

文章编号: 1002-0268 (2000) 02-0075-04

# 基于 GIS 的公路环境信息系统的分析与设计

晏晓林  
(交通部公路科学研究所, 北京 100088)

**摘要:** 在分析地理信息系统 (GIS) 技术应用于公路环境保护领域的必要性基础上, 对公路环境信息系统 (HEIS) 的系统需求、系统结构、系统数据、系统功能和系统应用模型等进行了分析、描述和设计。  
**关键词:** 地理信息系统 (GIS); 公路环境信息系统 (HEIS); 系统分析; 系统设计  
**中图分类号:** U411; X32 **文献标识码:** A

## System Analysis and Design of Highway Environmental Information System (HEIS) Based on GIS

YAN Xiao-lin  
(Research Institute of Highway, Ministry of Communication, Beijing 100088 China)

**Abstract** On the basis of requirements of GIS application in highway environmental protection, description, analysis and design of the Highway Environmental Information System (HEIS) are presented on its construction, data, function and model et.  
**Key words:** GIS; HEIS; System analysis; System design

### 1 系统需求分析

根据国家及交通部的规划,“九五”期间重点建好和贯通“两纵两横”及三条主要路段共计 1.45 万 km,到 2010 年基本建成“五纵七横”国道主干线系统,公路总里程达 135 万 km。如此大规模的国道主干线开发建设必将对环境造成巨大的压力和影响。如何将现代高技术应用于公路环境预测、评价和环境管理乃至环保投资,如何保护沿线生态环境和居民生活环境,使公路更好地为国民经济服务,促进国民经济与社会稳定、环境保护可持续发展,是一个具有重大意义的课题。

建立可持续发展的环境是保障社会经济、交通事业发展的前提条件;可靠的环境信息、正确的环境决策、有效的环境管理是掌握环境状况、防止环境破坏、治理环境污染的重要保障。我国公路环境评价和管理工作起步较晚,但也已积累了一些经验,掌握了

许多有价值的数 据,逐渐形成一套较完整的环境指标体系、环境预测评价模型方法和数据监测、汇总渠道;公路开发建设前期工作时间紧、任务重,环境影响评价工作常常因项目工程设计的变更而导致重复劳动甚至返工;公路环境由于点多、线长、面广、因素复杂,除项目建设前期的环境影响评价外,缺乏有效的营运期环境管理技术手段;公路改造建设和投资决策也要求迅速得到更多更广的公路环境地理信息;因而高效率高质量的环境预测与评价、环境信息更新、查询和管理已成为十分迫切的需要。

基于 GIS 的公路环境信息系统 (HEIS) 旨在研究和开发 GIS 这一新技术在公路环境影响预测、评价与管理等方面的应用,通过二次开发将公路环境影响预测与评价模型纳入 GIS 系统,建立基于 GIS 的公路环境影响评价模型工具,为公路环境评价、环境管理和环保投资提供科学的辅助决策信息。现有的商业数据库软件(如 Foxpro)为公路环境保护工作的大

量数据更新、管理提供了强有力的手段,而日益成熟的 GIS 软件工具则使公路环境影响评价、环境管理业务中的图形管理以及图形与属性的一体化管理成为可能。

通过调查分析,公路环境预测评价和管理中的数据特征及其对信息系统的要求归纳如下。

(1) 属性数据的管理 可存储公路工程技术指标、公路污染源特征、沿线环境要素特征、社会经济等数据,并能满足数据修改、查询和不断更新的需求。

(2) 空间数据的管理 能分层存储和显示各种图件如公路地理位置图或公路路线走向图、环境要素图、环境敏感点分布图等,能将各种环境数据信息与公路线位及敏感点的地理位置之间的关系建立在一张公共的底图上用以显示和分析,通过计算机屏幕在图形上查询属性信息,如评价区域内某点的环境空气污染物浓度或噪声级等。

(3) 整体性和针对性 由于公路环境点多、线长、面广、因素复杂,因而本系统在保证环境要素整体性的前提下,不追求环境数据的大而全,以免落入大规模数据采集工作的“怪圈”而难以自拔;应根据公路环境评价的主要指标体系及其预测评价模型、方法和数据参数特征,有针对性地进行数据库建立,以增强数据信息的质量和潜在的更新能力,提高信息数据的价值。

(4) 实用性和动态性 系统能满足公路营运期声、气、土壤环境影响预测评价的基本要求,能打印各种地图和报表,简单实用;同时从系统发展的角度,应具备功能扩充和系统升级换代的便利性。

(5) 易操作性和友好的界面 本系统的用户主要为非计算机专业的环境评价技术人员或环境管理人员,因此系统界面应简单明了,采用操作人员熟悉的环境评价专业术语和组织方式来实现,力求易学易懂,便于操作。

## 2 系统功能分析与设计

### 2.1 系统结构

基于 GIS 的公路环境信息系统 (HEIS) 的总体结构如图 1 所示。

### 2.2 系统功能

HEIS 系统由 3 大系统模块组成:数据库管理模块、环境预测与评价模块和图件生成与管理模块。数据库管理模块对系统的数据库进行管理,主要功能包括数据录入、增加、修改、删除、检索查询、报表输

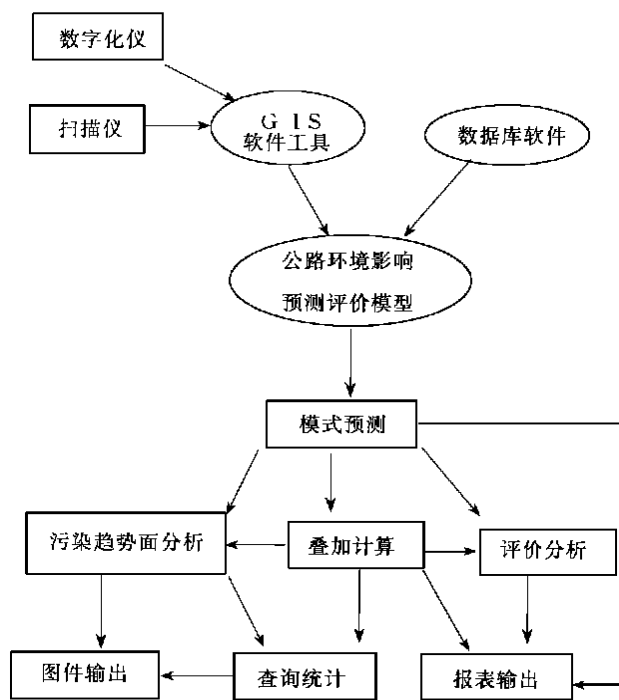


图 1 HEIS 总体结构示意图

出等。环境预测与评价模块从数据库中获取数据,利用模型库中相关联的应用模型,对环境质量进行评价,或对公路不同营运期的交通污染(声环境、环境空气、水环境)进行预测和评价,并将预测或评价结果与图形结合提供一体化查询,以图形和报表形式输出。图件生成与管理模块能根据计算数据生成路段污染趋势面分析图、评价图、污染曲线图或直方图;能够对图形进行信息查询、出图等操作。

概而言之,HEIS 系统的主要功能包括以下几个方面。

#### (1) 数据输入与管理功能

数据输入与管理功能包括公路工程、环境要素基础空间图形的数字化以及属性数据的输入、增加、修改、删除等操作。图形空间数据采用扫描数字化或手扶跟踪方式分层输入。

#### (2) 空间分析功能

系统能实现图形空间数据和属性数据的双向联合查询和分析,既可由图形信息查询所需的属性信息,又可根据各种的属性信息条件查询图形信息。系统可以进行环境敏感点距离测量、施工场地或搅拌站的选址等空间分析。

#### (3) 环境预测与评价分析功能

根据已输入的不同营运期的交通量、车型比、车速、气象、环境现状监测值等环境数据和参数以及有关修正值,分别按各自相关联的模式计算出噪声水平、环境空气、水、土壤等环境污染物的预测值,并

对敏感点进行叠加预测；能根据评价标准判断污染是否超标等。

#### (4) 图形报表生成输出功能

根据环境预测与评价数据，生成路段污染预测或评价报表，建立公路噪声、尾气污染缓冲区进行污染趋势面分析等；能够对图形数据进行统计分析并以直方图、曲线图等多种方式显示或打印输出以及属性数据报表的预览打印等操作。HEIS 系统的输出结果主要有环境质量报表（包括环境现状评价报表、环境预测与评价报表、敏感点叠加预测与评价报表等）和环境质量图件（包括公路路线图、公路沿线污染趋势面分析图、污染物污染曲线或直方图等）。

#### (5) 三维地形显示

能显示公路环境评价区域的 DEM 图形、公路三维视景生成或环境污染三维空间分析等。

### 3 系统数据分析与设计

从系统结构可见，HEIS 系统从 GIS 地图中获取地理空间信息，从数据库中获取属性数据，经系统内部应用模型库处理形成公路环境信息。因而本系统数据包括图形空间数据和属性数据。

#### 3.1 图形空间数据

HEIS 的一大特色是公路环境污染信息的可视化，可进行图形数据与属性数据的联合查询与分析，充分利用 GIS 的查询与分析功能，实现污染源或敏感点的定位、污染缓冲区的建立、环境质量的评价等。HEIS 系统中图形数据包括基础背景图层（它可以是一个栅格图层或栅格、矢量混合图层，为管理环境专题图提供背景参照）、拟建公路图层、水系图层、植被图层、房屋图层、监测点图层、交通噪声图层、汽车尾气图层等多图层多属性的空间数据。

#### 3.2 属性数据

HEIS 系统在满足系统功能需要的前提下存储反映环境预测、评价、管理工作必需的基础数据，不求数据库的大而全。HEIS 系统属性数据有：

##### (1) 公路污染源信息数据

包括交通噪声污染源信息、汽车尾气污染源信息等，如交通量、车型比、源强高度、行车速度、路面情况、地面覆盖物、气象数据、尾气排放因子等。

##### (2) 敏感点信息数据

包括敏感点类型（居民点、学校、医院、河流等）及其与公路的位置关系、受影响的居民（师生）人数、声环境现状监测数据、环境空气现状监测数据、水环境监测数据等。

##### (3) 环境质量信息数据

如环境空气质量数据（ $\text{NO}_x$ 、CO、TSP）、声环境质量数据（ $L_{Aeq}$ ）、水环境质量数据（pH、Pb、 $\text{COD}_{Cr}$ 、SS、DO、油类）等。

##### (4) 评价标准信息数据

如《环境空气质量标准》、《城市区域环境噪声标准》、《地面水环境质量标准》、《农田灌溉水质标准》等。

### 4 应用模型库分析设计

#### 4.1 应用模型的二次开发

基于 GIS 的公路环境影响预测评价应用模型库是本系统的核心部分。根据《公路建设项目环境影响评价规范（试行）》，开发适用于公路环境预测评价的 GIS 应用模型，以便更快速、客观、科学地了解和掌握公路沿线的生态、环境的状况及其变化趋势。

利用 GIS 二次开发的公路环境影响评价应用模型主要包括环境空气、声环境、土壤环境等影响预测与评价模型及其有关参数的确定、修正模型等。

(1) 参数确定模型：回答各模型中有关参数的选取、确定、修正等，如交通量、源强、车速、气象参数、声影区长度的确定等。

(2) 环境预测模型：对污染物在环境中的扩散分布状况进行模拟预测。

• 噪声预测模型：用以预测不同交通状态下公路沿线评价范围内各邻近位置或环境敏感点所接收到的噪声级。它与接收点、公路之间的障碍物、地面和其它表面的吸收、反射或散射噪声的性质以及路面和路基结构有关。输入的数据有交通量、车型比、车速、路面类型、沿线地形、纵坡及其它障碍物修正值、环境敏感点的初始噪声值等。

• 环境空气污染物扩散模型：用以确定公路营运期车辆尾气中各种污染物的扩散影响程度。需输入的数据有交通量、车型比、沿线地形、大气稳定度、风向风速以及源强高度以及环境敏感点的初始污染物浓度值等。

• 水土流失量预测模型：将公路建设可能引起的坡度、坡长、植被类型等土地信息的变化作为因子并统一在水土流失方程中，就可以估算出公路施工建设可能增加的水土流失量。

(3) 评价模型：参照标准值，回答各污染物因子的污染程度。

基于 GIS 的公路环境影响评价应用模型库结构见图 2 所示。

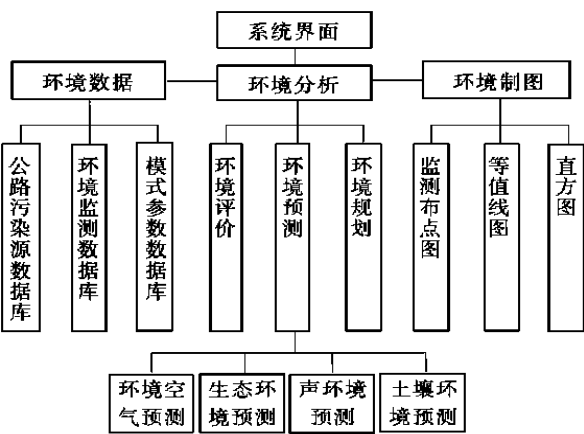


图 2 基于 GIS 的公路环境影响评价应用模型库结构

4.2 污染物数字浓度模型和评价图件的生成

公路环评需要针对公路沿线的整个带状区域，而环境监测往往是在某些离散点上进行的。对此，可利用 GIS 的空间插值和等值线追踪等技术，根据每个监测点噪声或环境空气的监测数据和叠加结果，进行整个区域的离散点插值外推，形成污染数字浓度模型。

4.3 公路污染缓冲区的建立和污染趋势面分析

公路是带有交通属性的线性目标。利用污染预测模型将交通量转化为噪声级或环境空气污染物浓度；以公路为线性目标建立沿线两侧各 200 米评价范围的污染缓冲区，确定并列出现所有落入缓冲区的居民住宅、学校、医院等建筑物；将噪声或环境空气污染水平加入新目标的属性表中。

以监测点、环境敏感点噪声级或环境空气污染物浓度作因变量，以纬度为横坐标、经度为纵坐标作自变量，构造污染浓度分布的趋势面分析模式，生成污染趋势面图。它可以直观地显示污染物浓度或噪声水平沿公路的分布状况和衰减趋势，以及环境敏感点的污染程度。

5 结语

GIS 应用于公路环境保护领域的研究是一个新兴的课题。GIS 的许多技术对公路环境信息的评价分析益处颇大，基于 GIS 的公路环境信息系统功能的实现将大大提高公路环境评价和管理的效率与质量，使公路环境信息从简单的文字表格形式向图形报表有机结合的数据可视化分析方面迈进一步。

参考文献:

[1] 晏晓林. 基于公路环境保护的 GIS 应用与开发. 中国公路学报, 1998, 11 (4): 33-37.

[2] 黄正东, 谢榕. 荆州市环境信息系统. 测绘信息与工程 1998 (2).

[3] 迟振环. 基于应用模型的 GIS 模型库的设计及其软件实现. 地理信息世界, 1995 (3): 4-7.

[4] 王学军, 魏国锋. GIS 对环境影响评价的技术支持. 中国青年学者论环境. 中国环境科学出版社, 1996-07: 693-695.

[5] D Sheila et al. GIS for Environmental Impact Assessment—a case study. Int J. Environmental Studies, 1993, 43: 115-122.

[6] George L Ball. Ecosystem Modelling with GIS, Environmental Management, 1998, 18 (3).