**　　　　　　　　　　　T/CECS XXX—202X**

**中国工程建设标准化协会标准**

城市轨道交通工程安全性评估技术标准

**Technical standard for safety evaluation of urban rail transit engineering**

（征求意见稿）

**中国XX出版社**

中国工程建设标准化协会标准

**城市轨道交通工程安全性评估技术标准**

**Technical standard for safety evaluation of urban rail transit engineering**

**T/CECS XXX-202X**

主编单位：中冶建筑研究总院有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

批准日期：20××　年　×　月　1　日

**中国XX出版社**

20××　北　　京

前　　言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2019年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2019〕12号）的要求，编制组经深入调查研究，检测验证和工程试用，参考有关国内外先进成熟技术，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分6章，主要技术内容包括：总则、术语及符号、基本规定、新建城市轨道交通工程施工对周边环境影响的安全性评估、城市轨道交通运营对周边环境影响的评估、周边外部作业对城市轨道交通结构影响的评估。

本标准由中国工程建设标准化协会冶金分会归口管理，由中冶建筑研究总院有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在使用过程中如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：北京市海淀区西土城路33号，邮政编码：100088），以供修订时参考。

主编单位：中冶建筑研究总院有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[1 总则 1](#_Toc85457399)

[2 术语和符号 3](#_Toc85457400)

[2.1 术语 3](#_Toc85457401)

[2.2 符号 5](#_Toc85457402)

[3 基本规定 6](#_Toc85457403)

[3.1 基本要求 6](#_Toc85457404)

[3.2 评估程序与内容 8](#_Toc85457405)

[4 新建城市轨道交通工程施工对周边环境影响的安全性评估 11](#_Toc85457406)

[4.1 一般规定 11](#_Toc85457407)

[4.2 安全风险辨识与分级 12](#_Toc85457408)

[4.3 安全风险分析与评估 16](#_Toc85457409)

[4.4 安全风险控制与管理 21](#_Toc85457410)

[5 城市轨道交通运营对周边环境影响的评估 28](#_Toc85457411)

[5.1 一般规定 28](#_Toc85457412)

[5.2 噪声风险辨识与分级 28](#_Toc85457413)

[5.3 振动风险辨识与分级 29](#_Toc85457414)

[5.4 噪声风险分析与评估 30](#_Toc85457415)

[5.5 振动风险分析与评估 32](#_Toc85457416)

[5.6 噪声、振动风险控制与管理 35](#_Toc85457417)

[6 周边外部作业对城市轨道交通结构影响的评估 36](#_Toc85457418)

[6.1 一般规定 36](#_Toc85457419)

[6.2 安全风险辨识与分级 36](#_Toc85457420)

[6.3 安全风险分析与评估 45](#_Toc85457421)

[6.4 安全风险控制与管理 52](#_Toc85457422)

[本标准用词说明 58](#_Toc85457423)

[引用标准名录 59](#_Toc85457424)

[条文说明 60](#_Toc85457425)

Contents

[1 General provisions 1](#_Toc85123736)

[2 Terms and symbols 3](#_Toc85123737)

[2.1 Terms 3](#_Toc85123738)

[2.2 Symbols 5](#_Toc85123739)

[3 Basic requirements 6](#_Toc85123740)

[3.1 Basic requirements 6](#_Toc85123741)

[3.2 Evaluation procedure and content 8](#_Toc85123742)

[4 Safety evaluation of new urban rail transit engineering construction on the surrounding conditions 11](#_Toc85123743)

[4.1 General requirements 11](#_Toc85123744)

[4.2 Safety risk identification and classification 12](#_Toc85123745)

[4.3 Safety risk analysis and Evaluation 16](#_Toc85123746)

[4.4 Safety risk control and management 21](#_Toc85123747)

[5 Evaluation of the impact of urban rail transit operation on the surrounding conditions 28](#_Toc85123748)

[5.1 General requirements 28](#_Toc85123749)

[5.2 Noise risk identification and classification 28](#_Toc85123750)

[5.3 Vibration risk identification and classification 29](#_Toc85123751)

[5.4 Noise risk analysis and Evaluation 30](#_Toc85123752)

[5.5 Vibration risk analysis and Evaluation 32](#_Toc85123753)

[5.6 Noise and vibration risk control and management 35](#_Toc85123754)

[6 Evaluation of impact of surrounding exterior action on the urban rail transit structure 36](#_Toc85123755)

[6.1 General requirements 36](#_Toc85123756)

[6.2 Safety risk identification and classification 36](#_Toc85123757)

[6.3 Safety risk analysis and Evaluation 45](#_Toc85123758)

[6.4 Safety risk control and management 52](#_Toc85123759)

[Explanation of wording in this standard 58](#_Toc85123760)

[List of quoted standards 59](#_Toc85123761)

[Addition: Explanation of provisions 60](#_Toc85123762)

**1 总则**

**1.0.1** 为规范城市轨道交通工程安全性评估工作，加强工程建设和后期运营期间城市轨道交通工程和周边环境安全管理，制定本标准。

**【条文说明】**

**1.0.1** 目前我国各大城市正在大力发展城市轨道交通工程。城市轨道交通工程一般位于城市密集区，自身结构和周边环境条件复杂，施工和安全管理难度大，城市轨道交通工程和周边外部作业潜在建设风险种类多，风险损失大。近些年全国各地发生的多起城市轨道交通工程施工和周边外部作业施工引起的事故，说明实施与规范城市轨道交通工程安全性评估的必要性和紧迫性。

本规范编制的目的是为了规范城市轨道交通工程安全性评估的原则、内容、方法、流程，统一城市轨道交通工程安全性评估的实施技术与执行标准，保障工程建设过程中的安全与质量，减小城市轨道交通工程和周边外部作业建设风险的发生，避免或降低发生严重的人员伤亡、经济损失和恶劣的社会影响。

**1.0.2** 本规范适用于新建城市轨道交通工程施工对周边环境安全性评估、城市轨道交通运营对周边环境影响评估、周边外部作业对既有和正在修建的城市轨道交通结构安全性评估。

**1.0.3** 城市轨道交通工程安全性评估工作应贯穿规划、可行性研究、勘察设计、施工、运营全过程。

**【条文说明】**

**1.0.3** 城市轨道交通工程建设投资大，施工工艺复杂，施工周期长，周边环境复杂，所需的施工设备繁多，涉及的专业工种与人员众多且相互交叉，在自身结构和周边外部作业施工中容易发生各类风险事件，安全性评估作为减少或降低风险的有效手段，需在整个建设过程中根据工作内容、进度、深度、要求等相匹配的实施。同时，工程建设风险是贯穿整个建设过程的客观问题，工程建设过程无法避免或消除全部的风险，而一旦发生风险事件，必将产生人员伤亡或经济损失等，直接危及人民生命财产和健康安全，甚至会造成严重的环境影响或破坏。随着城市轨道交通工程和周边外部建设活动的不断深入开展，工程建设风险也随之不断发展变化与传递，有些风险在工程建设初期会因采取有效的控制措施得到了规避，但有些风险会随着建设活动重新出现或恶化，有些风险只有到施工、甚至运营阶段才会出现，甚至恶化。因此，必须在工程建设的全过程中实施城市轨道交通工程安全性评估工作，对各类建设风险尽早地进行辨识、分析与控制，对各阶段建设风险实施跟踪记录和管理。每个阶段实施前、实施过程中、完成后应形成安全性评估报告或相关记录文件，并作为下阶段安全性评估的基本依据。

另外，城市轨道交通工程安全性评估需考虑工程建设过程中不同时期建设活动的具体内容和要求，因此，需针对具体的建设活动开展风险辨识与分级、风险分析与评估、风险控制与管理，完成城市轨道交通工程安全性评估工作，减少或降低可能发生的风险及损失，尽量避免将风险遗留或传递到下一阶段而引起更大的安全风险或工期、经济损失。因此，为了确保工程建设的有效性、连续性和经济性，需全过程实施城市轨道交通工程安全性评估工作。

**1.0.4** 城市轨道交通工程安全性评估，除应符合本标准外，尚应符合国家、地方和行业现行有关标准的规定。

**【条文说明】**

**1.0.4** 本规范中未规定的内容应按照国家现行的法律、法规及相关技术标准执行。

**2 术语和符号**

**2.1 术语**

**2.1.1** 城市轨道交通 urban rail transit

采用轨道结构进行承重和导向的车辆运输系统，依据城市交通总体规划的要求，设置全封闭或部分封闭的专用轨道线路，以列车或单车形式，运送相当规模客流量的公共交通方式，包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统等。

**2.1.2** 周边环境 surrounding conditions

工程建设影响范围内的位于地面或地下的既有或在建的建（构）筑物、古文物、地下及架空管线、道路、桥梁、隧道、地下工程设施、轨道交通线路、铁路、水体、树木等的统称。

**2.1.3** 风险 risk

不利事件发生的可能性或概率（频率）及其造成损失的组合。

**2.1.4**  风险因素 risk factors

导致风险事件发生的各种主观、客观有害因素，主要包括工程地质条件、水文地质条件、周边环境条件、设计方案、施工工法及工艺、施工管理、自然突发等因素。

**2.1.5** 风险事件 risk event

工程施工对工程自身结构和周边环境等产生的各种不利事件。

**2.1.6** 环境风险 surrounding risk

因工程施工可能导致周边环境受影响或破坏的安全风险。

**2.1.7** 风险辨识 risk identification

对工程建设过程中潜在的安全风险因素、类型、可能发生的部位及原因等进行调查、确认和分类的过程。

**2.1.8** 风险分级 risk classification

在风险辨识的基础上，根据工程风险等级标准对安全风险进行等级评定和排序工作。

**2.1.9** 风险工程 risk engineering

因工程施工可能导致周边环境成为受影响或破坏的对象。

**2.1.10** 工前检测（鉴定）inspection and appraisal before construction

在工程施工前，对辨识后确定的存在潜在安全风险的周边环境进行调查、检查、检测，分析、评估周边环境的变形、劣化、损伤等，并根据检测结果，对安全性存疑或风险等级较高的周围环境进行整体评级鉴定。

**2.1.11** 风险安全性评估 risk safety evaluation

根据工程的设计方案以及影响的周边环境的工前检测、鉴定报告等，通过建模计算分析或其它方法，评估工程施工对周边环境安全性影响，并提出处置措施或对策建议。

**2.1.12** 工程监测 engineering monitoring

采用仪器测量等方法，在工程施工及施工完成后一段时间内对工程自身关键部位和周边环境对象各项控制指标进行连续的采集、分析和反馈的工作，根据监测实施主体可分为施工监测和第三方监测。

**2.1.13** 风险预警 risk early warning

在潜在风险事件或其他需要防范的风险发生之前，将现场巡视、监控量测及相关风险征兆向有关部门发出警示，报告风险状况，从而最大程度降低风险事件的发生概率及风险事件发生后所造成的损失。

**2.1.14** 风险控制 risk control

为消除、降低、转移或自留风险制定风险处置措施和应急预案，实施风险监测、跟踪与记录等所做的工作。

**2.1.15** 建筑物振动 ground-borne vibration, structure vibration in buildings

运行列车引起沿线固体介质的往复运动而导致地面、建筑物基础或结构的振动，这种由轨道路基扩散的振动在岩土体中以压缩波和剪切波或地表面瑞利波的形式激励建筑物基础。

**2.1.16** 二次辐射噪声 secondary noise, secondary air-borne noise in buildings

被激励产生振动的建筑构件，其固体表面振动向周围空气介质辐射的声压波，亦称固体噪声，二次辐射噪声的评价指标为等效A声压级。

**2.1.17** 振动与噪声敏感建筑物，简称敏感建筑物 sensitive buildings of vibration and noise

指医院、学校、机关、科研单位、住宅等具有较高振动与声环境保护要求的建筑物。

**2.1.18** 预测值 prediction value

预测点的贡献值和背景值按能量叠加方法计算得到的组合值。

**2.1.19** 外部作业 exterior action

在城市轨道交通既有和正在修建的结构周边进行的可能对其产生影响的作业。

**2.1.20** 控制保护区 control and protection area

为保护城市轨道交通既有和正在修建的结构的正常使用和安全，在其结构及周边特定范围内设置的控制和保护区域。

**2.1.21** 净距控制值 control value for net distance

根据外部作业和城市轨道交通结构的特点，为安全保护城市轨道交通结构，规定外部作业与城市轨道交通结构外边线之间的最小净距离。

**2.2 符号**

**2.2.1** LAeq,TR——评价时间内预测点处列车或设备运行等效连续A声级，单位dB（A）。

**2.2.2** LAeq,T——评价时间内预测点处等效连续A声级，单位dB（A）。

**2.2.3** LAeq,Tp——单列车通过时段或风亭、冷却塔运行时段内预测点处等效连续A声级，单位dB（A）。

**2.2.4** VLZmax——列车通过时段内的最大Z振级，单位dB。

**3 基本规定**

**3.1 基本要求**

**3.1.1** 工程建设单位应委托具有相应资质和经验的第三方单位提供安全性评估技术服务，并在工程投资中确定安全性评估费用。

**【条文说明】**

**3.1.1** 国家法律法规要求工程建设单位应委托具有相应资质和经验的第三方单位提供安全性评估技术服务，并在工程投资中确定安全性评估费用，如《安全生产法》（第十五条）规定：“依法设立的为安全生产提供技术、管理服务的机构，依照法律、行政法规和执业准则，接受生产经营单位的委托为其安全生产工作提供技术、管理服务”。《城市轨道交通工程安全质量管理暂行办法》（建质[2010]5号）第十二条规定：“建设单位应当委托工程监测单位和质量检测单位进行第三方监测和质量检测”。《住房城乡建设部关于推进建筑业发展和改革的若干意见》（建市[2014]92号）第十五条规定：“建立城市轨道交通等重大工程安全风险管理制度，推动建设单位对重大工程实行全过程安全风险管理，落实风险防控投入。鼓励建设单位聘用专业化社会机构提供安全风险管理咨询服务”等。

为保障安全性评估工作的实施，应在工程建设费用中计入风险管理费用，工程建设风险管理费用主要包括：风险查勘费、风险分析与评估费、工程周边环境调查及现场评估费和工程建设第三方监测费等。《城市轨道交通工程安全质量管理暂行办法》（建质[2010]5号）第十三条规定：“建设单位在编制工程概算时，应当包括安全质量风险评估费、工程监测费、工程周边环境调查费及现状评估费等保障工程安全质量所需的费用”。由于目前没有制定明确的概预算标准文件，安全性评估费用概预算可根据工程建设的复杂程度和安全性评估工作要求设立，按照安全性评估工作计划内容进行估算。城市轨道交通工程及周边外部作业建设中的建设安全性评估专项费用，要做到专款专用。

**3.1.2** 城市轨道交通工程总体设计阶段应对风险进行初步辨识，形成风险清单；初步设计阶段应对清单中的风险进行分级，形成风险分级清单。

周边外部作业规划阶段应对风险进行初步辨识，形成风险清单，并对清单中的风险进行分级，形成风险分级清单。

**【条文说明】**

**3.1.2、4.2.1、4.2.2、5.2.1、5.3.1、6.2.3** 风险辨识与分级一般包括风险辨识、风险工程分级清单与描述、各级风险数量统计等内容。

城市轨道交通工程总体设计阶段主要辨识并形成风险清单，目的是规避和降低由线位、站位和施工工法等方案设计不合理、不安全等可能导致的安全风险。城市轨道交通工程初步设计阶段进行风险的分级，为优化设计措施和风险专项设计提供依据。

**3.1.3** 周边环境风险分级宜基于城市轨道交通工程或周边环境工程特点、工程地质及水文地质条件、周边环境条件及可能造成的影响（危害）等，结合建设规模、技术经济和社会发展水平、建设管理经验等确定。

**3.1.4** 城市轨道交通工程施工前安全性评估应在工程初步设计方案确定后进行，并对风险分级清单风险工程进行评估，并在风险评估前对风险工程现状进行工前检测鉴定。城市轨道交通工程安全性评估工作应在现场踏勘的基础上，依据岩土工程勘察报告、环境调查资料、工前检测鉴定文件、设计文件、政府批复文件、专家咨询或审查意见等资料开展，形成安全性评估文件。安全性评估文件应给出相关控制指标，针对后期设计、施工提出相关风险控制建议。安全性评估文件应通过专家评审。

**3.1.5** 环境风险事件主要有：

**1** 建（构）筑物和古文物建筑结构变形、开裂超过规范限值，结构倒塌；

**2** 地下及架空管线变形超过规范限值，管线变形破坏；

**3** 道路、桥梁、隧道结构变形、开裂超过规范限值，限制或禁止通行、结构倒塌；

**4** 地下工程设施限制或停止使用；

**5** 轨道交通线路、铁路变形超过规范限值，列车降速或停止运行；

**6** 水体灌入新建城市轨道交通工程结构内；

**7** 改变土质，影响树木正常生长；

**8** 地面土体变形和开裂过大、渗水、流砂、滑移、坍塌；

**9** 其它相关环境风险事件等。

**3.1.6** 风险控制建议必须经济、可行、主动，坚持“安全第一、保护环境、预防为主”的原则。

**【条文说明】**

**3.1.6** 由于城市轨道交通工程本身所具有的地层条件及施工环境的复杂性、不确定性和特殊性，在其自身和周边外部作业建设的整个过程中，经济、安全、工期、环境等各方面都存在巨大的风险，近年来连续出现的城市轨道交通工程事故已经为我们敲响了警钟，不但造成了大量的人员伤亡与经济损失，甚至引起严重的环境影响与社会影响。因此，城市轨道交通工程和周边外部作业建设风险控制必须坚持“安全第一、保护环境、预防为主”的原则，积极采取经济、可行、主动的处置措施来减少或降低风险，保障生命财产安全，将对周边的环境影响与社会影响降低到合理、可接受的水平。

**3.1.7**  当工程地质条件或周边环境条件发生较大变化，或设计方案发生重大调整时，应重新进行安全风险评估。

**【条文说明】**

**3.1.7、4.3.13、6.3.18** 随着不同阶段对地质条件和周边环境等资料掌握的更深入，若发现原先的工程技术措施或环境保护设计措施不适宜，需要进行设计变更，重新划分周边环境风险等级，相应地应适时开展周边环境风险安全分析与评估，确保设计方案或施工措施的安全性。

**3.2 评估程序与内容**

**3.2.1**  城市轨道交通工程安全性评估程序应按图3.2.1进行。

**3.2.2** 周边外部作业对城市轨道交通结构影响的安全性评估程序应按图3.2.2进行。

**3.2.3** 安全性评估内容宜包括以下内容：

**1** 工程概况，包括项目背景、拟建工程与风险工程相对位置关系、工程地质及水文地质关系等；

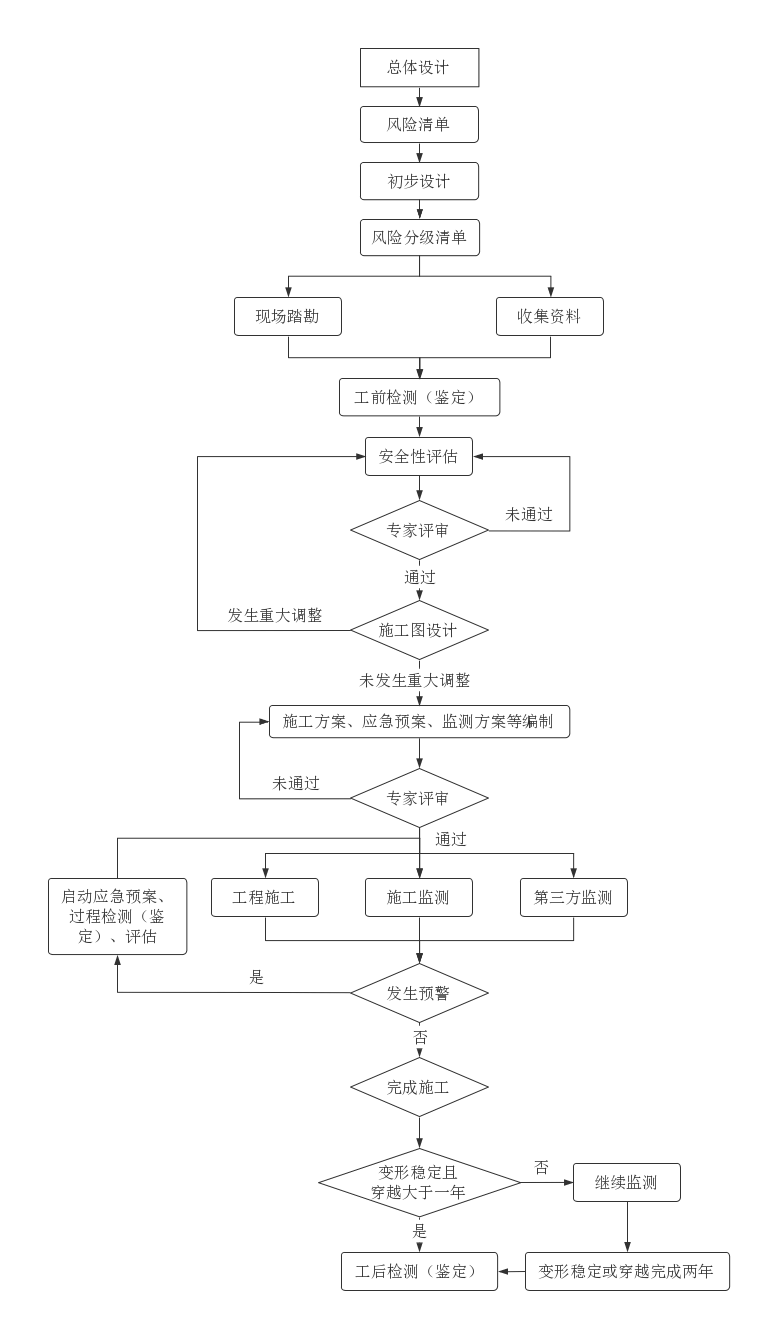
**2** 评估依据、对象、内容、方法、仪器设备等；

**3** 风险分析：现状检测（鉴定）概况、施工影响分析、安全性评定；

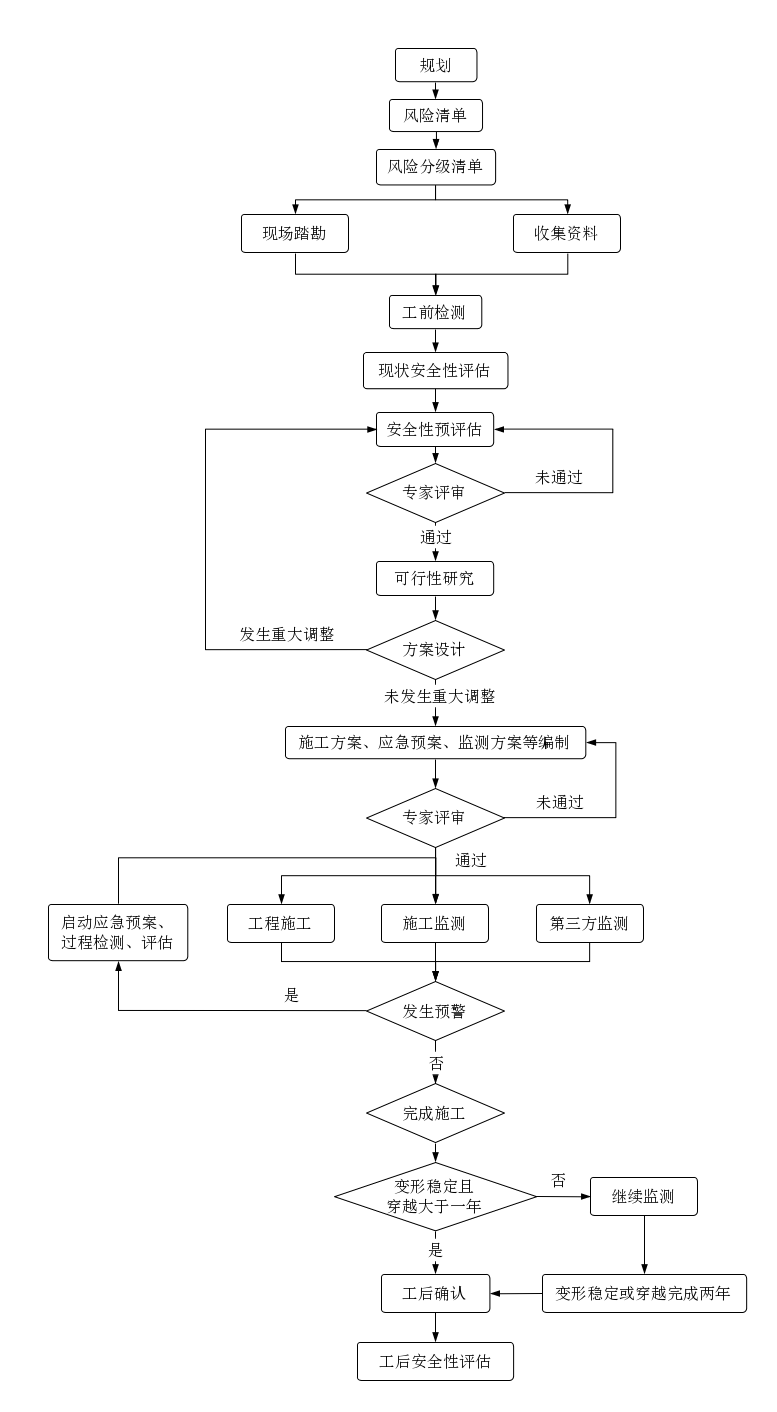
**4** 安全性评估结论、工程变形等控制指标；

**5** 风险控制要点，后期设计、施工相关建议。

**6** 相关附图、附表。



**图3.2.1 城市轨道交通工程安全性评估程序**



**图3.2.2 周边外部作业对城市轨道交通结构影响的安全性评估程序**

**4 新建城市轨道交通工程施工对周边环境影响的安全性评估**

**4.1 一般规定**

**4.1.1** 本章适用于新建城市轨道交通工程施工对周边环境影响的安全性评估。

**【条文说明】**

**4.1.1** 我国各大城市在建和规划城市轨道交通工程线路众多，工程建设邻近或穿越重要建（构）筑物、文物古迹、既有轨道交通线路等设施，建设条件复杂，技术难度高，工程建设安全风险形势严峻，新建城市轨道交通工程施工对周边环境影响的安全性评估的需求很迫切。

本章编写目的是规范新建城市轨道交通工程设计、施工阶段开展周边环境风险工程安全性评估的原则、内容、方法和程序，加强设计、施工阶段的安全风险管理工作，规避或降低城市轨道交通土建工程建设的安全风险。

**4.1.2** 新建城市轨道交通工程施工对周边环境影响的安全性评估工作应贯穿于总体设计、初步设计、施工图设计、施工等各阶段。

**【条文说明】**

**4.1.2** 根据《建筑法》、《建设工程质量管理条例》、《建设工程勘察设计管理条例》等法律法规和《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652、《城市轨道交通建设项目管理规范》GB 50722等技术标准，结合我国各大城市轨道交通工程建设的安全性评估管理经验，应从土建工程建设的源头入手进行周边环境影响的安全性评估，在总体设计、初步设计、施工图设计、施工等阶段分别开展周边环境风险工程安全性评估，可有效提高风险工程设计和施工的安全性、经济合理性，避免设计、施工安全质量问题，规避和降低工程建设安全风险的发生。

**4.1.3** 周边环境风险可分为I级、II级、III级、IV级，对风险等级为I级和II级的风险工程应在新建城市轨道交通工程初步设计方案确定后进行专项风险评估，对分级清单中安全风险较大的III级和IV级工程宜在新建城市轨道交通工程初步设计方案确定后进行专项风险评估。

**【条文说明】**

**4.1.3** 新建城市轨道交通工程施工可造成周边建（构）筑物、地下管线、城市桥梁、既有轨道交通、河、湖等环境对象等的变形、变化，工程施工带来的附加荷载、附加变形等较大时可影响环境对象的正常使用，甚至危及环境对象的安全。因此，周边环境风险工程安全性评估需通过分析、计算明确工程施工造成的附加荷载和附加变形影响，以确定环境对象的受影响程度，便于环境控制措施的开展。

新建城市轨道交通工程穿越建（构）筑物、地下管线、城市桥梁、既有轨道交通、河、湖等I级和II级的环境风险工程，对工程措施、施工工序、监控指标等要求严格，开展周边环境风险工程安全性评估工作是环境安全风险分析与评价的重要环节和内容。通过基础资料收集、环境现状调查和检测，结合环境对象与新建城市轨道交通工程空间位置关系，多角度分析新建城市轨道交通工程施工对环境对象可能产生的附加影响，可以评价其结构构件、使用设施抵抗破坏或变形的能力，评估环境的剩余抗力指标，给出环境对象控制值及措施建议，为风险设计、施工的优化提供依据。

**4.1.4** 新建城市轨道交通工程施工必须实施动态风险管理，利用现场监测数据和风险记录，实现施工风险动态跟踪与控制。

**4.2 安全风险辨识与分级**

**4.2.1** 新建城市轨道交通工程总体设计阶段应对可能导致的周边环境风险进行初步辨识，形成周边环境风险清单。

**4.2.2** 新建城市轨道交通工程初步设计阶段应对周边环境风险清单中的风险进行分级，形成周边环境风险分级清单。

**4.2.3** 周边环境风险分级宜根据新建城市轨道交通工程影响范围内的周边环境的重要性和现况、与新建城市轨道交通工程结构的接近程度，以及新建城市轨道交通工程类型和施工方法等综合确定。新建城市轨道交通工程施工周边环境风险分级宜符合表4.2.3的规定。

**表4.2.3 新建城市轨道交通工程施工周边环境风险分级表**

| 环境设施重要性 | 接近关系 | | | | 说明 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 非常接近 | 接近 | 较接近 | 不接近 |
| 极重要 | Ⅰ级 | Ⅰ级 | Ⅱ级 | Ⅳ级 | 当地质条件复杂或周边环境现状条件下安全性较差时，周边环境风险等级可上调一级；  当采用盾构法施工、环境对象在建时与新建城市轨道交通工程设计有过相关配合或预留了一定的穿越条件等情况时，周边环境风险等级可下调一级 |
| 重要 | Ⅱ级 | Ⅱ级 | Ⅲ级 | Ⅳ级 |
| 较重要 | Ⅲ级 | Ⅲ级 | Ⅳ级 | Ⅳ级 |
| 一般 | Ⅳ级 | Ⅳ级 | Ⅳ级 | Ⅳ级 |

**【条文说明】**

**4.2.3、4.2.4、4.2.5** 本条参考了《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652和近几年我国各大城市轨道交通工程建设环境安全风险管控的实际经验。环境风险主要考虑接邻近或穿越建（构）筑物、地下管线等环境，环境对象的重要性以及与城市轨道交通结构的空间关系。

**4.2.4** 周边环境按其类型、功能、使用性质、特征、规模等综合确定其重要性，并划分为极重要、重要、较重要、一般四级。周边环境重要性分级宜符合表4.2.4的规定。

**表4.2.4 周边环境重要性分级表**

| 环境重要性等级 | 周边环境 | 修正依据 |
| --- | --- | --- |
| 极重要 | 既有轨道交通线，铁路，全国重点文物保护单位，国家城市标志性建筑及其它极重要建筑，机场跑道及停机坪等 | 对以下情况可上调一级，已为极重要等级的，应采取比极重要级别更有效的保护等级：  环境对象有特殊保护要求；  新建城市轨道交通结构下穿环境对象；  河湖与地下水有水力联系；  邻近存在季节性水位差的河湖水体且可能在汛期施工时等 |
| 重要 | 省（自治区、直辖市）级文物保护单位；近代优秀建筑物；10层以上高层或超高层民用建筑物及其它重要建筑；直径大于0.6m的煤气或天燃气总管，市政热力干管，雨、污水管总管；500kV及以上高压线路；交通节点高架桥、立交桥主桥；城市快速路，高速路；地下道路、交通隧道；一级古树、名木；重要河、湖等 |
| 较重要 | 市、县级文物保护单位；7层~9层中高层民用建筑物及其它较重要建筑；地下商业、人防工程、地下过街道；直径大于0.6m的自来水管总管；城市高架桥、立交桥主桥连续箱梁；110kV~500kV高压线路；城市主干路，次干路；二级古树、名木；较重要河、湖等 |
| 一般 | 1层~6层民用建筑物及其它一般建筑；直径在0.3m~0.6m之间的自来水管刚支管，直径0.3m~0.6m的自来水柔性支管，煤气或天然气支管，市政热力干线、户线，雨、污水管支管；立交桥主桥简支T梁、异形板、立交桥匝道桥，人行天桥；110kV以下输电线路；城市支路，人行道，广场；一般河、湖等 |

注：1 全国重点文物保护单位、省级文物保护单位、市县级文物保护单位的划分依据参考《文物保护法》。

2 极重要、重要、较重要、一般建筑，包括防灾救灾建筑、基础设施建筑、公共建筑和居住建筑、工业建筑及仓库类建筑，划分标准参考《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223中特殊设防类、重点设防类、标准设防类及适度设防类。

3 古树名木的分级参考《城市古树名木保护管理办法》。

4 城市道路的分级方法参考《城市道路工程设计规范》CJJ 37，公路等级划分以功能等级作为划分依据参考《公路工程技术标准》JTG B01。

**4.2.5** 考虑新建城市轨道交通工程不同施工方法，周边环境与新建城市轨道交通工程结构的接近程度分为非常接近、接近、较接近、不接近四级。周边环境与新建城市轨道交通工程结构的接近关系分级宜符合表4.2.5的规定。

**4.2.6** 周边环境风险工程现状安全性可根据风险工程已使用年限和当前结构完好程度等确定，宜通过调查或工前专项检测鉴定等综合确定。

**4.2.7** 地质条件复杂程度可根据场地地形地貌、工程地质条件和水文地质条件按表4.2.7划分。

**【条文说明】**

**4.2.7** 地质条件复杂程度主要由建设场地地形地貌、工程地质水文地质条件等决定。本条主要根据现行国家标准《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307的有关内容制定。

**4.2.8** 当发生以下情况时，应对周边环境风险等级重新划分。

**1** 施工图设计阶段设计方案发生重大变更；

**2** 在施工过程中，工程措施、工程地质条件或周边环境条件发生较大变化。

**表4.2.5 周边环境与新建城市轨道交通工程结构的接近关系分级表**

| 施工方法 | 非常接近 | 接近 | 较接近 | 不接近 | 说明 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 明挖法  盖挖法 | ≤0.7H或H·tan(45°-φ/2) | 0.7H~1.0H（含）或H·tan(45°-φ/2)~1.0H（含） | 1.0H~2.0H（含） | >2.0H | H为新建城市轨道交通工程结构开挖深度或埋深，φ为岩土体内摩擦角(°)，接近关系分级的划分界线取表中0.7H或H·tan(45°-φ/2)的较大值 |
| 矿山法（包括钻爆法、浅埋暗挖法等） | ≤0.5B | 0.5B~1.5B（含） | 1.5B~2.5B（含） | >2.5B | B为矿山法隧道毛洞宽度，当隧道采用爆破法施工时，需研究爆破振动的影响 |
| 盾构法  顶管法 | ≤0.3D | 0.3D~0.7D（含） | 0.7D~1.0D（含） | >1.0D | D为隧道的外径 |
| 沉井法 | ≤0.5H | 0.5H~1.5H（含） | 1.5H~2.5H（含） | >2.5H | H为新建城市轨道交通工程结构埋深 |

**表4.2.7 地质条件复杂程度**

| 地质条件  复杂程度 | 等级划分标准 |
| --- | --- |
| 复杂 | 地形地貌复杂；不良地质作用强烈发育；特殊性岩土需要专门处理；地基、围岩和边坡的岩土性质较差；地下水对工程的影响较大需要专门研究和治理。 |
| 中等 | 地形地貌较复杂；不良地质作用一般发育；特殊性岩土不需要专门处理；地基、围岩和边坡的岩土性质一般；地下水对工程影响较小。 |
| 简单 | 地形地貌简单；不良地质作用不发育；地基、围岩和边坡的岩土性质较好；地下水对工程无影响。 |

注：符合条件之一即为对应的地质条件复杂程度，从复杂开始，向中等、简单推定，以最先满足的为准。

**4.3 安全风险分析与评估**

**4.3.1** 新建城市轨道交通工程施工对周边环境风险工程的安全分析与评估宜在安全风险辨识与分级的基础上，结合现场踏勘情况、新建工程特点、环境风险特点、岩土工程勘察报告、周边环境调查资料、环境风险工前检测鉴定文件、设计文件、政府批复文件、专家咨询或审查意见等资料进行。

**4.3.2** 周边环境风险工程检测鉴定应包括新建城市轨道交通工程施工前检测鉴定、施工过程中检测鉴定、施工完成后确认及应急检测鉴定。

风险等级为I级和II级的风险工程应在新建城市轨道交通工程施工前进行工前检测鉴定，在施工过程中对出现的问题应进行过程中检测鉴定，完工后应进行施工完成后确认。应急检测鉴定应在风险工程遭遇自然灾害、发生事故或出现其他异常事件后，对风险工程进行检测鉴定，掌握风险工程的受损情况。

周边环境风险工程工前检测鉴定应在新建城市轨道交通工程对风险工程的安全分析与评估工作前完成。

**【条文说明】**

**4.3.2** 该条文与本规范第6.3.2条相对应。工程建设单位应委托具有相应资质和经验的第三方单位提供风险工程检测鉴定服务。第三方检测鉴定单位不得与所检测工程项目相关的设计单位、施工单位、监理单位有隶属关系或其他利害关系。如《城市轨道交通工程安全质量管理暂行办法》（建质[2010]5号）第五十九条规定：“从事城市轨道交通工程质量检测业务的质量检测单位，应当具备相应资质。质量检测单位不得转包检测业务，不得与所检测工程项目相关的设计单位、施工单位、监理单位有隶属关系或者其他利害关系”。《建设工程质量检测管理办法》（中华人民共和国建设部令第141号）第十六条规定：“检测机构不得与行政机关，法律、法规授权的具有管理公共事务职能的组织以及所检测工程项目相关的设计单位、施工单位、监理单位有隶属关系或者其他利害关系”。

针对专业性较强、技术难度较大的文物建筑、桥梁隧道等风险工程的检测鉴定工作，第三方检测鉴定单位应有文物保护单位、交通运输部颁发的专项资质。

新建城市轨道交通工程施工前、施工过程中、施工完成后风险工程检测鉴定，目的就是掌握风险工程的初始状态、过程状态及工后状态，作为施工影响及后期的新建城市轨道交通工程对风险工程安全评估的依据。同时便于在新建城市轨道交通工程施工过程中、施工完成后，对实际造成的影响进行责任认定，对造成严重后果的，根据我国2011年颁布的《中华人民共和国建筑法》有关规定，向责任者要求赔偿。

**4.3.3** 周边环境风险工程检测鉴定工作宜在各方见证下开展，必要情况下可作为证据保全的依据之一，分析鉴定风险工程的安全性、使用性、抗震性能等，并应形成风险工程检测鉴定报告，掌握风险工程的初始状态、过程状态及工后状态，作为新建城市轨道交通工程施工影响及各类对比的依据。

**【条文说明】**

**4.3.3** 周边环境风险工程检测应根据风险工程类别分别按照《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344、《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99、《城镇道路养护技术规范》CJJ 36、《公路隧道养护技术规范》JTG H12等现行相关规范规定执行，周边环境风险工程鉴定应根据风险工程类别分别按照《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292、《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144、《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《近现代历史建筑结构安全评估导则》WW/T 0048、《建筑抗震鉴定标准》GB 50023等现行相关规范规定执行。

**4.3.4** 施工过程中出现以下情况之一时，应开展施工过程中周边环境风险工程检测鉴定工作：

**1** 安全监测数据达到或超过控制值一定范围；

**2** 风险工程出现新增结构病害；

**3** 风险工程原有结构病害出现较快发展。

**【条文说明】**

**4.3.4** 周边环境风险工程过程检测鉴定的相关项目与工前检测鉴定相同，对新建城市轨道交通工程施工影响新增的病害，应重点检测。

当周边环境风险工程监测数据达到或超过控制值一定范围（各地区可根据当地具体情况选取范围值）或出现新的病害或原有病害较快发展时，表明风险工程安全隐患增大或有进一步恶化的趋势，此时应开展过程检测鉴定工作、过程检测鉴定能反映风险工程的现场动态，为进一步采取措施提供依据。

**4.3.5** 施工完成后周边环境风险工程确认应在新建城市轨道交通工程完成且安全监测数据稳定之后开展。

**【条文说明】**

**4.3.5** 新建城市轨道交通工程施工完成后，周边环境风险工程的监测数据达到稳定状态后，可对既有风险工程的使用状态进行确认。监测数据稳定表示新建城市轨道交通工程对风险工程基本无进一步影响，风险工程处于基础稳定状态。

**4.3.6** 新建城市轨道交通工程对周边环境风险工程的安全分析与评估应包括新建城市轨道交通工程施工影响预评估、新建城市轨道交通工程施工过程评估。

**【条文说明】**

**4.3.6** 新建城市轨道交通工程施工过程周边环境风险工程安全性评估工作应结合具体的风险工程风险等级和实时监测数据的发展情况综合确定。

新建城市轨道交通工程施工对周边环境风险工程存在影响，预评估旨在预测新建城市轨道交通工程施工对风险工程的影响，施工过程中的评估主要针对新建城市轨道交通工程施工期间对风险工程的影响。

**4.3.7** 新建城市轨道交通工程施工影响预评估应根据工程实际，采用定性方法（工程类比、专家评议、概率统计、事故树等）和定量方法（理论分析、数值模拟计算等）分别或综合分析新建城市轨道交通工程施工对地表和周边环境风险工程的影响。

**【条文说明】**

**4.3.7** 新建城市轨道交通工程施工影响预评估进行理论上的预测分析，采用经验法主要是根据对过去类似工程实例的调查、分析进行影响预测。在采用时应注意：

**1** 新建城市轨道交通工程的种类；

**2** 新建城市轨道交通工程的工程规模；

**3** 新建城市轨道交通工程的设计、施工情况；

**4** 场地地形、地质情况；

**5** 周边环境风险工程的安全等级；

**6** 安全监测的量测结果等。

解析法包括理论解析方法和数值解析方法，在不能参考类似工程实例进行影响预测时，可采用解析方法进行预测；理论解析方法主要是对均质地层的圆形隧道等简单工况的求解；数值解析方法则可以考虑复杂地层和隧道形状以及施工步骤等。现多数情况下一般采用数值解析方法。数值解析方法主要包括：

**1** 整体分析法：即将地基与结构物作为一整体，利用地基中有结构物的模型，对施工过程中的地层变位和结构物同步进行分析。

**2** 分离分析法：即将地基与结构物分开分析，首先对地基变形进行预测分析，将预测所得的地基变位作为建筑物的输入条件进行结构分析。又可细分为如下三种方法：

**1**）将地基变位与建筑物的变形同等考虑的方法；

**2**）将相当于地基变位的荷载施加于结构物的方法；

**3**）将负载土压直接施加于结构物的方法。

其中方法1）适用于结构物会随地基变位而变化之类的刚度小的结构物和柔性结构物，预计的地层变形的规模大、隧道的存在对地层动态没有影响时；方法2）适用于刚度大、变形量会影响自身刚度与地基刚度的建筑物；方法3）适用于预计隧道的刚性相当大，隧道几乎不产生变形表现的情况。分析时，一般采用将地基刚度表示为弹性弹簧的弹性地基梁模型。

采用数值解析方法进行预测时应注意以下几点：

**1** 解析方法的选择；

**2** 解析范围和边界条件；

**3** 输入参数；

**4** 周边环境风险工程的安全等级；

**5** 解析结果的评价；

**6** 对策、安全监视的反馈。

经验方法和解析方法均存在不足或因结构的重要性和工程特点，一般亦采用数值分析法和经验法相结合的方法来分析新建城市轨道交通工程施工对周边环境风险工程的影响。

**4.3.8** 新建城市轨道交通工程施工影响预评估应分步序对新建城市轨道交通工程施工过程中降水、开挖、回填等工序进行分析，预测对周边土体和风险工程的影响。

**4.3.9** 新建城市轨道交通工程施工影响预评估应对整个施工过程中不同工序对周边土体造成的附加水平和竖直方向的变形影响进行定性和定量分析，对周边环境风险工程造成的附加荷载、附加变形等影响进行定性和定量分析。

**4.3.10** 新建城市轨道交通工程施工影响预评估应结合风险工程工前检测鉴定文件，叠加考虑风险工程工前现况和施工造成的附加影响，判断工程施工能否满足风险工程所允许的继续抗变形能力和承载能力，得出可能发生的环境风险事件的类型、发生位置和施工工序，评估周边环境风险工程的安全性。

**4.3.11** 依据现行相关规范要求，结合新建城市轨道交通工程施工影响预评估结果，给出施工过程中的周边环境风险工程的变形控制指标（宜包括分步控制指标、总控制指标、变化速率控制指标），提出用于风险工程保护、设计和施工优化、监控量测等风险控制的合理化建议。

**【条文说明】**

**4.3.11** 当新建城市轨道交通工程的预测值超过相应的风险工程变形控制指标时，预评估的结论应为新建城市轨道交通工程方案不可行，应调整新建城市轨道交通工程方案，制定安全可靠的保护措施，并重新进行预评估，直至预评估的结论为新建城市轨道交通工程方案可行。

周边环境风险工程的变形控制指标的选择应遵循可操作性原则，应针对不同的风险工程类型特点和不同的新建城市轨道交通工程特点等有所侧重选用。

风险工程安全控制指标值应综合风险工程特点、安全现状、安全使用要求、新建城市轨道交通工程特点等因素确定。不同类型的风险工程，由于结构的功能要求不同，结构所处部位不同，且结构对新建城市轨道交通工程的响应也有所不同，故其结构安全控制指标也应有所侧重。

风险工程的变形控制指标的确定可参考《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911。风险工程的安全控制指标值难以严格量化，主要原因有：

**1** 不同类型的风险工程，其安全控制要求不同；

**2** 风险工程周边地层对安全控制起至关重要的影响，而地层的差异性巨大；

**3** 风险工程的现状即健康状态存在差异，其实际安全状态也不尽相同，如新建风险工程与已投入使用经历多次扰动影响的风险工程、施工时存在缺陷的风险工程与没有缺陷的风险工程、各时期各地风险工程建设标准的差异等，现状的差异导致难以用统一的量化值进行安全评价。因此，需综合考虑各方面因素，才能合理确定具体的风险工程安全控制值。

新建城市轨道交通工程施工过程中，因人为的测量、施工误差，可能对风险工程造成不利影响，应尽量避免。

**4.3.12** 新建城市轨道交通工程施工过程评估应在新建城市轨道交通工程施工过程中，结合周边环境风险工程的监测数据和新建城市轨道交通工程施工影响预评估的预测值，及时评估风险工程当前的安全控制指标，评估新建城市轨道交通工程施工继续推进的可行性。

**【条文说明】**

**4.3.12** 该条文与本规范第4.4.5条的新建城市轨道交通工程过程监测相对应。新建城市轨道交通工程施工过程评估的主要工作应以周边环境风险工程的监测数据为基础和依据。通过综合分析新建城市轨道交通工程实施过程中风险工程的监测数据，结合工前评估的预测值，及时评估风险工程的当前安全状态，并判断新建城市轨道交通工程继续施工过程风险工程的安全性。必要时，通过反演计算分析，修正预评估的预测结果，并预测评估新建城市轨道交通工程施工过程风险工程的安全状态。当周边环境风险工程监测数据达到或超过控制值一定范围（各地区可根据当地具体情况选取范围值），应及时通过现状调查、检测，结合监测数据通过结构验算等手段，分析监测数据超标的原因，在此基础上再次评估风险工程在当前状态下的继续抗变形能力和承载能力，根据调整后的新建城市轨道交通工程方案，预估下一阶段风险工程的变形增量，提出下一阶段风险工程保护措施的改进建议。

**4.3.13** 周边环境风险的安全分析与评估应形成安全性评估文件，并组织建设单位、勘察单位、设计单位、施工单位、监理单位、第三方监测单位、第三方检测和评估单位、风险工程产权单位等相关单位和相关专家对其进行评审。通过评审的安全性评估文件可作为开展后续设计、施工等工作的依据。

**【条文说明】**

**4.3.13、5.4.10、5.5.11** 相关单位包括但不限于城市轨道交通工程建设单位、勘察单位、设计单位、施工单位、监理单位、第三方监测单位、第三方检测和评估单位、风险工程产权单位。

**4.3.14** 当周边环境风险等级重新划分后，应根据相关变更文件，重新对周边环境风险工程进行安全分析与评估。

**4.4 安全风险控制与管理**

**4.4.1** 新建城市轨道交通工程施工前应根据周边环境风险工程安全性评估文件、施工图设计文件等，制定安全可靠的作业方案、保护措施。新建城市轨道交通工程不得影响风险工程的正常使用功能、承载能力、耐久性和其他特殊功能。

**【条文说明】**

**4.4.1** 新建城市轨道交通工程一般位于城市密集区，周边环境条件复杂，一旦发生风险事件，必将产生人员伤亡或经济损失等，直接危及人民生命财产和健康安全，甚至会造成严重的环境影响或破坏，故应严格控制和规范风险工程周边的新建城市轨道交通工程，严禁新建城市轨道交通工程影响风险工程的正常使用功能、承载能力和耐久性。

**4.4.2** 风险等级为I级和II级的风险工程，新建城市轨道交通工程在施工前应根据周边环境风险工程的安全性评估文件，制定相应的安全应急预案。风险等级为III级的风险工程，新建城市轨道交通工程在施工前宜制定相应的安全应急预案。应急预案应体现风险工程的特点并具有可操作性，对控制要点要有针对性逐一落实，做好相关物资储备，建立责任体系，保证风险工程的安全。

**【条文说明】**

**4.4.2** 风险等级为I级和II级的风险工程，在新建城市轨道交通工程施工过程中，往往引起风险工程的原设计荷载和边界条件等发生改变。考虑到各时期、各地风险工程建设标准的差异，对于新建城市轨道交通工程改变风险工程周边地层、围岩的应力状态，或改变风险工程最初设计时所采用的边界条件等的情况，都应重新核算新情况下风险工程的安全性。若安全评估结果表明，新建城市轨道交通工程不能满足风险工程的安全要求，则应采取相应的加固和控制措施，否则不得进行该新建城市轨道交通工程施工。对风险工程影响较大的新建城市轨道交通工程，应在施工前制定应急预案，以防一旦出现险情时可以及时采取应急措施，防止险情恶化，避免对风险工程造成无法修复的损害。

**4.4.3** 新建城市轨道交通工程施工前应做好工程筹划，保证连续作业，平稳匀速开挖，避免中途停工，严禁超挖、欠挖，严格按照设计文件施工，减小对周边环境风险的不利影响。

**4.4.4** 新建城市轨道交通工程施工前，建设单位应委托具有相应资质和经验的第三方单位对施工影响范围内地下病害进行检测，发现存在脱空、空洞、疏松、富水等病害时，施工前应及时进行处理。

**4.4.5** 风险等级为I级、II级和III级的风险工程，在新建城市轨道交通工程施工过程中，应对受影响的风险工程进行监测；根据监测数据，结合风险工程安全控制指标值，应对新建城市轨道交通工程实行过程监控。

**【条文说明】**

**4.4.5** 该条文与本规范第4.3.12条的新建城市轨道交通工程施工过程评估相对应。通过对新建城市轨道交通工程进行过程监控，可动态掌握新建城市轨道交通工程对风险工程的影响，及时采取针对性的防控措施，保障风险工程的安全。

**4.4.6** 周边环境风险工程的监测工作，不得影响风险工程的正常使用。

**4.4.7** 新建城市轨道交通工程施工过程中，应开展施工工程及周边环境风险工程监测、现场巡视、视频监控等工作。

**【条文说明】**

**4.4.7** 该条文与本规范的第6.4.6条文相对应。仪器监测、现场巡视、视频监控是工程监测的常规手段，多种监测方法互为补充、相互验证。仪器监测通过取得数据进行定量分析；以目测为主的巡视检查更加及时，可以起到定性和补充的作用。通过埋设观测标志、布设监测元器件等方式，采用高精度的测量仪器设备或读数仪等进行位移或应力应变监测，获取监测对象状态变化的数据，以便在需要时及时对工程采取安全保护措施。由于仪器监测点的布设位置、数量有限，现场巡视是最有效的补充手段。现场巡视能发现监测对象的过大变形、开裂、渗漏及地面沉陷（隆起）等安全隐患，为周边环境安全状态的综合判定提供必要的资料支撑。视频监控相对现场巡视来说具有远程、实时、便捷的特点，对掌控工程施工进度、施工质量及环境条件变化、监控记录工程风险、防止重大事故发生具有重要作用。

**4.4.8** 工程监测设计文件中应包括监测项目、监测内容、监测控制值、监测点布设、监测周期、监测频率、监测仪器精度、监测成果要求、信息反馈等。

当涉及施工降水时，应对地下水位监测提出相关要求。当涉及施工爆破时，应对爆破振动监测提出相关要求。施工降水作业和爆破作业不得影响周边环境风险工程的安全和正常使用。

**【条文说明】**

**4.4.8** 新建城市轨道交通工程施工方法主要包括明挖法、盖挖法和洞桩法基坑工程、盾构法及矿山法隧道工程。新建城市轨道交通工程是一项高风险工程，施工工法不同、地质条件不同、周边环境条件不同，给工程带来的风险不同。工程监测设计文件编制之前，需要综合研究工程的风险特点，以及影响工程安全的重要工程部位和施工过程，并对关键部位、关键过程和关键时间提出监测重点，以确保监测方案的针对性。

周边环境风险工程监测是新建城市轨道交通工程安全风险控制的重要技术手段，通过采用监测仪器、设备，对施工影响范围内的岩土体、地下水及周边环境等的变形、变化情况进行监测、现场巡视、视频监控，可以为验证设计、施工及环境保护等方案的安全性和合理性，优化设计和施工参数，分析和预测周边环境的安全状态及其发展趋势，实施信息化施工等提供基础性资料。

**4.4.9** 风险等级为I级和II级的风险工程，监测控制值宜依据周边环境风险安全性评估文件、专项设计文件、专项审查等给出。

**【条文说明】**

**4.4.9** 周边环境风险工程监测控制值是新建城市轨道交通工程施工过程中对周边环境的安全状态或正常使用状态进行判断的重要依据，相关法律、法规和规范性文件对设计文件中明确监测控制值也有具体要求。根据监测项目性质的不同，监测控制值主要包括变形监测控制值和力学监测控制值。根据我国各大城市轨道交通建设安全风险管理经验，I级和II级环境风险工程的监测控制值，宜根据周边环境风险安全性评估文件和专项设计文件，并结合专家审查意见给出，其他风险的工程可参照现行相关规范和根据工程类比法确定。

**4.4.10** 监测方案中的监测布点和频率，应根据分级清单中周边环境风险等级确定。

周边环境风险工程的监测频率，应能系统反映监测对象所测项目的重要变化过程及其变化时刻。当监测数据接近风险工程安全控制指标值的预警值时，应提高监测频率；当发现风险工程有异常情况或新建城市轨道交通工程有危险事故征兆时，应采用不间断实时监测。

**【条文说明】**

**4.4.10、6.4.9** 监测方案中的监测布点和监测频率，不但应根据分级清单中风险等级确定，还应结合监测对象结构形式、受力大小、承载余量以及周边地质构造、水文状况等确定。

监测对象在工程施工过程中的影响变化是一个由小到大，再由大到小的过程，施工对监测对象的影响程度与开挖面和监测对象的位置关系、施工质量控制、地质条件和监测对象的特点等密切相关。因此，监测信息的采集频率要根据工程施工对监测对象的影响程度进行调整，其原则是能反映出监测对象的变化过程。

当监测数据接近监测对象结构安全控制指标值的预警值或结构出现异常、新建城市轨道交通工程或周边外部作业有危险事故征兆等情况时，应加强对施工工程实施过程监控，结合监测对象保护需要，有针对性地采取或选择以下措施：实施实时监测、扩大监测范围、增加监测项目、加密监测点和提高监测频率等。

**4.4.11** 周边环境风险工程的水平位移、竖向位移测量应分别符合现行国家相关变形测量技术规范的规定，其他监测项目应符合国家现行标准《工程测量通用规范》GB 55018、《工程测量标准》GB 50026、《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308、《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911和《建筑变形测量规范》JGJ 8的有关规定。

**【条文说明】**

**4.4.11** 根据《中华人民共和国测绘法》和《中华人民共和国计量法》规定，周边环境风险工程的监测单位应具有相应的工程测量资质，依法进行测量和保护周边环境风险工程地理信息等测量成果；应按照相关工程测量规范规定的测量精度以及测量方法实施监测；应依法按照相关计量检定规程对将使用的监测仪器进行检定；监测过程中应使用检定合格且在有效期内的监测仪器；监测技术人员须经培训合格后方能上岗，以保证监测数据的准确性、客观性和公正性。周边环境风险工程管理部门或产权单位应依据法律规定以及现行相关规范，对监测单位、监测仪器、监测技术和监测方法等进行监督检查。

**4.4.12** 周边环境风险工程的监测周期，应从测定监测项目初始值开始，至新建城市轨道交通工程完成且监测数据趋于稳定后结束。

**【条文说明】**

**4.4.12** 周边环境风险工程的监测周期，即监测开始至监测结束，应从新建城市轨道交通工程之前测定监测项目初始值开始，至新建城市轨道交通工程完成或结束，且周边环境风险工程的变形、位移等已稳定，周边环境风险工程的安全隐患、风险消除后方可结束监测。

**4.4.13** 周边环境风险工程监测项目的初始值应在新建城市轨道交通工程施工前测定，应取至少连续测量3次的稳定值的平均数作为初始值。

**【条文说明】**

**4.4.13、6.4.12** 初始值测量不及时会造成变形数据的损失，本条强调了监测初始值测量的时间要求。初始值采集的准确性和稳定性将直接关系到以后各次监测数据的质量。一般情况下，监测项目应测读3次初始值，同时要对初始值进行相对稳定性的判断。

**4.4.14** 施工单位和第三方监测单位应严格按照监测设计文件和监测方案开展监测工作，并符合下列规定：

**1** 施工单位和第三方监测单位应开展同点监测工作；

**2** 当施工监测和第三方监测数据不一致或出现异常时，监测单位应对施工监测和第三方监测数据进行对比分析，并进行处理和形成记录；

**3** 监测工作开始前，施工监测和第三方监测单位应对基准点进行复核及检查，同时采集监测点初始值；

**4** 施工期间，施工监测和第三方监测单位应定期对基准点进行复核联测及检查，并形成记录；

**5** 施工单位应对监测点进行保护，保证监测的连续性和正常性。

**4.4.15** 新建城市轨道交通工程施工过程中应及时分析监测数据及其变化情况，达到预警标准时及时进行风险预警。风险预警按严重程度由小到大应分为黄色预警、橙色预警和红色预警。监测预警等级的划分标准应根据施工过程中的实测数据与监测项目控制值对比，并结合工程经验分析确定。监测预警等级及对应响应等级的划分可参照表4.4.15。

**表4.4.15 监测预警等级及对应响应等级划分标准**

| 监测预警等级 | 等级划分标准（满足以下条件之一即可） | 预警响应 |
| --- | --- | --- |
| 黄色 | 变形速率和累积变形实测值均达到相应监测项目的控制值的70%（含）-85%；  变形速率和累积变形实测值之一达到相应监测项目的控制值的85%（含）-100%以上 | 发送预警快报，施工单位和第三方监测单位加密监测并协助分析原因 |
| 橙色 | 变形速率和累积变形实测值均达到相应监测项目的控制值的85%（含）-100%以上；  变形速率和累积变形实测值之一达到相应监测项目的控制值（含）以上 | 发送预警快报，施工单位和第三方监测单位加密监测，启动会商机制，并采取调整施工进度、优化施工工艺、参数等，并在获得建设和设计单位同意后执行 |

续表4.4.15

| 监测预警等级 | 等级划分标准（满足以下条件之一即可） | 预警响应 |
| --- | --- | --- |
| 红色 | 变形速率和累积变形实测值均达到相应监测项目的控制值（含）以上；  变形速率和累积变形实测值之一超过相应监测项目的控制值（含），且监测数据持续未收敛 | 发送预警快报，施工单位和第三方监测单位加密监测，启动会商机制和应急预案，并立即采取必要的施工加固或停止施工等措施。待建设、设计、施工、监测单位分析和认定后再进行施工处理 |

**【条文说明】**

**4.4.15** 本条给出了监测预警的等级和划分标准。监测预警是客观实测数据接近或超过控制值的预警，是周边环境工程风险状态评价的有效参考条件。

**4.4.16** 周边环境风险工程的监测信息应及时反馈给相关单位。

**【条文说明】**

**4.4.16、5.6.6、6.4.16** 监测报表是反映监测信息的重要资料。每次测量完成后，监测人员应及时进行数据处理和分析，形成当日报表，提供给相关单位。监测报表应体现及时性和准确性，对监测项目应有正常、异常和危险的判断性结论。监测期间应及时提交监测报表，监测报表包括以下内容：

**1** 变位监测成果表，包括本次变化值、变化速率以及累计变化值；

**2** 监测点位置布置图；

**3** 水平位移和竖向位移变化量曲线图；

**4** 其他监测项目必要的布置图、变化量曲线图；

**5** 对达到或超过监测报警值的监测点应有报警标示，并有分析和建议；

**6** 其他相关说明和建议。

监测结束后应进行监测工作总结，提交最终监测成果报告，应包括以下内容：

**1** 外部工程概况，监测依据，监测项目，监测设备和监测方法，监测频率和监测报警值；

**2** 变位监测最终成果表，包括外部影响施工结束后平均变化速率以及最终变位累计变化值；

**3** 水平位移和竖向位移监测点位置布置图；水平位移和竖向位移随时间变化的累计变化值曲线图；

**4** 其他监测项目的布置图，随时间变化的累计变化值曲线图；

**5** 各监测项目全过程的发展变化分析及整体评述，对轨道交通结构的安全评估；

**6** 监测工作的结论和建议。

**5 城市轨道交通运营对周边环境影响的评估**

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 本章适用于城市轨道交通运营期产生的噪声、振动对文物保护建筑物、设有精密仪器的建筑物、环境影响报告书（表）要求的建（构）筑物等特殊敏感环境影响的评估。

**【条文说明】**

**5.1.1** 大运量、快捷、舒适的城市轨道交通是解决城市公共交通问题的根本出路。本章编制的目的是为了规范城市轨道交通工程建设或运营过程对周边环境产生噪声、振动评估的范围、原则、内容、方法和程序。

**5.1.2** 城市轨道交通运营对周边环境影响的评估工作应贯穿于城市轨道交通在建设过程中的总体设计、初步设计、施工图设计、施工、运营等各阶段。

**5.2 噪声风险辨识与分级**

**5.2.1** 城市轨道交通工程在总体设计阶段应对后期运营期间产生的噪声可能导致的周边环境风险进行评估等级划分和初步辨识，形成周边环境风险清单。

**5.2.2** 城市轨道交通运营产生的噪声导致的周边环境风险评估等级划分依据包括：

**1** 城市轨道交通工程项目所在区域的声环境功能区类别。

**2** 城市轨道交通工程项目建设前后所在区域的声环境质量变化程度。

**3** 受城市轨道交通工程项目影响人口的数量。

**5.2.3** 城市轨道交通运营产生的噪声导致的周边环境风险评估等级一般划分为三级，一级为详细评估，二级为一般性评估，三级为简要评估。三级评估的基本要求按照《环境影响评价技术导则 声环境》HJ 2.4的相关规定执行

**【条文说明】**

**5.2.3** 评估范围内有适用于《声环境质量标准》GB 3096规定的0类声环境功能区域，以及对噪声有特别限制要求的保护区等敏感目标，或城市轨道交通工程项目建设前后评估范围内敏感目标噪声级增高量达5dB（A）以上[不含5dB（A）]，或受影响人口数量显著增多时，按一级评估。

城市轨道交通工程项目所处的声环境功能区为《声环境质量标准》GB 3096规定的1类、2类地区，或城市轨道交通工程项目建设前后评估范围内敏感目标噪声级增高量达3～5dB（A）[含5dB（A）]，或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评估。

城市轨道交通工程项目所处的声环境功能区为《声环境质量标准》GB 3096规定的3类、4类地区，或城市轨道交通工程项目建设前后评估范围内敏感目标噪声级增高量在3 dB（A）以下[不含3dB（A）]，且受影响人口数量变化不大时，按三级评估。

在确定评估工作等级时，如城市轨道交通工程项目符合两个以上级别的划分原则，按较高级别的评估等级评估。

**5.2.4** 城市轨道交通运营产生的噪声导致的周边环境风险辨识范围应根据城市轨道交通工程特点和周围环境敏感程度，以及国家和地方环境保护法律法规、现行标准的要求进行确定。城市轨道交通运营产生的噪声导致的周边环境风险辨识宜符合以下规定。

**1** 地面线和高架线的周边环境风险辨识范围：地铁、轻轨（含试车线、出入段线、出入库线）一般为距线路中心线两侧150m；跨座式单轨交通、现代有轨电车交通以及中低速磁浮交通一般为距线路中心线两侧50m；车辆段、停车场、车辆基地一般为厂界外50m。

**2** 地下线的周边环境风险辨识范围：冷却塔评估范围为冷却塔声源周围50m；风亭评估范围为风亭声源周围30m；地铁、轻轨一般为距线路中心线两侧100m；地铁、轻轨地下线平面圆曲线半径≤500m或岩石和坚硬土地质条件下的风险辨识范围扩大到线路中心线两侧150m。

**3** 主变电站的周边环境风险辨识范围为厂界外30m。

**4** 周边环境风险辨识范围可根据城市轨道交通工程和环境影响的实际情况适当缩小或扩大。

**5.2.5** 当发生以下情况时，应对周边环境风险进行重新辨识。

**1** 施工图设计阶段设计方案发生重要变更；

**2** 在施工过程中，工程措施、工程地质条件或周边环境条件发生较大变化。

**5.3 振动风险辨识与分级**

**5.3.1** 城市轨道交通工程在总体设计阶段应对后期运营期间产生的振动可能导致的周边环境风险进行初步辨识，形成周边环境风险清单。

**5.3.2** 城市轨道交通运营产生的振动导致的周边环境风险评估不划分评估等级。

**5.3.3** 城市轨道交通运营产生的振动导致的周边环境风险辨识范围应根据城市轨道交通工程特点和周围环境敏感程度，以及国家和地方环境保护法律法规、现行标准的要求进行确定。城市轨道交通运营产生的振动导致的周边环境风险辨识宜符合以下的规定。

**1** 地铁、轻轨的周边环境风险辨识范围：地下线和地面线一般为距线路中心线两侧50m；高架线一般为距线路中心线两侧10m。地铁、轻轨的室内二次结构噪声影响评估范围：地下线一般为距线路中心线两侧50m。必要时，振动环境评估范围、室内二次结构噪声影响评估范围可根据建设项目工程和环境影响的实际情况适当缩小或扩大（例如：地铁地下线平面圆曲线半径≤500m或岩石和坚硬土地质条件下的室内二次结构噪声评估范围扩大到线路中心线两侧60m）。

**2** 文物保护单位内不可移动文物的振动影响评估范围：一般为距地下线和地面线线路中心线两侧60m。评估范围可根据建设项目工程特点、文物保护单位内不可移动文物的特点、环境影响的实际情况适当缩小或扩大。

**3** 跨座式单轨交通、现代有轨电车交通、中低速磁浮交通可不进行振动和室内二次结构噪声评估。

**5.3.4** 当发生以下情况时，应对周边环境风险进行重新辨识。

**1** 施工图设计阶段设计方案发生重要变更；

**2** 在施工过程中，工程措施、工程地质条件或周边环境条件发生较大变化。

**5.4 噪声风险分析与评估**

**5.4.1** 城市轨道交通运营期产生的噪声主要源于车辆的轮轨噪声、牵引噪声、气动噪声、制动噪声、受电弓噪声、桥梁高架结构二次辐射噪声，以及风亭、冷却塔等附属设备设施噪声。

**5.4.2** 城市轨道交通运营对周边环境风险的噪声分析与评估宜在风险辨识的基础上，结合现场踏勘情况、城市轨道交通特点、环境风险特点、岩土工程勘察报告、环境风险工前调查文件、设计文件、政府城市规划及批复文件、专家咨询或审查意见等资料进行。

**5.4.3** 城市轨道交通运营对周边环境风险的噪声分析与评估工作前，应对风险工程进行工前调查，并形成风险工程工前调查文件。噪声风险工程工前调查的基本方法有收集资料法、现场调查法、现场测量法。调查工作具体方法的采用应根据本标准第5.2.3条评估等级要求确定。

**【条文说明】**

**5.4.3** 噪声风险工程工前调查文件宜包括以下内容。

**1** 影响声波传播的环境要素，调查城市轨道交通工程项目所在区域的主要气象特征：年平均风速和主导风向，年平均气温，年平均相对湿度等。收集评估范围内1∶2000～50000地理地形图，说明评估范围内声源和敏感目标之间的地貌特征、地形高差及影响声波传播的环境要素。

**2** 声环境功能区划，调查评估范围内不同区域的声环境功能区划情况，调查各声环境功能区的声环境质量现状。

**3** 敏感目标，调查评估范围内的敏感目标的名称、规模、人口的分布等情况，并以图、表相结合的方式说明敏感目标与城市轨道交通工程项目的关系（如方位、距离、高差等）。

**4** 现状声源，城市轨道交通工程项目所在区域的声环境功能区的声环境质量现状超过相应标准要求或噪声值相对较高时，需对区域内的主要声源的名称、数量、位置、影响的噪声级等相关情况进行调查。

**5.4.4** 城市轨道交通运营对周边环境风险的噪声影响分析与评估应根据工程实际，采用参数模型、经验模型、半经验模型法和类比预测法等方法。若采用其他预测方法，则须注明来源并对所用的预测模式进行验证，说明验证结果。

**【条文说明】**

**5.4.4** 部分噪声影响分析与评估方法可参照《环境影响评价技术导则 声环境》HJ 2.4、《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》HJ 453。

**5.4.5** 城市轨道交通运营对周边环境风险的噪声影响分析与评估应包括：对列车运行噪声的预测和评估、对风亭、冷却塔噪声的预测和评估、对车辆基地、车辆段、停车场、主变电站噪声的预测和评估。

**【条文说明】**

**5.4.5** 对列车运行噪声进行预测和评估。包括运营期初期、近期、远期的昼间和夜间运营时段列车运行（含试车线、出入段线、出入库线）对周边环境风险的噪声贡献值、预测值以及单列车通过时段内在周边环境风险处的噪声贡献值。

对风亭、冷却塔噪声进行预测和评估。包括昼间和夜间运营时段周边环境风险处的噪声贡献值和预测值。

对车辆基地、车辆段、停车场、主变电站噪声进行预测和评估。包括昼间和夜间运营时段厂界噪声贡献值以及周边环境风险处的噪声贡献值和预测值。

对于未建成区或规划区的噪声敏感区段，高架线、地面线应按照评估工作等级的要求给出昼间和夜间运营时段的等声级图。

**5.4.6** 城市轨道交通运营对周边环境风险的噪声预测量和评估量应符合以下规定。

**1** 昼间和夜间运营时段厂界噪声预测量为LAeq,TR，周边环境风险处的预测量为LAeq,T，单列车通过时段周边环境风险处的预测量为LAeq,Tp。

**2** 评估量与预测量一致。

**【条文说明】**

**5.4.6** 噪声预测量的计算可参照《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》HJ 453。

**5.4.7** 城市轨道交通运营对周边环境风险的噪声分析与评估结果应根据现行相关规范要求和预测结果进行噪声超达标评估、超标统计及超标原因分析。

**【条文说明】**

**5.4.7** 城市轨道交通运营对周边环境风险的噪声分析与评估结果应包括以下内容。

**1** 列表给出预测点与工程的空间位置关系、列车通过预测点的速度、线路形式、轨道结构、轮轨条件等有关参数。列表给出工程噪声贡献值、环境噪声预测值以及单列车通过时段内在周边环境风险处的噪声贡献值。对于建筑物高于三层（含）的周边环境风险，应给出典型楼层的预测结果。

**2** 给出列车运行对周边环境风险的噪声影响预测结果，按照《声环境质量标准》GB 3096的要求，根据周边环境风险所处声环境功能区类别进行超达标评估、超标统计及超标原因分析。给出单列车通过时段在周边环境风险处的噪声贡献值，分析是否满足控制要求。

**3** 给出风亭、冷却塔运行对周边环境风险的噪声预测结果。按照《声环境质量标准》GB 3096的要求，根据周边环境风险所处声环境功能区类别进行达标评估、超标统计及超标原因分析。

**4** 给出车辆基地、车辆段、停车场、主变电站运行厂界噪声预测结果和周边环境风险噪声预测结果。按照《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348的要求，对厂界噪声进行超达标评估、超标统计及超标原因分析；按照《声环境质量标准》GB 3096的要求，根据周边环境风险所处声环境功能区类别进行超达标评估、超标统计及超标原因分析。

**5.4.8** 对于文物保护建筑物、设有精密仪器的建筑物等特殊敏感环境风险的噪声影响评估，应结合主管部门或权属部门的技术参数要求进行。

**5.4.9** 依据现行相关规范要求，结合周边环境风险的噪声分析与评估结果，提出用于风险工程保护、后期设计和施工优化等风险控制的合理可行建议。

**5.4.10** 周边环境风险的噪声分析与评估应形成评估文件，并组织相关单位和相关专家对其进行评审。通过评审的评估文件可作为开展后续设计、施工等工作的依据。

**5.5 振动风险分析与评估**

**5.5.1**  城市轨道交通运营期产生的振动主要由列车运行时轮轨间的相互动力作用产生。

**5.5.2** 既有城市轨道交通敏感建筑物室内二次辐射噪声主要由轮轨及附属设备设施振动经大地传播至建筑物内激发结构振动而产生。

**5.5.3** 城市轨道交通运营对周边环境风险的振动分析与评估宜在风险辨识的基础上，结合现场踏勘情况、城市轨道交通特点、环境风险特点、岩土工程勘察报告、环境风险工前调查文件、设计文件、政府城市规划及批复文件、专家咨询或审查意见等资料进行。

**5.5.4** 城市轨道交通运营对周边环境风险的振动分析与评估工作前，应对风险工程进行工前调查，并形成风险工程工前调查文件。

**【条文说明】**

**5.5.4** 振动风险工程工前调查文件宜包括以下内容。

**1** 调查评估范围内的现有振源种类、分布状况等。

**2** 调查评估范围内的周边环境风险基本情况，包括周边环境风险与工程的空间位置关系、建筑结构类型及规模、建造年代、建筑外观质量损伤、建筑使用用途、建筑后期改扩建情况、评估范围地质条件以及所对应的环境振动标准限值等。

**3** 调查工程沿线的文物保护单位，说明文物保护单位的名称、保护类别、保护等级、建设控制地带、保护范围、数量、分布、建设年代、建筑式样、建筑材料、建筑承重结构材料、建筑高度和层数、保护现状以及所对应的环境振动保护要求，说明工程与不可移动文物的空间位置关系。

**5.5.5** 城市轨道交通运营对周边环境风险的振动影响分析与评估应根据工程实际，采用参数模型、经验模型、半经验模型法和类比预测法等方法。若采用其他预测方法，则须注明来源并对所用的预测模式进行验证，说明验证结果。文物保护单位内的不可移动文物的振动分析与评估计算按照《古建筑防工业振动技术规范》GB/T 50452的相关规定执行。

**【条文说明】**

**5.5.5** 部分振动影响分析与评估方法可参照《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》HJ 453。

**5.5.6** 城市轨道交通运营对周边环境风险的振动影响分析与评估应包括以下内容。

**1** 列车运营（含试车线、出入段线、出入库线）对周边环境风险的振动影响预测和评估。

**2** 列车运营（含试车线、出入段线、出入库线）对室内二次结构噪声影响预测和评估。

**3** 列车运营（含试车线、出入段线、出入库线）对文物保护单位内的不可移动文物振动影响预测和评估。

**4** 对于未建成区或规划振动敏感区段，提出给定条件下的振动达标距离。

**5.5.7** 城市轨道交通运营对周边环境风险的振动预测量和评估量应符合以下规定。

**1** 振动影响预测量为列车通过时段的最大Z振级VLZmax。

**2** 室内二次结构噪声影响预测量为列车通过时段内等效连续A声级LAeq,Tp（16~200Hz）。

**3** 文物保护单位内的不可移动文物预测量为振动速度（1~60Hz）。

**4** 评估量与预测量一致。

**【条文说明】**

**5.5.7** 振动预测量的计算可参照《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》HJ 453。

**5.5.8** 城市轨道交通运营对周边环境风险的振动分析与评估结果应根据相关现行规范要求和预测结果进行振动超达标评估、超标统计及超标原因分析。

**【条文说明】**

**5.5.8** 城市轨道交通运营对周边环境风险的振动分析与评估结果应包括以下内容。

**1** 列表给出预测点与工程的空间位置关系、列车通过预测点的速度、线路（含线路平面圆曲线半径）或轮轨条件、隧道型式、建筑物类型、列车行车密度，列表给出振动环境和室内二次结构噪声预测值。

**2** 根据运营期预测结果，按照《城市区域环境振动标准》GB 10070的要求，对周边环境风险的振动环境影响进行超达标分析，并对超标原因进行分析。按照《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》JGJ/T 170的要求，对室内二次结构噪声影响进行超达标分析，并对超标原因进行分析。

**3** 根据运营期预测结果，按照《古建筑防工业振动技术规范》GB/T 50452的要求，对文物保护单位内的不可移动文物的振动影响进行超达标分析。

**5.5.9** 对于文物保护建筑物、设有精密仪器的建筑物等特殊敏感环境风险的振动影响评估，应结合主管部门或权属部门的技术参数要求进行。

**5.5.10** 依据现行相关规范要求，结合周边环境风险的振动分析与评估结果，提出用于风险工程保护、后期设计和施工优化等风险控制的合理可行建议。

**5.5.11** 周边环境风险的振动分析与评估应形成评估文件，并组织相关单位和相关专家对其进行评审。通过评审的评估文件可作为开展后续设计、施工等工作的依据。

**5.6 噪声、振动风险控制与管理**

**5.6.1** 城市轨道交通环境噪声、振动控制工程设计前应根据周边环境风险噪声、振动影响评估文件和周边其他噪声和振动源等，制定有针对性的噪声、振动等环境保护措施，可分为规划措施、技术措施和管理措施。

**5.6.2** 周边环境风险的噪声控制应坚持预防为主、防治结合原则，合理规划城市轨道交通与邻近建筑物的布局；应从噪声源、传播途径、保护目标三方面进行控制，在技术经济可行条件下，优先考虑对噪声源和传播途径采取工程技术措施，实施噪声主动控制。应根据噪声影响评估文件、保护目标特点，结合国家政策，综合经济、技术可行性分析，按照运营近期的噪声影响评估文件，提出噪声防治措施和对策。

**5.6.3** 周边环境风险的振动控制应坚持预防为主原则，合理规划城市轨道交通与邻近建筑物的布局。振动防治措施应根据振动影响评估文件、振动环境保护目标、文物保护单位内的不可移动文物的特点，结合国家政策、经济、技术可行性提出振动污染防治措施和对策。

**5.6.4** 城市轨道交通在运营前应给出运营期间对噪声和振动源的管理要求、执行标准、环境管理与环境监测等，建立日常环境管理制度、组织机构等相关要求，明确各项噪声、振动保护设施和措施的建设、运行及维护保障计划，确保减振降噪措施性能和使用寿命。

**5.6.5** 城市轨道交通在运营前应制定噪声和振动环境监测计划，包括噪声和振动监测计划、环境质量监测计划，内容包括监测项目、监测点位、监测因子、监测频次、监测数据采集与处理、采样分析方法等，明确监测计划内容。

**5.6.6** 周边环境风险的噪音和振动的监测信息应及时反馈给相关单位。

**6 周边外部作业对城市轨道交通结构影响的安全性评估**

**6.1 一般规定**

**6.1.1** 本章适用于周边外部作业对既有和正在修建的城市轨道交通结构影响的安全性评估。

**【条文说明】**

**6.1.1** 既有和正在修建的城市轨道交通结构包括三种情况：

**1** 城市轨道交通结构已投入运营；

**2** 城市轨道交通结构建成但尚未投入运营；

**3** 城市轨道交通结构正在修建。

由于城市轨道交通为大型建设工程，其建设周期较长，周边外部作业的实施尚应考虑为后续城市轨道交通的结构施作提供保障和方便。对于已规划修建的城市轨道交通，也要提前考虑对其建设过程中的影响，对外部作业进行必要控制，以保障其顺利修建和安全运营。

其他类型的结构，如城际轨道交通等，因其保护与本规范的规定相近或相同，故相应部分也可参照执行。

**6.1.2** 周边外部作业对城市轨道交通结构影响的安全性评估工作应贯穿于规划、可行性研究、勘察设计、施工等各阶段。

**6.1.3** 周边外部作业对城市轨道交通结构影响的等级可分为特级、一级、二级、三级、四级，对风险等级为特级和一级的城市轨道交通结构应在外部作业规划阶段进行专项风险评估，二级的城市轨道交通结构宜在外部作业规划阶段进行专项风险评估。

**【条文说明】**

**6.1.3** 除有特殊要求的影响等级为三级、四级的外部作业之外，其他影响等级为三级、四级的外部作业无须进行安全评估，但外部作业方案应按正常程序进行审查。

**6.1.4** 周边外部作业必须实施动态风险管理，利用现场监测数据和风险记录，实现施工风险动态跟踪与控制。

**6.2 安全风险辨识与分级**

**6.2.1** 需要保护的城市轨道交通结构及设备设施应包括下列内容：

**1** 地下车站和区间结构；

**2** 高架车站和区间结构；

**3** 地面车站和区间结构；

**4** 车站附属建（构）筑物结构，包括出入口、风亭、冷却塔等；

**5** 其他结构，包括联络通道、区间风井、出入段线（场）、车辆段（停车场）、控制中心、主变电所、外线高压电缆管沟等。

**【条文说明】**

**6.2.1** 城市轨道交通结构包括车站、区间、车辆段、附属建（构）筑物等地下结构、地面结构和高架结构。此外，根据《城市轨道交通工程基本术语标准》GB/T 50833的规定，保护对象尚应涉及轨道以及机电系统如排水系统、屏蔽门、通信信号系统等可能影响城市轨道交通安全和正常使用的内部设备设施。

**6.2.2** 城市轨道交通沿线应设置控制保护区，设置范围应符合下列规定：

**1** 地下车站与隧道结构外边线外侧50m内；

**2** 地面和高架车站以及线路轨道结构外边线外侧30m内；

**3** 出入口、通风亭、变电站等附属建（构）筑物结构外边线外侧10m内；

**4** 过江、过湖、过海隧道结构外边线100m内。

注：当轨道交通控制保护区遇特殊的工程和水文地质或特殊的外部作业时，应适当扩大控制保护区范围。

**【条文说明】**

**6.2.2** 为保证城市轨道交通结构的安全和正常使用，控制城市轨道交通沿线一定范围内的外部作业是较有效的措施。参考住房和城乡建设部自2014年3月1日起施行的《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202、交通运输部自2018年7月1日起施行的《城市轨道交通运营管理规定》、北京市自2015年5月1日起施行的《北京市轨道交通运营安全条例》、上海市自2021年9月1日起施行的《上海市轨道交通管理条例》（2021年8月25日修改）、广州市自2015年12月23日起施行的《广州市城市轨道交通管理条例》（2015年5月20日修改）、深圳市自2015年9月1日起施行的《深圳市城市轨道交通运营管理办法》、青岛市自2018年7月30日起施行的《青岛市轨道交通条例》（2018年7月3日修改）等，制定本条文。

国内城市轨道交通相关的一些管理规定：

《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202中规定：

“地下车站与隧道结构外边线外侧50m内；地面和高架车站以及线路轨道结构外边线外侧30m内；出入口、通风亭、变电站等附属建、构筑物结构外边线外侧10m内；过江隧道结构外边线100m内。”

《城市轨道交通运营管理规定》中规定：

“城市轨道交通工程项目应当按照规定划定保护区。开通初期运营前，建设单位应当向运营单位提供保护区平面图，并在具备条件的保护区设置提示或者警示标志。”

《北京市轨道交通运营安全条例》中规定：

“出入口、通风亭、冷却塔、主变电所和残疾人直升电梯等建筑物、构筑物结构外边线外侧10m内。地面车站和地面线路、高架车站和高架线路结构、车辆基地用地范围外边线外侧30m内。地下车站与隧道结构外边线外侧50m内。轨道交通过湖、过河隧道和桥梁结构外边线外侧100m内。规定范围包括地上和地下。”

《上海市轨道交通管理条例》中规定：

“地下车站与隧道外边线外侧50m内。地面车站和高架车站以及线路轨道外边线外侧30m内。出入口、通风亭、变电站等建筑物、构筑物外边线外侧10m内。

《广州市城市轨道交通管理条例》中规定：

“地下车站与隧道结构外边线外侧50m内。地面和高架车站以及线路轨道结构外边线外侧30m内。出入口、通风亭、车辆段、控制中心、变电站、集中供冷站等建（构）筑物结构外边线外侧10m内。城市轨道交通过江隧道两侧各100m范围内。

《深圳市城市轨道交通运营管理办法》中规定：

“地下车站（含地下通道）、隧道外边线外侧50m内。地面车站、高架车站及线路轨道外边线外侧30m内。车站出入口、通风亭、变电站、跟随所、冷却塔等建筑物（构筑物）、设备外边线外侧10m内。城市轨道交通专用电缆沟、架空线等供电设施及室外给排水设施（含排水检查井、给水水表井、化粪池、消火栓、水泵接合器、给排水管道及阀门等）外侧10m内。”

《青岛市轨道交通条例》中规定：

“出入口、通风亭、冷却塔、主变电所、直升电梯等建（构）筑物结构外边线外侧10m内。地面车站和地面线路、高架车站和高架线路结构以及车辆基地用地范围外边线外侧30m内。地下车站与隧道结构外边线外侧50m内。轨道交通过海、过湖、过河隧道以及桥梁结构外边线外侧100m内。

岩溶土洞发育地区、强透水砂层地区、欠固结地域（河漫滩、新开发区）等特殊的工程地质条件，控制保护区外的地下水作业等可能对城市轨道交通结构造成较大的影响。在控制保护区外的开挖影响范围超过50m的深厚软土地基上的超深超大基坑、深厚软土地基上布置密集或较深的挤土桩、爆破作业、沉管工程、承压水降水作业、抽取深层地下水等特殊的外部作业可能对城市轨道交通结构造成较大的影响。因此，应根据监测结果和当地的工程经验适当扩大城市轨道交通控制保护区。

**6.2.3** 在城市轨道交通控制保护区内进行基坑工程、矿山法工程、顶管法工程和盾构法工程等外部作业时，在外部作业规划阶段应对可能导致的城市轨道交通风险进行初步辨识，形成城市轨道交通风险清单，并对清单中的风险进行分级，形成城市轨道交通风险分级清单。

**6.2.4** 城市轨道交通风险分级应根据外部作业与既有和正在修建的城市轨道交通结构接近程度和工程影响分区等综合确定。外部作业对城市轨道交通风险分级应符合表6.2.4。

**表6.2.4 外部作业对城市轨道交通风险分级表**

| 外部作业的工程影响分区 | 接近程度 | | | | 说明 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 非常接近 | 接近 | 较接近 | 不接近 |
| 强烈影响区（A） | 特级 | 特级 | 一级 | 二级 | 本表适用于围岩级别为IV~VI的情况；围岩级别为I~III的情况，表中的风险等级可降低一级，四级时不再降低；围岩级别为VI的软土地区，表中的风险等级应提高一级，特级时不再提高；  围岩级别应按现行标准《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307中的有关规定确定；  当既有和正在修建的城市轨道交通结构处于复杂的工程地质条件或存在地质灾害的情况时，其风险等级应结合类似工程经验综合确定，且不宜低于一级 |
| 显著影响区（B） | 特级 | 一级 | 二级 | 三级 |
| 一般影响区（C） | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 |
| 较小影响区（D） | 二级 | 三级 | 四级 | 低于四级 |

**【条文说明】**

**6.2.4** 外部作业对城市轨道交通风险等级主要与外部作业特点、城市轨道交通结构类型、外部作业与结构的空间关系、工程地质和水文地质条件等因素相关。

外部作业对城市轨道交通风险控制标准指标的选用，主要依据外部作业对城市轨道交通结构影响的显著性差异，如外荷载变化，原设计边界条件差异等。针对显著性较大的采用外部作业对城市轨道交通风险等级，针对不显著的则采用外部作业净距控制值。外部作业对城市轨道交通结构影响的显著性判定，主要依据理论分析，并通过工程概念加以判断，如在城市轨道交通结构周边进行较大规模的加卸载等，可能对城市轨道交通结构造成较大的影响。

外部作业特点包括作业的类型、作业采用的施工方法、施工步序等。城市轨道交通结构类型主要包括明挖现浇箱型钢筋混凝土结构、洞桩法暗挖直墙多层多跨拱形钢筋混凝土结构、新奥法复合式支护隧道结构、盾构法管片隧道结构等，不同结构类型对外部作业扰动影响的响应有所不同。外部作业与城市轨道交通结构的空间关系是确定外部作业对城市轨道交通风险等级的重要因素。具体的工程地质和水文地质条件也对影响等级的确定产生较大影响。

外部作业对城市轨道交通风险等级主要根据本规范6.2.5条、6.2.6条中的接近程度和工程影响分区进行划分，共分为5个等级，其中四级的外部作业对城市轨道交通结构的影响不明显，基本可以忽略。

城市轨道交通结构周边存在岩溶土洞、深厚砂层、欠固结地域（河漫滩、新开发区）、顺向发育的软弱结构面、软弱下卧层、遇水易软化崩解地层等复杂的工程地质条件或存在工程地质灾害情况，则应结合当地工程经验综合考虑，适当提高外部作业对城市轨道交通风险等级，且不宜低于一级。

**6.2.5** 周边外部作业与既有和正在修建的城市轨道交通结构接近程度应根据城市轨道交通结构的施工方法及其与外部作业的空间关系确定，接近程度的判定宜按表6.2.5和图6.2.5-1~图6.2.5-3确定。

**表6.2.5 接近程度的判定**

| 城市轨道交通结构的施工方法 | 相对净距 | 接近程度 |
| --- | --- | --- |
| 明挖、盖挖法 | L≤0.5H | 非常接近 |
| 0.5H<L≤1.0H | 接近 |
| 1.0H<L≤2.0H | 较接近 |
| L>2.0H | 不接近 |
| 矿山法 | L≤1.0W | 非常接近 |
| 1.0W<L≤1.5W | 接近 |
| 1.5W<L≤2.5W | 较接近 |
| L>2.5W | 不接近 |
| 盾构法、顶管法 | L≤1.0D | 非常接近 |
| 1.0D<L≤2.0D | 接近 |
| 2.0D<L≤3.0D | 较接近 |
| L>3.0D | 不接近 |

注：1 L为城市轨道交通结构与外部作业的最小相对净距；H为明挖、盖挖法城市轨道交通结构的基坑开挖深度；W为矿山法城市轨道交通结构的隧道毛洞跨度；D为盾构法城市轨道交通结构的隧道外径，圆形顶管法的隧道外径或矩形顶管法的隧道长边宽度。

2 相对净距指外部作业的结构外边线与城市轨道交通结构外边线的最小净距。

3 外部作业采用爆破法实施时，接近程度的判定应根据相关工程经验和爆破专项安全评估成果进行适当调整。

4 城市轨道交通非轨行区结构可按相关经验进行适当调整。



**图6.2.5-1 外部作业与明挖、盖挖法城市轨道交通结构的接近程度判定**



**图6.2.5-2 外部作业与矿山法城市轨道交通结构的接近程度判定**



**图6.2.5-3 外部作业与盾构法或顶管法城市轨道交通结构的接近程度判定**

**6.2.6** 周边外部作业的工程影响分区宜根据外部作业的施工方法确定，并应符合下列规定：

**1** 明挖、盖挖法外部作业的工程影响分区宜按表6.2.6-1和图6.2.6-1确定。

**表6.2.6-1 明挖、盖挖法外部作业的工程影响分区**

| 工程影响分区 | 区域范围 |
| --- | --- |
| 强烈影响区（A） | 结构正上方及外侧0.7h1范围内 |
| 显著影响区（B） | 结构外侧0.7h1~1.0h1范围 |
| 一般影响区（C） | 结构外侧1.0h1~2.0h1范围 |
| 较小影响区（D） | 结构外侧2.0h1范围以外 |

注：1 h1为明挖、盖挖法外部作业结构底板的埋深；

2 当外部作业需施工锚杆、锚索、土钉时，作业边界以锚杆、锚索、土钉末端的水平投影位置为准。



**图6.2.6-1 明挖、盖挖法外部作业的工程影响分区**

**2** 浅埋矿山法和盾构法外部作业的工程影响分区宜按表6.2.6-2和图6.2.6-2确定。

**表6.2.6-2 浅埋矿山法和盾构法外部作业的工程影响分区**

|  |  |
| --- | --- |
| 工程影响分区 | 区域范围 |
| 强烈影响区（A） | 隧道正上方及外侧0.7h2范围内 |
| 显著影响区（B） | 隧道外侧0.7h2~1.0h2范围 |
| 一般影响区（C） | 隧道外侧1.0h2~2.0h2范围 |
| 较小影响区（D） | 隧道外侧2.0h2范围以外 |

注：1 b和h2分别为矿山法和盾构法外部作业的隧道毛洞跨度和底板埋深。

2 当外部作业需施工锚杆、锚索、土钉时，作业边界以锚杆、锚索、土钉末端的水平投影位置为准。

3 本表适用于矿山法和盾构法外部作业的浅埋隧道，隧道顶埋深小于3b。



**图6.2.6-2 浅埋矿山法和盾构法外部作业的工程影响分区**

**3** 深埋矿山法和盾构法外部作业的工程影响分区宜按表6.2.6-3和图6.2.6-3确定。

**表6.2.6-3 深埋矿山法和盾构法外部作业的工程影响分区**

| 工程影响分区 | 区域范围 |
| --- | --- |
| 强烈影响区（A） | 隧道正上方及外侧1.0b范围内 |
| 显著影响区（B） | 隧道外侧1.0b~2.0b范围 |
| 一般影响区（C） | 隧道外侧2.0b~3.0b范围 |
| 较小影响区（D） | 隧道外侧3.0b范围以外 |

注：1 b为矿山法和盾构法外部作业的隧道的毛洞跨度。

2 当外部作业需施工锚杆，锚索、土钉时，作业边界以锚杆、锚索、土钉末端的水平投影位置为准。

3 本表适用于矿山法和盾构法外部作业的深埋隧道，隧道顶埋深大于3b。



**图6.2.6-3 深埋矿山法和盾构法外部作业的工程影响分区**

**6.2.7** 除基坑工程、矿山法工程、顶管法工程和盾构法工程等外部作业外，应通过外部作业净距对城市轨道交通风险进行控制。外部作业净距控制值宜符合表6.2.7的规定。

**表6.2.7 外部作业净距控制值（m）**

| 外部作业 | 城市轨道交通结构类型 | | |
| --- | --- | --- | --- |
| 地下结构 | 地面结构 | 高架结构 |
| 工程桩 \* | ≥3.0 | ≥3.0 | ≥3.0 |
| 围护桩、地下连续墙 \* | ≥5.0 | ≥5.0 | ≥5.0 |
| 钻探孔、监测孔 \* | ≥3.0 | ≥3.0 | ≥3.0 |
| 锚杆、锚索、土钉（末端） | ≥6.0 | ≥6.0 | ≥6.0 |
| 起重、吊装设备 | — | ≥6.0 | ≥6.0 |
| 搭建棚架及宣传标志 | — | ≥6.0 | ≥6.0 |
| 存放易燃物料 | — | ≥6.0 | ≥6.0 |
| 冲孔、震冲、挤土 \* | ≥20.0 | ≥6.0 | ≥6.0 |
| 浅孔爆破 \* | ≥15.0 | ≥15.0 | ≥15.0 |
| 深孔爆破 \* | ≥50.0 | ≥50.0 | ≥50.0 |

注：1 \*指外部作业与城市轨道交通结构外边线之间的水平投影净距，当城市轨道交通结构为地面或高架结构时，为与其基础之间的水平投影净距。

2 当围岩级别为I~III时，表中的净距控制值宜结合当地的工程经验进行适当调整。

3 当地基土体以淤泥、淤泥质土为主时，表中的净距控制值宜适当调整，并从严控制。

**6.2.8** 石油、天然气等易燃易爆物的净距控制值应按现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183和《输气管道工程设计规范》GB 50251的要求确定。

**【条文说明】**

**6.2.8~6.2.9** 石油、天然气等易燃易爆构筑物或管线和汽车加油加气站，尚应考虑其泄漏或爆炸对城市轨道交通结构的影响，其与城市轨道交通结构净距控制应满足国家现行有关标准的规定。

**6.2.9** 汽车加油加气站的净距控制值应按现行国家标准《汽车加油加气站设计与施工规范》GB 50156的要求确定。

**6.2.10** 穿越江河湖海的城市轨道交通地下结构、跨江桥梁，净距控制值应根据实际情况进行确定，且不宜小于本规范表6.2.7中相应数值的3倍。过水段轨道交通结构控制保护区内不应进行采砂、抛锚或拖锚等水下作业，水下清淤疏浚作业应保证轨道交通结构上方覆土厚度满足设计要求。

**【条文说明】**

**6.2.10** 考虑穿越江河湖海外部作业特殊性、水下工程的不确定性、维修加固的难度、事故造成的后果不可挽回等特性，穿越江河湖海的城市轨道交通地下结构，净距控制值应适当增大，并严格控制保护区内影响轨道交通覆盖层的采砂、抛锚或拖锚、水下清淤疏浚等作业。

**6.2.11** 城市轨道交通结构现状安全性可根据结构已使用年限和当前结构完好程度等确定，宜通过调查或工前专项检测等综合确定。

**【条文说明】**

**6.2.11** 周边外部作业施工前，城市轨道交通结构检测鉴定以保留原始证录，掌握轨道交通结构在工前初始状态下结构缺陷及服役现状，作为施工影响及后期的外部作业对轨道交通结构安全评估的依据。

**6.2.12** 当发生以下情况时，应对城市轨道交通风险等级进行重新划分。

**1** 施工图设计阶段设计方案发生重要变更；

**2** 在施工过程中，工程措施、工程地质条件或城市轨道交通环境条件发生较大变化。

**6.3 安全风险分析与评估**

**6.3.1** 周边外部作业对城市轨道交通结构风险的安全分析与评估宜在安全风险辨识与分级的基础上，结合现场踏勘情况、周边外部作业工程特点、城市轨道交通结构特点、岩土工程勘察报告、城市轨道交通结构调查资料、城市轨道交通结构工前检测（鉴定）文件、周边外部作业设计文件、政府批复文件、专家咨询或审查意见等资料进行。

**6.3.2** 城市轨道交通结构检测应包括外部作业施工前检测、施工过程中检测、施工完成后确认及应急检测。

风险等级为特级和一级的城市轨道交通结构应在外部作业施工前进行工前检测，在施工过程中对出现的问题应进行过程中检测，完工后应进行施工完成后确认。应急检测应在城市轨道交通结构遭遇自然灾害、发生事故或出现其他异常事件后，对结构进行检测，掌握结构的受损情况。

风险等级为二级的城市轨道交通结构宜在外部作业施工前进行工前检测，在施工过程中对出现的问题应进行过程中检测，完工后应进行施工完成后确认。

城市轨道交通结构工前检测应在周边外部作业对城市轨道交通结构风险的安全分析与评估工作前完成。

**【条文说明】**

**6.3.2** 该条文与本规范第4.3.2条相对应。周边外部作业施工前、施工过程中、施工完成后城市轨道交通结构检测，目的就是掌握城市轨道交通结构的初始状态、过程状态及工后状态，作为施工影响及后期的外部作业对轨道交通结构安全评估的依据。同时便于在外部作业施工过程中、施工完成后，对实际造成的影响进行责任认定，对造成严重后果的，根据我国2011年颁布的《中华人民共和国建筑法》有关规定，向责任者要求赔偿。

**6.3.3** 城市轨道交通结构检测工作宜在各方见证下开展，必要情况下可作为证据保全的依据之一，并应形成专项检测报告，掌握城市轨道交通结构的初始状态、过程状态及工后状态，作为周边外部作业施工影响及各类对比的依据。

**6.3.4** 城市轨道交通结构检测应包含但不限于以下内容：

**1** 收集被检测结构的竣工资料、养护资料、大修或专项维修资料、以往检测报告等；

**2** 现场调查结构形式、周边环境条件、外观质量及病害情况（裂缝、渗漏、剥离、掉块、倾斜、错台、脱空、接缝张开、连接螺栓松动、锈蚀等）。

**【条文说明】**

**6.3.4** 根据城市轨道交通结构形式，城市轨道交通结构检测内容宜包括表1中内容。

**表1 城市轨道交通结构检测内容**

| 结构形式 | 检测对象 | 检测内容 |
| --- | --- | --- |
| 高架结构 | 桥面板、梁体、支座、盖梁、墩台和基础等 | 伸缩缝的张开度；混凝土裂缝、强度、碳化深度、外观和内部缺陷、损伤、保护层厚度等；钢筋配置和锈蚀情况有无破损；基础有无冲刷；墩台沉降和倾斜；梁体挠度等 |
| 路基结构 | 基床、边坡和路肩等 | 混凝土裂缝、强度、碳化深度、外观和内部缺陷、损伤、保护层厚度等；基床有无翻浆冒泥、有无冻害、有无陷穴、有无渗水；基床和路基沉降；路基的路面宽度等 |
| 车站结构和隧道结构 | 主体结构、附属结构、联络通道、区间风井等 | 混凝土裂缝、强度、碳化深度、外观和内部缺陷、损伤、保护层厚度等；渗漏水；错台；变形缝差异变形；管片连接螺栓；竖向变形；水平变形；盾构隧道椭圆度；断面尺寸等 |
| 道床结构 | 道床结构 | 混凝土裂缝、强度、碳化深度、外观和内部缺陷、损伤和保护层厚度等；道床几何形位等 |

**6.3.5** 施工过程中出现以下情况之一时，应开展施工过程中检测工作：

**1** 安全监测数据达到或超过控制值一定范围；

**2** 城市轨道交通结构出现新增病害；

**3** 城市轨道交通结构原有病害出现较快发展。

**【条文说明】**

**6.3.5** 城市轨道交通结构过程检测的相关项目与工前检测相同，对外部作业影响新增的病害，应重点检测。

当城市轨道交通结构监测数据达到或超过控制值一定范围（各地区可根据当地具体情况选取范围值，广东省现行标准《城市轨道交通既有结构保护技术规范》DBJ/T 15-120中规定：“监测数据达到或超过控制值的60%”，天津市现行标准《天津市城市轨道交通结构安全保护技术规程》DB/T 29-279中规定：“安全监测数据达到或超过预警值”）或出现新的病害或原有病害较快发展时，表明城市轨道交通结构安全隐患增大或有进一步恶化的趋势，此时应开展过程检测工作、过程检测能反映城市轨道交通结构的现场动态，为进一步采取措施提供依据。

**6.3.6** 施工完成后确认应在外部作业完成且安全监测数据稳定之后开展。

**【条文说明】**

**6.3.6** 外部作业施工完成后，轨道交通结构的监测数据达到稳定状态后，可对既有结构的使用状态进行确认。监测数据稳定表示周边外部作业对城市轨道交通结构基本无进一步影响，城市轨道交通结构处于基础稳定状态。

**6.3.7** 周边外部作业对城市轨道交通结构风险的安全分析与评估应包括城市轨道交通结构的现状评估和外部作业影响预评估、外部作业施工过程评估和外部作业影响后评估。

**【条文说明】**

**6.3.7** 周边外部作业施工过程城市轨道交通结构安全性评估工作应结合具体的外部作业影响等级和实时监测数据的发展情况综合确定，其余三阶段的评估工作原则上都应开展。

周边外部作业对城市轨道交通结构存在影响，预评估旨在预测外部作业对城市轨道交通结构的影响，施工过程中的评估主要针对外部作业期间对城市轨道交通结构的影响，后评估针对外部作业完成后城市轨道交通结构状态的评估，重点评估城市轨道交通结构状态，轨道线路运营状态。

**6.3.8** 城市轨道交通结构的现状评估应在周边外部作业施工前，依据工前检测报告及现行相关规范，通过计算分析等手段，评估当前城市轨道交通结构的安全状态及持续抗变形能力和承载能力，并应确定相应的结构安全控制指标值。

**【条文说明】**

**6.3.8** 周边外部作业实施前，评估城市轨道交通结构的继续抗变形能力和承载能力，并确定相应的结构安全控制值，为后续的评估工作起到一定的指导作用。

**6.3.9** 外部作业影响预评估应在外部作业施工前，采用定性方法（工程类比、专家评议、概率统计、事故树等）和定量方法（理论分析、数值模拟计算等），分步序对外部作业全过程进行分析，预测外部作业对周边土体和城市轨道交通结构的不利影响，对城市轨道交通结构造成的附加荷载、附加变形等影响进行定性和定量分析。

**【条文说明】**

**6.3.9** 外部作业影响预评估进行理论上的预测分析，采用经验法主要是根据对过去类似工程实例的调查、分析进行影响预测。在采用时应注意：

**1** 外部作业的种类；

**2** 外部作业的工程规模；

**3** 外部作业的设计、施工情况；

**4** 场地地形、地质情况；

**5** 城市轨道交通结构的健康程度；

**6** 安全监测的量测结果等。

解析法包括理论解析方法和数值解析方法，在不能参考类似工程实例进行影响预测时，可采用解析方法进行预测；理论解析方法主要是对均质地层的圆形隧道等简单工况的求解；数值解析方法则可以考虑复杂地层和隧道形状以及施工步骤等。现多数情况下一般采用数值解析方法。数值解析方法主要包括：

**1** 整体分析法：即将地基与结构物作为一整体，利用地基中有结构物的模型，对施工过程中的地层变位和结构物同步进行分析。

**2** 分离分析法：即将地基与结构物分开分析，首先对地基变形进行预测分析，将预测所得的地基变位作为建筑物的输入条件进行结构分析。又可细分为如下三种方法：

**1）**将地基变位与建筑物的变形同等考虑的方法；

**2）**将相当于地基变位的荷载施加于结构物的方法；

**3）**将负载土压直接施加于结构物的方法。

其中方法1）适用于结构物会随地基变位而变化之类的刚度小的结构物和柔性结构物，预计的地层变形的规模大、隧道的存在对地层动态没有影响时；方法2）适用于刚度大、变形量会影响自身刚度与地基刚度的建筑物；方法3）适用于预计隧道的刚性相当大，隧道几乎不产生变形表现的情况。分析时，一般采用将地基刚度表示为弹性弹簧的弹性地基梁模型。

采用数值解析方法进行预测时应注意以下几点：

**1** 解析方法的选择；

**2** 解析范围和边界条件；

**3** 输入参数；

**4** 衬砌健康状态；

**5** 解析结果的评价；

**6** 对策、安全监视的反馈。

经验方法和解析方法均存在不足或因结构的重要性和工程特点，一般亦采用数值分析法和经验法相结合的方法来分析周边外部作业施工对城市轨道交通结构的影响。

**6.3.10** 外部作业影响预评估应结合城市轨道交通结构现状，判断外部作业工程施工能否满足城市轨道交通结构所允许的持续抗变形能力和承载能力，得出可能发生的城市轨道交通结构风险事件的类型、发生位置和外部作业施工工序，评估城市轨道交通结构风险工程的安全性，确定的结构安全控制指标值（宜包括分步控制指标、总控制指标、变化速率控制指标），评估外部作业设计、施工、监测等方案的可行性，提出用于城市轨道交通结构风险工程保护、外部作业后期设计和施工优化、监控量测等风险控制的合理可行建议。

**【条文说明】**

**6.3.10** 当外部作业的预测值超过相应的城市轨道交通结构安全控制值时，预评估的结论应为外部作业方案不可行，应调整外部作业方案，制定安全可靠的保护措施，并重新进行预评估，直至预评估的结论为外部作业方案可行。

**6.3.11** 城市轨道交通结构的计算分析宜采用荷载-结构模型、地层-结构模型等进行，并应根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010及其它现行相关规范进行验算。

**【条文说明】**

**6.3.11** 计算分析宜采取荷载-结构模型或地层-结构模型，并根据城市轨道交通结构建成年代，根据现行《混凝土结构设计规范》GB 50010，分别以裂缝控制、强度控制两种工况进行结构的承载能力极限状态和正常使用极限状态验算，估算结构的安全度。对于较为重要的结构，亦可考虑采用足尺或缩尺模型试验方法，模拟实际状态下结构的受力和变形特征。

**6.3.12** 外部作业施工过程评估应在外部作业施工过程中，结合城市轨道交通结构的监测数据和外部作业影响预评估的预测值，及时评估结构当前的安全控制指标，评估外部作业施工继续推进的可行性。

**【条文说明】**

**6.3.12** 该条文与本规范的第6.4.4、6.4.14条文相对应，外部作业施工过程评估的主要工作应以结构的监测数据为基础和依据。通过综合分析外部作业实施过程中城市轨道交通结构的监测数据，结合工前评估的预测值，及时评估城市轨道交通结构的当前安全状态，并判断外部作业继续施工过程结构的安全性。必要时，通过反演计算分析，修正预评估的预测结果，并预测评估外部作业施工过程城市轨道交通结构的安全状态。当外部作业对城市轨道交通结构造成的安全影响较大时，如实测数据达到或超过相应的城市轨道交通结构安全控制值的一定范围（各地区可根据当地具体情况选取范围值，《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202中规范“实测数据超过相应的结构安全控制值的80%”，广东省现行标准《城市轨道交通既有结构保护技术规范》DBJ/T 15-120中规定：“监测数据超过预评估结果”，浙江省现行标准《城市轨道交通结构安全保护技术规程》DB33/T 1139中规定：“轨道交通结构监测预警等级达到三级”，天津市现行标准《天津市城市轨道交通结构安全保护技术规程》DB/T 29-279中规定：“当既有结构监测预警等级达到本规程第10.3.1条规定的C级时，宜对外部作业进行施工过程评估”），应及时通过现状调查、检测，结合监测数据通过结构验算等手段，分析监测数据超标的原因，在此基础上再次评估城市轨道交通结构在当前状态下的继续抗变形能力和承载能力，根据调整后的外部作业方案，预估下一阶段城市轨道交通结构的变形增量，提出下一阶段城市轨道交通保护措施的改进建议。

**6.3.13** 外部作业影响后评估应在外部作业施工完成后，结合城市轨道交通结构的监测数据和工后检测报告，评估外部作业施工对城市轨道交通结构的影响程度，再次评估确定城市轨道交通的结构安全控制指标，为后期综合治理提供可靠的依据。

**【条文说明】**

**6.3.13** 外部作业影响后评估是在外部施工完成后，评估对城市轨道交通结构造成的安全影响。当判定外部作业对城市轨道交通结构造成的安全影响较大但城市轨道交通结构的变化尚未稳定时，如实测数据已超过相应的城市轨道交通结构安全控制值，应及时通过现状调查、检测，结合监测数据并通过结构验算等手段，评估城市轨道交通结构的当前安全状态，并提出相应的处理意见和建议。待城市轨道交通结构的变化稳定后，应再次进行外部作业影响后评估，并提出相应的处理意见和建议。

**6.3.14** 城市轨道交通控制保护区内时空相近的多项外部作业，应综合考虑其对城市轨道交通结构产生的叠加影响。

**【条文说明】**

**6.3.14** 城市轨道交通控制保护区内出现的时空相近、可能交叉影响的多项外部作业，如多个基坑工程，由于设计和施工方案难以保证同步进行，可能出现多种不利组合。应根据其时空特点，充分考虑多项外部作业的叠加影响，做到出现最危险工况时也能保证城市轨道交通结构的安全和正常运营。

**6.3.15** 城市轨道交通结构安全控制指标应包括：位移、变形、差异沉降、结构裂缝、相对收敛、变形曲率半径、管片接缝张开量、渗漏、附加荷载、振动速度、轨道横向高差、轨向高差、轨间距、道床脱空量等。

**【条文说明】**

**6.3.15** 城市轨道交通结构安全控制指标的选择应遵循可操作性原则，应针对不同的结构类型特点和不同的外部作业特点等有所侧重选用。如高架结构应以控制沉降量和差异沉降量为主，地下结构应以控制位移、变形、裂缝、相对收敛、渗漏、附加荷载等为主。当外部作业采用爆破方案时，应特别关注城市轨道交通结构的振动速度。

结构安全控制指标值应综合城市轨道交通结构特点、结构安全现状、运营安全要求、外部作业特点等因素确定。不同类型的城市轨道交通结构，由于结构的功能要求不同，结构所处部位不同，且结构对外部作业的响应也有所不同，故其结构安全控制指标也应有所侧重。

本规范表6.3.16给出的城市轨道交通结构常用的安全控制指标值，主要参考了国内一些城市和地区的城市轨道交通结构的保护技术标准、规定以及《地铁设计规范》GB 50157、《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202、《铁路线路维修规则》等。城市轨道交通的结构安全控制指标值难以严格量化，主要原因有：

**1** 不同类型的结构，其安全控制要求不同；

**2** 结构周边地层对安全控制起至关重要的影响，而地层的差异性巨大；

**3** 城市轨道交通结构的现状即健康状态存在差异，其实际安全状态也不尽相同，如新建隧道与已投入运营经历多次扰动影响的隧道、施工时存在缺陷的结构与没有缺陷的结构、各时期各地城市轨道交通建设标准的差异等，现状的差异导致难以用统一的量化值进行安全评价。因此，需综合考虑各方面因素，才能合理确定具体的结构安全控制值。

对于在城市轨道交通周边的外部作业，因人为的测量、施工误差，可能对城市轨道交通结构造成不利影响，应尽量避免。

**6.3.16** 城市轨道交通结构安全控制指标值应根据城市轨道交通的结构安全保护技术的要求及现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157确定。结构安全控制指标值宜符合表6.3.16的规定。

**表6.3.16 城市轨道交通结构安全控制指标值**

| 安全控制指标 | 预警值 | 控制值 | 安全控制指标 | 预警值 | 控制值 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 隧道水平位移 | <10mm | <20mm | 轨道横向高差 | <2mm | <4mm |
| 隧道竖直位移 | <10mm | <20mm | 轨向高差（矢量值） | <2mm | <4mm |
| 隧道径向收敛 | <10mm | <20mm | 轨间距 | >-2mm  <+3mm | >-4mm  <+6mm |
| 隧道变形曲率半径 | — | >15000m | 道床脱空量 | ≤3mm | ≤5mm |
| 隧道变形相对曲率 | — | <1/2500 | 振动速度 | — | ≤2.5cm/s |
| 盾构管片接缝张开量 | <1mm | <2mm | 结构裂缝宽度 | 迎水面  <0.1mm  背水面  <0.15mm | 迎水面  <0.2mm  背水面  <0.3mm |
| 隧道结构外壁附加荷载 | — | ≤20kPa |

注：1 指标值不包括测量、施工等的误差。

2 表中数值为未考虑城市轨道交通结构发生变形或病害情况下的安全控制值，如城市轨道交通结构已发生变形或病害，则应根据现状评估取值。

**6.3.17** 周边外部作业对城市轨道交通结构风险的安全分析与评估应形成安全性评估文件，并组织外部作业相关单位和相关专家对其进行评审。通过评审的安全性评估文件可作为外部作业开展后续设计、施工等工作的依据。

**【条文说明】**

**6.3.17** 相关单位包括但不限于外部作业建设单位、勘察单位、设计单位、施工单位、监理单位、第三方监测单位、第三方检测和评估单位、城市轨道交通产权单位。

**6.3.18** 当城市轨道交通结构风险等级重新划分后，应根据相关变更文件，重新对城市轨道交通结构进行安全分析与评估。

**6.4 安全风险控制与管理**

**6.4.1** 周边外部作业施工前应根据城市轨道交通结构风险安全性评估文件、施工图设计文件等，制定安全可靠的作业方案、保护措施。外部作业不得影响城市轨道交通结构的正常使用功能、承载能力、耐久性和其他特殊功能。

**【条文说明】**

**6.4.1** 城市轨道交通作为城市的生命线工程，其安全关系国计民生，且由于其设计使用年限长，结构的维修和加固极为困难，故应严格控制和规范城市轨道交通结构周边的外部作业，严禁外部作业影响城市轨道交通结构的正常使用功能、承载能力和耐久性。

另外，根据《中华人民共和国人民防空法》第十四条，城市地下交通干线以及其他地下工程的建设，应当兼顾人民防空需要。因此，考虑到城市轨道交通结构尚可兼有的其他特殊功能，本条还规定外部作业不得降低结构作为人防、防淹等工程使用时应具备的防护能力及防护标准。

**6.4.2** 分级清单中的特级和一级城市轨道交通结构，外部作业在施工前应根据城市轨道交通结构的安全性评估文件，制定相应的安全应急预案。风险等级为二级的城市轨道交通结构，外部作业在施工前宜制定相应的安全应急预案。应急预案应体现城市轨道交通结构的特点并具有可操作性，对控制要点要有针对性逐一落实，做好相关物资储备，建立责任体系，保证城市轨道交通结构的安全。

**【条文说明】**

**6.4.2** 影响等级为特级、一级的外部作业，往往引起城市轨道交通结构的原设计荷载和边界条件等发生改变。考虑到各时期、各地城市轨道交通建设标准的差异，对于外部作业改变城市轨道交通结构周边地层、围岩的应力状态，或改变城市轨道交通结构最初设计时所采用的边界条件等的情况，都应重新核算新情况下城市轨道交通结构的安全性。若安全评估结果表明，外部作业不能满足城市轨道交通结构的安全要求，则应采取相应的加固和控制措施，否则不得进行该外部作业。对城市轨道交通结构影响较大的外部作业，应在作业前制定应急预案，以防一旦出现险情时可以及时采取应急措施，防止险情恶化，避免对结构造成无法修复的损害。

**6.4.3** 周边外部作业施工前应做好工程筹划，保证连续作业，平稳匀速施工，避免中途停工，严格按照设计文件施工，保障作业安全，避免发生险情。当出现险情时，应优先确保城市轨道交通结构的安全。

**【条文说明】**

**6.4.3** 由于部分外部作业是临时工程，其安全系数相对较低，可能在外部作业过程发生险情，但考虑到保证城市轨道交通的安全要求，故应避免外部作业发生险情。即使外部作业出现险情时，也不得影响城市轨道交通结构的安全。譬如，城市轨道交通控制保护区内的基坑工程，由于属于临时工程，其设计使用年限一般较短，当超过其设计使用年限时，应重新评估基坑支护的可靠性，并采取相应的措施，以确保城市轨道交通结构的安全。

外部作业实施过程中出现的自身支护结构破坏、基础桩成孔坍土、土体失稳或位移过大等情况，不得影响城市轨道交通结构的安全。对于外部作业自身可能出现的险情，如支护结构破坏、基础桩成孔坍土、土体失稳或变位过大等，外部作业的设计方案和施工过程须严格控制，不得违规操作，确保即使外部作业发生险情时，也应优先保护城市轨道交通结构的安全。

**6.4.4** 风险等级为特级、一级和二级的城市轨道交通结构，在外部作业施工过程中，应对受影响的城市轨道交通结构进行监测；根据监测数据，结合城市轨道交通结构安全控制指标值，应对外部作业实行过程监控。

**【条文说明】**

**6.4.4** 该条文与本规范第6.3.12条的外部作业过程评估相对应。通过对外部作业进行过程监控，可动态掌握外部作业对城市轨道交通结构的影响，及时采取针对性的防控措施，保障城市轨道交通结构的安全。

**6.4.5** 城市轨道交通结构的监测工作，不得影响城市轨道交通的正常运营。

**6.4.6** 城市轨道交通结构的监测方法，应采用仪器监测、巡视检查、视频监控相结合的方法，其中仪器监测宜采用自动化监测方法。

**【条文说明】**

**6.4.6** 该条文与本规范的第4.4.7条文相对应。城市轨道交通运营期间，宜采用仪器测量和视频监控，避免对运营产生干扰。运营停止期间，宜采用仪器监测、巡视检查和视频监控相结合的方法。

**6.4.7** 城市轨道交通结构的监测方案，应依据城市轨道交通结构受周边外部作业的影响特征、城市轨道交通结构安全保护要求及外部作业实施前所开展的安全评估成果编制。

风险等级为特级和一级的城市轨道交通结构，监测控制值应依据城市轨道交通结构的安全性评估文件、外部作业设计文件等，结合专家审查意见给出。风险等级为二级的城市轨道交通结构，监测控制值宜依据城市轨道交通结构的安全性评估文件、外部作业设计文件等，结合专家审查意见给出。

**【条文说明】**

**6.4.7** 监测方案是监测单位实施监测的重要技术依据和文件，是保证监测质量的重要前提。应依据外部作业对结构的影响特征、结构的安全保护要求、外部作业实施前所开展的安全评估成果和所选监测项目、监测仪器、监测组织以及国家现行相关技术标准编制监测方案。监测方案中还应包括在外部作业实施前，采用仪器监测和人工巡查相结合的方法，对城市轨道交通结构现有状况进行影像、照片、文字、测量数据等全方位定量、定性记录和确认，如现有结构裂缝的长度、宽度测量，渗漏水的位置和面积、修补痕迹等记录，以便于比较得出外部作业对城市轨道交通结构影响的量值、速率、性质等。监测方案由外部作业建设单位确认后，需报城市轨道交通经营单位征求意见，方案通过后方可办理进场作业手续。

**6.4.8** 工程监测设计文件中应包括监测项目、监测内容、监测控制值、监测点布设、监测周期、监测频率、监测仪器精度、监测成果要求、信息反馈等。

当涉及施工降水时，应对地下水位监测提出相关要求。当涉及施工爆破时，应对爆破振动监测提出相关要求。施工降水作业和爆破作业不得影响城市轨道交通结构的安全和正常使用。

**【条文说明】**

**6.4.8** 鉴于降水作业、爆破作业的特殊性及其危害性，在城市轨道交通控制保护区内实施降水作业、爆破作业，应进行地下水位、爆破振动速度监测。

**6.4.9** 监测方案中的监测布点和频率，应根据分级清单中城市轨道交通风险等级确定。

城市轨道交通结构的监测频率，应能系统反映监测对象所测项目的重要变化过程及其变化时刻。当监测数据接近城市轨道交通结构安全控制指标值的预警值时，应提高监测频率；当发现城市轨道交通结构有异常情况或外部作业有危险事故征兆时，应采用不间断实时监测。

**6.4.10** 城市轨道交通结构的水平位移、竖向位移测量应分别符合现行国家相关变形测量技术规范的规定，其他监测项目应符合国家现行标准《工程测量通用规范》GB 55018、《工程测量标准》GB 50026、《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308、《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202和《建筑变形测量规范》JGJ 8的有关规定。

**【条文说明】**

**6.4.10** 根据《中华人民共和国测绘法》和《中华人民共和国计量法》规定，城市轨道交通结构的监测单位应具有相应的工程测量资质，依法进行测量和保护城市轨道交通结构地理信息等测量成果；应按照相关工程测量规范规定的测量精度以及测量方法实施监测；应依法按照相关计量检定规程对将使用的监测仪器进行检定；监测过程中应使用检定合格且在有效期内的监测仪器；监测技术人员须经培训合格后方能上岗，以保证监测数据的准确性、客观性和公正性。城市轨道交通管理部门应依据法律规定以及现行相关规范，对监测单位、监测仪器、监测技术和监测方法等进行监督检查。

**6.4.11** 城市轨道交通结构的监测周期，应从测定监测项目初始值开始，至外部作业完成且监测数据趋于稳定后结束。

**【条文说明】**

**6.4.11** 城市轨道交通结构的监测周期，即监测开始至监测结束，应从外部作业之前测定监测项目初始值开始，至外部作业完成或结束，且城市轨道交通结构的变形、位移等已稳定，城市轨道交通结构的安全隐患、风险消除后方可结束监测。

**6.4.12** 城市轨道交通结构监测项目的初始值应在周边外部作业施工前测定，应取至少连续测量3次的稳定值的平均数作为初始值。

**6.4.13** 施工单位和第三方监测单位应严格按照监测设计文件和监测方案开展监测工作，并符合下列规定：

**1** 施工单位和第三方监测单位应开展同点监测工作；

**2** 当施工监测和第三方监测数据不一致或出现异常时，监测单位应对施工监测和第三方监测数据进行对比分析，并进行处理和形成记录；

**3** 监测工作开始前，施工监测和第三方监测单位应对基准点进行复核及检查，同时采集监测点初始值；

**4** 施工期间，施工监测和第三方监测单位应定期对基准点进行复核联测及检查，并形成记录；

**5** 施工单位应对监测点进行保护，保证监测的连续性和正常性。

**6.4.14** 周边外部作业施工过程中应及时分析监测数据及其变化情况，达到预警标准时及时进行风险预警。风险预警按严重程度由小到大应分为A、B、C、D四个等级。监测预警等级划分及对应管理措施应符合表6.4.14。

**表6.4.14 监测预警等级划分及对应管理措施**

| 监测预警等级 | 监测比值G | 应对管理措施 |
| --- | --- | --- |
| A | G<0.6 | 可正常进行外部作业 |
| B | 0.6≤G<0.8 | 发送预警快报，并采取加密监测点或提高监测频率等措施加强对城市轨道交通结构的监测 |
| C | 0.8≤G<1.0 | 发送预警快报，应暂停外部作业，进行过程安全评估工作，各方共同制定相应安全保护措施，并经组织审査后，开展后续工作。 |
| D | 1.0≤G | 发送预警快报，启动安全应急预案 |

注：监测比值G为监测项目实测值与城市轨道交通结构安全控制指标值的比值。

**【条文说明】**

**6.4.14** 该条文与本规范第6.3.12条文相对应，采用监测比值G反映外部作业施工过程城市轨道交通结构的安全状态。能够较为简便地掌握城市轨道交通结构的动态影响程度，根据G值大小划分预警等级，并提出相应等级的应对措施。

当外部作业对城市轨道交通结构造成的安全影响较大时，如实测数据超过相应的城市轨道交通结构安全控制值的80%（各地区可根据当地具体情况选取范围值），监测预警等级达到C级时，应立即停止外部作业，及时开展现状调查、复测，结合监测数据通过结构验算等手段，评估城市轨道交通结构的当前安全状态，并提出相应的处理意见和建议，在通过后续评审后，方可继续进行外部作业。

**6.4.15** 监测预警等级的划分，应结合城市轨道交通结构监测数据的变化速率值，当每天的变化速率值连续3天超过2mm时，监测预警等级应评定为C级。

**【条文说明】**

**6.4.15** 监测预警等级的划分，应充分考虑城市轨道交通结构监测数据的变化速率值。当城市轨道交通结构监测数据显示每天的变化速率值连续3天超过2mm，应将监测预警等级评定为C级，采取相对应的应对管理措施，保障城市轨道交通结构的安全。

**6.4.16** 城市轨道交通结构的监测信息应及时反馈给相关单位。

# 本标准用词说明

**1** 为便于在执行本标准条文时区别对待，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”。

**2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。**

# 引用标准名录

**1** 《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652

**2** 《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202

**3** 《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911

**4** 《环境影响评价技术导则 声环境》HJ 2.4

**5** 《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》HJ 453

**6** 《城市轨道交通土建工程设计安全风险评估规范》DB11/1067

**7** 《城市轨道交通工程建设安全风险技术管理规范》DB11/1316

**8** 《城市轨道交通既有结构保护技术规范》DBJ/T 15-120

**9** 《天津市城市轨道交通结构安全保护技术规程》DB/T 29-279

**中国工程建设标准化协会标准**

**城市轨道交通工程安全性评估技术标准**

**T/CECS XXX—202X**

# 条文说明