

机械传动多功能坑道钻机的研发及性能分析

王小虎¹, 朱利根¹, 刘刚², 张永勤³

(1. 江苏省无锡探矿机械总厂有限公司, 江苏 无锡 214000; 2. 宁夏地质局核工业地质勘查院, 宁夏 银川 750021; 3. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要:为解决普通立轴式岩心钻机和全液压钻机在坑道内钻探施工存在的问题以及满足用户的需求,研制了KDZ-300型多功能坑道钻机。该钻机利用机械传动立轴钻机回转器可以旋转360°,并结合机械传动动力消耗低、便于维修等优点,采用现有GXY-2型机械传动立轴钻机的主要零部件,增加上、下液压卡盘和上、下支撑固定等机构,在坑道内可实现向下、水平和仰孔施工,大大降低了制造、使用和维修成本。厂内调试和初步生产试验证明,钻机性能完全实现了设计的目的。

关键词:坑道钻机;三卡盘夹持系统;自动拆卸钻杆;全方位钻孔

中图分类号:P634.3⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2016)05-0041-04

Development and Performance Analysis on Multi-purpose Mechanically-driven Underground Drill/WANG Xiaohu¹, ZHU Li-gen¹, LIU Gang², ZHANG Yong-qin³ (1. Jiangsu Wuxi Mineral Exploration Machinery General Factory Co., Ltd., Wuxi Jiangsu 214000, China; 2. Ningxia Geological Exploration Institute of Nuclear Industry, Yinchuan Ningxia 750021, China; 3. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: The paper describes a new type of multi-purpose underground drill. It combines rotator of spindle rig with 360 turning, and for the advantages of lower energy-consuming mechanical driving and convenient maintenance, the main parts of current GXY-2 series rigs are adopted with lower and upper hydraulic chucks and positioning outfit adding to realize all-direction holes construction, the cost of manufacture, application and maintenance are greatly reduced. It is proved by in-plant debugging and preliminary production test that the performance of the drill is fully realized.

Key words: underground drill; three-chuck holding system; automatic break-out drilling rod; all-direction hole

0 引言

根据坑道钻探施工用户对目前常规坑道钻机在实际应用过程反馈的问题及调研发现,普通立轴式岩心钻机在坑道内施工效率低,劳动强度大,运输也不方便;全液压钻机价格高,维修费用和使用成本高,液压系统的传动效率却很低,而且对于操作人员的操纵水平及要求也很高。随着劳动成本的不断增加、国家对节能与环保在人们生活、工程施工中的重视,根据坑道钻机施工的环境及特殊施工要求和调研收集到的用户需求及建议,开发一种制造成本低、便于操作和维修、能耗低的多功能坑道钻机十分必要。

江苏省无锡探矿机械总厂有限公司根据上述实际情况,开发出了新型KDZ-300型坑道钻机,该钻机采用机械传动大通孔立轴传输动力,液压控制夹持和给进,可以自动拧卸钻杆,步履行走移位,上下

支撑定位,钻机维修和操作方便,立轴通孔直径大,每一根外平钻杆都可作为主动钻杆,具有动力头钻机相似的给进功能,是一款低制造和使用成本、高效节能、适应多种环境及工况的多功能新型坑道钻机。钻机的总体外貌如图1所示。



图1 KDZ-300型坑道钻机

收稿日期:2016-01-15; 修回日期:2016-03-26

作者简介:王小虎,男,汉族,1982年生,副总工程师,机电一体化专业,从事钻探机械设计工作,江苏省无锡市新区梅村锡达路555号, wuxixt@163.com。

1 钻机的设计及结构特点

1.1 总体方案

在设计钻机时,首先应考虑的问题是在满足钻进功能和技术参数的同时,具有可靠、简单、实用、节能、高效和便于维修的优点。因此,在了解到目前坑道钻机现状及用户的需要后,首先从简单实用方面来考虑确定钻机的总体布局和方案。

(1) KDZ-300型坑道钻机总体结构以目前国内固体矿产岩心钻探最常用的 GXY-2型立轴钻机为基础,钻机的许多零部件都采用 GXY-2型钻机的零部件;

(2) KDZ-300型坑道钻机操控系统与目前使用最普遍的 XY-4型立轴岩心钻机一致,用户容易上手操作;

(3) 为了实现钻机的给进、夹持、拧卸更加方便,在 GXY-2型钻机立轴的基础上,将 KDZ-300型钻机设计成3个卡盘夹持系统;

(4) 具有步履行走和支撑两用功能;

(5) 增设小型塔机一体多段式钻塔;

(6) 钻机在窄狭的坑道内可方便地实现垂直向下和垂直向上、水平、上仰和下俯钻孔的钻进施工。

1.2 结构设计

1.2.1 三卡盘夹持系统装置设计理念及结构

传统的机械传动立轴钻机有上、下两个卡盘,但下卡盘没有主动给进功能,只有夹紧功能,不能实现长行程给进。本新型钻机设计成三卡盘方式,相当于在普通立轴岩心钻机上增加1个上液压卡盘,并将下卡盘改成液压卡盘式结构,具有上、下夹持器和拧卸的功能。液压卡盘为弹簧夹紧、液压松开成熟结构,确保钻机的可靠性,三卡盘夹持结构如图2所示。

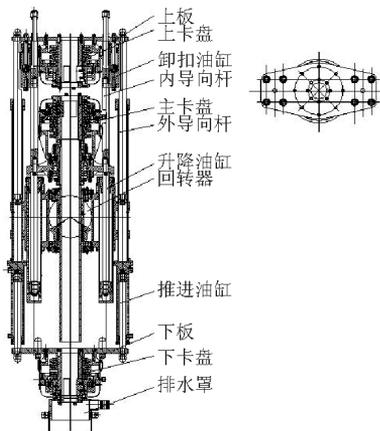


图2 三卡盘夹持系统装置结构图

当在坑道内需要朝下、水平或朝上钻进时,靠主卡盘夹紧钻杆,上、下卡盘处于松开状态,操纵升降油缸手柄进行钻进,待一根钻杆钻进完成后,从上卡盘上方加接第二根钻杆,继续钻进。

当需要拧卸钻杆时,控制上、下卡盘处于松开状态,使主卡盘夹紧钻杆,升降油缸提升主卡盘将钻杆提离孔底,下卡盘夹紧钻杆,主卡盘松开钻杆,升降油缸移动找到钻杆接头处,将之处于上卡盘与主卡盘之间的位置,便于观察,然后上卡盘和主卡盘都夹紧钻杆,下卡盘松开钻杆,此时将卸扣油缸手柄搬至上升位置,慢速顺时针旋转立轴,公母接头慢慢卸开,卸开一瞬间,两只卸扣油缸上升,带动上卡盘上升,自动将两根钻杆脱离,上卡盘松开钻杆,实现拧卸钻杆。施工过程中,按照上述程序依次类推,完成必要的钻杆拧卸。从分析和试验情况看,采取这种结构和拧卸方式不但减轻了人工拧卸带来的劳动强度,而且大大地提高了施工效率。

1.2.2 步履行走和支撑两用装置

为了能使钻机在施工现场快速方便的移位,在设计本钻机时,考虑将钻机上增加了液压步履行走机构。为了使钻机在窄狭的坑道内钻进稳定,利用坑道的上下顶底板和侧壁作为支撑点,增设了伸缩杆支撑机构。步履行走及支撑机构如图3所示。

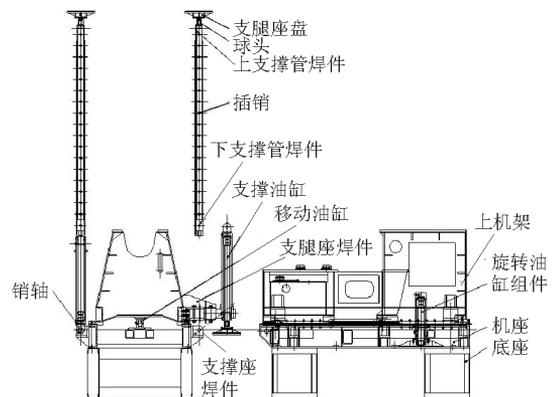


图3 行走和支撑两用装置结构图

1.2.2.1 步履行走机构及功能

该机构可以将支撑油缸插在支腿座里面,将整个钻机撑离地面,配合移动油缸,就可以一步步行走。旋转油缸可以将整机撑起,并 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 旋转,配合回转器的旋转,在一个三维的立体空间内可实现任意角度的钻孔。为了方便在坑道内较远距离行走,钻机的支撑高度设计达500 mm,利用巷道内轨道移动钻机,无需拆掉钻机全部部件,省时省力。

1.2.2.2 支撑机构及功能

为了实现钻机在工作位置的固定,通过将支撑油缸翻转 180° ,用销轴连接在支撑座里面,取下球头和支腿座盘,旋在上撑管上,然后将下撑管旋在支撑油缸上,将上撑管插在下撑管里面,上下撑管上有孔,根据坑道的高度来调节长度,用插销插好,将支撑油缸伸出,直到顶在坑道上方墙壁上。根据坑道墙壁情况调节4只支撑油缸,完成固定钻机的步骤。这种支撑使钻机更加稳固,孔口不易移位。

当需要朝上钻进时,将4只支腿撑起,钻机底部安装上前后2个底座,并用螺栓螺母紧固,使得整机抬高后,不但稳固安全,而且可以在底部加接长钻杆。例如斜上 45° 钻孔时,原来底下只能加接0.5 m长的钻杆,现在抬高了可以加接1 m长的钻杆,钻同样深度,加接钻杆的数量就减少了,相对地就提高了施工效率。下卡盘具有推进功能,朝上钻孔时可以直接将下卡盘推到孔口,将下卡盘底部的排水罩罩住孔口,排水罩旁边有排泥浆的接管孔,接上胶管直接将泥浆引到泥浆槽里,安全可靠,对于操作者也起到了保护作用。

1.2.3 小型塔机一体式钻塔(用户选配)(见图4)



图4 小型塔机一体式钻塔及钻机

此钻塔只适合朝下 $0\sim 90^\circ$ 钻进时使用,朝上钻孔时就把它拆掉。而且坑道的截面越大越好。

为了方便在坑道内钻进向下钻孔时快速提下钻,本钻机还设计了可以安装在钻机上的小型多节钻塔,上部钻塔体高度为500 mm,可以根据需要方便拆装,也可以装2节,相应的钻塔总高度为3.7、4.2、4.7 m。此钻塔选用钻塔顶部的补偿油缸来补

偿钻机的后移量,从而来对准孔口。

2 KDZ-300型坑道钻机的基本技术参数

- 钻进深度:300~600 m;
- 立轴转速:正转56、93、154、212、264、458、723、998 r/min,反转44、207 r/min;
- 立轴通孔直径:93 mm;
- 立轴最大扭矩:4000 N·m;
- 立轴最大加压力:120 kN;
- 立轴最大起拔力:90 kN;
- 立轴行程:500 mm;
- 三卡盘最大夹持力(上卡盘、主卡盘、下卡盘):130 kN;
- 钻孔倾角: $0\sim 360^\circ$;
- 可用钻杆规格: $\varnothing 50$ 、60 mm 内丝钻杆,S59、S75、S95、BQ、NQ、HQ 绳索取心钻杆;
- 卷扬机最大提升能力:30 kN;
- 钻机后退行程:350 mm;
- 动力配置:电动机功率30 kW,转速1470 r/min;
- 塔高:3.7、4.2、4.7 m;
- 推进油缸行程:300 mm;
- 支撑油缸行程:600 mm;
- 外形尺寸(长×宽×高):2415 mm×1800 mm×2285 mm;
- 整机质量:2800 kg。

3 性能分析

本钻机是根据现有坑道钻机的现状及用户的要求设计的,三卡盘夹持系统装置解决了人工拧卸困难、强度大、效率低的缺点,不仅在使用成本上大大降低,而且提高了朝上钻进的安全性。步履行走和支撑两用装置使得运输和现场移位更加方便,施工效率大大提高。小型塔机一体式钻塔可以满足用户快速提下钻需求。整个钻机采用成熟产品的零部件,零件通用性好,维修方便。立轴由机械传动,操作方便,传动效率比全液压钻机更高。

4 试验效果

2015年2月完成了第一台KDZ-300型坑道钻机样机的生产,之后在厂内试验台进行检测试验,对钻机的各种动作、施工中各种工况和钻机需要实现

的位置进行操作和运转,各项功能、参数均达到设计要求,钻机设计合理,性能可靠、实用。

2015年5月15日,KDZ-300型坑道钻机样机在云南某坑道工地开始生产应用试验,所施工钻孔为 50° 仰孔。初步的应用试验效果如下:

现场钻机安装,对孔位及固定一般30 min;钻进过程中无固定机上主动钻杆,采用钻机直接夹持S71绳索取心钻杆,单根钻杆长度1 m,加接和拆卸钻杆时采用钻机拧卸,加接和拧卸一根钻杆一般20 s左右。完成一口140 m深、 50° 仰孔钻进取心施工时间6天。在坑道内从一个孔位移到另一个孔位需2 h左右。

在完全相同的同一坑道内,采用改装的XY-2型立轴钻机用于钻进140 m深、 50° 仰孔时,现场钻机就位和固定需要8~10 h,由于需要配备机上主动钻杆,所以必须采用0.5 m长的S71绳索取心钻杆,人工加接和拧卸一根钻杆一般需要3 min,完成140 m深、 50° 仰孔一般需要14~15天。在同一坑道内相同搬迁距离,从一个孔位搬迁到另一个孔位需要2天时间。相比之下不难看出,KDZ-300型钻机比XY-2型改装钻机不仅效率高,而且劳动强度低得多。

目前该钻机在云南某坑道工地继续进行取心钻探施工,现在已经完成了9个钻孔,采用S75绳索取心钻进技术朝下钻进钻孔深度一般160 m;朝上(与水平夹角 50° 仰孔)钻进采用S75绳索取心钻孔深度一般140 m;水平方向采用S75绳索取心钻孔深度一般200 m。从应用试验的初步统计对比效果可以看出,相同地质及施工条件下,钻完相同深度的钻孔,KDZ-300型坑道钻机比普通立轴改装钻机用于坑道钻探施工的效率提高1倍以上,而且劳动强度大大降低,辅助时间可节省80%。综合效果明显提高,得到了用户的一致好评。图5为KDZ-300型钻机在云南某坑道钻探施工现场。

5 认识及建议

从KDZ-300型坑道钻机的结构性能看,该钻机适用于坑道内矿产勘探孔、地下通风孔、瓦斯抽排放孔、防治水工程孔、工程地质钻孔、坝基灌浆钻孔、巷道或矿体开采爆破孔施工等,可满足绳索取心钻进、



图5 KDZ-300型坑道钻机在云南某坑道内施工

常规取心钻进、空气冲击回转及反循环钻进工艺等。因此,该钻机是一款新型的多功能钻机。设计理念不仅体现了多功能,而且从中国国情和用户使用的角度出发,以目前地质矿产岩心钻探市场占有率较多的GXY-2型立轴式系列钻机为基础,具有许多通用零部件,继续体现出机械传动效率高、能耗低、维修方便的优点。

从厂内调试及初步试验看,钻机的性能完全达到了设计的目的,由于采用已经被实践检验的立轴钻机的结构,所以其可靠性和寿命应能达到现有GXY系列钻机的水平。

通过这次创新设计,我们认识到地质勘探钻机不一定非要全液压,要的是适合特殊的施工环境和中国的国情。因此,建议中国的用户不要一味地追求全液压钻机,要从经济实用、获得最大投入产出比来考虑。

参考文献:

- [1] 刘卫东. 机械传动立轴式岩心钻机的发展前景与改进设想[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(S1): 70-73.
- [2] 王平, 计展, 徐延国, 等. 坑道钻机液压卡盘结构分析[J]. 煤矿机械, 2012, (10): 160-162.
- [3] 谭鑫, 魏治利. 立轴式回转钻机液压系统升级及应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 42(9): 58-60, 71.
- [4] 张永勤. 我国地质找矿取心(样)钻探技术设备现状及提高效能的分析研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006, 33(8): 45-50.
- [5] 吕冰. 坑道钻机组合式液压卡盘的研制[J]. 矿业安全与环保, 2006, 33(S1): 12-13.
- [6] 张丰春. TK-3型钻机卡盘的改进[J]. 探矿工程, 1997, (3): 49.
- [7] 王文斌. 机械设计手册(新版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [8] 王达, 何远信, 等. 地质钻探手册[M]. 湖南长沙: 中南大学出版社, 2014.