

《山地城市超量径流蓄排联调技术导则》 编制说明

（征求意见稿）

《山地城市超量径流蓄排联调技术导则》编制组

二〇二六年七月

目录

一、制定标准的背景、必要性、目的和意义	1
(一) 制定背景	1
(二) 制定必要性	1
(三) 制定目的	2
(四) 制定意义	2
二、编制组简况	2
1.标准主要起草单位和起草人员任务分工	2
2.主要工作过程	4
三、标准编制依据和原则	5
1.编制依据	5
2.编制原则	5
四、适用范围	6
五、国内外现状	7
(一) 国内现状	7
(二) 国外现状	7
(三) 本标准的技术定位	7
六、贯彻 CQSES 标准的要求和措施	8
(一) 组织措施	8
(二) 技术措施	8
(三) 实施与监督建议	9
七、与现行有关法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系	9
八、技术内容说明	10
(一) 总则、术语和基本规定	10
(二) 系统评估	11
(三) 能力提升	12
(四) 联排联调	13
(五) 运行维护	15
(六) 技术成果与实施要求	16
(七) 主要技术特点	16
九、重大意见分歧的处理经过和依据	17
十、标准实施的环境效益和经济技术分析以及相关建议	17
(一) 环境效益	17
(二) 社会效益	18
(三) 经济技术分析	18
(四) 相关建议	18
十一、其他应予以说明的事项	18

一、制定标准的背景、必要性、目的和意义

（一）制定背景

近年来，极端强降雨和短历时强降雨对城市排水防涝系统形成持续压力。山地城市建设用地受山体、沟谷、台地、陡坡道路和高差节点控制，降雨径流在较短距离内即可完成快速汇集与高程转换，易形成坡面来水、道路高速行泄、沟谷洪峰、管渠超载、排口顶托和地下空间进水等多过程叠加。传统以管渠设计能力或局部积水深度为主的评价方法，难以完整反映山地城市快速汇流、高流速、高冲击、含沙漂浮物堵塞以及上下游风险传递等问题。

国家和重庆市现行排水防涝、雨水调蓄、海绵城市和山地城市内涝防治标准，已经对排水系统规划设计、源头减排、调蓄设施建设和内涝风险控制提出要求。随着监测感知、模型计算、泵闸控制和应急管理条件不断完善，城市防涝工作正由单体设施扩容向流域化、系统化、数字化和全过程协同转变。现有标准仍有必要进一步细化山地城市超量径流条件下不同高程分区、梯级设施、河沟管网、道路和应急资源之间的蓄排联调方法。

（二）制定必要性

一是补齐山地城市技术适用性不足。山地城市的自然汇水边界与行政边界、管网服务边界往往不一致，长坡道路、沟谷、挡墙开口、桥涵和隧道等会重塑径流路径，需要以竖向汇水分区和快速汇流路径作为系统评估与调度的基础。

二是补齐水量控制向水量—速度—冲刷—灾害链综合控制的拓展。山地径流危害不仅表现为积水量和积水深度，还表现为洪峰到达快、流速高、跌落能量大、冲刷破坏强以及泥沙漂浮物引起的卡口堵塞。仅增加下游排放能力，可能加快洪峰传播或形成新的冲刷和倒灌风险。

三是补齐单体设施运行向梯级系统联调的拓展。不同高程调蓄设施、泵闸、山洪沟、道路行泄空间和河湖水系之间存在明确的水力联系，应根据洪峰到达时间和下游剩余承载能力，实施上游分散滞蓄、中游分级截流、下游有序排放和全过程消能防冲。

四是补齐设施建设向全过程管理的拓展。山地小汇水区响应时间短，装备可达性受道路坡度、地形阻隔和暴雨交通中断影响明显，需要把雨前预案、人员和

装备前置、雨中滚动优化、断电断网降级控制、雨后评估迭代以及日常运行维护纳入统一技术框架。

（三）制定目的

本标准拟建立适用于山地城市超量径流蓄排联调的统一技术框架，明确系统评估、能力提升、蓄排联调和运行维护的基本要求，形成“地形识别—竖向汇水分区—快速汇流路径识别—综合风险评估—梯级能力提升-错峰联调-风险转移校核”的技术主线，为规划、建设、运行、调度和应急管理提供可执行依据。

（四）制定意义

标准的实施有利于充分发挥现有排水管渠、调蓄设施、河湖水系、山洪沟、道路和泵闸装备的系统效能，推动山地城市防涝从局部治理转向上下游协同、从静态设计转向动态运行、从单一积水控制转向人员安全和综合风险控制；同时可为重庆及其他山地城市开展排水防涝系统评估、工程改造、数字平台建设和应急联动提供技术参考。

二、编制组简况

1.标准主要起草单位和起草人员任务分工

本导则主要起草单位为重庆大学、中国市政工程华北设计研究总院有限公司、重庆交通大学、重庆西科水运工程咨询有限公司、中建安装集团有限公司。

编制组采用企业、高校深度融合的组织模式，共推联合开发，互促优势互补，确保标准兼具学术前沿性与工程实用性。

主要起草人为陈磊、何强、柴宏祥、李鹏峰、黄鹏、徐梓豪、马海元、程呈、何进朝、肖子杰、卢浩、刘茜、段亭亭、田腾飞、刘浩、邱周华、卓旬、张朝明。

表 1 主要起草单位任务分工

单位名称	角色	主要任务分工
重庆大学	主编单位	标准总体框架设计、核心算法研究、条文编写、统稿及技术总负责
中国市政工程华北设计研究总院有限公司	参编单位	工程适用性复核、设施能力核定、工程措施和风险边界。
重庆交通大学	参编单位	道路行泄、关键竖向节点、交通安全与应急疏散要求。

重庆西科水运工程咨询有限公司	参编单位	沟谷河道能力、排口顶托、消能防冲与下游承载能力校核。
中建安装集团有限公司	参编单位	装备配置、联动控制、施工运维、安全作业和故障替代要求。

表 2 主要起草人任务分工

姓名	单位	主要任务分工
陈磊	重庆大学	负责第 1 章（总则）、第 3 章（术语）及总体统稿
何强	重庆大学	负责第 4 章（基本规定）及技术总负责
柴宏祥	重庆大学	负责第 5 章（系统评估）
李鹏峰	中国市政工程华北设计研究总院有限公司	负责第 6 章（能力提升）
黄鹏	中国市政工程华北设计研究总院有限公司	负责第 7 章（蓄排联调）
徐梓豪	中建安装集团有限公司	负责第 8 章（运行维护）
马海元	重庆大学	参与第 4 章（基本规定）
程呈	重庆大学	参与第 4 章（基本规定）
何进朝	重庆交通大学	参与第 5 章（系统评估）
肖子杰	重庆大学	参与第 5 章（系统评估）
卢浩	重庆西科水运工程咨询有限公司	参与第 5 章（系统评估）
刘茜	中国市政工程华北设计研究总院有限公司	参与第 6 章（能力提升）
段亭亭	中国市政工程华北设计研究总院有限公司	参与第 6 章（能力提升）
田腾飞	中国市政工程华北设计研究总院有限公司	参与第 7 章（蓄排联调）
刘浩	重庆交通大学	参与第 7 章（蓄排联调）
邱周华	重庆交通大学	参与第 7 章（蓄排联调）
卓旬	中建安装集团有限公司	参与第 8 章（运行维护）

姓名	单位	主要任务分工
张朝明	中建安装集团有限公司	参与第 8 章（运行维护）

2.主要工作过程

（一）立项准备与编制组组建（2025 年 12 月—2026 年 5 月）

围绕山地城市超标降雨风险预控预警与蓄排联调研究成果，提出团体标准编制需求，确定标准名称、适用范围、主要章节和编制单位。立项申请时间、立项编号、学会批准文件和编制组成立时间应依据正式文件补充。

（二）资料收集与技术调研（2026 年 3 月—2026 年 5 月）

编制组收集国家和行业排水防涝、雨水调蓄、海绵城市、数学模型以及重庆山地城市相关标准和政策文件，梳理山地地形、道路、山洪沟、桥涵、地下空间、泵闸调蓄和运行维护等典型问题。在此基础上，比较一般城市与山地城市在产汇流过程、设施衔接和应急响应方面的差异，明确标准需重点解决的技术问题。

（三）初稿编制与专题论证（2026 年 5 月—2026 年 6 月）

按照总则、规范性引用文件、术语、基本规定、系统评估、能力提升、蓄排联调和运行维护的结构形成标准初稿。编制过程中围绕竖向汇水分区、快速汇流路径、高差节点、雨水口实际收水、梯级调蓄、错峰下泄、风险转移、断电断网控制和山地运维等内容开展专题讨论，逐步形成“上蓄—中截—下排-分级消能”的山地技术体系。

（四）内部修改与标准化整理（2026 年 6 月—2026 年 7 月）

根据编制组内部意见，对适用范围、术语定义、条款层级、技术成果要求和条文说明进行多轮调整，并按照 GB/T 1.1—2020 及重庆市环境科学学会团体标准格式要求整理为送审材料。标准现版已设置逐条条文说明，对必要条款的制定目的、技术依据和执行要点进行解释。

（五）征求意见、技术审查和报批（2026 年 7 月—2026 年 10 月）

公开征求意见、定向征求意见、专家技术审查和报批工作应按重庆市环境科学学会有关程序开展。编制说明报审前应补充各阶段的起止日期、发函单位和数

量、反馈意见数量、采纳情况、主要修改内容、专家名单、会议结论及报批修改情况。

三、标准编制依据和原则

1.编制依据

（一）法律法规和政策文件

本标准编制遵循《中华人民共和国水法》《中华人民共和国防洪法》《中华人民共和国突发事件应对法》《城镇排水与污水处理条例》等法律法规，贯彻《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》《国务院办公厅关于加强城市内涝治理的实施意见》以及城市排水防涝体系建设有关行动要求，衔接重庆市城市排水防涝、海绵城市建设、山洪防治、地质灾害防治和应急管理有关规定。

（二）标准化文件和主要技术标准

标准文本结构和起草规则依据 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》执行，并遵循重庆市环境科学学会团体标准管理有关规定。主要技术依据包括 GB 55027《城乡排水工程项目规范》、GB 50014《室外排水设计标准》、GB 51174《城镇雨水调蓄工程技术规范》、GB 51222《城镇内涝防治技术规范》、GB 50318《城市排水工程规划规范》、T/CECS 647《城镇内涝防治系统数学模型构建和应用规程》、T/CECS 2267-026《城市超量径流蓄排联调技术导则》以及 DBJ50/T-427《山地城市内涝防治技术标准》等。

（三）研究成果和实践资料

编制工作结合山地城市排水防涝和蓄排调度研究成果，综合采用资料收集、现场调查、历史灾情复核、水文水动力模拟、设施能力分析、典型场景推演和专家研讨等方法。技术内容吸收了山地城市地形起伏、外来山水、长坡道路、沟谷卡口、排口顶托、地下空间和地质灾害敏感条件下的工程与管理经验。

2.编制原则

（一）合法合规、底线优先

严格执行国家强制性工程建设规范和有关法律法规，不降低现行防洪、排水、结构、人员疏散、有限空间作业和公共安全要求。人员生命安全、重要生命线和地下空间安全优先于局部积水改善和设施运行效率。

（二）问题导向、突出山地特色

围绕快速汇流、高流速高能量、竖向排水关系复杂、外来山水、含沙漂浮物堵塞和上下游风险传递等山地城市突出问题，提出区别于一般平原城市的分区评估、梯级提升和联调要求。

（三）系统治理、蓄排协同

以自然汇水边界和竖向高程关系为基础，统筹坡面、道路、管渠、山洪沟、河湖水系、调蓄设施、泵闸装备、应急管理和调度平台，形成源头、过程、末端以及雨前、雨中、雨后的全过程控制。

（四）风险约束、不得不利转移

能力提升和联调方案不仅评价目标区积水改善，还比较上下游及相邻区域的流量、水位、流速、冲刷和风险等级变化，防止以增加下游、边坡、地下空间或相邻区域风险为代价降低局部风险。

（五）科学适用、便于实施

在吸收模型分析、实时监测和边缘控制等技术的同时，充分考虑资料精度、设施现状、运维能力和断电断网等实际条件，允许采用经论证的等效方法和安全降级策略，确保标准可执行、可检查、可复盘。

（六）协调衔接、适度前瞻

与现行排水防涝、雨水调蓄、山洪防治、道路交通、地下空间、地质灾害防治和应急管理标准协调，兼顾数字化平台、实时控制、风险转移自动校核和典型场景库建设的发展需求。

四、适用范围

本标准适用于山地城市建成区和规划建设区超量径流蓄排联调的系统评估、能力提升、蓄排联调和运行维护。适用对象包括坡面排水设施、排水管渠、道路及边沟、截水沟、山洪沟、河湖水系、调蓄与消能防冲设施、泵闸和移动装备、地下空间及关键竖向节点、应急管理措施和调度系统。

本标准定位为山地城市超量径流系统协同管理和技术实施导则，不替代排水管渠、泵站、河道、道路、桥涵、地下空间、边坡和建筑等单项工程的勘察、设计、施工、验收和安全鉴定标准，也不替代流域防洪、水库调度、山洪灾害防治和

地质灾害防治的法定管理要求。具体工程应用时，应根据项目所在地区的地形地质、降雨、受纳水体、设施条件和风险等级深化设计。

五、国内外现状

（一）国内现状

我国已形成由强制性工程建设规范、排水设计标准、内涝防治技术规范、雨水调蓄工程规范、海绵城市技术指南和相关地方标准构成的城市排水防涝技术体系。现行标准对源头减排、管网排水、调蓄、泵站、河湖水系和内涝风险评估已有较系统规定，相关政策进一步提出完善城市排水防涝体系、加强河湖管网泵站联排联调和提升数字化管理水平。

重庆市发布的 DBJ50/T-427《山地城市内涝防治技术标准》为山地城市内涝防治提供了地方技术基础，重庆市城市更新海绵城市建设相关导则也对山地建设场景下的源头控制和系统衔接提出要求。现有成果为本标准的编制奠定了基础，但对于超量径流条件下的竖向汇水分区、快速汇流路径、径流冲击、梯级设施错峰运行、风险转移校核和雨前雨中雨后全过程联调，仍需要更有针对性的技术规定。

（二）国外现状

国外城市雨洪管理总体上重视源头控制、雨水滞蓄、主要一次要排水系统协同、洪水风险分区、绿色基础设施和实时控制；在山地和急流地区，沟道防护、泥沙漂浮物管理、跌水消能、桥涵卡口安全和灾害预警也是重要技术内容。部分城市通过监测预报、闸泵控制和调蓄设施联动实施实时雨洪管理，并以风险图、道路封控和人员疏散支持应急响应。

由于国外城市在降雨特征、基础设施体系、管理权限、数据条件和工程标准等方面与我国存在差异，相关做法不宜直接套用。特别是山地城市超量径流往往涉及市政排水、山洪沟、交通、地下空间、边坡和应急管理等多个专业，国外相关要求也多分散在不同标准或手册中，尚难形成可直接替代本标准的统一技术文件。

（三）本标准的技术定位

本标准在现有排水防涝和山地城市标准基础上，重点增加三类技术内容：一是以自然地形和人工竖向关系共同确定汇水分区及快速汇流路径；二是由水量控制拓展至流速、冲刷、径流冲击、堵塞和灾害链综合风险控制；三是建立上游一

中坡—谷底—下游梯级蓄排单元的错峰运行、滚动优化、故障替代和风险转移校核机制。其作用是补充和细化，而不是替代现有单项工程标准。

六、贯彻 CQSES 标准的要求和措施

（一）组织措施

标准发布后，建议由重庆市环境科学学会组织宣贯，编制单位提供技术支持，面向住房城乡建设、城市管理、水利、应急、规划自然资源、交通、气象、地下空间运营单位和设施运维单位开展分层培训。结合典型山地汇水区建立试点，形成管理部门、技术单位、设施运营单位和基层应急力量共同参与的实施机制。

实施单位宜建立跨部门联络和上下游责任机制，按竖向汇水分区明确上游观测、中游截控、谷底保护、下游风险监视、交通封控、人员疏散和现场反馈责任。重大暴雨过程应落实会商研判、指令确认、执行反馈和复盘改进制度。

（二）技术措施

一是建立统一基础数据。统一高程、坐标、设施编码和时间基准，补充高分辨率地形、道路竖向、山脊沟谷、山洪沟、桥涵、地下空间、边坡隐患和设备状态资料，形成竖向汇水分区图、快速汇流路径图和关键竖向节点清单。

二是开展系统评估与项目储备。按实际可用容积、流量、入流条件、下游边界和故障状态核定蓄排能力，识别卡口和灾害链风险，形成近期、远期及应急补强项目清单。

三是建立梯级联调规则。明确各蓄排单元允许水位、可用容积、出流能力、启闭条件、控制优先级、错峰窗口和故障替代方式，针对不同降雨中心、移动方向、堵塞程度和设施状态建立预案库。

四是强化快速响应和安全降级。根据高风险分区最小汇流时间确定监测、预警、封控、疏散和装备前置要求；在关键节点配置备用电源、备用通信和人工控制条件，通信或平台失效时维持经校核的安全工况。

五是实行风险转移校核和雨后复盘。能力提升及调度方案实施前后，应比较上下游和相邻区域的流量、水位、积水、流速、冲刷及风险等级；每次典型事件后更新模型参数、汇流路径、联调规则和运维清单。

（三）实施与监督建议

建议按照“典型区域试点—形成实施细则—分区推广—年度评估”的路径推进。项目立项、设计审查、运行评估和应急演练可将标准要求转化为成果清单和检查表。重庆市环境科学学会宜建立实施反馈渠道，定期收集适用性问题、技术争议和典型案例，为标准复审修订提供依据。

七、与现行有关法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系

本标准与现行法律法规和强制性标准不存在替代关系。涉及城乡排水工程建设的底线要求，应执行 GB 55027《城乡排水工程项目规范》；涉及防洪、山洪、地质灾害、道路交通、地下空间和应急管理的法定职责与强制要求，应执行相应法律法规和主管部门规定。本标准不设定行政许可、处罚或强制收费事项。

表 3 与现行有关法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系

文件类别	主要文件	与本标准的关系
强制性工程建设规范	GB 55027《城乡排水工程项目规范》	规定城乡排水工程安全、功能和建设底线。本标准的评估、提升、联调和运维不得降低其强制性要求。
国家技术标准	GB 50014、GB 51174、GB 51222、GB 50318	分别提供排水设计、雨水调蓄、内涝防治和排水规划依据。本标准在其基础上细化山地城市多设施协同和全过程联调要求。
模型与联调相关标准	T/CECS 647、T/CECS 2267-2026	为模型构建及一般城市超量径流蓄排联调提供方法参考。本标准补充山地地形、高速汇流、梯级控制和风险转移内容。
重庆地方标准	DBJ50/T-427《山地城市内涝防治技术标准》	提供山地城市内涝防治基础要求。本标准侧重超量径流的系统评估、能力提升、动态联调和运行维护。
相关专业规定	防洪、山洪、地质灾害、道路交通、地下空间及应急管理有关标准	涉及相应专业安全边界时应优先执行；本标准负责提出协同和接口要求，不替代专项论证与设计。

当本标准与国家现行强制性规范不一致时，应以强制性规范为准。规范性引用文件的编号、年份、名称和有效状态应在报审前通过官方标准信息渠道逐项核查；新标准发布或既有标准修订后，应及时评估对本标准条款和实施方法的影响。

八、技术内容说明

本标准共分为 8 章，技术内容由总则、规范性引用文件、术语、基本规定、系统评估、能力提升、联排联调和运行维护构成。其中，第 4 章至第 8 章形成完整的实施链条：先识别山地城市超量径流的形成与传播条件，核定既有系统实际可用能力，再针对瓶颈开展分区、分级提升，进而实施雨前、雨中、雨后全过程联调，并通过运行维护和事件复盘保持系统长期有效。

标准技术路线概括为“地形识别—竖向汇水分区—快速汇流路径识别—综合风险评估—梯级能力提升—错峰联调—风险转移校核”。该路线以自然汇水关系和人工竖向关系共同确定分析边界，以蓄排空间、蓄排装备、应急管理和调度系统为四类技术对象，把工程设施、运行调度和安全管理纳入同一框架，突出山地城市洪峰到达快、流速高、径流能量大、沟谷卡口多、地表与地下空间交换复杂等特征。

（一）总则、术语和基本规定

总则明确了标准的制定目的、适用范围和基本技术原则。本标准适用于山地城市建成区和规划建设区超量径流蓄排联调的系统评估、能力提升、联排联调和运行维护，重点解决超过内涝防治系统消纳能力后，径流沿坡面、道路、沟谷和排水设施快速传播所引起的内涝、冲刷及次生灾害风险。标准不替代排水管渠、泵站、河道、道路、桥涵、地下空间、边坡等单项工程的设计、施工和验收标准，而是从系统协同角度补充各设施之间的竖向衔接、运行配合和风险约束要求。

术语章围绕标准中具有山地特色且需要统一理解的关键概念，规定了超量径流、蓄排空间、蓄排联调、蓄排联调平台、竖向汇水分区、快速汇流通道、梯级蓄排单元、关键竖向节点和错峰下泄等术语。设置这些术语的目的，是把以往仅按行政区、管网服务区或单项设施划分的工作对象，转换为按径流实际产生、传播、受阻和排放关系确定的技术单元，为能力核算、调度边界和责任划分提供统一语言。

基本规定提出，山地城市排水防涝系统应统筹坡面排水设施、排水管渠、道路及边沟、截水沟、山洪沟、河湖水系、调蓄与消能防冲设施、蓄排装备、应急管理措施和调度系统。系统评估既要考虑设计降雨和超标降雨，也要考虑外来山水、

山洪、受纳水体顶托、泥沙漂浮物堵塞以及关键设施失效等不利组合，从而避免在单一、理想工况下高估系统能力。

基本规定同时建立了三项底线约束：一是人员生命安全、重要生命线和地下空间安全优先；二是调蓄、分流、强排和道路行泄等措施不得造成下游或相邻区域风险不利转移；三是响应要求应受最小汇流时间约束，设施启闭、装备部署、交通封控和人员疏散必须在洪峰到达前具备可执行性。各环节还应采用统一的高程、坐标、设施编码和时间基准，并与防洪、山洪防治、地质灾害防治、交通和应急管理相协调。

（二）系统评估

系统评估是开展能力提升和联排联调的基础。评估应识别超量径流从产生、汇集、转输、受阻、积聚到排放的全过程，以竖向汇水分区为基本单元，查明上游产流、中游快速汇流、坡脚集中汇流、谷底承灾和下游受纳之间的水力联系。对自然地形形成的山脊线、沟谷线和低势路径，应结合道路、挡墙、围墙、建筑、桥涵、隧道等人工要素进行修正，避免仅依赖常规地形分析遗漏真实径流通道。

评估基础资料除常规降雨、管网和地形数据外，还包括道路纵横坡与交叉口高程、陡坎和台地、山洪沟及桥涵卡口、边坡与挡墙隐患、泥沙和漂浮物来源、地下空间出入口高程、历史高速径流和冲刷记录、装备可达性以及供电通信条件。通过资料收集、现场调查、监测分析、历史灾情复核和模型计算相互印证，提高对微地形控制、收水不足、堵塞和复合灾害链的识别能力。

评估情景应体现山地降雨和汇流过程的不确定性，考虑降雨中心位于不同高程带、降雨移动方向变化、前期土壤湿润程度以及多沟谷洪峰叠加等情形，并叠加山洪来水、河道或排口顶托、涵洞和拦污设施堵塞、泵闸失效、断电断网等边界条件。对重要片区、复杂下穿节点、沟谷出口和滨水低地，宜采用一维管网与二维地表耦合模型或经论证的等效方法，模型应能够反映道路和微地形对地表快速汇流的控制作用，并以实测资料和历史灾情进行验证。

蓄排空间评估按照“现状调查—能力核算—问题识别”开展。排水管渠重点分析大坡度条件下的重力流、压力流、跌水、水跃和局部承压，以及雨水口能否有效截获地表来流；调蓄设施按实际有效容积核定能力，扣除淤积、不可排空水量、安全超高和死容积，并核实入流路径、排空条件和失效后的溢流路径；河湖水系、山洪沟和桥涵重点分析复合洪峰、卡口、泥沙漂浮物堵塞及下游动态水位；

道路重点判定安全行泄、限制行泄和禁止行泄路段；地下空间及关键竖向节点重点分析高处径流快速灌入、倒灌、漫顶和泵站失效风险。

蓄排装备评估不以设备铭牌能力作为唯一依据，而是结合实际扬程、进出水条件、车辆通行和停放、软管敷设高差、临时供电、排放冲刷以及现场作业安全核定可用能力。对挡水、清疏拦渣、监测通信和备用保障装备，还需评价抗冲击、启闭或展开时间、暴雨期间可达性、断电断网运行和故障替代条件。应急管理评估则以最小汇流时间校核预警、到岗、装备展开、封控和疏散全过程，不能及时响应的高风险区应实施人员、装备和物资前置。

调度系统评估覆盖状态感知、研判决策、指令执行、现场反馈、成效判断和雨后复盘。评估成果应形成竖向汇水分区图、快速汇流路径图、关键竖向节点图、综合风险图、堵塞风险图和上下游风险传递关系图，同时形成分类型能力清单、瓶颈节点清单、可联调容积与流量清单、装备可达和故障替代清单、感知盲区清单及风险转移校核边界清单，为后续工程和调度措施提供可核查的输入。

（三）能力提升

能力提升以系统评估确定的关键瓶颈为依据，目标是降低快速汇流和径流冲击、提高系统响应能力并防止风险转移。总体上形成“源头分散控制—坡面截流—中途调蓄—梯级消能—谷底保护—有序排放”的技术体系，优先保护和恢复天然沟谷、山洪沟、河湖水系和自然调蓄空间，并统筹蓄排空间、蓄排装备、应急管理和调度系统建设。提升措施按上坡区、中坡区、坡脚和谷底区、沟谷和河道区以及关键竖向节点分区制定，以适应不同高程带的产汇流特征。

上坡区重点采用分散滞蓄、坡面截水、山体来水截排和安全转输，控制单级汇水面积和溢流能量，防止径流直接进入陡坡道路或集中冲向建成区。入渗设施应结合土层厚度、地质条件、边坡稳定、挡墙和建筑基础安全审慎设置，地质灾害敏感区不宜采用可能抬升地下水位或增加坡体含水率的集中入渗措施。各类设施溢流应通过具备防冲能力的沟槽、管渠或自然通道有序下泄。

中坡区重点阻断径流沿长坡连续加速，采用多级截水沟、道路横向截流、梯级调蓄、跌水和消能设施。陡坡道路雨水口应依据道路纵横坡、来流方向和实际收水表现优化形式、方向、数量和间距，必要时设置横截沟或侧向收水设施。可利用台地、广场、停车场、学校操场、桥下空间和公共绿地构建梯级调蓄单元，但

必须明确入流、控制水位、溢流、排空和平急转换条件，并校核下游承载能力和冲刷风险。

坡脚和谷底区承担多个上游分区洪峰汇集后的重点保护任务，应构建调蓄、强排、挡水和安全行泄多道防线。坡脚交叉口、陡缓转换点、下穿通道、隧道洞口和地下空间入口，应通过上游分区截流、高效收水、低点调蓄、可靠强排、入口挡水和交通封控组合控制。低洼强排空间应具备防倒灌、备用电源、备用泵位和移动泵接入条件；谷底调蓄设施应校核外河顶托、泵站失效和连续降雨工况，并设置安全超高和应急溢流通道。

沟谷和河道区强调恢复排洪通道连续性，统筹桥涵卡口改造、上游蓄滞、进口导流、漂浮物拦截、下游消能防冲和安全清障空间，不以单纯扩大某一断面作为唯一措施。关键竖向节点按照“截、分、蓄、消、排、挡”组合提升，上下台地连接道路分段收水和消能，桥涵、暗渠与隧道入口设置导流、拦污、检修和旁路溢流条件。任何扩容、分流或节点改造完成后，均应重新识别快速汇流路径并复核下游河段、排口、滨水低地和相邻区域风险。

装备提升重点建立梯级闸门、泵站和调蓄设施之间的互锁、限流、错峰和故障切换逻辑，并依据实际扬程、通行时间、停放位置、软管路径和安全排放条件配置移动装备。高风险分区应设置高程分区内前置点和备用路线，关键泵闸、监测通信设备配置备用电源、备用链路和现场人工控制。调度系统应构建地形、管网、沟谷、河湖和设施一体化数据底座，具备降雨移动识别、洪峰到达预测、多峰叠加分析、下游剩余能力评估、风险转移自动校核以及断网安全降级能力。

能力提升成果不仅包括工程项目，还应同时明确控制规则、实施时序、责任主体、运行边界和维护要求，形成近期、远期及应急补强项目清单。主要成果包括上游滞蓄—中游截流—下游排放布局图、梯级蓄排设施衔接图、消能防冲设施布置图、地下空间防护图、应急行泄通道图、装备前置和备用路线图、监测补点与模型升级方案，以及调度前后流量、水位、流速、径流能量和风险等级变化的校核说明。

（四）联排联调

联排联调以竖向汇水分区为基本调度单元，统筹上、中、下游不同高程蓄排单元，根据下游剩余承载能力组织梯级调蓄和错峰下泄。联调对象包括坡面截排设施、管渠、永久与应急调蓄设施、道路行泄空间、山洪沟、河湖水系、泵闸挡水

装备和应急资源。各单元应事先明确允许水位、可用容积、出流能力、启闭条件、控制优先级和故障替代方式，道路封控、地下空间封闭、人员疏散应与设施调度同步实施。

雨前预案以竖向汇水分区、快速汇流路径、梯级蓄排关系和风险传递关系为基础，覆盖降雨中心和移动方向变化、短历时强降雨与连续降雨、山洪来水和排口顶托、不同堵塞程度、设施初始水位、泵闸供电通信状态、交通和边坡条件等因素。预案库重点设置上游快速产流、多沟谷洪峰叠加、谷底河道顶托、涵洞或沟道堵塞、地下空间紧急防护、山洪—内涝复合、通信供电中断和关键设施失效等典型场景。

雨前应根据预报识别降雨中心、移动方向和高程分带差异，预测各高风险分区洪峰到达时间，核定调蓄设施初始水位、可用容积和排空时间。预排空或预降水位只有在下游具备承载条件时实施，避免与河道洪峰或下游排水高峰叠加。联调顺序应与洪峰传播相匹配，同时提前明确道路断交、绕行、地下空间封闭、人员疏散和应急救援安排，完成清障、装备状态核验和人员物资前置，并保留断电断网条件下的保守控制规则。

雨中方案按照“识别降雨变化—预测洪峰到达—判断下游余量—启用上游和中坡调蓄—控制分区错峰下泄—同步实施封控疏散—校核综合风险—滚动更新”的顺序优选。上游调蓄侧重削减快速产流峰值，中坡调蓄侧重延缓洪峰传播，谷底调蓄为下游排放创造错峰条件；下游能力不足时，应限制或暂停上游出流，排口受顶托时应减少向受限排口下泄，并启用临时蓄滞、分流或经校核的安全排放路径。

当山洪沟来水迅速增加、陡坡道路出现高速行泄、地下空间接近封闭条件，或出现边坡变形、挡墙渗漏、路基掏空、沟岸坍塌征兆时，应优先采取警戒、封控、挡水和人员疏散，必要时停止向危险区蓄水、导流或强排。泵闸、调蓄、监测或通信故障时，按备用方案调整相邻单元出流、启用移动装备或人工接管，并重新校核上下游风险。调度指令须明确对象、操作、时限、安全条件、异常处置和反馈要求，形成下发、确认、执行、异常和完成的闭环记录。

雨后评估应建立降雨、山洪来水、洪峰到达、积水、设施运行、指令执行和现场处置的统一时间轴，核对汇流时间、快速汇流路径、雨水口收水、管渠输水、调蓄容积、泵闸运行和梯级错峰效果。应检查沟谷、道路、桥涵、排口、消能设施、

边坡、挡墙、路基、护岸和地下空间的异常情况，比较联调前后上下游及相邻区域的洪峰、水位、积水、行泄和风险等级变化，并据此修正模型参数、分区边界、控制规则和备用预案。

（五）运行维护

运行维护覆盖蓄排空间、蓄排装备和系统平台，建立日常巡检、汛前专项检查、预警后再检查、雨中安全巡查、雨后复查和年度评估制度。维护频次结合汇水分区风险等级、泥沙漂浮物季节变化、历史堵塞频次和设施重要性确定，重点保障天然沟谷、山洪沟、坡面排水设施、高差连接节点和快速汇流通道连续有效。设施状态、缺陷、清疏、维修、试运行和风险处置记录应关联空间位置、设施编码和责任单位。

蓄排空间维护重点检查大坡度管渠、跌水和消能井、雨水口、排口、调蓄设施、道路行泄通道、桥涵卡口、截水沟、急流槽、挡墙泄水设施、地下空间入口和坡脚交叉口。汛前和强降雨后应及时清理泥沙和漂浮物并安全转运；发现沟谷异常堵塞、边坡变形、挡墙渗漏、出口冲刷或路基异常时，应划定危险区并组织专业处置，同时更新可用容积、过流能力和风险边界。维护作业必须遵守有限空间、临水、临边、陡坡和暴雨条件下的安全要求。

装备维护应定期开展梯级闸泵联动试运行，验证远程、本地、人工和断网控制模式；移动泵车应核验启动、实际扬程与流量、软管、接电、照明、车辆停放和山地道路通行条件；挡水装备应检查锚固、密封、抗滑、抗冲和启闭时间。关键装备定期切换备用电源和通信，监测设备开展比测、校准和异常数据检查。雨中不得在急流、深水、沟岸坍塌或边坡失稳危险区冒险作业。

系统平台应动态维护高程、道路竖向、山脊沟谷线、快速汇流路径、关键节点和设施编码，建设或治理活动改变地形和排水关系后及时更新。平台结合实测与复盘结果校验降雨产流、洪峰传播、管网—地表交换、排口顶托和梯级调蓄模型，定期测试本地控制、联调阈值、风险转移校核和安全回退功能，并保留纸质预案、离线地图、现场联络清单和本地控制卡。年度运行评估应形成设施状态、模型偏差、预案执行、风险转移、维护资金和下一年度提升项目清单。

（六）技术成果与实施要求

标准强调技术成果应服务于项目决策、工程实施、运行调度和应急管理，不以形成单一模型或平台作为最终目的。实施时宜按照基础资料核查、竖向汇水分区、快速汇流路径识别、现状能力核定、风险情景分析、瓶颈诊断、提升方案比选、联调规则制定、演练验证和雨后复盘的顺序开展。对于资料条件暂不完备的区域，可先依据历史灾情、现场调查和保守分析形成近期措施及应急补强方案，再随监测和治理条件完善逐步提高模型精度和联调自动化水平。

系统评估成果应做到图、表、清单相互对应。图件明确空间边界、路径、节点和风险传递方向；能力清单列明设施服务分区、实际可用容积或流量、运行边界和限制条件；瓶颈及风险清单说明问题工况、影响对象和处置优先级；联调规则进一步明确启闭阈值、时序、责任单位、故障替代和反馈方式。相关成果应使用统一的设施编码、高程、坐标和时间基准，保证规划、设计、运维和平台数据能够衔接。

提升方案比选除评价目标区域积水改善外，还应同步评价洪峰削减与错峰时长、快速汇流与冲刷风险、关键节点和地下空间安全、装备到达与人员疏散可行性、下游及相邻区域风险变化以及全寿命期运行维护条件。采用模型预测、实时控制、边缘计算等方法时，应说明数据来源、模型适用范围、校核验证情况和异常状态下的安全回退方式；采用经论证的等效方法时，也应保留计算依据、边界条件和验证记录。

标准实施宜将成果转化为可审查、可演练、可复盘的工作载体，包括分区调度关系图、设施和装备操作卡、错峰下泄时序表、风险点处置卡、交通封控和疏散图、断电断网备用方案及事件复盘报告。工程改造完成后应复核地形和排水关系变化，联调规则启用前应通过桌面推演、数字化推演或现场联动演练进行验证；典型降雨事件后依据实际过程更新参数、阈值、前置点和责任边界，使技术体系形成持续迭代的闭环。

（七）主要技术特点

一是以竖向汇水分区重构系统分析和调度单元。标准同时考虑自然地形与道路、挡墙、桥涵、隧道等人工竖向关系，使评估边界、调度边界和责任单元与径流实际传播关系一致，适应山地城市多台地、多沟谷和高差节点密集的空间特征。

二是由单一水量和积水控制拓展到“水量一流速—径流能量—冲刷—灾害链”综合控制。标准把高速径流、跌落冲击、泥沙漂浮物堵塞、路基和岸坡冲刷、地下空间快速灌入等纳入风险评价，并将消能防冲和工程安全作为能力提升及调度的必要约束。

三是建立“上游分散滞蓄—中游分级截流—谷底重点保护—下游有序排放”的梯级体系，以洪峰到达时间和下游剩余承载能力确定不同高程单元的启用顺序和下泄窗口，实现多分区、多设施的错峰协同，避免单纯扩排导致洪峰在下游叠加。

四是把风险转移校核贯穿系统评估、能力提升、联排联调和雨后复盘全过程。任何调蓄、分流、强排、道路行泄或卡口改造措施，均需比较实施前后上下游及相邻区域的流量、水位、积水、流速、冲刷和风险等级，防止以增加其他区域或其他灾种风险为代价改善局部积水。

五是强化时间可达性和故障条件下的安全运行。标准以最小汇流时间校核监测、预警、装备部署、交通封控和人员疏散，针对山地道路中断、断电断网、监测缺失和关键设施失效设置前置布设、备用路线、本地控制、人工接管和保守降级机制，使技术要求在快速响应和不利条件下仍具有可执行性。

六是以图、表、清单、规则和事件时间轴固化实施成果。标准要求形成分区和路径图、能力与瓶颈清单、梯级控制规则、典型情景预案库、风险转移校核报告、故障替代表及年度提升清单，便于规划设计、项目审查、平台建设、运行调度、应急处置和标准实施监督之间衔接，也为后续复盘修正和标准复审提供依据。

九、重大意见分歧的处理经过和依据

无。

十、标准实施的环境效益和经济技术分析以及相关建议

（一）环境效益

通过恢复和保护自然沟谷、合理利用调蓄空间、减少高速径流冲刷、加强泥沙漂浮物管理和控制排口集中冲击，可降低沟岸、河床、道路和边坡冲蚀，减少泥沙、垃圾及地表污染物随超量径流集中进入受纳水体的风险，提升城市蓝绿空间和自然排洪通道的连续性与稳定性。

（二）社会效益

标准实施有利于提高人员、车辆、地下空间和重要生命线设施的暴雨安全保障水平，缩短快速汇流区预警、封控、疏散和装备处置链条，减少因内涝、山洪叠加、道路中断、设施失效和风险转移造成的次生影响，并促进部门间信息共享和责任协同。

（三）经济技术分析

蓄排联调优先通过评估现有管渠、调蓄、河湖、山洪沟、道路和泵闸装备的实际可用能力，采用错峰运行、预案优化、清障维护和局部瓶颈改造提升系统效能，可减少单纯依赖大规模扩容的倾向，提高既有设施投资利用率。风险转移校核可避免局部工程导致下游新增损失和重复治理。

实施标准需要投入地形与设施普查、监测补点、模型建设、平台改造、装备前置、演练培训和日常维护资金。上述投入应与风险等级、汇流时间、保护对象和既有基础条件相匹配，分近期、远期和应急补强实施。由于不同山地城市的地形、降雨和设施差异较大，本标准不统一给出成本和效益量化值，具体项目应开展全寿命周期经济技术比选。

（四）相关建议

建议优先选择具有长坡道路、沟谷汇流、下穿节点、地下空间和受纳水体顶托等典型特征的区域开展试点；同步建立基础数据质量、模型适用性和联调效果评价方法；将标准成果纳入排水防涝规划、城市更新、海绵城市建设、工程改造、应急预案和年度维护计划；建立常态化培训、演练、复盘和标准实施反馈机制。

十一、其他应予以说明的事项

无。