

# GYL-200型塔架履带一体式钻机的研制

肖燕波, 张双临, 朱慧, 陈敏, 戴圣海, 彭儒金, 李勇前

(长沙探矿机械厂, 湖南长沙410100)

**摘要:**为提高钻机搬迁的方便性,简化竖塔过程,提高施工效率,研制了一种将后移式工勘钻机置于橡胶履带底盘上,并设计了液压起降折叠开放式三角钻塔的塔架履带一体式钻机。同时为不影响钻机原有的斜孔钻进功能,钻机底架设计为旋转支腿结构;为进一步提高钻机的自动化程度,将原手动式卡盘改为液压卡盘。介绍了该塔架履带一体式钻机的结构以及部分参数选择计算。

**关键词:**钻机;塔架履带一体式;折叠开放式三角钻塔;旋转支腿;液压卡盘

**中图分类号:**P634.3<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2016)05-0059-04

**Development of GYL-200 Type Integrated Drilling Rig with Tower and Track/XIAO Yan-bo, ZHANG Shuang-lin, ZHU Hui, CHEN Min, DAI Sheng-hai, PENG Ru-jin, LI Yong-qian (Changsha Exploration Machinery Factory, Changsha Hunan 410100, China)**

**Abstract:** To improve the movement convenience of drilling rig, simplify the tower erecting process and increase the construction efficiency, an integrated drilling rig is developed, which is consisted with backward-moving drilling rig on rubber track and hydraulic lift collapsible triangle tower. In order not to affect the original inclined hole drilling function and further improve the automation level, rotation outrigger structure is designed on drill frame and manual chuck being changed into hydraulic one. The paper introduces this integrated drilling rig with tower and track about its structure and some parameter selection calculation.

**Key words:** drilling rig; integrated with tower and track; collapsible triangle tower; rotation outrigger; hydraulic chuck

## 0 引言

随着劳动力价格的不断提高,提高钻机的施工效率已成为各施工单位迫切需要解决的问题之一。目前,虽然全液压钻机以较低的劳动强度和较高的生产效率为众多客户所青睐,但由于其购买及使用成本相对较高,还不能为各施工单位尤其是小型施工单位所广泛接受。为此,许多用户采用增加动力机、将钻机直接置于履带上等方法对钻机进行改进,达到移位快捷、操作方便等目的,进一步提高了施工效率。

为适应市场需求,充分考虑用户的施工要求,结合本厂工勘钻机的特点,我们研制了一款移位、竖塔方便快捷,结构紧凑的塔架履带一体式钻机。其外形如图1所示。

## 1 指导思想

以我厂现有GY-200型工勘钻机为基础,结合市场客户的需求,设计了GYL-200型塔架履带一体式钻机。钻机应具有降低使用成本、提高自动化



图1 GYL-200型塔架履带一体式钻机外形图

程度及施工效率等优点,性价比高,满足相当部分客户对这种钻机的功能需求。其主要设计思路如下。

(1)增加行走履带,并将泥浆泵及钻具置于底

收稿日期:2015-03-26;修回日期:2016-03-10

作者简介:肖燕波,男,汉族,1968年生,高级工程师,勘探机械专业,从事管理和产品研发工作,湖南省长沙市星沙经济技术开发区盼盼路5号,xiaoyb@126.com。

架上,使短距离移位方便快捷。

考虑到钻机质量较轻,可选用高强度耐磨橡胶履带,其承载能力较大,抓地能力强,噪声低,不怕伤及柏油路面,具有良好的行驶及通过性能,使钻机在城市道路施工也较为方便。

(2)设计折叠开放式三角钻塔,既不影响钻机的使用性能,又保证钻机的运输方便。钻塔设计应首先保证其强度,并充分考虑钻机后移的特性,使钻机后移时不与塔架相互影响。

(3)双油缸竖塔,且增加副撑杆,提高竖塔的稳定性和安全性能;设计4个支腿,提高钻机施工过程的稳定性。

(4)改钻机手动卡盘为液动卡盘,提高操作的自动化程度。一方面,如果钻机仍采用手动卡盘,而其操作手柄正好位于下塔架附近,操作不便;另一方面,钻机行走、竖塔均实现了全液压化,将手动卡盘改为液动卡盘则提高了钻机整体的自动化程度。

(5)履带行走和钻塔起降均利用钻机现有动力和液压泵,不但使钻机结构更为紧凑,且有效降低了客户的购买使用成本。

## 2 主要结构特点

### 2.1 折叠开放式三角钻塔

由于采用的钻机主体为后移让开孔口式,让开孔口行程为300 mm,为避免钻机后移时主动钻杆与钻塔互相干涉,因此普通矩形等结构的钻塔难以满足要求。为此,设计高为7.2 m的三角形开放式塔架,不但可实现钻机的后移让开孔口,塔架轻便易装拆,且降低了制造成本。

如图2所示,该钻塔包括上、中、下3个塔架,其中中塔架固定于钻机底架上,并通过铰接座与下塔架连接,上塔架通过铰接座与中塔架连接。上、中塔架都是由塔架轴向方向设置的3根圆管和塔架径向方向设置的底板焊接而成的三角塔架,下塔架为矩形钢管与钢板焊接成的龙门式结构。为避免钻机后移时主动钻杆与钻塔互相干涉,上、中塔架靠近转盘体一面的两根圆管之间无连接,另两面两根圆管之间焊接横梁,故此上、中、下塔架形成开放式结构。双油缸使起降塔更加平稳;三节式结构使钻塔在运输时可折叠,提高了运输及移动行走过程中的安全性。

### 2.2 旋转支腿



图2 折叠开放式三角钻塔

为保证钻进过程中的稳定性,钻机底架的4个支腿要超出钻机机身一定距离,但是支腿的设计又不能影响钻机原有多角度孔施工的功能,因此设计了可绕支点旋转的前支腿,使钻机转盘体360°旋转时钻具与底架不干涉,不影响钻机多角度钻孔的原始功能。4个支腿有2种结构形式:螺纹式和油缸式,提高施工过程中的稳定性。前者降低制造购买成本,后者提高钻机的自动化程度,用户可根据需要自行选择支腿形式。在钻机进行垂直孔及小角度孔钻进时,支腿应尽量往前伸,其摆放位置如图3所示;在钻机进行较大角度斜孔钻进时,支腿应尽量避开由转盘体伸出的钻具,其摆放位置如图4所示。



图3 垂直孔钻进支腿状态

### 2.3 液压卡盘

为进一步提高钻机的自动化程度,项目对现有GY-200型钻机的液压卡盘部分作了相应的改进

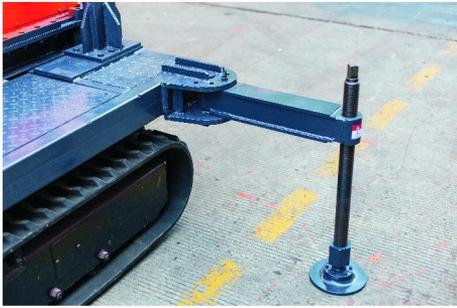


图 4 斜孔钻进支腿状态

设计:将原手动卡盘改为液动卡盘。这种设计不但降低了操作工人的劳动强度,还将卡盘操作手柄移到了钻进操作位置,使操作手柄更集中,操作更方便,整体性更强。考虑到与原钻机主动钻杆的通用性,新设计的塔架履带一体式钻机仍保留卡盘的滚珠夹持结构。其结构如图 5 所示。当进油口通入压力油时,卡盘油缸通过轴承推动夹持环压缩弹簧相对卡盘活塞向上运动,滚珠则在主动钻杆的重力作用下滚入夹持环的喇叭口内,松开主动钻杆;当截断压力油后,弹簧复位,推动夹持环向下运动,夹持环则利用喇叭口端的斜面将滚珠推入主动钻杆的凹槽内,夹紧主动钻杆。因此,主动钻杆的松开与夹紧只需通过控制操作阀手柄通断液压油即可,操作非常方便、省力。

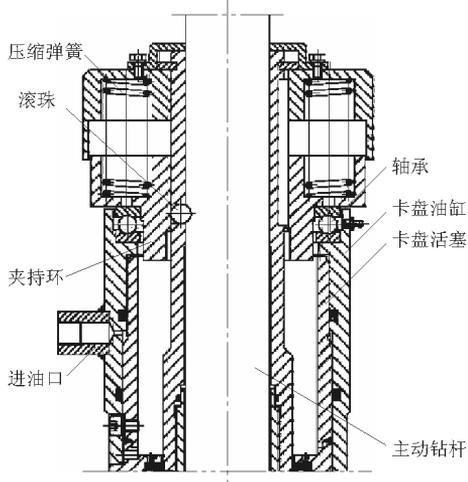


图 5 液压卡盘结构

## 2.4 动力的通用

### 2.4.1 履带行走所需液压油泵排量

该塔架履带一体式钻机在原钻机的基础上增加了行走履带、钻塔等结构。按常规设计,直接增加动力及油泵即可。但为使设计更合理,在分析计算的基础上,选择了合适的履带底盘,利用钻机原有动

力,增大液压油箱容量,即可保证履带行走所需功率和行走速度。其计算过程如下:

通过与履带底盘生产厂家沟通,初步选定工作压力  $p = 15 \text{ MPa}$ ,排量  $q = 774 \text{ mL/r}$ ,行走速度  $v = 1.5 \text{ km/h}$ ,链轮半径  $r = 188.3 \text{ mm}$  的履带。链轮的转速为:

$$n = \frac{1000v}{60\pi D} = \frac{1.5 \times 10^3}{60 \times 2\pi \times 0.1883} = 21.1 \text{ r/min}$$

液压马达所需最大流量为:

$$Q = qn = 774 \times 21.1 = 16331 \text{ mL/min}$$

液压油泵所需的排量为:

$$q_{\text{泵}} = \frac{2Q}{n_{\text{泵}}} = \frac{2 \times 16331}{2200 \times (120/160)} = 19.7 \text{ mL/r}$$

### 2.4.2 起塔液压油缸选取及所需液压油泵排量

根据塔架质量及其支点位置进行计算,最终选定两支最大上顶力分别为  $15 \text{ kN}$  的液压油缸来完成钻塔的起放工作。设定油缸的系统压力  $P = 15 \text{ MPa}$ ,液压缸无杆腔进油:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi P}} = \sqrt{\frac{4 \times 15 \times 10^3}{3.14 \times 15 \times 10^6}} = 0.036 \text{ m}$$

故选取缸径  $D = 50 \text{ mm}$ ,活塞杆直径  $d = 32 \text{ mm}$  的长行程液压缸。

设定油缸快速给进速度  $v = 5 \text{ m/min}$ ,管路泄漏系数  $k = 0.91$ ,则液压缸所需最大流量为:

$$Q = \frac{\pi D^2 v}{4k} = \frac{\pi \times 5^2 \times 500}{4 \times 0.91} = 10783 \text{ mL/min}$$

液压泵的容积效率为  $0.95$ ,故液压油泵所需的排量为:

$$q = \frac{2Q}{\eta_{\text{v}} n} = \frac{2 \times 10783}{0.95 \times 1650} = 13.76 \text{ mL/r}$$

由于钻机工作、塔架上升及履带行走都是单独工作,因此根据所需排量最大的履带行走所需排量  $19.7 \text{ mL/r}$  来选取油泵。因钻机油泵型号为:CBF-F420-ALPR,额定排量  $20 \text{ mL/r}$ ,额定压力  $20 \text{ MPa}$ ,故原钻机油泵满足履带底盘行走使用要求。

### 2.4.3 动力机的功率

根据系统所需的流量和额定压力,动力机的功率为:

$$P = \frac{pnq}{60\eta} = \frac{15 \times 2200 \times (120/160) \times 20}{60 \times 0.75} = 11 \text{ kW}$$

因此额定功率  $14.7 \text{ kW}$  的原钻机柴油机满足要求。

通过在原液压系统中增加换向阀,钻机行走、起降钻塔与钻进过程分别由换向阀的两位机能控制。

因此合理利用了原钻机的动力与油泵,有效利用了现有钻机资源,节省了能耗。

### 3 钻机的实际使用情况

钻机研制成功后,客户用于山西太原某工地工勘孔施工(见图6)。该施工项目为对一所规划中的三甲医院地基进行取样,对样品中的放射性物质和重金属污染等有害物质进行检测。该施工项目占地200余亩(约 $1.33 \times 10^5 \text{ m}^2$ ),地层为回填层,主要成分为砂及泥土,偶尔有红砖或混凝土块,因此比较复杂。每个施工孔间距约20 m,密集度比较大。



图6 钻机现场施工照片

因该工地面积大,地势较平坦,施工孔密集度较大,因此充分发挥了这款GYL-200型塔架履带一体式钻机移位方便快捷,竖塔简易,输出转速范围较大等优点。项目要求钻孔全程取心,为保证取心质

量,采用低转速干钻的施工方法。同时,根据地层特点,钻机配套了端部外加厚 $\varnothing 50 \text{ mm}$ 钻杆、 $\varnothing 65 \text{ mm}$ 锁接头、 $\varnothing 75 \text{ mm}$ 硬质合金钻头、 $\varnothing 75 \text{ mm}$ 岩心管等相应钻具。钻机平均每天钻 $\varnothing 75 \text{ mm}$ 孔5个,平均孔深7 m,取心率和取心质量完全满足检测需要。钻机较高的施工效率,得到了用户的高度认可。

### 4 结语

GYL-200型塔架履带一体式钻机综合考虑了主体钻机的特性及客户对该类钻机所需的多种功能,将钻机、钻塔、泥浆泵及钻具等用履带进行运输,并使起放钻塔、夹紧松开钻杆等动作通过操作液压阀来控制,较大地提高了整机的自动化程度,为施工场地较为平坦且加工孔相对密集的施工项目提供了一款性能优越、操作简单方便的好产品。

### 参考文献:

- [1] 郭绍什. 钻探手册[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [2] 雷天觉. 液压工程手册[M]. 北京:机械工业出版社,1990.
- [3] 夏祖印,张能武. 机械加工实用手册[M]. 安徽合肥:安徽科学技术出版社,2008.
- [4] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
- [5] 冯德强. 钻机设计[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [6] 冯晓东,冉恒谦,陈庆寿. 钻机优化设计问题的研究[J]. 探矿工程,2001,(2):34-36.
- [7] 徐灏. 机械设计手册[M]. 北京:机械工业出版社,1991.
- [8] 杨惠民,等. 钻探设备[M]. 北京:地质出版社,1988.
- [9] 戴圣海,彭儒金,邱华,等. XY-44AT型塔机一体钻机的研制与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(4):37-39.
- [10] 彭儒金,戴圣海,邱华,等. XY-6B型岩心钻机的研制与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(9):59-61.

(上接第58页)

### 4 结语

虽然背包式钻机在工程应用中存在着诸多不足,可因其便携性、高效性等优势在工程施工中得到了广泛的应用。目前使用的背包式钻机以进口产品为主,价格昂贵且维修不便,国产化产品已经处于应用阶段,价格低廉且性能正在迎头赶上。随着国内规模化的建筑水钻厂家对该钻机的开发,根据工程施工中实际存在问题加以改进和优化,可以预见质优价廉的背包式钻机将大量推向市场,相信背包式钻机在工程勘察领域中将得到更加广泛的应用!

### 参考文献:

- [1] 江兆云,徐锋. 高压输电线路岩土勘测的特点[J]. 电力建设,2008,29(12):100.
- [2] 王新红,张卫红,景钦刚,等. 单人背包式钻机在电力工程勘察中的应用[J]. 山西建筑,2014,40(8):52-53.
- [3] 戴胜生,吴朝峰,卢继强,等. 背包式钻机在山区输电线路勘测中的应用[J]. 西部探矿工程,2014,(9):37-38.
- [4] 吴辉杰. 背包式钻机在输电线路勘察中的应用[J]. 江西建材,2015,(20):222.
- [5] 宁国军,王书辰,申大元,等. 便携式浅层取样钻在矿产勘查中的应用[J]. 采矿技术,2015,15(4):106-108.
- [6] 黎强. 论钻探设备及技术创新应用的现实意义[J]. 科学之友,2009,(11):18-19.
- [7] 孙生林. 西龙池水库排水廊道混凝土施工技术分析[J]. 水力发电,2010,(2).
- [8] 李俊龙,李成,胡贵平,等. XY-1型岩芯钻机在水平钻孔施工中的应用[J]. 南方金属,2009,(6):51-53.