

TGQ 背包式取样钻机的研制

冉灵杰^{1,2}, 宋殿兰², 卢 猛²

(1. 中国地质大学(北京), 北京 100083; 2. 北京探矿工程研究所, 北京 100083)

摘要:目前在普查踏勘阶段,地质工作者要求随时随地取样,迫切地需要迁移便捷、快速钻进、高效高质的便携式取样钻机。本文介绍了研制的TGQ背包式取样钻机的参数、特点及试验情况。该钻机体积小、质量轻、结构设计合理,具有高、低两挡转速,可以实现金刚石钻进、螺旋钻进工艺,可以进行斜孔钻进取心,可以解决复杂地层的取样问题。钻具采用高强度的材料,钻杆采用插装式快速连接结构,提高了加减钻杆的效率。钻机的研制打破了国外背包式轻便钻机对我国市场的垄断。

关键词:背包式钻机;轻便;取样钻机;钻具

中图分类号: P634.3⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2016)06-0049-03

Development of TGQ Knapsack Sampling Drill/RAN Ling-jie^{1,2}, SONG Dian-lan², LU Meng² (1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

Abstract: Sampling is required anywhere at anytime in the geologic survey and reconnaissance stage, it is necessary to develop portable sampling drill with the characteristics of convenient relocation, high efficiency and high quality. This paper introduces TGQ knapsack sampling drill about its parameters, features and the related tests. With the characteristics of small size, light weight, high and low gear speeds by reasonable structure design, the rig can realize diamond drilling and auger boring, take core in inclined hole and take sample in complex stratum. The drilling tools are made of high strength materials and rapid plug-in type connecting structure is used on drilling rod, the efficiency of drill pipe screwing on and off is improved. The development of this drilling rig has broken the monopoly of foreign products in Chinese market.

Key words: knapsack drilling machine; portable; sampling drill; drilling tools

1 概述

目前地质勘探工作中,钻探工艺方法受钻探作业环境(如地理位置、交通运输、气候、地质条件与供水等因素)的影响与制约依然严重,钻探取样技术装备对地质调查工作和科学研究的保障能力仍然不足。尤其在普查踏勘阶段,地质工作者要求随时随地取样,由此,整套钻机及相关配件装入背包中,适合单人背负、单人操作的背包式取样钻机应运而生。

目前此类钻机只能依靠进口,国外背包式取样钻机的价格昂贵,并且钻探口径为25.4 mm,钻探口径小(我国金刚石钻进口径系列中最小为30 mm),满足不了我国复杂地层的取样需求。因此,迫切需要研制适合我国国情的迁移便捷、快速钻进、高效高质的轻便化取样钻机。北京探工所研制的TGQ背包式取样钻机,钻机质量<7 kg,整套标配设备装于背包中质量为22.5 kg,可以实现金刚石钻进、螺旋

钻进,满足解决复杂地层的取样,为地质矿产保障工程提供了强有力的技术支撑。

2 背包式取样钻机设计方案

2.1 整体方案

背包式轻便取样钻机主要由钻机动力头、供水系统、便携式背包、钻具及附属工具组成(见图1)。



图1 背包式取样钻机

钻机主机质量≥7 kg,钻孔直径40 mm,取心直

收稿日期:2015-12-04; 修回日期:2016-05-04

基金项目:中国地质调查局地质调查项目“浅覆盖区钻探取样及无碳排轻便取样钻机研制”(编号:1212011120254)

作者简介:冉灵杰,男,汉族,1985年生,中国地质大学(北京)在读博士研究生,地质工程专业,从事轻便钻机具的设计及钻探工艺的研究工作,北京市海淀区学院路29号,rj.155154313@163.com。

径 33 mm。钻机动力头减速箱有低速和高速两挡,既能适用于金刚石钻进、硬质合金钻进又能适用于螺旋钻进,从而满足不同的钻探工艺方法需求。

背包式取样钻机的性能参数:钻进深度 5 m,转速 170/1200 r/min,口径 40 mm,取样直径 33 mm,功率 1.2 kW,钻机质量 6.96 kg,标配钻机具质量 22.5 kg。

2.2 动力机的选型

通过对各种品牌和型号汽油机的调研,选择了进口的 GX35 型小型汽油机。该汽油机的净重 3.46 kg,功率 1.2 kW,最高转速 8500 r/min,最大扭矩时的转速为 7000 r/min,扭矩 1.4 N·m。这种汽油机的启动性好,性能稳定,质量轻、体积小,适合背包轻便钻机的使用需求。此汽油机功重比(动力设备的功率与其质量之比值)大,这是该汽油机用于背包式取样钻机的最大优点。

2.3 减速箱的设计

研制了低速和高速 2 种减速箱(图 2),低速转速 170 r/min,高速转速 1200 r/min,质量在 3.5 kg 以内。减速箱的设计均采用 2 级减速,并且两种减速箱的壳体设计一致,只需要更换减速箱第一级减速齿轮,便可以实现高速与低速的转化。为了实现减速箱的高传动比且体积小、质量轻,设计了模数小的高变位的齿轮。减速箱的壳体分为上、中、下 3 部分,方便减速箱的拆卸和组装。另外减速箱的壳体采用了先进的压铸成型、精密铸造等新技术,提高了壳体的强度,减轻了钻机的整体质量。

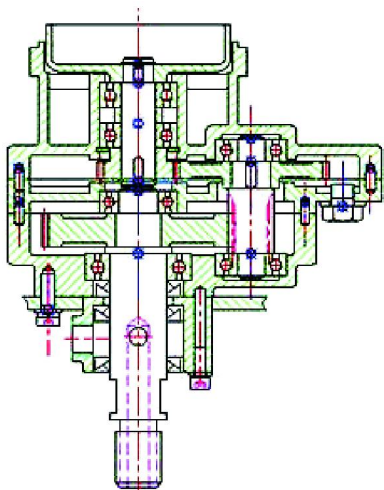


图2 背包式钻机减速箱结构示意图

2.4 离合器的设计

为确保在加接钻杆过程中的安全,动力机与减速

箱之间采用摩擦离心式离合器连接(图3)。在动力机怠速的状态下,离心离合器与动力机分离,无动力输出;转速升高的状态下,动力机带动离心块与离合器进行啮合,利用摩擦力输出动力。钻具在卡钻或冲击的情况下扭矩增大,当扭矩大于离心离合器所能承受的极限扭矩时,离合器自动脱开。这种结构离合器的优点是可以实现过载保护,确保设备和人员安全。

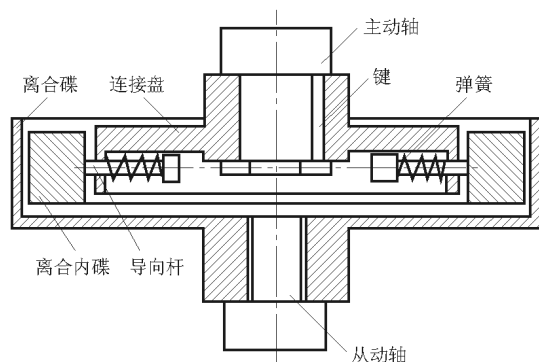


图3 摩擦离心式离合器结构示意图

当汽油机的转速 < 2000 r/min 时,离心块的离心力小于弹簧的拉力,离合器处于分离状态,离心块可以在离合碟内自由转动;当汽油机的转速高于 2400 r/min 时,离心块的离心力大于弹簧的拉力,离心块与离合碟处于接触状态,离心块对离合碟的压力等于离心块的离心力减去弹簧的拉力,离合器传递的动力即为离心块对离合碟的压力乘以两者之间的摩擦系数;当汽油机的转速在 2000 ~ 2400 r/min 之间时,离心块与离合碟处于浮动状态。

2.5 供水系统的设计

供水系统采用带有活塞式压力供给装置的高压不锈钢水桶(图4),其工作机理是手动通过活塞来给水桶提供压力。供水系统配装有压力表,可以实时的显示水桶的水压,压力可以随着工作需要随时调整;水管连接处设置供水开关。同时钻机水嘴水口的设计也经过了多次计算和实验,在不影响钻进的情况下保证最大限度的节约水源,保证钻探用水量的同时尽可能的减小体积,到达便携的目的。

2.6 钻具的设计

钻具在满足强度和耐磨性的前提下,尽量地减小其体积和质量,最大限度地减小钻具及钻杆的壁厚,实现整套系统的轻便化,以方便携带。钻具采用屈服极限达到 1500 MPa 的高强度不锈钢。

由于钻具及钻杆的壁厚过小,采用常规螺纹连接方式不能实现,另外用自由钳拧卸钻杆容易引起



图 4 钻机供水系统

钻具及钻杆的变形损坏,因此钻杆采用了插装式快速连接机构,两根钻杆之间通过突出的销钉与 L 形槽配合相连,将一根钻杆的突出销钉端插入另一根钻杆的 L 形槽端内,顺时针旋转,即可将两根钻杆连接,无需任何工具即可连接和拆卸,实现钻杆间的高效快速连接,拧卸钻杆效率提高了 5 倍。钻杆的端面设计有 3 道密封槽,可以承受一定的压力,防止泥浆的泄露。背包式取样钻机配套钻杆如图 5 所示。

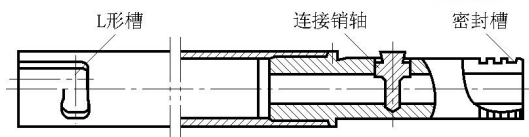


图 5 TGQ 背包式取样钻机配套钻杆

由于背包式取样钻机为手持式,且配套钻具质量轻,钻进深度小,因此无法施加大的钻压。为了提高钻进效率,研制了不同配方的金刚石钻头(图 6),匹配高转速钻进取样。

3 钻机特点

(1) 钻机体积小、质量轻、结构设计合理,钻机整体质量 < 7 kg,整套标配设备装于背包中质量为



图 6 不同配方的金刚石钻头

22.5 kg,方便野外携带和运输;

(2) 钻机具有高、低 2 挡转速,既能满足金刚石钻进又能用于螺旋钻进,可解决复杂地层的取样问题;

(3) 钻杆采用插装式快速连接结构,提高了加減钻杆的效率,节省了辅助时间;

(4) 动力输入端装有离心式离合器,用于过载保护,保证人员的安全,避免设备的损坏;

(5) 采用高强度的材料作为钻杆的材料,增加了钻杆的强度,减轻了钻杆的质量;

(6) 可以进行斜孔的钻进取心。

4 野外应用效果

在北京、四川、云南等地针对不同地层对钻机进行了野外示范应用,钻机由一个人就可以背负,操作简单,1~2 个人可以完成钻进取样作业,最深孔可达 8 m,钻进效率高,在钻取岩石时,纯钻时效可达 3 m,取样率均达到 90% 以上,可以进行斜孔钻进取心,满足取心的要求,验证了基岩的地质信息,探明了地质体的倾向和倾角,满足了地质工作者随时随地取样的要求。野外试验现场及取出岩样见图 7。



图 7 TGQ 背包钻机试验照片

(下转第 55 页)

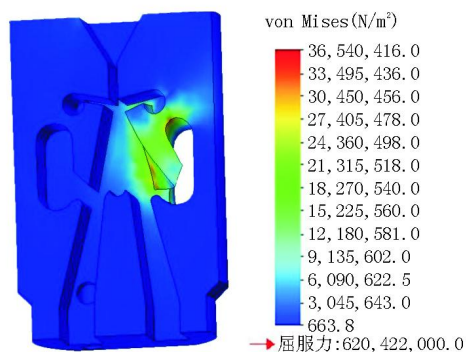


图 8 两体式射流元件侧壁受力云图

射流元件为结构优化后的两体式射流元件,钻头采用直径 95 mm 的硬质合金球齿全面碎岩钻头;试验过程中,钻机钻压 7 ~ 8 kN,转速 25 ~ 30 r/min;使用清水作为动力介质,输入流量 180 ~ 220 L/min,相应的流体压力为 10.0 ~ 15.0 MPa。液动锤的冲击频率为 12 ~ 17 Hz,冲击功为 144 ~ 249 J。

试验阶段,两体式射流元件工作 30 h 后,射流元件依然工作稳定,内壁表面无明显冲蚀或断裂。试验结果表明,与分体式射流元件相比,两体式射流元件工作寿命明显提高。

5 结论

本文针对两体式新型射流元件,通过理论分析并结合室外钻进试验,利用 Fluent 流体动力学分析软件及 SolidWorks 软件中的 Simulation 有限元分析模块,对两体式射流元件进行仿真模拟分析。理论

分析结果表明,与分体式射流元件相比,两体式射流元件所受最大应力降低了 88% 以上,射流元件整体强度提高,有利于延长其工作寿命。室外钻进实验表明,与分体式射流元件相比,两体式射流元件接触面减少,从而提高了射流元件的密封性能,保证了射流元件切换的稳定性;试验阶段,两体式射流元件工作 30 h 后依然稳定,内壁表面无明显冲蚀及断裂趋势,与理论分析相符合,这对延长射流式液动冲击器的工作寿命、扩大应用领域具有重要意义。

参考文献:

- [1] 王人杰,蒋荣庆.液动冲击回转钻进技术[M].北京:地质出版社,1988:97-104.
- [2] 彭视明,殷其雷,赵志强,等.低速射流元件控制的高能液动锤研究[J].石油机械,2010,38(3):1-4.
- [3] 朴成哲,殷琨,蒋荣庆,等.KSC-127型射流式冲击器应用于大陆科学深钻的试验研究[J].世界地质,2000,19(3):295-298.
- [4] 李传武,李发东,任海军.液动锤在科钻一井先导孔钻井中的应用[J].石油勘探,2002,30(5):12-14.
- [5] 丁代坡.石油钻井冲击器关键零部件工作寿命的研究[D].吉林长春:吉林大学,2008.
- [6] H. Liu, K. Yin, J. M. Peng. Fracture failure analysis of baseplates in a fluidic amplifier made of WC-11Co cemented carbide[J]. Frattura e Integrità Strutturale, 2014, 27:53-65.
- [7] 彭视明,柳鹤,赵志强,等.YSC178A型液动锤射流元件底盖板外壁冲蚀机理[J].吉林大学学报(地球科学版),2010,40(5):1140-1144.
- [8] 熊青山,王越之,夏宏南.液动射流冲击器射流元件深井失效研究及对策[J].凿岩机械气动工具,2006,(3):59-64.
- [9] 熊青山,殷琨,楼一珊.射流元件空蚀模拟试验研究及理论浅析[J].矿山机械,2006,34(11):22-23.

(上接第 51 页)

5 结论

TGQ 背包式取样钻机质量轻、体积小,结构设计合理,单人即可背负,钻机操作简单,钻具及附属部件均选用高强度的材料,钻进口径 40 mm,取心直径 33 mm,取样深度可以达到 5 m,适合野外地质人员随时随地取样。在地质、冶金、矿业、工程勘查等相关单位得以推广应用,以其质量轻、便于野外携带、钻进效率高,得到了用户的好评。钻机的研制为地质矿产勘查增添了一种新产品,钻机的研制打破了国外背包式轻便钻机对我国市场的垄断,有广阔的应用前景,提高了我国覆盖区复杂地层取样技术和取样器具的自主研发能力,提高了地质矿产勘查工作的服务水平和技术支撑能力,将在以后的浅层

取样中发挥重要的作用。

参考文献:

- [1] 何金生,郭晓东,郭金富.影响轻便钻机钻进速度问题分析及改进[J].勘察科学技术,2008,(3):20-22.
- [2] 冯德强.钻机设计[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [3] 刘广志.金刚石钻探手册[M].北京:地质出版社,1998.
- [4] 戴胜生,吴朝峰,卢继强.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.
- [5] 叶桂明,徐毅青.轻型钻机在西部山区深厚覆盖层水电勘探中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(3):68-70.
- [6] 刘三意,孟庆鸿.我国钻掘设备的发展趋势及几种最新机型[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(6):6-9.
- [7] 王峪.轻便钻机在地质勘察工程中的应用[J].西部探矿工程,2013,(5):80-82.
- [8] 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.
- [9] 赵大军,孙友宏,计胜利,等.山地丘陵地区地震勘探轻便铝合金钻机及配套机具的研究与开发[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(S1):161-166.