

黑龙江CORS系统在生物质电厂测量中的应用

张永贺, 邢广锐, 徐廷鹏

(中国能源建设集团黑龙江省电力设计院有限公司, 哈尔滨150000)

摘要: 针对目前大量的国家高等级控制点遭到破坏, 测量标志保护与修复的费用增高, 而传统的工程测量效率低, 导致生物质电厂地形图测量遇到困难等问题, 提出采用HLJCORS系统进行生物质电厂的勘察测量工作, 以期提高测绘精度、速度与效率, 降低测绘劳动强度和工程成本。研究表明, 此方法能有效解决控制点引测精度不高、控制点间不通视、导线布网困难等问题, 测量成果能够满足工程勘察设计使用, 成果精度符合相关规范要求。

引言

随着近年来全球卫星导航系统的应用和普及, 高精度的区域连续运行参考站 (continuously operating reference stations, CORS) 在我国各省市建立起来, 对传统基于全球定位系统 (global positioning system, GPS) 的实时动态差分法 (real-time kinematic, RTK) 定位作业产生了极大的变革, 黑龙江省CORS (Heilongjiang CORS, HLJCORS) 建立的时间相对较

[1]

。HLJCORS系统正式开始上线应用在2016年6月, HLJCORS系统的运行在数字测图、建筑施工放样、车载导航等方面得到广泛的应用。本论文结合实际工程, 以CORS系统在生物质电厂勘察测量中的应用为例, 对HLJCORS系统在生物质电厂勘察测量中的应用精第1期张永贺, 等.黑龙江CORS系统在生物质电厂测量中的应用度进行探讨分析。

1 项目工程简介

生物质发电主要是利用生物质所具有的生物质能进行的发电, 生物质发电是可再生能源发电的一种, 主要包括农林废弃物直接燃

烧发电、农林废弃物经过气化发

电、垃圾焚烧发电、垃圾填埋转化气发电、沼气发电^[2]

。生物质能发电项目是我国大力扶持和发展的产业, 在东北地区利用秸秆燃烧发电, 能够有效解决农民秸秆露天焚烧带来的雾霾, 进而有效地保护环境。在我国具有广阔的市场前景。

生物质电厂地形图测量过程中需要耗费大量的人力物力, 不仅需要联测高等级国家控制点还需要进行水准点联测, 传统的测量方法不仅效率低, 也受到诸多条件的限制。

本工程即黑龙江华电双城30MW生物质能项目工程位于黑龙江省哈尔滨市双城区希勤满族乡, 根据项目的相关要求, 需要实测厂址区域地形图比例尺为1:1000; 厂区周围现有道路的定位坐标及其控制点高程, 高程系统采用1985国家高程基准; 原有建(构)筑物定位坐标(轴线)及室内零米; 原有地上、地下设施及隐蔽构筑物定位坐标、尺寸、高程。

2 HLJCORS介绍

本工程采用HLJCORS, HLJCORS由基准站网子系统、通信网络子系统、应用服务中心子系统以及用户子系统四大核心功能组成。黑龙江全省面积为47.3万km²

, HLJCORS总计有122个基准站点分布, 其中岩层观测墩13座, 土层观测墩104座, 楼顶观测墩5座。本工程距离双城基准站的距离15km。HLJCORS采用Trimble NetR9和Pivot作为核心软硬件, 2016年7月HLJCORS系统建成并成功试运行。该系统在历时98d的测试过程中, 针对HLJCORS系统的主要功能以及系统性能2大项总计9个分项都进行了大量的实验数据测试。经测试, HLJCORS系统各项指标均达到设计要求。

HLJCORS系统通过对基准站接收并传输过来的数据进行质量分析和评价, 对多个基准站的数据进行整理, 形成统一的差分修正数据, 对事后的精密定位数据进行预处理, 并提供一定形式的网上服务。

HLJCORS系统能够达到平面测量精度优于2cm，高程测量精度优于5cm。本工程平面采用中国国家大地坐标系（China geodetic coordinate system 2000，CGCS2000）3°带坐标，利用HLJ-CORS系统进行平面控制点数据采集。在RTK平面控制点测量过程中，采用三脚架架设流动站保证流动站对中、整平。在对所有控制点进行观测过程中，保证每次观测历元

个数均大于20

个，流动站的卫星采样间隔

为2s，对不同平面控制点每次测量的平面坐标较差均小

于4cm^[3-5]

。同时保证RTK测量过程中卫星高度截止角度为15°以上的卫星个数大于6个，保证位置精度衰减因子（position dilution of precision，PDOP）值小于4[6-8]。保证所有平面控制点测量数据中经度和纬度的数值都精确记录到0.00001″，所有平面控制点的坐标和高程数据采集精确至0.001m，RTK的天线高度量取精确到0.001m^[9-10]。

3平面控制测量精度分析

3.1控制点布设

通过对测区内埋设控制点进行数据采集，在测区现场及周围共埋设混凝土桩4个，规格为0.5m×0.5m×2.5m，分别为I01、I02、I04、I05。设置临时过渡控制点1个，编号为I03。对上述通过RTK测量的平面控制点坐标数据进行实地检核。

3.2控制点精度分析

使用Topcon332N全站仪对采用HLJCORS系统采集的所有控制点数据进行边长检查。该全站仪的最小读数为0.2mm，测角精度为1″，该全站仪精度满足《火力发电厂工程测量规程》^[11-12]

（DL5001-2004）平面控制测量的4.1.1~4.1.9条款中相关指标要求，通过全站仪对平面控制点与点之间边长进行检核，对测量结果进行数据比对分析，如表1所示。

表 1 平面控制点精度对比

m

基线名称	HLJCORS 采集距离	实测距离	差值	备注
I1—I2	315.311	315.339	-0.028	
I2—I3	113.896	113.916	-0.020	
I3—I4	270.2079	270.242	-0.0341	

工程中平面控制点I4-I5之间由于不具备通视条件，所以没能校核该2个平面控制点间距离，针对精度分析结果结合本工程实际情况及可行性研究阶段根据测量结果分析，上述平面控制点资料精度满足设计要求。

3.3高程控制测量精度分析

工程高程采用1985国家高程基准，该高程基准主要采用HLJCORS似大地水准面精化成果数据。根据黑龙江省2′#2′格网似大地水准面

成果和相应的计算软件是由武汉大学测绘

学院于2017年完成的，现势性较好^[13]。随着时间的推移，受地表沉降等因素影响，全球卫星导航系统（global navigation satellite system，GNSS）水准测量精度可能降低。因此工程采用组合法，将GPS水准确定的高精度但分辨率低的几何大地水准面成果作为控制基准，将重力学方法确定的高分辨率但精度低的重力大地水准面与之进行拟合，最

终达到精化局部大地水准面的目的。

通过厂区内5个控制点的1985国家高程数据，并结合收集到的似大地水准面精化区域的重力资料和数字高程模型资料，按格网平均重力异常计算要求对数据整理计算。采用地形均衡重力归算法来计算重力异常值，采用移去—恢复技术计算重力似大地水准面。最终采用融合技术消除或削弱高程异常控制点与对应的重力似大地水准面的不符值。对上述数据进行校核检查，重新在厂区内测设四等水准路线，并针对两组高程数据进行对比分析^[14]。

3.4四等水准测量及精度分析

使用中纬ZDL700数字水准仪，仪器标称精度为往返测中误差0.3mm/km。本工程水准测量采用闭合方式进行，从I02点沿布设的平面控制点进行测量，然后闭合到I02上，中间无间点。高程控制网标石埋设及规格数量与平面控制网一致，点位与平面控制网点位重合。按照《国家三四等水准测量规范》（GB12898—2009）中相关规定具体要求进行施测，水准网平差使用Nasew智能图文网平差软件，按照段水准方式对四等水准网进行平差计算。

水准网精度情况分析：在电厂测量周围布设四等水准网的水准路线长度为1.6km。四等水准网I02-I03-I04-A01-I02高程观测值中误差为0.64mm，闭合差为-0.0080m，单位权中误差为0.000641m，直接高程误差为0.000641m，路线长度之和为1555.600m，高程网中最弱点为I4，高程中误差为0.000398m，高程网中最弱相邻点为I5-I1，相对高程中误差为0.000386m。通过对比HLJCORS系统计算出的上述控制点高程数据与四等导线测量数据进行精度对比分析表2所示。

表2 水准测量数据与 HLJCORS 数据对比 m

测站	HLJCORS 计算高程	水准高程	算计高程与水准 高程差值
I1	156.809	156.809	0.000
I2	160.679	160.666	0.013
I3	160.420	160.393	0.027
I4	159.383	159.383	0.000
I5	159.340	159.329	0.011

根据本工程实际，对比分析HLJCORS提供的所有控制点高程数据，除过渡控制点I03高程值与水准测量差值大于2cm以外，其他控制点高程数据均满足本工程可行性研究阶段对高程数据精度要求，满足《全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范》（CH/T2009-2010）第五章3.2节中对高程测量结果数据满足较差 $\leq 40\sqrt{L}$ 的要求，其中L为检测线

[15-16]。

4结束语

通过结合实际工程，利用HLJCORS系统采集的平面控制点坐标数据能够满足整个生物质电厂厂区地形图测量工作，并且对平面控制点精度进行精度分析，成果数据完全满足《全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范》（CH/

T2009-2010)的要求。经过似大地水准面精化获取的控制点高程精度满足规程要求。通过对厂区控制点进行四等水准路线测量, CORS系统高程控制点数据的精度满足相关规程要求。经过工程实践, HLJCORS系统测量数据精度满足相关工程地形图测量和控制点布设精度要求。采用HLJCORS系统能够节省人工成本, 提高外业测量工作效率, HLJCORS未来将会满足日益增长的测绘基准与高精度动态定位服务需求, 并在地理国情监测、土地承包经营权、地名普查、林业普查等重大项目中发挥重大作用, 为黑龙江省经济建设与发展提供更加有力的测绘保障。

参考文献

- [1]陈海林.GNSSRTK接收机检定的国际标准ISO17123-8及其实验结果分析[J].导航定位学报, 2018, 6 (1) : 114-119.
- [2]刘经南, 刘晖, 邹蓉, 等.建立全国CORS更新国家地心动态参考框架的几点思考[J].武汉大学学报(信息科学版), 2009, 34 (11) : 1261-1265.
- [3]丁玉平, 许友清.区域CORS系统的定位精度分析[J].测绘通报, 2011 (3) : 86-87.
- [4]刘喜.大庆CORS系统精度(RTK)测试与分析[J].测绘与空间地理信息, 2011, 34 (4) : 97-101.
- [5]王齐林.广州市CORS系统的精度分析和应用[J].全球定位系统, 2007, 32 (5) : 39-41.
- [6]张德庆.单机站CORS的精度分析[J].测绘与空间地理信息, 2014, 37 (4) : 115-117.
- [7]曾祥新, 邱蕾, 王泽民.南宁市CORS系统的精度分析与应用[J].地理空间信息, 2011, 9 (1) : 20-21.
- [8]江金霞, 邹自力.浙江省级CORS在地方应用精度分析[J].工程勘察, 2011, 39 (10) : 46-48.
- [9]卢涛, 高飞, 周得洋.城市CORS系统在电力线网GIS数据采集的应用及精度分析[J].河南城建学院学报, 2012, 21 (2) : 54-57.
- [10]宋占武, 曹凤海, 韩善锋, 等.河北省CORS系统实测精度分析[J].全球定位系统, 2012, 37 (6) : 50-52.
- [11]伍鑫.珠海北斗CORS系统建设的实现及精度分析[J].测绘与空间地理信息, 2016, 39 (5) : 187-188.
- [12]李丽, 武京涛, 白晓刚, 等.滨海CORS建设的实现与精度分析[J].测绘与空间地理信息, 2017, 40 (7) : 146-149.
- [13]谢伟成.基于广东CORS的工程测量技术及精度分析研究[J].测绘与空间地理信息, 2013, 36 (5) : 137-139.
- [14]蔡成辉, 刘立龙, 黎峻宇, 等.CORS定位精度的可靠性研究[J].地理空间信息, 2014, 12 (6) : 73-75.
- [15]吴明, 王妍, 盛德新.GPS连续参考站系统(CORS)定位精度检测方法[J].测绘与空间地理信息, 2012, 35 (9) : 100-101.
- [16]胡文雄.CORS技术及应用探讨[J].测绘与空间地理信息, 2012, 35 (10) : 97-99.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/153515.html>