

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	4
3.1	施工管理	4
3.2	施工技术	4
3.3	施工质量与安全	5
4	模板工程	7
4.1	一般规定	7
4.2	砖胎模施工工艺	9
4.3	胶合板（木）模板施工工艺	13
4.4	铝合金模板施工工艺	21
4.5	大模板施工工艺	31
4.6	液压滑升/爬升模板施工工艺	34
4.7	组合钢模板施工工艺	42
5	钢筋工程	50
5.1	一般规定	50
5.2	钢筋加工制作	55
5.3	钢筋绑扎与安装	61
5.4	钢筋电渣压力焊接	70
5.5	钢筋电弧焊接	75
5.6	钢筋直螺纹连接	82
6	预应力工程	86
6.1	一般规定	86
6.2	先张法预应力工程施工工艺	87

6.3 后张法预应力工程施工工艺	92
7 混凝土制备	119
7.1 一般规定	119
7.2 现场搅拌混凝土制备施工工艺	120
8 现浇混凝土结构工程	126
8.1 一般规定	126
8.2 普通混凝土施工工艺	130
8.3 型钢混凝土组合结构施工工艺	137
8.4 桩基水下混凝土施工工艺	150
8.5 施工缝与后浇带混凝土施工工艺	154
8.6 大体积混凝土施工工艺	156
9 装配式混凝土结构工程	162
9.1 一般规定	162
9.2 装配式混凝土结构施工工艺	164
10 季节性施工	176
10.1 一般规定	176
10.2 高温施工	176
10.3 雨期施工	178
10.4 冬期施工	178
11 绿色施工	182
11.1 一般规定	182
11.2 环境保护措施	182
11.3 资源节约措施	184
11.4 人力资源节约和保护措施	185
附录 A 检查表与验收表	186
附录 B 常用钢筋的几何及重量参数	195
本规程用词说明	197
引用标准名录	198
附：条文说明	199

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
3.1	Construction Management	4
3.2	Construction Technology	4
3.3	Construction Quality and Safety	5
4	Formwork	7
4.1	General Requirements	7
4.2	Construction Technology of Brick Formwork	9
4.3	Construction Technology of Plywood (Wood) Formwork	13
4.4	Construction Process of Aluminum Alloy Formwork	21
4.5	Construction Technology of Large Formwork	31
4.6	Construction Technology of Hydraulic Sliding Formwork	34
4.7	Construction Technology of Combined Steel Formwork	42
5	Reinforcement	50
5.1	General Requirements	50
5.2	Reinforcement Fabrication	55
5.3	Reinforcement Binding and Installation	61
5.4	Electric Slag Pressure Welding of Steel Bars	70
5.5	Steel Bar Arc Welding	75
5.6	Steel Bar Rolling Straight Thread Connection	82
6	Prestress Engineering	86
6.1	General Requirements	86
6.2	Construction Technology of Pre Tensioning Method for Prestressed	

Engineering.....	87
6.3 Construction Technology of Post Tensioning Prestressing Engineering.....	92
7 On Site Concrete Production.....	119
7.1 General Requirements.....	119
7.2 On Site Mixing Concrete Production and Construction Technology.....	120
8 Cast in Place Structural Engineering.....	126
8.1 General Requirements.....	126
8.2 Ordinary Concrete Construction Technology.....	130
8.3 Construction Technology for Steel-Concrete Composite Structures.....	137
8.4 Underwater Concrete Construction Technology for Pile Foundations.....	150
8.5 Construction Joint and Post-Construction Joint Concrete Construction Technology.....	154
8.6 Construction Technology of Large Volume Concrete.....	156
9 Prefabricated Concrete Structure Engineering.....	162
9.1 General Requirements.....	162
9.2 Construction Technology of Prefabricated Concrete Structure.....	164
10 Seasonal Construction.....	176
10.1 General Requirements.....	176
10.2 High-Temperature Construction.....	176
10.3 Rainy Weather Requirements.....	178
10.4 Winter Construction.....	178
11 Green Construction.....	182
11.1 General Requirements.....	182
11.2 Environmental Protection Measures.....	182
11.3 Resource-Saving Measures in Construction.....	184

11.4 Labor Cost-Saving and Workforce Protection Measures in Construction	185
Appendix A Checklist and Acceptance Form	186
Appendix B Geometric and Weight Parameters of Common Reinforcing Steel Bars	195
Explanation of Wording in This Code	197
List of Quoted Standards	198
Explanation of Provisions	199

1 总 则

- 1.0.1** 为规范混凝土工程施工,做到质量可靠、经济合理、安全适用、节能环保,制定本规程。
- 1.0.2** 本规程适用于建筑工程普通混凝土工程施工,不适用于高性能混凝土、轻骨料混凝土、自密实混凝土、再生骨料混凝土、纤维混凝土等有特殊要求的混凝土工程施工。
- 1.0.3** 混凝土工程施工除应执行本规程外,尚应符合国家、行业及广西现行相关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 混凝土结构 concrete structure

以混凝土为主制成的结构，可分为现浇混凝土结构和装配式混凝土结构。

2.0.2 现浇混凝土结构 cast-in-situ concrete structure

在现场支模并整体浇筑而成的混凝土结构，简称现浇结构。

2.0.3 混凝土工作性 workability of concrete

混凝土拌合物满足施工操作要求及保证混凝土均匀密实应具备的特性，主要包括流动性、黏聚性和保水性。

2.0.4 先张法 pre-tensioning

在台座或模板上先张拉预应力筋并用夹具临时固定，再浇筑混凝土，待混凝土达到规定强度后，放张预应力筋，通过预应力筋与混凝土的粘结力，使混凝土产生预压应力的施工方法。

2.0.5 后张法 post-tensioning

在混凝土达到规定强度的构件或结构中，张拉预应力筋并用锚具永久固定，使混凝土产生预压应力的施工方法。

2.0.6 施工缝 construction joint

因设计要求或施工需要分段浇筑而在先、后浇筑的混凝土之间所形成的接缝。

2.0.7 后浇带 post-cast strip

考虑环境温度变化、混凝土收缩、结构不均匀沉降等因素，将梁、板（包括基础底板）、墙划分为若干部分，经过一定时间后再浇筑的具有一定宽度的混凝土带。

2.0.8 跳仓法 alternative bay construction method

将超长混凝土块体分为若干小块体的施工方法。

2.0.9 绿色施工 green construction

在保证质量、安全等要求的前提下，通过科学管理和技术进步，最大限度地节约资源，减少对环境负面影响，实现环境保护、节材、节水、节能、节地、节约人力资源的施工活动。

广西壮族自治区住房和城乡建设厅
公开信息浏览

3 基本规定

3.1 施工管理

3.1.1 混凝土结构工程的施工单位应具备相应的资质，并应建立相应的质量管理体系、施工质量控制措施和检验制度。

3.1.2 施工项目部的机构设置和人员配置，应满足混凝土结构施工管理的需要。施工操作人员应经过技能和安全教育培训，特殊工种应持证上岗。

3.1.3 施工前，应由建设单位组织设计、施工、监理等单位对设计文件进行交底和会审。由施工单位完成的深化设计文件应经原设计单位确认。

3.1.4 施工单位应根据设计文件、施工组织设计，结合项目实际情况，编制施工方案，经监理单位审核批准，并向施工操作人员进行详细的技术交底后组织实施。

3.1.5 施工及监理单位应负责混凝土结构施工全过程资料的编制、收集、整理和归档，并保证工程质量技术资料真实有效、齐全完整。

3.1.6 混凝土结构施工过程宜采用绿色施工及信息化技术。

3.2 施工技术

3.2.1 混凝土结构施工前，应根据结构类型、特点和施工条件，策划好浇筑顺序、施工缝的留设、关键工序等内容，并应做好材料、设备、人员等各项准备工作。

3.2.2 当出现以下情形之一时，宜在施工过程中开展监控监测工作，并需依据监控监测结果及时对施工控制措施予以调整。

1 结构复杂的混凝土结构工程项目；

2 施工荷载较大, 或高度、跨度超出一定限值的混凝土结构工程项目;

3 地质条件复杂且施工环境条件特殊的混凝土结构工程项目。

3.2.3 混凝土结构施工中首次使用的新技术、新工艺、新材料或新设备, 应按相关规定进行评审、备案, 并在施工前应对施工工艺进行评价, 制订专项施工方案。

3.3 施工质量与安全

3.3.1 在混凝土结构工程施工过程中, 应落实三检制度, 前一道施工工序质量检查合格后方可进行下一道工序的施工。

3.3.2 在混凝土结构工程施工过程中, 应对隐蔽工程进行验收, 对重要工序和关键部位应加强质量检查或进行测试, 并应做好详细记录, 同时应留存影像资料。

3.3.3 施工过程所使用的材料、产品和设备, 应符合国家现行相关标准、设计文件和施工方案的规定。

3.3.4 原材料、半成品和成品进场时, 应对其规格、型号、外观和质量证明文件等进行检查, 并应按国家现行相关标准的规定进行见证取样及送检工作。

3.3.5 材料进场后, 应按种类、规格、批次分开贮存与堆放, 并应标识清楚。储存与堆放的条件不应影响材料品质。

3.3.6 施工中为各种检验目的所制作的试件应具有真实性和代表性, 并应符合下列规定:

1 试件应及时进行唯一性标识;

2 混凝土试件的抽样方法、抽样地点、抽样数量、养护条件、制作要求、试验龄期等应符合国家现行相关标准的规定;

3 钢筋试件、预应力筋试件的抽样方法、抽样数量、制作要求和试验方法等应符合国家现行相关标准的规定。

3.3.7 混凝土工程施工涉及的超过一定规模危险性较大的分部

分项工程应编制专项施工方案，并按规定通过专家论证后方可施工。

广西壮族自治区住房和城乡建设厅
公开信息浏览

4 模板工程

4.1 一般规定

- 4.1.1** 模板工程施工前应编制专项施工方案,施工方案应包括模板及支架的类型,模板及支架的材料要求,模板及支架的设计,模板及支架安拆工艺,施工安全和应急措施(预案),监测监控、文明施工、环境保护等技术要求。
- 4.1.2** 模板及支架形式选择应满足工程结构形式、质量安全控制及现场操作便利的要求。
- 4.1.3** 模板及支架宜选用轻质、高强、耐用的材料,连接件宜选用标准定型产品。材料的技术指标应符合国家现行相关标准的规定。
- 4.1.4** 模板应按图加工、制作,模板板面拼缝处应密封。地下室外墙和有防水要求的墙体模板对拉螺栓中部应设止水片,止水片应与对拉螺栓环焊。人防工程临空墙、门框墙的模板安装,其固定模板的对拉螺杆上严禁采用套管、混凝土预制件等。
- 4.1.5** 模板和支架的设计应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的相关规定。
- 4.1.6** 从事模板作业的人员,应经安全技术培训。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。
- 4.1.7** 模板安装时应进行测量放线,并应采取保证模板位置准确的定位措施。
- 4.1.8** 现浇构件模板安装的允许偏差和检验方法应符合表4.1.8的规定。

表 4.1.8 现浇构件模板安装的允许偏差和检验方法

项目	允许偏差 (mm)	检验方法
轴线位移	5	尺量检查
底模上表面标高	±5	水准仪或拉线、钢尺检查
截面尺寸	基础	±10
	柱、墙、梁	±5
	楼梯相邻踏步高差	±5
层高垂直度	不大于 6m	8
	小于 6m	10
相邻两板表面高低差	2	钢尺检查
表面平整度	5	2m 靠尺和楔形塞尺检查

4.1.9 模板体系应采取可靠的抗侧移、抗浮、防倾覆和防坍塌措施。

4.1.10 脱模剂应有一定的成膜强度，且不应影响脱模后混凝土表面的后期装饰。严禁使用废机油等影响混凝土结构的材料。

4.1.11 在混凝土浇筑前，应对模板工程进行验收。混凝土浇筑时，应对模板及支架进行观察和维护。发生异常情况时，应及时进行处理。

4.1.12 当采用清水混凝土施工工艺时，应符合下列规定：

1 模板材料应具备较好刚度及强度，无变形现象，且下料尺寸精确，面板接缝应平整严密；

2 模板安装应稳固，主次龙骨加固到位，浇筑过程应避免出现胀模、偏位等现象；

3 混凝土浇筑过程应振捣，混凝土振捣应密实；

4 模板拆除后应及时清理、修复，并做好成品保护措施。

4.1.13 一般模板工程的安全检查应符合附录 A 表 A.0.1 的规定，高大模板支架的安全检查应符合附录 A 表 A.0.2 的规定。一般模板支架验收应符合附录 A 表 A.0.3 的规定，高大模板支架验收应符合附录 A 表 A.0.4 的规定。扣件拧紧抽样检查应符合附录 A

表 A.0.5 的规定。检查、验收记录应存档。

4.1.14 模板拆除应符合下列规定：

1 模板拆除时，应按先支的后拆、后支的先拆，由上往下有序拆除。先拆非承重部位，后拆承重部位。应先拆柱、墙模板，再拆楼板底板、梁侧模板，最后拆梁底模板；

2 侧模拆除时的混凝土强度应能保证其表面及棱角不受损伤；

3 多层连续支模的底层支架拆除时间，应根据楼层间的荷载分配和混凝土强度增长情况来确定；

4 底模拆除时的混凝土强度应满足设计要求，当设计无具体要求时，同条件养护的混凝土立方体试件抗压强度应符合表 4.1.14 的规定：

表 4.1.14 底模拆除时的混凝土强度要求

构件类型	构件跨度 (m)	达到设计混凝土强度等级值的百分率 (%)
板	≤ 2	≥ 50
	$> 2, \leq 8$	≥ 75
	> 8	≥ 100
梁、拱、壳	≤ 8	≥ 75
	> 8	≥ 100
悬臂结构		≥ 100

4.2 砖胎模施工工艺

I 施工准备

4.2.1 砖胎模主要材料应符合下列规定：

1 砖胎模采用的砖材强度应满足设计要求，且须具备一定的耐水性能。严禁采用国家明令淘汰的材料；

2 水泥进场时应对其品种、等级、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，并应对其强度、安定性进行复验，其质量必须符

合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的相关规定。当在使用中对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过三个月、快硬硅酸盐水泥超过一个月时，应复查试验，并按复验结果使用；不同品种的水泥，不得混合使用；

3 砂浆用砂宜采用过筛中砂，并应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52 的相关规定；砂中不应混有草根、树叶、树枝、塑料、煤块、炉渣等杂物；人工砂、山砂及特细砂，应经试配能满足砌筑砂浆技术条件要求；

4 拌制水泥混合砂浆的粉煤灰、建筑生石灰、建筑生石灰粉的品质指标应符合现行行业标准《粉煤灰在混凝土及砂浆中应用技术规程》JGJ 28、《建筑生石灰》JC/T 479、《建筑生石灰粉》JC/T 480 的相关规定；

5 拌制砂浆用水的水质，应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的相关规定。

4.2.2 主要机具包括砂浆搅拌机、筛砂机、储砂浆桶（斗）、各砌筑用具等。

4.2.3 作业条件应符合下列规定：

1 应对操作人员进行技术交底；

2 基坑验槽完成，并办理隐蔽验收手续；

3 复核轴线无误，放出砖胎膜外边线，完成标高测设，地下水位降至垫层底标高以下；

4 施工机具调试完毕，人员、工具按工种配置到位，特种作业人员持证上岗；

5 完成班前安全交底，重点强调临边防护、机械操作及高空作业安全规范。

II 施工工艺

4.2.4 砖胎模施工工艺流程见图 4.2.4。

垫层施工→砖胎模砌筑→内侧抹灰（如需要）→防水层施工（如需要）→

外侧土方回填

图 4.2.4 砖胎模施工工艺流程图

4.2.5 砖胎模垫层施工前应对基层进行清理和找平, 垫层宜为素混凝土或砂浆垫层, 垫层表面标高应符合设计要求。砖胎模施工前, 垫层表面应清扫干净, 洒水湿润, 但表面不得有积水。

4.2.6 砖胎模的厚度及构造措施应根据高度、宽度及承受的侧压力进行设计计算, 当纯砌体无法满足侧压力要求时, 应设置构造柱或内支撑等措施。砖胎模砌筑应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的相关规定。

4.2.7 砖胎模兼做防水基层时, 内侧表面需采用水泥砂浆进行找平, 并应符合下列规定:

1 砌体表面应清理干净, 并提前 1 天洒水湿润, 无明水后方可进行抹灰施工;

2 抹灰应分层抹压, 素凝前压实收光, 抹灰厚度宜控制在 20mm;

3 阴阳角部位应抹成圆弧形;

4 砖胎模砌筑完成后, 应对砖胎模的轴线位置、标高、垂直度、截面尺寸等进行验收;

5 基层抹灰应洒水养护, 收缩稳定后方能施工防水层。

4.2.8 防水层施工应符合下列规定:

1 防水卷材铺设应严密贴合, 搭接宽度应不小于 80mm, 接缝应错缝拼接, 收头部位应上翻至砖胎模顶部并外延不小于 50mm;

2 阴阳角、变形缝等部位应增设附加层, 并应粘贴密实无空鼓;

3 桩头、管根等细部应采用双面自粘卷材加强, 并应采用密封胶封闭。

4.2.9 土方回填应符合下列规定:

1 砖胎模砌筑砂浆强度应达到设计强度的 75% 及以上时, 方

可进行土方回填；

2 回填土应分层对称回填，每层虚铺厚度不应大于 250mm，采用蛙式打夯机分层夯实，夯实 3~4 遍，压实系数应满足设计要求；

3 距砖胎模外表面 500mm 范围内，回填土应采用人工分层回填，严禁机械振动碾压或碰撞胎模。

III 成品保护

4.2.10 高度大于 1m 的砖胎模应在回填前设置内撑，尤其电梯坑、集水井等深坑部位需加强支撑，防止土方侧压破坏。

4.2.11 严禁在砖胎模附近使用大型机械作业，土方开挖或回填时需设置防护栏或警示标志，防止碰撞胎模结构。

4.2.12 禁止在砖胎模顶部或周边集中堆放钢管、钢筋、设备等过重材料，荷载应分散布置且距砖胎模边缘不小于 1m。

IV 施工注意事项

4.2.13 砌筑时需挂线施工，每砌筑 3 皮至 5 皮砖应拉线检查垂直度及平整度，确保轴线位置准确。

4.2.14 高度超过 1.2m 的砖胎模需搭设脚手架，且每层砌筑高度不宜超过 2m，深基坑（如电梯井）需分段分层砌筑并设置外八字脚等加固措施。

4.2.15 深基坑回填前，应在砖胎模内侧设置钢管或木方支撑，水平间距不应大于 1.5m，并采用斜撑或对顶方式与砖胎模墙体可靠固定。

4.2.16 雨季施工时，砖胎模顶部及周边需覆盖防雨布，避免雨水冲刷导致砂浆流失或软化。

4.2.17 基坑周边设置排水沟及集水井，及时抽排积水，防止土体浸泡导致胎模侧压增大。

V 质量记录

4.2.18 质量记录宜包含下列内容:

- 1 砖胎模工程技术交底;
- 2 砖砌体检测报告;
- 3 砂浆配合比及强度报告;
- 4 砖胎模模板安装检验批记录(或砖砌体检验批质量验收记录);
- 5 砖胎模隐蔽工程验收记录。

4.3 胶合板(木)模板施工工艺

I 施工准备

4.3.1 主要材料应符合下列规定:

1 胶合板(木模板)及木枋宜采用胶合夹板以及I或II等松木、杉木,并应符合现行国家标准《混凝土模板用胶合板》GB/T 17656、《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206和《木结构设计标准》GB 50005的相关规定;

2 钢管、扣件进场应有产品合格证、质量检验报告,并应符合现行行业标准《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130的相关规定。

4.3.2 主要机具包括模板切割机、木锯、活动(套口)板子、水平尺、水平仪、全站仪、钢卷尺等。

4.3.3 作业条件应符合下列规定:

- 1 应按施工方案要求对操作人员进行技术交底;
- 2 钢筋及各种预埋件应隐蔽验收合格;
- 3 模板施工前应涂刷脱模剂。

II 基础木模板施工工艺

4.3.4 基础模板施工工艺流程见图 4.3.4。

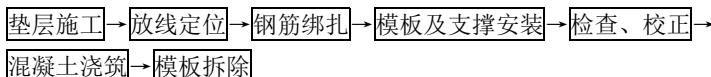


图 4.3.4 基础模板施工工艺流程图

- 4.3.5 基础模板底部应采用水泥砂浆或素混凝土垫层。
- 4.3.6 基础模板安装前,应在找平层上测放出模板的安装控制线。
- 4.3.7 基础模板封模前应进行钢筋隐蔽验收。钢筋绑扎应符合本规程第 5.3 节的相关规定。
- 4.3.8 模板及支撑安装应符合下列规定:
- 1 当为阶形基础时,应先安装第一阶模板及支撑,模板底部采用砂浆进行填塞密封。然后在第一阶模板顶部钉设板条,作为第二阶吊模支承基础,并宜采用斜撑或围箍对吊模侧面进行加固;
 - 2 当为条形基础时,应先安装侧板和端头板,并对准边线和中心线,用水平尺校正侧板顶面水平,经检测无误差后,用斜撑、水平撑或拉撑钉牢。
- 4.3.9 模板安装完成后,应检查斜撑及拉杆是否稳固、复核各部位尺寸和标高是否准确。当模板安装存在偏差时,应及时进行调整校正,并应符合本规程第 4.1.8 条的规定。
- 4.3.10 混凝土浇筑应符合本规程第 8 章的相关规定。
- 4.3.11 模板拆除应符合本规程第 4.1.14 条的规定。

III 剪力墙、柱模板施工工艺

- 4.3.12 剪力墙、柱模板施工工艺流程见图 4.3.12。

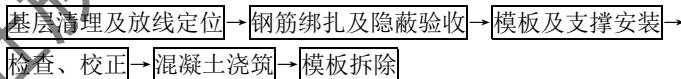


图 4.3.12 剪力墙、柱模板施工工艺流程图

- 4.3.13 模板安装前应对基层进行清理、凿毛,并根据施工图,测放出墙体模板控制线和安装边线。
- 4.3.14 钢筋绑扎及隐蔽验收应符合本规程第 5.3 节的相关规定。
- 4.3.15 模板及支撑安装应符合下列规定:
- 1 沿模板安装边线外侧钉设压脚板,压脚板宽度不宜小于

50mm；

- 2 剪力墙模板安装应符合下列规定：**
 - 1) 墙体模板应分层安装，先安装好墙体一侧模板，然后设置穿墙螺杆及套管，再安装另一侧墙体模板。模板间拼缝应错开搭接，模板次龙骨随着模板安装进度同步设置；**
 - 2) 穿墙螺杆与墙模板应垂直，松紧应一致，并应与龙骨可靠连接。螺母应紧固到位，不得松动。用于防水混凝土结构的穿墙螺杆宜采用工具式螺栓或螺栓加堵头，螺栓上应加焊方形止水环，拆模后应将留下的凹槽用密封材料封堵密实，并应采用聚合物水泥砂浆抹平。**
 - 3) 洞口处模板应严格按照轴线和控制线进行安装，内侧支撑应采取加固措施；**
 - 4) 剪力墙两侧模板及侧面封口模板安装完毕后，对模板垂直度进行初调并安装主龙骨，主龙骨间距及拉结措施应满足施工方案要求；**
 - 5) 剪力墙模板安装完毕后，设置斜撑或拉杆，当墙体高度超过 2m 时，上部墙体模板应与脚手架进行刚性拉结固定；**
- 3 柱子模板安装应符合下列规定：**
 - 1) 现场拼装柱模时，应采用临时支撑进行固定，斜撑与地面的倾角宜为 60°；**
 - 2) 待柱模就位组拼并经校正无误后，应自下而上逐道安装柱箍。柱箍的材质、规格及间距应符合施工方案的要求，柱箍应安装牢固、紧贴模板。对于大截面柱，应按施工方案要求增设对拉螺杆。对拉螺杆应穿入 PVC 套管，两端通过山形卡、螺母与柱箍连接并紧固，螺母应对称、均匀拧紧；**
 - 3) 柱模校正后，应采用斜撑或水平撑等加固措施。当高**

度超过4m时，应群体或成列同时支模，并应将支撑连成一体，形成整体框架体系。当需单根支模时，柱宽大于500mm应每边在同一标高上设不得少于两根斜撑或水平撑。斜撑与地面的夹角宜为45°～60°，下端尚应有防滑移的措施；

4) 角柱模板的支撑，除满足上款要求外，还应在里侧设置能承受拉、压力的斜撑。

4.3.16 模板安装完成后，应对其垂直度、模板拼缝、扣件螺栓紧固程度、预埋管件等进行检查复核。当模板安装存在偏差时，应及时进行调整校正，并应符合本规程第4.1.8条的规定。

4.3.17 柱子高度超过2m时应分层浇筑，并应符合本规程第8章的相关规定。

4.3.18 模板拆除应符合本规程第4.1.14条的规定。

IV 梁、板模板施工工艺

4.3.19 梁、板模板施工工艺流程见图4.3.19。



图4.3.19 梁、板模板施工工艺流程图

4.3.20 放线定位应符合下列规定：

1 安装梁、板模板前，应在基层上测放楼层控制轴线以及梁体边线；

2 支架立杆搭设前，应根据施工方案及现场具体情况对立杆安装位置进行定位。

4.3.21 当采用扣件式钢管支撑架体时，支撑架安装应符合下列规定：

1 支撑架搭设所采用的钢管、扣件规格，应满足设计要求；立杆纵距、立杆横距、步距及构造应满足专项施工方案的要求。

2 立杆设置应符合下列规定：

- 1) 立杆基础应平整，并应具有足够的承载强度；
- 2) 立杆底部应设置底座或垫板，立杆纵距、横距不应大于 1.4m，梁、板立杆设置间距应成模数，支架步距不应大于 1.8m；
- 3) 立杆接长除顶层步距可采用搭接外，其余各层步距接头应采用对接扣件连接，两个相邻立杆的接头不应设置在同一步距内；
- 4) 支架立杆搭设的垂直偏差不宜大于 1/200。
- 3 水平杆设置应符合下列规定：
- 1) 立杆的上下两端应设置双向水平杆，双向水平杆与立杆的连接扣件之间距离不应大于 150mm；
- 2) 扫地杆距立杆底部不宜大于 200mm；
- 3) 水平杆接长应采用对接或搭接连接，并在架体范围内双向拉通。立杆存在高低跨的部位，高处水平杆应向低处延长两跨与立杆固定，高低差不应大于 1m。
- 4 剪刀撑设置应符合下列规定：
- 1) 支架周边应连续设置全高全幅竖向剪刀撑；支架长度或宽度大于 6m 时，应设置中部纵向或横向剪刀撑，剪刀撑的间距和单幅剪刀撑的宽度均不宜大于 8m，剪刀撑与水平杆的夹角宜为 45° ~60° ；
- 2) 支架高度大于 3 倍步距时，支架顶部宜设置一道水平剪刀撑，剪刀撑应延伸至周边；
- 3) 剪刀撑的接长应采用搭接或对接。
- 5 立杆、水平杆、剪刀撑采用搭接接长时，搭接长度不应小于 0.7m，且应采用不少于 3 个扣件连接，扣件盖板边缘至杆端距离不应小于 100mm；
- 6 模板支架的顶托螺杆伸出长度不宜超过 200mm，插入立杆内长度不应小于 150mm，可调底座伸出长度不应超过 300mm；
- 7 扣件螺栓的拧紧力矩不应小于 40N · m，不应大于

65N·m。安装完成后的扣件螺栓应采用力矩扳手抽样检查；

8 高大模板支撑架体构造除应符合上述规定外，尚应符合下列规定：

- 1) 立杆纵距、横距不应大于1.2m，步距不应大于1.5m；
- 2) 封顶杆（顶部横杆）位置、扫地杆位置应全平面设置水平剪刀撑；
- 3) 支架内部应按每4.5m设1道全平面水平剪刀撑；
- 4) 支架内部应分别设置纵横两向竖直剪刀撑，设置间距不应大于4m；
- 5) 支撑架体应与构筑物进行有效连接；
- 6) 截面高度达到或超过1.2m的梁，应直接用立杆或立杆顶部的可调顶托承重，并应在其底模两侧支承梁的立杆上，沿梁两侧各设置一道竖直剪刀撑。

4.3.22 采用承插型盘扣式等工具式钢管支架支撑体系安装施工时，支撑架安装除应符合本规程第4.3.21条的规定外，尚应符合下列规定：

1 当搭设高度不超过8m的模板支架时，步距不宜超过1.5m，支架架体四周外立面向内第一跨每层均应设置竖向斜杆，架体整体底层以及顶层均应设置竖向斜杆，并应在架体内部区域每隔5跨由底至顶纵、横向均设置竖向斜杆或采用扣件钢管搭设的剪刀撑。当架体高度超过4个步距时，应设置顶层水平斜杆或扣件钢管水平剪刀撑；

2 当搭设高度超过8m的模板支架时，竖向斜杆应满布设置，水平杆的步距不得大于1.5m，沿高度每隔4个~6个标准步距应设置水平层斜杆或扣件钢管剪刀撑。并应与周边结构形成可靠拉结；

3 当模板支架搭设成无侧向拉结的独立塔状支架时，架体每个侧面每步距均应设竖向斜杆；

4 模板支架可调托座伸出顶层水平杆或双槽钢托梁的悬臂

长度严禁超过 650mm，且丝杆外露长度严禁超过 400mm，可调托座插入立杆或双槽钢托梁长度不应小于 150mm；

5 模板支架可调底座调节丝杆外露长度不应大于 300mm，作为扫地杆的最底层水平杆离地高度不应大于 550mm。当单肢立杆荷载设计值不大于 40kN 时，底层的水平杆步距可按标准步距设置，且应设置竖向斜杆；当单肢立杆荷载设计值大于 40kN 时，底层的水平杆应比标准步距缩小一个盘扣间距，且应设置竖向斜杆；

6 高大模板支架最顶层的水平杆步距应比标准步距缩小一个盘扣间距；

7 当水平横杆长度为非标准模数时，可采用扣件式水平钢管与周边的承插型盘扣式钢管支架进行混搭，混搭拉结要求为扣件式水平钢管应向两端延伸至少扣接 2 根定型支架的立杆。

4.3.23 梁模板安装应符合下列规定：

1 先根据设计图纸及施工方案复核和调整梁立杆主龙骨标高，然后安装次龙骨，在次梁龙骨上铺设梁底模，并拉线找平。且当梁跨度大于等于 4m 时，跨中梁底处应按设计要求起拱，当设计无要求时，起拱高度宜为全跨长度的 1%~3%。

2 当梁高较高时，宜先安装梁体钢筋再封侧模。梁体侧模夹紧底模并与底模钉设牢固，梁侧模底部应采用压脚板或步步紧进行加固，当梁体高度超过 600mm 时，应采用对拉螺杆对梁侧模进行加固，螺杆设置间距应经计算确定，并满足施工方案要求。

4.3.24 楼板模板安装应符合下列规定：

1 安装主次龙骨应根据设计图纸及施工方案复核和调整梁立杆主龙骨标高后，再依次铺设次龙骨，主次龙骨的数量及间距应满足施工方案的要求；

2 楼板模板应从梁体开始铺设，并与梁体侧模上沿平齐。当次龙骨为方木时，模板应与方木钉设牢固，模板间拼缝应严密，拼缝过大时应采用胶布进行密封。

4.3.25 模板安装完成后，应对其标高、轴线位置、垂直度、模板拼缝、扣件螺栓紧固程度等进行检查复核。当模板安装存在偏差时，应及时进行调整校正，并应符合本规程第4.1.8条的规定。

4.3.26 钢筋绑扎应符合本规程第5.3节的相关规定。

4.3.27 混凝土浇筑应符合本规程第8章的相关规定。

4.3.28 模板拆除应符合本规程第4.1.14条的规定。

V 成品保护

4.3.29 模板施工时应轻拿轻放，不能抛砸及碰撞已钉设完成的模板。

4.3.30 模板安装完成后，不得随意拆除或用重锤敲打。

4.3.31 采用泵送混凝土时，连接泵管的管路应在弯折处或采用布料机时应在布料机位置加强支撑和拉结，避免冲击力破坏支撑体系。

4.3.32 模板拆除后应及时对模板进行清理，穿墙螺栓、螺母等相关零件应及时清理、保养。

VI 施工注意事项

4.3.33 现浇多层或高层房屋和构筑物，安装上层模板及其支架应符合下列规定：

1 下层楼板承载能力应满足上层施工荷载要求，不满足时需设置临时支撑；

2 上层支架立柱应对准下层支架立柱，并应在立柱底铺设垫板；

3 当采用悬臂吊模板、桁架支模方法时，其支撑结构的承载能力和刚度应符合设计构造要求。

4.3.34 当模板安装高度超过2.0m时，必须搭设脚手架。

4.3.35 安装圈梁、阳台、雨棚及挑檐等模板时，其模板支撑架应与室内满堂架整体设置，不得支搭在施工外脚手架上。

4.3.36 后浇带架体应设置独立支撑体系，并与其他部位模板支撑架同步搭设、连接成整体，后浇带模板支架高宽比大于3时应有防倾覆措施。

4.3.37 在提前拆除互相搭连并涉及其他后拆模板的支撑时，应补设临时支撑。拆模时不得成片撬落或拉倒。

4.3.38 已拆除模板的结构，应在混凝土强度达到设计强度值后方可承受全部设计荷载。若在未达到设计强度以前，需在结构上加置施工荷载时，应另行核算，强度不足时，应加设临时支撑。

4.3.39 在高处安装和拆除模板时，周围应设安全网或搭脚手架，并应加设防护栏杆。在临街面及交通要道，尚应设警示牌，派专人看管。

4.3.40 模板工程施工安全管理尚应符合现行行业标准《建筑施工模板安全技术规程》JGJ 162、《建筑施工高处作业安全技术规程》JGJ 80、和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46的相关规定。

VII 质量记录

4.3.41 质量记录宜包含下列内容：

- 1 模板工程专项施工方案；
- 2 模板工程技术交底；
- 3 模板安装工程检验批质量验收记录；
- 4 模板分项工程质量验收记录；
- 5 模板拆除申请表。

4.4 铝合金模板施工工艺

I 施工准备

4.4.1 主要材料应符合下列规定：

- 1 铝合金的材质应符合现行国家标准《变形铝及铝合金化学

成分》GB/T 3190 的相关规定,铝合金模板用挤压型材应符合现行国家标准《一般工业用铝和铝合金挤压型材》GB/T 6892 的相关规定;

2 铝合金模板工程中的埋件、钢支柱、钢背楞、销钉销片等钢材应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的相关规定;

3 铝合金模板进场时,应检查铝合金模板出厂合格证,并按模板及配件的规格、品种与数量明细表、支撑系统明细表核对进场产品的数量。

4.4.2 主要机具包括撬棍、锤子、开孔器、开孔手电钻、安装专用凳子、调模千斤顶、调模拉葫芦、销钉销片等。

4.4.3 作业条件应符合下列规定:

1 应根据工程特点、结构形式及现场作业条件等进行铝合金模板深化设计;

2 应按施工方案要求对操作人员进行技术交底;

3 铝合金模板应进行试拼装并经过验收,按照材料使用计划进场,并分类堆放;

4 施工操作人员应进行岗前培训,考试合格后才能上岗作业;

5 竖向钢筋绑扎完成后,对钢筋、预埋件、管线等进行隐蔽验收;

6 模板施工前应涂刷脱模剂。

II 施工工艺

4.4.4 铝合金模板施工工艺流程见图 4.4.4。

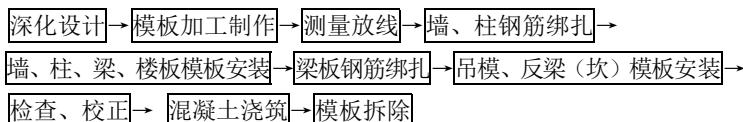


图 4.4.4 铝合金模板施工工艺流程图

4.4.5 铝合金模板深化设计应符合下列规定:

1 铝合金模板应按模数制进行设计,其模数应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002的相关规定;

2 铝合金模板应构造简单、安拆方便,便于钢筋的绑扎、安装和混凝土的浇筑、养护;

3 模板配板设计应与主体结构设计、预制构件设计相互协调;

4 应根据各专业施工图,绘制模板施工布置图和各部位剖面详图,并根据施工布置图,绘制配板设计图及支撑系统布置图;

5 应根据工程的结构形式、荷载大小、施工设备和材料等条件对模板整体安全性进行验算,并采取相应的构造措施;

6 宜将外墙砌体、线条、栏板反坎、外门窗、滴水线、内墙门垛、过梁等与主体结构进行一体化同步施工,需要结合实际进行深化设计。

7 采用整体爬升式外脚手架时,铝板K板设计应综合考虑爬架附着点的标高关系,不应影响爬架附着。

4.4.6 模板加工制作应符合下列规定:

1 模板构件应按设计加工图纸及工艺进行加工;

2 主型材面板实测厚度不得小于3.5mm,且厚跨比不宜小于1/100;用于阳角的主型材公称壁厚不得小于6mm,用于阴角的主型材公称壁厚不得小于5mm;

3 加工制作质量应符合设计要求及现行国家标准《铝及铝合金挤压型材尺寸偏差》GB/T 14846的相关规定。

4.4.7 测量放线应符合下列规定:

1 模板安装前,应根据结构图在楼层上测放墙柱边线、安装控制线,墙柱安装控制线距离墙边线300mm;

2 在墙柱四角和转角处的柱纵筋上应测放模板安装标高控制点,标高控制点距离楼层500mm;

3 应对控制线及标高控制点进行复核无误后方可进行模板安装。

4.4.8 墙、柱、梁板钢筋绑扎应符合本规程第5.3节的相关规定。

4.4.9 墙、柱模板安装应符合下列规定：

1 安装前应对基层平整度进行复核，平整度偏差过大时应进行找平处理。模板安装前应清理干净，并均匀涂刷脱模剂；

2 应在墙柱根部设置定位筋控制模板的安装位置，按照模板编号逐块进行模板拼装，根据拼装高度设置背楞及拉结构件，并初步固定。

3 最底层一道背楞距离地面不宜大于 250mm，外墙最上层一道背楞距离板顶不宜大于 300mm，内墙最上层一道背楞距离板顶不宜大于 700mm；背楞竖向间距不宜大于 750mm；背楞不宜接长使用，接长使用时，上下道背楞接头宜错开设置，错开位置不宜少于 400mm，且背楞接头长度不应小于 200mm；背楞对拉螺杆间距不宜大于 800mm，见图 4.4.9-1；

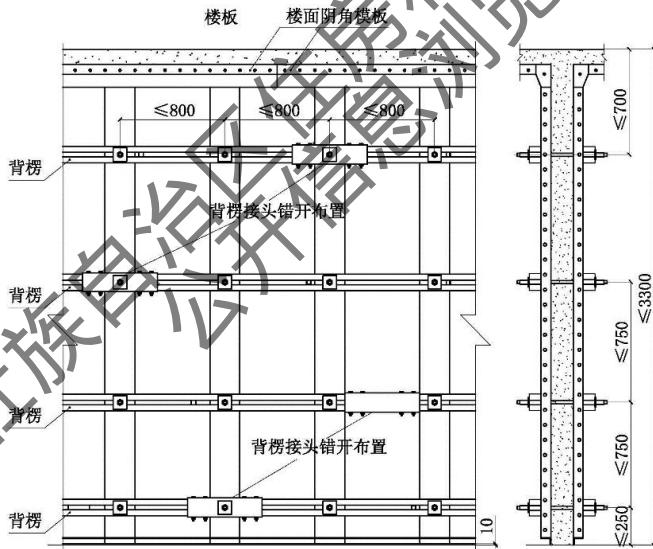


图 4.4.9-1 铝合金模板背楞布置示意图

4 转角背楞及宽度小于 600mm 的柱箍宜一体化设置，相邻墙肢模板宜通过背楞连成整体，见图 4.4.9-2；

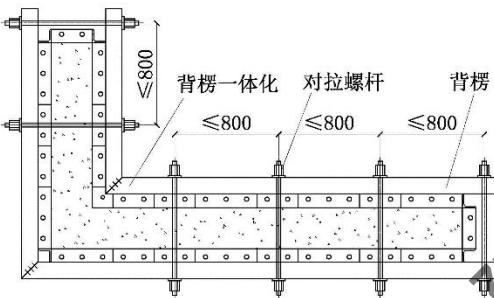


图 4.4.9-2 背楞一体化示意图

5 墙柱模板根部应有防止漏浆的措施;

6 墙柱模板拼装完毕后, 应安装斜撑(见图 4.4.9-3), 并对墙柱模板垂直度做初步调整。斜撑间距不宜大于 2000mm; 宽度大于等于 2000mm 的墙体应设置不少于两根斜撑; 柱模板斜撑间距不应大于 700mm, 当柱截面尺寸大于 800mm 时, 单边斜撑不宜少于两根;

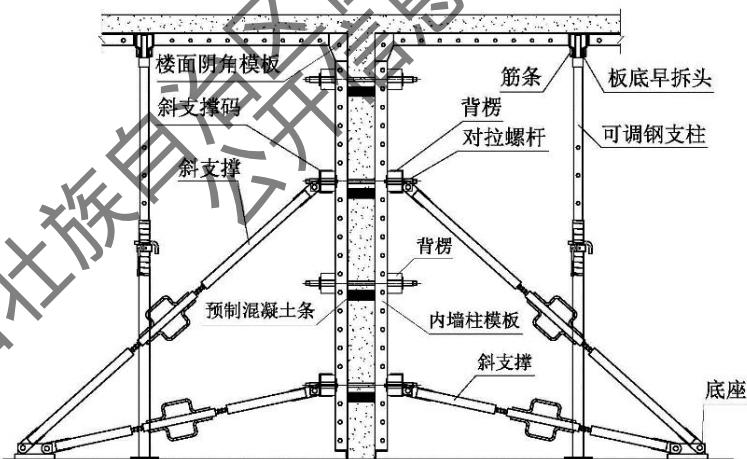


图 4.4.9-3 斜支撑示意图

7 竖向模板之间及其与竖向转角模板之间应用销钉锁紧, 销

钉间距不宜大于 300mm；模板顶端与转角模板或承接模板连接处、竖向模板拼接处，模板宽度大于 200mm 时，不宜少于 2 个销钉；宽度大于 400mm 时，不宜少于 3 个销钉；

8 墙柱模板不宜进行竖向拼接，当确实需要进行拼接时，拼接次数不宜超过一次，且应在拼接缝处采取可靠的加固措施；

9 墙柱模板安装完成后应进行垂直度复核，复核无误后方可进入下道工序。

4.4.10 梁模板安装应符合下列规定：

1 先将梁底模板在楼面进行预拼装，并连接成整体；

2 梁底模板拼装完成后，并采用销钉把梁底模板与墙板按规定位置进行连接。梁与墙、柱节点连接处销钉间距不应大于 100mm。梁模板安装见图 4.4.10-1；

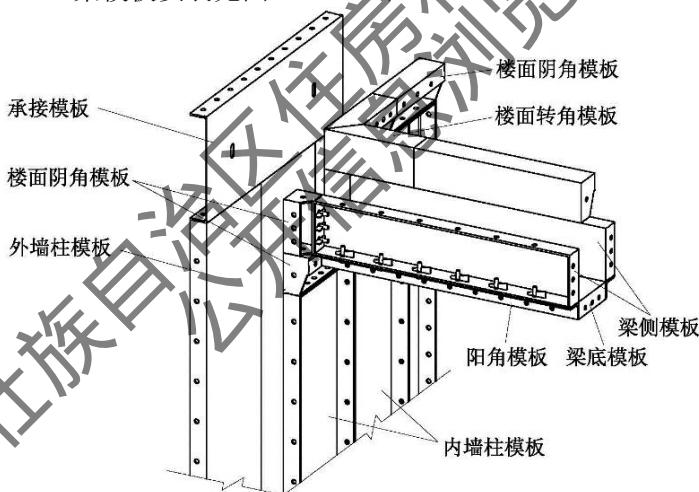


图 4.4.10-1 梁模板安装示意图

3 用可调钢支柱调节梁底标高并进行调平后，应按照编号依次序安装梁侧模板。当梁高度大于 600mm 或梁侧模板沿高度方向拼接时，应在梁侧模板处设置背楞进行加固，见图 4.4.10-2；

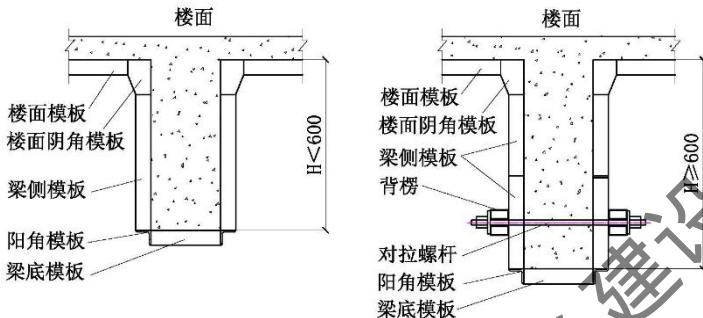


图 4.4.10-2 梁侧模板加固示意图

4 当现浇钢筋混凝土梁、板的跨度大于4m时，应按设计要求对模板进行起拱。当设计无具体要求时，起拱高度宜为构件跨度的1/1000~3/1000。但是，起拱不得减少构件的截面高度。

4.4.11 楼板模板安装应符合下列规定：

1 安装楼面龙骨时，应采用快拆锁条将早拆头、龙骨连成整体，再抬上楼板模板与墙、柱、梁模板进行连接，楼板模板安装见图4.4.11-1、图4.4.11-2；

2 应按照模板编号依次序拼装楼板模板，并打好销钉，直至铝合金模板全部拼装完成。楼板模板受力端部，除满足受力要求外，沿铝合金模板主要受力边的连接，销钉的间距不宜大于150mm；沿铝合金模板非主要受力边的连接，销钉的间距不宜大于300mm；

3 调整可调钢支柱，使楼板模板平整度符合设计要求。可调钢支柱应垂直，无松动，间距应满足设计要求；

4 楼板模板拼装完成后，应在梁底板、梁侧板及楼板模板与混凝土的接触面均匀涂刷脱模剂。

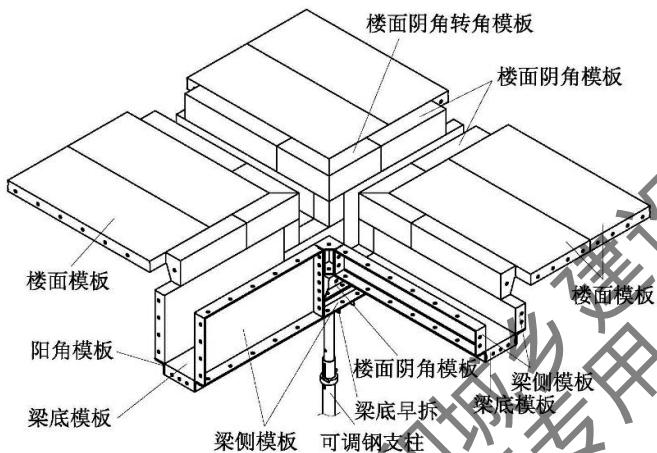


图 4.4.11-1 板与梁模板安装示意图

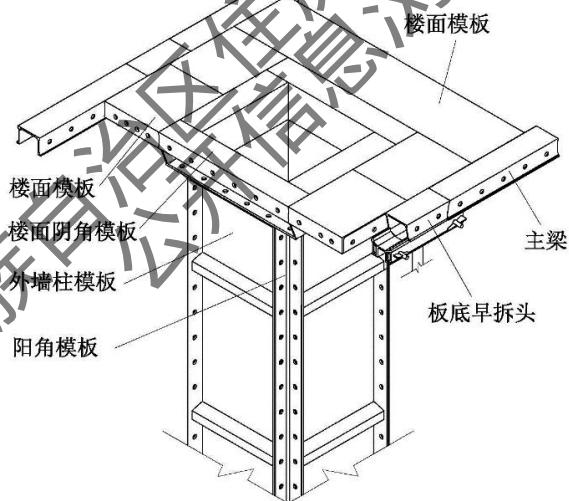


图 4.4.11-2 板与柱模板安装示意图

4.4.12 吊模、反梁（坎）模板安装应在钢筋绑扎完毕后进行，并采用角钢进行固定。

4.4.13 检查、校正应符合下列规定：

1 模板安装完成后，应对构配件的安装情况、墙柱垂直度、楼板模板平整度、墙柱及梁的截面尺寸等进行检查；

2 当模板安装存在偏差时，应及时进行调整校正。铝合金模板安装的偏差应符合表 4.4.13 的规定：

表 4.4.13 铝合金模板安装的允许偏差及检验方法

项目	允许偏差	检查方法
轴线位置	5mm	水准仪或钢尺检查
标高	±5mm	水准仪或拉线、钢尺检查
轴线位置	5mm	水准仪或钢尺检查
两块模板之间拼接缝隙	≤2mm	塞尺检查
相邻模板面的高低差	≤2mm	钢尺检查
平整度	≤3mm/2m	水准仪或 2m 靠尺、塞尺检查
垂直度	5mm	经纬仪或吊线、钢尺检查
长宽尺寸	≤长度和宽度的 1/1000， 最大±4mm	钢尺检查
两对角线长度差值	≤对角线长度的 1/1000， 最大≤7mm	钢尺检查
阴阳角	方正 1°	直角检测尺
	顺直 2mm	线尺
支撑立杆垂直度允许偏差	≤层高的 1/300	吊线、钢直角尺检查
上下层支撑立杆偏移量 允许偏差	≤30mm	钢尺检查
支撑顶板高低差	≤2mm	水平尺、塞尺检查

注：检查数量同一检验批内，抽查构件数量不少于 10%，且不少于 3 件（面）。

4.4.14 混凝土浇筑应符合本规程第 8 章的相关规定。

4.4.15 模板拆除除应符合本规程第 4.1.14 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 模板早拆体系底模拆除时的混凝土强度不得低于 10.0MPa，并应保留立杆及顶托；

- 2 保留的承接模板应与主体结构可靠连接；
- 3 常温施工，楼板拆模时间不宜早于混凝土初凝后3天；
- 4 保留的立杆不应少于两层，且立杆的间距及排距不应大于原模板支撑的间距和排距；立杆应保持竖直，并应与保留的支撑体系可靠连接。

III 成品保护

4.4.16 在铝合金模板上进行焊接作业时，应对模板面采取隔离措施。

4.4.17 模板拆除时，严禁采用重锤砸或撬棍硬撬模板。拆除完成后，应立即对模板面进行清理和修整，对构配件进行维护和保养。

IV 施工注意事项

- 4.4.18** 模板脱模剂严禁超刷或漏刷。
- 4.4.19** 安装模板时应轻拿轻放,不能碰撞已完成的混凝土构件。
- 4.4.20** 穿墙螺栓安装时应使用模板已有的孔眼,孔眼应设有保护垫圈。水电预埋应使用专用开孔器进行开孔,不应采用烧焊开孔。
- 4.4.21** 拆模时应控制好拆模力度,不应造成混凝土构件损伤或开裂。

V 质量记录

- 4.4.22** 质量记录宜包含下列内容:
 - 1 铝合金模板工程专项施工方案;
 - 2 铝合金模板工程技术交底;
 - 3 铝合金模板安装工程检验批质量验收记录;
 - 4 铝合金模板分项工程质量验收记录;
 - 5 铝合金模板拆除申请表。

4.5 大模板施工工艺

I 施工准备

- 4.5.1** 主要材料应符合下列规定:

- 1** 大模板的面板材料应根据工程设计要求及周转次数进行选用,并应符合现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的相关规定;
- 2** 对拉螺栓应采用性能不低于 Q235B 的钢材制作,规格尺寸应由计算确定,且不应小于 M28;
- 3** 钢吊环应采用性能不低于 Q235B 且直径不小于 20mm 的圆钢制作;当采用焊接式钢吊环时,应合理选择焊条型号,焊缝长度和焊缝高度应符合设计要求;当吊环与大模板采用螺栓连接

时，应采用双螺母。

4.5.2 主要机具包括电钻、手锤、木斧、扳手、木锯、水平尺、线坠、撬棍、吊装设备等。

4.5.3 作业条件应符合下列规定：

1 应根据大模板材料特性、结构形式、支撑方式等特点进行配板设计，绘制模板组装平面图，逐一编号，并注明拆翻吊装顺序；

2 应按施工方案要求对操作人员进行技术交底；
3 大模板应经检查验收合格，并按照材料使用计划进场、分类堆放。

4 墙体钢筋及各种预埋件应隐蔽验收合格；
5 大模板施工前应涂刷脱模剂。

II. 施工工艺

4.5.4 大模板施工工艺流程见图 4.5.4。



图 4.5.4 大模板施工工艺流程图

4.5.5 大模板设计应符合现行国家标准《建筑工程大模板技术标准》JGJ/T 74 的相关规定。

4.5.6 楼面清理及定位放线应符合下列规定：

1 大模板安装前，应对楼面进行找平，并清理干净；
2 应测放出模板内侧线及外侧控制线作为大模板的安装基准线，控制线距离墙体 200mm。同时，应测放出模板安装标高控制点，标高控制点距离楼层面以上 500mm。

4.5.7 钢筋绑扎应符合本规程第 5.3 节的相关规定。

4.5.8 正式安装大模板之前，宜进行样板间的试安装，在验证大模板的几何尺寸、接缝处理、零部件等的准确性后，方可正式安装。

4.5.9 大模板起吊前应进行试吊,当确认模板起吊平衡、吊环及吊索安全可靠后,方可正式起吊。

4.5.10 内墙大模板安装应符合下列规定:

1 大模板安装时应按照配模设计的编号顺序进行吊装,应先安装横墙模板,后安装纵墙模板;

2 安装另一侧墙模板前应对钢筋、预留洞口、水电管线等进行验收;

3 宜在模板转角处、模板拼缝处的接缝两侧各增加一道模板定位筋,定位筋的竖向间距同对拉螺栓的间距。

4.5.11 外墙大模板安装应符合下列规定:

1 外墙外侧模板宜支设在阳台上。在没有阳台的部位,应搭设支模平台架,并将外侧模板搭设在支模平台架上;

2 应在已浇筑好的外墙上弹出外墙竖向控制线和楼层水平控制线,对外墙外侧模板的安装位置及标高进行控制;

3 当下层外墙混凝土强度达到7.5MPa以上时,可利用下层外墙螺栓孔安装吊脚手架。先就位找正外墙内侧模板,再将外墙外侧模板安置于吊脚手架上并进行就位找正,安装穿墙螺杆并紧固;

4 安装外墙内侧墙模板前应对钢筋、预留洞口、管线等进行验收。

4.5.12 检查、校正应符合下列规定:

1 模板安装完成后,应及时对轴线位置、截面尺寸、垂直度、相邻模板板面阶差、平直度等进行检查;

2 当模板安装存在偏差时,应及时进行调整校正。

4.5.13 混凝土浇筑应符合本规程第8章的相关规定。

4.5.14 模板拆除除应符合本规程第4.1.14条的规定外,尚应符合下列规定:

1 当拆除对拉螺栓时,应采取措施防止模板倾覆;

2 拆模时严禁晃动混凝土墙体,尤其是在拆除门窗洞口模板

时严禁采用大锤砸模板；

3 大模板起吊前，应确保大模板和混凝土结构及周边设施之间无任何连接；

4 大模板吊至存放地点时，应一次放稳，按照设计的自稳角要求进行存放，大模板应定时进行检查与维修。

III 成品保护

4.5.15 大模板吊运及安装过程中，应防止发生碰撞。

4.5.16 在大模板拆除作业过程中，严禁采用重锤敲击以及撬棍强行撬动的方式对大型模板进行拆除操作。

IV 施工注意事项

4.5.17 模板根部应采用砂浆找平塞严。

4.5.18 混凝土浇筑过程中，应安排专人对模板情况进行实时监控。

4.5.19 大模板吊装应有专人指挥，模板上不得有未固定的零件，起吊应平稳，不得偏斜和大幅度摆动。六级以上大风时，应停止吊装作业。

V 质量记录

4.5.20 质量记录宜包含下列内容：

- 1 大模板工程专项施工方案；
- 2 大模板工程技术交底；
- 3 大模板安装工程检验批质量验收记录；
- 4 大模板分项工程质量验收记录；
- 5 大模板拆除申请表。

4.6 液压滑升/爬升模板施工工艺

I 施工准备

4.6.1 主要材料应符合下列规定：

1 液压滑模/爬模装置各种构件的制作应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 和《组合钢模板技术规范》GB/T 50214 的相关规定。除支承杆及接触混凝土的模板表面外，其余构件表面均应涂刷防锈漆；

2 框架、剪力墙结构宜采用同模合一大钢模，标准模板宽度宜为 900mm~2400mm，钢模面板厚度不应小于 4mm，边框扁钢厚度不应小于 5mm，竖肋扁钢厚度不应小于 4mm，水平加强肋槽钢不宜小于 [8；小型组合钢模板的面板厚度不宜小于 2.5mm；角钢肋条不宜小于 L40×4。

4.6.2 主要机具包括液压控制台、千斤顶、高压油管、分油器、扳手、电钻、水平仪、激光经纬仪、铅垂仪、线坠等。

4.6.3 作业条件应符合下列规定：

1 应根据工程结构特点及液压滑模/爬模施工工艺要求，进行液压滑升/爬升模板系统的设计；

2 应按施工方案要求对操作人员进行技术交底；

3 滑模/爬模起滑线以下的基础或结构混凝土强度应已达到一定强度，并符合设计要求；

4 临水临电均应已完善，供水、供电能满足滑模/爬模连续施工的要求，施工总平布置能满足施工工艺的要求；

5 一次连续滑升/爬升所需的材料、机具和配件应已进场；

6 模板施工前应涂刷脱模剂。

II 施工工艺

4.6.4 液压滑升/爬升模板施工工艺流程见图 4.6.4。

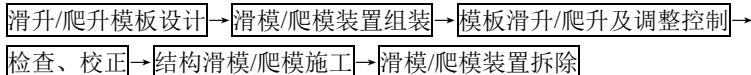


图 4.6.4 液压滑升/爬升模板施工工艺流程图

4.6.5 滑升/爬升模板设计应符合下列规定：

1 普通型钢受力构件的设计应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的相关规定,冷弯薄壁型钢受力构件的设计应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的相关规定,木材受力构件的设计应符合现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005 的相关规定;

2 操作平台的结构布置,应根据工程结构特点、操作平台上荷载的大小和分布情况、提升架和千斤顶布局等具体情况来确定。操作平台应与提升架、围圈和模板连成整体,并具有足够的强度、刚度和整体稳定性;

3 千斤顶布置的位置应满足千斤顶受力均衡的要求,布置方式应符合下列规定:

1) 应避免布置在门窗洞口及梁上,当避免不了时,应对支承杆进行加固;

2) 当为筒壁或剪力墙结构时,可采取均匀布置或成组等间距布置;

3) 当为烟囱等变截面结构时,可采取双或单双间隔布置;

4) 在框架结构中,当采用小吨位千斤顶时宜集中布置在柱子上;当选用大吨位千斤顶时,可在柱或梁的体外均衡布置,但应对支承杆进行加固;

5) 平台上设有固定的重载时,应按实际荷载增加千斤顶数量;

6) 在适当位置应增设一定数量的双顶;

4 提升架的布置间距应根据结构部位的实际情况、千斤顶和支承杆允许承载能力以及模板和围圈的刚度进行确定,并应与千斤顶的位置相匹配;

5 支承杆的直径、规格应与千斤顶相匹配,长度宜为3m~6m。其允许承载力应按压杆稳定计算,安全系数取值不应小于2.00。

4.6.6 滑模/爬模装置组装应符合下列规定:

1 组装前, 应弹出组装控制线, 并对各组装部件进行编号, 做好操作平台水平标记, 安放钢筋保护层垫块及做好预埋预留等工作;

2 提升架的安装高度应满足操作平台水平度的要求;

3 内外围圈的安装应满足模板倾斜度的要求, 安装好的模板单面倾斜度宜为模板高度的 0.1%~0.3%, 截面尺寸应上口小、下口大。模板上口以下 2/3 模板高度处的净间距应与结构设计截面等宽;

4 圆形连续变截面结构的收分模板应沿圆周对称布置, 每对模板的收分方向应相反, 收分模板的搭接部位不应漏浆;

5 液压系统组装完毕后, 应在插入支承杆前进行试运转。先对千斤顶逐一进行彻底排气, 然后在试验油压下保压 5min, 重复数次, 直至正常。液压系统试运转合格后, 方可插入支承杆, 支承杆轴线应与千斤顶轴线保持一致, 其垂直度允许偏差宜为 2%。

4.6.7 模板滑升/爬升及调整施工控制要点应符合下列规定:

1 水平钢筋下料长度不宜大于 9m; 竖向钢筋直径小于或等于 22mm 时, 其下料长度不宜大于 5m。每一浇灌层混凝土浇灌完毕后, 应至少保留一道绑扎好的水平向钢筋。钢筋弯钩均应背向模板面;

2 支承杆两相邻接头应错开, 错开间距不应小于 1m。同一高度上支承杆接头数不应超过总数的 25%, 并应符合下列规定:

1) 工具式支承杆长度宜为 3m。第一次安装时可配合采用 4.5m、1.5m 长的支承杆, 接头应错开。工具式支承杆的平直度偏差不应大于 1/1000;

2) 壁厚小于 200mm 的结构不应采用工具式支承杆。采用平头对接、榫接或螺纹接头的非工具式支承杆, 在千斤顶通过接头部位后, 应及时对接头进行焊接加固。

3 预留孔洞的胎模厚度应比模板上口尺寸小 5mm~10mm, 并应与结构钢筋试固定牢靠;

4 初滑时，宜将混凝土分层交圈浇筑至500mm~700mm，或模板高度的1/2~2/3处。待第一层混凝土具有0.2MPa~0.4MPa强度时，应进行1个~2个千斤顶行程的提升，并对模板结构和液压提升系统进行一次检查，一切正常后可进入正常滑升/爬升。初升阶段的混凝土浇筑工作宜在3h内完成；

5 正常滑升/爬升时，应均匀对称交圈浇灌，浇灌层的厚度不宜大于200mm，且每一浇灌层的混凝土表面应保持处于同一个水平面上，并应有计划、均匀地变换浇灌方向。预留孔洞、门窗口、烟道口、变形缝及通风管道等两侧的混凝土应对称均衡浇灌；

6 在正常滑升/爬升过程中，应采取微量提升的方式，两次提升的时间间隔不宜超过0.5h。每滑升/爬升200mm~400mm，应对各个千斤顶统一进行一次调平，各个千斤顶的相对标高差不应大于40mm，相邻两个提升架上千斤顶升差不应大于20mm。当出现油压增至正常滑升/爬升工作压力值的1.2倍，尚不能使全部千斤顶升起时，应立即停止提升操作，并检查原因及时进行处理；

7 连续变截面结构，每滑升/爬升200mm时，应至少进行一次模板收分。模板一次收分量不宜大于6mm。当结构的坡度大于3.0%时，应减小每次提升高度；

8 框架结构柱子模板的停歇位置，宜设在梁底以下100mm~200mm处；

9 滑升/爬升过程中，应随时检查结构的垂直度、水平度、截面尺寸偏差，以及支承杆和滑模/爬模装置的工作状态；

10 当因施工需要或其他原因不能进行连续滑升/爬升时，应采取以下控制措施：

- 1)** 混凝土结构应浇筑到同一标高位置；
- 2)** 模板应每隔一段时间提升1个~2个行程，直至模板与混凝土不再黏结为止；
- 3)** 当采用工具式支承杆时，在模板滑升/爬升前应使套管与混凝土结构脱离。

4.6.8 检查、校正应符合下列规定：

1 模板安装完成后，应及时对结构轴线、提升架垂直度、千斤顶安装位置、截面尺寸、模板面平整度等进行检查；

2 当模板安装存在偏差时，应及时进行调整校正。滑模/爬模装置组装的允许偏差应符合表 4.6.8 的规定：

表 4.6.8 滑模/爬模装置组装的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	
模板结构轴线与相应结构轴线位置	3	
围圈位置	水平方向	±3
	垂直方向	±3
提升架垂直度	平面内	±3
	平面外	±2
安装千斤顶的提升架横梁相对标高	±5	
模板尺寸	上口	-1~0
	下口	0~2
千斤顶安装位置	提升架平面内	±5
	提升架平面外	±5
圆模直径、方模边长尺寸	-2~3	
相邻模板平整度	2	
组装模板内表面平整度	3	

4.6.9 结构滑模/爬模施工应符合下列规定：

1 竖向构件连续滑升/爬升时，厚板、牛腿等部位应间隔留设抗剪孔，梁端应预留键槽，板端应预留连接钢筋或设键槽，或间隔留设抗剪孔；

2 滑模/爬模空滑时，梁端应预留键槽，竖向构件在水平构件连接位置应留设施工缝，且施工缝应与键槽位置对齐。

4.6.10 滑模/爬模装置的拆除，除应符合本规程第 4.1.14 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 滑模/爬模装置拆除时，现场应指定专人负责统一指挥；

2 当采用分段整体拆除法时，应采取搭设脚手架、设置斜支撑、使用钢丝绳拉结等措施对各分段进行临时固定。待起重吊索绷紧后，再割除支承杆或解除与体外支承杆的连接，然后将各分段下运至地面进行分拆。

3 滑模/爬模装置拆除前应先进行平台清理，然后按照拆除控制台→油路→操作平台上的物品、器具、铺板→吊脚手架、支撑、桁架、外挑三脚架→围圈、模板、提升架及千斤顶的顺序进行拆除。

III 成品保护

4.6.11 混凝土施工过程中，振动棒应避免振动到模板构件。

4.6.12 施工过程应不定期对液压系统进行检修和维护，当千斤顶、分油器或油管出现漏油现象时，应及时进行更换。

IV 施工注意事项

4.6.13 当结构钢筋影响到滑升/爬升时，严禁烧割钢筋。

4.6.14 模板在滑升/爬升时，不能进行混凝土振捣施工。

4.6.15 采用空滑方案施工时，应经过设计计算，并有可靠的加固措施。

4.6.16 操作平台上的施工荷载必须均匀对称，严禁超载。

4.6.17 千斤顶的布置应合理且油压均匀，并采用限位卡调平。

4.6.18 当混凝土达到出模强度之后方可进行模板滑升/爬升，模板滑升/爬升间隔时间不宜过长。

4.6.19 遇六级以上大风时，应立即停止作业，并对模板单元进行临时加固。

V 质量记录

4.6.20 质量记录宜包含下列内容：

1 液压滑升/爬升模板工程专项施工方案；

- 2 液压滑升/爬升模板工程技术交底;
- 3 液压滑升/爬升模板安装工程检验批质量验收记录;
- 4 液压滑升/爬升模板装置组装质量验收记录;
- 5 液压滑升/爬升模板拆除申请表。

广西壮族自治区住房和城乡建设厅

4.7 组合钢模板施工工艺

I 施工准备

4.7.1 主要材料应符合下列规定：

1 组合钢模板的各类组成材料，其材质、性能及钢材的品种、规格应符合现行国家标准《组合钢模板技术规范》GB/T 50214 的相关规定；

2 在钢模板制作前，其出厂材质证明应按国家现行相关检验标准进行复检；

3 对进场的模板、连接件、支承件等配件的产品合格证、生产许可证、检测报告进行复核，并应对其表面观感、重量等物理指标进行抽检。

4.7.2 主要机具包括电钻、经纬仪、水准仪、倒链、手锤、扳手、撬棍、斧子、千斤顶、力矩扳手、墨斗、线坠、钢卷尺、方尺、靠尺、铁水平尺、木锯等。

4.7.3 作业条件应符合下列规定：

1 应根据工程结构形式、特点及现场施工条件进行模板及支架的设计，确定模板平面布置位置、纵横龙骨规格、数量、排列尺寸和穿墙螺栓的位置和规格、柱箍选用的形式及间距和支撑系统的形式、间距和布置，连接节点大样。选择具有代表性和受力较大的梁、板、柱、墙单元体的支撑系统进行设计计算，保证具有足够的强度和稳定性，绘制支撑系统图和节点大样图；

2 应按施工方案要求对操作人员进行技术交底；

3 放好建筑轴线、模板边线及控制线、楼层 0.5m 标高控制线；

4 钢筋绑扎完毕后，水电管线、预埋件、预留洞口已安装，绑好钢筋保护层垫块，并通过隐蔽验收；

5 在平整场地上完成模板预组装，并检查配件数量、位置及紧固情况；

6 钢模板安装前应清理表面污垢并均匀涂刷脱模剂, 严禁使用废机油, 且不得污染钢筋及混凝土接槎部位。

II 基础组合钢模板施工工艺

4.7.4 基础组合钢模板施工工艺流程见图 4.7.4。

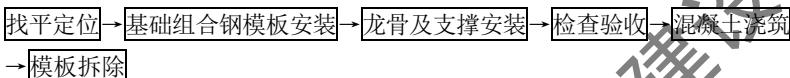


图 4.7.4 基础组合钢模板施工工艺流程图

4.7.5 找平定位应符合下列规定:

1 基础组合钢模板底边应抹 1:3 水泥砂浆找平层, 找平层应覆盖模板底边外侧 100mm 范围。找平层硬化后, 应复核模板边线与建筑轴线偏差;

2 根据放线位置, 在模板底边离地面 50mm~80mm 处设置定位支杆, 支杆与模板接触端应加设橡胶垫片, 从四周顶紧模板且无松动。

4.7.6 基础组合钢模板安装应符合下列规定:

1 按设计图纸进行模板拼装, 相邻模板间应采用 U 形卡连接固定, U 形卡安装间距不应大于 300mm, 每块模板接缝处不宜少于 2 个 U 形卡。模板拼装完成后应拉线校正平直度;

2 转角部位应采用专用连接角模或定型阴阳角模板连接两侧模板, 角模与侧模间通过 U 形卡、L 形插销双重固定, 每处转角连接点设置不少于 3 个紧固件。

4.7.7 龙骨及支撑安装应符合下列规定:

1 模板四周应采用木龙骨及支撑体系固定, 支撑间距应根据模板刚度及荷载合理分布, 并在模板内侧弹设基础标高控制线;

2 安装阶梯形基础模板时, 上部模板底边标高应通过钢筋马凳控制, 钢筋马凳应与下层钢筋可靠焊接。

4.7.8 模板安装完成后, 应对模板的轴线、标高控制线、垂直度、平整度、转角部位、接缝的严密性等进行检查, 并对预埋件、预

留孔洞位置及固定情况进行核验，逐点验收支撑系统。

4.7.9 混凝土浇筑应符合本规程第8章的相关规定。

4.7.10 模板拆除应符合本规程第4.1.14条的规定。

III 柱组合钢模板施工工艺

4.7.11 柱组合钢模板施工工艺流程见图4.7.11。

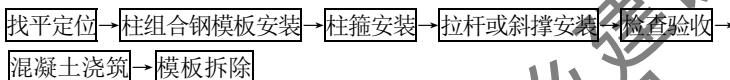


图 4.7.11 柱组合钢模板施工工艺流程图

4.7.12 找平定位应符合本规程第4.7.5条的规定。

4.7.13 柱组合钢模板安装除应符合本规程第4.7.6条的规定外，通排柱应先安装两端柱模，经校正、固定后，拉通线校正中间各柱。

4.7.14 柱箍安装应符合下列规定：

1 柱箍应采用钢管、型钢等刚性材料制作，其间距应根据柱截面尺寸、混凝土侧压力及模板刚度综合确定。柱箍应与模板紧密贴合，并通过紧固件可靠连接；

2 当柱截面单边尺寸 $\geq 800\text{mm}$ 时，应在柱箍系统基础上增设对拉螺栓或对拉扁铁，对拉装置应沿柱高对称布置，且与柱箍协同受力。

4.7.15 拉杆或斜撑安装应符合下列规定：

1 柱组合钢模板每侧应至少设置两根拉杆，拉杆与地面的夹角宜为 45° ，将其固定于预埋在楼板的钢筋环上，并借助花篮螺栓调节校正模板的垂直度；拉杆应沿柱高均匀分布，并与模板支撑系统可靠连接。当柱截面尺寸较大时，拉杆的数量需依据模板设计计算来确定，必要时可增设对拉螺栓或对拉扁铁；

2 采用方木斜撑固定时，单侧模板校正后应及时采用斜撑固定；斜撑底部应与地面锚固连接，连接节点应牢固可靠。

4.7.16 检查验收应符合本规程第4.7.8条的规定。

4.7.17 混凝土浇筑应符合本规程第8章的相关规定。

4.7.18 模板拆除除应符合本规程第4.1.14条的规定外,柱模板的拆除,应先拆除拉杆及斜撑,随后卸除柱箍并拆卸柱模板连接U形卡,最后采用撬棍从柱底或侧面均匀撬动模板,使其与混凝土表面脱离。

IV 剪力墙组合钢模板施工工艺

4.7.19 剪力墙组合钢模板施工工艺流程见图4.7.19。

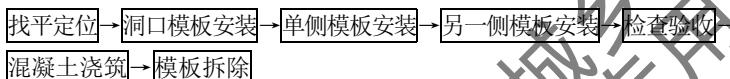


图 4.7.19 剪力墙组合钢模板施工工艺流程图

4.7.20 找平定位除应符合本规程第4.7.5条的规定外,当采用导墙定位方法时,应确保模板位移偏差不大于5mm。

4.7.21 墙体组合钢模板根部应有防止漏浆的措施。

4.7.22 洞口模板安装应符合下列规定:

1 洞口模板应按弹设的定位线安装,并应采用预埋件或木砖与结构主体可靠固定;

2 洞口模板内侧应设置支撑体系,且支撑应与模板及周边结构连接牢固,防止洞口变形。

4.7.23 单侧模板安装应符合下列规定:

1 应按模板设计图安装单侧模板,并应通过靠尺、线坠校正垂直度,校正后应及时安装拉杆或斜撑进行固定;

2 模板立直后,再安装对塑料套管和对拉螺栓或对拉扁铁,其规格、间距应符合模板设计要求。

4.7.24 另一侧模板安装应符合下列规定:

1 安装另一侧模板前应清理内部杂物,模板就位后应调整拉杆或斜撑,校正垂直度;

2 校正完成后,应及时拧紧对拉螺栓或固定对拉扁铁,使两侧模板连接成整体。

4.7.25 检查验收应符合本规程第 4.7.8 条的规定。

4.7.26 混凝土浇筑应符合本规程第 8 章的相关规定。

4.7.27 模板拆除除应符合本规程第 4.1.14 条的规定外, 剪力墙模板的拆除, 应先拆除穿墙对拉扁铁等附件, 随后拆除拉杆或斜撑, 最后采用撬棍从剪力墙底或侧面均匀撬动模板, 使其与混凝土表面脱离。

V 梁、板组合钢模板施工工艺

4.7.28 梁、板组合钢模板施工工艺流程见图 4.7.28。



图 4.7.28 梁、板组合钢模板施工工艺流程图

4.7.29 支立杆、水平杆应符合下列规定:

1 立杆的基础应平整、坚实, 并铺垫通长脚手板。楼层面搭设立杆前应设垫方木;

2 立杆安装间距应符合模板设计和施工方案的规定。当梁截面较大时, 可采用双排或多排立杆, 用扣件锁紧并加设剪刀撑, 立杆间距宜为 600mm~1000mm。第一道水平杆应离地 200mm~300mm, 向上每隔 1.8m 设一道。

3 水平杆应按计算间距设置, 第一道水平杆距地面 200mm~300mm, 向上应按步距等间距设置, 支撑体系应完整牢固, 必要时应增设剪刀撑。

4.7.30 龙骨或钢桁架安装应符合下列规定:

1 从边跨一侧开始, 应先安装第一排龙骨和支柱进行临时固定, 再依次逐排进行。支柱与龙骨的排列和间距, 应根据楼板的混凝土重量和施工荷载大小在模板设计中确定。支柱间距宜为 800mm~1200mm, 主龙骨间距宜为 800mm~1200mm, 次龙骨间距宜为 300mm~500mm, 最后拉通线调节立杆高度, 将主龙骨找平;

2 采用钢桁架时，应在梁、墙模板侧面通长的方木上，按标高先放钢桁架，钢桁架上放龙骨，龙骨间距宜为400mm~600mm，龙骨与桁架应做临时固定；最后拉通线调节桁架高度，将龙骨找平。

4.7.31 模板铺设应符合下列规定：

1 模板安装前，应按设计标高调整支杆标高，安装梁底模板及连接角模，并应拉线找平。当梁跨度不小于4m时，应按设计要求起拱；设计无要求时，起拱高度宜为跨度的1/1000~3/1000；

2 安装梁侧模板时，应弹设梁内侧标高控制线，采用U形卡与底模连接固定。采用梁卡具固定时，侧模竖向间距不应大于600mm，梁上口应设限位卡。梁高超过600mm时，应加设对拉螺栓或对拉扁铁加固；框架单梁模板应加设斜撑与相邻梁模连接固定，梁板接头的阴角模应与板模拼接。梁柱接头模板应根据工程特点进行专项设计和加工；

3 铺设楼板模板时，应从一侧开始铺设，接缝处应采用U形卡连接，间距不应大于300mm。对不符合模数的部位，应采用木模板或特制模板嵌补，拼缝应严密。

4.7.32 钢筋绑扎应符合本规程第5.3节的规定。

4.7.33 检查验收除应符合本规程第4.7.8条的规定外，当楼板模板铺设完成后，应采用水平仪测量模板标高，并进行校正。当楼板跨度大于或等于4m时，应按设计要求起拱。

4.7.34 混凝土浇筑应符合本规程第8章的相关规定。

4.7.35 模板拆除除应符合本规程第4.1.14条的规定外，尚应符合下列规定：

- 1** 模板拆除应按先梁侧模板、后楼板模板的顺序进行；
- 2** 拆除楼板模板时，应先拆除水平拉杆，再拆除立柱，每根龙骨应保留1~2根支柱暂不拆除；
- 3** 操作人员应位于安全位置拆除剩余支柱，龙骨应通过可控方式脱离；

4 拆除后的模板应集中堆放或运离, 对拉扁铁及梁托架应先行拆除, 再拆除梁底模板。

VII 成品保护

4.7.36 钢模板安装时, 不得随意割孔。必要时, 可在两块钢模板之间夹 55mm×55mm 木龙骨用螺栓连接。

4.7.37 拆模时不得用大锤硬砸或用撬棍硬撬, 以免损坏模板边框和混凝土结构。

4.7.38 拆下的钢模板应逐块进行检查和清理, 并及时涂刷隔离剂, 分类堆放。当发现肋条损坏变形、表面不平时, 应派人及时修理, 拆下的零星配件应用箱或袋收集, 设专人保管和维修。

4.7.39 操作和运输过程中, 不得抛掷模板。

4.7.40 在模板表面开展钢筋等焊接作业时, 应采用石棉板或薄钢板进行隔离。钢模板应优先存放于室内或棚内, 模板底部支垫需使其距离地面 100mm 以上。若进行露天堆放, 场地地面应平整且坚实, 模板底部支垫应使其距离地面 200mm 以上, 端部支点与模板端部的距离不应大于模板长度的 1/6, 以确保模板板面不发生变形, 同时地面需设置排水设施。

VIII 施工注意事项

4.7.41 经检查合格的组装模板, 应按安装程序进行堆放和装车, 平行叠放时应稳当妥帖, 并应避免碰撞, 每层之间应加垫木, 模板与垫木均应上下对齐, 底层模板应垫离地面不小于 100mm。立放时, 应采取防倾倒措施。

4.7.42 支柱模板前应按弹线做小方盘模板, 保证底部位置准确; 转角部位应采用连接角模以保证角度准确; 柱箍形式、规格、间距应根据柱截面大小及高度进行设计确定; 柱四角应做好拉杆及斜撑; 梁柱接头模板应按大样图进行安装。

4.7.43 墙模板纵横龙骨的尺寸及间距、墙体的支撑方法、角模

形式应根据墙体高度和厚度设计确定；模板上口应设拉结，防止上口尺寸偏大；墙梁交接处应设拉结；墙模板安装前，底边应做水泥砂浆找平层，以防漏浆。

4.7.44 模板支柱的底部应支在坚实的地面上，垫通长脚手板，防止支柱下沉；梁、板模板跨度大于或等于 4m 时，如设计无要求应按规范规定起拱；梁模板上口应有拉杆锁紧，防止上口变形；大于 600mm 梁高的侧模板，宜加对拉螺栓或对拉扁铁。

IX 质量记录

4.7.45 质量记录宜包含下列内容：

- 1 组合钢模板工程专项施工方案；
- 2 组合钢模板技术安全交底记录；
- 3 组合钢模板安装工程检验批质量验收记录；
- 4 组合钢模板分项工程质量验收记录；
- 5 组合钢模板工程施工验收表；
- 6 组合钢模板拆除申请表。

5 钢筋工程

5.1 一般规定

5.1.1 钢筋进场应见证取样作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，抽样结果应符合国家现行标准的相关规定。

5.1.2 钢筋的连接方式应根据设计图纸的要求和施工条件进行选用，钢筋尺寸、安装要求及构造措施应符合国家现行标准的相关规定。

5.1.3 当需要进行钢筋代换时，应办理设计变更文件。

5.1.4 受力钢筋连接接头宜设置在结构受力较小的部位，梁端、柱端箍筋加密区范围内不宜设置钢筋接头，且不应采用钢筋搭接。同一纵向受力钢筋在同一受力区段内不宜设置两个或两个以上的接头。接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于 10 倍钢筋直径。

5.1.5 纵向受力钢筋绑扎搭接接头应符合下列规定：

1 同一构件中，相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接接头宜相互错开；

2 在同一搭接接头连接区段 1.3 倍搭接长度内，纵向受拉钢筋绑扎搭接接头面积百分率（图 5.1.5）应符合下列规定：

1) 梁类、板类和墙类构件不宜超过 25%，基础筏板不宜超过 50%；

2) 柱类构件不宜超过 50%；

3) 当工程中确有必要增大接头面积百分率时，对梁类构件，不应大于 50%；对其他构件，应满足设计要求。

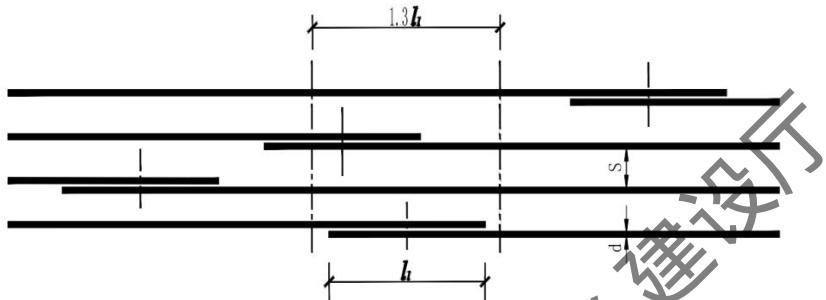


图 5.1.5 钢筋绑扎搭接接头连接区段及接头面积百分率

注：图中所示搭接接头同一连接区段内的搭接钢筋为两根。当各钢筋直径相同时，接头面积百分率为 50%。

5.1.6 当采用机械连接接头或焊接接头时，纵向受力钢筋接头的设置应符合下列规定：

1 同一构件内的接头宜相互错开设置在结构构件受拉钢筋应力较小部位；

2 接头连接区段的长度为 $35d$ ，且不应小于 500mm，凡接头中点位于该连接区段长度内的接头均应属于同一连接区段；

3 同一连接区段内，纵向受力钢筋接头面积百分率应符合下列规定：

1) 受拉接头，不宜大于 50%；受压接头，可不受限制；

2) 墙、板、柱中受拉机械连接接头，装配式混凝土结构构件连接处受拉接头，可根据实际情况放宽；

3) 直接承受动力荷载的结构构件中，不宜采用焊接；当采用机械连接时，不应超过 50%；

4) 当采用机械连接接头时，接头宜避开有抗震设防要求的框架的梁端、柱端箍筋加密区；当无法避开时，应采用 II 级接头或 I 级接头，且接头面积百分率不应大于 50%；

5) 当机械连接接头设置在高应力部位时，III 级接头的接

头面积百分率不应大于 25%，Ⅱ级接头的接头面积百分率不应大于 50%。Ⅰ级接头的接头面积百分率除本条第 3) 项和第 4) 项所列情况外可不受限制，但应尽量错开。

5.1.7 机械连接接头的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 中受力钢筋的混凝土保护层最小厚度的规定，且不得小于 15mm。接头之间的横向净间距不宜小于 25mm。

5.1.8 梁及柱中箍筋、墙中水平分布钢筋、板中钢筋距构件边缘的起始距离宜为 50mm。

5.1.9 机械连接接头的适用范围、工艺要求、套筒材料及质量要求应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的相关规定。

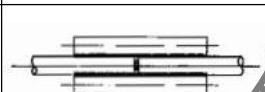
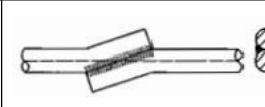
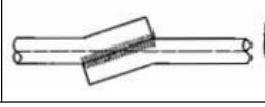
5.1.10 在梁、柱类构件的纵向受力钢筋搭接长度范围内应按设计要求配置箍筋，并应符合下列规定：

- 1 箍筋直径不应小于搭接较大钢筋直径的 25%；
- 2 受拉搭接区段的箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 5 倍，并不应大于 100mm；
- 3 受压搭接区段的箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 10 倍，并不应大于 200mm；
- 4 当柱中纵向受力钢筋直径大于 25mm 时，应在搭接接头两个端面外 100mm 范围内各设置两个箍筋，其间距宜为 50mm。

5.1.11 钢筋焊接接头的适用范围应符合表 5.1.11 的规定：

表 5.1.11 钢筋焊接接头的适用范围

焊接方法	接头形式	适用范围	
		钢筋牌号	钢筋直径 (mm)

焊接方法			接头形式	适用范围	
				钢筋牌号	钢筋直径 (mm)
电渣压力焊				HPB300 HRB400 HRB500	12~18 12~18 12~18
电弧焊	帮条焊	双面焊		HPB300 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	10~22 10~40 10~32 10~25
电弧焊	帮条焊	单面焊		HPB300 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	10~22 10~40 10~32 10~25
	预埋件电弧焊	角焊		HPB300 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	6~22 6~25 10~20 10~20
	穿孔塞焊			HPB300 HRB400 HRBF400 HRB500 RRB400W	20~22 20~32 20~28 20~28
	埋弧压力焊			HPB300 HRB400 HRBF400	6~22 6~28
	埋弧螺柱焊				
搭接焊		双面焊		HPB300 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	10~22 10~40 10~32 10~25
		单面焊		HPB300 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	10~22 10~40 10~32 10~25

注: 1 根据住建部《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)》第二部分限制使用技术要求, 钢筋电渣压力焊“不得用于焊接直径 20mm 及以上的钢筋, 不得用于焊接直径 12mm 以下的钢筋”;

- 2 电弧焊含焊条电弧焊和二氧化碳气体保护电弧焊两种工艺方法;
- 3 对于有较高要求的带 E 抗震结构用钢筋, 焊接工艺可按同级别热轧钢筋施焊; 焊条

采用低氢型碱性焊条；

4 如有 HPB235 钢筋需要进行焊接时，可按 HPB300 钢筋的焊接材料和焊接工艺，以及接头质量检验与验收的相关规定进行施焊。

5.1.12 正式焊接之前，焊工应进行现场条件下的焊接工艺试验，并经试验合格后，方可进行正式焊接作业。焊接施工过程中，当钢筋牌号、直径发生变更时，应再次进行焊接工艺试验。

5.1.13 细晶粒热轧钢筋 HRBF400、HRBF500 和直径大于 28mm 的普通热轧钢筋，其焊接参数应经过试验才能确定；余热强化处理的钢筋不宜进行焊接。

5.1.14 钢筋焊接施工之前，应清除钢筋、钢板焊接部位以及钢筋与电极接触处表面上的锈斑、油污、杂物等；钢筋端部当有弯折、扭曲时，应予以矫直或切除。

5.1.15 焊剂应存放在干燥的库房内，若受潮时，在使用前应经 250℃~350℃烘培 2h。使用中回收的焊剂应清除熔渣和杂物，并应与新焊剂混合均匀后使用。

5.1.16 带肋钢筋电弧焊、电渣压力焊和气压焊，宜将纵肋对纵肋进行安放和焊接。

5.1.17 两根同牌号、不同直径的钢筋可进行电渣压力焊或气压焊；电渣压力焊或气压焊时，其直径差不得超过 7mm。焊接工艺参数可在大、小直径钢筋焊接工艺参数之间偏大选用，两根钢筋的轴线应在同一直线上。对接头强度的要求，应按较小直径钢筋计算。

5.1.18 两根同直径、不同牌号的钢筋可进行电渣压力焊或气压焊，焊接工艺参数按高牌号钢筋选用，对接头强度的要求应按较低牌号钢筋强度计算。

5.1.19 进行电阻点焊、埋弧压力焊时，应随时观察电源电压的波动情况；当电源电压下降大于 5%、小于 8%时，应采取提高焊接变压器级数的措施；当大于或等于 8%时，不得进行焊接。

5.1.20 在环境温度低于-5℃条件下电弧焊时，宜增大焊接电流，减低焊接速度。电弧帮条焊或搭接焊时，第一层焊缝应从中间引

弧，向两端施焊。以后各层控温施焊，层间温度应控制在150℃～350℃之间。多层施焊时，可采用回火焊道施焊。

5.1.21 当环境温度低于-20℃时，不宜进行焊接作业。雨天、雪天不宜在现场进行施焊，必须施焊时，应采取有效遮蔽措施。进行气压焊，当超过三级风力时，应采取挡风措施。

5.1.22 焊机应不定期维护保养和定期检修，确保正常使用。

5.2 钢筋加工制作

I 施工准备

5.2.1 钢筋原材应符合下列规定：

1 钢筋应有出厂质量证明书（或合格证），进场钢筋应按炉（批）号及直径分批验收，验收内容包括核对标牌、外观检查，并按现行国家标准《钢筋混凝土用钢》GB/T 1499等有关规定抽取试样作力学性能试验和重量偏差检验，检验结果应符合国家现行标准的相关规定；

2 对有抗震设防要求的结构，其纵向受力钢筋的强度和最大力下总伸长率的实测值应符合相关规范的规定。

5.2.2 主要机具包括：钢筋冷拉机、切断机、弯曲成型机、调直机、弯箍机及相应吊装设备。

5.2.3 作业条件应符合下列规定：

1 应编制钢筋加工专项施工方案，并经审核、审批；按施工方案要求对操作人员进行技术交底；

2 钢筋原材料抽样复试应合格，钢筋配料人员应熟识设计图纸和施工规范，并根据设计图纸完成钢筋下料工作；

3 各种设备机具应运转正常，并符合相关安全规定。

II 施工工艺

5.2.4 钢筋加工制作施工工艺流程见图 5.2.4。



图 5.2.4 钢筋加工制作施工工艺流程图

5.2.5 钢筋原材料清洁除锈应符合下列规定:

- 1 钢筋加工前应将钢筋表面的污渍和铁锈清理干净, 表面有颗粒状、片状老锈以及有损伤的钢筋不得使用;
- 2 钢筋除锈可采用机械除锈和手工除锈; 对直径较细的盘条钢筋, 可通过冷拉和调直过程自动去锈, 粗钢筋可采用圆盘钢丝刷除锈机除锈; 手工除锈可采用钢丝刷、砂轮机、喷砂等工具进行除锈。除锈后的钢筋应尽快使用。

5.2.6 钢筋调直应符合下列规定:

- 1 钢筋调直宜采用机械调直方法, 调直设备不应具有延伸功能, 调直过程中不应损伤带肋钢筋的横肋; 调直后, 钢筋不得有局部弯曲、死弯、小波浪形等现象;

- 2 当采用冷拉调直方法时, HPB300 级钢筋的冷拉率不宜大于 4%, HRB400 级、HRB500 级、HRBF400 级和 RRB400 级钢筋冷拉率不宜大于 1%。钢筋伸长值 Δl 应按下式计算:

$$\Delta l = rL \quad (5.2.6)$$

式中: r —钢筋的冷拉率(%) ;

L —钢筋冷拉前的长度 (mm) 。

5.2.7 钢筋下料切割应符合下列规定:

- 1 钢筋切断应根据钢筋编号、直径、长度和数量长短搭配, 先断长料后断短料; 应采用切割机进行断料, 不得采用电弧切割。向切割机送料时, 钢筋应摆放顺直; 切割 300mm 以下的钢筋时, 应采取防护措施;

2 钢筋下料长度应符合下列规定:

- 1) 直钢筋下料长度等于构件长度减去保护层厚度+弯钩增加长度;
- 2) 弯起钢筋下料长度等于直段长度+斜弯长度减去弯曲调整值+弯钩增加长度;

3) 篦筋下料长度等于篦筋内周长加上篦筋调整值及弯钩增加长度;

3 钢筋切断后应按级别、规格、类型分别堆放，并挂牌标示;

4 钢筋断面应平直，不应有弯曲、马蹄、椭圆等任何变形。

5.2.8 钢筋弯曲成型应符合下列规定：

1 应采用机械弯曲成型，并根据料牌所示的形式、尺寸、数量等进行加工。对弯起钢筋等形状复杂的钢筋，应根据钢筋料牌上标明的尺寸，用石笔或划针将各弯曲点位置画出，并进行放大样、试弯，以及经检验合格后再成批加工；

2 钢筋弯折的弯弧内直径应符合下列规定：

1) 光圆钢筋不应小于 2.5 倍钢筋直径；

2) 335MPa 级、400MPa 级带肋钢筋，不应小于 4 倍钢筋直径；

3) 500MPa 级带肋钢筋，当直径为 28mm 以下时，不应小于 6 倍钢筋直径；当直径为 28mm 及以上时，不应小于 7 倍钢筋直径；

4) 位于框架结构顶层端节点处的梁上部纵向钢筋和柱外侧纵向钢筋，在节点角部弯折处，当钢筋直径为 28mm 以下时，不宜小于 12 倍钢筋直径；当钢筋直径为 28mm 及以上时，不宜小于 16 倍钢筋直径；

5) 篦筋弯折处尚不应小于纵向受力钢筋直径；篦筋弯折处纵向受力钢筋为搭接钢筋或并筋时，应按钢筋实际排布情况确定篦筋弯弧内直径。

3 弯折后的纵向受力钢筋平直段长度应符合设计要求；光圆钢筋末端作 180° 弯钩时，弯钩的弯折后平直段长度不应小于 3 倍钢筋直径；

4 在半圆弯钩实际配料时，半圆弯钩增加长度应符合表 5.2.8-1 的规定；

表 5.2.8-1 半圆弯钩增加长度（用机械弯）

钢筋直径 (mm)	≤ 6.5	$8 \sim 10$	$12 \sim 18$	$20 \sim 28$	$32 \sim 36$
一个弯钩长度 (mm)	$4d$	$6d$	$5.5d$	$5d$	$4.5d$

注: d 为钢筋直径。

5 弯起钢筋加工制作时, 中间部位弯折处的弯曲直径, 应不小于 5 倍钢筋直径。弯起钢筋斜长计算系数应符合表 5.2.8-2 的规定;

表 5.2.8-2 弯起钢筋斜长系数表

弯起角度	30°	45°	60°
斜边长度 S	$2h_0$	$1.41h_0$	$1.15h_0$
底边长度 L	$1.732h_0$	h_0	$0.575h_0$
增加长度 S_L	$0.268h_0$	$0.41h_0$	$0.575h_0$

注: h_0 为弯起高度。

6 除焊接封闭环式箍筋外, 箍筋的末端均应做弯钩, 弯钩形式应满足设计要求; 当设计无具体要求时, 箍筋加工制作应符合下列规定:

- 1) 箍筋、拉筋弯钩的弯弧内直径应符合本规程第 5.2.8 条第 2 款的规定;
- 2) 对一般结构构件, 箍筋弯钩的弯折角度不应小于 90° , 弯折后平直部分的长度不应小于 5 倍箍筋直径; 对有抗震设防及设计有专门要求的结构构件, 箍筋弯钩的弯折角度不应小于 135° , 弯折后平直部分的长度不应小于 10 倍箍筋直径和 75mm 的较大值, 设计有注明的, 应满足设计要求;
- 3) 圆形箍筋的搭接长度不应小于钢筋的锚固长度, 且两末端均应作 135° 弯钩, 弯折后平直部分的长度不应小于 5 倍箍筋直径。对有抗震设防要求的结构构件不应小于 10 倍箍筋直径和 75mm 的较大值;
- 4) 拉筋用作梁、柱箍筋中单肢箍筋, 或梁腰筋拉结时, 两端弯钩的弯折角度均不应小于 135° , 弯折后平直

部分长度不应小于 10 倍拉筋直径；拉筋用作剪力墙、楼板等构件中，两端弯钩可采用一端 135° ，另一端 90° ，弯折后平直部分长度不应小于 5 倍箍筋直径。

5.2.9 质量检验应符合下列规定：

1 加工完成的钢筋应平直、无损伤，表面不应有裂纹、颗粒状、片状老锈及其它污染物；

2 钢筋加工允许偏差应符合表 5.2.9 的规定。

表 5.2.9 钢筋加工允许偏差

项目	允许偏差 (mm)
受力钢筋沿长方向的净尺寸	± 10
弯起钢筋的弯折位置	± 20
箍筋外轮廓尺寸	± 5

III 成品保护

5.2.10 钢筋半成品应按照配料单的钢筋规格、品种、型号、使用部位等分别进行堆放，挂好标志牌。堆放场地应进行硬化并有良好的排水设施，钢筋堆放宜采用架空堆放。

5.2.11 长时间堆放钢筋半成品的场所应有遮盖措施。

5.2.12 转运钢筋半成品时应小心装卸，不得随意抛掷。

IV 施工注意事项

5.2.13 当钢筋下料尺寸出现偏差时，应根据结构钢筋所处部位以及钢筋切断的误差状况，确定采取调整措施或进行返工处理。若外形误差超出质量允许标准范围，不宜进行重新调直与弯曲操作。

5.2.14 搭建于塔吊回转半径范围内以及建筑物周边的钢筋加工棚，应设置双层硬质防护结构，且地面需进行硬化处理。加工棚顶部应悬挂安全警示标识以及包含安全宣传用语的横幅，工作场应确保道路畅通无阻。

5.2.15 钢筋加工机械应安装防护装置。

V 质量记录

5.2.16 质量记录应包含下列内容:

- 1 钢筋工程施工方案;
- 2 钢筋工程技术交底;
- 3 钢筋合格证、出厂检验报告和进场复验报告;
- 4 钢筋加工检验批质量验收记录。

广西壮族自治区住房和城乡建设厅
公开信息浏览

5.3 钢筋绑扎与安装

I 施工准备

5.3.1 主要材料应符合下列规定：

- 1 钢筋原材料应符合本规程第 5.2.1 条的规定；
- 2 钢筋半成品质量应满足设计图纸的要求，绑扎用铁丝应采用 20 号～22 号铁丝；

3 钢筋保护层垫块强度和厚度应满足设计图纸的要求。

5.3.2 主要机具包括钢筋铅丝钩、小扳手、撬杠、绑扎架、折尺或卷尺、白粉笔、红铅笔、粉线包、墨汁、小白线、断线钳、工作台、手压切断器、专用运输工具等。

5.3.3 作业条件应符合下列规定：

- 1 编制钢筋施工方案，并经审核、审批。按方案要求对操作人员进行技术交底；
- 2 钢筋的规格、尺寸、形状、数量等与配料单、图纸一致；
- 3 钢筋已按绑扎安装的先后顺序进行分类堆放；
- 4 上道工序经检查、验收合格。

II 基础钢筋施工工艺

5.3.4 基础钢筋绑扎施工工艺流程见图 5.3.4。

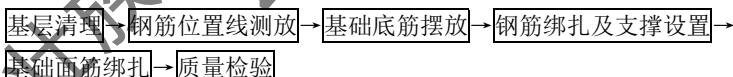


图 5.3.4 基础钢筋绑扎施工工艺流程图

5.3.5 基础钢筋绑扎前，应先将基础垫层清扫干净。

5.3.6 钢筋位置线测放应符合下列规定：

- 1 应根据图纸标明的钢筋间距，计算底板需用的钢筋根数；
- 2 应在垫层上弹出钢筋位置控制线，并在安装部位标明各构件的钢筋规格、形状和数量。

5.3.7 基础底筋摆放应符合下列规定：

1 按照弹出的钢筋位置控制线铺底板下层钢筋，基础底筋应先铺短向钢筋，再铺长向钢筋；

2 底板混凝土保护层垫块应按 1m/个的间距进行梅花形设置，当基础底板较厚或基础梁及底板用钢筋量密度较大时，摆放距离可适当缩小；

3 对于有防水要求的基础，其底层钢筋下方严禁使用钢筋垫块或金属垫块。

5.3.8 钢筋绑扎及支撑设置应符合下列规定：

1 钢筋网的绑扎，外围两行钢筋交叉点应全部绑扎，中间部分每隔一根相互成梅花式绑扎，双向受力钢筋的相互交叉点必须全部扎牢，相邻绑扎点的铁线扣应绑扎成八字型；

2 当基础底板采用双层钢筋网时，应于上层钢筋网下方设置钢筋马凳，每隔 1m 布置一个，其选用应符合下列规定：

1) 当板厚 $h \leq 300\text{mm}$ 时，马凳筋直径应为 8mm~10mm；

2) 当板厚 h 介于 300mm 至 500mm 时，马凳筋直径应为 12mm~14mm；

3) 当板厚 h 介于 500mm 至 1000mm 时，马凳筋直径应为 16mm~20mm。

4) 若基础底板有防水要求，钢筋撑脚不得直接支承于混凝土垫层之上；

5) 当板厚 $h > 1\text{m}$ 时，应编制基础钢筋支撑专项施工方案，并严格按照方案进行施工；

3 当有基础底板和基础梁时，基础底板的下部钢筋应放在梁筋的下部。基础底板的下部钢筋，应主筋在下、分布筋在上；对基础底板的上部钢筋，应主筋在上、分布筋在下；

4 钢筋弯钩的朝向宜向上，不得偏向一侧；当为双层钢筋网时，上层钢筋的弯钩应朝下，底层钢筋的弯钩应朝上；

5 根据弹出的墙、柱位置线，按照设计要求将墙、柱插筋伸入基础并进行牢固绑扎，且伸出长度不宜过长，上端应采取相应

措施确保插筋垂直；

6 独立柱基础的钢筋网呈双向弯曲受力状态，若图纸未规定绑扎方法，其短向钢筋应置于长向钢筋之上；

7 当底板钢筋采用焊接接头时，接头位置应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定；当采用绑扎接头时，钢筋搭接处应采用铁丝在接头中心及两端进行牢固绑扎；

8 基础上部钢筋支撑的设置，应根据基础板厚及面筋重量计算支撑系统所需材料、支撑杆高度和间距等，超大厚度筏板面筋支撑可选用钢管脚手架或型钢支撑架，并应编制专项施工方案及进行荷载验算；

5.3.9 质量检验应符合下列规定：

- 1 受力钢筋保护层厚度的合格率应达到 90% 及以上；
- 2 钢筋安装位置允许偏差及检验方法应符合表 5.3.9 的规定：

表 5.3.9 钢筋安装位置允许偏差及检验方法

项 目	允许偏差 (mm)	检 验 方 法
绑扎钢筋网	长、宽	±10 尺量
	网眼尺寸	±20 尺量连续三档，取最大偏差值
绑扎钢筋骨架	长	±10 尺量
	宽、高	±5 尺量
纵向受力钢筋	锚固长度	-20 尺量
	间距	±10 尺量两端，中间各一点，取最大偏差值
	排距	±5
纵向受力钢筋、箍筋的混凝土保护层厚度	基础	±10 尺量
	柱、梁	±5 尺量
	板、墙、壳	±3 尺量
绑扎箍筋、横向钢筋间距	±20 尺量连续三档，取最大偏差值	
钢筋弯起点位置	20 尺量	

项 目		允许偏差 (mm)	检 验 方 法
预埋件	中心线位置	5	尺量
	水平高差	+3,0	塞尺量测

广西壮族自治区住房和城乡建设厅
公开信息浏览

III 剪力墙、柱钢筋施工工艺

5.3.10 柱子钢筋绑扎施工工艺流程见图 5.3.10。



图 5.3.10 柱子钢筋绑扎施工工艺流程图

5.3.11 边线及控制线测放应符合下列规定：

1 应根据设计图纸要求测设出横向与竖向轴线，并采用墨线按照图纸要求测设出剪力墙、柱的边线，边线两端宜各延长不少于 20cm，以备用于吊线检查；

2 剪力墙、柱边线向外偏移 500mm 处，应采用墨线平行于剪力墙、柱边线测设出控制线。

5.3.12 基层及插筋清理应符合下列规定：

1 应剔除剪力墙、柱边线范围内的混凝土浮浆，并进行凿毛处理。剔除的浮浆残渣应及时清理，并用水冲洗干净；

2 凿毛深度不应小于 5mm，剔凿点间距应控制在 20mm～30mm 以内，凿毛应覆盖剪力墙、柱边线内全部范围；

3 应对柱子插筋上的水泥浆进行清除，并对有弯曲变形现象的插筋进行调直。

5.3.13 剪力墙钢筋绑扎应符合下列规定：

1 绑定位钢筋应符合下列规定：

- 1) 应将主筋与下层伸出的插筋进行绑扎，在主筋上画好水平筋分档标志；
- 2) 在下部及齐胸处绑两根横筋定位，并在横筋上画好主筋分档标志；

2 绑其余横竖筋应符合下列规定：

- 1) 其余横竖筋绑扎应先绑其余竖筋，最后绑其余横筋；
- 2) 横竖筋的间距及位置均应满足设计要求，横筋应在外、竖筋应在里。当剪力墙中有暗梁、暗柱时，应先绑暗梁、暗柱再绑周围横筋；

- 3) 剪力墙水平分布钢筋的搭接长度不应小于 $1.2la$ (la 为钢筋锚固长度)。同排水平分布钢筋的搭接接头之间及上、下相邻水平分布钢筋的搭接接头之间沿水平方向的净间距不宜小于 500mm;
- 4) 剪力墙与框架柱连接处, 剪力墙的水平横筋应锚固到框架柱内, 其锚固长度应满足设计要求;
- 5) 剪力墙水平筋在两端头、转角、十字节点、连梁等部位的锚固长度及洞口周围加固筋等, 应满足设计抗震要求;
- 6) 剪力墙的拉结筋应勾在竖向钢筋和水平钢筋的交叉点上, 并绑扎牢固。拉结筋宜做成一端 135° 弯钩, 另一端 90° 弯钩的形状, 在绑扎完后用钢筋扳子把 90° 的弯钩弯成 135°;
- 7) 当钢筋直径小于或等于 12mm 时, 剪力墙的垂直钢筋每段长度不宜超过 4m; 当钢筋直径大于 12mm 时, 剪力墙的垂直钢筋每段长度不宜超过 6m;
- 8) 剪力墙的水平钢筋每段长度不宜超过 8m。

5.3.14 柱筋绑扎应符合下列规定:

- 1 柱子的箍筋数量应按设计间距要求进行计算, 箍筋的弯钩叠合处应沿柱子竖筋交错布置;
- 2 可运用工具式柱箍将下层露出楼面的部分柱钢筋收纳于一个柱箍筋之中, 以利于上层柱钢筋的搭接。当柱截面发生变化时, 其下层柱钢筋的露出部分, 需在绑扎梁钢筋之前精确完成收缩操作。柱子主筋竖立之后, 在搭接长度范围内的绑扣数量应不少于 3 个;
- 3 应根据图纸要求, 在已立设的竖向柱筋上运用粉笔绘制箍筋间距线, 绘制每道箍筋位置线之后, 将已套置完成的箍筋向上移动, 由上至下进行绑扎, 宜采用缠扣方式实施绑扎。
- 4 竖向钢筋的弯钩应朝向柱心, 角部钢筋的弯钩平面与模板

面夹角，对矩形柱应为 45° 角。截面小的柱，用插入式振动器时，弯钩和模板所成的角度不应小于 15° ；

5 篦筋与主筋应相互垂直，篦筋转角处与主筋交点均应绑扎，主筋与篦筋非转角部分的相交点呈梅花形交错绑扎；

6 有抗震要求的地区，柱篦筋弯钩应弯成 135° ，平直部分长度不应小于篦筋直径的 10 倍。若篦筋采用 90° 搭接，搭接处应焊接，焊缝长度单面焊缝不应小于篦筋直径的 5 倍；

7 应加密布置柱上下两端篦筋，并按设计图纸要求设置加密区长度及加密区内篦筋间距。当设计要求篦筋设拉筋时，拉筋应钩住篦筋；

8 墙柱钢筋绑扎完成应按设计要求设置钢筋保护层垫块。

5.3.15 质量检验应符合本规程第 5.3.9 条的规定。

IV 梁钢筋施工工艺

5.3.16 梁钢筋绑扎施工工艺流程见图 5.3.16。



5.3.17 钢筋绑扎前，应对模板的尺寸、位置、标高、平整度、预留孔洞等进行复核，并将梁模板上的杂物进行清理干净。

5.3.18 钢筋绑扎前应根据图纸及钢筋下料单对每条梁钢筋的种类、数量、长度等进行清点核对。

5.3.19 梁纵筋、架立筋的绑扎应符合下列规定：

1 在穿设主梁的下部纵向钢筋及弯起钢筋之后，需按照预先画好的间距将篦筋逐一分开，接着穿设次梁的下部纵向钢筋及弯起钢筋，并套好篦筋。应在主（次）梁筋下方加垫水泥砂浆垫块或卡设塑料卡；若受力筋为双排布置，钢筋的排距及间距应符合设计要求以及国家现行相关标准的规定。

2 当梁的受力钢筋直径大于或等于 22mm 时，宜采用焊接接

头，也可采用直螺纹套筒连接；当梁的受力钢筋直径小于22mm时，可采用绑扎接头；绑扎接头与钢筋弯折处的距离不应小于10倍钢筋直径，接头不宜位于构件的最大弯矩处；

3 当主次梁底部标高相同时，次梁下部钢筋应放在主梁下部钢筋上；

4 当设计无要求时，在穿主（次）梁上部的架立钢筋及纵向受力钢筋时，主梁纵向受力钢筋应放在次梁的上面；

5 框架梁下部纵向钢筋伸入中间节点、梁上部纵向钢筋应贯穿中间节点、锚固长度及伸过中心线的长度，框架梁纵向钢筋在端节点内的锚固长度均应满足设计要求。

5.3.20 梁箍筋绑扎应符合下列规定：

1 应先绑架立筋，再绑主筋，主次梁应同时配合进行绑扎；

2 梁的第一个箍筋应距支座边缘50mm，并按设计要求的间距与加密区长度，加密布置梁端与柱交接处的箍筋。每隔一定间距应将架立筋与箍筋绑扎牢固，并按设计要求调整箍筋间距；

3 宜用套扣法绑扎梁上部纵向筋与箍筋。箍筋在叠合处的弯钩，在梁中应交错在上绑扎，并与两根架立筋绑扎。当为悬臂挑梁时，应箍筋接头在下；

4 主梁和次梁交界处的附加箍筋应按设计图施工，并应符合国家现行相关标准的相关规定；

5 梁钢筋绑扎完成后，应在梁底按设计要求设置钢筋保护层垫块。对于潮湿环境下的大截面梁，严禁采用钢筋头或金属垫块。

5.3.21 质量检验应符合本规程第5.3.9条的规定。

V 板钢筋施工工艺

5.3.22 板钢筋绑扎施工工艺流程见图5.3.22：

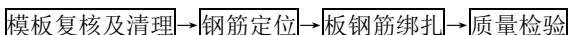


图5.3.22 板钢筋绑扎施工工艺流程图

5.3.23 模板复核及清理应符合本规程第5.3.17条的规定。

5.3.24 钢筋定位时，应在模板上按设计图纸要求标记好主筋和分布筋的位置。

5.3.25 板钢筋绑扎应符合下列规定：

1 应先按照标记好的钢筋间距摆放受力钢筋，后摆放分布钢筋。在现浇板中有板带梁时，应先绑扎板带梁钢筋，再摆放板钢筋；

2 宜采用顺扣或八字扣绑扎板筋，最外侧两根钢筋的相交点应全部绑扎，其他各相交点可交错绑扎。钢筋下面应放置钢筋保护层垫块，间距不应大于1m；当楼板采用双层钢筋时，为确保上部钢筋的位置，应在两层钢筋之间设置钢筋马凳，双向板相交点、负弯矩筋每个相交点均应全部绑扎；

3 楼梯钢筋，应先绑扎楼梯梁钢筋，再绑扎平台板和斜板的钢筋。平台板或斜板钢筋绑扎时，主筋在下、分布筋在上，所有交叉点均应绑扎牢固；

4 楼板开洞部位处应按设计要求采取设置钢筋、边梁、暗梁等加强措施；

5 当楼板采用双层钢筋时，应在两层钢筋网之间设置马凳筋。首排马凳筋应从距支座边缘100mm处起设置，马凳筋布置方向应与上层受力筋垂直。马凳筋上部平直段应与楼板上层钢筋交叉点全数绑扎牢固。马凳筋间距宜为800mm~1000mm，梅花形布置。当采用长条马凳时应根据长马凳的材料规格合理确定其设置间距。

5.3.26 质量检验应符合本规程第5.3.9条的规定。

VI 成品保护

5.3.27 涂刷模板隔离剂时，不得污染钢筋。

5.3.28 已绑扎好并验收合格的钢筋严禁随意拆扣、松扣或焊割。安装预埋管线或其他设施时，禁止切断和移动钢筋。

5.3.29 已绑扎好的楼板钢筋不应直接踩踏，应先搭设临时走道后方可上人。

VII 施工注意事项

5.3.30 钢筋骨架吊装入模时,应力求平稳。起吊时,吊点应根据骨架外形预先确定,骨架各钢筋交点应绑扎牢固,必要时应焊接牢固。

5.3.31 混凝土保护层厚度宜优先采用专用马凳控制,马凳高度应准确。

5.3.32 混凝土浇筑过程中,当受到侧压导致钢筋位置出现偏移时,应及时进行调整。

5.3.33 钢筋起吊或安装时,应远离附近的高压线路。

5.3.34 剪力墙、柱钢筋绑扎时,应搭设临时脚手平台,严禁直接站在模板、支撑或钢筋骨架上进行作业。

5.3.35 钢筋绑扎作业人员操作时应穿绝缘鞋,高空作业应系安全带。

VIII 质量记录

5.3.36 质量记录宜包含下列内容:

- 1 钢筋工程施工方案;
- 2 钢筋工程技术交底;
- 3 钢筋合格证、出厂检验报告和进场复验报告;
- 4 钢筋安装工程检验批质量验收记录;
- 5 钢筋隐蔽工程检查验收记录;
- 6 钢筋分项工程质量验收记录。

5.4 钢筋电渣压力焊接

I 施工准备

5.4.1 主要材料应符合下列规定:

- 1 钢筋原材料应符合本规程第5.2.1条的规定;
- 2 焊剂应有出厂合格证、产品质量证明书;焊剂应放在干燥

的库房内，当焊剂受潮时，使用前应经 250℃~300℃烘培 2h。回收的焊剂应清除熔渣和杂物，并与新焊剂混合均匀后方可使用。

5.4.2 主要机具包括电渣焊机、钢筋无齿切割机、焊剂盒、焊接夹具、焊接电源、电压表、电流表、控制箱、自动报警器及时间继电器、铁丝球、石棉绳等。

5.4.3 作业条件应符合下列规定：

1 应编制电渣压力焊专项施工方案，并经审核、审批。按方案要求对操作人员进行技术交底；

- 2 焊工应考试合格，持证上岗；
- 3 焊接机具以及辅助设备等应齐全、完好；
- 4 焊接安全防护用品配备齐全，作业场地应有防止发生火灾、爆炸等事故的安全防护措施。

II. 施工工艺

5.4.4 钢筋电渣压力焊接施工工艺流程见图 5.4.4。



图 5.4.4 钢筋电渣压力焊接施工工艺流程图

5.4.5 钢筋端头处理应符合下列规定：

1 钢筋安装之前，应清除干净焊接部位和电极钳口接触钢筋表面上的油污、锈斑和杂物等；

2 钢筋端部弯折、扭曲的，应进行矫正或切除。

5.4.6 焊接参数选择应符合下列规定：

1 电渣压力焊的焊接电流、电压和通电时间等主要焊接参数可按照表 5.4.6 电渣压力焊焊接参数进行选择；

表 5.4.6 电渣压力焊焊接参数

钢筋直径 (mm)	焊接电流 (A)	焊接电压 (V)		焊接通电时间 (s)	
		电弧过程	电渣过程	电弧过程	电渣过程
12	280~320	35~45	18~22	12	2

14	300~350			13	4
16	300~350			15	5
18	300~350			16	6

2 不同直径钢筋的焊接参数, 应按较小直径钢筋进行选择, 焊接通电时间可延长约 10%;

3 当采用专用焊剂或自动电渣压力焊机时, 应根据焊剂或焊机说明书选择焊接参数。

5.4.7 试焊试件应符合下列规定:

1 正式焊接前, 应从进场钢筋中按每批次截取 3 个试件进行现场条件下的试焊, 并送样检验其工艺性能;

2 钢筋经试验检测合格后, 方可按确定的焊接参数进行焊接作业。

5.4.8 钢筋电渣压力焊应符合下列规定:

1 电渣压力焊的钢筋直径差不得超过 7mm;

2 上下钢筋应采用焊接夹具夹紧, 且两钢筋应同心;

3 安放引弧钢丝球时, 应防止钢丝球被上钢筋压扁变形;

4 安装焊剂盒时, 应先在焊剂盒底位置上缠上石棉绳;

5 电弧过程的工作电压应根据钢筋直径选择, 并应控制在 35V~45V 之间, 电弧通电时间约占整个焊接过程所需通电时间的 3/4;

6 电渣过程的工作电压应根据钢筋直径选择, 并应控制在 18V~22V 之间, 电渣通电时间约占整个焊接过程所需时间的 1/4;

7 电渣过程终止时, 应迅速下压上钢筋, 使上钢筋端面与下钢筋端面相互贴合, 趁高温排除熔渣及熔化金属, 同时切断焊接电源;

8 当钢筋直径小于或等于 25mm 时, 四周焊包凸出钢筋表面的高度不得小于 4mm; 当钢筋直径大于或等于 28mm 时, 四周焊包凸出钢筋表面的高度不得小于 6mm;

9 回收的焊剂应除去熔渣及杂物, 受潮的焊剂在烘焙干燥后,

才可重复使用。

5.4.9 质量检验应符合下列规定：

1 在焊接施工过程中应随时进行自检，当发现偏心、弯折、烧伤等焊接缺陷时，应及时采取措施消除影响；

2 钢筋焊接完成后，应及时对焊接接头进行外观检查，外观质量应符合下列规定：

1)当钢筋直径为25mm及以下时，焊包高度不应小于4mm；

当钢筋直径为28mm及以上时，焊包高度不应小于6mm；

2) 钢筋不应有烧伤缺陷；

3) 接头处的弯折角度不应大于2°；

4) 接头处的轴线偏移不应大于1mm。

3 电渣压力焊接头的质量检验，应分批进行外观质量检查和力学性能检验，并应符合下列规定：

1) 在现浇钢筋混凝土结构中，应以300个同牌号钢筋接头作为一批；

2) 在房屋结构中，应在不超过连续二楼层中300个同牌号钢筋接头作为一批；当不足300个接头时，仍应作为一批；

3) 每批随机切取3个接头试件做拉伸试验。

III 成品保护

5.4.10 在进行焊接作业时，应搭建临时脚手架平台，严禁踩踏已绑扎完成的钢筋。

5.4.11 钢筋对焊后，严禁过早拆卸夹具。

5.4.12 接头焊接完成后，应待其自然冷却，不得进行浇水冷却。

IV 施工注意事项

5.4.13 电渣压力焊接过程中，发现烧伤、偏心、弯折等焊接缺

陷时，可按表 5.4.13 电渣压力焊接头焊接缺陷及防治措施进行处理。

表 5.4.13 电渣压力焊接头焊接缺陷及防治措施

序号	焊接缺陷	防治措施
1	咬边	1. 减少焊接电流、缩短焊接时间 2. 注意上钳口的起始点，确保上钢筋挤压到位
2	弯折	1. 矫正钢筋端部、注意安装和扶持上钢筋 2. 避免焊后过快拆卸夹具 3. 修理和更换夹具
3	轴线偏移	1. 矫正钢筋端部、正确安装夹具和钢筋 2. 避免过大的顶压力 3. 及时修理或更换夹具
4	气孔	1. 按规定要求烘焙焊剂 2. 清除钢筋焊接部位的铁锈 3. 确保被焊处在焊剂中的埋入深度
5	焊包薄而大	1. 减慢顶压速度 2. 减少焊接电流、焊接时间
6	焊包下淌	1. 彻底封堵焊剂端筒的漏孔 2. 避免焊后过快回收焊剂
7	焊包不均	1. 填装焊剂尽量均匀 2. 钢筋端面力求平整 3. 延长焊接时间，适当增加熔化量
8	烧伤	1. 钢筋导电部位除净铁锈 2. 尽量夹紧钢筋
9	未焊合	1. 延长焊接时间 2. 检修夹具，确保钢筋下送方便

5.4.14 电渣压力焊机外壳应接零或接地，当露天放置时，应有防雨遮盖措施。

5.4.15 在潮湿地方作业时，应采用橡胶垫或干燥木板等绝缘物作垫板。

5.4.16 焊工作业时，应穿戴焊工专用手套、绝缘鞋。

5.4.17 大、中雨天严禁进行焊接施工。小雨天施焊应有可靠的防护措施，焊接设备应进行遮蔽，电线应保证绝缘良好，焊剂应保持干燥。

V 质量记录

5.4.18 质量记录应包括下列内容:

- 1 钢筋电渣压力焊施工方案;
- 2 钢筋电渣压力焊技术交底;
- 3 钢筋合格证、出厂检验报告和进场复验报告;
- 4 焊剂合格证书;
- 5 钢筋焊工考试合格证复印件;
- 6 钢筋焊接接头工艺检验报告;
- 7 钢筋焊接接头试验报告;
- 8 钢筋焊接接头检验批质量验收记录;
- 9 钢筋分项工程质量验收记录。

5.5 钢筋电弧焊接

1 施工准备

5.5.1 主要材料应符合下列规定:

- 1 钢筋原材料应符合本规程第 5.2.1 条的规定;
- 2 焊条应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117 或《低合金钢焊条》GB/T 5118 的相关规定。

5.5.2 主要机具包括弧焊机、电焊钳、焊接电缆、焊条烘干箱、防护用具、防护面罩、绝缘鞋、电源开关箱（内接电流表和电压表）、弯筋工具、钢卷尺、手锤、焊缝检验尺等。

5.5.3 作业条件应符合本规程第 5.4.3 条的规定。

II 施工工艺

5.5.4 钢筋电弧焊接施工工艺流程见图 5.5.4。

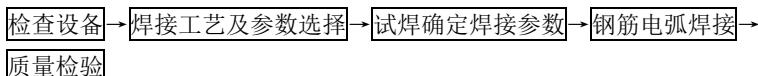


图 5.5.4 钢筋电弧焊接施工工艺流程图

5.5.5 设备检查应在焊接前进行，地线与焊接钢筋应接触良好。

5.5.6 焊接工艺及参数选择应符合下列规定：

1 钢筋电弧焊分为焊条电弧焊和二氧化碳气体保护电弧焊，应根据施工条件选择焊接施工工艺；

2 应根据钢筋的级别、直径、焊接位置和接头形式，选择适宜的焊条型号、焊条直径、焊接层数和焊接电流；

3 焊条、焊丝和焊接工艺参数应按高牌号钢筋选用，对接头强度的要求应按较低牌号钢筋强度计算。

5.5.7 试焊、做试件应符合下列规定：

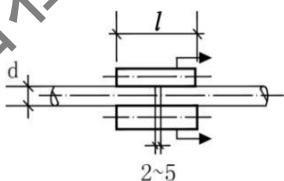
1 正式焊接前，应从进场钢筋中按每批次截取3个试件进行现场条件下的试焊，并送样检验其工艺性能；

2 钢筋经试验检测合格后，方可按确定的焊接参数进行焊接作业。

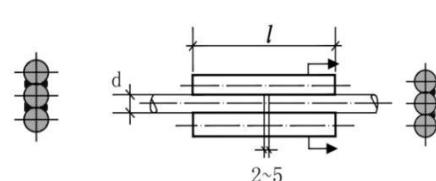
5.5.8 钢筋电弧焊可分为帮条焊、预埋件电弧焊、熔槽帮条焊、窄间隙焊和搭接焊，各类焊接施工应符合下列规定：

1 帮条焊焊接施工应符合下列规定：

1) 帮条焊时，宜采用双面焊（见图5.5.8-1a）；当不能进行双面焊时，宜采用单面焊（见图5.5.8-1b），帮条长度 l 应符合表5.5.8的规定。当帮条牌号与主筋相同时，帮条直径可与主筋相同或小一个规格。当帮条直径与主筋相同时，帮条牌号可与主筋相同或低一个牌号；



(a) 双面焊



(b) 单面焊

图5.5.8-1 钢筋帮条焊接头

表 5.5.8 钢筋帮条长度

钢筋牌号	焊缝形式	帮条长度 l
HPB300	单面焊	$\geq 8d$
	双面焊	$\geq 4d$
HRB400 HRBF400 HRB400 HRBF400 RRB400W	单面焊	$\geq 10d$
	双面焊	$\geq 5d$

注: d 为主筋直径 (mm)。

- 2) 帮条焊时, 两主筋端面的间隙宜为 $2\text{mm}\sim 5\text{mm}$;
 - 3) 帮条焊接头的焊缝宽度不应小于主筋直径的 0.8 倍, 焊缝厚度不应小于主筋直径的 0.3 倍;
 - 4) 帮条焊时, 应用四点定位焊固定帮条与主筋, 定位焊缝与帮条端部的距离不应小于 20mm 。
- 2 预埋件电弧焊焊接施工应符合下列规定:
- 1) 预埋件钢筋电弧焊 T 形接头可分为角焊和穿孔塞焊两种 (图 5.5.8-2)。当采用 HPB300 钢筋时, 焊脚尺寸 K 不得小于 0.5 倍钢筋直径; 采用其他牌号钢筋时, 焊脚尺寸 K 不得小于 0.6 倍钢筋直径;
 - 2) 施焊中, 不得使钢筋咬边和烧伤。

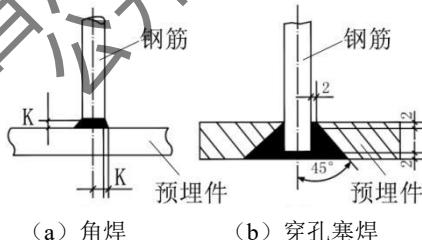


图 5.5.8-2 预埋件钢筋电弧焊 T 形接头

- 3 熔槽帮条焊焊接 (图 5.5.8-3) 施工应符合下列规定:
- 1) 角钢边长宜为 $40\text{mm}\sim 70\text{mm}$;
 - 2) 钢筋端头应加工平整, 接头间隙宜为 $10\text{mm}\sim 16\text{mm}$;
 - 3) 从接缝处垫板引弧后应连续施焊, 并应使钢筋端部

熔合；

- 4) 焊接过程中应停焊清渣 1 次；
- 5) 焊平后，再进行焊缝余高的焊接，其高度应为 $2\text{mm} \sim 4\text{mm}$ ；
- 6) 钢筋与角钢垫板之间，应加焊侧面焊缝 1~3 层，焊缝应饱满。

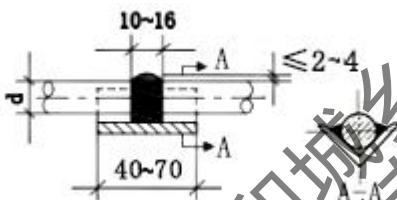


图 5.5.8-3 钢筋熔槽帮条焊接头

4 窄间隙焊焊接施工应符合下列规定：

- 1) 窄间隙焊适用于直径 16mm 及以上的钢筋水平连接；
- 2) 钢筋端面应平整；
- 3) 应选用低氢型碱性焊条；
- 4) 从焊缝根部引弧后应连续进行焊接，左右来回运弧，在钢筋端面处电弧应少许停留，并使其熔合；
- 5) 当焊至端面间隙的 $4/5$ 高度后，焊缝应逐渐扩宽；
- 6) 当熔池过大时，应改连续焊为断续焊；
- 7) 焊缝余高应为 $2\text{mm} \sim 4\text{mm}$ ，且应平缓过渡至钢筋表面。

5 搭接焊焊接施工应符合下列规定：

- 1) 焊接时宜采用双面焊；不能进行双面焊接时，宜采用单面焊，其焊缝长度应比双面焊增加一倍；HRB400、RRB400 钢筋的焊缝长度不应小于钢筋直径 d 的 5 倍；钢筋搭接焊接头见图 5.5.8-4；
- 2) 搭接端部的钢筋预弯，且两钢筋的轴线在一直线上后，方可进行搭接焊；
- 3) 搭接焊应采用两点固定，定位焊缝与搭接端部的距离

不宜小于 20mm；焊接时，应在搭接焊形成的焊缝中引弧，在端头收弧前应填满弧坑，并使主焊缝与定位焊缝的始端和终端熔合；

- 4) 搭接焊接头的焊缝宽度不应小于主筋直径的 0.8 倍，焊缝厚度不应小于主筋直径的 0.3 倍。搭接焊接头的焊缝尺寸见图 5.5.8-5。

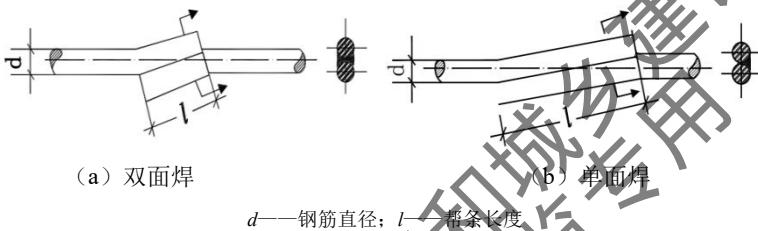


图 5.5.8-4 钢筋搭接焊接头

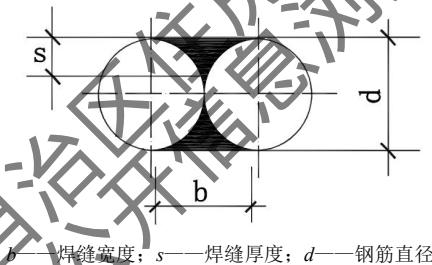
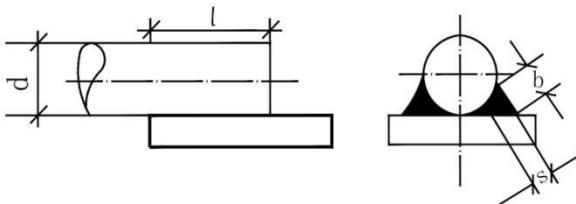


图 5.5.8-5 搭接焊接头的焊缝尺寸示意图

6 钢筋与钢板搭接焊时，焊接接头（见图 5.5.8-6）应符合下列规定：

- 1) HPB300 钢筋的搭接长度不得小于 4 倍钢筋直径，其他牌号钢筋搭接长度不得小于 5 倍钢筋直径；
- 2) 焊缝厚度不得小于 0.35 倍钢筋直径，焊缝宽度不得小于 0.6 倍钢筋直径。



d——钢筋直径; l——搭接长度; b——焊缝宽度; s——焊缝厚度

图 5.5.8-6 钢筋与钢板搭接焊接接头

5.5.9 质量检验应符合下列规定:

1 钢筋焊接完成后,应及时对焊接接头进行外观检查,外观质量检查结果应符合下列规定:

- 1) 焊缝表面应平整,不应有凹陷或焊瘤;
- 2) 焊接接头区域不应有裂纹;
- 3) 焊缝余高应为2mm~4mm。

2 钢筋电弧焊焊接接头尺寸偏差及缺陷允许值应符合表5.5.9的规定。

表 5.5.9 钢筋电弧焊接头尺寸偏差及缺陷允许值

名 称	单 位	接头形式	
		帮条焊	搭接焊
帮条沿接头中心线的纵向偏移	mm	0.3d	-
接头处弯折角	(°)	2	2
接头处钢筋轴线的偏移	mm	0.1d	0.1d
		1	1
焊缝宽度	mm	+0.1d	+0.1d
焊缝长度	mm	-0.3d	-0.3d
咬边深度	mm	0.5	0.5
在长2d焊缝表面上的气孔及夹渣	数 量	2	2
	面 积	6	6

3 电弧焊接头的质量检验,应分批进行外观质量检查和力学性能检验,并应符合下列规定:

- 1) 在现浇混凝土结构里，应以 300 个同牌号钢筋、同形式的接头作为一个批次；在房屋结构当中，应将不超过连续两个楼层内的 300 个同牌号钢筋、同形式的接头作为一个批次；每个批次需随机切取 3 个接头进行拉伸试验。
- 2) 在装配式结构中，可按照生产条件制作模拟试件，每批次 3 个，进行拉伸试验。

III 成品保护

- 5.5.10** 钢筋焊接半成品应进行分类并整齐堆放，堆放场地应设置支垫与遮盖设施。
- 5.5.11** 钢筋半成品在堆放操作过程中，应轻拿轻放，不得随意抛掷。
- 5.5.12** 引弧操作应于钢板或帮条上开展，以防止对主筋造成烧伤。
- 5.5.13** 接头焊接完成时，严禁浇水冷却或敲击钢筋接头。

IV 施工注意事项

- 5.5.14** 钢筋电弧焊接宜采用对称等速施焊或分层轮流施焊方式，并应采取选择合理焊接顺序、缓慢冷却等措施。
- 5.5.15** 在焊接过程中，应及时清除焊渣，焊缝表面需保持光滑平整。
- 5.5.16** 焊缝应平缓过渡，弧坑应填充饱满。
- 5.5.17** 焊机必须确保接地良好，严禁在露天淋雨环境下作业。
- 5.5.18** 焊接场所不得使用易燃材料搭建，现场进行高空作业时必须系好安全带，并按规定佩戴防护用具。
- 5.5.19** 在进行焊接施工之前，应办理动火作业审批手续，并加强施工过程中的防火管理工作。
- 5.5.20** 焊机必须由专业人员进行操作与管理，严格实行“一机一闸、一漏一箱”制度。

5.5.21 焊机应安装接地线路, 手柄焊钳的把手应具备良好的绝缘性能。

V 质量记录

5.5.22 质量记录宜包含下列内容:

- 1 钢筋电弧焊施工方案;
- 2 钢筋电弧焊技术交底;
- 3 钢筋合格证、出厂检验报告和进场复验报告;
- 4 焊条合格证;
- 5 钢筋焊工考试合格证复印件;
- 6 钢筋焊接接头工艺检验报告;
- 7 钢筋焊接接头试验报告;
- 8 钢筋电弧焊接接头检验批质量验收记录;
- 9 钢筋分项工程质量验收记录。

5.6 钢筋直螺纹连接

I 施工准备

5.6.1 主要材料应符合下列规定:

- 1 钢筋原材料应符合本规程第 5.2.1 条的规定;
- 2 直螺纹连接套筒应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG/T163 的相关规定, 并有产品合格证、出厂检验报告和质量证明书。

5.6.2 主要机具包括钢筋(剥肋)滚轧机、环规、牙形规、通止规、卡尺、施工扳手、砂轮切割机、料架。

5.6.3 作业条件应符合下列规定:

- 1 应编制钢筋直螺纹连接专项施工方案, 并经审核、审批; 按方案要求对操作人员进行技术交底;
- 2 丝头滚轧加工及连接钢筋的操作人员应经过培训, 考核合

格后方可持证上岗；

3 应由接头技术提供单位提交有效的型式检验报告，报告应详细记录连接件和接头参数；

4 机具设备应处于正常工作状态。

II 施工工艺

5.6.4 钢筋直螺纹连接施工工艺流程见图 5.6.4。

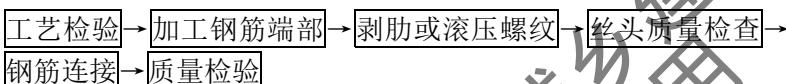


图 5.6.4 钢筋直螺纹连接施工工艺流程图

5.6.5 工艺检验应符合下列规定：

1 正式进行钢筋直螺纹制作安装前，应根据不同类型和接头形式制作接头试件，每种试件应不少于 3 根，并送样检验其工艺性能；

2 施工过程中更换钢筋生产厂或接头技术提供单位时，应补充工艺检验；

3 工艺检验合格后，方可按确定的工艺参数进行接头批量加工。

5.6.6 加工钢筋端部时应采用砂轮切割机、无齿锯下料切割机等设备进行切平，严禁采用气割或其他热加工方法切断钢筋。

5.6.7 剥肋或滚压螺纹应符合下列规定：

1 应保持钢筋丝头的端面平整；

2 滚轧螺纹前，应根据钢筋直径安设滚丝轮，并按丝头长度调整丝头长度控制点，设置挡块控制钢筋初始位置；

3 滚轧钢筋螺纹时，滚轧机应采用水溶性切削润滑液；当气温低于 0℃时，应掺入 15%~20% 亚硝酸钠，禁止用机油作润滑液或不加润滑液滚轧螺纹。

5.6.8 丝头质量检查应符合下列规定：

1 应逐个对加工的丝头外观和螺纹尺寸进行质量检查，钢筋

丝头宜满足 6f 级精度要求，应采用专用直螺纹量规检验，通规应能顺利旋入并达到要求的拧入长度，旋入不得超过 3 倍螺距；

2 各规格的自检数量不应少于 10%，检验合格率不应小于 95%。对不合格的丝头应重新加工并加倍抽检。抽检后应填写滚轧直螺纹加工检验记录，钢筋分类存放备用。

5.6.9 钢筋连接应符合下列规定：

1 竖向钢筋应自下而上依次进行连接，水平钢筋应从一端向另一端依次连接，严禁从两端向中间连接；

2 直螺纹接头应采用管钳和力矩扳手进行连接。连接过程中，需将丝口清理洁净，并使两个钢筋丝头在套筒的中心位置相互顶紧；

3 同径或异径正丝扣连接时，应将待连接的两根钢筋丝头旋入钢筋连接套筒，使用两把专用扳手分别卡住待连接钢筋，将钢筋接头旋紧，确保两钢筋丝头在套筒中间位置顶紧；

4 正反丝扣连接时，应将待连接的两根正反丝扣钢筋同时对准正反丝扣连接套筒，用两把专用扳手分别卡住待连接钢筋，再借助第三把扳手拧紧连接套筒；

5 可调丝头连接时，应先将钢筋连接套筒和锁紧螺母全部旋入长丝头钢筋端，再使短丝头钢筋端对准套筒，旋转套筒使其从长丝头钢筋头中逐步退出，并进入短丝头钢筋头中，与短丝头钢筋头旋紧，随后将锁紧螺母旋出，并与套筒旋紧定位；

6 钢筋连接套筒混凝土保护层厚度应满足设计要求，且不得小于 15mm，连接套筒间横向净距不宜小于 25mm；

7 连接完成的接头应立即用油漆作标记，以防漏拧。

5.6.10 质量检验应符合下列规定：

1 接头现场抽检项目应包括极限抗拉强度试验、加工和安装质量检验；

2 抽检应按验收批进行，同钢筋生产厂、同强度等级、同规格、同类型和同型式接头应以 500 个为一个验收批进行检验与验

收，不足 500 个也应作为一个验收批；

3 对接头的每一验收批，应在工程结构中随机截取 3 个接头试件做极限抗拉强度试验，按设计要求的接头等级进行评定。

III 成品保护

5.6.11 经加工成型的钢筋丝头或已完成连接的套筒裸露端，均应配备保护帽。

5.6.12 已完成套筒连接的钢筋接头，严禁进行随意抛砸操作。

IV 施工注意事项

5.6.13 钢筋连接端与套管内壁应确保无油污、铁锈及泥沙附着。

5.6.14 在进行钢筋接头拼接作业时，两个接头于套筒中央位置应相互紧密顶紧。

5.6.15 开展高空连接作业时，应搭建临时脚手架操作平台，并系挂安全带。

V 质量记录

5.6.16 质量记录宜包含下列内容：

- 1 钢筋直螺纹连接施工方案；
- 2 钢筋直螺纹连接技术交底；
- 3 钢筋合格证、出厂检验报告和进场复验报告；
- 4 直螺纹连接套筒出厂合格证和质量检验报告；
- 5 钢筋直螺纹接头型式检验报告；
- 6 钢筋直螺纹接头工艺检验报告；
- 7 钢筋直螺纹连接接头检验批质量验收记录；
- 8 钢筋分项工程质量验收记录。

6 预应力工程

6.1 一般规定

6.1.1 预应力专业施工单位根据施工图设计文件进行深化设计时，应经原设计单位认可，并在建设单位主持下会同设计单位、施工单位和监理单位对预应力图纸、施工方案进行会审。

6.1.2 工程所处环境温度低于 5℃时，孔道灌浆应采取保温措施；当室外温度高于 35℃时，宜夜间进行灌浆，水泥灌浆前的温度不应超过 35℃。

6.1.3 预应力混凝土工程应依照设计要求的施工顺序进行施工，并应考虑各施工阶段偏差对结构安全度的影响，必要时应进行施工监测。

6.1.4 预应力筋张拉中应避免预应力筋断裂或滑脱。当发生断裂或滑脱时，应符合下列规定：

1 对后张法预应力结构构件，断裂或滑脱的数量严禁超过同一截面预应力筋总根数的 3%，且每束钢丝或每根钢绞线不得超过一丝；对多跨双向连续板和密肋梁，其同一截面应按开间或跨度计算；

2 对先张法预应力构件，在浇筑混凝土前发生断裂或滑脱的预应力筋必须更换。

6.1.5 梁柱节点钢筋密集，采用预应力混凝土结构群锚布置困难时，宜优先采用缓粘结预应力混凝土结构。

6.1.6 缓粘结预应力混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C30，其中梁、柱的混凝土强度等级不宜低于 C40。

6.1.7 在有条件的情况下，缓粘结预应力筋两端均可采用张拉端

形式，当预应力筋长度超过 30m 时，宜采取两端张拉；当预应力筋长度超过 60m 时，宜采取分段张拉和锚固。

6.1.8 预应力混凝土构件的混凝土中不得掺用氯盐，氯离子总含量以胶凝材料总量的百分率计，不应超过 0.06%。

6.1.9 缓粘结预应力钢绞线应按工程所需的长度和锚固形式进行下料和组装，并应采取措施防止缓粘结剂从端头流出。下料长度应综合考虑其曲率、锚固端保护层厚度，并应根据不同的张拉方式和锚固形式预留张拉长度。

6.1.10 在缓粘结预应力钢绞线下料时，应对同批缓粘结预应力钢绞线留样观察，观察同条件下其固化情况。如果预应力专项验收时缓粘结剂还没达到固化时间，可根据环境温度和固化程度推断是否满足设计要求，固化期不宜超过 2 年。

6.1.11 在无粘结预应力混凝土结构中，板的混凝土强度等级不应低于 C30；梁及其他构件的混凝土强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C30。

6.1.12 在无粘结预应力混凝土结构中，预应力筋采用无粘结预应力纤维筋时，在三 a、三 b、四、五类环境中纵向普通钢筋宜采用环氧涂层钢筋或镀锌钢筋。

6.1.13 超长混凝土结构在采用无粘结预应力技术减小混凝土收缩和温差作用的影响时，应合理布置预应力筋，同时宜采取优化混凝土配合比、配置温度构造钢筋、设置后浇带、加强养护和保温等配套措施。

6.2 先张法预应力工程施工工艺

I 施工准备

6.2.1 主要材料应符合下列规定：

1 预应力筋进场时，应按现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224、《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223 和《预应

力混凝土用螺纹钢筋》GB/T 20065 的相关规定抽取试件作抗拉强度、伸长率检验, 其检验结果应符合相应标准的规定; 常用预应力筋的公称直径、截面面积、计算截面面积及理论重量应符合本规程附录 B 的规定;

2 锚具、夹具和连接器进场时, 应有厂家提供的产品合格证和出厂检验报告, 同时应符合国家现行标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 和《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的相关规定。

6.2.2 主要机具包括电动油泵、张拉千斤顶、挤压设备、钢绞线压花、电焊机、砂轮切割机、钢板尺、限位板等。

6.2.3 作业条件应符合下列规定:

1 编制预应力工程施工方案, 并经审核批准, 对施工操作人员进行技术交底;

2 预应力筋、锚具、夹具和连接器进场检验合格;

3 张拉设备已校验、检定, 并处于有效标定器内, 机具设备准备就绪。

II 施工工艺

6.2.4 先张法预应力施工工艺流程见图 6.2.4。

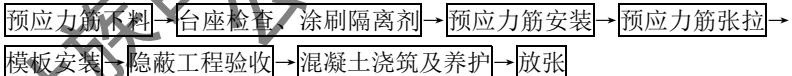


图 6.2.4 先张法预应力施工工艺流程图

6.2.5 用长线台座生产工艺预应力筋下料时, 预应力筋下料长度应满足构件在台座上的排列要求。当预应力筋直接在钢横梁上张拉和锚固时, 可取消 l_4 与 l_5 值。预应力筋的下料长度 L 可按下式计算:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 - l_4 - l_5 \quad (6.2.5)$$

式中: l_1 ——长线台座长度;

l_2 ——张拉装置长度 (含外露工具式拉杆长度);

l_3 ——固定端所需长度；

l_4 ——张拉端工具式拉杆长度；

l_5 ——固定端工具式拉杆长度。

6.2.6 台座检查、涂刷隔离剂应符合下列规定：

1 张拉台座应具有足够的强度、刚度，抗倾覆安全系数不得小于 1.5，抗滑移安全系数不得小于 1.3，台座横梁挠度应控制在 2mm 以内；锚板受力中心应与预应力筋合力中心一致；

2 台座台面应平整光滑，用 2m 靠尺检查，其表面平整度不应超过 3mm；

3 台面在铺设预应力筋之前应涂刷隔离剂，铺放预应力筋时，应每隔一定距离在预应力筋下垫一根短钢筋。

6.2.7 预应力筋安装应符合下列规定：

1 预应力筋连同隔离套管应在钢筋骨架完成后一并穿入就位；

2 预应力筋之间的净间距，不宜小于预应力筋公称直径或等效直径的 2.5 倍和混凝土粗骨料最大粒径的 1.25 倍，且对预应力钢丝、三股钢绞线和七股钢绞线分别不应小于 15mm、20mm 和 25mm。当混凝土振捣密实性有可靠保证时，净间距可放宽至粗骨料最大粒径的 1.0 倍；

3 严禁使用电弧焊对预应力筋进行切割；

4 隔离套管内端应封堵严密。

6.2.8 预应力筋张拉应符合下列规定：

1 预应力构件的张拉顺序，应依据结构受力特性、施工便捷性及操作安全性等因素予以确定；对于现浇预应力混凝土楼面结构，宜先对楼板、次梁进行张拉，而后再张拉主梁；对于预制屋架等平卧叠浇构件，应按从上至下的顺序逐榀进行张拉；

2 预应力筋的张拉方式，应根据设计与施工计算要求，采用一端张拉或两端张拉。当采用两端张拉时，宜两端同时进行张拉，也可先对一端进行张拉，再对另一端进行补张拉；

3 对于同一束预应力筋，应采用相应吨位的千斤顶进行整束张拉。对于直线形或平行排放的预应力钢绞线束，在各根钢绞线未受叠压的情况下，也可采用小型千斤顶逐根进行张拉；

4 预应力筋的张拉步骤：应从零应力加载至初拉力，测量伸长值的初始读数，再以均匀速率分级加载并分级测量伸长值，直至达到终拉力。钢绞线束张拉至终拉力时，宜持荷 2min；

5 采用应力控制方法进行张拉时，应校核预应力筋张拉伸长值，实际伸长值与计算伸长值的偏差不应超过 $\pm 6\%$ 。若超过允许偏差，应查明原因并采取相应措施后，方可继续进行张拉；

6 对于特殊预应力构件或预应力筋，应根据设计与施工要求，采用专门的张拉工艺；

7 对于多波曲线预应力筋，可采用超张拉回松技术。

6.2.9 模板安装应符合本规程第 4 章的相关规定。

6.2.10 隐蔽工程验收应在自检合格后会同监理进行，隐蔽工程验收合格后才能浇筑混凝土，并做好记录。

6.2.11 混凝土浇筑及养护应符合本规程第 8 章的相关规定。

6.2.12 放张应符合下列规定：

1 放张时，应对构件混凝土强度进行检验；同条件养护的混凝土立方体抗压强度应符合设计要求，设计无要求时不应低于设计的混凝土强度等级值的 75%；对采用消除应力钢丝或钢绞线作为预应力筋的先张法构件，不应低于 30MPa；

2 放张顺序应符合下列规定：

- 1)** 宜采取缓慢放张工艺进行逐根或整体放张；
- 2)** 对于承受轴心预压力的构件，所有预应力筋宜同时放张；
- 3)** 对于承受偏心预压力的构件，宜先同时放张预压力较小区域的预应力筋，再同时放张预压力较大区域的预应力筋；
- 4)** 当不能按上述规定放张时，应分阶段、对称、相互交

错放张；

5) 放张后，预应力筋的切断顺序，宜从张拉端开始逐次切向另一端。

III 成品保护

6.2.13 混凝土浇筑完成后，应严格控制拆模时间，保证其表面及棱角不因拆模而受损。

6.2.14 混凝土强度未达到 1.2MPa 时，不得在其表面作业及堆放重物。

IV 施工注意事项

6.2.15 打紧锥形夹具的销子时，应防止敲到已经锚定钢丝的夹具。

6.2.16 台座两端应设置挡丝板，张拉时台座两端严禁站人。已张拉的钢丝上禁止行人、行车。钢丝张拉锚定后，应检查夹具是否锚牢。

6.2.17 当张拉设备的高压油管发生扭转或死弯现象时，应立即卸除油压予以处理。

6.2.18 灌浆操作人员应穿戴防护用品。

V 质量记录

6.2.19 质量记录宜包含下列内容：

1 预应力工程施工方案；
2 预应力工程技术交底；
3 预应力筋、锚具、夹具和连接器等材料的合格证、检验报告和进场复验报告；

4 预应力筋张拉机具设备及仪表标定记录；
5 预应力筋原材料检验批质量验收记录；
6 预应力筋应力检测记录或张拉记录；

- 7 预应力筋制作与安装检验批质量验收记录；
- 8 预应力筋隐蔽工程检查验收记录；
- 9 预应力分项工程质量验收记录。

6.3 后张法预应力工程施工工艺

I 施工准备

6.3.1 主要材料应符合本规程第 6.2.1 条的规定，并应符合下列规定：

1 后张预应力构件中预埋制孔用管件进场时应有厂家提供的质量证明书，并做进场复验；其性能检验应符合现行行业标准《预应力混凝土金属螺旋管》JG/T 3013 和《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》JT/T 529 的相关规定；

2 孔道灌浆用水泥和外加剂进场时应有厂家提供的质量证明书，并做进场复验；水泥、外加剂的质量应符合现行国家标准《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119 的相关规定；成品灌浆材料的质量应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的相关规定；

3 采用缓粘结预应力筋时，应符合下列规定：

- 1) 缓粘结预应力钢绞线的质量要求应符合现行行业标准《缓粘结预应力钢绞线》JG/T369 的相关规定；
- 2) 缓粘结预应力筋外包护套材料宜采用挤塑型聚乙烯树脂，严禁使用聚氯乙烯，其性能指标应符合现行国家标准《聚乙烯（PE）树脂》GB/T11115 的相关规定；
- 3) 缓粘结预应力筋中的有机类缓粘结剂初始黏度、固化后力学性能及耐久性应符合现行行业标准《缓粘结预应力钢绞线专用粘合剂》JG/T370 的相关规定；

- 4 采用无粘结预应力筋时, 应符合下列规定:
- 1) 采用钢绞线制作的无粘结预应力筋不应有死弯;
 - 2) 无粘结预应力筋的外包层材料性能及涂包质量应符合现行行业标准《无粘结预应力钢绞线》JG161 的相关规定, 防腐油脂质量应符合现行行业标准《无粘结预应力筋用防腐润滑脂》JG/T 430 的相关规定。

6.3.2 主要机具包括电动油泵、张拉千斤顶、钢绞线挤压机、电焊机、砂轮切割机、专用紧楔机、灌浆设备(用于有粘结预应力施工)、挤压机等。

6.3.3 作业条件应符合本规程第 6.2.3 条的规定。

II 有粘结预应力施工工艺

6.3.4 有粘结预应力施工工艺流程见图 6.3.4。

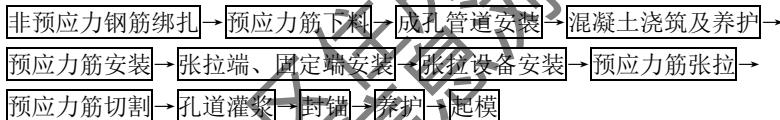


图 6.3.4 有粘结预应力施工工艺流程图

6.3.5 非预应力钢筋绑扎应符合下列规定:

1 先清理模板上的杂物, 并标识出非预应力筋的间距和位置, 然后铺放非预应力筋并进行绑扎, 同时及时配合安装预埋件、电线管、预留孔洞等;

2 张拉端和固定端均应按设计要求配置螺旋筋或钢筋网片, 当锚具密集布置时, 宜采用整体钢筋网片; 螺旋筋或钢筋网片均应紧靠承压板, 并保证与缓粘结预应力筋对中和固定可靠。

6.3.6 预应力筋下料应符合下列规定:

1 钢绞线下料长度的计算, 可按下式计算:

1) 两端张拉的钢绞线下料长度 L 可按下式计算:

$$L = l + 2(l_1 + l_2 + 100) \quad (6.3.6-1)$$

2) 一端张拉的钢绞线下料长度 L 按下式计算:

$$L = l + 2(l_1 + 100) + l_2 \quad (6.3.6-2)$$

式中: l —构件的孔道长度;

l_1 —夹片式工作锚厚度;

l_2 —张拉用千斤顶长度(含工具锚), 当采用前卡式千斤顶时, 仅计算至千斤顶体内工具锚处。

2 钢丝束下料长度, 可按下式计算:

$$L = l + 2(h + s) - K(H - H_1) - \Delta L - c \quad (6.3.6-3)$$

式中: l —构件的孔道长度, 按实际丈量;

h —锚杯底部厚度或锚板厚度;

s —钢丝镦头留量, 对 φ^{P5} 取 10mm ;

K —系数, 一端张拉时取 0.5 , 两端张拉时取 1.0 ;

H —锚杯高度;

H_1 —螺母高度;

ΔL —钢丝束张拉伸长值;

c —张拉时构件混凝土的弹性压缩值。

6.3.7 成孔管道安装应符合下列规定:

1 成孔管道安装前, 应按设计要求在箍筋上标出预应力筋的曲线坐标位置, 点焊直径不应小于 10mm 的定位钢筋; 圆形金属波纹管的定位钢筋间距宜为 $1.0\text{m} \sim 1.2\text{m}$, 扁形金属波纹管和塑料波纹管的定位钢筋间距宜为 $0.8\text{m} \sim 1.0\text{m}$;

2 成孔管道的内径宜比预应力束外径及需穿过孔道的连接器外径大 $6\text{mm} \sim 15\text{mm}$, 且孔道的截面积宜为穿入预应力束截面积的 $3.3 \sim 4.0$ 倍;

3 针对较小构件, 当有可靠经验并能保证混凝土浇筑质量时, 预应力孔道可水平并列贴紧布置, 但每一并列束中的孔道数量不应超过 2 个;

4 成孔管道宜随需要起拱的预应力构件同时起拱;

5 圆形金属波纹管接长时,可采用大一规格的同波形波纹管作为接头管,接头管长度可取其内径的3倍,且不宜小于200mm,两端旋入长度宜相等,且接头管两端应采用防水胶带密封;

6 采用钢管抽拔成型的直线成孔管道,钢管应圆滑、平直。从浇筑混凝土到开始抽管前,应每隔10min~15min转动1次;

7 采用胶管抽拔成型成孔管道时,胶管内应充水或充气,压力应为0.5MPa~0.8MPa,固定芯管用的钢筋井字架间距不宜大于500mm,抽管前应将所充水或气放掉;

8 预应力成孔管道之间的水平净间距不宜小于50mm,且不宜小于粗骨料最大粒径的1.25倍;成孔管道至预应力构件边缘的净间距不宜小于30mm,且不宜小于成孔管道外径的1/2;

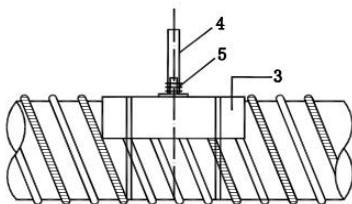
9 成孔管道竖向位置偏差应符合表6.3.7的规定;

表6.3.7 成孔管道竖向位置允许偏差

构件截面高(厚)度(mm)	<300	300~1500	>1500
允许偏差(mm)	±5	±10	±15

10 预应力孔道应根据工程特点设置排气孔、泌水孔、灌浆孔、出浆孔,排气孔可兼作泌水孔或灌浆孔,并应符合下列规定:

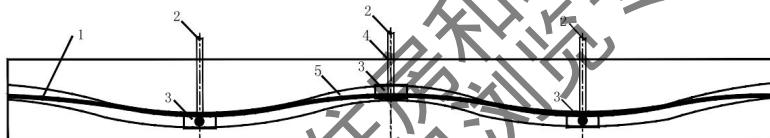
- 1) 当曲线孔道波峰和波谷的高差大于300mm时,应在孔道波峰设置排气孔,排气孔间距不宜大于30m;
- 2) 排气孔可朝向外侧设置在承压板上,直径不宜小于8mm;
- 3) 当排气孔兼作泌水孔时,其外接管道伸出构件顶面长度不宜小于300mm;
- 4) 在预应力筋孔道两端应设置灌浆孔和出浆孔,灌浆孔的内孔径不宜小于20mm(见图6.3.7-1)。抽拔成形成孔管道的灌浆孔间距不宜大于12m,预埋波纹管的灌浆孔间距不宜大于30m。



1—波纹管； 2—海绵垫； 3—塑料管； 4—固定卡

图 6.3.7-1 灌浆孔设置示意图

5) 在波谷处设置排气管，应使塑料管朝两侧放置，然后从梁上伸出来，不应朝上放置(见图 6.3.7-2、6.3.7-3)。



1—预应力筋； 2—排气孔； 3—弧形塑料盖板； 4—塑料管； 5—波纹管孔道

图 6.3.7-2 预应力筋在波纹管中的位置

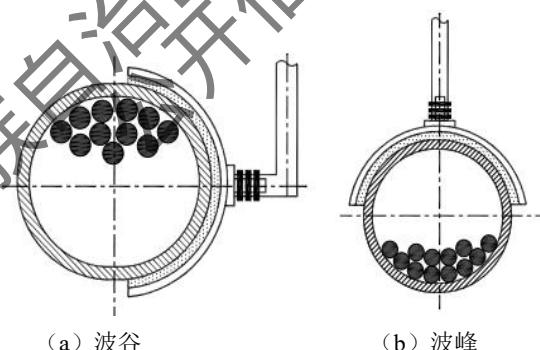


图 6.3.7-3 钢绞线在波纹管波峰与波谷位置及排气管的安装位置图

6.3.8 混凝土浇筑及养护应符合本规程第 8 章的相关规定，并应符合下列规定：

1 混凝土应分层浇筑，对预应力筋锚固区及钢筋密集部位，

应加强振捣，振捣器应避免碰撞成孔管道；

2 浇筑完成后应立即检查成孔管道是否畅通。当发现堵塞时，应及时清孔，确保其畅通；

3 当采用蒸汽养护时，预应力筋应在蒸汽养护结束后穿入孔道。

6.3.9 预应力筋安装应符合下列规定：

1 穿束工作可采用人力、卷扬机或穿束机单根穿或整束穿；对超长束、特重束、多波曲线束等宜采用卷扬机整束穿，束的前端应装有穿束网套或特制的牵引头，并保持预应力筋顺直，且仅能前后拖动，不得扭转；采用穿束机逐根将钢绞线穿入孔道时，应保证其在孔道内不发生相互缠绕；

2 对于金属波纹管孔道，在穿预应力筋时，预应力筋的端部应套有保护帽；

3 预应力筋或成孔管道定位控制点的竖向位置偏差应符合表 6.3.9 的规定，其合格点率应达到 90% 及以上，且不得有超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

表 6.3.9 定位控制点的竖向位置允许偏差

截面高(厚)度(mm)	$h \leq 300$	$300 < h \leq 1500$	$h > 1500$
允许偏差(mm)	± 5	± 10	± 15

6.3.10 张拉端、固定端安装应符合下列规定：

1 张拉端部宜采用木模板，并应按施工图中预应力筋的位置钻孔；

2 张拉端承压板应采用可靠措施固定在端部模板上，并应保持张拉作用线与承压板面垂直；

3 张拉端锚具系统安装时，缓粘结预应力筋的外露长度应根据张拉机具所需的长度确定，穴模与承压板之间不应有缝隙；

4 固定端锚具系统安装时，固定端锚具应按设计要求位置绑扎固定，内埋式固定端承压板不得重叠，锚具与承压板应贴紧；

6.3.11 张拉设备安装应符合下列规定：

1 安装张拉设备时,应使张拉力的作用线与缓粘结预应力筋末端的中心线重合;

2 因操作空间原因需要采用变角张拉时,应通过变角器平滑改变角度,张拉力作用线应与变角器末端平面垂直。

6.3.12 预应力筋张拉应符合下列规定:

1 张拉准备应符合下列规定:

- 1) 张拉前应清理张拉端面,严禁使用锈蚀锚具;高空张拉时应搭设带防护栏的可靠操作平台,受限空间可采用变角器张拉;
- 2) 应检查预应力筋轴线与承压板垂直度,清除承压板表面积灰,并核查承压板后混凝土密实性;
- 3) 检查油路、电路,设备试运转;
- 4) 张拉设备应配套校验,压力表精度不应低于 0.4 级,试验机测力示值不确定度不应大于 1%;校验周期不应超过半年,异常或检修后应重新校验;
- 5) 圆筒式夹片锚具应注意工作锚环锚板对中,夹片均打紧并外露一致;
- 6) 千斤顶安装:对于直线无粘结预应力筋,应使张拉力的作用线与无粘结预应力筋中心线重合;对于曲线无粘结预应力筋,应使张拉力的作用线与无粘结预应力筋中心线末端的切线重合;应做到预应力中心线、锚具中心、千斤顶轴心“三心一线”;
- 7) 工具锚的夹片,应注意保持清洁和良好的润滑状态。新工具锚夹片第一次使用前,应在夹片背面涂上润滑剂,以后每使用 5 次~10 次,应将工具锚上的挡板连同夹片一同卸下,在锚板的锥形孔中重新涂上一层润滑剂,以防夹片在退楔时卡住。

2 预应力筋张拉时,应对构件混凝土强度进行检验。同条件养护的混凝土立方体抗压强度应符合设计要求,设计无要求时不

应低于设计的混凝土强度等级值的 75%；对采用消除应力钢丝或钢绞线作为预应力筋的先张法构件，不应低于 30MPa；

3 预应力筋张拉顺序应满足设计要求，并应符合下列规定：

- 1)** 应根据结构受力特点、施工方便及操作安全等因素确定张拉顺序；
- 2)** 预应力筋张拉宜符合均匀、对称的原则；
- 3)** 对现浇预应力混凝土楼盖，宜先张拉楼板、次梁的预应力筋，后张拉主梁的预应力筋；
- 4)** 对预制屋架等平卧叠浇构件，应从上往下逐榀张拉。

4 应根据设计和专项施工方案的要求确定张拉方式，当设计无具体要求时，应符合下列规定：

- 1)** 宜采用一端或两端张拉；当采用两端张拉时，宜两端同时张拉，也可一端先张拉，另一端补张拉；
- 2)** 有粘结预应力筋长度不大于 20m 时可一端张拉，大于 20m 时宜两端张拉；预应力筋为直线形时，一端张拉的长度可延长至 35m；
- 3)** 无粘结预应力筋长度不大于 40m 时可一端张拉，大于 40m 时宜两端张拉；
- 4)** 有粘结预应力筋应整束张拉；
- 5)** 对直线形或平行编排的有粘结预应力钢绞线束，当各根钢绞线不受叠压影响时，也可逐根张拉。

5 预应力筋的张拉操作程序应符合表 6.3.12-1 的规定；

表 6.3.12-1 预应力筋张拉程序

预应力筋种类		张拉程序
钢筋	对夹片式等有自锚性能的锚具	普通松弛力筋 0→初应力→1.03 σ_{con} (锚固) 低松弛力筋 0→初应力→ σ_{con} (持荷 2min 锚固)
	其他锚具	0→初应力→1.05 σ_{con} (持荷 2min) → σ_{con} (锚固)
钢绞线	对夹片式等有自锚性能的锚具	普通松弛力筋 0→初应力→1.03 σ_{con} (锚固) 低松弛力筋 0→初应力→ σ_{con} (持荷 2min 锚固)
	其他锚具	0→初应力→ σ_{con} (持荷 2min 锚固)

精轧螺纹 钢筋	直线配筋时	0→初应力→1.05 σ_{con} (持荷2min)→ σ_{con} (锚固)
	曲线配筋时	0→ σ_{con} (持荷2min)→0 (上述程序可反复几次)→初应力→ σ_{con} (持荷2min锚固)

注：1 σ_{con} 为张拉时的控制应力值，包括预应力损失值；

2 梁的竖向预应力筋可一次张拉到控制应力，持荷5min锚固。

6 当预应力筋长度较大、千斤顶张拉行程不够时，应采取分级张拉、分级锚固，第二级初始油压为第一级最终油压；

7 对塑料波纹管成孔管道，达到张拉控制力后，宜持荷2min~5min；

8 预应力筋的张拉控制应力应满足设计及专项施工方案的要求，当施工中需要超张拉时，调整后的张拉控制应力 σ_{con} 应符合表6.3.12-2的规定。

表6.3.12-2 超张拉控制应力 σ_{con} 限值

预应力筋种类	张拉控制限值
消除应力钢丝、钢绞线	$\sigma_{con} \leq 0.8f_{ptk}$
中强度预应力钢丝	$\sigma_{con} \leq 0.75f_{ptk}$
预应力螺纹钢筋	$\sigma_{con} \leq 0.90f_{pyk}$

注： σ_{con} ——预应力筋张拉控制应力；

f_{ptk} ——预应力筋强度标准值；

f_{pyk} ——预应力筋屈服强度标准值。

6.3.13 张拉完成后，应采用砂轮锯或其他机械方法切割多余的预应力筋。切断后，锚具外预应力筋的外露长度不应小于其直径的1.5倍，且不应小于30mm。

6.3.14 孔道灌浆应符合下列规定：

1 灌浆孔的间距，对预埋金属波纹管不宜大于30m；对抽芯成形孔道不宜大于12m；

2 灌浆材料宜采用水泥浆，水泥浆的强度当设计无要求时不得低于30MPa。水泥浆采用机械搅拌，拌合时间应为3min~5min，拌合好的水泥浆过滤后应贮入浆桶，并不断搅拌；水泥浆宜随拌随用；

3 灌浆前,应先用压力水冲洗孔道;灌浆顺序为先下部孔道,后上部孔道;

4 灌浆应从梁的一端向另一端,逐步升压,缓慢均匀地进行,直至排气管排出的浆体稠度与注浆孔处相同且没有出现气泡后,再顺浆体流动方向将排气孔依次封闭;全部封闭后,宜继续加压0.5MPa~0.7MPa,并稳压1min~2min后拔下灌浆嘴,立即用木塞封闭灌浆孔;

5 灌浆应连续进行,中途不应间断,每条孔道应一次灌成。当因故需要中途停顿时,应立即用高压水将已灌入孔道的水泥浆冲洗干净,再重新灌浆;

6 孔道灌浆后,孔道内水泥浆应饱满、密实;

7 现场留置的灌浆用水泥试件的抗压强度不应低于30MPa。

6.3.15 封锚应符合下列规定:

1 灌浆后应及时浇筑封锚混凝土,其强度等级应满足设计要求,不宜低于结构混凝土强度等级的80%,并不应低于30MPa;

2 外露锚具及预应力筋应按设计要求采取可靠的保护措施。

6.3.16 养护应符合下列规定:

1 灌浆及封锚完成后,应及时进行覆盖洒水养护。

2 孔道内的水泥浆强度到达设计要求后方可吊移预应力构件;当设计无要求时,应不低于水泥浆设计强度的75%。

III 缓粘结预应力工程施工工艺

6.3.17 缓粘结预应力工程施工工艺流程见图 6.3.17。

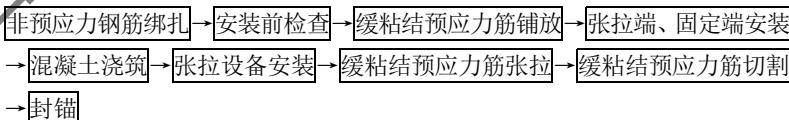


图 6.3.17 缓粘结预应力工程施工工艺流程图

6.3.18 非预应力钢筋绑扎应符合本规程第 6.3.5 条的规定。

6.3.19 安装前检查应包括下列内容:

1 缓粘结剂标示的固化时间和张拉适用期应满足工程要求，对于穿过后浇带的缓粘结预应力钢绞线，应考虑后浇带浇筑时间的影响；

2 缓粘结预应力钢绞线的规格、长度和数量应满足设计要求；

3 固定端组件应齐全完好；

4 外包护套外观不应出现破损；对于外包护套轻微破损的，可采用外包防水聚乙烯胶带或热熔胶棒进行修补，外包防水聚乙烯胶带修复时每圈胶带搭接长度不应小于胶带宽度的1/2，缠绕层数不应小于2层，缠绕长度应超过破损长度的30mm；外包护套严重破损的严禁使用。

6.3.20 缓粘结预应力筋铺放应符合下列规定：

1 铺放前，应按设计要求并通过计算确定缓粘结预应力筋的位置；

2 宜采用架立钢筋来控制缓粘结预应力筋的竖向高度。当布置于梁内时，架立钢筋的间距不宜大于1m；当布置于板中时，架立钢筋的间距不宜大于2m；

3 缓粘结预应力筋束形控制点的设计位置竖向偏差应符合表6.3.9的规定；

4 缓粘结预应力筋的水平位置应保持顺直；当板内缓粘结预应力筋铺放遇到洞口时，可从洞口两侧绕过，但其距离洞口的距离a不宜小于150mm，起弯点距离洞口b不宜小于300mm；水平偏移的曲率半径R不宜小于4m；偏移斜率c:d不宜大于1:6，当大于1:6时，宜配置U形钢筋进行控制（见图6.3.20）；

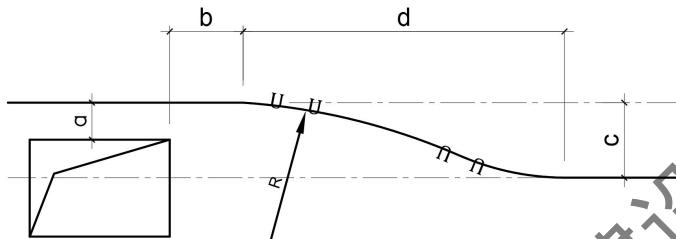


图 6.3.20 缓粘结预应力筋洞口布置示意图

5 安装板内的双向缓粘结预应力筋时,应根据纵横预应力筋交叉点的标高先铺放标高较低的缓粘结预应力筋;

6 缓粘结预应力筋的竖向位置不应受到各种管线敷设的影响；

7 当采取多根缓粘结预应力筋成束布置时,各根应保持平行走向;

8 预应力混凝土梁中缓粘结预应力钢绞线的布置应符合下列规定:

- 1) 缓粘结预应力钢绞线应分束布置, 每束钢绞线根数不宜多于 5 根;
 - 2) 混凝土梁中预应力束的竖向净间距不应小于缓粘结预应力束的等效直径的 1.5 倍, 水平方向的净间距不应小于缓粘结预应力束的等效外径的 2 倍, 且不应小于粗骨料粒径的 1.25 倍; 使用插入式振动器捣实混凝土时, 水平净距不宜小于 80mm;
 - 3) 裂缝控制等级为一级、二级的梁, 预应力束外边缘至构件边缘的净间距, 梁底不宜小于 50mm, 梁侧不宜小于 40mm; 裂缝控制等级为三级的梁, 梁底、梁侧分别不宜小于 60mm 和 50mm;
 - 4) 需要预先起拱的构件, 预应力束曲线宜随构件同时起拱;

5) 成束布置的缓粘结预应力钢绞线在端部宜分散开并单根锚固, 单根缓粘结预应力筋在构件端面上水平和竖向排列的最小间距不宜小于 80mm。

9 当采用多根缓粘结预应力筋平行带状布束时, 应采取可靠的支撑固定措施, 带状束在锚固端应平顺张开;

10 缓粘结预应力筋采取竖向、环向或螺旋形铺放时, 应采用定位支架或其他构造措施固定缓粘结预应力筋的位置;

11 斜向或竖向布置的缓粘结预应力筋, 应对缓粘结预应力筋的下端进行严密封堵。

6.3.21 张拉端、固定端安装应符合本规程第 6.3.10 条的规定。

6.3.22 混凝土浇筑应符合本规程第 8 章的相关规定。

6.3.23 张拉设备安装应符合本规程第 6.3.11 条的规定。

6.3.24 缓粘结预应力筋张拉除应符合本规程第 6.3.12 条第 1 款、第 2 款的规定外, 并应符合下列规定:

1 缓粘结预应力筋应在张拉适用期内进行张拉。

2 缓粘结预应力筋的张拉顺序应符合设计要求; 设计无要求时, 可采用分批、分阶段对称张拉或依次张拉;

3 在温度等于或低于 20℃进行张拉时, 应采用持荷超张拉方式, 缓粘结预应力筋应力从零张拉至 $1.05 \sigma_{con}$, 并应在持荷一定时间后进行锚固; 持荷超张拉的持荷时间与温度之间的关系应符合表 6.3.24 的规定, 必要时也可根据现场实测值确定, 实测时应根据伸长值与理论计算伸长值相差不超过 $\pm 6\%$ 确定对应的持荷时间;

表 6.3.24 持荷时间与构件温度之间的关系

温度 (℃)	5	10	15	20
持荷时间 (min)	4	2	1	0.5

4 当温度高于 20℃时可不持荷超张拉; 当温度低于 5℃时不宜进行缓粘结预应力筋张拉; 若工程需要在低于 5℃进行张拉时, 应采用升温措施减小由粘滞力产生的预应力损失;

5 当采用应力控制方法张拉时,应校核缓粘结预应力筋的伸长值,当实测伸长值与设计计算理论伸长值相对偏差超过±6%时,应暂停张拉,查明原因并采取措施予以调整后,方可继续张拉;

6 缓粘结预应力筋张拉伸长值宜按下列规定确定:

1) 缓粘结预应力筋理论伸长值 Δl_p^c (mm) 可按下式计算:

$$\Delta l_p^c = \frac{F_{pm} l_p}{A_p E_p} \quad (6.3.24-1)$$

式中: F_{pm} ——缓粘结预应力筋的平均张拉力 (N), 取张拉端的拉力与固定端 (两端张拉时, 取跨中) 扣除摩擦损失后拉力的平均值;

l_p ——缓粘结预应力筋的长度 (mm);

A_p ——缓粘结预应力筋的截面面积 (mm^2);

E_p ——缓粘结预应力筋的弹性模量 (N/mm^2)。

2) 缓粘结预应力筋实测伸长值 Δl_p^0 (mm) 可按下式确定:

$$\Delta l_p^0 = \Delta l_p^c + a - \Delta l_c \quad (6.3.24-2)$$

式中: Δl_p^c ——张拉后与张拉前预应力筋外露部分长度差值 (mm);
 a ——锚具变形及预应力筋内缩值 (mm)。当采用夹片式锚具, 有顶压时 $a = 5\text{mm}$, 无顶压时 a 为 $6\text{mm} \sim 8\text{mm}$, 也可根据实测数据确定; 其他类型的锚具变形和预应力筋内缩值应根据实测数据确定;

Δl_c ——混凝土构件在张拉过程中的弹性压缩值 (mm), 对平均预压应力较小的板类构件 Δl_c 可略去不计。

7 当缓粘结预应力筋设计为纵向受力钢筋时, 梁的侧模可在张拉前拆除, 底模支架的拆除应在梁的预应力张拉后拆除; 提前拆除部分支架时, 应根据计算确定, 并应在施工方案中明确;

8 当张拉时间接近缓粘结预应力筋张拉适用期, 预应力筋摩擦系数偏大时, 可采用预张拉或持荷超张拉的方法消除缓粘结剂

初期固化对摩擦系数的影响，预张拉时先不装锚具夹片，将预应力筋张拉到控制应力的 30% 左右放张，然后装锚具夹片再正式张拉；

9 缓粘结预应力筋张拉锚固后实际预应力值与工程设计规定检验值的相对允许偏差应为±5%；

10 缓粘结预应力筋张拉过程中应避免预应力筋断裂或滑脱，当发生断裂或滑脱时，其数量不应超过结构同一截面缓粘结预应力筋总根数的 3%，且每束缓粘结预应力钢绞线中不得超过 1 根钢丝断裂；对于多跨双向连续板，其同一截面应按每跨计算。

6.3.25 缓粘结预应力筋切割应符合本规程第 6.3.13 条的规定。

6.3.26 封锚应符合下列规定：

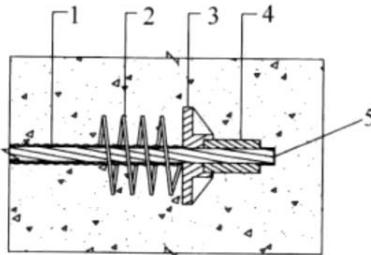
1 张拉端封锚应符合下列规定：

1) 切除多余的缓粘结预应力筋后，应在夹片及预应力筋端头采用防腐油脂或环氧树脂进行涂抹，然后采用微膨胀细石混凝土或无收缩砂浆进行封闭；

2) 锚固区可采用后浇的钢筋混凝土外包圈梁进行封闭，但外包圈梁不宜突出在外墙面以外；当锚具凸出混凝土表面布置时，锚具的混凝土保护层厚度不应小于 50mm；外露预应力筋的混凝土保护层厚度在处于一类室内正常环境时，不应小于 30mm，在处于二类、三类易受腐蚀环境时，不应小于 50mm；

3) 对不能使用混凝土或砂浆包裹层的部位，应对缓粘结预应力筋的锚具全部涂上防腐油脂，并采用具有可靠防腐和防火性能的保护罩将锚具全部封闭。

2 固定端缓粘结预应力钢绞线端部应采取密封措施（见图 6.4.26）；挤压锚具应将套筒等组装在钢绞线端部经专用设备挤压而成，挤压锚具与承压板应连接牢固；



1—缓粘结预应力钢绞线；2—间接钢筋；3—承压板；4—挤压锚；5—密封层

图 6.3.26 固定端挤压锚具系统构造示意

3 对处于二类、三类环境条件下的缓粘结预应力锚固系统，应采用连续封闭的防腐蚀体系，并应符合下列规定：

- 1) 锚固端应为预应力钢材提供全封闭防水设计；
- 2) 缓粘结预应力筋与锚具部件的连接及其他部件的连接，应采用密封装置或采取封闭措施，使缓粘结预应力锚固系统处于全封闭保护状态；
- 3) 连接部位在 10kPa 静水压力下应保持不透水；
- 4) 设计对缓粘结预应力筋与锚具系统有电绝缘防腐蚀要求时，可采用塑料等绝缘材料对锚具系统进行表面处理，以形成整体电绝缘。

IV 无粘结预应力工程施工工艺

6.3.27 无粘结预应力工程施工工艺流程见图 6.3.27。

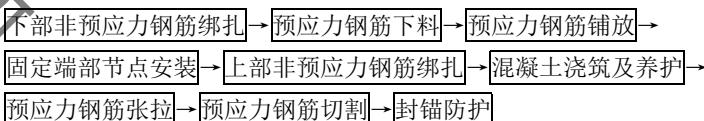


图 6.3.27 无粘结预应力工程施工工艺流程图

6.3.28 下部非预应力钢筋绑扎除应符合本规程第 6.3.5 条的规定外，当采用螺旋筋或网片筋时，尚应符合下列规定：

1 螺旋筋的圈内径宜大于锚垫板对角线长度或直径,且螺旋筋的圈内径所围面积与锚垫板端面轮廓所围面积之比不应小于1.25,螺旋筋应与锚具对中,螺旋筋的首圈钢筋距锚垫板的距离不宜大于25mm;

2 网片筋的钢筋间距不宜大于150mm,首片网片筋至锚垫板的距离不宜大于25mm,网片筋之间的距离不宜大于150mm。

6.3.29 预应力钢筋下料应符合下列规定:

1 无粘结预应力筋的下料应以下料单为准,采用砂轮锯切割,严禁使用电弧切割;下料长度应综合计算曲率、锚固端保护层厚度、张拉伸长值及混凝土压缩变形等因素,并根据张拉方法及锚固形式预留张拉长度;

2 下料场地应平整,预应力筋下方应铺设钢管或方木,表面覆盖纺织布,避免直接接触地面,下料后应按使用部位逐根编号、贴签,分类码放整齐;

3 严禁生拉硬拽、摔砸踩踏,防止护套磨损;对于外包护套有破损的,应按本规程第6.3.19条第4款执行。

4 预应力筋不得存在死弯,发现死弯应立即切断,确保每根钢绞线通长无断接;

5 在制作挤压锚时,应在剥除护套后,依次套入弹簧圈及挤压套,预应力筋外露长度10mm,通过专用挤压机成型;挤压时应保持预应力筋、挤压模与活塞杆同轴,避免卡滞。挤压后清理模具并涂抹石墨油膏,模具直径磨损0.3mm时应进行更换;

6 当制作预紧垫板连体式固定端夹片锚具时,应采用专用紧器以0.75倍张拉力预紧夹片,夹片及外露预应力筋端头涂刷专用防腐油脂或环氧树脂,并安装带螺母外盖。

6.3.30 预应力钢筋铺放应符合下列规定:

1 无粘结预应力筋铺放前应核查其规格、尺寸及数量,逐根检查端部组装配件的可靠性,确认无误后方可使用;

2 无粘结预应力筋应保持顺直,铺设位置应符合设计要求,

不得因其他管线或钢筋布置抬高或降低其竖向位置；

3 竖向、环向或螺旋形铺放时，应采用定位支架或其他构造措施控制位置；梁结构应采用支撑钢筋定位，板结构应采用钢筋马凳定位，无粘结预应力筋与定位筋之间应绑扎牢固。梁板中无粘结预应力筋定位支撑设置应符合表 6.3.30 的规定；

表 6.3.30 梁板中无粘结预应力筋定位支撑设置

序号	无粘结预应力筋构造	支撑钢筋设置			备注
		间距 (m)	直径 (m)	级别	
1	单根无粘结预应力筋	不宜大于 2.0			可采用
2	集束预应力筋	2 根~4 根无粘结预应力筋组成	不宜大于 1.0	不宜小于 10	HPB300 级钢筋或
		5 根及以上无粘结预应力筋组成	不宜大于 1.0	不宜小于 12	HRB400 级钢筋

4 双向无粘结预应力筋应根据矢高关系编制交叉点平面图，优先铺放交叉点标高较低的无粘结预应力筋，标高较高的次之，应避免两个方向的无粘结预应力筋相互穿插铺放；

5 板中单根无粘结预应力筋的间距不宜大于板厚的 6 倍，且不宜大于 1m；

6 带状束的无粘结预应力筋根数不宜多于 5 根，束间距不宜大于板厚的 12 倍，且不宜大于 2.4m；

7 集束配置多根无粘结预应力筋时，各根筋应保持平行走向，防止相互扭绞；集束之间的水平净间距不宜小于 50mm 且不宜小于集束轮廓外径，集束至构件边缘的净间距不宜小于 40mm；

8 当采用多根无粘结预应力筋平行带状布束时，每束不宜超过 5 根，应采取可靠支撑固定措施确保同束各筋矢高一致。带状束在锚固端应平顺张开，其水平偏移的曲率半径不宜小于 6.5m；

9 铺设的管线及非预应力筋应避让无粘结预应力筋，不应抬高或压低其垂直位置；

10 平板结构开洞时，板内无粘结预应力筋应分两侧绕开开洞处铺放，距洞口边缘的距离不宜小于 150mm，水平偏移的曲率

半径不宜小于 6.5m，洞口四周应按设计要求配置加强钢筋；

11 预应力筋穿束完成后，应对保护套再次进行检查。

6.3.31 固定端部节点安装应符合下列规定：

1 张拉端安装固定应符合下列规定：

- 1) 张拉端模板外侧应按施工图规定的无粘结预应力筋位置编号并钻孔，孔径应符合设计要求；
- 2) 夹片锚具凸出混凝土表面时，锚具下的承压板应采用钉子或螺栓固定在端部模板上；夹片锚具凹入混凝土表面时，应采用“穴模”构造，承压板与端模间安放穴模，穴模高度宜为锚具高度加 60mm（圆套筒式夹片锚具）。承压板、穴模、端模三者应贴紧密合，不得存在空隙，并应保证张拉油缸与承压板垂直。浇筑混凝土前，应在锚垫板内侧位置割断预应力筋保护套，张拉时再将其抽出；
- 3) 张拉端单根预应力筋的间距应符合设计规定，且应满足千斤顶施工空间要求；
- 4) 无粘结预应力曲线或折线筋末端的切线应与承压板垂直，曲线段的起始点至张拉锚固点应有不小于 300mm 的直线段；单根无粘结预应力筋的最小弯曲半径要求：对直径 12.7mm 和 15.2mm 的钢绞线，分别不宜小于 1.5m 和 2.0m。

2 固定端安装应符合下列规定：

- 1) 固定端锚具应按设计要求位置绑扎牢固，内埋式固定端垫板不得重叠，锚具与垫板应紧贴；
- 2) 固定端锚具布置宜前后纵向错开不应小于 100mm，以降低混凝土局部应力；
- 3) 张拉端和固定端应按设计要求配置锚下螺旋筋或钢筋网片，螺旋筋或网片应紧靠承压板或连体锚板，并保证与无粘结预应力筋对中且固定可靠。

6.3.32 当无粘结预应力筋铺放、定位、端部节点安装完毕，经检查符合设计要求后，再对上部非预应力筋进行绑扎。

6.3.33 混凝土浇筑及养护应符合本规程第8章的相关规定，并尚应符合下列规定：

1 无粘结预应力筋铺放、安装完成后，应由专人检查护套完整性、束型及节点安装质量，并完成隐蔽工程验收，确认合格后方可浇筑混凝土；

2 混凝土浇筑时严禁踩踏无粘结预应力筋，应确保其束型及锚具位置准确，避免移位或变形；

3 张拉端和固定端混凝土应振捣密实，避免蜂窝麻面，严禁触碰端部预埋部件、锚头塑料套筒及定位支撑架；

4 应按设计规定数量留置同条件养护试件，作为张拉时判定混凝土强度的依据。

6.3.34 预应力钢筋张拉应符合本规程第6.2.8条的规定，并应符合下列规定：

1 无粘结预应力筋张拉顺序应符合设计要求，如设计无要求时，可采用分批、分阶段对称张拉或依次张拉；

2 无粘结预应力筋张拉控制应力不宜超过 $0.75f_{ptk}$ ，并应符合设计要求；如需提高张拉控制应力值时，不应大于钢绞线极限强度标准值的80%；

3 当施工需要超张拉时，无粘结预应力筋的张拉程序宜为：从应力为零开始张拉至1.03倍预应力筋的张拉控制应力 σ_{con} 锚固（即 $0 \rightarrow 1.03 \sigma_{con}$ ）。此时，最大张拉应力不应大于钢绞线极限强度标准值的80%；

4 当采用应力控制方法张拉时，无粘结预应力筋的应力增长速度不宜大于500MPa/min，并应校核无粘结预应力筋的伸长值，当实际伸长值与设计计算伸长值相对偏差超过±6%时，应暂停张拉，查明原因并采取措施调整后，方可继续张拉。无粘结预应力筋的实际伸长值，宜在初应力约为张拉控制应力的10%时开始量

测，分级记录，并应符合下列规定：

1) 伸长值 Δl_p^0 可由量测结果可按下式确定：

$$\Delta l_p^0 = \Delta l_{p1}^0 + \Delta l_{p2}^0 - \Delta l_c \quad (6.3.34-1)$$

式中： Δl_{p1}^0 ——初应力至最大张拉力之间的实测伸长值（mm）；

Δl_{p2}^0 ——初应力以下的推算伸长值（mm），可根据弹性范围内张拉力与伸长值成正比的关系推算确定；

Δl_c ——混凝土构件在张拉过程中的弹性压缩值（mm），对平均预压应力较小的板类构件，可略去不计。

2) 计算伸长值 Δl_p^c 可按下式确定：

$$\Delta l_p^c = \frac{F_{pm} l_p}{A_p E_p} \quad (6.3.34-2)$$

式中： F_{pm} ——无粘结预应力筋的平均拉力值（N），取每段预应力筋张拉力扣除摩擦损失后的拉力的平均值；

l_p ——无粘结预应力筋的长度（mm）；

A_p ——无粘结预应力筋的截面面积（mm²）；

E_p ——无粘结预应力筋的弹性模量（N/mm²）。

5 当无粘结预应力筋长度超过 40m 时，宜采取两端张拉；当无粘结预应力筋长度超过 60m 时，宜采取分段张拉和锚固；当设计为两端张拉时，宜采取两端同时张拉工艺，也可采用一端张拉锚固、另一端补足张拉力的工艺；当采用一端张拉锚固、另一端补足张拉力的工艺时，张拉端和补张拉端均应准确量测无粘结预应力筋的伸长值，并应观测补张拉端锚具夹片有无移动，经论证可以达到基本相同的预应力效果后，方可采用；

6 多跨超长预应力筋设计规定需分段张拉时，可使用开口式双缸千斤顶或用连接器分段张拉；

7 无粘结预应力筋张拉过程中,当有个别钢丝发生断裂或滑脱时,可相应降低张拉力;

8 在张拉过程中,随时观测是否有千斤顶漏油、油压表无压时指针不归零等情况,此时即认为计量失效,多束相对伸长超限或预应力筋发现缩颈、破坏时,也应考虑计量失效的可能性;

9 预应力筋的锚固:当采用夹片锚固时,宜对夹片施加张拉力10%~20%的顶压力,预应力筋回缩值不得大于5mm;当采用夹片限位板时,可不对夹片顶压,但预应力筋回缩值不得大于6mm~8mm;

10 夹片锚具系统单根无粘结预应力筋在构件端面上的水平和竖向排列最小间距不宜小于60mm;

11 预应力筋锚固后,夹片外露应基本平齐;

12 张拉时认真量取数据并填写张拉记录;

13 张拉过程中应避免预应力筋断裂或滑脱;当发生断裂或滑脱时,断裂或滑脱的数量不应超过同一截面预应力筋总根数的3%,且每根断裂的钢绞线断丝不得超过一丝;对多跨双向连续板,其同一截面应按每跨计算;

6.3.35 预应力筋切割应符合本规程第6.3.13条的规定。

6.3.36 封锚防护应符合下列规定:

1 无粘结预应力筋张拉完毕后,应及时对锚固区进行保护。在一类、二类及三类环境条件下,锚固区的保护措施应符合下列规定:

1) 当锚具采用凹入混凝土表面的布置方式时,应在夹片以及无粘结预应力筋端头的外露部分涂抹专用防腐油脂或环氧树脂,并使用罩帽进行封闭处理;此防护帽应与锚具实现可靠连接,随后采用后浇微膨胀混凝土或无收缩砂浆实施封闭操作;若设计文件中有相关规定,则应严格满足设计要求;对不能使用混凝土或砂浆包裹的部位,应对无粘结预应力筋的锚具全部涂以

与无粘结预应力筋涂料层相同的防腐材料，并应用具有可靠防腐和防火性能的保护罩将锚具全部密闭；

2) 锚固区也可用后浇的钢筋混凝土外包圈梁进行封闭，但外包圈梁不宜突出在外墙面以外，其混凝土强度等级应与构件混凝土强度等级一致。封锚混凝土与构件混凝土应可靠粘结，锚具封闭前应将周围混凝土界面凿毛并冲洗干净，且宜配置1片~2片钢筋网，钢筋网应与构件混凝土拉结。

2 对处于二类、三类环境条件下的无粘结预应力锚固系统，锚具或预应力筋端部的保护层厚度还应满足下列要求：

- 1) 一类环境时不应小于20mm；
- 2) 处于二a、二b类环境时不应小于50mm；
- 3) 三a、三b类环境时不应小于80mm。

3 处于三a、三b类环境条件下的无粘结预应力钢绞线锚固系统，应采用连续全封闭的防腐蚀体系，并应符合下列规定：

- 1) 张拉端和固定端应为预应力钢绞线提供全封闭防水保护；
- 2) 无粘结预应力钢绞线与锚具部件的连接及其他部件间的连接，应采用密封装置或其他封闭措施，使无粘结预应力锚固系统处于全封闭保护状态；
- 3) 全封闭体系应满足10kPa静水压力下不透水的要求。

4 无粘结预应力钢绞线张拉完毕后，应根据环境类别和设计要求及时对锚具系统进行防腐蚀保护，并应符合下列规定：

- 1) 处于一类环境的锚固系统，对圆套筒式锚具，封闭时应采用塑料保护套对锚具进行防腐蚀保护（图6.3.36a）；埋入式固定端也可采用挤压锚具；
- 2) 处于二a、二b类环境的锚固系统，宜采用垫板连体式锚具，封闭时应采用塑料密封套、塑料盖对锚具进行防腐蚀保护（图6.3.36b）；

3) 处于三 a、三 b 类环境的锚固系统，宜采用全封闭垫板连体式锚具，封闭时应采用耐压密封盖、密封圈、热塑耐压密封长套管对锚具进行防腐蚀保护（图 6.3.36c）。

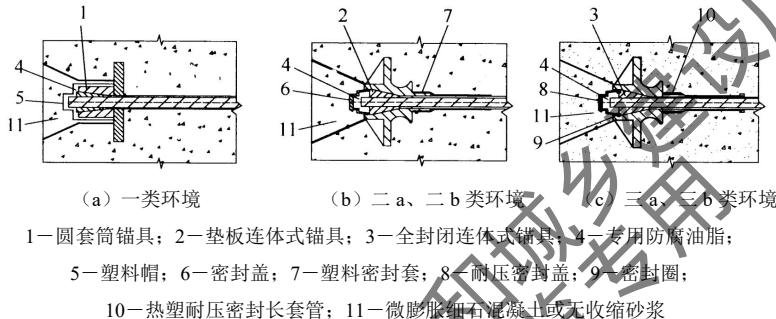


图 6.3.36 固定端挤压锚具系统构造示意

5 如设计对无粘结预应力筋与锚具系统有电绝缘防腐蚀要求，可采用塑料等绝缘材料对锚具系统进行表面处理，以形成整体电绝缘；

6 当锚具采用凹进混凝土表面布置时，宜先切除外露无粘结预应力筋多余长度，锚具封闭应符合下列规定：

- 1) 在夹片及无粘结预应力筋端头外露部分应涂专用防腐油脂或环氧树脂，并采用塑料帽或密封盖进行封闭；
- 2) 凹槽宜采用后浇细石混凝土或无收缩砂浆进行封闭，设计有规定时，应满足设计要求；
- 3) 采用无收缩砂浆或混凝土封闭保护时，其锚具或预应力筋端部的保护层厚度：一类环境时不应小于 20mm，二 a、二 b 类环境时不应小于 50mm，三 a、三 b 类环境时不应小于 80mm；
- 4) 混凝土或砂浆不能包裹的部位，应对无粘结预应力筋的锚具全部涂以与无粘结预应力筋防腐涂层相同的防腐材料，并应用具有可靠防腐和防火性能的保护罩将

锚具全部封闭。

7 当锚具凸出混凝土侧表面布置时，锚具封闭应符合下列规定：

- 1) 锚固系统可采用后浇的外包钢筋混凝土圈梁进行封闭，外包圈梁不宜突出外墙面，其混凝土强度等级宜与构件混凝土强度等级一致；
- 2) 封锚混凝土与构件混凝土应可靠粘结，锚具封闭前应将周围混凝土界面凿毛并冲洗干净，且宜配置1至2片钢筋网，钢筋网应与构件混凝土拉结；

V 成品保护

6.3.37 后张法预应力工程的混凝土成品保护应符合本规程第6.2.13条、6.2.14条的规定。

VI 施工注意事项

6.3.38 灌浆用灰浆应禁止掺加氯盐或其他对钢丝有腐蚀作用的外加剂。

6.3.39 缓粘结预应力钢绞线应在外护套上清晰标明规格、型号、标准固化时间、标准张拉适用期、缓粘结剂与钢绞线的生产日期；运输时应采取可靠保护措施，使用尼龙吊索轻装轻卸，严禁钢丝绳或硬质吊具直接接触外包护套，避免摔砸、踩踏及机械损伤；储存与运输过程中应置于阴凉通风环境，严禁高温或暴晒，防止护套老化或缓粘结剂提前固化。

6.3.40 无粘结预应力筋进场时应进行外观检查，护套应光滑、无裂缝，无明显褶皱。无粘结预应力筋的护套不应有损伤，当出现轻微破损时，应及时采用防水胶带封闭，严重破损的不得使用。

6.3.41 无粘结预应力筋的定位要牢固，浇筑混凝土时不应出现移位和变形。端部的预埋垫板应垂直于预应力筋。内埋式固定端垫板不应重叠，锚具与垫板应贴紧。无粘结预应力筋成束布置时

应能保证混凝土密实并能裹住预应力筋。无粘结预应力筋的护套应完整，局部破损处应采用防水胶带缠绕紧密。

6.3.42 当预应力筋是逐根或逐束张拉时，应保证各阶段不对结构产生不利的应力状态；同时确定张拉力时，宜考虑后批张拉预应力筋所产生的结构构件的弹性压缩对前批张拉预应力筋的影响。

6.3.43 敷设的各种管线及非预应力筋应避开无粘结预应力筋，当管线与预应力筋冲突时，宜优先保证预应力筋位置，管线应绕行或埋深调整。

6.3.44 当张拉设备的高压油管发生扭转或死弯现象时，应立即卸除油压并予以处理。

6.3.45 张拉过程给油、回油应平稳。

6.3.46 台座两端应设置挡丝板，张拉时台座两端禁止人员停留。张拉人员必须站在千斤顶两侧位置操作，严禁在千斤顶正面或锚固端区域活动。锚固端不得站人。钢丝张拉锚固后须逐根检查夹具锚固状态，确认锚牢后方可进入下一道工序。已张拉的钢丝上严禁行人、行车或堆放重物，并设置警戒线及警示标识。

6.3.47 张拉设备应由专人负责使用管理，维护与配套校验。校验期限根据情况而定，不宜超过半年。

6.3.48 固定端锚具安装后应认真检查，逐个验收。

6.3.49 无粘结预应力混凝土结构的迎火面应采取设置防火隔热层或在混凝土保护层内配置钢筋网等措施避免高温下混凝土爆裂。

VII 质量记录

6.3.50 质量记录宜包含下列内容：

- 1 预应力工程施工方案；
- 2 预应力工程技术交底；
- 3 预应力筋、锚具、夹具和连接器等材料的合格证、检验报告和进场复验报告；
- 4 预应力筋张拉机具设备及仪表标定记录；

- 5 预应力筋原材料检验批质量验收记录；
- 6 预应力筋应力检测记录或张拉记录；
- 7 封锚记录；
- 8 灌浆记录；
- 9 预应力筋制作与安装检验批质量验收记录；
- 10 预应力筋隐蔽工程检查验收记录；
- 11 预应力分项工程质量验收记录。

7 混凝土现场制备

7.1 一般规定

7.1.1 现场搅拌混凝土宜采用具有自动计量装置的设备集中搅拌。当不具备自动计量装置集中搅拌条件时，应采用符合现行国家标准《混凝土搅拌机》GB/T 9142 的搅拌机进行搅拌，并应配备计量装置。计量装置应经有资质单位计量检定或校准，且在有效期内。

7.1.2 混凝土配合比的试配、调整和确定，应按下列步骤进行：

1 应采用工程实际使用的原材料和计算配合比进行试配。每盘混凝土试配量不应小于 20L；

2 进行试拌，并调整砂率和外加剂掺量等使拌合物应满足工作性要求，提出试拌配合比；

3 在试拌配合比的基础上，调整胶凝材料用量，提出不少于 3 个配合比进行试配；根据试件的试压强度和耐久性试验结果，选定设计配合比；

4 对选定的设计配合比进行生产适应性调整，确定施工配合比；

5 对采用搅拌运输车运输的混凝土，当运输时间较长时，试配时应控制混凝土坍落度损失值。

7.1.3 遇有下列情况时，应重新进行配合比设计：

1 当混凝土性能指标有变化或其他特殊要求时；

2 当原材料品质发生显著改变时；

3 同一配合比的混凝土生产间断三个月以上时。

7.1.4 原材料进场质量检查应符合下列规定：

1 应对水泥的强度、安定性及凝结时间进行检验；同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥，袋装水泥不超过 200t 应为一批，散装水泥不超过 500t 应为一批；

2 应对粗骨料的颗粒级配、含泥量、泥块含量、针片状含量指标进行检验，压碎指标可根据工程需要进行检验，应对细骨料颗粒级配、含泥量、泥块含量指标进行检验；当设计文件有要求或结构处于易发生碱骨料反应环境中时，应对骨料进行碱活性检验；抗冻等级 F100 及以上的混凝土用骨料，应进行坚固性检验；骨料不应超过 400m³ 或 600t 为一检验批；

3 应对矿物掺合料细度（比表面积）、需水量比（流动度比）、活性指数（抗压强度比）、烧失量指标进行检验，粉煤灰、矿渣粉、沸石粉不应超过 200t 为一检验批，硅灰不应超过 30t 为一检验批；

4 应按外加剂产品标准规定对其主要匀质性指标和掺外加剂混凝土性能指标进行检验；同一品种外加剂不应超过 50t 为一检验批；

5 当采用饮用水作为混凝土用水时，可不检验；当采用中水、搅拌站清洗水或施工现场循环水等其他水源时，应对其成分进行检验。

7.1.5 混凝土制备及浇筑过程，应按要求进行试块制作及送检等工作。

7.2 现场搅拌混凝土制备施工工艺

I 施工准备

7.2.1 主要材料应符合下列规定：

1 混凝土原材料应符合国家现行相关标准的规定；

2 水泥应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》

GB 50666、《通用硅酸盐水泥》GB 175 的相关规定；

3 粗骨料应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的相关规定, 粗骨料最大粒径、含泥量及高强混凝土粗骨料等应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定;

4 细骨料应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的相关规定, 细骨料级配要求、氯离子含量、含泥量等应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定;

5 拌合及养护用水宜采用饮用水, 当采用其他水源时, 水质应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的相关规定; 未经处理的海水严禁用于钢筋混凝土和预应力混凝土的拌制和养护;

6 矿物掺合料的品种和等级应根据设计、施工要求以及工程所处环境条件确定, 并应符合国家现行相关标准的规定。矿物掺合料的掺量应根据国家现行标准《粉煤灰混凝土应用技术规程》DG/TJ 08-230、《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 和《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 等的相关规定通过试验确定;

7 外加剂的选用应根据混凝土原材料、性能要求、施工工艺、工程所处环境条件和设计要求等因素通过试验确定, 并应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119、《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土膨胀剂》GB/T 23439 和《混凝土防冻剂》JC 475 的相关规定。

7.2.2 主要机具包括搅拌机、台秤等搅拌及计量设备。

7.2.3 作业条件应符合下列规定:

1 编制现场搅拌混凝土施工方案, 并经审核、审批。按方案要求对施工操作人员进行技术交底;

2 水泥、砂、石子等混凝土原材料已进场, 经检验符合国家现行相关标准的规定;

3 经检查, 计量器具灵敏可靠;

4 混凝土搅拌机具设备试运行良好。

II 施工工艺

7.2.4 现场搅拌混凝土制备施工工艺流程见图 7.2.4。

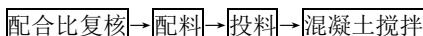


图 7.2.4 现场搅拌混凝土制备施工工艺流程图。

7.2.5 混凝土制备前,应按配合比对原材料进行检查复核,复核包括砂石粒径、级配、含水率、含泥量等。

7.2.6 配料应符合下列规定:

1 计量设备的精度应符合现行国家标准相关规定,并应定期校准,使用前设备应归零;

2 操作人员应严格按照下达的施工配合比逐盘配料计量,并做好记录备案;

3 原材料应按重量计量,水和外加剂溶液可按体积计量,其允许偏差应符合表 7.2.6 的规定;

表 7.2.6 混凝土原材料计量允许偏差(%)

原材料品种	水泥	细骨料	粗骨料	水	掺合料	外加剂
每盘计量允许偏差	±2	±3	±3	±2	±2	±2
累计计量允许偏差	±4	±2	±2	±1	±1	±1

- 注: 1. 现场搅拌时原材料计量允许偏差应满足每盘计量允许偏差要求;
2. 累计计量允许偏差指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量秤的偏差。该项指标仅适用于采用计算机控制计量的搅拌站;
3. 骨料含水率应经常测定,雨雪天施工应增加测定次数。
4. 当粗、细骨料的实际含水量发生变化时,应及时调整粗、细骨料和水的用量。

7.2.7 投料应符合下列规定:

1 投料顺序应从提高混凝土搅拌质量、减少叶片和衬板的磨损、减少拌合物与搅拌筒的粘结、减少水泥飞扬、改善工作环境等方面综合考虑确定;

2 常用的投料方法可分为有一次投料法、二次投料法和水泥裹砂法,各类投料方法的施工应符合下列规定:

- 1) 一次投料法, 应先投放粗骨料, 再投放水泥和砂, 然后一次投入搅拌筒中进行搅拌; 当采用自落式搅拌机时, 应先在搅拌筒内加部分水; 当采用强制式搅拌机时, 应在投入原材料的同时, 缓慢均匀地加水;
- 2) 二次投料法, 应先向搅拌机内投入水和水泥, 待其搅拌 1min 后再投放粗骨料和砂进行搅拌;
- 3) 水泥裹砂法, 应先将全部粗骨料、砂和部分水倒入搅拌机拌和, 搅拌时间以 45s~75s 为宜, 再倒入全部水泥搅拌 20s, 最后加入拌和水和外加剂进行搅拌。

3 矿物掺合料宜与水泥同步投料, 液体外加剂宜滞后于水和水泥投料, 粉状外加剂宜溶解后再投料。

7.2.8 混凝土搅拌应符合下列规定:

- 1 搅拌混凝土前, 滚筒应先加水空转数分钟, 使其充分湿润后, 排净滚筒内积水;
- 2 第一罐混凝土的石子用量应为配合比的一半, 以后各罐均按配合比规定投料;
- 3 在搅拌过程中, 混凝土拌合物应拌和均匀, 颜色一致, 不得有离析和泌水现象; 混凝土拌和物均匀性应符合下列规定:
 - 1) 混凝土中砂浆密度两次测值的相对误差不应大于 0.8%;
 - 2) 单位体积混凝土中粗骨料含量两次测值相对误差不应大于 5%。
- 4 混凝土搅拌宜采用强制式搅拌机搅拌, 并应搅拌均匀。混凝土搅拌的最短时间应符合表 7.2.8-1 的规定, 当能保证搅拌均匀时可适当缩短搅拌时间; 搅拌强度等级 C60 及以上的混凝土时, 搅拌时间应适当延长;

表 7.2.8-1 混凝土搅拌的最短时间 (s)

混凝土坍落度 (mm)	搅拌机机型	搅拌机出料量 (L)		
		<250	250~500	>500
≤40	强制式	60	90	120

>40, 且<100	强制式	60	60	90
≥100	强制式		60	

- 注: 1. 混凝土搅拌的最短时间指全部材料装入搅拌筒中起, 到开始卸料止的时间段;
 2. 当掺有外加剂与矿物掺合料时, 搅拌时间应适当延长;
 3. 采用自落式搅拌机时, 搅拌时间宜延长 30s;
 4. 当采用其他形式的搅拌设备时, 搅拌的最短时间也可按设备说明书的规定或经试验确定。

5 在拌制地点测得的混凝土坍落度与设计规定的坍落度之差, 不应超过表 7.2.8-2 中的允许偏差。

表 7.2.8-2 坍落度允许偏差

规定的坍落度 (mm)	≤40	50~90	≥100
允许偏差 (mm)	±10	±20	±30

III 成品保护

7.2.9 混凝土拌合物在运输和浇筑施工过程中严禁加水。

7.2.10 当采用机动翻斗车运输混凝土时, 运输道路应平整无颠簸。

7.2.11 当采用搅拌罐车运送混凝土拌合物时, 搅拌罐在冬期应有保温措施。

7.2.12 混凝土拌合物从搅拌机卸出至施工现场接收的时间间隔不宜大于 90min。

IV 施工注意事项

7.2.13 送实验室做配合比的砂石与现场施工的砂石应一致。

7.2.14 搅拌现场应设置混凝土配合比标牌, 配备称重设备。并由专人负责监督, 严格按照配合比投料。

7.2.15 严禁采用边出料边进料的搅拌方法。

7.2.16 机械设备的操作人员以及电工等特殊工种应经安全技术培训、考核合格后持证上岗。

7.2.17 搅拌机应固定牢固, 并设有专用开关箱, 且装有漏电保护器, 停机时应拉断电闸, 下班时电闸箱应上锁。

7.2.18 落料时，严禁踩在搅拌机料斗上；料斗升起时，料斗下方严禁站人。进料时，严禁把头、手伸入料斗及机架之间。

7.2.19 清理搅拌机料斗坑底的砂石时，应将料斗升起并用链条扣牢后，才能进行清理工作。搅拌机运转时，严禁将工具伸进罐内。必须进罐内清理时，应先断电停机。

7.2.20 搅拌设备区域应设置沉淀池和导流槽，搅拌及清洗的污水应经沉淀等处理后再排放，不得污染环境。

V 质量记录

7.2.21 质量记录宜包含下列内容：

- 1 自拌混凝土施工方案；
- 2 混凝土原材料的产品合格证、出厂检验报告及进场复验报告；
- 3 砂、石含水率测定记录；
- 4 混凝土试配记录；
- 5 混凝土配合比通知单；
- 6 混凝土坍落度检查记录；
- 7 混凝土试件强度和抗渗试验报告；
- 8 混凝土原材料及配合比检验批质量验收记录。

8 现浇混凝土结构工程

8.1 一般规定

8.1.1 浇筑前应检查混凝土送料单，核对混凝土配合比，确认混凝土强度等级，检查混凝土运输时间，测定混凝土坍落度，必要时还应测定混凝土扩展度，在确认无误后再进行混凝土浇筑。混凝土浇筑前应策划好浇筑顺序，连贯浇筑，减少冷缝的产生。

8.1.2 混凝土拌合物入模温度不应低于 5℃，且不应高于 35℃。

8.1.3 混凝土运输、输送、浇筑过程中严禁加水，散落的混凝土严禁用于结构浇筑。

8.1.4 混凝土浇筑前应对管线、钢筋、预埋件等采取相应的固定或保护措施。浇捣混凝土楼面时，应视情况设置必要的操作平台，防止操作人员踩踏负筋。

8.1.5 混凝土浇筑过程应采取必要的减振避振及限载限荷措施，并在施工过程对模板及支架进行监测监控，发生异常情况应及时进行处理。

8.1.6 水平施工缝留设方法应符合下列规定：

1 柱、墙施工缝可留设在基础、楼层结构顶面，柱施工缝与结构上表面的距离宜为 0mm～100mm，有防水要求的墙，底部水平施工缝与结构上表面的距离宜为 300mm～500mm；

2 柱、墙施工缝也可留设在楼层结构底面，施工缝与结构下表面的距离宜为 0mm～50mm；当板下有梁托时，可留设在梁托下 0mm～20mm；

3 当需要分段浇筑等特殊要求时，柱、墙、梁以及基础可根据施工需要在其中部留设水平施工缝；必要时，可对配筋进行调

整，并应征得设计单位认可；

4 特殊结构部位留设水平施工缝应征得设计单位同意。

8.1.7 垂直施工缝的留设方法应符合下列规定：

1 有主次梁的楼板，施工缝应留设在次梁跨度中间的 1/3 范围内；

2 单向板施工缝可留设在平行于板短边的任何位置；

3 楼梯梯段施工缝宜设置在梯段板跨度端部的 1/3 范围内；

4 墙的垂直施工缝应避开门洞，当无法避开时宜设置在门洞口过梁跨中 1/3 范围内，也可留设在纵横交接处；

5 特殊结构部位留设垂直施工缝应征得设计单位同意。

8.1.8 后浇带应设在受力和变形较小的部位，其间距和位置应按结构设计要求确定，宽度宜为 800mm~1000mm，留设方法应符合图 8.1.8 的规定。后浇带模板宜一次成型，独立搭设。当采用膨胀加强带时，应编制专项施工方案。

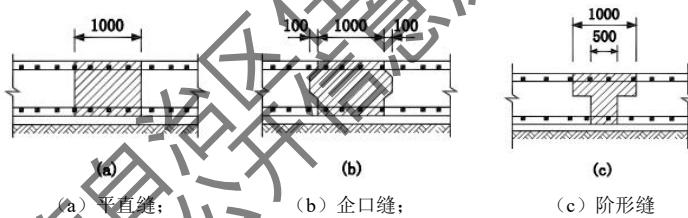


图 8.1.8 后浇带构造

8.1.9 当采用跳仓法施工时，其工艺应符合现行行业标准《超长混凝土结构无缝施工标准》JGJ/T 492 的相关规定。

8.1.10 混凝土的养护时间应符合下列规定：

1 采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥配制的混凝土，不应少于 7d；

2 采用缓凝型外加剂、大掺量矿物掺合料配制的混凝土，不应少于 14d；

3 抗渗混凝土、强度等级 C60 及以上的混凝土，不应少于

14d;

4 后浇带混凝土的养护时间不应少于 14d;

5 地下室底层墙、柱和上部结构首层墙、柱，宜适当增加养护时间；

6 大体积混凝土养护时间不宜少于 14d；

7 地下工程后浇带养护时间不得少于 28d；

8 水处理构筑物后浇带养护时间不得少于 42d。

8.1.11 当采用跳仓法施工工艺时，跳仓的最大分块单向尺寸不宜大于 40m，跳仓施工间隔时间不宜小于 7d，跳仓接缝处应按施工缝的要求设置和处理。

8.1.12 跳仓法施工使用的混凝土应满足现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的相关要求。

8.1.13 跳仓法施工混凝土的制备和运输，应根据预拌混凝土运输距离、运输设备、供应能力、材料变化、气象环境等调整预拌混凝土的相关参数。

8.1.14 当采用清水混凝土施工工艺时，同一视觉范围内所用清水混凝土拌合物的制备环境、技术参数、原材料、施工工艺应一致。

8.1.15 混凝土结构缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷。外观缺陷分类应符合表 8.1.15 的规定。

表 8.1.15 混凝土结构外观缺陷分类

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土有缺陷及连接钢筋、连接件松动	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等	清水混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

8.1.16 混凝土结构外观一般缺陷修整应符合下列规定:

1 露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、疏松、外表缺陷,应凿除胶结不牢固部分的混凝土,应清理表面,洒水湿润后应用1:2~1:2.5水泥砂浆抹平;

2 应封闭裂缝;

3 连接部位缺陷、外形缺陷可与面层装饰施工一并处理。

8.1.17 混凝土结构外观严重缺陷修整应符合下列规定:

1 露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、疏松、外表缺陷,应凿除胶结不牢固部分的混凝土至密实部位,清理表面,支设模板,洒水湿润,涂抹混凝土界面剂,应采用比原混凝土强度等级高一级的细石混凝土浇筑密实,养护时间不应少于7d;

2 开裂缺陷修整应符合下列规定:

1) 民用建筑的地下室、卫生间、屋面等接触水介质的构件,均应注浆封闭处理。民用建筑不接触水介质的构件,可采用注浆封闭、聚合物砂浆粉刷或其他表面封闭材料进行封闭;

2) 无腐蚀介质工业建筑的地下室、屋面、卫生间等接触水介质的构件,以及有腐蚀介质的所有构件,均应注浆封闭处理;无腐蚀介质工业建筑不接触水介质的构

件，可采用注浆封闭、聚合物砂浆粉刷或其他表面封闭材料进行封闭；

3 清水混凝土的外形和外表严重缺陷，宜在水泥砂浆或细石混凝土修补后用磨光机械磨平。

8.1.18 混凝土结构尺寸偏差一般缺陷，可结合装饰工程进行修整。混凝土结构尺寸偏差严重缺陷，应会同设计单位共同制定专项修整方案，结构修整后应重新检查验收。

8.1.19 屋面、卫生间等有防水要求的混凝土楼面面层应在混凝土初凝前完成抹平工作、终凝前完成压光工作。

8.1.20 防水混凝土施工过程应符合下列规定：

- 1 防水混凝土的搅拌时间不应小于 2min；
- 2 防水混凝土应分层连续浇筑，分层厚度不得大于 500mm；
- 3 防水混凝土应采用机械振捣，避免漏振、欠振和超振；
- 4 防水混凝土应连续浇筑，宜少留施工缝；
- 5 防水混凝土终凝后应立即进行养护，养护时间不得少于 14d；
- 6 冬季施工时，混凝土入模温度不应低于 5℃。

8.2 普通混凝土施工工艺

I 施工准备

8.2.1 当采用预拌混凝土时，混凝土应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的相关规定。当采用现场制备混凝土时，混凝土应符合本规程第 7 章的相关规定。混凝土拌合物的和易性、强度、耐久性等技术性能应符合国家现行相关标准的规定。

8.2.2 主要机具包括混凝土搅拌运输车、混凝土输送泵、泵管或料斗溜槽、坍落度筒、布料机、外部式振动器、插入式振动器、混凝土抹面机等。

8.2.3 混凝土浇筑前作业条件应符合下列规定：

- 1 编制混凝土工程施工方案，并经审核、审批。按方案要求对施工操作人员进行技术交底；
- 2 隐蔽工程验收和技术复核已完成；
- 3 混凝土输送、浇筑、振捣机械设备试运转合格，可满足连续浇筑要求；
- 4 施工单位填报混凝土浇筑申请单，并经监理单位签认。

II 施工工艺

8.2.4 普通混凝土施工工艺流程见图 8.2.4。

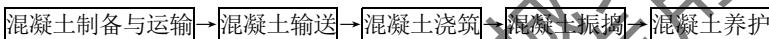


图 8.2.4 普通混凝土施工工艺流程图

8.2.5 混凝土制备与运输应符合下列规定：

- 1 混凝土制备应符合本规程第 7 章的相关规定；
- 2 预拌混凝土应采用符合规定的搅拌运输车运送，并应符合下列规定：
 - 1) 搅拌运输车装料前应用水湿润搅拌筒并排净筒内积水；
 - 2) 在运输途中及等候卸料时，应保持运输车搅拌筒正常运转，转速应为 3 转/min～5 转/min，不得停转；
 - 3) 搅拌运输车到达施工现场卸料前，搅拌筒应以 8 转/min～12 转/min 的转速再转 1min～2min，然后进行反转卸料；
 - 4) 运送时，严禁往运输车搅拌筒内添加计量外用水。
- 3 混凝土的运送频率，应能保证混凝土施工的连续性；
- 4 混凝土的运送时间宜控制在 1.5h 内；当最高气温低于 25℃ 时，运送时间可延长 0.5h；
- 5 当坍落度损失后不能满足施工要求时，应在运输车搅拌筒内加入适量的与混凝土配合比相同的水泥浆或减水剂进行搅拌，坍落度达到后再泵送或浇筑，严禁直接加水；
- 6 运输车卸料完毕后，应采用高压水枪把残留在卸料溜槽和

搅拌筒外表面的混凝土冲刷干净，收起并锁紧卸料溜槽。

8.2.6 混凝土输送应符合下列规定：

1 运输到现场的混凝土可采用输送泵、溜槽、吊车配备斗容器、升降设备配备小车等方式，将混凝土送至浇筑点，混凝土输送应优先采用管道泵送或汽车泵送方式；

2 输送泵的选择及布置应符合下列规定：

1) 输送泵的选型及数量应根据施工条件、混凝土浇筑量、混凝土输送高度和距离等因素确定；

2) 输送泵设置的位置应满足施工要求，场地应平整、坚实、道路畅通，场地空间应满足混凝土运输车进、退场或转弯掉头等要求；

3) 输送泵应置于平整、坚实的地面上，使其保持水平，并将泵机4个支腿的定位销和安全销锁紧，使轮胎脱离地面或卸掉轮胎；

4) 输送泵安装就位后应进行调试，确认符合要求后泵机方可启动运转。

3 输送泵管的选择、铺设及固定应符合下列规定：

1) 混凝土输送泵管应根据输送泵的型号、拌合物性能、总输出量、单位输出量、输送距离以及粗骨料粒径等进行选择，泵管管径可按表8.2.6选择；

表8.2.6 泵管管径选择

粗骨料最大粒径	$\leq 25\text{mm}$	$\leq 40\text{mm}$
泵管管径	$\geq 125\text{mm}$	$\geq 150\text{mm}$

2) 垂直输送混凝土时，地面水平输送泵管的直管和弯管总的折算长度不宜小于垂直输送高度的0.2倍，且不宜小于15m；

3) 水平泵管铺设在楼地面结构时，应采用支架固定，支架应与结构牢固连接，输送泵管转向处的支架应加密。

水平泵管铺设在浇筑层模板上时，应在泵管下方增加减振措施；

- 4) 竖向输送泵管应采用支架与现有结构进行固定，固定间距不应大于 3m，严禁直接与脚手架或模架连接。
- 4 输送布料设备的选择和布置应符合下列规定：
 - 1) 布料设备应安装牢固，并应采取抗倾覆稳定措施。布料设备安装在浇筑层模板支架上时，应对其下方的模板支架采取加固措施；
 - 2) 当采用汽车泵时，其布料杆作业范围内不得有障碍物、高压线等。
- 5 泵送应符合下列规定：
 - 1) 泵送混凝土前，应先把储料斗内的清水从管道泵出，然后向料斗内加与混凝土配合比相同的水泥砂浆（或 1:2 水泥砂浆），润滑管道后即可开始泵送混凝土，润管砂浆严禁浇筑到结构内；
 - 2) 开始泵送混凝土时，混凝土泵应处于匀速缓慢运行并随时可反泵的状态。泵送速度应先慢后快，逐步加速。同时，应观察混凝土泵的压力和各系统的工作情况，待各系统运转正常后，方可正常速度进行泵送；
 - 3) 泵送期间，料斗内的混凝土量应保持在不低于缸筒口上 100mm 到料斗口下 150mm 之间。当输送管内吸入空气时，应立即反泵吸出混凝土至料斗中重新搅拌，排出空气后再进行泵送；
 - 4) 泵送混凝土时，应保证混凝土泵连续工作。当混凝土供应不及时，需降低泵送速度；泵送暂时中断时，搅拌不应停止；
 - 5) 当泵送间歇时间超过 45min 或混凝土出现离析现象时，应立即冲洗管内残留的混凝土；
 - 6) 在高温季节泵送，宜采用湿草袋覆盖管道进行降温，

以降低混凝土入模温度；

7) 超高混凝土泵送应有防止混凝土离析的措施，保证混凝土良好的工作性能。

8.2.7 混凝土浇筑应符合下列规定：

1 混凝土宜一次连续浇筑；混凝土采用分层浇筑时，上层混凝土应在下层混凝土初凝之前浇筑完毕；当不能一次连续浇筑时，可留设施工缝或后浇带分块浇筑；

2 墙柱、梁板结构整体浇筑时，应先浇筑竖向结构构件，后浇筑水平结构构件；梁板浇筑时，有主次梁的楼板宜顺着次梁方向浇筑，单向板宜沿着板的长边方向浇筑；高度大于 1m 的梁结构可先单独浇筑混凝土；浇筑区域结构平面有高差时，应先浇筑低区部分再浇筑高区部分；

3 混凝土运输、输送入模的过程宜连续进行；

4 混凝土浇筑的布料机宜靠近浇筑位置，并应采取减少混凝土下料冲击措施，混凝土倾落高度应符合现行国家标准《混凝土工程施工规范》GB 50666 的相关规定；当不能满足要求时，应加设串筒、溜管、溜槽等装置；

5 混凝土初凝前和终凝前宜分别对混凝土裸露表面进行抹面处理；

6) 柱、墙混凝土设计强度等级高于梁、板混凝土设计强度等级时，混凝土浇筑应符合下列规定：

1) 应先浇筑高强度等级混凝土，后浇筑低强度等级混凝土；

2) 柱、墙混凝土设计强度比梁、板混凝土设计强度高一个等级时，柱、墙位置梁、板高度范围内的混凝土经设计单位同意，可采用与梁、板混凝土设计强度等级相同的混凝土进行浇筑；

3) 柱、墙混凝土设计强度比梁、板混凝土设计强度高两个等级及以上时，应在交界区域采取分隔措施；分隔位置应在低强度等级的构件中，且距离强度等级构件

边缘不应小于 500mm (见图 8.2.7-1、图 8.2.7-2)；

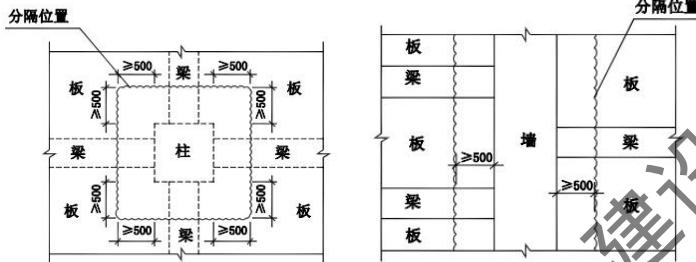


图 8.2.7-1 柱梁板结构分隔示意图 图 8.2.7-2 墙梁板结构分隔示意图

7 墙柱梁板混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1) 墙柱混凝土浇筑前，应在底面上均匀浇筑 50mm～100mm 厚与混凝土配合比相同的水泥砂浆；
- 2) 墙柱混凝土应分层浇筑振捣，每层浇筑厚度应控制在 500mm；
- 3) 梁板混凝土浇筑应采用赶浆法，即先浇筑梁，根据梁高分层浇筑成阶梯形，当达到板底位置时再与板混凝土一起继续向前进行浇筑；
- 4) 高度大于 1m 的梁，可先单独浇筑梁再浇筑板，施工缝宜留设在板底下 20mm～30mm 处，浇筑板的混凝土虚铺厚度应略大于板厚；
- 5) 当梁柱接头部位钢筋密集，混凝土下料困难，可采用细石混凝土进行浇筑。

8.2.8 混凝土振捣应符合下列规定：

- 1) 混凝土振捣应采用插入式振动棒、平板振动器或附着振动器，必要时可采用人工辅助振捣。混凝土分层振捣的最大厚度应符合表 8.2.8 的规定；

表 8.2.8 混凝土分层振捣的最大厚度

振捣方法	混凝土分层振捣最大厚度
振动棒	振动棒作用部分长度的 1.25 倍

表面振动器	200mm
附着振动器	根据设置方式, 通过试验确定

2 应能保证各个部位混凝土振捣密实、均匀, 不应漏振、欠振、过振;

3 插入式振动棒、平板振动器、附着振动器施工操作应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定。

8.2.9 混凝土养护应符合下列规定:

1 混凝土浇筑完成后, 应在 12h 小时内及时进行保湿养护, 保湿养护可采用洒水、覆盖、喷涂养护剂等方式, 养护方式应根据施工现场条件、温湿度、工艺要求等因素进行确定。大体积混凝土浇筑完成后, 应及时采取保湿隔热养护措施, 并应符合本规程第 8.6.14 条的规定。

2 养护时间应符合本规程第 8.1.9 条的规定;

3 采用塑料薄膜养护时, 应覆盖严密并保持膜内有凝结水;

4 采用喷涂养护剂养护时, 应均匀喷涂, 不得漏涂;

5 养护用水宜采用饮用水; 当采用其他中水、搅拌站清洗水或施工现场循环水等其他水源时, 应对其成份进行检验。

III 成品保护

8.2.10 在混凝土强度达到 1.2MPa 前, 严禁上人作业或堆载重物。

8.2.11 剪力墙和梁的侧模, 应在混凝土强度能保证其表面及棱角不因拆模而受损坏后, 方可进行拆除。

8.2.12 拆模时, 应逐块拆卸, 不得成片撬落。

8.2.13 楼梯、柱角等易损坏的部位, 应采用护角板进行保护。

IV 施工注意事项

8.2.14 应不定时对混凝土输送泵管的接头、管壁磨损情况及其固定支架进行检查。当出现松动、破损时, 应及时进行更换或加固。

8.2.15 润管砂浆严禁浇筑到结构中。

8.2.16 混凝土浇筑过程中,应按施工现场情况采取相应的减振避振、限荷限载措施。

8.2.17 当采用布料机进行混凝土浇筑时,模板支撑体系应采取必要的加固措施。

8.2.18 混凝土浇筑完成后应进行抹面处理。

8.2.19 混凝土承重结构底模拆模时,同条件养护试件强度应符合设计和国家现行标准的相关规定。

V 质量记录

8.2.20 质量记录宜包含下列内容:

- 1 混凝土施工方案;
- 2 混凝土施工技术交底;
- 3 混凝土配合比通知单、出厂检验报告和产品合格证;
- 4 混凝土坍落度检查记录;
- 5 混凝土施工记录;
- 6 混凝土试件强度试验报告;
- 7 混凝土施工检验批质量验收记录;
- 8 混凝土分项工程质量验收记录。

8.3 型钢混凝土组合结构施工工艺

I 施工准备

8.3.1 主要材料应符合下列规定:

1 型钢混凝土施工所用的型钢、钢板、钢管、钢筋、钢筋连接套筒、焊接填充材料、连接与紧固标准件等材料的选用应符合设计文件和国家现行相关标准的规定,并应具有厂家出具的质量证明书、检验报告及抽样复检试验报告等;

2 当型钢混凝土的钢材、焊接材料及连接件等材料替换使用时,应办理设计变更文件;

3 混凝土拌合物的和易性、强度、耐久性等技术性能应符合

国家现行相关标准的规定。

8.3.2 主要机具包括塔吊、栓钉熔焊机、手动葫芦、碳弧气刨、磁力钻、角向磨光机、交（直）流两用电焊机、CO₂焊机、空压机、螺旋千斤顶、氧割设备、经纬仪、水准仪等。

8.3.3 作业条件应符合下列规定：

- 1 编制型钢混凝土工程施工方案，并经审批。按方案要求对施工操作人员进行技术交底；
- 2 进场的施工设备、机具、测量仪器已报验并合格；
- 3 特种作业人员经过安全技术培训并考核合格，并持证上岗；
- 4 绘制模板固定架详图并组织采购、加工；
- 5 施工单位填报混凝土浇筑申请单，并经监理单位签认。

II 型钢混凝土柱施工工艺

8.3.4 型钢混凝土柱施工工艺流程见图 8.3.4。



图 8.3.4 型钢混凝土柱施工工艺流程图

8.3.5 深化设计应符合下列规定：

- 1 型钢柱分段应综合考虑加工、运输条件和现场起重设备能力，宜按 2 层～3 层一节；分段位置应设在楼层梁顶标高以上 1.2m～1.3m 处；
- 2 型钢混凝土柱的长细比不宜大于 80；
- 3 房屋的底层、顶层以及型钢混凝土与钢筋混凝土交接层的型钢混凝土柱宜设置栓钉，型钢截面为箱形的柱子也宜设置栓钉，栓钉水平间距不宜大于 250mm；
- 4 混凝土粗骨料的最大直径不宜大于 25mm；型钢柱中型钢的保护厚度不宜小于 150mm；柱纵向钢筋净间距不宜小于 50mm，且不应小于柱纵向钢筋直径的 1.5 倍；柱纵向钢筋与型钢的最小净距不应小于 30mm，且不应小于粗骨料最大粒径的 1.5 倍；

5 型钢混凝土柱的纵向钢筋最小配筋率不宜小于 0.8%，且在四角应各配置一根直径不小于 16mm 的纵向钢筋；

6 柱中纵向受力钢筋的间距不宜大于 300mm；当间距大于 300mm 时，宜附加配置直径不小于 14mm 的纵向构造钢筋；

7 型钢混凝土柱的型钢含钢率不宜小于 4%；

8 在型钢柱加工前应进行钢筋穿孔位置和对拉螺栓眼位置的深化设计，确保柱中钢筋上下贯通、模板搭设时对拉螺栓的使用；钢筋孔及对拉螺栓孔应在工厂加工成形，严禁在施工现场气割开孔；

9 型钢柱节点的深化设计，除应满足节点强度的要求外，还应充分考虑材料的使用、加工制作的合理性等因素；

8.3.6 加工制作与运输应符合下列规定：

1 型钢构件应由专业厂家根据设计图纸及深化设计要求集中生产、加工；

2 在运输过程中，应不间断监控所运构件有无松脱、位移等现象；

3 型钢柱在运输过程中，应做到轻吊轻放，并在运输中固定牢固，严防摩擦及碰撞，保证型钢柱不产生变形。

8.3.7 型钢柱测量定位应符合下列规定：

1 型钢柱安装前，应测放型钢混凝土柱的十字轴线，作为型钢柱安装定位及控制的重要依据；

2 测量定位后，应复核预埋构件位置、型钢混凝土柱的轴线、型钢地脚螺栓的位置及外露长度。

8.3.8 第一节型钢柱安装应符合下列规定：

1 安装前，应检查确认型钢翼缘板的带孔耳板是否牢固可靠，是否满足吊装和临时固定的要求；并弹出型钢柱的几何中心线；

2 型钢柱宜采用单机回转法起吊，并结合汽车吊在型钢柱脚部位予以辅助；

3 型钢柱就位和临时固定应符合下列规定：

- 1) 当型钢柱吊至就位位置上方 200mm 时, 应使其稳定, 并对准螺栓孔缓慢下落。下落过程中应避免磕碰地脚螺丝扣; 落稳后应采用专用角尺检查, 调整型钢柱使其定位线与基础定位轴线重合;
- 2) 在型钢柱四周应使用带花篮螺栓的钢丝绳连接型钢柱吊点和预埋钢筋拉环, 并及时进行临时固定。
- 4 型钢柱校正及固定应符合下列规定:
- 1) 应通过调节柱脚螺母, 调整型钢柱标高及垂直度, 使其满足设计要求;
 - 2) 应使用 2 台经纬仪, 按正交的方法从型钢柱相互垂直的两个面进行检查, 并通过调节花篮螺栓使型钢柱垂直度满足设计要求, 然后对称紧固地脚螺栓螺母;
 - 3) 灌注前, 应先把型钢柱柱脚下部的杂物清扫干净, 并洒水湿润, 但不得有积水;
 - 4) 在型钢底部四周应采用强度相同的干硬性混凝土封堵, 并留置一个注浆口;
 - 5) 将无收缩砂浆搅拌均匀, 达到所需的流动度, 然后由人工灌注密实, 并做好养护。

8.3.9 钢筋绑扎应符合下列规定:

- 1 按设计要求绑扎柱子钢筋, 型钢混凝土柱纵向钢筋净间距不宜小于 50mm, 不宜大于 200mm, 且不应小于柱纵向钢筋直径的 1.5 倍; 柱纵筋与型钢的净间距不宜小于 30mm, 且不应小于粗骨料最大粒径的 1.5 倍;
- 2 型钢混凝土柱中型钢的保护层最小厚度不宜小于 150mm。型钢混凝土柱中钢筋的混凝土保护层厚度应满足表 8.3.9 的要求;

表 8.3.9 型钢混凝土柱中钢筋的混凝土保护层最小厚度

环境类别	板、墙	梁、柱
一	15	20
二 a	20	25

二 b	25	35
三 a	30	40
三 b	40	50

- 注: 1. 混凝土强度等级不大于 C25 时, 表中保护层厚度应增加 5mm;
 2. 基础中钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起, 且不应小于 40mm;
 3. 当构件中纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度大于 50mm 时, 应对保护层采取有效的防裂构造措施。当在保护层内配置防裂、防剥落的钢筋网片时, 网片钢筋的保护层厚度不应小于 25mm;
 4. 对有防火要求的建筑, 其混凝土保护层尚应满足国家现行相关标准的要求;
 5. 混凝土构件的环境类别划分详见现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的相关规定。

3 型钢混凝土柱上下两端箍筋应加密, 加密区长度及加密区间距应满足设计要求。

8.3.10 模板支设应符合本规程第 4 章的相关规定。

8.3.11 混凝土浇筑应符合下列规定:

1 混凝土浇筑前应先在底部填入 50mm 厚与混凝土配合比相同的水泥砂浆;

2 混凝土粗骨料最大粒径不应大于型钢外侧混凝土保护层厚度的 1/3, 且不宜大于 25mm;

3 混凝土自由倾落高度不得超过 2m, 超过 2m 时应采用串筒、溜槽等进行浇筑;

4 型钢周边混凝土浇筑宜同步上升, 混凝土浇筑高差不应大于 500mm;

5 混凝土浇筑应有足够的下料空间, 并应使混凝土充盈整个型钢混凝土构件;

6 分层振捣时, 每次振捣时间不得超过 20s, 严禁过振; 上层混凝土振捣时, 振动棒应插入下层混凝土 50mm~100mm。当型钢柱混凝土内的钢筋较密时, 应使用高频振动棒;

7 浇筑混凝土时, 应安排专人负责检查模板、钢筋有无位移、变形等情况, 发现问题及时处理; 在混凝土初凝前应再次确认型钢柱柱头位置, 并调整就位;

8 钢管混凝土柱浇筑应符合下列规定:

- 1) 宜采用自密实混凝土浇筑;
- 2) 混凝土应采取减少收缩的技术措施;
- 3) 钢管截面较小时, 应在钢管壁适当位置留有足够的排气孔, 排气孔孔径不应小于 20mm; 浇筑混凝土应加强排气孔观察, 并应确认浆体流出和浇筑密实后再封堵排气孔;
- 4) 当采用粗骨料粒径不大于 25mm 的高流态混凝土或粗骨料粒径不大于 20mm 的自密实混凝土时, 混凝土最大倾落高度不宜大于 9m; 当倾落高度大于 9m 时, 宜采用串筒、溜槽或溜管等辅助装置进行浇筑;
- 5) 当混凝土采用从管顶向下浇筑时, 浇筑应有足够的下料空间, 并应使混凝土充满整个钢管; 输送管端内径或斗容器下料口内径应小于钢管内径, 且每边应留有不小于 100mm 的间隙; 应控制浇筑速度和单次下料量, 并应分层浇筑至设计标高; 混凝土浇筑完毕后应对管口进行临时封闭;
- 6) 当混凝土采用从管底顶升浇筑时, 应在钢管底部设置进料输送管, 进料输送管应设止流阀门, 止流阀门可在顶升浇筑的混凝土达到终凝后拆除; 应合理选择混凝土顶升浇筑设备; 应配备上下方通信联络工具, 并应采取可有效控制混凝土顶升或停止的措施; 应控制混凝土顶升速度, 并应均衡浇筑至设计标高;
- 7) 当采用立式手工浇筑法, 且钢管直径大于 350mm 时, 可采用内部振动器, 每次振捣时间宜在 15s~30s, 一次浇筑高度不宜大于 2m; 当钢管直径小于 350mm 时, 可采用附着在钢管上的外部振动器进行振捣, 外部振动器的位置应随混凝土的浇筑进展调整振捣。一次浇筑的高度不宜大于振动器的有效工

作范围，且不宜大于2m。

8.3.12 模板拆除应符合本规程第4.1.14条的规定。

8.3.13 混凝土养护应符合本规程第8.2.9条的规定。

8.3.14 第二节型钢柱安装应符合下列规定：

1 吊装前，应在第一节型钢柱的柱头位置标识出钢柱翼缘中心标记线；

2 型钢柱就位应采用临时连接耳板，就位后应对齐安装定位线，并将连接耳板用连接螺栓进行固定；

3 型钢柱焊接应符合下列规定：

1) 焊接操作及焊接质量应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661的相关规定；

2) 焊接完成后，应进行焊缝外观检验和焊缝无损检测；

焊缝表面应无裂纹、气孔、夹渣、焊瘤等质量缺陷；

无损检测在外观检验合格后进行，无损检测应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661的相关规定。

III 型钢混凝土梁施工工艺

8.3.15 型钢混凝土梁施工工艺流程见图8.3.15。

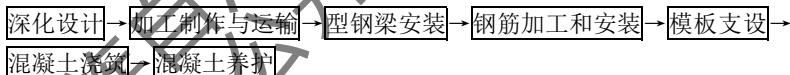


图8.3.15 型钢混凝土梁施工工艺流程图

8.3.16 深化设计、加工制作及运输应符合本规程第8.3.5条与第8.3.6条之规定。复杂梁柱节点的钢筋穿孔或钢筋连接套筒，应预先开展深化设计，并在工厂进行精准加工成型。

8.3.17 型钢梁安装应符合下列规定：

1 安装前，应对型钢柱的标高进行复核；

2 应采用起重设备一次吊装到位，调整型钢梁的位置，并与型钢柱进行焊接或栓接。

8.3.18 钢筋加工和安装应符合下列规定：

1 梁与柱节点处钢筋的锚固长度应满足设计要求；不能满足设计要求时，应采用绕开法、穿孔法、连接件法处理；

2 箍筋套入主梁后应绑扎固定，其弯钩锚固长度不能满足要求时，应进行焊接；梁顶多排纵向钢筋之间可采用短钢筋支垫来控制排距；

3 梁主筋与型钢柱相交时，应按设计节点大样施工。

8.3.19 模板支设应符合下列规定：

1 梁支撑系统的荷载可计入型钢结构重量；侧模板可采用穿孔对拉螺栓，也可在型钢梁腹板上设置耳板对拉固定；

2 耳板设置或腹板开孔应经设计单位认可，并在加工厂制作完成；

3 当利用型钢梁作为模板的悬挂支撑时，应经设计单位同意。

8.3.20 混凝土浇筑应符合下列规定：

1 大跨度型钢混凝土梁应分层连续浇筑混凝土，分层投料高度应控制在 500mm 以内。对钢筋密集部位，宜采用小直径振捣器浇筑混凝土或选用自密实混凝土进行浇筑；

2 在型钢组合转换梁的上部立柱处，宜采用分层赶浆法和间歇法浇筑混凝土。

3 型钢混凝土转换桁架混凝土浇筑应符合下列规定：

1) 宜采用自密实混凝土浇筑法；

2) 采用常规混凝土浇筑时，应先浇捣柱混凝土，后浇捣梁混凝土；柱混凝土浇筑应从型钢柱四周均匀下料，分层投料高度不应超过 500mm，并采用振捣器对称振捣；

3) 型钢翼缘板处应预留排气孔，在型钢梁柱节点处应预留混凝土浇筑孔；

4) 浇筑型钢梁混凝土时，工字钢梁下翼缘板以下混凝土应从钢梁一侧下料；待混凝土高度超过钢梁下翼缘板 100mm 以上时，应改为从梁的两侧同时下料、

振捣；浇筑至距上翼缘板 100mm 时，再从梁跨中开始下料浇筑，从梁的中部开始振捣，逐渐向两端延伸浇筑。

8.3.21 混凝土养护应符合本规程第 8.2.9 条的规定。

广西壮族自治区住房和城乡建设厅
公开信息浏览系统

IV 型钢混凝土剪力墙施工工艺

8.3.22 型钢混凝土剪力墙施工工艺流程见图 8.3.22。

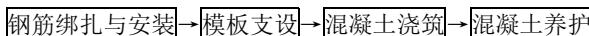


图 8.3.22 型钢混凝土剪力墙施工工艺流程图

8.3.23 钢筋绑扎与安装应符合下列规定：

- 1 墙体钢筋绑扎前，应根据结构特点、钢筋布置形式等因素制定钢筋绑扎工艺；
- 2 墙体纵向受力钢筋与型钢的净间距应大于 30mm，纵向受力钢筋的锚固长度、搭接长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T50010 的相关规定；
- 3 剪力墙的水平分布钢筋应绕过或穿过墙端型钢，并应满足钢筋锚固长度要求；
- 4 墙体拉结筋和箍筋的位置、间距和数量应满足设计要求；当设计无具体要求时，应符合国家现行相关标准的规定；
- 5 当钢筋与墙体内型钢采用钢筋绕开法时，宜按不小于 1:6 角度折弯绕过型钢；当无法绕过时，应满足锚固长度及相关设计的要求，钢筋可伸至型钢后弯锚；
- 6 钢筋与墙体内型钢采用穿孔法时，应符合下列规定：
 - 1) 预留钢筋孔的大小、位置应满足设计要求，必要时应采取相应的加强措施；钢筋孔的直径宜为钢筋公称直径+4mm；
 - 2) 型钢翼缘上设置钢筋孔时，应采取补强措施；型钢腹板上预留钢筋孔时，其腹板截面损失率宜小于腹板面积的 25%，且应满足设计要求；
 - 3) 预留钢筋孔应在深化设计阶段完成，并由构件加工厂进行机械制孔，严禁用火焰切割制孔。
- 7 当钢筋与型钢采用钢筋连接套筒连接时，应符合下列规定：
 - 1) 同一区段内焊接在钢构件上的钢筋面积百分比不宜超

过 30%;

- 2) 连接套筒接头应在构件制作期间完成焊接, 焊缝连接强度不应低于对应钢筋的抗拉强度;
 - 3) 钢筋连接套筒与型钢的焊接应采用贴角焊缝, 焊缝高度应按计算确定;
 - 4) 当钢筋垂直于钢板时, 可将钢筋连接套筒直接焊接于钢板表面; 当钢筋与钢板成一定角度时, 可加工成一定角度的连接板辅助连接;
 - 5) 焊接于型钢上的钢筋连接套筒, 应在接头位置的型钢内设置加劲肋, 加劲肋应正对连接套筒;
 - 6) 当在型钢上焊接多个钢筋连接套筒时, 套筒间净距不应小于 30mm, 且不应小于套筒外直径。
- 8 当钢筋与型钢采用连接板焊接连接时, 应符合下列规定:
- 1) 钢筋与钢板焊接时, 宜采用双面焊。双面焊时, 钢筋与钢板的搭接长度不应小于 5 倍钢筋直径。单面焊时, 搭接长度不应小于 10 倍钢筋直径;
 - 2) 钢筋与钢板的焊缝宽度不得小于 0.60 倍钢筋直径, 焊缝厚度不得小于 0.35 倍钢筋直径。

8.3.24 模板支设应符合本规程第 4 章的相关规定。

8.3.25 混凝土浇筑应符合下列规定:

- 1 宜采用骨料较小、流动性较好的高性能混凝土, 并应分层浇筑;
- 2 型钢混凝土剪力墙中型钢上设置的混凝土灌浆孔、流淌孔、排气孔和排水孔等应符合下列规定:
 - 1) 孔的尺寸和位置应在施工深化设计阶段完成, 并应征得设计单位同意, 必要时应采取相应的加强措施;
 - 2) 内置型钢的水平隔板上应开设混凝土灌浆孔和排气孔;
 - 3) 灌浆孔的孔径不宜小于 150mm, 流淌孔的孔径不宜小于 200mm, 排气孔及排水孔的孔径不宜小于 10mm;
 - 4) 钢板制孔时, 应由制作厂进行机械制孔, 严禁用火焰

切割制孔。

8.3.26 混凝土养护应符合本规程第 8.2.9 条的规定。

V 钢筋桁架楼承板施工工艺

8.3.27 钢筋桁架楼承板施工工艺流程见图 8.3.27。



图 8.3.27 钢筋桁架楼承板施工工艺流程图

8.3.28 加工制作应符合下列规定：

1 压型钢板批量加工前,应根据设计要求的外形尺寸、波宽、波高等进行试制;

2 钢筋桁架板加工时钢筋桁架节点与底模接触点,均应采用电阻焊,根据试验确定焊接工艺。

8.3.29 安装和连接固定应符合下列规定：

1 安装压型钢板或钢筋桁架板前,应先按排版图在梁顶测量,并划分安装线;

2 铺设压型钢板或钢筋桁架板前,应割除影响安装的钢梁吊耳,清扫支承面杂物、锈皮及油污;

3 压型钢板或钢筋桁架板与混凝土墙(柱)应采用预埋件的方式进行连接,不得采用膨胀螺栓固定;当遗漏预埋件时,应采用化学锚栓或植筋的方法进行处理;

4 首先安装、焊接柱梁节点处的支托构件,再安装压型钢板或钢筋桁架板;

5 预留孔洞应在压型钢板或钢筋桁架板锚固后进行切割开孔;

6 穿透压型钢板或钢筋桁架板的栓钉与钢梁或混凝土梁上预埋件应采用焊接锚固,压型钢板或钢筋桁架板之间、其端部和边缘与钢梁之间均应采用间断焊或塞焊进行连接固定;

7 钢筋桁架板侧向可采用扣接方式,板侧边应设连接拉钩,搭接宽度不应小于 10mm。

8.3.30 栓钉施工应符合下列规定：

- 1 栓钉中心至钢梁上翼缘侧边或预埋件的距离不应小于35mm，至设有预埋件的混凝土梁上翼缘侧边的距离不应小于60mm；
- 2 栓钉顶面混凝土保护层厚度不应小于15mm，栓钉钉头下表面高出压型钢板底部钢筋顶面不应小于30mm；
- 3 栓钉应设置在压型钢板凹肋处，穿透压型钢板并将其焊牢于钢梁或混凝土预埋件上；
- 4 栓钉的焊接宜使用独立的电源；电源变压器的容量应在100kVA～250kVA；
- 5 栓钉施焊应在压型钢板焊接固定后进行；
- 6 环境温度在0℃以下时不宜进行栓钉焊接。

8.3.31 钢筋施工应符合下列规定：

- 1 钢筋桁架板的同一方向的两块压型钢板或钢筋桁架板连接处，应设置上下弦连接钢筋；上部钢筋按计算确定，下部钢筋按构造配置；
- 2 钢筋桁架板的下弦钢筋伸入梁内的锚固长度不应小于钢筋直径的5倍，且不应小于50mm。

8.3.32 混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1 混凝土浇筑应均匀布料，不得过于集中；
- 2 混凝土不宜在0℃以下浇筑，当需施工时应采取综合措施。

8.3.33 混凝土养护应符合本规程第8.2.9条的规定。

VI 成品保护

8.3.34 混凝土浇筑过程中，应采取钢筋保护层控制措施，避免任意踩踏钢筋。

8.3.35 在混凝土强度达到1.2MPa前，严禁上人作业或堆载重物。

VII 施工注意事项

8.3.36 在型钢柱运输、堆放和吊装中，应采取措施防止构件产生变形。

8.3.37 型钢柱安装时，应严格按照图纸位置进行定位，在混凝土初凝前，应再次确认型钢柱柱头位置是否准确。

8.3.38 混凝土应振捣密实，防止漏振。

8.3.39 高空作业人员应经身体检查合格后方可上岗。

8.3.40 型钢柱吊装前应检查机械、索具、夹具、吊环等是否符合安全要求，并应进行试吊，吊装时应有专人统一指挥。

8.3.41 起吊构件时，吊索应保持垂直，起吊或下降应平稳。

VIII 质量记录

8.3.42 质量记录宜包含下列内容：

- 1 型钢混凝土施工方案；
- 2 型钢混凝土施工技术交底；
- 3 型钢的出厂检验报告、合格证和进场复验报告；
- 4 混凝土配合比通知单、出厂检验报告和产品合格证；
- 5 焊接工艺试验报告；
- 6 焊缝检验报告；
- 7 隐蔽工程检查验收记录；
- 8 混凝土试件强度试验报告；
- 9 型钢混凝土工程检验批质量验收记录；
- 10 型钢混凝土工程分项工程质量验收记录。

8.4 桩基水下混凝土施工工艺

I 施工准备

8.4.1 水下混凝土的配合比应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 和《水电水利工程水下混凝土施工规范》DL/T 5309 的相关规定。

8.4.2 主要机具包括混凝土导管、混凝土搅拌运输车、混凝土泵车、坍落度筒、钢板尺、装料铲、发电机、水泵、电工工具、机械维修工具、对讲机等。

8.4.3 作业条件应符合下列规定：

- 1 编制施工方案，并经审核、审批；按方案要求对施工操作人员进行技术交底；
- 2 施工现场应备有备用发电机；
- 3 钢筋笼已通过验收，导管已进行水密、承压和接头抗拉试验，并合格；
- 4 储料斗、漏斗、溜槽以及其他相关灌注机具齐全完好；
- 5 施工单位填报混凝土浇筑申请单，并经监理单位签认。

II 施工工艺

8.4.4 水下混凝土施工工艺流程见图 8.4.4。



图 8.4.4 水下混凝土施工工艺流程图

8.4.5 第一次清孔应符合下列规定：

- 1 成孔后，应进行第一次清孔，清除孔底的废浆和泥渣，清孔方法可采用正循环清孔、泵吸反循环清孔、气举反循环清孔等方法；
- 2 清孔后孔底沉渣厚度，端承桩应不大于 50mm；摩擦端承桩应不大于 100mm；抗拔、抗水平荷载桩应不大于 200mm；
- 3 孔底沉渣厚度检测的方法可采用重锤法、测锥测盘法、沉渣仪等。

8.4.6 下放钢筋笼和钢导管应符合下列规定：

- 1 应通过吊装设备和人工配合把钢筋笼吊、钢导管依次放至孔内，并确保其位于桩孔中心位置；
- 2 混凝土初灌时应在钢导管内放置隔水球，隔水球应有良好的隔水性能，直径应略小于导管直径；

3 钢导管的结构和使用应符合下列规定：

- 1) 导管内壁应光滑圆顺，壁厚不宜小于3mm，直径宜为200mm~250mm，直径制作偏差不得超过2mm，宜采用无缝钢管制作；导管的分节长度可按施工工艺的要求进行确定，底管长度不宜小于4m，底部应焊设加强箍，两管之间可用法兰或丝扣连接；接头宜采用双螺纹方扣快速接头；
- 2) 导管使用前应进行试拼、试压，试压压力宜为0.6MPa~1MPa，并应试验隔水球是否能通过。

8.4.7 灌注水下混凝土前应再次检查孔底沉渣厚度。当沉渣厚度不满足本规程第8.4.5条第2款时，应利用导管进行二次清孔。二次清孔结束后应尽快浇筑水下混凝土。

8.4.8 水下混凝土灌注应符合下列规定：

- 1 开始灌注时，隔水球吊放的位置应临近水面，导管底端到孔底的距离宜为0.3m~0.5m；
- 2 开灌前储料斗内应有足够的混凝土储备量，初灌量应满足导管埋入混凝土深度不小于0.8m的要求。随着混凝土的上升，应适当提升和拆卸导管，导管底端埋入混凝土面以下宜保持2m~6m，严禁把导管底端提离混凝土面。提升导管时应避免碰挂钢筋笼；
- 3 在水下混凝土灌注过程中，应有专人测量导管埋深，填写好水下混凝土灌注记录表；
- 4 水下混凝土灌注时应保证灌注的连续性，不得中断。灌注前应有严密的施工组织设计及辅助设施，一旦发生机具故障或停电、停水及发生导管堵塞、进水等事故，应立即采取有效措施进行处理；
- 5 应控制最后一次混凝土的灌注量，水下混凝土超灌高度应高于设计桩顶标高1.0m以上，充盈系数不应小于1.0。

III 成品保护

8.4.9 桩头外留的主筋应采取保护措施，不得任意弯折。

8.4.10 桩头混凝土强度未达到 5MPa 时，不应碾压。

IV 施工注意事项

8.4.11 钢筋笼在制作、运输和安装过程中，应采取防变形措施。吊放入桩孔内时，应固定好。

8.4.12 放置隔水球前，必须试验其是否能顺利通过导管，不合格的隔水球不得使用。

8.4.13 灌注过程中拆卸下来的导管应及时冲洗内壁。

8.4.14 灌注水下混凝土必须连续施工，施工过程应安排专人测量导管埋深及管内外混凝土灌注面的高差，控制导管的提拔速度，严禁将导管提出混凝土灌注面，并填写水下混凝土灌注记录。

8.4.15 桩孔口应设置护栏、盖板等安全防护设施，每个作业班结束时，应对孔口防护进行检查。

8.4.16 在距未灌注混凝土的桩孔 5m 范围内，不应有运输车辆行走。对于软土地基，在表层地基土影响范围内禁止堆载。

V 质量记录

8.4.17 质量记录宜包含下列内容：

- 1 水下混凝土施工方案；
- 2 水下混凝土施工技术交底；
- 3 混凝土配合比通知单、出厂检验报告、产品合格证；
- 4 混凝土坍落度检查记录；
- 5 混凝土施工记录；
- 6 混凝土试件强度试验报告；
- 7 混凝土施工检验批质量验收记录；
- 8 混凝土分项工程质量验收记录。

8.5 施工缝与后浇带混凝土施工工艺

I 施工准备

8.5.1 主要材料应符合下列规定:

- 1 当采用预拌混凝土时,混凝土应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的相关规定;
- 2 当采用现场制备混凝土时,混凝土应符合本规程第 7 章的相关规定;
- 3 混凝土拌合物的和易性、强度、耐久性等技术性能应符合国家现行规范相关规定。

8.5.2 主要机具包括混凝土搅拌运输车、混凝土泵车、坍落度筒、钢板尺、布料机、装料铲、外部式振动器、插入式振动器、混凝土抹面机等。

8.5.3 作业条件应符合下列规定:

- 1 编制施工方案,并经审核、审批。按方案要求对施工操作人员进行技术交底;
- 2 后浇带封闭浇筑时间应满足设计要求;当设计无具体要求时,应符合下列规定:
 - 1)伸缩后浇带应根据现浇部分混凝土收缩完成情况而定,宜为施工后 60d;
 - 2)沉降后浇带宜在建筑物主体结构封顶以后应至少保留 28d 再浇筑;
- 3 机具设备应齐全完好,准备就绪。

II 施工工艺

8.5.4 施工缝或后浇带混凝土施工工艺流程见图 8.5.4。

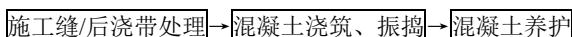


图 8.5.4 施工缝或后浇带混凝土施工工艺流程图

8.5.5 施工缝/后浇带处理应符合下列规定:

1 当底板与侧墙相连接的施工缝有防水要求时,宜采用钢板止水带等处理措施;

2 应对施工缝或后浇带部位的钢筋位置、间距、保护层、止水板/带等进行调整,并进行隐蔽验收;

3 混凝土浇筑前,应将接缝处混凝土表面的浮浆、软弱混凝土层及松动的石子清除,露出粗骨料后再用水冲洗干净,并充分润湿表面,但不得有积水。

4 底板后浇带浇筑前,应检查防水层严密程度,如有承压水头,应采取处理措施后方能浇筑后浇带混凝土。

8.5.6 混凝土浇筑、振捣除应符合本规程第8.2.7条、第8.2.8条的规定外,尚应符合下列规定:

1 水平施工缝浇筑混凝土前,应在其表面铺设水泥砂浆或涂刷混凝土界面处理剂,有防水要求的部位则需(宜)涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料;柱、墙水平施工缝水泥砂浆接浆层厚度不应大于30mm,接浆层水泥砂浆应与混凝土浆液成分相同;

2 垂直施工缝浇筑混凝土前,应在其表面涂刷混凝土界面处理剂,有防水要求的部位则需涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料,并应及时浇筑混凝土;

3 后浇带应采用补偿收缩混凝土浇筑,其抗渗和抗压强度等级不应低于两侧混凝土;

4 后浇带混凝土宜使用预拌混凝土;

5 后浇带混凝土应一次浇筑,不得留设施工缝;

6 当采用膨胀加强带时,应符合下列规定:

1) 膨胀加强带宽度宜为2000mm,并应在其两侧用密孔钢(板)丝网将带内混凝土与带外混凝土分开;

2) 大体积混凝土的膨胀加强带应在两侧的混凝土中心温度降至环境温度时再浇筑。

8.5.7 混凝土养护应符合本规程第8.2.9条的规定。

III 成品保护

- 8.5.8** 后浇带部位的钢筋应有保护措施，可采用模板进行覆盖。
8.5.9 在混凝土强度达到 1.2MPa 前，严禁上人作业或堆载重物。

IV 施工注意事项

- 8.5.10** 后浇带部位的马凳和垫块应加密放置。
8.5.11 钢板止水带在钢筋绑扎过程中应及时采用电焊固定，同时确保钢板折线方向正确，钢板止水带对接处应采用电焊满焊。

V 质量记录

- 8.5.12** 质量记录宜包含下列内容：

- 1 混凝土施工方案；
- 2 混凝土施工技术交底；
- 3 混凝土配合比通知单、出厂检验报告和产品合格证；
- 4 混凝土坍落度检查记录；
- 5 混凝土施工记录；
- 6 混凝土试件强度试验报告；
- 7 混凝土施工检验批质量验收记录；
- 8 混凝土分项工程质量验收记录。

8.6 大体积混凝土施工工艺

I 施工准备

- 8.6.1** 大体积混凝土所用水泥应符合以下规定：
- 1 应采用水化热低、凝结时间长的矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥，也可使用普通硅酸盐水泥，但不得几种水泥混合使用；
 - 2 所用水泥其 3d 的水化热不宜大于 240kJ/kg，7d 的水化热不宜大于 270kJ/kg；
 - 3 水泥进场时应对水泥品种、强度等级、包装或散装编号、出厂日期等进行检查核对，并应对其强度、安定性、凝结时间、

水化热等性能指标进行复检。

8.6.2 大体积混凝土所用骨料应符合下列规定：

1 粗骨料应采用级配良好的卵石或碎石，粒径宜为5mm～31.5mm。当混凝土强度等级小于C30时，含泥量不应大于2%；当混凝土强度等级不小于C30时，含泥量不应大于1%；

2 细骨料应采用一般中粗砂，细度模数宜大于2.3，也可采用细砂；当混凝土强度等级小于C30时，含泥量不应大于5%；当混凝土强度等级不小于C30时，含泥量不应大于3%。

8.6.3 粉煤灰掺量应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB 1596的相关规定。

8.6.4 拌合用水宜采用饮用水，当采用其他水源时，水质应符合现行行业标准《混凝土拌合用水标准》JGJ63的相关规定。

8.6.5 主要机具包括混凝土搅拌运输车、混凝土泵车、坍落度筒、钢板尺、布料机、装料铲、手推车、串筒、溜槽、外部式振动器、插入式振动器、混凝土抹面机、测温仪等。

8.6.6 作业条件应符合下列规定：

1 编制大体积混凝土工程施工方案，并经审核、审批；当筏板较厚时，应编制钢筋支架专项施工方案，确保钢筋支架稳定。按方案要求对施工操作人员进行技术交底；

2 大体积混凝土工程施工前，宜对施工阶段大体积混凝土浇筑体的温度、温度应力及收缩应力进行试算，并确定施工阶段大体积混凝土浇筑体的升温峰值，里表温差及降温速率的控制指标，制定相应的温控技术措施；

3 已完成模板、钢筋、支架、预埋件和预埋管道等隐蔽工程验收，并形成记录；

4 模板内的垃圾、泥土等杂物及钢筋的油污已清除干净；

5 泵送管等已布设完成，且试运行情况良好。

II 施工工艺

8.6.7 大体积混凝土施工工艺流程见图 8.6.7。



图 8.6.7 大体积混凝土施工工艺流程图

8.6.8 模板安装除应符合本规程第 4 章的相关规定外, 尚应符合下列规定:

1 大体积混凝土的模板和支架系统除应按国家现行有关标准的规定进行强度、刚度和稳定性验算外, 同时还应结合大体积混凝土的养护方法进行保温构造设计;

2 模板和支架系统在安装、使用或拆除过程中, 必须采取防倾覆的临时固定措施;

3 后浇带或跳仓方留置的竖向施工缝, 宜用钢板网、铁丝网或小木板拼接支模, 也可用快易收口网进行支挡。

8.6.9 混凝土制备应符合本规程第 7 章的相关规定。

8.6.10 混凝土运输应符合本规程第 8.2.5 条的规定。

8.6.11 混凝土输送应符合本规程第 8.2.6 条的规定。

8.6.12 混凝土浇筑应符合下列规定:

1 混凝土的供应应满足混凝土连续施工的需要, 混凝土的浇筑应连续、有序, 宜减少施工缝;

2 当采用整体连续浇筑时, 浇筑混凝土的厚度宜为 300mm~500mm;

3 当采用整体分层或推移式连续浇筑施工时, 应缩短间歇时间, 后一层混凝土应在前一层混凝土初凝之前浇筑完毕。当层间间歇时间超过混凝土初凝时间时, 层面应按施工缝处理;

4 当需要设置施工缝时, 施工缝的位置及间歇时间应根据设计、温度裂缝控制、混凝土供应能力、钢筋施工、预埋管件安装等因素确定;

5 当超长大体积混凝土结构采用跳仓法施工时, 应符合下列规定:

- 1) 基础底板、墙体、楼板混凝土的浇筑顺序应分仓进行，跳仓的最大分块尺寸不宜大于 40m，相邻仓的浇筑间隔时间不应少于 7d；跳仓接缝处按施工缝的施工要求进行处理；
- 2) 大型基础底板高度 H 大于或等于 1m 时，应结合现场实际进行分层浇筑、分层振捣，并满足“一个斜面、连续浇筑、一次到顶”的要求，斜面坡度应为 1:6~1:7；
- 3) 混凝土的浇筑法应按分层布料、分层振捣、斜坡推进的方法进行施工；
- 4) 按照分段（块）分层放坡法或大斜坡推进法，每步错开不宜小于 3m。

6 混凝土入模温度不宜大于 30℃，最大温升值不宜大于 50℃。冬季施工时，混凝土出罐温度不宜低于 10℃，入模温度不应低于 5℃，每台班测量次数不应少于 2 次；

7 浇筑过程中，应采取措施防止钢筋、预埋件等移位和变形，并应及时清除混凝土表面泌水。混凝土的泌水宜采用抽水机抽吸或在侧模上开设泌水孔排除；

8 初凝前，应在混凝土表面采用二次抹压处理工艺，并及时用塑料薄膜覆盖。必要时，可在混凝土终凝前 1h~2h 进行多次抹压处理；

9 大体积混凝土浇筑过程应针对突发的大风、停供、降雨等特殊情况，制定保证质量的预案及技术措施。

8.6.13 混凝土振捣除应符合本规程第 8.2.8 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 应采用二次振捣工艺，即在混凝土初凝前，再次对混凝土进行振捣，振捣时间长短应根据混凝土的流动性大小确定；

2 振捣应分层、定距、快插慢拔，振捣时应避免过振和漏振。

8.6.14 混凝土养护应符合本规程第 8.2.9 条的规定，并应符合下列规定：

1 在混凝土初凝前, 宜立即进行覆盖或喷雾养护, 并应保持混凝土表面湿润;

2 应安排专人监测混凝土里表温差和降温速率, 当实测结果不满足温控指标要求时, 应及时调整养护措施;

3 保温覆盖层拆除应分层逐步进行, 当混凝土表面温度与环境最大温差小于 20℃时, 可全部拆除。

8.6.15 测温控制应符合下列规定:

1 在大体积混凝土浇筑完成后, 混凝土浇筑体里表温差、降温速率及环境温度的测试, 每昼夜不应少于 4 次; 入模温度测量, 每台班不应少于 2 次;

2 在覆盖养护或带模养护阶段, 混凝土浇筑体表面温度和体里温度差值不应超过 25℃; 结束养护时, 混凝土浇筑体表面温度与环境温度最大差值不应大于 20℃;

3 混凝土浇筑体内部相邻两测温点的温度差值不应大于 25℃;

4 混凝土降温速率不宜大于 $2.0^{\circ}\text{C}/\text{d}$; 当有可靠经验时, 降温速率要求可适当放宽;

5 大体积混凝土浇筑体内测温点的布置应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定。

8.6.16 模板拆除除应符合本规程第 4 章的相关规定外, 尚应符合下列规定:

1 大体积混凝土的拆模时间, 应满足国家现行有关标准对混凝土的强度要求, 混凝土浇筑体表面与大气温差不应大于 20℃; 当模板作为保温养护措施的一部分时, 其拆模时间应根据本规范规定的温控要求确定;

2 大体积混凝土有条件时宜适当延迟拆模时间, 拆模后, 应采取预防寒流袭击、突然降温等措施。

III 成品保护

8.6.17 在混凝土强度达到 1.2MPa 前, 严禁上人作业或堆载重物。

8.6.18 雨天施工时, 应及时对已浇筑的混凝土部分进行遮盖保护, 当遇大雨时, 应立即停止露天作业。

IV 施工注意事项

8.6.19 当高温天气浇筑大体积混凝土时, 宜采用遮盖、洒水、拌冰屑等降低混凝土原材料温度的措施。当冬期浇筑大体积混凝土时, 宜采用热水拌合、加热骨料等提高混凝土原材料温度的措施, 大体积混凝土应避开高温时段进行浇筑作业。

8.6.20 采用跳仓法施工时, 楼板、梁钢筋应预留足够接头长度, 便于后续连接。每仓段内混凝土应连续浇筑, 不得留设施工缝, 避免出现冷缝。分仓缝采用快易收口网等合适的收口材料进行收口, 确保施工缝的密封性。

V 质量记录

8.6.21 质量记录宜包含下列内容:

- 1 大体积混凝土施工方案;
- 2 大体积混凝土施工技术交底;
- 3 混凝土配合比通知单、出厂检验报告和产品合格证;
- 4 混凝土坍落度检查记录;
- 5 大体积混凝土测温记录;
- 6 混凝土施工记录;
- 7 混凝土试件强度试验报告;
- 8 混凝土施工检验批质量验收记录;
- 9 混凝土分项工程质量验收记录。

9 装配式混凝土结构工程

9.1 一般规定

9.1.1 装配式混凝土结构工程宜采用广西鼓励推广的结构体系及成熟的部品部件。

9.1.2 预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C30；预应力混凝土预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C30；现浇混凝土的强度等级不应低于 C25。

9.1.3 叠合板的预制板厚度不宜小于 60mm。板厚大于 180mm 的叠合板，宜采用混凝土空心板。当叠合板的预制板采用空心板时，板端空腔应封堵。

9.1.4 预制构件进场后，应建立预制构件管理台账，进行信息化编码管理。

9.1.5 未经设计允许不得对预制构件进行切割、开洞。

9.1.6 装配式混凝土结构施工宜采用与构件相匹配的工具化、标准化工装系统。

9.1.7 预制构件吊装前，主体结构的混凝土强度应符合设计要求。当设计无要求时，不应低于混凝土强度标准值的 75%。

9.1.8 施工前，宜实行样板引路制度，并选择具有代表性的单元进行预制构件试安装，根据试安装结果调整施工工艺、完善施工方案。

9.1.9 装配式混凝土结构施工应严格按照施工方案执行，前一道工序质量检查合格后方能进行下一道工序的施工。

9.1.10 采用钢筋套筒灌浆连接、钢筋浆锚搭接连接的预制构件就位前，应检查下列内容：

- 1 套筒和预留孔的规格、位置、深度和数量；

- 2 被连接钢筋的规格、位置、长度和数量；
- 3 当套筒、预留孔内有杂物时，应清理干净，宜采用高压空气清洁，禁止用水清洗，并应检查注浆孔、出浆孔是否通畅；
- 4 当连接钢筋倾斜时，应进行校正。

9.1.11 灌浆料的制备应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的相关规定，灌浆料的检查应符合下列规定：

- 1 灌浆拌合物初始流动度每工作班应检查不少于1次；
- 2 强度检试验件的留置数量应符合验收及施工控制要求。

9.1.12 灌浆料同条件养护试件的抗压强度应达到35MPa后，方可进行后续施工。

9.1.13 构件连接部位后浇混凝土及灌浆料的强度应达到设计要求后，方可拆除临时固定措施。

9.1.14 预制板类水平构件连接应符合下列规定：

- 1 预制板纵向受力钢筋应锚固可靠，并应满足设计要求；
- 2 预制板主体结构连接接缝可采用干硬性砂浆塞缝处理，接缝大于30mm时，应采用高一个强度等级的微膨胀细石混凝土填实。

9.1.15 装配式结构的后浇混凝土部位在浇筑前应进行隐蔽工程验收。验收项目应包括下列内容：

- 1 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距等；
- 2 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度等；
- 3 纵向受力钢筋的锚固方式及长度；
- 4 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 5 预埋件的规格、数量、位置；
- 6 混凝土粗糙面的质量，键槽的规格、数量、位置；
- 7 预留管线、线盒等的规格、数量、位置及固定措施。

9.1.16 灌浆施工人员应进行专项培训,合格后方可上岗。特种作业人员应持证上岗。

9.1.17 装配式混凝土结构的尺寸偏差及检验方法应符合表9.1.17的规定。

表 9.1.17 装配式混凝土结构的尺寸偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
构件中心线对轴线位置	基础	15	经纬仪及尺量
	竖向构件 (墙、柱、桁架)	8	
	水平构件 (梁、板)	5	
构件标高	梁、墙、板底面或顶面	±3	水准仪或拉线、尺量
	柱底面或顶面	±5	
构件垂直度	墙、柱	≤6m 5	经纬仪或吊线、尺量
		>6m 10	
构件倾斜度	梁、桁架	5	经纬仪或吊线、尺量
相邻构件平整度	板端面	5	2m 靠尺和塞尺测量
	梁、板 底面	抹灰 3	
		不抹灰 5	
	墙柱侧面	外露 8	
		不外露 5	
构件搁置长度	梁、板	±10	尺量
支座、支垫 中心位置	梁、板、墙、柱、桁架	10	尺量
墙板接缝	宽度	±5	尺量
	中心线位置	5	

9.2 装配式混凝土结构施工工艺

I 施工准备

9.2.1 主要材料应符合下列规定:

1 预制构件进场时,应核对出厂合格证、混凝土强度检验报

告、钢筋套筒等其他构件钢筋连接类型的工艺检验报告以及合同要求的其他质量证明文件，并对构件外观质量、结构性能、预留预埋质量等指标进行检验；

2 用于预制混凝土构件安装和连接用的材料、构配件、防水材料以及用于现浇混凝土工程的材料应符合现行国家相关检验和检测技术标准，并出具出厂合格证、试验检测合格报告等质量证明文件；

3 吊装用吊具应按国家现行相关标准的规定进行设计、验算或试验检验。

9.2.2 主要机具包括起重设备与配套吊具、撬棍、扳手、角磨机、钢丝绳吊具、卡环、垫块、手持电动搅拌机等。

9.2.3 作业条件应符合下列规定：

1 编制装配式混凝土结构工程施工方案，并经审核、审批。按施工方案要求对施工操作人员进行技术交底；

2 施工现场内应按照构件运输的要求合理设置运输道路，并设有满足预制构件周转使用的堆放场地，运输道路及场地应平整、坚实，并设有排水措施，卸放、吊装工作范围内不应有障碍物；

3 安装施工前，应核对已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差等是否符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的相关规定，并应核对预制构件的混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等是否符合设计要求；

4 在吊装前，应由专人检查核对起重设备、吊具和吊索，确保型号、机具与方案一致。吊装设备应满足吊装重量、构件尺寸及作业半径等施工要求，并调试合格；

5 特种作业人员应经过安全技术培训、考核合格，并持证上岗；

6 预制构件搁置的底面应清理干净。

II 装配式混凝土墙、柱施工工艺

9.2.4 装配式混凝土墙、柱施工工艺流程见图 9.2.4。

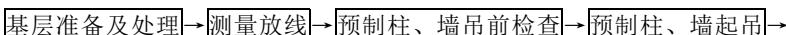




图 9.2.4 装配式混凝土墙、柱施工工艺流程图

9.2.5 基层准备及处理应符合下列规定：

1 连接钢筋宜采用格网定位箍等钢筋定位装置进行定位控制；当下层为连接钢筋转换层时，应分别在下层竖向构件的根部和顶部进行定位控制，钢筋限位偏差不应超过±3mm；

- 2 应对连接钢筋的出筋进行保护，避免污染；
- 3 浇筑面层混凝土前应在墙柱出筋的顶部设置钢筋定位装置，防止浇筑混凝土时扰动出筋；
- 4 吊装前应对基层进行凿毛处理，清理干净表层的混凝土浮浆。

9.2.6 测量放线应符合下列规定：

- 1 各层定位放线轴线控制网宜从底层原始基准点向上引测，控制网校核准确无误后，方可引测轴线与细部控制线；
- 2 预制构件的水平定位应采用轴线和边线控制；
- 3 竖向构件的标高应由底部钢垫片标高和结构 1m 标高线进行双控；
- 4 应定期复测底层原始控制点的相关坐标参数。

9.2.7 预制柱、墙吊前检查应符合下列规定：

- 1 应对预制构件安装的预埋件、尺寸、标高、工作面等进行检查；
- 2 宜制作模型工具对预留钢筋的对位情况进行复核；
- 3 预制柱、墙上的埋件及连接件，应在起吊前安装完成；
- 4 预制柱、墙的首道箍筋宜在起吊前安装完成；
- 5 起吊前应再次检查预制构件的外观质量，严禁使用有严重质量缺陷的预制构件。

9.2.8 预制柱、墙起吊应符合下列规定：

- 1 应提前按照施工方案的吊装顺序核对预制构件编号，吊装

时应严格按编号顺序起吊；

2 正式吊装作业前应先进行试吊，确保吊具的可靠性；

3 正式吊装作业起吊后，应先将预制构件提升 200mm～300mm 后停稳，检查钢丝绳、吊具和预制构件的状态，确认吊具安全且构件平稳后，方可缓慢提升构件；

4 吊装时，应采用慢起、稳升、缓放的操作方式，并通过设置缆风绳控制构件方向，严禁高空直接用手扶预制构件；

5 在吊装过程中，吊索与构件的水平夹角不宜小于 60°，不应小于 45°；

6 吊运过程应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转，严禁吊装构件在空中长时间悬停。

9.2.9 预制柱、墙安装就位应符合下列规定：

1 预制柱安装就位应符合下列规定：

- 1) 宜按照角柱、边柱、中柱的顺序进行安装，与现浇结构连接的预制柱宜先行吊装；
- 2) 安装就位前应预先设置柱底抄平垫块，控制柱安装标高；
- 3) 预制柱的就位以轴线和外轮廓线为控制线，对于边柱和角柱，应以外轮廓线控制为准。

2 预制剪力墙安装就位应符合下列要求：

- 1) 与现浇结构连接的预制剪力墙宜先行吊装，其他墙板按照先外后内的顺序进行吊装；
- 2) 吊装前，应预先在预制剪力墙底部设置抄平垫块。多层剪力墙采用坐浆时应均匀铺设坐浆料，其厚度不宜大于 20mm；
- 3) 预制剪力墙应以轴线和轮廓线为控制线，预制外剪力墙应以轴线和外轮廓线双控制；
- 4) 安装就位后进行现浇处附加钢筋安装，附加钢筋应与现浇段钢筋网交叉点全部绑扎牢固。

3 预制外墙板安装就位应符合下列规定：

- 1) 当采用灌浆套筒连接或浆锚连接时, 吊装前, 夹芯保温外墙板应在外侧设置弹性密封封堵材料;
- 2) 预制外墙板上的连接件宜与外墙板吊具同步安装, 利用预制外墙板的预埋螺纹套筒, 通过定位螺栓和抗剪螺栓连接;
- 3) 在施工层安装连接件时, 可利用预埋在梁板上的螺纹套筒, 通过螺栓将紧固件和梁板连接;
- 4) 采用坐浆法安装时, 应先湿润结合面层, 但不应有积水, 坐浆层应选用专用坐浆料铺设, 其性能指标应符合设计要求和国家现行相关标准的规定。

9.2.10 临时支撑安装应符合下列规定:

- 1 预制柱、墙安装就位后应设置可调斜支撑作临时固定;
- 2 对预制柱、墙板的上部斜支撑, 其支撑点距离板底的距离不宜小于构件高度的 $2/3$, 且不应小于构件高度的 $1/2$, 支撑应与构件可靠连接, 下部支承垫块应与中心线对称布置;
- 3 单个构件高度超过 $10m$ 的预制柱、墙, 应设缆风绳进行拉结;
- 4 构件安装就位后, 可通过临时支撑对构件的位置和垂直度进行微调。

9.2.11 预制柱、墙校正应符合下列规定:

- 1 预制柱临时支撑安装完成后, 应进行标高、垂直度、扭转调整和控制;
- 2 预制剪力墙墙板临时支撑安装完成后, 应测量预制剪力墙墙板的水平位置、倾斜度、高度等, 通过墙底垫片、临时斜支撑进行调整;
- 3 预制外墙板临时支撑安装完成后, 应根据安装控制线和标高线, 通过紧固件等调节预制外墙板的标高、轴线位置和垂直度, 预制外墙板施工时应边安装边校正。

9.2.12 预制柱、墙校正完成后应及时对临时支撑进行固定。

9.2.13 预制构件吊装就位后，临时支撑应可靠固定，检查合格后方可脱钩。

9.2.14 堵缝、灌浆应符合下列规定：

1 当采用灌浆套筒连接或浆锚连接时，预制剪力墙底部接缝宜设置在楼面标高处，接缝高度宜为 20mm，并采用灌浆料填实；

2 外墙板接缝防水施工前，应将板缝空腔清理干净，并按设计要求填塞背衬材料，密封材料的厚度应符合设计要求；

3 首次采用钢筋套筒灌浆连接施工时，应在现场模拟构件连接接头的灌浆方式，每种规格钢筋应制作不少于 3 个套筒灌浆连接接头，进行灌注质量以及接头抗拉强度的检验，经检验合格后，方可进行灌浆作业；

4 套筒内表面和钢筋表面应洁净，被连接钢筋偏离套筒中心线的角度不应超过 7°；

5 灌浆料应由经培训合格的专业人员进行配置，其流动度应满足设计要求；

6 灌浆施工时的环境温度不应低于 5℃。当连接部位温度低于 10℃时，应对连接部位采取加热保温措施；

7 灌浆料应在制备后 30min 内用完，灌浆作业应采取压浆法从下口灌注，当浆料从上口流出时应及时封堵，必要时可设分仓进行灌浆，持压 30s 后再封堵下口；灌浆后 24h 内，构件和灌浆层不应对受到振动、碰撞；

8 对于未密实饱满的竖向连接灌浆套筒，当在灌浆料制备 30min 内时，应首选在灌浆孔补灌；当灌浆料拌合物已无法流动时，可从出浆孔补灌，并应采用手动设备结合细管压力灌浆；

9 补灌应在灌浆料拌合物达到设计规定的位置后停止，并应在灌浆料凝固后再次检查其位置是否符合设计要求。

9.2.15 拆撑除应符合本规程第 4.1.14 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 预制墙板斜支撑和限位装置，应在后浇混凝土或灌浆料强

度达到设计要求后方可拆除；当设计无具体要求时，后浇混凝土或灌浆料应达到设计强度的 75%以上方可拆除；

2 预制柱斜支撑，应在后浇混凝土或灌浆料强度达到设计要求，且上部构件吊装完成后方可拆除；

3 拆除的模板和支撑杆件不得抛掷，应分散堆放并及时清运；

4 模板拆除后应将其表面清理干净，应对变形和损伤部位进行修复。

III 装配式混凝土梁、板施工工艺

9.2.16 装配式混凝土梁、板施工工艺流程见图 9.2.16。

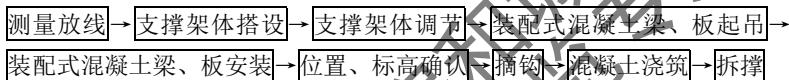


图 9.2.16 装配式混凝土梁、板施工工艺流程图

9.2.17 测量放线应符合下列规定：

1 施工前，应在已施工完成的结构或构件上测放水平控制线和标高控制线；

2 装配式混凝土梁类构件宜同时放出两边的边线，对需要支撑次梁的主梁，在安装前应检验预留连接企口或接头的位置，并放出次梁的安装定位控制线；

3 装配式混凝土板类构件宜同时放出四边的边线。

9.2.18 支撑架体搭设应符合下列规定：

1 支撑架体宜采用可调钢支撑搭设，支撑架体底部应搭设在坚实的地面、楼面或结构上，其强度应符合设计要求；

2 支撑杆件的间距及其与墙、柱、梁边的净距应经计算确定，支撑架顶端应与构件底抵紧。

9.2.19 支撑架体搭设完成后，应调节支撑架体顶标高至设计所要求的位置。

9.2.20 装配式混凝土梁、板起吊除应符合本规程第 9.2.8 条的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 装配式混凝土梁、板构件吊点的布置应满足设计要求，对薄壁、异形及大型构件的吊运应采用专用吊具；
- 2 起吊时，应检查构件是否存在开裂或其他质量缺陷，有质量缺陷的构件严禁使用；
- 3 吊运前应对构件安装部位的基层进行清理；
- 4 叠合梁在吊运前宜穿好梁面筋，吊装顺序应遵循先主梁后次梁的原则。

9.2.21 装配式混凝土梁、板安装应符合下列规定：

- 1 装配式混凝土梁安装应符合下列规定：
 - 1) 梁安装顺序应遵循先主梁后次梁、先低后高的原则；
 - 2) 安装前，应复核柱顶和临时支撑架体的标高，确保与梁底标高一致，并在柱上弹出梁边控制线。应根据控制线对梁端、两侧和梁轴线进行精密调整，误差应控制在 2mm 以内；
 - 3) 安装前，应复核柱钢筋与梁钢筋的位置、尺寸，对梁钢筋与柱钢筋位置有冲突的，应按经设计单位确认的技术方案进行调整；
 - 4) 安装时，梁伸入支座的长度与搁置长度应符合设计要求；
 - 5) 安装就位后应对梁的安装位置、标高进行复核。
- 2 装配式混凝土板安装应符合下列规定：
 - 1) 板构件安装就位前，应对就位空间的角度进行复核，避免造成施工扰动影响安装精度；
 - 2) 安装叠合板前应复核支座顶面标高及支撑面的平整度，并检查结合面粗糙度是否满足设计要求；
 - 3) 叠合板之间的接缝宽度应满足设计要求；
 - 4) 叠合板吊装完后应对板底接缝高差进行校核，当叠合板板底接缝高差不满足设计要求时，应将构件重新起吊，通过可调托座进行调节。

9.2.22 位置、标高确认应符合下列规定：

1 装配式混凝土梁安装就位后，应对安装位置、安装标高进行校核与调整；对于采用钢筋套筒灌浆连接的叠合梁，应在钢筋就位后再进行定位调整；

2 叠合板安装就位后，应根据设计要求或施工方案设置临时支撑，并进行校核调整平整度、高低差、拼缝尺寸；

3 当安装误差超过验收要求时不得强行调整，应重新起吊就位；

4 校正构件时应采取有效措施避免构件损坏。

9.2.23 叠合梁、叠合板安装就位，检查合格后方可摘钩。

9.2.24 混凝土浇筑除应符合第8章的相关规定外，尚应符合下列规定：

1 预制构件结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净；

2 模板应保证后浇混凝土部分形状、尺寸和位置准确，并防止漏浆；

3 在浇筑混凝土前应洒水润湿结合面，混凝土应振捣密实；

4 叠合梁的叠合层混凝土的厚度不宜小于100mm；预制梁的箍筋应全部伸入叠合层，且各肢伸入叠合层的直线段长度不宜小于 $10d$ ， d 为箍筋直径；预制梁的顶面应做成凹凸差不小于6mm的粗糙面；

5 叠合板的叠合层混凝土厚度不应小于50mm，预制板表面应做成凹凸差不小于4mm的粗糙面；预应力混凝土叠合板以及承受较大荷载的钢筋混凝土叠合板，宜在预制底板上设置伸入叠合层的构造钢筋；

6 后浇混凝土叠合层厚度不应小于60mm；

7 同一配合比的混凝土，每工作班且建筑面积不超过 $1000m^2$ 应制作一组标准养护试件，同一楼层应制作不少于3组标准养护试件。

9.2.25 拆撑应符合本规程第9.2.15条的规定。

IV 装配式楼梯施工工艺

9.2.26 装配式楼梯施工工艺流程见图 9.2.26。

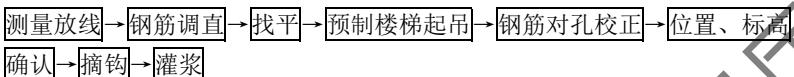


图 9.2.26 装配式楼梯施工工艺流程图

9.2.27 测量放线应符合本规程第 9.2.6 条的规定。

9.2.28 吊装前，应对梯梁上的预埋钢筋进行调直处理，预埋钢筋的长度、规格、位置应满足设计要求。

9.2.29 装配式楼梯端部与支承构件之间宜设置支承垫块或坐浆找平，坐浆或支承垫块厚度不宜大于 20mm。

9.2.30 预制楼梯起吊应符合本规程第 9.2.20 条的规定。

9.2.31 在装配式楼梯吊运至安装位置上方时，应将装配式楼梯的安装孔与梯梁上的预埋钢筋进行对孔校正，无误后安装就位。

9.2.32 位置、标高确认除应符合本规程第 9.2.22 条的规定外，尚应校核装配式楼梯端部的建筑标高与结构的标高差异是否满足设计要求。

9.2.33 装配式楼梯安装就位，检查合格后方可摘钩。

9.2.34 灌浆应符合本规程第 9.2.14 条的规定。

V 成品保护

9.2.35 预制构件装卸时应采取可靠的保护措施，预制构件边角部或与紧固用绳索接触部位，宜采用垫衬加以保护。

9.2.36 装配式混凝土结构施工全过程，应对预制构件及其上的建筑附件、预埋件、预埋吊件等采取保护措施，不得出现损伤或污染。

VI 施工注意事项

9.2.37 预制构件存放时，应按照施工段及吊装顺序有序存放。

堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施。预埋吊件应朝上，标识宜朝向堆垛间的通道。

9.2.38 预制墙板可采用插放或靠放的方式，堆放工具或支架应有足够的刚度，并支撑稳固；预制外墙板宜对称靠放、饰面朝外，且与地面倾斜角度不宜小于 80° 。

9.2.39 预制水平类构件可采用叠放方式，每层构件间的垫块应上下对齐，并应垫平、垫实；堆垛层数应根据构件、垫块的承载力确定，并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施；垫木距板端不宜大于 200mm ，且间距不宜大于 1600mm ，最下面一层支垫应通长设置。

9.2.40 安装施工前，应核实设备状态、现场环境、天气、道路等是否满足吊装施工要求。

9.2.41 对有交叉作业的多塔吊吊装方式，应采取群塔防碰撞措施。

9.2.42 采用汽车吊或履带吊两机抬吊时，应统一指挥，合理分配吊重，单机荷载不得超过额定起重量的 80% 。

9.2.43 支撑系统拆除应对称、均匀、有序地进行，从跨中对称向两端逐步拆除，垂直方向应由上而下逐层拆除，严禁上下层同时拆除。

VII 质量记录

9.2.44 质量记录宜包含下列内容：

- 1 装配式混凝土工程施工方案；
- 2 装配式混凝土工程施工技术交底；
- 3 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告；
- 4 预制构件安装施工记录；
- 5 钢筋套筒灌浆型式检验报告、工艺检验报告和施工检验记录；
- 6 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；

- 7 后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料强度检测报告；
8 装配式结构分项工程质量验收文件。

广西壮族自治区住房和城乡建设厅
公开信息浏览

10 季节性施工

10.1 一般规定

10.1.1 施工前应编制季节性施工方案。

10.1.2 高温季节应控制混凝土入模温度，加强养护保湿，防止干缩裂缝。

10.1.3 雨季施工应统筹防雨排水措施，避免土方塌陷、基坑积水及混凝土浇筑面受雨水冲刷。

10.1.4 台风期施工应对临时设施、高空作业设备采取防风加固措施，并制定应急避险预案；台风结束后，应检查模板及支架，已验收合格的模板及支架应重新办理验收手续；广西沿海地区易受台风影响，应密切关注气象预报，提前对塔吊、脚手架、临时板房等进行全面加固，人员应提前撤离危险区域。

10.1.5 高湿环境下应采取防潮、防锈蚀措施，保障钢材、模板及电气设备性能。

10.2 高温施工

10.2.1 当日平均气温达到 30℃及以上时，应按高温施工要求采取措施。

10.2.2 高温施工混凝土配合比设计除应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定外，尚应满足下列要求：

1 应考虑原材料温度、环境温度、混凝土运输方式与时间对混凝土初凝时间、坍落度损失等性能指标的影响，根据环境温度、湿度、风力和采取温控措施的实际情况，对混凝土配合比进行调整；

2 宜在近似现场运输条件、时间和预计混凝土浇筑作业最高气温的天气条件下，通过混凝土试拌和与试运输的工况试验后，调整并确定适合高温天气条件下施工的混凝土配合比；

3 宜采用低水泥用量的原则，应选用水化热较低的水泥，并可采用粉煤灰取代部分水泥；

4 混凝土坍落度不宜小于 70mm。

10.2.3 高温施工混凝土搅拌应符合下列规定：

1 应对粗、细骨料采取遮阳防晒等措施；必要时，可对粗骨料进行喷雾降温；

2 搅拌站料斗、储水器、皮带运输机等应采取遮阳防晒措施；

3 可采用冷却装置冷却拌合用水，也可在水中加碎冰作为拌合用水的一部分，碎冰的重量应计入配合比拌合用水重量中，固体冰应确保在搅拌结束前融化；

4 原材料入机温度不宜超过表 10.2.2 的规定；

表 10.2.2 原材料最高入机温度 (℃)

原材料	最高入机温度
水泥	60
骨料	30
水	25
粉煤灰等掺合料	60

5 混凝土拌合物出机温度不宜大于 30℃。必要时，可采取掺加干冰等附加控温措施。

10.2.4 高温施工混凝土浇筑应符合下列规定：

1 混凝土浇筑前，施工作业面宜采取遮阳措施，并应对模板、钢筋和施工机具采用洒水等降温措施，但浇筑时模板内不得有积水。在烈日下浇筑时，应对混凝土输送管进行遮阳覆盖，并应洒水降温；

2 混凝土浇筑宜在早间或晚间进行，且宜连续浇筑；

3 混凝土浇筑入模温度不应高于 35℃；

4 混凝土浇筑完成后，应采用覆膜保湿养护，侧模拆除前应采用带模湿润养护。

10.3 雨期施工

10.3.1 雨期施工期间材料控制应符合下列规定：

1 对水泥和掺合料应采取防水和防潮措施，并应对粗、细骨料含水率进行实时监测；当粗、细骨料的含水率变化时，应及时调整混凝土配合比；

2 应选用具有防雨水冲刷性能的模板脱模剂。

10.3.2 雨期施工期间安全管理应符合下列规定：

1 对混凝土搅拌、运输设备和浇筑作业面应采取防雨措施，并应加强施工机械检查维修及接地、接零的检测工作；

2 雨后应检查地基面的沉降，并应对模板及支架进行检查后方可浇筑混凝土；

10.3.3 雨期施工期间混凝土浇筑控制应符合下列规定：

1 大雨、暴雨天气不应进行混凝土露天浇筑；除采用防护措施外，小雨、中雨天气不宜进行混凝土露天浇筑，且不应进行大面积的露天浇筑作业；

2 应采取防止基槽或模板内积水的措施，基槽或模板内的混凝土浇筑分层面出现积水时，应在排水后再浇筑混凝土；

3 混凝土浇筑过程中，对因雨水冲刷导致水泥砂浆流失严重的部位，应采取补救措施，可采用补充水泥砂浆、铲除表层混凝土、插短钢筋等方法，后再继续施工；

4 混凝土浇筑完毕后，应及时进行覆盖等防雨措施。

10.4 冬期施工

10.4.1 根据当地多年气象资料统计，当室外日平均气温连续 5 日稳定低于 5℃时，应采取冬期施工措施；当室外日平均气温连续 5 日稳定高于 5℃时，可解除冬期施工措施。当混凝土未达到

受冻临界强度而气温骤降至 0℃以下时，应按冬期施工的要求采取应急防护措施。

10.4.2 混凝土冬期施工应按现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的相关规定进行热工计算。

10.4.3 冬期施工混凝土原材料控制应符合下列规定：

1 宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；

2 粗、细骨料中不得含有冰、雪冻块及其他易冻裂物质；

3 混凝土用外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的相关规定；采用非加热养护方法时，混凝土中宜掺入引气剂、引气型减水剂或含有引气组份的外加剂，混凝土含气量宜控制在 3.0%~5.0%。

10.4.4 冬期施工的混凝土配合比应根据施工期间的环境气温、原材料、养护方法、混凝土性能要求等经试验确定，并宜选择较小的水胶比和坍落度。

10.4.5 冬期施工混凝土搅拌操作应符合下列规定：

1 液体防冻剂使用前应搅拌均匀，由防冻剂溶液带入的水分应从混凝土拌合水中扣除；

2 蒸汽法加热骨料时，应加大对骨料含水率测试频率，并应将由骨料带入的水分从混凝土拌合水中扣除；

3 混凝土搅拌前应对搅拌机械进行保温或采用蒸汽进行加温，搅拌时间应比常温搅拌时间延长 30s~60s；

4 混凝土搅拌时应先投入骨料与拌合水，预拌后再投入胶凝材料与外加剂；胶凝材料、引气剂或含引气组分外加剂不得与 60℃以上热水直接接触。

10.4.6 冬期施工混凝土拌合物的温度控制要求及方法应符合下列规定：

1 混凝土拌合物温度不宜低于 10℃，入模温度不应低于 5℃；

2 对预拌混凝土或需远距离输送的混凝土，混凝土拌合物的出机温度可根据运输和输送距离经热工计算确定，但不宜低于

15℃；大体积混凝土的入模温度可根据实际情况适当降低；

3 混凝土运输、输送机具及泵管必要时应采取保温措施。

10.4.7 冬期混凝土浇筑施工操作要点应符合下列规定：

1 混凝土浇筑前，应清除地基、模板和钢筋上的冰雪和污垢；

2 分层浇筑时，分层厚度不应小于400mm；在被上一层混凝土覆盖前，已浇筑层的温度应满足热工计算要求，且不得低于2℃；

3 混凝土浇筑后，对裸露表面应采取防风、保湿、保温措施，对边、棱角及易受冻部位应加强保温。

10.4.8 冬期施工混凝土结构工程养护操作要点应符合下列规定：

1 宜采用保温材料覆盖的蓄热法养护，并应对结构易受冻部位加强保温措施；

2 当采用蓄热法不能满足要求时，可采用综合蓄热法养护；采用综合蓄热法养护时，混凝土中应掺加具有减水、引气性能的早强剂或早强型外加剂；

3 对不易保温养护，且对强度增长无具体要求的一般混凝土结构，可采用掺防冻剂的负温养护法进行施工；

4 在混凝土养护和越冬期间，不得直接对负温混凝土表面浇水养护；

5 混凝土强度未达到受冻临界强度和设计要求时，应继续进行养护；工程越冬期间，应编制越冬维护方案并进行保温维护。

10.4.9 冬期施工混凝土工程施工应符合下列规定：

1 应对骨料含水率、防冻剂掺量进行检查，对原材料、入模温度、实体温度和强度的监测；

2 应根据气温的变化，检查防冻剂掺量是否符合配合比及防冻剂说明书的规定，并应根据需要进行配合比的调整；

3 应对混凝土拌合水温度、外加剂溶液温度、骨料温度、混凝土出机温度、浇筑温度、入模温度以及养护期间混凝土内部和大气温度进行测量，并应符合国家现行相关标准的规定；

4 冬期施工混凝土强度试件的留置应增设与结构同条件养护试件, 养护试件不应少于 2 组并应符合现行国家标准《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定; 同条件养护试件应在解冻后进行试验。

广西壮族自治区住房和城乡建设厅

11 绿色施工

11.1 一般规定

11.1.1 在施工过程中，应结合项目特点，因地制宜，制定绿色施工措施。

11.1.2 项目应编制绿色施工方案和管理制度，建立绿色施工管理组织机构及职责分工，落实责任制度。

11.1.3 绿色施工应对整个施工过程实施动态管理，做好施工策划、施工准备、材料采购、现场施工、效果检查、评价及改进等各阶段的管理工作。

11.1.4 项目应开展绿色施工宣传和培训。

11.2 环境保护措施

11.2.1 降尘控制应符合下列规定：

- 1 项目部应编制扬尘控制方案，制定降尘控制管理制度；
- 2 在工地围挡、主要施工道路、散装材料堆场、搅拌站等易扬尘区域应设置喷淋降尘设施，或采用人工洒水降尘措施；
- 3 现场使用散装水泥、砂石堆场、预拌砂浆及搅拌站等应有密闭防尘措施；
- 4 砂石、水泥等散装材料的运输车辆应进行覆盖。

11.2.2 噪音污染控制应符合下列规定：

- 1 应采用低噪声设备施工；
- 2 混凝土输送泵、电锯等机械设备应采取隔声、吸声、消音等措施，降低现场噪声；
- 3 高噪声机械设备应远离现场办公区、生活区和周边敏感区。

11.2.3 光污染控制应符合下列规定：

- 1 应采取限时施工、遮光和全封闭等措施；
- 2 焊接作业时，应采取挡光措施；
- 3 施工场区强光照明应采取聚光罩等防止光线外泄措施。

11.2.4 水土污染控制应符合下列规定：

- 1 宜选用环保的脱模剂、混凝土添加剂、养护剂等，并应妥善保管保存；
- 2 施工过程产生的建筑垃圾应集中收集、分类存放并及时清运；
- 3 泵管清洗及搅拌站产生的污水应定点定向收集，并经沉淀过滤后方可排放。

11.2.5 有害物质控制应符合下列规定：

- 1 宜优先选用无毒或低毒的建筑材料，替代有毒或高毒材料；
- 2 操作人员应佩戴有效的防护服、防护手套、防护眼镜和防毒口罩（或防毒面具），避免直接接触或吸入有害物质；
- 3 在使用化学物品时，确保作业场所有良好的通风条件。

11.2.6 建筑垃圾处置应符合下列规定：

- 1 制订建筑垃圾减量化专项方案，明确减量化、资源化具体指标及各项措施；
- 2 装配式建筑施工的垃圾排放量不应大于 $200\text{t}/\text{万 m}^2$ ，非装配式建筑施工的垃圾排放量不应大于 $300\text{t}/\text{万 m}^2$ ；
- 3 建筑垃圾回收利用率应达到 30%，建筑材料包装物回收利用率达到 100%；
- 4 现场垃圾应分类、封闭、集中堆放；
- 5 施工现场办公用纸应两面使用，废纸回收，废电池、废硒鼓、废墨盒、剩油漆、剩涂料等有毒有害的废弃物封闭分类存放，设置醒目标志，并由符合要求的专业机构消纳处置。

11.3 资源节约措施

11.3.1 节材措施应符合下列规定：

1 应建立材料采购、限额领料、建筑垃圾再生利用等管理制度；

2 木工加工、钢筋加工应采用可周转、可拆装的装配式作业工棚和安全防护设施；

3 应优化钢筋、模板等下料方案，应精确计算混凝土用量，减少钢材、木材的加工损耗、提高模板周转次数；

4 应对钢筋、模板、方木、混凝土等余料进行收集和循环再利用；

5 宜采用铝合金模板、快拆脚手架体系、钢筋工厂化加工和配送等。

11.3.2 节水措施应符合下列规定：

1 项目应实施有组织排水及水循环系统，雨水经沉淀过滤后再循环使用；

2 混凝土养护用水宜优先利用循环水，混凝土养护时应采用覆盖等节水养护措施；

3 施工现场办公区、生活区的生活用水应采用节水器具。

11.3.3 节能措施应符合下列规定：

1 应选择节能高效的施工机械设备；

2 应合理规划线路铺设、配电箱配置和照明布局，采用太阳能、LED 等节能照明灯具；

3 应合理规划材料堆场，减少材料堆场的二次搬运；

4 临时用电设备宜采用自动控制装置。

11.3.4 节地措施应符合下列规定：

1 应合理布置施工场地、办公区，并实施动态管理；

2 应合理规划钢筋、模板等材料堆场、加工场地，减少施工占地面积；

3 构配件宜标准化加工、工厂化生产。

11.4 人力资源节约和保护措施

11.4.1 工序安排宜通过应用现代化技术手段，结合科学管理方法进行优化，提升工效并降低人力资源消耗。

11.4.2 施工过程宜通过无纸化文档管理和远程视频会议协作，精简人工处理文档及跨区域沟通的冗余环节。

11.4.3 劳动力分布及作业效率宜利用智慧工地管理平台实时监控，及时调整配置，避免窝工现象。

11.4.4 高风险、高强度人工作业宜使用机械或智能设备替代，降低人力负荷并保障作业安全。

附录 A 检查表与验收表

A. 0. 1 一般模板支架安全要点检查应符合表 A. 0. 1 的规定。

表 A. 0. 1 一般模板支架安全要点检查表

工程名称					支架材质	钢管 <input type="checkbox"/>
施工单位					监理单位	
资料检查						
有专项施工方案	<input type="checkbox"/>	审查方案	施工企业技术部门审查	批准方案	经施工企业技术部门负责人批准或经施工企业技术负责人批准(注2)	<input type="checkbox"/>
有计算书(纵横两向立杆间距、步高取值,立杆稳定计算或可以不计算的说明)	<input type="checkbox"/>	项目监理机构审查			经总监理工程师批准	<input type="checkbox"/>
					有技术交底记录	<input type="checkbox"/>
现场检查						
保证架内部稳固的措施	设置纵横两向扫地杆,且纵横两向均不缺杆		外连装置设置	梁底位置、每楼层(或沿柱高每≤4m)设抱柱装置。H≥6m的,封顶杆往下h处抱柱	<input type="checkbox"/>	
	沿立杆每步均设置纵横水平杆且纵横两向均不缺杆	<input type="checkbox"/>				
	设置纵横两向封顶杆,封顶杆位置有水平剪刀撑	<input type="checkbox"/>				
	竖直方向沿纵向全高全长从两端开始每≤4.5m设一道剪刀撑	<input type="checkbox"/>		每楼层设连板装置	<input type="checkbox"/>	
	竖直方向沿横向全高全长从两端开始每≤4.5m设一道剪刀撑	<input type="checkbox"/>				
	水平方向沿全平面从封顶杆往下每≤4.5m设一道剪刀撑。	<input type="checkbox"/>				

立杆支承	支于地面时，须在混凝土地面上支立杆。支承面的处理符合规定	<input type="checkbox"/>	建筑物悬挑部分的模板支架	立杆支在混凝土地面上，支承面的处理符合规定	<input type="checkbox"/>
	支于楼面时，楼面下至少加一层支顶	<input type="checkbox"/>		从楼面（悬臂结构除外）挑出型钢梁作上层模板的立杆支座，型钢梁搁置在楼板上的长度与挑出长度之比 ≥ 2 ，型钢梁与楼面接触部分的首尾两端均与楼板有可靠锚固。型钢梁的限位装置能保证立杆不滑移	<input type="checkbox"/>
	可调底座或可调顶托的伸出长度：板底不大于300mm，梁底不大于200mm	<input type="checkbox"/>			
禁止事项	支承梁的立杆必须对接，禁止搭接	<input type="checkbox"/>		水平杆在禁止区域内，禁止对接	<input type="checkbox"/>
	禁止用钢管代替型钢梁从楼层挑出作为立杆支座	<input type="checkbox"/>		禁止用钢管从外脚手架上伸出斜支悬挑模板	<input type="checkbox"/>
	禁止用木杆接长作立杆	<input type="checkbox"/>		禁止使用叠加搭设的支撑体系	<input type="checkbox"/>
其它	立杆间距、水平杆步高符合要求	<input type="checkbox"/>		截面高度1m及以上的梁的支承情况	<input type="checkbox"/>
	扣件螺栓拧紧符合规定	<input type="checkbox"/>			
检查结论	<input type="checkbox"/> 1 通过 <input type="checkbox"/> 2 整改 <input type="checkbox"/> 3 停止搭设 整改或停止范围如下：			检查单位：施工 <input type="checkbox"/> 监理 <input type="checkbox"/> 检查人：	
					年 月 日

注：一般模板是指除高大模板之外的模板。

A.0.2 高大模板支架安全要点检查应符合表A.0.2的规定。

表A.0.2 高大模板支架安全要点检查表

工程名称				支架材质	钢管□
施工单位				监理单位	
资料检查					
有专项施工方案	□	不少于5人的专家组论证专项施工方案并出具论证意见	□	论证后经修改的方案	经施工企业技术负责人批准□ 经总监理工程师批准□ 有技术交底记录□
有计算书(纵横两向立杆间距、步高取值,立杆稳定计算或可以不计算的说明)	□				
现场检查					
保证支架内部稳固的措施	设置纵横两向扫地杆,扫地杆位置有水平剪刀撑		□	外连装置设置	梁底位置、每楼层(或沿柱高每≤4m)设抱柱装置,危险区域每步高设抱柱装置□
	沿立杆每步均设置纵横水平杆且纵横两向均不缺杆		□		
	设置纵横两向封顶杆,封顶杆位置有水平剪刀撑		□		
	竖直方向沿纵向全高全长从两端开始每≤4m设一道剪刀撑		□		每楼层设连板装置□
	竖直方向沿横向全高全长从两端开始每≤4m设一道剪刀撑	剪刀撑倾角45°~60°,跨越5条~7条杆,宽度≥6m	□		连墙装置在水平剪刀撑位置上设置(禁止在砌体上设置)□
	水平方向沿全平面每≤4.5m高设一道剪刀撑,架顶部位加密水平剪刀撑		□		在无法采用以上3种方法处设置保险装置□
	支于地面时,须在混凝土地面上支立杆。支承面的处理符合规定		□		立杆支在混凝土地面上,支承面的处理符合规定□
支于楼面时加支顶,需支顶层数由验算定,但不少于1层		□	从楼面(悬臂结构除外)挑出型钢梁作上层模板的立杆支座,型钢梁搁置在楼板上的长度与挑出长度之比≥2,型钢梁与楼面接触部分的首尾两端均与楼板有可靠锚固。型钢梁的限位装置能保证立杆不滑移□		
可调底座或可调顶托的伸出长度:板底不大于300mm,梁底不大于200mm		□			

禁 止 事 项	支承梁的立杆必须对接,禁止搭接	<input type="checkbox"/>	水平杆在禁止区域内, 禁止对接	<input type="checkbox"/>
	禁止用钢管代替型钢梁从楼层挑出作为立杆支座	<input type="checkbox"/>	禁止用钢管从外脚手架上伸出斜支悬挑模板	<input type="checkbox"/>
	禁止用木杆接长作立杆	<input type="checkbox"/>	禁止使用叠层搭设的支撑体系	<input type="checkbox"/>
其 它	立杆间距、水平杆步高符合要求	<input type="checkbox"/>	截面高度 1m 及以上的梁的支承情况	<input type="checkbox"/>
	扣件螺栓拧紧符合规定	<input type="checkbox"/>	格构框架体系设置	<input type="checkbox"/>
检 查 结 论	<input type="checkbox"/> 1 通过 <input type="checkbox"/> 2 整改 <input type="checkbox"/> 3 停止搭设 整改或停止范围如下:		检查单位: 施工 <input type="checkbox"/> 监理 <input type="checkbox"/>	
			检查人:	年 月 日

注: 高大模板是指达到或超过以下指标的模板: 高度 8m, 或结构跨度 18 m, 或经荷载组合后的施工面荷载 15 kN/m², 或经荷载组合后的施工线荷载 20 kN/m。

A. 0.3 一般模板支架验收记录应符合表 A. 0.3 的规定。

表 A. 0.3 一般模板支架验收记录表

类别: 一般模板支架 一般作业平台支架

验收日期: 年 月 日

工程名称:		验收部位: ○~○×○~○轴															
验收 内容	实测值实测项	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值	方案值				
	立杆 横距																
	间距 纵距																
	水平杆步高																
	每道纵向竖直剪刀撑间距																
	每道横向竖直剪刀撑间距																
	每道水平剪刀撑间距																
	架顶部位加强措施	$H \geq 6 \text{ m}$ 模板支架封顶杆以下 h 处加一道抱柱装置:						保险装置:									
	外连装置设置情况	抱柱:		连板:		连墙:											
	支承面为地面的处理情况	支承面为楼层的支顶情况															
	水平杆缺失情况	插地杆缺失情况															
	封顶杆缺失情况	封顶杆位置设置															
	扣件螺栓拧紧情况	水平剪刀撑情况															
	禁止对接区内, 水平杆的搭接情况	截面高度 1m 及以上的梁的支承情况															

责任人 验收 意见	架子班长	签名:	意见:	合格 () 不合格 ()
	安全员	签名:	意见:	合格 () 不合格 ()
	质检员	签名:	意见:	合格 () 不合格 ()
	项目部技术负责人	签名:	意见:	合格 () 不合格 ()
	监理工程师	签名:	意见:	合格 () 不合格 ()
验收 结论	项目经理	签名:	结论:	合格 () 不合格 ()
	项目总监理工程师	签名:	结论:	合格 () 不合格 ()

A. 0.4 高大模板支架验收记录应符合表 A. 0.4 的规定。

表 A. 0.4 高大模板支架验收记录表

类别: 高大模板支架□ 高大作业平台支架□

验收日期: 年 月 日

工程名称:		验收部位: ○—○×○—○轴												
验收 内容	实测值	实测项	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值	方案值
	立杆	横距												
	间距	纵距												
	水平杆步高													
	每道纵向竖直剪刀撑间距													
	每道横向竖直剪刀撑间距													
	每道水平剪刀撑间距													
	危险区域加强措施		加密抱柱:	加密顶部水平剪刀撑			保险装置:							
	外连装置设置情况		抱柱:	连板:			连墙:							
	支承面为地面的处理情况			支承面为楼面的支顶情况										
	扫地杆缺失情况			扫地杆位置的水平剪刀撑				水平杆 缺失情况						
	封顶杆缺失情况			封顶杆位置的水平剪刀撑										
	扣件螺栓拧紧情况			截面高度 1 m 及以上的梁的支承情况				格构框架 体系设置 情况						
	禁止对接区内水平杆搭接													

责任人 验收意见	架子班长	签名:	意见:	合格 () 不合格 ()
	安全员	签名:	意见:	合格 () 不合格 ()
	质检员	签名:	意见:	合格 () 不合格 ()
	项目部技术负责人	签名:	意见:	合格 () 不合格 ()
	公司技术部门人员	签名:	意见:	合格 () 不合格 ()
	监理工程师	签名:	意见:	合格 () 不合格 ()
方案编审 人员意见	方案编制人	签名:	意见:	通过 () 不通过 ()
	方案审查人	签名:	意见:	通过 () 不通过 ()
验收 结论	项目经理	签名:	结论:	合格 () 不合格 ()
	项目总监理工程师	签名:	结论:	合格 () 不合格 ()

A. 0.5 扣件拧紧抽样检查应符合表 A. 0.5 的规定。

表 A. 0.5 扣件拧紧抽样检查表

工程名称					支架所在部位	检查日期	年 月 日
抽样部位	安装扣件数量(个)	规定抽检数量(个)	允许不合格数(个)	实抽数(个)	不合格数(个)	所检部位质量判定	
封顶杆位置及封顶杆往下一步高 h 范围内	不限	所抽部位的 5%，且不少于 10 个	0			合格 <input type="checkbox"/>	不合格 <input type="checkbox"/>
截面高度 $\geq 1m$ 并 $< 1.2m$ 的梁，承托梁底模的水平杆与立杆扣接的扣件 (注 5)	不限	全数	0			合格 <input type="checkbox"/>	不合格 <input type="checkbox"/>
其余部位 在 HD 范围内抽 80%， HD 范围外抽 20%	51~90	5	0			合格 <input type="checkbox"/>	不合格 <input type="checkbox"/>
	91~150	8	1			合格 <input type="checkbox"/>	不合格 <input type="checkbox"/>
	151~280	113	1			合格 <input type="checkbox"/>	不合格 <input type="checkbox"/>
	281~500	20	2			合格 <input type="checkbox"/>	不合格 <input type="checkbox"/>
	501~1200	32	3			合格 <input type="checkbox"/>	不合格 <input type="checkbox"/>
	1201~3200	50	5			合格 <input type="checkbox"/>	不合格 <input type="checkbox"/>
	3200	n	n/10			合格 <input type="checkbox"/>	不合格 <input type="checkbox"/>
检查结论							
处理意见							
检查人							

注：1 使用力矩扳手检查，拧紧力矩为 $40N \cdot m \sim 65N \cdot m$ ；

2 “其余部位”栏中，按所检支架安装实际安装扣件数的栏目填写；

3 扣件安装数量超过 3200 个，抽样数应增加；

4 对检查不合格的部位，应重新拧紧后再次抽样检查，直至合格；

5 截面高度 $\geq 1.2m$ 的梁，直接用立杆或立杆顶部的可调顶托承重。

附录 B 常用钢筋的几何及重量参数

B. 0.1 钢筋的计算截面面积及理论重量, 应符合表 B. 0.1 的规定。

表 B. 0.1 钢筋的计算截面面积及理论重量

公称直径 (mm)	不同根数钢筋的计算截面面积 (mm ²)									单根钢筋 理论重量 (kg/m)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6	28.3	57	85	113	142	170	198	226	255	0.222
6.5	33.2	66	100	133	166	199	232	266	299	0.260
8	50.3	101	151	201	252	302	352	402	453	0.395
10	78.5	157	236	314	393	471	550	628	707	0.617
12	113.1	226	339	452	565	678	791	904	1017	0.888
14	153.9	308	461	615	769	923	1077	1231	1385	1.21
16	201.1	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1809	1.58
18	254.5	509	763	1017	1272	1527	1781	2036	2290	2.00
20	314.2	628	942	1256	1570	1884	2199	2513	2827	2.47
22	380.1	760	1140	1520	1900	2281	2661	3041	3421	2.98
25	490.9	982	1473	1964	2454	2945	3436	3927	4418	3.85
28	615.8	1232	1847	2463	3079	3695	4310	4926	5542	4.83
32	804.2	1609	2413	3217	4021	4826	5630	6434	7238	6.31
36	1017.9	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	7.99
40	1256.6	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	9.87
50	1963.5	3928	5892	7856	9820	11784	13748	15712	17676	15.42

B. 0.2 钢绞线公称直径、公称截面面积及理论重量, 应符合表 B. 0.2 的规定。

表 B. 0.2 钢绞线公称直径、公称截面面积及理论重量

种类	公称直径 (mm)	公称截面面积 (mm ²)	理论重量 (kg/m)
1×3	8. 6	37. 7	0. 296
	10. 8	58. 9	0. 462
	12. 9	84. 8	0. 666
1×7 标准型	9. 5	54. 8	0. 432
	12. 7	98. 7	0. 775
	15. 2	140	1. 101
	17. 8	191	1. 500
	21. 6	285	2. 237

B. 0.3 钢丝公称直径、公称截面面积及理论重量应符合表 B. 0.3 的规定。

表 B. 0.3 钢丝公称直径、公称截面面积及理论重量

公称直径 (mm)	公称截面面积 (mm ²)	理论重量 (kg/m)
5. 0	19. 63	0. 154
7. 0	38. 48	0. 302
9. 0	63. 62	0. 499

本规程用词说明

1 为了便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明:

(1) 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;反面词采用“严禁”;

(2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”;反面词采用“不应”或“不得”;

(3) 表示允许稍有选择,在条件允许时首先这样做的用词:

正面词采用“宜”;反面词采用“不宜”;

(4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规程中指明应按其他相关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1. 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
2. 《混凝土结构设计标准》 GB/T50010
3. 《普通混凝土拌合物性能试验方法》 GB/T 50080
4. 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
5. 《混凝土质量控制标准》 GB 50164
6. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
7. 《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T 50476
8. 《大体积混凝土施工规范》 GB 50496
9. 《混凝土结构施工规范》 GB 50666
10. 《组合钢模板技术规范》 GB/T50214
11. 《混凝土搅拌机》 GB/T 9142
12. 《混凝土搅拌站（楼）技术条件》 GB 10172
13. 《建筑施工场界噪声限值》 GB 12523
14. 《预拌混凝土》 GB 14902
15. 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
16. 《混凝土用水标准》 JGJ 63
19. 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》 JGJ 92
17. 《建筑工程冬期施工规程》 JGJ/T 104
18. 《钢筋机械连接通用技术规程》 JGJ 107
21. 《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》 JGJ 128
22. 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》 JGJ 130
25. 《海砂混凝土应用技术规范》 JGJ 206
20. 《缓粘结预应力混凝土结构技术规程》 JGJ 387
23. 《建筑施工模板及作业平台钢管支架构造安全技术规范》 DB 45/T618
24. 《组合铝合金模板应用技术规程》 DBJT 45

广西壮族自治区工程建设地方标准

混凝土工程施工工艺规程

DBJ/T45-***-20**

条文说明

广西壮族自治区住房和城乡建设厅