

文章编号: 1002-0268 (2000) 04-0007-03

基于数据库的数模在公路 CAD 中的应用

程建川 邓学钧
(东南大学, 江苏 南京 210096)

摘要: 着重于数字地面模型 (DTM) 在公路路线 CAD 的实用技术, 介绍在 AutoCAD 图形环境下, 基于 ACCESS 数据库的数字地面模型的排序分格、构网、优化、交互编辑及生成纵、横地面线和三维地面模型, 有较好的理论与实用价值。
关键词: 数据库; 数字地面模型 (DTM); 公路路线设计; 计算机辅助设计
中图分类号: U412.3; P21 **文献标识码:** A

Application of Database-based Digital Terrain Model on Computer Aided Design for Highway Alignments

CHENG Jian-chuan, DENG Xue-jun
(Southeast University, Jiangsu Nanjing 210096, China)

Abstract: In order to improve the applied techniques for digital terrain model (DTM), this paper presented a new way with the help of ADS/ARX development kit and database management to construct DTM (Triangulation Irregular Network) graphically and dynamically on the AutoCAD environment. The main works of DTM range from the ordering of dispersed terrain points, the editing of points, feature lines or forbidden area, the optimizing of triangulation, the evaluating formed DTM and finally the creating of 3D terrain. As all the above operations were based on database management, it showed some advantages which the traditionally methods do not have. Therefore, the quality and efficiency of highway alignments design was better than before.
Key words: Database; Digital terrain model; Highway alignments; Computer aided design

0 引言

随着我国公路计算机辅助设计 (CAD) 技术应用的普及与深化, 公路勘测设计一体化和数据管理的科学化、规范化是迫切需要解决的问题。交通部制订了《公路交通科技发展“九五”计划到 2010 年长期规划》, 其中, “卫星定位 GPS 技术、航测遥感技术在公路勘测中的应用”, “新一代数字地面模型与 CAD 系统的开发”, “工程数据库的开发与应用”等课题是亟待完成的重要内容。显然, 前者是公路工程不同阶段的集成, 后者是 CAD 系统数据管理的集成, 两者相辅相成, 是 CAD 技术发展的方向^[1]。

我国从“六五”起直到现在, 对数字地面模型 (Digital Terrain Model, 简称数模或 DTM) 在公路勘测设计中的应用研究一直没有间断, 以交通部第二公路

勘察设计院、长沙交通学院为代表的单位取得了多项科研成果, 并产生了巨大的经济效益和社会效益。但随着计算机软硬件的飞速发展, 数字地面模型应用的质量也应得到提高。本文在 AutoCAD 图形环境下, 基于 ACCESS 数据库, 利用 ADS/ARX 工具, 完成了数模在公路 CAD 中应用的部分功能, 供同行们交流。

1 公路勘测设计一体化的层次结构

如图 1 所示, 数字地面模型是连接公路勘测阶段与设计阶段的桥梁。用于生成数模的原始数据有多种多样, 传统的方法是通过各自的接口程序转换成数模可读取的文件, 显然, 有时文件格式的必要变化会给用户和程序开发人员带来许多不便, 另外, 数模构网及应用中产生的信息若用文件管理会造成大量数据冗余。因此, 将原始数据转换成栏目相对健全、格式相

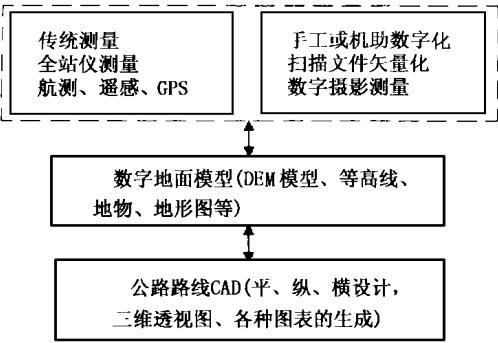


图 1 公路勘测设计一体化的层次结构

对固定的数据库表的形式，并为后续设计的数据管理打下基础，是很有价值的。

用于公路路线 CAD 的数模，主要有矩形格网数模、三角网数模、散点数模和线串数模，尤以前两种应用最为普遍^[1]。根据数模覆盖的区域又可分为较大区域数模（可供多方案比选）和带状数模（仅沿路线走向布设）。带状数模中，根据工程应用的深度，又派生出鱼骨式和随意鱼骨式两种。本文的重点不在于讨论各种数模的特点及适用性，而是着重讨论数模用于公路路线 CAD 中的有效数据结构及数据管理，这实际上也是所有不同形式的数模都必须解决的。可以说，良好的数据结构及高效的数据管理是数模及其在公路路线 CAD 中应用的核心。因此，为简便讨论，本文采用不规则三角网（TIN）数模，并假设已从测量阶段获取了地形散点的数据。

2 基于数据库的数模及其应用的实现

图 2 表示了基于数据库的数模程序设计结构，和以往数模的结构相比，它可利用 AutoCAD 的图形环境，对数模图形进行编辑，数模图形的变化会实时引起支持图形显示的数据库中表的变化——此乃交互设计的核心，能大大提高程序的使用质量。

2.1 硬、软件环境

- °CPU 为 80386 以上的 PC，速度越快越好；
- °8M 及以上内存；
- °AutoCAD for DOS（WINDOWS）12 版及以上，ACCESS 2.0 以上及支持 ODBC 或 DAO 的数据库；
- °ADS/ARX 开发环境。

2.2 数模的数据结构

2.2.1 地形散点的数据结构

```
struct point _ dtm {
    int number, code;
    double x, y, h;
```

```
char * attribute;
```

结构中元素分别表示地形散点的序号、类别、三维坐标及属性。

2.2.2 三角形边的数据结构

```
struct edge _ dtm {
    point _ dtm p1, p2 ;
    struct triangle _ dtm * left, * right;
}
```

p1, p2 为组成三角形边的地形点；left、right 为链接左侧和右侧三角形的指针。

2.2.3 三角形边的数据结构

```
struct triangle _ dtm {
    struct point _ dtm p1, p2, p3 ;
    struct edge _ dtm e1, e2, e3;
    struct triangle _ dtm * lastptr, * nextptr;
}
```

p1、p2、p3 为组成三角形的地形点；e1, e2, e3 为组成三角形的边；lastptr、nextptr 为链接前后三角形的双向指针。

2.3 TIN 数模的构成与数据管理

2.3.1 地形散点的排序分格

当地形散点超过一定的数量时，有必要对其按 X、Y 两方向的排序、分格处理，以利三角形构网及检索。

该操作完成后，记录地形散点的表的元素将重新排列，同时，生成一些新表。

2.3.2 设置地性特征线、禁区

在 AutoCAD 图形环境下，可预先定义三角网边界（若不定义，将根据最大构网半径和最小对角自动生成边界^[3]）；或定义一些特征线，如陡坎等高程突变处；或定义一些禁区，禁区是一块封闭的区域，不参加构网。

上述操作完成后，将生成一些新表。

2.3.3 TIN 三角网的构成

由地形散点排序分格的信息，三角形的扩张只在其邻域内进行，构网速度大大提高。

构网完成后，并不生成一些新表，而是在原有记录地形散点的表中充实一些栏目，以记录三角网中点、边、三角形的连接关系。

2.3.4 三角网的优化与修改

在 AutoCAD 图形环境下，可进行三角网网形优化，优化的原则是：检查两相邻三角形所构成四边形的两条对角边边长，若相邻边边长已是两者中的较短

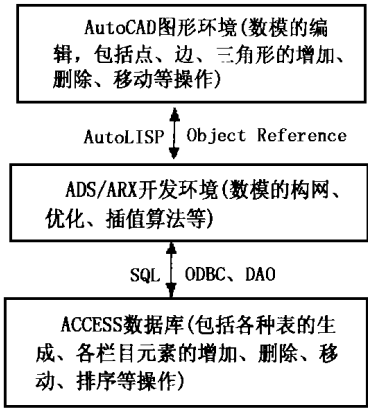


图 2 基于数据库的数模程序设计结构图

者，两相邻三角形保持不变；否则相邻边改为另一条对角边³。若对构造的三角网不满意，可添加、删除、移动三角形。

上述操作完成后，记录三角网中点、边、三角形的连接关系的表将被更新。

2 3.5 纵、横地面线的生成

当在数模范围完成路线的平面设计后，即可内插生成纵、横地面线，由三角网中点、边、三角形的连接信息，内插速度很快。

上述操作完成后，将生成以路线桩号为序的新表，供后续程序使用。

2 3.6 三维地面及路线全景三维模型的生成

作为数模生成的副产品，在 AutoCAD 图形环境下，可以很方便地生成地面的三维线框（mesh）；另外，在路线平、纵、横及人工支档工程设计完成后，可生成路线的全景三维模型。这两种三维模型可由 AutoCAD/Render 或在 3DMAX 中进一步加工，以获得更强大的三维表现功能。

上述操作完成后，不生成任何新表，已有表中的元素也不改变。

3 举例与结论

笔者对一 8km² 范围共 8 700 个地形散点进行了构

网，并对其间一条长 5.34km 共 549 个桩号断面的路线生成了纵、横地面线。这一工作分别在 3 种不同的平台（硬件为 Pentium100MHz CPU、16M 内存，数据库对地形散点的排序、分格利用 ACCESS 完成）下进行，具体指标详见表 1。

多平台的数模及其应用比较 表 1

运行平台	地形点是否排序分格	地形点数	三角网边数	三角形总数	构网耗时(s)	生成纵、横地面线(s)	可否生成三维地面模型
AutoCAD R12 for DOS	否	8700	25923	17221	690	161	可以
AutoCAD R12 for Windows	是	8700	25923	17221	239	16	可以
AutoCAD R14 for Windows + ACCESS 8.0	是	8700	25923	17221	394	24	可以

对以上数据加以分析，初步得出如下结论：

•数据结构与数据管理是数模的核心，在其基础上进行的优化效果十分显著；

•传统的基于文件方式的数据管理，虽然运算速度较快，但对程序开发、维护人员及用户准备数据文件十分不便；而基于数据库方式的数据管理，能减少数据冗余，提高程序开发及使用效率，显然是公路路线 CAD 的发展方向。

•本文仅对数模阶段的数据进行了数据库管理的尝试，效果是肯定的，其后续设计阶段也应该可以，但一定复杂得多，需进一步专门研究。

参考文献:

[1] 凤懋润. 促进公路工程计算机应用技术的更大发展. 计算机辅助工程, 1997 (2): 1—5
[2] 邓涛, 洪德昌. HD—DTMS 数字地面模型系统的开发. 公路工程计算机应用论文集, 长沙: 湖南科学技术出版社, 1996: 139—143.
[3] IB&T (德). CARD/1 用户手册. 1995.