



T/CECS 1XXX-202X

中国工程建设标准化协会标准

城市地下空间内涝风险阈值
技术导则

Guide for waterlogging risk thresholds in
urban underground spaces

（征求意见稿）

中国 XX 出版社

中国工程建设标准化协会标准

城市地下空间内涝风险阈值
技术导则

Guide for waterlogging risk thresholds in
urban underground spaces

T/CECS 1**-202*

主编单位：北京建筑大学

批准单位：中 国 工 程 建 设 标 准 化 协 会
施行日期：2 0 2 * 年 * * 月 * * 日

中国 XX 出版社
202X 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会关于征求《2024 年第二批协会标准制订、修订计划》意见的通知（建标协字〔2024〕28 号）的要求，本导则由北京建筑大学等有关单位编制而成。

本导则在编制组遵循国家有关法律法规和技术标准规程，经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，充分吸纳城市内涝防治与智慧管控方面的科技成果后形成。

本导则共设置 7 个章节，主要内容包括：总则、术语、内涝风险阈值确定流程、临界水深的确定、特征因子的确定、内涝风险阈值推求、智慧管理。

本导则的某些内容可能直接或间接涉及专利，本导则的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本导则由中国工程建设标准化协会智慧水务专业委员会归口管理，由北京建筑大学负责具体技术内容的解释。本导则执行过程中，各单位可随时将相关意见和建议反馈给北京建筑大学（地址：北京市西城区展览馆路 1 号，邮编：100044）。

主编单位：北京建筑大学

参编单位：重庆大学 中国市政工程华北设计研究总院有限公司 中建安装集团有限公司 武汉大学 北京师范大学

主要起草人：

主要审查人：

目 次

前 言	1
1 总则	4
2 术语	5
3 内涝风险阈值确定流程.....	7
4 临界水深的确定.....	8
4.1 一般规定.....	8
4.2 下穿隧道临界水深.....	8
4.3 地铁站、大型地下公共空间临界水深.....	9
5 特征因子的确定.....	10
5.1 一般规定.....	10
5.2 下穿隧道特征因子.....	10
5.3 地铁口、大型地下公共空间特征因子.....	11
6 内涝风险阈值推求.....	12
6.1 一般规定.....	12
6.2 水文水力模型数据获取方法.....	12
6.3 内涝风险库构建方法.....	13
6.4 内涝风险阈值确定方法.....	13
7 智慧管理.....	15
7.1 数据校核.....	15
7.2 智慧联动.....	15
7.3 成果应用.....	15
附录 A 城市重要基础设施内涝风险库成果数据表	17
用词说明	18
引用标准名录	19
条文说明	20

CONTENTS

Introduction	1
1 General provisions	4
2 Terms.....	5
3 Waterlogging risk threshold determination process	7
4 Determination of critical water depth	8
4.1 General requirement	8
4.2 Critical water depth for underpass	8
4.3 Critical water depth for metro stations and large underground public space	9
5 Determination of characteristic factor	10
5.1 General requirement	10
5.2 Characteristic factor for underpass	10
5.3 Characteristic factor for metro entrances and large underground public space	11
6 Derivation of waterlogging risk threshold	12
6.1 General requirement	12
6.2 Method for hydrological and hydraulic model data acquisition.....	12
6.3 Method for waterlogging risk database development	13
6.4 Method for waterlogging risk threshold determination	13
7 Smart management.....	15
7.1 Data verification.....	15
7.2 Smart systems linkage	15
7.3 Result application	15
Appendix A: Data summary form for urban critical infrastructure waterlogging risk database.....	17
Explanation of wording.....	18
List of quoted standards	19
Addition: Explanation of provisions	20

1 总则

1.0.1 为保障人民生命财产安全，提升地铁站、下穿隧道、大型地下公共空间等城市地下空间重要基础设施内涝风险防治能力，有效降低内涝风险，减少内涝造成的生命和财产损失，实现对地下空间重要基础设施内涝风险的提前预警，量化城市地下空间重要基础设施内涝风险阈值，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于地铁站、下穿隧道、大型地下公共空间等城市地下空间重要基础设施内涝风险阈值的确定。主要针对下穿隧道临界风险点、大型地下空间敞开式出入口及通风口等的临界水深的确定。

1.0.3 本导则所研究的指标为风险阈值，其核心功能在于判定风险是否超过安全范围。基于此判定结果，决策主体能够明确是否有必要启动全面的风险应对策略，为风险管理决策提供关键依据。并且本导则配套给出与之相对应的科学、严谨且具实操性的技术方法，为各相关方在风险管理实践中提供切实有效的指引。

1.0.4 城市地下空间重要基础设施内涝风险阈值除应符合本导则外，尚应符合国家及地方现行有关标准规定。

2 术语

2.0.1 城市地下空间重要基础设施 important urban underground space infrastructure

城市地下空间重要基础设施是指位于城市地下，对于城市运行、居民生活以及防灾减灾等方面具有关键作用各类设施，包括下穿隧道、地铁站以及地下停车场、地下商场等大型地下公共空间设施。大型地下公共空间主要包括大型地下停车场和大型地下商业设施，且应满足：

- 1) 地下停车场：设计停车数量 ≥ 300 辆；
- 2) 地下商业设施：建筑面积 $\geq 5000\text{ m}^2$ ，或容纳人数 ≥ 1000 人。

2.0.2 临界水深 critical depth

对于下穿隧道的临界水深，是指进入下穿隧道内部前，导致其重要设施运行安全受影响或出现功能障碍等特定状况时的积水深度；对于地铁口和大型地下公共空间的临界水深，是指积水即将没过路缘石、地铁口台阶使空间面临内涝风险、影响正常使用或对相关设施安全构成威胁时的积水深度。临界水深是评估内涝风险对不同城市地下空间影响的重要指标。

2.0.3 临界风险点 critical risk point

临界水深的位置基准点为临界风险点，对于下穿隧道，临界风险点在下穿隧道洞口处；对于地铁口和大型地下公共空间，临界风险点在敞开式出入口最低点处。

2.0.3 特征因子 characteristic factor

不同城市地下空间重要基础设施的致涝因素且能进行调整的因子。

2.0.4 水文水力模型 hydrological and hydraulic model

基于水文学与水力学原理，综合考虑降雨、径流、水位、流量等要素及相关机制，用于模拟和分析城市地下空间及相关区域水文水力过程的数学模型。

2.0.5 率定验证 calibration and validation

通过实测数据等资料，对水文水力模型中的参数进行调整确定以及对模型模拟结果的准确性、可靠性进行检验评估的过程，确保模型能准确反映实际系统的运行特征和规律。

2.0.6 内涝风险库 urban flooding risk database

通过水文水力模型模拟,得到城市地下空间重要基础设施不同特征因子组合下的积水深度,各类特征因子与对应积水深度的所有组合称为内涝风险库。

2.0.7 内涝风险阈值 urban flooding risk threshold

内涝风险库中积水深度等于临界水深时,特征因子的组合称为内涝风险阈值。

3 内涝风险阈值确定流程

3.0.1 城市地下空间重要基础设施的内涝风险阈值应在收集现有地下空间重要基础设施的设计资料、设施位置、降雨数据及监测数据等信息的基础上，结合水文水力模型模拟方法，确定内涝风险阈值。基于城市地下空间重要基础设施临界水深的相关规定，确定不同设施的临界水深并依据城市地下空间重要基础设施特征因子的规定，明确各类设施的特征因子，最后通过构建城市地下空间重要基础设施水文水力模型获取内涝风险库，并结合临界水深筛选重要基础设施内涝风险阈值。

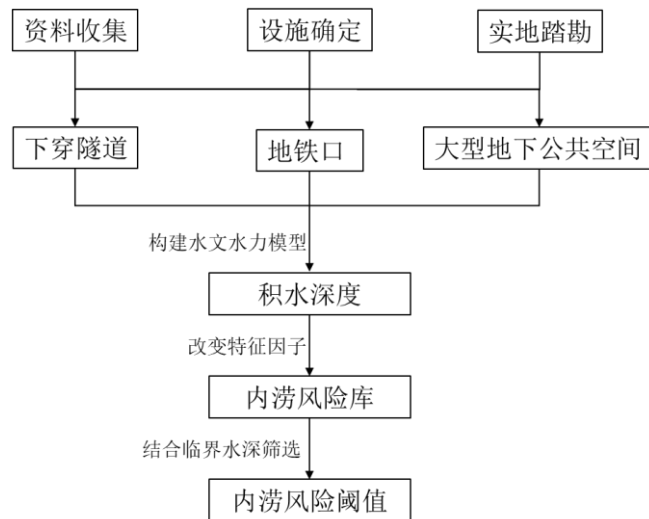


图 1 内涝风险阈值确定流程图

3.0.2 城市地下空间重要基础设施的内涝临界水深应进行系统分析，根据本导则第 4 章的内涝临界水深确定方法确定。

3.0.3 城市地下空间重要基础设施特征因子应根据本标准第 5 章的要求进行选择，对多种特征因子的组合进行因地制宜的分析。

3.0.4 城市地下空间重要基础设施内涝风险阈值推求应根据本标准第 6 章的步骤进行推求。

3.0.5 城市地下空间重要基础设施内涝风险阈值应为内涝预警提供设计依据，智慧管控可保证管理调度的及时性，根据本标准第 7 章进行智慧管理。

4 临界水深的确定

4.1 一般规定

4.1.1 临界水深的确定宜遵循“坚持以防为主，防抗救相结合”的方针，并兼顾精确性、安全性、适应性和可操作性等原则。

4.1.2 应建立定期评估机制，及时更新临界水深的评估标准和应对措施。

4.2 下穿隧道临界水深

4.2.1 下穿隧道临界水深是指在下穿隧道外部结构中导致隧道重要设施运行安全受影响或出现功能障碍等特定状况时的积水深度，即外部变坡点或临界风险点处的水深。

4.2.2 下穿隧道临界水深针对的主体应主要考虑车辆通过时产生的风险。

4.2.3 下穿隧道的临界水深应针对不同下穿隧道临界风险点区域情况进行划分，即有无反坡或驼峰。

4.2.4 当下穿隧道区域不存在反坡或驼峰，宜根据临界风险点的不同积水深度将风险等级划分为三档。

1 临界风险点积水深度达到 1cm~15cm 时，下穿隧道积水风险等级为低风险；

2 临界风险点积水深度达到 15cm~27cm 时，下穿隧道积水风险等级为中风险；

3 临界风险点积水深度大于 27cm 时，下穿隧道积水风险等级为高风险。

4.2.5 当下穿隧道区域存在反坡或驼峰，宜根据临界风险点的不同积水深度将风险等级划分为四档。

1 积水未漫过反坡或驼峰，下穿隧道积水风险等级为无风险；

2 积水漫过反坡或驼峰且临界风险点积水深度小于 15cm 时，下穿隧道积水风险等级为低风险；

3 临界风险点积水深度达到 15cm~27cm 时，下穿隧道积水风险等级为中风险；

4 临界风险点积水深度大于 27cm 时，下穿隧道积水风险等级为高风险。

4.3 地铁站、大型地下公共空间临界水深

4.3.1 地铁站和大型地下公共空间的临近水深是指在其口部位置，附近道路或场地的积水即将没过地铁口台阶使空间面临内涝风险时的积水深度。其临界水深应根据敞开式出入口及其他开口与地面的高程差判断是否具有内涝风险。

4.3.2 地铁口临界水深的确定应只对位于地下的地铁站进行规定。

4.3.3 临界水深的确定应考虑地铁站和大型地下公共空间的使用功能及人员安全等因素。

4.3.4 地铁口的临界水深宜根据周围地面的不同积水深度分为三档。

- 1 积水未漫过周围道路的路缘石，地铁口积水风险等级为无风险；
- 2 积水漫过周围道路的路缘石，但未超过敞开出入口台阶时，地铁口积水风险等级为低风险；
- 3 积水漫过地铁口的敞开出入口最低点，但未超过挡水板高度时，地铁口积水风险等级为中风险；
- 4 积水漫过地铁口的挡水板高度，开始涌入地铁站内部时，地铁口积水风险等级为高风险。

4.3.5 大型地下公共空间的临界水深宜根据周围地面的不同积水深度分为三档。

- 1 积水未漫过周围道路的路缘石，大型地下公共空间积水风险等级为无风险；
- 2 积水漫过周围道路的路缘石，但未超过大型地下公共空间敞开出入口高程时，地铁口积水风险等级为低风险；
- 3 积水漫过大型地下公共空间入口的敞开出入口最低点，开始涌入大型地下公共空间内部时，大型地下公共空间积水风险等级为高风险。

5 特征因子的确定

5.1 一般规定

- 5.1.1 特征因子的选择应区分重要基础设施处于已建成阶段或规划建设阶段。
- 5.1.2 已建成的重要基础设施的特征因子应包括与降雨特征相关的特征因子。
- 5.1.3 处于规划阶段的重要基础设施还应包括除降雨特征外对内涝风险产生影响的特征因子。
- 5.1.4 城市地下空间重要基础设施包含的特征因子取值应优先选择实地调研和文献调查，在缺乏资料的情况下可选择设计与概化的方法。
- 5.1.5 规划阶段的城市地下空间重要基础设施特征因子取值应规定上下限以及取值间隔。
- 5.1.6 根据气候变化和城市发展情况，建立定期评估机制，每年对城市地下空间重要基础设施内涝风险阈值进行一次审查和调整，确保其适应性。

5.2 下穿隧道特征因子

- 5.2.1 规划阶段下穿隧道的特征因子应包括降雨总量、降雨强度、降雨时长、降雨雨型、客水面积、综合径流系数、管道淤积情况、雨水泵站抽排能力等。已建成阶段下穿隧道的特征因子应包括降雨总量、降雨强度、降雨时长、降雨雨型等。
- 5.2.2 降雨总量特征因子应依据重要基础设施所在区域长系列（ ≥ 30 年）气象站雨量资料统计分析确定。
- 5.2.3 降雨强度特征因子应根据当地暴雨强度公式，按照不同设计重现期计算确定。
- 5.2.4 降雨时长特征因子应和降雨雨型相对应，按照长历时（24h~72h）和短历时（0h~2h）划分。
- 5.2.5 降雨雨型特征因子应根据当地雨型进行确定，短历时可采用芝加哥设计雨型，长历时可采用水文手册中的降雨雨型分配。
- 5.2.6 下穿隧道客水面积特征因子应进行实地调研、设施监测与模型模拟确定。
- 5.2.7 下穿隧道客水范围内综合径流系数特征因子的取值应符合《海绵城市建设技术指南》对于下垫面雨量径流系数的相关规定。

5.2.8 下穿隧道管道淤积情况的取值应进行实地勘测确定。

5.2.9 下穿隧道的雨水泵站的抽排能力应考虑重力流排水、泵站抽排以及泵站失效排水三种情况。

5.3 地铁口、大型地下公共空间特征因子

5.3.1 规划阶段地铁口、大型地下公共空间的特征因子应包括降雨总量、降雨强度、降雨时长、降雨雨型、客水面积、综合径流系数、管道淤积情况等。已建成阶段地铁口、大型地下公共空间的特征因子应包括降雨总量、降雨强度、降雨时长、降雨雨型。

5.3.2 地铁口降雨总量、降雨强度特征因子应符合《城市轨道交通工程项目规范》（GB 55033）中对雨水排水能力的相关规定。

5.3.3 大型地下公共空间降雨总量、降雨强度特征因子应符合当地排水防涝标准的重现期。

5.3.4 地铁口、大型地下公共空间的降雨时长、降雨雨型应参考条文 5.2.4、5.2.5 下穿隧道降雨时长、降雨雨型的确定方式确定。

5.3.5 地铁口、大型地下公共空间客水面积特征因子应对地铁口、大型地下公共空间周围道路进行实地调研、设施监测与模型模拟确定。

5.3.6 地铁口、大型地下公共空间客水范围综合径流系数特征因子的取值应符合《海绵城市建设技术指南》对于下垫面雨量径流系数的相关规定。

5.3.7 地铁口、大型地下公共空间附近市政雨水管道淤积情况的取值应进行实地勘测确定。

6 内涝风险阈值推求

6.1 一般规定

- 6.1.1 城市地下空间重要基础设施内涝风险阈值应具有全面性、系统性。
- 6.1.2 城市地下空间重要基础设施内涝风险库应包括城市地下空间重要基础设施的特征因子和城市地下空间重要基础设施积水深度的所有组合。
- 6.1.3 城市地下空间重要基础设施内涝风险阈值应先判断重要基础设施是否存在内涝风险，应对存在内涝风险的重要基础设施进行推求。
- 6.1.4 城市地下空间重要基础设施积水深度应通过水文水力模型模拟得到，应对下穿隧道构建水文水力模型，应对地铁口及大型地下公共空间附近道路构建水文水力模型。

6.2 水文水力模型数据获取方法

- 6.2.1 构建水文水力模型的数据应包含降雨数据、地理信息数据、排水系统数据以及积水深度的监测数据。
- 6.2.2 降雨数据可通过当地气象部门获取，也可通过布设雨量计进行监测获取，当不具备数据获取条件时，可采取当地短历时与长历时设计雨型对降雨进行设计。
- 6.2.3 地理信息数据可通过当地规划部门获取，城市地下空间重要基础设施需要高精度地形数据保证模型的准确性。
- 6.2.4 雨水管网及雨水泵站应通过相关部门的资料获取，应包括地下空间及其周边区域的排水管网信息，如管径、坡度、流量和泵站数量等数据。
- 6.2.5 积水深度的实时监测数据应通过布设传感器获取，监测设备布置点位应设置在易发生客水流入的位置，布设位置具体要求如下：
 - 1 水深、流量等监测设备应布设在下穿隧道入口斜坡上方以及隧道临界风险点处；
 - 2 水深、流速等监测设备应布设在地铁站、大型地下公共空间出入口周围道路。
- 6.2.6 监测设备宜具备高精度、低功耗、防水防腐等性能，并具备远程自检与状态回传功能。

6.3 内涝风险库构建方法

6.3.1 内涝风险库应按照图 2 的流程进行确定。

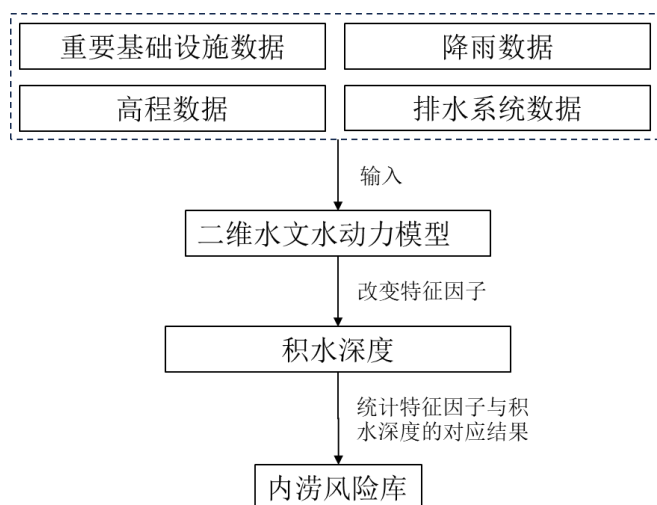


图 2 内涝风险库构建流程图

6.3.2 城市地下空间重要基础设施的积水深度应基于降雨数据、高程数据、设施数据、排水系统数据等资料，构建水文水力模型确定。

6.3.3 宜根据城市地下空间重要基础设施的具体情况，选择适合该研究区域的水文水力模型。

6.3.4 模型应根据实际水深数据进行水文参数的率定验证。

6.3.5 应按一定间隔改变模型中特征因子的数值，实现多组合特征因子下积水深度的计算，参考条文 5.1.5。

6.3.6 应编写详细的技术报告，记录模型建立、算法设计、计算过程和结果分析。

6.3.7 城市重要基础设施内涝风险库成果数据表应包括设施类型、重要基础设施特征因子、积水深度，成果示例宜符合附录 A 的形式。

6.4 内涝风险阈值确定方法

6.4.1 应以内涝风险库的结果作为数据来源，构建特征因子与积水深度之间的关系模型，结合临界水深反推内涝风险阈值。

6.4.2 对于已建成的重要基础设施，应对降雨特征和积水深度进行曲线拟合，结合临界水深确定内涝风险阈值。

6.4.3 对于规划阶段的重要基础设施，应对各类特征因子进行改变，结合临界水深得到多组内涝风险阈值。

6.4.4 宜根据内涝风险库的数据情况选择不同的拟合方法。

7 智慧管理

7.1 数据校核

7.1.1 重要基础设施的坐标定位误差应采用地理信息系统进行拓扑分析校验，确保位置无误。

7.1.2 重要基础设施需要高精度的高程数据，应对关键点位进行点云扫描结果校对。

7.1.3 排水系统数据需要确保正确性，雨水管网应提前进行人工管网勘测，剔除错误数据。

7.1.4 应设立阈值更新记录机制，记录内涝风险阈值的调整时间、触发依据、参与模型、调整幅度与影响区域，便于监管追溯与成果验证。

7.1.5 数据校核过程应生成数字溯源日志，包含原始数据、校核方法、处置人员等信息。

7.2 智慧联动

7.2.1 内涝风险阈值应以标准数据接口方式向智慧城市各业务系统（如交通调度、公共安全、地铁调控等）实时推送，并自动注释其适用区域、设施类型及预警等级。

7.2.2 城市地下空间重要基础设施应建立数字化基础设施模型，采用 BIM（建筑信息模型）、CIM（城市信息模型）等技术手段，构建与实体同步的数字孪生系统，用于内涝风险仿真分析和应急演练。

7.2.3 应建立“监测-预警-响应”联动机制。监测数据触发设定阈值时，预警信息应按照设施等级和风险等级进行分级推送系统应自动生成响应指令并推送至泵站值守、交通管制等相关岗位。一级风险应同步报送至城市防汛指挥中心，二级及以下风险可通知设施管理单位预处置。

7.2.4 可设置内涝风险阈值三维可视化功能，集成重要基础设施三维地形、排水系统结构、内涝风险阈值、设施状态及实时积水信息。

7.3 成果应用

7.3.1 内涝风险阈值可作为城市防汛预警启动的核心指标，当降雨预报信息达到

较低风险的重要基础设施的内涝风险阈值时，应自动推送设施管理单位预处置；当达到中等风险及以上的内涝风险阈值时，应联动城市防汛指挥系统启动交通管制、人员疏散。

7.3.2 调度策略宜提前设置多种情景的预案配置，应结合不同内涝风险阈值等级设置多种预警方案，包括但不限于暴雨红色预警、泵站失效、电力中断等情景，并能根据实时监测数据与内涝风险阈值的关系自动切换执行策略。

7.3.3 内涝风险阈值应为城市重要基础设施规划设计提供借鉴。

附录 A 城市重要基础设施内涝风险库成果数据表

基础设施名称	特征因子					积水深度
	降雨总量	客水面积	综合径流系数	管道淤积情况	...	
XX下穿隧道						
XX地铁口	特征因子					
	降雨总量	客水面积	综合径流系数	管道淤积情况	...	
XX大型地下公共空间	特征因子					
	降雨总量	客水面积	综合径流系数	管道淤积情况	...	

用词说明

为便于在执行本导则条款时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《室外排水设计标准》GB 50014

《城镇内涝防治技术规范》GB 51222

《降水量观测仪器》GB/T 21978

《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174

《地铁设计规范》GB 50157

《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033

《地下工程防水技术规范》GB 50108

《民用建筑设计统一标准》GB50352

《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033

《城市信息模型（CIM）应用统一技术标准》CJJ/T 318

城市地下空间内涝风险阈值 技术导则

Guide for waterlogging risk thresholds in
urban underground spaces

条文说明

编制说明

《城市地下空间内涝风险阈值技术导则》XX-XXXX 经 XXXX2025 年 XX 月 XX 日以第 XXX 号公告批准发布。

本标准制订过程中，编制组进行了大量的下穿隧道、地铁站和大型地下公共空间调查研究，总结了国家有关法律法规和技术标准规程、工程实践经验、内涝防治策略及内涝风险管理等方面，对我国城市地下空间重要基础设施内涝风险阈值确定提供有力支撑。

为便于广大工程咨询、设计、施工和运营管理等有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《城市地下空间内涝风险阈值技术导则》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	24
3	内涝风险阈值确定流程	24
4	临界水深的确定	25
4.1	一般规定	25
4.2	下穿隧道临界水深	25
4.3	地铁站、大型地下公共空间临界水深	25
5	特征因子的确定	26
5.1	一般规定	26
5.2	下穿隧道特征因子	26
5.3	地铁口、大型地下公共空间特征因子	27
6	内涝风险阈值推求	27
6.1	一般规定	27
6.2	水文水力模型数据获取方法	27
6.3	内涝风险库构建方法	28
6.4	内涝风险阈值确定方法	28
7	智慧管理	28
7.1	数据校核	28
7.2	智慧联动	29
7.3	成果应用	29

CONTENTS

1	General provisions	24
3	Waterlogging risk threshold determination process	24
4	Determination of critical water depth	25
	4.1 General requirement	25
	4.2 Critical water depth for underpass	25
	4.3 Critical water depth for metro stations and large underground public space ...	25
5	Determination of characteristic factor	26
	5.1 General requirement	26
	5.2 Characteristic factor for underpass	26
	5.3 Characteristic factor for metro entrances and large underground public space	27
6	Derivation of waterlogging risk threshold	27
	6.1 General requirement	27
	6.2 Method for hydrological and hydraulic model data acquisition.....	27
	6.3 Method for waterlogging risk database development	28
	6.4 Method for waterlogging risk threshold determination	28
7	Smart management.....	28
	7.1 Data verification.....	28
	7.2 Smart systems linkage	29
	7.3 Result application	29

1 总则

1.0.1 随着城市化进程地加快和极端天气的频发，地铁站、下穿隧道、大型地下公共空间等城市地下空间重要基础设施排水能力面临严峻挑战。由于城市地下空间的结构特性，在面临极端降雨事件时，易造成设备瘫痪、人员伤亡及重大财产损失。因此，健全城市地下空间重要基础设施的内涝风险评估具有现实意义。

本导则旨在系统识别城市地下空间重要基础设施所面临的内涝风险，从风险源、暴露程度、脆弱性等方面建立科学的风险分析体系，量化内涝风险等级和关键阈值，提升城市内涝灾害管理的科学性与精准性。同时，导则通过规范风险预警机制建设和推动智能感知，实现内涝风险的可感知、可预警、可响应，增强城市基础设施的韧性和抗灾能力。

本导则的编制可服务于城市灾害防控体系建设，提升应对极端天气事件的能力；指导各级政府、设计单位、运营管理部门科学评估与应对地下空间内涝风险，推动基础设施安全运行；为相关行业制定标准化、系统化、可操作的技术依据，弥补当前城市地下空间防涝管理的制度空缺。通过本导则的实施，可有效减少内涝事件对城市运行造成的干扰，保障人民群众生命财产安全，支撑“韧性城市”与“安全城市”建设的战略目标。

3 内涝风险阈值确定流程

3.0.1 城市地下空间重要基础设施的临界水深是划定内涝风险阈值的重要参数，当临界风险点处的积水深度达到临界水深，城市地下空间重要基础设施存在内涝风险。通过收集设施设计、降雨等资料构建水文水力模型，结合临界水深确定内涝风险阈值。

3.0.2 不同城市地下空间重要基础设施的临界水深不同，需要结合设施设防、所处区域、地势条件等因素进行系统分析确定临界水深。

3.0.3 城市地下空间重要基础设施积水深度受到不同特征因子影响较大，需要进行特征因子分析再确定内涝风险阈值。

3.0.5 城市地下空间重要基础设施内涝风险阈值应进行数据校核，并与应急调度结合，实现提前预警。

4 临界水深的确定

4.1 一般规定

- 4.1.1 城市地下空间重要基础设施的临界水深是划定内涝风险阈值的重要参数。
- 4.1.2 随着城市发展,城市地下空间基础设施的周围环境条件可能会存在一定的变化,应建立定期评估机制,及时更新临界水深。

4.2 下穿隧道临界水深

- 4.2.1 下穿隧道临界风险点是外部区域与内部区域的临界位置,车辆进入隧道前可根据临界风险点的水深大致判断下穿隧道内部风险情况。
- 4.2.2 当径流无法排除时,下穿隧道内会产生一定的积水,通过下穿隧道的车辆会有一定的安全风险。
- 4.2.3 下穿隧道反坡或驼峰可有效阻挡地表径流直接汇入隧道内部。
- 4.2.4 市政道路路缘石高度一般在 15 cm 左右,当道路积水深度达到 15 cm 时对车辆造成通行风险较小;汽车排气管一般高度为 27 cm,当道路积水深度达到或超过 27 cm,易导致汽车熄火造成下穿隧道堵塞,甚至危及行车人员人身安全。
- 4.2.5 若下穿隧道设有反坡或驼峰,则地表径流能否进入隧道主要由反坡所形成的垂直高差决定。当积水漫过反坡或驼峰,则对下穿隧道面临内涝积水风险。

4.3 地铁站、大型地下公共空间临界水深

- 4.3.1 城市地下空间重要基础设施的敞开式出入口及通风口与地面的高程差应符合《城市轨道交通工程项目规范》(GB 55033-2022)中给水、排水系统和《地铁设计规范》(GB 50157-2013)中车站出入口、风井与冷却塔的规定。
- 4.3.2 地上地铁站积水的可能性非常小,因此只对有较大进水风险的地下地铁站进行临界水深的确定。
- 4.3.3 地铁站、大型地下公共空间设置在人口密集区域或使用频率较高的站点或区域时,应考虑积水对行人产生的风险确定临界水深。
- 4.3.4 地铁口临界水深分级基于敞开式出入口最低点与周边道路的高程差,其构成包括出入口台阶高度、路缘石高度及挡水板高度。参考《地铁设计规范》(GB 50157-2013)中对出入口高度的规定,出入口应高出室外地面 300mm~450mm。

参考防汛应急预案，挡水板高度通常为 200mm。

5 特征因子的确定

5.1 一般规定

5.1.2 已建成重要基础设施周围环境已经基本固定，应只设置降雨相关特征作为特征因子，推算内涝风险阈值，避免改变环境特征。

5.1.3 规划阶段的重要基础设施可对周围环境条件进行调整，需要包括更多的特征因子。

5.1.4 在缺乏参考资料的情况下，应选择合理的模型概化方法，并采用部分实际城市地下空间重要基础设施进行验证。

5.1.5 特征因子的取值上下限及取值间隔可根据当地实测情况结合标准进行确定。上下限宜根据重要基础设施所在位置不同选取或根据标准规定的上下限确定。取值间隔代表了城市地下空间重要基础设施模型的精细程度，间隔越小代表模型包含的方案越多，可选择的实际方案越广泛。

5.1.6 随着城市的发展变化，城市地下空间重要基础设施的特征因子可能存在一定的变化，需要定期进行评估调整。

5.2 下穿隧道特征因子

5.2.1 降雨特征对内涝风险有着最直接的影响，应纳入特征因子中；客水面积易加剧重要基础设施的内涝风险，应纳入特征因子中；综合径流系数代表着径流量的大小，应纳入特征因子中；管道淤泥过多会阻碍管道过水能力增加内涝风险，应纳入特征因子中。

5.2.2 当本地雨量站资料不足时，可通过空间插值或邻近区域同气候类型站点数据补充。

5.2.4 市政排水关注的是短历时降雨，而河道排涝更关注长历时降雨的情况。具有重力流排水系统的重要基础设施需要关注短历时和长历时两种情景，具有泵站排水系统的重要基础设施主要关注长历时情景。

5.2.6 根据不同下穿隧道客水面积的分析结果，取最高值为上限，最低值为下限。

5.2.7 《海绵城市建设技术指南》中对于下垫面雨量径流系数的取值，以绿地的

雨量径流系数 0.15 为最低值，以硬质铺装的雨量径流系数 0.9 为最高值。

5.2.8 在无法进行管道清淤的情况下，可在模型中设置不同的管网淤积情况，取完全堵塞为上限，没有淤泥为下限。

5.2.9 下穿隧道设置泵站时，需要考虑泵站对雨水的抽排作用；未设置泵站只设置管网时，需要考虑重力流排水管网的排水作用；当发生突发情况导致泵站失效时，需要考虑泵站失效情况下管网的排水作用。

5.3 地铁口、大型地下公共空间特征因子

5.3.2 《城市轨道交通工程项目规范》（GB 55033-2022）中对于屋面雨水工程与溢流设施的总排水能力不应小于 50 年重现期的雨水量；高架区间、敞开出入口、敞开风井及隧道洞口的雨水泵站、排水沟及排水管渠的排水能力，应按当地 50 年一遇的暴雨强度计算。

6 内涝风险阈值推求

6.1 一般规定

6.1.1 城市地下空间重要基础设施内涝风险阈值是不同特征因子的组合，应能包含一个城市所有城市地下空间重要基础设施的种类。在城市地下空间重要基础设施内涝风险阈值制定过程中应综合考虑排水系统、地形等系统性因素。

6.1.2 城市地下空间重要基础设施内涝风险库是通过改变设施不同特征因子得到的积水深度的组合，其中包含了积水深度等于临界水深时的组合，也包含了积水深度不等于临界水深时的组合。

6.1.3 存在内涝风险的重要基础设施需推求内涝风险阈值作为内涝预警值，不存在内涝风险的重要基础设施无需进行推求。

6.1.4 通过水文水力模型，可得到不同特征因子下基础设施的积水深度。水文水力模型的选择需选取能模拟水深的二维模型，或采取一维模型与二维模型结合的方法得到积水深度。

6.2 水文水力模型数据获取方法

6.2.1 监测数据可为水文水力模型提供率定验证数据。

6.2.2 降雨数据决定了降雨的强度和持续时间是造成内涝的主要因素，也是水文

水力模型的基础数据之一。

6.2.3 地理信息数据直接关系到水文水力模型构建的精确程度，尤其是对于下穿隧道、地铁站、大型地下公共空间等重要基础设施。

6.2.6 城市积水深度的实时监测至关重要，监测的积水深度可用于水文水力模型的率定验证，可利用高精度、高灵敏度的传感器，如超声波或压力传感器，在城市地下空间重要基础设施附近进行设置。

6.3 内涝风险库构建方法

6.3.2 水文水力模型可以将各个特征因子反映在模型当中，通过对城市地下空间重要基础设施积水进行模拟，从而确定积水深度。

6.3.3 应选择能够实现二维层面模拟的水文水力模型，可模拟二维的水文水力模型包括：Infoworks ICW、MIKE 等模型，或采取一维模型耦合二维模型的方式进行积水深度的模拟。

6.3.4 当缺少实际监测数据时，可采用水文条件相似地区的水文参数。

6.3.5 改变特征因子的数值可以实现模型覆盖不同地下空间重要基础设施的环境特征。

6.4 内涝风险阈值确定方法

6.4.2 已建成的重要基础设施，特征因子应仅包括降雨特征，参考条文 5.1.2。

6.4.3 对于规划阶段的重要基础设施，通过改变特征因子，得到多个降雨总量与积水深度之间的相关关系，结合临界水深确定多组内涝风险阈值。

6.4.4 曲线拟合方法宜采用多项式拟合、分段回归等非线性拟合方法，也可采用机器学习方法进行拟合预测。在数据量较少的情况下采取非线性拟合方法，数据量充足的情况下，可采用机器学习方法捕捉降雨总量与积水深度之间的非线性关系，对达到临界水深情景的降雨总量进行预测。

7 智慧管理

7.1 数据校核

7.1.2 高程数据对水文水力模型具有一定的影响，并且重要基础设施占地面积较小，因此需要高精度的高程数据，保证水文水力模型的准确性。

7.2 智慧联动

7.2.1 内涝风险阈值的标准化推送,是提升智慧城市各业务系统协同应对能力的关键手段,构建结构化数据接口,可实现应急数据在交通调度、轨道交通、公共安全等系统间的自动传递。推送格式建议采用统一结构化数据标准(如 GeoJSON、XML 或开放 API 格式),支持地图标注与分级响应系统自动识别调用。

7.2.2 本条参考《城市信息模型(CIM)应用统一技术标准》(CJJ/T318-2023)相关要求,强调在城市运行管理中推广 CIM 平台,辅助风险预判与运维决策。

7.2.3 重要基础设施的积水深度在达到临界水深的阈值后,应通过信息系统向有关责任部门推送处置指令,通过设置分级响应规则,可避免预警泛滥,提高资源调度效率,减轻管理压力。

7.2.4 添加三维可视化功能能够更直观的显示内涝积水动态信息,实现可交互场景演练、事件溯源和辅助决策展示,便于管理人员进行风险评估和决策。

7.3 成果应用

7.3.3 内涝风险阈值的特征因子具有可调整性,通过改变特征因子,实现提高内涝风险阈值的作用。规划阶段的城市重要基础设施可参考特征因子与内涝风险阈值的响应关系,通过调整环境条件,改变特征因子数值,提高内涝风险阈值。