

# 四川境内成昆铁路泥石流数据库应用系统

钟敦伦

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所)

王爱英 赵玲

(兰州大学)

谢洪 李斌 杨庆溪

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所)

**提 要** 四川境内成昆铁路泥石流数据库应用系统包括泥石流信息管理系统和泥石流预测预报系统。前者是将四川境内成昆铁路 367 条泥石流沟的 41 种信息,用汉字 dBASE III 建立的信息管理系统,实现了信息的自动编辑、检索、统计和报表打印;后者根据泥石流预测预报模型,用泥石流信息管理系统中存储的数据和有关信息,在 CCDOS 4.0 的支持下,再输入有关泥石流的动态信息,在微型计算机上作出泥石流的预测预报,这一系统是用 Turbo PROLOG 语言完成的。

**关键词** 泥石流 数据库 信息管理系统 预测预报系统

四川境内成昆铁路沿线泥石流沟谷众多,成灾快速,危害严重,成因复杂。欲凭借传统方法,在短时间内掌握每条泥石流沟谷的活动现状,并根据有关信息的变化,迅速作出预测预报是难以实现的。因此探索泥石流的科学管理新方法和预测预报新技术迫在眉睫。利用四川境内成昆铁路泥石流的大量资料建立的四川境内成昆铁路泥石流数据库,在微机,实现了沿线泥石流的科学管理和预测预报。这可能会推进整个泥石流预测预报工作。

## 一、信息管理系统

目前,广泛应用的一种微型计算机数据库管理系统是 dBASE III 数据库管理系统。它不仅操作方便,而且有很强的数据处理功能。用汉字 dBASE III 建立的四川境内成昆铁路泥石流数据库,含沿线 367 条泥石流沟的 41 种信息,并有其独特的管理系统,实现了泥石流信息的自动编辑、检索、统计和报表打印。

四川境内成昆铁路泥石流数据库信息管理系统是在微型计算机 IBM-PC/XT 286 上完成的。它具有结构化、模块化的特点。整个系统由 5 个模块组成,主控模块可以引导程序分别进入 4 个子模块,以完成四项基本功能(即数据编辑、数据检索、数据统计和报表打印,图 1)。

主控模块是信息管理的核心。信息管理系统开始运行时,首先进入主控模块。在主控模块中,根据需要选择相应的功能项,转去执行被选择中的功能项所对应的子模块,执行完后又返回主控模块。

数据编辑模块能易于作出数据的录入、检查、修改和删除。数据库各字段的数据应通

过相对固定和变动的信息输入完成。对于数据库中已输入的各沟谷信息,可通过检查模块进行对照、检查;需要修改时,可调数据修改子程序修改记录;需要删除时,可根据序号对记录进行删除。为免误操作,造成不必要的损失,需要进一步确认后方可真正删除。

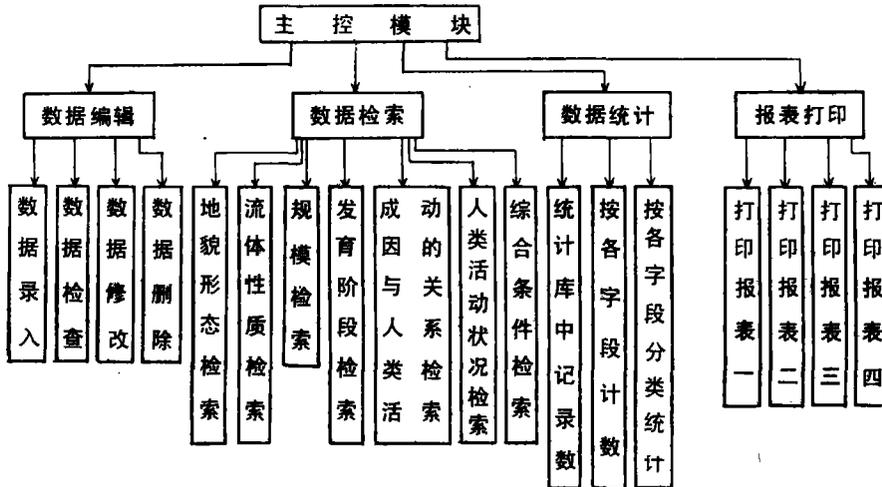


图1 数据库信息管理系统基本结构

Fig. 1 The basic structure of data-base management system

数据检索模块能迅速地将库中存储的各泥石流沟谷的数据,按照不同的信息特性进行分类进行检索。如调地貌形态检索子程序,即可调出库中的沟谷型泥石流和山坡型泥石流,并形成地貌形态(沟谷型)检索表(沟谷型泥石流检索表)和地貌形态(山坡型)检索表(山坡型泥石流检索表);调发育阶段检索子程序,就可以得到发育阶段(发展期)检索表(发展期泥石流检索表)和发育阶段(活跃期)检索表(活跃期泥石流检索表)……

数据统计模块能方便地统计库中的记录数以及某种信息满足某种条件的泥石流沟谷数。这样的统计也可在某个具体的小范围内进行,统计某个地区或某个县满足某种条件的泥石流沟谷数属之。

报表打印模块可完成库中的 41 种信息的各种报表打印。

信息管理系统结构简单,功能齐全,操作方便,基本上能满足使用人员对泥石流信息管理的需要,以使泥石流信息更好发挥作用,并为泥石流预测预报工作奠定了基础。

## 二、预测预报系统

### (一)预测预报模型的建立

若是一条泥石流沟谷,要暴发泥石流必须具备两个条件:1. 足以暴发一次泥石流所需的松散碎屑物质(后文简称碎屑物)量;2. 足以输移一次泥石流碎屑物量的水动力条件。碎屑物量的多寡决定于碎屑物的积累速率、聚集速率及影响因素;水动力条件的强弱决定于地形、降水及其强度。根据在长期研究泥石流形成机理过程中所获得的各种泥石流信息和

参数,对泥石流预测预报作了研究,并提出了泥石流预测预报模型(图 2)。据此用泥石流数据库信息管理系统中存储的数据和有关信息,在微机上作出泥石流预测预报。

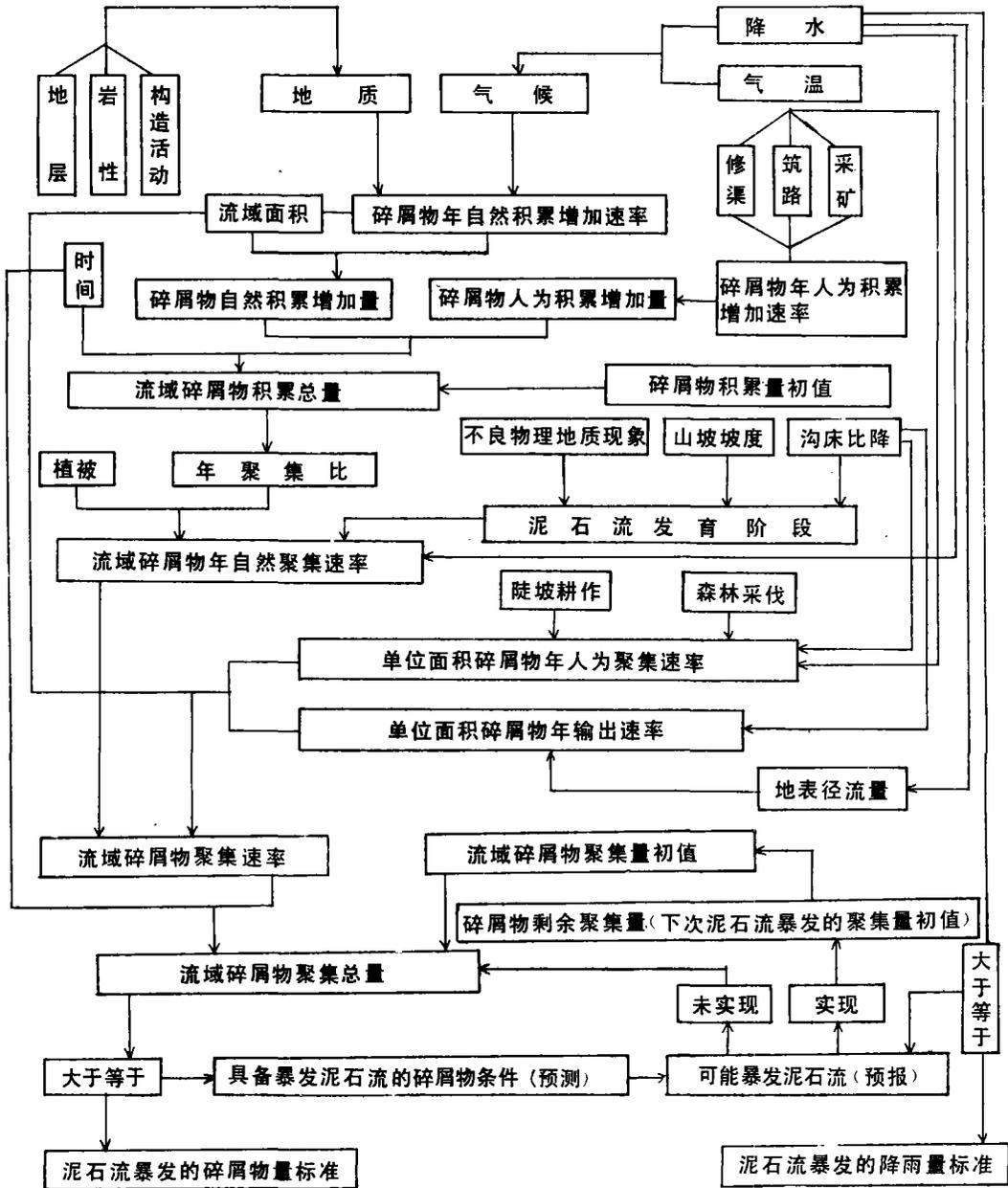


图 2 泥石流预测预报模型

Fig. 2 The preestimate and forecast model of debris flows

(二)预测预报系统的建立

泥石流预测预报系统是根据前述模型,并用 Turbo PROLOG语言完成的。它以模式

匹配和回溯求解为核心,适用于知识信息处理,广泛应用于建立专家系统、专家系统工具及情报检索等。用 Turbo PROLOG 语言建立的四川境内成昆铁路泥石流预测预报系统,作为对四川境内成昆铁路泥石流数据库扩大应用的一种尝试。

泥石流预测预报系统的硬件运行环境是: IBM-PC/XT 286 机一台,宽行打印机一台;软件运行环境为: CCDOS 4.0, Turbo PROLOG, cdBASE III.

### 1. 系统功能介绍

泥石流预测预报系统设计了三种预测预报,即多年单沟泥石流预测、多沟泥石流预测和区段内多沟泥石流预测,以供使用人员选用。

多年单沟泥石流预测是在中文菜单引导下,输入泥石流沟谷序号(泥石流沟谷在库中的顺序号)、碎屑物年人为聚集量、碎屑物聚集量初值后,计算机自动从动态数据库中找出该沟的基本信息,在模型中把信息逐年的加以处理、计算、判断,直到  $R \geq 1$  时停止,在屏幕上则映出“19××年该沟具备暴发泥石流的碎屑物条件”的信息,并询问你是否需要查询该沟的基本情况(沟名、经纬度、行政区位置与暴发规模等),回答后可以在屏幕上显示或打印出来。

多沟泥石流预测是为满足大范围内的泥石流预测设计的,使用人员只要输入预测年代,就可得到该年四川境内成昆铁路具备暴发泥石流的碎屑物条件的全部泥石流沟信息。

区段内多沟泥石流预报是当有预报降水量  $\geq$  泥石流暴发降水量标准时,使用人员即可输入该区段的代号,屏幕上就会映出“可能暴发泥石流”的沟名。

### 2. 模型中使用的信息参数来源

其主要有三个方面。

1) 来源于四川境内成昆铁路泥石流数据库中存储的367条泥石流沟的41种信息。预测预报模型的动态数据库需要367条沟的11种信息,这可把库中的41种信息有选择地作成11种信息。

2) 来源于泥石流专家们的经验估计值,例如流域面积  $< 0.5$  平方公里的泥石流沟谷,每年能参加聚集的碎屑物量平均为碎屑物积累总量的0.8%;0.5—1.0平方公里的,为0.7%;1.0—5.0平方公里的,为0.6%;5.0—10.0平方公里的,为0.5%;10.0—50.0平方公里的,为0.4%; $> 50.0$ 平方公里的,为0.3%。

3) 来源于实地考察资料和经验判断值,例如碎屑物聚积量初值,勒古洛夺沟1987年为60万立方米,龙门沟1984年为70万立方米,拉姑子沟1987年为5万立方米,普歪沟1984年为4万立方米,乐跃车站5号沟1985年为0.2万立方米,白沙2号大桥沟1986年为0.15万立方米,瓦依日呷沟1984年为50万立方米。

### 3. 系统结构介绍

#### 1) 知识库

知识库是存储有关某一问题的信息和规则的数据库。该库为动态数据库,存储有354条泥石流沟的有关数据(由上一个系统传送过来)及碎屑物积累总量、聚集量、聚集总量的有关信息。其具体形式如下:

沟谷(序号,流域面积,沟床比降,地层,岩性,构造,年降水量,年均暴雨日数,人类活

动状况,发育阶段)。

聚集总量(序号,年份,最小值,最大值)。

聚集量(序号,年份,最小值,最大值)。

积累总量(序号,年份,最小值,最大值)。

## 2) 规则集

这是从该领域的知识中抽取的反映客观规律或主观判断的推理规则。规则的形式为

$$\text{LHS} \rightarrow \text{RHS},$$

式中 LHS 为规则的左端,即规则的前提条件(假设部分);RHS 为规则的右端,即规则的结论(行为)部分。

规则由两部分组成,一是规则的前提;另一是规则的行为,即在某一特定前提下所执行的某种行为。规则的行为是由一个或一个以上的条件经过逻辑运算 AND 或 OR 组合而成。例如

```
IF 流域内岩性系数>0.3;
AND 流域内岩性系数<0.7;
THEN 岩石为半坚硬岩石。
```

## 3) 控制策略

该预测预报系统的过程有三:(1)初始化过程;(2)预测预报过程;(3)后处理过程(详见本期《四川境内成昆铁路泥石流预测预报专家系统》一文)。

## 4) 设计要点

### (1) 动态数据库

为使泥石流预测预报系统减少过多的开销,在建动态数据库时,把每年碎屑物聚集量、积累总量、聚集总量用同一谓词来表示,不过在谓词中要加个变量,这样就可减少对内存空间的占用。

### (2) 回溯技术

Trubo PROLOG 提供了回溯,即“重复……失败”,避免使用递归,这样能减少对堆栈空间的要求。如

```
repeat.
repeat:-repeat.
run:-consult("a:file.dba"),
repeat,
write("请输入泥石流沟谷序号:"),
readint(Y),
write("1. 初始化过程"),
write("2. 预测预报过程"),
write("3. 后处理过程"),
write("选择:"),
readchar(Choice),
```

process 1 (Choice, WantExit, Y, P 1, P 2, P 3, W 1, W 2, W 3, W 4, W 5, W 6, P),

WantExit = "true", !.

process 1 (Choice, WantExit, Y, P 1, P 2, P 3, W 1, W 2, W 3, W 4, W 5, W 6, P):-

Choice = '2', !,

WantExit = "false", W 2 = 0,

process 2 (Y, P 1, P 2, P 3, W 1, 1, P).

process 2 (Y, W 1, W 2, W 3, W 4, M, P):-

bfpz (Y, W 1, W 2),

jjzl (Y, M, W 3, W 4),

W 4 < W 1,

write ("是否进行下一年预测?(Y/N)"),

reply (Y, M, P, \_, \_, \_, \_, \_), fail.

其中 fail 使 Turbo PROLOG 回溯到 write ("请输入泥石流沟谷序号:"), 这样就继续重复。

## APPLIED SYSTEM OF DEBRIS FLOW DATA-BASE ALONG CHENGDU—KUNMING RAILWAY IN SICHUAN PROVINCE

Zhong Dunlun

*(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*

*& Ministry of Water Conservancy)*

Wang Aiyong Zhao Ling

*(Lanzhou University)*

Xie Hong Li Jian Yang Qinxi

*(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*

*& Ministry of Water Conservancy)*

### Abstract

This system consists of information management system and preestimate and forecast system of debris flows.

The information management system operates on the IBM-PC/XT and compatible computer, compiling with Chinese dBASE III. It is characterized by organization and modularization. This

system memorized 41 informations of 367 gullies along Chengdu—Kunming Railway in Sichuan. It may be taken for compiling, retrieval, statistics and form printing, and can add into new information or delete off useless ones. It may have an effective management of debris flow imformations.

The preestimate and forecast system of debris flow set up on the base of the preesitmate and forecast model and is completed with Turbo PROLOG. The core is mode matching and retro-solution. This system runs on IBM-PC/XT, and a line-a-time printer deponding on CCDOS 4.0, Turbo PROLOG, cdBASE III. The information parameters fet from: 1. the data of dBASE III data-base, 2. the estimation of debris flow expert experiment, 3. the data of the field investigation and experimental discriminating value. This system may make many-years forecast to the single-gully debris flow and forecast to the multi-gully debris flows.

**Key words** debris flow, data-base, information management system, preestimate and forecast system

## 《泥石流研究与防治》一书出版

中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所编著的《泥石流研究与防治》一书,1989年底由四川科学技术出版社出版,全书53万字,定价:9.40元。

该书以四川境内成昆铁路泥石流及其防治为对象,在野外考察、定位观测和室内分析、实验的基础上,采用宏观与微观相结合、定性与定量相结合、理论与实践相结合的方法,应用电子计算机和电子显微镜等先进设备,引入主因素分析和系统动力学等现代理论对泥石流基本性质和防治实践作了深入探讨,基本上反映了我国目前泥石流研究和防治的水平。

全书共分17章,对四川境内成昆铁路泥石流形成的环境背景条件,形成因素,形成机理及形成过程,泥石流的活动特征及分布规律,动力学特征,静力学特征和胶体特征作了论证,提出了较为全面的泥石流分类原则和分类系统;运用系统动力学方法建立了SD系统模型,对铁路泥石流灾害史进行了模拟分析和预测泥石流发展趋势;运用电子计算机技术对众多而且复杂的泥石流形成因素作了主因素分析;利用现代技术手段对泥石流堆积物的微观结构和构造进行了全面观察与分析;同时,对泥石流防治现状,防治规划,预测、预报和报警,生物防治措施,工程防治措施和社会措施及防治实例作了分析。

本书可供从事泥石流等山地灾害研究与防治的科研人员,工程技术人员,从事铁路、公路、矿山和山区开发建设的有关领导、计划管理人员和工程技术人员参考,亦可作为大专院校自然地理、地貌、水文、水土保持、林业及工程地质专业师生的教学参考用书。

欲购者请同中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所“成昆铁路北段泥石流及防治研究课题组”联系,地址:成都市一环路南二段10号,邮政编码:610015。

成昆铁路北段泥石流及防治研究课题组