

赣州科学钻探 NLSD - 1 孔施工技术研究与实践

朱恒银¹, 蔡正水¹, 王强¹, 曾载淋², 程红文¹

(1. 安徽省地质矿产勘查局 313 地质队, 安徽六安 237010; 2. 江西省地质矿产勘查开发局赣南地质调查大队, 江西赣州 341000)

摘要:赣州科学钻探 NLSD - 1 孔是大陆科学钻探选址预研究项目 6 个钻孔之一, 该孔地层复杂, 自然弯曲严重, 采用高粘度、高密度泥浆绳索取心钻进, 全孔轨迹实现人工受控, 施工难度大。详细介绍了该孔施工技术及创新成果, 对施工过程中的经验与教训进行了总结, 并提出了对深部钻探施工技术的体会与认识。

关键词:科学钻探; 深部钻探; NLSD - 1 孔

中图分类号: P634 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 - 7428(2014)06 - 0001 - 07

Study and Practice of Construction Technology for Scientific Drilling Hole NLSD - 1 in Ganzhou/ZHU Heng-yin¹, CAI Zheng-shui¹, WANG Qiang¹, ZENG Zai-lin², CHENG Hong-wen¹ (1. 313 Geological Team, Bureau of Geology and Mineral Exploration of Anhui Province, Lu'an Anhui 237010, China; 2. Gannan Geological Survey Party, Jiangxi Bureau of Exploration & Development of Geology & Mineral Resources, Ganzhou Jiangxi 341000, China)

Abstract: Scientific drilling hole NLS - 1 in Ganzhou is one of the 6 boreholes in the pre-research project on the location for CCSD. Because of the complex formations and serious natural bending, the wire-line core drilling was used with high viscosity and high density mud and the drilling trajectory was manually controlled for this borehole. The paper introduces the hole construction technology and innovation achievements, summarizes the experiences in the construction process and expounds the understandings from the technology in deep drilling.

Key words: scientific drilling; deep drilling; drilling hole NLSD - 1

1 项目背景及概况

受中国地质科学院和江西省地质矿产勘查开发局赣南地质调查大队的委托, 由安徽省地质矿产勘查局 313 地质队承担《华南于都—赣县矿集区科学钻探选址预研究》NLSD - 1 孔科学钻探工程任务。

《华南于都—赣县矿集区科学钻探选址预研究》为《深部探测技术与实验研究专项》第五项目《大陆科学钻探选址与钻探试验》项目下属课题《大陆科学钻探选址与钻探实验综合研究》的部分(编号: 201011064), 研究重点主要是在于都—赣县矿集区的银坑地区, 结合项目三之课题三(SinoProbe - 03 - 03)高精度重磁面积测量和骨干剖面的大地电磁、反射地震和 CSAMT/AMT 等探测研究, 以及矿田构造、岩浆岩和成矿研究等成果, 通过钻探揭露验证和相关研究工作, 揭示与成矿有关的岩体、基底、盖层的空间分布, 建立地壳结构模型和异常解释“标尺”, 推断深部地质构造环境、探讨成矿物质迁移—富集机制、总结成矿规律, 为深部找矿指明方向并提

供技术方法组合, 为进一步进行更深层次(5 ~ 50 km)地球物理探测和科学超深钻实施奠定基础。

NLSD - 1 孔设计孔深 3000 m, 2011 年 6 月 25 日正式开钻, 至 2013 年 7 月 22 日终孔, 实际终孔孔深 2967.83 m, 终孔直径 97 mm, 全孔岩心采取率 97.80%。经中国地质科学院组织专家验收, 钻孔质量完全满足地质科学研究要求。

2 施工目的与条件

2.1 钻探目的

NLSD - 1 孔的目的任务是: 完成 3000 m 孔深的钻孔施工; 配合完成与孔内相关的各项测试研究工作; 探讨高效率钻进技术与设备改良; 锻炼队伍, 培养深部钻探施工与研发综合人才。

2.2 地理位置及井场布置

NLSD - 1 孔位于江西省赣州市于都县银坑镇银坑矿田内, 距赣州市 120 km, 位于 319 国道和 224 省道(于银线)交汇点, 距于都县城、兴国县城、宁都

收稿日期: 2014 - 01 - 17; 修回日期: 2014 - 04 - 08

基金项目: 深部探测技术与实验研究专项“大陆科学钻探选址与钻探实验”(SinoProbe - 05); 安徽省科技攻关项目“深部矿体勘探钻探技术方法及设备研究”

作者简介: 朱恒银(1955 -), 男(汉族), 安徽舒城人, 安徽省地质矿产勘查局 313 地质队副队长、副总工程师, 教授级高级工程师(二级), 全国劳动模范、全国优秀科技工作者、李四光地质科学奖获得者, 安徽省学术和技术带头人, 享受国务院特殊津贴, 探矿工程专业, 从事特种钻探及深部钻探施工技术研究与应用工作, 安徽省六安市佛子岭路 8 号, zhyhome_313@163.com。

县城都约40 km。钻孔施工现场距银坑镇4 km,由矿山专用线水泥路通至孔位附近约300 m,并在山间修有通往钻孔位置的道路,交通较为方便。

根据井场情况及施工需求,NLSD-1孔的井场布置平面图如图1所示。

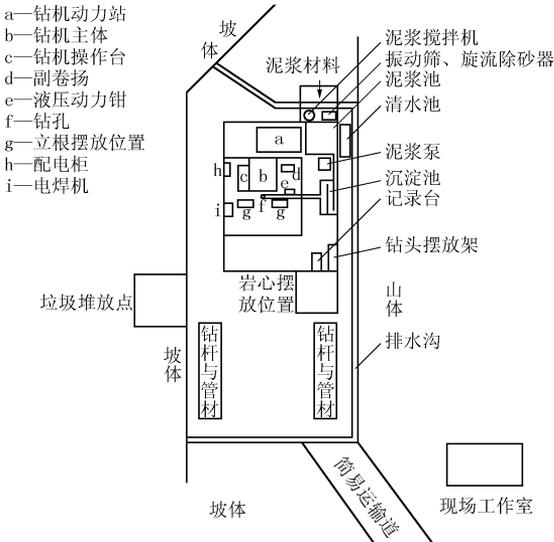


图1 NLSD-1孔井场布置平面图

2.3 主要地层情况

NLSD-1孔属银坑地区,位于矿集区中北部,本区域出露地层以前寒武系褶皱基底和晚古生代褶皱盖层为主,中生代地层多为断陷盆地沉积;岩浆活动时期为志留系、侏罗—白垩系,尤以侏罗—白垩系为主;区域构造主要发育一系列北东向、北北东向深大断裂或推覆构造。所钻地层破碎、软硬不均,钻孔自然弯曲严重,最大弯曲率可达 $1^\circ/10\text{ m}$ 。

2.4 施工质量要求

- (1) 设计孔深3000 m;
- (2) 钻孔设计开孔顶角 0° ;
- (3) 钻孔终孔直径 $\geq 76\text{ mm}$;
- (4) 全孔岩心平均采取率 $\geq 85\%$,个别特殊地层连续2回次和单层采取率 $\geq 70\%$;
- (5) 钻孔弯曲度 $< 2^\circ/100\text{ m}$,钻孔终孔顶角 $\leq 30^\circ$,钻孔弯曲度每100 m测一次,每25 m提供一个实测孔斜数据;
- (6) 孔深校正、水文观测、封孔、岩心编号摆放及装箱均按照国家规范要求执行。

3 钻探设备及配套机具

FYD-2200型分体塔式全液压动力头钻机;现场工作室;SG-24A型四角塔,允许承重550 kN;BW-300/12B型泥浆泵;绳索取心绞车;振动筛、泥

浆搅拌及制浆装置;SQ114/8型液动力力钳;NY-1型泥浆性能测试仪;DLA-II型六速旋转粘度计;KXP-2D型测斜仪;LHE2000型有线随钻测量仪;LF-65、5LZ73、YF-65、LF-54型孔底螺杆马达。

4 钻进工艺方法

4.1 钻孔结构及下入套管程序

NLSD-1钻孔结构设计为4层套管,因为全孔地层较为复杂,如下套管,层数较多,风险及费用较大,所以施工中主要以泥浆护壁为主,该孔实际下入2层套管($\Phi 168\text{ mm}$ 套管下至96.24 m, $\Phi 127\text{ mm}$ 活动套管下至96.70 m)。NLSD-1设计、实际钻孔结构及套管程序见图2所示。

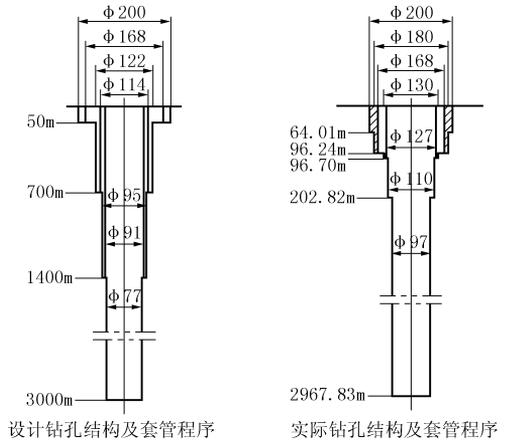


图2 NLSD-1设计、实际钻孔结构及套管程序图

4.2 钻进方法

4.2.1 取心钻进及扩孔方法

0~96.70 m采用 $\Phi 110\text{ mm}$ 硬质合金、金刚石和复合片钻头取心钻进,后用 $\Phi 200/110\text{ mm}$ 金刚石钻头扩孔至64.01 m,换 $\Phi 130/110\text{ mm}$ 金刚石钻头扩孔至96.70 m,然后用 $\Phi 180/130\text{ mm}$ 金刚石钻头扩孔至96.24 m,下入 $\Phi 168\text{ mm}$ 套管固孔,并在 $\Phi 168\text{ mm}$ 套管中下入 $\Phi 127\text{ mm}$ 活动套管至96.70 m;96.70~202.82 m采用 $\Phi 110\text{ mm}$ 金刚石半合管/单动双管取心钻进;202.82~1461.69 m采用 $\Phi 97\text{ mm}$ 金刚石绳索取心钻进;1461.69~1764.36 m换 $\Phi 77\text{ mm}$ 金刚石绳索取心钻进,后用 $\Phi 97/77\text{ mm}$ 金刚石导向钻头扩孔至1764.36 m;1764.36 m至终孔采用 $\Phi 97/77\text{ mm}$ 金刚石塔式绳索取心钻进。塔式绳索取心钻具如图3所示。

4.2.2 钻进参数的选择

NLSD-1孔取心钻进参数见表1。

为防止上部地层钻孔弯曲,采用轻压、慢转、

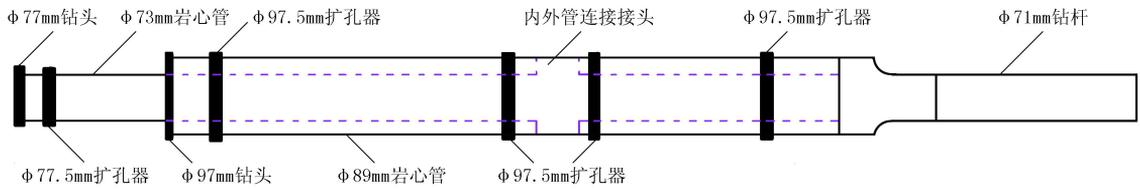


图 3 TSZ 型塔式绳索取心钻具组合示意图

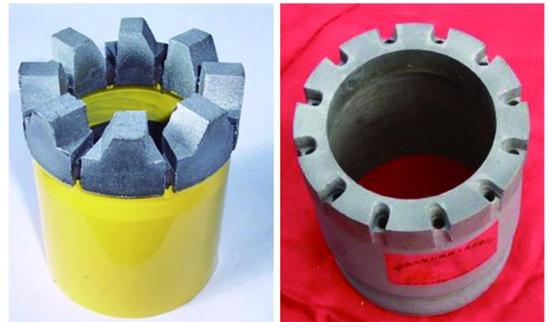
表 1 取心钻进参数

钻进方法	钻压 /kN	转速/(r·min ⁻¹)	泵量/(L·min ⁻¹)
Ø110 mm 硬质合金/金刚石/复合片单动双管钻进	3~4	180~220	96
Ø97 mm 绳索取心钻进	8~12	100~180	96
Ø77 mm 绳索取心钻进	6~10	80~140	96/149
Ø97/77 mm 塔式绳索取心钻进	10~14	80~120	149

注:Ø77 mm 绳索取心钻进过程中,破碎地层选用 96 L/min 泵量。

异型金刚石钻头。同时该孔中进行了高效长寿命金刚石钻头的试验与研究。选用的特殊唇面金刚石钻头如图 4 所示。

小泵量钻进;202.82 m 换 Ø97 mm 绳索取心钻进,适当增加钻压,以提高机械钻速;钻至 1461.69 m 时,换 Ø77 mm 绳索取心钻进,由于钻头底唇面积减小,钻压和转速值也相应减小,而环状间隙增大,增加泵量可提高泥浆上返速度,利于岩粉的携带;1683.34~1764.36 m,二叠系煤层连续出现,钻孔坍塌、缩径较为严重,选用小泵量,降低冲洗液对孔壁的冲蚀;随着孔深继续增加,钻杆回转阻力增大,选用低转速,可减少钻杆断裂情况的发生;孔深超过 2000 m 以后,受螺杆钻工作性能的限制,纠斜钻进效率较低,主要以孔斜预防为主,因此钻进时仍然严格控制钻压和转速。



同心圆尖齿形

圆弧形

直角梯形齿

隔水式

图 4 特殊唇面金刚石钻头图片

通过 NLSD-1 孔不同形状金刚石钻头选择和使用情况可以表明:

(1) 在风化破碎地层选择阶梯底喷隔水式复合片和金刚石钻头,配合单动半合管取心,可以保证岩心采取率。

(2) 同心圆尖齿钻头与圆弧形钻头相比,具有时效高、寿命长等特点。主要原因:前者比后者减少了钻头唇部克取岩石工作面面积,增加了单位面积钻压,增加了破碎岩石的自由面,使钻头产生挤压、剪切破碎岩石的效果,使岩屑颗粒变粗,有利于金刚石出刃,以提高钻进效率;另外,钻头唇部有多环同心圆,利于钻头钻进过程中排粉和冷却,以增加钻头使用寿命。

(3) 在浅孔中硬性地层钻进时,可开高转速,钻压可控情况下,选择圆弧状钻头具有良好保径性能,亦可达到较好的使用效果。

4.3 钻头选择和使用

0~96.70 m 风化层、破碎层及上部岩层钻进选择金刚石复合片钻头,扩孔钻进选用金刚石带导向钻头;96.70~202.82 m 选择金刚石单动双管取心钻头;202.82~2967.83 m 绳索取心钻进选用孕镶金刚石钻头。

钻孔上部采用硬质合金和金刚石复合片钻头钻进。钻孔 202.82~1461.69 m 孔段采用 Ø97 mm 金刚石绳索取心钻进,累计进尺 1266.21 m(含侧钻孔进尺,不含纠斜、稳斜进尺),平均时效 1.10 m,钻头平均寿命 60.30 m;1461.69~1764.36 m 采用 Ø77 mm 金刚石绳索取心钻进(后采用 Ø97 mm 口径扩孔),累计进尺 297.97 m(不含纠斜、稳斜进尺),平均时效 0.78 m,钻头平均寿命 99.32 m;1764.36~2967.83 m 采用 TSZ 型塔式绳索取心钻进,累计进尺 1349.93 m(含侧钻孔进尺,不含纠斜、稳斜进尺),平均时效 0.55 m,平均寿命 122.72 m。在松散破碎地层,采用隔水式金刚石钻头;在硬岩层中选择

(4)使用 TSZ 钻具钻进时,由于稳定性较好,可延长钻头寿命。

(5)通过岩样测试,针对地层情况,由 313 地质队探矿工程技术研究所钻头研究室研制的部分钻头在该孔中试验,取得了较好的效果,最高寿命可达 261.90 m,平均寿命 146.62 m。

4.4 钻进冲洗液

4.4.1 冲洗液类型选择

NLSD-1 孔钻进冲洗液以聚合物低固相冲洗液和无固相聚合物冲洗液为主。

根据地层条件及钻探工艺调配冲洗液。当地层较完整时,选用聚合物无固相冲洗液,冲洗液不仅具

有很好的携粉能力,还要具有良好的剪切稀释性能,增加流动性以提高机械钻速;地层较复杂时,选用膨润土泥浆,具有低失水性及良好的护壁性能,确保钻孔孔壁稳定;纠斜钻进时要求泥浆含砂量尽可能低,以延长螺杆钻寿命及保证螺杆钻在孔底正常工作;绳索取心钻进时,要求泥浆固相含量低、泥皮质量好,以防钻杆内壁结垢,造成内管投放不到位或打捞失败,同时应有良好的润滑性能,降低钻杆回转阻力。

4.4.2 现场冲洗液配方及性能

现场泥浆配方及性能如表 2 所示。

表 2 冲洗液配方及性能

孔段/m	配 方	密度/(g·cm ⁻³)	粘度 /s	失水量/[mL·(30 min) ⁻¹]	泥饼厚度/mm	含砂量/%	pH 值
0~96.70	清水+5%膨润土+4%膨润土重量的 Na ₂ CO ₃ +500 ppm PHP+1%KHm+0.5%植物胶+0.5%LV-CMC	1.05~1.13	20~25	8~14	0.3~0.5	<0.1	7.5~9
96.70~1399.50	水+(300~500) ppm PHP+(3‰~5‰)皂化油+1%GSP-1	1.01~1.03	15~17	12~16	0.3~0.5	<0.1	8.5~9
1399.50~2967.83	清水+5%膨润土+4%膨润土质量的 Na ₂ CO ₃ +3‰HV-CMC+1%GSP-1+1%KHm+5‰皂化油/特效润滑剂	1.06~1.15	25~35	8~15	0.3~0.5	<0.1	7.5~8.5

5 钻孔轨迹控制技术

NLSD-1 孔由于地层强促斜,钻孔自然弯曲严重,在钻进过程中进行了钻孔轨迹控制,其意义主要体现在:纠正孔斜,使其满足地质设计要求,地质情况反映更加准确;增加钻孔垂直度,减小钻具回转阻力,延长钻杆寿命。

5.1 钻孔自然弯曲情况

NLSD-1 孔钻遇地层主要为风化岩、沉凝灰岩、变质凝灰岩、粉砂岩、含碳质砂岩、煤系地层和灰岩。由于部分地层岩石片理构造,节理面光滑、倾角大,以及软硬互层频繁出现,自开孔以来钻孔便呈现顶角上漂、方位小范围变化状态,钻孔自然弯曲度最大处(0.5°~0.8°)/10 m,如 1120~1140 m 孔段。

部分孔段由于钻孔自然弯曲严重,若不采取纠斜措施,钻孔轨迹不符合设计要求,若多次纠斜,又容易造成岩心损失,不能保证岩心采取率,只能采取先取心钻进,后封孔、侧钻纠偏的方案,如 1589.90~1764.36 m 孔段。强促斜地层岩心见图 5。

由于地层强促斜,在采取各种防斜措施仍然无法控制钻孔轨迹的情况下,共计进行了 96 次纠斜,2 次水泥封孔、侧钻。

5.2 钻孔轨迹控制方法

NLSD-1 孔纠斜施工采用的是以孔底液动螺杆马达作为动力,运用随钻测量技术进行人工受控



图 5 强促斜地层岩心图片

定向钻进的钻孔轨迹控制方法。

5.2.1 纠斜工具的选择

孔底动力工具:LF-54、YF-65、LF-65、5LZ73 型液动螺杆马达;1.0°和 1.25°螺杆钻弯外管。

定向仪:LHE2000 型随钻测斜仪。

另有稳斜钻具、扩孔钻具、磨孔钻具、校验台、无磁钻杆、弯接头、造斜钻头及其它工具。

5.2.2 钻孔轨迹控制工艺

5.2.2.1 钻孔纠斜及侧钻工艺流程(如图 6 所示)

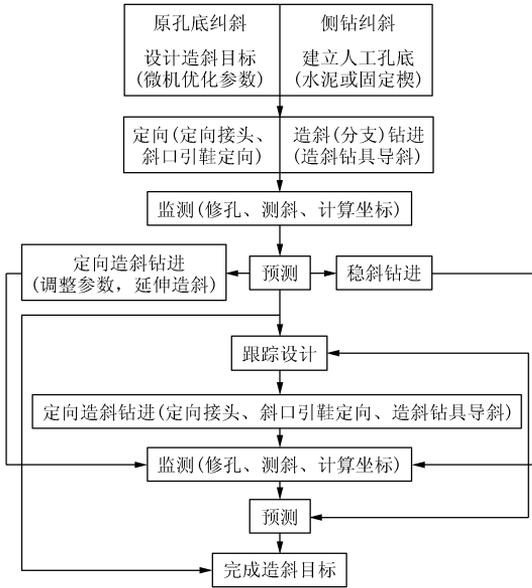


图 6 钻孔纠斜及侧钻工艺流程图

5.2.2.2 钻孔纠斜强度的选择

钻孔轨迹控制过程中,造斜强度的选择对钻孔轨迹控制的成败起到关键作用。若造斜强度过大,钻具回转阻力大,不仅降低钻进效率,而且容易造成钻具断裂,引起孔内事故;若造斜强度过小,不易控制钻孔轨迹,或增加造斜长度,造成岩心损失,不能保证岩心采取率。

NLSD-1 孔采用液动螺杆钻进行纠斜,其纠斜强度主要受螺杆钻弯外管度数的影响,度数越大,纠斜强度越大,反之越小。考虑到该孔为深孔,又主要进行绳索取心钻进,且钻孔自然弯曲严重,需要多次、频繁地纠斜,为保证钻进安全及满足岩心采取率,纠斜强度控制在 $(0.2^{\circ} \sim 0.3^{\circ})/m$ 。

5.2.2.3 钻孔定向纠斜系统

NLSD-1 孔定向纠斜系统为有缆式随钻测量系统(见图 7),所使用的随钻仪器为 LHE2000 型有线随钻测斜仪,最大随钻深度 2500 m。

当螺杆钻造斜时,在地面可通过随钻测量系统观察钻孔顶角、方位、工具面角等测量数据,并进行钻孔轨迹监控。

5.2.3 钻孔轨迹控制成果

5.2.3.1 NLSD-1 钻孔轨迹(见图 8)

5.2.3.2 钻孔纠斜成果

NLSD-1 孔共进行 96 次纠斜,其中 52 次在强促斜地层中用螺杆钻定向钻具稳斜(即纠斜机具纠斜力与地层促斜力相等,钻孔顶角无变化),42 次为有效纠斜(指能有效降顶角)。有效纠斜总进尺

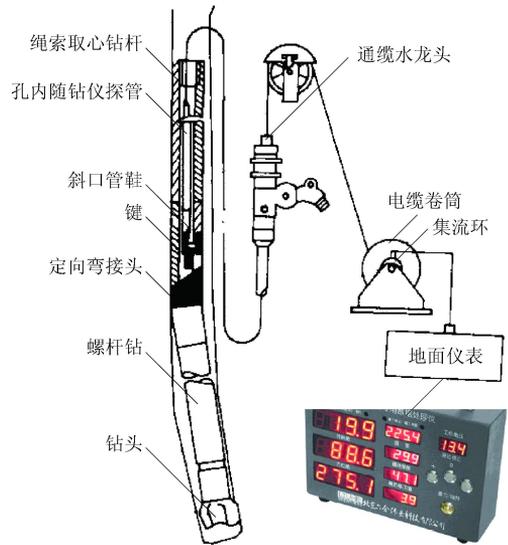


图 7 NLSD-1 孔使用的有缆式随钻测量系统示意图

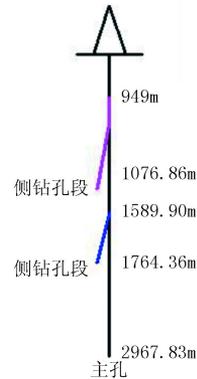


图 8 NLSD-1 钻孔轨迹图

105.82 m, 累计降顶角 25.8° (不含定向稳斜值), 平均纠斜回次进尺 2.52 m, 平均回次降顶角 0.61° , 纠斜段平均纠斜强度 $0.244^{\circ}/m$ 。

由于钻孔轨迹控制合理,纠斜段平均弯曲强度控制在 $0.244^{\circ}/m$, 平均回次降顶角 0.61° , 平均曲率半径 234.94 m, 基本满足绳索取心硬岩钻进钻孔弯曲半径的要求。

6 钻孔质量与主要技术指标完成情况

6.1 钻孔质量指标完成情况

NLSD-1 孔全孔连续取心钻进,孔深 2967.83 m,实际取心钻进深度 3270.15 m(含侧钻取心),采取岩心长度 3198.18 m,主孔岩心采取率达到 97.80%,超过全孔岩心采取率 $\geq 85\%$ 的设计要求。钻孔终孔顶角 21.25° 。钻孔各项质量指标完全满足科学钻探要求。

6.2 钻孔主要经济技术指标与效率分析

6.2.1 主要经济技术指标完成情况

NLSD-1孔于2011年6月25日正式开钻,于2013年7月22日终孔,孔深达2967.83 m。钻孔钻探工作总台时为20119.09 h,其中计入台月的时间为18922.42 h,占总台时的94.05%,平均台月效率112.93 m。 $\varnothing 97$ mm 绳索取心钻进平均时效1.10 m, $\varnothing 77$ mm 绳索取心钻进平均时效0.78 m,TSZ型塔式绳索取心钻进平均时效0.55 m,全孔平均时效0.72 m。

6.2.2 钻孔施工时间与效率分析

NLSD-1孔各项作业时间利用率分析见图9。

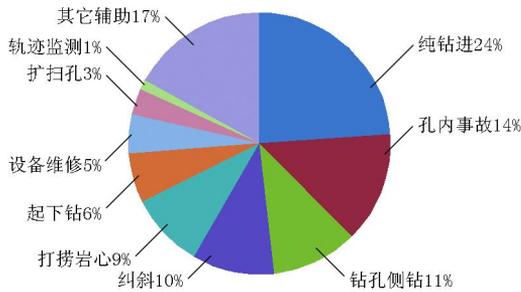


图9 总台月各项作业时间分析图

注:其他辅助包括采取岩心、冲孔、加接单根钻杆、设备定期保养、钻进中漏水处理等。起下钻时间不包括纠斜、侧钻、处理孔内事故的起下钻时间。

由图9可以看出:NLSD-1孔纯钻进时间利用率只有24%,而孔内事故时间率为14%,钻孔侧钻时间为11%,纠斜时间为10%。通过对NLSD-1孔时间分析,影响钻探效率的利弊因素主要有以下几个方面。

(1) 提高效率的有利因素。

①采用绳索取心钻进,提高了纯钻进时间利用率。

②根据岩石的可钻性、硬度、强度、研磨性和完整度,选择高效长寿命金刚石钻头,提高了钻进效率,减少了提钻次数,缩短了辅助时间。

③采用TSZ型塔式绳索取心钻进,防斜效果好,减少了纠斜次数,增加了纯钻进时间利用率。

(2) 影响效率的不利因素。

①地层复杂是影响施工效率低下的最主要因素。地层促斜,钻孔弯曲严重,纠斜和侧钻时间共占总台月时间的21%;地层破碎,掉块卡钻,断钻杆次数多,最后还造成埋钻事故,孔内事故处理时间占14%。

②内管总成质量对效率的影响。因绳索取心内管总成悬挂系统设计及元件质量问题,造成内管打捞失败或投放不到位,增加了提钻次数。

③提钻间隔与孔深对效率的影响。该孔绳索取

心孔段共计提钻305次,平均提钻间隔9.07 m,起下钻时间占到总台月时间的6%(不包括纠斜、侧钻过程的起下钻时间)。孔深与台月效率关系见图10。

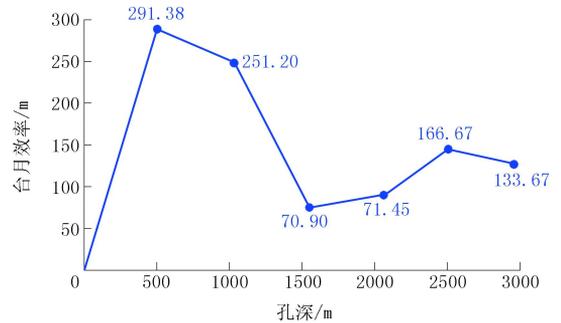


图10 孔深与台月效率关系曲线

由图10可以看出,由于1000~2000 m孔段进行了2次侧钻纠斜,纠斜次数也较多,导致台月效率下降明显;随着孔深的增加,台月效率降低,此外还受侧钻、纠斜、提钻次数等因素的影响。

7 技术成果与经验

7.1 主要成果

通过NLSD-1科学钻探孔施工所获得的深孔钻探主要经验和成果如下:

(1) 钻孔2967.83 m孔深全孔轨迹实现人工受控且绳索取心钻进,终孔口径97 mm,属国内首创;

(2) NLSD-1钻孔采用自行研制的分体式全液压力头钻机及绳索取心钻杆完成2967.83 m孔深,属国内先例;

(3) 运用定向钻进、随钻测量技术成功实现了深孔强促斜地层的钻孔轨迹控制,并在深孔硬岩侧钻、钻孔防斜与纠斜等方面积累了宝贵的经验;

(4) 研制出了TSZ型塔式绳索取心钻具,成功地解决了钻孔防斜,及深孔破碎地层绳索取心钻进时不能使用高稠度泥浆进行护壁的难度;

(5) 运用深部钻探钻井液与护壁堵漏技术,解决了深孔长孔段连续破碎地层的护壁、深孔泥浆抗高温、悬粉、携粉、护壁等方面的技术难题;

(6) 研制出了适合深孔钻进的长寿命高效金刚石钻头,减少了提下钻时间,增加了钻进效率;

(7) 设计采用弹塑性扶正器及活动套管防回扣技术,解决了活动套管回扣,失稳折断事故,保证了钻孔安全钻进。

7.2 经验与体会

7.2.1 主要经验

NLSD-1孔钻遇地层为国内罕见的强促斜及破碎地层,施工中克服了种种困难,采用了多种新技术、新方法,顺利地完成了施工任务。在复杂地层及全孔轨迹受控钻进情况下施工3000 m孔深钻孔,具有一定的风险性和探索性。所以,当施工思路(设计)确定之后,组织施工队伍和管理也是施工成败的关键之一。该项目实施过程中,在施工技术与管理上做了以下几个方面的工作。

(1)实行项目管理,组成精干的施工队伍。由探矿副队长主管负责,抽调曾施工汶川地震断裂带科学钻探3号孔及深部钻探研究试验孔的有经验的技术人员、钻探机班长及工人组建“南岭NLSD-1孔施工项目部”,实行项目管理责任制。同时与中国地质大学(武汉)、无锡钻探工具厂等单位横向技术合作。由于建立了一套严格的施工管理体系,所以保证了钻探质量、安全作业及施工全过程的顺利实施。

(2)认真编写了NLSD-1孔科学钻探施工组织设计,并请专家进行了评审。制定了针对性现场管理制度,如项目经理制、质量管理制、安全生产制、岗位责任制、现场操作规程、交接班制、泥浆管理制、施工过程日汇报制、待遇分配制及劳动纪律等。规范了施工过程中的管理,做到有章可循,严格执行,定期检查,发现问题及时整改。

(3)根据现场工程需要,实行关键节点项目经理、技术负责和机长跟班制,遇到关键的施工技术问题及时组织技术人员攻关。抓技术骨干、抓关键在深部钻探施工中起到了重要作用。

(4)实行钻进指标考核制并与经济效益挂钩。如钻孔施工分段承包考核,承包内容主要为:规定时间内完成钻探工作量、质量、安全等指标,完成或超额完成指标给予奖励,完不成定额指标或出了人为事故给予惩罚,做到奖惩统一,以提高职工的责任心和积极性。

(5)通过该项目的施工,锻炼了队伍,积累了深部钻探的经验,培养了一批专业技术人才,为我国深部岩心钻探技术的可持续发展奠定了一定的基础。

7.2.2 问题与体会

通过深部钻探施工实践,我们认识到还存在一些问题仍需继续完善和改进。

(1)由于钻孔轨迹全孔跟踪控制,钻孔轨迹多处呈S状,造成绳索取心钻杆后期疲劳损坏、钻杆脱

口、折断等孔内事故,深孔处理事故耗时较多,占总台月时间的14%,严重地降低了后期施工效率。

(2)地质钻孔纠斜程序过于繁琐,施工效率低下。

(3)深孔和特深孔钻探,钻孔结构设计中,2500 m以上孔段钻孔直径设计偏小,若孔内出现事故时,处理回旋余地小,同时不利于使用孔底马达造斜及液动冲击器。

(4)深孔钻探中,目前仍无法准确测得孔底钻压(现常用以钻具称重的方法),影响钻进效率及易发生孔内事故。

(5)深孔钻探处理孔内事故工具单一。例如孔底出现卡埋钻事故,目前均采用反丝钻杆逐根反正丝的处理方法,费工费时,成本较大。钻塔钻杆靠架无法满足钻杆摆放要求(如3000 m钻孔,需摆放6000 m钻杆)。

(6)钻探现场缺少钻杆柱快速检测探伤系统,现场部分钻杆带伤下孔钻进,存在安全隐患。

(7)适用于小口径绳索取心钻孔的螺杆钻具输出扭矩过小,造成纠斜钻进效率低。

7.3 关键技术的展望

根据目前深部钻探所存在的问题,提出以下几点认识和研究思路:

(1)研究深孔钻探孔底压力测量系统;

(2)进一步完善深孔钻探事故处理机具;

(3)加强对绳索取心孔底液动马达的研究;

(4)进一步研究轻型高强度铝合金钻杆;

(5)研制钻杆柱微损伤现场快速检测仪器,并能在提下钻时随机检测。

参考文献:

- [1] 朱恒银,等.华南于都—赣县矿集区科学钻探选址预研究NLSD-1孔施工技术报告[R].安徽六安:安徽省地质矿产勘查局313地质队,2013.
- [2] 朱恒银,等.深部岩心钻探钻进工艺方法研究[R].安徽六安:安徽省地质矿产勘查局313地质队,2012.
- [3] 江天寿,周铁芳,等.受控定向钻探技术[M].北京:地质出版社,1994.
- [4] 朱恒银,朱永宜,张文生,等.汶川地震断裂带科学钻探项目WFS-3孔施工技术体会[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(9):12-17.
- [5] 陈师逊.中国岩金第一深钻施工情况介绍[J].地质装备,2013,(6):21-24.
- [6] 张金昌,刘凡柏,冉恒谦,等.2000 m地质岩心钻探关键技术与装备[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(1):3-6.