

利用山东省第二次土地调查数据进行送电工程勘测设计

常增亮¹, 杜祖伦²

(1. 山东电力工程咨询院, 山东 济南 250013; 2. 莱芜钢铁集团有限公司, 山东 莱芜 271100)

摘要:依据已有山东省第二次土地调查 DOM 和 DEM 数据,通过核线共线方程原理恢复生成大场景三维立体模型,然后进行架空送电线路路径优选、测量平断面图及外业采集交叉跨越和断面数据精确拟合等数据处理、进行三维漫游等,主要研究将测量标准 4D 数据应用到中架空送电工程勘测设计全过程中,该文通过工程实际应用,提出了应用方法及作业注意事项等。

关键词:核线共线方程;大场景三维立体模型;送电工程;勘测设计;土地调查;山东省

中图分类号:P412.27

文献标识码:B

1 可行性分析

2008 年初,为配合山东省第二次土地调查工作的进行,由中国测绘科学研究所和山东省国土测绘院联合进行了山东省 1:2 000 比例尺的数字航飞工作,可以提供 1:1000~1:10 000 各种精度的用图作为山东省第二次土地调查工作的底图。其成品包括数字线划图、正射影像图、数字高程模型、数字栅格地图等 4D 产品。

第二次全国土地调查所采用的航测数据分辨率达到 0.3 m,远高于平常航飞的 1:10 000 的 1 m 分辨率的常规送电工程航测数据精度,且航飞时间为 2008 年 1 月份,同时送电工程所经地区一般均处于远离城镇、工矿区,地物地貌在一段时间内变化不大,这样从原始数据及时效性上均能达到线路数字化作业标准要求。

第二次土地调查航测数据的空中三角测量处理,采用的起算数据是 1980 年西安坐标系下,依据山东省新做 GPS C 级网基本数据,高程系统为 1985 国家高程基准系统,外业查找基准点比较方便简捷且能与规划报批数据格式要求完全保持一致。所形成的 4D 产品格式均为国家标准格式,可以便于线路

作业系统读取。但高程数字模型 DEM 由于山东省 1:1 万地形图更新尚未全部完成,其分辨率仍为 10 m 间隔的,地形特征点间误差一般在 1 m 左右,最大达到 3 m 左右,不能满足送电线路断面图点位误差精度低于 0.5 m 的要求,必须同航测作业一样通过后续修测断面及线性拟合的方式提高断面成图精度。对于平面精度 0.3 m 完全满足路径选择优化和送电线路平断面图精度的要求。

山东电力工程咨询院于 2008 年开发完成了应用激光雷达和卫星遥感影像勘测设计系统(LISAS V1.0),其中的关键技术应用(激光雷达或卫星遥感影像)DEM 及 DOM 数据生成大场景三维立体模型技术^[1]主要依据共线方程原理,将激光雷达或卫星遥感影像的 DOM 和 DEM 数据处理成左片及右片的数字影像模型,进而处理成三维大场景立体模型^[2],以进行输电线路的路径优化、平断面数据自动半自动采集、塔基断面图自动生成、塔基位置合理性的比较选择等。而第二次全国土地调查航测数据所形成的 DEM 和 DOM 数据只要转换为标准格式数据,即可导入该系统中进行送电线路路径的优化选择和采集平断面地形图。

综合上述分析可知,从原始数据的时效性、数据

* 收稿日期:2010-06-02;修订日期:2010-07-22;编辑:陶卫卫

作者简介:常增亮(1971—),男,山东嘉祥人,高级工程师,主要从事电力勘测技术管理工作;E-mail:kcczl@163.com。

精度及应用格式、技术支持方面分析,应用该技术进行架空送电线路勘测设计是可行的。

2 工程试验

2.1 作业过程

2009 年 9 月,收集了约 0.5 km^2 的位于济南奥体中心附近包含丘陵、平地及山地的 DEM 和 DOM 影像。数据处理过程严格按照技术路线进行作业,各项精度指标均按相应操作要求进行设定(图 1)。

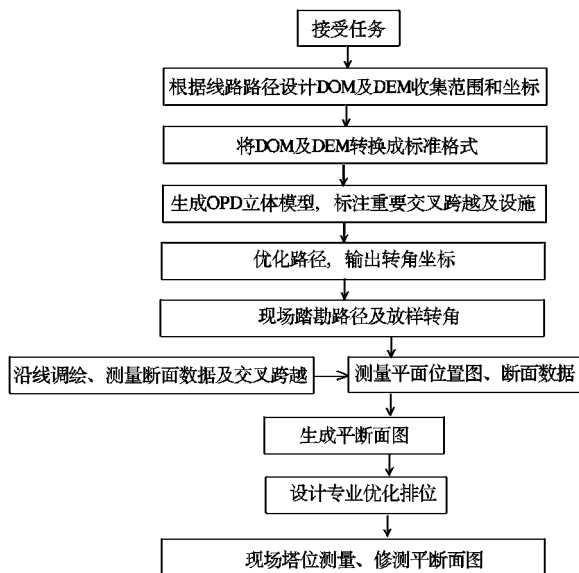


图 1 工作流程图

(1)收集选定区域的 DEM 和 DOM 影像,严格按坐标进行裁剪,确保二者严格对应。

(2)将 DEM 和 DOM 影像生成 OPD 大场景立体模型^[3]。

(3)优化选线工程,选择 2~3 条线路路径,线路路径包含丘陵、平地及山地等地形,输出相应转角坐标和正射影像路径图。

(4)按选定路径测量平断面图,提交设计专业排位。

(5)收集到附近区域 GPS C 级测量控制点 2 个,具体测区约 5 km ,应用 GPS-RTK 将测量坐标点引测至测区。

(6)按照转角及塔位坐标值进行现场放样,拟测量实地坐标值和高程值,以判定实际测量值和应用 DEM 和 DOM 影像所采集的坐标及高程值差异情况。

2.2 存在问题及处理情况

在作业过程中,发现了按坐标放样转角处与正射影像图完全不相符,经现场反复对照,最终得出结论 DOM 影像存在镜像问题,即所有地物均进行了 180° 映射问题。

经反复研读收集数据,判定 DEM 数据结构输出格式是不规范的,且 DOM 存储格式相对 DEM 为镜像格式。针对此问题,修改完善了软件作业系统(LISAS V1.0),增添了纠正 DOM 镜像格式转换为标准模式模块和 DEM 转换格式模块。

针对修改后生成的线路数据又进行了现场测试,该次测试过程比较顺利,现场放样转角坐标 6 处,测量房屋、山坡、道路、平地及山头地形点 30 处。经比对,平面坐标与实地相符情况较好,均小于 20 cm 。

采集高程值现场测量高程值差值:平地 $0.2 \sim 0.4 \text{ m}$,丘陵 $0.6 \sim 1.2 \text{ m}$,山地 $0.6 \sim 2 \text{ m}$,房屋无法判读;植被 $0.3 \sim 2 \text{ m}$ 。得出结论如下:平面位置符合较好,高程差值在平原地区尚能满足规程限差要求,在丘陵及山地部分差值较大,房屋部分无法判读高度。经分析及咨询相关专业人员,主要原因是:采用 DEM 精度较低,现在使用仍是 10 m 分辨率的 DEM,决定了有时点位高程值差异较大;房屋部分在应用时按照作业要求将其 DEM 落在了地面因此无法判读房屋高程。

按照以上实验结论,反映出应用该方法进行送电线路优化设计在平原地区可以大力推广应用;在山地及丘陵区可应用该方法选择路径、采集平面图,而断面数据还应现场实际采集并做进一步线性拟合处理^[4]。

3 生产应用

2009 年 10 月,在 500 kV 青岛换流站配套线路工程全面应用了二调 DOM 及 DEM 数据对线路路径优选和采集断面图工作。

500 kV 青岛换流站配套线路位于平度市境内,全长 58 km ,全线平地占 60% ,丘陵占 40% 。全线按照线路走向情况分为 4 个区域,每个区域约为 40 km^2 ,均采用标准二调 DOM 及 DEM 数据建立区域三维立体模型。

整个工程作业方式严格按照内业选线→外业踏

勘路径→沿线调绘及交叉跨越测量、关键断面点测量→内业落实路径→测量平面图→生成平断面图→优化排位→现场定位作业模式进行。整个工程内业数据处理及路径优化选择花费工日 15 天,外业踏勘路径、调绘及测量断面 12 天,现场定位 10 天。经对比,内外业高程点差值一般均在 1 m 以内,最大为 2.5 m,线性拟合后经外业检测比较差值均小于 0.5 m 的限差要求,平面位置误差均满足 1 m 的限差要求。

根据工程应用情况,反映出:①采用该技术进行送电工程优化设计是可行的,作业效率得到提高,其中选定线阶段提高效率 5 倍以上。②减轻了外业劳动强度,平断面测量仅关注断面测量和交叉跨越测量,其他工作可以内业完成。③以正射影像路径图作为调绘依据方便直观而且不易漏测地物要素,提高了工程质量。

不足之处及需要改进的地方:①不规则区域 DEM 和 DOM 匹配解算较慢,严重制约了内业作业进度。②DOM 影像分辨率为 0.3 m,较大区域数据量太大,不易后续计算及作业。③现场调绘区应关注大片林地时,中间可能包括不同类型的经济林木,标住不清会影响到后续作业塔位的调整。

4 结 语

(1)应用二调已有 DOM 及 DEM 数据,通过共

线方程原理恢复生成大场景三维立体模型,从而进行架空送电线路路径优选、测量平断面图及三维漫游等,并通过外业终勘定位进行线性拟合是一种勘测设计新作业模式,可以提高工作效率和技术水平,而且工程造价远低于常规航测作业技术手段,具有很高的应用和推广价值,现在已在大量工程中得到了推广应用,都取得了较好的效果。

(2)注意事项:①在设计 DOM 和 DEM 收集范围时应注意接头部分应包括一定重合区域且线路路径离范围边缘距离应大于 500 m;裁剪时严格按坐标进行并确保二者严格对应。②收集沿线两侧 GP-SC 级网点应保证每 10 km 左右 1 点且距离线路路径小于 5 km。③沿线调绘时应注意将变化信息标注于正射影像路径图中,测量断面点间距应控制在 100 m 内,所有交叉跨越应实际测量。

参考文献:

- [1] 常增亮,余敦棠. 遥感影像技术在电力勘测与选线中的应用[J]. 地理信息世界,2009,4(2):88-89.
- [2] 蒋欣,陈鹰. DOM 与 DEM 数据的管理和三维可视化[J]. 测绘科学,2002,12(3):45-47.
- [3] 适普软件有限公司. 全数字摄影测量系统 VirtuoZo3.3 使用手册[S]. 2003.
- [4] 程正蓬,王圣祖. 送电线路航测 GPS 高程的线性拟合[J]. 电力勘测设计,2003,6(4):35-38.

Surveying and Designing of Electric Power Engineering Transmission by Using the Second Land Surveying Datas in Shandong Province

CHANG Zengliang¹, DU Zulun²

(1. Shandong Electric Power Engineering and Consulting Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Laiwu Iron Limited Corporation, Shandong Laiwu 271100, China)

Abstract: According to DOM and DEM datas of the second land survey in Shandong province, using the principle of epipolar colinearity equation, the large scene 3D stereo model were generated. Then choosing the best paths of overhead transmission line, measuring plane and cross sections, crossing field datas acquisition, profile datas accurate fitting, and 3D roaming and so on. The measured 4D standard datas will be applied in the whole process of overhead transmission engineering surveying and designing. Based on factual application, applying methods and attention matters during the operation are put forward as well.

Key words: Epipolar colinearity equation; the large scene three-dimensional stereo model; power transmission project; survey and design; land survey; Shandong province