

大中型水电站施工测量控制网的建立方法

熊世旺¹,何金龙²,郭 锋¹,杨 超²

(1. 中国水利水电第四工程局有限公司,青海 西宁 810007;
2. 华能澜沧江水电股份有限公司托巴水电工程建设管理局,云南 迪庆 674608)

摘要:施工测量工作是贯穿于整个工程建设全过程的基础工作,对保证工程施工质量起到至关重要的作用,大中型水电站施工测量控制网的精度、布设原则、布设形式及内外业工作都必须符合工程项目自身和相关技术标准的要求,应在各个步骤严格控制,精心施工,才能建立一个精度较高、使用方便的施工测量控制网。

关键词:施工测量;控制网;外业观测;内业平差;大中型水电站

中图分类号:TV522 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2024)S1-0125-02

Method for establishing construction survey control network for large and medium-sized hydropower stations// XIONG Shiwang¹, HE Jinlong², GUO Feng¹, YANG Chao² (1. Sinohydro Engineering Bureau 4 Co., Ltd., Xining 810007, China; 2. Tuoba Hydroelectric Engineering Construction Management Bureau of Huaneng Lancang River Hydropower Inc., Diqing 674608, China)

Abstract: Construction surveying work is the fundamental work that runs through the entire process of engineering construction, playing a crucial role in ensuring the quality of engineering construction. The accuracy, layout principles, layout forms, and internal and external work of the construction surveying control network for large and medium-sized hydropower stations must comply with the requirements of the engineering project itself and relevant technical standards. Strict control and careful construction should be carried out at each step to establish a high-precision and user-friendly construction surveying control network.

Key words: construction survey; control network; field observation; office work adjustment; large and medium-sized hydropower station

施工测量工作是贯穿于整个工程建设全过程的基础工作,对保证工程施工质量起到至关重要的作用。施工测量控制网是为工程建设施工而布设的测量控制网,它的作用是控制施工范围内的三维位置,是施工放样、工程竣工、建筑物沉降观测以及将来建筑物改建、扩建的施工依据。测量控制网是测量工作的基准,一个图形强度好、精度高的施工测量控制网,是保证施工质量的前提。

1 施工控制网布设原则

在勘测设计阶段所建立的各级测量控制网,主要是为测绘地形图服务的,其精度要求取决于测图比例尺的大小,而点位的分布也比较均匀。不论是测图控制网点的精度还是测图控制网点的密度,一般都不能满足施工测量的要求。因此,在工程施工阶段必须重新建立施工控制网。

施工控制网是在施工期间为测设工程建筑物服

务的,其布设应根据施工总布置图,结合施工部位的重要性条件统一考虑。应遵循“分级布网、逐级控制,具有足够的精度,具有足够的密度,具有统一的规格”的原则。

布设施工控制网时,既要考虑整体要求,又要考虑建筑物的局部要求。当施工区面积不大或具有局部精度要求的建筑物比较集中时,可采用全面提高整个施工控制网精度的方案。这时控制网的精度通常以要求最高的建筑物局部精度来设计,当施工区面积较大时可分级布设,以满足不同精度要求。在局部需要的精度较高时,采用专用施工控制网的方法(相对精度优于首级控制网)进行加密。大中型水电站往往位于高山峡谷地区,上下游施工区范围较大,布设控制网都必须跨越江河,因此施工控制网一般布设成三角网或边角网的形式,布设同一级别的施工控制网难度较大且不经济。大中型水电站通常根据工程施工布置的实际情况及结合控制网的实

用性和经济性,将平面施工测量控制网的等级分为二等边角网和三等 GPS 网两个等级布设,即在主体结构施工区域布设为二等边角网,在坝区、坝后布置的附属设施区域布设为三等 GPS 网。对于通视条件特别困难的地区,可根据其结构重要性布设成导线网。施工高程控制网一般布设水准网,分两级布设,即整个施工场地布设的基本高程控制网和根据各施工阶段及各施工部分的需要而布设的加密高程控制网。在起伏较大的山岭地区,平面和高程控制网点通常各自分别布设。随着测量技术的进步,目前三角高程测量已可代替三等水准测量,在水电工程施工前期及开挖阶段,三角高程测量可满足施工要求,一般不要求布设水准网。

由于施工初期场内道路施工,必然造成两岸大量的边坡开挖,为满足控制网点的网型和通视条件,对于控制主体水工建筑物的二等边角网,一次建立需将测量控制网点建立在开挖线一定范围内,造成后期施工放样极不方便,而且部分控制网点也会受到破坏。为了防止过多测量控制网点遭到破坏,方便后期使用,通常采取分二期布网的原则,将整体施工测量控制网分二期实施,即一期建立施工中不易被破坏的首级二等平面控制网点,满足施工初期建设的需要;随着工程的推进,待场内公路路基形成,坝肩开挖高度开挖至坝顶一定范围后再进一步补充建立、完善二等平面控制网,同时根据施工需要在主体工程开挖阶段基本结束、混凝土浇筑阶段开始之前建立二等水准高程控制网,从而完成整个测量控制网的布设。

2 图形强度要求

平面控制网的设计人员应全面了解工程建筑物的总体布置、工区的地形特征。在平面控制网布设前,应在搜集资料的基础上初步确定网点位置,对多种网型结构进行精度优化设计、可靠性分析,确定最佳布网方案。

水电站首级施工控制网一般采用三角形、四边形、中点多边形,三角形最小内角不宜小于 30° ,受地形限制,个别内角可放宽到 25° 。

3 控制网点选埋原则

控制网点选埋宜因地制宜,易于发展下级控制网点,应选择在通视良好、地基稳定、交通方便且能长期保持的地方。测线离障碍物距离一般不宜小于 1.5 m ,并避免视线通过吸热、散热快的地方。GPS 网测量控制网点应远离大功率无线电发射源和高压

线、变压器。控制网点应选择在视野开阔、无障碍物的地方,卫星高度角 15° 范围内不能有遮挡物。首级施工测量控制网点应埋设具有强制对中装置的混凝土土墩,强制对中装置必须埋设水平,不平度不宜超过 $4'$,照准标准中心与强制归心装置中心的偏差不大于 1 mm 。同时应考虑图形强度,控制网点间应具有 3 个以上的通视方向,使控制网点尽可能构成大地四边形或大地三角形等有利图形。

4 施工测量控制网联测

施工测量控制网联测是使新建立的施工测量控制网与前期勘测、设计阶段保持同一坐标系统和高程系统的关键工作。大中型水电站一般在坝轴线附近找到 2 个或 3 个勘测、设计阶段控制网点,校核精度满足要求后,作为新建的施工测量控制网的起算边。宜联测 2 个已知方向进行方位角传递。二等网起算边倾角不宜超过 5° ,三等起算边倾角不宜超过 7° 。在条件方便时起算边可与邻近的国家三角点进行联测,联测精度不低于国家四等网的要求。

5 外业观测

a. 水平角测量。水平角观测的仪器应在具有检定资质的专业机构检定合格,并出具检定合格证书。观测应在成像清晰、目标稳定的条件下进行。观测前应将仪器放置在空气中,待仪器温度与外界气温一致后开始观测,观测过程中应全程打伞遮阳。二等平面控制网水平角观测应采用全圆方向法观测,当方向不多于 3 个时,可不归零。当方向多于 6 个时,应进行分组观测,且分组应有两个共同方向。测量过程中如果归零差或 $2C$ 较差超过规范要求时,应按规范进行补测或重测。

b. 距离测量。测量距离前,应将测距仪设置为常温常压,在测站和棱镜站悬挂通风干湿球温度计和气压表。在测距离前、后应分别在测站和棱镜站读取温度、气压,取平均值用于气象改正(需要注意的是通风干湿球温度计应离地面和人体 1.5 m 以外,置于阴凉处,读数前应通风至少 15 min ,气压表要置平)。观测前后需量取仪器高和棱镜高,取平均值用于斜距改正为平距。测距边的归算还应遵守:测量得到的斜距先经过气象改正和加常数、乘常数改正后,再改正为平距。距离测量必须采用对向观测,改平后的边长投影至工程的平均高程面,以最大限度减小投影变形。

c. 垂直角观测。垂直角应在中午大气垂直折

(下转第 158 页)

供料的储料斗,由于其卸料弧门下料点与卸料平台挡墙的间距超过 3.12 m,在仓面转料车倒入储料斗下方就位接料后,其卸料点可卸料于转料车的车厢前部,可有效提高转料车的转料效率,从而加快仓面混凝土的覆盖进度以提高碾压混凝土的浇筑质量。

4 结 语

本文对比分析了正锥形储料斗和偏斜式储料斗在水利水电工程布料应用中的优缺点,TB 水电工程的应用表明,偏斜式储料斗作为胶带机供料系统或满管供料系统起始端储料调节料斗,其在与胶带机机尾适配性、胶带机水平布置适配性、满管供料系统水平和竖向安装角度的适配性等方面都更优于正锥形储料斗,同时偏斜式储料斗作为仓面混凝土的直接供料设施在仓面转料车转料效率上也更具优势。

参考文献:

[1] 宋名辉,雷文训,钟春海. 满管溜槽输送混凝土应用技

术研究[J]. 水利水电施工,2010(1):26-28. (SONG Minghui, LEI Wenxun, ZHONG Chunhai. Research on application technology of concrete conveying in full pipe chute[J]. Water Conservancy and Hydropower Construction,2010(1):26-28. (in Chinese))

[2] 李斌,赵国民,刘刚. 满管溜槽输送碾压混凝土的新技术在施工中的应用[J]. 河南水利与南水北调,2010(9):72-73. (LI Bin, ZHAO Guomin, LIU Gang. Application of new technology for conveying RCC in full pipe chaff in construction[J]. Henan Water Resources and South-to-North Water Diversion,2010(9):72-73. (in Chinese))

[3] 刘妍. 满管溜槽在鲁地拉水电站施工中的应用[J]. 陕西水利,2018(5):176-179. (LIU Yan. Application of full pipe chute in the construction of Ludila Hydropower Station[J]. Shaanxi Water Resources,2018(5):176-179. (in Chinese))

[4] 吴都督,侯炼,刘金山,等. 一种偏斜式料斗: ZL202322161398.4[P]. 2024-02-23.

(收稿日期:2024-09-29 编辑:熊水斌)

(上接第 126 页)

光变化最小的时间段观测最为有利;垂直角应进行对象观测;仪器、目标的高度应在观测前后各量取一次并精确至 1 mm,取平均值作为最终高度。电磁盘测距三角高程测量的数据应进行地球曲率和折光系数改正。垂直角观测时,测回数、指标差和测回较差严格执行规范要求。

d. 水准测量。大中型水电站水准测量等级应采用二等,二等水准测量采用单路往返观测,一条路线往返测,须使用同一仪器和转点尺承,沿同一线路进行。在二等水准闭合环内,先连续进行所有测段的往测(或返测)随后再连续进行该区段的返测(或往测)。同一测段的往测(或返测)与返测(或往测)应分别在上午与下午进行。水准观测应在标尺分划线成像清晰且稳定时进行。观测时奇数站采用“后前前后”、偶数站采用“前后后前”的方法观测。每个测段的测站数必须采用偶数。水准观测时应该按照规范控制视线长度、前后视距较差、前后视距累积差、视线离地面和尺顶的距离等参数。超限时必须重新观测。

6 外业成果整理与平差计算

a. 概算。垂直角的观测值应加入地球曲率与大气折光对垂直角的修正量。边长观测值首先加入气象改正和加常数、乘常数改正,再用各点的水准高程或三角高程平差值进行改正,最后将其归算至投影高程面。

b. 验算。水准高差观测值应对往返差和闭合差进行验算。三角高程测量的技术要求不低于相关规范的要求。平面网应对所有的三角形角度闭合差和大地四边形极条件闭合差进行验算。闭合差正好超出限时时应按规定进行重测。

c. 平差计算。平差计算采用科傻或其他平差软件进行严密平差,观测值先验中误差按设计要求。平差计算时,应进行观测值粗差分析。

7 结 语

测量工作是施工的眼睛,测量控制网是测量工作的基准,一个图形强度好、精度高的施工测量控制网是保证施工质量的前提。大中型水电站施工测量控制网,应在踏勘选点、图上优化控制网图形强度、精度估算、埋设控制网点、外业观测、内业数据平差处理、成果输出以及对控制网点的保护等各个步骤严格控制,精心施工,才能建立一个精度较高、使用方便的施工测量控制网。

参考文献:

[1] 孔祥元,郭际明. 控制测量学[M]. 武汉:武汉大学出版社,2005.

[2] 张正禄,李广云,潘国荣,等. 工程测量学[M]. 武汉:武汉大学出版社,2006.

[3] 电力行业水电施工标准化技术委员会. 水电水利工程施工测量规范:DL/T5173—2012[S]. 北京:中国电力出版社,2012.

(收稿日期:2024-09-26 编辑:熊水斌)