

电磁式结合光纤陀螺式测斜仪在厄瓜多尔索普拉多拉水电站竖井中的应用与研究

李文学

(中国葛洲坝集团第二工程有限公司,四川 成都 610091)

摘要:为确保反井钻机导孔的施工精度,采用电磁式测斜仪、光纤陀螺式测斜仪进行测斜,并根据测斜结果判断导孔空间的状态,当导孔出现较大偏斜时,及时采取了相应的措施进行纠偏,取得了很好的效果。

关键词:电磁式测斜仪;光纤陀螺式测斜仪;竖井测斜;索普拉多拉水电站

中图分类号:TV53+8.4;TV7;TV544

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)增1-0003-03

1 工程概述

厄瓜多尔索普拉多拉水电站高压竖井深度为343.76 m,直径6.2~7.3 m。竖井所在区域主要为石英片岩、云母片岩,岩层倾角为65°~80°,并发育有多组节理裂隙且地下水丰富,钻孔过程中极易出现偏斜,成孔条件差。为确保导孔精度,采用电磁式测斜仪、光纤陀螺式测斜仪进行测斜,根据结果进行纠偏,取得了较好效果。

2 工艺原理

若要了解钻孔轨迹在地下空间的位置,表征其空间形态,就必须了解和控制钻孔轨迹要素。图1中的O表示开口点,X轴代表南北向,Y轴代表东西向,Z轴代表地下方向,OABC为钻孔的空间轨迹。其基本要素包括顶角、方位角和对应的钻孔孔深。假设钻孔轨迹为一斜直线,则轨迹上的空间坐标计算如下:

$$\begin{cases} X_A = X_0 + L_A \sin\theta \cos\alpha \\ Y_A = Y_0 + L_A \sin\theta \sin\alpha \\ Z_A = Z_0 + L_A \cos\theta \end{cases}$$

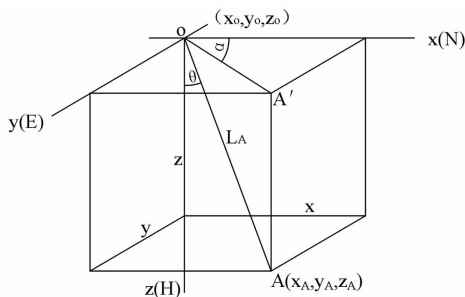


图1 直线型钻孔轨迹图

电磁式测斜仪钻孔方位角主要依靠指南针或磁敏元件定向,而在磁性矿地区或在铁管中受到磁性体的影响时,钻孔的方位角则难以确定。在磁性较强的环境中测量方位角最有效的办法是采用光纤陀螺式测斜仪定向,该仪器具有自动寻北功能,体积小、寿命长、无零点漂移、不用电缆、携带方便等优点。

在使用测斜仪得出井斜和方位角数据后采用表1进行分析。

通过对测斜数据进行分析得知:一旦累计偏斜量超出允许范围,必须采取相应的纠偏措施进行钻孔纠偏。

3 施工工艺流程及操作要点

3.1 竖井测斜施工流程

竖井测斜可以采用电磁式测斜仪或光纤陀螺式测斜仪,竖井测斜施工工艺流程见图2。

3.2 操作要点

3.2.1 测斜仪充电

测斜仪使用锂电可充电电池供电。将小插头与探头插孔接好,充电器的另一头连接220 V电源。充足电后,可连续工作6~8 h。

3.2.2 初始参数设置及测斜设备安装就位

初始参数的设置和测斜设备的安装就位同时进行。

3.2.2.1 初始参数的设置

通过USB数据线将测斜仪与电脑连接后,使用配套软件对“测量数据次数”和“测量时间间隔”进行初始设置。

3.2.2.2 测斜设备安装就位

表 1 测斜数据分析表

序号	井深 L/m	井斜 $\beta/^\circ$	方位角 $/^\circ$	东	北	东累计	北累计	累计偏斜量 $/m$	累计方位角 $/^\circ$
1	0	0	340.6	0	0	0	0	0	0
2	-5	0.1	357.3	0.001 7	-0.000 1	0.008 7	-0.000 4	0.008 7	357.3
3	-10	0.2	329.3	0.003	-0.001 8	0.023 7	-0.009 3	0.025 5	338.5
4	-15	0.5	357.5	0.008 7	-0.000 4	0.067 3	-0.011 2	0.068 2	350.5
5	-20	0.5	6.1	0.008 7	0.000 9	0.110 7	-0.006 6	0.110 9	356.6

注:测斜仪长度:1 m, 单次测斜深度:5 m。

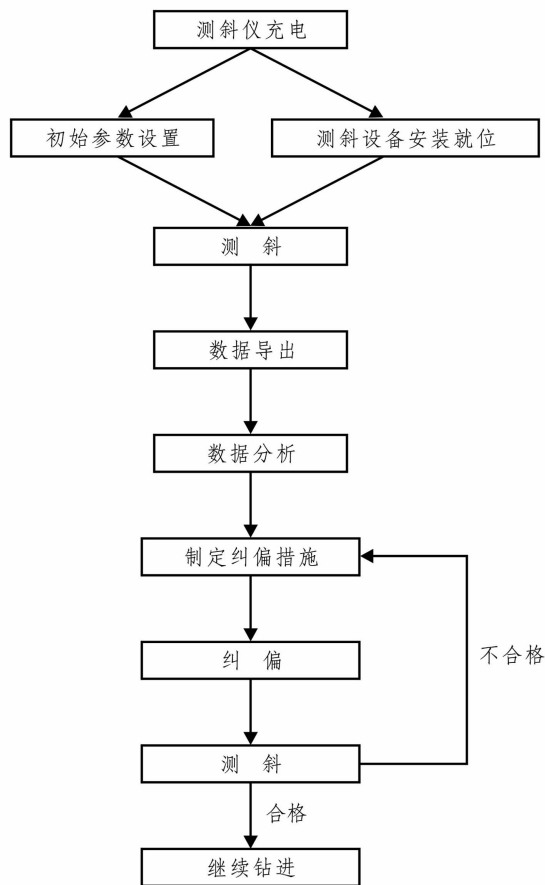


图 2 竖井测斜施工工序流程图

(1) 绞盘: 由于钻杆内壁存在变径, 使用电动绞盘易发生钢丝绳拉断、测斜仪掉入孔内的现象, 使用自制绞盘(图 3)人工提升可以有效地避免上述现象的发生。

(2) 支架: 在测斜探杆上下的过程中, 为避免钢丝绳出现较大摆动并与孔口发生摩擦而造成钢丝绳损坏时, 需在孔口处安装自制支架(图 4)和定滑轮。

(3) 钢丝绳: 采用 $\varphi 4$ 钢丝绳, 测斜前需根据初始参数设置做好标记。

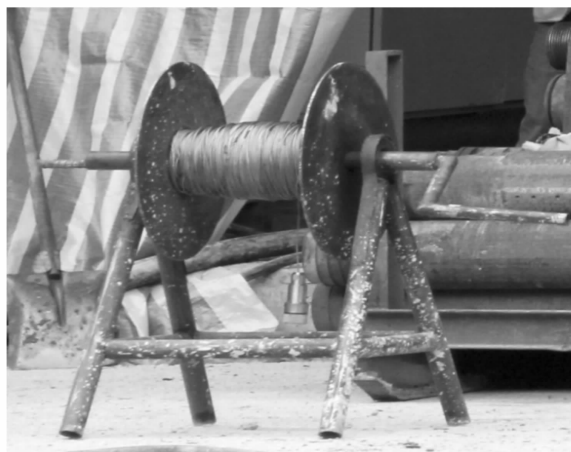


图 3 自制绞盘

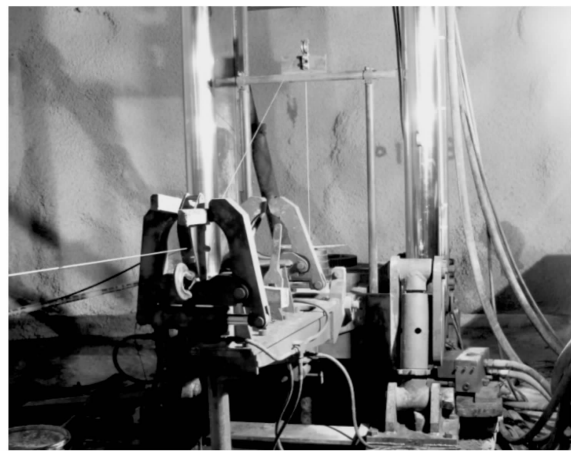


图 4 自制支架

(4) 探头、探杆的组装: 将设置好的探头与探杆连接牢固。为防止探头进水, 需定期检查并更换防水 O 型圈; 为防止探杆在孔内发生较大摆动或卡塞现象, 需采取加长、加粗探杆并增加锥形导向装置等措施, 具体措施见图 5、6。

3.2.3 测斜

通过钢丝绳把探杆放入孔内各测点位置进行数据采集, 直至全部测点测完, 最后将探杆提出孔外。

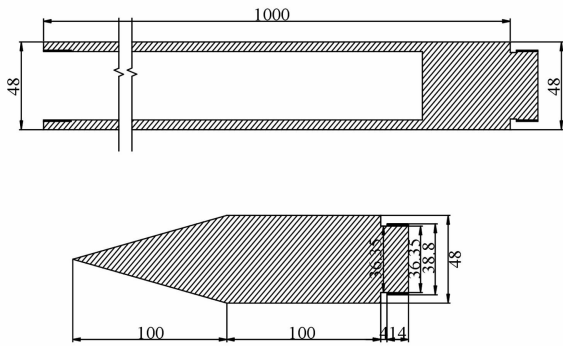


图5 加长杆、锥形导向装置设计图

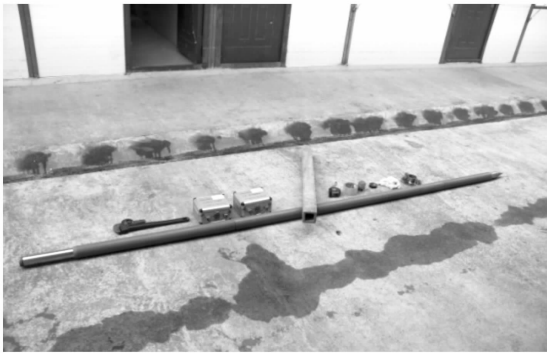


图6 加长、加粗探杆

(1) 控制钢丝绳的下放速度,以防止探杆发生较大的旋转和摆动。

(2) 采用秒表读数的方式控制探杆的下放,确保在各测点数据采集时探杆处于静止状态。

(3) 在探杆上下的过程中加强对钢丝绳的状态进行监控,防止出现长时间的卡塞现象。

3.2.4 导出测斜数据

使用 USB 线将测斜仪与电脑连接导出数据。

3.2.5 对测斜数据进行分析

将导出的顶角和方位角数据输入到表 1 中进行分析,得出累计偏斜量和累计方位角,判断钻孔偏斜状态并确定是否需要纠偏。

多次试验结果表明:电磁式测斜仪相比光纤陀螺式测斜仪测出的方位角更接近实际情况。但是,光纤陀螺式测斜仪测出的顶角较为准确,测斜数据更加稳定,因此,在条件允许的情况下,最好对采用电磁式测斜仪测出的方位角与光纤陀螺式测斜仪测出的顶角综合进行分析计算。

3.2.6 制定纠偏措施并纠偏

当累计偏斜量超出允许范围时,应根据累计方位角确定纠偏方向。采取调整钻孔速度、改变稳定钻杆位置、调节钻进压力和循环水压等措施

进行纠偏;对于定向钻机,直接使用纠偏钻头纠偏,在调整好纠偏钻头方位角、工作面角后关闭主机发动机马达,切断动力供应,使用泥浆泵循环泥浆,由泥浆带动纠偏钻头上的泥浆马达旋转破岩纠偏。

3.2.7 纠偏后再次实施测斜

根据制定的措施完成纠偏后,再次使用测斜仪进行测斜,分析纠偏效果是否达到预期要求。当纠偏措施未奏效时,应根据实际情况对纠偏措施进行调整,然后再次重新纠偏,直至钻孔满足精度要求后方能继续正常钻进。

4 质量控制

4.1 质量控制标准。

钻孔精度要求: < 1%。

4.2 质量控制措施

(1) 严格按照使用说明进行操作,准确核对输入输出数据。

(2) 为提高测斜精度,及时掌握钻孔状态,采用增加测斜频次,缩短测斜间距的措施,每钻进 10 ~ 50 m 进行一次测斜,测点间距根据井深控制在 2 ~ 5 m 范围。

(3) 对探杆实施加长加粗、安装锥形导向装置等措施,使测斜仪在孔内保持正常工作状态。

(4) 同步计时并预留充足的时间,使测斜仪在到达测点位置采集数据时处于静止状态。

(5) 测斜仪匀速、快速提放,到达预定位置后保持测斜仪处于稳定状态,待数据采集完成 5 ~ 10 s 后再行下放,以确保采集到的数据的可靠性。

(6) 及时对采集到的数据进行分析,对所出现的异常数据找出导致数据异常的原因,避免再次出现同类问题。

5 安全措施

(1) 施工过程中,所有人员必须正确佩戴并使用劳保着装。

(2) 现场施工时需要安全人员在场,严格注意施工人员及周围人员的安全。

(3) 在施工现场设置醒目的安全标识、警示和信号,增强全体施工人员的安全意识。

(4) 进行测斜工作时,必须保证反井钻机等设备处于停机状态,防止发生机械伤人事故。

(5) 严格按照测斜仪使用说明书的要求,采

(下转第 23 页)

(3) 定期把施工现场的废料或杂物清理到指定地点,做到工完料净场地清。

(4) 型钢门架系统可回收循环利用。

9 结 语

岩滩水电站扩建工程压力钢管安装采用型钢门架系统。工程于 2012 年 9 月开始安装,历经 2 个月时间,于 2012 年 11 月顺利完成,压力钢管安装质量 100% 合格,优良率为 95%,未出现任何险情和突发事件。该工程具有以下几个特点:

(1) 国内无此类压力钢管安装施工可供借鉴,国内尚属首创。

(2) 与常规天锚施工比较,取消了天锚 2 组,节约了人工。另外,型钢门架系统正常运行时,可迅速调整钢丝绳角度,处理突发事件,减少作业人

员高空作业频次,节约了施工材料,减少了施工工序,加快了施工进度,节约了施工成本。

(3) 能够确保压力钢管安装位置的精度,加快了压力钢管安装的施工进度。

(4) 斜井采用 3 吊点对压力钢管实施下放,可有效防止其倾覆、翻倒,杜绝了压力钢管安装事故的发生。

型钢门架系统斜井大直径压力钢管安装施工技术,在岩滩水电站扩建工程斜井压力钢管施工中得到成功应用,可供其他类似工程施工借鉴和参考。

作者简介:

朱少俊(1968-),男,安徽安庆人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

(上接第 5 页)

用 220 V 电压充电,防止过电压、过电流损坏测斜仪器。

(6) 每次测斜前须检查测斜仪与钢丝绳连接状态是否完好,检查钢丝绳是否存在磨损、断股等现象,发现问题及时进行加固或更换,防止在测斜过程中测斜仪掉入孔内。

(7) 测斜仪在上下过程中,通过观察钢丝绳的绷紧状态、绞盘受到的拉力大小等判断测斜仪在孔内是否发生卡塞现象。

(8) 操作测斜仪时,应避开洞室内渗水、滴水等位置。

(9) 由于钻孔底部水压较大,测斜仪放入孔内前,必须保证其连接牢固、防水密封良好,防止因静水压力造成测斜仪内进水而损坏仪器。

(10) 测斜仪为精密仪器,在其使用、保养过程中必须轻拿轻放,严禁撞击,以保证测斜仪的正常使用。

6 结 语

该高压竖井导孔目前已顺利完成,实际偏斜量为 1.89 m,钻孔精度为 0.5%。采用测斜仪测斜得出的数据计算所得偏斜量为 1.82 m,与实际偏斜量相比,准确度为 96%。

由于加强了测斜控制,及时采取了纠偏措施,使高压竖井导孔精度满足质量要求,从而为后续导井全断面扩挖施工奠定了良好的基础。

作者简介:

李文学(1973-),男,河北涿州人,项目总工程师,高级工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

成都院再添 3 项发明专利授权

近年来,成都院高度重视知识产权工作,采取培训宣传和计划考核两手抓的有效措施,专利申请、授权量质齐增。日前,成都院申请的“地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法”等 3 项发明专利获国家知识产权局授权,并于近日收到专利证书。发明专利“地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法”,公开了一种地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法,涉及地下洞室施工领域,提供了一种工作量小,成本低,防塌效果好的地下洞室顶拱塌方后的衬砌处理方法,该发明可用于修复塌方的地下洞室。“量化评价超大型地下洞室群施工期围岩稳定性的方法”提供了一种有效的量化评价超大型地下洞室群施工期围岩稳定性的方法,从而能够获得直观准确的稳定性判断数据以控制围岩稳定,保障工程顺利建设和长期安全稳定运行。“大型地下洞室群布置方法”公开了一种在水利水电工程、地下储库工程运用的大型地下洞室群布置方法,该方法可全面考虑影响地下洞室围岩稳定的主要因素,特别是岩石强度应力比这一至关重要因素,使大型地下洞室群设计方案更为科学,考虑的因素更为全面。