

《山地城市重要基础设施内涝风险阈值确定及 应用技术导则》

编制说明

（征求意见稿）

《山地城市重要基础设施内涝风险阈值确定及应用技术导则》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
1.1 背景	1
1.2 必要性	1
1.3 目的	2
1.4 意义	2
二、编制组简况	3
2.1 标准主要起草单位和起草人员任务分工	3
2.2 主要工作过程	4
三、标准编制依据和原则	5
3.1 编制依据	5
3.2 编制原则	5
四、适用范围	6
五、国内外现状	7
5.1 国内现状	7
5.2 国外现状	7
5.3 本导则的创新性	8
六、贯彻 CQSES 标准的要求和措施	8
6.1 组织措施	8
6.2 技术措施	8
6.3 政策建议	9
七、技术内容说明	9

7.1 总体技术路线	9
7.2 框架结构说明	9
7.3 临界水深指标确定的技术依据	10
7.4 模型构建技术要点	11
7.5 阈值推求方法	12
7.6 校核与更新机制	12
7.7 智慧管理应用要点	12
八、与现行有关法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系	13
8.1 与法律法规的关系	13
8.2 与强制性标准的关系	13
8.3 与其他推荐性标准的关系	13
8.4 与已有同类标准的区别	14
九、重大意见分歧的处理经过和依据	14
十、标准实施的环境效益和经济技术分析以及相关建议	14
10.1 环境效益	14
10.2 经济技术分析	15
十一、其他应予以说明的事项	16
11.1 术语来源说明	16
11.2 关于复合灾害工况的考虑	16
11.3 关于框架结构调整的说明	16
11.4 关于引用文件分类的说明	17
11.5 关于政策依据的说明	17

一、制定标准的背景、必要性、目的和意义

1.1 背景

随着全球气候变化加剧，极端降雨事件频发，城市内涝已成为影响我国城市公共安全的主要灾害之一。《中国气候变化蓝皮书（2024）》指出，我国极端高温和极端强降水事件趋多趋强。据统计，2010—2022 年间，全国平均每年有超过 180 个城市发生不同程度的内涝，直接经济损失年均超过千亿元。其中，下穿隧道、地铁站、地下停车场、地下商场等重要基础设施因位于地下或低洼区域，内涝风险尤为突出。近年来，多地发生“地铁进水”“隧道淹车”等重大险情，造成严重人员伤亡和财产损失

山地城市（如重庆）受特殊地形制约，具有以下显著特征：

地形起伏大，汇流速度快：地面坡度普遍大于 2.5%，部分区域超过 10%，暴雨径流在数分钟内即可汇集至低洼点，留给应急响应的时间窗口极短。

局地暴雨频发：山地城市受地形抬升影响，局地对流性暴雨多发，雨强峰值高、雨峰靠前，短历时强降雨特征明显。

客水入侵风险高：上游坡面径流、山洪沿道路或冲沟直冲下穿隧道、地铁口等设施，形成“外来水”叠加效应。

地下空间密集：山地城市因用地紧张，地下空间开发强度大，下穿道、地铁、地下车库等设施数量多、密度高，且多位于关键交通节点。

然而，当前国家及行业标准对城市内涝防治提出了总体要求，但针对山地城市重要基础设施的内涝风险阈值确定方法尚缺乏具体、可操作的技术导则。各设施管理单位多凭经验判断风险，缺乏基于水文水动力模型的、量化的、分级的内涝风险阈值，导致预警发布不精准、应急响应不及时，过警或漏警现象普遍仍有发生。

1.2 必要性

1.2.1 现有标准针对性不强

国家标准《室外排水设计标准》（GB 50014）和《城镇内涝防治技术规范》（GB 51222）主要面向全国普适情况，对山地城市的特殊水文特征考虑不足。重庆市地方

标准《山地城市内涝防治技术标准》（DBJ50/T-427）虽系统提出了山地内涝防治理念，但未针对“重要基础设施”的“风险预警阈值确定”这一具体技术环节进行详细规定。

1.2.2 预警管理需求迫切

当前，各设施管理单位在确定预警启动条件时，缺乏统一的量化依据。例如，某下穿隧道以“积水深度达到 15cm”作为关闭标准，但该值是否科学？对应的降雨重现期是多少？是否考虑了上游坡度带来的快速汇流效应？这些问题缺乏技术支撑。

1.2.3 智慧城市建设的必然要求

随着城市内涝智慧管理平台的普及，迫切需要一套标准化的阈值确定方法和成果表达格式，以便于数据接入、模型调用和自动预警。

1.3 目的

本导则的制定旨在：

- （1）建立一套专门针对山地城市下穿道路、轨道隧道、地下停车库、地下商场等重要基础设施的内涝风险阈值确定技术体系；
- （2）规范临界水深、临界流速、临界积水历时等致灾指标的确定方法；
- （3）统一一维—二维耦合水文水动力模型的应用流程与参数率定要求；
- （4）提供阈值成果的表达格式、校核更新机制及智慧管理应用要求。

1.4 意义

（1）提升城市安全韧性：通过科学阈值支撑精准预警，显著降低重要基础设施的内涝进水风险，保障人员生命安全和城市运行秩序。

（2）推动行业技术进步：填补国内在山地城市重要基础设施内涝阈值确定领域的技术标准空白，为其他类似城市提供参考。

（3）支撑智慧管理闭环：标准化的阈值成果与校核更新、预警发布机制，可实现“确定—校核—预警—响应”的完整闭环。

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

本导则由重庆大学牵头主编，联合北京建筑大学、重庆交通大学、重庆西科水运工程咨询有限公司等单位共同编制。

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。

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
北京建筑大学	参编单位	内涝形成机理对比研究、临界水深指标论证
重庆交通大学	参编单位	山地城市水文特性分析、模型参数率定案例提供
重庆西科水运工程咨询有限公司	参编单位	实践数据采集、模型验证与阈值校核

表 2 主要起草人任务分工

姓名	单位	主要任务分工
程呈	重庆大学	负责第 1 章（总则）、第 3 章（术语和定义）及整体统稿
何强	重庆大学	负责第 4 章（内涝风险阈值确定流程）及技术总负责
宫永伟	北京建筑大学	负责第 5 章（临界致灾指标）及山地城市研究
何进朝	重庆交通大学	负责模型降雨情景确定及参数率定
卢浩	重庆西科水运工程咨询有限公司	负责工程案例验证与阈值校核
郝银飞	北京建筑大学	参与第 5 章临界水深指标论证
刘浩	重庆交通大学	参与模型构建与数据分析
马海元	重庆大学	参与第 6 章智慧管理部分的编写
侯少轩	北京建筑大学	参与资料收集与基础调查部分
邱周华	重庆西科水运工程咨询	参与监测设备布设与数据获取部分

姓名	单位	主要任务分工
	有限公司	
陈磊	重庆大学	参与第 6 章预警发布与响应应用部分
司帅	北京建筑大学	参与附录 A（阈值成果表）编制
肖子杰	重庆大学	参与术语定义与文献调研

2.2 主要工作过程

第一阶段：立项与启动（2025 年 12 月—2026 年 5 月）

编制组向重庆市环境科学学会提交立项申请，2026 年 5 月获批。召开启动会，明确编制大纲、任务分工、进度计划。

第二阶段：调研与资料收集（2026 年 3 月—2026 年 7 月）

实地调研重庆市渝中区、沙坪坝区、江北区、南岸区等 10 余处典型内涝点。收集 2010—2024 年间典型降雨的分钟数据及对应的内涝灾情记录。系统梳理国内外相关标准规范，学术文献。发放调研问卷。

第三阶段：关键技术与草案编写（2026 年 6 月—2026 年 7 月）

建立一维—二维耦合模型，对典型设施进行降雨情景模拟。确定临界水深、临界流速、临界积水历时的分级阈值。完成标准草案初稿和编制说明初稿。

第四阶段：专家咨询与征求意见（2026 年 7 月—2026 年 8 月）

征集国内排水、防洪、模型、地铁运营、应急管理领域的专家意见。根据专家意见修改完善草案，形成征求意见稿。

第五阶段：送审与报批（2026 年 8 月—2026 年 10 月）

向重庆市环境科学学会提交送审稿及编制说明。根据学会审查意见进一步修改，形成报批稿。

三、标准编制依据和原则

3.1 编制依据

法律法规：

《中华人民共和国防洪法》

《城镇排水与污水处理条例》

现行有效标准：

GB 50014-2021 室外排水设计标准

GB 51222-2017 城镇内涝防治技术规范

GB 50157-2013 地铁设计规范

GB 55033-2022 城市轨道交通工程项目规范

GB/T 41925-2022 城市地下空间与地下工程分类

GB/T 51358-2019 城市地下空间规划标准

DBJ50/T-427-2022 山地城市内涝防治技术标准

T/CECS 647-2019 城镇内涝防治系统数学模型构建和应用规程

CJJ 68-2016 城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程

技术文献：

《城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则》（住房和城乡建设部、中国气象局，2014）

重庆市水文手册

3.2 编制原则

（1）科学性与先进性

基于水文水动力学原理，采用一维管网一二维地表耦合模型，反映山地城市产汇流真实过程。引入临界流速、临界积水历时等多指标综合判定，避免单一水深指标的局限性。采用最新的山地城市径流系数修正研究成果（DBJ50/T-427）。

（2）适用性与可操作性

条文要求明确具体，附录中的表格和参数可直接用于工程实践。对不同类型、不同等级、不同区域的设施给出差异化指标。提供了完整的阈值成果表格式，便于直接入库管理。

（3）协调性与一致性

与国家标准保持统一，如临界水深 15cm/27cm 与 GB 50014、GB 51222 一致。与重庆市地方标准 DBJ50/T-427 协调衔接，径流修正系数、内涝防治设计重现期等直接引用或细化了该标准的规定。与 T/CECS 2264-2026《城市地下空间关键基础设施内涝风险预警阈值确定及应用技术导则》的技术路线保持一致性。

（4）动态性与开放性

明确阈值每年复核、重大事件后立即更新的机制。鼓励采用实时监测数据持续校核和优化阈值。

四、适用范围

本导则适用于山地城市规划区内下列既有、新建、改建及扩建的重要基础设施的内涝风险阈值的确定、校核、更新及智慧管理应用：

1. 交通基础设施

下穿道路（含下穿隧道、下穿铁路桥、下穿通道）

轨道隧道（地铁地下区间、地下车站、铁路隧道）

地下停车库、地下车行环道、地下人行通道

2. 公共服务设施

地下商场、地下商业街

地下医疗设施（医院地下功能区）、人防工程、重要设备机房

综合管廊、地下变电站等城市生命线节点

3. 其他

其他类似地形条件的城市（如丘陵城市、河谷城市）可参照执行。

新建及改扩建项目应在设计阶段同步完成内涝风险阈值分析。

不适用范围：位于地上的设施（如地面公交站、地面停车场）及纯地上交通线路不属于本导则适用范围。

五、国内外现状

5.1 国内现状

1.标准层面：

国家标准 GB 50014 和 GB 51222 对雨水管渠设计重现期、内涝防治设计重现期、积水深度标准等进行了规定，但未涉及具体设施的风险阈值确定方法。

DBJ50/T-427《山地城市内涝防治技术标准》系统提出了山地城市内涝防治理念 and 设计参数，其主要技术内容包括总则、术语和符号、基本规定、设计计算、源头减排设施、排水管渠设施、排涝除险设施、运行维护等。

T/CECS 2264-2026《城市地下空间关键基础设施内涝风险预警阈值确定及应用技术导则》由北京建筑大学主编，经中国工程建设标准化协会智慧水务专业委员会审查发布。本导则在此基础上进一步聚焦山地城市特征，并优化了框架结构。

北京、上海、深圳等城市发布了内涝风险图、积水内涝预警标准等地方文件，但多集中在宏观的区域风险评估或基于经验的积水深度阈值。

2.实践层面：

部分城市已开始探索基于监测数据的动态预警，但阈值多采用固定水深值，未与降雨重现期关联。地铁行业标准 GB 50157 规定了地铁防淹要求，但未给出临界水深与降雨参数之间的定量关系。

5.2 国外现状

技术方法：欧美国家（如英国、荷兰、美国）在城市排水和洪涝风险管理方面较为成熟，广泛应用一维—二维耦合模型（如 SWMM、InfoWorks ICM、MIKE URBAN）。英国发布的《城市排水系统超标设计指南》（CIRIA C635）提出了基于“风险阈值”的概念，但主要应用于保险和规划领域。

地下空间专项：日本东京针对地下空间进水制定了《地下空间浸水防止对策指南》，但对预警阈值的定量确定方法未作系统规定。

5.3 本导则的创新性

本导则在吸收国内外先进经验的基础上,将“山地城市特征”与“重要基础设施内涝风险阈值”紧密结合,具有以下创新点:

1.提出了分类分级、多指标的临界致灾指标体系:除临界水深外,引入临界流速、临界积水历时,适应山地城市高流速、瞬时冲击的特点。

2.明确了山地雨型参数:基于山地城市降雨统计特征。

3.给出了坡度径流修正系数:引用了 DBJ50/T-427 的研究成果,使模型参数更贴合山地实际。

4.规范了阈值成果的表达、存储与更新机制:便于智慧管理平台直接调用。

六、贯彻 CQSES 标准的要求和措施

6.1 组织措施

6.1.1 宣贯培训

建议重庆市环境科学学会联合市住房城乡建委、市城市管理局,组织标准宣贯会和技术培训班,面向设计院、设施管理单位(地铁公司、市政管理处、大型物业)、高校及科研院所进行推广。

6.1.2 示范工程

在重庆市选择典型下穿隧道和地铁站,应用本标准完成阈值确定,打造示范工程,形成可复制的经验。

6.1.3 纳入考核

建议将本导则的应用情况纳入城市内涝防治工作考核指标体系,作为各区县内涝治理成效的评价依据。

6.2 技术措施

6.2.1 软件工具支持

鼓励开发符合本导则算法的内涝阈值计算辅助工具或插件(如基于 SWMM 的自动化情景模拟脚本),降低基层单位应用门槛。

6.2.2 平台对接

推动本导则成果格式与重庆市城市内涝智慧管理平台、交通运输平台、应急指挥平台的数据接口标准统一，实现无缝对接。

6.3 政策建议

1. 建议将本导则列为团体标准后，逐步过渡为地方标准，增强其约束力。
2. 建议新建项目在设计阶段即按本导则要求开展内涝风险阈值分析，并将成果纳入运维手册。

七、技术内容说明

7.1 总体技术路线

本导则的技术路线遵循“文献与实地调研→数据采集与模型构建→阈值推求与校核→智慧管理应用”的完整流程。具体包括：

- (1) 通过文献调研和实地调研，收集典型基础设施的结构参数、排水系统设计参数、历史内涝记录等基础资料；
- (2) 利用 ArcGIS 进行空间分析和汇水区划分，利用 InfoWorks ICM 构建一维管网-二维地表耦合水文水动力模型；
- (3) 通过 SPSS 等工具进行降雨-积水相关性分析，确定不同降雨情景下的积水响应规律；
- (4) 结合临界水深指标，通过模型试算推求各级风险阈值；
- (5) 通过历史降雨-内涝事件进行阈值校核验证；
- (6) 阈值成果纳入智慧管理平台，实现预警发布与响应应用。

7.2 框架结构说明

本导则共设 6 章，按照“总则—规范性引用文件—术语和定义—风险辨识与模型构建—阈值确定方法—智慧管理”的逻辑展开。第 4 章规定阈值确定的前置工作（资料收集→分类分级→致灾因子识别→孕灾环境与承灾体分析→模型构建），第 5 章规定临界致灾指标的具体取值和阈值推求方法，第 6 章规定阈值成果的智慧管理应用（数

据获取→存储→平台建设→成果管理→预警发布与响应），形成从“辨识”到“确定”到“应用”的完整技术闭环。

7.3 临界水深指标确定的技术依据

7.3.1 下穿隧道临界水深（15 cm/27 cm）的确定依据

下穿隧道临界水深的确定基于车辆通行安全要求：

（1）一级阈值（15 cm）的确定依据：

一般市政道路的路缘石高度通常在 15 cm 左右。当道路积水深度小于 15 cm 时，道路积水对车辆造成的通行风险极小，车辆可以正常通行。

GB 50014-2021《室外排水设计标准》规定“道路中一条车道的积水深度不超过 15 cm”。

因此，将 15 cm 作为一级预警阈值，当积水达到该深度时，应发布警示信息，引导车辆减速或绕行，并启动应急排水。

（2）二级阈值（27 cm）的确定依据：

普通燃油汽车排气管的高度一般在 27 cm 左右。当道路积水深度达到或超过 27 cm 时，积水可能进入汽车排气管，导致汽车熄火，进而造成下穿隧道堵塞，并可能造成人员危害。

因此，将 27 cm 作为二级管控阈值，当积水达到该深度时，应立即封闭交通，禁止车辆通行，持续应急排水。

编制组通过水文水动力模型对典型下穿隧道进行模拟验证：下穿隧道道路径流系数设置为 0.9；下穿隧道雨水管渠设计重现期 50 年；汇水面积为 1.14 hm²，地面集水时间为 3.8 min，雨水设计流量为 707.3 L/s；设计边沟纵坡 $i=3\%$ ，边沟截面的设计尺寸为 0.4 m×0.4 m；水泥混凝土管的粗糙系数为 0.013，边沟泄水量为 0.177 m³/s；泵站设计流量为 0.89 m³/s；进水总管管径为 800 mm；集水池容积 133.5 m³。

模拟结果表明：在雨峰系数为 0.35 的条件下，不同降雨重现期下，下穿隧道积水深度均随着降雨历时的增加呈现出先上升后下降的变化趋势，在 50 min 时达到最大峰值。30 年重现期到 500 年重现期，最大积水深度分别为 14.98 cm、18.33 cm、20.17 cm、27.05 cm 和 29.11 cm。该模拟结果验证了 15 cm 和 27 cm 作为分级阈值的合理性。

7.3.2 轨道隧道临界水深的确定依据

轨道隧道一级阈值取出入口最高台阶高度。依据 GB 50157-2013 第 9.5.4 条“地下车站出入口地面标高应高出室外地面 300 mm~450 mm”。当积水达到台阶顶部时，意味着积水即将进入站内，应启动挡水板安装并加强站内广播。

轨道隧道二级阈值取挡水板顶部高度或风亭通风口底部高度。每块挡水板的高度以 200 mm 为常见值，具体应以设计图纸为准。当积水超过挡水板防线或通过风亭进入时，积水将直接威胁站内人员和设备安全，应立即关闭车站、疏散人员。

7.3.3 地下停车库临界水深的确定依据

地下停车库一级阈值取起坡点与外部道路高程差。当积水超过该高差时，积水开始漫上坡道，应通知车主移车、布置沙袋。

地下停车库二级阈值取挡水板或防汛沙袋顶部高度。当积水超过该高度时，积水开始涌入车库内部，应封闭入口、启动排水泵。

7.3.4 地下商场临界水深的确定依据

地下商场参照地下停车库分级方式，但人员安全权重更高，一级阈值宜取台阶高度的 80%。地下商场以购物人员、运营人员及商品设施为主，积水从口部进入后会对人员的通行造成影响，并可能造成商品损失，因此口部不应进水。

7.4 模型构建技术要点

7.4.1 模型选用

本导则要求采用一维管网-二维地表耦合水文水动力模型。主要原因是山地城市内涝中，管渠溢流与地表漫流的相互作用十分显著。仅用纯二维模型无法模拟客水通过雨水口进入管渠后对下游的影响，管渠承压流状态也无法体现。推理公式法无法给出积水深度的时间过程线，只能判断最大流量，无法满足阈值对积水深度和历时的要求。

7.4.2 参数率定

模型参数率定应采用现场实测数据和调研数据，应满足至少两场独立降雨事件的模拟结果与实测数据的积水深度峰值相对误差在 20%以内。本条参考了 T/CECS 647-2019《城镇内涝防治系统数学模型构建和应用规程》第 5 章关于参数率定和模型验证的要求。

7.4.3 山地雨型参数

短历时降雨雨型采用芝加哥雨型，雨峰系数 r 应根据当地统计分析确定，山地城市一般推荐取 0.35~0.45。该取值范围体现了山地城市降雨“陡涨陡落、峰值靠前”的特征。长历时降雨雨型采用当地水文手册推荐雨型或同频率缩放雨型。

7.5 阈值推求方法

阈值确定采用“试错法”——在固定雨型和历时的条件下，从小到大调整重现期，运行模型，找到积水深度首次达到临界水深的“临界点”。该“临界点”对应的降雨参数组合即为该设施在该历时下的风险阈值。

对于同一设施，可能存在多组降雨参数组合使积水深度达到同一临界水深（如 30 min/10 年、60 min/5 年均达到一级阈值）。在预警应用中，应选取重现期最小的组合作为触发依据，以确保预警的及时性。

7.6 校核与更新机制

7.6.1 校核要求

采用至少两场独立事件进行校核，峰值相对误差 $\leq 20\%$ 、峰现时间误差 ≤ 15 min。阈值是预警的“扳机”，如果阈值不准确，预警就可能“漏报”（阈值偏高，实际已受灾但未触发预警）或“虚报”（阈值偏低，频繁误报导致“狼来了”效应）。

7.6.2 更新机制

每年至少复核一次，遇四种情况时应提前更新：设施周边地形或排水系统发生重大改造；发生超过原设计重现期的内涝事件且造成损失；暴雨强度公式或设计雨型发生变化；监测数据显示现有阈值与实际积水响应明显不符。

7.7 智慧管理应用要点

7.7.1 监测设备布设

积水深度基准点处应布设电子水尺、压力式水位计或雷达水位计，测量精度不应大于 ± 1 cm，数据采集频率不应低于 1 次/min，防护等级不应低于 IP68。在易发生客水流入的位置宜同步布设高清视频监控，用于对监测数据进行现场复核。

7.7.2 预警分级推送

一级阈值触发时推送至设施管理单位，指导其开展现场巡查、预置防汛物资等前置处置工作；二级阈值触发时推送至城市级防汛指挥中心，为启动区域交通管制、应急疏散等决策提供支持。

7.7.3 未记录情景处理

当降雨情景没有在阈值成果表中记录时，可参考相似降雨条件下的不利条件阈值，或采用最邻近情景法及动态模型模拟进行估算。

八、与现行有关法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系

8.1 与法律法规的关系

本导则遵守《中华人民共和国防洪法》《城镇排水与污水处理条例》等法律法规的要求，不与其产生冲突。

8.2 与强制性标准的关系

本导则属于推荐性技术标准。在技术参数上，与以下强制性规范协调一致：

GB 55033-2022《城市轨道交通工程项目规范》中关于地下车站防淹的要求，本导则第5章轨道隧道临界水深的规定与之衔接。

GB 50014-2021 中关于内涝防治设计重现期下的积水深度标准（15cm），本导则直接采用作为一级阈值。

8.3 与其他推荐性标准的关系

1.与 GB 51222-2017 的关系：本导则是其在山地城市重要基础设施内涝阈值确定领域的具体化和延伸，不重复其已有内容。

2.与 DBJ50/T-427-2022 的关系：本导则大量引用该标准的径流修正系数、内涝防治设计重现期取值、退水时间等参数，是在其框架下的深化。

3.与 T/CECS 647-2019 的关系：本导则第4章中的模型构建方法直接引用该规程的技术路线。

4.与 T/CECS 2264-2026 的关系：本导则参考了《城市地下空间关键基础设施内涝风险预警阈值确定及应用技术导则》的技术框架，并在此基础上聚焦山地城市特征。

8.4 与已有同类标准的区别

对比项	本导则	T/CECS 2264-2026	DBJ50/T-427-2022
适用范围	山地城市重要基础设施	城市地下空间关键基础设施	山地城市内涝防治系统
核心内容	阈值确定方法+智慧管理应用	阈值确定及应用	内涝防治设计计算
区域特征	山地城市专用参数	全国通用	重庆市地方标准
创新指标	临界流速、临界积水历时	临界积水深度	径流修正系数

九、重大意见分歧的处理经过和依据

(1) 分歧点 1：下穿隧道一级阈值是取 15 cm 还是 10 cm

分歧描述：部分专家建议提高安全裕度，将一级阈值设为 10 cm。

处理过程：为保持与 GB 50014 “道路中一条车道的积水深度不超过 15 cm” 的规定一致，维持 15 cm 作为一级阈值，在响应要求中增加“启动应急排水”，提高安全性。

依据：GB 50014-2021。

(2) 分歧点 2：是否必须采用一维-二维耦合模型

分歧描述：部分参编单位认为纯二维模型或推理公式法更简单。

处理过程：山地城市内涝中管渠溢流与地表漫流相互作用显著，仅用纯二维模型无法模拟客水通过雨水口进入管渠后的复杂水力过程。专家组一致认为必须采用一维-二维耦合模型。

依据：T/CECS 647-2019 第 5.2 条。

十、标准实施的环境效益和经济技术分析以及相关建议

10.1 环境效益

1.减少污染冲击：精准的预警和及时响应可有效避免内涝积水携带地表污染物（垃圾、油污、泥沙）大量涌入地铁站、地下商场等封闭空间。

2.降低二次灾害：避免因积水浸泡导致地下设备泄漏油类或其他危险物质，防止环境污染事件。

3.支持海绵城市评估：本导则确定的阈值可用于评估海绵城市设施在极端降雨下的减灾效果。

10.2 经济技术分析

10.2.1 初期投入

本导则实施的主要投入包括：

投入项目	单位成本	数量估算 (以重庆市中心城区为例)	总投入估算 (万元)
积水深度监测设备 (电子水尺/雷达水位计)	0.8 万~1.5 万元/点	约 200 个重要设施点位	160~300
雨量计布设(补充)	0.5 万元/个	50 个	25
模型建设与参数率定 (一次性)	30 万~50 万元/区	6 个区	180~300
智慧管理平台接入与开发	100 万~ 200 万元	全市统一	100~200
合计(一次性)			465~825

10.2.2 运行维护成本

设备年维护费按初始投资的 10%估算：约 50 万~80 万元/年。

模型更新与阈值复核：约 10 万~20 万元/年。

年运行总成本：约 60 万~110 万元。

10.2.3 经济效益(减损评估)

1.直接损失减少：以 2023 年重庆市某次内涝事件为例，因预警不及时导致某下穿隧道 10 辆车被淹，直接损失约 200 万元；某地铁站进水造成停运 4 小时，直接运营损失及设备维修约 500 万元。实施本标准后，可提前 30~60 分钟预警，预计减少 80% 以上类似损失。按年均发生 2 次类似事件计算，年减损约 1000 万元。

2.间接效益：减少交通拥堵时间、避免人员伤亡、降低保险赔付等，年间接效益估计为直接损失的 2~3 倍，即 2000 万元~3000 万元。

10.2.4 投资回收期

综合考虑一次性投入约 650 万元(中值)，年运行成本 90 万元，年直接减损 1000 万元，投资回收期约为 0.7 年(8—9 个月)，具有显著的经济可行性。

10.3 相关建议

1.资金保障：建议市、区两级财政设立专项资金，对老旧设施监测设备改造进行补贴。

2.人才建设：建议高校在给排水科学与工程、智慧水务等专业中增加内涝模型与阈值管理相关课程。

3.长效机制：将本导则的应用情况纳入城市体检和安全韧性城市考核指标。

十一、其他应予以说明的事项

11.1 术语来源说明

本导则第3章各术语来源如下：

术语条目	来源	修改说明
3.1 山地城市	DBJ50/T-427-2022 第 2.1.1 条	增加了水文特征描述
3.2 重要基础设施	T/CECS 2264-2026 第 2.0.1 条	扩展至“地下或低洼关键节点”
3.3 积水深度基准点	T/CECS 2264-2026 第 2.0.3 条	增加了具体示例
3.4 临界水深	T/CECS 2264-2026 第 2.0.2 条	调整术语名称，增加情形描述
3.5 临界流速	本文件新增	参考 CIRIA C635
3.6 临界积水历时	本文件新增	参考 DBJ50/T-427-2022
3.7 内涝风险预警阈值	T/CECS 2264-2026 第 2.0.4 条	调整术语名称，强调预警功能
3.8 一维-二维耦合模型	GB 51222-2017 附录 B	整合定义

11.2 关于复合灾害工况的考虑

根据重庆山地城市特征，本导则在第 4.2.3 条（资料收集与基础调查）和第 4.4.3 条（致灾因子识别）中增加了降雨叠加滑坡、泥石流的复合灾害工况考虑。要求在上游地质灾害隐患点分布区域，模型构建应纳入地质灾害对排水系统及径流路径的耦合影响分析。

11.3 关于框架结构调整的说明

本导则在参考 T/CECS 2264-2026 的基础上，对框架结构进行了优化调整：

原结构（T/CECS 2264-2026）：第 4 章“临界积水深度的确定”→第 5 章“内涝风险预警阈值确定”→第 6 章“智慧管理”

本导则结构：第 4 章“风险辨识与模型构建”→第 5 章“内涝风险阈值确定方法”→第 6 章“致灾风险阈值的智慧管理”

调整理由：导则名称中包含“预警阈值确定及应用”，正文各章应与标题形成呼应。第 4 章“风险辨识与模型构建”完成阈值确定的前置准备；第 5 章“内涝风险阈值确定方法”完成核心计算；第 6 章“致灾风险阈值的智慧管理”完成确定后的校核更新与预警应用。三章构成“辨识—确定—应用”的完整技术闭环。

11.4 关于引用文件分类的说明

本导则第 2 章“规范性引用文件”仅列入国家标准（GB/GB/T）、行业标准（CJJ）和地方标准（DBJ50/T）。团体标准 T/CECS 647-2019《城镇内涝防治系统数学模型构建和应用规程》及 T/CECS 2264-2026《城市地下空间关键基础设施内涝风险预警阈值确定及应用技术导则》作为参考文献，列于正文之后。

11.5 关于政策依据的说明

本导则的编制充分考虑了以下国家政策导向：

2013 年《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设的指导意见》（国办发〔2013〕23 号）。

2015 年《关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75 号）提出：2025 年，基本形成城市排水防涝工程体系；城市生命线工程等重要市政基础设施功能不丧失。

2021 年《关于加强城市内涝治理的实施意见》（国办发〔2021〕11 号）提出：将 70%的降雨就地消纳和利用；力争 10 年内建成城市排水防涝工程体系。

2021 年《国家发展改革委关于加强城市重要基础设施安全防护工作的紧急通知》（发改电〔2021〕213 号）提出：针对地铁、建筑地下空间的出入口、通风口等重要点位，做好防淹、防倒灌措施。

2022 年《住房和城乡建设部 国家发展改革委 水利部关于印发“十四五”城市排水防涝体系建设行动计划的通知》提出：提升立交桥区、下穿隧道、地铁出入口及场站等区域及周边排涝能力。

《山地城市内涝防治技术标准》（DBJ50/T-427-2022）提出：应根据易涝点积水危害程度、排水防涝设施情况和运行管理需求等合理设置监测点液位的预警和报警阈值。