

西安市房屋市政工程安全生产标准化指导图册

(2025版)



西安市住房和城乡建设局



编制说明

为深入贯彻落实习近平总书记关于安全生产重要论述和党的二十大精神，持续强化安全生产标准化体系建设，全面提升房屋市政工程本质安全水平，西安市住建局立足行业发展新形势、新需求，对《西安市建筑工程安全生产标准化图册（2023版）》进行了优化升级，修订并编制了《西安市房屋市政工程安全生产标准化图册（2025版）》（以下简称“本图册”）。主要修订内容如下：

一、强化重点领域风险管控。针对近年来安全生产事故暴露出的薄弱环节，新增“有限空间作业”“装配式工程”两个专项篇章，为相关重点环节提供更聚焦、更详实的安全标准化指引。

二、优化框架并细化内容。对原有九大部分结构进行调整充实，严格遵循“以图为纲、实操导向”的编制原则，删除了原有的管理行为部分，并对原有各章节内容进行精炼整合与要求细化，整合形成十个部分的完整体系，使图册内容更聚焦施工现场安全生产实操指导。

三、更新技术与管理实践。广泛吸纳当前行业先进管理经验和成熟工艺，替换并新增大量涵盖BIM图片及实景照片的示例内容，淘汰不适内容，确保标准的先进性与实用性。

本图册适用于西安市行政区域内在建房屋建筑和市政基础设施工程项目，各建筑工程参建单位作为基础标准参照实施（未注明部分按照国家、部门、行业、省市相关要求执行），推动行业安全管理从“经验驱动”向“标准引领”转型，以高水平安全护航建筑业高质量发展。

本图册在编制中难免存在不足之处，欢迎相关单位提出宝贵意见和建议，以便进一步修订完善。

编制依据

一、法律、法规

1. 《中华人民共和国建筑法》
2. 《中华人民共和国安全生产法》
3. 《中华人民共和国特种设备安全法》
4. 《建设工程安全生产管理条例》
5. 《特种设备安全监察条例》
6. 《陕西省建设工程质量和安全生产管理条例》
7. 《陕西省特种设备安全监察条例》
8. 《陕西省城市地下管线管理条例》

二、国家标准

1. 《起重机械安全规程 第1部分：总则》（GB/T 6067.1-2010）
2. 《起重设备安装工程施工及验收规范》（GB 50278-2010）

编制依据

3. 《塔式起重机》（GB/T 5031-2019）
4. 《塔式起重机安全规程》（GB 5144-2006）
5. 《吊笼有垂直导向的人货两用施工升降机》（GB/T 26557-2021）
6. 《施工升降机安全使用规程》（GB/T 34023-2017）
7. 《通用门式起重机》（GB/T 14406-2011）
8. 《履带起重机》（GB/T 14560-2022）
9. 《起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废》（GB/T 5972-2023）
10. 《钢丝绳吊索 使用和维护》（GB/T 39480-2020）
11. 《盾构法隧道施工及验收规范》（GB 50446-2017）
12. 《建设工程施工现场消防安全技术规范》（GB 50720-2011）
13. 《头部防护 安全帽》（GB 2811-2019）
14. 《坠落防护 安全带》（GB 6095-2021）

编制依据

15. 《安全标志及其使用导则》（GB 2894-2008）
16. 《安全网》（GB 5725-2009）
17. 《高处作业吊篮》（GB/T 19155-2017）
18. 《钢丝绳夹》（GB/T 5976-2006）
19. 《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》（GB 55034-2022）
20. 《施工脚手架通用规范》（GB 55023-2022）
21. 《装配式钢结构建筑技术标准》（GB/T 51232-2016）
22. 《钢结构工程施工质量验收标准》（GB 50205-2020）
23. 《液化石油气钢瓶》（GB 5842-2023）
24. 《建筑施工脚手架安全技术统一标准》（GB 51210-2016）
25. 《钢管脚手架扣件》（GB/T 15831-2023）
26. 《企业安全生产标准化基本规范》（GB/T 33000-2016）

编制依据

27. 《架桥机安全规程》（GB 26469-2011）
28. 《道路交通标志和标线》（GB 5768-2017）
29. 《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB 50268-2008）

三、行业、地方标准

1. 《建筑施工安全检查标准》（JGJ 59-2011）
2. 《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》（JGJ/T 46-2024）
3. 《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ 33-2012）
4. 《施工现场机械设备检查技术规范》（JGJ 160-2016）
5. 《建筑施工升降设备设施检验标准》（JGJ 305-2013）
6. 《建筑施工起重吊装安全技术规范》（JGJ 276-2012）
7. 《建筑塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》（JGJ 196-2010）
8. 《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》（JGJ 215-2010）

编制依据

9. 《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）
10. 《建筑施工现场标志设置技术规程》（JGJ 348-2014）
11. 《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ 80-2016）
12. 《建筑机械使用安全技术规范》（JGJ 33-2021）
13. 《建筑施工工具式脚手架安全技术规范》（JGJ 202-2010）
14. 《建筑施工承插型盘扣式脚手架安全技术规范》（JGJ/T 231-2021）
15. 《空间网格结构技术规程》（JGJ 7-2010）
16. 《汽车起重机》（JB/T 9738-2015）
17. 《装配式混凝土结构技术规程》（JGJ 1-2014）
18. 《高处作业吊篮安装、拆卸、使用技术规程》（JB/T 11699-2013）
19. 《建筑施工临时支撑结构技术规范》（JGJ 300-2013）
20. 《建筑施工模板安全技术规范》（JGJ 162-2008）

编制依据

21. 《组合铝合金模板工程技术规程》（JGJ 386-2016）
22. 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》（JGJ 130-2011）
23. 《液压爬升模板工程技术规程》（JGJ 195-2018）
24. 《钢管满堂支架预压技术规程》（JGJ/T 194-2009）
25. 《预应力混凝土用金属波纹管》（JG/T 225-2007）
26. 《建筑施工全钢附着式升降脚手架安全技术规程》（DB61/T 5113-2024）

四、特种设备安全技术规范

1. 《特种设备使用管理规则》（TSG 08-2017）
2. 《起重机械安全技术规程》（TSG 51-2023）
3. 《场（厂）内专用机动车辆安全技术规程》（TSG 81—2022）

五、规章、文件

1. 《建筑起重机械安全监督管理规定》

编制依据

2. 《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》
3. 《关于修订<特种设备目录>的公告》
4. 《市场监管总局关于特种设备行政许可有关事项的公告》
5. 《房屋市政工程安全生产标准化指导手册》
6. 《房屋建筑和市政基础设施工程危及生产安全施工工艺、设备和材料淘汰目录（第一批）》
7. 《房屋建筑和市政基础设施工程禁止和限制使用技术目录（第二批）》
8. 《房屋市政工程生产安全重大事故隐患判定标准（2024版）》
9. 《有限空间作业安全指导手册》

目录

▶ 第一部分 基坑工程					
1.1 管理要求	15				
1.2 土方开挖	17				
1.3 基坑支护	18				
1.4 基坑安全防护	25				
1.5 基坑通道	26				
1.6 基坑降排水	27				
1.7 基坑周边堆载控制	28				
1.8 基坑监测	29				
1.9 砖胎膜	32				
▶ 第二部分 脚手架工程					
2.1 管理要求	34				
2.2 落地式脚手架	36				
2.3 悬挑脚手架	43				
2.4 附着式升降脚手架	46				
2.5 高处作业吊篮	50				
▶ 第三部分 模板工程及支撑体系					
3.1 管理要求	56				
3.2 承插型盘扣支撑架	58				
3.3 扣件式钢管支撑	62				
3.4 承插型轮扣式支撑	65				
3.5 铝模支撑	69				
3.6 爬模施工	71				
3.7 飞模施工	72				
3.8 特殊部位支撑	73				
▶ 第四部分 临时用电					
4.1 管理要求	78				
4.2 一般规定	80				
4.3 外电防护	81				
4.4 总配电室	83				
4.5 电缆敷设	85				
4.6 配电箱及开关箱	86				
4.7 电箱防护围栏	90				
4.8 重复接地和防雷	91				
4.9 照明	92				

目 录

▶ 第五部分 机械设备

5.1 管理要求	94
5.2 塔式起重机	96
5.3 施工升降机	109
5.4 门（桥）式起重机	119
5.5 履带式起重机	124
5.6 叉车	129
5.7 汽车式起重机	131
5.8 桩工机械	134
5.9 中小型机械	137

▶ 第六部分 安全防护

6.1 管理要求	139
6.2 个体防护	141
6.3 安全标志	144
6.4 洞口防护	146
6.5 临边防护	149
6.6 安全防护棚	151
6.7 操作平台	156
6.8 易燃易爆危险品管理	159

▶ 第七部分 装配式工程

7.1 管理要求	163
7.2 钢结构施工	165
7.3 装配式混凝土结构施工	181

▶ 第八部分 有限空间作业

8.1 管理要求	187
8.2 常见危险有害因素	189
8.3 现场警示标识设置	191
8.4 安全装备配备	192
8.5 应急救援装备配备	193
8.6 现场安全管理要求	194

目录

▶ 第九部分 市政基础设施工程	
9.1 管理要求	203
9.2 道路工程	205
9.3 管道工程	210
9.4 桥梁工程	219
9.5 地铁工程（暗挖隧道）	230
9.6 地铁工程（盾构隧道）	246
▶ 第十部分 智慧安全	
10.1 智慧平台的应用	261
10.2 BIM技术安全应用	265
10.3 人员智慧监管	267
10.4 智能装备使用	270
10.5 智慧安全监测	277
10.6 建筑机器人使用	281

01

第一部分 基坑工程



1.1 管理要求

1.本图册基坑工程分别由土方开挖、基坑支护、基坑安全防护、基坑通道、基坑降排水、基坑周边堆载控制、基坑监测、砖胎膜等组成。

2.基坑工程危险性较大的分部分项工程范围：

(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。

3.基坑工程超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围：

开挖深度超过5m（含5m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。

4.基坑工程专项施工方案应按照《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南》（建办质〔2021〕48号）进行编制（见图1-1）。



图1-1 基坑工程方案编制指南

5.当基坑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、审批。

6.基坑开挖前监测单位应编制监测方案，并应明确监测项目、监测报警值、监测方法和监测点的布置、监测周期等内容。

第一部分 基坑工程

1.1 管理要求

7.基坑工程施工和使用过程中，施工单位每天应有专人进行巡视检查（见图1-2），并做好记录，雨期应增加巡视检查次数。巡视检查内容应包括支护结构、施工工况、周边环境及监测设施等。巡视检查宜以目视为主，可辅以锤、钎、量尺、放大镜等工具以及摄像、摄影等手段进行。如发现异常情况和危险情况，应对照仪器监测数据进行综合分析。监理单位应当对基坑工程施工实施专项巡视检查（见图1-3）。

8.对于按照规定需要验收的基坑工程，未经验收合格严禁进入下一道工序或投入使用。



图1-2 施工单位基坑巡查



图1-3 监理单位基坑巡查

第一部分 基坑工程

1.2 土方开挖

1.土方开挖必须编制专项施工方案，明确具体的开挖方式、开挖顺序、放坡坡度等。

2.土方开挖的顺序、方法必须与设计工况和施工方案相一致，并应遵循“开槽支撑，先撑后挖，分层开挖，严禁超挖”的原则（见图1-4）。

3.开挖的实际土层与勘察资料明显不符，或出现异常情况时，应停止开挖。在采取相应处理措施后方可继续开挖。

4.土方开挖施工中，应检查平面位置、水平标高、边坡坡率、排水系统、地下水控制系统、预留土墩、分层开挖厚度、支护结构的变形等（见图1-5），检查中发现的问题应及时整改，整改合格后方可进入下道工序。



图1-4 基坑开挖



图1-5 基坑开挖标高及尺寸控制



1.3 基坑支护

1.3.1 自然放坡、土钉墙

1.自然放坡应严格按照基坑施工方案放坡，并设置挡水坎、排水沟、集水井等防排水措施。放坡角度应根据现场土质情况确定，并符合设计要求（见图1-6）。

2.土钉墙（见图1-7）应按每层土钉及混凝土面层分层设置、分层开挖基坑的步序施工，土钉墙、预应力锚杆复合土钉墙的坡度不宜大于1:0.2。

3.当基坑开挖面上方的锚杆、土钉、支撑未达到设计要求时，严禁向下超挖土方。

4.严禁土方开挖设备碰撞上部已施工土钉，严禁振动源振动土钉侧壁。

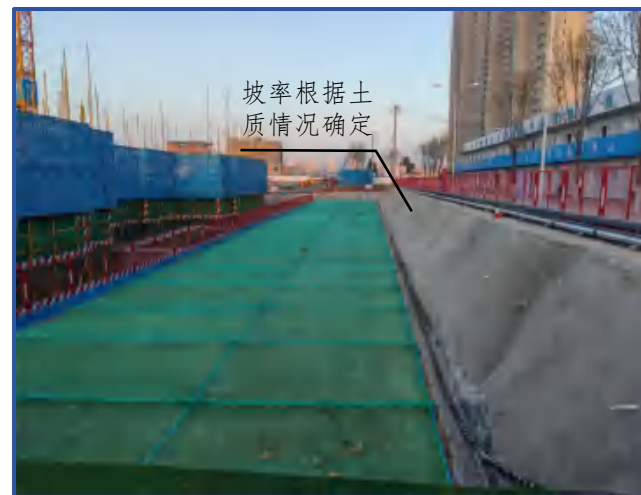


图1-6 基坑自然放坡

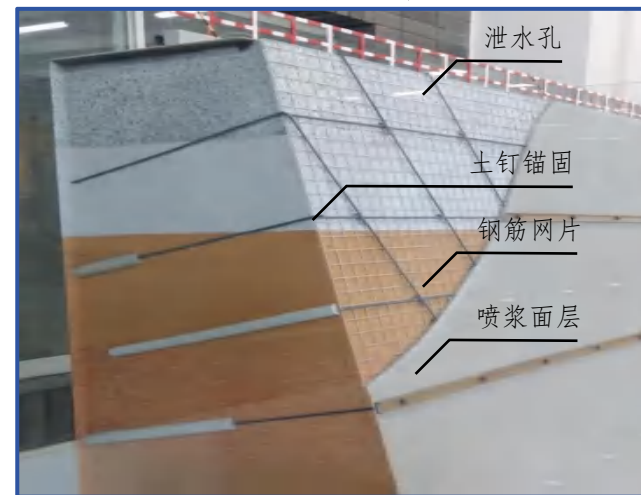


图1-7 土钉墙支护（1）



1.3 基坑支护

1.3.1 自然放坡、土钉墙

5.土钉应进行抗拔承载力检测（见图1-8）。检测土钉应按随机抽样的原则选取，并应在土钉固结体强度达到设计强度的70%后进行试验。土钉的检测数量不宜少于土钉总数的1%，且同一土层中的土钉检测数量不应少于3根。试验最大荷载不应小于土钉轴向拉力标准值的1.1倍。

6.土钉墙的喷射混凝土面层应进行现场试块强度试验，每500m²喷射混凝土面积试验数量不应少于1组，每组试块不应少于3个。

7.土钉墙的喷射混凝土面层应进行厚度检测，每500m²喷射混凝土面积检测数量不应少于1组，每组的检测点不应少于3个。全部检测点的面层厚度平均值不应小于厚度设计值，最小厚度不应小于厚度设计值的80%。



图1-7 土钉墙支护（2）



图1-8 土钉抗拔试验



1.3 基坑支护

1.3.2 桩锚工程

1. 桩锚支护应编制专项施工方案，并严格按方案设置支护桩和锚杆（见图1-9）。

2. 支护桩顶部应设置混凝土冠梁，冠梁宽度不宜小于桩径，高度不宜小于0.6倍桩径（见图1-10）。

3. 混凝土灌注桩宜采取间隔成桩的施工顺序，并在混凝土终凝后，再进行邻桩施工。

4. 锚杆锚固段不宜设置在淤泥等松散填土层，注浆应采用水泥浆或水泥砂浆，注浆固结体强度要符合方案要求。

5. 灌注水泥浆时，要注意泵的压力，防止因管道堵塞造成事故。

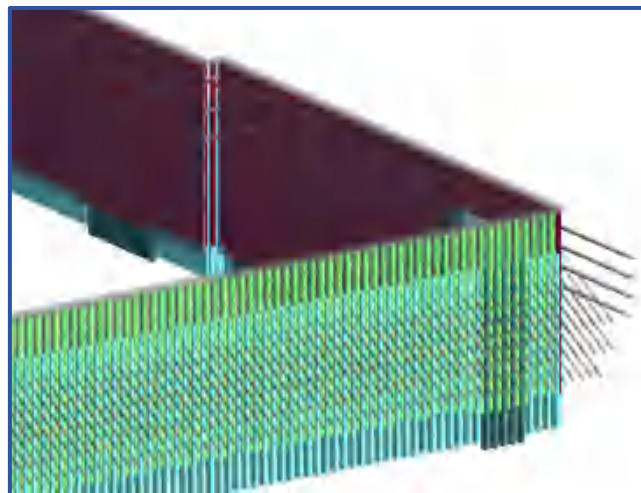


图1-9 基坑桩锚支护透视图

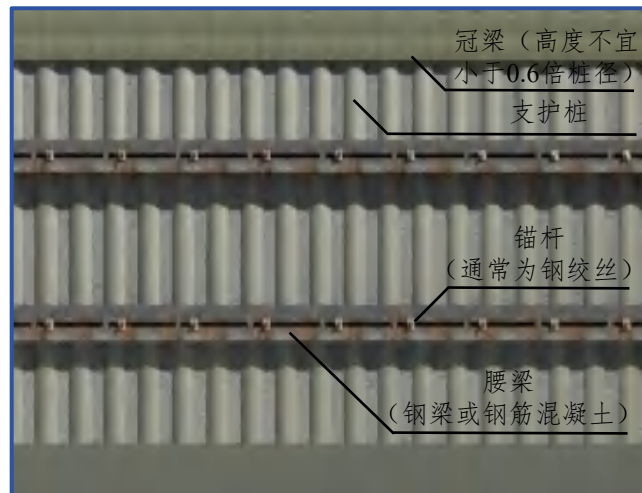


图1-10 基坑桩锚支护 (1)



图1-10 基坑桩锚支护 (2)



图1-10 基坑桩锚支护 (3)



1.3 基坑支护

1.3.2 桩锚工程

6.采用混凝土灌注桩时，桩身混凝土强度等级不宜低于C25。应采用低应变动测法检测桩身完整性（见图1-11），检测桩数不宜少于总桩数的20%，且不得少于5根。

7.锚杆抗拔试验应在锚固段注浆固结体强度达到15MPa或达到设计强度的75%后进行（见图1-12）。检测锚杆应采用随机抽样的方法选取。对锚杆检测数量不应少于锚杆总数的5%，且同一土层中的锚杆检测数量不应少于3根。



图1-11 桩身完整性检测



图1-12 锚杆抗拔试验



1.3 基坑支护

1.3.3 钢筋混凝土支撑

1.钢筋混凝土支撑（见图1-13）必须严格按照方案施工，支撑系统的施工与拆除，应按先撑后挖、先托后拆的顺序，拆除顺序应与支护结构的设计工况相一致，并结合现场支护结构内力与变形的监测结果进行。

2.钢筋混凝土支撑为水平支撑时，应设置与挡土构件连接的腰梁，当位于挡土构件顶部时，可与冠梁连接。

3.支撑拆除应在替换支撑的结构构件达到换撑要求的承载力后进行，当主体结构底板和楼板分块浇筑或设置后浇带时，应在分块部位或后浇带处设置可靠的传力构件。

4.利用钢筋混凝土支撑作为人行通道，必须设置防护措施。

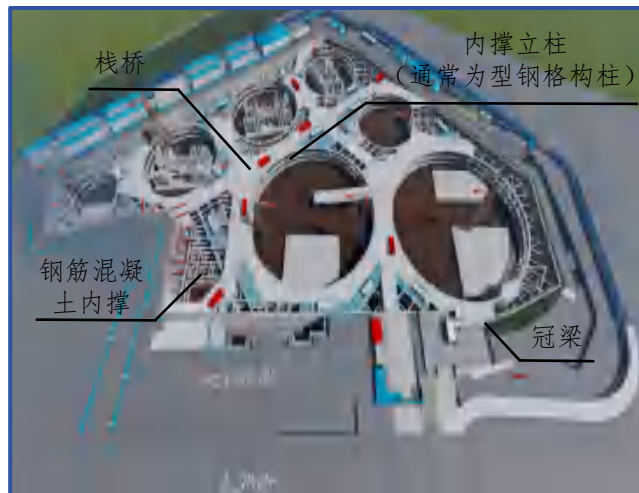


图1-13 基坑钢筋混凝土内撑支护（1）



图1-13 基坑钢筋混凝土内撑支护（2）



图1-13 基坑钢筋混凝土内撑支护（3）

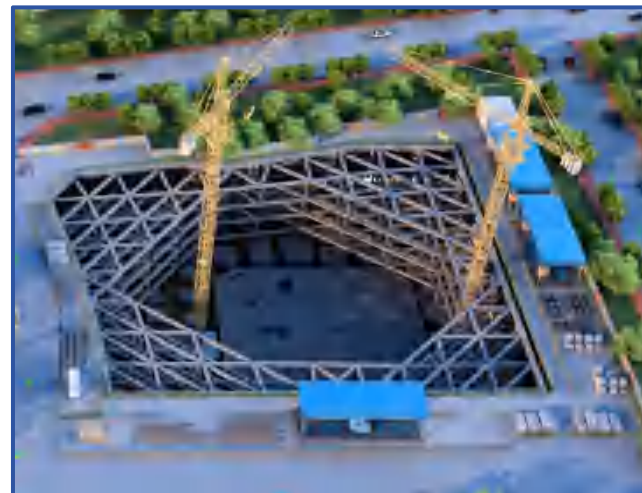


图1-14 内撑三维近视图



1.3 基坑支护

1.3.4 钢支撑

1.钢支撑严格按照方案施工，随挖随撑、严禁超挖（见图1-15）。

2.钢支撑连接宜采用螺栓连接，必要时可采用焊接连接（见图1-16）。

3.支撑与冠梁、腰梁的连接应牢固，钢腰梁与围护墙体之间的空隙应填充密实。无腰梁时，钢支撑与围护墙体的连接应满足受力要求。

4.支撑安装完毕后，应及时检查各节点的连接状况，符合要求后方可均匀、对称、分级施加预应力，预应力施加完毕后，待额定压力稳定后方可锁定。

5.钢支撑吊装就位时，吊车及钢支撑下方严禁站人，并做好防坠措施（见图1-17）。



图1-15 钢支撑安装



图1-16 钢支撑支护（1）



图1-16 钢支撑支护（2）

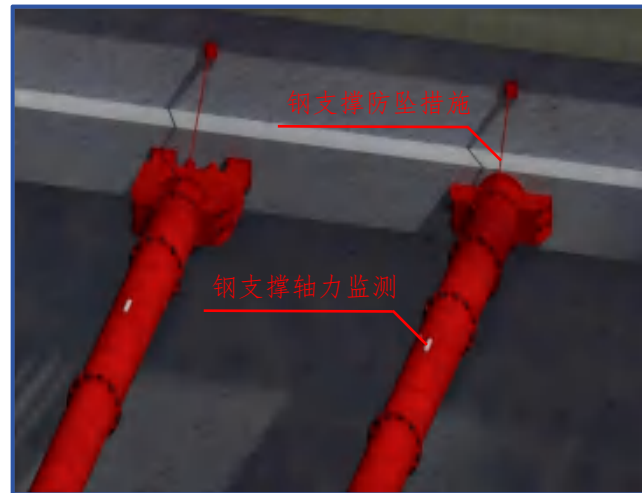


图1-17 钢支撑轴力监测



1.3 基坑支护

1.3.5 地下连续墙

1.地下连续墙是分槽段用专用机械成槽、浇筑钢筋混凝土所形成的连续地下墙体（见图1-18）。

2.地下连续墙的导墙强度要能承受钢筋笼、导管、钻机静、动荷载，导墙强度达到方案要求后方可拆模。

3.钢筋笼吊装所选用的吊车应满足吊装高度及起重量的要求。吊点布置应根据吊装工艺通过计算确定，并进行整体起吊安全验算。

4.地下连续墙成槽过程中及成槽后，应在导墙两侧设立警示标志（见图1-19）。

5.地下连续墙应进行槽壁垂直度检测，检测数量不得小于同条件下总槽段数的20%，且不少于10幅。当地下连续墙作为主体地下结构构件时，应对每个槽段进行槽壁垂直度检测。

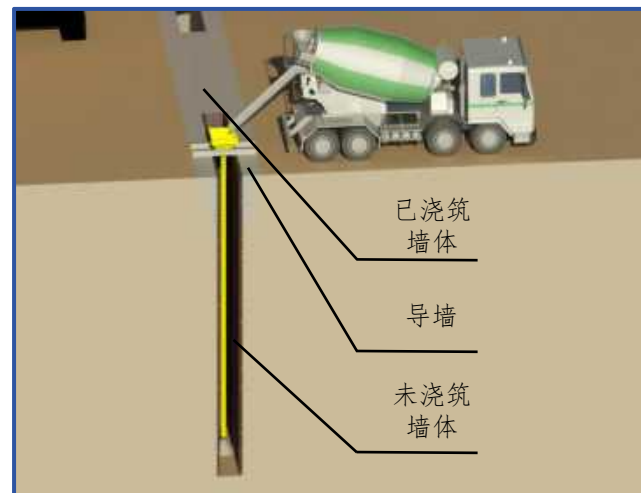


图1-18 地下连续墙构造

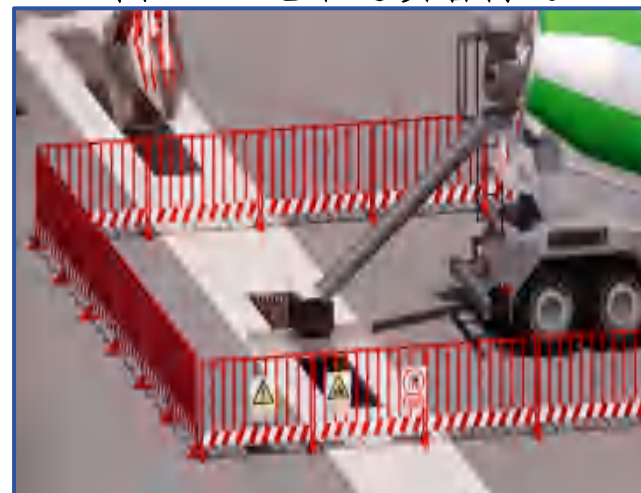


图1-19 地下连续墙浇筑警示



1.4 基坑安全防护

1. 基坑临边防护栏杆应采用工具式（见图1-20）或扣件钢管式。

2. 扣件钢管式防护栏杆由立杆、横杆、挡脚板及密目式安全立网组成，栏杆高度 $\geq 1.2\text{m}$ ，立杆间距 $\leq 2\text{m}$ ，横杆均匀分布且间距 $\leq 0.6\text{m}$ ，底部设高度 $\geq 180\text{mm}$ 红白或黑黄相间挡脚板。

3. 防护栏杆在上下横杆和立杆任何部位处，均能承受任何方向 1kN 的外力作用。

4. 防护栏杆刷红白或者黑黄警示漆并在中间位置设置安全警示标语牌（见图1-21）。

5. 基坑防护栏杆防护设施安装夜间安全警示灯（见图1-22），以加强防护作用。



图1-20 工具式基坑临边防护（1）



图1-20 工具式基坑临边防护（2）



图1-21 语音提醒安全警示牌



图1-22 安全警示灯、夜间照明



1.5 基坑通道

1. 基坑通道设置应遵循人车分流的原则，基坑内设置人行通道和车行通道。

2. 人行通道可分为全钢标准节和钢管搭设式两种（见图1-23），通道搭设应稳定可靠。通道内应设扶手栏杆，扶手栏杆高1.2m并在0.6m处设置一道横杆，梯道的宽度 $\geq 1\text{m}$ ，底部设高度 $\geq 180\text{mm}$ 挡脚板（见图1-24）。

3. 车行通道承载力应满足需要，侧面应根据现场实际情况进行支护，防止车道发生坍塌。车行通道可采用混凝土路面、预制混凝土重载路面（见图1-25）或钢板路面，并在车道边设置警示标志。



图1-23 基坑人行通道（1）



图1-23 基坑人行通道（2）



图1-24 基坑人行通道爬梯扶手



图1-25 基坑车行通道

1.6 基坑降排水

1. 基坑上部应设置挡水坎和排水沟，排水沟底宽不宜小于300mm，排水沟底和侧壁必须做防渗处理（见图1-26）。

2. 基坑底部四周应设置排水沟和集水井，宜布置于地下结构外侧，距坡脚不宜小于0.5m。坡底的集水井内设置排水设备，将水排至坡顶的排水沟，并通过三级沉淀池沉淀后排出（见图1-27）。

3. 集水井大小和数量应根据基坑涌水量和渗漏水量、积水水量确定，且直径(或宽度)不宜小于0.6m，底面应比排水沟沟底深0.5m，间距不宜大于30m。

4. 降水井宜在基坑外缘环圈式布置（见图1-28），当基坑面积较大，且局部有深挖区域时，也可在基坑内布置。



图1-26 基坑挡水坎及排水沟

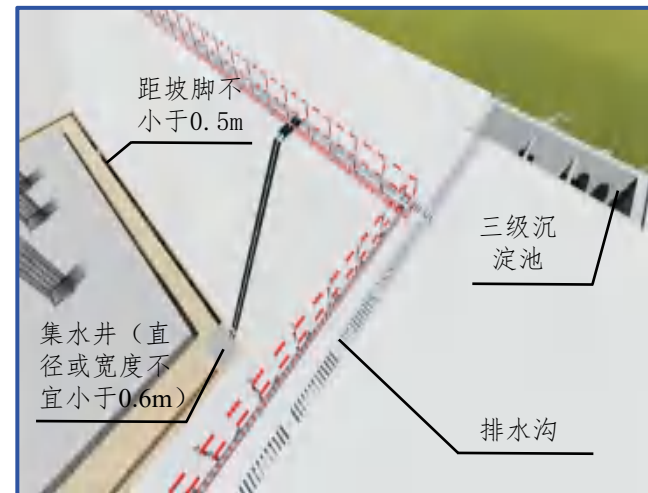


图1-27 基坑降排水



图1-28 基坑降水井环圈式布置



图1-29 基坑降水井



1.7 基坑周边堆载控制

1. 基坑周边1.5m范围内不得堆载，3m以内限制堆载。基坑周边使用荷载不应超过设计限值（见图1-30）。

2. 无支护基坑（槽）周边，在坑底边线周边与开挖深度相等范围内严禁堆载。

3. 基坑工程使用与维护期间，对基坑影响范围内可能出现的交通荷载或大于35kPa的振动荷载，应评估其对基坑工程安全的影响。当支护设计中已考虑堆载和车辆运行时，必须按设计要求进行，严禁超载。

4. 在基坑边1倍基坑深度范围内建造临时住房或仓库时，应经基坑支护设计单位允许，并经企业技术负责人、工程项目总监批准。

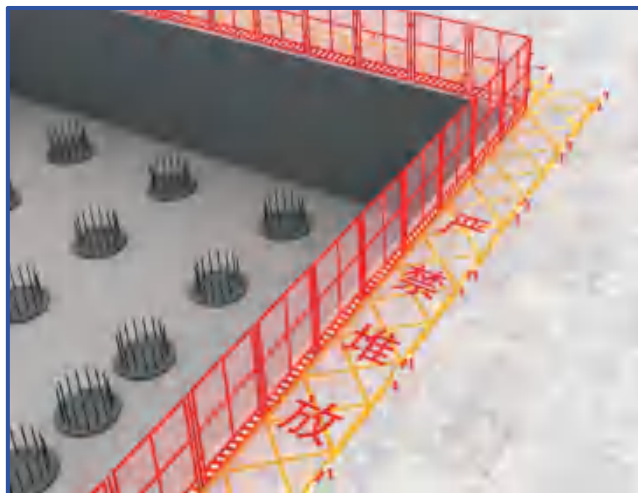


图1-30 基坑边限载及警戒 (1)

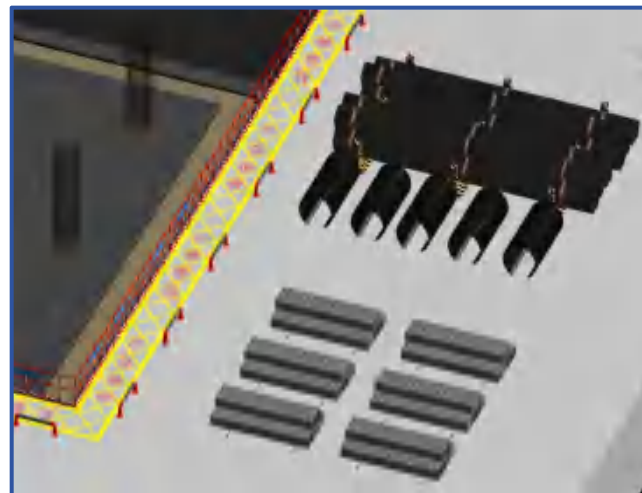


图1-30 基坑边限载及警戒 (2)



图1-30 基坑边限载及警戒 (3)



图1-30 基坑边限载及警戒 (4)



1.8 基坑监测

1.开挖深度大于等于5m或开挖深度小于5m但现场地质情况和周围环境较复杂的基坑工程以及其他需要监测的基坑工程应实施基坑工程监测。对于由建设单位委托第三方监测的基坑工程，应根据基坑类别对支护结构顶部水平位移、竖向位移等监测项目进行监测（见图1-31）。

2.基坑施工过程中除应按现行国家标准的规定进行专业监测外，施工单位应同时编制包括下列内容的施工监测方案并实施：①工程概况。②监测依据和项目。③监测人员配备。④监测方法、精度和主要仪器设备。⑤测点布置与保护。⑥监测频率、监测报警值。⑦异常情况下的处理措施，数据处理和信息反馈。

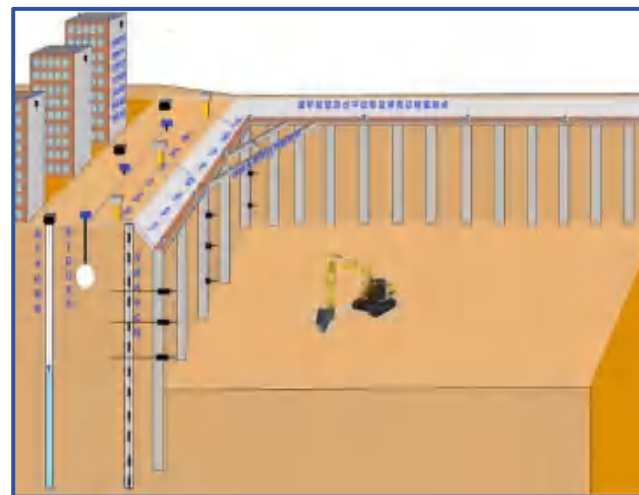


图1-31 基坑监测项目



图1-32 基坑监测点布置

第一部分 基坑工程

1.8 基坑监测

3.当监测数据达到报警值、监测数据变化较大或者速率加快、基坑及周边大量积水、长时间连续降雨时，应提高监测频率。

4.围护墙或基坑边坡顶部的水平和竖向位移监测点应沿基坑周边布置,周边中部、阳角处应布置监测点（见图1-33）。监测点水平间距不宜大于20m,每边监测点数目不宜少于3个。

5.围护墙或土体深层水平位移监测点宜布置在基坑周边的中部、阳角处及有代表性的部位（见图1-34）。监测点水平间距宜为20m~50m,每边监测点数目不应少于1个。

6.监测标志应稳固、明显、结构合理，宜采取保护措施（见图1-33、图1-34）。



图1-33 基坑变形监测点（1）



图1-33 基坑变形监测点（2）



图1-34 基坑深层水平位移监测点



图1-35 基坑监测结果公示



1.8 基坑监测

7.深基坑监测系统通过分布式或者点式实现了精准测量，具备极高的灵敏度和精度，传感器（见图1-36）抗电磁干扰、高绝缘强度、耐腐蚀，能与数字通信系统兼容，可实现多级预警。

8.传感器通过对垂直位移（沉降）、支护深层位移、混凝土内部温度、结构应变和应力、桩墙土层压力、结构裂缝、地下水位多方位监测，通过云端实时将监测数据传输到移动端、PC端（见图1-37）。

9.深基坑监测系统，全面且实时的监测，分析出安全性、结构稳定性趋势，为应急预案、安全施工提供全面支撑，极大地提高深基坑作业规范及安全性，有效降低生产安全事故发生概率。



图1-36 深基坑监测系统传感器

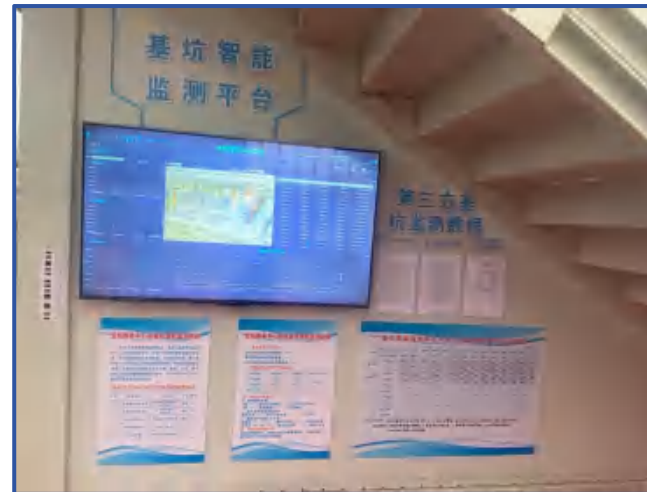


图1-37 云端监测数据（1）

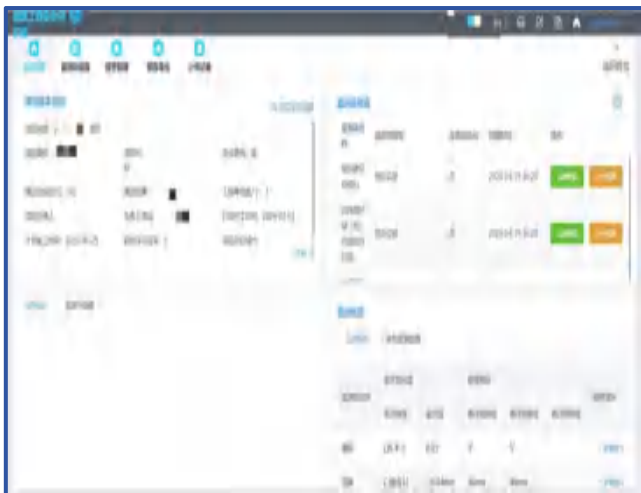


图1-37 云端监测数据（2）



图1-38 深层水平位移监测机器人



1.9 砖胎膜

1.砖胎膜（见图1-39）施工前必须结合土质情况编制针对性施工方案，并根据砖胎膜砌筑长度和高度设置构造柱及圈梁，设置方式可参考下表：

序号	砖胎膜高度	厚度要求	构造柱要求	圈梁要求
1	$H \leq 600\text{mm}$	120mm	-	-
2	$600\text{mm} < H \leq 1200\text{mm}$	240mm	-	-
3	$1200\text{mm} < H \leq 1800\text{mm}$	240mm	每3000mm设置一道	-
4	$H > 1800\text{mm}$	370mm	每3000mm设置一道	每1500mm设置一道

2.砌筑高度超过1.5m时，应搭设操作架或使用移动作业平台，严禁站在砌筑好的墙体和未铺脚手板的架体上作业。

3.土方回填应在砖胎膜达到设计强度后，土方回填过程中应观察墙体，谨防变形、倒塌，回填完毕后上部及时封闭。

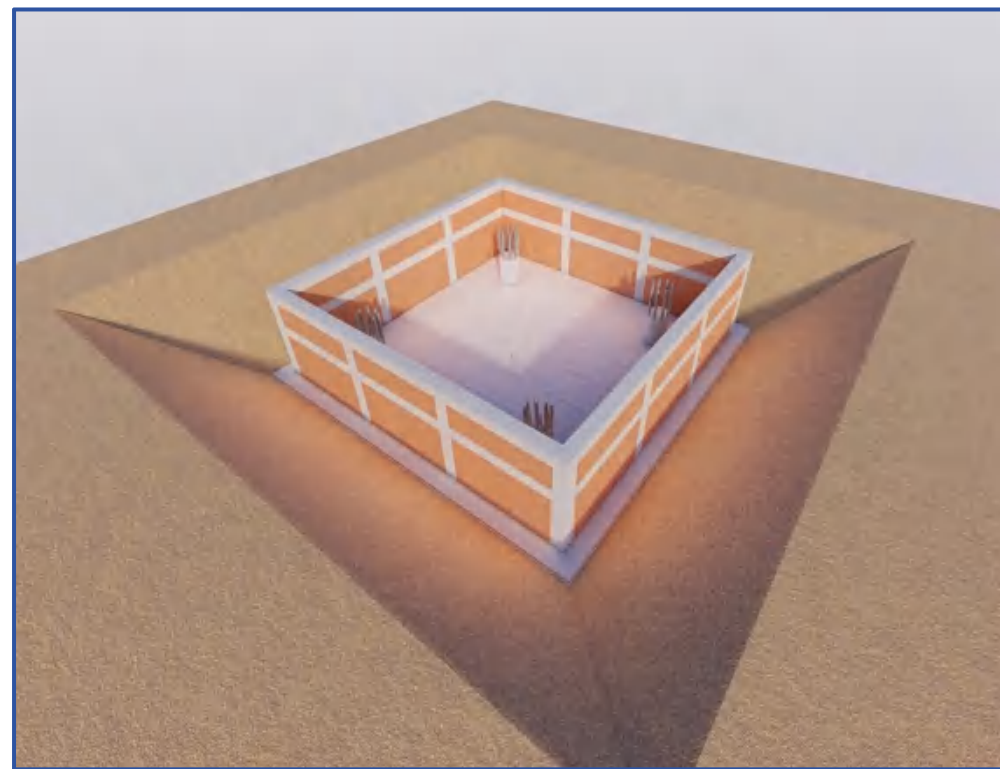


图1-39 砖胎膜

02

第二部分 脚手架工程



第二部分 脚手架工程

2.1 管理要求

1.本图集脚手架工程分为落地式钢管脚手架和型钢悬挑式脚手架、附着式升降脚手架、高处作业吊篮四大类，分别由架体基础、架体构造、架体防护等部分组成。

2.脚手架工程危险性较大的分部分项工程范围：

(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。

3.脚手架工程超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围：

(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。

4.脚手架工程专项施工方案应按照《住房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）进行编制（见图2-1）。



图2-1 脚手架工程方案编制指南



第二部分 脚手架工程

2.1 管理要求

5.全钢附着式升降脚手架产品应具备型式检验报告,其使用应符合《建筑施工全钢附着脚手架安全技术规程》(DB61/T 5113-2024)规范的有关规定。

6.全钢附着式升降脚手架进场时,建设、监理、施工总承包、专业分包单位应进行联合验收;架体搭设安装、拆除前应按规定对有关技术人员和作业人员进行安全技术交底,架体分段搭设、分段验收及使用时,应加强日常的检查维护工作,确保架体使用安全;特种作业人员应持证上岗;架体安装、升降、拆除时应按规定设置安全警戒区,并应设置专人监护。

7.使用单位应与安装、拆卸单位签订安全协议并落实安全责任人,明确双方的安全生产责任。

8.高处作业吊篮安装前,应对产品合格证、检验报

告、吊篮构配件入场验收、安装单位资质、安拆人员证件、安拆人员安全技术交底等进行审核,安拆人员必须经三级安全教育培训合格后方上岗。

9.高处作业吊篮使用每日应对吊篮班前、班后进行检查,并留存记录;吊篮使用前对作业人员进行安全技术交底,作业过程中操作平台内不得超过2人;吊篮停止作业后,操作平台必须停落在地面。

10.雷雨天气、6级及以上大风天气应停止作业(附着升降脚手架升降时、高处作业吊篮施工时要求风力不大于5级);雨、雪、雾天气应停止脚手架的搭设和拆除作业,并按方案要求采取相应加固措施;雨、雪、霜后上架作业应采取有效的防滑措施,雪天应清除积雪。



第二部分 脚手架工程

2.2 落地式脚手架

2.2.1 基础

1.脚手架基础应平整坚实，满足承载力和变形要求，并设置排水措施，自然地基基础或回填土基础冬季施工应采取防冻胀措施，在基础上沿外脚手架长度方向设置木垫板(厚度应 $>50\text{mm}$)或槽钢等（见图2-2）。

2.脚手架必须设置纵、横向扫地杆。扣件式钢管脚手架纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距钢管底端不大于 200mm 处的立杆上。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（见图2-3）。

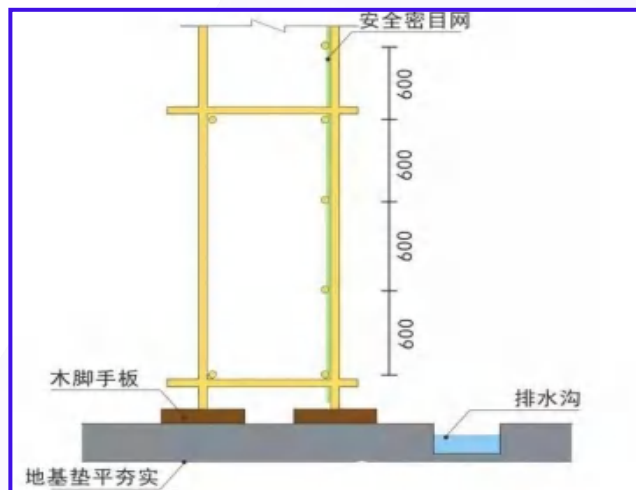


图2-2 脚手架基础剖面图

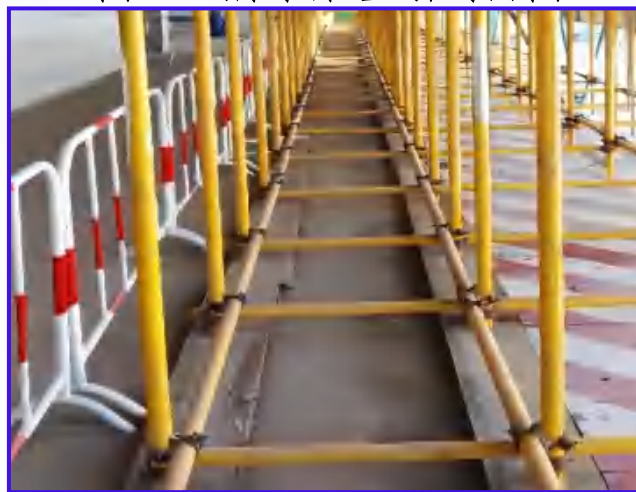


图2-3 脚手架基础示例图

第二部分 脚手架工程

2.2 落地式脚手架

2.2.2 连墙件

1. 脚手架连墙件设置的位置、数量应按专项施工方案确定，连墙件的水平间距不得超过3跨，竖向间距不得超过3步，连墙点之上架体的悬臂高度不应超过2步（见图2-4）。

2. 连墙件设置应靠近主节点，偏离主节点距离不应大于300mm；应优先采用菱形布置，或采用方形、矩形布置。

3. 在架体的转角处、开口型脚手架端部应增设连墙件，连墙件的垂直间距不应大于建筑物的层高，且不应大于4米（见图2-5）。

4. 脚手架下部暂不能设置连墙件时应采取防倾覆措施，抛撑与地面的倾角应在 45° ~ 60° 之间，连接点中心至主节点的距离不应大于300mm（见图2-6）。



图2-4 脚手架连墙件设置 (1)



图2-4 脚手架连墙件设置 (2)



图2-5 转角处连墙件设置

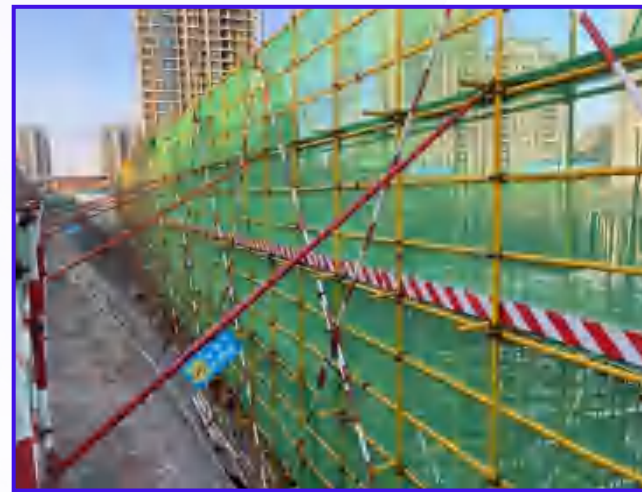


图2-6 防倾覆措施

第二部分 脚手架工程

2.2 落地式脚手架

2.2.3 剪刀撑（钢管脚手架）

1.剪刀撑的设置应均匀对称，每道剪刀撑的宽度应为4跨~6跨，且不应小于6m，也不应大于9m；剪刀撑斜杆与水平面的倾角应在 45° ~ 60° 之间（见图2-7）。

2.当搭设高度在24m以下时，应在架体两端、转角及中间每隔不超过15m各设置一道剪刀撑，并应由底至顶连续设置；当搭设高度在24m及以上时，应在全外侧立面上由底至顶连续设置（见图2-8）。

3.开口型、一字型等非封闭型双排脚手架断开部位需设置横向斜撑，设置应在同一节间由底至顶层呈之字型连续布置（见图2-9）。



图2-7 剪刀撑设置（1）

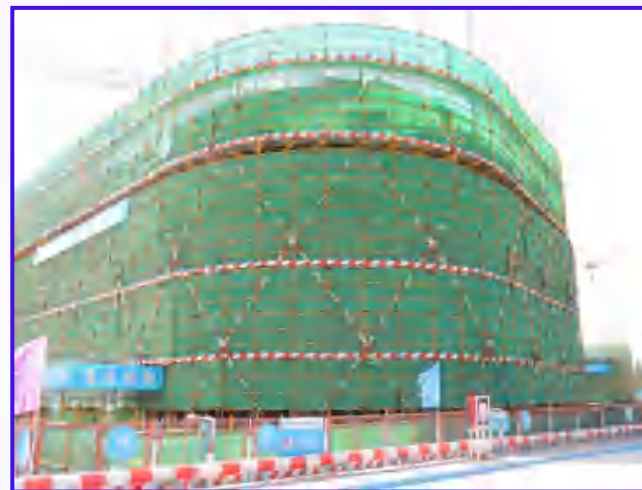


图2-7 剪刀撑设置（2）



图2-8 高度24米及以上剪刀撑设置



图2-9 横向斜撑设置



2.2 落地式脚手架

2.2.3 剪刀撑（盘扣架）

4.使用承插型盘扣式钢管搭设脚手架，采用竖向斜撑杆替代作业脚手架竖向剪刀撑时，应符合以下规定：

（1）在作业脚手架的端部、转角处应各设置一道（见图2-10）；

（2）应每隔不大于4跨设置一道竖向或斜向连续斜杆；当架体搭设高度在24m以上时，应每隔不大于3跨设置一道竖向斜杆；

（3）竖向斜杆应在双排作业架外侧相邻立杆间由底至顶连续设置（图2-11）。



图2-10 端部、转角处搭设（1）



图2-10 端部、转角处搭设（2）



图2-11 竖向斜杆连续设置（1）



图2-11 竖向斜杆连续设置（2）



2.2 落地式脚手架

2.2.4 脚手架立面防护

1. 脚手架外侧应采用安全网封闭。
2. 当采用密目安全网封闭时，应满足阻燃要求，网体竖向连接时采取用网眼连接方式，每个网眼应用16#铁丝与钢管固定；网体横向连接时采取搭接方式，搭接长度不得小于200mm（见图2-12）。
3. 当采用冲孔钢板网片防护时，钢板厚度不应低于0.6 mm，龙骨为20*20mm方管，且应可靠地固定在架体上（见图2-13）。
4. 脚手架作业层防护栏杆和挡脚板均应搭设在外立杆的内侧；挡脚板高度不应小于180mm。



图2-12 安全网外立面防护（1）



图2-12 安全网外立面防护（2）



图2-13 钢板网片外立面防护（1）



图2-13 钢板网片外立面防护（2）



第二部分 脚手架工程

2.2 落地式脚手架

2.2.5 脚手架水平及层间防护

1.作业脚手架作业层上应满铺脚手板并采取可靠的连接方式与水平杆固定（见图2-14）。

2.当作业层边缘与结构外表面距离大于150mm时，应采取防护措施，水平兜网推荐使用3*3cm规格（见图2-15）。

3.脚手架沿所施工建筑物每3层或高度不超过10米应设置一层水平防护，水平防护必须延至建筑物边缘。

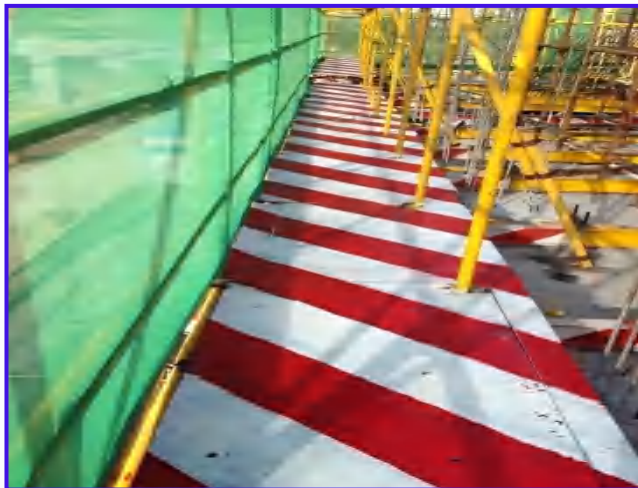


图2-14 脚手架满铺脚手板（1）



图2-14 脚手架满铺脚手板（2）



图2-15 作业层边缘水平防护（1）



图2-15 作业层边缘水平防护（2）

2.2 落地式脚手架

2.2.6 电梯井操作架

1. 电梯井操作架应分段搭设、分段悬挑，搭设高度不大于20m，步距不大于1.6m，并按方案要求布置剪刀撑。

2. 在主体施工阶段，采用16#工字钢作为操作架支撑，工字钢两端用预埋环固定，使用木楔加固，以防滑脱（见图2-16、图2-17）。

3. 作业层满铺脚手板，层间封闭与悬挑架封闭保持一致。

4. 宜采用井道一体化防护平台及电梯井三角斜撑平台（见图2-18、图2-19）。

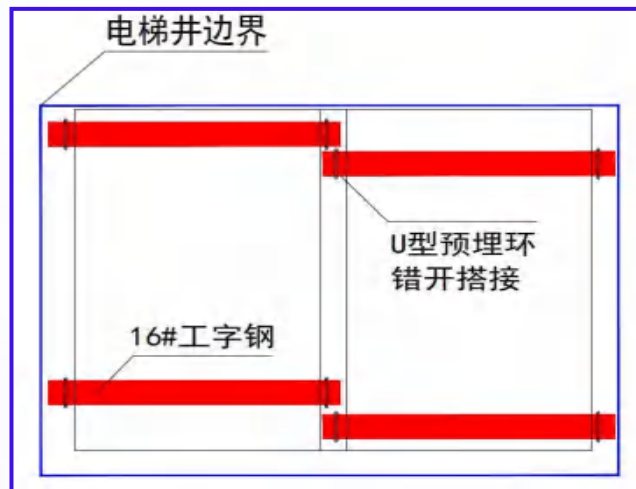


图2-16 工字钢设置



图2-17 电梯井操作架搭设

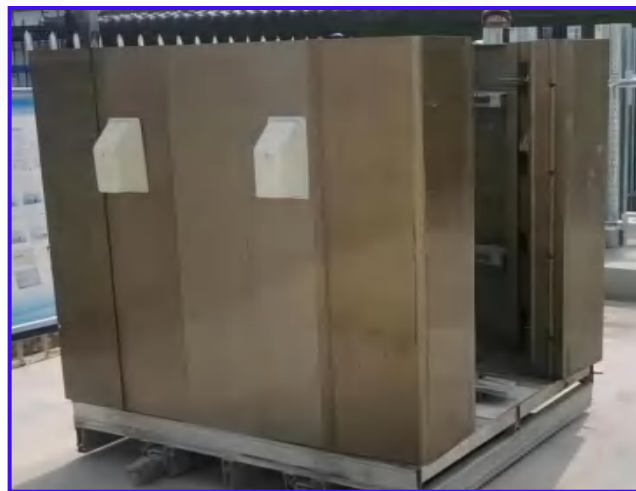


图2-18 井道一体化防护平台



图2-19 电梯井三角斜撑平台

第二部分 脚手架工程

2.3 悬挑脚手架

2.2.1 型钢悬挑脚手架

1.悬挑脚手架搭设前应编制专项施工方案，并按规定进行审核、审批；搭设高度超过20m时应按规定组织专家论证。

2.型钢悬挑梁应采用国标双轴对称截面的型钢。钢梁截面高度不应小于160mm。锚固型钢悬挑梁的锚固螺栓直径不宜小于16mm。

3.悬挑钢梁悬挑长度应按设计确定，固定段长度不应小于悬挑段长度的1.25倍（见图2-20）。

4.预埋环尾部应用压板固定，压板尺寸应采用100mm*100mm*10mm厚钢板或者使用不小于63mm*63mm*6mm厚的角钢（见图2-21）。

5.锚固型钢主体结构混凝土强度等级不低于C20。

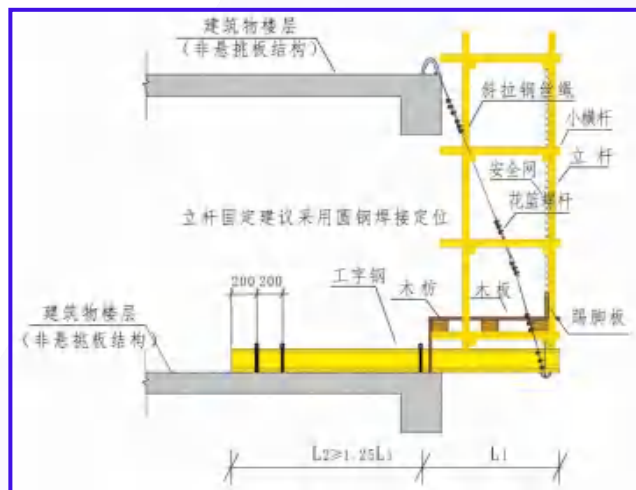


图2-20 悬挑脚手架剖面图



图2-21 工字钢安装

2.3 悬挑脚手架

3.2.2 短肢悬挑脚手架

1.短肢悬挑脚手架搭设前应编制专项施工方案，并按规定进行审核、审批、专家论证。

2.安装搭设作业应有可靠的防护措施，防止人员、物料坠落；悬挑梁应按安全专项施工方案要求准确就位、安装牢固，安装过程中应随时检查构件型号、规格、安装位置的准确性和螺栓紧固及焊接质量（见图2-22、图2-23、图2-24、图2-25）。

3.悬挑式脚手架拆除作业必须由上而下逐层进行，严禁上下同时作业。连墙件必须随脚手架逐层拆除，严禁先将连墙件整层或数层拆除后再拆除悬挑式脚手架。



图2-22 短肢悬挑梁搭设



图2-23 短肢悬挑梁斜拉杆构配件



图2-24 工字钢定位桩



图2-25 短肢悬挑梁斜拉杆



2.3 悬挑脚手架

2.3.3 钢丝绳、钢拉杆及架体底部封闭

1.型钢悬挑梁外端应设置钢丝绳或钢拉杆与上一层建筑结构拉结（见图2-26、图2-27）。

2.钢丝绳与建筑结构拉结的吊环应采用HPB235级钢筋，其直径不宜小于20mm，吊环预埋锚固长度应符合要求。

3.钢丝绳公称直径不小于14mm，绳夹不得少于3个；钢拉杆与建筑物连接应牢固可靠，连接点的设置应经过设计计算确定，确保能有效传递荷载。

4.悬挑脚手架起步搭设后应对脚手架底部进行硬质防护封闭，防护应严密、结实可靠（见图2-28）。



图2-26 斜拉钢丝绳设置



图2-27 钢拉杆设置

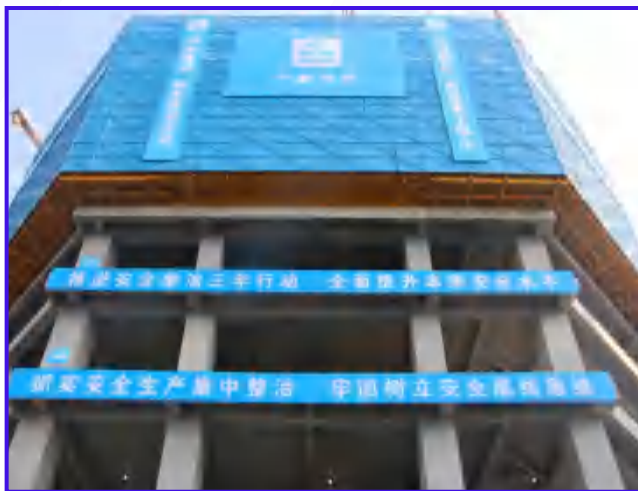


图2-28 脚手架架体封闭（1）



图2-28 脚手架架体封闭（2）



2.4 附着式升降脚手架

2.4.1 架体基本要求

1.附着式升降脚手架架体型式、结构及构配件应与鉴定（评估）或验收合格证书一致，不得私自改变架体结构，不得擅自调整构配件参数（见图2-29）。

2.附着式升降脚手架专业分包单位需提供齐全有效产品检验报告及合格证书，并按要求任命项目负责人、专职安全生产管理人員和特种作业人员。

3.在使用工况下，架体悬臂高度不得大于架体高度的 $\frac{2}{5}$ ，且不大于6m（见图2-30）。



图2-29 附着式升降脚手架（1）



图2-29 附着式升降脚手架（2）



图2-29 附着式升降脚手架（3）

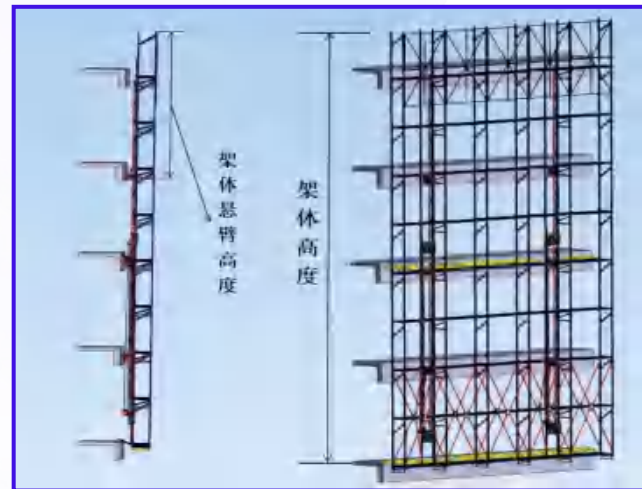


图2-30 架体悬臂高度示意图



第二部分 脚手架工程

2.4 附着式升降脚手架

2.4.2 安全防护

1.外立面防护当采用密目式安全立网防护时，作业层应设置应设置1.2m高的防护栏杆和180mm高的挡脚板；当采用冲孔钢板防护时，钢板厚度不应低于0.6mm（见图2-31）。

2.水平支承结构最底层应设置脚手板，并应铺满铺牢，与建筑结构墙面之间也应设置脚手板全封闭，宜设置可翻转的密封翻板，转角处可再加设防火布（见图2-32、图2-33）。

3.架体内的建筑垃圾应及时清理干净，架体上的施工荷载必须符合设计规定，不得放置影响杆件安全的集中荷载（见图2-34）。



图2-31 外立面防护



图2-32 架体与结构缝隙处翻板

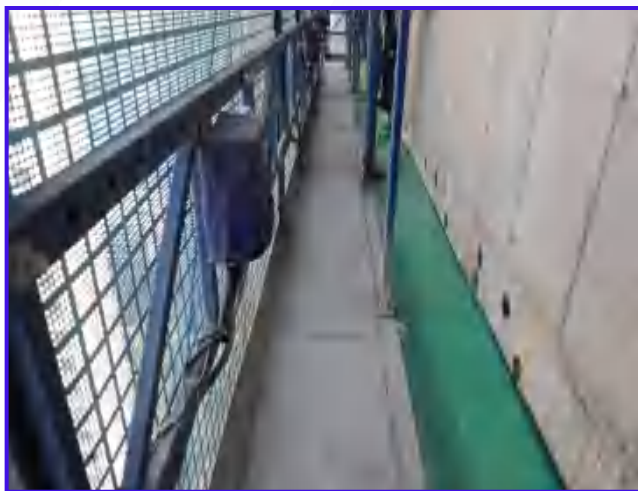


图2-33 翻版加设防火布



图2-34 操作层走道板



2.4 附着式升降脚手架

2.4.3 附着支承结构

1. 附墙支座锚固处的混凝土强度应达到专项方案设计值，且抗压强度不小于7.2MPa；预留穿墙螺栓孔和预埋件应垂直于建筑结构外表面，其中心误差应小于15mm。

2. 竖向主框架所覆盖的每个楼层均应设置一处附墙支座，提升过程有效支座不应少于2个，使用过程中有效支座不应少于3个（见图2-35）。

3. 每个附着支座应设置2个及以上锚固螺栓，螺栓宜上下布置，螺杆露出螺母端部的长度不小于3倍螺距且不小于10mm，垫板尺寸不小于100mm*100mm*10mm（见图2-36）。



图2-35 附墙支座（1）

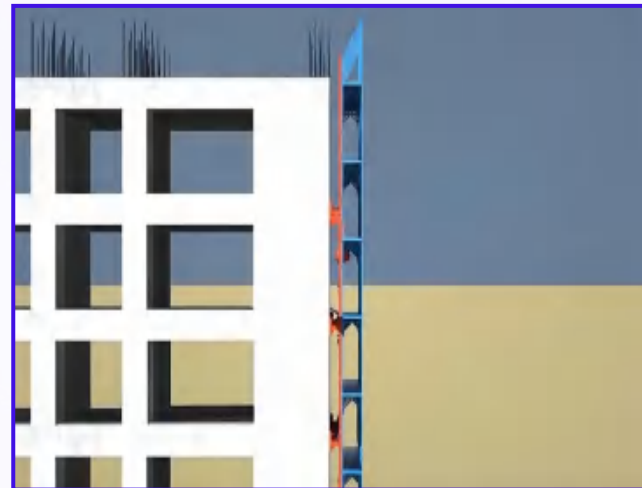


图2-35 附墙支座（2）



图2-36 附墙支座锚固螺栓（1）

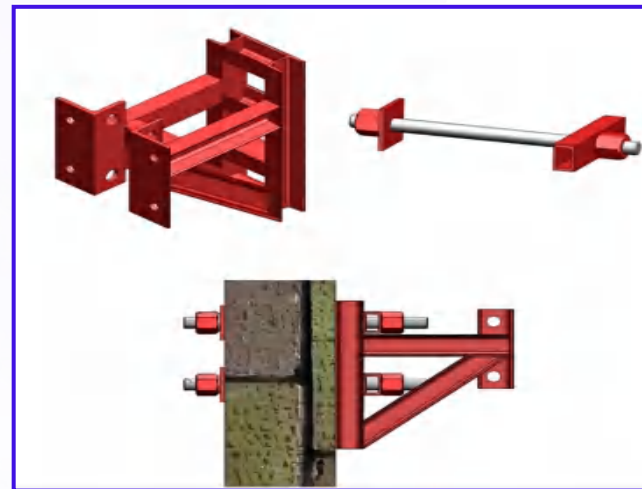


图2-36 附墙支座锚固螺栓（2）



第二部分 脚手架工程

2.4 附着式升降脚手架

2.4.4 提升与同步控制装置

1.防护平台升降时，应配备限制荷载或限制水平高差的同步控制系统（见图2-37）。

2.在升降过程中当相邻两机位高差达到30mm时，应能自动停机。

3.荷载限制控制系统性能应可靠、稳定，控制精度在5%以内。当相邻两个机位的荷载变化值超过初始状态的±15%时，应具有声光自动报警和报警机位显示功能；当超过±30%时，应具有全部机位自动停机功能。

4.升降设备、控制系统等应采取防雨、防砸、防尘等措施（见图2-38）。



图2-37 同步控制系统



图2-38 提升装置防污染



第二部分 脚手架工程

2.5 高处作业吊篮

2.5.1 吊篮管理基本要求

1.吊篮安装前，应完成施工方案审批、产品合格证、检测报告、安拆人员证件审核。

2.吊篮安装完成后应按要求进行第三方检测，检测合格后经荷载试验合格，并报监理、总包、安装、使用单位联合验收合格后挂牌使用。

3.吊篮施工区域应设置防坠落半径围栏并张贴警示图牌，禁止交叉作业；吊篮每天检查、作业人员安全技术交底必须有文字记录（见图2-39、图2-40）。

4.闲置吊篮严禁滞留于空中，严禁作业人员翻越吊篮进出楼层。



图2-39 作业区域警戒



图2-40 吊篮日常检查公示牌



第二部分 脚手架工程

2.5 高处作业吊篮

2.5.2 吊篮操作平台管理要点

1.吊篮操作平台四周应安装护栏和踢脚板，护栏靠工作面一侧高度不应小于800mm，其余部位高度不应小于1100mm且可绑扎不增加迎风面积的、符合计算要求的钢丝网，踢脚板应完整、无间断，高度不应小于150mm（见图2-41、图2-42）。

2.平台明显部位应注明额定载重量和允许乘载的人数及其他注意事项。

3.吊篮作业过程中工具材料必须有防坠落措施，每天及时清理吊篮内杂物。



图2-41 吊篮操作平台



图2-42 吊篮外部设置钢丝网



2.5 高处作业吊篮

2.5.3 吊篮悬挂机构

1. 悬挂机构前梁长度和前后支腿间距配比、额定载重量、配重重量及使用高度应符合产品说明书的规定。横梁应前高后低，前后水平高差不应大于横梁长度的4%。悬挂机构吊点水平间距与悬吊平台的吊点间距应相等，其误差不应大于100mm（见图2-43、图2-44）。

2. 配重应稳定可靠地安放在配重架上，并应有防止随意移动的措施，严禁使用破损的配重件或其他替代物（见图2-45）。

3. 吊篮花篮螺栓使用双闭口O-O型，严禁使用O-C型，连接处应使用鸡心环进行连接，绳卡数不少于四个（见图2-46）。



图2-43 吊篮前支腿

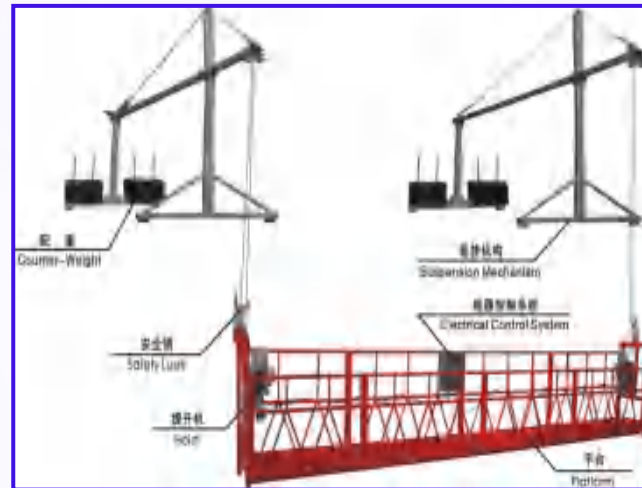


图2-44 吊篮悬挂机构



图2-45 吊篮配重



图2-46 花篮螺栓



第二部分 脚手架工程

2.5 高处作业吊篮

2.5.4 安全装置

1.安全锁应送具有相应资质的检测机构标定，有效期限应符合产品说明书的规定，且不得大于1年，标定标识应粘贴在安全锁的明显位置处；安全锁应灵敏可靠，在标定有效期内，摆动角度应符合安全锁铭牌要求；离心触发式安全锁锁绳速度不大于30m/min（见图2-47）。

2.安全钢丝绳自由穿过安全锁，下端必须安装重砣，重砣底部至地面高度宜为100mm-200mm，且应处于自由状态。安全钢丝绳必须独立于工作钢丝绳另行悬挂，型号规格一致，正常运行时，钢丝绳应处于悬垂状态。吊篮经空载运行试验合格后，方可使用。

3.吊篮应安装上限位装置并在距顶端80cm处固定，应保证上限位装置灵敏可靠（见图2-48）。



图2-47 吊篮安全锁



图2-48 上限位装置



第二部分 脚手架工程

2.5 高处作业吊篮

2.5.5 安全绳

1.吊篮安全绳应提供产品合格证，安全绳直径不小于16mm的锦纶绳，无松散、断股、打结现象，经验收后合格后方可入场。

2.安全绳应固定在建筑物可靠位置，不得与吊篮上任何位置有连接，安全绳在结构阳角处应有防磨损措施（见图2-49）。安全绳在吊篮工作时应保证自然垂悬状态。

3.吊篮内作业人员不应超过2个，在吊篮内的作业人员应佩戴安全帽，系安全带，并应将安全锁扣正确挂置在独立设置的安全绳上（见图2-50）。



图2-49 安全绳阳角保护



图2-50 人员配备安全带

03

第三部分 模板工程及支撑体系



3.1 管理要求

1.本图册模板工程及支撑体系分别由承插型盘扣支撑架、扣件式钢管支撑架、承插型轮扣式支撑架、铝模支撑、爬模施工、飞模施工、特殊部位支撑等组成。

2.模板工程及支撑体系危险性较大的分部分项工程范围：

(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.模板工程及支撑体系超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围：

(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。

4.模板工程及支撑体系专项施工方案应按照《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南》（建质办〔2021〕48号）进行编制（见图3-1）。



3.1 管理要求



图3-1 模板工程及支撑体系方案编制指南

5.模板工程及支撑体系专项施工方案严重缺陷情形:

- ①爬模无附着支撑、承载体设计。
- ②滑模无支撑节点构造设计。
- ③滑模施工无混凝土强度保证及监测措施。
- ④支撑架基础存在沉陷、坍塌、滑移风险，无防范措施。
- ⑤高宽比大于3的独立支撑架无架体稳定构造措施。
- ⑥模板及支撑体系未明确安装、拆除顺序及安全保证措施。

6.模板及其支架的设计应根据工程结构形式、荷载大小、地基土类别、施工设备和材料等条件进行。

7.模板及配件进场应有出厂合格证或当年的检验报告，安装前应对所用部件（立柱、楞梁、吊环、扣件等）进行认真检查，不符合要求者不得使用。模板安装前应按照相关规范要求做好安全技术准备工作。

8.模板的拆除措施应经技术主管部门或负责人批准，拆除模板的时间可按现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》（GB50010）的有关规定执行。冬期施工的拆模，应遵守专门规定。

9.从事模板作业的人员，应经常组织安全技术培训。从事高处作业人员，应定期体检，不符合要求的不得从事高处作业。安装和拆除模板时，操作人员应配戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋。安全帽和安全带应定期检查，不合格者严禁使用。



3.2 承插型盘扣支撑架

3.2.1 架体、立杆设置

1. 脚手架的构造体系应完整，支撑架应具有承载力、刚度和整体稳定性（见图3-2）。

2. 支撑架的高宽比宜控制在3以内，高宽比大于3的支撑架应采取与既有结构进行刚性连接等抗倾覆措施（见图3-3）。

3. 当支撑架搭设高度超过8m周围有既有建筑结构时，应沿高度每间隔4~6个步距与周围已建成的结构进行可靠拉结（见图3-4）。



图3-2 支撑架示意图（1）



图3-2 支撑架示意图（2）



图3-3 与既有结构拉结实景图

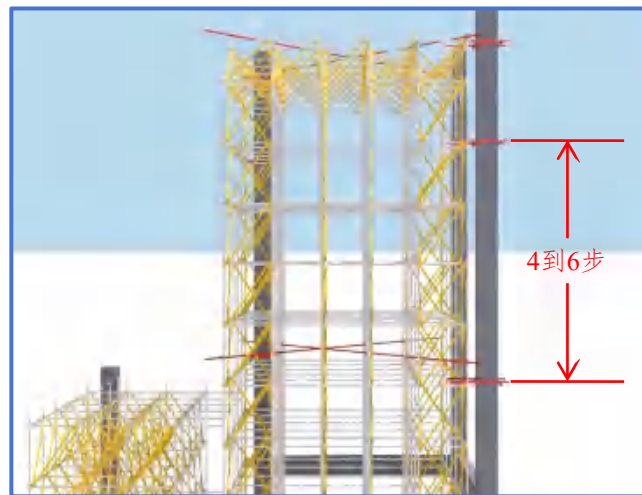


图3-4 与既有结构拉结示意图



3.2 承插型盘扣支撑架

3.2.1 架体、立杆设置

4.在竖向斜拉杆顶部交点平面应设置连续水平剪刀撑。当支撑高度超过8m，或施工总荷载 $>15\text{kN/m}^2$ ，或集中线荷载 $>20\text{kN/m}$ 的支撑架，扫地杆的设置层应设置水平剪刀撑。水平剪刀撑至架体底平面距离与水平剪刀撑间距不宜超过8m（见图3-5、图3-6）。

5.脚手架搭设完成后，立杆的垂直偏差不应大于支撑架总高度的 $1/500$ ，且不得大于50mm（见图3-7）。

6.脚手架搭设步距 $\leq 2\text{m}$ （见图3-8）。



图3-5 扫地杆设置层水平剪刀撑

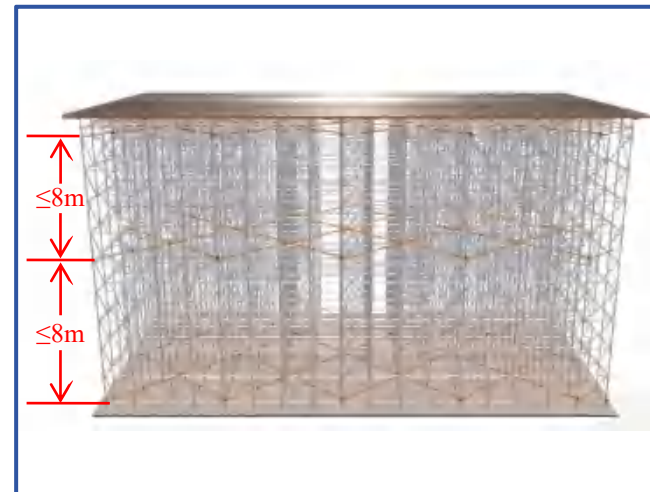


图3-6 水平剪刀撑设置



图3-7 垂直度测量

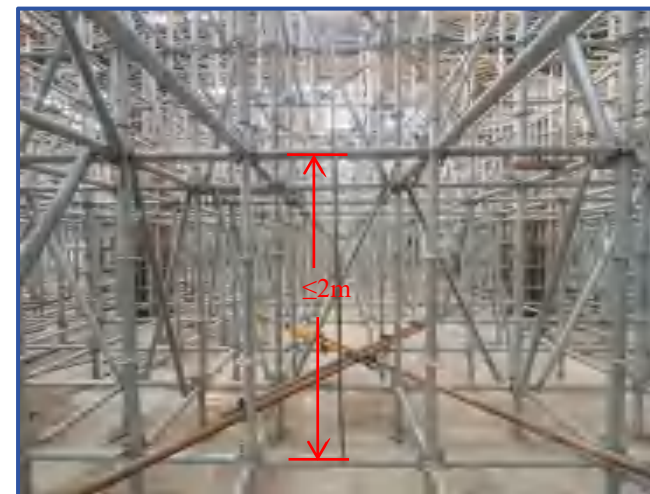


图3-8 搭设步距 $\leq 2\text{m}$

3.2 承插型盘扣支撑架

3.2.2 顶托、底托设置

1. 支撑架可调托撑伸出顶层水平杆或双槽托梁中心线的悬臂长度 $\leq 650\text{mm}$ ，且丝杆外露长度 $\leq 400\text{mm}$ ，可调托撑插入立杆或双槽托梁长度 $\geq 150\text{mm}$ （见图3-9）。

2. 支撑架可调底座丝杆插入立杆长度 $\geq 150\text{mm}$ ，丝杆外露长度不宜大于 300mm ，作为扫地杆的最底层水平杆中心线距离可调底座的底板 $\leq 550\text{mm}$ （见图3-10）。

3. 可调底座和可调托撑安装完成后，外表面应与可调螺母吻合，立杆外径与螺母台阶内径差不应大于 2mm 。

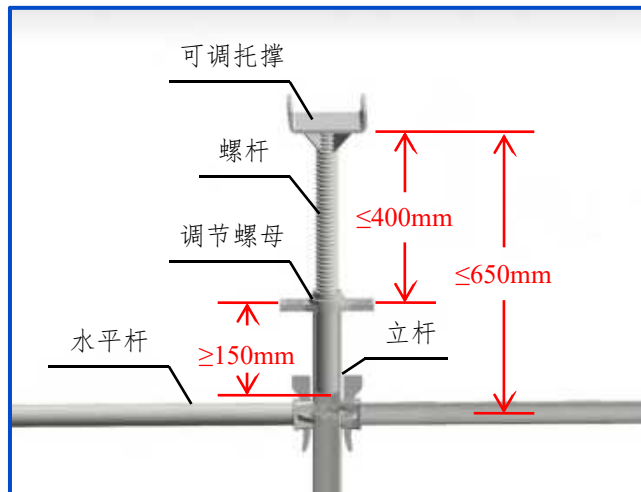


图3-9 承插型盘扣顶托设置 (1)



图3-9 承插型盘扣顶托设置 (2)

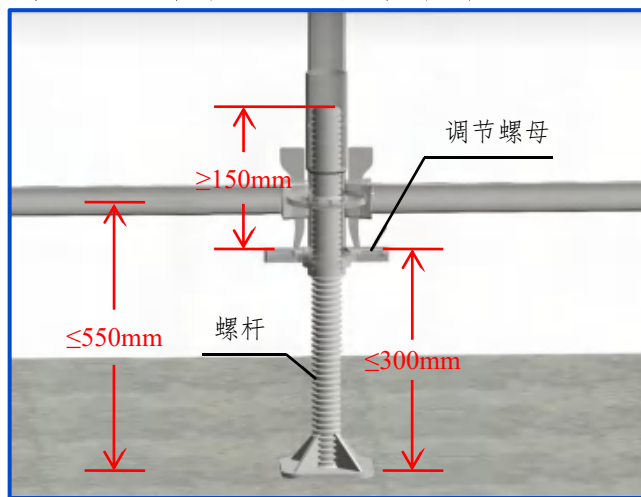


图3-10 承插型盘扣底托设置 (1)



图3-10 承插型盘扣底托设置 (2)



3.2 承插型盘扣支撑架

3.2.3 斜拉杆设置

1. 应根据支撑架搭设高度、支撑架型号及立杆轴向力设计值进行竖向斜杆布置。

2. 脚手架的竖向斜杆，不应采用钢管扣件（见图3-11）。

3. 当支撑架搭设高度 $>16\text{m}$ 时，顶层步距内应每跨布置竖向斜杆（见图3-12、图3-13）。



图3-11 竖向斜杆设置（1）



图3-11 竖向斜杆设置（2）

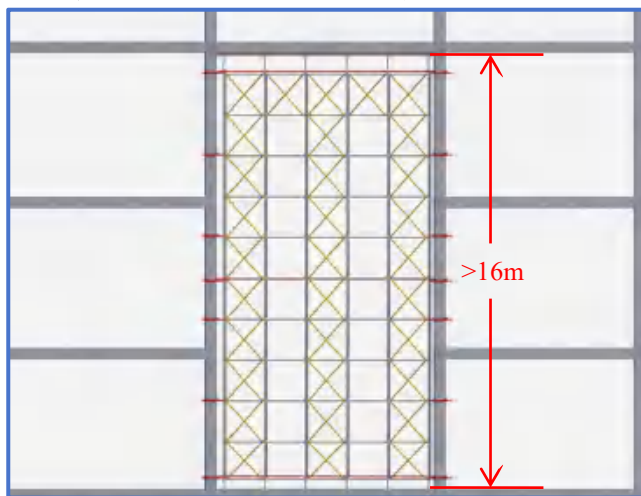


图3-12 竖向斜杆到顶示意图

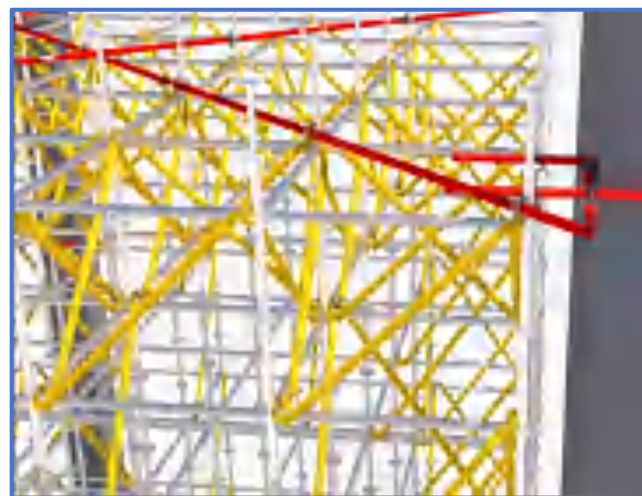


图3-13 顶部竖向斜杆设置



3.3 扣件式钢管支撑架

3.3.1 立杆、自由端、水平杆、扫地杆设置

1.立杆接长接头必须采用对接扣件连接，两根相邻立杆的接头不应设置在同步内，同步内隔一根立杆的两个相隔接头在高度方向错开的距离不应小于500mm，各接头中心至主节点的距离不宜大于步距的1/3。不允许采用搭接接长（见图3-14）。

2.立杆伸出顶层水平杆中心线至支撑点的长度 $\leq 500\text{mm}$ 。可调托撑螺杆伸出长度 $\leq 300\text{mm}$ ，插入立杆内的长度 $\geq 150\text{mm}$ （见图3-15）。

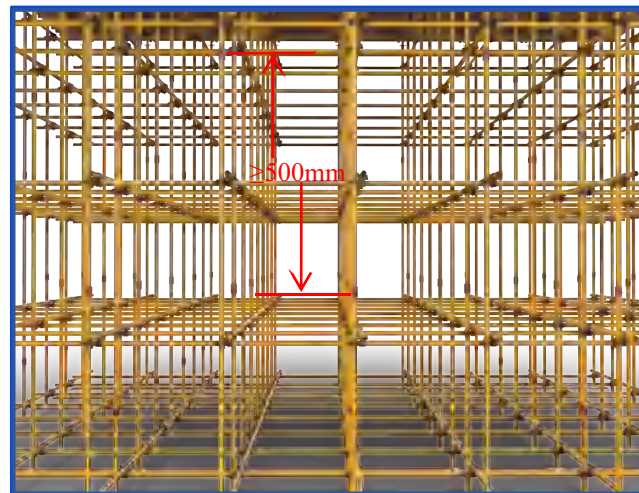


图3-14 扣件式钢管支撑立杆

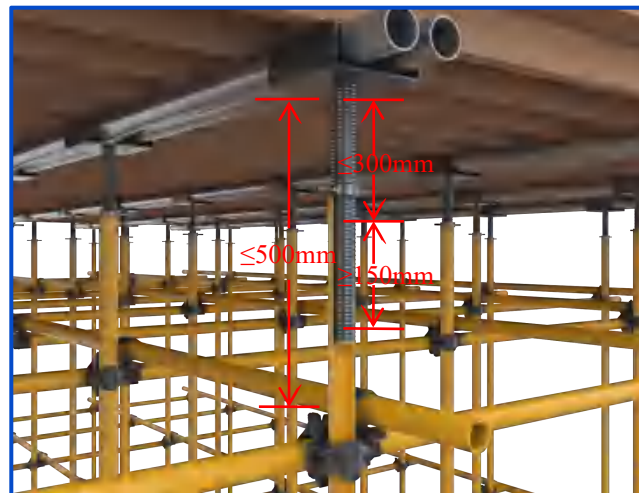


图3-15 扣件式钢管支撑架可调撑托



3.3 扣件式钢管支撑架

3.3.1 立杆、自由端、水平杆、扫地杆设置

3.脚手架必须设置纵、横向扫地杆。纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距钢管底端 $\leq 200\text{mm}$ 处的立杆上。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（见图3-16）。

4.水平杆应按步距沿纵向和横向通长连续设置，且应与相邻立杆连接稳固。水平杆的连接可以搭接，应符合搭接长度 $\geq 1\text{m}$ ，应等间距设置3个旋转扣件固定，端部扣件盖板的边缘至杆端距离不应小于 100mm ，水平杆长度不宜小于3跨（见图3-17）。



图3-16 扣件式钢管支撑架水平杆

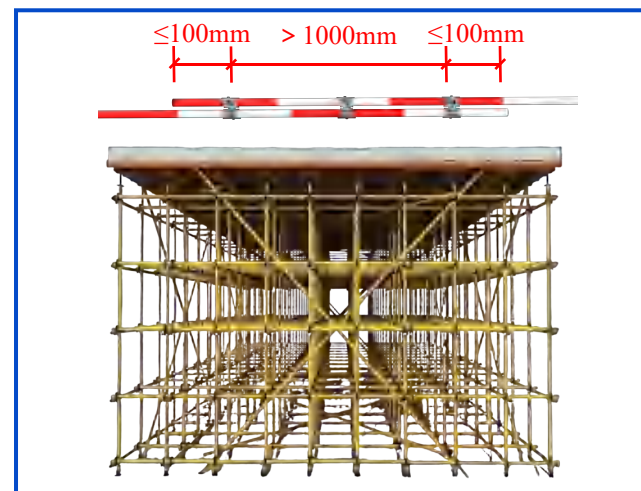


图3-17 扣件式钢管支撑架杆件连接



3.3 扣件式钢管支撑架

3.3.2 高低跨、剪刀撑设置

1. 脚手架立杆基础不在同一高度上时，必须将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨与立杆固定，高低差 $\leq 1000\text{mm}$ 。靠边坡上方的立杆轴线到边坡的距离 $\geq 500\text{mm}$ （见图3-18）。

2. 剪刀撑的设置应均匀、对称，每道竖向剪刀撑的宽度应为 $5\sim 8\text{m}$ ，剪刀撑斜杆的倾角应在 $45^\circ \sim 60^\circ$ 之间（见图3-19、图3-20）。

3. 当建筑层高在 $8\sim 20\text{m}$ 时，应在纵横向相邻的两竖向连续式剪刀撑之间增加之字斜撑，在有水平剪刀撑的部位，应在每个剪刀撑中间处增加一道水平剪刀撑（见图3-21）。

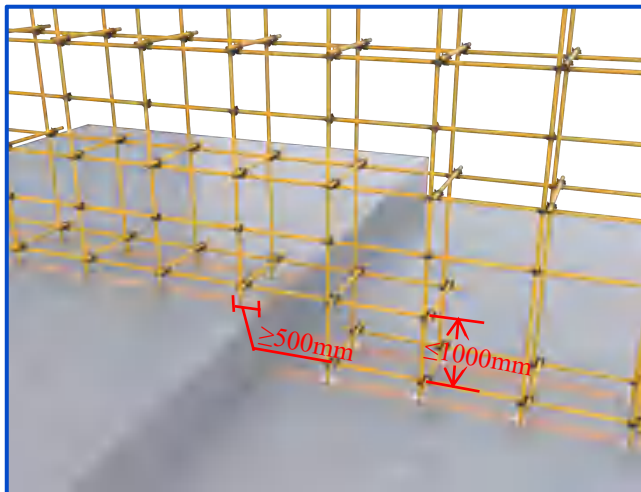


图3-18 扣件式钢管支撑高低跨设置



图3-19 扣件式钢管竖向剪刀撑



图3-20 扣件式钢管水平剪刀撑

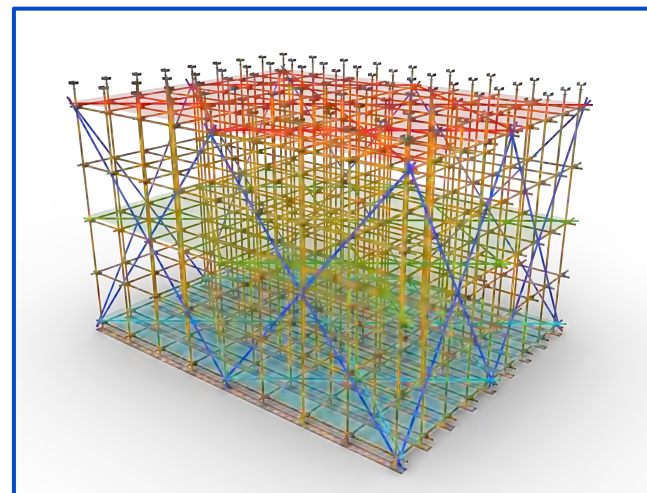


图3-21 扣件式钢管支撑剪刀撑



3.4 承插型轮扣式支撑

3.4.1 一般规定

1.2025年8月8日起轮扣脚手架不得用于危险性较大分部分项工程的支撑脚手架；不得用于单排作业脚手架和搭设高度大于15m双排作业脚手架；不得用于搭设高度大于8m的满堂作业脚手架。

2.模板支架支撑高度（H） $\leq 3\text{m}$ 且楼板厚度（D） $\leq 200\text{mm}$ 且梁截面面积（SL） $\leq 0.2\text{m}^2$ 时，可采用无剪刀撑框架式支撑结构（见图3-22）。

3.当有稳固既有结构时，模板支架应与稳固的既有结构可靠连接。竖向连接间隔不应超过2步，宜优先布置在有水平剪刀撑的水平杆层；当遇柱时，宜采用扣件式钢管抱柱拉结，拉结点应靠近主节点设置，偏离主节点的距离 $\leq 300\text{mm}$ （见图3-23）。



图3-22 承插型轮扣支撑

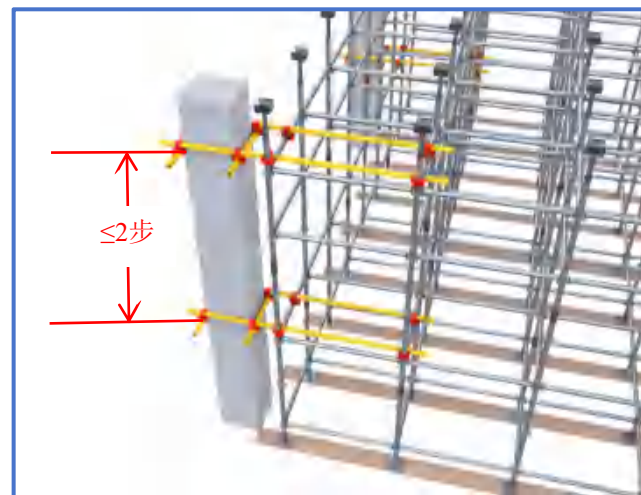


图3-23 承插型轮扣支撑加固图



3.4 承插型轮扣式支撑

3.4.2 立杆、水平杆

1.立杆布置应符合立杆间距 $\leq 1.2\text{m}$ ；立杆接头应采用带专用外套管的立杆对接，外套管开口朝下；立杆的连接接头宜交错布置，两根相邻立杆的接头不宜设置在同步内（见图3-24、图3-25）。

2.模板支架应设置纵向和横向水平杆，水平杆布置应符合模板支架水平杆必须按步距纵横向通长满布设置，且应与相邻立杆连接稳固，不得缺失（见图3-26、图3-27）。

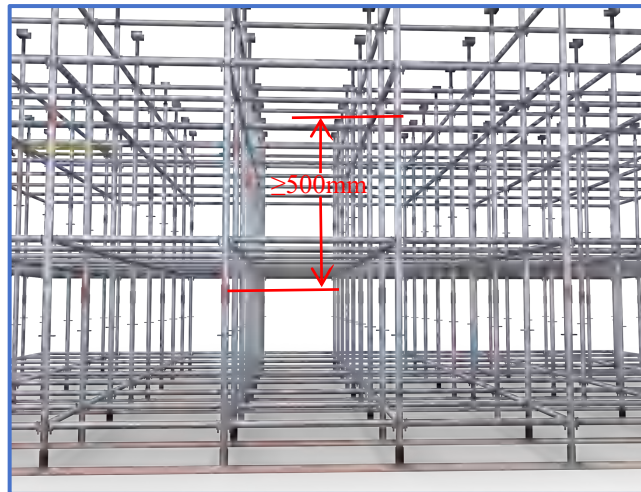


图3-24 轮扣架接头错开图



图3-25 轮扣式连接大样



图3-26 承插型轮扣式支撑杆件设置



图3-27 承插型轮扣式支撑杆件设置



3.4 承插型轮扣式支撑

3.4.3 可调托撑

1.可调托撑的设置应符合可调托撑伸出顶层水平杆的悬臂长度严禁超过500mm；可调托撑螺杆伸出立杆顶端长度 $\leq 200\text{mm}$ ，插入立杆的长度 $\geq 250\text{mm}$ ；可调托撑上的主楞梁应居中，其间隙每边 $\leq 2\text{mm}$ （见图3-28）。

2.可调托撑的螺杆外径不应小于36mm，调节螺母与可调螺杆啮合不得少于5扣，螺母厚度不应小于30mm，可调托撑长度不应小于500mm（见图3-29）。

3.可调托撑的钢板宜采用Q235B钢板制作，可调托撑钢板厚度不应小于5mm，可调托撑托板应设置开口挡板，挡板高度不应小于40mm。

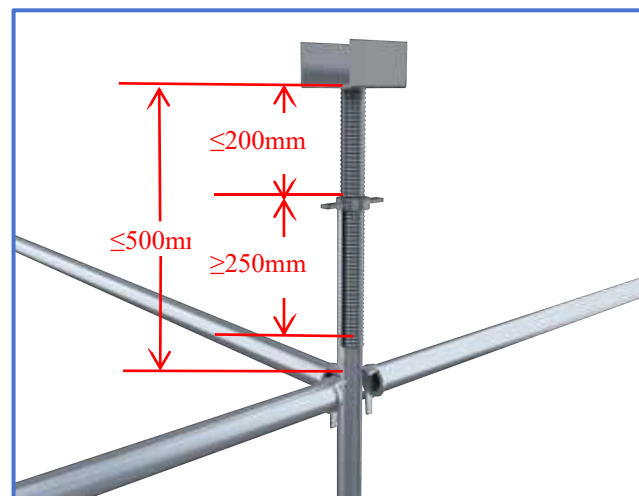


图3-28 承插型轮扣式支撑顶托图



图3-29 承插型轮扣式支撑顶托设置



3.4 承插型轮扣式支撑

3.4.4 剪刀撑

1. 竖向剪刀撑应沿模板支架外侧四周及内部纵向、横向连续布置，剪刀撑的设置应均匀、对称；竖向剪刀撑间隔 ≤ 6 跨，且 $\leq 6\text{m}$ ；每个剪刀撑宽度为 $6\sim 9\text{m}$ ；竖向剪刀撑杆件底端应与垫板或地面顶紧，倾斜角度应在 $45^\circ \sim 60^\circ$ 之间，每步使用扣件与立杆固定，扣件中心线至主节点的距离不应大于 150mm （见图3-30）。

2. 水平剪刀撑应连续设置，上下水平剪刀撑的间隔 ≤ 6 跨，且 $\leq 6\text{m}$ ；每个剪刀撑宽度为 $6\sim 9\text{m}$ ；水平剪刀撑宜布置在竖向剪刀撑交叉的水平杆层；每跨使用扣件与立杆固定，扣件宜靠近主节点（见图3-31）。



图3-30 承插型轮扣式支撑剪刀撑设置



图3-31 承插型轮扣式支撑剪刀撑设置



3.5 铝模支撑

3.5.1 铝模安装

1. 层高超过3.3m的可调钢支撑组合铝合金模板工程安全专项施工方案，施工单位应组织专家进行专项技术论证。

2. 模板及其支撑应按照配模设计的要求进行安装，配件应安装牢固（见图3-32）。

3. 整体组拼时，应先支设墙、柱模板，调整固定后再架设梁模板及楼板模板。

4. 墙、柱模板的基面应调平，下端应与定位基准靠紧垫平。在墙柱模板上继续安装模板时，模板应有可靠的支承点。

5. 铝模在安装过程中，应同步设置支撑立杆，严禁无支撑立杆的模板面上人或堆料（见图3-33）。



图3-32 铝模安装墙、柱、梁、板



图3-33 同步设置支撑立杆



3.5 铝模支撑

3.5.2 铝模拆除

1. 拆除早拆模板时，严禁挠动保留部分的支撑系统（见图3-34）。
2. 拆除早拆模板时，严禁竖向支撑随模板拆除后再进行二次支顶（见图3-35）。
3. 拆除早拆模板时，支撑杆应始终处于承受荷载状态，结构荷载传递的转换应可靠。
4. 应根据专项施工方案规定的墙、梁、楼板拆模时间依次及时拆除，应先拆除侧面模板，再拆除承重模板。
5. 支承件和连接件应逐件拆卸，模板应逐块拆卸传递，拆下的模板不得倚靠模板或支撑构件堆放。
6. 支承件和连接件应逐件拆卸，模板应逐块拆卸传递，拆下的模板不得倚靠模板或支撑构件堆放。



图3-34 独立支撑立杆



图3-35 保留原始竖向支撑

3.6 爬模施工

3.6.1 液压爬升系统

1.爬升前，应检查爬升设备的位置、牢固程度、吊钩及连接杆件等，确认无误后拆除相邻大模板及脚手架间的连接杆件，使各个爬升模板单元彻底分开（见图3-36、图3-37、图3-38）。

2.大模板爬升时，新浇混凝土的强度不应低于达到 $1.2\text{N}/\text{mm}^2$ 。爬模装置爬升时的附墙架穿墙螺栓受力处的新浇混凝土强度应满足爬模设计计算要求，且应达到 $10\text{N}/\text{mm}^2$ 以上（见图3-39）。

3.所有螺栓孔均应安装螺栓，螺栓扭矩应符合相关规范要求。

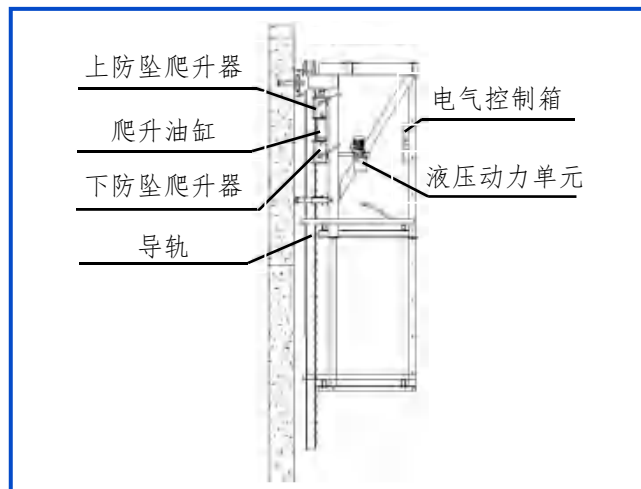


图3-36 爬模支撑示意图



图3-37 爬模液压装置示意图



图3-38 爬模支撑示意图

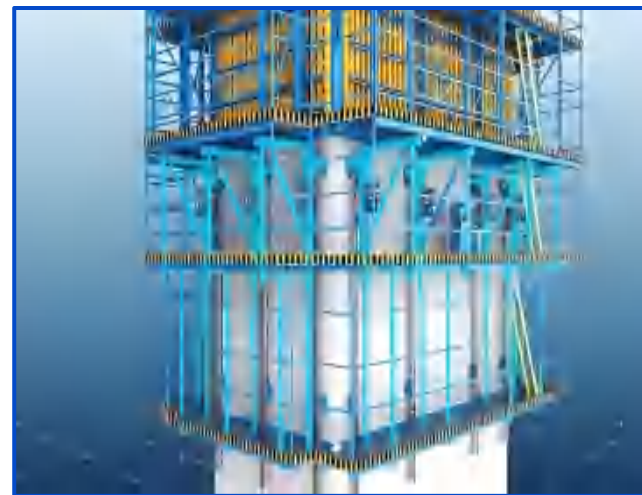


图3-39 爬模液压装置示意图



3.7 飞模施工

3.7.1 飞模安装、拆除

1.飞模起吊时，应在吊离地面0.5m后停下，待飞模完全平衡后再起吊。吊装应使用安全卡环，不得使用吊钩（见图3-40）。

2.飞模就位后，应立即在外侧设置防护栏，其高度 $\geq 1.2\text{m}$ ，外侧应另加设安全网，同时应设置楼层护栏。并应准确、牢固地搭设好出模操作平台。

3.梁、板混凝土强度等级不得小于设计强度的75%时，方准脱模。

4.飞模拆除必须有专人统一指挥，飞模尾部应绑安全绳，安全绳的另一端应套在坚固的建筑物上，且在推运时应徐徐放松（见图3-41）。

5.飞模推出后，楼层外边缘应立即搭设防护栏。



图3-40 飞模安装示意图



图3-41 飞模拆除示意图



3.8 特殊部位支撑

3.8.1 后浇带独立支撑

1.后浇带支模架必须单独设置，严禁随意拆除，严禁拆后回顶（见图3-42、图3-43）。

2.后浇带架体施工前应进行专项交底，过程中严格监督搭设情况。在施工过程中不得采用后顶法操作。

3.后浇带支模架需留设出专门的过人通道，过人通道处单独加固处理,防止支模架横杆被随意拆除（见图3-44）。

4.后浇带竖向剪刀撑应在后浇带两侧连续到顶设置；5m以下层高在扫地杆处设置一道水平剪刀撑，5m以上层高水平剪刀撑间距不超过4.8m（见图3-45）。

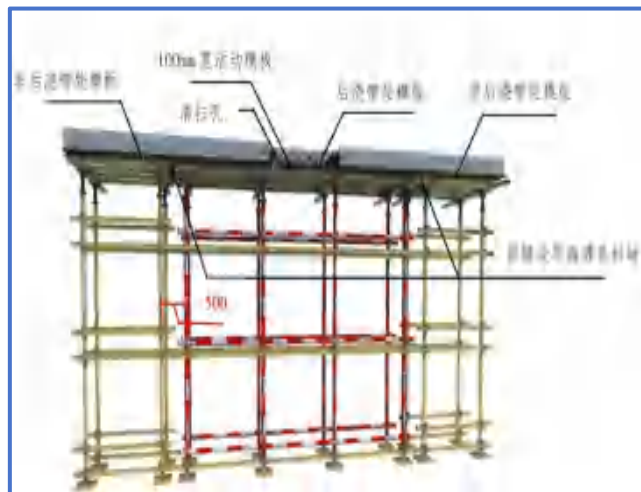


图3-42 后浇带支撑示意图



图3-43 后浇带支撑图



图3-44 后浇带过人通道设置

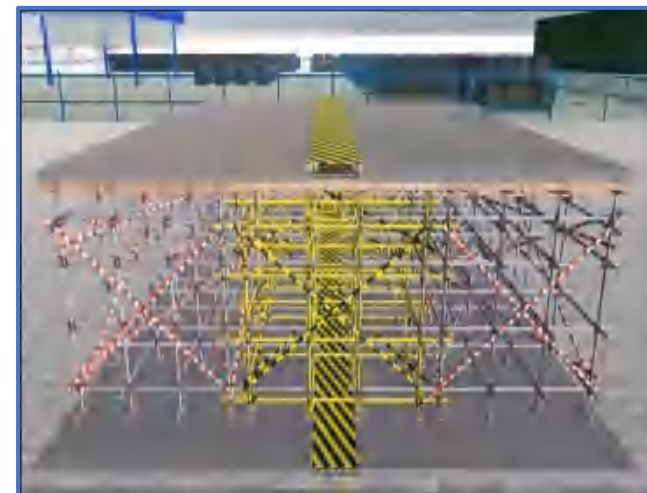


图3-45 后浇带支撑示意图



3.8 特殊部位支撑

3.8.2 楼梯支撑

1. 楼梯支撑体系宜单独设置，参照一般梁板支撑。

2. 楼梯段支模架水平杆应根据楼梯段呈斜向设置，与楼梯平台支撑相连接（见图3-46）。

3. 楼梯采用封闭支模体系，每三个踏步至少设置一个排气孔（见图3-47）。

4. 踏步阳角处采用 $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的角钢进行加固（见图3-48）。

5. 上返三步模板底部割豁穿楼梯钢筋（见图3-49）。

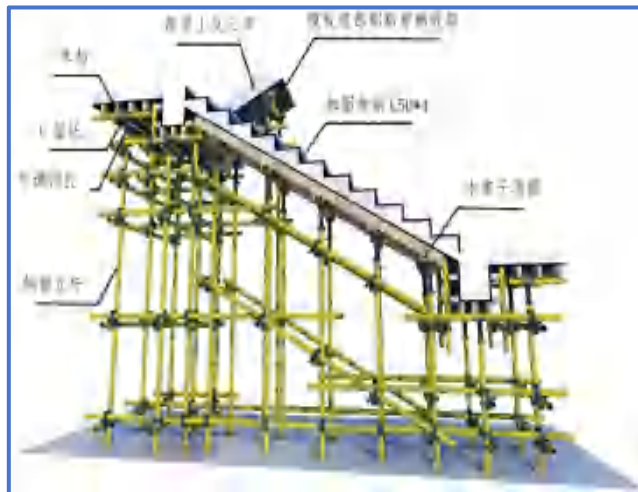


图3-46 楼梯盘扣支撑样板

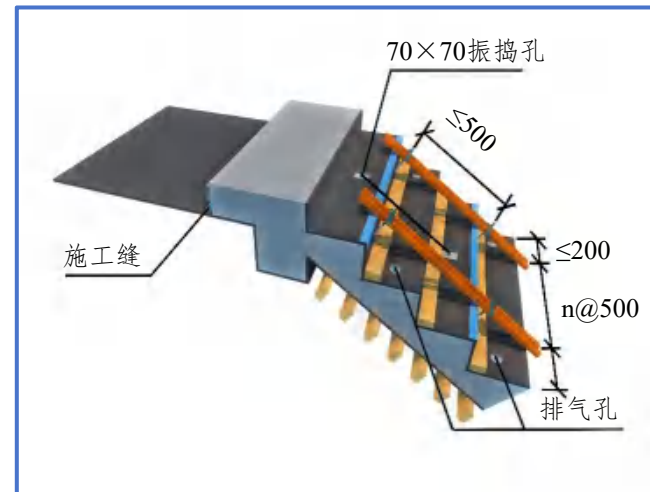


图3-47 楼梯钢管扣件支撑图



图3-48 楼梯标准层支撑图



图3-49 楼梯模板设置图



3.8 特殊部位支撑

3.8.3 悬挑支撑

1. 型钢悬挑梁宜采用双轴对称截面的型钢。悬挑梁卸荷方式可采用设置上部拉接钢筋和下端型钢支腿两种方式。悬挑支撑架立杆与内支模架连成整体，与内支撑架至少连接两根立杆（见图3-50、图3-51、图3-52）。

2. 悬挑钢梁型号及锚固件应按设计确定，钢梁截面高度不应小于160mm。悬挑梁尾端应在两处及以上固定于钢筋混凝土梁板结构上。锚固型钢悬挑梁的U型钢筋拉环或锚固螺栓直径不宜小于16mm（见图3-53）。



图3-50 悬挑支撑基础效果图

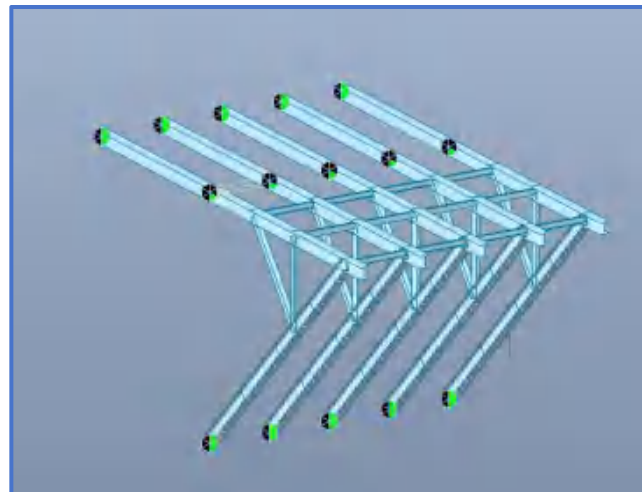


图3-51 型钢悬挑支撑基础设置



图3-52 悬挑支撑效果图

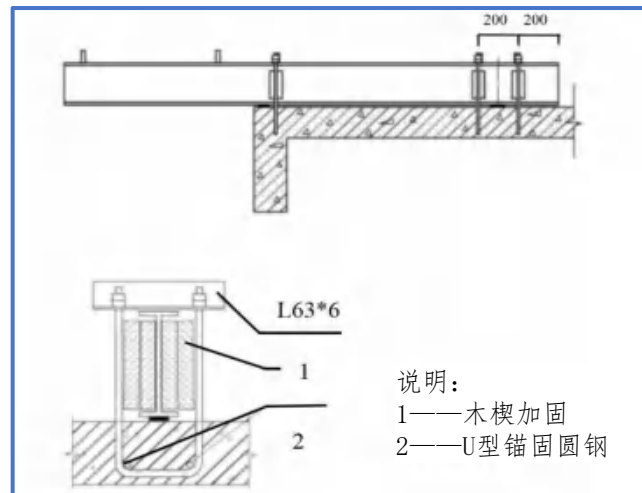


图3-53 工字钢锚固示意图



3.8 特殊部位支撑

3.8.4 边梁支撑

1.边梁支撑系统严禁支撑在外架上，应与脚手架形成两个独立的支撑体系。为确保边梁支撑系统基础的稳固，在搭设边梁支撑时立杆基础位置应与建筑结构边沿留下一定的安全间距（见图3-54）。

2.边梁的外撑斜立杆应在两道水平杆之间增加一道水平杆，向内连接至少两根立杆。

3.边梁外侧采用钢管斜撑的方式顶撑边梁外侧模板，支撑钢管应与水平横杆相连接。

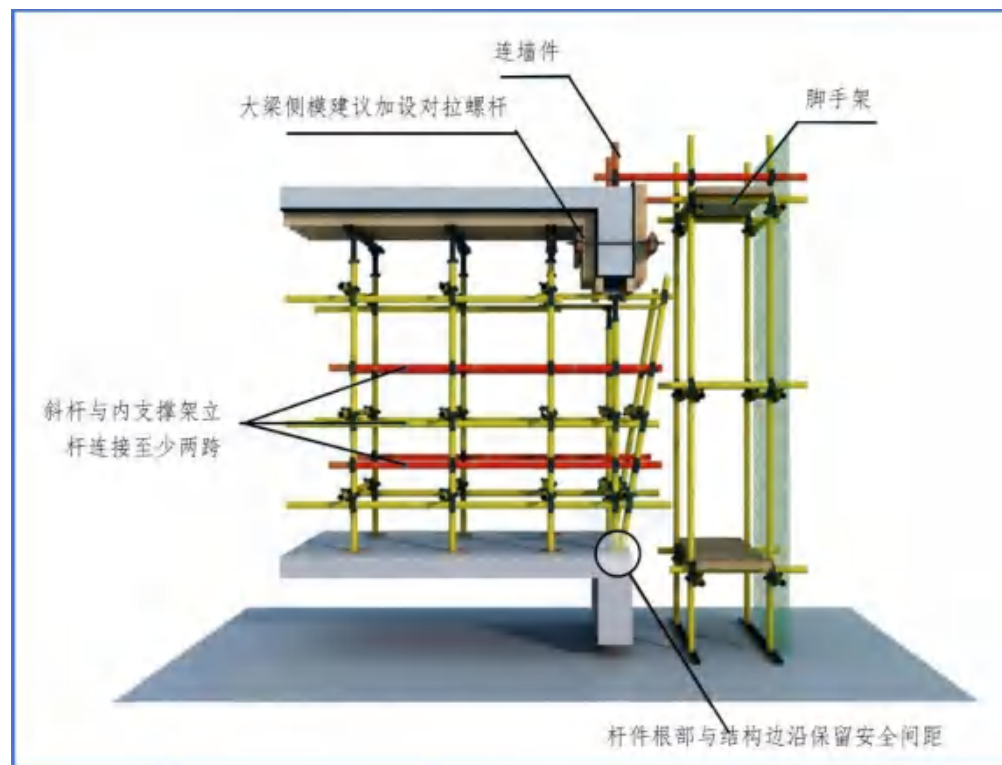


图3-54 边梁支撑示意图

04

第四部分 临时用电



第四部分 临时用电

4.1 管理要求

1.本图册临时用电分别由一般规定、外电防护、总配电室、电缆敷设、配电箱及开关箱、电箱防护围栏、重复接地和防雷、照明等组成。

2.施工现场临时用电设备在5台及以上或设备总容量在50kW及以上者，应编制用电组织设计。

3.施工现场临时用电设备在5台以下或设备总容量在50kW以下的，应制定安全用电和电气防火措施。

4.电工持证上岗工作；其他用电人员应通过相关安全教育培训和技术交底，考核合格后方可上岗作业。

5.电工应每日对配电箱、开关箱安全检查；安装、巡检、维修临时用电设备和线路，应由电工完成，并应设专人监护。

6.各类用电人员应掌握安全用电基本知识和所用设备的性能，并应符合下列规定：

(1) 使用电气设备前，应按规定穿戴、配备好相应的安全防护用品，并应检查电气装置和保护设施，不得使设备带“缺陷”运转；

(2) 保管和维护所用设备，发现隐患应及时报告解决；

(3) 暂时停用设备的开关箱，应分断电源隔离开关，并关门上锁；

(4) 移动电气设备，应在电工切断电源并做妥善处理后进行。



4.1 管理要求

7.施工现场临时用电工程组织设计应在现场勘测和确定电源进线、变电所或配电室位置及线路走向后进行，并应包括下列主要内容：（1）工程概况。（2）编制依据。（3）施工现场用电容量统计。（4）负荷计算。（5）选择变压器。（6）设计配电系统和装置：①设计配电线路，选择电线或电缆；②设计配电装置，选择电器；③设计接地装置；④设计防雷装置；⑤绘制临时用电工程图纸，主要包括临时用电工程总平面图、配电装置布置图、配电系统接线图、接地装置设计图。（7）确定防护措施。（8）制定安全用电措施和电气防火措施。（9）制定临时用电设施拆除措施。（10）制定应急预案，并开展应急演练。

8.临时用电工程组织设计编制及变更时，应按照《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》的要求，履行“编制、审核、审批”程序，变更临时用电工程组织设计时，应补充有关图纸资料。

9.临时用电工程应经总承包单位和分包单位共同验收，合格后方可使用。

10.临时用电应遵循《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》（JGJ/T 46-2024）执行（见图4-1）。



图4-1 建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准



4.2 一般规定

1.施工现场临时用电工程专用的电源中性点直接接地的220V/380V三相四线制低压电力系统，应符合下列规定：

- (1) 应采用三级配电系统；
- (2) 应采用TN-S系统；
- (3) 应采用二级剩余电流动作保护系统。

2.配电系统应设置总配电箱、分配电箱、开关箱三级配电装置，实行三级配电。

3.在施工现场专用变压器供电的TN-S系统中，电气设备的金属外壳应与保护接地导体（PE）连接。保护接地导体（PE）应由工作接地、配电室（总配电箱）电源侧中性导体（N）处引出（见图4-2）。

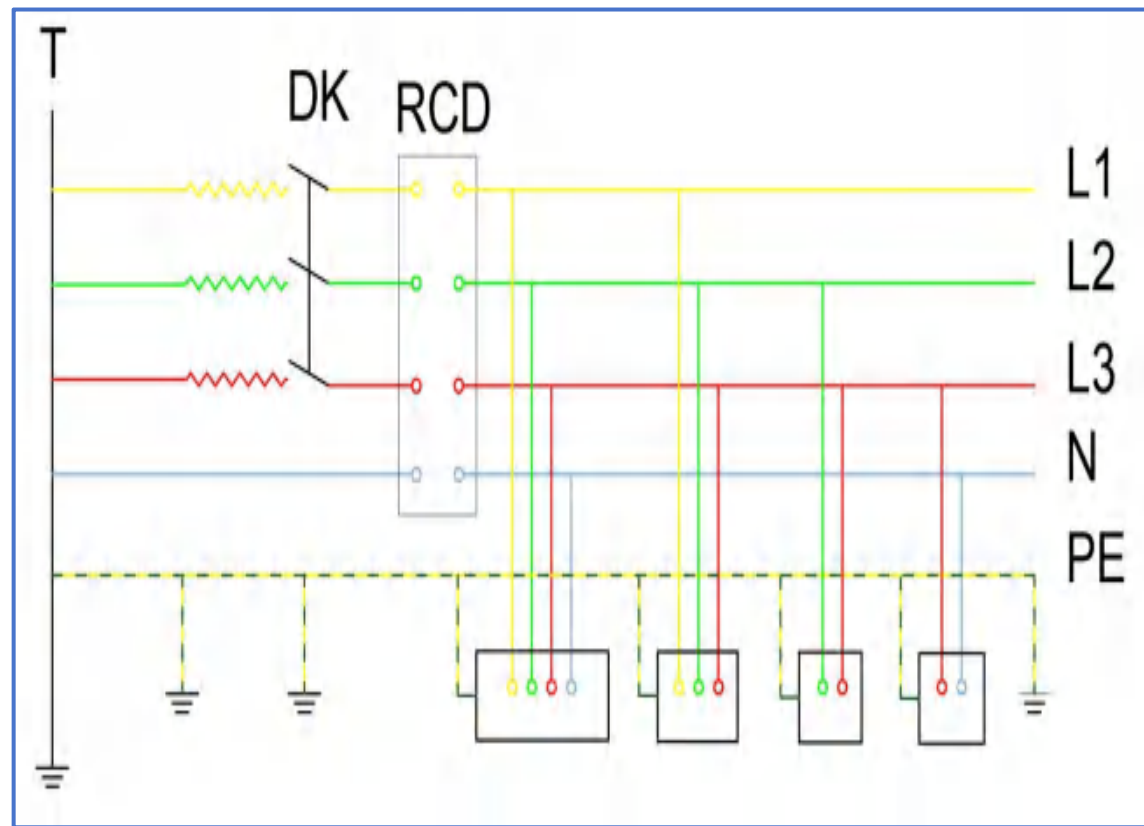


图4-2 TN-S系统示意图



4.3 外电防护

1.在工程外电架空线路正下方不得有人作业、建造生活设施，或堆放建筑材料、周转材料及其他杂物等。

2.外电防护应根据电压等级编制专项方案并审批。

3.外电防护应使用木质等绝缘性材料。防护架上端设置警示标识，夜间施工设置警示灯（或LED灯带），其电源电压应使用安全电压（见图4-3）。



图4-3 外电防护（1）



图4-3 外电防护（2）



图4-3 外电防护（3）

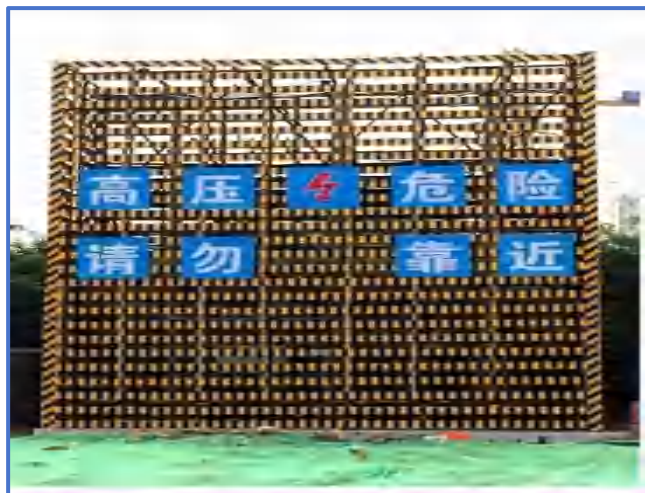


图4-3 外电防护（4）



4.3 外电防护

4.在建工程（含脚手架、防护设施、塔吊起重机吊具、机动车道）的周边与外电架空线路的边线之间的最小安全距离应符合规范要求，当安全距离达不到规范要求时，必须采取绝缘隔离防护措施。

外电线路电压等级 (KV)	<1	1~10	35~100	220	330~500
最小安全距离 (m)	7.0	8.0	8.0	10	15

表1 在施工（含脚手架）的周边与架空线路的边线之间的最小安全操作距离

外电线路电压等级 (KV)	≤10	35	110	220	330	500
最小安全距离 (m)	2.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0

表2 防护设施与外电线路之间的最小安全距离

电压 (KV)	<1	10	35	110	220	330	500
沿垂直方向	1.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.5
沿水平方向	1.5	2.0	3.5	4.0	6.0	7.0	8.5

表3 塔式起重机的吊具或者被吊物体端部与架空线路边线之间的最小安全距离

外电线路电压等级 (KV)	<1	1~10	35
最小垂直距离 (m)	6.0	7.0	7.0

表4 施工现场的机动车道与架空线路交叉时的最小垂直距离



4.4 总配电室

1. 配电室应靠近电源侧，宜靠近负荷中心，并应设在灰尘少、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。成列的配电柜和控制柜两端应与保护接地导体（PE）做电气连接（见图4-4）。

2. 配电室和控制室应设置通风设施或空调设施，并应采取防止雨雪侵入和小动物进入的措施（见图4-5）。

3. 配电室的建筑物和构筑物的耐火等级不低于3级，室内配置沙箱和可用于扑灭电气火灾的灭火器（见图4-6）。

4. 配电室应设置绝缘垫和应急照明灯具（见图4-7）。



图4-4 集成式配电房



图4-5 设置挡鼠板



图4-6 设置灭火器



图4-7 设置绝缘垫



第四部分 临时用电

4.4 总配电室

5.施工现场低压配电系统宜采用TN-S或TN-C-S系统。在TN-S系统中，保护导体（PE线）需在总配电箱、分配电箱及架空线路终端进行重复接地。对于TN-C-S系统，当PEN线在配电室进线处分为PE线和N线后，PE线应单独重复接地，N线严禁重复接地。

6.消防等重要负荷应由总配电箱专用回路直接供电，并不得接入过负荷保护和剩余电流保护器（见图4-9）。

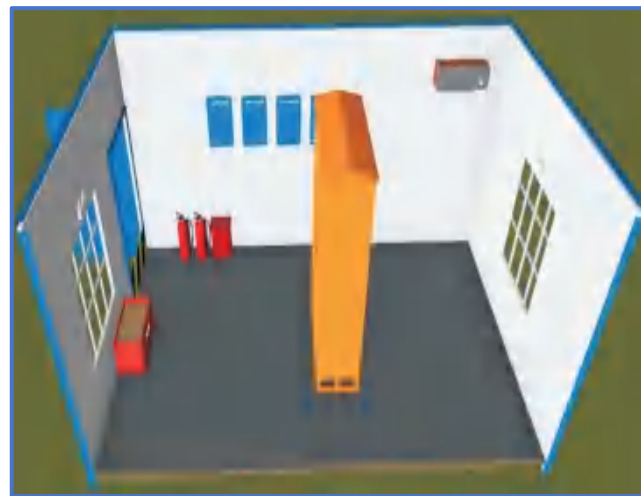


图4-8 配电室平面布置图

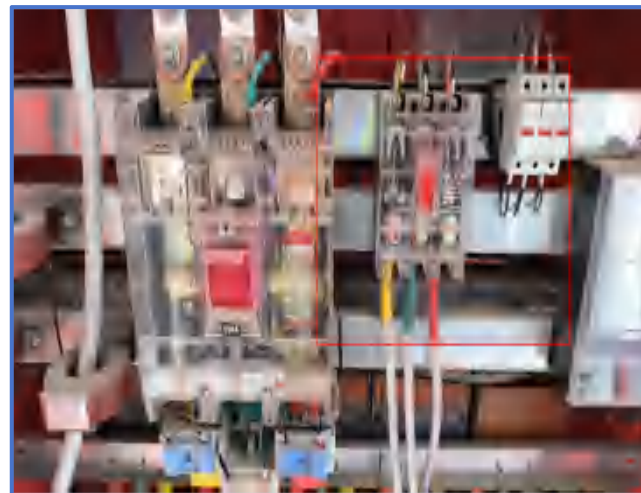


图4-9 消防专用回路



4.5 电缆敷设

1. 电缆线路敷设，可采用橡胶绝缘线槽、塑料挂钩、电缆桥架进行走线固定或设置盖板保护，并注明电缆走向（见图4-10、图4-11）。

2. 电缆直接埋地敷设的深度不应小于0.7m，并应在电缆紧邻上、下、左、右侧均匀敷设不小于50mm厚的细砂，然后覆盖砖或混凝土板等硬质保护层（见图4-12）。

3. 上楼电缆可采用支架线夹进行固定，在楼层墙面设置固定配电箱，满足楼层用电作业需求（见图4-13）。



图4-10 电缆采用橡胶线槽线进行过地保护



图4-11 定型化电缆桥架

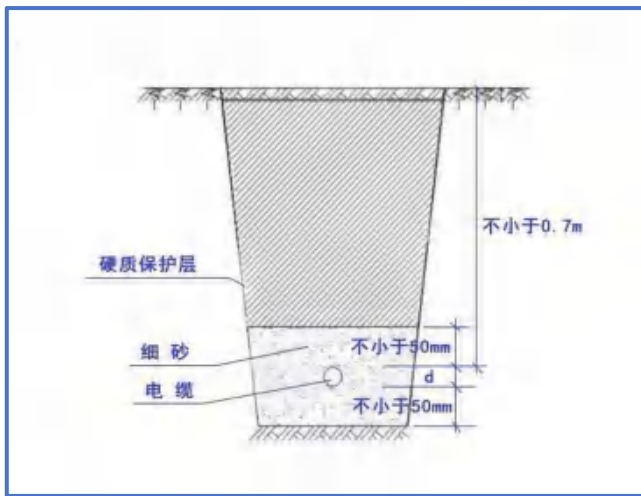


图4-12 电缆线埋地敷设



图4-13 楼层墙面设置固定配电箱



4.6 配电箱及开关箱

1. 配电系统应配置配电柜或总配电箱、分配电箱、开关箱，实行三级配电（见图4-14）。

2. 总配电箱可下设若干台分配电箱；分配电箱可下设若干台开关箱。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，分配电箱与开关箱的距离不应超过30m，开关箱与其控制的固定式用电设备的水平距离不宜超过3m。

3. 每台用电设备应有各自专用的开关箱，不得用同一个开关箱直接控制2台及以上用电设备（含插座）。

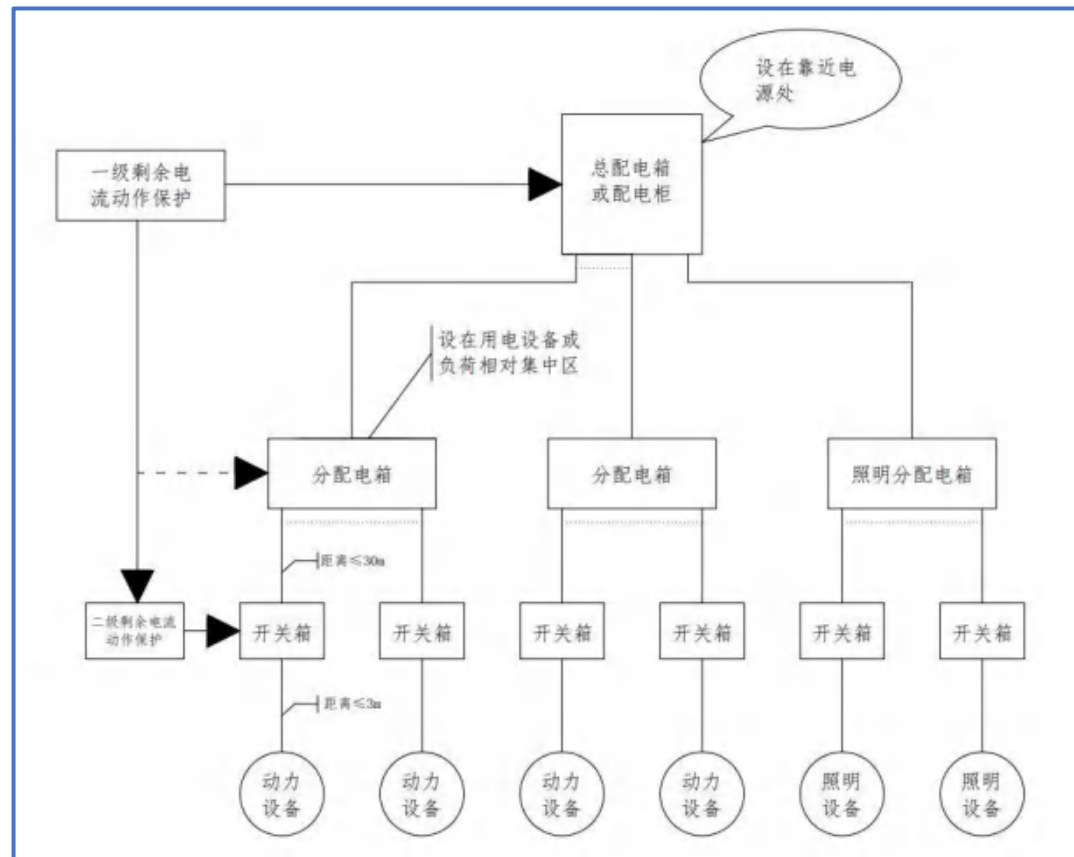


图4-14 配电系统

第四部分 临时用电

4.6 配电箱及开关箱

- 4.选用的配电箱应符合国家标准和行业标准。
- 5.选用的电器元件应有生产许可证和产品合格证（见图4-15）。
- 6.总配电箱、开关箱应设置剩余电流动作保护装置（见图4-16）。其中，总配电箱剩余电流动作保护器额定剩余动作电流 $>30\text{mA}$ 、额定剩余电流动作时间 $>0.1\text{S}$ ，但其两者乘积 $\leq 30\text{mA}\cdot\text{s}$ ；开关箱剩余电流动作保护器额定剩余动作电流 $\leq 30\text{mA}$ 、额定剩余电流动作时间 $\leq 0.1\text{S}$ 。
- 7.配电箱应注明编号、责任单位、责任人和联系电话，箱内张贴配电线路图、巡检记录（见图4-17、图4-18）。

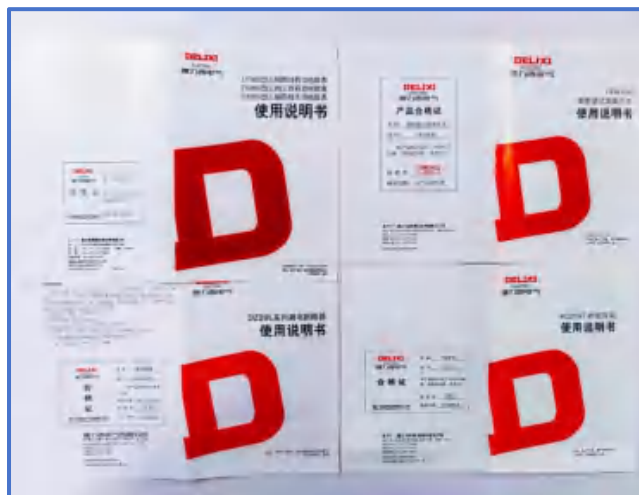


图4-15 电器元件产品合格证



图4-16 剩余电流动作保护装置

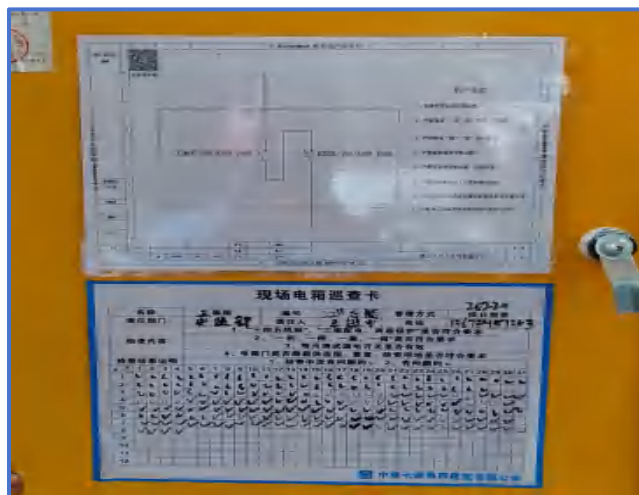


图4-17 电箱内张贴线路图



图4-18 配电箱责任公示牌



4.6 配电箱及开关箱

8. 使用于潮湿或有腐蚀介质场所的剩余电流动作保护器应采用防溅型产品，其额定剩余动作电流 $\leq 15\text{mA}$ ，额定剩余电流动作时间 $\leq 0.1\text{s}$ 。

9. 进出线中的N线必须通过N线端子板连接，PE线必须通过PE线端子板连接（见图4-19、4-20）。

10. 配电箱、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端子板与保护接地导体 (PE) 做电气连接，金属箱门与金属箱体应采用黄/绿组合颜色软绝缘导线做电气连接（见图4-21）。

11. 对配电箱、开关箱进行定期维修、检查时，必须将其前一级相应的电源隔离开关分闸断电，并悬挂“禁止合闸、有人工作”停电标志牌，严禁带电作业（见图4-22）。

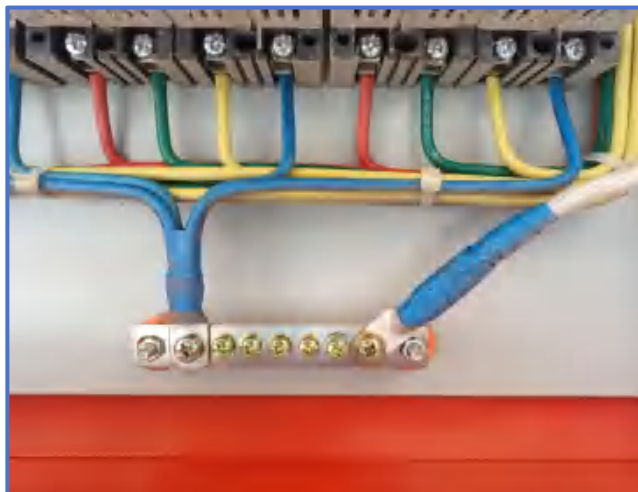


图4-19 零线接线端子



图4-20 PE线接线端子

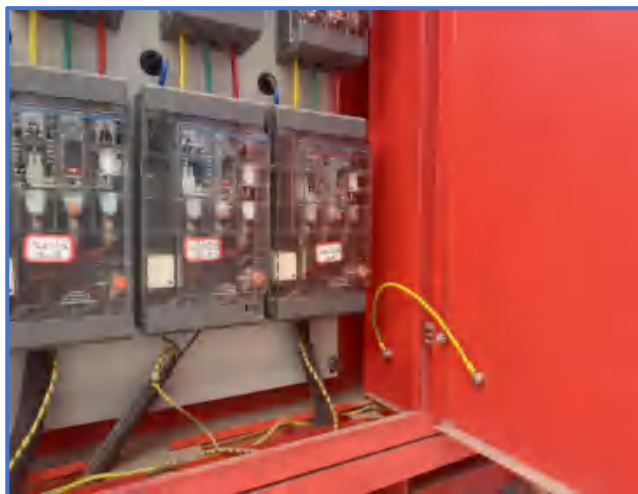


图4-21 箱门采用双色软绝缘导体连接



图4-22 停电标志牌

4.6 配电箱及开关箱

12.配电箱、开关箱中导线的进线口和出线口应设在箱体的下底面（见图4-23，图4-24）。

13.用电设备金属外壳应连接保护接地导体（PE）（见图4-25）。

14.配电箱、开关箱应装设端正、牢固。固定式配电箱、开关箱的中心点与地面的垂直距离应为1.4m~1.6m（见图4-26）。移动式配电箱、开关箱应装设在坚固、水平的支架上，其中心点与地面的垂直距离宜为0.8m~1.6m。



图4-23 配电箱进出线



图4-24 开关箱



图4-25 用电设备保护接地导体

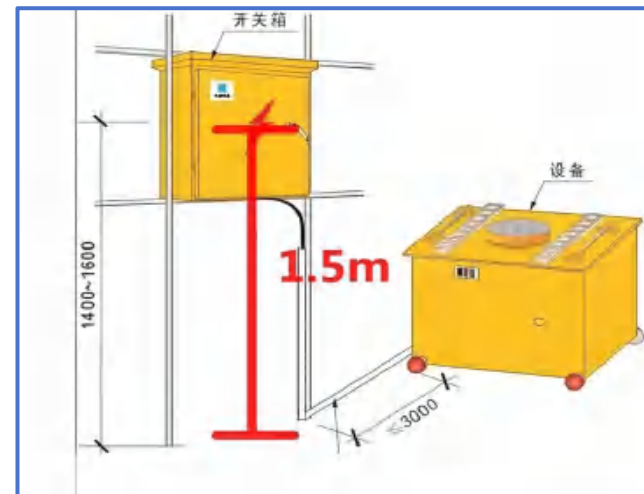


图4-26 配电箱高度



4.7 电箱防护围栏

1.电箱防护围栏主框架采用40方钢焊接，方钢间距按15cm设置，高度2.4m，长宽1.5~2m，正面设置栅栏门（见图4-27（1），图4-27（2））。

2.防护棚正面悬挂操作规程牌、警示牌及电工人员姓名和电话，顶部设置双层硬防护等（见图4-27（3），图4-27（4））。

3.总配电箱、外露临时设置的配电柜应做好防水、防尘、防腐“三防”措施。



图4-27 配电箱防护棚（1）



图4-27 配电箱防护棚（2）



图4-27 配电箱防护棚（3）



图4-27 配电箱防护棚（4）

第四部分 临时用电

4.8 重复接地和防雷

1.每一组接地装置的接地线应采用2根及以上导体，在不同点与接地极做电气连接。不得采用铝导体做接地体或地下接地线。垂直接地极宜采用角钢、钢管或光面圆钢，不得采用螺纹钢（见图4-28）。

2.接地体上的接线端子处宜采用螺栓焊接。

3.接地线与接地端子的连接处宜采用铜鼻压接，不能直接缠绕（见图4-29）。

4.保护接地导体（PE）必须采用黄绿双色线，不得采用其他线色取代。塔吊等大型设备的接地体引出扁钢应采用螺栓将其与标准节相连接，不得将引出扁钢焊接在标准节上破坏塔吊主体结构。

5.工作接地电阻 $\leq 4\Omega$ ；重复接地电阻 $\leq 10\Omega$ ；防雷接地电阻 $\leq 30\Omega$ 。可用电阻测试仪、绝缘电阻表等测试电阻值（见图4-31）。



图4-28 接地体



图4-29 接地端子螺栓、铜鼻



图4-30 塔吊接地示意图



图4-31 电阻测试仪测试接地电阻



4.9 照明

1.一般场所宜选用额定电压为220V的照明器，施工现场并设置照明专用开关箱（见图4-32）。

2.下列特殊场所应使用安全特低电压照明器（见图4-33）：

（1）隧道、人防工程、高温、有导电灰尘、潮湿场所的照明，电源电压不应大于AC36V；

（2）灯具离地面高度小于2.5m场所的照明，电源电压不应大于AC36V；

（3）易触及带电体场所的照明，电源电压不应大于AC24V；

（4）导电良好的地面、锅炉或金属容器等受限空间作业的照明，电源电压不应大于AC12V。

3.照明灯具的金属外壳应与保护接地导体（PE）做电气连接，照明开关箱内应装设隔离开关、短路与过载保护电器和剩余电流动作保护器。



图4-32 一般场所照明（1）



图4-32 一般场所照明（2）

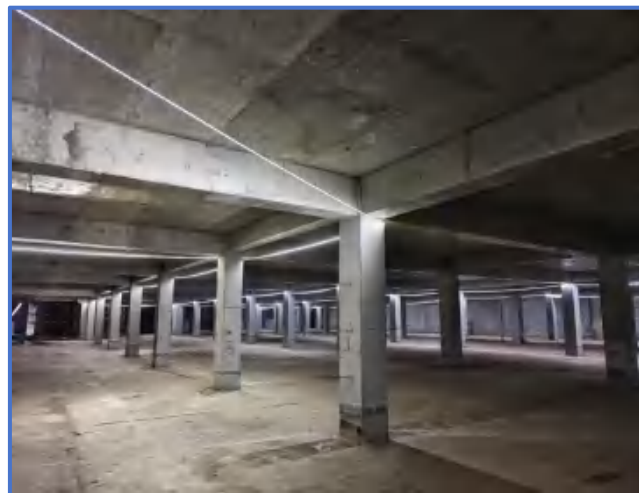


图4-33 安全电压照明（3）

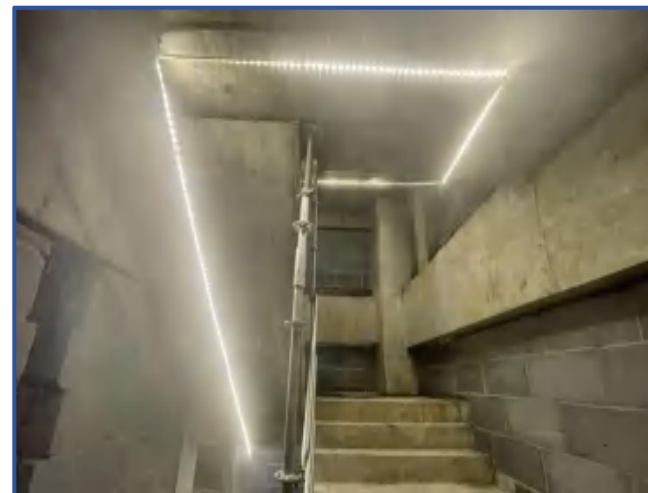


图4-33 安全电压照明（4）

05

第五部分 机械设备



5.1 管理要求

1.本图册机械设备分别由塔式起重机、施工升降机、门（桥）式起重机、履带式起重机、叉车、汽车式起重机、桩工机械、中小型机械等组成。

2.起重吊装及起重机械安装拆卸工程危险性较大的分部分项工程范围：

（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。

（3）起重机械安装和拆卸工程。

3.起重吊装及起重机械安装拆卸工程超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围：

（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.起重吊装及安装拆卸工程专项施工方案应按照《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南》（建质办〔2021〕48号）进行编制。



图5-1 起重吊装及安装拆卸工程方案编制指南

5.安装单位应将建筑起重机械安装、拆卸工程专项施工方案，安装、拆卸人员名单，安装、拆卸时间等



第五部分 机械设备

5.1 管理要求

材料报施工总承包单位和监理单位审核后，告知工程所在地县级以上地方人民政府建设主管部门。

6.特种设备使用单位应当自建筑起重机械安装验收合格之日起30日内，将建筑起重机械安装验收资料、建筑起重机械安全管理制度、特种作业人员名单等，向工程所在地县级以上地方人民政府建设主管部门办理建筑起重机械使用登记。登记标志置于或者附着于该设备的显著位置。

7.建筑起重机械在使用过程中需要顶升、附着的，使用单位委托原安装单位或者具有相应资质的安装单位按照专项施工方案实施，验收合格后方可投入使用。

8.其他机械

(1) 机械必须按出厂使用说明书规定的技术性能、承载能力和使用条件，正确操作，合理使用，严禁超载、

超速作业或任意扩大使用范围。

(2) 按要求对机械设备操作人员开展安全技术交底。

(3) 机械使用前，应对机械进行检查、试运转。清洁、保养、维修前，必须先切断电源，等机械停稳后再进行操作，严禁带电或采用预约停送电时间的方式进行检修。检修前，应悬挂“禁止合闸，有人工作”的警示牌。

(4) 机械上的各种安全防护和保险装置及各种安全信息装置必须齐全有效。

(5) 定期对机械设备进行维护保养，保持良好的工作状态。



5.2 塔式起重机

5.2.1 基础管理

1. 基础应按国家现行标准和使用说明书所规定的要求进行设计和施工。施工单位应根据地质勘察报告确认施工现场的地基承载能力（见图5-2）。

2. 当施工现场无法满足塔式起重机使用说明书对基础的要求时，可自行设计基础，可采用下列常用的基础形式：

- (1) 板式基础；
- (2) 桩基承台式混凝土基础；
- (3) 组合式基础。

3. 安装前应对基础进行验收，合格后方可安装，基础周围应有排水设施（见图5-3）。

4. 基础中的预埋件应符合使用说明书的要求。



图5-2 塔机基础预埋件



图5-3 基础排水措施



5.2 塔式起重机

5.2.2 附着装置

1.塔机安装的高度超过最大独立高度时,应按照说明书的要求安装附着装置(见图5-4)。

2.附着装置的安装位置、附着垂直间距,以及附着装置以上的塔身悬臂高度应符合说明书的规定。当附着水平距离、附着间距等不满足使用说明书要求时,应进行设计计算、绘制制作图和编写相关说明。

3.附着装置的构件和预埋件应由原生产厂家或由具有相应能力的企业制作。

4.安装附着装置前,宜搭设作业平台(见图5-6)。



图5-4 附着装置



图5-5 附墙螺栓警示可视化

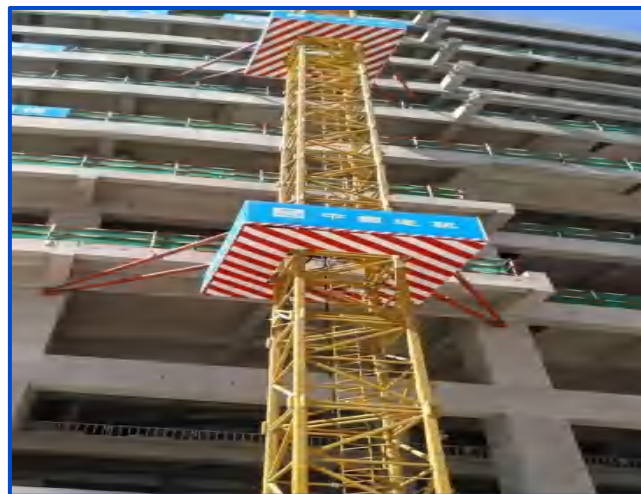


图5-6 作业平台(1)



图5-6 作业平台(2)



5.2 塔式起重机

5.2.3 安装管理

1.雨雪、浓雾天气严禁进行安装作业。安装时塔机最大高度处的风速应符合使用说明书的要求，且风速不得超过12m/s。

2.接地装置应符合 GB 50169 的规定（见图5-8）。

3.电缆用线夹固定在标准节上，防止电缆因风摆动。电缆与标准节、回转接触的位置，应用橡胶或其它绝缘物进行防护（见图5-9）。

4.安装过程中，平衡重块的数量、重量、位置及平衡臂、起重臂的安装程序应符合说明书的规定（见图5-10）。



图5-7 欠压与过压装置



图5-8 设备接地（电气、防雷）



图5-9 塔吊主电缆绝缘、卸载



图5-10 平衡配重标识



5.2 塔式起重机

5.2.3 安装管理

5.自升式塔机的顶升加节应符合下列规定：

- (1) 顶升系统必须完好；
- (2) 结构件必须完好；
- (3) 顶升前，塔机下支座与顶升套架应可靠连接；
- (4) 顶升前，应确保顶升横梁搁置正确；
- (5) 顶升前，应将塔机配平；顶升过程中，应确保塔机的平衡；
- (6) 顶升加节的顺序，应符合使用说明书的规定；
- (7) 顶升过程中，不应进行起升、回转、变幅等操作；顶升结束后，应将标准节与回转下支座可靠连接；
- (8) 加节后需进行附着的，应按照先装附着装置、后顶升加节的顺序进行。

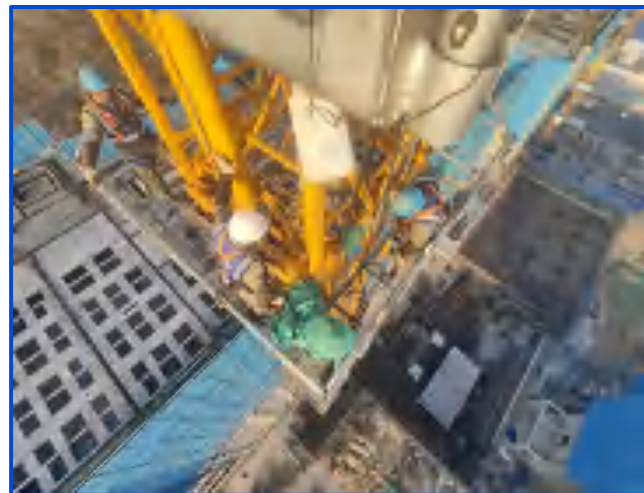


图5-11 顶升智能化监控系统



图5-12 监控系统画面



5.2 塔式起重机

5.2.3 安装管理

6. 连接件及其防松防脱件严禁用其他代用品代用。连接件及其防松防脱件应使用力矩扳手或专用工具紧固连接螺栓（见图5-13、图5-14）。

7. 安装单位应对安装质量进行自检，并按JGJ196附录A填写自检报告书。安装单位自检合格后，应委托有相应资质的检验检测机构进行检测，检验检测机构应出具检测报告。

8. 经自检、检测合格后，应由总承包单位组织出租、安装、使用、监理等单位进行验收，合格后方可使用。



图5-13 高强度螺栓标识



图5-14 防脱件垫片



图5-15 智能预警螺母



图5-16 销轴防退垫块



5.2 塔式起重机

5.2.4 安全装置

1.起升高度限位器：塔机应安装吊钩上极限位置的起升高度限位器（见图5-17）。

2.幅度限位装置：小车变幅的塔机，应设置小车行程限位开关；动臂变幅的塔机应设置臂架低位置和臂架高位置的幅度限位开关（见图5-18）。

3.小车断绳保护装置：小车变幅的塔机，变幅的双向均设置断绳保护装置（见图5-19）。

4.小车断轴保护装置：即使轮轴断裂，小车也不能坠落（见图5-20）。



图5-17 起升高度限位器



图5-18 幅度限位装置



图5-19 小车断绳保护装置



图5-20 小车断轴保护装置



5.2 塔式起重机

5.2.4 安全装置

5.起重力矩限制器：起重力矩显示装置数值误差不应大于实际值的 $\pm 5\%$ 。当起重力矩大于相应工况下的额定值并小于该额定值的110%时，应切断上升和幅度增大方向的电源，但机构可作下降和减小幅度方向的运动（见图5-21）。

6.起重量限制器：起重量显示装置数值误差不应大于实际值的 $\pm 5\%$ 。当起重量大于相应挡位的额定值并小于该额定值的110%时，应切断上升方向的电源，但机构可作下降方向的运动（见图5-22）。



图5-21 起重力矩限制器

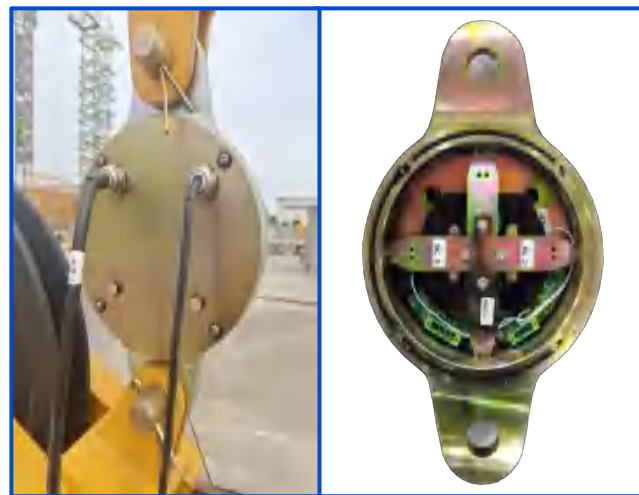


图5-22 起重量限制器



5.2 塔式起重机

5.2.4 安全装置

7.回转限位器：回转部分不设集电器的塔机，应安装回转限位器。塔机回转部分在非工作状态下应能自由旋转（见图5-23）。

8.钢丝绳防脱装置：滑轮起升卷筒及动臂变幅卷筒均应设有钢丝绳防脱装置，该装置与滑轮或卷筒侧板最外缘的间隙不应超过钢丝绳直径的20%（见图5-24），吊钩设置钢丝绳防脱钩装置（见图5-25）。

9.自升式塔机应具有可靠的防止爬升装置在塔身支承中或油缸端头从其连接结构中自行脱出的功能，顶升横梁防脱插销插入踏步防脱销插孔内（见图5-26）。



图5-23 回转限位器



图5-24 钢丝绳防脱装置



图5-25 吊钩防脱钩保险



图5-26 顶升横梁防脱插销



5.2 塔式起重机

5.2.4 安全装置

10.塔机行走和小车变幅的轨道行程末端均需设置止挡装置（见图5-27），缓冲器安装在止挡装置或塔机变幅小车上，当塔机变幅小车与止挡装置撞击时，缓冲器应使塔机变幅小车较平稳地停车而不产生猛烈的冲击（见图5-28）。

11.起重臂根部铰点高度大于50m的塔机，应配备风速仪。风速仪应设在塔机顶部的不挡风处。当风速大于工作极限风速时，应能发出停止作业的警报（见图5-29、图5-30）。



图5-27 止挡装置



图5-28 缓冲器



图5-29 风速仪传感器



图5-30 风速仪显示器



5.2 塔式起重机

5.2.5 使用管理

- 1.塔机基础周边设置围挡（见图5-31、图5-32）。
- 2.塔机应设置防攀爬装置，防止闲杂人员攀爬塔机（见图5-33）。
- 3.根据塔机到建筑物的距离，编制上塔通道专项施工方案，可采用地面定型化制作，塔机自行空中吊装的安装方式（见图5-34）。



图5-31 基础围挡



图5-32 基础围挡指纹识别门锁



图5-33 防攀爬装置



图5-34 上塔通道



5.2 塔式起重机

5.2.5 使用管理

4.塔机的力矩限制器、重量限制器、变幅限位器、行走限位器、高度限位器等安全保护装置不得随意调整和拆除，严禁用限位装置代替操纵机构（见图5-35）。

5.独立状态塔身，要求塔身轴心线对支撑面的垂直度偏差 $\leq 4\%$ ；附着状态下最高附着点以下塔身，要求塔身轴心线对支撑面的垂直度偏差 $\leq 2\%$ ，最高附着点以上塔身轴心线对支撑面的垂直度偏差 $\leq 4\%$ （见图5-36）。

6.塔机司机、起重信号工、司索工等操作人员应取得特种作业人员资格证书，严禁无证上岗。



图5-35 限位警示标识



图5-36 垂直度测量指示牌



图5-37 起重吊装实操考核



图5-38 实操考核过程



5.2 塔式起重机

5.2.6 群塔作业

1.塔机的尾部与建筑物及建筑物外围施工设施之间的距离不小于0.6m。

2.两台塔机之间的最小架设距离应保证处于低位塔机的臂架端部与另一台塔机的塔身之间至少有2.0m的距离，处于高位的塔机的最低位置的部件（吊钩升至最高或平衡重的最低部位）与低位塔机处于最高位置部件之间的垂直距离不得小于2.0m。

3.群塔作业应编制专项安全施工方案，并对司机、指挥人员进行专项安全技术交底。



图5-39 群塔作业智能化系统（1）

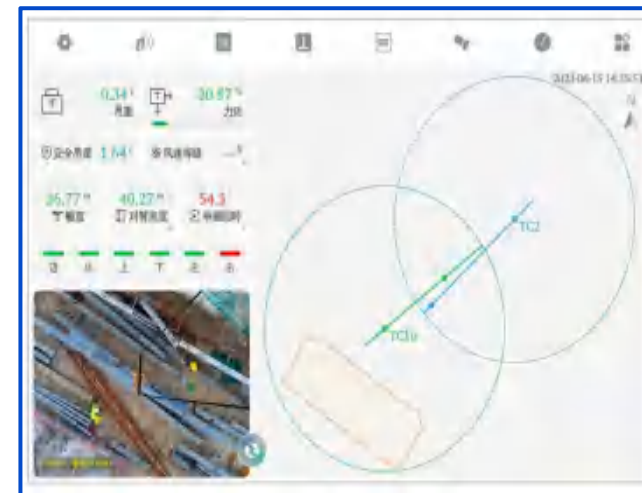


图5-39 群塔作业智能化系统（2）



图5-40 塔机数据实时监控系统



图5-41 塔机安全监测系统



5.2 塔式起重机

5.2.7 吊索具的使用

1.吊具、索具在每次使用前应进行检查，经检查确认符合要求后，方可继续使用。当发现有缺陷时，应停止使用（见图5-42）。

2.当钢丝绳的端部采用编结固接时，编结部分的长度不得小于钢丝绳直径的20倍，并不应小于300mm。

3.卸扣应无明显变形、可见裂纹和弧焊痕迹。销轴螺纹应无损伤现象。

4.钢丝绳的报废应符合现行国家标准GB/T5972的规定。

5.吊钩与滑轮达到现行行业标准JGJ196-6.3.2、6.3.4要求时，应立即报废。



图5-42 吊索具检查合格挂牌



图5-43 钢丝绳可视化标识牌

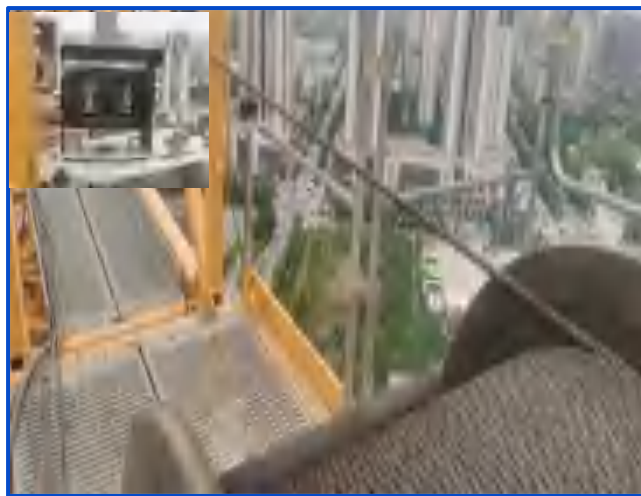


图5-44 起升机构监控



图5-45 吊钩检查可视化标识牌



5.3 施工升降机

5.3.1 基础管理

1. 施工升降机地基、基础应满足使用说明书的要求。对基础设置在地下室顶板、楼面或其他下部悬空结构上的施工升降机，应对基础支撑结构进行承载力验算。施工升降机安装前应按JGJ215附录 A对基础进行验收，合格后方可安装（见图5-46）。

2. 地基上表面平整度允许偏差为10mm。

3. 施工升降机基础应能承受最不利工作条件下的全部载荷。

4. 基础周围应有排水设施。



图5-46 施工升降机基础



5.3 施工升降机

5.3.2 附着装置

1. 附墙架附着点处的建筑结构承载力应满足施工升降机使用说明书的要求。

2. 施工升降机的附墙架形式、附着高度、垂直间距、附着点水平距离、附墙架与水平面之间的夹角、导轨架自由端高度和导轨架与主体结构间水平距离等均应符合使用说明书的要求（见图5-47）。

3. 当附墙架不能满足施工现场要求时，应对附墙架另行设计。附墙架的设计应满足构件刚度、强度、稳定性等要求，制作应满足设计要求。

4. 附墙架结构应无塑性变形，锈蚀深度不得超出原壁厚的10%，附墙架不得与外脚手架连接。

5. 附墙架与水平面夹角不应超出 $\pm 8^\circ$ 。



图5-47 附墙装置



5.3 施工升降机

5.3.3 安装管理

1.安装作业前，应对辅助起重设备和其他安装辅助用具的机械性能和安全性能进行检查，合格后方可投入作业（见图5-48）。

2.施工升降机的安装作业范围应设置警戒线及明显的警示标志。非作业人员不得进入警戒范围。任何人不得在悬吊物下方行走或停留（见图5-49）。

3.当遇大雨、大雪、大雾或风速大于13m/s等恶劣天气时，应停止安装作业。

4.电气设备安装应按施工升降机使用说明书的规定进行，安装用电应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46的规定。



图5-48 吊索具验收



图5-49 安装区域警戒



5.3 施工升降机

5.3.3 安装管理

5.连接件和连接件之间的防松防脱件应符合说明书的规定。安装标准节连接螺栓时，宜螺杆在下，螺母在上（见图5-50）。

6.导轨架最上端应安装一节无齿条，防止发生冲顶（见图5-51）。

7.吊笼周围应设置地面防护围栏，高度不应低于1.8m（见图5-53）。

8.施工升降机安装完毕且经调试后，安装单位应进行自检。自检合格后，应经有相应资质的检验检测机构监督检验。检验合格后，使用单位应组织租赁、安装和监理单位等进行验收。



图5-50 标准节螺栓连接



图5-51 无齿节

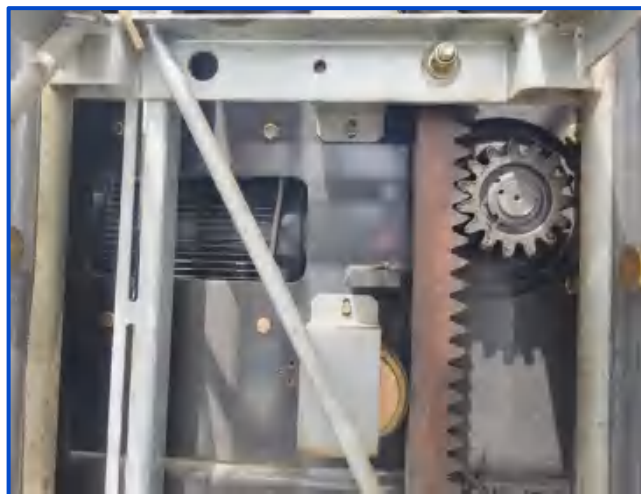


图5-52 齿条与标准节连接螺栓



图5-53 地面防护围栏



5.3 施工升降机

5.3.4 安全装置

1.防坠安全器：当吊笼出现不正常超速运行时及时动作将吊笼制停（见图5-54）。

2.安全钩：防止吊笼脱离导轨架或防坠安全器输出端齿轮脱离齿条（见图5-55）。

3.施工升降机应设有限位开关和极限开关（见图5-56、图5-57）。行程限位开关应由吊笼或相关零件的运动直接接触发。对于额定提升速度大于0.7m/s的施工升降机，还应设有吊笼上下运行减速开关，保证在吊笼触发上下行程开关之前动作，使高速运行的吊笼提前减速。施工升降机必须设置自动复位型的上、下行程限位开关。



图5-54 防坠安全器



图5-55 安全钩

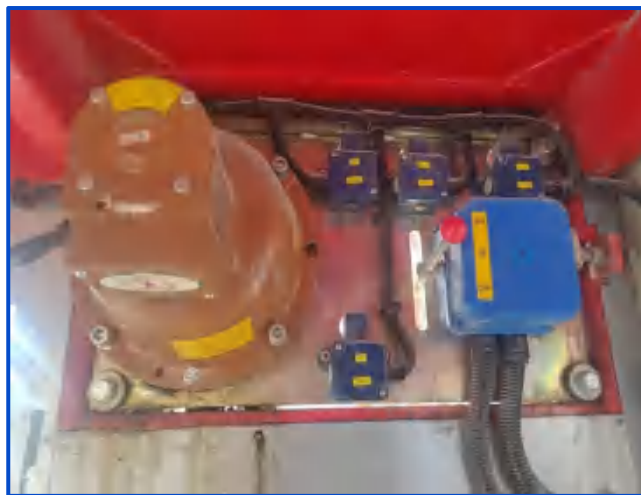


图5-56 限位开关



图5-57 极限开关



5.3 施工升降机

5.3.4 安全装置

4.应在吊笼的最下方安装缓冲器（见图5-58）。

5.销轴式传感器应进行可靠轴向固定，采用双螺母锁紧或开口销防退，确保传感器无法退出销轴孔（见图5-59）。传感器数据采集线严禁断开或裸露。

6.急停开关应为非自动复位型，安装于吊笼内及地面围栏门处，触发后需手动复位，急停开关应能直接切断控制电路，停止吊笼运行（见图5-60、图5-61）。



图5-58 缓冲器



图5-59 销轴传感器



图5-60 急停开关（笼内）



图5-61 急停开关（围栏门）



5.3 施工升降机

5.3.4 安全装置

7.天窗限位：天窗打开后梯笼将停止运行，避免检修人员坠落及物体打击（见图5-62）。

8.吊笼笼门电气限位：吊笼门在施工升降机运行过程中意外开启，施工升降机将立即停止运行（见图5-63）。

9.机械联锁：施工升降机运行中，进料门及围栏门无法打开（见图5-64、图5-65）。



图5-62 天窗限位



图5-63 吊笼笼门电气限位



图5-64 进料门机械联锁



图5-65 围栏门机械联锁



5.3 施工升降机

5.3.4 安全装置

10. 施工升降机应装有超载保护装置（见图5-66），该装置应对吊笼内载荷、吊笼顶部载荷均有效。

11. 人货两用施工升降机制动器应具有手动松闸功能（见图5-67），保证手动施加的作用力一旦撤除，制动器立即恢复动作。



图5-66 超载保护



图5-67 手动松闸装置



5.3 施工升降机

5.3.5 使用管理

1. 施工升降机司机应持有建筑施工特种作业操作资格证书，不得无证操作。可安装人脸、指纹识别装置，避免非司机随意启动电梯（见图5-68）。

2. 施工升降机额定载重量、额定乘员数标牌应置于吊笼醒目位置（见图5-69）。严禁在超过额定载重量或额定乘员数的情况下使用施工升降机。

3. 可在吊笼门进行加固改造或在吊笼内安装防撞缓冲链条，防止因误操作将电动车冲出施工电梯（见图5-70）。



图5-68 人脸识别

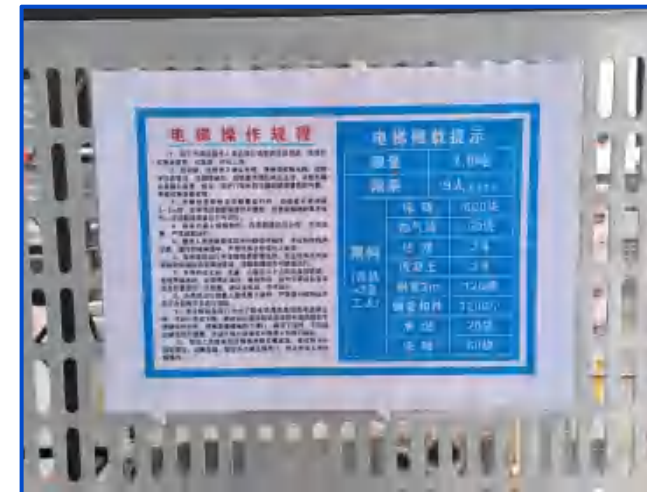


图5-69 载重标识



图5-70 防车辆冲出装置（1）



图5-70 防车辆冲出装置（2）



5.3 施工升降机

5.3.5 使用管理

4.当建筑物超过2层时，施工升降机地面通道上方应搭设防护棚（见图5-71）。当建筑物高度超过24m时，应设置双层防护棚。

5.层门门栓宜设置在靠施工升降机一侧，且层门应处于常闭状态（见图5-72、图5-73）。未经施工升降机司机许可，不得启闭层门。



图5-71 防护棚（1）



图5-71 防护棚（2）



图5-72 遥控式磁吸锁层门



图5-73 层门



5.4 门（桥）式起重机

5.4.1 基础管理

- 1.安装位置地基承载力应满足设计要求，应按照设计要求进行加固。
- 2.基础底部应设排水沟（坡度 $\geq 5\%$ ），防止积水软化地基。
- 3.轨道预埋螺栓可提前预埋，预埋深度应满足说明书要求，并做好保护。
- 4.轨道安装偏差应符合使用说明书要求。
- 5.基础四角应设沉降观测点，并做好沉降监测。



图5-74 门式起重机



图5-75 桥式起重机



5.4 门（桥）式起重机

5.4.2 安装管理

1.小车的安装应符合下列规定：在小车的全行程上，防止脱轨的安全保护装置不应与轨道产生摩擦。

2.门式起重机同一支腿下两根轨道之间的距离偏差不应大于2mm，其相对标高差不应大于1mm。

3.安装后，应即装上夹轨器并进行试验。试验时，夹轨器应符合下列规定：

(1) 夹轨器各节点应转动灵活，夹钳、连杆、弹簧、螺杆和闸瓦不应有裂纹和变形。

(2) 夹轨器工作时，闸瓦应在轨道的两侧夹紧，钳口的开度应符合随机技术文件的规定，张开时不应与轨道相碰。

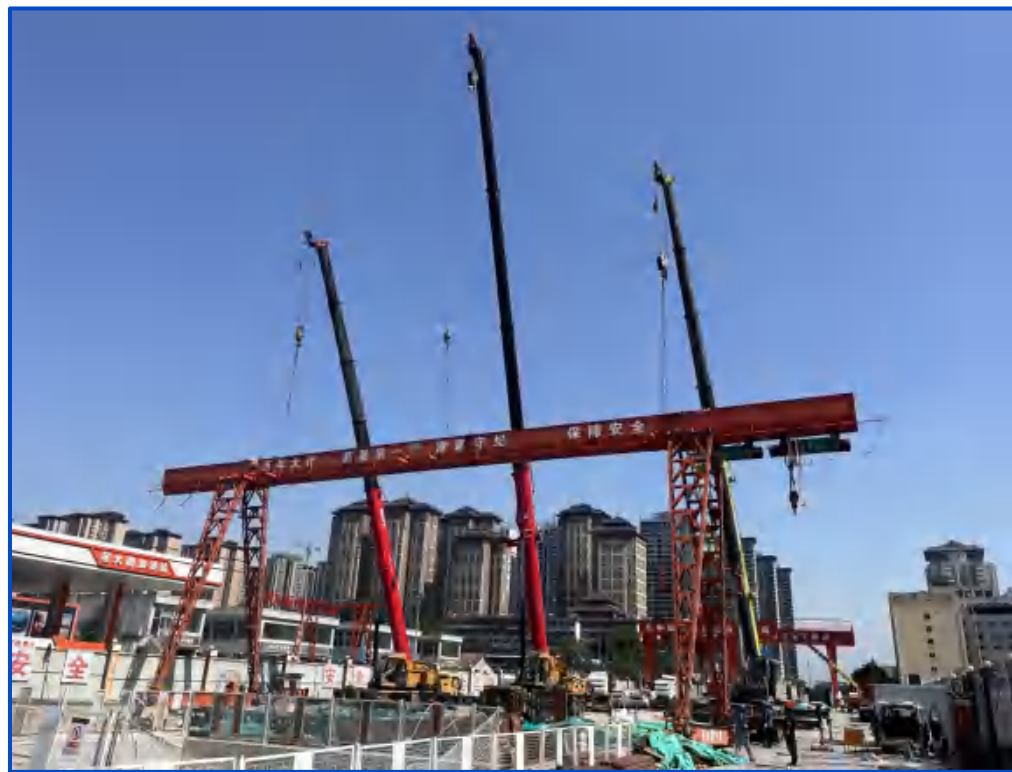


图5-76 门式起重机安装



5.4 门（桥）式起重机

5.4.3 安全装置

1.起重量限制器：当实际起重量达到90%额定起重量时，起重量限制器应能发出报警信号，达到110%的额定起重量时，停止向不安全的方向运动（见图5-77）。

2.起升高度限制器：当取物装置上升到最大起升高度时，应自动切断起升的动力源（见图5-78）。

3.起重机大车和小车在达到设计规定的极限位置时自动切断前进方向的动力源。

4.应在起重机上或轨道端部止挡装置上安装缓冲器或缓冲装置（见图5-79）。



图5-77 起重量限制器



图5-78 起升高度限制器



图5-79 端部止挡装置 (1)



图5-79 端部止挡装置 (2)



5.4 门（桥）式起重机

5.4.3 安全装置

5.风速仪应安装在起重机上部迎风处，当风力大于工作状态计算风速设定值时应能发出报警信号（见图5-80）。

6.起重机抗风防滑装置主要有三类，即夹轨器、锚定装置和铁鞋（见图5-81）。

7.轨道清扫装置：当物料有可能积存在轨道上成为运行的障碍时，大车车架下面应装设轨道清扫装置清扫障碍物，清扫装置与轨顶距离应保持5mm（见图5-82）。

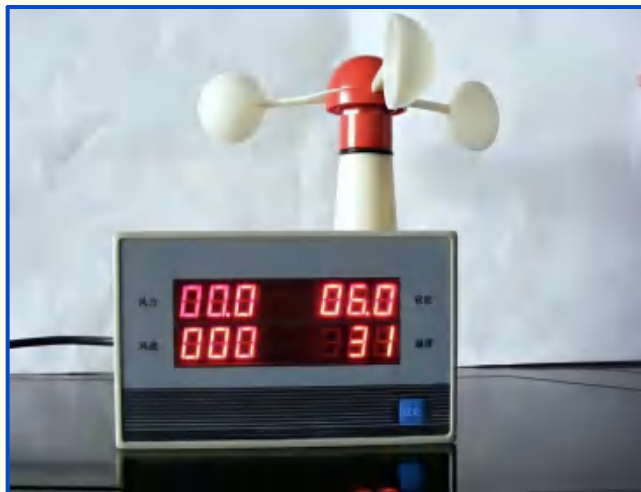


图5-80 风速仪



图5-81 抗风防滑装置（1）



图5-81 抗风防滑装置（2）



图5-82 轨道清扫装置



5.4 门（桥）式起重机

5.4.4 使用管理

1. 起重机运行场地应进行封闭，吊装作业区域设置警示牌（见图5-83）。

2. 起重机吊钩应有安全警示色（见图5-84）

3. 起重机上下爬梯通道设置护圈，挂防坠器（见图5-85）。

4. 起重机应在显著位置张挂验收牌及使用登记证（见图5-86）。

5. 作业后，门式起重机应停放在停机线上，用夹轨器锁紧；桥式起重机应将小车停放在两条轨道中间，吊钩提升到上部位置。

吊钩上不得悬挂重物。



图5-83 场地封闭警示



图5-84 吊钩安全警示



图5-85 上下通道



图5-86 安装验收牌



5.5 履带式起重机

5.5.1 安装管理

1.检查履带板连接销、臂架铰接销的润滑状态，磨损量不得超过原直径的5%。

2.履带正常行走且履带油缸固定销卡板（见图5-87），履带液压马达护板安装到位（见图5-88）。

3.所装配重应满足现场施工需求（见图5-89、图5-90）。

4.起重臂、履带架等部位无裂纹，焊缝探伤合格率满足要求，螺栓紧固力矩满足说明书要求。



图5-87 油缸防脱装置



图5-88 履带液压马达护板



图5-89 配重



图5-90 配重固定



5.5 履带式起重机

5.5.1 安装管理

5.臂架连接销应安装到位，并安装保险销（见图5-91）。

6.臂架拉板长度应与所连接的臂架长度相对应，拉板连接销应安装保险销（见图5-92）。

7.臂架上的滑轮组应完好，旋转顺畅，滑轮组上应安装滑轮防脱装置（见图5-93）。

8.钢丝绳无腐蚀、断丝、断股、变形等，钢丝绳整齐排列在卷扬筒上无挤压（见图5-94）。



图5-91 臂架连接销

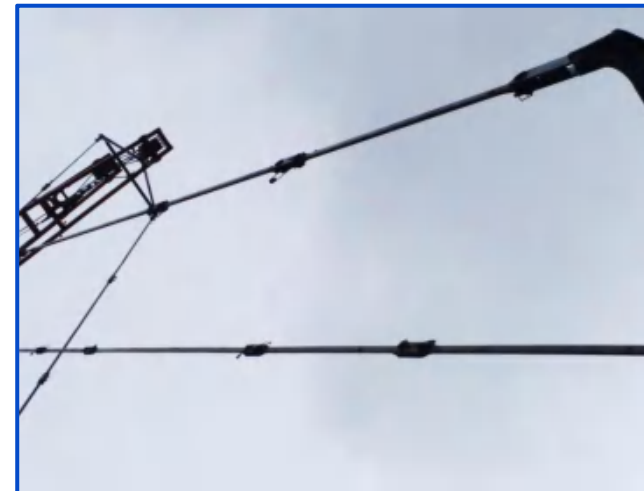


图5-92 拉板连接销



图5-93 臂架滑轮组



图5-94 卷筒



5.5 履带式起重机

5.5.1 安装管理

9.驾驶室显示器实时数据应与实际相符（见图5-95）。

10.履带式起重机安装前应编制专项安拆方案，额定起重量大于300KN的设备安拆方案应组织专家论证。

11.安装完毕后，使用单位应当组织出租、安装、监理等有关单位进行验收，实行施工总承包的，由施工总承包单位组织验收，并留存纸质版资料，验收时应进行空载和负载测试，测试起重量、回转速度等参数符合说明书额定值（见图5-96）。



图5-95 吊装数据实时显示



图5-96 负载测试



5.5 履带式起重机

5.5.2 安全装置

1.防臂架后倾装置应安装牢固（见图5-97）。

2.安装高度限位器，限位器重锤须用钢丝绳或链条锁紧，限位器灵敏可靠（见图5-98）。

3.大臂顶端应安装风速仪，且能在驾驶室内显示器显示当前风速（见图5-99）。

4.最大额定总起重量不大于32t的起重机，必须装设起重量显示器，起重量大于32t的起重机，必须装设力矩限制器（见图5-100）。最大额定总起重量大于50t的起重机，必须装设水平仪。



图5-97 防臂架后倾装置



图5-98 高度限位器



图5-99 风速仪



图5-100 力矩限制器



5.5 履带式起重机

5.5.3 使用管理

1. 起重机械应在平坦坚实的地面上作业、行走和停放。作业时，坡度不得大于 3° ，起重机械应与沟渠、基坑保持安全距离。（见图5-101、图5-102）。

2. 作业时，起重臂的最大仰角不得超过使用说明书的规定。当无资料可查时，不得超过 78° 。

3. 作业结束后，起重臂应转至顺风方向，并应降至 40° - 60° 之间，吊钩应提升到接近顶端的位置，关停内燃机，并应将各操纵杆放在空挡位置，各制动器应加保险固定，操作室和机棚应关门加锁。



图5-101 作业区域硬化



图5-102 行走路线铺设路基板



图5-103 多机联合作业



图5-104 专人指挥



5.6 叉车

5.6.1 使用管理

1.进场验收时应留存叉车的设计文件、产品质量合格证明、安装及使用维护保养说明、监督检验证明等相关技术资料和文件。

2.外观检查：查看叉车车身、灯具、喇叭、后视镜、轮胎等。

3.安全装置检查：检查刹车系统、起升限位装置、倾斜限位装置、安全阀、压力表等部件。

4.性能测试：检查发动机或电动机的运行状况；检查起升、下降、前倾、后倾等动作；测试液压系统工作情况；检查前进、后退、转弯等操控性能。



图5-105 叉车示意图



图5-106 可视化验收图卡



5.6 叉车

5.6.1 使用管理

5.操作人员作业过程中应正确系安全带。

6.作业前应对叉车外观、安全装置、液压系统、灭火器等进行检查。

7.严禁货叉上载人，驾驶室除规定的操作人员外，严禁其他任何人进入或在室外搭乘（见图5-107）。

8.叉装时，物件应靠近起落架，其重心应在起落架中间；物件提升离地后，应将起落架后仰；载物高度不得遮挡驾驶员视线。

9.验收合格后张贴叉车操作规程、验收牌（见图5-108）。



图5-107 叉车规范作业



图5-108 验收牌与安全操作规程



5.7 汽车式起重机

5.7.1 使用管理

1.起重臂顺序伸缩时，应按使用说明书进行，在伸臂的同时应下降吊钩。当制动器发出警报时，应立即停止伸臂。

2.汽车式起重机变幅角度不得小于各长度所规定的仰角。

3.汽车式起重机起吊作业时，汽车驾驶室内不得有人，重物不得超越汽车驾驶室上方，且不得在车的前方起吊。

4.作业中不得扳动支腿操纵阀。调整支腿时应先将在无载荷时进行，应先将起重臂转至正前方或正后方之后，再调整支腿。



图5-109 可视化验收图卡（1）



图5-109 可视化验收图卡（2）



5.7 汽车式起重机

5.7.1 使用管理

5.工作的场地应保持平坦坚实，符合起重时的受力要求；起重机械应与沟渠、基坑保持安全距离。

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载荷时不大于1/1000(水准居中)（见图5-110）。

7.作业后，应先将起重臂全部缩回放在支架上，再收回支腿；吊钩应使用钢丝绳挂牢；车架尾部两撑杆应分别撑在尾部下方的支座内，并应采用螺母固定。



图5-110 水平器



图5-111 力矩限制器



图5-112 起升高度限位器



图5-113 三圈过放检测器



5.7 汽车式起重机

5.7.1 使用管理

8.作业中发现起重机倾斜、支腿不稳等异常现象时，应在保证作业人员安全的情况下，将重物降至安全的位置。

9.汽车式起重机使用钢丝绳规格、穿绳方式应符合说明书要求，钢丝绳报废标准应参考GB/T5972，定期对钢丝绳、吊索具进行巡查（见图5-114）。

10.卷筒和滑轮应有防止钢丝绳跳出轮槽的装置（见图5-115）。

11.汽车式起重机吊钩禁止补焊（见图5-116），报废标准应参考GB6067.1。



图5-114 吊索具日巡查



图5-115 钢丝绳防脱槽装置



图5-116 吊钩（1）



图5-116 吊钩（2）



5.8 桩工机械

5.8.1 使用管理

1.施工现场应按桩机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。

2.桩机作业区内不得有妨碍作业的高压线路、地下管道和埋设电缆。作业区应有明显标志或围栏，非工作人员不得进入。

3.桩机电源供电距离宜在200m以内，工作电源电压的允许偏差为其公称值的 $\pm 5\%$ 。电源容量与导线截面应符合设备施工技术要求。



图5-117 静压桩机



图5-118 锤击桩机



图5-119 振动沉管桩机

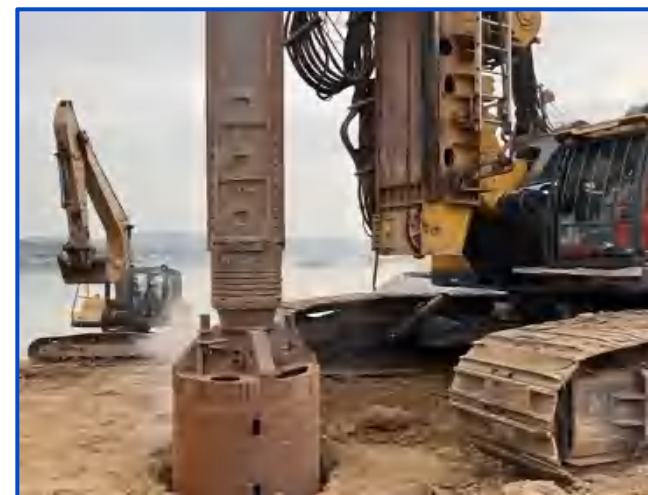


图5-120 旋挖钻机



5.8 桩工机械

5.8.1 使用管理

4.作业前，应由项目负责人向作业人员作详细的安全技术交底。桩机的安装、试机、拆除应严格按设备使用说明书的要求进行。

5.安装桩锤时，应将锤运到立柱正前方2m以内，并不得斜吊。桩机的立柱导轨应按规定润滑。桩机的垂直度应符合使用说明书的规定。

6.作业前，应检查并确认桩机各部件连接牢靠，各传动机构、齿轮箱、防护罩、吊具、钢丝绳、制动器等应完好，起重机起升、变幅机构工作正常，润滑油、液压油的油位符合规定，液压系统无泄漏，液压缸动作灵敏，作业范围内不得有非工作人员或障碍物。



图5-121 桩机作业（1）



图5-121 桩机作业（2）



5.8 桩工机械

5.8.1 使用管理

7.在有坡度的场地上，坡度应符合机使用说明书的规定，并应将桩机重心置于斜坡上方，沿纵坡方向作业和行走。机在斜坡上不得回转。在场地的软硬边际，桩机不应横跨软硬边际。

8.遇风速 12.0m/s 及以上的大风和雷雨、大雾、大雪等恶劣气候时，应停止作业。当风速达到 13.9m/s 及以上时，应将桩机顺风向停置，并按使用说明书的要求，增设缆风绳，或将桩架放倒。桩机应有防雷措施，遇雷电时，人员应远离桩机。冬期作业应清除桩机上积雪，工作平台应有防滑措施。

9.桩孔成型后，当暂不浇注混凝土时，孔口必须及时封盖。



图5-121 桩机作业（3）



图5-121 桩机作业（4）



5.9 中小型机具

5.9.1 使用管理

1.所有机械设备进场前必须检查，检查资料包括产品合格证、使用说明书等。

2.防护装置必须齐全有效，如传动部位防护罩、齿轮防护罩、刀具防护罩等。

3.安全装置必须齐全有效，如限位装置、漏电保护器、制动开关等。

4.机械作业区域张贴“责任人标识牌、操作规程牌、安全警示牌”。



图5-122 切割机防护罩



图5-123 圆盘锯防护罩



图5-124 电焊机专用吊笼



图5-125 调直机防护措施

06

第六部分 安全防护



第六部分 安全防护

6.1 管理要求

1.本图册安全防护分别由个体防护、安全标志、洞口防护、临边防护、安全防护棚、操作平台及易燃易爆危险品管理等内容组成。

2.凡涉及临边与洞口作业、攀登与悬空作业、交叉作业及安全网搭设的，应在施工组织设计或施工方案中制定高处作业安全技术措施。操作平台工程属于危大工程范畴，应编制专项施工方案并按规定进行审批。自2025年8月28日起，使用扣件式钢管脚手架搭设的卸料平台不得用于三层（或10m）及以上建筑工程施工，不得用作悬挑卸料平台。

3.高处作业施工前，应按类别对安全防护设施进行检查、验收，验收合格后方可进行作业，并应做验收记录；验收可分层或分阶段进行。

4.高处作业施工前，应对作业人员进行安全技术交底，并应记录。应对初次作业人员进行培训。

5.高处作业人员应根据作业的实际情况配备相应的高处作业安全防护用品，并按规定正确佩戴和使用相应的安全防护用品、用具。安全防护用品应建立采购、实名发放台账，达到使用年限或报废标准的应及时进行报废处理。

6.对施工作业现场可能坠落的物件，应及时拆除或采取固定措施。高处作业中所用的物料应堆放平稳，不得妨碍通行和装卸。工具应随手放入工具袋；作业中的走道、通道板和登高用具，应随时清扫干净；拆卸下的物件及余料和废料均应及时清理运走，不得乱置或向下丢弃；传递物件禁止抛掷。



6.1 管理要求

7.在雨、霜、雾、雪等天气进行高处作业时，必须采取防滑、防冻和防雷措施，并应及时清除作业面上的水、冰、雪、霜。遇雷雨、大雪、浓雾或作业场所5级以上大风等恶劣天气时，应停止高处作业。雨雪天气后，应对高处作业安全设施进行检查，发现有松动、变形、损坏或脱落等现象，应立即修理完善，维修合格后方可使用。

8.交叉作业时，坠落半径内应设置安全防护棚或安全防护网等安全隔离措施。处于起重机臂架回转范围内的通道，应搭设安全防护棚。

9.防护棚搭设与拆除时，应设警戒区，并应派专人监护，严禁上下同时拆除。

10.对需临时拆除或变动安全防护设施时，需经项目相关负责人批准后方可实施，同时应采取其他可靠防护措施，作业后应立即恢复，并经相关人员组织验收合格后方可投入使用。

11.高处作业安全防护应遵循《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ80-2016）执行（见图6-1）。



图6-1 建筑施工高处作业安全技术规范



第六部分 安全防护

6.2 个体防护

6.2.1 安全帽

1. 安全帽常见的颜色有白色、红色、黄色、蓝色（见图6-2）。
2. 安全帽进场前，须按照《头部防护 安全帽》（GB2811）相关要求组织验收。
3. 可在安全帽前侧张贴企业标志、两侧和后侧张贴分类编号或其他分类标识，使用时要注意安全帽合格证上标注的使用报废期限。
4. 可在施工现场出入口处设置安全帽存放架（见图6-3）。



图6-2 安全帽



图6-3 安全帽存放架



6.2 个体防护

6.2.2 安全带

1.安全带按作业类型分为围栏作业安全带、区域限制安全带和坠落悬挂安全带；按结构设计分为全身式（五点式）安全带、半身式（三点式）安全带和胸式安全带。自2025年8月28日起，建筑工程施工作业应使用全身式（五点式）安全带（见图6-4）。

2.高处作业人员必须系挂安全带，安全带应高挂低用（见图6-5）；安全带必须系挂在施工作业处上方的牢固构件上（见图6-6），严禁将安全绳直接系挂在脚手架、管道或临时结构上；禁止擅自拆除或改装安全带部件。



图6-4 全身式（五点式）安全带



图6-5 安全带高挂低用



图6-6 安全绳系挂点（1）



图6-6 安全带系挂点（2）



6.2 个体防护

6.2.3 其他个体防护

1.根据《建筑施工作业劳动防护用品配备及使用标准》（JGJ184）的要求，不同工种应配备必要的劳动防护用品（见图6-7）。

2.施工现场人员应配备反光马甲、劳保鞋；焊接作业人员应配备手持焊接防护面罩、护目镜、焊接手套、焊接脚盖等防护用品；打磨作业人员应配备棉质劳保手套、护目镜、防护口罩等防护用品；电工应配备胶质绝缘手套、绝缘鞋等防护用品；油漆、防水涂料、防火涂料等带刺激性气味的作业人员应配备防毒面罩等防护用品。

3.使用过程中，应做好日常维护保养和报废等工作。



图6-7 个体防护用品



6.3 安全标志

1.根据《安全标志及其使用导则》（GB 2894）规定，分为四类传递安全信息的安全标志：禁止标志、警告标志、指令标志、提示标志。

2.禁止标志：禁止人们不安全行为的图形标志（见图6-8）。

3.警告标志：提醒人们对周围环境引起注意，以避免可能发生危险的图形标志（见图6-9）。

4.指令标志：强制人们必须做出某种动作或采用防范措施的图形标志（见图6-10）。

5.提示标志：向人们提供某种信息的图形标志（见图6-11）。



图6-8 禁止标志



图6-9 警告标志



图6-10 指令标志



图6-11 提示标志



6.3 安全标志

6.建筑工程施工现场的下列危险部位和场所应设置安全标志（见图6-12）：

- （1）通道口、楼梯口、电梯口和孔洞口；
- （2）基坑和基槽外围、管沟和水池边沿；
- （3）高差超过1.5m的临边部位；
- （4）爆破、起重、拆除和其他各种危险作业场所；
- （5）爆破物、易燃物、危险气体、危险液体和其他有毒有害危险品存放；
- （6）临时用电设施；
- （7）施工现场其他可能导致人身伤害的危险部位或场所。



图6-12 安全标志的应用（1）



图6-12 安全标志的应用（2）

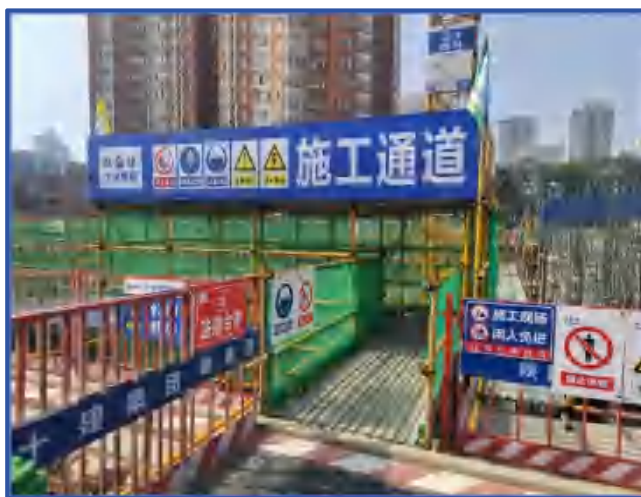


图6-12 安全标志的应用（3）

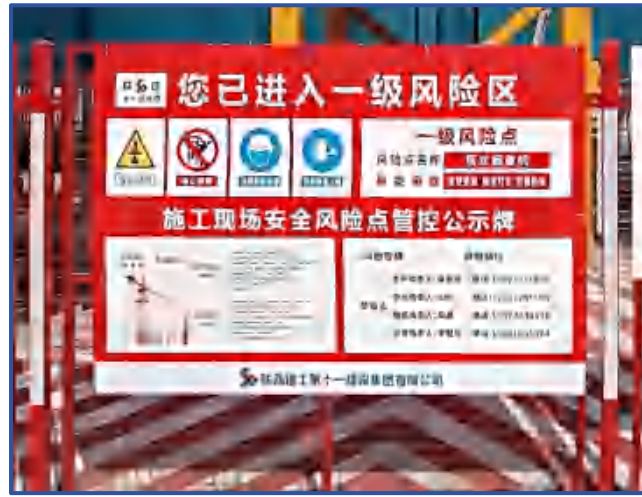


图6-12 安全标志的应用（4）



6.4 洞口防护

6.4.1 非竖向洞口

1.当非竖向洞口短边边长为 $25\text{mm}\sim 500\text{mm}$ 时,应采用承载力满足使用要求的盖板覆盖,盖板四周搁置应均衡,且应防止盖板移位(见图6-13(1))。

2.当非竖向洞口短边边长为 $500\text{mm}\sim 1500\text{mm}$ 时,应采用盖板覆盖或防护栏杆等措施,并应固定牢固(见图6-13(2)、图6-13(3))。

3.当非竖向洞口短边边长大于或等于 1500mm 时,应在洞口作业侧设置高度不小于 1.2m 的防护栏杆,洞口应采用安全平网封闭(见图6-13(4))。



图6-13 非竖向洞口防护(1)



图6-13 非竖向洞口防护(2)



图6-13 非竖向洞口防护(3)



图6-13 非竖向洞口防护(4)



6.4 洞口防护

6.4.2 竖向洞口及电梯井口

1.当竖向洞口短边边长小于500mm时，应采取封堵措施。当垂直洞口短边边长大于或等于500mm时，应在临空一侧设置高度不小于1.2m的防护栏杆，采用阻燃密目式安全立网或工具式栏板封闭，底部设置挡脚板（见图6-14）。

2.电梯井口应设置防护门，其高度不应小于1.5m，并应设置挡脚板（见图6-15）。在进入电梯安装施工工序之前，井道内应每隔2层且不大于10m加设一道水平安全网（见图6-16）。电梯井内的施工层上部，应设置隔离防护设施（见图6-17）。



图6-14 竖向洞口防护



图6-15 电梯井口防护门



图6-16 电梯井水平防护



图6-17 电梯井施工层水平防护



6.4 洞口防护

6.4.2 竖向洞口及电梯井口

3. 墙面等处落地的竖向洞口、窗台高度低于1.2m的竖向洞口及框架结构在浇注完混凝土没有砌筑墙体时的洞口，应按临边防护要求设置防护栏杆（见图6-18、图6-19）。

4. 施工现场通道附近的洞口、坑、沟、槽、高处临边等危险作业处，应悬挂安全警示标志外，夜间应设灯光警示（见图6-20）。



图6-18 窗台处洞口临边防护



图6-19 反坎处临边防护



图6-20 警示灯（1）



图6-20 警示灯（2）

6.5 临边防护

1.当采用钢管搭设防护栏杆时，应设置两道横杆，上杆距地面高度应为1.2m，下杆应在上杆和挡脚板中间设置，防护栏杆立杆间距不应大于2m。当防护栏杆高度大于1.2m时，应增设横杆，横杆间距不应大于600mm，底部设置不低于180mm高的挡脚板，防护栏杆应张挂阻燃密目式安全立网（见图6-21）。

2.当采用其他型材作防护栏杆杆件时，应选用与脚手钢管材质强度相当规格的材料，并应采用螺栓、销轴或焊接等方式进行连接固定（见图6-22、图6-23）。



图6-21 临边防护



图6-22 楼梯临边防护



图6-23 定型化临边防护（1）



图6-23 定型化临边防护（2）



6.5 临边防护

3. 栏杆立杆和横杆的设置、固定及连接，应确保防护栏杆在上下横杆和立杆任何处，均能承受任何方向的最小1kN外力作用。

4. 基坑临边防护栏杆的设置除应符合6.5第1条规定外，还应距基坑边坡不小于500mm，同时基坑周边应设置200~300mm高的挡水墙（见图6-24）。

5. 坡度大于1:2.2的屋面，防护栏杆应高1.5m，横杆间距不大于600mm，立杆间距不宜大于2m，并加挂安全立网；除经设计计算外，横杆长度大于2m时，必须加设栏杆柱（见图6-25）。



图6-24 基坑临边防护（1）



图6-24 基坑临边防护（2）



图6-25 斜屋面临边防护（1）



图6-25 斜屋面临边防护（2）

6.6 安全防护棚

6.6.1 安全通道

1.安全防护棚范围的设置应视上层作业高度确定，并应大于坠落半径。安全防护棚必须设置双层硬质防护，满足规范要求（见图6-26）。

2.安全通道地面应硬化，立柱与地面可靠连接。通道顶部应悬挂安全警示标识和安全宣传用语的横幅。

3.各种型材及构配件具体规格、材质应当根据项目所在地风荷载、雪荷载等活荷载计算确定。



图6-26 安全通道（1）



图6-26 安全通道（2）

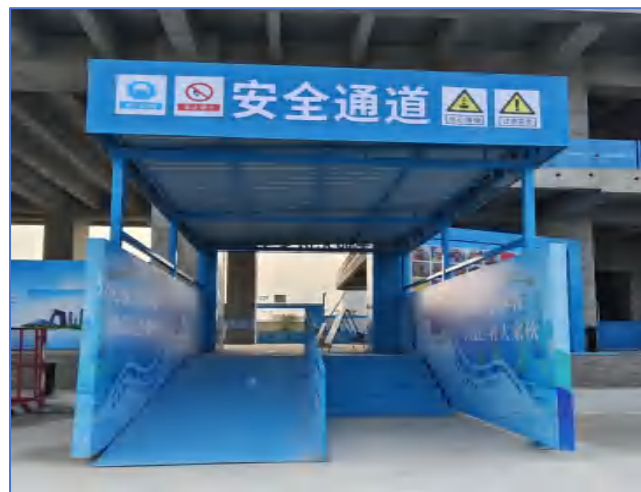


图6-26 安全通道（3）



图6-26 安全通道（4）



6.6 安全防护棚

6.6.2 施工升降机防护棚

1.搭设在施工升降机地面通道、物料提升机地面进料口作业通道处等上方有可能坠落物件的防护棚应采用双层硬质防护，吊笼和对重升降通道周围应设置地面防护围栏，下方设置定型化可周转坡道，满足规范要求（见图6-27）。

2.施工升降机防护棚地面应硬化，立柱与地面可靠连接。防护棚两侧可悬挂宣传画，需在醒目处挂验收牌、操作规程图牌，图牌朝内，具体尺寸根据现场实际情况确定。



图6-27 施工升降机防护棚（1）



图6-27 施工升降机防护棚（2）



图6-27 施工升降机防护棚（3）



图6-27 施工升降机防护棚（4）



6.6 安全防护棚

6.6.3 加工车间

1. 钢筋加工车间具体尺寸根据现场实际情况确定。当对环境保护有特殊要求的项目，可采用降噪屏搭设半封闭式钢筋加工车间或封闭式钢筋加工车间（见图6-28、图6-29）。

2. 木工加工车间具体尺寸根据现场实际情况确定。当对环境保护有特殊要求的项目，可采封闭式木工加工车间，车间应设置消防器材（见图6-30）。

3. 加工车间地面需硬化，顶部张挂安全警示标识和安全宣传用语的横幅，在醒目处悬挂安全操作规程牌、安全风险告知卡和应急处置流程卡。



图6-28 半封闭式钢筋加工车间



图6-29 封闭式钢筋加工车间



图6-30 木工加工车间（1）



图6-30 木工加工车间（2）



6.6 安全防护棚

6.6.4 小型机械防护棚

1.小型机械防护棚宜用于钢筋套丝机等小型机械，分固定式和移动式两种形式（见图6-31）。

2.立柱应设置砼基础，各构件应焊接牢固，确保稳定性。应在防护棚正面悬挂操作规程、警示标牌、责任标牌，防护棚内应设置消防器材。



图6-31 小型机械防护棚 (1)



图6-31 小型机械防护棚 (2)



图6-31 小型机械防护棚 (3)



图6-31 小型机械防护棚 (4)



6.6 安全防护棚

6.6.5 安全防护网

1.对不搭设脚手架和设置安全防护棚时的交叉作业，应设置安全防护网；当在多层、高层建筑外立面施工时，应在二层及每隔四层设一道固定的安全防护网，同时设一道随施工高度提升的安全防护网。

2.安全防护网搭设时应符合下列规定：

- (1) 安全防护网搭设时，应每隔3m设一根支撑杆，支撑杆水平夹角不宜小于 45° ；
- (2) 当在楼层设支撑杆时，应预埋钢筋环或在结构内外侧各设一道横杆；
- (3) 安全防护网应外高里低，网与网之间应拼接严密（见图6-32）。

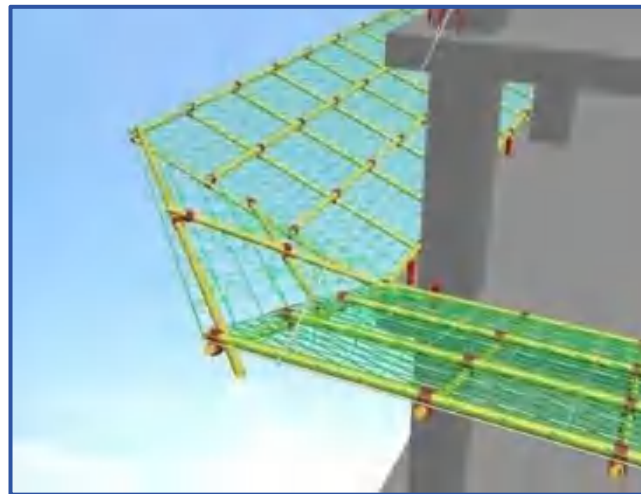


图6-32 安全防护网（1）



图6-32 安全防护网（2）



6.7 操作平台

6.7.1 移动式操作平台

1.移动式操作平台的面积不应超过 10m^2 ，高度不宜大于 5m ，高宽比不应大于 $2:1$ ，施工荷载不应大于 1.5kN/m^2 。

2.移动式操作平台的轮子与平台架体连接应牢固，立柱底端离地面不得超过 80mm ，行走轮和导向轮应配有制动器或刹车闸等固定措施。

3.操作平台四周按临边作业要求设置防护栏杆，并布置登高扶梯。移动式操作平台工作使用状态时，四周应加设抛撑固定。移动式操作平台在移动时，操作平台上不得站人。移动式操作平台应悬挂限重及验收标识（见图6-33）。



图6-33 移动式操作平台（1）



图6-33 移动式操作平台（2）



6.7 操作平台

6.7.2 落地式操作平台

1.落地式操作平台高度不应大于15m，高宽比不应大于3:1。施工平台的施工荷载不应超过 $2\text{kN}/\text{m}^2$ ，当接料平台的施工荷载大于 $2\text{kN}/\text{m}^2$ 时，应进行专项设计。

2.操作平台应与建筑物进行刚性连接或加设防倾措施，不得与脚手架连接。立杆间距和步距等结构要求应符合国家现行相关脚手架规范的规定。

3.操作平台应从底层第一步水平杆起逐层设置连墙件，且连墙件间隔不应大于4m，并应设置水平剪刀撑。连墙件应为可承受拉力和压力的构件，并应与建筑结构可靠连接（见图6-34）。

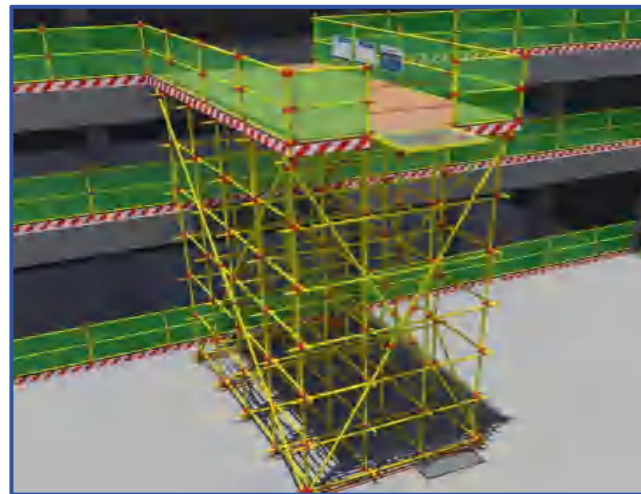


图6-34 落地式操作平台（1）



图6-34 落地式操作平台（2）



6.7 操作平台

6.7.3 悬挑式操作平台

1.悬挑式操作平台的搁置点、拉结点、支撑点应设置在稳定的主体结构上，且应可靠连接。严禁将操作平台设置在临时设施上。

2.悬挑式操作平台的悬挑长度不宜大于5m，均布荷载不应大于 5.5kN/m^2 ，集中荷载不应大于 15kN ，悬挑梁应锚固固定。

3.悬挑式操作平台应设置4个吊环，吊运时应使用卡环，不得使吊钩直接钩挂吊环。

4.悬挑式操作平台的外侧应略高于内侧；外侧应安装防护栏杆并应设置防护挡板全封闭（见图6-35）。

5.人员不得在悬挑式操作平台吊运、安装时上下。



图6-35 悬挑式卸料平台（1）



图6-35 悬挑式卸料平台（2）



6.8 易燃易爆危险品管理

6.8.1 易燃易爆危险品库房

1.易燃易爆危险品库房应设置在全年最小频率风向的上风侧，远离明火作业区、人员密集区和建筑物相对集中区域，防火间距应满足规范要求，严禁烟火，并应设置相应的消防设施。

2.易燃易爆危险品应按计划限量进场，且应分类专库储存，库内通风良好，并设置严禁明火标志。

3.易燃露天仓库四周应有不小于6000mm的平坦空地作为消防通道，通道上禁止堆放任何材料或障碍物（见图6-36）。



图6-36 危险品库房（1）



图6-36 危险品库房（2）



图6-36 危险品库房（3）



图6-36 危险品库房（4）



6.8 易燃易爆危险品管理

6.8.2 气瓶使用

1. 储装气体的罐瓶及其附件应合格、完好和有效；严禁使用减压器及其他附件缺损的氧气瓶，严禁使用乙炔专用减压器、回火防止器及其他附件缺损的乙炔瓶（见图6-37）。

2. 气瓶应保持直立状态，并采取防倾倒、避免高温和防止暴晒的措施（见图6-38）。

3. 氧气瓶与易燃易爆气体瓶不得混合存放，空瓶和实瓶同库存放时应分开放置。



图6-37 气瓶安全阀



图6-38 气瓶防倾倒装置

6.8 易燃易爆危险品管理

6.8.2 气瓶使用

4. 气瓶使用前，应检查气瓶及气瓶附件的完好性，检查连接气路的气密性，并采取避免气体泄漏的措施，严禁使用已老化的橡皮气管；液化石油气的气瓶设计使用年限为8年，严禁使用超过设计年限的气瓶。

5. 氧气瓶与乙炔瓶的工作间距不应小于5m，气瓶应远离火源，与明火作业点的距离不应小于10m。气瓶用后，应及时归库（见图6-39）。

6. 乙炔瓶不得靠近热源和电器设备，夏季要防止日光暴晒，乙炔瓶表面温度不应超过40℃。

7. 严禁使用不稳定车辆（如自行车、吊车）、电磁起重机搬运乙炔瓶，当地点移动频繁时，应装在专用的手推车上（见图6-40）。

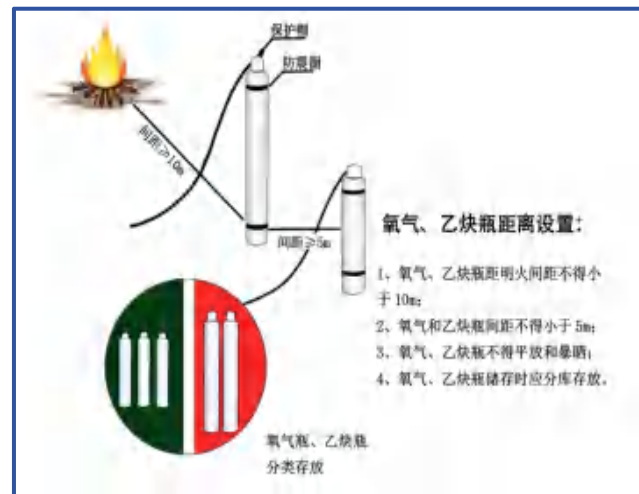


图6-39 氧气、乙炔瓶使用安全距离



图6-40 气瓶专用推车

07

第七部分 装配式工程



7.1 管理要求

1.本图册装配式工程分别由钢结构施工和装配式混凝土结构施工等内容组成。

2.此章节涉及危险性较大的分部分项工程范围：

- (1) 钢结构、网架和索膜结构安装工程；
- (2) 装配式建筑混凝土预制构件安装工程。

3.此章节涉及超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围：

- (1) 跨度36m及以上的钢结构安装工程；
- (2) 跨度60m及以上的网架和索膜结构安装工程

4.钢柱和钢梁吊装、钢结构整体吊装、网架和连廊整体提升及索膜施工等钢结构施工和装配式混凝土结构安装施工应编制专项施工方案，按规定进行审批，需

要专家论证的，应按规定组织论证，经审批、论证合格后，方可实施。

5.钢结构工程专项施工方案应按照《住房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）进行编制（见图7-1）。



图7-1 钢结构安装工程专项施工方案编制指南



第七部分 装配式工程

7.1 管理要求

6. 钢结构施工吊装应使用专用索具。

7. 钢结构施工吊装前应提前安装施工所用的安全网、安全绳等安全防护装置。

8. 钢结构施工安全防护所用安全网应使用阻燃水平安全网，其质量必须符合《安全网》（GB5725）要求，且有产品合格及验证报告。

9. 装配式混凝土结构施工前应对预制构件、吊装设备、支撑体系等进行必要的施工验算，编制装配式混凝土结构专项施工方案。

10. 装配式混凝土结构施工前，应根据现场情况，合理布置大型起重吊装设备、运输通道、构件堆场等关键区域，并对吊装设备及吊具、运输通道、构件堆场等进行承载力复核，核实现场环境、天气、道路状

况等是否满足吊装施工要求，对不满足荷载要求的区域楼板应进行加固。

11. 装配式混凝土构件安装作业开始前，应对安装作业区进行围护并做出明显的标识，拉警戒线，根据危险源级别安排旁站，严禁与安装作业无关的人员进入。

7.2 钢结构施工

7.2.1 钢柱、钢梁吊装

1.钢柱吊装就位后，柱脚处应使用垫铁垫实；柱脚螺栓初拧时，钢柱四周使用缆风绳拉紧，锁好手动葫芦，拧紧柱脚螺栓后方可松钩，形成稳定框架结构后方可拆除缆风绳（见图7-2、图7-3）。

2.钢梁吊装就位后，应使用临时螺栓进行栓接，临时连接螺栓数量不少于安装孔数量的1/3，且不少于2个，临时螺栓安装完毕后方可松钩（见图7-4、图7-5）。

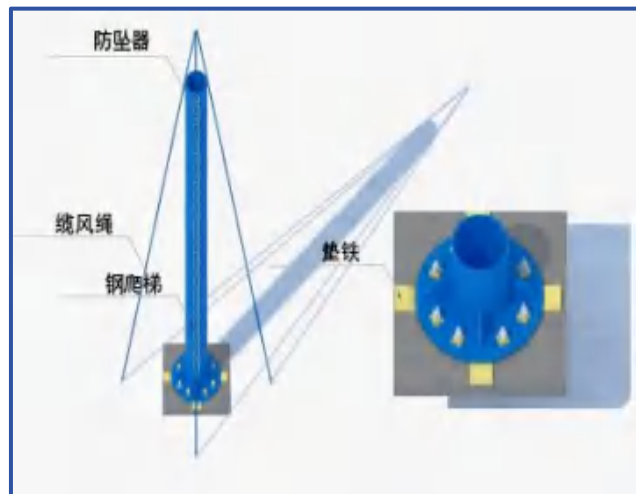


图7-2 钢柱吊装示意图



图7-3 钢柱吊装施工

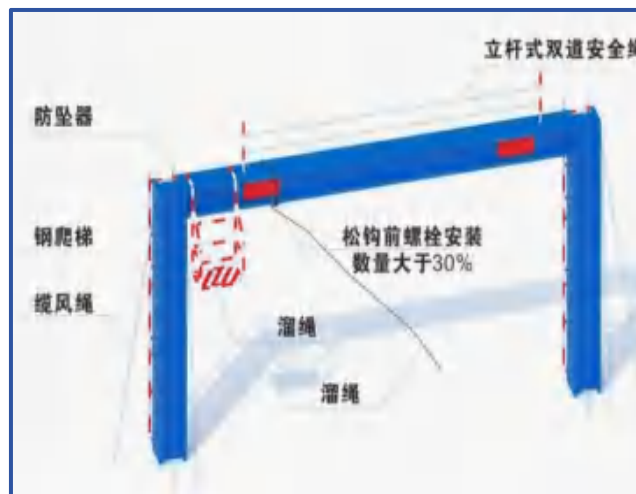


图7-4 钢梁吊装示意图



图7-5 钢梁吊装施工

7.2 钢结构施工

7.2.2 钢结构整体吊装

钢结构整体吊装应符合《建筑施工起重吊装安全技术规范》（JGJ276）和《起重机械安全规程》（GB/T6067.1）的规定，遵守钢梁、钢柱吊装安装的安全要求，还应符合以下规定：

- 1.整体吊装前，检查起重设备、吊索具及吊点可靠性，在计算的吊点位置做出标记（见图7-6）。
- 2.整体就位后，螺栓连接数量符合方案要求后方可松钩。



图7-6 钢结构整体吊装（1）



图7-6 钢结构整体吊装（2）

7.2 钢结构施工

7.2.3 网架、连廊整体提升

1.网架、连廊整体提升前，应按照专项施工方案，仔细检查提升装置、牛腿、焊缝等的可靠性，确认各项安全措施到位（见图7-7）。

2.网架、连廊整体正式提升前，应进行预提升，分级加载过程中，每一步分级加载完毕，均应暂停并检查，如提升平台、连接桁架及下吊点加固杆件等加载前后的应力变形的情况，以及主框架柱的稳定性等。

3.分级加载完毕，连体钢结构提升离开拼装胎架约10cm后暂停，停留12小时全面检查各设备运行及结构体系的情况。



图7-7 网架整体提升准备阶段

7.2 钢结构施工

7.2.3 网架、连廊整体提升

4.后装杆件全部安装完成后，方可进行卸载工作，卸载按照方案缓慢分级进行，并根据现场卸载情况调整，直至钢绞线彻底松弛（见图7-8、图7-9）。

5.在提升过程中，应指定专人观察钢绞线的工作情况，密切观察结构的变形情况，未经许可任何人不得擅自进入施工现场。若有异常，直接通知指挥控制中心。

6.提升作业时，禁止交叉作业。



图7-8 网架整体提升施工



图7-9 连廊整体提升施工

7.2 钢结构施工

7.2.4 索膜施工

1. 吊装时要注意膜面的应力分布均匀，必要时可在膜上焊接连续的“品装搭扣”，用两片钢板夹紧搭扣来吊装；焊接“吊装搭扣”时要注意其焊接的方向，以保证吊装时焊缝处是受拉，避免焊缝受剥离（见图7-10）。

2. 吊装时的移动过程应缓慢、平稳，并安排作业人员从不同角度以拉绳协助控制膜的移动。

3. 大面积膜面的吊装应选择晴朗无风的天气进行，风力大于3级或气温低于4℃时不宜进行安装。



图7-10 索膜结构施工



7.2 钢结构施工

7.2.4 索膜施工

4.吊装就位后，要及时固定膜边角；当天不能完成张拉的，也要采取相应的安全措施，防止夜间大风或因降雨积水造成膜面撕裂（见图7-11）。

5.整个安装过程应严格按照施工技术设计进行，做到有条不紊；作业过程中，安装指导人员要经常检查整个膜面，密切监控膜面的应力情况，防止因局部应力集中或超张拉造成意外；高空作业，要确保人身安全。



图7-11 索膜结构效果图

7.2 钢结构施工

7.2.5 钢结构施工安全防护

1. 下挂式安全网

(1) 应在钢梁下弦，设置下挂式安全网的挂钩（可在加工钢梁时加工挂钩），间距750mm设置一道（见图7-12、图7-13）。

(2) 下挂式安全网内严禁堆放任何东西；未经允许，不得私自拆除。

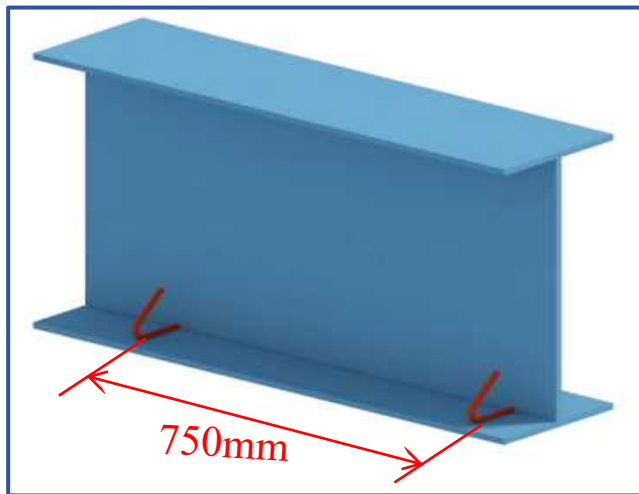


图7-12 下挂式安全网挂钩示意图

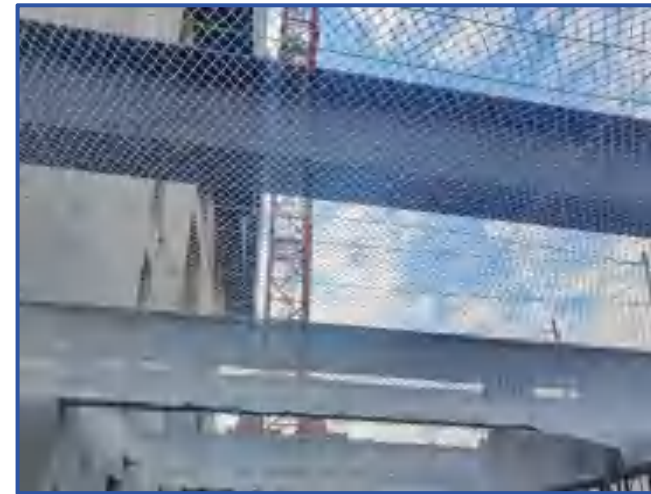


图7-13 下挂式安全网 (1)



图7-13 下挂式安全网 (2)



图7-13 下挂式安全网 (3)

7.2 钢结构施工

7.2.5 钢结构施工安全防护

2. 上挂式安全网

(1) 上挂式安全网所用挂钩可采用圆钢制作，挂钩长度根据现场实际长度设定。

(2) 挂钩应与安全网边缘及钢梁上翼缘同时连接，挂钩间距不得大于750mm（见图7-14、图7-15）。

(3) 上挂式安全网内严禁堆放任何东西；未经允许，不得私自拆除。

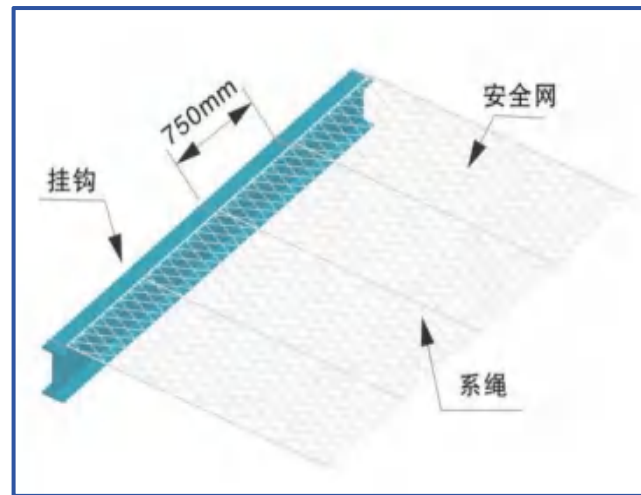


图7-14 上挂式安全网挂设示意图



图7-15 上挂式安全网

7.2 钢结构施工

7.2.5 钢结构施工安全防护

3. 滑动式安全网

(1) 其常应用于长形大跨度结构；滑动环采用圆钢弯曲后焊接制成；滑动轨道采用钢丝绳拉设，钢丝绳两端可用花篮螺栓调节松弛程度（见图7-16、图7-17）。

(2) 安全网的系绳应均匀分布且接点稳固可靠。

(3) 滑动到指定位置后进行固定，禁止随意移动。

(4) 当跨度过大时，应将钢丝绳中间部分与结构进行临时连接，连接点间距不大于20m。

(5) 滑动式安全网内严禁堆放任何东西，未经允许，不得私自拆除。

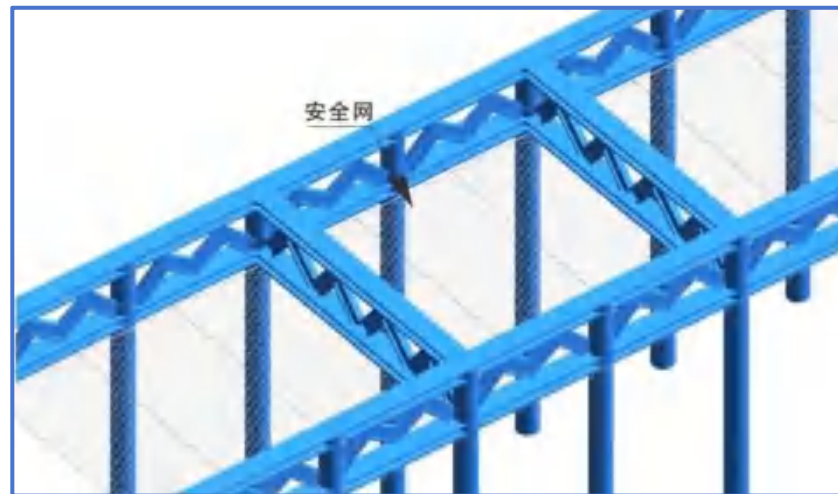


图7-16 滑动式安全网示意图

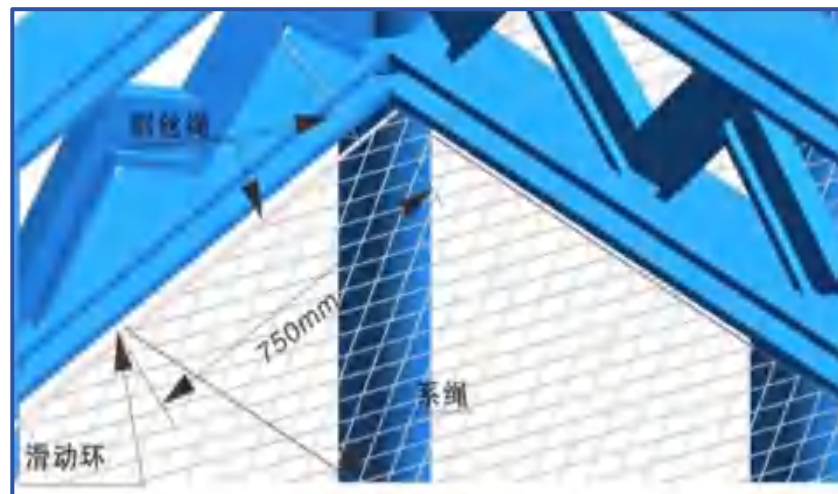


图7-17 滑动式安全网局部示意图

7.2 钢结构施工

7.2.5 钢结构施工安全防护

4. 外挑安全网

(1) 常应用于超高层项目，当楼层面临边区域的外框施工垂直高度达到10m时，应设置水平外挑网（见图7-18）。

(2) 外挑安全网应设置上下两道，两道外挑网间距不应超过2层，垂直高度不应超过10m，作业面最高点与最上一层外挑网垂直高度不超过10m。

(3) 外挑安全网在搭设时应外高内低，水平夹角应控制在 10° 至 15° ，并应设置双层防护网，下方为阻燃水平安全网，上层为钢丝网。

(4) 外挑安全网内严禁堆放任何东西，未经允许，不得私自拆除。

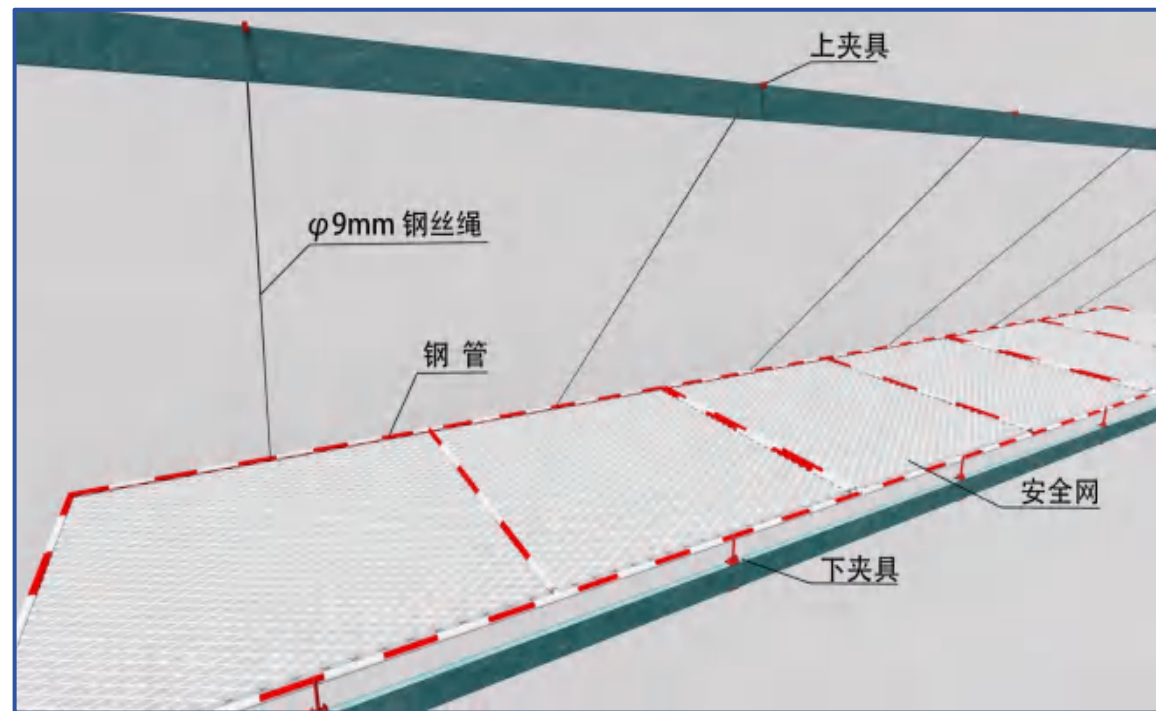


图7-18 外挑安全网示意图

7.2 钢结构施工

7.2.5 钢结构施工安全防护

5.立杆式双道安全绳

(1) 常应用于工字型钢梁的临边防护，并在钢梁安装前到位（见图7-19、图7-20）。

(2) 立杆应由圆管或方管组成，间距 $\leq 8\text{m}$ ，与底座之间焊接固定，还应有相应的加固措施。

(3) 立杆底座夹具用M12螺栓与上翼缘板连接，根据上翼缘板厚度预留2-3cm的间距，上下钢丝绳距离上翼缘板分别为1200mm和600mm。

(4) 钢丝绳两端分别用相应的绳卡固定，绳卡数量不得少于3个。

(5) 安全绳禁止接长使用，生命绳自然下垂不应超过绳长的1/20,同时不应超过10cm；安全绳可选用12mm镀锌钢丝绳或16mm以上纤维绳。

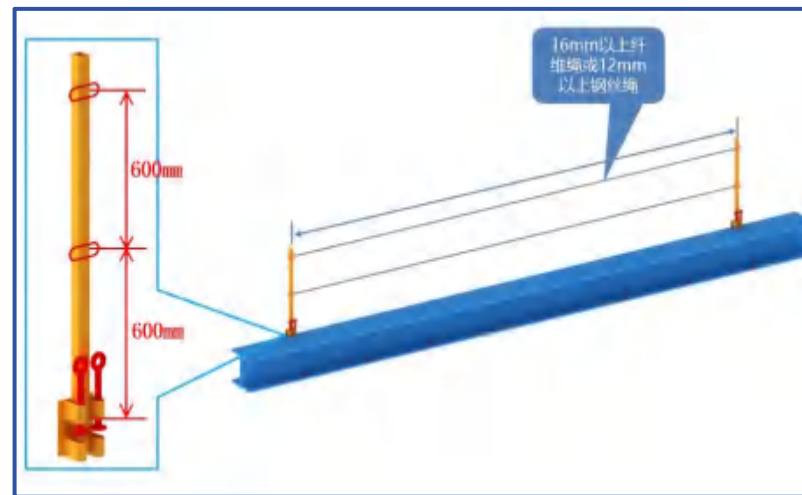


图7-19 立杆式双道安全绳示意图



图7-20 立杆式双道安全绳

7.2 钢结构施工

7.2.5 钢结构施工安全防护

6.抱箍式双道安全绳

(1) 常应用于圆管柱间临边安全绳防护（见图7-21）。

(2) 抱箍根据钢柱截面形式及规格，采用扁钢及圆钢焊接而成，上下两道钢丝绳距离梁面分别为1200mm及600mm。

(3) 钢丝绳两端分别用相应的绳卡固定，绳卡数量不得少于3个。

(4) 安全绳的左端用花篮螺栓调节钢丝绳松弛度。

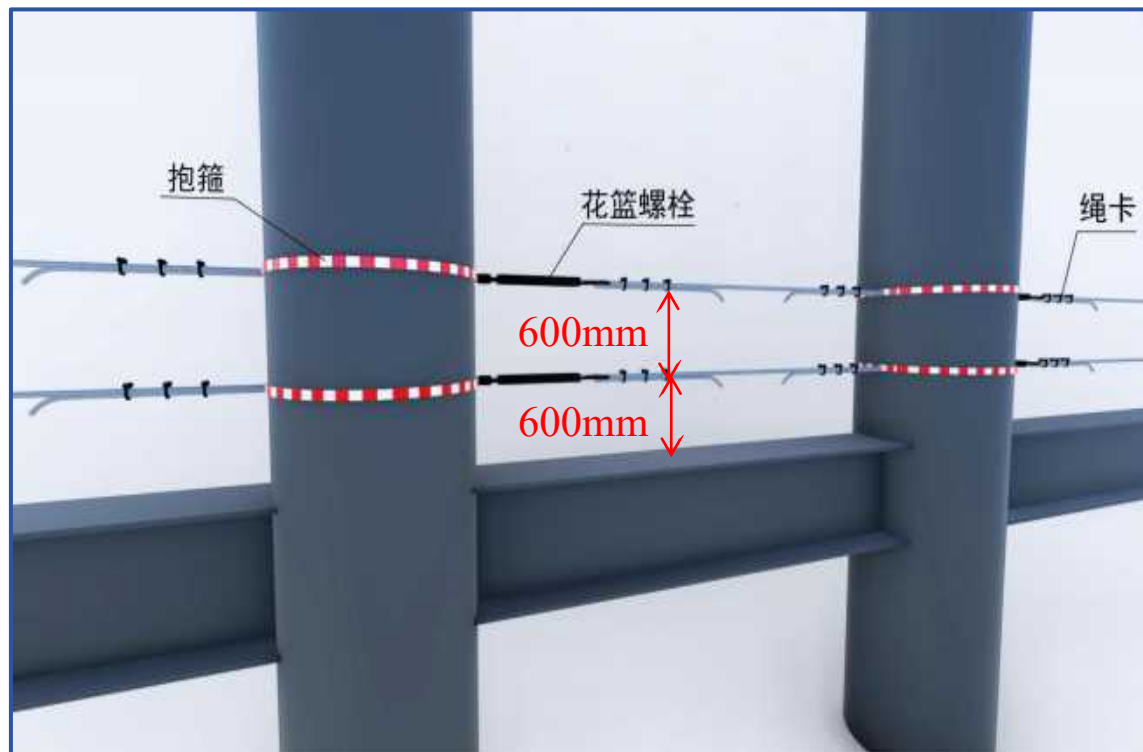


图7-21 抱箍式双道安全绳示意图

7.2 钢结构施工

7.2.5 钢结构施工安全防护

7.护笼式登高直梯

(1) 常应用于钢梁吊装、焊接过程中施工人员上下通道；在攀爬过程中，作业人员应面向爬梯，手中不得持物；单副挂梯长度以3m为宜，登高挂梯内侧净宽以350mm为宜，踏棍间距以300mm为宜；挂梯梯梁及踏棍宜采用60×10mm扁钢及直径不小于16mm圆钢焊制；梯体应及时进行除锈，梯梁喷涂红白相间防腐油漆，长度宜为300mm（见图7-22、图7-23）。

(2) 每副挂梯应设置不少于两道支撑，挂梯顶部挂钩应挂靠在牢固位置并保持稳固。

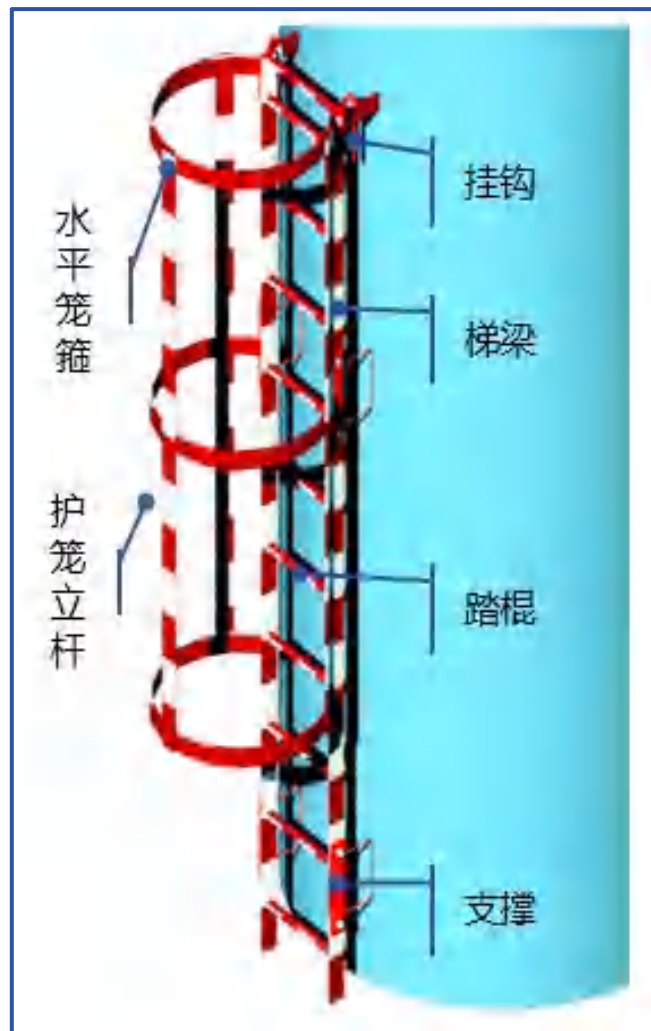


图7-22 护笼式登高直梯示意图



图7-23 护笼式登高直梯

7.2 钢结构施工

7.2.5 钢结构施工安全防护

8. 钢斜梯

(1) 常用于楼层间人员通行及工具转移（见图7-24）。

(2) 钢斜梯与水平面的夹角以 75° 为宜；单梯段的垂直高度不应大于6m，斜梯内侧净宽度为800mm为宜；梯梁及踏板分别可采用槽钢及钢板，以M10螺栓连接；钢斜梯顶端部位及防护立杆底部通过夹具与钢梁固定。

(3) 钢斜梯两侧应设置防护栏杆，防护栏杆立杆高度以1.2m为宜，立杆间距以2m为宜，上、下两道横杆距梯梁分别为1.2m和0.6m。

(4) 转换平台宜采用花纹钢板，利用螺栓紧固，侧面设置高度不低于180mm的挡脚板。

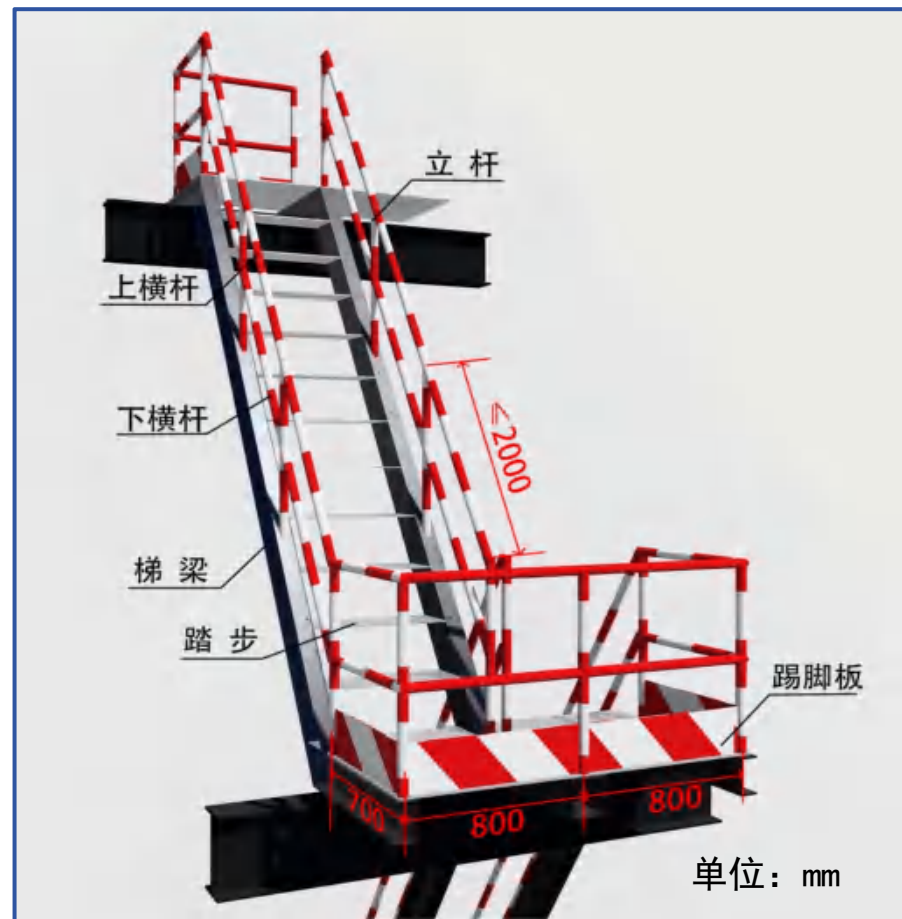


图7-24 钢斜梯示意图

7.2 钢结构施工

7.2.5 钢结构施工安全防护

9. 悬挂式操作平台

(1) 常用于钢梁焊接时供作业人员站立使用，挂钩和操作平台两部分组成（见图7-25）。

(2) 挂件可使用方管或扁铁制作而成，中间可使用12mm以上圆钢满焊固定；操作平台主框可使用角钢、圆钢等材料搭接焊接，底部使用3mm花纹钢板，涂以红白相间安全色。

(3) 在使用过程中，应限载1人，设置防坠器，并指导作业人员挂好安全带。

(4) 对于双式的操作平台，其中间距离应根据钢梁宽度，进行合理设置。

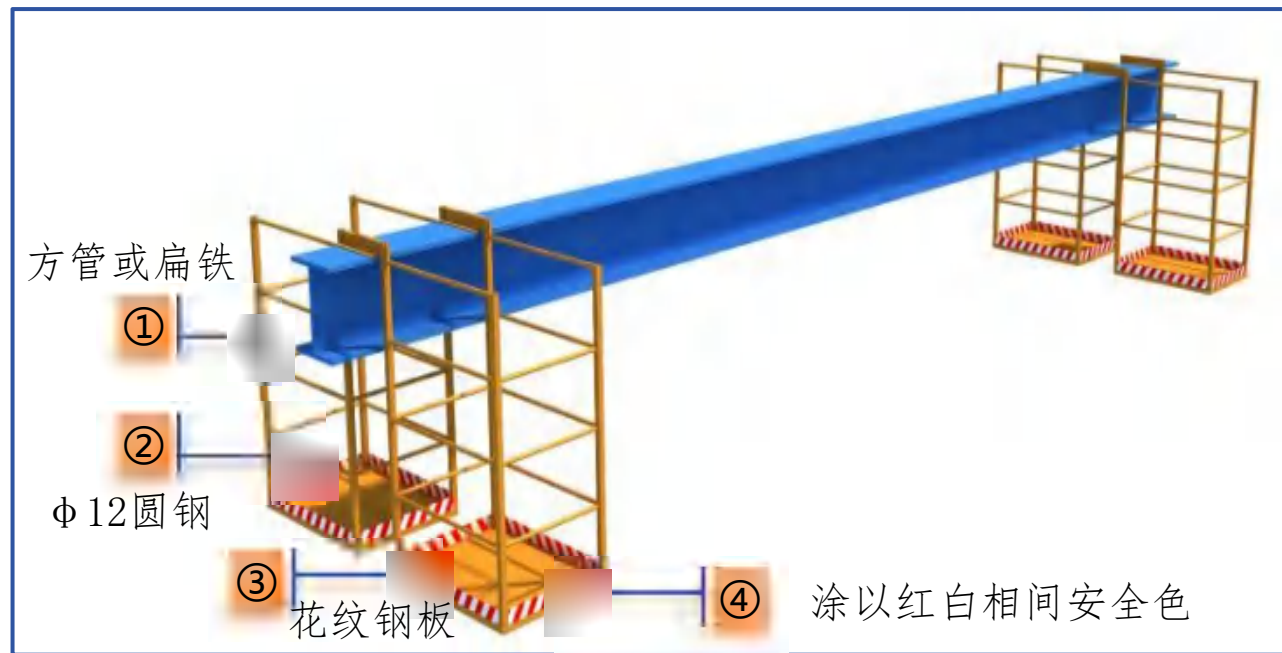


图7-25 悬挂式操作平台示意图

7.2 钢结构施工

7.2.5 钢结构施工安全防护

10.接火斗

(1) 常应用于高空焊接作业。

(2) 接火斗可采用厚度1mm的钢铁皮制作而成，大小根据现场设置，接火斗高度不得低于100mm（见图7-26）。

(3) 作业前，作业人员应按照防火要求，对焊接点附近的易燃物品进行清理，设置好接火斗，采用相应的防坠措施，确保其挂靠牢固（见图7-27）。

(4) 为防止火花飞溅，接火斗内必须满铺石棉布。

(5) 未使用时，接火斗应在地面统一存放，严禁在接火斗挂在钢梁等上过夜。



图7-26 接火斗

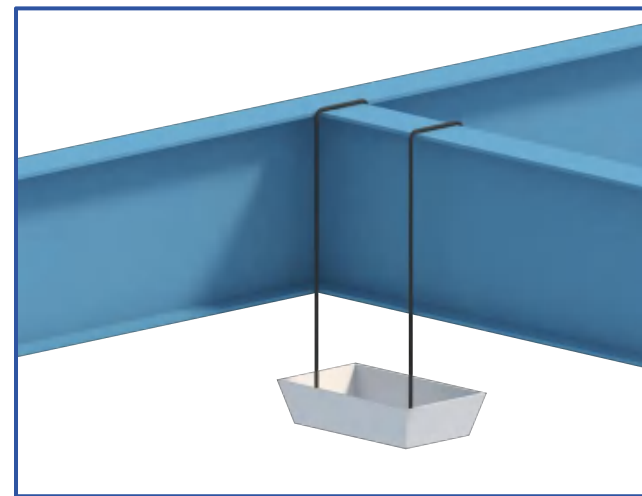


图7-27 接火斗挂靠示意图

7.3 装配式混凝土结构施工

7.3.1 构件运输

1.在施工现场临建施工时，施工单位宜充分依据设计图纸，考虑构件尺寸及运输车辆的长度和重量，修筑满足构件运输的现场道路，确保构件顺利运输。

2.在构件正式运送之前，施工单位应组织构件供应方合理确定构件装车及固定方式，严格检查防倾覆措施，保证紧固、避免倾覆；同时，施工单位应根据现场实况，充分规划最合理的运输路线，确保构件安全运输。

3.运输车辆要保养及年检，不得超载，宜选用专用平板拖车，满足施工现场内转弯半径需求（见图7-28、图7-29）。

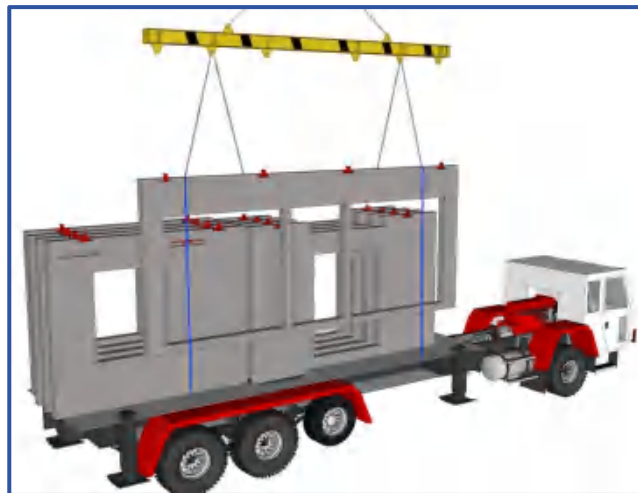


图7-28 构件装车及运输示意图



图7-29 构件装车及运输（1）



图7-29 构件装车及运输（2）

7.3 装配式混凝土结构施工

7.3.2 构件存放

1.构件存放场地应坚实平整，设置围护、排水措施，悬挂标牌、警示牌，处于吊装设备的有效作业覆盖范围内，并保证构件之间留有充足的作业空间，构件的存放架应具有足够的抗倾覆性能（见图7-30、图7-31）。

2.构件存放场地的承载力需根据构件重量进行承载力验算，确保安全堆放；在软弱地基、地下室顶板等部位设置的堆场，必须有设计单位出具的复核文件，明确可靠的支撑加固措施。

3.构件运送到施工现场后，应按规格、品种、使用部位、吊装顺序分别设置存放场地。

4.构件运输和存放对已完成结构、基坑有影响时应经计算复核。

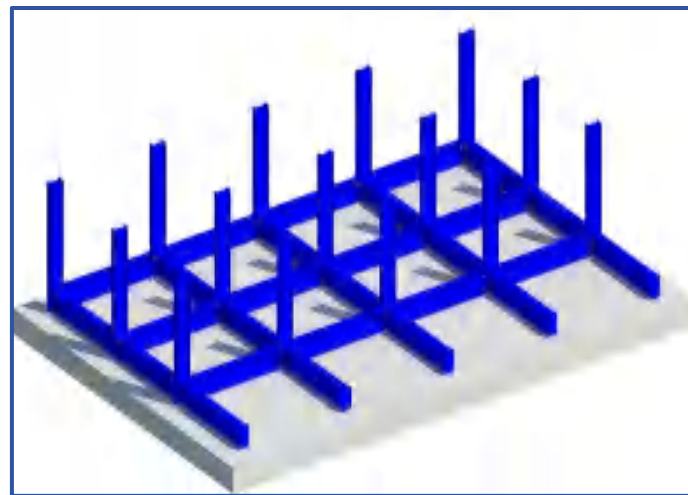


图7-30 构件存放架示意图



图7-31 构件存放

7.3 装配式混凝土结构施工

7.3.3 构件吊装

1. 吊装前，应对作业人员进行专项的安全技术交底，配备并指导作业人员正确使用个体劳动防护用品。

2. 吊装作业设置警戒区，严禁无关人员进入，构件下方严禁有人停留、工作或通过；当构件起吊后，应先将构件提升300mm左右后，停稳构件，检查钢绳、吊具和预制构件状态，确认吊具安全且构件平稳后，方可缓慢提升构件；当构件降落至距作业面1m以内方准作业人员靠近，就位固定后方可脱钩（见图7-32）。

3. 高空应通过缆风绳改变预制构件方向，严禁高空直接用手扶预制构件。

4. 吊装作业不宜夜间施工，遇到雨、雪、雾或者5级及以上大风等恶劣天气时，不应进行露天吊装作业。

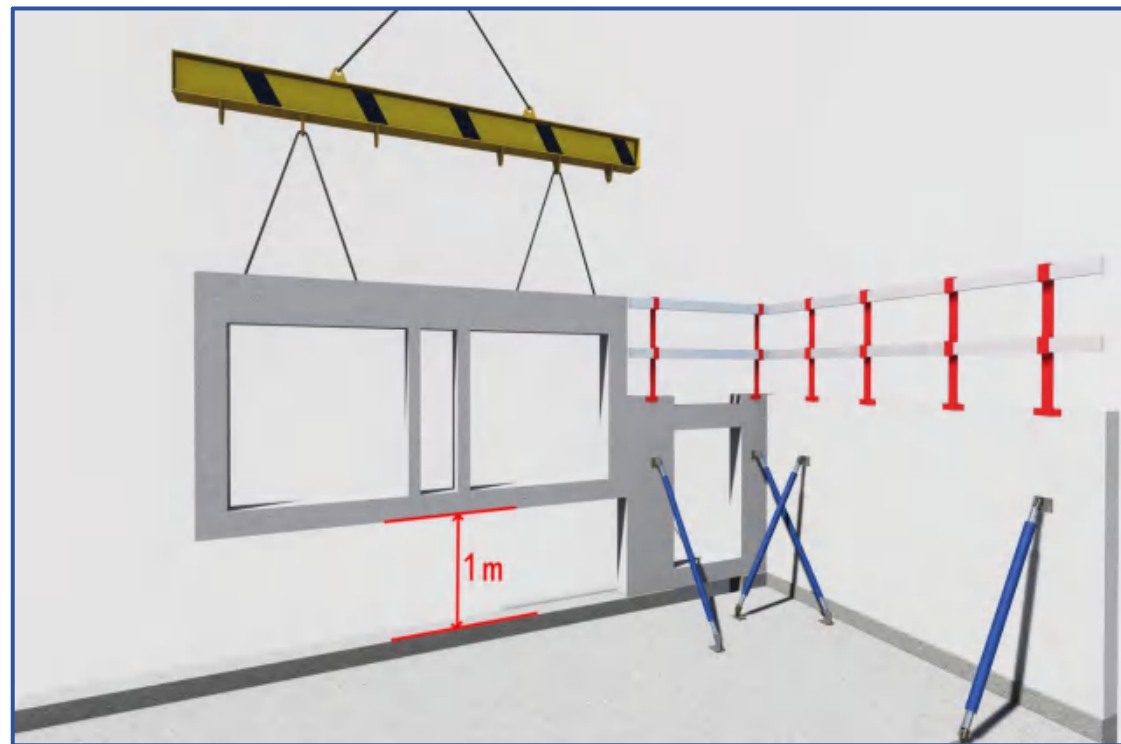


图7-32 构件吊装距作业面处1m静停示意图

7.3 装配式混凝土结构施工

7.3.3 构件吊装

5.使用的专用吊具、吊索、定型工具式支撑、支架等应在施工专项方案中进行专篇安全验算，并在使用期间进行定期、不定期检查，确保其安全可靠。

6.构件应采用垂直吊运，严禁采用斜拉、斜吊。

7.构件吊装应根据构件尺寸选择专用的横吊桁架、吊梁等，预制柱、墙体等构件应设置不少于2个吊点（见图7-33、图7-34），预制楼梯、叠合梁、叠合板、阳台等构件应设置不少于4个吊点（见图7-35、图7-36）。

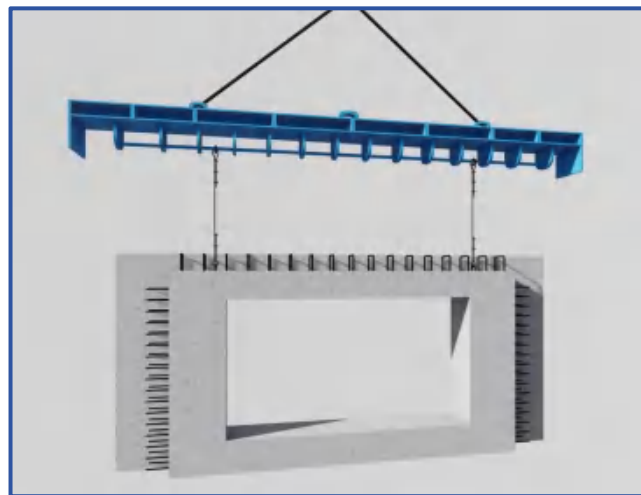


图7-33 预制内墙吊装示意图

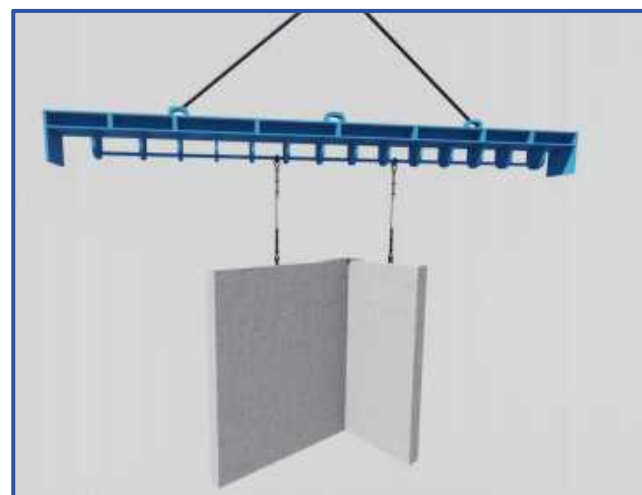


图7-34 预制外墙吊装示意图

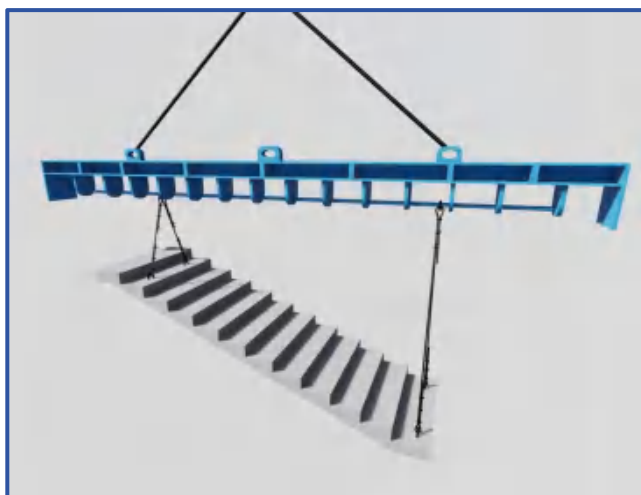


图7-35 预制楼梯吊装示意图

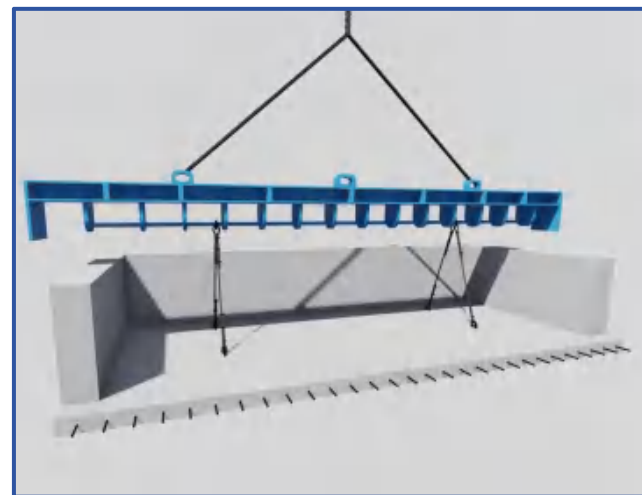


图7-36 预制阳台吊装示意图

7.3 装配式混凝土结构施工

7.3.4 构件临时固定

1.施工现场应配备足够的构件固定配件安装操作工具；在构件吊装到位后，及时进行临时固定，待构件稳定后，方可进行摘钩和校正。

2.对于预制叠合梁、叠合板、阳台等构件，应在吊装前搭设支撑体系进行固定，支撑体系宜采用可调式独立钢支撑体系（见图7-37）。

3.对于预制柱、墙体构件，应采用2道以上斜支撑进行临时固定（见图7-38）。



图7-37 预制构件可调式独立钢支撑体系

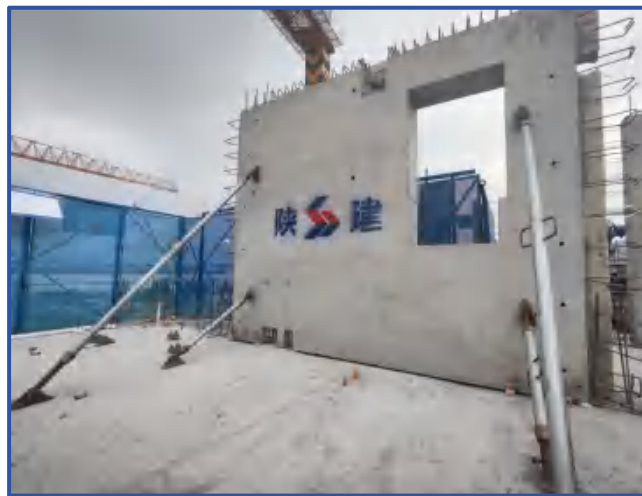


图7-38 预制墙体临时固定

08

第八部分 有限空间作业



第八部分 有限空间作业

8.1 管理要求

1.本图册有限空间作业部分由危险有害因素、现场警示标识设置、安全装备配备、应急救援装备配备、现场安全管理要求等内容组成。

2.有限空间是指封闭或部分封闭，人员可以进入或探入，但进出或活动受限，通风不良，易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或氧气含量不足的空间。

3.有限空间作业是人员进入或探入有限空间实施的作业活动。

4.有限空间作业场景的判定，应同时满足3个物理条件和至少1个危险特征。

(1) 同时满足3个物理条件：①封闭或部分封闭的空间，且通风不良；②空间内有人员进出的需求和可能；③进出口或空间内活动存在限制。

(2) 至少存在1个危险特征：①存在或可能出现氧气含量不足；②存在或可能出现有毒有害气体；③存在或可能出现易燃易爆物质。

5.在项目开工前，施工单位组织对有限空间作业场景进行辨识和标识，建立有限空间作业管理台账。

6.施工单位在有限空间识别后，应辨识有限空间内火灾、淹溺、坍塌、触电、物体打击、灼烫等其他风险，及时编制有限空间作业专项施工方案或在所涉及的分部分项工程施工方案中专篇制定有限空间作业安全技术措施。

7.在有限空间作业施工前，项目负责人应组织对涉及作业的所有人员进行专项的安全教育培训，经考核合格后方可上岗作业。



8.1 管理要求

8.在有限空间作业施工前，项目技术负责人或方案编制人员，应向施工单位现场管理人员进行方案交底。施工单位现场管理人员应向作业人员、监护人员进行安全技术交底。

交底人与被交底人应签字确认，当作业人员更换时，应重新组织相应交底。

9.有限空间作业应严格遵守“先通风、再检测、后作业、有监护”的原则。

10.施工单位应做好安全装备和应急救援装备的维护、保养、检定和更换等工作，特别是气体检测报警仪应按规定进行定期检验。

11.施工单位应定期组织开展应急救援演练活动，提升项目一线人员应急处置能力。

12.本章节其他未尽事宜应遵循《住房和城乡建设部办公厅关于印发〈房屋市政工程有限空间识别及施工安全作业指南（试行）〉的通知》要求（见图8-1）。



图8-1 《房屋市政工程有限空间识别及施工安全作业指南（试行）》

8.2 危险有害因素

8.2.1 常见的危险有害因素

有限空间作业常见的危险有害因素有：窒息、中毒、爆炸等（见图8-2）。

1.窒息：主要来源于有限空间内氧气含量不足，通常由通风不良、化学反应耗氧或窒息性气体（如二氧化碳、甲烷、氩气、氮气等）造成。

2.中毒：主要由有毒有害气体引起，如硫化氢、一氧化碳、苯、甲苯、二甲苯、氨等。

3.爆炸：通常由可燃气体、蒸气或粉尘引起；例如，甲烷、氢气、一氧化碳、氨气、溶剂汽油和易燃粉尘在特定浓度下遇到火源、静电或高温会引发爆炸。



图8-2 有限空间作业常见的危险有害因素



第八部分 有限空间作业

8.2 危险有害因素

8.2.2 危险有害因素辨识

1. 施工单位应依据周围环境、工程地质勘察文件、设计文件、施工工艺、作业方法、机械设备及现行国家和行业标准等，在开工前对有限空间作业进行危险有害因素辨识，制定对应管控措施，并建立管理台账。其管理台账应包含作业部位、作业内容、主要危险有害因素、施工计划、作业班组等，参考样式如右表（见表8-1）。

2、有限空间作业存在以下情况的，施工单位应重新辨识危险有害因素，同步更新有限空间作业管理台账。

- (1) 作业部位发生较大变化的；
- (2) 施工工艺、材料、设施设备等发生变化的；
- (3) 作业环境（气温、水位、通风等情况）发生较大变化的。

表8-1 有限空间作业台账（参考样式）

序号	作业部位	作业内容	主要危险有害因素	施工计划	作业班组	负责人及联系方式	完成情况
1							
2							
3							
··	····	····	····	····	····	····	····

第八部分 有限空间作业

8.3 现场警示标识设置

1. 施工单位应对辨识出的有限空间作业场所进行有效防护，在醒目处设置有限空间警示标识，在有限空间作业出入口设置危险有害因素告知牌（见图8-3）。

2. 施工单位应定期巡检有限空间作业场所，及时维护防护设施和警示标识告知牌。



图8-3 有限空间作业警示标识和危险因素告知牌

8.4 安全装备配备

1. 施工单位应配备满足有限空间作业需求的个体防护、通风、检测、通讯和照明等安全装备，并做好日常维护、保养、检定和更换等工作，确保其质量符合相应的国家标准或行业标准（见图8-4、图8-5、图8-6、图8-7）。

2. 有限空间存在爆炸风险的，应配备符合GB/T 3836.1规定的防爆型电气设备。



图8-4 气体检测仪



图8-5 防护面罩



图8-6 通风机



图8-7 通信设备

8.5 应急救援装备配备

1. 施工单位应根据同时开展的有限空间作业点数量，配置有限空间应急救援装备，主要包括正压式空气呼吸器、安全绳、全身式安全带、救援三脚架、速差自控器、应急照明、通讯装备、大功率通风装备、备用电源等（见图8-8、图8-9、图8-10、图8-11），并存放在作业点便于取用的显著位置，做好标识和使用说明，不得随意挪作他用。

2. 应急救援装备的使用人员，应接受相应的培训，熟悉装备的用途、技术性能及有关使用说明，并遵守操作规程。



图8-8 正压式空气呼吸器



图8-9 送风长管呼吸器



图8-10 救援三脚架



图8-11 安全绳

第八部分 有限空间作业

8.6 现场安全管理要求

8.6.1 教育培训

1. 施工单位应将有限空间安全知识纳入人员入场通识教育，其内容应涵盖有限空间常见场景、事故风险、作业原则、严禁盲目施救等基本安全要求。

2. 在有限空间作业前，施工单位应采取岗前培训和定期轮训相结合的方式，对有限空间现场作业人员、监护人员、管理人员和应急救援人员进行专项培训（见图8-12），并如实记录有限空间作业专项培训参加人员、培训时间、考核结果等情况，并保存至工程竣工。

3. 施工单位应向有限空间作业专项培训考核合格的人员，发放可视化标识，参考样式如右图（见图8-13）。作业人员和监护人员持标识上岗，标识应在定期轮训时更新。



图8-12 有限空间作业安全教育培训场所



图8-13 有限空间作业培训合格标识（参考样式）

8.6 现场安全管理要求

8.6.2 作业审批

- 1.有限空间作业必须执行作业前审批制度。
- 2.有限空间作业票应由作业班组现场负责人申请，由施工单位现场管理人员核准确认，方可开展有限空间作业。
- 3.有限空间作业票应包括有限空间作业班组、作业地点、作业内容、主要危险有害因素、作业人员、监护人员、作业时间、主要安全措施、审核与审批栏、完工确认栏等，参考样式如右表（见表8-2）。

表8-2 有限空间作业票（参考样式）

项目名称		作业班组	
作业地点		作业内容	
主要危险有害因素			
作业人员		监护人员	
作业时间	年 月 日 时 分开始，至 月 日 时 分结束		
序号	主要安全措施		核准情况
1	已开展有限空间作业安全技术交底。		
2	作业人员、监护人员已确定，且培训合格		
3	有限空间通风、气体准入检测符合要求。		
4	现场防护、个体防护装备、应急救援装备满足要求。		
5	其他		
申请人（作业班组现场负责人）签名：		核准人（施工单位现场管理人员）签名：	
完工确认（施工单位现场管理人员）签名：			
年 月 日 时 分			

8.6 现场安全管理要求

8.6.2 作业审批

4.有限空间作业票有效时间为当班作业结束时间，且最长不得超过12h。当发生下列情形之一时，应重新办理作业票：

- (1) 超出作业审批时间；
- (2) 作业部位变化或作业范围扩大；
- (3) 作业人员与监护人员发生变化；
- (4) 作业内容或施工工艺发生变化；
- (5) 作业环境条件发生较大变化；

5.当次作业结束后，施工单位现场管理人员应在作业票上进行完工确认签字（见图8-14）。



图8-14 有限空间作业完工确认

8.6 现场安全管理要求

8.6.3 通风

1.作业前，应对有限空间内外部环境进行评估，周边物质对作业存在危害时，应对物质采取隔离、清理与加固等措施，施工单位在签发作业票时应进行措施核查。

2.作业前，必须采取自然通风或机械通风措施，且保持空气流通30分钟以上（见图8-15）。

3.当现场出现以下情形之一时，应全程采用机械通风措施：

- (1) 作业场景只有1个出入口，自然通风条件差的；
- (2) 采用自然通风后气体检测仍不合格，或经施工扰动气体浓度、成分可能变化的；
- (3) 实施清淤、涂装、防腐、防水、动火等作业，可能产生有毒有害气体或造成缺氧的。



图8-15 作业前通风（1）



图8-15 作业前通风（2）

8.6 现场安全管理要求

8.6.4 检测

1.进入有限空间作业前和作业过程中，施工单位应对有限空间内的气体成分和浓度进行检测（见图8-16）；对可能存在爆炸风险的有限空间作业，应采取防爆措施。

2.气体检测报警仪检测时停留时间，应大于仪器响应时间，一般不小于60s；有限空间场所设有固定气体检测装备的，应全程开启。

3.有限空间内气体浓度接近或超过报警值的，应立即加强通风，加大检测频次。

4.有限空间内气体环境复杂，施工单位不具备检测能力时，应委托具有相应检测能力的单位进行检测。



图8-16 气体检测（1）



图8-16 气体检测（2）

8.6 现场安全管理要求

8.6.5 作业

1.作业人员不宜超过2人，如有超过2人的作业需求，应在施工方案中明确，同时加强通风、照明、防护等安全技术措施。

2.作业人员在作业全程期间，应正确佩戴个体劳动防护用品不得随意脱卸，正确使用通讯装置，作业过程与监护人员保持沟通（见图8-17）。

3.作业人员持续作业时间不宜超过2h，应通过轮换作业等方式，避免人员长时间在有限空间内工作。

4.作业中断时间超过30min，再次进入有限空间前，应当重新进行通风和检测，并确认合格后方可进入。



图8-17 作业人员穿戴个体劳动防护用品

第八部分 有限空间作业

8.6 现场安全管理要求

5.作业期间发生下列情况之一时，作业人员应立即撤离有限空间：

- (1) 作业人员感到身体不适；
- (2) 呼吸防护用品失效；
- (3) 气体检测报警仪报警，或通风、检测、照明、通讯等装备失效；
- (4) 监护人员或监督人员下达撤离命令；
- (5) 其他可能危及作业人员生命安全的情况。

6.作业班组应在有限空间外，配备监护人员（见图8-18），不得擅离职守；监护人员可通过佩戴铭牌、袖标，服装标识等可视化方式表明专职身份。

7.施工单位应指定监督人员，对有限空间作业和监护的规范性进行监督管理。



图8-18 配备监护人员

8.6 现场安全管理要求

8.6.6 结束

- 1.作业结束后，作业人员应将工器具等作业装备全部带离有限空间场所。
- 2.监护人员应清点人数、工器具、物料等，确认有限空间内无人员、设备、工器具、剩余物料遗留后，关闭出入口（见图8-19）。
- 3.解除本次作业采取的隔离等措施，恢复现场环境。



图8-19 完工进行清点人员、工器具、物料等

09

第九部分 市政基础设施工程



9.1 管理要求

1.市政基础设施篇分别由道路工程、管道工程、桥梁工程及地铁盾构（暗挖隧道）工程四部分组成。

2.市政基础设施危险性较大的分部分项工程包括：

（1）桥梁工程涉及的模板工程及支撑体系，含各类工具式模板、混凝土模板支撑、承重支撑体系等。

（2）桥梁工程和盾构工程涉及的起重吊装及起重机械安装拆卸。

（3）桥梁工程涉及的脚手架工程，包括搭设高度24m及以上的落地式钢管脚手架工程、附着式升降脚手架工程、悬挑式脚手架工程、高处作业吊篮。

（4）暗挖工程，含地铁盾构、顶管法施工。

3.市政基础设施超过一定规模的危险性较大的分部分项工程包括：

（1）桥梁工程涉及模板工程及支撑体系

包括各类工具式模板、搭设高度8米及以上，或搭设跨度18米及以上，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 及以上的混凝土支撑体系。

（2）桥梁工程和盾构工程涉及的采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 100kn 及以上（ 10t ）的起重吊装工程、起重总重量 300kN 及以上（ 30t ），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。

（3）桥梁工程涉及的脚手架工程。包括搭设高度 50m 及以上的落地式钢管脚手架工程、分段架体搭设高度 20m 及以上的悬挑式脚手架工程。

（4）暗挖工程，含地铁盾构、顶管法施工。



9.1 管理要求

4.市政基础设施涉及的危险性较大的分部分项工程应编制专项施工方案，超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，施工单位应组织专家对方案进行论证。专项方案编制应按照《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南》建办质〔2021〕48号进行编制（见图9-1）。



图9-1 暗挖工程方案编制指南

5.管线损伤预防，施工前应调查清楚地下管线类型、埋深以及产权单位，管线2米范围内采用人工挖探。

6.中毒窒息预防，施工单位应实行作业票管理，作业应遵循“先通风、再检测、后作业”原则。

7.起重伤害预防，吊装作业前应对吊机、吊装器具进行检查，严禁吊物从人上方越过，严禁人在吊物下穿行。

8.高空坠落预防，施工现场凡坠落面大于2米的临边作业，必须设置硬质防护栏杆或作业人员挂接五点式安全带。



9.2 道路工程

9.2.1 占道作业封闭管理

1.交通标志：市政工程施工现场应设置明显的交通标识牌，便于车辆、行人等安全通行。提示标牌应设置于施工道路路口，对过往车辆进行警示和提示。警示标牌应设置于施工道路路口、施工场所。应符合《道路交通标志和标线》（GB5768）要求（见图9-2、图9-3）。

2.围挡设施：施工作业区用以阻挡或分隔交通流、标明车辆绕行路线、保护作业现场设施和人员的交通锥、交通桶、交通柱、塑料注水（砂）隔离栏、防撞缓冲车、活动护栏等设施统称（见图9-4、图9-5）。



图9-2 交通标志



图9-3 三合一综合牌

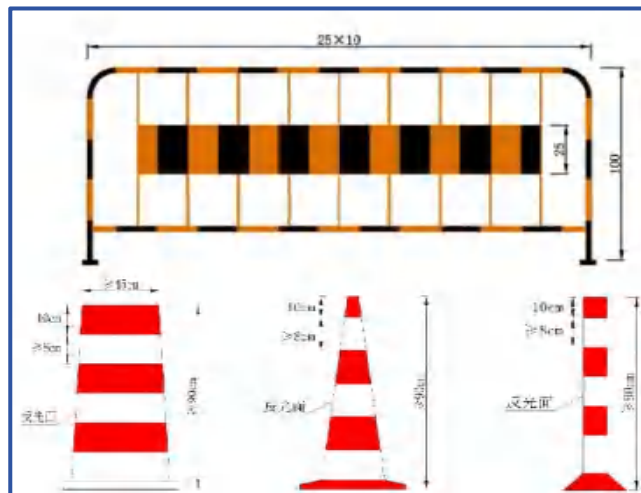


图9-4 围挡设施



图9-5 防撞缓冲车



9.2 道路工程

9.2.1 占道作业封闭管理

3.占道施工作业区设置作业区由警告区、上游过渡区、缓冲区、工作区、下游过渡区和终止区六个区域组成（见图9-6）。

S—警告区；

Ls—车道封闭上游过渡区；

H—缓冲区；

G—工作区；

Lx—下游过渡区；

Z—终止区。

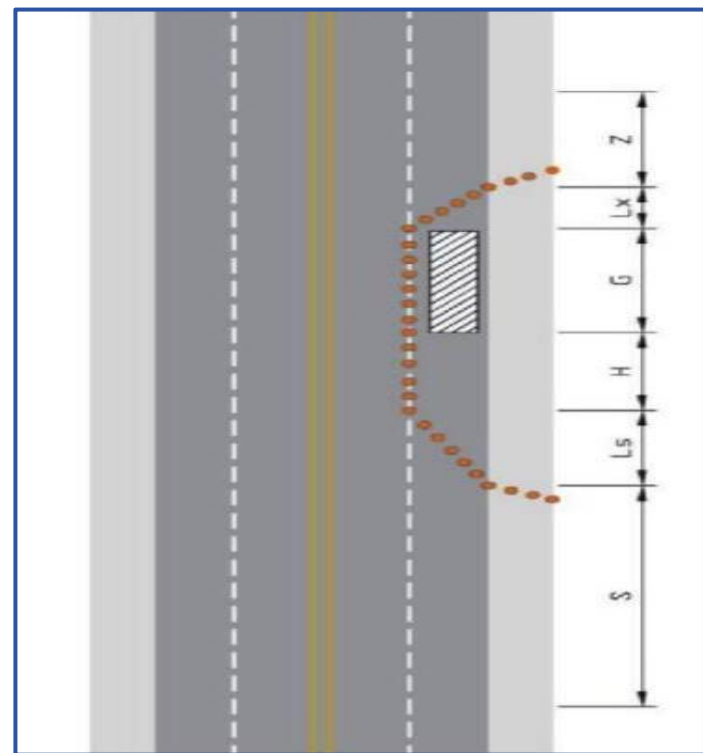


图9-6作业区组成



9.2 道路工程

9.2.1 占道作业封闭管理

4. 施工围挡

(1) 市区主要路段的工地应设置高度不小于2.5m的封闭围挡（见图9-7）。

(2) 一般路段的工地应设置高度不小于1.8m的封闭围挡（见图9-8）。

(3) 地铁施工围挡高度为2.8m（见图9-9）。

(4) 距离交通路口20m范围内占据道路施工设置的围挡，其转角处0.8m以上部分采用通透性围挡（见图9-10）。



图9-7 市区围挡



图9-8 一般路段围挡



图9-9 地铁围挡



图9-10 转角处通透性围挡



9.2 道路工程

9.2.1 占道作业封闭管理

(5) 工期在3个月以上围挡,采用厚度为0.5mm高度为1.8m的彩钢板,每隔2m设深灰色钢立柱,立柱与基础用膨胀螺栓连接固定,基础墙高度为600mm的24砖墙。

(6) 工期在3个月以内围挡,采用厚度为0.5mm高度为1.8m的彩钢板,每隔2m设深灰色钢立柱,形成L型或倒T型直接固定地面。也可采用灰色为主的新型注水塑料围挡。(见图9-11)

(7) 市政道路局部临时维护可使用黄马杠进行围挡。(见图9-12)



图9-11 施工围挡



图9-12 市政临时围挡



9.2 道路工程

9.2.1 占道作业封闭管理

5. 交通警示及疏导

(1) 城市主干道对交通影响较大的市政基础设施工程，应制定详尽的、可操作性强的交通组织导向方案及应急预案。（见图9-13、图9-14）

(2) 在施工现场的起止点以及对车辆、行人安全有影响的位置，必须设置警示灯、指示提示牌等设施。（见图9-15）

(3) 当作业区占用人行道或非机动车道时，宜提供另外的人行通道或非机动车通道。（见图9-16）

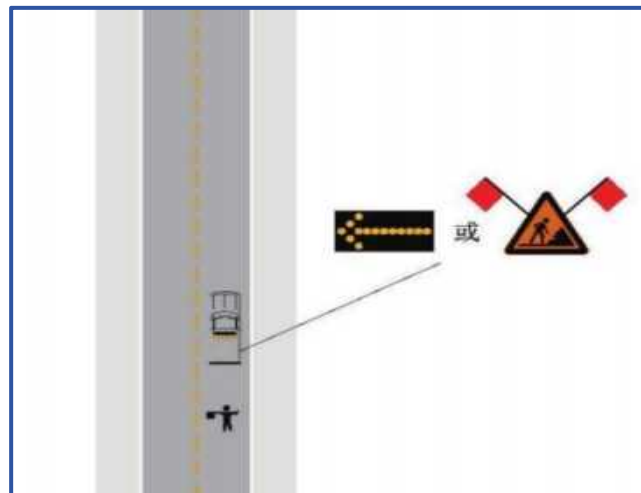


图9-13 移动作业疏导图

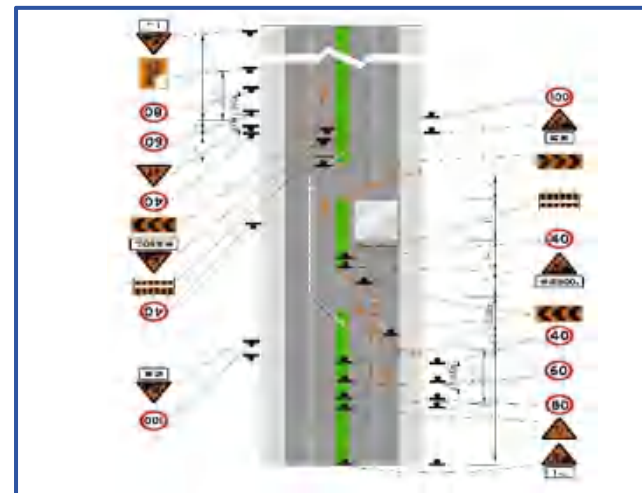


图9-14 占道交通疏导图



图9-15 移动作业交通警示



图9-16 非机动车道占道作业



9.3 管道工程

9.3.1 地下管线勘测

1.建设单位应当向施工单位提供真实、准确、完整的地下管线现状资料，督促和检查测绘单位在地下管线工程资料的收集和归档。

2.地下管线工程勘察、测绘、设计、施工和监理单位，应当具有相应的资质等级。

3.施工单位应当核实地下管线现状资料，在原有管线或者设施埋设位置不明时，应进行探测并设置地下管线标识牌（见图9-17、图9-18）。



图9-17 管线探测

地下管线标示牌			
管线名称		管线材质	
管线直径		管线埋深	
管线走向			
施工单位			
现场管线负责人		电话	
管线产权单位			
产权单位联系人		电话	

图9-18 地下管线标识牌



9.3 管道工程

9.3.2 沟槽土方开挖、支护

1.开挖应遵循“开槽支撑、先支后挖、分层开挖、严禁超挖”的原则。基槽的开挖、支护应根据工程地质条件、施工方法、周围环境等确保施工安全要求；施工单位应按设计要求进行支护（见图9-19）。

2.按照《房屋市政工程生产安全重大事故隐患判定标准2024版》基槽边堆载不得超过设计允许值（见图9-20）。



图9-19 沟槽钢板桩支护



图9-20 沟槽临边



9.3 管道工程

9.3.3 开槽施工

1.管节和管件装卸时应轻装轻放，运输时应垫稳绑牢，管件吊装时，应在管件吊耳处吊装并采用柔韧的绳索、兜身吊带或专用工具（见图9-21、图9-22）；

2.管节堆放宜选用平整坚实的场地；堆放时必须垫稳，防止滚动，堆放层高符合产品技术标准或生产厂家要求，使用管节时必须自上而下依次搬运。

3.起重机下管时，起重机架设的位置不得影响沟槽边坡的稳定；起重机在架空高压输电线路附近作业时，与线路的安全距离应符合电力管理部门的规定，起重吊装作业时需设置安全警戒区。



图9-21 管节吊装

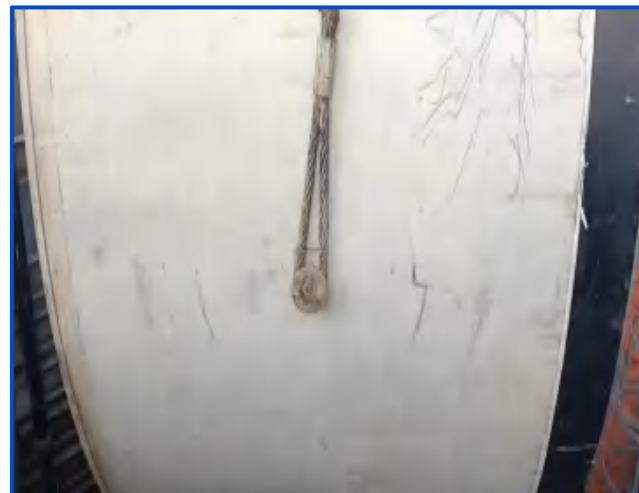


图9-22 管道吊装吊耳位置



9.3 管道工程

9.3.4 沟槽回填

1.管道两侧和管顶500mm范围内胸腔夯实，应采用轻型压实机具，采用轻型压实设备时，应夯夯相连，采用压路机、振动压路机等压实机械压实时，其行驶速度不得超过2km/h（见图9-23）。

2.机械设备进场时应进行验收并定期保养维护，确保机械设备处于良好工作状态。大型机械作业时应履行专人跟机制度（见图9-24）。



图9-23 沟槽回填



图9-24 跟机制度

9.3 管道工程

9.3.5 顶管施工一般规定

1.顶管施工属危险性较大分部分项工程，涉及开挖超5m（含5m）的基坑（槽）开工前需由施工单位编制专项施工方案并组织专家论证。

2.顶管顶进方法的选择，应根据工程设计要求、工程水文地质条件、周围环境或现场条件，经技术经济比较后确定（见图9-25、图9-26）。

3.采用敞口式顶管机时，应将地下水位将至管底以下不小于500mm处，并采取措施，防止其它水源进入管内。

4.周围环境要求控制地层变形或无降水条件时，宜采用封闭式的土压平衡或泥水平衡顶管机施工。



图9-25 机械顶进



图9-26 手掘式顶进

9.3 管道工程

9.3.6 顶管设备安装

1.顶管工作井后背墙结构强度与刚度必须满足顶管最大允许顶力和设计要求；后背墙与顶管轴线应保持垂直，表面应坚实平整，能有效传递作用力（见图9-27）。

2.顶管工作井洞口预留进、出洞位置应符合设计和施工方案要求，洞口土层不稳定时，应对土体进行改良加固（见图9-28）。

3.导轨应采用钢质材料，其强度和刚度应满足施工要求；导轨安装的坡度应与设计坡度一致（见图9-29）。

4.顶铁的强度、刚度应满足最大允许顶力要求；安装轴线应与管道轴线平行、对称，顶进作业时，作业人员不得在顶铁上方及侧面停留（见图9-30）。



图9-27 顶管后背墙设置



图9-28 洞口止水装置



图9-29 导轨



图9-30 顶铁



9.3 管道工程

9.3.6 顶管设备安装

5.千斤顶宜固定在支架上，并与管道中心轴线对称，其合力作用点应在管道轴心的垂线上，千斤顶对称布置且规格应相同。

6.千斤顶的油路应并联，油泵应与千斤顶相匹配，千斤顶、油泵、换向阀及连接高压油管等安装完毕，应进行试运转；整个系统应满足耐压、无泄漏要求，千斤顶推进速度、行程和各千斤顶同步性应满足施工要求（见图9-31）。

7.顶管机应平稳放置于导轨上，不得倾斜、扭转，顶管机在顶进前应进行通电试运转，检查其各部件运转应正常（见图9-32）。



图9-31 千斤顶、油泵设置



图9-32 顶管机安装



9.3 管道工程

9.3.7 管道顶进

1.一次顶进距离大于100m时，宜设置中继间；在砂层或砂卵石层顶管时，应采取管节外表面熔蜡措施、触变泥浆技术等减小顶进阻力和稳定周围土体（见图9-33、图9-34）。

2.应根据土质条件、周围环境控制要求、顶进方法、各顶进参数和监控数据、顶管机操作性能等，确定顶进、开挖、出土的作业顺序和调整顶进参数。

3.顶进最大顶力应大于顶进阻力，但不得超过管材或工作井后背的允许顶力；施工中最大顶力有可能超过允许顶力时，应采取减小顶进阻力、增设中继间等施工技术措施。



图9-33 中继间设置



图9-34 中继间设置



9.3 管道工程

9.3.7 管道顶进

4.主顶泵站和中继间都应装设计量准确的油压表，严格防止顶力超限。

5.管内弃土运输方式应根据管内径、顶进长度和顶管机类型确定；一次顶进长度大于150m的进入操作顶管，应配置通风设施（见图9-35）。

6.顶管基坑和管内照明应采用充电灯具或不大于36V安全电压的灯具；顶管设备供电采用专用电缆。

7.顶管工程宜设置地面控制室，顶进参数及现场监控视频统一接入控制室（见图9-36）。



图9-35 管道通风设施



图9-36 控制室



9.4 桥梁工程

9.4.1 场地要求

1. 支架施工前根据施工现场情况、地基承载力、搭设高度等编制专项施工方案，并经审核批准后实施，必要时组织专家论证。

2. 支架搭设场地应平整、坚实、并应有排水措施（见图9-37）。

3. 支架基础应按照专项施工方案进行施工，并按照基础承载力要求进行验收，验收合格后搭设支架（见图9-38）。



图9-37 场地平整



图9-38 基础预压



9.4 桥梁工程

9.4.2 承插型盘扣式钢管脚手架

1. 支架搭设严格按照规范搭设要求进行搭设。
2. 曲线桥支架需分段搭设，分段之间需采用短钢管可靠连接（见图9-39）。
3. 支架上下采用可靠梯道，架体内部应按要求挂设防抛网（见图9-40）。
4. 支架使用前必须进行预压试验，检查支架的安全性，消除地基和支架非弹性变形的影响。

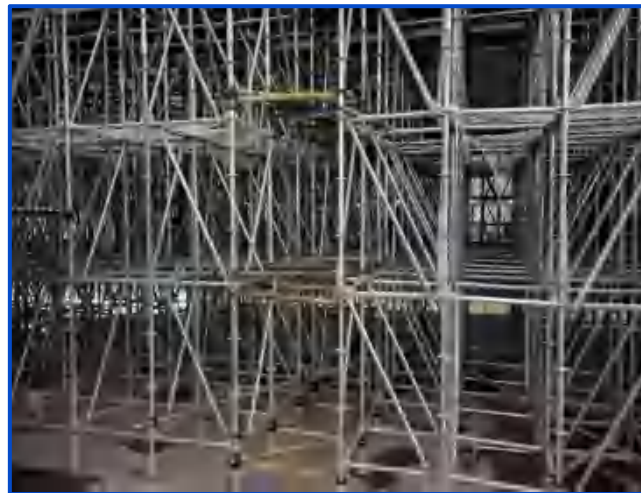


图9-39 支架分段搭设间连接



图9-40 支架上下梯道



9.4 桥梁工程

9.4.3 预应力施工

1.张拉设备的校准期限不得超过半年，且不得超过200次张拉作业。张拉设备应配套套校准，配套使用（见图9-41）。

2.预应力筋、使用前应进行外观质量检查，不得有弯折，表面不得有裂纹、毛刺、机械损伤，氧化铁锈、油污等。

3.预应力筋用锚具、夹具和连接器使用前应进行外观质量检查，表面不得有裂纹、机械损伤、锈蚀、油污等（见图9-42）。

4.张拉前混凝土强度应符合设计要求，设计未规定不得低于设计强度的75%。且应将限制位移模板拆除后，方可进行张拉。



图9-41 张拉设备



图9-42 张拉工具



9.4 桥梁工程

9.4.4 钢箱梁施工

1. 施工前对支墩基础场地进行平整，进行地基承载力检测，确保地基承载力符合设计要求。清除杂物和障碍物，并做好排水设施，防止基础积水导致地基沉降（见图9-43）。

2. 支墩基础采用混凝土浇筑时，要严格控制混凝土的配合比、浇筑质量和养护时间，确保基础的强度和稳定性，规范设置登高措施和操作平台（见图9-44）。



图9-43 钢箱梁地基基础



图9-44 登高措施



9.4 桥梁工程

9.4.4 钢箱梁施工

3.按照《房屋市政工程生产安全重大事故隐患判定标准2024版》起重机需效核其运行路线及作业位置承载力。

4.采用起重机配合工作时，应配备起重指挥和司索人员，避免交叉作业，构件定位后，待焊接符合要求方可松钩（见图9-45、图9-46）。

5.待安装到位后及时装设防护栏杆（见图9-47、图9-48）。



图9-45 双机吊装作业



图9-46 吊装作业



图9-47 临边防护



图9-48 临边防护



9.4 桥梁工程

9.4.4 钢箱梁施工

6.进入箱室内焊接作业应按照有限空间作业要求执行。禁止氧气、乙炔钢瓶直接放至钢梁上（见图9-49）。

7.高处焊接应设防止焊花、焊渣飞溅措施，配足灭火器材，通道或者防火重点部位附近作业应有专职消防人员跟班。

8.钢箱梁上供人员出入腹腔的开孔应有足够面积并设上下梯，开口处设挡水翻边和防坠落格栅，专人看管（见图9-50）。



图9-49 有限空间通风



图9-50 防坠隔板

9.4 桥梁工程

9.4.5 架桥机主要部件

1.前支腿 2.顶升装置 3.辅助支腿 4.后支腿
5.悬臂梁 6.下导梁 7.下导梁天车 8.轨道 9.电器
控制系统 10.液压系统 11.动力系统（见图9-51、
图9-52）

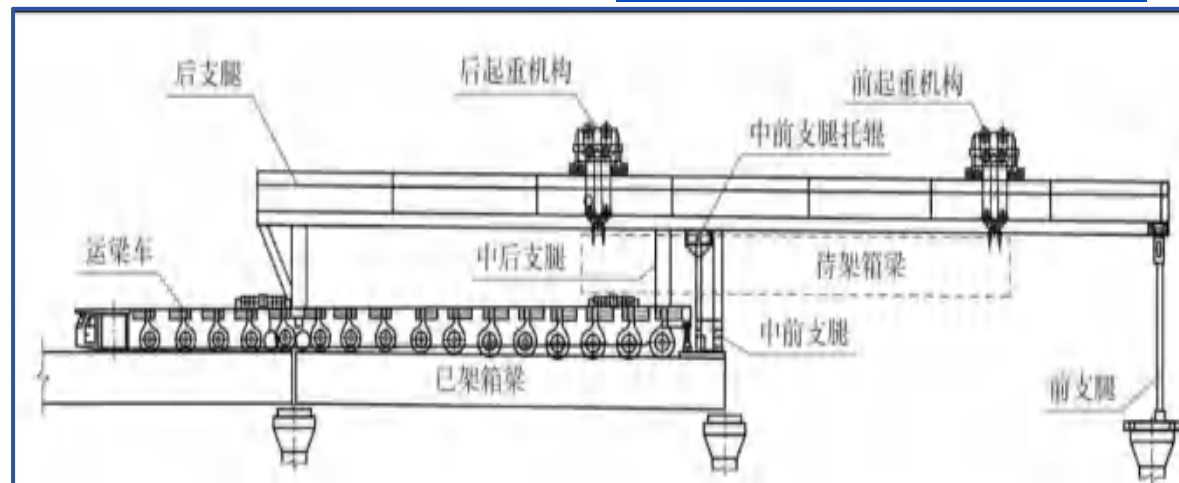


图9-51 架桥机构造



图9-52 架桥机实物图

9.4 桥梁工程

9.4.6 架桥机安全装置：

1.起升高度限制器：当吊具起升到设计规定的上极限位置时，应能自动切断起升源（见图9-53）。

2.运行行程限位器：应在架桥机整机横移和吊梁小车每个运动方向装设运行行程限位器或采取限位措施（见图9-54）。

3.抗风防滑装置：工作状态下的抗风制动装置可采用制动器、夹轨器、顶轨器、防风铁楔等（见图9-55）。

4.风速仪及风速报警装置：风速仪应安装在起重机上部迎风处，当风力大于工作状态计算风速设定值时应发出报警信号（见图9-56）。



图9-53 起升高度限制器



图9-54 运行行程限位器



图9-55 抗风防滑装置



图9-56 风速仪及风速报警装置



9.4 桥梁工程

9.4.7 架桥机施工

1.起升不超过100mm距离应制动、下降，如此试吊2次确认起升制动安全可靠后方可正式起吊梁体（见图9-57）。

2.起吊梁体时应两端分别进行，但单端起吊后梁体的倾斜程度应满足待架梁体的相关规定（见图9-58）。

3.采用拖拉喂梁时，应保证前吊梁小车与运梁车驮梁小车行走同步。

4.架桥机架梁操作应严格按照架桥机操作手册或使用说明书的规定进行。



图9-57 梁体试吊



图9-58 前后端平行



9.4 桥梁工程

9.4.8 转体施工

1.采用有平衡重平转施工时，转体的牵引索可采用钢绞线或者该强钢丝束，其一段引出，另一端应绕固于上转盘上，牵引动力可采用连续作业液压千斤顶等。转动时宜控制速度，角速度不宜大于 $0.01 - 0.02\text{rad/min}$ 或桥体悬臂端线速度不大于 $1.5 - 2.0\text{m/min}$ （见图9-59、图9-60）。

2.采用无平衡重平转施工时，转体前应对全桥各部件进行检查，符合要求后方可正式转动；风缆的走速在起动和就位阶段宜控制在 $0.5 - 0.6\text{m/min}$ ，中间阶段宜控制在 $0.8 - 1.0\text{m/min}$ 。



图9-59 转体施工

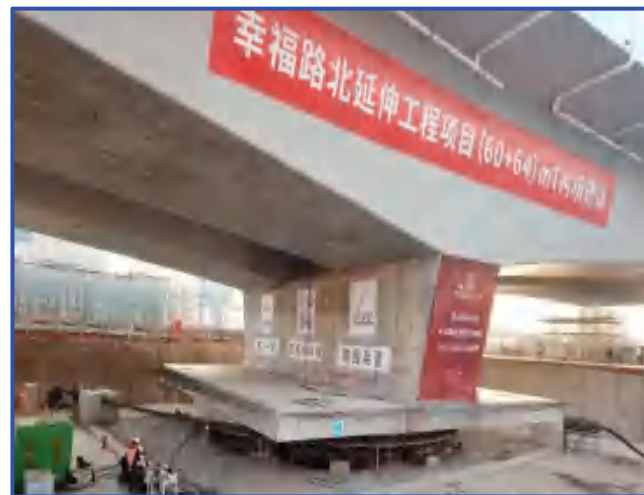


图9-60 转体施工



9.4 桥梁工程

9.4.8 转体施工

3.采用竖转法施工时，转动前应进行试转，检验转动装置的可靠性。转速宜控制在 $0.005-0.01\text{rad/min}$ 范围内，提升或下方重力大者宜采用较低转速，转动过程中应保持平稳。

4.转体就位后，立即检查桥梁纵轴线、高程，确认无误后，先将上下盘临时锁定（见图9-61、图9-62）。



图9-61 转体施工



图9-62 转体施工



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.1 全封闭厂棚

1.全封闭厂棚（见图9-63、图9-64）优先选用质量轻、强度高、防火性能好的材料，屋面板和墙面板采用的夹芯板，芯材应是难燃或不燃材料，以提高厂棚防火性能。

2.全封闭厂棚结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计，必须经过有相应资质的设计单位进行设计计算，且计算结果满足要求。

3.厂棚安拆施工方案经监理单位审核、批准后方可进行施工，施工完成后由监理单位组织验收，并签署验收意见。

4.电气线路应穿管保护，埋地或架空敷设，保持安全距离。对临时用电线路，定期检查和维护。

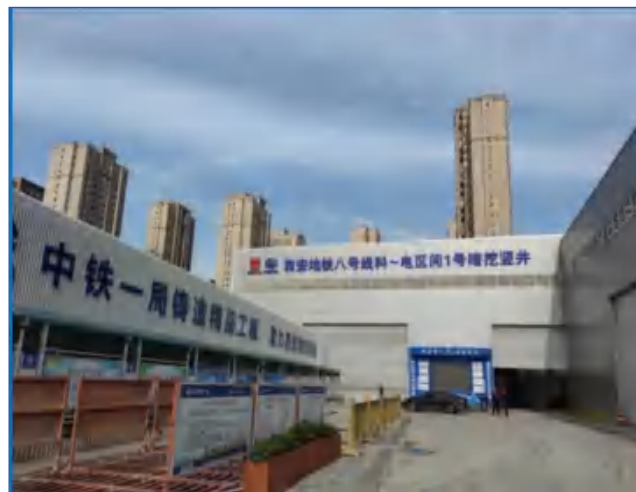


图9-63 全封闭厂棚实景图（白天）



图9-64 全封闭厂棚实景图（夜间）



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.2 竖井口临时设施

1.下井通道（见图9-65）用于施工人员进入暗挖隧道施工区域，可采用爬梯或可装配式梯笼形式。安装后不应有歪斜、扭曲、变形等缺陷。

2.下井通道（见图9-66）安装后应组织有关单位验收合格后方可正常使用，使用期间要安排专人定期检查维护，确保安全。

3.井口处的安全通道设置闸机全封闭管理（见图9-67）。

4.施工竖井在兼做施工人员进出通道时，必须设置安全防护棚（见图9-68）。



图9-65 竖井梯笼



图9-66 竖井下井梯笼



图9-67 竖井口临边防护

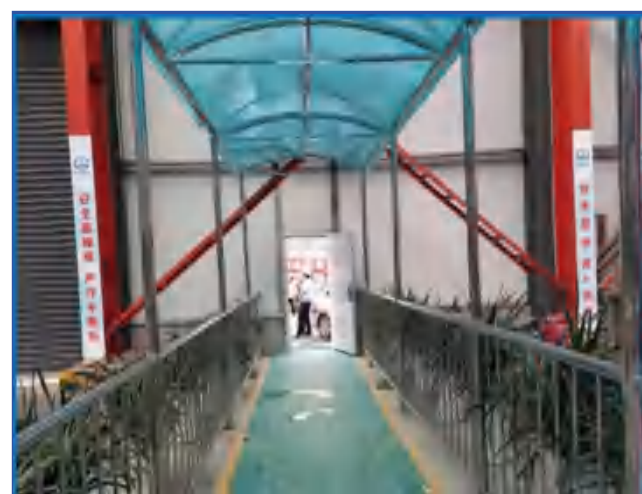


图9-68 井口通道安全防护棚



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.2 竖井口临时设施

5.竖井垂直运输设备（见图9-69）由专业人员进行安装和调试。提升设备安装完成后，必须进行设计验算，经检测验收合格后方可投入使用。

6.提升设备应配备必要的安全装置，如限位开关、超载保护装置、制动装置等，确保设备在安全范围内运行。操作人员需经过专业培训，取得相应资格证书，严格按操作规程进行操作，禁止超载、超速和违规操作。日常应对设备进行检查、维修和更换。

7.竖井提升系统醒目位置应悬挂安全警示标识、机械设备标识、操作人员证件信息及安全操作规程牌等（见图9-70）。



图9-69 抓斗式桥式起重机



图9-70 操作人员证件信息公示



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.3 隧道洞口临时设施

1.人员及设备定位系统（见图9-71）应具备实时定位、身份识别、轨迹记录、报警、双向通信等多种联通定位技术功能，用于人员实时定位。同时具有定位功能和基于位置数据的服务功能，为管理决策提供最翔实基础数据。

2.定位基站应安装在井下各关键区域和巷道，接收人员定位标识卡的无线信号并转发给服务器。下井人员必须佩戴人员定位标识卡，用以发射报警联动（见图9-72）等信息，以确保全面覆盖井下作业区域。



图9-71 井下人员定位系统

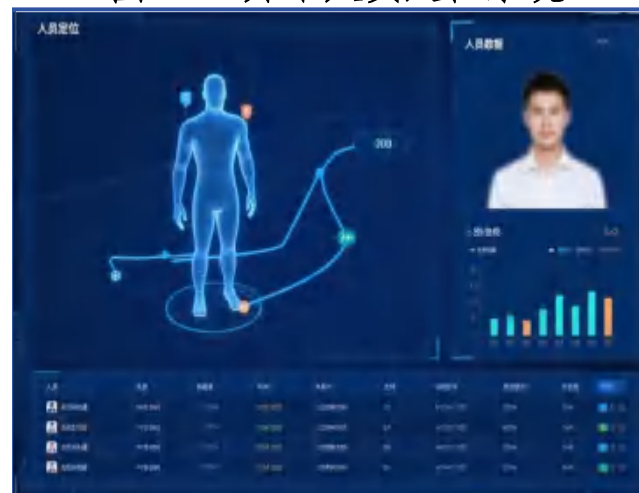


图9-72 定位系统显示



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.3 隧道洞口临时设施

3.隧道内在掌子面附近设置摄像头，对掌子面施工情况进行实时监控，并将视频画面同步到监控平台，应能够实现实时调阅与控制现场施工作业实时图像以及施工区人员进出情况，并能够在发现问题时第一时间实现监控中心与施工现场监控室、施工作业面的三级语音对讲。

4.系统（见图9-73、图9-74、图9-75、图9-76）可以通过电脑、手机等移动终端查看现场视频、人员进出信息，并下达指令，确保现场安全。



图9-73 电脑终端显示



图9-74 手机App实时监控



图9-75 智慧工地实时监控



图9-76 人员进出实时统计显示



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.3 隧道洞口临时设施

5. 通风机（见图9-77）周围不得堆放杂物，进风口设置铁算，通风机控制系统安装保险装置，发生故障自动停机。

6. 作业面应通风良好，风速、新风量应满足施工要求。

7. 风管（见图9-78）应良好，不得有破损、漏风，吊挂应平直。

8. 通风支架上悬挂风机操作规程、安全警示牌。隧道施工通风，对隧道内气体、粉尘进行随时监控，保证充足通风。

9. 支风管（见图9-79、图9-80）与主风管及其他部件的连接应紧密、牢固，连接部位需进行密封处理，防止漏风。



图9-77 通风机



图9-78 主风管



图9-79 隧道支风管



图9-80 隧道支风管



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.4 洞内设施

1.隧道内电力线路采用220V/380V三相五线制橡套软电缆，使用绝缘挂钩固定，电缆悬挂高度不得小于2.5m（见图9-81）。

2.隧道内照明用电（见图9-82）必须与动力用电分开设置，施工区域照明电压应不大于36V；照明变压器必须使用双绕组型安全隔离变压器，严禁使用自耦变压器。

3.施工掌子面所安装的行灯可采用36V低压LED隧道灯（见图9-83、图9-84）保证足够亮度。

4.电器装置具有可靠的短路、过载、漏电保护功能，额定电压、电流应与用电设备相匹配，外壳具备防尘、防水、防腐等性能。



图9-81 隧道电缆敷设



图9-82 隧道LED照明灯



图9-83 隧道LED应急照明灯



图9-84 掌子面LED隧道灯



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.4 洞内设施

5.高压风管、水管均同排布置在初支边墙侧（见图9-85），分别采用普通钢管制作，表面涂刷颜色并进行标识。

6.高压风管、水管不得有变形及扭曲，吊挂应平直。

7.出渣运输车辆指定专人驾驶。

8.横通道卸渣处设置防倾覆设施（见图9-86），保证运土车辆作业安全。

9.暗挖隧道内应装设安全警示牌、车辆限速牌、应急照明、警示灯、安全通道指示牌等。



图9-85 隧道高压风、水管布设



图9-86 横通道主风、水管布设



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.4 洞内设施

10.隧道内应设置必要的应急物资（见图9-87）并安排专人负责管理，确保应急物资状态良好，非紧急情况不得挪作他用。

11.洞内应设置警示、通信、排水设施及气体检测报警系统（见图9-88）。



图9-87 隧道内应急设施

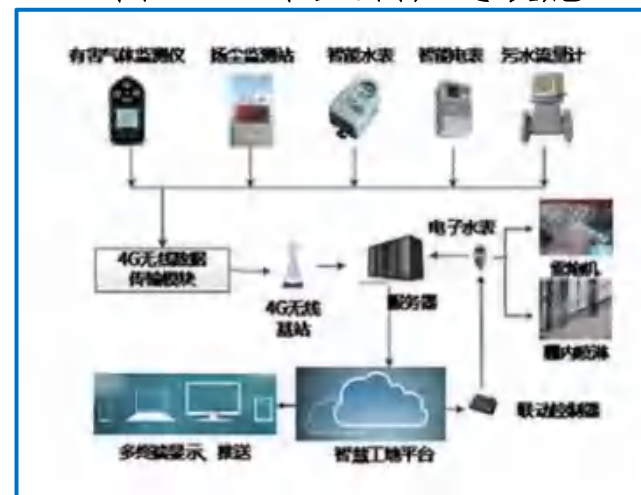


图9-88 自动化监测报警系统



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.4 洞内设施

12.暗挖标准断面施工时，使用专用作业台架（见图9-89、图9-90）；台架必须经过专项设计计算，验收合格后投入使用。

13.模版台车应设置安全警示标志（见图9-91）。

14.模板台车应设置登高扶梯，并应设置栏杆和扶手。

15.台车上按规定配备消防器材（见图9-92），安装的开关箱应符合有关规范要求。

16.所有模板台车作业人员必须经过安全培训考试合格后方可上岗。



图9-89 隧道方管作业台架



图9-90 隧道作业台架



图9-91 二衬台车设置防护、标识

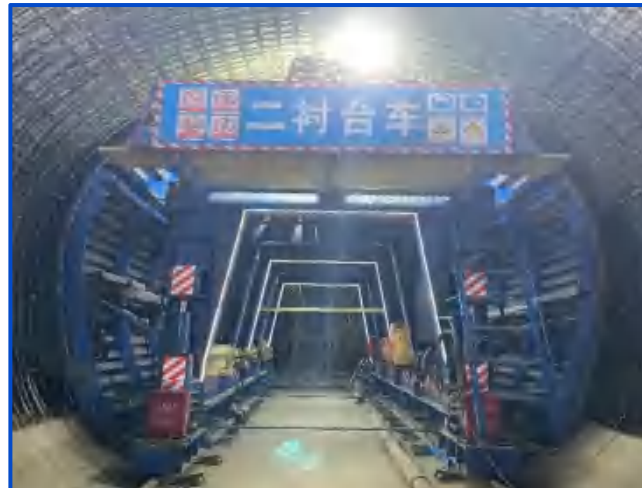


图9-92 现场二衬台车



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.4 洞内设施

17.洞内施工监测（见图9-93）应按监测方案实施施工监测，并应明确监测项目、监测报警值、监测方法和监测点的布置（见图9-94）、监测周期等内容。

18.监测的时间间隔应根据施工进度确定，当监测结果变化速率较大时，应加密观测次数。

19.洞内施工监测过程中，应按设计及工程实际及时处理监测数据，并按设计要求提交阶段性检测报告，及时反馈、指导施工。

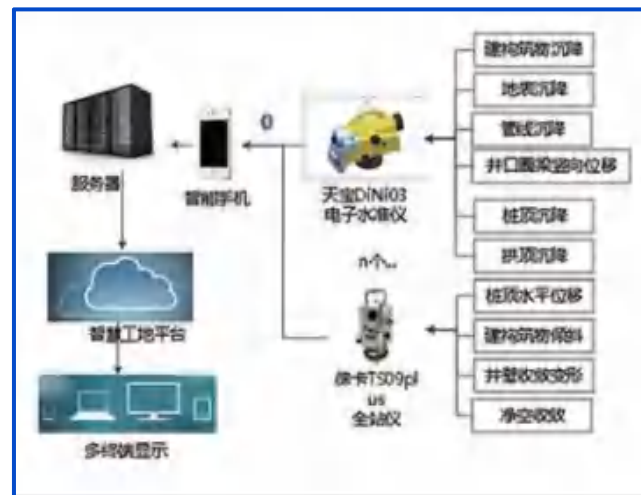


图9-93 工程监测自动化

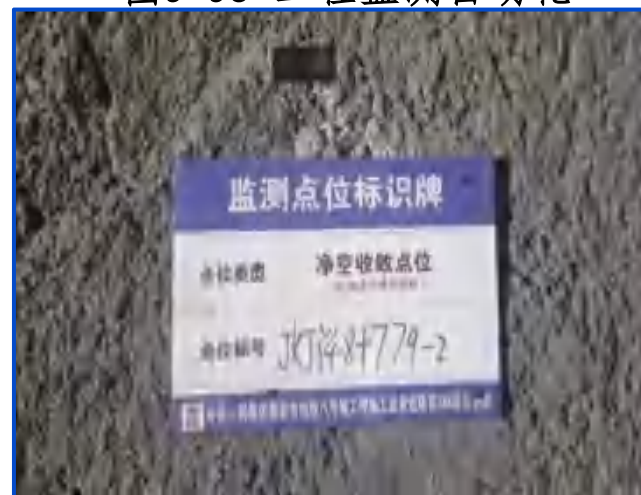


图9-94 监测点位标识牌



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.5 隧道开挖

1. 为了确保安全，开挖前进行超前地质探孔（见图9-95）。
2. 核心土留置、台阶长度、导洞间距等应符合设计要求。不良地段掌子面应及时采取加固措施。
3. 机械开挖应根据断面和作业环境选择机型、划定安全作业区域，并应设置警示标志，人工开挖应设专人指挥，作业人员应保持安全操作距离。
4. 在超前小导管（见图9-96）注浆前，要检查机具完好性、连接管路和封口等是否完好，一旦发现异常，就要立即停止操作并进行处理，以防压力爆破造成伤害。
5. 注浆前，要进行注水试验，不能直接注浆。



图9-95 超前地质探孔打设



图9-96 超前小导管



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.5 隧道开挖

6.制定详细的专项施工方案，包括破除方法、顺序、安全防护措施等，并经专家论证和审批。

7.提前在洞门周边设置防护围挡，防止施工过程中杂物掉落伤人。

8.严格按照设计和施工方案进行破除（见图9-97、图9-98），遵循先上后下、先两侧后中间的原则，避免过大的冲击力对洞门结构造成破坏。

9.加强通风，及时排除破除过程中产生的粉尘和有害气体，保障施工人员的身体健康。

10.及时施做初期支护和临时支护，以便更早封闭断面，确保安全。

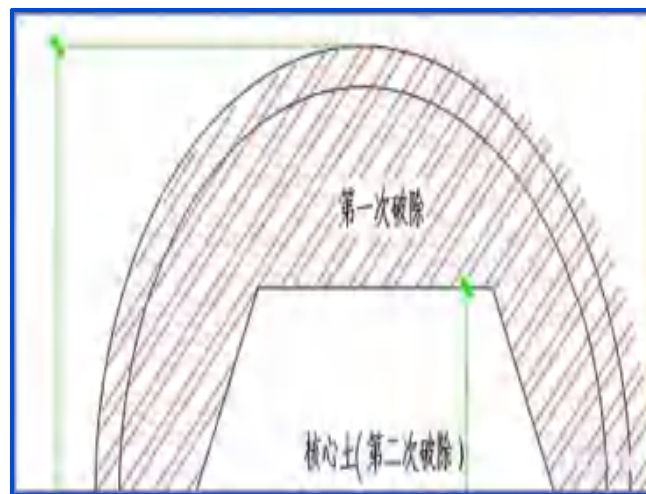


图9-97上台阶断面破除示意图

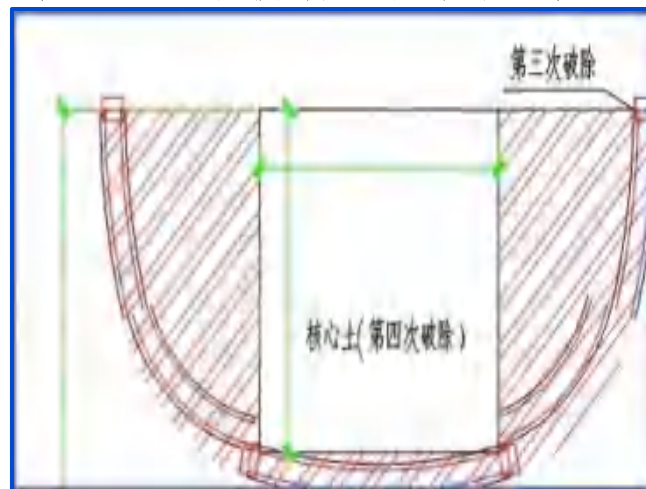


图9-98下台阶断面破除示意图



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.5 隧道开挖

11. 施工中上台阶采用预留核心土（见图9-99），不能反坡开挖，及时施作格栅钢架，并打设锁脚锚杆，以稳定地层。

12. 暗挖施工中应严格按照“先降水、管超前、严注浆、强支护、短开挖、早封闭、勤量测、并反馈”的原则进行施作，以确保施工安全。

13. 挖土应从上向下依次分层开挖，拱脚附近挖土采用人工开挖。

14. 暗挖出洞施工（见图9-100）破除围护桩时采用人工风镐破除。



图9-99 核心土预留



图9-100 隧道出洞围护桩破除施工



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.6 洞身工程

1.混凝土浇筑（见图9-101）前要检查施工设备、工具是否合格、完整，有否漏电现象，确保施工安全。

2.使用震动器应穿胶鞋，湿手不得接触开关，电源线不得有破皮漏电，电线要架空，开关要有人监护。

3.防水施工（见图9-102）中使用的材料多为易燃品，如防水板、卷材等，施工现场严禁烟火。

4.拱顶或较高的墙体上施工，高处作业人员必须系好安全带，安全带应挂在牢固可靠的地方，且要做到高挂低用。

5.配备足够数量的灭火器材，如灭火器、消防砂、消防桶等，并定期检查其有效性。



图9-101 暗挖隧道仰拱施工



图9-102 暗挖隧道拱墙防水施工



9.5 地铁工程（暗挖隧道）

9.5.6 洞身工程

6.检查施工设备，确保其性能良好，安全装置齐全有效。

7.对拱墙模板及支撑系统进行检查和加固，确保其强度、刚度和稳定性满足浇筑要求。

8.在向拱墙模板内浇筑混凝土（见图9-103、图9-104）时，应注意下料速度，避免混凝土冲击力过大导致模板变形或垮塌。浇筑过程中，应设专人观察模板及支撑系统的情况，如发现变形、位移等异常情况，应立即停止浇筑，并采取相应的措施进行处理，确保安全。



图9-103 暗挖隧道拱墙混凝土浇筑施工



图9-104 暗挖隧道拱墙混凝土浇筑施工



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.1 临建场地布设及管片堆放

1.根据盾构施工临建布设条件，结合西安市占道施工相关政策，首先对项目临建场地进行研讨及规划（见图9-105）。平面布置要紧凑合理，尽量减少施工用地，规范现场文明施工及标准化管理（见图9-106）。

2.管片存放场地应坚实、平整，场地通道保持通畅，排水设施应完善，排水通畅。

3.管片可采用内弧面向上或单片侧立的方式码放，管片堆放高度、堆放纵横间距、支撑垫块应符合专项施工方案要求（见图9-107）。

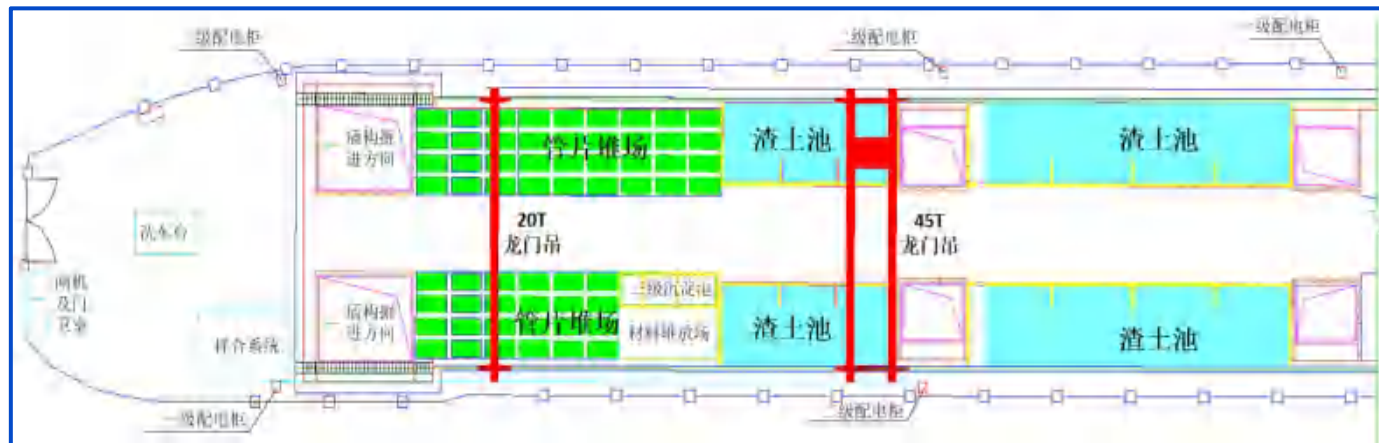


图9-105 盾构临建场地平面布置图



图9-106 盾构临建场地



图9-107 盾构管片堆场



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.2 洞口安全防护

1.盾构吊装洞口防护措施、设施的构造应符合国家现行相关标准要求（见图9-108）。

2.人员上下通道，上部应设置严密、牢固的安全防护棚，防护棚的材质和构造应符合国家现行相关标准要求（见图9-109）。

3.吊装区域设置警示标识，明确吊装作业范围，避免人员误入危险区（见图9-110）。

4.隧道内走道板与隧道口人行通道高差设置踏步台阶进行连接，并设置安全警示标识（见图9-111）。

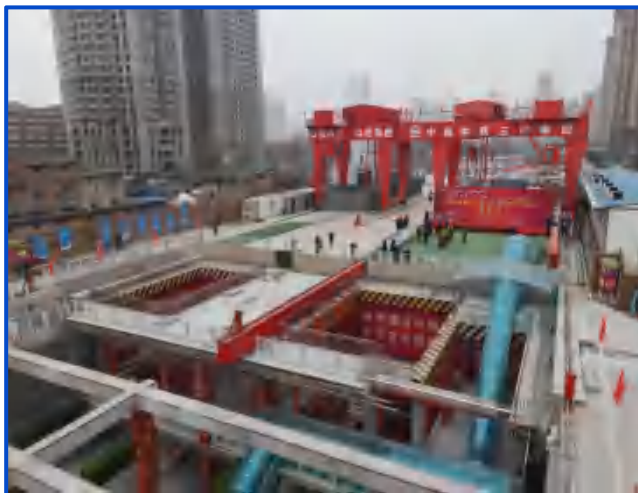


图9-108 盾构吊装口



图9-109 人员上下通道



图9-110 地面安全通道



图9-111 隧道口人行通道



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.3 轨行区安全防护

1. 站内轨行区与人员通道采用安全防护栏杆进行隔离，并设置相应警示标识（见图9-112）。隧道内轨行区安全通道设置在隧道的一侧，安全通道走道板安装时扣在走道板支架上（见图9-113）。

2. 隧道采用LED灯带作为基本照明，台车尾部加装红色警示灯带。

3. 电瓶车在进入吊装区、过轨区、隧道入口处之前应鸣笛警示并减档降速。

4. 进入轨行区作业实施请点审批制度，经现场总调度与行车调度同意后方可进入轨行区作业；施工人员应严格遵守行车调度的指令，及时撤出轨行区。



图9-112 站内轨行区安全防护



图9-113 隧道内轨行区安全防护



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.4 隧道内管线布置

1.隧道内的风、水、电、通信等管线应按专项施工方案要求布置（见图9-114）。

2.循环水管支架固定在隧道右侧管片螺栓上，循环水管平稳地安放在支架上。

3.盾构机供电高压电缆使用专用电缆挂钩固定，挂钩安装塑料套筒起到绝缘保护措施。

4.风管布置于隧道正上方，可采用管片螺栓配合扁铁与风筒布预留孔连接，风管应完好，不得有破损、漏风，吊挂应平直（见图9-115）。

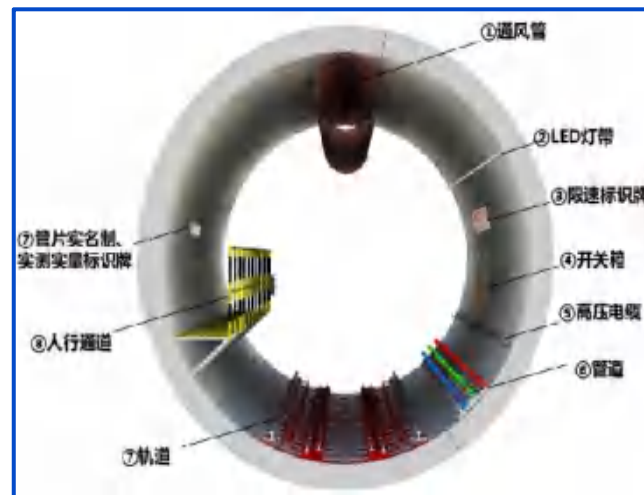


图9-114 隧道内管线布置示意图

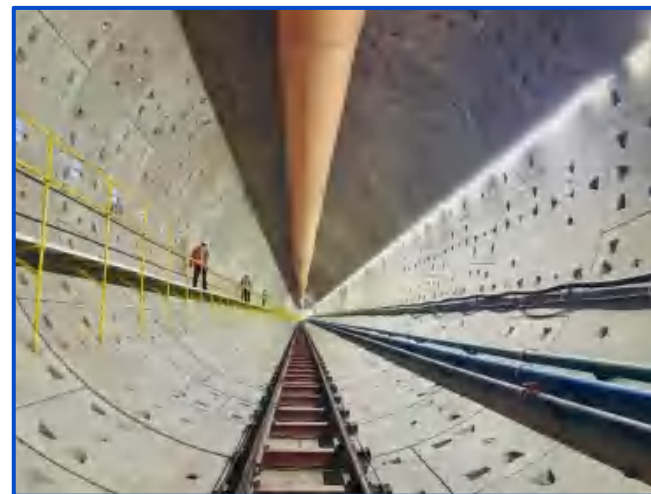


图9-115 隧道内管线布置



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.5 盾构吊装

1. 吊装前对地基采取加固措施，承载力满足要求，设备性能满足要求。对盾构机吊耳焊接质量进行无损探伤检测，合格后进行吊装。

2. 吊装过程中应有专职安全员全程监控，发现异常应及时停止吊装作业（见图9-116）。

3. 起吊盾构部件离地后，检查地面承载及钢丝绳、吊耳情况，完好无异常后方可继续吊装（见图9-117）。

4. 盾构机采用分块至井内预先安置好的基座上，下井吊装过程中，操作人员需各负其责、有条不紊、密切配合。



图9-116 刀盘吊装



图9-117 盾体吊装



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.6 反力架安装

1.根据方案及几何尺寸定出反力架位置，找出车站预埋件。施工范围内有干扰物体及时进行清除（见图9-118）。

2.安装立柱时，根据测量定位线进行焊接，立柱靠管片面与洞门在同一平面，以确保良好的始发姿态。

3.安装上下八字撑时，根据测量定位线进行焊接，靠管片面与应保证与立柱平面相平，保证负环管片位置刚好与反力架相平。

4.斜撑直撑安装时，斜撑和直撑采用型钢满焊加固，将直支撑吊到合适位置进行焊接加固，最后将立柱及直撑和斜撑进行再次焊接加固（见图9-119）。

5.盾构始发前应对反力架受力进行验算，并对反力架进行安装质量及焊缝检测，确认合格。

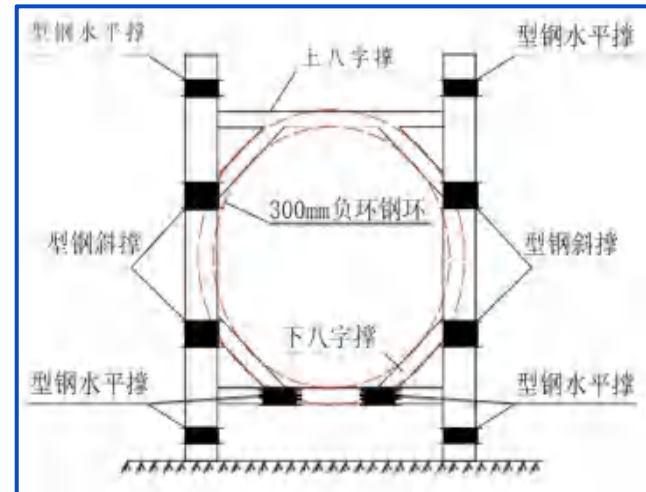


图9-118 反力架拼装示意图



图9-119 反力架安装



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.7 负环管片拼装与拆除

1.当负环管片定位时，管片环面应与隧道轴线相适应。负环管片采用标准环管片，前五环采用通缝拼装，便于后续拆除，靠近洞门两环采用错缝拼装，为防止负环管片失圆，负环管片安装使用管片拼装机进行（见图9-120）。

2.负环管片与反力架间要保证受力均匀，反力支撑要牢固。

3.盾构始发时应按专项施工方案要求对负环管片采取限位、固定措施。

4.拆除前，应验算成型隧道管片与地层的摩擦力，并应满足盾构掘进反力的要求。

5.严格按照施工方案规定的拆除顺序进行作业，先解除管片连接部件，再缓慢起吊拆除，避免管片晃动、碰撞（见图9-121）。



图9-120 负环管片拼装



图9-121 负环管片拆除



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.8 洞门密封与破除

- 1.洞门密封装置应在盾构始发或接收前按要求完成安设，并应符合质量要求。
- 2.安装前对洞门预埋钢环的尺寸进行测量定位，确保钢环中心位置及轮廓尺寸符合设计要求（见图9-122）。
- 3.安装时，螺栓与帘布橡胶板上孔位一一对应，帘布橡胶板安装后紧贴钢环，帘布橡胶板内圈棱朝洞门内，要使帘布橡胶板平面接触盾壳。环形压板安装前检查每块板是否能正常折动，折板长度能否满足箍筋盾壳、管片的要求。安装完成后，对螺栓进行二次紧固。安装后密封装置各部分之间连接紧密，无松动现象（见图9-123）。
- 4.洞门凿除前，应对端头加固改良后的土体进行抽芯检测，对掌子面进行钻孔探测地质情况。
- 5.洞门中心复合完毕后，按照凿除方案进行凿除施工。

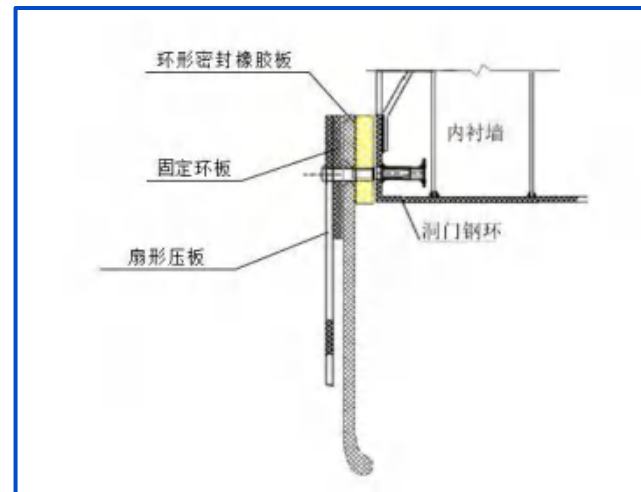


图9-122 洞门密封示意图



图9-123 盾构洞门密封



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.9 盾构掘进作业

1.根据工程地质和水文地质条件、隧道埋深、线路平面与坡度地表环境、施工监测结果、盾构姿态以及盾构始发掘进的施工参数经验设定盾构刀盘转速、推力、扭矩、螺旋输送机转速、土仓压力、排土量等掘进参数（见图9-124）。

2.盾构掘进作业过程中，利用盾构机的导向系统，实时监测盾构机姿态。出现掘进参数异常、姿态异常、地面沉降超限等现象时，应及时采取有效纠正措施。

3.盾构机施工过程中，应对盾构机进行维修保养。通过特殊地段前应对设备和刀具进行检查，确保连续掘进作业要求。



图9-124 盾构机操作间



图9-125 盾构机台车



图9-126 已成环隧道

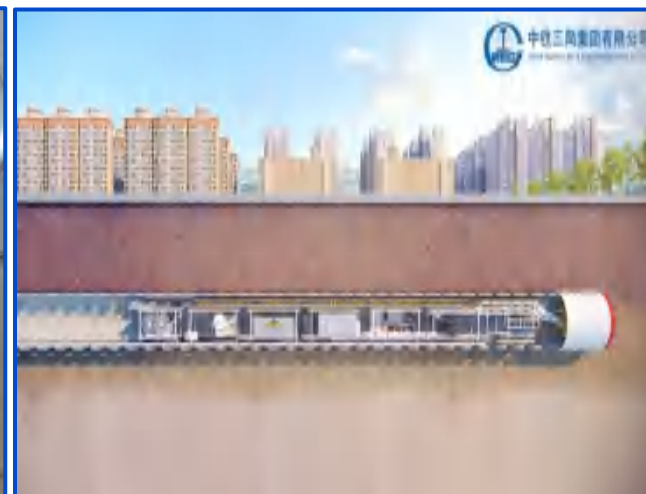


图9-127 盾构掘进示意图



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.10 盾构机开仓作业

1.开仓作业地点宜选择在工作井、地层较稳定或地面环境保护要求低的地段。开仓作业前，应对开挖面稳定性进行判定。当在不稳定地层开挖作业时，应采取地层加固或压气法等措施，确保开挖面稳定。

2.进仓作业时，应经气体检测合格；常压开仓过程中，应安排专人观察土仓内掌子面地质情况（见图9-128）。

3.气压作业前，应对作业设备进行全面检查和试运行；配置备用电源和气源，保证不间断供气。

4.气压作业期间，刀盘前方的地层、开挖仓、地层与盾构壳体间应满足气密性要求；应保持开挖面和开挖仓通风换气，通风换气应减小气压波动范围。气压环境内不得有易燃易爆物品，气压作业用电应使用安全电压，照明灯具应有防爆措施（见图9-129）。

5.作业人员气压作业时间和加、减压时间应符合带压进仓作业规定。



图9-128 盾构机开仓作业



图9-129 作业人员进仓作业



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.11 管片垂直运输与洞内水平运输

1.门式起重机的进场、安装、验收要符合相关规范要求，安拆人员要持证作业，门式起重机的相关证件要符合要求，安装完成后及时进行登记备案（见图9-130）。

2.运输轨道铺设顺直、固定牢靠、轨枕间距标准、轨道面平整，轨道端头应设车挡。运行中对轨道轨枕的维修保养指派专人负责，确保运输畅通和安全。

3.运输设备满足最大纵坡和载重要求，车辆应处于安全状态，警示装置齐全，动力和制动功能良好。车辆应连接可靠，并应设置保险链，严禁超载超限，平板车不得搭载人员。

4.洞内运输过程中，管片在电瓶车上用方木垫稳、卡实，防止管片在电瓶车运输过程中发生碰撞（见图9-131）。

5.运输应有联络信号，且信号合理、准确。



图9-130 管片垂直运输



图9-131 管片洞内水平运输



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.12 管片拼装

1.施工前，技术人员详细交底拼装顺序、螺栓扭矩等关键参数，以及设备操作、常见问题处理和应急避险措施。

2.管片拼装机、吊机等使用前全面检查调试机械传动、液压、电气等部件，确保无故障。安全防护装置齐全有效且定期校验，按周期保养设备（见图9-132）。

3.拼装前，管片防水密封材料的粘贴效果应验收合格。拼装时，应防止管片及防水密封条的损坏。

4.管片拼装时，应控制盾构推进液压缸的压力和行程，并保持盾构姿态和开挖面稳定。拼装时，拼装机作业范围内严禁站人和穿行（见图9-133）。

5.管片连接螺栓紧固扭矩应符合设计要求。管片拼装完成，脱出盾尾后，应对管片螺栓及时复紧。



图9-132 管片试拼



图9-133 管片拼装



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.13 壁后注浆

1.注浆作业人员必须经专业培训，熟知同步注浆流程、设备操作及安全注意事项。施工前，技术人员需详细交底注浆参数、设备操作及应急处置等内容。

2.注浆泵、搅拌机等设备要定期检查维护，施工前全面调试，保证无泄漏、堵塞故障，压力控制、流量监测等安全附件齐全可靠且定期校验（见图9-134）。

3.注浆时，先打开球阀，再打开注浆泵，保证注浆安全。同时观察管道是否有泄压漏浆等情况出现、管片及注浆孔情况，同时观测地表沉降情况，避免出现沉降或隆起情况。

4.作业流程需严格按设计注浆参数操作，作业人员密切关注设备及压力、流量变化，异常时立即停注排查（见图9-135）。

5.作业环境要通风良好，降低粉尘与有害气体浓度，照明满足需求，设置明显安全警示标识。



图9-134 浆液搅拌运输



图9-135 壁后注浆



9.6 地铁工程（盾构隧道）

9.6.14 盾构接收

1.盾构接收前，需进行接收条件验收，满足验收条件后方可实施盾构接收。

2.为了达到隧道贯通误差的要求和使盾构准确进入工作井已设置的洞门位置，在盾构到达前100m，对盾构姿态轴线进行复测与调整（见图9-136）。

3.为防止由于盾构推力过大以及盾构开挖面前方土体挤压而损坏工作井洞口门结构，当盾构到达接收工作井10m内，应控制掘进速度和土仓压力等。当开挖面离洞门结构30cm~50cm时盾构停止掘进，并使开挖仓压力降到最低值，以确保洞门破除施工安全。

4.盾构接收时，由于盾构开挖仓压力降低，管片间压紧力也相应减小，因此需采取措施使环缝挤压密实。一般采用隧道纵向拉紧装置。

5.盾构主机进入接收工作井后，应及时密封管片环与洞门间隙（见图9-137）。



图9-136 盾构接收示意图



图9-137 盾构机接收

10

第十部分 智慧安全



10.1 智慧平台的应用

10.1.1 智慧安全平台

1.通过移动终端、智慧监控等信息化手段，实现现场管理数据采集、危大工程、人员行为等活动线上平台监管标。

2.利用大数据、智能预警，实现智能化、可视化安全管理，连接各类物联模块，构建感知互联网络，实现项目的数字化、精细化、智慧化管理（见图10-1）。



图10-1 智慧安全平台应用（1）



图10-1 智慧安全平台应用（2）



图10-1 智慧安全平台应用（3）



图10-1 智慧安全平台应用（4）



10.1 智慧平台的应用

10.1.1 智慧安全平台

3. 平台改进项目各管理模块和岗位人员交互的方式，打破信息壁垒，涉及体系建设、安全检查、安全教育、危大工程、危险作业、学习强安、应急管理、安全验收等功能模块。通过手机端将现场安全数据上传，实现人、机、环等关键数据互联，PC端数据统计交互，构建一体化安全管理体系（见图10-2）。



图10-2 平台功能模块（1）



图10-2 平台功能模块（2）

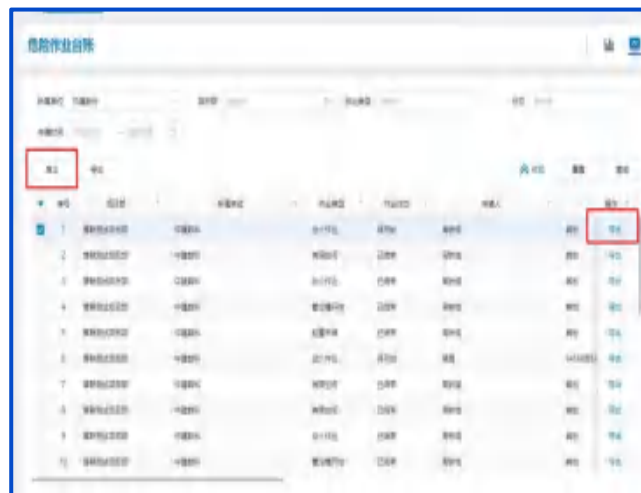


图10-2 平台功能模块（3）



图10-2 平台功能模块（4）

10.1 智慧平台的应用

10.1.2 设备卫士平台

1.设备卫士是以智慧工地平台为载体打造和设备全过程综合管理平台，系统融合设备策划、资源、安全管理等功能。

2.平台系统集成超距离作业预警实时检查，实时定位确保巡检真实履职，建立设备库、供方库、人员库、隐患库、标签库、设备品牌库，随时调取信息设备资源实时检索调度，关键工序实现全过程视频监控，经营要素在线管控，助推科学精准决策（见图10-3）。



图10-3 设备卫士平台应用（1）

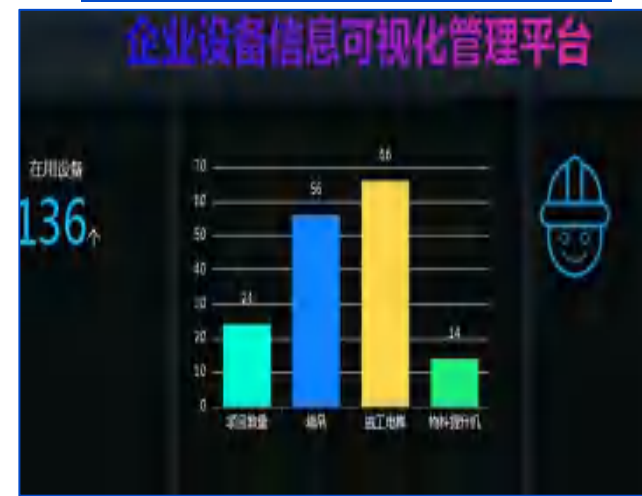


图10-3 设备卫士平台应用（2）



图10-3 设备卫士平台应用（3）

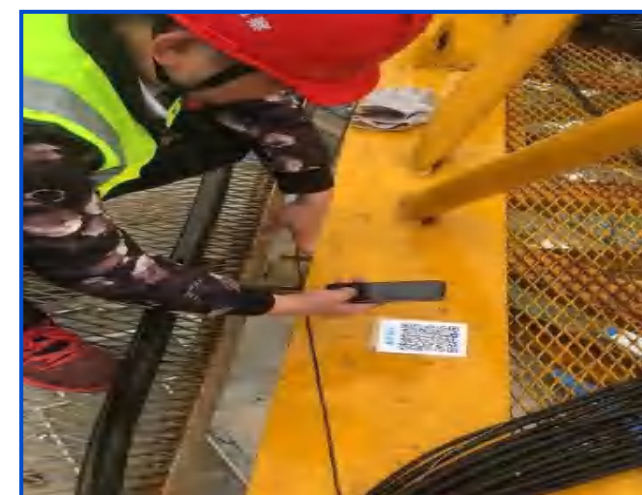


图10-3 设备卫士平台应用（4）



10.1 智慧平台的应用

10.1.3 流动设备管理平台

以智慧工地信息平台为载体，针对各类流动式作业设备（如汽车吊、登高作业车、场内运输车辆等）集成进出场、作业巡查、旁站监督、电子订单、安全交底等五大功能，明确项目监管关键动作规范制定从项目设备用车需求进场验收、人员交底、场内巡查作业旁站到离场评价的全链条管理流程（见图10-4）。



图10-4 流动设备管理平台 (1)



图10-4 流动设备管理平台 (2)



图10-4 流动设备管理平台 (3)



图10-4 流动设备管理平台 (4)



10.2 BIM技术安全应用

10.2.1 利用BIM技术进行安全交底

1.通过BIM 技术建筑模型虚拟可视化特点，预先可以在电脑端绘制出各个施工阶段BIM 模型，模型绘制完成，进行项目全方位漫游及虚拟方案施工，从而事先对某些危险源进行识别，做到事先控制，事先防范。

2.充分利用 BIM 模型可视化特点，对诸如高大模板施工、脚手架施工、机电施工、独立支撑施工等（见图10-5、图10-6、图10-7、图10-8）潜在的危险源及工序进行三维安全技术交底，通过模拟转换，以动态视觉展现作业环境，使现场施工人员作业时提前规避安全风险。



图10-5 高大支模施工

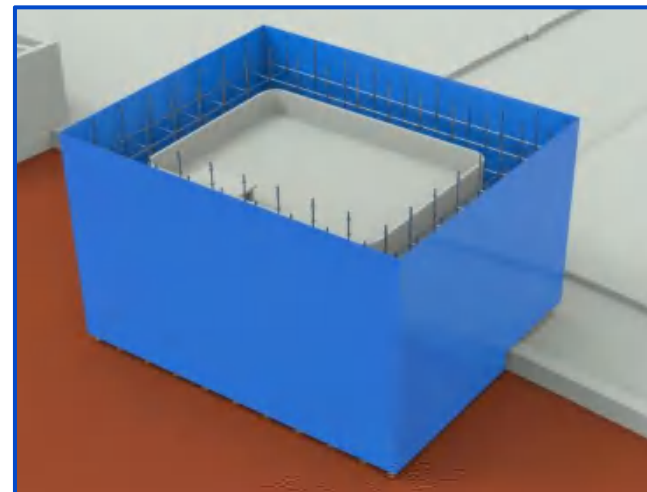


图10-6 脚手架施工



图10-7 机电施工



图10-8 独立支撑施工



10.2 BIM技术安全应用

10.2.2 利用BIM技术进行策划模拟

通过构建三维可视化模型，精准规划场地布局（见图10-9），优化空间利用。结合BIM技术，动态模拟施工流程、专项方案等（见图10-10），验证实施可行性，提前发现潜在安全风险，优化施工方案，实现过程可控。这显著提升策划效率与准确性，有效减少返工浪费，保障施工安全与高效推进。



图10-9 施工阶段BIM策划（1）



图10-9 施工阶段BIM策划（2）



图10-10 BIM技术模拟（1）

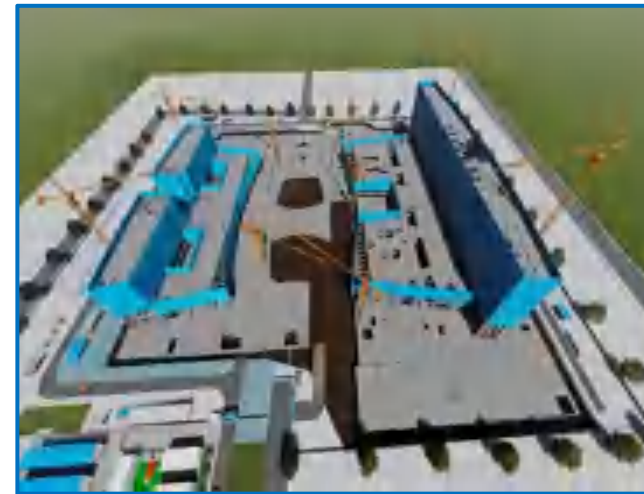


图10-10 BIM技术模拟（2）



10.3 人员智慧监管

10.3.1 智能安全帽系统

由安全帽、智芯（见图10-11）、电脑云端平台组成。对作业人员实时定位（见图10-12），精确人员楼层的位置，全天候记录人员轨迹（见图10-13）；人员靠近危险源区域或久滞未动时，主动发出语音预警，紧急情况可按下SOS紧急呼救按钮（见图10-14），实现人员久滞预警，及时消除人员风险。



图10-11 智能安全帽

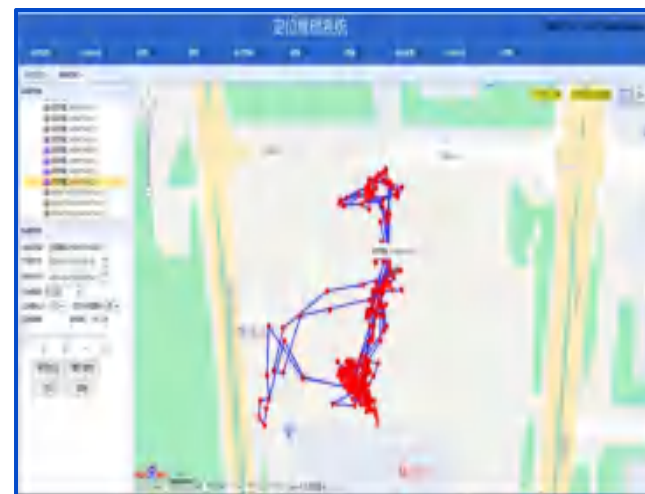


图10-12 人员实时定位轨迹图



图10-13 人员轨迹回放

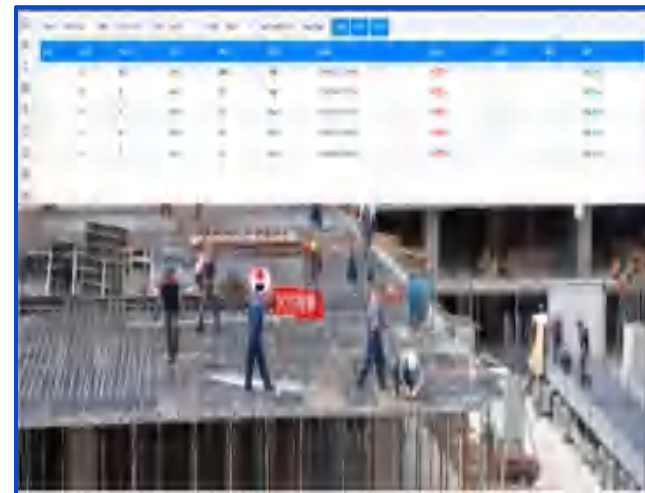


图10-14 被动SOS报警



10.3 人员智慧监管

10.3.2 AI智能监管系统

由监控摄像头、无线网桥、硬盘刻录机组成（见图10-15）。实现区域实时远程视频监控和AI智能识别抓拍，系统可实现场景联动，对进入作业区域的人员流动吸烟（见图10-16）、施工电梯人员超载（见图10-17）、未佩戴安全帽（见图10-18）等安全违章行为进行自动识别，即时发出预警信息。提高现场安全管理效率，及时消除隐患。



图10-15 系统控制中心



图10-16 人数超载识别



图10-17 人数超载识别



图10-18 未戴安全帽识别



10.3 人员智慧监管

10.3.3 智慧安全体验馆

设置与建筑安全相关的体验项目和电子展示设备，如智能体检机、智慧劳保用品展示、电子消防体验（见图10-19）、智能触电体验（见图10-20）、高空坠落体验（安全带体验）、VR模拟体验（见图10-21）等。以行业安全规范为标准，全面识别施工行业常见安全隐患，完成岗前安全意识提升，模拟现场风险学习。



图10-19 电子消防体验



图10-20 智能触电体验



图10-21 VR模拟体验（1）



图10-21 VR模拟体验（2）



10.4 智能装备使用

10.4.1 5G远程控制塔机

5G远程控制塔机利用5G通信实现现场信息采集系统和远程控制系统的信息交互（见图10-22），通过搭建远程操控平台，实现塔机司机的作业环境从高空驾驶舱转变为室内作业（见图10-23）。该技术颠覆了塔机传统的作业模式，降低安全风险，大幅改善作业环境，并通过智能辅助技术提升作业效率。



图10-22 5G塔吊信息交互



图10-23 5G塔吊集控驾驶舱

10.4 智能装备使用

10.4.2 住宅造楼机

住宅造楼机全称超高层住宅高效施工装备集成平台体系（见图10-24），是由钢平台系统、支撑系统、动力及控制系统、模板系统（见图10-25）、挂架系统（见图10-26）、安全防护系统六大系统组成，并集成遥控布料机、可开合雨篷（见图10-27）、自动喷淋装置、模板吊挂、精益建造等功能。

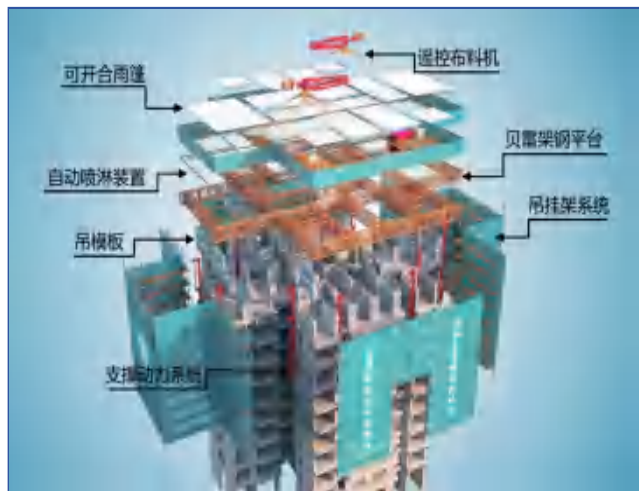


图10-24 住宅造楼机拆分图



图10-25 模板系统

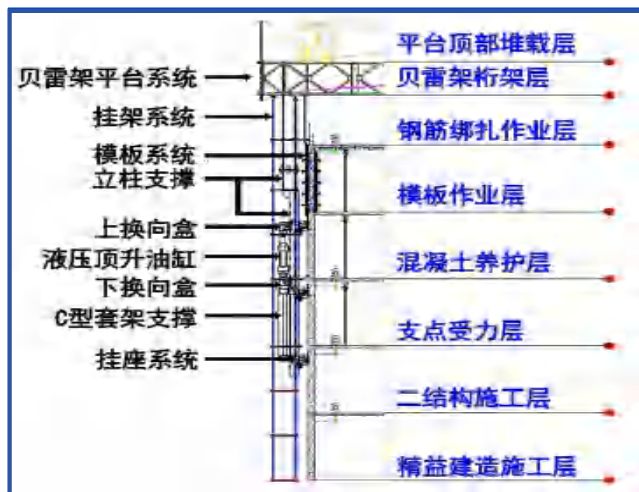


图10-26 挂架系统



图10-27 雨篷系统



10.4 智能装备使用

10.4.2 附属系统设计

1.布料机：顶部布置液压混凝土布料机，作业半径保证楼面基本全覆盖（见图10-28）。

2.井道电梯：顶部布置井道施工电梯，防止倾覆或人员货物坠落，提高运输效率并减小对结构影响（见图10-29）。

3.照明系统：每层挂架上定点安装夜间照明灯，照明线路分开设置，设立单独的开关，线管穿PVC管进行保护（见图10-30）。

4.消防系统：轻型智能顶升模架平台桁架层设置临时消防水箱，在每个楼层位置设置出水口，同时兼作混凝土养护用水，浇水养护混凝土（见图10-31）。



图10-28 遥控布料机

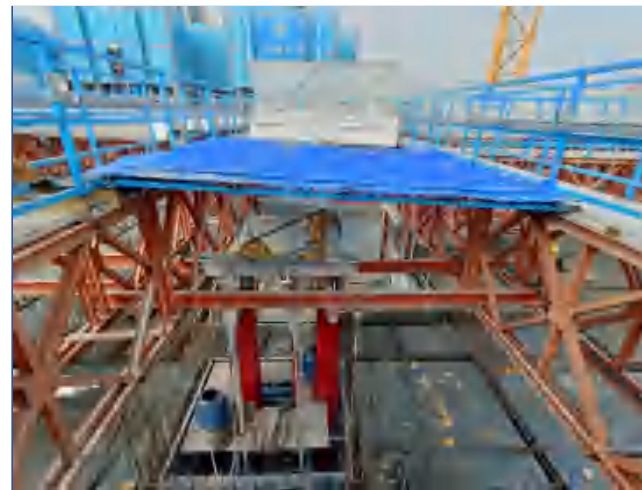


图10-29 井道电梯



图10-30 照明系统



图10-31 消防系统



10.4 智能装备使用

10.4.3 单塔多笼循环运行施工电梯

单塔多笼循环运行施工电梯（见图10-32）采用旋转换轨技术、智能群控调度技术（见图10-33）、三重独立递进式安全保障技术等专利技术，实现单导轨架多个梯笼循环运行，运力倍增，致力于垂直运输设备智能化、无人化、高效化。较传统施工升降设施，实现了单导轨架运力倍增，减少后滞幕墙留设区域，实现无人化货运，极大提高功效，多重递进式安全保障技术确保循环电梯安全运行。



图10-32 单塔多笼循环运行施工电梯

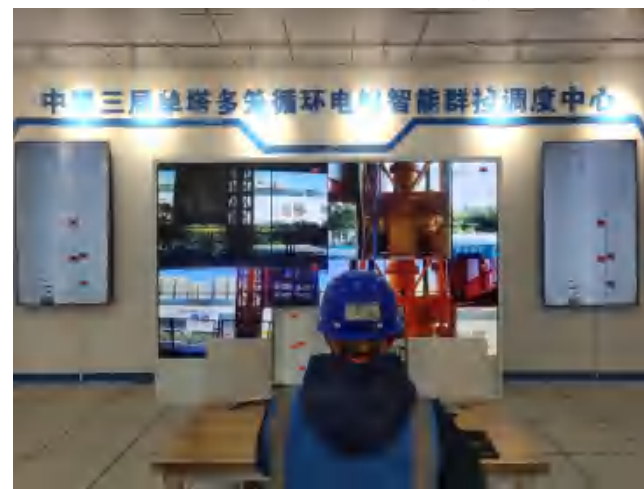


图10-33 智能群控调度中心



10.4 智能装备使用

10.4.4 智能施工电梯

1.通过外呼自动应答（见图10-34）、自动平层（见图10-35）、自动开关门（见图10-36）、一键操作（见图10-37）等先进技术降低操作难度，通过集成安全监控系统、运行通道检测系统及远程视频监控，自动响应楼层外呼和吊笼内选层指令，并借助先进的激光定位与传感器技术，可精准达成毫米级平层停靠。

2.人数自动识别、运行语音提示等智能化功能，实现施工人员与物料运输的全场景数字化管理，搭建全流程自动化运输体系。



图10-34 外呼自动应答



图10-35 自动平层



图10-36 自动开关门



图10-37 一键操作

10.4 智能装备使用

10.4.5 塔机吊钩可视化安全监控系统

由系统主机、显示器、高度传感器、变焦变焦摄像机、无线网桥、硬盘刻录机组成（见图10-38、图10-39、图10-40、图10-41）。通过辅助塔吊司机作业时的清晰视觉，解决视觉死角、语音引导易出差错等吊装难题，杜绝塔司盲吊、隔山吊。保证塔吊作业安全，提高工地现场施工效率、减少安全事故率、减少人工成本。



图10-39 塔机吊钩可视化系统



图10-39 塔机吊钩可视化系统页面



图10-40 塔机吊钩可视化功能页面



图10-41 塔机吊钩可视化显示屏

10.4 智能装备使用

10.4.6 塔机顶升降节安全监控系统

由设备端+云端组成（见图10-42）。做到了现场操作可视化、关键部位状态可视化、人员专业性及在场验证等功能。规范关键工序作业动作，增加数据化旁站监控（见图10-43），实时展示作业人员行为交互，实现企业层面穿透监督，远程视频及状态实时监管（见图10-44），一定程度上降低了顶升降节带来的安全事故，保障了工人的生命及财产安全。



图10-42 系统图

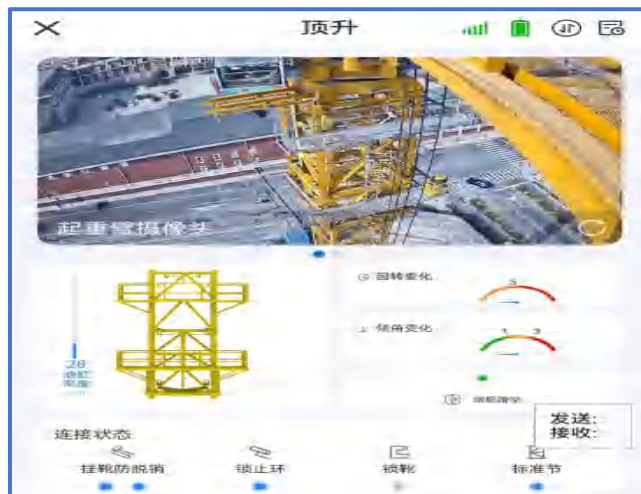


图10-43 旁站监控



图10-44 远程视频监控



10.5 安全智慧监测

10.5.1 高支模安全监测系统

由系统主机、显示器、载重传感器、高度传感器、倾角传感器、门锁传感器、指纹识别器组成（见图10-45、图10-46）。主要实现预警功能、远程监控、数据分析与即时报警。实现模板沉降、立杆轴力、立杆倾斜等多项安全数据的实时采集、实时传输，有效预防因违规堆载、扣件失效、立杆倾斜等引发的整体或局部板面沉降及安全事故的发生；秒级响应，确保同步声光预警，便于紧急排查隐患，安全疏散，并且监测数据实时储存，为施工技术管理提供数据支撑。



图10-45 高支模安全监测系统



图10-46 高支模安全监测装置

10.5 安全智慧监测

10.5.2 卸料平台安全监测系统

由传感器、报警器、主机组成（见图10-47、图10-48），主要智能化安全监测、数据记录、预警及智能控制等功能。该系统能够全方位实时监测卸料平台的运行工况（见图10-49），在有危险源时及时警报，可全程记录卸料平台的运行数据，将工况数据传输到智慧工地管理平台，实现实时采集传感器预警。

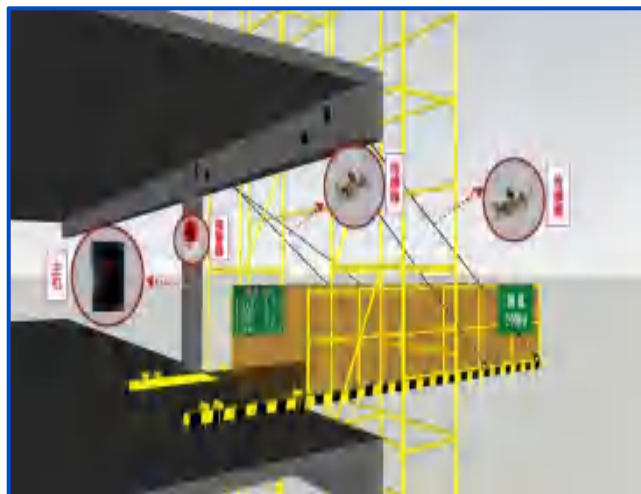


图10-47 卸料平台安全监测系统

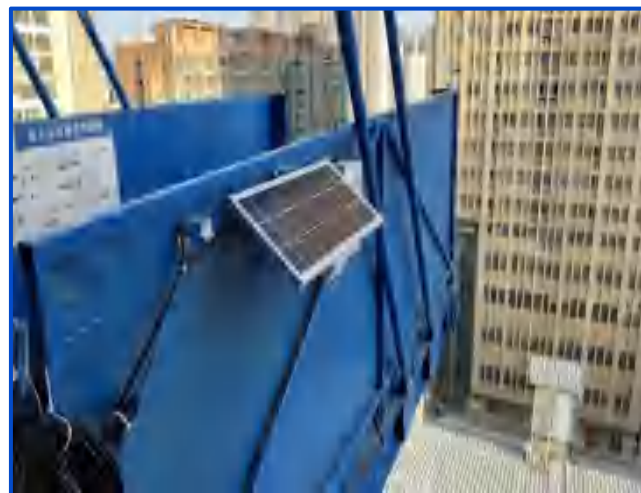


图10-48 卸料平台安全监测装置

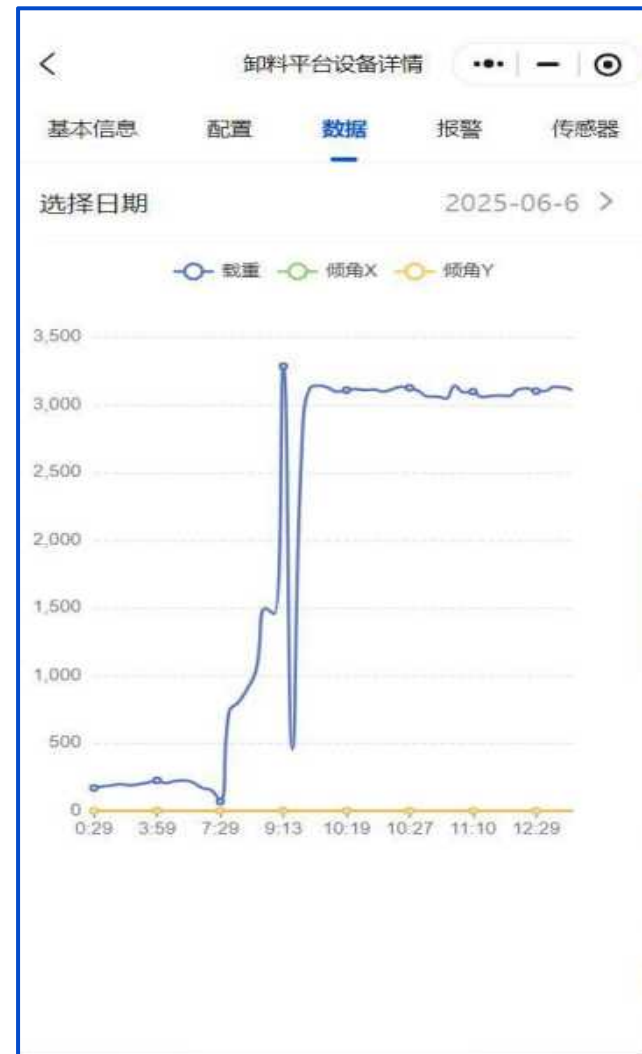


图10-49 卸料平台安全监测数据



10.5 安全智慧监测

10.5.3 安全警示可视听装置

由红外线感应系统，光感原件等组成。从听觉、视觉等多方面进行施工现场安全警示。将安全警示设备悬挂在临边洞口、临边防护等危险源区域，视听结合的智慧提示方式弥补了现场沟通的短板，使安全告知、提醒更清晰准确（见图10-50）。



图10-50 安全警示可视听装置 (1)



图10-50 电子围栏警示装置 (2)

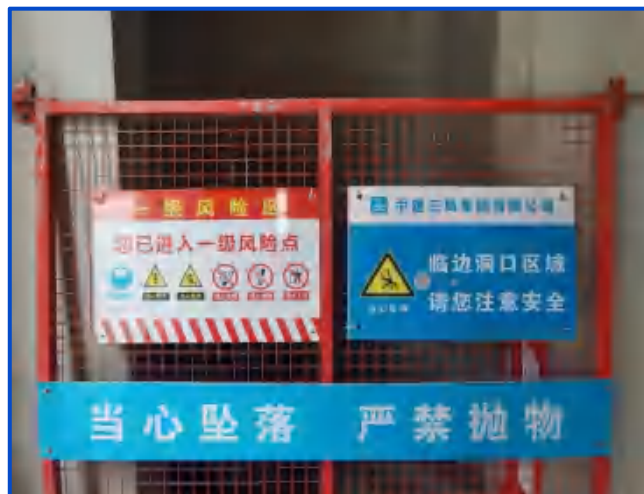


图10-50 临边洞口警示装置 (3)



图10-50 临边防护警示装置 (4)



10.5 安全智慧监测

10.5.4 无人机智能巡检系统

由无人机（见图10-51）、云端平台（见图10-52）组成。针对高风险作业进行实时监控；突发天气（暴雨、大风）后立即巡查现场结构安全稳定性；利用AI智能算法分析图像，识别隐患，生成巡检报告并标注隐患位置，推送至相关人追踪。系统高效全面，无死角覆盖，适用于复杂地形。成本节约，辅助人工巡查，长期使用可降低安全管理支出，提前发现隐患避免事故，减少停工损失和赔偿风险。

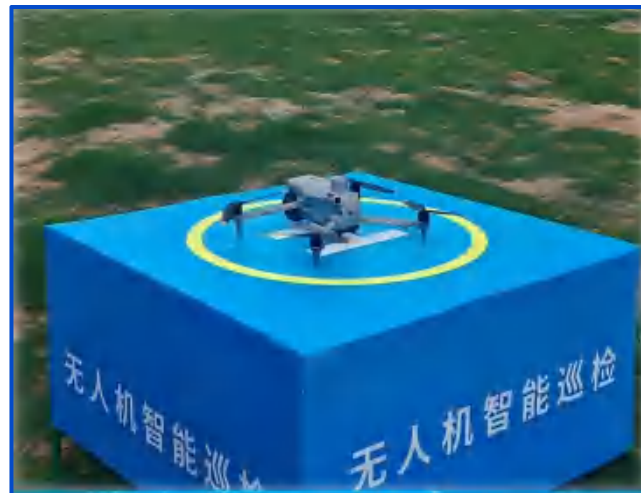


图10-51 无人机



图10-52 无人机云端平台



10.6 建筑机器人使用

10.6.1 腻子涂敷机器人

是一款用于建筑内墙和天花板腻子打磨作业的机器人，具备智能恒力打磨、自动导航、自动路径规划、吸尘集自动排灰、APP远程操作等功能，采用参数化打磨工艺设置，打磨质量稳定可靠，可广泛应用于普通住宅、洋房、商品房、公寓、办公楼等精装修或工业装修场景（见图10-53）。

10.6.2 砼浇筑机器人

是针对建筑混凝土施工场景设计的自动化设备。专门用于填充墙构造柱、门窗过梁、卫生间反坎等小体积、高频率的混凝土浇筑作业，替代传统人工支模、浇筑方式（见图10-54）。



图10-53 腻子涂敷机器人



图10-54 砼浇筑机器人



10.6 建筑机器人使用

10.6.3 ALC立板机器人

是一种用于安装各种类型墙板的机器设备，通常使用在建筑和装修领域，采用先进的技术和设计，具有条板360° 翻转调位和安全锁定功能，现场轻松安装，大大降低劳动强度（见图10-55）。

10.6.4 螺杆洞封堵机器人

集孔洞识别、精准注浆、表面整平、质量检测于一体，可自动化完成螺杆洞清理、填充、压实及修复全流程作业，显著提升封堵效率与防水性能，降低人工成本与渗漏风险，适用于住宅、商业综合体、公共建筑等各类现浇混凝土墙体的后期修补场景（见图10-56）。



图10-55 ALC立板机器人



图10-56 螺杆洞封堵机器人



10.6 建筑机器人使用

10.6.5 智能巡检机器人

搭载激光雷达、摄像头和超声波传感器，利用SLAM（即时定位与地图构建）技术实现复杂环境下的自主避障和路径规划。结合人脸识别和穿戴式设备检测，识别未戴安全帽、反光衣的人员。在深基坑或高压电箱周边设置电子围栏，一旦有人闯入，机器人可发出声光警告（见图10-57）。

10.6.6 外墙喷涂机器人

适用于乳胶漆喷涂、水包水、水包砂多彩漆以及浮雕漆喷涂；机器人具有超速限制、超载监测、应急释放、姿态监测、风速监测、故障报警等安全功能，有效保障机器人高空作业的安全性（见图10-58）。



图10-57 智能巡检机器人



图10-58 外墙喷涂机器人



10.6 建筑机器人使用

10.6.7 焊接机器人

是一款用于高层钢结构框架焊接、装配式建筑预制构件焊接的智能化工业设备。通过融合AI视觉识别、多轴联动控制、自适应焊接算法等核心技术，实现了焊接作业的自动化、标准化与高效化，显著提升工程焊接质量与施工安全性，发挥出机器人焊接的最佳效率及焊接效果（见图10-59）。



图10-59 焊接机器人

10.6.8 混凝土天花板打磨机器人

是一款专为建筑混凝土天花板表面处理设计的智能化施工设备，其通过3D视觉扫描与AI算法精准定位缺陷区域，结合自适应打磨工艺，实现无人化作业，适用于住宅、商业综合体、工业厂房等场景（见图10-60）。



图10-60 混凝土天花板打磨机器人



10.6 建筑机器人使用

10.6.9 地库抹光机器人

可用于地库、广场、厂房、机场、商城等需大面积混凝土收面抹光的作业场景，该产品通过全自动（需安装辅助基站）和遥控两种模式，在现浇式建筑混凝土表面自动施工，进行大面积地坪混凝土压实、提浆、收面、抹光作业（见图10-61）。

10.6.10 地面整平机器人

适用于住宅、商业建筑、厂房、地下车库等场景，可大幅提升施工效率与平整度标准，减少对人工经验的依赖。同时可以对接BIM模型，实现施工数据云端同步，支持远程监控与进度追踪；自动生成施工报告，记录整平厚度、面积等关键参数，便于质量追溯（见图10-62）。



图10-61 地面抹光机器人



图10-62 地面整平机器人

