

复杂地层深孔取芯钻探事故的处理方法

袁宜勋, 雷 超

(长江三峡勘测研究院有限公司(武汉), 湖北 武汉 430074)

摘要:滇中引水工程沿线地质条件复杂,其中香炉山隧洞是整个引水总干线最大的控制性工程,也是引水沿线涉及地质最破碎、成因最复杂的区域,地质钻探工作难度大,极易发生各类钻探事故。以XLZK12钻孔为例,就该复杂地层遇到的钻探事故处理进行了技术总结,详细介绍了普通钻具和S-75型绳索取芯钻具在钻探中发生孔内事故的处理措施,其经验可供类似工程借鉴。

关键词:复杂地层;深孔取芯;钻孔事故;处理方法

中图法分类号: P642

文献标志码: A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.14.028

滇中引水工程香炉山隧洞全长60.87 km,最大埋深1 396.0 m;埋深大于600.0 m的洞段长36.93 km,占总洞长的60.7%;埋深大于1 000.0 m的洞段长13.23 km,占总洞长的21.7%;穿越软岩累计长度16.83 km,占总洞长的27.6%^[1]。因隧洞埋深大,地质条件复杂,给地质勘探特别是钻探工作带来极大困难,钻探中钻孔事故时有发生,处理难度很大。

本文以香炉山的XLZK12钻探深孔为例,探讨复杂地层深孔取芯钻探事故的处理方法及预防措施。

1 地质概况

香炉山隧洞地处横断山北部高山峡谷区与滇中高原盆地山原区交接部位——横断山系滇中盆地山原区之滇中红色高原亚区,穿越鹤庆、丽江、拉什海、九河、剑川、洱源等盆地所夹持的南北向分水岭——马耳山后经松桂、芹河、北衙、下河坝至洱海边的玉石厂。

地层自前古生界前寒武系($A_n \in$)至新生界第四系均有出露,主要地层为第三系(N)、下第三系(E)、三叠系(T)、二叠系(P)、泥盆系(D)、前寒武系。

该地区地处滇藏“歹”字型构造体系与三江南北向构造体系复合部位,一级大地构造单元松潘-甘孜褶皱系、兰坪-思茅褶皱系与扬子准地台交界部位,地质构造背景十分复杂,区内断裂、褶皱发育。研究表明

地表岩溶发育较强烈,主要发育于三叠系北衙组灰岩、白云岩、泥盆系康廊组灰岩和第三系灰质角砾中,强岩溶化地层北衙组灰岩中该类岩溶形态发育较为齐全^[2]。

2 常见深孔钻探事故原因

香炉山地质钻探孔XLZK12设计孔深700.0 m,钻探过程中,在孔深208.2 m和257.0 m处先后发生两次钻探事故。常见深孔钻探孔内事故可分为人为和自然因素两大类。实际上,在地质钻探过程中,大多数事故的发生都或多或少与人为因素有关,纯粹自然因素产生的事故是比较少见的。人为事故,指事故发生的主要原因是操作者思想麻痹大意,精神不集中,未按操作规程作业、没有根据钻探的具体地层岩性采取相应的技术措施而造成的事故。如在钻探中发生钻具折断、烧钻、掉钻头、夹钻、跑钻等事故都属于人为事故。自然原因造成的事故,主要是指由地质条件等客观因素引起的事故。如塌孔造成的埋钻,严重破碎地层引起的掉块挤夹钻具事故等,都属于自然事故。在地质钻探过程中,发生各类孔内事故的原因主要有以下4个方面^[3]。

(1) 钻机操作人员未按钻探操作规程作业。在钻探过程中对孔内岩层岩性未作观察和分析,对钻进设

备的工作性态掌握不熟。上述原因造成的事故较多,事故的性质也比较复杂和严重。

(2) 施工现场技术管理水平较差。对规范及操作规程等贯彻执行力不够,管理措施不力,前瞻性不足,在遇到比较复杂的情况时,缺乏有力的技术指导和相应的技术支撑;钻机操作人员技术不熟练,经验不足,对孔内事故缺乏正确预判和及时纠偏。

(3) 设备等硬件质量较差。使用严重磨损、过度老化的陈旧设备。

(4) 地质条件较复杂。钻进时遇岩性不均一地层时,易发生孔内坍塌掉块、漏水、不返水等问题。

3 钻探事故处理

3.1 钻探事故预防措施

(1) 贯彻预防为主方针。在开钻之前,应充分查阅钻探区域的地质资料,针对地层岩性制定合理的钻孔方案、选择合适的钻进方法以及钻具。只有经岗位培训、考核合格的操作人员方可上岗。

(2) 落实技术交底制度。根据选定的钻孔方案,施工技术人员必须对钻孔操作人员进行详细的技术交底。

(3) 严格按设计要求和钻孔任务书技术要求施工。未经允许,钻孔操作人员不得擅自改变施工工艺。钻孔变径或更改施工工艺必须经项目技术负责人批准后方可实施。施工技术人员必须严把质量关,对施工中可能遇到的问题提前做好预案。

(4) 做好过程检查。项目质量管理人员应经常深入现场,做好跟班成果检查,确保钻孔质量符合设计要求。

(5) 在钻探过程中,操作人员要时刻注意钻机的运转情况,包括钻压、钻速、回次进尺、钻孔声音等都要全面掌握,以便出现异常情况时能及时处理。

(6) 注意钻具及钻头等的磨损情况。要及时更换变形的钻具和磨损的钻头;更换完新钻头后,在沉淀较多、孔壁掉块较重的地层,要预防抱钻、憋钻事故。在换用新钻头钻进时,应采用减压减速的钻进方式,防止因新钻头外径略大造成卡夹钻事故。

(7) 每次下钻时要详细记录孔内钻杆数及钻具的长度,以便出现事故时能够较准确判断其位置,方便处理。

(8) 密切注意可能发生事故的各前兆,发现异常情况要及时停钻,分析原因。一旦出现事故,就要采取事故三不放过原则,总结经验,避免类似事故发生。

(9) 在特定的复杂地层施工,要制定专门的安全施工技术措施,切实做到安全生产。

3.2 普通钻具钻探事故类型及处理实例

在香炉山 XLZK12 孔的钻进过程中,当钻进至孔深 208.2 m 位置时,孔内出现异常(见图 1),钻具发生剧烈抖动,声音刺耳,操作人员立即停钻并提钻,但钻具始终提不上来。随后在钻具上部安装“吊锤”,通过卷扬机瞬间上提的冲击力来起拔钻具,经过反复冲击才将钻具拔出孔口,但是钻头和扩孔器掉在了孔底。

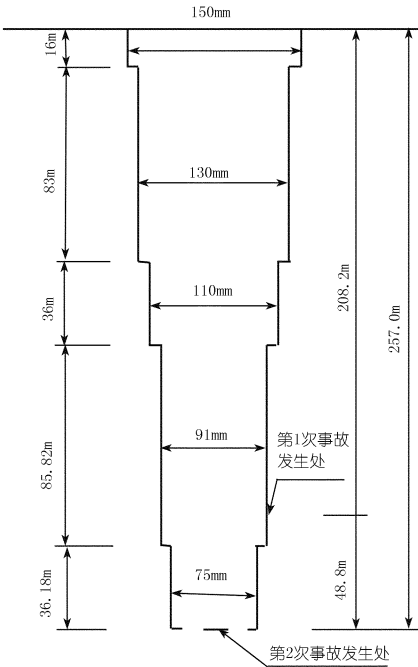


图 1 钻孔结构示意图

根据现场情况,技术人员综合分析可能是以下两种原因所导致:① 刚更换了新的金刚石钻头,外径比孔径稍大,由于开始钻进时没有及时减压、减速,导致钻头与孔壁或岩芯强行挤夹而“抱死”;② 钻具上的下扩孔器自身质量可能存在问题,开始钻进时没有减压使其发生变形。

针对以上情况,技术人员提出了以下处理方案。

(1) 使用反丝公锥打捞,但仅将扩孔器里面的扶正环打捞上来。分析原因可能是扩孔器已经被反丝公锥车变形,故此方案没有再继续实施。

(2) 直接将钻杆下到孔底扩孔器位置处,然后开钻并不停地提升、下降钻杆和回转震动,希望通过震动将卡在孔底的扩孔器和钻头震松,再利用反丝公锥打捞,结果试验了几次仍然没有效果。

(3) 准备用水泥浆封孔,然后直接用钻头进行扫孔。此方法存在一定的风险,首先是耽误工期,其次是若扫孔不彻底,孔底存在较大的金属碎块可能会在余下钻进过程中造成卡钻之类的事故,此方案仅能作为保留备选措施。

(4) 由于孔内直径 89 mm 的套管已经下到孔深 207 m 位置处,决定先将套管提出孔口,再在最后一根套管的端部安装金刚石钻头,然后下一半的套管和一半的钻杆,通过继续钻进往下扩孔到孔底事故钻头处,然后将其一起抱上来。在起拔完直径 89 mm 的套管后,发现还遗留 1 根套管在孔中(事后分析是该套管在下入时与孔壁摩擦,导致丝扣变松,最终在上提时摩擦阻力加大进而脱扣),为打捞孔底套管,采取了以下 3 种措施:① 用普通钻杆加接头与残留的套管拧紧,然后用“吊锤”向上震打,结果处理失败;② 用特殊钻头和单独加工的“炮弹钻头”(图 2)来震松套管,然后再用反丝钻杆打捞,仍然没有效果;③ 用直径 91 mm 的钻头处理孔中的套管。考虑金刚石钻头的成本较高和处理效率,故采用经特殊加工的合金钻头(图 3)磨蚀套管,经过 3 d 时间处理完残留套管,残留的套管残片也被提出孔外(图 4)。



图 2 炮弹钻头



图 3 特殊加工的合金钻头

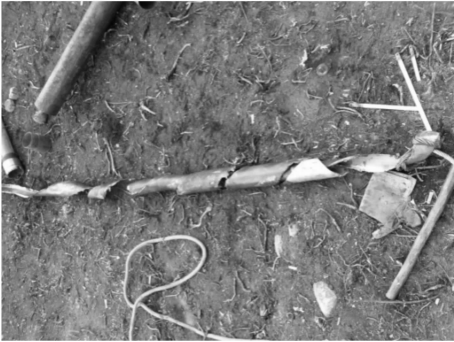


图 4 劈碎的套管残片

随后,成功地将卡在孔底的钻头及扩孔器打捞上来。

3.3 S-75 绳索取芯钻具钻探事故处理

3.3.1 事故处理注意事项

当采用 S-75 型绳索取芯钻具钻进时,若发生事故,在处理时应注意以下事项。

(1) 当发生岩芯满管或堵塞时,应立即打捞岩芯。采用装有报警装置的钻具钻进时,当岩芯满管或堵塞时,地面泵压仪表读数会骤然上升,起到报警作用。

(2) 处理时应先将钻具提离孔底一小段距离后,再卡断岩芯,拧开机上钻杆,钻机退离孔口。

(3) 从孔口钻杆中下入打捞器,打捞器在冲洗液中下降的速度约为 1.5 ~ 2 m/s,据此,即可根据孔深估算打捞器到达孔底的时间。一般在孔深 1 000 m 范围内,可听到打捞器触底的轻微撞击声^[4];

(4) 当打捞器到达孔底,可缓慢地提动钢丝绳,若因提动钢丝绳而造成冲洗液由钻杆中溢出,说明打捞可能成功,否则需再次下放打捞器。

(5) 当判明外管和钻杆内无岩芯时,将另一套备用岩芯管从孔口下入钻杆内。此时可开动钻机缓慢转动并开泵冲送,加快内管下降速度及防止在钻杆中卡塞。

(6) 若打捞成功,则用绳索将内管提出,否则应提钻处理。内管提出后,应缓慢放下摆平,以免将调节螺杆墩弯。

(7) 在干孔中,不能直接把内管投入钻杆中,应采用打捞器送入,或在钻杆柱内注入冲洗液,然后迅速将内管投入。

(8) 通过钻具到位报信装置的显示或根据下降时间判断确认内管已经到位时,可以调整泵量,开始钻进。

(9) 在易斜岩层中钻进时要注意防止钻孔倾斜。尽管绳索取芯钻杆与孔径配合比较合理,有利于防止钻孔倾斜,但绳索取芯钻杆的管壁较薄(一般 4.5 mm),加之钻压又较大,所以操作不当极易造成钻孔弯曲。因此,在易产生孔斜的地层中钻进时,应适当控制钻压和钻速。

3.3.2 处理过程

绳索取芯钻具虽然具有普通钻具无法比拟的优势,但是自身也存在不足,一旦出现事故,处理起来比普通钻具难度更大^[5]。前述香炉山 XLZK12 孔在钻进到孔深 257 m 时,孔内发生事故(图 1),提钻时绳索钻具提不动,随即用液压缸上顶和回转也只能向上提起一小段。随后将钻机立轴移开,试着将绳索钻具的内

管通过打捞器提出来,反复操作了 3 次都没能将内管提起。最后,采取在放下打捞器的同时不停地上下提拉钻具并让其在孔底震动,终于将内管顺利提出来。接着用“吊锤”向上强行震打钻具,结果钻具外管脱扣,只将上部钻具提出孔口,经计算后发现孔底还残留 9 根绳索钻具外管和钻头部分共计长 31 m。根据孔内事故情况,经过技术人员缜密分析,采取了以下事故处理措施:

(1) 采用普通钻杆加上接头,利用“吊锤”继续强行向上打,但孔内钻具纹丝不动。

(2) 用反丝公锥来打捞钻具,仍然没有效果。

(3) 由于直径 89 mm 的套管已经下到孔深 220.82 m 处,计划将其套管向下扩孔,一直扩到孔深 257 m 处,再将孔底的 31 m 绳索钻具外管一起打捞出来。经过计算,绳索钻具脱扣的位置在孔深 226 m 处,与直径 89 mm 套管底部还有 6 m 距离,另外,钻孔本身已存在有一定的偏斜,施钻人员担心扩孔跑偏、形成二次事故。针对此情况,技术人员反复分析,决定继续下入几米绳索钻具外管,将其与残留在孔底的外管连

成一体,而其上端又能够深入直径 89 mm 套管的内部,这样就解决了扩孔扩偏的问题。接着利用套管扩孔至孔深 257 m 处,比较顺利地将孔底 31 m 长的钻具打捞上来。

4 结语

复杂地层深孔钻探取芯孔内事故处理方法比较单一,但处理过程极其复杂,运用恰当的工艺、娴熟的操作技术完全可以将事故风险控制在可控范围内。因此,孔内事故仍然应以预防为主。

参考文献:

[1] 王旺盛,陈长生,吴晓华.某深埋特长隧洞线路比选方案研究[J].四川地质学报,2014,34(4),590-594.
[2] 李秀云,傅肃忆,李丽娟.川西滇北引水区河流水质特性与治污调水研究[J].地球信息科学,2000,2(4),19-23.
[3] 岳文礼.钻孔事故预防与处理[M].北京:煤炭工业出版社,1981.
[4] 郭邵什.钻探手册[M].北京:中国地质大学出版社,1993.
[5] 王年友,谢文卫,苏长寿.岩芯钻探孔内事故处理工具手册[M].长沙:中南大学出版社,2011.

(编辑:赵凤超)

Treatment method of deep - hole core drilling accident in complex stratum

YUAN Yixun, LEI Chao

(Sanxia Exploration and Survey Co. , Wuhan 430074, China)

Abstract: The geology condition along the route of Water Diversion Project in Central Yunnan Province is complicated, in which, Xianglu mountain tunnel is the largest controlling work in the water diversion project with complicated geological genesis and the geology along the route is most broken, so the geological drilling is very difficult, and various accidents are easily to occur. Taking XLZK12 drilling hole as a case, the technologies in the treatment of the accidents encountered in the complex geological stratum are summarized. The adopted measures by common drilling tool and coring drilling tool in dealing with the accidents inside the drilling hole are introduced in detail.

Key words: complex stratum; deep - hole coring; drilling accident; treatment measures

· 科技动态 ·

长江勘测规划设计研究院研发的“太阳能光伏组件单柱支撑结构”

获国家实用新型专利

近日,由长江勘测规划设计研究院新能源公司研发的“太阳能光伏组件单柱支撑结构”获得国家知识产权局颁的实用新型专利证书。

在地面光伏电站建设中,基础作为支撑光伏组件的部件,其稳定性直接影响到整个光伏电站工程的整体运行稳定;又由于基础在光伏电站施工中处于先期施工环节,其施工时间长度直接影响着光伏电站工程的施工时间。目前,光伏支撑结构(包括光伏支架及其基础)多采用双柱支撑结构体系,即采用前、后两个立柱共同支撑光伏组件。双柱结构体系存在基础工程量大、桩顶标高调平相对困难等缺点。

针对现有技术存在的缺陷,长江勘测规划设计研究院新能

源公司研发的光伏组件单柱支撑结构体系,具有成本低、施工周期短的优点。根据不同的地质条件,下部基础可采用扩大式基础、锚杆基础、桩基础等,特别是对于山区光伏项目和水上光伏项目:在地形陡峭的山区,单柱光伏支撑结构相对传统双柱基础具有设计施工简单、易于调平、工程量小、占地少的优点;在水深较深、淤泥层较厚水上光伏电站,由于单柱光伏支撑结构体系占用空间小,前后排光伏组件之间的距离较为宽敞,不影响水上行船和养鱼,优势明显。

目前,长江设计院新能源公司负责设计的多个光伏电站已广泛采用该种技术,具有较大的推广价值。

(长江)