

基于 GIS 的三峡库区滑坡稳定性评价系统

夏元友¹, 卢清², 刘祯¹

(1. 武汉理工大学土木工程与建筑学院, 武汉 430070; 2. 武汉理工大学计算机科学与技术学院, 武汉 430070)

摘要: 基于三峡库区三期地质灾害防治工程地质勘查技术要求, 利用 GIS 技术设计三峡库区滑坡稳定性评价系统, 为预警指挥系统提供稳定性定量评价支持。阐述基于 GIS 的三峡库区滑坡稳定性评价系统建设目标和内容, 分析系统的总体设计、逻辑结构和功能模块设计, 给出系统的实现界面。

关键词: GIS 技术; 滑坡; 稳定性评价

Landslide Stability Evaluation System of Three Gorges Reservoir Area Based on GIS

XIA Yuan-you¹, LU Qing², LIU Ling-wei¹

(1. Institute of Civil Engineering & Architecture, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070;

2. College of Computer Science and Technology, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070)

【Abstract】 Based on the technology requirements of geological survey of geological hazard control engineering for the third period of Three Gorges reservoir area, this paper designs landslide stability system of Three Gorges reservoir area with the technology of GIS, to support quantitative evaluation of stability for alarm conducting system. It elaborates the construction target and details of the landslide stability evaluation system of Three Gorges reservoir area based on GIS, places great emphasis on analyzing the global design, logical structure and functional module design of the system, and shows the implementing interface of the system.

【Key words】 GIS technology; landslide; stability evaluation

1 概述

由于特殊的地质地理条件, 三峡库区从古至今一直是一个地质灾害多发的地区, 库区内地质灾害种类繁多, 量大面广, 防治任务十分繁重。这些地质灾害如果不能得到及时有效的治理, 不仅会严重影响三峡大坝的安全, 而且危及库区群众和重要基础设施的安全。为了解和掌握滑坡在各种复杂因素下的演变过程和滑动机理, 正确评价滑坡^[1-2], 为预测预报提供可靠的资料和科学依据, 有必要为滑坡建立稳定性评价系统。

基于 GIS 的三峡库区滑坡稳定性评价系统是三峡库区地质灾害预警指挥系统的部分研究内容, 其目的是为预警指挥系统提供稳定性定量评价支持。本文通过采用地理信息技术的手段, 以软件工程理论为指导, 开展基于 GIS 的滑坡稳定性评价系统的研发。稳定性评价软件的应用提高了库区滑坡灾害防治的工作效率。

2 GIS 在滑坡评价中应用的可行性

GIS 能够管理并描述地表及其附着物的空间信息与属性信息, 具有强大的图形、图像及属性数据处理能力, 能够对地理及其相关信息提供采集、处理、管理、报表等功能, 同时具有强大的空间分析功能, 如叠置、缓冲、地理编码和网络分析。GIS 最初主要用于环境检测及资源调查领域, 随着技术的日渐成熟, GIS 逐渐被应用于地质、交通、电力、国土、应急抢险及决策支持等领域^[3]。

在滑坡稳定性评价系统中, GIS 的以下功能可以发挥重要作用: (1) 数据获取。GIS 具备同时管理空间数据和相应属

性数据的能力, 并且支持多种图形和图像数据格式, 所以, GIS 能接受各种矢量数据或栅格数据, 此外, 某些 GIS 系统还提供了直接获取外部传感数据(如 GPS 数据)的能力, 这些功能为滑坡数据的获取创造了有利的条件。(2) 数据管理。它能够对空间数据和相应属性数据提供数据显示、查询、更新、维护等功能, 这些功能对有效存储和管理滑坡数据提供了必要的保障。(3) 空间分析能力^[4]。其内容包括拓扑关系、网络分析、缓冲、叠加等, 这些功能可以客观地模拟现实世界中地质现象与周围环境的关联关系。(4) 输出功能。输出是对数据处理及空间分析结果的表达, 常以图形、图表等可视化形式表征。总的来说, 在滑坡稳定性评价中引入 GIS 技术能有效改善评价体系的工作方式, 提高工作效率, 保证滑坡稳定性评价的有效性和预测预报的可靠性。

3 系统总体设计

3.1 系统总体结构框架

基于 GIS 的三峡库区滑坡稳定性评价系统总体上包括 3 大部分: 三峡库区滑坡地理信息数据库, 三峡库区滑坡稳定性评价模型系统, 分析显示子系统。其中, 三峡库区滑坡稳定性评价模型系统是整个系统的核心, 系统总体架构如图 1 所示。

基金项目: 国土资源部基金资助项目(SXJC-32H1B20)

作者简介: 夏元友(1965 -), 男, 教授、博士, 主研方向: 岩土体地面和土木工程智能方法; 卢清, 硕士研究生; 刘祯, 博士研究生

收稿日期: 2009-04-12 **E-mail:** luqing414@163.com

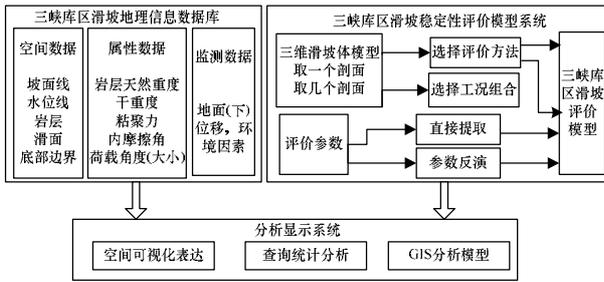


图1 系统总体架构

三峡库区滑坡地理信息数据库是评价模型系统的支持系统,主要提供3类数据:(1)空间基础数据,包括对岩土、滑面、水位线的描述数据,为评价模型提供事实依据;(2)监测数据,包括地面位移、地下位移、地下水位等各个环境因素,主要为评价模型可靠性检验提供验证信息,为岩土参数反演提供动态信息;(3)属性数据,包括岩层的天然重度、干重度、粘聚力、内摩擦角、荷载角度、荷载大小等。

三峡库区滑坡稳定性评价模型系统是评价系统的主体,其主要目标是在提取参数的前提下,对选取的一个或者几个剖面选择不同的工况组合和评价方法进行模拟评价。

分析实现子系统包括空间可视化表达、统计分析、GIS分析模型等,主要为三峡库区滑坡稳定性评价系统和滑坡地理信息提供一个集成式的分析、显示环境。

3.2 系统逻辑结构设计

在逻辑结构上,系统分为3层:功能表现层,逻辑应用层和数据服务层,见图2。表现层通过图形用户界面表现系统提供的功能、信息,并与用户交互,单机版的功能表现层中提供一套友好美观的用户界面,用户只需点击菜单或者工具栏上的按钮即可激活各功能模块;网络版的功能表现层主要通过IE浏览器实现,用户通过在浏览器中输入数据,点击提交按钮获得结果。逻辑应用层是实现系统功能应用的核心层,单机版和网络版中的逻辑应用层采用GIS组件、数据访问组件、用户自定义组件和封装的算法完成系统各个功能模块的实现,组件之间通过接口互相调用,上层组件调用下层组件。数据服务层提供数据存储管理的功能,主要存储滑坡稳定性的剖面信息以及与之相关的属性信息,数据服务层为系统提供数据服务。系统的三层体系架构是一个开放的结构,层次性的组件式功能结构设计有利于系统的扩展、应用和维护。

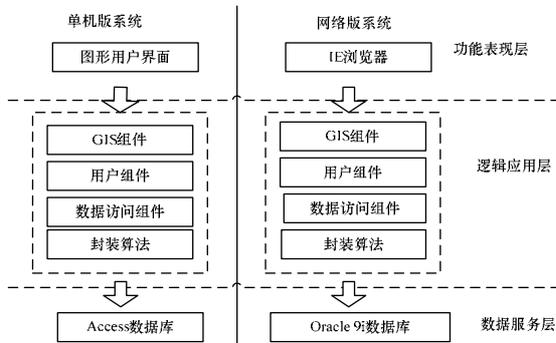


图2 系统逻辑结构

3.3 系统功能模块设计

3.3.1 系统模块设计

影响滑坡稳定性的因素十分复杂,包括滑坡岩土类型及性质、岩土体结构特性、地下水状态或水文地质条件、地震、大气降雨以及人类工程活动等。从信息角度考虑,滑坡稳定

性评价信息具有区域性、多维性、历时性等特点,在地质灾害勘查数据采集与图形变化编绘系统所建灾害体空间数据库基础上,利用GIS空间特征分析技术,采用叠置分析方法,进行岩性、构造、地下水位等复杂工况下剖面荷载组合计算,提供一套基于GIS的计算结果较为精确的评价软件,提高灾害体稳定性评价的精度;对危险性较大的地质灾害体进行计算,建立地质灾害体稳定性评价数据库,支持地质灾害预测预报。

针对以上建设目标要求,整个系统分为单机版和网络版2个部分,单机版和网络版在总体结构上保持一致,系统功能模块如图3所示。

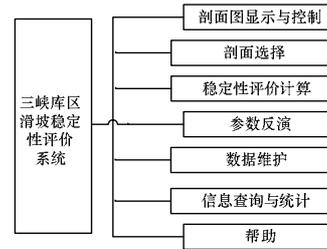


图3 系统功能模块

3.3.2 系统模块功能

系统总体结构中的各个部分同时也是系统的子模块,系统主要分为以下7个模块:

(1)剖面图显示控制模块。主要完成剖面图的二维显示及其相关操作功能,包括放大、缩小、漫游、固定放大、固定缩小、全图显示、前一视图、后一视图。用户只需通过鼠标的点击和移动即可控制剖面图显示的比例和部位,可以很好地满足用户对图形的操控要求。

(2)剖面选择模块。通过将同一滑坡的三维模型中截图的剖面图同时呈现给用户,由用户选择一个最具代表的剖面图参与计算,或者通过比较这些剖面图的稳定性计算结果实现剖面图的选择功能。

(3)稳定性评价计算模块。以GIS的空间特征分析技术为手段,利用经典的边坡稳定性评价方法对滑坡体进行稳定性评价计算,根据三峡库区滑坡特点及三期勘察技术要求^[5],系统将提供10种工况下的荷载组合用于评价计算,对计算中所需的图形参数进行动态提取,对岩土力学参数采取数据库读取与参数反演相结合的模式,大大降低了用户参与计算的程度。

(4)参数反演模块。提供岩土力学参数的反计算功能,其主要目的是:当稳定性评价计算中部分岩土力学参数可能无法从中心数据库读取到,而用户也可能无法确定这些参数值时,可以根据滑坡状态反演参数值确定以后的稳定性计算;当滑坡稳定状态与稳定性评价结果差距较大时,可以采取参数反演功能获取可靠参数,实现滑坡动态评价。这样可以满足用户对系统健壮性的要求。

(5)数据维护模块。主要完成系统各个数据库的维护功能,包括增加记录、删除记录、更新记录等,同时完成与灾害体信息数据库连接并提取相关数据、进行数据转化等功能。

(6)信息查询与统计模块。主要完成对库区主要滑坡灾害体信息的查询及统计,以获取指定的滑坡灾害体的稳定性信息,反映库区滑坡灾害的趋势。

(7)帮助模块。为用户提供系统使用说明文档。

(下转第246页)