

UDC

中华人民共和国行业标准

P

TB

TB XXXXX—202X

JXXX—202X

铁路城市隧道技术规程

Technical Code for Railway Tunnels in Urban Areas

（征求意见稿）

20 XX—XX—XX 发布

20 XX—XX—XX 实施

国家铁路局 发布

中华人民共和国行业标准

铁路城市隧道技术规程

Technical Code for Railway Tunnels in Urban Areas

TB XXXXX-202X

主编单位：中铁二院工程集团有限责任公司

中铁工程设计咨询集团有限公司

批准部门：国家铁路局

施行日期：20XX 年 XX 月 XX 日

20XX 年 北 京

前 言

近年来，随着我国高速铁路、城际铁路、市域（郊）铁路和普速铁路不断向城市建成区、规划区及其邻近区域延伸，铁路城市隧道工程数量持续增加。此类工程受城市建（构）筑物、地下管线、交通设施、地下空间及周边环境条件制约明显，具有工程环境复杂、周边敏感目标密集、施工组织受限、风险控制要求高、建设运营衔接要求强等特点。为系统总结我国铁路城市隧道工程建设和运营维护实践经验，统一相关技术要求，提升铁路城市隧道工程建设和运营安全保障水平，制定本规程。

本规程在编制过程中，全面总结了近年来铁路城市隧道工程在勘察、设计、施工、质量验收和运营维护方面的实践经验，吸收了相关科研成果，结合铁路工程建设特点和城市环境条件，围绕风险识别与分级控制、勘察与环境调查、结构设计、防水排水、施工组织与过程控制、监测检测、建设—运营移交及运营安全保护等内容，提出了相应技术要求，形成了覆盖铁路城市隧道工程建设与运营维护全过程的技术体系，为铁路城市隧道工程技术管理和工程实施提供技术依据。

本规程共 17 章，包括总则、术语、基本规定、勘察与调查、总体设计、安全风险评价与分级、结构设计、防水与排水、超前地质预报、施工、邻近施工影响与保护、通风与照明、防灾与救援、环境保护、监测、工程施工质量检测与验收、运营安全保护，另有 8 个附录。主要技术内容如下：

1. 明确本规程的适用范围和基本原则，提出铁路城市隧道工程勘察、设计、施工、质量验收和运营维护全过程的基本要求。

2. 提出铁路城市隧道工程风险识别、分级控制和动态复核要求，明确风险管理在建设和运营全过程中的应用原则。

3. 规定铁路城市隧道工程勘察、周边环境调查及成果要求，明确工程地质、水文地质及周边建（构）筑物、地下设施等调查内容。

4. 规定铁路城市隧道工程总体设计、结构设计、防水与排水设计要求，明确主体结构、附属土建结构及不同施工方法条件下的设计原则。

5. 提出盾构法、矿山法、明挖法等施工方法及施工过程控制要求，明确施工组织、环境保护和安全风险控制原则。

6. 规定超前地质预报、监测、检测及质量验收技术要求，明确监测项目、控制值、预警及信息反馈要求。

7. 明确建设与运营衔接要求，规定移交资料、结构初始状态基准及施工后监测衔接内容。

8. 提出铁路城市隧道运营安全保护、结构状态评价、外部作业影响控制、维修质量检验及修后验证等技术要求。

在执行本规程过程中，希望各有关单位结合工程实践，认真总结经验，积累资料。如发现需要修改和补充之处，请将意见及有关资料寄送至中铁二院工程集团有限责任公司（四川省成都市金牛区通锦路3号，邮编：610031）和中铁工程设计咨询集团有限公司（北京市丰台区广安路15号，邮政编码：100055）；抄送至中国铁路经济规划研究院有限公司（北京市海淀区北蜂窝路乙29号，邮政编码：100038），供今后修订时参考。

本规程由国家铁路局科技与法制司负责解释。

主编单位：中铁二院工程集团有限责任公司、中铁工程设计咨询集团有限公司。

参编单位：中国铁路设计集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中铁隧道局集团有限公司、中铁十一局集团有限公司、国家铁路局工程质量监督中心。

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	4
3.1	一般规定	4
3.2	城市环境复杂程度分级	5
4	勘察与调查	8
4.1	一般规定	8
4.2	城市环境调查	9
4.3	踏勘	11
4.4	初测	12
4.5	定测及补充定测	14
4.6	施工勘察与地质核查	18
4.7	专项勘察	19
4.8	成果分析与勘察报告	19
5	总体设计	23
5.1	一般规定	23
5.2	线路平面与纵断面	24
5.3	空间布置	26
5.4	施工方法比选	27
6	安全风险评价与分级	29
6.1	一般规定	29
6.2	风险识别	29

6.3	风险分级与评价	31
6.4	风险控制	34
6.5	动态复核与残余风险	35
7	结构设计	37
7.1	一般规定	37
7.2	材料与耐久性	38
7.3	作用与结构计算	39
7.4	盾构隧道结构	41
7.5	矿山法隧道结构	41
7.6	明挖结构	43
7.7	抗震与偶然作用设计	44
7.8	地下水控制设计	46
7.9	抗浮设计	46
8	防水与排水	48
8.1	一般规定	48
8.2	防水等级与设防标准	48
8.3	盾构隧道防水	49
8.4	矿山法、明挖结构防水	50
8.5	排水系统	50
8.6	防洪防涝	52
9	超前地质预报	54
10	施 工	56
10.1	一般规定	56

10.2	矿山法施工	59
10.3	盾构法施工	61
10.4	明挖施工	62
10.5	施工通风与环境保护	64
11	邻近施工影响与保护	66
11.1	一般规定	66
11.2	影响范围与评价	66
11.3	既有铁路及城市轨道交通保护	67
11.4	建（构）筑物及历史文化保护对象保护	68
11.5	地下管线保护	69
11.6	城市道路安全保护	70
12	通风与照明	72
13	防灾与救援	73
14	环境保护	75
15	监 测	77
15.1	一般规定	77
15.2	监测对象与项目	78
15.3	测点、方法与频率	79
15.4	监测控制值、预警与信息反馈	80
15.5	施工后监测与健康监测	81
16	工程施工质量检测与验收	83
16.1	一般规定	83
16.2	检 测	83

16.3 验 收.....	85
17 运营安全保护	88
附录 A 铁路城市隧道风险分级控制与动态复核要求	91
附录 B 铁路城市隧道结构计算主要参数取值	96
附录 C 监测、检测与数字化技术选用	100
附录 D 监测主要控制指标与参考控制值	103
附录 E 建设—运营移交资料及结构初始状态基准	106
附录 F 病害与结构状态评价及处置要求	109
附录 G 外部作业影响评价与监测要求	112
附录 H 维修质量检验与修后验证要求	115
本规程用词说明	119
《铁路城市隧道技术规程》条文说明	120

1 总 则

1.0.1 为统一铁路城市隧道工程勘察、设计、施工、质量验收和运营维护技术要求，保障工程结构安全、运营安全和城市环境安全，做到安全可靠、技术先进、经济适用、绿色低碳、便于维护，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建高速铁路、城际铁路、市域（郊）铁路和普速铁路中，位于城区范围内，或虽位于城区范围外但工程建设明显受城市建（构）筑物、地下管线、交通设施、地下空间及其他城市环境因素制约的区间隧道工程，包括其中下穿河流、湖泊、城市景观水体等的水下隧道及水下区段；改建、扩建铁路城市隧道工程可参照执行。

1.0.3 铁路城市隧道工程建设应根据铁路等级、工程地质与水文地质条件、城市环境条件及周边环境敏感程度，统筹工程结构安全、铁路运营安全和城市环境安全，实施全过程安全风险管埋。

1.0.4 铁路城市隧道工程应贯彻全生命周期理念，统筹勘察、设计、施工、质量验收和运营维护各阶段技术要求，合理利用资源，减少工程建设和运营对城市环境的影响。

1.0.5 铁路城市隧道工程除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 铁路城市隧道 railway urban tunnel

位于城区范围内，或虽位于城区范围外但工程建设明显受城市建（构）筑物、地下管线、交通设施、地下空间及其他城市环境因素制约的铁路隧道。

2.0.2 主体结构 main structure

保障列车安全运营和隧道结构体系稳定的主要受力结构。

2.0.3 重点保护对象 key protected object

位于工程影响范围内，因其重要性、敏感性、运营要求或损伤后果，需要重点开展调查、影响评价、工程保护和监测的既有铁路、城市轨道交通、建（构）筑物、地下管线、道路、桥梁、地下空间、重要水体、历史文化保护对象及其他设施。

2.0.4 建筑密集区 densely built-up area

隧道工程影响范围内建（构）筑物集中分布、建筑间距较小，且其基础、结构或使用功能对施工引起的地层变形、地下水变化或振动较为敏感的区域。

2.0.5 穿越 crossing

隧道结构平面投影与既有建（构）筑物、交通设施、地下设施或其他保护对象的主体结构或基础发生交叠的空间关系。

2.0.6 邻近 proximity

隧道虽未构成穿越，但保护对象位于隧道预计施工影响范围内的空间关系。

2.0.7 邻近施工 adjacent construction

铁路城市隧道施工与位于其施工影响范围内的既有铁路、城市轨道交通、建（构）筑物、地下管线、道路、桥梁、地下空间及其他重点保护对象产生相互影响，需要进行影响评价并采取相应保护措施的施工活动。

2.0.8 残余风险 residual risk

采取风险控制措施后仍然存在，需要在后续施工或运营阶段继续采取监测、

复核或其他控制措施的风险。

2.0.9 外部作业 exterior action

在铁路城市隧道周边进行的,可能对隧道结构或铁路运营安全产生影响的工程活动。

2.0.10 修后验证 post-repair verification

维修、加固或病害治理完成后,通过检查、检测、监测、试验或计算分析等方法,对治理效果和结构状态进行验证的活动。

2.0.11 异常工况处置 abnormal condition handling

对施工阶段可能发展为突发事件或事故的非正常施工作业工况,采取异常辨识、停工撤人、风险控制、监测复核和恢复施工条件确认等措施的活动。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 铁路城市隧道工程应遵循安全可靠、因地制宜、环境协调和便于维护的原则，统筹工程结构安全、铁路运营安全和城市环境安全。

3.1.2 铁路城市隧道工程应根据铁路类型和技术标准，结合工程地质与水文地质条件、城市环境条件、隧道规模、结构形式和施工方法，合理确定设计、施工及环境保护要求。

3.1.3 铁路城市隧道的设计速度、列车荷载、建筑限界、轨道及运营条件等技术要求，应符合现行《铁路隧道设计规范》TB 10003 的规定；高速铁路尚应符合现行《高速铁路设计规范》TB 10621 的规定，城际铁路尚应符合现行《城际铁路设计规范》TB 10623 的规定，市域（郊）铁路尚应符合现行《市域（郊）铁路设计规范》TB 10624 的规定，普速铁路尚应符合现行《铁路线路设计规范》TB 10098 的规定。

3.1.4 铁路城市隧道主体结构的设计使用年限应为 100 年。

3.1.5 铁路城市隧道主体结构的安全等级应为一级。

3.1.6 铁路城市隧道结构应满足承载能力、正常使用、耐久性、防水、抗震、防灾救援和运营维护要求。

3.1.7 铁路城市隧道工程应根据重点保护对象的重要性、敏感程度及工程影响程度，采取相应的勘察、设计、施工、监测和保护措施。

3.1.8 铁路城市隧道工程建设引起的地层变形、地下水变化和振动等不应危及铁路结构、铁路运营及周边环境安全。

3.1.9 铁路城市隧道勘察、设计、施工及监测过程中发现工程地质、水文地质、周边环境或施工条件与原采用条件存在明显差异，并可能影响工程安全时，应及时进行技术复核，并采取相应措施。

3.1.10 铁路城市隧道工程采用大直径盾构、装配式结构以及其他现行铁路工

程建设标准尚无成熟规定的新技术、新工艺、新材料和新设备时，应根据工程特点开展试验研究、计算分析或工程验证，确定其适用条件和技术要求。

3.1.11 铁路工程建设标准未作具体规定，确需采用城市轨道交通、城市地下工程或其他行业标准有关技术要求时，应结合铁路列车荷载、建筑限界、轨道结构、运营条件及安全要求进行适用性分析。

3.1.12 铁路城市隧道水下区段应按实际水压力、覆盖层、冲刷和水力联系开展勘察、结构、防水、施工及应急设计。区段长度或断面规模较小，不应作为降低防涌水、抗浮和人员撤离控制要求的依据。

3.2 城市环境复杂程度分级

3.2.1 铁路城市隧道的城市环境复杂程度宜划分为一般、较复杂和复杂三级。同一隧道沿线环境条件差异明显时，应分段确定。

3.2.2 铁路城市隧道城市环境复杂程度应根据周边环境调查成果，结合工程地质、水文地质条件及其对周边环境影响识别和控制的作用，分段进行评价。

3.2.3 铁路城市隧道的城市环境复杂程度评价应主要考虑下列因素：

- 1 建（构）筑物及其基础的分布、结构形式、结构状况、既有缺陷和运行状态、重要性和变形敏感程度；
- 2 地下管线的种类、数量、空间分布、运行状态、介质特性及破坏后果；
- 3 地下构筑物、地下空间及地下障碍物的分布及其与隧道的空间关系；
- 4 既有铁路、城市轨道交通、道路、桥梁及其他重要交通设施的分布和运营条件；
- 5 重要水体、历史文化保护对象及其他环境敏感对象的保护要求；
- 6 在建、拟建工程及其他外部工程活动可能产生的叠加影响；
- 7 地质环境受既有工程活动影响的程度，既有资料的完整性、可靠性，以及现场调查、探查和核实的难易程度。

3.2.4 铁路城市隧道周边环境对象较少，空间关系简单，工程与周边环境相互

影响较小，且基础资料较完整的区段，城市环境复杂程度宜判定为一般。

3.2.5 铁路城市隧道周边建（构）筑物、地下管线、地下空间或交通设施较为集中，存在重要或敏感环境对象，工程与周边环境相互影响较明显，但主要环境条件能够通过常规调查和勘察方法查明的区段，城市环境复杂程度宜判定为较复杂。

3.2.6 铁路城市隧道与周边环境相互影响显著、调查难度较大或安全控制要求较高，并符合下列情形之一时，城市环境复杂程度宜判定为复杂：

- 1 建（构）筑物密集，存在重要、变形敏感或基础形式复杂的建（构）筑物；
- 2 地下管线或地下构筑物密集，存在燃气、油气、高压供水等破坏后可能产生严重后果的重要管线；
- 3 穿越或邻近既有铁路、城市轨道交通及其他重要交通设施；
- 4 穿越或邻近重要道路、桥梁、大型地下空间及其他重要城市基础设施；
- 5 穿越或邻近重要水体，地下水或地层变化可能对工程或周边环境产生明显影响；
- 6 涉及文物建筑、历史建筑、文化遗址及其他保护要求较高的对象；
- 7 地下空间开发程度高，既有桩基、地下连续墙、锚杆、废弃基础、废弃管线、空洞等地下障碍物分布复杂；
- 8 多种敏感环境因素相互叠加，或重要环境资料缺失、相互矛盾且难以可靠查明。

3.2.7 铁路城市隧道预计施工影响范围可按下列规定初步确定：

- 1 明挖法施工时，宜取基坑结构外边线两侧各 30m 或 3H 范围中的较大值；
- 2 矿山法施工时，宜取隧道结构外边线两侧各 30m 或 3B 范围中的较大值；
- 3 盾构法施工时，宜取隧道结构外边线两侧各 30m 或 3D 范围中的较大值；

值。

注：H 为基坑设计开挖深度；B 为矿山法隧道设计开挖宽度；D 为盾构隧道设计外径。

3.2.8 铁路城市隧道涉及既有铁路营业线时，应同时按现行《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》TB 10314 确定施工影响范围；涉及既有城市轨道交通时，应同时按现行《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202 确定控制保护范围。

3.2.9 铁路城市隧道的城市环境复杂程度应根据勘察与调查成果逐阶段复核。周边环境、城市建设条件或工程方案发生明显变化时，应重新评价。

3.2.10 铁路城市隧道城市环境复杂程度应作为确定勘察与调查、专项探查、重点保护对象核查、施工方法比选及监测控制等技术要求的依据之一。较复杂和复杂区段应加强综合探查和现场验证；复杂区段尚应加强重点保护对象核查、施工过程动态复核和监测控制。

3.2.11 铁路城市隧道城市环境复杂程度按本节有关周边环境条件判定后，应结合场地、地基及地下水条件对施工稳定、地层变形和周边环境控制的影响进行修正。场地、地基或地下水条件明显增加施工控制或周边环境保护难度时，城市环境复杂程度不宜低于较复杂；场地或地基条件复杂，且可能显著增加地层变形、地下水控制或周边环境安全风险时，城市环境复杂程度宜按复杂确定。

3.2.12 铁路城市隧道的城市环境复杂程度分级不应替代工程安全风险评价与分级。

4 勘察与调查

4.1 一般规定

4.1.1 铁路城市隧道工程勘察与调查应结合场地条件、周边环境及工程特点制定勘察方案，采用综合勘察方法，分阶段查明工程地质、水文地质和城市环境条件，并应进行综合分析评价。

4.1.2 铁路城市隧道工程勘察与调查应为下列工作提供资料：

- 1 隧道选线，洞口、竖井、工作井、联络通道及附属结构位置的选定；
- 2 隧道埋深、断面与结构形式、支护与衬砌结构设计；
- 3 施工工法选择、盾构设备选型与刀具配置、辅助工程措施和施工参数确定；
- 4 地下水控制、抗浮与防水设计；
- 5 工程风险评估、周边环境保护与监测方案设计。

4.1.3 铁路城市隧道工程勘察阶段划分应与铁路建设程序相适应，一般分为踏勘、初测、定测、补充定测和施工勘察五个阶段。各阶段勘察目的、任务和工作深度应符合表 4.1.3 的规定。

表 4.1.3 铁路城市隧道工程勘察阶段划分与工作要求

勘察阶段	对应设计阶段	主要目的	主要工作
踏勘	预可行性研究	调查影响线路方案的工程地质、水文地质和城市环境条件，为编制预可行性研究报告提供资料	搜集分析区域与既有工程资料，开展现场踏勘调查，初步评价隧道通过区的工程地质与水文地质条件
初测	可行性研究	初步查明控制线路方案的不良地质、特殊性岩土、水文地质问题和周边环境风险，为隧道方案比选和可行性研究提供资料	工程地质调绘、遥感解译、综合物探、控制性勘探与测试、重点环境对象初步识别
定测	初步设计	基本查明隧道及其附属结构物的工程地质与水文地质条件，为初步设计、工法比选和周边环境保护设计提供资料	综合勘探与测试、水文地质试验、工法勘察、城市环境调查与影响分区评价
补充定测	施工图设计	详细查明工程地质与水文地质条件，为施工图设计和施工提供资料	按工点布置针对性勘探与测试、专项勘察、城市环境专项调查、岩土参数统计分析
施工	施工阶段	核查前期勘察成果，查明施工揭示的地质	施工地质核查、超前地质预报、补

勘察阶段	对应设计阶段	主要目的	主要工作
勘察	段	异常和未查明的地质问题	充勘察、地质素描与动态反馈

4.1.4 铁路城市隧道工程勘察应重点查明下列内容：

- 1 高灵敏度软土层、高塑性黏性土层、强透水松散砂层、含承压水砂层、软硬不均地层、填土及人工改造地层的成因、分布和工程特性；
- 2 含漂石（块石）或卵石（碎石）的地层，其颗粒组成、最大粒径、曲率系数、不均匀系数、石质强度、磨蚀性矿物成分及含量、黏粒含量；
- 3 基岩地区的岩土分界面、岩石坚硬程度、岩石质量指标（RQD 值）、岩石风化程度、风化界面、球状风化体、差异风化及结构面发育情况；
- 4 断层、断层破碎带、节理密集带、侵入蚀变带、岩相接触带的空间分布、规模、物质组成、工程性质和水文特征；
- 5 岩溶及岩溶水、人为坑洞、孤石、流砂、喷涌、放射性、有害气体的成因、分布和特性；
- 6 既有铁路与城市轨道交通、建（构）筑物及其基础、地下管线与综合管廊、地下空间与地下障碍物、城市道路与桥梁、重要水体与防洪排涝设施、历史文化保护对象及在建和拟建工程等城市环境条件。

4.1.5 勘察与调查范围应根据隧道埋深、结构形式、施工方法和工程影响范围确定，并应覆盖可能影响工程建设或受工程建设影响的岩土体、地下水及周边环境对象。

4.1.6 勘探方法应根据勘察阶段、场地条件、地层条件、城市环境条件和勘察目的综合选用，宜采用钻探、物探、井探、槽探相结合的综合勘探方法。物探成果应与钻探及其他勘察资料综合分析、互相验证。

4.2 城市环境调查

4.2.1 城市环境调查应根据隧道位置、埋深、施工方法、工程影响范围和城市环境复杂程度，查明可能影响隧道建设或受隧道建设影响的周边环境对象，并应随勘察阶段推进逐步深化。

4.2.2 城市环境调查范围不应小于本规程第 3.2 节确定的邻近判定范围。城市环境复杂、工程地质或水文地质条件复杂，或重点保护对象对变形、振动及地下水变化敏感时，应根据工程需要适当扩大调查范围。

4.2.3 城市环境调查应包括下列主要内容：

- 1 既有铁路和城市轨道交通；
- 2 建（构）筑物及其基础；
- 3 地下管线和综合管廊；
- 4 地下构筑物、地下空间及地下障碍物；
- 5 城市道路、桥梁及其他重要交通设施；
- 6 重要水体和防洪排涝设施；
- 7 历史文化保护对象；
- 8 在建、拟建工程及其他可能与隧道工程产生相互影响的工程活动。

4.2.4 城市环境调查深度应根据勘察阶段及其环境复杂程度确定。调查内容应根据所涉及的工程类型确定，并应符合下列规定：

1 既有铁路和城市轨道交通调查应查明线路及结构形式、基础条件、结构状况、既有缺陷和运行状态及其与拟建隧道的空间关系。调查范围应符合现行《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》TB 10314 和《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202 的有关规定。

2 建（构）筑物调查应包括产权单位、用途、结构形式、基础类型和埋深、地下室、建成年代、既有缺陷、现状及其与隧道的空间关系。

3 重要的或对隧道影响较大的建（构）筑物基础的位置、形式、埋深、桩端高程及其与隧道的空间关系调查资料不全或与实际情况不符时，应根据相应阶段采用物探、钻探、挖探、测量等方法核实。

4 地下管线调查应查明管线产权单位、用途、介质、平面位置、埋深、管径、材质、运行状态及其与隧道的空间关系。

5 地下障碍物调查应重点查明既有桩基、地下连续墙、锚杆、废弃基础、

废弃管线、井室、空洞及其他可能影响隧道施工的地下设施，并应评价其对隧道工程及施工的影响。

6 涉及重要水体时，应调查水体范围、水位及变化、岸坡、防洪设施、水体与地下水的水力联系以及水体与隧道之间的关系。过江、过河隧道尚应查明河床演变、冲刷深度、岸坡稳定及防洪评价相关条件。

7 涉及文物建筑、历史建筑、文化遗址及其他历史文化保护对象时，应调查其保护范围、建设控制要求、结构状况、既有缺陷、运行状态、基础条件及有关保护要求，并应满足文物保护相关管理规定。

8 城市道路、桥梁及其他重要交通设施调查，应查明其结构形式、基础条件、使用状况、荷载等级、既有缺陷及变形控制要求。既有道路下方存在空洞、疏松区或管线渗漏时，应进行专项探查。

9 在建、拟建地下工程、基坑、桩基、降水及其他外部工程活动可能与隧道工程产生相互影响时，应调查其位置、规模、实施时序和主要工程条件，并应分析叠加影响。

4.2.5 城市环境调查应采用资料收集、现场踏勘、测量、探测及必要的现场验证相结合的方法。重要环境对象的位置、状态或控制条件存在明显不确定性时，应进行专项核实。

4.2.6 城市环境调查成果应形成主要资料，明确对象的位置、与隧道的关系、用途、性质、主要特征、结构状况、既有缺陷、运行状态、主要敏感因素及需进一步评价、保护、监测或核实的事项等。

4.2.7 施工阶段发现未查明的地下管线、既有桩基、废弃基础、地下构筑物及其他地下障碍物时，应及时查明其位置、范围和性质，并复核有关设计和施工措施。

4.3 踏勘

4.3.1 踏勘应调查影响线路方案的工程地质、水文地质条件和城市环境条件，为编制预可行性研究报告提供资料。

4.3.2 现场踏勘应搜集分析区域和既有工程地质资料，开展下列工作：

1 调查和搜集区域地质、地形地貌、地震、矿产、水文、气象、工程地质、水文地质、工程环境及当地工程建设经验等资料；

2 了解隧道通过区域的地层岩性、地质构造、地震动参数、水文地质条件，初步评价隧道通过区的工程地质与水文地质条件，了解控制线路方案的不良地质、特殊性岩土和重大环境问题；

3 了解隧道沿线城市建成区、规划区、地下空间开发、重要建（构）筑物、地下管线和交通设施的分布，初步识别可能制约线路方案的环境条件。

4.3.3 对地震动峰值加速度大于 0.4g 的地区，或存在区域性活动断裂、大面积地面沉降、岩溶塌陷等重大环境地质问题的地区，应提出进行专题研究的建议。

4.3.4 踏勘成果应包括区域工程地质与水文地质条件初步评价、控制线路方案的主要问题、主要环境条件、下一阶段勘察工作建议，并应附工程地质略图和线路方案地质条件说明。

4.4 初测

4.4.1 初测阶段勘察应初步查明控制线路方案的不良地质、特殊性岩土、水文地质问题和周边环境风险，预测可能出现的工程地质问题，为隧道方案比选、隧道设计原则确定和可行性研究提供资料。

4.4.2 初测阶段工程地质勘察应初步查明下列内容：

1 地形地貌、地层岩性、地质构造等工程地质条件；

2 不良地质、特殊性岩土地段及其成因类型、分布规律和对隧道的影响；

3 地下有害气体、污染土层等的分布、成分及其对隧道的影响；

4 地下水类型、埋藏条件、水位、水质、流速、流向、补给、径流、排泄条件和地下水动态变化规律，每个地貌单元应选择代表性地段进行水文地质调查；

5 河、湖、海淤积物的发育、分布及变化情况，地下古河道、古建筑、

障碍物等情况；

6 隧道沿线城市环境条件的初步识别，包括既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物、地下管线和地下空间的分布情况。

4.4.3 初测阶段工程地质调绘与遥感解译应符合下列规定：

1 工程地质调绘应符合现行《铁路工程地质勘察规范》TB 10012 的规定，遥感地质解译应符合现行《铁路工程地质遥感技术规程》TB 10041 的规定；

2 调绘与解译范围应覆盖隧道轴线两侧一定范围、洞口边仰坡、辅助坑道、施工便道、弃渣场及可能受施工影响的周边环境；

3 根据收集的既有地形图、地下管线图、规划资料和遥感影像，初步圈定与隧道工程有关的各类建筑物的分布范围。

4.4.4 初测阶段勘探点布置应符合下列规定：

1 勘探、测试的重点应是控制和影响线路方案的不良地质、特殊性岩土、地质条件复杂地段及环境复杂区段，环境复杂程度一般和较复杂地段也应代表性布置勘察测试点；

2 用于勘察地质条件的勘探点间距宜符合表 4.4.4 的规定，每个地貌、地质单元均应布置勘探点；在地貌、地质单元交接部位、地层变化较大地段，以及不良地质、特殊性岩土发育地段和重点保护对象分布区段，应加密勘探点；

3 勘探点宜在隧道一侧或两侧交叉布置，宜布置在隧道结构外 3m~5m 的位置；穿越地表水体段宜布置在隧道外侧 8m~12m；

4 取样测试和原位测试孔数量不应少于勘探点总数的 2/3。

5 用于勘察环境条件的勘探点应根据地形条件、环境条件及适宜性灵活布置。

表 4.4.4 初测阶段勘探点间距（m）

区段类型	一般	较复杂	复杂
区间隧道	150~300	100~200	50~100
洞口、竖井、工作井、联络通道、工法变换部位	应布置勘探点，并应布设工程地质横断面	应布置勘探点，并应布设工程地质横断面	应布置勘探点，并应布设工程地质横断面

4.4.5 初测阶段勘探孔深度应根据地质条件及设计方案综合确定，并应符合表

4.4.5 的规定。

表 4.4.5 初测阶段勘探孔深度

勘探孔类型	土层	全风化岩、强风化岩	中等风化岩、微风化岩
控制性勘探孔	进入结构底板以下不应小于 30m	进入结构底板以下不应小于 15m	进入结构底板以下宜为 5m~8m
一般性勘探孔	进入结构底板以下不应小于 20m	进入结构底板以下不应小于 10m	进入结构底板以下不应小于 5m

注：遇岩溶、土洞、采空区和断层破碎带时，勘探孔深度应适当加深，应穿过溶洞、土洞、采空区或破碎带，并进入稳定地层不应小于 5m。

4.4.6 初测阶段测试、试验和工程物探应符合下列规定：

- 1 勘察测试方法应根据地质条件和工程特点合理选配，并应充分利用工程物探、原位测试等方法；
- 2 每一主要岩土层均应采取试样，并应按水文地质单元采取代表性的地表水和地下水样进行测试试验；
- 3 当隧道通过区存在有害气体或地温异常时，应进行有害气体成分、压力、含量和地温测定；高地应力地段应进行地应力测试；
- 4 物探成果资料应与钻探及其他勘察资料综合分析、相互验证。

4.4.7 初测阶段城市环境调查应以资料搜集、现场踏勘和遥感解译为主，识别可能对线路方案产生重大影响的环境对象，初步划分城市环境复杂程度，并提出下一阶段环境调查的重点对象和范围。

4.4.8 初测成果应包括工程地质与水文地质条件初步评价、控制线路方案的主要工程地质问题、城市环境复杂程度初步划分、方案比选的地质建议和定测阶段勘察工作建议。

4.5 定测及补充定测

4.5.1 定测应符合隧道及其附属结构物的类型、结构形式、埋置深度等特点，详细查明工程地质与水文地质条件，预测可能出现的工程地质问题，为初步设计和施工图设计、工法选择、盾构设备选型、地下水控制方案和周边环境保护设计提供资料。

4.5.2 定测和补充定测阶段工程地质勘察应查明下列内容：

- 1 隧道通过区地层、地质构造的类型、成因、分布范围和工程特性；
- 2 不良地质和特殊性岩土的类型、分布范围、发育特征、发展趋势及其对隧道的影响程度；
- 3 地表水体的水位、水深、水质、淤积物及其与地下水的水力联系；
- 4 隧道通过区的井、泉分布，地下水类型、补给、径流、排泄、水位、水压、流速、流向、渗透系数等水文地质条件；
- 5 隧道通过区煤层、气田、矿体及富集放射性物质、有害气体、污染土等的分布、成分、发育特征及其对隧道工程的危害程度；
- 6 沿线及其附近各类建筑物分布、建筑物基础及其地下障碍物、地下管线、废弃工程等既有地下设施的分布及其对工程的影响。
- 7 附近在建、拟建工程与隧道的关系。

4.5.3 定测及补充定测阶段勘探点布置应符合下列规定：

- 1 应合理布置勘探点和控制性地质横剖面，按工点进行工程地质勘察，满足设计和施工的需要；
- 2 勘探点间距可根据工程类别、工程设置、地质条件复杂程度、城市环境复杂程度和不良地质、特殊性岩土发育情况及设计和施工需要，按表 4.5.3 综合确定；
- 3 每个地质横剖面不应少于 2 个勘探点；
- 4 隧道洞口、竖井、工作井、联络通道等附属结构物以及工法变换部位应布置控制性勘探点；
- 5 遇岩溶、球状风化体、地下障碍物等地质条件复杂或有特殊要求的地段宜加密勘探点；
- 6 勘探点宜沿隧道结构外 3m~5m 的位置交叉布置；穿越地表水体段宜布置在隧道外侧 8m~12m；
- 7 控制性勘探孔的数量不应少于勘探点总数的 1/3，取样测试和原位测试

孔数量不应少于勘探点总数的 2/3；

8 用于查明周边环境建筑物性质的勘探点，可根据调查对象特点确定勘探点位置和深度单独布置，可不进行取样及原位测试。

表 4.5.3 定测补充定测阶段勘探点间距（m）

场地复杂程度	勘探点间距
简单场地	50~100
中等复杂场地	50~80
复杂场地	20~50

注：地层突变、不良地质与特殊性岩土发育、地下障碍物复杂，或邻近重要建（构）筑物、既有铁路、城市轨道交通及其他重点保护对象的控制性区段，应根据工程需要加密。

4.5.4 定测补充定测阶段勘探孔深度应符合下列规定：

- 1 勘探孔深度应根据基础类型、基础埋置深度、结构底板埋深、地质条件等综合确定，并可根据需要布置代表性的控制性勘探孔；
- 2 勘探孔深度应符合表 4.5.4 的规定；控制性勘探孔深度应满足变形计算、稳定性分析、抗浮设计以及地下水控制的要求；
- 3 当采用承重桩、抗拔桩或抗浮锚杆时，勘探孔深度应满足设计的要求；
- 4 地震动峰值加速度为 0.1g 及以上地区，地基土为饱和砂土、粉土时，勘探孔深度应大于地震可能液化层深度；
- 5 探明地质构造、水文地质条件以及有特殊需要的勘探测试孔深度可视具体情况确定。

表 4.5.4 定测补充定测阶段勘探孔深度

部位与地层条件	一般性勘探孔	控制性勘探孔
隧道结构底板以下的土质地层	进入结构底板以下不应小于 2 倍隧径（洞径）	进入结构底板以下不应小于 3 倍隧径（洞径）
隧道结构底板以下的岩质地层	进入结构底板以下中等风化岩、微风化岩不应小于 3m	进入结构底板以下中等风化岩、微风化岩不应小于 5m
岩溶、土洞、采空区、断层破碎带发育段	应穿过溶洞、土洞、采空区或破碎带，进入稳定地层不应小于 5m	应穿过溶洞、土洞、采空区或破碎带，进入稳定地层不应小于 8m
竖井、工作井、沉井	进入井底以下土层不宜小于 10m，进入中等风化岩、微风化岩不宜小于 5m	应满足支护结构、抗浮和变形计算要求
明挖基坑	应满足基坑稳定性分析、支护结构设计、地下水控制要求	应满足地基变形计算深度、抗浮和地下水控制设计要求

4.5.5 定测补充定测阶段测试、试验和工程物探应符合下列规定：

- 1 每一地质单元的各主要岩土层测试或试验数据不应少于 6 件（组）；
- 2 应选取适合的测试手段进行原位测试，每一地质单元波速测试孔不宜少于 2 个，电阻率测试孔不宜少于 2 个；不利结构面危及施工安全和工程稳定时，应进行结构面力学性质试验；
- 3 隧道范围内的碎石土和砂土应测定颗粒级配，粉土应测定黏粒含量；
- 4 隧道压缩层范围内宜进行回弹再压缩试验；
- 5 应采取地表水、地下水试样及隧道结构范围内的岩土试样进行腐蚀性试验；
- 6 基岩地区应进行岩块的弹性波速测试，并进行岩石的天然抗压强度、饱和抗压强度试验，必要时进行软化试验；
- 7 隧道结构范围内存在软土、膨胀岩土、风化岩与残积土、污染土时，应采取不扰动试样并测定其特性指标；
- 8 物探工作应根据勘探目的和现场条件选择，用于查明周边环境建筑物性质的物探工作应单独布置，物探成果应与钻探、原位测试成果综合分析、相互验证。

4.5.6 铁路城市隧道工程应设置长期地下水位观测孔，可利用符合条件的勘探孔改造。长期地下水位观测孔的布置应符合下列规定：

- 1 每个水文地质单元不宜少于 1 个；
- 2 应控制主要含水层和隔水层的分布，存在多层地下水时应分层设置；
- 3 应布置在隧道结构受力关键部位、地下水控制设计代表性部位及重点保护对象附近；
- 4 观测孔结构应满足分层量测要求，并应设置保护装置和明显标志。

4.5.7 长期地下水位观测应在勘察期间持续进行，观测周期宜覆盖一个完整水文年的丰水期和枯水期；受工期限制时，观测时间不应少于 3 个月，并结合区域长观资料分析地下水动态变化规律。

4.5.8 定测成果应包括工程地质与水文地质条件评价、围岩分级与岩土参数建

议值、工法适应性分析、地下水控制与抗浮设防水位建议、城市环境复杂程度分级与重点保护对象清单、主要风险及工程措施建议，以及补充定测阶段勘察工作建议。

4.6 施工勘察与地质核查

4.6.1 施工勘察应针对施工方法、施工工艺的特殊要求和施工中可能出现的工程地质、水文地质问题开展，并应满足施工方案调整和风险控制的要求。

4.6.2 施工阶段遇有下列情况之一时，应进行施工勘察：

- 1 施工过程中发现地质条件与施工图差异较大，或出现地质异常，影响施工安全或工程稳定；
- 2 场地内不良地质、特殊性岩土异常发育，影响施工安全或工程稳定；
- 3 施工过程中出现突水、涌泥、失稳、坍塌等工程地质问题；
- 4 施工中发生地面沉降过大、地面塌陷、相邻建筑开裂破坏等工程环境问题；
- 5 施工方案有较大变更或采用新技术、新工艺、新方法、新材料，补充定测阶段勘察资料不能满足要求；
- 6 需进行施工勘察的其他情况。

4.6.3 施工地质核查应包括下列主要内容：

- 1 开挖揭示的地层岩性、地质构造、风化程度和围岩级别；
- 2 地下水出露位置、水量、水压及动态变化；
- 3 不良地质和特殊性岩土的分布范围及规模；
- 4 建筑物基础、地下结构物、地下障碍物、空洞、废弃管线及其他异常地质体；
- 5 洞壁稳定状态、地下水渗漏和地层损失情况。

4.6.4 施工揭示的工程地质或水文地质条件与原设计采用条件存在明显差异，可能影响工程安全、施工安全或周边环境安全时，应开展补充勘察，并应及时反馈设计和施工。补充勘察应在受影响工序实施前完成。

4.6.5 施工勘察和地质核查成果应及时纳入工程地质资料，与施工监测、超前地质预报和风险评价成果相互印证，并应作为动态设计、动态施工和竣工验收的依据。施工地质资料应在竣工时移交。

4.7 专项勘察

4.7.1 存在下列情形之一时，应开展专项勘察：

- 1 岩溶、土洞、采空区、地下空洞等不良地质发育，且对线路方案、结构设计和施工安全有重大影响；
- 2 存在瓦斯、有毒有害气体、高地应力、岩爆、高地温等特殊地质条件；
- 3 地下障碍物、废弃工程和既有地下设施分布复杂，影响盾构掘进或基坑施工；
- 4 穿越重要水体、既有铁路、城市轨道交通及其他重要控制性保护对象；
- 5 洞口、浅埋段、超大断面、工法转换段、联络通道及竖井等受力或施工条件复杂部位；
- 6 环境调查或勘察成果存在重大不确定性，常规勘察方法难以可靠查明。

4.7.2 专项勘察应在相应勘察阶段完成，并应满足设计和施工的需要。专项勘察成果应单独编制或作为勘察报告的专门章节。

4.8 成果分析与勘察报告

4.8.1 工程地质勘察报告应在搜集已有资料，取得工程地质调绘、勘探、测试、试验等成果的基础上，结合勘察阶段、工程特点、设计方案、施工方法等进行综合分析，并应做到资料完整、数据真实、内容可靠，工程地质分析评价论据充分、针对性强。

4.8.2 工程地质参数的确定，应结合原位测试、室内试验和当地工程经验等综合选用，并应说明其取值依据、适用条件和变异性。设计采用的参数取值应与计算方法相匹配。

4.8.3 工程地质分析评价应包括下列内容：

- 1 工程建设场地的稳定性、适宜性评价；
- 2 根据地层岩性、地质构造，提出施工工法选择、盾构设备选型和刀具配置应注意的工程地质问题；
- 3 根据不良地质和特殊性岩土对施工和工程安全的影响，提出工程措施建议；
- 4 根据地表水体对施工的影响，地下水对结构的渗透和浮托作用，提供防渗和抗浮设防水位；
- 5 根据隧道围岩变形、失稳、坍塌等稳定性，提出工程措施建议；
- 6 根据发生突水、涌泥的可能性，提出预防措施建议；
- 7 根据煤层、气田、矿体、放射性及有害气体等对施工安全和人体健康的危害，提出防护措施建议；
- 8 划分场地土类型和场地类别，评价场地和地基土的地震效应；
- 9 水和土对建筑材料的腐蚀性评价；
- 10 根据周边建（构）筑物、地下管线等在施工过程中的安全性，提出迁改、防护等措施建议；
- 11 工程建设与周边环境相互影响的预测，提出预防措施建议。

4.8.4 铁路城市隧道工程地质分析评价除应符合本规程第 4.8.3 条的规定外，尚应包括下列内容：

- 1 城市环境复杂程度分段评价结论及其对勘察、设计和施工的影响；
- 2 重点保护对象清单、影响分区、主要敏感因素及保护、监测建议；
- 3 地下障碍物、地下管线和地下空间的分布及其对施工的影响；
- 4 工法适应性分析、施工方法建议及关键地段的岩土工程问题；
- 5 地下水控制、抗浮设防水位和施工降水对周边环境影响的分析结论；
- 6 尚未查明或存在较大不确定性的工程条件、可能影响的区段和下一步工作建议。

4.8.5 工程勘察报告应包括拟建工程概况，勘察目的、任务要求和依据的技术

标准，勘察方法和勘察工作布置，场地地形、地貌、地层、地质构造、岩土性质及其均匀性，各岩土层物理力学性质指标和设计所需岩土参数，地下水埋藏情况、类型、水位及其变化和水文地质参数，土和水的腐蚀性评价，不良地质作用及对工程危害程度的评价，场地地震效应评价，场地稳定性和适宜性评价，岩土工程分析评价，结论与建议，以及相关图表。

4.8.6 工程地质勘察报告应包括文字、表格、图件，重要的支持性资料可作为附件。城市隧道勘察报告尚应包括重点保护对象分布图、地下管线与地下障碍物分布图、工程地质纵断面图和勘探点平面布置图。

4.8.7 各阶段勘察成果应根据其任务深度分阶段提交，并应符合下列规定：

- 1 踏勘成果应满足预可行性研究报告编制的需要；
- 2 初测成果应满足可行性和方案比选的需要；
- 3 定测成果应满足初步设计和工法比选的需要；
- 4 补充定测成果应满足施工图设计和施工组织设计的需要，并应明确施工期地质验证要求；
- 5 施工勘察成果应及时反馈设计和施工，并应作为动态设计和动态施工的依据。

4.8.8 专项勘察成果应单独编制或作为勘察报告的专门章节，并应说明专项勘察的目的、方法、主要结论和对设计与施工的要求。

4.8.9 勘察报告应对可能引发工程安全风险的地质条件和环境问题作出明确提示，并应提出防治措施、施工期验证和监测建议。对影响工程安全且尚未查明或存在较大不确定性的工程条件，应明确可能影响的区段和主要问题。

4.8.10 工程勘察报告应有勘察单位公章和相关责任人签章，图表应有名称、项目名称及相关责任人签字。勘察原始记录、影像资料和成果报告应归档保存，并应可追溯。

4.8.11 勘察成果应作为总体设计、安全风险评价与分级、结构设计、施工技术、邻近施工影响与保护、防水与排水、施工监测等章节的技术依据。勘察单

位应按约定提供施工验槽、地质核查和变更地质咨询等后期服务。

5 总体设计

5.1 一般规定

5.1.1 铁路城市隧道总体设计应根据铁路类型、运输功能、城市规划、工程地质与水文地质条件、城市环境条件和施工条件，合理确定线路走向、隧道埋深、空间布置、结构形式和施工方法。

5.1.2 铁路城市隧道设计应符合现行《铁路隧道设计规范》TB 10003 的规定。高速铁路、城际铁路、市域（郊）铁路和普速铁路的线路及相关技术要求，尚应符合相应铁路等级现行设计标准的规定。

5.1.3 铁路城市隧道总体设计应根据本规程第 4 章勘察与调查成果，重点考虑城市环境复杂程度、重点保护对象、地下空间、地下障碍物及其他控制工程方案的环境条件。

5.1.4 铁路城市隧道线路平面与纵断面、隧道埋深、空间布置、结构形式和施工方法应统筹设计，并应减少工程建设对既有铁路、城市轨道交通、建（构）筑物、地下管线、城市道路和其他重点保护对象的不利影响。

5.1.5 铁路城市隧道线路和埋深选择应统筹城市地下空间规划，工程条件适宜时，宜采用较大埋深，减少对周边环境和浅层地下空间的影响，并为城市轨道交通、市政设施及其他浅层地下空间开发利用预留条件。

5.1.6 铁路城市隧道总体方案应进行技术经济综合比选，并应考虑下列因素：

- 1 结构安全和铁路运营安全；
- 2 工程地质与水文地质适应性；
- 3 城市环境影响和重点保护对象的保护要求；
- 4 施工条件和工程安全风险；

5 城市交通、地下空间及地下管线条件；

6 防灾疏散和救援条件；

7 工程投资、建设工期和运营维护条件。

5.1.7 铁路城市隧道周边环境复杂、存在重要保护对象或受地下空间明显制约的区段，应加强线路、结构形式和施工方法的方案比选，必要时应进行专项分析。

5.1.8 铁路城市隧道总体设计应明确隧道与既有铁路、城市轨道交通、建（构）筑物、地下空间、地下管线、城市道路及其他相关工程之间的主要技术接口。

5.1.9 铁路城市隧道总体设计采用的工程地质、水文地质、城市环境及重点保护对象条件存在较大不确定性时，应明确后续设计或施工阶段需要补充核查的主要内容。

5.1.10 铁路城市隧道工程用地、拆迁及建（构）筑物保护范围应根据规划、权属、工程影响和环境评价确定。施工影响范围、风险隔离范围不应直接作为统一拆迁界限，采取保护措施后仍不能满足安全和使用要求的，应依法确定迁改或拆迁方案。

5.2 线路平面与纵断面

5.2.1 铁路城市隧道线路平面与纵断面设计应符合相应铁路等级现行设计标准的规定，并结合城市规划、工程地质与水文地质、地下空间、重点保护对象及施工条件合理确定。

5.2.2 铁路城市隧道线路宜避让下列区域或对象：

1 重大不良地质及特殊岩土地段；

2 重要、变形敏感或基础形式复杂的建（构）筑物；

- 3 燃气、油气、高压供水等重要地下管线；
- 4 既有铁路、城市轨道交通及重要地下工程；
- 5 文物建筑、历史建筑、文化遗址及其他保护要求较高的对象；
- 6 其他难以采取有效工程措施控制影响的重点保护对象。

5.2.3 铁路城市隧道线路不能避让重要保护对象或重大不良地质、特殊岩土地段时，应根据工程条件优化线路位置、隧道埋深、结构形式和施工方法，并应采取相应的工程保护措施。

5.2.4 铁路城市隧道埋深应根据线路技术条件、工程地质与水文地质、施工方法、结构受力、施工稳定、结构抗浮及周边环境条件综合确定，并应考虑建（构）筑物基础、地下管线、地下空间及周边环境变形控制要求。

5.2.5 铁路城市隧道线路平面和纵断面设计应预测列车运行对环境敏感对象的振动和二次结构噪声影响，并应根据允许控制指标比选线路避让、合理埋深及轨道减振方案；采用结构减振措施时，应验算列车荷载下的结构和轨道变形、动力性能及长期维护条件。

5.2.6 铁路城市隧道浅埋区段应重点分析地层稳定、地下水、地层变形及周边环境的影响，并应根据工程条件合理确定施工方法和保护措施。

5.2.7 铁路城市隧道线路穿越或邻近既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物、重要地下管线及其他重点保护对象时，应根据空间关系、既有结构状况、允许变形及运营安全要求，合理确定线路位置和隧道埋深，并采取必要的工程保护措施。

5.2.8 铁路城市隧道线路穿越河流、湖泊、城市低洼区、内涝易发区及其他可能受洪水影响的区域时，应根据设计洪水位、城市内涝条件、地下水位和地形条件合理确定纵断面及有关地面开口高程。

5.2.9 铁路城市隧道工程采用小半径曲线、大坡度、浅覆土及其他受城市条件限制的线路方案时，应分析其对结构受力、施工控制、防灾疏散和运营维护的影响。

5.2.10 铁路城市隧道线路平面、纵断面或隧道埋深发生较大调整，并导致工程地质、水文地质、重点保护对象或施工条件明显变化时，应复核相关设计方案。

5.3 空间布置

5.3.1 铁路城市隧道的空间布置应符合现行《铁路隧道设计规范》TB 10003及铁路建筑限界、防灾疏散救援等现行有关标准的规定。

5.3.2 铁路城市隧道宜根据线路条件、城市用地、工程地质与水文地质、地下空间和周边环境条件，合理采用单洞单线、单洞双线、双洞分离等布置形式。

5.3.3 铁路城市隧道受城市用地、既有建（构）筑物基础、地下空间、地下管线及其他控制条件限制，采用小净距、上下叠线、交叉、近距离并行及其他相互影响明显的特殊空间布置时，应进行专项分析。

5.3.4 铁路城市隧道特殊空间布置应重点分析下列内容：

- 1 隧道结构及相邻结构之间的相互作用；
- 2 施工顺序和地层重复扰动；
- 3 先建结构与后建结构的附加作用和变形；
- 4 地下水和地层变形；
- 5 既有铁路、城市轨道交通、建（构）筑物、地下管线及其他重点保护对象的影响；
- 6 防灾疏散、救援和运营维护条件。

5.3.5 铁路城市隧道采用小净距或近距离平行布置时，应根据隧道净距、地层条件、施工方法和施工顺序，分析地层重复扰动、结构相互作用及变形叠加效应。

5.3.6 铁路城市隧道采用上下叠线或交叉布置时，应根据结构空间关系、地层条件和施工顺序，分析后续施工对先建隧道结构产生的附加作用和变形。

5.3.7 铁路城市隧道相邻隧道之间或与邻近地下工程之间的施工影响范围相互重叠时，应分析施工过程的相互影响，并应合理确定施工顺序和主要控制措施。

5.3.8 铁路城市隧道工程采用大直径盾构、异形断面及其他特殊断面形式时，应统筹铁路建筑限界、轨道、防灾疏散、设备布置、结构受力和施工条件。

5.3.9 铁路城市隧道工程采用盾构法建设小净距、上下叠线、交叉及其他特殊空间布置隧道时，尚应符合现行《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181 的规定。

5.4 施工方法比选

5.4.1 铁路城市隧道施工方法应根据隧道长度、埋深和断面形式，工程地质与水文地质条件，城市环境复杂程度，施工场地、工期及设备组织条件等综合比选确定。

5.4.2 铁路城市隧道工程条件适宜，且具备机械化施工所需的始发、接收及施工组织条件时，宜优先采用盾构法等机械化施工方法；采用盾构法时，应符合现行《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181 的规定。

5.4.3 铁路城市隧道施工方法比选应综合考虑城市环境复杂程度、重点保护对象、地面作业条件、城市交通、地下水控制、施工场地、弃渣运输、建设工期

及应急处置条件。建筑密集、交通繁忙、地下管线密集或邻近重点保护对象的区段，宜采用地层扰动小、施工参数可控制且环境响应可监测的施工方法。

5.4.4 铁路城市隧道施工方法比选应分析施工引起的地层损失、地层变形和地下水变化，以及对既有铁路、城市轨道交通、建（构）筑物、地下管线、道路及其他重点保护对象的影响；必要时应分析设备始发与接收、长时间停机、施工方法转换、结构体系转换和穿越重点保护对象等特殊工况。

5.4.5 铁路城市隧道工程采用浅埋暗挖法时，应根据覆土厚度、地层自稳能力、地下水条件、断面规模和周边环境控制要求论证其适用性，并应明确地层预加固、超前支护、开挖步序、支护封闭和变形控制等主要技术要求。

5.4.6 铁路城市隧道工程采用盾构法时，应根据工程地质与水文地质条件、隧道断面、线路平面与纵断面、地下障碍物、周边环境控制和施工场地条件进行盾构类型及主要技术条件比选，并应符合现行《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181 的规定。

5.4.7 铁路城市隧道工程采用大直径盾构及其他特殊机械化施工方法时，应根据设备适应性、结构形式、线路条件、地下障碍物和周边环境控制要求进行专项比选。

5.4.8 铁路城市隧道施工方法确定后，应明确其适用条件、主要施工控制要求以及施工阶段需要进一步核查和验证的条件。

6 安全风险评价与分级

6.1 一般规定

6.1.1 铁路城市隧道工程应实施全过程安全风险管理,并应结合工程地质与水文地质条件、城市环境条件、铁路运营要求和重点保护对象特点,开展风险识别、风险评价、风险控制、动态复核和残余风险管理。

6.1.2 铁路城市隧道安全风险评价应根据勘察与调查成果、总体设计方案、施工方法和周边环境条件分阶段开展,并应根据工程条件和风险状态变化进行动态复核。

6.1.3 铁路城市隧道安全风险评价应以具体风险事件为对象,分析风险源、发生条件、作用路径、受影响对象及可能后果。

6.1.4 铁路城市隧道的城市环境复杂程度不应替代针对具体风险事件的安全风险分级。

6.1.5 工程安全风险等级、监测预警等级和运营阶段结构状态评价应分别确定,不应相互替代。

6.2 风险识别

6.2.1 铁路城市隧道风险识别应根据工程地质与水文地质条件、结构形式、施工方法、城市环境条件和重点保护对象进行,并应重点识别建设可能引起的工程自身风险、施工人员安全风险和周边环境风险。

6.2.2 铁路城市隧道风险识别除应符合现行铁路隧道风险管理有关规定外,尚应重点包括下列内容:

- 1 既有铁路和城市轨道交通结构及运营安全风险;

- 2 重要建（构）筑物及其基础变形、损伤风险；
- 3 燃气、油气、热力、高压供水等重要地下管线损伤及次生灾害风险；
- 4 城市道路、桥梁及地下空间变形、坍塌风险；
- 5 工程降水、止水、回灌及地下水变化引起的地层和环境风险；
- 6 地下障碍物、不良地质和特殊岩土引起的施工风险；
- 7 相邻地下工程、基坑及其他工程活动产生的叠加影响风险；
- 8 可燃气体或有毒有害气体泄漏、积聚引起的爆炸、中毒窒息、火灾及其他可能造成施工人员伤亡或次生灾害的风险；
- 9 其他可能危及人员、铁路结构、运营安全或城市环境安全的风险。

6.2.3 铁路城市隧道邻近既有铁路或城市轨道交通时，应重点识别工程建设对结构变形、轨道几何状态、建筑限界、设施设备和运营安全的影响。

6.2.4 铁路城市隧道邻近重要建（构）筑物时，应根据结构形式、基础类型、结构状况、既有缺陷、运行状态、空间关系和变形敏感程度识别沉降、倾斜、开裂及结构损伤风险。

6.2.5 铁路城市隧道邻近重要地下管线时，应根据管线介质、运行压力、材质、接口形式、结构状况、既有缺陷、运行状态和破坏后果识别风险。燃气、油气、高压供水等管线尚应识别泄漏可能引起的火灾、爆炸、地层冲刷、空洞和道路坍塌等次生风险。

6.2.6 铁路城市隧道软土、富水砂层、岩溶、高水压及其他复杂地质和水文地质区段，应重点识别掌子面失稳、突泥涌水、涌砂、管涌、水土流失、地层过量变形和地面坍塌等风险。

6.2.7 铁路城市隧道的多种风险因素可能产生叠加、耦合或次生影响时，应分析其相互作用和风险传递关系。

6.2.8 铁路城市隧道存在有毒有害气体、可燃气体积聚、燃气管线泄漏、地面塌陷、突水突泥或其他特殊风险时，应分析风险源、触发条件、影响范围、人员暴露条件及次生灾害，并应纳入专项风险评价和施工控制。

6.3 风险分级与评价

6.3.1 铁路城市隧道安全风险主等级应根据具体风险事件的发生可能性和后果严重程度综合确定，划分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级和Ⅳ级。风险事件发生可能性应按表 6.3.1-1 划分，后果严重程度应按表 6.3.1-2 划分，风险主等级应按表 6.3.1-3 确定。在风险主等级基础上，Ⅱ级和Ⅲ级风险应结合城市环境复杂程度和周边环境风险等级进一步划分亚级。

表 6.3.1-1 风险事件发生可能性等级

等级	定性描述	判定原则
4	很可能发生	工程条件明显有利于风险事件发生，类似工程中发生较多，或已有明显风险征兆
3	可能发生	存在导致风险事件发生的不利条件，类似工程中曾有发生
2	较不可能发生	存在一定不利条件，但已有工程措施能够有效控制，类似工程中较少发生
1	极不可能发生	发生条件较少，已有工程措施成熟可靠，类似工程中极少发生

注：风险事件发生可能性应根据工程地质与水文地质条件、工程方案、施工方法、类似工程经验、现场状态及已采取的风险控制措施综合确定；具有可靠统计资料时，可结合发生概率进行判定。

表 6.3.1-2 风险事件后果严重程度等级

等级	后果严重程度	判定原则
4	特别严重	可能造成重大人员伤亡，严重危及铁路运营或重要保护对象安全，造成主体结构严重破坏、重大环境影响或重大经济损失
3	严重	可能造成人员伤亡，明显影响铁路运营或重要保护对象安全，造成结构明显损伤、较大环境影响或较大经济损失
2	较大	可能造成人员受伤、铁路运营受到一定影响，或保护对象发生需要工程处置的变形、损伤
1	一般	后果局限，基本不影响铁路正常运营和重要保护对象安全，经一般工程措施可恢复

注：同一风险事件涉及人员安全、结构安全、铁路运营、周边环境、经济损失等多种后果时，应分别判定，并按其中最高等级确定后果严重程度。

表 6.3.1-3 风险主等级

发生可能性	后果严重程度等级			
	特别严重	严重	较大	一般
很可能发生	I	I	II	III
可能发生	I	II	II	III
较不可能发生	II	II	III	IV
极不可能发生	III	III	IV	IV

6.3.2 铁路城市隧道的城市环境复杂程度应按本规程第 3.2 节的规定确定。周边环境风险等级应结合本规程第 3.2 节确定的穿越、邻近及施工影响范围，根据保护对象的重要性、敏感性、空间关系和工程影响后果综合确定，并可参考现行《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652 和《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 的有关规定。

6.3.3 铁路城市隧道周边环境风险等级可划分为一级、二级、三级和四级，并宜符合表 6.3.3 的规定。同一风险事件符合多个等级判定条件时，应按较高等级确定。

表 6.3.3 周边环境风险等级划分

周边环境 风险等级	判定条件
一级	穿越既有铁路、运营城市轨道交通、重要建（构）筑物、重要桥梁或隧道、文物建筑、历史建筑等重点保护对象；或邻近上述对象且工程影响可能危及结构或运营安全；或涉及破坏后可能产生严重次生灾害的重要地下管线
二级	邻近重要建（构）筑物、重要桥梁或隧道、重要地下管线及重要道路等重点保护对象；或施工影响范围内存在对变形、振动或地下水变化较敏感的环境对象
三级	施工影响范围内主要存在一般建（构）筑物、一般地下管线、道路及市政设施，工程影响后果总体可控
四级	施工影响范围内无重点保护对象，周边环境对象重要性和敏感性较低，工程影响后果较轻

6.3.4 铁路城市隧道的城市环境修正等级应根据城市环境复杂程度和周边环境风险等级按表 6.3.4 确定。

表 6.3.4 城市环境修正等级

城市环境复杂程度	环境风险一级	环境风险二级	环境风险三级	环境风险四级
复杂	A	A	B	B
较复杂	A	B	B	C
一般	B	B	C	C

6.3.5 铁路城市隧道风险亚级应根据风险主等级和城市环境修正等级按表 6.3.5 确定。

表 6.3.5 铁路城市隧道风险亚级划分

风险主等级	城市环境修正 A 级	城市环境修正 B 级	城市环境修正 C 级
I 级	I 级	I 级	I 级
II 级	II -A	II -B	II -C
III 级	III -A	III -B	III -C
IV 级	复核风险主等级	IV 级	IV 级

6.3.6 铁路城市隧道符合下列情形之一时，风险亚级应提高一级；已为 A 级时，应复核风险主等级：

- 1 工程地质或水文地质条件复杂，可能明显增加风险发生可能性或扩大影响范围；
- 2 多种风险因素存在明显叠加、耦合或风险传递关系；
- 3 存在燃气、油气、高压供水等破坏后可能引起火灾、爆炸、地层冲刷、空洞或地面坍塌等严重次生灾害的设施；
- 4 重点保护对象既有病害或变形明显，对附加变形敏感；
- 5 工程条件或重点保护对象有关资料存在较大不确定性，不能可靠判断风险后果。

6.3.7 铁路城市隧道同一风险事件涉及多个环境对象或多种风险后果时，应按最不利条件确定周边环境风险等级和风险亚级。

6.3.8 铁路城市隧道风险等级不应仅根据城市区位、工程规模、施工方法或单

一监测指标确定。

6.4 风险控制

6.4.1 铁路城市隧道风险控制应根据风险主等级及亚级、风险发生机理和受影响对象确定，并应优先采取避让、方案优化和工程措施降低风险。

6.4.2 铁路城市隧道总体设计阶段应优先通过线路位置、隧道埋深、空间布置、结构形式和施工方法优化避免或降低重大风险。

6.4.3 铁路城市隧道存在不能通过方案调整避免的风险时，应根据工程特点采取结构加强、地层加固、地下水控制、施工参数控制、周边环境保护和监测等措施。

6.4.4 铁路城市隧道涉及既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物、重要地下管线及其他重点保护对象的风险，应明确相应的保护措施、控制指标和监测要求。

6.4.5 铁路城市隧道存在能够采用工程措施有效控制的风险时，不应仅采用监测预警代替必要的工程措施。

6.4.6 铁路城市隧道Ⅰ级、Ⅱ-A级风险区段以及涉及运营铁路、城市轨道交通等重要保护对象的关键施工工序实施前，应核查工程条件、风险控制措施和监测条件；实际条件与风险评价依据明显不一致时，应重新进行风险评价。

6.4.7 铁路城市隧道Ⅱ-B级、Ⅱ-C级和Ⅲ-A级风险应根据主要风险因素和重点保护对象制定针对性控制措施；Ⅲ-B级、Ⅲ-C级及Ⅳ级风险可按常规风险控制要求实施，并应根据现场条件动态复核。

6.4.8 铁路城市隧道设计文件应明确施工阶段需要重点控制和核查的风险事件、主要风险因素、控制指标及技术要求。

6.4.9 铁路城市隧道不同风险主等级及亚级的技术控制要求应符合本规程附录 A 第 A.0.1 条的规定。

6.5 动态复核与残余风险

6.5.1 铁路城市隧道出现下列情况之一时，应对相关风险进行复核：

- 1 工程地质、水文地质、地下障碍物或城市环境条件与原风险评价依据明显不一致；
- 2 重点保护对象的位置、结构状况、既有病害、变形情况或使用条件发生明显变化；
- 3 线路、结构形式、施工方法、施工顺序、地下水控制措施或主要施工参数发生较大调整；
- 4 监测结果、施工参数或现场工程现象与预测结果存在明显差异，或出现异常工况；
- 5 风险控制措施未达到预期效果，或其他可能改变原风险评价结论的情况。

6.5.2 铁路城市隧道风险复核应根据变化后的工程条件重新分析风险发生可能性、后果及作用路径，并应重新确定风险主等级和亚级；风险等级或亚级发生变化时，应相应调整设计、施工、保护和监测要求。

6.5.3 铁路城市隧道风险控制措施实施后，应通过检查、检测、监测、试验、施工参数分析或计算分析等适宜方法验证实施效果。未经验证有效，不应降低风险等级、亚级或解除相应控制措施。

6.5.4 铁路城市隧道风险源消除、工程条件改善或风险控制措施经验证有效后，可重新评价风险主等级和亚级；风险评价依据未发生实质变化或控制效果未经验证时，不应降低风险控制要求。

6.5.5 铁路城市隧道工程建设完成后仍需在后续施工或运营阶段持续控制的

风险，应作为残余风险管理。残余风险应明确风险位置、主要原因、影响对象、现状、后续控制措施、检查或监测要求及重新评价条件，并应随有关工程技术资料移交后续阶段。

6.5.6 铁路城市隧道风险动态复核、等级调整及残余风险管理的具体要求应符合本规程附录 A 第 A.0.2 条的规定。

7 结构设计

7.1 一般规定

7.1.1 铁路城市隧道结构设计应符合现行《铁路隧道设计规范》TB 10003 的规定，并应根据铁路类型、工程地质与水文地质条件、城市环境条件、结构形式和施工方法，满足施工和运营阶段的结构安全、正常使用、耐久性和防水要求。

7.1.2 铁路城市隧道工程采用盾构法施工的隧道结构设计应符合现行《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181 的规定；采用明挖法施工时，基坑支护及地基基础设计尚应符合现行《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003 和《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

7.1.3 铁路城市隧道结构设计应采用本规程第3章至第6章确定的城市环境复杂程度、勘察调查、总体方案和风险评价成果；不同成果中的工程条件存在矛盾时，应查明原因并统一设计采用条件。

7.1.4 铁路城市隧道结构设计应根据工程特点考虑施工、结构体系转换、正常运营、邻近施工、地震及其他控制工况，并应分析不同阶段结构体系、作用和边界条件的变化。

7.1.5 铁路城市隧道周边环境复杂区段及邻近既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物、重要地下管线等重点保护对象的区段，应分析隧道结构与周边地层、地下水及邻近结构之间的相互作用。

7.1.6 铁路城市隧道施工揭示的工程地质、水文地质、周边环境或结构边界条件与设计采用条件存在明显差异，或者施工方法、施工顺序发生较大调整时，应进行结构设计复核。

7.1.7 铁路城市隧道大直径、小净距、上下叠线、交叉穿越、结构体系转换复杂及其他现行铁路工程建设标准尚未充分覆盖的结构,应根据工程特点开展专项分析;必要时应通过试验或工程验证确定关键设计参数。

7.1.8 铁路城市隧道洞口、工作井及其他地面开口的防洪防涝,以及隧道与相邻地下空间连接部位的防淹设计,应符合本规程第 8 章和第 13 章的规定。

7.1.9 铁路城市隧道有人民防空功能要求,或与具有人防功能的地下车站及其他地下工程连接时,应根据批准的人民防空设防要求进行结构和接口设计,并应保证连接前后各工程的防护能力不降低。

7.1.10 铁路城市隧道位于城市建成区、重要景观区或其他景观敏感区的洞口,应根据城市规划、周边建筑尺度和环境风貌进行洞门、边坡防护及地面附属设施一体化设计。

7.1.11 铁路城市隧道涉及有毒有害气体或可燃气体、燃气管线泄漏、突水突泥、地面塌陷、内涝及其他重大施工安全风险区段,应根据风险评价开展专项安全设计,明确超前探查、支护、地下水控制、通风、防爆、监测预警及异常工况处置要求。

7.2 材料与耐久性

7.2.1 铁路城市隧道混凝土结构的材料选用和耐久性设计应符合现行《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 和《混凝土结构通用规范》GB 55008 的规定。

7.2.2 铁路城市隧道结构材料和耐久性措施应根据设计使用年限、地下水、土体和其他环境介质的作用确定;结构同时受到多种环境作用时,应分别考虑其不利影响。

7.2.3 铁路城市隧道所处地下水或土具有腐蚀性，或者存在污染土、污染地下水等特殊环境条件时，应根据环境作用采取相应的材料和防腐蚀措施。

7.2.4 铁路城市隧道结构接缝、连接件、预埋件及其他可能长期处于潮湿或侵蚀环境的部位，应采取与环境作用相适应的耐久性措施。

7.2.5 铁路城市隧道盾构管片接头螺栓、连接件、预埋件、止水材料和密封材料，应根据地下水环境、结构变形和材料接触关系进行耐久性和相容性设计。

7.2.6 铁路城市隧道工程采用纤维混凝土、新型装配式构件、新型连接或密封材料以及其他铁路工程应用经验不足的材料时，应明确其长期性能和耐久性要求，并应根据需要进行试验验证。

7.3 作用与结构计算

7.3.1 铁路城市隧道结构的作用、作用组合和结构计算应符合现行《铁路隧道设计规范》TB 10003 的规定；采用盾构法施工时，尚应符合现行《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181 的规定。

7.3.2 铁路城市隧道结构设计应根据城市环境条件和工程特点考虑下列附加作用：

- 1 地面及地下建（构）筑物产生的附加作用；
- 2 邻近基坑开挖、堆载和卸载产生的附加作用；
- 3 邻近桩基、地下连续墙及其他地下工程施工产生的附加作用；
- 4 相邻隧道施工产生的地层扰动和结构附加作用；
- 5 施工降水、地下水开采、回灌及地下水变化产生的作用；
- 6 地层不均匀变形和区域地面沉降产生的作用；
- 7 其他可能明显改变地层应力、地下水条件或结构边界条件的作用。

7.3.3 铁路城市隧道穿越或邻近既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物、重要地下管线及其他重点保护对象时，应根据邻近施工影响评价结果，确定附加作用、计算工况、边界条件及结构变形控制要求。

7.3.4 铁路城市隧道施工过程中对结构受力或变形影响明显时，应根据施工顺序分析结构体系、作用和边界条件的变化，并应验算施工阶段的结构安全和变形。

7.3.5 铁路城市隧道装配式结构及接头对整体受力影响明显时，应考虑接头刚度、张开、错台、转动及连接件受力等影响，并应根据接头构造和受力特性采用相应的计算模型。

7.3.6 铁路城市隧道周边环境复杂、风险等级较高，或存在大直径、小净距、上下叠线、交叉穿越及结构体系转换复杂等情况时，应采用能够反映结构与地层相互作用、施工过程和空间效应的分析方法；主要计算参数存在较大不确定性时，应进行敏感性分析或专项复核。

7.3.7 铁路城市隧道结构变形控制应满足结构安全、铁路建筑限界、轨道使用、防水性能和正常运营要求；涉及重点保护对象时，尚应满足相应的保护和变形控制要求。

7.3.8 铁路城市隧道轨道与隧道结构相互作用明显时，应分析结构差异沉降、纵向变形、横向变形和局部错台对轨道结构及线路几何状态的影响。

7.3.9 铁路城市隧道结构计算主要参数应符合现行《铁路隧道设计规范》TB 10003 和《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181 的规定；明挖结构基坑支护及岩土计算参数尚应符合现行《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003 和《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。铁路工程建设标准未明确的盾构结构计算参数，可参照现行《盾构隧道工程设计标准》GB/T 51438 确定。主要计算参数取值应符合本规程附录 B 的规定。

7.3.10 铁路城市隧道结构设计文件应明确施工阶段需要监测验证的主要结构部位、控制工况和控制指标。

7.3.11 铁路城市隧道采用轨道或结构减振措施时，应验算列车荷载下的动力响应、静态变形及接头和防水性能，核查弹性支承长期性能、设备更换和运营检修条件，并应明确减振目标和效果验证方法。

7.4 盾构隧道结构

7.4.1 铁路城市隧道的盾构结构形式和主要构造应根据铁路建筑限界、轨道形式、隧道直径、工程地质与水文地质条件、施工条件、结构受力、防水及运营维护要求综合确定。

7.4.2 铁路城市隧道管片结构设计应考虑管片环、纵缝、环缝及连接构造的共同作用，并应使接缝设计变形满足结构受力和密封防水要求。管片环刚度、接头刚度、地层弹簧刚度及纵向等效刚度等计算参数应符合本规程附录 B 表 B.0.2 的规定。

7.4.3 铁路城市隧道大直径盾构以及地层软硬突变、小净距、上下叠线、交叉穿越、邻近桩基础等深基础和区域地面沉降明显的区段，应根据工程特点分析隧道纵向变形、空间效应及相邻结构之间的相互影响。

7.4.4 铁路城市隧道联络通道、横通道及其他结构开口部位，应分析开口对管片结构受力和刚度的影响，并应采取相应的结构加强和连接措施。

7.4.5 铁路城市隧道工程采用大直径盾构、特殊管片结构或其他现行铁路工程建设标准尚未充分覆盖的结构形式时，应根据结构受力、施工和运营条件开展专项分析；关键设计参数缺乏可靠依据时，应通过试验或工程验证确定。

7.5 矿山法隧道结构

7.5.1 铁路城市隧道矿山法结构设计应符合现行《铁路隧道设计规范》TB 10003 的规定，并应根据围岩或地层条件、地下水、埋深、断面形式、施工方法和周边环境控制要求合理确定支护和衬砌结构。

7.5.2 铁路城市隧道工程采用浅埋暗挖法以及位于软弱地层、富水地层、大断面、偏压或邻近重点保护对象的区段，应根据地层稳定性、施工工序和周边环境变形控制要求，合理确定超前支护、初期支护、临时支撑和二次衬砌的结构形式及参数，并应进行施工过程结构分析。

7.5.3 铁路城市隧道复合式衬砌设计应根据围岩或地层条件、支护体系受力特点和施工过程，合理确定初期支护和二次衬砌的结构作用，并应考虑长期使用阶段地下水、地层变形及周边环境变化的影响。

7.5.4 铁路城市隧道矿山法隧道结构计算采用的围岩或地层参数、地下水参数及支护结构主要计算参数，应根据勘察、试验和工程条件确定，其取值原则应符合本规程附录 B 表 B.0.3 的规定。

7.5.5 铁路城市隧道分部开挖、临时支撑、支护封闭、仰拱施工以及临时支撑拆除、换撑等对结构受力影响明显时，应根据施工顺序分析结构体系、作用和边界条件的变化，并应验算结构体系转换过程的安全和变形。

7.5.6 铁路城市隧道位于建筑密集区以及邻近既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物和其他重点保护对象的区段，应根据周边环境变形和振动控制要求合理确定开挖方式及支护结构设计参数。

7.5.7 铁路城市隧道工程采用机械开挖时，应根据地层条件、开挖断面、设备作用特征和施工扰动，分析其对围岩或地层稳定、支护结构受力及周边环境的影响，并应合理确定支护参数和施工控制要求。

7.5.8 铁路城市隧道工程采用爆破开挖时，应根据围岩条件、隧道埋深、爆破

振动影响及周边环境敏感程度确定爆破控制要求。邻近既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物、文物建筑、历史建筑及其他振动敏感对象时，应根据保护要求提出爆破振动控制指标和必要的专项分析要求。

7.5.9 铁路城市隧道正洞与联络通道、横通道、工作井、设备洞室及其他开口或连接部位，应分析结构开口、刚度变化和施工顺序对主体结构受力的影响，并应采取相应的结构加强和连接措施。

7.5.10 铁路城市隧道施工揭示的围岩、地层、地下水或结构变形特征与设计采用条件明显不一致时，应复核支护参数、衬砌结构、施工顺序和结构计算条件。

7.6 明挖结构

7.6.1 铁路城市隧道明挖结构设计应根据基坑深度、工程地质与水文地质条件、主体结构形式、城市环境条件、施工顺序及周边环境保护要求，对基坑支护结构和主体结构进行协调设计。基坑支护及地基基础设计尚应符合现行《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003 和《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

7.6.2 铁路城市隧道基坑支护结构形式应根据基坑深度、地层和地下水条件、主体结构形式、周边建（构）筑物及桩基础、地下管线、施工场地、交通疏解和施工组织等条件综合确定，并应满足基坑稳定和变形控制要求。

7.6.3 铁路城市隧道工程的城市道路交通疏解对基坑分期、围挡范围、支撑布置或主体结构施工顺序产生明显影响时，应协调交通疏解、基坑支护和主体结构设计，并应分析不同施工阶段结构体系和受力条件的变化。

7.6.4 铁路城市隧道基坑开挖、支撑设置与拆除、地下水控制、主体结构施工、

回填及结构体系转换对结构受力或变形影响明显时，应根据施工顺序进行施工过程分析，并应验算相应施工阶段的结构安全和变形。

7.6.5 铁路城市隧道围护结构参与永久结构受力时，应明确围护结构与主体结构的连接方式、荷载传递、变形协调和共同受力条件，并应满足永久结构承载能力、正常使用、耐久性和防水要求；围护结构不参与永久结构受力时，不应将其承载能力计入主体结构永久受力计算。

7.6.6 铁路城市隧道主体结构设计应考虑基坑开挖和卸载、围护结构变形、地下水控制及施工过程产生的影响，并应考虑回填完成、地下水恢复及长期地层变形后的不利作用。

7.6.7 铁路城市隧道主体结构周边回填土计算参数应根据回填材料、压实状态和受力阶段确定，并应分别考虑施工阶段和长期使用阶段的不同状态，其主要计算参数取值应符合本规程附录 B 表 B.0.4 的规定。

7.6.8 铁路城市隧道基坑开挖、卸载、地下水控制及主体结构施工可能对既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物、地下管线及其他重点保护对象产生明显影响时，应根据邻近施工影响评价结果确定变形控制和工程保护要求。

7.7 抗震与偶然作用设计

7.7.1 铁路城市隧道主体结构抗震设计应符合现行《铁路工程抗震设计规范》GB 50111 和《铁路隧道设计规范》TB 10003 的规定，并应根据隧道结构形式、工程地质条件和城市环境条件确定抗震设计要求。

7.7.2 铁路城市隧道软弱地层、液化土、地层条件突变以及结构刚度变化明显的区段，应分析地震作用下地层变形、不均匀变形及结构受力变化的影响，并应采取相应的结构或地基处理措施。

7.7.3 铁路城市隧道洞口、工作井、联络通道、横通道、不同结构形式连接处及其他刚度突变部位，应分析地震作用下差异变形和局部受力，并应采取相应的抗震构造措施。

7.7.4 铁路城市隧道穿越或邻近既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物及其他重点保护对象时，应根据结构空间关系和地层条件，分析地震作用下隧道与邻近结构之间的相互影响；相互作用明显时，应采取相应的变形协调和结构加强措施。

7.7.5 铁路城市隧道火灾、撞击、爆炸、洪涝、突涌水、重要压力管线破裂及其他可能对主体结构产生明显影响的偶然作用，应根据作用特点分析下列影响：

- 1 火灾高温引起的材料性能劣化、结构变形和承载能力降低；
- 2 撞击、爆炸等作用引起的局部破坏及其对主体结构整体受力体系的影响；
- 3 洪涝、突涌水及外部水体进入引起的水压力、浮力及结构局部受力变化；
- 4 重要压力管线破裂引起的冲刷、水土流失、地层空洞及其对结构的附加作用；
- 5 其他可能引起结构作用、边界条件或受力体系明显变化的不利影响。

7.7.6 铁路城市隧道偶然作用可能造成局部构件破坏、结构受力体系明显改变或损伤扩展时，应采取结构加强、构造连接加强、限制损伤扩展或其他措施，避免局部损伤导致结构连续破坏。

7.8 地下水控制设计

7.8.1 铁路城市隧道地下水控制设计应遵循保护地下水资源、减少地下水扰动和防止地下水污染的原则，并应根据工程地质与水文地质条件、施工方法及周边环境保护要求合理确定地下水控制方案。

7.8.2 铁路城市隧道永久结构宜采用封闭防水体系，不应以长期降低地下水位作为结构受力、防水和抗浮设计的前提。城市环境敏感区段宜优先采用止水、截水等措施，减少施工降水和地下水抽排。

7.8.3 铁路城市隧道结构设计采用的地下水位、水压力及其变化范围，应根据本规程第4章水文地质勘察与调查成果确定，并应考虑季节变化、地下水恢复、区域地下水变化及城市建设活动可能产生的不利影响。

7.8.4 铁路城市隧道施工期采取止水、降水、回灌及其他地下水控制措施时，应分析地下水变化对既有铁路、城市轨道交通、建（构）筑物、地下管线及其他重点保护对象的影响。

7.8.5 铁路城市隧道软土、富水砂层、承压水发育区、区域地面沉降敏感区及邻近重点保护对象的区段，应分析地下水变化与地层变形的相互影响，并采取相应控制措施。

7.8.6 铁路城市隧道施工期地下水控制措施停止后，应分析地下水恢复对永久结构受力、地层变形及周边环境的影响。

7.8.7 铁路城市隧道地下水控制、结构、防水和抗浮设计应采用统一的水文地质资料和工况划分；同一设计工况下采用的地下水位和水压力应一致。

7.9 抗浮设计

7.9.1 铁路城市隧道受到的地下水浮力可能影响结构整体或局部稳定时，应进

行抗浮设计，并应分别验算施工阶段和使用阶段的最不利工况。

7.9.2 铁路城市隧道抗浮设计采用的地下水位和水压力应根据本规程第 7.8 节确定。施工期地下水控制措施停止后的地下水恢复水位以及使用阶段抗浮设防水位，应纳入抗浮稳定性验算。

7.9.3 铁路城市隧道抗浮稳定验算应考虑结构自重、永久覆土及其他可靠永久作用。采用覆土重量作为抗浮作用时，应结合结构形式、覆土厚度、地下水条件及可能发生的地层损失合理确定其有效范围。

7.9.4 铁路城市隧道采用盾构法时，隧道抗浮稳定性验算应符合现行《盾构隧道工程设计标准》GB/T 51438 的规定；明挖法及其他地下结构的抗浮稳定安全系数应根据结构形式和相应现行设计标准确定。不同结构形式采用的抗浮稳定安全系数不一致时，应结合抗浮设防水位、结构受力特点和施工、使用阶段最不利工况综合确定。

7.9.5 铁路城市隧道结构自重和永久覆土不能满足抗浮稳定要求时，应根据结构形式、工程地质与水文地质条件及周边环境条件，采取压重、抗拔桩、抗浮锚杆或其他可靠抗浮措施。

7.9.6 铁路城市隧道抗拔桩、抗浮锚杆及其他抗浮构件应进行承载力、变形和耐久性设计，其设计使用年限不应低于所连接主体结构的设计使用年限。

7.9.7 铁路城市隧道抗浮措施应考虑施工顺序、结构体系转换、覆土形成和地下水恢复过程中的不利工况；分期施工、结构自重尚未形成或永久覆土尚未完成时，应验算施工阶段抗浮稳定性。

7.9.8 铁路城市隧道邻近既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物或其他重点保护对象时，抗浮措施的施工不应对周边地层和保护对象产生不可接受的附加变形或其他不利影响。

8 防水与排水

8.1 一般规定

8.1.1 铁路城市隧道地下结构宜采用封闭防水体系,坚持以防为主、防堵结合、综合治理原则。

8.1.2 防水设计应根据结构形式、施工方法、工程地质与水文地质条件、设计水位和水压、结构变形、周边水环境及运营要求确定。

8.1.3 防水体系与排水系统应分别设置,排水系统不应作为长期降低地下水位或持续疏排地下水的措施。

8.2 防水等级与设防标准

8.2.1 铁路城市隧道防水性能等级应按现行《铁路隧道设计规范》TB 10003的规定确定,并应符合下列规定:

1 高速铁路隧道拱墙、抗冻设防段及对渗漏水敏感的人员、设备洞室采用一级防水;

2 其他电气化铁路和内燃牵引铁路隧道拱墙、隧底及有人员经常活动或安装一般电气设备的部位,防水等级不低于二级;

3 辅助坑道、检修通道、通风排烟通道及其他部位根据使用功能确定防水等级,其中设置电动防火门、风机及其控制设备的部位不低于二级。

8.2.2 铁路城市隧道矿山法和明挖结构宜采用以混凝土结构自防水、外设防水层和接缝防水为主的全包防水体系;盾构隧道宜采用以管片结构自防水和接缝密封防水为主的封闭防水体系。

8.2.3 铁路城市隧道高水压、富水、地下水环境敏感以及渗漏后可能影响铁路

运营或周边环境安全的区段，应提高防水体系的可靠性，并应根据工程条件采取加强防水或注浆止水措施。

8.2.4 铁路城市隧道施工缝、变形缝、结构接缝、洞门、结构开口、穿墙管及不同结构连接部位应采取加强防水措施，防水构造应适应设计工况下的结构变形。

8.2.5 铁路城市隧道所处地下水具有腐蚀性时，防水混凝土、防水层、密封材料及金属连接件应采取相应的耐久性措施。

8.2.6 铁路城市隧道附属洞室的防水等级不应低于相连正洞相应部位；洞室内设备或人员使用功能有更高要求时，应按较高等级设防。

8.2.7 铁路城市隧道防水性能等级与建筑、市政地下工程防水设防等级应分别确定，不应仅依据相同等级名称直接对应其性能指标或构造要求。

8.3 盾构隧道防水

8.3.1 铁路城市隧道采用盾构法时，隧道防水体系应由管片结构自防水、管片接缝防水、螺栓孔和注浆孔密封以及特殊部位防水等组成，并应形成连续封闭的防水体系。

8.3.2 铁路城市隧道管片接缝防水应根据设计水压、接缝张开量、错台量、接头转动及长期结构变形确定。

8.3.3 铁路城市隧道联络通道、洞门、管片与现浇结构连接及其他结构转换部位，应根据设计水压、结构形式和差异变形采取加强防水措施。

8.3.4 铁路城市隧道大直径、高水压、特殊管片或接缝变形控制要求较高的盾构隧道，应根据工程需要进行管片接缝防水性能试验或专项验证。

8.3.5 铁路城市隧道盾构管片拼装时，密封垫、螺栓孔、注浆孔及结构开口连

接部位应保证密封构造连续、完整；密封构造出现损伤、移位或其他影响防水性能的情况时，应及时处理。

8.4 矿山法、明挖结构防水

8.4.1 铁路城市隧道矿山法复合式衬砌防水层应连续设置，施工缝、变形缝及结构开口等部位应采取与设计水压和结构变形相适应的防水措施。

8.4.2 铁路城市隧道明挖结构应在迎水面形成连续的全包防水体系，施工缝、变形缝、后浇带、穿墙管、预埋件及结构开口等部位应保证防水构造连续。

8.4.3 铁路城市隧道工作井、风井、疏散出入口、洞门以及地下结构与地面结构连接部位，应根据地下水、地表水和结构差异变形采取加强防水措施。

8.4.4 铁路城市隧道不同结构形式连接、结构刚度突变及施工方法转换部位，应分析差异变形对防水体系的影响，并应保证防水层和接缝防水构造连续。

8.4.5 铁路城市隧道矿山法和明挖结构防水施工前，应核查防水基面的净空、平整度和渗水状态，并完成必要的施工工艺试验。

8.4.6 铁路城市隧道防水层及施工缝、变形缝等部位的止水构造，应按设计位置连续设置并可靠固定；防水层搭接和焊缝应满足设计要求，多层接缝应错开，钢筋和预埋件安装不应损伤防水层；洞室、联络通道、明暗交界处及不同结构形式连接部位，应保证防水层连续、平顺。

8.5 排水系统

8.5.1 铁路城市隧道排水系统应主要收集和排除清洗水、消防水、地面进入的雨水、事故水及允许范围内的少量渗漏水。

8.5.2 铁路城市隧道排水系统应符合现行《铁路给水排水设计规范》TB 10010的规定，并应根据线路纵坡、结构布置、排水性质和排水量合理设置集水及排

水设施；具备重力排水条件时宜采用重力排水。

8.5.3 铁路城市隧道的最低点、工作井底部及其他积水部位不能采用重力排水时，应设置机械排水设施，并应根据运营安全要求设置备用排水设备。

8.5.4 铁路城市隧道机械排水系统应按正常运营、检修、消防、地面雨水进入及重要压力管线破裂等场景分别计算来水量，按可能同时发生的来水组合确定设计排水量，并应校核备用设备投入、外部电源故障和排水出路受阻等工况。

8.5.5 铁路城市隧道排水接入城市排水管网时，应核实外部排水系统的接纳能力和最高水位，并应采取防止外部雨污水倒灌的措施。城市排水系统有关设计条件尚应符合现行《室外排水设计标准》GB 50014 的规定。

8.5.6 铁路城市隧道结构设计渗入水量应按排水分区计算。单位面积设计渗入水量应根据工程条件及可靠资料确定；未包含在单位面积设计渗入水量中的局部集中渗入水应另行计入。排水分区结构设计渗入水量可按式（8.5.6）计算：

$$Q_s = \frac{\sum q_i A_i}{1000} + Q_c \quad (8.5.6)$$

式中： Q_s ——排水分区结构设计渗入水量（ m^3/d ）；

q_i ——第 i 类部位单位面积设计渗入水量 [$\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]；

A_i ——第 i 类部位按同一统计口径确定的防水面积（ m^2 ）；

Q_c ——未计入单位面积设计渗入水量的局部集中设计渗入水量（ m^3/d ）。

8.5.7 铁路城市隧道采用机械排水时，集水池有效容积宜按排水分区 24h～48h 结构渗入水量确定，且不宜小于最大一台排水泵 15min～20min 的出水量；消防、雨水及事故来水应另行校核。

8.5.8 铁路城市隧道机械排水泵房应具备人员检修和设备更换条件；受封闭运

营条件限制、从正洞检修不便时，可设置独立地面检修出入口。

8.5.9 铁路城市隧道排水设计应设置水位和设备运行监测、故障报警及必要的远程控制接口；集水池、排水管和检查井应具备清淤、清洗及检修条件，易结晶或淤堵区段应采取防堵和维护措施。

8.5.10 铁路城市隧道永久排水系统施工应保证排水沟、排水管、检查井、集水池及其接口连接牢固、通畅；施工完成后应清除管沟、集水设施内的施工残留物。

8.6 防洪防涝

8.6.1 铁路城市隧道洞口以及可能受洪水、城市内涝影响的工作井、风井、疏散出入口及其他地面开口，应根据防洪水位、内涝防淹水位开展隧道防洪防涝设计。

8.6.2 铁路城市隧道防洪防涝评价应根据工程位置和汇水条件，分析设计洪水、河湖水位、城市内涝、道路汇水、地形地势、暴雨重现期标准、城市排水系统高水位及雨水倒灌等影响，并应确定防洪控制水位和内涝防淹控制水位。

8.6.3 铁路城市隧道洞口及其他地面开口高程、挡水高度和防淹设施设计，应分别校核防洪控制水位和内涝防淹控制水位，按不利控制条件确定，并应考虑道路纵坡、地表汇水和局部地形等因素。

8.6.4 铁路城市隧道位于城市低洼区、内涝风险区、河湖影响范围或道路纵坡向隧道汇水的洞口及地面开口，应采取截水、挡水和防倒灌措施；城市内涝影响分析应符合现行《城镇内涝防治技术规范》GB 51222 和《室外排水设计标准》GB 50014 的有关规定。

8.6.5 铁路城市隧道洪水、内涝或外部水体进入隧道后可能危及邻近隧道、地

下车站、地下空间或其他重要设施时，应设置防洪闸门、防淹挡板或其他可靠的水灾隔离设施。

8.6.6 铁路城市隧道防洪防涝设计应考虑暴雨、河湖洪水、城市排水系统高水位、重要压力管线破裂、外部电源故障及机械排水设备故障等不利情况，并应避免单一设施失效导致地表水大量进入隧道。

8.6.7 铁路城市隧道洞口 U 型槽及其他敞开段应根据汇水面积、地形和暴雨条件设置截水、排水设施，可设置雨棚等遮雨设施减少直接进入敞开段的雨水，雨棚汇水应排至槽外可靠排水系统，雨棚及其支承不应侵入铁路建筑限界，不应妨碍疏散、通风和检修。

8.6.8 铁路城市隧道突涌水、重要压力管线破裂或外部水体进入可能造成地层流失、轨道基础冲刷或向相邻地下空间传播时，应根据可能来水量、传播路径和供电条件设置监测报警、止水隔断、应急排水及人员撤离条件；水灾控制设施失效时，应明确限制水灾扩展和保持必要疏散功能的措施。

9 超前地质预报

9.0.1 铁路城市隧道施工期应结合勘察成果、施工揭示、地质素描、前方探查及监测信息，动态核查工程地质、水文地质和地下障碍物条件。

9.0.2 铁路城市隧道超前地质预报应根据勘察成果、地质及水文地质条件、工程风险和重点保护对象，确定预报对象、方法、范围和实施时机，并纳入施工工序。

9.0.3 铁路城市隧道超前地质预报应综合利用既有勘察、城市环境调查、三维地质模型及施工信息，重点查明不良地质、特殊岩土、地下水异常及影响施工的人工障碍物。

9.0.4 铁路城市隧道富水、岩溶、断层破碎带、软弱夹层、采空区及其他高风险区段，应根据异常特征采用适宜的物探、超前钻探或直接探查方法。

9.0.5 铁路城市隧道水下、富水及高水压区段实施超前钻探时，应根据预计水压、导水通道和地层稳定条件采取孔口控水、防喷和封孔措施，避免探孔形成失控导水通道。

9.0.6 铁路城市隧道存在有毒有害气体、可燃气体或邻近燃气管线风险时，前方探查应结合气体来源和迁移路径采取检测、通风、孔口控制及人员防护措施。

9.0.7 铁路城市隧道矿山法施工应结合超前地质预报、开挖揭示和监测信息，动态核查掌子面及前方工程地质、水文地质条件。

9.0.8 铁路城市隧道盾构法施工应结合前方探查、掘进参数、出渣特征和监测信息，动态核查前方地层、地下水及地下障碍物条件。

9.0.9 超前地质预报或探查结果与勘察设计条件明显不一致时，应及时反馈设计和施工，并根据影响程度复核施工方法、支护、地下水控制、施工参数和监

测要求：前方异常条件尚未查明并可能影响施工安全时，不应进入相应区段。

9.0.10 超前地质预报成果应与施工揭示情况进行对比核查，并根据实际揭示结果调整后续预报对象、方法和范围。

10 施 工

10.1 一般规定

10.1.1 铁路城市隧道施工应根据工程地质与水文地质条件、结构形式、施工方法、城市环境复杂程度和重点保护对象控制要求组织实施，并应保证施工人员、隧道结构、周边环境和铁路运营安全。

10.1.2 铁路城市隧道施工应符合现行《铁路隧道工程施工安全技术规程》TB 10304 的规定。

10.1.3 铁路城市隧道施工前应核查工程地质与水文地质条件、地下障碍物、重点保护对象、施工条件及风险控制措施。实际条件与设计采用条件存在明显差异时，应进行技术复核。

10.1.4 铁路城市隧道周边环境复杂区段、邻近重点保护对象区段、复杂地质高风险区段以及采用特殊施工方法的区段，施工单位应根据工程特点编制专项施工方案。明挖基坑、盾构、矿山法及下穿重要管线等工程的专项施工方案应符合下列规定：

1 专项施工方案应明确施工工序、主要施工参数、超前支护、地层及地下水控制、重点保护对象防护、监测预警、停止作业和撤人条件、异常工况处置及环境保护措施；

2 专项施工方案应按适用规定进行论证、审批和技术交底，并按经批准的方案组织施工和验收；

3 实际工程条件与专项施工方案采用条件明显不一致时，应及时进行技术复核并按规定调整，调整完成前不应实施受影响的工序。

10.1.5 铁路城市隧道施工过程中应结合地质揭示、施工参数和监测结果对工

程条件进行动态核查。施工揭示条件与勘察或设计条件存在明显差异并可能影响工程安全时，应及时调整施工措施，必要时应进行设计复核。

10.1.6 铁路城市隧道邻近既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物、重要地下管线及其他重点保护对象施工时，应落实相应工程保护措施，并应开展影响控制和监测。

10.1.7 铁路城市隧道施工应重点识别下列异常工况：

- 1 地表或城市道路出现异常沉降、开裂、空洞、隆起或坍塌；
- 2 既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物及其他重点保护对象出现变形突增、开裂、结构异常或运营状态异常；
- 3 燃气、油气、热力、高压供水及其他重要地下管线出现泄漏、压力异常、接口损伤或其他运行异常；
- 4 地下水位、水压力或涌水量突变，出现管涌、流砂、涌砂、水土流失或地层冲刷；
- 5 施工揭示未查明的地下管线、既有桩基、锚杆、地下连续墙、废弃基础、空洞及其他地下障碍物，并可能影响施工安全；
- 6 掌子面、开挖面或基坑出现失稳征兆，隧道结构、支护结构、管片、基坑围护结构或支撑体系出现异常变形、开裂、破损或受力状态异常；
- 7 邻近基坑、桩基、降水、堆载及其他外部工程活动发生变化，并可能与隧道施工产生明显叠加影响；
- 8 有毒有害气体或可燃气体浓度异常、氧含量不足、燃气管线泄漏或施工通风失效，以及洞内初期火灾；
- 9 其他可能危及人员、既有铁路运营、既有基础设施结构或城市环境安全的异常情况。

10.1.8 铁路城市隧道发生异常工况时，施工单位应立即停止可能扩大风险的作业，划定影响区域，按异常类型采取稳压、止水、封堵、支护、加固或其他必要措施，并应符合下列规定：

1 突涌水流砂、支护开裂掉块或变形迅速发展，盾构出渣异常伴随地面塌陷征兆，盾尾封堵失效并持续流失砂土，基坑失稳征兆、有毒有害气体达到安全限值或初期火灾扑救失效时，应立即撤离受影响区域全部人员并逐级清点，扩大影响范围时应同步扩大撤离和警戒范围；

2 异常影响地面、相邻工作面、城市道路、既有运营线路、重要管线或建（构）筑物时，应实施地面与地下、相关工作面联动，及时报告建设单位、铁路工程监管部门及有关地方部门，并通知产权或运营单位；涉及交通管控、停运、停供和人员疏散的，应配合有权部门及运营单位实施，不应擅自操作重要基础设施。

10.1.9 铁路城市隧道异常工况处置应实行现场统一指挥并遵循人员最少化原则，应符合下列规定：

1 风险未查明或有效防护措施未落实时，不应组织人员进入危险区域；经风险评估和批准后进行人工勘查时，原则上不应超过 2 人；

2 处置作业同一作业区域内人员一般不应超过 2 人，所涉风险可能影响范围内总人数严禁超过 9 人；

3 同一部位原则上不应进行交叉作业，应安排 1 名专职安全生产管理人员全过程盯控；

4 处置期间应加密监测和地质探测，保持通信、通风、照明及安全撤离条件，无关人员不应进入处置区域。

10.1.10 铁路城市隧道异常工况处置后，应查明原因，复核地质、地下水、结

构、设备、施工参数和周边环境状态，并验证处置效果；工程条件或风险状态发生变化时，应重新进行风险评价。达到撤人条件的异常工况处置结束后，应经监理单位确认、建设单位批准方可恢复施工；异常原因未查明、措施未经验证有效或恢复条件未落实时，不应恢复受影响作业。

10.1.11 铁路城市隧道施工单位应加强洞内人员出入和作业区域管理，掌握洞内人员数量及分布，并应具备异常状态下快速联络、撤离和清点的条件。

10.1.12 铁路城市隧道施工应根据工程规模、施工方法和主要风险类型明确施工期应急处置要求，配置与工程风险相适应的应急救援物资和设备，明确人员撤离路径、应急联络和救援接口，并应根据工程风险开展应急演练。

10.1.13 铁路城市隧道施工期排水能力应根据施工来水、降雨及可能发生的突发来水确定，并设置必要的备用排水措施；停止临时排水前，应复核永久结构、防水体系和抗浮条件。

10.2 矿山法施工

10.2.1 铁路城市隧道矿山法施工应根据围岩或地层条件、地下水条件、隧道埋深、断面形式、周边环境和风险程度合理确定开挖方法、施工步序、循环进尺、超前支护和初期支护措施，并应符合现行《铁路隧道工程施工安全技术规程》TB 10304 的规定。

10.2.2 铁路城市隧道浅埋、软弱地层、富水地层、地层突变、大断面以及邻近重点保护对象的区段，应重点控制掌子面稳定、地层损失和施工变形，并应根据工程需要采取超前支护、地层加固或地下水控制措施。

10.2.3 铁路城市隧道位于建筑密集区以及邻近既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物、文物建筑、历史建筑及其他施工扰动敏感对象的区段，工程

条件适宜时宜采用机械开挖等低扰动施工方法，并应根据地层条件和设备性能控制开挖扰动。

10.2.4 铁路城市隧道施工过程中应结合超前地质预报、地质素描、开挖揭示和监测结果核查工程地质与水文地质条件。实际条件与设计采用条件明显不一致时，应复核开挖方法、支护参数和施工步序。

10.2.5 铁路城市隧道开挖应按设计确定的施工方法、施工步序和循环进尺实施，初期支护应及时施作并形成稳定受力体系。分部开挖、临时支撑及支护体系转换应按设计顺序实施。

10.2.6 铁路城市隧道工程采用爆破开挖时，应根据围岩条件、断面形式和周边环境确定爆破参数，并应符合现行《铁路工程爆破振动安全技术规程》TB 10313 和《爆破安全规程》GB 6722 的规定。

10.2.7 铁路城市隧道穿越或邻近既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物、文物建筑、历史建筑、重要地下管线及其他振动敏感对象时，应根据保护要求控制爆破振动，必要时应通过试爆确定爆破参数。

10.2.8 铁路城市隧道临时支撑拆除或结构体系转换前，应确认永久结构强度、结构变形和监测结果满足设计要求。联络通道、横通道、大断面转换及其他结构开口施工前，应核查地层、地下水和主体结构状态；需要进行地层加固或止水处理时，应在开挖前验证处理效果。

10.2.9 铁路城市隧道施工过程中出现掌子面失稳、坍塌、突泥涌水、涌砂、初期支护异常变形或开裂、地表异常沉陷或坍塌等情况时，应停止可能扩大风险的作业。

10.3 盾构法施工

10.3.1 铁路城市隧道盾构施工应符合现行《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181 的规定，并应根据工程地质与水文地质条件、线路条件和周边环境控制要求确定施工参数。

10.3.2 铁路城市隧道盾构始发和接收前应核查端头地层处理、洞门结构和密封、盾构姿态、地下水条件、周边环境以及应急措施；关键条件不满足设计和施工方案要求时，不应进行始发或接收。

10.3.3 铁路城市隧道位于建筑密集、地下管线密集以及穿越或邻近既有铁路、城市轨道交通等重点保护对象的区段，宜设置代表性试掘进段，并应根据试掘进结果确定开挖面压力、推进速度、出土量、同步注浆量及注浆压力等主要施工参数。试掘进及掘进参数确定尚应符合现行《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446 第 7.1.3 条的规定。

10.3.4 铁路城市隧道试掘进段的工程地质、水文地质、覆土厚度或重点保护对象条件与后续区段存在明显差异时，应复核试掘进确定的主要施工参数，并根据实际地层和环境响应进行调整。

10.3.5 铁路城市隧道软硬地层突变、富水砂层、高水压、孤石或硬质夹层发育以及存在地下障碍物的区段，应根据前方地层核查结果和盾构设备适应性，调整开挖面控制、渣土改良、刀具配置及掘进参数，并应控制开挖面稳定和地层损失。

10.3.6 铁路城市隧道盾构掘进应综合控制开挖面压力、推进速度、推力、刀盘扭矩、出土量、盾构姿态和壁后注浆等主要施工参数。实际出土量应与理论出土量进行对比，并结合地层、地下水和周边环境响应动态调整施工参数。

10.3.7 铁路城市隧道管片拼装和壁后注浆应与盾构掘进协调实施。管片出现

明显开裂、破损或错台时，应及时处理；壁后注浆和补充注浆应根据地层条件、盾尾空隙、管片状态及周边环境控制要求，合理确定注浆压力和注入量。

10.3.8 铁路城市隧道盾构开仓、长时间停机及恢复掘进等特殊工况，应根据工程地质、水文地质、设备和周边环境条件采取保证开挖面稳定和周边环境安全的控制措施。盾构开仓及气压作业尚应符合现行《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446 和《盾构法开仓及气压作业技术规范》CJJ 217 的规定。

10.3.9 铁路城市隧道大直径、小半径曲线、小净距、上下叠线、交叉穿越以及邻近重点保护对象的区段，应加强盾构姿态、施工参数、隧道结构和周边环境响应的联合分析，并应根据环境响应调整掘进和注浆参数。

10.3.10 铁路城市隧道盾构掘进过程中出现开挖面压力明显异常、出土量异常、盾尾密封失效、异常涌水涌砂、盾构姿态失控、管片严重破损、壁后注浆异常或地面异常沉陷、空洞及坍塌等情况时，应停止可能扩大风险的作业，并应按规定进行处置。

10.4 明挖施工

10.4.1 铁路城市隧道明挖施工应根据基坑深度、工程地质与水文地质条件、主体结构形式、施工顺序及周边环境条件，合理确定围护结构、支撑体系、土方开挖、地下水控制和主体结构施工措施。基坑工程施工应符合现行《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003 和《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

10.4.2 铁路城市隧道基坑开挖前应核查围护结构、支撑体系、地下水控制措施、地下管线、重点保护对象、施工场地及交通疏解条件。实际施工条件与设计工况明显不一致时，应进行技术复核。

10.4.3 铁路城市隧道交通疏解导致基坑分期、施工范围、支撑体系或主体结构施工顺序发生变化时,应按设计确定的分期方案组织施工;调整施工分期时,应复核基坑支护、主体结构和周边环境控制要求。

10.4.4 铁路城市隧道土方开挖应按设计确定的分层、分区、分段和施工顺序实施,开挖与支撑施工应符合设计规定的时序要求。支撑体系未达到设计规定的受力条件时,不应进行受其控制的下一阶段开挖。

10.4.5 铁路城市隧道施工期地下水控制应根据含水层、承压水、坑底稳定和周边环境控制要求实施,并应减少对地下水环境的扰动。出现地下水位或水压力异常、管涌、流砂、突涌水或坑底隆起时,应停止受影响区域施工并采取控制措施。

10.4.6 铁路城市隧道主体结构施工、换撑、拆撑及其他结构体系转换应按设计顺序实施。结构体系转换前,应确认永久结构强度、连接构造、抗浮条件、结构变形及监测结果满足设计要求。

10.4.7 铁路城市隧道主体结构周边回填应按设计确定的回填材料、分层厚度和压实要求实施,并应避免对主体结构、防水体系及周边环境产生不利影响。回填材料和压实状态应与本规程第 7.6.7 条及附录 B 表 B.0.4 采用的计算条件保持一致。

10.4.8 铁路城市隧道基坑施工过程中出现围护结构或支撑体系异常、管涌、流砂、突涌水、坑底隆起、坑外地面异常沉降、开裂或坍塌以及重点保护对象状态异常时,应停止可能扩大风险的作业,并应按规定进行处置。

10.5 施工通风与环境保护

10.5.1 铁路城市隧道施工通风应根据隧道长度、断面、施工方法、作业面、设备、作业人数及粉尘和有毒有害气体来源确定通风方式和能力，并应符合现行《铁路隧道工程施工安全技术规程》TB 10304 的规定。

10.5.2 铁路城市隧道施工存在有毒有害气体、可燃气体或缺氧风险时，应符合下列规定：

- 1 应根据气体来源、性质和积聚路径设置通风、氧含量和气体检测及人员防护措施；
- 2 下穿或邻近燃气、油气管线和污水设施时，应核实泄漏经地层、管沟或地下空间进入隧道的通道，并与相关运营单位建立监测信息和应急联络接口；
- 3 施工安全应符合现行《铁路隧道工程施工安全技术规程》TB 10304 的规定。

10.5.3 铁路城市隧道施工通风应覆盖长距离掘进作业面、轨行运输通道、工作井、泵坑及其他易积聚气体的部位，应符合下列规定：

- 1 通风未运行、失效，气体浓度达到安全限值或氧含量不满足安全要求时，应停止受影响区域作业、撤离人员并禁止进入；
- 2 燃气管线泄漏时，应通知管线运营单位控制泄漏源，在防止点燃的条件下实施通风和检测；
- 3 经复测确认作业面、通道及积聚部位满足安全要求并完成恢复施工确认后，方可进入或恢复作业。

10.5.4 铁路城市隧道邻近居住区、学校、医院及历史文化保护对象等敏感区域施工时，应根据施工设备、作业时间和保护要求控制噪声与振动，宜采用低噪声、低振动施工方法和设备，必要时应采取隔声、减振措施。

10.5.5 铁路城市隧道施工废水、泥浆及其他可能污染水环境的废水应分类收集和处理,排放或回用应符合相应水质要求;未经处理不应直接排入地表水体、地下水体或城市排水系统。

10.5.6 铁路城市隧道土石方开挖、材料装卸、盾构出渣及弃渣转运等作业应采取覆盖、湿法作业、密闭运输等抑尘措施。施工车辆和机械废气、施工照明对周边环境产生明显影响时,应采取相应控制措施。

10.5.7 铁路城市隧道开挖土石方、盾构渣土、废浆及建筑垃圾应根据其性质分类收集、运输和处置,宜开展减量化和资源化利用;资源化利用应满足相应用途的质量和环境保护要求。

10.5.8 铁路城市隧道施工确认存在爆炸性气体环境时,机械、电气、监测及通信设备应根据气体性质、环境分区和设备使用条件选用相应防爆型式,并应符合现行《爆炸性环境》GB/T 3836 系列相应部分的规定;不应将不适用的防爆设备用于该环境。

10.5.9 铁路城市隧道应根据有毒有害气体种类、相应安全限值及铁路施工安全管理要求确定预警值,不应放宽现行有关规定的预警要求,应符合下列规定:

- 1 气体浓度达到预警值时,应加强通风、加密检测并分析来源;
- 2 达到安全限值时,应立即停止受影响区域施工并撤离人员;
- 3 可燃气体和氧含量应分别按其危险特征确定报警、停工和撤人条件,不应以有毒气体的控制比例替代爆炸危险或缺氧控制指标。

11 邻近施工影响与保护

11.1 一般规定

11.1.1 铁路城市隧道邻近施工应根据工程地质与水文地质条件、施工方法、空间关系和保护对象特点开展影响评价，并应采取相应的工程保护和施工控制措施，保障铁路运营、隧道结构及周边保护对象安全和正常使用。

11.1.2 铁路城市隧道邻近施工保护对象应根据本规程第 4 章调查成果确定，重点包括既有铁路、城市轨道交通、建（构）筑物、地下管线、道路、桥梁、地下空间、重要水体和历史文化保护对象等。

11.1.3 铁路城市隧道邻近施工保护应优先通过线路、施工方法、施工顺序和施工参数优化降低工程影响；采取地层加固、隔离、托换、补偿注浆或其他工程保护措施时，尚应考虑保护措施施工对地层和保护对象产生的附加影响。

11.1.4 铁路城市隧道邻近施工主要影响结束后，应根据保护对象特点进行复核，并应对比施工前基准、施工期主要响应和施工后状态；存在长期固结、地下水恢复及其他可能持续发展的影响时，应继续监测，仍需持续控制的风险应纳入残余风险管理。

11.2 影响范围与评价

11.2.1 铁路城市隧道邻近施工影响评价应以本规程第 3.2 节确定的预计施工影响范围和第 4 章调查成果为基础，分析地层损失、卸载、附加荷载、地下水变化、振动及施工时序对保护对象的影响。

11.2.2 铁路城市隧道保护对象具有法定保护范围、控制保护区或专项标准规定的工程影响范围时，应与本规程第 3.2 节确定的范围分别核定；影响评价应

覆盖各范围的并集，并根据实际影响扩大，不应因评价范围变化改变法定保护区边界。

11.2.3 铁路城市隧道邻近施工影响评价应根据保护对象的重要性、结构状况、既有病害、允许变形和使用或运营要求，分析施工对其结构安全、正常使用和运营安全的影响。

11.2.4 铁路城市隧道影响评价应考虑施工前状态、主要施工阶段和施工完成后的不利影响；存在长期固结、地下水恢复、冻结融沉及其他可能持续发展的影响时，尚应评价施工后的长期影响。

11.2.5 铁路城市隧道重点保护对象、城市环境复杂区段和风险等级较高区段的影响评价，应采用能够反映地层与结构相互作用及施工过程的分析方法。地层变形模量、地下水位或水压力、地层损失率、结构刚度等关键参数存在较大不确定性时，应结合勘察、试验和类似工程资料确定合理取值范围，并按不利组合复核保护对象的变形和受力。

11.2.6 铁路城市隧道保护对象控制指标应根据相应标准和管理要求，并结合结构状况、既有病害、使用或运营要求及影响评价结果确定。存在多项控制要求时，应从严确定控制指标。

11.2.7 铁路城市隧道影响评价成果应明确保护对象、影响范围、主要影响因素、预测变形和受力、控制指标及保护措施，并应明确施工过程中需要重点核查的工况和保护措施启动条件。

11.3 既有铁路及城市轨道交通保护

11.3.1 铁路城市隧道穿越或邻近既有铁路或城市轨道交通施工前，应查明线路、轨道、结构、基础、既有病害、运营条件及其与拟建隧道的空间关系。

11.3.2 铁路城市隧道邻近既有铁路和城市轨道交通时，保护控制指标应根据既有结构形式、轨道形式、结构状态和运营要求确定，宜包括结构竖向和水平位移、差异变形、隧道收敛、接缝或裂缝变化、轨道几何状态及振动等。

11.3.3 铁路城市隧道穿越或邻近既有铁路、城市轨道交通时，应优先通过线路、施工方法和施工参数优化降低影响；不能满足控制要求时，应采取地层加固、结构加强、隔离或其他工程保护措施。

11.3.4 铁路城市隧道邻近营业铁路施工的影响控制、施工组织和安全监测，应符合现行铁路营业线施工安全管理有关规定和《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》TB 10314 的规定。邻近城市轨道交通施工时，铁路工程建设标准未作具体规定的，可参照现行《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202 的有关规定，并应按本规程第 3 章要求进行适用性分析。

11.3.5 铁路城市隧道施工过程中既有铁路或城市轨道交通结构、轨道或设施设备出现异常时，应停止可能扩大影响的作业，并应根据影响程度采取相应的工程控制措施。

11.4 建（构）筑物及历史文化保护对象保护

11.4.1 铁路城市隧道邻近建（构）筑物施工时，应根据结构形式、基础类型、结构状况、既有病害、使用功能、与隧道的空间关系及变形敏感程度确定保护要求。

11.4.2 铁路城市隧道邻近重要公共建筑、高层和超高层建筑，以及基础形式复杂、既有病害明显或对变形敏感的建（构）筑物时，应根据工程影响程度开展专项影响评价，并应形成施工前现状记录。

11.4.3 铁路城市隧道建（构）筑物保护控制指标应根据结构及基础形式、结

构状况、既有病害、使用功能和影响评价结果确定。主要控制指标应包括沉降、差异沉降和倾斜；必要时尚应包括水平位移、裂缝变化和振动等。

11.4.4 铁路城市隧道建（构）筑物保护应优先通过施工方法、施工顺序和施工参数优化降低影响；不能满足控制要求时，应根据影响机理采取地层加固、隔离、基础托换、补偿注浆或其他保护措施。

11.4.5 铁路城市隧道采取地层加固、隔离、基础托换或补偿注浆等保护措施时，应分析保护措施施工对建（构）筑物及周边地层产生的附加影响，并应根据施工过程响应调整实施参数。

11.4.6 铁路城市隧道涉及文物建筑、历史建筑、文化遗址及其他历史文化保护对象时，应根据其保护级别、结构特点、保存状况和保护要求确定控制指标及保护措施；涉及历史文化名城、历史文化街区等规划保护要求时，应符合现行《历史文化名城保护规划标准》GB/T 50357 的规定；涉及古建筑振动影响时，应符合现行《古建筑防工业振动技术规范》GB/T 50452 的规定；涉及文物保护单位和不可移动文物时，尚应符合文物保护有关法律法规及经批准的专项保护要求。

11.5 地下管线保护

11.5.1 铁路城市隧道地下管线保护应根据管线用途、介质、运行压力、材质、接口形式、埋深、结构状况、既有缺陷、运行状态、重要程度和破坏后果确定控制要求。

11.5.2 铁路城市隧道燃气、油气、热力、高压供水及其他破坏后可能引发严重次生灾害的重要管线，应开展专项影响评价。

11.5.3 铁路城市隧道地下管线保护的主要控制指标应包括沉降和差异沉降；

对变形敏感的管线尚应控制水平位移、接口变形或附加应力，压力管线尚应控制运行压力变化和泄漏风险。

11.5.4 铁路城市隧道进入重要地下管线影响范围施工前应核实实际位置、埋深和运行状态，实际条件与设计采用资料存在明显差异时，应复核保护方案。

11.5.5 铁路城市隧道地下管线保护宜优先通过线路、施工方法和施工参数优化降低影响；不能满足控制要求时，应根据管线特点采取加固、支承、悬吊、隔离、迁改或其他保护措施。

11.5.6 铁路城市隧道下穿或邻近燃气、油气、热力、高压供水等重要压力管线施工时，应结合管线变形和运行状态判断施工影响；出现泄漏、压力异常或其他运行异常征兆时，应停止受影响作业并采取相应的安全措施。

11.5.7 铁路城市隧道管线保护工程完成后，应根据管线类型和保护措施对管线结构、接口及运行功能进行复核。给水排水、燃气、供热及油气长输管道的严密性、压力或功能试验，应分别符合现行《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268、《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455、《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 和《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369 的规定。

11.6 城市道路安全保护

11.6.1 铁路城市隧道穿越或邻近城市道路时，应根据道路等级和结构、工程地质与水文地质条件、地下管线、既有病害及施工方法确定道路保护要求，并应分析道路沉陷、空洞和坍塌风险。

11.6.2 铁路城市隧道施工涉及的城市道路保护的主要控制指标应包括路面和路基竖向位移、沉降变化速率、路面裂缝及地下空洞；必要时尚应考虑路面隆

起和重要地下管线运行状态。铁路工程建设标准未作具体规定时，可参照现行《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 的有关规定确定，并应按本规程第 3 章要求进行适用性分析。

11.6.3 铁路城市隧道道路坍塌风险分析应重点考虑下列因素：

- 1 地下空洞、松散填土及道路或管沟回填缺陷；
- 2 地下管线泄漏、地层冲刷及水土流失；
- 3 隧道施工引起的地层损失和地层扰动；
- 4 地下水位、水压力和渗流变化；
- 5 道路交通荷载及上述因素的叠加影响。

11.6.4 铁路城市隧道穿越重要道路、既有病害明显道路或地下空洞风险较高区段时，应根据工程需要开展地下空洞探查。发现地下空洞、明显松散异常区或地下管线渗漏时，应查明范围和成因，并应在施工影响进入相应区域前采取处理或专项控制措施。

11.6.5 铁路城市隧道穿越城市道路施工时，应根据施工方法加强开挖面稳定、地层损失、注浆、地下水及地层变形控制，并结合道路和地下管线响应动态调整施工参数。

11.6.6 铁路城市隧道出现路面明显沉陷、开裂、隆起、空洞、涌水涌砂或地下管线泄漏等道路安全异常时，应停止可能扩大影响的施工，并根据风险采取交通管控、风险区域隔离、地层加固、回填、注浆或其他控制措施。

12 通风与照明

12.0.1 铁路城市隧道运营通风和照明设计应分别符合现行《铁路隧道运营通风设计规范》TB 10068 和《铁路照明设计规范》TB 10089 的规定；防灾通风和消防应急照明尚应符合现行《铁路隧道防灾疏散救援工程设计规范》TB 10020 和《铁路工程设计防火规范》TB 10063 的规定。

12.0.2 铁路城市隧道运营通风系统应根据隧道长度、列车运行条件及正常运营、检修和设备故障工况确定运行模式；火灾防烟排烟模式应与火灾位置、列车停车位置、人员疏散方向和消防救援路径相匹配。

12.0.3 铁路城市隧道通风系统兼具正常运营和防灾功能时，应明确火灾工况的优先级、模式转换条件和人工控制方式，正常运营控制不应阻碍防烟排烟模式启动；风井及进排风口应防止火灾烟气进入疏散和救援区域。

12.0.4 铁路城市隧道消防应急照明应覆盖正线疏散通道、联络通道、轨下疏散空间、楼梯、工作井及地面出口，满足火灾和停电时的照度、供电及持续工作要求。

12.0.5 铁路城市隧道通风和照明设备、风道、基础、吊架、线缆及预埋件不应侵入铁路建筑限界，不应妨碍人员疏散和设备检修或损伤主体结构及防水体系；潮湿、腐蚀及振动明显的部位应采取相应防护措施。

13 防灾与救援

13.0.1 铁路城市隧道防灾疏散救援设计除应符合现行《铁路隧道防灾疏散救援工程设计规范》TB 10020 和《铁路工程设计防火规范》TB 10063 的规定外，尚应结合城市环境、隧道空间布置和地面救援条件确定本章规定的技术要求。

13.0.2 铁路城市隧道防灾与救援设计应统筹人员疏散、临时避难、消防救援、通风、照明、排水、供电、通信和监控系统，并应根据工程条件考虑洪涝、突涌水、地震及重要压力管线泄漏等灾害与火灾的相互影响。

13.0.3 铁路城市隧道疏散通道、联络通道、紧急出口及其地面出口应连续连通，双洞、上下叠线和设中隔墙的隧道，应根据列车最大载客量、疏散距离、通行能力和受烟气影响条件确定连接通道和出口的布置。

13.0.4 铁路城市隧道利用盾构隧道轨下空间设置疏散通道或临时避难空间时，应根据结构净空、设备布置、人员通行和消防救援需求确定有效净高、净宽、出入口及连接间距，并应验证列车停车位置至安全区域疏散路径的连续性和通行能力。

13.0.5 铁路城市隧道设置临时避难空间时，应明确容纳人数、避难持续时间、防火防烟、通风、应急照明、通信和转移救援条件，避难空间不应与事故排水或危险物质扩散路径冲突。

13.0.6 铁路城市隧道洞口、工作井及地面疏散出口兼作救援接入点时，应落实与城市道路的连接、消防救援人员和车辆到达、装备展开及人员集结条件。设置定点救援设施时，其位置、地面配套和系统接口应纳入总体救援方案。

13.0.7 铁路城市隧道利用施工工作井、竖井或辅助通道作为运营期疏散或救援通道时，应按运营功能核查防火、防烟、照明、通信、通行及安全防护条件，并应避免检修设施和设备占用有效通行空间。

13.0.8 铁路城市隧道疏散指示标识应与列车疏散出口、通道转换、联络通道和地面安全出口对应，并应结合消防应急照明布置保持连续可辨；火灾、停电等应急状态下的指示应连续、清晰可辨。

13.0.9 铁路城市隧道燃气、油气、热力等重要管线泄漏可能影响隧道运营时，应根据介质特性和影响路径确定检测、隔离、人员疏散及其他安全措施，并应与管线运营单位建立应急处置接口。

13.0.10 铁路城市隧道地震后仍需承担疏散和救援功能的通道、工作井及出口，应满足相应灾后安全使用要求，并应与主要结构抗震设计和灾后检查条件衔接。

13.0.11 铁路城市隧道各防灾系统应明确灾害状态下的功能、联动关系、控制优先级和转换条件，并应分析洪涝、管线泄漏、供电故障等引起的次生或耦合影响，避免单一系统失效导致整体疏散救援功能丧失。

13.0.12 铁路城市隧道关键防灾设备和系统应根据失效后果设置备用电源、备用设备或其他保障措施；自动控制失效时，应具备必要的人工操作条件；城市救援条件受限的区段，应核查主要救援路径受阻时的替代方案。

14 环境保护

14.0.1 铁路城市隧道运营期环境保护应符合现行《铁路工程环境保护设计规范》TB 10501 及国家、地方有关环境保护标准的规定，并应落实环境影响评价文件及批复确定的运营期环境保护要求。

14.0.2 铁路城市隧道运营单位应根据沿线居民区、学校、医院、科研设施及历史文化保护对象分布，保持列车运行、风亭、泵房等产生的噪声和振动处于相应控制指标以内；运营条件或敏感对象变化时，应复核原环境保护措施的适用性。

14.0.3 铁路城市隧道轨道、结构及固定设备减振降噪设施应纳入运营检查维护，保持弹性元件、隔振装置、消声设施及其连接有效；发现性能衰减或噪声、振动异常时，应查明原因并采取维修或补强措施。

14.0.4 铁路城市隧道运营排水应按水质分类收集和处理，排放或回用应满足相应水质及接纳要求；持续渗漏、夹砂或排水量明显增大时，应核查结构防水和地下水变化，不应仅通过增加抽排维持异常状态。

14.0.5 铁路城市隧道风亭、泵房和地面检修出入口运营维护应保持防噪、防振和排水设施有效，并应防止排风、异味、设备运行及检修活动对城市公共空间和环境敏感对象产生超出控制要求的影响。

14.0.6 铁路城市隧道列车运行速度、列车类型、开行密度或固定设备运行模式发生明显变化时，应根据变化范围和敏感对象情况进行环境影响复核；原减振降噪措施不能满足要求时，应采取针对性措施。

14.0.7 铁路城市隧道运营期环境监测应按环境影响评价文件及实际运行需要确定对象、项目和频率；监测结果出现异常或重复环境投诉时，应结合轨道状

态、列车条件、设备工况和建筑物二次结构噪声等查明原因，并验证整改效果。

15 监 测

15.1 一般规定

15.1.1 铁路城市隧道施工监测应根据工程地质与水文地质条件、结构形式、施工方法、风险等级和城市环境复杂程度开展，并应覆盖受施工影响的重点保护对象。盾构法隧道监测应符合现行《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181的规定，明挖法基坑监测应符合现行《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497的规定；矿山法隧道监测应根据围岩或地层条件、施工方法、风险等级和周边环境条件确定，并应符合本章有关规定。

15.1.2 铁路城市隧道监测方案应根据施工方法、重点保护对象、风险等级和关键施工工序，明确监测对象、项目、测点、方法、精度、频率、控制值和预警要求。

15.1.3 铁路城市隧道施工监测和安全检测成果应作为施工控制、设计复核、风险控制和异常处置的技术依据，不应替代工程实体质量检验和必要的工程保护措施。

15.1.4 铁路城市隧道监测基准点、监测点和初始值测量应在施工影响发生前完成；不能取得有效初始值时，应根据监测对象已有资料和施工前状态确定评价基准。

15.1.5 铁路城市隧道邻近铁路营业线施工安全监测应符合现行《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》TB 10314 的规定。铁路工程建设标准未明确的城市复杂环境监测技术，可参照现行《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 的有关规定，并应按本规程第 3 章要求进行适用性分析。

15.1.6 铁路城市隧道工程条件、施工方法、风险状态或重点保护对象状态发

生明显变化时，应复核监测方案。

15.1.7 铁路城市隧道建设单位应根据工程风险和重点保护对象确定第三方监测范围，并应符合下列规定：

1 穿越运营铁路、城市轨道交通及其他安全后果严重的重点保护对象，或施工监测难以独立验证关键风险时，应委托具有相应能力的独立单位开展第三方监测；

2 第三方监测应独立获取、分析和报告关键数据，其项目、测点、精度和频率应满足风险控制需要，不应以第三方监测替代施工单位监测。

15.2 监测对象与项目

15.2.1 铁路城市隧道施工监测对象应根据施工影响机理和工程风险确定，并应包括隧道结构、围岩或地层、地下水及受施工影响的重点保护对象。

15.2.2 铁路城市隧道结构和支护应根据结构形式、施工方法和受力特点，监测沉降、水平位移、收敛、接缝变形、内力或应变等必要项目。

15.2.3 铁路城市隧道围岩、地层和地表应根据施工影响范围和变形特征，监测地表沉降、深层水平位移、分层沉降等必要项目；地下水变化可能影响工程安全时，尚应监测地下水位和水压力。

15.2.4 铁路城市隧道工程影响范围内既有铁路和城市轨道交通应根据结构形式、轨道类型和运营要求监测结构变形及轨道几何状态；建（构）筑物、地下管线和城市道路等保护对象的监测项目应符合本规程第 11 章确定的主要控制指标。

15.2.5 铁路城市隧道道路空洞风险较高的区段，应结合地表、地下水、地下管线和施工参数进行综合分析，必要时开展地下空洞探查。

15.2.6 铁路城市隧道环境敏感区段或环境影响评价文件有监测要求的工程，应根据噪声、振动、水环境、扬尘等主要影响因素开展施工期环境监测；出现明显异常时，应反馈施工单位，查明原因并调整施工方法、作业时段或保护措施。

15.3 测点、方法与频率

15.3.1 铁路城市隧道监测点应能够反映监测对象主要变形特征和施工影响，并应重点布置在施工影响较大、工程条件突变、既有病害、结构薄弱、空间关系不利以及结构体系转换等部位。

15.3.2 铁路城市隧道监测基准点应设置在施工影响范围外的稳定区域，并应定期复核其稳定性；已有长期变形或周期性变化的保护对象，应开展施工前基准观测。

15.3.3 铁路城市隧道监测方法和仪器精度应满足控制值、变化速率和风险判定要求。监测频率应根据施工进度、风险等级和监测对象响应确定。

15.3.4 铁路城市隧道施工进入重点保护对象主要影响范围、进行结构体系转换、监测值变化速率明显增大、现场状态异常、达到预警条件或实施工程处置时，应提高监测频率。

15.3.5 铁路城市隧道监测数据应与线路里程、盾构环号、矿山法施工循环、基坑施工阶段或其他施工工序建立时间和空间对应关系。

15.3.6 铁路城市隧道监测点损坏、失效或不能继续观测时，应及时采取补点或替代监测措施，并应分析对监测数据连续性的影响。

15.3.7 铁路城市隧道沿线重要保护对象、高风险区段以及人工监测难以满足频率要求的部位，宜采用自动化监测；自动化监测不应替代必要的现场巡视、

人工复测和安全检测。

15.3.8 铁路城市隧道关键自动监测设备应根据风险后果具备数据缓存、通信故障记录、备用供电或人工替代监测条件。

15.3.9 铁路城市隧道自动监测出现通信中断、基准异常、仪器故障或数据突变时，应核查数据有效性，必要时应采用人工复测或其他独立方法验证。

15.3.10 铁路城市隧道自动监测、人工测量、施工参数、超前地质预报、现场巡视和安全检测等数据应统一线路里程、坐标、高程、方向、单位和时间基准；不同数据源明显矛盾时，应查明原因，原因未查明时应按不利状态进行控制。

15.3.11 铁路城市隧道自动化监测、结构与环境检测及数字化技术可根据工程风险、监测对象和成果用途按本规程附录 C 选用。

15.4 监测控制值、预警与信息反馈

15.4.1 铁路城市隧道监测控制值应优先采用现行铁路工程建设标准和设计文件确定的控制值；未明确时，应根据结构计算、专项影响评价、保护对象结构状况、既有病害和使用或运营要求确定。

15.4.2 铁路城市隧道监测控制指标应根据监测对象特点采用累计变化量、变化速率、差异变形及其他能够反映安全状态的指标。同一对象存在多项控制要求时，应从严确定控制值。

15.4.3 铁路城市隧道监测预警应综合分析累计变化量、变化速率、变化趋势、短时突变、相邻测点变化、施工参数、地下水和现场异常，不应仅依据单一监测值判定。

15.4.4 铁路城市隧道出现结构失稳或破坏征兆、地面坍塌或明显空洞、突涌水或涌砂、重要压力管线泄漏、铁路建筑限界受侵风险及其他可能危及运营或

人员安全的异常情况时，应立即采取安全控制措施，不应等待监测值达到控制值后再处置。

15.4.5 铁路城市隧道达到预警条件或监测数据明显异常时，应核查监测点、仪器、基准、数据处理和施工工况，必要时应采用人工复测、现场检查或独立检测方法进行验证。

15.4.6 铁路城市隧道多个监测项目出现连续或同向异常趋势时，即使单项指标尚未达到控制值，也应结合施工参数、工程地质、水文地质和现场状态进行综合分析。

15.4.7 铁路城市隧道监测预警信息应及时反馈，并应明确异常位置、监测项目、变化趋势、施工工况和相应控制措施；有关信息应作为施工控制、设计复核和风险控制的依据。

15.4.8 铁路城市隧道监测控制值需要调整时，应进行技术复核，不应仅因实测值接近原控制值而提高或放宽控制值。

15.4.9 铁路城市隧道采取工程处置措施后，应验证处置效果；异常原因未查明、处置措施未完成或监测对象状态和变化趋势未满足要求时，不应解除预警。

15.4.10 铁路工程建设标准、设计文件、专项影响评价或保护对象管理要求未明确控制值时，重点保护对象主要监测控制指标和参考控制值可按本规程附录 D 确定；邻近铁路营业线施工监测应符合现行《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》TB 10314 的规定。

15.5 施工后监测与健康监测

15.5.1 铁路城市隧道施工主要影响结束后，应根据地层、地下水和重点保护对象响应确定施工后监测范围和持续时间。

15.5.2 铁路城市隧道存在软土固结、地下水恢复、区域地面沉降、冻结融沉及其他可能持续发展的变形时，应延长监测时间。

15.5.3 铁路城市隧道施工后监测期间变形持续发展或出现新的异常时，应分析原因并采取相应措施。

15.5.4 铁路城市隧道施工后监测停止条件应根据累计变化量、变化速率、变化趋势和现场状态综合确定；需要运营期继续监测的项目，应与运营维护阶段衔接。

15.5.5 铁路城市隧道水下区段安全要求高且结构检查或修复条件受限，或存在长期地层变形、地下水变化、邻近重要建（构）筑物影响及其他长期安全风险时，应根据风险评价和运营维护需要设置结构健康监测；监测对象、项目和布置应在设计阶段明确，并应满足施工监测与运营期结构状态比较的需要。

15.5.6 铁路城市隧道结构健康监测应根据结构受力、变形、防水、地下水及轨道状态的关联关系确定监测项目和评价指标，并应明确运行维护、数据复核和异常处置要求；施工后监测满足停测条件，不应作为终止仍具有运营安全监测任务的健康监测系统的依据。

16 工程施工质量检测与验收

16.1 一般规定

16.1.1 铁路城市隧道工程施工质量验收应符合现行《铁路隧道工程施工质量验收标准》TB 10417 的规定；高速铁路隧道尚应符合现行《高速铁路隧道工程施工质量验收标准》TB 10753 的规定，混凝土工程尚应符合现行《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424 的规定。

16.1.2 现行铁路工程施工质量验收标准未规定的大直径盾构、特殊工作井、特殊结构及新技术，应在施工前根据设计要求明确专项验收项目、检验方法和合格判据。

16.1.3 铁路工程施工质量验收标准未规定，需要参照其他行业验收标准时，应按本规程第 3 章要求进行铁路适用性分析。

16.2 检 测

16.2.1 铁路城市隧道质量检测应覆盖设计和验收标准规定的实体质量项目。专项安全检测应针对施工监测、现场检查或异常事件反映的结构异常和疑似缺陷开展；已有检测成果能够满足目的且条件未发生变化时，应予以利用，避免对同一对象重复设置无差别检测。

16.2.2 铁路城市隧道施工中发生坍塌、突涌水、明显超量出土、严重超挖、结构损伤、盾尾密封失效、严重纠偏等异常事件，或出现下列情况之一时，应根据工程风险确定影响范围并开展针对性实体检查或专项安全检测：

- 1 结构变形、裂缝或破损明显异常；
- 2 衬砌厚度、内部缺陷或衬砌背后密实状态存在疑问；

- 3 盾构管片破损、接缝或连接出现明显异常；
- 4 出现持续渗漏、涌水夹砂或土体流失；
- 5 异常施工工况可能造成结构内部损伤；
- 6 工程处置后需要验证结构状态；
- 7 监测结果与结构计算或现场状态明显不一致；
- 8 其他不能通过外观检查确定结构安全状态的情况。

16.2.3 铁路城市隧道衬砌厚度、内部缺陷和衬砌背后状态采用无损检测方法时，应符合现行《铁路隧道衬砌质量无损检测规程》TB 10223 的规定。

16.2.4 铁路城市隧道混凝土结构实体强度、内部缺陷和耐久性能检测应符合现行《铁路工程混凝土实体质量检测技术规程》TB 10433 的规定。

16.2.5 铁路城市隧道检测方法、范围和数量应根据缺陷类型、结构特点和风险后果确定。施工监测、施工参数或现场检查发现疑似缺陷时，应根据异常特征扩大检查或检测范围；采用单一方法不能可靠确定缺陷范围、程度或性质时，应采用其他适宜方法验证。

16.2.6 铁路城市隧道安全检测成果应明确缺陷位置、范围、检测结果和技术评价，并应与线路里程、盾构环号或具体结构部位对应。

16.2.7 铁路城市隧道安全检测发现影响结构安全、防水功能、轨道使用或铁路建筑限界的缺陷时，应根据检测结果进行专项评价并采取相应处理措施。

16.2.8 铁路城市隧道质量缺陷处理前应查明缺陷位置、范围和原因，并应分析其对结构安全、变形、防水、耐久性、铁路建筑限界及运营使用功能的影响。处理完成后，应采用与缺陷性质相适应的方法验证处理效果。

16.2.9 铁路城市隧道模筑衬砌检测应区分衬砌内部不密实、衬砌厚度不足伴随背后空隙，以及厚度满足要求但背后脱离接触等情形，并结合厚度、接触状态、结构受力和渗漏情况评价其影响。

16.2.10 铁路城市隧道衬砌检测应记录缺陷类型、位置、范围及处理状态，不应采用粉刷、装饰或其他表面覆盖方式遮掩尚未查明或未处理的质量问题。

16.3 验 收

16.3.1 铁路城市隧道防水层、施工缝、变形缝、盾构接缝、壁后注浆、结构开口加固、预埋件以及其他隐蔽后难以复验且影响结构安全、防水或耐久性的关键部位，应在隐蔽前完成检查和验收。

16.3.2 铁路城市隧道临时结构、辅助结构保留作为永久结构组成部分时，应按永久工程相应要求进行质量验收。仅承担施工阶段作用的临时结构、辅助结构，应按设计及相应施工验收要求检查，其施工和拆除不应损害永久工程质量。

16.3.3 铁路城市隧道工作井、联络通道、横通道、洞门、结构开口及不同施工方法转换部位，应重点检查永久结构连接、受力连续性和防水连续性。

16.3.4 铁路城市隧道通风、照明、防灾、消防、给排水及其他专业在主体结构上设置的预埋件、设备基础、孔洞和吊挂接口，应检查其位置、尺寸、连接、防水及对主体结构的影响。后期钻孔、植筋、开槽等作业不应损伤主体结构关键受力部位和防水体系。

16.3.5 铁路城市隧道永久排水系统施工完成后，应进行通水、机械排水设备启停、备用切换及防倒灌功能检查或试验，确认排水系统满足设计要求。

16.3.6 铁路城市隧道通风、照明、防灾、消防、排水、供电、通信和监控等承担运营安全或防灾功能的系统，工程验收前应按设计工况进行功能验证；存

在系统联动要求时，应验证相应控制逻辑、备用功能和系统接口。

16.3.7 铁路城市隧道工程施工质量验收不应以施工监测未超过控制值、风险等级可接受或者周边环境状态稳定替代工程实体质量检验。

16.3.8 铁路城市隧道施工实体质量不符合现行铁路工程施工质量验收标准规定时，不应以残余风险方式转入运营阶段。施工质量已经符合验收要求，但仍存在持续变形、环境影响或者其他需要运营阶段持续控制的事项时，可按本规程第 6 章有关规定纳入残余风险管理。

16.3.9 铁路城市隧道运营接管前应建立结构初始状态基准。结构初始状态基准应以竣工实测、工程实体质量验收、安全检测和施工后监测成果为基础，并宜包括下列内容：

- 1 结构轴线、断面及主要几何状态；
- 2 沉降、收敛及其他需要持续复测的结构变形状态；
- 3 盾构管片接缝、错台和主要连接状态；
- 4 衬砌裂缝、剥落、破损及其他可见缺陷；
- 5 防水及渗漏水状态；
- 6 经检测确认的隐蔽缺陷及处理状态；
- 7 与结构安全有关的地下水及环境状态；
- 8 保留的监测点、基准点和监测设施状态。

16.3.10 铁路城市隧道施工期间发生过重大异常、结构损伤、返工加固以及存在残余风险的区段，应在结构初始状态基准中单独标识。初始状态测量和检测应具备运营期同位置或可比条件复测的条件。

16.3.11 铁路城市隧道施工监测达到本规程第 15 章规定的停止条件后，具有运营期比较价值的测点、基准点、监测数据和变化趋势应纳入结构初始状态基

准；尚未达到稳定条件的区段，应继续监测并与运营阶段监测衔接。

16.3.12 铁路城市隧道建设阶段向运营阶段移交的技术资料应包括工程质量验收、竣工实测、安全检测、施工监测、重大异常及缺陷处理、结构初始状态基准、残余风险和运营初期需要继续检查、检测或监测的项目。

16.3.13 铁路城市隧道建设与运营交接期间需要继续监测的区段，应保持施工期与运营期测点、基准、监测方法和数据之间的连续性。监测设备或方法发生变化时，应通过同期比测或其他方法验证新旧数据的可比性。

16.3.14 铁路城市隧道建设—运营主要移交技术资料、结构初始状态基准及交接期监测要求应符合本规程附录 E 的规定。

17 运营安全保护

17.0.1 铁路城市隧道运营安全保护应执行国家及工程所在地铁路安全保护规定；结构检查、病害治理和维修应执行适用于相应铁路类型的桥隧建筑物修理规定。运营单位应根据隧道结构形式、周边环境及残余风险明确巡查、监测、外部作业管理和应急处置要求。

17.0.2 铁路城市隧道运营维护应以建设阶段形成的竣工资料、结构初始状态基准、施工监测和检测成果、重大异常及缺陷处理资料和残余风险清单等为技术基础。建设—运营移交资料和结构初始状态基准应符合本规程附录 E 的规定。

17.0.3 铁路城市隧道运营期检查、检测和监测发现结构状态与初始状态基准相比发生明显变化时，应结合历史资料、地下水、周边环境和外部作业情况分析原因；超出原设计或既有评价适用条件时，应进行专项检查、检测或评价。

17.0.4 铁路城市隧道建设阶段尚未达到稳定条件或者作为残余风险移交运营阶段的区段，应按移交要求继续开展检查、检测或监测。监测测点、基准、方法或设备发生变化时，应保持新旧数据之间的可比性。

17.0.5 铁路城市隧道结构状态评价应综合检查、监测、检测、历史病害、维修记录及环境变化等资料，不应仅依据单次检查或单项监测结果确定。主要病害的评价重点和相应技术处置要求应符合附录 F 的规定。

17.0.6 铁路城市隧道周边基坑开挖、桩基施工、堆载、地下水控制、爆破、地下工程或管线迁改等外部作业实施前，外部作业建设单位应按影响范围和作用机理开展安全影响评价，明确控制指标、监测、保护措施和异常处置条件，并应将涉及铁路安全的工程资料提交铁路运输企业核查技术接口。

17.0.7 铁路城市隧道法定安全保护范围应根据《铁路安全管理条例》、适用的地

方铁路安全保护规定及依法公布的划界成果核定，不应将按工程影响机理确定的技术控制范围直接视为法定铁路线路安全保护区；在铁路线路安全保护区内实施建造建（构）筑物、取土、挖砂、挖沟、采空或堆放、悬挂物品等活动，应依法征得铁路运输企业同意并签订安全协议。

17.0.8 铁路城市隧道结构病害治理和维修应查明病因，并应根据结构状态、病害发展、环境条件和既有维修情况确定治理措施。同一位置或同一病因的病害重复出现时，应重新分析病因并复核治理方案。

17.0.9 铁路城市隧道维修、加固或病害治理完成后，应通过检查、检测、监测、试验或结构复核等适宜方法进行修后验证，并应根据验证结果复评结构状态。维修质量检验和修后验证要求应符合本规程附录 H 的规定。

17.0.10 铁路城市隧道发生火灾、洪涝、地震、突涌水、撞击、重要压力管线泄漏、外部作业异常及其他可能影响隧道安全的事件后，应根据灾害类型和影响范围对主体结构、结构接缝、洞口、工作井、轨道、防水设施及其他受影响部位进行专项检查。发现明显变形、开裂、材料损伤或结构安全状态不能通过检查确定时，应进行专项检测或结构复核。

17.0.11 铁路城市隧道灾害或重大异常事件后恢复运营前，应根据结构、轨道、防水排水、防灾、供电、通信等系统的检查和检测结果确定恢复运营条件；需要采取临时支撑、临时监测或其他临时措施时，应明确适用范围和后续复核要求。

17.0.12 铁路城市隧道重大维修、结构加固、外部作业影响、灾害事件或专项评价完成后，应更新相应的结构状态、病害、残余风险和检查监测资料，但不应覆盖结构初始状态基准及重要历史状态记录。

17.0.13 铁路城市隧道结构初始状态基准、重大异常事件、灾害损伤、结构加固、病害治理、外部作业影响、残余风险及其处置验证等具有长期追溯价值的技术资

料，应按铁路有关规定保存，并应能够与线路里程、盾构环号或具体结构部位对应。

17.0.14 铁路城市隧道周边规划新建、改建建（构）筑物或开发地下空间时，应核实隧道竣工位置、埋深、结构状态和规划荷载，明确基础、地下结构、地下水控制及施工对隧道的影响；可能影响运营安全的，应在相关工程实施前完成安全影响评价和保护方案，不应以位于既定保护范围之外代替工程影响判断。

17.0.15 铁路城市隧道盾构结构的管片接缝张开、错台、连接件损伤或渗漏水与纵向不均匀变形、轨道状态异常相互关联时，应联合开展结构、接头、地层及地下水分析，并应根据病因确定维修加固和监测要求。

17.0.16 铁路城市隧道外部作业安全影响评价范围应根据作业深度、荷载、振动、地下水影响、隧道埋深及结构状态确定，并应覆盖可能受影响的隧道和关联设施，并应符合下列规定：

- 1 采用专项标准或地方规定的距离时，应明确起算基准、适用对象和需扩大范围的情形；

- 2 不在法定保护区内但可能危及隧道安全的作业，仍应开展技术影响评价和防护。

附录 A 铁路城市隧道风险分级控制与动态复核要求

A.0.1 铁路城市隧道风险主等级和亚级按本规程第 6.3 节确定后，应按表 A.0.1 实施差异化风险控制。

表 A.0.1 铁路城市隧道不同风险等级及亚级技术控制要求

风险等级	设计与风险控制要求	技术审查要求	施工控制要求	监测与预警要求	关键工序核查	控制效果验证与动态复核
I 级	应优先通过调整线路位置、隧道埋深、结构形式、施工方法等降低风险；不能有效降低时，应开展专项风险评价并制定专项风险控制方案	应组织专项技术论证和专项审查；涉及既有铁路、运营城市轨道交通及其他重点保护对象时，尚应满足有关专项审查要求	应制定专项施工方案，明确关键施工参数、工程保护措施、停止作业条件、异常工况处置和应急措施；必要时应通过试验段、先行段或现场试验验证	应实施重点监测，具备条件时应采用自动化监测，并与人工监测相互验证；应明确分级预警、暂停施工和停止作业条件	应核查，控制条件未满足时不应进入关键施工工序	应持续开展风险动态复核；主要风险控制措施实施后应进行专项验证。风险未降低至可接受水平时不应降低控制要求；不能完全消除的风险应纳入残余风险管理
II -A 级	应制定专项风险控制措施，并重点优化线路、埋深、结构、施工方法及保护方案，减少对重点保护对象、铁路运营和城市公共安全的影响	应进行专项技术审查；涉及运营铁路、运营城市轨道交通、重要公共建筑、重要历史文化保护对象或破坏后可能产生严重次生灾害的重要地下管线时，宜组织专项技术论证	应制定针对性施工控制措施，明确主要施工参数、工程保护措施、异常工况处置要求和应急接口	应加强重点保护对象和主要风险指标监测，具备条件时宜采用自动化监测或提高监测频次，并明确预警值和处置要求	应核查	主要风险控制措施实施效果应进行验证；触发表 A.0.2 规定条件时，应重新复核风险等级及亚级
II -B 级	应根据主要风险因素和受影响对象制定专项或针对性风险控制措施，并落实到设计文件	应进行专项技术复核；必要时开展专项技术审查	应明确主要施工参数、地层及地下水控制、周边环境保护和异常处置措施	应加强主要风险对象和关键指标监测，必要时提高监测频率	应核查	应对主要工程措施和保护措施进行效果验证；风险条件变化时应按表 A.0.2 进行复核
II -C 级	应针对主要风险因素制定风险控制措施，并纳入设计和施工文件	应进行项目技术复核；必要时开展专项审查	应按设计文件和施工方案实施过程控制，重要施工参数应记录并核查	应对主要风险对象实施针对性监测，并明确预警要求	必要时核查	应结合施工揭示、施工参数和监测结果动态复核；触发表 A.0.2 规定

风险等级	设计与风险控制要求	技术审查要求	施工控制要求	监测与预警要求	关键工序核查	控制效果验证与动态复核
						条件时应重新确定风险亚级
Ⅲ-A级	应针对重点保护对象或主要城市环境风险制定专项或针对性控制措施	应进行项目技术复核；必要时进行专项技术论证	应加强影响重点保护对象的关键施工参数和工程措施控制	应加强重点保护对象的监测，并明确相应预警要求	必要时核查	工程条件、城市环境条件或重点保护对象状况发生明显变化时，应按表 A.0.2 进行复核
Ⅲ-B级	应根据风险事件制定相应工程和施工控制措施	应进行项目技术复核	应按设计文件和施工方案实施过程控制	应按监测方案实施监测	—	应根据施工揭示、现场条件和监测结果进行动态复核
Ⅲ-C级	可采用经工程实践验证的常规风险控制措施，并针对主要风险因素提出控制要求	按项目常规技术审查要求执行	按常规施工控制要求实施	应根据风险对象和工程需要实施监测	—	出现异常工况、监测异常或评价条件变化时，应按表 A.0.2 进行复核
Ⅳ级	按常规工程技术措施进行控制	按常规技术审查要求执行	按常规施工管理要求实施	根据工程需要实施必要监测	—	工程条件或风险状态发生明显变化时，应重新进行风险识别和评价

注：1 表中专项风险控制措施宜包括风险事件及位置、风险源及发生条件、作用路径、受影响对象、不利工况、工程控制措施、主要施工参数、监测与预警要求、异常工况处置要求、停止作业条件及风险复核条件等。

2 同一施工区段存在多个风险事件时，各风险事件应分别确定风险主等级和亚级；关键工序的总体控制要求应按其中较高等级确定。

3 涉及既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物、重要地下管线及其他重点保护对象时，除执行本表外，尚应执行相应铁路运营安全、结构保护及行业管理规定；有关要求高于本表时，应按较严要求执行。

4 风险控制不应以提高监测等级代替必要的设计优化和工程控制措施。

5 风险等级及亚级发生调整时，应按调整后的等级执行本表相应技术控制要求。

6 对有毒有害气体或可燃气体、突水突泥、岩溶、富水及其他复杂地质高风险区段，应根据主要风险组织相关专业专家参与风险评价、专项施工方案论证、关键工序技术指导和重大事故隐患排查治理；必要时应参与异常工况技术处置。

A.0.2 风险评价依据、城市环境条件或风险状态发生变化时，应按表 A.0.2 进行动态复核和等级调整。风险主等级或亚级发生调整后，应按表 A.0.1 中相应等级的技术控制要求执行；亚级提高时，C 级应提高为 B 级，B 级应提高为 A 级；已为 A 级且风险仍明显增大时，应复核风险主等级。

表 A.0.2 风险动态复核与等级调整要求

触发情形	主要复核内容	等级处理要求	后续要求
工程地质或水文地质条件明显变化	风险发生条件、作用路径、发生可能性及后果	重新评价主等级和亚级	按调整后等级执行表 A.0.1
城市环境复杂程度发生变化	城市环境复杂程度、重点保护对象及周边环境风险等级	重新确定城市环境修正等级和风险亚级；必要时复核主等级	按调整后等级执行表 A.0.1
新发现地下障碍物、地下管线或重点保护对象	对象位置、性质、敏感性、破坏后果及与隧道的空间关系	重新确定周边环境风险等级及亚级；必要时复核主等级	按调整后等级执行表 A.0.1
重点保护对象状况发生明显变化	既有病害、变形情况、结构安全和使用或运营条件	重新确定周边环境风险等级及亚级	按调整后等级执行表 A.0.1
设计或施工条件重大调整	线路、埋深、结构、施工方法、施工顺序、地下水控制措施及主要施工参数	重新评价风险发生可能性和后果，复核主等级及亚级	按调整后等级执行表 A.0.1
监测或现场工程现象异常	累计值、变化速率、施工参数、现场征兆及风险发展趋势	风险明显增大时提高亚级；已为 A 级或后果明显增大时复核主等级	按提高后等级执行表 A.0.1，并按监测预警要求处置
出现异常工况	异常原因、风险作用路径、影响范围及可能后果	不能可靠判定风险状态时，应按较不利等级控制，并及时复核主等级和亚级	按复核后等级执行表 A.0.1，并执行异常工况处置要求
多风险叠加、耦合或产生次生风险	风险传递关系及最不利后果	提高亚级；已为 A 级时复核主等级	按调整后等级执行表 A.0.1
风险控制效果未达到预期	风险机理、措施有效性及风险发展趋势	不应降低等级；必要时提高亚级或主等级	调整工程措施后重新验证
风险状态明显降低	风险源消除、工程条件改善及控制措施实施效果	经重新评价后可降低主等级或亚级	按降低后等级执行表 A.0.1
存在残余风险	风险现状、影响对象及后续持续控制需求	纳入残余风险管理，不因工程完工直接降低控制要求	形成残余风险清单并移交后续施工或运营阶段

注：1 风险事件发生可能性或后果严重程度发生实质变化时，应按本规程第 6.3.1 条重新评价风险主等级。

2 城市环境复杂程度或周边环境风险等级发生变化，但尚不足以改变风险主等级时，可按本规程第 6.3 节重新确定风险亚级。

- 3 风险亚级提高时，C 级提高为 B 级，B 级提高为 A 级；已为 A 级且风险仍明显增大时，应复核风险主等级。
- 4 风险等级降低应以风险源消除、工程条件改善或控制措施经验证有效为依据，不应仅根据施工进度推进、工程阶段转换或短期监测稳定降低风险等级。
- 5 风险控制措施实施效果应采用检查、检测、监测、试验、施工参数分析、计算分析或其他适宜方式进行验证。

附录 B 铁路城市隧道结构计算主要参数取值

B.0.1 铁路城市隧道结构计算主要参数可按表 B.0.1～表 B.0.4 取值。现行标准或专项设计有更严格规定时，应按其规定执行。

表 B.0.1 地下水及抗浮计算主要参数

项目	取值	适用条件及说明
地下水重度	10 kN/m ³	地下水密度明显异常时按实际情况确定
盾构隧道正常使用阶段抗浮稳定安全系数	≥1.20	适用于盾构隧道正常使用阶段
施工阶段地下水位	施工阶段控制水位	应与实际地下水控制工况相对应
正常使用阶段地下水位	抗浮设防水位	不应采用施工期临时降低后的地下水位
永久抗浮作用	结构自重、有效永久覆土及其他可靠永久作用	临时堆载等不应作为永久抗浮作用

注：1 盾构隧道抗浮计算参数依据现行《盾构隧道工程设计标准》GB/T 51438 的有关规定确定。

2 明挖结构抗浮稳定安全系数按相应现行标准确定，不直接采用盾构隧道抗浮稳定安全系数。

表 B.0.2 盾构隧道结构计算主要参数取值原则

参数	取值原则	备注
管片环刚度	根据管片截面和材料性能确定	按实际结构形式计算
环缝接头转动刚度	根据接头构造、轴力水平及试验或可靠工程资料确定	大直径盾构宜进行专项分析
环缝轴向、剪切刚度	根据接头构造和连接件性能确定	用于纵向结构计算
地层弹簧刚度	根据地层参数、结构尺寸和计算模型确定	参数敏感时宜进行敏感性分析
接缝允许张开量	根据接头受力和密封防水能力确定	同时满足防水要求
环间允许错台量	根据结构受力、防水、轨道及运营要求确定	不宜仅采用施工允许偏差
纵向等效刚度	根据管片环、环缝接头及纵向连接共同作用确定	适用于等效连续模型

注：盾构结构计算参数按照现行《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181 和《盾构隧道工程设计标准》GB/T 51438 的有关规定确定。

表 B.0.3 矿山法隧道结构计算主要参数取值原则

参数	取值原则	备注
围岩或地层重度	根据勘察、试验成果确定	分层明显时宜分层取值
黏聚力、内摩擦角	根据原位测试、室内试验及工程经验综合确定	施工扰动明显时应考虑参数变化
地层变形模量	根据试验、反分析及类似工程资料综合确定	变形控制敏感区段宜进行参数敏感性分析
泊松比	根据岩土类别、试验及工程经验确定	应与采用的计算模型保持一致
侧压力系数或初始应力状态	根据埋深、地层条件、构造应力及工程经验确定	城市浅埋区不应简单套用深埋隧道条件
地下水位及水压力	按本规程第 7.8 节及附录 B 表 B.0.1 有关规定确定	应考虑地下水恢复及不利变化
初期支护刚度	根据支护材料、结构形式、施作时机和施工过程确定	分步开挖时应考虑支护形成过程
临时支撑刚度	根据构件截面、连接和实际受力状态确定	用于施工阶段分析
围岩—支护相互作用参数	根据地层条件、支护形式及计算模型确定	必要时结合监测进行反分析
二次衬砌计算参数	按现行《铁路隧道设计规范》TB 10003-2016 确定	应考虑长期地下水及地层变形影响

注：1 矿山法隧道岩土参数应以本规程第 4 章勘察、试验和现场调查成果为主要依据，不宜采用未经工程验证的统一经验值。

2 城市环境复杂、浅埋软弱地层、富水地层或邻近重点保护对象的区段，地层变形模量、侧压力系数、地下水压力及支护刚度等敏感参数宜结合监测、反分析或类似工程资料进行复核。

表 B.0.4 明挖结构周边回填土主要计算参数取值

计算参数	施工阶段	长期使用阶段
重度 γ	按达到设计压实要求后的试验值取值	按地下水恢复后的长期含水状态取值
黏聚力 c	按达到设计压实要求后的试验值取值	按长期含水状态试验值取值
内摩擦角 φ	按达到设计压实要求后的试验值取值	按长期含水状态试验值取值
变形模量 E	按达到设计压实要求后的试验值 E_0 取值	砂砾、砂卵石及细粒含量不大于 12% 的砂砾类回填土，无长期试验资料时可取 $1.4E_0$ ；其他回填土宜试验确定
侧向土压力	根据施工阶段结构变形条件，在主动土压力与静止土压力之间确定	宜按静止土压力计算

注：1 E_0 为回填土达到设计压实要求后通过试验确定的施工阶段变形模量。

2 长期变形模量修正系数 1.4 参考现行《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143 附录 A 中粗颗粒回填土不同压实状态下变形模量的变化关系确定；其中砾石、碎石类回填土变形模量由压实度 90% 时的 7 MPa 增至 95% 时的 10 MPa，细粒含量不大于 12% 的砂砾、砂卵石由 5 MPa 增至 7 MPa，其比值约为 1.4。该系数用于缺乏长期试验资料时的参考修正。

3 施工阶段和长期使用阶段侧向土压力的取值参考现行《地铁设计规范》GB 50157 第 11.2.2 条；施工期间可根据变形控制要求在主动土压力与静止土压力之间选择，明挖结构长期使用阶段宜按静止土压力计算。

4 黏性土、粉土及地下水恢复后含水状态变化明显的回填土，不宜采用 1.4 的长期变形模量修正系数，其长期参数应根据试验确定。

附录 C 监测、检测与数字化技术选用

C.0.1 铁路城市隧道自动化监测、结构与环境检测及数字化技术，可根据监测对象、工程风险、施工方法、数据获取条件和成果用途按表 C.0.1～表 C.0.3 选用。

表 C.0.1 自动化监测技术选用

技术手段	主要适用对象或场景	主要成果	主要适用条件及注意事项
自动全站仪	隧道结构、基坑、地表、建（构）筑物等变形连续监测	三维位移、变化速率和变化趋势	应保证稳定基准和有效观测视线；基准异常或数据突变时应进行人工复核
GNSS 监测	地表、建（构）筑物及具备卫星观测条件的结构变形监测	三维位移及变化趋势	适用于卫星信号条件良好的地面区域，不宜用于地下空间内部直接监测
静力水准	隧道、既有铁路或城市轨道交通等竖向变形连续监测	沉降、隆起及差异变形	应控制温度、管路和基准变化影响，并应定期与人工测量比对
分布式光纤	隧道结构、支护结构及长距离区段连续应变或温度监测	应变、温度时空分布及异常位置	应根据结构形式验证传感器与结构之间的有效耦合，并应考虑温度补偿
自动水位或水压力监测	地下水变化明显、承压水发育及地下水敏感区段	水位、水压力及变化速率	监测孔布置应能够反映主要含水层和工程影响，异常数据应结合人工观测复核
自动振动监测	爆破、机械施工、列车振动及其他振动敏感区段	振动速度、加速度、频率及持续时间	传感器布置、方向和采样能力应满足相应振动控制指标的测量要求
其他自动化监测技术	高风险区段、重点保护对象或常规人工监测难以满足频率要求的部位	与监测对象相对应的连续监测数据	应通过现场比测或独立方法确认数据可靠性，不应替代必要的人工复测和现场巡视

注：1 自动化监测技术的精度、频率和量程应满足本规程第 15 章监测控制值和预警要求。

2 自动化监测系统发生基准异常、设备故障、通信中断或数据突变时，应核查数据有效性；必要时应采用人工测量或其他独立方法复核。

3 同一重点保护对象同时采用自动和人工监测时，测点、坐标、高程和时间基准宜保持对应。

表 C.0.2 结构与环境检测技术选用

技术手段	主要适用对象或场景	主要成果	主要适用条件及注意事项
三维激光扫描	隧道断面、收敛、错台、结构变形及铁路建筑限界检测	点云、断面、几何尺寸及空间变化	应设置稳定控制点，并应保证不同时期数据具有可比性
图像采集与识别	裂缝、渗漏水、剥落、破损等表观病害调查	病害位置、类型、尺寸及变化情况	自动识别结果应结合现场条件进行人工复核，不宜作为结构安全评价的唯一依据
探地雷达	衬砌背后空洞、基底脱空、局部含水异常等探测	异常位置、范围及深度信息	探测结果具有多解性，重要异常应采用钻孔、开孔或其他适宜方法验证
超声、冲击回波等无损检测	混凝土内部缺陷、厚度及局部材料异常检测	缺陷位置、范围及有关材料信息	检测方法应根据结构形式和缺陷类型选用，并应符合相应铁路工程检测标准
局部钻孔或开孔验证	无损检测异常、注浆异常或隐蔽缺陷的实体核查	缺陷深度、材料状态、空洞或含水等直接证据	应根据结构受力、防水和耐久性要求控制开孔位置，并应及时进行封闭和修复
轨道几何和惯性测量	轨道几何状态与隧道结构、基底异常联合分析	轨道几何参数、动态响应及里程信息	不宜单独据此判定结构病因，应与结构变形、基底及环境监测结果综合分析

注：1 铁路隧道衬砌厚度、内部缺陷和衬砌背后状态检测应符合现行《铁路隧道衬砌质量无损检测规程》TB 10223-2026 的规定。

2 混凝土结构实体质量检测应符合现行《铁路工程混凝土实体质量检测技术规程》TB 10433-2023 的规定。

3 采用单一方法不能可靠判定缺陷位置、范围或性质时，应采用两种及以上适宜方法相互验证。

表 C.0.3 数字化信息集成与辅助分析技术选用

技术手段	主要适用场景	主要功能或成果	主要要求
BIM/TIM/GIS	隧道结构、地质、周边环境及工程信息空间关联	三维表达、空间查询、信息关联	应统一坐标、高程、里程和对象编码
三维地质模型	地质条件复杂、地下障碍物及重点保护对象密集区段	地层、地下水、障碍物和隧道空间关系表达	应根据补充勘察和施工揭示成果动态更新，并与本规程第 4 章成果衔接
自动巡检设备	运营前检查、狭窄空间或人工巡检效率较低的区段	连续影像、病害记录和复测位置	自动识别结果不应替代必要的人工确认和专项检测
多源数据融合	施工参数、监测、检测、地质预报和现场巡视综合分析	时间—空间关联、趋势分析和异常关联	不同数据源应统一线路里程、时间、坐标、高程和单位基准
数字化风险信息管理	风险识别、预警、异常处置和残余风险移交	风险位置、状态、措施和验证信息关联	风险等级和处置结论仍应依据本规程第 6 章及有关技术评价确定
建设—运营数据关联	建设期监测、检测与运营期结构状态比较	结构初始状态、历史变化及运营复测基础	数据内容和移交要求应与本规程第 16 章、第 17 章及附录 E 协调
人员定位与出入管理	有毒有害气体或可燃气体风险区段、复杂地质高风险区段及洞内人员较多的施工区段	洞内人员数量、位置和出入信息	应满足异常工况和应急状态下人员清点及位置查询要求；系统失效时应采取可靠的替代管理措施

注：1 数字化平台和算法分析结果应能够追溯至相应的原始监测、检测或工程数据。

2 自动分析、趋势预测或智能识别结果不应作为解除监测预警或恢复高风险施工的唯一依据。

3 采用新型数字化技术且铁路工程应用经验不足时，应根据工程风险开展适用性验证。

附录 D 监测主要控制指标与参考控制值

D.0.1 铁路城市隧道重点保护对象主要监测控制指标和参考控制值可按表 D.0.1～表 D.0.3 确定。现行铁路工程建设标准、设计文件、专项影响评价或保护对象管理要求有明确规定时，应按其规定执行。

表 D.0.1 建（构）筑物、地下管线及城市道路主要变形参考控制值

监测对象	主要控制指标	累计值	变化速率	差异变形
一般建（构）筑物	沉降	10～30 mm	1～3 mm/d	0.001L～0.002L
燃气管道	沉降	10～30 mm	2 mm/d	0.3%L _g
雨污水管道	沉降	10～20 mm	2 mm/d	0.25%L _g
供水管道	沉降	10～30 mm	2 mm/d	0.25%L _g
高速公路、城市主干道	路基沉降	10～30 mm	3 mm/d	—
一般城市道路	路基沉降	20～40 mm	3 mm/d	—

注：1 L 为建（构）筑物相邻基础中心距离，L_g 为地下管线管节长度。

2 本表适用于无地方工程经验、风险等级较低且无特殊保护要求的情况，参考现行《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 第 9.3.1 条、第 9.3.3 条和第 9.3.4 条确定。地下管线和道路相应数值与 GB 50911 规定一致。

3 重要公共建筑、高层和超高层建筑、基础形式复杂、既有病害明显或变形敏感的建（构）筑物，应根据结构检测、计算分析和专项影响评价确定控制值。

4 燃气、油气、热力、高压供水及其他破坏后可能产生严重次生灾害的重要压力管线，不宜直接采用本表参考值，应结合管线材质、接口形式、运行压力、结构状况和破坏后果专项确定。

表 D.0.2 既有城市轨道交通隧道主要变形参考控制值

监测项目	累计控制值	变化速率控制值
隧道结构沉降	3~10 mm	1 mm/d
隧道结构上浮	5 mm	1 mm/d
隧道结构水平位移	3~5 mm	1 mm/d
隧道差异沉降	0.04% L_i	—
隧道结构变形缝差异沉降	2~4 mm	—

注：1 L_i 为隧道沿纵向相邻监测点间距。

2 本表参考现行《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 第 9.3.5 条确定。

3 既有城市轨道交通结构状况较差、既有病害明显、运营要求较高或管理单位已有控制标准时，应按专项评价和管理要求确定，不应直接采用本表参考值。

4 铁路工程采用本表参考值时，应按本规程第 3 章要求进行适用性分析。

表 D.0.3 监测预警及异常处置基本要求

触发情形	判定条件	控制要求
监测值接近控制值或变化趋势异常	监测值接近控制值、变化速率明显增大，或多个监测项目出现连续、同向异常趋势	应加密监测，核查监测数据、施工参数、工程措施和现场状态；必要时调整施工参数或工程控制措施
累计值或变化速率达到控制值	监测累计变化量、变化速率或其他控制指标达到规定控制值	应停止可能扩大影响的相关作业，分析原因，并采取相应工程控制措施
出现明显安全异常	出现结构失稳或破坏征兆、地面坍塌或明显空洞、突涌水或涌砂、重要压力管线泄漏、铁路或城市轨道交通运营异常等	不受监测值是否达到控制值限制，应立即采取相应安全控制措施，并根据影响程度开展检查、检测或专项评价
工程处置完成后	已采取地层加固、注浆、地下水控制、施工参数调整或其他工程处置措施	应通过监测、检查或检测验证处置效果；异常原因未查明或监测对象仍存在明显不利发展趋势时，不应降低控制要求

注：1 监测预警不宜对不同监测对象统一采用固定比例划分等级，具体预警值应根据风险等级、保护对象特点、控制值、变化速率和专项监测方案确定。

2 邻近铁路营业线施工的监测项目、预警值、报警值、控制值及停测条件，应符合现行《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》TB 10314-2021 第 7 章的规定，本附录不重复列出。

3 矿山法隧道支护、盾构隧道施工、明挖基坑围护结构及地下水等工程自身监测控制值，应根据相应现行标准、设计计算和专项监测方案确定，不宜在本附录规定统一数值。

4 同一保护对象存在多项控制要求时，应按较严格要求确定控制值。

5 监测值虽未达到控制值，但变化速率持续增大、现场出现明显异常或多个监测项目相互印证存在风险发展趋势时，应提高控制要求。

附录 E 建设—运营移交资料及结构初始状态基准

E.0.1 铁路城市隧道建设阶段向运营阶段移交的主要技术资料、结构初始状态基准和交接期监测资料可按表 E.0.1～表 E.0.3 确定。

表 E.0.1 建设—运营主要移交技术资料

资料类别	主要移交内容	主要要求
工程基础资料	线路、里程、结构形式、工程地质、水文地质、周边环境及主要地下设施资料	应与竣工工程和最终采用条件一致
设计及变更资料	设计文件、计算资料、设计变更、专项设计及有关技术审查资料	应采用最终有效版本，重大变更应能够追溯
施工资料	盾构掘进、矿山法开挖支护、明挖施工、注浆、地下水控制及关键工序记录	应能够与线路里程、盾构环号或具体结构部位对应
工程质量资料	工程实体质量验收、材料检验、结构检测、防水及隐蔽工程验收资料	应反映最终工程实体质量和缺陷处理情况
施工监测与检测资料	监测基准、初始值、主要监测数据、预警、专项检测及施工后监测资料	应保留主要变化过程及最终状态，并与施工工序对应
异常及处理资料	坍塌、突涌水、涌砂、异常变形、结构损伤及其他重大异常事件和处理资料	应明确异常位置、影响范围、原因、处理措施和效果验证结果
缺陷处理资料	施工缺陷、结构损伤、返工、加固及处理后的检查或检测结果	应能够确认处理后的结构状态和遗留问题
残余风险资料	建设阶段完成后仍需运营阶段持续控制的风险	应明确风险位置、现状、控制要求、检查或监测要求和重新评价条件
运营初期继续控制事项	尚未达到稳定状态的变形、地下水变化及其他需持续观察事项	应明确继续检查、检测或监测的项目及终止条件

注：1 移交资料应与线路里程、盾构环号或具体结构部位建立对应关系。

2 设计、施工、监测和检测资料存在多个版本时，应明确运营阶段采用的有效版本，并保留重要历史版本。

3 采用数字化成果移交时，应保证资料能够读取、检索和追溯；具体数字化技术可按本规程附录 C 选用。

表 E.0.2 结构初始状态基准主要内容

基准类别	主要内容	基准形成要求
结构几何状态	结构轴线、断面尺寸、净空、沉降、收敛及其他主要几何状态	应以竣工实测成果为基础
盾构结构状态	管片接缝、错台、开裂、破损、连接件及特殊管片部位状态	应记录位置、范围和主要实测值
矿山法衬砌状态	衬砌裂缝、渗漏、剥落、变形及其他可见异常	应与竣工检查和必要的专项检测结果对应
明挖结构状态	结构变形、施工缝、变形缝、结构连接及主要可见缺陷	应反映主体结构最终状态
防水状态	渗漏水位置、范围、程度以及施工缝、变形缝、结构接头等重点部位状态	应区分已处理缺陷和仍需运营期观察事项
隐蔽缺陷及处理状态	经检测确认的内部缺陷、衬砌背后异常、结构修复或加固情况	应记录检测范围、处理措施和处理后状态
地下水及环境状态	与结构安全、抗浮、长期变形有关的地下水位、水压力及主要周边环境状态	应采用运营接管时具有代表性的状态
保留监测设施状态	继续用于运营阶段的监测点、基准点、传感器及有关设施	应明确位置、基准和可继续使用情况
重大异常影响部位	施工期间发生重大异常、结构损伤、返工或加固的区段	应在结构初始状态基准中单独标识

注：1 结构初始状态基准应以竣工实测、工程质量验收、安全检测和施工后监测成果为基础。

2 结构初始状态基准应能够满足运营阶段同位置或可比条件下检查、检测和监测对比的需要。

3 结构初始状态基准不应因后续维修、加固或状态更新而覆盖；后续状态变化应另行记录并与初始状态关联。

表 E.0.3 建设—运营交接期监测与风险衔接要求

衔接事项	主要内容	交接要求
尚未稳定的施工后监测项目	结构沉降、地层变形、地下水恢复及重点保护对象持续变形	应延续至满足本规程第 15.5 节规定的停测条件
保留监测点和基准点	施工期具有运营比较价值的监测点、基准点	宜保留原位置和基准，确需调整时应验证新旧数据可比性
监测方法或设备转换	建设期与运营期采用不同设备或测量方法	应通过同期比测或其他适宜方法建立数据对应关系
施工期重大异常区段	发生结构损伤、明显异常变形、突涌水等事件的区段	应明确运营初期检查、检测或监测要求
残余风险	建设阶段不能完全消除且需运营阶段继续控制的风险	应明确风险状态、控制措施、触发条件及重新评价要求
重点保护区段	邻近既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物及其他高风险区段	根据工程影响和最终状态确定运营初期是否继续监测
运营接管确认	移交资料、结构初始状态和持续控制事项	应形成明确的交接记录，不应遗漏尚未完成的检查、检测或监测事项

注：1 建设阶段尚未达到稳定条件的项目，不应仅因工程竣工或运营接管而停止监测。

2 交接期监测数据应保持线路里程、坐标、高程、时间和监测对象之间的连续性。

3 残余风险的评价和动态管理应符合本规程第 6 章的规定。

附录 F 病害与结构状态评价及处置要求

F.0.1 铁路城市隧道主要病害和异常状态的评价重点及技术处置要求可按表 F.0.1 和表 F.0.2 确定。

表 F.0.1 主要病害及评价处置要求

病害或异常状态	主要评价内容	重点关注情形	技术处置要求
渗漏水	水源、水压、流量、含砂情况、渗漏部位、结构接缝及壁后状态	渗漏量持续增大、夹砂、伴随结构变形、材料劣化或影响设备和运营	查明水源和通道，采取止水、堵漏及必要的运营排水措施；存在水土流失或结构损伤时应进行专项检测或评价
裂缝、剥落和掉块	裂缝位置、宽度、深度、走向、发展情况及材料损伤	裂缝持续发展、贯通、伴随明显变形、钢筋锈蚀或存在掉块侵限风险	加强检查和监测，必要时进行材料检测、结构验算或专项评价，并根据评价结果修复或加固
错台和接缝张开	错台量、接缝张开、连接件、止水构造及发展趋势	变形持续发展、连接件松动或损伤、渗漏加剧、影响轨道或铁路建筑限界	查明地层、结构和接头原因，开展结构及接头评价，必要时采取加固、止水或变形控制措施
结构变形	沉降、隆起、水平位移、收敛、差异变形及变化速率	变形持续发展、差异变形明显、轨道状态异常、接缝功能失效或接近限界控制要求	结合初始状态基准、历史监测、地下水和周边环境分析原因；必要时开展专项检测、结构复核和变形治理
衬砌背后空洞及基底脱空	空洞或脱空位置、范围、含水状态、细颗粒流失及结构和轨道响应	范围扩大、伴随沉降、翻浆冒泥、渗漏或轨道反复异常	采用适宜方法验证范围和成因，采取止水、注浆、填充或其他治理措施，并复核结构和轨道状态
腐蚀及材料劣化	环境介质、混凝土损伤、钢筋或连接件腐蚀、材料性能	材料性能持续下降、截面损失明显、影响结构承载或耐久性	开展材料检测和耐久性评价，查明腐蚀环境并采取防护、修复或结构加强措施
轨道—道床—基底异常	轨道几何、道床状态、基底脱空、翻浆冒泥、结构变形及动力响应	同一区段轨道异常反复出现，或轨道、基底和主体结构异常相互关联	应联合轨道、结构和基底开展检查检测，不宜仅按轨道病害或结构病害单独处置
灾害或重大异常后损伤	灾害作用范围、结构变形、材料损伤、接缝、防水及轨道状态	火灾、洪涝、地震、突涌水、撞击、压力管线泄漏等造成明显结构或功能异常	按本规程第 17.0.10 条开展专项检查；不能通过检查确定安全状态时，应进行专项检测或结构复核

注：1 病害评价应结合结构初始状态基准、历次检查、监测、检测和维修资料进行，不宜仅依据单次检查或单项检测结果确定。

2 同一部位存在两种及以上病害时，应分析其相互关系和共同成因；渗漏水同时伴随夹砂、空洞、结构变形等现象时，应重点分析地下水变化和水土流失的影响。

- 3 特殊地质和环境作用引起的病害，应结合软土固结、湿陷、冻融、岩溶、地裂缝、区域地面沉降及地下水长期变化等作用特点开展专项评价，并确定相应的检查、监测和治理要求。
- 4 病害与周边外部作业有关时，外部作业影响评价与监测尚应符合本规程附录 G 的规定。
- 5 病害治理和维修完成后的质量检验、修后验证及结构状态复评应符合本规程附录 H 的规定。

表 F.0.2 结构状态与处置要求

结构状态特征	评价要求	处置要求
与结构初始状态基准相比无明显不利变化，既有病害稳定，结构功能正常	按铁路运营维护规定进行检查和状态评价	按正常运营维护要求实施
病害出现发展趋势或结构性能发生局部变化，但尚未影响结构安全和正常运营	分析病害原因、发展趋势及影响范围，必要时增加检查、检测或监测	加强跟踪检查，根据发展情况实施预防性维修或局部治理
结构变形、裂缝、错台、渗漏、材料劣化等明显发展，并可能影响正常使用、防水、耐久性 or 轨道状态	应开展专项检查或检测，必要时进行结构分析	制定专项治理方案，并根据风险采取维修、加固、地下水控制或运营监测措施
已影响结构安全、铁路建筑限界、轨道正常使用或重要设备设施安全	应立即开展专项评价，查明结构安全状态和影响范围	应采取运营控制、临时支撑、结构加固或其他安全措施；未经评价确认不应恢复原控制条件
出现明显失稳、结构破坏、严重掉块侵限、大量涌水夹砂、持续水土流失等可能直接危及运营安全的情况	不应等待常规状态评价完成	应立即采取相应运营安全控制和工程应急措施，并开展专项检测或结构复核

注：1 本表用于确定铁路城市隧道病害和异常状态发现后的技术处置程度，不替代现行铁路桥隧建筑物修理规则规定的检查、评价和维修管理要求。

2 结构状态评价应综合结构初始状态基准、病害发展、检查、监测、检测、维修记录、地下水及周边环境变化等资料确定。

3 结构实际状态超出原设计或既有结构评价采用条件时，应进行专项结构复核。

4 同一位置或同一病因的病害重复出现时，应重新分析病因，并按本规程第 17.0.8 条复核治理方案。

5 经治理后仍需在运营阶段持续检查、监测或采取其他控制措施的风险，应按本规程第 6 章有关规定纳入残余风险管理。

附录 G 外部作业影响评价与监测要求

G.0.1 铁路城市隧道周边外部作业的主要影响、评价重点和监测要求可按表 G.0.1 和表 G.0.2 确定。外部作业影响评价应结合隧道结构状态、结构初始状态基准、工程地质与水文地质条件、铁路运营要求及外部作业特点进行。

表 G.0.1 主要外部作业影响评价与监测要求

外部作业类型	主要影响	评价重点	主要监测内容
基坑及地下开挖	卸载、围护结构变形、地层损失、地下水变化	基坑与隧道空间关系、开挖深度、支护体系、施工阶段、地下水控制及隧道结构受力和变形	隧道沉降、水平位移、收敛、接缝状态、轨道几何及地下水；必要时监测基坑围护结构
桩基及地基处理	挤土、土体位移、振动、注浆扩散及局部地层扰动	桩位、桩长、施工方法、施工压力、地层条件及与隧道的空间关系	隧道结构变形、接缝状态、地表变形及振动；涉及地下水时增加水位或水压力监测
建（构）筑物增载、堆载、重载交通及吊装	附加荷载、差异沉降、长期固结及振动	荷载大小、作用范围、持续时间、地层传播条件及隧道结构安全储备	隧道沉降、收敛、接缝状态及轨道几何；存在明显振动时增加振动监测
地下水控制、抽排及回灌	地下水位或水压力变化、地层固结、浮力变化和渗流改变	含水层关系、控制范围、抽排量、回灌条件、区域地面沉降及结构抗浮	地下水位、水压力、隧道结构变形及必要的地表沉降
爆破及其他强振动作业	振动、冲击、裂损和连接构造松动	爆破规模、距离、传播路径、地层条件、既有病害及振动敏感部位	振动、裂缝、接缝和结构变形；必要时同步检查轨道及设备接口
管线迁改及管线工程	开挖、注浆、渗漏、地层损失和局部卸载	管线与隧道空间关系、施工方法、工作井、接口、运行条件和地下水条件	隧道结构、地表、地下水及主要施工参数；重要压力管线尚应关注运行异常
邻近隧道及其他地下工程	地层损失、卸载、注浆、施工扰动及地下水变化	三维空间关系、施工时序、影响范围、既有结构状态及主要施工参数	隧道和轨道变形、地下水、地表及外部工程主要施工参数
冻结、注浆及其他地层加固	冻胀融沉、浆液扩散、地层抬升、渗流转移	加固范围、温度或压力、地层条件、结构接缝和地下水	隧道结构变形、接缝、温度或注浆压力、地下水及有关施工参数
河道、水体及地下水调控	水位波动、外水压力、渗流、冲刷及浮力变化	水体与含水层联系、结构防水和抗浮条件、河床或岸坡变化及长期水位边界	水位、水压力、结构变形、渗漏水及必要的地层变化

注：1 外部作业影响范围应根据外部作业类型、与隧道的空间关系、工程地质与水文地质条件、作用机理及隧道结构状态综合确定，不宜仅按固定距离判定。

2 同一外部作业可能同时产生卸载、附加荷载、地下水变化、振动、地层损失等多种作用时，应综合评价其叠加影响。

3 外部作业影响评价确定的工程影响范围属于工程技术控制范围，不应与依法划定的铁路线路安全保护区混同；涉及铁路线路安全保护区的外部作业，尚应符合国家和铁路现行有关规定。

表 G.0.2 外部作业过程控制及工后复评要求

阶段或情形	主要技术要求
外部作业实施前	应调查隧道结构、轨道、地下水及有关环境现状，核查结构初始状态基准、既有病害、历史维修和残余风险；根据影响评价结果确定主要控制指标、监测项目及工程保护措施
进入隧道主要影响范围前	应核查实际工程条件、施工方法、主要施工参数、工程保护措施和监测条件；实际条件与影响评价依据明显不一致时，应复核影响评价
外部作业实施过程中	应结合外部作业施工参数、隧道结构、轨道、地下水和周边环境响应进行动态分析；实际响应明显超过预测或出现异常趋势时，应调整施工参数或工程措施
监测达到控制条件或出现明显异常	应停止或调整可能扩大影响的外部作业，并复核异常原因、影响范围及隧道结构和运营安全状态；必要时应进行专项检测或结构复核
外部作业主要影响结束后	应对隧道结构、轨道及有关监测对象进行复测，并与作业前状态进行比较；存在长期固结、地下水恢复、融沉及其他持续影响时，应继续监测
外部作业完成后	应根据监测、检查和必要的检测成果开展工后复评，确认结构状态、变化趋势及保护措施效果；仍需运营期持续控制的事项应纳入残余风险管理

注：1 外部作业监测控制值应优先采用现行铁路有关标准、设计文件和专项影响评价确定的控制值；既有病害或结构状态发生明显变化时，应结合剩余允许变形能力重新确定控制要求。

- 2 监测数据应与外部作业主要施工工序和施工参数建立时间、空间对应关系。
- 3 外部作业影响评价和监测不应替代必要的工程保护措施。
- 4 外部作业完成后，结构状态或工程条件超出原设计及既有评价适用范围时，应进行专项评价。

附录 H 维修质量检验与修后验证要求

H.0.1 铁路城市隧道维修、加固和病害治理完成后的质量检验、修后验证及结构状态复评要求应符合表 H.0.1 和表 H.0.2 的规定。现行铁路有关维修和质量检验规定已有明确要求时，尚应符合其规定。

表 H.0.1 维修质量检验与修后验证要求

项目	主要内容	检验与验证要求
维修范围	实际维修位置、范围、构件及病害部位	应与维修设计或治理方案确定的范围对应；实际维修范围发生变化时，应复核其对结构及相关部位的影响
材料与构配件	修复材料、加固材料、连接件、防水材料及其他构配件	应符合设计文件及现行有关标准的规定，并应具有相应的质量证明资料
施工质量	修补、加固、注浆、止水、连接、锚固及其他维修施工质量	应按设计文件和有关质量要求进行检查；隐蔽后难以复验的部位应在隐蔽前完成质量检查
结构尺寸与连接	修复后结构尺寸、连接、接缝及主要几何状态	应满足设计和铁路建筑限界要求，不应因维修产生新的不利变形或结构缺陷
裂缝及表面病害治理	裂缝、剥落、掉块及其他表面病害治理情况	应通过同位置检查或测量对比修前、修后状态；涉及结构受力的裂缝，应根据需要进行专项检测或结构复核
渗漏水治理	渗漏位置、范围、流量、止水构造及治理效果	应确认主要渗漏通道得到控制；伴有夹砂、水土流失、壁后空洞等情况时，尚应验证相关异常已得到有效处置
空洞及脱空治理	衬砌背后空洞、基底脱空、注浆或填充范围及效果	应采用与缺陷性质相适应的方法验证治理范围和处理效果；存在轨道或结构异常时，应进行联合复核
结构加固	加固范围、连接构造、加固材料及结构受力性能	涉及承载能力、刚度、稳定或变形性能时，应通过检查、检测、试验或结构分析验证加固效果
防水及接缝治理	施工缝、变形缝、盾构接缝、连接部位及其他防水薄弱部位	应检查防水构造完整性，并应根据治理目标验证渗漏水及接缝状态
轨道及相关接口	轨道几何、道床、基底以及轨道与主体结构相关接口	维修可能影响轨道状态或运营条件时，应同步复核轨道及有关接口状态
临时措施	临时支撑、临时排水、限位、加强监测及其他临时安全措施	应根据修后验证结果确定继续保留、调整或拆除条件；需要继续保留时，应明确后续检查和复核要求

注：1 修后验证方法应根据病害类型、维修方式、结构特点及影响后果，采用检查、检测、监测、试验、结构分析或其他适宜方法。

- 2 维修前后检查、检测或监测宜采用同一位置、同一方法和可比工况；方法、设备或测点发生变化时，应采取适宜方法保证新旧数据具有可比性。
- 3 采用单一方法不能可靠确认维修效果时，应采用其他适宜方法进行验证。
- 4 维修实体质量不满足设计文件、施工质量要求或治理方案规定时，不应以加强监测替代必要的返修、补强或重新治理。
- 5 病害治理涉及铁路建筑限界、轨道使用、结构安全或防水功能时，应同时满足相应运营安全要求。

表 H.0.2 修后结构状态复评要求

复评事项	主要判定内容	复评要求
病害原因	原病害原因、主要影响因素及作用条件	应结合修前调查、维修过程和修后验证成果复核病害原因；主要致病因素尚未得到有效控制时，应明确后续技术措施
维修质量	维修、加固或病害治理工程实体质量	应符合设计文件、治理方案及现行有关质量要求
治理效果	裂缝、渗漏水、错台、变形、空洞、材料劣化等主要治理目标	应通过修前、修后同位置或可比条件检查、检测、监测结果确认治理效果
结构安全	承载能力、稳定、结构体系及主要受力部位状态	维修涉及结构受力性能，或修后结构状态不能通过检查确定时，应进行结构复核或专项评价
正常使用	结构变形、接缝、防水、铁路建筑限界及相关使用功能	应满足结构正常使用、铁路建筑限界、轨道使用及设备运行要求
变化趋势	修后变形、裂缝、渗漏及其他需要持续观察指标的发展情况	不应存在持续明显不利发展的趋势；不能通过一次检查确定时，应进行一定时期的跟踪监测或复查
地下水及环境条件	地下水位、水压力、地层及周边环境等与病害有关的条件	对维修效果有明显影响的地下水、地层及环境因素应处于可控状态；条件发生明显变化时，应重新评价
轨道及相关设施	轨道几何、道床、基底及与维修部位相关的设备设施状态	应根据维修影响范围复核相关设施的使用状态，不应因维修产生新的运营安全问题
临时控制措施	临时支撑、运营限制、加强监测及其他临时措施	应根据复评结果确定继续保留、调整或解除；需继续保留时，应明确适用范围和复核条件
病害复发	同一位置或同一病因的病害再次出现情况	应重新分析病因，复核原治理方案和维修效果，并根据复评结果重新确定治理措施
后续检查监测	修后仍需继续检查、检测或监测的项目	应明确项目、重点部位和重新评价条件，并与运营维护工作衔接
资料更新	修前状态、维修过程、质量检验、修后验证和复评成果	应与线路里程、盾构环号或具体结构部位对应，并纳入运营维护技术资料；不应覆盖结构初始状态基准和重要历史记录

注：1 修后结构状态复评应综合修前状态、维修质量、修后验证、历史检查监测资料、地下水和周边环境变化等确定，不应仅依据单次检查或单项检测结果。

2 维修后结构实际状态超出原设计或既有结构评价适用条件时，应进行专项结构复核。

3 同一位置或同一病因的病害重复出现时，应重新分析病因，并按本规程第 17.0.8 条复核治理方案。

- 4 维修后仍存在需要长期检查、监测或采取其他控制措施的风险时，应按本规程第 6 章有关规定纳入残余风险管理。
- 5 重大维修、结构加固或灾害损伤修复完成后，应根据复评结果更新相应结构状态、病害和维修记录，但不应覆盖结构初始状态基准及重要历史状态记录。

本规程用词说明

执行本技术规程条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

（1）表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

（2）表示严格，在正常情况均应这样做的用词：

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用词：

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”。

《铁路城市隧道技术规程》

条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行过程中应注意的事项等予以说明，不具备与正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。为减少篇幅，只列条文号，未抄录原条文。

1.0.2 本规程所称铁路城市隧道不单以行政意义上的城区边界作为判定条件。铁路线路具有连续性，部分隧道虽位于城区范围外，但邻近建（构）筑物、地下管线、交通设施和地下空间等城市环境对象，工程建设受到明显制约时，其勘察调查、施工影响控制和周边环境保护具有与城区内隧道相近的技术特点，因此纳入本规程适用范围。下穿河流、湖泊和城市景观水体的区段，其工程控制主要取决于水压力、覆盖层、水力联系、冲刷及施工条件，水下区段长度或断面规模较小不代表相关风险降低。改建、扩建工程还受到既有结构和运营条件限制，其技术要求结合实际工程条件确定。

2.0.3 重点保护对象并非工程影响范围内全部环境对象的统称，其确定主要考虑对象的重要性、敏感程度、结构状况、既有缺陷、运营或使用要求以及损伤后果。同类建（构）筑物、地下管线或交通设施在不同工程条件下，其保护要求可能不同。

2.0.5 本条所称“穿越”主要用于表征铁路城市隧道与既有建（构）筑物、交通设施、地下设施及其他保护对象之间的空间关系，是本规程开展城市环境复杂程度判定、工程方案比选、风险识别、影响评价、工程保护和监测的重要基础条件之一。隧道结构平面投影与保护对象主体结构或基础发生交叠时，即使两

者在竖向仍具有一定净距，仍属于本规程所称的穿越。穿越表示工程空间关系，并不直接等同于工程安全风险等级或影响程度。具体工程仍需结合隧道与保护对象的竖向净距、结构和基础形式、工程地质与水文地质条件、施工方法以及保护对象的重要性和敏感程度，对实际影响和风险进行评价。

2.0.6 本条所称“邻近”与“穿越”共同用于表征铁路城市隧道与保护对象的空间关系。未形成穿越关系，但保护对象位于隧道施工可能引起地层变形、地下水变化、振动及其他工程影响的范围内时，属于本规程所称的邻近。由于施工影响范围受施工方法、隧道埋深和结构尺度、工程地质与水文地质条件以及保护对象特点等因素影响，本规程不采用统一固定净距作为邻近判定标准，而以预计施工影响范围作为基本判定依据。预计施工影响范围按本规程第 3.2 节的规定初步确定，并根据具体工程条件进行校核和必要调整。

2.0.7 本条所称“邻近施工”是铁路城市隧道施工与周边保护对象可能产生相互影响的一类施工活动的统称。隧道穿越保护对象，以及虽未构成穿越但保护对象位于预计施工影响范围内的情形，均纳入本规程邻近施工影响与保护的技术管理范围。邻近施工的判定以工程空间关系和施工影响为基础，主要用于确定勘察调查、影响评价、工程保护和监测等技术要求。预计施工影响范围主要用于前期保护对象识别和邻近判定，具体工程影响评价范围尚应根据实际工程条件和影响分析确定。

2.0.9 本术语参考现行《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202—2013 第 2.0.3 条，并结合铁路城市隧道运营特点确定。外部作业主要包括隧道周边基坑开挖、桩基施工、堆载、地下水控制、爆破、地下工程、管线迁改等可能改变地层应力、地下水条件或影响隧道结构和铁路运营安全的工程活动。

2.0.11 异常工况处置是施工过程中发现可能继续发展并危及人员、隧道结构、铁路运营或周边环境安全的异常状态后，从异常辨识、停工撤人和风险控制，到原因核查、处置效果确认及恢复施工条件判断的连续过程。一般施工偏差不属于本术语所指异常工况，异常工况也不以已经形成事故作为启动处置的前提。

3.1.4 铁路城市隧道主体结构长期处于地下环境，维修和整体更换条件受限，其设计使用年限是耐久性设计和运营维护的重要基础。现行《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005—2010 第 3.0.2 条及表 3.0.2 规定，铁路桥梁、涵洞、隧道等主体结构的设计使用年限为 100 年，本条据此确定铁路城市隧道主体结构的设计使用年限。

3.1.5 现行《铁路工程结构可靠性设计统一标准》GB 50216—2019 第 3.2.1 条、第 3.2.2 条及表 3.2.2 根据结构破坏可能产生后果的严重程度划分结构安全等级。铁路城市隧道主体结构发生严重破坏时，除影响铁路结构和列车运行外，还可能危及周边建（构）筑物、地下管线、道路和地下空间等城市设施，因此本规程将主体结构安全等级确定为一级。

3.1.10 大直径盾构、装配式结构及其他铁路工程应用经验不足的新技术，其结构形式、计算参数、施工控制和长期性能可能超出现行铁路工程建设标准已有经验范围。现行《铁路工程结构可靠性设计统一标准》GB 50216—2019 第 7.3 节规定了试验辅助设计的有关原则。对缺少成熟标准依据的关键参数和技术条件，通过试验研究、计算分析或工程验证确定其适用范围，主要用于避免将其他工程条件下的经验参数直接用于铁路城市隧道。

3.1.11 城市轨道交通、建筑和市政地下工程与铁路工程在列车荷载、建筑限界、轨道结构、运营条件和安全控制目标等方面存在差异。铁路工程建设标准未作具体规定时，采用其他行业标准中的计算方法、设计参数、施工影响范围、变

形控制值、监测指标等内容，需要核查其适用对象、采用条件和控制目标。适用性分析主要用于判断相关技术要求能否直接用于铁路工程，或者需要根据铁路结构和运营条件进行调整，并不表示其他行业标准整体适用于铁路城市隧道。

3.1.12 水下区段的工程风险主要受水压力、覆盖层厚度、冲刷、水体与地下水之间的水力联系以及施工方法等因素控制，并不单由水下区段长度或断面规模决定。现行《铁路隧道设计规范》TB 10003—2016 第 10.1.6 条对城市、水下等特定条件隧道的防排水提出了相应要求。局部下穿河流、湖泊或城市景观水体时，仍需根据实际水力条件分析突涌水、结构抗浮、防水和人员撤离条件，因此不以工程规模较小作为降低相应安全控制要求的依据。

3.2.1~3.2.6 城市环境复杂程度主要反映铁路城市隧道周边环境调查、工程影响识别和实施控制的难易程度，不等同于工程安全风险等级。其判定除考虑建（构）筑物、地下管线、既有铁路和城市轨道交通、道路、地下空间、重要水体及历史文化保护对象的分布和敏感程度外，还考虑既有资料可靠性、现场探查难度以及多种环境因素叠加的影响。现行《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001（2009 年版）第 3.1.2 条从不良地质作用、地质环境、地形及地下水等方面划分场地复杂程度，第 3.1.3 条从岩土种类、均匀性和特殊岩土等方面划分地基复杂程度。本规程借鉴其分级评价方法，但城市环境复杂程度的评价对象还包括城市建（构）筑物、地下设施和运营环境等因素，因此两类分级不作直接对应。

3.2.7 本条按施工方法、结构尺度和埋深给出初步判定范围，主要用于前期调查和保护对象识别，不能代替施工影响分析。条文中的 30 m 及 3H、3B、3D 为本规程保留的初步范围取值，具体工程仍需结合地层、地下水和保护对象特点校核其适用性；这些取值不作为《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》

TB 10314—2021 或《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202—2013 的直接引文。既有铁路施工影响区的确定依据见《邻近铁路营业线施工安全监测技术规范》TB 10314—2021 第 4.2.2 条及相应表格，城市轨道交通控制保护区的技术依据见《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202—2013 第 3.1.2 条、第 3.1.3 条。各范围的起算位置和用途不同，邻近判定及后续调查需要覆盖相关对象；法定保护区边界不随工程评价范围调整而改变。

3.2.8 既有铁路营业线施工影响范围和城市轨道交通控制保护范围分别具有相应专项标准规定的确定方法和用途，与本规程第 3.2.7 条按施工方法初步确定的预计施工影响范围不完全相同。各类范围的起算位置、范围形态和管理用途可能存在差异，不应简单相互替代。当本规程预计施工影响范围与专项标准规定的施工影响范围或控制保护范围不一致时，邻近关系判定和前期环境调查应该覆盖相关范围，具体工程影响评价范围还应结合工程地质、水文地质条件、施工方法和保护对象特点确定。依法或者按有关管理规定划定的保护区、控制保护区边界不因工程技术评价范围变化而改变。

3.2.10~3.2.11 城市环境复杂程度分级主要反映铁路城市隧道周边环境条件对勘察调查、工程实施和保护控制的制约程度，用于分级配置勘察调查、专项探查、重点保护对象核查、施工方法比选、施工过程动态复核和监测控制等技术要求。现行《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001（2009 年版）第 3.1.2 条从不良地质作用、地质环境、地形地貌和地下水等条件划分场地复杂程度，第 3.1.3 条从岩土种类、性质、均匀性及特殊岩土等条件划分地基复杂程度。本规程借鉴其分级评价思路，但城市环境复杂程度主要反映铁路城市隧道与周边建（构）筑物、地下设施、交通设施及其他保护对象之间相互影响和工程控制的复杂程度，与场地、地基复杂程度的评价对象和用途不同，两者不作直接对应。场地、

地基及地下水条件可对城市环境复杂程度进行修正。按周边环境条件初步判定为一般的区段，当软弱地层、松散富水砂层、岩溶、地层突变、复杂人工填土、地下空洞、高水压或承压水等条件明显增加施工稳定、地层变形、地下水控制或周边环境保护难度时，城市环境复杂程度不应低于较复杂；当场地、地基或地下水条件复杂，并可能显著增加地层变形、地下水控制或重点保护对象安全风险时，应该按复杂确定。复杂程度提高后，应相应加强勘察调查、综合探查、现场验证、重点保护对象核查、施工过程动态复核和监测控制。城市环境复杂程度反映的是工程实施和周边环境控制的综合复杂程度，不代表具体风险事件的安全风险等级，也不替代本规程第 6 章规定的工程安全风险评价与分级。

4.1.1 本条规定铁路城市隧道勘察与调查的总体要求。勘察方案、勘察方法和工作深度应在满足现行《工程勘察通用规范》GB 55017 强制性要求的基础上，根据铁路城市隧道工程特点，并结合有关铁路工程和城市地下工程专项标准确定。《工程勘察通用规范》GB 55017—2021 是强制性工程建设规范，自 2022 年 4 月 1 日起实施，全部条文必须严格执行。该规范整合并替代了《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001（2009 年版）、《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307—2012、《市政工程勘察规范》CJJ 56—2012、《城乡规划工程地质勘察规范》CJJ 57—2012、《软土地区岩土工程勘察规程》JGJ 83—2011 等标准中的相关强制性条文。

4.1.2 《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181—2017 规定盾构法隧道工程地质勘察应为“隧道选线和盾构工作井及联络通道位置的选定”“盾构设备选型、盾构管片结构设计、辅助工程措施选择、盾构施工参数确定”“工程风险评估、工程周边环境保护及监测方案设计”提供地质资料。本规程的适用工法不限于盾构法，故扩展为五款，并增加“地下水控制、抗浮与防水设计”一款——这是城市隧道

区别于山岭隧道的显著特点。

4.1.3 勘察阶段划分是本章的统领性规定。现行《铁路工程地质勘察规范》TB 10012-2019 的勘察阶段包括踏勘、初测、定测和补充定测，分别对应铁路建设不同阶段；施工阶段根据工程需要开展施工勘察。本规程沿用铁路工程勘察阶段体系，并将铁路城市隧道工程勘察划分为踏勘、初测、定测、补充定测和施工勘察五个阶段。现行《铁路隧道盾构法技术规范》TB 10181—2017 第 4 章按“踏勘—初测—定测和补充定测—施工勘察”划分。本规程第 4.5 节将定测和补充定测统一规定，并在表 4.1.3 中分别明确两个阶段的目的、主要任务和工作深度。定测主要服务初步设计，补充定测主要服务施工图设计，两者的成果深度和工作重点不同。现行《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307—2012 采用可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察的阶段体系，与本规程的对应关系见表 4-1。

表 4-1 勘察阶段体系对照

本规程	对应设计阶段	《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB 50307—2012 第 3.0.2 条）
踏勘	预可行性研究	——
初测	可行性研究	可行性研究勘察
定测	初步设计	初步勘察
补充定测	施工图设计	详细勘察
施工勘察	施工阶段	施工勘察（第 8 章）

注：《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307-2012 未单列“施工图设计阶段勘察”，其详细勘察的成果深度已覆盖施工图设计需要；而铁路系统的补充定测是独立的勘察阶段，有明确的工作量和成果要求。本规程按铁路工程勘察阶段体系划分为五个阶段，条文说明中列出与《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307-2012 勘察阶段的对应关系，便于不同勘察体系之间的衔接。

4.1.4 本条参照《铁路隧道盾构法技术规范》TB 10181—2017 第 4.1.3 条，第 1～5 款基本沿用其对盾构地层的查明要求（高灵敏度软土、高塑性黏土、强透水松散砂层、承压水砂层、软硬不均地层、漂石卵石地层的颗粒与磨蚀性指标、基岩风化与结构面、断层破碎带、岩溶与有害气体等），第 6 款为城市隧道新增内容。第 2 款中的“曲率系数、不均匀系数、磨蚀性矿物成分及含量”是盾构刀具配置与换刀频次评估的直接依据，城市隧道常遇的卵砾石层和风化孤石尤应

重视。

4.1.6 本节为各阶段通用的勘察与测试方法要求，集中规定可避免在各阶段条文中重复。钻探、物探、原位测试、室内试验分别执行《铁路工程地质钻探规程》TB10014-2012、《铁路工程物理勘探规范》TB10013-2010、《铁路工程地质原位测试规程》TB 10018-2018、《铁路工程土工试验规程》TB 10102-2023、《铁路工程岩石试验规程》TB 10115-2023 的规定。城市环境条件下物探的突出问题是地面建筑、地下管线、交通和电磁干扰，条文要求选用抗干扰能力强、分辨率高的方法，并强调物探成果必须与钻探相互验证，不得单独作为设计依据。

4.2.1 城市环境调查参照《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307-2012 第 13 章"工程周边环境专项调查"。城市环境调查应与勘察阶段同步推进：初测阶段识别重点对象，定测阶段查明并形成影响评价，补充定测阶段完成专项调查与施工前状态记录。

4.2.3~4.2.4 调查内容与深度应根据勘察阶段、城市环境复杂程度以及保护对象特点确定。重要、敏感或与隧道空间关系复杂的保护对象，应加强调查和核实。既有铁路与城市轨道交通的调查范围按《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》TB 10314-2021、《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202-2013 确定。城市轨道交通规范规定，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、出入口和通风亭等附属建筑（构）筑物结构外边线外侧 10m 内、过江隧道结构外边线 100m 内为相应控制保护范围。现正文 4.2.4 第 1 款也明确要求既有铁路和城市轨道交通调查范围符合《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》TB 10314-2021 和《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202-2013 的有关规定。

4.2.5 地下管线探测执行《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61—2017。单一物探方法对非金属管线、深埋管线、并行管线的分辨能力有限，重要管线及资料存在明显不确定性的管线，应结合资料收集、现场探测及必要的现场验证进行核实。地下障碍物（既有桩基、地下连续墙、锚杆、废弃基础等）是盾构施

工的直接障碍，也是城市隧道特有的风险。对影响施工安全的障碍物应进行验证性探查，并评价其对盾构掘进、矿山法开挖和基坑施工的影响。

4.3.1~4.3.2 本条在《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 第 4.2.1、4.2.2 条有关规定基础上补充制定。踏勘服务预可行性研究，以搜集分析既有资料为主，重点是识别控制线路方案的重大问题。本规程增加第 3 款“城市环境条件初步识别”，因为城市隧道的线路可行性往往首先受制于环境而非地质——一条穿越密集建成区或既有轨道运营线路的隧道，即使地质条件良好也可能不可行。

4.3.3 本条沿用《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 第 4.2.2 条第 3 款：对地震动峰值加速度大于 0.4g 的地区，提出进行地震危害专题研究建议。0.4g 对应抗震设防烈度 9 度及以上，属高烈度区，需专题论证。

4.4.1~4.4.2 本条与《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 第 4.3.1、4.3.2 条基本一致，服务可行性研究与方案比选。第 4.4.2 条第 6 款为城市隧道新增内容，主要用于初步识别既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物、地下管线和地下空间等城市环境条件。

4.4.4 初测勘探点间距的取值依据见表 4-2。

表 4-2 初测勘探点间距取值依据（m）

依据	规定值	本规程取值
《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 第 4.3.3 条第 2 款	宜为 100~200，每个地貌、地质单元均应布置勘探点	较复杂档取 100~200，与之一致
《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307-2012 第 6.3.3 条（初步勘察，地下区间）	宜为 100~200；地貌地质单元交接部位、地层变化较大地段及不良地质作用和特殊性岩土发育地段应加密	同左，构成较复杂档主体
《市政工程勘察规范》CJJ 56-2012（市政工程勘察规范，山岭隧道详勘）	地质条件简单、岩性单一洞身段 100~150；岩土条件复杂洞身段 50~100	复杂档取 50~100
——	——	一般档取 150~300，为本规程按城市环境复杂程度放宽档

注：条文同时沿用《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181—2017 第 4.3.3 条的布置要求：勘探点宜在隧道一侧或两侧交叉布置，宜布置在隧道结构外 3m~5m，穿越地表水体段宜布置在隧道外侧 8m~12m；取样测试和原位测试孔数量不应少于勘探点总数的 2/3。

4.4.5 初测勘探孔深度直接采用《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181—2017

第 4.3.3 条与《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307—2012 第 6.3.5 条的规定，二者完全一致：控制性孔进入结构底板以下不小于 30m（遇强风化、全风化岩不小于 15m，遇中等风化、微风化岩宜为 5m~8m）；一般性孔不小于 20m（强风化、全风化岩 10m，中等风化、微风化岩 5m）；遇岩溶和破碎带适当加深。本规程补充“穿过溶洞、土洞、采空区或破碎带并进入稳定地层不应小于 5m”的量化要求。需说明《铁路工程地质勘察规范》TB 10012-2019 与上述规定的差异：《铁路工程地质勘察规范》TB 10012-2019 的一般性做法为“底板以下 3m~5m”，其前提是以围岩稳定性为控制目标、以工程类比为主要设计方法；而城市隧道尚需满足抗浮、变形计算、地下水控制和周边环境变形分析的要求，孔深不足将直接影响计算可靠性。故本规程采用《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 与《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307—2012 的分档原则。

4.4.6 本条与《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 第 4.3.4 条一致。第 3 款的有害气体、地温、地应力测试是城市深埋隧道的必要项目。第 4 款强调物探成果必须与钻探相互验证。

4.5.1~4.5.2 本条对应《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 第 4.4.1、4.4.2 条。《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 将定测与补充定测合并规定，本规程第 4.5 节亦对定测及补充定测统一规定，并在表 4.1.3 中分别明确两个阶段的勘察目的、主要任务和工作深度。定测主要服务初步设计，补充定测主要服务施工图设计，两者的成果深度和工作重点不同。

4.5.3 定测勘探点间距的取值依据见表 4-3。定测介于初测与补充定测之间，其间距应较初测加密、较补充定测略宽。

表 4-3 定测与补充定测勘探点间距取值依据（m）

依据	简单场地	中等复杂场地	复杂场地
TB 10181—2017 表 4.4.3（定测和补充定测）	50~60	30~50	10~30
GB 50307—2012 表 7.3.3（详细勘察，地下区间）	50~60	30~50	10~30
本规程表 4.5.3（定测补充定测，区间隧道）	50~100	50~80	20~50

注：补充定测直接采用《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 表 4.4.3 与《城市轨道交通岩土

工程勘察规范》GB 50307—2012 表 7.3.3 的数值（这是两本标准对"最终勘察阶段"的共同要求），定测在此基础上适当放宽。条文同时沿用《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 第 4.4.3 条的下列要求：每个地质横剖面不应少于 2 个勘探点；洞口、竖井、工作井、联络通道等附属结构物及工法变换部位应布置控制性勘探点；遇岩溶、球状风化体等宜加密；勘探点宜沿隧道结构外 3m~5m 交叉布置；控制性孔不应少于勘探点总数的 1/3，取样测试和原位测试孔不应少于 2/3；山岭隧道勘探点布置可按《铁路工程地质勘察规范》TB 10012-2019 执行。

4.5.4 定测勘探孔深度采用《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 第 4.4.4 条与《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307—2012 第 7.3.5 条的规定：控制性孔土质地层进入结构底板以下不小于 3 倍隧径，岩质地层进入中等风化、微风化岩不小于 5m；一般性孔土质地层不小于 2 倍隧径，岩质地层进入中等风化、微风化岩不小于 3m。GB 50307 条文说明指出："城市轨道交通地下工程埋置深度往往在施工图设计阶段还需调整，因此勘探孔深度比原规范的要求适当加深。"这一理由对铁路城市隧道同样成立。条文第 4 款沿用《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 第 4.4.4 条第 5 款：地震动峰值加速度为 0.1g 及以上地区，地基土为饱和砂土、粉土时，勘探孔深度应大于地震可能液化层深度。

4.5.5 本条对应《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181-2017 第 4.4.5 条。关键量化要求：每一地质单元各主要岩土层测试或试验数据不应少于 6 件（组）；每一地质单元波速测试孔不宜少于 2 个、电阻率测试孔不宜少于 2 个；隧道范围内的碎石土和砂土应测定颗粒级配，粉土应测定黏粒含量；隧道压缩层范围内宜进行回弹再压缩试验；应采取水样及岩土样进行腐蚀性试验；基岩地区应进行岩块弹性波速测试及天然、饱和抗压强度试验，必要时进行软化试验。

4.5.6~4.5.7 水文地质勘察要求。《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307—2012 第 6.3.1 条第 3 款规定初步勘察阶段应"每个水文地质单元选择代表性地段进行水文地质试验，提供水文地质参数，必要时设置地下水位长期观测孔"。本规程将"必要时设置"提升为强制性要求，理由是本规程适用对象（铁路城市隧道，设计使用年限 100 年）的抗浮和防水设计对水位可靠性的要求高于一般市政工程。

4.6.1~4.6.2 本条沿用《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181—2017 第 4.5.1、4.5.2 条。第 4.6.2 条列出六类应进行施工勘察的情形，其中第 4 款"施工中发生地面沉降过大、地面塌陷、相邻建筑开裂破坏等工程环境问题"是城市隧道施工的高频风险，本规程予以保留并置于突出位置。

4.6.3 施工地质核查应结合施工方法和施工揭示条件进行。矿山法施工可结合掌子面地质素描、开挖揭示及地下水情况开展核查；盾构法施工可结合前方探查、掘进参数、出渣特征及地下障碍物情况进行核查；明挖法施工可结合基坑开挖揭示条件核查地层、地下水及地下障碍物。核查内容应与前期勘察成果进行对比，发现明显差异时，应分析其对设计和施工的影响。

4.6.4~4.6.5 补充勘察应在受影响工序实施前完成，成果应及时反馈设计和施工，并与施工监测、超前地质预报和风险评价成果相互印证，作为动态设计、动态施工和竣工验收的依据，竣工时移交。

4.7.1~4.7.2 专项勘察的触发条件与《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307—2012 第 3.0.3 条有关规定一致。线路或场地附近存在对工程设计方案和施工有重大影响的岩土工程问题时，进行专项勘察。本条结合铁路城市隧道特点列出六类应开展专项勘察的情形。专项勘察应在相应勘察阶段完成，一般在定测或补充定测阶段实施。岩溶与土洞专项勘察的方法组合参照《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307—2012 第 11 章，综合采用工程地质调绘、物探、钻探、水文地质试验等方法，必要时采用跨孔 CT、钻孔雷达等手段；采空区专项勘察按《煤矿采空区岩土工程勘察规范》GB 51044-2014（2017 年版）有关规定执行。瓦斯专项勘察符合现行《铁路瓦斯隧道技术规范》TB 10120-2019 有关规定；高地应力、岩爆和高地温等特殊地质条件根据工程需要开展专项测试与评价。

4.8.5~4.8.6 报告内容要求。城市隧道勘察报告除通用内容外，还包括重点保护对象分布图、地下管线与地下障碍物分布图、工程地质纵断面图和勘探点平面布置图，这四类是城市隧道设计与施工的直接依据。

4.8.7 分阶段成果要求。各阶段成果与其任务深度匹配：踏勘满足预可研、初测满足可研与方案比选、定测满足初设与工法比选、补充定测满足施工图与施工组织设计、施工勘察成果及时反馈并作为动态设计和动态施工的依据。

4.8.9~4.8.11 风险提示、签章归档与后期服务。勘察报告对可能引发工程安全风险的地质条件和环境问题作出明确提示，对尚未查明或存在较大不确定性的工程条件明确区段和主要问题，并提出施工期验证要求。勘察单位按约定提供施工验槽、地质核查和变更地质咨询等后期服务。

5.1.1~5.1.4 总体设计是铁路城市隧道协调线路、结构、施工方法和城市环境条件的主要阶段。现行《铁路隧道设计规范》TB 10003—2016 第3章规定了铁路隧道总体设计的基本要求。本规程在此基础上重点考虑城市建（构）筑物、地下管线、既有铁路和城市轨道交通、地下空间等环境条件。线路位置、隧道埋深、结构形式和施工方法之间相互影响，其中任何一项方案调整均可能改变与重点保护对象的空间关系、施工扰动和工程风险，因此总体设计阶段侧重通过方案统筹减少后续工程保护和施工控制难度。

5.1.5 城市浅层地下空间通常集中分布市政管线、地下道路、地下通道及其他公共设施，适当增加隧道埋深有利于减少与既有设施的空间冲突、降低对浅层地下空间的影响，并为后续城市地下空间开发预留条件。本条所述采用较大埋深以工程条件适宜为前提，埋深增加还可能增大地下水压力、施工难度、工程投资及防灾救援难度，因此结合工程地质与水文地质条件、结构受力、施工方法、重点保护对象和运营维护要求综合确定，一般不单纯以减少浅层地下空间影响作为埋深选择的唯一依据。

5.1.10 施工影响范围、风险控制范围和工程拆迁范围的确定目的不同。施工影响范围主要用于环境调查、影响评价、保护和监测，不能直接作为建（构）筑

物迁改或拆迁边界。工程建设涉及既有建（构）筑物时，迁改、保护或拆迁方式还取决于规划和权属条件、结构现状、实际工程影响以及采取保护措施后的安全和正常使用条件。本条主要避免采用统一距离或施工影响范围直接确定拆迁对象。

5.2.4 铁路城市隧道埋深与施工引起的地层变形、地下水变化以及周边建（构）筑物和地下设施变形密切相关，线路和纵断面方案比选需要结合重点保护对象允许变形要求。不同保护对象的结构形式、基础条件、使用功能和安全要求差异较大，其控制指标分别确定。现行《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911—2013 第 9.3.1 条规定建（构）筑物竖向位移、水平位移、倾斜和裂缝等监测项目控制值的确定要求；无地方工程经验、风险等级较低且无特殊要求时，建（构）筑物沉降累计控制值参考 10 mm～30 mm，变化速率参考 1 mm/d～3 mm/d，差异沉降参考 0.001L～0.002L，其中 L 为相邻基础中心距离。地下管线变形控制值按照《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911—2013 第 9.3.3 条及表 9.3.3 确定，无地方工程经验、风险等级较低且无特殊要求时，燃气管道沉降累计控制值参考 10 mm～30 mm，雨污水管道参考 10 mm～20 mm，供水管道参考 10 mm～30 mm，沉降变化速率参考 2 mm/d。燃气、油气、热力、高压供水等破坏后可能产生严重次生灾害的重要压力管线，直接采用一般参考值容易忽略管线材质、接口形式、运行压力、既有状态和破坏后果差异，相关控制指标由专项分析确定。既有城市轨道交通结构变形控制参考现行《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202—2013 附录 B 和《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911—2013 第 9.3.5 条，其中既有线隧道结构沉降累计控制值参考 3 mm～10 mm，结构上浮 5 mm，水平位移 3 mm～5 mm，差异沉降 0.04‰Li，变形缝差异沉降 2 mm～4 mm，Li 为隧道沿纵向相邻监测点间距。既

有铁路营业线变形控制的技术依据见现行《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》TB 10314—2021 第 7.2 节及相应表格，该节针对高速铁路、普速铁路以及路基、桥梁、隧道等不同设施分别规定预警值、报警值和控制值。线路同时穿越或邻近多类重点保护对象时，各对象控制要求分别确定，并以较严格的控制条件作为线路位置和隧道埋深方案比选的重要依据；保护对象已有明显沉降、倾斜、裂缝或其他病害时，一般参考值不能直接代表其剩余允许变形能力，控制指标由现状检测、计算分析和专项评价确定。

5.2.5 列车运行振动通过轨道、隧道结构和地层向周边建（构）筑物传播，并可能引起室内振动及结构传声。现行《城市区域环境振动标准》GB 10070—1988 规定了不同区域的环境振动控制要求，《城市区域环境振动测量方法》GB/T 10071—1988 规定了相应测量方法。线路方案阶段优先比较线路避让、隧道埋深和轨道减振等措施，是因为这些措施分别作用于振动源、传播距离和传播路径。采用结构或轨道减振措施时，还需考虑其对轨道变形、结构动力响应及运营维护的影响。

5.3.3~5.3.7 小净距、上下叠线、交叉和近距离并行等特殊空间布置，使相邻结构的施工影响范围和地层变形场可能发生重叠。后建隧道施工还可能引起先建结构附加受力和变形，施工顺序不同，其作用路径和控制工况也可能不同。因此，此类布置重点分析地层重复扰动、结构相互作用、施工时序、地下水变化以及对重点保护对象的叠加影响。本规程不统一规定特殊空间布置的净距界限，具体控制条件根据结构尺寸、地层条件、施工方法、施工顺序和环境控制要求确定。

5.4.1~5.4.2 现行《铁路隧道盾构法技术规程》TB 10181—2017 第 1.0.3 条规定，新建铁路城市隧道、水下隧道优先采用盾构法。盾构等机械化施工方法具

有地面作业较少、施工参数连续可控、地层扰动便于过程控制等特点，较适合建筑、交通和地下设施密集的城市环境。但机械化施工的适用性还受到隧道长度和断面、地层及地下水条件、线路平纵断面、地下障碍物、始发接收条件、施工场地和设备组织等因素制约，因此“优先采用”并不表示所有铁路城市隧道均采用盾构法，仍需结合具体工程条件进行技术经济比选。

5.4.3~5.4.8 铁路城市隧道施工方法比选除施工安全、工程投资和工期外，还重点考虑施工引起的地层损失、地下水变化、重点保护对象响应、城市交通、施工场地和异常工况处置条件。浅埋暗挖法的适用性主要受覆土、地层自稳能力、地下水和周边环境变形控制条件影响；盾构法重点考虑盾构设备与地层、水压、线路条件、地下障碍物及始发接收条件的适应性。采用大直径盾构或其他铁路工程应用经验较少的机械化施工方法时，设备适应性和关键控制参数是专项分析的重点。施工方法确定后仍需明确其适用条件，是因为后续勘察揭示或现场条件超出原比选条件时，需要据此判断是否重新进行技术复核。

6.1.3 风险评价以具体风险事件为对象，主要是为了避免将“穿越重要管线”“采用盾构施工”“邻近既有铁路”等工程条件直接作为风险结论。具体风险事件通常包括风险源、触发条件、作用路径、受影响对象和可能后果。例如，盾构穿越燃气管线本身属于工程空间关系，进一步分析施工扰动引起地层和管线变形、管线损伤泄漏以及可能产生火灾、爆炸等后果后，才能形成完整的风险事件。

6.2.1~6.2.2 铁路城市隧道除存在地层或结构失稳、突泥涌水等一般铁路隧道工程风险外，还具有施工活动与既有铁路、城市轨道交通、建（构）筑物、地下管线、道路和地下空间等城市环境对象相互影响的特点，因此风险识别同时包括工程自身、施工人员和周边环境三个方面。现行《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652—2011 第 3.2 节、第 3.3 节规定了风险界定和风

险辨识的有关内容，第 4.2 节将人员伤亡、环境影响等纳入风险后果评价。本规程结合铁路运营安全和城市环境特点，对需要重点识别的风险对象和风险类型作了进一步规定。

6.2.5 重要地下管线的风险不仅表现为管线本身发生沉降、变形或损伤，还与介质性质、运行压力及损伤后的次生后果有关。燃气、油气等管线发生泄漏后可能形成可燃气体扩散、积聚并引起火灾或爆炸；高压供水管线破坏后可能造成地层冲刷、水土流失、地下空洞和道路坍塌。因此，对重要压力管线的风险识别还包括由管线损伤向人员、道路、建（构）筑物和其他地下设施传递形成的次生风险。

6.2.7 铁路城市隧道风险具有明显的传递和叠加特征。例如，地下水变化可能首先引起地层变形，并进一步造成建（构）筑物沉降或管线变形；管线破坏又可能造成地层冲刷和空洞，进一步扩大地面塌陷风险。多种风险因素同时存在时，风险后果并非各单项风险的简单叠加，因此风险识别还关注不同风险因素之间的作用路径和相互影响。

6.2.8 铁路城市隧道有毒有害气体和可燃气体的来源除地层外，还可能包括燃气、油气管线、污水设施及其他城市地下设施，并可能沿管沟、地层裂隙和地下空间迁移、积聚。气体风险评价主要结合气体来源、迁移路径、积聚条件、人员暴露范围及可能产生的中毒窒息、火灾和爆炸等后果确定控制重点。地面塌陷、突水突泥等风险具有发展速度快、影响范围可能迅速扩大的特点，也需要结合风险源和影响路径开展针对性评价。

6.3.1 风险主等级用于反映具体风险事件发生可能性与后果严重程度的综合水平。本规程结合铁路隧道工程风险管理实践，采用风险矩阵法，将风险事件发

生可能性和后果严重程度分别划分为四级，组合确定Ⅰ～Ⅳ级风险主等级。四级风险主等级与本规程风险控制、动态复核及附录A分级控制要求相衔接。风险事件发生可能性主要结合风险发生条件、类似工程经验、现场状态及已采取的控制措施综合判断；后果严重程度综合考虑人员安全、隧道结构安全、铁路运营安全、重点保护对象及周边环境等影响。同一风险事件存在多类后果时，按最不利后果确定等级。

6.3.2 城市环境复杂程度和周边环境风险等级的评价对象不同。城市环境复杂程度按第3.2节确定，主要反映一定区段内环境对象分布、资料可靠性、调查核实和工程控制的总体难度；周边环境风险等级针对具体风险事件和具体保护对象确定，主要反映保护对象的重要性、敏感程度、空间关系及可能产生的后果。现行《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652—2011第4.2节有关风险后果评价内容为分析保护对象后果严重程度的参考。

6.3.3 表6.3.3中周边环境风险等级针对具体风险事件确定，并非对整个隧道区段统一赋予一个环境风险等级。同一区段内不同保护对象对应的风险等级可能不同。例如，同一区段同时邻近一般市政管线和运营城市轨道交通时，两类对象的重要性、敏感性和损伤后果存在明显差异，分别评价后形成相应周边环境风险等级。同一风险事件可能影响多个保护对象时，以可能产生的较严重后果作为等级判定依据。

6.3.4～6.3.5 城市环境修正等级是风险亚级确定过程中的中间评价结果。表6.3.4首先将第3.2节确定的城市环境复杂程度与具体风险事件的周边环境风险等级组合，形成A、B、C三级城市环境修正等级；表6.3.5再将城市环境修正等级与按本规程第6.3.1条确定的风险主等级组合，形成Ⅱ-A～Ⅱ-C和Ⅲ-A～

Ⅲ-C 风险亚级。因此，风险亚级的确定顺序为先确定风险主等级，再评价城市环境修正等级，最后确定风险亚级。Ⅰ级风险本身已属于较高风险，不再通过亚级细分；Ⅳ级风险在城市环境修正达到 A 级时，需复核原风险主等级是否仍与实际风险状态相符。

6.3.6 本条所列复杂地质水文条件、风险耦合、严重次生灾害、重点保护对象既有病害和资料不确定性等因素，均可能使已经确定的风险发生可能性、影响范围或后果被低估。风险主等级尚未发生实质变化时，通过提高亚级反映控制要求的增加；风险发生可能性或后果已经明显改变时，亚级调整不能代替风险主等级重新评价。A 级已经是城市环境修正的最高等级，仍存在明显不利因素时，重点复核原风险主等级是否仍与实际工程风险相符。

6.4.1 风险分级的最终目的是确定与风险程度相匹配的技术控制措施。风险控制首先考虑降低或消除风险源，其次控制风险作用路径，最后降低风险后果。因此，总体方案阶段能够通过线路避让、埋深调整、结构和施工方法优化降低风险时，优先采用方案层面的控制方式；不能避免的风险再结合具体风险机理采取工程措施。

6.4.5 施工监测主要反映工程响应和风险发展状态，能够用于检验设计和保护措施效果、发现异常和触发后续处置，但不能直接消除风险源。例如，预测施工引起的地层变形可能超过重点保护对象允许范围时，增加监测频率只能更及时掌握变形过程，并不能降低实际变形量，因此仍需通过地层加固、地下水控制、施工参数调整或其他工程措施降低风险。

6.4.6 Ⅰ级、Ⅱ-A 级风险以及涉及运营铁路、城市轨道交通等重要保护对象的关键施工工序，其风险后果较严重或施工条件敏感。关键工序实施前核查，主要用于确认实际工程地质、水文地质条件、重点保护对象状态、工程保护措施

和监测条件与风险评价采用条件一致。发现实际条件明显变化时，原风险评价结论可能失去适用基础，需要重新评价。

6.4.8~6.4.9 风险评价成果需要转化为能够直接用于设计和施工的技术条件，因此设计文件除标明风险等级外，还需明确主要风险事件、控制因素、控制指标和施工阶段重点核查事项。附录 A 第 A.0.1 条进一步根据不同风险主等级和亚级规定风险分析、设计审查、施工控制、监测预警和控制效果验证等技术要求，使风险分级与后续技术控制相对应。附录 A 规定的是分级控制深度，不替代各专业现行工程建设标准规定的基本技术要求。

6.5.3~6.5.4 风险控制措施实施完成并不等同于风险已经降低，其效果还需采用与风险机理和措施类型相适应的方法确认。例如，地层加固重点关注加固范围和性能，地下水控制重点关注地下水位、水压和涌水响应，施工参数控制还需结合施工参数及地层、重点保护对象响应综合判断。工程已经通过高风险区段、某一工序已经结束或者短期监测数据趋于稳定，也不能单独作为降低风险等级的依据。风险源已经消除、工程条件发生实质改善或者风险控制措施经验证达到预期效果后，才具备重新评价风险主等级和亚级的技术基础。

6.5.5~6.5.6 现行《风险管理 术语》GB/T 23694—2024 第 3.3.38 条对残余风险作出了定义。本规程所称残余风险主要指采取风险控制措施后仍然存在，需要在后续施工或运营阶段继续检查、监测、复核或者采取其他控制措施的风险。铁路城市隧道主体施工完成后，软土地层固结、地下水恢复、重点保护对象持续变形等影响仍可能继续发展，因此相关风险信息需要向后续阶段传递。附录 A 第 A.0.2 条进一步规定风险动态复核、等级调整和残余风险管理要求。施工实体质量不符合验收要求或者尚未完成处理的质量缺陷不属于残余风险，不能以残余风险形式移交。

7.1.3 铁路城市隧道结构设计所采用的基础条件不仅来源于工程地质和水文地质勘察，还包括城市环境调查、总体方案和风险评价成果。不同阶段、不同专业形成的地层界面、地下水条件、重点保护对象位置及状态、地下障碍物和施工条件等资料可能存在差异。统一结构设计采用条件，主要是避免不同专业采用相互矛盾的基础资料开展结构计算、环境影响评价和工程保护设计。对影响结构受力、地下水控制或重点保护对象保护的矛盾信息，需在查明原因后形成统一的设计条件；暂时不能可靠查明的条件，在结构分析中考虑其不确定性，并作为后续勘察、设计或施工阶段重点核查的内容。

7.1.4 铁路城市隧道在施工、结构体系转换和正常运营阶段的结构体系、作用及边界条件可能存在明显差异。矿山法分部开挖、临时支撑设置与拆除，明挖基坑支撑转换，盾构始发与接收，结构开口以及不同结构形式连接等过程，均可能形成正常使用阶段计算不能反映的控制工况。施工过程或结构体系转换对结构受力影响明显时，结构分析需反映实际结构形成过程及作用变化，避免以最终正常使用状态的计算模型代替施工阶段分析。

7.1.7 大直径、小净距、上下叠线、交叉穿越以及复杂结构体系转换等工程，其结构受力、地层—结构相互作用和施工过程可能超出现行铁路工程建设标准已有成熟经验范围。专项分析主要针对常规设计方法不能充分反映的空间效应、施工时序、相邻结构相互影响以及关键参数不确定性。关键参数缺少可靠工程经验或对计算结果较敏感时，试验研究和工程验证主要用于确定参数合理范围及其适用条件。

7.1.11 有毒有害气体、可燃气体、燃气管线泄漏、突水突泥、地面塌陷和城市内涝等风险具有发展较快、作用路径复杂或可能产生严重次生灾害等特点，仅在一般结构设计和施工方案中分散设置措施，容易造成风险控制环节之间脱节。

专项安全设计以第 6 章风险评价成果为基础，根据具体风险事件分析风险源、作用路径和影响范围，并将超前探查、支护、地下水控制、施工通风、防爆、监测预警和异常工况处置等技术措施形成连续的控制链。涉及城市燃气、油气等外部气源时，风险还与泄漏位置、管沟和地层裂隙等迁移通道以及地下空间积聚条件有关。

7.2.2~7.2.5 铁路城市隧道主体结构设计使用年限长，地下水、土体、污染介质及长期潮湿环境可能持续作用于混凝土、钢筋、金属连接件、预埋件和密封材料。现行《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005—2010 第 4 章对环境类别和环境作用等级作出了规定。结构同时受到多种环境作用时，各类环境作用对材料和结构性能的影响分别进行分析，单纯提高混凝土强度等级不能代替耐久性设计。盾构管片接头等部位除考虑螺栓、连接件和预埋件的耐久性外，还涉及止水、密封材料与混凝土及金属材料之间的相容性，以及长期接头张开、错台和转动对密封性能的影响。

7.2.6 纤维混凝土、新型装配式构件、新型连接和密封材料等用于铁路城市隧道时，短期力学性能满足设计要求并不能完全代表其在主体结构设计使用年限内的长期性能。铁路工程长期应用资料不足时，材料性能评价重点包括强度保持、疲劳、老化、腐蚀、变形适应性以及与相邻材料之间的相容性。试验研究主要用于确认实际环境作用和设计工况下的长期性能及适用条件。

7.3.2~7.3.4 铁路城市隧道除承受现行铁路隧道设计标准规定的常规作用外，还可能受到地面及地下建（构）筑物、邻近基坑开挖和卸载、桩基和地下工程施工、相邻隧道施工、地下水变化及区域地面沉降等附加影响。这些作用往往通过地层向隧道结构传递，并随施工时序发生变化。涉及邻近工程和重点保护对象时，附加作用、计算工况和边界条件主要根据空间关系、邻近施工影响评

价和实际工程时序确定。施工过程中影响明显时，结构分析反映结构形成、荷载转移和边界条件变化过程，不以最终正常使用状态的静态计算代替施工过程分析。

7.3.5 装配式结构接头不仅承担构件之间的连接作用，其转动刚度、张开、错台和连接件受力还会影响结构整体刚度、内力分配和接缝防水性能。结构分析中接头的模拟方式需要与实际接头构造和受力状态相匹配。采用刚接、铰接、等效弹簧或其他简化模型时，其参数主要根据接头构造、试验资料、理论分析和可靠工程经验确定。

7.3.6 常规二维或简化结构分析方法主要适用于结构形式和地层条件相对均匀、空间相互作用不明显的情况。大直径、小净距、上下叠线、交叉穿越和复杂结构体系转换等条件下，空间效应、施工过程以及地层—结构相互作用可能成为控制因素，分析模型需要反映相应作用机理。敏感性分析主要用于判断地层参数、地下水压力、接头刚度、施工荷载及边界条件等不确定因素对结构内力和变形的影响程度，并据此确定设计参数取值和施工监测重点。

7.3.9 结构计算参数首先采用现行铁路工程建设标准、工程勘察试验成果和可靠工程资料。铁路工程建设标准未明确的盾构管片环刚度、接头刚度、地层弹簧刚度、纵向等效刚度等参数，在进行铁路工程适用性分析后，参考现行《盾构隧道工程设计标准》GB/T 51438—2021 的有关规定。对计算结果敏感、工程条件与参考条件差异较大或者缺少可靠工程经验的参数，附录中的参考取值不能代替工程试验、反分析或专项计算。

7.3.11 轨道或结构减振措施通过改变轨道—结构体系的刚度、阻尼和动力特性降低振动传播，同时可能改变列车荷载作用下的轨道位移、结构动力响应、局部连接受力以及接头变形。采用弹性支承、减振垫层及其他减振构造时，除分

析目标频段的减振效果外，还需关注长期刚度变化、疲劳、老化及更换条件。运营检修和设备更换条件也是判断减振体系长期适用性的重要因素。

7.4.2 盾构管片结构由管片环、纵缝、环缝和连接构造共同形成受力体系，接头变形同时影响结构受力和接缝防水。结构计算采用的接头张开、错台和转动条件与防水设计采用的密封适应条件保持协调，避免结构计算允许的接头变形超过密封体系的适应能力。附录 B 表 B.0.2 给出的有关参数主要用于统一取值原则，具体工程还需结合管片尺寸、接头形式、试验资料和地层条件确定。

7.4.3 大直径盾构以及软硬地层突变、邻近桩基础等深基础、区域地面沉降明显等条件下，隧道沿纵向的地层约束和外部作用具有明显不均匀性；小净距、上下叠线和交叉穿越时，相邻隧道施工影响还可能发生空间叠加。因此，此类区段除分析横断面结构受力外，还需关注隧道纵向变形、接头变形、结构空间效应以及相邻结构之间的相互影响。

7.4.4 联络通道、横通道及其他结构开口会改变管片环原有的连续受力体系，并可能在开口边缘形成刚度突变和应力集中。结构分析除考虑开口形成后的正常使用状态外，还需结合管片切割、临时支撑、结构转换和永久连接等施工过程分析开口部位的不利工况，根据开口尺寸、位置、连接方式和施工顺序确定结构加强范围。

7.4.5 大直径盾构、特殊管片及其他铁路工程应用经验不足的结构形式，现行标准中的构造和计算参数可能不能完整覆盖实际工程条件。专项分析主要用于明确结构受力体系、接头性能、施工工况及运营条件。关键设计参数缺少可靠依据时，试验或工程验证用于确定参数取值及其适用范围。

7.5.2 浅埋、软弱、富水、大断面以及邻近重点保护对象的矿山法铁路城市隧道，地层自稳能力和周边环境变形控制通常较为敏感。超前支护、初期支护、

临时支撑和二次衬砌之间具有明显的施工时序关系，支护结构形式和参数不仅与结构安全有关，还与开挖步序、支护形成时间、支护闭合时机以及允许地层变形相联系。因此，结构分析重点反映开挖卸荷、支护形成及地层变形发展的实际过程。

7.5.3~7.5.5 复合式衬砌在施工过程中经历围岩或地层应力释放、初期支护形成、仰拱封闭、临时支撑拆除以及二次衬砌形成等不同阶段，各阶段结构体系和荷载分担关系存在差异。初期支护和二次衬砌的结构作用根据地层条件、支护体系和设计假定确定，最终形成的二次衬砌状态不能代表施工全过程的受力状态。分部开挖、换撑、拆撑和结构体系转换可能产生明显的内力重新分配时，结构分析需按照实际施工顺序反映相应作用和边界条件变化。附录 B 表 B.0.3 主要用于规定矿山法结构有关计算参数的取值原则。

7.5.8 爆破开挖产生的振动除影响围岩和支护结构外，还可能通过地层传播影响既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物和历史文化保护对象。爆破振动控制执行现行《铁路工程爆破振动安全技术规程》TB 10313—2019 和《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定。保护对象存在既有病害、对振动敏感或者缺少可靠工程经验时，爆破控制指标需要结合保护对象实际状态和允许振动水平确定，试爆及现场监测用于校核爆破参数与实际振动响应之间的关系。

7.5.9 正洞与联络通道、横通道、工作井、设备洞室等结构连接后，开口部位的结构刚度、受力路径和施工边界条件可能发生明显变化。结构加强除考虑最终正常使用状态外，还需结合开口形成、临时支撑和永久连接过程，分析主体结构在开口施工阶段的局部受力和变形，避免最终结构满足要求而开口施工阶段先出现不利受力状态。

7.6.3~7.6.4 铁路城市隧道明挖施工常受到城市道路交通疏解、施工场地和管

线迁改等条件制约，基坑可能采用分期、分幅或倒边施工。交通组织方案改变基坑范围、支撑体系、主体结构施工顺序或地下水控制条件时，实际结构体系和受力工况也随之变化。因此，此类调整不仅属于施工组织变化，还需要根据新的开挖、支撑、地下水控制和结构形成顺序分析基坑支护结构和主体结构的施工阶段受力与变形。

7.6.5 围护结构参与永久结构受力和仅作为施工阶段临时支护属于两种不同的结构体系。围护结构参与永久受力时，其与主体结构之间的连接、荷载传递、变形协调、耐久性和防水性能均成为永久结构设计内容；围护结构仅承担施工阶段作用时，其施工阶段承载能力不计入主体结构正常使用阶段的永久承载体系。设计阶段明确两种体系的边界，有利于避免计算模型、结构构造和施工验收条件之间不一致。

7.6.7 主体结构周边回填土在施工阶段和长期使用阶段的压实状态、侧向变形条件和应力状态可能存在差异，相应土压力和变形参数也可能不同。附录 B 表 B.0.4 按照不同受力阶段规定主要参数取值原则。实际工程参数仍以回填材料性质、压实程度、含水状态和工程试验资料为基础，避免脱离实际回填条件直接采用统一参考参数。

7.7.5~7.7.6 火灾、撞击、爆炸、洪涝、突涌水和重要压力管线破裂等事件发生频率相对较低，但可能在短时间内改变材料性能、结构作用、地层条件或结构边界条件，并造成局部构件严重损伤。偶然作用分析结合第 6 章风险识别成果选择与工程实际相符的代表性不利场景。例如，重要压力管线破裂除可能产生水压力外，还可能伴随地层冲刷、空洞形成和结构局部地层约束丧失；火灾高温还可能导致混凝土和钢材性能明显下降。局部损伤具有继续扩展可能时，结构加强和构造连接措施主要用于维持必要的整体性和荷载传递能力，限制局

部破坏向更大范围发展。

7.8.2~7.8.3 铁路城市隧道永久结构采用封闭防水体系并避免将长期降低区域地下水位作为结构设计前提，主要考虑长期抽排可能造成地下水资源损失、地层固结沉降和周边建（构）筑物变形，同时也会使运营安全长期依赖排水设备运行。结构设计采用的地下水位和水压力以第4章水文地质勘察、试验及长期观测资料为基础，并考虑季节变化、施工降水停止后的地下水恢复以及区域地下水长期变化等不利情况，施工期间形成的暂时低水位不能代表永久结构正常使用阶段的地下水条件。

7.8.4~7.8.6 施工降水、止水和回灌会改变地下水渗流场，其影响范围可能超过隧道或基坑本体，并通过土体有效应力变化引起地层和重点保护对象变形。软土、富水砂层、承压水发育区和区域地面沉降敏感区尤其需要关注地下水变化与地层变形之间的联系。施工期地下水控制停止后，地下水位和水压力恢复还可能增加永久结构水压力和浮力，并引起地层回弹或其他环境响应。因此，地下水恢复阶段也是结构受力和周边环境分析的重要工况。

7.8.7 本条主要强调地下水控制、结构、防水和抗浮设计采用统一的水文地质基础和工况条件，并非要求施工降水、地下水恢复、正常使用及其他不利工况采用相同的地下水位。地下水位和水压力随施工阶段、地下水控制状态、地下水恢复及长期运行条件变化，不同工况分别采用与其实际状态相对应的设计条件。同一工况下，各专业采用的地下水位、水压力及有关边界条件保持一致，主要用于避免同一工程的结构受力、防水和抗浮分析采用相互矛盾的设计基础。施工期临时降水形成的低水位不作为地下水恢复或正常使用阶段的长期设计条件，抗浮设计采用的地下水位和水压力按本规程第7.9.2条确定。

7.9.1~7.9.3 铁路城市隧道抗浮稳定需要分别考虑施工阶段和正常使用阶段。

施工期间主体结构自重、永久覆土及其他永久抗浮作用可能尚未完全形成，而施工降水停止后地下水位可能已经恢复，因此施工阶段有时会成为抗浮控制工况。采用覆土重量作为抗浮作用时，计入的覆土需要具有明确、可靠和长期存在的条件，并结合结构形式、覆土范围、地下水条件以及可能发生的地层损失确定有效范围；施工期间临时堆载不属于永久抗浮作用。

7.9.4 不同结构形式的抗浮受力体系和计算假定存在差异，因此本规程不采用单一抗浮稳定安全系数覆盖所有铁路城市隧道结构。现行《盾构隧道工程设计标准》GB/T 51438—2021 第 7.5.2 条规定，盾构隧道施工期间抗浮稳定安全系数不小于 1.10，正常使用期间不小于 1.20。盾构隧道按该规定进行抗浮验算；明挖法及其他地下结构的抗浮稳定安全系数根据相应现行设计标准和结构受力特点确定，并结合抗浮设防水位以及施工、正常使用阶段最不利工况进行分析。

7.9.6 抗拔桩、抗浮锚杆等永久抗浮构件在主体结构使用期内持续承担抗浮作用，其长期性能直接影响结构抗浮安全。除承载力和变形外，还需结合地下水和土的环境作用分析腐蚀、材料性能退化以及与主体结构连接部位的长期性能。抗浮构件设计使用年限与所连接主体结构保持一致，主要用于保证抗浮体系在主体结构设计使用期内具有连续可靠的作用。

7.9.7 抗浮设计不仅针对工程竣工后的最终结构状态。分期施工、结构连接尚未完成、永久覆土尚未形成或施工降水提前停止时，均可能出现结构自重和永久抗浮作用较小而地下水浮力已经恢复的不利组合。因此，施工顺序和地下水控制方案发生明显变化时，施工阶段抗浮条件也随之变化，需要结合实际结构形成过程和地下水恢复过程分析控制工况。

8.1.1~8.1.3 铁路城市隧道防水首先解决地下水进入结构和运营空间的问题，排水系统则处理明确的日常或事故来水。《铁路隧道设计规范》TB 10003—2016

第 10.1.4 条、第 10.1.6 条分别提供结构防水和城市、水下等区段全封闭防水的技术依据。封闭防水与限量排放的区别，在于是否有计划地接纳地下水以及相应的水压力假定。限排方案的评价同时涉及地下水环境、周边地层、主体结构和排水失效状态；排水设备的正常运行不能代替结构防水，也不能作为降低永久结构设计水压的唯一依据。

8.2.1 本条防水性能等级及控制指标来源于现行《铁路隧道设计规范》TB 10003—2016 第 10.1.2 条、表 10.1.2 和第 10.1.3 条。铁路隧道防水性能分为一级、二级、三级和四级，其中一级主要用于高速铁路隧道拱墙、抗冻设防段以及少量湿渍即可能影响设备正常运行、人员使用或运营安全的部位，一级防水的结构内缘表面无渗水和湿渍；二级主要用于其他电气化铁路和内燃牵引铁路隧道拱墙、隧底、有人员经常活动以及安装一般电气设备的部位，其控制指标包括无漏水、总湿渍面积不大于总防水面积的 2‰、任意 100 m²防水面积内渗水不超过 3 处、单个湿渍或水膜面积不大于 0.2 m²、平均渗入水量不大于 0.05 L/(m²·d)、任意 100 m²防水面积平均渗入水量不大于 0.15 L/(m²·d)。三级、四级适用于功能和防水要求相对较低的部位，具体适用范围和性能指标按《铁路隧道设计规范》TB 10003—2016 第 10.1.3 条及表 10.1.2 确定。辅助坑道、检修通道和通风排烟通道内部功能差异较大，防水等级主要根据人员活动、设备布置及渗漏水后果确定；设置电动防火门、风机及控制设备的部位涉及设备运行和防灾功能，因此按不低于二级控制。

8.2.2 矿山法和明挖结构以混凝土结构自防水、外设防水层和接缝防水组成全包体系，盾构结构以管片及接缝密封组成封闭体系，两者的构造实现方式不同。

《铁路隧道设计规范》TB 10003—2016 第 10.1.4 条涉及结构自防水、防水板及施工缝、变形缝防水；盾构管片及接缝防水的技术依据为《铁路隧道盾构法技

术规程》TB 10181—2017。属于建筑与市政工程适用范围的附属地下工程，防水设防依据为《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030—2022。该规范第 2.0.2 条将地下工程防水设计工作年限与主体结构设计使用年限关联，指的是系统的整体设计目标，不代表所有密封件和设备均具有免维护、免更换的相同寿命。

8.2.3~8.2.6 高水压、富水及环境敏感区段的渗漏可能引起持续地层流失或运营设备受损，接缝、开口、穿墙管和结构转换处又集中存在变形与构造连续性问题。防水层、密封材料和金属连接件的耐久性与实际地下水环境有关。《铁路隧道设计规范》TB 10003—2016 第 10.1.3 条按铁路类型、结构部位和使用功能确定防水等级。本规程对相连洞室与正洞提出连续防水边界的要求，是考虑连接处渗水向相邻使用空间传递的影响；洞室内人员和设备对湿渍、渗漏更敏感时，其防水目标取决于较高的使用功能要求。

8.2.7 铁路四级“防水性能等级”与《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030—2022 第 2.0.3 条~第 2.0.6 条的工程类别、使用环境和三级“防水设防等级”不是同一分类体系。后者使用环境分类表的地下工程适用说明针对明挖法，暗挖工程另结合地质与施工条件确定。相同的“一级”“二级”名称不能证明指标和构造完全等同。本条通过区分性能目标与设防构造，避免在铁路主体和建筑、市政附属工程接口处错误换算等级。

8.3.2~8.3.4 管片接缝防水能力取决于设计水压下的张开、错台和转动，结构计算与密封试验只有采用同一变形条件，才能形成一致的设计结论。洞门、联络通道及管片与现浇结构连接处存在刚度变化和施工接缝，是局部防水薄弱点。大直径、高水压或新型密封结构缺少相近工况经验时，专项试验用于确认实际组合条件下的防水性能，而不是仅检验单一密封材料。

8.3.5 盾构接缝及孔口密封性能既受材料和构造影响，也受拼装偏差、密封垫

移位及施工损伤影响。材料性能合格不能直接证明拼装后的密封体系连续完整。发现损伤或移位后的检查处理，用于消除施工形成的局部渗水通道；管片受力、姿态及注浆过程控制见本规程第 10.3 节，隐蔽检查和验收见第 16.3.1 条。

8.4.1～8.4.4 矿山法、明挖结构的接缝及工法转换部位同时受到地下水和差异变形影响，工作井、洞门等还受到地表水作用。《铁路隧道设计规范》TB 10003—2016 第 10.1.4 条关于结构自防水以及施工缝、变形缝防水的规定，是接缝和结构连接防水的基础。连续的防水边界和变形适应能力是这些部位的控制重点，不同水压、接缝变形和施工条件下的材料及搭接构造并不相同。

8.4.5～8.4.6 防水基面的净空、平整度和渗水状态影响防水层的铺设质量及后续衬砌厚度。工艺试验用于验证实际材料、机具及施工条件下的铺设和接缝成型效果，不能代替施工过程质量检查。止水构造偏位、防水层接缝不连续或后续钢筋及预埋件作业造成损伤，均可能形成渗水通道。洞室、联络通道和明暗交界等部位存在转折及工序交接，防水边界连续、平顺是连接施工的主要控制目标。

8.5.1～8.5.5 铁路城市隧道正常清洗和结构少量渗入水、消防水、洞口雨水和压力管线事故水的时间特征不同。排水能力取决于同一排水分区内可能同时发生的来水组合及设备有效工况，不能把互斥场景简单相加，也不能仅按日常平均值选择设备。《铁路隧道设计规范》TB 10003—2016 第 10.3.5 条及其条文说明涉及机械排水、集水池和泵房设置，排水系统设计的相关技术依据还包括《铁路给水排水设计规范》TB 10010—2016。城市管网高水位可能使排水出路失效，因此外部接纳能力和防倒灌构成系统设计边界。

8.5.6 本条采用面积渗入水量与局部集中渗入水量合并计算的总量口径。单位面积设计渗入水量主要用于反映一定防水面积范围内的分散渗入水，其取值结

合防水等级、结构形式、设计水压、防水体系、接缝构造以及类似工程实测资料等确定。局部集中渗入水主要指不能合理折算到单位面积指标中的集中或线状渗入水，作为附加水量单独计入。单位面积设计渗入水量已经包含的接缝、局部构造等渗入水贡献，不再重复计入 Q_c 。本式用于正常结构渗入水量计算，消防水、雨水、事故来水以及突涌水等集中来水按相应工况另行计算。

8.5.7 现行《铁路隧道设计规范》TB 10003—2016 第 10.3.5 条及其条文说明，是本条关于集水池容积的引用依据。24 h~48 h 对应按结构渗入水量计算的储水时段，同时考虑最大一台排水泵 15 min~20 min 的出水量。二者分别反映持续渗入水的储存和泵组运行所需的有效容积，不能将其理解为“在 48 h 内把水排完”。

第 8.5.6 条的 Q_s 采用 m^3/d 时，24 h 和 48 h 分别对应 1 d 和 2 d 的结构渗入水量；泵组出水量则按所用流量单位换算到相应分钟数。这样处理是为了统一时间和水量单位，避免以日流量直接乘以小时数。有效容积指实际可用于调蓄的容积，不能仅凭集水池外形尺寸判断其储水能力。

消防、雨水和事故来水的峰值及持续时间不同，仍按各自工况校核。城市用地或地下空间限制容积时，核查重点包括实际可用容积、来水组合、备用排水、电源及外部出路；场地受限本身不是证明 48 h 储水工况已满足的依据。本条的 24 h~48 h 参考时段也不等于对任意事故作出连续停电 48 h 仍可安全运营的保证。

8.5.8 铁路城市隧道封闭运营后，从正洞进入泵房可能受到行车组织、检修天窗和作业时间限制，排水设备发生故障或需要更换时，单一正洞通道又可能限制到达和运输。因此，正文保留具备条件时设置独立地面检修出入口的选择，使检修路径与实际运营维护方式相适应，并非要求每座泵房均另建一座出入口。

独立入口的布置同时考虑人员进入和设备更换，检查井式垂直通道、楼梯通道及结合工作井布置的形式，对埋深、地面用地、通行和吊装条件的要求不同；能够满足人员到达的孔口，不一定能够满足水泵和其他设备运输。出入口形式因而与泵房规模、设备尺寸及维护条件共同确定。

地面入口又增加了地表水进入地下的通道，防洪防涝高程、通风照明、防坠落、防止无关人员进入及与正线的安全分隔，都是核查其是否具备实际使用条件的内容。与运营行车空间相连时，检修路线和作业范围不以穿越正常行车区域作为唯一前提。

8.5.9 排水系统的长期有效性受泥砂淤积、矿物结晶、阀门和水泵故障影响。水位、泵组状态及故障信息反映系统在实际工况下的排水能力，单纯掌握设备额定参数不足以识别管路堵塞和设备失效。集水池、排水管和检查井的清淤、清洗及检修条件，直接关系设计排水能力能否长期保持。

8.5.10 永久排水系统的实际通水能力取决于沟管坡向、接口连接和通道是否连续畅通。施工残留物可能堵塞管沟、集水池或阀件，使实际排水能力低于设计值，清理和连接检查因而属于系统投入使用前的施工控制内容。通水、泵组启停、备用切换及防倒灌的功能验证见本规程第 16.3.5 条，施工安装检查与最终功能验收的目的不同。

8.6.1~8.6.6 河流洪水、城市内涝、道路汇水和外部管网高水位，分别具有不同形成条件。洞口及其他地面开口的控制条件，需要结合所在位置、地形和汇水边界分析，而不是用一个水位名称概括全部情形。本条采用的相关依据为《防洪标准》GB 50201—2014、《城镇内涝防治技术规范》GB 51222—2017 及《室外排水设计标准》GB 50014—2021。

防洪控制水位和内涝防淹控制水位分别核查，再以不利条件确定入口高程

和挡水条件。道路纵坡、局部低洼和场地汇水可能形成不同于邻近河湖的进水路径，因此工作井、风井、疏散入口和检修入口与正洞洞口一样，均作为地下空间的可能进水部位考虑。

隧道与车站、相邻隧道或其他地下空间连通时，局部进水可能沿连接通道扩大影响。截水、挡水、防倒灌及隔断分别控制不同路径；备用排水和电源故障分析则针对设施失效。只增加一台同样依赖失效电源或受阻出路的设备，并不能证明已经具备所需备用功能。

8.6.7 U型槽雨棚主要减少直接落入敞开段的雨水，不能消除道路纵坡汇水、槽外积水越流或外部管网倒灌。只有雨棚收集的雨水可靠排至槽外系统，才形成实际减量效果。雨棚同时影响建筑限界、风环境、检修及救援通行，因此本条采用具备条件时设置的方案性规定，而不是将雨棚作为所有洞口统一构造。

8.6.8 突涌水和高压供水管线破裂可能伴随冲刷、地层流失和轨道基础损伤，来水并不等同于正常结构渗入水。水量、水位、传播路径、隔断和应急排水在设计阶段形成统一场景，有利于避免在防灾章节中另设一套相互矛盾的水灾条件。人员避险及其他防灾系统联动仍由第13章对应规定。

9.0.4~9.0.5 富水、岩溶、断层破碎带、软弱夹层等异常地质体的规模、形态及含水特征差异较大，单一探查方法难以全面判定其范围和性质，采用物探、超前钻探和直接探查等方法相互验证，有利于提高前方富水异常识别的可靠性。现行《铁路富水隧道技术规程》TB 10123—2025 第7章对富水隧道超前地质预报作出了专门规定，针对岩溶水、构造裂隙水、基岩裂隙水和松散岩土孔隙水等不同富水类型，规定了超前地质预报方法的选择和实施技术要点，为富水区段物探、超前钻探及直接探查方法的选用提供依据。水下、富水及高水压区段的超前钻孔可能穿透隔水层或连通高压含水层，探孔本身也可能形成新的导水

通道，因此需重点控制孔口防喷、控水和封孔，避免探查过程扩大水力联系或诱发突涌水风险。

9.0.6 铁路城市隧道气体风险的来源除地层外，还可能包括燃气、油气管线、污水设施及其他地下设施。地下管沟、裂隙和既有地下空间可能构成气体迁移和积聚通道，外部气源的位置与隧道开挖轮廓也可能存在一定距离。因此，前方气体探查除关注开挖范围内的地层条件外，还需结合城市环境调查分析可能的的气体来源和迁移路径。气体检测、通风、孔口控制和人员防护主要用于识别异常并减少探查过程中局部积聚或形成新的迁移通道。

10.1.4 铁路城市隧道施工受地面建（构）筑物、既有铁路和城市轨道交通、地下管线、道路交通、地下空间以及复杂地下水条件等多种因素制约，明挖基坑、盾构、矿山法及下穿重要管线等工程的风险源、施工工序和主要控制参数差异较大。专项施工方案是将设计文件、风险评价成果和现场施工条件转化为可实施施工工序和控制措施的重要技术文件。

城市环境复杂区段和邻近重点保护对象区段，施工引起的地层损失、地下水变化、结构变形或施工振动可能直接影响周边设施安全；复杂地质高风险区段以及特殊施工方法区段，又容易因实际地层、水文地质条件与预测条件不一致而导致风险增大。因此，专项施工方案除明确常规施工工序和参数外，还需将超前支护、地层及地下水控制、重点保护对象防护、监测预警以及停止作业、撤人和异常工况处置等内容形成完整的施工控制体系。

专项施工方案的论证、审批和技术交底，是施工技术条件落实到现场管理和具体作业的重要环节。施工过程中如发现实际地层、地下水、地下管线位置、重点保护对象状态或其他控制条件与方案采用条件明显不一致，原施工参数和安全措施可能已不再适用，因此需要先完成技术复核和方案调整，再实施受影

响工序。

10.1.7~10.1.10 铁路城市隧道异常不仅发生在掌子面或基坑内,还可能先表现为地面道路、运营线路、管线或建筑物状态变化。异常识别综合地层、地下水、结构、施工参数、气体和保护对象信息,目的在于尽早识别正在发展的危险,而不是等到各项指标同时超限。

停止相关作业、人员撤离和工程处置分别具有不同作用。停止可能扩大风险的作业控制继续扰动,撤离和警戒减少人员暴露,稳压、止水、封堵、支护或加固针对异常机理。地下与地面、相邻工作面及城市设施之间存在传递关系时,撤离和隔离范围随实际影响确定,不局限于最先发现异常的位置。

第 10.1.9 条中的勘查、同一作业区域及风险影响范围总人数,属于不同口径的人员控制。正文列出的 2 人、2 人和 9 人上限,不能理解为达到上限即具备安全进入条件;风险查明、防护落实、批准程序、统一指挥和专职盯控仍是相应前提。对同一部位交叉作业的限制,是为了减少相互干扰及难以同时撤离的情况。监测、通信、通风、照明和撤离条件,共同服务处置期间的人员安全。

处置完成后,原因核查和效果验证用于确认结构、地下水、设备及周边环境已经具备恢复条件。达到撤人条件的异常按正文规定完成监理确认和建设单位批准,不能以局部指标暂时恢复正常代替全过程确认。涉及交通、铁路运营和管线运行的措施由相应有权主体实施,施工单位报告、通知和配合不等于自行取得停运、停供或设施操作权限。

10.1.11 铁路城市隧道施工空间相对封闭,作业面、工作井、联络通道和运输通道较多,人员分布可能随施工工序发生变化。发生突涌水、坍塌、有毒有害或可燃气体异常、火灾等异常情况时,及时掌握洞内实际人数、所在区域和撤离状态,是组织停工撤人、人员搜寻和应急处置的重要基础。

洞内人员管理主要包括实名出入登记、班组管理、作业区域划分、班前班后人员核对、交接班记录、临时进入人员登记、作业区域人员台账以及异常状态下的逐级清点和信息反馈等。工程条件适合时，人员定位、门禁记录、视频核验、通信系统等信息化手段能够辅助掌握人员位置和活动情况。

人员管理信息与班组、作业区域和施工工序形成对应关系，有利于异常状态下快速确定受影响人员范围和撤离路径。人员撤离后通过班组清点、集合点核对和出入口记录等方式进行交叉确认，有利于减少人员遗漏。

信息化系统可能因断电、通信中断、设备故障等原因失效，因此人员管理不能完全依赖单一技术系统。人工登记、班组逐级清点、现场核对和备用通信等方式构成必要的替代手段。具体管理方式结合施工规模、作业面数量、人员分布和工程风险确定。

10.1.12 铁路城市隧道施工可能发生坍塌、突涌水、地面塌陷、重要管线泄漏、有毒有害或可燃气体异常、火灾以及重点保护对象异常等不同类型的突发情况，不同工程的施工方法、人员分布、工作井位置和外部救援条件差异较大，因此施工期应急处置不能仅采用统一的通用预案。

应急救援物资和设备需要与主要风险类型对应，例如地下水风险、气体风险、结构失稳风险以及城市道路和管线异常所需的设备和外部协作条件存在明显差异。人员撤离路径和救援接口还需结合工作面、运输通道、工作井、地面道路及有关运营单位确定。应急演练的主要作用是检验书面方案在实际施工场地条件下的信息传递、人员撤离、人员清点、物资调配和外部救援衔接是否能够有效实施，并据此完善应急处置方案。

10.1.13 施工期排水与运营期排水的来水条件不同。施工期间除正常地下水外，还可能受到开挖揭示含水层、降雨进入工作井和基坑、临时排水设施故障以及

突发涌水等影响，短时间来水量可能明显大于正常运营阶段的结构渗入水。因此，施工排水能力需根据实际施工工况确定，并考虑主要排水设备故障等情况设置必要的备用能力。

临时降水或抽排停止后，地下水位和水压力可能逐步恢复，而主体结构自重、永久覆土、防水体系和永久抗浮措施在不同施工阶段可能尚未完全形成。若在未核查结构和抗浮条件的情况下提前停止临时排水，可能造成结构浮起、防水体系受压异常或周边地层和环境发生不利变化。因此，本条强调停止临时排水前，对永久结构形成状态、防水体系和抗浮条件进行复核，使地下水恢复过程与结构实际形成过程相匹配。

10.2.3 铁路城市隧道位于建筑密集区或邻近既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物和历史文化保护对象时，施工振动和地层扰动往往成为开挖方法选择的重要控制因素。爆破施工产生的瞬时振动通过地层向周边传播，机械开挖等施工方法通常能够减少爆破产生的瞬时扰动。

本条所称低扰动主要针对施工方法对地层和周边保护对象产生的扰动程度，不表示机械开挖不存在地层损失和施工振动。机械开挖的实际扰动仍与地层性质、设备类型、切削方式和施工参数有关。

10.2.6~10.2.7 爆破振动除影响围岩和支护结构外，还可能通过地层传播影响既有铁路、城市轨道交通、重要建（构）筑物以及历史文化保护对象。爆破振动控制的技术依据包括现行《铁路工程爆破振动安全技术规程》TB 10313—2019 和《爆破安全规程》GB 6722—2014。

爆破振动响应与爆破规模、地层传播条件、爆源与保护对象空间关系以及保护对象结构状态有关。同一组爆破参数在不同地层和空间条件下可能产生不同的实际振动。保护对象存在既有病害、振动敏感或者缺少相近工程经验时，

试爆和现场监测主要用于建立爆破参数与保护对象实际振动响应之间的对应关系，并校核单段最大药量、起爆方式等参数。

10.2.8 临时支撑拆除、换撑以及联络通道、横通道等结构开口施工会改变原有支护体系的受力路径和局部刚度，施工过程中可能发生结构内力和地层变形重新分配。永久结构强度、结构变形和监测结果反映结构体系是否已经具备相应的转换条件。

联络通道和其他结构开口又属于地层稳定和地下水控制较为敏感的部位。地层加固或止水作为后续开挖的前提条件时，开挖前的效果验证主要用于确认处理范围和处理效果与设计采用条件相符。

10.3.3~10.3.4 试掘进段主要用于建立具体地层、地下水、盾构设备和施工参数与地层、周边环境响应之间的对应关系。现行《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446—2017 第 7.1.3 条规定盾构在始发段进行试掘进，并根据试掘进情况调整和确定掘进参数。

试掘进形成的开挖面压力、推进速度、出土量和同步注浆等参数具有相应的工程条件适用范围。后续区段的工程地质、水文地质、覆土厚度或者重点保护对象条件明显变化时，试掘进段形成的参数与后续区段之间不再具有完全相同的对应关系，因此设置参数复核要求。

10.3.6 盾构开挖面压力、推进速度、推力、刀盘扭矩、出土量、盾构姿态和壁后注浆等参数之间相互关联，单项参数通常只能反映盾构施工状态的一个方面。

实际出土量与理论出土量的比较主要用于辅助判断超量出土和地层损失情况。实际出土量还受到地层松散程度、含水状态、渣土改良和计量方式等因素影响，因此出土量的分析与开挖面压力、设备状态、地下水变化及地面和重点保护对象的监测响应相互结合，形成对实际施工状态的综合判断。

10.3.8 盾构连续掘进过程中，开挖面压力、出土和推进形成相对稳定的工作状态。开仓、长时间停机以及停机后恢复掘进会改变原有开挖面平衡状态，富水砂层、高水压、软弱地层等条件下这种变化更加明显。

现行《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446—2017 第 7.8 节规定了开仓及开挖面稳定等有关内容，《盾构法开仓及气压作业技术规范》CJJ 217—2014 对常压开仓、气压作业、设备系统和作业安全作出了专门规定。本条所列地层、地下水、设备和周边环境条件，是判断上述特殊工况施工条件的主要工程因素。

10.4.3~10.4.4 城市道路交通疏解可能导致基坑分期、施工范围、支撑体系或主体结构施工顺序发生变化，这类调整实质上会改变原设计计算工况。因此，施工分期变化不能仅作为施工组织调整处理，还需要复核基坑支护、主体结构和周边环境控制要求。土方开挖与支撑设置保持设计规定的时序关系，支撑体系未达到设计受力条件前不能进行受其控制的下一阶段开挖。

10.4.6~10.4.7 基坑施工过程中，临时支撑、围护结构和永久主体结构之间存在逐步的荷载转换关系。换撑、拆撑等结构体系转换使原由临时支撑承担的作用转移至永久结构，永久结构强度、连接状态、抗浮条件和实际变形共同反映体系转换时的结构状态。

主体结构周边回填土既影响施工完成后的地面恢复，也参与结构长期阶段的侧向作用和变形。回填材料性质、压实程度和长期含水状态不同，相应的强度和变形参数也不同。本规程第 7.6.7 条及附录 B 表 B.0.4 分别给出了相应参数取值原则，正文强调施工形成的实际回填状态与结构计算采用条件之间的对应关系。

10.5.2~10.5.3 铁路城市隧道施工中的气体风险来源除地层外，还可能包括燃气、油气管线、污水设施和污染地层。城市地下管沟、地层裂隙以及既有地下

空间可能形成气体迁移通道，气体泄漏位置、进入施工空间的位置和最终积聚位置并不一定一致。

铁路城市隧道长距离掘进作业面、轨行运输通道、工作井、泵坑及其他封闭低洼空间的通风条件存在差异，掌子面单点检测结果不能代表整个施工空间的空气状态。燃气、油气等外部设施持续泄漏时，施工通风只能降低局部积聚浓度，泄漏源控制仍与相关产权或运营单位的设施处置相联系。通风恢复后的复测主要用于确认作业面、人员通道和可能积聚气体的部位已经恢复到正常作业条件。

10.5.8 可燃气体与空气形成爆炸性环境后，电火花、高温表面和机械摩擦等均可能成为点燃源。设备防爆型式与气体性质、爆炸性环境分类以及设备使用条件有关，标称为防爆设备并不代表适用于所有爆炸性气体环境。

现行《爆炸性环境 第 1 部分：设备 通用要求》GB/T 3836.1—2021 规定了设备的一般防爆要求，《爆炸性环境 第 28 部分：爆炸性环境用非电气设备 基本方法和要求》GB/T 3836.28—2021 涉及非电气设备的相关技术要求。本条主要强调设备防爆型式与实际施工环境的对应关系。

10.5.9 有毒有害气体、可燃气体和缺氧具有不同的危险机理。有毒有害气体主要涉及人员中毒和暴露，可燃气体主要涉及燃烧、爆炸，氧含量不足主要涉及人员窒息，因此三类危险的检测指标、限值含义和处置触发条件不同。

本条中的预警值用于在达到相应安全限值之前启动通风、加密检测和气体来源核查，安全限值对应停止正常作业和人员安全控制条件。具体数值根据气体种类、适用安全标准及铁路施工安全管理规定确定。本规程不采用有毒气体浓度的统一比例替代可燃气体爆炸危险或氧含量不足的判定指标。

11.1.3 铁路城市隧道邻近施工影响控制首先从风险源和作用路径着手。线路位

置、施工方法、施工顺序和施工参数的优化，主要用于减少地层损失、地下水变化、卸载和振动等施工影响的产生及传播。

地层加固、隔离、基础托换和补偿注浆等保护措施本身也是一种工程施工活动，其实施过程中可能产生注浆压力、土体位移、地下水变化或结构受力调整等附加影响。因此，本条提出保护措施施工影响分析，主要避免为保护某一对象采取的工程措施反而形成新的施工扰动。

11.1.4 铁路城市隧道施工主要工序结束后，施工影响不一定同步结束。软土地层固结、地下水位恢复、注浆体变形以及周边地层长期调整等过程具有一定滞后性，部分保护对象在施工完成后仍可能继续发生变形。

施工后复核主要通过施工前状态、施工期间主要响应和施工后状态进行对比，判断保护对象变化是否与施工影响相符以及变化趋势是否趋于稳定。已经满足工程质量要求但仍存在持续变形、地下水恢复或其他后续控制事项的，属于风险持续管理问题，与施工实体质量缺陷的处理性质不同。

11.2.2 法定保护范围、行业标准规定的控制保护范围以及根据具体工程影响机理确定的施工影响范围，其确定目的和法律、技术属性并不相同。

法定保护范围主要用于行政和安全管理，专项标准规定的控制保护范围主要针对相应保护对象的行业管理要求，本规程第 3.2 节确定的预计施工影响范围主要用于前期调查、邻近判定和工程影响分析。因此，一个保护对象可能同时涉及不同性质和不同起算基准的范围。

本条主要解决不同范围同时存在时的影响评价边界问题。影响评价覆盖所有可能受到施工影响的区域，实际影响传播范围较大时再结合地层、地下水和施工方法进行扩展。工程技术评价范围的扩大或缩小不改变依法确定的保护区边界。

11.2.5 铁路城市隧道邻近施工影响与地层变形模量、地下水位或水压力、施工引起的地层损失以及既有结构刚度等参数密切相关。城市地下环境受既有工程活动影响较多，部分参数具有空间变异性，单一确定值有时不能充分反映实际工程条件。

重点保护对象、城市环境复杂区段和较高风险区段的分析，主要关注关键参数变化对保护对象变形和受力结果的影响。不利组合用于反映参数取值及施工条件存在一定不确定性情况下的工程响应范围，为保护措施和施工控制条件确定提供依据。

11.3.2 既有铁路和城市轨道交通的施工影响不仅反映在主体结构沉降和水平位移，还可能通过结构变形进一步影响轨道几何状态、铁路建筑限界、接缝状态及设施设备正常使用。

既有线路已经存在沉降、裂缝、接缝变形或其他病害时，其剩余变形能力与状态良好的结构存在差异。因此，保护控制指标的确定不仅考虑结构类型和轨道形式，还结合施工前实际状态和运营条件，避免仅采用一般工程参考值评价具有明显既有病害的运营结构。

11.3.4 邻近营业铁路施工直接涉及铁路运输安全，其施工组织、影响控制和监测执行铁路营业线施工安全管理体系。现行《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》TB 10314 针对铁路运营设施规定了相应的施工影响监测和控制要求。

城市轨道交通与铁路在列车荷载、轨道结构、建筑限界、运营组织和安全管理方面存在差异。《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202 中的保护范围、评价方法和控制指标主要针对城市轨道交通结构，引用其中技术内容时，本规程第 3.1.11 条规定的适用性分析主要用于核查其与铁路工程条件之间的差异。

11.4.2~11.4.3 建（构）筑物施工前的结构状态是判断隧道施工新增影响的重要基础。重要公共建筑、高层和超高层建筑以及既有病害明显的建（构）筑物，其基础形式、结构刚度和已有变形差异较大，相同的新增沉降量可能产生不同的结构影响。

施工前现状记录主要反映已有沉降、倾斜、裂缝和结构损伤等状态，用于与施工期间及施工后的变化进行对比，并区分既有病害与施工新增影响。

沉降反映整体竖向变形，差异沉降和倾斜更直接反映不均匀变形对上部结构的影响；水平位移、裂缝和振动则结合基础形式、结构特点和主要施工影响机理选取。保护对象已有明显病害时，控制条件还与其现有结构状态和剩余变形能力有关。

11.4.6 历史文化保护对象与一般建（构）筑物相比，除结构安全外，还涉及历史信息、建筑构件、装饰和整体环境等保护要求。不同类型历史文化保护对象的法定保护属性和主管部门要求存在差异，单纯采用一般建筑物沉降或振动指标不能完整代表其保护要求。

历史文化名城、历史文化街区主要涉及规划和整体风貌保护，古建筑还具有传统结构和材料对振动较为敏感的特点；文物保护单位和不可移动文物的工程措施还与依法批准的保护要求有关。本条分别列出有关标准和管理依据，主要用于明确不同保护对象的技术和管理边界。

11.5.2~11.5.3 燃气、油气、热力和高压供水等重要压力管线损伤后的影响不局限于管线本身。燃气和油气管线泄漏可能产生可燃气体扩散、火灾和爆炸，高压供水管线破裂可能造成地层冲刷、水土流失、地下空洞和道路坍塌，热力管线损伤还可能形成高温介质泄漏等次生影响。

地下管线沉降和差异沉降主要反映地层变形对管线的整体影响；柔性接口、

刚性接口及连续管道对水平位移、接口相对变形和附加应力的敏感程度不同。压力管线的运行压力、接口和泄漏状态能够进一步反映管线功能是否受到施工影响。因此，本条对普通变形控制指标与压力管线运行状态控制进行了区分。

11.5.7 管线保护或迁改完成后，仅检查管线几何变形不能完整反映其运行功能。压力管线可能在几何变形较小的情况下出现接口密封、焊缝或连接部位损伤，因此工程完成后的复核还包括与管线类型相对应的运行功能。

给水排水、燃气、供热和油气管道在介质、压力和连接形式方面存在差异，其严密性、压力和功能试验分别执行相应专业施工验收标准。本条列出相关标准，主要用于明确不同类型管线保护工程完成后的功能验证依据。

11.6.2~11.6.4 铁路城市隧道施工引起的城市道路安全问题除路面和路基沉降外，还与地下空洞、地下管线泄漏、管沟回填缺陷和地下水变化密切相关。部分道路坍塌在发生明显路面沉降前，地下已经形成松散区或空洞，因此仅采用路面竖向位移不能完整反映道路坍塌风险。

地下管线泄漏可能冲刷周围土体并形成水土流失，隧道施工产生的地层损失和地下水变化又可能加速既有松散区或空洞发展；道路交通荷载作用于已经发生削弱的地层时，可能进一步促进地面破坏。正文列出的各类因素主要用于说明道路坍塌往往是地下地层、地下水、地下管线和交通荷载共同作用的结果。

重要道路、既有病害明显道路以及地下空洞风险较高区段的施工前探查，主要用于识别常规地表调查和沉降监测难以发现的地下异常。发现空洞、明显松散区或地下管线渗漏后，首先查明异常范围和形成原因，再据此确定后续施工控制条件。

12.0.2~12.0.4 铁路城市隧道正常运营、检修、设备故障和火灾状态下的通风目标存在明显区别。正常运营和检修状态主要考虑隧道环境及人员作业条件，

火灾状态则主要考虑烟气控制、人员疏散和消防救援。火灾时列车停车位置和人员疏散方向不同，烟气控制方向及通风模式也随之变化，因此防灾通风不能简单沿用正常运营控制逻辑。

通风系统同时承担正常运营和防灾功能时，火灾模式的优先级和模式转换主要用于保证灾害状态下防烟排烟功能不受正常运营控制影响。风井和进排风口的位置及运行状态又可能改变烟气传播路径，因此其布置与疏散、救援区域之间存在直接联系。

消防应急照明主要保证火灾、停电等状态下疏散路径具有必要的可见和通行条件，与疏散指示标识的功能不同。正线疏散通道、联络通道、轨下疏散空间、楼梯和工作井等位置存在通道转换，其照明连续性直接影响人员通行；疏散方向及出口指示的有关内容集中在本规程第 13.0.8 条规定。

13.0.2~13.0.3 铁路城市隧道防灾救援受地下空间封闭、地面出口受限以及城市道路和周边建（构）筑物条件制约，人员从列车位置到达地面安全区域通常经历正线疏散、纵向通行、连接通道、竖向转换和地面疏散等多个环节。防灾通风、照明、供电、通信和排水等系统分别服务于这一连续疏散和救援过程。

双洞、上下叠线和设中隔墙的隧道，其连接通道和出口布置不仅与结构形式有关，还与列车载客量、列车可能停车位置、人员疏散距离、通道通行能力以及火灾烟气影响范围有关。因此，连接间距只是疏散设计的一个参数，不能脱离完整疏散路径和通行能力单独确定。

13.0.4~13.0.5 盾构隧道轨下空间受圆形断面、轨道结构、设备管线及结构构造限制，结构断面所显示的几何高度并不等同于人员实际通行的有效净高。轨下空间作为疏散通道时，人员实际能够连续通过的净高、净宽以及出入口转

换条件更能反映其疏散功能。

轨下空间兼作临时避难空间时，其功能又不同于普通疏散通道或设备洞室。人员在其中停留一段时间，涉及容纳人数、防火防烟、空气条件、应急照明、通信以及后续转移救援等因素。事故水、烟气或者危险物质传播路径与避难空间重合时，会削弱其避险功能，因此正文将避难空间与事故排水和危险物质扩散路径之间的关系一并考虑。

本规程未统一规定盾构轨下疏散空间的净高、净宽和连接间距，主要考虑不同铁路类型、盾构直径、轨道结构、列车载客量和设备布置差异较大，现有工程资料尚不足以支持采用单一尺寸覆盖全部铁路城市隧道。

13.0.6~13.0.7 铁路城市隧道洞口、工作井或地面出口在图纸上具备与隧道连通的条件，并不等同于已经具备实际消防救援接入能力。城市道路宽度、转弯条件、地面建（构）筑物、场地占用以及设备吊装条件均会影响消防车辆、救援人员和装备到达及展开。

施工期工作井、竖井和辅助通道在运营期继续承担疏散或救援功能时，其使用条件已经由施工临时设施转变为运营安全设施。施工阶段满足人员和设备进出的条件，并不能直接代表运营期防火、防烟、照明、通信和长期安全通行条件。正文设置本条主要用于明确施工设施转化为运营疏散救援设施后，其功能按照运营阶段重新核查。

13.0.9 铁路城市隧道与一般山岭铁路隧道相比，周边燃气、油气、热力等城市管线较为集中。管线事故除造成外部设施自身损坏外，还可能沿管沟、地层裂隙和地下空间向隧道传播，形成可燃气体、高温介质或者其他危险介质进入隧道的情形。

此类事件的处置与隧道自身设备故障不同，泄漏源的位置和控制权限通常

位于隧道工程范围之外。正文设置与管线运营单位的应急处置接口，主要反映隧道运营控制与外部管线事故处置之间的技术衔接关系。

13.0.10 地震后主体结构总体安全并不代表所有疏散和救援设施均保持原有使用状态。工作井、楼梯、连接部位、地面出口及附属构件可能因差异变形、局部破坏或地面环境变化影响通行条件。

本条所称灾后安全使用，主要指承担疏散和救援功能的通道和出口，其结构状态和实际通行条件与主体结构抗震设计目标及灾后检查结果相对应。该规定不表示地震后未经检查即可继续使用相关设施，也不另行形成独立于主体结构抗震设计之外的抗震等级体系。

13.0.11~13.0.12 铁路城市隧道防灾系统之间具有较强的相互依赖关系。火灾、洪涝、重要管线泄漏和地震等事件可能同时影响通风、照明、排水、供电、通信和监控系统，一个系统失效还可能进一步影响其他系统的正常工作。例如供电中断可能同时造成通风、排水和照明功能下降，洪涝又可能影响供电和通信设备。

因此，防灾设计不仅关注单项设备能力，也关注不同系统之间的功能接口、控制优先级和灾害状态转换关系。备用电源、备用设备和人工操作主要用于防止关键系统完全依赖单一设备、单一电源或单一自动控制方式。

城市地面救援条件受到道路、建筑和其他城市设施限制时，主要救援路径一旦受阻，外部救援到达条件可能明显下降。替代救援路径的核查主要用于识别这种单一路径失效风险，与城市道路、工作井、洞口和地面疏散出口的实际布置共同构成救援条件。

14.0.2~14.0.3 铁路城市隧道运营期环境影响主要来源于列车运行产生的振动及二次结构噪声，以及风亭、泵房等固定设备产生的噪声和振动。城市地区居

民区、学校、医院、科研设施以及历史文化保护对象分布较为集中，部分敏感对象与隧道及地面附属设施距离较近，因此运营期声环境和振动影响具有较明显的城市环境特征。

轨道减振、结构隔振以及固定设备隔振、消声等设施的性能会随材料老化、连接状态、设备状态和长期使用发生变化。将减振降噪设施状态纳入运营检查维护，主要用于保证设计阶段确定的环境保护措施在运营期间持续发挥作用。

14.0.4 铁路城市隧道运营排水量、含砂情况和变化趋势能够反映结构防水、地下水及周边地层状态。正常运营条件下排水量明显增加，或者长期出现夹砂、持续渗漏等现象，可能与防水构造损伤、地下水通道变化、水土流失或者局部地层异常有关，并不单纯属于排水设备能力问题。本条强调对异常排水现象进行原因核查，主要用于避免通过长期增加抽排能力掩盖结构防水或地下水条件发生的异常变化。

14.0.6~14.0.7 环境影响评价和减振降噪设计均以一定的列车速度、列车类型、开行密度以及固定设备运行工况为基础。运营期间上述条件发生明显变化后，振动源强、频次和固定设备噪声条件也随之变化，原环境评价采用的输入条件可能不再具有代表性。

运营期环境监测主要用于掌握实际运行条件下噪声、振动等环境影响。监测结果异常或者同一区域反复出现环境影响问题时，单独依据投诉情况不能直接判定技术指标超限，相关信息主要作为进一步核查的线索。原因分析通常结合列车运行条件、轨道状态、减振设施状态、固定设备工况以及建筑物二次结构噪声传播等因素进行。

15.1.3~15.1.4 施工监测主要用于连续或阶段性掌握结构、地层、地下水及重点保护对象的响应，反映工程状态和变化趋势，为施工参数调整、风险判断和

设计复核提供信息。工程实体质量检验主要判断已经形成的工程实体是否满足质量要求，专项安全检测主要针对异常或疑似缺陷进一步查明结构实际状态，三者的目的和使用阶段不同。

监测初始值是判断施工新增变化量的基础。可靠的初始值通常来源于施工影响发生前、监测对象状态相对稳定期间的观测。受既有工程施工、交通条件、测点设置时间等影响不能取得完整初始观测资料时，施工前已有测量资料、历史监测资料和现场状态记录主要用于建立后续变化比较的评价基准。该评价基准与正常条件下取得的完整监测初始值性质有所区别，在成果分析中保持来源清楚。

15.1.7 第三方监测主要用于对关键工程响应进行独立验证，与施工单位承担的施工过程监测在责任主体和成果用途上有所区别。穿越运营铁路、城市轨道交通以及其他一旦受损可能产生严重后果的重点保护对象时，独立监测资料有利于提高关键风险信息的可靠性。

工程实践中，第三方监测的测点数量、监测项目或监测工作量通常结合施工监测方案进行配置。作为一般工程参考，第三方监测测点数量或相应监测工作量可以按施工单位监测相应内容的 $1/3 \sim 1/4$ 左右考虑。该比例主要用于方案编制阶段的初步配置，具体监测范围、项目、测点和频率仍根据工程风险等级、重点保护对象的重要性、监测精度要求及独立验证需要确定，不作为统一的强制比例。

15.2.5 城市道路发生坍塌前，地下可能已经存在因管线泄漏、水土流失、回填缺陷或施工扰动形成的空洞和松散区。地下异常具有隐蔽性，部分情况下路面沉降尚不明显，单独依靠地表沉降监测难以及时识别。

本条将地表、地下水、地下管线状态和施工参数进行综合分析，主要用于

判断道路异常是否具有地下空洞形成条件。地下空洞探查属于进一步核查地下异常状态的手段，与常规施工变形监测的作用不同。

15.3.5 铁路城市隧道施工监测数据只有与具体施工位置和施工过程建立对应关系，才能用于分析施工活动与工程响应之间的联系。盾构施工通常以环号反映空间和施工进度，矿山法施工以开挖循环和里程反映施工位置，明挖工程则与基坑开挖、支撑转换和主体结构施工阶段相联系。建立统一的时间和空间对应关系，主要用于分析监测异常与具体施工工序、施工参数及工程措施之间的关系，并为后续风险复核和工程资料追溯提供基础。

15.3.7~15.3.10 自动化监测适合用于监测频率较高、连续变化特征明显或者人工进入受限的区段，能够连续获取监测对象的变化过程。自动化监测系统同时受到基准点稳定性、供电、通信、环境干扰和仪器状态等因素影响，系统持续输出数据并不等同于数据始终有效。

现场巡视能够发现裂缝、渗漏、地面异常、设备状态等传感器未直接反映的工程现象，人工复测和独立检测主要用于核查自动监测异常。因此，自动化监测与现场巡视、人工测量之间具有互补关系。

施工监测、盾构掘进参数、超前地质预报、现场巡视和检测资料来源不同，里程、坐标、高程、时间及单位不统一时，同一工程状态可能出现表面上相互矛盾的结果。统一数据基准主要用于实现不同信息之间的时间—空间关联。不同数据源出现明显矛盾时，首先核查数据来源、基准和有效性，在原因尚未查明期间采用较不利的信息判断工程状态，主要用于避免因错误排除异常信息造成风险遗漏。

15.4.3~15.4.4 监测控制值主要反映监测对象允许变化的控制边界，但工程风险的发展并不一定表现为累计值逐步达到控制值。变形速率突然增大、多个相

邻测点同步异常、施工参数突变、地下水变化以及结构开裂、地面空洞等现场现象，可能在累计监测值达到控制值以前出现。

因此，监测预警不仅依据单项累计变化量，还结合变化速率、发展趋势、不同监测项目之间的关联以及现场工程现象综合判断。

结构明显失稳、地面坍塌、突涌水、重要压力管线泄漏等属于直接反映危险状态的工程现象，其风险判断不以监测累计值达到控制值作为前提。本条主要用于区分“监测数值预警”和“现场危险状态识别”两种风险触发方式。

15.5.1~15.5.4 盾构通过、基坑回填或者矿山法主体施工完成后，施工引起的工程影响并不一定立即停止。软土地层固结、地下水恢复、注浆体长期变形、冻结融沉以及区域地面沉降等过程具有一定时间效应，结构和重点保护对象的变形在主要施工结束后仍可能继续发展。

因此，工程主要施工工序结束不是施工监测自动停止的条件。施工后监测主要关注累计变化、变化速率、发展趋势以及保护对象现场状态，用于判断施工影响是否已经基本稳定。

建设阶段结束后仍未达到稳定状态的监测项目，需要保持与后续运营阶段的数据连续性。原测点、基准和监测方法发生变化时，新旧数据之间的比较关系是后续判断长期变化的重要基础。

15.5.5~15.5.6 结构健康监测与施工后延续监测的目的不同。施工后监测主要用于判断建设期施工影响何时趋于稳定，结构健康监测主要用于长期掌握运营阶段结构、地下水 and 环境变化及其相互关系。

水下区段以及检查、维修条件受限的结构，发生异常后现场检查和修复条件相对受限；长期地层变形、地下水变化或者邻近重要建（构）筑物等因素持续存在的区段，结构状态还可能受到长期环境变化影响。连续监测资料有助于

识别人工周期性检查间隔内的结构变化趋势。

结构健康监测的设置范围根据具体风险和运营维护需求确定，并不表示所有铁路城市隧道统一设置相同的健康监测系统。施工后监测达到停测条件，仅表明相应建设期施工影响已经满足停测判定条件，与承担长期运营安全监测任务的健康监测系统属于不同的技术判断。

16.1.2 大直径盾构、特殊工作井、特殊结构及铁路工程应用经验较少的新技术，其结构形式、施工工艺和质量控制项目可能超出现行铁路工程施工质量验收标准已有内容。施工完成后再确定验收方法和合格判据，容易出现设计要求、施工控制和最终验收之间缺少统一评价依据的情况。

本条将专项验收项目、检验方法和合格判据提前到施工前明确，主要用于使设计采用条件、施工过程质量控制和工程验收保持一致。专项验收内容针对现行铁路验收标准尚未覆盖的部分，不替代现行标准已经规定的检验和验收项目。

16.2.1~16.2.2 质量检测和专项安全检测的目的有所不同。质量检测主要针对设计文件和施工质量验收标准规定的实体质量项目；专项安全检测主要针对施工异常、监测异常或现场检查发现的疑似结构问题，进一步查明异常影响范围和结构实际状态。

坍塌、突涌水、明显超量出土、严重超挖、盾尾密封失效和严重纠偏等异常工况可能造成常规质量抽检范围以外的隐蔽影响。例如，盾构超量出土可能伴随地层损失和壁后空隙，突涌水夹砂可能伴随衬砌背后水土流失，异常变形可能涉及结构内部损伤。因此，专项安全检测的范围根据异常形成机理和可能影响范围确定，而不是机械沿用一般质量检测的抽检范围。

已有检测成果能够反映同一对象当前状态且工程条件未发生变化时，继续

重复相同检测通常不能增加有效信息。本条关于利用已有成果的规定，主要用于避免无针对性的重复检测。

16.2.5 不同缺陷的形成机理和空间特征不同，适用的检测方法也存在差异。衬砌厚度不足、内部不密实、背后空隙、管片接头异常和渗漏水等问题，采用单一检测方法时可能受到配筋、材料、含水状态、结构形式等因素影响，检测结果存在一定解释不确定性。

施工监测、施工参数和现场检查反映的异常位置及发展特征，可以作为确定检测范围和检测重点的依据。采用不同原理的检测方法相互验证，主要用于缩小单一方法检测结果的多解性，并进一步判断缺陷范围和性质。

16.2.9 模筑衬砌内部不密实、衬砌厚度不足伴随背后空隙，以及衬砌厚度满足设计要求但与背后支护或围岩局部脱离接触，三类缺陷在形成原因和对结构的影响方面存在差异。

衬砌内部不密实主要反映混凝土实体内部存在松散、孔隙或局部不连续；厚度不足伴随背后空隙同时涉及有效结构截面和背后接触状态；衬砌脱空则是在衬砌厚度满足要求的情况下出现背后局部失去接触。不同缺陷对结构有效截面、地层约束、局部受力和渗漏水通道的影响不同，因此在检测成果和缺陷评价中分别识别，有利于后续确定相应处理方式。

16.3.2 临时结构和辅助结构在施工阶段通常承担临时功能，但部分工程实施后可能成为永久结构受力体系、防水体系或者永久构造的一部分。此时其施工质量已经直接影响主体结构长期承载、变形、防水和耐久性能，其工程属性也不同于施工结束后完全拆除的临时设施。本条主要用于区分“纯临时结构”和“参与永久使用的施工结构”，避免因施工阶段名称为临时结构而降低最终永久工程的质量验收要求。

16.3.5~16.3.6 排水、通风、照明、防灾、消防、供电和通信等系统具有明显的功能性，仅检查设备规格、安装位置和施工外观，不能完整证明系统在实际设计工况下能够正常工作。

排水系统的通水、泵组启停、备用设备切换和防倒灌检查，主要用于验证从集水、输水到排出的完整功能。防灾、通风、供电、通信等多个系统之间存在联动关系时，单项设备分别正常也不能代表灾害状态下整体功能正常。因此，工程验收前的功能验证和系统联动验证主要用于核查设计确定的运行模式、备用功能和系统接口。

16.3.7~16.3.8 施工监测、工程安全风险评价和工程施工质量验收的评价对象不同。监测值未超过控制值，只能说明监测对象在相应施工阶段未达到规定的变形或风险控制边界，不能据此证明混凝土强度、衬砌厚度、防水层、管片接缝及其他工程实体质量已经符合验收标准。

残余风险与施工质量缺陷的性质也不同。残余风险是工程实体满足相应质量要求后，因地下水恢复、长期地层变形、周边环境变化等因素仍需后续持续控制的风险。尚未达到验收要求的实体质量问题属于质量缺陷，不能通过将其列为残余风险转入运营阶段。

16.3.9~16.3.10 结构初始状态基准用于建立铁路城市隧道正式运营前的结构参照状态。铁路城市隧道竣工时，可能已经存在允许范围内的沉降、管片接缝错台、局部裂缝、渗漏以及经处理的质量缺陷。如果缺少明确的运营初始状态，运营期间再次发现相应现象时，难以判断其属于建设阶段已经存在的状态还是运营期间新发生的变化。

因此，结构初始状态基准综合竣工实测、质量验收、专项安全检测和施工后监测成果形成，并与具体线路里程、盾构环号或结构位置对应。

施工期间发生重大异常、结构损伤、返工加固或者存在残余风险的区段，其后续变化具有更高的持续追踪价值，在初始状态资料中单独标识有利于运营阶段有针对性地开展复查和比较。

16.3.11~16.3.13 施工监测达到停测条件与运营阶段是否需要继续保存相应基准和监测资料属于两个不同问题。施工阶段已经稳定的测点和监测成果仍可能具有运营期结构状态比较价值；施工结束时尚未达到稳定条件的区段，则需要继续保持监测工作的连续性。

建设和运营阶段使用不同仪器、测量方法或测点时，直接将新旧数据进行比较可能产生系统差异。同期比测等方法主要用于建立不同设备、测点或方法之间的对应关系，使建设期和运营期结构状态变化具有可比性。

建设—运营移交不仅是竣工文件移交，还包括重大异常、质量缺陷处理、结构初始状态、持续监测事项和残余风险等具有后续运营价值的信息，从而形成建设阶段技术信息向运营维护的连续传递。

17.0.2~17.0.5 铁路城市隧道运营期结构状态评价需要以建设阶段形成的结构初始状态为参照。建设阶段的竣工实测、施工监测、专项检测、重大异常和缺陷处理资料，能够反映运营接管时结构及周边环境的实际状态。

运营期间发现裂缝、渗漏、错台、沉降等现象时，仅根据某一次检查结果难以判断其形成时间和发展趋势。将当前检查、监测和检测结果与结构初始状态、历史病害、维修记录、地下水和周边环境变化进行对比，可以区分既有状态与运营期间新增变化，并分析其发展原因。

建设阶段尚未稳定的变形和残余风险进入运营阶段后，其技术控制具有连续性。测点、设备或方法发生变化时保持新旧数据可比，主要用于保证长期状态评价采用的时间序列连续。

17.0.6~17.0.7 铁路城市隧道法定安全保护范围与工程影响评价范围具有不同性质。《铁路安全管理条例》（国务院令第 639 号）第二十七条规定一般线路安全保护区的起算位置和划定要求，第三十条规定保护区内相关活动的同意及安全协议要求；这些属于法定管理依据，不是隧道结构计算参数的来源。城市轨道交通控制保护区的技术规定见《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202—2013 第 3.1.2 条、第 3.1.3 条，其适用对象和起算位置不能直接转换为铁路隧道的法定保护区。铁路隧道涉及地方专门保护规定时，其法定范围以适用法规和依法公布的划界成果为准，工程影响评价范围则依据具体作用路径确定。

17.0.8~17.0.9 铁路城市隧道裂缝、渗漏、错台、沉降等病害可能由结构受力、地下水、地层变化、外部作业及既有维修措施失效等不同原因造成。外观表现相同的病害，其实际形成机理并不一定相同，因此病害治理首先以查明主要原因和作用条件为基础。

同一位置或同一病因的病害反复出现，通常反映原有致病因素尚未消除或者原治理措施与实际作用条件不匹配。治理完成后的修后验证主要用于确认维修实体质量及病害治理效果，结构状态复评则进一步结合修前状态、维修过程和修后变化判断结构当前状态。两者与单纯完成维修施工并不等同。

17.0.10~17.0.11 火灾、洪涝、地震、突涌水、撞击、重要压力管线泄漏和外部作业异常等事件可能在较短时间内改变结构、轨道、防水排水和机电系统状态。灾害或异常事件结束只表示外部事件本身停止，并不代表隧道已经恢复正常运营条件。

灾后专项检查首先根据灾害类型确定可能受影响的结构和系统；外观检查不足以判断结构状态时，再利用专项检测或结构复核进一步判断。恢复运营条件综合结构、轨道、防水排水、防灾、供电和通信等系统状态确定，主要避免

单纯根据主体结构未见明显破坏即恢复正常运行。

17.0.12~17.0.13 结构初始状态基准反映铁路城市隧道运营接管时的起始状态，重大维修、加固和灾害处置后形成的是新的历史状态。后续状态更新覆盖原始资料，会造成病害发展、维修效果和结构长期变化过程无法追溯。

因此，运营技术资料采用“保留初始基准、持续增加历史状态”的方式形成时间序列。重大异常、灾害、维修、外部作业和残余风险等资料与线路里程、盾构环号或具体结构部位建立对应关系，有利于后续同一部位的病害分析和结构状态评价。

17.0.14 城市地区地下空间持续开发，新建建（构）筑物基础、地下结构、基坑开挖和地下水控制等工程可能在铁路城市隧道建成后出现。外部工程与隧道之间的影响主要取决于作用类型、地层传播条件、隧道埋深和现有结构状态，并不完全取决于固定平面距离。

因此，规划建设阶段提前核实铁路城市隧道竣工位置和结构状态，主要用于识别新建工程基础、荷载、地下开挖及地下水变化对既有隧道可能产生的影响。位于既定保护范围之外不能单独作为排除工程影响的依据。

17.0.15 盾构隧道管片接缝张开、错台、连接件损伤和渗漏水可能具有共同的结构或地层原因。隧道纵向不均匀沉降或地层变形能够造成多个相邻管片环接头状态变化，并可能进一步影响轨道几何和接缝防水。

因此，同一区段同时出现接缝、渗漏和轨道状态异常时，将结构接头、地层、地下水和轨道状态联合分析，更有利于识别共同病因，避免仅对单一接缝进行局部修补后病害再次出现。

17.0.16 外部作业影响传播与作业类型有关。深基坑主要通过卸载、围护变形和地下水变化产生影响，桩基及地基处理可能产生挤土、振动和注浆作用，堆

载主要形成附加荷载，爆破则主要形成振动影响。因此，不同外部作业采用统一固定距离作为评价范围容易遗漏实际影响。

专项标准或地方规定的控制距离具有相应的适用对象和起算位置，其技术含义也可能不同。工程应用时明确起算基准和适用条件，主要用于避免将不同标准中的距离数值直接相互套用。实际作用可能超出固定控制距离时，安全影响评价范围仍根据工程作用路径和既有隧道结构状态确定。

铁路城市隧道技术规程（征求意见稿）

编制说明

2026年9月

目 录

一、任务来源	1
二、编制原则	1
三、编制过程	1
四、主要编制内容	3
五、工作大纲审查会专家意见执行情况	5
六、与相关标准协调情况	7
七、需要说明的其他问题	7

一、任务来源

1.《国家铁路局关于印发 2025 年铁路工程建设（含造价）标准编制计划的通知》（国铁科法函〔2025〕83 号）。

2.《中国铁路经济规划研究院有限公司关于合作编制国家铁路局 2025 年铁路工程建设（含造价）标准新开项目的函》。

二、编制原则

按照《铁路技术标准管理办法》有关规定，本标准按以下原则开展编制工作：

1. 科学规范，突出特征。以现行铁路工程建设标准为基础，根据多年来已取得的城市隧道建设及运营经验，总结提炼相关成果与经验纳入规范。

2. 过程管控，风险闭环。贯彻全生命周期理念，统筹勘察、设计、施工、监测、质量检测与验收和运营阶段技术要求，建立铁路城市隧道全过程风险管理机制。

3. 依法合规、协调统一：国家及行业内相关法律法规、标准、管理办法等协调一致，避免矛盾和重复。

三、编制过程

本规程主编单位为中国铁路工程集团有限公司、中铁第二勘察设计院集团有限公司；参编单位包括中国铁路经济规划研究院有限公司、中国铁路设计集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中铁隧道局集团有限公司、中铁十一局集团有限公司、国家铁路局工程质量监督中心等。主要编制过程如下：

1. 前期准备阶段。

2025 年项目列入国家铁路局铁路工程建设标准编制计划后，编制组组织开展前期调研和资料收集，系统梳理现行铁路隧道、城市地下工程、城市轨道交通等相关标准，总结近年来铁路城市隧道工程设计、施工和运营实践，分析铁路隧道进入城市建成区后面临的主要技术问题，在此基础上研究确定规程定位、适用范围和重点编制内容。

2. 工作大纲阶段。

2025 年 12 月，编制组完成《铁路城市隧道技术规程》工作大纲编制，明确规程编制目的、适用范围、编制原则、章节结构、重点编制内容、需研究解决的主要问题及编制组成员分工等。

2026 年 1 月 22 日，国家铁路局科技与法制司在北京组织召开《铁路城市隧道技术规程》工作大纲审查会。专家组听取了编制组汇报，经讨论认为编制组提交的资料齐全、内容完整，工作大纲总体可行，并对规程定位、章节结构和各阶段编制重点提出了进一步修改完善意见。

3. 征求意见稿编制阶段。

工作大纲审查后，编制组根据专家意见对规程结构和技术内容进行了系统调整，进一步突出铁路城市隧道特点，重点研究了城市环境复杂程度分级、工程安全风险主等级及亚级、邻近施工影响评价和风险防控等内容，形成《铁路城市隧道技术规程》征求意见稿。随后，经规院组织向全国相关勘察、设计、施工、科

研及高校等单位广泛发函征求意见。

四、主要编制内容

本规程共有 17 章，包括总则、术语、基本规定、勘察与调查、总体设计、安全风险评价与分级、结构设计、防水与排水、超前地质预报、施工、邻近施工影响与保护、通风与照明、防灾与救援、环境保护、监测、工程施工质量检测与验收、运营安全保护，另有 8 个附录，主要编制内容如下：

1. 明确适用范围和基本技术要求。

本规程适用于新建高速铁路、城际铁路、市域（郊）铁路和普速铁路中，位于城区范围内，或虽位于城区范围外但工程建设明显受城市环境因素制约的区间隧道工程，并包括其中下穿河流、湖泊、城市景观水体等的水下隧道及水下区段；改建、扩建工程可参照执行。建立城市环境复杂程度一般、较复杂、复杂三级分级方法，明确重点保护对象、预计施工影响范围及不同复杂程度条件下的基本控制要求。

2. 细化城市环境条件下的勘察与调查要求。

在铁路工程地质勘察基础上，强化建（构）筑物基础、地下管线、地下构筑物 and 地下障碍物、既有铁路及城市轨道交通、重要水体、历史文化保护对象及周边在建拟建工程调查；完善分阶段工程地质、水文地质勘察要求，提出长期地下水观测、重点保护对象现场核实、复杂区段三维工程地质模型及施工期补充勘察和动态核查要求。

3. 完善总体设计和结构设计技术要求。

统筹线路平面与纵断面、隧道埋深、空间布置、结构形式和施工方法，重点规定小净距、上下叠线、交叉、近距离并行等特殊空间布置的专项分析要求。结构设计在现行铁路标准基础上，补充城市环境附加作用、结构与地层及邻近结构相互作用、大直径盾构和装配式结构、矿山法和明挖结构的控制要求，并完善材料耐久性、抗震与偶然作用、地下水控制和抗浮设计。

4. 建立铁路城市隧道全过程安全风险评价与分级体系。

明确风险识别、风险评价、风险控制、动态复核和残余风险管理要求，以具体风险事件的发生可能性和后果严重程度确定Ⅰ～Ⅳ级风险主等级，并结合城市环境复杂程度和周边环境风险等级对Ⅱ级、Ⅲ级风险划分A、B、C亚级。建立风险等级与方案优化、工程措施、监测核查、关键工序控制和残余风险移交之间的对应关系。

5. 强化超前地质预报和城市复杂环境施工控制。

将超前地质预报单独设章，强调勘察成果、施工揭示、前方探查和监测信息的动态核查。施工章节系统规定矿山法、盾构法、明挖法及施工通风与环境保护要求，强化盾构施工参数与地层、地下水和环境响应联合控制，并对有毒有害气体、突涌水、地面塌陷、支护或管片异常等异常工况设置停工撤人、技术处置、复核验证和恢复施工条件。

6. 强化邻近施工影响评价、重点对象保护和施工监测。

规定城市隧道施工对既有铁路和城市轨道交通、建（构）筑物、地下管线、城市道路等对象的影响范围、控制指标和保护措施，重点加强道路坍塌、地下水变化和管线泄漏等典型城市风险防控。独立设置监测章节，明确监测对象、项目、测点、频率、控制值和信息反馈要求，并对高风险重点保护对象提出第三方监测、施工后监测和健康监测要求。

7. 完善防水排水、通风照明和防灾救援要求。

结合铁路运营特点和城市环境条件，明确结构防排水体系、防洪防涝和防倒灌要求，完善运营通风、火灾防烟排烟、消防应急照明、疏散救援及多灾种耦合条件下的系统联动要求。

8. 强化工程施工质量检验和运营安全保护要求。

规定结构安全检测、工程实体质量检验、施工后稳定判定、结构初始状态基准及建设-运营移交要求。设置运营安全保护章节，明确结构状态评价、病害治理、修后验证、灾害后专项检查、外部作业安全影响评价和长期资料追溯要求。

五、工作大纲审查会专家意见执行情况

2026年1月22日，国家铁路局科技与法制司组织召开《铁路城市隧道技术规程》工作大纲审查会。专家组认为编制组提交的资料齐全、内容完整，编制工作建立在近年来城市隧道建设实践经验和相关科研成果基础上，工作大纲总体可行，并提出三项具体意见。编制组均予以采纳，执行情况如下：

1. 关于“明确规程的定位，突出铁路城市隧道的特点”的意

见。

已采纳。进一步明确本规程定位为铁路工程建设行业标准，适用于高速铁路、城际铁路、市域（郊）铁路和普速铁路中，位于城区范围内，或虽位于城区范围外但工程建设明显受城市建（构）筑物、地下管线、交通设施、地下空间及其他城市环境因素制约的区间隧道工程。编制中坚持以铁路运输功能、铁路结构及运营安全要求为基础，重点补充城市环境敏感、风险源密集、地下空间复杂等条件下的技术要求，避免简单套用城市轨道交通或一般城市地下工程标准。

2. 关于“进一步优化规程章节结构，细化编制内容”的意见。

已采纳。对工作大纲提出的章节结构进行了系统优化，形成总则、术语、基本规定、勘察与调查、总体设计、安全风险评价与分级、结构设计、防水与排水、超前地质预报、施工、邻近施工影响与保护、通风与照明、防灾与救援、环境保护、监测、工程施工质量检测与验收、运营安全保护共 17 章。同步细化城市环境复杂程度分级、风险分级与动态复核、异常工况处置、邻近施工保护、监测、质量检测验收和运营安全保护等内容，并设置 8 个配套附录。

3. 关于“按照勘察、设计、施工等工作阶段，梳理各阶段编制重点”的意见。

已采纳。按照全生命周期理念重新梳理各章节技术接口，强化勘察与调查成果向总体设计和风险评价传递、设计控制要求向

施工和监测传递、施工监测和质量检测验收成果向运营阶段传递的全过程衔接。增加结构初始状态基准、残余风险移交、修后验证、外部作业安全影响评价以及建设—运营移交等要求,形成“勘察—设计—施工—监测—检测验收—运营安全保护”的技术闭环。

六、与相关标准协调情况

本规程属于铁路工程建设行业标准,编制过程中以现行铁路工程建设标准为主要技术依据。针对已有成熟铁路标准规定的内容,与现行铁路标准协调。重点对铁路隧道进入城市复杂环境后产生的特殊技术问题补充和细化。同时,结合铁路隧道工程特点,借鉴城市轨道交通、城市地下工程或市政工程等标准的技术要求,进行适用性分析。本规程同现行国家和行业铁路工程建设标准总体协调,对其他行业标准主要采取补充参考和适用性分析的方式使用,避免标准之间出现重复、矛盾或适用范围不清的问题。

七、需要说明的其他问题

无。