4 确定山洪及泥石流灾害预警对象的研究

4.1 山洪及泥石流灾害预警对象的界定

“凡事预则立，不预则废”，预测的思想自古有之，预警是预测的进一步发展。它指对某一事物的现状和未来进行测度，预报不正常状态的时空范围和危害程度，便于进一步采取防范决策措施。因此，预警必须有服务的对象，否则只能是无的放失，没有任何价值可言。关于预警对象的定义，有不同的看法，有人把预警的对象认为是灾害发展过程中的运动态势即警素，笔者认为预警的目的是避免应受保护的对象免受灾害危害，所关心的应该是受保护对象，至于灾害的发展的运动态势属一种自然现象，如果没有危害人们的生命财产也就没有预警的必要。因此，预警对象应是预警服务的对象，山洪泥石流灾害预警对象就是指山洪及泥石流灾害潜在发生区（危险区）内应受保护的对象，它包括居民、房屋、铁路、公路、基础设施以及工矿厂房等。如何有效地进行山洪泥石流灾害预报预警，提高防灾减灾效果，减轻或完全避免造成严重损失，关键在于确定预警对象。确定预警对象的方法，据国外研究经验主要是在灾害多发区的山地通过危险区划分，从而确定预警保护对象，并对预警对象采取迁移或加强工程防护措施，减少或完全避免灾害损失。本研究提出的确定预警对象的方法是通过对荒溪调查进行荒溪分类的基础上，根据不同荒溪特点进行危险区划分，确定山洪及泥石流灾害的危害范围，从而确定北京市山区山洪泥石流灾害预警对象，使灾害预报预警做到有的放矢。

4.2 荒溪分类方法

4.2.1 国内现有荒溪分类方法

为了正确地判定各类荒溪的性质及其可能发生的危害，我国有关科研院所及生产部门，曾经对荒溪分类进行了不少的调查研究工作，并提出了各自的荒溪分类方法。这些研究方法的共同之处就是通过选取一定指标进行荒溪综合调查，把泥石流荒溪与非泥石流荒溪区分开，再对泥石流荒溪进行危险等级划分。下面就国内有关这类研究方法的代表性成果，分别进行说明。

判别泥石流荒溪与非泥石流荒溪方法，以中国科学院兰州冰川冻土研究所、成都山地灾害研究所等提出的研究方法最具典型。该研究方法主要通过对 10 个指标，大多采用定性判别的方法将泥石流荒溪与非泥石流荒溪加以区别(表 4－1)。然后再根据泥石流荒溪的形态发育程度，泥石流荒溪冲积圆锥所处的地貌位置，泥石流的流态特征和物质组成，泥石流的作用强度和危害性，对泥石流荒溪进行详细的分类(表 4－2)。

谭炳炎等人选用 15 个项目的综合判别指标把荒溪划分为严重泥石流荒溪、中等严重的泥石流荒溪、轻度严重的泥石流荒溪和非泥石流荒溪 4 种类型。任一荒溪地面

系统的 15 项基本因素的权重根据专家调查统计的平均权重值进行确定，每项因素均按 4 个能级分别制定数量化分析表（表 4-3,a），并指出表中前 4 项因素是决定性因素，若得分总和小于 33 分，即可判定为非泥石流沟，如超过 33 分，再对其他因素进行详细调查，确定该沟危险等级如总分在 87 分以上，为严重泥石流荒溪；总分在 87～63 之间，为中等严重的泥石流荒溪；总分在 63～33 分为轻微泥石流荒溪。

刘希林等人选用 8 个指标，并对每一指标进行了量化分级进行计算荒溪沟道综合指数进行荒溪沟道的危险性判别（见表 4-3，b），把荒溪分为 5 种类型，即综合指数大于 144 分，为极其危险泥石流荒溪；144～108 为高度危险泥石流荒溪；108～72 为显著危险泥石流荒溪；72～36 为可能危险泥石流荒溪，小于 36 为非泥石流荒溪。

崔之久等人采用关联度分析方法，选用了 8 个与泥石流灾害相关系数较高的指标因子进行荒溪沟道的危险性判别（见表 4-3,c），其提出指标与刘希林等人提出的指标相差较大，荒溪危险性等级确定标准同刘法。

马蠡乃等人采用地学因子和社会因子编码的方法，结合地理信息系统和遥感技术等先进手段采集因子数据，并对 12 个指标因子进行编码（见表 4-3,d），以因子之间的两俩比较为依据，并利用层次分析法原理，建立了 AHP 计算机模型，确定各指标因子的权重，进行荒溪类型判别。

表 4－1　泥石流荒溪和非泥石流荒溪的判别条件

Tab 4.1　The judgment condition for distinguishing debris flow torrent and non-debris flow torrent

序号	区别内容	泥石流荒溪	非泥石流荒溪
1	地质特征	流域内构造复杂,岩层破碎、节理发育、崩塌滑坡、错落、岩堆、土溜和沟岸坍塌等不良地质现象较多	流域内无大型的崩塌、滑坡等不良地质现象,仅有个别的沟岸坍塌和坡面侵蚀
2	地貌特征	植被稀少,地表光秃,母岩裸露,坡面的片状侵蚀、细沟侵蚀、切沟侵蚀很发育,风化和剥蚀作用强烈	植被良好或仅有一般的水土流失现象
3	沟谷形态	沟床纵坡大,沟谷横断面呈“U”字形	沟床纵坡大,沟床狭窄,两岸陡峭,沟谷横断面常呈“V”字形
4	固体物质储备量	>5000 m^3/km^2	<5000 m^3/km^2
5	沟床稳定性	沟床不稳定	沟床稳定
6	冲淤堵塞情况	沟床冲淤变化大,常有多级跌水,有大漂石和沉积物严重堵塞河床	沟床为光滑的岩石所构成,以冲刷为主,淤积不太严重,沟床上也有跌水和大漂石,但多无堵塞现象
7	沉积物形状	磨圆度小,沉积物带棱角状和次棱角状,粒状大小参差	磨圆度大,沉积物不带棱角或成卵石状,粒径偏大
8	沉积物组成	沉积物多为黏土、粉土、细沙、粗沙、碎岩、砾石、块石等所组成或间有泥球、石球等,固体含量大于 20%	沉积物一般为黏土、粉土、细沙、粗沙和粒径较大的石块及卵石等组成,无泥球和石球等,固体物质含量小于 20%
9	沉积物容重	沉积物容重大于或等于 1.3t/m^3	沉积物容重小于 1.3t/m^3
10	泥浆稠度	泥浆为浓稠、稠泥、浑稠的稠泥浆,混凝土状或稀泥状	泥浆一般为浑浊的山洪稀泥浆状

表 4—2 泥石流荒溪分类简表

Tab 4.2 The debris flow torrent classification

观点	原则	类型	
1 地貌学	1 按泥石流洪积扇所处的地貌位置	(1) 峡谷段(洪积扇常被切割为发育不完整的半扇形区段) (2) 宽谷段(洪积扇可分为发育完整的全扇形发育不完全的半扇形区段)	
	2 按泥石流沟谷形态发育程度	(1) 河谷型 (2) 沟谷型 (3) 山坡型	
2 泥浆水力学	3 按泥石流体流态性质和物质组成	按流态 粘稠性(黏性或层流性)	按组成 (1) 稠泥类(泥流) (2) 泥沙类(泥—沙)
		紊动性(稀性或紊流性)	(1) 泥石类(泥—石) (2) 水石类(水—石)
3 工程设计	4 按泥石流强度和危害性	按强度 (1) 最强烈 (2) 强 烈 (3) 中 等 (4) 轻 度	按危害 (1) 极严重 (2) 严 重 (3) 一 般 (4) 轻 微

表 4-3 荒溪沟道危险性判别指标及数量化表

Tab4.3 Torrent risk distinguish index and its evaluation

a. 谭炳炎等人提出的方法

综合判别指标	权重	量级划分							
		严重	得分	中等	得分	轻微	得分	一般	得分
崩坍、滑坡及水土流失的发育程度	0.159	崩坍滑坡等重力侵蚀严重，多滑层滑坡和大型崩坍，表土疏松，冲沟十分发育	21	崩坍滑坡发育，多浅层滑坡和中小型崩坍，有零星植被覆盖，冲沟发育	16	有零星崩坍、滑坡和冲沟存在	12	无崩坍、滑坡或冲沟或发育轻微	1
泥沙沿程补给长度比（%）	0.118	>60	16	60~30	12	30~10	8	<10	1
沟口泥石流堆积物堵塞程度	0.108	河形弯曲或堵塞，大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化仅大河主流受迫偏移	11	河形人变化，大河主流高水偏，低水不偏	7	无河形变化，主流不偏	1
河沟纵坡（度、‰）	0.090	>12°(213)	12	12°~6°	9	6°~3°	6	<3°	1
区域构造影响程度	0.075	强抬升区，六级以上地震区断层破碎带	9	抬升区，4~6 级地震区，有中小支断层或无	7	相对稳定区，4 级以下地震区有小断层	5	沉降区，构造影响小或无	1
流域植被覆盖率(%)	0.0675	<10	9	10~30	7	30~60	5	>60	1
河沟近期一次变形幅度（米）	0.0625	2	8	2~1	6	1~1.2	4	0.2	1
岩性影响	0.054	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化节理发育硬岩	4	硬岩	1
沿沟松散物贮量（万方/km²）	0.054	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
沟岸山坡坡度（度、‰）	0.045	>32°(0.625)	6	32°~25°(0.625~0.466)	5	25°~15°(0.466~0.286)	4	<15°(0.268)	1
产沙区沟槽横断面	0.0375	V 型谷、谷中谷、下切U型谷	5	拓宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
产沙区松散物平均厚度（米）	0.036	>10	5	10~5	4	5~1	3	<1	1
流域面积（km²）	0.036	0.2~5	5	5~10	4	0.2 以下 10~100	3	>100	1
流域相对高度(m)	0.030	>500	4	500~300	3	300~100	2	<100	1
河沟堵塞程度	0.030	严	4	中	3	轻	2	无	1

b.刘希林等人提出的方法

综合判别指标	量级划分							
	小	得分	中	得分	大	得分	极大	得分
一次泥石流最大冲出量(万 m^3)	<1	8	1~10	16	10~100	24	>100	32
松散固体物质贮量（万 m^3）	<0.5	4	0.5~50	2	50~200	3	>200	4
最大漂砾粒径（m）	<1	4	1~3	8	3~8	12	>8	16
最大容重（t/m^3）	<1.5	6	1.5~2.0	12	2.0~2.3	18	>2.3	24
最大 12 小时暴雨（mm）	<25	5	25~50	10	50~100	15	>100	20
流域相对高差（km）	<0.5	5	0.5~1.0	10	1.0~3.0	15	>3.0	20
泥石流发生频率（%）	<10	2	10~50	4	50~100	6	>100	8
流域面积（km^2）	<0.5	7	0.5~10	14	10~35	21	>35	28

c.崔之久等人提出的方法

综合判别指标	量级划分							
	1	得分	2	得分	3	得分	4	得分
沟谷平均比降(°)	<7	8	7~9	16	9~10	24	>10	32
沟谷沉积物平均厚度（m）	<4	5	4~5	10	5~6	15	>6	20
流域相对高差（m）	<300	7	300~400	14	400~500	21	>500	28
构造（每平方米节理数）	<7	3	7~10	6	10~15	9	>15	12
堆积物最大粒径（m）	<3	4	3~4	8	4~5	12	>5	16
沟谷宽度（m）	>25	1	25~20	2	20~15	3	<15	4
山坡平均坡度(°)	<40	6	40~45	12	45~50	18	>50	24
山坡堆积物厚度（m）	<0.4	2	0.4~0.5	4	0.5~0.7	6	>0.7	8

d.马霭乃等人提出的方法

综合判别指标	量级划分				
	1	2	3	4	5
植被	乔灌为主，覆盖度为 70~100%	乔草为主，覆盖度为 50~70%	乔灌草为主，覆盖度为 30~50%	灌草为主，覆盖度为 10~30%	草为主，覆盖度为 0%~10%
沟床坡度（°）	0~2	2~8	8~15	15~25	>25
坡积物厚度（m）	0~2	2~4	4~6	6~8	>8
面积(km^2)	<1 或>15	1~3	3~6	6~9	9~15
地形切割度(沟谷数/km^2)	<0.5	0.5~1	1~2	2~4	>4
地表破裂度(断裂数/km^2)	0~0.1	0.1~0.25	0.25~0.5	0.5~1	>1
降雨强度(mm/h)	0.01~0.9	1.0~9.9	10.0~19.9	20.0~39.9	40.0~300.0
实际一次降雨量(mm/24h)	0.1~19.9	20.0~49.9	50.0~99.9	100.0~199.9	200.0~500.0
多年平均降雨量(mm)	0~550	550~600	600~650	650~700	>700
径流状况	丰水河谷	平水河谷	季节性河谷	干枯河谷	干枯沟谷
土地利用状况	平原耕地	河流阶地耕地	坡耕梯田	缓耕梯田	陡坡梯田
人口状况(人/km^2)	0~20	21~40	41~80	81~120	>120
设施状况(万元/km^2)	0~5	5.1~10	10.1~15	15.1~20	>20

4.2.2 本研究提出的方法

北京山区除了泥石流灾害以外，更大量而普遍存在的是高含沙山洪危害。因此，为了适应这一地区生产事业发展的需要，必须结合该地区的特点对山洪及泥石流各类荒溪进行预警对象的确定。北京有 2/3 的山区面积，如果对每条荒溪都进行类型判别其工作量之大，是难以想象的，而且也没有必要。防灾减灾的目的是保护预警对象，因此本研究只对北京山区有人居住和有重大建筑设施的 2280 条荒溪进行综合调查。在详细荒溪调查的基础上，根据荒溪沟底坡度、沟床泥沙堆积厚度以及集水区面积、