

向家坝水电站航空摄影测量项目 测绘成果生产质量控制

司三平^{1,2}

- (1. 长江三峡技术经济发展有限公司工程检测中心, 湖北 宜昌 443133;
2. 中国长江三峡集团公司测量中心, 湖北 宜昌 443133)

【摘要】 本文以向家坝水电站工程航空摄影测量项目为例,阐述了航空摄影测量技术生产 DLG、DEM、DOM 成果的质量控制过程与质量检查方法,可为同类项目提供参考。

【关键词】 航空摄影测量;测绘成果;过程检查;最终检查;验收

中图分类号: P231

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2017)011-0065-05

Surveying and mapping result production quality control of aerial photography surveying project in Xiangjiaba Hydropower Station

SI Sanping^{1,2}

- (1. Yangtze Three Gorges Technology and Economy Development Co., Ltd., Engineering
Testing Center, Yichang 443133, China;
2. China Three Gorges Corporation Survey Center, Yichang 443133, China)

Abstract: In the paper, aerial photography surveying project of Xiangjiaba Hydropower Station Project is adopted as an example for describing the quality control process and quality inspection method of aerial photography surveying technique production DLG, DEM and DOM results, thereby providing reference for similar projects.

Keywords: aerial photogrammetry; surveying and mapping results; process inspection; final inspection; acceptance

1 引言

为了反映向家坝水电站水库蓄水后现状地形,为后期的工程建设、枢纽运行管理等提供基础测绘成果资料,2014年10月,三峡集团公司工程建设管理局委托工程检测中心承担向家坝水电站工程航空摄影测量工作,航摄面积约为85km²。为确保测绘成果在可靠性和精度方面能够满足规范要求,检测中心依据《测绘成果质量检查与验收》和《数字测绘成果质量检查与

验收》等规范标准对测绘成果、生产工序各环节进行了质量控制。

2 概述

2.1 工程概况

向家坝水电站坝址位于川滇两省交界的金沙江下游河段,左岸为四川省宜宾县,右岸是云南省水富县,下距水富县城区1.5km、宜宾市区33km,是一座以发电为主,兼顾防洪、拦沙、灌溉、航运等综合效益的巨型



水电站。电站安装8台单机容量为75万kW的水轮发电机组,装机总容量为600万kW,多年平均发电量为301.3亿kW·h。工程施工总工期9年,筹建期为2年,2005年正式开工,2008年实现截流。工程开工建设后第7年,首批机组投产发电。2014年全部机组投产发电。

根据《测绘生产困难类别细则》规定,向家坝水电站测区航空摄影测量、外业控制测量、外业调绘、摄影测量内业均属于测绘生产困难类别Ⅲ类。

2.2 项目概况

2.2.1 工作任务

任务是测制向家坝水电站枢纽区、太平料场、南北干渠首部取水工程区域1:1000数字线划图(DLG)、1:2000数字线划图(DLG)、1:5000数字线划图(DLG)、1:2000数字高程模型(DEM)、1:2000数字正射影像图(DOM)、1:5000数字正射影像图(DOM)。

2.2.2 项目计划

2014年10月5日进行航空摄影,11月开始像片控制测量、空三加密等测绘成果的生产,2015年12月底完成项目并提交成果。

2.2.3 作业流程

项目作业流程:测区踏勘→收集资料→技术设计→人员设备准备→航空摄影→像片控制测量→空三加密→内业数据采集→制作DLG、DEM、DOM→外业调绘→成果验收、提交。

2.2.4 投入的人员和设备

人员配置:投入技术人员18人,其中高级工程师5人,工程师6人,技术员7人。

主要仪器设备配置:数字航摄仪1套,飞机1架,GPS4台,全站仪2台,汽车2辆,便携式计算机1台,全数字化摄影测量系统(VirtoZo 2014版)5套,自动空中三角测量系统(VirtoZo AAT V3.4NT版)1套,HP7100绘图仪1台,南方CASS9.2成图软件5套。

3 质量控制基本规定

3.1 质量检查制度

该项目质量控制实行二级检查一级验收制度,过

程检查由检测中心作业组质量检查人员承担,即项目级检查,最终检查由质量监督检测室负责实施,即单位级检查。测绘成果经最终检查合格后进行验收工作,该级验收工作由三峡集团建设管理公司组织实施,各级检查验收工作独立,按顺序进行。

3.2 质量检查依据

主要包括:测绘合同;有关测绘的法律、法规和规范性文件;有关国家标准、行业标准;经审批的技术设计书或作业指导书。

3.3 检查方式

a. 内业检查。对测绘成果及测绘技术文档等资料的各项内容进行室内100%详查。

b. 外业检查。对测绘成果野外100%详查,按照《测绘成果质量检查与验收》规定,采用随机抽样的方法对几何精度进行野外测点检测,其随机抽样数量依据“批量与样本量对照表”确定。

3.4 数学精度检测规定

a. 检测点位选取要求。图类单位成果高程精度检测、平面位置精度检测及相对位置精度检测,检测点(边)应分布均匀、位置明显。检测点(边)数量视地物复杂程度、比例尺等具体情况确定,每幅图一般各选取20~50个。

b. 精度统计要求。按单位成果统计数学精度,困难时可以适当扩大统计范围。在允许中误差2倍以内(含2倍)的误差均应参与数学精度统计,超过允许中误差2倍的误差视为粗差。

c. 精度检测公式选取。在精度评定时,利用高精度检测进行质量评定,当检测点(边)数量少于20时,以误差的算术平均值代替中误差;大于20时按中误差统计,高精度检测中误差按下式计算:

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}}$$

式中 M ——成果中误差;

n ——检测点(边)总数;

Δ_i ——较差。

将检测值视为真值。

4 质量控制实施过程

4.1 成果质量过程检查

4.1.1 航摄影像

经检查,航摄影像总体清晰、反差适中、层次丰富、色调饱满、彩色表达正常。航摄影像主要存在问题及处理意见如下:

a. 01 分区,02 航线,003 ~ 017 号像片,存在云影。

b. 04 分区,01 ~ 06 航线,整线像片,因晴天光照太强,导致山体阴影大。

经过分析,以上情况不影响成图,资料可用,对航摄影像存在阴影的区域组织技术人员进行外业补测。

4.1.2 像片控制点

在太平料场测区空三加密整体平差过程中,检查发现新增加的 7 个像控点成果与原有的像控点成果资料存在一个偏差定值, X 坐标差 0.3m, Y 坐标差 2.7m,高程差 0.4m。经内业过程反复检查后,认为新增加的像控点成果有误,反馈到外业像控点测量作业组查明原因,经检查后确认,太平料场像控点 GPS 测量时,GPS 基准站架设在 20 多 km 之外的向家坝坝区,未架设在就近的太平料场,导致 GPS 平差解算超出坝区转换模型参数范围。

处理方法:将 GPS 基准站架设在太平料场区域,以太平料场已有的控制点成果为起算数据,对 7 个像控点重新进行 GPS 观测、计算,重测后成果满足精度要求。

4.1.3 内业数据采集检查

航测内业数据采集质量主要由摄影遥感室专业负责人控制,检查的问题和处理情况如下:

a. 个别区域立体采集的陡崖位置与 DEM 生成的等高线存在误差,反馈给数据采集人员重新修改。

b. 有些区域检查发现等高线、陡崖错位现象,经过分析主要是相邻航带间存在精度误差、模型数据重叠度不够所导致,对存在精度问题的像对重新进行相对定向和匹配,达到精度要求。

4.1.4 DEM 数据编辑与 DOM 生产检查

对 DEM 与 DOM 生产的原始资料、作业过程等环节检查的问题和处理情况如下:

a. 在上下两个像对重叠处,有大片房屋时,DOM 镶嵌出来的房屋出现错位变形情况,主要是因为两条航带间、房屋的摄影角度不一致,影像拼接时产生的错位现象。

处理方法:在拼接成片房屋时,通过把镶嵌线绕过房屋或尽量只以一个像对的房屋为准,解决错位现象。

b. 对有些区域 DOM 存在色差的问题,通过局部匀光、匀色处理。

4.1.5 地形图外业调绘工作底图编制检查

航测地形图外业调绘工作底图编制由具有编绘地形图经验的专业技术人员负责,工作底图编制过程中检查的问题和处理情况如下:

a. 地形图部分图幅之间接边存在问题,检查发现后反馈给数据采集作业人员进行修改。

b. 通过 DOM 与地形图套合发现部分图幅存在漏测地物,地物几何形状不相符(主要指漏测特征点)等,查出此类的问题,通知数据采集作业人员进行补测。

4.1.6 地形图外业调绘检查

地形图外业调绘工作由具有编绘地形图经验的专业技术人员携带打印的图纸现场核对、纠正,要求调绘资料注记详细,并对复杂地物拍摄照片,以便内业修编参考。调绘过程中检查的问题和处理情况如下:

a. 野外调绘过程中发现地物要素的属性、图式符号、分类、地物之间的拓扑关系等与现场不符的情况,调绘人员在图纸上进行修改标注。

b. 对野外调绘过程中,有新增、变化的地形、地物,或者由于地物遮蔽、影像模糊等原因造成内业漏测的地形点、地物,在调绘图纸上做标记,并根据现场实际情况进行补测。

4.1.7 地形图外业调绘成果内业修编检查

地形图外业调绘成果内业修编工作由具有编绘地形图经验的专业技术人员负责修改,修改过程中检查



的问题和处理情况如下:利用现场调绘成果资料在计算机上对相应图幅的电子文件进行修改,发现有外业调绘记录不清楚、存在疑问的部位,现场再次补调。

4.2 成果质量最终检查

4.2.1 数字线划图(DLG)

a. 空间参考系。通过核查分析、比对分析、实地检测等方法对空间参考系进行全面检查,主要检查大地基准、高程基准、地图投影各项质量元素是否符合要求。

b. 位置精度。通过核查分析、比对分析、实地检测等方法对位置精度进行全面检查,主要检查平面精度、高程精度是否符合要求。

平面绝对位置中误差检测方法:从生产完成的100幅1:1000比例尺地形图中随机抽查了14幅图,检测点的平面坐标利用全站仪采用外业散点法按测站点精度施测明显地物点的三维坐标,并以图幅为单位计算地物点的平面点位中误差,对误差最大的图幅进行精度统计,其检测结果见表1。

表1 数字线划地形图(DLG)平面绝对位置精度统计

误差最大图幅编号	检测点数/个	点位差值/m		点位中误差/m		粗差数	检测结论
		最小值	最大值	检测值	规范限差(高山地)		
42	30	0.13	0.625	0.439	0.8	0	符合规范要求

注记点高程中误差检测方法:从生产完成的100幅1:1000比例尺地形图中随机抽查了14幅,检测点的高程值利用全站仪采用外业散点法按测站点精度施测地物点的高程值,并与图上注记点的高程值进行对比,以图幅为单位统计高程中误差,对误差最大的图幅进行精度统计,其精度检测结果见表2。

表2 数字线划地形图(DLG)高程精度统计

误差最大图幅编号	检测点数/个	高程较差/m		中误差/m		粗差数	检测结论
		最小值	最大值	检测值	规范限差(高山地)		
TPLC05	24	-0.78	0.64	0.404	1.5	0	符合规范要求

等高线高程中误差检测方法:采用外业实测和原有地形图成果,通过相邻等高线内插推算高程值的方法随机抽查检测地形图的等高线高程中误差,核查分析,等高线高程中误差符合规范要求。

c. 属性精度。通过核查分析、数据检查软件分析处理、剔除伪错漏等方法对属性精度进行全面检查,主要检查要素分类和要素属性的正确程度以及要素属性项完整性。

d. 完整性。通过核查分析检查含有多余要素的程度和缺少应包含要素的程度。

e. 逻辑一致性。通过核查分析、数据检查软件分析处理等方法对逻辑一致性进行全面检查,主要包括概念一致性、格式一致性、拓扑一致性。

f. 时间精度。通过核查分析检查数据与资料的现实性。

g. 元数据。通过核查分析检查元数据正确性和完整性。

h. 表征质量。通过核查分析、数据检查软件分析处理等方法对表征质量进行全面检查,主要检查几何形态和要素地理形态反映的准确程度以及符号使用、注记使用、图面整饰的正确性。

i. 附件质量。通过核查分析检查图历簿和各类附属文档的完整性和准确性。

4.2.2 数字高程模型(DEM)

a. 空间参考系。通过核查分析、比对分析、实地检测等方法对空间参考系进行全面检查,主要检查大地基准、高程基准、地图投影各项质量元素是否符合要求。

b. 位置精度。通过核查分析、比对分析、实地检测等方法对位置精度进行全面检查,主要检查平面精度、高程精度是否符合要求。

高程精度检测方法:从生产完成的33幅1:2000DEM成果中随机抽查6幅图,用野外测量方法实地测量散点的三维坐标,用已建立的数字高程模型内插出检测点位置上的高程,将其与对应的实测高程点相比较,求得每组高程差,并统计数字高程模型点的高程中误差,对误差最大的图幅进行精度统计,其精度检测结

果见表 3。

表 3 数字高程模型 (DEM) 高程精度统计

误差最大图幅编号	检测点数/个	高程较差/m		中误差/m		粗差数	检测结论
		最小值	最大值	检测值	规范限差(高山地)		
07	33	0.205	0.622	0.478	2.0	0	符合规范要求

c. 逻辑一致性。通过核查分析、数据检查软件分析处理等方法对格式一致性进行全面检查,主要包括数据文件存储组织、数据文件格式、数据文件命名是否符合要求以及数据文件是否缺失、多余、数据无法读出。

d. 时间精度。通过核查分析检查数据及资料的现实性。

e. 栅格质量。通过核查分析检查格网参数的正确性。

f. 元数据质量。通过核查分析检查元数据正确性和完整性。

g. 附件质量。通过核查分析检查图历簿和各类附属文档的完整性和准确性。

4.2.3 数字正射影像图 (DOM)

a. 空间参考系。通过核查分析、比对分析、实地检测等方法对空间参考系进行全面检查,主要检查大地基准、高程基准、地图投影各项质量元素是否符合要求。

b. 位置精度。通过核查分析、比对分析、实地检测等方法对位置精度进行全面检查,主要检查平面精度是否符合要求。其具体检测方法如下:从生产完成的 33 幅 1:2000 DOM 成果中随机抽查 5 幅 1:2000 DOM(其中枢纽区左岸 2 幅,右岸 2 幅,太平料场 1 幅),通过利用符合精度要求的 1:2000 数字线划图与数字正射影像图叠加后,在图上分别获取线划地形图与数字正射影像上同名点坐标,并以图幅为单位统计 DOM 平面位置中误差,对误差最大的图幅进行精度统计,其精度检测结果见表 4。

表 4 数字正射影像图 (DOM) 平面绝对位置精度统计

误差最大图幅编号	检测点数/个	点位差值/m		点位中误差/m		粗差数	检测结论
		最小值	最大值	检测值	规范限差(高山地)		
12	22	0.184	0.673	0.371	1.6	0	符合规范要求

c. 逻辑一致性。通过核查分析、数据检查软件分析处理等方法对格式一致性进行全面检查,主要包括数据文件存储组织、数据文件格式、数据文件命名是否符合要求以及数据文件是否缺失、多余、数据无法读出。

d. 时间精度。通过核查分析,检查数据及资料的现实性。

e. 影像质量。通过目视、数据检查软件等方法检查影像特征,主要检查色彩模式是否符合要求;检查影像色调不均匀、明显失真、反差不明显的区域;检查影响噪声、污点、划痕等的影响程度;检查由于数据处理造成的纹理不清、噪声、清晰度差、影像模糊、裂缝、漏洞等无法判读影像信息的区域或像素缺失、丢失的程度。

f. 元数据质量。通过核查分析,检查元数据正确性和完整性。

g. 表征质量。通过核查分析等方法检查图廓整饰的正确性。

h. 附件质量。通过核查分析,检查图力簿和各类附属文档的完整性和准确性。

4.3 成果验收质量控制

测绘成果经最终检查合格后,编写质量检查报告,随成果一并提交验收。验收工作由三峡集团建设管理公司组织实施,验收中发现有不符合技术标准、技术设计书的成果时,应及时提出处理意见,交生产单位进行改正。当问题较多或性质较重时,可将部分或全部成果退回生产单位重新处理,然后再交给验收部门进行复检,直至不再存在问题为止。(下转第 105 页)

公司企业注册资金 5000 万元,员工 300 余人,其中具有中、高级技术职称近 150 余人;本科以上学历员工占总人数的 95% 以上,其中硕博以上学历员工近 15%。

近年来,公司产品多次荣获国家级、省部级重点新产品认定;先后荣获 30 余项国家和省级自主创新产品,20 多项科技成果荣获省市科学技术进步、国家火炬计划等。公司参与承建的项目多次荣获“大禹奖”“詹天佑奖”“鲁班奖”等国家水利建设领域的最高奖项。

党的十八大提出“加强政务诚信、商务诚信、社会诚信和司法公信建设”,作为水利建设市场主体,始终坚持“一切为了用户”的经营理念,以诚信经营,惜诺如金,笃信诚信是企业的生命。公司坚持以为用户提供技术先进、性能优良的新产品为己任,立足于自主研发新产品,在不断变换的市场中取得了不凡的业绩。连续多年获安徽省工商局“重合同、守信用”企业证书。

树立诚信经营意识

公司把诚信经营作为企业的追求,坚持靠信用待用户,争市场,一方面建设以诚信理念为宗旨的企业文化体系,另一方面着眼于道德宣传教育,着力于增强诚信意识。

强化诚信经营的管理

市场经济是诚信经济,诚信必将成为企业行为的准则,成为企业管理的灵魂和根基。首先,创建诚信经营准则和企业与员工的行为规范,明确企业健康发展的价值取向。其次,打造企业领导率先垂范立诚信平台,为企业经营和员工成长提供行为导向。

深化诚信经营的理念

优良的产品品质和服务品质,是企业讲诚信的首要体现,是构筑诚信文化的基础和要件,也是企业最好的竞争手段。第一,强化质量意识教育,夯实质量保证基础。第二,强化质量保证体系。实现全过程质量控制。第三,强化产品质量监督,树立质管部门权威。

固化诚信经营的传统

“人无信不立,企无信难存”。公司注重情感投入的融合力,践诺行动的影响力,赢得社会的认同和用户的赞誉。一是注重以情感人,展现道德风尚。坚持以情感人,以德赢心。通过实施情感培育、道德展示、爱心奉献工程,达到市场结盟,建立关系,实现双赢的目的。二是注重履约践诺,凸现诚信形象。对于承揽的重大项目,三立公司始终克服一切困难按规定实施项目,保证合同兑现。◆

(上接第 69 页)

5 结 语

该项目 DLG、DEM、DOM 成果通过“二级检查,一级验收”质量控制后,成果质量元素各项内容满足技术设计要求,成果综合质量评定为优良,可以为向家坝水电站后期工程建设、枢纽运行管理等项目提供使用。◆

参考文献

[1] 国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员

会. GB/T 18316—2008 数字测绘成果质量检查与验收[S]. 北京:中国标准出版社,2008.

[2] 国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T 24356—2009 测绘成果质量检查与验收[S]. 北京:中国标准出版社,2009.

[3] 国家测绘地理信息局职业技能指导中心. 测绘管理与法律法规[M]. 北京:测绘出版社,2015.

[4] 国家测绘地理信息局. CH/T 9008.3—2010 基础地理信息数字成果 1:500、1:1000、1:2000 数字正射影像图[S]. 北京:测绘出版社,2010.