

城市轨道交通工程建设安全生产标准化 管理技术指南

住房和城乡建设部

2020年6月

目 录

前言.....	1
第一章 总则与基本规定.....	2
1.1 总则.....	2
1.2 基本规定.....	4
第二章 安全管理行为.....	7
2.1 建设单位.....	7
2.1.1 管理体系.....	7
2.1.2 责任制与管理制度.....	7
2.1.3 安全教育与培训.....	7
2.1.4 前期保障.....	8
2.1.5 施工准备.....	10
2.1.6 现场管理.....	11
2.1.7 工程验收与档案管理.....	12
2.2 勘察单位.....	13
2.2.1 资质资格与管理体系.....	13
2.2.2 管理制度.....	13
2.2.3 勘察大纲策划.....	13
2.2.4 勘察实施.....	15
2.2.5 勘察成果.....	17
2.2.6 勘察服务.....	19
2.2.7 工程验收与档案管理.....	20
2.3 设计单位.....	20
2.3.1 资质资格及管理体系.....	20
2.3.2 管理制度.....	21
2.3.3 设计依据.....	21
2.3.4 设计质量与安全控制.....	23

2.3.5 设计服务.....	25
2.3.6 工程验收与档案管理.....	26
2.4 施工单位.....	26
2.4.1 资质资格与管理体系.....	26
2.4.2 管理制度.....	28
2.4.3 安全教育与培训.....	29
2.4.4 施工组织设计与专项施工方案.....	29
2.4.5 现场施工.....	31
2.4.6 工程验收与档案管理.....	33
2.5 监理单位.....	33
2.5.1 资质资格与管理体系.....	33
2.5.2 管理制度.....	34
2.5.3 监理规划与实施细则.....	34
2.5.4 监理审查.....	35
2.5.5 现场管理.....	36
2.5.6 协调管理.....	37
2.5.7 工程验收与档案管理.....	37
2.6 第三方监测单位.....	38
2.6.1 资质资格与管理机构.....	38
2.6.2 管理制度.....	38
2.6.3 仪器设备.....	38
2.6.4 监测方案制定及审查.....	39
2.6.5 现场实施.....	40
2.6.6 档案管理.....	41
第三章 安全风险管	42
3.1 风险分级管控.....	42
3.1.1 总体要求.....	42
3.1.2 风险等级标准.....	43

3.1.3 规划阶段风险管理.....	44
3.1.4 可行性研究阶段风险管理.....	46
3.1.5 勘察与设计阶段风险管理.....	47
3.1.6 招标、投标与合同签订阶段风险管理.....	51
3.1.7 施工阶段风险管理.....	52
3.1.8 风险咨询.....	57
3.1.9 安全检测.....	58
3.1.10 安全风险管理平台运用.....	59
3.2 隐患排查治理.....	59
3.2.1 隐患分类和分级.....	59
3.2.2 工作机制及各方职责.....	59
3.2.3 危险源辨识和隐患清单.....	60
3.2.4 隐患排查治理实施.....	60
3.3 应急管理.....	62
3.3.1 应急管理机制.....	62
3.3.2 应急预案.....	63
3.3.3 培训与演练.....	64
3.3.4 应急响应.....	64
3.3.5 现场处置.....	66
3.3.6 事故处理.....	67
3.4 重大风险管理.....	67
3.4.1 危大工程管理.....	67
3.4.2 关键节点条件核查.....	73
3.5 特殊条件风险管理.....	78
3.5.1 周边环境安全与不良地质管理.....	78
3.5.2 特殊气候安全管理.....	93
3.6 风险预警预报管理.....	99
3.6.1 管理机制.....	99

3.6.2 预警分类与信息报送.....	102
3.6.3 现场监测实施.....	104
3.6.4 预警响应与处置.....	108
3.6.5 预警消警.....	109
第四章 安全文明施工.....	110
4.1 现场安全文明施工.....	110
4.1.1 文明施工.....	110
4.1.2 安全防护.....	116
4.1.3 临时用电.....	123
4.1.4 消防安全.....	129
4.1.5 机械设备.....	135
4.1.6 设备作业管理.....	147
4.2 通用工程施工.....	150
4.2.1 脚手架工程.....	150
4.2.2 钢筋工程.....	152
4.2.3 模板支架工程.....	153
第五章 明挖、盖挖法施工.....	160
5.1 一般规定.....	160
5.2 基坑支护.....	160
5.2.1 支挡式结构.....	160
5.2.2 支撑体系.....	163
5.2.3 边坡支护.....	165
5.3 降排水.....	166
5.3.1 基坑降水.....	166
5.3.2 基坑排水.....	167
5.4 基坑开挖.....	168
5.4.1 围护结构检测.....	168

5.4.2 开挖节点条件核查.....	168
5.4.3 土方开挖.....	169
5.4.4 围护结构缺陷应对措施.....	170
5.5 结构施工.....	170
5.6 作业环境.....	171
5.6.1 坑边载荷.....	171
5.6.2 上下通道.....	171
5.6.3 基坑安全距离.....	171
5.6.4 防护措施.....	171
5.6.5 安全监护.....	172
5.7 支撑拆除.....	172
5.8 基坑施工监测.....	172
5.8.1 基坑监测项目.....	173
5.8.2 基坑监测点布设、监测频率.....	173
5.8.3 基坑监测预警.....	173
5.9 基坑防坍塌措施.....	177
5.10 盖挖法施工.....	178
5.10.1 开挖.....	178
5.10.2 支撑.....	178
5.10.3 作业环境.....	178
第六章 盾构/TBM 法施工.....	180
6.1 一般规定.....	180
6.1.1 施工方案要求.....	180
6.1.2 关键节点条件核查.....	180
6.2 盾构/TBM 选型.....	180
6.3 安装调试.....	181
6.4 始发、接收.....	181
6.4.1 始发、接收条件核查.....	181

6.4.2 端头井加固.....	182
6.4.3 探孔施工.....	182
6.4.4 盾构洞门钢环及密封装置.....	183
6.4.5 反力架及托架.....	184
6.4.6 盾构机过站调头.....	184
6.4.6 始发、接收管片固定.....	184
6.4.7 围护结构破除.....	185
6.5 盾构机掘进施工.....	185
6.5.1 掘进参数控制.....	185
6.5.2 同步注浆.....	186
6.5.3 二次注浆.....	187
6.5.4 盾构机穿越重要建（构）筑物、既有线路（含铁路）施工前条件核查.....	187
6.5.5 盾构机设备检修与保养.....	188
6.6 管片堆放与管片拼装.....	189
6.6.1 管片堆放.....	189
6.6.2 管片拼装.....	189
6.7 施工运输.....	189
6.7.1 垂直运输.....	189
6.7.2 水平有轨运输.....	190
6.7.3 管道输送/出渣.....	190
6.7.4 皮带机输送/出渣.....	191
6.8 开仓作业.....	191
6.8.1 开仓作业施工要求.....	191
6.8.2 刀具运输及储存.....	193
6.9 隧道洞门施工.....	194
6.9.1 关键节点条件核查.....	194
6.9.2 隧道洞门施工要求.....	195
6.10 联络通道冻结法施工.....	195

6.10.1 基本要求.....	195
6.10.2 冻结孔施工.....	195
6.10.3 冻结站布置及安装.....	196
6.10.4 冻结壁检测.....	197
6.10.5 开挖及支护.....	197
6.10.6 充填注浆与融沉注浆.....	198
6.11 作业环境.....	198
6.11.1 安全防护与保护措施.....	198
6.11.2 通风.....	199
6.11.3 有害气体检测.....	199
6.12 盾构隧道监测.....	200
6.12.1 监测项目及频率.....	200
6.12.2 监测点设置.....	201
6.12.3 监测数据.....	201
6.13 盾构监控.....	201
6.14 盾构隧道防坍塌措施.....	202
6.15TBM 法掘进施工.....	203
6.15.1TBM 掘进.....	203
6.15.2 豆砾石吹填.....	204
第七章 矿山法施工.....	205
7.1 一般规定.....	205
7.1.1 施工方案.....	205
7.1.2 关键节点条件核查.....	205
7.2 降水排水.....	205
7.2.1 竖井与洞口排水.....	205
7.2.2 洞内排水.....	206
7.2.3 降水施工.....	206
7.3 竖井.....	207

7.3.1 关键节点条件核查.....	207
7.3.2 隔水帷幕.....	208
7.3.3 竖井开挖及支护.....	208
7.3.4 喷射混凝土.....	209
7.3.5 垂直运输.....	210
7.3.6 人行通道.....	210
7.4 洞口工程.....	211
7.4.1 关键节点条件核查.....	211
7.4.2 洞口工程施工.....	211
7.5 超前支护.....	212
7.5.1 超前地质预报.....	212
7.5.2 超前管棚及小导管.....	212
7.5.3 注浆加固.....	213
7.6 开挖.....	213
7.6.1 关键节点条件核查.....	213
7.6.2 开挖.....	215
7.7 初期支护.....	217
7.7.1 钢筋网片和钢架.....	217
7.7.2 锚杆（管）.....	218
7.7.3 喷射混凝土.....	218
7.7.4 初支背后回填注浆.....	218
7.7.5 初支断面侵限处理.....	219
7.8 防水作业.....	219
7.8.1 关键节点条件核查.....	219
7.8.2. 防水施工.....	219
7.9 二次衬砌.....	220
7.9.1 临时支护拆除.....	220
7.9.2 钢筋工程.....	220

7.9.3 模板及支架.....	221
7.9.4 混凝土.....	222
7.10 隧道运输.....	222
7.11 作业环境.....	223
7.12 冬期施工防护措施.....	223
7.13 施工监测.....	224
7.14 防坍塌措施.....	226
第八章 高架施工.....	228
8.1 一般规定.....	228
8.1.1 施工方案.....	228
8.1.2 关键节点条件核查.....	228
8.2 桩基.....	228
8.2.1 钻孔.....	228
8.2.2 泥浆.....	229
8.2.3 钢筋笼吊装.....	229
8.2.4 水下混凝土灌注.....	229
8.2.5 桩头破除.....	229
8.2.6 人工挖孔桩.....	229
8.3 承台.....	233
8.3.1 基坑开挖.....	233
8.3.2 钢筋吊装.....	233
8.3.3 模板安装.....	233
8.3.4 混凝土浇筑.....	234
8.4 墩台帽（墩柱、系梁、盖梁、垫石及支座）.....	234
8.4.1 脚手架及作业平台搭设.....	234
8.4.2 钢筋安装.....	234
8.4.3 模板安装及拆除.....	234
8.4.4 混凝土浇筑.....	235

8.4.5 支座施工.....	235
8.5 预制梁制作与架设.....	235
8.5.1 预制梁制作.....	235
8.5.2 设备安装调试.....	237
8.5.3 架梁条件.....	237
8.5.4 提、运梁及架设.....	239
8.6 支架现浇梁施工.....	241
8.6.1 支架地基处理.....	241
8.6.2 支架搭设与拆除.....	242
8.6.3 钢筋吊装.....	242
8.6.4 预应力工程.....	242
8.6.5 混凝土浇筑.....	243
8.6.6 跨越既有道路安全防护.....	244
8.7 悬臂施工连续梁.....	245
8.7.1 悬臂浇筑挂篮施工.....	245
8.7.2 悬臂浇筑 0#块施工.....	245
8.7.3 悬臂浇筑段施工.....	246
8.7.4 悬臂浇筑合龙段施工.....	246
8.7.5 悬臂浇筑跨越铁路、道路安全防护.....	246
8.7.6 悬臂拼装梁段预制及运输.....	247
8.7.7 悬臂拼装节段.....	247
8.8 钢梁架设.....	248
8.8.1 运输.....	248
8.8.2 架设.....	248
8.8.3 焊接.....	250
8.8.4 涂装.....	250
8.9 桥梁附属结构.....	251
8.10 高架车站施工.....	251

8.10.1 高架车站混凝土结构施工.....	251
8.10.2 高架车站钢结构施工.....	252
8.11 施工监测.....	253
8.11.1 监测项目.....	253
8.11.2 监测布点及频率.....	253
8.11.3 监测数据.....	254
8.12 防坠落措施.....	255
第九章 机电、系统、设备与装修施工.....	256
9.1 一般规定.....	256
9.1.1 名词解释.....	256
9.1.2 专项施工方案.....	256
9.1.3 小型机具.....	256
9.2 车站属地管理.....	257
9.2.1 管理机构.....	257
9.2.2 管理协议.....	257
9.2.3 场地移交.....	257
9.2.4 会议制度.....	257
9.2.5 交叉作业.....	258
9.3 轨行区施工管理.....	258
9.3.1 轨行区施工组织.....	258
9.3.2 施工请销点.....	259
9.3.3 轨行区施工安全.....	259
9.3.4 行车安全管理.....	261
9.3.5 定位视频监控调度系统运用.....	262
9.4 轨道工程.....	262
9.4.1 铺轨基地建设、基地布置.....	262
9.4.2 轨排架轨法.....	263
9.4.3 散铺法.....	263

9.4.4 有砟轨道.....	264
9.4.5 无缝线路.....	264
9.5 二次结构及装饰装修.....	264
9.5.1 二次结构.....	264
9.5.2 吊顶、墙面、地面.....	265
9.5.3 钢结构.....	265
9.5.4 装饰幕墙.....	266
9.5.5 挡烟垂壁.....	267
9.6 机电设备安装.....	267
9.6.1 方案要求.....	267
9.6.2 支吊架及抗震支架.....	267
9.6.3 风管制作与安装.....	268
9.6.4 水管加工与安装.....	268
9.6.5 桥架、线管、线缆敷设.....	269
9.6.6 设备安装.....	270
9.6.7 场段工艺设备.....	272
9.6.8 列车的运输吊装及接车.....	272
9.7 系统调试.....	273
9.7.1 单机单系统调试.....	273
9.7.2 系统联调联试.....	278
第十章 智能建造.....	281
10.1 基于 CPS 的施工风险主动控制技术.....	281
10.1.1 产生背景.....	281
10.1.2 技术内容.....	281
10.1.3 主要技术性能和技术特点.....	282
10.1.4 适用范围及应用条件.....	282
10.2 基于 BIM 的施工风险管控技术.....	283
10.2.1 产生背景.....	283

10.2.2 技术内容.....	283
10.2.3 主要技术性能和技术特点.....	284
10.2.4 适用范围及应用条件.....	285
10.3 城市轨道交通工程安全风险管控技术.....	285
10.3.1 产生背景.....	285
10.3.2 技术内容.....	286
10.3.3 主要技术性能和技术特点.....	287
10.3.4 使用范围及应用条件.....	288
10.4 互联网+地铁工程施工质量安全大数据管理成套技术.....	288
10.4.1 产生背景.....	288
10.4.2 技术内容.....	289
10.4.3 主要技术性能与技术特点.....	290
10.4.4 适用范围及应用条件.....	290

前言

为全面贯彻落实《中华人民共和国安全生产法》《全国安全生产专项整治三年行动计划》《关于深入开展企业安全生产标准化建设的指导意见》《建筑施工安全生产标准化考评暂行办法》《工程质量安全手册（试行）》等法规制度精神，推进城市轨道交通工程参建企业及项目的安全生产标准化建设，防止和减少生产安全事故，住房和城乡建设部组织有关单位编制《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（以下简称指南）。

本指南围绕安全管理行为标准化和现场安全生产标准化，在全国范围内开展调查研究，并赴北京、厦门、青岛、无锡、徐州等城市开展实地调研，总结各地在标准化创建方面的成功经验，研究提出涵盖全过程管理、全员参与的安全生产标准化技术体系，形成可复制、可推广的制度。指南起草后，广泛征求各地城市轨道交通建设监管部门、参建单位的意见，进行反复修改完善。

本指南的主编单位：无锡地铁集团有限公司。参编单位：中铁十七局集团有限公司、徐州市城市轨道交通有限责任公司、北京城建勘测设计研究院有限责任公司、广州地铁设计研究院股份有限公司、上海华铁工程咨询有限公司、江苏中设集团股份有限公司、卓圣（北京）风险管理咨询有限公司。

本指南的主要起草人员：靳永福、王波、陆磊、罗跟东、杜嘉俊、王辉、寥日才、刘庆华、王选祥、黄国根、沈贵斌、杨永豪、王盛、王世孟、宋鑫、肖亚俊、王冬晓、任帅、李秋艳、陈学龙、高学飞、刘长安、张义理、郝玉强、高付才、耿敏、陈铖、张喜典、郑世宇、刘永勤、刘丹、钟锴、毛海超、田建华、宇亚飞、杜英豪、梁爽、吴玉龙、杨灯建、艾治家、吴梦、关子琼、高健、张洋、魏善林、刘楠、莫振泽、彭宇一、李迎春、李记军、史力、张宏强、陈裕康、闫官峰。

本指南的主要审核人员：金淮、鲁屹、李少波、韩学詮、韩少光、刘方克、马运康、张春旺、刘鑫、杨和平、乐贵平、张大春、何海建、王晖、吴涛、陈建、罗兵、盛锦松、刘纯洁、张海波、何峰、阎向林、陈万立、关龙、张自太、蔡志军、朱焯昕、孙红斌、叶铁民、谷亚军、童松、吴精义、帅玉兵。

第一章 总则与基本规定

1.1 总则

1.1.1 为建立城市轨道交通工程建设安全管理长效机制，促进安全生产规范实施，有效提高安全管理水平，特编制本指南。

1.1.2 本指南主要适用于城市轨道交通新建工程的安全标准化建设与管理。改建和扩建工程可参照执行。

1.1.3 本指南围绕安全管理行为标准化和现场安全生产标准化，对城市轨道交通工程参建各方，对现场安全文明施工、不同工法施工等提出标准化管理要求。各地可结合工作实际，制定相应实施细则。

1.1.4 本指南制定的主要依据：

1. 《中华人民共和国安全生产法》
2. 《中华人民共和国特种设备安全法》
3. 《建设工程安全生产管理条例》
4. 《生产安全事故应急条例》
5. 《中共中央国务院关于推进安全生产领域改革发展的意见》
6. 《国务院安委会办公室关于实施遏制重特大事故工作指南构建双重预防机制的意见》（安委办〔2016〕11号）
7. 《关于印发〈城市轨道交通工程安全质量管理暂行办法〉的通知》（建质〔2010〕5号）
8. 《住房城乡建设部办公厅关于开展建筑施工安全生产标准化考评工作的指导意见》（建办质〔2013〕11号）
9. 《住房城乡建设部办公厅关于严格落实建筑工程质量终身责任承诺制的通知》（建办质〔2014〕44号）
10. 《住房城乡建设部关于印发〈建筑施工安全生产标准化考评暂行办法〉的通知》（建质〔2014〕111号）
11. 《住房城乡建设部关于印发〈建筑施工项目经理质量安全责任十项规定（试行）〉的通知》（建质〔2014〕123号）

12. 《住房和城乡建设部关于印发<建筑工程五方责任主体项目负责人质量终身责任追究暂行办法>的通知》(建质〔2014〕124号)
13. 《住房和城乡建设部关于印发城市轨道交通建设工程质量安全事故应急预案管理办法的通知》(建质〔2014〕34号)
14. 《住房和城乡建设部关于印发<建设单位项目负责人质量安全责任八项规定(试行)>等四个规定的通知》(建市〔2015〕35号)
15. 《住房和城乡建设部关于印发城市轨道交通工程质量安全检查指南的通知》(建质〔2016〕173号)
16. 《住房和城乡建设部办公厅关于加强城市轨道交通工程关键节点风险管控的通知》(建办质〔2017〕68号)
17. 《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》(住房和城乡建设部令第37号)
18. 《住房和城乡建设部办公厅关于实施<危险性较大的分部分项工程安全管理规定>有关问题的通知》(建办质〔2018〕31号)
19. 《住房和城乡建设部办公厅关于印发城市轨道交通工程土建施工质量标准化技术指南的通知》(建办质〔2018〕65号)
20. 《住房和城乡建设部关于印发工程质量安全手册(试行)的通知》(建质〔2018〕95号)
21. 《住房和城乡建设部办公厅关于推广使用房屋市政工程安全生产标准化指导图册的通知》(建办质函〔2019〕90号)
22. 《住房和城乡建设部办公厅关于印发城市轨道交通工程创新技术指南的通知》(建办质函〔2019〕274号)
23. 《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》(GB50652)
24. 《盾构法隧道施工及验收规范》(GB50446)
25. 《地下铁道工程施工标准》(GB/T51310)
26. 《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120)
27. 《铁路桥涵工程施工安全技术规程》(TB10303)
28. 《铁路通信、信号、电力、电力牵引供电工程施工安全技术规程》(TB10306)

1.1.5 城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术管理除应符合本指南的规定外，还应

符合国家、行业现行的其他相关标准与规定。

1.1.6 当本指南的规定与国家强制性标准不一致时，以国家强制性标准规定为准。

1.2 基本规定

1.2.1 本指南以安全管理行为标准化和现场安全生产标准化为核心，明确各参建单位安全管理职责、安全风险管控目标、现场施工安全控制措施、各工法及各工序安全生产控制要点。

1.2.2 本指南涵盖城市轨道交通工程建设各阶段施工内容，对标《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》《城市轨道交通工程质量安全检查指南》等要求，着眼解决如何达标问题，提出通用性、针对性的标准化要求。

1.2.3 安全管理行为标准化是对参建各方应承担的安全责任、义务等做出相应规定，满足“体系健全、制度完备、责任明确、风险可控”要求。参建各方是指建设、勘察、设计、施工、监理和第三方监测等单位。

1. 建设单位对项目建设的安全生产质量负总责。包括：管理机构与人员配置、责任体系与管理制度、安全教育与培训交底、建设过程的技术、施工与协调管理等。

2. 施工单位承担建设工程安全生产主体责任。包括：资质资格与管理机构、管理制度与教育、施工组织设计与专项施工方案、现场施工管理等。

3. 勘察单位对工程项目的安全生产质量承担勘察责任。包括：资质资格与管理机构、勘察大纲策划与实施、勘察成果交付与配合施工等。

4. 设计单位对工程项目的安全生产质量承担设计责任。包括：资质资格与管理机构、设计依据获取与设计安全控制、设计配合施工等。

5. 监理单位对工程项目的安全生产质量承担监理责任。包括：资质资格与管理机构、监理规划与实施细则、监理审查管理、现场管理与协调等。

6. 第三方监测单位对工程项目的安全生产质量承担监测责任。包括：资质资格与管理机构、仪器设备要求、监测方案制定、审查与实施等。

1.2.4 安全风险管控应贯穿工程建设全过程，落实建设、施工等参建各方的主体责任。包括风险分级管控、隐患排查治理、应急管理、危大工程管理、关键节点条件核查、周边环境安全与不良地质影响管理、特殊气候安全管理、监控量测与预警管理等。

1.2.5 现场安全生产标准化针对现场施工安全制定标准化控制要点。包括安全文明施工、明挖/盖挖法施工、盾构/TBM 法施工、矿山法施工、高架施工和机电、系统、设备与装修施工。

1. 安全文明施工包括文明施工、安全防护、临时用电、消防安全、机械设备和设备作业管理，以及脚手架、钢筋、模板支架等通用工程施工。此后章节凡涉及此类通用项目，均参照本章内容执行。

2. 明挖、盖挖法施工以基坑工程工序作业顺序为轴线，重点关注深基坑围护结构质量可能引发的施工风险、降水及土方开挖对基坑稳定性的影响、主体施工阶段脚手架、模板支架、混凝土浇筑等工序作业的施工前置条件核查、过程控制。包括基坑支护、降排水、基坑开挖与监测、结构施工、盖挖法施工等。

3. 盾构/TBM 法是隧道施工的主要工法，重点关注工程地质条件、水文条件、周边环境要求、加固措施、设备设施作业管理及监控量测等因素。包括设备选型、安装调试、始发与接收、各工序施工控制、联络通道冻结法施工、隧道监控量测、TBM 法掘进施工等。

4. 矿山法是传统施工工法，重点关注工程地质条件、水文条件、周边环境，施工中降排水、超前加固措施是否到位，通道畅通、区段分明、工序衔接、各作业工序互不干扰等因素。包括施工降排水、竖井与洞口工程、超前支护、开挖与初期支护、二次衬砌、隧道运输、施工监测等。

5. 高架施工通常包含高架车站和高架区间施工，重点关注工程地质条件、地基承载力、受力检算、高空作业安全、大型设备操作、预应力施工安全、跨既有线路安全条件等因素。包括桩基、承台等下部结构施工、墩柱、梁等上部结构制作架设与浇筑、高架车站施工等。

6. 机电、系统、设备与装修施工，重点关注轨行区作业安全管理、各专业交叉施工中的安全界面、系统调试阶段的安全调度管理工作。包括车站属地管理、轨行区施工管理、轨道工程、二次结构及装饰装修、机电设备安装及系统调试等。

1.2.6.智能建造有利于促进轨道交通高质量发展，实现安全风险静态与动态管理，改进施工中人、机、料、法、环之间、各级管理层之间的交互方式，建立互联网协同、安全监控、数据收集、智能分析等信息化生态圈，达到智能化、多元化的安全生产目标。

包括基于 **CPS** 的施工风险主动控制技术、基于 **BIM** 的施工风险管控技术、城市轨道交通安全风险管控技术、互联网+地铁工程施工质量安全大数据管理成套技术。

1. 基于 **CPS** 的施工风险主动控制技术，可通过信息物理系统实现地铁工程物理世界与信息世界之间的深度融合，对施工现场风险进行主动控制。

2. 基于 **BIM** 的施工风险管控技术，能充分运用信息化手段规范施工风险管控流程，改变传统的分散管理，实现地铁施工安全风险的全员和全过程管控。

3. 城市轨道交通安全风险管控技术，可采用 **GIS**、无线通讯、光纤专网等手段，对轨道交通建设全过程参建各方的安全风险进行静态与动态管理。

4. 互联网+地铁工程施工质量安全大数据管理成套技术，整合物联网、云计算、大数据、人工智能等信息化手段，形成适应大规模地铁建设的质量安全大数据管理集成平台，提升参建各方的质量安全监管水平，实现质量安全管理模式的转型升级。

第二章 安全管理行为

2.1 建设单位

2.1.1 管理体系

- 1.应设置安全生产管理机构或配备专职安全管理人员，安全管理人员应具备相应的知识、经验。
- 2.专职安全管理人员的数量应与工程建设规模、复杂程度和管理要求相适应。
- 3.明确项目负责人，并按规定签署法定代表人授权书。
- 4.应建立健全生产安全事故应急工作责任制，其主要负责人对本单位的生产安全事故应急工作全面负责。

2.1.2 责任制与管理制度

- 1.建立健全本单位各层级的安全责任制，明确所有部门及岗位的安全责任范围，安全责任制应包含法律、法规、规章、规范性文件所规定的安全责任。
- 2.建立健全本单位安全考核制度，明确各岗位的安全考核标准，定期开展考核。
- 3.建立健全安全管理制度，内容应符合相关法律、法规、规章、规范性文件的规定，并能满足工程安全管理需要。制度中应包含但不限于以下内容：施工、监理、设计、勘察、第三方监测合同履行管理，现场安全管理，包括文明施工管理，消防管理，人员、设备管理，多个单位共同作业区管理，车辆和设备调试管理等；安全风险分级管控和隐患排查治理等；工程周边环境调查，危大工程管理，关键节点条件核查，应急管理，监测管理，事故调查及报告，安全教育培训等。
- 4.建立安全会议制度，定期组织开展安全会议（例会、专题会、年度工作会等），详实记录会议内容。

2.1.3 安全教育与培训

- 1.根据安全教育培训制度制定培训工作计划，并严格落实。
- 2.对新职工，包括新职工、转岗人员、复岗人员、实习人员、被派遣劳动者，开展

岗前安全教育培训，岗前安全培训时间不得少于 24 学时，经考试合格后方可上岗；对换岗员工应重新开展岗前安全教育培训，经考试合格后方可上岗。

3.主要负责人和安全生产管理人员初次安全培训时间不得少于 32 学时，每年再培训时间不得少于 12 学时。

4.对项目管理人员（建设单位项目负责人）定期、不定期开展安全教育培训。

5.安全教育培训内容应与工程实际相关，能指导工作。

6.应建立完整、齐全的员工安全教育培训档案资料。

2.1.4 前期保障

1.工期造价管理

1) 科学确定合理工期。根据实际情况对工程进行充分评估、论证，从保证工程安全和质量的角度，科学确定合理工期及每个阶段所需的合理时间。严格基本建设程序，坚决防止边勘察、边设计、边施工。

2) 严格执行合理工期。在施工招标前，应当组织专家对施工工期和造价进行论证，论证时应充分考虑工程的复杂程度及其周边环境拆除、迁移等对施工工期和造价的影响。专家论证报告作为招标文件编制的依据。在工程招标投标时，将合理的工期安排作为招标文件的实质性要求和条件。严格按照施工图招标，不能预招标或边设计边招标。与中标方签订的建设工程合同应明确勘察、设计、施工等环节的合理周期。

3) 严肃工期调整。应严格规定建设工程合同工期调整的前提和条件，坚决杜绝任何单位和个人任意压缩合同约定工期，严禁领导干部不顾客观规律随意干预工期调整。确需调整工期的，必须经过充分论证，并采取签订补充协议等相应措施，通过确保安全费用、优化施工组织等，确保工程安全质量。

4) 工程概算应当包括安全质量风险评估费、工程监测费、工程周边环境调查费及现状评估费等保障工程安全质量所需的费用。

5) 应当依法执行国家有关勘察设计费、监理费等管理规定，开展勘察、设计、施工、监理、监测等单位的招投标工作，不得明示或暗示勘察、设计、施工、监理、监测等单位以低于成本的价格或政府指导价竞标。

6) 在招标编制工程量清单时，应当将安全措施费用单列，施工单位竞标时不得删减；

对于危大工程，招标文件中应列出危大工程清单、危大工程施工技术措施费及相应的安全防护文明施工措施费。

2.参建各方主体资质和人员资格审查

1) 依法将工程发包给具有相应资质等级的单位，在招标过程中应严格审核各参建单位资质及人员资格。

2) 建立中标单位资质和人员资格管理台账，并与实际相符合。

3.合同履行

1) 在合同中明确安全措施费的预付、支付计划、使用要求及调整方式。

2) 按合同约定及时拨付工程款。

3) 建立工程款支付台账。

4) 工程合同中应明确规定双方安全责任及安全违约责任，内容应完整并符合法律、法规、规章、规范性文件的相关规定。

4.提供工程基础资料

1) 按规定向勘察、设计、施工、监理、监测等单位提供基础资料（气象、水文、地形地貌、工程地质、水文地质和工程周边环境、现状评估报告等），所提供资料应真实、准确、完整，如有变化应及时组织补充完善。

2) 规范双方资料交接书面签收程序。

5.初步设计阶段风险评估

1) 建设单位应当在初步设计阶段组织开展城市轨道交通工程安全质量风险评估（含建设工期、造价对工程安全质量影响性评估）并组织专家论证，同时按照有关规定组织专家进行抗震、抗风等专项论证。

2) 建设单位在报送初步设计文件审查时，应当提交经专家论证的安全质量风险评估报告。

6.委托专项勘察、设计

1) 如遇特殊地质条件，应委托勘察单位进行专项勘察。

2) 如遇暂不具备勘察条件的区域，应在具备勘察条件后，及时通知勘察单位完成勘察。

3) 如遇工程设计、施工条件发生变化，应及时委托勘察单位进行补充勘察。

4) 建设单位应在合同中明确勘察外业作业的安全生产要求,定期对勘察外业作业进行安全检查。

5) 对安全质量风险评估中确定的高风险工程组织设计单位开展专项设计和专项交底。

7.报送施工图审查

1) 建设单位应当依法将施工图设计文件(含勘察文件),报送经认定具有资格的施工图审查机构进行审查。

2) 及时依法办理消防建审。实行施工图设计文件联合审查的,应当将建设工程消防设计的技术审查并入联合审查。

3) 对拟采用的无现行工程建设强制性标准的新技术、新工艺、新材料,应组织或委托设计、监理单位组织技术论证并按照规定报相关主管部门核准。

2.1.5 施工准备

1.组织交底、图纸会审

1) 设计阶段,及时组织勘察单位向设计单位进行勘察文件交底。

2) 施工前,及时组织勘察、设计单位向施工、监理、监测等单位进行勘察、设计文件交底。

3) 勘察、设计交底应说明涉及工程安全的内容。交底内容主要包括工程地质情况,水文地质情况,特殊性岩土和不良地质作用对工程的危害程度,周边环境与工程建设之间的相互影响,提出合理的建议,并形成文字记录,记录应详实,由各方签字、盖章,签字、盖章手续齐全。

4) 及时组织所涉及地下管线的产权单位或管理单位向设计、勘察、施工、监理、第三方监测等单位进行现场交底,现场交底应形成交底记录,记录应详实,签字手续齐全。

5) 组织勘察单位、设计单位、施工单位、监理单位进行施工图会审,并形成会审意见。

2.委托第三方监测

1) 按规定委托具备勘察等资质条件的监测单位开展第三方监测工作。

2) 第三方监测单位与所监测工程的施工单位不得存在隶属关系或者其他利害关系。

3) 第三方监测单位应当根据勘察设计文件、安全质量风险评估报告、监测合同及有

关资料编制第三方监测方案，经专家论证并经监测单位主要负责人签字并加盖公章后实施。

3. 委托风险咨询

为加强建设全过程安全风险管控，宜委托具备相应项目管理能力和经验的风险咨询单位开展工程建设各阶段安全风险评估、施工阶段安全风险监控管理服务和信息系统建设服务等工作。

4. 提供施工场地

- 1) 提供能满足施工要求的场地、水、电、交通条件。
- 2) 房屋、市政道路、管线、绿化及其他设施的征拆、迁改、迁移工作应及时、有序开展，保证现场施工及工程周边环境的安全。

5. 办理相关施工手续

- 1) 将工程质量安全监督手续与施工许可证合并办理；申请办理相关施工手续时，应提交危大工程清单及其安全管理措施等资料。
- 2) 建设单位应当落实建设资金，提供建设资金已经落实承诺书。
- 3) 办理施工手续后，方能施工。

2.1.6 现场管理

1. 材料设备管理

1) 采购的建筑材料、商品混凝土、混凝土预制构件、建筑构配件和设备应符合产品质量标准、设计要求和合同约定，有产品出厂质量合格证明文件，国家实行生产许可证管理、强制性产品认证的应具有相应的证书。

2) 委托工程监理单位人员见证，由施工单位的现场试验人员对工程中涉及结构安全的试块、试件和材料在现场取样，并送至经过省级以上建设行政主管部门对其资质认可和质量技术监督部门对其计量认证的质量检测单位进行检测，经检测合格后使用。

2. 现场协调管理

1) 明确参建各方现场协调负责人，组织参建各方成立现场协调机构，进行现场协调管理，确保现场安全生产有序。

2) 组织参建各方编制车站、轨行区等多方共同作业区管理办法（包括现场照明、临

时用电、安全防护设施、消防设施管理，轨行区运输管理、施工管理，轨行区送电管理，车辆和设备联合调试管理等），并督促执行。

3) 建立现场协调工作会议制度并落实。

4) 两个以上施工单位在同一施工场地内作业，应组织各施工单位，监理单位签订施工安全管理协议，协议中应明确各自的安全管理责任和措施。

5) 根据工程进展，及时组织现场参建单位的场地及设施交接工作，组织完成交接中的安全交底工作。

3.现场履约管理与检查

1) 定期组织安全履约考核检查（人员履职、合同履约、安全措施费使用情况等）和安全检查，对发现的安全隐患有明确处理意见，形成安全检查记录。

2) 及时处理施工和监理单位上报的安全问题。

3) 组织开展施工现场安全标准化考评工作。

4.违规行为

1) 不得存在违章指挥情况。

2) 不得明示或者暗示参建单位违反建设工程质量安全法律、法规和强制性标准行为。

3) 不得明示或者暗示施工单位使用不合格的建筑材料、建筑构配件和设备、设施、机具、用具、消防器材等行为。

2.1.7 工程验收与档案管理

1.编制内容全面的验收方案，验收方案的内容应包括验收小组人员组成、验收方法等；在具备验收条件后，按规定分别组织单位工程验收、项目工程验收和工程竣工验收。

2.单位工程验收合格且通过相关专项验收后，方可组织项目工程验收；项目工程验收合格后，应组织不载客试运行，试运行三个月、并通过全部专项验收后，方可组织竣工验收。

3.应对验收小组主要成员资格进行核查，验收的内容、程序和质量抽样检查应符合《城市轨道交通建设工程验收管理暂行办法》等相关规定，各阶段验收的成果资料应完整，人员签字齐全。

4.验收合格后方可进入下一阶段验收，工程经竣工验收合格后方可交付使用，竣工

验收后应按相关规定及时办理备案手续。

5.对不影响运营安全及使用功能的缓建、缓验的项目应获得相关部门批准。

6.建立资料管理制度，严格按照国家有关档案管理的规定，及时收集、整理建设项目各环节的文件资料，建立、健全建设项目档案，并在建设工程竣工验收后，及时向建设行政主管部门或者其他有关部门移交建设项目档案。

7.建立五方项目负责人质量终身责任信息档案。

2.2 勘察单位

2.2.1 资质资格与管理体系

1.企业应在资质等级许可范围内承揽业务，严禁转包或违法分包。

2.项目负责人需持有“注册土木工程师（岩土）”执业资格证书，同时需取得法定代表人授权书，并签署工程质量终身责任承诺书。

3.建立完善项目管理体系，根据合同要求配备项目负责人、技术负责人、现场负责人、审核人员等。

2.2.2 管理制度

1.勘察单位应建立有效的、可行的安全管理制度，同时对安全管理系统的运行提供可靠的保障措施。

2.试验员、记录员、机长（司钻员）等现场作业人员应进行专业培训，设备进场前对现场作业人员进行安全交底。

3.建立安全岗位责任制，岗位职责应清晰且落实到位。

2.2.3 勘察大纲策划

1.资料收集与研究

1) 按照《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB50307）要求收集区域地质资料和工程周边环境资料。

2) 认真分析、利用收集到的区域地质资料、工程周边环境资料。

3) 认真分析、利用上阶段勘察成果资料，有针对性的制定勘察大纲。

2.大纲编制

1) 可行性研究阶段宜按照线路编制勘察大纲，初步勘察阶段宜按照勘察标段或地质单元编制勘察大纲，详细勘察阶段宜按照工点编制勘察大纲；各勘察大纲应统一全线地质单元、工程地质和水文地质分区、岩土分层的划分标准。

2) 按标准、规范及合同，结合工程特点合理编制勘察大纲，并进行评审。

3) 依据区域地质情况，选择稳定、可靠、可行的勘察手段，并互相比较、验证。

4) 根据项目特点制定合理、可行的勘察方案，并充分考虑设计、施工的需要。

5) 勘察方案应经勘察单位内审（签署意见），并经总体院、勘察监理单位批准、专家评审通过后实施。

3.勘探点布置

1) 勘探点布置应与工点类型、构筑物形式、施工工法结合。

2) 勘探孔距应满足规范和设计要求；勘探孔深应满足规范、设计及施工要求；技术孔、控制性钻孔比例应满足规范要求。

3) 车站出入口、通风道、联络通道、加固段、盾构始发接收段或竖井应有钻孔控制；

4) 勘察时遇地下水应量测水位。当场地存在对工程有影响的多层含水层时，应分层量测。

4.取样、原位测试、物探、现场试验布置

1) 土样采取数量、原位测试数量、水样采集数量应满足规范要求。

2) 取样方法、原位测试、物探试验应满足规范要求。

3) 水文地质试验应根据工程需要进行。

5.室内试验布置

1) 岩土室内试验项目与主要土层试验数量应满足《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB50307）规定，满足岩土性质、工程类型和设计、施工需要。

2) 主要土层试验数量应满足《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB50307）规定；

3) 工程岩体试验对象应具有地质代表性。试验内容、试验方法、技术条件等应符合工程建设勘测、设计、施工、质量检验的相关要求。

2.2.4 勘察实施

1. 大纲落实

工程地质勘探、取样、原位测试、室内试验、水文地质试验、物探试验等应按勘察大纲规定的工作量和方法实施。

2. 管线及构筑物核查

1) 根据物探管线图核对勘探点，邀请管线产权单位到现场进行管线交底。

2) 钻探前实地逐点（勘探点）进行地下管线物探核查，勘探中采取浅部探挖等有效措施，确保勘探施工安全。

3) 勘察外业工作应当严格执行勘察方案、操作规程和安全生产有关规定，并采取措施保证勘察作业范围内的地下管线和地下构筑物的安全。

3. 孔位测放

勘探点实际孔位测量应采用与设计相符的高程、坐标系统，用满足精度的测量仪器测放，引测基准点应满足精度要求。

4. 探孔调整

地质异常段应加密勘探孔；遇断裂、洞穴等不良地质时勘探孔适当加深；在施工中根据需要组织补充勘察。

5. 钻进及岩芯采取率

1) 钻进方法的选择，应根据地层、勘探深度、取样、原位测试及场地条件确定，满足《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB50307）规定。

2) 钻芯采取率、回次进尺、岩芯整理及钻探记录应满足《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB50307）规定。

6. 岩土鉴别与描述

岩土鉴别与描述应按照《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB50307）规定执行。

7. 样品采集

1) 取样方法和样品质量、样品标识应满足《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB50307）规定。

2) I、II、III级土试样应妥善密封，防止湿度变化，严防暴晒或冰冻，保存时间不宜超过两周。在运送中应避免振动，对易于振动液化和水分离析的土试样宜就近进行试

验。

8.原位测试

1) 原位测试手段选用应合理,按《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GB50307)规定根据岩土条件、设计对参数的需要、地区经验和测试方法的适用性等因素综合确定。

2) 根据《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GB50307)规定,原位测试的仪器设备应定期检验和标定。

3) 原位测试深度应根据规范、工程设计需要和测试方法的适用性综合确定。

9.物探测试

1) 物探测试仪器、设备应定期检验和标定;选用性能良好的设备,采用合适的测试方法进行物探试验。

2) 物探测试项目应满足设计要求。

10.水位观测及水文地质试验

1) 地下水位观测可在钻孔、探井和测压管内直接量测,精度不得低于 $\pm 20\text{mm}$,并注明量测时间。量测稳定水位的时间间隔应根据地层的渗透性确定。从停钻至量测的时间:砂土和碎石土不宜少于 0.5h ,粉土和粘性土不宜少于 8h 。对位于江边、岸边的工程,地表水位与地下水位应同时量测。

2) 当场地存在对工程有影响的多层含水层时,应分层量测。

3) 水文地质试验操作应满足《铁路工程水文地质勘察规程》(TB 10049)与《水电水利工程钻孔抽水试验规程》(DL/T5213)相关规定。

11.外业记录

原始记录应按《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T87)规定进行,记录内容应规范、完整,签署齐全。

12.室内试验

室内试验方法及质量控制应按照《土工试验方法标准》(GB/T50123)要求执行。

13.外业安全

1) 勘察外业工作应严格执行勘察方案、操作规程和安全生产有关规定。

2) 采用组织措施和经济手段确保安全措施到位。

3) 勘探作业现场干净整洁,围挡规范,机具有序摆放。

4) 对现场作业人员进行安全交底, 并对勘探设备进行检查, 保证设备性能良好, 安全防护措施完备, 确保作业人员安全。

5) 水上勘察作业应制定水上作业专项方案, 并经专家评审。

6) 勘察施工时, 应做好安全防护措施, 并设置警示牌。山区施工应做好应对山路湿滑或落石的保护措施。

7) 及时对勘探孔进行封堵, 封堵方式和封堵质量应满足规范要求, 并由建设单位组织或委托相关单位组织全数验收。

2.2.5 勘察成果

1. 岩土层划分

1) 土层定名应满足《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GB50307) 和《岩土工程勘察规范》(GB50021) 规定, 并结合土工试验、地区经验划分岩土层。

2) 报告中应统一全线地质单元、工程地质和水文地质分区、岩土分层的划分标准。

2. 不良地质与特殊性岩土

1) 不良地质与特殊性岩土、有害气体等应按照国家现行有关规范、规程进行勘察、识别。

2) 准确、全面评价不良地质与特殊性岩土、有害气体等对工程的影响, 以及工程施工对不良地质作用的诱发, 提出避让或防治措施的建议, 满足工程设计、施工和运营的要求。

3) 查明构造带、断裂带、风化槽、球状风化等地质条件, 准确评价对轨道工程建设的影响。

3. 地下水

1) 依据相关规范阐明含水层的富水性、透水性; 查明地下水的补给、径流和排泄条件, 地表水与地下水的水力联系。

2) 依据相关规范对地下水(土)的化学类型及腐蚀性进行评价。

3) 应根据施工方法、开挖深度、含水层岩性和地层组合关系、地下水资料和环境要求, 提出地下水控制的建议。

4. 场地稳定性、适宜性

依据相关规范要求，对场地稳定性和工程建设适宜性做全面、准确的评价。

5.围岩及土石工程分级

1) 围岩分级应根据隧道围岩的工程地质条件、开挖后的稳定状态、弹性纵波波速划分。

2) 根据《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GB50307) 要求对土石工程进行合理分级。

6.岩土物理力学参数

依据规定统计分析岩土物理、力学参数，同时参照地方规范要求及地方勘察经验合理给出建议值，并应满足设计需要。

7.工程地质、水文地质条件评价及措施建议

1) 对工程地质条件和水文地质条件进行准确、全面的评价。

2) 提供设计、施工所需的岩土参数，并对各类建筑工程的地基基础形式、地基承载力、变形参数给出合理的建议、分析与评价。

3) 分析评价地基、围岩及边坡稳定性，预测可能出现的岩土工程问题。

4) 合理分析地下水对工程的影响，提出地下水控制措施的建议。

5) 水和土对建筑材料腐蚀性评价应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021) 有关规定。

6) 应根据设计、施工要求，结合地区经验，对工程提出合理性、针对性建议。

7) 拟建场地或附近存在对工程安全有不利影响的不良地质作用且无法规避时，应提出专项勘察工作建议，进行专项勘察；水文地质条件复杂且对工程及地下水控制有重要影响时应进行水文地质专项勘察。

8) 应对不良地质地区的工程项目进行风险评估和论证。

8.场地与地基的建筑抗震设计基本条件

根据《城市轨道交通结构抗震设计规范》(GB50909) 与《建筑抗震设计规范》(GB50011) 规定，全面、准确的提供抗震影响基本参数，划分场地土类型和场地类别，划分场地建筑抗震有利、不利和危险地段，评价地震液化和软土震陷的可能性。

9.环境影响分析

工程建设对工程周边环境的影响分析或工程周边环境对工程建设的影响分析应依据规范

进行全面、准确评价，同时参照地方标准及地方工程经验，提出防治措施的建议。

10.遗留问题说明

1) 勘察成果中，应对勘察工作遗留问题（钻孔中遗留物，未施工钻孔等）进行说明并提出处理措施建议。

2) 对问题钻孔进行标识，提醒设计、施工单位引起重视，采取必要的措施。

11.成果审查及意见落实情况

勘察结果应进行内部审核；应按要求进行强制审查，并按照强制审查意见进行修改完善，对未落实的审查意见阐明理由。

12.勘察成果准确性

1) 地层描述应与实际地质情况相符；相邻区段、相邻工点的衔接部位或不同线路交叉部位地层应保持一致。

2) 水文地质参数（水位、水量、渗透系数）应与实际水文地质相符。

3) 围岩等级应与实际情况相符。

4) 持力层的承载力应与实际检测结果相符。

5) 重要的岩土参数应与实际情况相符。

6) 勘察成果应通过多种勘察手段互相验证，搜集设计、施工及地方建筑资料，复核勘察成果的准确性，对有疑问的地方及时采取补勘等措施。

7) 应准确标注勘察孔坐标位置，同时在基坑开挖、盾构掘进施工条件验收前，负责对施工区域勘察孔位置和封堵情况进行核查。

2.2.6 勘察服务

1.勘察成果交底

勘察单位应按规定向设计单位进行勘察文件交底。勘察成果交底内容应结合构筑物特点、工点地质资料，对场地工程地质情况进行分析评价（水文地质条件，水、土腐蚀性，抗震地段，液化情况，震陷情况，场地稳定性和适宜性，周边环境及风险，围护方案，基坑岩土工程问题分析，不良地质作用和特殊性岩土情况等），并给出合理化建议；对工程有影响的重点地质问题进行交底，并对勘察工作遗留问题做出解释。

2.施工配合

- 1) 应按照勘察合同提供设计、施工配合服务。
- 2) 应按照要求参加设计交底和图纸会审会议；涉及到勘察的问题应及时回复。
- 3) 及时解决设计、施工中与勘察有关的问题；组织勘察人员参与相关工程质量安全事故分析，并对因勘察原因造成的质量安全事故，提出与勘察工作有关的技术处理措施。

2.2.7 工程验收与档案管理

1. 工程验收

- 1) 勘察报告（各阶段）应通过专家评审会评审，并满足设计、强审要求，依据各方意见修改完善。
- 2) 参加由监理单位组织涉及勘察单位的分部分项工程验收、单位工程预验收，由建设单位组织的单位工程验收、项目工程验收、工程竣工验收。

2. 档案管理

- 1) 勘察资料及时归档管理，资料应完整、内容真实。
- 2) 档案由专人管理，管理人员应经专门培训。
- 3) 勘察成果文件签字、签章应齐全。

2.3 设计单位

2.3.1 资质资格及管理体系

1. 设计单位应在其资质等级许可范围内承揽设计业务，禁止其超越其资质等级许可范围或者以其他设计单位的名义承揽设计业务；严禁非法转包或者违法分包。
2. 设计工作开展前，建立完成项目管理体系，根据合同要求配备项目负责人、专业负责人、设计人员、审核人员等。
3. 设计项目负责人应由取得相应的执业资格、并具备设计管理能力的人员担任；设计工作开展前，设计单位法定代表人应当签署授权书，明确项目负责人，项目负责人应签署质量终身责任承诺书。
4. 承担项目的专业负责人、设计人员、校核人员应符合相应的注册执业资格（或执业资格）要求，并具备相应的专业技术能力。

2.3.2 管理制度

1.设计单位应制定质量安全管理制，明确安全生产责任制，其中包括但不限于质量安全管理手册、技术质量管理奖惩办法、收发文件管理制度、来文审阅执行制度、变更洽商审核执行制度、图纸审核发放制度、图纸资料管理制度等。

2.项目负责人和专业负责人应在岗（到位）履职，或经得建设单位同意按照规定程序更换符合条件的项目负责人和专业负责人，由更换后的项目负责人承担项目的全面设计质量责任；严禁擅自更换设计项目负责人或专业负责人。

3.内部审核制度

1) 应制定完善的内部审核制度，内部各级复、审核卡应齐全，内部评审、方案会审记录应齐全，专业间互提资料单应齐全。

2) 应全面落实内部各级复、审核意见，且文件的签署、专业会签完整。

3) 结构计算书签字应齐全，计算内容完整且满足相关规范和规定要求。

4.外部审查确认制度

1) 应对高风险工程专项设计方案和高风险工程周边环境监测项目及其变形控制指标进行专家论证。

2) 应按照《市政公用设施抗灾设防管理规定》（住建部令 1 号）和《市政公用设施抗震设防专项论证技术要点》要求进行抗震专项论证；并根据专项论证意见进行抗震专项设计。

3) 对专家论证过的各专项论证方案中影响设计方案的关键意见应落实，如未落实应说明理由。

4) 施工图设计应说明初步设计审查专家意见（包括其它评审意见）的执行情况。

2.3.3 设计依据

1.基础资料

1) 设计工作开展前应收集或获取相关基础资料和通过评审的专项报告，其中基础资料包括但不限于工程地形测绘、地质资料、工程周边环境资料等，专项报告包括但不限于地质灾害评价、场地地震安全性评价、工程节能评估、社会稳定风险评价、防洪防涝评价、高架抗风评价、客流预测研究、安全预评价等。

2) 应全面落实前一阶段的设计审查意见、风险评估报告等专项报告的要求。

3) 设计单位应根据审查后勘察成果文件进行设计。

4) 采用的勘察文件勘察深度应满足要求，若勘察深度不满足要求，设计文件应明确相关的应对措施包括补充勘察、引用相邻工程资料后验证等。

5) 设计工作开展前，应对工程周边环境进行踏勘，并对重要的工程周边环境资料进行现场核查。

2. 法律法规标准执行

1) 设计单位应按照国家、地方相关法律法规进行设计，并且不应违反相关法律、法规（规范性文件）工程建设强制性条文和标准。

2) 设计文件应采用现行有效的设计规范、规程和规定，且规范、规程和规定应齐全。

3) 设计文件的深度应满足城市轨道交通工程设计文件编制深度规定等相关要求，并且还满足国家、地方规定的其它设计深度要求。

4) 设计文件应根据现行有效规范《工程结构可靠性设计统一标准》（GB50153）的要求明确结构的安全等级及设计使用年限。

5) 设计文件应根据结构安全等级明确结构重要性系数。

6) 设计文件应根据结构使用年限要求，明确结构设计耐久性设计要求及指标。

7) 设计文件应根据现行规范《城市轨道交通结构抗震设计规范》的要求明确结构的抗震设防类别，并根据设防类别及本地区抗震设防烈度明确结构的抗震等级要求。

8) 设计单位应考虑施工安全操作和防护的需要，对涉及施工安全的重点部位和环节在设计文件中注明，并提出保证工程安全质量的处理措施。

9) 采用新结构、新材料、新工艺的建设工程和特殊结构的建设工程，设计单位应在设计文件中要求按相关规定进行报批、认证等程序，并提出预防生产安全事故的措施建议。

10) 设计文件应标明采用的建筑材料、建筑构配件和设备的规格、性能指标要求，其质量要求必须符合国家规定的标准及建筑工程的功能需求。

3. 结构计算

1) 设计单位提交设计文件审查时应提交结构计算书，计算书需提供原始输入数据和资料，手算时应提供计算公式和过程；经审查修改后的计算书应能作为设计合理性依

据。

2) 结构计算书中应根据相关规范明确结构的安全等级要求, 计算工况应完整, 并按照相关规范和规定进行结构强度、刚度、稳定性计算及裂缝宽度等验算。

3) 结构计算书中应根据现行的《建筑结构荷载规范》《建筑结构可靠性设计统一标准》《工程结构可靠性设计统一标准》《地铁设计规范》等规范和规定, 合理明确荷载分类、荷载组合、荷载取值(特别是施工荷载, 水土压力计算等)及分项系数。

4) 应根据相关规范和规定合理选取计算方法、计算模型及计算简图, 确保能够很好反映结构实际受力情况; 并应进行抗震、抗浮和变形等验算, 确保抗震、抗浮计算分析和措施合理。

2.3.4 设计质量与安全控制

1. 不良地质和特殊性岩土

- 1) 设计应对地层承载力不满足要求的部位提出地基加固改良等措施。
- 2) 应对岩溶、暗浜、有害气体、湿陷性黄土、断层、流沙、易液化地层、易突涌地层、膨胀性地层以及其它不良地质和特殊性岩土采取有效的应对措施。
- 3) 对高风险不良地质, 比如岩溶、有害气体等应提出采取施工详细勘察或超前探测措施。

2. 结构与防水

1) 总体要求

- (1) 设计应明确采用线路资料的版本。
- (2) 结构的净空尺寸必须符合地铁建筑限界要求, 并应满足使用及施工工艺要求, 同时应计入施工误差、结构变形和位移的影响等因素。
- (3) 应对主体结构在水平、立体交叉部位、复杂节点、结构变化等受力复杂部分进行详细计算, 并进行详细设计和加强处理。
- (4) 应对施工过程中影响结构整体稳定性的重点环节采取合理、有效的结构处理措施, 确保结构安全。
- (5) 设计应明确工序转换合理的施工工法、施工步骤和工序要求。
- (6) 城市轨道交通的主体结构工程, 以及因结构损坏或大修对运营安全有严重影响

的其他结构工程，设计使用年限不应低于 100 年，并按使用年限要求进行耐久性设计；耐久性设计应准确和完整。

(7) 结构的防水措施应根据气候条件、工程地质和水文地质状况、结构特点、施工方法、使用要求等因素确定，应保证结构的安全性、耐久性和正常使用要求。高架结构、明挖结构、矿山法结构、盾构法隧道和沉管法隧道的结构防水方案应参照现行的《地铁设计规范》和《地下工程防水技术规范》(GB50108) 执行；防水方案选择合理和完整。

(8) 沉管隧道结构尺寸除满足建筑限界要求外，尚应满足结构受力、变形和管节浮力设计的要求。

(9) 地铁车站出入口及敞口低风井等口部的防淹措施，应满足当地防洪排涝要求。

2) 明挖基坑

(1) 围护结构及支撑体系应满足结构稳定性、强度、刚度等要求。

(2) 应对围护结构提出质量检测要求。

(3) 设计方案应提出基坑内支撑防坠落措施和方案。

(4) 应设计合理的钢支撑活络头锁定方式，避免造成偏压、卸压、失稳等不利影响。

(5) 设计应明确提出施工荷载控制要求。

3) 暗挖法隧道

(1) 设计应提出合理的施工步序和拆除临时支撑的措施和间距要求。

(2) 设计应提出暗挖马头门、断面变化处、初支拆除和二衬扣拱等关键节点的详细设计措施和参数。

(3) 暗挖设计应提出动态管理措施及要求，施工过程中通过监控量测修正设计初期支护参数。

4) 盾构法隧道

(1) 穿越水体或其它重要风险源时盾构隧道覆土厚度不够时，设计应明确相应的控制措施。

(2) 管片的连接、防水和注浆措施完善。

(3) 设计应提出合理和完善的联络通道与主体工程接头的处理措施。

(4) 对冷冻法+暗挖法施工的联络通道，特别是带泵房的联络通道，必须评价冻融后工程的安全性，同时应明确工程措施。

5) 监控量测

(1) 应对支护结构、周围岩土体及工程周边环境进行监测设计；工程监测项目和监测点布设应满足规范要求；合理明确监测项目的控制值；根据工程特点、监测项目控制值和施工经验等制定监测预警等级和预警标准。

(2) 应按规定对工程周边环境监测控制标准组织专家论证。

(3) 高风险工程监测控制指标应分解到施工各主要工序，对复杂节点应提出针对性监控量测要求。

2.3.5 设计服务

1. 设计交底

1) 应对涉及工程安全、重大风险和工序转换等关键节点向施工、监理单位进行交底，并提出处理措施及建议。

2) 应按要求执行设计交底制度；设计交底应形成文字记录，各方签字盖章齐全；设计文件交底应重点说明设计文件中涉及工程安全质量的内容和主要施工注意事项。

3) 应按要求执行图纸会审制度；图纸会审意见应逐条回复，且各方签字盖章齐全。

4) 在进行设计交底时，设计人员应对风险源、控制指标及处理措施进行设计安全交底。参加的单位 and 人员包括：工程建设项目负责人、总体设计单位、工点设计单位、监理单位、第三方监测单位和施工单位等相关参建单位的技术负责人及相关人员，对产权单位有特殊要求的环境风险工程，邀请产权单位参加。

2. 设计变更

1) 设计变更应履行规定的程序，施工图设计发生重大变更（工法调整、涉及到结构变化等）时应按有关规定重新报审。

2) 工程设计条件发生变化时，设计单位应及时研究合理变更设计方案，按照规定程序及时完成变更设计。

3) 设计变更文件应按要求完善内部审查和施工图审核程序，并签章。

3. 施工配合

1) 设计不应指定建筑材料、建筑构配件的生产厂、供应商。

2) 委派到施工现场的专业技术人员应能及时解决与设计有关的问题；施工配合应留

有相关记录。

2.3.6 工程验收与档案管理

1.设计单位项目负责人应参加工程竣工验收，验收合格后应在相关验收文件上签字并加盖公司公章。

2.建立工程项目全过程的设计成果资料档案，资料齐全、内容完整。

3.应建立完善设计文件资料管理制度，档案应由专人管理，管理人员应经专门培训。

4.设计单位应依据现行国家标准《建设工程文件归档整理规范》（GB/T50328），结合当地城市城建档案归档要求完成轨道交通项目设计文件成果的归档工作。

5.工程文件的具体归档范围应符合现行标准《建设工程文件归档整理规范》（GB/T50328）的要求及当地城市城建档案馆和建设单位要求。

6.归档的电子文件应采用《建设工程文件归档整理规范》（GB/T50328）规定的开放式文件格式或通用格式进行存储，专用软件产生的非通用格式的电子文件应转换成通用格式；归档的电子文件应包含元数据，保证文件的完整性和有效性，元数据应符合现行行业标准《建设电子档案元数据标准》（CJJ/T187）的规定。

2.4 施工单位

2.4.1 资质资格与管理体系

1.资质资格与人员

1) 施工单位应具备相应施工资质，并依法取得安全生产许可证。

2) 项目经理应具备相应执业资格，持有安全生产考核合格证，应在岗履职，不得同时在两个及两个以上的工程项目担任项目经理，如需更换应征得建设单位及相关部门书面同意。

3) 施工单位项目班子成员（项目经理、副经理、总工）应至少有一名从事过同类水文地质条件的工程项目，并具有相关实践经验。

4) 施工单位项目负责人、技术负责人、安全负责人等主要管理人员按合同规定履职，落实现场带班制度。

5) 项目应按照《建筑施工企业安全生产管理机构设置及专职安全生产管理人员配备

办法》及施工合同要求，配备相应数量安全管理人员，安全管理人员应持相应的安全生产考核合格证，并按规定到岗履职。

6) 特种作业人员应持有效证件，盾构司机应经过专业培训和实际操作考核，合格后方可上岗。

7) 每个标准车站和每条盾构区间应至少配备监测人员 2 名，监测人员可兼管车站和区间，但工程周边环境、施工工法复杂程度加大或同期开工工点较多时应适当增加监测技术人员。

8) 应根据工程规模大小和类型，配备与工程相匹配的监测设备，并保证数量满足监测要求。

2.管理机构

1) 应按合同约定成立项目管理组织机构，建立健全管理制度和管理体系，选择和任命工程项目管理人员，明确相关人员职责。

2) 施工单位应成立以项目经理为组长的安全专职管理机构和安全生产领导小组，项目经理应对所承担工程项目的施工安全负责，为第一责任人。

3.分包管理

1) 施工单位应按照《房屋建筑和市政基础设施工程施工分包管理办法》规定进行专业分包，严禁转包或违法分包。

2) 施工总包单位依法将工程分包给其他单位，分包合同中应包含安全生产协议，并明确施工总包单位与分包单位的安全责任、权利和义务。

3) 分包单位应具有相应等级的施工资质，并依法取得安全生产许可证。专业分包合同须经建设单位认可。

4) 分包单位项目经理应具备相应的职业资格，按照分包施工合同要求到岗履职，如需更换或离开现场，需征得总包单位批准。

5) 分包单位应按合同规定建立安全管理机构，配备相应数量的专职安全管理人员，其数量应满足施工生产及合同要求。

6) 分包单位项目经理、技术负责人、安全员等主要管理人员资格应符合相关要求，持证上岗，进场前须接受总包单位安全教育培训。

7) 总包单位应按照要求对分包队伍开展安全教育，对劳务作业进行安全管理，定期

或不定期对分包进行安全检查，并对其进行考核。

8) 施工单位应按规定与机械设备、施工机具及配件的出租单位签订合同，合同中应规定产品技术性能与质量安全要求。

9) 施工单位应按法律法规规定，保障劳务人员工资支付，严禁拖欠劳务工资。

2.4.2 管理制度

1. 相关制度

1) 施工单位应建立安全生产责任制，明确所有部门及岗位的安全职责。

2) 应制定安全生产管理目标，建立安全考核制度，明确各岗位的安全考核标准，定期开展考核。

3) 建立健全安全生产管理制度，包括但不限于：安全防护与职业卫生用品管理制度、消防安全责任制度、安全文明施工措施费用管理制度、分包管理制度、生产安全事故隐患排查治理制度、专项施工方案报审制度、安全教育培训制度、技术交底制度、班前安全活动制度、施工现场带班制度、隐蔽工程验收与中间验收制度、安全检查制度、事故报告与调查处理制度等，内容应满足工程安全生产管理需要，符合相关法律、法规、规章、规范性文件的规定。

4) 建立安全会议制度，定期组织召开安全生产会（日碰头会、班前会、安全生产周例会、安全生产专题会、年度安全生产总结会等）。

2. 费用管理

1) 应建立项目安全文明施工措施费用管理制度，编制项目安全生产措施费的使用计划。

2) 按规定使用安全文明措施费，保证安全费用足额投入，不得低于相关法律法规要求的比例标准。

3) 负责建立项目安全措施费使用台帐，做到专款专用。

4) 将工程分包给其他单位的，应在分包合同中明确安全防护、文明施工措施费用，并由总承包单位统一管理。

2.4.3 安全教育与培训

1.应按照安全教育培训制度制定项目的安全教育培训计划，明确教育培训的类型、对象、时间和内容。

2.项目主要负责人和安全管理人員，应由主管的负有安全生产监督管理职责的部门对其安全生产知识和管理能力考核合格。安全教育培训的学时应满足相关规定要求。

3.组织进入新岗位或者新进入施工现场的管理人員和作业人員（含专业分包单位的作业人員），进行安全法律法规、企业安全制度、施工现场安全管理规定及各种安全技术操作规程为主要内容的三级安全教育培训，经考核合格后方可上岗。起重机械租赁单位的作业人員及其他临时入场作业人員应经过安全教育后方可入场作业。

4.采用新技术、新工艺、新材料或者使用新设备，应了解、掌握其安全技术特性，采取有效的安全防护措施，并对从业人員进行专门的安全生产教育和培训。

5.应对新职工进行至少 32 学时的安全培训，每年进行至少 20 学时的再培训。

6.特种作业人員应进行专门的安全作业培训，依法取得特种作业人員操作资格证书，每年还应进行不小于 24 学时的针对性安全教育培训或者继续教育。

7.可通过仿真模拟培训、体验式培训、建立民工业余学校、举办安全知识讲座、举办安全知识竞赛等方式开展培训，加强作业人員对施工安全的认知。

8.严格执行班前安全活动制度，根据施工作业环境等因素开展有针对性的班前安全教育，并做好班前安全活动记录。

9.应对作业人員普及触电、高处坠落或有限空间中毒（窒息）等事故应急救援知识。

10.应利用实名制信息管理系统，对轨道交通工程项目人員身份信息、居住信息、劳动关系、工资发放、考勤信息、工作经历、良好行为及不良行为、执业证书、安全培训证书等基本信息进行采集，建立现场人員的信息档案，对轨道交通工程项目人員进行组织化、信息化管理。

2.4.4 施工组织设计与专项施工方案

1.编制与审批

1) 施工图设计文件应经审查合格后，方可用于现场施工。

2) 施工组织设计编制前，应仔细、全面地熟悉施工图设计文件，核实文件与现场实

际情况是否相符。

3) 施工组织设计应由项目负责人主持编制，经监理单位审批后方可实施，可根据需要分阶段编制和审批。

4) 施工组织设计及专项方案内部审核、审批流程：

(1) 施工组织总设计应由总承包单位技术负责人审批；单位工程施工组织设计应由施工单位技术负责人或技术负责人授权的技术人员审批；施工方案应由项目技术负责人审批；重点、难点分部（分项）工程和专项工程施工方案应由施工单位技术部门组织相关专家评审，施工单位技术负责人批准。

(2) 由专业承包单位施工的分部（分项）工程或专项工程的施工方案，应由专业承包单位技术负责人或技术负责人授权的技术人员审批；有总承包单位时，应由总承包单位项目技术负责人核准备案。

(3) 对达到一定规模的危险性较大的分部（分项）工程，如基坑支护与降水工程、土方开挖工程、模板工程、起重吊装过程、脚手架工程、拆除爆破工程、国务院建设行政主管部门或者其他有关部门规定的其他危险性较大的工程，应编制专项施工方案，并附具安全验算结果，经施工单位技术负责人审核签字、加盖单位公章，并由总监理工程师审查签字、加盖执业印章，且通过专家论证会后实施。

5) 规模较大的分部（分项）工程和专项工程的施工方案应按单位工程施工组织设计进行编制和审批。

2. 内容要求

1) 施工组织设计应包括编制依据、工程概况、施工部署、施工进度计划、施工准备与资源配置计划、主要施工方法、施工现场平面布置及主要施工管理计划等基本内容。

2) 施工组织设计应落实保障施工安全的设计措施，并根据工程特点、施工工艺、周边环境等制定具有针对性的安全技术措施。

3) 施工组织设计的施工进度计划应合理，不得盲目压缩工期。

4) 施工组织设计中对拟采用的新技术、新工艺、新材料、新设备，应进行技术论证，论证通过后方可使用，不得使用国家明令淘汰或禁止使用的工艺、产品。

5) 当工程条件发生变化，如设计有重大修改，有关法律、法规、规范和标准实施、修订和废止，主要施工方法有重大变化，施工环境有重大改变等情况，不能指导施工时，

应及时修改施工组织设计或对其进行补充。

6) 应与施工组织设计同步编制现场标准化实施方案, 并按方案落实到位。

2.4.5 现场施工

1. 图纸会审

1) 施工单位施工图纸应由监理单位发放, 施工单位在领取施工图纸时应记录清楚领取图纸名称、图号、份数、领取单位、领取时间及领取人签字。

2) 图纸会审前应核对现场, 研读图纸, 提出图纸问题, 交监理整理会审意见。

3) 项目经理、项目副经理、项目总工程师及各个专业技术负责人应参加图纸会审。

2. 安全技术交底

1) 施工单位应执行安全技术交底制度和安全技术操作规程, 操作规程应挂在作业场所显著位置。

2) 项目技术人员(专项施工方案编制人员)应就有关施工方案安全要求对现场管理人员、施工班组、作业人员进行全面、针对性交底, 专职安全生产管理人员负责对交底活动进行监督。

3) 应及时组织安全技术交底, 安全技术交底内容具有针对性、指导性和可操作性, 交底双方应书面签字确认。

4) 施工条件(包括外部环境、作业流程、工艺等)发生变化时, 应重新进行交底。

3. 协调管理

1) 施工单位应与在同一场所作业的其他施工单位签订施工安全管理协议, 明确双方专职安全管理人员和相关管理责任和措施。

2) 根据工程进展, 配合建设单位组织的场地及设施交接工作, 交接前完成施工任务, 按期移交, 并与接收单位签订移交协议, 明确各方职责。

4. 现场作业标识

1) 施工现场应设置主要风险公示牌, 告知主要安全风险、可能引发事故类别、管控措施、应急措施及报告方式等内容。

2) 有较大危险因素的设施、设备、场所应设置明显标识、警戒围栏或安全引导语等安全警示标志, 在隐患没能及时整改的场所应设置隐患告知牌。

3) 进行高处作业、有限空间作业、设备调试等危险作业时，应设明显标识、正确显示工作状态。

5.作业管理

1) 应建立工程重要部位、环节施工前条件核查制度（包括进入有限空间、压力/高压设备调试区域的安全许可制度），并规定对工程重要部位和环节进行安全条件核查。进入有限空间、压力/高压设备调试区域作业，应严格实行作业审批制度，办理安全许可后方可施工，详见后面各章。

2) 施工单位应制定防范违章操作、误操作的控制措施并组织落实。

3) 现场安全防护、消防设施安全标准应满足第三章相关规定，并进行验收。

4) 危险性较大分部分项工程施工时，应安排专职安全管理人员现场监督。

5) 作业人员应遵守安全施工的强制性标准、规章制度和操作规程，正确使用安全防护用具、机械设备等，禁止违规作业，杜绝违章指挥。

6) 工程（临时）停工前应进行风险评估并落实相应措施，复工前须进行安全检查，合格后方可施工。

6.安全检查

1) 企业负责人或项目负责人应按规定带班检查。项目负责人由于其他事务需离开施工现场时，应委托项目相关负责人负责其外出时的日常工作，并向建设单位请假，经批准后方可离开。

2) 施工单位应定期开展安全检查或安全专项整治，安全检查包括日常安全检查、定期安全检查、季节性安全检查和特定节假日安全检查。安全检查应有组织、有重点、有针对性的进行，并形成安全检查记录，发现问题及时整改、反馈。

3) 对发现的事故隐患应按（责任、时限、措施、资金、预案）“五到位”原则落实整改，并建立隐患治理档案。

4) 施工单位成立由总承包及专业承包单位等组成的项目安全生产标准化自评机构，在项目施工过程中，每月按照《城市轨道交通工程质量安全检查指南》（建质[2016]173号）相关要求，开展安全生产管理标准化自评。

2.4.6 工程验收与档案管理

1. 施工单位应建立健全施工质量的检验制度，严格工序管理，作好隐蔽工程的质量检查和记录，隐蔽工程隐蔽前，应先进行自检，自检合格后，报建设单位或监理单位进行隐蔽工程验收。

2. 施工单位应作好工程施工过程中工序质量检验，包括预检、自检、交接检、专职检、分部工程中间检验以及隐蔽工程检验等。

3. 施工单位应组织（子）分部工程自检验收，验收合格后，向监理单位报送（子）分部工程质量验收记录及工程资料，经监理单位确认符合（子）分部工程验收条件后，参加由监理单位组织的（子）分部工程验收。

4. 工程完工后，施工单位应向建设单位提供完整的竣工资料和竣工验收报告，提请建设单位组织竣工验收，并按照《建设工程质量管理条例》的规定，提交相关档案及资料。

5. 应建立员工教育培训档案、安全防护与职业卫生用品管理档案、安全检查档案、危大工程安全管理档案、隐患治理档案、事故管理档案等工程项目全过程资料，资料应齐全、完整，内容真实。

6. 应将专项施工方案及审核、专家论证、交底、现场检查、验收及整改等相关资料纳入档案管理。

7. 应建立完善资料管理制度，资料由专人管理，管理人员应经过专门培训。

8. 应建立施工风险管理档案，包括施工准备期风险分析与评估、工程施工主要风险分析评估及现场风险记录、工程重大风险规避措施及事故预案、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、其他现场施工风险事故记录、处置措施及责任人员信息等内容。

2.5 监理单位

2.5.1 资质资格与管理体系

1. 监理单位从事城市轨道交通工程监理业务，应具备相应资质，不得转让所承担的工程监理业务。

2.工程监理单位实施监理时，应在施工现场派驻项目监理机构。项目监理机构的组织形式和规模，符合建设工程监理合同约定。

3.项目监理机构的监理人员应由总监理工程师、专业监理工程师和监理员组成，且专业配套（应该配备专职安全监理工程师）、数量应满足建设工程监理工作需要及监理合同约定。

4.工程监理单位在建设工程监理合同签订后，应及时将项目监理机构的组织形式、人员构成及对总监理工程师的任命书面通知建设单位。

5.项目总监理工程师原则上在一个工程项目任职，如确需在其它项目兼任的，应当征得建设单位书面同意。工程监理单位调换总监理工程师时，应征得建设单位书面同意。

6.调换专业监理工程师时，相关手续应符合合同约定并书面通知建设单位。调换的监理人员资格不得低于更换前的人员资格等级。

2.5.2 管理制度

1.监理单位对工程项目的安全承担监理责任。建设工程监理实行总监理工程师负责制。

2.项目总监理工程师应对所承担工程项目的安全监理工作负责，建立安全监理制度包括但不限于：监理例会制度，施工组织设计、专项施工方案审批制度，施工现场安全检查、巡视制度，施工机械验收核查制度，危险性较大工程验收制度，监理报告制度。

3.监理安全责任制应包括法律、法规、规章、规范性文件规定的安全责任，并逐级签订落实。

4.项目监理机构应组织开展年度安全教育培训，对受聘于本项目的监理人员开展进场培训与定期培训教育。

5.项目监理机构应根据《建设工程监理规范》（GB/T50319）在《监理规划》中明确各岗位监理人员的具体职责分工。

6.项目监理人员应按合同约定到岗履职，并建立考核机制。

2.5.3 监理规划与实施细则

1.按规定编制监理规划、监理细则，监理规划、监理细则的针对性、操作性应符合

要求，且应根据工程、法规标准的变化及时修订。

2.专业性较强、危险性较大工程、“四新”工程应编制专项监理实施细则（如：临时用电，管线保护，地下连续墙钢筋笼吊装，基坑开挖，降排水，模板及支撑排架，起重吊装及起重机械安装拆卸，脚手架，内支撑（砼、钢）安拆，盾构机安拆，盾构始发、掘进、调头、接收等），实施细则应明确主要危险源、重要（关键）部位/环节及其控制措施。

3.监理实施细则应包括以下内容：专业工程特点，监理工作流程，监理工作要点，监理工作方法及措施，现场安全管控措施等。

4.监理规划应包含工程风险的重难点分析、预防措施及工程关键节点施工前风险预控的措施。

5.监理规划编审遵循下列程序：总监理工程师组织专业监理工程师编制，总监理工程师审核签字后由监理单位技术负责人审批；监理细则在相应工程开工前由专业监理工程师编制，并报总监理工程师审批。

6.监理细则应由编制人对现场监理人员及施工单位管理人员进行交底。

2.5.4 监理审查

1.应审查施工分包单位资格。审查应包括以下内容：企业资质、安全生产许可证、类似工程业绩、管理人员和特种作业人员的资格。

2.应审查监测单位的资质。

3.按相关规定、合同约定审查施工总包、分包单位的项目机构与人员配备，特别是安全管理专业的专业、数量应满足需要。审查应持证人员的资格证。

4.监理人员应在现场审查特种作业人员操作资格证。

5.应审查施工项目安全管理体系（含应急预案）；审查现场安全生产规章制度的建立和实施情况；审查分包合同、租赁合同的安全管理责任条款。

6.经审查的制度、合同应符合安全管理规定。

7.主要监理人员应参加勘察、设计、工程周边环境交底、图纸会审及超过一定规模的危险性较大分部分项工程专项方案专家论证会。

8.总监理工程师组织审查施工组织设计的安全技术措施、危险性较大分部分项工程

专项方案、工程周边环境专项保护方案、监测方案，以及施工用电方案、应急预案、风险评估报告、爆破方案等。

9.应根据安全质量强制性标准对审查的方案作出明确、具体的审查结论。

10.按规定对保障工程安全所需的安全防护措施费使用计划进行审查；对拨付情况进行检查，并审核上述费用的使用情况。

11.重点审查危大工程施工技术措施费以及相应的安全防护文明施工措施费的使用情况。

2.5.5 现场管理

1.应定期或不定期的组织安全生产检查。总监理工程师按规定现场带班检查。

2.参加建设单位组织的设计交底及图纸会审会议，会议前研读设计图纸，提出图纸问题，并督促施工单位识图、审图、整理会审意见、交勘察或设计单位签字确认。

3.编制人应根据经审核批准的监理规划和监理实施细则对监理人员进行交底，明确巡视检查要点、频率及采用的巡视检查记录表，合理安排监理人员按规定开展安全生产日常巡视和检查。巡视检查的内容应符合有关规定，并在监理日志中真实、全面记录。

4.对危大工程施工应实施专项巡视检查，并在监理日志中真实、全面记录。

5.监理人员应定期检查施工单位应急救援物资设备的配备情况。若发现缺失或数量不足，应书面通知施工单位及时补充。

6.项目监理机构按监理方案开展监理工作，安排监理人员对重大风险源项目，如盾构始发和接收，盾构开仓换刀，盾构机吊装，盾构穿越重大风险或复杂环境，联络通道开洞门，30t以上大型构件吊装，采用非常规起重设备、方法且单件起重量10t及以上吊装，超过一定规模的模板支撑系统混凝土浇筑，跨越铁路或道路的预制梁架设，跨越铁路或道路的挂篮悬臂混凝土浇筑，首次架桥机安装、走行，首次铺轨（调试）行车，首次变电所启动，首次行车类设备上线，顶管施工的始发、接收，钢支撑轴力施加等施工过程开展监理工作。

7.工作内容包括：

- 1) 检查施工单位管理人员、作业人员是否按方案到岗，特殊工种应持证上岗；
- 2) 检查施工单位是否已经按施工方案进行交底；

- 3) 检查施工机械设备是否按方案要求到位，运转是否良好；
- 4) 检查材料物资准备情况（包括应急物资）；
- 5) 检查施工作业环境是否符合要求；
- 6) 监理人员发现违规、违章行为时，应及时制止，督促纠正。

8.应核查施工起重机械的安全许可验收手续及其检测报告，对施工起重机械安装、拆卸前的告知、安装使用的备案登记等情况进行查验。

9.监理人员按规定对大型设备（如盾构机、起重机械、架桥机、三轴搅拌桩机等）的现场安装、调试进行监理、参加验收，并在验收记录上签署意见。

10.测量监理工程师应参加监测点的验收，检查初始值的获取。

11.监理单位应定期检查施工监测点、测量控制桩的布置和保护情况；比对、分析施工监测和第三方监测数据及巡视信息。发现异常时，及时向建设、施工单位反馈，并督促施工单位采取应对措施。

12.检查验收施工现场安全防护设施。

13.监理单位受建设单位委托，依据相关制度规定和标准规范组织开展关键节点施工前条件核查，通过核查方可进行关键节点施工。

2.5.6 协调管理

1.应定期召开监理例会，根据工程需要，不定期主持或参加专题会议，协调解决施工过程中的安全问题。

2.按合同约定对所监理的两个以上在同一区域作业的施工单位的安全管理进行协调。两个以上单位在同一区域作业，应签订安全管理协议，明确双方责任，并督促落实。

2.5.7 工程验收与档案管理

1.应组织分部分项工程验收，对涉及结构安全的重要分部工程应在验收前，按规定进行抽样检验。

2.建立工程项目全过程的安全监理资料档案，资料齐全、内容真实，资料相关确认完整。

3.按规定建立危大工程安全管理档案。

- 4.应建立完善监理文件资料管理制度，档案应由专人管理，管理人员应经专门培训。
- 5.及时向建设单位报送监理报表。
- 6.检查施工单位施工验收档案。

2.6 第三方监测单位

2.6.1 资质资格与管理机构

- 1.第三方监测单位应具备相应的勘察资质并取得省级以上行政主管部门或认证中心颁发的 CMA 计量认证证书，且认证证书附表应有相应监测项目。
- 2.不得转包或违法分包监测业务，不得与所监测工程的施工单位有隶属关系或者其他利害关系。
- 3.项目负责人对所承担工程项目的安全监测工作负责，应当具有相应专业资格和城市轨道交通工程或类似工程监测工作经验。
- 4.项目监测人员资格、经验、专业、数量应满足工程所在地相关规定和合同要求。
- 5.监测专业技术人员、一线作业人员应经过相关行业机构专业技术培训并考核合格后持证上岗，并应通过企业质量技术安全培训。
- 6.项目监测人员在工程实施期间应保持稳定，人员变更应书面申请建设单位同意。

2.6.2 管理制度

- 1.项目管理机构应建立健全监测管理制度包括但不限于：岗位责任制、仪器设备管理制度、监测方案审核制度、现场监测与巡查管理制度、监测成果管理与信息反馈制度、档案管理制度、应急管理制度。
- 2.项目管理机构应建立健全安全生产管理制度包括但不限于：安全生产责任制度，安全生产教育培训制度，安全措施计划制度和安全生产监督检查制度。
- 3.项目管理机构应落实监测管理制度和安全生产管理制度，并进行考核与奖惩。

2.6.3 仪器设备

- 1.监测仪器设备的类型及数量应满足监测工程的实际需要。主要监测仪器，包括水准仪、全站仪、测斜仪等，应配置备用仪器。

2.监测仪器应符合计量器具管理规定，应有检定证书，各类测试元器件应有合格证或标定证书。

3.监测仪器设备精度应满足实际监测工程要求。

4.监测仪器应按规定进行常规检验、校正。各种光电类、激光类仪器应定期送具有资质的部门进行检定。检定周期不宜超过规定时间，以保证测量的准确和精度。严禁使用未经检验和检定及存在问题的仪器。

5.监测过程中应定期进行仪器的核查、比对，设备的维护、保养，以及监测元器件的检查，日常检校记录应齐全。

2.6.4 监测方案制定及审查

1.监测方案编制依据应全面和准确，包括但不限于：国家、行业及地方规范和标准、勘察设计文件、风险评估报告、监测合同及当地监测管理规定等。方案内容主要包括工程概况、监测依据、监测内容、监测方法、人员及设备、测点布置与保护、监测频次、预警标准及监测成果报送等。

2.监测方案应分为总体控制方案和工点实施方案，总体控制方案应在工程开工前完成专家论证；各工点实施方案应根据工程实施进度分阶段完成专家论证。

3.监测方案由单位技术负责人、监测项目负责人审核签字并加盖单位公章，并组织专家论证，修改后报送监理单位和建设单位后方可实施。

4.监测范围应根据基坑设计深度、隧道埋深和断面尺寸、施工工法、支护结构形式、地质条件、周边环境等综合确定，并应包括主要影响区和次要影响区。监测等级应根据基坑、隧道工程的自身风险等级、周边环境风险等级和地质条件复杂程度进行划分。

5.监测项目应根据监测对象的特点、工程监测等级、工程影响分区、设计及施工的要求合理确定，并应能反映监测对象的变化特性和安全状态。巡查内容应包括：施工工况、支护结构、周边环境和监测设施。

6.监测控制指标应根据施工图设计文件确定并应齐全，巡查标准应明确并应符合工程特点和当地施工经验。监测预警等级和预警标准应根据工程特点、监测项目指标、巡查标准和当地施工经验等制定。

7.监测点埋设位置、数量、形式、方法和保护应满足《城市轨道交通工程监测技术

规范》(GB50911)要求。

8.基准点埋设要求主要包括数量、位置、埋设方法和保护措施等；监测控制网测量要求主要包括控制网等级、技术要求、测量周期、数据处理等。

9.监测及巡查频率应根据施工方法、施工进度、监测对象、监测项目、地质条件等情况和特点，并结合当地工程经验进行确定。工程监测应贯穿于工程施工全过程，监测工作应在工程施工前开始，在工程完成后且监测数据稳定时，方可向建设单位申请停止监测。第三方轨道监测作业应与运营期轨道监测作业无缝衔接。

10.监测信息包括监测日报、警情快报、阶段性报告和总结报告等应明确反馈流程，按规定的格式、内容和时限，向规定的对象报送。

11.仪器监测及巡查方法应根据监测对象和监测项目的特点、工程监测等级、设计要求、精度要求、场地条件和当地工程经验等综合确定，巡查方法应合理易行，满足工程要求。

12.监测工作安全措施包括但不限于：安全生产分工及职责、安全教育培训、安全防护用品配置、安全例会、安全检查与奖惩。

13.监测方案附图应齐全和规范包括但不限于：监测点布置平剖面图、与相邻环境的关系图、地质剖面图。

2.6.5 现场实施

1. 开工前，第三方监测应向施工、监理单位就监测点埋设方式、埋设时间、监测精度、监测管理、信息反馈流程等要求进行技术交底。

2. 项目技术负责人应就项目制度和监测方案向第三方监测作业人员进行工作交底。

3. 应根据《城市轨道交通工程监测技术规范》(GB50911)要求对现场基准点、监测点的埋设位置、数量、形式、方法和保护进行检查和验收。现场发现问题应及时通知施工单位解决。

4. 应建立监测基准网，并定期复核联测。当使用工作基点时应与基准点进行联测。复核联测后，应根据《建筑变形测量规范》(JGJ8)的规定对基准点的稳定性进行分析。

5. 工程施工影响前，第三方监测单位与施工监测应在同一时段分别独立采集监测点初始值，形成初始值报告，并由监理单位负责比对两家初始值报告。

6. 工程施工影响前，第三方监测单位应与监理单位、施工单位对周边重要环境对象的初始状态进行巡查并形成文字和影像记录，必要时可邀请产权单位参加。

7. 现场监测和巡查的项目、内容、频率和周期应符合第三方监测方案要求和现场工程的需要，监测数据和巡查信息应连续。当出现警情或异常等情况时，应根据《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）的规定调高监测和巡查频率。

8. 当现场情况与监测方案不符时，第三方监测单位应根据现场条件调整监测方案，并按有关规定办理变更。

9. 每次现场仪器监测或巡查工作完成后，应对监测报表和巡查报表及时进行检查、整理并填写监测报告。监测报告应结合工况条件对监测项目数值变化或巡视信息进行分析和安全评价，且分析结论和建议内容应准确。监测报告应由第三方监测项目技术人员签字，加盖第三方监测单位项目机构章。

10. 监测报表中工程名称、监测时间、工况、仪器设备、气象条件等表头信息应齐全，应根据监测数据计算变形量、变形速率等，编制成果图表和绘制变形时程曲线图；巡查报表中施工工况、支护结构、周边环境、监测实施等主要巡视信息应完整。监测报表和巡查报表人员签字应齐全。

11. 第三方监测单位对监测数据的真实性、可靠性负责，不应出现虚假监测报告或监测结论。

2.6.6 档案管理

1. 第三方监测项目机构应建立监测资料档案管理制度，按照规定将监测成果立卷归档，并安排专人负责档案管理。

2. 在工程实施过程中形成的监测方案、原始数据文件、巡查信息、成果报告等监测资料应归入档案，归档资料应统一编号，分类管理。

3. 电子及纸质档案资料应按规定及时提交建设单位及档案管理部门。

第三章 安全风险管理的

3.1 风险分级管控

3.1.1 总体要求

1.安全风险是指安全事件发生概率及其损失的组合。安全风险分为工程自身风险、周边环境风险、不良地质风险、自然灾害风险与施工作业风险。

2.建设全过程风险管控一般可分为规划、可行性研究、勘察设计、招投标与合同签订、施工五个阶段分别进行，各阶段之间的风险管控应有延续性。

3.建设单位牵头会同设计、施工等单位构建各参建单位共同参与、各负其责的管理体系，加强各阶段的组织衔接与工作协调，对其他参建各方进行履约检查。可委托风险咨询单位提供风险咨询服务，对安全风险管理体系进行评估。

4.勘察单位负责提供真实可靠的地质资料，对地质风险进行分析，对勘察成果承担相应责任。周边环境调查单位应负责提供真实可靠的周边环境调查资料，对周边环境风险进行分析，对调查成果承担相应负责。

5.设计单位对设计阶段安全风险进行辨识、分析，制定相应的设计措施，并在工程建设全过程进行风险跟踪和设计服务，对设计文件承担相应责任。

6.施工单位负责施工阶段的风险辨识、分析评价和动态管控，承担施工阶段的安全风险管控的主体责任。

7.监理单位按规定编制监理实施细则，开展专项施工方案审核和旁站、巡视等工作，承担施工阶段安全风险管控的监理责任。

8.第三方监测单位应按规定为风险管理提供监测、巡查等专项服务，对服务成果承担相应责任。

9.风险咨询单位应为建设单位提供风险咨询服务，对咨询成果承担相应责任。

10.风险管理是指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。

11.风险界定是指分析工程建设风险管理目标及对象，划分风险评估单元。

12.风险辨识是指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。

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、参与人员和风险识别清单。

13. 风险估计是指对辨识的工程建设风险发生的可能性及其损失进行估算。

14. 风险评价是指对工程风险进行等级评定、风险排序与风险决策。

15. 风险控制是指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。

16. 风险分析是指对风险进行界定、辨识和估计，采用定性或定量方法分析风险。

17. 风险评估是指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。

18. 建设单位负责组织工程建设各方在不同风险管控阶段编制风险控制方案，风险控制方案应按照风险处置措施编制。

19. 参建各方应在建设各阶段建立真实、完整的风险管控档案。

3.1.2 风险等级标准

1. 风险事件的风险等级由风险发生概率等级和风险损失等级间的关系确定，各地宜根据本地区工程水文地质条件实际，基于本地区地下工程事故、险情大数据，因地制宜制定符合本地区的风险分级标准。

2. 风险事件发生概率等级可根据事件发生的概率分为 1 级、2 级、3 级、4 级四个等级，可参考如下表 3-1 进行分级。

表 3-1 风险事件发生概率描述及其等级

描述	等级	发生概率区间
非常可能	1 级	$0.1 \leq P \leq 1$
可能	2 级	$0.01 \leq P < 0.1$
偶尔	3 级	$0.001 \leq P < 0.01$
不太可能	4 级	$0 \leq P < 0.001$

3. 风险损失应包括直接经济损失、周边环境影响损失、人员伤亡，各地宜根据相关法律法规及自身能接受的范围定量划分风险损失等级，可分为 A 级、B 级、C 级、D 级四个等级，其中 D 级损失最小。

4. 风险事件的风险等级可分为 I 级、II 级、III 级、IV 级四个等级，由高到低分别与重大风险、较大风险、一般风险和低风险相对应，可用用红、橙、黄、蓝四种颜色标示，

各级风险特征如下：

I 级风险，风险等级最高，风险后果是灾难性的，并造成恶劣社会影响和政治影响；
 II 级风险，风险等级较高，风险后果严重，可能在较大范围内造成破坏或人员伤亡；
 III 级风险，风险等级一般，风险后果一般，对工程建设可能造成破坏的范围较小；
 IV 级风险，风险等级较低，风险后果在一定条件下可以忽略，对工程本身以及人员等不会造成较大损失。

5.各地可结合实际安全风险管理工作需要制定不少于 4 个等级的风险分级标准。

6.风险接受准则与风险等级的划分应对应，不同风险等级的风险接受准则各不相同，可参考如下表 3-2：

表 3-2 不同风险等级的风险接受准则表

风险等级	风险描述	接受准则
I 级	风险最高，风险后果是灾难性的，并造成恶劣的社会影响和政治影响	完全不可接受，应立即排除
II 级	风险较高，风险后果很严重，可能在较大范围内造成破坏或有人员伤亡	不可接受，应立即采取有效的控制措施
III 级	风险一般，风险后果一般，对工程可能造成破坏的范围较小	允许在一定条件下发生，但必须对其进行监控并避免其风险升级
IV 级	风险较低，风险后果在一定条件下可忽略，对工程本身以及人员等不会造成较大损失	可接受，但应尽量保持当前风险水平和状态

3.1.3 规划阶段风险管理

1.规划阶段风险控制宜以规避为主，宜采用定性风险分析方法，并辅以定量风险分析方法。

2.规划阶段的安全风险管理主要应完成以下工作：

- 1) 编制工程建设风险识别清单；
- 2) 分析工程多种规划方案中建设各阶段（包括运营阶段）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) 编制完成安全风险评估报告。

3.规划阶段需要辨识的风险因素主要包括：

- 1) 线位和站位选择与敷设方式的不当;
- 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。

4.规划阶段应对以下重大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, 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)、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, 邻近或穿越既有军事保护区及设施等的工程, 邻近或穿越江河湖海的工程;
- 3) 自然灾害(包括暴雨、飓风、冰雪、冻害、洪水、泥石流、地震、雷击等);
- 4) 不良地质条件(断裂、岩溶、地裂缝、瓦斯及可燃气、暗浜、湿陷性黄土、流沙等);
- 5) 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;
- 6) 生态环境污染及破坏;
- 7) 其他重大风险因素。

5.规划阶段的安全风险评估工作, 其主要包括的内容有:

- 1) 规划方案与城市轨道交通网络协调性的风险分析;
- 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;
- 7) 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。

6.规划阶段重大风险的处置, 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。

7.规划阶段风险评估报告中应给出规划方案风险识别清单、不同规划方案风险对比, 应提出重大建设风险的处置措施; 报告应通过专项评审, 并作为其他后续风险管理的依

据。

3.1.4 可行性研究阶段风险管理

1.可行性研究阶段的风险管理主要应完成以下工作：

- 1) 开展工程现场风险调查；
- 2) 编制风险识别清单；
- 3) 风险因素分析；
- 4) 可行性研究方案风险评估；
- 5) 可行性方案风险综合比选与方案优化，确定推荐方案；
- 6) 提出降低可行性方案风险的处置措施；
- 7) 编制安全风险评估报告。

2.现场风险调查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不符，并做好现场记录和拍照。

上述资料应包含在编制的风险评估报告中。

3.可行性研究阶段应重点对以下风险因素进行分析：

- 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散；
- 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；
- 11) 重要、特殊的工程结构设计和施工方法的适用性风险分析；

12) 施工及运营期环境影响风险分析。

4. 可行性研究阶段的安全风险评估工作，其主要包括的内容有：

1) 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。

2) 合理处理新建地下工程与近、远期实施地下工程的互相关系。

3) 对于地质条件、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，避免互相交叉影响引起风险。

5. 可行性研究阶段应对工程选址和设计方案进行抗灾设防专项论证。

6. 可行性研究阶段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。

7. 可行性研究阶段风险评估报告中应列明可行性方案风险识别清单，说明风险评估等级、总体风险评估结果，应提出重大风险的处置措施；报告应通过专家评审，并作为其他后续风险管理的依据。

3.1.5 勘察与设计阶段风险管理

1. 勘察与设计阶段风险管理应遵循“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；宜采用定量风险分析方法，并辅以综合风险分析方法。本阶段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。

2. 勘察阶段风险管理

1) 勘察阶段的风险管理主要应完成以下工作：工程潜在风险辨识；勘察成果审查；对工程地质风险进行分析、评价。

2) 勘察成果文件应符合国家规定的勘察深度要求，满足工程设计、施工及其安全风险控制的需要。

3) 勘察单位应对工程的地质风险进行分析、评价，地质风险评价宜包括地质风险因素辨识、地质风险单元划分、地质风险分析评价、地质风险应对措施建议等内容，并专篇体现在勘察成果文件中，或形成专门评估报告。

4) 工程勘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。

5) 及时回填勘探孔，确保封孔质量，避免对后期施工及安全风险控制等造成影响。

6) 岩土工程勘察安全作业与管理应满足《岩土工程勘察安全标准》(GB/T50585)中相关勘察要求。

3. 总体设计阶段风险管理

1) 总体设计阶段的风险管理主要应完成以下工作:

(1) 辨识全线风险, 并编制重大风险识别清单;

(2) 进行风险评估和专项风险评估, 评估地下工程自身和周边环境影响的风险等级;

(3) 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, 提出风险控制方案。

2) 总体设计阶段需要辨识的风险因素主要包括:

- (1) 自然灾害;
- (2) 不良地质条件和工作周边环境条件;
- (3) 地下工程交叉互相影响;
- (4) 邻近重要的古建筑、国家和城市标志建筑物;
- (5) 车辆、机电设备及系统选项与配置。

3) 总体设计阶段的安全风险评估工作, 其主要包括的内容有:

(1) 总体设计阶段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。

(2) 总体设计阶段, 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。

(3) 总体设计阶段, 应根据工程类型、施工难易程度和邻近区域影响特征评估工程自身的风险等级, 应根据工程周边环境设施重要性和邻近影响距离关系, 评估工程周边环境影响的风险等级。

4) 总体设计阶段的风险分析和评价宜以专篇或专章节形式体现在设计文件中。

5) 建设单位应组织专家对总体设计方案中的重大风险工程清单进行审查, 并提出审查意见。

6) 在初步设计开始前, 建设单位应组织总体设计单位将重大风险工程清单移交给工

点设计单位。

4.初步设计阶段风险管理

1) 初步设计阶段安全风险评估与控制，应按照规避和降低风险的原则，以单位工程为管控单元，主要应完成以下工作：

(1) 编制风险分级清单；

(2) 进行全面的风险评估和专题风险评估；

(3) 提出风险控制措施，设计单位应针对工程安全风险编制风险控制专项措施，提出风险控制方案，在初步设计文件中予以明确；

(4) 编制风险评估报告，并将评估报告作为初步设计文件的重要组成部分报送审查。

2) 初步设计需要辨识的风险因素包括：

(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。

3) 全面识别工程安全风险，对全线工程的风险进行风险分级评估；按照风险分级标准对工程自身、周边环境风险和自然灾害评定初始风险等级，进行风险评估，并评定剩余风险等级，形成风险分级清单。

4) 进行专题风险评估，包括对关键工程、重大周边建（构）筑物影响以及采用新技术、新工艺、新设备的工程进行专题风险评估。

5) 对高风险周边环境工程开展专项设计，编制专项设计文件。

6) 工程安全风险评估应与工程安全控制要求紧密结合，含建设工期、造价对工程安全质量影响性的评估，并在风险评估报告中形成专篇。

7) 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。

5.施工图设计阶段风险管理

1) 施工图设计阶段安全风险评估与控制应遵循降低风险的管控原则，以分部分项工程（含危大工程、关键节点等）为安全风险管控单元，深入辨识、全面分析各工点的工

程自身、周边环境、不良地质、自然灾害、施工作业等安全风险，并开展深化和专项设计。

2) 施工图设计阶段的风险管理主要应完成以下工作：

- (1) 对环境风险因素进行现状调查、监测、评估；
- (2) 结合施工图设计方案再次进行建设风险辨识，编制风险分级清单；
- (3) 对重大环境影响风险开展工程建设风险专项设计；
- (4) 关键工序或难点进行专项风险评估；
- (5) 编制施工注意事项说明及事故应对技术处置方案；
- (6) 编制风险评估报告。

3) 施工图设计需要辨识的风险因素主要包括：

- (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。

4) 设计单位应在施工图设计阶段根据初步设计阶段风险清单对分部分项工程风险进行深化识别、评估，并细化分级，采取设计措施降低风险，确定风险等级，形成工点风险分级清单，报总体设计单位。总体设计应对各工点设计单位提交的风险分级清单进行汇总审核。

5) 建设单位应组织对风险分级清单进行审查。

6) 应对高风险工程及影响结构安全关键环节（周边构筑物、管线等）进行全面排查，并与主体工程同步进行专项设计；专项设计内容应全面，深度应满足相关规定要求。

7) 应对重大环境影响风险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，形成专册。设计单位应组织专家对重大风险工程设计方案进行专项论证。

8) 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。

9) 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，并在设计交底的同时向施工、监理、第三方监测等单位进行风险交底。另外，设计单位应配合建设单位监督施工单位在施工中落实风险控制措施，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，应及时通知建设单位，并要求施工单位及时改正。

6. 工期及造价专项论证详见本指南 2.1.4 章节。

3.1.6 招标、投标与合同签订阶段风险管理

1. 工程招标、投标与合同签订阶段的风险管理主要应完成以下工作：

- 1) 招标文件中有关风险管理要点的编制；
- 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。

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。

3. 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。

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。

5. 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。

6. 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。

7. 建设单位应投保建筑工程一切险或安装工程一切险。

8. 费用保障及安措费专款专用

- 1) 建设单位与施工单位应当在施工合同中明确安全防护、文明施工措施费用的预付

与支付计划、使用要求及调整方式。

2) 建设单位应当按合同约定及时将安全防护、文明施工措施费用拨付给施工单位。

3) 建设单位与施工企业在签订施工合同中应依据中标通知书及其招投标文件明确安措费额度、预付计划、调整方式、专款专用及违约赔款等内容。

4) 施工企业应当根据现行标准规范,结合工程特点、工期进度和作业环境要求,编制安措费项目组成和使用计划,由总监理工程师审核后报相关行政部门。

5) 安措费专项资金采用专款专用、阶段申请的方式管理。

6) 施工企业在提出安全费用申请后,监理企业应当及时审核确认工程的形象进度、现场安全管理及费用使用情况,并按相关规定要求对工程做出施工阶段安全评价。监理企业审核时发现施工现场存在安全隐患和文明施工不符合规定要求时,应当责令施工企业立即整改。经审核符合要求或整改合格的,监理企业总监理工程师方可签署《建筑工程安措费申请使用考核表》。

7) 施工企业建立健全安全生产费用管理制度和项目安全生产费用核算制度,明确安全生产费用使用、管理的程序、职责及权限。

8) 监理企业对施工企业落实安全防护、文明施工措施情况进行现场监理。对施工企业已经落实的安全防护、文明施工措施,总监理工程师应当及时确认所发生的费用。监理企业发现施工企业未落实施工组织设计及安全专项施工方案中安全防护、文明施工措施的,有权责令其立即整改。对施工企业拒不整改或未按期限要求完成整改的,监理企业应当及时向建设单位和建设行政主管部门报告,并责令其暂停施工。

3.1.7 施工阶段风险管理

1. 一般要求

1) 施工阶段宜以施工工序为单元进行安全风险管控,应遵循控制风险的原则。

2) 施工阶段风险管控应遵循持续改进,不断完善的原则。

3) 建设、施工、监理、设计、第三方监测、风险咨询等单位应定期组织开展风险管理培训,并形成培训记录。

4) 施工单位应建立本企业的施工安全风险源辨识清单库,由施工单位技术负责人、分管安全负责人审批后发布,供施工单位项目部开展风险源辨识时使用。

5) 施工单位应对安全风险分级、分层、分类、分专业进行管理,逐一落实企业、项目部、班组和岗位的管控责任。

6) 施工阶段应实施风险动态管理,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。

7) 施工阶段风险管理应开展风险深入辨识、动态评估、危大工程专项论证、关键节点施工前条件核查、风险告知、风险监测、现场巡视、预警、响应、处置、消警等风险管控工作。建立相应的风险清单、管理记录、台账及资料文件,并形成安全风险档案。

8) 施工中发生突发风险事件或事故时,建设、施工等有关单位应按照有关规定和自身制定的应急预案,及时启动应急响应,进行应急处置。

9) 为有效控制轨道交通工程建设中的安全风险,鼓励各地建立安全风险管控信息化平台。

2. 施工准备期风险管理

1) 施工准备期,建设单位应组织设计单位、勘察单位对施工、监理、第三方监测等单位进行勘察文件、设计文件交底和风险说明。

2) 施工准备期的风险管理主要应完成以下工作:

- (1) 周边环境核查和施工地质复查;
- (2) 风险深入识别、分析、分级调整和评估,并形成施工阶段风险清单;
- (3) 制定现场处置措施,对重大风险进行专项风险评估;
- (4) 现场风险管理体系的建立。

3) 施工单位应在环境调查成果、施工图设计文件等基础上,对工程影响范围内的周边环境进行全面核查,形成核查记录,监理单位进行审查,当核查情况与建设单位提供的环境调查成果出现差异时,应形成核查报告报建设单位。

4) 开工前,施工单位应结合勘察资料、环境调查资料、施工图设计文件和风险分级清单等,对工程影响范围内的工程自身、周边环境、不良地质、自然灾害、施工作业等工程风险以工序为单元进行深入辨识与全面分析,对设计阶段的风险清单补充、完善和分级调整,形成施工阶段安全风险清单,清单应全面、完善。

5) 施工单位应根据施工阶段安全风险清单等文件,结合自身管控水平、施工组织设

计，综合考虑单一风险因素以及多重风险因素相互作用关系，编制安全风险评估报告，制定风险管控措施。

6) 施工单位应针对施工阶段风险清单编制风险控制方案，针对每一个风险制定相应的风险处置措施、风险巡查频率、风险巡查重点、应急处置方案等内容，通过制定合理的风险处置措施，可以适当降低施工阶段风险等级。

7) 建设单位应在施工单位风险评估工作基础上，组织编制涵盖工程建设项目所有标段、工点的风险评估报告，并经过专家论证。

8) 施工单位应针对重大风险、危大工程、关键节点等编制专项施工方案、监测方案及应急预案，并按照规定进行监理审批和专家论证。

9) 监理单位应结合专项施工方案，按照规定编制相应的安全风险监理实施细则，并报建设单位备案。

10) 施工准备期建设、施工、监理、第三方监测、风险咨询等单位应建立健全安全风险管理体系，体系主要包括以下内容：安全风险管理体系组织机构及职责；安全风险管理制度和分级管理办法；安全风险管控相关方案编制；监测方案及监测预警标准；信息报送及施工期风险预警、响应和消警管理办法；监控量测和现场巡查管理办法；工程风险应急预案，风险抢险队伍与设备物资准备。

11) 建设单位应牵头组织成立现场风险控制小组，现场风险控制小组由建设、监理、施工、设计、勘察、第三方监测、风险咨询单位项目负责人组成，小组各方的职责分工应明确。

3. 施工期风险管理

1) 施工期的风险管理主要应完成以下工作：

- (1) 施工中的动态风险辨识和更新，施工风险动态跟踪管理；
- (2) 施工对邻近建（构）筑物影响风险分析；
- (3) 施工风险预警预报；
- (4) 施工风险通告；
- (5) 现场重大事故上报及处置。

2) 施工、监理、第三方监测、风险咨询单位应定期进行现场风险巡查，并形成巡查记录。

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) 全过程参与现场风险管理, 检查各方风险管理实施状况;
- (2) 每周组织现场风险控制小组开展风险巡视, 也可委托监理单位总监工程师、风险咨询单位项目负责人组织开展风险巡视, 并形成巡查记录;
- (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) 监督风险管理实施和风险事故处理;
- (6) 试运行中统一指挥调度轨行区的设备系统安装及调试。

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, 明确现场监控监测要求;
- (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。

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) 建立施工单位风险控制小组, 明确风险管控职责和 workflows, 并制定考核机制, 加强内部监督管理;
- (2) 工程施工过程中, 应严格落实风险控制方案中的风险处置措施, 及时降低安全风险, 确保安全风险受控;
- (3) 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，并更新完善施工阶段安全风险清单；

(4) 在施工阶段安全风险清单的基础上，应结合工程施工进度及时编制施工安全风险动态清单；清单中应包含现阶段的工序、实施中的风险、风险处置措施、风险检查要点等内容；施工风险动态清单应能如实反映现场动态风险，由施工单位编制，经项目负责人签字确认，报监理单位审核后及时向工程建设各方发送；

(5) 应在现场按工区设置风险动态公告牌，公告牌应包含现阶段的工序、实施中的风险、风险处置措施、风险巡查要点等内容；

(6) 重大风险源及危大工程施工需要领导带班、专人值守，并定期巡视；

(7) 每天由施工单位风险控制小组组织开展风险巡视，并形成巡查记录；

(8) 应定期编制现场施工风险动态评估报告，报告中因包含本阶段风险管控整体情况、问题统计与分析、下阶段风险管控计划，并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；

(9) 现场作业人员必须严格执行登记制度，施工单位项目部对技术管理人员应进行施工安全风险交底，技术管理人员应对现场作业人员进行施工安全风险交底，监理单位做好监督；

(10) 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；

(11) 对与工程施工有关的事故、意外或缺陷等进行风险记录；

(12) 必须做到施工安全措施费用专款专用。

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) 负责对现场安全风险管理实施全面的监督管理，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) 审核施工单位上报的施工阶段风险动态清单和施工风险动态评估报告。

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) 在工程实施期间应参加关键节点验收，并形成书面验收记录；

(2) 日常监测、巡查信息应及时向建设单位、监理单位、设计单位、施工单位进行反馈，并形成反馈记录；

(3) 应将风险管理纳入到日常工作，对监测数据和巡查信息进行风险评估和分析，依照监测方案的预警标准，达到预警标准时及时向建设单位、监理单位、设计单位、施工单位进行警情报送，并形成反馈记录；

(4) 应根据预警级别，提高监测及巡查频率；

(5) 预警满足相关规范消警条件后，应申请消警；

(6) 应建立健全应急协调联动机制，加强与现场相关单位沟通与联系；

(7) 应参加建设单位组织的应急预案培训和演练。

3.1.8 风险咨询

1. 建设单位为加强安全风险管理工作，宜委托风险咨询单位对施工、监理、第三方监测单位的安全风险技术和管理工作进行监督、检查和指导。业务可包括开展工程建设各阶段安全风险评估、施工阶段安全风险监控管理服务和信息系统建设服务工作。

2. 风险咨询单位应建立项目部，完善风险技术管理体系，按要求配备相应数量的安全工程师，制定建设各阶段的风险管理目标、内容及职责。项目负责人需具备法规或合同要求的相关执业资格，对风险咨询项目负责。

3. 规划及设计阶段的风险咨询

1) 配合设计单位根据既有资料分类分析风险源和风险因素，列出风险（源）清单，

编制安全质量风险评估报告。

2) 组织专家对安全质量风险评估报告进行评审，通过后作为开展后续风险巡视、监测、施工等工作的依据。

4.施工阶段的风险咨询

1) 依据《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》勘察设计文件、合同等要求编写《安全风险管实施大纲》。

2) 协助建设单位建立施工风险监测、巡视、视频监控、预警报警及信息报送体系，完成自身在风险巡视、监测数据分析、预警管理中的相关工作职责。

3) 实施风险动态管理，利用现场监测数据和风险记录，实现风险动态跟踪与控制。对现场施工进行动态风险评估，并将评估结果及时抄送参建各方。

4) 定期开展风险巡视，形成巡视记录，巡视应侧重于风险辨识及风险动态更新；定期开展风险隐患排查，形成巡查记录，巡查应侧重于风险隐患的检查与整改闭合；巡视记录应及时抄送参建各方。

5) 定期编制风险咨询报告，进行阶段性总结，编制下一阶段工作计划。

6) 定期组织专家开展安全风险查勘，对重大风险的管控情况进行评估与指导。

7) 协助建设单位开展安全风险管培训。

5.风险咨询过程中的评估报告、巡视记录、管理报告等资料，应由项目负责人签字后作为风险管理的过程资料及管控依据。

3.1.9 安全检测

1.对影响施工安全的工序质量，应按规定委托具有相应资质的检测单位进行检测工作。具体内容见后续各工法章节。

2.检测单位应对检测数据和检测报告的真实性和准确性负责。

3.检测单位应将检测过程中发现的建设单位、监理单位、施工单位违反有关法律、法规和工程建设强制性标准的情况，以及涉及结构安全检测结果的不合格情况，及时报告工程所在地住房城乡建设主管部门。

3.1.10 安全风险管理平台运用

轨道交通建设自身风险和環境风险数量多、风险等级高，风险管理涵盖施工全过程，应充分运用先进适用的信息技术手段，建立完善的安全风险管理平台。可利用移动互联、LBS、卫星授时、5G、传感器等技术，结合空间分析和可视化表达，对施工中人、机、料、法、环之间、各级管理层之间的交互方式进行改进，建立互联网协同、安全监控、数据收集、智能分析等信息化生态圈，实现安全生产的智能化和多元化。

3.2 隐患排查治理

3.2.1 隐患分类和分级

1. 隐患是指工程建设过程中可能导致工程质量安全事故的因素。

2. 隐患分为一般隐患和重大事故隐患。施工单位应依据现行的法律、法规及技术标准，结合设计文件、事故（件）资料、工程项目特点等，通过科学合理的安全评估手段，进一步细化事故隐患等级。确定事故隐患等级时，应考虑隐患产生后果的严重程度及社会影响程度，同时结合自身管理特点与技术特点两个方面来设置隐患等级。

3.2.2 工作机制及各方职责

1. 建设单位应当加强安全隐患排查治理工作，监督考核施工、监理等单位开展施工现场事故隐患排查治理工作，也可委托第三方服务机构提供隐患排查治理技术、管理服务。

2. 建设单位应当定期组织监理、施工等单位对现场事故隐患排查治理工作进行检查。

3. 监理单位项目部应建立完善自身的隐患排查治理工作体系，编制隐患排查治理工作监理实施细则，开展隐患排查治理工作，承担监理责任；监理单位项目部还应监督检查施工单位隐患排查治理体系、工作开展情况、责任落实情况。

4. 施工单位承担现场隐患排查治理主体责任，建立完善工作体系，落实岗位责任制，建立隐患清单，明确责任清单，实行闭环管理。施工单位总部（集团公司、分公司、指挥部）应定期组织对所承建标段项目的隐患进行排查或督查工作。

5. 实行施工总承包的，由施工总承包单位负责施工现场事故隐患排查治理工作的统

一协调管理，分包单位负责分包范围内的事故隐患排查治理工作。建设单位直接发包的专业工程，专业承包单位应当接受施工总承包单位的管理。总承包单位应监督、检查分包单位的隐患排查治理工作开展情况。施工总承包单位应当与专业承包单位、专业分包单位签订安全生产管理协议，明确各方对事故隐患排查治理工作的职责。

6.设计、勘察、第三方监测和风险咨询等单位负责配合建设单位开展隐患排查治理工作，对于现场能够发现的安全隐患问题应及时通知责任单位进行整改，落实“群防群治”的理念。

3.2.3 危险源辨识和隐患清单

1.城市轨道交通工程建设中的危险源主要是指具有危险性的场所、设备设施、作业环境、作业岗位等生产因素，应对这些因素展开危险源辨识，进行危险性分析，并形成危险源清单。

2.城市轨道交通建设中的安全风险由建设单位组织各参建单位协同开展，贯穿建设的全工程。

3.城市轨道交通建设中的危险源辨识、分析等工作由施工单位负责开展，应从施工准备期开始进行此项工作。

4.施工单位应根据施工阶段风险清单以及危险源清单，根据施工工艺、设备、作业环境、施工作业工序等全面梳理事故隐患，形成隐患排查清单；总承包单位应组织各分包单位共同编制隐患排查清单，确保清单全面、完善。

5.施工过程中应根据工程条件、现场作业条件等的变化及时优化完善隐患排查清单。

6.施工单位编制的隐患排查清单应及时报送监理、建设单位备案。

7.现场应按工区设置危险源公示牌。

3.2.4 隐患排查治理实施

1.建设单位应定期组织隐患排查，对发现的安全隐患应有明确处理意见。

2.建设单位应对重大事故隐患的整改情况进行跟踪、复查。

3.项目监理机构应当督促施工单位认真做好事故隐患排查治理工作，将其列为监理工作内容，定期检查施工单位事故隐患排查治理工作情况，并定期参加建设、施工等有

关单位组织的事故隐患排查治理联合检查。

4.监理单位应定期对监理单位项目部隐患排查治理工作进行检查，确保监理单位项目部事故隐患排查体系完整，人员配备齐全。

5.项目监理机构应当检查施工单位的安全管理体系建立及运行情况，检查施工单位安全生产管理人员的资格及配备是否符合相关规定，检查特种作业人员是否持证上岗，核查施工组织设计中的安全技术措施和专项施工方案编审是否符合相关规定。

6.项目监理机构应当加大塔式起重机和施工升降机的安装拆卸、高大模板支撑体系和高大脚手架搭建等分部分项工程巡视检查力度，督促施工单位安全管理人员进行全程旁站监督，督促施工单位按照专项施工方案的要求进行施工。

7.监理人员检查时，发现一般事故隐患的，应当责令施工单位限期消除，并保留相关工作记录；发现重大事故隐患的，总监理工程师应当及时签发《工程暂停令》，暂停部分或全部在施工程的施工，责令其限期消除，并及时报告建设单位。施工单位拒不整改或者不停止施工的，项目监理机构应当及时向有关主管部门报告。

8.重大事故隐患消除完成后，安全监理人员应当进行复查，总监理工程师应当在复查结果中签署意见。

9.施工单位项目负责人应全面负责本项目事故隐患排查治理工作，并履行下列职责：

- 1) 落实事故隐患排查治理工作制度；
- 2) 制定工程项目事故隐患排查治理工作计划；
- 3) 定期组织相关人员对施工现场事故隐患进行全面排查，落实事故隐患整改责任人及整改措施。

10.施工项目部现场安全生产管理机构应履行下列职责：

- 1) 每日对施工现场事故隐患进行排查，定期组织专项检查，及时督促消除事故隐患，对一般事故隐患整改情况进行复查；
- 2) 制止和纠正违章指挥、强令冒险作业、违反操作规程等违法违规行为；
- 3) 及时向项目负责人、施工单位安全生产管理部门上报重大事故隐患及整改情况。

11.在事故隐患治理过程中，施工单位应当采取相应的监控和防范措施，必要时应当派人值守。事故隐患消除前或者消除过程中无法保证安全的，施工单位应当局部或全部暂停施工作业，并从危险区域内撤出作业人员，疏散可能危及的人员，设置警示标志。

12.一般事故隐患消除完成后，项目安全生产管理部门应当组织复查并留存复查记录，复查合格后，方可进行下一道工序施工或恢复施工；重大事故隐患消除完成后，项目安全生产管理部门应当将消除整改情况报施工单位安全生产管理部门及总监理工程师，经审查合格后，方可进行下一道工序施工或恢复施工。

13.施工单位应当加大对流动式起重机（履带吊、汽车吊）、塔式起重机、盾构机及后配套、大钢模及架桥机等安装拆卸、高大模板支撑体系和高大脚手架搭建等分部分项工程的管理力度，严格按照专项施工方案的要求进行施工，安全管理人员应当进行全程旁站监督。

14.施工单位应建立事故隐患报告和举报奖励制度，鼓励、发动职工发现和排除事故隐患。从业人员发现事故隐患或者其他不安全因素，应当立即向安全生产管理人员或相关负责人报告，接到报告的人员应当及时予以处理。

15.对于影响工程安全的重大事故隐患应挂牌督办，制定重大事故隐患治理方案，并向当地负有安全生产监督管理职责的部门报告。

16.建设单位、监理单位、施工单位应建立真实、完善的隐患排查治理档案。

17.安全隐患排查治理体系及信息化系统可消除轨道交通建设中由于现场安全质量主要管理人员配备数量和经验不足带来的安全管理问题。系统基于“互联网+”技术建立轨道交通建设工程隐患管控信息化技术平台，通过 B/S 方式实现系统功能，有利于提高公司各部门之间的协调管理，实现隐患管理的闭环留痕，可随时开展隐患信息处置与消除工作。

3.3 应急管理

3.3.1 应急管理机制

1.应根据当地特点建立完善突发事件应对应急管理工作机制。

2.明确各参建单位的应急管理职责，完善制度措施，强化物资储备，加强应急队伍建设，落实相关保障措施。

3.各参建单位应加强区域应急救援联动机制建设，并与当地应急指挥中心建立联动机制。建设单位应统一组织、协调、指挥调度各参建单位开展应急处置，定期组织开展联合演练等活动，提高各单位协调配合能力。

3.3.2 应急预案

1.建设单位的应急预案应符合下列要求：

1) 应编制综合应急预案、工程项目应急预案；综合应急预案应经专家评审，并报工程所在地县级以上人民政府相关部门和其他负有安全生产监督管理职责的部门进行备案。

2) 预案编制应规范，具有针对性和可操作性。应健全参建各方应急协调联动机制，并与相关预案相衔接。

3) 定期组织应急预案评估，应急预案评估可以邀请相关专业机构或者有关专家、有实际应急救援工作经验的人员参加，必要时可以委托第三方实施。

2.勘察单位和设计单位应参与方案评审，并提出相关意见。

3.监理单位应检查施工单位编制的综合应急预案、工程项目应急预案、现场处置方案是否完善。

4.施工单位应编制的应急预案应符合下列要求：

1) 在工程项目开工前，施工单位应当编制所承担工程项目的综合应急预案，并按工程事故、影响周边环境事故类别编制工程项目应急预案，同时制定事故现场处置方案，应急预案应全面，且具有针对性。

2) 综合应急预案的主要内容包括：施工单位的应急组织机构及职责、应急预案体系、事故风险描述、预警及信息报告、应急响应、保障措施、应急预案管理等内容。

3) 工程项目应急预案作为综合应急预案的附件，主要内容包括：事故类型和危害程度分析、应急处置基本原则、组织机构及职责、预防与预警、信息报告程序、应急处置、应急物资与设备保障等。

4) 现场处置方案是针对具体的装置、场所或设施、岗位所制定的应急处置措施，主要内容包括：事故特征、应急组织与职责、应急处置、注意事项等。

5) 施工单位应制订有效的特殊气候应急预案，应急预案中应包括组织机构及职责、预警和预防机制、应急响应、特殊气候处置措施等内容，明确不同种类、不同程度的恶劣气候下施工禁止行为。特殊气候结束后、复工前应进行专项安全检查。

6) 应急预案编制完成后，应对应急预案进行评审。参加应急预案评审的人员应包括有关安全生产及应急管理方面的专家。

7) 应急预案经评审后，由本单位主要负责人签署发布，报负有安全生产监督管理职

责的部门备案。

3.3.3 培训与演练

1.建设单位的培训与演练应符合下列要求:

1) 组织预案涉及人员参加应急预案培训。

2) 制定应急演练计划并按计划组织,每半年至少组织一次应急预案演练,并将演练情况报送负有安全生产监督管理职责的部门。

3) 对应急预案演练效果进行评估,撰写应急预案演练评估报告,分析存在的问题,并对应急预案提出修订意见。

2.勘察、设计、监理与第三方监测等单位应参加建设单位组织的应急预案培训和演练。

3.施工单位应根据工程施工生产实际情况,制定应急预案演练计划。根据事故预防重点,每年至少组织一次综合应急预案演练或者项目应急预案演练。现场处置方案演练,每半年至少一次,或者根据工程施工进度和特殊情况进行针对性演练,做到事故发生时能迅速反应、正确处置。演练实施过程中,可安排专门人员采用文字、照片和音像等手段记录演练过程。应急演练活动结束后,将应急演练工作方案以及应急演练总结报告等实施过程的资料归档保存,并在日常安全培训交底中使用。

3.3.4 应急响应

1.突发事件级别分级按照《生产安全事故报告和调查处理条例》和地铁工程建设的实际情况,事故报告等级划分应为以下几级:

表 3-3 突发事故报告分级表

级别	等级	死亡人数	重伤人数	直接经济损失
一级	特别重大事故	≥30 人	100 人以上	>1 亿元
二级	重大事故	10-29 人	50-99 人	5000 万元-1 亿元
三级	较大事故	3-9 人	10-49 人	1000-5000 万元
四级	一般事故	<3 人	<10 人	100-1000 万元

注:同一等级中,三项指标中只要满足一项即为该等级事故。

2.分级响应:

如发生生产安全事故时,事故现场有关人员应当立即向本单位负责人报告;单位负责人接到报告后,应当于1小时内向事故发生地县级以上人民政府安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门报告。

3.建设单位的应急响应应符合下列要求:

- 1) 建立应急物资数据库、应急救援人员数据库、应急集结路线数据库,并及时更新。
- 2) 建立预警指标及预警响应措施。
- 3) 健全预警响应机制,明确相关主体责任。
- 4) 接到发生或者有可能发生事故报告后,应立即赶赴事故现场,同时安排通知有关职能部门领导、事故应急处置相关单位领导及技术专家赶赴事故现场。
- 5) 踏勘现场,由指挥长决定是否启动应急预案,组织召开现场会议,研究抢险方案,组织协调相关部门按抢险方案实施抢险,落实抢险事宜。

6) 及时响应并处置各类预警,形成完整的预警响应资料。

4.勘察单位与设计单位应积极配合现场开展的应急抢险工作。参加施工现场应急处理会议,提出勘察设计处理建议。

5.监理单位的应急响应应符合下列要求:

- 1) 应认真履行职责,全面监督工程施工的每一个环节,保证每一个工序均符合规范、标准、设计、施工方案的要求;
- 2) 认真检查施工现场的各项安全防护措施的落实情况,发现事故隐患及时提出整改,并督促落实;
- 3) 事故发生时,积极配合现场紧急救援,提供施工过程的有关技术数据及相关资料,并做好事故发生及抢险过程的记录,履行抢险中的职责。

4) 事故或险情发生时,立即启动监理项目的事故或险情应急预案,组织自救,立即报告建设单位。

6.施工单位的应急响应应符合下列要求:

1) 应配备应急救援人员,应急救援物资、设备、器材等资源,应急物资、设施、装备等要有专人管理,存放在指定地点,并作好标识,建立应急物资台帐,严禁挪作它用,应急物资等应保持性能完好、可靠,且满足应急需求,专管人员要经常对应急物资等进

行检查、维护，对失效或影响使用功能的要及时维修或更换。

2) 在施工过程中及时进行监测、评估、阶段验收、预警和信息报送，对预警状态及时组织分析和风险处置。

3) 应加强事故初期处置，发生险情或出现事故苗头时，现场负责人应根据风险点的性质特点、危害程度，立即按照现场处置方案科学处置，并同时向项目负责人或有关部门报告，防止事态扩大。

7. 第三方监测单位应建立健全应急协调联动机制，加强与现场相关单位沟通与联系。

3.3.5 现场处置

1. 建设单位应根据各方意见做出决策确定抢险方案。应急抢险结束后应组织制定工程恢复方案。

2. 勘察单位应参与抢险方案制定，配合建设单位制定工程恢复方案，并对应急抢险工作进行评估。

3. 设计单位的现场处置应符合下列要求：

1) 城市轨道交通工程风险控制必须坚持“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。

2) 应急抢险结束后，设计单位配合建设单位制定工程恢复方案，并对应急抢险工作进行设计后评估。

4. 施工中发生重大安全险情或者安全事故时，监理单位应及时、如实上报并及时赶赴现场配合施工单位开展应急抢险工作。总监理工程师应及时赶赴现场，征得建设单位同意后及时签发工程暂停令。

5. 出现突发事件时，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，根据事故等级，及时启动相应的应急预案，或采取有效措施，有序组织抢险、施救，防止事故扩大，减少人员伤亡和财产损失。应严格保护事故现场，抢救人员，防止事故扩大，需要移动现场物件的应做好标志和书面记录，采取拍照、摄像、绘图等方式，详细记录事故现场原貌、妥善保存现场重要的痕迹、物证。

6. 第三方监测单位应严格按规范、标准和事故现场情况进行监测工作，保证监测数据的准确并加强对重大危险源的监测。在重大事故或险情发生后，采取不间断监测，保

证修正抢险方案的需要。

3.3.6 事故处理

1.事故处理各方应遵守“四不放过原则”，即“事故原因未查清不放过、责任人员未处理不放过、整改措施未落实不放过、有关人员未受到教育不放过”。

2.建设单位关于事故处理应符合下列要求：

- 1) 规定事故报告程序。
- 2) 组织进行事故分析。
- 3) 建立事故统计台账及事故档案。

3.勘察单位关于事故处理应符合下列要求：

- 1) 主动配合调查组进行事故、险情调查工作。
- 2) 应参与相关工程安全事故分析，并对因勘察原因造成的安全事故，提出与勘察工作相关的技术处理措施。

3) 事故、险情调查报告提出后，勘察单位应积极响应，并按调查报告提出的意见进行整改。事故调查、事故调查报告和事故处理过程中形成的具有保存价值的各种文字、图表、录音、影像等应存档。

4.设计单位关于事故处理应符合下列要求：

- 1) 应参与相关工程质量安全事故分析，并对因设计原因造成的质量安全事故，提出与设计工作相关的技术处理措施。
- 2) 发生事故后主动配合调查组调查事故、险情调查工作，研究事故处理方案；事故、险情调查报告提出后，设计单位应积极响应，并按调查报告提出的意见进行整改。

5.事故发生后，监理单位应配合施工单位开展应急抢险工作，并参与或配合工程安全事故的调查和处理。

6.施工单位应主动配合事故调查，调查报告提出后，应积极响应并组织整改。

3.4 重大风险管理

3.4.1 危大工程管理

1.危大工程清单

1) 建设单位应组织勘察、设计等单位在施工招标文件中列出危大工程清单，要求施工单位在投标时补充完善危大工程清单并明确相应的安全管理措施。

2) 勘察单位应根据工程实际及工程周边环境资料，在勘察文件中说明地质条件可能造成的工程风险，对于存在危大工程的项目，勘察文件应编制危大工程说明。

3) 设计单位应在设计文件中注明涉及危大工程的重点部位和环节，编制危大工程清单。

4) 工程开工前，施工单位应根据国家及相关法律法规要求，编制危大工程及超过一定规模危险性较大的工程台账。

5) 危险性较大的分部分项工程范围应包括表 3-4 内容。

表 3-4 危险性较大的分部分项工程范围汇总表

序号	项目	规模
1	基坑工程	1. 开挖深度超过 3m (含 3m) 的基坑 (槽) 的土方开挖、支护、降水工程。2. 开挖深度虽未超过 3m, 但地质条件、周围环境和地下管线复杂, 或影响毗邻建 (构) 筑物安全的基坑 (槽) 的土方开挖、支护、降水工程
2	模板工程及支撑体系	1. 各类工具式模板工程: 包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程。2. 混凝土模板支撑工程: 搭设高度 5m 及以上, 或搭设跨度 10m 及以上, 或施工总荷载 (荷载效应基本组合的设计值, 以下简称设计值) 10kN/m ² 及以上, 或集中线荷载 (设计值) 15kN/m 及以上, 或高度大于支撑水平投影宽度且相对独立无联系构件的混凝土模板支撑工程。3. 承重支撑体系: 用于钢结构安装等满堂支撑体系
3	起重吊装及起重机械安装拆卸工程	1. 采用非常规起重设备、方法, 且单件起吊重量在 10kN 及以上的起重吊装工程。2. 采用起重机械进行安装的工程 起重机械安装和拆卸工程
4	脚手架工程	1. 搭设高度 24m 及以上的落地式钢管脚手架工程 (包括采光井、电梯井脚手架)。2. 附着式升降脚手架工程。3. 悬挑式脚手架工程。4. 高处作业吊篮。5. 卸料平台、操作平台工程。6. 异型脚手架工程
5	拆除工程	可能影响行人、交通、电力设施、通讯设施或其它建 (构) 筑物安全的拆除工程
6	暗挖工程	采用矿山法、盾构法、顶管法施工的隧道、洞室工程
7	其它	1. 建筑幕墙安装工程。2. 钢结构、网架和索膜结构安装工程。3. 人工挖孔桩工程。4. 水下作业工程。5. 装配式建筑混凝土预制构件安装工程。6. 采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全, 尚无国家、行业及地方技术标准的分部分项工程

6. 超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围应包括表 3-5 内容。

表 3-5 超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围汇总表

序号	项目	规模
1	基坑工程	开挖深度超过 5m (含 5m) 的基坑 (槽) 的土方开挖、支护、降水工程
2	模板工程及支撑体系	1. 各类工具式模板工程: 包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程。2. 混凝土模板支撑工程: 搭设高度 8m 及以上, 或搭设跨度 18m 及以上, 或施工总荷载 (设计值) 15kN/m ² 及以上, 或集中线荷载 (设计值) 20kN/m 及以上。3. 承重支撑体系: 用于钢结构安装等满堂支撑体系, 承受单点集中荷载 7kN 及以上

3	起重吊装及起重机械安装拆卸工程	1. 采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 100kN 及以上的起重吊装工程。2. 起重量 300kN 及以上，或搭设总高度 200m 及以上，或搭设基础标高在 200m 及以上的起重机械安装和拆卸工程
4	脚手架工程	1. 搭设高度 50m 及以上的落地式钢管脚手架工程。2. 提升高度在 150m 及以上的附着式升降脚手架工程或附着式升降操作平台工程。3. 分段架体搭设高度 20m 及以上的悬挑式脚手架工程
5	拆除工程	1. 码头、桥梁、高架、烟囱、水塔或拆除中容易引起有毒有害气体（液）体或粉尘扩散、易燃易爆事故发生的特殊建（构）筑物的拆除工程。2. 文物保护单位、优秀历史建筑或历史文化风貌区影响范围内的拆除工程
6	暗挖工程	采用矿山法、盾构法、顶管法施工的隧道、洞室工程
7	其它	1. 施工高度 50m 及以上的建筑幕墙安装工程。2. 跨度 36m 及以上的钢结构安装工程，或跨度 60m 及以上的网架和索膜结构安装工程。3. 开挖深度 16m 及以上的人工挖孔桩工程。4. 水下作业工程。5. 重量 1000kN 及以上的大型结构整体顶升、平移、转体等施工工艺。6. 采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全，尚无国家、行业及地方技术标准的分部分项工程

2. 危大工程专项方案

1. 勘察单位项目技术负责人应参加相关危大工程专项施工方案专家论证会及验收会。
2. 设计项目负责人应参与相关危大工程专项施工方案的专家论证会及验收会。
3. 总监理工程师审查经施工单位技术负责人审核签字加盖单位公章的专项施工方案，参加超过一定规模的危大工程的专家论证会。
4. 第三方监测、风险咨询单位的项目负责人应参加相关超过一定规模的危大工程专项方案专家论证会。
5. 总承包单位和分包单位技术负责人或授权委派的技术人员、项目负责人、项目技术负责人、专项施工方案编制人员、项目专职安全生产管理人员及相关人员应参加超过一定规模的危大工程的专家论证会。
6. 施工单位应在危大工程施工前组织工程技术人员编制专项施工方案。
7. 专项施工方案应由施工单位技术负责人审核签字、加盖单位公章，并由总监理工程师审查签字、加盖执业印章后方可实施。
8. 危大工程实行分包并由分包单位编制专项施工方案的，专项施工方案应由总承包单位技术负责人及分包单位技术负责人共同审核签字并加盖单位公章。
9. 对于超过一定规模的危大工程，施工单位应组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。实行施工总承包的，由施工总承包单位组织召开专家论证会。专家论证前专项施工方案应通过施工单位审核和总监理工程师审查。
10. 专家论证会的专家应从地方人民政府住房城乡建设主管部门建立的专家库中选取，符合专业要求且人数不得少于 5 名。与本工程有利害关系的人员不得以专家身份参

加专家论证会。

11.专家论证会后，应形成论证报告，对专项施工方案提出通过、修改后通过或者不通过的一致意见。专家对论证报告负责并签字确认。

12.专项施工方案经论证需修改后通过的，施工单位应根据论证报告修改完善后，重新履行报审程序。

13.专项施工方案经论证不通过的，施工单位修改后重新组织专家论证。

14.危大工程专项施工方案的主要内容应包括表 3-6 内容。

表 3-6 危大工程专项施工方案主要内容汇总表

序号	项目	主要内容
1	工程概况	危大工程概况和特点、施工平面布置、施工要求和技术保证条件
2	编制依据	相关法律、法规、规范性文件、标准、规范及施工图设计文件、施工组织设计等
3	施工计划	包括施工进度计划、材料与设备计划
4	施工工艺技术	技术参数、工艺流程、施工方法、操作要求、检查要求等
5	施工安全保证措施	组织保障措施、技术措施、监测监控措施等
6	施工管理及作业人员配备和分工	施工管理人员、专职安全生产管理人员、特种作业人员、其他作业人员等
7	验收要求	验收标准、验收程序、验收内容、验收人员等
8	应急处置措施	组织保障措施、应急处置程序、应急处置要点和注意事项等
9	计算书及相关施工图纸	计算书和验算依据、施工图是否符合有关标准规范

15.施工单位应严格按照专项施工方案组织施工，不得擅自修改专项施工方案，如有规划调整、设计变更等原因确需调整的，修改后的专项施工方案应按照规定重新审核和论证。

3.危大工程实施

1.前期保障

1) 建设单位应依法提供真实、准确、完整的工程地质、水文地质和工程周边环境等资料。

2) 建设单位应组织勘察、设计等单位在施工招标文件中列出危大工程清单，要求施工单位在投标时补充完善危大工程清单并明确相应的安全管理措施。

3) 建设单位应按照施工合同约定及时支付危大工程施工技术措施费以及相应的安全防护文明施工措施费，保障危大工程施工安全。

4) 建设单位在申请办理安全监督手续时，应提交由设计单位编制的危大工程清单及其安全管理措施等资料。

5) 勘察单位应根据工程实际及工程周边环境资料，在勘察文件中说明地质条件可能造成的工程风险。

6) 设计单位应在设计文件中注明涉及危大工程的重点部位和环节，提出保障工程周边环境安全和工程施工安全的意见，必要时进行专项设计。

2. 现场实施

1) 监理单位应结合危大工程专项施工方案编制监理实施细则，并对危大工程施工实施专项巡视检查。

2) 监理单位发现施工单位未按照专项施工方案施工的，应要求其进行整改；情节严重的，应要求其停工整改，并及时报告建设单位。施工单位拒不整改或者不停止施工的，监理单位应及时报告建设单位和工程所在地住房城乡建设主管部门。

3) 施工单位应在施工现场显著位置公告危大工程名称、施工时间和具体责任人员，并在危险区域设置安全警示标志。

4) 专项施工方案实施前，编制人员或者项目技术负责人应向施工现场管理人员进行方案交底。施工现场管理人员应向作业人员进行安全技术交底，并由双方和项目专职安全生产管理人员共同签字确认。

5) 施工单位应严格按照专项施工方案组织施工，不得擅自修改专项施工方案。

6) 因规划调整、设计变更等原因确需调整的，专项施工方案应修改并按规定要求重新审核和论证后方可组织施工。涉及资金或者工期调整的，建设单位应按照约定予以调整。

7) 危险性较大的分部分项工程实施阶段，作业人员应施行进场登记，施工单位项目负责人应在施工现场履职，专职安全管理人员应开展现场监督。

8) 现场未按照专项施工方案施工的，专职安全管理人员应要求立即整改，并及时报告项目负责人，项目负责人应及时组织限期整改。

9) 施工单位应按照规定对危大工程进行施工监测和安全巡视，发现危及人身安全的

紧急情况，应立即组织作业人员撤离危险区域。

10) 超过一定规模的危大工程施工期间实施报告制度。施工单位应及时报告专项施工方案的实施情况，包括工程实施进展、项目负责人现场履职巡查、安全员现场巡查、隐患排查的文字说明、相关数据、现场照片等。

11) 对于按照规定需要进行第三方监测的危大工程，建设单位应委托具有相应勘测资质的单位进行监测。

12) 监测单位应编制监测方案。监测方案由监测单位技术负责人审核签字并加盖单位公章，报送监理单位审批后方可实施。

13) 监测单位应按照监测方案开展监测，及时向建设单位报送监测成果，并对监测成果负责；发现异常时，及时向建设、设计、施工、监理单位报告，建设单位应立即组织相关单位采取处置措施。

14) 对于按照规定需要验收的危大工程，施工单位、监理单位应组织相关人员进行验收。验收合格的，经施工单位项目技术负责人及总监理工程师签字确认后，方可进入下一道工序。

15) 危大工程验收合格后，施工单位应在施工现场明显位置设置验收标识牌，公示验收时间及责任人员。

3.应急处置

1) 危大工程发生险情或者事故时，施工单位应立即采取应急处置措施，并应及时、如实地向负责安全生产监督管理的部门、建设行政主管部门或者其他有关部门报告；特种设备发生事故的，还应当同时向特种设备安全监督管理部门报告。建设、勘察、设计、监理等单位应配合施工单位开展应急抢险工作。

2) 建设单位应对第三方监测单位报告的异常情况组织采取处置措施。

3) 危大工程应急抢险结束后，建设单位应组织勘察、设计、施工、监理等单位制定工程恢复方案，并对应急抢险工作进行后评估。

4.危大工程档案管理

1.施工单位应将专项施工方案及审核、专家论证、交底、现场检查、验收及整改等相关资料纳入档案管理。

2.监理单位应按规定建立危大工程安全管理档案。

3.监理单位应将监理实施细则、专项施工方案审查、专项巡视检查、验收及整改等相关资料纳入档案管理。

4.第三方监测单位应将危大工程监测方案，监测成果报告等相关资料纳入档案管理。

3.4.2 关键节点条件核查

1.关键节点条件核查概念

关键节点条件核查是指在工序施工前，对轨道交通工程开（复）工或施工过程中风险较大、风险集中或工序转换时容易发生事故和险情的关键工序和重要部位，严格依据《住房城乡建设部办公厅关于加强城市轨道交通工程关键节点风险管控的通知》（建办质〔2017〕68号）的规定，按照全面识别、重点管控、各负其责、强化落实的原则，组织开展的施工前条件核查。

要按照城市轨道交通工程自身风险和周边环境特点及危险程度确定关键节点风险管控的具体内容，具体实施由各地方进行规定，如地方无规定，可参照本指南执行。

2.关键节点识别清单

城市轨道交通工程关键节点应包括表 3-7 所示内容。

表 3-7 关键节点分类清单

序号	类别	关键节点名称	备注
1	明挖	深基坑开挖（车站、附属工程、风井）	降水、围护结构、地基处理等开挖准备
2			
3	暗挖	竖井开挖	首次
4		马头门开挖	开口宽度小于 6m 的首次； 开口宽度大于 6m 的全部
5		多导洞施工扣拱开挖	首次
6		大断面临时支护拆除	首段
7		扩大段开挖	首循环
8		仰挖、俯挖	首循环
9		钻爆法开挖	首次
10		穿越重大风险或复杂环境	穿越既有铁路、地铁隧道、高速公路、江河湖海、密集建筑群、重要建筑物、文物、

序号	类别	关键节点名称	备注	
			重要管线（中压及以上的燃气管道、高压输油管及大体量雨水箱涵、大直径污水管等）、有毒有害气体地层、高架桥等	
11		围岩等级突变处或穿越构造带、断裂带、风化槽等不良地质体开挖	降低 2 个（含）等级	
12		区间联络通道开口施工	每次	
13	盾构	深基坑开挖（始发井、接收井）	降水、围护结构、地基处理等开挖准备	
14		盾构始发	每次	
15		盾构到达	每次	
16		盾构开仓	每次	
17		盾构机吊装	每次	
18		空推段	每次	
19		穿越重大风险或复杂环境	穿越既有铁路、地铁隧道、高速公路、江河湖海、密集建筑群、重要建筑物、文物、重要管线（中压及以上的燃气管道、高压输油管及大体量雨水箱涵、大直径污水管等）、有毒有害气体地层、高架桥等	
20		工程自身重大风险	叠落隧道上洞施工、覆土厚度不大于盾构直径的浅覆土层地段、平行盾构隧道净间距小于盾构直径 70% 的小净距地段、大坡度（大于 3%）等特殊地段施工。	
21			区间联络通道开口施工	每次
22		高架	跨越铁路或道路的预制梁架设施工	首次
23	跨越铁路或道路的挂篮悬臂混凝土浇筑施工		首次	
24	架桥机安装、走行		首次	
25	起重吊装	龙门吊、塔吊等起重机械安装/拆卸（含起重量 300kN 及以上的其他起重设备）	首次	
26		采用非常规起重设备、方法且单件起吊重量在 100kN 及以上的起重吊装施工（含多台起重设备协同等吊装作业）	首次	
27	模板工程及支撑体	超过一定规模的模板支撑系统混凝土浇筑	模架搭设高度 8m 及以上、或搭设跨度 18m 及以上、或施工总荷载 15KN/m ² 及	

序号	类别	关键节点名称	备注
	系		以上、或集中线荷载 20KN/m 及以上的混凝土浇筑
28	设备安装	铺轨（调试）行车	首次
29		变电所启动	首次
30		行车类设备上线	首次
31	其他	顶管施工的始发/接收	每次
32		人工挖孔桩施工	深度超过 16m 首桩
33		桩基托换	首桩
34		凿除既有运营车站主体结构	每次

3.关键节点条件核查主要内容

1) 应按照城市轨道交通工程自身风险和周边环境特点及危险程度确定关键节点条件核查的具体内容。

2) 关键节点条件核查内容主要包括:

- (1) 勘察和设计交底的完成情况;
- (2) 专项施工方案编制、审批和专家论证情况;
- (3) 监测方案编制审批及落实情况;
- (4) 施工安全技术交底情况;
- (5) 安全技术措施落实情况;
- (6) 周边环境核查和保护措施落实情况;
- (7) 材料、施工机械准备情况;
- (8) 项目管理、技术人员和劳动力组织情况;
- (9) 应急预案编制审批和救援物资储备情况;
- (10) 相关工程质量检测资料;
- (11) 法规、标准及合同约定的其他情况。

4.关键节点条件核查管控程序

1) 关键节点条件核查应由建设、监理、施工、勘察、设计、第三方监测等单位相关负责人参加。

2) 建设单位应建立完善关键节点条件核查相关制度,明确关键节点施工前条件核查标准、程序、内容和组织方式,确保关键节点风险管控落实到位。

3) 施工单位应根据《关键节点分类清单》编制《关键节点识别清单》,报监理单位审批后实施。

4) 监理单位应审批施工单位编制的《关键节点识别清单》。

5) 施工单位应对照经监理单位批准的《关键节点识别清单》,对关键节点施工前条件自检自评,符合要求后报监理单位预检查。监理单位核查通过后报建设单位。

6) 建设单位依据相关制度规定和标准规范,组织或委托监理单位组织开展关键节点施工前条件核查,通过核查方可进行关键节点施工。

7) 勘察单位应参加成孔、成槽验收,参加基坑验收,参加涉及勘察的关键节点条件核查和首件验收。

8) 设计单位应参与涉及设计的关键节点施工前的条件核查和首件验收。

9) 第三方监测单位在工程实施期间应参加涉及监测的关键节点条件核查,并形成书面验收记录。

10) 需要聘请专家的关键节点条件核查,专家人数不少于3名(其中原则上至少包含一名参加过专项施工方案论证会的专家)。

11) 各相关单位应按照表3-8“主要关键节点参会人员表”的相关要求安排相关人员参加关键节点条件核查会。

表3-8 主要关键节点参会人员表(参考用表)

序号	验收项目	(√)代表必须参会(⊙)选择性参会(空白处)不必参会								
		监理单位	施工单位	建设单位 主管部门	第三方 测量	第三方 监测	建 三方 检测	勘 察 单 位	设 计 单 位	至少3 名专家
1	车站深基坑验收	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2	被围护结构分成两个及以上首次开挖的基坑验收	√	√	√	√	√	√	√	√	√
3	被围护结构分成两个及以上非首次开挖的基坑验收	√	√	√			√	√	√	⊙

城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南

4	同一建筑高大模板支架首次验收	√	√	√	√	√	√	⊙	√	√
5	盾构设备出厂验收	√	√	⊙						⊙
6	盾构设备进场组装	√	√	⊙						⊙
7	盾构机吊装	√	√	√		√		⊙	√	⊙
8	盾构区间每次始发、每次接收	√	√	√	√	√	√	√	√	√
9	盾构机空推段	√	√	√	√	√	√	⊙	√	⊙
10	区间每座联络通道首次开挖前	√	√	√	√	√	√	√	√	√
11	盾构百环验收	√	√	√	√	√	√	√	√	⊙
12	龙门吊首次使用前验收	√	√	√						⊙
13	塔吊首次使用前验收	√	√	√						⊙
14	起重量 300kN 及以上的履带吊首次使用前验收	√	√	√						⊙
15	首次穿越既有铁路、地铁隧道、高速公路、江河湖海、密集建筑群、重要建筑物、文物、重要管线（中压及以上的燃气管道、高压输油管及大体量雨水箱涵、大直径污水管等）、有毒有害气体地层、高架桥等、架空高压线铁塔等评估为Ⅱ级以上风险的建（构）筑物前 50-100 环组织验收	√	√	√	√	√	√	√	√	⊙
16	叠落隧道上洞施工、覆土厚度不大于盾构直径的浅覆土层地段、平行盾构隧道净间距小于盾构直径 70% 的小净距地段、大坡度（大于 3%）等特殊地段首次施工前	√	√	√	√	√	√	√	√	⊙
17	洞门井接头施工前验收	√	√	√	√	√	⊙	√	√	⊙

18	顶管施工的始发、接收	√	√	√	√	√	√	√	√	√
19	凿除既有运营车站主体结构	√	√	√	√	√	√	√	√	⊙
20	首次铺轨（调试）行车、变电所首次启动、行车类设备首次上线	√	√	√	√	√	√	√	√	√

注：1、关键节点条件核查项目包括但不限于表中所列的 20 条。

2、凿除既有运营车站主体结构的，施工单位需请运营公司相关部门参加。

3、表内第 15、16 项首次验收的位置范围与盾构始发位置相同时，两会合一，按始发验收会标准执行。

12) 参加关键节点条件核查人员应按照建质[2018]5 号文件和相关标准规范对涉及到的施工条件逐项进行核查，形成明确核查意见和书面核查记录（包括影像资料），并对签署的核查意见负责。

13) 关键节点条件检查依据各地规定及建设单位管理办法中节点验收条件清单逐条销项，符合要求后同意验收。

14) 通过核查的，方可进行关键节点施工；未通过核查的，相关单位按照核查意见进行整改，整改完成后建设单位重新组织或委托监理单位组织核查。

3.5 特殊条件风险管理

3.5.1 周边环境安全与不良地质管理

1. 周边环境核查与风险识别

1) 周边环境是指城市轨道交通工程建设影响范围内的房屋、管线、桥梁、道路、隧道、轨道交通等建（构）筑物和设施，以及文物、地表水体等。

2) 建设单位组织工程周边环境调查及现状评估，并组织参建单位在不同阶段对周边环境风险源实行动态管理。

(1) 组织设计单位研究提出工程周边环境调查的技术要求，明确调查的范围、对象、内容及成果要求等，并向受委托从事工程周边环境调查的单位进行技术交底。

(2) 组织开展工程周边环境调查，委托相关单位开展周边环境调查工作，形成工程周边环境调查报告。

①工程周边环境调查报告主要包括以下内容：工程概况、调查目的和依据、调

查范围和对象、调查方法和手段、调查成果及资料说明、工程周边环境对工程的影响和风险分析、附图、附表等内容。

②调查报告的附图、附表主要包括：工程周边环境基本情况调查统计表、调查对象相关图纸、现场有关影像资料、实测数据、相关资料复印件等内容。

③调查报告应当由调查、校核人员签字，经调查单位技术负责人审批后加盖单位公章。

④调查报告及相关资料应真实、准确、完整，满足城市轨道交通工程勘察、设计、施工等单位的需要。

⑤环境核查范围见表 3-9 所示。

表 3-9 环境核查范围参考表

工法类别	环境调查范围	备注
明（盖）挖法工程	不小于基坑边缘两侧各 30m（或 3H，取大值）	H-基坑深度
暗挖工程	不小于隧道两侧各 30m（或 2Hi、3B，取大值）	Hi—隧道设计顶板埋深； B—隧道设计开挖宽度。
盾构法工程	不小于隧道两侧各 30m（或 3Hi、3D，取大值）	Hi--隧道设计顶板埋深；D--盾构隧道设计外径

注：城市轨道交通工程的地面线、高架线工程的环境核查范围不小于线路外边线两侧各 30m。

（3）工程周边环境调查宜分阶段进行，不同阶段环境调查内容应满足相应阶段深度要求。

（4）可行性研究阶段应通过收集地形图、管线图等方式获取工程周边环境资料。对影响线路方案的重要工程周边环境，需进行重点调查。

（5）初步设计阶段应通过查询收集资料、实地调查走访和必要的现场勘查探测等手段对工程周边环境现状进行全面调查。

（6）施工图设计阶段应根据工程设计条件变化或工程需要，补充完善工程周边环境资料。

（7）对影响工程施工安全的地下管线、地表水体渗漏等情况，应根据设计要求或工程需要进行专项调查。

（8）应在城市轨道交通工程的初步设计阶段，组织勘察、设计、施工方面的专业技术人员，会同地上、地下管线及建（构）筑物等相关产权单位开展现状调查工作。

(9) 如遇工程周边环境严重影响工程实施或因工程施工可能造成其严重损害,应根据设计要求或工程实际需要组织现状评估,形成现状评估报告。

(10) 组织工程周边环境调查报告和现状评估报告验收。并按合同要求及时提供给勘察、设计、施工等单位。

3) 勘察单位应按照《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GB50307)要求收集区域地质资料和工程周边环境资料,认真分析、利用收集到的区域地质资料、工程周边环境资料,对周边环境勘察,并形成成果,并提出防治措施建议。

(1) 工程周边环境专项调查范围、对象及内容,可根据工程设计方案、环境风险等级、工程地质、水文地质及施工工法等条件确定。

(2) 工程周边环境专项调查应在取得工程沿线地形图、管线及地下设施分布图等资料的基础上,采用实地调查、资料调阅、现场勘查与探测等多种手段相结合的综合方法开展工作。

(3) 工程周边环境专项调查的内容主要包括环境类型、权属单位、使用单位、管理单位、使用性质、建设年代、设计使用年限、地质资料、设计文件、变形要求、与工程的空间关系、相关影像资料等。

(4) 建(构)筑物、地下构筑物、地下管线、既有城市轨道交通线路与铁路、城市道路及高速公路、文物建筑、水工构筑物、架空线缆、地表水体等调查内容按《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GB50307)规定进行工程周边环境专项调查,并形成成果。

(5) 建(构)筑物应重点调查建(构)筑物的平面图、上部结构形式、地基基础形式与埋深、持力层性质,基坑支护、桩基或地基处理设计、施工参数,建(构)筑物的沉降观测资料等。

(6) 地下构筑物及人防工程应重点调查工程的平面图、结构形式、顶板和底板标高、工程施工方法以及使用、充水情况等。

(7) 地下管线应重点调查管线的类型、平面位置、埋深(或高程)、铺设方式、材质、管节长度、接口形式、介质类型、工作压力、节门位置、服役状态等。

(8) 既有城市轨道交通线路与铁路应重点调查下列内容:

① 地下结构调查应包括结构的平面图、剖面图,地基基础形式与埋深,隧道断面形式与尺寸、支护形式与参数,施工方法。

②高架线路调查应包括桥梁的结构形式、墩台跨度与荷载、基础桩位、桩长、桩径等。

③地面线路调查应包括路基的类型、结构形式、道床类型，涵洞与支挡结构形式以及地基基础形式与埋深。

(9) 城市道路及高速公路应重点调查下列内容：

①路基调查应包括道路的等级、路面材料、路堤高度、路堑深度；支挡结构形式及地基基础形式与埋深。

②桥涵调查应包括桥涵的类型、结构形式、基础形式、跨度，桩基或地基加固设计、施工参数等。

(10) 文物建筑应重点调查文物建筑的平面位置、名称、保护等级、结构形式、地基基础形式与埋深等。

(11) 水工构筑物应重点调查构筑物的类型、结构形式、地基基础形式与埋深、使用现状等。

(12) 架空线缆应重点调查架空线缆的类型、走廊宽度、线塔地基基础形式与埋深、线缆与轨道交通线路的交汇点坐标、悬高等。

(13) 地表水体应重点调查水位、水深、水体底部淤积物及厚度、防渗措施，河流的流量、流速、水质及河床宽度，河床冲刷深度等。

(14) 建（构）筑物调查成果资料的整理应符合下列规定：

①编制调查报告，报告内容包括文字报告、调查对象成果表、调查对象平面位置图、调查对象的影像资料等。

②文字报告主要包括：工程概述、调查依据、调查范围、调查对象及内容、调查方法、工作量完成情况及调查成果汇总，初步分析工程与建（构）筑物的相互影响、划分环境风险等级，提出有关的措施和建议，说明调查工作遗留问题。

③调查对象成果表主要包括：名称、产权单位、使用单位、使用性质、修建年代、地上和地下层数、地基基础形式与埋深等。

④调查对象应在平面位置图上进行标识。

⑤工程环境调查报告中应详细说明资料获取方式及来源。

(15) 地下管线探测成果资料整理应符合现行行业标准《城市地下管线探测技术规

程》(CJJ61)有关报告书编制的要求。

4) 设计单位应履行以下职责:

(1) 设计单位研究提出工程周边环境调查的技术要求,明确调查的范围、对象、内容及成果要求等,并向受委托从事工程周边环境调查的单位进行技术交底。工程周边环境调查宜分阶段进行,不同阶段环境调查内容应满足相应阶段深度要求。

①可行性研究阶段应通过收集地形图、管线图等方式获取工程周边环境资料。对影响线路方案的重要工程周边环境,需进行重点调查。

②初步设计阶段应通过查询收集资料、实地调查走访和必要的现场勘查探测等手段对工程周边环境现状进行全面调查。

③施工图设计阶段应根据工程设计条件变化或工程需要,补充完善工程周边环境资料,原则上应为竣工图资料。

(2) 设计单位应对重要的工程周边环境进行核查。工程周边环境实际状况与建设单位提供的资料不一致或工程周边环境调查资料不能满足设计需要的,应及时向建设单位提交补充完善调查相关技术要求,补充完善周边环境调查资料。

(3) 设计单位应针对工程水文地质条件、周边环境及重要建(构)筑物进行风险分析和现状评估,确定降低或规避沿线重要工程风险的设计点,开展设计方案比选,汇总风险源和风险等级,并按照评估结果提出并制定针对性处理措施,在施工图中作单项风险设计。

5) 监理单位应审查施工单位上报的《周边环境核查报告》和周边环境保护方案。

6) 施工单位应对周边环境进行核查,编制周边环境核查报告,报监理审查。周边环境变化较大影响施工时,应及时上报建设单位组织重新风险识别与评估。

(1) 周边环境核查范围及核查要求可参照建设单位组织的工程周边环境调查范围及要求执行。

(2) 施工前,施工单位按照表 3-10 周边环境风险分类表分类要求确定周边环境风险类别,并对施工范围内的周边环境进行风险识别,并制定相应处理措施。

表 3-10 周边环境风险分类表

名称	风险分类	风险因素
工程环境 风险	重要环境设施	铁路、既有轨道交通线路 保护古建筑、高度超过 15 层(含)、基础条件较差的重点保护的建

	筑、水塔、油库、加油（气）站、气罐、高压线塔等 地下隧道、商业街及重要人防工程等。 高架桥、立交桥的主桥等 雨污水主干管(≥DN800)、中压以上(DN300)燃气管、≥DN500 的自来水管、军用光缆（专用）、现状状态较差的承插式混凝土管、 输油管、110kv 及以上电力管沟。 保护古树、重要河道等
一般环境设施	重要设施以外的环境设施

(3) 基础资料的交接，施工单位应和建设单位双方签字确认，确保移交资料齐全。

(4) 施工前，施工单位应全面掌握周边环境相关资料，根据城市轨道交通工程的线路位置、敷设方式、埋置深度、施工方法、结构形式及所处水文地质条件等因素综合确定环境调查的范围，进行工程踏勘、环境核查，形成周边环境核查报告。

(5) 周边环境调查资料与设计资料不符时，施工单位应立即反馈建设单位，建设单位应组织有关单位及时补充完善。

(6) 施工单位应根据设计文件及环境核查资料，编制针对性的周边环境保护方案，报监理单位审查。

2. 管线

1) 建设单位应根据设计和工程需要对影响施工安全的地下管线、地表水体渗漏情况组织进行专项调查。从管线产权单位（管线管理单位）获取施工现场管线资料。

2) 勘察单位应依据相关规范要求，对场地稳定性和工程建设适宜性做全面、准确的评价。并根据物探管线图核对勘探点，邀请管线产权单位到现场进行管线交底。钻探前实地逐点（勘探点）进行地下管线物探核查，勘探中采取浅部探挖等有效措施，确保勘探施工安全。

3) 设计单位应对高风险工程及影响结构安全的管线进行全面排查，并与主体工程同步进行专项设计。专项设计内容应全面，深度应满足相关规定要求。

4) 设计单位根据踏勘结果及工程需要，进行管线迁改设计。方案经管线的产权单位或管理单位同意后，由建设单位委托相关单位实施迁改。

5) 因建设需要进行迁改的，建设单位应通知相关管线的产权单位或管理单位，并提出迁改要求，商定迁改时限。

6) 工程施工前，建设单位及时组织所涉及地下管线的产权单位或管理单位向施工、监理单位进行交底。

7) 管线交底内容应包括:

(1) 施工影响范围内现状管线情况

①地下管线管线的类型、功能、材质、规格、坐标位置、走向、埋设方式、埋深(标高)、施工方法等内容。

②各类管道的管节长度、接口形式、拐折点坐标、管径变化位置、节(阀)门(或检查井)位置、载体特征(压力、流量流向)、使用情况(正常、废弃、渗漏)等内容。

③采用地下综合管道共同沟的,还应包括共同沟的结构形式、断面尺寸、顶(底)板埋深(标高)、围(支)护结构形式、变形缝设置情况等内容。

(2) 管线保护要求等内容。

8) 应书面记录交底内容,明确各方职责,由建设单位、管线的权属单位或管线管理单位、监理单位、施工单位四方签字确认,后附管线书面资料。

9) 施工单位根据管线资料及现场探勘结果,在施工组织设计方案中明确管线保护措施及相应的应急预案,报监理审批,通过后实施。

10) 施工单位应对施工影响范围内的重要管线采取专项防护措施。保护措施应符合规范,报管线的权属单位或管线管理单位认可,按规定与管线的权属单位或管线管理单位签订管线保护协议。

11) 对于电力、燃气等风险较大的管线,作业实施单位需编制管线迁改专项施工方案,经产权单位审批通过后方可实施;在作业中,应由产权单位监护人现场监护方可作业。

12) 施工单位应在现场标识地下管线安全保护范围并竖立警示标志。在管线安全保护范围内施工前应核查开工条件。

13) 施工单位应做到“三不施工”,即不摸清地下管线位置不施工,影响地下设施运转不施工,没有采取有效保护措施不施工。

14) 禁止在既有电杆、电线等设施上搭挂临时线。

15) 在管线周边进行施工时,应保证最小安全距离,不同管线的施工安全距离见表3-11。

表 3-11 重要管线施工安全距离表

管线类型	施工安全距离	备注
危险化学品管道及其附属设施	5m	施工
架空输电导线（500KV）	水平 8.5m；垂直 8.5m	起重机械
架空输电导线（330KV）	水平 7m；垂直 7m	
架空输电导线（110-220KV）	水平 6m；垂直 6m	
架空输电导线（35-110KV）	水平 4m；垂直 5m	
架空输电导线（10-35KV）	水平 3m；垂直 4m	
架空输电导线（1-10KV）	水平 2m；垂直 3m	
架空输电导线（<1KV）	水平 1.5m；垂直 1.5m	
外电线路（330-500KV）	15m	在建工程（含脚手架）周边
外电线路（220KV）	10m	
外电线路（35-110KV）	8m	
外电线路（1-10KV）	6m	
外电线路（<1KV）	4m	
外电线路（500KV）	6m	防护设施
外电线路（330KV）	5m	
外电线路（220KV）	4m	
外电线路（110KV）	2.5m	
外电线路（35KV）	2m	
外电线路（<10KV）	1.7m	
外电线路（35KV）	垂直 7.0m	施工现场机动车道
外电线路（1-10KV）	垂直 7.0m	
外电线路（<1KV）	垂直 6.0m	
施工现场开挖沟槽边缘与外电埋地电缆沟槽边缘	0.5m	施工
高压燃气管道（<0.8MPa）	4m	施工
高压燃气管道（≥0.8MPa）	6m	施工

16) 施工中如遇不明管线，应立即报告监理、建设单位组织管线的产权单位或管理单位现场确认，采取相应处置措施。在不能确定地下管线准确位置的情况下，施工单位应开挖探槽，探槽深度和宽度以能探明施工影响范围内的现有管线为标准。探槽应采用人工方式开挖，并采取相应安全防护措施。

17) 施工作业中损坏管线时，应立即停止施工，启动应急预案。

3.建（构）筑物

1) 对施工影响范围内需要进行安全鉴定的建（构）筑物，建设单位应按照《房屋安全鉴定指导原则》委托具有鉴定资格的单位进行安全鉴定，鉴定结果提交给设计、施工、监理等相关单位。

2) 设计单位应对周边建（构）筑物影响重大的工程进行专题风险评估。

3) 施工单位对周边建（构）筑物情况调查的内容应包括：

(1) 地上建（构）筑物需重点调查建筑层数、高度、结构形式、基础型式、基础埋深（标高）、地基变形允许值及沉降观测资料等内容。采用复合地基、桩基的建（构）筑物还包括地基基础的主要设计参数、施工工艺等内容。

(2) 地下构筑物需重点调查结构形式、外轮廓尺寸、顶（底）板埋深（标高）、原施工开挖范围、围（支）护结构形式、抗浮措施、施工方法等内容。

4) 施工单位应根据调查情况、设计及规范要求，分析施工对建（构）筑物的影响，编制专项保护方案，对施工影响范围内的重要建（构）筑物采取专项防护措施。如需对建（构）筑物加固，应制定专项方案，并经专家评审。

5) 当夯实、挤密、旋喷桩、水泥粉煤灰碎石桩、桩锤冲扩桩、注浆等方法施工可能对周边环境及建筑物产生不良影响时，应对施工过程的振动、噪音、孔隙水压力、地下管线和建筑物变形进行监测。

6) 施工中应加强监测，监测内容应包括支撑轴力、基坑变形、建（构）筑物沉降、建（构）筑物附近地面沉降、建（构）筑物旁基坑围护结构变形、围护桩顶水平垂直位移、建（构）筑物附近地下水位等内容。

7) 在降水工程中，应加强监测基坑外水位变化，如发现围护结构有较大漏水，引起基坑外水位下降，应立刻停止降水，对漏水部位围护结构进行加固补强或采取坑外注水回灌的形式，减少地面沉降变形，避免不均匀沉降对建（构）筑物造成的威胁。

8) 在基坑开挖工程中，应及时安装支撑并施加轴力，减少基坑无支撑的暴露时间。

9) 在土方开挖过程中，重型运输车辆和机械应避免在建（构）筑物附近行走和停留，以减缓基坑的变形速率，达到保护建（构）筑物的目的。

10) 当施工对建（构）筑物造成不利影响，危及安全时，应及时疏散人员，封闭现场，采取相应措施，防止次生灾害。

4.河流水体

1) 建设单位应根据设计和工程需要对影响施工安全的地表水体渗漏情况进行专项调查。

2) 勘察单位对地下水状况调查及现状评估。

(1) 依据相关规范阐明含水层的富水性、透水性；查明地下水的补给、径流和排泄条件，地表水与地下水的水力联系。

(2) 依据相关规范对地下水（土）的化学类型及腐蚀性进行评价。

(3) 应根据施工方法、开挖深度、含水层岩性和地层组合关系、地下水资料和环境要求，建议适宜的地下水控制方法。

3) 勘察单位应对工程地质、水文地质条件评价，并给出措施建议。

(1) 对工程地质条件和水文地质条件进行准确、全面的评价。

(2) 提供设计、施工所需的岩土参数，并对各类建筑工程的地基基础形式、地基承载力、变形参数给出合理的建议、分析与评价。

(3) 分析评价地基、围岩及边坡稳定性，预测可能出现的岩土工程问题。

(4) 合理分析地下水对工程的影响，提出地下水控制措施的建议。

(5) 水和土对建筑材料腐蚀性评价应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021）有关规定。

(6) 应根据设计、施工要求，结合地区经验，对工程提出合理性、针对性建议。

(7) 拟建场地或附近存在对工程安全有不利影响的不良地质作用且无法规避时，应进行专项勘察；水文地质条件复杂且对工程及地下水控制有重要影响时应进行水文地质专项勘察。

4) 勘察单位水上勘察作业应制定水上作业专项方案，并需通过专家评审。

5) 设计单位应对地下水处理进行设计。

(1) 地下水的处理措施应根据工程地质和水文地质条件、基坑周边环境要求及支护结构形式合理选用截水、降水、集水明排方法或其组合方法；降水或止水方案应适合结构所处的地层特性。

(2) 地下水的控制设计应符合现行《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120）规程和其它相关规范对基坑周边建（构）筑物、地下管线、道路等周边环境沉降和变形控制值要

求。

(3) 地下水控制方案中止水帷幕、注浆、冻结等加固方法的加固范围等参数应根据相关规范、规程、周边环境、工程地质和水文地质条件等合理选取，并提出加固效果控制要求。

(4) 对非常见的地下水处理方案及措施，设计应明确要求进行现场试验确定具体施工参数。

6) 施工单位对周边河流水体的调查内容应包括：河流分布、流量、流速、洪水期、水位变化、通航情况等内容。地表水体需重点调查水体范围、水底淤泥厚度、防洪水位、河床冲刷标高、通航要求、防渗方式、渗漏情况、水工建筑的地基变形允许值和沉降观测资料等内容。水井需重点调查井深、井径、井壁材质、出水量、服务范围等内容。

7) 施工单位应根据调查情况、设计及规范要求，分析施工对河流的影响，编制专项保护方案，对施工影响范围内的河流水体采取专项防护措施。

8) 有通航要求的工程，应制定通航保障措施。例如在通航的河道上修建桥梁围堰时，应考虑航道通航要求。

9) 施工前应对河流水体防汛墙周围地面上设深层沉降测点，必要时预埋跟踪注浆管，布设加密监测点，做好沉降信息化监测控制。

10) 周边有河流水体时，施工前应做好地面排水设计，并制订临时防洪措施。

11) 施工前可先对大堤（防汛墙）进行预加固，巩固大堤（防汛墙）的基础，在大堤（防汛墙）上布置地面注浆管，采取预防措施，防止河流防汛堤（墙）变形、开裂。

12) 穿越河流水体前，应对施工设备的机械、电子设备进行检查，保证设备具有良好的性能。

13) 河流、冲沟开挖穿越施工宜选择在枯水季节。雨季施工时应采取相应的安全措施。

5. 既有线

1) 设计前，设计单位应对既有线（轨道交通）结构及轨道现状提出全面调查要求，根据调查情况充分分析新建轨道交通工程施工各阶段对既有线（轨道交通）结构及轨道的影响，编制专项保护方案，确保既有线（轨道交通）工程安全运营。

2) 施工单位对施工范围内既有线的调查内容应包括：

(1) 桥梁涵洞重点调查结构形式、桥宽、桥长、跨度、基础型式及桥梁承载力标准、桥梁限载、限速、桥面及涵洞破损情况、桩基参数（桩长、桩径等）、设计允许沉降变形量和沉降变形观测资料等内容。

(2) 隧道重点调查隧道顶、底板埋深（标高）、断面尺寸，衬砌厚度，施工方法，人防联通、附属结构（洞门、竖井、小室）、变形缝设置及渗漏情况等内容。

(3) 轨道交通设施（地铁、轻轨、铁路）重点调查敷设方式、线路形式、道床形式、行车间隔、运行速度、车辆荷载、轨道变形要求、道岔接触网杆、轨道设施等，此外还应包括以下内容：

①轨道交通设施地下线参照隧道调查内容。

②轨道交通设施地面线还包括路基形式、填筑厚度、填筑宽度、边坡防护等。

③轨道交通设施高架线参照桥梁涵洞调查内容。

3) 既有线施工项目开工前应申报审批，未经审批严禁施工。

4) 临近既有线施工，新线施工单位应与既有线管理单位签订施工安全配合协议，明确配合责任和义务，并向既有线管理单位上报工程项目施工方案和既有线施工安全专项防护方案。

5) 施工单位应按相关规定，建立健全安全管理机构和设立专（兼）职安全检查人员。施工前，技术人员就施工的技术要求，向班组、作业人员作详细交底，并由双方签字确认。

6) 施工前应采取保证既有线行车安全和减少对铁路行车干扰的措施。对可能发生施工人员、机具、设备和材料侵入铁路限界的施工，应采取有效物理隔离措施。

7) 临近既有线施工时，大型机械、临时构筑物应采取可控防倾倒措施。

8) 施工如遇既有运营线路，应采取预防措施，施工前先对穿越运营线路区域进行预加固，巩固线路下部基础，根据线路及周边地面状况，在线路与隧道之间或线路底部基础上，采取隔离桩及注浆加固等形式隔断，减小盾构施工对其的影响。

9) 既有线封锁施工前的准备作业必须按施工放行条件的要求进行，其它施工不得影响列车运行。应按规定办理销点手续。

10) 对既有线影响的施工，必须首先探明施工范围的通讯、水电、信号等管线及其他设施情况，并与既有线管理单位共同确定防护范围。

11) 施工与既有线并行或邻近工程时, 要加强施工安全措施, 必要时和既有线管理单位共同协调组织, 保证运营安全和施工安全。

12) 增建二线或既有线技改施工, 涉及到既有线管理单位设备管理部门的施工项目, 既有线设备管理部门应积极协调新线施工单位核查既有设备。施工前对地下的管、线、电缆设施的位置双方应予以确认, 划定防护范围, 经既有线管理单位设备管理部门同意后方可施工。

13) 既有线施工中, 新线施工单位和既有线管理单位应经常监视, 并确保线路、桥涵、隧道、房屋、通信、信号等建筑物和设备处于完好状态, 发现异常必须立即停工处理。施工地段如发生既有线设备发生损坏时, 新线施工单位应及时, 通知既有线管理单位并组织抢修, 确保尽快恢复正常使用。

6. 穿越工程施工

1) 城市轨道交通工程穿越道路、市政桥梁、隧道、既有国铁及高速铁路、管线、建(构)筑物、既有线(轨道交通)等施工, 简称为穿越工程。

2) 穿越工程施工方法宜采用顶管法、盾构法、明挖法、矿山法、高架法等施工方法, 具体根据设计要求和现场情况确定。

3) 施工图设计前应针对有特殊要求的穿越环境风险工程进行现状调查、检测和评估。现状评估对象原则上针对 I、II 级环境风险工程的工程环境和产权单位有特殊要求的工程环境。

4) 现状评估是通过对环境进行现状调查、结构检测和鉴定, 并进行适当分析评价, 为环境风险工程施工附加影响分析、环境监控量测控制指标制定、施工图设计和工后评估等提供基础资料和依据。现状评估由建设单位委托具有相应经验和实力的调查监测或评估单位承担。

5) 设计单位应根据详勘地质资料及穿越工程的详细调查结果对穿越环境进行施工影响性预测, 提出环境的变形控制指标、监控量测设计要求和保护措施; 指出施工穿越过程中关键风险点, 要求施工单位针对各种可能的突发事件制定相应的应急预案。

6) 穿越重大风险或复杂环境施工前, 施工单位应编制有针对性的穿越施工方案, 专家论证, 审批后实施。穿越既有线、重要管线前, 应征得相关产权单位、运营管理单位许可。

7) 穿越建（构）筑物施工

(1) 穿越建（构）筑物前，施工单位应对沿线的建（构）筑物进行调查，了解现场的工况条件，记录建（构）筑物的原始状态，尤其是变形裂缝、破损及附近地表情况。

(2) 在穿越施工到达建（构）筑物影响范围之前，在建（构）筑物上设置监测点，并测得初始值，并通知第三方监测单位。

(3) 对于需要加固的建（构）筑物，穿越前应完成加固工作，加固效果应检测合格。

(4) 穿越前，应复核施工里程，确认穿越施工用设备与建（构）筑物的相对位置。并采取相应技术措施，控制施工设备姿态，确保穿越前设备处于良好位置。

(5) 穿越前应对施工管理人员和作业人员进行交底，熟悉穿越流程和相关应急预案。

(6) 穿越前应对施工所用设备进行一次检查和保养，确保设备在良好的工况下进行穿越施工。

(7) 穿越工程施工前，施工单位应做好准备工作，对穿越前条件进行自查，监理单位对自查结果进行预检查，通过后报建设单位进行正式条件核查，通过验收后方可进行穿越施工。

(8) 根据穿越建（构）筑物的工况特点，将穿越建（构）筑物分为三个阶段，分别为穿越前试掘进阶段、穿越阶段和穿越后阶段。

(9) 采用盾构/TBM 穿越时，刀盘到达建（构）筑物影响范围前，为穿越试推进段，在试推进段主要收集推进参数，以及不同施工参数对周边环境的影响大小。试推进段施工应满足以下要求：

①在穿越试推进段，应对建（构）筑物进行监测，当监测结果的沉降值 \leq 预警值时，施工单位项目工程部长或以上人员至少一人在场，处理现场事务。当预警值 \leq 沉降值 \leq 报警值时，施工单位项目盾构副经理或项目总工至少一人在场。沉降值 \geq 报警值时，施工单位应立刻报告建设单位主管工程师，项目总工或项目经理至少一人在场，并采取有效措施，防止沉降进一步增大。

②在穿越试推进段，监理单位应安排监理工程师现场旁站。

③掘进速度应与进排浆流量、开挖面泥水压力、进排泥水、出土量保持平衡，并应与同步注浆速度相协调。

(10) 采用盾构/TBM 穿越时，刀盘到达建（构）筑物前 10 环至盾尾推出建（构）

筑物 10 环后，为穿越段。穿越段施工应满足以下要求：

①应根据穿越试推进段总结的推进参数和施工数据来指导穿越施工，采用盾构/TBM 施工时，主要控制施工参数包括推进速度、土压力、推进姿态、同步注浆流量、同步注浆压力等。

②施工单位在穿越施工时，应根据地层特征、地质变化、水土压力、（建（构）筑物，合理设定掘进控制参数；应加强对隧道轴线两侧施工影响范围内水利设施、堤防、地上与地下建（构）筑物、管道的地表沉降观测，并应根据观测结果及时调整掘进参数与注浆量。

③在穿越段，应加强对建（构）筑物监测频率，当监测沉降值 \leq 预警值时，施工单位工区长或以上人员至少一人在场，及时处理现场事务；当预警值 \leq 沉降值 \leq 报警值时，施工单位应立刻报告建设单位主管工程师，项目总工或项目经理至少一人在场，采取相应处理措施，以控制沉降进一步增大；当沉降值 \geq 报警值，项目总工和项目经理都须在场，并采取有效措施控制沉降进一步发展。

④当穿越地面（建（构）筑物时，除应对穿越（建（构）筑物监测外，宜对邻近土体进行变形监测。

⑤穿越建筑物段掘进施工过程中，设备宜保持连续顺畅推进。

（11）采用盾构/TBM 穿越时，推出建（构）筑物范围 10 环~20 环为穿越后阶段，在穿越后，应对穿越区域的管片进行二次注浆，根据沉降监测情况确定二次注浆量。

（12）穿越重要建（构）筑物等周边环境等级为 I 级的工程，在穿越施工过程中，应提高监测频率，并对关键监测项目进行实时监测。

8) 穿越既有线施工

（1）建设单位组织对新建轨道交通工程穿越既有线影响范围内的既有线洞体结构、洞内道床、线路、设备设施、限界等进行现状勘查、现状评估，并形成既有线评估报告，评估报告中应明确结构沉降、道床沉降、列车安全行车速度等安全控制指标。

（2）设计单位依据评估报告和过轨工程对既有线影响程度，完成既有线的防护设计。防护设计原则为：确保既有线运营安全，并最大限度地减少施工对既有线列车正常运营的影响

（3）建设单位组织对过轨工程的设计文件、现状勘查报告、既有线评估报告、既有

线洞内的防护设计、第三方监测方案和施工方案等组织专家评审。

(4) 穿越既有线施工前, 施工单位应按防护设计和既有线施工规定实施既有线洞内的防护措施。

(5) 其他措施参见穿越建筑物施工。

9) 其他穿越工程施工

(1) 穿越城市道路前, 应调查道路车流情况, 根据道路车流情况、动载荷、地质情况、隧道覆土厚度, 确定施工参数。

(2) 穿越管线前, 施工单位应对沿线的地下管线进行调查, 了解管线分布情况。应根据施工图测量管沟中心线、管沟底标高和管沟上口边线, 测量结果应符合设计要求。

(3) 穿越可燃气体管道或有害气体地段时, 在隧道和盾构机/TBM 内部, 应安装气体检测仪, 对隧道和盾构机/TBM 内部空气状况实时不间断监测。当有害气体含量超标时, 应采取有效措施处置合格后方可继续掘进, 应加强隧道和盾构机/TBM 内部通风, 应配置开挖面和舱内的可燃、有害气体有效排放转换管道。

(4) 当穿越水域浅覆土层施工时, 采取保持开挖面稳定、防止泥浆或添加剂泄漏、喷出等措施。同时, 还应采取防止隧道上浮和变形的相应措施。

(5) 穿越河道期间, 应安排监测人员对河道进行 24 小时监测。根据沉降变化数据及时调整施工参数。应配备足够的值班维修人员, 及时处理盾构设备的故障, 确保盾构推进顺利进行。

(6) 穿越溶洞地段施工前, 应详细查明溶洞分布、数量、大小, 应查明溶洞分布范围和类型, 溶洞数量、大小, 岩层的完整稳定程度、填充物和地下水情况, 根据溶洞的具体情况采取合理、有效的预处理措施, 如采取回填或注浆充填等措施。

(7) 其他措施参见穿越建筑物施工。

3.5.2 特殊气候安全管理

1. 人员与管理

1) 施工单位应成立特殊气候应急管理体系, 制定相应管理制度, 落实相关责任。

2) 施工组织方案中应明确特殊气候下施工, 应采取的相应安全措施。应编制特殊气候应急预案, 落实救灾应急准备, 确保抢险救灾物资和人员到位, 发生险情时立即启动

应急预案。

3) 施工单位应指定相关部门及专人负责收集、分析, 报告特殊气候预警信息, 应与气象部门、相关政府部门及上游(左右)水库等蓄水设施管理机构建立联动机制。

4) 施工单位应对管理人员和作业人员进行特殊气候安全培训教育, 加强特殊天气安全常识的学习和应急演练, 提高相关人员自我防范能力和应急反应能力。

5) 特殊气候时, 施工单位应给相关人员配齐安全防护必需品, 并按特殊气候预警要求安排人员应急值守、巡查。

6) 施工单位应及时按照预案规定程序向管理人员、施工作业人员、应急抢险等有关人员传达特殊气候预警信息, 做好相关防范应急准备工作。

7) 施工单位应按预警等级要求, 及时停止室外作业或其他危险性较大作业(如吊装作业), 并撤离人员到安全地方。

2. 暴雨及地质灾害防范

1) 建设单位应建立健全防洪应急指挥系统、应急联动机制和工作制度等应急救援体系, 制订和实施防洪应急预案。

2) 各参建单位应备足抢险物资和救生器材, 落实领导及技术负责人、抢险队伍, 落实人员疏散场地, 配备必要的安全和生活物资, 明确抢险时组织责任人、联系以及实施方案。

3) 各参建单位应做好暴雨及风暴潮等气象灾害前的安全大检查, 对检查中发现的问题及时整改消除。

4) 施工现场或生活区选址应合理, 应尽量避免设置在低洼易涝或易受地质灾害(滑坡、泥石流)影响的区域, 如设置在低洼易涝或易受地质灾害(滑坡、泥石流)影响的区域, 应设置有效防范措施。

5) 施工现场周边如有危石, 应做好施工现场周边危石处理, 防止落石滑坡、塌方影响施工工地。

6) 基坑(竖井、斜井)、车站出入口等周边挡水墙强度或相对高度应满足防汛要求(一般高出地面 500mm 以上), 并定期检查挡水墙完好性, 及时修补处理。

7) 施工现场除应按文明施工要求做好排水布置外, 还应根据施工总平面图、排水总平面图, 利用自然地形和周边管线现状, 确定排水方向, 按规定坡度设置排水沟, 并应

确保场地排水系统排水能力（如：排水沟截面、坡度）满足规范要求，并应定期检查，确保无淤积、堵塞等现象。

8) 抽排水设施管（孔）口应设置防水倒灌措施。雨季期间，通往基坑（隧道）的所有可能进水管（口）应进行可靠封堵。并应设专人检查，及时疏浚排水系统，确保施工现场排水畅通。

9) 脚手架、作业平台应采取防滑措施，人行道、上下坡道应设置步梯或硬化。露天作业机具应设置防雨设施。

10) 应落实雨季施工安全值班制度，与气象、防汛等部门建立防汛联动机制，及时掌握气象、水文等信息。暴雨预警信号分四级，分别以蓝色、黄色、橙色、红色表示。暴雨预警发布后，应根据预警等级，启动相应应急预案。

11) 雨季施工所需要的各种物资、材料都要有一定的库存量，库房应做好保管和防潮工作，确保雨季的物资供应，储备必要的应急物资（水泵、编织袋、塑料布、彩条布、铁锹等相关器材）。

12) 雨期开挖基坑（槽、沟）时，应注意边坡稳定，应加强对边坡坡脚、支撑等的处理。暴雨期间应停止土石方作业。

13) 临时建筑、围墙和工程的基础结构或土体（如暗挖、明挖作业面、边坡）暴雨来临前应采取抗渗、抗冲刷、防浸泡等措施（如：注浆加固、混凝土封闭或彩条布覆盖等）。

14) 非应急需要的露天电气设备在暴雨来临前应及时切断电源。

15) 在暴雨天气时，严禁进行建筑起重机械的安装拆卸作业；不得进行附着式升降脚手架升降和拆除作业；应停止露天的起重吊装作业；停止吊篮作业，并应将吊篮平台停放至地面，应对钢丝绳、电缆进行绑扎固定；中雨及以上严禁人员进行露天高处作业和人工挖孔桩作业；暴雨及以上且不能保证施工安全时，立即停止所有露天作业。

16) 雨后，施工单位应组织人员检查起重机械等高大设备的基础，如发现问题，应及时采取措施加固。此外应对临时设施、基坑、边坡、脚手架、模板支撑系统、起重机械等按相关标准进行检查，符合要求后方可继续施工。如：检查塔吊的基础、塔身的垂直度、缆风绳和附着结构，以及安全保险装置并先试吊，确认无异常方可作业。龙门吊还应对轨道基础进行全面检查，检查轨距偏差、轨道基础沉降、钢轨平直度和轨道通过

性能等。

3.大风防范

1) 建设单位应根据当地气候条件建立健全防台风应急指挥系统、应急联动机制和工作制度等应急救援体系，制订和实施防台风专项应急预案。

2) 施工单位应根据当地气候条件制订其他季节性施工保证措施，如当工程位于沿海地区，若在台风季节施工时，应制订台风季节施工保证措施。

(1) 施工单位项目经理是台风防范第一责任人，台风期间应随时关注台风路径，同时组织好项目值班，并保持通讯畅通，发生意外情况及时报告。

(2) 台风来临前，施工单位项目部应准备好抗台风抢险物资和器材，如沙袋、雨衣、扬锹、水泵、应急照明等，应急物资应齐全、有效。并检查工地工棚、宿舍、食堂等临时活动房屋是否加固牢固，若未进行加固或加固不牢时，应在台风到来前组织加固完成。

(3) 对于强度较大的台风或位于台风路径上，可能导致人员伤亡、财产损失（活动房、门楼倒塌，外脚手架垮塌等）时，施工单位应及时撤离工地住宿人员，并安排好撤离地点安排好撤离人员住宿。

3) 各参建单位应做好台风前的安全检查，对检查中发现的问题及时整改消除。

4) 应与气象部门建立联动机制，及时掌握气象信息。大风（除台风外）预警信号分四级，分别以蓝色、黄色、橙色、红色表示。大风预警发布后，应根据预警等级，启动相应应急预案。

5) 在大风季节施工时，模板应有抗风的临时加固措施。

6) 禁止在建工程临边、作业面堆放物料，避免物料被大风刮落伤人；对松散材料如砂、散装水泥等进行遮盖，防止污染周边环境。

7) 墩台、塔柱的钢筋骨架绑扎安装后，未浇筑混凝土部分的骨架和模板超过 8m 时，应设置缆风绳。

8) 大风天气前，应对户外广告牌、顶棚等高处悬挂物进行全面检查，不能保证安全的，要及时进行拆除。对临时建（构）筑物、围挡或其他高大设施进行检查，并采取加固措施。

9) 大风天气前，应对起重机械的附着、标准节连接、基础进行全面排查。塔身上不得悬挂标志牌，防止风载荷过大；对龙门吊的轨道和挡块进行全面检查。停止作业时，

要安装夹轨器将龙门吊锁定在轨道上。对临时设施、临时用电、塔吊、龙门吊、架桥机等防风安全措施进行全面检查，确保各项防风安全措施合格有效。

10) 塔式起重机在遇大风停止作业时，应将回转机构的制动器完全松开，起重臂应能随风转动；塔吊吊钩要升起。当风力达到 6 级以上时应停止起重作业，并采取防止起重机械移动、倾覆措施。

11) 在遇到 5 级以上大风天气时，不得进行临时建筑的拆除作业。遇到 5 级以上大风天气应停止高处作业；6 级以上强风天气应停止露天电气焊作业；在大风天气下禁止进行明火作业。

12) 室外遭遇龙卷风时，应及时组织人员按照龙卷风影响方向的反向或侧方向移动躲避。

4.雷电防范

1) 施工现场内的起重机、龙门架等机械设备，以及钢脚手架和正在施工的在建工程等的临时设施和突出机械或金属结构，当在相邻建筑物、构筑物等设施的防雷装置接闪器的防雷保护范围以外时应按相关要求设置避雷装置。

2) 避雷装置应符合《建筑物防雷设计规范》(GB50057) 要求，防雷装置的避雷针、接地线和接地体应双面焊接，焊缝长度应为圆钢直径的 6 倍或扁钢厚度的 2 倍以上。施工现场所有防雷装置的冲击接地电阻值不得大于 10Ω 。

3) 接到雷电黄色预警后，人员应做好撤离准备，随时关注天气和预警信息升级可能。接到雷电红色、橙色预警后，要立即停止高空（含脚手架）作业、起重吊装作业等，迅速转移人员到有完善防雷装置的建筑物内躲避。

4) 雷雨天气，施工单位应按要求停止高空（含脚手架）作业、起重吊装作业，应及时组织在空旷场所作业人员撤离。

5) 雷电天气作业人员应与金属器物脱离接触并保持 3m 以上的距离，如金属门窗、临边防护、钢管支架等，更应远离专门的避雷针引下线。

6) 雷电天气严禁进行爆破作业。

5.低温、冰雪（雹）防范

1) 强对流易发季节到来前，对现场临时设施，如临时加工棚、隔音棚、材料棚、板房等进行加固处理。临时建筑、围墙和工程的基础结构、土体存在开裂并存在被积雪浸

泡风险，应及时采取相应防护措施。

2) 冰雹预警后，施工单位应及时组织室外人员撤离到室内。冰雹来临时，立即停止户外作业，迅速转移人员到牢固建筑物内躲避。

3) 冬期来临前应做好防滑和保温作业工作，必要时做好围挡封闭等防冻和防滑措施。有冰雪时要及时铲除，做好防滑措施，对斜道、通道、作业面上的霜冻，冰雪要及时清扫，防滑条损坏及时修补。工地临时用水管应用保温材料进行包裹，防止结冰冻裂。

4) 非应急需要的露天电气设备在暴雪来临前应及时切断电源，并做好遮盖保护工作。

5) 雨雪天气应及时清除施工工棚、作业平台等设施上积雪、冰块，临时建筑设施因冰雪荷载发生损坏，应采取加固措施。施工作业前，应清除作业平台、上下通道等设施的积雪、冰块。

6) 施工车辆在严重冰雪路面行车应加装防滑链，行进中应保持安全行车距离，降低车速，防止发生追尾事故。

7) 确因安全需要登高作业的，脚手架、梯道及临边洞口应进行清理并有防滑措施。

8) 冰雹结束后应对施工现场的临时建筑物、起重机械设备、脚手架、模板支撑体系、临时施工用电等按相关标准进行检查，符合要求后才能继续施工。

9) 雪后应立即对所有用电设备、线路进行全面检查，发现问题立即处理，配电箱、电器设备等应停电后及时处理潮湿部位，使其干燥恢复绝缘后，经检测绝缘电阻达到合格后再进行送电作业。

10) 凡进行冬期施工的工程项目，应编制冬期施工专项施工方案；对有不能适应冬期施工要求的问题应及时与设计单位研究解决。其他施工要求应按照《建筑工程冬期施工规程》(JGJ104) 有关要求执行。

6. 大雾防范

1) 施工单位安排专人时刻注意天气变化情况，一旦收到大雾天气预警报告，第一时间通知班组做好应对准备工作。

2) 大雾天气条件下动用车辆前应检查车下及周围情况，是否有人，避免意外事故的发生。

3) 遇大雾恶劣天气时，严禁起重机械安装、拆卸和顶升作业。

4) 大雾橙色预警时，施工单位应根据现场施工情况，减少室外作业，室内作业应加

强照明。大雾红色预警时，应停止所有室外作业。

7.高温季节施工

1) 应建立健全防暑降温工作制度，加强高温天气作业劳动保护，确保施工作业人员身心健康和生命安全。

2) 应合理调整作息时间，严格控制工人上班时间，可采取“做两头、歇中间”的方法或轮换作业的办法，避免高温日照曝晒、疲劳作业和防止职工中暑。

3) 要严格作息时间，工作结束后及时清理并查验现场人员，确需加班作业的，须经施工单位同意、项目总监审查，并加强指挥旁站和现场巡查，严格落实照明、劳动保护和安全防护等措施。

4) 应严格执行项目负责人带班生产制度，项目经理和安全员必须做到与工人同步上班、同步下班。

5) 日最高气温达到 40°C 以上，施工单位应停止当日室外露天作业；日最高气温达到 37°C 以上、 40°C 以下时，施工单位安排劳动者室外露天作业时间累计不得超过 6 小时，连续作业时间不得超过国家规定，且在气温最高时段 3 小时内不得安排室外露天作业；日最高气温达到 35°C 以上、 37°C 以下时，施工单位应当采取换班轮休等方式，缩短劳动者连续作业时间，并且不得安排室外露天作业劳动者加班。

6) 应加强密闭环境内或高温条件下作业场所的通风、降温措施，高温天气尽量减少高空和深基坑作业。

7) 施工现场应配备足够的饮用水、绿豆汤、含盐清凉饮料等防暑降温食品，发放防暑药品。

8) 应确保宿舍、食堂、厕所、淋浴间等临时设施满足夏季防暑降温需要，确保饮食卫生防疫工作到位。

9) 年老、身体素质差、不适应高温作业的人员应及时调换岗位。

3.6 风险预警预报管理

3.6.1 管理机制

1. 建设单位对风险预警预报实施统一协调、统筹管理，参建单位应各司其职、密切配合。组织管理结构一般可分为决策指挥层、中间管理层和现场执行层。

1) 决策指挥层一般为建设单位领导层。

2) 中间管理层一般由建设单位质量安全管理部门、工程管理部门、设计管理部门、远程监控中心、风险管控单位等构成。日常工作由建设单位质量安全管理部门组织开展，远程监控中心、风险管控单位及监测单位协调配合实施。

3) 现场执行层一般由建设单位代表、设计单位、监理单位、第三方监测单位、施工单位共同组成。监理单位为现场监测执行层第一责任单位，总监理工程师为第一责任人，日常工作开展接受建设单位现场代表监督检查。

2. 建设单位职责

1) 负责预警监控管理体系的建立，并制定城市轨道交通预警监控管理办法及相关的工作管理制度。预警监控管理办法应包含参建各方的职责、监测单位资质要求、监测作业技术要求、主要监测工作流程、预警信息管理制度、信息报送制度及考核奖惩办法等内容。

2) 指导、监督和检查现场执行层的预警、响应及消警工作。

3) 建立安全风险台账（预警、响应及消警的动态管理台账）。

4) 参加监测预警、巡视预警、综合预警等风险事件处理，参与预警事务的分析和论证，监督施工单位对相关措施的落实。

5) 负责审批消警申请。

3. 勘察单位职责

1) 根据建设单位要求参与预警工程的分析与响应。

2) 必要时依据工程需要进行补充勘察。

4. 设计单位职责

1) 参加监测方案评审会，汇报监测设计意图，监测控制指标，必要时根据工程状况、信息反馈情况调整监测控制指标。

2) 参与预消警管理，发生黄色、橙色、红色预警后，参加预警分析会，分析警情原因并提出处置建议。

3) 根据工程现场实际情况，及时对监测项目、监测频率、控制指标进行合理的修正和再确认。

5. 施工单位职责

1) 建立现场预警监控实施小组,负责预警预报体系的建设并保持有效运行和安全预警信息的评审、发布和解除。发生应急事故时,协调应急救援工作。

2) 建立安全风险台账。

3) 依据工程风险状况发布预警信息。

4) 依据预警情况,及时召开现场分析会或专家论证会,提出针对性处置措施,并及时落实。

5) 对符合消警的工程,依据预警情况编制消警报告,并提出消警申请。

6.监理单位职责

1) 在建设项目开工前,制定工程监测监理细则,并落实专人负责监测管理和协调工作。组织施工工点的每日巡检。对于巡检发现的问题,督促施工单位整改。对于巡检中发现的现场不规范施工行为以及突发险情,应立即上报建设单位。

2) 全过程监督现场监测工作的实施,督促监测数据和巡视信息的及时上报,接受建设单位的监督和检查。

3) 负责比对、分析施工监测和第三方监测的数据及巡视信息,发现监测情况异常时应及时向建设、施工单位反馈,并督促施工单位采取应对措施。当第三方与施工方监测结果不一致时,查找分析原因,并及时要求监测单位复测。

4) 在监测数据或巡视出现预警时,立即组织召开现场分析会,对预警情况进行分析,讨论处理措施,并监督施工单位落实。

5) 根据预警处置情况,审查施工单位上报的消警申请。

6) 汇总、分析每周、每月预警监控情况,评估工程风险情况,并在监理周报、月报中反映。

7.第三方监测单位职责

1) 对所辖线路安全风险工程的预警、响应及消警管理工作提供技术支持,为施工单位、监理单位提供安全风险管理的技术指导。

2) 负责第三方风险巡查工作,根据各工点风险等级,每个监测工点每周现场巡查至少1次以上,应定期与监理单位、施工监测单位进行现场联合巡检。

3) 负责第三方监测预、消警动态管理工作,当发生警情时,提出预警快报,报建设单位审批后发出预警信息,并参加监理组织的预警会议,会上须提出合理化风险控制建

议。

4) 跟踪、评价预警、响应及消警的工作情况，协助建设单位进行消警审批。

8. 风险咨询单位

1) 鼓励建设单位招标风险咨询单位，对预警的类别及等级做出判定，并及时发布预警信息。

2) 如无风险咨询单位，则预警类别、等级的判定建议由现场执行层提出判定建议，由中间管理层根据建议判定。

3.6.2 预警分类与信息报送

1. 施工过程中工程风险安全状态的预警分为监测预警、巡视预警和综合预警三类。

1) 监测预警：根据设计单位提出的监控量测控制指标值，将施工过程中监测点的预警状态按严重程度由小到大分为三级：即黄色监测预警、橙色监测预警和红色监测预警；

表 3-12 预警级别参考表

预警级别	预警状态描述
黄色监测预警	“双控”指标（累计变化量、变化速率）均超过监控量测控制值（极限值）的 70% 时，或双控指标之一超过监控量测控制值的 85% 时
橙色监测预警	“双控”指标均超过监控量测控制值的 85% 时，或双控指标之一超过监控量测控制值时
红色监测预警	“双控”指标均超过监控量测控制值，或实测变化速率是变化速率控制值的 1.5 倍以上。

备注：以上数据为参考值，各地应根据工程特点、监测项目控制值、当地施工经验等制定监测预警等级和预警标准。

2) 巡视预警：施工过程中通过巡视，发现安全隐患或不安全状态而进行的预警。按严重程度由小到大分为三级：黄色巡视预警、橙色巡视预警和红色巡视预警；

施工单位巡视内容包括开挖面地质情况，支护结构体系及基坑或隧道周边环境等。

监理单位对施工单位巡视内容（开挖面地质情况，支护结构体系及基坑或隧道周边环境）等监督审查，并进行施工工艺及设备、施工组织管理及作业状态的巡视。

当出现下列警情之一时，应根据严重程度按预警监控管理制度发布巡视预警。

(1) 基坑、隧道支护结构出现明显变形、较大裂缝、断裂、较严重渗漏水、隧道低鼓，支撑出现明显变位或脱落、锚杆出现松弛或拔出等；

- (2) 基坑、隧道周边岩土体出现涌砂、涌土、管涌，较严重渗漏水、突水，滑移、坍塌，基底较大隆起等；
- (3) 周边地表出现突然明显沉降或较严重的突发裂缝、坍塌；
- (4) 建（构）筑物、桥梁等周边环境出现危害正常使用功能或结构安全的过大沉降、滑移、倾斜变形及过大裂缝等；
- (5) 周边地下管线变形突然明显增大或出现裂缝、泄漏等；
- (6) 根据当地工程经验判断应进行警情报送的其他情况。

3) 综合预警：施工过程中建设单位根据现场参与各方的监测、巡视信息，并通过核查、综合分析和专家论证等，及时综合判定出工程风险不安全状态而进行的预警。综合预警分级按严重程度由小到大分为三级：黄色综合预警、橙色综合预警和红色综合预警；

表 3-13 综合预警分级判定参考表

预警级别	判定条件		
	监测预警	巡视预警	风险状况评价
黄色	橙色或红色	黄色	存在风险隐患
橙色	橙色或红色	橙色	存在风险隐患，且出现危险征兆
红色	橙色或红色	红色	风险不可控或出现严重危险征兆

备注：1、综合预警的判定应同时具备监测预警、巡视预警、风险状况评价中的状态；

2、监测数据缺失或无巡视预警的情况下，但工程出现危险征兆也应发布综合预警。其预警等级由发布单位依据风险状况及专业经验直接判定。

4) 当发生施工突发风险事件时，应及时启动相应的应急预案。

2. 现场执行层在施工过程中及时进行监测、评估、阶段验收、预警和加强信息报送。施工过程中，当出现警情时，现场执行层在施工过程中应根据规定内容及时进行预警，并上报综合预警建议。

3. 报送信息包括阶段性报告（日报、周报、月报、年报、监控管理总结）和预警快报信息。阶段性报告一般通过信息平台或书面形式并逐层上报，预警快报信息一般通过电话直报和信息平台上报。

3.6.3 现场监测实施

1.现场监测实行施工监测和第三方监测。第三方监测并不取代施工单位自己开展的必要的施工监测。

2.施工监测可由施工单位自行实施，也可委托有相应勘察资质的监测单位进行。

3.施工监测的人员专业、数量、资格以及监测仪器种类、精度、数量应满足监测工作的需要及合同规定要求。施工监测的人员和设备进场后应保持稳定，并报监理单位备案。

4.施工单位应对监测人员进行安全教育培训及考核，进行安全技术交底形成记录，并为监测施工人员配备劳动安全防护用品。

5.施工监测应在工程施工前组织工程技术人员根据勘察设计文件及要求、风险评估报告、监测合同及国家、行业和省市有关法律、法规和工程技术规范、规程，编制有针对性的、科学合理的、风险可控的、操作性强的施工监测方案。施工监测方案内容详见2.6.4 章节。

6.施工监测方案应由施工单位技术负责人及施工监测单位技术负责人共同审核签字并加盖公章，由总监理工程师审查签字、加盖执业印章后方可实施。涉及危险性较大的工程，施工单位需组织专家论证会，专家人数不得少于5名，专家宜涵盖测量、岩土和地下工程等相关专业。

7.施工监测在编制监测方案前，应参加由现场执行层组织的工程周边建（构）筑物首次巡查，调查周边建（构）筑物的外观（包括沉降开裂、混凝土剥落、房屋破损等）、周边道路或地表的裂缝、沉陷以及河堤堤坝的开裂、渗漏等进行拍照和数据记录，并收集建筑物基础类型、结构形式、建筑年代、地下管线的埋设状况等相关信息资料，对建设单位提供的风险评估报告及周边环境调查报告进行现场核验。

8.施工监测应严格按批准的监测方案实施，当工程设计或施工情况有重大变更时，应及时调整施工监测方案，并重新履行方案报审程序。

9.施工监测应按已审批的施工监测方案、设计和相关规范要求，开展监测点（孔）埋设工作，埋设前应通知监理单位旁站，当现场条件发生变化需要调整埋设方案时，应经过监理、第三方和设计单位审批同意。监测点的埋设应牢固，标识清晰，便于观测，并采取保护措施。对破坏、损毁的监测点，应及时修复。监测点（孔）埋设完成后，应

报监理单位和第三方监测单位验收。

10.监测点（孔）埋设完成后，施工监测应与第三方监测在同一时段分别独立采集监测点初始值，并形成初始值报告，报监理单位比对确认。

11.现场监测的项目、范围、方法、控制标准、频率和周期应满足相关规范和施工监测方案要求，当出现警情或异常等情况时，应根据《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）的规定采取加强监测措施。对涉及安全风险较大的周边环境，宜采用自动化监测。

12.工程监测应连续，贯穿于工程施工全过程，监测工作应在工程施工前开始，在工程完成且监测数据稳定后，向中间管理层申请停止监测。

13.现场监测实施过程中，第三方监测单位协助建设单位开展全过程的监测技术管理工作，主要包含：

1) 审查施工监测的备案人员和设备。检查人员的数量、专业、资历及到位情况，检查监测仪器设备、各类测试元器件精度、量程、检定及到位情况，对于不符合要求的人员和设备应督促施工单位更换。

2) 负责工程的监测技术交底工作，交底内容主要包含预警监控管理制度、规范清单、技术要求、工作流程等。

3) 协助审核施工监测方案，提出书面审核意见，并协助监督施工监测方案报审流程。

4) 指导与监督施工监测的现场监测实施工作，对不符合要求的内容提出书面整改意见。现场施工监测检查内容见表 3-14。

表 3-14 施工监测检查参考表

组织机构及管理制度	(1) 是否建立、落实了监测管理制度
	(2) 是否建立、落实监测责任制和相应考核、奖惩制度
人员配备	(1) 监测项目负责人、技术负责人是否具有相应的专业资格以及轨道交通工程监测经验或类似工程监测经验
	(2) 监测技术人员专业、数量是否满足工程项目或合同要求
	(3) 监测人员是否经过相关行业机构专业技术培训并考核合格后持证上岗；监测人员是否经过企业技术质量安全培训、考核上岗
仪器设备	(1) 监测仪器设备的类型及数量是否满足监测工程实际需要
	(2) 监测仪器在使用期内是否具有检定证书，各类测试元器件是否具有合格证、标

	定证书
	(3) 监测仪器设备精度是否满足实际监测工程需求
	(4) 仪器设备日常检校、使用及维修保养记录是否齐全
监测方案	(1) 是否按规范和合同要求编制监测方案
	(2) 监测方案编制依据是否全面准确
	(3) 监测范围、等级确定合理, 监测项目或巡查内容齐全
	(4) 对监测控制网及基准点测设要求是否科学、合理、规范
	(5) 监测点埋设位置、数量、形式、方法和保护是否满足规范要求
	(6) 是否按设计文件确定监测项目控制指标且控制指标齐全, 并给定巡查标准;
	(7) 监测方案内容是否具有全面性、针对性和可行性
	(8) 编制、审批程序是否符合相关规定, 监测方案是否经单位技术负责人、项目负责人签字并加盖单位公章
	(9) 方案报批及时, 审核准备工作符合要求, 且跟踪监审进程到位
	(10) 方案是否经过专家论证且进行了备案审查
现场监测	(1) 是否在作业前对监测作业人员进行工作交底, 监测人员是否熟悉现场和设计图纸及相关技术要求
	(2) 有无周边环境初始状态调查, 在工程施工影响前对周边重要环境对象的初始状态进行巡查并形成文字或影像记录
	(3) 监测基准网采集是否及时, 基准点使用前是否有复核联测
	(4) 现场监测项目和巡视对象是否全面
	(5) 测点埋设方法及要求是否具体, 实际落实情况如何
	(6) 是否按监测方案实施现场监测和巡查, 监测及巡视频率、周期是否明确且满足工程要求
	(7) 现场记录是否规范、齐全
	(8) 当出现警情或异常等情况时提高监测及巡查频率
监测成果	(1) 监测成果报告内容是否齐全、详细
	(2) 监测报表表头信息、成果章、监测人员签字是否齐全
	(3) 是否结合工况对各监测项目数值变化或巡视信息进行全面分析

	(4) 是否结合监测数据或巡视信息对工程安全状态作出分析评价
信息反馈及预警	(1) 日常监测、巡视信息反馈是否及时, 签收记录是否齐全
	(2) 监测数据或巡视信息达到预警状态, 是否及时预警或向相关单位报告
档案管理	(1) 监测数据文件、巡视信息、成果报告等资料是否齐全
	(2) 档案管理是否规范, 有无统一编号
	(3) 各种资料建档分类是否清晰、便于查阅

14. 现场执行层的各单位均应安排专人开展现场安全巡视工作, 巡视信息应及时记录, 并与仪器监测数据进行比对分析。若发现异常或险情, 应按规定程序及时反馈。巡视通常包括日常巡视和联合巡视。

15. 日常巡视是现场执行层的各单位针对具体项目独立开展的巡视, 通常采用观察、拍照、现状描述和量测、摄像等方法, 重点对现场各风险对象进行安全状况的巡视观察。日常巡视的内容一般包括:

1) 对工程周边环境中的建(构)筑物, 巡视检查应包括: 建(构)筑物开裂、剥落, 地下室的渗水情况及附属设备状况。

2) 对地下管线, 巡视检查应包括: 管线及接口的破损、渗漏情况。

3) 对周边道路、(地面), 巡视检查应包括: 地表沉降、隆起、开裂情况。

4) 对基坑工程, 施工单位每天均应有专人进行巡视检查。基坑工程巡视检查应包括: 支护结构、施工工况、基坑周边环境、监测设施、根据设计要求或地经验确定的其他巡视检查内容。

5) 对盾构法隧道, 巡视检查应包括: 洞门渗漏水、管片衬砌的状态、周边环境情况。

6) 对矿山法隧道, 巡视检查应包括: 支护结构、围岩体渗漏水、工作面坍塌、施工工况、降水效果等情况。

16. 联合巡视是现场执行层在日常巡视基础上建立的定期联合巡视工作制度, 通过检查、纠正、改进, 提升现场预警监控管理水平。

17. 基于远程无线传输自动化监测技术运用

可运用基于远程无线传输自动化监测技术, 利用点对点的无线数据采集模块, 根据监测数据自动化采集, 及时调整施工方式方法, 解决工程规模大、周边环境复杂、工程地质条件复杂、安全风险技术管控难度大的工程监测项目实时监测问题。

3.6.4 预警响应与处置

1. 预警发生后，现场执行层在进行信息分析、报送的同时，应及时组织分析，加强监测、巡视，及时进行预警处置。不同预警级别的处置方式如下：

1) 黄色预警：施工单位应加强组织分析，项目技术负责人主持并组织风险处理，监理单位项目总监代表、第三方监测单位项目技术负责人、设计单位专业负责人和建设单位工程主管部门参加风险处理方案的制定和风险处理过程的监督、管理；施工单位、监理单位、第三方监测单位加强监测和巡视。

2) 橙色预警：施工单位应召开预警分析会议，项目经理主持并组织风险处理，监理单位总监理工程师、第三方监测单位负责人、设计单位和勘察单位的项目技术负责人及建设单位工程主管部门有关领导参与风险处理方案的制定和风险处理过程的监督、管理；建设单位工程主管部门加强督查和协调处理。

3) 红色预警和综合预警：施工单位应组织专家论证，启动应急预案。施工单位主管领导应主持并组织风险处理，监理单位主管领导、第三方监测单位项目负责人、设计单位和勘察单位的项目负责人、建设单位工程主管部门领导参与风险处理方案的制定和风险处理过程的监督、管理。

2. 建设单位应监督各方预警处置行为的落实情况。

3. 勘察单位应参加现场分析会或专家论证会，对比分析勘察资料与现场揭露的实际地质情况，针对现场地质条件，提出相关建议，必要时依据工程需要进行补充勘察。

4. 设计单位应参加现场分析会或专家论证会，进行必要的设计分析与验算，对预警情况和预警处置预案提出设计意见。

5. 施工单位应依据预警情况进行先期处置，并参加现场分析会或专家论证会，提出针对性预警处置预案，并及时落实现场分析会或专家论证会的预警处置要求。

6. 监理单位负责比对、分析施工监测和第三方监测数据及巡视信息，发现异常及时向建设、施工单位反馈，并督促施工单位采取应对措施；依据预警情况及时召开现场分析会或专家论证会，提出针对性处置措施，并及时跟踪落实。

7. 第三方监测单位负责监测预警和巡视预警信息的发布，并制定和落实监测加强措施。

8. 一站式无纸化监控量测信息管理技术可改善传统监测模式与管理手段的局限性，

该技术采用可覆盖监控量测全过程的专业软件，将标准化的测试流程集成到软件系统中，采取线上线下相结合的方式按照流程进行预警处置和闭合，并可实现客户端提供数据查询、分析、预警查询与闭合处理、监测报告一键输出等功能，为建设单位提供专业咨询服务，参与重大变形异常事件的事务处理，为监测工作的过程管控和溯源管理提供服务。

3.6.5 预警消警

1. 预警消警由预警发布单位提出消警申请报告经监理单位和建设单位同意后方可消警。

2. 监测数据预警的消警时间可结合预警处置措施要求及现场情况确定，消警时间可参考表 3-15。

表 3-15 监测数据消警时间

序号	施工工法	工程特征	消警时间
1	明挖法	单层结构	结构封顶，地表沉降连续 21d 稳定且收敛
		双层或多层结构	负一层顶板施工完成，地表沉降连续 21d 稳定且收敛
2	盖挖法	盖挖顺做结构	负一层顶板施工完成，地表沉降连续 21d 稳定且收敛
		盖挖逆做结构	结构施工完成，地表沉降连续 21d 稳定且收敛
3	盾构法	区间主体	盾构通过后，地表沉降收敛，且连续 21d 平均沉降速率小于 0.1mm/d
		联络通道	二衬施工完成后，地表沉降收敛，且连续 21d 平均沉降速率小于 0.1mm/d
		中间风井	结合施工工法参照明挖或盖挖法的消警条件执行
4	特殊工法	-	根据工法特点及结构分析确定消警条件

3. 巡视预警的消警应同时具备以下两个条件：

- (1) 导致发布巡视预警等级的因素已得到妥善处置；
- (2) 周边环境、工程自身结构处于安全状态。

4. 综合预警的消警应同时具备以下三个条件：

- (1) 导致综合预警等级的监测预警已经消除；
- (2) 导致综合预警等级的巡视预警已经消除；
- (3) 导致综合预警等级的其他条件已经消除。

第四章 安全文明施工

4.1 现场安全文明施工

4.1.1 文明施工

1. 文明施工方案

1) 施工单位应建立健全安全文明施工管理体系，明确管理目标和措施，建立组织机构和管理制度，落实管理责任制，定期组织考核评比，检查各项安全文明施工落实情况，发现问题及时整改。

2) 施工单位应编制文明施工专项方案，经监理单位审核同意后实施，方案调整时需重新办理报批手续。

3) 文明施工专项方案基本内容应包括：

(1) 编制依据、适用范围。

(2) 工程概况。

(3) 安全文明施工、环境保护管理目标。

(4) 安全文明施工、环境保护管理机构及职责。

(5) 安全文明施工措施（现场管理措施、现场文明施工、保卫措施等）。

(6) 环境保护工作措施（自然环境保护、保持环境卫生、噪音污染、施工振动控制措施、大气污染、施工粉尘控制措施、水污染控制措施、泥浆及固体废弃物处理、处置、生态、水土保持的控制措施、节地措施、节能措施、节水措施、节材措施、水土保持和场地封闭、临时设施、职业健康卫生、公共安全等）。

4) 用水、用电计量管理应执行《中华人民共和国计量法实施细则》规定。

5) 制定节约用水管理办法，明确节水目标、用水计划、节水措施、定期节水分析；生产、生活区应采用节水型用水器具，基坑降水宜收集利用。

6) 应加强可回收再利用物质管理，建立健全管理机制，落实责任，明确可回收再利用物质清单，确保资源有效利用。

2. 交通疏导

1) 施工单位应编制交通组织疏导方案，报交通管理部门审批，批准后实施。

2) 占用、挖掘道路施工前应按规定设置交通疏散告示、行人绕行提示、文明施工用语等施工标志, 标志的设置范围等按照《城市道路施工作业交通组织规范》(GA/T90) 有关要求执行。

3) 导改道路标线应清晰、耐久, 设置施工告示牌、交通导向标志、交通安全提示牌、警示灯等。

4) 夜间没有恢复正常交通功能的施工作业控制区, 应满足作业照明需要。

5) 封闭围挡(工作区)外侧及两端应采用刚性路栏进行隔离防护, 路栏与围挡的距离应不小于 1m, 在围挡外侧设置防来车碰撞墩或交通警示灯, 方便行人及非机动车通行。

6) 基坑便桥外侧应设置限载和禁止超车、停车等标志, 车辆在便桥上行驶速度不超过 5km/h。

3.现场围挡

1) 施工单位应根据周边环境、文明施工方案、交通安全、气候要求, 沿工地周围连续设置封闭围挡, 交通路口应设置通透围挡。

2) 围挡的材质应坚固、稳定、整洁、美观, 宜选用砌体、金属材板等硬质材料确保围挡安全, 不宜使用彩布条、竹笆或安全网等。

3) 施工现场的围挡主城区内围挡高度不得低于 2.5m, 一般路段围挡高度不得低于 1.8m。围挡上应安装照明灯, 交通路口等关键部位应加装红色警示灯, 保证夜间照明需要及警示效果。

4) 禁止临近围挡堆放泥土、砂石等散状材料以及架管、模板等, 严禁将围挡做挡土墙使用。

5) 施工单位应定期检查围挡的完好性、稳定性, 发现问题及时处理。

4.施工场地布置

1) 在施工现场关键部位、区域设置视频监控设施, 对现场作业面实施全覆盖视频监控。

2) 施工现场出入口和主要道路根据施工平面布置图和承载要求进行硬化或绿化, 场地道路应做到畅通、平整。

3) 施工现场应设置良好的排水设施, 保证排水畅通, 场内不积水。

4) 施工现场应设置冲洗、三级沉淀系统,有效防止泥浆、污水、废水外流或堵塞下水(河)道。

5) 土方、裸露场地等应采取覆盖等防扬尘措施。大门口应设车辆冲洗装置,禁止车辆带泥上路。

6) 在噪声敏感区内应采取降噪措施将噪声控制在限值以下,按照《城市区域环境噪声标准》(GB3096)执行。

7) 施工现场应设置吸烟区和厕所,禁止随意吸烟和大小便。

8) 结合住建部颁发的《房屋市政工程安全生产标准化指导图册》规范设置洗车平台、钢筋加工棚、渣土存放池等安全设施。

5.封闭管理

1) 施工现场应根据交通安全、文明施工、人员疏散等要求设置进出口大门。

2) 施工现场的大门应牢固美观,大门上应有企业名称和项目名称。

3) 大门口应设置专职门卫,制定门卫管理制度。施工人员进入施工现场应佩戴工作卡。

4) 人员、车辆、材料、机械设备等进出工地应进行登记,无进出时大门应保持常闭。

5) 进入现场的移动式起重机等施工作业设备应有施工单位项目部的准入证。

6) 城市道路两旁的工地大门口应当设置警示桩、减速带、反光镜等交通安全设施。场地内设置车辆冲洗装置、钢筋加工棚、渣土存放区域等。

7) 施工现场应按要求设置电子门禁系统,系统实现的功能应包括:可以控制非法人员的进入,通道红外探测器可准确获得通过人员的次数以及运动方向,其中包括各种复杂情况的准确判断,当有合法卡通过时,进出记录可以作为考勤分析统计的依据,并且可以扩展录像或抓拍功能,目的在于查验代刷卡现象;无卡或非法卡通过时进行录像或抓拍并报警。

6.材料管理

1) 建筑材料、构件、料具应按施工现场总平面布置图合理布设,合理规划材料堆放区。

2) 堆放材料应设置标识牌,标识牌应统一制作,标明名称、品种、规格、数量、进场日期、产地及检验状态等。

3) 材料堆放场地应作硬化处理(应当和施工现场道路一起进行硬化), 场地应当单面成坡, 易于雨水排出, 并保证能够顺坡流入排水沟内。

4) 建筑材料、构配件及其他料具等应按品种, 分规格堆放整齐, 做到一头齐、一条线、一般高, 高度不宜大于 **1.5m**, 整齐有形, 棱角分明并采取防止滚落措施。大型工具等应一头齐, 钢筋、构件、钢模板应堆放整齐。

5) 材料堆放时应进行“上盖下垫”, 垫设高度不宜小于 **0.2m**, 垫设物应根据材料的重量、长度等实际情况, 间距均匀布设, 避免因材料自重影响而出现局部拖地或变形。

6) 用于工程实体的原材料与半成品(如钢筋、防水卷材等), 应设置防雨棚进行存放。

7) 水泥和其他易产扬尘的细颗粒建筑材料应密闭存放或采取覆盖等措施。施工现场应按规定使用预拌混凝土或预拌砂浆。

8) 易燃易爆物品应分类储藏在专用库房, 库房应采取防火、防渗措施, 且安全距离应符合规范要求, 配置专用灭火器, 专人负责, 确保安全。

9) 施工场地应做到工完场料清, 产生的建筑垃圾应及时清理、有序堆放覆盖。

7.现场标志

1) 施工现场的进口处应有整齐明显的公示标牌(九牌两图)主要包括: 工程概况牌、管理人员名单及监督电话牌、消防保卫牌、安全生产牌、文明施工牌、环保节能牌、危险性较大分部分项工程公示牌、民工权益告知牌、应急救援预案公示牌、施工现场平面图、消防平面布置图等, 在办公区、生活区设置“两栏一报”宣传栏、读报栏、黑板报等。

2) 设置的绿色警示标识、职业卫生、安全警示标志, 图形、尺寸、颜色、文字说明和制作材料等, 均应符合国家标准规定。

3) 施工单位应根据工程项目的规模、施工现场的环境、工程结构形式以及设备、机具的位置等情况, 确定危险部位, 有针对性地设置安全标志。

8.办公与住宿

1) 办公、生活区与施工作业区应划分清晰, 安全距离符合要求, 并应采取相应的可靠分隔措施。

2) 搭建临时宿舍, 结构应符合安全要求, 厂家应出具设计计算说明书和材质合格证,

施工单位编制搭建方案。

- 3) 施工现场使用的装配式活动房屋应具有产品合格证。
- 4) 在尚未竣工的建筑物内严禁设置员工集体宿舍。
- 5) 临时宿舍搭建完成后监理组织验收合格后方可使用。
- 6) 宿舍应设可开启式窗户和外开门,应有一定的生活空间,室内净高不小于 2.5m,通道宽度不小于 0.9m,每间宿舍居住人员不应超过 8 人,每间宿舍人均使用面积不得小于 2.5 平方 m。宿舍内单人铺不超过 2 层,严禁使用通铺,床铺应高于地面 0.3m,人均床铺面积不得小于 1.9m×0.9m,床铺间距不得小于 0.3m。
- 7) 宿舍、办公室应装有空调(采用专用带开关电源插座)、暖气、USB 充电接口等设施,禁止私拉乱接电源,使用明火、电炉、吊扇、热得快大功率电热器具、高热灯具等。
- 8) 宿舍内夏季应有隔热、消暑和防蚊虫叮咬措施,冬季应有保暖和防煤气中毒措施。
- 9) 宿舍应建立卫生管理制度,宿舍人员名单应上墙。宿舍内应配置生活用品专柜,设置统一床铺,室内保持通风、采光好、整洁,生活用品整齐堆放,禁止摆放作业工具。
- 10) 生活区周围环境整洁卫生,垃圾应根据组成、处理设施等进行分类收集,按照区域划分设置晾晒区、洗漱区、开水房、厕所、浴室等。
- 11) 生活用房宜集中建设、成组布置,并宜设置室外活动区域。
- 12) 施工单位应按规定设置民工业余学校,建立教学组织,定期开展教育活动,丰富职工业余文化生活。

9.生活设施

- 1) 食堂与厕所、垃圾站、有毒有害场所等污染源的距离不宜小于 10m。
- 2) 食堂应有《餐饮服务卫生许可证》,应建立卫生管理制度和卫生责任制,专人管理定期检查,炊事员和食堂管理员应持有健康证,配发工作服、工作帽、口罩,并应保持个人卫生,定期参加体检。
- 3) 燃气瓶(罐)应有单独存放间且通风条件良好,燃气瓶(罐)应有燃气报警装置。
- 4) 食堂应吊顶,室内四周和地面贴瓷砖,配置隔油沉淀系统和防蝇、蚊、鼠、蟑螂等措施,灶台要规范设置隔火墙和排烟机,按期进行油烟管道清理。
- 5) 食堂生熟食应分开存放,食堂食物留样应超过 48 小时并做好留样记录。

6) 生活区应设置电茶水炉，茶水炉上锁封闭管理，保证饮水卫生安全。

7) 食堂的炊具、餐具或公用饮水器应有专人管理并及时清洗消毒，生活垃圾应及时清理并装入容器。

8) 厕所、淋浴室卫生应符合要求，专人管理制度完善。

9) 厨房操作间与办公用房、宿舍之间的安全距离应符合消防规范要求。

10.保健急救

1) 施工现场应设置保健卫生室，配备保健医药箱、常用药及绷带、止血带、颈托、担架等急救器材。配备专职急救人员应掌握常用的“人工呼吸”、“固定绑扎”“止血”等急救措施，并会使用急救器材。

2) 经常性地开展卫生防病宣传教育和急救常识教育，利用板报等多种形式向职工介绍保健、急救有关健康知识。

3) 建立医院绿色通道机制，现场张贴使用流程。

11.和谐社区

1) 施工前应编制控制施工不扰民专项方案，针对防噪音、防废气排放、防光污染等施工制定专项环保措施，遵守国家环境保护相关法律法规。

2) 现场禁止焚烧有毒、有害、恶臭的物质或其他废弃物；办理夜间施工许可手续，且告知周边居民施工情况。

3) 施工前应按照设计要求、国家规范、编制保护古树名木或文物专项方案。

4) 工程竣工后应在规定时间内拆除临时设施并及时恢复道路。

5) 建立和谐社区管理小组，加强社区和居民的沟通联系，解决居民关心的问题，创造良好的施工环境。

12.绿色环保

1) 应制定详细的绿色环保创建工作方案，明确工作内容、计划和责任人。

2) 落实专人负责绿色环保创建台账。要求台账资料完整，图文并茂地反映创建过程。

3) 施工总平面图布置科学合理，结合施工各阶段特点对污染源进行分析，提出防治措施，并与工地环境保护制度一并上墙公布。

4) 邀请周边单位、社区及居民参加创建监督工作，负责监督工地环境保护和文明施工工作。对反映的问题及时进行整改。

5) 结合世界环境日等环保主题和工地环境污染防治实际,组织开展环境保护宣传教育活动。

6) 做好绿色环保工作措施(大气污染、水污染、噪声污染、固废污染、光污染等控制措施)。工地现场宜采用“文明工地数字测评系统”、“数字在线监控系统”、“喷淋系统”“除雾炮”等管理设备,推行新材料、新工艺、新技术。

7) 桩基、地下连续墙等围护结构施工产生的泥浆可通过泥浆零排放处理系统过滤分离形成可循环利用的清水、土饼及沙子,真正实现桩基泥浆的零排放。

13.治安防范

1) 施工现场应建立治安保卫制度,完善管理体系,落实各方的主体责任,保证工程项目的正常工作程序,规范项目治安保卫管理过程,责任分解落实到人。

2) 加强治安防范管理力度,树立作业人员治安防范意识,落实防范措施,完善防范制度。

4.1.2 安全防护

1.安全防护用品管理

1) 施工单位应根据《建筑职业安全卫生个体防护用品配备标准》(AQ1051)、《劳动防护用品监督管理规定》制定安全防护与职业卫生用品管理制度,落实劳动防护用品的管理,保障劳动者的职业安全与健康,预防、控制和消除职业危害。

2) 为从业人员提供和配备的劳动防护用品,严禁少发、漏发或超期发放劳动防护用品。

3) 根据《中华人民共和国职业病防治法》规定,应建立健全职业卫生管理用品档案。

2.安全帽

1) 进入施工现场人员安全帽应正确使用,规范佩戴,系好帽带,严禁乱抛、乱扔或用于坐和垫。

2) 安全帽材质应符合《安全帽》(GB2811)规定,性能满足耐冲击、耐穿透、耐低温性能、侧向刚性等技术规范标准。帽壳上应有永久性标志。

3) 安全帽要经常进行检查,不得使用缺衬、缺带或破损的安全帽,必要时进行更换,确保人员安全。

4) 安全帽应购置红、白、蓝、橙、黄等颜色, 根据工作岗位分类管理、使用。

3.安全网

1) 安全网的规格、材质应符合国家标准, 力学性能试验符合产品要求。应使用合格的并通过安检主管部门认可“三证一标志”(生产制造许可证、产品合格证、安全鉴定证、安全标志)的产品。

2) 在建工程外侧应使用密目式安全网封闭, 高架桥面边等临边防护应挂设安全网, 钢结构、屋面应设置安全平网, 经验收合格后挂牌使用。

3) 现场洞口应使用全封闭安全网。规格有两种: **ML1.8mx6m** 或 **ML1.5mx6m** 的密目网重量大于或等于 **3 kg/m²**, 安全网进场后, 除外观、尺寸、重量、目数等的检查外, 还要做贯穿试验、冲击试验, 合格后方可使用。

4) 施工过程中应对安全网经常进行检查、维护。

4.安全带

1) 高处作业(高度 $\geq 2\text{m}$)人员应按规定正确佩戴安全带, 应高挂低用, 防止摆动碰撞, 后备绳的挂钩锁扣点应安全牢固, 超过 **3m** 应加缓冲器。如安全带无固定挂处, 应采用适当强度的钢丝绳或采取其他方法。禁止把安全带挂在移动或带尖税棱角或不牢固的物件上。

2) 规范设置安全带, 安全带使用后有专人负责, 存放在干燥、通风的仓库内。

3) 安全带应符合《安全带》(**GB6095**)标准, 并有产品检验合格证明。材质应符合《安全带检验方法》(**GB6096**)。安全带寿命一般为 **3~5** 年, 使用 **2** 年后应做批量抽检。

5.电气作业防护用品

1) 电焊人员、设备调试人员应穿戴安全防护用品(戴绝缘手套、绝缘鞋、防护服、护目镜和面罩)。

2) 绝缘鞋、绝缘手套应符合绝缘、防砸、防扎措施要求, 禁止使用失效防护用品。

3) 根据《建筑施工企业安全生产管理规范》(**GB50656**)的要求, 不同工种应配备不同的劳动防护用品。

6.防尘防毒用品

1) 钻孔、注浆、喷混凝土、切割、打磨及其他扬尘作业等人员须正确佩戴防尘口罩

和面罩等特定的劳动防护用品。

2) 进入密闭/有限空间作业, 应先进行通风和检测有害气体, 并做好环境实时监测, 作业人员应配备防毒防窒息等个体防护装备。

3) 根据施工现场的劳动强度和作业环境空气中有害物浓度、粉尘选用不同类型的防尘、防毒面具, 防止生产性粉尘和有害化学物质的伤害。

7. 临边防护

1) 工作面、上下通道、基坑、沟、槽、竖井、高架桥、屋面、建筑阳台、楼板、站台、车站中板顶板临边等部位应设置防护栏杆。

(1) 采用防护栏杆时应设置两道横杆, 上杆距地面高度应为 **1.2m**, 下杆应在上杆和档脚板中间设置。防护栏杆间距不应大于 **2m**, 内侧满挂密目安全网, 下设不小于 **180mm** 高挡脚板。

(2) 基坑临边时立杆与基坑边坡的距离不应小于 **500mm**, 基坑周边应根据城市防汛要求高度砌筑满足防汛要求的挡水墙。

(3) 坡面大于 **1:2.2** 的屋面临边时, 防护栏杆上杆离防护面高度不低于 **1500mm**, 并增设一道横杆, 横杆间距不应大于 **600mm**, 满挂密目安全网。

(4) 防护栏杆内侧满挂密目安全网, 防护栏杆及挡脚板刷红白警示漆。

(5) 防护栏杆的设置, 固定及连接应牢固, 任何部位均能承受任意方向的最小 **1KN** 外力作用。

2) 站台公共区靠轨行区临边或轨行区入口须设置轨行区防护栏。

3) 防护措施、设施宜采用定型化、工具化杆件, 杆件的规格及连接固定方式应符合规范要求。

4) 施工作业高于 **2.0m** 的爬梯应设置防护笼措施, 安装经过专项设计验算, 安装完成经过验收方可投入使用, 梯笼安放位置的地基应具备相应承载力, 且具有防倾倒措施。

5) 临边作业应设置满足施工安全需要的防护栏杆等防护设施, 确需在防护设施外从事施工作业或设置防护设施仍无法满足作业中安全生产需要时, 施工作业人员应配置和使用安全带、安全绳等个人安全防护用品, 危险部位还应有专人指挥和值守。

6) 基坑的水平通道应利用第一道混凝土支撑, 在基坑开挖前完成, 根据混凝土支撑设计情况应间隔 **40~60m** 设一道水平通道; 通道两侧须设置临边防护, 并保证防护设

施的强度、刚度及稳定性；水平通道防护宜采用钢管围栏防护，设两道横杆，上横杆离地高度应不小于 1.2m，下横杆离地高度应为 0.6m，立杆间距不宜大于 1.8m，挡脚板高度不应低于 180mm，并挂设安全网及安全警示牌，涂刷警示漆。通道内不得存放任何物品及机具设备，并保证通道通畅。主要做法详见《城市轨道交通工程施工现场标准化实施指南》。

8.洞口防护

1) 在建工程的预留洞口、楼梯口、电梯井口、风井口等按其大小和性质分别设置牢固的盖板、防护栏杆、安全网或其他防坠落的防护设施。

(1) 现场预留孔洞边长小于 500mm 时可采用洞口上部铺木楞，上盖厚木胶合板，用铁钉钉牢，木楞侧面与地面之间的缝隙应密封严实，面层涂刷安全警示色。洞口作业的防护措施主要有设置防护栏杆、栅门、格栅及架设安全网等多种方式，按其大小和性质分别设置牢固的盖板、防护栏杆、安全网或其他防坠落的防护设施。

(2) 边长在 500mm~1500mm（含 1500mm）的预留孔洞，可采用盖板覆盖的方式进行防护，覆盖必须有可靠的固定措施，防止挪动移位，面层涂刷安全警告色，洞口周边设置防护栏杆，并悬挂安全标志。

(3) 现场预留孔洞边长大于 1500mm 时，四周应设置防护栏杆，洞口下张设安全平网，并悬挂安全标识标牌。

2) 电梯井口设防护栏或固定栅门与工具式栅门，电梯井内每隔两层（ $\leq 10\text{m}$ ）设一道安全平网。

3) 防护措施、设施应符合规范要求，应使用定型化、工具化的防护构件。

4) 施工现场通道附近的各类洞口与坑槽等处，除设防护设施与安全标志外，夜间应设红灯警示。

9.通道口防护

1) 防护棚搭设应编制搭设专项方案，方案应符合规范和安全要求。

2) 通道口应搭设防护棚，防护棚两侧应采取封闭措施。

3) 通道口防护应严密、牢固。

4) 防护棚宽度应与通道口宽度匹配，长度满足防护安全要求。

5) 建筑物高度大于 24m 时，应搭设双层安全棚。双层防护的层间距不应小于 700mm，

防护棚高度不应小于 4m。

6) 防护棚搭设材质应符合安全规范和要求,经验收合格后挂牌使用。

7) 当临街通道、场内通道、出入建筑物通道在坠落半径内或起重机起重臂回转范围内时,应设置防护棚及防护通道。

8) 各类(安全通道防护棚、工具式安全防护棚、施工电梯防护棚、工具式钢筋加工防护棚、工具式木工加工防护棚)防护棚应有单独的支撑体系,固定可靠安全。

10. 攀登作业

1) 移动式梯子的梯脚底部应坚实,有可靠的立足点,禁止垫高使用。

2) 一字梯的梯面与水平面应不小于 75° 夹角,上部挂靠伸出长度应不小于 600mm。

3) 折梯(人字梯)使用时上部夹角宜为 35°~45°,折梯应设置可靠的锁定撑杆。

4) 梯子的制作质量和材质应符合规范和安全要求。

5) 杆上作业攀登脚扣质量标准应符合《国家电网公司电力安全工作流程》要求。

6) 同一梯子上不得两人同时作业。在通道处使用梯子作业时,应有专人监护或设置围栏,脚手架操作层上严禁搭设梯子作业。

7) 从角度、斜度、宽度、高度、连接措施、拉攀措施和受力性能等方面选择攀登作业使用的梯架;梯架选择应符合《便携式金属梯安全要求》(GB12142)和《便携式木梯安全要求》(GB7059)的规定。

8) 深基坑施工(盾构下井通道宜使用钢扶梯)应设置经过验算的扶梯或梯笼,入坑踏步及专用载人设备或斜道等设施。

11. 悬空作业

1) 悬空作业立足处的防护设置应牢固,并应配置登高和防坠落装置和设施。

2) 悬空作业应设置防护栏杆或其他可靠的安全措施,悬空作业人员应系挂安全带、佩戴工具袋。

3) 悬空作业所使用的索具、吊具、料具等设备应经过技术鉴定和验收。

4) 严禁在未固定、无防护设施的构件及管道上进行作业或通行。

12. 移动式操作平台

1) 移动式操作平台依据规范、设计要求,编制专项施工方案,报监理审批。

2) 移动式操作平台的高度不宜超过 5m,面积不宜超过 10 m²,荷载不宜超过 1.5KN/

m²，并进行稳定性验算，严禁操作平台的面积或高度超过规定值。

3) 操作平台架体四个立面应设置剪刀撑，轮子与平台的连接应牢固可靠，立柱底端离地面不得大于 80mm，行走轮和导向轮应配有制动器或刹车闸等制动措施。

4) 操作平台的架体结构采用钢管、型钢及其他等效性能材料组装，应符合《钢结构设计规范》(GB50017) 及有关脚手架标准的规定。

5) 平台面铺设的钢、木或竹胶合板等材质的脚手板，应符合材质和承载力要求，并应平整满铺及可靠固定。

6) 操作平台的临边应设置防护栏杆，单独设置的操作平台应设置供人上下、踏步间距不大于 400mm 的扶梯。

7) 操作平台的材质和构造应满足国家现行相关标准的规定，搭设完成经验收合格后挂牌使用，应安排专人检查、维护。

8) 移动式操作平台宜优先选用合格的装配式(定制化)门式脚手架，并对其整体稳定性、防护完整性及行走脚轮、导向脚轮的制动有效性进行验收，验收合格后悬挂验收合格牌。

9) 移动式操作平台移动时，操作平台上不得站人。

13.物料平台

1) 物料平台应依据规范、设计要求，编制专项施工方案，报监理审批。

2) 物料平台应按专项方案搭设，应与工程结构进行刚性连接或加设防倾措施，不得与脚手架连接，立杆间距和布距应符合设计要求，立杆下部设置底座或垫板，纵向与横向扫地杆、外侧剪刀撑或斜撑等应符合规范要求。

3) 平台台面铺板应平整严密，下方按规范设置安全平网，临边设置防护栏杆。

4) 物料平台搭设材质应符合规范和方案要求，搭设完成后验收合格挂牌使用，使用过程中安排专人检查、维护。

5) 物料平台应在明显位置设置限定荷载标牌，严禁堆物超载。

14.悬挑钢平台

1) 悬挑式钢平台应经设计计算，编制专项施工方案，报监理审批。

2) 搭设悬挑式钢平台应按专项施工方案搭设，搁支点和拉结点应设置在建筑物结构上并牢固连接，台面两侧应设置两道斜拉杆或钢丝绳。

3) 钢平台外侧应略高于内侧, 设置固定的防护栏杆和挡脚板或栏板, 台面铺板和与建筑物之间应平整严密。

4) 严禁将钢平台设置在临时设施上, 人员不得在悬挑钢平台吊运、安装时上下。

5) 钢平台应在明显位置设置限定荷载标牌, 严禁堆物超载, 搭设完成后验收合格挂牌使用, 使用过程中安排专人检查、维护。

15. 脚手架临边防护与通道

1) 扣件式钢管脚手架临边防护与通道, 应符合《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130—2011) 的规定。

(1) 栏杆和挡脚板均应搭设在外立杆的内侧, 上栏杆上皮高度为 1.2m, 挡脚板高度不应小于 180mm, 中栏杆居中设置。脚手板铺满、铺稳, 离墙面的距离不应大于 150mm。

(2) 架体水平防护作业层脚手板应铺满, 绑扎牢固。脚手架每隔两层且高度不超过 10m 设水平防护, 作业层脚手板下采用安全平网兜底。

(3) 架体立面防护脚手架立杆应分布均匀, 跨距为 1500mm, 纵向水平杆应保持水平, 步距为 1800mm (脚手架材料的实际管壁厚度、直径各地不统一, 跨距、步距根据材质检测情况及受力验算确定), 作业层应设置栏腰杆, 上栏杆上皮高度 1.2m, 中栏杆居中设置。脚手架外立面用阻燃性能的密目式安全网封闭, 安全网应张紧、无破损。

(4) 架体设置人员上下专用通道, 通道的材料、结构、安装应符合国家规范和方案要求。

2) 碗扣式钢管脚手架临边防护与通道, 应符合《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ166—2016) 的规定。

(1) 架体外侧采用密目式安全网封闭, 网间连接严密。防护栏杆应在立杆 0.6m 和 1.2m 的碗扣接头处搭设两道。

(2) 架体设置人员上下专用通道, 人行通道坡度小于或等于 1:3, 并在通道脚手板下增设横杆, 通道可折线上升。通道的设置应符合规范《碗扣式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ166) 的规定。

3) 承插型盘扣式钢管脚手架临边防护与通道, 应符合《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规范》(JGJ231-2010) 的规定

(1) 架体外侧设置密目式安全网封闭，网间连接严密，作业层的脚手架架体外侧应设挡脚板、防护栏杆。

(2) 作业层防护栏杆设置符合要求，上栏杆设置离作业层高度 1000mm 处，防护中栏杆设置离作业层高度 500mm 处。

(3) 作业层外侧设置高度不少于 180mm 的挡脚板。每隔两层且高度不超过 10m 设水平防护，作业层脚手板下采用安全平网兜底。

(4) 架体设置人员上下专用通道，按照规范和方案要求使用定型化钢架扶梯，设置脚手板及扶手杆。

4.1.3 临时用电

1. 用电管理

1) 依据法律法规规定，总包单位与分包单位应签订临时用电协议，明确双方的权利和义务。

2) 根据规范要求，由电气工程技术人員组织编制用电组织设计及外电防护专项方案，经企业技术负责人审核，监理单位审批同意后组织实施。

3) 临时用电组织设计及变更，应履行“编制、审核、批准”程序，变更用电组织设计时应补充有关图纸资料。

4) 临时用电系统投入使用前应经编制、审核、批准部门共同验收，合格后方可投入使用，验收记录如实填写。

5) 根据工程位置进行现场勘探，对场地布置、临设搭建、电源等提出可行性方案，设定临时用电平面布置，外电防护距离，确保临时用电组织设计及外电防护方案有针对性和实用性。

6) 按照规定进行接地电阻、绝缘电阻测试（每月 1 次）和漏电保护器（每月不少于 2 次）检测，雷雨天过后进行复测，并派人监督，测试时穿戴好防护用品，认真填写测试记录。

2. 外电防护

1) 外电线路与在建工程及脚手架、起重机械、场内机动车道的安全距离应符合规范要求。

2) 防护设施与外电线路的安全距离应符合规范要求, 并应坚固、稳定, 对外电线路的隔离防护应达到 **IP30** 级。

3) 现场临时设施规划、建筑起重机械安装位置等应避开有外电线路一侧。外电架空线路正下方不得进行起重作业施工, 搭设临时设施(堆物)。

4) 未经建设单位或其他单位同意, 禁止从运营或其他的车站、隧道供电线路接线。

3. 接零保护系统

1) 施工现场专用的电源中性点直接接地的低压配电系统应采用 **TN-S** 接零保护系统。

2) 专用保护零线引出位置(电源进线零线重复接地处或总漏电保护器电源侧进线零线处)、材质(绝缘铜线)、设置(重复接地不少于三处, 重复接地电阻 $\leq 10\ \Omega$)、颜色标识(**PE** 线绿/黄双色绝缘线)等应符合规范要求。

3) 重复接地与工作接地的设置、安装、材料、接地装置应符合要求, 接地线采用 **2** 根及以上导体, 在不同点与接地体做电气连接。接地体采用角钢、钢管或光面圆钢、不得采用螺纹钢材, 工作接地电阻不大于 **4** Ω , 重复接地电阻不大于 **10** Ω 。

4) 电气设备的金属外壳应与专用保护零线连接, 保护系统应符合规范要求。

5) 施工现场内的突出设施(起重机、井字架、龙门架、活动板房等设施)应按规范设置防雷措施, 防雷装置的冲击接地电阻值不得大于 **30** Ω 。

4. 配电线路

1) 电缆中应包含全部工作芯线和用作保护零线或保护线的芯线。

2) 电缆线路采用埋地或架空敷设, 跨越铁路、公路、河流电力线路挡距内不得有接头, 埋地电缆的接头应设在地面上的接线盒内, 接线盒应能防水、防尘、防机械损伤, 应远离易燃、易爆、易腐蚀场所, 保证机械强度和绝缘强度。

3) 线路的设施、材料及相序排列、档距与邻近线路或固定物的距离应符合《施工现场临时用电安全技术规范》(**JGJ46**) 要求。电缆禁止沿地面明设、沿脚手架、树木等敷设。

4) 专人负责对配电线进行维护管理, 对破皮线路及时绝缘包扎, 严重不合格及老化线路进行更换。

5) 明敷主干线距地面高度不得小于 **2.5m**, 明敷设线路不得悬空乱拉。

6) 外电线路防护用木、竹或其他绝缘材料增设屏障、遮拦、围栏、保护网等防护设

施实行强制性绝缘隔离，悬挂醒目的警告标示牌，禁止出现乱拉乱接或架空缆线上吊挂物品现象。

7) 盾构机使用的高压电缆从变压器到盾构井口采用埋地敷设，从井口到车站、隧道内均采用架空敷设，电缆架空高度不应小于 2.5m，设置电缆支架做绝缘胶套，高压电缆利用绝缘扎带规范绑扎，做好相应保护措施。

8) 明敷主干线距地面高度小于 2.5m 的暗挖隧道架空线路高压回路、低压回路均沿隧道布设，采用在已初支或二衬的钢筋混凝土钻孔支架固定线路的方法，并且线路沿开挖或二衬好的隧道逐步铺设，在隧道内敷设电缆，必须用绝缘子和支架沿墙敷设，需要直埋时，必须用钢管（做绝缘）套在电缆外，再埋地敷设。

5. 配电室、变配电装置

1) 配电室、配电箱外侧应安装防雨棚，并设在灰尘少、潮气少、振动小、无腐蚀介质、无易燃易爆物及道路畅通的地方，门窗加装挡板和密目铁丝网，接线施工结束或间断及时封堵孔洞，采取防鼠等措施，定期检查防小动物设施。

2) 配电室、配电箱的门向外开启，相邻房间应能双向开启或者向低压方向开启，专人进行管理。

3) 配电室建筑、室内电气设备布设应符合《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46) 规定。

4) 配电室、配电箱、开关等场所设置“当心触电”“闲人莫入”等警示标识，配电室内应张贴消防设施布置图和工地供电平面图、系统图。

5) 根据《变配电室安全管理规范》(DB11527) 要求，变配电室变压器、高压开关柜、低压开关柜操作面地面应铺设绝缘垫。

6) 发电机组电源应与外电路电源连锁，严禁并列运行。

7) 发电机组应采用电源中性点直接接地的三相四线制供电系统和独立设置 TN-S 接零保护系统。

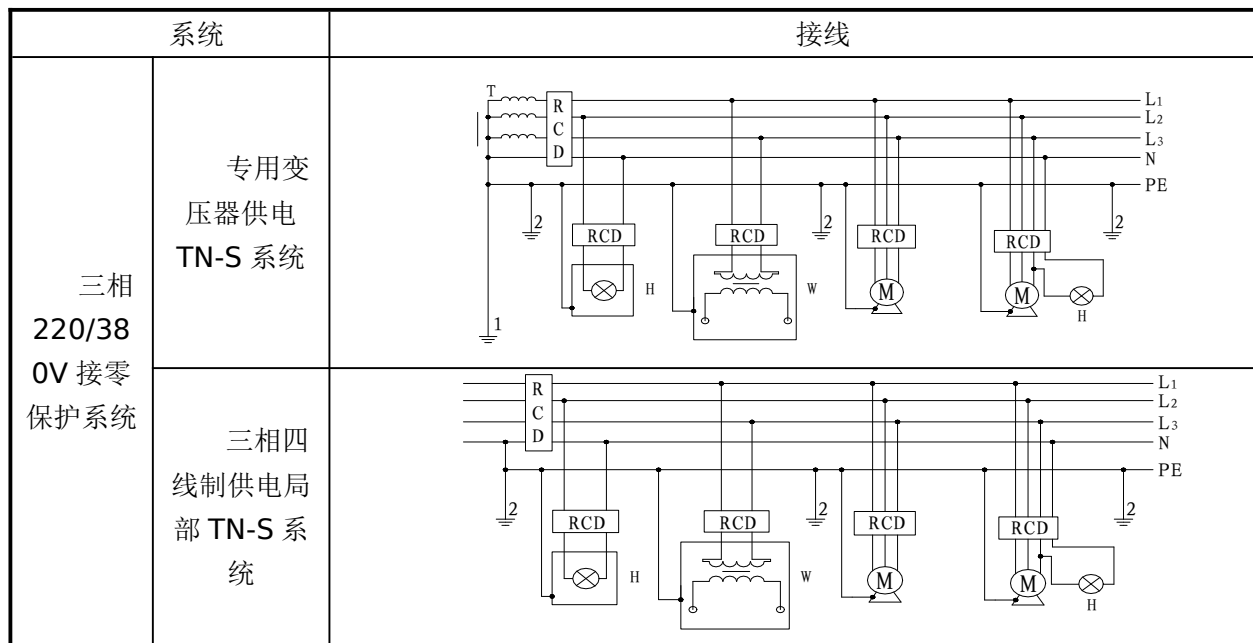
8) 移动式发电机发电应设置两级保护后供电，配置双掷开关，严格执行“TN-S 系统”。

9) 配电装置中的仪表、电气元件设置应符合规范要求，禁止使用劣质、易损用电器具。

6.配电箱、开关箱

1) 施工现场临时用电应采取“TN-S系统”，符合“三级配电、二级漏电保护”，达到“一箱、一机、一闸、一锁、一漏保”的要求。详见表4-1:

表4-1 漏电保护器使用接线方法示意



L1、L2、L3-相线；N-工作零线；PE-保护零线、保护线；1-工作接地；

重复接地；T-变压器；RCD-漏电保护器；H-照明器；W-电焊机；M-电动机

2) 开关箱内应装设隔离开关、断路器或熔断器，以及漏电保护器，避免直接用漏电保护器兼作电器控制开关和漏电保护装置失灵的现象。（装修阶段使用的卷线盘应有防雨、防尘、防喷溅保护、高温阻断安全装置。）

3) 配电箱和开关箱的金属箱体、金属电器安装板以及电器正常不带电的金属底座、外壳等应通过 PE 线端子板与 PE 线做电气连接，金属箱门与金属箱体采用编织软铜线做电气连接。（装修阶段金属线槽板之间加软铜线做电气连接）

4) 配电箱、开关箱内的闸具（熔断器、漏电保护器等）、垫板（金属或非木质阻燃绝缘电器安装板）材质应符合规范要求。

5) 配电箱的电器安装板上正确设置 N 线端子板（N 线端子板与金属电器安全板绝缘）和 PE 线端子板（PE 线端子板与金属电器安装板做电器连接）。进出线中的 N 线通过 N 线端子板连接；PE 线通过 PE 线端子板连接。

6) 配电箱、开关箱箱内结构、材料、箱内电器元件设置应满足《施工现场临时用电

安全技术规范》(JGJ46)的要求。

7) 每台用电设备配置一个开关箱, 开关箱内设置可见分段点的隔离开关, 配置符合要求的额定漏电动作电流、时间的漏电保护器, 执行“一箱、一机、一闸、一锁、一漏保”管理。

8) 总配电箱、分配电箱、开关箱中, 装设隔离开关, 对用电设备实行电源隔离。隔离开关采用分断时具有可见断开点, 能同时断开电源所有极的隔离电器, 并设置于电源进线端。

9) 总配电箱应设在靠近电源的区域, 分配电箱应设在用电设备或负荷相对集中的区域, 安装位置要合理。周围不得有灌木、杂草、杂物等。

10) 配电箱、开关箱的进、出布线应规范, 加绝缘护套, 配置固定线卡, 成束卡固在箱体上, 不得与箱体直接接触。

11) 配电箱、开关箱应编号, 标明其名称、用途、维修电工姓名, 箱内应有系统接线图及分路标记。

12) 开关箱中漏电保护器的额定漏电动作电流不大于 30mA, 额定漏电动作时间不大于 0.1S, 检测应灵敏可靠。

13) 配电箱、开关箱装设端正、牢固。固定式配电箱、开关箱的中心点与地面的垂直距离为 1.4~1.6m。移动式配电箱、开关箱装设在坚固的支架上。其中心点与地面的垂直距离为 0.8~1.6m。配电箱侧面的维护通道宽度不小于 1m。

14) 分配电箱与开关箱之间的距离不得超过 30m, 设备开关箱与其控制的固定用电设备的水平距离不超过 3m。

7. 现场照明

1) 照明用电应与动力用电分设。

2) 照明变压器应使用双绕组型安全隔离变压器, 严禁使用自耦变压器。

3) 照明专用回路设置漏电保护器。

4) 地下暗挖、潮湿和易触及带电体特殊场所的照明, 电源电压不得大于 24V。特别潮湿的场所、导电良好的地面、金属容器内的照明, 电源电压不得大于 12V, 盾构隧道宜使用 LED 灯带或 LED 光源照明。

5) 照明线路和安全电压线路的架设应符合《建设工程施工现场临时用电安全技术规

范》(JGJ46)要求。

6) 手持照明灯具电源供电电压为 36V 以下, 灯体与手柄应坚固、绝缘、耐热耐潮湿, 灯头与灯体结合牢固。

7) 照明灯具的金属外壳应与 PE 线相连接。

8) 阴暗作业场所、通道口应设置照明、应急疏散灯、疏散标识等, 保证照明因故停电时, 应急照明电源能自动切换。

8. 电器装置

1) 不同电压等级需要的最小安全距离(电气间距和爬电距离)应符合《信息技术设备的安全》(GB4943)规定。

2) 配电箱的电器(闸具)应具备电源隔离, 正常接通与分断电路, 以及短路、过载、漏电保护功能。

3) 熔断器中的熔丝是由特殊材料根据额定参数做成的, 其他金属丝不能代替熔丝, 否则在回路故障时金属丝不能断开回路。

4) 配电箱、开关箱内的电器应可靠、完好, 严禁使用破损、不合格的电器, 杜绝使用国家已淘汰的电器产品。

5) 安排专人对用电器具进行检查、维护, 发现损坏的电器装置立即停止使用并进行更换。

9. 小型用电设备管理

1) 接地符合《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46)要求, 运行时产生振动的设备的金属基座, 外壳与 PE 线的连接点不少于 2 处。

2) 电动建筑机械和手持式电动工具的负荷线应按其计算负荷选用无接头的橡皮护套铜芯软电缆, 其性能应符合现行国家标准《额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘电缆》(GB5013)的要求; 其截面可按《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46)规定选配。

3) 电缆芯线数应根据负荷及其控制电器的相数和线数确定。

4) 正反向运转控制装置中的控制电器应采用接触器、继电器等自动控制电器, 不得采用手动双向转换开关作为控制电器。

5) 手持式电动工具的外壳、手柄、插头、开关、负荷线等应完好无损, 使用前应做

绝缘检查和空载检查，在绝缘合格、空载运转正常后方可使用。各类手持式电动工具的外壳、手柄、插头、开关、负荷线等应完好无损，其绝缘电阻应为：I类工具 $\geq 2M\Omega$ ，II类工具 $\geq 7M\Omega$ ，III类工具 $\geq 10M\Omega$ 。

4.1.4 消防安全

1. 防火管理

1) 施工现场的消防安全管理应根据建设项目规模、现场消防安全管理的重点，在施工现场建立消防安全管理组织机构及义务消防组织，并应确定消防安全负责人和消防安全管理人，同时应落实相关人员的消防安全管理责任。按工程特点、规模和当地消防主管部门要求，编制消防方案及消防平面布置图等内容，进行消防备案。

2) 应针对施工现场可能导致火灾发生的施工作业及其他活动，制订消防安全管理制度。消防安全管理制度应包括下列主要内容：

- (1) 消防安全教育与培训制度；
- (2) 可燃及易燃易爆危险品管理制度；
- (3) 用火、用电、用气管理制度；
- (4) 消防安全检查制度；
- (5) 应急预案演练制度。

3) 施工作业前，管理人员应向作业人员进行消防安全技术交底。消防安全技术交底应包括下列主要内容：

- (1) 施工过程中可能发生火灾的部位或环节；
- (2) 施工过程应采取的防火措施及应配备的临时消防设施；
- (3) 初起火灾的扑救方法及注意事项；
- (4) 逃生方法及路线。

4) 施工过程中，消防安全负责人应定期组织消防安全管理人员对施工现场的消防安全进行检查。消防安全检查应包括下列主要内容：

- (1) 可燃物及易燃易爆危险品的管理是否落实；
- (2) 动火作业的防火措施是否落实；
- (3) 用火、用电、用气是否存在违章操作，电、气焊及保温防水施工是否执行操作

规程；

(4) 临时消防设施是否完好有效；

(5) 临时消防车道及临时疏散设施是否畅通。

5) 应编制施工现场灭火及应急疏散预案。灭火及应急疏散预案应包括下列主要内容：

(1) 应急灭火处置机构及各级人员应急处置职责；

(2) 报警、接警处置的程序和通讯联络的方式；

(3) 扑救初起火灾的程序和措施；

(4) 应急疏散及救援的程序和措施。依据灭火及应急疏散预案，定期开展灭火及应急疏散的演练且会正确使用灭火器。

2. 消防布置

1) 临时用房、临时设施的布置应满足现场防火、灭火及人员安全疏散的要求。

2) 施工现场出入口的设置应满足消防车通行的要求,并宜布置在不同方向,其数量不宜少于 2 个。当确有困难只能设置 1 个出入口时,应在施工现场内设置满足消防车通行的环形道路。

3) 施工现场临时办公、生活、生产、物料存贮等功能区宜相对独立布置,防火间距应符合要求。

4) 固定动火作业场所应布置在可燃材料堆场及其加工场、易燃易爆危险品库房等全年最小频率风向的上风侧;宜布置在临时办公用房、宿舍、可燃材料库房、在建工程等全年最小频率风向的上风侧。

5) 易燃易爆危险品库房应远离明火作业区、人员密集区和建筑物相对集中区。

6) 可燃材料堆场及其加工场、易燃易爆危险品库房不应布置在架空电力线下。

3. 防火间距

1) 易燃易爆危险品库房与在建工程的防火间距不应小于 15m, 可燃材料堆场及其加工场、固定动火作业场与在建工程的防火间距不应小于 10m, 其它临时用房、临时设施与在建工程的防火间距不应小于 6m。

2) 施工现场主要临时用房、临时设施的防火间距不应小于以下图表的规定,当办公用房、宿舍成组布置时,其防火间距可适当减小,但应符合以下要求:

(1) 每组临时用房的栋数不应超过 10 栋,组与组之间的防火间距不应小于 8m;

(2) 组内临时用房之间的防火间距不应小于 3.5m；当建筑构件燃烧性能等级为 A 级时，其防火间距可减少到 3m。其他要求见表 4-2 所示。

表 4-2 施工现场主要临时临时用房、临时设施的防火间距 (m)

名称间距	办公用房、宿舍	发电机房、变配电房	可燃材料库房	厨房操作间、锅炉房	可燃材料堆场及其加工场	固定动火作业场	易燃易爆危险品库房
办公用房、宿舍	4	4	5	5	7	7	10
发电机房、变配电房	4	4	5	5	7	7	10
可燃材料库房	5	5	5	5	7	7	10
厨房操作间、锅炉房	5	5	5	5	7	7	10
可燃材料堆场及其加工场	7	7	7	7	7	10	10
固定动火作业场	7	7	7	7	10	10	12
易燃易爆危险品库房	10	10	10	10	10	12	12

3) 架空电力线路与甲类库房、易燃易爆材料堆场以及可燃或易燃、易爆液（气）体储罐的防火间距，应符合国家有关法律法规和现行国家标准《建筑设计防火规范》（GB50016）的有关规定。

4. 在建工程防火

1) 需根据施工现场易燃可燃材料堆场、仓库、生活区、施工区等，明确划分动火作业的区域、动火危险区域、施工现场的危险环境区域、一般施工区域。动火作业区域的划分应经项目技术负责人审核，报监理批准后实施。

2) 进行电、气焊作业的人员应经相关部门考核合格，取得特种作业人员操作资格证书后，方可上岗从事作业。作业时氧气瓶、乙炔瓶工作间距应不小于 5m，气瓶与明火作业距离应不小于 10m。

3) 各级动火申请，应按规定办理动火审批手续，未确定落实安全技术方案或安全措施不得批准和实施；未确定监护人员不得批准和实施；未配备充足的灭火器材不得批准

和实施。

4) 作业场所应设置明显的疏散指示标志,其指示方向应指向最近的临时疏散通道入口。易燃可燃材料堆场、仓库、生活区、施工区等重点防火部位或区域应设置明显的防火警示标志。

5) 防水涂料、涂料稀释剂、用作防水卷材烘烤的液化气、酒精等易燃、易爆材料储存、运输、施工过程应做好防爆、防火管理。

5.电气消防安全

1) 电器产品、燃气用具的安装、使用及其线路、管路的设计、敷设、维护保养、检测,必须符合消防技术标准和管理规定。

2) 架空线、室内配线导线截面应满足用电设备荷载要求,符合《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46)的规定。

3) 每台电气设备的开关箱内,除应装设过载、短路、漏电保护电器外,还应按《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46)要求装设隔离开关或具有可见分断点的断路器。

4) 现场照明应采用高光效、长寿命的照明光源,严禁使用碘钨灯、金属卤化灯、钠灯等大功率、高热量灯具。对于不同照明器的采用根据环境条件进行选择。

5) 易燃物质储存、使用场所或可燃气体潜在场所应采取防爆型电气设备。

6) 安排专人对电气设备、输电线、设备之间的电气接头进行检查、维护,发现接头发热或损坏及时进行排除更换。

7) 禁止直接用油桶对发电机供油。

8) 电气火灾属于C类火灾,应选择磷酸铵盐干粉灭火器、卤代烷灭火器或二氧化碳灭火器,不得选用装有金属喇叭喷筒的二氧化碳灭火器。

6.危化品管理

1) 禁止在具有火灾、爆炸危险的场所吸烟、使用明火。因施工等特殊情况需要使用明火作业的,应当按照规定事先办理审批手续,采取相应的消防安全措施;作业人员应当遵守消防安全规定。

2) 用于在建工程的保温、防水、装饰及防腐等材料的燃烧性能等级,应符合设计要求。

3) 严禁将存放油漆、松香水等易燃易爆品的库房设置在办公、生活区内。

4) 可燃材料及易燃易爆危险品应按计划限量进场。进场后,可燃材料宜存放于库房内,且采用不燃或难燃材料覆盖;易燃易爆危险品应分类专库储存,库房内通风良好,并设置严禁明火标志。

5) 室内使用油漆及其有机溶剂、乙二胺、冷底子油或其他可燃、易燃易爆危险品的物资作业时,应保持良好通风,作业场所严禁明火,并应避免产生静电。

6) 可燃材料库房不应使用高热灯具,易燃易爆危险品库房内应使用防爆灯具。

7) 施工产生的可燃、易燃建筑垃圾或余料,应及时清理。

8) 施工现场常用瓶装氧气、乙炔、液化气等,贮装、运输、存储、使用应符合规范要求。乙炔瓶禁止横躺卧放,氧气瓶内剩余压力不应小于 **0.1MPa**。

7.临时用房防火

1) 宿舍、办公用房的防火设计应符合建筑构件的燃烧性能等级为 **A** 级,当采用金属夹芯板材时,其芯材的燃烧性能等级应为 **A** 级。

2) 办公区、生活区应分开单独布置,并设围挡及大门封闭管理。临时生活设施不得搭设在高压架空电线下,距离高压架空电线的水平距离不应小于 **6m**。

3) 临时设施区域内应按规定设置消防器材,消防器材应由专人负责维修保养;锅炉房、食堂等重点防火区域应单独设置灭火器材。

4) 宿舍、办公用房内电线应由专业电工安装,禁止他人乱接乱拉电源;宿舍地面地坪宜采用水泥砂浆、细石砼或地砖,禁止采用木结构或易燃材料。

5) 宿舍内严禁使用煤气灶、煤油炉、电饭锅、电炒锅、热得快、电炉、电热毯等大功率器具且禁止使用明火。

6) 临时设施区域内应按规定设有消防通道,消防通道宽度不得小于 **4m**,并保持通道畅通不得占用堵塞,临时用房的醒目位置应设置安全疏散示意图。

8.临时消防设施

1) 施工现场应设置灭火器、临时消防给水系统和临时消防应急照明等临时消防设施。

2) 在建工程及临时用房的下列场所应配置灭火器:

(1) 易燃易爆危险品存放及使用场所;

(2) 动火作业场所;

- (3) 可燃材料存放、加工及使用场所；
- (4) 厨房操作间、锅炉房、发电机房、变配电房、设备用房、办公用房、宿舍等临时用房；
- (5) 其他具有火灾危险的场所。
- 3) 施工现场灭火器配置应符合下列规定：
- (1) 灭火器的类型应与配备场所可能发生的火灾类型相匹配；
- (2) 灭火器的最低配置标准应符合下表 4-3 的规定；

表 4-3 灭火器最低配置标准

项目	固体物质火灾		液体或可熔化固体物质火灾、气体火灾	
	单具灭火器 最小灭火级 别	单位灭火级别最 大保护面积 m ² /A	单具灭火器 最小灭火级 别	单位灭火级别最大 保护面积 m ² /B
易燃易爆危险品存放 及使用场所	3A	50	89B	0.5
固定动火作业场	3A	50	89B	0.5
临时动火作业点	2A	50	55B	0.5
可燃材料存放、加工 及使用场所	2A	75	55B	1.0
厨房操作间、锅炉房	2A	75	55B	1.0
自备发电机房	2A	75	55B	1.0
变、配电房	2A	75	55B	1.0
办公用房、宿舍	1A	100	—	—

4) 灭火器的配置数量应按照《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140) 经计算确定，且每个场所的灭火器数量不应少于 2 具。

5) 灭火器的最大保护距离应符合下表 4-4 的规定。

表 4-4 灭火器的最大保护距离 (m)

灭火器配置场所	固体物质火灾	液体或可熔化固体物质火灾、气体类火灾
易燃易爆危险品存放及使用场所	15	9
固定动火作业场	15	9
临时动火作业点	10	6
可燃材料存放、加工及使用场所	20	12
厨房操作间、锅炉房	20	12
发电机房、变配电房	20	12

办公用房、宿舍等	25	—
----------	----	---

6) 施工现场或其附近应设置稳定、可靠的水源，并应能满足施工现场临时消防用水的需要。

7) 施工现场应设置临时室外消防给水系统，并符合下列要求：

(1) 给水管网宜布置成环状；

(2) 临时室外消防给水干管的管径应依据施工现场临时消防用水量 and 干管内水流速度进行计算确定，且不应小于 DN100；

(3) 室外消火栓应沿在建工程、临时用房及可燃材料堆场及其加工场均匀布置，距在建工程、临时用房及可燃材料堆场及其加工场的外边线不应小于 5m；

(4) 消火栓的间距不应大于 120m；

(5) 消火栓的最大保护半径不应大于 150m。

8) 当外部消防水源不能满足施工现场的临时消防用水量要求时，应在施工现场设置临时贮水池。临时贮水池宜设置在便于消防车取水的部位，其有效容积不应小于施工现场火灾延续时间内一次灭火的全部消防用水量。

9) 严寒和寒冷地区的现场临时消防给水系统，应采取防冻措施。

10) 施工现场的下列场所应配备临时应急照明。

(1) 自备发电机房及变、配电房；

(2) 水泵房；

(3) 无天然采光的作业场所及疏散通道；

11) 消防设施投入使用前组织进行验收并建立现场消防安全管理档案。

4.1.5 机械设备

1. 关键节点条件核查

1) 采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 10KN 及以上的起重吊装工程，施工单位应依据规范要求编制起重吊装专项施工方案，并由施工单位技术负责人签字报监理审批。

2) 采用起重机械进行安装的工程或起重机械安装和拆卸工程应依据规范要求编制安装、拆卸施工专项方案，并由施工单位技术负责人签字报监理审批。

3) 采用非常规起重设备、方法,且单件起吊重量在 100kN 及以上的起重吊装工程或起重量 300kN 及以上,或搭设总高度 200m 及以上,或搭设基础标高在 200m 及以上的起重机械安装和拆卸工程,应对专项方案进行专家论证,依据专家意见完善方案并对未采纳的意见进行说明。

4) 施工单位项目技术负责人应当向施工现场管理人员进行方案交底。施工现场管理人员应当向作业人员进行安全技术交底,并由双方和项目专职安全生产管理人员共同签字确认。

5) 对于按照规定需要验收的危大工程,施工单位、监理单位应当组织相关人员进行验收。验收合格的,经施工单位项目技术负责人及总监理工程师签字确认后,方可进入下一道工序。

6) 多台设备协同或存在交叉作业时应依据规范要求编制防碰撞专项施工方案,并由施工单位技术负责人签字报监理审批后实施,作业前应进行安全技术交底。制定的防碰撞措施应牢固可靠。

2.塔吊

1) 安装拆卸验收

(1) 塔吊的实体信息与设备的产权档案资料应保持一致,设备进场应提供生产(制造)许可证、起重机械设备产品合格证和使用说明书,建立设备档案。

(2) 超出规定使用年限的塔吊应进行安全评估,安全评估不合格严禁使用。

(3) 安拆单位应具有建设行政主管部门颁发的相应资质,安全生产许可证在有效期内,安拆人员应持特种作业人员操作证上岗。

(4) 禁止安装、使用未办理产权备案的起重机械。安装、拆卸作业前应向当地安全监督机构办理告知手续,四方验收责任人签字确认,经第三方单位检测合格后,在安全监督机构办理备案、登记手续,取得准用证书。

(5) 塔吊安拆应按照施工专项方案、规范、操作规程等要求进行,监理工程师、设备工程师、安全工程师应全程管理。

6) 安装、拆卸现场应设置警戒隔离区域,防止无关人员进入。指挥人员使用明确的指挥信号进行指挥。

2) 基础

(1) 混凝土基础应按国家现行标准和使用说明书规定要求进行设计、检测、验收，强度等级不低于 C30。

(2) 基础应有排水设施，不得积水，四周应安装定型式护栏进行围护。

3) 限载、限位及保护装置

(1) 塔吊的起重量限制器、力矩限制器、起升高度限位器、幅度限位器或回转限位器、行走限位器等安全保护装置，应完好齐全、灵敏可靠，不得随意调整或拆除，施工过程中定期检查。

(2) 起升高度限位器的安全越程应符合《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》(JGJ276) 要求。

(3) 小车变幅的塔式起重机应安装断绳保护和断轴保护装置，保护装置应符合规范要求。行走及小车变幅的轨道行程末端应按规范要求安装缓冲器或止挡装置。

(4) 起重臂根部绞点高度大于 50m 的塔式起重机应安装风速仪且应灵敏有效。塔式起重机顶部高度大于 30m 且高于周围建筑物时应安装红色障碍灯。

4) 吊钩、滑轮、卷筒与钢丝绳

(1) 吊钩、滑轮与卷筒应安装钢丝绳防脱钩装置且符合《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》(JGJ276) 要求。

(2) 吊钩磨损、变形、疲劳裂纹达到报废标准应更换。

(3) 滑轮及卷筒裂纹、磨损达到报废标准时应更换。

(4) 钢丝绳磨损、变形、锈蚀达到报废标准应更换，其规格、固定、缠绕应符合使用说明书及《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》(JGJ276) 要求。

5) 结构设施与附着装置

(1) 主要结构件的变形、开焊、裂纹、锈蚀超过规范要求应处理。

(2) 平台、走道、梯子、栏杆等应按《塔式起重机安全规程》(GB/5144) 要求设置。

(3) 高强螺栓、销轴、紧固件等主要受力构件的紧固、连接应符合《塔式起重机设计规范》(GB/T13752) 要求。

(4) 塔式起重机高度超过规定应安装附着装置。

(5) 附着装置水平距离或间距应满足说明书要求且进行设计计算和审批。

- (6) 安装内爬式塔式起重机的建筑承载结构应进行受力计算。
- (7) 附着装置安装应符合说明书及《建筑机械使用安全技术规范》(JGJ33)要求。
- (8) 附着前和附着后塔身垂直度应符合《建筑机械使用安全技术规范》(JGJ33)要求。
- (9) 附着装置安装后应进行验收。

6) 多塔作业与周边安全

- (1) 任意两台塔式起重机之间的最小架设距离应符合《建筑机械使用安全技术规范》(JGJ33)要求。
 - (2) 动臂式和尚未附着的自升式塔式起重机,塔身上方不得悬挂标示牌。
 - (3) 塔吊作业覆盖公共设施时应制定专项安全措施,防护措施应符合要求。
- 7) 检查检测及维修保养应符合本指南 4.1.6 章节的规定。

3. 龙门吊

1) 安装与拆卸与验收

- (1) 安装、拆卸施工专项方案里应明确基坑边安装龙门吊的结构安全验算。
- (2) 龙门吊制造或租赁应符合行业监管部门规定要求,设备进场应提供生产(制造)许可证、起重机械设备产品合格证和使用说明书,须建立设备档案。
- (3) 安拆单位应具有建设行政主管部门颁发的起重设备安装工程专业承包资质,安拆人员应持特种作业人员操作证上岗。
- (4) 安装、拆卸作业前应向当地安全监督机构办理告知手续,四方验收责任人签字后须经第三方单位检测合格后,要在安全监督机构办理备案、登记手续,取得准用证书。
- (5) 龙门吊安拆应按照施工专项方案、规范、操作规程等要求进行,施工作业时监理工程师、设备工程师、安全工程师应全程监督。
- (6) 安装、拆卸现场地锚、缆风绳等重要保护措施应符合方案要求,应设置警戒隔离区域,防止无关人员进入。

2) 轨道与结构设施

- (1) 轨道基础应满足承载力要求,不得变形或破损,轨道两侧应设有缓冲器和止挡装置,防止龙门吊侵限侵覆。
- (2) 轨道与基础间固定方式、轨道跨距偏差、弯曲偏差与轨道接头处高低偏差应符合

合要求。

(3) 轨道接头处间隙、扭度、轨顶面磨损量严禁超标。

(4) 轨道钉、紧固螺栓、挡块、压板、弹条等扣件严禁松脱。

(5) 起重机应设夹轨钳等锚定装置，当遇风速大于 **10.8m/s** 大风时，应停止作业并锁紧夹轨钳，轨道上不得堆积杂物影响安全运行，作业后应停好锁紧夹轨钳且吊钩上不得悬挂重物。

(6) 主要结构件的变形、开焊、裂纹、锈蚀超过规范要求应进行更换。

(7) 起重机的平台、走道、栏杆、梯子的设置应符合《起重机械安全规程》(GB6067) 要求。

(8) 高强螺栓、销轴、紧固件等主要受力构件的紧固、连接应符合《钢结构高强度螺栓连接技术规程》(JGJ82) 要求。

3) 保险与电气装置

(1) 起重机的起升高度限位器、行走限位器、起重量限制器等安全保护装置，应完好齐全、灵敏可靠，不得随意调整或拆除，施工过程定期检查。

(2) 应按要求设置紧急断电开关。

(3) 吊钩应有防脱落装置。

(4) 上人爬梯应设有护笼、安全门且设置应符合要求。

(5) 起重机轨道之间接头处应设置电气连接线，轨道两端应设置接地装置，保证电气设备的可靠性，使用电缆的门式起重机，电缆盘应保护完整防止损坏。

(6) 避雷装置应符合《起重机械安全规程》(GB6067) 要求。

(7) 操作室内应配置磷酸铵盐干粉、碳酸氢钠干粉、卤代烷或二氧化碳等灭火器。

4) 防护措施

作业区域周边应设置防护栏杆，安装有效警示灯，危险部位应设置安全标志。

5) 检查检测与维修保养应符合本指南 4.1.6 站章节的规定。

4. 物料提升机

1) 安全装置与防护设施

(1) 应安装起重量限制器、渐进式防坠安全器且灵敏有效。

(2) 安全停层装置应符合规范要求且定型化设置。

(3) 应安装自动复位型上、下限位开关且灵敏有效，安全越程应符合《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》(JGJ276) 要求。

(4) 自动停层、语音及影像信号等装置应齐全有效。

(5) 应按规范要求设置防护围栏与进料口防护棚。

(6) 停层平台两侧应设置防护栏杆、挡脚板且符合龙门架及井架物料提升机安全技术规范 JGJ88 要求，脚手板应铺设牢固、严密。

(7) 应按规范要求安装定型化平台门。

(8) 吊笼门应安装机电联锁装置且灵敏可靠。

2) 附墙架、缆风绳与吊篮

(1) 附墙架结构、材质、间距应符合产品说明书和规范要求且与建筑结构可靠连接。

(2) 缆风绳设置数量、位置与使用的钢丝绳规格应符合龙门架及井架物料提升机安全技术规范 JGJ88 要求。

(3) 地锚设置应符合龙门架及井架物料提升机安全技术规范 JGJ88 要求。

(4) 吊篮应设有安全门且应定型化、工具化。

(5) 高架提升机应使用吊笼，禁止人员乘坐吊篮上下。

3) 钢丝绳、滑轮与基础、导轨架

(1) 钢丝绳的规格、固定形式应符合产品说明书及龙门架及井架物料提升机安全技术规范 JGJ88 要求，达到报废标准应更换。

(2) 钢丝绳夹设置应符合龙门架及井架物料提升机安全技术规范 JGJ88 要求。

(3) 吊笼处于最低位置时卷筒上钢丝绳不得少于 3 圈，钢丝绳应设置过路保护且禁止钢丝绳拖地。

(4) 基础承载力、平整度应符合龙门架及井架物料提升机安全技术规范 JGJ88 要求。

(5) 基础周边应设有排水设施。

(6) 导轨架垂直度偏差不得大于导轨架高度 0.15%。

(7) 井架停层平台通道处的结构应采取加强措施。

4) 动力与传动

(1) 卷扬机、曳引机安装应牢固。

(2) 卷筒与导轨架底部导向轮的距离小于 20 倍卷筒宽度，应设置排绳器且钢丝绳

在卷筒上应排列整齐。

(3) 滑轮与导轨架、吊笼应采用刚性连接且与钢丝绳匹配。

(4) 卷筒、滑轮应设置防止钢丝绳脱出装置，曳引钢丝绳为 2 根及以上时，应设置曳引力平衡装置。

(5) 卷扬机、曳引机应设有防雨防护棚。

5) 操作棚与避雷装置

(1) 卷扬机应设置操作棚，操作棚（防护、可视性等）应符合龙门架及井架物料提升机安全技术规范 JGJ88 要求。

(2) 位于其他防雷保护范围以外时应按要求设置避雷装置且符合龙门架及井架物料提升机安全技术规范 JGJ88 要求。

6) 检查检测及维修保养应符合本指南 4.1.6 章节的规定。

5.履带起重机

1) 安拆人员（持证上岗）应严格按照安拆方案和使用说明书相关规定进行作业，监理工程师、设备工程师、安全工程师应在场监督，安装自检合格后应经第三方检测单位检测并出具报告。

2) 应对设备资料（合格证、保修证、使用和维修证明书、维修合格证、保险单等）、结构外观、钢丝绳、安全装置等进行验收并报监理单位审批后方可使用。

3) 操作人员和起重指挥人员应持有特种作业操作证，并对设备的工作原理和构造及安全装置的构造和调整方法熟悉，定期保养，严禁搬动和拆卸安全装置。

4) 起重作业场地应符合机械使用说明书要求，如地面松软，应夯实后用枕木横向垫于履带下方；工作、行驶与停放时，应与沟渠、基坑保持安全距离；加油时严禁吸烟或动用明火。

5) 在开始起吊时，应先用微动信号指挥，待负载离开地面 100-200mm 并稳定后，再用正常速度指挥，在负载最后降落就位时，也应使用微动信号指挥，如遇大风，应立即停止作业，并将主臂转至顺风方向或至最低位置。

6) 起吊前确认回转范围内有无障碍物，保持与建筑物、高压线间的安全距离。

7) 有物品悬挂在空中时，操作人员和指挥人员不得离开工作岗位。

8) 每班作业完毕后，履带吊应退出施工现场塔吊的回转区域，将主臂降至 40° ~

60° 之间，并转至顺风方向，关闭发动机，操纵杆放到空挡位置，将各制动器刹死，并将驾驶室门窗锁闭。

6. 轮胎起重机

1) 应对设备进场报验手续进行审核，审核资料包括:设备合格证、行驶证本、机动车检验合格证、安全检验合格证、特种作业操作证、铭牌复印件、带有汽车号码的全车照片复印件、车辆保险等。

2) 起重机操作人员应持有特种作业操作证，作业过程应与指挥人员密切配合，严格遵守“十不吊”。

3) 应重点检查吊车吊索具、安全保险装置是否可靠有效、支腿是否完全打开、周边是否存在高压线等危险因素，同时设置警戒隔离区域，专人兼护。

4) 大雨、大雾、六级以上大风等恶劣天气条件，禁止室外吊装作业。

5) 起重机工作场地应保持平坦坚实，地面应硬化，支腿应用加箍垫板（厚度不小于300mm）垫实。

6) 作业前应全部伸出支腿，调整机体使回转支撑面的倾斜度在无荷载时不大于1/1000（水准居中），应插上支腿定位销。

7) 工作时起重臂的最大和最小仰角不得超过其额定值，如无相应资料时，最大仰角不得超过78°，最小仰角不得小于45°，作业中不得扳动支腿操纵阀，调整支腿时应在无荷载时进行。

8) 作业后，应将起重臂全部缩回放在支架上，再收回支腿，吊钩用钢丝绳挂牢，应将取力器操纵手柄放在脱开位置，最后锁闭起重操纵室门窗。

7. 施工机具

1) 场内运输车

(1) 设备进场验收应符合本指南4.1.6的规定。

(2) 启动前应重点检查以下项目，并应符合下列要求:

- ①各润滑装置齐全，过滤清洁有效。
- ②转向与离合器结合平稳、操作灵敏，踏板行程符合有关规定。
- ③制动系统各部件连接可靠，管路畅通。
- ④灯光照明、喇叭、指示仪表等应齐全有效完整。

⑤轮胎气压应符合要求。

(3) 严禁行车载人。

(4) 严禁超速行驶。应根据车速与前车保持适当的安全距离，进入施工现场应沿规定的路线行使。

2) 单斗挖掘机

(1) 设备进场验收应符合本指南 4.1.6 的规定，操作司机应持有特种作业操作证。

(2) 轮胎式挖掘机使用前应支好支腿并保持水平位置，支腿应置于作业面的方向，转向驱动桥应置于作业面的后方。采用液压悬挂装置的挖掘机，应锁住两个悬挂液压缸。履带式挖掘机的驱动轮应置于作业面的后方。

(3) 作业前重点检查下列项目：

①照明、信号及报警装置等齐全有效；

②燃油、润滑油、液压油符合规定；

③各铰接部分连接可靠；

④液压系统无泄漏现象。

(4) 作业时，应待机身停稳后再挖土，当铲斗未离开工作面时，不得作回转、行走等动作。

(5) 各操纵过程应平稳，不宜紧急制动。铲斗升降不得过猛，下降时，不得撞碰车架或履带。

(6) 应设置警戒隔离区域，任何人员禁止进入回转半径作业区域。斗臂在抬高及回转时，不得碰到洞壁、沟槽侧面或其他物体。

(7) 作业后，挖掘机不得停放在高边坡附近和填方区，应停放在坚实、平坦、安全的地带，将铲斗收回平放在地面上。

(8) 利用铲斗将底盘顶起进行检修时，应使用垫木将抬起的履带或轮胎垫稳，并用木楔将落地履带或轮胎楔牢，然后将液压系统卸荷，否则严禁进入底盘下作业。

3) 叉车

(1) 设备进场验收应符合本指南 4.1.6 的规定，操作司机应持有特种作业操作证。

(2) 货叉要充分放入托盘下面，叉车行驶时，不准提升或降低托盘。

(3) 叉车作业前必须再次确认作业线路上无行人和其他障碍物。

- (4) 不准在货叉上站人，叉车上不准载人运行，不准行驶途中手机通话。
- (5) 叉物作业时，禁止人员站在货叉周围，以免货物倒塌伤人。
- (6) 车速应缓慢平稳，注意车轮不要碾压物品垫木，以免碾压物绷起伤人。
- (7) 停车不用前，要将货叉下降着地并将叉车摆放整齐。

4) 桩机机械（含成槽机）

- (1) 成槽机设备进场验收应符合本指南 4.1.5 第 2 条的规定
- (2) 桩机设备进场验收应符合本指南 4.1.6 的规定。
- (3) 施工现场应按设备使用说明书的要求进行整平压实，地基承载力应满足桩机的使用要求。在基坑和围堰内打桩，应配置足够的排水设备。
- (4) 打桩（成槽）作业区内应无妨碍作业的高压线路、地下管道和埋设电缆或与输电线路保持安全距离。作业区应有明显标志或围栏，非工作人员不得进入。
- (5) 打桩（成槽）作业前，应按编制的专项施工方案，由施工技术人员向机组人员作详细的安全技术交底。打桩（成槽）机应挂设包含桩机（成槽）编号、负责人等内容的标牌。
- (6) 打桩（成槽）操作严禁违反操作规程。

5) 搅拌机

- (1) 设备进场验收应符合本指南 4.1.5 第 2 条的规定。
- (2) 设备应装有保护接零和漏电保护装置。
- (3) 离合器、制动器灵敏可靠，钢丝绳断丝、断股、磨损应符合规范要求。
- (4) 上料斗应设置安全挂钩，上下限位装置灵敏有效，保险销、止挡装置齐全有效。
- (5) 各传动机构、工作装置无异常，传动部位的防护罩应齐全有效。
- (6) 应设置安全作业棚，保持视线良好，作业平台应平稳牢固。

6) 混凝土泵车

- (1) 应停放在平整坚实的地方，与沟槽和基坑的安全距离应符合规范要求。
- (2) 臂架回转范围内不得有障碍物，与输电线路的安全距离应符合《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ16）的有关规定。
- (3) 作业前，应将支腿打开，用垫木垫平，车身的倾斜度不应大于 3°。
- (4) 作业前应重点检查以下项目，并符合下列规定：

- ①安全装置齐全有效，仪表指示正常；
- ②液压系统、工作机构运转正常；
- ③料斗网格完好牢固；
- ④软管安全链与臂架连接牢固。

(5) 伸展布料杆应按出厂说明书的顺序进行。布料杆升离支架后方可回转。严禁用布料杆起吊或拖拉物件。

(6) 当布料杆处于全伸状态时，不得移动车身。

(7) 严禁延长布料配管和布料软管。

7) 平刨机

(1) 应设置护手安全装置，传动部位应安装防护罩，各部件连接紧固，安装自检合格后报监理验收方可投入使用。

(2) 机械设备电源的安装和拆除、机械电气故障的排除，应由专业电工进行，设备应设置保护接零且有漏电保护器，严禁使用倒顺双向开关。

(3) 禁止使用多功能木工机具。

(4) 工作场所应设置安全防护棚，待加工和已加工木料应堆放整齐，保证道路畅通。

8) 圆盘电锯

(1) 传动部位应安装防护罩，锯盘护罩、分料器、防护挡板等安全装置应齐全有效。

(2) 设备安装自检合格后报监理验收方可投入使用。

(3) 机械设备电源的安装和拆除、机械电气故障的排除，应由专业电工进行，设备应设置保护接零且有漏电保护器，不准使用倒顺双向开关。

(4) 严禁使用多功能木工机具。

(5) 工作场所应设置安全防护棚。

9) 钢筋加工机械

(1) 钢筋机械安装应坚实牢固，自检合格后报监理验收方可投入使用。

(2) 每台机械设备应设置保护接零且有漏电保护器。

(3) 钢筋加工区应设置作业棚，钢筋对焊作业区应采取防止火花飞溅措施，冷拉作业区应设置防护栏板。机械设备旁应有堆放原料、半成品、成品的场地。

(4) 机械设备传动部分应设置防护罩。

10) 电焊机

(1) 电焊机进场自检合格后报监理验收方可投入使用。

(2) 应设置有漏电保护器与二次空载降压保护器。

(3) 电焊机的一次线应穿管保护，二次线应采用防水橡皮护套铜芯软电缆，长度不应大于 30m，二次线接头不应超过 3 个，二次线应双线到位，不得采用金属构件或结构钢筋代替二次线的地线。

(4) 焊接设备应有完整的防护外壳，一、二次接线柱处应有保护罩。

(5) 现场使用的电焊机，应有防雨、防潮、防晒、防砸的机棚，并应装设相应的消防器材。

11) 其他施工机具设备

(1) 振捣器

①作业前应检查电动机、软管、电缆线、控制开关等完好无破损。电缆线连接正确。操作人员作业时必須穿戴符合要求的绝缘鞋和绝缘手套。

②每个振捣器应配置移动性配电箱且设置漏电保护器。

③电缆线长度不应大于 30m。不得缠绕、扭结和挤压，并不得承受任何外力。

(2) 潜水泵

①应装有保护接零和漏电保护装置，工作时，泵周围 30m 以内水面，不得有人。

②负荷线应使用专用防水橡皮电缆且严禁有接头。

(3) 气瓶

①气瓶应安装减压器，乙炔瓶应安装回火防止器。

②气瓶应设置防震圈与防护帽。

③气瓶与软管严禁老化、破损，每三年必须检验一次，使用时出具合格证书。

④气瓶使用时应配置小推车，并配有防晒罩与消防器材。

⑤气瓶及焊割工具上严禁沾染油脂。

⑥气瓶应分类存放且与明火安全距离不得少于 10m；乙炔瓶与氧气瓶距离不得少于 5m，气瓶与动火距离不得少于 10m。

(4) 手持电动工具

① I 类工具应装有保护接零和漏电保护装置。

②使用 I 类手持电动工具应按规定穿戴绝缘用品。

③使用手持电动工具严禁随意接长电源线。

(5) 其它

①测量仪器、设备应定期标定、校验复核。

②压力容器、管道的安全阀应按照要求进行检验标定。

4.1.6 设备作业管理

1.通用设备管理

1) 设备进场前应做好相关考核与评估工作，确保进场设备完好性，建立设备档案。

2) 各类机具设备应有完整的机械产品合格证以及相关的技术资料。

3) 设备进场应提供出厂合格证与使用说明书，自检合格后报监理单位验收方可投入使用。

4) 拼装式机械设备应按规定进行监督检测且检测合格。

5) 起重式机械设备应制定起重设备检查制度，定期对设备进行检查。

6) 各类机具设备应制定维修保养制度，定期进行维修保养并如实填写保养、运转记录。

7) 严禁使用国家明令淘汰的机具设备，达到国家报废标准应禁止使用。

8) 安全保护装置应齐全有效。

9) 应在明显位置悬挂张贴机具、设备安全操作规程。

2.起重吊装作业管理

1) 人员管理与配备

(1) 起重机司机、指挥或司索人员应持特种作业人员资格证上岗，作业时应密切配合，执行规定的指挥信号。

(2) 吊装作业前，管理人员应对作业人员（包括进场的租赁单位的人员）进行安全教育和安全技术交底后方可上岗作业，大型吊装作业时应有专人监控。

2) 起重吊装条件核查与索具

(1) 移动式起重机械进场后，应严格执行设备检测验收制度，自检合格后报监理单位验收方可投入使用。

(2) 移动式起重机械使用前应进行就位检查,起重机的作业地面承载能力应符合设备使用说明书要求,地面铺垫措施应达到规定要求,支腿应伸展到位。

(3) 吊运体积较大或接近移动式起重设备额定荷载的构件时,配重设置应符合设备使用说明书要求。

(4) 起重机靠近架空输电线路作业或在架空输电线路下行走时,架空输电线安全距离应满足《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46)规定。

(5) 索具采用编结连接时,其编结部分的长度与采用绳夹连接时,绳夹的规格、数量、间距应符合《建筑施工起重吊装安全技术规范》(JGJ276)的要求。

(6) 索具安全系数应符合规范要求且规格应匹配。

3) 操作控制与过程管理

(1) 起重机吊运构件(设备)前,应先将重物吊离地面不大于 200mm 进行试吊。

(2) 吊运重物起升和下降速度应平稳、均匀,严禁突然制动,回转应平稳,当回转未停稳前不得作反向动作,满负荷作业时,禁止降落臂杆或同时进行两个动作。

(3) 起吊设备报警后,起重司机应及时采取措施停止吊装作业。严禁起重机主、副钩同时吊装作业。大件被吊运物应设置牵引绳,禁止作业人员直接推、拉被吊运物。

(4) 履带吊带物行走,载荷超过允许起重量的 50%时,设备应正位且进行回转锁定。行走道路应坚实平整,重物距离地面高度不应大于 500mm。

(5) 不使用旗语或对讲机传递指挥信号不准吊;吊装重量不明(包括埋在地下)的物体不准吊;被吊物体或吊具承运人员不准吊;吊装散物时捆扎不牢,或采用专用吊笼时物料装放过满不准吊;吊运气瓶时未使用专用吊篮不准吊;吊装时棱角物与钢丝绳直接接触不准吊;超载作业不准吊;作业现场照明不足不准吊;作业结束,司机离开现场前未对起重机械采取锁紧、固定或其他防移动、防倾覆措施不准吊。

4) 多机协作

(1) 承载载荷、就位及指挥应严格按照专项施工方案进行。

(2) 采用双机抬吊时,负载分配应合理,单机载荷严禁超过额定起重量的 80%。

(3) 两机应协调起吊和就位,起吊的速度应平稳缓慢,禁止单机升降、运行幅度过大或速率过快。

(4) 吊索系挂点应符合专项施工方案要求。

5) 高空作业

(1) 按要求设置高处作业平台，平台设置应符合规范要求，吊篮和工作台的脚手板应铺平绑牢，严禁出现探头板。

(2) 应设置符合规定要求的爬梯，按要求设置安全带悬挂点且牢固可靠。

6) 构件堆放

(1) 构件码放严禁超过作业面承载能力，堆放高度严禁超过规范要求。

(2) 大型构件码放应设置稳定措施，防止塌落。

7) 安全警戒与占道吊装

(1) 起重机作业时，在臂长的水平投影范围内应设置警戒区，并设专人警戒。起重臂和重物下方严禁有人停留，吊物禁止从人上方通过。

(2) 吊装作业区四周应设置明显标志，严禁非操作人员入内。

(3) 占用市政道路从事起重吊装作业，应办理《临时道路占用挖掘许可证》。

(4) 作业地点来车方向安全距离处应设置安全警示标识（夜间警示灯）。路面上作业人员应配戴反光衣。

3.特殊人员管理

1) 根据《建筑施工特种作业人员管理规定》（建质[2008]75号）规定：建筑施工特种作业人员必须经建设主管部门考核合格，取得建筑施工特种作业人员操作资格证书，方可上岗从事相应作业。

2) 确定建筑施工特种作业工种如下：

(1) 建筑电工；

(2) 建筑架子工；

(3) 建筑起重信号司索工；

(4) 建筑起重机司机；

(5) 建筑起重机械安装拆卸工；

(6) 高处作业吊篮安装拆卸工；

(7) 经省级以上人民政府建设主管部门认定的其他特种作业。

3) 建筑施工特种作业人员的考核发证工作，由省、自治区、直辖市人民政府建设主管部门或其委托的考核发证机构负责组织实施。

4) 特种作业人员根据规定做好从业、延期复核、监督管理工作。

4.2 通用工程施工

4.2.1 脚手架工程

1. 技术准备

1) 脚手架施工前, 施工单位应编制专项施工方案, 方案中应包含架体结构设计的相关计算, 现场搭设严格按照方案及相关规范执行。

2) 轨道交通施工中常见的脚手架主要包括扣件式、碗扣式、承插型盘扣式脚手架。

3) 架体钢管、构配件的规格、型号、材质的各项质量参数应符合方案及相关规范要求, 杆件不得出现弯曲、变形、锈蚀等缺陷。

4) 脚手架搭拆作业人员应经过培训, 取得相应的特种作业人员操作资格证书, 并持证上岗, 脚手架搭设前应进行安全技术交底。

2. 常见脚手架统一要求

1) 落地式脚手架搭设前应确保地基平整, 承载力符合施工方案和规范规定, 非砼基础的立杆底部应设置垫板或支撑底座, 架体基础四周应设置排水沟, 实施有组织排水。

2) 落地式脚手架应设置纵、横向扫地杆, 纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距离底座上方不大于 200mm 的立杆上, 横向扫地杆应采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上, 与立杆相连。

3) 非满堂脚手架架体与建筑结构应设置连墙件。连墙件宜采用刚性杆件, 其拉结方式、间距等应符合规范要求, 架体底层第一步水平杆处应设置连墙杆或采取其他可靠措施固定, 脚手架架体外侧应采用密目式安全网封闭, 网间连接应符合方案和规范要求。

4) 架体立杆间距, 水平杆步距应按照专项施工方案执行。

5) 脚手架应按照规范要求设置人员专用上下爬梯与人行通道。

6) 脚手架作业层脚手板应满铺, 并固定牢靠, 脚手板对接接头处必须设置两道水平横杆, 外伸长度宜取 130-150mm, 严禁出现探头板。作业层应设置防护栏杆和挡脚板, 其设置高度、加固措施应符合专项施工方案和规范规定, 作业层脚手板下方应采用安全平网兜底, 作业层下每隔 10m 应采用安全平网封闭。

7) 架体使用期间堆载应满足专项方案计算允许限值要求, 荷载堆放应均匀、牢靠。

8) 脚手架使用前应按照施工方案、规范的要求进行验收, 架体分段搭设、分段使用的进行分段验收, 合格后悬挂验收合格牌。

9) 冰霜、雨雪天气应尽量避免脚手架登高作业施工, 特殊情况需采用脚手架登高作业时, 应将架体表面冰雪清除干净, 且保持架体表面干燥。

3. 扣件式钢管脚手架施工

1) 扣件式钢管脚手架施工应符合《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130) 的规定。

2) 搭设高度超过规范要求的双排扣件式钢管脚手架应采用刚性连墙杆与建筑物可靠连接。

3) 应按照施工方案及规范要求设置纵向剪刀撑或横向斜撑, 剪刀撑应沿脚手架高度方向连续设置, 其角度、斜杆接长、与架体杆件的固定方式应符合规范要求。

4) 立杆除顶层顶部外应采用对接, 纵向水平杆在架体结构转角处可采用搭接, 杆件对接扣件设置应符合规范要求。

5) 扣件紧固力矩应满足: $40\text{N} \cdot \text{m} \leq \text{紧固力矩} \leq 65\text{N} \cdot \text{m}$ 。

4. 碗扣式钢管脚手架施工

1) 碗扣式钢管脚手架施工应符合《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ166) 的规定。

2) 应按照规范要求设置专用斜杆或八字形斜撑, 专用斜杆两端应固定在纵、横向水平杆与立杆汇交处, 八字形斜撑应沿脚手架高度方向连续设置, 其角度应符合规范要求。

3) 架体搭设高度超过 24m 时, 顶部 24m 以下连墙件层应按规范要求设置水平斜杆。

4) 碗扣式脚手架上碗扣紧固应符合要求。

5. 承插型盘扣式钢管脚手架施工

1) 承插型盘扣脚手架施工应符合《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规范》(JGJ231) 的规定。

2) 承插型盘扣式脚手架底层水平杆可作为扫地杆, 其离地高度不应大于 350mm。

3) 盘扣承插型脚手架应按照规范要求设置竖向斜杆或剪刀撑, 其设置角度应符合规范要求。

4) 盘扣插销外表面应与水平杆和斜杆杆端扣接头内表面吻合, 插销连接应保证锤击自锁后不拔脱, 抗拔力不小于 **3KN**, 插销应具有可靠防拔脱构造措施, 且应设置便于目视检验楔入深度的刻痕或颜色标记。

5) 双排脚手架的每步水平杆层, 当无挂扣式钢脚手板时应设置水平斜杆, 当采用挂扣式钢脚手板时挂钩应挂扣在水平杆上且处于锁住状态。

6) 脚手架首层立杆宜采用不同长度的立杆交错布置, 接长位置错开立杆竖向距离不小于 **500mm**, 采用铸钢套管形式的立杆连接套长度不应小于 **90mm**, 可插入长度不应小于 **75mm**, 采用无缝钢管套筒形式的立杆连接套筒长度不应小于 **160mm**, 可插入长度不应小于 **110mm**。

6.满堂式脚手架施工

满堂式脚手架架体高宽比超过规范要求时, 应采取与建筑结构拉结或其它可靠的稳定措施。当采用连墙件时, 连墙件宜采用刚性杆件, 其拉结方式、间距等应符合规范要求, 架体外侧应采用密目式安全网封闭。

4.2.2 钢筋工程

1.技术准备

1) 车站结构专项施工方案中应包含结构不同部位钢筋的吊装、存放、绑扎技术措施及安全保证措施。

2) 专项施工方案应对车站顶板、底板板马凳筋及梁钢筋支架进行验算, 确保承载力满足要求。

2.钢筋加工

1) 考虑成捆钢筋整体吊装刚度小、挠度大, 钢筋原材进场装/卸车钢筋吊放捆数不宜超过 **2** 捆/次, 钢筋起吊过程应设置缆风绳牵引起吊, 其余钢筋吊装注意事项应参照 **5.5** 章节的规定。

2) 钢筋调直、切断、弯曲、套丝、半成品加工等所用机械设备要求参照 **5.5** 章节的规定。

3.钢筋安装

1) 车站侧墙、构造柱钢筋施工临时操作平台应经专项检查、验收后方可投入使用。

2) 车站底板、顶板施做时, 面筋施做过程和施做完成后, 严禁作业人员进入两层钢筋网片之间进行施工作业, 严禁在上排面筋上集中堆载。

3) 结构板上、下翻梁, 当梁高宽比 >1 时且超过一定高度时, 上、下翻梁施工应设置可靠的防止倾覆措施。

4) 基坑钢筋工程电焊作业时, 应采取有效措施防止周边木质模板、防水材料等易燃品点燃起火。

5) 钢筋植筋应满足拉拔试验的相关要求。

4.2.3 模板支架工程

1. 技术准备

1) 模板支架方案应经过专家论证评审后实施, 施工严格按照方案及相关规范执行。

2) 模板支架专项施工方案应具有针对性, 可有效指导施工, 方案内容应包含支架、主、次龙骨、模板结构设计及相关计算书, 明确混凝土各部位浇筑方式并根据混凝土施工工艺制定针对性安全措施。

3) 施工方案应对支架立杆基础承载力进行验算, 非砼基础应按照方案要求设置立杆底座、垫板, 基础应设置排水措施, 防止基础积水。

4) 模板支架系统宜优先选用成熟的定型化、刚度大、稳定性高的模板、支撑体系, 如承插型盘扣式支架系统和组合定型钢模系统。

5) 木质、竹胶模板进场, 其厚度应满足方案要求, 组合钢模板及其构配件进场, 其制作质量应满足方案要求, 并符合《组合钢模板技术规范》(GB50214)的规定。

6) 支架材料、钢管、主次楞、对拉螺杆等材料进场验收应满足方案和相应技术规范要求。

7) 冰霜、雨雪天气下, 应采取覆盖、及时清除等方式防止模架系统木料因冻融导致木料强度降低, 模板表层施工时, 宜采取防滑措施。

2. 施工条件核查

高大模板支架系统混凝土施工条件核查见表 4-5。

表 4-5 高大模板支架系统混凝土施工前条件核查

序号	验收条件	内容	验收要点
----	------	----	------

1	主控条件	施工方案	安全专项施工方案（包括应急预案）编制、审批、专家论证、审批齐全有效。
2		地基处理	地基加固已通过验收
3		支架预压与验收	支架预压试验合格，支撑体系已验收合格
4		施工监测	监测点布置符合方案要求。
5		临边防护	作业平台临边防护到位。
6	一般条件	质量保证资料	相应质量保证资料齐全。
7		材料及构配件	质量证明文件齐全，复检合格。
8		设备机具	进场验收记录齐全有效，特种设备安全技术档案齐全，安装稳固，防护到位。
9		分包管理	分包队伍资质、安全生产许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足要求。
10		作业人员	拟上岗人员安全培训资料齐全，考核合格；特种作业人员类别和数量满足作业要求，操作证齐全。施工和安全技术交底已完成。
11		风水电、道路条件	施工风、水、电、道路条件满足施工需求。

注：高大模板支撑系统是指混凝土构件模板支架搭设高度 8m 及以上，或搭设跨度 18m 及以上，或施工总荷载 15kN/m²（或集中线荷载 20kN/m）及以上的模板支架系统。

3.模板支架施工

1) 模架工程施工前，搭拆作业人员应经过培训，取得相应的特种作业人员操作资格证书，持证上岗，施工过程严格按照施工方案及相关构件说明书组装架体，相关杆件和锁件无遗漏。

2) 碗扣式支架施工

(1) 碗扣式支架施工应符合《建筑施工碗扣式脚手架安全技术规范》(JGJ166) 的规定。

(2) 碗扣式钢管及配件无明显缺陷；钢管壁厚为 $\geq 3.5-0.025\text{mm}$ ，下碗口板材厚度不小于 6mm；可调底座底板的钢板厚度 $\geq 6\text{mm}$ ，可调托撑钢板厚度 $\geq 5\text{mm}$ 。出厂文件应有使用材料的质量说明、证明书及产品合格证。

(3) 支撑架体四周从底到顶连续设置剪刀撑；中间纵、横向由底到顶连续设置竖向剪刀撑，其间距不大于 4.8m；剪刀撑的斜杆与地面夹角在 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之间，斜杆应每步与立杆扣接。

(4) 当支架高度大于 4.5m 时，顶部和底板必须设置一道水平剪刀撑；当架体高度高于 4.5m 时，中间加设水平剪刀撑，间距不大于 4.5m。剪刀撑斜杆的接长采用搭接，搭接长度不小于 1m，搭接必须采用不少于 3 个旋转扣件连接。

(5) 在搭设过程中，应注意调整支架的垂直度，钢管立杆垂直度偏差不得大于架高的 1/500，且控制在 50mm 以内。

(6) 可调底座及可调托撑丝杆与螺母捏合长度不得少于 4~5 扣，插入立杆内的长度不得小于 150mm，外露长度不大于 200mm。可调托座伸出顶层水平杆的高度不得大于 650mm。

(7) 在立杆底部纵、横向设置水平杆作为扫地杆，距地面高度不大于 400mm。

3) 盘扣式支架施工

(1) 盘扣式支架施工应符合《建筑施工承插型盘扣件钢管支架安全技术规程》(JGJ 231) 的规定。

(2) 立杆按照方案规定的纵横向间距弹线布置，支架首层立杆宜采用不同的长度交错布置，支架立杆及横杆通过垂线及拉线控制垂直度及顺直度。底层水平杆作为扫地杆，距地面高度不大于 350mm。可调托座伸出顶层水平杆的高度不得大于 650mm。

(3) 考虑到支架的整体稳定性，支架架体四周外立面向内的第一跨每层均应设置竖向斜杆，架体整体底层以及顶层均应设置竖向斜杆，并应在架体内部区域每隔 5 跨由底至顶纵、横向均设置竖向斜杆或采用扣件钢管搭设的剪刀撑。当满堂模板支架的架体高度不超过 4 个步距时，可不设置顶层水平斜杆；当架体高度超过 4 个步距时，应设置顶层水平斜杆或扣件钢管水平剪刀撑。

(4) 支架搭设立杆垂直度、横、纵向间距、横杆步距、纵、横向水平剪刀撑、扫地杆设置等应严格按照专项施工方案、相关规范执行。

4) 模板工程的主次、楞间距、对拉螺杆间距，钢模板拼装及与基础连接螺栓型号、材质、数量等应严格按照专项施工方案、相关规范执行。

5) 根据已完成结构工况，架体具备施做连墙件、与已完成结构布置顶撑或对撑加固

或抱柱条件的，宜按照相关规范采取措施，确保架体稳定，支架搭设过程严禁与防护架、作业平台等外部支架或脚手架相连。

6) 支架系统底部应按方案、规范要求设置通行门洞，门洞设置部位应经过验算，并应设置防撞、限高、限宽等警示标识。

7) 架体及模板上外部静荷载应满足支架限载要求，且应均匀、分散堆放，严禁集中堆载，混凝土浇筑等动荷载施加应满足专项施工方案的规定。

8) 架体内应按规范及专项施工方案规定设置人员上下专用爬梯及人行通道。

4. 模板支架验收

模板支架搭设完成后（移动模架、挂篮安装完成）应按照方案、规范的要求进行分阶段、量化验收，合格后悬挂验收合格牌，模板支架具体验收项目、要求见表 4-6 模板支架施工验收记录表。

表 4-6 模板支架施工验收记录表

项目名称																
搭设部位		高 度		跨 度		最 大 荷 载										
搭设班组		班组长														
操作人员 持证人数		证书符合 性														
专项方案编审程 序符合性及方案 交底情况		安全技术 交底情况														
钢 管 支 架	进场前质量验收情况															
	材质、规格与方案的符合性															
	使用前质量检测情况															
	外观质量检查情况															
检查内容		允许偏差 mm	方案要求 mm	实测值 mm										符合 性		
立杆垂直度 $\leq L/500$ 且 ± 50		± 5														
水平杆水平度		± 5														
可调托座	垂直度	± 5														
	插入立杆深度 ≥ 100	-5														
可调底座	垂直度	± 5														
	插入立杆深度 ≥ 150	-5														

立杆组合对角线长度		±6																			
立杆	梁底纵、横向间距																				
	板底纵、横向间距																				
	竖向接长位置																				
	基础承载力																				
水平杆	纵、横向水平杆设置																				
	梁底纵、横向步距																				
	板底纵、横向步距																				
	插销销紧情况																				
竖向斜杆	最底层步距处设置情况																				
	最顶层步距处设置情况																				
	其它部位																				
剪刀撑	垂直纵、横向设置																				
	水平向设置																				
扫地杆设置																					
与已建结构物拉结设置																					
通行门洞及上下人行通道设置																					
模板工程	模板规格参数																				
	模板表面平整度、光滑度、是否污染、破损																				
	隔离剂涂刷																				
	轴线位置、标高检查																				
	边线或截面尺寸																				
	模板拼缝、错台检查																				
	模板垂直度检查																				
其它																					
施工单位 检查结论		结论：检查日期：年月日 检查人员：项目技术负责人：项目经理：																			
监理单位 验收结论		结论：验收日期：年月日 专业监理工程师：总监理工程师：																			

5.混凝土浇筑

1) 混凝土浇筑应按照专项方案要求分层、分段依次浇筑，浇筑过程的下料高度、浇筑速度、一次浇筑的混凝土液面高度等应在模板支架专项施工方案中根据荷载计算确定，现场严格执行。

2) 混凝土采用泵送浇筑的，泵车支腿处地基承载力、支腿打开角度应符合相关规程要求，防止泵车浇筑过程倾覆，泵送过程应采取有效措施防止堵管、爆管事故发生。

6.移动模架、挂篮施工

1) 施工前,应委托第三方检测机构对移动模架或挂篮进行检测,检测合格后方可投入施工,否则应对不合格项采取有效处理措施。

2) 重点部位焊缝无损探伤检测应符合规范要求,存在明显缺陷时应采取相关处理措施。

3) 移动模架拼装作业过程支腿、主梁、横联应及时连接,过孔前应对受力构件、油路、电路、行走系统进行专项检查。

4) 挂篮拼装应对称进行,相关构件应及时稳固连为一体,移动前应重点检验梁体、孔道压浆体强度以及走行、吊挂、模板系统工作性能,应确保前吊杆、后锚杆无变形,且锚固力已调试均匀,限位装置已设置牢固。

5) 挂篮移动应两侧对称,移动到位后应及时锚固。

7.模板支架拆除、存放

1) 模板支架拆除时,应按照与搭设顺序相反的步骤依次拆除,移动模架、挂篮拆除顺序应符合专项方案要求。

2) 拆除作业人员应持证上岗并配备专业防护设施。

3) 拆除区域应设置警戒并有专人监护,拆除作业 2m 以上高度应确保作业人员立足点可靠、稳妥,拆除过程不得留有未拆除的悬空板。

4) 移动模架拆除时应设置缆风绳及临时支撑。

5) 模板、支架材料拆除后应堆码整齐,堆码高度应符合要求,木质模板、方木存放区应设置防火措施,组合大钢模存放应设置防倾倒措施。

6) 受力构件的模板拆除前混凝土应达到拆模强度(同条件试块强度报告),并应符合以下要求:

(1) 混凝土拆模强度应符合表 4-7 的规定。

表 4-7 结构模板拆除时所需的混凝土强度

结构类型	结构跨度 (m)	应达到的混凝土强度等级值的百分数 (%)
板	≤2	50
	>2 且 <8	75
	≥8	100
梁、拱、壳	≤8	75
	>8	100

悬臂梁（板）	≤ 2	75
	> 2	100

（2）拆模时间不宜少于 3 天。

（3）当模板与混凝土脱离后，方可拆卸、调运模板。严禁采用猛烈敲打、强扭、硬拽等方法拆除模板、支架，拆除过程严禁抛扔模板、支架。

第五章 明挖、盖挖法施工

5.1 一般规定

1. 施工方案要求

1) 深基坑施工前, 施工单位应编制重要部位/工序(围护结构、钢筋笼吊装、降水、开挖、支撑、主体结构、脚手架、高处作业吊篮、卸料平台、操作平台、模板支架、支护拆除、周边构建筑物/管线保护、特殊季节、施工测量、监测等)专项施工方案, 并经施工单位技术负责人、总监理工程师审核、签字。专项方案内容应齐全, 具有针对性, 可指导施工, 且应符合设计、规范要求。

2) 深基坑、地下连续墙钢筋笼吊装、基坑降水、基坑土方开挖、模板支架、监测等专项施工方案应经专家论证。

3) 脚手架、模板支架专项施工方案应对架体结构设计应进行相关计算, 现场搭设严格按照方案及相关规范执行。

4) 深基坑设计变更、周边环境或施工条件发生变化时, 专项施工方案应重新进行审核、论证、审批。

2. 关键节点核查

深基坑开挖前, 监理单位应组织基坑开挖关键节点条件核查, 开挖节点条件核查内容应符合本章 5.4.2 节的相关要求。

3. 管线处理

围护结构施工前, 应根据管线产权单位的管线交底内容, 参照管线图对车站轮廓线范围内可能存在的地下管线进行探挖, 确保车站范围内无市政管线影响施工, 施工期间废除的管线应做好相关处理措施。

5.2 基坑支护

5.2.1 支挡式结构

设计单位应根据基坑深度、形状、工程地质条件及周边环境合理选择围护结构形式及嵌固深度, 明确基坑变形控制等级、围护桩位移控制等相关指标。地铁施工常用的围

护结构形式主要包括地下连续墙、钻孔灌注桩、三轴搅拌桩、SMW 工法桩、高压旋喷桩等。

1.地下连续墙

1) 导墙墙趾应嵌入原状土内,其深度应满足设计要求,开挖面土质较差不能自稳时,宜采取换填等方式对土体进行改良后再行施工。

2) 导墙施工期间应禁止重型机械设备停靠在导墙沟槽边缘,导墙拆模、加撑后,应及时回填、压实,防止导墙变形。

3) 地下连续墙成槽施工作业范围宜采用移动护栏设置封闭隔离区,并安排专人看槽,严禁无关人员靠近成槽区域。

4) 应根据成槽范围内土质合理选择泥浆粘度、比重等指标,防止成槽期间塌孔。

5) 地下连续墙应在吊放钢筋笼前,对槽段接头和相邻墙段混凝土面用刷槽器等方法进行清刷,清刷后槽段接头和混凝土面不得夹泥,降低接缝渗水风险。

6) 槽段成槽完毕后,应对槽段深度、垂直度、是否存在塌方、接缝处刷壁质量进行检测,并根据专项施工方案要求落实针对性的补救措施。

7) 钢筋笼吊装

(1) 钢筋笼吊装方案中应对不同形式的地墙(幅宽、墙深不同)分别进行钢筋笼重量、吊点布设计算,纵、横向桁架设置数量应保证笼体有足够起吊刚度。

(2) 吊点处钢筋类型选择应符合设计要求,宜选择一级圆钢。

(3) 钢筋笼加工完成后,应重点检查钢筋笼吊点、纵、横向桁架、雌雄头封口钢筋、分布筋与 H 型钢的焊接质量,确保起吊焊点强度。

(4) 钢筋笼起吊前应检查笼内杂物是否清理干净,防止吊装过程坠落伤人。

8) 钢筋笼吊装前由专职安全员向安全监理工程师进行起吊条件报验,核查现场吊车行走路线、警戒范围内人员疏散及其他安全措施后,由安全监理工程师签署吊装令后方可起吊。

9) 钢筋笼入槽 4h 内应开始浇灌混凝土,保证首次浇灌的混凝土方量能淹没导管下口,防止出现地墙夹泥、断墙等影响结构安全的质量隐患,混凝土浇筑应连续,施工过程中发现地墙出现质量隐患、缺陷,应做好记录,并在基坑正式开挖前按照设计、规范要求处理完毕。

10) 地下连续墙施工应采取防止混凝土绕流的措施。

2. 钻孔灌注桩

1) 桩机拼装完成后应履行报验、验收程序，重点检查卷扬机设备、钢丝绳、桩机移动行走装置等，验收合格后挂设标识牌。

2) 灌注桩成孔过程应泥浆护壁等采取有效措施防止塌孔。

3) 钢筋笼宜采用分节、多点吊装，应保证钢筋笼对接时钢筋立焊焊接质量满足规范、设计要求，钢筋笼下放过程施工、监理单位人员全程旁站。

4) 包含格构柱的立柱桩应保证格构柱插入立柱桩钢筋笼的长度符合设计要求，并与钢筋笼可靠连接，确保起吊安全。

5) 灌注水下混凝土应连续施工，每根桩的灌注时间应按初盘混凝土初凝时间控制，应控制最后一次灌注量，超灌高度宜为 0.8~1.0m，凿除泛浆保证暴露的桩顶混凝土强度达到设计等级。

6) 格构柱间连系梁、剪刀撑设置应符合设计及规范要求，格构柱与钢支撑的节点构造应保证支撑在节点处受到二维约束，以防止侧向弯曲后轴向承载力下降。

3. 三轴搅拌桩、SMW 工法桩

1) 三轴桩机进场应严格执行检测、报验、验收程序。

2) 三轴桩机安、拆应严格执行相关规程，应确保桩机作业范围地基承载力满足要求，桩机移位、行走应有专人监护、指挥。

3) 三轴搅拌桩、SMW 工法桩施工水泥规格、水灰比、水泥掺量选用应符合设计要求，水泥浆配制完成后，停滞时间不宜超过 2h。

4) 三轴搅拌桩、SMW 工法桩桩头下沉、提升搅拌速度应在充分考虑地层特性、喷浆速率，确保桩身完整、水泥含量均匀的前提下综合确定，并应满足设计要求。

5) 三轴搅拌桩、SMW 工法桩应按照设计要求选择搭接或套打的方式施工，相邻桩施工间隔不得超过 2h，若超过 2h，则应采取补强措施（可在外侧补桩或采用高压旋喷桩加固），以降低基坑围护渗水风险，施工过程如遇突发情况导致提升喷浆中断，应对断面以下不小于 0.5m 范围内桩体进行复喷，确保桩身完整性。

6) H 型钢对接接头应采用四面 45° 坡口满焊，焊缝处型钢腹板两侧加焊钢板，钢板厚度及相关焊接质量应满足设计及规范要求。

7) SMW 工法桩 H 型钢插入宜依靠自重插入，也可借助带有液压钳的振动锤等辅助

手段下沉到位，严禁采用多次重复起吊型钢并松钩下落的方法。

8) H 型钢起拔时间应满足设计、规范要求，为避免拔出 H 型钢后其空隙对周边建筑及地下土层、车站结构产生不利影响，应及时填充拔除型钢后的空隙。

4. 高压旋喷桩

1) 高压旋喷桩施工工艺、水泥规格、水灰比、注浆压力、转速、提升速度等选择应根据现场工程地质条件、周边环境等因素综合确定，并应满足设计要求。

2) 高压旋喷桩在含水层上下各 1.5m 应进行复喷。

3) 高压旋喷桩施工应评估注浆压力影响范围，防止因旋喷施工对周边环境造成不利影响。

5.2.2 支撑体系

1. 设计单位应选择稳定性、强度、刚度等满足要求的支撑体系，基坑内横向或纵向支撑布置应满足要求，对平面不规则基坑提出合理应对措施，并应符合以下原则：

- 1) 宜采用受力明确、连接可靠、施工方便的结构形式。
- 2) 宜采用对称平衡性、整体性强的机构形式。
- 3) 应与主体地下结构的结构形式、施工顺序统一、协调。
- 4) 应利于基坑土方开挖和运输。

2. 钢支撑施工

1) 钢支撑及其构配件进场应按照设计、规范要求进行检测、验收。

2) 钢支撑施工严格按照“时空效应”理论，先撑后挖，宜在土方开挖完成 16h 内完成相应位置的支撑架设。

3) 钢支撑支护体系（含围檩）的架设、连接、防滑移、预加应力应满足设计、规范要求。

4) 钢支撑支护体系（含围檩）的架设应有防坠落措施，宜采用“下托上挂”，严格按照设计图纸施工。

(1) 当采用地下连续墙、钻孔灌注桩围护时，钢支撑防坠落钢丝绳应穿过剥离出的围护结构主筋，钢丝绳接头采用不少于 3 个花篮螺栓拉紧。

(2) 当采用 SMW 工法桩围护时，钢围檩与 H 型钢可采用钢筋焊接进行连接，钢

筋直径选择、焊接质量应满足设计及规范要求。

(3) 钢支撑、围檩下托牛腿布置数量、间距、焊接质量应符合设计及专项方案的要求。

5) 钢支撑安装、拆除禁止与其他工序交叉作业，严格按照施工方案及安全技术交底内容施工。

6) 钢支撑上严禁堆载、碰撞、行走，泥土、杂物应及时清理。

7) 钢支撑架设时，应保证焊缝焊接质量，重点检查支撑牛腿仰焊、立焊焊接质量，连接螺栓应紧固，螺栓不应缺失、松动。

8) 钢支撑与钢腰梁接触面应密贴，在钢腰梁安装定位后，如有间隙，应用强度等级不小于 C30 的细石混凝土填充密实。

9) 对预加轴向压力的钢支撑，施加预压力时应符合下列要求：

(1) 千斤顶压力合力点应与支撑轴线重合，千斤顶应在支撑轴线两侧对称、等距放置，且应同步施加压力，防止构件不均匀受力出现险情。

(2) 支撑施加压力过程中，当出现焊点开裂、局部压曲变形等异常情况时，应卸除压力，在对支撑的薄弱处进行加固后，方可继续施加压力。

(3) 当监测的支撑压力损失达到一定程度时，应及时补充预压力。

10) 可运用钢支撑轴力伺服技术解决钢支撑受温度变化、自身材料特性等因素影响，基坑支护过程出现的应力松弛现象，实时监控钢支撑轴力及基坑围护结构变形，根据轴力及变形监测数据，智能调控支撑轴力，大幅提升基坑安全性，同时对周边结构物与环境实现有效保护。

3. 混凝土支撑

1) 一级基坑的第一道支撑宜采用钢筋混凝土支撑。

2) 混凝土支撑与垫层之间宜铺设一层油毡等隔离层，防止混凝土垫层与支撑在开挖时无法分离，存在坠物安全隐患。

3) 混凝土腰梁施工前应将排桩、地下连续墙等挡土构件的连接表面清理干净，与挡土构件紧密接触，不得留有缝隙，腰梁钢筋应与挡土构件可靠连接，必要时增设上挂措施。

5.2.3 边坡支护

1. 边坡防护

- 1) 基坑边坡自然放坡率应符合专项施工方案和规范要求。
- 2) 边坡工程坡顶、坡面、坡脚的排水措施应满足暴雨、地下水的排泄要求，排水设施应先行施工，避免雨水对边坡工程产生不利影响。
- 3) 边坡开挖施工，应做好坡顶锁口、坡底固脚工作。

2. 土钉墙支护

1) 土钉墙专项施工方案应按照设计、规范要求对边坡整体滑动稳定性及土钉承载力核算。

2) 土钉墙坡度不宜大于 1:0.2；当基坑较深、土的抗剪强度较低时，宜采用较小坡度。对砂土、碎石土、松散填土，确定土钉墙坡度时应考虑开挖时坡面局部自稳能力。

3) 土钉施工应满足设计和规范要求，降低土体滑移风险，水平间距和竖向间距宜为 1~2m，土钉倾角宜为 5° ~ 20° 。

4) 土钉成孔时应符合以下要求：

(1) 土钉成孔范围内存在地下管线等设施时，应在查明其位置并避开后，再进行成孔作业。

(2) 应根据土层的性状合理选择土钉的成孔方法，采用的成孔方法应能保证孔壁的稳定性和减少孔壁扰动。

(3) 当成孔遇到不明障碍物时，应停止成孔作业，在查明障碍物的情况，并采取针对性措施后方可继续成孔。

(4) 成孔困难时，可采用注入水泥浆等方法进行护壁。

5) 土钉成孔后应及时插入土钉杆体，遇塌孔、缩颈时，应在处理后再插入土钉杆体。

6) 应对土钉的抗拔承载力、喷射混凝土厚度进行检测，实验、检测方法应符合《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120)的规定，复合土钉墙中的预应力锚杆(索)应进行拉拔试验，实验结果及相关处理措施应满足《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB50086)中的规定。

3. 锚杆(索)支护

1) 边坡锚固

(1) 预应力锚杆或其与非预应力锚杆、支护桩、挡墙、喷射混凝土等相结合的边坡支护应根据边坡工程要求、地质条件、规模、形状、变形破坏特征及施工条件综合考虑，确保边坡稳定。

(2) 锚杆的杆体制备、钻孔、注浆和张拉锁定，边坡锚杆（索）的验收、实验与检测应符合《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB50086）的规定。

2) 基坑锚固

(1) 锚杆施工应满足设计和规范要求，水平间距不宜小于 1.5m，多排锚杆竖向间距不宜小于 2m，锚杆倾角宜取 15° ~45°。

(2) 向坑内凸出的阳角区域应适当增加锚杆自由段长度，调整锚杆角度，将锚杆锚固段置于稳定的地层。

(3) 无法设置锚杆的区域可使用支撑体系代替，但支撑两端应有可靠的约束条件。

5.3 降排水

5.3.1 基坑降水

1.设计单位应明确提出地下水处理措施，并对降水或止水方案引起的地面沉降、周边建（构）筑物影响进行预测分析，指出应对措施。

2.施工单位应按照设计文件要求进行现场抽水试验后，确定具体的施工参数。

3.基坑专项降水方案中应进行基坑抗突涌验算，发现坑外水位异常上涨时，及时采取坑外辅助降水，严防涌水涌沙现象。

4.基坑降水井施工应严格按照设计要求及经由专家评审论证通过的降水方案执行。

5.基坑降水井开始运行或停止运行时应报监理单位审批。

6.基坑降水效果应满足基坑开挖、安全作业及保证工程周边环境保护的相关要求。

7.基坑降水应观察出水含沙量，当含沙量超过限值时应对周边环境安全性进行评估，引发临近建（构）筑物等工程周边环境过量变形时（如地面裂缝、塌陷等），应及时采取地下水回灌或补充注浆加固措施，基坑回灌水要求如下：

1) 降水工程影响周边环境安全时应进行回灌措施。

2) 地下水回灌宜采用井灌法，其中，管井回灌适用于各种含水层，大口井回灌适用于埋藏不深、厚度不大，透水性条件较好的水层。

3) 地下水回灌方式选择宜参照下表 5-1 进行

表 5-1 地下水回灌方式选择

回灌方式	适用条件
重力回灌	地下水位较低，渗透性好的含水层
真空回灌	厚度较大，渗透性较好的含水层
压力回灌	地下水位高，渗透性差的含水层

4) 回灌宜选用同层地下水回灌，当非同层回灌时，回灌水源的水质不应低于回灌目标含水层地下水水质；当回灌目标含水层与饮用地下水联系较紧密时，回灌水源的水质应达到饮用水标准。

8.降水期间应做好降水记录，包括出水量、含沙量、坑外水位变化量、抽水时间等。

9.至少应在基坑开挖前 20 天开始坑内预降水、疏干，以保证降水效果，开挖前坑内水位应降至基底面 0.5m 以下。

10.开挖过程应确保持续降水，做好降水设施的保护工作，降水井损坏后影响降水效果应及时修复或增补。

11.降水井封井应有专项施工方案，并严格参照实施，重点关注封井后的跟踪注浆措施。

5.3.2 基坑排水

1.基坑外地表排水应采取截流、导流、挡水等措施，基坑边周围地面设置截水沟和挡水墙，防止地表水流入基坑，截水沟净截面尺寸、纵向坡度应满足设计及现场排水需求。

2.坑内静态坡坡顶、坡面、坡脚宜设置防雨水冲刷措施。

3.基坑开挖期间，应分层设置排水沟和集水井，排水沟和集水坑应设置于静态坡脚处，基坑内明水应及时抽排，防止基坑出现积水浸泡。

5.4 基坑开挖

5.4.1 围护结构检测

1.地下连续墙、钻孔灌注桩、搅拌桩等围护结构的检测项目、检验标准、检验方法等参见《建筑工程桩基检测技术规程》(JGJ106)的相关规定,应确保基坑开挖前围护结构缺陷已按照专项方案要求处理完毕。

2.围护结构渗漏声呐检测技术运用

可运用围护结构渗漏声呐检测技术解决基坑开挖止水帷幕渗漏带来的基坑风险增大问题。对围护结构周边的地下渗流场进行测量,通过侦测地下水微弱流动所产生的水声场细微变化,判断基坑渗漏位置、渗漏路径以及补给来源。该技术成果为基坑止水帷幕超前堵漏处理提供技术支持和决策依据,通过复测,验证堵漏处理效果,可作为富水地层深基坑开挖条件验收主控项目之一。

5.4.2 开挖节点条件核查

基坑土方开挖除严格按照开挖专项施工方案相关要求进行筹备工作,正式开挖前,由监理单位组织开挖节点条件核查,验收项目详见下表 5-2 所示。

表 5-2 深基坑开挖施工前条件核查

序号	验收条件	内容	验收要点
1	主控条件	设计、勘察交底	施工现场已完成设计、勘察交底。
2		围护方案评审	基坑围护施工方案通过专家评审,评审意见已予落实或整改。
3		专项方案审批	基坑开挖、围护结构缺陷处理方案已审批,已向管理层和作业层进行了交底,监理细则已通过审批和交底。
4		围护及冠梁	围护及冠梁(及立柱桩)已完成,满足设计强度要求。
5		地基处理	地基处理已完成,已有检测报告并达到设计要求。
6		降水	降水方案已按设计要求完成并通过专家评审,现场运行,满足开挖要求。
7		排水	施工现场坑外排水措施已落实。

8		周边管线	调查基坑周围的保护构筑物、管线等现有状况，并且根据实际情况制订好切实可行的保护措施。
9		监测	周围环境及基坑监测控制按批准监测方案已布点，且已测取初始值。
10		围护结构遗留问题	围护结构施工阶段遗留问题（如围护结构漏水漏沙）已按要求解决或已制定相应的方案。
11		潜在风险分析	对本工程潜在的风险进行辨识和分析，有针对性、可操作性的应急预案编制完成并落实抢险设备、物资、人员。
12	一般条件	准备工作	人员、设备、支撑都已到位，均已完成进场报验
13		分包单位	分包队伍资质、安全生产许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足要求。
14		质量保证资料	相应质量保证资料齐全。
15		其他	设计及规范规定的其它要求。

注：深基坑工程是指开挖深度超过 5m（含 5m）的基坑（槽）或基坑开挖深度虽未超过 5m，但地质条件和周围环境及地下管线复杂的基坑工程。

5.4.3 土方开挖

1.土方开挖前应按照深基坑专项应急预案的要求备足现场应急物资，经监理验收后现场备用。

2.开挖过程中，充分重视基坑监测数据，及时根据监测数据调整施工流程或方案，做到信息化指导施工。

3.土方开挖应在当支护结构构件强度达到开挖阶段的设计强度时进行，应充分考虑“时空效应”，遵循“竖向分层、纵向分段、对称开挖、先撑后挖”的原则。

4.纵、横向放坡应根据地质、环境条件确定开挖时的安全坡度，开挖过程严禁掏挖，动态坡坡比不宜大于 1/2，静态坡坡比不宜大于 1/3，每层开挖深度不宜大于 3m。当施工场地条件允许时，宜设置多级平台分层开挖，平台设置及边坡应当进行稳定性验算，确保边坡稳定，坡顶严禁堆土或堆载。

5.坑内土方开挖机械回转半径区域、垂直运输可能的渣土坠落区域严禁人员靠近，土方开挖期间应避免坑内降水、支撑、监测等交叉作业，降水井井管割除时周边 5m 范围土体应提前挖除，且放坡应符合要求。

6.基坑开挖过程专职安全员应对开挖方案落实情况、场内机械设备运转、人员安全

状态进行安全专项巡视。

7.基坑突发涌水涌沙处置原则：

- 1) 停止开挖基坑；
- 2) 坑内涌水涌沙区域迅速回填沙袋或土方反压；
- 3) 采用快凝压力注浆或灌注快凝砼堵住涌口；
- 4) 加强降水井降水能力，降低基坑周围地下水位；
- 5) 制止住基坑涌水涌砂后，对基坑周围地层加强注浆，固化基坑外围地层。

8.当支护结构或基坑周边环境出现报警情况或其他险情时，应立即停止开挖，并根据危险产生的原因和可能进一步发展的破坏形式，采取控制或加固措施。

9.基于分布式光纤的自动化监测技术运用

可运用基于分布式光纤的自动化监测技术，对轨道交通施工中较大范围的市政管道、隧道、基坑、建（构）筑物的变形、渗透、温度、应力等监测对象，采取连续动态监测，直观反映围护结构、管线等监测对象的实时动态变化，解决传统方式无法全面监测的问题。

10.冰雪天气下土方开挖至基底后，应采取阻燃草席及塑料雨布覆盖等措施防止基底受冻。

5.4.4 围护结构缺陷应对措施

1.施工单位应结合围护结构施工过程中检测发现的问题或隐患编制围护结构漏水漏砂专项应急预案、围护结构缺陷整治、处理专项方案并参照执行。

2.基坑开挖期间应全面梳理统计围护结构渗漏情况，并形成台账，安排专人对基坑状态进行 24 小时定期巡视，并形成记录。

5.5 结构施工

1.车站主体、附属结构施工涉及的各分部分项工程施工要求详见第四章的规定。

2.车站附属结构施工前应结合产权单位交底对附属基坑周边管线类型、走向、埋深等信息进行详细调查、踏勘，确定管线的保护方案并严格执行。

3.当出入口、风亭等附属结构基坑（竖井）周边存在地下雨、污水干管（暗渠）时，

附属基坑与车站主体间的围护结构破除应在附属结构墙完成并达到设计强度时方可破除。

5.6 作业环境

5.6.1 坑边载荷

专项施工方案应按相关文件要求明确基坑周边地面堆载载荷、安全距离及堆放高度（堆载距基坑边沿不宜小于 1.5m，高度不宜高于 1.2m），现场按方案严格执行，开挖期间，基坑周边严禁附加额外的动、静荷载。

5.6.2 上下通道

1.车站主体基坑应设置不少于两处的坑内人员上下专用通道，专用通道应根据基坑开挖深度变化及时调整，其设置应符合 5.2 章节的规定。

2.遇冰雪天气时，基坑上下通道上冰雪应及时清除，并做好防滑措施。

5.6.3 基坑安全距离

1.深基坑开挖方案中应综合考虑现场开挖需求、场地条件、机械作业半径、土方运输车行走路线等因素，确定挖土机械作业位置，确保站位牢靠、安全。

2.坑内降水井、工程桩等易掩埋构件应设置明显标识，坑内作业机械严禁碰撞损伤支护结构、降水井、工程桩等。

3.坑外土方开挖应根据机械作业半径设置封闭的机械作业区域，并在封闭区域四周设置警示标识，严禁人员靠近。

4.当施工场地范围内有架空线时，应按照相关产权单位要求确定场内作业机械与其的安全距离，宜采取措施隔离相关区域，可能影响架空线的机械作业时应有专人监护。

5.6.4 防护措施

1.基坑内进行垂直作业时应配备有效防护措施，具体要求参照 5.2 章节的规定。

2.基坑周边、坑壁、支撑体系上可能掉落的坠物应及时清理。

3.基坑混凝土支撑上可设置行人专用通道，通道设置封闭的临边护栏、防坠落踢脚板等设施，具体要求参照 5.2 章节的规定。

4.基坑上方需原位保护管线应严格按照管线保护专项施工方案要求设置隔离防护和保护措施，现场设置管线信息牌、警示标识。

5.基坑下禁止抛物，夜间施工应设置足够照明。

6.当室温低于 0° 时，场地内应停止洒水清洁，并设置防滑通道及相关措施，防止因冰冻引起场内运输车辆打滑造成安全隐患。

5.6.5 安全监护

1.基坑开挖机械作业应配备专职开挖监护人一名，全程监护士方开挖机械作业，监理单位、施工单位专职安全员不间断巡视。采用垂直起吊方式（如码头吊）出土的，还应增加专业指挥人员。

2.土方运输车进行装土作业期间，车辆行走应有专人引导、指挥。

5.7 支撑拆除

1.支护结构拆除、换撑施工应符合设计及施工方案要求，混凝土、钢支撑、立柱拆除应在相应的结构板、墙等构件具有足够强度替代支撑、立柱作用。

2.支护结构采用机械拆除时，相应结构构件的承载力应进行核算。

3.钢支撑拆除时，预加支撑轴力应缓慢、匀速卸载，现场施工应按照“卸力一根拆除一根”的原则循环进行，严禁支撑先行卸力后统一拆除。

4.支撑的拆除应根据支撑材料、形式、尺寸等具体情况合理选择人工、机械等拆除方法，人工拆除作业时应按照专项方案要求设置防护措施。

5.混凝土支撑拆除时，支撑下方应设置可靠的临时承重措施，拆除过程由中间向两侧依次分节、分段拆除，起吊过程应采用4点吊，支撑拆除一次起吊构件重量、吊点承载力及强度、吊车规格选用等应有专项验算并严格按照方案执行，拆除过程临边作业、人员防护等措施应符合4.1.2章节的规定。

5.8 基坑施工监测

1.设计单位应明确基坑保护等级、监测项目，并提出监测频率、控制值，并根据工程特点、监测项目控制值和施工经验数据等制定监测预警等级和标准，对复杂工况或节

点提出针对性的监控量测要求。

2.施工单位应按照设计、规范要求编制专项基坑施工监测方案，经由专家评审论证、审批完成后按照方案要求进行监测点布设并开展施工监测。

5.8.1 基坑监测项目

基坑施工监测项目主要包括支护体系的内力和位移监测、地表沉降监测、地下水位及土体深层位移监测、坑内永久坡的坡顶水平及竖向位移监测、周边建筑物及管线监测等。

5.8.2 基坑监测点布设、监测频率

1.基坑监测点布设、监测频率应满足设计、专项方案要求，相关规定按照《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）的相关规定执行。

2.监测点布设、保护相关要求参照 3.6.3 章节的规定。

5.8.3 基坑监测预警

1.基坑监测预警值应根据设计给定监测预警指标，设计未给定时，应根据结构的极限承载力及极限允许位移，结合周边环境，科学合理地确定围护结构、内支撑等监控指标。

基坑工程预警指标可参照表 5-3。

表 5-3 基坑工程预警指标（参考值）

围护类型	厚度或直径	预警指标	一级基坑			二级基坑		
			累计值 mm		变化速率 mm/d	累计值 mm		变化速率 mm/d
			绝对值	相对基坑开挖深度	绝对值	绝对值	相对基坑开挖深度	绝对值
地下连续墙	800mm	墙体水平位移（测斜）	/	/	/	/	3.3‰H	4.8
		地表竖向位移	/	/	/	/	2.5‰H	4.5
		混凝土/钢支撑轴力	60%f		/	70%f		/
		地下水位	1000		500	1000		500

灌注桩	800mm	桩体水平位移（测斜）	/	/	/	/	/	/
	1000m m		/	3.2‰H	3.5	/	3.4‰H	4.8
	800mm	地表竖向位移	/	/	/	/	/	/
	1000m m		/	2.0‰H	4.0	/	2.5‰H	4.5
	800mm	混凝土/钢支撑轴力	60%f		/	70%f		/
	1000m m							
	800mm	地下水位	1000		500	1000		500
	1000m m							

注：①H 为基坑开挖深度，f 为构件的承载能力设计值。

②当工程主要影响区和次要影响区内无既有轨道交通设施、河流湖泊、道路/公路、地下管线、建（构）筑物、桥梁与隧道，且地质条件中等时，混凝土/钢支撑轴力预警指标控制值可放宽至 80%f，其余预警指标控制值也可适当放宽。

③当工程主要影响区和次要影响区内无既有轨道交通设施、河流湖泊、道路/公路、地下管线、建（构）筑物、桥梁与隧道，且地质条件简单时，混凝土/钢支撑轴力预警指标控制值可放宽至 90%f，其余预警指标控制值也可适当放宽。

④各预警指标之间应协同运用，当基坑工程本体某个预警指标变化超过控制值时，应结合有关联性的、同一断面/区域的工程本体和周边环境预警指标变化情况，对工程本体和周边环境的受力状态和变形趋势进行综合分析判断后作出预警评估。

⑤上述主要影响区、次要影响区、地质条件复杂程度按《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）进行划分。

⑥表中未包含围护类型的预警指标控制值可参考此表中的控制值。

2.应根据管线的类型、材质、接口形式、管龄、位置等因素科学合理的确定管线监测指标。地下管线竖向位移预警指标可参照表 5-4 和 5-5。

表 5-4 地下管线竖向位移预警指标（有压管线）（参考值）

有压管线类型	管线材质	接口形式	管龄	管线位置	竖向位移		差异沉降（mm）
					累计值（mm）	变化速率（mm/d）	
给水管	钢管	无缝/焊接	老旧管线	主要影响区	20	2	0.25%Lg
				次要影响区	25		
			新建管线	主要影响区	25		

	铸铁管	法兰等	老旧管线	次要影响区	30	1.5	0.25%Lg
				主要影响区	10		
			新建管线	主要影响区	15	2	
				次要影响区	20		
	混凝土	承插口	老旧管线	主要影响区	10	1	0.2%Lg
				次要影响区	15	1.5	
			新建管线	主要影响区	10	1.5	
				次要影响区	15	2	
海水压力管	混凝土	承插口	老旧管线	主要影响区	10	1	0.2%Lg
				次要影响区	15	1.5	
			新建管线	主要影响区	10	1.5	
				次要影响区	15	2	
燃气管	钢管	无缝/焊接	老旧管线	主要影响区	20	2	0.25%Lg
				次要影响区	25		
			新建管线	主要影响区	25		
				次要影响区	30		
	铸铁管	法兰等	老旧管线	主要影响区	10	1.5	0.25%Lg
				次要影响区	15		
			新建管线	主要影响区	15	2	
				次要影响区	20		
	混凝土	承插口	老旧管线	主要影响区	10	1	0.2%Lg
				次要影响区	15	1.5	
			新建管线	主要影响区	10	1.5	
				次要影响区	15	2	
原水管	铸铁管	法兰等	老旧管线	主要影响区	10	1.5	0.2%Lg
				次要影响区	15		
			新建管线	主要影响区	15	2	
				次要影响区	20		
油管	钢管	无缝	老旧管线	主要影响区	10	1	0.2%Lg
				次要影响区	15	1.5	
			新建管线	主要影响区	10	1.5	
				次要影响区	15	2	

注：①新建管线：敷设时间在3年以内（含3年）的管线。（参考）

②老旧管线：敷设时间在3年以上的管线。（参考）

③主要影响区：基坑周边 $0.7H$ 范围内， H 为基坑设计深度；隧道正上方及沉降曲线反弯点范围内。

④次要影响区：基坑周边 $0.7H\sim 2.0H$ 范围内， H 为基坑设计深度；隧道沉降曲线反弯点至沉降

曲线边缘 $2.5i$ 处, i 为 Peck 计算公式中的沉降槽宽度系数。

⑤ L_g 为管节长度。

表 5-5 地下管线竖向位移预警指标 (无压管线) (参考值)

无压管线 类型	管线材质	接口形式	管龄	管线位置	竖向位移		差异沉降 (mm)
					累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)	
雨水管	混凝土	承插口	老旧管线	主要影响区	15	1.5	0.2% L_g
				次要影响区	20	2	
			新建管线	主要影响区	20	2	
				次要影响区	25	2.5	
	化学 (塑料)	胶圈等	老旧管线	主要影响区	20	2	0.25% L_g
				次要影响区	25	2.5	
			新建管线	主要影响区	25	2.5	0.3% L_g
				次要影响区	30	3	
污水管	混凝土	承插口	老旧管线	主要影响区	15	1.5	0.2% L_g
				次要影响区	20	2	
			新建管线	主要影响区	20	2	
				次要影响区	25	2.5	
	铸铁管	法兰等	老旧管线	主要影响区	20	1.5	0.25% L_g
				次要影响区	25	2	
			新建管线	主要影响区	25	2	
				次要影响区	30	2.5	
	化学 (塑料)	胶圈等	老旧管线	主要影响区	20	2	0.25% L_g
				次要影响区	25	2.5	
			新建管线	主要影响区	25	2.5	0.3% L_g
				次要影响区	30	3	
箱涵/管 廊	混凝土	现浇/胶 圈企口	老旧管线	主要影响区	20	2	0.2% L_g
				次要影响区	25	2.5	
			新建管线	主要影响区	25	2.5	0.3% L_g
				次要影响区	30	3	
电力管	化学 (塑料)	胶圈等	老旧管线	主要影响区	30	3	0.3% L_g
				次要影响区	30	3	
			新建管线	主要影响区	30	3	
				次要影响区	30	3	
电信管	化学 (塑料)	胶圈等	老旧管线	主要影响区	30	3	0.3% L_g
				次要影响区	30	3	
			新建管线	主要影响区	30	3	
				次要影响区	30	3	

注：①地下管线竖向位移监测点宜布置直接监测点，因现场条件不具备布置直接监测点的而布设间接监测点，可采用地表沉降控制值，并进行安全系数调整，

②新建管线：敷设时间在 3 年以内（含 3 年）的管线。③老旧管线：敷设时间在 3 年以上的管线。

④主要影响区：基坑周边 $0.7H$ 范围内， H 为基坑设计深度；隧道正上方及沉降曲线反弯点范围内。

⑤次要影响区：基坑周边 $0.7H \sim 2.0H$ 范围内， H 为基坑设计深度；隧道沉降曲线反弯点至沉降曲线边缘 $2.5i$ 处， i 为 Peck 计算公式中的沉降槽宽度系数。

⑥ L_g 为管节长度。

3.应根据周边环境科学合理地确定爆破施工振动速度预警指标。燃气管道爆破施工振动速度预警指标可参照表 5-6。

表 5-6 燃气管道爆破施工振动速度预警指标（参考值）

频率	<10HZ	10 HZ~50 HZ	>50 HZ
地面安全允许振动速度值	$\leq 30\text{mm/s}$	$\leq 50\text{mm/s}$	$\leq 50\text{mm/s}$

注：对输油管道可参照上表执行，对给水管、污水管、电缆沟、通讯电缆的地面安全允许振动速度值可参照上表（+0%）执行。

5.9 基坑防坍塌措施

1.基坑工程应在地质条件、地下水情况、周边环境以及地下管线情况明确的前提下进行设计工作，严禁情况不明开展设计工作。

2.基坑施工前必须按照相关规定编制专项施工方案并经专家论证，确保按照方案组织实施，严禁擅自改变施工方案。

3.基坑支护施工应严格按照设计图纸、施工规范及专项施工方案要求进行。

4.基坑开挖前，应确保专项降、排水方案各项措施落实到位，确保地下水控制效果达到开挖要求。

5.基坑开挖前，应落实基坑支护结构质量缺陷治理措施，如地下连续墙接缝夹泥、空洞、SMW 工法桩桩身强度不足、灌注桩支护止水帷幕连续性不符合设计要求导致的支护结构渗水风险的补救措施。

6.基坑开挖过程严格按照设计坡比进行分段、分层开挖，先撑后挖，禁止超挖。

7.坑边堆载距离、堆载重量、高度应符合设计和规范要求。

8.开挖过程应做好基坑内外降、排水工作，严防基坑突涌或坑内土体被雨水浸泡现象。

9.深基坑施工时，应做好动态追踪和信息化施工，严格控制基坑变形和基底隆起，做好支护体系的内力和位移、地表沉降、地下水位及土体深层位移、坑内永久坡的坡顶水平及竖向位移、周边建筑物及管线监测，根据监测数据随时调整施工内容和处置措施。

10.应按照规定制定应急预案、配备救援装备和其他应急物资，严禁事故发生后违章指挥、冒险施救。

11.应尽量减少基坑开挖至回填前的暴露期，尽快施做结构，防止坑壁遭风雨、日晒、风化、坑边动载等作用使基坑产生位移和变形。

5.10 盖挖法施工

本节仅对车站采用盖挖法施工区别于明挖法施工的部分工序进行阐述，其余工序要求参照明挖法执行。

5.10.1 开挖

1.盖挖法开挖时，保持坑内的地下水位在基底 0.5m 以下。

2.盖挖逆作法施工应随土方开挖的不同工况分别验算支护结构承载力、稳定性，必要时应采取加强措施，盖挖顺作法参照明挖基坑要求。

5.10.2 支撑

1.设计单位应明确盖挖逆作法中间竖向支撑系统选型及结构方案。

2.临时盖板下地下连续墙、钻孔灌注桩应进行墙底注浆以控制沉降量。

3.全盖挖段因支撑安拆吊装作业受限，相应区段的支撑施工、拆除应编制专项施工方案，并严格按照方案执行。

5.10.3 作业环境

盖挖法土方开挖阶段应根据作业人员、机械数量和实际需求，分区域设置足够数量

的通风口、换气、照明及用电设备。

第六章 盾构/TBM 法施工

6.1 一般规定

6.1.1 施工方案要求

1. 施工单位应编制重要部位/工序（盾构吊装、始发、接收、解体、掉头、过站，端头加固，围护结构破除，负环及洞门管片拆除，穿越重要建（构）筑物、管线、水体、既有轨道线路，盾构开仓，联络通道、施工监测等）的专项施工方案。专项方案内容应齐全，具有针对性，应符合设计、施工规范要求。

2. 盾构吊装、盾构机始发/接收、穿越重大风险或复杂环境、空推段施工、盾构开仓、联络通道、施工监测等专项方案应经专家论证。

6.1.2 关键节点条件核查

关键节点主要包括：盾构吊装，盾构隧道盾构机始发/接收，穿越重要建（构）筑物、管线、水体、既有轨道线路（含铁路），盾构机开仓，联络通道开挖。

6.2 盾构/TBM 选型

1. 设计单位应针对地质条件提出盾构机选型要求，并落实到施工图中。

2. 施工单位应根据勘察、设计图纸及经济适用性等因素进行新造盾构机/TBM 选型，方案经专家论证后确定。

3. 对于改造的盾构机/TBM，施工单位应根据穿越隧道地层条件和施工环境条件，对盾构/TBM 设备进行适用性评估，编制盾构设备适用性评估报告，由公司技术负责人签发，后并经专家论证后，提交监理审查批准。

4. 盾构机选型应执行《盾构法隧道施工及验收规范》（GB50446）相关规定。

5. 监理单位应对改造后的盾构机/TBM 组织适用性验收，验收内容应与评估报告内容相对应。

6.3 安装调试

- 1.盾构机/TBM 或其配套设备应提供质量、验收合格证明文件和使用说明书。
- 2.盾构机/TBM 进入施工现场前，监理单位应按照盾构机/TBM 设计的主要功能及使用要求，组织验收人员在盾构基地或生产厂家进行出厂验收。
- 3.对于已有的旧盾构机/TBM，进场前施工单位必须组织设备分析评估，并经生产厂家或鉴定机构验收合格后，方可投入使用。
- 4.盾构机/TBM 主要系统（液压系统、集中润滑系统、电气系统、PLC 系统、人闸、密封等）维修后应进行测试或检测，并形成记录。记录应包括：维修时间、维修部位、维修人员、故障原因、处理方法、检测或测试结论等信息。
- 5.盾构机/TBM 组装完成后，应先进行各项系统的空载调试，再进行整机空载调试。
- 6.应对主轴承密封、铰接密封、盾尾密封进行检查验收，并形成记录；改造后的盾构机/TBM 应对主轴承密封、铰接密封、盾尾密封（盾尾刷、止浆板）更换新配件，并验收合格。
- 7.盾构机/TBM 安装调试完成后监理单位应按照盾构机/TBM 设计的主要功能及使用要求组织现场验收。

6.4 始发、接收

6.4.1 始发、接收条件核查

- 1.设计单位应对盾构始发段和到达段提出控制措施要求，并进行设计交底说明施工注意事项。
- 2.盾构机始发、接收前监理单位组织条件核查。核查的主要内容详见下表 6-1:

表 6-1 盾构机始发、接收核查主要内容

序号	验收条件	内 容	验 收 要 点
1	主控条件	工作井及各项技术参数	工作井已按设计要求完成并通过验收，其标高、轴线、结构强度等各项技术参数符合设计和规范要求，并能满足盾构施工各阶段受力要求（工作井结构尺寸和洞门中心已复核且符合设计要求并通过验收）

2		专项施工方案	盾构推进、始发/接收（含端头加固）方案通过专家评审并已审批， 监理细则已编制、审批
3		测量、监测	测量、监测方案已审批，监测控制点已按监测方案布置完成，且已 测取初始值
4		井下控制点	井下控制点已布设且测量完成，通过第三方测量单位验收及测量数 据复核
5		辅助技术	要求的各项技术措施（端头加固、降水、冷冻等）已经完成，各项 指标已经达到设计要求并有检测报告
6		洞门掌子面钻 孔探测	按方案要求完成，未发现异常情况并满足始发/接收要求
7		盾构机托架	始发、接收托架已经受力验算，结构强度满足要求并通过验收
8		反力架	反力架已经受力验算，结构强度满足要求
9		安全、技术交底	施工现场安全、技术交底（含各施工工艺和步骤）已按要求完成
10		潜在风险分析	对本工程潜在的风险进行辨识和分析，有针对性、可操作性的应急 预案已编制完成并按方案要求落实抢险设备、物资及人员
11		一 般 条 件	材料及构配件
12	设备机具		进场验收记录齐全有效，特种设备安全技术档案齐全。安装稳固， 防护到位
13	分包管理		分包单位资质、安全生产许可证等资料齐全，安全生产协议已签署， 人员资格满足要求
14	作业人员		拟上岗人员安全培训资料齐全，考核合格；特种作业人员类别和数 量满足作业要求，操作证齐全
15	风水电		风、水、电满足施工需求

6.4.2 端头井加固

1. 施工单位应按照设计要求、场地环境选择并编制端头井专项加固方案，加固的几何尺寸、质量效果应满足设计和规范要求。

2. 洞门凿除前应按照工法类型、设计龄期、施工规范要求，对端头加固改良后的土体进行抽芯检测，加固土体质量应满足设计规范要求，对抽芯检测不合格的部位应采取补加固措施处理后，重新抽芯检测。

6.4.3 探孔施工

1. 洞门掌子面探孔检测前，应现场备好常用的应急物资（木楔子、带阀门引流管、快速水泥、膨胀螺栓、电动小型机具等）。

2.应在洞门掌子面内布设水平探孔，探孔位置根据现场情况判定，确保能准确反映出加固土体的加固效果。水平探孔应穿过加固措施至少 1m，观察探孔是否出现涌水涌砂，芯样强度是否满足设计要求，不合格部位应采取补加固措施处理后，重新探孔检测。探孔观测研判后及时安装安全球阀。

3.钻孔过程项目部应按排专人值班，现场评判加固质量，把控过程风险。监理单位旁站，并留存加固体芯样影像资料。

6.4.4 盾构洞门钢环及密封装置

1.洞门钢环、密封装置的制作、拼装、验收对盾构始发、接收过程中的安全控制影响较大，应满足设计和规范要求，具体的质量控制要点详见《城市轨道交通工程土建施工质量标准化控制技术指南》要求。

2.钢圆环使用前应进行试拼装合格后再投入使用，钢圆环安装定位前应由第三方测量单位复核定位点，钢圆环安装完成后应进行二次复核。

3.洞门凿除前应依据设计图纸要求安装密封装置（常用密封装置为帘布橡胶板+扇形环板组合），应对密封装置进行保护。

4.常用帘布橡胶板+扇形环板组合密封装置安装时，帘布橡胶板凸缘的朝向，应与盾构机推进方向一致。扇形环板长度应与洞圈和盾构外壳尺寸相匹配。密封装置结构图如下图 6-1~6-2 所示：

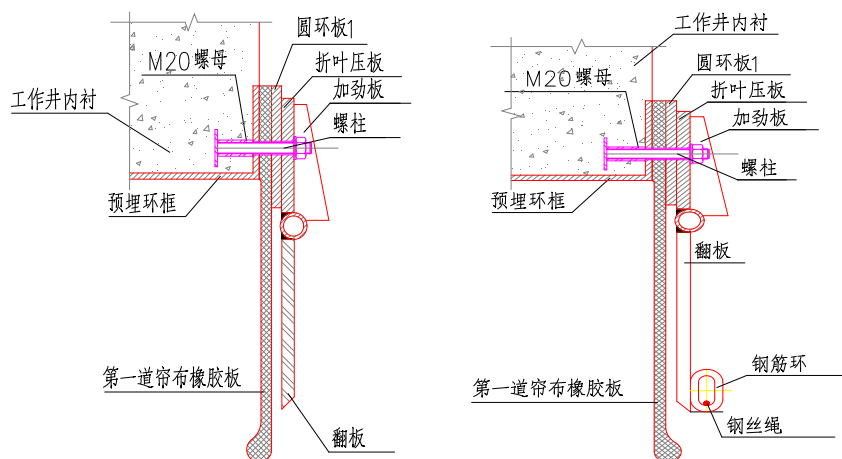


图 6-1 盾构始发密封装置示意图

图 6-2 盾构接收密封装置示意图

5.扇形环板螺栓应安装到位并进行复紧，保证帘布橡胶板密贴洞门钢环。

6.盾构接收时，锁紧扇形环板的钢丝绳，在盾构接收过程中逐步收紧，保证帘布橡

胶板密贴管片，防止涌水涌砂。

6.4.5 反力架及托架

1.反力架、托架进场前，施工单位应对其进行受力验算，计算强度需留出足够的安全余量，验算结果应满足最大承载力要求。

2.反力架、托架出厂前应进行试拼装，提供质量证明文件。

3.反力架安装要定位准确，支撑加固体系安全可靠，符合盾构始发最大推力要求。

4.推进过程中应对反力架体系进行监测，根据监测结果及时采取措施，确保安全。

5.反力架、托架安装完成后，施工单位应组织对反力架、托架进行安装质量检查及焊缝检测，并出具探伤报告，合格后报监理单位确认。

6.始发、接收托架安装定位准确，加固措施到位，确保始发安全。

7.盾构机吊装、组装过程中应对始发托架进行监测，如出现变形或移位，应立即进行加固。

8.盾构机与始发托架接触处应焊接防扭转装置，以防止盾构始发阶段由于盾构机刀盘受到土体的反力而发生盾体的滚动。

6.4.6 盾构机过站调头

1.盾构机调头场地应有足够的承载力，施工单位应委托检测机构进行承载力检测。预铺钢板应平整。

2.盾构机托架应与盾构机可靠连接，固定措施到位，防止出现位移不同步。

3.牵引装置后靠应牢固，可提前预埋钢板，吊点焊接牢固。

4.牵引设备应安排专人维修保养检查。

6.4.6 始发、接收管片固定

1.始发前应按照方案对负环管片采取限位固定措施，且措施应到位。负环管片脱出盾尾后，应立即对管片环向进行加固，防止负环管片倾斜。具体措施详见《城市轨道交通工程土建施工质量标准化控制技术指南》要求。

2.第一环负环管片应与反力架紧密贴实，并固定牢固，防止管片移位。

3.始发、接收时，应对洞口管片采取限位、固定措施。应安装洞口管片紧固装置，具体措施详见《城市轨道交通工程土建施工质量标准化控制技术指南》要求。

4.管片拼装完成后应及时拧紧环、纵向螺栓，并在推下一环时，对上一环的管片螺栓进行复紧。

5.盾构机分体始发应充分考虑始发时出现险情，避免停机电路与油路连接富裕量应满足 25 环掘进要求。

6.盾构机分体始发应按实际情况自制小渣土料斗，确保出土顺畅。

6.4.7 围护结构破除

1.围护结构破除应在始发、接收条件核查通过后进行，破除前现场应按应急预案要求落实抢险设备、物资及人员。

2.围护结构破除应按专项方案分段、分层实施，监理、施工单位应安排管理人员 24 小时旁站，观察洞门是否出现涌水涌砂，发现险情应及时上报、及时处理。对出现的险情应分析原因，制定专项的补加固措施。

3.应重新组织对补加固措施的洞门进行条件核查，合格后进行破除。

4.围护结构破除用脚手架搭设完成后，监理单位应按相关规范组织现场挂牌验收。

6.5 盾构机掘进施工

6.5.1 掘进参数控制

1.应按设计及规范要求设置首 100 环掘进试验段。施工单位应参照类似盾构掘进区段的参数经验要求，编制试验段专项方案。重大风险或复杂环境下首 100 环掘进施工时，应组织专家论证，并按危大工程专项施工方案流程报批。

2.应对试掘进过程中各项掘进参数及监测数据进行分析，根据分析结果优化掘进参数，指导施工。

3.掘进参数异常、姿态异常、地面沉降超限，应立即分析原因，及时制定有效纠正措施，确保施工安全。

4.施工过程应详细记录掘进参数、出土量及土体改良参数等。记录内容详见下表 6-2 和 6-3。

表 6-2 盾构掘进参数记录表

班组	日期	环号	土压 (MPa)	推进速度 (cm/min)	总推力 (KN)	螺旋机转速	螺旋机压力	刀盘转速	刀盘扭矩 (%)	千斤顶行程 (mm)		出土量 (m ³)		记录人
										左	右	理论	实际	

表 6-3 土体改良参数

班组	日期	环号	加泥、加水 或加泡沫	注入压力 (MPa)	注入量 (m ³)	注入位置			记录人
						刀盘前	土仓	螺旋机	

6.5.2 同步注浆

1.根据工程地质条件、设计文件、工程环境等进行同步浆液配比试验，确定施工配合比，根据施工情况动态优化配合比。

2.注浆量应根据盾构机型计算每环理论填充量，根据地质条件和地面沉降数据，一般情况下充填系数取值 130%~180%，在裂隙比较发育或地下水量大的岩层地段，充填系数取值 150%~250%。注浆压力应大于该点的静水压力及土压力之和一般为 0.3~0.5MPa；应结合地面沉降监测情况优化。

3.施工过程中应及时绘制注浆压力——注浆量——时间曲线图，根据洞内管片衬砌变形及周围建筑物变形监测结果，及时反馈信息，修正注浆参数，发现问题及时处理，分析注浆效果，指导下次注浆。同步注浆量应与掘进速度匹配，采用注浆压力与注浆量“双控”标准。同步注浆量记录内容详见下表 6-4。

表 6-4 同步注浆、豆砾石填充量 (TBM) 记录表

班组	日期	环号	注浆管	开始时间	结束时间	注浆量 (m ³)	压力 (MPa)		注浆比例上、 左、右、下	记录人
							上	下		

6.5.3 二次注浆

1.根据地质情况、沉降监测、周边环境及隧道变形情况，选择水泥、水玻璃等材料进行二次注浆。

2.注浆量、注浆压力通过现场试验确定，注浆压力不宜大于 0.5MPa，宜采用少量多次原则，加强监测指导施工。

3.注浆开孔前，应先安装好安全球阀，再进行开孔施工，防止开孔过程中出现漏水、漏砂等风险，注浆完成后应及时关闭安全球阀。不宜在封顶块注浆孔上注浆。

4.注浆孔应设置逆止阀，双液浆经注浆泵在离管片注浆孔前的混合器混合后再注入，注浆完后及时清洗注浆设备。注浆过程中盾尾出现漏浆现象时，应及时停止注浆。

6.5.4 盾构机穿越重要建（构）筑物、既有线路（含铁路）施工前条件核查

1.设计单位应对穿越重要建（构）筑物、管线、水体、既有轨道线路（含铁路）施工提出控制措施要求（隧道覆土厚度、建筑物保护、不良地质等），并进行设计交底说明施工注意事项。

2.盾构机穿越既有重要建（构）筑物、管线、水体、既有轨道线路（含铁路）前监理单位组织条件核查。核查的主要内容详见下表 6-5：

表 6-5 盾构机穿越重要建（构）筑物、管线、水体、既有轨道线路（含铁路）核查主要内容

序号	验收条件	内 容	验 收 要 点
1	主控条件	施工方案	盾构施工建（构）筑物保护专项施工方案、临时用电方案、盾构施工专项施工方案、盾构始发到达专项施工方案、盾构施工安全应急预案、盾构穿越建（构）筑物安全专项施工方案是否完成编制和审批
2		体系制度	工程安全、质量保证体系及制度建设是否完善
3		监控量测	盾构穿越要求范围内监控量测方案、监测点布设、初始值的采集是否按要求完成
4		专项防护	建筑物保护施工记录及检验批资料，建（构）筑物预加固是否完成并通过建立验收
5		降水情况	降水井的布设及降水是否满足要求（若有）
6		勘察设计	设计、地勘文件资料及会审记录是否完整
7		环境风险评估	重大危险源方案是否通过专家评审并按专家意见落实，对存在结构安全隐患的建（构）筑物完成现状调查或现状评估（若有）

8		协议	施工穿越地铁、铁路、公路高架桥等既有线，是否按产权单位要求编制专项施工方案并完成相关的深普和专家论证，并完成与产权单位的安全生产协议的签订（若有）
9	一般条件	设备机具	盾构机穿越前调试，检查记录，盾构设备、刀具检查验收，盾构机配套设备验收（起重机、电瓶车、叉车、电焊机等）
10		应急准备	应急组织架构、应急救援物资及配置清单
11		作业人员	人员配置能否满足盾构施工要求（包括劳务队伍），特种作业人员落实情况，考核，教育，交底
12		风水电	施工风、水、电满足施工需求

3.穿越既有重要建（构）筑物、管线、水体、既有轨道线路（含铁路）前，应对盾构设备和刀具进行检查，满足连续掘进的要求。

4.盾构机穿越既有重要建（构）筑物、管线、水体、既有轨道线路（含铁路）应查明和分析地质状况和隧道周边环境状况，并应制定专项施工技术措施和应急预案。具体措施应满足《盾构法隧道施工及验收规范》（GB50446）相关规定要求。

5.盾构机需长期停滞在地质软弱地层，应制定土仓保压、盾尾环箍、盾构机本体停滞处土层加固等措施，防范沉降、坍塌、渗漏等风险。

6.5.5 盾构机设备检修与保养

1.盾构机设备的保养与维修遵循预防为主、状态检测、强制保养、按需维修、养修并重的原则。

2.应形成日常维护保养和定期保养与维修检查，发现异常情况，应当及时处理，并做好维修保养记录。需对空压机、主驱动、减速机等关键部件进行强制保养，定期对重要部位，如主轴承、刀盘等位置螺栓进行复紧。

3.日常保养与维修在每施工班组作业前后及设备运转时进行，内容是“检查、调整、紧固、润滑、清洁”，并对检查中发现的问题及时处置。日常保养与维修内容主要详见《盾构法隧道施工及验收规范》（GB50446）相关规定。

4.定期保养与维修分为周、月、季、半年和年保养。定期保养与维修主要内容详见《盾构法隧道施工及验收规范》（GB50446）相关规定。

5.保养与维修记录内容包括：时间、维保人员姓名、维保部位名称、维保部位运行情况或故障描述、原因分析、维保内容、维保后的设备运行情况等。

6.6 管片堆放与管片拼装

6.6.1 管片堆放

1.管片堆放场地应坚实、平整，管片堆放场地地基应满足管片堆放荷载的承载力的要求，防止发生差异沉降或沉陷，而导致堆放的管片倾覆或地面塌陷。

2.管片堆放场地应设置防雨棚和排水沟等措施，排水量应满足当地最大降雨量。

3.管片堆放场地应设置安全通道，通道内不得堆放杂物，保持通道畅通。

4.管片应堆放在柔性基座上，堆码高度、柔性基座和柔性垫块应符合专项施工方案要求。堆码层数不宜大于 3 层，管片间的柔性垫块位置应符合设计要求。

5.管片存放区应设置隔离防护，并与龙门吊底横梁保持不小于 1m 的安全距离，管片堆放纵横间距不小于 500mm。

6.6.2 管片拼装

1.管片应由专门的拼装、作业人员拼装，严格执行三定制度（定机、定人、定岗位）和操作规程，其他人员禁止操作。

2.拼装作业过程监理单位、施工单位应全程监控，拼装机旋转范围内严禁有人或障碍物，确保拼装安全。

3.管片吊运前，应检查管片拼装孔是否有破损或失效，若有则应更换。

4.管片吊运、拼装过程中应与拼装机连接牢固，且应有防滑落装置。

5.管片吊运时，操作应平稳，不得有过急过猛动作。管片在运至拼装区过程中，管片运输区内严禁站人。

6.应定期对管片翻转、吊运、拼装设备进行检查、保养，且保养记录齐全，严禁带病作业。

6.7 施工运输

6.7.1 垂直运输

1.起重作业前，操作人员应对吊索、吊具进行认真检查，确认合格后方可进行操作。

2.起重作业时，吊物下方严禁有人停留、工作和通过。

3.严格遵守“十不吊”；具体吊装要求详见《城市轨道交通工程土建施工安全标准化控制技术指南》相关规定。

6.7.2 水平有轨运输

1.机车停驶时，应拉紧手刹，并在行驶轨道上设置防溜车装置；平板车前后连接应安全可靠，应设有保险链。

2.机车应有完整的安全装置，司机在行驶前应检查连接器、制动器及部件的完好性，车辆安全、警示装置或动力、制动功能无故障，不“带病”行驶。

3.机车行驶速度不得大于 10km/h；经过转弯处或接近岔道时，应限速 5km/h；在靠近工作面 100m 距离内应限速 3km/h；并鸣笛警示；车尾接近盾构机台车时，限速 3km/h 并减速慢行，上坡段应限速 6km/h，并在限速地段张贴醒目的限速标志。

4.机车在启动和行驶中，应启动警铃、电喇叭等警示装置，同时应注意机车行驶中的动态。

5.行驶前应全面检查，各类物件应放置稳妥，捆绑安全，运输不得超载、超宽和超长，轨道附近严禁堆放杂物。机车、平板车严禁搭乘人员。

6.机车指挥人员，应明确指挥联络信号。

7.机车行驶重点区域采取隔离措施，严禁非作业人员进入，隔离措施应牢固、可靠。应设置人行通道，进出隧道人员应走人行通道。

8.轨道端头应设置牢固可靠的车挡，防止车辆冲出轨道。

9.车辆、轨道应安排专人进行日常检修和保养，并如实填写维修保养记录。轨道应平顺，钢轨与轨枕间应固定牢靠，轨枕和轨距拉杆应符合方案要求。

6.7.3 管道输送/出渣

1.泥水盾构应根据盾构外径、开挖面的地层条件、盾构制造厂提供的参考数据确定排泥管道直径。按需设置泵和阀门，依据管道上设置的压力计、流量计、密度计等实测值计算排泥量。

2.输送过程中稳定控制和调节开挖面的泥浆压力，保证管道内畅通。

3.定期检查管道接头质量，发现破损应及时更换。

4.应设专人检查管道铺设支架的固定螺栓是否松动、支架是否变形等异常情况，发现问题应及时维修。

6.7.4 皮带机输送/出渣

1.皮带运输机机架应坚固，平、正、直，应有安全防护装置。皮带运输作业范围内严禁人员进入。

2.启动皮带运输机前，应发出声光警示。空载启动后，应检查各部位的运转和皮带的松弛度，如无异常，在达到额定转速后，方可均匀卸料。

3.应设专人检查皮带机的跑偏、打滑等异常情况，应及时停机并调整。

6.8 开仓作业

6.8.1 开仓作业施工要求

1.应编制专项开仓施工方案及相应专项应急预案，首次开仓、开仓位置地质有较大变化、开仓方式改变的应组织专家方案论证，五方主体参加。

2.应编制开仓作业操作规程。进仓作业人员应经过专业培训，并且通过相关带压作业测试，具备带压作业资质，方可进行带压作业。

3.开仓作业前监理单位应组织条件核查，验收的主要内容详见下表 6-6，验收通过后应报监理开仓审批。

表 6-6 开仓作业核查主要内容

序号	验收条件	内容	验收要点
1	主控条件	施工方案	专项施工方案已审批，专项施工方案（地层加固、监测、测量及安全技术措施等）已通过监理单位审批
2	主控条件	体系制度	工程安全保证体系及制度建设完善
3		资质资历	分包队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足施工要求
4		培训教育及交底	专项施工方案已向作业层交底，监理细则已向施工单位进行书面交底，岗前安全技术教育培训已完成
5		监测	应做好地面沉降、工作面的稳定性、地下水量及姿态的监测和反馈

序号	验收条件	内 容	验 收 要 点
6		机械及设备	机械, 通风设备, 通讯设备, 特种设备及测验、测爆、测毒设备均按方案进场, 并已通过检测、核验或标定且相应证书、报告及手续齐全
7		材料	根据施工进度都已到位, 并已通过检测、核验或标定且相应证书、报告及手续齐全
8		周边环境调查	对周边建(构)筑物、管线等设施现有状况及其承受变形的能力完成调查, 且制定了相关保护措施
9		应急救援预案	编制有针对性、可操作性的应急救援预案
10	一 般 条 件	人员	人员配置能否满足作业要求, 特种作业人员落实情况, 考核, 教育, 作业人员应体检合格
11		应急准备	根据应急救援预案配备了应急人员、设备及物资
12		风水电	施工风、水、电满足施工需求。开仓作业时, 应对开挖仓内持续通风, 仓内气体条件应符合要求, 照明设施的电压应采用不高于 36V 的照明灯具, 应在开挖仓外设置开关等

4.开仓作业宜选择在中间竖井、过车站或者地质条件较好、地层稳定的地段进行。根据工程及水文地质资料, 结合盾构施工实际情况选择泥膜护壁、盾壳后部止水、盾壳中部堵漏、地层加固、仓内回填、降水等辅助工法。

5.开仓作业时, 应增加地面监测频率及巡查次数。

6.进入人闸的作业人员应身体健康, 经培训合格后上岗, 作业前不得饮酒和服用禁用药物, 正确佩戴劳动保护用品。

7.带压开仓时:

1) 盾构气压作业前应对作业人员、控制室内气压或闸门管理员进行专门的培训、教育、安全技术交底。

2) 各专业工种应熟悉各自岗位操作流程和操作要点, 加强沟通, 并设专人统一指挥。

3) 进仓作业前调试好对讲机及洞内与地面电话通信网络, 确保进仓作业人员与洞内、洞外的联系, 盾构机内自报警系统应运行良好。

4) 进仓作业前先观察掌子面的稳定情况, 确保掌子面稳定后, 再进行作业。掌子面有水, 掌子面稳定, 有持续水流不影响开仓安全时可以选择排水控制液位, 再进行进仓作业。如掌子面失稳、水量增大, 不能开仓, 制定方案确保安全后, 再进行进仓作业。

5) 气压作业用电应使用安全电压, 照明灯具应采取防爆措施。照明设施的电压应采用不高于 24V 的照明灯具, 应在开挖仓外设置开关, 盾构气压环境内严禁存放易燃易爆物品。

6) 盾构气压作业应采取两种不同动力空压机保证不间断供气。确认人闸内压力达到工作压力后,进仓人员应再次确认人闸与开挖仓连接门的安全性,才能进入开挖仓。施工中入闸与开挖仓的连接门应保持开启。

7) 作业人员气压作业时间或加、减压时间应符合带压进仓作业规范规定。具体规定如下表 6-7 所示。在加压过程中,进仓人员若发现身体不适,应立即通知操仓员停止加压,若身体仍然不适,则应减压出仓。

表 6-7 进仓工作时间表

仓内压力 (MPa)	工作时间		
	仓内工作时间 (h)	加压时间 (min)	减压时间 (min)
0.01~0.13	5	6	14
0.13~0.17	4.5	7	24
0.17~0.255	3	9	51

8) 进入人闸作业过程中,确保现场形成安全通道;作业过程中施工人员加强自防、互防和协防,避免摔跤或砸伤。

9) 作业前后应清点作业人员、工具和材料,防止作业人员、作业工具和剩余材料遗留在作业现场,开仓作业全过程应做好相关记录。

8.常压开仓前应检测刀仓内气体,合格后方可进仓作业,并对开挖仓内持续通风,仓内气体无法满足带压开仓的情况见表 6-8 要求。其他要求同带压作业。

表 6-8 仓内气体条件要求

序号	气体	含量 (% ,按体积计)
1	一氧化碳 CO	不大于 0.0024
2	二氧化碳 CO ₂	不大于 0.5
3	甲烷 CH ₄	不大于 1
4	硫化氢 H ₂ S	不大于 0.00066
5	氧气 O ₂	19—22

6.8.2 刀具运输及储存

1.向洞内运输刀具前,负责人员将运输刀具的数量、种类,书面通知调度和修刀人员。

2.材料倒运人员应根据换刀负责人/值班工程师要求进行，做好进出仓物料记录，避免物品遗漏在仓内。

3.转运的刀具（新刀或旧刀）均应放在固定支架上，不能重叠、不能碰撞，存放应牢固可靠。

6.9 隧道洞门施工

6.9.1 关键节点条件核查

1.洞门管片拆除前，施工单位和监理单位应按照设计、施工规范、专项方案对洞口设计加固范围强度；壁后注浆的饱满度、凝固情况、止水情况进行条件核查，土体强度和止水性能满足设计要求。

2.洞门管片拆除前监理单位组织条件核查。核查的主要内容详见下表 6-9:

表 6-9 隧道洞门管片拆除前核查主要内容

序号	验收条件	内容	验收要点
1	主控条件	设计、勘察交底	已完成设计、勘察交底
2		加固措施	设计要求的开挖加固措施已经完成，各项加固指标已经达到设计要求： 1.同步注浆加固已探测加固体范围内强度的均匀性； 2.二次注浆已按设计要求完成
3		探孔	探孔已打，未发现异常情况并满足拆除条件
4		专项施工方案	隧道洞门施工方案通过专家评审并已审批，监理细则已编制审批
5		体系制度	工程安全保证体系及制度建设完善
6		资质资历	分包队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足施工要求
7		培训教育及交底	专项施工方案已向作业层交底，监理细则已向施工单位进行书面交底，岗前安全技术教育培训已完成
8		监测	应做好地面沉降、工作面的稳定性、地下水量及姿态的监测和反馈
9		潜在风险分析	对本工程潜在的风险进行辨识和分析，编制完成针对性、可操作性的应急预案，并落实抢险设备、材料、人员、方案
10	一般条件	参见“盾构隧道盾构机始发、到达施工前条件核查”中一般条件规定	

6.9.2 隧道洞门施工要求

- 1.洞门管片拆除前，应急设备、物资及人员应准备到位，监理应对照应急预案验收。
- 2.临时脚手架应按施工方案搭设并做好安全防护，报监理验收。
- 3.洞门管片拆除应由技术负责人现场指挥按方案施工，专职安全员现场安全管理，监理旁站。
- 4.洞门管片应从上向下，左右对称拆除。边拆除边检查隧道外圆和结构之间的加固土体强度，及时用速凝水泥和环形钢板按设计要求封闭，防止出现漏水、掉碴、涌砂等风险。
- 5.洞门管片拆除后，应及时施工洞门环梁。

6.10 联络通道冻结法施工

6.10.1 基本要求

- 1.冻结法施工需要专项设计时，设计单位应具备相应专业资质和相关设计业绩，报监理单位审查合格，并报建设单位备案。
- 2.设计图纸应经专家评审论证，设计图纸应明确冷冻管的数量、位置、长度、角度，冻结帷幕厚度和强度，初期支护钢拱架型号和榫距等主要设计参数。设计单位应对施工单位进行设计交底。
- 3.分包单位应具备专业资质，具有相应地质工程施工业绩，报监理单位审查合格，并报建设单位备案。
- 4.施工单位应编制专项施工方案，并经专家评审论证。

6.10.2 冻结孔施工

- 1.施工前针对打孔过程涌水、涌砂风险，配置相应的应急物资设备及人员。
- 2.管片开孔应与冷冻打孔速度相匹配。禁止大面积开孔后，再进行打孔施工。
- 3.施工前应先安装孔口管，孔口管与管片应连接牢固，并安装好安全阀。
- 4.施工前应对冻结管进行验收，材质厚度应符合设计和规范要求。冻结孔施工过程中控制好孔位、孔深、角度和冻结管的焊接质量，打到设计深度后应及时封闭孔口，并

做好施工记录。

5.冻结管安装完毕后，应及时进行冻结孔背后注浆，防止地面沉降。

6.冻结管施工完成后，应进行冻结管测斜、打压验收，监理旁站验收合格后方可进行下道工序。

6.10.3 冻结站布置及安装

1.冷冻机组（含备用冷冻机组，两套设备）应在进场前由监理组织进行试运转验收，合格后方可进场组装施工。

2.现场冷冻设备和冷冻管连接组装完成后，监理组织对冷冻机组（含备用冷冻机组，两套设备）冷冻管连接质量、第二套设备切换运转、冷冻液系统等内容进行验收，合格后方可试运转。

3.在冷冻机组正式开机运转之前应仔细检查核对仪器仪表是否正常运转，如有损坏，应及时维修或更换，确保仪器仪表能正确反映当前机组运行情况。

4.应在盐水箱上安装灵敏有效的盐水液面报警器，冻结期间（包括土方开挖结构施工期间），盐水液面下降过快或冻结管路、冻结机组有异常情况，应及时向相关负责人报告。

5.盐水管路经试漏、清洗后方可用保温材料进行保温，每根冷冻管应有相应阀门，在出现冷冻管开裂盐水泄露时及时关闭。

6.现场应配备灭火器等消防设施，冻结平台应留至少 1.2m 宽安全通道，设备区域和通道之间应隔离。

7.应加强对施工现场的监管，作业面与外部应具有固定电话、对讲机等直接通讯系统。

8.应在正式冻结开机后 15 天之内将预应力支架安装完成，并及时施加应力，尽量减小因冻结而造成对隧道收敛的影响。应定期检查千斤顶压力情况，发现松动等异常情况及时处理。

9.通道防护门应在积极冻结期间安装，防护门和钢管片接触面应满焊牢固，确保密封。监理组织对安全防护门的密封性进行耐压试验验收，确保密封性完好。耐压试验要求在不停空压机时试验气压能保持 0.26MPa 为合格。

6.10.4 冻结壁检测

1.冻结期间应每天定时检测总去总回及各分组回路盐水温度，测温孔温度、泄压孔压力，并认真做好现场记录。

2.应根据测温资料及时判定交圈情况，并按测温孔测温结果分析计算，开挖前冻土帷幕厚度和平均温度应满足设计要求。

3.在开挖前 5 天应对冻结帷幕薄弱处进行探孔取芯分析，并在探孔内布置测温孔进行测温，确保冻结帷幕的冻结效果。

6.10.5 开挖及支护

1.盾构/矿山法隧道联络通道开挖施工前监理单位应组织条件核查，验收的主要内容详见下表 6-10：

表 6-10 盾构/矿山法隧道联络通道开挖验收主要内容

序号	验收条件	内容	验收要点
1	主控条件	设计、勘察交底	已完成设计、勘察交底
2		加固措施	设计要求的开挖加固措施已经完成，各项加固指标已经达到设计要求： 1.水泥浆等化学加固已探测加固体范围内强度的均匀性； 2.冷冻法加固已落实专项监测，冻结温度、冷冻壁厚度和交圈情况经检测和评估符合设计要求； 3.小导管注浆等超前支护措施已按设计要求完成
3		探孔、卸压孔	探孔、卸压孔已打，未发现异常情况并满足开挖条件
4		防护门	防护门已安装并启闭灵活
5		专项施工方案	联络通道洞身开挖、冻融变形控制施工方案通过专家评审并已审批，监理细则已编制审批
6		监测	监测方案已审批，监测控制点已按监测方案布置，且已测取初始值
7		潜在风险分析	对本工程潜在的风险进行辨识和分析，编制完成针对性、可操作性的应急预案，并落实抢险设备、材料、人员、方案
8	一般条件	参见“盾构隧道盾构机始发、到达施工前条件核查”中一般条件规定	

2.联络通道钢管片拆除应按专项方案施工。

3.应针对旁通道施工风险编制专项应急预案，明确具体的应急处置流程，储备充足

的应急物资和设备，并加强备用设备的调试和保养，确保应急响应及时有效。

4.开挖验收前应组织进行针对性的漏水漏砂、安全门正确启闭、备用发电机组及备用冷冻机组的调试切换等应急演练。

5.拆除联络通道钢管片时，动火作业应满足要求。拉钢管片时应设专人指挥，并随时注意调整葫芦拉紧程度和方向，应安排专人监管。

6.开挖顺序、尺寸、步距、临时支护应符合方案和设计的要求。

7.开挖时应按“台阶法”放坡，随挖随撑减少土体暴露时间，支撑拱架与土体应充填密实，及时进行支撑拱架喷锚施工。联络通道洞口处裸土应进行保温处理。

8.应加强隧道内旁通道作业面的通风，落实专人对隧道内旁通道作业面的空气进行检测，并形成气体检测记录，当有毒有害气体含量超标时应立即撤离施工作业人员，并加强通风措施，直至满足作业环境条件方可进入继续作业。

9.联络通道开挖完成后，应及时完成主体结构施工。

10.冻结机组停冻后应尽快割除隧道管片上的孔口管和冻结管，防止孔口管和冻结管周围冻结壁解冻漏水，割除后的孔口管和冻结管应按设计要求封堵。

6.10.6 充填注浆与融沉注浆

1.充填注浆：停止冻结并完成冻结孔封孔工序后 3~7 天内结构混凝土强度达到设计强度的 60% 以上进行充填注浆。

2.充填注浆顺序：从底部到拱顶，先中间后两侧，依次展开。

3.停止冻结后应根据各工程地质融沉情况选择注浆，融沉注浆应按监测报告分析注浆量，遵循少量、多次、均匀的原则。

4.每次注浆完成后，对预埋注浆管封堵情况进行确认，做好记录；

5.充填注浆、融沉注浆应形成相应的注浆记录。

6.11 作业环境

6.11.1 安全防护与保护措施

1.隧道内应设置警示标志和消防器材，洞内灭火器采用专用挂具，悬挂于防护护栏上。

2.隧道内应设计应急照明及通讯联络装置，在断电及发生危险时，可提供人员应急照明及通讯联络，保障作业人员能够迅速安全撤离。

3.洞内循环水管、排水管等管线敷设应根据盾构设计及相关规范确定。无要求时，宜敷设于通道对侧，水管支架间距宜为 3m，管路标明流动方向，管路与轨道距离不小于 500mm。

4.作业面应设置足够照明，保证作业面照明要求。洞内照明可采用节能灯带或灯管，节能灯管间距不宜超过 6m。

5.压力软管耐压强度应满足设计要求，布置于作业区及人行道范围的压力软管应采取防脱、限位措施。

6.人行通道应保持畅通，且应设置防护措施。洞内人行通道设置护栏，高度不小于 1.2m，临边与电瓶车安全距离应规范要求。监理单位应对防护设施进行验收。

6.11.2 通风

1.隧道掘进工作面应独立机械通风。压入式通风机安装在距离隧道洞口 30m 以上的上风口处，保证新鲜风量。

2.隧道需要的风量，应按照工作的最多人数、稀释内燃机、隧道内焊接废气和瓦斯绝对涌出量分别计算，并按允许风速进行检验。

3.风管应有出厂合格证，使用前进行外观检查，保证无损坏，粘接缝牢固平顺，接头完好严密。

4.隧道通风系统应经过验收合格后方可投入正常运行，运行期间应加强巡视及维护工作。

5.应保证隧道通风 24 小时不间断，风量、风压应满足规范要求。

6.11.3 有害气体检测

1.对施工底层含有害气体的地段，应编制专项有害气体底层施工方案，并严格按照方案实施，对相关施工段进行管控。

2.隧道内应设置有害气体检测装置，并制定定期气体检测制度。

3.应检测作业范围的瓦斯浓度，对管片区拱顶、盾构角落上部、台车顶等风流不易

到达的地方加大检测频率。

4.遇到特殊地层如瓦斯或其他有毒有害气体超限时，应按应急预案采取有效处理措施。

5.发生瓦斯事故后，应立即启动应急预案。并尽快探明事故性质、原因、范围、人员和事故地点所在的位置，以及洞内瓦斯及通风情况，疏散作业人员。

6.12 盾构隧道监测

6.12.1 监测项目及频率

1.设计单位应针对工程特点提出盾构隧道监测项目和监测点布设要求，满足规范要求。施工图中应明确监测项目的控制值、监测预警等级和预警标准。

2.施工单位应编制盾构隧道专项监测方案，并组织专家进行专项方案评审。

3.应按盾构隧道专项监测方案开展监测，监测项目内容详见下表 6-11：

表 6-11 盾构隧道施工监测项目主要内容

类别	监测项目	主要监测仪器
必测项目	施工线路地表和沿线建（构）筑物和管线变形测量	水准仪、全站仪
	隧道结构变形测量（包括隧道沉降、隧道收敛）	水准仪、收敛计、测距仪
选测项目	土体内部位移（包括垂直和水平）	水准仪、分层沉降仪、测斜仪
	管片内力和变形	压力计
	土层压应力	压力计
	孔隙水压力	孔隙水压计
	盾构架体变形	水准仪、测斜仪
	测温孔温度	温度计

4.盾构隧道施工中的周边环境、周围岩土体和隧道结构的监测频率可按下表 6-12 执行，有方案时按照方案执行。

表 6-12 盾构隧道施工监测频率

监测部位	监测对象	开挖面与监测点或监测断面的距离	监测频率
掘进面前方	周围岩土体和周边环境	$5D < L \leq 8D$	1 次/（3d~5d）
		$3D < L \leq 5D$	1 次/（2d）
		$L \leq 3D$	1 次/（1d）

掘进面后方	隧道结构、周	$L \leq 3D$	(1次~2次) / (1d)
	围岩土体和	$3 < L \leq 8D$	1次 / (1d~2d)
	周边环境	$L > 8D$	1次 / (3d~7d)

注：(1) D为隧道开挖直径(m)，L为掘进面与监测点或监测断面的水平距离(m)；

(2) 隧道结构位移、净空收敛在衬砌环脱出盾尾且能通视时进行监测；

(3) 监测数据趋于稳定，监测频率宜为1次(15d~30d)。

5.对穿越重要建(构)筑物、管线、水体、既有轨道线路(含铁路)等周边环境风险等级较高的工程，应提高监测频率，宜对关键监测项目进行实时监测。

6.12.2 监测点设置

1.施工单位应按监测方案布设监测点，采集监测点初始值。监理测量工程师应对监测点进行验收，监测点初始值应通过监理测量工程师和第三方监测复核，复核无误方可投入使用。

2.监理单位应定期检查监测设备检定证书、监测点完好度和保护情况。

3.应按照方案规定巡视布设的监测点位，监测点发现破坏后应在第一时间在原来位置或尽量靠近原来位置补设测点，保证该点观测数据的连续性。基准点若发生破坏，则用其余基准点进行复测、恢复。恢复完成后应及时采集数据上报监理和第三方监测。

6.12.3 监测数据

1.根据施工情况、设计要求，及时处理监测数据并反馈、指导施工。

2.根据监测方案的预警等级、预警控制指标，进行预警响应，监测数据达到预警或报警值时按规定程序有效处理。

3.对于紧急情况下的监测成果应立即以口头或者书面的形式上报，并会同相关部门一起进行分析和处理，配合相关部门和工程技术人员制定应急预案。

4.在特殊地质环境中(岩土不稳定，易出现空洞的地段)，如施工监测有异常，应在盾构机通过地层后，对地层空洞隐患进行探测。

6.13 盾构监控

盾构施工风险实时监控

盾构隧道监测可采用盾构施工风险实时监控系统，此系统是为地铁盾构施工安全管理而研制的专业信息化管理平台，利用现代网络通讯传输、无线通信传输、网络数据库、地理信息系统（GIS）等信息技术，综合设计施工、监理和监测等多种信息，及时进行风险分析、预测、预警、报警，协助工程各级管理部门及参建各方及时掌控盾构施工的安全状况，并对报警事件进行处理，有效规避或降低施工安全风险。

6.14 盾构隧道防坍塌措施

1. 施工单位应对周边环境详细调查，做好安全风险辨识和分级管控，结合实际有针对性的编制专项施工方案，并提交审核和专家论证，细化作业工序安全技术交底，在施工全过程认真落实专项方案和质量安全风险管控措施，做好相关资料的记录和存档工作。

2. 严控不良地质风险，做好超前地质探测，针对不良地质、复杂地层，要求采取两种以上超前地质预报方式，其中必须采取超前探孔，探明前方地质情况。

3. 必须在开工前组织施工前条件核查，严禁未经条件核查或条件核查不通过施工。

4. 施工单位严格管控端头加固施工质量，掘进中确保同步充填注浆和洞内二次注浆满足要求，严格开仓作业管理。

5. 盾构掘进引起的地面累计沉降量不得大于 30mm，最大隆起量不得大于 10mm；建（构）筑物、管线以及特殊要求的地段，沉降量与隆起量大于相关规范和权属单位要求，应立即查明原因，制定针对性的措施。

6. 施工单位必须根据不同的掘进组段，应掌握好开挖面土仓压力（泥水压力）、推力、推进速度、出土量、千斤顶工作油压、注浆等施工参数，参数应满足沉降要求，精确控制盾构掘进姿态。

7. 加强盾构铰接、阀门、尾刷、管片破损、超标错台、吊装孔等与外界有水力联系部件管理，严防掘进过程中盾体部分地下水土流失。

8. 盾构掘进时，应根据情况及时补充盾尾密封油脂，有效防止水土砂、注浆浆液等击穿盾尾刷。

9. 施工单位应按照相关规定开展安全风险管控和隐患排查治理工作；穿越一级、二级风险前，必须保证盾构机运行状况良好，有条件的宜设置穿越试验段，以检验并调整、确定适宜的掘进参数。

10.始发时，洞门凿除后应及时将盾构机顶进洞门。到达时，应在到达前 6 环制定针对性的掘进参数，确保到达端墙的稳定性和防止地层坍塌。

11.当停止掘进时，应关闭出土闸门，采用气体+膨润土保压，保证开挖面稳定，并安排专人在盾构机值班，观察土仓压力变化，当土仓压力低于警戒值时，通过膨润土系统注入膨润土保持土压。安排监测人员对盾构机停机位置进行沉降监测，及时掌握地面监测数据。

12.加强隧道工程的施工管理，严禁超载和隧道顶的堆载，加强监控周边施工对隧道的影响。

13.施工单位必须按照设计文件规定实施监控量测，做好隧道内拱顶沉降、净空收敛、地表沉降、地下水位等监测，出现监测数据超标，立即启动预警、报警、消警处置程序，分析查明原因并形成有效的处置措施，严禁带警作业。

14.施工单位应对盾构机各部位运行情况实时监控和预警，盾构机出现故障或其它异常情况时，应及时处置。严禁盾构机带病作业。

15.严格冷冻法联络通道施工交圈验算，严密监控钢管片和联络通道连接处开挖阶段的冷冻管理，杜绝开挖过程中出现地下水土流失。

16.加强针对隧道坍塌的专项应急预案编制和演练，确保应急预案的针对性和可操作性。

6.15 TBM 法掘进施工

本节仅对 TBM 施工区别于盾构法施工的部分工序进行阐述，其余工序要求参照盾构法执行。

6.15.1 TBM 掘进

1.TBM 掘进过程中，严格执行 TBM 机安全操作规程。不得在设备运转过程中检修设备，特别是皮带机、注浆泵、空压机及电器设备等。

2.TBM 掘进穿越破碎带等不良地质，宜首先加密勘察孔，以明确不良地质确切范围，提前对设备和刀具进行全面的检修和更换，确保 TBM 连续不停机通过；其次利用 TBM 上配备超前地质预报设备，结合地质勘探、地质素描，做好超前地质预报，防患于未然；

再次根据设计方案，对不良地质进行预加固处理，采取有效措施进行加固效果检测；最后选用适应于该地层的掘进参数，加强同步注浆的质量，使管片与围岩的间隙及时填充密实。

3.TBM 穿越超硬围岩带，掘进困难，需要每隔 2h 左右暂停掘进，同时加强刀盘刀具以及其他部位的检查；刀盘刀具发热现象严重，应加强刀盘喷水。

4.TBM 穿越软硬不均围岩，宜对较软围岩进行预加固处理，减少围岩强度的差别。

5.TBM 通过富水地段，宜进行预加固处理后，进行 TBM 掘进。对于大涌水量洞段，根据预测的出水量、水压、涌水点里程等，分别采用预排水泄压或注浆封堵措施。

6.15.2 豆砾石吹填

1.对豆砾石回填灌浆设备、台架等进行性能试验，尤其是空压机和豆砾石喷射机要进行风压、风量测试，以满足豆砾石回填质量标准；灌浆泵要进行压水试验，检查仪表状态是否正常；制浆机的自动控制计量系统的准确程度要进行验证。

2.对施工人员进行岗前培训，各工种应熟悉豆砾石回填灌浆的全部施工流程、操作规范、实施方法、安全防范等知识技能进行系统教导学习，使每一个施工人员具有岗位责任能力。

3.TBM 豆砾石宜采用管道运输，减少吊装风险，避免质量安全隐患。

4.当围岩有局部塌方，豆砾石回填量减少、吃浆增大的情况下，可适当提高灌浆压力，使水泥浆液穿透结构围岩空隙，以提高结石强度。当围岩富水，可适当提高水泥浆的密度，以增强抗离析能力、降低水泥浆的损耗。

5.底拱前部水泥浆灌注、勾缝、封孔的施工人员和掘进、管片拼装密切合作，特别在管片安装喂、吊的过程中，注意观察，灵活机动，防止意外发生。

6.豆砾石回填安装喷头要牢固，调整好风压、风量，防止喷头脱落、管道爆裂。

第七章 矿山法施工

7.1 一般规定

7.1.1 施工方案

1. 施工单位应按规定编制专项施工方案包括但不限于：施工临建，竖井及横通道开挖及支护，矿山法隧道开挖及支护，超前地质预报，隧道监测，隧道测量，地下水控制（降排水），地层超前支护及加固，卸料及物料平台，二次衬砌，模板工程及支撑体系，临时用电，穿越既有轨道线/建（构）筑物，联络通道，人工挖孔桩、应急救援预案等。

2. 专项施工方案安全措施全面、操作性强，应对特殊部位、工艺（特殊地质地段，有毒气体地层，穿越既有轨道线/建（构）筑物，降水，洞口、横通道、竖井或正洞连接处，非标准段高支模施工，工程周边环境保护等）明确专门措施。

3. 需要专家论证的方案包括但不限于：爆破工程；超过 5m 深竖井及横通道开挖及支护；矿山法隧道开挖及支护；隧道监测；搭设高度 8m 及以上，或搭设跨度 18m 及以上，或施工总荷载（设计值） 15KN/m^2 及以上，或集中线荷载（设计值） 20KN/m^2 及以上的模板工程及支撑体系；穿越既有轨道线/建（构）筑物；降排水工程；开挖深度超过 16m 的人工挖孔桩。

4. 施工单位应根据专家意见进行方案修改后按规定流程报监理单位审批。

7.1.2 关键节点条件核查

关键节点条件核查工程主要包括：竖井开挖、马头门开挖、多导洞施工扣拱开挖、大断面临时支护拆除、扩大段开挖、仰挖、俯挖、钻爆法开挖、穿越重大风险或复杂环境、围岩等级突变处开挖、区间联络通道开口施工等。

7.2 降水排水

7.2.1 竖井与洞口排水

1. 竖井应设置防雨棚，井口周围应设置挡水墙。

2. 洞口应设置截水沟。

3.竖井底或洞口应设置集水坑，并设置沉淀池，水质符合要求后通过水泵和排水管路抽排至市政管网。

7.2.2 洞内排水

1.矿山法隧道施工有地下水时，按照设计文件、周边环境及地质条件，采取相应的防排水措施。

2.隧道开挖掌子面应保持无水作业。若有渗漏水时，根据现场实际情况，采取相应的防排水措施。水量较大时，宜采取超前地层注浆止水措施，地表加固注浆效果应进行试验检测，效果满足设计要求后，方可进行开挖。

3.洞内排水设施应满足隧道中渗漏水排出的需要，在膨胀岩、围岩松软地段，应采用具有防渗漏的沟、管或槽。

4.洞内反坡排水：宜采用集中抽排，可一次或分段接力将水排出洞外。

5.盲沟（管）排水：布设两排时，盲沟（管）距拱（墙）脚不宜小于 500mm，单排时宜在隧道最低处；盲沟（管）应顺直，不得起伏不平；接口和埋设应牢固，滤料应清洗干净；沟（管）顶应有保护措施，防止被施工设备损坏影响排水。

6.明沟排水：明沟距拱墙脚不得小于 500mm，排水沟应及时清理，避免堵塞。

7.2.3 降水施工

1.降水井施工严格按照设计及施工方案进行。降水井应沿基坑或暗挖隧道布设，并应形成封闭形。暗挖隧道如地面无条件布设井点时，宜在隧道内设置水平井点或采取其他隔水措施。

2.集水井大小和数量应根据基坑涌水量和渗漏水、积水量确定，且直径（或宽度）不宜小于 0.6m，底面应比排水沟底深 0.5m，间距不宜大于 30m。集水井壁应有防护结构，并应设置碎石滤水层、泵端纱网。

3.降水系统应进行试运行，试运行之前应测定各井口和地面标高、静止水位，检查抽水设备、抽水与排水系统；试运行抽水控制时间为 1d，并应检查出水效果。

4.地下水位的降低应符合开挖要求，开挖时应保证地下水位稳定在开挖面 0.5m 以下。

5.降水运行阶段应有专人值班，应对降排水系统进行定期或不定期巡察，做好降水记录，防止停电或其他因素影响降排水系统正常运行。

6.降排水应进行全过程监测，监测开始时间不应晚于降水井抽水时间，监测终止时间应为降水工程或回灌工程全部结束时间。

7.监测点布置、信息采集的频率应符合设计文件要求；监测点应妥善保护，当监测点失效或被破坏时，应及时补充。

8.当降水工程影响范围内的既有建（构）筑物、地下管线等对地面沉降有严格要求，或降水对地下水资源有较大影响时，宜采用回灌法控制地下水对环境的影响。如地面出现裂缝，应及时灌浆修补，防止地表水渗入。

7.3 竖井

7.3.1 关键节点条件核查

竖井开挖及支护应进行关键节点条件核查，具体内容如下：

表 7-1 竖井开挖及支护关键节点条件核查内容

序号	验收条件	内 容	验 收 要 点
1	主控条件	施工方案	专项施工方案已通过监理单位审批，专项施工方案（包括应急预案）编制、审批、专家论证、审批齐全有效
2		体系制度	工程安全保证体系及制度建设完善
3		资质资历	队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足施工要求
4		培训教育及交底	专项施工方案已向作业层交底，各项交底已完成，岗前安全技术教育培训已完成
5		监测	监测控制点、监测点已按监测方案布置且已测取初始值，主要包括地表沉降、锁口圈梁位移、地下水水位、周边建（构）筑物沉降、偏移及变形等
6		机械及设备	机械，通风设备，通讯设备，特种设备及测验、测爆、测毒设备均按方案进场，并已通过检测、核验或标定且相应证书、报告及手续齐全
7		材料	根据施工进度都已到位，并已通过检测、核验或标定且相应证书、报告及手续齐全
8		周边环境调查	对周边建（构）筑物、管线等设施现有状况及其承受变形的能力完成调查，且制定了相关保护措施；
9		降水、降压井	已按设计及方案要求进行了布设验收并对降水、降压效果进行了核验且满足开挖要求，排水措施已落实

序号	验收条件	内容	验收要点
10		安全防护措施	临边防护措施、边坡防护措施、进洞措施、井口加固措施等满足设计要求且均已落实
11		施工准备	提升设备已完善，环保措施等满足设计要求且已落实
12		应急救援预案	编制有针对性、可操作性的应急救援预案
13	一般条件	人员	人员配置能否满足作业要求，特种作业人员落实情况，考核，教育，作业人员应体检合格；
14	一般条件	应急准备	根据应急救援预案配备了应急人员、设备及物资
15		风水电	施工风、水、电满足施工需求。照明设施的电压应采用不高于 36V 的照明灯具。

7.3.2 隔水帷幕

1. 隔水帷幕应连续，强度和防渗性通过试验检测应符合设计文件要求。
2. 采用钢板桩作为隔水帷幕时，应先评估钢板桩对于周边环境的影响，应采用锁扣式构造，钢板桩锁扣应平直通顺，互相咬合。在拔除钢板桩前先用振动锤振动钢板桩，拔除后的桩孔应采用注浆回填。
3. 水泥隔水帷幕施工时应保证桩径或墙厚，并确保相邻桩搭接要求，当采用高压旋喷桩作为局部隔水帷幕时，喷浆下沉或提升速度不应大于 100mm/min。
4. 隔水帷幕渗漏水时，可采取如下措施：
 - 1) 采用遇水膨胀材料或压密注浆等方法堵漏。
 - 2) 采用快硬早强混凝土浇筑护墙。
 - 3) 在竖井外侧增设高压旋喷桩或水泥土搅拌桩隔水帷幕。
 - 4) 增设坑内降水和排水设施。

7.3.3 竖井开挖及支护

1. 土石方开挖前应对围护结构、降水效果及监测情况进行检查，满足设计要求后方可开挖。
2. 按照审批的方案进行竖井开挖。
3. 竖井周边的施工荷载应按设计要求进行控制。
4. 采用锚杆（索）支护的竖井开挖应与锚杆（索）施工配合，竖井土方挖至设计文

件规定的位置下 0.5m 时，应进行锚杆（索）的施工。锚杆（索）未张拉锁定前，不得开挖下层土方。

5.钢腰梁与三角支架密贴，每段钢腰梁均应设置防坠落装置。

6.钢腰梁与围护结构应密贴，当存在空隙时，可用强度不低于 M20 砂浆先抹平围护结构面后再安装，也可用强度等级不低于 C30 细石混凝土将其缝隙填充密实。

7.应根据设计文件要求，在竖井开挖的过程中，架设内支撑，竖井开挖应与内支撑施工配合，按设计要求进行内支撑的施工。

8.内支撑上不得堆放材料或其他重物。

9.横撑及腰梁应按照主体结构施工设计要求进行，如设计无具体要求，应随主体结构施工自下而上拆除，在主体结构底板或中（顶）板强度符合设计文件要求后方可拆除，设计无要求时，混凝土强度应达到设计文件规定值的 70%以上方可拆除支撑。

7.3.4 喷射混凝土

1.喷射混凝土作业应紧跟开挖工作面。

2.爆破作业时，喷射混凝土终凝到下一循环爆破间隔时间不得小于 3h。

3.喷射混凝土强度应符合设计文件要求。

4.喷射混凝土应密实、平整，应无裂缝、脱落、露喷、漏筋、空鼓、渗漏水现象。

5.喷射混凝土厚度总平均值不应小于设计文件要求的厚度，最小厚度不得小于设计文件要求厚度的 80%。

6.混凝土喷射机安全控制措施：

1) 作业前重点检查：管道连接紧固密封，各部密封件密封良好；安全阀灵敏可靠；电源线无破裂现象，接线牢靠；压力表指针在上、下限之间，根据输送距离，调整上限压力的极限值；喷枪水环（包括双水环）的孔眼畅通。

2) 机械操作和喷射操作人员应有联系信号，送风、加料、停料、停风以及发生堵塞时，应及时联系，密切配合处理问题。

3) 喷嘴前方严禁站人，操作人员应始终站在已喷射过的混凝土支护面以内。

4) 发生堵管时，操作人员应紧握喷嘴，严禁甩动管道伤人。当管道中有压力时，不得拆卸管接头。

5) 机械手施工放下支腿时, 确认喷浆车前后桥在一条直线上, 确认地面坚实可靠。

7.3.5 垂直运输

1. 竖井上、下应设联络信号, 并应设专人负责, 井底应能给提升司机发送紧急停车信号。

2. 竖井坑底应设置集水坑、集土坑。

3. 竖井口应设安全栅栏和安全门, 通向井口的轨道应设阻车器。

4. 竖井底吊装区域应设置隔离栏杆, 进行封闭式管理, 并安排专职人员值守, 悬挂安全警示标牌及车辆限速标牌。

5. 竖井垂直运输不得与井内施工平行作业, 运输材料过程中, 井下作业人员应撤离至安全地带。

6. 井架、龙门架物料提升机使用过程中, 严禁超额定负荷起吊、物料不得超出土斗上口, 严禁斜吊平拉、骤然停车, 速度升降平稳, 并不得超速运行; 严禁限位器作开关使用、起吊重物不得过久空悬。

7.3.6 人行通道

1. 施工现场(井上井下)实行封闭化管理, 场地大门宜实行人车分流, 设置门禁、监控, 进出场(洞)实行登记制度管理, 施工人员应实名制管理。

2. 固定楼梯与竖井底间悬空段宜安装临时爬梯。爬梯应放置稳定, 与接触面应进行固定; 爬梯严禁两人及以上同时通行。

3. 自竖井底部楼梯开始, 进入隧道内宜设置专用人行通道, 安装防护栏隔离设施。

4. 固定楼梯的固定钢板、休息平台、步梯、防护设施等安装过程中, 应采取防坠落措施。

5. 固定楼梯的设计应有有效的计算书, 楼梯安装完成后, 应在井口醒目位置悬挂楼梯允许承重标示牌。

7.4 洞口工程

7.4.1 关键节点条件核查

洞口工程施工前应进行关键节点条件核查，具体内容如下表：

表 7-2 洞口工程施工关键节点条件核查内容

序号	验收条件	内 容	验 收 要 点
1	主控条件	施工方案	专项施工方案已通过监理单位审批
2		体系制度	工程安全保证体系及制度建设完善。
3		资质资历	队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足施工要求。
4		培训教育及交底	专项施工方案已向作业层交底，各项交底已完成，岗前安全技术教育培训已完成。
5		监测	监测控制点、监测点已按监测方案布置且已测取初始值，主要包括地表沉降、地下水位等。
6		机械及设备	机械，通风设备，通讯设备，特种设备及测验、测爆、测毒设备均按方案进场，并已通过检测、核验或标定且相应证书、报告及手续齐全。
7		材料	根据施工进度都已到位，并已通过检测、核验或标定且相应证书、报告及手续齐全。
8		周边环境调查	对周边建（构）筑物、管线等设施现有状况及其承受变形的能力完成调查，且制定了相关保护措施。
9		加固措施	设计要求的开挖加固措施已经完成，各项加固指标已经达到设计要求并有检测报告。
10		应急救援预案	编制有针对性、可操作性的应急救援预案。
11	一般条件	人员	人员配置能否满足作业要求，特种作业人员落实情况，考核，教育，作业人员应体检合格。
12		应急准备	根据应急救援预案配备了应急人员、设备及物资。
13		风水电	施工风、水、电满足施工需求。照明设施的电压应采用不高于 36V 的照明灯具。

7.4.2 洞口工程施工

1.洞口施工前，应先检查加固效果，检查边、仰坡稳定情况，清除悬石、处理危石。洞口边、仰坡应及早做好坡面防护，确保洞口稳定。

2.洞口路堑及边坡、仰坡断面应自上而下开挖，按设计坡度一次开挖到位，施工人员不得上下交叉作业。

3.洞口石方严禁采用大爆破开挖，宜采用浅孔小台阶爆破；石质地层的边、仰坡开挖应采用光面爆破法或预裂爆破法。

4.当洞口位于断层破碎带、砂砾（卵）土、砂土时，宜采用地表注浆加固；进洞时应施作超前支护。

5.端墙处的土石方开挖后，对松动岩层进行支护。

6.洞口邻近有建（构）筑物时，应结合设计文件，收集掌握建（构）筑物信息、现状，开挖爆破应采用控制爆破技术，严格控制爆破振速及飞石，避免对邻近建（构）筑物造成损害；应加强对建（构）筑物的变形观测，一旦发现异常，立即停工，查找原因，必要时可采取预加固措施。

7.竖井与横通道连接处、横通道与正洞连接处、变截面处、交叉点等部位应按设计要求实施预加固措施，经验收合格后方可开挖。

7.5 超前支护

7.5.1 超前地质预报

1.隧道开挖前必须进行超前地质预报。

2.超前地质预报可根据不同的地质复杂程度分级，预报方法的选择与施工方法相适应。

3.超前地质预报方法主要有地质雷达、TSP、超前探孔、加深炮孔、地质素描等。

4.矿山法施工穿越断层破碎带、软弱围岩段或富水、浅埋、建（构）筑物或地下管线等地段时，应根据围岩情况、施工方法和机械配置，选择辅助施工方法与措施进行围岩加固。

7.5.2 超前管棚及小导管

1.超前管棚及小导管应顺直，规格、型号、壁厚、接长方式应符合设计文件要求。

2.管棚施工前应先将工作面封闭严密、牢固，清理干净，并测出钻设位置后方可施工。

3.钻孔的外插角允许偏差为 1° ，施工前应先施工导向墙，其上安装管棚导向钢管，待导向墙混凝土达到设计文件规定强度的75%后，方可进行管棚钻孔作业；钻孔应由高

孔位向低孔位进行。

4.采用钻（吹）孔施工时，其孔眼深度应大于导管长度；采用锤击或钻机顶入时，其顶入长度应不小于管长的90%。

5.开钻前对使用的机具应详细检查，钻机钻孔时，应先检查机身、螺栓、卡套、弹簧和支架是否正常完好，管子接头是否牢固，有无漏风；钻杆有无不直、带伤以及钻孔堵塞现象。

6.开始钻孔时应低速低压，卡钻时应用扳钳松动拔出，不可敲打钻杆。

7.超前小导管及管棚内的注浆材料、注浆量、配合比及注浆压力应符合设计文件要求。

8.砂卵石及风化破碎围岩管棚施工应采用套管跟进法，做到打一孔，插一孔。黄土隧道宜采用干钻成孔，并采用早强材料锚固，宜注水泥砂浆。

7.5.3 注浆加固

1.隧道内注浆宜先施工止浆墙，再进行注浆施工。

2.注浆孔的数量、布置、间距、孔深应符合设计要求。

3.注浆各阶段的注浆压力、注浆量、注浆时间应符合设计要求。

4.钻机、注浆泵及高压管路必须试运转，确认机械性能和各种阀门管路、压力表、流量计完好后，方准施工。每次注浆前，要认真检查安全阀、压力表的灵敏度，并调整到规定注浆压力位置。

5.注浆过程中，禁止现场人员在注浆孔附近停留，防止密封胶、冲式阀门破裂伤人。

6.注浆过程中应根据地质、注浆目的、注浆工艺等控制注浆压力。注浆结束后应检查其效果，注浆效果达到充满浆管及周围空隙，满足开挖要求，不合格者应补浆。

7.6 开挖

7.6.1 关键节点条件核查

1.矿山法开挖施工应进行关键节点条件核查，具体验收内容如下：

表 7-3 矿山法开挖施工关键节点条件核查内容

序号	验收条件	内 容	验 收 要 点
1	主控条件	施工方案	专项施工方案已通过监理单位审批，专项施工方案（包括应急预案）编制、审批、专家论证、审批齐全有效
2		体系制度	工程安全保证体系及制度建设完善
3		资质资历	队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足施工要求；
4		培训教育及交底	专项施工方案已向作业层交底，各项交底已完成，岗前安全技术教育培训已完成；
5		监测	监测控制点、监测点已按监测方案布置且已测取初始值，主要包括地表沉降、周边建（构）筑物监测、地下水位等
6		机械及设备	机械，通风设备，通讯设备，特种设备及测验、测爆、测毒设备均按方案进场，并已通过检测、核验或标定且相应证书、报告及手续齐全
7		材料	根据施工进度都已到位，并已通过检测、核验或标定且相应证书、报告及手续齐全
8		周边环境调查	对周边建（构）筑物、管线等设施现有状况及其承受变形的能力完成调查，且制定了相关保护措施；
9		加固措施	设计要求的开挖加固措施已经完成，各项加固指标已经达到设计要求并有检测报告
10		超前地质预报	资料齐全，现场实际与地勘资料相符未发现异常情况
11		应急救援预案	编制有针对性、可操作性的应急救援预案
12	一般条件	人员	人员配置能否满足作业要求，特种作业人员落实情况，考核，教育，作业人员应体检合格；
13		应急准备	根据应急救援预案配备了应急人员、设备及物资
14		风水电	施工风、水、电满足施工需求。照明设施的电压应采用不高于 36V 的照明灯具。

2. 矿山法开挖穿越建（构）筑物、桥梁、既有铁路或轨道线施工应进行关键节点条件核查，具体验收内容如下：

表 7-4 矿山法开挖穿越建（构）筑物、桥梁、既有铁路或轨道线施工关键节点条件核查内容

序号	验收条件	内 容	验 收 要 点
1	主控条件	施工方案	专项施工方案已审批，专项施工方案（监测、测量及安全技术措施等）已通过监理单位审批；
2		手续办理	需办理的相关手续已完善或已获得产权单位认可
3		体系制度	工程安全保证体系及制度建设完善
4		资质资历	队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足施工要求；
5		培训教育及交底	专项施工方案已向作业层交底，各项交底已完成，岗前安全技术教育培训已完成；

6		监测	监测控制点、监测点已按监测方案布置且已测取初始值，主要包括地表沉降、周边建（构）筑物监测、地下水位等
7		机械及设备	机械，通风设备，通讯设备，特种设备及测验、测爆、测毒设备均按方案进场，并已通过检测、核验或标定且相应证书、报告及手续齐全
8		材料	根据施工进度都已到位，并已通过检测、核验或标定且相应证书、报告及手续齐全
9		周边环境调查	对周边建（构）筑物、管线等设施现有状况及其承受变形的能力完成调查，且制定了相关保护措施；
10		加固措施	设计要求的开挖加固措施已经完成，各项加固指标已经达到设计要求并有检测报告
11		超前地质预报	资料齐全，现场实际与地勘资料相符未发现异常情况
12		应急救援预案	编制有针对性、可操作性的应急救援预案
13		一般条件	人员
14	应急准备		根据应急救援预案配备了应急人员、设备及物资
15	风水电		施工风、水、电满足施工需求。照明设施的电压应采用不高于 36V 的照明灯具。

7.6.2 开挖

1.暗挖隧道施工严格遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、早封闭、勤量测”十八字方针。

2.工程施工前应根据设计文件要求，进行安全评估，或对周边环境进行调查并制定相应保护措施。

3.在土层及不稳定岩体中，初期支护的挖、支、喷环节应紧跟；当开挖面稳定时间不能满足初期支护施工时，应采取超前支护或注浆加固措施。

4.隧道开挖根据围岩级别按照设计及规范要求严格控制循环进尺。

5.开挖步距要求：

1) 台阶法以及 CD、CRD、双侧壁导坑法的每个分部施工采用上下台阶开挖的，应采用短台阶施工，上下台阶距离为 3~5m，及时封闭初期支护成环。

2) 区间暗挖工程左右线隧道，净距小于 1 倍隧道开挖跨度，其前后开挖面错开距离不应小于 15m。

3) CD、CRD、双侧壁导坑等工法暗挖工程，各开挖工作面前后错开距离应不小于 15m。

4) 横通道施工完成进入区间正线时,大小里程均有作业面,大小里程方向作业面错开距离不应小于 30m。

6. 掌子面与二次衬砌距离应满足设计要求,如设计没有明确要求,Ⅰ、Ⅱ级围岩地段掌子面与二衬距离不宜大于 200m,Ⅲ级围岩地段掌子面距离二衬距离不宜大于 120m,Ⅳ级以上围岩地段掌子面与二衬距离不宜大于 90m。

7. 同一条隧道相对开挖,当掌子面相距 20m 时,应停止挖一端作业,并封闭掌子面,另一端单向开挖至贯通。

8. 爆破施工

1) 钻爆法施工必须编制爆破方案,根据工程特点制定有针对性的安全技术措施,通过专家论证并报经公安部门审批,批准后方可实施。

2) 凡经公安机关审批的爆破作业项目,爆破作业单位应于施工前 3 天发布公告,并在作业地点张贴,施工公告内容应包括:爆破作业项目名称、委托单位、设计单位、施工单位、安全评估单位、安全监理单位、爆破作业时限等。装药前 1 天,应发布爆破公告并在现场张贴,内容包括:爆破地点、每次爆破时间、安全警戒范围、警戒标识、起爆信号等。

3) 爆破器材临时存储必须得到当地相关行政主管部门的许可,施工现场按要求设置火工品临时存放点并做好安全防护措施。

4) 必须制定爆破物品管理制度、动火作业制度及应急预案。

5) 爆破施工单位必须具有相应的资质、配备相应的爆破技术人员和爆破作业人员(包括爆破员、保管员、安全员等),经专门安全技术培训考核合格,并取得公安部门颁发的有效安全作业证后,持证上岗操作。

6) 爆破器材的使用及运输应符合国家现行的行业标准,应按规定处置不合格及剩余的爆破器材。

7) 现场使用的起爆设备和检测仪表,应定期检查标定,确保性能良好。

8) 爆破作业人员应按爆破设计方案进行钻孔和装药,当需调整时,应征得现场技术负责人同意并做好变更记录。在装药和填塞过程中,应保护好爆破网线。

9) 现场民用爆炸物品临时存储点设置应通过公安部门验收,临时存放点外均应设置防静电球,进入的作业人员,应经泄放静电后才能进行操作。

10) 民用爆炸物品管理采用双人双锁，进行全过程视频监控。

11) 严禁钻孔与装药平行作业；严禁套打残眼；装药时采用 PVC 软质材料将药卷送进炮孔中，严禁采用铁质器具。

12) 在距离需保护建筑物最近爆破区域进行试验爆破，根据试验爆破的实际爆破效果及爆破振动监测数值反推爆破设计是否合理，为后续爆破提供可靠的依据，确保被保护建筑物安全。

13) 根据施工方案确定爆破警戒范围，应将爆破警戒区内的人员、机械设备、仪器仪表在规定的时间内撤离到警戒区外，对不能撤离的加以保护。为防止爆破时人员、车辆撤离不到位、躲炮不规范或清场有死角，要提前通知友邻单位或其他施工班组，爆破作业时逐项填写《爆破安全联动通知单》和《施工爆破三检表》。

14) 爆破后必须经过通风排烟才能进入工作面进行检查，间隔时间不得小于 15 分钟，经检查在有害气体浓度未超出允许值后才能允许人员进入，避免炮烟中毒。

15) 在爆破施工中，应加大人员安全允许距离，对被保护对象采取必要的防护措施。为了避免装药或点炮时突发照明终端，爆破应随身携带手电筒（最好塑料外壳）。禁止爆破区域内使用明火或抽烟。使用电雷管爆破时，必须加强现场电源管理，防止漏电引爆。

16) 发现“瞎炮”时，必须由原爆破人员按规定处理，在妥善处理并由安全管理人员确认安全时，方可解除警戒信号。

17) 爆破后检查掌子面有无松动岩石或浮石，并及时清除。

18) 爆破工程监测应采取仪器监测和现场调查相结合的方法，主要包括：爆破前后被保护对象的外观变化；周围的岩土裂隙、层面变化；周围设置的观测标志变化；爆破振动、飞石、有害气体、粉尘、噪音、冲击波、涌浪等对人员、生物及相关设施等造成的影响。

7.7 初期支护

7.7.1 钢筋网片和钢架

1. 型钢、钢格栅、网片等支护材料及安装应符合设计及规范要求。

2. 钢架的栓接板尺寸应符合设计要求，两板面应密贴，连接螺栓孔应机械成孔，螺栓强度应进行试验检测符合设计要求，数量应满足设计要求，并连接牢固。

3.钢架安装壁面轮廓应坚实并修理平整，每段钢架应架立在原状土（岩）上，其拱脚或墙脚应支立牢固，不能支立牢固时应进行预加固。

4.钢架与壁面必须楔紧，每榀钢架及相邻钢架纵向必须连接牢固，连接筋间距、搭接长度及焊缝质量应符合设计及规范要求。

7.7.2 锚杆（管）

1.锚杆（管）的材质、规格、数量及花眼形式应符合设计及规范要求。

2.抗拔锚杆应在初期支护喷射混凝土后及时安装，支撑钢架的锁脚锚杆（管）应在钢架就位后及时安装。

3.锚杆（管）钻孔孔位、孔深和孔径等应符合设计及规范要求。

4.安装前将孔内清理干净，孔内砂浆应灌注饱满，锚杆外露长度不应大于 100mm。

5.锚杆应与岩面垂直，锚杆垫板与孔口混凝土密贴。

6.锁脚锚杆（管）安装后杆（管）体与钢拱架间夹角应符合设计文件要求，且应连接牢固，入孔后不得径向锤击。

7.应按照设计要求进行锚杆（管）拉拔试验。

7.7.3 喷射混凝土

1.喷射混凝土与岩面密贴，不得有空洞。

2.喷射混凝土操作台架应平稳，周边安装高度不小于 0.8m 护栏。

3.操作人员应按要求佩戴防护用品，尤其是防尘面罩。

7.7.4 初支背后回填注浆

1.注浆孔应在初期支护结构施工时按设计要求预埋。

2.注浆应在结构混凝土强度达到设计文件规定的强度，并尽可能封闭成环后进行。

3.初期支护背后回填注浆完成后，应采取雷达扫描或钻孔形式检查注浆密实情况，若存在空洞应及时进行充填注浆处理。

4.初期支护背后回填注浆压力应控制在 0.3~0.5MPa。

7.7.5 初支断面侵限处理

初支断面变形造成的侵限，宜采用注浆对围岩进行加固，待注浆加固满足开挖条件后进行处置，处置措施应严格按照审批后的方案实施。

7.8 防水作业

7.8.1 关键节点条件核查

防水作业施工前应进行关键节点条件核查，具体核查内容见下表。

表 7-5 防水作业施工关键节点条件核查内容

序号	验收条件	内 容	验 收 要 点
1	主控条件	施工方案	专项施工方案已通过监理审批；
2		资质资历	队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足施工要求；
3		培训教育及交底	专项施工方案已向作业层交底，各项交底已完成，岗前安全技术教育培训已完成；
4		材料	质量证明文件齐全，复试合格；
5		基面处理	防水基面已通过验收
6	一般条件	作业平台	作业平台已搭设完成，牢固，临边防护安全可靠，通过验收
7		人员	人员配置能否满足作业要求，特种作业人员落实情况，考核，教育，作业人员应体检合格；
8		应急准备	根据应急救援预案配备了应急人员、设备及物资
9		风水电	施工风、水、电满足施工需求。照明设施的电压应采用不高于 36V 的照明灯具。

7.8.2.防水施工

- 1.施工现场应配备消防器材。
- 2.应做好高空作业安全防护措施。
- 3.热风枪及暗钉圈射枪枪口不应对人，避免误伤。
- 4.在防水板焊接前，对爬焊机和热风枪进行检查，防止漏电伤人，操作人员应带防护手套，避免焊接过程中温度过高造成烫伤。
- 5.按照动火管理要求进行作业，采取有效措施，避免电焊中的火花飞溅破坏防水板。

7.9 二次衬砌

7.9.1 临时支护拆除

1.临时支护拆除前应进行关键节点条件核查，具体核查内容见下表。

表 7-6 临时支护拆除前关键节点条件核查内容

序号	验收条件	内 容	验 收 要 点
1	主控条件	施工方案	专项施工方案已通过监理审批，专项施工方案（包括应急预案）编制、审批、专家论证、审批齐全有效
2		培训教育及交底	专项施工方案已向作业层交底，各项交底已完成，岗前安全技术教育培训已完成；
3		监测	监测数据稳定，累计变化量、平均变化速率及最大变化速率等指标均能满足拆撑要求。根据方案要求完成了监测点布设
4		拆除试验	按设计及方案要求，确定拆除长度，并进行卸载试验
5	一般条件	作业环境	已完成现场警戒，操作平台满足施工要求，牢固可靠；
6		人员	人员配置能否满足作业要求，特种作业人员落实情况，考核，教育，作业人员应体检合格；
7		机械设备	设备满足施工要求
8		应急准备	根据应急救援预案配备了应急人员、设备及物资
9		风水电	施工风、水、电满足施工需求。照明设施的电压应采用不高于 36V 的照明灯具。

2.严格按照审批后的方案进行拆撑试验，确保拆除安全。

3.临时支护拆除过程中，应加强监控量测，发现监测数值异常时，暂停临时支护拆除并采取加固措施。超出预警值时应立即发出警报，通知洞内人员立即撤离。

4.拆除临时支护后，对临时支护上残留的钢筋头进行清除，以防止拆除的临时支护在运输或再利用过程中，短钢筋碰伤、划伤施工人员。

7.9.2 钢筋工程

1.墙、柱、梁等大结构钢筋绑扎时应采取防倾倒措施。

2.拱部钢筋绑扎应采取防坍塌措施。

3.预留钢筋应采取防护措施，避免损伤作业人员。

4.高处（2m 及以上）安装钢筋作业，应搭设操作平台，设置上下通道，严禁攀爬

或站在钢筋骨架上。

5.禁止在钢筋作业面上堆载。

7.9.3 模板及支架

1.模板台车

1) 模板台车应进行专项设计，强度、刚度、稳定性满足施工要求。

2) 模板台车移动时，应有专人指挥，设备、电线、管路应在台车移动时，采取有效措施进行保护。

3) 台车上应设置人行步梯、扶手、栏杆及安全警示标识。

4) 台车安装完成后自检，监理工程师验收合格后挂设验收标识牌。

5) 台车底部钢轨安装必须平直，保证台车走形顺畅。

6) 端头模拆除应根据实际情况设置防坠网，防止坠落伤人。

2.非标准段的模板应符合隧道断面设计文件规定的尺寸；合拢段拱顶模板应设置混凝土浇筑口和排气孔；端头模安装牢固；高支模严格按照施工方案执行。

3.脚手板应铺满、铺实，外侧应设置高度不低于 180mm 的挡脚板及 1200mm 高的两道防护栏杆，防护栏杆应在立杆 0.6m 和 1.2m 的碗扣接头处搭设两道；平放在横杆上的脚手板，必须与脚手架连接牢靠，可适当加设横杆，脚手板探头长度应小于或等于 150mm。

4.人行坡道坡度宜小于或等于 1: 3，并在坡道脚手板下增设横杆，坡道可折线上升。

5.高支模支撑体系施工前应进行关键节点条件核查，具体核查内容见下表。

表 7-7 .高支模支撑体系关键节点条件核查内容

序号	验收条件	内 容	验 收 要 点
1	主控条件	施工方案	专项施工方案已通过监理审批，专项施工方案（包括应急预案）编制、审批、专家论证、审批齐全有效；
2	主控条	体系制度	工程安全保证体系及制度建设完善
3		资质资历	分包队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足施工要求；

序号	验收条件	内容	验收要点
4	件	培训教育及交底	专项施工方案已向作业层交底，监理细则已向施工单位进行书面交底，岗前安全技术教育培训已完成；
5		监测	监测点布置符合方案要求。
6		机械及设备	进场验收记录齐全有效，特种设备安全技术档案齐全。安装稳固，防护到位。
7		材料	质量证明文件齐全，复试合格；
8		地基处理	地基加固已通过验收
9		支撑体系及临边防护	支架支撑体系已验收合格，作业平台临边防护到位；
10	一般条件	人员	人员配置能否满足作业要求，特种作业人员落实情况，考核，教育，作业人员应体检合格；
11		应急准备	根据应急救援预案配备了应急人员、设备及物资
12		风水电	施工风、水、电满足施工需求。照明设施的电压应采用不高于 36V 的照明灯具。

注：高大模板支撑系统是指混凝土构件模板支架搭设高度 8m 及以上，或搭设跨度 18m 及以上，或施工总荷载 15kN/m²（或集中线荷载 20kN/m）及以上的模板支架系统。

7.9.4 混凝土

1. 支架搭设完成后，依据技术交底对立柱间距、立柱搭接、扫地杆、水平杆、剪刀撑设置等内容进行自检，合格后报监理验收。混凝土浇筑前，应对台车和端模的刚度和加固措施进行安全检查。

2. 泵管应单独设置支撑体系。

3. 混凝土输送管设置应符合《混凝土泵送施工技术规范》(JGJ/T10-95)，输送管接头应连接牢固，严格密封，不能滴漏，避免爆管风险。

7.10 隧道运输

1. 隧道运输车辆车况良好，产品合格证明文件齐全，安全装置齐全，报监理工程师验收批准后使用。

2. 运输设备应专人定期检查、维修、保养，并做好维保记录，严格按照规程操作，

建立设备管理台账。

3.洞内运输设备照明、信号系统完善，启动前鸣笛示意。

4.车辆设备作业时注意周边安全，防止碰撞及伤害。

5.运输道路应满足最小行车限界要求，经常检查维护，保持通畅，设置限速等交通标识。

6.隧道内各种运输设备禁止载人。

7.隧道内运输车辆严禁超载、超高、超宽，斗车装料高度不宜高于车顶 400mm，并不得超宽；平板车装料高度不宜大于 1m，并应有可靠固定措施，宽度不宜大于 150mm。

7.11 作业环境

1.应对全体作业人员进行职业病危害交底，并做好相应的防护措施。

2.应按施工组织设计及专项施工方案进行风、水、电线路的布设。

3.隧道施工洞内应设双回路电源，并应有可靠切断装置。照明线路电压不得大于 36V。隧道施工范围内应有足够的照明。

4.隧道内采用通风、洒水等措施，并测定粉尘和有害气体的浓度，不得超标。

5.凿岩、放炮喷射混凝土后宜进行喷雾、洒水，出渣前应用水淋湿石渣和附近的岩壁。

6.从事开挖、喷锚的作业人员均应佩戴防尘口罩，从事钻孔等噪音较大的工作人员均应佩戴耳塞。

7.隧道内通风应满足各工作面需要的最大风量。

8.通风管路应顺直，接头应严密，弯管半径不应小于风管直径的 3 倍；压入式风管的风口距离工作面的距离不宜大于 15m，吸入式风管的风口距工作面的距离不宜大于 5m。

7.12 冬期施工防护措施

1.并在冬季来临前对相关管理和作业人员进行冬季施工技术交底、相关安全知识培训。

2.在进入冬季前准备好足够的保温物资、供热能源，为冬季施工的正常进行打下良

好的基础；对冬季施工的计量系统、机械、设备、管线等进行全面检修，更换老化元器件，备用一定量的易损零配件；结合机械设备的换季保养，及时更换润滑油；对使用防冻液的机械设备确保防冻液符合当地防冻要求，未使用防冻液的机械设备采取停机后排放冷却水或进入暖棚车间等防冻措施。

3.保温分洞外保温和洞内保温。洞外砂石料场及拌和站均搭设暖棚，并覆盖棚布密封，保证不漏风，机械出入口安排专人开启门帘。暖棚内升火炉加热，保证暖棚内温度不低于 10℃。洞内保温主要采取洞口挂保温门帘、洞内升火炉加热的方法，保证洞内温度不低于 5℃。为了防止洞内输水管路受洞外的影响导致堵塞或不畅通，保证掌子面正常施钻，洞外输水主管路均采用保温材料包裹，高压水池须采取覆盖保暖措施。

4.检查住房及仓储用房是否达到过冬条件，及时按照冬季施工保护措施施作保温棚，准备好加温及烤火器件。当采用煤炉和暖棚施工时，作好防火、防煤气中毒措施，棚内必须安设通风口，保证通风良好，并准备好各种抢救设备。

5.在进入冬季前，施工现场提前作好防寒保暖工作，对人行道路和作业场所采取防滑措施。

6.加强各种压力容器的管理，压力计等仪器仪表工作状态良好，禁止对乙炔瓶、氧气等压力容器加热，并应远离热源，严防爆炸事故发生。

7.冬季车辆启动发动机前，严禁用明火对既有燃油系统进行淤热，以防止发生火灾。

8.冰雪天行车，轮胎要设置防滑链；司机在出车前检查确认车辆的制动装置是否达到良好状态，不满足要求时不得出车；遇有大风、大雪大雾不良气候时停止运行。

9.冬季停工，越冬期间现场水源宜全部停止使用，进行维护。现场电源仅留部分生活用电，其余电箱宜全部上锁，并封闭维护。

7.13 施工监测

1.施工监测应根据工程地质条件、周边环境条件、设计文件、施工方案及风险评估报告编制施工监测方案。

2.矿山法隧道监测项目及监测点布设应符合下表的规定。

表 7-8 矿山法隧道监测项目及监测点布设要求

序号	监测项目	监测点布设
1	初支结构拱	沿每个导洞轴线方向在隧道拱顶 5m~30m 宜布设一横向监测断面，每个断面

城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南

序号	监测项目	监测点布设
	顶沉降	宜布设 1 个~3 个监测点
2	初支结构底板隆起	监测点宜布设在隧道底部，与拱顶沉降点宜对应布设
3	初支结构拱顶沉降	沿每个导洞轴线方向在隧道拱顶 5m~30m 宜布设一横向监测断面，且宜与拱顶沉降监测点在同一断面上，每个断面宜布设 1 条~3 条测线
4	中柱结构竖向位移	应选择代表性的中柱进行竖向位移监测，每个车站监测数量不应少于中柱总数的 10%，且不少于 3 根。
5	初支结构应力	宜在地质条件、环境条件复杂的部位布设监测断面，每个断面监测点数量宜为 15 个~20 个
6	中柱结构应力	应选择代表性的中柱进行竖向位移监测，每个车站监测数量不应少于中柱总数的 10%，且不少于 3 根。在中柱同一水平面内宜均匀布设 4 个应变计
7	地表竖向位移	应沿每条隧道或分部开挖导洞的轴线上方地表布设，点间距为 5m~15m；应根据地质条件、环境条件布设横向监测断面，断面间距宜为 10m~100m，每个断面监测点的数量宜为 7~11 个。
8	地下水位	降水区及影响范围内宜分别布设水位观测孔。
9	土体分层竖向位移、水平位移	在地层疏松、存在土洞、溶洞等地质条件复杂地段或邻近重要建（构）筑物、地下管线等周边环境条件复杂地段应布设监测点
10	初支结构围岩压力	宜在地质条件、环境条件复杂的部位布设监测断面，每个断面监测点数量宜为 15 个~20 个
11	建（构）筑物竖向位移	位于主要影响区时监测点沿外墙间距宜为 10m~15m，位于次要影响区时监测点沿外墙间距宜为 15m~30m
12	建（构）筑物裂缝	应选择有代表性的裂缝监测
13	建（构）筑物水平位移	监测点应布设在邻近竖井或隧道一侧的建（构）筑物外墙、承重柱、变形缝量测及其他有代表性的部位
14	建（构）筑物倾斜	监测点布设应主体结构顶、底部上下对应按组布设，每组不少于 2 个点
15	地下管线竖向位移	管线的节点、转角点等位移变化敏感部位应布设监测点
16	地下管线差异位移	
17	地下管线水平位移	土层偏压或附加荷载地段进行水平位移监测，监测点位置及数量应根据现场实际情况确定
18	桥梁墩台竖向位移	监测点布设在墩柱或承台上，每个墩柱和承台不应少于 1 个测点（删除）
19	桥梁墩台差异沉降	
20	桥梁墩柱倾斜	监测点应沿墩柱顶、底部上下对应按组布设，每组不少于 2 个测点

序号	监测项目	监测点布设
21	桥梁裂缝	监测点应选择有代表性的裂缝监测
22	桥梁梁板应力	监测点宜布设在梁板结构中部或应力裱花较大部位
23	路基竖向位移	可按照各施工工法地表竖向位移监测点布设原则，并结合工程实际情况布设
24	既有城市轨道交通	隧道结构竖向位移，轨道结构竖向位移，隧道、轨道结构裂缝，轨道几何形位，隧道结构水平位移，隧道结构净空收敛等项目的监测应符合设计文件要求
25	既有城市轨道交通地面线、铁路	路基竖向位移，轨道几何形位监测点布设符合设计文件要求
26	临近建构筑物及地下管线爆破振速	建筑物四角、管线接头，产权单位要求的部位，爆破同时进行

7.14 防坍塌措施

1.应对周边环境详细调查，做好安全风险辨识和分级管控，制定防坍塌措施，并提交监理审核，细化作业工序安全技术交底，在施工全过程认真落实专项方案和质量安全风险管控措施，做好相关资料的记录和存档工作。

2.加强管线调查，施工影响范围内每一条地下管线都要详细调查，掌握管线坐标、埋深、走向、管材、建筑年代、产权单位相关联系电话、附近阀门井位置、检查井位置等准确信息，并做好记录。

3.应按规定进行地质预测、预报。配专人负责超前地质预报工作，隧道开挖过程中，应进行地质素描并做好记录，将超前地质预报预测纳入工序管理。地质复杂、地下水丰富及沿线地下有城市供（排）水管网区域，应在掌子面进行超前水平钻孔，探测围岩的工程地质和水文地质情况。

4.严格按照“十八字”方针控制开挖进尺和步距，开挖后及时支护，控制爆破振速。

5.应保证隧道初支体系施工质量。按照设计要求，确保各类锚杆（管）施做数量和施工质量。保证钢拱架纵向连接的施工质量，防止初支结构失稳。

6.应建立完备的隧道施工监控量测系统。监控量测点必须及时埋设，保证量测数据的准确性和数据分析的及时性，用量测数据指导隧道施工。出现监测数据超标，立即启动预警、报警、消警预案，及时采取措施，严禁带警作业。

7.当遇到地质与地勘提供资料有差异时，及时进行围岩变更，调整施工参数，并及

时进行技术交底，督促现场按要求施工到位。

- 8.做好初期支护背后注浆工作，保证初期支护与围岩密贴，杜绝空洞。
- 9.应针对隧道施工编制应急预案，并进行演练，反复总结、提高应急能力。

第八章 高架施工

8.1 一般规定

8.1.1 施工方案

施工单位应编制重要部位/工序（基坑开挖及支护、基坑降水、现浇梁/板/柱混凝土浇筑、挂篮悬臂梁浇筑、模板支撑工程、承重支撑体系、大型起重机械安装及拆卸、预制梁架设、钢箱梁吊装、跨越铁路、道路的梁体施工、施工监测、应急预案等）的专项施工方案。其中超过一定规模的危险性较大的分部分项工程（深基坑工程、模板工程及支撑体系、起重吊装及起重机械安装拆卸工程、钢结构安装工程等）的专项施工方案应经专家论证会论证。专项施工方案内容齐全，并具有针对性。

8.1.2 关键节点条件核查

关键节点条件核查工程主要包括：深基坑开挖、跨越铁路或道路的预制梁架设、跨越铁路或道路的挂篮悬臂混凝土浇筑施工、架桥机安装、架桥机走行、预制梁架设、钢箱梁吊装、模板工程及支撑体系。

8.2 桩基

8.2.1 钻孔

1.钻机安装时，机架应垫平，保持稳定，不得产生位移或沉陷，钻架顶端应用缆风绳对称张拉，地锚应牢固。

2.采用旋挖钻机钻孔时，钻渣不得堆积在孔口周围，防止坍塌，造成桩机倾覆、人员伤亡。

3.采用冲击钻机停钻时，钻头应提出孔外安全放置，孔口应临时防护。

4.在高压线或营业线附近施工，应有防触电和防设备倾覆措施。

5.施工机械作业时管理人员、技术人员、设备操作、指挥人员进行相应安全交底，作业面应增设警戒区。

8.2.2 泥浆

- 1.泥浆池选址应远离基坑、地下管线、地下构筑物等对地基影响较大的地方。
- 2.泥浆池四周应设置护栏及明显的警示标志，夜间应悬挂示警红灯，防止人员误入。
- 3.泥浆应根据施工机械、工艺及穿越土层情况进行配合比设计，施工过程中严格按配合比施工，防止孔口塌陷，造成桩机倾覆、人员伤亡。

8.2.3 钢筋笼吊装

- 1.钢筋笼吊装前，应采取措固定施防止其在起吊过程中产生过大变形、散架，坠落造成人员伤亡。
- 2.钢筋笼吊装前，应对吊具进行全面检查，防止钢筋笼在安装时发生倾覆。
- 3.钢筋笼孔口连接时，孔内钢筋笼应固定牢靠，钢筋连接人员与起重操作人员应协调一致。

8.2.4 水下混凝土灌注

- 1.水下浇筑混凝土时，应搭设浇筑作业平台，并设孔口防护，确保施工操作人员安全。
- 2.拆卸导管时，应在导管完全松开后，方可起吊移开。采用人工抬运导管时，应有防滑措施。

8.2.5 桩头破除

- 1.采用手工破除桩头时，大锤应把握牢固，扶钎人应使用夹具，不得徒手扶钎，使锤人不得与扶钎人面对面操作。
- 2.使用风动工具破除桩头，应严格按操作规程进行作业，并佩戴防护用品。应及时清除拆除的碎块。
- 3.桩头吊装时吊带应绑扎牢靠，吊点下方严禁站人。

8.2.6 人工挖孔桩

- 1.技术准备

1) 施工单位应编制人工挖孔井内涌水涌沙、坍塌、中毒、窒息、触电、物体打击等事故专项应急预案。

2) 施工现场管理人员应当向作业人员进行挖孔桩施工专项安全技术交底, 交底内容应包含井下突发情况逃离、疏散、中毒急救等措施, 并由双方共同签字确认。

3) 人工挖孔桩施工应根据施工图纸和工程地质、水文地质条件、周边环境调查情况、当地人工挖孔桩施工相关规定等, 编制指导性强的挖孔桩专项施工方案, 并经监理、建设单位等单位审批通过后实施, 开挖深度超过 16m 的人工挖孔桩专项施工方案应组织专家评审论证。

2. 提升设备

挖孔桩施工每孔应配备专用提升设备, 提升设备底座应设置厚度不小于 50mm 的垫板并确保放置稳妥, 确保能承受一定的侧向冲击力不致侧翻。设备防锈、吊绳、滚筒反锁装置、吊环自锁装置应定期检查并形成维保记录, 提升设备使用及管理还应满足 5.5 章节的相关规定。

3. 护壁

1) 在开挖前应做好护壁方案设计, 在开挖过程中应认真复核地质情况, 根据不同地质条件做好孔壁防护工作, 护壁厚度符合设计及方案要求且不应小于 100mm, 采用混凝土护壁时护壁台节长度不得大于 1m。

2) 护壁混凝土强度应符合设计要求, 并采用机械搅拌, 浇筑时应确保混凝土振捣密实。

3) 护壁拆模强度应符合设计要求, 当出现裂缝等质量缺陷时, 应及时采取补救措施, 应经监理单位验收后方可进行下道工序施工。

4. 通风及检测

1) 当开挖孔深超过 4m 时, 下井作业前应用毒害气体检测仪或活体检测等方法对孔内气体进行检测, 并形成记录, 气体检测发现异常应先进行通风处理, 孔内气体正常后方可进入作业。

2) 开挖深度超过 5m 或有其他特殊要求时, 井下作业应采用通风机不间断送风, 风量、送风管道长度应满足现场通风需求, 确保作业面新鲜风量符合设计要求。

3) 施工现场应配备足量自吸氧式防毒面具, 作业人员下井作业期间均应携带。

5.开挖

1) 多孔同时施工时,应采取间隔挖孔方法,相邻孔不能同时挖孔、成孔,必须待相邻孔混凝土强度达到设计要求后,方能挖孔,以保证土壁稳定。

2) 护壁达到设计强度后方可按规定的进尺开挖,每循环掘进深度不应大于 1m(土质较差时应适当减少),并随挖随护。

3) 挖孔桩施工时应采取措施防止地表水流入孔内,如遇孔内透水或降雨孔内积水时应及时排水、及时护壁,以防止土质浸泡后变软而造成塌方,严禁边开挖边抽水。

4) 孔深开挖至设计深度经验孔后应及时封底。

6.上下井梯及通道

1) 当设计开挖深度超过 2m 时,应设置人员上下井梯,上下井梯设置应符合设计及施工方案要求。

2) 应配置安全可靠的升降设备,并由培训合格的操作人员操作,运送作业人员上下孔应采用专用乘人吊笼,严禁采用运泥土吊桶调运人员,人员上下不得携带机具、材料。

3) 井边应设置人员逃生专用通道,施工全过程应确保通道通畅。

7.井边荷载

挖出的土方应随出随运,暂时不能运走的应堆放在孔口边缘 0.8m 以外,且堆土高度不应超过 1m;孔内有人作业时,3m 以内不得有机动车辆行驶、机械作业或停放。

8.配合与监护

1) 在施工过程,地面应配备专人进行施工过程跟踪、监护,发现隐患及时疏散井下作业人员。

2) 地面应有专人配合井下作业,孔内作业人员与地面人员应保持通讯通畅。

9.井边及孔内防护

1) 孔口护壁应高于地面 200mm,孔口周边设 1.2m 高封闭护栏,孔口边附着物应固定牢靠,防止坠落孔内。

2) 暂不施工的孔口都应加盖防护板(网)等措施可靠封闭,并设置隔离区及警示标识,夜间还应悬挂警示灯。

3) 孔内附着物(不到孔底的钢筋笼、串筒、钢爬梯、水管、风管等)应在孔壁上固定牢靠,防止坠落。

4) 孔内作业人员必须戴好安全帽等防护用品方可作业, 孔下需要工具、物品时应用提升设备递送, 严禁向孔内抛掷。

5) 孔深超过 5m 时, 应在孔内护壁的上方设置半月水平防护板(网), 遮盖孔水平面的一半, 防护板随桩孔挖深逐步下移, 使其保持在距作业面大约 3m 处。吊桶在孔内吊运泥土时, 孔内作业人员应暂停施工, 躲避到防护板下。半月防护板必须坚固可靠, 网格密度符合要求, 能承受一定的冲击力, 阻挡坠物伤人。

10. 施工条件核查

人工挖孔桩施工除严格按照开挖专项施工方案相关要求进行筹备工作, 还应对施工条件进行核查, 核查项目详见下表 8-1 所示。

表 8-1 人工挖孔桩施工前条件核查

序号	验收条件	内容	核查要点
1	主控条件	设计、勘察交底	施工现场已完成设计、勘察交底。
2		专项方案审批、评审	人工挖孔桩专项施工方案已完成审批, 深度超过 5m 的挖孔桩专项施工方案评审, 相关审批、评审意见已整改落实。
3		专项应急预案	人工挖孔桩专项应急预案编制、审批情况。
4		安全技术交底	交底内容应包含突发情况逃离、疏散、中毒急救等措施。
5		提升设备	提升设备验收、管理应符合相关规定。
6		护壁	人工挖孔护壁厚度、长度、砼强度、质量缺陷处理应符合护壁方案设计要求。
7		通风及检测	孔内气体检测方法、作业面新鲜送风量应符合相关要求。
8		开挖	相邻孔间隔挖孔、护壁强度、循环进尺深度, 抽排水及封底及时性。
9		上下通道	开挖深度超过 2m 的人工挖孔上下井梯及通道设置应符合要求。
10		井边荷载	堆载距离、高度及周边机械动载控制
11	一般条件	施工配合及监护	孔内与地面通讯畅通、地面有专人配合施工及监护
12		井边、孔内防护	孔口护壁、防坠落护栏、上下人员防护板等设置。
13		分包单位	分包队伍资质、安全生产许可证等资料齐全, 安全生产协议已签署, 人员资格满足要求。

14	质量保证资料	相应质量保证资料齐全。
15	其他	设计及规范规定的其它要求。

8.3 承台

8.3.1 基坑开挖

1.基坑放坡开挖的坡率、降排水、坡面防护、坡体加固、开挖方法、基坑边堆载等应符合专项施工方案及设计要求。

2.基坑支护开挖的支护体系架设、连接、防滑移、防坠落等应按专项施工方案和设计要求采取相应的支护措施，支护体系应及时施做，支护锚杆（索）应按要求进行拉拔试验。

3.基坑开挖前应对支护体系和降水效果进行检查，满足设计要求后方可开挖。

4.高架车站基坑开挖作业应设置临时防护及专用通道，防护高度和牢固程度及通道的设置应符合规范要求。

5.承台施工过程中，应对基坑进行监测，如有异常，立即停止施工，撤离基坑内作业人员，采取有效的支护措施后方可复工。

6.承台施工完成，在结构强度及回迁管线满足设计要求后，应及时进行基坑回填。

8.3.2 钢筋吊装

1. 钢筋吊装应捆扎结实，防止碰人撞物。

2.钢筋作业人员应佩戴安全防护用品。

8.3.3 模板安装

1.模板应按施工方案进行安装固定。

2.模板安装时，支撑应与基坑边坡（壁）顶贴密实、稳固。对拉螺杆应严格按照施工方案设置。

8.3.4 混凝土浇筑

- 1.混凝土应分层、对称浇筑，防止浇筑荷载不均或局部过大造成模板倾覆。
- 2.混凝土振捣时严禁碰触钢筋及模板。
- 3.混凝土浇筑过程中应加强对支撑体系及模板变形的检查。

8.4 墩台帽（墩柱、系梁、盖梁、垫石及支座）

8.4.1 脚手架及作业平台搭设

- 1.脚手架及作业平台应搭设牢固，不得与模板及支撑体系连接。应设置上下作业通道。周边应挂安全密目网。
- 2.高处作业上下重叠施工时，应设置安全网等防护措施。
- 3.塔吊基础应牢固，与桥墩进行可靠连接。
- 4.脚手架搭设前应进行受力检算，地基坚实，四周排水通畅。
- 5.脚手架搭设较高或风力较大时，应增设缆风绳并锚固牢固，必要时与墩柱拉接。
- 6.系、盖梁施工可采用抱箍式操作平台，安装抱箍时宜采用扁担式吊蓝。抱箍内部用橡胶皮等软材料环包增加摩擦力。抱箍上下在墩柱部位设置定位标记并定期进行监测。操作平台主梁之间对拉连接应牢固。采用碗扣式或钢管支撑支架时，基础应水平、坚实、平整。
- 7.垫石施工宜采用框架组合型防护，安装在盖梁上部，支架高度不宜小于 1.8m。组合防护采用钢丝绳或安全带悬挂方式，拉结点提前预埋。

8.4.2 钢筋安装

- 1.墩柱钢筋安装应采取防倾覆措施防止钢筋骨架倾覆。
- 2.在钢筋骨架上应做好电线及电缆安全防护。
- 3.钢筋安装应有可靠的固定措施。

8.4.3 模板安装及拆除

- 1.模板应进行专项设计。

2.拼装高度 2m 以上的竖向模板应搭设作业平台，安装过程中应设置临时固定设施，作业人员应走专用通道，严禁利用模板或支架上下攀登。

3.模板采用整体吊装时，应连接牢固。起吊安装过程中，应栓溜绳，不得碰触模板和脚手架。

4.模板拆除应遵循“自上而下、分块分节、先挂后拆”的原则进行。

8.4.4 混凝土浇筑

1.混凝土应分层浇筑。

2.混凝土振捣时严禁碰触钢筋及模板。

3.混凝土浇筑过程中应观察模板是否存在变形、跑模现象，如有异常，立即停止浇筑，采取有效加固措施后方可继续浇筑。

8.4.5 支座施工

1.支座安装前，墩顶及支座锚栓孔中的积雪、冰冻、积水和其他杂物应清理干净，并采取必要的防滑措施。支座在墩顶存放时，要固定牢固。

2.吊运支座时，墩顶作业人员应待支座稳定后再扶正就位。人工抬运支座时，应协调一致，防止挤压手脚。

3.上支座板与梁底预埋板间不得有间隙。支座下的灌浆强度达到 20Mpa 后，拧紧下支座板锚栓，并拆除各支座上、下连接钢板及螺栓，再拆除临时千斤顶。

4.共同作用的多台千斤顶应选用同一类型，并用油管并联。千斤顶、油泵、油管、压力表等使用前应分别进行试验。

5.使用千斤顶顶梁安放支座时，应及时落梁到支座，严禁长时间用千斤顶支承梁体。

6.顶落梁时，应有保除设施，随着顶升及时安放或撤除。两端支点不得同时起落。顶升或平移时，应缓慢平稳，各道工序派专人检查，统一指挥。

8.5 预制梁制作与架设

8.5.1 预制梁制作

1.制、存梁台座地基应有足够的承载力，台座应有足够的强度、刚度和稳定性。

- 2.制、存梁台座四周应设置良好的排水系统。
- 3.钢模板翼模外侧应加宽，布置人行道及栏杆。两端设置人员上下扶梯，端模处设置栏杆。
- 4.钢筋骨架和箱梁内模在龙门吊整体吊装时应配备专用吊具，多吊点均匀起吊。两台吊车同时起吊时，应统一指挥，同步起吊和横移，同时配备专业起吊人员（信号工、司索工等）。
- 5.预制梁混凝土浇筑完成后，抽拔预应力孔道胶管时，应清除卷扬机工作区域内障碍物，梁端附近严禁站人，防止胶管回弹伤人。
- 6.混凝土浇筑后加强梁内通风（梁内环境应考虑有限空间作业安全要求）拆除内模时应缓慢匀速进行，内模内不得站人，应将已拆下的端模及侧模支撑固定。
- 7.后张法制梁时钢绞线开盘时纠正乱盘和扭结，使用砂轮机切割下料，并配置专门防护架，防止钢绞线弹出伤人。高压油管使用前应作耐压试验，油压泵上的安全阀应调至最大工作油压下能自动打开状态。油压表、高压油管、接头安装紧密，油路畅通，不得漏油。张拉应设置专用工作平台，平台应有防护屏障，设置明显的警示标志，非工作人员禁止入内。张拉时千斤顶后面及油管接头附近不得站人，不得踩踏高压油管。张拉设备运转异常应立即停机检查维修，锚外钢绞线采用砂轮机切割，切割时不得伤害锚具，张拉后应严禁撞击锚具、钢束。
- 8.先张法制梁时张拉台座应能满足直线和折线配筋的工艺要求，张拉横梁受力后的最大挠度不得大于 2mm，锚板受力中心应与预应力筋合力中心一致。抗倾覆安全系数不小于 1.5，抗滑移系数不小于 1.3。张拉中使用的工具和锚具，在使用前作外观检验和探伤检测，已有裂伤者严禁使用。折线配筋的先张梁，应对转辙器作外观和探伤检查。浇筑混凝土时，振捣器不得撞击钢绞线。张拉预应力时，应采取防护网、防护墙等安全防护措施，操作人员应站在千斤顶的两侧。梁体混凝土强度、弹性模量和龄期达到设计要求时放松预应力筋。采用楔块放松预应力筋时，应控制楔块同步缓慢滑出。超顶法放松预应力筋时各台千斤顶必须配备单独油路。
- 9.管道压浆前，应调整好安全阀，关闭阀门时，作业人员站在侧面，戴防护眼镜。
- 10.提梁时，应对吊索具进行检查。
- 11.梁存放时，应采取防倾覆措施。

8.5.2 设备安装调试

1.提、运、架设备或其配套设备应提供合格证明文件和说明书。设备进场时监理单位应对设备的主要功能及使用要求组织验收。设备动力系统、液压系统、电气系统（制动系统）等安装完毕后应进行调试，并形成记录。设备组装完成后应进行试运转，并请专业检测机构进行验收，验收合格后，向项目所在地特种设备管理部门进行备案。

2.提、运、架设备操作人员应经过技能培训，同时应取得相关部门颁发的操作证件持证上岗。所有运、架梁作业人员均应经过安全培训，熟悉运、架梁工艺过程。

3.邀请厂家专业人员定时、定期对提、运、架设备进行周期性保养、维修

8.5.3 架梁条件

1.架桥机结构件安装位置关系应正确，线形符合设计要求，联结螺栓不得漏装、错装且未拧紧，焊接焊缝应符合设计要求。

2.动力装置安装位置应正确，与底架联结牢固，与工作机构的连接管路正确。

3.架桥机应设有接地装置、避雷设施、电气绝缘，且应符合规范要求。

4.应对架桥机具的液压系统进行检查，且应满足安全施工要求。

5.应对架桥机的运载、行走、提升、支承托架等机构进行重载试验并形成记录。

6.应对架桥机具进行验收或试吊检验。

7.应对架桥机进行周期性工作检查并记录。

8.架桥机走行前施工单位应进行关键节点条件核查，核查条件项目按表 8-2 执行。

表 8-2 架桥机走行前核查条件

序号	验收条件	内容	验收要点
1	主控条件	结构件	主要受力构件不应有严重塑性变形和裂纹，不应有严重锈蚀；金属机构连接焊缝不得有严重缺陷；螺栓连接不得松动，不应有缺件、损坏
2		主要零部件与机构	起升机构制动器应为常闭状态。制动器零部件不应有裂纹、过度磨损、塑性变形、漏油等缺陷。制动器调整适宜，制动平稳。

城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南

序号		内容	验收要点
3	验收条件	电气系统	电气线路对地的绝缘电阻, 不得低于 $0.8M\Omega$, 潮湿环境不得低于 $0.4M\Omega$; 总电源应设短路、失压、零位、过流保护。架桥机应有可靠的接地, 接地电阻不得大于 4Ω , 零线重复接地的接地电阻不得大于 10Ω
4		安全装置与防护措施	起升机构应设起升高度限位器, 且有效; 架桥机应设置紧急断电开关, 紧急断电开关应不能自动复位, 且应设在司机操作方便的位置。架桥机应设有行车报警系统
5		额载试验	起升额定载荷 (或按工程实际最大起重量进行试吊, 双小车架桥机按 $Gn/2$ 加载), 测量跨中挠度值, 节间销接的挠度不应大于 $S/250$, 节间高强度螺栓连的挠度不应大于 $S/250$ 。试验后桥机不应有裂纹、连接松动、构件损坏等
6		过孔试验	架桥机过孔应平稳、安全、无异常, 能实现设计规定的过孔跨度
7	一般条件	技术资料	应有制造单位特种设备制造许可证、产品合格证、备案证、安装前的告知手续、安装单位的资质证明、安装单位的安全生产许可证 (且在有效期内)、安装拆卸合同、安装拆卸施工方案、安装人员特种工作操作证、安装使用说明书
8		作业环境及外观	架桥机应有铭牌, 额定起重量标志, 作业区应设置警戒标志及设施; 架桥机上应有保证人员安全、方便人员通向前支腿的通道
9		大车横移轨道	轨道结构间隙不得大于 $5mm$, 高差不得大于 $2mm$, 侧向错位不得大于 $2mm$ 。固定轨道的螺栓和压板不应缺少, 且应固定牢固。轨道不应有裂纹、严重磨损等影响安全运行的缺陷
10		主要零部件与机构	钢丝绳及其固定应符合相关标准要求; 滑轮应符合相关标准要求。减速器、联轴器、卷筒应符合相关标准要求; 车轮应符合相关标准要求
11		电气系统	电气设备及电气元件的构件应齐全完整、固定牢固; 传动部分应灵活、无卡阻; 绝缘材料无破损。架桥机应设置总电源开关, 且应设在地面人员易于操作的地方。架桥机应有示警音响信号, 且在工作场地范围内能清楚听到
12		液压系统	有相对运动的部位采用软管连接, 易受损坏的外露软管应加防滑套; 液压管路接头阀组等元件不得漏油
13		安全装置与防护措施	大 (小) 车运行机构应设极限位置限位器, 且有效, 缓冲器与端部止挡应对接良好、固定牢靠。大 (小) 车运行机构应设扫轨板, 扫轨板距轨道不得大于 $10mm$; 架桥机上外露可能伤人的活动零部件应装设防护罩, 电气设备应装设防雨罩
14		空载试验	各种安全装置工作有效; 各机构运转正常, 制动可靠; 操作系统、电气控制系统工作正常; 各运行机构无啃轨现象

8.5.4 提、运梁及架设

1. 预制梁装卸时吊、支点位置应符合设计要求，梁体两侧应有防止倾倒的可靠支撑和牵引保护措施。

2. 架梁前应对架梁设备进行空载和重载试验。重载试验后应对架桥机各种螺栓复拧，并检查起升、走行及制动系统，检查合格后方可架梁作业。

3. 应定期对提、运、架设备进行检查，重要部位（轮、吊杆、吊钩等）应进行探伤检查。设备发生故障由专业人员维修处理。

4. 提、运、架设备必须有自锁、互锁、联锁保护装置，防止误操作。

5. 移梁前，应对提梁机进行检查调试，确保设备运转正常，并清除起重工作范围内和走行限界内的障碍物。

6. 梁体起吊前应检查吊具连接是否可靠，调整各个吊杆，使其受力均匀后方可起吊。

7. 起吊梁体时，应在顶板下缘吊孔处垫以钢垫板，垫板应与梁顶板底密贴。升降系统提升箱梁应缓慢、匀速进行。梁体吊离台座 100~150mm 后，提梁机应停车制动，检查吊杆螺栓是否紧固，起升制动是否可靠，确认良好后方可续继作业。

8. 大雨、大雪、大雾或风力超过 6 级，气温低于设计容许范围时，提梁机应停止作业。台风来临或风力达到 10 级以上时，应将提梁机可靠锚碇。

9. 停止作业时，应将起吊物卸下，吊钩升至规定高度。大、小车停到规定位置，并锚碇运行机构。制动器要保持在工作状态，操作杆放在空档。关闭所有操作按钮并切断电源，锁住所有操作室及电控柜，并关门上锁。

10. 移梁前，应对移梁台车进行检查调试，确保台车系统运转正常，清除走行限界内的障碍物。

11. 移梁过程中，起梁千斤顶应设置防回油保险装置，两端移梁台车走行应保持同步，4 支点平整量不大于 2mm，每个支点的实际反力与 4 个支点的反力平均值相差不应超过 10%。

12. 运架设备通过的便道应进行专门的勘察设计，通过的桥涵、路基，特别是高填方及桥头路基，其承载力经检算合格后方可通过，必要时应采取加强措施。

13. 运架设备所经过路线的净空，坡度和转弯半径必须满足设备的性能要求。

14. 运梁车重载在已架好的梁上通过时，应通过检算确认。

15.运梁作业时，每班至少配备两名设备操作人员，以及一名指挥引导员和一名瞭望看护员，同时应明确各自岗位职责。

16.运梁前，应派专人负责对运梁车经过的线路进行检查，确定运输线路上无障碍物，运梁车必须严格按照规定路线行驶。

17.运梁路面遇有冰雪或路面湿滑时，应采取防滑措施。重载运行时应匀速前进，严禁突然加速或急刹车，走行速度必须严格控制在 5Km/h 以内。通过曲线、坡道地段走行速度控制在 3Km/h 以内。

18.运梁时应设专人在运梁车前方引导和观察路面情况，发现异常，立即停车。运梁车处于启动状态时，禁止操作司机离开驾驶室。

19.架桥机支脚顶升应同步，支脚高差应符合设计规定值。运梁设备起步、刹车应缓慢平稳，严禁突然加速或刹车。

20.接近架梁地点时应停车，得到指令后方能对位。吊梁行走应平稳，严禁碰撞架桥机支脚。

21.架桥机过孔前应进行全面检查，确保设备各部件处于正常状态。架桥机走行过程中应安排专人监控走行速度、承载支脚受力状况、中线、支垫情况。6 级及以上大风不得运、架梁。

22.架梁作业过程中，各种安全装置应全部安装牢固，且工作正常。各类限位器、吊点、吊具、电路仪表、通信设备、报警系统应定期检查、整修。

23.操作司机应接受安全技术交底。应严格按照设计、施工方案和操作规程要求进行梁片存放和运输、梁片架设、架桥机前移。

24.应设置防高空坠落安全设施，高空作业安全警示标志和防护措施落实到位，梁片架设完后，应及时做好临时固定。架梁作业时应设置警戒区并专人看守。

25.架桥机架梁时，应指定专人负责架梁机运行线路的检查、加固及整修。在大坡道上停车对位、架梁时，应安放止轮器。

26.架桥机停留地点应有人监护，严禁非工作人员进入架梁机工作区域，严禁非操作人员进入操作室。

27.夜间作业时，应配备足够的照明设备，应使用 36V 及以下安全电压的工作灯具，电源箱应设有防雨、防潮措施并专人开、合电闸。

28. 预制梁架设前施工单位应进行关键节点条件核查，核查条件项目按表 8-3 执行。

表 8-3 预制梁架设前核查条件

序号	验收条件	内容	验收要点
1	主控条件	施工方案	专项施工方案和起重机械安装、拆卸专项方案（包括应急预案）编审、专家论证、审批齐全有效
2		交通方案	交通主管部门批准的导改/临时断路/要点方案齐全
3		交通指挥	警示标志、信号指挥到
4		架梁设备环境条件	已按要求完成，并验收合格。桥梁跨距等进行检查移交，满足要求
5	主控条件	气象条件	满足架设要求
6		设备机具	进场验收记录齐全有效，特种设备安全技术档案齐全，第三方单位检测报告，安装稳固，防护到位
7		支座安装	支座安装已到位
8	一般条件	材料及构配件	质量证明文件齐全，复试合格
9		分包管理	分包队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足要求
10		作业人员	拟上岗人员安全培训资料齐全，考核合格；特种作业人员类别和数量满足作业要求，操作证齐全。施工和安全技术交底已完成
11		应急准备	应急物资到位，通讯畅通，消防器材符合要求

8.6 支架现浇梁施工

8.6.1 支架地基处理

1. 支架基础应进行承载力检测，承载力应满足设计要求。
2. 地基应坚实、平整，不得出现不均匀沉降，土层地基上应设置混凝土垫层。
3. 地基场地应有排水措施，不得有积水。

8.6.2 支架搭设与拆除

1. 支架搭设前应清除搭设范围内影响物。
2. 支架立杆垫板、底座应准确放置在定位线上，垫板应平整、无翘曲，不得采用已开裂的垫板，底座的轴心线应与地面垂直。
3. 模板支架每根立杆的底部应设置固定或可调底座。支架立杆底部应设置纵、横向扫地杆，架体内应按规范设置横向、纵向、水平方向剪刀撑。
4. 支架上挡脚板、防护栏杆、安全网、缆风绳、落架设施、警戒标志等安全防护措施应齐全有效，无损坏缺失。
5. 作业层上的施工荷载不得超载，不得将模板支架、模板缆风绳、混凝土输送泵管、卸料平台及大型设备的附着件等固定在架体上。
6. 应对主要构配件、架体、安全防护措施等进行检查和验收。
7. 支架应按设计荷载进行预压，预压应分级加载，分级卸载。
8. 梁体混凝土浇筑过程中，应设专人对支架和基础进行观察和观测，发现异常情况时，应立即停止施工，并应迅速撤离作业面上人员，采取安全措施后方可复工。
9. 支架应按专项方案中制定的顺序拆除，构件应传递，严禁抛掷。

8.6.3 钢筋吊装

1. 起吊钢筋骨架前，吊点周围应用架立钢筋加强，梁端部底腹板钢筋、顶板钢筋接触网支柱预埋件等部位及钢筋交叉处应采用点焊加强。
2. 高空作业绑扎钢筋时，严禁在模板上集中堆料，钢筋骨架应支撑牢固，保证稳定。

8.6.4 预应力工程

1. 预应力施工时应设置安全操作平台。
2. 预应力筋、锚具、夹具和连接器等产品应具有产品合格证，规格型号应符合设计要求。
3. 钢绞线下料、切割时应使用砂轮机切割，并配置专门防护架。
4. 混凝土强度达到设计要求后方可张拉，张拉区应设明显的警示标志，严禁非操作人员进入。张拉区两端应设置防护挡板，张拉人员应在侧面作业。雨天张拉时，应搭设

防雨棚。

5.高压油管使用前应作耐压试验，不合格的不得使用。张拉过程中不得踩踏高压油管，严禁操作人员离岗。

6.管道压浆时作业人员应站在侧面，并戴防护眼镜。

8.6.5 混凝土浇筑

1.梁体混凝土浇筑应分层对称浇筑。

2.浇筑过程中应对模板、钢筋骨架的失稳、变形进行检查，发现异常时应停止作业并整修加固。

3.支架现浇梁浇筑施工前施工单位应进行关键节点条件核查,核查条件项目按表 8-4 执行。

表 8-4 支架现浇梁浇筑施工前核查条件

序号	验收条件	内容	验收要点
1	主控条件	施工方案	技术、安全专项施工方案（包括应急预案）编审、专家论证、审批齐全有效
2		支撑体系安装验收	支撑体系已验收合格并挂牌公示
3		支撑体系预压验收	预压荷载按专项施工方案相关要求进行，预压过程支撑体系变形满足相关要求
4		钢筋、预应力管道、模板验收	现浇梁钢筋、预应力管道及模板通过验收
5		施工监测	监测点布置符合方案要求
6		安全防护措施	安全施工防护措施到位
7	一般条件	材料及构配件	质量证明文件齐全，复试合格
8		设备机具	进场验收记录齐全有效，特种设备安全技术档案齐全，安装稳固，防护到位
9		分包管理	分包队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足要求
10		作业人员	拟上岗人员安全培训资料齐全，考核合格；特种作业人员类别和数量满足作业要求，操作证齐全。施工和安全技术交底已完成
11		应急准备	应急物资到位，通讯畅通，消防器材符合要求。设备应有备用并已到位

8.6.6 跨越既有道路安全防护

- 1.跨线施工前，应对交叉路口进行安全评估，办理施工许可相关手续。
- 2.跨线施工应按专项方案设置门洞。
- 3.门洞顶部应采用木板或其他硬质材料全封闭，作业区四周应设置防护栏杆和安全网，防止高空坠物。
- 4.对通行机动车的洞口，门洞净空应满足既有道路通行的安全界限要求，且应按规定设置交通疏导、限高、限宽、减速、防撞等设施及标识。
- 5.跨越道路的现浇梁混凝土浇筑施工前，施工单位应进行关键节点条件核查，核查条件项目按表 8-5 执行。

表 8-5 跨越道路的现浇梁混凝土浇筑施工前核查条件

序号	验收条件	内容	验收要点
1	主控条件	专项施工方案	支架现浇梁专项施工方案编制、专家论证、审批齐全有效
2		跨路安全防护	跨路安全防护按照专项方案已实施完成，并经主管部门验收
3		交通方案	主管部门批准的道路导改、临时断路方案齐全
4		交通指挥	警示标志、信号指挥到位
5		气象条件	满足现浇作业要求
6		设备机具	进场验收记录齐全有效，特种设备安全技术档案齐全。安装稳固，防护到位
7		支座安装	支座安装已到位
8		应急预案及应急准备	有针对性、可操作性的应急预案编制完成并落实抢险设备、物资、人员；应急物资到位，通讯畅通，应急照明、消防器材符合要求
9	一般条件	视频监控	视频监控系统已安装到位并可正常使用
10		材料及构配件	质量证明文件齐全，复试合格
11		分包管理	分包队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足要求
12		作业人员	拟上岗人员安全培训资料齐全，考核合格；特种作业人员类别和数量满足作业要求，操作证齐全。施工和安全技术交底已完成

14	水电等临时设施	水、电等临时设施满足施工需求
----	---------	----------------

8.7 悬臂施工连续梁

8.7.1 悬臂浇筑挂篮施工

1.挂篮应进行专项设计，挂篮制造应满足安全施工需求，挂篮出厂时应提供合格证明文件及使用说明书，并进行验收。

2.挂篮安装前应对重点部位焊缝进行无损探伤检测，并对明显缺陷采取有效的处理措施。挂篮应委托第三方检测机构进行检测，并对不合格项目采取有效的处理措施。

3.挂篮安装拆除应编制专项方案，经专家论证后方可实施。

4.拼装作业时，应保证对称拼装，同时进行支腿、主梁、横联之间的连接，确保构件稳固连为一体；挂篮拼装完成后，施工单位首先进行自检，自检合格后，由监理单位组织现场验收，验收合格后，进行荷载试验，测定挂篮变形量，消除非弹性变形。预压过程中如发现局部位置变形过大，应立即停止加载，及时查找原因，采取补救措施。

5.挂篮走行前，应对梁体强度进行检测，同时对走行、吊挂、模板系统等受力构件进行专项检查，防止挂篮倾覆。

6.挂篮走行、混凝土浇筑应保证对称进行，施工机具和材料对称放置，防止梁体倾倒。

7.挂篮走行到位后，后锚杆应及时锚固，锚固力调试均匀，前吊杆应均匀受力，前端限位装置应设置牢固。

8.挂篮应对称拆除，在拆除过程中应采取有效的防护措施。

8.7.2 悬臂浇筑 0#块施工

1.支（托）架应进行专项设计。

2.浇筑 0#梁段混凝土前，支（托）架应进行预压，应重点检查焊接部位质量，同时保证荷载均匀，不得出现超压、偏压现象。

3.支架预压卸载完成后应对支架进行全面检验，局部变形过大时应及时采取加固措施，避免出现支架坍塌现象。

4.0#块应在永久支座两侧设置临时固结支座，防止施工过程中发生梁体倾覆事故。

8.7.3 悬臂浇筑段施工

- 1.悬臂段梁体施工时应应在桥面两侧及端部设置安全防护措施，防止高空抛物及人员坠落。
- 2.悬臂段梁体端部张拉作业时应设置临时安全作业平台。
- 3.对平衡对称悬臂施工时，不平衡荷载应满足设计文件或监控文件规定。

8.7.4 悬臂浇筑合龙段施工

- 1.合龙段混凝土施工时应平衡施工，两侧施工荷载的实际不平衡偏差不应大于设计允许值，保证T构稳定。
- 2.体系转换应严格按照专项施工方案实施。

8.7.5 悬臂浇筑跨越铁路、道路安全防护

- 1.施工时严格落实专项施工方案的安全措施，保证通行安全。
- 2.挂篮兜底防护应采取全封闭式，兜底与挂篮应牢固连接，连接时不得损伤挂篮受力构件。一侧设置兜底时，应在对应的另一侧挂篮后方已浇筑梁段进行配重计算，并按照计算结果进行配重，确保梁体平衡。挂篮兜底禁止放置杂物。
- 3.当跨越电气化营业线铁路施工时，挂篮防电由专业防电公司实施。
- 4.跨越铁路或道路的挂篮悬臂混凝土浇筑施工前，施工单位应进行关键节点条件核查，核查条件项目按表 8-6 执行。

表 8-6 跨越铁路或道路的挂篮悬臂混凝土浇筑施工前核查条件

序号	验收条件	内容	验收要点
1	主控条件	专项施工方案	悬灌梁专项施工方案编制、专家论证、审批齐全有效
2		跨路安全防护	跨路安全防护按照专项方案已实施完成，并经主管部门验收
3		挂篮验算	施工单位已对挂篮进行验算，监理单位已进行复核，确保挂篮的刚度和抗倾覆系数达到设计要求
4		挂篮预压试验	挂篮拼装后的预压试验记录齐全

5		线形监控	线形监控方案已制定并审批完成；监测点已按方案布置，初始值已测取，控制值已确定。（含第三方监测和施工监测）	
6		交通方案	主管部门批准的道路导改/临时断路/要点方案齐全	
7		交通指挥	警示标志、信号指挥到位	
8		气象条件	满足挂篮悬臂浇筑施工要求	
9		设备机具	进场验收记录齐全有效，特种设备安全技术档案齐全。安装稳固，防护到位	
10		应急预案及应急准备	有针对性、可操作性的应急预案编制完成并落实抢险设备、物资、人员；应急物资到位，通讯畅通，应急照明、消防器材符合要求	
11		一般条件	视频监控	视频监控系统已安装到位并可正常使用
12			材料及构配件	质量证明文件齐全，复试合格
13			分包管理	分包队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足要求
14			作业人员	拟上岗人员安全培训资料齐全，考核合格；特种作业人员类别和数量满足作业要求，操作证齐全。施工和安全技术交底已完成
15	水电等临时设施		水、电等临时设施满足施工需求	

8.7.6 悬臂拼装梁段预制及运输

- 1.梁段预制及存梁台座应符合预制梁制作有关规定。
- 2.起吊梁段的吊环应符合设计要求。如无设计要求，应进行计算确定。
- 3.梁段运输起吊前应对吊环部位损伤、结合面外露物、梁段上放置物品等情况进行全面检查。
- 4.梁段装车、装船运输时，应使梁、车（船）的重心相吻合，并安放平稳。支承点的位置与吊点位置一致，梁段与车（船）体应拉紧固定。

8.7.7 悬臂拼装节段

- 1.应按设计要求将墩顶梁段与桥墩临时锚固。
- 2.悬臂吊机拼装节段
 - 1) 吊机的重量、支承位置及锚固方式等，应征得设计单位的同意。
 - 2) 吊机走行和进行悬拼时的抗倾覆稳定系数不得小于 1.5。

3) 吊机就位后, 应重点对其位置及锚固状态进行检查, 并进行起吊试验。

4) 同一 T 构上的两台吊机走行速度应相等、同步, 距桥墩中心距离偏差按设计要求控制。滑道应铺设平顺, 并设限位器。

5) 同一 T 构上的梁段应对称拼装。起吊时, 在梁段吊离车(船) 200mm 左右停止提升, 检查起重设备的工作状态, 确定状态正常后继续提升, 撤走运输车(船)。在接近安装部位时, 不得碰撞已安装的梁段和其他作业设施。

3.移动支架拼装节段

1) 移动支架在台后拼装时, 路基应平整、坚实。搭设临时支架时应安全、可靠。

2) 移梁小车、起重小车、液压系统及电控等部件, 走行系统的限位和制动装置, 应安全可靠。

3) 移动支架拼装完成后, 按不同工况进行试运转和起吊试验, 合格后方可投入使用。

4) 移动支架的抗倾覆稳定系数不得小于 1.5。移位时, 起重或移梁小车应退至指定位置。

5) 天气突然变化影响作业安全、卷扬机电机过热或其他机械设备出现故障时, 应暂停吊运作业, 并采取相应的应急避险措施。

4.采用吊架法施工合龙段时, 两端的连接装置应牢固可靠, 吊架应进行全封闭防护。

8.8 钢梁架设

8.8.1 运输

1.钢梁杆件(节段)的运输应使用正确吊具。装运杆件时, 应捆扎牢固, 不得偏载和超重。

2.施工现场的运输道路应满足运输条件, 安全标志应设置完备。

3.杆件应分类存放, 临时支垫应牢稳。横梁、纵梁多片排列存放时, 应用螺栓彼此连接牢固, 并设支撑。

8.8.2 架设

1.钢梁预拼场地应平坦宽敞, 路面坚实, 具有良好的排水系统。预拼台座应平整、坚实, 测量找平, 检查时应拆除全部临时固定和拉紧装置, 不得产生不均匀沉降, 预拼

装时不应使用大锤锤击。

2.进行预拼装的钢构件，其质量符合设计要求及规范规定。

3.除壳体结构为立体预拼装，并可设卡、夹具外，其它结构均为平面预拼装，预拼装构件应处于自由状态，不得强行固定。

4.需要起吊的钢梁杆件应标明重心；吊具与杆件拐角接触处，应用胶皮垫好。

5.钢梁架设过程中应有防雷、防滑、防高强螺栓摩擦面污染的措施。

6.支架拼装钢梁时支撑体系在使用过程中应定期检查，并做好沉降观测记录。拼装钢梁及紧固高强螺栓时应挂设安全操作平台，操作平台及脚手板应搭设牢固，并应设有防冻防滑措施。拼装杆件时，作业人员严禁在水平连接系上行走。

7.纵移法架设时应检算各工况下钢梁及纵移设施的受力情况。纵移下滑道铺设应平顺，支承应牢固，接头不应有错牙，端部应设置限位装置。钢梁纵移应缓慢平稳，纵移过程中应设专人对纵移设施、设备进行检查，发现异常时立即处理。在纵移过程中，应加强钢梁中线和挠度及支墩顶位移的观测。

8.悬臂拼装钢梁时平衡梁与悬拼钢梁的临时连接在不受力的状态下方可拆除。吊机移动前，应检查各节点的连接、走行道路，确认符合要求后，方可移动；到位后，应前支后锚，装好止轮器。主桁或其他部位的杆件按设计要求安装足够的冲钉、螺栓后，吊机方可松钩。

9.钢梁上设人行道、避车台，上弦设人行道。纵、横向人行道均应设置栏杆和踢脚板。每桁千斤顶要保持同步，操作应缓慢进行。体系转换调整支点反力时，并联的油压千斤顶应支垫平稳；在起、卸顶时，应对称、平衡起落。

10.结合梁架设前，应对临时支架和钢梁结构本身在不同受力状态下的强度、刚度及稳定性进行检算。钢梁节段在运输和吊装过程中，应采用专用吊具，钢梁不得扭转、翘曲和侧倾。钢梁整体吊装就位时，应轻吊轻放，支垫平稳，防止碰撞。

11.钢箱梁吊装前施工单位应进行关键节点条件核查，核查条件项目按表 8-7 执行。

表 8-7 钢箱梁吊装前核查条件表

序号	验收条件	内容	验收要点

1	主控条件	施工方案	吊装安全专项施工方案和起重机械安装、拆卸专项方案（包括应急预案）编审、专家论证、审批齐全有效
2		交通方案	交通主管部门批准的导改/临时断路/要点方案齐全
3		交通指挥	警示标志、信号指挥到位
4		架梁设备环境条件	已按要求完成，并验收合格
5		钢箱梁出厂前验收	通过建设单位组织进行钢结构成品出厂前验收
6		设备机具	进场验收记录齐全有效，特种设备安全技术档案齐全。安装稳固，防护到位
7		临时支墩验收	临时支墩在不同受力状态下的强度、刚度及稳定性验收合格
8	一般条件	材料及构配件	质量证明文件齐全，复试合格
9		分包管理	分包队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足要求
10		作业人员	拟上岗人员安全培训资料齐全，考核合格；特种作业人员类别和数量满足作业要求，操作证齐全。施工和安全技术交底已完成
11		应急准备	应急物资到位，通讯畅通，消防器材符合要求

8.8.3 焊接

1. 钢结构焊接前应进行焊接工艺评定，焊接后应进行焊缝探伤检测。
2. 焊接时应设立防风措施，箱形梁内采用 CO₂ 气体保护焊时，应使用通风防护安全设施。
3. 焊接设备应放置稳妥，严禁对附近的作业或过往人员构成妨碍。焊接和切割区域标识明确，并且应设置警告标志。
4. 可采用超声横波斜探头钢结构焊缝检测技术对钢结构焊接裂缝、未熔合问题、未焊透问题、气孔问题进行可靠检测。本技术采用一种多晶片多角度超声横波斜探头，该探头是将多个晶片以不同角度排列在一定形状的有机玻璃楔块上，设计相应控制程序，可以单独或同时控制晶片的激发和接收，实现探头在一个位置就能对焊缝全面覆盖。具体可参照《城市轨道交通工程创新技术指南》相关内容。

8.8.4 涂装

1. 涂装材料贮存时应保持通风、干燥，防止日光直接照射。仓库及施工现场应配备

消防器材。

- 2.4 级及以上风力时停止涂装作业。
- 3.喷砂除锈的工作场地附近，应安装防护设施和“禁止通行”的警示牌。
- 4.涂装作业使用的空压机、砂箱、吊篮等应安放牢固。
- 5.作业中严禁吸烟、携带易燃易爆危险品。

8.9 桥梁附属结构

- 1.墩顶支座对位安装和灌浆时，墩顶应设置围护设施，操作人员拴挂安全带。
- 2.支座起吊前支座上、下座板应连接可靠。
- 3.栏板安装时应使结构件与预埋件加固牢固，避免安装失稳。
- 4.桥面防水施工时铺设卷材所用的气瓶应安装减压器、回火防止器，设置防震圈或防护帽，及时更换老化、破损气管，气瓶宜设防晒措施，气瓶（库）与明火安全距离应符合规范要求。
- 5.防撞栏杆、声屏障、桥面排水及伸缩缝施工时桥面两侧应设临时防护栏杆。桥梁下方不得站人，应设置警示标志，作业区周围及出入口处设专人负责安全防护。
- 6.高空操作人员使用的小型工具及安装用的零部件，应放入随身带的工具袋中，不得随意乱丢，避免坠落伤人。
- 7.桥梁附属结构施工占用市政道路时，应在作业地点来车方向安全距离处设置安全警示标识，路面上作业人员应配戴反光衣，起重吊装作业划定警戒区，设专人警戒。

8.10 高架车站施工

8.10.1 高架车站混凝土结构施工

高架车站梁、板混凝土模板支撑工程施工前施工单位应进行关键节点条件核查，核查条件项目按表 8-8 执行。

表 8-8 高架车站梁、板混凝土模板支撑工程施工前验收条件表

序号	验收	内容	验收要点
----	----	----	------

	条件		
1	主控条件	施工方案	专项施工方案（包括应急预案）编审、专家论证、审批齐全有效
2		地基处理	需要处理或加固的地基已通过验收
3		模板验收	模板进场验收合格。模板安装已验收合格
4		支架预压与验收	支架预压试验合格。支撑体系已验收合格
5		混凝土输送设备情况	混凝土输送设备及管道安装牢固，性能良好，且与模板支撑系统无连接
6		施工现场作业通道	施工现场运输通道和消防通道畅通
7		特殊天气施工	大风（六级以上）或雨、雪等恶劣天气是否满足作业要求
8		施工监测	监测点布置符合方案要求
9		临边防护	指作业平台临边防护到位
8	一般条件	材料及构配件	质量证明文件齐全，复试合格
9		设备机具	进场验收记录齐全有效，特种设备安全技术档案齐全，安装稳固，防护到位
10		分包管理	分包队伍资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署，人员资格满足要求
11		作业人员	拟上岗人员安全培训资料齐全，考核合格；特种作业人员类别和数量满足作业要求，操作证齐全。施工和安全技术交底已完成
12		应急准备	应急物资到位，通讯畅通，消防器材符合要求。设备应有备用并已到位
13		配电箱	电箱完整无损坏；箱内配置符合规范，并附线路图，无带电体明露及一闸多用等

8.10.2 高架车站钢结构施工

1.钢结构焊接时，应制作专用挡风斗，对火花采取严密的处理措施，以防火灾、烫伤等事故；下雨天不得进行露天焊接作业。

2.吊装作业应划定危险区域，挂设明显安全标志并将吊装作业区封闭，设专人加强安全警戒，防止其他人员进入吊装危险区。

3.施工中的电焊机、空压机、气瓶、打磨机等应采取固定措施存放于平台上，不得摇晃滚动。

4.焊接用的挂篮构造应符合设计要求，紧固螺栓应符合安全施工要求。

8.11 施工监测

8.11.1 监测项目

1.应在施工阶段对结构本体、支护结构、周围岩土体及周边环境进行监测，在分析研究工程风险及影响工程安全的关键部位和关键工序的基础上，针对性的编制监测方案。

2.穿越或邻近其它结构、穿越水体及不良地质条件时应编制专项监测方案。

3.监测项目主要包括基坑监测、承台墩柱沉降观测、桥梁水平位移、垂直位移、线性及徐变监测、周围建（构）筑物位移及沉降、地下管线位移及沉降等。

4.桥梁变形监测的精度，应根据桥梁的类型、结构、用途等因素综合确定，特大型桥梁的监测精度，不宜低于二等，大型桥梁不宜低于三等，中小型桥梁可采用四等。

5.变形监测可采用 GPS 测量、极坐标法、精密测距、导线测量、前方交汇法、正垂线法、电垂直梁法、水准测量等。

8.11.2 监测布点及频率

1.明挖基坑边坡顶部水平位移和竖向位移监测点应沿基坑周边设置，监测等级为一级、二级时，布设间距宜为 10m~20m，监测等级为三级时，布设间距宜为 20m~30m。水平和竖向位移点宜为共用点。

2.明挖基坑周边地表沉降沿平行基坑周边边线布设，不应少于 2 排，且排间距宜为 3m~8m，第一排监测点距基坑边缘不宜大于 2m，每排监测点间距宜为 10m~20m。

3.地下管线位于主要影响区时，竖向位移监测点的间距宜为 5m~15m，位于次要影响区时，竖向位移监测点的间距宜为 15m~30m。

4.每个承台应设置 2~4 个垂直位移观测点，分别设于底层承台左侧小里程角，或右侧大里程角上，呈对角形式布置。

5.桥墩的垂直位移变形观测点，宜沿桥墩的纵、横轴线布设在外边缘，也可布设在墩面上。每个桥墩的变形观测点数，视桥墩大小布设 1~4 个点。

6.梁体变形观测点宜布设在顶板上，每个梁体按左、中、右分别布设三点。悬臂法浇筑梁体的变形观测点，宜沿梁体纵向轴线或两侧边缘线分别布设在每段梁体的前端和后端。支架法浇筑梁体的变形观测点，宜沿梁体纵向轴线或两侧边缘线布设在每个桥

墩和墩间梁体的 1/2, 1/4 处。每孔梁的测点数量不应少于 6 个, 重点桥跨中部应布置徐变观测点。

7.墩台水平位移观测点宜设在墩台中心位置, 也可设在桥轴线或墩中心线上。

8.桥梁变形监测频次要求见表 8-9, 并应根据施工方法、施工进度、监测对象、监测项目、地质条件等情况和特点, 结合当地工程经验进行确定, 当遇到特殊情况时应提高监测频率。

表 8-9 桥梁变形观测频次要求

观测阶段	观测频次		备注
	观测期限	观测周期	
墩台施工完成			建立观测起始点
墩台施工完成至桥梁架设前	全程	1 次/周	
桥梁架设期间	全程	架梁前后	
桥梁架设完成至轨道铺设前	≥6 个月	1 次/周	对岩石地基的桥梁, 此期限可调至 60 天
运梁车过桥	全程	过桥前后	
轨道铺设期间	全程	1 次/天	
轨道铺设完成后	0~3 个月	1 次/月	工后沉降长期观测
	4~12 个月	1 次/3 月	
	13~24 个月	1 次/6 月	

8.11.3 监测数据

1.应及时对监测资料进行整理、分析和校对, 监测数据出现异常时, 应分析原因, 必要时应进行现场核对或复测。

2.监测报告可分为日报、警情快报、阶段性报告和总结报告。应按照报告审核流程进行签署, 并按要求通过监测信息反馈流程途径进行信息反馈。

3.监控量测数据应包含变形监测数据的累计变化值 and 变化速率值; 力学监测控制值宜包含力学监测数据的最大值和最小值, 必要时绘制曲线图、等值线图。

4.监测数据达到预警值时, 根据警情紧急程度、发展趋势和造成后果的严重程度, 按照预警管理制度及时向建设、设计、监理等单位报告, 并根据预警预案立即采取处置措施。

8.12 防坠落措施

- 1.墩台施工时平台、步梯应设围栏，周边应挂密目安全网。
- 2.支架施工时应有施工平台、栏杆、梯子、安全网等防护措施。
- 3.挂篮作业平台应挂安全网，四周设围栏，上下应有专用扶梯。
- 4.桥梁附属结构施工时，桥面两侧应设置防护栏杆。
- 5.高处作业应系安全带，安全带应挂在牢固的物体上。作业人员应从专用通道或楼梯上下，严禁攀爬。
- 6.雨雪天气高处作业应采取可靠防滑措施，及时清除水、雪、冰、霜。
- 7.临边作业应设置防护栏杆。

第九章 机电、系统、设备与装修施工

9.1 一般规定

9.1.1 名词解释

1. 轨行区

- 1) 车站轨行区：车站头尾端墙之间的列车行车区域。
- 2) 隧道区间轨行区：区间隧道内全部空间。
- 3) 高架区间轨行区：高架区间桥面上全部空间。
- 4) 其他轨行区：行车范围内的其他区域。

2. 综合联调

综合联调在建设后期即各机电系统（车辆、信号、通信、供电、综合监控与车站设备设施等）安装调试完成的基础上，以运营需求为导向，系统性验证各机电系统接口、联动功能与关键性能指标等是否满足标准与设计的要求。

9.1.2 专项施工方案

施工单位应编制重要部位/工序（起重吊装、龙门吊安装拆除、钢轨非常规吊装、工程车吊装运输、轨排架轨法施工、散铺法施工、有砟轨道施工、无缝线路施工、脚手架工程、建筑幕墙工程、钢结构工程、高压送电、限界检测、冷（热）滑、综合联调等）专项施工方案。方案内容应齐全，具有针对性，应符合设计、施工规范要求。涉及危险性较大的分部分项工程应按规定组织专家论证。

9.1.3 小型机具

1. 站后工程的小型机具包括叉车、液压车、套丝机、切割机、剪板机、放线架、卷扬机、电缆滑轮、台钻、咬边机、折方机、热熔器等应符合相关技术规定；

2. 对涉及建筑施工安全生产的主要设备，应进行进场验收，并应按各专业安全技术标准规定进行复验。

3. 特种作业人员必须持有有效特种作业操作证上岗。

4.叉车、液压车等设备作业时，须有专人指挥，并做好安全防护。

5.使用套丝机、切割机、台钻等高速旋转设备，使用者应正确佩戴劳动防护用品，严禁戴手套与不扣袖口操作。

6.电缆敷设前，需对电缆放线架、卷扬机、电缆滑轮、登高设施等施工机具进行检查验收。

9.2 车站属地管理

9.2.1 管理机构

1.由建设单位牵头组织各参建单位成立属地管理综合协调机构。

2.应明确参建各方职责及负责人职责并指定属地管理单位。在文明施工、现场照明、临水临电、消防、临边防护、场地使用、交叉作业、巡视管理等方面，进行统一组织、统筹协调。

9.2.2 管理协议

所有参建单位进场前，应与属地管理单位签订安全协议，办理相关入场许可手续。安全协议应包括参建单位与属地单位双方职责与义务、协调与配合、教育与培训、检查与治理、奖惩等内容。

9.2.3 场地移交

1.依据工程进度，场地可分站点、分区间、分区域、分部位进行移交，移交内容应在书面移交材料中予以明确，在施工现场应设置有效隔离。

2.移交时，属地管理综合协调机构应组织移交方、接收方等相关单位进行现场确认，办理书面移交手续，做到现场范围界定清晰、责任主体明确、移交手续齐全。

9.2.4 会议制度

由属地管理综合协调机构组织建立会议制度，并定期（不定期）组织召开专题会、例会等会议，及时宣传贯彻相关文件、决策部署相关工作、协调处理现场出现的问题，会议应形成会议纪要、决议等书面材料。

9.2.5 交叉作业

1.同一区域有两个及以上单位施工交叉作业时，应签订交叉作业安全协议，明确各自安全界面、职责和应采取的安全措施，并指定专人对交叉作业区域重点督查。

2.各作业单位应及时将区域内施工内容、安全风险与注意事项书面告知各交叉作业单位。

3.交叉作业时应采取局部封闭、覆盖隔离、警戒防护、旁站监督等安全措施。

9.3 轨行区施工管理

9.3.1 轨行区施工组织

1.组织机构

1) 轨道铺设前应成立轨行区管理机构，由建设、施工、监理等单位组成，负责轨行区的日常管理。

2) 轨行区管理机构负责轨行区计划管理。收集、汇总各单位申报的月度计划、周(日)计划、临时计划等，定时召开调度例会，协调、审批相关参建单位申报计划。

3) 负责对轨行区运输进行实时调度指挥与管理，有权停止危及线路和运输安全的施工作业。

4) 组织相关参建单位进行轨行区作业安全培训。

2.管理制度

1) 轨行区管理机构负责组织轨行区管理办法等文件的编制与发布。

2) 由轨行区管理机构负责制定轨行区施工安全管理协议，进入轨行区作业的相关单位应签订轨行区施工安全管理协议。

3) 轨行区内作业单位应编制轨行区作业安全方案或措施，并组织交底。

3.计划管理

1) 按施工作业地点及影响程度进行分类管理。I类施工：需要开行工程车的施工。II类施工：对行车影响较大，不需要开行工程车的施工。III类施工：对行车无影响的施工。I类施工、II类施工不能同时作业，必须单独作业。

2) 按施工计划时间划分为月计划、周计划、日计划、临时计划等，轨行区管理机构

负责计划的汇总、调整、审批。

(1) 月计划：各参建单位根据项目总体计划和里程碑节点要求，以书面形式向轨行区管理机构申报。经轨行区管理机构汇总、调整后实施。

(2) 周计划：参建单位根据项目实际进度，以书面形式向轨行区管理机构申报周计划。周计划内容应包括作业车辆、作业内容、作业时间、作业区域、作业人数、运输组织方案、影响范围等内容。

(3) 日计划：参建单位按照已审批的周计划申报日计划，由轨行区管理机构审批。

(4) 临时计划：遇特殊情况下，可向轨行区管理机构申请轨行区临时计划。

9.3.2 施工请销点

1.按照计划及时办理请销点手续。未按要求请点，施工人员、材料、工机具不得进入轨行区。

2.施工作业应按作业令内容实施，不应超范围、超时间作业。

3.施工结束后应及时办理销点或延迟销点手续，清点人员、材料、机具，做到工完场清。

9.3.3 轨行区施工安全

1.轨行区作业人员应戴安全帽、穿荧光衣。

2.防护员上岗前应培训合格，区间防护作业时，防护员应在远离作业区段 100m 处使用红黄闪灯设置防护。曲线段等不便瞭望地段应延长防护距离至 150m，并在 50m 增设近端防护。

3.在作业区域两端须进行防护，作业影响邻线行车应对邻线进行防护。

4.防护员确定工程车已通过施工区段后，应重新设置防护。

5.区间不应出现无人看管的防护信号和标志。

6.轨行区上方预留孔洞（车站、区间竖井、风井、盾构井、轨排吊装孔、天窗等）应设安全防护。

7.搭设脚手架、堆放材料或机具，不应侵入行车界限。

8.区间设备及电缆应固定牢固，不得侵限。

9.轨行区内管线、电缆（含预留端）、支吊架、设备等应固定牢靠，避免侵入行车界限。

10.无法及时出清的材料、设备、垃圾应码放整齐，不应侵入行车界限。

11.不应使用钢轨、水管、线管等其他金属构配件作为电焊电流回路。

12.在区间严禁涂写乱画、大小便、追逐打闹，施工垃圾应及时清理出施工现场，不得有渣土或油污。

13.大型线盘等相关材料进入轨行区需喷涂产权单位标识，放置于安全区域施工完毕及时清理出轨行区。

14.严禁向轨行区乱扔建筑垃圾。

15.隧道内应有足够的照明。

16.不得在道床上休息，横穿线路时应做到“一停、二看、三通过”。

17.施工单位应做好成品保护工作，确保钢轨、道岔、扣件及道床不因施工造成脏污、损坏。

18 封闭管理

1) 轨行区应封闭管理，封闭设施牢固有效且满足限界要求。应设置门卫，建立登记制度。

2) 轨顶风道垃圾应清理完毕，轨顶风道应有安全防护。

19.防火管理

1) 轨行区范围内严禁吸烟。

2) 动火作业应审批，未经许可，不应在轨行区使用易燃易爆品或有毒物品。

20.岔区施工管理

1) 安装转辙机前道岔的责任单位为轨道专业，安装转辙机后道岔的责任单位为信号专业。

2) 道岔的操作及维护保养由责任单位负责，正常情况下道岔置于正线开通位置。

3) 施工作业中需扳动道岔时，应向轨行区管理机构申报，责任单位配合。

4) 区间施工车辆在道岔前应停车，确认进路正确、检查道岔钩锁器应锁闭，岔尖与基本轨应密贴后方准通过道岔。

5) 不得擅自扳动道岔或拆卸道岔设备。

6) 在轨行区施工时,不得利用钢轨面作为工作平台进行切割、锤击等作业。

9.3.4 行车安全管理

1. 路况检查与行车限界

1) 轨行区管理单位应在隧道内设置限速标志。

2) 列车动车前,应确认线路状况良好,满足安全行车要求。

3) 工程车及其装载货物应满足机车车辆限界要求,避免造成轨行区内的设备设施刮擦。

4) 预留孔洞、出入口应采取防洪防汛措施,泵房应及时抽水,避免轨行区积水影响行车安全。

2. 行车管理

1) 应配备满足要求的司机及副司机共同值乘作业。

2) 工程车驾驶人员应持证上岗。司机应持有有关部门颁发的工程车司机驾驶证,负责驾驶工程车作业;

3) 工程车进场应经监理、施工等单位进行验收,并按规程保养检修。行车前应对车辆进行检查确保制动有效,车辆连接可靠。工程列车停车时应采取制动和使用铁靴防止溜车。

4) 工程车启动发动机后及运行中不得开启各种防护用的护板、护罩、孔盖等设施,不得触摸各种高温、带电、转动等零部件。

5) 应配备相应通信工具,保持通信畅通且联络信号准确。

6) 工程车在牵引或启动发动机后,司机、副司机确认前方和两侧无人员和障碍物;车辆运行 3-5m 后制动停车,检查制动性能及后部车辆是否连挂良好。

7) 司机、副司机共同对作业令、作业票进行复核,确认调度命令与作业票内容一致,填写行车日志。

8) 司机、副司机分别对车辆装载情况进行检查确认,确保车辆不超高、不超限、不偏载、不超重、绑扎牢固。

9) 应将视频监控推进方向画面切换为主画面,便于司机时刻观察前方线路状况,辅助司机安全驾驶,

10) 同一线路上工程车不应跟随运行。特殊情况必须跟随运行时,应保持安全距离,

保证行车安全。

11) 按照信号标志行驶，控制车速，车辆不应超速行驶。

12) 接触网送电后，工程车开行前，应确认接触网断电并挂地线。

13) 车辆待机时，工程车值乘人员不应擅自离开工程车。

14) 未经允许不得登乘工程车、轨道车，或攀爬运行中车辆。人员不应在车辆间、车辆与车挡间工作和穿行。平板车不应违规搭载人。

15) 工程车辆不应偏载、超载和超限界行车。

16) 轨道端头应设车挡。

17) 车辆警示装置齐全、有效。

3.其他轨行设备

1) 使用非机动梯车、小推车等应设置制动、防溜、防倾覆装置，标识清楚、张贴安全警示标识，经验收合格后使用。须在规定的区域和时间之内使用。

2) 施工负责人必须跟随车辆，现场指挥，并保持通讯畅通。在推动过程中严禁作业人员离开车辆，以便随时采取制动措施。

3) 在使用过程中必须配备足够的随车人员以保证随时撤出线路，手推车应做好防溜措施。

4) 在信号系统启用轨道电路期间，梯车、小推车应使用绝缘轮。

9.3.5 定位视频监控调度系统运用

可运用定位视频监控调度系统，通过后台调度指挥中心，运用车载监控装置和通信网络，查看调度轨行区人员、设备，盯控现场作业安全，规范施工和操作人员作业行为，将他控行为转变为自控行为。

9.4 轨道工程

9.4.1 铺轨基地建设、基地布置

1.基地内轨道标准、股道布置、线路平纵断面与建筑限界，应满足机车车辆的作业、停放、进出与检修要求。

2.基地基底应满足轨道运输进场与混凝土运输等荷载对地基承载力、车站顶板承载

力的要求。

3.铺轨基地轨料存放区、轨排拼装与存放区的布置应确保轨料卸车、装车、调车作业等相互间不干扰，卸料不侵限。

4.轨料存放参考《铁路轨道工程施工安全技术规程》的要求。

5.轨排拼装区两旁与装卸线两侧的料具堆码整齐，不应影响拼装作业。

6.轨排跨装与超限货物运输时，应有加固与防护措施。

7.龙门吊安装拆卸使用基本要求详见第三章 4.1.5 章节内容。

8.严格按照吊装方案进行轨排、钢轨等的联合吊装作业。

9.两台及以上龙门吊在同一轨道上作业或行走应保持安全距离，需设置防碰撞装置。

9.4.2 轨排架轨法

1.铺轨机施工、验收参考《起重设备安装工程施工及验收规范》。

2.走行轨安装应按照线路中心线铺设，应有足够的强度、刚度和稳定性，走行轨两端应设置车档。

3.铺轨机应配备通讯设施及灭火器材、防护信号用品等。

4.铺轨机应具备变跨功能，限位装置应灵敏可靠。

5.吊装轨排时，经试吊稳定后方可起吊。

6.铺轨机行走过程中，应信号统一、平稳运行，停机后应有防溜措施。

7.轨排对位与轨排下落时，手脚不得伸入轨排底及相邻轨排缝之间，防止磕碰和压伤。

8.钢轨支撑架应有足够的强度、刚度和稳定性，布置间距满足施工安全需要。

9.钢轨支撑架在大坡度和小半径地段精调时应控制变形，防止轨排倾倒。

10.轨排精调完成后，斜撑应支撑牢靠，做好防倾倒措施。

9.4.3 散铺法

1.当钢轨采用“Z”字形路线吊装，一端应与吊装设备固定，另一端应设置保护措施，固定应牢固，防止钢轨扭曲变形。

2.吊轨卡应专门加工，满足钢轨倾斜状态不下滑的要求，经自检合格后使用。

- 3.轨排立架应以单个轨排为单元，同步起道，保证平稳。
- 4.轨料倒运时，应平稳运输，确保受限空间人员安全。

9.4.4 有砟轨道

- 1.应采用新型无污染锚固料，进行道钉锚固，预防职业病，保护生态环境。
- 2.布砟机运行应清理线路、匀平余砟，不应偏载。
- 3.起道机应稳固安放在道砟上，不应歪斜；起道机松扣下落时，手脚禁止放在钢轨下。
- 4.起道机、捣固机、布砟车等设备进场，应由监理单位组织进场验收。

9.4.5 无缝线路

- 1.焊轨机、正火机等设备进场，应提供出厂合格证、质保书、准用证、年检合格证等，由监理单位组织进场验收。
- 2.焊钢人员应经相关资质培训机构，培训合格后持证上岗。
- 3.焊轨时钢轨抬升，应用两台压机在两侧同步抬升钢轨，防止钢轨倾斜或滑落，落轨时严禁压机突然卸载。
- 4.钢轨焊接应配备防火器材，施工现场内的动火作业，应执行动火前审批制度。
- 5.钢轨焊接、正火、冷却、打磨、调直、探伤等工序的温度测量应使用钢轨测温仪检测，防止钢轨高温烫伤。
- 6.焊轨作业时，应配备有害气体检测装置及劳动保护用品，配备风机排风散热，确保隧道内空气流通及有害气体控制。

9.5 二次结构及装饰装修

9.5.1 二次结构

- 1.施工单位应编制重要部位/工序（脚手架搭设与拆除等）的专项施工方案并应经监理单位审批后方可实施。
- 2.墙体砌筑时，外侧应有安全防护措施。
- 3.混凝土通过管道卸料时，应注意现场成品保护，应在卸料点设置警戒线，相关作

业人员应佩戴齐全安全防护用品。

4.墙体砌筑时，每日砌筑高度应符合规范要求，以保证墙体的稳定性。

5.砖砌体的转角处和交接处应同时砌筑，严禁无可靠措施的内外墙分砌施工。在抗震设防烈度 8 度及以上的地区，对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处应砌成斜搓。

9.5.2 吊顶、墙面、地面

1.施工单位应编制重要部位/工序（装饰装修脚手架搭设与拆除、卷扬机滑轨运输等）的专项施工方案并应经监理单位审批后方可实施。

2.确保脚手架结构的稳定性，应设置连墙件与建筑结构拉结，当无法设置连墙件时，应采取设置钢丝绳张拉固定等措施。

3.严禁模板支架、起重设备、缆风绳及材料输送管等固定在脚手架架体上；严禁拆除或移动使用中的架体安全防护设施。

4.吊杆工序完成前，应按设计要求报检测单位进行拉拔试验，合格后方可施工转序。

5.吊杆上部为网架、钢屋架或吊杆长度大于 2.5m 时应设置钢架转换层，钢架安装时下方不得站人。

6.需要拆除临边、洞口防护的作业，施工单位在施工完成后应按照安全防护要求及时恢复临边、洞口防护。

7.有刺激性气体挥发的地坪等系统工程施工时作业人员应佩戴安全防护用品，现场应保持通风且严禁交叉作业。

8.石材切割时作业人员应配戴口罩或面罩等安全防护用品，切割时应采取降尘措施。

9.5.3 钢结构

1.钢结构吊装作业必须编制专项施工方案并应经施工、监理等单位审批后组织实施。

2.钢柱与钢梁之间连接高强度螺栓应由施工单位现场取样、监理见证，并送有相关资质的检测单位进行检测，合格后方可使用。

3.吊杆、反支撑及钢结构转换层与主体钢结构的连接方式必须经主体钢结构设计单位审核批准后方可实施。

4.钢柱吊装前应装配钢爬梯和防坠器，拧紧螺栓后方可松钩。

5.钢梁吊装过程中，应平稳，避免撞击钢柱及吊篮。

6.钢柱钢梁就位后，螺栓连接数量应符合方案与规范要求后方可松钩（临时螺栓连接数量不少于安装孔数量的 1/3，且不少于 2 个）。

9.5.4 装饰幕墙

1.幕墙设计单位和施工单位应具备相应资质。

2.施工单位应编制重要部位/工序（幕墙安装、吊篮等）的专项施工方案并应经监理等单位审批后方可实施。

3.幕墙的附件应齐全并应符合设计要求，幕墙与主体结构的连接应牢固可靠，严禁结构件作为其他用途的载重。

4.幕墙工程的材料、构件、组件及“四性”（风压变形性能、空气渗透性能、雨水渗透性能和平面内变形性能）试验结果应符合《建筑幕墙》（GB/T21086）的要求。

5.幕墙工程结构硅酮胶的相容性试验和剥离粘结性试验必须符合设计和规范要求。

6.螺栓检测应由相应资质的检测单位进行检测，合格后方可进行基层龙骨安装。

7.钢结构基层应进行保持，充分利用钢结构自身作为防雷接地装置。

8.构件储存架、周转架应有足够的承载能力和刚度，设置专用场地堆放，叠放时确保板块间应有隔离措施和安全保护措施。

9.安装施工前，幕墙安装单位应检查现场情况，对脚手架和起重运输设备进行验收，确保具备幕墙施工条件。

10.单元板吊点和挂点应符合设计要求，不应少于 2 个，必要时可增设吊点或加固措施并试吊。

11.单元板就位时，应先将其挂到主体结构的挂点上，单元板未固定前，吊具不得拆除。

12.吊篮施工要求：

1) 吊篮进场时供应商/出租方应提供质量、合格证明文件和说明书等，安装完成经验收合格后方可使用，并定期进行维修保养。

2) 吊篮不应作为竖向运输工具，并不得超载，且吊篮检修不应在空中进行。

3) 吊篮上施工人员须配系安全带，安全带应正确挂置在独立设置的专用安全绳上，

禁止将安全带系挂在吊篮上。安全绳应固定在建筑物或可靠位置上，不得与吊篮任何部位连接。

13.当幕墙安装与主体结构施工交叉作业时，主体结构的施工层下方应设置防护网；

14.现场焊接作业时，应按照《钢结构焊接规范》规定执行且应采取防火措施。

9.5.5 挡烟垂壁

1.挡烟垂壁紧固件应紧固有效，防止组件掉落伤人。

2.挡烟垂壁基层焊接时应严格按照《钢结构焊接规范》实施。

3.挡烟垂壁安装时下方不应站人，施工单位应设置围栏或警示牌。

4.施工过程中，门式架应有防倾覆措施且架顶应有安全防护措施。

9.6 机电设备安装

9.6.1 方案要求

1.施工单位应编制重要部位/工序（电缆敷设、设备吊装运输、限界检测、冷滑、热滑、送电、起重设备安装、吊装等系统调试等）专项施工方案，并经监理单位审批后方可实施。

2.设计单位根据各专业施工图进行管线综合图编制；施工单位根据设计单位提供的管线综合图进行深化设计，明确支吊架具体做法及要求（应配合设计单位进行支吊架力学设计，提供每个支吊架的设计详图和计算书等）；管线综合图深化完成后，各相关专业进行会签，设计单位复核审批。

9.6.2 支吊架及抗震支架

1.支吊架吊装或运输时，应采取相应的防护措施，防止构件磕碰或坠落。

2.槽钢的堆放高度不宜高于 1.0m，并应有防倾覆措施和警示标牌。

3.C 型槽钢和全螺纹吊杆的切口断面处应进行防护处理，防止人员划伤。

4.管线安装时，不得将管线在支吊架上推送安装，造成支架扰动，影响支吊架整体结构安全。

5.补偿器固定支吊架及导向支架，不应使用一般支吊架替代。

- 6.水管试压加压时，应使用辅助支架，确保支吊架整体安全。
- 7.安装完成后应对各部位连接处及外观进行检查。
- 8.固定在建筑结构上的支吊架不得影响结构安全及行车安全。
- 9.综合支吊架施工安全措施除应符合现行行业标准的有关规定外，还应符合施工组织设计要求。

9.6.3 风管制作与安装

- 1.剪板机、台钻、咬边机等小型施工机具、设施应根据施工工序及场地，合理布设，配电线路设置符合临电规范要求，并设置安全警示标识。
- 2.剪板机操作应两手扶稳钢板，用力适当，手指离刀口应保持安全距离。刀片破损应及时停机更换。
- 3.折方作业时操作人员应互相配合，并与折方机保持安全距离，以免被翻转的钢板和配重击伤。
- 4.风管搬运时防止碰、撬、摔等机械伤害，安装时严禁攀登倚靠非金属风管。
- 5.风管内不得敷设各类管道、电线或电缆，室外立管的固定拉索严禁拉在避雷针或避雷网上。
- 6.移动平台搭设不宜超高、地面应平整、应加设扫地杆防止倾倒。
- 7.液压升降平台应定期维护保养，确保设备完好，严禁偏载、超载运行，操作人员持有效证件，专人进行监护，上层安全防护栏杆应闭合。
- 8.安装部位应无障碍物，操作场地应整洁，安全通道应畅通。
- 9.变电所及强、弱电房间内的通风空调系统送风口不应布置在电气设备正上方。

9.6.4 水管加工与安装

- 1.使用套丝机、切割机、台钻等高速旋转设备时，应正确佩戴劳动防护用品，严禁戴手套与不扣袖口操作。
- 2.使用热熔器工作时，应避免焊头或加热板烫伤人员及财物。
- 3.管道运至轨行区后存放或安装不得影响行车安全。

9.6.5 桥架、线管、线缆敷设

- 1.线槽、桥架、管线强度应符合设计要求，防止承重变形对电缆造成挤压损伤。
- 2.桥架、墙面线槽的锚栓、吊架、支撑应安装牢固。
- 3.安装线槽、桥架、管线等高处作业应符合高处作业施工要求。
- 4.线管、线槽接头处不应有棱角或毛刺，防止伤人及划伤线缆。
- 5.桥架与配电箱（柜）连接处采取保护措施，避免线缆磨损导致绝缘损坏而漏电。
- 6.电缆盘应存放于坚固平整的地面上，应有防滚动措施。电缆敷设时，电缆盘支架应稳固安全。
- 7.桥架、线管之间应有可靠电气连接，并与主接地线连接。
- 8.电源线连接前，应确认极性、相位正确。
- 9.接触网架设
 - 1) 架线时，承力索、接触线、架空地线下方严禁站人。放线区段内平交道口应设专人防护。
 - 2) 放线作业时，车辆平稳匀速运行，速度不得超过 5km/h。
 - 3) 曲线段架线与高压线下放线作业时，其两端悬挂点应采用封口滑轮，避免线缆脱槽伤人。
 - 4) 汇流排连接板螺栓必须按设计扭矩力拧紧，汇流排线夹安装必须牢固可靠，避免掉落伤人。
 - 5) 接触网作业车操作平台应按照操作要求进行，操作平台上人员和材料总重不得超出容许荷载值。操作平台使用过程中，不得行车。
 - 6) 接触网作业车在接触网刚柔过度施工过程中，人员应注意避让汇流排，防止擦伤，夹伤。
 - 7) 刚柔过度施工过程中应注意接触网受力方向，曲线内侧不得站人。
- 10.环网电缆敷设
 - 1) 环网电缆敷设使用地滚滑轮时，放置应稳固安全。
 - 2) 进入电缆井放缆前，应先通风、再检测、后进入。
 - 3) 机械敷设电缆时，牵引绳索、转向滑轮、绳索连接环的强度应满足安全要求。
 - 4) 牵引过程中，作业人员不应扶、摸移动中的电缆，出现异常情况应停车处理。

9.6.6 设备安装

1. 设备运输

- 1) 设备吊装作业时，应履行吊装安全要求（见 3.5.6 起重吊装安全）。
- 2) 受限空间运输时，需提前规划线路，确保受限空间人员安全。
- 3) 设备运输时需设专人指挥和安全防护，现场作业人员必须服从统一指挥。
- 4) 手动液压叉车运输设备时，应有防倾倒措施，确保设备平稳运输。
- 5) 变压器等高重设备运输过程中，倾斜角不应超过 15° 。

2. 设备安装

- 1) 设备顶部进行作业时，应注意保护柜体，作业工具应轻拿轻放。
- 2) 绝缘设备固定时紧固螺栓扭矩不宜过大，以免损伤绝缘垫，影响绝缘效果。
- 3) 风机传动装置外露部位及直通大气的进、出风口，须装设防护罩、防护网或采取其他安全防护措施。
- 4) 整体风机的搬运和吊装，吊装绳索不应捆绑在转子、机壳上盖、轴承盖上。
- 5) 配电箱、柜安装过程中，禁止拆装其内部接线及电器元件、破坏内部配线绝缘。
- 6) 柜体开孔时，铁屑应及时清理，避免造成线路短路。
- 7) UPS 设备安装前应检查室内安装环境，不应有有机溶剂和腐蚀性气体。
- 8) UPS 蓄电池不应接近热源和火源，与变压器、电源开关或熔断器等设施保持安全距离。
- 9) UPS 设备与负载连接时，电路开关应断开并核对极性，严禁反极性连接。

3. 通信工程

- 1) 光、电、漏缆穿墙、楼板或引入机柜时，应设有绝缘套管。
- 2) 安装有防静电要求的插板时，应戴防静电护腕。
- 3) 不应直视光通信设备和仪表上的激光发射端孔。
- 4) 通信天线杆的底座应固定牢固，室外天线应设置避雷针。

4. 信号工程

- 1) 道岔尖轨与基本轨密贴应符合要求，确保行车安全。
- 2) 道岔调试时，应确保通讯畅通，应设专人进行道岔区域防护。
- 3) 信号设备调试时，室内外试验人员须共同确认设备状态一致。

4) 应按照设备厂商提供的试验手册进行试验, 试验步骤应符合要求。

5) 试验人员应听从统一指挥, 各子系统之间的接口试验结束后, 各方应对试验结果共同签字确认。

5.综合监控

1) 设备加电前, 应测试设备电源完好, 无串电现象。

2) 设备加电前, 要保证设备接地电阻合格, 不应在设备未接地线的情况下加电调试。

3) 测试设备内电阻应在规定的范围内, 避免设备内部发生短路。

4) 临时更改配线必须在设备断电的状态下进行。

6.自动售检票

1) 压力测试应按防水线槽密封性测试方案进行。

2) 测试过程中, 若发生漏气现象应停止加压, 查找原因, 处理完毕后重新测试。

7.屏蔽门工程

1) 门扇等玻璃构件装卸时应轻拿、轻放, 采用起吊设备装卸时应使用柔性防护措施。

2) 屏蔽门金属构件应与轨道等电位连接, 应与大地绝缘。门柱安装前对其绝缘性能进行检测, 安装过程中应保护门柱的绝缘层, 安装完成后, 应测量门柱的绝缘性能。

3) 门体安装前, 门槛应有充分的保护措施, 至少 2 人配合安装。操控人员要随时注意工机具损坏玻璃。

4) 单机调试前, 应经专业人员检查后进行送电操作。已安装完成的屏蔽门上应设有明显的警示标志。

8.电(扶)梯

1) 当作业面在 2m 及以上位置且间隙大于 0.3m 时, 必须采取防坠落措施。

2) 人员进出轿顶、轿厢及底坑应遵守相关安全程序。

3) 电梯对重应采取至少两种独立的方式固定。每种固定方式必须可以单独承受电梯的重量。

4) 电梯启动运行前, 应确认电梯井道内无安全隐患。

5) 自动扶梯启动运行前, 应确认梯级无缺失、连接牢固, 并确认上下踏板已固定。

6) 调试检修时, 应确认检修开关、急停开关或其他安全回路开关位置正确。

7) 索具使用前, 应进行安全检查, 确保索具安全有效。

- 8) 电梯使用前需经有资质的检测单位检测合格并取证。

9.6.7 场段工艺设备

场段工艺设备应满足设计要求。设备供应商须提供生产许可证、产品出厂合格证、质量保证书、使用说明书等证明文件，由施工单位履行报验程序，经建设单位、监理单位、设备供应商等单位验收合格后进行安装调试工作。

1.地坑式架车机安装调试

- 1) 设备安装前，基坑内应安装防护网，防止人员坠入坑内。
- 2) 在安装减速机时，必须选用安全可靠的起吊点及绳索，设备吊装就位后应及时在其下面打上稳固可靠的木垛，防止设备坠落、翻转伤及人员。
- 3) 电气柜及设备接线时，确保线缆无破损，接线牢固，电气设备必须接地。
- 4) 严禁用脚踩压气弹簧盖板，以防止夹伤。

2.洗车机安装调试

- 1) 当操作设备动作时，注意限界和人员及设备安全，小车走行调试时应注意端洗机构上的水管路及拖动电缆随动通畅。
- 2) 当水平端刷在原始（垂直）位置时，升降端刷机构防止上升顶到上部电机，注意各限位开关是否正常工作。
- 3) 端刷旋转时，工作半径内禁止站人，调试人员禁止乘坐升降中的端刷。
- 4) 调试人员在开机前，应检查电、气、水是否正常，各工位是否可靠。

3.不落轮镟床安装调试

- 1) 安装与调试作业由受过培训的专业技术人员进行。
- 2) 在机床设备停机时，应将电源开关关闭并闭锁。
- 3) 在机床内部进行安装与调试工作时，断屑器应覆盖，避免工作人员踩到断屑器刀片。
- 4) 在进行轮对切削前，须检查并确认左、右侧压轮压紧轮对。

9.6.8 列车的运输吊装及接车

- 1.电客车运输路径应在首列车运输前进行现场勘测，车辆运输路径应满足运输车辆

的限高、限宽及转弯半径等相关要求，卸车场地地面承载力应满足两台汽车吊同时进行旋转起吊作业要求；

2.电客车供应商应在勘测完成后组织编写电客车运输吊装方案并组织专家评审；

3.电客车吊至轨道后应设置铁鞋或其它防溜措施；

4.工程车与电客车连挂速度不应大于 5km/h，连挂完成后应检查车钩连挂可靠，方可进行牵引。

9.7 系统调试

9.7.1 单机单系统调试

1.调试基本要求

1) 调试区域实行通行证制度，与调试无关的人员禁止进入调试区域。

2) 设备调试应办理工作票，执行工作票制度，需要对设备停送电时，应填写停送电申请票。

3) 带电设备、线路应设置警示标识。

4) 设备、设施应重复接地。

5) 停电、验电、放电操作应按程序执行。

6) 带电操作禁止单人作业，应设专人监护。

2.管道试压

1) 管道试压前应检查管道支架、管道盲板的牢靠性。

2) 高压管道试压时，应划定危险区，并安排人员警戒，禁止无关人员进入。

3) 试压时升压和降压应缓慢进行，压力应按照设计及验收规范要求进行，发现渗漏时不应带压处理。

3.变电所调试试验

1) 施工单位应委托具有相应资质的单位对委托项目进行检验检测。检测仪表仪器应在有效期内。

2) 进行高压试验、远方传动试验时，对现场进隔离警戒，设专人防护。

3) 试验开始前，应明确临近间隔的带电部位，并详细布置试验中的安全注意事项。

4) 试验电源应稳定可靠。

- 5) 被试设备金属外壳应可靠接地。
- 6) 试验前应认真检查试验电路、接线，试验操作应符合相关规程。
- 7) 试验结束后，应断开试验设备电源并对试验设备进行放电、验电。

4.变电所启动送电

- 1) 由建设、监理、施工等单位成立送电开通机构及应急组织机构。
- 2) 变电所送电方案应已批准，送电告示已发布。
- 3) 相关图纸、资料、继电保护整定书、试验报告和继电保护整定报告应齐全。
- 4) 电气操作人员、变电所值班人员应具备相应资格；严格执行停、送电作业票制度。
- 5) 带电设备和带电房间应采取相应的隔离措施。
- 6) 变电所内的应配备与电压等级相匹配的接地线、验电器、绝缘靴、绝缘手套、绝缘垫等。
- 7) 电气操作人员作业时应防止误分误合断路器、防止带负荷拉合隔离开关或手车触头、防止带电挂（合）接地线（接地刀闸）、防止带接地线（接地刀闸）合断路器（隔离开关）、防止误入带电间隔。
- 8) 电力调度电话应已开通使用，通信线路可靠、通话清晰，并具有录音功能。
- 9) 所有启动设备的编号应与调度台编号一致，且应齐全、正确、清楚。
- 10) 变电所内部所有设备及电缆线路绝缘检查应合格，交、直流系统一次回路接线应正确，馈出线电缆方向及相序应正确。
- 11) 变电所送电前，应确认所有开关位置正确。

5.通信调试

通信系统进行调试前，应制定调试大纲和调试方案。在既有线路施工时，应按规定报批，并确保既有通信系统设备的正常使用。

设备单机调试前，应先确认已符合下列安全要求：

- 1) 机架安装位置和安装强度符合设计要求。单位电路板插入可靠、位置正确。
- 2) 设备配线已完成，检查核对无误。绕接、卡接、焊接、压接端子质量符合要求，相应的接插件装配正确且连接可靠。
- 3) 通信机房提供的电源符合设备使用安全技术要求，电源设备调试合格。
- 4) 设备已可靠接地，接地电阻符合要求。

- 5) 设备单机加电后运转良好, 各单机显示告警状态与当前实际使用情况相符。
- 6) 各种业务接入时, 已按设计要求和用户入网方式, 分清接口类型, 进行正确连接。
- 7) 在连接各种终端设备之前, 检查接口之间(含连接线)的电气指标, 符合传输频带、特性阻抗、允许衰减和耐压指标的要求。
- 8) 设备单机性能检测宜在设备开机通电后 30min 后进行。

6.信号调试

- 1) 室内、外设备施工完毕, 应首先对配线进行全面核对, 做到图实相符。
- 2) 信号系统调试前应对相应工作人员做出安全提示, 在配电盘、电源屏、机架电源端子等处应做出安全标识, 粘贴电源类型标签。
- 3) 设备通电前, 必须检查设备的接地线和接地装置是否连接牢固, 并对接地装置的接地电阻值进行测试, 综合接地的接地电阻值不应大于 1Ω 。
- 4) 系统调试带电作业电压大于 36V 时, 作业人员必须穿绝缘鞋, 戴绝缘手套。
- 5) 室内外设备连接前, 应按照规定进行室内外电缆绝缘和导通测试; 单项设备通电调试之前, 应确认线缆连接正确, 接地良好。
- 6) 设备单项送电调试, 室内外人员必须进行沟通确认, 严禁未经核实盲目送电。
- 7) 系统调试过程中, 仪器仪表测试前, 应核对仪器仪表的档位, 且测试线连接良好、无绝缘破损。

7.限界检测

- 1) 限界检测装置经施工、监理、设计等单位验收合格后方可使用。
- 2) 检测车组安全性能良好, 检测过程中严格按照规定车速行驶。
- 3) 检测作业应统一指挥, 行车司机注意瞭望, 有异常情况及时鸣笛减速, 如遇侵限及时停车检查。
- 4) 检测平板车四周应搭设防护栏杆, 人员不应影响司机视线。
- 5) 检测区段应封锁, 并有专人管理。

8.冷、热滑试验

- 1) 冷、热滑试验由建设、监理、施工等单位组成管理机构, 负责试验相关事宜。
- 2) 在热滑前组织相关单位对热滑区段进行安全检查。表 10-1 冷、热滑安全检查重点表。

3) 冷滑试验前, 应确保与变电所相连的隔离开关均处于断开位置, 并已加锁, 在隔离开关靠近接触网侧, 应加设临时接地线, 并可靠接地。

4) 冷滑试验前, 确认试验线路上各种障碍均已拆除, 满足运营车辆和受电弓安全运行要求。

5) 冷滑试验前, 沿线各站出入口、轨行区出入口应张贴冷滑通告。

6) 冷滑车辆应有可靠制动设施及通信联络设施。试验车上应有紧急降弓装置。

7) 根据热滑安排, 下达轨行区封锁令和接触网送电命令。

8) 热滑区段行车进路按照审批的进路图进行热滑, 热滑时车上调度人员和司机应严格确认进路, 严格按照限定速度行驶。

9) 需专人摇动道岔时, 应按带电作业区间相关管理规定执行。

表 9-1 冷、热滑安全检查重点表

序号	检查项目		检查情况
1	冷、热滑 一般要 求	试验区段内有无人员施工或停留, 人员、机具是否出清。	
2		进入试验区段的通道是否封闭(屏蔽门、应急通道、区间联络通道等), 站台端头是否有人值守。	
3		人防门是否固定牢固; 支架、线缆、疏散平台、消防水管、站台板等侵线问题是否处理完毕。	
4		轨行区(含轨顶风道)内杂物是否清理完毕, 区间有无积水。	
5		上网隔离开关是否处于断开位置并已加锁, 在隔离开关靠近接触网侧有无设临时接地线并可靠接地。	
6		区间照明是否符合要求。	
7		轨道工程是否精调完毕, 进站、出站、弯道、坡道及百 m 标志牌是否安装完毕。	
8		试验区段是否具备通信条件。	
10	热滑 要求	变电所内常规机电和装饰装修专业是否施工完毕, 正式门、锁是否安装完成。变电所供电设备是否运行正常, 电源具备馈出条件。	
11		接触网是否完成冷滑工作并对缺陷进行整改销项, 满足送电条件, 已送电且空载运行满 24 小时。	
12		电客车是否经过调试, 具备上线低、中、高速热滑运行条件。	

9. 列车调试

1) 静态调试

(1) 电客车供应商应组织编写电客车预验收大纲，经监造单位或建设单位审批后实施；

(2) 库内轨道、检修作业平台、接触网、静调电源柜及安全联锁系统完成调试及验收工作，方可进行调试；

(3) 调试过程中作业人员在操作带电设备时未经验电一律视为有电，严禁带电作业；

(4) 调试过程中涉及停、送电作业的，严格执行作业票制度，应由专业人员根据操作规程对所属线路进行停、送电操作。接触网未挂接地线，严禁登顶作业；

(5) 电客车无电作业时，应断开蓄电池开关，并将三位置转换开关转换至接地位，放电完毕后方可作业。作业后应遵守“谁隔离，谁恢复”的原则，恢复开关原始状态；

(6) 作业人员进行集控电动开关门前，应进行广播提醒；

(7) 唤醒列车前应确认蓄电池电压正常、开关位置正确；

2) 动态调试

(1) 电客车动态调试前应对电客车进行点动试验。

(2) 试车线轨道应满足车辆最大运行速度牵引及制动安全距离要求。

(3) 试车线应全线封闭，两端的止档、安全围挡安装完成；

(4) 试车线检查坑、接触网、信号、及试验控制设备等全部完成安装及调试验收工作；

(5) 接触网无异物悬挂、轨道道床良好无异物、轨面清洁且黏着状态良好；

(6) 作业人员、司机、调度之间通信应可靠；

(7) 调试过程中出现电客车牵引、制动等异常，应立即终止调试作业，待原因查明后方可开展后续调试工作；

(8) 电客车上正线前应完成静态和动态调试并签署预验收合格证明；

(9) 预验收合格后应按照维护保养手册要求进行维护保养，确保车辆处于安全状态。

(10) 正线调试前，接触网、轨道应完成调试及验收。设备安装符合限界要求；

(11) 接触网无异物悬挂、轨道道床良好无异物、轨面清洁且黏着状态良好；

(12) 电客车调试不得超区域、超调试内容作业；

(13) 电客车调试过程中，作业人员不得擅自开关车门及上下车；

9.7.2 系统联调联试

1.综合联调组织架构、管理制度及实施方案

1) 组织架构建立

(1) 应建立综合联调组织机构，明确参与联调的各方人员职责分工。

(2) 综合联调组织架构一般分三级管理，包括“综合联调领导组”、“综合联调工作组”和“综合联调调试组（信号调试组、车辆调试组、通信调试组、供电调试组、综合监控调试组等）”三级管理组织机构。负责筹备、指挥、管理、协调、实施综合联调过程中的各项工作，确保综合联调的顺利开展。

2) 管理制度制定要求

(1) 应编制综合联调管理制度、会议制度、质量控制、安全管理、考核制度。

(2) 综合联调管理制度内容应包括：适用范围、规范标准、组织架构及职责、会议制度、安全管理、质量控制、进度管理、考核制度、文件管理流程。

(3) 应明确联调过程中文件编制、审批、发布管理流程。

3) 联调方案编制要求

(1) 应明确联调测试项目是否符合规范及工程相关技术文件要求，涉及安全指标的项目应明确是否符合安全要求。

(2) 综合联调方案内容应包括下列技术内容：工程概况、规范标准、联调目的、联调项目、前置条件、联调范围、人员组织及分工、联调记录表格、工具器具、安全措施、应急措施等。

(3) 应急预案内容应包括：应急组织体系与人员职责分工、应急响应、应急处置、应急保障等。

(4) 综合联调方案应包括车辆与相关系统联调方案、供电与相关系统联调方案、信号与相关系统联调方案、通信与相关系统联调方案、ISCS与相关系统联调方案等。

2.综合联调过程人身安全

1) 设备调试、操作与检修，应遵守安全规范和相关操作规程。

2) 调试工作应服从联调现场负责人统一安排，非本专业的设备禁止操作。涉及高温高压与特种设备的调试，应由经培训合格的专业人员进行操作。

3) 金属板卡或执行机构等部件在调试过程中不得随意触碰，避免设备损坏、人员烫

伤。

4) 信号系统与车辆紧急制动联调时，应提前告知车上人员。

5) 站台门安全防护调试，应使用不损伤门体的物品模拟故障，不得使用人体部位替代。

6) 水泵设备调试过程中，现场人员须注意坑洞，防止跌落。

7) 隧道风机启动时，现场测试人员应保持安全距离。

8) 吊装孔盖板应固定牢靠，防止隧道风机启动，引起盖板坠落。

3.综合联调过程设备安全

1) 因各系统的结构和特性的不同，在设备安全上有着不同的强制要求，在联调过程中操作人员应全面掌握设备的操作规范要求，应根据测试流程，在测试系统承包商指导下进行。

2) 测试连锁风机风阀时应根据逻辑先后顺序启动、关闭设备，避免因风道阻塞形成风压对风管和电机造成破坏。

3) 水泵启动运行前提条件须提前确认，无水和低水位状态下应避免启动或长时间启动水泵。水坑内异物须提前清理，防止水泵启动吸入异物造成设备损坏。

4) 联调模式测试时应避免频繁启动大型电机设备，如隧道排热风机、风阀等。启动隧道系统风机前，风道须清除建筑垃圾，避免吸入损坏叶轮。

5) 隧道内的人防门应固定牢靠，防止因隧道风机启动造成门体异动造成侵限等。

6) 弱电系统控制模块箱应采取感应电压隔离预防措施，防止控制模块因感应电压过高而烧坏。

7) 消防泵联动测试时，应检查阀门开闭是否符合要求，防止消防泵启动造成泵房漫水，人员触电和电气设备损坏。

8) 须确保通信、综合监控、信号等弱电 UPS 已投入使用，避免因调试过程中瞬时失电对设备板卡造成冲击损坏。停电操作前应提前通知下级用户做好失电准备。

9) 供电调试前应确认设备状态，以便调试结束后恢复设备送电，避免因为长时间失电造成 UPS 电源损坏；调试结束后确认接线恢复，工完场清，防止遗留物品造成短路。

10) 信号与车辆动车联调必须取得第三方信号安全认证后进行，确保信号软件版本与认证证书一致。

11) 联调过程中, 如发生设备设施故障或意外情况, 应中止联调并处理, 恢复正常后再进行联调。

12) 对接入既有线的系统联调, 须做好应急预案, 若割接不成功可恢复至初始状态。

第十章 智能建造

10.1 基于 CPS 的施工风险主动控制技术

基于 CPS 的施工风险主动控制技术通过信息物理系统可实现地铁工程物理世界与信息世界之间的深度融合，对施工现场风险进行主动控制。

10.1.1 产生背景

1.地铁施工安全风险控制面临以下主要科学问题与技术瓶颈：

- 1) 地铁施工涉及大量超大超重机械，地上地下交叉作业频繁，失稳控制困难。
- 2) 岩土水文赋存条件随机多样，沿线穿越密集基础设施与建筑物，结构与环境时空效应复杂。
- 3) 地铁施工队伍流动性大，安全意识淡漠，不安全行为问题突出。

2.信息物理系统（Cyber-Physical Systems,CPS）是构建一套信息（虚拟）空间与物理（实体）空间之间的闭环赋能复杂系统。在制造业领域，CPS 已经成为美国抢占全球新一轮产业竞争制高点的优先议题，德国将 CPS 作为《工业 4.0 实施建议》的核心技术。然而，在工程建造领域全球范围内的研究与应用目前还是空白。因此，本技术通过信息物理系统建立地铁工程物理世界（工程实体、过程和主体）与信息世界（工程虚体、感知和计算）之间的深度融合，实现针对地铁机械失稳、结构与环境状态、施工人员行为的安全风险精确感知、实时分析和主动控制。

10.1.2 技术内容

1 地铁机械失稳智能检测及便携式感控一体化装备。

2.通过物联网技术建立盾构施工的感、传、知、控一体化智能检测平台，可远程在线实时分析盾构掘进引起的地层失稳、沉降超限等一系列安全风险；通过盾构掘进失稳智能检测方法拼装质量智能 CT 诊断技术，现场应用吊装便携式智能感控一体化装备，可实现地铁施工机械稳定性精准感知与智能控制。

3.地铁施工结构及环境的泛场景快速建模及安全演化解析技术。

4.通过复杂空间条件下工地场景快速自动建模与匹配标定方法，可完成地铁车站、

隧道等施工工地的数字孪生快速自动化建模并生成 BIM 模型；通过基于 IFC 与工程语义的安全状态属性动态扩展与解析技术，实现对结构环境安全风险演化规律的精确定量描述。

5.地铁施工不安全行为自动侦测技术与智能识别设备。

6.利用地铁施工不安全行为自动侦测算法，可有效智能识别地铁施工现场不戴安全帽、机械距离过近、进入危险区域等不安全行为；通过施工人员行为的智能识别嵌入式系统及设备进行矫正和培训，可以大幅降低地铁施工工地的不安全行为发生率。

7.大数据驱动的地铁施工安全综合控制集成平台。

8.通过部署实施“互联网+地铁质量安全”大数据决策支持与服务平台，汇集进度、成本、质量、安全、合同以及工程资料等各类工程大数据，提供科学分析决策，形成地铁工程质量安全的六道监管防线资源整合，有效保障地铁施工全要素、全过程、全主体安全。

10.1.3 主要技术性能和技术特点

1.创新性：通过构建地铁施工信息物理系统的创新思路，以影响施工安全的“人-机-环”等要素为主线，建立地铁施工安全主动控制关键技术体系。

2.先进性：运用物联网、大数据、人工智能实现安全风险精确感知、实时分析和主动控制，提高地铁施工安全风险可感知、可计算、可控制水平。

3.综合性：通过机械失稳智能检测技术、结构及环境安全演化解析技术、不安全行为智能识别技术、以及互联网+地铁质量安全大数据平台，保障全要素、全过程、全主体安全。

10.1.4 适用范围及应用条件

本技术可为我国在建城市地铁工程施工安全提供技术支持，保证人民生活与经济发展，维护社会稳定与公共安全，在当前地铁工程建设高峰期，具有广泛的应用前景。同时，该技术还可以为城市大型深基坑工程、市政桥梁工程、城市地下综合管廊等重大基础设施建设提供施工安全技术保障。

10.2 基于 BIM 的施工风险管控技术

基于 BIM 的施工风险管控技术，用信息化手段规范施工风险管控流程，改变传统的分散管理，实现地铁施工安全风险的全员和全过程管控。

10.2.1 产生背景

城市轨道交通工程施工风险众多，一旦酿成事故，往往经济损失和社会影响巨大，而施工单位作为施工风险的直接管控方，往往存在对施工风险的管理力度不够、认识不到位、管控方法落后等问题。基于 BIM 的城市轨道交通工程施工风险管控技术将工程的 BIM 模型、施工计划和进度、风险源、巡视或监控量测成果等集成在 GIS 平台上，用信息化手段来规范施工风险管控流程，改变传统的分散管理，把施工风险的巡视、监测、预警、响应、处置和消警系统化，实现施工风险全员和全过程管理。

10.2.2 技术内容

1.基于 BIM+GIS 的风险源可视化管理：基于 3D-GIS 和 BIM 模型，标识场站、线路等工点及场地、周边环境中的各类风险源，实现风险信息的图、文一体化管理和双向互查，便于检索、挖掘。该技术能可视化地展现给相关人员，实现实时共享和动态评估，通过多种数据接口、自动分析和预警、问题库和预案库、对风险处置措施和消警的闭环跟踪监管等功能，使相关数据得到集中管理，风险管理流程更加高效、落到实处。促进施工安全风险得到及时、有效、协同的管理和控制。

2.基于施工进度的风险源动态管理：结合施工计划建立 4D-BIM 模型，随着施工实际进度或模拟进度，展现土方开挖、基坑支护、主体结构施工、区间隧道施工的进展，直观提示需要相应关注或监测的风险源，向监测人员发送当天应监测项目和监测频率、巡视线路和巡视内容。

3.巡视管理：可视化地制定巡视线路和巡视工作内容，结合监测点、风险源、二维码等，自动跟踪判断巡视任务的执行完成情况，进行考核评价。巡视过程中发现的问题可通过移动端实时上报，常见问题可利用缺陷库直接获得标准化的缺陷定义、缺陷描述以及安全状态评价，简化录入工作并统一用语。

4.监测管理：可视化地布置监测点和设置监测类型，设置相应的监测值报警条件；

也可导入监测点布置方案。通过接口导入监测数据，并与监测点自动关联。集中统一地完成监测数据的录入、存储、计算和分析工作。

5.风险预警管理：包括巡视预警、监测预警、综合预警。巡视预警是根据现场风险状况及相应的巡视预警标准任巍发布预警信息；监测预警是根据监测数据与预设的报警条件进行比对后自动发布预警；综合预警是综合考虑监测预警和巡视预警情况而发布。支持虚拟警戒设置，提供对预警处置情况的记录管理及消警设置；随着实际施工进度，自动调整主要监测点、监测频率，自动发出三级预警，结合巡视预警情况综合判定风险源的安全状态。

6.风险状态评价：根据施工进度以及监测数据和巡视情况，基于综合评估规则自动判定风险源是否处于安全状态，并由施工安全风险管理人员进行审核，通过调取风险源的监测数据详情综合判定。

7.综合分析和管埋：建立沉降区域等高线图，依据颜色渐变趋势带来的视觉直观性协助分析沉降概况和趋势；辅助生成和管理风险报告、监测报告、巡视报告、预警报告、沉降区域等高线图、变形曲线图等；针对风险变化，风险趋势建立参数化的族库，支持警戒带、道路封闭等标志牌的三维显示，建立虚拟警戒区，辅助管理人员判断施工人员是否可以作业，指导现场人员设置警戒区；结合施工进度调整风险监测方案或处置措施。通过移动端和现场安装的显示屏实时显示风险状态、预警信息及警戒区，辅助管理人员决策、指导施工人员作业。

8.移动协同管理：在手机等智能移动终端上查看场地与模型、风险数据、巡视和监测数据、风险预警信息等，并结合即时消息推送、人性化提醒，及时处理各种待办事物，与桌面端实现协同。

9.后期维护管理：城市轨道交通工程验收合格后，将各阶段验收形成的专项验收情况、设备系统联合调试数据、试运行数据等验收信息和资料附加或关联到 4D-BIM 模型中，形成竣工验收模型，分别向政府管理部门和运营单位移交，在后期的维护和管理中，能够更加便利的发现问题，解决问题。

10.2.3 主要技术性能和技术特点

1.集成度高：用 GIS 平台整合 BIM 模型、施工进度管理、风险巡视和监测管理、预

警及响应管理等全过程的数据流和管控信息，便于项目管理人员直观掌握现场整体风险管控状态。

2.管控过程信息化：巡视过程、监测数据、预警发布直至处置消警全部信息化，结合移动端的使用，使数据和信息快捷传递，有利于施工现场的快速响应和管控。

3.协同化施工风险管理：综合运用 BIM、GIS 和移动互联网等技术，为施工项目的决策、生产管理、安全管理和技术管理人员及作业人员提供统一的信息协同平台，把与施工风险管控过程相关人员全部纳入进来协同管理，实现全过程全员管理。

4.可靠性强；数据的管理和使用设置系统权限，从而确保系统、数据的安全可靠，充分考虑分级互联网及外网衔接中的应用操作与信息访问的安全问题，系统设计采用有效的备份措施，能够在遇到灾难性破坏时进行数据恢复。

5.扩展空间充分：系统建设采用积木式结构、组件化设计，整体架构为以后的系统建设预留了充分的扩展条件和良好的衔接接口，能够对已有和在在建或拟建的相关系统进行有效接入。

10.2.4 适用范围及应用条件

适用于城市轨道交通工程施工单位的施工风险管控，包括施工前、施工中和施工后对风险源的安全控制。

10.3 城市轨道交通工程安全风险管控技术

采用 GIS、无线通讯、光纤专网等技术，对地铁建设的全过程中各参建方的安全风险进行静态与动态管理。

10.3.1 产生背景

随着我国社会经济和城市的快速发展，为缓解大城市拥堵问题，大力发展城市轨道交通已成为趋势。轨道交通工程穿越城市核心区、周边地质条件复杂、周边环境风险因素多，社会关注度极大，一旦出事故易引起不良的社会影响。

城市轨道交通工程大规模建设以来，较大以上事故时有发生，安全形势严峻。各地政府高度重视地铁建设安全风险管理工作，为全面提升地铁工程的安全风险管控技术和

水平，降低工程事故的发生率，组织专业人员对轨道交通风险管控模式、风险辨识及控制技术、信息化监控系统建设等方面进行了系统深入研究，形成城市轨道交通工程安全风险管控技术。

10.3.2 技术内容

1.形成贯穿建设全过程、全方位的地铁领域安全风险管控理念和管控模式；建立贯穿规划可研、勘察设计、施工、工后等各全过程地铁建设、涵盖参建各方、各工法的安全风险管控模式（见图 10.3-1、10.3-2）。

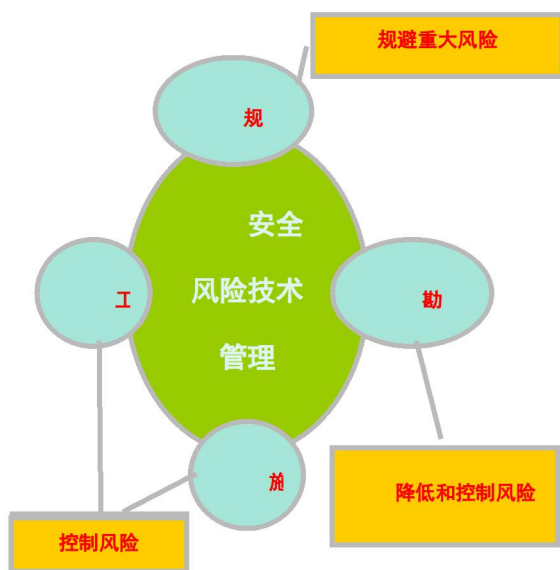


图 10.3-1 风险管控理念图

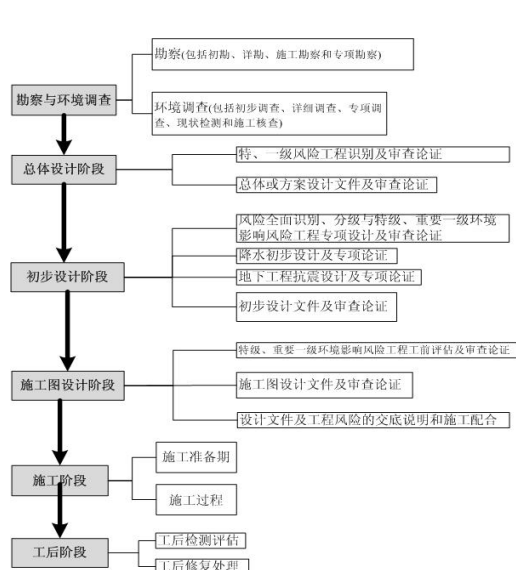


图 10.3-2 风险全过程管控模式

2.形成轨道交通风险分级原则及分级标准，建立专项设计及评估方式控制设计阶段静态风险（见图 10.3-3、10.3-4）。

3.风险信息采集及动态控制技术：采用互联网技术实现风险信息实时采集技术，综合监测、巡视、视频、盾构数据综合分析后，对现场实现动态实时监控，同时建立以监测预警、巡视预警、综合预警等预警技术为基础、划分黄、橙、红三级预警指标的快速反馈机制，对现场风险采取动态控制（见图 10.3-5、10.3-6）。

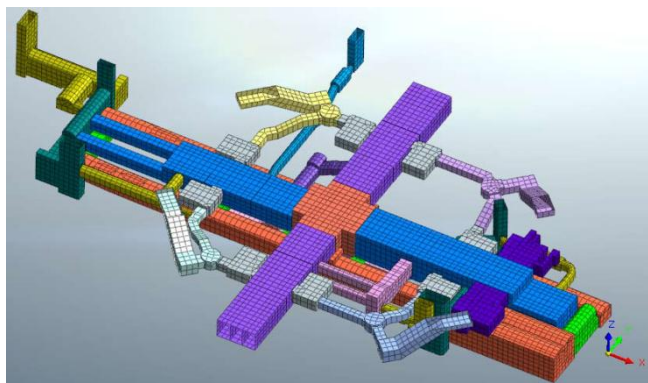


图 10.3-3 风险工程分级模式

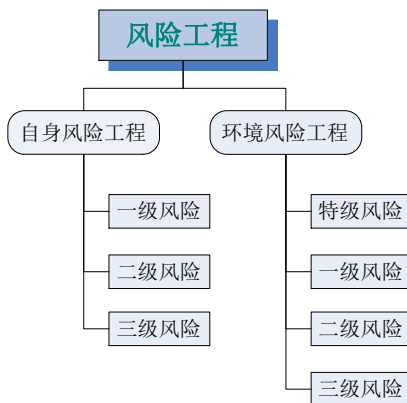


图 10.3-4 设计风险评估

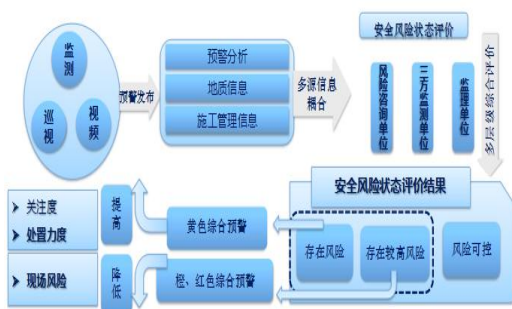


图 10.3-5 风险信息实时采集模式

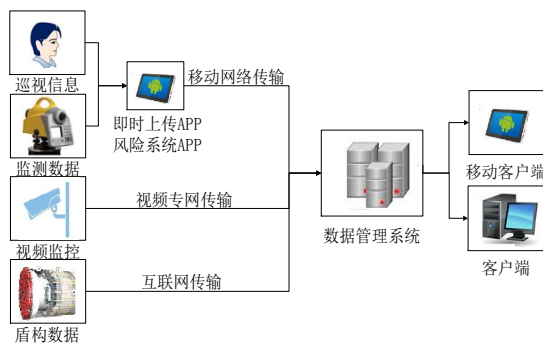


图 10.3-6 现场动态风险评判机制

4. 信息化系统建设：依据风险体系要求设置信息化流程，采用 GIS、无线通讯、光纤专网等技术，建立工程进度的展示及依托进度的动态化管理风险管控信息化系统，集成了施工风险管理、盾构设备状态监控、自动化监测、视频监控等软硬件系统，涵盖对各类支护结构、周边环境、工作面等对象的监控（见图 10.3-7、10.3-8）。



图 10.3-7 信息化系统首页

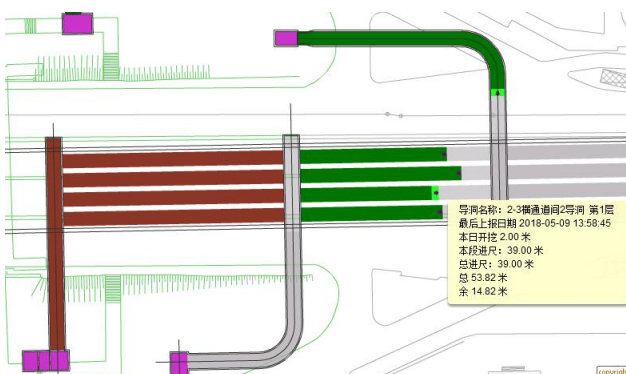


图 10.3-8 信息化动态进度展示技术

10.3.3 主要技术性能和技术特点

1. 适用性。本技术在轨道交通建设管理领域具有广泛适用性，可有效降低轨道交通

施工的风险程度，减少因地铁事故造成的人员财产损失。

2.创新性。创新提出贯穿地铁建设全过程（规划可研、勘察设计、施工等）、全方位（参建各方、各种工法、工程自身与周边环境等）的安全风险管理理念、首次提出轨道交通风险工程及其等级划分理念，形成风险工程设计、施工静动结合的管理方式、建立施工阶段预警机制、研发风险信息化监控系统，对相关轨道交通行业有借鉴价值。

10.3.4 使用范围及应用条件

适用于轨道交通建设管理单位对工程安全风险管控，主要包括从勘察设计阶段到施工阶段的安全风险管理，尤其是安全风险程度较高，施工危险度大的城区地下轨道交通线路建设管理项目适用本技术。

10.4 互联网+地铁工程施工质量安全大数据管理成套技术

地铁工程施工质量安全大数据管理成套技术，基于物联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息化技术，整合提升质量安全监管五方责任主体，形成一套适应大规模地铁建设的质量安全大数据管理平台及一系列技术方法，支撑质量安全管理模式的转型升级。

10.4.1 产生背景

随着我国经济的快速发展，城市化进程不断推进，重点城市地铁建设进入高峰期。地铁工程建设具有投资大、施工周期长、施工项目多、施工技术复杂、不可预见风险因素多和对社会环境影响大等特点，是一项高风险建设工程，其建设主要集中于城市中心区域，工程周边环境复杂，建构物、地下管线众多，工程地质与水文地质多样和多变，诱发施工过程中各种质量安全问题，甚至事故和灾害的因素增多。各城市，特别是超大城市和特大城市，地铁建设规模不断扩大，质量安全管理工作人手不足、技术不到位的问题日益凸显，施工过程安全风险增大，隐蔽工程质量问题突出，传统管理模式已难以实现多维、准确、高效的信息传递与集成管理。

依据“十三五”期间我国主要中心城市地铁建设面临的新形势，基于新一代信息化技术与地铁建设的融合创新思路，通过具有自主知识产权的多源异构的质量安全管理大

数据采集、传输、存储技术，形成了互联网+地铁工程质量安全管理平台及成套技术，涵盖业主、设计勘察、施工、监理、监测在内的五方责任主体，构筑地铁工程质量安全监管的六道防线，实现地铁工程质量安全治理合力，进一步提升现有的质量安全水平。

10.4.2 技术内容

1.基于“一张图、一张屏、一张网”的信息决策支持模块。

基于质量安全“一张图”，集成化展示工程施工多维数据；基于工程监控“一块屏”，实现质量安全管理多终端同步工作；基于有形的工程物联“一张网”，形成了全域范围无形的“一张网”——质量安全管控大网，形成了大数据综合决策支持的功能模块。

2.基于人工智能图像识别的地铁工地视频监控模块。

对各工点的主要施工作业面，特别是风险较大的部位进行全覆盖无死角监控，跟踪并记录施工过程，基于机器视觉和人工智能算法，研发了地铁工程施工不安全行为和重大危险区域的智能感知与自动侦测技术，实现复杂环境下的施工行为智能分析与自动报警处理。

3.基于移动终端的施工质量安全隐患排查治理模块。

各参建方可以在 Web 端和移动互联网终端随时开展相应隐患排查治理的信息采集、上报、审核及整改等质量安全工作，大大缩短隐患排查治理全过程的时间，提高隐患治理的效率与效果；同时通过信息库记录管理，实现“有据可查，抓铁有痕”的效果。

4.基于信息物理系统（CPS）的施工风险预警与主动控制模块。

以基于信息物理系统（CPS）地铁施工安全风险识别与预警为核心，从风险识别、预警到控制的复杂环境下地铁施工安全控制技术体系，包括施工前安全风险自动识别、施工中风险时空演化耦合分析与预警、特殊区段施工安全控制等关键技术，实现复杂环境下地铁施工全过程安全动态主动控制。该模块将施工监测、风险识别与分析、风险评估与预警技术相融合，形成了复杂环境下地铁施工安全风险自动识别与预警，同时支持与 BIM、施工物联网、自动连续监测等技术集成。

5.基于智能 GIS 的应急救援指挥调度模块。

基于平台的大数据库，集中存储与动态管理市域范围内所有工点的应急救援组织人员、应急物资和应急救援预案等信息，并研发了基于智能 GIS 的应急救援指挥调度功能

模块。

6.其它辅助模块。

辅助模块包括：质量取证管控、盾构作业支持、现场考勤、视频会商、基础大数据云平台等。系统总体架构如下图 10.4-1 所示。

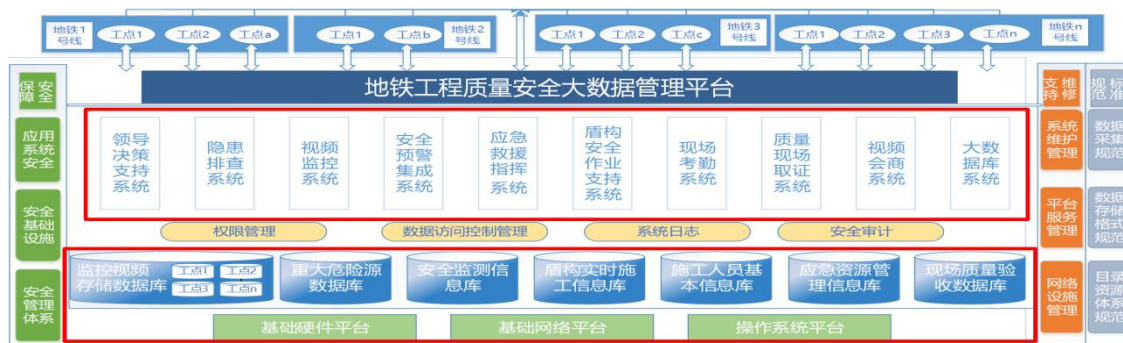


图 10.4-1 基于智能 GIS 的应急救援指挥调度模块系统总体架构图

10.4.3 主要技术性能与技术特点

1.创新性：针对地铁工程特点，以“一张图，一块屏，一张网”的工程管控理念，构建多源异构工程数据的实时采集、专网传输、大数据存储技术，通过 BIM 建模与可视化、机器视觉智能分析、风险融合感知与决策等数字建造等关键技术的攻关，形成了地铁工程质量安全大数据管理成套技术。

2.先进性：基于互联网+的理念，在地铁施工中全面引入物联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息化技术，支撑地铁工程质量安全管理模式全面转型升级。

3.综合性：以工程大数据平台为依托，成套技术全面覆盖软件开发、硬件突破及配套管理制度的创新，保障地铁工程施工的全要素、全过程、全主体的质量安全。

10.4.4 适用范围机应用条件

本成套技术为我国的重点城市大规模地铁建设提供质量安全管理的技术保障，可有利支撑社会民生发展，在当前地铁建设高峰期，具有广泛的应用空间与前景。此外，本技术同样也适用于城市地下空间开发中的重点地下基础设施（综合管廊、地下综合体等）建设的质量安全管理。