的目的,主要用于金属及非金属固体矿产的普查及勘探,要求取芯的工程地质勘察、水文地质勘探等工作。岩心钻探的钻孔深度变化较大,一般从数米到上千米之间;钻孔口径较小,一般钻孔口径在几十毫米到一百多毫米;钻进地层以基岩为主,但可能伴随多种复杂地层;另外,岩心钻探多在交通不便的地域。

岩心钻探主要采用金刚石钻探、硬质合金钻探、钢粒钻探等钻进方式,以适应不同岩层钻探要求。岩心钻探钻机应具备如下特点:

①钻机采用回转式钻进方式,以适应各类地层的取芯要求。

②钻机回转器转速高,转速范围宽,岩心钻探口径小,金刚石钻探要求钻头线速度达到 $2\sim 4\text{m/min}$,宽的调速范围用于不同的钻进方法,低速用于开孔、上扣或扫孔用。

③由于各种矿体在地下的产状不同,为求得倾斜矿体的真实厚度,常常需要钻进不同倾角的钻孔。为了准确获得地层信息,便于精确计算储量,钻孔的角度误差要求较为精确,钻机应具有良好的导向性能和合理的变角范围。

④钻机在满足使用要求的前提下,应尽可能做到体积小、质量轻、可拆性好,以适应交通不便的山区运输条件。

⑤由于金刚石等钻进方式对钻压有一定要求,钻机应能进行可控加减压钻进。

1.5.2 水文水井钻探

水文水井孔钻探包括水文地质钻探和水井钻凿,水文地质勘察需取岩心,采用取芯钻进而水井钻探不需取芯,常采用全面破碎的方式。水井钻探地层复杂,多为第四纪松散地层及破碎地层、溶蚀性地层,钻进及护孔都较困难,水井钻探多采用回转的方式,有时在卵砾石及硬岩地层钻进也采用冲击的方式。水文水井钻井口径较大,这类钻机有以下特点:

①对于回转钻进的钻机,所需回转扭矩高,钻具通过能力大,要有适当的转速范围,满足大小口径钻孔需要。

②由于钻具较重和成井下管要求系统提升能力大及钻进中多种用途的要求,需配两个以上的卷扬机。

③为了适应地层的复杂性,钻机最好具备回转、冲击的功能。

④由于回转扭矩较大,钻具直径较大,最好具有机械拧卸及移摆管功能。

⑤在钻井深度不大、施工周期短、孔位比较集中的地区钻进,钻机移位应方便、快捷,最好采用车装或拖挂式装载形式。

⑥水井钻机钻进地层复杂,常采用多种工艺钻进,钻机应满足泡沫、清水、泥浆空气等不同介质钻进要求,可完成正反循环钻进。

1.5.3 工程地质勘察钻探

工程地质钻探用于地下建筑和水下基础施工在设计与施工前的工程地质勘察。需取岩土

样及进行孔中试验,工程地质钻孔深度较浅,多在数十米内,钻孔密集、施工周期短、搬迁频繁;工程勘察钻孔直径多在 200mm 以内,其所遇地层基本为第四纪地层、人工填造及风化、半风化基岩层,一般松软、破碎。工程地质勘察钻机具有以下特点:

①钻机安装拆迁灵活,移位方便。

②为适应不同地层取样要求,钻机应适应多种钻进方法和钻进工艺,具有冲击、回转、静压取土、跟管钻进等多种功能,可进行正反循环及无循环钻进。

1.5.4 砂矿钻探

由于砂矿地层松散且常伴有卵砾石层,砂矿钻探一般要求套管超前钻进,以达到保护钻孔壁、隔离水层及防止钻孔以外的多余矿层物质进入勘探钻孔之目的,从而能保证砂样品的真实度。根据砂矿地层构成不同,砂矿钻孔直径为 130~325mm 不等。

砂矿钻机具有以下特点:

①应满足冲击、慢速回转套管、抓斗抓取、钻斗旋挖、空气反循环取样、喷射钻进等多种钻进方法。

②搬移方便,其底盘应采用沙漠地区常用履带底盘或沙漠宽轮底盘。

③应能适应沙漠早晚温差较大的特点,应具有防风、防沙功能。

1.5.5 锚固施工

锚固技术是利用岩石或土体自身强度和自承能力,通过金属杆件或钢制缆索加以固定,以增加构筑物的稳定性,用以完成置放锚杆或锚索的孔眼有赖于锚固钻机成孔。锚固施工多在斜向甚至垂直于地面的土体或岩体钻孔,有些钻孔距地面较高,地层复杂,可遇松散、破碎、砾石、硬岩等各种地层;孔较浅,一般不超过百米;钻孔口径较小,一般在几十毫米到一百多毫米。锚固钻机具有以下特点:

①钻机多采用回转方式,回转扭矩大,起拔能力强。

②钻机移动孔位方便,散装钻机分体部件便于搬移,钻机组装、安置便捷。

③可满足潜孔锤、牙轮、螺旋干钻、跟管钻进等多种施工方法要求。

④可钻进一定角度斜孔。

⑤钻机机座锚固能力强。

1.5.6 导向非开挖施工

导向非开挖铺管技术主要用于在不破坏地表环境及建筑物的基础上穿越管道。导向非开挖钻孔主要穿过地层为回填土、砂土等松散层,常遇坚硬孤石,导向非开挖钻进要完成倾斜和水平钻进,并回扩钻孔拖拉管线,多采用回转、喷射、顶进的方式钻进。非开挖导向铺管钻机应具有以下特点:

①回转扭矩高。

②回转器导向机构可进行一定角度的调整。

③锚固能力强,移动快捷方便。

④应配有机绞管装置。

⑤导向性能好,给进及回拖力大。

1.5.7 水平孔钻进施工

水平孔钻进主要穿过地层为回填土、砂土等松散层,常遇坚硬孤石,长度较短,多为几十米,钻孔直径视用途而异,钻孔常要求保持严格水平方向。水平钻进常采用双管反向回转钻进、全套管钻进和无循环螺旋钻进等方法,水平钻机具有以下特点:

- ①回转器导向机构水平安装,并可调整一定角度。
- ②给进力及回拖力较大,导向性好。
- ③回转扭矩较大。
- ④锚固能力强。
- ⑤应配有机械拧管装置。

1.5.8 取样钻机

取样钻机主要用于地质填图、普查找矿、以钻代替槽井探、验证物化探异常及工程地质勘察。取样钻机多采用回转的形式,其特点是轻便、结构简单。

1.5.9 基础工程施工

基础工程施工钻机多遇第四纪砂、土、卵砾石地层和风化、半风化地层,在基岩中也有一定的钻进进尺;钻孔浅,施工现场密集分布,常受施工周期及场地、环境的限制;口径大,单位时间内产生的岩粉量大;根据不同地层、不同施工要求采用不同钻进方法:螺旋无循环钻进、正循环钻进、反循环钻进等;钻孔除圆孔外,根据施工要求,有时还需完成特定形状的孔或槽;为简化施工流程,要求钻孔与其他一些工程施工工序紧密衔接。由于基础施工钻机所需能力较大,整体结构相对较大。基础工程钻机种类较多,有转盘式、冲击式、冲抓式、全套管式、螺旋式等,基础施工钻机有以下特点:

- ①回转扭矩大,转速低。
- ②钻进方法和钻进工艺多样性。
- ③钻具直径大,回转器钻具通过能力强。
- ④排渣量大、易污染环境,为减少环境污染,工程钻机要采取防污和排污措施。
- ⑤便于移动孔位,钻机多采用散装或机架式组装,为适应打密集桩孔的需要,可采用步履式或滚筒式移位对孔机构。

1.6 国产钻机型号及其他钻探设备型号的分类标志和特征代号的编制原则

目前国产钻探设备的类别标志和特征代号的编制原则尚没有国家标准,但有相应部颁标准和行业标准。

1.6.1 地矿系统部颁标准

原地矿部制定的 DZ—1982《地质钻探机械产品名称型号编制规则》中规定,钻机、泥浆泵、钻塔等的型号由类别标志、结构特征及主要参数或系列序号构成。类别标志、结构特征以汉语拼音字母表示,主参数及系列序号以数字表示,其间以“—”相连,产品改型后加短横并分别标