

# 新型 SPT - 1500 拖车钻机的研制及应用

宋 伟, 宋秋锋, 吕 龙, 曹建龙, 耿建璞

(河北建勘钻探设备有限公司, 河北 石家庄 050031)

**摘 要:**为了实现水文水井施工优质、高效、快速的要求,满足中深井对钻机能力的要求,研制了 SPT - 1500 型拖车钻机。该钻机是拖车、转盘式、正反循环钻机,主要由拖车架、动力系统、钻机、转盘、液压系统、气路系统、钻塔、钻具系统等部分组成。试验及应用表明, SPT - 1500 型拖车钻机结构简单、安装方便、转场快捷、性能稳定可靠,可满足 1500 m 深水文水井的钻井能力,并能适应各种地层的钻井要求。

**关键词:** SPT - 1500 型钻机;拖车;正反循环;后靠装置;双卷扬

**中图分类号:** P634.3<sup>+</sup>1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 - 7428(2014)11 - 0041 - 05

**Development of SPT - 1500 Trailer-rig and the Application/SONG Wei, SONG Qiu-feng, LV Long, CAO Jian-long, GENG Jian-pu** (Hebei Jiankan Drilling Equipment Co., Ltd., Shijiazhuang Hebei 050031, China)

**Abstract:** In order to meet the high quality, high efficiency and high speed in hydrological well construction, the SPT - 1500 trailer-rig is designed, which is a rotary rig with direct and reverse circulation, mainly consists of the trailer frame, power systems, drill, rotary table, hydraulic system, pneumatic system, derrick and drilling system, etc. The test and application show that SPT - 1500 trailer-rig has advantages of simple structure, easy installation, rapid transition and steady performance; it has drilling capability to deal with the hydrological well of 1500m in depth and can meet the requirements of various stratum drilling.

**Key words:** SPT - 1500 trailer-rig; trailer; direct and reverse circulation; back device; dual winch

近年来,由于我国工农业生产发展的需要,大量开发利用地下水资源,地下水位逐年下降,建井越来越深,成本越来越高,对钻机钻探能力的要求也越来越高。然而水文水井钻探要求工期短,流动性大,搬迁频繁,所以要求钻进工艺所使用的钻探设备不能过于笨重。目前水文水井钻机按组装方式可分为散装式、拖车式和车载式几种型式。其中散装式水文水井钻机以其低廉的价格优势在施工领域占有一定的地位,但其搬迁转场不方便,不仅在搬迁过程中会浪费大量的时间,而且纯钻进时间十分有限,造成人力、物力、财力的浪费。拖车式和车载式钻机,搬迁转场方便快捷,省时省力,大大缩短了辅助时间。然而车载式钻机制造价格高,投入成本大,许多用户不易接受。因而拖车式钻机以其适中的价格,搬迁转场方便快捷的特点,显示出它的优越性。随着水文水井钻探需求量的增加,对水文水井施工提出了优质、高效、快速的要求。因此,基于上述现状,经过市场调研,考虑市场需求,河北建勘钻探设备公司研制开发了一种新型 SPT - 1500 型拖车钻机。

## 1 SPT - 1500 型拖车钻机概述

SPT - 1500 型水文水井钻机是拖车、转盘式、正反循环钻机,它主要适于第四系松散地层、砂层、卵砾石层和基岩等各种复杂地层钻进,可钻凿 1500 m 深的水井,也可适用于水文地质勘察孔、地热开发孔、工程建设灌注桩孔等的钻进施工。

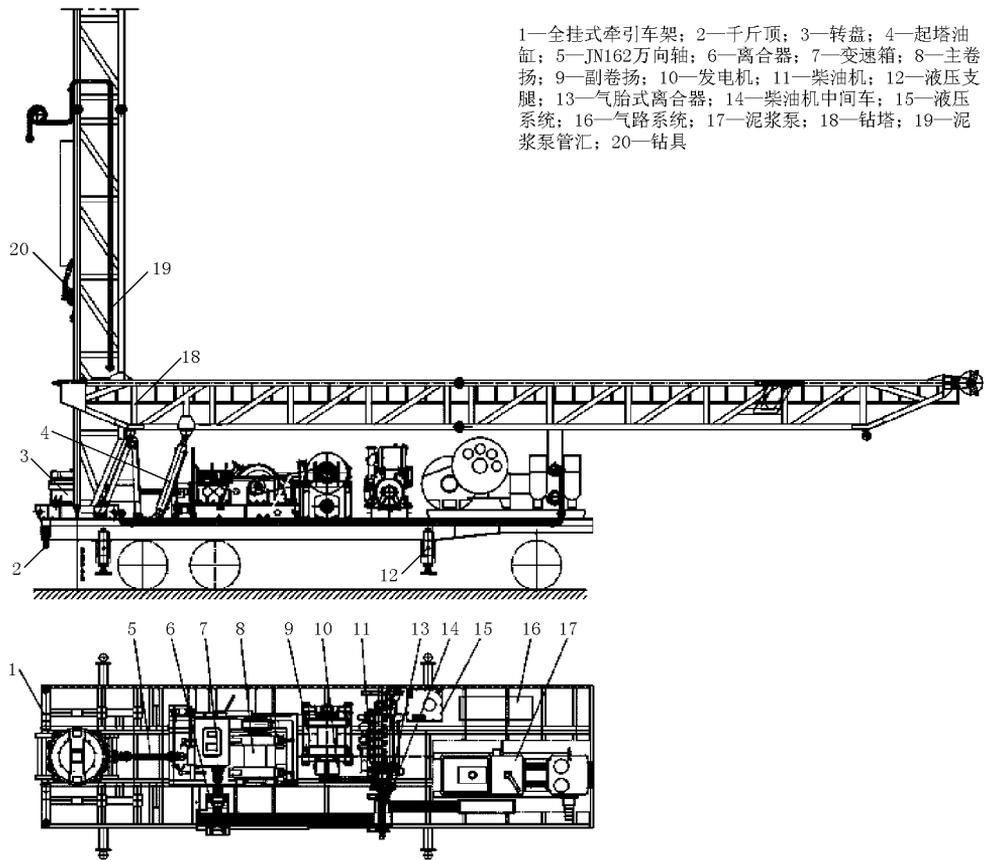
SPT - 1500 型拖车钻机采用机械传动,配套全挂式牵引车,坚固耐用,越野性强,适用于正反循环 2 种钻进工艺,操作简便,钻机能力大,拆装维修方便。该钻机主要包括柴油机、柴油机中间车、主机总成、副卷扬、转盘、液压系统、气路系统、钻塔、钻具等。SPT - 1500 型拖车钻机总体结构及布局见图 1。

钻塔采用 K 式结构,承载能力大,外形美观,起落塔方便,使用安全,钻塔上部设有“环行道活门机构”,可使主动钻杆通过环行道自动后退,让开孔口悬挂于塔内,实现塔上无人操作。

根据需要,泥浆泵可配套正反循环 2 种,实现正反循环泥浆钻进工艺;或配套空压机和潜孔锤实现空气钻进工艺、气举反循环工艺和回转冲击钻进工艺。

收稿日期:2013 - 12 - 16; 修回日期:2014 - 07 - 31

作者简介:宋伟(1986 - ),男(汉族),河北保定人,河北建勘钻探设备有限公司助理工程师,机械专业,从事钻探设备的设计工作,河北省石家庄市长安区建华南大街 58 号,swboye453@163.com。



1—全挂式牵引车架; 2—千斤顶; 3—转盘; 4—起塔油缸; 5—JN162万向轴; 6—离合器; 7—变速箱; 8—主卷扬; 9—副卷扬; 10—发电机; 11—柴油机; 12—液压支腿; 13—气胎式离合器; 14—柴油机中间车; 15—液压系统; 16—气路系统; 17—泥浆泵; 18—钻塔; 19—泥浆泵管汇; 20—钻具

图1 SPT-1500型拖车钻机整体结构及布局示意

2 SPT-1500型拖车钻机的工作原理

该钻机由柴油机11做动力,带动液压系统15

工作,产生压力油,通过换向阀、油路,驱动液压支腿12及起塔油缸4工作,实现钻井调平及钻塔起升的动作。其液压系统见图2。

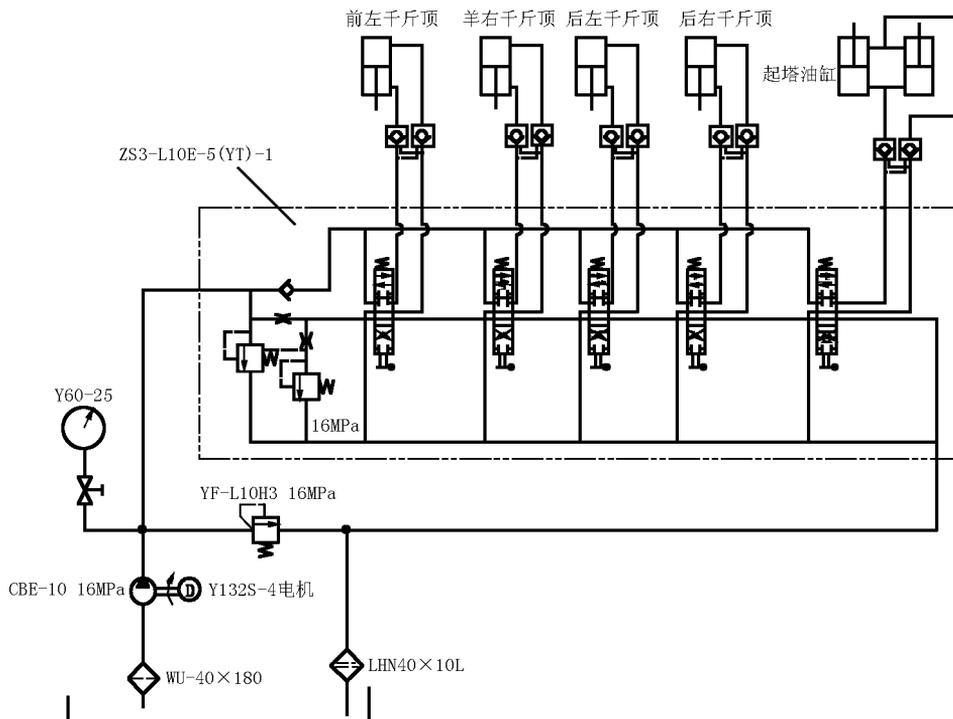


图2 SPT-1500型拖车钻机液压系统原理示意

柴油机 11 带动发电机 10 工作,产生电力为气路系统 16 提供动力,使其产生压缩空气通过气路控制阀让气胎式离合器 13 抱死,带动柴油机中间车 14 工作。柴油机中间车 14 通过 V 形皮带同时驱动主机离合器及泥浆泵。

该钻机的传动系统包括离合器 6、变速箱 7、主卷扬 8、副卷扬 9、万向轴 6、转盘 3 及相应操作系统。动力经皮带并通过摩擦离合器 6,将动力传入变速箱 7 后,一路经万向轴 5 传入转盘 3,另一路经对键轴传入主卷扬 8 并通过双排链条带动副卷扬 9。离合器 6 为干式摩擦片式离合器,采用摩擦离合器可使钻机平稳的启动、钻进和停止,并能防止钻机过载,这对变速箱 7 的变速及分动都是很必要的。变速箱 7 除变速外,兼起分动箱的作用。依靠变速箱中不同齿轮的组合,可使卷扬机得到 3 种提升速度,转盘分别得到正、反 4 个转速。工作原理见图 3。

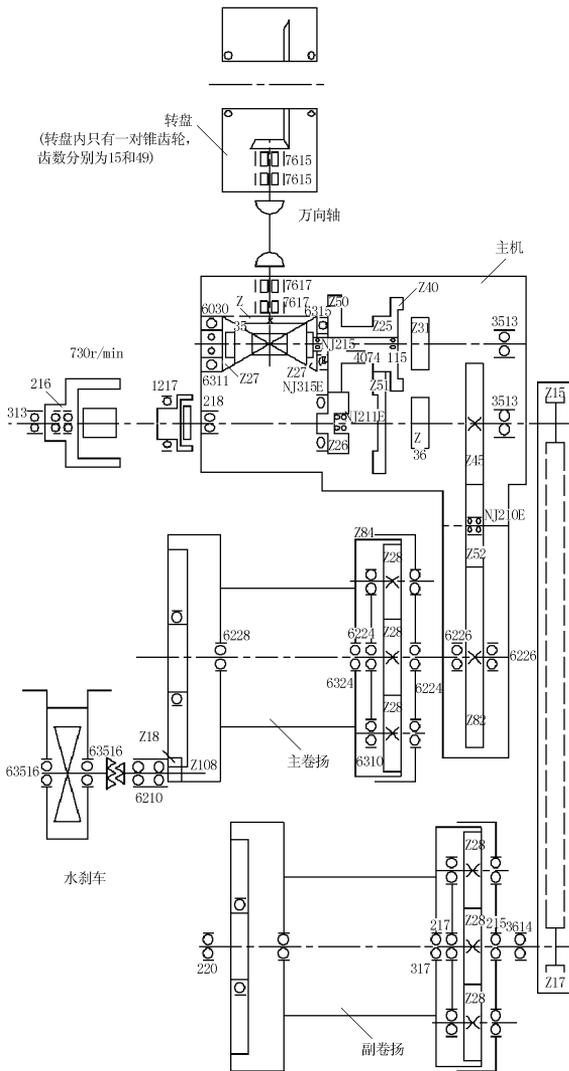


图 3 SPT-1500 型拖车钻机传动原理示意

### 3 SPT-1500 型拖车钻机主要技术参数

#### 3.1 钻探能力

- 开孔直径:660 mm
- 钻孔深度:Ø127 mm 钻杆,1000 m
- Ø114 mm 钻杆,1200 m
- Ø89 mm 钻杆,1600 m

#### 3.2 转盘

- 转盘通孔直径:660 mm
- 转盘转速(正转):153、89、55、39 r/min
- 转盘转速(反转):153、89、55、39 r/min
- 转盘最大可承受扭矩:25 kN·m

#### 3.3 提升系统

- 游动系统:4×3(主卷扬),3×3(副卷扬)
- 水龙头额定负荷:350 kN
- 水龙头通径:63 mm
- 钻塔额定负荷:700 kN
- 钻塔有效高度:15.3 m

#### 3.4 卷扬机

- 主卷扬单绳提升能力:90 kN
- 主卷扬单绳绳速:0.84、1.9、3.3 m/s
- 钢丝绳直径:D-6×19 Ø24.5 mm
- 卷筒容绳量:176 m
- 副卷扬单绳额定提升能力:50 kN
- 钢丝绳直径:D-6×19 Ø20 mm
- 钢丝绳容量:150 m

#### 3.5 动力机

- 柴油机型号:WD10D235E10
- 柴油机功率:235 kW
- 柴油机转速:1250 r/min

#### 3.6 液压系统

- 电机动力:5.5 kW
- 系统压力:16 MPa

#### 3.7 主动钻杆

- 主动钻杆规格:108 mm×108 mm×10500 mm

#### 3.8 钻机外形尺寸

- 牵引状态(长×宽×高):17160 mm×2600 mm×3980 mm
- 工作状态(长×宽×高):11445 mm×3800 mm×18240 mm

### 4 SPT-1500 型拖车钻机主要结构

本钻机主要由拖车、转盘、万向轴、传动系统、柴油机动力机组、液压辅助操作系统、泥浆泵装置、钻塔、钻具等组成。所有部件均装于拖车上,运输、移

位便捷。

#### 4.1 拖车

拖车可以与多种牵引车相匹配,前单桥后双桥结构,拖车整体承载能力大,转盘式牵引架,双管路断气刹车,配有液压支腿,定孔位安装方便。

#### 4.2 转盘

为适应水井施工开孔直径较大的特点,转盘的通孔直径为 650 mm。转盘为单级圆锥齿轮传动结构,结构简单、润滑效果好、使用寿命长。传动比为 5.33,最大输出扭矩 25 kN·m,转盘配有抽拉式孔口板、垫叉支座、拨杠、小方套、上拨叉、下垫叉等。

#### 4.3 万向轴

万向轴采用 JN162 黄河汽车传动轴及万向节总成,最大扭矩 6000 N·m。

#### 4.4 传动系统

传动系统包括离合器、变速箱、主卷扬、副卷扬及相应操作系统。

离合器为干式摩擦片式离合器,结合平稳,操作、调整、维修简单,动力皮带经由离合器传至变速箱,变速箱为齿轮变速箱,既能变速又有分动作用。卷扬机、转盘以及副卷扬都是通过变速箱提供动力。变速箱内装有传动轴及齿轮,变速箱盖上装有分动凸轮箱、变速凸轮箱和反正凸轮箱,通过分动手把、换向手把和变速手把分别使 3 个凸轮箱内的拨叉位置发生变化,使不同齿轮配对,从而实现分动、换向、变速。变速箱可使转盘获得正、反 4 种转速。

主卷扬机传动系统为行星齿轮结构。其抱闸为带式结构,操作省力、维修及更换刹带块方便。卷扬机配双级水刹车装置,当深孔钻进下放钻具时,通过操作可实现水刹车对下放钻具的辅助制动。减少闸带和滚筒的磨损。转盘停止运转,操纵各手把,可使卷扬获得 3 种转速。

#### 4.5 柴油机中间车

该部分由潍柴 WD10D235E10 型柴油机、机座及中间车组成,用于驱动钻机主机、泥浆泵、发电机。柴油机中间车备留发电机动力输出皮带轮,用户可根据需要自配发电机。

#### 4.6 液压辅助操作系统

本机液压系统是由油泵、油缸、手动换向阀、溢流阀、节流阀、液压锁、油箱和压力表等件组成。液压系统由齿轮泵供油,工作时,整个系统压力应控制在 16 MPa。

液压辅助操作系统作用:

(1) 支腿油缸用来调整钻塔的垂直和保证钻机工作时的稳定性;

(2) 起塔油缸用来起落钻塔,通过控制操作手柄可控制起落钻塔的速度。

#### 4.7 钻塔

该塔为 K 形结构,由塔身、天车、人字架、门字架、起塔导轮等组成,可整体起落,自定孔心。钻塔配有水龙头滑道及后靠装置,钻进过程中悬挂水龙头及方钻杆,依靠副卷扬系统实现拉拽、下放钻杆功能,从而降低操作者劳动强度,减少钻进辅助时间。

#### 4.8 钻具

包括游动滑车、提引水笼头、主动钻杆、提引器等。

### 5 SPT-1500 型拖车钻机试验情况

SPT-1500 型拖车钻机在完成了样机的试制后,按照《水文水井钻机试验方法》(DZ/T 0048-93)、《水文水井钻机技术条件》(DZ/T 0047-93),在河北建勘钻探设备公司厂区内进行了各项试验,各项试验数据均能满足设计要求。钻机整体照片见图 4。



图 4 SPT-1500 型拖车钻机整体外观照片

(1) 钻机连续空载运转 24 h,各部件运转无异响且最大噪声  $\geq 95$  dB,变速箱各挡位无跑挡现象,各密封处无渗漏油现象。

(2) 用总质量 9 t 的试块对主卷扬进行单绳一速提升能力试验,每次提升高度均  $\leq 6$  m,然后试块自由落体 1 m 时抱闸制动,制动迅速可靠。联接水

刹车后,试块下降平稳。然后用总质量5 t的试块对副卷扬进行单绳一速提升能力试验,试验结果制动迅速可靠。

(3)液压系统起升钻塔平稳,液压支腿伸出准确稳定,节流阀调节稳定锁死,各部件无渗漏油现象。

(4)对钻塔进行加载试验,逐级加载至满载,保持10 min后卸载,钻塔无永久变形,焊缝、焊口处无开焊及裂纹现象。

(5)对水龙头进行静载试验,卸载后所有受力零件无永久变形;对水龙头进行静水压试验,每一个试验点保持2 min,各试验点无渗漏现象。



图5 SPT-1500型拖车钻机施工现场

## 6 SPT-1500型拖车钻机实际生产情况

2011年4月,第一台SPT-1500型拖车钻机在新疆呼图壁顺利开钻,孔径325 mm,孔深672 m,历时15天。在本次钻井施工中,该钻机钻塔液压起升不平稳,后经检验是两个液压起升油缸的液压锁导致的问题,将液压锁替换为单向节流阀,经试验解决了问题。本次钻井施工中,钻机能力得到证实,钻塔承载能力符合使用要求,钻机配置合理,得到了客户的一致好评。钻机施工现场见图5。

## 7 结语

近年来水文水井钻机的结构和品种随着钻进方法的发展在不断地变化,机械化程度也在不断的提高。SPT-1500型拖车钻机因其搬迁转场方便快捷,省时省力,钻井较深以及适中的价格显示出其

优越性。目前SPT-1500型拖车钻机已成功打开新疆市场,用户好评不断,也为我们不断完善此钻机提供了很多宝贵意见。我们将不断完善此类钻机,并研发新型钻机满足市场需求。

## 参考文献:

- [1] 金晶.一种用于新疆地区的拖装式浅井钻机的研制[J].新疆石油科技,1993,2(3):77-80.
- [2] 胡仲杰,章联库,等.HXY-800QT型拖车钻机的研制及应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(6):34-37.
- [3] 史亚楠,刘庆林,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.
- [4] 王慧岭,程林,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.
- [5] DZ/T 0047-93,水文水井钻机技术条件[S].
- [6] DZ/T 0048-93,水文水井钻机试验方法[S].

## (上接第40页)

(4)通过对研究数据的分析,得到了小口径地质勘探用可膨胀波纹管的膨胀压力、工作压力以及安全压力范围;

(5)研究发现了地质勘探用可膨胀梅花波纹管工作过程中的薄弱点,可为今后对梅花状膨胀管的研究起到指导性作用。

## 参考文献:

- [1] 胡彦峰,涂玉林,汪胜武,等.膨胀波纹管技术降低钻井风险实践[J].西部探矿工程,2011,(2):91-95.
- [2] 甄绍记.岩溶发育地层水文孔钻探施工技术[J].西部探矿工程,2009,(12):58-60.
- [3] 郭慧娟,王辉,耿莉,等.可膨胀波纹管有限元分析与现场应用[J].石油机械,2008,(9):99-101.
- [4] 赵凯,宋刚.可膨胀管技术实验方法与仿真分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(1):45-48.
- [5] 于好善,王成彪,宋刚,等.膨胀套管护壁技术研究现状及其工作原理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(3):1-4.