

长龙山抽水蓄能电站引水隧洞大坡度特长斜井测量控制技术研究

李永奇

三峡绿色发展有限公司 北京 100010

摘要：大坡度特长斜井施工是抽水蓄能电站的基础施工组成部分，其操作比较复杂，施工难度较大，而大坡度特长斜井施工测量控制一直是一项技术难题，本文论述了长龙山抽水蓄能电站大坡度特长斜井施工测量的具体操作方法及施工期临时安全监测，可以借鉴到其他同类水电工程斜井测量参考。

关键词：大坡度超长斜井；测量控制；激光指向仪；安全监测

1 工程概述

长龙山抽水蓄能电站位于浙江省安吉县境内，紧邻已建天荒坪抽水蓄能电站，地处华东电网负荷中心，电站枢纽主要由上水库、下水库、输水系统、地下厂房及开关站等建筑物组成，建成后主要承担华东电网调峰、填谷、调频、调相及紧急事故备用等任务，还解系统严重的调峰矛盾，改善火电、核电机组运行状况，提高系统供电质量，为电网安全运行提供保障。

输水系统采用三洞六机斜井式布置形式，位于上、下水库之间的山体内部，沿水流方向依次为进/出水口、上库事故检修闸门井、引水上平段、上斜井、中平段、下斜井、下平段、岔管、高压支管、尾水洞、尾闸室、下库进/出水口等组成。其中引水上斜井直段分别长405.62m、403.98m、402.27m，引水下斜井直段长389.14m。坡度为58度。^[1]

2 控制测量

长龙山抽水蓄能电站引水系统斜井施工中，开挖方法分为导井开挖施工和扩挖施工，施工手段采用国内常用的爬罐法进行施工，它具有快速、经济、高效，安全等优点，但是施工测量是个技术难题，由于斜井的距离

长、角度大、断面空间小、精度要求高，给施工测量造成了很大的困难。

2.1 斜井施工控制网

根据控制网遵循统一布网、精度适当、分级布网、逐级控制的原则，由长龙山首级施工控制网网点联测斜井施工控制网网点，斜井施工控制网由平面网和高程网组成，平面网按三等GPS观测技术进行观测，高程网按二等水准精度要求进行观测，水准测量使用DNA03电子水准仪按《国家一、二等水准测量规范》（GB/12897-2006）要求施测，网点严格按照DL/T 5173-2012《水电水利工程施工测量规范》布设和观测，观测前对所使用的测量仪器、仪表、工具等按有关规范要求进行检校。^[2]

2.2 平面测量控制网观测

2.2.1 GPS网的主要技术指标

表1 三等GPS网的主要技术指标

等级	平均边长 (m)	仪器标称精度		平均边长相对中误差
		固定误差a (mm)	比例误差系数b (mm/km)	
三等	500~1200	≤5	≤1	1:150000

2.2.2 GPS观测主要技术要求

表2 三等GPS静态测量作业的基本技术要求

等级	接收机类型	仪器标称精度	卫星高度角 (°)	有效观测卫星数 (颗)	观测时段 (个)	时段长度(')	数据采样间隔(')	几何强度因子PDOP
三等	双频	5mm+1ppm	≥15	≥5	≥1.6	45~90	≤30	<6

2.3 高程控制网观测

二等水准观测精度主要技术指标见表3、表4、表5

表3 测站视线长度、前后视距差、视线

高度、重复测量次数		单位：m			
等级	视线长度(m)	前后视距差(m)	前后视距累积差(m)	视线高(m)	重复测量次数
二等	≥3且≤50	≤1.5	≤6.0	≤2.8且≥0.55	≥2次

注：测区的特殊情况，视线高由0.55m放宽至0.3m。

表4 往返测高差不符值、环闭合差

单位: mm

等级	往返测高差不符值	附和路线闭合差	环闭合差	备注
二等	$4\sqrt{K}$	$4\sqrt{L}$	$4\sqrt{F}$	K-- 测段、区段或路线长度; L--附和路线长度; 单位为km; F-- 环线长度; 单位为km。

2.2 洞内施工导线布设

导线分为二级布设, 基本导线和施工导线, 高程采用二等水准测量由洞外斜井施工控制网点引测至洞内, 基本导线为斜井开挖首级控制导线, 实行定期复测, 施工导线是由基本导线发展的支导线, 主要用于指导施工

放样, 随工程进展适时加密。

2.3 导线施测技术要求

2.3.1 水平角观测

水平方向采用左、右角观测法, 各测6测回。用360°减左、右角值之和, 如大于1.5"重测, 小于1.5"的取差值的一半加减到左角上, 作为左角的测量值, 观测距离时要读取温度、气压值, 观测时严格按照表6进行。

表6 水平角方向观测法技术要求 (")

等级	仪器标称精度	两次重合读数差	两次照准读数差	半测回归零差	一测回中2C较差	同方向值各测回互差
三等	1	1.5	4	6	9	6

2.3.2 电磁波测距

表7 电磁波测距附和导线技术要求

等级	附和或闭合导线总长 (km)	平均边长 (m)	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)	全长相对闭合差	方位角闭合差 (")	测回数		
							边长往返测回	水平角	
								1"级	2"级
三等	4	600	±1.8	±3.0	1:100000	±3.6	各2	4	6
四等	2.6	400	±2.5	±4.0	1:65000	±5	各2	2	4

3 激光指向仪

由于斜井在施工的时候, 施工人员很难准确把握轴线的正确走向, 斜井工作面狭小, 观测高差大, 每次仪器架设高度不同, 测量数据都需从新计算, 测量比较繁琐, 而且每次放样都需对近井点处的渣堆进行清理, 增加了测量放样时间及人员设备的危险性, 而采用激光指向仪后不但可以连续提供中心方向线, 又可以定期检测, 减少了施工工序及测量的危险程度, 保证了开挖精度, 提高了工作效率。

3.1 激光指向仪的安装

斜井上弯段测量放样采用全站仪直接将放出开挖轮廓线, 斜井开挖进尺大于60m后, 根据现场施工情况在不影响斜井施工的前提下安装激光指向仪。(见下图)

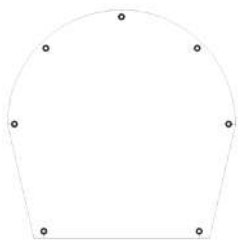


图 斜井激光指向仪布置图

作者简介: 李永奇, 男, 甘肃陇南人, 1987年1月, 本科学历, 工程师。

根据斜井激光指向仪布置图。在斜井布设绿光隔爆型激光指向仪。为保证激光指向仪激光束顺利投射至掌子面, 激光指向仪安装在开挖轮廓线内侧收敛0.2m的位置。全站仪架设在激光指向仪布置断面附近, 测出各点基岩位置。激光指向仪固定锚杆 (φ20螺纹钢), 垂直岩面深度1.5M, 打入基岩锚固好。^[3]

3.2 激光指向仪的调试

将固定好的激光指向仪打开, 用全站仪测出该点三维坐标, 用放样形式放出开挖掌支面三维坐标, 将激光指向仪的激光束直径对准掌支面放样点, 调节激光指向仪使左右偏距保持一致, 再上下调节激光指向仪使仪器倾角为58度, 用站牌低取光束, 测出两点之间三维坐标, 用fx9860G II 计算器计算倾角、偏距值, 如有偏差, 须反复调试, 直至符合设计于规范要求, 倾角误差控制在30"之内, 偏距控制在1~2mm范围内, 控制方向为超挖方向, 确保斜井开挖无欠挖。调试好激光装置加以固定, 同时利用工作平台, 分别在10M、20M处安装激光站牌, 并测出三维坐标。计算校核, 结束内业测量工作, 记录原始数据资料存档。同时做好与现场的技术交底。

3.3 激光指向仪的控制检查

激光指向仪调安装调试结束后, 在激光指向仪前方每隔10~20m间隔安装2块激光站牌, 全站仪架设于近井

点,观测激光指向仪激光束照射至激光站牌光点三维坐标,利用fx9860G II 计算器算出倾角,偏距,满足要求后在站牌上打孔,目标孔径2~3cm,将激光束穿过站牌目标孔,每台激光指向仪光束通过2块铁板投射至掌子面,便于及时发现激光指向仪在施工过程中是否偏移,一经发现偏移,立即对激光指向仪进行检查调试,每周对激光指向仪进行定期观测检查,确保开挖质量。

4 安全监测

4.1 表观监测

表观监测主要是由肉眼观察围岩破碎、变形情况,以及通过喷射混凝土的隆起、开裂、渗水等情况的观察推测围岩变形的情况。必要时还可布置表面变形监测点,通过测量仪器观测围岩变形等情况,及时采取措施,保证施工安全。

4.2 收敛监测

收敛监测根据斜井开挖揭露地质情况现场确定是否需要布置收敛监测断面;按照招标文件技术条款,Ⅱ类围岩 100~200m 布置一个断面,Ⅲ类围岩 100m 布置一个断面。收敛测点采用在锚杆上焊接钢筋弯钩制作,每个断面在不影响斜井各系统运行情况下布置 3 个测点。^[4]

4.3 数据整理及分析

每次量测后应及时进行数据整理和数据分析,围岩变形和速率较大时,应及时采取安全措施,及时反馈信

息监测数据采集工作必须按照规定的监测项目、测次和时间进行,并做到“四无”(无缺测、无漏测、无不符合精度、无违时)。应根据现场实际情况适当调整监测测次,以保证监测资料的精度和连续性。

当监测过程中发生变形速率出现异常变化时,必须立即报告相关方,同时应及时增加观测次数或调整监测方案。

结束语

长龙山工程在大坡度长斜井施工中,控制测量精度高成功运用了激光指向仪指导开挖,提高了功效,保证了测量精度,节省了时间,极大的保护了测量人员的安全,施工期对斜井进行临时安全监测,通过数据分析,变形稳定,证明长龙山工程斜井可靠,稳定。

参考文献

- [1]皮高华.西龙池抽水能电站超长斜井的测量方法[J].水利水电施工,2009,第1期,总第112期,16-18.
- [2]王永贺.抽水蓄能电站陡倾角斜井测量控制[J].抽水蓄能电站工程建设文集,2013,405-408.
- [3]国家能源局.水电水利工程施工测量规范(DL/T 5173-2012)[S].北京:中国电力出版社,2012.
- [4]国家标准化管理委员会.国家一、二等水准测量规范(GB/T 12897-2006)