

# 滑坡监测信息系统研制与开发

## ——以四川雅安峡口滑坡为例

周平根<sup>1</sup> 姚磊华<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 中国地质环境监测院, 北京, 100081;

<sup>2</sup> 中国地质大学工程技术学院, 北京 100083)

**[摘要]** 笔者以四川雅安峡口滑坡为例,在分析滑坡监测系统的数据结构 and 应用功能的基础上,基于 Microsoft Windows 98 (或更高)或 Microsoft Windows 2000 中文版平台,应用 Microsoft Visual FoxPro 6.0 (中文版) + Microsoft Visual Basic 6.0 (中文版)开发滑坡监测信息管理系统。系统包括:所有数据库的录入与信息维护,含新建、删除某个滑坡体,修改滑坡体的基本信息,新建或删除滑坡体的某个监测点,修改监测点的基本信息,监测数据的输入及编辑;系统查询,快速筛选、输出用户所需的数据;数据处理,用别的数据格式导入与导出用户所需数据格式,将用户所选数据生成简易报表,生成用户所需的动态曲线;数据库维护,包括数据库的备份与恢复,数据库的加密与解密。

**[关键词]** 峡口滑坡;监测;数据库;研制;四川雅安市

## 1 引言

滑坡是我国分布最为广泛的地质灾害类型。其特点是突发性强且危害巨大。有关部门对部分滑坡进行了不同程度的监测,取得了部分宝贵的监测资料;少许单位还进行了监测数据库系统的开发研制,如长江三峡链子崖危岩体监测数据库管理系统、万县豆芽棚滑坡监测数据库系统等。这些成果虽解决了当时工程活动中数据管理的难题,但普遍存在各种各样的不足。该项研究是滑坡监测的示范工程之一,将提供一套可普遍适用于滑坡地质灾害监测数据管理的 32 位软件,为滑坡体的预测预报提供基础。

## 2 系统设计原则与运行环境

### 2.1 系统设计原则

系统设计时遵从以下基本原则:

#### 2.1.1 简单易用的原则

(1) 设计简单友好的用户操作界面;

(2) 符合软件的使用习惯。

#### 2.1.2 稳定性原则

(1) 编写容错代码提高系统的容错能力；

(2) 提供警告、消息等提示窗口或设计向导引导用户进行正确操作。

#### 2.1.3 性能优化原则

由于系统数据量较大，记录多达数十万条乃至更多，在系统设计时尽可能地考虑了程序代码的优化，以提高系统的检索效率。

#### 2.1.4 易于升级原则

尽可能地考虑用户所需的其它功能，为本系统升级留足余地。

### 2.2 系统环境

#### 2.2.1 系统开发软件环境

(1) 系统平台：Microsoft Windows 2000 中文版

(2) 开发平台：Microsoft Visual FoxPro 6.0 (中文版) + Microsoft Visual Basic 6.0 (中文版)<sup>[1]</sup>

(3) 支持系统：Microsoft Office 2000 (中文版)

#### 2.2.2 系统运行环境

建议系统运行环境为：Pentium 3-500/128M RAM(或更高)；Microsoft Windows 98 (或更高) 或 Microsoft Windows 2000 中文版；系统安装时，硬盘需空间约 50M。

## 3 系统功能分析

### 3.1 监测方法分类

本系统管理的最终目标是监测数据。不同的监测方法产生不同类型的监测数据。要将这些数据加工成适合于数据库管理的形式，首先需对监测方法进行分类。

用于滑坡监测的方法繁多，其原理各不相同，原始数据、中间数据和结果数据类型亦各有差异。本研究根据实际滑坡监测资料，可将滑坡监测的各种方法按数据库管理要求归类划分<sup>[2]</sup>，大体分为以下 8 种 (表 1)。

表 1 监测方法分类

监测方法	监测类型
相对位移监测	位移监测
绝对位移监测（大地形变测量）	位移监测
滑体深部位移监测（钻孔倾斜仪监测）	位移监测
水平孔多点位移监测	位移监测
三维激光微位移监测	位移监测
地下水环境监测	其它要素监测
简易气象观测	其它要素监测
宏观地质现象调查	其它要素监测

### 3.2 系统管理目标分析

本系统基本针对于雅安峡口滑坡，当针对区域地质灾害监测时，它可以管理多个滑坡体。滑坡具有众多繁杂的特征，如所处的地理位置、结构特征、环境地质条件等 100 余条特征。对于监测系统，这些特征的作用并非都并驾齐驱。因此在进行设计时，仅着重管理和监测系统密切相关的部分特征，如地理位置、滑坡类型、规模等。其它特征可在备注文字中根据需要或详或略地进行说明。

监测系统的基础是各种类型的监测点。监测点具有一系列重要的特征，如监测点部位、监测方法、所用仪器、安装日期等。这些特征是分析判断滑坡体变形和稳定性的前提。一个监测点在某一时段内产生一个监测数据序列。数据序列的变化反映监测点所处滑坡体部位的变形量、速率等动态特征，通过变形分析确定滑坡体的稳定性状况。

### 3.3 系统功能划分

本系统包括以下基本功能：

- （1）所有数据库的录入与信息维护：包括新建、删除某个滑坡体，修改滑坡体的基本信息，新建或删除滑坡体的某个监测点，修改监测点的基本信息，监测数据的输入及编辑。
- （2）系统查询：快速筛选、输出用户所需的数据。
- （3）数据处理：用别的数据格式导入与导出用户所需数据格式，将用户所选数据生成简易报表，生成用户所需的动态曲线。
- （4）数据库维护：包括数据库的备份与恢复，数据库的加密与解密。

### 3.4 系统模块划分

根据系统功能要求，编制了以下主要模块：

- （1）数据录入维护模块：用于输入或修改各类数据。
- （2）数据查询模块：用于筛选用户需要的数据，生成数据曲线、统计变形量。
- （3）数据处理模块：打印滑坡或监测点信息，分类打印监测数据或监测仪器、人员、

仪器生产厂商等辅助性信息。主要是报表和图形的生成与输出，数据的导入与导出。

(4) 数据维护模块：数据库的加密与解密，用户管理等。

各模块功能及关系如图 1。

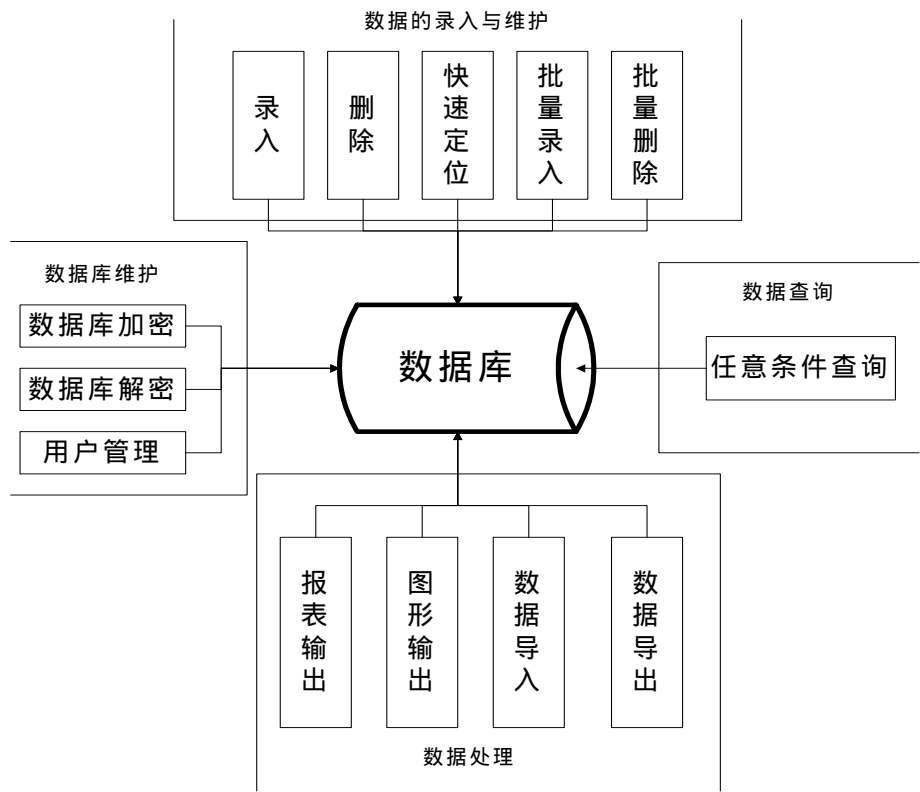


图 1 数据库模块划分关系图

4 系统设计

4.1 数据库及库表 (Database & Table)

数据库及库表是系统的基础，是用来存放用户数据的容器。本系统仅建立一个数据库，名称为 SLINFO。数据库包括以下库表（表 2）

表 2 系统数据库表

序号	库表名称	说明	功能
1	SLINFO	滑坡基本信息表	管理滑坡基本信息
2	MONINFO	监测点基本信息表	管理监测点的基本信息
3	PEOPINFO	监测人员信息表	管理监测人员的基本信息
4	APPARINFO	监测仪器信息表	管理监测仪器的基本信息
5	FAC_INFO	仪器生产厂商信息表	管理监测仪器生产厂商的基本信息
6	WELL	钻孔基本信息表	管理钻孔基本信息
7	ROCK	岩性柱状信息表	管理各钻孔岩性柱状图信息

8	RAINPOT	雨量监测点信息	管理各雨量监测点信息
9	ZKHOLE	深部位移监测表	管理钻孔倾斜仪监测数据
10	PAI ZHU	排桩监测数据表	管理排桩多点位移监测数据
11	LASER	TDR 激光微位移监测表	管理 TDR 激光微位移监测数据
12	AUTODIS	自动位移监测数据表	管理自动位移计监测数据
13	GPS	GPS 监测数据表	管理 GPS 监测数据
14	RAI NFALL	雨量监测数据	管理雨量监测数据
15	GWOBS	地下水环境监测表	管理地下水环境监测数据

## 4.2 系统菜单

本系统采用菜单管理方式，有主菜单和子菜单系统构成。界面结构见图 2。

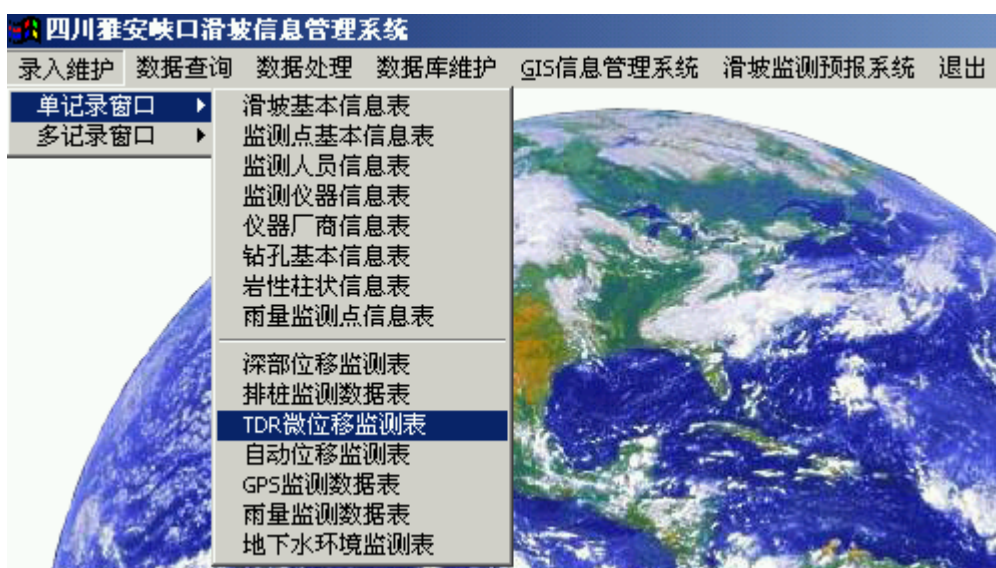


图 2 录入维护菜单

## 4.3 系统设计

### 4.3.1 录入维护界面设计

系统对 15 种数据库分别设计了单记录录入维护窗口和多记录维护窗口（如图 3）。在单记录维护窗口中，设置的记录移动条，可以下移一个记录、上移一个记录、移动到第一条记录、移动到最后一个记录。另外分别设置了快速定位、增加记录、删除记录、取消修改、退出等功能按钮，对个别需要图形输入的数据库增加了图像输入按钮。为方便输入每个数据库增加了多记录维护窗口，可以使输入维护更加快捷方便。

图 3 录入维护窗口示例

#### 4.3.2 数据查询 (Query)

对系统中的 15 个数据库设计了统一的查询方式,可以提供任意条件的查询统计。同时可以把查询结果保存为文本文件和数据库文件,并且可以在图形向导的指引下进行简单的图形绘制。

### 4.4 图形

根据用户需要可以进行图形输出。根据需要系统可以生成图形。图形的处理主要在查询结果窗口,因为一般的图形是特定条件下的图形,在查询结果窗口可以根据查询的数据绘制简单的图形(如图 4)

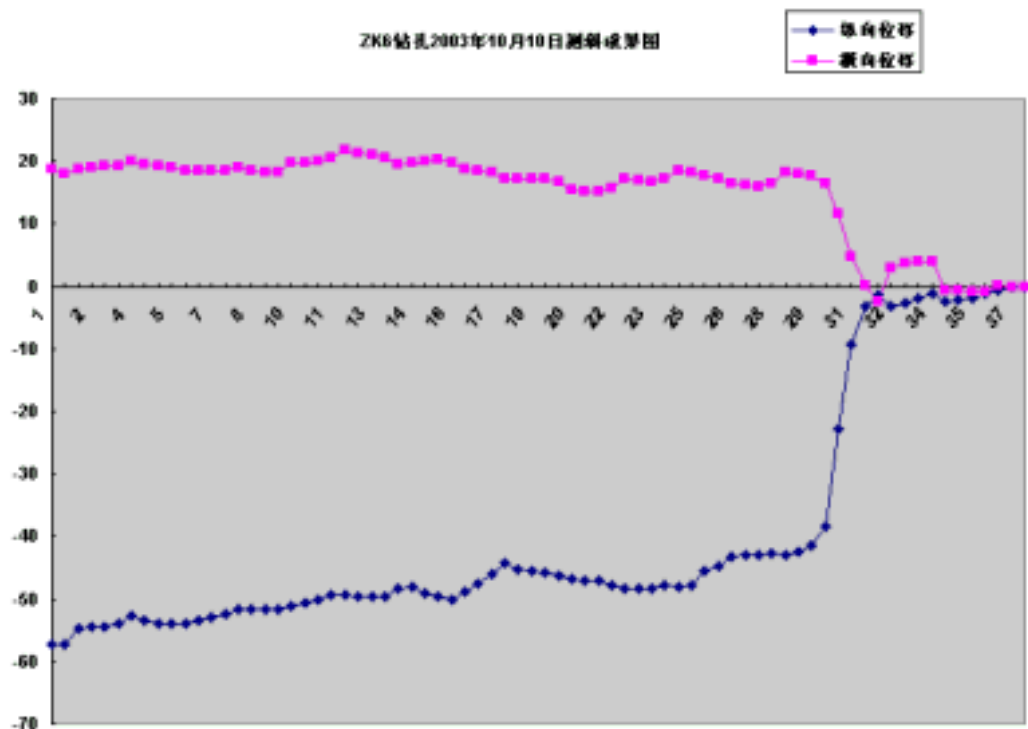


图 4 由钻孔倾斜仪测得深部位移

## 4.5 报表 (Report)

输出用户所需信息。包括以下几种类型：滑坡或监测点基本信息报表；监测人员、仪器、仪器生产厂商等辅助性信息报表；各类监测数据报表；曲线、统计数据等结果主表(如图 5)。

序号	监测点编号	观测日期	X坐标	Y坐标	高程	仪器编号	监测人编号	备注
1	FZ1	2003/04/10	2182.904	1386.174	871.723			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
2	FZ2	2003/04/10	2300.682	1639.034	871.615			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
3	FZ3	2003/04/10	2335.309	1707.552	872.552			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
4	FZ4	2003/04/10	2285.211	1773.201	871.739			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
5	FZ5	2003/04/10	2280.326	1805.665	872.041			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
6	FZ6	2003/04/10	2259.793	1835.215	871.528			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
7	FZ7	2003/04/10	2266.333	1869.092	871.922			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
8	FZ8	2003/04/10	2298.864	1922.173	872.246			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
9	FZ9	2003/04/10	2272.559	2037.374	870.901			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
10	FZ1	2003/05/10	2182.904	1386.174	871.723			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
11	FZ2	2003/05/10	2300.683	1639.036	871.611			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
12	FZ3	2003/05/10	2335.315	1707.551	872.541			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
13	FZ4	2003/05/10	2285.217	1773.202	871.734			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
14	FZ5	2003/05/10	2280.334	1805.666	872.037			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
15	FZ6	2003/05/10	2259.806	1835.219	871.519			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
16	FZ7	2003/05/10	2266.352	1869.093	871.918			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
17	FZ8	2003/05/10	2298.894	1922.168	872.241			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
18	FZ9	2003/05/10	2272.614	2037.375	870.899			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
19	FZ1	2003/07/17	2182.904	1386.174	871.723			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
20	FZ2	2003/07/17	2300.682	1639.033	871.578			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
21	FZ3	2003/07/17	2335.316	1707.551	872.523			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
22	FZ4	2003/07/17	2285.219	1773.202	871.721			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效
23	FZ5	2003/07/17	2280.337	1805.666	872.010			本表数据从桩1至桩9数据均有效，高水位后数据无效

制表人:

1

2003/11/23

图 5 报表示例

## 4.6 其它

根据系统中的数据库维护等项内容,主要完成对数据库的加密和解密及数据库的备份和恢复。防止无关人员有意或无意对数据库进行损害,或者在数据库遭到损害时进行数据库的恢复。

在实际应用中,由于多方面的原因,数据表中可能存在无效的记录,即非法记录。包括:点号为空的记录;数据原始观测值为空的记录;日期为空的记录等。当非法记录达到一定数量时,将影响系统性能。及时清除非法记录,是维护系统正常运行的必要措施。

## 4 结论

以雅安峡口滑坡为例研制的管理监测数据的信息系统,已经对滑坡各方面的观测数据进行有效管理,为今后进一步深入研究典型滑坡体——雅安峡口滑坡的发育规律以及各种监测手段的评价提供了坚实的基础。该系统针对区域地质灾害监测数据管理,它可以管理多个滑坡体。下一部开发计划将增加监测数据的应用系统,主要研究利用监测数据开发滑坡预测指标和模型,使滑坡监测信息系统应用得到加强。

## 参考文献

- [1] 潘广和,刘位申. VisualPro6.0 for Windows 编程与应用[M]. 清华大学出版社,2001
- [2] 周平根.滑坡监测的指标体系与技术方法.地质力学学报[J]. Vol.10.2004,(1):19-26