很强的山洪泥石流预警系统的开发提供了有效途径。

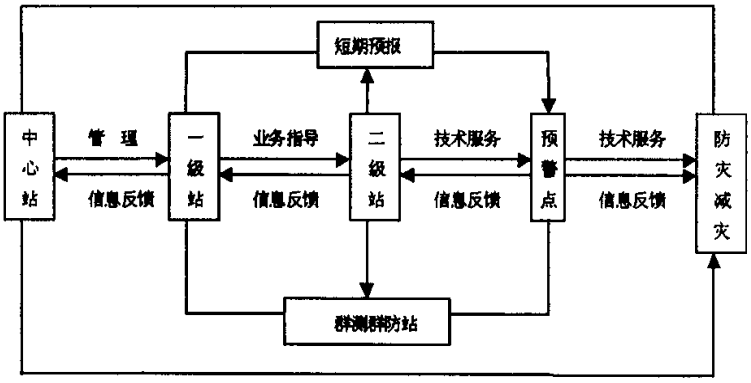


图 1-2 长江滑坡泥石流灾害预警系统业务工作框图

Fig 1.2 The landslide debris flow disaster early-warning system operation process in Yangtze River region

1.3.4 预警技术发展趋势展望

山洪泥石流灾害预报预警技术一直是各国山区防灾减灾的研究重点，各国都意识到减轻自然灾害的危害最有效的最经济的措施就是防重于治，加强预防措施的研究，将灾害的发生机理与预警原理结合起来，提高对灾害的预防预警能力，避免灾害发生造成严重损失（万庆等, 1999. 陈秀万, 1999）。从目前国内外关于山洪泥石流灾害预警技术研究情况分析，其研究趋势具有如下特点：

1）在空间预报技术上，从以判断泥石流沟与非泥石流沟为依据，运用综合指数法判断泥石流沟的危险程度确定整个泥石流沟的危险等级，发展到通过对泥石流沟危险程度评价与分布密度确定不同区域的危险性即灾害易发生区范围；最后通过对灾害易发区内每条沟道进行类型划分，采用不同类型沟道危险区制图模型确定沟道中危险区具体部位和范围(魏永明等, 1998)。

2）在实时预报技术上目前国内外研究主要集中在通过建立泥石流发生雨量、雨强回归模型上，并在雨强参数、有效雨量日数选取上进行了研究，从建立直线方程、指数方程等线性模型发展到非线性模型的建立（崔鹏，刘世建，谭万沛, 2000）。山洪实时预报由传统的推理公式、单位线等经验公式进行粗略估算，向基于 GIS 技术的小流域分布式水文汇流模拟模型进行降雨过程的汇产流过程的实时模拟进行准确预报，准确的中小尺度天气预报仍是目前最有效的防灾措施（葛守西, 1999）。

3）在预报模型构建方法上，由传统的统计回归、自回归模型，逐步向采用灰色预测模型、神经网络预测、智能预测模型以及计算机技术方向发展。由单纯预报临界降雨量或可能性预报，逐步变为能预报临界降雨、警戒避难雨量以及危害范围和危害程度等能进行具体减灾避难决策的多功能模型（John N. R, 1983. 李邦宪等, 1996. 李荣等，2000. 向喜琼等, 2000）。由过去只采用历史统计资料和实测资料，向与高精度

定点实时的气象预报数据相结合的方向发展。

4）在监测预报手段上，由过去的人员观测和仪器监测相结合的方式，逐步发展为监测仪器和计算机结合进行自动监测预报。监测仪器和传感器由过去通过别的仪器移用改进，逐渐向专用、高精度方向发展。

5）在研究手段上，由传统的对典型沟道的实地勘察，对某一范围区预报，逐步变为采用 3S 技术和计算机建档信息系统相结合的手段，对具体的每条沟道任一地方进行定点定时预测预报。

6）在预警系统上，结合各国国情和山区实际资源情况，采用先进的数据传递方式和手段，形成集气象预报、雷达技术、预测模型、仪器监测、网络和卫星数据传输等高新技术结合，建立高效定位的预报预警系统方向发展（崔鹏，刘世建，谭万沛，2000. 胡余忠等，2000）。

1.4 本研究拟解决的关键问题

1. 我国在危险区划分研究中积累了一些经验，并取得了一批具有代表性的研究成果，但其研究尺度一般都是以流域（荒溪）或者以乡、县行政范围为单元，主要集中在大尺度空间范围，还没有研究小尺度危险区划分的方法可借鉴。如何确定了山洪及泥石流灾害威胁的对象，必须对具体荒溪沟道范围内进行危险区划分，因此必须研究解决小尺度范围内危险区确定的具体方法。不同的荒溪类型危险区划分的标准应该不同，因此还必须进行荒溪类型的判别。我国过去关于泥石流沟与非泥石流沟的判别研究较多，但泥石流沟只是大量存在的各类荒溪的一小部分，北京山区除了泥石流灾害外，更大量而普遍存在的是高含沙山洪灾害，因此还得根据北京山区荒溪的实际特点，建立一套荒溪类型判别的新方法。

2. 关于暴雨泥石流灾害的实时预报，前人做了大量的工作，建立了多种实时预报模型，由于每种模型的建立都有一定的地区特性，目前还没有人根据北京山区特点建立科学合理的暴雨泥石流实时预报模型。引发暴雨泥石流的降雨因子包括前期降雨量、当日雨强、雨量等多项因子，目前还没有一个模型能够包含各种因子。而且各个因子之间的相互关系非常模糊，到底采取那个因子进行泥石流灾害的实时，不能定论。事实上泥石流的暴发应该是多个因子的综合结果，以一种因子进行判别应该不够，且缺乏合理性，怎么解决这个问题目前还没有人进行过研究。神经网络技术具有模式识别等能力，能够进行多因子的综合预报，是当今预测学中最新的一门技术，但目前还没有人用于建立泥石流实时预报的多因子判别模式。

3. 目前国内还没有一个基于 GIS 和计算机技术针对泥石流灾害的预警系统，还没有可借鉴的经验。北京山区面积大，居民居住分散，如何有效管理山洪及泥石流灾害信息、荒溪的基本材料以及利用预报模型获得的预警信息及时传递，都是迫切需要解决的关键问题。