

高峡谷地区中小型水电站控制网探析

朱太云, 许志威, 闫 萌

(中国水利水电第十四工程局有限公司非洲事业部, 云南 昆明 650041)

摘 要: 文章以坪头水电站施工测量控制网为例, 探讨高峡谷地区控制网的选点、建网及精度计算分析, 为同类型工程施工测量控制网的建立提供经验交流平台。

关键词: 高峡谷地区; 中小型电站; 控制网

中图分类号: TU 198.2

文献标志码: B

文章编号: 1004-1168 (2017) 05-0077-02

0 前言

坪头水电站位于四川省凉山州美姑、昭觉和雷波三县交界处, 是美姑河流域梯级开发的最下游一个梯级电站。坪头水电站闸首与上游在建的柳洪电站尾水相衔接, 厂房尾水位于正在开发建设的溪洛渡水电站库区, 为单一发电工程, 无灌溉、防洪等综合利用要求。电站采用低闸坝, 长引水开发。坪头水电站厂区枢纽工程主要由上室交通洞、闸室交通洞、中平洞、引水洞(部分)、调压室、厂房等组成。电站装机容量 180MW。电站水库正常蓄水位 913.0m, 死水位 910.0m, 总库容 62.09 万 m^3 , 调节库容 9.77 万 m^3 (扣除淤积), 具有日调节能力。

坪头电站整个工区两岸山体陡峭, 山高狭窄, 大部份控制点无便道, 三等网控制点布设总体偏往下游, 给控制网的布设和观测带来了较大的困难。

1 首级控制网检测

在施工控制网施测前, 首先对首级控制网进行了检测。

对控制点外观进行检查, 没有发现明显的位移和破坏现象。

对厂址区控制网中的 III 21、III 22、III 23、III 25 等 4 个控制点的相对关系进行了检测, 检测数据与已知成果反算数据进行了比较(见表 1、表 2、表 3)。

通过检测数据比较结果可知, 首级控制网没有变形, 设计单位提供的成果可以作为施工控制测量的起算数据。

2 控制网布设

考虑到导线控制测量多余观测少, 可能出现粗差几率大的问题, 选择布设了三角网。

为了满足施工放样的方便, 同时还要求控制点的稳定牢固不被破坏, 在进厂交通洞口下游的大石头上做了 CJ1 号埋石点; 在出线洞洞口上游的大石头上做了 CJ5 号埋石点。主要是为了下一步控制点进厂房用。在中平洞交通洞洞口做了 ZP1 号埋钢筋点, 它的下游一百多米的山脊上做了 III26 号埋石点; 在闸室交通洞洞口做了 FS2 号埋石点, 又在它的斜上方 70m 多的山脊上做了 FS1 号埋石点。在上室交通洞洞口做了 SS2 号埋钢筋点, 又在它的斜下方 60m 多的山脊上做了 SS1 号埋石点。在布设控制网时充分考虑放样的方便, 同时还要求控制点的稳定牢固不被破坏的要求, 埋石点选择在稳固的基石上。

3 控制网的外业观测

平面控制网的外业观测采用 Laica TCR802 全站仪进行边角观测。高程控制网采用 Laica TCR802 全站仪进行三角高程测量。

观测都选在成象清晰, 目标稳定的条件下进行。每个测站都观测各方向的水平角, 竖直角和斜距。水平角观测 6 个测回, 竖直角、斜距各观测 3 个测回。每个测站都读取温度、气压。

水平角不少于 3 个方向时, 采用全圆观测法; 2 个方向时采用测回观测法, 同时观测左、右角, 间隔各观测 3 个测回。

4 内业数据平差计算

距离改算采用人工计算, 斜距经过气象改正、加乘常数改正后参与计算。平距投影改正到 750m

收稿日期: 2017-09-11

作者简介: 朱太云 (1983-), 男, 云南昭通人, 助理工程师, 现在水电十四局有限公司非洲事业部从事工程管理工作。

许志威 (1984-), 男, 河南商丘人, 助理工程师, 现在水电十四局有限公司非洲事业部从事工程管理工作。

闫 萌 (1986-), 男, 河南南阳人, 助理工程师, 现在水电十四局有限公司非洲事业部从事工程管理工作。

表 1 边长观测值与反算值比较

测站	镜站	改算后平距 (m)	往返测中数 (m)	已知坐标反算平距 (m)	差值 (mm)
Ⅲ 25	Ⅲ 22	220.8375	220.8379	220.8382	0.3
Ⅲ 22	Ⅲ 25	220.8384			
Ⅲ 25	Ⅲ 23	219.1026	219.1026	219.1034	0.8
Ⅲ 23	Ⅲ 25	219.1027			
Ⅲ 25	Ⅲ 21	349.4635	349.4635	349.4681	4.6

表 2 高差观测值与反算值比较

测站	镜站	高差观测值 (m)	往返测中数 (m)	已知坐标反算高差 (m)	差值 (mm)
Ⅲ 25	Ⅲ 22	-52.3647	-52.3651	-52.3644	0.7
Ⅲ 22	Ⅲ 25	52.3655			
Ⅲ 25	Ⅲ 23	11.1053	11.1035	11.1026	0.9
Ⅲ 23	Ⅲ 25	-11.1016			
Ⅲ 25	Ⅲ 21	-45.1715	-45.1715	-45.1626	8.9

表 3 角度观测值与反算值比较

测站	镜站	观测角度值 (° ' ")	已知坐标反算角度值 (° ' ")	差值 (")
Ⅲ 25	Ⅲ 23	40 37 34.8	40 37 35.73	0.93
	Ⅲ 22			
Ⅲ 25	Ⅲ 22	170 42 13.1	170 42 12.72	0.38
	Ⅲ 21			

高程。

$$\Delta D_1 = 283.05 - \left(\frac{0.29196 \cdot p}{(1 + 0.000126 \cdot t)} - \frac{4.126 \cdot 10^{-4} \cdot h}{(1 + 0.000126 \cdot t)} \right) \cdot 10^*$$

ΔD_1 : 大气改正数 [ppm]

p: 大气压 [mbar]

t: 温度 [°C]

$$x: \frac{7.5 \cdot t}{237.3 + t} + 0.7857$$

h: 相对湿度

加乘常数改正公式参见《水利水电工程施工测量规范》(PL/T 5173-2003)附录 C.1。仪器加常数为 0.21mm, 乘常数为 0.94ppm (见仪器检定证书)。

水平距离计算公式参见《水利水电工程施工测量规范》(PL/T 5173-2003)附录 C.2

边长投影计算公式参见《水利水电工程施工测量规范》(PL/T 5173-2003)附录 C.3

平差程序采用《测量控制网平差系统 NASEW V3.0》平差软件。

5 精度评定

5.1 平面控制网中最大误差情况:

最大点位误差 (SS1) = 0.008911m, 最大点间误差 (Ⅲ 26~SS1) = 0.006074m, 最大边长 (Ⅲ 22~Ⅲ 26): 731.2618m, 最小边长 (SS1~SS2): 53.0223m, 平均边长: 248.9373m, 最大边长比例误

差 (SS1~SS2) = 1/9400。

5.2 高程控制网中最大误差情况:

最大点位误差 (SS2) = 0.00250m

最大点间误差 (Ⅲ 25~Ⅲ 26) = 0.00181m

6 总结

坪头水电站厂区枢纽工程工区两岸山体陡峭, 山高狭窄, 三等网控制点布设总体偏往下游, 给控制网的布设和观测带来了较大的困难。在极不利地形条件下尽量考虑控制网图形条件。

通过平差计算, 平面最大点位误差 (SS1) = 0.008911m, 高程最大点位误差 (SS2) = 0.00250m, 边长比例误差最大边为 SS1~SS2, 因其受地形条件所限, 边长仅为 53.0223m, 是误差最大的主要原因。

经误差评定与分析, 所测成果符合四等控制网精度, 满足施工要求。

通过对坪头水电站控制测量的实践, 在高峡谷地区布设施工控制网时, 尽量选择视线开阔通视条件好的地带, 在满足施工需求的基础上边长尽量加长, 同一测站观测夹角尽量均匀, 以减少测边误差和测角误差。

目前测绘设备日益先进, 在通视条件不好的地区, 还可以使用 GPS 接收机观测 + 三角网观测相结合的观测方式, 内业 GPS 网与三角网同时平差的方式, 相互弥补局限性。