5.3.4 危险区制图模型开发

5.3.4.1 荒溪沟道内危险区制图模型

1）模型构建工作流程

荒溪沟道内危险区制图模型是在计算机信息系统理论和技术的支持下，在荒溪分类的基础上，进行危险区划分，运用沟道荒溪危险区制图原理与方法对各项指标进行计算和分析，将分析计算出的危险区划分结果，转换成图形设计文件，依据地图绘图的原理，将它们和荒溪流域地形图（图形数据文件）进行叠加和编辑，形成荒溪沟道危险区图，并通过输出设备将危险区图打印绘制出来，并以此为依据，确定荒溪沟道内保护对象的位置、范围和数量，从而确定沟道内的预警对象。开发运行步骤及模型建立流程如下（见图 5-10）：

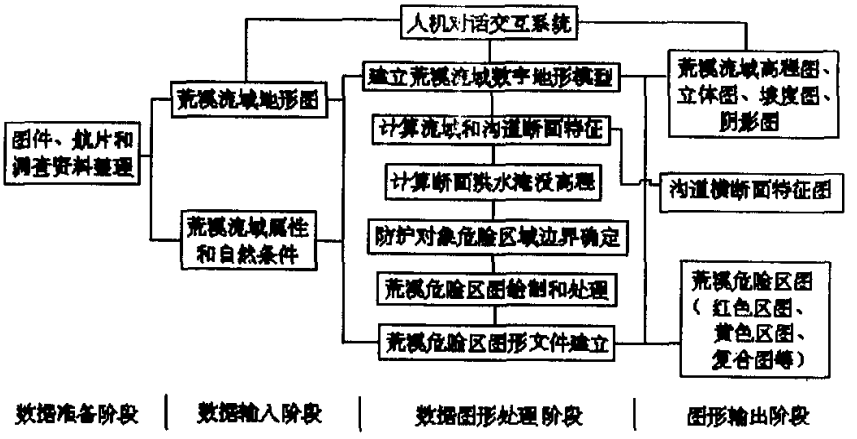


图 5－10 荒溪沟道危险区制图模型运行步骤及模型建立流程图

Fig 5.10 The flow chart of running and building hazard zone mapping model in torrent channel

①数据准备阶段

根据荒溪危险区制图要求，收集、分析和准备荒溪流域地形图，收集整理自然条件（如 50 年一遇降雨量，100 年一遇降雨量、荒溪沟道特征等），确定地形图数字化方式，并根据实地调查资料和航片，对荒溪地形图作适当的调整，如新房屋和设施的位置。

②数据输入阶段

将地形图经过数字化转换为图形数据文件，同时输入荒溪流域自然情况资料，为危险区划分提供依据。

③数据分析和图形处理阶段

这一阶段是危险区制图的主要处理过程，荒溪流域数字对象模型是危险区制图的基础，从中可以获取荒溪流域特征、沟道特征和沟道断面特征的渗漏指标，为危险区制图提供依据。根据荒溪沟道危险区制图的数学模型和沟道断面特征，计算选定断面

的数据频率暴雨的洪水淹没水位，并以此确定危险区边界，绘制危险区图，形成图形数据文件。

④图形输出阶段

用户根据需要可以用彩色打印机或喷墨绘图机输出各种图件。

2）荒溪沟道危险区制图模型运行

该模型是针对北京山区荒溪沟道危险区划分而设计开发的。对于其他地区可将相应的数据库、图形库等更改即可推广。

图 5－11 是荒溪沟道危险区制图模型功能图，图 5－12 是荒溪沟道危险区制图模型在计算机上运行的界面。

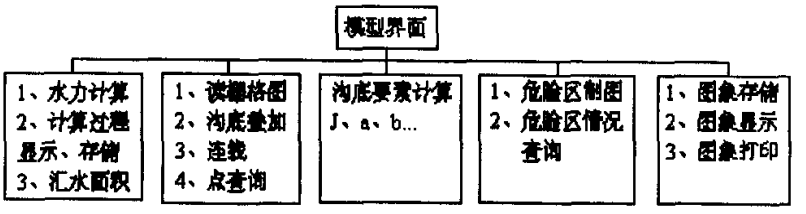


图 5－11　荒溪沟道危险区制图模型功能图

Fig 5.11 The function chart of hazard zone mapping model in torrent channel

通过荒溪沟道危险区制图模型的运行，可以在计算机上实现荒溪流域沟道内危险区的划分及制图，从而确定沟道内预警对象。其步骤（步骤 1－7 为危险区划分，步骤 8－11 为危险区制图）如下：

①判断荒溪类型（由荒溪分类模型实现）

②计算防护对象处的最大清水洪峰流量

③计算防护对象处的最大浑水洪峰流量

④确定防护对象处过水断面的底宽

⑤计算防护对象断面处的过流能力

⑥计算弯曲沟道的流速和超高（若沟道弯曲）

⑦确定防护对象处所处区域

⑧取出地形图栅格格式文件

⑨栅格化图像显示（荒溪流域地形图、防护对象面状图、沟底线线状图）

⑩计算制图所需模型参数及危险区制图

⑪危险区图结果存储、并可查询该危险区房间数、户主人等预警对象属性信息。

5.3.4.2 冲积圆锥危险区制图模型

1）综合指数等值线划分模型

利用冲积圆锥上选点调查数据，利用计算机冲积圆锥调查点综合指数确定模型进行运算，确定该点的综合危险指数，把数值大于 2.6 的点划为同一区即红色区，把数值在

1.6~2.6 区域的点划为同一区即黄色区，把小于 1.6 的点划为同一区即白色区。冲积圆锥调查点综合指数确定模型的构建原理与方法同荒溪分类模型，系统界面见图 5-13。



图 5－12　荒溪沟道危险区制图模型界面

Fig 5.12 The faceplate of the hazard zone mapping model in torrent channel

2）数值模拟模型

通过建立北京山区泥石流运动规律的数值简化模型（邵颂东，2000），结合现场调查的基本情况，利用计算机直接绘制泥石流在冲积圆锥区堆积范围，从而确定危险区。即只需确定表 5-1 中所需数值模型的主要参数及其选取准则，就可用该数值模型来模拟泥石流的运动与堆积过程，并依据数值计算结果来进行危险区制图。

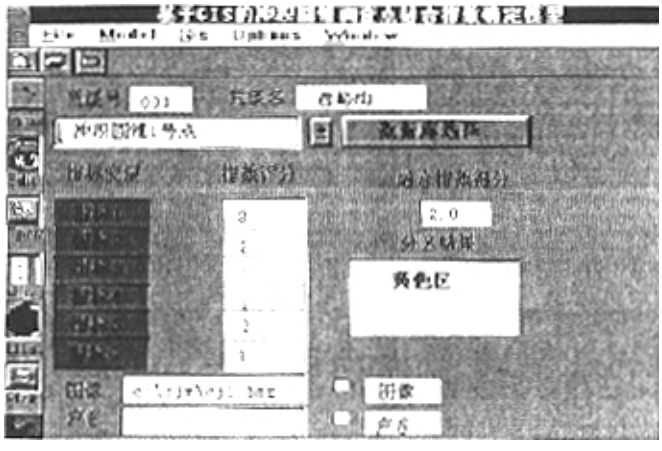


图 5.13　冲积圆锥调查点综合指数确定模型界面

Fig 5.13　The faceplate of counting the complex index of the investigate spot in alluvial zone

表 5-1 数值模型的基本参数及选取原则

Tab 5.1 The basic parameter and select rule of numerical simulations model

参数名称	参数符号	选取原则	采用的具体数值
网格步长	ΔX	根据地形图及模拟区域的大小来确定	25 m
松散物堆积总量	W	根据现场调查来估计	各沟道不同，具体数值通过沟道泥沙平衡图确定
泥石流容重	ρ_m	根据某一地区泥石流的特性进行选取	$1.8\sim2.0\ g/cm^3$
入流边界	Q	根据设计频率暴雨产生的泥石流洪峰流量以及沟道的断面过流能力确定	各沟道不同，具体数值通过计算
流团体积	ΔV	根据数值收敛的要求确定	$5\ m^3$
时间步长	Δt	根据数值收敛的要求确定	0.1 s
摩阻坡降	S_f	根据某一地区泥石流的堆积特性进行选取	0.07

根据简化数值模型及计算参数的选取进行模拟，利用计算机快速、准确的优点，运行数值模型计算查程序（具体数值模拟以及危险区制图的操作方法见流程图 5－14 所示），得出绘制危险区图所需的数据，再使用绘图软件 Graph-tool 3.3，就可以将危险区的范围描绘出来，见图 5－15。图中的黑点（•Measured）是根据冲积圆锥区综合指数等值线模型划出的，图中的实线（— Computed）相应于数值计算结果。由各图结果可知：两种方法得到的泥石流危险区范围基本趋于一致，符合工程实际的要求，因此均可用来评价及预报冲击圆锥危险区。

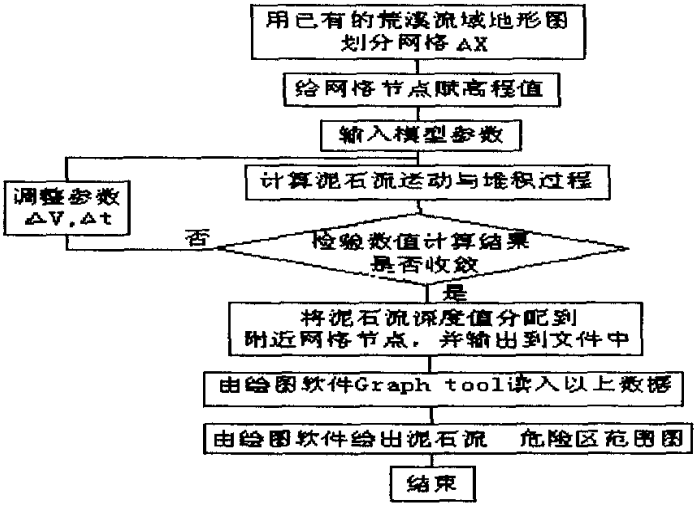


图 5－14 泥石流运动数值模拟及危险区绘制流程图

Fig 5.14 The flow chart about the numerical simulations of debris flow and hazard zone mapping

需要特别强调的是，由于数值模型的一些计算参数均与某一地区的泥石流特性有很大关系（数值模拟与实际情况的差距在很大程度上也来源于此，如某一地区的参数用于另一地区就不可避免地带来误差），因此数值模型在泥石流危险区的评价中应作

为外业工作的一个辅助手段，而不能取代现场调查，在实际中应将综合指数等值线法和数值模型有机地结合起来，从而减少外业工作量和提高预报精度。

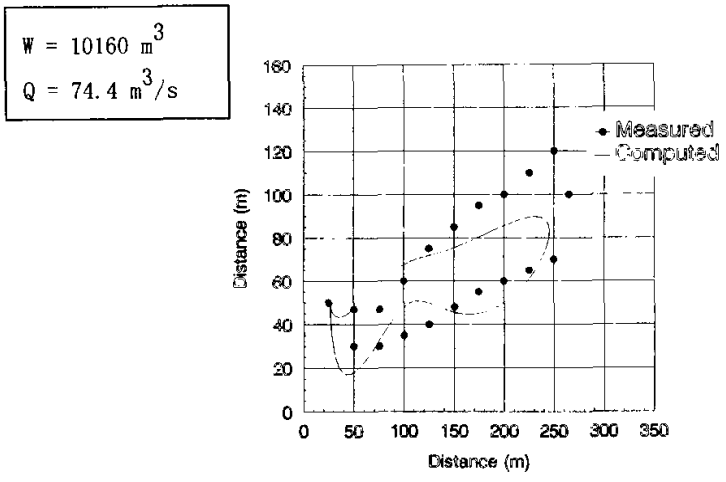


图 5－15　黄塔办事处大港沟荒溪塔河危险区图

Fig 5.15 The map of hazard zone in Dagang torrent

5.4 应用与讨论

运用荒溪分类与危险区制图信息系统，便可确定北京山区的荒溪类型及其分布特点，确定各类荒溪的危险区范围以及各类保护对象即山洪泥石流灾害预警对象，并可对每条荒溪进行荒溪类型、危险区范围及预警对象情况进行查询见图 5-16，提高了确定预警对象研究成果的利用和便捷能力。

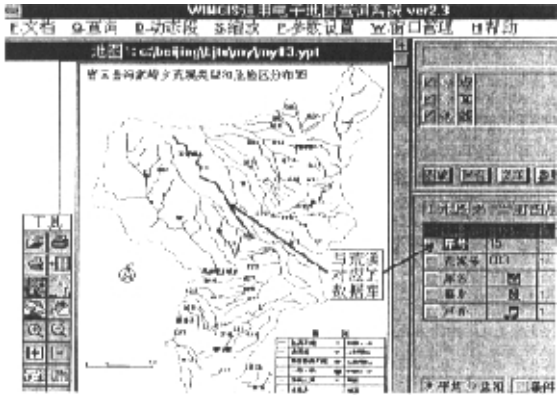


图 5－16　查询某条荒溪类型、危险区及预警对象情况

Fig 5.16 Querying the information of torrent and hazard zone and early-warning objects

本系统经运行，稳定、安全性较好。系统的设计合理，界面友好，不仅能使专业人员应用自如，而且利用系统丰富的提示信息，非专业人员也能高效地利用。