

# CARD/1 软件在公路测量中的应用与后期开发

咎 峰

(新疆公路规划勘察设计研究院, 新疆 乌鲁木齐 830094)

## Application and Development of CARD/1 Software in Highway Measurement

ZAN Feng

**摘要:** 介绍 CARD/1 软件的功能特点, 论述其在奎屯—克拉玛依高速公路前期规划、数字地面模型建立、公路路线选线设计等方面的应用, 并论述后期开发时能达到的功能和产生的经济效益。

**关键词:** CARD/1 软件; 公路测量应用; 数字地面模型; 后期开发

### 一、前言

随着测量技术的不断发展, 各种测图软件已越来越多地被应用到生产中。CARD/1 软件自设图形平台, 具有图形、表格、数据和文字编辑系统, 可以不依靠其他支撑软件就可完成公路前期规划、地形图测绘、路线平、纵、横断面设计、文件管理、编辑、图表处理和绘图等工作, 数据还可以通过相互关联的方式高效传输。本文通过 CARD/1 软件在奎屯—克拉玛依高速公路前期规划、数字地面模型的建立、公路路线选线中的应用, 论述其在公路勘察设计一体化当中的优点, 以及后期开发当中与测绘测图软件相互转换时可以缩短测量周期、产生良好的经济效益等优点。

### 二、实际应用

奎屯—克拉玛依高速公路路线全长约 100 km, 是我国“十二五”期间重点项目, 全线地形复杂, 测量周期短。若使用传统方法从地形图截取路线纵横断面数据, 中间环节多、精度损失大、出错率高、效率低, 且费时费力; 若使用 LiDAR 技术, 内外业周期不仅不能按时完成, 且成本较高。而 CARD/1 软件在此项目当中发挥了它的优点。下面从 3 个方面介绍它的应用过程。

#### 1. 在前期规划中的应用

奎屯—克拉玛依高速公路前期规划只有纸质的比例尺为 1:10 000 或 1:50 000 的地形图, 为定出合理的路线方案, 需对纸质图进行矢量化处理。先利用高精度扫描仪将纸质图扫描成光栅格式的电

子文件, 为保证后期光栅图处理、编辑、出版的效果和效率, 将扫描参数设置为黑白二值 600 dpi 分辨率及 TIF 格式存储。再利用 CARD/1 软件的光栅图处理模块将扫描好的地形图读入 CARD/1 系统。首先对地形图进行变形纠正、坐标变换、裁切, 在进行变换处理时, 采用 AFFIN 格式(四点参数)进行两次坐标纠偏, 以保证地形图的相对准确性, 最后再对光栅地形图进行矢量化处理。

本工程工作量很大, 笔者根据实际情况有针对性地选择矢量化地形图, 主要是对设计路线走廊带两侧 500~1 000 m 范围进行矢量化, 赋予地形特征点三维坐标, 建立地物、地形等断裂线层, 建立全段路线的带状三维数字地面模型。矢量化时对等高线跟踪要选择有特征点, 这样可以提高矢量化速度。利用 CARD/1 软件的数模模块对矢量化数据进行处理, 利用矢量化得到的散点, 就可与断裂线建立全线的数字地面模型(DTM)。经过以上几个步骤, 基本上建立了一个基础数据平台, 用 CARD/1 软件采集路线纵、横断面的数据, 彻底摆脱了传统的人工采点模式。用这种方法处理地形图具有周期短、数据量小、构建数模的速度快、路线方案调整后能及时进行矢量化补充等优点。

#### 2. 在数字地面模型中的应用

##### (1) 建立数字地面模型

CARD/1 软件数模的原始数据可通过全站仪、RTK 采集, 而原始数据格式最终都可以转换为 CARD/1 的点数据格式。首先读入采集的断裂线数据, 确认原始数据准确无误后, 就可进行建模。

在 CARD/1 中, 提供了两个功能——挖空和留

收稿日期: 2011-05-19

作者简介: 咎 峰(1972—), 男, 山东菏泽人, 高级工程师, 主要从事激光雷达技术在公路测量中的应用研究。

空。挖空是指所选区域内的范围参与建模;留空是指所选区域内的范围不参与建模。笔者在这里进行留空:留空→添加→新建。新建留空之后,还要对它进行添加:留空→添加→选择。当留空的区域出现向外的红色箭头时,说明已完成添加。建立好留空之后,即可以进行三角构网。建立的三角网要求有良好的图形,尽可能接近等边三角形或三角形最小角为最大值。由于地表面的地貌繁杂,全自动生成三角形有一定困难,为使DTM构网不失真,需要人工干预,这样能使等高线生成得比较合理,地貌也可得到优化。人工修改三角网(DTM)主要通过3种方法。

1) 重组三角形:当三角形边破坏地形线时,可采用重组三角形的方法修改DTM,破坏地形线的形式主要有三角形的边横穿山脊、山谷或无陡坎的坑下。

2) 删除三角形:主要是在修改测图范围边界失真,如双线河、渠、湖、塘、双线道路、房屋及对坡、堤、陡坎、土垄等不需要勾绘等高线地貌时使用。

3) 增加三角形:在地形点漏点时,补点后增加三角形或删除某些三角形。

通过以上3种方法的修改,数模就建好了。建好数模后,可以在空间视图里面查看建模成果,即窗口→视图新建窗口→空间视图,空间视图窗口如图1所示。

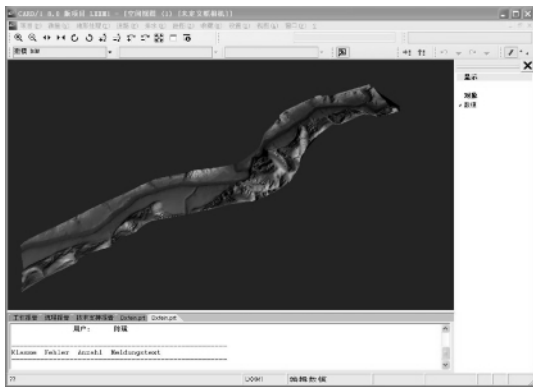


图1 数字地面模型空间视图

## (2) 模型精度分析

根据本项目的特点,笔者选择具有代表性的、三角桩比较集中的3段路线对CARD/1数模的纵横断面地面线精度进行分析:此次共分析纵断面数据200组,横断面数据150组;纵断面最大差值为0.13m,最小为0.02m,  $m_{\text{中}} = \pm 0.09\text{m}$ ;横断面挖方面积最大差值为10.21m<sup>2</sup>,挖方面积最小差值为0.055m<sup>2</sup>;填方面积最大差值为6.21m<sup>2</sup>,填方面积最小差值为0.002m<sup>2</sup>;工程量误差在2%,能满足初步设计的要求。

## 3. 在工程选线当中的应用

现在高速公路的发展对环保和自然景观的结合要求越来越高,这就要求选线时要充分考虑横断面的影响。奎屯—克拉玛依高速公路三角桩地带输油管线、输气管线、农田区非常密集,为了尽可能少占农田和管线而又选出最合理的路线,须通过数模将工程量精确算出,并通过数模对4条比较线进行工程量论证,最终选择出合理的路线。

## 三、CARD/1 后期开发

CARD/1软件的最大特点就是它的开放性,它可接受各种不同来源的数据,如航测数据、LiDAR数据、全站仪实测数据、RTK实测数据、各种电子地图和扫描数据以及其他CAD软件数据。因为要想将现行大部分dwg文件迅速转换为CARD/1系统的plt文件,还需要进行一些必要的改进。因为以现在的计算机计算速度来说,还需要花费很多时间来转换。目前笔者正在作后期开发,设计数据相互转换模块,其设计参数可以由用户定义,不受标准不同的限制,下面通过几个模块进行说明。

### 1. 原始数据导入模块

可在CARD/1地形图处理基础上,设置原始数据导入模块,主要包括航测数据、LiDAR数据、全站仪实测数据、RTK实测数据、各种电子地图和扫描数据以及其他CAD软件数据格式,导入数据原理同测图软件原理一致。

### 2. 地形图处理模块

与国内测图软件相比,CARD/1拥有开放的平台和独立地形图图块,但由于我国都有标准的《1:500 1:1000 1:2000地形图图式》(GB/T 20257.1—2007)所以将这些标准的图块调入CARD/1符号库,然后编辑1:500、1:1000、1:2000等(地形图出图.plv)文件。通过CARD/1建立数字地面模型,最终生成地形图。

### 3. 实测原始数据生成纵、横断面地面线模块

CARD/1线一般是通过数字地面模型生成横断面,但由于地面模型原始数据有时精度很难满足公路施工图设计需要,所以需要通过实地实测或更精确的方式得到。笔者后期正在开发实测数据自动生成纵、横断面地面线模块。

### 4. 卫星影像图处理模块

在公路前期规划当中,常利用卫星影像图来做路线设计和工程量估算,因此将卫星影像图转换为地形图模块,利用CARD/1数字地面模型的优势进行工程量的计算。(下转第47页)

不仅将耗费大量的测量时间、大量增加点云数据量 而且也无助于人为提高 TLS 的鉴别率。本文提供的 TLS 鉴别率的检定方法和检定设备在国外已

经成功地使用多年并得到了仪器生产厂家的认可, 因此该结果可为我国地面激光扫描仪检定规程的制定提供参考。

表2 3台 TLS 的技术指标

仪器型号		HDS6000	HDS3000	FARO LS880
测距原理		相位法	相位法	相位法
测距性能	精度	±6 mm@ 25 m	±6 mm@ 50 m	±3 mm@ 25 m
	分辨率	/	/	0.6 mm
水平方向	测角精度	±0.125 mrad	/	±0.009°
	最小分辨率	/	/	0.000 67
分辨率	不同距离	1.6 mm@ 10 m(最高)	/	0.19 mm@ 6 m
		7.9 mm@ 50 m(最高)	/	0.68 mm@ 21 m

参考文献:

[1] SCHULZ T. Calibration of a Terrestrial Laser Scanner for Engineering Geodesy [D]. Zürich : Die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich 2007.

[2] RESHETYUK Y. Investigation and Calibration of Pulsed Time-of-flight Terrestrial Laser Scanners [D]. Stockholm: Royal Institute of Technology ( KTH) 2006.

[3] 国家质量技术监督局. 通用计量术语及定义解释[M]. 北京: 中国计量出版社 2001.

[4] KERN F. Prüfrichtlinie zur Abnahme und Überwachung von Terrestrischen Laserscanner-Systemen-ENTWURF V1.0.1 [EB/OL]. [2010-09-06]. [http://www.xdesy.](http://www.xdesy.de/paper/TLSRichtlinie.06.pdf)

de/paper/TLSRichtlinie.06.pdf.

[5] RIETDORF A. Automatisierte Auswertung und Kalibrierung von Scannenden Messsystemen mit Tachymetrischem Messprinzip [D]. Berlin: Technischen Universität Berlin 2005.

[6] BÖHLER W ,VICENT M B , MARBS A. Investigating Laser Scanner Accuracy [C]//The XIX<sup>th</sup> CIPA Symposium at Antalya. Turkey. [s. n. ] 2003.

[7] KERN F ,HUXHAGEN U. 2008. Ansätze zur Systematischen Kalibrierung und Prüfung von Terrestrischen Laserscannern ( TLS) [C] // Terrestrisches Laserscanning ( TLS 2008) . Augsburg: Schriftenreihe des DVW , Band 54 , Wißner , Augsburg , S 2008: 111-124.

(上接第44页)

5. 行驶模拟处理模块

建立三维动画行驶模块在公路设计工作演示、进行视距检查方面会有很好的效果。后期开发应注意与 GIS 软件相结合,如 MapGIS、ArcGIS 等在参数方面的调制,如图2所示。



图2 行车模拟图

四、结束语

CARD/1 软件作为集勘察、设计、绘图、计算为一体的设计软件,具有功能多、适用范围广、设计准确等特点。通过后后期平台开发,可以很好地和当前测图软件、GIS 软件进行格式转换,大大提高了工作效率、缩短了测设周期,在高速公路设计中得到了广泛的运用,取得了良好的经济效益。

但 CARD/1 软件还存在一些需要改进之处:

1) CARD/1 软件二次开发需要增加更多测量模块,建议相关技术人员投入开发原始数据相互转换模块。

2) 建议进一步增加行车模拟增加隧道地段模块。

3) 建议增加控制测量平差模块。

参考文献(略)