

ICS 13.020

CCS Z 05

T/CQSES

重庆市环境科学学会团体标准

T/CQSES 43—2026

山地城市超量径流风险预控技术导则

Technical guidelines for risk prevention and control of exceedance runoff in
mountainous cities

2026 – 09 – 02 发布

2026 – 09 – 02 实施

重庆市环境科学学会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

5 超量径流风险评估 2

6 风险预警 3

7 风险预控技术 3

8 运行维护与管理 5

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由重庆大学提出。

本文件由重庆市环境科学学会归口。

本文件起草单位：重庆大学、重庆交通大学、重庆西科水运工程咨询有限公司、北京建筑大学。

本文件主要起草人：马海元、何强、肖子杰、程呈、陈磊、刘浩、邱周华、何进朝、卢浩、司帅。

山地城市超量径流风险预控技术导则

1 范围

本文件规定了山地城市超量径流风险预控的基本要求、风险评估、风险预警、风险预控技术和运行维护与管理的不要求。

本文件适用于山地城市建成区和规划建设区超量径流风险预控的规划、设计、建设、运行维护和管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 35221 地面气象观测规范 总则
GB/T 35228 地面气象观测规范 降水量
GB/T 50138 水位观测标准
GB 50179 河流流量测验规范
GB 50201 防洪标准
GB 51174 城镇雨水调蓄工程技术规范
GB 55033 城市轨道交通工程项目规范
SL/T 754 城市防洪应急预案编制导则
DBJ50/T-427 山地城市内涝防治技术标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

山地城市 mountainous city

主要分布在地势起伏明显的山地区域（广义上包括地理学划分的山地、丘陵和崎岖不平的高原）的城镇，形成与平原城市迥然不同的空间形态和环境特征。

[来源：DBJ50/T-427—2022，2.1.1]

3.2

超标降雨 excess rainfall

短历时降雨强度或连续性降雨总量达到或超过城镇内涝防治设计重现期对应设计降雨量的降雨过程。

3.3

空间不均匀降雨 spatially heterogeneous rainfall

在给定累计时段和空间范围内，降雨量或降雨强度在研究区域内存在明显空间差异、局地集中或移动特征的降雨时空分布形态。

3.4

超量径流 exceedance runoff

超过城镇内涝防治系统消纳能力，需通过行泄、调蓄、分流、防护等措施进行控制的地表径流。

3.5

行泄通道 overland flow pathway

在超标降雨工况下，承担超量径流输送、排泄功能的地面通道，包括道路、绿地、开敞空间、自然冲沟和人工沟渠等。

4 基本要求

- 4.1 山地城市超量径流风险预控应按照风险识别、风险评估、风险预警、预控技术选择、运行维护与管理的流程开展，各环节应相互衔接。
- 4.2 超量径流风险预控应以风险评估结果为依据，结合降雨情景、汇流特征、承灾对象及其风险后果、下游受纳条件和既有设施能力，确定预控对象、预控优先级和措施组合。
- 4.3 风险预控方案应结合地形地貌、水系与竖向条件、工程地质条件、既有排水防涝设施状况及运行维护条件确定，并应进行相应的水文水力计算和安全校核。
- 4.4 风险预控措施不应向下游、相邻区域或者敏感对象转移风险。确需跨排水分区、跨自然分水岭传输或分流时，应论证其对上下游排水防涝安全、受纳水体、生态环境、边坡稳定和应急处置的影响，并采取风险控制措施。

5 超量径流风险评估

5.1 一般规定

- 5.1.1 超量径流风险评估应划分评估单元，识别超量径流的致灾条件、承灾对象及其风险后果，并根据评估结果确定预控对象和预控优先级。
- 5.1.2 风险评估基础资料应包括地形地貌、水系与汇水分区、排水防涝设施、土地利用与地表覆盖、降雨和水文资料、上游来水与下游受纳条件、历史积水或洪涝事件、承灾对象及其运行状况等。资料应说明来源、时段、精度、坐标和高程基准。
- 5.1.3 风险识别应结合现场调查、历史事件、模型分析和情景对比，分析坡面汇流、冲沟或山洪入城、局地低洼积水、下游顶托、排水设施能力不足及行泄受阻等对超量径流风险的影响。

5.2 降雨情景与模型分析

- 5.2.1 山地城市内涝风险模拟和防涝系统规划计算，宜根据汇水区尺度、汇流响应时间、降雨资料空间代表性和风险后果，分析空间不均匀降雨特征。存在局地强降雨、降雨中心移动或者降雨空间差异显著情形时，应结合历史事件、雷达—雨量联合资料或情景敏感性分析，确定降雨空间分配及其适用范围。
- 5.2.2 典型降雨与边界情景应结合本地地形、汇流路径、上游来水和下游受纳条件构建；可包括上游或坡顶汇水集中、下游低洼或顶托、上游入流与本地降雨叠加、长历时或连续降雨等不利组合。历史事件重现情景宜用于模型检验。
- 5.2.3 风险模拟宜采用“降雨产汇流模型—一维管网水力模型—二维地表浅水模型”的技术框架。模型应统一坐标和高程基准，并采用实测降雨、流量、水位或积水资料进行率定或验证；应开展质量守恒、数值稳定性和关键参数敏感性检查。资料受限时，可采用经论证的等效保守方法，但应说明假设和适用条件。

5.3 风险评价与结果应用

- 5.3.1 积水危险性应按承灾对象分类，综合积水深度、流速、持续时间、上涨速率、水深—流速组合及淹没范围等指标评价。不同对象的判据应优先采用现行强制性工程建设规范、政府批准的专项规划或应急预案、公开发布的相关标准；不得以无来源的统一水深或流速值代替分类判据。
- 5.3.2 综合风险评价应在危险性基础上，考虑承灾对象暴露、易损性、功能中断后果、人员安全、财产与环境损失以及应急处置能力。采用指标标准化、权重、风险矩阵或分级阈值时，应明确指标定义、数据来源、计算规则、阈值依据及敏感性分析结果，并形成可追溯记录，使评价过程可复核。
- 5.3.3 风险评估成果应明确评估单元、典型情景、模型条件、危险性和综合风险等级或风险分区结果、评价方法和判据依据、重点预控对象及其预控优先级，并作为风险预警、风险预控技术选择和运行维护管理的依据。
- 5.3.4 对重要基础设施开展风险评价时，风险评价成果应为其内涝风险预警阈值确定提供汇水分区、致灾条件、模型边界和风险后果等基础资料。

6 风险预警

6.1 一般规定

6.1.1 山地城市超量径流风险预警应结合短临降雨预报、实时监测、风险评估成果和设施运行状态，对超量径流风险的发展趋势进行研判，为设施运行、现场巡查和应急响应提供技术支持。

6.1.2 风险预警应重点关注上游汇水区、山洪入城口、行泄通道、低洼积水区、下穿通道、地下空间、轨道交通出入口及其他风险后果较大的对象。

6.1.3 本章规定的风险预警用于技术研判和响应支撑，不替代气象、水利、应急管理等有关部门依法发布的预警信息。涉及行政预警发布、交通管制、人员疏散等事项的，应按属地政府及有关部门的规定执行。

6.2 监测布设与数据应用

6.2.1 感知监测设备应在统筹既有气象、水利、住房城乡建设、应急和交通等部门站点及共享数据的基础上布设，并重点覆盖关键标高节点、主要汇水区、行泄通道和重要防护对象。点位数量和位置应满足汇水区代表性、预警提前量、通信条件和运维可达性要求。

6.2.2 雨量监测应优先利用气象雷达产品和既有雨量站资料，并根据上游集雨区、地形分区和汇流响应时间补充地面监测；不得以统一站距代替代表性分析。降水观测应符合 GB/T 35221 和 GB/T 35228。

6.2.3 山洪入城口、重要截洪沟过流断面、跌水节点和骨干行泄通道，宜结合风险后果布设水位、流量或流速监测；河流流量和水位观测应分别符合 GB 50179 和 GB/T 50138。

6.2.4 下穿通道、轨道交通出入口、重要地下空间以及关键调蓄、泵排和挡水设施，宜布设积水深度、设施运行状态和视频监控。视频监控应避免不必要的个人信息采集，并明确存储和访问权限。

6.2.5 在线设备应明确量程、准确度或允许误差、防护等级、供电与通信方式、校准周期、故障自诊断和断网缓存要求，并应统一时间基准。

6.3 风险研判、风险提示与响应衔接

6.3.1 风险研判应综合降雨预报与实测、上游来水、下游受纳水位、积水或水位监测、设施运行状态以及模型预测结果，分析风险范围、影响对象和变化趋势。

6.3.2 应依据第 5 章风险评估成果确定重点巡查范围和重点防护对象。典型降雨情景下的淹没范围、行泄通道和易受影响对象，可作为风险研判、巡查部署和响应准备的空间依据，但不应直接作为行政管制边界。

6.3.3 重要基础设施的风险提示条件，宜结合经确定并校核的内涝风险预警阈值，以及实测、预报和模型结果综合研判。

6.3.4 项目预案中的风险提示、设施启用、现场巡查和应急处置启动条件，应根据监测指标、预测时效、风险后果和设施能力确定。采用分级阈值时，应说明其资料来源、适用对象、计算或验证方法和调整机制；不得规定无来源的统一触发值。

6.3.5 向设施运行维护单位和相关责任主体推送的风险提示信息，应包括触发依据、预报或监测时刻、可能影响范围、重点防护对象、建议巡查或者设施准备事项，并标注数据来源和有效时段。

6.3.6 达到项目预案确定的启动条件时，应按职责分工开展信息推送、现场巡查、设施启闭、应急准备和信息报送；涉及行政预警发布、交通管制、人员转移等事项的，应按属地政府及有关部门的预案和程序执行。

7 风险预控技术

7.1 一般规定

7.1.1 风险预控技术应依据第 5 章风险评估成果和第 6 章风险预警结果，结合汇水特征、地形高差、上游来水、下游受纳条件、承灾对象及既有设施能力，确定预控对象、预控优先级和措施组合。

7.1.2 风险预控措施可采用上游来水拦截与源头阻滞、行泄导流与消能、调蓄转输与安全排泄、重要对象原位防护等一种或多种技术。措施组合应符合风险不转移、蓄排协同和运行维护可实施的要求。

7.1.3 预控方案应结合水文水力计算、地形地质条件、边坡稳定、结构安全和设施运行维护条件确定，

并应明确工程措施、受控溢流路径和应急处置条件。

7.1.4 既有城区改造宜结合场地条件采用微地形导流、局部调蓄、原位防护和既有设施挖潜等措施；跨排水分区转输或分流时，应校核接纳区设施能力及沿线人员、车辆、建筑和边坡安全。

7.1.5 典型空间特征下风险预控路径的确定可参考表1，并结合项目具体条件进行水文水力、地质和安全校核。

表1 典型空间特征下的风险预控路径参考表

空间特征	主要风险机制	可选预控路径	关键校核条件
山前或坡顶汇集中、冲沟入城	上游客水快速汇入，局地流量和冲刷风险高	识别入城口，采用截流、导流、源头阻滞或受控溢流等措施	上游入流、受纳条件、行泄路径、边坡与冲刷安全
环山或依山建设区，山体汇水向城区多方向扩散	山—城交界面来水分散入城，多点汇流、局地积水和冲刷风险并存	采用沿山截流、分区导排、分散阻滞、外围受控排泄等措施	汇水边界、入城口、分区受纳能力、行泄路径和边坡安全
多级台地或陡坡汇流	高差导致流速增大、跌水冲刷和低位区域受冲击	采用行泄导流、坡面阻滞、消能防冲和分级调蓄等措施	水深流速组合、竖向衔接、抗冲稳定和沿线安全
低洼滨水或排口受顶托区域	重力排水受阻，局地积水持续时间增加，可能发生倒灌	采用调蓄转输、防倒灌、受控溢流和强排等措施	下游水位、排口能力、可用库容、退水时间和受纳能力
穿城河谷、排洪冲沟或主要行泄通道过境区域	上游来水量大、流速高，通道受阻可能造成过境洪水与城区积水叠加	预留骨干行泄空间，采用导流消能、沿线防护和受控溢流等措施	过流断面、行泄连续性、冲刷稳定、沿线人员与建筑安全、下游受纳能力
下穿通道、地下空间等低洼关键节点	人员安全、功能中断和财产损失风险集中	采用原位挡水、防淹排水、监测提示和快速启闭等措施	控制水位、防护高程、结构安全、供电可靠性和人工接管

7.2 上游来水拦截与源头阻滞

7.2.1 存在上游来水、坡顶集中来水或冲沟汇流入城风险时，应识别汇水范围、来水路径、入城口、入流过程和下游受纳条件，并确定截流、导流、阻滞或安全溢流措施。

7.2.2 截流、导流和阻滞设施应根据设计工况的入流过程、设施能力和受纳条件确定，并应明确安全溢流路径。设施布置不应造成下游、相邻区域或敏感对象风险增加。

7.2.3 采用生态沟、截排沟、滞蓄空间、下沉绿地或渗透设施时，应结合岩土与水文地质勘察、边坡稳定、地下水位、与挡墙及建筑基础的距离、污染风险和溢流安全确定适用性。可能影响边坡、基础或地下工程安全时，不应采用无防渗或无导排措施的渗透设施。

7.2.4 涉及山洪防治、跨区域来水处置或与防洪工程衔接的预控措施，应按 GB 50201 及有关要求进行专项论证。

7.3 行泄、导流与消能

7.3.1 应识别超标降雨工况下的地表径流汇聚路径、行泄通道和易受冲刷节点。行泄通道可依托道路、绿地、开敞空间、自然冲沟和人工沟渠等设置，其过流能力、竖向衔接和沿线安全应经校核。

7.3.2 高位台地、跨台地转输和坡面集中汇流部位，应明确截流、导流、受控溢流和安全排泄路径，不应使高位径流无序下泄冲击低位建成区。

7.3.3 骨干行泄通道应承担多个排水分区或主要汇水路径的超量径流安全排泄功能；不应设置影响其设计过流能力的建（构）筑物或者其他设施。确需交叉或共用空间时，应进行水力、结构和人员安全校核，并采取相应管理措施。

7.3.4 跌水连接处、转弯处、水流集中部位和高流速通道，应根据水深、流速、冲刷条件、通道用途和暴露对象确定消能、防冲和阻滞措施。可采用地表增糙、生态阻滞沟、消能坎、急流槽、消能齿、跌水井或多级消能等措施，并应校核抗冲稳定性和连续行泄能力。

7.4 调蓄、转输与安全排泄

7.4.1 调蓄、转输和安全排泄措施应结合汇水范围、入流过程、有效库容、允许出流、下游受纳能力、溢流路径和启用顺序确定。

7.4.2 多级调蓄设施应按各级汇水范围、入流过程、允许出流和启用顺序分段计算，不应将同一泄流能力或库容重复计入。

7.4.3 调蓄设施的有效调蓄容积应根据汇水范围、设计降雨过程、产汇流过程、设施入出流能力、下游受纳条件、溢流路径和启用顺序，经水文水力计算确定。阶梯式或多级调蓄设施应分级计算，并校核各级设施之间的衔接关系和下游安全排泄条件。

7.4.4 下游顶托、排口受淹或重力排水受阻区域，应校核防倒灌、受控溢流、调蓄转输和强排等措施的适用条件及其对下游、相邻区域和敏感对象的影响。调蓄设施的设计、施工和验收应符合 GB 51174。

7.5 重要对象原位防护

7.5.1 下穿通道、轨道交通出入口、地下空间、低洼公共服务设施和其他风险后果较大的对象，应结合第 5 章风险评估成果确定防护目标、防护高程和防护措施。

7.5.2 重要基础设施的原位防护措施，其防护目标、设施启用条件和运行预案应与经确定并校核的内涝风险预警阈值成果衔接。

7.5.3 重要对象的入口、首层或关键设备防护高程，应结合现行强制性工程建设规范、专项规划或防洪排涝标准、历史实测最高水位和模型计算控制水位确定，并应统一高程基准。

7.5.4 挡水、防淹、临时封堵、排水和强排设施应校核抗滑、抗倾覆、结构强度、泄漏、供电可靠性和人工接管条件，并应明确启用条件和定期试验要求。

7.5.5 下穿通道、轨道交通出入口和重要地下空间宜布设积水深度和设施运行状态监测，并与第 6 章风险提示和项目预案确定的设施启用条件衔接。轨道交通工程应符合 GB 55033。

8 运行维护与管理

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于第 7 章规定的风险预控设施及其配套监测、启闭、供电和运行支撑设施的运行维护与管理。

8.1.2 运行维护工作应与设施权属、移交安排、属地管理职责和经批准的有关预案衔接，并应明确设施状态确认、检查维护、故障处置和记录归档等要求。

8.1.3 预控设施应结合汛前、强降雨过程和雨后检查发现的风险及时维护；维护后应确认设施的过流、调蓄、消能、挡水、排水或监测等功能满足运行要求。

8.2 预控设施运行维护

8.2.1 上游来水拦截、截排、行泄、消能和调蓄设施应重点检查淤积、堵塞、冲刷、破损、结构稳定和安全溢流路径等情况，并及时清理、修复或采取临时安全措施。

8.2.2 原位防护、强排、挡水、启闭和供电设施应重点检查启闭可靠性、密封防淹、排水能力、供电保障和人工接管条件，并应结合设施启用条件进行必要的试验或验证。

8.2.3 发现设施故障、有效能力降低或安全溢流路径受阻时，应及时处置；在恢复有效能力前，应结合风险提示和现场条件采取相应的临时风险控制措施。

8.3 运行支撑与复核更新

8.3.1 应建立预控设施运行记录，记录设施状态、检查维护、故障处置、强降雨过程、设施启用及实际运行效果等信息，并保证记录可追溯。

8.3.2 发生强降雨、异常监测、设施故障或预控效果未达到预期等情形后，应结合实际积水、行泄、冲刷、倒灌和重要对象受影响情况开展复核分析。

8.3.3 对重要基础设施，应将内涝风险预警阈值触发情况、设施启用时机和实际防护效果作为复核内容；需要调整时，应同步更新相关阈值成果和预控方案。

8.3.4 复核结果表明风险评估输入、风险提示条件、设施能力、措施组合或运行预案需调整时，应依据复核结果及时更新相关技术文件和运行记录。

8.4 应急衔接

8.4.1 预控设施的启用、人工接管、信息报告和现场处置应与属地防汛、城市内涝、山洪灾害及有关行业应急预案衔接。应急预案的编制应符合 SL/T 754。

8.4.2 达到经批准预案规定的响应条件时，应按既定职责开展设施启用、信息报送和现场处置，并与有关主管部门和有权机构的应急工作衔接。
