清江隔河岩工程安全监测数据管理系统研究成果①

刘祥生 廖勇龙 汤 平
(大坝安全监测研究所)

摘 要 在简述清江隔河岩工程安全监测系统的基础上，简要介绍了隔河岩工程安全监测数据管理系统的基本框架、功能及系统的开发和运行环境等。

关键词 监测 数据管理 系统 功能 隔河岩工程

1 安全监测系统概况②

隔河岩水利枢纽工程是湖北省清江干流第一期开发工程，是一座以发电为主，兼有防洪、航运等综合效益的大型水利枢纽。该工程由重力拱坝、电站厂房、垂直升船机、引水隧洞及高边坡等建筑物组成。

为监测工程的工作性态，布置有较完整的安全监测系统。主要常规监测项目和设备有：(1) 变形监测，包括水平和垂直位移，采用正倒垂线、三角网、导线、精密及静力水准、钢丝位移计等方法和设备；(2) 应力应变监测，采用差动电阻式应变计、应力计、无应力计、温度计、钢筋计、测缝计等；(3) 渗流渗压监测，采用测压管、渗压计、三角量水堰；(4) 岩体深部位移监测，采用钻孔倾斜仪、多点位移计等；(5) 环境温度及水位监测，采用电阻温度计、遥测水位计。按监测部位可分为4大部分：(1) 大坝及其基础，监测项目有变形、渗流渗压和应力应变等。包括坝体、基础及两岸坝肩内断层、裂缝、夹层、阻滑键、传力柱等结构的水平及垂直位移、压缩量、接缝开合度、砼及钢筋应力和温度、扬压力、绕坝渗流等；(2) 电厂引水系统及厂房，监测项目有变形和应力应变。包括引水隧洞进口建筑物及厂房的变形和不均匀沉陷、隧洞衬砌和厂房砼的应力和温度、接缝开合度等；(3) 通航建筑物，包括第一，二级升船机结构的变形、砼和钢筋的应力及温度，基础沉陷等；(4) 高边坡、引水隧洞围岩及库岸滑坡监测，主要监测岩体深部位移和渗压。为了给建筑物的水平和垂直位移提供基准，并进行整体位移监测，还建立了水平和垂直位移控制网。

2 系统目标及开发环境

隔河岩工程地质条件复杂，结构布置新颖独特，监测项目和测点布置较多，监测资料的处理分析工作较繁重。数据管理系统的任务是：为各主要建筑物所监测到的变形、应力应变、温度、渗流、水位等监测数据建立数据库，并具有数据编辑、检验、查询、数据处理、图表加工、安全保密及系统维护等功能；开发使用方便的集成菜单式汉字总控模块、数据整理软件、图形显示输出软件、报表软件等，为提高监测资料分析效率提供有力的工具。

本系统的开发选用ORACLE关系数据库系统[1]，是目前世界上比较流行的数据管理系统之一。它与其它关系数据库系统完全兼容，适用于多种机型和操作系统，开发的应用系统有较好的移植性，联网较容易，利用其第四代语言工具，可以迅速开发应用系统。

SQL * Forms是ORACLE的一个属于第四代语言的应用软件开发工具，它通过让用户快速开发基于Form(屏幕格式)的应用，提供一种直观、方便、交互式操作数据库的手段。本系统的数据增删改及查询模块由SQL * Forms开发工具实现，其强有力的触发器机制，对维护数据的完整性、数据的检验非常有效。

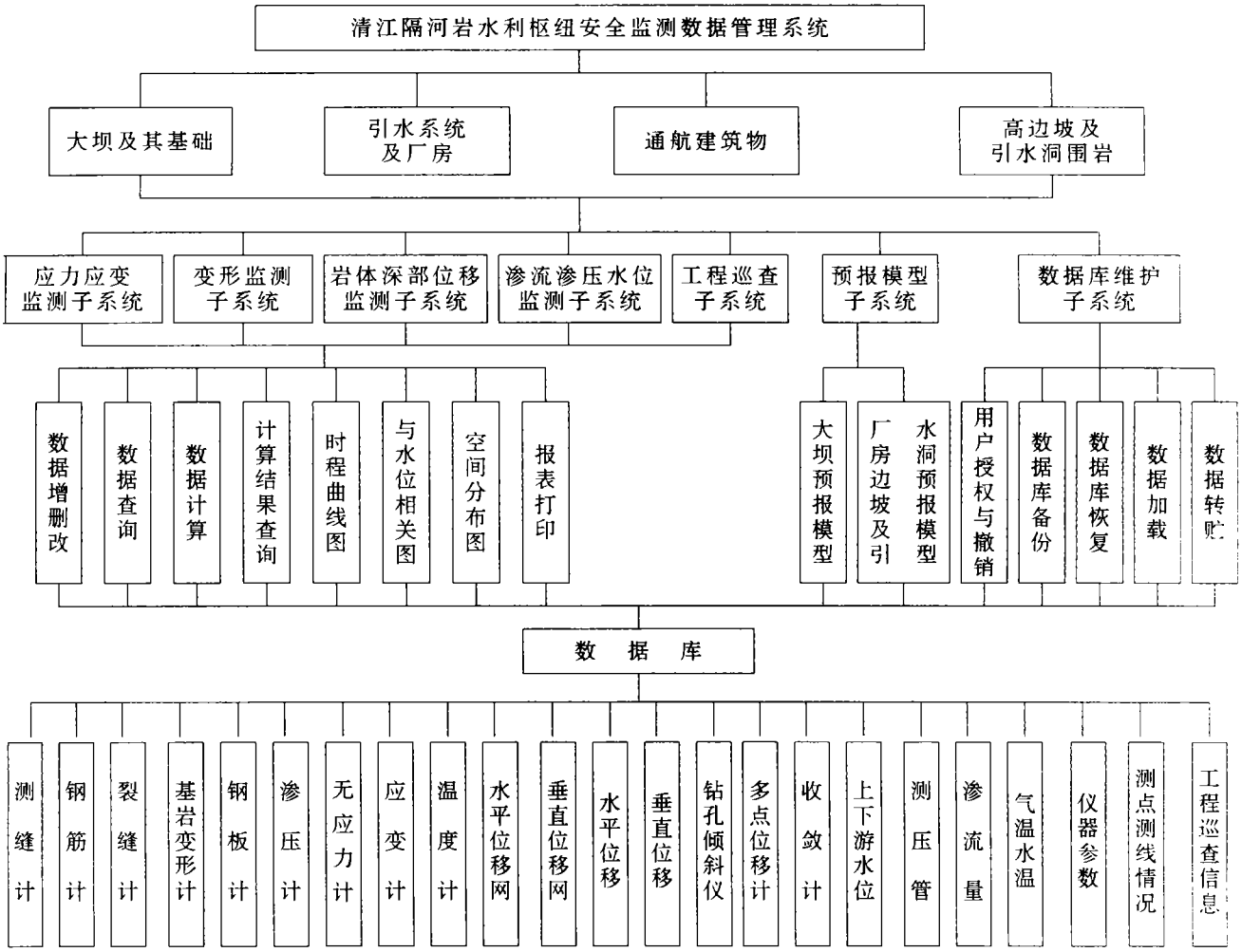
PRO * C是ORACLE的可编程C语言接口产

收稿日期：1995-10-30

① 刘祥生，廖勇龙，汤平. 清江隔河岩水利枢纽安全监测数据管理系统研究报告. 长江科学院，1995.8。

② 清江隔河岩水利枢纽工程安全监测修改技术设计报告. 长江水利委员会，1990.3。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



品。本系统的菜单、数据处理、图形显示输出、报表模块等用 C 语言(Turbo C. Microsoft C)编制，并利用 PRO * C 与数据库联系。

3 系统组成及功能

根据隔河岩工程的特点和安全监测系统的实际情况，安全监测数据管理系统由应力应变监测、变形监测、岩体深部位移监测、渗流渗压、水位及环境温度监测、工程巡查、预报模型及数据库维护等 7 个子系统组成。系统组成及功能见框图。

3.1 应力应变、温度监测子系统

本子系统对差动电阻式仪器(测缝计、钢筋计、基岩变形计、裂缝计、渗压计、温度计、应变计等)的监测数据进行管理和处理。它包括监测数据增删改及查询模块、数据处理计算模块、时程曲线图模块、报表模块等。

根据本子系统的监测项目及差动电阻式仪器的特征，数据库分为：

(1) 监测仪器情况库：存贮仪器的设计编号、类型、安装埋设情况、仪器参数、砼类别及线膨胀系数等信息。

(2) 原始监测资料数据库：存贮电阻值、电阻比等长期观测数据。

(3) 监测资料成果库：存贮各种仪器监测到的数据的计算结果。

各模块功能为：

(1) 数据增删改及查询模块：对原始观测数据和仪器情况数据进行增删改等数据录入与编辑操作，对原始观测数据和计算成果进行查询，在编辑数据提交给数据库时进行数据的上下限检验。查询方式灵活多样，可进行任意条件的查询，如按仪器编号、观测时间、观测值范围等条件查询或各种条件的组合查询等，并报告查询得到的记录个数。在数

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

据编辑和查询过程中，可按功能键求助，得到功能键定义信息，灵活操作。

(2) 数据处理计算模块：将单支仪器及1～9向应变计组的观测数据计算转化为物理量，并进行数据平滑处理。计算应变计组时，自动扣除相应无应力计的自由体积变形，进行应变平衡，考虑砼的徐变变形。

(3) 时程曲线图模块：显示各种仪器的原始观测数据及计算结果的时间过程线，并可打印输出。可显示所有数据，也可显示指定时段内数据。用此功能可对观测数据的粗大误差及异常值进行检识。

(4) 报表模块：打印各种仪器全部或某一时段的监测成果报表，可用来进行资料整编或年度报表的制作。

3.2　变形监测子系统

本子系统对水平及垂直位移控制网、水平及垂直位移监测数据进行管理和处理。功能模块有数据增删改及查询模块、时程曲线图模块、相关图模块、分布图模块及报表模块等。

数据库包括变形测线情况库、位移控制网数据库和变形数据库，分别存贮变形测线的安装信息及测点信息，水平及垂直位移控制网的水平、垂直位移和大坝的水平、垂直位移长期观测数据。

数据增删改及查询模块、时程曲线图模块、报表模块的功能与2.1中相应模块除操作数据不同外，功能基本相同。另两个模块功能为：

(1) 相关图模块：显示并可打印输出某测点位移与库水位全过程或某一时段的相关图，据此考察分析坝体位移与水荷载的相互关系。

(2) 分布图模块：显示坝体各部位某一时刻的水平位移和垂直位移分布情况，并可按需要打印输出。据此了解坝体的整体变形状况，并从位移空间分布上进行误差及异常值检识。

3.3　岩体深部位移监测子系统

本子系统对引水隧洞及其进出口边坡、升船机边坡等的钻孔倾斜仪、多点位移计及收敛计的监测数据进行管理和处理。其数据库组成仍分为：监测孔(点)情况库、原始观测资料数据库、监测资料成果库，与2.1类似。功能模块包括增删改及查询模块、计算模块、时程曲线图模块、分布图模块和报表模块。其中分布图模块显示并可打印钻孔倾斜仪某一测次或几个测次沿钻孔深度的岩体位移分布图，包括两个方向的相对位移、累计位移和合成累计位移等。其它模块功能与前述相应模块功能类似，不再赘述。

3.4　渗流渗压、水位和环境温度监测子系统

本子系统对各建筑物的渗压、渗流量资料以及水位、环境温度(水温、气温)资料进行管理和处理。其数据库组成及功能模块与前述各子系统类似。相关图模块显示并可打印渗压、渗压系数、渗流量与水位的相互关系图，由此分析水位对渗流的影响。分布图模块显示并可打印某一监测断面坝基某一时刻的渗压、渗压系数的分布情况，了解帷幕及排水系统的工作状况。

3.5　工程巡查子系统

工程巡查是定期对工程各主体建筑物和建筑物的各部位进行巡视检查，察看包括建筑物变形、止水状况、裂缝、裂缝渗水、砼老化、排水系统及水质等项目的工作状况是否正常。这些信息是非规范化的，将其规范化为正常、异常等情况，用符号输入数据库。另外将巡查后作的综合纪要，以文字的形式存入数据库。

数据增删改及查询模块对巡查数据(信息)和巡查综合纪要进行编辑和查询，报表模块打印输出巡查结果和巡查综合纪要。

3.6　预报模型子系统

该子系统将专门研究建立的预报模型存入数学模型库中，包括大坝、引水隧洞出口及厂房边坡和引水隧洞关键部位的关键效应量(位移、应力等)的预报模型，既有统计模型，也有确定性模型和混合模型。应用这些模型，可以对大坝、边坡及引水隧洞的关键监测数据进行检查，看其是否在允许范围之内，对监测效应量的变化趋势进行预测预报，分析影响应力、位移的因素，监控建筑物的安全运行。

3.7　数据库维护子系统

由用户授权与撤销模块、数据库备份模块、数据库装载模块、数据加载模块和数据转贮模块组成。

(1) 用户授权与撤销模块：对用户进行管理。用它对用户授予使用数据管理系统的权限，用户在进入系统时需键入合法的用户名和口令才能进入。权限分为三级：连接权、资源权和系统权，连接权只能查询数据，资源权可以修改数据，而系统权则具有最高权限，可以对不同用户授予不同权限，保证数据的安全。根据使用情况的变化，还可提高某用户的权限，或降低某用户的权限，甚至撤销其使用系统的权利。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(2) 数据库备份模块：对所有数据库的数据进行备份。具有系统权的系统管理员可经常对数据库进行备份，将所有数据写入一个备份文件中，备份文件可拷入软盘存放。

(3) 数据库装载模块：进行数据库恢复工作。当由于计算机硬件故障或受病毒感染而引起系统崩溃时，可排除故障后重新安装 ORACLE 及数据管理系统，并将数据库备份文件装入数据库，恢复数据库中的数据。

(4) 数据加载模块：将以磁盘文件形式存放的监测数据作适当的格式修改后直接加载至数据库中。

(5) 数据转贮模块：将某一部分所需要的数据从数据库中提出，形成磁盘文件，供其它特别的计算分析用。

4 系统运行环境

4.1 硬件环境

(1) IBM 386 以上微机及其兼容机；

(2) 80387 协处理器；

(3) 2M 以上内存；

(4) VGA 或 TVGA 彩色显示器；

(5) 联想七型或九型汉卡；

(6) EPSON LQ-××××K 系列打印机。

4.2 软件环境

(1) MS-DOS 3.31 以上版本；

(2) ORACLE 关系型数据库系统，5.1B 以上 DOS 版。

5 结 语

清江隔河岩工程安全监测数据管理系统是在微机环境下，根据隔河岩工程的实际情况和主要监测项目，研制和开发的安全监测数据管理系统，具有统一的集中式关系数据库和丰富的实用程序及功能。系统分为 7 个子系统，30 个主要功能模块，共计有 37 个数据库表及 42 个应用程序文件，程序约 5 万余条。

本系统采用流行的 C 语言编制应用程序，利用 ORACLE 的开发工具进行开发，加快了研制开发速度。可在一般的微机上运行，硬件和软件要求都不高。

本系统功能丰富，具有应力应变、位移、渗流、环境量与巡视检查等监测数据与信息的录入、检验、存贮、管理、数据处理、查询、图形、报表、安全监控预测预报、数据库维护等功能。能够显著提高监测数据处理的工作效率，对资料整理、整编及综合分析会有很大帮助。

参 考 文 献

1 沈金发等. 关系数据库系统 ORACLE. 北京：清华大学出版社，1993.1

Research on Safety Monitoring Data Management System of Geheyan Project

Liu Xiangsheng, Liao Yonglong, Tang Ping
(Yangtze River Scientific Research Institute, Wuhan 430010)

Abstract Following a brief description of the safety monitoring system of the Geheyan Project, a simple and clear introduction of basic structure, functions, development and working environment etc. of the safety monitoring data management system of the Geheyan Project is represented.

keywords monitoring; database management; system; function; Geheyan Project

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net