

边坡监测信息系统及其在五强溪水电站的应用

袁宝远¹, 任青文¹, 杨志法², 王常敏³, 傅宏伟⁴

(1. 河海大学土木工程学院, 江苏南京 210098; 2. 中国科学院地质研究所, 北京 100029;
3. 电子工业部中南勘测设计研究院, 湖南长沙 410012; 4. 广东省高速公路公司, 广东广州 510001)

摘要 :为了及时处理边坡监测信息 ,分析预报大型边坡的稳定状况 ,建立了具有监测信息管理、可视化查询分析、边坡不稳定先兆分析等功能的边坡监测信息系统 .该系统具有面向对象风格和可视化特征 ,具有在专家参与下对监测信息进行分析预报的特点 ,并已在五强溪水电站左岸船闸边坡得到了很好的应用 .

关键词 边坡 ;监测 ;面向对象 ;可视化 ;信息系统

中图分类号 :TD824.7 文献标识码 :A 文章编号 :1000-198X(2000)03-0103-04

在对重要工程建筑物安全有重大影响的大型边坡上 ,都建立了大型监测系统^[1] ,以便能发现不稳定征兆 ,及时采取措施 ,维护边坡的稳定性 .建立了监测系统后 ,及时处理监测数据 ,分析监测信息 ,随时掌握边坡的稳定状况就成了工程技术人员的一项十分重要的工作 .

传统的监测信息是靠人工管理 ,分散储存 .信息分析要经过数据搜集、向上报告、专家讨论、向下传达这样一个复杂过程 ,分析周期长 ,难以发挥监测系统的预报作用 .

边坡监测信息系统能使监测信息集中管理 ,及时分析 .本文提出的边坡不稳定先兆分析的想法又使边坡稳定分析预报能在专家参与下进行动态分析、及时预报 ,符合动态设计、及时处理的现代设计思想的要求 .

作者选用面向对象的数据管理系统开发平台(Access^[2])和面向对象的程序设计语言(Visual Basic^[3])开发了具有面向对象风格和可视化特征的边坡监测信息系统 .该系统由监测信息管理系统、监测信息可视化查询分析子系统及边坡不稳定先兆分析子系统构成 .

1 边坡监测信息系统的结构

边坡监测信息系统由边坡监测信息管理系统、边坡监测信息可视化查询分析子系统和边坡不稳定先兆分析子系统组成 ,整个系统的结构如图 1 所示 .

2 边坡监测信息系统的功能

2.1 边坡监测信息管理系统

边坡监测信息管理系统负责搜集管理大量的监测数据 ,作者用 Visual Basic 和 Access 软件系统开发了 Windows 操作系统下具有面向对象风格和可视化特征的边坡监测

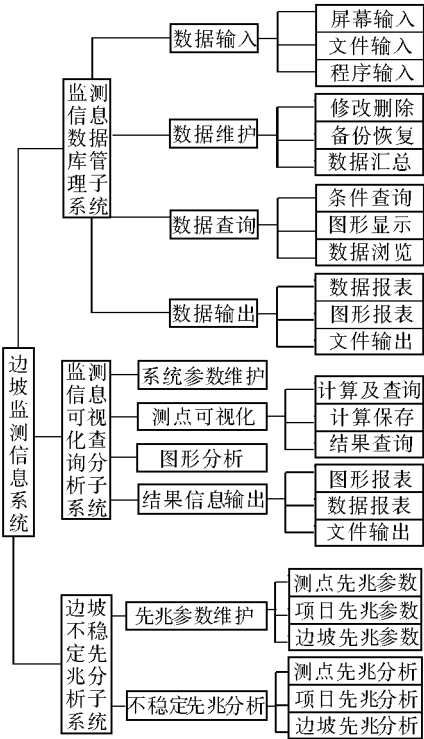


图 1 边坡监测信息系统程序框图

Fig.1 Structure of the slope monitor information system

信息管理子系统.该子系统的主要功能为:

(a)数据输入功能 监测数据可以从键盘、文件和外部程序输入.

(b)数据维护功能 数据库中数据可以被修改删除,项目文件可以备份,备份文件可以被恢复.数据可以汇总到历史数据库.

(c)数据查询功能 用户可以根据某些条件查询监测数据,屏幕显示数据曲线,也可以浏览数据库中数据.

(d)数据输出功能 用户可以打印数据报表和图形报表,也可以把数据以文件形式转出.

2.2 边坡监测信息可视化查询分析子系统

该子系统负责监测信息的计算和分析,具有测点可视化的功能.工程技术人员可以在屏幕上直观地查询和分析,在屏幕上用鼠标单击测点的图标选择测点,屏幕上的图标布置与实际边坡测点布置相同,技术人员很容易找到测点.可视化查询分析子系统的主要功能如下:

(a)测点可视化 用户可以在屏幕上的测点分布图上选择测点,选择测点后可以对该测点进行查询和分析.

(b)监测信息的计算和查询 用户可计算所需测点的监测数据,查询测点的有关信息.

(c)监测信息图形分析 用户可通过测点的一系列图形曲线分析测点信息,系统可显示所选测点的图形曲线.

(d)结果信息输出 用户可打印计算结果的数据报表和图形报表,或以文件形式输出.

(e)系统参数维护 监测信息分析所需的参数可以由用户输入或修改.

2.3 边坡不稳定先兆分析子系统

2.3.1 建立不稳定先兆分析系统的思路

边坡稳定程度可以分级,用监测信息判别其稳定级别,即判别边坡不稳定先兆类型.对各监测项目,分析其所有可能的先兆类型判别方法,每种方法都编制相应的处理程序.根据实际需要,由监测信息查询分析,结合专家经验,特别是现场工程师的经验选择和确定所研究边坡的先兆分析方法及分析判别(界限参数),由现场技术人员利用先兆分析系统随时动态地分析边坡的稳定状况.随着专家对边坡的了解程度的深入,判据可动态修改.

2.3.2 稳定程度分级

将稳定程度分为五级.稳定(代码为A):监测数据相当正常;基本稳定(代码为B):监测数据在正常范围之内;稍不稳定(代码为C):监测数据稍微超过允许范围;一般不稳定(代码为D):监测数据超过允许范围并有发展的趋势;严重不稳定(代码为E):监测数据大大超过允许范围并有可能恶化.

属于A和B,认为稳定情况较好;属于C为中间状况,应引起注意;属于D已有少量不稳定先兆,稳定状况较差,应考虑采取措施;属于E有明显的不稳定先兆,必须紧急处理.

2.3.3 边坡不稳定先兆分析子系统的功能

边坡不稳定先兆分析子系统负责分析边坡不稳定先兆.其主要功能:

(a)先兆参数维护 可以输入和修改测点先兆参数、项目先兆参数和整体边坡先兆参数.

(b)不稳定先兆分析 可以进行测点先兆分析、项目先兆分析和边坡整体先兆分析.

3 在五强溪水电站左岸船闸边坡的应用

3.1 工程概况

五强溪水电站是湖南西部沅水上的大型水电站,装机120万kW,坝高87.5m.其通航建筑物为三级船闸,布置在左岸.左岸船闸边坡高达165m,地质结构复杂.

为了保证船闸的安全,在边坡上建立了大型监测系统,该系统的布置采用点、线、面相结合的思想,形成了完整的监测网.

3.2 边坡监测信息管理系统的建立

为管理监测信息,建立了监测信息管理系统,系统中的项目及测点数见表1.许多项目从1992年起就开始监测,积累了大量的数据,目前这些数据均已入库.

3.3 边坡监测信息可视化查询分析

利用边坡监测信息可视化查询分析子系统,对边坡变形进行了查询分析,得出(a)多数测点变形已趋于稳定,少数测点仍不太稳定,某些测点变形过程受气候的影响呈周期性波动.(b)钻孔倾斜仪变形变化曲

表 1 五强溪数据库入库项目测点统计

Table 1 Statistics of monitoring points in data bank

序号	项目名称	孔点数	序号	项目名称	孔点数	序号	项目名称	孔点数
1	多点伸长计	11 孔	9	测量外观	64 点	17	船闸钢筋计	54 点
2	水管倾斜仪	1 线	10	边坡渗压计	4 点	18	船闸温度计	15 点
3	静力水准仪	32 点	11	边坡钢筋计	29 点	19	无应力计	45 点
4	断层活动仪	4 点	12	钻孔倾斜仪	10 孔	20	杆式测缝计	7 点
5	地下量水堰	2 点	13	边坡温度计	3 点	21	裂缝计	4 点
6	伸缩仪	2 点	14	收敛计	3 线	22	沟埋式伸长计	2 点
7	地下水位	19 孔	15	土压力计	6 点	23	五项应变计	3 线
8	船闸正倒垂	15 孔	16	船闸渗压计	12 点	24	天气水位等	1 项

线分三种类型(见图 2)。

3.4 边坡不稳定先兆分析

3.4.1 不稳定先兆分析判别参数的获得

先兆分析结果的可靠程度取决于先兆分析判据的可信度.因此,确定先兆分析判据是先兆分析的重要组成部分.获得先兆分析判据的途径主要有 (a)在对边坡变形破坏机理的充分认识的基础上,总结其可能的变形破坏方式,确定破坏部位.根据变形破坏方式和破坏部位确定监测点的先兆分析判据.(b)分析各种构筑物对边坡变形破坏的允许程度,根据构筑物的要求确定相关监测点的先兆分析判据.(c)对监测数据进行分析,总结各项目变形特点及变形趋势,根据变形规律确定相关监测项目的先兆分析判据.(d)对相似边坡进行工程类比分析,根据专家的工程经验确定边坡的先兆分析判据.

3.4.2 不稳定先兆参数

a. 测点先兆参数.根据现场不同专业的专家群体对边坡实测数据和边坡真实变形破坏和稳定状态的分析结果,该边坡确定用月速率和位移阶段增幅来判断位移类测点先兆类型,并定出有关界限值.

同样,由专家确定用曲线上出现的台阶高度来判断钻孔倾斜仪曲线形态先兆类型.

b. 项目先兆参数.由专家确定用该项目达到某先兆类型测点的百分数与界限百分数进行比较,作为判断该项目先兆类型的依据.

c. 边坡整体先兆参数.为了最后划分边坡先兆类型,还需要用边坡某先兆类型的项目数与界限项目数进行比较,以作为判断边坡先兆类型的依据.这一比较的界限值也应由专家们确定.

3.4.3 边坡先兆分析结果

作者曾多次用边坡不稳定先兆分析子系统分析五强溪水电站左岸船闸边坡.不稳定先兆分析结果是:多点位移计第一点、钻孔倾斜仪第一点和杆式测缝计总位移属于基本稳定先兆类型,沟埋式伸长计、钻孔倾斜仪曲线形态属于稍不稳定先兆类型.

由于边坡地质条件、工程条件复杂,工程专家很难完全掌握边坡的变形规律.随着专家对边坡了解程度的不断加深,专家建立的分析判据会发生变化.因此,边坡不稳定先兆分析判据也会动态改变.边坡不稳定先兆分析过程也是一个动态过程.应注意及时总结边坡变形破坏规律,经常性地对边坡不稳定先兆分析.

4 结 论

(a)边坡监测信息系统的建立能充分发挥边坡监测系统的作用.

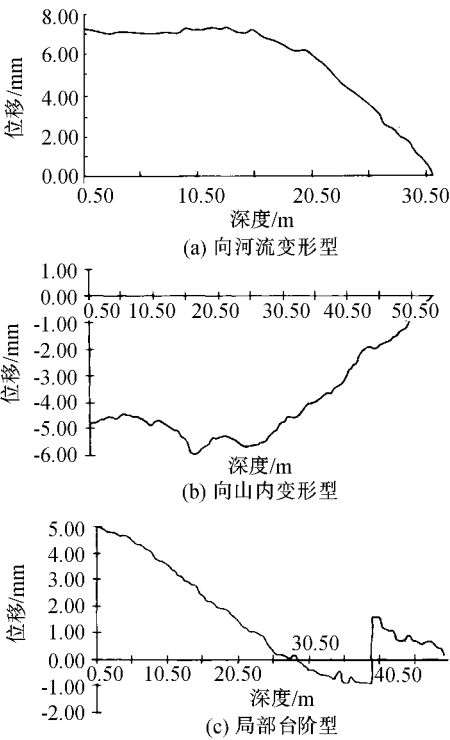


图 2 钻孔倾斜仪变形曲线类型

Fig.2 Curve types of borehole inclinometers

(b) 边坡监测信息管理子系统能及时处理监测数据.

(c) 边坡监测信息可视化查询分析子系统有助于现场工程师分析边坡变形特点和趋势.

(d) 边坡不稳定先兆分析子系统可以及时分析边坡不稳定先兆, 预报边坡的稳定状况. 由于该系统采取了专家参与, 现场操作的预报方式, 使分析预报变得及时可靠.

(e) 五强溪水电站左岸船闸边坡的实际应用表明, 边坡监测信息系统具有很强的适用性和可靠性.

参考文献:

- [1] 杨志法. 边坡监测系统建立及监测信息分析方法 [A], 全国山区地基基础学术会议论文集 [C]. 重庆: 重庆大学出版社, 1987. 1 ~ 9.
- [2] 况正谦. Visual Basic 4.0 编程技术 [M]. 西安: 西安工业大学出版社, 1997. 3 ~ 17.
- [3] Roger Jennings. Access For Windows 使用大全 [M]. 北京: 学苑出版社, 1994. 5 ~ 30.

The Slope Monitor Information System

YUAN Bao-yuan¹, REN Qing-wen¹, YANG Zhi-fa², WANG Chang-min³, FU Hong-wei⁴

(1. College of Civil Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China;

2. Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China;

3. Southern China Survey Design and Research Institute, Changsha 410012, China;

4. Guangdong Highway Company, Guangzhou 510001, China)

Abstract For the handling of monitor information of slopes, analyzing and predicting the stability of a large scale slope timely, the Slope Monitor Information System is established which has the functions of monitor information management, visualized monitor information inquiry and analysis, and slope unstability sign analysis. The system is of the object oriented style, visualization characteristic, and the feature of experts-participated analysis and predication. It has applied to a slope of the Wuqiangxi Hydropower station.

Key words slope; monitor; object oriented; visualization; information system