

组件式 GIS 在大坝安全监控系统中的应用

徐卫超, 田 斌, 邓凤铭

(三峡大学土木水电学院, 湖北 宜昌 443002)

摘要 利用 GIS 平台, 结合大坝安全监控理论, 采用 MapObjects 对 ArcGIS 进行二次开发, 研制了具有实时采集、在线处理、离线分析、辅助决策等功能的大坝安全监控信息系统。同时探讨了基于组件式 GIS 平台的大坝安全监控系统的功能、结构框架及实现途径。该系统的建立可弥补常规监测系统的缺陷, 实现了大坝安全在线监测、评价, 提高了对大坝安全监控的能力。

关键词 大坝安全 监控系统 组件式 GIS MapObjects

中图分类号 :TV698.1 **文献标识码** :B **文章编号** :1006-7647(2005)06-0075-03

Application of component GIS to dam safety monitoring //XU Wei-chao, TIAN Bin, DENG Feng-ming (School of Civil & Hydroelectric Engineering, China Three Gorges University, Yichang 443002, China)

Abstract : In combination with the theory of dam safety monitoring, a dam safety monitoring information system with the functions of real-time acquisition, online processing, off-line analysis, and auxiliary decision-making was developed by use of MapObjects for secondary development of ArcGIS. The function and structure of the dam safety monitoring system based on component GIS as well as its operation process were discussed. The present system overcomes the disadvantages of the conventional monitoring system, and realizes the online monitoring and evaluation of dam safety.

Key words : dam safety ; monitoring system ; component GIS ; MapObjects

大坝安全监控通常是采集布置在水利枢纽中的监测仪器所产生的时序数据, 然后进行整理、计算、分析来监控大坝的安全性态。为全面反映大坝安全性态, 大坝安全监控项目众多(包括位移、渗流、应力应变等), 监测部位也从地下到建筑物内部, 形成复杂的空间监测网, 因而监测数据量庞大。大量的原型监测数据要立即送往数据处理中心进行整理分析, 以便及时了解大坝运行的安全状况, 作为水库运行调度的依据^[1]。

常规监测系统具有如下几个问题: ①数据处理滞后。随着大坝监测技术的自动化发展, 监测得到的数据量巨大, 用常规方法分析处理如此庞大的海量数据是不现实的。另外, 由于影响大坝安全的因素众多, 各因素间关系复杂, 常规方法分析周期长, 不能满足大坝安全监控管理的及时性需求; ②单测点模型不能满足工程需要。大坝监测分析通常采用单测点数学模型, 即将经过平差后的监测数据按时间顺序输出, 用数学方法得到测点依时间变化的曲线, 并对监测量进行预报和稳定性分析。单测点模型虽然能反映测值与荷载、时间的变化规律, 但不能反映测

值在空间上的分布关系; ③我国大坝安全监控分析评价预报系统开发平台众多, 所采用的数据库和计算机语言编译开发工具也往往不同, 因此监测系统开发周期长, 平台移植困难, 增加了开发成本。随着大量水电工程的建设, 急需一个统一、先进的开发平台来改善目前所遇到的问题, 而地理信息系统(GIS)正是一个合适的平台。

基于 GIS 的大坝安全监控系统具有采集、管理、分析和输出多种地理空间信息的处理能力, 具有空间性和动态性, 具有区域空间分析、多要素综合分析和动态预测能力, 能产生高层次的地理空间信息等特征, 因此基于 GIS 平台的大坝安全监控信息系统, 可弥补常规监测系统的缺陷, 实现大坝安全在线监测、评价, 提高了对大坝安全监控的能力与水平, 为确保水利工程效益的有效发挥及安全提供了科学的决策依据。

1 基于 GIS 的大坝安全监控系统设计

1.1 系统设计目标及原则

系统设计目标是利用 GIS 平台, 结合大坝安全

监控理论,开发具有实时采集、在线处理、离线分析、辅助决策功能的大坝安全监控信息系统,实现大坝监测的信息化、可视化和系统化,确保大坝安全运行,提高监测工作效率,提供科学的辅助决策依据.系统设计时要充分把握适用性、可扩充性、先进性、开放性原则.

1.2 组件式 GIS 系统开发

组件式 GIS 不依赖于某一种开发语言,可以嵌入通用的开发环境(如 VB, VC, Access 等)中实现 GIS 功能.因此,使用组件式 GIS 可以实现高效、无缝的系统集成. MapObjects 是 ESRI 公司提供的商业化 GIS 组件,包括一个地图控件(Map control)和一组 OLE 目标(Objects),这些组件具备 GIS 的基本功能,程序开发者可利用 MapObjects 开发应用程序并把这些程序提供给下一级用户使用(图 1).



图 1 MapObjects 在 VB 中的引用

地图控件能显示图层、图像层和动态跟踪图层目标,可通过编写代码来控制鼠标驱动绘图事件,设置显示参数,用方法可画元素,闪烁选择的元素,计算点与元素的距离,输入线、圆、三角.

GIS 中的数据库有两种 地理数据库(存储地理信息)和非地理数据库(存储非地理信息).大坝结构数据可作为地理数据库,而监测数据可视为非地理数据库,都可以通过 MapObjects 使用形文件连接起来.形文件是 ESRI 提供的存储地理数据的矢量格式.1 个形文件由 3 种文件组成,主文件(*.shp)包含几何形状 索引文件(*.shx)包含数据的索引 数据库文件(*.dbf)包含形的属性,可以修改字段的定义.

通过 VB 编写程序控制 MapObjects 可实现如下功能 ①显示坝段水平截面的多变量监测成果图(温度、位移、应力应变等);②坝段测点分布情况的放大、缩小、漫游;③通过线、方框、区域、多边形、圆来拾取监测点;④通过 SQL 描述来选择满足特定条件的测点;⑤对选取的测点进行基本统计;⑥对所选测

点监测量进行更新、查询;⑦动态显示实时或系列时间组监测数据;⑧在图上显示监测物理量极值点.

1.3 大坝监测 GIS 模型的建立

ESRI 引入了一种全新的面向对象的空间数据模型 GeoDatabase,可以利用这个模型来定义和操作不同用户或应用的具体的模型.大坝监测的 GIS 模型可采用棱柱模型、不规则三角网模型(triangulated irregular network, TIN)相结合的三维构模方法建立[2].

大坝坝体 GIS 模型可采用有限棱柱法[3].大坝坝体通常可按照不同高程分层,而监测仪器在设计 and 施工时也常按层面布置,因此可根据其层状分布的特点,首先将坝体分成若干水平层单元,然后对每层划分为若干三棱柱单元.该法可有效组织大坝位移监测所设计的空间数据和属性数据,依据该法建立的沉降计算模型可快速获取大坝沉降曲线图和沉降动态三维模拟图,计算速度快、单元划分简单,在 GIS 支持下易于实现大坝沉降的实时评价和快速预测预报[4].

岸坡、河床等地形较为复杂的监测部位可采用 TIN 面模型法. TIN 模型是由分散的地形点按照一定的规则构成一系列不相交的三角形组成,它能充分表现地形高程变化细节,可借助 GIS 软件将地形等高线等原始数据按一定的算法生成 TIN 模型,然后进行修正及内插细化.

2 工程实例

笔者应用 VB 和 MapObjects 对 ArcGIS 进行二次开发,开发了“基于 GIS 的大坝安全监控系统”,系统的总体结构见图 2,其中 7 个子系统和主系统的主要功能如下:

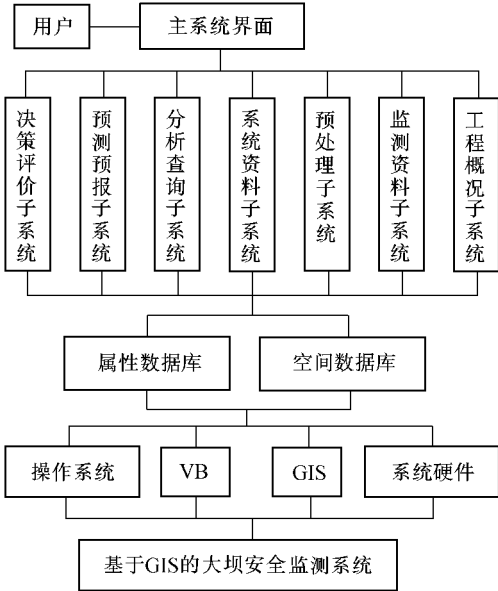


图 2 基于 GIS 的大坝安全监控系统结构

a. 工程概况子系统,主要介绍所监测工程的具体资料,有关图形图像,监测仪器的种类、型号、布置情况(图3).



图3 监测仪器查询系统示例

b. 监测资料子系统,包括监测数据的自动、人工采集,数据的分析校正,粗差检验,数据的添加、修改.

c. 预处理子系统,包括数据库的 SQL 查询,获取所需的数据和由数据生成的基本图形(*.shp, *.lyr 等).

d. 系统资料子系统,包括存储系统中的各种数据资料、文字资料和图形资料;对所存储资料的输出、调用.

e. 分析查询子系统,主要有显示、查询、分析处理功能.显示,包括放大、缩小、全屏、局部显示、漫游、三维导航;查询,包括点击查询(即通过在图表上用鼠标任意点击某位置即可显示该位置的所有信息)和自定义查询(即 SQL 多项查询,查询结果在图形中以不同颜色突出显示);分析处理,通过对数据和基本图形进行处理得到各种图形:过程线、柱状图、栅格图、剖面线、等值线.如可画出各点的应力-

时间过程线,可以将空间数据插值生成栅格图,显示其整个面应力大小分布,显示某一坝段的温度等值线等.

f. 预测预报子系统,包括建模条件选择、建模数据组织、模型预测效果.可基于棱柱模型、TIN 模型,选择适当因子(水位、温度、降雨等)建立大坝监测量的预报模型,来预测不同工况下大坝的位移、应力等变化情况.

g. 决策评价子系统,在综合分析的基础上,利用规范、规程、评判理论、专家知识与工程经验对大坝安全提供辅助决策支持.

3 结 语

GIS 强大的空间分析功能和图形显示功能为水利工程设计、施工、管理的可视化表达提供了有力的现代化手段.基于 GIS 的大坝安全监控系统使得大坝的安全监测资料采集、分析、评价、预报实现了自动化,可以使水利水电工程管理部门和流域管理部门及时掌握大坝的实际状态,进行大坝安全评价,及时指导水利水电工程的安全运行.随着 GIS 技术的快速发展,基于网络传输的地理信息系统(WebGIS)会进一步为大坝安全监控系统提供更有力的开发平台.

参考文献:

- [1] 骊能惠.土石坝安全监测分析评价预报系统[M].北京:中国水利水电出版社,2003.1—108.
- [2] 徐能雄,何满潮.层状岩体三维构模方法与空间数据模型[J].中国矿业大学学报,2004,33(1):103—108.
- [3] 吴琳,李天文.基于 GIS 的沉降监测数据分析及其三维模拟[J].地球科学与环境学报,2004,26(2):67—70.
- [4] 刘汉龙,刘立民,连传杰. GIS 地表塌陷计算的有限棱柱法及三维数据模型[J].岩土力学,2004,25(6):913—916.

(收稿日期:2005-01-31 编辑:冯敏峰)

· 简讯 ·

“水生态系统修复与重建国际研讨会”在河海大学举行

“水生态系统修复与重建国际研讨会”于 2005 年 11 月 12 日至 11 月 16 日在河海大学召开.来自荷兰、加拿大、德国及国内的著名专家学者主要交流和讨论了以下议题:城市水循环中的复合污染问题及控制、健康水生态系统的评价与构建、受损水生态系统修复、微生物在水生态系统修复中的作用等.会上,中国科学院生态环境研究中心的曲久辉教授提出了城市水循环复合污染的科学问题及其过程控制的理念,强调了人为干扰下污染效应不断积累、复合、放大所导致的生态健康风险.荷兰奈梅亨 Radboud 大学水与社会中心的 Smits 教授从流域大尺度和微生态小尺度层面阐述了生态系统的管理方法.加拿大皇后大学土木工程系的 Anderson 教授以加拿大典型的都市与半城市区域为例,从概念和模型模拟等角度阐述了暴雨管理和污水就地处理不同管理措施带来的环境和经济效应.荷兰奈梅亨 Radboud 大学植物生态学的 de Kroon 教授则从植物内部结构出发,阐述了节水灌溉的新思路.

(本刊编辑部供稿)