

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50652-2011

城市轨道交通地下工程建设
风险管理规范

Code for risk management of underground works
in urban rail transit

2011-02-18 发布

2012-01-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国住房和城乡建设部 公告

第 941 号

关于发布国家标准《城市轨道交通 交通地下工程建设风险管理规范》的公告

现批准《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》为国家
标准，编号为 GB 50652-2011，自 2012 年 1 月 1 日起实施。其
中，第 1.0.3、1.0.4、9.1.2 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版
发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
2011 年 2 月 18 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发 2008 年工程建设标准规范制定、修订计划（第二批）的通知》（建标 [2008] 105 号）的要求，由中国土木工程学会和同济大学会同有关单位编制完成。

本规范在制定过程中，编制组经广泛调查研究，认真总结近年来我国城市轨道交通地下工程建设风险管理的理论与实践，特别是原建设部于 2007 年批准实施的《地铁及地下工程建设风险管理指南（试行）》的实际应用经验，借鉴国外城市轨道交通地下工程建设风险管理相关经验和理论，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规范。

本规范共分 9 章和 5 个附录，主要技术内容包括：总则；术语；基本规定；工程建设风险等级标准；规划阶段风险管理；可行性研究风险管理；勘察与设计风险管理；招标、投标与合同签订风险管理和施工风险管理。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国土木工程学会负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议寄送中国土木工程学会（地址：北京市三里河路 9 号住房和城乡建设部中国土木工程学会学术部，邮编：100835，E-mail: ccesdaa@163.com）。

本规范主编单位：中国土木工程学会
同济大学

本规范参编单位：上海城建集团

北京城建设计研究总院有限责任公司
中铁隧道集团有限公司
北京市轨道交通建设管理有限公司
北京城建集团
上海隧道工程股份有限公司
南京地下铁道有限责任公司
北京交通大学
广州市地下铁道总公司
中国建筑科学研究院
北京城建科技促进会
云南省交通规划设计研究院

本规范主要起草人员：张雁 黄宏伟 胡群芳 杨秀仁
廖鸿雁 杨树才 白云 郭陕云
罗富荣 王元丰 薛亚东 金淮
李志厚 周文波 吴惠明 张晋勋
王良 王占生 徐凌 李丹
文捷 李军 周与诚 刘光武
本规范主要审查人员：王梦恕 肖广智 王英姿 陈湘生
仲健华 焦莹 傅德明 郑刚
陈国义

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
3.1	风险管理	4
3.2	风险界定	5
3.3	风险辨识	6
3.4	风险分析方法	6
3.5	风险控制	7
4	工程建设风险等级标准	8
4.1	一般规定	8
4.2	风险发生可能性与损失等级	8
4.3	风险等级标准	11
5	规划阶段风险管理	12
5.1	一般规定	12
5.2	规划方案风险评估	13
5.3	重大风险因素分析	13
5.4	风险评估报告编制	14
6	可行性研究风险管理	15
6.1	一般规定	15
6.2	现场风险调查	16
6.3	风险评估	16
6.4	风险评估报告编制	17
7	勘察与设计风险管理	18
7.1	一般规定	18
7.2	工程勘察风险管理	19

7.3	总体设计风险管理	19
7.4	初步设计风险管理	20
7.5	施工图设计风险管理	21
7.6	风险管理文件编制	22
8	招标、投标与合同签订风险管理	23
8.1	一般规定	23
8.2	招标、投标文件准备	23
8.3	合同签订风险管理	24
8.4	风险管理文件编制	25
9	施工风险管理	26
9.1	一般规定	26
9.2	施工准备期风险管理	26
9.3	施工期风险管理	27
9.4	车辆及机电系统安装与调试风险管理	31
9.5	试运行和竣工验收风险管理	32
9.6	风险管理文件编制	32
附录 A	风险辨识表	34
附录 B	风险清单表	35
附录 C	风险分析方法表	36
附录 D	风险记录表	39
附录 E	重大风险（Ⅰ级和Ⅱ级风险）处置记录表	40
	本规范用词说明	41
附：	条文说明	43

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
3.1	Risk Management	4
3.2	Risk Delineation	5
3.3	Risk Identification	6
3.4	Methods of Risk Analysis	6
3.5	Risk Control	7
4	The Risk Classification and Criteria	8
4.1	General Requirements	8
4.2	Classification of Frequency and Consequence	8
4.3	Criteria of risk Classification	11
5	Risk Management in Project Plan Stages	12
5.1	General Requirements	12
5.2	Risk Assessment on Project Plan	13
5.3	Serious Risk Factors Analysis	13
5.4	Risk Assessment Report	14
6	Risk Management in Project Feasibility Study Stages	15
6.1	General Requirements	15
6.2	Risk Survey in Site	16
6.3	Risk Assessment	16
6.4	Risk Assessment Report	17
7	Risk Management in Project Investigation and Design Stages	18

7.1	General Requirements	18
7.2	Risk Management in Site and Ground Investigation	19
7.3	Risk Management in General Design	19
7.4	Risk Management in Preliminary Design	20
7.5	Risk Management in Construction Document Design	21
7.6	Risk Management Documents	22
8	Risk Management during Tendering, Biding and Contract Negotiation	23
8.1	General Requirements	23
8.2	Preparation of Tendering and Biding Documents	23
8.3	Risk Management in Signing Contracts	24
8.4	Risk Management Documents	25
9	Risk Management during Construction Stages	26
9.1	General Requirements	26
9.2	Risk Management of Construction Preparation	26
9.3	Risk Management during Construction	27
9.4	Risk Management in Installation and Adjustment of Metro Vehicles and Electrical Equipments	31
9.5	Risk Management in Trial Operation and Completion Acceptance	32
9.6	Risk Management Documents	32
Appendix A	Table of Risk Identification	34
Appendix B	Table of Risk Items	35
Appendix C	Methods of Risk Analysis	36
Appendix D	Table of Risk Registration	39
Appendix E	Table of Risk Control Measurements for Serious Risk (I and II Grade Risk)	40
	Explanation of Wording in This Code	41
	Addition; Explanation of Provisions	43



1 总 则

1.0.1 为了加强我国城市轨道交通地下工程建设风险管理，统一规范建设风险管理的实施技术与执行标准，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于城市轨道交通新建、改建与扩建的地下工程建设风险管理。

1.0.3 城市轨道交通地下工程建设风险管理，必须遵循节能、节地、保护环境和可持续发展的基本方针。

1.0.4 城市轨道交通地下工程建设风险管理，应从规划、可行性研究、勘察设计、施工直至竣工验收并交付使用，实施全过程的建设风险管理。

1.0.5 城市轨道交通地下工程建设风险管理，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 风险 risk

不利事件或事故发生的概率（频率）及其损失的组合。

2.0.2 事故 hazard

工程建设中，可造成人员伤亡、环境影响、经济损失、工期延误和社会影响等损失的不利事件和灾害的统称。

2.0.3 风险因素 risk factors

导致风险发生的各种主客观的有害因素、危险事件或人员错误行为的统称。

2.0.4 风险损失 risk loss

工程建设过程中任何潜在的或外在的不利影响、破坏或损失，包括人员伤亡、环境影响、经济损失和工期延误等。

2.0.5 风险管理 risk management

对工程建设风险进行风险界定、风险辨识、风险估计、风险评价与风险控制。

2.0.6 风险界定 risk delineation

分析工程建设风险管理目标及对象，划分风险评估单元。

2.0.7 风险辨识 risk identification

调查识别工程建设中潜在的风险类型、发生地点、时间及原因，并进行筛选、分类。

2.0.8 风险估计 risk estimation

对辨识的工程建设风险发生的可能性及其损失进行估算。

2.0.9 风险评价 risk evaluation

对工程建设风险进行等级评定、风险排序与风险决策。

2.0.10 风险控制 risk control

制定风险处置措施及应急预案，实施风险监测、跟踪与记

录。风险处置措施包括风险消除、风险降低、风险转移和风险自留四种方式。

2.0.11 风险分析 risk analysis

对风险进行界定、辨识和估计，采用定性或定量方法分析风险。

2.0.12 风险评估 risk assessment

对风险进行分析和评价，对风险危害性及其处置措施进行决策。

2.0.13 风险接受准则 risk acceptance criteria

对风险进行分析与决策，判断风险是否可接受的等级标准。

2.0.14 风险记录 risk register

对已辨识的风险进行记录跟踪管理，记录内容包括风险名称、风险等级、风险处置措施及控制效果等。

2.0.15 人员伤亡 loss of life and personal injury

工程建设风险发生后导致各类人员产生的健康危害、身体伤害及死亡等。

2.0.16 环境影响 harm to surroundings

工程建设风险造成的自然环境污染、周边区域场地及邻近建(构)筑物的破坏。

2.0.17 经济损失 economic loss

工程建设风险引起工程发生的各种直接或间接的费用统称。

2.0.18 工期延误 project delay

工程建设风险导致建设时间未按照计划规定日期完成，引起建设工期的延长及不合理的工期提前。

2.0.19 社会影响 harm to society

工程建设风险引起的非正常安全转移安置、社会负面影响或不稳定及政府公信力的丧失等。

2.0.20 第三方 third party

不直接参与工程建设，但受到工程建设活动影响的周边区域环境或社会群体中的其他机构或人员等。

3 基本规定

3.1 风险管理

3.1.1 城市轨道交通地下工程建设应保障人员安全，减小对周边环境的影响，将建设风险造成的各种不利影响、破坏和损失降低到合理、可接受的水平。

3.1.2 城市轨道交通地下工程建设风险宜根据风险损失进行分类，风险类型应包括：

- 1 人员伤亡风险。
- 2 环境影响风险。
- 3 经济损失风险。
- 4 工期延误风险。
- 5 社会影响风险。

3.1.3 城市轨道交通地下工程建设风险管理程序应符合相应的规定（图 3.1.3）。

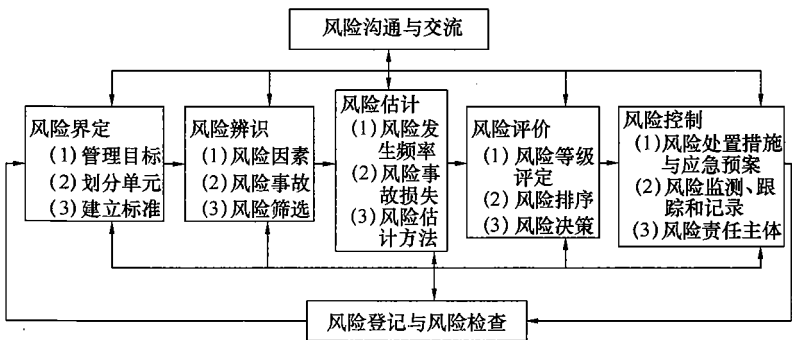


图 3.1.3 工程建设风险管理程序

3.1.4 工程建设风险管理应由建设单位负责组织和实施，并以合同约定建设各方的风险管理责任。

3.1.5 建设单位在编制概算时，应确定建设风险管理的专项费用，做到风险处置措施费专款专用。

3.1.6 按照城市轨道交通地下工程建设内容与实施过程，建设风险管理可分为：

- 1 规划阶段风险管理。
- 2 可行性研究风险管理。
- 3 勘察与设计风险管理。
- 4 招标、投标与合同风险管理。
- 5 施工风险管理。

3.1.7 城市轨道交通建设项目涉及业主、建设单位、监理单位、勘察设计单位、施工单位和供应商等建设各方，应加强工程建设风险管理实施中的风险沟通与交流，实行风险登记与检查制度，编制风险管理文件。

3.1.8 工程建设风险管理各阶段编制完成的风险管理文件，应作为后续阶段实施风险管理的基础依据。

3.2 风险界定

3.2.1 城市轨道交通地下工程建设风险管理应界定风险管理对象与目标，划分工程建设风险评估单元，制定本工程建设风险等级标准。

3.2.2 工程建设风险管理目标的制定应遵循以下基本原则：

- 1 应与工程建设总体目标、项目特点及经济技术水平相匹配。
- 2 应充分发挥工程建设各方的技术优势，调动其积极性。
- 3 风险管理责任分担应坚持责、权、利协调一致，权责明确。

3.2.3 根据城市轨道交通地下工程不同的实施内容，应遵循“分类型、分阶段、分目标”的基本原则划分风险评估单元。

3.2.4 工程建设风险等级标准应按风险发生可能性及其损失进行划分。

3.3 风险辨识

3.3.1 城市轨道交通地下工程建设风险辨识前，应具备下列基础资料：

1 工程周边水文地质、工程地质、自然环境及人文、社会区域环境等资料。

2 已建线路的相关工程建设风险或事故资料，类似工程建设风险资料。

3 工程规划、可行性分析、设计、施工与采购方案等相关资料。

4 工程周边建（构）筑物（含地下管线、道路、民防设施等）等相关资料。

5 工程邻近既有轨道交通及其他地下工程等资料。

6 可能存在业务联系或影响的相关部门与第三方等信息。

7 其他相关资料。

3.3.2 风险辨识可包括风险分类、确定参与者、收集相关资料、风险识别、风险筛选和编制风险辨识报告等 6 个步骤。

3.3.3 风险辨识可选用检查表法、专家调查法等定性方法并按本规范附录 A 填写。

3.3.4 风险辨识完成后应编制风险辨识报告，说明风险辨识采用的方法、辨识范围、参与人员及风险清单。其中风险清单可按本规范附录 B 填写。

3.4 风险分析方法

3.4.1 风险分析方法根据工程特点、评估要求和工程建设风险类型，可按本规范附录 C 选取。风险分析方法宜包括以下三类：

1 定性分析方法。

2 定量分析方法。

3 综合分析方法。

3.4.2 工程规划和可行性研究风险管理中宜采用定性风险分析

方法，并辅以定量风险分析方法。

3.4.3 工程勘察与设计风险管理中宜采用定量风险分析方法，并辅以综合风险分析方法。

3.4.4 工程施工风险管理中宜采用综合风险分析方法。

3.5 风险控制

3.5.1 城市轨道交通地下工程建设风险控制必须坚持“安全第一、保护环境、预防为主”的原则，采取经济、可行、主动的处置措施来减少或降低风险。

3.5.2 工程建设风险控制方案应由建设单位负责组织，工程建设各方共同参加，按照风险处置对策编制风险控制方案。

3.5.3 可采用工程保险转移建设风险，但不应将工程保险作为唯一减轻或降低风险的控制措施。

4 工程建设风险等级标准

4.1 一般规定

4.1.1 城市轨道交通地下工程建设风险管理应根据工程建设阶段、规模、重要性程度及建设风险管理目标等制定风险等级标准。

4.1.2 工程建设风险等级标准宜以长度在 10km 以上的城市轨道交通单条线路为基本建设单位制定。

4.2 风险发生可能性与损失等级

4.2.1 风险发生可能性等级标准宜采用概率或频率表示，并应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 风险发生可能性等级标准

等级	1	2	3	4	5
可能性	频繁的	可能的	偶尔的	罕见的	不可能的
概率或频率值	>0.1	$0.01\sim 0.1$	$0.001\sim 0.01$	$0.0001\sim 0.001$	<0.0001

4.2.2 风险损失等级标准宜按损失的严重性程度划分五级，并应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 风险损失等级标准

等级	A	B	C	D	E
严重程度	灾难性的	非常严重的	严重的	需考虑的	可忽略的

4.2.3 工程建设人员和第三方伤亡等级标准宜按风险可能导致

的人员伤亡类型与数量划分为五级，并宜符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 工程建设人员和第三方伤亡等级标准

等级	A	B	C	D	E
建设 人员	死亡（含 失踪）10 人 以上	死亡（含 失踪）3 人~ 9 人， 或重伤 10 人 以上	死亡（含 失踪）1 人~ 2 人， 或重伤 2 人 ~9 人	重伤 1 人， 或轻伤 2 人~10 人	轻伤 1 人
第三 方	死亡（含 失踪）1 人 以上	重伤 2 人~9 人	重伤 1 人	轻伤 2 人~10 人	轻伤 1 人

4.2.4 城市轨道交通地下工程环境影响等级标准宜按建设对周边环境的影响程度划分为五级，并宜符合下列规定：

- 1 导致周边区域环境影响的等级标准，宜符合表 4.2.4 的规定。
- 2 造成周围建（构）筑物影响的经济损失等级标准，宜符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.4 环境影响等级标准

等级	A	B	C	D	E
影响范 围及程度	涉及范 围非常大， 周边生态 环境发生 严重污染 或破坏	涉及范 围很大， 周边生态 环境发生 较重污染 或破坏	涉及范 围大，区 域内生态 环境发生 污染或 破坏	涉及范 围较小， 邻近区生 态环境发 生轻度污 染或破坏	涉及范围 很小，施 工区生态 环境发生 少量污 染或破坏

4.2.5 经济损失等级标准宜按建设风险引起的直接经济损失费用划分为五级，工程本身和第三方的直接经济损失等级标准宜符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 工程本身和第三方直接经济损失等级标准

等级	A	B	C	D	E
工程本身	1000 万元以上	500 万元~ 1000 万元	100 万元~ 500 万元	50 万元~ 100 万元	50 万元 以下
第三方	200 万元 以上	100 万元~ 200 万元	50 万元~ 100 万元	10 万元~ 50 万元	10 万元 以下

4.2.6 针对不同的工程类型、规模和工期，根据关键工期延误量，工期延误等级标准可采用两种不同单位进行分级，短期工程（建设工期 2 年以内，含 2 年）采用天表示，长期工程（建设工期 2 年以上）采用月表示。工程延误等级标准宜符合表 4.2.6 的规定。

表 4.2.6 工期延误等级标准

等级	A	B	C	D	E
长期工程	延误大于 9 个月	延误 6 个月~ 9 个月	延误 3 个月~ 6 个月	延误 1 个月~ 3 个月	延误少于 1 个月
短期工程	延误大于 90d	延误大于 60d~90d	延误 30d~ 60d	延误 10d~ 30d	延误少于 10d

4.2.7 社会影响等级标准宜按建设风险影响严重性程度和转移安置人员数量划分五级，并宜符合表 4.2.7 的规定。

表 4.2.7 社会影响等级标准

等级	A	B	C	D	E
影响 程度	恶劣的， 或需紧急转 移安置 1000 人以上	严重的， 或需紧急转 移安置 500 人~1000 人	较严重的， 或需紧急转 移安置 100 人~500 人	需考虑的， 或需紧急转 移安置 50 人~100 人	可忽略的， 或需紧急转 移安置小于 50 人

4.3 风险等级标准

4.3.1 根据风险发生的可能性和风险损失，工程建设风险等级标准宜分为四级，并宜符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 风险等级标准

损失等级 可能性等级		A	B	C	D	E
		灾难性的	非常严重的	严重的	需考虑的	可忽略的
1	频繁的	I 级	I 级	I 级	II 级	III 级
2	可能的	I 级	I 级	II 级	III 级	III 级
3	偶尔的	I 级	II 级	III 级	III 级	IV 级
4	罕见的	II 级	III 级	III 级	IV 级	IV 级
5	不可能的	III 级	III 级	IV 级	IV 级	IV 级

4.3.2 针对不同等级风险，应采用不同的风险处置原则和控制方案，各等级风险的接受准则应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 风险接受准则

等级	接受准则	处置原则	控制方案	应对部门
I 级	不可接受	必须采取风险控制措施降低风险，至少应将风险降低至可接受或不愿接受的水平	应编制风险预警与应急处置方案，或进行方案修正或调整等	政府主管部门、工程建设各方
II 级	不愿接受	应实施风险管理降低风险，且风险降低的所需成本不应高于风险发生后的损失	应实施风险防范与监测，制定风险处置措施	
III 级	可接受	宜实施风险管理，可采取风险处理措施	宜加强日常管理与监测	工程建设各方
IV 级	可忽略	可实施风险管理	可开展日常审视检查	

5 规划阶段风险管理

5.1 一般规定

5.1.1 城市轨道交通地下工程规划阶段建设风险管理，应具备以下基本资料：

- 1 城市总体规划、城市轨道交通线网规划及轨道交通专业规划报告和图件。
- 2 地下工程规划报告和图件。
- 3 工程地质和水文地质勘察资料。
- 4 城市轨道交通地下工程沿线的周边环境（包括文物、地下管线和障碍物等）调查资料。
- 5 对城市轨道交通地下工程规划方案的综合比选与评价报告。
- 6 其他相关资料。

5.1.2 根据城市轨道交通地下工程规划方案，建设风险管理应完成下列工作：

- 1 编制工程建设风险识别清单。
- 2 分析工程建设（包括运营阶段）中潜在的重大风险（Ⅰ级和Ⅱ级风险）因素。
- 3 评估多种规划方案的建设风险。
- 4 提出风险处置方案。
- 5 编写工程建设风险评估报告。

5.1.3 城市轨道交通地下工程规划阶段风险管理实施主要内容应包括规划方案风险评估、重大风险因素分析。

5.1.4 城市轨道交通地下工程规划阶段重大风险处置，宜采用修改线路方案、重新拟定建设技术方案等风险处置措施。

5.2 规划方案风险评估

5.2.1 城市轨道交通地下工程规划方案中的主要风险因素应包括：

- 1 线位和站位选择与敷设方式不当。
- 2 水文与工程地质及周边环境不确定。
- 3 工程征地与动拆迁，总体技术方案及工程建成后运营影响。
- 4 其他潜在的重大风险因素。

5.2.2 城市轨道交通地下工程规划阶段风险评估，应包括以下内容：

- 1 规划方案与城市轨道交通网络协调性风险分析。
- 2 线位、站位、线路选择与工程选址风险分析。
- 3 重大不良地质条件与周边区域环境条件风险分析。
- 4 拆迁风险分析。
- 5 其他重大风险因素分析。
- 6 不同工程规划方案风险分析。

5.2.3 城市轨道交通地下工程规划中，应分析城市轨道交通地下工程与其他城市规划工程的相互关系，评估地下工程实施先后顺序及投入运营后可能引起的其他工程建设风险。

5.3 重大风险因素分析

5.3.1 城市轨道交通地下工程规划阶段应对下列可能引起重大风险的风险因素进行专项风险分析：

- 1 规划线路的功能定位与远期预测。
- 2 邻近或穿越既有轨道线路（含铁路、高速铁路等）的工程。
- 3 邻近或穿越既有建（构）筑物（包括建筑物、道路、重要市政管线、水利设施等）的工程。
- 4 邻近或穿越有重要保护性的建（构）筑物、古文物或地

下障碍物以及沿线及车站附近既有遗留工程的工程。

5 邻近或穿越既有军事保护区及设施等的工程。

6 邻近或穿越江河湖海的工程。

7 自然灾害（包括暴雨、飓风、冰雪、冻害、洪水、泥石流、地震等）。

8 影响结构和施工安全的特殊不良地质条件（包括断裂、采空区、地裂缝、岩溶、洞穴等）、有害气体、大范围污染区等。

9 需特殊设计或采用新技术、新工艺、新材料或新设备及系统的工程。

10 生态环境污染及破坏。

5.4 风险评估报告编制

5.4.1 城市轨道交通地下工程规划阶段风险管理应编制风险评估报告。

5.4.2 风险评估报告中应给出规划方案风险清单、不同规划方案风险对比，并提出重大建设风险的处置措施。其中风险记录表及重大风险（Ⅰ级和Ⅱ级风险）处置记录表可分别采用附录 D 及附录 E。

5.4.3 城市轨道交通地下工程规划阶段风险评估报告应通过专项评审后作为其他后续风险管理的依据。

6 可行性研究风险管理

6.1 一般规定

6.1.1 城市轨道交通地下工程可行性研究风险管理，应具备以下基本资料：

- 1 工程可行性研究报告和图件。
- 2 工程地质和水文地质勘察报告。
- 3 地下工程设计初步方案及图件。
- 4 地下工程沿线的周边环境（包括地下管线和障碍物等）调查报告。
- 5 完成的规划阶段风险评估报告。
- 6 其他相关专题研究报告和参考资料。

6.1.2 城市轨道交通地下工程可行性研究风险管理，应完成下列工作：

- 1 城市轨道交通地下工程现场风险调查。
- 2 工程可行性方案风险分析评估。
- 3 重要、特殊的地下工程结构设计和施工方法的适用性风险分析。
- 4 施工及运营期环境影响风险分析。
- 5 车辆及机电设备系统选型与配置风险分析。
- 6 可行性方案风险综合比选与方案优化，确定推荐方案。
- 7 提出降低可行性方案风险的处置措施，包括工程保险建议方案。

6.1.3 城市轨道交通地下工程可行性研究风险管理实施主要内容应包括现场风险调查、可行性方案风险评估等。

6.2 现场风险调查

- 6.2.1 现场风险调查前应了解工程沿线的工程地质和水文地质情况，根据划分的风险评估单元，制定现场风险调查计划。
- 6.2.2 现场风险调查应安排专业人员按照可行性方案进行全线线路和站位的现场踏勘，开展现场风险记录。
- 6.2.3 现场风险调查应调查工程影响范围内的交通流、道路、地面建（构）筑物、特殊建（构）筑物、文物或保护性建筑等情况，必要时应要求进行补充调查或现状安全评估。
- 6.2.4 现场风险调查应核查地下工程影响范围内的地下障碍物、地下构筑物、地下管线和地下水等情况。
- 6.2.5 现场风险调查应了解工程所在地的动拆迁规模和环境保护要求，并应进行施工环境影响风险调研。

6.3 风险评估

- 6.3.1 城市轨道交通地下工程可行性研究中的主要风险因素包括：

- 1 自然灾害。
- 2 区域特殊不良工程地质与水文地质条件。
- 3 地下工程施工方法选择与工期拟定。
- 4 工程施工对周边环境的影响（包括第三方损失及周边区域环境影响）。
- 5 施工场地动拆迁及交通疏解。
- 6 重大关键性节点工程。
- 7 工程施工环境保护，包括污染、粉尘、噪声、振动或地下水流失等。
- 8 危及人员和工程安全的各种危险物质，包括地下水、气体、化学品及其他污染物、爆炸物及放射性物质等。
- 9 线路建设规模、客流预测以及车辆、机电设备及系统选型与配置对线路的服务水平、工程投资的影响。

10 地下工程运营及其对周边区域环境的影响。

6.3.2 可行性研究风险评估应评估风险因素和工期风险，并对重大关键节点工程进行专项风险评估。

6.3.3 地下工程施工方法的选择应与工程地质、水文地质及周边环境等条件相适应，应采用工艺成熟、安全可靠、技术可行、风险可接受的施工方法。

6.3.4 可行性研究风险评估应合理处理新建地下工程与近、远期实施地下工程的相互关系，对于地质条件差、后期施工影响大的工程，应在本期工程建设阶段为后期工程施工预留条件，避免相互交叉影响引起的风险。

6.3.5 可行性研究风险管理应针对重大风险提出风险控制方案，宜采用优化可行性方案、调整施工方法和调整机电系统配置等风险处置措施。

6.4 风险评估报告编制

6.4.1 城市轨道交通地下工程可行性研究风险管理应编制风险评估报告。

6.4.2 可行性研究风险评估报告中应列明可行性方案风险清单，说明风险评估等级、总体风险评估结果，并提出重大风险的处置措施。其中风险记录表及重大风险（Ⅰ级和Ⅱ级风险）处置记录表可分别采用本规范附录 D 及附录 E。

6.4.3 可行性研究风险评估报告应通过专项评审后作为后续风险管理的依据。

7 勘察与设计风险管理

7.1 一般规定

7.1.1 城市轨道交通地下工程勘察与设计中的风险管理，应具备下列基础资料：

- 1 城市轨道交通地下工程规划报告和图件。
- 2 工程地质及水文地质勘察报告，沿线环境、地下管线和障碍物等调查报告。
- 3 城市轨道交通地下工程设计文件及图件。
- 4 城市轨道交通地下工程批复文件、相关专题研究报告与专家咨询意见等。
- 5 已完成的规划阶段和可行性研究中的风险评估报告。
- 6 其他相关资料。

7.1.2 城市轨道交通地下工程勘察与设计风险管理，应完成以下工作：

- 1 工程勘察与设计潜在风险辨识，编制风险记录表。
- 2 针对重大风险因素进行专项风险分析与评估。
- 3 制定Ⅲ级及以上风险的风险处置措施，并编制风险应急预案。

7.1.3 城市轨道交通地下工程勘察与设计风险管理，应遵循“分阶段、分对象、分等级”的基本原则，控制工程建设风险至可接受水平。

7.1.4 工程勘察与设计中的风险管理实施主要内容应包括：

- 1 工程勘察风险管理。
- 2 总体设计风险管理。
- 3 初步设计风险管理。
- 4 施工图设计风险管理。

7.2 工程勘察风险管理

7.2.1 工程勘察中的主要风险因素包括：

- 1 勘察方案不全面，包括勘察孔位布置与数量、钻探与原位置测试技术、室内土工试验方法、试验数据分析等。
- 2 地下障碍物、构筑物及地下管线调查不清。
- 3 不良工程地质与水文地质及周边环境影响未探明。
- 4 工程勘察与环境调查报告有误。
- 5 勘察设施故障及人员操作不当或失控等。

7.2.2 因现场场地条件或现有技术手段的限制，存在无法探明的工程地质或水文地质情况时，应分析设计和施工中潜在的风险。

7.2.3 工程勘察及环境调查中应制定并实施预防措施，防范发生地下管线破坏、停电、爆炸和火灾等风险。

7.2.4 工程勘察风险管理宜采用的风险处置措施包括：

- 1 收集并利用邻近已建的建（构）筑物工程勘察成果。
- 2 审查勘察报告，检查试验方法与数据，抽查钻孔芯样。
- 3 调整钻孔间距，增加钻孔数量。
- 4 采取多种勘察手段。
- 5 充分利用现场及室内测试等技术人员的工程实践经验。

7.3 总体设计风险管理

7.3.1 总体设计中的主要风险因素包括：

- 1 自然灾害。
- 2 不良地质条件和工程周边环境条件。
- 3 地下工程交叉相互影响。
- 4 邻近重要的古建筑、国家和城市标志性建筑等。
- 5 车辆、机电设备及系统选型与配置。
- 6 工程设计缺陷或失误。

7.3.2 总体设计风险管理，应对工程建设用地范围地质灾害危

险性评估、地震安全性评价与环境影响评价等相关专题研究报告，进行复查或专项风险评估。

7.3.3 总体设计风险管理，应根据地下工程类型、施工难易程度和邻近区域影响特征，评估地下工程自身的风险等级。

7.3.4 总体设计风险管理，应根据地下工程周边环境设施重要性和邻近影响距离关系，评估周边环境影响的风险等级。

7.3.5 针对重大风险可开展专题试验研究和风险分析，编制风险处置措施与应急技术处置方案。

7.3.6 总体设计风险管理应编制风险记录文件，记录Ⅲ级及以上风险的名称、发生位置、风险等级、描述、建议控制方案及备注等信息。

7.4 初步设计风险管理

7.4.1 初步设计中的主要风险因素包括：

- 1 自然灾害。
- 2 不良工程地质及水文地质条件。
- 3 地层物理、力学参数的取值，工程荷载与计算模型，工况选取不当或失误。
- 4 车辆及机电设备系统配置不当。
- 5 设计方案变更不确定性。

7.4.2 初步设计风险管理应划分风险分析单元，主要风险管理工作应包括：

1 编制工程建设风险清单，建立层状或树状结构风险评估列表，对全线地下工程的风险进行分级评估。

2 对工程自身的风险进行风险评估，编制Ⅰ级工程自身的风险控制专项措施。

3 对Ⅰ级环境影响的风险应通过理论和试验研究，评估其影响程度和范围。

4 应编制Ⅱ级及以上环境影响的风险应急处置方案。

7.4.3 对关键工程、重大周边建（构）筑物影响以及采用新技

术、新工艺、新设备的地下工程应进行专题风险评估。

7.4.4 初步设计风险管理应分析因城市规划调整或更新所引起周边环境变化，评估其对地下工程建设的影响风险。

7.4.5 初步设计风险管理可采用的风险处置措施包括：

1 补充地质勘探资料，提高勘察精确性，获取可靠的设计计算参数。

2 对周围环境建（构）筑物进行调查，并提出保护性措施。

3 建立建设风险等级审查、设计变更风险管理办法。

4 制定重大风险控制指导文件。

5 聘请有经验的设计咨询单位参与初步设计建设风险管理。

7.4.6 初步设计风险管理应编制风险记录文件，记录Ⅲ级及以上风险的名称、发生位置、风险等级、描述、建议控制方案及备注等信息。

7.5 施工图设计风险管理

7.5.1 施工图设计中的主要风险因素包括：

1 自然灾害。

2 不良工程地质与水文地质及不明地下障碍物等。

3 工程结构变形、沉降和位移。

4 工程施工偏差。

5 结构形式与施工方法不适应。

6 车辆、机电设备及系统选型与配置不当。

7 工程运营功能调整。

8 现场施工场地及周边环境条件限制。

7.5.2 在前期工程建设风险评估和风险管理基础上，应结合施工图设计方案再次进行建设风险辨识，编制工程建设风险清单。

7.5.3 施工图设计风险管理，应建立风险评估层状或树状结构列表，结合现场调查资料开展施工图设计风险管理，包括：

1 对环境风险因素进行现状调查、检测和评估。

2 编制工程建设风险和风险等级清单。

- 3 对重大环境影响风险开展工程建设风险专项设计。
 - 4 地下结构自身的风险控制措施。
 - 5 其他施工影响分析。
- 7.5.4 施工图设计风险管理，应对采用新技术、新材料、新工艺、新型车辆、新设备系统及关键单项工程进行风险分析，对建设中的关键工序或难点进行专项风险评估。
- 7.5.5 施工图设计风险管理，应针对周边重要环境影响区域，结合现场监控制定环境影响风险预警控制指标，编制施工注意事项说明及事故应对技术处置方案。
- 7.5.6 施工图设计风险管理中，可采用的风险处置措施包括：
- 1 实施风险等级审查制度。
 - 2 对重大建设风险进行多级审查。
 - 3 审查工程控制性节点风险控制方案。
 - 4 加强相关单位间的风险沟通与交流。
 - 5 建立施工图设计变更风险管理办法。
- 7.5.7 施工图设计风险管理应编制施工图设计风险记录文件，记录Ⅲ级及以上风险的名称、发生范围、风险等级、监控指标、控制方案及备注等信息。

7.6 风险管理文件编制

- 7.6.1 城市轨道交通地下工程勘察与设计风险管理应编制风险管理文件。
- 7.6.2 勘察与设计风险管理文件应包括风险管理涉及的风险记录、风险评估报告、专题研究报告等。其中风险记录表及重大风险（Ⅰ级和Ⅱ级风险）处置记录表可分别采用本规范附录 D 及附录 E。
- 7.6.3 勘察与设计风险管理文件应通过勘察与设计单位项目负责人签字后作为后续风险管理的依据。

8 招标、投标与合同签订风险管理

8.1 一般规定

8.1.1 城市轨道交通地下工程招标、投标与合同签订中的风险管理，应具备以下基础资料：

- 1 工程招标、投标文件。
- 2 投标单位资格要求。
- 3 工程招标、投标时间规定。
- 4 已完成的相关工程的风险评估报告。
- 5 其他相关资料。

8.1.2 城市轨道交通地下工程招标、投标与合同签订中的风险管理，应完成下列工作：

- 1 招标文件中有关风险管理要点编制。
- 2 投标文件中相关风险管理评估。
- 3 承包合同签订中明确各方风险管理内容及责任。

8.1.3 工程招标、投标与合同签订中的风险管理实施内容应包括：招标、投标文件准备、合同签订风险管理。

8.2 招标、投标文件准备

8.2.1 招标单位在发放工程招标文件前，应预留投标准备时间，并提供必需的文件资料。

8.2.2 招标单位编制招标文件及拟定相关条款中，应说明地下工程标的建设风险点及其风险承担责任。

8.2.3 招标单位编制招标文件中有关风险管理要点应包括：

- 1 对投标单位工程建设风险管理要求，包括风险管理机构组织与人员配备等。

- 2 工程建设风险等级标准及风险点。
 - 3 针对重大风险，对投标单位实施工程建设风险管理的要求。
 - 4 投标单位在其他类似工程中的风险管理的相关经验等说明。
 - 5 投标文件中有关工程建设风险管理内容及评估方法。
 - 6 合同执行过程中的风险管理费用的调整原则。
 - 7 执行工程建设风险管理的有关工程技术标准和规范。
 - 8 要求投标单位提供可靠的经济担保与工程保险等文件。
- 8.2.4 投标单位提交的投标文件中，风险管理方案应符合招标文件的要求。
- 8.2.5 投标单位编制投标文件中有关风险管理的要点应包括：
- 1 工程建设风险管理的制度体系与人员组织。
 - 2 风险分析与风险等级评估及风险处置措施等。
 - 3 新辨识或增加的工程建设风险点。
 - 4 工程建设风险管理实施进度计划。
 - 5 与建设各方的相互协调与沟通联系工作。
 - 6 对其他建设各方的风险管理的要求及责任界定。
 - 7 重大风险的处置措施及应急预案。
 - 8 类似工程的风险管理经验。

8.3 合同签订风险管理

- 8.3.1 中标单位应单独列出工程建设风险管理费用，包括施工安全措施费用等。
- 8.3.2 签订合同文件中，中标单位应明确合同项中工程建设风险管理责任以及保险人的赔偿要求。
- 8.3.3 招标单位与中标单位签订的合同中，工程建设风险管理要点应包括：
- 1 合同条款的完整性和准确性风险分析。
 - 2 以合同为依据，对新辨识的重大建设风险应说明是否需

再次风险评估。

3 合同款项支付及延期支付的风险分析。

4 建设工期提前或延误风险分析。

5 重要设备的采购与供货风险分析。

6 工程材料、构（配）件和设备不符合工程规格、质量及安全要求。

7 对于未辨识的工程建设风险，合同中应明确与其相关的风险管理责任，具体实施或执行方案可通过双方商定，并应在合同条款中补充说明。

8.4 风险管理文件编制

8.4.1 招标、投标与合同签订中的工程建设风险管理应编制风险管理文件。

8.4.2 招标、投标与合同签订风险管理文件应包括工程建设风险管理内容、管理费用与管理职责分担，并应说明风险保险赔偿要求。

8.4.3 招标、投标与合同签订中的风险管理文件应通过合同双方签字盖章后作为后续阶段风险管理的依据，其中风险记录表及重大风险（Ⅰ级和Ⅱ级风险）处置记录表可分别采用本规范附录D及附录E。

9 施工风险管理

9.1 一般规定

9.1.1 城市轨道交通地下工程施工风险管理应完成以下工作：

- 1 建设各方施工风险分析及职责划分。
- 2 制定现场工程建设风险管理实施制度。
- 3 编制关键节点工程建设风险管理专项文件。
- 4 编制突发事件或事故应急预案。

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

9.1.3 城市轨道交通地下工程施工风险管理应编制风险控制预案、建立重大风险事故呈报制度。

9.1.4 城市轨道交通地下工程施工风险管理实施的主要阶段宜包括：施工准备期、施工期、车辆及机电系统安装与调试、试运行和竣工验收。

9.2 施工准备期风险管理

9.2.1 城市轨道交通地下工程施工准备期风险管理应以建设项目目标、工程任务及场地条件为依据，对项目进行分解，根据项目施工组织方案和周边环境条件，编制现场风险检查表。

9.2.2 施工准备期主要风险因素宜包括：

- 1 自然灾害。
- 2 不良工程地质和水文地质条件及不明障碍物。
- 3 施工机械与设备，施工技术、工艺、材料等。
- 4 周边环境影响因素。
- 5 其他各类突发事件。

9.2.3 施工准备期风险管理应完成以下工作：

- 1 征地、拆迁、管线切改、交通疏解及场地准备等风险分析。
- 2 场地地质条件风险分析。
- 3 邻近建（构）筑物（包括建筑物、管线、道路、既有轨道交通等）的影响风险分析。
- 4 工程建设工期及进度安排风险分析。
- 5 工程施工组织设计及技术方案可行性风险分析。
- 6 施工监测布置及监测预警标准风险分析。
- 7 现场风险管理制度及组织的建立。
- 8 现场施工安全防范措施及抢险物资储备。
- 9 设计方应配合开展施工图设计风险交底，应根据现场施工反馈信息，对施工图设计风险进行动态管理。

9.2.4 施工准备期风险管理实施主要内容应包括：

- 1 制定风险管理计划。
- 2 编制施工风险管理实施说明书。
- 3 建立风险管理工作制度。
- 4 根据工程前期阶段已有的风险管理成果，在正式开工前分析施工风险，制定风险处置措施。
- 5 针对重大风险进行施工专项风险评估，并制定应急预案。

9.2.5 施工准备期风险管理中，政府监管部门、建设单位、承包单位（施工及安装单位）、设计单位、监理单位、第三方监测单位和邻近社区等单位应加强风险管理工作的相互沟通与交流，编制建设各方风险联络处置方案。

9.3 施工期风险管理

9.3.1 城市轨道交通地下工程施工期风险管理中的主要风险因素宜包括：

- 1 邻近或穿越既有或保护性建（构）筑物、军事区、地下管线设施区等。
- 2 穿越地下障碍物段施工。

- 3 浅覆土层施工。
 - 4 小曲率区段施工。
 - 5 大坡度地段施工。
 - 6 小净距隧道施工。
 - 7 穿越江河段施工。
 - 8 特殊地质条件或复杂地段施工。
- 9.3.2 施工期建设风险管理应完成以下工作：**
- 1 施工中的风险辨识和评估。
 - 2 编制现场施工风险评估报告，并应以正式文件发送给工程建设各方，经各方交流后形成现场风险管理实施文件记录。
 - 3 施工对邻近建（构）筑物影响风险分析。
 - 4 施工风险动态跟踪管理。
 - 5 施工风险预警预报。
 - 6 施工风险通告。
 - 7 现场重大事故上报及处置。
- 9.3.3 建设单位负责组织和监督现场施工风险管理实施，风险管理主要内容及职责应包括：**
- 1 组织工程建设各方建立风险管理培训制度。
 - 2 全过程参与现场风险管理，检查各方风险管理实施状况。
 - 3 定期组织工程建设各方开展风险管理工作的沟通和交流，并对风险状况进行记录。
 - 4 组织工程建设各方对工程建设风险处置措施进行审定，其中重大风险的控制方案须经施工单位组织专家评审后方可实施。
 - 5 配合政府主管单位对现场施工风险管理活动进行同步监督管理。
 - 6 监督风险管理实施和风险事故处理。
 - 7 试运行中统一指挥调度轨行区的设备系统安装及调试。
- 9.3.4 设计单位负责进行设计方案交底与施工风险管理监督，风险管理主要内容及职责应包括：**

- 1 对工程重大风险进行工程设计交底。
- 2 对周边重要环境影响区域进行风险影响分级，共同参与编制周边环境保护措施。
- 3 制定工程重大风险预警控制指标，明确现场监控检测要求。
- 4 参与制定施工注意事项及事故应急技术处置方案。
- 5 配合施工进度进行重大风险沟通与交流。
- 6 参与建设单位风险管理，检查现场施工注意事项落实情况。
- 7 指导审查施工单位风险管理方案、处置措施与应急预案。
- 8 协调实施现场施工风险跟踪管理。

9.3.5 施工单位负责施工现场建设风险管理的执行和落实，风险管理主要内容及职责应包括：

- 1 结合施工组织设计拟定风险管理计划，建立工程施工风险实施细则。
- 2 对Ⅲ级及以上风险，根据设计单位技术要求等，确定工程施工预警监控指标及标准。
- 3 对Ⅱ级及以上建设风险编制事故应急处置预案。
- 4 现场区域作业人员必须严格执行登记制度，对作业层技术人员进行施工风险交底，制定工程建设风险管理培训计划。
- 5 负责完成工程施工风险动态评估，分析并梳理Ⅱ级及以上风险，提交施工重大工程建设风险动态评估报告。
- 6 结合工程施工进度及时上报工程施工信息，向工程建设各方通告现场施工风险状况。
- 7 工程设计、施工方案如有重大变更，应根据变更情况对工程建设风险进行重新分析与评估。
- 8 因建设风险处置措施的实施而发生的费用增加或工期延长，应经过建设单位批准后方可实施。
- 9 对与工程施工有关的事故、意外或缺陷等进行风险记录。
- 10 必须做到施工安全措施费用专款专用。

9.3.6 监理单位负责协查施工现场风险管理执行与督查，风险管理主要内容及职责应包括：

- 1 将建设风险管理纳入日常监理工作。
- 2 确保现场监理人员及时到位。
- 3 协助建设单位审查施工单位的施工方案，评估施工单位风险管理实施情况。
- 4 协助建设单位对工程质量、安全和进度进行风险检查。
- 5 评估监理工作内容不全或失察风险。
- 6 对于施工重大风险，应在施工前检查施工单位风险预防措施，并应进行旁站监理，作好监理现场记录。
- 7 对施工单位存在的风险或违反风险管理规定的行为，监理单位有责任向施工单位提出警告，不听劝阻或情节严重的，监理单位有权利予以停工处置，并及时上报建设单位。
- 8 对施工现场监测和第三方监测进行监理。

9.3.7 第三方监测单位应负责现场监测工作和风险预警，风险管理主要内容及职责应包括：

- 1 制定合理的监测方案，并对监测方案进行风险评估。
- 2 评估监测点布置不当、监测点或监测设备损坏风险。
- 3 对监测数据的准确性和可靠性进行风险分析。
- 4 应将风险管理纳入日常监测数据分析，及时提交施工风险预警、预报信息。

9.3.8 工程保险单位应负责现场的保险评估检查与风险赔偿，风险管理主要内容及职责应包括：

- 1 保险单位可协商决定承保政策，并提供保单信息。
- 2 进入施工现场，检查评估施工风险控制情况。
- 3 可要求被保险单位及时提供工程施工进度及风险信息。
- 4 如发现存在违反保险条款的施工风险，必须通知被保险人。
- 5 施工中如发生保险合同中约定承保的风险损失，应及时支付风险赔偿。

9.3.9 施工期风险管理中可采用的风险处置措施应包括下列内容：

- 1 编写现场施工风险记录，建立现场风险管理监督机制。
- 2 加强风险培训，提高施工管理人员和现场施工人员的风险防范意识。
- 3 对Ⅲ级及以上风险编制风险处置措施，建立工程施工预警监控系统。
- 4 重大风险必须进行专项风险论证，并编制风险监控方案与应急预案。
- 5 保险单位应参与工程施工风险管理，实施风险的均衡控制。
- 6 预先成立工程建设风险事故抢险专业队伍，作好人员及物资的储备。

9.3.10 一旦施工现场发生重大建设风险事故，施工单位应及时上报建设单位和相关政府主管部门，并应及时组织人员实施抢险。

9.3.11 事故抢险或救灾结束后，建设单位应按相关规定组织风险因素及损失的专项调查，并进行风险事故通报，落实防范和整改措施，避免风险再次发生。

9.4 车辆及机电系统安装与调试风险管理

9.4.1 车辆及机电设备系统在安装调试风险管理中的主要风险因素应包括下列内容：

- 1 设备系统的检验或测试不全面。
- 2 现场检验或调试问题。
- 3 系统联调及并网运营故障。
- 4 不同期建设线路或多条线路联合调试协调。

9.4.2 车辆及机电设备系统安装与调试风险管理应评估车辆及机电设备系统安装与调试方案风险。当机电设备系统的技术规格、验收标准有重大变更时，应对安装与调试风险进行重新

评估。

9.4.3 车辆及机电设备系统安装与调试风险管理应对车辆及机电系统中采用的新技术进行试验研究与风险评估，对复杂跨线工程进行专项工程建设风险分析。

9.4.4 车辆及机电设备系统安装与调试风险管理应编制系统安装与调试风险控制应急预案。

9.5 试运行和竣工验收风险管理

9.5.1 城市轨道交通地下工程试运行和竣工验收必须符合政府部门相关管理文件规定。

9.5.2 试运行和竣工验收风险管理应进行系统试运行联合调试风险分析，应对轨道、供电、接触网、信号、通信、车辆、屏蔽门及调度指挥等各系统进行专项风险评估，编写风险记录文件。

9.5.3 联合调试与不载客试运行应严格按照列车运行图进行，针对不同系统进行风险分析，提供系统试运行风险评估报告。

9.5.4 试运行和竣工验收风险管理应评估城市轨道交通运营规章制度风险，审核应急预案与抢险演练制度。

9.6 风险管理文件编制

9.6.1 城市轨道交通地下工程施工风险管理应编制风险管理文件，并可作为工程竣工验收交付文件之一。

9.6.2 城市轨道交通地下工程施工风险管理文件应包括：

1 施工准备期风险分析与评估。

2 工程施工主要风险分析评估及现场风险记录。

3 工程重大风险规避措施及事故预案。

4 车辆及机电系统安装与调试及试运行的风险评估及故障处理记录。

5 其他现场施工风险事故记录、处置措施及责任人员等信息。

9.6.3 施工风险管理文件应经建设单位和现场其他工程建设各

方盖章确认后作为施工竣工文件存档备案，其中风险记录表及重大风险（Ⅰ级和Ⅱ级风险）处置记录表可分别采用本规范附录 D 及附录 E。

附录 A 风险辨识表

城市轨道交通地下工程建设风险辨识表

工程名称			工程标段										
进展阶段			<input type="checkbox"/> 规划阶段 <input type="checkbox"/> 可行性研究 <input type="checkbox"/> 勘察与设计 <input type="checkbox"/> 招标、投标与合同签订 <input type="checkbox"/> 施工										
参与单位			1 建设单位： 5 监理单位： 2 设计单位： 6 第三方监测单位： 3 勘察单位： 7 其他单位： 4 施工单位：										
填写人			填写日期										
编号	风险名称	发生位置	风险因素 (可能成因)	风险损失 (不利影响/危害后果)	等级		处置负责单位					备注	
					概率	损失	风险等级	建设单位	设计单位	勘察单位	施工单位		监理单位
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
填表说明			1 按照不同阶段和建设内容填写表格； 2 表格由参与调研的单位自行组织，参与单位填写“√”； 3 风险名称栏中填写名称或风险描述； 4 发生位置栏中填写风险发生的里程桩号或具体位置、周边环境等										

附录 C 风险分析方法表

城市轨道交通地下工程建设风险分析方法表

分类	名 称	适 用 范 围
定性 分析 方法	检查表法	基于经验的方法，由分析人员列出一些项目，识别与一般工艺设备和操作有关的已知类型的有害或危险因素、设计缺陷以及事故隐患。安全检查表可用于对物质、设备或操作规程的分析
	专家调查法 (包括德尔菲法)	难以借助精确的分析技术但可依靠集体的经验判断进行风险分析。问题庞大复杂，专家代表不同的专业并没有交流的历史。 受时间和经费限制，或因专家之间存有分歧、隔阂不宜当面交换意见
	“如果……怎么办”法	该方法既适用于一个系统，又适用于系统中某一环节，适用范围较广，但不适用于庞大系统分析
	失效模式和后果分析法	可用在整个系统的任何一级，常用于分析某些复杂的关键设备
定量 分析 方法	层次分析法	应用领域比较广阔，可以分析社会、经济以及科学管理领域中的问题。适用于任何领域的任何环节，但不适用于层次复杂的系统
	蒙特卡罗法	比较适合在大中型项目中应用。优点是可以解决许多复杂的概率运算问题，以及适合于不允许进行真实试验的场合。对于那些费用高的项目或费时长的试验，具有很好的优越性。 一般只在进行较精细的系统分析时才使用，适用于问题比较复杂，要求精度较高的场合，特别是对少数可行方案进行精选比较时更有效
	可靠度分析法	分析结构在规定的时间内、规定的条件下具备预定功能的安全概率，计算结构的可靠度指标，并可对已建成结构进行可靠度校核。该方法适用于对地下结构设计进行安全风险分析

续表

分类	名称	适用范围
定量分析方法	数值模拟法	采用数值计算软件对结构进行建模模拟, 分析结构设计的受力与变形, 并对结构进行风险评估。该方法适用于复杂结构计算, 判定结构与施工风险信息
	模糊数学综合评判法	模糊数学综合评判法适用于任何系统的任何环节, 其适用性比较广
	等风险图法	该方法适用于对结果精度要求不高, 只需要进行粗略分析的项目。同时, 如果只进行一个项目一个方案分析, 该方法相对繁琐, 所以该方法适用于多个类似项目同时分析或一个项目的多个方案比较分析时使用
	控制区间记忆模型	该模型适用于结果精度要求不高的项目, 且只适用于变量间相互独立或相关性可以忽略的项目
	神经网络方法	适用于预测问题, 原因和结果的关系模糊的场合或模式识别及包含模糊信息的场合。 · 不一定非要得到最优解, 主要是快速求得与之相近的次优解的场合; 组合数量非常多, 实际求解几乎不可能的场合; 对非线性很高的系统进行控制的场合
	主成分分析法	该方法可适用各个领域, 但其结果只有在比较相对大小时才有意义
综合分析方法	专家信心指数法	同专家调查法
	模糊层次综合评估方法	其适用范围与模糊数学综合评判法一致
	工程类比分析法	利用周边区域的类似工程建设经验或风险事故资料对待评估工程进行分析, 该方法适用于对地下工程进行综合分析
	事故树法	该方法应用比较广, 非常适合于重复性较大的系统。在工程设计阶段对事故查询时, 都可以使用该方法对它们的安全性作出评价。 该方法经常用于直接经验较少的风险辨识
	事件树法	该方法可以用来分析系统故障、设备失效、工艺异常、人的失误等, 应用比较广泛。 该方法不能分析平行产生的后果, 不适用于详细分析
	影响图方法	影响图方法与事件树法适用性类似, 由于影响图方法比事件树法有更多的优点, 因此, 也可以应用于较大的系统分析

续表

分类	名 称	适 用 范 围
综合 分析 方法	风险评价矩阵法	该方法可根据使用需求对风险等级划分进行修改,使其适用不同的分析系统,但要有一定的工程经验和数据资料作依据。其既适用于整个系统,又适用于系统中某一环节
	模糊事故树分析法	适用范围与事故树法相同,与事故树法相比,更适用于那些缺乏基本统计数据的项目

附录 E 重大风险（Ⅰ级和Ⅱ级风险）处置记录表

**城市轨道交通地下工程建设重大风险
（Ⅰ级和Ⅱ级风险）处置记录表**

工程名称		工程标段	
风险名称及编号		发生位置	
风险等级		风险描述	
填写人		填写日期	
处置单位	1 建设单位： 2 设计单位： 3 勘察单位： 4 施工单位：	5 监理单位： 6 第三方监测单位： 7 其他单位：	
1 风险处置措施			
2 现场监测与预警			
		签字（盖章）：	年 月 日
施工单位审核意见：			
		签字（盖章）：	年 月 日
建设单位审核意见：			
		签字（盖章）：	年 月 日
设计单位审核意见：			
		签字（盖章）：	年 月 日
其他参与单位参阅意见：			
		签字（盖章）：	年 月 日

注：表格由施工单位填写后报送建设与设计等单位，审核中各单位应填写意见。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

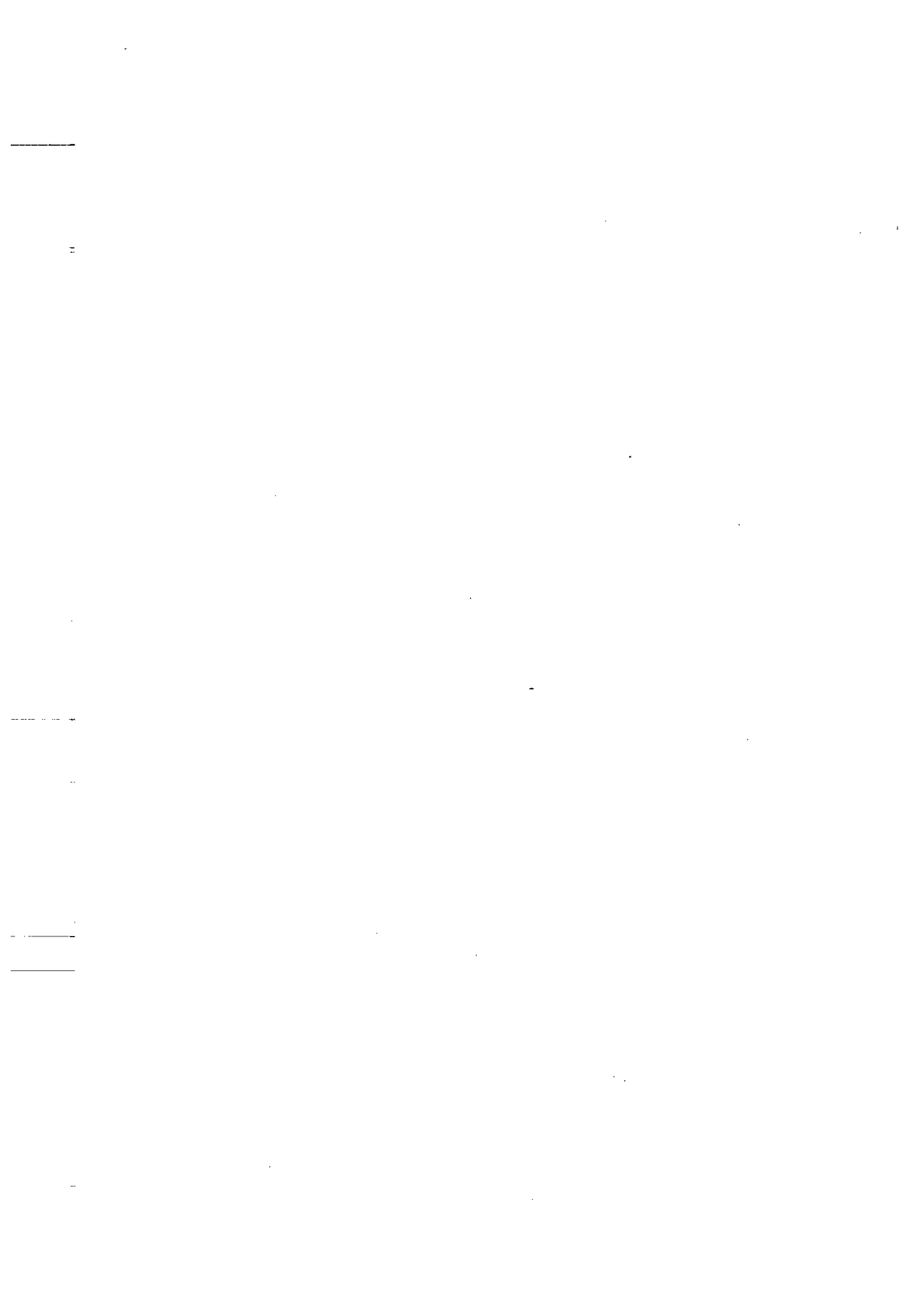
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

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用词，采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。



中华人民共和国国家标准

城市轨道交通地下工程建设
风险管理规范

GB 50652 - 2011

条文说明

制定说明

《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652 - 2011，经住房和城乡建设部 2011 年 2 月 18 日以第 941 号公告批准、发布。

在规范制定过程中，编制组经过广泛调查和分析，总结了近年来特别是近 5 年来我国城市轨道交通建设与管理中引入的新技术和积累的新经验，同时，认真分析借鉴了国外城市轨道交通建设风险管理相关的成功经验和理论技术，在此基础上又以多种方式广泛征求了全国城市轨道交通方面有关专家 and 单位的意见，经反复论证研究、多次修订，最后经审查定稿。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总则	47
2	术语	49
3	基本规定	50
3.1	风险管理	50
3.2	风险界定	52
3.3	风险辨识	54
3.4	风险分析方法	55
3.5	风险控制	56
4	工程建设风险等级标准	58
4.1	一般规定	58
4.2	风险发生可能性与损失等级	58
4.3	风险等级标准	60
5	规划阶段风险管理	61
5.1	一般规定	61
5.2	规划方案风险评估	61
5.3	重大风险因素分析	62
5.4	风险评估报告编制	62
6	可行性研究风险管理	63
6.1	一般规定	63
6.2	现场风险调查	63
6.3	风险评估	64
6.4	风险评估报告编制	65
7	勘察与设计风险管理	69
7.1	一般规定	69
7.2	工程勘察风险管理	69

7.3	总体设计风险管理	73
7.4	初步设计风险管理	76
7.5	施工图设计风险管理	78
7.6	风险管理文件编制	81
8	招标、投标与合同签订风险管理	82
8.1	一般规定	82
8.2	招标、投标文件准备	82
8.3	合同签订风险管理	83
8.4	风险管理文件编制	83
9	施工风险管理	84
9.1	一般规定	84
9.2	施工准备期风险管理	85
9.3	施工期风险管理	85
9.4	车辆及机电系统安装与调试风险管理	88
9.5	试运行和竣工验收风险管理	89

1 总 则

1.0.1 目前我国各大城市正在大力发展城市轨道交通工程。城市轨道交通地下工程一般位于城市密集区，地下工程结构复杂，施工难度大，潜在建设风险种类多，风险损失大。近期全国各地发生的多起城市轨道交通地下工程事故，说明实施与规范城市轨道交通地下工程建设风险管理的必要性和紧迫性。

本规范编制的目的是为了规范我国城市轨道交通地下工程建设风险管理的内容、方法和流程，统一地下工程建设风险管理的实施技术与执行标准，保障工程建设过程中的安全与质量，减少城市轨道交通地下工程建设风险的发生，避免或降低发生严重的人员伤亡、经济损失和恶劣的社会影响。

1.0.2 城市轨道交通地下工程包括车站基坑、区间隧道、联络通道、风井及附属地下设施等，本规范适用于新建、改建和扩建的城市轨道交通地下工程建设风险管理，其他与城市轨道交通相关或受其影响的地下工程建设风险管理可参考本规范。

1.0.3 我国人口众多，资源相对缺乏，工程建设量大，城市轨道交通地下工程建设风险管理必须考虑包括建设、运营和维护在内的城市轨道交通工程全寿命周期，以保障人员安全，积极推广应用保护环境的新技术、新工艺，引领和促进社会的可持续发展为目标，严格执行国家工程建设的节能、节地、保护环境的基本方针，实现资源节约与可持续发展。

1.0.4、3.1.8 城市轨道交通地下工程建设投资大，施工工艺复杂，施工周期长，周边环境复杂，所需的施工设备繁多，涉及的专业工种与人员众多且相互交叉，工程建设中容易发生各类风险，风险管理作为减少或降低风险的有效手段，需在整个建设过程中实施。同时，工程建设风险是贯穿整个建设过程的客观问

题，工程建设过程无法避免或消除全部的风险，而一旦发生风险，必将产生人员伤亡或经济损失等，直接危及人民生命财产和健康安全，甚至会造成严重的环境影响或破坏。随着城市轨道交通建设活动的不断深入开展，工程建设风险也随之不断发展变化与传递，有些风险在工程建设初期会因采取有效的控制措施得到了规避，但有些风险会随着建设活动重新出现或恶化，有些风险只有到施工、甚至运营阶段才会出现，甚至恶化。因此，为了有效地管理各类建设风险，必须在工程建设的全过程中实施风险管理，对各类建设风险尽早地进行辨识、分析与控制，对各阶段建设风险实施跟踪记录和管理。每个阶段完成后必须形成风险评估报告或风险管理记录文件，记录风险管理对象、内容、方法及控制措施，并作为下阶段风险管理和实施的基本依据。

另外，工程建设风险管理需考虑工程建设过程中不同时期建设活动的具体内容和要求，因此，需针对具体的建设活动开展风险管理工作，并完成相应的风险辨识与分析，通过实施风险评估、风险记录和动态风险管理等技术手段完成风险管理活动，对已辨识的风险采取风险处置措施，减少或降低可能发生的风险及损失。因此，为了确保风险管理的有效性、连续性和经济性，需全过程实施风险管理。

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

2 术 语

本章给出了本规范有关章节引用的 20 条术语。目前工程建设风险管理在国内外都比较重视，但在术语定义上存在较多差异，通过本规范将统一城市轨道交通地下工程建设风险管理的相关术语。

本规范的术语主要参考了《地铁设计规范》GB 50157 - 2003、《盾构法隧道施工与验收规范》CB 50446 - 2008、《地铁运营安全评价标准》CB/T 50438 - 2007、《城市公共交通工程术语标准》CJJ/T 119 - 2008、《地铁及地下工程建设风险管理指南》及相关国际标准和资料，经过编制组集中分析、归纳和整理，编入本规范。

本规范的术语是从城市轨道交通地下工程建设风险管理的角度对其定义进行了说明，并给出了相应的推荐性英文术语以供参考。

3 基本规定

3.1 风险管理

3.1.1 在城市轨道交通地下工程建设风险管理中，应全面考虑各项建设风险。城市轨道交通地下工程建设风险影响因素较多，包括：自然环境、场地条件、结构与施工、机电设备安装、参建人员及周边建（构）筑物（包括周围道路、房屋、管线、桥梁和其他）等。

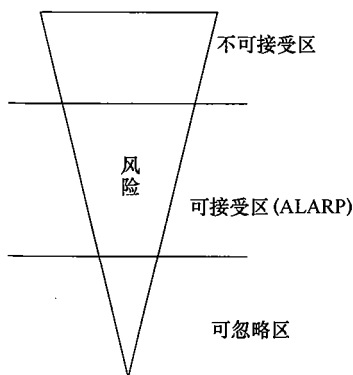


图1 ALARP原则

实施城市轨道交通地下工程建设风险管理，应在安全可靠、经济合理、技术可行的前提下，通过规划、设计和施工等全过程采取风险控制措施，把城市轨道交通地下工程建设中潜在的各类风险降低到合理、可接受的水平（As Low As Reasonably Practicable, ALARP，参见图1），以控制建设安全和工程质量，

减少经济损失和人员伤亡，并控制工程建设投资，保障工程建设工期。

3.1.2 城市轨道交通地下工程建设风险可按不同的分类方法进行分类，包括：

1 按照风险因素或诱发风险因素可分为：自然风险和人为风险。

2 按照项目建设阶段可分为：规划阶段风险、可行性研究风险、勘察与设计风险、招标投标风险、施工风险等。

3 按照风险管理层次关系与技术影响因素可分为：总体风

险，包括社会、政治和金融影响、合同纠纷、企业破产和体制问题、第三方干扰、员工冲突、自然灾害（台风、暴雨或雷击等）等；具体风险，包括工程地质勘察有误或失真，设计失误或漏项，执行的规范、标准或设计规定存在问题，工程施工方案有误，施工设备故障，人员决策或操作失误，施工质量不能满足标准要求，施工工期延误等。

本规范定义的建设风险根据风险损失进行分类，包括：人员伤亡、环境破坏、经济损失、工期延误和社会影响（政治影响和治安影响等）。其中，人员伤亡风险和环境影响风险是风险管理的重点，具体包括：

1 人员伤亡风险。包括工程建设直接参与人员及场地周边第三方人员发生的伤害、死亡及职业健康危害等。

2 环境影响风险。包括：

- 1) 施工对邻近既有各类建（构）筑物、道路、管线或其他设施等的破坏；
- 2) 工程建设活动对周边区域的土地与水资源的破坏、对动（植）物的伤害；
- 3) 施工发生的空气污染、光电磁辐射、光干扰、噪声及振动等；
- 4) 周边环境改变或第三方活动对本工程造成的破坏。

3.1.3 城市轨道交通地下工程建设风险管理，应通过风险界定、风险辨识、风险估计、风险评价和风险控制，对工程建设风险进行风险评估和管理。根据城市轨道交通地下工程建设各方的建设任务和内容，风险管理实施程序中需通过风险界定确定工程建设风险管理对象，划分工程建设评估单元，对工程建设全过程的风险进行风险因素及损失识别分析，利用风险估计方法对风险进行量化分析，对各项风险进行风险评级、排序与决策。可选择专业的评估机构作为咨询单位协助开展风险管理，通过建设各方及评估机构的沟通与协作，开展城市轨道交通地下工程建设风险分析与评估，提出相应的风险控制措施，建立城市轨道交通地下工程

建设风险记录和检查制度，并编制工程建设风险管理文件。

3.1.4 考虑城市轨道交通地下工程建设风险管理参与单位众多、工程建设情况复杂，为了更好地实施风险管理，建设风险管理应由建设单位负责组织，成立风险管理工作机构与管理组织，并在签订的合同文件或技术条件书中约定建设各方的风险管理职责和任务。

3.1.5 为保障工程建设风险管理的实施，应在工程建设费用中计入风险管理费用，工程建设风险管理费用主要包括：风险查勘费、风险分析与评估费、工程周边环境调查及现状评估费和工程建设第三方监测费等。

由于目前没有制定明确的概预算标准文件，风险管理费用概预算可根据工程建设的复杂程度和风险管理要求设立，按照风险管理工作计划内容进行估算。城市轨道交通地下工程建设中的建设风险管理专项费用，要做到专款专用。

3.1.6 城市轨道交通地下工程建设风险管理需贯穿于工程建设全过程，结合我国城市轨道交通地下工程的建设实际情况，根据工程建设内容与过程，一般可划分为五个阶段，包括：规划阶段、可行性研究（工可）阶段、勘察与设计阶段、招标投标与合同签订阶段和施工阶段。地下工程建设风险管理具体实施中，考虑工程建设期内不同阶段内容，各阶段可能存在相互交叉或者同期建设等情况，风险管理也应适应工程建设需要，结合工程建设阶段和具体要求来开展。

3.1.7 风险管理实施中最重要的是提高建设各方的工程建设风险管理意识，加强风险信息的相互沟通与交流，通过通报、会议等多种形式组织建设各方共同参与，针对重大风险因素开展专项风险管理，并在实施过程中执行风险登记与检查制度，编制规范的风险记录文件。

3.2 风险界定

3.2.1、3.2.2 城市轨道交通地下工程建设风险管理根据工程建

设项目的分项、分部、单位和单项工程，采用工作分解结构（Work Breakdown Structure, WBS）对其划分评估单位，参考本规范制定的风险管理等级标准，拟定本工程建设风险管理执行标准，以便开展工程建设风险管理。工程建设风险管理的总体目标是通过工程建设风险管理，保障工程建设安全，降低或减少工程建设风险损失，建设各方的总体目标应基本一致，但考虑工程建设各方参与角色和分工差异，承担的责任和目标也存在一些差异，因此，制定风险控制标准要求建设各方相互制约，发挥建设各方的管理积极性，共同参与工程建设风险管理；风险管理责任分担应坚持责、权、利协调一致。

3.2.3 城市轨道交通地下工程建设风险管理划分评估单元的基本原则包括：

1 分类型原则：城市轨道交通地下工程根据所处场地条件、结构类型及施工方法的不同，在进行工程建设风险管理时，需对地下工程的水文地质条件、结构类型、施工技术、环境条件及建设各方等特点，分类确定建设风险管理目标及控制措施。

2 分阶段原则：随着工程阶段的进展，伴随的建设风险类型也将动态变化，相应各项建设风险的发生概率、损失以及对整个工程建设风险的影响都在不断变化，从而决定城市轨道交通地下工程建设风险管理是一个分阶段的实施过程。

3 分目标原则：城市轨道交通地下工程建设过程中参与对象众多（包括建设单位、勘察单位、咨询单位、设计单位、施工单位、监理单位和第三方监测单位等），不同参建单位的管理对象、实施方案及风险可接受水平各不相同，在保障城市轨道交通地下工程建设安全、经济、可靠、适用的基本原则下，工程建设各方应考虑各自的需求及能力制定相应的建设风险管理目标。

3.2.4 城市轨道交通地下工程建设风险表示为工程建设过程中潜在发生的人员伤亡、环境破坏、经济损失、工期延误和社会影响等不利事件的概率与潜在损失的集合，风险等级标准的评估需

考虑风险发生可能性和损失进行综合评估。

3.3 风险辨识

3.3.1 风险辨识是工程建设风险管理的基础和前提，全面、系统地辨识各类风险对完成风险管理至关重要。由于城市轨道交通地下工程建设中建设条件复杂，涉及人员众多，专业工作要求高，因此，需注重收集所需的基础资料，只有通过对工程各类资料的系统分析，才能更好地辨识工程潜在的风险。

3.3.2 风险辨识包括风险分类、确定参与者、收集相关资料、风险识别、风险筛选和编制风险辨识报告等6个步骤，其中：

1 风险分类应根据第3.1.2条风险损失类型进行分类，系统分析工程建设基本资料，对工程建设的目标、阶段、活动和周边环境中的各种风险因素进行分析。

2 风险辨识参与者需选择工程经验丰富及理论水平较高的工程技术人员、管理人员和研究人员一起参与，风险辨识中专家信息对辨识十分重要。

3 应全面收集工程相关资料，对现场进行风险勘察，系统分析工程建设风险因素。潜在的风险因素包括客观因素和主观因素，如工程建设场地及周边环境因素、建设技术方案因素及工程投资、工期和人员等。

4 风险识别。利用风险调研表或检查表建立初步风险清单，清单中明确列出客观存在的和潜在的各种建设风险，包括影响工程安全、质量、进度、费用、环境、信誉等方面的各种风险。

5 风险筛选。根据风险识别的结果对工程建设风险进行二次识别，整理并筛选与工程活动直接相关的各项风险，删除其中与工程活动无关或影响极小的风险因素及事故，并进一步进行识别分析，确定是否有遗漏或新发现的风险点。

6 编制风险辨识报告。在风险识别和筛选的基础上，根据建设各方的具体要求，结合工程特点和需要，以表单形式给出详细的风险点，列出已辨识的工程建设风险清单。

3.3.3 目前风险辨识中可采用的方法较多。本规范推荐选用检查表法、专家调查法两种方法，通过工程逐步积累资料，编制工程建设风险检查表。另外，每个工程的建设条件和内容存在一定的差异，需将客观辨识和专家调查法主观辨识相结合，这样可更好地全面辨识各种建设风险，风险辨识表参见本规范附录 A。

3.3.4 风险清单内容一般包括：风险名称、风险因素、风险发生可能性、风险损失、风险发生位置及征兆等，可采用列表的形式给出具体的辨识成果，风险清单参见本规范附录 B。

3.4 风险分析方法

3.4.1 风险分析有很多种方法，可分为定性分析方法、定量分析方法和综合分析方法。其中：

1 定性分析方法，包括：专家调查法（包括智暴法 Brain storming、德尔菲法 Delphi 等）、“如果……怎么办”法（If… then）、失效模式及后果分析法（Failure Mode and Effect Analysis, FMEA）等。

2 定量分析方法，包括：模糊数字综合评判法、层次分析法（Analytic Hierarchy Process, AHP）、蒙特卡罗法（Monte-Carlo）、控制区间记忆模型法（Controlled Interval and Memory Model, CIM）、神经网络方法（Neural Network）、风险图法等。

3 综合分析方法，包括：事故树法（或称故障树法，Fault Tree Analysis, FTA）、事件树法（Event Tree Analysis, ETA）、影响图方法、原因—结果分析法、风险评价矩阵法，以及各类综合改进方法，如：专家信心指数法、模糊层次综合评估方法、模糊事故树分析法、模糊影响图法等综合评估方法。

在进行风险分析时，可根据工程建设的具体内容、不同建设阶段、风险发生的特点来选取。不同风险分析方法的特点及其适用性可按本规范附录 C 选取。

3.4.2 工程规划和可行性研究风险分析主要针对规划线路和不同方案进行评估，如规划考虑不周、资料收集不够或线路沿线的

信息掌握不充分等因素，宜采用定性风险分析方法，对可行性研究中的不同方案评估宜采用定量风险分析方法。

3.4.3 在工程勘察与设计中得到工程建设基础数据资料，也可对工程建设结构和施工方案进行计算与分析，因此，此阶段的风险管理宜采用量化分析方法，分析风险发生的可能性及潜在损失，为工程决策与处理措施的制定提供依据。同时，通过工程结构设计的细化和深入，明确工程建设重大风险因素，并对其进行专项初步设计风险分析。

3.4.4 城市轨道交通地下工程施工风险管理可针对具体的建设对象和工作内容，有针对性地开展现场风险管理，包括利用现场监测技术，实施现场动态信息化反馈施工。因此，风险管理可结合工程具体对象选择相应的方法。

3.5 风险控制

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

城市轨道交通地下工程建设风险管理的目标是保障工程建设安全，降低工程建设风险损失，因此，工程建设各方的总体目标应该是一致的。风险管理实施前应由建设单位说明工程建设风险管理要求，建立风险管理组织实施制度，明确工程建设各方职责，均衡工程建设各方的风险效益，协调工程建设各方的风险管理目标。

风险控制方案编制应由工程建设单位负责组织，其他工程建设各方一起参与，采取经济、可行、主动的处置措施来减少或降

低风险，将各类风险降低到预期的目标。

3.5.2 从城市轨道交通地下工程建设风险因素入手，完成风险辨识与评估后，根据项目建设的总体目标，以有利于提高对工程建设风险的控制能力、减少风险发生可能性和降低风险损失为原则，选择合理的风险处置对策，编制风险控制方案。

风险处置有四种基本对策，可选择一种或多种对策实施风险控制，城市轨道交通地下工程建设风险处置对策包括：

1 风险消除。不让工程建设风险发生或将工程建设风险发生的概率降低到最小。

2 风险降低。通过采取措施或修改技术方案等降低工程建设风险发生的概率和（或）损失。

3 风险转移。依法将工程建设风险的全部或部分转让或转移给第三方（专业单位），或通过保险等合法方式使第三方承担工程建设风险。

4 风险自留。风险自留的前提是所接受的工程建设风险可能导致的损失比风险消除、风险降低和风险转移所需的成本低。采取风险自留对策时应制定可行的风险应急处置预案，采取必要的安全防护措施等。

3.5.3 工程保险是风险转移的一种重要方式，城市轨道交通地下工程应实施工程保险。工程保险可保护参保人的利益，是完善工程承包责任制并有效协调各方利益关系的重要手段。

目前，工程保险的责任范围主要包括两部分，第一部分主要是针对工程项目的物质损失部分，包括工程标的有形财产的损失和相关费用的损失；第二部分主要是针对被保险人在施工过程中可能产生的第三者责任而承担经济赔偿责任导致的损失。由于工程保险是风险发生后的风险转移措施，属于事故后的风险规避与经济补偿，在进行工程建设风险管理实施中，不应将工程保险作为一种减轻或降低风险的基本措施，同时，工程保险不能消除和减少建设单位实施风险管理的责任。

4 工程建设风险等级标准

4.1 一般规定

4.1.1、4.1.2 城市轨道交通地下工程建设风险等级的划分需遵循国家相关标准，并易于风险管理决策与现场实施。目前国内外尚无可直接参考的标准，因此，本规范标准的制定主要结合目前国内城市轨道交通的建设现状和基本特征，选定一条线路（长度10km以上）作为基本单位制定分级标准。

由于各地具体经济情况和工程建设条件不同，各地在开展风险管理工作中，需根据城市轨道交通地下工程建设实际情况、不同建设阶段、工程规模、重要性程度等因素来确定本地的执行标准。实际工程建设风险管理中如果是针对整条线路或一个具体工程开展风险评估与控制，相应的风险等级标准可以本标准为基础，制定工程建设风险管理的具体实施标准。

4.2 风险发生可能性与损失等级

4.2.1 风险发生可能性等级主要根据风险发生的频率或概率划分为五级，参考国际隧道与地下空间协会（International Association of Tunnel and Underground Space, ITA-AITES）制定的分级方法，制定本规范的风险发生可能性等级标准值。

4.2.2 风险损失等级按照不同损失的类型较难统一划分，一般采用以定性表示为基础，针对不同的损失类型采用量化的等级标准编制。本规范中风险分类按照第3.1.2条执行。

4.2.3 工程建设人员伤亡等级标准参考了国务院《生产安全事故报告和调查处理条例》（2007-06-01）和《企业职工伤亡事故分类标准》GB 6441-86的规定。

城市轨道交通地下工程建设风险管理，要求坚持人员“安全

第一”的原则，工程建设风险可能引起的建设人员或邻近区域的第三方（非直接参加工程建设的其他人员）发生伤害或死亡，考虑两者的不同参与对象和工作内容，工程直接参加人员采用《生产安全事故报告和调查处理条例》（2007-06-01）中的较大事故作为一级，第三方伤害以建设人员伤亡的三级作为一级。

4.2.4 城市轨道交通地下工程建设对周边环境的影响包括两种类型：自然环境影响和社会环境影响。其中，自然环境影响等级标准的制定参考了《国家处置城市地铁事故灾难应急预案》（2006-1-24）、《建设项目环境保护管理条例》（1998-11-18）和《中华人民共和国环境影响评价法》（2003-9-1）等。因工程建设导致的环境影响一般是指导致周边建（构）筑物发生破坏，产生经济损失，其标准参考本规范第4.2.5条。

4.2.5 经济损失等级参考了国务院《生产安全事故报告和调查处理条例》（2007-06-01）划分等级，具体数值需根据一条线路或评估对象的工程总投资估算进行评估。由于各地经济条件各不相同，区域经济差异较大，因此，较难制定各城市的具体标准，因此，本规范中主要根据我国城市轨道交通建设投资与经济水平，制定本规范的等级标准。

4.2.6 工期延误等级标准主要根据国内城市轨道交通地下工程一般的建设周期与可接受的合理工期，同时，考虑工期长短的不同进行划分。对于不合理的工期压缩提前，也易引发各种工程建设风险，因此，由非合理的工期提前所导致的建设风险，亦可根据工期提前程度拟定相应的工期不合理提前的等级标准。

4.2.7 任何灾害或事故的发生都会引起社会负面压力，严重影响公众和政府对于工程建设的良好意愿和政府公信力，从而导致工程建设各方的社会信誉受到损失。

社会舆论与公众评价对城市轨道交通地下工程的建设进展影响巨大，社会信誉损失是建设各方潜在风险损失的重要部分。社会信誉损失与不同风险事故的后果密切相关，尤其是如造成第三方损失或对周边区域环境造成损害，将会引起严重的社会信誉损

失。本规范制定的社会影响等级标准的执行部分参考了《国家处置城市地铁事故灾难应急预案》(2006-1-24)。

4.3 风险等级标准

4.3.1 风险等级标准的制定借鉴了国际隧道与地下空间协会(ITA-AITES)制定的《隧道工程风险管理指南》(2004年)和建设部《地铁及地下工程建设风险管理指南》(2007年),相应的风险分级用风险等级标准矩阵表示。根据近年我国城市轨道交通地下工程建设风险管理实践经验和国际发展现状水平,将风险等级标准划分为四级。

4.3.2 城市轨道交通地下工程建设中,不同等级的风险需采用不同的风险处置与控制对策。结合风险等级标准矩阵,不同等级风险的接受准则和相应的处置原则与控制方案需考虑风险管理的目标和建设各方的职责来决策。

5 规划阶段风险管理

5.1 一般规定

5.1.1 城市轨道交通地下工程规划风险管理是一项决策问题，需全面收集与工程建设风险相关的基础资料，系统了解工程所在区域的场地及周边环境，这既有利于实施风险管理，又有利于采取安全可靠、经济适用的风险控制方案。

5.1.2~5.1.4 城市轨道交通地下工程规划阶段进行有效的风险管理，对城市轨道交通地下工程的设计、施工及运营风险管理十分关键。规划阶段风险管理应针对提出的多种规划方案进行风险评估，探明各阶段（包括运营阶段等）中潜在的重大风险因素，规避和降低由于线位、站位和施工方法等规划方案不合理所引起的潜在风险。城市轨道交通地下工程规划阶段选定的方案可进行调整与修正，甚至可重新拟订方案，因此，风险管理应结合风险评估结果进行风险决策，风险控制应以“规避”为主，对选定的方案进行调整或优化，在工程经济、合理、可行和适用的原则下，规避重大风险因素，减少风险发生。

5.2 规划方案风险评估

5.2.2 规划阶段主要是拟定工程建设方案，选定工程线路，重点分析工程建设的线位与站位选址风险，分析拟定线路潜在的重大风险因素。本规范中要求实施的风险评估内容是基本选项，需结合具体的工程建设内容进行针对性的分析。

5.2.3 城市轨道交通地下工程规划方案的制定，需充分调查与考虑与城市其他规划建设工程的相互关系，尤其是不同结构类型的地下工程，分析工程实施的先后顺序及投入运营后可能引起的建设风险。同时，重点分析评估与城市其他工程建设的相互影响

风险，提出由本地下工程建设引起风险的处置措施。

5.3 重大风险因素分析

5.3.1 本条列出了在规划阶段可能存在的主要重大风险因素，应结合具体的工程进行逐项分析，确保重大风险因素不遗漏。

应对工程地质、水文地质、地下管线、暗渠、古河道以及邻近建筑等调查清楚，特别是在建筑密集、交通繁忙、地下管线众多而复杂的城区，应详细查明重大风险因素的发生地点及预计时间。对特殊设计的地下工程以及首次采用的新材料、新工艺和新设备等必须进行其可能引起损失的分析。本规范中列出各类工程常见的重大风险因素，各地需针对城市轨道交通地下工程建设具体情况，开展现场风险查勘与调查，进行针对性的分析与评估。

5.4 风险评估报告编制

5.4.2、5.4.3 城市轨道交通地下工程规划阶段应编制风险评估报告，报告要求内容全面、数据资料翔实、分析结论客观公正，提出的风险对比指标及风险评估结论具有可比较性，风险处置措施要有针对性和有效性。同时，编制的风险评估报告需通过专家评审，作为后续建设阶段风险管理的依据。

城市轨道交通地下工程规划阶段风险评估报告主目录包括：

- 1 概述。
- 2 编制依据。
- 3 风险评估流程与评估方法。
- 4 各规划方案风险评估。
- 5 规划方案综合对比风险评估。
- 6 推荐方案重大风险因素分析。
- 7 结论与建议。

6 可行性研究风险管理

6.1 一般规定

6.1.1~6.1.3 城市轨道交通地下工程可行性研究风险管理中，需根据选定的线路方案和地下工程设计，要求建设风险管理实施单位组织工程建设有关方开展现场风险管理调查。此阶段的风险管理对后续阶段的风险管理实施十分重要，根据《地铁及地下工程建设风险管理指南》（2007年）的实施经验，建设单位十分重视开展该阶段的风险管理。结合目前实施情况，本阶段的风险管理为规范工程建设风险提供了重要的依据。

6.2 现场风险调查

6.2.1 现场风险调查应结合规划阶段的风险评估报告、工程线路和图纸等资料编制现场调查计划，具体包括：待调查的地下工程信息，调查时间和方式，参与人员，现场记录及调查资料整理。由于工程建设前期开展调查实施难度大，线路现场复杂，根据目前各城市实施风险管理的现场经验，合理地划分调查单元，全面地开展现场调查对辨识工程建设风险十分必要。

6.2.2 现场风险调查计划应包括对全线展开工程实地踏勘和环境调查，重点对工程中潜在的重大风险因素展开调查分析，避免工程资料与现场实际条件不符，并做好现场记录和拍照。上述资料需包含在编制的风险评估报告中。

6.2.3~6.2.5 城市轨道交通工程一般在城市密集区内穿越，修建地下工程无疑会对周边环境造成影响或破坏，因此，应调查摸清工程影响范围内的交通情况、道路状况、地面建（构）筑物状况、军事区、涉密性的特殊建（构）筑物、古文物或保护性建筑的安全状况。必要时，应要求建设单位进行专项补充调查和现状

安全性评估。应核实和检查工程影响范围内的各类地下障碍物、地下构筑物、地下水、地下管线等的规模和健康安全状况。了解工程影响范围内需征地动拆迁的规模和当前使用状况，分析其对周边环境和建设工期的影响。了解工程建设影响范围内的噪声、空气、水以及生态等环境保护要求，参考规划阶段辨识的重大风险因素，进行全面施工环境影响风险调研。

6.3 风险评估

6.3.1 本条列出了可行性研究中的主要建设风险因素，需结合具体地下工程实际情况，进行风险因素分析，优化可行性方案，规避和降低由于线位、站位和施工方法等可行性方案不合理所带来的风险，为工程设计、施工及工程保险作好前期准备。城市轨道交通地下工程建设施工方法与工期密切相关，合理地选择施工方法不但可节省工程建设投资，还能降低工程施工风险，保障合理的施工工期。另外，城市轨道交通地下工程运营期间易对周边环境产生噪声或振动影响，同时，可能还会发生各类灾害（火灾、恐怖袭击）或运营事故，需对上述因素进行分析，并开展专题试验与研究。

6.3.2 城市轨道交通地下工程可行性研究风险评估需考虑工程建设规模、技术经济指标的合理性与环保影响风险、施工方法选择不当风险、技术方案的不确定性与变更风险等，评估建设风险因素引起的建设工期风险。重大关键节点工程一般是城市轨道交通地下工程建设的难点，需考虑工程潜在的重大风险因素，对各重大关键节点工程进行专项风险分析，必要时进行计算模拟分析与试验测试。另外，需结合地下工程的规模、施工方法及机电系统配置，合理安排建设工期，防止因工程建设工期紧张等引起的风险。

6.3.3 考虑城市轨道交通地下工程的建设工程规模、水文与工程地质条件、邻近地下及地面环境等因素，从施工方法的可行性、安全性、适应性和经济性、工期进度及对周围环境影响等因

素，进行综合分析并选择合适的施工方法，避免因施工方法不适合所引起的工程建设风险。

不同施工方法潜在的主要风险因素见表 1。

表 1 不同施工方法潜在的主要风险因素

施工方法	风险因素或事故	施工方法	风险因素或事故
明挖法 盖挖法 沉井法	塌方（坍塌）	矿山法 （包括钻爆法、 浅埋暗挖等）	洞口失稳
	涌水		塌方
	大变形破坏		瓦斯
	开裂		流土、流砂
	其他		涌水
盾构法	设备风险		沉陷
	进出洞及掘进风险		大变形
	涌水		岩爆
	其他		其他
沉管法	基槽疏浚		顶管法
	管段托运、沉放、防水	进出洞及掘进风险	
	基础处理	涌水	
	其他	其他	

6.3.4 城市轨道交通网络的建设势必会遇到较多的交叉点、换乘节点或近远期建设问题，如不同线路的上穿、下穿、交叠或近距离平行施工等，如果考虑不周会对后期工程建设产生很大影响。为避免引起此类建设风险，应对这些相互影响进行充分的评估和处理，并需提前做好规划方案，做好不同期建设工程之间的衔接和预留。

6.4 风险评估报告编制

6.4.2、6.4.3 城市轨道交通地下工程可行性研究风险管理需编制风险评估报告，该风险评估报告对后续阶段风险管理十分重要。

城市轨道交通地下工程可行性研究风险评估报告主目录
包括：

1 概述

2 编制依据

- 1) 采用的风险评估方法及标准；
- 2) 编制依据文件和资料。

3 工程总体风险评估

- 1) 地质勘察风险；
- 2) 地质灾害风险；
- 3) 管线综合风险；
- 4) 线路及车站选址风险；
- 5) 动、拆迁风险；
- 6) 周边环境影响风险；
- 7) 建设工期风险；
- 8) 交通组织风险；
- 9) 其他风险。

4 土建结构施工风险评估

- 1) 明挖施工的地下车站，采用暗挖或盖挖施工的车站可参考拟定。
- 2) 地下区间，应根据不同施工方法来考虑（以盾构法和矿山法为例，其他施工方法可参考拟定）。
采用盾构方法施工，主要内容为：
 - a) 盾构机选型与地层适应性风险分析；
 - b) 盾构制作、运输、组装调试和交货期风险分析；
 - c) 主要施工设备（盾构机和盾尾注浆设备等）风险分析；
 - d) 盾构进出洞施工风险分析（包括地基加固风险分析）；
 - e) 盾构推进阶段的施工风险分析；
 - f) 管片生产、运输和拼装风险分析；

g) 联络通道施工风险分析。

采用矿山法施工，主要内容为：

- a) 矿山法适应性风险分析；
- b) 线路不同埋深风险分析；
- c) 超前地质预报风险分析；
- d) 施工主要设备风险分析；
- e) 进出洞施工风险分析；
- f) 开挖方案及施工工艺风险分析；
- g) 工作面稳定性风险分析；
- h) 初次支护与衬砌施工风险分析；
- i) 不良地层施工风险分析；
- j) 平行隧道相互施工影响分析；
- k) 隧道辅助施工方法风险分析。

3) 联络通道。

4) 附属工程风险分析（包括：通风井、车站出入口和变电站等）。

5) 重大风险因素及关键节点工程风险分析。

5 机电安装风险评估

- 1) 供电系统风险分析；
- 2) 通信系统风险分析；
- 3) 信号系统风险分析；
- 4) 通风和空调系统风险分析；
- 5) 给水排水、消防系统风险分析；
- 6) 防灾、报警与环境控制系统风险分析；
- 7) 自动售检票等其他车站设备风险分析；
- 8) 轨道及安全门风险分析；
- 9) 设备联调风险分析。

6 人员安全及职业健康风险评估

- 1) 人员安全风险分析；
- 2) 职业健康风险分析。

7 工程施工环境影响风险评估

- 1) 施工对周边建（构）筑物影响风险分析；
- 2) 噪声污染风险分析；
- 3) 水污染风险分析；
- 4) 空气污染风险分析；
- 5) 施工渣土污染风险分析；
- 6) 生态环境影响风险分析。

8 工程运营期风险评估

- 1) 运营灾害风险分析；
- 2) 运营事故风险分析；
- 3) 运营生态环境影响风险评估；
- 4) 其他运营风险分析。

9 风险控制措施建议

10 结论与建议

可行性研究风险评估报告还需提交可行性方案的综合比选分析，施工方法适应性风险分析，推荐优化的风险可接受方案等。同时，需组织专家对可行性研究风险评估报告进行专项评审，并作为后续工程阶段建设风险管理的依据。

7 勘察与设计风险管理

7.1 一般规定

7.1.2 针对城市轨道交通地下工程，结合前期风险管理资料，考虑本阶段实施内容和不同风险等级分别开展风险管理。由于本阶段可通过工程勘察资料和设计计算获得大量的工程数据资料，因此，规范建议采用量化方法进行分析，为后续合同签订与工程施工提供风险管理依据。

7.1.3 我国城市轨道交通地下工程勘察与设计，具体可包括以下阶段：

勘察工作阶段一般有：可行性研究阶段勘察（简称可研勘察）、初步设计阶段勘察（简称初步勘察）、施工图设计阶段勘察（简称详细勘察）和施工阶段勘察（简称施工勘察）等，必要时，可结合工程具体需要进行专项勘察。应将勘察工作阶段引起的建设风险降低到可接受水平。

设计工作阶段一般有：总体设计、初步设计和施工图设计。设计阶段对工程施工和运营风险影响很大，应以安全、可靠的工程设计文件，控制并减少由于设计失误或施工可行性差等因素引起的工程功能缺陷、结构损坏及工程事故等。

城市轨道交通地下工程勘察与设计风险管理的“分对象”主要是考虑建设各方及地下工程类型进行分类分析，建设单位需针对不同对象组织风险管理，同时，“分阶段”是要求该阶段建设各方考虑各项风险等级进行分析，要求提交的勘察与设计资料满足工程建设安全与风险控制要求。

7.2 工程勘察风险管理

7.2.1 工程勘察各阶段工作，要注重调查潜在的不良水文地质

和工程地质条件，查明不良地质作用及地质灾害，并在勘察中采取合适的措施，降低因勘察技术和勘察资料等原因引起的风险。另外，在对工程地质勘察与环境调查报告的过程审查和论证时，要注重对岩土工程勘察的数据分析与处理分析，控制因勘察遗漏、失误或环境调查不准、室内试验方法及参数获取失误等引起的工程设计与施工风险。

城市轨道交通地下工程勘察中常见的地质风险因素参见表 2。

表 2 城市轨道交通地下工程勘察中常见的地质风险因素

序号	类别	地质风险
1	人工填土	填土由于其松散性和不均匀性，往往给地基、基坑边坡和围岩的稳定性带来风险
2	人工空洞	城市地区浅表层受人类工程活动影响，易形成人工空洞。人工空洞对地下工程的施工带来潜在风险。容易形成空洞的地段一般包括：雨污水管线周边、深基坑工程附近、地下水位动态变化较大地段、原有空洞部位（菜窖、墓穴、鼠洞等）、管线渗漏地段、砂土复合地层结构地段等
3	卵石、漂石地层	卵石、漂石地层中的漂石会给围护桩施工、管棚和小导管施工以及盾构施工带来困难和风险；卵石、漂石地层的高渗透性也会给工程降水和注浆带来困难
4	饱水砂层透镜体	饱水砂层透镜体由于其分布的随机性，详细勘察阶段不容易被发现；施工时，隧道开挖范围遇到它会造成隧道涌水和流砂
5	上层滞水	上层滞水由于其分布的随机性和不稳定性，又因详细勘察距离施工的时间较长，造成其不容易被查清，给施工带来一定风险
6	岩溶和溶洞	在溶岩地区岩溶和溶洞的分布无规律，且不易勘察，易给后期施工带来难以预见的风险。饱水的大型溶洞还易造成施工中的地下水突涌

续表 2

序号	类别	地质风险
7	断层破碎带	在各断裂的断层破碎带之中，隧道在破碎地层中增加塌方风险，基坑开挖施工容易受到地质断裂带中沿岩石裂隙面滑动的滑动力不利影响，这种滑动也会带来很大的风险
8	活动地裂缝	在黄土地区存在的活动地裂缝上下盘升沉速率快，地裂缝内易涵养地下水（上层滞水或其他水层），对工程的影响较大，易造成后期的工程建设风险
9	高承压水、高压裂隙水	软土地层的高承压水易导致地下工程涌水和失稳等风险，岩石地层的高压裂隙水会造成地下工程的突水风险
10	有害气体	赋存于地层中的可燃或有毒气体易造成隧道施工中的爆燃或施工人员中毒等风险
11	膨胀围岩	膨胀围岩在开挖或遇水后的膨胀会造成地下结构受力和变形超标等风险
12	湿陷性地层	湿陷性地层在不同含水量时的承载能力和变形特性差异较大，其所采用的加固方法和措施方面具有风险
13	高灵敏度淤泥质地层	此类地层对工程活动的扰动敏感，稳定性差，易出现基坑等工程的失稳等风险
14	活动地震断裂带	活动断裂带活动变形风险
15	液化地层	液化地层中的城市轨道交通结构易在地震和列车运行振动作用下出现基底变形下沉风险
16	高地压地层	高地压地层（岩层）条件下易出现岩爆等风险
17	高硬度岩层	高硬度岩层在采用掘进机类设备施工时存在设备适用风险
18	粉细砂地层	含水的粉细砂地层易产生流砂等风险
19	不明水源	由于地下（废弃）水管、化粪池等渗漏引起的建设风险

针对城市轨道交通地下工程不同的施工方法，需分析不良工程地质与水文地质，其主要风险因素见表 3。

表 3 不同施工方法中可能发生的主要不良地质风险因素

施工方法	不良工程地质风险因素	不良水文地质风险因素
明挖法 盖挖法 沉井法	1 施工范围内的软弱夹层； 2 高灵敏度淤泥质厚层； 3 可液化地层	1 地下水位较高，降水困难； 2 上层滞水； 3 高承压水
矿山法 (包括钻爆法、 浅埋暗挖等)	1 隧道范围有无含水粉细砂层； 2 岩溶、断层破碎带； 3 膨胀围岩； 4 含瓦斯地层； 5 高地压； 6 可液化地层	1 地下水位较高，降水困难； 2 上层滞水，层间水； 3 高地下水压力
盾构法	1 隧道范围有无大卵石层、漂石、空洞； 2 隧道穿越遇到变异性及不均匀性高的地层； 3 含瓦斯地层； 4 可液化地层	1 始发、接收段地下水与砂层同时存在； 2 高地下水压力
沉管法 或顶管法	1 高灵敏度淤泥质厚层； 2 可液化地层； 3 暗浜及土囊等	1 高速水流区； 2 高地下水压力

7.2.2 工程勘察开展前，工程设计单位应根据地下结构类型和施工方法提出工程勘察要求，勘察单位结合工程地质和水文地质条件进行方案深化，编制工程勘察大纲，重点应包括与不良水文地质或工程地质相关的风险因素。建设单位在勘察前应组织设计交底，勘察后组织勘察成果交底，参与工程建设的有关设计、施工、监理等单位应参加勘察成果交底。勘察成果交底需针对工程地质风险、环境风险和工程地质风险处置建议进行专门介绍。如

存在无法探明的工程地质或水文地质情况时，需说明可能导致设计和施工风险的潜在因素。

7.2.3 勘察施工或环境调查过程中易发生操作不当引起的建设风险，如：地质钻孔封堵不到位、地质钻孔卡钻导致钻杆拔不出等，也可能造成对邻近地下管线的破坏，引起区域停电、管道爆炸和火灾等，因此必须制定并实施有效的预防措施，并作好人员及设备的防护。

7.3 总体设计风险管理

7.3.1 总体设计风险管理，应对全线总体技术标准、技术要求、工程规模、项目功能、线路敷设方式、配线、重难点车站及区间的施工方法、各系统专业的总体设计方案（如：选择代表性工点、机电系统专业，提出典型方案布置）等进行风险评估。城市轨道交通地下工程总体设计风险因素应从地下工程自身以及周边环境等方面考虑。

7.3.2 总体设计风险管理，应在收集工程建设用地范围地质灾害危险性评估、地震安全性评价与环境影响评价等专题研究报告的基础上，复查评估结论，若发现不合理之处，需要进行专项风险评估。

7.3.3 地下工程自身的风险是指由于地下工程自身建设要求或施工活动所导致的风险，如深大基坑、大断面隧道等。自身的风险等级主要考虑地质条件、工程埋深、结构特性（地下结构层数、跨度、断面形式、覆土厚度、开挖方法）等风险因素。其中，明挖法和盖挖法可按地质条件、地下结构的层数或基坑深度作为分级参考依据；矿山法可以车站的层数和跨度作为分级参考依据；暗挖区间可以隧道的跨度、断面复杂程度作为分级参考依据；盾构法可以隧道相互之间的空间位置关系作为分级参考依据。

本规范针对常见的各类施工方法，对地下工程自身的风险等级评估说明参见表4。

表 4 不同施工方法中地下工程自身的风险等级

风险等级	施工方法	工程自身风险	级别说明
I 级	明挖法 盖挖法	地下四层或深度超过 25m (含 25m) 的深基坑	—
	矿山法	双层暗挖车站或净跨超过 15.5m 的暗挖单层车站	—
	盾构法	较长范围处于非常接近状态的并行或交叠盾构隧道	—
II 级	明挖法 盖挖法	地下三层或深度 15m ~ 25m (含 15m) 的深基坑	1) 见表注 1、2、3; 2) 对基坑平面复杂、偏压基坑等, 风险等级可上调一级
	矿山法	断面大于 6m 的矿山法工程	1) 见表注 1、2、3; 2) 对断面复杂、存在偏压、受力体系多次转换的暗挖工程, 风险等级可上调一级
		较长范围处于接近状态的并行或交叠盾构隧道	见表注 1、2、3
	盾构法	盾构区间的联络通道	—
		盾构始发到达区段	—
III 级	明挖法 盖挖法	地下二层或一层或深度 5m~15m (含 5m) 的基坑	1) 见表注 1、2、3; 2) 对基坑平面复杂、偏压基坑等, 风险等级可上调一级。
	矿山法	一般断面矿山法工程	1) 见表注 1、2、3; 2) 对断面复杂、存在偏压、受力体系多次转换的暗挖工程, 风险等级可上调一级
		较长范围处于较接近状态的并行或交叠盾构隧道	见表注 1、2、3
	盾构法	一般的盾构法区间	—
IV 级	—	基坑深度小于 5m, 隧道建设无相互影响的工程	—

注: 在工程自身的风险等级基础上, 当遇到以下情况时可进行风险等级调整:

- 1 当水文地质和工程地质条件复杂时, 风险等级可上调一级。
- 2 当新建城市轨道交通工程采用与工程施工风险有关的新技术、新工艺、新设备、新施工方法时, 风险等级可上调或下调一级。
- 3 结合新建城市轨道交通工程建设风险因素识别和分析, 可结合具体工程条件调整。

7.3.4 城市轨道交通地下工程环境影响的风险主要指建设活动导致周边区域的建（构）筑物发生影响或破坏，地下工程环境影响的风险等级需根据城市轨道交通地下结构与工程影响区范围内环境设施的重要性、位置关系、地下结构类型与施工方法等因素划分。

位于城市轨道交通地下工程影响区范围内的环境设施，按其重要性可划分为两类：重要设施和一般设施。环境设施重要性分类见表 5。

表 5 环境设施重要性分类

环境设施类别	环境设施重要性类别	
	重要设施	一般设施
地面和地下轨道交通	既有城市轨道交通线路和铁路	—
既有地面建（构）筑物	省市级以上的保护古建筑，高度超过 15 层（含）的建筑，年代久远、基础条件较差的重点保护的建筑物，重要的烟囱、水塔、油库、加油站、汽罐、高压线铁塔等	15 层以下的一般建筑物；一般厂房、车库等构筑物等
既有地下构筑物	地下道路和交通隧道、地下商业街及重要人防工程等	地下人行过街通道等
既有市政桥梁	高架桥、立交桥的主桥等	匝道桥、人行天桥等
既有市政管线	雨污水主干管、中压以上的煤气管、直径较大的自来水管、中水管、军用光缆等，其他使用时间较长的铸铁管、承插式接口混凝土管	小直径雨污水管、低压煤气管、电信、通信、电力管（沟）等
既有市政道路	城市主干道、快速路等	城市次干道和支路等
水体（河道、湖泊）	江、河、湖和海洋	一般水塘和小河沟
绿化、植物	受保护古树	其他树木

考虑轨道交通地下工程与工程影响范围环境设施的相互邻近程度及相互位置关系，考虑不同地下工程施工方法，分析确定的邻近距离特征及影响特性关系见表 6。

表 6 不同施工方法与周围环境设施的邻近关系

施工方法	非常接近	接近	较接近	不接近	说明
明挖法 盖挖法	$<0.7H$	$0.7H\sim 1.0H$	$1.0H\sim 2.0H$	$>2.0H$	H 为地下工程开挖深度或埋深
矿山法 (包括钻爆法、浅埋暗挖等)	$<0.5B$	$0.5B\sim 1.5B$	$1.5B\sim 2.5B$	$>2.5B$	B 为矿山法隧道毛洞宽度，当隧道采用爆破法施工时，需研究爆破振动的影响
盾构法 顶管法	$<0.3D$	$0.3D\sim 0.7D$	$0.7D\sim 1.0D$	$>1.0D$	D 为隧道的外径
沉井法	$<0.5H$	$0.5H\sim 1.5H$	$1.5H\sim 2.5H$	$>2.5H$	H 为地下结构埋深

综合环境设施的重要性分类（表 5）和地下工程不同施工方法对周围环境设施邻近程度特征（表 6），建立城市轨道交通地下工程施工环境影响的风险分级见表 7。

表 7 城市轨道交通地下工程施工环境影响的风险分级

风险等级	环境设施分类	相邻位置关系	说明
I 级	邻近重要设施	非常接近	1 注意分析地下工程施工方法及穿越邻近形式； 2 需考虑现场邻近设施保护要求和特点进行具体分析； 3 风险评估可根据施工方法适当进行等级调整
II 级	邻近重要设施	接近	
	一般设施	非常接近	
III 级	邻近重要设施	较接近	
	一般设施	接近	
IV 级	邻近重要设施	不接近	
	一般设施	较接近	

7.4 初步设计风险管理

7.4.1 初步设计方案风险分析中的重点是对设计参数及计算模

型的风险分析，同时结合工程重大风险因素，分析结构设计形式的合理性和经济性风险，并对工程设计方案的变更风险进行规定，避免发生工程设计方案随意变化引起新的风险。

7.4.2 根据初步设计资料，初步设计风险分析单元的划分可包括：

- 1 建筑设计风险分析。
- 2 结构设计风险分析。
- 3 给水、排水设计风险分析。
- 4 动力与暖通设计风险分析。
- 5 电气、信号与设备监控系统设计风险分析。
- 6 主要设备、新材料或新技术应用风险分析。
- 7 防灾与报警系统设计风险分析。
- 8 环境保护设计风险分析。
- 9 工程运营风险分析。

初步设计风险管理中需考虑不同地下工程类型，结合拟采用的设计方案与施工方法建立风险评估列表，一般初步设计中各对象的主要风险因素或事故见表 8。

表 8 城市轨道交通地下工程初步设计阶段风险因素或事故

单位工程	施工方法	子单位工程	分部工程	风险因素或事故
车站基坑	明挖法 盖挖法 沉井法 盾构法	端头井、 出入口等	基坑围护，沉井，地基处理及降水、排水，基坑开挖与回填，内部结构，工程防水，环境影响等	塌方（坍塌），涌水，流土，流砂，大变形破坏，开裂，设备风险，其他风险等
区间隧道	明挖法 盖挖法 沉管法 盾构法 矿山法 顶管法	敞开段， 暗埋段， 标准段	基坑围护，地基处理及降水、排水，基坑开挖与回填，内部结构，工程防水，环境影响等	
		区间隧道	进出洞，标准段，特殊段，地基处理，工程防水，环境影响等	
		联络通道	地层处理，工程防水，环境影响等	
附属工程	明（盖）挖法 顶管法等	泵房、 风井等	地基处理，工程防水，环境影响等	

7.5 施工图设计风险管理

7.5.2、7.5.3 城市轨道交通地下工程施工图设计风险管理可按照风险因素与风险的层状或树状结构关系进行列表分析，示例参见表 9。表 9 中列出部分主要风险，对于具体的城市轨道交通地下工程，需根据现场的地质情况、周边环境、结构类型和施工方法等，对其进行针对性的分析。

表 9 地下工程施工中主要风险因素或事故

单位工程	施工方法	分部工程	分项工程	主要风险因素或事故
车站基坑、附属工程（出入口、泵房、风井等）	明挖法 盖挖法 沉井法 矿山法（包括钻爆法、浅埋暗挖等）	基坑围护	水泥土搅拌桩	坍塌，渗漏水，管涌，流砂，沉降，开裂，周围建（构）筑物倾斜或开裂，内衬墙裂缝，不均匀沉降，地下结构上浮，突沉，土体滑坡等
			钢板桩	
			预制钢筋混凝土板桩	
			土钉墙	
			钻孔灌注桩（成孔、下钢筋笼、成桩）	
			型钢水泥土搅拌桩	
			地下连续墙（导墙、成槽、钢筋笼、成墙）	
			沉井制作、下沉和封底	
		工程防水	沉降，开裂，周围建（构）筑物倾斜或开裂	
		地基处理及降水、排水		注浆法
				高压喷射注浆法
				水泥土搅拌桩
				人工地层冻结法
				基坑明排水、轻型井点、喷射井点、电渗井点、疏干管井、减压管井

续表 9

单位工程	施工方法	分部工程	分项工程	主要风险因素或事故
车站基坑、附属工程（出入口、泵房、风井等）	明挖法 盖挖法 沉井法 矿山法 （包括钻爆法、浅埋暗挖等）	基坑开挖与回填	桩基工程（立柱桩、抗浮桩、逆作法桩）	渗漏，围护结构失稳破坏，坑底隆起，管涌，流砂，基坑内土体滑坡，机械倾覆等
			基坑开挖	
			支撑体系	
			倒滤层结构	
		土方回填		
	内部结构	模板	内衬墙裂缝，渗漏，不均匀沉降，地下结构上浮等	
		钢筋		
		混凝土		
		防水混凝土		
		现浇结构		
工程防水				
区间隧道及附属结构	矿山法	区间隧道	钻孔	塌方，失稳，流土、流砂，涌水，瓦斯，大变形，岩爆，渗漏水，开裂破坏，不均匀沉降，设备故障等
			爆破	
			土方开挖	
	暗挖法		支护	
	顶管法		工作井	坍塌，上浮冒顶，轴线控制不当，管片破损，渗漏水，开裂破坏，不均匀沉降，设备故障等
			进出洞施工与洞口防护	
			管节制作	
			管节顶进	
	盾构法		进出洞和洞口加固	掌子面失稳，刀头及刀具磨损，盾尾密封失效，隧道上浮、冒顶，轴线控制不当，管片破损，渗漏水，不均匀沉降，设备故障等
			盾构组装、解体	
			盾构推进及管片拼装	
			盾构刀具更换	
			管片制作	
盾构掉头和过站等				

续表 9

单位工程	施工方法	分部工程	分项工程	主要风险因素或事故
区间隧道及附属结构	沉管法	区间隧道	干坞	潮汐和暗流, 沉放错位, 水下连接失效, 管节开裂破坏, 不均匀沉降, 设备故障等
			基槽浚挖	
			管段制作	
			管段沉放	
			管段基底及接头处理	
	矿山法顶管法	联络通道	土体加固	土体加固失效, 塌方(坍塌), 渗漏水
土体开挖				

施工图设计阶段需再次核准初步设计的风险等级, 根据不同的风险级别开展相应的设计风险分析与评估。

对重大环境影响风险(Ⅰ级和Ⅱ级)应开展工程建设风险专项设计, 编制重大环境影响风险专项设计文件。文件的内容主要包括: 风险分析评价、工程环境监测控制标准、工程技术措施、环境影响保护设计措施和专项监控量测设计方案等, 并满足施工图设计文件的深度要求。针对Ⅱ级工程自身的风险和Ⅲ级(含)以下的环境影响风险, 施工图设计文件中应包含风险分析评价和专项措施等专项内容, 原则上可不再进行专项设计。同时, 地下结构自身的风险控制各项措施和要求在施工设计文件中应体现。

施工影响风险分析, 应分析和预测工程施工可能对周围环境和设施带来的相关影响, 提出施工控制指标要求。施工影响分析通常采用数值模拟、反分析、工程类比等方法, 预测分析地下工程施工对周边环境所造成的附加荷载和附加变形影响, 判断施工方法、加固措施等能否满足工程环境所允许的限定承载能力和容许变形能力等。

7.5.5 施工图设计风险管理中对重大环境影响的区域, 应明确现场监控量测要求, 提出工程环境影响的风险预警控制指标, 并建议实施信息化施工, 开展风险预警控制工作。另外, 需配合建

设单位招标、投标和建设管理，编制工程现场施工注意事项说明及事故应对技术处置方案。

7.5.6 在工程施工图设计及工程施工期间，设计单位需充分注意施工配合工作，并向施工、监理等单位就设计意图、设计要求、设计条件等设计文件做设计交底，充分进行相关单位之间的风险沟通和交流。另外，配合监督施工单位在施工中是否落实风险控制措施。对在施工过程中发现的不落实情况或与设计条件不符的情况，设计单位应及时通知建设单位，并要求责任相关单位及时改正。

7.6 风险管理文件编制

7.6.1、7.6.2 城市轨道交通地下工程勘察设计风险管理应编制风险管理文件，同时可根据实际条件开展风险评估。编制的风险管理文件包括：辨识的风险清单、风险评估报告、风险控制措施、现场施工风险监控指标、重点及关键工程建设风险说明。城市轨道交通地下工程勘察设计风险评估报告主目录包括：

- 1 概述。
- 2 编制依据。
- 3 风险评估流程与评估方法。
- 4 各单项风险评估。
- 5 关键节点工程风险评估。
- 6 专项风险控制措施。
- 7 结论与建议。

8 招标、投标与合同签订风险管理

8.1 一般规定

8.1.2 城市轨道交通地下工程招标、投标与合同签订风险管理工作的目的是通过开展工程招标、投标文件编制风险管理，以法律文件形式明确工程建设风险管理要求，约定工程建设各方的参与分工和职责。同时，结合具体项目的施工方法、工程规模、建设管理模式等，通过招标、投标文件的编制对前期完成的风险管理工作进行梳理，对重大风险或新辨识的风险进行再分析评估，并列举以往从事类似工程进行风险管理的经验及典型工程实例，为本工程建设风险管理的实施提供参考。

8.2 招标、投标文件准备

8.2.3 招标单位需明确工程的风险管理目标，依据招标工程的规模、特点、性质及自身管理能力等，合理确定招标范围、招标方式、发包方式和投标时间限制，制定科学合理的工程标底和评标方法。

招标文件中需明确工程建设风险等级标准和原则，工程重点、难点，投标单位的风险管理内容、目标、费用、机构人员配置、资质资格要求和责任约束等相关内容。同时，对投标单位的标书进行约定。

8.2.4 投标单位根据招标文件，对招标文件中的各项条款进行详细研究，对施工现场及周围环境、工程地质、水文地质条件进行详细的调查，可按照招标要求开展前期风险分析准备工作。投标文件各部分（包括技术、经济、商务和其他部分等）的风险管理方案和措施等均需符合招标文件要求。

8.3 合同签订风险管理

8.3.1 合同文件报价中，中标单位应按要求单独列出工程建设风险管理费用，同时，说明工程建设风险管理的计划投入及处置措施费用。这些费用在投标时应不低于国家规定的费率标准，不能作为降价让利的项目。中标单位承诺的工程建设风险管理费用要求及时到位，并做到专款专用。

8.3.2 目前，我国工程保险还处在试行与探索阶段，各城市轨道交通建设中，尤其是对复杂的地下工程（如穿越、邻近影响、超大结构等），都要求开展工程保险，各地区由于存在较大的经济水平差异，现阶段较难统一规定相应的保险费率，工程保险的内容及条款需针对具体工程进行编制，并说明投保双方的权利与责任，如现场发生了符合保险规定的风险，保险公司需及时开展赔偿支付。

8.4 风险管理文件编制

8.4.2 工程招标、投标与合同签订应编制工程建设风险管理文件，记录招标、投标及合同签订过程中实施的风险管理内容。风险管理文件中需约定双方风险管理的权利、责任和义务，同时，说明风险管理计划、管理费用与管理职责分担，约定合同双方的风险承担责任与保险赔偿要求。

9 施工风险管理

9.1 一般规定

9.1.2、9.1.3 城市轨道交通地下工程施工风险管理是工程建设风险管理过程的核心，也是工程建设风险能否得到有效控制的关键阶段。随着工程施工进展，工程建设风险不断动态变化，各项风险的发生概率及其损失也将发生改变，而且，地下工程建设易受外部天气和环境等条件的干扰，现场风险情况瞬息万变，因此，工程建设过程中建设各方必须实施动态风险管理。动态风险管理主要体现在风险信息的收取、分析与决策过程的动态，对风险的预报、预警与控制实施的动态。

目前，我国部分城市如北京、上海和广州等在轨道交通建设中已尝试开展了施工动态风险管理工作，由建设单位组织，以前期各阶段完成的风险管理文件为基础，结合工程建设进度和周边条件，动态地对现场及未来工程建设潜在风险进行分析与评估，同时，通过现场施工风险记录资料，利用现场监测信息化手段，依据施工参数、环境监测反馈等信息对施工工程建设风险开展跟踪与反馈。上述技术措施的实施与开展，一方面保证了风险管理的连续性和有效性，同时，为工程进展中发生的新情况、新问题提供了预报、预警，为调整、优化、完善设计与施工方案，及时处置、控制风险提供了保证。

城市轨道交通地下工程建设中无法完全消除或避免风险，加之外界影响或变化也会导致不可预见的风险，因此，需针对潜在的各类重大风险建立健全相应的事故呈报管理体系与制度，确保事故信息能及时、可靠地传递给相关建设各方，以方便开展事故抢险与救护。风险管理中针对辨识的重大风险需编制风险控制预案，包括现场监测预警标准及预告、风险抢险队伍与物资准备、

事故处理应急处置决策等。同时，还要作好风险告示牌和风险记录，及时更新施工现场及参与人员等相关信息。

9.2 施工准备期风险管理

9.2.1 城市轨道交通地下工程施工准备期的风险管理，主要是在对项目进行结构分解分析后，根据项目施工组织方案以及周边的环境条件，参考勘察与设计阶段编制的风险记录文件，对辨识的风险进行逐项核实和分析，并编制现场风险事件核查表。风险核查表的编制可参考表 9。

9.3 施工期风险管理

9.3.1 城市轨道交通地下工程施工中应注意在特殊及复杂条件下的风险，主要包括：

1 地下管线中的大口径管线（热力、电力、水管和通信等），穿越保护性建（构）筑物、军事区或重要设施是地下工程的重要风险点，一般宜采取事前调查、申报审核、合理施工保护等措施降低风险。

2 地下障碍物将直接影响正常的施工，通常情况应将地下障碍物预先清除，对于特殊情况下需在施工中直接切削穿越的，应制定有效的风险控制措施。

3 浅覆土层是指隧道覆土小于施工隧道直径 1 倍的工况。浅覆土层施工易造成开挖面失稳和隧道上浮等风险，并加剧土体的扰动和损失量，导致发生塌陷等事故。

4 小曲率区段是指隧道曲线半径小于施工隧道直径 50 倍的工况。小曲率区段对隧道轴线的控制存在一定风险，应加强对盾构机姿态的控制，合理选择管片型号，并提高管片的拼装质量。

5 大坡度段是指隧道轴线大于 30‰的工况。大坡度段施工易造成盾构机姿态控制和隧道内水平运输的困难，应合理地控制盾构机姿态和选取水平运输机具。

6 小净距隧道是指两隧道间距小于隧道直径 60%的邻近施

工。在施工时应严格控制参数，加强监测，并对两隧道之间区域实施地基加固措施。

7 穿越江河段是指所建隧道处在江河下的工况。穿越江河段施工时，易形成开挖面与江河贯通以及隧道渗漏的风险。通常可通过提高开挖面稳定性、改善隧道抗位移抗变形能力以及加强隧道防喷涌、防渗漏的风险控制措施。

另外，针对具体城市轨道交通地下工程建设，应考虑增加车站、基坑、复杂工程安装、联络通道、进出洞等单项工程的施工风险分析，由于地下工程建设存在大量的多工种、多专业交叉，应重视人员安全风险控制。

9.3.2 施工期建设风险管理需建设各方共同参与，与施工单位一起完成施工风险管理实施。

1 施工风险辨识和评估。根据工程条件、施工方法以及设备，按照工程施工进度和工序，对工程建设风险进行二次风险评估和整理，对工程的重大风险进行梳理和分析，确定工程建设风险等级，并对重大风险提出规避措施和事故预案，完成施工风险评估报告。具体包括：

- 1) 各分部工程的主要风险点；
- 2) 重大风险因素；
- 3) 风险等级及排序；
- 4) 风险管理责任人；
- 5) 风险规避措施；
- 6) 风险事故预案。

2 风险评估报告应以正式的文件发送给工程建设各方，并讨论使工程各方对工程建设风险评估等级和控制对策达成共识。

3 施工对邻近建（构）筑物影响风险分析。地下工程的施工都可能会对邻近的各类建（构）筑物产生一定的影响。风险分析的目的是通过建立工程施工引起地层变形与邻近建（构）筑物损坏的费用损失之间的关系，完成施工影响风险分析的经济损失

评估。本规范建议的风险分析内容与步骤如下：

- 1) 对既有建（构）筑物的现状调查，包括：结构形式、建造时间、重要性程度、服务年限与状态、与工程邻近距离及周边环境等；
- 2) 判断邻近建（构）筑物的破坏形式，用可以衡量的指标（如：裂缝宽度、倾斜度、差异沉降等）定义各个破坏阶段；
- 3) 采用工程施工地层变形计算分析，结合现场监测数据，得到周围地面沉降值，并分析影响地层变形的因素；
- 4) 通过力学计算和统计分析，得到建（构）筑物发生破坏概率，计算建（构）筑物与破坏衡量指标的关系；
- 5) 建立建（构）筑物的破坏和损失之间的关系，将不同级别的破坏与建（构）筑物造价的损失比相对应；
- 6) 对不同施工工况下建（构）筑物的损失进行评估，提出工程施工风险控制对策与处置措施。

9.3.3~9.3.5 根据风险评估结果，在每个单项工程施工之前，建设单位可通过风险预告的形式，将其中的主要风险点通告施工单位。

施工单位需提交专门的风险处置方案，上报建设单位，审批通过后方可施工。施工现场风险通告是工程建设风险管理中非常重要的环节，施工单位应在工程现场设置风险宣传牌，对各个阶段的风险点和注意事项进行宣传和教育。现场风险通告应包括：

- 1 主要风险事故；
- 2 风险管理实施责任人；
- 3 风险因素与风险等级；
- 4 施工人员注意事项；
- 5 事故预兆；
- 6 风险规避措施；
- 7 风险事故预案。

对于事故、意外、缺陷等问题，建设各方应认真、细致、充

分、全面地分析，做到证据分析、过程分析、原因分析、责任分析，并保持客观、中立的态度，对定性、定责应公正、准确。调查还应查明发生的原因、过程、财产损失情况和对后续工作的影响，并提出处理措施和完善风险控制措施的建议。事故各相关单位应采取措施防止类似事故的再次发生，并对员工进行教育和培训。建设各方可根据施工现场情况和进度，跟踪风险动态变化情况，实施风险控制策略和措施。在出现风险征兆后应及时通报建设各方，跟踪风险征兆发展，及时启动应急预案措施。

9.3.6 现场监理工程师的主要风险管理职责是评估本身监理工作不到位或失察风险，并核查和监督施工现场风险管理的执行情况。为此，监理工程师应充分了解设计意图，根据设计要求重点对施工方案的可操作性进行分析，掌握施工中存在的风险及其应对措施，以保证施工能完全满足设计的要求。

9.3.7 为明确责任和保证监测质量，现场施工监测应由专业的第三方监测单位承担。监测单位应根据设计要求，制定详细的现场施工监测方案，监测方案必须满足设计与监控要求，并与施工开挖工序一致。监测说明应明确量化各监测指标的预警值以及各级预警所应采取的应对措施。

监测指标的预警值应由监测单位和设计单位根据设计要求、工程经验、计算分析以及监测反馈分析共同确定。监测单位应把施工现场风险分析作为监测报告的一部分内容，采用月报、周报等提交监测报告，及时提交施工风险预警、预报。

9.3.10、9.3.11 对施工中玩忽职守、对现场潜在重大建设风险隐匿不报的行为，一经发现，相关责任单位应按照合同约定和相关法规承担相应的责任。

9.4 车辆及机电系统安装与调试风险管理

9.4.1 城市轨道交通车辆及机电设备系统安装与调试阶段是风险易发阶段，由于系统处于组装与调试期，各设备与系统之间存在一定的衔接与协调，同时，各系统安装中也需要进行必要的防

护和保护，通过该阶段的风险分析，辨识工程系统运营风险因素。

9.4.2 对城市轨道交通车辆与机电设备系统，需要考虑安装调试及运营后可能的风险类型及对建设工期、设备运营可靠性及设施等的影响风险进行分析，同时，分析机电设备的不适用或不配备风险。当现场机电设备规格和验收标准有重大变更时，应对安装与调试重新进行风险辨识与评估，并完成风险管理记录文件。

9.4.3 车辆及机电系统安装与调试中采用的新技术，需要通过试验研究并进行风险评估，对延长线、跨线或交叉的特殊线路，如需与已运营线路进行衔接，则需要对其进行专项风险分析，避免对已运营线路造成严重的影响。

9.4.4 针对轨道、通信信号、供电、机电设备、车辆等机电系统，尤其是在电力及电气设备、大型设备的安装与调试中，应分别制定风险控制预案，包括设备供电、临电调试、车辆段接车调试等应急预案。现场一旦发生险情，及时采取措施控制。

9.5 试运行和竣工验收风险管理

9.5.2 在各分项系统完成系统安装与调试并确保各项技术指标合格的基础上应进行联合调试。联合调试风险管理应由建设、运营、施工、监理、设计及设备供应等相关单位参加，并编写风险记录文件。

9.5.3、9.5.4 试运行和竣工验收风险管理应结合现场资料和风险管理经验，采用风险检查表法实施，针对建设方面和运营方面分别进行风险评估，包括：

1 建设方面风险分析

- 1) 土建系统风险分析，包括：车站、区间、车辆基地和综合维修基地、轨道系统、预留线等；
- 2) 机电设备风险分析，包括：供电系统、信号系统、通信系统、通风空调系统、给水排水和消防系统、防灾报警系统（FAS）、设备监控系统（BAS）、自动售检

票系统（AFC）、车站屏蔽门、安全门、自动扶梯及电梯、防淹门系统等；

- 3) 车辆系统风险分析；
- 4) 系统联调及试运行风险分析。

2 运营方面风险分析

- 1) 组织机构和人员配置及要求风险分析；
- 2) 行车组织和客运组织风险分析；
- 3) 线路运营备品备件风险分析；
- 4) 相关技术资料配备风险分析；
- 5) 资产接管风险分析；
- 6) 试运营规章制度风险分析；
- 7) 应急预案与演练。

试运行中针对轨道、供电、接触网、信号、通信、车辆、屏蔽门及调度指挥等系统需进行综合模拟运行，各相关系统的安全性、可靠性和适用性指标都要求达到运营线路的标准。另外，还需要对客运服务设施和通风空调、FAS、BAS 及 AFC 等系统进行综合动态模拟运行。当联合调试季节符合冷源运行条件时，空调系统要求作带负荷综合效能运行。相关城市轨道交通设施应做到配合协调、联动迅速，功能达到设计规范要求。