

# DZ - 200 型多功能钻机研制及其在浅层地埋管孔施工中的应用

侯庆国, 冯少春, 王玉吉

(山东省地质探矿机械厂, 山东 济南 250014)

**摘要:**针对地埋管孔工程的施工需求,并兼顾工程勘查、锚固施工等施工工艺要求,研发了一种轻型、高效、适用于回转、冲击回转等多种钻进工艺的 DZ - 200 型多功能钻机。主要介绍了该钻机的结构特点、技术参数以其在地源热泵浅层地埋管孔施工中的应用效果。

**关键词:**DZ - 200 型多功能钻机;地源热泵;地埋管

**中图分类号:**P634.3<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672 - 7428(2010)09 - 0033 - 04

**Development of DZ - 200 Multi-functional Drill and the Application in Shallow Buried Pipe Construction/HOU Qing-guo, FENG Shao-chun, WANG Yu-ji (Shandong Geological Prospecting Machinery Plant, Jinan Shandong 250014, China)**

**Abstract:** According to the requirement of borehole construction for buried pipe engineering and considering the technological requirement of engineering exploration and anchoring construction, DZ - 200 multi-functional drill was developed, which is light, high efficient, suitable for rotary and percussive rotary drilling. The paper introduced the drill about the structure feature, technical parameter and the application effect in borehole construction of shallow buried pipe for ground source heat pump.

**Key words:** DZ - 200 multi-functional drill; ground source heat pump; buried pipe

自 20 世纪 90 年代后期,地源热泵空调技术在我国工程应用逐年增加,尤其是中国政府和美国政府将地源热泵空调技术纳入两国能源效率和可再生能源合作项目,促进了这一技术的国际合作和推广应用。我国地源热泵空调技术大多数以浅层地温为地热来源,而在地源热泵空调工程施工中,地埋管井施工是关系到工程施工造价的重要环节。同时,地埋管井施工具有钻孔密度大、数量多、质量要求高、工期紧的特点,因此,很有必要针对地埋管孔工程的施工需求,并兼顾工程勘查、锚固施工等施工工艺要求,研发一种轻型、高效、适用于回转、冲击回转等多种钻进工艺的多功能钻机。满足地源热泵空调技术工程推广应用中对钻凿设备日益增加的需求。

主要由液压履带、钻机底盘、桅杆式钻塔、动力头、马达驱动链条给进机构、柴油机液压动力系统、液压绞车、操作台、孔口装置、压缩空气接入系统、辅助工具等主要部分组成(见图 1)。

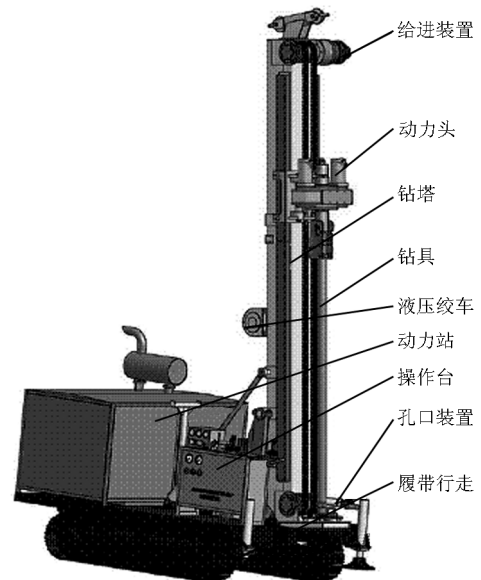


图 1 钻机结构外形示意图

## 1 DZ - 200 型全液压动力头多功能钻机的主要结构及工作原理

针对地埋管孔工程的施工需求,并兼顾工程勘查、锚固施工等施工工艺要求,2009 年我厂研制成功了 DZ - 200 型全液压动力头多功能钻机。钻机

收稿日期:2010 - 08 - 02

作者简介:侯庆国(1955 - ),男(汉族),山东济南人,山东省地质探矿机械厂总工程师,探矿工程专业,从事探矿工程机械设计和技术管理工作,山东省济南市燕子山路 2 - 2 号,hqg108@163.com。

### 1.1 液压履带

液压履带主要由液压驱动装置、机架、四轮一带等组成。液压驱动装置由液压马达、行星减速机、液压制动器和液压平衡阀组成,用来驱动2条履带。通过操作控制手柄,钻机可方便实现前进、后退及原地转弯等动作。该机履带采用进口液压马达及减速机,履带架采用高强度钢板弯制成型后焊接而成。履带板、驱动轮、张紧轮、承重轮和托链轮(四轮一带)均选用国产优质产品,整体结构合理,行走平稳,承载能力大,通过能力强,工地转场方便,行走控制简单可靠。

### 1.2 钻机底盘

钻机底盘采用槽钢和方管等型钢焊接而成。它是连接履带架、支撑钻机其他部分的主体。钻机底盘安装4个液压支腿,钻机工作时使用4个液压支腿调整钻机底盘的水平状态,并承载整个钻机的质量。

### 1.3 桅杆式钻塔

桅杆式钻塔由冷弯钢板焊接而成,塔身上固定有槽型导轨,是动力头和滑板升降及给进的轨道。钻塔顶部安装天车和马达驱动链条给进机构的马达驱动装置,钻塔底部安装孔口装置,钻塔后部安装液压绞车。钻塔采用液压油缸起落,配置长度可调节的伸缩式钻塔支撑,可使钻塔在任意位置固定,确保施工过程中钻塔的稳定。钻塔是工作机构的支撑架,用于承载钻具质量和动力头的反扭矩。

### 1.4 动力头

动力头是钻机的核心部件之一,它由2个液压马达和一级齿轮减速箱组成。2个液压马达可并联或串联驱动输出齿轮轴,从而实现大范围的无级调速和双扭矩输出。齿轮减速箱通过销轴与滑板铰接,在滑板带动下在钻塔轨道上做升降运动,从而实现动力头的加、减压给进和升降钻具作业。输出齿轮轴为中空内六方轴,与外六方主动钻杆配合传递扭矩,驱动钻具实现回转作业。

### 1.5 马达驱动链条给进、升降机构

马达驱动链条给进、升降机构由滑板、链条、液压马达驱动装置、从动链轮、涨紧机构等组成。液压马达驱动装置安装在钻塔顶部,从动链条安装在钻塔底部,使用链条绕过液压马达驱动装置和从动链轮与滑板连接,组成环形传动机构,实现滑板的长行程升降运动。液压马达驱动装置可以无级调速,可任意调节驱动力的大小,从而实现给进速度和给进力的任意调节。该机构的最大行程3.7 m,最大提

升力45000 N,最大升降速度50 m/min,可用于升降单根长度3 m以内的钻杆。

### 1.6 柴油机液动力系统

柴油机液动力系统由柴油机、液压泵、液压马达、液压油箱、液压油散热器、各种液压控制阀及液压附件组成。液压泵有主泵和副泵之分,主泵与动力头驱动马达、升降液压驱动马达、履带液压驱动马达、液压绞车马达、主换向阀等组成主液压传动系统。副泵与比例阀、溢流阀、减压阀、油缸等组成给进调压、液控调速、液压支腿、钻塔起落等辅助系统。

液动力系统由柴油机驱动,也可以用电动机驱动。

### 1.7 操作台

钻机操作台由柴油机控制仪表箱、多种液压换向操作阀、流量阀、压力阀、压力表、电器控制按钮等组成。钻机所有控制都集中在该操作台上,操作集中方便,通过各种仪表可以随时观察了解柴油机及钻机的运转情况。

### 1.8 压缩空气(泥浆)接入系统

压缩空气接入系统由总进气阀、油雾器、潜孔冲击器、气路管件等组成。油雾器为空吸式,用来润滑冲击器。冲击器压缩空气进入油雾器,一部分经进气管进入油室给油面加压,大部分高压气流经调油杆喷口,在调油杆喷口处形成负压,使油室内的润滑油经喷口成雾状油滴,随压缩空气达到润滑部位,喷油量的大小,可通过油针来调节。压缩空气通过动力头顶部回转接头进入钻杆到达潜孔锤冲击器,动力头顶部回转接头也可配接泥浆泵管路,用于常规回转钻进。

### 1.9 辅助工具

辅助工具主要包括主动钻杆、提引器、灰尘收集装置、液压绞车及专用工具等。为方便施工,改善操作人员的工作强度、环境而配置。

## 2 钻机主要技术参数

最大钻孔深度:200 m

终孔直径:150 mm

动力头最高回转速度:160 r/min

动力头最大回转扭矩:4900 N·m

最大给进力:45000 N

最大给进长度:3700 mm

给进速度:0.65 ~ 50 m/min

最大提升力:45000 N

工具绞车最大提升力:6000 N

钻孔角度:0~90°  
 爬坡能力:20°  
 工作方式:潜孔锤冲击钻进/回转钻进  
 行走方式:液压履带型  
 动力配置:93 kW 柴油机  
 运输尺寸(长×宽×高):5400 mm×2000 mm×2600 mm  
 整机质量:5.5 t

### 3 钻机用途及主要特点

DZ-200 型多功能钻机主要应用于钻凿水井、监测井、地源热泵空调工程埋管孔及其它钻孔,尤其适用于要求高效作业的密集式的地源热泵空调孔工程,也可用于水电、冶金、公路、建材、煤炭、铁路、国防等工程的工程勘查施工,还适用于钻凿爆破孔及预应力锚索孔等。该钻机可在软土地层进行回转钻进,也可在中硬、坚硬岩层中采用空气潜孔锤进行冲击回转钻进。该钻机属于履带自行式多功能钻机,自带动力,使用、移动非常方便。

DZ-200 型多功能钻机主要有以下特点:

(1)该钻机采用全液压传动,实现了机、电、液一体化,传动平稳、噪声低、操作集中、方便、省力、安全可靠。

(2)钻机动力头齿轮减速箱使用低速大扭矩液压马达驱动,改变主泵排量可实现无级调速,动力头输出转速可在 10~160 r/min 之间无级调整,转速范围广,能适用于多种钻探工艺、不同钻孔直径对钻速和扭矩的需求。

(3)钻机配有可拆装的孔口拧卸钻杆装置,口径大,使用方便。

(4)采用马达驱动链条给进方式,加压力和减压力相等。给进行程长,可直接加 3 m 钻杆,可有效地减少辅助工作时间。

(5)钻机配有多种仪表,便于实时观察钻机运转情况和孔内情况。

(6)钻机采用柴油机动力,配有液压履带,具有自行功能,机动性和通过能力强。

### 4 在地埋管孔施工中的应用

由于地源热泵主要是开发浅层地温能源,需要将空调的换热装置(U形管)埋入地下,埋管的主要方法是钻孔法。地源热泵埋管施工钻孔与工勘、锚固、微桩施工垂直钻孔相比有许多相似性,但也有自己的特点,主要表现在以下几个方面:

(1)钻孔密度大,作为建筑配套设施,一般布孔在主体建筑下或周边区域,孔间距一般在 4~6 m;

(2)口径大,目前常用换热管路为双 U 形,单孔四管,设计直径一般在 130~160 mm,一径到底;

(3)钻孔数量多;

(4)钻孔深度浅,考虑换热需要和施工成本综合因素,钻孔深度集中在 80~200 m 深度,以低于 100 m 最常见;

(5)工期短。这一点在地埋管孔设在建筑地基之下时尤为突出。

DZ-200 型多功能钻机 2010 年 3 月在山东省国土资源综合楼建筑工地进行了实际施工应用,施工现场见图 2。



图 2 钻机施工现场

### 4.1 工程概况

拟建山东省国土资源综合楼位于济南市经十东路 114 号院内,浆水泉路以西,经十东路以南。典型钻孔柱状图如图 3 所示。

钻孔深度/m	柱状图	岩性描述
1.00		杂填土:杂色,松散~稍密,干~稍湿,主要以碎石混粘土为主,径极不均匀,棱角状,一般为 1~10cm,偶见径大于 0.2m 漂石,粉质粘土充填,含砖屑、水泥等建筑垃圾
2.50		压实填土:主要为粉质粘土经压实处理而成,偶见姜石、碎石,径 2~5cm,含量小于 5%,偶见砖屑等
5.00		碎石土:棕红色,稍密~中密,碎石成分主要为灰岩碎块,棱角状,径 3~10cm 不等,含量约 50%~65%,粉质粘土充填
至孔底		中风化石灰岩:青灰色,隐晶质结构,层状构造,表层灰岩多呈碎片状,岩溶较发育,7.0~7.2m,8.5~9.0m 为溶洞,硬塑状粘土充填。裂隙发育,多微张,充填方解石脉,少数闭合,岩心多呈短柱状、柱状,岩心采取率 60%~85%,RQD 约为 55

图 3 典型钻孔柱状图

钻孔结构为:开孔直径 152 mm,一径到底。钻

孔深度 100 m。钻孔间距 5 m, 钻孔布置在主体建筑周围 20 ~ 50 m 范围内。

对此地层常用的钻探方法有回转钻进、冲击钻进、气动潜孔锤回转冲击钻进。经过几种钻进方法对比后认为: 气动潜孔锤冲击回转钻进效率最高, 采用这种工艺施工速度快, 孔内事故率低, 偶有掉块卡钻事故, 处理简单。

#### 4.2 主要设备

DZ-200 型全液压动力头多功能钻机; PD-SJ1000S 型空气压缩机 1 台,  $20 \text{ m}^3/2.07 \text{ MPa}$ ;  $\varnothing 76 \text{ mm} \times 5.5 \text{ mm}$  摩擦焊钻杆 132 m, 长度 3 m/根; 5 in ( $\varnothing 127 \text{ mm}$ ) 气动潜孔冲击器一套;  $\varnothing 152$ 、 $184 \text{ mm}$  潜孔钻头多件。

#### 4.3 钻机运转情况

由于该地层主要为岩石, 为提高钻进效率, 采用了空气潜孔锤冲击回转钻进工艺。DZ-200 型钻机主要运转钻进参数为: 钻压 2000 ~ 3500 N, 动力头转速 30 r/min, 潜孔锤工作气压  $\geq 2 \text{ MPa}$ , 风量  $20 \text{ m}^3$ , 平均钻进时效 48 m, 最高时效 61 m, 该钻机在工地累计工作 20 天, 完成钻孔 58 个, 累计完成工作量 597 m, 台月效率约合 895 m。钻机累计运转 220 h, 钻机运转正常, 未发生故障。

#### 4.4 施工过程中遇到的问题及解决方法

(1) 钻孔上部 0 ~ 5 m 为回填土和风化层, 岩石破碎, 孔壁易坍塌、掉块, 先采用  $\varnothing 184 \text{ mm}$  口径钻头

开孔, 穿过破碎层后下入  $\varnothing 168 \text{ mm}$  套管;

(2) 钻进过程中冲击器不冲击, 可能原因是遇溶洞或冲击器卡死, 清洗冲击器排除故障;

(3) 终孔后下管不到底, 孔壁有孤石或掉块卡住, 重新扫孔;

(4) 与其他钻孔串气, 不返风, 封堵其他孔或漏气点后施工;

(5) 水量大, 与上部粘土形成泥浆, 钻渣吹不出孔, 加大送风量和风压。

## 5 结语

通过该工程施工, 验证了 DZ-200 型多功能钻机对气动潜孔锤冲击回转钻进工艺的适应性, 完全能满足地源热泵空调浅层地埋管孔施工的要求。可以相信, 随着各地地源热泵技术的推广, 也将为 DZ-200 型多功能钻机带来广阔的市场前景。

## 参考文献:

- [1] 赵军, 戴传山. 地源热泵技术与建筑节能应用[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [2] 鄢泰宁. 岩土钻掘工程学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2001.
- [3] 王汉宝, 刘秀美, 梁健. DR-150 型全液压履带取样钻机的研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(1): 27-30.
- [4] 刘家荣, 王建华, 王文斌, 等. 气动潜孔锤钻进技术若干问题[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(5): 40-44.
- [5] GB 50336-2005, 地源热泵系统工程技术规范[S].

## 甘肃可安排 19 个铁矿勘查区

**国土资源网消息** 根据铁矿资源潜力评价的结果, 甘肃项目办建议, 今后全省的铁矿勘查可围绕 19 个勘查区进行, 其中 A 级勘查区 12 个、B 级勘查区 5 个、C 级勘查区 2 个。

在 A 级勘查区中, 红山式七角井子含铁沉积岩带勘查区主要为沉积—变质型铁矿床, 区内还有其他成因类型的铁矿点和矿化点 10 处。东大山式宽湾井—红泉含铁沉积变质岩带勘查区已知有 10 余个矿种, 以铜镍及贵金属为主, 次为铁矿。镜铁山式镜铁山含铁沉积变质岩带勘查区面积约  $3500 \text{ km}^2$ , 区内已知铁矿产地约 65 处, 可部署 4 个勘探区、4 个详查区。镜铁山式羊露河—洛龙台海相沉积变质岩带勘查区面积约  $788 \text{ km}^2$ , 已知有铁矿产地 15 处。陈家庙式陈家庙含铁沉积变质岩带勘查区可部署的勘查区面积为  $20.05 \text{ km}^2$ 。陈家庙式范家寺含铁沉积变质岩带勘查区面积  $37.84 \text{ km}^2$ , 该区航磁异常梯度带明显, 找矿潜力大。黑拉—一角弓勘查区包括 3 个预测工作区。狼娃山式狼娃山—红石山勘查区各类矿产较为丰富, 有铬、铁、铜、金、钨等 10 余个矿种、产地 42 处。栏门石式住藏沟—栏门石海相火山沉积岩带勘查区面

积  $750 \text{ km}^2$ , 带内分布各类铁矿点 9 处, 铁矿化点 14 处。古堡泉式四道红山—石板泉中酸性岩带勘查区面积  $14 \text{ km}^2$ , 有已知铁矿床(点)有 14 处。古堡泉式五峰山构造岩浆蚀变带勘查区构造位置属塔里木板块东北陆缘活动带, 为接触交代型矽卡岩型。包家沟式迷坝—三滩淋滤型铁成矿带勘查区发育含矿建造, 有矿点、矿化点分布。

在 B 级勘查区中, 东大山式肃北红柳沟含铁沉积变质岩带勘查区、镜铁山式阿克塞红柳沟—长草沟含铁沉积变质岩带勘查区, 是两个较有潜力的沉积变质型铁矿成矿带; 板凳沟式高家深沟中基性岩带勘查区、美任式平山—藏布山中酸性岩带勘查区、古堡泉式古堡泉构造岩浆蚀变带勘查区内或有小型矿床发现, 或有不同数量的矿化点, 可安排进一步的地质工作。

镜铁山式铁城沟含铁沉积变质岩带勘查区和板凳沟式窑泉中基性岩带勘查区两个 C 级勘查区内有铁矿发现, 但地质研究程度不高, 物探重力、航磁调查比例尺过小, 应进一步加强基础地质工作。