

T/CQSES

重庆市环境科学学会团体标准

T/CQSES 45—2026

山地城市超量径流蓄排联调技术导则

Technical guidelines for coordinated storage and drainage control of excess 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 基本规定 2

5 系统评估 2

6 能力提升 6

7 蓄排联调 8

8 运行维护 10

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、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。

本文件主要起草人：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。

山地城市超量径流蓄排联调技术导则

1 范围

本文件规定了山地城市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蓄排联调相关工作。

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 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 55027 城乡排水工程项目规范
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

超量径流 excess runoff

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

3.2

蓄排空间 storage and drainage spaces

承担山地城市径流汇集、调蓄、转输、行泄和排放功能的空间及设施载体，包括排水管渠、调蓄空间、河湖及沟谷空间、道路行泄空间、坡面截排空间以及与其水力衔接的关键竖向节点等。

3.3

蓄排联调 storage-drainage coordinated control

通过对山地城市坡面、道路、管网、沟谷、河道及调蓄设施等蓄排单元进行协同调度，实现超量径流的梯级调蓄、错峰排放与风险削减。

3.4

竖向汇水分区 vertical catchment zone

自然汇水关系和地形高程特征，结合排水系统及人工地形划分的、具有相对独立产流、汇流和排水特征的空间单元，可与现有排水分区、排涝片区等相衔接。

3.5

快速汇流通道 rapid runoff concentration corridor

径流沿自然沟谷、陡坡道路、边沟、截水沟及其他连续低势路径快速汇集和传输的通道。

3.6

梯级蓄排单元 cascade storage-drainage unit

沿地形高程由高至低设置，并通过溢流、闸门、泵站、管渠或沟道相互连接的多级调蓄与排放设施。

3.7

关键竖向节点 critical vertical node

位于不同高程分区衔接处或径流通道瓶颈位置，对径流汇集、转输、分流、跌落、调蓄或排放具有显著控制作用的节点，包括坡脚、沟口、道路交叉口、桥涵、隧道洞口和地下空间出入口等。

3.8

错峰下泄 staggered peak release

通过调整不同竖向汇水分区或梯级蓄排单元的出流时机和出流过程，减少多个洪峰在下游同时叠加的控制方式。

4 基本规定

4.1 山地城市超量径流蓄排联调工作应按照系统评估、能力提升、蓄排联调和运行维护的程序开展，以竖向汇水分区和径流传递关系为基础，统筹蓄排空间、蓄排装备、应急管理和调度系统，形成评估、提升、调度、维护相衔接的全过程技术体系。

4.2 系统评估应查明各竖向汇水分区蓄排设施、装备、应急管理和调度系统的现状及运行边界，核定调蓄、转输、行泄和排放能力，识别快速汇流路径、关键瓶颈及风险传递关系，形成能力提升和蓄排联调的基础。

4.3 能力提升应以系统评估结果为依据，针对蓄排能力短板和风险薄弱环节，统筹蓄排空间、蓄排装备、应急管理和调度系统提升，按照上游减量、中游调蓄、下游有序排放的原则强化竖向衔接，并校核上下游及相邻区域风险转移。

4.4 蓄排联调应根据实时雨情、水情、设施状态和下游承载能力，按照竖向汇水分区及梯级蓄排关系实施协同控制，明确上下游蓄排单元之间的控制关系以及启用、下泄和退出条件，并按雨前预案制定、雨中滚动调度和雨后评估迭代全过程实施。

4.5 运行维护应覆盖蓄排空间、蓄排装备和系统平台，按照日常、汛前、预警后、事件后和年度等阶段开展检查、维护、试运行、恢复和评估，及时处置设施缺陷并更新运行状态、能力和风险边界。

4.6 系统评估、能力提升、蓄排联调和运行维护应采用统一的坐标系统、高程基准、设施编码和时间基准，统一数据单位、质量标识和版本管理，并实现评估成果、提升措施、联调规则及运行维护信息的关联和动态更新。

5 系统评估

5.1 一般规定

5.1.1 评估基础资料应包括下列内容：

- a) 高分辨率数字高程模型、等高线、坡度坡向、山脊线、沟谷线、自然汇流路径、土地利用、土壤和植被，以及道路纵横坡、交叉口高程、挡墙、陡坎、台地和下穿节点等资料；
- b) 排水管渠、雨水口、排口、泵闸、调蓄与消能防冲设施，以及山洪沟、截水沟、涵洞、河湖水系、桥涵卡口及上下游衔接资料；
- c) 边坡、滑坡隐患点、危岩、挡墙，地下空间及重要生命线工程的位置、出入口和关键高程等资料；
- d) 历史积水、山洪、淤堵、倒灌、边坡异常和交通中断记录，以及应急队伍、装备物资、交通可达性、供电通信和调度平台资料。

5.1.2 系统评估应以竖向汇水分区为单元，识别地形、道路对快速汇流路径的控制作用，采用站网-雷达融合、暴雨移置或设计雨型构建情景，考虑雨团移动、前期湿润、山洪、顶托、淤堵及设施失效等不利组合。

5.1.3 对重要片区、复杂下穿节点、沟谷出口和滨水低地，存在显著地表-管网交换时，宜采用一维-二维耦合模型或等效方法；模型应满足质量守恒，并经实测率定和独立验证，明确积水深度、峰现时间误差及适用范围。

5.1.4 风险评估应针对不同承灾对象，综合积水深度与流速、持续时间、洪峰到达时间、径流能量及人员车辆暴露等指标进行分级，并分析冲刷、井盖移位、护岸破坏和淤堵等灾害链风险。

5.1.5 系统评估成果宜形成竖向汇水分区、快速汇流路径及风险传递图，并给出蓄排能力、关键瓶颈和风险等级评价。

5.2 蓄排空间

5.2.1 蓄排空间评估应按基础资料收集、现状调查、能力核算和问题识别的流程开展。

5.2.2 蓄排空间评估应以竖向汇水分区和径流传输关系为基础，按照排水管渠、调蓄空间、河湖及沟谷空间、道路行泄空间、坡面截排空间和关键竖向节点等类型开展，并分析不同类型蓄排空间之间的水力衔接和风险传递关系。

5.2.3 各类蓄排空间应根据其功能分别核定可用容积、允许流量、控制水位、运行边界和安全条件，并结合设施现状、初始水位、淤积堵塞、入流条件及下游边界，确定实际可用的调蓄、转输、行泄和排放能力。

5.2.4 排水管渠评估应符合下列规定：

- a) 排水管渠评估应调查断面、坡度、埋深、连接关系、淤积破损、混错接及雨水口和排口状态，并分析大坡度条件下重力流、压力流、跌水、水跃和局部承压对输水能力及结构安全的影响。
- b) 高差连接节点和管渠出口应评估转弯、变断面、跌水消能、下游水位及出流条件，校核冲击、振动、结构稳定和下游防冲安全。
- c) 应分析地表快速汇流与管渠系统之间的交换过程，识别管渠尚有余量但地表径流不能及时进入雨水口的路段和节点。
- d) 雨水口现状收水能力应结合道路纵横坡、来流方向、算口形式与方向、布置间距、堵塞情况及典型降雨表现综合评估，不应仅以标称泄水能力判定。
- e) 排口评估应考虑自由出流、受顶托出流、淹没出流、闸门关闭、强排启动和倒灌等边界条件。

5.2.5 调蓄空间评估应符合下列规定：

- a) 调蓄空间应包括永久调蓄空间和平急两用调蓄空间，并应符合下列规定：
 - 1) 永久调蓄空间应具有明确的设计标准，长期专门承担雨水调蓄功能，包括调蓄池、调节池、调蓄隧道、调节塘和雨水湿地等；
 - 2) 平急两用调蓄空间日常承担交通、休闲、绿地或其他公共功能，超量径流时可按预案转换为临时调蓄空间，包括下沉广场、下凹绿地、操场和停车场等。
- b) 各类调蓄空间应核查位置高程、服务分区、进出水与溢流路径、有效容积、控制水位及排空能力；应急调蓄设施尚应核查平急转换许可、启用前检查、人员撤离、警戒、最大淹没深度和安全责任。
- c) 调蓄空间可用容积应结合初始水位、淤积、死容积、安全超高、排空能力和有效入流动态核定，并考虑预报误差及失效溢流，给出静态容积和不同时间窗的动态可用容积。
- d) 应结合竖向汇水分区评估调蓄空间的布局合理性，以及上下级设施的水力衔接、溢流次序、提前腾空时间和错峰效果。
- e) 调蓄空间预排、启用、失效、漫溢或非计划泄放时，应校核下游承载能力及风险转移；平急两用调蓄空间启用前应完成清场、封闭和警示，使用后应及时退水、清理消毒并恢复原有功能。

5.2.6 河湖及沟谷空间评估应符合下列规定：

- a) 河湖及沟谷空间应包括山洪沟、排洪沟、河道、湖库、滨水滞蓄空间及其衔接的闸泵、桥涵等设施，并作为连续水力系统进行评估。
- b) 应分析山洪与城市径流、河道顶托与坡面汇流、多支沟洪峰叠加等复合过程，核定不同水位条件下的行洪、调蓄和排放能力。
- c) 狭窄沟谷、急弯、跌坎、桥涵、暗渠入口、河沟交汇及断面收缩处应重点评估过流能力，以及泥沙、树枝、垃圾等造成的堵塞风险。
- d) 山洪沟及涵洞能力评估应考虑短历时洪峰、含沙水流、漂浮物、不同堵塞程度、旁路漫流以及滑塌堵沟后的溃决风险。
- e) 河湖水系蓄排能力评估应结合水位容积、支流汇入及下游水位，明确允许水位、流量和调度约束；预降水位及闸坝调度应服从批准的调度规程和主管部门指令。

5.2.7 道路行泄空间评估应符合下列规定：

- a) 应调查道路等级、纵横断面、交叉口高程、桥涵与排涝设施、交通状况、历史积水及沿线竖向关系，分析道路对径流汇集、转输、临时滞蓄和应急行泄的作用。
- b) 道路行泄通道选择应结合道路竖向、历史积水、快速汇流路径和下游出路综合确定，不宜将人员密集、疏散困难或沿线重要保护对象防护条件不足的道路作为主要行泄通道。

- c) 道路行泄能力和风险宜结合历史记录、现场调查、监测和模型结果，按照道路等级、纵横坡、过水断面及下游承载能力，结合水深-流速指标分段评价。
- d) 道路作为应急行泄通道时，应明确启用和封控阈值、最大持续时间、人员车辆疏散、沿线建筑防护、监测警示和恢复检查要求。
- e) 评估成果应明确安全、限制或禁止行泄路段，以及相应的断交点、绕行路线和预警设施布置位置。

5.2.8 坡面截排空间评估应符合下列规定：

- a) 坡面截排空间应包括截水沟、边沟、急流槽、坡面排水沟、跌水及消能防冲设施等。
- b) 应调查各类设施的连续性、断面纵坡、进出口、水力衔接以及断裂、沉降、冲刷、淤堵和绕流情况。
- c) 应识别山体及高位地块来水进入城市道路、居住区和低位空间的路径，评估现状截流、导流和安全下泄能力。
- d) 跌水和消能设施应评估消能效果、结构稳定、下游冲刷和安全防护；含沙或地质风险显著时，宜开展专项分析。

5.2.9 关键竖向节点评估应符合下列规定：

- a) 关键竖向节点应重点包括坡脚、沟口、道路交叉口、桥涵、上下台地连接道路、暗渠及管渠高差连接处、隧道洞口和地下空间出入口等。
- b) 应调查节点控制高程、上下游来流条件、收水和排水设施、挡水防倒灌设施以及备用电源和疏散条件，分析高处径流快速汇入、局部积聚、倒灌和漫顶风险。
- c) 坡脚、沟口和陡缓转换节点应重点评估来流突变、横向汇流、收水不足、漂浮物聚集和高速径流冲击风险。
- d) 地下空间出入口应根据其与快速汇流路径的关系，校核挡水、排水、封控和人员疏散条件；未承担调蓄或行泄功能的地下空间应作为保护对象进行风险评估。
- e) 蓄排空间评估成果应形成分类能力清单、瓶颈节点清单、可联调容积与流量清单及风险转移校核边界清单。

5.3 蓄排装备

5.3.1 蓄排装备评估应覆盖固定和移动排涝、闸阀、挡水、清疏拦渣、监测通信及备用供电设备，并评估额定能力、实际可用能力、可靠度、备用率、响应时间和提升需求。

5.3.2 装备服务范围应根据竖向汇水分区、风险点、道路坡度、地形阻隔和暴雨期间实际到达时间确定，不应仅按平面距离评价。

5.3.3 排涝及泵闸装备评估应符合下列规定：

- a) 排涝及泵闸装备调查应覆盖固定泵站、移动抽排泵、应急泵车及配套闸阀、格栅和控制设备，核查布局规模、运行工况、淤积、自控与远程操作、防淹供电、联通关系和运维保障。
- b) 排涝能力应结合实际扬程和进出水条件核定可用能力，并评估连续运行时间、供电燃料保障、故障替换及下游受纳能力。
- c) 移动排涝装备尚应评估道路通行、到达与展开时间、实际扬程、车辆停放、临时供电、排放冲刷和现场作业安全。

5.3.4 挡水装备评估应符合下列规定：

- a) 挡水装备评估应重点覆盖地下空间、下穿通道、泵房、变配电站和重要公共设施出入口，核查类型数量、位置、挡水高度、载荷、密封锚固、启闭时间、管理运维和平台接入条件。
- b) 高流速来水区域的挡水装备应校核抗滑、抗倾覆、抗冲击及侧向绕流安全，并评估失效后果和与交通封控、人员疏散的协调性。

5.3.5 清疏及拦渣装备评估应符合下列规定：

- a) 清疏及拦渣装备评估应覆盖山洪沟、涵洞、截水沟、雨水口、管渠、泵站格栅和道路等雨前清通、雨中应急清障及雨后恢复场景。
- b) 基础调查应包括装备类型、数量、性能、服务对象、作业流程、配套要求、作业记录、管理归属和泥沙漂浮物转运条件。

- c) 清疏能力应评估服务范围、响应和作业效率、连续作业、高水位与强淤积条件适应性、装备可达性、有限空间作业及运维资金保障。
- 5.3.6 监测通信及备用保障评估应符合下列规定：
 - a) 蓄排装备评估成果应形成装备能力、交通可达、前置布设、备用路线、供电通信和故障替代清单。
 - b) 关键监测通信及控制装备应评估备用电源、通信、备件、故障替换时间和断网续控能力，并定期开展实测验证。

5.4 应急管理

- 5.4.1 应急管理评估应覆盖预案、组织指挥、队伍装备、物资储备、交通管控、人员转移、公众预警、跨部门联动和灾后恢复，并按竖向汇水分区及风险传递关系核查预警、封控、疏散、抢险、强排、清障、停调和恢复措施。
- 5.4.2 应评估山洪沟暴涨、滑塌堵沟、涵洞堵塞、高速径流冲击、地下空间进水、道路中断、泵闸失效及上游调度增加下游风险等灾害链情景。
- 5.4.3 应急组织、队伍装备和物资责任单元应与自然汇水分区相衔接，明确上下游观测、截控、保护和反馈职责，并结合风险等级、道路通行、地形阻隔及暴雨可达性核实协同服务能力。
- 5.4.4 应根据最小汇流时间校核发现、研判、下令、到岗、展开、封控和疏散全过程时间，并预留安全余量；不能满足要求的高风险区应采取人员装备前置、自动挡水、固定强排或预先封闭等措施。
- 5.4.5 地下空间、下穿通道、学校、医院、养老机构和重要生命线设施应制定专项防护与疏散措施；雨中清障、强排及有限空间作业应明确安全边界和撤离条件。
- 5.4.6 应评估断电、断网、道路中断和平台失效条件下的现场指挥与人工处置能力，并形成分区责任清单、风险点处置卡、前置布设图、疏散绕行图和备用通信联络表。

5.5 调度系统

- 5.5.1 调度系统评估应包括状态感知、研判决策、指令执行、现场反馈、成效判断和雨后复盘分析能力。
- 5.5.2 状态感知评估应符合下列规定：
 - a) 状态感知应覆盖分高程带降雨、山洪沟水位及洪峰传播、陡坡道路积水与行泄、雨水口和涵洞淤堵、排口顶托，以及边坡、挡墙、地下空间、泵闸调蓄、供电和通信状态；具备条件时宜补充流量或流速监测。
 - b) 应评估监测点空间代表性、数据准确性、传输时延、异常识别和缺失数据替代能力。
- 5.5.3 研判决策评估应符合下列规定：
 - a) 研判决策应识别降雨中心、移动方向、各汇水分区洪峰到达及叠加关系，并动态评估下游管渠、沟谷、河道、排口和滨水低地的剩余承载能力。
 - b) 调度方案生成宜结合监测、现场调查和模型结果，比较实施前后积水、行泄、冲刷、边坡及下游风险。
 - c) 应建立闸泵失效、涵洞堵塞、监测中断和道路封闭条件下的备用方案生成与切换能力。
- 5.5.4 指令执行评估应符合下列规定：
 - a) 快速汇流分区应具备自动、远程和现场人工控制能力，现场紧急控制优先，并具备断网续控和紧急停止功能。
 - b) 调度指令应进行权限验证、逻辑与互锁校验、必要的双人复核和执行条件确认，异常时应支持指令回退。
 - c) 指令执行应保障网络安全，并形成下发、接收、确认、执行、异常、回退和完成反馈的全过程审计记录。
- 5.5.5 成效判断评估应符合下列规定：
 - a) 成效判断应形成感知盲区、模型与预案适用性、控制节点、断电断网降级和平台提升需求清单。
 - b) 调度成效应与无调度或既定基准方案比较，评价峰值、峰现时间、积水体积、超阈时长及下游风险变化。

- c) 雨后复盘应基于预报、监测、模型、指令、现场反馈和处置结果的统一时间轴，分析偏差并优化模型和预案。

6 能力提升

6.1 一般规定

- 6.1.1 能力提升应依据系统评估结果，以消除关键瓶颈、降低快速汇流和径流冲击风险及防止风险转移为目标，形成源头分散控制、坡面截流、中途调蓄、梯级消能、谷底保护和有序排放相衔接的技术体系。
- 6.1.2 能力提升应优先保护和恢复天然沟谷、山洪沟、河湖水系及自然调蓄空间，统筹工程设施、装备、日常管理、应急管理和调度系统，并按上坡、中坡、坡脚谷底、沟谷河道及关键竖向节点的汇流特征和风险类型分区制定方案。
- 6.1.3 提升措施应校核设计降雨、超量径流、山洪叠加、排口顶托和设施失效等工况下的上下游水力衔接、工程安全及风险转移。
- 6.1.4 能力提升成果应明确工程规模、控制规则、实施时序、责任主体、运行边界和维护要求，并根据人员安全、设施重要性、风险降低、实施难度等确定项目优先级，设置可验收的性能指标。

6.2 蓄排空间

- 6.2.1 蓄排空间能力提升应根据 5.2 评估结果，针对排水管渠、调蓄空间、河湖及沟谷空间、道路行泄空间、坡面截排空间和关键竖向节点存在的能力不足及水力衔接问题，分别制定提升措施。
- 6.2.2 蓄排空间能力提升应结合竖向汇水分区实施差异化控制。上坡区应以分散滞蓄和截排为主，中坡区应以分级截流、梯级调蓄和消能为主，坡脚及谷底区应以汇流控制、调蓄、强排和安全行泄为主，沟谷及河道区应保障连续行洪和安全排放。
- 6.2.3 排水管渠能力提升应符合以下规定：
 - a) 应根据管渠能力评估结果，对输水能力不足、淤积堵塞、结构破损、高差衔接不合理及排口受限的管渠和节点实施疏通、修复、改造、分流或扩容。
 - b) 陡坡及高差较大的管渠应合理设置跌水、消能、通气和防冲设施，避免局部承压、水跃、振动和高速出流造成结构及下游风险。
 - c) 陡坡道路和坡脚低点的雨水口及横向截流设施，应结合道路纵横坡和来流方向优化形式、方向、数量和间距，提高地表径流进入管渠系统的能力。
 - d) 排口应根据受纳水体水位和顶托风险，完善防倒灌、闸泵联动、强排和出口防冲设施，并校核不同边界条件下的排放能力。
 - e) 管渠提升后应重新校核地表-管网交换、上下游水力衔接和风险转移。
- 6.2.4 调蓄空间能力提升应符合下列规定：
 - a) 调蓄空间应结合竖向汇水分区分级布置，形成上游分散滞蓄、中游梯级调蓄和下游关键调蓄相衔接的空间体系，避免大流量集中下泄。
 - b) 上坡及中坡区域可结合台地、公共绿地、广场、停车场和学校操场等设置分散或平急两用调蓄空间，并明确安全溢流路径。
 - c) 坡脚和谷底区宜设置关键调蓄空间，削减多个上游汇水分区洪峰同时到达造成的叠加风险。
 - d) 各级调蓄空间应明确可用容积、控制水位、进出流能力、启用条件、排空时间和溢流路径，并根据下游承载能力合理确定错峰下泄规则。
 - e) 平急两用调蓄空间应明确清场、封闭、警示、人员撤离、污染清理和恢复开放条件。
 - f) 调蓄空间提升应校核预报偏差、设施失效、漫溢及连续降雨条件下的上下游安全。
- 6.2.5 河湖及沟谷空间能力提升应符合下列规定：
 - a) 应保护和恢复天然沟谷、山洪沟、排洪沟、河湖水系及滨水滞蓄空间的连续性，整治影响行洪的占压、淤积和卡口。
 - b) 桥涵及沟谷瓶颈改造应统筹上游蓄滞、进口导流、断面优化、漂浮物拦截和下游防冲，不宜仅扩大单一断面。

- c) 山洪沟与城市排水管渠交汇处应明确水力衔接和溢流路径,防止沟水倒灌管网或管网溢流冲击沟岸。
 - d) 泥沙和漂浮物来源较多的沟谷,以及急弯、跌坎、汇入口和出口,应设置便于维护的拦渣、沉砂、导漂、消能和防冲设施,并预留安全清障空间。
 - e) 河湖水系预降水位和闸泵调度应服从流域防洪及相关调度要求,并为城市超量径流预留合理承载空间。
 - f) 沟谷和河道清障、扩容或分流后,应复核下游河段、桥涵、排口和滨水低地的承载能力。
- 6.2.6 道路行泄空间能力提升应符合下列规定:
- a) 应根据道路竖向、快速汇流路径、历史积水和下游出路,优化道路收水、截流、导流和应急行泄功能。
 - b) 陡坡道路宜通过横向截流、分段收水和消能措施阻断径流沿长坡连续加速,并将径流有序导入具备承载能力的管渠、沟道或调蓄空间。
 - c) 坡脚交叉口和陡缓转换道路节点应加强收水、分流、调蓄和防冲措施,避免高速径流在低点集中积聚。
 - d) 具备应急行泄条件的道路应明确启用水位或流量条件、允许过水范围、最大持续时间、断交点和绕行路线,并完善警示、监控及沿线建筑防护措施。
 - e) 道路行泄空间提升不应影响应急救援和人员疏散安全。
- 6.2.7 坡面截排空间能力提升应符合下列规定:
- a) 上坡区应优先采取坡面截水、山体来水截排和安全转输措施,在建设边界外侧、山体坡脚及台地上缘合理设置连续截排设施。
 - b) 中坡区宜采用多级截水沟、边沟、急流槽、横向截流和跌水消能设施,控制径流沿坡面连续汇集和加速。
 - c) 坡面截排设施应与下游管渠、沟道、调蓄空间或安全行泄通道有效衔接,不宜将径流直接排向陡坡道路、居民区和地下空间入口。
 - d) 集中入渗和调蓄措施应结合地质条件实施;地质灾害敏感区、填方区、挡墙上游及浅埋地下空间附近应控制集中入渗,并采取防渗、导排、监测和安全溢流措施。
 - e) 高落差排水设施应根据设计流量、落差、尾水条件和下游抗冲能力设置跌水、消能和防冲措施。
- 6.2.8 关键竖向节点能力提升应符合下列规定:
- a) 关键竖向节点提升应按照截、分、蓄、消、排、挡的组合方式制定措施,不宜依赖单一设施。
 - b) 上下台地连接道路、坡脚交叉口、沟口、桥涵、暗渠及高差管渠节点应根据汇流方向设置收水、截流、分流、导流、消能和安全溢流设施,防止径流跨高程分区连续快速下泄。
 - c) 下穿通道、隧道洞口和地下空间入口应结合快速汇流路径,构建上游截流、入口挡水、低点调蓄、可靠强排和交通封控等多道防线,关键机电设备宜布置于设防水位以上。
 - d) 排口及低洼强排节点应完善水位监测、防倒灌、闸泵联动和出口防冲设施。
 - e) 关键竖向节点改造后应重新识别快速汇流路径,并校核相邻区域及上下游风险变化。
- 6.2.9 提升成果应符合下列规定:
- a) 应形成排水管渠、调蓄空间、河湖及沟谷空间、道路行泄空间、坡面截排空间和关键竖向节点的分类提升清单。
 - b) 应形成竖向汇水分区与各类蓄排空间衔接关系图,明确上游滞蓄、中游截流、下游排放和梯级衔接关系。
 - c) 宜列明各类蓄排空间的服务分区、可用容积、控制流量、控制水位、启用条件、溢流路径和安全限制。
 - d) 宜提交风险转移校核结果,说明提升前后下游及相邻区域峰值流量、水位、水深、流速、径流能量和风险等级变化。

6.3 蓄排装备

6.3.1 蓄排装备提升应满足梯级控制、快速部署、泥沙漂浮物处置、断电断网和道路受阻条件下的抢险需求,并完善梯级闸泵与调蓄设施的互锁、限流、错峰和故障切换逻辑。

6.3.2 高风险地下空间、下穿通道、坡脚低点及高流速来水区,应配置与洪峰到达时间相匹配的自动

挡水和强排装备，并加强锚固、防冲、侧向绕流控制和状态监测。

6.3.3 山洪沟、涵洞、截水沟和雨水口应配置适应泥沙、树枝及漂浮物的快速清障和转运装备。

6.3.4 移动泵车应按实际扬程、通行时间、停放位置、软管路径和安全排放条件配置。

6.3.5 山地道路可能中断的区域应设置装备备用路线和高程分区内的前置存放点。

6.3.6 关键泵闸、监测和通信设备应配置备用电源、通信链路和现场人工控制装置，统一设备标识、接口协议、时间戳、质量码、状态及故障码，具备命令确认、超时重试、安全认证和断网本地控制能力，并形成数据字典接入调度系统。

6.3.7 装备改造宜同步完善防雷、防水、防淹、防冲击和恶劣天气下的操作防护。

6.3.8 应建立装备到达、展开、启用、连续运行、故障替换和撤收的全过程时间指标。

6.3.9 蓄排装备提升成果应形成装备配置清单、前置布设图、备用路线图、联动控制规则和故障替代表。

6.4 应急管理

6.4.1 应急管理提升应以最小汇流时间和灾害链情景为约束，按竖向汇水分区设置现场责任单元，完善分区响应、人员前置、交通封控和快速疏散机制，明确上游观测、中游截控、谷底保护和下游风险监视职责。

6.4.2 应针对快速产流、洪峰叠加、河道顶托、涵洞堵塞、地下空间进水及山洪-内涝复合事件编制专项预案，并明确边坡滑塌、挡墙异常、沟道堵塞和道路冲毁时的停调、危险区划定和专业联动机制。

6.4.3 高风险区应实施人员、挡水设施、清障装备、移动泵和应急照明前置。

6.4.4 交通管控方案应明确封闭时机、断交点、绕行路线、公共交通调整和救援通道保障。

6.4.5 地下空间和下穿节点应建立入口封闭、人员疏散、设备断电保护、应急排水和防止倒灌的操作卡。

6.4.6 应完善断电、断网、平台故障和监测失效时的纸质预案、离线地图、现场联络和人工指挥流程。

6.4.7 应急演练应以真实交通时间和装备展开时间检验预案，并根据演练结果调整前置点和责任边界。

6.4.8 应急管理提升成果应形成分级响应规则、分区处置卡、装备前置表、疏散绕行图和跨部门联动清单。

6.5 调度系统

6.5.1 调度系统提升应构建地形、管网、沟谷、河湖和设施一体化的数据底座及竖向汇水分区模型，补充充分高程带雨量、山洪沟水位流量、陡坡道路行泄、雨水口和涵洞淤堵及地下空间入口监测。

6.5.2 调度模型应根据最短汇流时间确定预报时效、滚动更新周期、数据延迟和计算时长，并具备降雨移动、洪峰叠加、下游剩余能力及设施失效等分析模拟功能。

6.5.3 应建立风险转移自动校核功能，对调度前后下游和相邻区域的流量、水位、水深、流速及风险等级进行比较。

6.5.4 高风险节点宜部署边缘计算、本地控制、离线缓存和备用通信，明确系统可用率和容灾恢复要求；通信或平台失效时应维持安全状态或按预案自动降级。

6.5.5 平台宜支持现场移动终端反馈，关联照片、视频、位置、设备状态和处置进度。

6.5.6 应建立山地典型降雨和设施失效场景库，并定期开展数字化推演和预案比选。

6.5.7 调度系统提升宜与气象、水利、交通、应急、规划自然资源和地下空间运营单位实现必要的信息共享。

6.5.8 调度系统提升成果应形成监测补点方案、模型升级方案、控制节点清单、边缘控制规则和平台建设清单。

7 蓄排联调

7.1 一般规定

7.1.1 山地城市蓄排联调应以竖向汇水分区和梯级蓄排关系为基础，根据实时雨情、水情、设施状态、洪峰传播过程及下游承载能力，协同调度排水管渠、调蓄空间、道路行泄空间、河湖及沟谷空间、坡面截排设施、泵闸及应急装备，动态实施截、分、蓄、排、挡、消等措施。

- 7.1.2 蓄排联调应按照“上游减量、中游错峰、下游受控排放”的总体原则，优先保障人员、重要生命线和地下空间安全，并控制快速汇流、洪峰叠加、径流冲击及上下游风险转移。
- 7.1.3 联调应建立各竖向汇水分区及梯级蓄排单元之间的上下游控制关系，明确各单元的控制目标、允许水位、允许流量、可用容积、启闭条件、控制优先级及故障备用方式。
- 7.1.4 上游设施的调蓄和下泄应受下一级蓄排单元剩余承载能力约束，下游设施的排放和强排应考虑容纳水体水位及排放条件；不得因局部排涝增加下游或相邻区域风险。
- 7.1.5 蓄排联调应综合洪峰到达时间以及监测传输、研判决策、指令下达、设施动作、装备部署和人员疏散时间确定调度提前量；响应时间不足时，应采用预泄预蓄、装备前置、本地自动控制或预防性封控等措施。
- 7.1.6 联调方案宜与防洪、河湖调度、交通管控和应急管理相衔接，形成从状态感知、方案研判、指令下达、设施执行、现场反馈到成效判断的闭环控制过程。

7.2 联调关系与控制规则

- 7.2.1 蓄排联调应按竖向汇水分区及径流传递关系，建立“上游截蓄-中游调蓄-坡脚谷底承接-河湖排口容纳”的梯级控制关系，明确各级单元入流、蓄水、下泄和溢流条件。
- 7.2.2 梯级调蓄空间应根据上下级水位、可用容积、预计入流及洪峰到达时间联动控制。下游具备承载能力时有序下泄；承载不足时利用上游剩余容积延缓下泄，并通过调整各分区出流时机实现错峰。
- 7.2.3 调蓄空间与排水管渠应根据管渠水位、输水能力和剩余调蓄容积联动。管渠有余量时可增加调蓄空间下泄；接近控制水位或受顶托时，应限制出流并加强上游调蓄削峰。
- 7.2.4 排水管渠与道路行泄空间应根据地表积水、收水能力、管渠水位和道路安全条件联动。管渠有余量时优先组织入管；能力不足时，可按预案启用安全道路行泄，并同步实施交通封控和人员疏散。
- 7.2.5 排水管渠、排口及河湖水系应根据容纳水体水位和允许流量联动。容纳能力充足时可适度增加排放；水位上涨或排口受顶托时，应限制下泄、采取防倒灌措施，并通过上游调蓄或分流削减来水。
- 7.2.6 泵闸运行应根据调蓄空间、管渠水位及容纳水体承载能力联动。满足启泵和排放条件时可启动强排；下游承载不足时，应同步采取限流、调蓄和错峰措施，闸门启闭应与防倒灌及水位控制协调。
- 7.2.7 坡面截排设施应与下游管渠、沟谷及调蓄空间安全衔接；固定设施不足或故障时，应及时调度移动泵车、挡水、清障等装备。地下空间及重要设施的封控、挡水和疏散应与蓄排调度同步实施。
- 7.2.8 各竖向汇水分区宜建立联调控制关系表，明确上下游控制单元、状态判据、触发条件、控制动作、允许范围、恢复条件和故障备用规则，作为雨前预案和雨中滚动调度的依据。

7.3 雨前预案制定

- 7.3.1 雨前预案应以竖向汇水分区、快速汇流路径、梯级蓄排关系及 7.2 规定的联调控制关系为基础编制。
- 7.3.2 雨前应根据气象预报、初始水位、设施状态和容纳水体边界，预测各汇水分区产流过程、洪峰流量及到达时间，核定各级调蓄空间剩余容积、管渠剩余能力及下游允许排放能力。
- 7.3.3 应根据不同洪峰到达次序预先确定上游截蓄、中游调蓄、坡脚谷底承接、河湖排放及泵闸启闭的控制顺序，并明确不同梯级单元的允许下泄流量和启闭条件。
- 7.3.4 当预测下游存在充足承载空间时，宜提前预排管渠、调蓄设施和河湖水体，增加系统可用容量；预计下游洪峰与城市径流洪峰可能叠加时，应控制预排时机和流量，避免人为增加洪峰叠加。
- 7.3.5 预案情景应考虑下列因素：
- 降雨中心所处高程分区、移动方向和影响范围；
 - 短历时强降雨、连续降雨程度；
 - 上游山洪沟来水、河道基础水位和排口顶托；
 - 雨水口、拦污栅、涵洞和沟道淤堵程度，以及调蓄设施初始水位和可用容积；
 - 地下空间挡水、泵闸、供电通信、道路交通、施工占道、边坡风险和装备可达状态；
 - 前期土壤湿润程度、管网基流、河湖初始水位、调蓄池实际水位、设备可用率和堵塞概率。
- 7.3.6 预案库应至少包括下列山地城市典型预案：
- 上游快速产流预案；
 - 多沟谷洪峰叠加预案；

- c) 谷底河道顶托预案；
- d) 涵洞或沟道堵塞预案；
- e) 地下空间紧急防护预案；
- f) 山洪-内涝复合预案；
- g) 通信或供电中断预案；
- h) 关键泵闸或调蓄设施失效预案；
- i) 道路行泄预案。

7.3.7 雨前预案成果宜形成高程分区调度关系图、梯级蓄排控制规则、错峰下泄时序表和断电断网备用方案。

7.4 雨中滚动调度

7.4.1 雨中联调应根据实时降雨、水情、设施状态和下游承载能力，滚动更新各汇水分区预计入流、洪峰到达时间及蓄排剩余能力，识别系统瓶颈，并按 7.2 确定的联调关系动态调整控制措施。

7.4.2 雨中调度应优先保障人员、地下空间和重要设施安全，按照上游削峰、中游错峰、下游有序排放的原则实施；下游承载不足时，应优先采取上游限流、调蓄和分流措施。

7.4.3 多个梯级蓄排单元需要同时下泄时，应根据下游允许接纳流量合理分配各单元出流，避免独立启闭造成洪峰同步叠加。

7.4.4 调蓄空间接近最高安全水位时，应在校核下游承载能力后增加下泄、启用备用调蓄空间或按规定路径溢流；下游承载不足时，应同步采取上游限流、分流及风险区封控措施。

7.4.5 排口受顶托或河道水位快速上涨时，应限制相关管渠和调蓄空间下泄，调整闸门控制，并根据受纳条件采取上游蓄滞、分流或强排措施，不得增加下游风险。

7.4.6 管渠达到控制水位且地表来流持续增加时，可按预案启用安全道路行泄空间；管渠恢复输水能力后，应逐步恢复径流入管并退出道路行泄。

7.4.7 泵闸、调蓄、监测或通信设施发生故障时，应按备用规则调整相邻单元控制，启用移动装备或人工接管，并重新核定蓄排能力和上下游安全边界。

7.4.8 控制措施实施后，应根据监测和现场反馈评价调度效果；实际响应偏离预测时，应及时更新洪峰预测、剩余能力和控制指令，形成“监测-研判-控制-反馈-修正”的滚动闭环。

7.5 雨后评估优化

7.5.1 雨后应核对降雨、山洪沟来水、洪峰到达、积水、设施运行、指令和现场处置记录，形成事件时间轴，并评价各汇水分区产流、峰值、汇流时间、快速汇流路径及洪峰传播的预测偏差。

7.5.2 应评价雨水口、管渠、调蓄、泵闸及梯级错峰效果，并检查山洪沟、道路、桥涵、排口和消能设施的冲刷、破损、淤堵，以及边坡、挡墙、路基、护岸和地下空间进水异常。

7.5.3 应比较联调实施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；风险是否发生不利转移应作为方案有效性评价的必要内容。

7.5.4 应评价道路封控、人员疏散、装备到达、挡水启用和应急清障的及时性与安全性，并分析预报、模型、监测、通信、指令和反馈环节的偏差及延迟。

7.5.5 应重点评价各蓄排单元之间的联动有效性，包括控制触发是否及时、上下游控制是否协调、调蓄空间是否充分利用、各单元出流是否实现错峰、泵闸与排口边界是否匹配，以及是否出现因局部独立控制造成的洪峰叠加或风险转移。

7.5.6 应根据评估结果修正模型参数、汇水分区、快速汇流路径、设施启闭阈值、上下游允许流量、梯级错峰规则及故障备用控制关系。

7.5.7 蓄排联调成果宜包括高程分区调度关系图、梯级控制规则、典型情景预案库、错峰调度表、风险转移校核报告和断电断网备用预案，并将典型事件复盘纳入年度提升计划。

8 运行维护

8.1 一般规定

8.1.1 运行维护应覆盖蓄排空间、蓄排装备和系统平台，重点保障沟谷、坡面、高差节点及快速汇流

通道安全。

8.1.2 维护检查应按日常、汛前、预警后、事件后和年度开展，最低频次应根据风险等级、设施重要性、历史故障及季节变化确定，并明确检查项目和合格判据。

8.1.3 天然沟谷、山洪沟、河湖水系和应急行泄空间应保持连续有效，高风险分区应对设施、装备、人员和备用路线实行清单化管理；维护作业应符合有限空间、临水临边、陡坡和暴雨安全要求，并按最小汇流时间和风险等级确定响应时间。

8.1.4 设施状态、缺陷、维修、清疏和风险处置记录应与设施编码及责任单位关联；发现缺陷应分级处置，明确整改时限，复测合格后闭环销号并及时更新系统平台。

8.2 蓄排空间

8.2.1 蓄排空间运行维护应包括排水管渠、调蓄设施、道路、河湖水系、山洪沟及坡面排水设施、地下空间和关键竖向节点。

8.2.2 排水管渠维护应定期检查大坡度管渠、雨水口、高差连接井、跌水消能设施和排口的淤积、破损、冲刷及结构情况，清理落叶、泥沙和漂浮物，并检查截流、防倒灌、防冲和水位监测设施。

8.2.3 调蓄设施及道路维护应符合下列规定：

- a) 永久、应急及梯级调蓄设施应检查进出水、控制水位、排空、可用容积、淤积渗漏、安全防护和平急转换，并开展上下级联动试运行。
- b) 道路行泄通道应保持连续，并维护警示、断交、监控和绕行设施。

8.2.4 河湖、山洪沟及坡面排水设施维护应符合下列规定：

- a) 河湖水系、山洪沟和排洪沟应检查水位与淤积、沟道侵占、岸坡坍塌、桥涵卡口、漂浮物和上游滑塌堵沟隐患。
- b) 截水沟、边沟、坡面急流槽、挡墙泄水孔、跌水、消能池和出口防冲设施应检查连续性、裂缝、沉降、冲刷、淤积及出路通畅情况。
- c) 汛前和强降雨后应清理涵洞进口、拦污栅和沉砂设施，清理物应及时转运至安全地点。

8.2.5 地下空间及关键竖向节点维护应符合下列规定：

- a) 隧道洞口、下穿通道、地铁站口和地下车库入口应检查挡水、集水、排水泵、备用电源、照明和疏散设施。
- b) 坡脚交叉口、陡缓转换点、桥涵交汇处、上下台地连接道路及高差管渠节点应检查收水、分流、消能、结构安全和交通管控设施。
- c) 暴雨或山洪预警后应复查山洪沟卡口、长坡道路、下穿通道、滨水排口和地下空间入口；雨后应核实快速汇流路径变化并排除边坡、挡墙、护岸和路基隐患，发现异常淤堵、变形、渗漏或冲刷时应划定危险区并处置，更新能力和风险边界。

8.3 蓄排装备

8.3.1 蓄排装备运行维护应覆盖泵闸、挡水、清疏拦渣、移动强排、监测通信和备用供电设备；汛前应开展梯级闸泵联动试运行，检查固定泵站及供电控制、防淹和排放路径，验证远程、本地、人工和断网控制模式。

8.3.2 移动泵车和挡水装备应定期验证启动或启闭时间、抽排能力、软管接电、车辆停放与道路通行，以及锚固、密封、抗滑抗冲和现场操作条件。

8.3.3 暴雨前应在泥沙和漂浮物高风险区预置拦渣、清障、起吊和转运装备，并核实道路中断时的备用路线和高程分区装备前置点。

8.3.4 关键装备应定期切换备用电源和通信，监测设备应开展比测、校准、清洁和异常数据检查，验证连续运行和人工接管能力。

8.3.5 雨中装备作业应遵守安全警戒和撤离条件，不得在急流、深水、沟岸坍塌或边坡失稳危险区作业。

8.3.6 装备维护应记录故障、响应、修复、替换和恢复时间；雨后应对投入运行的装备进行检查、保养、补充和复位。

8.4 系统平台

8.4.1 系统平台数据维护应包括基础数据、竖向汇水分区、监测点、设施编码及接口数据，并动态维

护高程、道路竖向、快速汇流路径和关键节点；地形或排水关系改变后应及时更新。

8.4.2 系统平台模型维护应包括产流、洪峰传播、管地交换、排口顶托和梯级调蓄等模型，并结合实测和雨后复盘结果开展校验，动态更新模型参数和典型场景库。

8.4.3 系统平台运行保障应包括控制规则、权限、通信、备份和日志管理，对数据中断、传感器异常和不合理指令进行告警和安全回退，并定期验证容灾恢复能力。

8.4.4 应保留纸质预案、离线地图、现场联络清单和本地控制卡，并定期开展山地典型场景数字化与现场联动演练。

8.4.5 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。
