

文章编号:1006-2106(2008)01-0008-03

基于 GIS 的铁路建设工程环境监理决策技术研究*

刘新科** 吴小萍 李松真

(中南大学, 长沙 410075)

摘要:研究目的:工程环境监理是铁路建设环境保护的一种有效机制,而铁路建设工程环境监理中涉及大量的统计资料和相关信息,为了提供铁路建设工程环境监理的工作效率和质量,有必要对铁路建设工程环境监理决策支持系统进行研究设计。

研究结论:基于 GIS 的 RCESDSS 的核心技术是实现了 GIS 技术和 DSS 技术相结合,并把我国铁路工程环境监理工作的经验及铁路环境保护技术融入系统,使 RCESDSS 能处理具有空间特征数据,又有强大的决策支持功能。系统的实现将能为工程环境监理人员提供可视化的决策支持。

关键词:铁路;工程环境监理;地理信息系统(GIS);决策支持系统(DSS)

中图分类号:X328 **文献标识码:**A

Study on Decision - making Technology for Railway Construction Environmental Supervision Based on GIS

LIU Xin - ke, WU Xiao - ping, LI Song - zhen

(Central South University, Changsha, Hunan 410075, China)

Abstract: Research purposes: The environmental supervision is an effective mechanism of environment protection for railway construction, and the railway construction environmental supervision involves a great amount of statistical data and relevant information. In order to enhance working efficiency and quality of railway construction environmental supervision, it is necessary to research and design Railway Construction Environmental Supervision Decision - making Support System (RCESDSS).

Research conclusions: The core technology of the RCESDSS is the integration of GIS with DSS along with the experiences of railway construction environmental supervision and the environment protection technology of railway. In this way, the RCESDSS can process the feature - spatial data and has powerful decision - making support function. The establishment of this system can provide visual decision - making support for environmental supervisor.

Key words: railway; engineering environmental supervision; GIS; DSS

铁路建设项目对生态环境的影响开始于勘测、选线阶段,重点发生于施工建设期,等到工程竣工验收时,许多生态破坏早已发生,尤其是对自然保护区、生态功能保护区、湿地、珍稀动植物及其栖息地、自然景观的环境破坏已不可逆转。自 20 世纪 80 年代我国正式开展工程监理工作以来,在确保工程建设质量、提高

工程建设水平、充分发挥投资效益方面起到了重要作用,但多年来环境保护未能纳入工程监理,导致施工阶段环境污染和生态破坏问题日益突出。2002 年国家环保总局、铁道部、交通部、水利部等部门联合做出决定,对新建青藏铁路线、西气东输管道工程等 13 个国家重点工程实行了工程环境监理试点。这标志着我国

* 收稿日期:2007-12-19

基金项目:国家自然科学基金项目(50578160);国家西部交通重点项目(2003 318 798 05);湖南省交通科技项目(200743)

** 作者简介:刘新科,1958 年出生,男,高级工程师,中国铁道学会常务副秘书长。

环境管理制度发生重大转变,正逐渐从事后管理转变为全程管理。青藏铁路是我国铁路史上第一个有环境监理的项目,其环境保护工作取得了显著的效果。

然而,在目前的铁路建设项目工程环境监理实施过程中,主要以巡查为主,辅以必要的环境监测,形式主要是编制大纲性和实施性指导文件,如《环境监理指南》和《环境监理实施细则》。“细则”在“指南”的基础上编制,是对“指南”内容的细化和具体化,使之能结合具体的铁路建设项目称为可操作和实施的技术性文件。这种环境监理工作方式还只限于人工处理和计算机辅助管理阶段,由于铁路建设环境点多、线长、面广、因素复杂,环境监理中涉及大量的统计资料和相关信息,环境监理人员常常不能全面、及时、准确地作出决策管理。随着GIS技术和DSS技术的发展,使计算机管理工程环境监理工作成为可能。本文正是在这种背景之下分析和设计基于GIS的铁路建设工程环境监理决策支持系统(RCHSDSS),结合GIS技术和DSS技术为环境监理人员提供可视化的决策支持,对铁路建设工程环境监理工作进行全方位的科学管理。

1 系统研发技术和用户需求分析

1.1 系统研发技术分析

目前GIS的模型只局限于空间分析范围,如叠加分析、缓冲区分析、最短路径、拓扑分析等,对大量属性数据不能提供有效决策分析,如把GIS软件集成到其它各种分析模型,实现难度较大。同时GIS软件对特定问题来说,用户界面不够友好,需要二次开发。而DSS能够为决策者提供决策所需要的数据、信息和背景资料,帮助明确决策目的和进行问题的识别,建立或修改决策模型,提供各种备选方案,并对各种方案进行评价和选择,通过人-机对话进行分析、比较和判断,为正确决策提供有益帮助。但是决策支持系统不能处理具有空间特征数据。由此可见,GIS和DSS二者的集成既能处理具有空间特征数据,又有强大的决策支持功能。RCESDSS将充分利用GIS技术和DSS结合的优势,研究和开发在铁路建设环境监理过程中的应用,为工程环境监理人员提供决策支持。

1.2 用户需求分析

经过现场调查与征询工程环境监理工程师及相关人员的意见,铁路建设工程环境监理决策支持系统的数据特征及其要求主要有以下几点:

1.2.1 管理属性数据

可以存储铁路建设环境监理过程中污染源特征、环境敏感点信息、环境监测指标及其数据、环境质量评价标准等。

1.2.2 管理空间数据

能分层存取和显示各种图件,如铁路地理位置图或铁路路线走向图、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铁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。如评价铁路边坡施工滑坡风险、铁路建设施工噪声环境影响评价等。

1.2.3 查询分析

能够查询铁路沿线具体位置的环境监测数据、环境监理日期、环境监理日记和月报、环境监理进度等。

1.2.4 数据编辑

能够对工程环境监理过程中的各种信息资料进行增、删、改、存等操作。

1.2.5 决策支持

采集管理最新的铁路环境保护信息,利用系统的优势能够为工程环境监理人员全面、及时、准确地提供环境信息、环境保护技术和管理手段。

1.2.6 提供多媒体

对文本、声音、图像、视频等多媒体数据进行数据库管理,实现超级链接,要求通过在地图上点击某要素就可以实现多媒体信息的显示与播放。

1.2.7 系统的通用性

要求系统具有通用性,通过简单的修改就可以在各种类似的铁路建设工程环境监理中应用。

2 系统目标

考虑到当前和未来的铁路建设环境监理的需求、现有技术水平和管理水平以及目前的经济状况,确定建立铁路建设环境监理决策支持系统目标如下:

(1) 能够为环境监理工程人员提供相对及时、准确、全面的有关铁路施工阶段的环境信息;

(2) 污染源、环境敏感点的空间定位;

(3) 污染缓冲区的建立;

(4) 进行铁路周围区域环境质量现状评价、铁路施工环境风险评价,将地理信息与大气、土壤、水、噪声等环境质量要素的监测数据结合在一起,利用Mapinfo软件的空间分析模块,对整个区域的环境质量现状进行客观、全面的评价,以反应出区域中受污染的程度以及空间分布情况。如通过叠加分析,可以提取该区域内大气污染分布图、噪声分布图;通过缓冲区分析,可显示污染源影响范围等;

(5) 为工程环境监理工程人员提供辅助决策支持,例如铁路建设环境保护技术、环境质量评价标准等。

3 基于 GIS 的铁路建设工程环境监理决策支持系统总体设计

3.1 总体结构设计

在设计时,基于 GIS 的铁路建设工程环境监理决策支持系统将采用客户/服务器(Client/Server)管理模式,系统将图形数据、属性数据等数据全部放在服务器上,客户机通过局域网与服务器通讯,并通过开发的应用程序对相应数据进行各种操作和处理。GIS 平台采用 MapInfo Professional,它是目前世界上最为完备、功能强大、全面而直观的桌面地图信息系统之一,在 Client/Server 环境下能够提供一种全新的解决方案。数据库管理软件采用 Microsoft SQL Server,它能够对大量数据进行有效管理。系统总体结构图如图 1 所示。

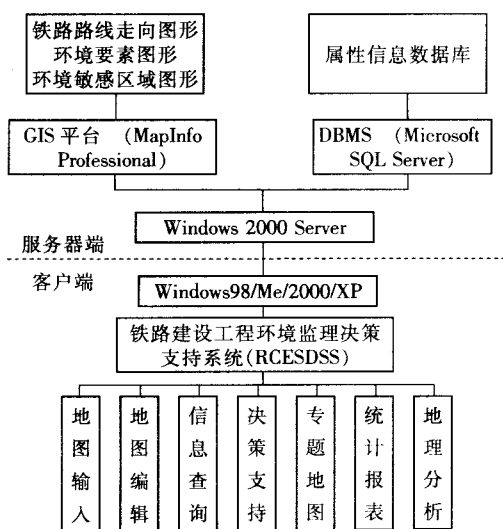


图 1 系统总体结构图

3.2 RCESDSS 系统技术设计

3.2.1 人机交互系统设计

人机交互系统是任何一个管理系统的门面,它的好坏是整个系统成功的关键之一。在 RCESDSS 中它是工程环境监理相关人员与本系统之间的交互界面,决策者通过人机交互系统的人机界面,采用窗口技术、光标定位技术、菜单驱动技术、鼠标驱动技术等输入必要的控制信息(用于控制系统的运行)和数据信息(用于模型计算),同时系统通过人机交互系统可视化方式(如电子地图、动态地图等)向用户显示运行情况以及最后结果。因此,人机交互子系统并不是一个单独的功能模块,而是存在于每个功能子系统中,融于整个系统的运行和应用。因此,该系统要做到不仅提示详尽、对话内容全面、含义清晰、全面考虑各种可能情况,而且均以信息条、图形等可视化的方式提供给操作者。

在 RCESDSS 的人机交互子系统的设计过程中,主

要采用菜单、工具栏、对话框的形式与用户进行交流。在菜单开发和设计的过程中,以系统需求为目的,去掉了 GIS 开发平台所提供的一些与本系统无关的菜单,运用菜单开发技术,建立系统新的菜单与菜单栏,实现用户的命令;而数据的交互主要采取窗口技术来实现,设计数据交互窗口,用户直接将系统所需数据通过窗口输入并存储在系统数据库中,供系统处理需要;数据处理结果的输出与表达,主要采用表格、图象的方式显示在专门的结果显示窗口中,这样使用者就能在一个直观的可视化环境中读取信息处理结果,便于作出科学决策。

3.2.2 数据库子系统设计

基于 GIS 的铁路建设工程环境监理决策支持系统从 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形成铁路工程环境监理信息,这个过程涉及的内容多,信息量大,而且来源广泛,可称为多源数据。如何组织多源数据直接关系到开发系统的功能和效率。在数据组织和管理上,应该将图形数据信息与属性数据信息分开管理。属性数据由大型的商用软件关系数据库(本系统采用 Microsoft SQL Server)来管理,可以利用数据库接口技术(如 ODBC, DAO 或 ADO 等)和 GIS 系统通信。图形信息由 GIS 软件本身功能来完成,GIS 对图形空间信息的管理通过分层管理来完成。另外为了环境质量评价和给环境监理工程师提供相关环境保护技术和措施,还应建立环境质量评价标准数据库和环境保护技术数据库。

3.2.3 模型库子系统设计

一般地,模型库系统都是由模型库管理系统和模型库两部分组成。模型库管理系统的基本功能是对整个模型库的各种操作进行管理,包括对模型的增加、修改等等。对不同应用系统的模型库管理系统来说,其设计的基本功能都相差不多。模型库是系统所开发模型的存储机构。系统所有模型,都存放于模型库中。对模型库而言,不同应用系统的模型库几乎都不相同,即使是同一领域中的应用系统,不同开发设计者,不同的应用目标,也将对应着不同的模型库。RCESDSS 主要模型如下:

3.2.3.1 数学模型

如环境质量评价模型、环境风险评价模型。

3.2.3.2 空间分析模型

空间叠置分析、缓冲区分析、专题图生成等,支持复杂的空间问题求解与决策,如环境影响区域分析。

3.2.3.3 数据处理模型

是指数据采集、数据编辑等。

(下转第 21 页)

统计计算方法;

(5) 盛行风向以南风为主,可以采用沿海台风型统计计算方法。

文中提出的防风系统布点方法已运用到温福线和京津城际设计中。

参考文献:

- [1] 盛其平. 高速铁路上的侧风问题[J]. 铁道标准设计, 2006(4): 14-20.
- [2] 叶文军, 刘红光, 薛洁. 铁路沿线灾害性天气监测、预测、预警系统[J]. 新疆气象, 2001(6): 25-27.
- [3] Tatsuo Noguchi, Toshishige Fujii. Mini-mizing the Effect of Natural Disasters [J]. Japan Railway & Transport Re-

view, 2000(23): 52-59.

- [4] 方文俞. 日本铁路防灾信息系统(PreDAS)[J]. 铁道运输与经济, 1995(3): 37-39.
- [5] 彭势清, 赵望达, 徐志胜. 高速铁路防风防雨安全监测报警系统[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2001(6): 52-54.
- [6] 郭奇园, 杨林, 王小铁. 客运专线综合防灾安全监控系统的软件设计[J]. 铁路计算机应用, 2007(9): 21-23.
- [7] 张新芳. 高速铁路、客运专线防灾安全监控系统设计探讨[J]. 铁道工程学报, 2006(2): 71-72.
- [8] 刘光文. 皮尔逊Ⅲ型分布参数估计[J]. 水文, 1990(4): 1-15.

(编辑 马 丽)

(上接第 10 页)

3.2.3.4 图形及报表模型

是系统运行结果输出的主要手段,是人机交互的一种输出形式。

模型所需的输入数据按照其特定的格式要求直接或通过中间数据文件从 Access 的公共数据库以及 MapInfo 的专题数据库或临时表、人机交互界面窗口中得到。而模型计算结果也按照特定的格式送到目标数据库或者目标文件中进行分析处理,以空间显示、输出报告等形式输出。模型库的功能主要有 3 个方面:(1) 模型的表示:用知识、数据、子程序、对象等方法表示基本模型;(2) 模型的编辑建立:以若干数学计算程序为基础根据数学方法和一定的逻辑关系组合成支持某一具体决策问题的模型;(3) 模型的运行:模型独立于数据而存在,仅仅在运行时才与数据结合,从数据库中抽取相关数据,得出运算结果,提供给系统前台。

3.2.4 知识库子系统设计

开发知识库的关键技术在于知识表示、知识的获取和解释、知识推理以及知识库的管理和维护。基于 GIS 的 RCESDSS 是建立在知识和有效使用知识的基础上的。知识获取、知识表示和知识利用是其基本点。系统的运行和求解过程是在知识库系统的支持下进行的。对于这样一个基于知识的决策系统,其知识库的设计需要认真考虑的问题包括:知识的获取、知识的表示、知识结构设计、知识的管理和维护、知识的使用等。在本系统中,知识库系统采用关系数据库的存储模式和管理方式,可以对其进行管理和操作。

4 结论

通过研究实现 GIS 技术和 DSS 技术结合,结合我

国铁路工程环境监理工作的经验及铁路环境保护技术,初步设计了基于 GIS 的 RCESDSS,并对系统的人机交互系统、数据库子系统、模型库子系统、知识库子系统进行了设计,使其能把各种信息有机结合起来,不但可以实现与实时数据和计算模型的动态连接,还可以实现决策的可视化。该系统的实现将大大提高铁路建设工程环境监理工作的效率和质量,使铁路建设工程环境监理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,这将加快我国铁路建设环境保护决策的科学化和现代化手段的进程,促进铁路建设的可持续发展。

参考文献:

- [1] 尹萍. 环境地理信息系统(EGIS)简析[J]. 江苏环境科技, 1999(4): 24-26.
- [2] 王卫东, 刘武成. 基于 GIS 的公路地质灾害信息管理与决策支持系统[J]. 中南工业大学学报(自然科学版), 2003(3): 301-305.
- [3] 王金增, 马履一, 吴保国, 等. 基于 GIS 的生态环境建设决策支持系统的技术方案[J]. 林业资源管理, 2002(4): 61-64.
- [4] WU Xiao-ping, et al. Comprehensive assessment method for environmental impact of railway based on Geographic Information System[J]. Journal of Central South University of Technology, 2004, 11(3): 340-342.
- [5] WU Xiao-ping, et al. The Study of Graph Overlay Method Applied to Environmental Impact Assessment of Railway Noise[J]. Journal of Central South University of Technology, 2005, 12(2): 237-242.

(编辑 马 丽)