

# 新型并置式双卷扬车载钻机的研制

孔令沪, 满国祥, 王士昭, 李艳丽, 程林  
(河北省地矿局国土资源勘查中心, 河北 石家庄 050081)

**摘要:**介绍了STC-1000型新型并置式双卷扬车载钻机的总体结构。该钻机采用并置式双卷扬机,使钻机结构紧凑且布局合理,卷扬机可互换使用,卷扬提升、制动操纵方便可靠;可移动的天车轮组解决了双卷扬提吊时的滑车对中问题;钻塔起落回路应用了防爆阀,优化了液压系统。这几项措施的应用提高了工作效率,真正实现了搬迁转场方便快捷,省时省力,大幅缩短了辅助时间。

**关键词:**车载钻机;并置式双卷扬机;大口径钻孔;防爆阀

**中图分类号:**P634.3<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2017)06-0018-05

**Development of a New Collocated Double-Hoister Truck Mounted Drilling Rig/KONG Ling-hu, MAN Guo-xiang, WANG Shi-zhao, LI Yan-li, CHENG Lin** (The Center of Land and Resources Exploration, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration, Shijiazhuang Hebei 050081, China)

**Abstract:** This paper introduces the overall structure of new STC-1000 collocated double-hoister truck mounted drilling rig. With the collocated double hoisters, the drilling rig has compact structure and reasonable layout, the hoisters can be used interchangeably, winding, lifting and braking are convenient and reliable; the pulley centering of double-hoister lifting is solved by movable sheave group; explosion relief valve is used in derrick take-off and landing circuit to optimize the hydraulic system. The working efficiency is improved by the above application, the relocation has become convenient and rapid, and the auxiliary time is greatly shortened.

**Key words:** truck mounted drilling rig; collocated double-hoister; large diameter borehole; explosion relief valve

## 0 引言

随着我国对资源勘探开发投入的不断加大,水文水井钻探、铀矿开采等项目对钻机的要求也越来越高。由于工期短,流动性大,搬迁频繁,车载钻机以其转场迅速方便、省时省力、辅助时间短、工作效率高的优势得到了用户的肯定。但市场现有车载钻机价格昂贵、结构复杂、操作空间狭窄、副卷扬提升能力小、副卷扬与井口对中差等缺点影响了其在施工领域的地位。针对现状,经过市场调研及客户需求信息,我单位研制开发了新型并置式双卷扬STC-1000型车载钻机。

## 1 钻机概述

STC-1000型钻机为移动灵活的车载中深孔钻机,该钻机采用转盘式回转,机械传动。并置式双卷扬结构,不仅降低了劳动强度,提高了效率,而且工人操作空间大,并且可以同时放置柴油机和电动机,由用户根据实际情况自由选择电动机或柴油机动力,钻机不使用汽车动力,使结构简单,成本降低;塔

头天轮可平移,使主、副卷扬中心自动对中,接卸钻杆方便快捷;钻塔起降、整机调平均由液压操纵,省力便捷;整机具有运输方便、钻孔直径大,钻进较深等特点。钻机选用载重汽车(8×4)底盘,越野性好。钻机主机部分、动力系统、泥浆泵、液压泵站均安装在汽车底盘上,整体性好,经济性强。钻塔为整体式,液压起降。柴油机动力时也配有三相交流发电机组,为施工现场夜间照明或焊接维修提供方便。传动系统以机械传动为主,配有部分液压和电气系统。钻进工艺以泥浆正循环为主,根据用户要求,可配备空压机,实施气动潜孔锤钻进;若配备气水两用水龙头、双壁专用钻杆、气水分离器,可实施气举反循环钻进。适于粘土层、砂层、卵砾石层和基岩等多种地层钻进,可用于水井、地热井、煤层气井以及矿山抢险救援井施工等。其总体结构如图1所示。

## 2 钻机总体参数

钻孔深度:1000 m;  
转盘通孔直径:660 mm;

收稿日期:2017-02-21

作者简介:孔令沪,男,汉族,1971年生,机械设计专业,从事地质机械研发工作,河北省石家庄市中山西路788号,3170841878@qq.com。

转盘转速:正反 28、41、59 r/min;  
 双卷扬机提升能力:60 kN;  
 主卷扬第二层绳速:1.0、1.45、2.1 m/s;  
 输入转速:707 r/min;  
 桅杆结构形式:Π形;  
 有效高度:15 m;  
 钻机动力:55 kW;  
 钻塔额定载荷:500 kN;  
 泥浆泵型号:BW1200/3;  
 泥浆泵型式:卧式双缸双作用活塞式;  
 泥浆泵动力:90 kW;  
 整机质量:30 t;  
 外形尺寸(运输状态):14.5 m × 2.5 m × 4.3

外形尺寸(工作状态):12.5 m × 3.8 m × 18.5 m。



图1 STC-1000型钻机整体结构图

### 3 钻机结构

STC-1000型车载钻机由汽车底盘、动力系统、并置式双卷扬机、变速箱、转盘、泥浆泵、钻塔、液压系统等几部分组成。主机传动系统如图2所示。

m:

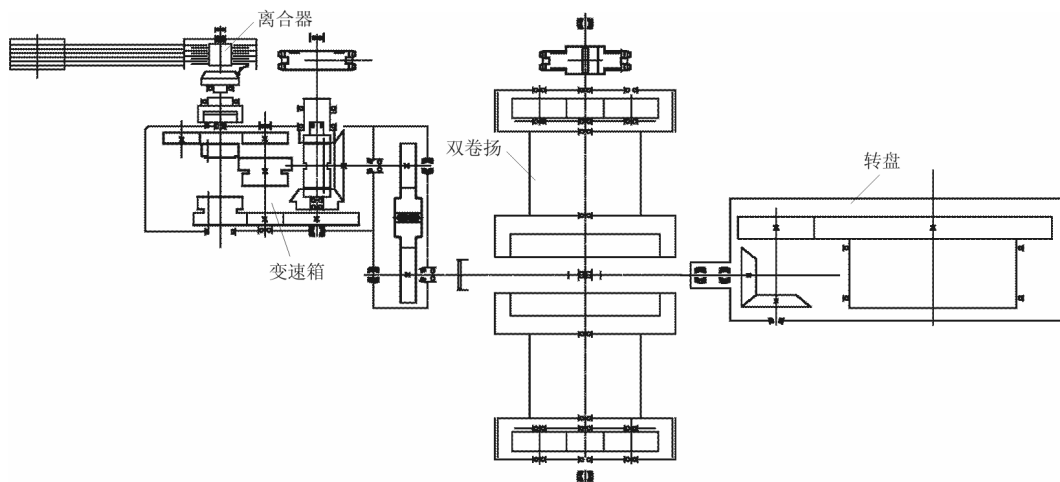


图2 STC-1000型钻机传动系统示意图

#### 3.1 汽车底盘

汽车底盘采用有资质厂家生产的重型载货汽车底盘,该底盘结构为前4后8,驱动形式为8×4,具有总体刚性大、承载能力强,能满足钻机施工和运输状态载荷变化要求。底盘上配备4个液压支腿和2个机械支腿,便于钻机快速调平和提高整个钻机的稳定性。

#### 3.2 动力系统

该钻机可同时带有柴油机和电动机两种动力供用户选用。当采用柴油机形式时,动力通过柴油机中间车,一路传给钻机,一路传给泥浆泵,另一路传给发电机,发电机提供液压系统以及照明和外部设备用电;当采用电动机形式时,通过配电柜分别控制钻机、泥浆泵、液压油泵的动力,并通过配电柜上的多个端口,满足照明及其他外部用电。

#### 3.3 并置式双卷扬机

在水文水井钻进中目前采用的多为单卷扬或一主一副的双卷扬结构,副卷扬提升能力一般都在20 kN以内,只能满足提吊单根钻具或辅助工具使用。在钻进中需要加钻杆时,就得先将方钻杆挂在钻塔上或拉倒放在地面上,才能解放主卷扬,进行加钻杆作业,加钻杆完成后,主卷扬拉起方钻杆对接钻杆后再继续钻进。这样的操作过程不仅程序繁琐、工人劳动量大,也使得辅助时间大幅增加。基于上述不足,STC-1000型钻机采用了并置式双卷扬机,双卷扬均为主卷扬。在钻进中加钻杆时,可以一个卷扬负责提吊水龙头、方钻杆,另一个卷扬负责提起一根钻杆并完成加钻杆作业,这样使钻井中加钻杆步骤简化、时间缩短、劳动强度降低、效率提高。

并置式双卷扬机(见图3)采用一根卷扬轴作为

动力输入轴,两个主卷扬左右并列安置,动力由链轮从一端输入,由3个轴承座将卷扬安装在钻机底架上。2个卷扬结构一致,均采用行星齿轮传动,动力经卷扬轴输入,中心齿轮转动,当提升抱闸抱紧时,行星齿轮不能公转,中心齿轮带动内齿圈转动,使卷扬旋转,实现卷扬提升。当制动抱闸抱紧时,内齿圈随卷筒一起被刹住不转,实现卷扬制动。两个卷扬安装在同一根卷扬轴上,采用一个动力输入,结构紧凑且布局合理;双卷扬均为主卷扬,可互换使用;双卷扬均采用行星齿轮传动原理,卷扬提升、制动操纵方便可靠。我中心已为此技术申请了国家专利,专利申请号201720065981.7。

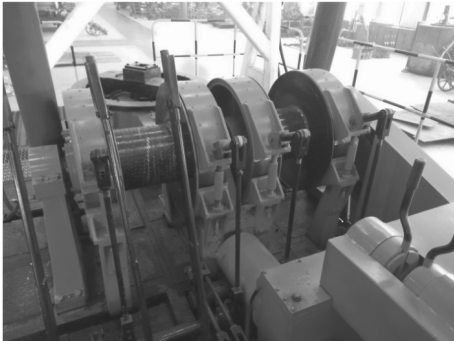


图3 并置式双卷扬机

### 3.4 变速箱(参见图4)

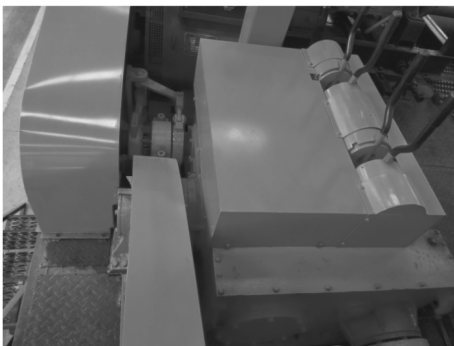


图4 变速箱

自制变速箱结构为齿轮式传动,变速箱的输入轴和离合器的输出端相连,操纵变速手把可以方便的变换所需转数,采用接合套换挡方式,在变速箱操纵机构中,各变速叉轴之间均用变速手把进行自锁,以防止自动脱挡,并保证齿以全齿啮合。通过装在箱盖上的分动手把和换向手把以及变速手把实现分动、换向和变速。变速箱可使转盘获得3种正转和3种反转速度,使卷扬获得快、中、慢3种提升速度。

自制变速箱内大部分易损齿轮选用市场上常用

钻机变速箱上的同规格齿轮,在保证结构紧凑的同时,也使制造和维修方便,节约了成本,使钻机具有良好的经济性。

### 3.5 转盘

为适应大扭矩、大孔径的施工需要,本钻机采用两级减速,通径为660 mm的拨杠补芯式转盘,利用上、下垫叉拧卸钻具。拨杠补芯可选用110 mm × 110 mm和136 mm × 136 mm两种。

### 3.6 泥浆泵

泥浆泵为BW1200/3型,额定流量为1200 L/min,额定排出压力3 MPa,其结构为卧式双缸双作用型。流量大、压力小适合于中深或浅孔的地质勘查和铀矿、盐井、水井等的施工。根据施工工艺,需要改变压力和流量时,可通过更换泵头里的缸套、活塞套和活塞来改变。

### 3.7 钻塔

为适应大口径施工钻塔稳定性的要求,该钻机钻塔结构形式为两节Ⅱ形落地式结构。这两节钻塔为可拆卸式结构,长途运输时,可拆卸上节钻塔方便运输。工作时钻塔下面2个支腿也支撑在枕木上,增加了钻塔的稳定性和可靠性;同时钻塔内侧焊接有轨道,可以用来扶正水龙头。

### 3.8 液压系统(参见图5)

液压油由齿轮油泵供给,油泵将压力油输送给滑阀(即操纵阀),当手柄在中间位置时,油进入回油路返回油箱。防爆阀用来保证系统内的安全压力。

钻塔的起落由起塔油缸来完成。钻塔起落回路装有防爆阀来保证钻塔正常工作。

天轮组的滑移均由独立的液压阀控制相应的油缸完成。液压支腿的伸缩由4个液压阀独立控制,方便调节,每个液压支腿都配有液压锁,保证了液压支腿长时间工作的可靠性。

## 4 STC-1000型车载钻机的主要创新点

### 4.1 采用了并置式双卷扬机

解决了双卷扬使用中副卷扬提升能力不足或布局不合理的现状,并且改变了车载钻机工人操作空间狭小、柴油机和电动机在拖车或车载钻机上同时放置的难题,使钻机结构更紧凑,布局更合理,钻进效率提高,用户使用方便,劳动强度降低。

### 4.2 采用了移动式钻塔天车轮组

STC-1000型车载钻机的钻塔天车轮组继续采

用了我中心的另一项新型专利钻塔天车轮组,可移动的钻塔天车轮组由天车横梁、安装在天车横梁上的天轮支架、固定在天轮支架上的主卷扬天轮组和副卷扬天轮组、连接在天轮支架和天车横梁之间的天车油缸组成。天轮支架与天车横梁之间采用滑轨式连接,天车横梁上设有供天轮支架滑动的轨道,天车油缸可以控制天轮支架沿轨道左右滑动。利用天车油缸控制天轮支架移动,进而实现了主卷扬天轮组和副卷扬天轮组的自由左右移动。当主卷扬天轮组提吊时,液压控制系统控制天车油缸收缩,此时主卷扬天轮组提吊对中,当副卷扬天轮组提吊时,液压控制系统控制天车油缸伸长,此时副卷扬天轮组提吊对中,解决了副卷扬天轮组提吊无法自动对中,钻杆旋卸困难的问题。实现了主、副卷扬提吊钻具均

可自动对中,降低了钻井工人的劳动强度,提高了钻井设备的工作效率。

#### 4.3 液压系统的优化

市场上多数液压起塔钻机,钻塔起落回路装有液压平衡阀,来保证钻塔匀速下落,以及油缸处装有液压锁来防止事故发生,其缺点是同步性差,平衡阀前面的液压管的安全性无法保证。本台车载钻机采用安装防爆阀来解决这一问题。

防爆阀的基本原理(参见图6)是利用进出口两端的压差与弹簧力的不平衡,当管路中流量超过设定值时,两油口之间压差增大,克服弹簧力推动阀芯运动,切断油路,从而防止发生事故,直到恢复正常压力后,防爆阀方能开启。

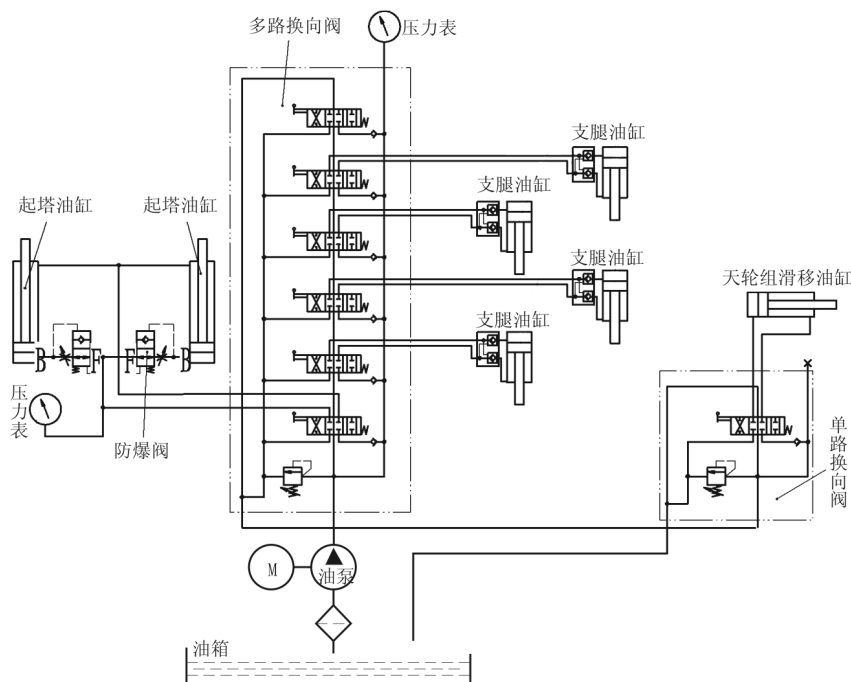


图5 液压系统示意图

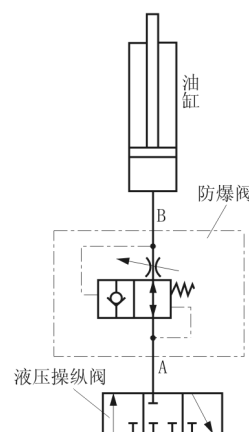


图6 防爆阀工作原理示意图

当液压油从油缸流向液压阀时,由于阀芯与阀套间流道的节流作用,压力下降,阀芯受到与流动方向相同的压差作用力,正常工作状态下,压差不超过弹簧力,阀口开启;当一侧管路发生破裂时,经过节流口的流量急剧增加,流量的增加引起压差增大,能够克服弹簧力,推动阀芯移动,迅速关闭阀口,从而保证钻塔的平稳安全起落。

#### 4.4 人性化设计

汽车底盘转盘位置前面增加了可折叠3.8 m × 1.2 m 工作台,两侧增加了0.6 m 宽可折叠工作台,

方便拧卸作业和放置拧卸工具。工作台周边均安装安全防护栏,工作台表面铺设防滑并可透水的鳄鱼板,采用可折叠式工作台,上翻时可收起,不影响行驶的长度和宽度,下放至水平即可工作时使用。

各操作位附近均设置了可折叠设计的斜梯,并铺有安全防滑的鳄鱼板,既方便工作,也不影响运输。

转盘工作台前端还装有可拆卸的钻杆滑道,方便提拉、下放钻具,并且有效防止钻具的磕碰。

## 5 STC-1000型车载钻机的厂内试验情况

新型并置式双卷扬 STC-1000 型车载钻机在样机试制完成后,按照《水文水井钻机技术条件》(DZ/T 0047—93)、《水文水井钻机试验方法》(DZ/T 0048—93)、《汽车装地质钻机技术条件》(DZ/T 0018—91)、《汽车装地质钻机试验方法》(DZ/T 0019—91),在我中心试验场进行了各项试验。

### 5.1 空载运转

钻机连续空载运转 24 h,各运转部件平稳,各部位结合、分离准确可靠,无冲击、无异常振动和发热现象,温升  $< 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,密封件无渗漏。

### 5.2 卷扬提吊能力

主、副卷扬各用 6 t 试块进行单绳提升、制动能力试验和紧急制动试验,提升轻快灵活、制动准确可靠。

### 5.3 钻塔承载力

钻塔连接进行了承载力试验,逐级加载至 36 t (360 kN),保持 10 min。卸载后稳定,无永久变形、焊缝、焊口处无开裂及裂纹等现象。

### 5.4 超载试验

对卷扬机提升能力和钻塔进行了超载试验。主副卷扬在 7 t (70 kN) 负荷下升降 3 次,提升、制动工作正常;钻塔在 55 t (550 kN) 载荷下,保持 10 min,卸载后,保持完好,无永久变形,焊缝、焊口开裂现象。

### 5.5 噪声检测

在钻机中速及负荷 18 t (180 kN) 时,按照规定对钻机进行了噪声检测,噪声平均 80 dB,符合国家和行业标准的规定。

### 5.6 液压系统

液压起塔运行平稳,速度适中;天轮组平移顺畅、四个支腿油缸调节快速、方便;防爆阀、液压锁工作可靠;各部件无渗漏现象。

## 6 野外现场使用情况

2016年9月,STC-1000型车载钻机在新疆伊犁地区进行了地浸铀矿开采井施工(见图7),钻孔直径 311 mm,深度 475 m,主要地层为砂层和卵砾石层,采用泥浆正循环钻井工艺。由于钻机采用了并置式双卷扬设计,有效地节省了起下钻时间,从而大幅缩短了施工时间,仅用时 10 天就完成施工,较同场地常规车载和拖车钻机用时缩短 20% ~ 30%,

达到了提高钻井效率的目的。在使用整个过程中钻机运行平稳,未出现设备故障。通过实际使用,用户认为此钻机设计先进,参数合理,操作方便,经济耐用,不仅钻井效率高,而且降低了工人劳动强度。



图7 施工现场

## 7 结语

随着钻井施工市场竞争的日益激烈,对钻机的高效、优质、安全、低耗等经济技术指标要求越来越高。并置式双卷扬车载 STC-1000 型钻机作为一种效率高、劳动强度低、性价比高、省时省力的车载钻机,必将会受到市场的青睐。随着钻机的逐步市场推广,将针对其出现的不足,进一步改进和完善。

## 参考文献:

- [1] 冯德强,等. 钻机设计[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [2] 史亚楠,刘庆礼,张西坤,等. 水井钻机的选型与配套[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(9):27-32.
- [3] 王慧岭,程林,朱立强,等. 新型 SPT-600 拖车钻机的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(6):26-28,32.
- [4] 宋伟,宋秋锋,吕龙,等. 新型 SPT-1500 拖车钻机的研制及应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(11):41-45.
- [5] 李晓晖,程林,李艳丽,等. 便捷式 SPT-1500 型拖车钻机的研制与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(6):35-38.
- [6] 张红军,冯书亮,祖国栋,等. 液压系统管路防爆阀原理分析及应用[J]. 建筑机械,2015,(9):101-104.
- [7] 王龙,白祖卫. 岩心钻机液压钳盘式刹车卷扬机的研发与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(8):63-67.
- [8] DZ/T 0047—93,水文水井钻机技术条件[S].
- [9] DZ/T 0048—93,水文水井钻机试验方法[S].