

文章编号:1671-8879(2007)05-0044-05

基于 GIS 的新疆高等级公路筑路材料管理系统

许娅娅, 张碧琴, 李霞

(长安大学 特殊地区公路工程教育部重点实验室, 陕西 西安 710064)

摘要:依据新疆高等级公路筑路材料的资源现状,采用叠置分析的地理信息系统(GIS)选线方法,研制开发了新疆高等级公路筑路材料 GIS 管理系统。将筑路材料资源信息及相关的地理背景信息按其数据特性的不同分为图形数据和属性数据两种,并以矢量数据及格栅数据两种结构形式进行表达;利用 VB 编程语言,基于 OLE 自动化技术对 MapInfo 进行二次开发,实现了 Accsee 数据与 MapInfo 数据的连接和 GPS 数据的输入。

关键词:道路工程;筑路材料;地理信息系统;最短路径

中图分类号:U414

文献标志码:A

Material management system based on GIS for constructing highway in Xinjiang province

XU Ya-ya, ZHANG Bi-qin, LI Xia

(Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education,
Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: According to the distribution of materials for constructing highway in Xinjiang, this paper adopted the overlay GIS route selection method to develop the Xinjiang high-class highway material GIS management system. Based on the characteristics of the material resource information and the correlative geography background information, these two kinds of information were divided into graphic and attribute datum, and expressed by the vector data and the grill data. Using the VB programming language and the OLE automation technology, a second-round development from MapInfo was made to realize the connection between Access data and MapInfo data and the input of GPS data. 1 tab, 3 figs, 10 refs.

Key words: road engineering; construction materials; GIS; shortest path

0 引 言

随着高等级公路的不断发展,对公路使用性能与养护管理的科学化、现代化要求越来越高。采用传统方法进行筑路材料勘查设计时,设计者需要花费大量的人力和物力,才能完成筑路材料的选定。

其中很多工作在其他道路设计时已经完成,但由于没有现成的数据库可用,不得不进行大量的重复性工作,因而造成人力物力的浪费。为此,本文在高等级公路材料地理信息系统^[1]的基础上,基于 OLE 自动化技术对 MapInfo 进行二次开发,建立了新疆高等级公路 GIS 的筑路材料管理系统,实现了

收稿日期:2006-04-20

基金项目:国家西部交通建设科技项目(200131879701)

作者简介:许娅娅(1962-),女,陕西乾县人,副教授,E-mail:xyyxl@sohu.com。

对特定道路筑路材料相关属性数据的查询管理。

1 系统总体设计

1.1 筑路材料资源及指标

新疆高等级公路筑路资源信息主要来源于建设单位、设计单位、施工单位、监理单位和养护单位近20年来的公路建设项目设计与施工资料档案及相关课题的研究项目^[2]。信息的整理本着遵循地区性的自然地理环境特征,同时考虑公路网的分布和规划的原则进行统计描述。筑路材料描述指标选择应科学实用和全面,确保简单直接的反映路用性能。

水的描述指标有矿化度及pH值,潜水矿化度、潜水pH值分别反映了水中矿物质、水的酸碱性对拌料施工等的影响,地下水矿化度越高,表明地下水的含盐质量分数越大;pH值越小,表明地下水的酸性越强。对于公路工程用水,矿化度高和pH值小的地下水会造成混凝土工程结构物的腐蚀^[3]。

土的描述指标主要有土组、干湿类型、压实度、土基回弹模量、加州承载比等。影响土基强度的直接因素是土本身的性质和结构。因此,在进行土基填料的描述时首先要说明其土质类型,同一土质,若含水质量分数不同,则土基强度便有很大的区别;同时,土基强度一般情况下是随压实度增大而增加的;由此提出干湿类型、压实度两个描述指标;土基回弹模量、加州承载比均为公路工程设计中用于表征土基强度的指标^[4]。

1.2 系统的总体设计

系统设计采用 Access 数据库和 MapInfo 地理信息系统平台,用先进的开发工具语言 VB¹¹ 加以开发实现,建立筑路材料数据库,设计与高等级公路网紧密联系的数据库的可视化信息管理系统。系统总体设计框架如图1所示。

2 数据结构设计

2.1 筑路材料 GIS 数据类型

数据模型涉及到栅格和矢量两种形式,即按数据的结构分为栅格数据和矢量数据:

①栅格数据是将工作区域的平面表象,按一定分解力进行行和列的规则划分,形成许多网格,每个网格单元称为像元,以行列构成的像元矩阵称为栅格,栅格中的每个像元都以一定数值表示了诸如岩土类型、地形地貌等地理现象;②矢量数据主要用于表示地图图形元素几何数据之间及其与属性数据之间的相互关系,包括点实体、线实体和多边形数据3种。

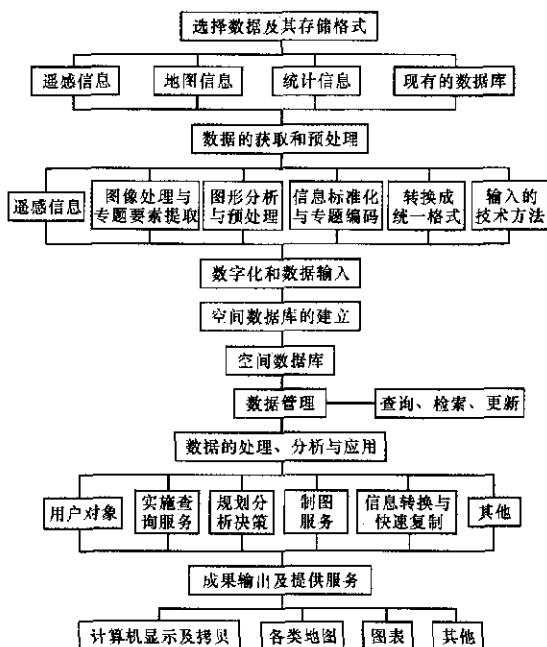


图1 系统总体设计框架

点实体包括由单独一对 (x, y) 坐标定位的一切地理或制图实体,料场及交叉口均属于点实体。线实体可以定义为直线元素组成的各种线性要素。空间中的一个线性要素,亦称为链,链是 n 个坐标对的集合。线与链之间的连接信息是道路网分析中必不可少的信息。多边形(有时称为区域)数据是描述地理空间信息的一类重要数据。在区域实体中,具有名称属性和分类属性的,多用多边形表示,如行政区等;具有标量属性的有时也用等值线描述(如地形、矿化度、pH值等)。

2.2 筑路材料 GIS 数据库的建立

在筑路材料 GIS 管理系统中,既有空间定位数据,又有地理属性数据。

筑路材料数据库按其内容不同分为3大部分:地理基础数据库、筑路材料资源信息库和道路空间数据库。地理基础数据库解决了基础地形图比例尺的选择、坐标系与投影方法的选择、数据输入、地形要素的筛选4方面的问题;筑路材料资源信息库以公路路线为脉络,系统地提供沿线地方筑路材料资源分布信息;道路空间数据库的建立主要解决了料场的空间位置定位问题。

地理信息系统的数据库分为空间数据库和图形库两大部分,空间数据具体分层如表1所示。

图形库由新疆公路网规划图、公路里程图、岩土类型分布图等构成。图形库的主要存储格式为图像格式(*.bmp、*.gif、*.dwg、*.Tab)。

表 1 空间数据具体分层汇总

类别	图层号	图层名	代码
地理 基础 图层	11	地形	DX
	12	道路	DL
	13	行政区划	XZQH
	14	公路自然区划	GLZRQH
	15	其他地物	QTDW
	16	地图标注	DTBZ
筑路 材料 图层	21	河流、湖泊、干渠	SX
	22	矿化度	KHD
	23	pH 值	pH
	24	岩土类型	YTLX
	25	土组	TZ
	26	干湿类型	GSLX
	27	土基回弹模量	E ₀
	28	加州承载比	CBR
	29	筑路材料汉字标注	CLBZ

3 系统功能的实现与应用

3.1 系统功能

系统实现了图形显示、浏览、查询、编辑等 GIS 基本图形操作功能。图形显示实现了背景地理信息、筑路材料信息分层显示;图形浏览实现了用鼠标对图形进行实时漫游、开窗、放大、缩小、旋转等操作;图形查询实现了图形与属性数据双向查询;图形编辑提供工具对地图上所有图形实体分点、线、多边形、文字增加和删除、旋转、修改等操作。

3.2 功能模块

系统采用模块化设计,主要由系统主界面设计模块、地图操作模块、属性查询模块、扩展应用模块等组成。系统主窗体包括了 MapInfo 的多数基本菜单,也为其他功能模块提供入口的菜单,图形操作模块由“文件”菜单下的“打开表”命令实现,该模块主要完成对料场数据的查看、编辑、报表输出等功能;扩展应用模块主要指最短路径查询分析的实现(图 2),分别由“GPS 数据”和“最短路径”两个一级菜单进入。

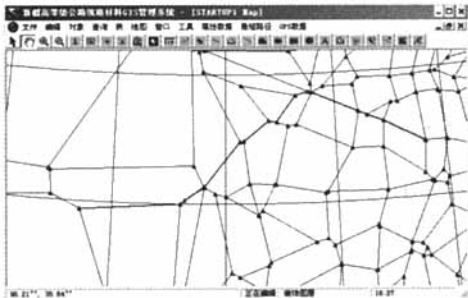


图 2 最短路径分析

4 关键技术的实现

4.1 线性定位参照系统

由于筑路材料的分布是以公路路线为脉络的,故系统采用了线性定位参照系统——里程桩定位参照系统,建立起有效的平面坐标系统和里程桩线性参照系统的联系机制^[5]。

在系统中实现线性定位参照系统,关键是在地图中形成可操作的具体路线,并给路段赋予与现场相符合的里程桩号。

(1)路线的定义。在地图上建立路线之前,应该明确现场的路线起点和终点位置及桩号,唯一定义路线的编码。在具体操作时,根据路线的走向和起、终点位置,在基础地图上找到与该条路线对应的弧段,然后把这些弧段采用 GIS 软件的命令或程序组成该条路线,并同时形成连接路线和弧段的路段,确定路线的方向,在必要的情况下赋给路线相应的属性值。

(2)里程桩的设置。在公路上,里程桩号并不与实际的路线距离长度一致,再加上公路上断链现象的存在,单独给路线赋予起、终点桩号,其他桩号通过路线长度内插得到会使实际的定位发生错误。因此,在具体系统建立中,需要在当中设立一些与实际桩号相符合的控制点,比如在某特定桥梁上设置一个点,把该点上的实际桩号,采用手工或通过程序赋到 GIS 中的路段上,这样在桥梁两侧的信息就不会发生逻辑错位。

4.2 动态分段技术

为实现公路图形和属性数据的双向动态可视化查询分析,本系统采用动态分段技术^[6]。

动态分段是 GIS 中一种对线性特征的属性进行动态分析显示的技术。系统建立时采用 VB、MapX 和 MapX 的动态图层机制,编写了快速逼近算法及动态显示的一组底层函数,成功地实现了动态分段功能。动态分段功能的实现方法如图 3 所示。

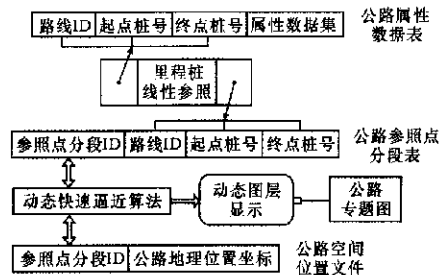


图 3 动态分段功能的实现

4.3 最短路径

最短路径分析功能主要是为服务于道路选线工作设计的,可将道路路线分段,然后取各段的中心为节点,加入现有筑路材料拓扑网络,进一步实现最短路径分析,以便确定最经济合理的供料点。本文在构建拓扑关系的基础上,用 MapX 控件二次开发拓展 GIS 空间分析功能,实现传统的最短路径算法(Dijkstra 算法),并对最短路径的应用进行 GIS 技术方面的扩展^[7]。

建立道路选线拓扑关系算法的步骤为:①数据预处理;②建立点、弧段关联关系;③生成多边形,建立多边形与弧段的关系;④建立多边形嵌套关系树,建立多边形与多边形之间的关系;⑤具有嵌套关系多边形的关联弧段的左、右面号调整及多边形内点自动生成。

实现 Dijkstra 算法的具体步骤为:①从数据库文件的弧段表中读取相关的道路网络数据,网络的结点和边分别获得计算机的内部序号;②求道路网络中的最大邻接结点数;③构造邻接结点矩阵,构造初始判断矩阵;④利用邻接结点矩阵和初始判断矩阵,求道路网络中任意两点间的最短路径。

在系统开发时,为减少复杂编程与调试的工作量,利用 VB 语言快捷高效的制作用户界面,以 OLE 自动化方式启动 MapInfo 工具软件作外服务器;将查询空间的 ReadOnly 属性设置为 False,同时查询 Requistive 属性设置为 True,实现对查询结果进行编辑和修改的处理技术,用 Access 数据库统一管理,Access 数据库可直接利用 Word、Excel 等多种格式的数据,可方便进行数据更新。

5 沙漠地区公路选线的应用

基于 GIS 的道路选线方法形式多样,功能不一,从基本空间分析方法的角度可将它们分为互为补充的 3 类:基于数字高程模型的线路设计方法;基于叠置分析的线路优选方法^[8];基于空间分析与模拟的综合选线方法。“沙漠地区公路选线及参数研究”课题在进行公路选线时采用的是基于叠置分析的线路优选方法,筑路材料 GIS 管理系统为其进行线路综合评价提供用于叠置分析的专题图层。

该方法主要用来对已拟订的多条初选线路方案进行综合评价与优选。

5.1 建立公路选线单因素分析模型

根据设计道路的类型、技术等级和具体要求,将线路设计方案综合优选的评价指标体系层次化,并

将地形图、地质图、拟选路线平面图等图件资料数字化,分层组织社会因素、经济因素、技术因素、景观生态因素等因素的空间数据,每层按相应因素的等级、种类、用途进行编辑,建立相应的单因素分析模型。

5.2 提取公路选线影响信息

根据地形特点,建立相应的公路带状数字高程模型 DEM,由此可以确定公路平纵线形指标和工程填挖土石方数量;按照公路等级对初选线路做一定距离的公路带状缓冲区图层,在多层地理数据的支持下,将线路缓冲区图层与其他单因素分析图层做叠置分析,提取符合某种条件的影响公路选线的相关特征信息,并进行计算、统计,得到各评价指标的影响信息^[9-10]。

5.3 公路选线多因素综合分析方法

影响公路选线的因素很多,其中一些因素是定量指标,利用 GIS 技术可以获得其对路线方案的影响信息;而另一些因素及因素之间的相互影响只能定性描述。层次分析法可使因素之间的定性分析变为定量表达,是多因素综合分析的一种有效方法,其基本思想是:通过对组成该系统的多个因素的分析,将系统条理化、层次化;对每层两两因素之间的相对重要性先给以粗略定量表示,而后再用数学方法确定全部因素之间的相对重要性,并加以排序。

6 结 语

(1)通过对筑路材料管理地理要素特点的分析,建立了筑路材料数据库和道路网的矢量地图表达方式,构建了网络拓扑结构,建立了属性数据模型。

(2)提出了符合实际的系统结构设计和开发模式,解决了空间和属性数据库的统一存储管理、最短路径高效计算组件开发等关键技术问题。

(3)设计了友好的系统操作界面,操作过程规范、灵活和可视性良好。数据处理采用自动的整体处理和手动局部调整并行的方式,具有灵活的可视化地理信息图查询功能。

(4)实现了强大的查询管理功能,将庞大的数据与地理信息相关联,使养护管理人员或工程技术人员可以从电子地图上直接调用并查看所需的数据,使数据的管理变得直接、简便和明了。

参考文献:

References:

- [1] 孙朝云,沙爱民,雒 应,等.基于 Delphi 5.0 的高等级公路材料地理信息管理系统[J].长安大学学报:自

- 然科学报, 2002, 22(1): 63-65.
- SUN Chao-yun, SHA Ai-min, LUO Ying, et al. A computer management system for highway construction materials based on Delphi 5. 0 [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2002, 22(1): 63-65.
- [2] 张碧琴, 李江华, 田茂杰, 等. 新疆公路三级区划设计参数的研究[J]. 中国公路学报, 2005, 18(3): 18-21.
- ZHANG Bi-qin, LI Jiang-hua, TIAN Mao-jie, et al. Research on design parameter of the third division for highway in Xinjiang[J]. China Journal of Highway and Transport, 2005, 18(3): 18-21.
- [3] 贺国佑. 新疆公路三级自然区划设计参数研究[D]. 西安: 长安大学, 2004.
- [4] 张碧琴, 田茂杰, 叶亚丽, 等. 新疆公路三级自然区划划分原则和方法[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2005, 25(5): 29-33.
- ZHANG Bi-qin, TIAN Mao-jie, YE Ya-li, et al. Principle and method of third level natural division for highway construction in Xinjiang province [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2005, 25(5): 29-33.
- [5] 马京辉, 赵鸿铎. GIS-T 中的公路里程桩定位参照系统[J]. 山西建筑, 2004, 30(5): 133-134.
- MA Jing-hui, ZHAO Hong-duo. Positioning reference system of highway mile post in GIS-T[J]. Shanxi Architecture, 2004, 30(5): 133-134.
- [6] 暨育雄, 阙胜男, 孙立军, 等. 基于 GIS 的机场道面管理系统[J]. 交通运输工程学报, 2004, 4(1): 70-74.
- Ji Yu-xiong, KAN Sheng-nan, SUN Li-jun, et al. Airport pavement management system based on GIS [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2004, 4(1): 70-74.
- [7] 李莉, 周美玉. 基于 ArcView 平台的地理信息系统[J]. 交通运输工程学报, 2004, 4(4): 110-113.
- LI Li, ZHOU Mei-yu. Geographical information system based on ArcView platform[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2004, 4(4): 110-113.
- [8] 张映雪, 黄利芒. GIS 技术在公路建设管理中的应用研究[J]. 中国公路学报, 2004, 17(1): 90-93.
- ZHANG Ying-xue, HUANG Li-mang. Application study of GIS technology in highway construction management [J]. China Journal of Highway and Transport, 2004, 17(1): 90-93.
- [9] 张碧琴, 李霞, 李江华, 等. 新疆公路三级自然区划标志体系的建立[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2005, 25(4): 21-25.
- ZHANG Bi-qin, LI Xia, LI Jiang-hua, et al. Symbolic system of third level natural division for highway construction in Xinjiang province [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2005, 25(4): 21-25.
- [10] 邹国平, 邹群, 黄铮. 基于 SDSS 的高速公路养护系统结构[J]. 交通运输工程学报, 2006, 6(3): 47-50.
- ZOU Guo-ping, ZOU Qun, HUANG Zheng. Architecture of expressway maintenance management system based on SDSS [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2006, 6(3): 47-50.
- ~~~~~
- (上接第 19 页)
- XU Ou-ming, HAN Sen, HAO Pei-wen, et al. Relationship between structure strength and composition for weakly-weathered-stone-gravel [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2006, 26(5): 21-25.
- [5] 马彪, 莫石秀, 王秉纲, 等. 基于剪切性能的级配碎石关键筛孔合理范围确定[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5(4): 27-31.
- MA Biao, MO Shi-xiu, WANG Bing-gang, et al. Rational range determination of key sieve pores for graded crushed stone based on shear performance [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(4): 27-31.
- [6] 陈忠达, 袁万杰, 高春海. 多级嵌挤密实级配设计方法研究[J]. 中国公路学报, 2006, 19(1): 32-37.
- CHEN Zhong-da, YUAN Wan-jie, GAO Chun-hai. Research on the design method of multilevel dense built-in grading [J]. China Journal of Highway and Transport, 2006, 19(1): 32-37.
- [7] 王宏杨, 黄晓明, 傅智. 半刚性基层表面裂缝影响因素[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5(2): 38-41.
- WANG Hong-chang, HUANG Xiao-ming, FU Zhi. Influence factors on surface crack of semi-rigid base course [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(2): 38-41.
- [8] 陈拴发, 郑木莲, 王秉纲. 粉煤灰混凝土应力腐蚀特性试验研究[J]. 中国公路学报, 2005, 18(3): 14-17.
- CHEN Shuan-fa, ZHENG Mu-lian, WANG Bing-gang. Experimental research on stress corrosion character of fly-ash-cement concrete [J]. China Journal of Highway and Transport, 2005, 18(3): 14-17.
- [9] 陈拴发, 王秉纲. 高性能混凝土应力腐蚀评价指标[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5(1): 6-10.
- CHEN Shuan-fa, WANG Bing-gang. Stress-corrosion-evaluation indices of high-property-concrete [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(1): 6-10.