

文章编号: 0451-0712(2004)07-0068-03

中图分类号: U412.32

文献标识码: B

# 浅谈数模在山区公路选线中的应用

李志胜, 陈菊根, 王其华

(浙江公路水运工程咨询监理公司 杭州市 310014)

**摘 要:** 山区公路路线设计时, 由于地形、地质复杂, 应用数字地面模型, 可以在较短的时间内进行大范围的多方案比较, 从中选出最为经济合理、技术可行的路线方案。通过工程实例, 介绍数字地面模型的建立、应用及效果。

**关键词:** 数字地面模型; 三维; 路线

随着社会经济的高速发展, 公路建设尤其高速公路的建设逐步向山区延伸, 就浙江省而言, 为适应全面建设小康社会、提前基本实现现代化的需要, 提出了浙江省交通新的跨越式发展思路, 确定了实施包括高速网络工程、干线畅通工程、乡村康庄工程在内的“六大工程”, 在修编的“浙江省公路水路建设规划纲要”中, 新增了杭浦、诸永、天仙、临金等高速公路项目, 其中诸永、天仙、临金等公路是典型的山区高速公路。由于山区地形、地质复杂, 合理的公路选线不仅可以大大降低工程造价, 而且明显减少对环境保护、水土保持、地质灾害防治等方面的影响。本文结合诸永高速公路的选线方法, 对山区公路尤

其是山区高速公路选线提出一些粗浅的看法。

## 1 诸永高速公路简介

诸永高速公路是浙江省公路建设规划“两纵两横十八连三绕三通道”中的一连, 横贯浙江省中部地区, 经过绍兴、金华、台州、温州等 4 市中的 5 个县(市), 分别与杭金衢、甬金、台缙、诸绍及温州绕城等高速公路连接, 全长约 237 km。诸永高速公路穿越会稽山、大盘山、括苍山等 3 座高山, 最低垭口高差达 800 多 m, 自然山坡陡峻, 鸡爪地形众多, 山谷深狭、溪流急弯, 路线布设非常困难。工程可行性研究时, 对 1/10 000 地形图进行矢量化, 形成数字地面

收稿日期: 2004-05-09

## A Study on Resilience Modulus of Aeolian Sand Subgrade

HAN Sen<sup>1</sup>, HUA Feng<sup>2</sup>, CHENG Zong-ming<sup>3</sup>, MENG Qing-ying<sup>4</sup>,WANG Xin-min<sup>3</sup>, PENG Di<sup>3</sup>

(1. Key Lab. of Special-Area Highway Engineering, the Education Ministry, Chang'an University, Xi'an 710064, China;

2. Shanghai Municipal Design Institute, Shanghai 200000, China; 3. Xi'an Highway Research Institute, Xi'an 710054, China;

4. Tianjin Municipal Engineering Research Institute, Tianjin 300051, China)

**Abstract:** The effect of different compaction degree and moisture content on the resilience modulus of aeolian sand subgrade by large-scale test model is studied in this paper. It is pointed that the resilience modulus has very close triple equation correlation with the compaction degree and has little to do with the moisture content. The suggested value of resilience modulus for aeolian sand subgrade is indicated through a lot of tests and analysis.

**Key words:** aeolian sand subgrade; resilience modulus; compaction degree; moisture content; effect

模型,充分运用路线 CAD 软件,进行三维地形布线,不断调整线位,最大限度地减少结构物数量和路基填挖高度,大大缩短了工期,取得了良好的效果。

## 2 数字地面模型

所谓数字地面模型,简单地说,就是把平面地形图矢量化,并给等高线、地形特征点等赋予高程值,形成  $x$ 、 $y$ 、 $z$  三维数字地形图,以数字化形式存储于电脑中,运用专业设计软件,可以生成立体地面模型。数字地面模型直观地显示出地势的高低起伏,真实生动地再现了项目沿线的地形地貌,数字地面模型中的任何点和线均具有三维坐标。

数字化地形图可以直接由测绘、航测部门提供,也可通过地形图矢量化后得到,但数字化地形图中的等高线和地形点必须是三维的。有了三维数字图形文件,就可以通过其他专业软件建立数字地面模型,下面以某国产路线 CAD 为例,简单叙述数字地面模型的建立。

三维数字地面模型(DTM)是采用三角化方法(简称 DT),所形成的网格具有整体取优特性,是目前国际上流行的三角网划分方法。首先在 CAD 平台建立新数模,从数字地形图中直接提取具有三维特性的等高线、地形点等地面特征数据,也可从系统所支持的其他文件中读入;第二步进行数据预检,剔除高程超出合理范围的点、平面位置相同的点及平三角形等;第三步对读入内存的三维点进行排序、检索,按 DT 理论构建三维数字地面模型;第四步通过网格显示功能,生成全部图形实体,利用 ACAD 中的三维显示命令,从三维立体的角度来观察所形成的整个三维数模,允许对不合理的三维点进行修改与编辑,以达到优化三角网的目的;最后将优化后的三维数字模型保存为 \*.dtm 文件,对规划较大的项目,也可采用分段建模,并用数模组来管理。根据我们在多个项目建模的经验,考虑受 ACAD 图形显示速度的制约,读取数模点数以不超过 100 万个点为宜,建议按 30~40 km 为一段建立数模文件。以上工作过程一般均可分步由电脑完成。

不同的专业软件,建立地面数字模型的过程可能有所区别,但其结果是一样的。

## 3 数模应用

数模应用是公路勘察设计建立三维数模的最终目的,其核心内容在于高程插值和三维公路模型的

建立。

在常规公路设计中,路线设计通常在平面地形图上定出中线位置,然后根据中桩里程实测地面中线高程和横断面高程,最后进行纵、横断面设计。在山区公路设计过程中,主要考虑的是克服高差,为了确定比较合理的线位,通常需要反复修改平、纵面线形,多次实测纵、横地面线标高,大大延长了设计周期,反过来在一定的设计周期内就很难设计出最合理的路线。尤其在可行性研究阶段,一般局限于纸上定线,在二维的平面地形图上点取纵、横地面线高程,精度低、工作量大,如果利用数字地面模型,尤其在山区公路选线时,不仅可以节省大量的人力和物力,大大缩短研究周期,而且可以提出最经济合理的路线方案。

有了数字地面模型,路线设计变得轻松快捷,尤其在多方案比选时,其优越性是不言而喻的。利用三维地模进行公路设计的程序与常规设计类同,即平面定线→截取纵、横地面线→纵面设计→横断面计算→调入结构物→工程量计算→建立路线和地面三维模型→三维动画演示,其核心是提取纵、横地面线和三维公路真实模型。

以诸永高速公路工程可行性研究为例,重点阐述提取纵、横地面线和三维公路真实模型的建立。平面设计完成后,按一定间距及平曲线特征点形成桩号文件,打开原先建立的数模,直接点取纵断面插值和横断面插值,软件自动沿路线中线方向或某桩号垂直中线方向,对数字地面模型进行剖切,通过插值计算准确得到各点在数模上的投影高程值,并自动生成纵断面地面线文件和横断面地面线文件,但路线坐标必须与数字地模坐标保持一致。桩号间距依据设计阶段和目的可任意设定,可行性研究阶段为纵断面设计而准备,一般取用间距 20 m 足够满足需要。纵断面插值时可同时按指定的地形变化率提取地形变化点桩号和高程,根据需要也可同时提取路面左、右边线相对应的地面高程插值。横断面地面线按纵断面地面线桩号取值,横向宽度按路幅宽度和地形情况设定。应用专业设计系统可直接调用纵、横地面线文件,进行实时的纵断面设计及其他设计计算工作。应用数字地面模型,可以准确方便地获取路线纵、横地面线数据,每完成一条平面设计,即刻便可得到该方案全套的纵、横断面地面线数据,免去了设计人员现场放样、打桩、测中平和测横断面,也不必进行纸上粗略点取,大大提高了勘察设计的效

率和精度,同时可以轻松地大范围地进行路线方案比选,使提供最佳路线方案成为可能。

为了使建立的三维地面模型更贴近实际,截取的地面线点尽可能加密,并向两侧延伸,但可能成倍地增加运算工作量,结合我们在诸永高速公路可行性研究中的经验,建议纵断面地面线插值的桩号间距以 5 m 为宜,横断面地面线插值的宽度每侧以 300 m 为宜,重新提取纵、横地面线高程数据。在完成路基设计计算和横断面设计工作后,激活或打开数模,选择输出公路三维模型,系统在读取横断面设计记录的三维数据的同时,对原数模按路基设计断面进行沿边界挖空,并调用结构物布置数据,将地面模型和公路模型以三维实体(3Dface)形式输出到 ACAD 当前窗口中,公路模型包括了路基、路面、边坡、边沟、标线及护栏等三维实体,并同时桥梁、隧道与路基无缝拼接。如果纵、横断面及结构物设计无误,重新计算横断面并形成三维实体模型。

使用专业路线 CAD 系统建立三维模型,在路基设计计算和横断面设计绘图时,不要扣除桥梁、隧道等构造物,必须记录横断面三维数据,以保存路基边坡、边沟等三维数据,便于软件处理路基边缘与地面模型的准确切割。

生成数字地面模型和路线三维真实模型后(图 1),还可以方便地绘制任意断面的透视图或全景透视图(图 2),同样可以绘制任意角度的路线概略透视图,实时浏览观测公路建成后的景观,非常直观地检查路线设计的合理性。



图 1 地面和路线三维模型

在山区公路汇报过程中,要结合纵断面说明平面线位是比较困难的,有了数字地面模型和路线三维真实模型后,一切都变得简单直观。最有表现力的方法是将路线模型和地面模型一起输出,通过 ACAD、3Dmax、Auto3DRoad、Hint 等专业软件,经



图 2 全景透视

渲染、制作后,生成公路动态全景透视图,经字幕编辑、配音,必要时可增加背景音乐,制作出 avi、mpg、Vcd、Dvd 等视频格式,完全实现公路三维动画效果,直观、生动、真实地反映出公路建成后的场景。

#### 4 结语

通过诸永高速公路、杭新景高速公路千岛湖支线、温州绕城高速公路北线等多条山区公路的实践,路线设计采用数字地面模型是完全可行的,效果非常明显。如诸永高速公路可行性研究中的路线设计,只用了不到 2 个月的时间,进行了 12 个大范围路线方案的比较,路线设计总里程在 2 000 km 以上,推荐的路线方案里程约 237 km,与沿线 4 市的 5 个县(市)政府达成共识,并得到评审专家的高度评价。

通过实践,我们认为数模在具体设计应用时,其基础资料的采集工作还可以进一步完善,以便有利于下一步设计工作,如测绘、航测等有关部门,在具备保密条件的情况下,能够提供路线设计范围的三维数字地形图,可以大大节省路线设计的周期,增加基础资料的可靠度。同时,对应的应用软件建议进一步完善其综合处理能力,增加公路动态仿真技术及后期制作的功能,使路线设计人员全身心地投入到专业设计工作中,提出经济合理、技术可行、体现环保的更具科学性的设计方案,供决策者参考。

#### 参考文献:

- [1] 郭腾峰,王蒙. 道路三维动态可视化几何设计[M]. 北京:中国电力出版社,2002 年.
- [2] JTJ 001-97,公路工程技术标准[S].
- [3] JTJ 011-94,公路路线设计规范[S].