



T/CECS ×××—

20××

中国工程建设标准化协会标准

城市轨道交通内涝风险等级划分及 评估标准

Standard for urban rail transit flooding risk classification and assessment

（征求意见稿）

1 总则

1.0.1 为保障公民生命、财产和城市轨道交通设施安全，规范城市轨道交通内涝风险评估工作，提高城市轨道交通内涝风险管理水平，制定本标准。

条文说明：说明制定本标准的目的。近年来，国内城市轨道交通运营线路数量和长度逐年迅速增加，已成为部分城市的主要市内交通工具。由于城市轨道交通的特殊性（主体大多位于地下、人流量大等），内涝对城市轨道交通的安全运行影响巨大。城市轨道交通一旦发生内涝，轻则停运，影响城市交通和民众出行，重则造成巨大的财产损失，甚至危害人民生命安全。郑州、广州、深圳、长沙、昆明、南宁、成都等城市均出现过强降雨引起的涝水倒灌城市轨道交通问题，其中 2021 年 7·20 郑州地铁重大人员伤亡事件，受到全社会严重关切。为规范城市轨道交通内涝风险评估工作，提高城市轨道交通安全性，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于运营阶段的城市轨道交通工程内涝风险评估，拟建、在建阶段可参照执行。

1.0.3 城市轨道交通内涝风险等级划分及评估应结合各地实际情况，总体遵循安全性、系统性、独立性、时效性的原则。

条文说明：规定了本标准的实施原则。本标准实施时应根据各地的实际人口、经济水平、地形地势等情况确定风险等级划分及评估的具体要求。评估过程要以公民生命、财产和城市轨道交通设施安全为重，选择实际发生或设计的最不利工况进行风险评估，并预留安全余量；应考虑城市排涝系统性强的特点，评估范围应拓展至对城市轨道交通内涝风险有影响的排水系统上下游；应由第三方评估机构独立开展评估工作，且不受城市轨道交通建设以往各阶段结论的约束，以保证评估结果的客观性和公正性；内涝风险评估以收集的勘测地形和当下城市排涝水平为基础，相关条件发生变化时应重新评估。

1.0.4 城市轨道交通内涝风险等级划分及评估除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准和中国工程建设标准化协会标准的有关规定。

条文说明：规定本标准与其他现行有关标准的关系。本标准涉及的内涝防治重现期、城市轨道交通设施防淹要求等内容需满足《室外排水设计标准》

GB50014、《城镇内涝防治技术规范》GB51222、《地铁设计规范》GB50157 等标准的相关规定。

2 术语

2.0.1 城市轨道交通 urban rail transit

采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统。包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、现代有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统。

条文说明：城市轨道交通的定义引自现行国家标准《城市轨道交通运营技术规范》GB/T 38707-2020。

2.0.2 内涝风险评估重现期 recurrence interval for risk assessment of urban flooding

用于进行城市轨道交通内涝风险评估的暴雨重现期。

2.0.3 长历时降雨 long duration rainfall

降雨历时大于 3h 且不大于 24h 的降雨。

2.0.4 口部 gateway

轨道交通工程主体与地表面或其他地下建（构）筑物的连接部分。包含车站出入口（含消防救援出入口、无障碍电梯、物业接口等）、风亭、区间风井、区间疏散井、区间疏散楼梯、地上与地下衔接的敞口段、出入场线等。

条文说明：口部的定义参照现行行业标准《轨道交通工程人民防空设计规范》RFJ 02-2009、现行国家建筑标准设计图集《城市轨道交通人民防空设计》22FJ07 22T302，并结合实际工程经验确定。

2.0.5 积水深度 accumulated water depth

内涝积水水面到地面的垂直高度。

2.0.6 内涝最高水位 maximum urban flooding level

内涝积水期间，一定范围内地面积水历史或预测所达到的最高水位。

2.0.7 防淹设施 urban flooding prevention facilities

防止城市涝水进入城市轨道交通设施的防淹挡板、防水挡墙、防淹门等设施。

2.0.8 防淹标高 urban flooding prevention elevation

防止城市涝水进入或淹没城市轨道交通设施的最低高程。

2.0.9 超高 superelevation

防淹标高超出内涝最高水位的高度。

2.0.10 安全超高 free super elevation

为保障轨道交通防涝安全需要确保的最小超高。

3 评估对象与方法

3.1 评估对象及范围

3.1.1 城市轨道交通内涝风险评估对象应包括涝水可能进入并进而对城市轨道交通正常运行造成影响的轨道交通设施，具体包括：轨道交通口部设施，独立设置的变电所和控制中心、车辆基地等。

3.1.2 城市轨道交通内涝风险评估内容应包括以下内容：

- 1 城市涝水从轨道交通口部设施进入主体及附属建（构）筑物的风险；
- 2 城市涝水进入独立设置的变电所和控制中心、淹没车辆基地的风险。

条文说明：城市轨道交通设施内部排水不畅被淹的风险不属于城市涝水淹没风险。

3.1.3 城市轨道交通内涝风险评估范围应包括评估对象及相邻城市道路，并拓展至对城市轨道交通内涝风险有影响的排水系统上下游区域，有条件有需求的可拓展至评估对象所在排水系统全流域范围。

条文说明：每个较大的流域根据其水系等级可分成数个小流域，小流域又可分成更小的流域，城市轨道交通内涝风险评估应根据评估对象所在城镇的排水防涝系统情况、地理位置、气候条件、面积等因素选择合适的评估范围。

3.2 评估方法

3.2.1 城市轨道交通内涝风险宜采用数学模型法进行内涝风险评估，也可结合调研法进行内涝风险辅助评估。

条文说明：目前，城市轨道交通内涝风险评估尚处在研究与探索中，用的较多的主要有调研法和数学模型法。

调研法是一种定性评估方法，主要指通过对城市轨道交通历史涝水信息收集研究，掌握轨道交通线路（主要针对运营线路）沿线及站点历史涝水信息，以此作为轨道交通是否存在内涝风险的判断依据。该方法虽然思路清晰、运用过程相对简单，不需要详尽的地理数据，没有复杂的数学计算，但需要有长时间且较为详细的历史涝水数据资料，一般城镇难以获得，且无法反映城市发展

对城市内涝风险造成的影响，主要依靠决策者的工程经验、专业知识和逻辑判断，存在很大的主观性。

数学模型法是借助于 GIS 技术、计算机技术和通讯技术，建立地形模型、降雨模型、排水模型和下垫面模型，模拟内涝发生的情景，涉及产流模型、地表汇流模型、管网水力模型、河道（明渠）水力模型、地表漫溢模型等数学模型。数学模型法能直观、高精度地反映一定概率的致灾因子导致灾害事件的影响范围与程度，能高精度地反映灾害风险的时间及空间分布特征。但该方法的不足在于对区域地理资料和排水资料要求高、计算复杂、工作量大。

考虑到城市轨道交通内涝风险评估的特殊性（评估对象占地面积小、精度要求高等），宜将数学模型法作为主要的评估方法。同时，因数学模型法采用的是机理模型，以实现仿真效果，受限于资料精度等原因，给出的结论存在一定局限性，为克服数值模型模拟自身局限性及单一方法的片面性，在采用数学模型法评估的基础上，宜结合调研法，根据评估对象所在城镇历年易渍水信息、防内涝条件等定性判断，综合分析给出内涝风险评估结果。

3.2.2 采用数学模型法进行城市轨道交通内涝风险评估时应符合下列规定：

1 数学模型的构建与应用可依据《城镇内涝防治系统数学模型构建与应用规程》T/CECS 647 的规定执行。

2 宜收集现状资料，建立地表产汇流模型、管渠模型及河道模型，并进行模型耦合计算。基础资料不完善的区域，可适当简化模型。

条文说明：城镇内涝形成的物理过程可概括为降雨在地表经水文产汇流过程形成管道入流或河道入流，进入管道或河道的径流水体若超过其排水能力会溢出到地表形成地表积水过程。因此，为准确进行城市轨道交通内涝风险评估，需对上述水流交互与演进过程进行定量化的分析计算。

3 采用数学模型法进行城市轨道交通内涝风险评估前，应进行参数率定和模型验证。宜采用 2 场及以上的实测降雨及积水数据对数学模型参数进行率定，监测数据完整的区域宜使用经过校正筛选后的水位、流量等监测数据。当缺少监测数据时，可采用历史记录。

条文说明：数学模型法应进行参数率定和模型验证，以保证模型结果的准确性和可靠性。

用于参数率定和验证的实测数据需相互独立，不能采用同一套数据。

参数率定和验证时，应优先使用流量和液位等过程监测数据，其次使用积水深度、积水范围等单个记录结果作为依据。应适当考虑获取数据的难易程度和经济性。对于无任何测量数据记录，可根据历史记录或当地经验率定和验证模型。

4 采用数学模型法进行城市轨道交通内涝风险评估时，宜进行区域内设计暴雨、洪水与下游水（潮）位等遭遇风险分析，确定适合本区域内涝风险评估的数学模型边界条件。

条文说明：数学模型中降雨与洪、潮的遭遇方式应根据其历史遭遇规律分析确定，但特别重要的城镇或地区宜考虑最不利遭遇情况。

进行遭遇分析所依据的同期降雨量、洪水、潮水位资料系列应在 30 年及以上。分析涝水、洪水和潮水遭遇情况时，应按年最大时段降雨量、相应时段的洪水（最大流量、时段洪量）、潮水位取样。涝水、洪水和潮水遭遇规律分析可采用建立遭遇统计量相关关系图法，点绘雨量站历年最大时段降雨量与相应时段内的最大流量、时段洪量和最高潮水位相关图，确定历年最大时段降雨量的最大值发生频率，以及对该最大值所对应的遭遇统计量（最大流量、时段洪量和最高潮水位）进行频率分析，在此基础上结合区域内人口、社会经济、上位规划等因素，考虑偏不利情况作为涝、洪、潮遭遇设计工况。对待特殊遭遇情况，应分析其成因和出现几率，不宜舍弃。

遭遇分析方法详见现行国家标准《城市防洪工程设计规范》GB/T 50805。

5 采用数学模型法进行城市轨道交通内涝风险评估时，应给出评估对象周边的最高内涝水位、地面积水深度等信息。

3.2.3 采用调研法进行城市轨道交通内涝风险评估时应符合下列规定：

1 应收集城市轨道交通所在集水区范围内历次城市内涝发生的时间、降雨情况、排水防涝系统情况、淹没情况和受灾情况等历史灾情信息。

条文说明：采用调研法进行内涝风险评估时，应收集历次城市内涝的发生时间、降雨情况（降雨量、降雨历时及降雨强度）、排水防涝系统情况（城镇的平面及竖向控制、城市用地、雨水管渠、雨水泵站等）、淹没情况（淹没范围、深度、水位及时间）、受灾情况（受灾损失及影响）等城镇历史灾情信息。集水

区范围可根据城镇排水防涝相关规划中划定的最小一级汇水区选取，或按需根据地形、地貌、地表覆盖情况、排水管网布局资料划定。

2 应分析设计暴雨、排水防涝系统等与历史灾情的不同，合理确定调研法的适用性。

条文说明：随着城镇的开发建设，部分城市地面高程、下垫面、排水防涝设施等前后差异较大，因此应综合考虑各种因素，合理确定调研法的适用性。

3 调研法内涝风险评估结果可用于校核数学模型法的内涝风险评估结果。

4 评估标准

4.1 内涝风险评估重现期

4.1.1 城市轨道交通内涝风险评估重现期应符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014、《城镇内涝防治技术规范》GB 51222、《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033的有关规定，并应与当地的总体规划及相关排水防涝规划相衔接。

条文说明：《室外排水设计标准》GB 50014、《城镇内涝防治技术规范》GB 51222、《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033 已对内涝防治设计重现期作出了相关规定，各地应在此基础上根据当地的自然地理条件、经济基础和灾害承受能力等因素，经综合分析比较后确定合适的内涝风险评估重现期。

4.1.2 城市轨道交通内涝风险评估重现期可按表 1 的规定取值，有条件的地区可在此基础上提高重现期标准。

条文说明：住房和城乡建设部每年都会发布全国城市排水防涝安全责任人名单的通告，明确城市排水防涝标准及对应降雨量。然而，一方面，近几年极端天气与气候事件频发，一场极端暴雨就有可能改变之前某重现期下的设计雨量；另一方面，考虑到城市发展较快，地面竖向变化较大，加之城市轨道交通的特殊性（人流量大、大多位于地下等），一旦发生淹水，会严重危及城市的稳定运行以及人们生命财产安全。故对于有条件的地区可适当提高内涝风险评估重现期标准。

表 1 全国开通轨道交通城市排水防涝标准一览表

序号	省份	城市	内涝防治标准（重现期：年）	对应降雨量（mm/24 小时）
1	上海	上海市	50~100	240.0~275.0
2	北京	北京市	50~100	268.6~299.0
3	广东	广州市	100	317.0
4	广东	深圳市	100	476.1
5	四川	成都市	100	297.0
6	浙江	杭州市	50	244.6

7	湖北	武汉市	50~100	290.56~321.51
8	重庆	重庆市	50~100	205.1~224.1
9	江苏	南京市	50	247.0
10	山东	青岛市	50	264.5
11	天津	天津市	50~100	240.0~270.0
12	陕西	西安市	50	120.0
13	江苏	苏州市	50	251.7
14	河南	郑州市	100	253.5
15	辽宁	沈阳市	50	200.0
16	辽宁	大连市	50	195.2
17	湖南	长沙市	50	244.8
18	浙江	宁波市	50	258.0
19	安徽	合肥市	50	231.0
20	云南	昆明市	50	149.5
21	江西	南昌市	50	248.6
22	广西	南宁市	50	251.8
23	广东	佛山市	50	249.6
24	江苏	无锡市	50	214.8
25	福建	福州市	50	272.0
26	吉林	长春市	50	162.1
27	福建	厦门市	50	第 I 区 348.8 第 II 区 295.2
28	山东	济南市	50	247.2
29	黑龙江	哈尔滨市	50	151.7
30	贵州	贵阳市	25	190.0
31	河北	石家庄市	50	216.8
32	江苏	徐州市	30	275.5
33	江苏	常州市	30	187.3

34	浙江	温州市	30	327.0
35	内蒙古	呼和浩特市	50	140.0
36	浙江	绍兴市	30	244.7
37	安徽	芜湖市	30	222.7
38	河南	洛阳市	30	166.4
39	江苏	南通市	30	208.0
40	广东	东莞市	50	362.6
41	新疆	乌鲁木齐市	50	57.7
42	湖北	黄石市	20	黄荆山以北 231.93mm/24h, 黄荆山以 南 206.85mm/24h
43	甘肃	兰州市	50	54.0
44	山西	太原市	50	94.2
45	江苏	淮安市	30	238.7
46	江苏	句容市	20	233.0
47	浙江	嘉兴市	30	242.4
48	云南	文山市	30	83.1
49	甘肃	天水市	30	79.4
50	海南	三亚市	30	489.6
51	江苏	昆山市	30	247.3
52	广东	珠海市	50	404.0
53	浙江	海宁市	20	247.0
54	云南省	红河哈尼族 彝族自治州	/	/
55	陕西省	咸阳市	30	150.0

注：1 城市为截止 2023 年 12 月 31 日全国开通轨道交通的城市（不含港澳台地区）。

2 内涝防治标准和降雨量来源于《住房城乡建设部关于 2024 年全国城市排水防涝安全责任人名单的通告》（建城函〔2024〕29 号）。

4.1.3 独立设置的主配电所、控制中心、车辆基地的内涝风险评估重现期不应

小于 100 年。

条文说明：《城市轨道交通工程项目规范》GB55033-2022 对部分评估对象的防内涝能力进行了相关规定：主配电所、控制中心应按当地 100 年一遇的暴雨强度确定防内涝能力；车辆基地场坪高程应按能应对 100 年一遇洪水设防设计，并应满足城镇内涝防治要求。综合考虑到主配电所、控制中心、车辆基地的重要性，规定其内涝风险评估重现期不应小于 100 年。

4.2 设计暴雨

4.2.1 设计暴雨的确定应包括降雨历时的选择、设计雨量的计算及设计雨型的选用。

4.2.2 进行城市轨道交通内涝风险评估时，降雨历时宜根据地形特征、汇水面积、汇流时间等因素综合确定，并应符合下列规定：

1 城市轨道交通内涝风险评估降雨历时宜采用长历时（3~24h）；

2 城市轨道交通所在集水区有调蓄水体或大型调蓄设施的，内涝风险评估降雨历时宜采用超长历时（>24h）。

条文说明：根据水文计算原理，设计暴雨总历时不应小于城市汇流时间。城镇汇流时间主要取决于城市下垫面特性，包括汇水面积、地面坡度、土地利用性质、河湖调蓄容积等，一般不超过 24h。进行轨道交通内涝风险评估时，由于需要计算渗透、调蓄等设施对雨水的滞蓄作用，因此宜采用长历时设计暴雨。发达国家和地区采用的降雨历时一般为 3h~24h，且应考虑降雨历程，即雨型的影响。故本标准城市轨道交通内涝风险评估降雨历时宜采用长历时（3~24h）降雨。城市轨道交通所在集水区有调蓄水体或大型调蓄设施的，调蓄雨水需要外排时间，如产生多日连续降雨，调蓄容积不能及时腾空难以重复利用，宜选择超长历时设计暴雨作为最不利工况设计降雨。

4.2.3 设计雨量宜根据实测降雨资料分析确定；在缺乏实测资料的情况下，不同重现期设计雨量的确定可采用当地水利部门计算成果，或参考当地水文图集查算确定。

条文说明：长历时设计雨量计算资料应搜集当地不少于 30 年的长历时降雨资料，若雨量资料少于 30 年，应对资料进行插补展延；长历时降雨设计雨量计

算方法可采用当地水务部门计算成果，按照当地水利部门推荐雨型、最大长历时（24h）降雨过程线样本系列，采用同频率分析法计算确定。

4.2.4 进行城市轨道交通内涝风险评估时，应采用符合当地气候特点的设计雨型。当缺乏设计雨型资料时，可采用附近地区的资料，也可选取当地具有代表性的一场暴雨的降雨历程，采用同倍比放大法或同频率放大法确定设计雨型。

条文说明：典型暴雨过程应在暴雨特性一致的气候区内选择有代表性的面雨量过程，若资料不足且区域面积不大时，也可以由点暴雨量过程来代替，通常选取出现机会多、雨量集中并尽可能接近设计暴雨量的雨型。

目前我国许多城镇和地区尚未建立设计雨型，特别是缺乏对长历时降雨资料的总结。同倍比放大法是对所有设计时段采用相同的倍比值对典型暴雨过程进行缩放，同频率放大法是针对若干指定设计时段采用不同的倍比对典型暴雨过程进行缩放。同倍比放大法和同频率放大法在我国的水利领域应用较广。

5 内涝风险等级划分标准

5.0.1 城市轨道交通内涝风险宜按风险从高到低划分为 I、II、III、IV 四个等级。

条文说明：城市轨道交通内涝风险等级划分仅针对轨道交通各评估对象，用以表征评估对象进水的可能性，不对整条轨道交通线路进行风险等级划分和判定。

I、II 风险等级较高，如果出现 I 级风险，在评估工况下存在轨道交通线路进水，会导致城市轨道交通线路停运或部分停运、设施损坏及财产损失，威胁生命安全甚至造成人员伤亡，社会影响恶劣会造成影响较大；如果出现 II 级风险，在评估工况下评估对象虽然未发生进水，但安全余量不足，考虑到实际降雨、挡水设施故障等不确定性因素，存在一定的进水风险，仍可能导致部分出入口关闭甚至局部线路停运，对线路运行安全有一定威胁。III、IV 级风险等级较低，其中 III 级风险表示评估对象安全余量较大，进水风险可控，基本可以保障线路运行安全；IV 级风险表示评估对象附近虽可能存在城市内涝，但周边无地面积水，进水风险较低，线路总体运行基本不会因该评估对象受影响。

5.0.2 城市轨道交通内涝风险等级应根据评估重现期降雨条件下轨道交通运营线路评估对象的超高与内涝评估安全超高确定。轨道交通评估对象内涝风险等级判定标准宜按表 2 执行。

表 2 城市轨道交通内涝风险等级划分标准

序号	评估对象内涝风险等级	判定标准
1	IV	超高 \geq 安全超高，且周边无地面积水
2	III	超高 \geq 安全超高，但周边存在地面积水
3	II	$0 \leq$ 超高 $<$ 安全超高
4	I	超高 $<$ 0

条文说明：鉴于目前仅有武汉市针对整个城市轨道交通开展了系统性的内涝评估实践，同时武汉市位于中国中部地区，为国家中心城市及超大城市，整体经济发展水平和城市建设水平处在全国前列，全年降雨量也较为充沛，气候特点及城市发展均具有广泛的代表性，因此本标准参考武汉轨道交通防内涝评价项目制定城市轨道交通内涝风险等级划分标准。武汉市轨道交通防内涝评价

项目针对轨道交通评估对象进水风险划定了低、中、高、极高四个风险等级，低风险判定标准为评估对象周边地面积水深度小于 0.15m 且评估对象超高不小于安全超高；中风险判定标准为评估对象周边地面积水深度大于等于 0.15m 且评估对象超高不小于安全超高；高风险判定标准为评估对象周边地面积水深度大于等于 0.15m 且评估对象超高大于 0 但小于安全超高；极高风险判定标准为评估对象周边地面积水深度大于等于 0.15m 且评估对象超高小于 0。其中，评估对象周边地面积水深度大于等于 0.15m 为判定其存在城市内涝风险的依据。

5.0.3 城市轨道交通内涝评估安全超高的确定应根据当地的气候特征、地形特点、水文条件、水体状况、经济条件、排水设施完善程度及排水能力等综合确定，最低不应小于 0.3m。城市轨道交通内涝评估安全超高的确定除应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定外，还应与当地轨道交通设计标准相衔接。

条文说明：武汉市轨道交通防内涝评价项目确定的评估对象内涝评估安全超高取值为 0.55m，其他城市内涝评估安全超高的取值可参考当地城市轨道交通设计安全超高，目前在我国已有多个城市对轨道交通设计安全超高进行了明确规定。《深圳市城市轨道交通工程防洪涝设计指引》（2021）规定防洪涝设计标高为洪涝水位加上安全值 0.75m（一级台阶（150mm）+防洪涝挡板（600mm））；《铁四院武汉轨道交通项目设计指导书》规定防淹设施的安全超高一般为 0.35m~0.5m；《苏州市轨道交通防洪防涝设计指南》（2021）规定防淹设施顶部高程应高于 200 年一遇设防水位高程不小于 0.5m；《福建省城市轨道交通出入口防排涝技术规程》（征求意见稿、2018）规定出入口、风井及无障碍电梯等出地面构筑物的挡墙和挡淹板的设计防淹水位为 100 年一遇的洪涝水位加上 300mm 的安全超高；《天津轨道交通新建线路防淹设计文件通用技术文件》（试行、2017）规定风亭、风井、地面消防疏散口、物业出入口、垂直电梯及变电所机房等口部防淹高度距室外地坪应高出当地 50 年一遇内涝水位加 500mm 的安全超高。此外，《地铁设计规范》（GB50157-2013）规定路基路肩高出线路通过地段的最高地下水位和最高地面积水水位，并应加毛细水强烈上升高度和有害冻胀深度或蒸发强烈影响深度，再加 0.5m 安全超高。综上所述，深圳、武汉、苏州、福建、天津等地对设计安全超高的取值从 0.3m~0.75m 不等，

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/766020052012011003>