

# 地表近水平孔绳索取心工艺钻探实践

李占锋

(河南省有色金属地质矿产局第一地质大队, 河南 郑州 450016)

**摘要:**针对近水平孔地表岩心钻探施工项目的相关技术要求,利用现有的 CS1000P6L 型地表岩心钻机和常用的绳索取心钻具,设计和改进了绳索取心内管总成的投放与打捞装置,实现了地表岩心钻孔倾角接近零度的情况下普通绳索取心工艺的正常工。与普通的提钻取心相比,大幅提高了工作效率,节省了购置特定的钻杆、绳索取心钻具及打捞器具等费用。经改进的输送装置结构简单、性能可靠、成本低廉,操作简单易行。经过野外生产实践验证,该装置实现了预期的目的和效果,达到了地质要求,积累并丰富了地表近水平孔岩心钻探施工的经验。

**关键词:**钻探;近水平孔;绳索取心;岩心钻机

**中图分类号:**P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2016)01-0048-03

**Drilling Practice of Wire-line Core Drilling in Quasi-horizontal Hole/Li Zhan-feng** (No. 1 Geological Team, Henan Provincial Non-ferrous Metals Geological and Mineral Resources Bureau, Zhengzhou Henan 450016, China)

**Abstract:** According to the related technical requirements on the core drilling in quasi-horizontal hole construction and by using of the existing CS 1000P6L core drill and common wire-line coring tools, the setting and fishing advices of inner pipe assembly were designed and improved for regular operation of ordinary wire-line core drilling technology under the condition of core drilling dip close to zero. Comparing with the effect received by the commonly used trip-round coring, the working efficiency was greatly improved with purchase cost saving of special drill rod, wire-line drilling tools and fishing appliance. The improved conveying device has the advantages of simple structure, reliable performance, low cost and easy operation. It is proved in field production practice that the geological requirements are met with expected purpose and effect, the experience is accumulated for the core drilling construction in quasi-horizontal hole.

**Key words:** drilling; quasi-horizontal hole; wire-line coring; core drill

## 1 相关背景

2013 年 9 月,“浙江省常山县辉埠镇宋畷大崮山石灰石矿普查”项目的钻探施工进入实施阶段。该工程初步设计 3 个钻孔,设计孔深分别为 ZK402 孔 350 m, ZK401 孔 380 m, ZK403 孔 410 m,设计倾角分别为  $6^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $13^\circ$ ,要求终孔孔径  $\leq 75$  mm,全孔岩心采取率  $\leq 85\%$ 。接近零度倾角、终孔孔径  $\leq 75$  mm、孔深超过 400 m、利用现有的地表岩心钻探设备及钻具进行钻探施工,目前国内鲜有施工先例,没有现成的、成熟的施工经验可以借鉴。

## 2 矿区地层情况简述

第四系分布于勘查区四周,由残坡积、冲洪积物组成,岩性为碎石土、含砾粉质粘土、砂砾石土等,厚度一般 0~5 m。矿区主要矿层的岩性为石灰岩,主要矿物为方解石(约占 80%),岩石硬度较低,弹塑性差、较脆,研磨性较弱,可钻性为 4~5 级,稳定性

尚好。

## 3 选用的设备及钻具

### 3.1 钻机

选用本单位现有的 CS1000P6L 型钻机。主要参数:采用 NQ 钻具时,钻进能力可达 610 m,采用 BQ 钻具时,钻进能力可达 1070 m;进给行程 1830 mm,给进力 63.60 kN,提升力 96.36 kN;泥浆泵流量 106 L/min,压力 4.8 MPa。

### 3.2 钻具

选用了  $\varnothing 71$  mm 绳索取心钻杆、内管长 3 m 的配套绳索取心金刚石钻具。

本项目施工现场使用的钻杆为  $\varnothing 71$  mm  $\times$  5 mm 的绳索取心钻杆。但钻杆接头的外径尺寸大致有两种:第一种接头外径与钻杆外径相等,第二种接头外径大于钻杆外径。两种接头各有利弊:第一种因外径尺寸相同使整个钻柱外廓尺寸一致,钻柱在钻进

过程中有利于对孔壁的保护,特别是在提钻时能够有效避免破碎掉块儿、缩径等对钻柱产生的影响。但同样的原因,对于水平孔施工也会造成钻杆的整体外表面的磨损;相反,第二种则缺少了第一种的优势,却能克服第一种的弱点,无论在钻进过程中还是起下钻,仅磨损接头而保护了钻杆不受磨损。而且只有接头的表面与孔壁接触,钻进过程中与孔壁之间的摩擦阻力较小。另外,接头与钻杆之间连接的强度比第一种增强了。所以,本项目选用了第二种。

#### 4 内管总成的投放与打捞工艺

##### 4.1 普通单管钻进

第一个钻孔 ZK402 孔设计倾角  $6^\circ$ , 开孔直径为 95 mm, 钻深至 7.2 m 时, 下入长度为 7.5 m 的  $\varnothing 89$  mm 套管作为孔口管。换径为 76 mm 金刚石钻头单管钻进, 刚开始回次进尺控制在 2 m 左右。当回次进尺加大到 5 m 时, 发现岩心被钻具消磨得外形变化较明显, 而且岩心随着钻杆高速回转产生的震动出现破碎。可见, 依靠加大回次进尺提高工作效率的做法对施工质量产生了明显的不良影响。

##### 4.2 绳索取心钻进

绳索取心金刚石钻进工艺虽然可以减少起大钻的次数, 减轻劳动强度, 提高钻探效率。但对于近水平钻孔, 采用该工艺首先要解决内管总成的投放与打捞问题。

##### 4.2.1 改制普通打捞器为内管输送机

将普通打捞器改制为内管输送机, 即将原绳索取心打捞器中间的重锤截断并缩短, 缩短的目的是为了尽可能减少输送器的自重, 截断后的两个端头分别加工相互配合的内外螺纹进行连接(如图 1 所示)。再加工 2 个钢质夹板夹住密封橡胶垫充当活塞, 借助冲洗液压力, 通过活塞推动打捞器将内管

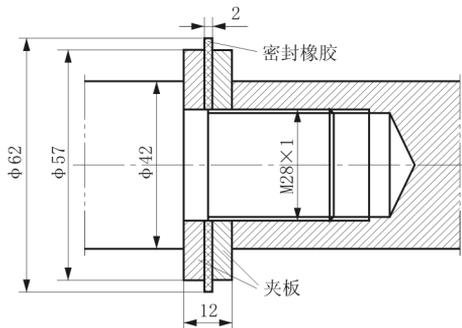


图 1 普通打捞器改制成的内管输送机

总成投放到孔底预定位置, 从而实现内管总成的投放。

改制后的打捞器将内管总成投放到位后, 打捞器的打捞钩与内管总成的捞矛头如何脱开是必须考虑的第二个技术问题。加工一个输送捞矛头(如图 2 所示), 先将打捞器的打捞钩与输送捞矛头联接, 输送器捞矛头的另一端与内管总成的捞矛头之间保持自由接触, 工作时通过输送捞矛头将内管总成投放到位后, 打捞器连同输送捞矛头一起可由取心绞车的钢丝绳牵引出来。当一个回次钻进结束时, 可很方便地把输送捞矛头去掉, 打捞器即可正常打捞出内管总成并取出岩心。

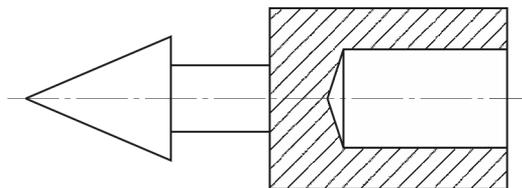


图 2 输送捞矛头

##### 4.2.2 液压发生器的研制

要想使冲洗液产生一定的压力推动内管输送机工作, 首先要建立起使液体介质产生压力的密闭环境。否则, 内管输送机就失去了推动其正常工作的外力来源。因此, 设计并制造了一个液压发生器(如图 3 所示)。

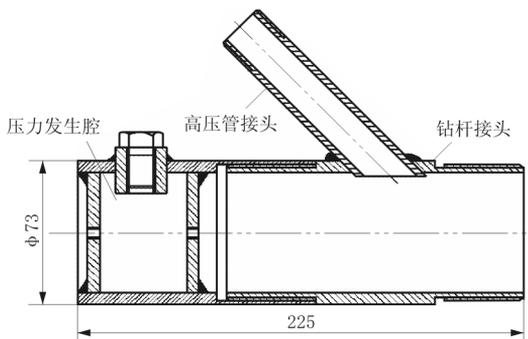


图 3 自行设计制造的液压发生器

该液压发生器主要由 3 部分组成: 钻杆接头, 压力发生腔, 高压管接头。钻杆接头与绳索钻杆及压力发生腔均为螺纹连接, 钻杆接头与高压管接头之间为焊接, 压力发生腔内的丝堵打开后可充填珍珠岩和润滑脂。但实验结果表明, 该液压发生器因封闭不严, 导致液压压力不够大, 而且不稳定。为此, 研制了改进型液压发生器(如图 4 所示)。

将高压水龙头顶端的丝堵稍加改进即可。首先

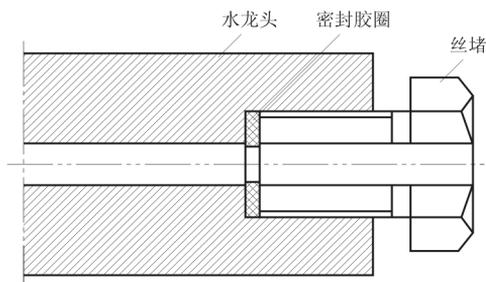


图4 改进型液压发生器

将丝堵沿轴线钻一个通孔,其直径略大于取心绳索的直径,在丝堵的底端加装一个密封胶圈,通过调整丝堵的松紧可以调整密封胶圈与取心绳索之间封闭程度,从而可以改变液体介质的压力,即改变了输送器的推力大小。值得注意的是,选取的密封胶圈应具有较好的弹性、韧性和强度,使得工作过程更加可靠,使用寿命更长。

## 5 应用效果

### 5.1 水平孔绳索取心工艺注意事项

(1) 开孔为第四系地层时,根据现场孔位的实际情况,应注意钻具的悬臂长度,如果悬臂过长,由于重力的作用可能造成钻具的弹性弯曲变形,或者因为钻具的直线度误差造成回转的摆动,都会导致孔位的位置产生误差。必要时可在接近钻头的一端加装辅助支撑,尽可能减少误差。

(2) 若开孔即遇基岩时,直接用金刚石钻头开孔,钻具容易产生摆动和弹跳现象,钻孔容易移位或者偏斜,一旦移位和偏斜将影响整个钻孔质量。可用手持式冲击钻或者电锤钻一个直径略大于金刚石钻头直径的导引孔或者定位孔,保证钻头受控后,再用金刚石钻头钻进,刚开始钻进时转速不易过高,待钻至一定深度确定钻孔没有偏斜时再提高至正常转速。

(3) 在用输送器投放内管总成时,要时刻关注泥浆泵泵压的变化,特别是在接近孔底的时候,若压力表读数突然升高,说明内管总成已经到达钻具底部。此时,应及时打开泥浆泵回水管释放压力。

### 5.2 液压发生器改进后的使用效果

改进前的液压发生器,因结构设计存在缺陷,致使压力发生腔封闭不严而不能建立起有效的压力。所以,内管输送器运行缓慢,孔深50 m时,仅输送内管单次就需要大约10 min,且成功率只有60%左右。改进后的液压发生器,工作效率就高得多,孔深

300 m时,输送内管单次耗时大约15 min,且投放成功率为100%。

## 5.3 地表近水平孔钻探经济技术指标情况

前述项目工程共施工3个钻孔,有效总进尺为1150.2 m,纯钻时间为80 d,台月效率为425 m。主要成本是人员工资和柴油消耗,其它材料消耗较少。所以,经济效益良好。

## 6 结论

(1) 创新地制造并使用了输送捞矛头,在绳索取心内管总成保持原样不变的情况下,实现了其顺利的投放。并将普通的水龙头改制成为液压发生器,仍保留了原有的功能,简单易行,性能可靠,成本低廉,操作简便,成为实现近零倾角的地表钻孔的绳索取心工艺的关键。

(2) 针对本项目地层相对稳定的实际情况,选用了接头外径大于钻杆外径的形式,既增强了钻柱的工作强度,减小了钻柱的回转阻力,又避免了钻杆外表面的磨损。

(3) 针对地表近水平岩心钻探孔与提钻取心工艺相比,应用绳索取心工艺的工作效率得到了大幅度提高,不仅降低了工人的劳动强度,还降低了综合生产成本。既获得了良好的应用效果,又收获了较好的经济效益。

(4) 内管输送器中的密封橡胶垫和液压发生器中的密封胶圈均是在野外因陋就简、就地取材使用的废旧材料,制作尺寸精度不高,质量比较粗糙,其使用效果仍有提高的空间。如果能事先进行批量加工,提高制造精度和质量,可提高其密封性能和使用寿命。

## 参考文献:

- [1] 鄢泰宁. 水平孔钻进中绳索取心的配套技术及其应用效果[J]. 国外地质勘探技术, 1996, (4): 16-24.
- [2] 常江华, 凡东, 刘庆修, 等. 水平孔绳索取心钻进技术在金矿坑道勘探中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(1): 40-43.
- [3] 许启云, 牛美峰, 方意平, 等. 绳索取心钻进技术在水平钻孔中应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(12): 34-36.
- [4] 李永平, 欧红兵. 坑道内水平孔施工[J]. 探矿工程, 1994, (6): 53.
- [5] 水利电力部长江流域规划办公室. 钻探工艺[Z]. 1985.
- [6] DL/T 5013—2005, 水电水利工程钻探规程[S].
- [7] 王世光, 等. 钻探工程[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [8] 李飞跃. 推广绳索取心钻进技术存在的问题及其对策[J]. 地质与勘探, 1991, 27(1): 53-55.