

# 基于 GIS 的山地交通地理信息分析方法与技术

徐京华

(西南交通大学土木工程学院, 四川 成都 610031)

**摘 要:** 在分析讨论传统山地交通地理信息分析方法弊端的基础上, 对基于 GIS 及 GIS- T 的山地交通网的建设、管理使用等所需的相关地理信息的分析意义、技术方法等问题进行了探讨。以成都市域的相关数据和 MapInfo 平台为例, 研讨了基于 GIS 的山地交通地理信息分析基本步骤及山地交通网自身及其主要环境要素的分析内容和方法。研究得到了基于 GIS 的山地交通地理信息分析方法在可视、实效等方面明显优于传统方法; 相关研究的难点及今后进一步深入研究的方向及内容等结论。

**关键词:** 山地; 交通网; 地理信息系统; 交通地理信息系统; 地理信息分析; 方法与技术

**中图分类号:** P642. 22

**文献标识码:** A

我国面积广大的西部地区, 交通运输网大多处于地形复杂、气候变化多端、山地灾害易发的恶劣山地环境之中。山地交通网的安全、畅通及优化设计、建设显得尤为重要。要实现对地处复杂环境、安全隐患多的山地交通运输网的实时管理及决策, 掌握其全面的相关数据、信息至关重要。传统的基于人工的信息、数据获取及使用方法在实效、速度等方面都很难满足现代交通管理对信息的需求。因此, 研究如何将当今社会科技发展的最新信息技术——地理信息系统(GIS)等新技术应用于山地交通, 使山地交通运输网的建设与管理, 尤其是灾害的防治、预测预报及灾害发生后的快速应对决策, 在先进的信息技术支持下, 达到智能化、实时化、现代化的高水平, 具有相当的前瞻性和重要意义。

采用地理信息系统技术建立交通地理信息系统(GIS- T), 可实现对山地交通地理信息的快速、自动、实时地采集、存储、更新、分析处理、传输以辅助相关决策。交通地理信息系统以计算机及相关软硬件的大存储量和快速的运算速度, 能够海量的存储山地交通及其地理环境信息, 这就使大量的山地交通信息得到了一体化的集成管理, 保证了相关信息的快速查询及检索使用。另外, 能够代表交通地理

信息系统典型特点的交通地理信息综合分析功能, 采用一定的分析模型、方法、技术, 对系统存储的数据进行分析加工, 这实际上是一个数据深加工——知识、信息的挖掘过程。只有具备强大分析功能的交通地理信息系统, 才能够很好的起到对交通网的安全、畅通及优化设计、开发的辅助决策作用。

## 1 山地交通地理信息分析的内容与方法

### 1.1 原始资料、数据的采集

丰富、全面的原始数据、资料是山地交通网的地理信息分析的物质保证。地质、地貌、地形、降水、植被、土壤等都是与山地交通密切相关的地理要素。资料采集时应围绕上述范围, 根据分析要求, 收集或实测不同形式、不同比例尺的原始资料。

### 1.2 原始数据输入与数据库建立

用于山地交通地理信息分析的各类数据、资料, 按其形式的差异可采用直接导入或通过扫描、数字化、键盘录入等方式输入计算机。

山地道路及其地理背景要素的相关数据、资料, 在空间分布上有点、线、面等多种图形特征。表现这些要素的原始资料由于比例尺等的差异, 在形式上

收稿日期(Received date): 2003- 11- 01; 改回日期(Accepted): 2004- 02- 24。

基金项目(Foundation item): 四川省重点项目“建立四川省交通线路安全保障体系研究”[The keystone item of Sichuan Province “Study on the foundation of safety ensure system of traffic route of Sichuan Province”]

作者简介(Biography): 徐京华(1958- ), 女(汉族), 副教授, 主要从事地图学与地理信息系统应用的教学与研究工作[Xu Jinghua (1958- ), femal, the Han nationality, associate professor, pursuing her studies of cartography and GIS Teaching and application.]

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

和表达相关内容的方式方法上都有较大差异。因此,在存储方法上分三种不同情况: a. 原始资料为比例尺较大的客观表达要素分布的地图资料,可按实际分布的不同图形特征(点(如滑坡、崩塌等)、线(如道路、断裂带、河流等)、面(不同岩性、地层等))和属性特征分层存储。b. 对于地形、气候等要素,其原始数据可以是离散的数据点(高程点、气象观测站的观测数据等),也可以是以等值线表示的地形图、气候图等。对于离散的数据点,需存储其位置坐标(图形数据)和属性信息(该点的数量特征);对于等值线地图,可以通过内插获取离散点,存储方法同前;也可将等值线作为线目标,存储其图形及所代表的数量;还可以以相邻等值线围成的面域为目标,存储相应面域的图形和数量范围(这种存储方式可将其他要素与等值线图的叠加分析变为点于面、线与面、面与面的叠加分析)。c. 对于人口、经济等诸多要素的数据存储,原始资料如果是以一定行政单元为统计区域的统计数据,则以相应的行政单元为记录,各类统计数据为字段存储;如果原始资料是以分级、分区统计、点数法等表示的专题地图,可根据地图提取所需数据,很显然,用这种方法获取的数据,准确性是比较差的。

### 1.3 分析前的数据预处理

数据的预处理是以系统数据库存储的数据为基础,为更好地满足各类分析需求(如最优路径选择、道路的开发规划、地理环境要素叠置、分割等分析)而进行的比例尺匹配,投影匹配,专题要素的表示方法改变,类别与级别的改变等分析前的数据预处理工作。专题要素表示方法的改变包含离散数据的连续化;数量特征的质量化;质量特征的数量化等内容,如把以符号表示的离散的点状(泥石流、滑坡等)、线状(道路网、地质断裂带、河流等)目标改为以分级统计法或等值线法表示(离散数据的连续化;质量特征的数量化),把以等值线表示的地形图改变为以质底法表示的地貌图(数量特征的质量化)。类别与级别的改变主要涉及要素的分类分级的概略化与细分化等内容。一般的通用 GIS 平台(如, MapInfo, SuperMap 等)具有一定的处理、转换功能(如,比例尺的匹配;投影匹配;相同的数据源可用不同的专题地图表示方法(实质上是表示方法的改变)等等),但有一些处理转换的功能还需结合专业特点进行二次开发,如表示专题要素质量特征与数量特征的相互转换(例如,将表示气温、坡度、农作物产量等内容的地图,经综合分析得到综合区划图;将以线状符号

表示的道路、水系等要素转变为以分级统计法表示(道路长度/平方公里,河流长度/平方公里))等等。总之,系统存储的数据是分析的数据源,但也不能忽略了以这些数据源为基础,进行加工处理得到的衍生数据,衍生数据对系统分析同样有重要意义。

### 1.4 分析内容及方法

基于 GIS 山地交通地理信息分析,从内容上应分为山地交通网本身的基本信息(如,山地交通网络特征、平面图形特征、道路名称、等级、类别、路面状况、里程等等)分析;影响山地交通规划设计、安全运营的交通要素地理环境信息(如地质、地形、地貌、山地灾害、气候、人口、经济等)的分析以及山地交通相关要素的动态分析等方面。有了 GIS 丰富数字信息存储,知识、信息的分析和加工的空间是很大的。本文仅就山地交通网的空间(图形)特征分析及其地理环境要素叠置分析等内容进行研讨。

#### 1.4.1 山地交通网自身的空间特征分析

山地交通网及其附属设施构成山地交通要素的主体,其相关信息的基本查询及空间分析对于了解掌握区域交通发达程度、基本状况、运营条件具有重要意义。山地交通网的空间特征分析包含山地交通网的长度分析,网密度分析,形态特征分析,网络分析等内容。在分析方法上,可以沿用平面的相关分析方法,但要考虑一些山地特有问题的,如:山地交通网的长度计算就要引入高度(大地水准面与地球椭球体之间的距离)及倾斜改正系数(线段起始点之间的高差)<sup>[4]</sup>,当平均高程在 2 000 m 左右时,长度及面积的改正系数分别为 0.03% 和 0.06%,并随高程的增加,在 9 000 m 时,达到 0.14% 和 0.28%<sup>[4]</sup>。对四川西部平均海拔在 3 500 m 的高山高原区,道路长度计算是应考虑高度改正数的。对倾斜改正,长度计算对其可忽略不计,而面积计算则要考虑改正,当坡度是 0.2 时,面积改正数为 1:50,并随着坡度的增大到 0.3,改正数增大到 1:22<sup>[4]</sup>。

目前, GIS 通用软件(如 MapInfo、ArcInfo、SuperMap 等)大都具备任意二维线状物体(道路、河流等)的长度计算、平面面积计算、网络分析等功能,但就上述分析考虑高度与倾斜改正数的计算功能不多。要在 GIS 中实现交通网的空间特征分析,首先要明确计算分析的精度要求,其次要掌握高度与高差对分析的影响规律,再次,系统 DTM(数字地面模型)数据存储是必备条件。

#### 1.4.2 山地交通网地理环境信息分析

交通道路网作为一种人工建设的社会经济要

素,是依托其他相关的自然要素及人文经济等而存在的,可以称这些要素为交通道路网的地理环境。山地交通道路网的地理环境对其选线设计、开发维护、效益估计、安全运营、灾害预测预报、损失评估等都有极大的影响。

山地交通地理环境信息分析,在方法上可分为道路和某一环境要素的叠加、道路和多个环境要素的叠加、环境多要素叠加分析(对山地交通网的环境做出综合评价)等多种类型。若采用传统的根据原始数据和纸质地图进行上述分析,很显然,多因子(多图幅)的叠加以及对叠加结果进行计算处理等都是十分困难的。许多方法,往往是理论上可行,但因人工操作困难、计算过于繁琐、费时,而实际上难以实施(如任意形状范围的面积计算、基于等高线图的山体体积计算、不透明的纸质地图叠加分析等)。而基于 GIS 技术的山地交通地理环境信息分析,在一定算法的支持下,以其大存储量将山地交通网的地理环境要素分属性、分图层集中存储及高速的运算处理速度,为多类型、多形式的各类不同专业领域的山地道路地理环境信息的综合处理、充分应用、深层次知识挖掘提供了良好条件。

本文以成都市域的几个山地交通环境的重要要素为例,以 MapInfo 为软件平台,对山地道路网分别和不同的环境要素叠加分析的内容及方法进行研究。

1. 山地道路网与地质层的叠加。在技术上需先沿道路(一条或多条)建立一定宽度的缓冲区,使道路由线状目标变为呈条带状的面域,以此面域与地质层叠加求交,根据数据源的不同(是普通地质状况的直接表达,还是经过人为分析评价得到的工程地质、环境地质状况),可获取道路沿线的断层、裸露岩石的岩性等基本地质状况,或道路沿线一定范围内的是否是地质灾害易发区,或不同岩石的工程特性等信息,所获取的信息,可定性和定量。图 1 是一幅基于 MapInfo 的道路层与工程地质叠计分析示意图,从图中可以看到,叠加后落在缓冲区内的具有不同工程特性的区域图形及多项数量特征。

2. 山地道路与气候图层的叠加。由于大部分气候要素(气温、降水等)都是以等值线法表示的,因此其叠加是线状目标与等值线图层的叠加。图 2 清楚地显示了成(都)南(充)高速路穿越了不同的温度带。就分析技术而言同样需沿道路建立一定宽度的缓冲区,以此区域与气候图层叠加获取分析结果。只是有的气候因子采用叠加分析得不到有用的结果

(如山地道路在建立缓冲区后与降水量图层的叠加,处在降水量大的区域,不一定会发生水灾,是否发生水灾还取决于地形等其他因素)。

3. 山地道路与地形的叠加。使道路本身的起伏与周边一定宽度的地形一目了然。如比例尺足够大,则可计算挖填方。由于地形多用等高(值)线形式表达,因此道路与地形的叠加所采用的技术、方法与其和气候要素的叠加无差别;如果系统以高程点的形式存储地形数据,应先将其连续化,即转变为等值线形式(这时的等值线是按两条等值线间的面域存储的,这样存储便于叠置分析)。

4. 山地道路与水系的叠加。道路与河流的交点即是需要架桥的地点。如果系统存储的河流信息较为详实(如流速、流量、河宽等),则可对要架设的桥梁的技术指标做初步的判断。道路与河流的叠加,还可对道路的水灾进行分析及预测预报)。

5. 山地道路与山地灾害图层的叠加。表现山地灾害分布特征的原始资料,在形式上分为表示具体分布的泥石流、滑坡等山地灾害的分布图层(图 3 上图,图中圆点为滑坡点,资料取自中国科学院成都山地灾害与环境研究所乔建平编制的《四川省滑坡分布及危险度区划图》)或经过人为加工分析得到的分析评价图层(如山地灾害危险度区划图层)。山地道路网图层与区域山地灾害图层叠加,可获取整个区域交通网沿线的山地灾害情况。山地某条道路及其缓冲区所形成的条带与山地灾害分布图层的叠加,可分别获取道路沿线的灾害分布信息(图 3 左下图)及其一定范围内的灾害分布信息(图 3 右下图);如果与分析评价图层叠加,则可获取道路沿线一定范围内的山地灾害分析评价结果。

以上讨论了五个山地交通网背景要素的图形叠加分析(空间分析)。对于上述五个环境要素,如引用“相关分析”模型<sup>[3]</sup>,通过求取交通要素与某个环境要素的相关系数,可从数量上掌握山地交通网与它的关系。基于 GIS-T 的“相关分析”,可通过调用通用 GIS 平台的相关功能或以系统存储的数据为基础,通过二次开发自行编程实现。

#### 1.4.3 山地交通网地理环境综合分析

对于山地交通网,重要的环境因子是地形、山地灾害等,而地形与山地灾害又与地貌、地质、降水、植被等环境因子密切相关。因此山地交通网的地理环境综合分析实际上是地形、地貌、地质、植被等环境因子的综合分析,这类分析对分析评价山地交通网存在环境及灾害的预测预报及防治等有重要的意



## 2 结束语

1. 基于 GIS 的山地交通地理信息分析方法与传统方法相比较, 有诸多的优越性。GIS 中多要素图层的透明叠加高及速的数据处理技术, 使传统的应用纸质地图进行叠加分析所面临的多因子(多图幅)叠加困难以及对叠加结果进行计算处理的繁琐等困难得以解决。计算机技术、GIS 技术为交通领域的数据存储和充分分析利用创造了条件。

2. 实践证明, 山地交通网开发及运营的相关数据资料的采集、分析处理及恰当的存储等是实现山地 GIS-T 分析、辅助决策功能的关键。

3. 本文对基于 GIS 的山地交通地理信息分析技术方法进行了初步探讨, 作者认为相关研究还可从以下两方面深入: a. 从微观(一段道路)到宏观(省、国家等的区域道路状况)分析所需求的原始资料的采集及输入存储问题; b. 对山地交通网自身及其环境要素, 分别根据各要素的不同的图形和属性特征——深入研究, 内容包括空间(图形)分析算法、数学模型建立与应用等。

### 参考文献(References):

- [1] Chen shupeng. Geographic Information System Guide Discuss[M]. Beijing: Science press, 2001. 5. [陈述彭. 地理信息系统导论

[M]. 北京: 科学出版社, 2001. 5.]

- [2] Guo Renzhong. Spatial Analysis[M]. Wuhan: Wuhan Science and Technology of Surveying and Mapping University Press, 1997. 1, 108~118, 169~179. [郭仁忠. 空间分析[M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1997. 1, 108~118, 169~179.]
- [3] Institute of Mountain Hazards and Environment, the Chinese Academy of Sciences and Water Conservancy Ministry, Chengdu and Institute of the Traffic Science, the Traffic Department of the Tibet Autonomous Region. A Study of Typical Mountain Hazards Along Sichuan-Tibet Highway[M]. Chengdu: Chengdu Science and Technology University Publishing House, 1999. [中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 西藏自治区交通科学研究所. 川藏公路典型山地灾害研究[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1999]
- [4] Zhu Guorei, Zhang Genshou. Map Analysis. Beijing: Surveying and Mapping press, 1994. 11, 39~52, 214~222. [祝国瑞, 张根寿. 地图分析[M]. 北京: 测绘出版社, 1994. 11, 39~52, 214~222.]
- [5] Gong Jiangwen. Cartometry[M]. Beijing: Surveying and Mapping Press, 1989. 12, 34~37, 50~55. [龚剑文. 地图量算[M]. 北京: 测绘出版社, 1989. 12, 34~37, 50~55.]
- [6] Zhang Kequan, Huang Rentao. Thematic Map Compilation[M]. Beijing: Surveying and Mapping press, 1991. 11. [张克权, 黄仁涛. 专题地图编制[M]. 北京: 测绘出版社, 1991. 11, 125~175, 222~232.]
- [7] San Wei Workroom. MapInfo 6.0 Directory of Application and Em-polder[M]. Beijing: People Post Press, 2001. 1. [三味工作室. MapInfo 6.0 应用开发指南[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001. 1, 180~192, 401~402.]

# Method and Technology of Geographic Information Analysis of Mountain Traffic-net Based on GIS

XU Jinghua

(College of Civil Engineering, South west Jiaotong University, Chengdu, 610031 China)

**Abstract:** Based on discussion of the abuses of traditionary analysis methods of mountain traffic geographic information, this paper discusses the analysis meaning and the methods of the information needed in the impolder and management of mountain traffic network by using GIS and GIS-T. Taking the data of the Chengdu city and MapInfo software as the example, the paper researched the basic analysis process of the mountain traffic geographic information and the analysis content and methods of mountain traffic and main environmental elements. The research gets the conclusion that the analysis methods of mountain traffic geographic information based on GIS are much better than traditional analysis methods in visualisation and actual effect. The research also finds the difficulty of correlative research and the aspects and contents of going deep into the research.

**Key words:** mountain; traffic network; geographic information system; Traffic geographic information system; geographic information analysis; method and technology