



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）

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

T/CECS×××—20××

主编单位：武汉市政工程设计研究院有限责任公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

施行日期：202×年××月××日

20××

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2022〕40号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，结合国家现行标准，参考有关国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分7章，主要内容包括：总则、术语、评估对象与方法、评估标准、内涝风险等级划分标准、评估实施、风险应对。

本标准由中国工程建设标准化协会城市给水排水专业委员会分会归口管理，由武汉市政工程设计研究院有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给武汉市政工程设计研究院有限责任公司（地址：，邮编：，手机：，邮箱：）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1	总则.....	1
2	术语.....	3
3	评估对象与方法.....	5
3.1	评估对象及范围.....	5
3.2	评估方法.....	5
4	评估标准.....	9
4.1	内涝风险评估重现期.....	9
4.2	设计暴雨.....	12
5	内涝风险等级划分标准.....	14
6	评估实施.....	17
6.1	评估准备与资料收集.....	17
6.2	内涝风险评估.....	17
6.3	成果报告编制.....	18
7	风险应对.....	20
7.1	一般规定.....	20
7.2	工程措施.....	21
7.3	非工程措施.....	24
	本标准用词说明.....	26
	引用标准名录.....	27
	附录 A 轨道交通内涝风险评估对象的防淹标高.....	28
	附录 B 城市轨道交通内涝风险评估报告大纲.....	31

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms.....	3
3	Assessment Objects and Methods.....	5
	3.1 Assessment Objects and Scope.....	5
	3.2 Assessment Methods.....	5
4	Assessment Standards.....	9
	4.1 Return Period for Flood Risk Assessment.....	9
	4.2 Design Rainstorm.....	12
5	Classification Standards for Flood Risk Levels.....	14
6	Implementation of Assessment.....	17
	6.1 Preparation and Data Collection for Assessment.....	17
	6.2 Flood Risk Assessment.....	17
	6.3 Compilation of Assessment Report.....	18
7	Risk Response.....	20
	7.1 General Provisions.....	20
	7.2 Engineering Measures.....	21
	7.3 Non-Engineering Measures.....	24
	Explanation of Terminology Used in This Standard.....	26
	List of Referenced Standards.....	27
	Appendix A: Flood Prevention Elevation for Rail Transit Flood Risk Assessment Objects.....	28
	Appendix B: Outline of Urban Rail Transit Flood Risk Assessment Report.....	31

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、物业连接口等）、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	$0 \leq \text{超高} < \text{安全超高}$
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，

综合考虑全国各地经济发展、气候等因素影响，各地城市轨道交通内涝评估安全超高最低不应小于 0.3m，不同城市、不同评估对象可在最低取值上适当增加。

5.0.4 城市轨道交通开展内涝风险评估时，不同评估对象可采用不同的安全超高。

5.0.5 评估对象内涝风险等级按表 2 进行判定后，也可根据评估对象重要性及受灾影响程度等因素进行调整，但调整幅度不应超过一级。

条文说明：考虑到可操作性，本标准仅以评估对象“超高”这个单因子来判定轨道交通评估对象的内涝风险等级。为更贴合实际情况，本标准鼓励在评估过程中根据评估对象的重要性及受灾影响程度等因素适当调整风险等级，但调整幅度不应超过一级。

6 评估实施

6.1 评估准备与资料收集

6.1.1 评估准备工作应包括确定评估对象及范围、评估方法及思路、评估基准时间、评估工作边界条件以及核实评估对象防淹标高等内容。防淹标高的确定应符合附录 A 的规定。

6.1.2 评估实施所需收集的资料应包括评估对象自身以及评估对象所在流域相关资料两大类，具体应包含以下内容：

- 1 评估对象规划、设计、施工、运营资料，包含规划方案、设计图、竣工图、现场测量图、防洪评价报告、场坪高程论证报告、内涝相关的运营数据等；
- 2 评估对象所在流域的基础现状资料，包括下垫面分布资料、地形测量资料、排水管线勘测资料、排涝设施现状运行资料、河湖港渠现状资料等；
- 3 评估对象所在流域的边界条件资料，包括外部入流口水位流量、系统出流口水位流量、流域管理调度方案等；
- 4 评估对象所在流域的水文监测数据，如实测降雨数据、关键节点流量水位监测数据、历时渍水点相关信息等。

6.2 内涝风险评估

6.2.1 内涝风险评估应包括评估标准制定、模型搭建及初评估、综合研判、内涝风险等级判定、提出防内涝建议等内容。

6.2.2 评估标准应包括内涝风险评估重现期标准及设计暴雨雨型标准，应按照 4.1 条和 4.2 条相关条文制定。

6.2.3 模型搭建及初评估应按照 3.2.2 条有关规定执行，根据模型反馈的内涝水位、地面积水深度等信息对评估对象所在区域附近的城市内涝风险进行初评估。

条文说明：城市内涝风险往往具有连片性，应从区域角度考虑评估对象的城市内涝风险，同原因形成的城市内涝，内涝水位变化往往具有连续性，以某城市的评估对象模型初评估为例（图 1），周边地面积水范围、深度较大，内涝水位变化趋势平缓，通过模型评估初判评估对象周边存在内涝风险。

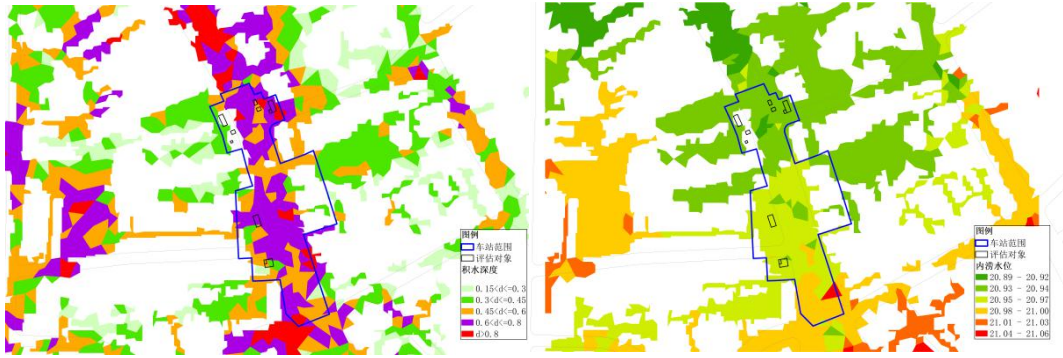


图 1 评估对象内涝风险初评估图（左为地面积水深度，右为内涝水位）

6.2.4 在模型初评估的基础之上，应结合现状调查统筹考虑评估对象地势高程、场地排水条件、周边开发建设情况、历史渍水、防洪影响评价等资料信息，对评估对象所在区域附近的城市内涝风险进行综合研判，判定评估对象附近是否存在城市内涝风险。

条文说明：此过程用来修正及调整模型初评估结果，通过综合多方面的信息，从成因角度对模型初评估结果的合理性进行综合分析，如有必要，补充资料重新进行模型初评估。

6.2.5 针对附近存在城市内涝风险的评估对象，需判定其内涝风险等级，内涝风险等级判定应按照以下步骤执行：

- 1 基于评估对象自身防淹标高及评估对象周边内涝最高水位，计算各评估对象的超高；
- 2 按照 5.0.3 条和 5.0.4 条相关规定确定各评估对象的安全超高；
- 3 基于评估对象的超高及安全超高，同时结合评估对象周边的地面积水情况，按照 5.0.2 条内涝风险等级划分标准判定评估对象的内涝风险等级；
- 4 按照 5.0.5 条相关规定，根据评估对象重要性及受灾影响程度等因素，调整并最终确定各评估对象内涝风险等级。

6.2.6 针对各类内涝风险等级的评估对象，应提出防内涝建议，宜包括工程措施、日常运维管理、应急调度等方面的内容。

6.3 成果报告编制

6.3.1 评估方应根据相关评估成果编制城市轨道交通内涝风险评估报告，评估报告应为独立文件，且包含正文及附图。评估报告大纲可按照附录 B 的规定编

制。

6.3.2 评估报告正文应包含项目背景、线路及评估对象概况、评估对象所在流域概况、评估方法、评估标准、评估过程、评估结论及建议等内容，并应交待评估基准时间、评估资料情况、数值模型评估所用参数、评估对象地势高程特征及周边建设情况等。

6.3.3 评估报告附图宜包含评估线路区位图、评估对象分布图、线路涉及流域排水系统图、线路涉及流域内涝风险分布图、评估对象内涝风险判定结果图。

7 风险应对

7.1 一般规定

7.1.1 城市轨道交通线路运营前应开展内涝风险评估工作，已运营城市轨道交通线路应结合城市建设发展情况进行内涝风险复评，两次评估工作时间间隔不宜大于 10 年。

条文说明：城市轨道交通内涝风险评估可为风险预防预控提供科学依据。《城市轨道交通运营安全风险分级管控和隐患排查治理管理办法》（交运规〔2019〕7 号）提出，运营单位应建立健全运营安全风险分级管控和隐患排查治理工作制度，保证经费投入，将城市轨道交通运营安全风险分级管控和隐患排查治理工作纳入年度安全工作计划并组织实施，确保运营安全风险分级管控和隐患排查治理工作得到有效落实。《城市轨道交通运营安全评估管理办法》（交运规〔2023〕3 号）提出“工程项目防洪涝专项论证报告等材料”作为城市轨道交通初期运营前安全评估前提条件之一。

随着城市的开发与建设与基础设施更新，城市下垫面条件、排水系统设施均发生变化，对应应对城市内涝风险的能力也随之变化。因此，需要根据城市建设和基础设施的更新改造情况，不定期开展内涝风险评估工作。

7.1.2 风险应对措施应根据评估对象内涝风险等级评估结果，综合统筹确定。

条文说明：各评估对象的内涝风险评估结论综合考虑了内涝风险的可能性及产生后果的严重性，是制定风险应对措施的重要依据。风险等级越高，应对措施应更加严格、全面。应对措施除考虑内涝风险评估结论外，还应结合评估对象可实际采用的措施类型、措施的经济性等因素综合确定。

7.1.3 对于内涝风险等级评估结果为 I、II 级的评估对象，应采取措施进行风险控制，降低内涝风险等级。

条文说明：判定为 I 级或 II 级风险的评估对象，其超高值小于内涝评估安全超高，视为评估对象未达到防涝标准，不满足防涝要求。判定为 III、IV 级风险的评估对象，进水风险整体可控，不强制要求对其采取风险控制措施。

7.1.4 风险控制措施可包括工程措施及非工程措施。

7.2 工程措施

7.2.1 工程措施可包括提升评估对象自身挡水能力、提高城市系统排水能力及建设智能监测预警系统等。

条文说明：内涝风险应对的重点首先在于自身挡水，其次在于周边城市系统排水，应着重提高这两方面能力，此外，还可通过建设智能监测预警系统辅助提升风险监测及应急反应能力。

7.2.2 评估对象自身挡水能力可通过提高防淹标高、设置物理阻断等方式提升。

条文说明：提高防淹标高的主要措施包括出入口加高防淹挡板或抬高出入口台阶等，风亭抬高通风口位置，车辆段开口部设防水挡板或防水墙等。

厦门市在《加强建设项目排水防涝能力规划指引》中提出，地铁入口应高于周边市政道路人行道 30cm（三级台阶）以上，并应考虑挡水板等防涝应急措施。新加坡要求不同建筑基准平面高于道路 0.3m/0.6m/1m，与地下捷运站连接额外再加高 0.15m/0.3m。

根据日本地铁的防汛经验，出入口挡水设施可分为三种类型：一是可移动型的，如沙袋、水袋、挡水板、片式伸缩门等，主要用于应对较小的水量，漏水可能性大；二是固定型的，如固定挡水板、防水门等，其中防水门可封闭地下空间，用于阻挡较大水量，但仍有漏水的可能；三是防水结构体，这种结构通常和站体一体打造，几乎可以做到完全防水。

可 移 动 型	 a) 挡水板	 b) 片式伸缩门
固 定 型	 a) 防水门	 b) 防水门
防 水 结 构 体	 a) 防水结构体	 a) 伸缩式防水结构体

注：来源为洪水灾害防治案例手册，日本国土交通省

图 2 地铁出入口挡水措施示例

车辆段开口部一般是地面地下连接处，是需重点关注的防淹点，郑州地铁 5 号线在 2021 年 7 月 20 日便是因连接线处发生积水，挡水墙被冲垮，导致雨水涌入隧道。福州市新店车辆基地在地铁车辆出入口设置 U 型槽并安装监控，在 U 型槽的出入口准备了沙袋、挡板、防水膜等防汛物资，若遭遇大雨，可立即将 U 型槽出入口封闭，保障积水不会流入地下。

设置物理阻断的主要措施一般为安装防淹门。防淹门是防止水流涌入车站或隧道的密封门，一般由门体、启闭装置、机械锁定装置和就地控制系统组成。



图3 地铁防淹门实景图（左：福州市；右：石家庄市）

7.2.3 城市轨道交通周边排水能力可通过系统综合性手段加以保障。

条文说明：

城市轨道交通外部涝水通过周边排水系统排除，如果地面上的水不能迅速排走，就会流入地下，导致轨道交通内涝积水。同时，轨道交通排水通过车站排水泵房、区间排水泵站设置排水泵，再通过排水沟、排水管渠等将车站和区间的污水、废水和雨水排入城市排水系统。因此周边城市排水管网应与轨道交通内部排水能力匹配，保证能快速地将地铁水排入城市排水系统。建设、运营单位需加强与水务部门的沟通协调，保证轨道交通所处汇水区域排水防涝调度正常，争取优先开展高风险评估对象周边及所在汇水区排水设施建设，提高排涝能力。

以香港为例，在面临与内地相近的城市排水防洪压力下，香港近20年来却逐步减少了城市内涝点，并采取“截流蓄洪疏浚洪泛”的基本措施建设全港防洪涝设施；强大的城市排水系统大幅度降低了香港地下铁路的安全风险。香港主要采取截流、蓄洪、疏浚三个模式进行防洪涝建设。

截流：在半山建造雨水排放隧道，雨水隧道在市区高处截取部分雨水，引流绕过闹市，随后排放入海或输送至其他蓄洪区，从而降低流入市区排水系统雨水量。

蓄洪：在市区的中下游位置建造地下蓄洪池，用以将部分雨水暂存，待暴雨过后，再将蓄洪池的雨水经泵房泵出，沿下游雨水排放系统排放，以避免发生洪涝。

疏浚：在原有河道进行治理工程或建设新的排洪排涝河道和隧道，加强雨水疏导。

7.2.4 城市轨道交通内涝风险智能监测预警系统可通过积水感知、预警发布、后端平台等模块建设进行构建。

条文说明：《住房和城乡建设部办公厅关于做好 2024 年城市排水防涝工作的通知》中提到，要结合城市基础设施生命线工程建设，在排水设施关键节点、易涝积水点因地制宜布设必要的智能化感知终端设备，提升排水防涝智慧化水平。《交通运输部关于切实做好城市轨道交通防汛防涝工作的通知》（交运明电〔2022〕182 号）提出，要提高关键部位监测和预警能力，加强对车站出入口、出入段线、风亭、与车站联通的地下停车场、与在建工程联络通道等淹水倒灌风险部位的监测预警。

智能监测预警系统一般由积水感知、预警发布、后端平台等组成，通过遥测终端机进行水位传感器、雨量计、水位计、摄像监控等数据的采集，并实时发送至监控中心，根据监测实时水位、雨量信息、视频信息，并结合天气预报信息和历史同期信息，对轨道交通内涝风险提供智能预警和实时报警。

目前，武汉、广州、成都、福州等城市已开展轨道交通防涝监测预警系统建设实践。

7.2.5 排水设施、挡水设施、监测预警系统应开展定期检查和维护，确保其功能正常发挥。

7.3 非工程措施

7.3.1 非工程措施应包括加大防涝隐患排查力度、完善落实应急响应机制、加强应急保障建设等。

条文说明：《交通运输部关于切实做好城市轨道交通防汛防涝工作的通知》（交运明电〔2022〕182 号）提出各地城市轨道交通运营主管部门要进一步落实责任，将防汛防涝各项任务和责任细化到安全检查、隐患排查整治、应急准备、抢险救援等各个环节。

7.3.2 城市轨道交通防涝风险隐患应定期排查，并应建立排查隐患的治理工作台账。

条文说明：按照《城市轨道交通运营安全风险分级管控和隐患排查治理管理办法》（交运规〔2019〕7 号）有关要求，以点带面、点面结合，强化防

汛防涝风险隐患排查。重点排查临江临湖和地势低洼车站、连接下沉式广场的车站出入口、下沉式车辆段场、出入段线、下穿区段、过渡段、长大区间、桥梁、涵洞、排水沟、停车场等重点区域，重点排查挡水排水设施设备及其运行状态、排水管道与周边市政管网的联通情况、既有线路与在建线路连接处的封堵情况、高架线路沿线边坡土质疏松和堆土滑坡等风险隐患。

7.3.3 城市轨道交通防涝应急预案应结合实际情况制定，并应完善应急响应机制，提升智慧化管理水平。

条文说明：运营单位应结合当地汛期天气变化和地势特点，充分考虑城市轨道交通敷设方式、站段型式和布局，对现有防汛防涝应急预案的可行性和有效性进行再评估再论证，简明操作程序，细化应急值守要求，将气象预警信息纳入应急响应启动条件，进一步完善极端天气、突发事件情况下的停运机制和标准，针对性完善各项应急预案；推动建立运营单位与消防、公安、医疗力量等救援力量的应急通信，健全信息共享机制，强化快速应急联动，切实提升应急响应能力。充分发挥监测预警系统功能，利用信息化手段对应急预案进行管理和优化，提高应急预案的针对性和可操作性。同时，通过模拟演练等方式，不断提升应急预案的实战能力。

7.3.4 加强应急保障应通过急抢险队伍建设、应急物资配置等方面的建设实现。

条文说明：运营单位需强化应急队伍和专业装备建设等应急准备，健全专兼职应急抢险队伍，结合实际建立与沿线抢险救援队伍、专业装备企业等社会力量的工作对接机制，发挥志愿者在应急处置中的积极作用；参照《城市轨道交通运营应急能力建设基本要求》（JT/T 1409—2022），及时核查挡水板、防汛沙袋、抽水设备等应急物资种类、数量和状态，补齐补足补强相关应急设施与应急物资；合理优化应急抢险队伍和应急物资部署，进入网络化运营阶段的要合理布局“站点—区域—基地”三级应急点，全面提升应急能力，确保及时响应、有效应对。

本标准用词说明

为便于在执行本标准条款时区别对待，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

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

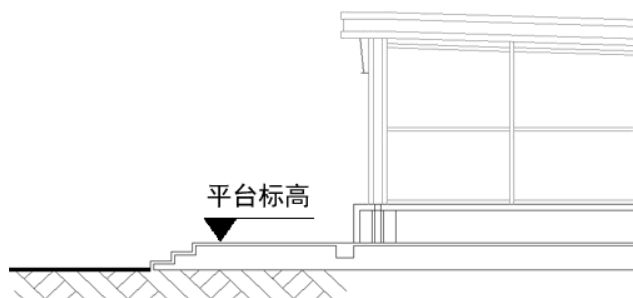
附录 A 轨道交通内涝风险评估对象的防淹标高

表 A 轨道交通内涝风险评估对象的防淹标高

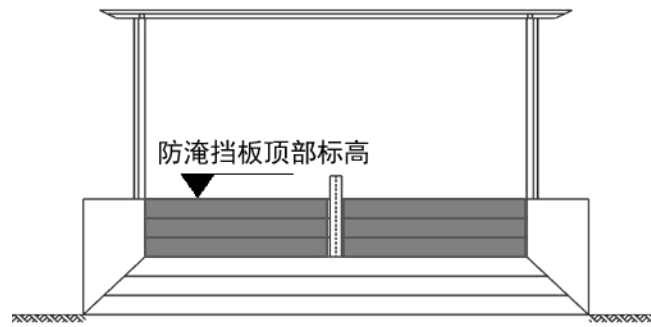
序号	评估对象	防淹标高
1	地下车站出入口（含消防出入口、无障碍电梯）	出入口平台标高
2	地下车站物业连接口	物业与地面连接处的标高
3	区间疏散井、区间疏散楼梯	出入口平台标高
4	风亭、区间风井、通风孔	风口下沿标高
5	地上线路与地下线路衔接的敞口段、出入场线	线路路肩标高
6	地面车辆基地（包括车辆段和综合维修基地）	场坪标高
7	车站站务用房、主变电所、区间变电所、控制中心	楼梯平台标高或电缆层通风窗底标高
8	地面车站	站台标高
9	地面轨道线路	轨面标高
10	高架区间	结构底标高

注：1 当评估对象设置防淹设施时，其防淹标高为防淹设施顶部标高；

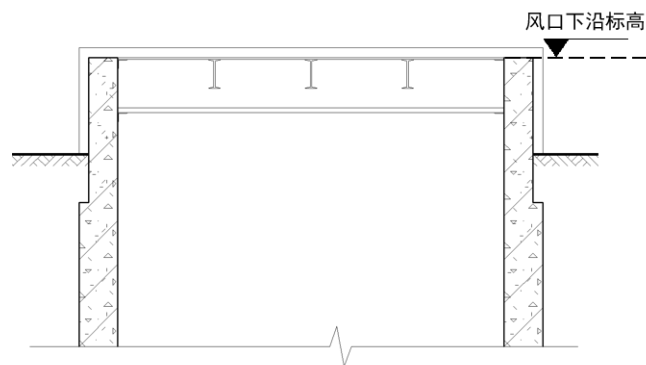
2 部分评估对象防淹标高可参考图 4。



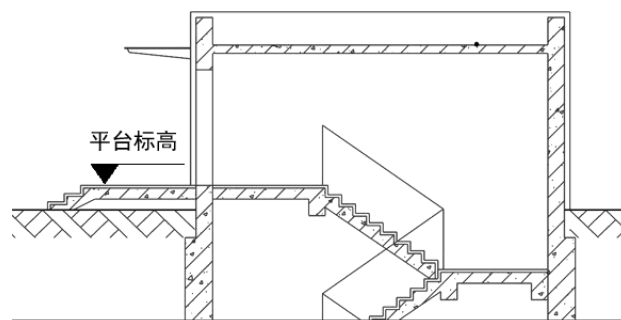
(a) 地下车站出入口防淹标高示意(无防淹设施)



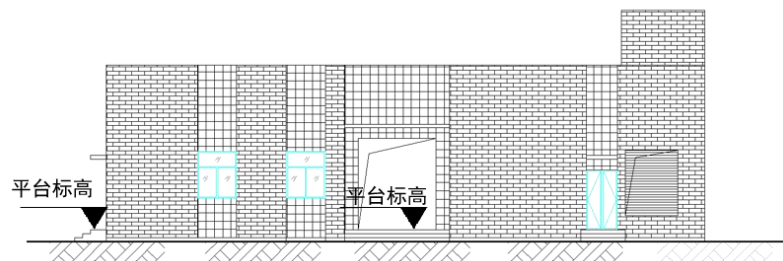
(b) 地下车站出入口防淹标高示意(有防淹设施)



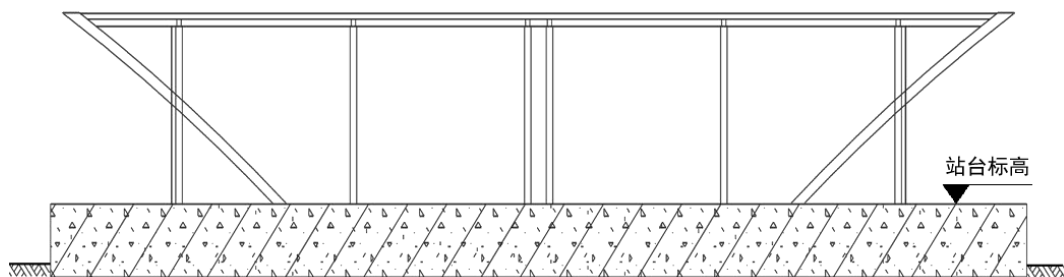
(c) 区间风井防淹标高示意



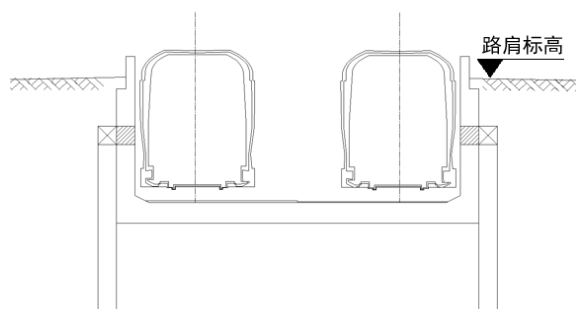
(d) 区间疏散井防淹标高示意



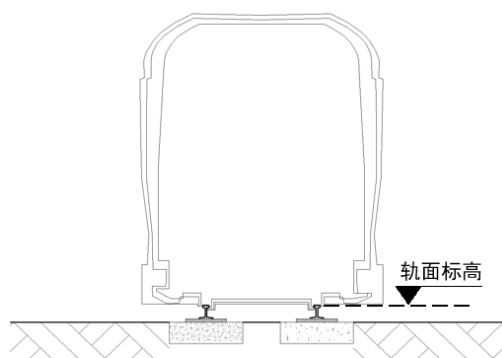
(e) 车站站务用房、变电所防淹标高示意



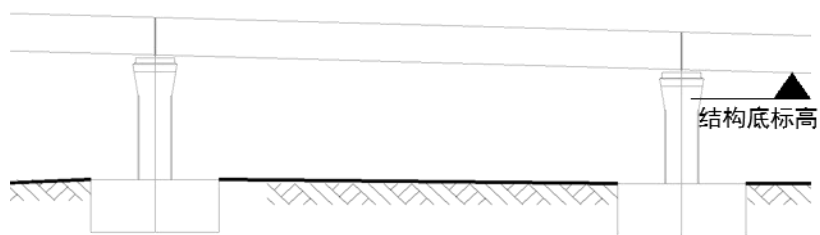
(f) 地面车站防淹标高示意



(g) 地上线路与地下线路衔接的敞口段防淹标高示意



(h) 地面轨道线路防淹标高示意



(i) 高架区间防淹标高示意

图 4 部分评估对象防淹标高示意图

附录 B 城市轨道交通内涝风险评估报告大纲

一、项目概况

（一）评估对象及评估内容

包含评估对象及评估对象所在线路概况。

（二）评估依据

包含相关政策类、标准类、规划类依据，竣工图、地形测量图、下垫面等资料类依据，以及其他依据。

二、评估标准及方法

（一）评估标准

主要包含重现期标准、评估所用雨型标准、内涝风险等级划分及判定标准。

（二）评估方法

评估所用方法的系统性论述。

（三）评估思路

交待评估思路。

三、流域概况

（一）城市建设基本情况

包含城市整体建设现状、整体地势情况及走向，评估对象周边建设现状等。

（二）排水系统基本情况

包含评估对象所在流域地形地貌、河湖水系分布及其功能、主要排水防涝设施的分布及相关信息、水系调度方案等。

（三）降雨情况

包含城市多年平均降雨量、月降雨量分布、暴雨强度公式、本地长短历时雨型、不同重现期下长短历时降雨量等。

（四）防洪（潮）规划

交待流域所涉及的防洪（潮）规划信息。

四、评估对象防内涝条件分析

（一）地势条件分析

反映评估对象所在流域及评估对象周边地势状况，介绍流域整体地势走向以及评估对象周边地势的状况，对于周边未开发的评估对象说明需说明区域地

面雨水径流通道的布局。

（二）排水条件分析

评估对象所属流域排水特征、系统排水路径分析，靠近下游水体的评估对象，还需说明下游水体常水位、规划最高水位、历史最高水位等。

（三）历史渍水信息梳理

评估对象及周边区域城市历史渍水情况说明。

五、城市内涝风险评估

（一）排水数学模型搭建

包含数学建模软件选择、模型参数取值、模型基础数据等内容的说明。

（二）模型率定及验证

说明模型率定及验证过程及结果。

（三）模型初评估结果

阐述模型评估工况和模拟结果，给出模型初评估存在内涝风险的评估对象。

（四）城市内涝风险评估结论

在模型初评估基础上，采用调研法对评估对象逐一进行内涝风险综合分析研判，形成结论，给出评估对象的内涝水位。

六、城市轨道交通内涝风险等级判定

根据评估对象的防淹标高、内涝水位，计算安全超高，按照评估标准确定风险等级。

七、结论及建议

对评估结果进行总结，并对存在内涝风险的评估对象提出管控或治理建议。

附图

附图 1—评估线路区位图

附图 2—评估对象分布图

附图 3—线路涉及流域排水系统图

附图 4—线路涉及流域内涝风险分布图

附图 5—评估对象内涝风险判定结果图