

文章编号: 1674—8247(2018)01—0066—04

开源地理信息数据获取平台的应用研究

张星宇 刘江涛

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要:为解决铁路勘察设计中前期项目数据缺乏、工期紧张、方案繁多的难题,用空间换时间,建立了“开源地理信息数据获取平台”,以开源数字地面模型、卫星影片、河流及路网矢量数据为基础,对全国范围1:5万精度等高线地形图数据和卫片数据进行预生成,并对预生成地形图数据建立空间数据库,以实现生产任务下达当天即可开始定线的目标响应要求。该平台在方案投标、前期研究等资源受限的情况下,可大幅度提高铁路勘察设计效率,并可为实现智慧铁路提供数据支持。

关键词:开源; 数字高程模型; 空间数据库; 铁路项目投标

中图分类号:TB22

文献标志码:A

Research on Application of Open Source Geographic Information Data Acquisition Platform

ZHANG Xingyu LIU Jiangtao

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: In order to solve such problems as lack of data, tight schedule and various schemes of preliminary project in the railway survey and design, open source geographic information data acquisition platform has been established by replacing time with space. Based on open source digital ground model, satellite image and rivers and railway network vector data, the data acquisition platform will pre-generate nationwide contour map data with 1:50 000 precision and satellite image data and establish a spatial database of pre-generated topographic map data to realize the target response of alignment on the day when the production tasks are assigned. The platform can greatly improve the efficiency of railway survey and design under the condition of limited resources during bidding and early research and provide data support for realizing intelligent railway.

Key words: open source; digital elevation model; spatial database; railway project bidding

1 研究目的

随着新一轮国家铁路网中长期规划出台,铁路投资主体多元化持续推进,干线铁路引入社会资本模式逐步试行,国内多个城市群大面积崛起,城际列车在铁路运输中的地位日趋提高。一带一路战略的深入实施使全球交通大发展、大融合趋势明朗,中国铁路正朝着

多元化、市场化、全球化的方向高速前行。完善路网的干线铁路、连接经济据点的城际铁路、以及开拓市场的海外铁路的大规模兴建,给铁路勘察设计企业带来了更多的机遇和发展空间,同时也带来了更高的生产效率要求。面对接踵而至的项目投标、国内和国际前期项目研究,铁路勘察设计企业运营管理过程中人力资源紧张的问题突显。解决上述矛盾不能依赖扩大员工

收稿日期:2017-10-30

作者简介:张星宇(1986-),男,工程师。

引文格式:张星宇,刘江涛. 开源地理信息数据获取平台的应用研究[J]. 高速铁路技术,2018,9(1):66-69.

ZHANG Xingyu, LIU Jiangtao. Research on Application of Open Source Geographic Information Data Acquisition Platform [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(1): 66-69.

规模,只能依靠革新生产工具。

建立“开源地理信息数据获取平台”,是对铁路项目投标、规划、预可行性研究阶段基础数据准备工具的革新。面对前期项目缺乏数据、工期紧张、方案繁多等特点,用空间换时间,对全国范围 1:5 万精度等高线地形图数据和卫星影像进行预处理,并建立空间数据库,需要时直接调取成果文件,以实现生产任务下达当天即可开始方案研究的目标响应要求。系统核心架构示意如图 1 所示。

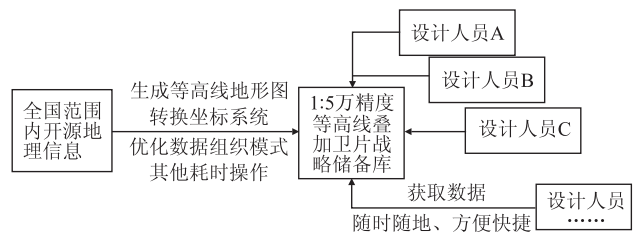


图 1 系统核心架构示意图

全国范围内 1:5 万图幅的地形图共 2.2 万余张,全部预生成的数据规模为 2TB,预计耗时 6~8 个月。目前研究进展顺利,已完成四川、贵州、重庆、山东、广东等省市地理信息基础数据的战略储备。

2 国内外发展现状

随着数字地球和开放地理信息系统等技术的快速发展,开源地理信息数据(如卫星影片、Google Earth 高程数据、栅格高程数据、交通路网、水系等)为获取铁路项目所需基础资料提供了数据支撑。然而,铁路勘察设计领域缺乏系统获取和处理开源地理信息数据的技术标准。目前的做法有两种:

(1)采用 GERail 数字地球选线软件获取影像和高程资料。该方法操作繁琐、速度慢。据测算,获取 100 km 线路沿线 10 km 范围内的基础数据需耗时 2 d。另外 Google Earth 选线工具存在无可视化等高线、操作不便、拾取不便等问题,也严重制约了线路设计人员的工作效率和质量。

(2)采用商业软件(如水经注、91 卫图助手、Bigemap等)获取影像和高程资料。商业软件不但价格昂贵,而且存在以下问题,无法满足铁路勘察设计行业追求更高生产效率的要求。

①从 Google Earth 服务器采集数据,对互联网及 Google 服务依赖度高。

②生成 *.tif 和 *.jpg 格式的成果文件,还需对数据进行复杂、耗时的二次处理。

③没有针对铁路项目条带状、大范围、跨经度带的特征,优化数据组织结构。

3 开源地理信息数据获取平台研究

3.1 数据源选择

全球范围开源 DEM 栅格数据主要有以下 4 类:

(1)SRTM(Shuttle Radar Terrain Mission)由美国太空总署和国防部国家测绘局联合测量制作完成的数字高程模型。该项目获取北纬 60°至南纬 60°之间的雷达影像数据,进一步处理制成栅格数字高程文件。2003 年 SRTM 数据产品公开发布,经过多次修订,目前最新的修订版本为 V4.1。按照栅格密度可将 SRTM 数据划分为 SRTM3 和 SRTM1 2 类。前者精度为 3",即栅格密度约 90 m;后者精度为 1",即栅格密度约 30 m。最初公开的 SRTM1 数据只覆盖美国地区,2016 年 5 月再次公开的数据涵盖了全球大部分地区(涵盖中国范围),但存在数据空洞。

(2)ASTER-GDEM(Advanced Space Borne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model)是根据 NASA 对地观测卫星 Terra 的详尽观测结果制作完成的数字高程模型。2009 年 6 月 30 日,美国航天局与日本经济产业省共同推出了 ASTER-GDEM,覆盖范围为北纬 83°到南纬 83°之间的所有陆地区域(比以往任何开源 DEM 都要广阔)。在全球范围内,95%的数据垂直精度在 20 m 内。2011 年 10 月 26 日发布的 ASTER-GDEM V2 是对第一代数据产品的修正。研究表明该数据在全部覆盖区域普遍存在较大数据噪声^[1]。

(3)DLR 是德国航天局于 2000 年利用 NASA 奋进号宇宙飞船执行任务期间,搭载 X 波段雷达获取到的数字高程模型。其优点是精度较高,缺点是覆盖区域严重不全。比如在中国范围内,只覆盖了面积约 40% 的区域。

(4)GMTED2010 是美国地质勘探局和美国国家地理空间情报局联合制作的数字高程模型。该数据在全球大部分范围只有 30"、15"和 7.5"的开放数据(对应的最高精度只有 200 m),只有美国范围内的高程数据精度为 1"。

4 种地理信息数据源综合比较如表 1 所示。

表 1 地理信息数据源比较表

数据源	栅格精度/m	是否有空洞	数据噪声
SRTM1	30	有少量空洞	较小
ASTER GDEM V2	30	有少量空洞	较大 ^[2]
DLR SRTM	30	大面积空洞	-
GMTED2010	200	有少量空洞	-

从栅格精度方面考虑,首先排除 GMTED2010 数据,再从空洞范围方面考虑,排除 DLR 数据。最后对

SRTM1 和 ASTER GDEM V2 数据进行深入比较^[3]。有关研究表明:在垂直精度上,SRTM1 DEM 数据要明显高于 ASTER GDEM V2 数据,其绝对误差均值分别为 4.0 m 和 7.8 m,标准偏差分别为 6.0 m 和 10.7 m,均方根误差分别为 6.1 m 和 10.7 m^[4]。考虑数据噪声影响,最终采用 SRTM1 作为后续研究的基础数据源^[5]。美国地质勘探局官网(earthexplorer.usgs.gov)提供了 DTED、BIL、GeoTIFF 3 种格式的 SRTM1 数据下载。GeoTIFF 是公认最常用的栅格数据存储格式^[6],拥有包括 libgeotiff、gdal 等开源类库支持。因此,本次研究选用 GeoTIFF 格式 SRTM1 数据作为原始数据。

3.2 数据处理

从“开源地理信息原始数据”到“1:5万精度等高线文件储备库”,需要经过填补空洞、生成等高线并按 5 万图幅分割、格式化等三个主要步骤。

(1) 填补空洞

SRTM1 数据在山区多云地区随机存在空洞。Google 海拔信息应用程序接口提供了地球表面所有地点的海拔信息,其数据精度相比 SRTM1 略低,但不存在空洞。本次研究采用 Google Map Elevation API 提供的多点高程查询服务进行填补空洞。具体 API 如下:

```
ElevationResult[ ] results = GoogleMaps. Elevation.
Query( new ElevationRequest
{
    Key = key,
    Locations = locations
});
```

其中:Key——Google Map API Key;

Locations——空洞点经纬度坐标数组;

results——谷歌服务器返回的高程数据数组。

使用谷歌高程服务填补空洞效果如图 2 所示:

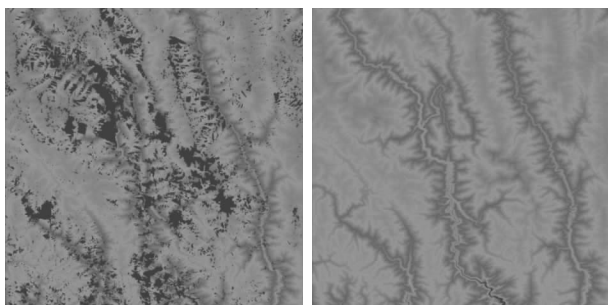


图2 栅格 DEM 填补空洞前后对比示意图

(2) 生成等高线并按 5 万图幅分割

栅格数据等高线化是所有处理中最耗时的步骤。本次研究采用 GlobalMapper Script 脚本语言自动化生

成等高线,并在导出等高线的同时,按照 5 万标准图幅进行分割。

(3) 格式化

最后需要按照铁路行业标准对 GlobalMapper 导出的等高线 dwg 文件进行样式格式化,包括粗、细等高线赋予颜色、线宽,高程标注调整大小、方向等。此步骤通过 ObjectArx 二次开发,可实现批量自动化处理。

3.3 数据组织

铁路项目呈带状分布,途径范围广大。以湛江—海安客运专线为例,其线路长度约 130 km,如果制作沿线 10 km 带宽的地形图,该文件将包含 1 300 km² 的等高线数据。如此大数据量的 dwg 文件无法一次性在 AutoCAD 中打开。因此需对等高线地形图进行分块处理,并建立 Postgis 空间数据库组织数据,使用时按需调用。

经统计,全国范围内 5 万图幅地形图共有 2.245×10^4 幅。因此,本次研究按照省级行政区划组织 Postgis 空间数据表。即每个省份建立一张空间数据表,组织该省份范围内所有 5 万地形图,以减少每张表包含的数据行数,最后以省界建立空间索引。

当用户申请获取一个范围内的地形图数据时,首先利用空间求交函数 ST_Intersects,查询与用户申请范围相交的省份,并通过索引找到该省份空间数据表。再次利用 ST_Intersects,查询该省份空间数据表内与用户申请范围相交的 5 万图幅。最后根据图幅编号返回所有地形图文件,进行下一步处理。

4 系统在铁路投标阶段的应用

铁路项目投标具有时间紧迫、竞争激烈、资源投入有限等特点,在标书下达后,总体组如何做到快速启动、全方案比选、提高资源使用效率,成为中标与否的关键。2017 年,“开源地理信息数据获取平台”开始试运行,现已应用于多个投标项目。

(1) 湛江—海安客运专线

北起广东省湛江市,南至海南省海口市,全长约 130 km。投标时限为 2017 年 2~5 月。购买招标文件后,总体组第一时间使用“开源地理信息数据获取平台”准备 1:5 万精度的等高线叠加卫星影片地形图,整个过程耗时仅 1 h。在此基础上,确定推荐方案走廊带,提交测绘,制作 1:1 万精度地形图,开展后续工作。

(2) 广州—湛江客运专线

东起广东省广州市,西至广东省湛江市,全长约 420 km。从购买招标文件到开标仅 28 d。收到招标文件当天,总体组立即使用“开源地理信息数据获取平台”准备 1:5 万精度等高线叠加卫星影片地形图,当天

开始方案研究。广州-湛江客运专线等高线叠加卫星影片成果如图3所示。

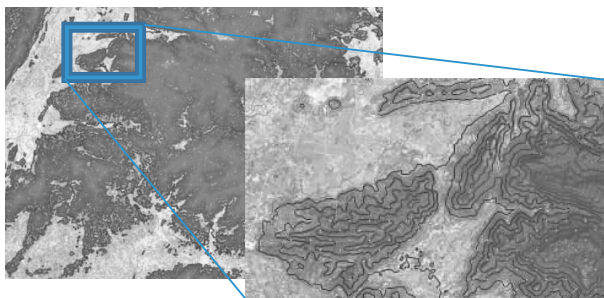


图3 广湛铁路投标等高线叠加卫星影片地形图

应用本次研究获取数据的工作流程如图4所示,具有以下特点:

- (1)极速响应:对线路长度100 km的铁路项目,1 h内可完成基础地形图数据准备,开展方案研究。
- (2)控制投资:开源1:5万地形图的制作成本基本为0,在此基础上定位主要推荐方案走廊带,控制1:1万地形图绘制范围,节约投标成本。
- (3)方案研究全面:开源1:5万地形图范围宽广,用于宏观走向方案研究,确保方案全面性。

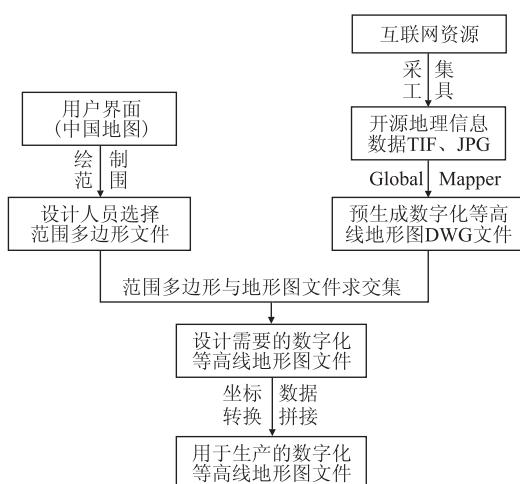


图4 开源地理信息数据获取平台工作流程示意图

5 结论

应用最新的互联网、GIS、空间数据库等技术,集成和融合开源数据供应商数据,提供一个丰富的GIS数据环境是“互联网+工程设计”的发展趋势。立足国内,放眼未来,本次研究获取和处理基础数据的技术方法,极大提升了获取基础数据的速度、广度和深度。研

究表明“开源地理信息数据获取平台”是大幅度提高铁路勘察设计效率的创新工具、构建铁路数字化平台的基础研究和勘察设计企业的核心战略储备,可为下一步实现智慧铁路提供数据支持。

参考文献:

- [1] 黄平,张行南,徐涛,等. 常用免费DEM数据质量分析[J]. 南水北调与水利科技,2016,14(2):75-81.
HUANG Ping, ZHANG Xingnan, XU Tao, et al. Quality Analysis of Common Free DEM Data [J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2016, 14(2): 75-81.
- [2] 武文娇,章诗芳,赵尚民. SRTM1 DEM与ASTER GDEM V2数据的对比分析[J]. 地球信息科学学报,2017,19(8):1108-1115.
WU Wenjiao, ZHANG Shifang, ZHAO Shangmin. Comparative Analysis between SRTM1 DEM Data and ASTER GDEM V2 Data [J]. Journal of Geo-spatial Information Science, 2017, 19(8): 1108-1115.
- [3] 万杰,廖静娟,徐涛. 基于ICESat/GLAS高度计数据的SRTM数据精度评估—以青藏高原地区为例[J]. 国土资源遥感,2015,27(1):100-105.
WAN Jie, LIAO Jingjuan, XU Tao. Accuracy Evaluation of SRTM Data Based on Icesat/GLAS Altimeter Data: A Case Study in The Tibetan Plateau [J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2015, 27(1):100-105.
- [4] 杜小平,郭华东,范湘涛,等. 基于ICESat/GLAS数据的中国典型区域SRTM与ASTER GDEM高程精度评价[J]. 地球科学(中国地质大学学报),2013,38(4):887-897.
DU Xiaoping, GUO Huadong, FAN Xiangtao, et al. Accuracy Assessment of SRTM and ASTER GDEM in Typical Regions in China Based on ICESat/GLAS [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2013, 38(4):887-897.
- [5] 聂良涛. 面向实体选线设计的铁路线路BIM与地理环境建模方法与应用[D]. 成都:西南交通大学,2016.
NIE Liangtao. Modeling Method and Application of Railway Line BIM for 3D Railway Location Design and Geographic Environment [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2016.
- [6] 李阳. 基于网络资源获取铁路选线地理信息的方法及实现技术[D]. 成都:西南交通大学,2015.
LI Yang. Method and Implementation Technology for Obtaining Geographic Information for Railway Route Selection Based on Network Resources [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2015.
- [7] 高山. 基于SRTM DEM, ASTER GDEM地貌特征分析与铁路选线[J]. 铁道工程学报,2012,29(9):1-6.
GAO Shan. Analysis of Topographic Feature with SRTM DEM and ASTER GDEM Data and Railway Alignment [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2012, 29(9):1-6.

(编辑:苏玲梅 张红英)