

绳索取芯钻进技术在深埋隧道勘察孔中的应用

谢玉萍,王 颂,杨 鸣,吴建中

(长江岩土工程总公司(武汉),湖北 武汉 430010)

摘要:绳索取芯钻进技术已普遍应用于深孔钻探施工中,但在水利水电系统工程地质勘探中应用较少。以某深埋隧道工程为例,介绍了绳索取芯钻进技术在深埋隧道勘察孔中的应用,着重对钻进时取芯钻杆内壁“结垢”以及遇泥浆严重漏失时所采取的解决措施和新方法进行了介绍。实践表明,该技术在深埋隧道勘察孔应用效果明显,值得推广。

关键词:绳索取芯钻进技术;深孔钻探;深埋隧道

中图法分类号:TV554

文献标志码:A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.21.014

1 工程概况

三峡库区某隧道工程是连接铁峰山背斜北西侧浦里河谷与南东侧万州的重要通道,是支撑浦里工业新城发展,规划“一高一快一铁”对外道路交通系统的“一快”,即浦里新城到万州的快速通道,项目的实施对是否能够成功开发、发展浦里工业新城有着决定性的作用。

线路全线含特长深埋隧道1条,大桥1座,小桥1座。隧道为左右分离式隧道,最大埋深910.66 m,左线隧道长9.28 km,右线隧道长9.33 km。

线路区地层由老到新依次为:三叠系中统巴东组(T_{2b})、上统须家河组(T_{3sj})、侏罗系下统珍珠冲组(J_{1z})、自流井组(J_{1zl})、中统新田沟组(J_{2x})、下沙溪庙组(J_{2xs})、上沙溪庙组(J_{2s})地层。隧道洞口零星覆盖第四系残坡积,连接路部分覆盖第四系填筑土、残坡积层、河流冲洪积层。

该隧道工程勘探总进尺超过4 000 m,其中深孔(>500 m)5个,最深孔(ZK28钻孔)685 m。工程任务重,时间紧,考虑到绳索取芯钻进技术的优越性,以及为顺利完成该项目的勘察任务,钻探时采用了绳索取芯钻进技术。

2 钻孔设计与钻进参数

2.1 地质要求

钻探孔ZK28设计孔深685 m,终孔深度为685.2 m。要求钻孔孔径应不小于75 mm,每钻进50 m测一次孔斜,孔斜度每百米方位角和顶角偏差应小于 $\pm 2^\circ$ 。对岩芯获取率,要求完整岩层不应低于85%;破碎岩层不应低于65%。钻孔获取的岩芯应装箱、摆放整齐有序,及时填写岩芯牌,每一钻进回次均应有岩芯牌记录,基岩岩芯用红油漆编号(孔号-回次-块数-第几块)。钻孔岩芯经鉴定、编录、拍照后由地质人员处理。对孔内水位要求及时量测并记录初始水位,每日开钻前量测地下水位;封孔在终孔并完成各种试验后用水泥砂浆封堵孔。

2.2 钻孔结构设计

钻孔开孔孔径为130 mm,钻穿覆盖层后变径为110 mm,钻穿基岩强风化层,遇破碎、严重漏失地层后变径为91 mm,钻入完整基岩后变径为75 mm,然后一径到底。具体设计为:采用直径130 mm口径开孔至7.6 m深度时,下入直径127 mm技术套管,变径为直径110 mm口径钻进至45.5 m深,下入直径108 mm

技术套管,变径为 91 mm 口径钻至 75.2 m 深度,下入直径 89 mm 技术套管,然后变径为 75 mm 一径到底。考虑到绳索取芯钻进技术在浅孔钻进时优势不明显,所以在孔深 0~75.2 m 段采用普通钻进技术钻进,在孔深 75.2 m 处变径后采用绳索取芯钻进技术钻进至终孔深度。

2.3 钻进参数

综合考虑各钻进参数,钻进时全孔钻压控制在 1 000~1 200 kg 范围内,钻头的平均线速度保持在 1.5~3.0 m/s 范围内,保持钻头唇面单位面积(cm^2)冲洗液量在 3~5 L/min 范围内,即泵量为 57 L/min 左右。使用聚丙烯酰胺配制无固相泥浆,泥浆平均粘度 18.6~31.2 s,平均含砂量 5.6%~15.2%。

3 钻进中遇到的问题及处理措施

3.1 钻杆内壁“结垢”处理

开孔后钻进至孔深 232.5 m 处出现绳索取芯钻杆内壁“结垢”,严重阻碍打捞器及内管的下放或上提,钻进效率显著降低。在发现绳索取芯钻杆内壁产生“结垢”现象后,经仔细分析认为导致“结垢”的原因主要是泥浆含砂量大(平均含砂量 15.2%)、泥浆粘度过大(平均粘度 31.2 s)。

为解决泥浆含砂量大的问题,采取了以下技术措施:增加一个沉淀池(长 1.5 m×宽 0.8 m×深 0.6 m),并将循环槽长度增加至 5 m,增设除砂装置并加大清理沉淀池的频率。在实施上述措施后,泥浆中的含砂量降低至 10% 以下,达到了“降砂”目的。

泥浆粘度过大会加重“结垢”现象的产生,但过低则会影响泥浆携带岩粉的能力。为控制泥浆的粘度在合理范围内,一方面改用分子量低的聚丙烯酰胺配制泥浆,另一方面减少聚丙烯酰胺的添加量,将泥浆粘度降低到 19.2 s 左右。

采取上述措施后,成功解决了绳索取芯钻杆内壁的“结垢”现象。

3.2 泥浆严重漏失处理

在钻进至孔深 280.6 m 时发现泥浆微漏现象,进一步钻进至 285.8 m 时泥浆严重漏失,孔口无泥浆上返。因无泥浆上返,导致绳索取芯钻杆在孔内偏磨严重,严重影响钻杆的使用寿命。

为此,现场施工人员在仔细查看和分析孔深为 280.6~285.8 m 段的岩芯后,发现该段岩层主要为泥质灰岩夹煤线层,据此推断已钻遇煤层(后继续钻进时得到证明),在煤层处发生泥浆严重漏失现象。为保证顺利钻进及绳索取芯钻杆的使用寿命,在泥浆中

添加 801 随钻堵漏剂顶漏钻进,漏失现象有所好转,但进一步钻进时孔口又无泥浆上返,遂改用 803 随钻堵漏剂,但收效甚微。最后使用水泥封堵,采用泥浆泵泵送水泥浆至孔底,封堵后使用钻杆“探试”发现孔内水位上升,封堵完后停钻等待 24 h 后继续钻进时,发现封堵的水泥浆几乎已漏失完,封堵无效。为保证工期,采取在孔内水位以上的钻杆外侧涂抹润滑膏顶漏钻进至终孔。实践证明,该方法可行,有效保护了绳索取芯钻杆。

3.3 脱卡问题

在发生泥浆严重漏失现象后,采取对孔内水位以上钻杆外侧涂抹润滑膏进行顶漏钻进,但该方法存在一个致命问题,即因孔内水位很深,在投放脱卡管进行脱卡(即打捞器与内管分离)时常因冲击力过大发生打捞器损坏的情况。

为此,一方面将脱卡管锯短以降低脱卡管对打捞器的冲击力,另一方面改进脱卡工艺,设计出绳索取芯钻具投放器(该投放器已获实用新型专利证书),在孔内水位很深甚至孔底无水的情况下都能顺利脱卡。

4 钻孔优势分析

4.1 提高钻进效率及岩芯采取率

ZK27 钻孔(设计孔深 520 m,终孔深度 521.5 m)采用传统钻进技术钻进,平均时效为 1.25 m/h,平均回次进尺 3.68 m(岩芯管长 4.00 m),钻进效率为 265.8 m/台月,共使用复合片钻头 6 个,全孔钻进成本约为 320 元/m。煤层中岩芯采取率约为 16%,一般地层岩芯采取率约为 82%。

而 ZK28 钻孔采用 S75 绳索取芯钻具进行钻探,与采用传统钻进技术相比,采用绳索取芯钻进技术平均时效为 2.24 m/h,平均回次进尺为 2.76 m(内管长 3.00 m),钻进效率为 336.7 m/台月,平均提钻间隔为 32.5 m,共使用金刚石绳索取芯钻头(胎体硬度 HR30~40)5 个,在终孔时的最后一个钻头钻进了 284 m。全孔钻进成本约为 204 元/m,比传统钻进成本低约 36%。煤层中岩芯采取率约为 86%,一般地层岩芯采取率约为 94%。综合比较各参数,绳索取芯钻进技术优势明显。

4.2 有利于复杂地层钻进

使用传统钻进技术在复杂地层(煤层、破碎地层等)钻进时,为了维持孔壁稳定性,需要以泥浆或者以清水作为钻进时的循环冲洗介质。在使用清水作为循环冲洗介质,钻进遇钻孔孔壁坍塌或掉块时,为维持孔壁的稳定性,只能使用水泥封孔后再钻进,这样就会造

成钻进效率的下降。而采用绳索取芯钻进技术钻进时,由于取芯钻杆与孔壁的环状间隙很小(2 mm),取芯钻杆对孔壁的扰动较小,能较好地维持孔壁的稳定,顺利钻进。另外采用绳索取芯钻进时以无固相泥浆(聚丙烯酰胺液)作为钻进时的循环冲洗液,由于聚丙烯酰胺的分子链很长,因此也有利于保持孔壁的稳定。

4.3 降低对孔内水文试验的影响

由于地层复杂,传统钻进技术需要使用泥浆作为循环冲洗介质,以维持孔壁的稳定,使用泥浆护壁钻进时又会影响到孔内水文试验的准确性。而采用绳索取芯钻进技术钻进时不仅能维持孔壁的稳定,且使用无固相泥浆(聚丙烯酰胺液)作为钻进时的循环冲洗介质,能极大地降低对孔内水文试验准确性的影响。

5 结 语

(1) 使用绳索取芯钻进技术顺利完成了在复杂地层(煤层、破碎地层)某隧道的钻探工作,准确查明了隧道围岩中煤层的分布位置,缩短了工期。

(2) 岩芯采取率及钻进效率较传统钻进技术大大提高,降低了成本。

(3) 需要注意的是,采用绳索取芯钻进技术进行钻探时,由于转速高,钻进中极易发生烧钻事故,因此应有专人查看泥浆流量情况,钻进时最好保持全孔返浆,同时还应注意钻孔的护壁堵漏。

综上所述,绳索取芯钻进技术在深埋隧道勘察孔中应用效果明显,值得在水利水电深孔取芯钻探中推广。

(编辑:赵凤超)

Application of rope core drilling in prospecting hole of deep – buried tunnel

XIE Yuping, WANG Song, YANG Ming, WU Jianzhong

(Changjiang Geotechnical Corporation (Wuhan), Wuhan 430010, China)

Abstract: The rope core drilling has been widely used in deep hole prospecting construction, however its application in geological prospecting of hydropower engineering is still rare. Taking a deep – buried tunnel as an example, we present the application of rope core drilling technology in prospecting hole of deep – buried tunnel. Especially, the countermeasures and new methods for inner surface scaling of drilling pipe in drilling process and for serious slurry leakage are introduced. The practice shows that these methods obtain satisfying effect in prospecting hole of deep – buried tunnel, and is worth being popularized in geological prospecting of hydropower engineering.

Key words: rope core drilling technology; deep hole drilling; deep – buried tunnel

(上接第 57 页)

Design and realization of data collector of reservoir – induced earthquake

LIU Wenqing, SONG Wei, XU Xinxi

(Bureau of Hydrology, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan 430010, China)

Abstract: To collect the high – quality data of reservoir – induced earthquake, a collection system of earthquake data based on ARM9 platform is designed and developed. The object to be realized, design thought, difficulties, optimal measures, implementation method, development achievement and its application in the developing process are introduced. The realization of the key functions such as main controller, preamplifier, A/D converter and data wave filter, etc. in the development of data collector are described in detail. The performance test shows that the technical indexes have met the design purpose and the data collector can enter market and be popularized.

Key words: reservoir – induced earthquake; data collector; system development; optimal allocation