

DB

北京市地方标准

编号：DB11/T 1832.3—2021

建筑工程施工工艺规程 第3部分 混凝土结构工程

Construction process specification for construction
engineering part 3: concrete structures

2021-04-01 发布

2021-07-01 实施

北京市住房和城乡建设委员会
北京市市场监督管理局 联合发布

北京市地方标准

建筑工程施工工艺规程第 3 部分 混凝土结构工程

Construction process specification for construction
engineering part 3: concrete structures

编 号：DB11/T 1832.3—2021

主编部门：北京城建科技促进会

北京建工集团有限责任公司

北京城建二建设工程有限公司

批准部门：北京市市场监督管理局

施行日期：2021年07月01日

2021年北京

前 言

根据原北京市质量技术监督局《2018年北京市地方标准制修订项目计划》（京质监发[2018]20号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程主要技术内容是：1 总则；2 基本规定；3 竹木胶合板模板；4 墙体全钢大模板；5 组合铝合金模板；6 柱定型钢模板；7 玻璃钢圆柱模板；8 密肋楼板模壳；9 清水混凝土模板；10 液压爬升模板；11 底板及导墙模板；12 钢筋加工；13 钢筋直螺纹套筒连接；14 钢筋电弧焊连接；15 底板钢筋绑扎；16 框架结构钢筋绑扎；17 剪力墙结构墙体钢筋绑扎；18 冷轧带肋钢筋焊接网施工；19 钢筋与钢构件焊接；20 钢筋与钢构件连接器连接；21 型钢混凝土钢筋绑扎；22 混凝土泵送施工；23 框架结构混凝土施工；24 剪力墙结构混凝土施工；25 混凝土板一次压光施工；26 底板大体积混凝土施工；27 后浇带混凝土施工；28 型钢混凝土结构混凝土施工；29 钢管混凝土柱混凝土施工；30 空心楼盖混凝土施工；31 有粘结预应力工程；32 无粘结预应力工程；33 缓粘结预应力工程；34 冬期施工；35 雨季施工。

本规程由北京市住房和城乡建设委员会和北京市市场监督管理局共同负责管理，由北京市住房和城乡建设委员会归口并负责组织实施，由北京城建科技促进会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送至北京城建科技促进会（北京市西城区广莲路1号，北京建工大厦A座9层907室；邮编：100055；电话：010-63965212；电子邮箱：143c@sohu.com）。

本规程主编单位：北京城建科技促进会

北京建工集团有限责任公司
北京城建二建设工程有限公司

本规程参编单位：北京市第三建筑工程有限公司

北京住总集团有限责任公司
北京六建集团有限责任公司
北京国际建设集团有限公司
北京建工一建工程建设有限公司
北京市机械施工集团有限公司

北京住总第三开发建设有限公司
北京建工路桥集团有限公司
中建一局建设发展有限公司

北京建工四建工程建设有限公司
北京市第五建筑工程集团有限公司
北京城建建设工程有限公司

北京城建远东建设投资集团有限公司
北京住总第四开发建设有限公司

北京万兴建筑集团有限公司

北京中海兴达建设有限公司

本规程主要起草人员：王建明 张显来 李鸿飞 唐永讯 付 亮 王 昕 冯开玉 李贵江
延汝萍 王忠云 杨晓萌 胡鸿志 王 然 刘丙宇 周一萌 詹必雄
张莉莉 祁晓强 霍君娣 李超刚 路红卫 李晨光 屈 靖 钟生平
陆 畅 尹 硕 张应杰 董福国 王猛猛 庄会云 陈 杭 张启飞
林佐江 李素霞 孟繁宇 贾连逵 邱正清 叶 旭 张开臣 庞东风
高 涛 孙志国 刘海良 张 弛 马 明 赵 亢 潘宏宇 吕燕柏
孟庆洪 吕海生 刘伟杰 徐军民 鞠青娟 戚建民

本规程主要审查人员：张晋勋 吴月华 程 峰 高 杰 李 栋 杨玉苹 侯金城

目 次

1 总则	1
2 基本规定	2
3 竹木胶合板模板	8
4 墙体全钢大模板	20
5 组合铝合金模板	25
6 柱定型钢模板	32
7 玻璃钢圆柱模板	36
8 密肋楼板模壳	40
9 清水混凝土模板	45
10 液压爬升模板	54
11 地下室底板及导墙模板	68
12 钢筋加工	73
13 钢筋直螺纹套筒连接	82
14 钢筋电弧焊连接	88
15 基础底板钢筋绑扎	96
16 框架结构钢筋绑扎	102
17 剪力墙结构墙体钢筋绑扎	111
18 冷轧带肋钢筋焊接网施工	118
19 钢筋与钢构件焊接	129
20 钢筋与钢构件连接器连接	134
21 型钢混凝土钢筋绑扎	139
22 混凝土泵送施工	145
23 框架结构混凝土施工	155
24 剪力墙结构混凝土施工	163
25 混凝土板一次压光施工	172
26 底板大体积混凝土施工	176
27 后浇带混凝土施工	184
28 型钢混凝土结构混凝土施工	188
29 钢管混凝土柱混凝土施工	194

30	空心楼盖混凝土施工.....	199
31	有粘结预应力工程.....	206
32	无粘结预应力工程.....	218
33	缓粘结预应力工程.....	229
34	冬期施工	242
35	雨期施工	247
	本规程用词说明	251
	引用标准名录	252
	附：条文说明	255

CONTENTS

1	General provisions	1
2	Basic requirements	2
3	Plywood formwork	8
4	All-steel largeformwork for shear wall structure	20
5	Complete aluminum alloy formwork	25
6	Adjustable steel formwork for columns	32
7	Glass reinforced plastic formwork for columns	36
8	Formwork for ribbed slab floors structure	40
9	Bare concrete formwork	45
10	Hydraulic climbing formwork	54
11	Concrete formwork for plate or guide wall on foundation	68
12	Fabrication	73
13	Straight screw sleeve connectionre	82
14	Electric arc welding of rebar	88
15	Rebar binding for foundation slab	96
16	Rebar binding for cast-in-place frame structure	102
17	Rebar binding for cast-in-place shear wall	111
18	Cold-rolled ribbed welded steel fabricly installing	117
19	Welding connection between steel member and rebar	128
20	Connection with rebar connector between steel member and rebar	133
21	Rebar binding for steel reinforced concrete	138
22	Concrete pumping	144
23	Concrete construction of frame structure	154
24	Concrete construction of shear wall structure	162
25	Primary compaction of concrete slab	171
26	Mass concrete slab construction	175
27	Post-cast concrete construction	183

28	Steel reinforced concrete construction.....	187
29	Construction of concrete-filled steel tubular column.....	193
30	Construction of cast-in-place concrete hollow floor.....	198
31	Post tensioned bonded prestressed concrete construction.....	205
32	Unbonded prestressed concrete construction.....	217
33	Slow bonding prestressed concrete construction.....	228
34	Concrete structure construction in winter.....	241
35	Concrete structure construction in rainy season.....	246
	Explanation of wording in this standard.....	250
	List of quoted standards.....	251
	Addition: Explanation of provisions.....	254

1 总 则

- 1.0.1** 为加强建筑混凝土结构工程施工管理，规范工艺做法，保证工程质量，制定本规程。
- 1.0.2** 本规程适用于北京地区建筑工程中现浇混凝土结构工程施工。
- 1.0.3** 混凝土结构工程的施工工艺除应符合本规程外，尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

2 基本规定

2.1 一般规定

- 2.1.1** 施工单位应根据设计文件和施工组织设计的要求制定具体的施工方案,并应经监理单位审核批准后组织实施。
- 2.1.2** 施工单位应保证施工资料真实、有效、完整和齐全。
- 2.1.3** 混凝土结构工程施工前,应根据结构类型、特点和施工条件,确定施工工艺,并应做好各项准备工作。
- 2.1.4** 混凝土结构工程各工序的施工,应在前一道工序质量检查合格后进行。
- 2.1.5** 工程施工使用的材料宜就地取材,优先选用清洁能源车辆进行运输。
- 2.1.6** 施工中应优化施工方案,采用节能环保型的周转材料,提高周转率。
- 2.1.7** 施工现场应制定成品、半成品、构配件及材料的保护措施。
- 2.1.8** 施工中应合理利用建筑垃圾及施工余料。
- 2.1.9** 施工现场模板存放、钢筋加工、料具码放等场地应根据用途进行硬化。
- 2.1.10** 施工现场应控制噪声排放,施工现场应制定降噪措施并对场界噪声进行监测和记录。
- 2.1.11** 施工中应优先使用低噪声、低振动力的施工机具。

2.2 模板工程

- 2.2.1** 模板工程设计应包括模板及支架的选型和构造设计,模板及支架上的荷载及其效应计算,模板及支架的承载力、刚度验算,模板及支架的抗倾覆验算,绘制模板及支架施工图。
- 2.2.2** 模板及支架的选型和构造应根据工程结构形式、荷载大小、地基土类别、施工设备和材料供应等条件确定。应包括确定模板平面布置,纵横龙骨规格、数量、排列尺寸、柱箍选形及间距、梁板支撑间距、模板组装形式、连接节点大样等。
- 2.2.3** 模板及支架的设计应符合下列规定:
- 1** 模板及支架的结构设计宜采用以分项系数表达的极限状态设计方法;
 - 2** 模板及支架的结构分析中所采用的计算假定和分析模型,应有理论或试验依据,或经工程验证可行;
 - 3** 模板及支架应根据施工期间各种受力状况进行结构分析,并确定其最不利的作用效应组合。承载力计算应采用荷载基本组合,变形验算可采用永久荷载标准值;
 - 4** 模板支架的高宽比不宜大于 3;当高宽比大于 3 时,应增设稳定性措施,并应进行

支架的抗倾覆验算；

5 对于多层楼板连续支模情况，应计入荷载在多层楼板间传递的效应，宜分别验算最不利工况下的支架和楼板结构的承载力；

6 支撑于地基土上的模板支架，应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007的规定对地基土进行验算；支撑于混凝土结构构件上的模板支架，应按现行国家规范《混凝土结构设计规范》GB50010的规定对混凝土结构构件进行验算；

7 采用扣件式钢管搭设的模板支架设计时应符合下列规定：

1) 扣件式钢管模板支架宜采用中心传力方式；

2) 当采用顶部水平杆将垂直荷载传递给立杆的传力方式时，顶层立杆应按偏心受压构件验算承载力，且应计入搭设的垂直偏差影响；

3) 支撑模板荷载的顶部水平杆可接受弯构件进行验算；

4) 构造要求以及扣件抗滑移承载力验算，可按现行行业标准《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规程》JGJ130的规定执行。

8 采用门式、碗扣式、盘扣式或盘销式等钢管架搭设模板支架，应采用支架立柱杆端插入可调托座的中心传力方式，其承载力及刚度可按国家现行有关标准的规定进行验算；

9 标准模板和加高模板组合设计时，应在对接处背面设计附加龙骨进行补强；

10 外墙接槎、楼梯间接槎、电梯井接槎、梁与柱节点、梁与墙节点应绘制节点详图。

2.2.4 模板应按流水段确定配置数量，宜采用模数制设计，其模数应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T50002的规定。

2.2.5 模板及支架材料的技术指标应符合国家现行有关标准的规定。

2.2.6 安装模板时，应进行测量放线，并采取保证模板位置准确的定位措施。

2.2.7 支架立柱和竖向模板安装在土层上时，应设置有足够强度和支承面积的垫板，并按现行国家标准的有关规定对土层进行验算。支架的竖向斜撑和水平斜撑应与支架同步搭设，支架应与成型的混凝土结构有可靠的拉结，不得与作业脚手架拉结；对现浇多层、高层混凝土结构，上、下楼层模板支架的立杆宜对准。

2.2.8 对跨度不小于4m的梁、板，其模板施工起拱高度宜为梁、板跨度的1/1000~3/1000，起拱不得减少构件的截面高度。

2.2.9 后浇带模板及支架应独立设置，不应采用后支顶方式设置。

2.2.10 固定在模板上的预埋件、预留孔和预留洞，应安装牢固、位置准确。

2.2.11 模板安装应与钢筋安装配合进行，梁柱节点的模板宜在钢筋安装后安装。

2.2.12 模板底模及支架应在混凝土强度达到设计要求后再拆除；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 2.2.12 的规定。

表 2.2.12 混凝土构件拆模强度

构件类型	构件跨度	混凝土构件拆模强度 (设计强度标准值的百分率%)
板	≤ 2	≥ 50
	$> 2, \leq 8$	≥ 75
	> 8	≥ 100
梁、拱、 壳	≤ 8	≥ 75
	> 8	≥ 100
悬臂构件		≥ 100

2.2.13 拆除的模板及支架不得抛掷，应分散堆放在指定地点，并及时清运。模板拆除后应将其表面清理干净，对变形和损伤部位进行修理。模板与混凝土接触面应清理干净并涂刷脱模剂，脱模剂不得污染钢筋和混凝土接槎处。

2.3 钢筋工程

2.3.1 钢筋进场时，应按照国家现行有关标准的规定抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合相关标准的规定。

2.3.2 对按一、二、三级抗震等级设计的框架和斜撑构件（含梯段）中的纵向受力普通钢筋应采用牌号带“E”的钢筋，其强度和最大力下总伸长率的实测值应符合下列规定：

- 1 抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比例不应小于 1.25；
- 2 屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.30；
- 3 最大力下总伸长率不应小于 9%。

2.3.3 钢筋应平直、无损伤，表面不得有裂缝、油污、颗粒状或片状老锈。

2.3.4 盘卷钢筋调直后，应进行力学性能和单位长度重量偏差检验，检验结果应符合国家有关标准规定。采用无延伸功能的机械设备调直的钢筋，可不进行相关检查。

2.3.5 钢筋连接方式应符合设计要求，钢筋机械连接接头、焊接接头的力学性能、弯曲性能应符合国家现行相关标准的规定。接头试件应从工程实体中截取。

2.3.6 钢筋接头宜设置在受力较小处；有抗震设防要求的结构中，梁端、柱端箍筋加密区范围内不应进行钢筋搭接；同一纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上接头；接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的 10 倍。

2.3.7 从事钢筋加工的专业人员均应经过技术培训，特殊作业人员（机械连接、焊接）应持有考试合格证书。钢筋机械连接接头加工、焊接连接施工前应进行工艺检验，合格后方可施工。

2.3.8 纵向受力钢筋接头设置应符合下列规定：

1 同一构件内的机械连接接头或焊接接头应相互错开；连接区域的长度应为纵向较大直径受力钢筋 $35d$ ，且不小于 500mm ；

2 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；接头横向净间距不应小于钢筋直径，且不应小于 25mm ；搭接接头连接区段的长度为 1.3 倍搭接长度；

3 梁上部通长钢筋连接位置宜位于跨中 $1/3$ 范围内，非框架梁宜位于支座 $1/4$ 范围内；且在同一连接区段连接钢筋接头面积百分率不宜大于 50% 。

2.3.9 构件交接处的钢筋位置应符合设计要求。当设计无具体要求时，应保证主要受力构件和构件中主要受力方向的钢筋位置。框架节点处梁纵向受力钢筋宜放在柱纵向钢筋内侧；当次梁底部标高相同时，次梁下部钢筋应放在主梁下部钢筋之上；剪力墙中水平分布钢筋宜放在外侧，并宜在墙端弯折锚固。

2.3.10 夜间电焊作业应有防止光污染的措施。

2.4 混凝土工程

2.4.1 混凝土结构宜采用预拌混凝土，所有水泥、骨料、水、掺合料、外加剂的质量应符合国家现行标准的有关规定，并抽样检验合格。

2.4.2 混凝土运输应符合下列规定：

1 混凝土宜采用搅拌运输车运输，运输车辆应符合国家现行有关标准的规定；

2 运输过程中应保证混凝土拌合物的均匀性和工作性；

3 应采取保证连续供应的措施，并应满足现场施工的需要。

2.4.3 预拌混凝土供方应提供预拌混凝土运输单、预拌混凝土配合比通知单、混凝土开盘鉴定、预拌混凝土质量合格证、基本性能试验报告等资料。

2.4.4 混凝土浇筑前应完成下列工作：

1 隐蔽工程验收和技术复核；

2 对操作人员进行技术交底；

3 根据施工方案中的技术要求，检查并确认施工现场具备实施条件；

4 施工单位填报混凝土浇灌申请书，并经监理单位签认。

2.4.5 混凝土拌合物入模温度不应低于 5℃，且不应高于 35℃。

2.4.6 混凝土运输、输送入模的过程应保证混凝土连续浇筑，上层混凝土应在下层混凝土初凝之前完成浇筑。从运输到输送入模的延续时间及运输、输送入模及间歇总的时间不宜超过表 2.4.6-1 和表 2.4.6-2 的规定。掺早强型减水剂、早强剂的混凝土，以及有特殊要求的混凝土，应根据设计及施工要求，通过试验确定允许时间。

表 2.4.6-1 运输到输送入模的延续时间 (min)

条件	气温	
	≤25	>25
不掺和外加剂	90	60
掺和外加剂	150	120

表 2.4.6-2 运输、输送入模及间歇总的时间限值 (min)

条件	气温	
	≤25	>25
不掺和外加剂	180	150
掺和外加剂	240	210

2.4.7 输送泵管应采用支架固定，支架应在结构牢固连接，输送泵管转向处支架应加密。

2.4.8 混凝土浇筑应保证混凝土的均匀性和密实性。混凝土宜一次连续浇筑；当不能一次连续浇筑时，可留设施工缝或后浇带分块浇筑。施工缝和后浇带的留设位置应在混凝土浇筑之前确定。施工缝和后浇带宜留设在结构受剪力较小且便于施工的位置。

2.4.9 混凝土振捣应使混凝土密实、均匀，混凝土表面及接槎处应平整光滑。

2.4.10 混凝土浇筑后，在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。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。

2.4.11 混凝土的强度等级应符合设计要求，用于检验混凝土强度的试块应在浇筑地点随机抽取，同一配合比混凝土取样与试件留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 的规定。

2.4.12 混凝土工程绿色施工应符合下列规定：

- 1 施工现场的混凝土运输通道，宜采取有效的扬尘控制措施；
- 2 混凝土振捣应采用低噪声振捣设备或采用围挡隔离等降噪措施；
- 3 设备油液不得直接泄露在地面上，应使用容器收集并妥善处理；
- 4 废旧油品、更换的油液过滤器滤芯等废物应集中清理，不得随地丢弃；
- 5 输送管的清洗，应采用有利于节水节能、减少排污量的清洗方法；

6 泵送和清洗过程中产生的废弃混凝土或清洗残余物，应按预先确定的处理方法和场所，及时进行妥善处理，并不得将其用于未浇筑的结构部位中。

2.5 预应力工程

2.5.1 预应力工程的施工应由经过能力认定的专业施工单位承担。

2.5.2 预应力工程应编制专项施工方案。必要时，专业施工单位应根据施工图设计文件进行深化设计和施工阶段验算，深化设计内容包括平面布置图、剖面图、线形定位图、张拉端锚固端节点、局部受压承载力计算等。

2.5.3 预应力工程材料的性能应符合国家现行有关标准的规定，在运输、存放过程中，应采取防止其损伤、锈蚀或污染的保护措施。

2.5.4 施加预应力时，混凝土强度应符合设计要求，且同条件养护的混凝土立方体抗压强度应符合下列规定：

- 1 不应低于设计混凝土强度等级的 75%；
- 2 不应低于锚具供应商提供的产品技术手册要求的混凝土最低强度要求；
- 3 后张预应力梁和板现浇结构混凝土的龄期分别不宜小于 7d 和 5d。

2.5.5 预应力筋的张拉顺序应符合设计要求，并应符合下列规定：

- 1 预应力筋张拉宜符合均匀、对称的原则；
- 2 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。

2.5.6 后浇带两侧的预应力筋，可在后浇带两侧混凝土强度达到设计强度后张拉。跨后浇带的预应力筋应在后浇带封闭且后浇带混凝土强度达到设计强度之后张拉。

2.4.7 锚具封闭后，封锚混凝土或砂浆应密实、无可见裂纹。

3 竹木胶合板模板

3.1 材料要求

- 3.1.1** 竹木胶合板模板材料应包括竹木胶合板、柱箍、冷弯矩形空心型钢、钢管等。
- 3.1.2** 竹木胶合板物理学性能指标应符合国家现行标准《混凝土模板用胶合板》GB/T 17658 和《竹胶合模板》JG/T 3026 的规定。
- 3.1.3** 支撑模板钢管应符合现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3092 的规定，并应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的规定。
- 3.1.4** 扣件应采用可锻铸铁或铸钢制作，其质量和性能应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB15831 的规定。
- 3.1.5** 可调托撑螺杆外径、直径与螺距应符合现行国家标准《梯型螺纹》GB/T 5796.2、GB/T 5796.3 的规定。

3.2 主要机具

- 3.2.1** 主要机械应包括塔吊、汽车吊电锯、电刨、电钻等。
- 3.2.2** 主要机具应包括手锯、刨子、扳手、线坠、2m 靠尺、方尺、锤子、卷尺、水平尺、撬棍等。

3.3 作业条件

- 3.3.1** 模板型号、规格、数量及零配件的规格、数量应满足施工要求，模板表面应平整，无油污、破损、变形，焊缝应无明显缺陷。
- 3.3.2** 模板进场前，施工现场应有平整的堆放场地，模板堆叠堆放高度不得超过 2m。
- 3.3.3** 模板施工前应完成轴线控制线、墙边线、柱边线、楼层标高线和模板控制线、门窗洞口位置线、梁位置线的引测，并应通过预检。
- 3.3.4** 模板应按设计图加工、制作完成，模板企口缝连接紧密，强度、刚度及形状尺寸应符合施工要求，通用性强的模板宜制作成定型模板。
- 3.3.5** 施工前应预埋地锚筋和拉环，用于固定模板。地锚筋宜采用 $\Phi 25$ 钢筋，插入混凝土楼板中，上端宜伸出楼板面 50mm~100mm。
- 3.3.6** 后浇带处的模板支撑体系应与周边水平结构模板分开，单独设立。后浇带模板支撑体系见图 3.3.6。

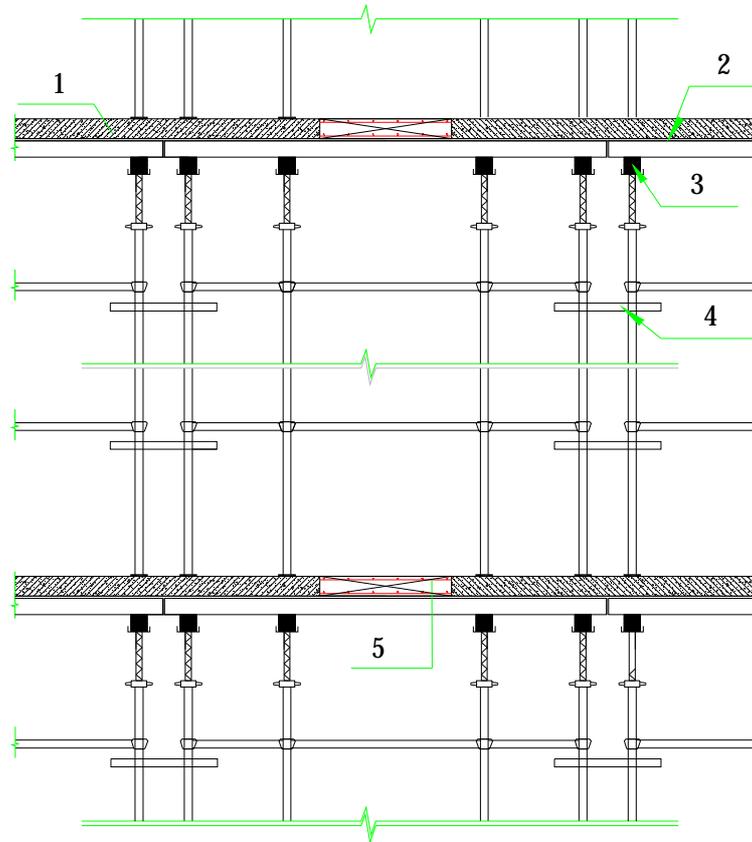


图 3.3.6 后浇带模板支撑体系

1-楼板 2-多层板 3-木方 4-钢管扣件连接 5-后浇带

3.4 施工工艺

3.4.1 柱模板施工宜按图 3.4.1 规定的流程进行：

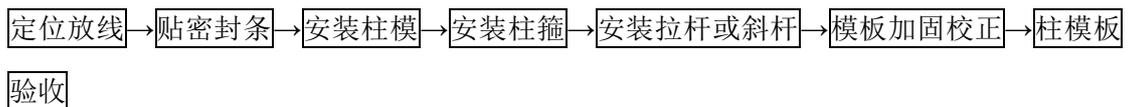


图 3.4.1 柱模板施工工艺流程

3.4.2 剪力墙模板施工宜按图 3.4.2 的流程进行：

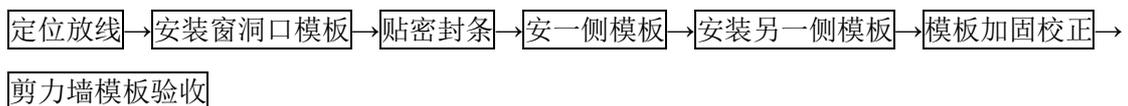


图 3.4.2 剪力墙模板施工工艺流程

3.4.3 梁模板施工宜按图 3.4.3 的流程进行：

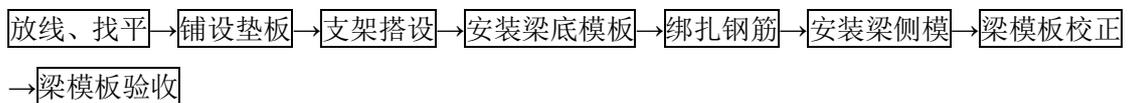


图 3.4.3 梁模板施工工艺流程

3.4.4 楼板模板施工宜按图 3.4.4 的流程进行：

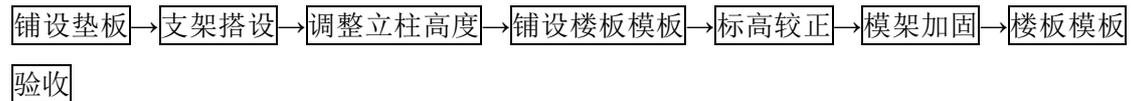


图 3.4.4 楼板模板施工工艺流程

3.4.5 楼梯模板施工宜按图 3.4.5 的流程进行：

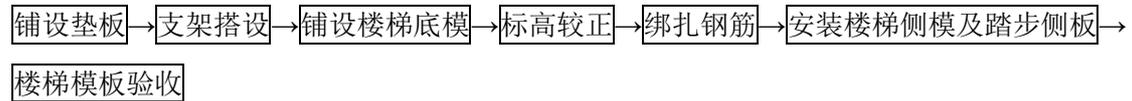


图 3.4.5 楼梯模板施工工艺流程

3.4.6 模板拆除宜按图 3.4.6 的流程进行：

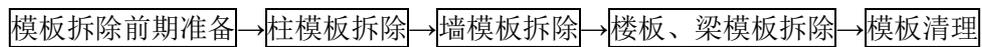


图 3.4.6 模板拆除流程

3.4.7 柱模板施工应符合下列规定：

1 柱模板安装前应按施工图纸中柱位置放线定位，并应在柱内四边的预留地锚筋上焊接支杆，防止模板发生移位；

2 放线定位后，应沿柱外沿 5mm 处粘贴密封条；

3 柱模板安装应先安装楼层平面的两边柱，经校正、固定，再拉通线校正中间各柱，模板按柱子大小，可预拼成一面一片，就位后可先用铅丝与主筋绑扎临时固定，再用木钉将两侧模板连接紧，安装完两面后，再安装另外两面模板；

4 柱箍可用方钢、角钢、槽钢、钢管等制成，也可以采用钢木夹箍。柱箍应根据柱模尺寸，侧压力大小等因素在模板设计时确定柱箍尺寸间距。柱断面大时，可增加穿模螺栓。宜采用定型方圆扣柱箍，方圆扣结构形式见图 3.4.7，通过卡箍空心槽与楔形工具配合对方柱模板加固；

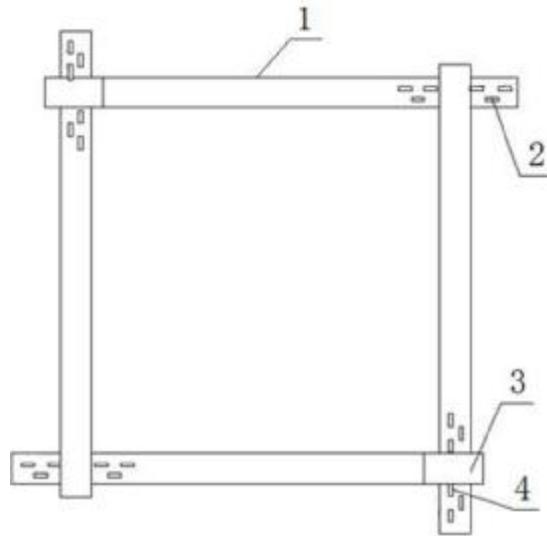


图 3.4.7 方圆扣结构形式图

1-边框 2-通孔 3-U 型卡槽 4-固定销

5 柱模每边应设两根拉杆,固定于预埋在楼板内的钢筋拉环上,可用线坠控制垂直度,用花篮螺栓或螺杠调节校正。拉杆或斜撑与楼板面夹角宜为 45° ,预埋在楼板内的钢筋拉环与柱距离宜为 $3/4$ 柱高;

6 柱模安装完毕应与邻柱群体固定,并应复查校正模板垂直度、对角线差值和支撑、连接件稳定性;

7 将柱模内清理干净,封闭清理口后,应进行柱模板安装验收。

3.4.8 剪力墙模板施工应符合下列规定:

1 剪力墙模板安装前应根据施工图纸中墙体位置放线定位;

2 门窗洞口模板应按图纸要求设计成定型模板,模板四周宜采用定型钢抱角,门窗洞口模板与墙模接合处应加垫海绵条防止漏浆;

3 门窗洞口模板安装完毕后,应沿剪力墙外沿 5mm 处粘贴密封条;

4 预先拼装好的一面墙体模板应按位置线就位,并应调整斜撑使模板垂直;

5 另一侧模板安装应先清扫墙内杂物,调整斜撑或拉杆使模板垂直后,拧紧穿墙螺栓;

丁字墙、扶墙柱模板安装宜采用 L 型角膜加固,增强阴角连接刚度,其模板节点见图 3.4.8-1 和图 3.4.8-2;

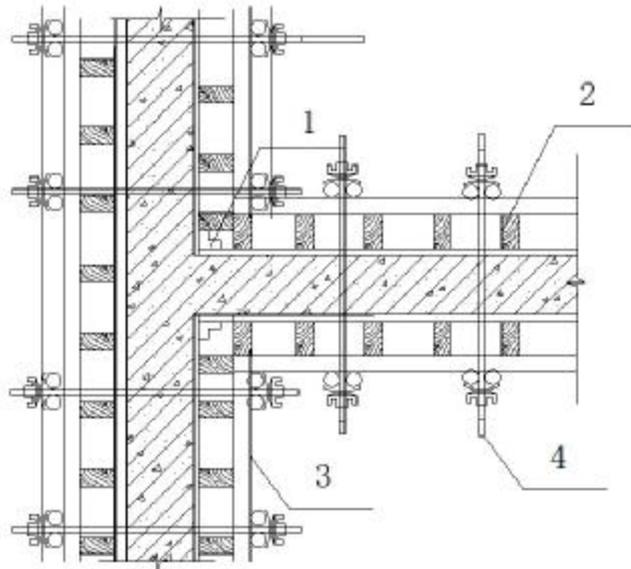


图 3.4.8-1 丁字墙模板图

1-角膜 2-次龙骨 3-主龙骨 4-对拉螺栓

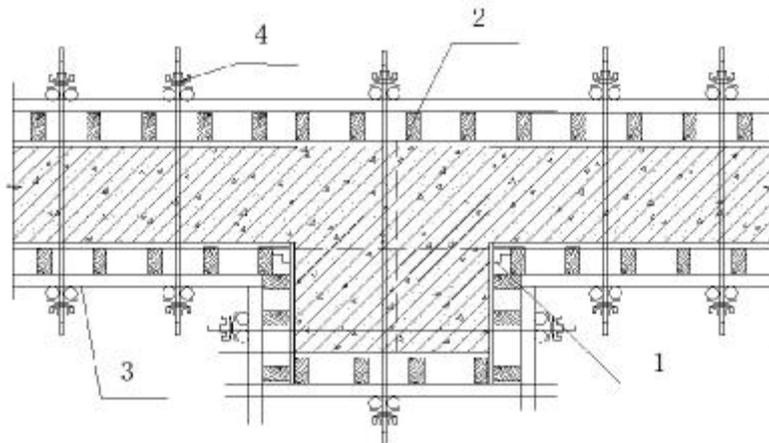


图 3.4.8-2 扶墙柱模板图

1-角膜 2-次龙骨 3-主龙骨 4-对拉螺栓

6 应调整模板顶部的钢筋位置、钢筋水平定距框的位置，并应确认保护层厚度，紧固螺栓；

7 剪力墙模板安装完毕后，应进行剪力墙模板安装验收。

3.4.9 梁模板施工应符合下列规定：

1 梁模板安装前应放出板底、梁底标高水平控制线，并应在已浇筑的柱或墙上做好标记；

2 安装梁模板支架之前应先铺垫板，垫板可用 50mm 厚脚手板或 50mm×100mm 木方，长度不应小于 400mm；

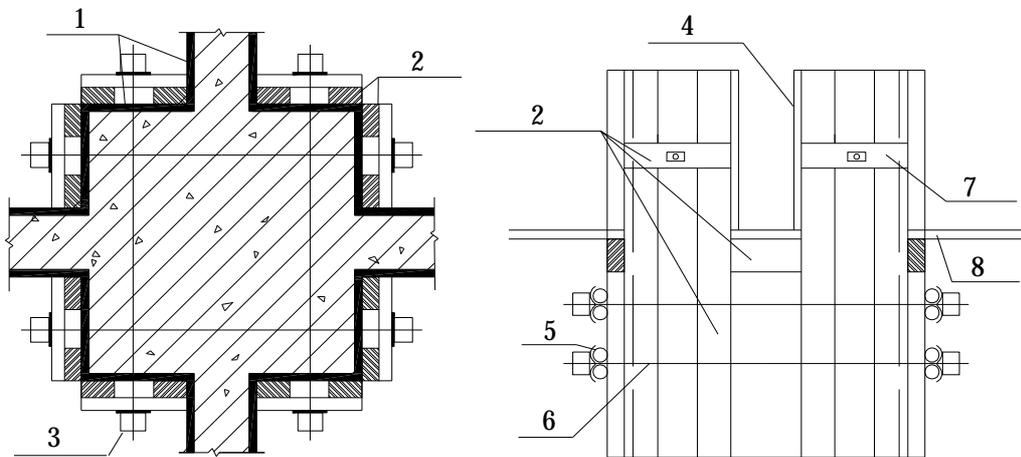
3 梁模板支架宜采用单排，当梁截面较大时可采用双排或多排，支架的间距应由模板设计确定，支架间应设双向水平拉杆。支撑体系宜与混凝土柱拉结，保证支撑体系的稳定性；

4 梁底模板应按设计标高安装，并拉线找直，梁底模板应按规定起拱。起拱不得减少构件的截面高度；

5 梁底模安装完毕后应绑扎梁钢筋，并应进行隐检；

6 梁钢筋绑扎完毕后应清理模板内杂物，安装侧模板，两侧模板与梁底板宜用钉子或工具卡子连接；梁端部留清扫口，清扫口应留在梁帮或梁底；

7 梁柱接头模板应跨下柱 600mm~800mm，应由至少两道锁木锁在柱子上，梁柱节点见图 3.4.9；



(a) 梁柱节点平面 (b) 梁柱节点剖面

图 3.4.9 梁柱节点模板图

1-面板 2-木方 3-螺母 4-梁侧模板 5-3 型扣 6-对拉螺栓 7-垫块 8-梁底板模板

8 梁侧模板安装完成后应校正梁中线、标高、断面尺寸；

9 梁模板安装并校正完成后应进行模板验收。

3.4.10 楼板模板施工应符合下列规定：

1 楼板模板安装前应铺设垫板，垫板宜用 50mm 厚脚手板或 50mm×100mm 木方，长度不应小于 400mm；

2 模架安装应从边跨一侧开始安装，应先安第一排龙骨和支架，并临时固定，再安第二排龙骨和支架，依次逐排安装。支架和龙骨间距应根据模板设计确定，承插式脚手架应符合模数要求；

3 立杆应由房间四周向中间排布，第一排立杆距墙面、柱面距离宜为 200mm~300mm；

4 采用扣件式钢管作模板支架时，支架搭设应符合下列规定：

1) 立杆纵距、立杆横距不应大于 1.5m，支架步距不应大于 2.0m；立杆纵向和横向宜设置扫地杆，纵向扫地杆距立杆底部不宜大于 200mm，横向扫地杆宜设置在纵向扫地杆的下方；立杆底部宜设置底座或垫板；

2) 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；

3) 立杆步距的上下两端应设置双向水平杆，水平杆与立杆的交错点应采用扣件连接，双向水平杆与立杆的连接扣件之间的距离不应大于 150mm；

4) 支架周边应连续设置竖向剪刀撑。支架长度或宽度大于 6m 时，应设置中部纵向或横向的竖向剪刀撑，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°；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；

5) 立杆、水平杆、剪刀撑的搭接长度，不应小于 0.8m，且不应少于 2 个扣件连接，扣件盖板边缘至杆端不应小于 100mm；

6) 扣件螺栓的拧紧力矩不应小于 40N·m，且不应大于 65N·m；

7) 支架立杆搭设的垂直偏差宜不大于 1/200，且不应大于 100mm。

5 采用扣件式钢管作高大模板支架时，应符合下列规定：

1) 宜在支架立杆顶端插入可调托座，可调托座螺杆外径不应小于 36mm，螺杆插入钢管的长度不应小于 150mm，螺杆伸出钢管的长度不应大于 300mm，可调托座伸出顶层水平杆的悬臂长度不应大于 500mm；

2) 立杆纵距、横距不应大于 1.2m，支架步距不应大于 1.8m；

3) 立杆顶层步距内采用搭接时，搭接长度不应小于 1m，且不应少于 3 个扣件连接；

4) 立杆纵向和横向应设置扫地杆，纵向扫地杆距立杆底部不宜大于 200mm；

5) 宜设置中部纵向或横向的竖向剪刀撑，剪刀撑的间距不宜大于 5m；沿支架高度方向搭设的水平剪刀撑的间距不宜大于 6m；

6) 应根据周边结构的情况，采取有效的连接措施加强支架整体稳固性。

6 采用碗扣式、盘扣式或盘销式钢管架作模板支架时，支架搭设应符合下列规定：

1) 碗扣架、盘扣架或盘销架的水平杆与立柱的扣接应牢靠，不应滑脱；

2) 立杆上的上、下层水平杆间距不应大于 1.8m；

3) 插入立杆顶端可调托座伸出顶层水平杆的悬臂长度不应大于 650mm，螺杆插入钢管

的长度不应小于 150mm，其直径应满足与钢管内径间隙不大于 6mm 的要求。架体最顶层的水平杆步距应比标准步距缩小一个节点间距；

4) 立柱间应设置专用斜杆或扣件钢管斜杆加强模板支架。

7 采用门式钢管架搭设模板支架时，应符合现行行业标准《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 128 的规定。当支架高度较大或荷载较大时，主立杆钢管直径不宜小于 48mm，并应设水平加强杆；

8 支架的竖向斜撑和水平斜撑应与支架同步搭设，支架应与成型的混凝土结构拉结。钢管支架的竖向斜撑和水平斜撑的搭设，应符合国家现行有关钢管脚手架标准的规定；

9 对现浇多层、高层混凝土结构，上、下楼层模板支架的立杆宜对准。模板及支架杆件等应分散堆放。

10 模架搭设完成后应拉通线调节支架的高度，将主龙骨找平，架设次龙骨，楼板应按规范起拱；

11 模板铺设应从一侧开始，拼缝应严密，不得漏浆，同一房间多层板与竹胶板不宜混用；

12 楼板模板铺完后，可用水准仪测量模板标高，进行校正，并宜用 2m 靠尺检查平整度；

13 应根据支架高度确定水平拉杆的数量和间距，支架之间应加设水平拉杆；

14 将模板内杂物清理干净后，应进行楼板模板安装验收。

3.4.11 楼梯模板施工应符合下列规定：

1 楼梯模板安装前应铺设垫板，垫板宜用 50mm 厚脚手板或 50mm×100mm 木方，长度不应小于 400mm；

2 楼梯模架搭设时，应符合本规范第 3.4.10 条第 2 款的规定；

3 模架搭设完毕后，应先安装平台模板，再安装楼梯底模板；

4 楼梯底模板安装完成后，应校正模板平整度及标高；

5 楼梯底模校正完毕后，应绑扎楼梯钢筋并应进行隐检；

6 楼梯钢筋绑扎完毕后，应清理模板内杂物再安装楼梯侧模板及踏步模板，两侧模板与楼梯底模板宜用钉子或工具卡子连接；

7 楼梯模板安装并校正完成后应进行楼梯模板安装验收。

3.4.12 模板拆除应符合下列规定：

1 模板拆除前应，同条件养护试件强度应符合规范要求，模板拆除应有拆模申请；

2 柱模板拆除应先拆掉柱斜拉杆或斜支撑，卸掉柱箍，再把连接每片柱模板的连接件拆掉，使模板与混凝土脱离；

3 墙模板拆除应先拆掉穿墙螺栓等附件，再拆除斜拉杆或斜撑，可用撬棍轻轻撬动模板，使模板脱离墙体，再把模板吊运走；

4 楼板、梁模板拆除宜先拆除梁侧模，再拆除楼板模板，楼板模板拆模应先拆掉水平拉杆，然后拆除支架，每根龙骨宜留 1~2 根支架暂不拆。当楼层较高，支模采用多层排架时，应从上而下逐层拆除，不得采用局部拆除到底再转向相临部位的方法。有穿梁螺栓时应先拆掉穿梁螺栓和支架，再拆除梁底模板；

5 拆下的模板应及时清理粘物，拆下的扣件应及时集中收集管理。当与再次使用的时间间隔较大时，应采用保护模面的临时措施。

3.5 质量标准

3.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 模板及其支架必须有足够的强度、刚度和稳定性；安装上层模板及其支架时，下层楼板应具有承受上层荷载的承载能力，上下层支撑立杆应对准；

2 涂刷模板隔离剂不应污染钢筋和混凝土接槎处。

3.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 模板接缝应平整、严密，不应漏浆；

2 模板拼缝应平整、接缝应严密，模板与混凝土接触面应清理干净，均匀涂刷隔离剂；

3 固定在模板上的预埋件、预留孔和预留洞均不应遗漏，且应安装牢固，其偏差应符合表 3.5.2-1 的规定；

表 3.5.2-1 预埋件和预留孔的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检查方法
预埋钢板中心线位置		3	拉线和尺量检查
预埋管、预留孔中心线位置		3	拉线和尺量检查
插筋	中心线位置	5	拉线和尺量检查
	外露长度	+10, 0	尺量检查
预埋螺栓	中心线位置	2	拉线和尺量检查
	外露长度	+10, 0	尺量检查
预留洞	中心线位置	10	拉线和尺量检查

	尺寸	+10, 0	尺量检查
--	----	--------	------

4 现浇结构模板安装的偏差应符合表 3.5.2-2 的规定；

表 3.5.2-2 现浇结构模板安装的偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检查方法
轴线位置		5	钢尺检查
底模上表面标高		±5	水准仪或拉线、钢尺检查
截面内部尺寸	基础	±10	钢尺检查
	柱、墙、梁	+4, -5	钢尺检查
层高垂直度	不大于 5m	6	经纬仪或吊线、钢尺检查
	大于 5m	8	经纬仪或吊线、钢尺检查
相邻两板表面高低差		2	钢尺检查
表面平整度		5	2m 靠尺和塞尺检查

5 对扣件式钢管支架，应对下列安装偏差进行检查：

1) 混凝土梁下支架立杆间距得偏差不应大于 50mm，混凝土板下支架立杆间距的偏差不应大于 100mm；水平杆间距的偏差不应大于 50mm；

2) 应全数检查承受模板荷载的水平杆与支架立杆连接的扣件；

3) 采用双扣件构造设置的抗滑移扣件，其上下顶紧程度应全数检查，扣件间隙不应大于 2mm。

6 对碗扣式、门式、插接式和盘销式钢管支架，应对下列安装偏差进行全数检查：

1) 插入立杆顶端可调托撑伸出顶层水平杆的悬臂长度；

2) 水平杆杆端与立杆连接的碗口、插接和盘销的连接状况，不应松脱；

3) 按规定设置的垂直和水平斜撑。

3.6 模板维护

3.6.1 吊装模板时应轻起轻放，不应碰撞，模板不应变形。

3.6.2 拆模时不应使用大锤硬砸或撬棍硬撬，不应损伤混凝土表面和棱角。

3.6.3 拆下的模板，发现不平或破损变形时，应及时修理。

3.6.4 模板在使用过程中应加强管理，分规格堆放。

3.6.5 墙体、柱模板安装前应将模板表面清理干净，刷隔离剂，并应涂刷均匀，不得漏刷，模板上应无过量的脱模剂，竖向结构模板可采用水质隔离剂或油质隔离剂，水平结构模板不

应刷水性隔离剂，刷后应防雨，不应浇水。

3.6.6 拆模后应及时清理模板表面的水泥残渣，防止腐蚀模板。

3.7 注意事项

3.7.1 柱模板截面尺寸应准确、梁柱节点轴线不应偏移、钢筋保护层不应过大或过小、柱身不应扭曲。梁柱节点模板应与混凝土柱固定牢固。

3.7.2 梁模板梁身应平直、梁底应平、梁侧面不应鼓出、梁上口尺寸不应偏大、中部不应下挠。梁板模板应通过设计确定龙骨、支架的尺寸及间距，模板支撑系统应有足够的强度和刚度，浇筑混凝土模板不应变形。模板支架的底部应支在坚实的地面上，垫通长脚手板支架不应下沉。支梁模板时梁底两侧应拉通线。梁模板上口应有拉杆锁紧，梁侧模下口应楔紧。

3.7.3 墙模板安装墙体混凝土薄厚应一致，截面尺寸应准确，拼接应严密，不应过大造成跑浆。

3.7.4 应根据墙体高度和厚度通过设计确定纵横龙骨的尺寸及间距，墙体的支撑方法、角模的形式。模板上口应拉通线设拉结，上口尺寸不应偏大，应按通线浇筑混凝土，发现胀模时，应立即加固。混凝土初凝前应及时进行模板的校正。模板接缝处应使用密封条，不应出现跑浆现象。

3.7.5 混凝土浇筑时，模板应符合下列规定：

- 1 振动棒与模板的距离不应大于振动棒作用半径的 50%；
- 2 浇筑过程应有专人对高大模板支撑系统进行观测，发现有松动、变形等情况，应立即停止浇筑，撤离作业人员，并应采取相应的加固措施。

3.7.6 采购模板时，应优先选用周转次数多的材料，提高使用周转率。

3.7.7 模板脱模剂应专人保管和涂刷，剩余部分应及时回收，防止污染环境。

3.7.8 模板拆除，应采取可靠措施，防止损坏，并应及时检修维护、妥善保管，提高模板周转率。

3.7.9 模板及支架拆除和混凝土浇筑期间，作业人员不得进入支架下，安全员应在现场进行监管。

3.7.10 模板及支架拆除时，不得一次性拉拽拆除，应搭设脚手板，保证拆模工人站稳操作。

3.7.11 拆除的模板配件，不得向下抛掷，应有人接应传递，堆放整齐。

3.7.12 楼层高处作业人员应站在平稳牢固可靠的地方，保持自身平衡，不得猛撬，拆除楼层外墙模板时，应有放高空坠落及防止模板向外倒跌措施。

3.7.13 拆除后模板和木方的钉子应及时拔出或敲平。

4 墙体全钢大模板

4.1 材料要求

4.1.1 全钢大模板面板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/T1591 的规定。

4.1.2 支撑模板钢管应符合现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T3092 的规定，并应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的规定。

4.1.3 钢铸件应符合现行国家标准《一般工程铸造碳钢件》GB/T 11352 中的规定。

4.1.4 模板连接用的普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780 和《六角头螺栓》GB/T 5782 的规定，其机械性能还应符合《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 的规定。

4.2 主要机具

4.2.1 主要机械应包括塔吊、吊装索具等。

4.2.2 主要机具应包括锤子、斧子、板子、活动板子、手锯、水平尺、线坠、卷尺、撬棍、圆盘锯、平刨、手电钻、台钻、手电锯等。

4.3 作业条件

4.3.1 大模板进入现场应进行验收，应按照模板设计和制作工艺标准检查尺寸、螺孔距及配套螺栓、拼接缝等。

4.3.2 模板安装前应弹好楼层的墙身位置及控制线，门窗洞口位置线及标高。

4.3.3 安装大模板前应对楼板混凝土找平。

4.3.4 安装大模板前应把大模板板面及孔口、侧帮都清理干净，刷好隔离剂。

4.3.5 施工现场应设置大模板堆放区，设堆放区地面应硬化，设置围栏，挂标识牌。

4.4 施工工艺

4.4.1 墙体结构全钢大模板安装宜按图 4.4.1 规定的流程进行：

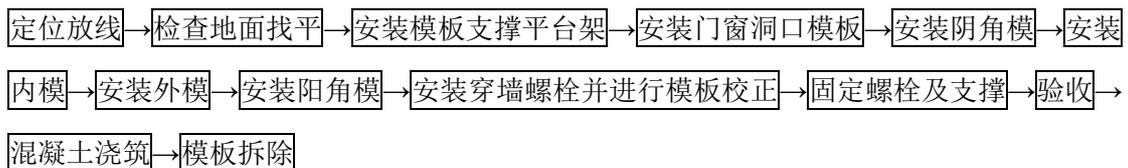


图 4.4.1 墙体全钢大模板施工工艺流程

4.4.2 模板安装前应弹出墙体模板、阴、阳角模位置线，洞口处应弹出控制线，误差应控制在规定范围内。

4.4.3 应将地面杂物清理干净，可用靠尺进行地面找平检测，地面平整度偏差应控制在规定范围内。

4.4.4 应按照专项方案要求，安装模板支撑平台架。

4.4.5 安装门窗洞口模板时，可借助暗钢筋加固，同时可在洞口框模上贴宽度大于等于10mm的海绵条，防止漏浆。如果洞口模板宽度大于等于1800mm，应在洞口模板下框开设2个~3个排气孔，确保混凝土密实。

4.4.6 安装阴角模时，应用钢索将阴角模和墙角暗柱主筋连接牢固。

4.4.7 安装内墙模板时，应以墙的边线和模板位置线调整模板位置，控制墙体尺寸，可用三角木靠尺和线坠调整模板垂直度。大模板应通过托槽压住角模面板，形成企口搭接，角模与大板之间应保留1mm~2mm间隙，阴角模可通过三道阴角压槽与大模板连接固定。

4.4.8 内墙模板安装就位准确稳固后，可进行外墙模板安装，外墙模板与内墙模板、大角处相邻的两块外墙模板应相互拉结固定。

4.4.9 阳角模可用定位连接器、边框连接器交错安装连接，同时应安装两道直角背楞加固；当阳角模边框是企口形式时，与之连接的大模板应安装托角，当阳角模边框是平口形式时，与之连接的大模板可不安装托角。

4.4.10 安装穿墙螺栓与大模板校正应同步进行，穿墙螺栓宜采用楔形，穿墙螺栓与大模板间应设胶套，防止漏浆；模板校正时，墙体宽度尺寸与模板立面垂直度均应控制在规定范围内。

4.4.11 模板安装完成后应进行验收，确保模板位置准确、板面拼缝平整、接缝严密、加固牢靠。

4.4.12 墙体全钢大模板拆除应符合下列规定：

1 模板拆除时，结构混凝土强度应符合设计和规范要求；

2 拆除模板时，应首先拆除穿墙螺栓，再松开地脚螺栓使模板向后倾斜与墙体脱离。

拆除穿墙螺栓时，应先松动管母，取下垫片，利用卡头拆卸器拆去穿墙螺栓。

3 当模板与混凝土墙面吸附或粘接不能分离时，可用撬棍撬动模板下口，但不应在墙体上撬模板，或用大锤砸模板；

4 模板拆除应先拆外墙模板，再拆除内侧模板，最后拆除阴角模；

5 当用塔吊将大模板吊至存放地点时，应一次放稳，存放时模板与地面夹角应为75°~

80°，中间应留 500mm 工作面；

- 6 拆除的模板，应及时进行维修养护，清理干净后涂刷隔离剂，并分类整齐堆放。

4.5 质量标准

4.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 全钢大模板安装应保证轴线和模板截面尺寸准确，垂直度和平整度应符合表 4.5.1 的要求；

表 4.5.1 全钢大模板安装的偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检查方法
轴线位置		5	钢尺检查
截面内部尺寸	墙	+4, -5	钢尺检查
层高垂直度	不大于 5m	6	经纬仪或吊线、钢尺检查
	大于 5m	8	经纬仪或吊线、钢尺检查
相邻两板表面高低差		2	钢尺检查
表面平整度		5	2m 靠尺和塞尺检查

- 2 全钢大模板安装后应保证整体的稳定性，应确保施工中模板不变形、不错位、不涨模。

- 3 涂刷模板隔离剂不应污染钢筋和混凝土接槎处。

4.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 模板拼缝应平整、接缝应严密，模板与混凝土接触面应清理干净，均匀涂刷隔离剂；
2 固定在模板上的预埋件、预留孔和预留洞均不应遗漏，且应安装牢固，其偏差应符合表 4.5.2-1 的规定；

表 4.5.2-1 预埋件和预留洞孔的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检查方法
预埋钢板中心线位置		3	拉线和尺量检查
预埋管、预留孔中心线位置		3	拉线和尺量检查
插筋	中心线位置	5	拉线和尺量检查
	外露长度	+10, 0	尺量检查
预埋螺栓	中心线位置	2	拉线和尺量检查
	外露长度	+10, 0	尺量检查

预留洞	中心线位置	10	拉线和尺量检查
	尺寸	+10, 0	尺量检查

3 现浇结构模板制作偏差和检验方法应符合表 4.5.2-2 的规定。

表 4.5.2-2 全钢大模板制作的偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差	检验方法
1	模板长度	-2mm	用钢卷尺
2	模板宽度	-2mm	用钢卷尺
3	对角线差	小于 2m	用钢卷尺
4	面板平整度	3mm	用 2m 直尺、楔型塞尺
5	边框平直度	2mm	用 2m 测尺、楔型塞尺
6	边框垂直面板	0.5mm	直角尺、楔型塞尺
7	孔眼中心偏差	1m	钢卷尺或卡尺

4.6 模板维护

- 4.6.1** 模板使用前应均匀涂刷脱模剂。
- 4.6.2** 吊装模板时应轻起轻放，不应碰撞，防止模板变形、破损。
- 4.6.3** 拆模时不应采用晃动、撬动模板或锤硬砸模板的方法拆除模板。
- 4.6.4** 拆除模板时，应先拆除模板之间的对拉螺栓及连接件，松动斜撑调节丝杠，使模板与墙体脱离，在检查确认无误后方可吊起大模板。
- 4.6.5** 拆除的模板，如不平或破损变形应及时修理。
- 4.6.6** 大模板及构件拆除后，应清理干净，对斜撑丝杠、对拉螺栓丝扣应抹油保护。
- 4.6.7** 模板在使用过程中应加强管理，分规格堆放。

4.7 注意事项

- 4.7.1** 在模板堆放场地周围应设防护架，密闭防护。
- 4.7.2** 大模板放在楼层上时，应采取可靠的防倾覆措施，不应碰撞造成坠落。
- 4.7.3** 模板现场堆放区应在起重机的有效工作范围内，堆放场地应坚实平整，大模板堆放时，应满足自稳角的要求。
- 4.7.4** 模板起吊应使用带卡环吊钩且应平稳，不得偏斜和大幅摆动。
- 4.7.5** 外墙外模安装时，应先搭好外围防护架，挂好安全网，大模板就位后应马上固定。
- 4.7.6** 大模板安装就位后，应采取防止触电保护措施，将大模板加以串联，并应同避雷网接通，不应漏电伤人。

4.7.7 拆模后起吊模板时，所有穿墙螺栓应完全拆除，起吊高度超过障碍物后，方可转臂行车。

4.7.8 电梯间模板施工时，应搭好安全防护平台，平台支腿伸入墙内的尺寸应符合安全规定。拆除平台时，应先吊好吊钩，操作人员及附近作业人员应退到安全地带后方可吊起。

4.7.9 混凝土浇筑时，外墙模板应有专人看护，发现模板下口漏浆或其他有混凝土溅到下层墙面上，应及时用清水清理。

4.7.10 应在模板下边框上，贴胶条或较厚海绵条，或在模板根部摸砂浆，防止浇筑混凝土时模板底部漏浆。

4.7.11 当大钢模墙体采用木模接高时，木模板加强背楞下跨钢模板不应小于 100mm，水平支撑应牢固；当采用钢模板接高时，应在主龙骨后设置竖向通高型钢做加强竖背楞，其间距根据计算确定，并应与上下部模板连接牢固；单侧支模接高时，应在下部墙体预埋螺栓。

5 组合铝合金模板

5.1 材料要求

5.1.1 铝合金型材应采用现行国家标准《一般工业用铝合金挤压型材》GB/T 6892 中的 AL6082-T6 材料。

5.1.2 铝合金材料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 的规定。

5.1.3 钢构件的材质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 的规定。

5.1.4 焊接钢管应符合现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 中规定的 Q235 普通钢管的要求。不应使用有严重锈蚀、弯曲、压扁及裂纹的钢管。

5.2 主要机具

5.2.1 主要机械应包括塔吊、汽车吊、电焊机等。

5.2.2 主要机具应包括铁锤、撬棍、工具桶、铁钩、拆模器、铲子、激光水准仪等。

5.3 作业条件

5.3.1 铝合金模板设计应符合下列规定：

- 1** 模板边框与端肋高宜为 65mm，销钉孔位中心与板面距离宜为 40mm；
- 2** 受压钢构件长细比不宜大于 180，受拉钢构件长细比不宜大于 350；
- 3** 模板配板设计应与主题结构设计、预制构件设计相互协调；
- 4** 板底早拆系统支撑间距不宜大于 1350mm×1350mm，支撑头模板不应小于 100mm×200mm，梁底早拆系统支撑间距不宜大于 1350mm；
- 5** 对拉螺杆体系模板的对拉螺杆水平及竖向间距不应大于 800mm；对拉片体系模板的对拉片水平间距不应大于 500mm，竖向间距不应大于 600mm。

5.3.2 模板施工前应完成主要控制轴线及标高点的引测，并通过复核。

5.3.3 模板进场前，施工现场应有平整的堆放场地，模板堆叠堆放高度不得超过 2m。

5.3.4 模板编号、规格、数量及零配件的规格、数量应符合施工要求，模板表面应平整，无油污、破损、变形，焊缝应无明显缺陷。

5.3.5 铝合金模板安装前应保证设计预埋件、预留洞口已留置，管线应已铺设完毕，剪力墙的端柱、角柱、暗柱钢筋绑扎应完毕并已验收。

5.4 施工工艺

5.4.1 铝合金模板施工工艺宜按图 5.4.1 规定的流程进行：



图 5.4.1 铝合金模板施工工艺流程

5.4.2 模板施工前应在楼层上墙柱线及墙柱控制线，洞口线，其中墙柱控制线应距墙边线 300mm，墙柱四角及转角处均应设置标高控制点，标高控制点应标注在柱纵筋上，标高控制点应为楼层+0.50m。放线精度应控制在 3mm 以内，墙柱模板安装前应进行验线。

5.4.3 定位放线后应安装墙柱钢筋及预埋水电箱盒、管线等，完毕后应进行隐检。

5.4.4 墙柱模板安装应符合下列规定：

- 1 下层已拆并清理干净的模板应按区域和顺序上传摆放稳当，如重叠堆放，应板面朝上，方便涂刷脱模剂，然后逐块涂刷脱模剂；
- 2 内墙模板安装时应从阴角处开始，按模板编号顺序向两边延伸，为防模板倒落，应加设临时固定斜撑；
- 3 竖向模板可按每 300mm 钉 1 个销钉，横向拼接的模板端部应用插销钉上，中间可间隔一个孔位钉上，应从上而下插入，避免振捣混凝土时震落；
- 4 外墙板安装应两人配合作业，当外墙柱模板连接在承接模板上时，承接模板预埋螺栓应紧固，墙柱模板封闭前应及时加上对拉螺栓及胶杯、胶管、预制混凝土条等装置；
- 5 在安装另一侧墙模时，应在对拉螺栓孔位置附近把尺寸相符内撑钢筋垂直放置在剪力墙的钢筋上，当对拉螺栓穿过位置有钢筋挡住时，可用撬棍或铁锤敲打，使钢筋按规范要求偏移，保证 PVC 导管的顺畅通过，两侧模板对拉螺栓孔位应对正；
- 6 所有墙柱模板完成后，宜采用激光水平仪对墙柱垂直度、平整度和标高进行调校。

5.4.5 背楞、斜撑及穿墙螺栓安装应符合下列规定：

- 1 背楞安装应采取从下往上的安装顺序，有外墙的应先安装外墙；阳角部位背楞限位条应紧靠模板内侧边缘，背楞应先安装阴角部位，后安装阳角部位，阳角位置安装应水平拉紧；每装一条背楞，应安装铁片及山形螺母，铁片垂直扣住背楞，随后紧固山形螺母，山形螺母外露螺杆保护丝不应短于 50mm；
- 2 墙封板位置应安装对拉螺杆，对拉螺杆超出背楞两端的距离应保持一致，墙两侧背楞安装完成后，应再对山形螺母进行加固；

3 柱、墙模板两侧应安装斜撑，可用钢筋钻孔插入楼板，作为斜撑底座支撑受力点，斜撑间距不应大于 1800mm；宽度不小于 1800mm 的墙体应设置不少于两根的斜撑，宽度小于 1800mm 的墙体或剪力墙短肢应设置不少于一根斜撑，两边斜撑离封板间距宜为 300mm，斜撑固定码离墙间距应满足斜撑长边与地面夹角为 $45^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ，斜撑短边与地面夹角为 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 。

5.4.6 铝合金梁模板宜用于早拆体系，安装应符合下列规定：

1 梁模板安装应先将梁底转角模板与墙板连接拼装，将梁底模板和梁底支撑头与转交模板连接拼装成整体，并应加支撑立杆；

2 已清理干净梁底板、早拆头、阴角模应按正确的位置用插销钉好，早拆头的支撑应与下层梁底支撑在同一垂直中心线上；

3 安装梁底板时应两人协同作业，按规定的位置用插销把阴角模与墙板连接。如梁底过长，除两人装梁底外，应另有一人安装梁底支撑；

4 用支撑把梁底调平后，可安装梁侧模板，所有横向连接的模板，插销应由上而下插入；

5 梁侧模应按编号依序安装，当梁侧模与梁底模相连时，每块侧模两端应打销钉，销钉间距不应超过 300mm，销钉应大头朝上，相邻侧模上、下应打销片且大头朝上，销钉间距不应超过 100mm；

6 对于高度不小于 600mm 的外梁，应在梁钢筋板扎完毕后安装外侧模板，外侧模均应采用对拉螺杆加固，螺杆间距不大于 800mm；

7 梁模板安装完成后，宜用激光水平仪调整立杆保证梁底精确高度。

5.4.7 铝合金楼板模板宜用于早拆体系，楼面板模板、K 板安装应符合下列规定：

1 楼面板模板安装应先安装板底转角模板，将整体组装的龙骨拼装在相应的转角模板上，并应在龙骨快拆支撑头处加支撑立杆，楼面龙骨早拆头下的支撑杆应垂直，无松动；

2 安装楼面模板时，每排第一块模板安装后，应用销子将板模与横梁进行固定，放置第二块模板时，应暂不连接，待第三块板放置好后，应用销子将第二块板与横梁进行固定，并应按照此法安装这一排剩余模板；

3 在电梯井、外墙面等有连续垂直模板的地方，应用导墙板（K 板）将楼板围成封闭的一周，并可作为上一层垂直模板的连接组件；

4 销子应从墙模下边框向下插入导墙板上边框，导墙板宜开长方形孔，并应用螺栓安装在紧靠槽底部位置；

5 楼面板模板拼装完成后，应对楼面标高、垂直度、控制线以及导墙板的水平度进行调校。

5.4.8 梁、楼面板模板安装完后应安装梁、板钢筋及预埋水电箱盒、管线等，完毕后应进行隐检。

5.4.9 楼梯模板安装应符合下列规定：

1 楼梯模板安装前应先将梯板梁侧剪力墙的模板及对拉螺栓安装完毕，并应将楼梯斜板梁侧的墙板调校平直；

2 安装斜板与墙板连接的转角模板及斜板底笼，并应固定；

3 应按照斜板底板模板、狗牙板、踏步盖板、楼梯背楞的顺序安装楼梯模板；

4 踏步盖板安装完后，应调校楼梯模板设计位置；

5 楼梯模板安装完后应绑扎楼梯钢筋。

5.4.10 模板安装完毕后调校及验收应符合下列规定：

1 销钉应按相关标准打满，销钉销片应紧固，嵌入深度应超过一半；

2 梁底模应水平，如不平应用单项进行调节；

3 梁底模与固顶盒连接应紧固、牢靠；

4 宜用激光水平仪对模板平整度、垂直度、顶板标高、截面尺寸进行检查，外墙垂直度应用线坠及卷尺进行复核；

5 模板安装调校完毕后应进行模板验收。

5.4.11 铝模板拆模时应先拆除非承重部分，再拆除承重部分。应按照楼梯模板、斜撑、背楞、墙柱模板、梁模板、楼面板模板的顺序进行模板拆除。

5.4.12 楼梯梯段模板、休息平台模板拆除时，应先拆除中间位置模板，再向两端拆除，不得从端部开始拆除。

5.4.13 墙柱模板拆除应符合下列规定：

1 拆除背楞时应把上面的水泥浆清理干净并堆放在本房间的中间，堆放距离墙面不应小于 500mm，转角形的背楞应平放地上，不应使其尖角朝上，对拉螺栓应规范放置，螺母、垫片应放置在专用器皿中；

2 拆墙板时应先把所拆墙面的插销全部拆除，并放置在胶桶中，散落地面的插销应及时收拾干净；

3 凹形墙面，凹槽内首块模板应用专用工具从墙中部拆除，后向两边延拆，不应使用撬棍、铁锤狠撬猛砸，损坏模板；

4 每块模板拆除后应及时清理板面，背面，可用钢刷清理模板的边框，按每面墙的区域摆放稳当，等待上传。

5.4.14 梁板拆除应符合下列规定：

1 墙板上拆后，可进行梁模板的拆除，拆梁底板时应有两人协同作业，撬松时两人应托住梁底板，轻放地上，不应让其自由落下使模板受损，梁底支撑不得松动和拆除；

2 梁底拆除后应清理干净放置在梁的下方，梁与墙连接的阴角模、梁底阳角等小块模板如拆除或松动应及时连接牢固；

3 拆梁侧模或墙头板时，操作平台不应放置在模板的正下方，应偏离 200 mm ~300mm，撬动模板时，应抓住模板的中部，不使其落下损坏，拆下清理后应放置在原位置的正下方，不应混杂。

5.4.15 楼板拆除应符合下列规定：

1 楼板拆除前应先拆背楞、对拉螺栓、梁板等上传，应先拆楼板面积较大的房间；

2 拆楼板模板应从第一排的中部开始，先拆除与此块模板相连的龙骨组件，拆除其余三方插销，可使用撬棍撬松拆除，再向两边延拆，应两人协作，不得让其自由落下受损；

3 拆楼板模板时不应一次性拆除大面积模板的插销，应做到拆哪块板才松动哪块板的连接插销，不应撬落大面积模板；

4 阴角模第一块模板应先用铁锤轻敲振动，使其与混凝土表面脱离，再用专用长撬棍插入孔内撬动；

5.4.16 早拆模板支撑应符合下列规定：

1 独立钢支撑在与顶板形成稳定支撑状态前，应临时拉顶。定长水平拉杆架体节点锁固应牢固有效，扣件钢管顶部所接长的立杆应增设双向水平杆；

2 在模板拆除过程中，不得扰动保留的支撑体系，使竖向支撑始终处于承受荷载状态；

3 早拆模板支撑系统应具有足够的承载力、刚度和稳定性。保留支撑连续支顶层数应不少于 3 个楼层；

4 拆除水平模板时，应保留支撑头模板和可调独立钢支撑，使竖向支撑始终处于承受荷载状态。

5.5 质量标准

5.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 模板及其支架必须有足够的强度、刚度和稳定性；安装上层模板及其支架时，下层

楼板应具有承受上层荷载的承载能力，上下层支撑立杆应对准；

- 2 涂刷模板隔离剂不应污染钢筋和混凝土接槎处。

5.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 模板外形尺寸应符合施工规定要求；
- 2 模板拼缝应平整、接缝应严密，模板与混凝土接触面应清理干净，均匀涂刷隔离剂；
- 3 固定在模板上的预埋件、预留孔洞均不得遗漏；
- 4 铝合金模板安装允许偏差应符合表 5.5.2 的规定。

表 5.5.2 铝合金模板安装允许偏差

项目	允许偏差	检查方法
轴线位置	5mm	钢尺检查
两块模板之间拼接缝隙	≤2.0mm	钢尺检查
相邻模板面的高低差	≤2.0mm	钢尺检查
铝合金模板面板的平整度	≤3.0mm/2m	2m 靠尺和塞尺检查，激光水平仪
模板的垂直度	≤3.0mm/2m	吊线、钢尺检查，激光水平仪
模板两对角线长度差值	≤对角线长度的 1/1000，最大≤3.0mm	钢尺检查
支撑立柱垂直度允许偏差	≤层高的 1/300	吊线、钢直角尺检查

5.6 模板维护

5.6.1 模板和配件拆除后，应及时清除表面粘接砂浆、杂物、模板油。对变形及损坏的模板及配件，应及时整形和修补，修复后的模板及配件应符合表 5.6.1 的规定。

表 5.6.1 铝模板及配件修复后的主要质量标准

项目	允许偏差 (mm)
板面平面度	≤ 2.0
凸棱直线度	≤ 1.0
背楞及钢支撑直线度	≤ L / 1000

注：L 为背楞及钢支撑的长度。

5.6.2 模板应进行编号管理，宜分类堆放，以便于使用。

5.6.3 模板安装及拆除时，应轻起轻放，不应碰撞，不应使劲敲砸模板，模板不应变形。

5.6.4 拆下的模板应及时清理，如发现翘曲、变形、应及时修理，损坏的板面应及时修补。

5.6.5 预组拼的模板应有存放场地，场地应平整夯实。

5.6.6 模板使用前应均匀涂刷模板专用脱模剂，前三次宜采用油性脱模剂，第四次及以后宜采用水性脱模剂；冬季施工时宜采用油性脱模剂。对暂时不使用的模板，板面应涂刷模板油，焊缝开裂时应补焊，并按规格分类堆放。

5.6.7 配件整形、修整后入库保存时，应分类存放，小件应清点整数入袋，大件应整数成堆。

5.6.8 可调独立钢支撑堆放场地应整齐、干净、无污染，堆放整齐，并应有防倾倒措施。

5.7 注意事项

5.7.1 模板平放时，应有木方垫架，立放时，应搭设分类模板架，模板触地处应垫木方，以此保证模板不扭曲不变形。不应乱堆乱放或在组拼的模板上堆放分散模板和配件。

5.7.2 工作面已安装完毕的墙、柱模板，不应在吊运其它模板时碰撞，不应在预拼装模板就位前作临时依靠，防止模板变形或产生垂直偏差。工作面已安装完毕的平面模板，不应做临时堆料和作业平台，应保证支架的稳定，平面模板标高和平整不应产生偏差。

5.7.3 在安装墙柱模板时，模板应有可靠的支撑点，墙柱及梁的对拉螺栓杆应平直，对拉螺栓不得斜拉硬顶。

5.7.4 在高处安装和拆除模板时，应有稳固的登高工具，周围应设有安全网或搭设脚手架，并应加设安全防护栏杆，除操作人员外下面不得站人。

5.7.5 模板及其支撑装拆时，上下应有人接应，模板应平稳放置，严防滑落；模板及支撑应随装拆随转运，不得堆放在脚手架上。

5.7.6 拆除承重模板时，为避免突然整块掉落，模板下侧应禁止站人，必要时应设立临时支撑点。

5.7.7 混凝土浇筑时，应对墙柱及梁板支撑和销子、楔子及对拉螺栓严密监控，防止因其滑落导致模板位移或损坏。

5.7.8 施工机具应由现场机电工进行检修后方可运转，电动机具的接电规范应符合现场有关机具和用电安全制度的要求。

5.7.9 拆下的模板及配件，不得抛扔，应有人接应传递，并分类堆放，并应做到及时清理、维修。

5.7.10 模板构建的焊缝质量及尺寸应符合设计要求，焊接飞溅物应清除干净，不应有气孔、裂纹等缺陷。

6 柱定型钢模板

6.1 材料要求

6.1.1 定型钢模板的材质应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 或《低合金高强度结构钢》GB/T1591 的规定。

6.1.2 定型钢模板所采用钢材的品种和规格应符合现行国家标准《组合钢模板技术规范》GB/T50214 的规定。

6.1.3 支撑件所用钢管宜采用 $\Phi 48 \times 3.6\text{mm}$ 钢管, 钢管应采用现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T13793 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T3091 中规定的 Q235 普通钢管; 钢管的材质质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 中 Q235 级钢或《低合金高强度结构钢》GB/T1591 中 Q355 级钢的规定。

6.1.4 支撑件所用可调托撑螺杆的外径不得小于 36mm, 直径与螺距应符合现行国家标准《梯形螺纹》GB/T5796.2、GB/T5796.3 的规定。

6.1.5 缆风绳应采用钢丝绳, 且应符合现行国家标准《一般用途钢丝绳》GB/T20118、《重要用途钢丝绳》GB/T8918、《钢丝绳用普通套环》GB/T5974.1 和《钢丝绳夹》GB/T5976 的规定。

6.2 主要机具

6.2.1 主要机械应包括塔吊、履带吊、汽车吊、电钻等。

6.2.2 主要机具应包括扳手、线坠、靠尺板、钢卷尺、水准仪、经纬仪等。

6.3 作业条件

6.3.1 定型钢模板进场后应检查下列内容:

- 1 模板板面、主龙骨、次龙骨、边框、紧固螺栓及吊环等配件均应牢固焊接成整体;
- 2 模板内侧表面应平整、光滑, 无气泡、皱纹、外露纤维、毛刺等现象。

6.3.2 模板施工前, 应完成主要控制轴线和标高线的引测, 并验收合格。

6.3.3 柱钢筋、柱内预埋水电管、预埋件和定位支架或支杆等已安装完成, 并验收合格。

6.3.4 柱定型钢模板相邻两块模板的角部拼接处应设置截面尺寸调节孔及柱角螺栓, 调节孔间距宜为 100mm。

6.4 施工工艺

6.4.1 柱定型钢模板的施工宜按图 6.4.1 规定的流程进行：

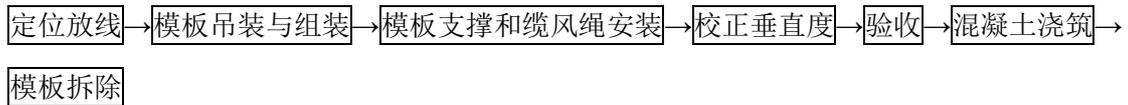


图 6.4.1 柱定型钢模板施工工艺流程

6.4.2 地面清理干净后，应在楼板上弹放柱位置线与模板控制线，控制线宜以柱边线外扩 300mm 或 500mm。

6.4.3 模板吊装与组装应符合下列规定：

- 1 定型钢模板应采用两点起吊，可在模板截面调节孔内设置导向绳辅助就位；
- 2 吊装时，可将 4 块模板按照顺时针方向逐一吊装至指定位置并临时固定，所有模板就位后应紧固所有柱角螺栓，或者按柱子截面可预先将相邻两块模板组拼成一个整体，分两次吊装就位完成；
- 3 模板需要接高时，加高板应在地面提前拼接完成，除紧固接缝处的连接螺栓外，还应在接缝处背面加设附加龙骨与模板龙骨且固定牢靠；
- 4 模板拼缝处均应粘贴海绵条，但不应超过模板伸入柱内；
- 5 模板上不用的调节孔及预留螺栓孔，在模板合拢前应使用专用塑料堵孔帽临时封堵。

6.4.4 柱模板的支撑和缆风绳的安装应符合下列规定：

- 1 模板就位后，模板底口可采用钢管和可调托撑进行校正，模板上口四周可利用缆风绳调整模板的垂直度，支撑钢管和缆风绳均应与预埋地锚钢筋顶牢拉紧，支撑钢管的中心线应与地锚钢筋中心线保持一致；
- 2 支撑钢管与地面的夹角不应大于 45°，缆风绳与地面的夹角宜为 45°~60°。

6.4.5 模板全部安装校正完毕后，应再次紧固柱角螺栓，并应检查模板拼缝以及模板底部与楼板接触面的严密性。

6.4.6 模板拆除应符合下列规定：

- 1 在常温条件下竖向结构混凝土强度达到 1.2MPa 后，可拆除模板，冬季施工条件下混凝土强度达到 4.0MPa 后，可拆除模板；
- 2 模板拆除应遵循先浇先拆，后浇后拆的原则，拆模方向应与浇筑方向一致；
- 3 模板拆除应先拆除缆风绳和模板底部支撑，并在每个侧面加设临时模板支撑后，可卸开柱角螺栓；
- 4 拆下的模板在起吊前所有柱角螺栓应已全部拆除完毕，并应垂直慢速起吊确认无障

碍后再继续提升；可按照安装时的组装方式分单片或两组依次吊运指堆放场。

6.5 质量标准

6.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 定型钢模板及其支撑材料的技术指标应符合国家现行有关标准的规定。进场时应抽样检验模板和支撑材料的外观、规格和尺寸；
- 2 定型钢模板及其支撑件的安装质量，应符合国家现行有关标准的规定和施工方案的要求；
- 3 模板及其支架应具有足够的承载力、刚度和整体稳固性，应能可靠的承受混凝土的侧压力以及施工荷载。

6.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 模板拼缝应平整、接缝应严密，模板与混凝土接触面应清理干净，均匀涂刷隔离剂；
- 2 模板内不应有杂物、积水或冰雪等；
- 3 模板与混凝土的就接触面应平整、清洁；
- 4 定型钢模板安装的允许偏差及检查方法应符合表 6.5.2 的规定。

表 6.5.2 定型钢模板安装的允许偏差及检查方法

项目		允许偏差 (mm)	检查方法
轴线位置		5	尺量
截面尺寸		±5	尺量
垂直度	层高≤6m	8	经纬仪或吊线、尺量
	层高>6m	10	经纬仪或吊线、尺量
表面平整度		5	2m 靠尺和塞尺量测

6.6 模板维护

6.6.1 模板应在吊装就位前刷好脱模剂，脱模剂宜选用油性隔离剂，并应有一定的成膜强度，不应影响脱模后混凝土表面的后期装修，可采用喷涂或刷涂，操作应迅速，涂层应薄而均匀，不得漏刷或多刷，结膜后不应回刷。

6.6.2 模板及配件堆放场地应平整坚实，不得有积水。

6.6.3 模板平放时应加垫木支撑，立放时应搭设模板插放专用的脚手架。

6.6.4 吊运模板时应轻起轻放，不得碰撞已安装好的模板和已浇筑完成的混凝土构件。

6.6.5 拆模时不应用大锤砸或撬棍硬撬，不应损伤模板边角，应注意保护柱表面及棱角不受损伤。

6.6.6 拆模后应及时清理模板表面和调节孔内的水泥残渣，并应刷好脱模剂备用。

6.6.7 模板在首次涂刷脱模剂时，应对模板进行全面检查和清理，模板表面的污垢和铁锈清理干净后再涂刷脱模剂，涂完脱模剂的模板不应长时间存放不用。

6.7 注意事项

6.7.1 定型钢模板的堆放场地应提前规划，就近卸载。

6.7.2 支模前应按柱位置线严格校正钢筋位置，柱模板顶部应提前安装双向水平定位箍。

6.7.3 混凝土浇筑时应严格控制浇筑高度、速度和振捣时间，浇筑过程中不应撞击缆风绳和支撑杆件。

6.7.4 模板拆除应有可靠的施工方案和安全保证措施，并应经过技术主管部门或负责人批准。

6.7.5 模板及其支架拆除的顺序及安全措施应严格按施工方案执行，拆除过程中应有相关负责人应旁站监督。

6.7.6 混凝土浇筑过程中应随时用线坠检查模板垂直度。

7 玻璃钢圆柱模板

7.1 材料要求

7.1.1 玻璃钢模板所用的不饱和聚酯树脂和耐碱玻璃纤维布,其材料和性能应符合现行国家有关规定。

7.1.2 扁钢的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合现行国家标准《热轧钢棒尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T702的规定。

7.1.3 接口螺栓所用钢材的品种和规格应符合现行国家标准《组合钢模板技术规范》GB/T50214的规定。

7.1.4 缆风绳应采用钢丝绳,且应符合现行国家标准《一般用途钢丝绳》GB/T20118、《重要用途钢丝绳》GB/T8918、《钢丝绳用普通套环》GB/T5974.1和《钢丝绳夹》GB/T5976的规定。

7.1.5 缆风绳用锁具旋转扣应符合现行国家标准《锁具旋转扣》CB/T3818的规定。

7.2 主要机具

7.2.1 主要机械应包括塔吊、履带吊、汽车吊、电钻等。

7.2.2 主要机具应包括扳手、线坠、靠尺板、钢卷尺、水准仪、经纬仪等。

7.3 作业条件

7.3.1 玻璃钢模板的设计应符合下列规定:

- 1 玻璃钢模板应根据柱子形状、截面尺寸、层高和玻璃钢模板的特点进行专项设计;
- 2 玻璃钢模板的厚度应根据荷载的大小计算确定,宜为3mm~5mm;
- 3 模板设计应充分考虑模板膨胀变形,变形膨胀率宜为0.6%;
- 4 圆柱玻璃钢模板可按圆柱的周长和高度制成卷曲式模板;可设计成一节同高度的模板,也可设计成多节不同高度的模板;如采用多节接高模板还应在拼接处设计环梁;
- 5 模板的拼接翼缘设置加强扁钢,扁钢应设计接口螺栓孔。

7.3.2 模板直径的加工误差应控制在-3mm~+2mm,脱模后混凝土圆柱的直径误差率应小于1%。

7.3.3 模板安装前,楼层标高线、柱边线、柱钢筋、柱内预埋水电管和预埋件等的尺寸、规格、数量和位置偏差值应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的规定。

7.3.4 模板安装前，柱主筋上应完成上、中、下不少于三道混凝土垫块的安装或其它钢筋保护层控制措施，每道应均匀布置并不少于四点，且上下应位于同一位置。

7.4 操作工艺

7.4.1 柱玻璃钢模板的施工宜按图 7.4.1 规定的流程进行：

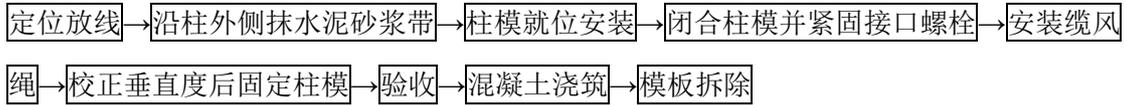


图 7.4.1 柱玻璃钢模板施工工艺流程

7.4.2 地面清理干净后，应在楼板上弹放柱位置线与模板控制线，控制线宜以柱边线外扩 300mm 或 500mm。

7.4.3 模板安装前，应沿柱边线外圈抹水泥砂浆找平带，水泥砂浆找平带高宜为 20mm，宽宜为 50mm~80mm。

7.4.4 柱模板安装应符合下列规定：

- 1 平板型模板可人工搬运就位安装，就位后应从下向上逐个拧紧接口螺栓；
- 2 柱模板根据拼缝平整度，宜在拼缝内粘贴海绵条，但不应超过模板伸入柱内。

7.4.5 柱模安装就位后应闭合柱模，并拧紧接口螺栓，完成柱模安装。

7.4.6 缆风绳的安装应符合下列规定：

- 1 模板就位后，模板上口应采用缆风绳调整模板的垂直度，缆风绳的延长线应与圆柱模板的圆心保持一致；
- 2 缆风绳上端应固定在模板上部柱主筋上，固定点宜高于模板 50mm~100mm，下端应固定在楼板预留的锚环上；缆风绳中部应采用锁具旋转扣连接；
- 3 相邻缆风绳在水平方向投影的夹角宜为 90°，与地面夹角宜为 45°~60°。

7.4.7 模板全部安装校正完毕后，应再次紧固柱角螺栓，并应检查模板拼缝以及模板底部与楼板接触面的严密性，底部缝隙可采用干硬性砂浆进行封堵。

7.4.8 模板抗浮控制措施应单独编制模板抗浮措施方案。

7.4.9 模板调校完成后应进行模板验收。

7.4.10 模板拆除应符合下列规定：

- 1 在常温条件下，竖向结构混凝土强度达到 1.2MPa 后，可拆除模板，冬季施工条件下混凝土强度达到 4.0MPa 后，可拆除模板；
- 2 模板拆除应遵循先浇先拆，后浇后拆的原则，拆模方向应与浇筑方向一致；

3 模板拆除应先拆除缆风绳，并在每块模板侧面加设临时模板支撑后，可松开并拆除接口螺栓；

4 如局部有粘连或吸附，应撬动模板下口，不应在上口晃动模板或用大锤砸模板，拆下的接口螺栓、垫片及销板等应及时收集到工具箱内备用；

5 拆下的模板在起吊前应再次检查并确认所有接口螺栓已全部拆除完毕，并应垂直慢慢起吊确认无障碍后，可继续提升。

7.5 质量标准

7.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 模板及其支架必须有足够的强度、刚度和稳定性；
- 2 模板拼接部位的边肋和加强肋应与模板连成一体，安装牢固。

7.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 模板拼缝应平整、接缝应严密，模板与混凝土接触面应清理干净，均匀涂刷隔离剂；
- 2 模板内侧表面应平整、光滑，无气泡、皱纹、外露纤维、毛刺等现象；
- 3 模板安装的允许偏差和检查方法应符合表 7.5.2 的规定。

表 7.5.2 柱玻璃钢模板安装的偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检查方法
轴线位移		5	尺量
截面尺寸		±5	尺量
垂直度	层高≤5m	6	经纬仪或吊线、尺量
	层高>5m	8	经纬仪或吊线、尺量

7.6 模板维护

7.6.1 模板应根据使用时间和表面光洁度适当均匀涂刷隔离剂，隔离剂宜选用油性隔离剂。

7.6.2 圆形柱模板应竖向放置，水平放置时应加垫木支撑且应单层码放，不应叠层码放。

7.6.3 吊运模板时应轻起轻放，不应碰撞已安装好的模板和已浇筑完成的混凝土构件以及已抹好的水泥砂浆找平带。

7.6.4 模板拆下后应及时清理模板表面的水泥残渣，并刷好脱模剂备用；

7.6.5 接口处的加强肋应加强保护，不得摔碰；

7.7 注意事项

- 7.7.1 模板拼接的接缝处应严密，且无变形现象。
- 7.7.2 混凝土浇筑时应严格控制浇筑高度、速度和振捣时间。
- 7.7.3 浇筑过程中应做好看模工作，不得撞击缆风绳。
- 7.7.4 混凝土浇筑过程中应随时用线坠检查模板垂直度，浇筑完毕后应再次校核，并利用锁具旋转扣进行调整。

8 密肋楼板模壳

8.1 材料要求

8.1.1 密肋楼板模壳可使用塑料模壳或玻璃钢模壳；塑料模壳（图 8.1.1-1）和玻璃钢模壳（图 8.1.1-2、图 8.1.1-3）规格和物理力学性能指标应符合现行标准《塑料模板》JG/T418 的规定；

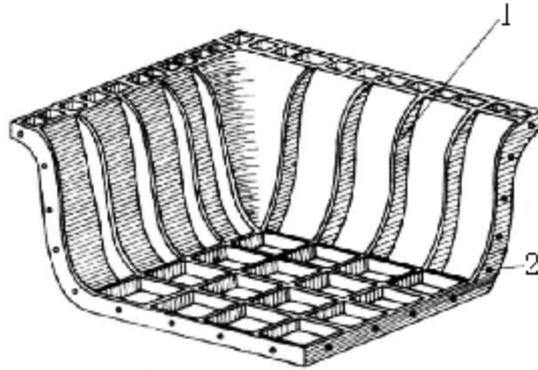


图 8.1.1-1 聚丙烯塑料模壳示意图

1-纵横肋板, 2-螺栓孔

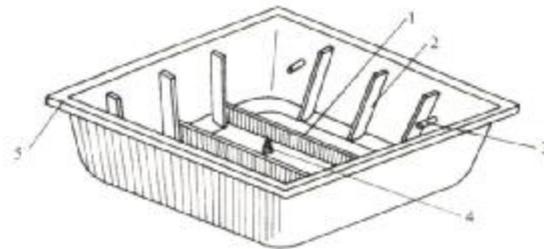
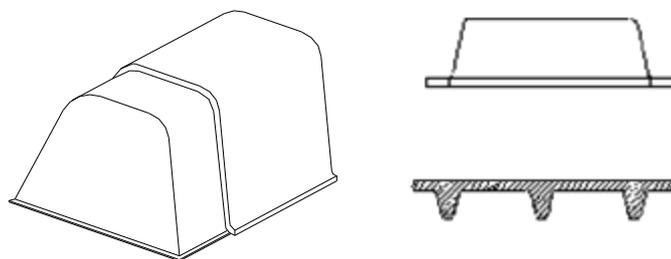


图 8.1.1-2 玻璃钢模壳示意图

1—底肋； 2—侧肋； 3—手动拆模装置； 4—气动拆模装置； 5—边肋



(a) T型模壳 (b) M型玻璃钢模

图 8.1.1-3 玻璃钢模壳示意图

8.1.2 支撑件所用钢管宜采用 $\Phi 48 \times 3.6\text{mm}$ 钢管，钢管应采用现行国家标准《直缝电焊钢管》

GB/T13793 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T3091 中规定的 Q235 普通钢管；钢管的材质质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 中 Q235 级钢或《低合金高强度结构钢》GB/T1591 中 Q355 级钢的规定；

8.1.3 支撑件所用可调托撑螺杆的外径不应小于 36mm，直径与螺距应符合现行国家标准《梯形螺纹第 2 部分：直径与螺距系列》GB/T5796.2、《梯形螺纹第 3 部分：基本尺寸》GB/T5796.3 的规定；

8.2 主要机具

8.2.1 主要机械应包括塔吊、空气压缩机、电钻等。

8.2.2 主要机具应包括斧子、锯、扳手、线坠、2m 靠尺、方尺、撬棍等。

8.3 作业条件

8.3.1 在会审图纸后，应根据楼板进行排版，并画好安装示意图。

8.3.2 施工前应放好十字轴线控制线、密肋梁位置及标高、楼层标高线和模板控制线、洞口位置线，并应经过预检。

8.3.3 施工前应列出本工程拆模同条件试块及部位一览表，并配平面图。

8.4 施工工艺

8.4.1 密肋楼板模壳施工宜按图 8.4.1 规定的流程进行：

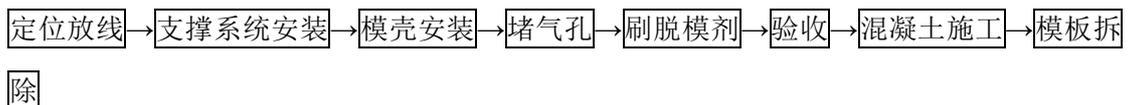


图 8.4.1 密肋楼板模壳施工工艺流程

8.4.2 应在墙或柱上弹控制模板标高的水平线，在混凝土楼地面上弹模板钢支架的位置线。

8.4.3 支撑系统安装应符合下列规定：

- 1 钢支架的基底应平整坚固，柱底应垫通长垫木；
- 2 支架的平面布置应设在模壳的四角点支撑上，对于大规模的模壳，主龙骨立柱可适当加密，立柱安装应垂直；
- 3 应按照设计标高调整支架高度。支架高度超过 3.5m 时，每隔 2m 应设置一道纵横水平拉杆；当采用碗扣架时应每隔 1.2m 设置一道水平拉杆；
- 4 可用螺栓将龙骨托座或柱头板安装在支架顶板上；
- 5 龙骨应放置在托座上，找平调直后应安装角钢，安装龙骨或桁架时应拉通线控制。

8.4.4 模壳安装应符合下列规定：

- 1 在一个柱网内，模壳应由中间向两边排列，边肋不能使用模壳时，可用木模版嵌补；
- 2 在梁侧模上应分出模壳位置线，根据已经分好的模壳线，将模壳一次排放在主次龙骨两侧角钢上；

8.4.5 模壳安装完成后应保证气孔应通畅，并用布基胶布堵住气孔。相邻模壳之间接缝处应铺海绵条或胶带将缝隙粘贴严实，防止漏浆。

8.4.6 模壳安装完成后，应均匀涂刷脱模剂。

8.4.7 在混凝土施工前，应对模壳安装进行验收，验收合格后，方可进行混凝土施工。

8.4.8 混凝土施工时，模壳的施工荷载宜控制在 $25\text{N}/\text{mm}^2 \sim 30\text{N}/\text{mm}^2$ 。

8.4.9 模壳拆除应符合下列要求：

1 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；不对楼层形成冲击荷载，拆除的模板和支架应分散堆放并及时清运，模板拆除应有拆模申请；

2 拆模时应先将托模壳的 U 托向下调，将支撑模壳的龙骨拆除，再将托模壳的模板拆除，最后拆除模壳；

3 模壳可用气动拆模，气动拆模应符合下列规定：

1) 应将耐压胶管安装在气泵上，胶管的另一端应安上气枪；

2) 气枪嘴应对准模壳进气孔，开动气泵，空气压力宜控制在 $0.4\text{MPa} \sim 0.6\text{MPa}$ ，压缩空气进入模壳与混凝土接触面，使模壳脱开；

3) 取下的模壳应运送至楼地面，如果模壳边与龙骨接触面有少许漏浆，可用撬棍轻轻撬动，取下模壳。

8.5 质量标准**8.5.1** 主控项目应符合以下规定：

1 模板材料的技术指标应符合国家现行有关标准的规定和专项施工方案的要求，进场应抽样检验模板的外观、规格和尺寸；

2 模板及支架的安装质量，应符合国家现行标准和专项施工方案的要求；

3 模板及其支架必须有足够的强度、刚度和稳定性；安装上层模板及其支架时，下层楼板应具有承受上层荷载的承载能力，上下层支撑立杆应对准。

8.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 模板拼缝应平整、接缝应严密，模板与混凝土接触面应清理干净，均匀涂刷隔离

剂，模板与模板之间应加海绵条；

- 2 模板内不应有杂物、积水等，冬期施工时，模板内不应有冰雪；
- 3 现浇结构模板安装的偏差应满足表 8.5.2 的规定。

表 8.5.2 现浇结构模板安装的偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检查方法
轴线位置		5	钢尺检查
底模上表面标高		±5	水准仪或拉线、钢尺检查
截面内部尺	柱、墙、梁	+4, -5	钢尺检查
层高垂直度	不大于 5m	6	经纬仪或吊线、钢尺检查
	大于 5m	8	经纬仪或吊线、钢尺检查
相邻两板表面高低差		2	钢尺检查
表面平整度		5	2m 靠尺和塞尺检查

8.6 模板维护

- 8.6.1 模壳在现场堆放时，应套叠成垛，并应轻拿轻放。
- 8.6.2 安装模板前应将模板表面清理干净，刷好隔离剂，涂刷均匀，不应漏刷。在涂刷模板隔离剂时，不应污染钢筋、预应力筋、埋件和混凝土接槎处，不应对环境造成污染；
- 8.6.3 拆模时不应用大锤硬砸或撬棍硬撬，以免损伤混凝土表面和棱角。
- 8.6.4 拆下的模板，如发现模板不平或破损变形应及时修理。
- 8.6.5 在使用过程中应加强管理，分规格堆放。
- 8.6.6 模板安装完成后，下一工序施工应注意保护模板不被破坏。
- 8.6.7 拆模时不得用大锤硬砸硬撬，已拆下的模壳应通过架子人工传递。

8.7 注意事项

- 8.7.1 模壳支架应安装在平整、坚实的地面上，并应铺设垫板。
- 8.7.2 支架间拉杆应设双向加水平拉杆，离地 300mm 宜设一道，其上方每隔 1.5m 设一道，四面没有墙体时应加剪刀撑，保证支撑体系的稳定性。
- 8.7.3 垂直运送模壳、配件应上下有人接应，不得抛扔。
- 8.7.4 当楼层承受荷载大于计算荷载时，应经过核验后加设临时支撑。
- 8.7.5 废旧的模壳应按固体废弃物处理程序回收处理，避免造成环境污染。
- 8.7.6 脱模剂在涂刷过程中，应注意防护，避免脱模剂污染环境。

8.7.7 冬期施工中，模板直接安装在冻胀性土层上时，应采取可靠措施防止地基土冻胀及其融沉对混凝土结构造成破坏；

8.7.8 模壳支架应安装在平整、坚实的地面上，支架下应垫通常脚手板，用楔子楔紧。

8.7.9 塑料模壳应做好防火措施。

9 清水混凝土模板

9.1 材料要求

9.1.1 模板面板可采用覆膜胶合板、钢板、铝合金板、塑料板等材料，应满足强度、刚度要求，且加工性能好；覆膜胶合板应符合现行国家标准《混凝土模板用胶合板》GB/T 17656 中的规定，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 的规定，铝合金材料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 的规定。塑料板应符合《塑料模板》JG/T 418 中的相关规定。

9.1.2 模板骨架材料可采用金属标准型材、木梁、钢木组合梁、铝梁等材料，应有足够的强度、刚度。

9.1.3 模板支撑材料可采用钢管、型钢等材料，应有足够的强度、刚度，应满足整体稳定性要求，钢管应符合现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3092 的规定，并应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的规定。

9.1.4 模板配件可采用模板夹具、型材吊具、勾头螺栓、对拉螺栓等金属材料，其机械性能还应符合《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 的规定。

9.1.5 对拉螺栓套管及堵头可选用塑料、橡胶、尼龙、金属等材料。

9.1.6 明缝条可选用硬木、金属、塑料等材料，截面宜为梯形。

9.2 主要机具

9.2.1 主要机械应包括塔吊、汽车吊、电锯、电钻、电刨、压刨、全自动木工数控机床等。

9.2.2 主要机具应包括手锯、专用扳手、盒尺、锤子、钢卷尺、直角尺、线坠、白线、开刀、测距仪、水准仪、毛质滚筒等。

9.3 作业条件

9.3.1 清水混凝土模板设计应包括下列内容：

1 应依据整体空间构件分布、单个构件大小、尺寸，构件间相互关系以及对拉螺栓受力情况设计螺栓孔眼位置、分部间距，螺栓孔眼分部应整体均匀一致，局部美观合理，螺栓对拉受力合理，浇筑混凝土时不应变形。装饰螺栓孔眼宜作为施工对拉螺栓紧固眼，应避免后期封堵或做假眼；

2 蝉缝设计应横平竖直，整齐划一，同一视觉平面间不得出现错缝、断缝，同时缝与缝间距应保证一致，不得过大或过小，模板宜单元化；

3 在模板设计时，应根据混凝土浇筑方式，清水效果要求，施工条件及外形要求，合理设置明缝位置及明缝大小；

4 对于造型清水混凝土，在模板深化设计时应根据清水造型与周围清水混凝土相融合的艺术效果要求设计螺栓孔分部位置，蝉缝位置和明缝间距。

9.3.2 清水混凝土模板设计应符合下列规定：

1 模板设计应根据设计图纸进行，模板的排版与设计的蝉缝相对应。同一楼层的蝉缝水平方向应交圈，竖向垂直，应有规律性、装饰性；

2 模板设计应保证模板结构构造合理，强度、刚度满足要求，牢固稳定，拼缝严密，规格尺寸准确，便于组装和支拆；

3 模板的高度应根据墙体浇筑高度确定，宜高出浇筑面 50mm；

4 对拉螺栓孔眼的排布应纵横对称、间距均匀，距门洞口边不应小于 150mm，在满足设计的排布时，对拉螺栓应满足受力要求；

9.3.3 模板分块应符合下列规定：

1 模板的分块宜定型化、整体化、模数化、通用化，应按照大模板工艺进行配模设计；

2 外墙模板分块应以轴线或窗口中线为对称中心线，内墙模板分块以墙中线为对称中心线，对称、均匀布置；

3 外墙模板上下接缝位置宜设于明缝处，明缝宜设置在楼层标高、窗台标高、窗过梁梁底标高、框架梁梁底标高、窗间墙边线或其他分割线位置。

9.3.4 面板分割应符合下列规定

1 单块模板的面板分割设计应与蝉缝、明缝等清水混凝土饰面效果一致；

2 墙模板的分割应依据墙面的长度、高度、门窗洞口的尺寸、梁的位置和模板的配制高度、位置等确定，所形成的蝉缝、明缝水平方向应交圈，竖向应顺直有规律；

3 当模板接高时，拼缝不宜错峰排列，横缝应在同一标高位置；

4 群柱竖缝方向宜一致。当矩形柱较大时，其竖缝宜设置在柱中心。柱模板横缝宜从楼面标高开始向上作均匀布置，余数宜放在柱顶；

5 水平模板排列设计应均匀对称、横平竖直；对于弧形平面宜沿径向辐射布置；

6 装饰清水混凝土的内衬模板的面板分割应保证装饰图案的连续性 & 施工的可操作性。

9.3.5 饰面清水混凝土模板设计应符合下列规定：

1 阴角部位应配置阴角模，角模面板之间宜斜口连接；

2 阳角部位宜两面模板直接搭接；

- 3 模板面板接缝宜设置在肋处，无肋接缝处应有防止漏浆措施；
- 4 模板面板的钉眼、焊缝等部位的处理不应影响混凝土饰面效果；
- 5 门窗洞口模板宜采用木模板，支撑应稳固，周边应贴密封条，下口应设置排气孔，滴水线模板宜采用易于拆除的材料，门窗洞口的企口、斜坡宜一次成型；
- 6 宜利用下层构件的对拉螺栓孔设置支架支撑上层模板；
- 7 宜将墙体端部模板面板内嵌固定；
- 8 对拉螺栓应根据清水混凝土的饰面效果，且应按整齐、均匀的原则进行专项设计。

9.3.6 造型清水混凝土模板设计应符合下列规定：

- 1 应根据图纸造型要求进行深化总体设计；
- 2 对构成造型模板各个小单元宜进行编号；并应分别进行设计。
- 3 设计时应根据施工进度要求合理设置接缝位置；
- 4 造型清水混凝土模板设计时，相同结构造型局部模板应周转使用。

9.3.7 清水混凝土模板局部设计需要调整时应符合下列规定：

- 1 当标高需要调整，应通过增设明缝条进行调整；
- 2 当预留螺栓孔需要调整，变动尺寸较小时，可直接调整预留螺栓孔距，当变动尺寸较大时，应在局部增加单元模板，调整螺栓孔距；
- 3 造型特异的位置，清水模板蝉缝和预留螺栓孔应符合整体要求，不得擅自改动蝉缝和螺栓孔间距；
- 4 特殊造型位置应根据模板拼接设计，造型边线，设计模板斜边，保证拼接严密，避免失水、烂边问题；
- 5 结构复杂处，清水模板内模应避开结构梁、板、柱，避免模板拼装发生冲突。

9.3.8 模板应严格按照设计进行加工，严格控制加工精度，保证模板表面平整、方正、接缝严密。

9.3.9 对饰面清水混凝土的模板周边加工，应采用精密加工机具进行找边处理，处理好的模板宜采用清漆封边。

9.3.10 清水混凝土模板安装前应安装模板吊装装置。

9.3.11 清水混凝土模板地面存放时应设置支撑装置。

9.3.12 模板安装前应进行组拼，并应对面板平整度、阴阳角、相邻面板高低差及对拉螺栓的组合安装进行校核。

9.4 操作工艺

9.4.1 清水混凝土模板施工宜按图 9.4.1 规定的流程进行：

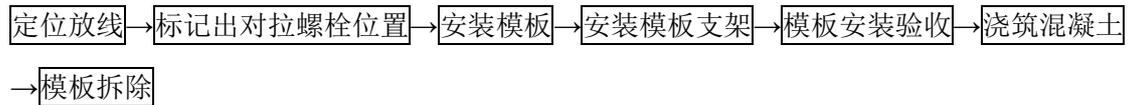


图 9.4.1 清水混凝土模板施工工艺流程

9.4.2 定位放线时，应弹出轴心线，构件外框线、模板外框线，以利于模板的定位与校核；柱模板的定位轴线应以坪上弹出的控制线为准，框架梁的定位轴线应以框架柱及坪上弹出的控制线进行双控；框架柱模板标高控制应以上口标高为准，梁模板标高控制应以框架柱及钢管托楞为准进行双控，板应以梁柱为准。

9.4.3 模板上对拉螺栓孔的位置、钉眼位置等应弹线固定。

9.4.4 清水混凝土模板安装应符合下列规定：

1 首次安装模板前，宜在调平模板后，用水泥砂浆将模板底部封底，既保证模板底部不漏浆，又保证模板上口水平，对缝整齐一致；

2 所有预留洞口应粘贴海绵条，粘贴应整齐、牢固；门窗洞口侧模应提前预留压差变形量，保证拆模后截面垂直度；

3 入模时，模板下方应有人用绳子牵引以保证模板顺利入位，模板下口不得与混凝土墙体发生碰撞摩擦；需要支顶或撬动时应保证模板背楞龙骨位置受力，并应加方木垫块；

4 墙模板安装应预先拼装好一面模板按位置线就位，安装斜撑及穿墙螺栓，再安装另一侧模板，调整斜撑使模板垂直后，应拧紧螺栓；

5 柱头宜采用专用模板，柱与梁、板宜分开施工，施工缝宜设置在梁底标高位置，柱模板在施工缝以上部分宜单独配置模板；

6 支撑梁底模宜采用钢管支撑加 U 型托支撑，钢管垂直方向连接应采用对接方式，梁底模应支撑牢固；

7 梁底模宽度应与梁构件等宽，梁侧面模板将底模夹紧，接缝处不应漏浆；

8 顶板模板边缘应压在梁侧模之上，与梁模板共同承受混凝土荷载；

9 木模板面板的拼缝应进行防漏浆处理，处理后的拼缝应保持面板的平整度，且不应使混凝土表面着色，为防止混凝土浇筑漏浆，可在模板内侧拼缝处进行二次抹胶；

10 胶合板面板与龙骨的连接，宜采用自攻螺钉从面板背面把次龙骨与面板反面连接起来；

11 阳角部位应采用两块模板相互搭接，可用加长销钉把转角处模板连接起来，再进行

加固，阴角模板宜设置子母口，可在角模与模板连接部位设置木楔，方便拆除；

12 套穿墙螺栓时，应在调整好位置后轻轻入位，每个孔位都应加塑料垫圈；模板紧固前，应保证面板对齐；浇筑过程中，振动棒与面板、穿墙套管不应接触；

13 模板拼接前，应保证两侧单元模板垂直度以及两侧模板处于同一标高，拼接时应使用工具锁紧两侧单元模板，保证拼缝严密不错台，并使用射钉固定，应在单元模板拼缝外侧涂刷玻璃胶，为保证拼缝刚度可使用短木板对拼缝进行固定，在对龙骨进行加固前，应在拼缝处附加木方龙骨进行固定，在确保拼缝刚度的同时增强稳定性。

9.4.5 模板支架安装应符合本规程第 3.4.10 条，第 2 款规定。

9.4.6 模板安装完毕后，应对其平面位置、顶部高度、节点联系及纵横向稳定性进行检查，并验收。

9.4.7 模板拆除应符合下列规定：

- 1** 模板拆卸应与安装顺序相反，即先装后拆、后装先拆；
- 2** 墙模板拆除时，应先拆除穿墙螺栓等附件，再拆除斜支撑，用撬棍轻轻撬动模板，使模板离开墙体，可把模板吊运走；
- 3** 柱模板拆除时，应先拆掉柱斜支撑，卸掉柱箍，再把连接每片柱模板的 U 型卡拆掉，然后用撬棍轻轻撬动模板，使模板与混凝土脱离，可把模板吊运走；
- 4** 楼板、梁模拆除时，应先拆掉梁侧模，再拆除楼板模板，楼板模板拆模应先拆除水平拉杆，然后拆除支架。有穿梁螺栓的应先拆掉穿梁螺栓和梁托架，再拆除梁底模；
- 5** 墙体模板应在混凝土强度能保证其表面及阴阳角处不会因拆除模板而受损坏时拆除；
- 6** 拆除无固定支撑架的模板时，应对模板采取临时固定措施。

9.5 质量标准

9.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1** 模板及其支架必须有足够的强度、刚度和稳定性；
- 2** 支撑部分应牢固可靠，其支架的支撑部分应有足够的支撑面积。

9.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1** 板面应平整、光滑，接缝严密，不漏浆、不错台；
- 2** 模板体系应能满足设计对明缝、蝉缝和对拉螺栓孔位布置要求；
- 3** 模板接缝不应漏浆，混凝土浇筑前，木模板应浇水湿润，但板内不应有积水；
- 4** 清水混凝土模板制作质量标准应满足表 9.5.2-1 的要求，清水混凝土模板安装质量标

准应满足表 9.5.2-2 的要求；

表 9.5.2-1 清水混凝土模板制作质量标准

项次	项目	允许偏差 (mm)		检验方法
		普通清水混凝土	饰面清水混凝土	
1	模板高度	±2	±2	尺量
2	模板宽度	±1	±1	尺量
3	整块模板对角线	≤3	≤3	塞尺、尺量
4	单块板面对角线	≤3	≤2	塞尺、尺量
5	板面平整度	3	2	2m 靠尺、塞尺
6	边肋平直度	2	2	2m 靠尺、塞尺
7	相邻面板拼缝高低差	≤1.0	≤0.5	平尺、塞尺
8	相邻面板拼缝间隙	≤0.8	≤0.8	塞尺、尺量
9	连接孔中心距	±1	±1	游标卡尺
10	边框连接孔与面板距	±0.5	±0.5	游标卡尺

表 9.5.2-2 清水混凝土模板安装质量标准

项次	项目		允许偏差 (mm)		检验方法
			普通清水混凝土	饰面清水混凝土	
1	轴线位移	墙、柱、梁	4	3	尺量
2	截面模内尺寸	墙、柱、梁	0、-4	0、-3	尺寸
3	底模上表面标高		±5	±3	水准仪、拉线
4	相邻版面高低差		3	2	2m 靠尺、塞尺
5	层高垂直度	不大于 6m	6	3	2m 托线板
		大于 6m	8	5	
6	表面平整度		3	2	2m 内上口拉直线尺量，下口按模板定位线为基准检查
7	阴阳角	方正	3	2	方尺、塞尺
		顺直	3	2	线尺
8	预留洞口	中心线位移	8	6	拉线、尺量
		孔洞尺寸	+8, 0	+4, 0	
9	预埋件、管、螺栓		3	2	拉线、尺量

10	门窗洞口	中心线位移	8	5	拉线、尺寸
		宽、高	±6	±4	
		对角线	8	6	

5 对扣件式钢管支架，应对下列安装偏差进行检查：

1) 混凝土梁下支架立杆间距得偏差不应大于 50mm，混凝土板下支架立杆间距的偏差不应大于 100mm；水平杆间距的偏差不应大于 50mm；

2) 应全数检查承受模板荷载的水平杆与支架立杆连接的扣件；

3) 采用双扣件构造设置的抗滑移扣件，其上下顶紧程度应全数检查，扣件间隙不应大于 2mm。

6 对碗扣式、门式、插接式和盘销式钢管支架，应对下列安装偏差进行全数检查：

1) 插入立杆顶端可调托撑伸出顶层水平杆的悬臂长度；

2) 水平杆杆端与立杆连接的碗口、插接和盘销的连接状况，不应松脱；

3) 按规定设置的垂直和水平斜撑。

9.6 模板维护

9.6.1 清水混凝土模板施工前应涂刷脱模剂，饰面清水混凝土宜选用石蜡类或油类脱模剂，普通清水混凝土宜选用水溶性或油性脱模剂，低温或负温施工宜选用油类脱模剂。

9.6.2 模板几何尺寸经检查符合要求后，施工人员不得任意修改、开洞。

9.6.3 大模板堆放场地应夯实平整，不应有积水；角模平放时，应有垫木支垫，立放时，应搭设模板插放架；模板触地处应加垫木，保证模板不扭曲变形。

9.6.4 经检查合格的预组装模板，平叠放时应稳当妥帖，避免碰撞，每层之间应加设垫木，模板与垫木均应上下对齐；立放时，应采取措施防止倾倒。

9.6.5 吊运模板时应轻起轻放，不得碰撞结构、外脚手架、已安装模板等，防止模板变形和损伤混凝土。

9.6.6 模板应及时清理维护，保持大模板整洁及配套零件齐全。

9.6.7 大模板在楼板上不应集中堆放，应防止楼板因局部荷载过大而产生裂缝；在钢筋绑扎和浇筑混凝土时，应避免在模板上集中堆放材料和设备。

9.6.8 饰面清水混凝土模板胶合板面板切口处应涂刷封边漆，螺栓孔眼处应有保护垫圈。

9.6.9 不应在已支好的模板上挂、靠重物；已安装完的模板，不应作为临时堆料和作业平台；不应在楼梯踏步模板吊帮上踩踏，应搭设跳板，保护模板的牢固和严密。

- 9.6.10** 拆模时，不应用大锤硬砸或撬棍硬撬，不应损伤混凝土表面和棱角；不应将模板直接从高处扔下，以防模板变形、损坏。
- 9.6.11** 顶板模板拆除时，钢管、卡具、上下托等应轻拿轻放，不应碰撞已浇筑的混凝土；拆除胶合板模板时不应乱扔乱抛，应逐块传递，清理干净。
- 9.6.12** 拆除的模板和支撑、加固件、连接材料，应清理粘结物，涂刷脱模剂，并分类堆放，如发现模板面不平或肋边损坏变形应及时修理，并补刷防锈剂，胶合板侧边应补刷封口漆；
- 9.6.13** 拆下的模板应轻轻吊离墙体，放在存放位置清理后准备周转使用；应避免模板层叠放置，拆除的夹具、螺栓、穿墙拉杆等应及时清理，并分类码放。
- 9.6.14** 为避免划伤模板，在单元模板拆除前应割除预留的 PVC 管，拆除时宜在模板与结构之间塞入木楔子，不得使用撬棍直接撬动单元模板，避免模板和结构面的损坏。
- 9.6.15** 进行电气焊作业时，应有有效保护措施，不应烧坏胶合板。
- 9.6.16** 不应随意在模板面用电、气焊开孔。
- 9.6.17** 拆除单元模板应及时运至加工厂，清理表面杂物，轻微损伤可用原子灰修补，打磨平整，刷养护剂养护，分类放置到相应区域存放，单元模板应苫盖，避免受潮变形。
- 9.6.18** 单元模板局部损伤过大，应及时更换，更换下来清水模板可降级做普通模板使用。
- 9.6.19** 模板蝉缝处残留杂质应清理干净。
- 9.6.20** 堵头等零件应清理干净，保证下次使用时与模板接触良好，防止损伤模板。

9.7 注意事项

- 9.7.1** 清水模板的设计应根据模板周转使用部位和建筑设计要求出具完整的加工图和现场安装图，每块墙模板应进行设计编号，模板的配置应充分考虑清水混凝土的成品效果。
- 9.7.2** 模板加工应严格按照设计方案进行，严格控制加工精度，保证模板的平整、方正及接缝严密。同规格尺寸的模板应具有互换性。
- 9.7.3** 清水模板在制作和施工中，其表面不应有破坏痕迹，不应随意打孔，应做好成品保护，当有局部微小破痕时应及时用原子灰修补。
- 9.7.4** 板材、方木的切割和刨平全部应由机械完成，规格尺寸应一致，板面应进行逐块检验，板边不应出现毛边或破损，同时端面应进行封边处理；方木应两面刨平，确保所有方木表面平整、厚度一致。
- 9.7.5** 模板板面应进行打孔，孔径要一致，孔位应根据深化设计效果排列，打孔时应从板面与混凝土接触面向背面进行成孔。打孔完成，应进行封边处理。

9.7.6 模板面板与龙骨、明缝条与模板板面的连接，宜采用沉头螺钉连接，沉头螺钉进板深度宜为 1.2mm，并用原子灰将凹坑填满，略微高出模板表面，干燥后可用细砂纸打磨，磨平后使用。

9.7.7 模板加工成型后，对于能预拼的模板应进行预拼装，对于木模板面板的拼缝应进行防漏浆、失水处理，处理后的拼缝应保持与面板平整。

9.7.8 模板底部应提前用砂浆找平，不应底部漏浆。

9.7.9 混凝土浇筑时，应检查模板是否有漏浆、变形情况，并应及时纠正。

9.7.10 安装墙柱模板时，应随时支撑固定，防止倾覆。预拼装模板的安装，应边就位、边校正、边安设连接件，并加设临时支撑稳固。

9.7.11 拆除承重模板，应设置临时支撑，防止突然整块塌落。

10 液压爬升模板

10.1 材料要求

10.1.1 爬升模板面板宜选用全钢大模板、铝合金模板、铝框塑料板模板、组合式带肋塑料模板等。高度在 100m 以内的爬模工程可选择木梁木（竹）胶合板模板，应选用优质面板，面板的周转使用次数应能满足爬模高度需要。模板面板的更换不应影响工程施工进度和施工安全。

10.1.2 钢模板应符合现行行业标准《建筑工程大模板技术规程》JGJ/T 74 的规定，胶合板应符合现行国家标准《混凝土模板用胶合板》GB/T17656 的规定，组合式带肋塑料模板、铝框塑料板模板应符合现行行业标准《建筑塑料复合模板工程技术规程》JGJ/T 352、《塑料模板》JG/T 418 的规定，铝合金模板应符合现行行业标准《组合铝合金模板技术规程》JGJ 386 的规定。

10.1.3 架体、吊架、纵向连系梁、桁架等构件所用钢材应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 中 Q235—A 钢的规定。架体、纵向连系梁、桁架等构件中所采用的冷弯薄壁型钢，应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定；锥形承载接头、承载螺栓、挂钩连接座、导轨、防坠爬升器等主要受力部件，所采用钢材的规格和材质应由设计确定。

10.1.4 爬模生产厂家所使用的各类钢材均应有供货单位提供的产品合格证及材质证明，并应符合设计要求和现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。对于锥形承载接头、承载螺栓，除应有钢材生产厂家产品合格证及材质证明外，还应提供生产厂家的材料复检报告。

10.1.4 操作平台板宜选用钢跳板、铝合金跳板，应与纵向连系梁可靠连接。贴墙翻板、平台翻板、爬梯、护栏网、栏杆均应采用金属材料制作。

10.2 主要机具

10.2.1 主要机械应包括塔吊、履带吊、汽车吊、油缸、千斤顶等。

10.2.2 主要机具应包括搬手、铁锤、铲刀、撬棍、角磨机、切割机、气割电焊设备、千分尺、万用表等工具。

10.3 作业条件

10.3.1 爬升模板设计应符合下列规定：

- 1 单块大模板可由若干标准板组拼，内外模板之间的对拉螺栓位置应相对应；
- 2 单块大模板至少应配置两组架体、模板支架或滑车吊架，两组架体、模板支架或滑车

吊架之间应平行，弧形模板的架体投影轴线应与该弧形的中点线平行；

3 高层建筑模板高度应按结构标准层高配置，内模板高度应为楼层净空高度加混凝土剔凿高度，并应符合建筑模数制要求；外模板高度应为内模板高度加下接高度；无内模板的结构，其模板高度应按施工层高度加下接高度配置；

4 角模宽度尺寸应留足两边平模后退位置，角模与大模板企口连接处应留有退模空隙。对于与外墙爬模配合施工的阳角模板，应采用柱模形式；

5 钢模板的平模、直角角模及钝角角膜宜设置脱模器。锐角角模宜做成柔性角模；

6 背楞应具有通用性、互换性；背楞槽钢应相背组合而成，腹板间距宜为 50mm。背楞连接孔应满足内侧与模板连接，外侧与架体连接的要求，背楞之间应设芯带或短背楞进行加强连接。

7 对模板厚度大于 100mm 的大钢模板、模板厚度大于 120mm 的铝合金大模板或铝框塑料板大模板可不另设背楞，但模板应设连接件与架体连接；

8 当核心筒外墙采用爬模、内侧采用支模施工工艺时，内外模板宜采用铝合金模板或组合式带肋塑料模板。当外侧采用全钢大模板、铝框塑料板大模板或全铝合金大模板进行爬模，内侧及其余内墙采用铝合金模板、组合式带肋塑料模板等进行散装支模时，爬模模板的背楞间距、对拉螺栓孔间距应按支模工艺的内模板间距设置；

9 模板吊挂安装在上架体时，模板背面宜设可调丝杠或水平油缸与上架体连接；

10 爬升模板应由专业生产厂家设计、制作，应进行产品制作质量检验。架体使用数量及布置设计应满足具施工地区的自然条件、施工高度、工程具体结构形式、工程特殊部位的施工处理及要求。进场前应提供产品合格证及至少两个机位的爬模装置试验检测报告；

11 爬升模板施工应制定专项施工组织实施方案，对设备使用、工程施工过程应进行详细说明，并应对牛腿、变截面、附着辅助支撑等特殊施工过程进行专项设计；

12 爬升模板应设计双点附着装置，设计应具有自锁功能的防坠落爬升器，设计防坠落、防倾覆装置。架体各层作业平台之间、设备与建筑结构之间的楼梯通道，应设计防护围栏和警示标牌。架体应设计刚性全封闭的安全防护体系；

13 爬升模板关键承载部件的承载安全必须经过计算，设备荷载应严格按照规范规定进行；

14 爬升模板设计应满足施工工艺要求，每层操作平台的使用功能应明确，并应考虑到施工操作人员的工作条件，钢筋绑扎应在模板上口的操作平台上进行；

15 爬升模板应设置栏杆、护栏网、翻板、爬梯、防火通道、与施工升降机相连的专用吊架等安全防护设施；

16 爬升油缸的规格应根据计算确定，油缸的额定荷载不应小于最大间距处机位工作荷

载的 2 倍，油缸机位间距不宜超过 5m，电路应有漏电和接地保护，应具有多点同步控制措施。当机位间距内有门窗洞口采用梁模板时，间距不宜超过 6m；弧形结构设置机位时，间距应按结构体截面中心线弧长计算，且不宜超过 5m；

17 爬升模板架体上架体高度宜为 2 倍层高，并应满足支模、脱模、绑扎钢筋和浇筑混凝土操作需要。下架体高度宜为 1 至 1.5 倍层高，应满足油缸、导轨、挂钩连接座和吊平台的安装和施工要求；宽度不宜超过 2.4m，应满足模板水平移动空间需要，并应满足导轨爬升、模板清理和涂刷隔离剂要求；

18 固定在墙体预留孔内的承载螺栓在垫板、螺母以外长度不应少于 3 个螺距，垫板尺寸不应小于 100mm×100mm×10mm；锥形承载接头应有可靠锚固措施，锥体螺母长度不应小于承载螺栓外径的 3 倍，预埋件和承载螺栓拧入锥体螺母的深度均不得小于承载螺栓外径的 1.5 倍；当锥体螺母与挂钩连接座设计成一个整体部件时，其挂钩部分的最小截面应按承载螺栓承载力计算方法计算；

19 防坠爬升器与油缸两端的连接应采用销接；防坠爬升器内承重棘爪的摆动位置应与油缸活塞杆的伸出与收缩协调一致，棘爪应支承在导轨的梯挡上；

20 导轨设计应具有足够的刚度，其变形值不应大于 5mm；导轨的设计长度不应小于 1.5 倍施工层高。导轨应能满足与防坠爬升器相互爬升的要求，导轨梯挡间距应与油缸行程相匹配。

10.3.2 爬升模板加工应符合下列规定：

1 爬升模板加工应按照设计图纸和工艺文件进行，产品出场时应提供产品合格证和检测报告；

2 爬升模板各种部件成批下料前应制作样件，经检查确认其达到规定要求后方可进行批量下料、组对；对架体、桁架、弧形模板等应放大样，在组对、施焊过程中应定期对胎具、模具、组合件进行检测，半成品和成品质量应符合要求；

3 爬升模板各种部件焊接应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。焊接质量应全数检查。构件焊接后应及时调直、找平；

4 除钢模板正面外，其余钢构件表面应喷涂防锈漆，模板正面宜喷涂耐磨防腐涂料或长效隔离剂。锥形承载接头、承载螺栓、导轨以及各类丝杠表面不宜喷涂防锈漆；

5 当门窗洞口位置有爬升机位时，如梁高不能满足附墙装置的充分受力，应设置混凝土下拉墙垛、混凝土通柱或格构式辅助支撑，辅助墙体内配筋应满足爬模附着受力要求，格构式辅助支撑的设计应满足爬模附着受力要求。

10.3.3 应对锥形承接头、承载螺栓中心标高和模板底标高进行复测，当模板在楼板或基础底板上安装时，对高低不平的部位应做找平处理。

10.3.4 应对爬模安装标高的下层结构外形尺寸、预留承载螺栓孔、锥形承接头进行检查，对超出允许偏差的结构应进行剔凿修正。

10.3.5 门窗洞口位置有爬升机位时，应提前设置支撑架，作为导轨和架体上升时附墙的支撑体。

10.4 操作工艺

10.4.1 爬升模板施工工艺宜按图 10.4.1 规定的流程进行：

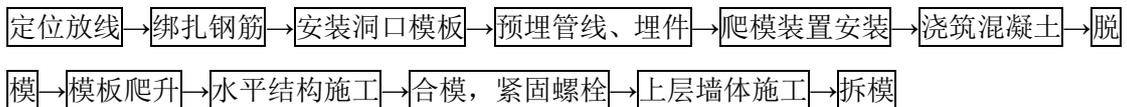


图 10.4.1 爬升模板安装施工工艺流程

10.4.2 模板安装前，应弹出结构轴线、截面边线、模板定位线、提升架中心线、门窗洞口线等。

10.4.3 模板之间的拼缝应平整严密，板面应清理干净，隔离剂涂刷应均匀。模板安装后应逐一检查对角线并进行校正。阴角模宜后插入安装，阴角模的两肢应与相邻模板紧密搭接。

10.4.4 爬模下架体下挂高度通常为两层，第二层钢筋应在爬模装置安装前进行绑扎，从第三层开始，钢筋应随模板随升随绑。

10.4.5 爬模下架体下挂高度通常为两层，第二层门窗洞口模板及预埋管线、埋件应在爬模装置安装前埋设，从第三层开始，应随模板随升随埋设。

10.4.6 爬升模板安装操作应符合下列规定：

- 1 安装前检查所有运往现场的零部件质量和数量，符合要求后方可安装使用；
- 2 安装锥形承接头前，应在模板相应位置上钻孔，采用配套的承载螺栓连接；固定在墙体预留孔内的承载螺栓套管，安装时应在模板相应孔位用与承载螺栓同直径的对拉螺栓紧固，其定位中心允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ，螺栓孔和套管孔位应有可靠封堵措施；
- 3 在结构墙体混凝土强度达到 15MPa 后，可在预埋孔处安装 M36/M48 直径的承载螺栓；
- 4 预埋孔处墙面应平整，如不平整应对墙面进行打磨；前后螺杆丝扣应露出 3 扣以上，且垫板一侧螺栓应使用双螺母固定；螺母应拧紧以确保附墙座与墙面的充分接触；
- 5 架体宜先在地面预拼装，后用起重机械吊入预定位置。架体平面应垂直于结构平面，

架体安装应牢固。整体拼装完成的架体不宜二次倒运，不得层叠堆放；

6 爬模上所有零部件的连接螺栓、销轴、锁紧钩及楔板应拧紧并锁定到位，并应用弹簧垫圈、弹簧销或开口销定位保险。经常插、拔的零件应用细钢丝拴牢；

7 架体支承跨度的布置，不应超过液压油缸的顶升能力。两附墙点直线布置间距不宜大于 6m；弧形结构设置机位时，布置间距不宜大于 5m；

8 水平连系梁及下架体在两相邻附着支承装置处的高差应不大于 20mm；

9 下架体的防倾、导向装置垂直偏差应不大于 5‰或 30mm；

10 上架体主承力点以上部位为悬臂端。爬模在正常使用阶段时，核心筒洞口位置对应的外墙爬模悬臂端的第二层水平连系梁下口位置焊接长度应为 30cm，钢管与结构洞口位置的地锚应进行刚性拉接固定，以减少风荷载对架体的影响。应在核心筒外墙爬模拐角及分段位置的上两层水平连系梁下口焊接 30cm 的钢管，应通过钢管将核心筒外墙爬模拉接为一个整体；

11 架体主操作平台和最底层操作平台与墙体之间应设置推拉式封板及可折起的翻板构造，保证架体主操作平台和底层操作平台与建筑物表面在爬升过程中和正常使用时的间隙，爬升过后应及时将推拉式封板及可折起的翻板恢复为封闭状态，防止物料坠落；

12 铺设架体各操作平台时，应搭设定型钢梯，以使架体上下形成一个通道，在洞口处设警示标志；

13 爬模安装到位后，应及时铺设平台板及外立面钢板防护安全网。铺设平台板时应考虑架体单元体之间爬升时留有 100mm 左右的间隙，并设置翻板结构，以防止爬升时相互碰撞。架体的底层和外围侧面，以及爬升时的架体开口端的各平台相应位置均应加一道护身栏杆，并进行全封闭防护，爬升时不得进行与爬模爬升无关的其他工种作业；

14 所有的附加钢管的搭设都应通过扣件与架体进行刚性固定；

15 架体安装完成并验收合格后，应绑扎墙体钢筋，将模板安装在架体的模板支撑架上并进行连接固定，宜用可调丝杠调节模板截面尺寸和垂直度。

10.4.9 爬升模板爬升操作应符合下列规定：

1 机位的预埋套管预埋时应控制垂直度，偏差应控制在 $\pm 5\text{mm}$ ；

2 设备爬升时应先爬升导轨，操作电控设备提升导轨，入位后检查确保固定牢固。提升导轨时操作人员不得站在导轨上端；

3 液压爬模架导轨的爬升过程中可同时绑扎上层墙体钢筋，钢筋绑扎完毕后应及时进行上层预埋套管的安装；

4 架体的爬升应符合下列规定：

1) 爬升前，应对架体进行全面清理，不得有任何活动物件、重物杂物放置在架体上；打开临近架体或拐角防护网并应做好局部防护；打开操作平台与墙体、操作平台之间的翻板；断开拉结钢管，应拆除墙体外伸的阻碍爬升的障碍物，在导轨支腿位置应加支垫块，架体应检查合格后方可爬升。

2) 爬升时，应松开架体防倾调节支腿，拔掉架体固定插板，操作电控系统微顶架体；爬升过程中，收缸时下防坠爬升器凸轮摆块应支撑在导轨踏步块的上口，确保不空顶；出缸时上防坠爬升器凸轮摆块应支撑在导轨踏步块的上口，确保不下沉。架体爬升至上一层后，应及时插上固定插板，打紧架体防倾调节支腿。合上翻板，应恢复架体与平台防护。

3) 墙体发生变截面，截面变化大于 5cm 时应加垫变截面垫板进行爬升。

10.4.10 爬升模板脱模操作应符合下列规定：

1 当混凝土强度能保证其表面及棱角不因拆除而受损，或混凝土强度达到 1.2MPa 后，可开始脱模；

2 脱模前应先取出对拉螺栓；

3 检查模板钩应无缺失现象，模板钩与模板应紧固连接；

4 应敲打模板上端以消除或减少模板与墙体混凝土表面的吸附力，同时应调节一组架体上的可调斜撑，使模板向后倾斜；

5 应清理主梁齿条上的杂物，拔出滑车楔板，对一组架体应用专用扳手同时操作将模板退出，退出最大离墙面距离应为 700mm~1000mm；

6 模板退出到位后，应立即用滑车楔板将滑车锁定，同时应调节可调斜撑，使模板垂直；

7 每完成一次脱模应清理模板表面，均匀涂刷优质脱模剂；

8 大模板宜采用分段整体进行脱模；

9 阴角模脱模后应与大模板分离，随架体一同爬升。

10.4.11 模板爬升到位后，应用活动支腿丝杠推送到位进行合模，对拉螺栓应紧固。爬模可继续循序轮回施工。

10.4.12 水平结构施工应符合下列规定：

1 模板下口爬升到达上层楼面标高后，应支楼板底模或铺设压型钢板，绑扎楼板钢筋，浇筑楼板混凝土；

2 当采取连续爬模，之后进行楼板施工时，应得到结构设计单位的认可，并应经计算

确定滞后施工层数。

10.4.13 爬升模板拆除操作应符合下列规定：

- 1 拆除应明确平面和竖向拆除顺序；
- 2 在起重机械力矩允许范围内，平面应按大模板分段，如果分段的大模板重量超过起重机械的最大重量，可将其再分段；
- 3 采用油缸和架体的爬模装置，垂直方向可分模板、上架体、下架体和导轨分别拆除。采用千斤顶和提升架的爬模装置垂直方向可不分段，进行整体拆除；
- 4 最后一组爬模拆除时，应留有操作人员撤退的通道或脚手架。

10.5 质量标准

10.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 承载螺栓、支撑杆和导轨主要受力部件应满足强度、刚度和稳定向要求；
- 2 模板安装后应保证整体的稳定性，确保施工中模板不变形、不错位、不涨模。

10.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 爬模装置组装允许偏差应符合表 10.5.2 的规定；

表 10.5.2 爬模装置组装允许偏差

内容		允许偏差 (mm)	检查方法
模板结构轴线与相应结构轴线位置		3	吊线及尺量检查
组拼成大模板的边长偏差		±3	钢尺
组拼成大模板的对角线偏差		5	钢尺
模板平整度		3	2m 靠尺及塞尺检查
模板垂直度		3	吊线及尺量检查
背楞位置偏差	水平方向	3	吊线及尺量检查
	垂直方向	3	吊线及尺量检查
架体	平面内	3	吊线及尺量检查
	平面外	3	吊线及尺量检查
架体横梁相对标高差		5	水平仪检查
油缸位置安装偏差	架体平面内	5	吊线及尺量检查
	架体平面外	5	吊线及尺量检查
导轨垂直偏差		3	2m 靠尺检查

2 爬升模板安装允许偏差与检验方法，应符合设计图纸及生产任务单、工程专项施工组织设计方案、《建筑结构荷载规范》GB50009、《钢结构设计规范》GB50017、《液压爬升模板工程技术规程》JGJ195等的规定要求。安装后应进行安装质量验收；

- 3 模板拼缝应平整、接缝应严密，模板与混凝土接触面应清理干净，均匀涂刷隔离剂；
- 4 架体安装应牢固，立柱与外挑梁之间宜留有间隙；
- 5 架体爬升装置、立柱滑轮、活动支腿丝杠等部位应转动灵活；
- 6 爬模安装验收依据应以各爬模厂家企业标准为准。

10.6 模板维护

10.6.1 爬升模板应做到每层清理、涂刷脱模剂，并应对模板及相关部件进行检查、校正、紧固和修理，对丝杠、滑轮、滑道等部件应进行注油润滑。

10.6.2 施工时架体上操作平台施工荷载不应大于 5.0kN/m^2 ，下操作平台施工荷载不应大于 1.0kN/m^2 。与爬模无关的其它材料均不应在架体上堆放，不得超载。

10.6.3 五级及以上大风应停止作业，大风前应检查架体悬臂端拉接状态是否符合要求，大风后应对架体做全面检查符合要求后方可使用，冬天下雪后应清除积雪并经检查后方可使用。

10.6.4 架体爬升完毕或清理模板完毕，应立即将架体上的模板靠近墙体，并应用模板对拉螺栓将模板与墙体进行刚性拉接，上架体应与结构做刚性拉接，确保架体悬臂端有足够的稳定性。

10.6.5 每施工 3 层应对导轨、主梁齿条、可调斜撑、架体防倾调节支腿、防坠爬升器等装置进行保养，以保证架体的正常使用；当施工暂停时，应每月进行保养。

10.6.6 架体除爬升过程中外，均应对架体的悬臂端用钢管将其与结构进行刚性拉接固定；架体拐角及分段位置应用钢管进行拉接，使架体交圈拉接为一整体。

10.6.7 施工过程中，不得借助架体进行任何形式的拉拽与支顶。

10.6.8 液压控制台、油缸、千斤顶、油管、阀门等液压系统应每月进行一次维护和保养，并做好记录。

10.6.9 脱模前应了解混凝土强度情况，确保混凝土表面及棱角不受影响方可脱模。

10.6.10 钢筋绑扎及预埋件的埋设不得影响模板的就位及固定，起重机械吊运物件时不得碰撞爬模装置。

10.6.11 导轨和导向机构应保持清洁，去除黏结物，并应涂抹润滑剂，导轨爬升应顺畅、导向滑轮滚动应灵活。

10.6.12 爬模装置拆除和地面解体后，应对模板、架体、操作平台等部件应及时进行清理、涂刷防锈漆，对丝杠、滑轮、螺栓等清理后，应进行注油保护；所有拆除的大件应分类堆放，小件分类包装。

10.6.13 因恶劣天气、故障等原因停工，复工前应进行全面检查，并应维护爬模装置和防护措施。

10.6.14 架体回厂后应按照规定及时进行维修、保养、存放，应及时清理液压系统中的存油，避免油路管线的老化腐蚀。电器系统的线路、元器件、管线应及时进行检查、维修。

10.7 注意事项

10.7.1 一般注意事项应包括下列内容：

- 1 爬模施工应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80 的有关规定；
- 2 施工作业时，应严格按照设计图纸要求和施工操作规程进行；
- 3 进入施工现场，应戴好安全帽，高处作业应系好安全带；
- 4 根据工程结构特点和施工因素选择的爬模装置和承载体，应满足爬模施工程序和施工要求；
- 5 爬模工程施工前应对爬模施工方案进行安全、技术交底，并应进行记录；
- 6 爬模装置安装完毕后，应进行验收，合格后方可使用；
- 7 爬模工程人员配置应符合下列规定：
 - 1) 设备操作人员应经过岗前培训、安全技术交底和体检，合格后方可持证上岗；
 - 2) 爬升模板施工应指定一名管理人员作为爬模总指挥，负责爬模安装、施工、爬升、拆除等阶段的统一指挥。应指定爬模专职安全员，负责爬模安装、施工、爬升、拆除等阶段关键工序施工时的旁站监管工作，同时应监督检查爬模施工的操作规程、安全规程执行情况，并做好记录。发现安全隐患或违规操作时，应立即制止；
 - 3) 凡患有高血压、心脏病、癫痫病、晕高症或视力不达标以及不适合高空作业的人员，不得作为爬模操作人员；
 - 4) 爬模操作人员应服从爬模厂家技术指导人员的指导，严格执行爬模的安全操作规程和技术要求；
 - 5) 爬模厂家应指定专业技术指导，负责爬模安装、施工、爬升、拆除等阶段的技术指导工作；

6) 应设专人负责对架体进行检查和保修。

12.7.2 爬升模板在安装过程注意事项应包括下列内容:

1 设备未经检查、验收,除规定的专职人员外,其他人员不得攀登。验收合格的架体任何人不得擅自拆改,需局部拆改时,应经设计负责人同意,并下达书面指令后,应由专职人员组织操作;

2 安装前应根据施工方案和设计要求,检查所有运往现场的零部件质量和数量,符合要求后方可安装使用;

3 在结构外墙上安装附墙座和固定套时,应利用上层钢筋、上层结构或上部架体系紧安全带;

4 安装工作面与地面之间应有可靠的通信联络。安装过程中应分工明确、各负其职,应实行统一指挥、规范指令。安装指令应由爬模总指挥一人下达,当发现有安全隐患时,应及时处理、排除并立即向总指挥反馈信息;

5 安装作业面上应有专人指挥塔吊,吊运不得碰撞爬模或操作人员;

6 爬模安装现场应有明显的安全标志,安装时应设围挡和警戒标志,并派专人看守,非操作人员不得入内;

7 爬模上所有零部件的连接螺栓、销轴、锁紧钩及楔板应紧固和锁定到位,并应用弹簧垫圈、弹簧销或开口销定位保险。经常插、拔的零件应有保险措施;

8 附墙装置的安装应符合使用要求,螺栓孔位偏差未达到要求的不得进行安装;

9 在有门洞的位置安装架体时,应提前做好导轨爬升时的门洞支撑架;

10 架体安装到位后应紧固,并应进行垂直度的检查和调节;

11 安装爬模用的临时脚手架防护栏杆高度不应低于 1.5m;

12 夜间不得进行架体的安装和搭设工作;

13 爬模爬架安装完毕后,应由总包项目部、监理单位、爬模厂家等单位相关负责人共同进行安装检查验收,验收合格签字后方可投入使用;

14 安装过程中如遇大风,应对已安装部位的悬臂端用钢管将其与结构进行刚性拉接固定,拉接水平间距不应大于 3m,待大风天气停止后再进行安装作业。

10.7.3 爬升模板在结构施工阶段的注意事项应包括下列内容:

1 施工过程中应做好自检、互检、交接检验收的三级检查制度;严格工序管理,认真做好工程的检测和记录;

2 爬模施工应与整个工程综合设置防火、安全、逃生通道;操作平台上应按消防要求

设置灭火器。在设备架体作业平台上进行电、气焊作业时，应有防火措施，且应有专人看守；

3 架体现场拆装过程中，材料应轻拿轻放，不得抛掷。应加强人为噪声的控制；

4 架体使用中应对电器、油路进行封闭保护处理，设计专用电器箱，对液压系统应采用安装防尘套，防止各种泄漏；

5 爬模施工临时用电线路架设及架体接地、避雷措施等应符合现行国家标准《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194 的规定；

6 当爬模装置采用智能控制系统对爬模升差、操作平台超载、失载进行监控和声光报警时，应在出厂前进行试验和检测，在确认控制功能可靠后方可投入使用；

7 爬模架体的各层平台和安全通道，照明应充足，并应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的规定；

8 爬模架体的使用期间，不得对架体生拉硬拽及支顶，不得借助爬模架体进行模板的合模、退模、钢筋墙体的校正，不得借动手动葫芦进行退模与校模，爬模架体水平方向不得受力；

9 爬模架体的悬挑部位，不得堆放物料。操作平台上应在显著位置标明允许荷载值，架体上堆放物料时应铺开散放避免集中堆载，不得超载。爬模架上不得堆放重物及大型设备；

10 每层墙体均应预埋地锚，架体爬升后架体悬臂端应用钢管将其与墙体地锚进行刚性拉接固定，拉接水平间距不得大于 3m；

11 五级（含五级）以上大风、雨、雪、浓雾和雷雨等恶劣天气时应停止作业。冬天下雪后应清除爬模架体上的积雪，并经相关方联合检查验收合格后方可使用；

12 施工作业时，应按照设计图纸要求和爬模安全操作规程进行；

13 爬模专职操作人员在爬模的使用阶段每日应至少两次巡视、检查和维护爬模的各个连接部位；确保爬模的各部位按要求进行附着固定；

14 在爬模上进行施工作业的其他人员如发现爬模有异常情况时，应立即通知爬模专职操作人员进行及时处理；

15 非爬模架专职操作人员不得随便搬动、拆卸、操作爬模架上的各种零配件和电气、液压等装备；

16 设备使用应制定应急措施。爬模架施工现场应设置明显的安全标志。

10.7.4 爬升模板在爬升过程注意事项应包括下列内容：

1 爬升时架体上不得有任何活动材料；

2 爬升施工应建立专门的指挥管理组织，制定管理制度，液压控制系统操作人员应进

行专业培训，合格后方可上岗操，其他人员不得操作；

3 非标准层层高大于标准层层高时，爬升模板可多爬升一次，模板上口应到达设计标高；非标准层层高小于标准层层高时，混凝土应按实际高度要求浇筑。非标准层应同标准层一样在模板上口以下规定位置预埋锥形承载接头或承载螺栓套管；

4 爬升指令应由爬模总指挥签发，爬升前应对架体进行检查，书面确认符合要求后方可进行爬升；

5 爬升前应逐一检查附墙座和固定套的安装情况，确保附墙座和固定套应充分贴紧墙面。附墙座和固定套处于悬空状态或半悬空状态，不得爬升架体。墙面不平整且未修复状态下，不得爬升架体；

6 导轨爬升应由油缸和上、下防坠爬升器自动完成，爬升过程中应设专人监视，及时检查爬升箱的凸轮摆块工作状态是否正确、到位。导轨应准确插入上层挂钩连接座；

7 爬升时，相关负责人应旁站监督，非爬升操作人员不得站在架体上，不得在爬模周围工作面上进行施工作业。架体下方应提前拉设警戒线，放置警戒标志，人员不得进入警戒线内，爬升时不得进行交叉作业；

8 爬升时，应安排2名专职作业人员分别在架体的最顶部及最底部进行巡视，观察爬升过程中是否存在安全隐患。任何人员发现爬升安全隐患或异常情况时均应下令停止爬升，待安全隐患消除后方可继续爬升架体；

9 架体可分段或整体同步爬升，同步爬升每段相邻机位间的升差值不宜大于 $1/200$ ，整体升差值不宜大于 50mm；

10 爬升时，应严格按照爬模安全操作规程进行操作。爬升期间操作人员不得中途离开。爬模操作人员均应经过安全技术交底及相关考核，考核合格后持证上岗，不得临时更换人员；

11 爬升过程中如遇大风，应停止一切爬升作业，切断电源，架体悬臂端应用钢管将其与墙体或内外架体间进行上下两排刚性拉接固定，拉接水平间距不得大于 3m，待大风天气停止后再进行爬升作业；

12 爬升到位后，应立即打紧支腿，收缸整理电缆线，封闭各翻板推拉板，恢复架体的水平防护和立面防护，使架体从爬升状态转入施工固定状态。在未完成架体固定工作前，操作人员不得擅自离岗或下班，未办理交付使用手续的，不得投入使用；

13 爬升后，项目部应组织相关分包进行联合检查，严格按照爬升后检查验收表中内容逐一排查，并书面确认符合要求后方可投入使用；

14 遇五级（含五级）以上大风和大雨、大雪、浓雾和雷雨等恶劣天气时，不得进行爬

升作业，夜间不得爬升导轨或架体。

10.7.5 爬升模板在拆除过程注意事项应包括下列内容：

- 1 爬模拆除前，应清除影响拆除的障碍物，清除平台上所有的剩余材料和零散物件；应切断电源后，拆除电线、油管；不得在高空拆除挑板和栏杆；
- 2 爬模拆除前，现场应对清理完的爬模架进行拆除前检查验收，验收合格签字后方可拆除；
- 3 爬模拆除应由爬模总指挥和总承包项目部总工程师签发书面拆除通知后方可进行；
- 4 爬模拆除前，应对爬模操作人员进行安全技术交底。在拆除爬模时，应严格按照安全技术交底、专项施工方案、安全操作规程等安全技术文件的要求进行；
- 5 拆除工作面与地面之间应有可靠的通信联络。拆除过程中应分工明确、各负其责，应实行统一指挥、规范指令。拆除指令应由爬模总指挥一人下达，当发现有安全隐患时，应及时处理、排除并立即向总指挥反馈信息；
- 6 爬模整体拆除前应对每组拆除单元进行有效加固，方可整体拆除；
- 7 拆除最后一组爬模时，应留有操作人员撤退的通道或脚手架；
- 8 拆除作业面上应有专人指挥塔吊，吊运不得碰撞爬模或操作人员；
- 9 爬模拆除现场应有明显的安全标志，拆除时应在地面坠落范围外设围挡和警戒标志，并派专人看守，安全管理人员及监理人员需进行旁站，非操作人员不得入内；
- 10 拆除爬模用的临时脚手架防护栏杆高度不应低于 1.5m；
- 11 不得在夜间进行架体的拆除工作；
- 12 拆除过程中如遇大风，未拆除部位的悬臂端应用钢管将其与结构进行刚性拉接固定，拉接水平间距不得大于 3m，待大风天气停止后再进行拆除作业；
- 13 拆除时，爬模操作人员应将安全带系于建筑结构上或施工钢管操作架上，防止失稳造成坠落事故；
- 14 每起吊一组架体前，操作人员应离开，作业人员不得随爬模起吊；
- 15 遇四级（含四级）以上大风和雨雪天气、浓雾和雷雨天气时，不得进行架体的拆除工作，并应预先采取加固架体的措施；
- 16 拆除工作因故不连续时，应对未拆除的架体采取可靠固定措施；
- 17 拆除时有管线阻碍不得任意割移，向项目部确认后方可割移；
- 18 拆除时，操作人员应注意构件解除连接后的突弹情况，不得踩在滑动的杆件上操作；
- 19 拆除时，所有紧固连接件应从架体上拆除，不得携带紧固连接件拆除；

20 拆除中途不得随意换人，如需更换，应进行安全技术交底、培训合格，并经项目部同意后持证上岗。

11 地下室底板及导墙模板

11.1 材料要求

11.1.2 木模板可采用竹木胶合板，其性能应符合现行国家标准《混凝土模板用胶合板》GB/T 17656 的规定。木龙骨的规格尺寸，材料性能，应符合专项施工方案的要求。

11.1.3 加固用钢管宜采用 $\Phi 48 \times 3.6\text{mm}$ 钢管，钢管应采用现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T13793 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T3091 中规定的 Q235 普通钢管；钢管的材质质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 中 Q235 级钢或《低合金高强度结构钢》GB/T1591 中 Q355 级钢的规定。

11.1.4 扣件材料标准准符合国家现行标准《钢管脚手架扣件》GB15831 要求，及《钢板冲压扣件》GB24910 的要求。

11.1.6 多孔砖及多孔砌块应符合现行国家标准《烧结多孔砖和多孔砌块》GB13544 的规定；空心砌块应符合现行国家标准《烧结空心砖和空心砌块》GB/T 13545 的规定。

11.1.7 烧结普通砖和烧结多孔砖砌体砂浆强度的最低等级不应低于 M2.5，蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖砌体砂浆强度的等级不应低于 M5。

11.2 主要机具

11.2.1 主要机械应包括塔吊、汽车吊、运砖车、双轮手推砂浆车等。

11.2.2 主要机具应包括木工机床，手持锯、手锤、扳手、钢卷尺、靠尺、线坠、经纬仪、水准仪、存放砂浆灰桶、运砖钢筋夹子、瓦刀、料斗、灰桶等。

11.3 作业条件

11.3.1 模板应按图加工、制作，模板企口缝连接紧密，强度、刚度及形状尺寸应符合施工要求，通用性强的模板宜制作成定型模板。

11.3.2 应根据施工图纸完成配模，配模后应复验。

11.3.3 模板施工前应按照设计图纸完成模板预拼装。

11.4 施工工艺

11.4.1 地下室底板及导墙模板施工工艺宜按图 11.4.1 规定的流程进行：

定位放线→砌筑砖砌导墙→导墙抹灰→防水铺设→施工防水保护层→钢筋绑扎→支设外墙吊模→安装止水钢板→浇筑底板混凝土→浇筑外墙导墙混凝土→模板拆除

图 11.4.1 地下室底板及导墙模板施工工艺流程

11.4.2 地下室底板及导墙模板施工定位放线应符合下列规定：

- 1 可先用经纬仪引测建筑物的边柱轴线，并以该轴线为起始线，引出每条轴线；
- 2 模板放线时，应根据施工图弹出模板内外边线和中心线以便于模板的安装和校正；
- 3 可用水准仪将建筑物水平标高根据模板实际要求直接引测到模板安装位置，在无法直接引测的部位，应间接的过渡引测点。

11.4.3 基础底板可利用砌筑导墙作为外侧模，砌筑导墙应符合下列规定：

- 1 导墙高度应高于基础底板 60mm；当导墙高度小于 800mm 时，砌筑厚度不应小于 120mm，每隔 2m 应砌筑 240mm×240mm 砖垛；当导墙高度大于 800mm 时，砌筑厚度不应小于 240mm，每隔 2m 应砌筑 370mm×370mm 砖垛；
- 2 砌筑基础前应用钢尺校核放线尺寸，铺浆法砌筑时，铺浆长度不应超过 750mm，施工期间气温超过 30℃ 时，铺浆长度不应超过 500mm；
- 3 在砖砌体转角处、交接处应设置皮数杆，皮数杆间距不应大于 15m，并应在相对两皮数杆的砖上边线处拉准线。

11.4.4 导墙砌筑完成后，进行抹灰施工，抹灰厚度应按照施工方案进行，保证平整。

11.4.5 导墙施工完成后，应按照设计要求先进行底板防水施工，验收合格后，再进行防水保护层施工，导墙模板下部应是已完成防水保护层施工的砖胎膜，最后应进行底板钢筋绑扎施工。

11.4.6 导墙、反梁、电梯基坑模板均为吊帮支模时，面板应采用不小于 15mm 厚木模板，吊帮模板下端应设置托架。

11.4.7 距外墙导墙高度 200mm 处应设一道穿墙螺栓，螺栓应为工具式止水螺栓，钢板止水带固定可利用止水螺栓上的方形止水环。止水钢板应居中安装在导墙吊模中间，槽口面向迎水面方向。

11.4.8 混凝土浇筑时，应先浇筑底板混凝土，在浇筑外墙导墙混凝土；导墙内混凝土应在底板混凝土初凝阶段完成浇筑，避免形成冷缝。

11.4.9 拆模程序应遵循先支后拆，后支先拆的原则。

11.4.10 侧模拆除应以混凝土强度能够保证拆模不损坏棱角为宜。

11.5 质量标准

11.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 模板材料的技术指标应符合国家现行有关标准的规定和专项施工方案的要求，进场应抽样检验模板的外观、规格和尺寸；

2 模板及支架的安装质量，应符合国家现行标准和专项施工方案的要求；

3 支架竖杆或竖向模板安装在土层上时，土层应坚实、平整，承载力或密实度应符合专项施工方案的要求，且应有防水排水措施。

11.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 模板拼缝应平整、接缝应严密，模板与混凝土接触面应清理干净，均匀涂刷隔离剂；

2 模板内不应有杂物、积水等，冬期施工时，模板内不应有积雪；

3 模板与混凝土的接触面应平整、清洁；

4 固定在模板上的预埋件、预留孔和预留洞不应遗漏，且应安装牢固，偏差应符合要求，板缝拼接宽度不应大于 2.5mm；

5 板缝、角与楼板处应贴海绵条，贴海绵条时应压入板厚一半；

6 支撑结构应牢固可靠，脱模剂不应污染钢筋和混凝土接茬处；

7 有防水要求混凝土构件的模板拼装时，所有穿墙螺栓不应设穿墙套管，混凝土构件应满足防水质量要求；

8 用作模板的地坪、胎模等应平整清洁，不应有影响构件质量的下沉、裂缝、起砂或起鼓；

9 模板、拉杆连接件应连接牢固，质量可靠，模板质量验收应符合表 11.5.2 的规定。

表 11.5.2 模板质量验收标准

项目		允许偏差 (mm)	检查方法
轴线位置		5	钢尺检查
底模上表面标高		±5	水准仪或拉线、钢尺检查
截面内部尺寸	基础	±10	钢尺检查
	柱、墙、梁	+4, -5	钢尺检查
层高垂直度	不大于 5m	6	经纬仪或吊线、钢尺检查
	大于 5m	8	经纬仪或吊线、钢尺检查
相邻两板表面高低差		2	钢尺检查
表面平整度		5	2m 靠尺和塞尺检查
预埋钢板中心线位移		3	拉线、尺量检查

预埋管、预留孔中心线位移		3	拉线、尺量检查
预埋螺栓	中心线位移	2	拉线、尺量检查
	外露长度	+10, -0	
插筋	中心线位移	5	尺量检查
	外露长度	+10, -0	

11.6 模板维护

- 11.6.1** 在运输及施工过程中，对配制好的各类模板应轻拿轻放，不得磕碰，临时堆放高度不宜过高。
- 11.6.2** 模板安装应轻起轻放，不应碰撞已完成结构件。
- 11.6.3** 模板安装时不应随意开孔洞，穿墙螺栓通过模板时，应在板缝中加设木条穿过。
- 11.6.4** 吊模应固定牢固，有防止模板偏移、浮动的固定措施。
- 11.6.5** 拆模时不应锤砸或撬棍硬撬，不应损伤混凝土表面和棱角。
- 11.6.6** 模板拆除后，应立即对模板的板面及缝隙进行全面彻底清理，模板使用后应进行定期维修、矫正。
- 11.6.7** 模板支护完成后，其他工种不应在模板上任意开洞或拆改模板。
- 11.6.8** 模板每次使用应清理板面，涂刷脱模剂，涂刷隔离剂时不应撒漏。

11.7 注意事项

- 11.7.1** 支模时应反复用线吊靠，支模完毕经校正后遇有较大冲撞时，应重新用线锤复核校正。
- 11.7.2** 当使用砌筑导墙作为基础筏板模板时，在钢筋绑扎过程中，应对防水接头进行保护。
- 11.7.3** 支撑时应控制其垂直偏差，并应固定牢靠，阴角模与模板之间接缝可用海绵条及胶带封堵。
- 11.7.4** 吊运模板时应有防止脱钩装置，吊运模板应使用卡环，使用卡环时应使销轴和环底受力。
- 11.7.5** 模板加工过程中应控制噪音，夜间施工应遵守当地规定，不应噪声扰民。
- 11.7.6** 加工和拆除产生的锯末、碎木应按固体废弃物处理程序处理，不应污染环境。
- 11.7.7** 后浇带处的模板及支架应单独设置，底板后浇带使用止水钢板的部位，止水钢板宜在底板居中设置，止水钢板槽口应向上布置。
- 11.7.8** 每次吊装模板前，应认真检查吊钩、吊环、吊扣的牢固性，安全性。

11.7.9 模板施工中，应设专人负责对基坑边坡稳定的监控工作。

11.7.10 混凝土浇筑前应检查支撑是否可靠，扣件是否松动；混凝土浇筑过程，应控制模板变形，检查是否有漏浆。

12 钢筋加工

12.1 材料要求

12.1.1 钢筋的级别、直径应符合设计要求及现行国家标准《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2及《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014的要求，应有出厂证明及复试报告。

12.1.2 不同钢筋品种、强度等级、直径大小的钢筋应分开堆放进行标识，钢筋外表的厂家标记或生产厂标识应与合格证件一致。

12.1.3 钢筋存放的料棚内，应保持地面干燥；钢筋宜采用木方或混凝土墩垫起，离地面200mm以上，不宜直接堆放在地面上。工地临时保管钢筋原材料时，宜选择地势较高、地面干燥的露天场地，应垫木方堆放，场地四周应有排水措施，堆放期应尽量缩短，应防止钢筋出现表面锈蚀，影响使用。

12.1.4 钢筋不宜出现严重曲折形状、钢筋纵向裂缝、损伤、油污、颗粒状或片状老锈等不良现象，应加强外观检查。

12.1.5 钢筋进场时，应按现行国家标准《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规定抽取试件作力学性能检查。

12.2 主要机具

12.2.1 电动工具应准备除锈机、调直机、切断机、弯曲机、无齿锯、卷扬机等。

12.2.2 普通工具应准备断线钳、钢丝刷、手摇扳子、顺口扳子、横口扳子、15m~25m卷尺、5m盒尺等。

12.3 作业条件

12.3.1 钢筋的各种加工机械已安装、调试完毕，应通过安全部门的验收，方可投入使用。

12.3.2 钢筋加工棚及操作平台已安装完成，方可使用。

12.3.3 钢筋出厂合格证明材料齐全，钢筋原材的各项力学性能复试报告结果合格，进口钢筋及特定工程用钢筋已进行钢筋化学成分检验。

12.3.4 成型钢筋的堆放场地已清理、平整完毕，放置钢筋的木方、垫板已设置齐全。

12.3.5 钢筋翻样人员应进行钢筋翻样并做好钢筋下料单，做好加工准备。

12.3.6 加工前应有详细的技术交底及加工翻样图，分别明示于操作台前，应防止钢筋断料、加工出错。

12.3.7 熟悉图纸，检查钢筋材料表，检查配料单或料牌核对每个编号钢筋的直径、样式、根数等项目与施工图一致。如果提供的料单没有给出下料的长度，需要在正式加工前根据现场实际操作情况确定适当弯曲调整值，算出下料长度。

12.3.8 流水作业场地应进行规划，便于钢筋加工。

12.4 施工工艺

12.4.1 钢筋加工工艺流程应按照图 12.4.1 规定的流程进行：



图 12.4.1 钢筋加工施工工艺流程

12.4.2 钢筋一般调直应符合下列规定：

- 1 对于盘条钢筋和直径不大于 14mm 的直条细钢筋需要进行调直处理，可采用调直机调直或卷扬机拉伸调直；
- 2 对于直径大于等于 14mm 的粗钢筋有局部弯曲时采用人工手扳调直即可；
- 3 钢筋调直后应平直、无局部弯曲。

12.4.3 钢筋采用调直机调直应符合下列规定：

- 1 采用调直机时，应根据钢筋的直径选用调直模和传送压辊，并要正确掌握调直模的偏移量和压辊的压紧程度；
- 2 调直模的偏移量应根据其磨损程度及钢筋品种通过试验确定；调直筒两端的调直模一定要在调直前后导孔的轴心线上；
- 3 压辊的槽宽，在钢筋穿入压辊之后上下压辊间宜有 3mm 之内的间隙。压辊的压紧程度要做到既保证钢筋能顺利地被牵引前进，看不出钢筋有明显的转动，而且在被切断的瞬时钢筋和压辊间不允许打滑。

12.4.4 钢筋采用卷扬机冷拉方法调直应符合下列规定：

- 1 采用卷扬机冷拉调直，应根据现场场地情况安装好卷扬机、地锚、滑轮和钢筋夹具，分固定端和张拉端。安装时，首先应确定张拉距离 L_0 ，根据张拉距离和钢筋的冷拉率确定拉伸总长度 L ，确定卷扬机、地锚、滑轮和钢筋夹具的位置。可按下式进行计算：

$$L = L_0 (1 + \mu) \quad (12.4.4)$$

式中： L —钢筋拉伸总长度

L_0 —未拉伸时总长度

μ —拉伸率，HPB300 级钢筋拉伸率取不宜大于 4%，HRB400 级、HRB500 级钢筋拉

伸率不宜大于 1%

2 拉伸设备安装完成后，在张拉端地面上钉设钢卷尺控制伸长率；

3 张拉时，先将整盘钢筋放在钢筋转盘上，用人工拽住钢筋端头拉至张拉端的钢筋夹具上或通过脱开的盘条圈数预估拉伸前钢筋长度至合适值，在固定端确定好位置用大钳剪断钢筋并锁固在钢筋夹具上。然后启动卷扬机进行拉伸，当钢筋绷紧刚刚伸直时停止拉伸，通过地面尺苗读取钢筋初始长度，计算拉伸后总长并放置标牌，再次启动卷扬机进行拉伸操作，当钢筋夹具到达张拉后位置标牌时，停止拉伸，松开夹具，取下钢筋，并将钢筋夹具退回到张拉前位置，进行下次张拉。采用卷扬机调直钢筋示意图 12.4.4：

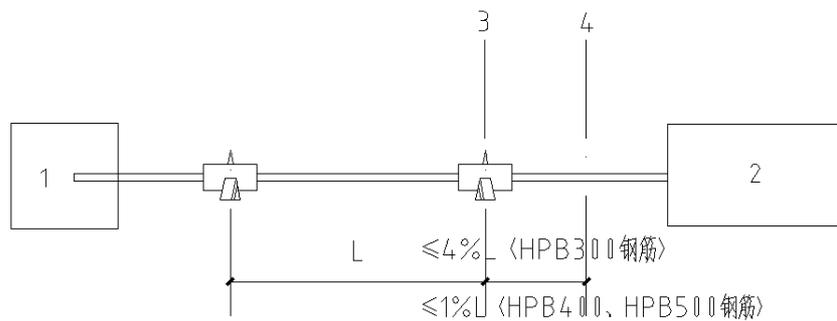


图 12.4.4 钢筋冷拉调直示意图

1-地锚；2-卷扬机；3-张拉起始线；4-张拉终止线

12.4.5 钢筋切断应符合下列规定：

1 应将同规格钢筋根据不同长度长短搭配，统筹配料，先断长料，后断短料，减少短头和损耗；

2 钢筋切断时应核对配料单，并进行钢筋试弯，检查下料表尺寸与实际成型的尺寸是否相符，无误后方可大量切断成型；

3 钢筋切断主要采用钢筋切断机机械切断。根据下料表的尺寸用尺量出断料长度，用石笔做好标记，然后用切断机从标记处切断。对同一尺寸量多的钢筋切断，应在工作台上设置控制下料长度的限位挡板，精确控制钢筋的下料长度；

4 断料时，应将被切断钢筋握紧，在活动刀片向后退时将钢筋垂直送入刀口，切断后，及时将钢筋取下。切短钢筋时，须用钳子夹住送料。一次切断钢筋根数应与切断机使用说明书一致；

5 用于机械连接、定位用钢筋应采用无齿锯锯断，保证端头平直，无变形，顶端切口无有碍于套丝质量的斜口、马蹄口或扁头。用于绑扎接头、机械连接、电弧焊、电渣压力焊

等接头部位及非接头部位的钢筋，均应将钢筋端头的热轧弯头或劈裂头切除；

- 6 对零星小直径钢筋的切断，可采用手工切断，用断线钳直接切断钢筋即可；
- 7 用于机械连接以外钢筋切断后的断口，应尽量减少马蹄形或起弯等现象。

12.4.6 钢筋弯曲成型应符合下列规定：

1 钢筋弯曲前，应根据钢筋标识牌上标明的尺寸，用石笔在钢筋上标示出各弯曲点的位置；

2 划线工作宜从钢筋中线开始向两边进行，两边不对称的钢筋，也可以从钢筋的一端开始划线，若划到另一端有出入时，则应重新调整；

3 对受力钢筋的成型可采用弯曲机机械成型，并应符合下列规定：

1) 首先安装芯轴、成型轴和挡轴。选择芯轴时，芯轴直径的选择跟钢筋的直径和弯曲角度有关，用于普通混凝土结构的钢筋成型按不小于表 12.4.6-1 中要求直径选用芯轴；

表 12.4.6-1 钢筋弯曲最小内直径 (mm)

弯曲 角度	规格	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	40
180°	HPB300	15	20	25	30									
135°	HRB400				48	56	64	72	80	88	100	112	128	160
≤90°	HRB500	30	0	50	60	70	80	90	100	110	125	140	160	200

2) 成型轴的位置应根据成型钢筋的形状确定，成型轴宜加偏芯轴套，以调节芯轴、钢筋和成型轴三者之间的间隙，使钢筋在芯轴与成型轴之间的空隙应大于 2mm。弯曲钢筋时，为了使弯弧一侧的钢筋保持平直，挡铁轴宜做成可变挡架；

3) 操作时先将钢筋放在芯轴与成型轴之间，将弯曲点线约与芯轴内边缘齐，然后开动弯曲机使工作盘转动，当转动达到要求时，停止转动，用倒顺开关使工作盘反转，成型轴回到初始位置，再重新弯曲另一根钢筋。在放置钢筋时，若弯 180°时，弯曲点线距芯轴内边缘为 1.0~1.5 倍钢筋直径(图 12.4.6)。

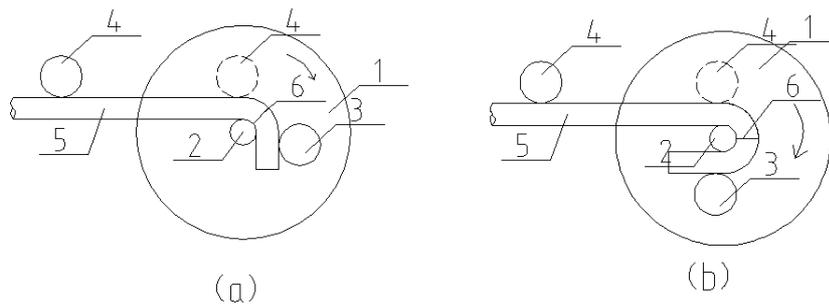


图 12.4.6 弯曲点线与芯轴关系

(a) 弯 90° (b) 弯 180°

1-工作盘；2-芯轴；3-成型轴；4-固定挡铁；5-钢筋；6-弯曲点线

4 对小直径的钢筋、箍筋等的成型可采用手工弯曲成型；

1) 对 $\phi 6 \sim \phi 10$ 的钢筋采用带有底座的手摇扳手进行弯曲成型，应先将底座固定在操作平台上，将扳手直接套在底座上即可使用；

2) 进行弯曲时，应先在底座上划好常用的弯曲角度，然后将钢筋放在转轴和扳手挡板之间，将钢筋上的划线与转轴外缘对齐，转动扳手弯折钢筋到要求位置。

5 螺旋形钢筋成型，可用手摇滚筒成型，也可用机械传动的滚筒。滚筒直径应比螺旋筋内径略小，宜根据螺旋筋直径、成型螺旋钢筋内径按表 12.4.6-2 选择滚筒直径。

表 12.4.6-2 滚筒直径与螺旋筋直径关系

螺旋筋内径 (mm)	$\phi 6.5$	288	360	418	485	575	630	700	760	845	—	—	—
	$\phi 8$	270	325	390	440	500	565	640	690	765	820	885	965
滚筒外径 (mm)		260	310	365	410	460	510	555	600	660	710	760	810

12.4.7 受力钢筋的弯钩或弯折应满足下列要求：

1 HPB300 级钢筋末端应作 180°弯钩，其圆弧弯曲直径 D 不应小于钢筋直径 d 的 2.5 倍，平直部分长度不宜小于钢筋直径 d 的 3 倍（图 12.4.7-1）。用于轻骨料混凝土结构时，其弯曲直径 D 不应小于钢筋直径 d 的 3.5 倍；

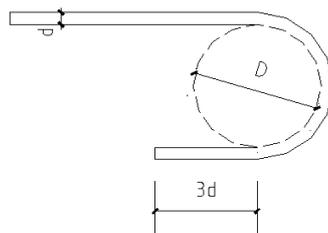


图 12.4.7-1 钢筋末端 180°弯钩

2 HRB400 级钢筋末端需作 90°或 135°弯折时，弯弧内直径 D 不应小于钢筋直径 d 的 4 倍（图 12.4.7-2），弯钩的弯后平直部分长度应符合设计要求；

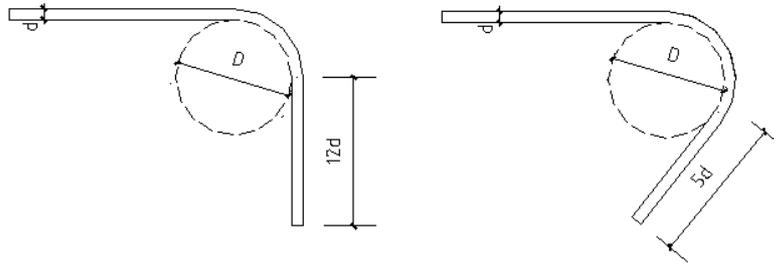


图 12.4.7-2 钢筋末端带 90°或 135°弯折

3 HRB500 级钢筋直径小于 28mm 时，弯折处的弯弧内直径 D 不应小于钢筋直径 d 的 6 倍，当直径为 28mm 及以上时不应小于钢筋直径 d 的 7 倍；

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节点角部弯折处的弯弧内直径 D ，当钢筋直径小于 28mm 时不应小于钢筋直径 d 的 12 倍，当直径为 28mm 及以上时不应小于钢筋直径 d 的 16 倍；

5 弯起钢筋中间部位弯折处的弯曲直径 D 不应小于钢筋直径 d 的 5 倍（图 12.4.7-3）；

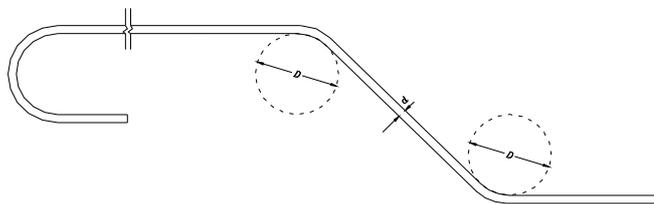
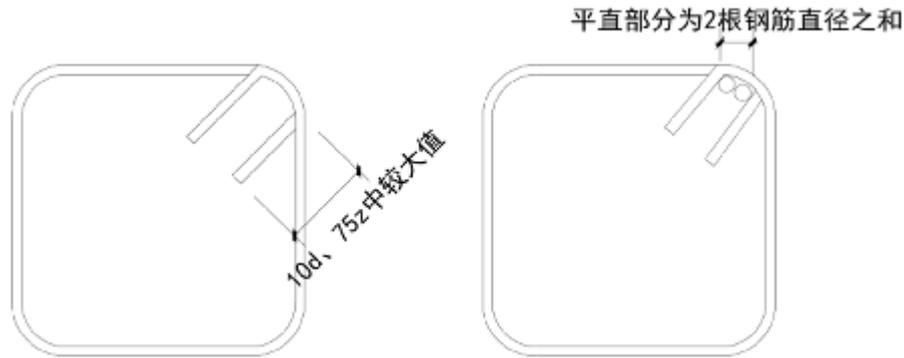


图 12.4.7-3 钢筋弯折加工

6 除焊接封闭形箍筋外，箍筋的末端应作弯钩，弯钩形式应符合设计要求；

7 对有抗震要求和受扭的结构箍筋弯钩的弯折角度应为 135°，箍筋弯后平直部分长度不应小于箍筋直径的 10 倍和 75mm 中的较大值（图 12.4.7-4a）；柱、梁钢筋绑扎接头范围内的箍筋弯折平直部分不宜小于 2 根钢筋直径之和（图 12.4.7-4b）。



(a) (b)

图 12.4.7-4 箍筋加工图 135°/135°

12.4.8 钢筋分类堆放应满足下列要求：

1 同一部位、规格的一批钢筋加工成型完成并通过预检验收后，应及时打捆。用火烧丝绑扎成捆，至少应绑扎两道，绑扎时应将标识牌穿在火烧丝上；

2 钢筋加工半成品宜分层、分部位、分构件码放。码放高度不应超过 1.2m，叠层堆放时，上、下垫木方。每垛半成品钢筋至少沿一个方向对齐，多排码放时应间距均匀，整齐有序；

3 钢筋加工半成品应有吊牌标识，标识上注明编号、部位、规格、尺寸形状、数量。半成品吊牌采用防水、防撕的耐用布质材料，牢固地绑扎在钢筋半成品上。

12.4.9 在切断过程中，如发现钢筋有劈裂、锁头或严重的弯头等应切除。发现钢筋的硬度与该钢种有较大的出入，应及时向有关技术人员反映，查明情况。

12.4.10 用于在墙体模板内起顶模作用的顶棍，长度应为墙体厚度减 2mm，端头用无齿锯切割并刷防锈漆，防锈漆应由端头往里刷 10mm。

12.4.11 当加工过程中发生脆断或力学性能显著不正常等现象时，应对该批钢筋进行化学成分检验或其它专项检验。

12.4.12 断料时应避免用短尺量长料，应防止在量料过程中产生累计误差。

12.5 质量标准**12.5.1 钢筋加工质量主控项目应符合下列规定：**

1 钢筋弯折的弯弧内直径应符合下列规定：

- 1) 光圆钢筋，不应小于钢筋直径的 2.5 倍；
- 2) 400MPa 级带肋钢筋，不应小于钢筋直径的 4 倍；

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

4) 箍筋弯折处尚不应小于纵向受力钢筋直径。

2 箍筋、拉筋的末端应按设计要求做弯钩，并应符合下列规定：

1) 对一般结构构件，箍筋弯钩的弯折角度不应小于 90°，弯折后平直段长度不应小于箍筋直径的 5 倍；对有抗震设防要求或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°，弯折后平直段长度不应小于箍筋直径的 10 倍和 75mm 两者之中的较大值；

2) 圆形箍筋的搭接长度不应小于其受拉锚固长度，且两末端均应作不小于 135°的弯钩，弯折后平直段长度对一般结构构件不应小于箍筋直径的 5 倍，对有抗震设防要求的结构构件不应小于箍筋直径的 10 倍和 75mm 的较大值；

3) 梁、柱复合箍筋中的单肢箍筋两端弯钩的弯折角度均不应小于 135°，弯折后平直段长度应符合本条第 1 款对箍筋的有关规定。

3 调直钢筋应进行重量偏差检验。采用无延伸功能的机械设备调直的钢筋，可不进行重量偏差的检验。

12.5.2 钢筋加工的形状、尺寸一般项目应符合设计要求，其偏差应符合表 12.5.2 的规定。

表 12.5.2 钢筋加工的允许偏差

项目	允许偏差 (mm)
受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	±10
弯起钢筋的弯折位置	±20
箍筋内净尺寸	±5

12.6 成品保护

12.6.1 箍筋加工合格后，应按照部位、规格分类码放，并做好标识，利于检查。

12.6.2 加工好的半成品，应按指定地点堆放，地面保持干燥，并有木方或混凝土板等作为之垫。

12.6.3 对于加工好的半成品钢筋如长时间不使用应在钢筋上采用苫布进行苫盖，应防止加工好的钢筋由于日晒、雨淋等造成钢筋锈蚀、污染。

12.7 注意事项

12.7.1 接送材料的工作台面应和切刀下部保持水平，工作的长度应满足加工材料长度要求。启动前，应检查切刀无裂纹，刀架螺栓紧固，防护罩牢靠。启动后，先空运转，检查传动部

位及轴承运转正常后方可作业。切断时,应使用切刀的中下部,紧握钢筋对准刀口迅速送下。切断短料时,手和切刀之间的距离应保持 150mm 以上,握端小于 400mm 时,应用套管或夹具将钢筋短头压住或夹牢。作业后,用钢刷清除切刀间的杂物进行整机清洁保养。

12.7.2 钢筋弯折前,应检查芯轴、挡块、转盘无损坏和裂纹,防护罩坚固可靠,经空转确认正常后,方可作业。作业时,将钢筋需弯的一头插在转盘固定销的间隙内,另一端紧靠机身固定销,检查机身固定销子确实安在挡住钢筋的一侧,方可开动。不应在弯曲钢筋的作业半径内和机身固定销的一侧站人,弯曲好的半成品应堆放整齐,弯钩不应朝上。转盘换向时,应在停稳后进行。弯曲钢筋时,不应超过本机规定的钢筋直径根数及机械转速。

12.7.3 锯片不应有裂痕和变形,不应反转。锯片的切线方向不应站人,不应使用无防护罩的无齿锯。无齿锯运转正常后,方可开始切割,锯片进给应缓慢。无齿锯不应当砂轮使用,不应在锯片侧在侧面打磨物品,发现锯片有裂纹时应立即更换。

12.7.4 钢筋加工前应先对机械进行验收,机械应设置在钢筋加工棚内,并做好钢筋加工机械的维护保养记录。

12.7.5 加工好的钢筋应分类码放,并设置明显标识。

13 钢筋直螺纹套筒连接

13.1 材料要求

13.1.1 原材钢筋应符合下列规定：

- 1 应有出厂合格证和出厂检验报告；
- 2 钢筋应平直、无损伤，表面应无裂纹、老锈及油污；
- 3 应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果

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 的规定。

13.1.2 直螺纹连接套筒应采用 45 号优质碳素结构钢或其他经试验确认符合要求的钢材制作。套筒表面应有规格标记及产品合格证。

13.1.3 连接套筒应符合以下规定：

- 1 有明显的规格标记，一端孔应用密封盖扣紧；
- 2 连接套筒进场时应有产品合格证；
- 3 标准型连接套筒的外形尺寸应符合表 13.1.3 的规定；
- 4 连接套螺纹中径尺寸的检验采用止、通塞规。止塞规旋入深度小于等于 3 倍螺距，

通塞规应能全部旋入；

- 5 连接套应分类包装存放，不应混淆和锈蚀；
- 6 螺纹牙形饱满，套筒表面无裂纹或其它肉眼可见缺陷。

13.2 主要机具

13.2.1 机械设备可采用直螺纹套筒生产厂家配套的直螺纹套丝机、砂轮切割机、角向磨光机、台式砂轮、工作扳手、丝头保护帽、冷却液等。

13.2.2 主要测量工具可采用量规、牙形规、卡规、直螺纹塞规等。

13.3 作业条件

13.3.1 技术提供单位应提供有效的型式检验报告，钢筋原材已复验合格。

13.3.2 直螺纹套丝机等机械设备经维护试用，测力扳手经校验，可满足施工要求。

13.3.3 螺纹套及钢筋端头已清理、除锈、去污，按规格尺寸加工，存放备用。

13.3.4 技术准备应满足下列要求：

- 1 钢筋应先调直再加工，切口端面应与钢筋轴线垂直，端头弯曲、马蹄严重的应切去，不应用气割下料；

2 检验合格的丝头应加以保护，在其端头加带保护帽或用套筒拧紧，按规格分类堆放整齐；

3 批量加工前，先按钢筋不同厂家、不同规格分别制作接头试件进行工艺检验，试验合格并取得试验报告后方可开始批量加工。

13.3.5 接头位置应符合设计要求及施工规范的规定。

13.4 施工工艺

13.4.1 钢筋直螺纹连接宜按图 13.4.1 规定的流程进行：



图 13.4.2-1 钢筋直螺纹接头连接施工工艺流程

13.4.2 钢筋直螺纹连接接头加工应符合下列规定：

1 钢筋下料应采用无齿锯切割，钢筋端部不应有弯曲，有弯曲时需调直后使用，钢筋端面应平整并与钢筋轴线垂直不应有马蹄型或扭曲，可使用砂轮片磨平处理；

2 钢筋应按照使用要求尺寸切割完成；

3 对于有毛刺、凹凸不平的钢筋头，应进行二次加工，直至磨光毛刺与飞边；

4 钢筋的滚丝可分为剥肋和滚丝两个工序，在一台设备一次成型。机头前端的切削刀具应调整到相应钢筋尺寸，并随时检查，应注意滚丝轮的螺距与钢筋直径的变化保持统一，根据不同钢筋调整不同的螺纹直径和滚轧长度；

5 钢筋在套丝前，应对钢筋规格及外观质量进行检查。如发现钢筋端头弯曲，应先进行调直处理。钢筋边肋尺寸如超差，要先将端头边肋砸扁方可使用；

6 钢筋套丝，操作前应先调整好定位尺的位置，并按照钢筋规格配以相对应的加工导向套。对于大直径钢筋要分次车削到规定的尺寸，以保证丝扣精度，避免损坏梳刀。

7 测量和检验丝头质量满足下列要求：

1) 每次调换滚轮和钢筋直径变化调整后，前 10 个丝头应逐个通规、止规检验，以后加工丝头每个都应目测检查一次，待同一部位、同一规格的钢筋丝头全部加工完成后进行预检；

2) 丝头检验合格的半成品钢筋应在两端分别拧上塑料保护套；

8 对于检验合格并套上保护帽的直螺纹钢筋应按照要求分类码放。

13.4.2 钢筋直螺纹接头连接应符合下列规定：

1 钢筋连接应符合下列规定：

1) 钢筋连接时，钢筋规格和套筒的规格应一致，钢筋和套筒的丝扣应干净、完好无损。

连接之前应检查钢筋螺纹及连接套螺纹是否完好无损，钢筋螺纹丝头上如发现杂物或锈蚀，可用钢丝刷清除；

2) 标准型与异型接头连接时，应先用力矩扳手将连接套与一端的钢筋拧到位，然后再将另一端的钢筋拧到位(图 13.4.2-2(a))；

3) 活连接型接头连接时，应先对两端钢筋向连接套方向加力，使连接套与两端钢筋丝头挂上扣，然后用力矩扳手旋转连接套，并拧紧到位(图 13.4.2-2(b))。在水平钢筋连接时，应将钢筋托平对正后，再用工作扳手拧紧；

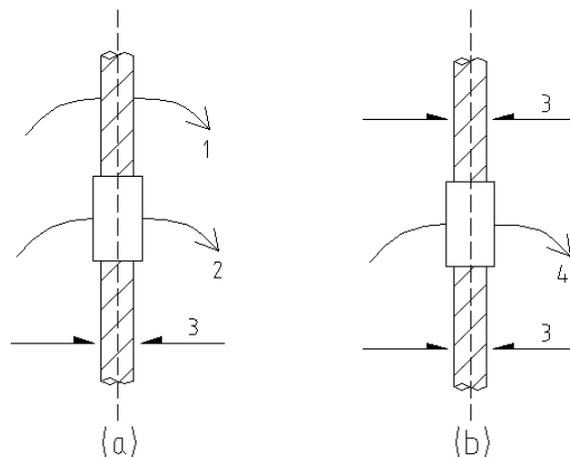


图 13.4.2-2 钢筋直螺纹连接接头拧紧操作示意图

1-二次拧紧、2-首次拧紧、3-夹住、4-拧紧

4) 被连接的两钢筋端面应处于连接套的中间位置，偏差不应大于一个螺距，并应用力矩扳手拧紧，使两钢筋端面顶紧；

5) 每连接完 1 个接头应立即用油漆作上标记，应防止漏拧。

2 质量检查应符合下列规定：

1) 钢筋连接生产中，操作人员应对所有接头逐个进行自检，然后由质量检查员随机抽取同规格接头数的 10% 进行外观质量检查。应满足钢筋与连接套的规格一致，外露丝扣不应超过 2 个完整扣，并填写检查记录。如发现外露丝扣超过 2 个完整扣，应重拧或查找原因及时消除。用力矩扳手抽检接头的拧紧程度，并按表 13.4.2 中的拧紧力矩值检查，并加以标记。若有不合格品，应全数进行检查。校核用扭力扳手与安装用力矩扳手应区分使用，校核用扭力扳手应每年校核 1 次；

表 13.4.2 滚轧直螺纹钢筋接头拧紧力矩值

钢筋直径/mm	≤16	18~20	22~25	28~32	36~40

拧紧力矩值/(N·m)	80	160	230	300	360
-------------	----	-----	-----	-----	-----

注：当不同直径的钢筋连接时，拧紧力矩值按较小直径钢筋的相应值取用。

- 2) 接头的现场检验应按批进行。同一施工条件下采用同一批材料的同等级、同型式、同规格接头、以 500 个为一个验收批进行检验和验收，不足 500 个也作为一批；
- 3) 对接头的每一验收批，应在工程中随机截取 3 个试件做拉伸试验；
- 4) 当 3 个试件单向拉伸试验结果均符合现行行业标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 的规定时，该验收批评为合格；
- 5) 如有 1 个试件的强度不符合要求，应再取 6 个试件进行复检。复检中仍有 1 个试件试验结果不符合要求，则该验收批评为不合格；
- 6) 在现场连续检验 10 个验收批，全部单向拉伸试件一次抽样均合格时，验收批接头数量可扩大一倍。

13.5 质量标准

13.5.1 主控项目应满足下列要求：

- 1 钢筋应有出厂质量证明和检验报告，钢筋的品种和质量应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1 及《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的规定；
- 2 直螺纹连接套应有产品合格证和检验报告，材质几何尺寸及直螺纹加工应符合型式检验报告、设计和规范要求；
- 3 钢筋的品种和质量应符合设计要求和有关标准的规定；
- 4 连接套筒的规格和质量应符合要求；
- 5 具有有效的型式检验报告；
- 6 工艺检验的强度报告应合格；
- 7 接头的强度检验应合格；
- 8 接头的现场检验应按批进行。对每一验收批，应在工程中随机截取 3 个试件做拉伸试验；
- 9 钢筋的规格、接头的位置、同一区段内有接头钢筋面积百分比，应符合设计要求和施工规范的规定。

13.5.2 一般项目应满足下列要求：

- 1 连接套应逐个检查，要求管内螺纹圈数、螺距、齿高等应与螺纹校验塞规相咬合；

2 加工丝头应无损破、歪斜、不全、滑丝、混丝现象，螺纹处无锈蚀。

13.5.3 钢筋直螺纹接头连接一般项目应满足下列要求：

1 直螺纹接头的外露丝扣不应超过 2 个完整丝扣，否则应重新拧紧接头或进行加固处理；

2 直螺纹相邻接头错开应不小于 35d，且不小于 500mm，接头端部钢筋弯起点不应小于 10d；

3 钢筋丝头质量应按表 13.5.3 的规定进行检验；

表 13.5.3 钢筋丝头质量检验方法及要求

序号	检验项目	质量要求	检验方法
1	外观质量	丝头表面不应有影响接头性能的损坏及锈蚀	目测
2	外形尺寸	丝头有效螺纹数量不应少于规范及设计规定，牙顶宽度大于 0.3P 的不完整螺纹累计长度不应超过两个螺纹周长；标准型接头的丝头有效螺纹长度应不小于 1/2 连接套筒长度，且允许误差为 +2P；其他连接形式应符合产品设计要求。	卡尺或专用量规
3	螺纹大径	通端量规应能通过螺纹的大径，而止端量规则不应通过螺纹大径	光面轴用量规
4	螺纹中径及小径	能顺利旋入螺纹	通端螺纹环规
		允许环规与端部螺纹部分旋合，旋入量不超过 3P（P 为螺距）	止端螺纹环规

4 直螺纹接头位置应符合混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图中相关规定。

13.6 成品保护

13.6.1 钢筋端头套丝时，应采用专用设备及水溶性切削润滑液，套丝完成后立即戴上塑料保护帽，确保丝扣不损坏。

13.6.2 丝头加工完成的钢筋应按规格分类堆放整齐待用，不应随意抛掷，底部用木方垫好，做好防锈措施。

13.6.3 锁母与套筒在运输和储存时应防止锈蚀和污染，套筒应有保护盖，盖上应标明套筒的规格。现场分批验收，并按不同规格分别堆放。

13.6.4 对加工好的丝头，应用专用的保护帽或连接套筒将钢筋丝头进行保护，应防止螺纹被

磕碰或被污染。

13.6.5 施工作业时，要搭设临时架子，不应随意蹬踩接头或连接钢筋。

13.7 注意事项

13.7.1 钢筋套丝人员应站在套丝机的侧面，不应站在丝头前方。套丝机的油泵应经常检查，发现有漏油现象时应停止加工，修好后再生产。

13.7.2 直螺纹接头保护帽应随时收集，避免材料浪费。

14 钢筋电弧焊连接

14.1 材料要求

14.1.1 钢筋的级别、直径应符合设计要求，有出厂证明书及复试报告单。进口钢筋还应有化学复试单，其化学成分应满足焊接要求，并应有可焊性试验。预埋件的锚爪应采用 HPB300、HRB400 钢筋。钢筋应无老锈和油污。

14.1.2 预埋件的钢材不应有裂缝、锈蚀、斑痕、变形，其断面尺寸和机械性能应符合设计要求。

14.1.3 焊条的牌号应符合设计规定，焊条质量应符合以下要求：

- 1 药皮应无裂缝、气孔、凸凹不平等缺陷，并不应有肉眼看得出的偏心度；
- 2 焊接过程中，焊条应燃烧稳定，药皮熔化均匀，无成块脱落现象；
- 3 焊条应根据焊条说明书的要求烘干后才能使用；
- 4 焊条应有出厂合格证。

14.2 主要机具

14.2.1 电动机具应准备电弧焊机、焊接电缆、电焊钳等。

14.2.2 非电动工具应准备面罩、鍍子、钢丝刷、锉刀、榔头、钢字码等。

14.3 作业条件

14.3.1 焊工应持有有效的焊工考试合格证。

14.3.2 帮条尺寸、坡口角度、钢筋端头间隙、接头位置以及钢筋轴线应符合规定。电源应符合要求。

14.3.3 作业场地应有安全防护设施、防火和必要的通风措施，应防止发生烧伤、触电、中毒及火灾等事故。

14.3.4 熟悉图纸和规范要求，接头位置及同一区段内钢筋接头面积的百分率应符合要求。

14.4 施工工艺

14.4.1 钢筋电弧焊连接宜按图 14.4.1 规定的流程进行：

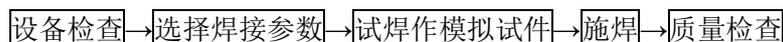


图 14.4.1 钢筋电弧焊连接施工工艺流程

14.4.2 检查电源、焊机及工具。焊接地线应与钢筋接触良好，应防止因起弧而烧伤钢筋。

14.4.3 根据钢筋级别、直径、接头型式和焊接位置，选择适宜的焊条直径、焊接层数和焊

接电流，保证焊缝与钢筋熔合良好。

14.4.4 在每批钢筋正式焊接前，应焊接 3 个模拟试件做拉力试验，经试验合格后，方可按确定的焊接参数成批作业。

14.4.5 施焊时应符合以下要求：

- 1 带有垫板或帮条的接头，引弧应在钢板或帮条上进行。无钢筋垫板或无帮条的接头，引弧应在形成焊缝的部位，应防止烧伤主筋；
- 2 焊接时应先焊定位点再施焊；
- 3 运条时的直线前进、横向摆动和送进焊条三个动作应协调平稳；
- 4 收弧时，应将熔池填满，拉灭电弧时，应将熔池填满，注意不应在工作表面造成电弧擦伤；
- 5 钢筋直径较大，需要进行多层施焊时，应分层间断施焊，每焊一层后，应清渣再焊接下一层。应保证焊缝的高度和长度；
- 6 焊接过程中应有足够的熔深。主焊缝与定位焊缝应结合良好，避免气孔、夹渣和烧伤缺陷，并应防止产生裂缝；
- 7 平焊时应防止出现熔渣和铁水混合不清的现象，防止熔渣流到铁水前面。熔池也应控制成椭圆形，一般可采用右焊法，焊条与工作表面成 70° ；
- 8 立焊时，铁水与熔渣易分离。应防止熔池温度过高，铁水下坠形成焊瘤，操作时焊条与垂直面形成 $60^\circ\sim 80^\circ$ 角使电弧略向上，吹向熔池中心。焊第一道时，应压住电弧向上运条，同时作较小的横向摆动，其余各层用半圆形横向摆动加挑弧法向上焊接；
- 9 横焊时焊条倾斜 $70^\circ\sim 80^\circ$ ，应防止铁水受自重作用坠到下坡口上。运条到上坡口处不作运弧停顿，迅速带到下坡口根部，作微小横拉稳弧动作，依次匀速进行焊接；
- 10 仰焊时宜用小电流短弧焊接，熔池宜薄，且应确保与母材熔合良好。第一层焊缝用短电弧作前后推拉动作，焊条与焊接方向成 $80^\circ\sim 90^\circ$ 角。其余各层焊条横摆，并在坡口侧略停顿稳弧，保证两侧熔合。

14.4.6 钢筋帮条焊应满足下列要求：

- 1 钢筋帮条焊适宜于 HPB300、HRB400、HRB500 钢筋。钢筋帮条焊宜采用双面焊（图 14.4.6-1(a)），不能进行双面焊时，也可采用加长单面焊（图 14.4.6-1(b)）；

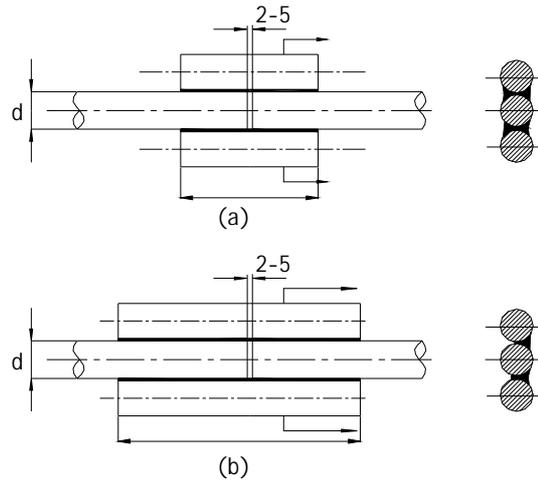


图 14.4.6-1 钢筋帮条焊接头

(a) 钢筋帮条双面焊 (b) 钢筋帮条单面焊

2 帮条宜采用与主筋同牌号、同直径的钢筋制作，帮条长度 L 应符合表 14.4.6 的规定。当帮条牌号与主筋相同时，帮条的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；

表 14.4.6 钢筋帮条长度

项次	钢筋牌号	焊缝型式	帮条长度 L
1	HPB300	单面焊	$\geq 8d$
		双面焊	$\geq 4d$
2	HRB400	单面焊	$\geq 10d$
	HRB500	双面焊	$\geq 5d$

注： d 为主筋直径。

3 钢筋帮条接头的焊缝厚度 s 应不小于主筋直径的 0.3 倍；焊缝宽度 b 不小于主筋直径的 0.8 倍（图 14.4.6-2）；

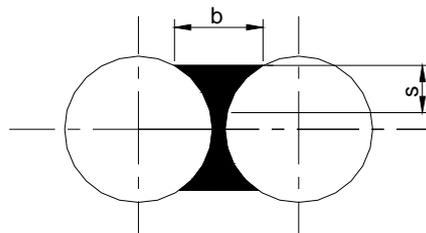


图 14.4.6-2 焊缝尺寸示意图

b-焊缝宽度；s-焊缝厚度

4 两主筋端头之间，应留 2mm~5mm 的间隙；

5 主筋之间用四点定位固定，定位焊缝应离帮条端部 20mm 以上；

6 焊接时，应在帮条焊或搭接焊形成焊缝中引弧，在端头收弧前应填满弧坑。第一层焊缝应有足够的熔深，主焊缝与定位焊缝，特别是在定位焊缝的始端与终端，应熔合良好。

14.4.7 钢筋搭接焊应满足下列要求：

1 钢筋搭接焊适用于 HPB300、HRB400、HRB500 钢筋。焊接时，宜采用双面焊，见图 14.4.7(a)。不能进行双面焊时，也可采用单面焊(图 14.4.7(b))。搭接长度 l 应符合表 14.4.6 的规定：

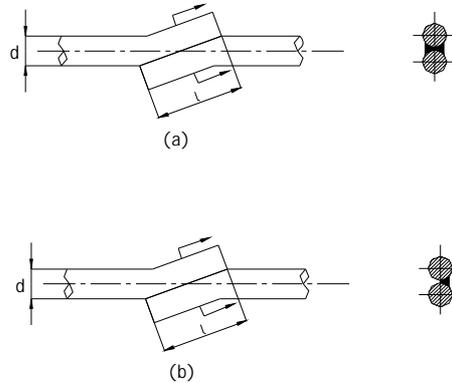


图 14.4.7 钢筋搭接焊接头

(a) 钢筋双面搭接焊

(b) 钢筋单面搭接焊

2 搭接接头的焊缝厚度 s 应不小于 $0.3d$ ，焊缝宽度 b 不小于 $0.8d$ ；

3 搭接焊时，钢筋应预弯，以保证两钢筋同轴；

4 在现场预制构件安装条件下，节点处钢筋进行搭接焊时，如钢筋预弯确有困难，可适当弯折即可；

5 搭接焊时，用两点固定，定位焊缝应离搭接端部 20mm 以上；

6 焊接时，应搭接焊形成焊缝中引弧，在端头收弧前应填满弧坑。第一层焊缝应有足够的熔深，主焊缝与定位焊缝，特别是在定位焊缝的始端与终端，应熔合良好。

14.4.8 预埋件 T 形接头电弧焊应满足下列要求：

1 预埋件 T 形接头电弧焊的接头形式可分为贴角焊和穿孔塞焊两种（图 14.4.8）；

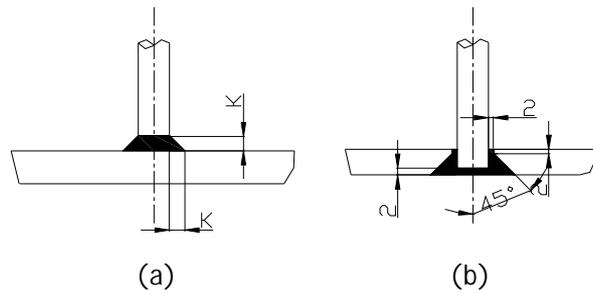


图 14.4.8 预埋件 T 形接头

(a) 贴角焊 (b) 穿孔塞焊

2 钢板厚度 δ 不宜小于 $0.6d$ ，并不宜小于 6mm ；

3 当采用 HPB300 钢筋时，角焊缝焊脚高度 k 不宜小于钢筋直径的 0.5 倍；采用 HRB400 和 HRB500 钢筋时，焊脚高度 k 不宜小于钢筋直径的 0.6 倍；

4 施焊中，不应使钢筋咬边和烧伤。

14.4.9 钢筋与钢板搭接焊应满足下列要求：

1 钢筋与钢板搭接焊应采用双面焊（图 14.4.9）；

2 HPB300 钢筋的搭接长度 l 不应小于 4 倍钢筋直径。HRB400 和 HRB500 钢筋的搭接长度 l 不应小于 5 倍钢筋直径，焊缝宽度 b 不应小于钢筋直径的 0.6 倍，焊缝厚度 s 不应小于钢筋直径的 0.35 倍。

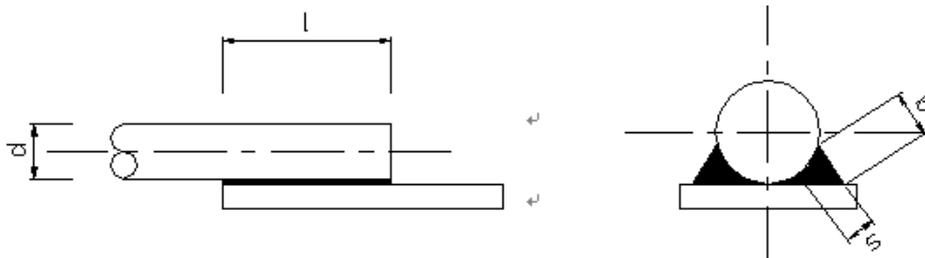


图 14.4.9 钢筋与钢板搭接接头

d —钢筋直径； l —搭接长度； b —焊缝宽度； s —焊缝厚度

14.4.10 钢筋低温焊接应符合下列要求：

1 低温焊接时，除遵守常温焊接的有关规定外，应调整焊接工艺参数，使焊缝和热影响区缓慢冷却。当环境温度低于 -20 时，不宜施焊。风力超过 4 级时，焊接应有挡风措施。焊后未冷却的接头应避免碰到冰雪；

2 进行帮条平焊或搭接平焊时，第一层焊缝应先从中间引弧，再向两端运弧。立焊时，

应先从中间向上方运弧，再从下端向中间运弧。在以后各层焊缝的焊接时，应采取分层控温施焊。热轧钢筋焊接的层间温度宜控制在 150 ~ 350 之间，余热处理级钢焊接的层间温度应适当降低；

3 HRB400 级和 HRB500 级钢筋电弧焊接头进行多层施焊时，采用回火焊道施焊法，即最后回火焊道的长度比前层焊道在两端各缩短 4mm~6mm（图 14.4.10）；

4 焊接电流应比常温时略微增大，焊接速度应适当减慢。

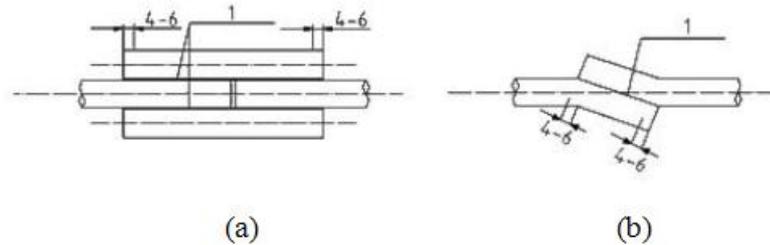


图 14.4.10 钢筋低温焊接图

(a) 帮条焊； (b) 搭接焊

14.4.11 带有钢板或帮条的接头，引弧应在钢板或帮条上进行。无钢板或无帮条的接头，引弧应在形成焊缝部位，不应随意引弧，防止烧伤主筋。

14.4.12 根据钢筋级别、直径、接头型式和焊接位置，选择适宜的焊条直径和焊接电流，保证焊缝与钢筋熔合良好。

14.4.13 焊接过程中及时清渣，焊缝表面光滑平整，焊缝美观，加强焊缝应平缓过渡，弧坑应填满。

14.5 质量标准

14.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 钢筋焊接接头的位置，同一截面内接头的百分率，应符合设计要求和施工规范的规定；
- 2 电弧焊接头的力学性能、弯曲性能检验应合格，接头试件应从实体中截取；
- 3 钢筋与钢板电弧搭接焊接头可只进行外观检查。

14.5.2 一般项目符合下列规定：

- 1 焊接表面平整，不应有凹陷或焊瘤；焊接接头区域不应有肉眼可见的裂纹；坡口焊等接头的焊缝余高不应大于 3mm；

- 2 外观检查不合格的接头，经修整或补强后可提交二次验收；
- 3 咬边深度、气孔、夹渣的数量和大小，以及接头尺寸的允许偏差，应符合表 14.5.2 的规定。

表 14.5.2 钢筋电弧焊接头尺寸偏差及缺陷允许值

项目	单位	接头型式		
		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	
焊缝厚度	mm	+0.05d	+0.05d	
焊缝宽度	mm	+0.1d	+0.1d	
焊缝长度	mm	-0.3d	-0.3d	
横向咬边深度	mm	0.5	0.5	
在长 2d 焊缝表面上的 气孔及夹渣	数量	个	2	2
	面积	mm ²	6	6
在全部焊缝表面上的 气孔及夹渣	数量	个	--	--
	面积	mm ²	--	--
注：1、d 为钢筋直径 2、负温下，咬边深度不大于 0.2mm。				

14.6 成品保护

- 14.6.1** 焊接后稍冷却才能松开电极钳口，取出钢筋时必须平稳，以免接头弯折。
- 14.6.2** 雨天、雪天不宜进行施焊，施焊时，应采取有效的遮蔽措施。焊后未冷却的接头，不应碰到冰雪。

14.7 注意事项

- 14.7.1** 搭接线应与钢筋接触良好，不应随意乱搭，防止打弧。
- 14.7.2** 电焊机摆放应平稳，不得靠近边坡或被土埋。电焊机一次侧首端应使用漏电保护开关控制，一次电源线不应超过 5m，焊机机壳做可靠接零保护。电焊机一、二次侧接线应使用铜材质鼻夹压紧，接线点有防护罩。焊机二次侧安装同长度焊把线和回路零线，长度不宜超过 30m。不应利用建筑物钢筋或管道作焊机二次回路零线。焊钳应完好绝缘。电焊机二次

侧应装防触电装置。

14.7.3 夜间焊接应采取挡光措施。

15 基础底板钢筋绑扎

15.1 材料要求

15.1.1 原材钢筋应满足下列规定：

- 1 应有出厂合格证和出厂检验报告；
- 2 钢筋应平直、无损伤，表面应无裂纹、老锈及油污；
- 3 应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果

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 的规定。

15.1.2 成型钢筋应满足下列规定：

- 1 应有加工出厂合格证和出厂检验报告；
- 2 受力筋、箍筋等的品种、规格、形状、尺寸等应符合相关标准的规定；
- 3 应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验，检验结果应符合现行

国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

15.1.3 铁丝应采用 20#~22#铁丝、火烧丝，或镀锌铁丝、铅丝等，铁丝的切断长度不应过短或过长，满足使用要求即可。

15.1.4 垫块及保护层控制应满足下列要求：

- 1 控制基础底板钢筋保护层厚度的细石混凝土垫块抗压强度不应低于底板混凝土的设计强度；
- 2 塑料卡、钢筋定位卡的质量应满足使用要求；
- 3 马凳高度应通过钢筋排列方向计算确定，并应根据所支撑钢筋网的重量确定制作马凳的材料和制作数量。

15.2 主要机具

15.2.1 手持机具应准备钢筋钩子、撬棍、扳子、绑扎架、钢丝刷、粉笔、尺子、墨斗、油漆等。

15.2.2 运料机具宜使用起重吊装机械、运输汽车、平板推车等。

15.3 作业条件

15.3.1 从事钢筋作业人员均应经过技术培训，从事钢筋机械连接或焊接作业人员应持有有效的岗位证书。

15.3.2 基层清理干净，基础撈底线检查验收合格，门口、独立柱、暗柱以及纵横墙交接处，

用颜色醒目的红色油漆将位置标示清楚。

15.3.3 熟悉图纸和下料单，确定基础梁钢筋和基础底板钢筋之间的绑扎顺序，确定基础后浇带、集水坑处的钢筋做法等。

15.3.4 雨季施工或地下水位较高时，应做好集水坑、电梯井等处排水、抽水措施。

15.3.5 核对钢筋的级别、型号、形状、尺寸及数量，应与设计图纸及加工配料单一致。

15.3.6 防水保护层完成并应通过隐蔽检查验收。

15.3.7 按照设计图纸和规范要求，列出基础底板钢筋的接头型式、接头位置、锚固长度、接头百分比以及钢筋保护层厚度等统计明细清单。当采用搭接接头方式时，还应列出钢筋的搭接长度。

15.3.8 应根据基础底板的厚度及墙柱的形式，确定马凳和定位箍的做法。

15.3.9 明确底板钢筋排布方向及位置，基础梁主筋铺设方向及主次梁上下钢筋位置。

15.4 施工工艺

15.4.1 梁板式筏形基础底板钢筋绑扎时，工艺流程宜按图 15.4.1 所示的流程进行绑扎：

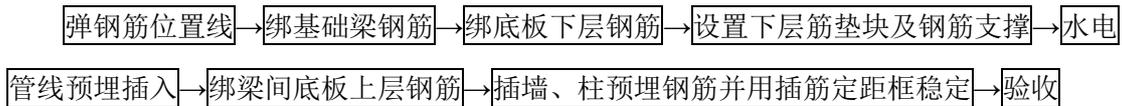


图 15.4.1 梁板式筏形基础底板钢筋绑扎工艺流程图

15.4.2 平板板式筏形基础底板钢筋绑扎时，工艺流程宜按图 15.4.2 所示的流程进行绑扎：

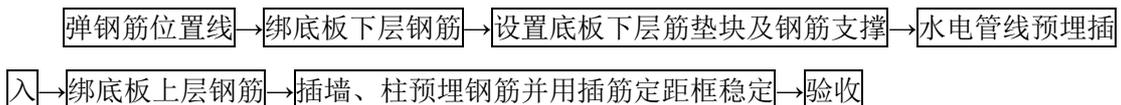


图 15.4.2 平板式筏形基础底板钢筋绑扎工艺流程图

15.4.3 在垫层上按图纸标明的钢筋间距、位置等弹出基础底板筋、梁筋和墙柱插筋等位置线，靠近底板模板边的钢筋应满足迎水面钢筋保护层厚度设计要求。

15.4.4 梁板式筏形基础梁钢筋绑扎应符合下列规定：

1 梁钢筋绑扎时，对于短基础梁、门洞口下基础梁，可采用事先预制，施工时吊装就位即可；对于较长、较大基础梁应采用现场搭设临时支架绑扎；

2 梁绑扎应先排放主跨基础梁的上层钢筋，当梁纵向钢筋超过两排时，纵向钢筋中间要加短钢筋梁垫，保证纵向钢筋间距大于 25mm，且大于纵向钢筋直径，上下层纵筋之间要加可靠支撑，保证梁钢筋的截面尺寸；

3 梁顶层钢筋绑扎时，当顶层钢筋有两排钢筋时，穿上排钢筋的下排钢筋先不绑扎，

等次跨梁上排钢筋绑扎完毕后再绑扎；

4 梁底层钢筋绑扎时，穿主跨基础梁的底层钢筋先绑扎。当底层钢筋有两排钢筋时，穿主跨基础梁的底层钢筋的上排钢筋先不绑扎，等次跨基础梁底层钢筋的下排钢筋绑扎完毕后再绑扎；

5 绑扎成型的基础梁应平稳放置在基础底板的下层钢筋上，并进行适当的固定，以保证不变形，再按次序分别绑扎次跨基础梁的顶层钢筋的下排筋、主跨基础梁的顶层钢筋的下排筋、主跨基础梁的底层钢筋的上排筋、次跨基础梁的底层钢筋的上排筋；

6 梁箍筋绑扎应在排放完主跨基础梁的顶层钢筋后，根据梁箍筋设计间距，在梁的顶层钢筋上用粉笔标画出箍筋的位置，安装箍筋并绑扎，箍筋接头位置应按照规范要求相互错开；

7 基础底板门洞口位置的基础梁箍筋应满布，洞口处箍筋距离洞口暗柱边 50mm；

8 梁侧面纵向构造钢筋、拉筋、受扭纵筋的设置应符合设计及构造图集要求。当设有多排拉筋时，上下两排拉筋竖向应错开设置。

15.4.5 基础底板钢筋绑扎应符合下列规定：

1 根据设计和规范构造要求，按位置线将横向、纵向的钢筋依次摆放底板下层钢筋，钢筋弯钩应垂直向上。铺放时，应先铺短向钢筋，再铺长向钢筋；当底板有集水坑、设备基坑时，在铺底板下层钢筋前，应先铺集水坑、设备基坑的下层钢筋；

2 底板上层钢筋按纵横两个方向摆放在层间钢筋支撑马凳上，上层钢筋的弯钩朝下，铺放时，应先铺长向钢筋，再铺短向钢筋。绑扎时，上下层钢筋的位置应对正，钢筋的上下次序及绑扣方法同下层钢筋；

3 当底板厚度大于 2m 时，上下层钢筋见应按设计要求设置中层双向钢筋网，中层双向钢筋网的设置位置、钢筋直径、间距等应按设计要求执行；

4 底板钢筋有接头时，搭接位置应错开。满足设计要求或在征得设计同意时，可不考虑接头位置，按照 25% 错开接头；

5 底板钢筋连接采用机械连接时，钢筋接头端应顶紧，连接接头处于中间位置，外露丝扣不超过一个完整扣，半扣不得超过 3 个；

6 钢筋连接采用搭接的连接方式，钢筋的搭接段绑扣不少于 3 个，与其他钢筋交叉绑扎时，不应省去三点绑扎；

7 底板各层钢筋交叉点应全部绑扎。绑扎采用一面顺扣时，应交错变换方向；采用八字扣时，应保证钢筋不产生位移。

15.4.6 底板下层钢筋垫块应在钢筋绑扎完成后放置，放置垫块的厚度应等于钢筋保护层厚度，强度不应低于基础底板混凝土设计强度，按设计间距梅花型摆放。

15.4.7 底板上下层钢筋间应设置支撑马凳，绑完下层钢筋后方可摆放支撑马凳，马凳的摆放位置和间距按施工方案设计确定。当为多层钢筋排布时，支撑马凳应按多层钢筋排布要求设计。支撑马凳应支在下层钢筋上，并应垂直于上层筋的下筋摆放，摆放应稳固。

15.4.8 在底板下层钢筋和基础梁钢筋绑扎完成后，方可进行水电预埋管线的预留预埋安装施工。

15.4.9 墙、柱预埋插筋应符合下列规定：

1 墙身插筋应伸至基础底部并支承在基础底板钢筋网片上，并在基础高度范围内设置间距不大于 500mm 且不少于两道水平分布钢筋与拉结筋；当筏形基础板厚大于 2m 且设置中间钢筋网片时，墙身插筋在基础中的钢筋排布应符合设计及构造图集规定；当筏形基础的基础梁下沉与筏板底部时，墙身插筋应伸至基础梁底部；当墙身某侧竖向钢筋保护层厚度不大于 5d 时，该侧竖向钢筋需全部伸至基础底部并支承在底部钢筋网片上，不得“隔二下一”。墙身插筋两边距柱或暗柱 50mm，插入基础深度应符合结构构件锚固长度要求，甩出的搭接长度和接头错开百分比及错开长度应符合设计及构造图集要求；

2 柱纵向插筋的净间距不应小于 50mm，其中心间距不宜大于 300mm；且截面尺寸大于 400mm 的柱，其中心间距不宜大于 200mm；柱四角纵筋应伸至底板钢筋网片上；纵向筋插入基础范围内应设置不少于两道矩形封闭箍筋，且间距不大于 500mm；

3 基础钢筋绑扎完成后，根据弹好的墙、柱插筋位置线，将预埋插筋伸入底板内下层钢筋上，采用线坠垂吊的方法使其与弹好的位置线对正，将插筋的拐尺调正与下层筋绑扎牢固，并将其上部与底板上层筋或基础梁筋绑扎牢固，必要时可附加钢筋电焊焊牢，并在主筋上绑一道定位筋。

15.4.10 基础底板钢筋宜分为基础梁及下层钢筋网完成和上层钢筋网及插筋完成两个阶段进行验收。分阶段绑扎完成后，对绑扎不到位的地方进行局部调整，并对现场进行清理及自检。自检通过后，报质检员专项质量验收，进行下道工序交接检，全部完成后，填写钢筋工程隐蔽验收单。

15.5 质量标准

15.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 钢筋进场时，应按现行国家标准《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB

1499.2 等的规定抽取试件作力学性能检验，其质量应符合有关标准的规定；

2 当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时，应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验；

3 受力钢筋的品种、级别、规格、形状、尺寸、数量应符合设计要求；

4 钢筋的锚固长度，锚固位置应符合设计和规范要求，弯钩朝向正确。

15.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 钢筋应平直，无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈；

2 成型钢筋的外观质量和尺寸偏差应符合国家现行有关标准的规定；

3 钢筋机械连接套筒、钢筋锚固板及预埋件等的外观质量应符合国家现行有关标准的规定；

4 有抗震设防要求的结构中，钢筋接头的位置在箍筋加密区范围内，钢筋不应进行搭接。当纵向受力钢筋采用机械连接接头、焊接接头或搭接接头时，钢筋的接头面积百分率应符合设计要求；当设计无具体要求时，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 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定条款的规定；

5 钢筋安装及预埋件位置允许偏差和检验方法应符合表 15.5.2 的规定。

表 15.5.2 钢筋安装及预埋件位置的允许偏差值和检验方法

项次	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	绑扎钢筋网	长、宽	±10	尺量连续三档，取其最大值
2		网格尺寸	±20	
3	骨架宽、高度		±5	尺量检查
4	骨架长度		±10	尺量检查
7	绑扎箍筋、横向钢筋间距		±10	尺量连续三档，取其最大值
5	受力主筋	间距	±10	尺量两端、中间各一点，取其最大值
6		排距	±5	
7	钢筋弯起点位置		±15	各一点取其最大值
8	预埋件	中心线位置	3	尺量检查
		水平高差	+3、0	
9	受力筋保护层厚度	基础	±5	尺量检查
		梁、柱	±3	
		墙板	±3	

注：1 检查预埋件中心线位置时，应沿纵、横两个方向测量，并取其中的较大值。

2 表中梁类、板类构件上层纵向受力钢筋保护层厚度的合格点率应达到 90% 及以上，且不得有超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

15.6 成品保护

- 15.6.1 成型钢筋应按指定地点堆放，用垫木垫放整齐，应防止钢筋变形、锈蚀、油污。
- 15.6.2 基础四周外露的防水层应妥善保管，以免被钢筋碰破。
- 15.6.3 底板上、下层钢筋绑扎时，支撑马凳应绑牢固，应防止操作时踩变形。
- 15.6.4 不得随意切断钢筋，在钢筋上进电弧点焊时，应征求设计的意见，留存采取处理措施的记录。

15.7 注意事项

- 15.7.1 墙、柱主筋的插筋与底板上、下筋应用定位框进行固定，绑扎牢固确保位置准确。必要时可采用附加钢筋电焊焊牢的固定方式，在混凝土浇筑时应有专人检查修整。
- 15.7.2 应根据施工进度、库存情况等合理安排材料的采购、进场时间和批次，减少库存。
- 15.7.3 对进场钢筋进行抽样检验时，应注意钢筋混合批检验抽取的问题。
- 15.7.4 基础底板钢筋绑扎范围内，木工和水电工预留预埋的埋件不应与受力钢筋直接进行电弧点焊。
- 15.7.5 插筋上端应在上部设置定位措施，以保证甩筋垂直、不歪斜、倾倒、变位。
- 15.7.6 优化钢筋配料下料方案，钢筋制作前应对下料单及样品进行复核，无误后方可批量下料。
- 15.7.7 底板钢筋堆料不应集中堆放，堆料存放区域应设有足够满足支撑稳定要求的马凳支撑架，厚度大于 1.5m 的底板钢筋支撑应编制专项施工方案，严格按方案规定执行。

16 框架结构钢筋绑扎

16.1 材料要求

16.1.1 原材钢筋应符合下列规定：

- 1 应有出厂合格证和出厂检验报告；
- 2 钢筋应平直、无损伤，表面应无裂纹、老锈及油污；
- 3 应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

16.1.2 成型钢筋应满足下列规定：

- 1 应有加工出厂合格证和出厂检验报告；
- 2 受力筋、箍筋等的品种、规格、形状、尺寸等应符合相关标准的规定；
- 3 应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验，检验结果应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

16.1.3 铁丝应采用 20#~22#铁丝、火烧丝，或镀锌铁丝、铅丝等，铁丝的切断长度要满足使用要求。

16.1.4 保护层垫块应满足下列规定：

- 1 钢筋保护层，宜优先采用塑料卡、拉筋、支撑筋、柱子竖向主筋定位箍筋等；
- 2 控制保护层水泥砂浆垫块，宜制成 50mm×50mm，厚度同图纸设计保护层，垫块内预埋 20-22 号火烧丝，砂浆强度达到 5MPa 以上时方可使用。

16.2 主要机具

16.2.1 手持工具应准备钢筋钩子、线坠、撬棍、扳子、绑扎架、钢丝刷、粉笔、尺子、墨斗、油漆等。

16.2.2 运料工具宜使用起重吊装机械、运输汽车、平板推车等。

16.3 作业条件

16.3.1 钢筋进场后经检查有出厂证明、复试报告。并按施工平面图中指定的位置，按规格、使用部位、编号分别放置在垫木上堆放。

16.3.2 钢筋绑扎前，对锈蚀钢筋，除锈之后再运至绑扎部位。

16.3.3 熟悉图纸、按设计要求放样，下达钢筋加工任务单，检查已加工好的钢筋规格、形状、数量是否正确。

16.3.4 做好抄平放线工作，弹好水平标高线以及柱、墙外皮尺寸线。

16.3.5 按照设计图纸和相关标准要求，列出结构构件受力钢筋锚固长度、搭接长度及保护层厚度的统计明细清单。并根据弹好的框架柱外皮尺寸线，检查下层预留搭接钢筋的位置、接头百分比、错开长度，出现偏差时，应进行纠偏处理。

16.3.6 检查下层伸出搭接筋处的混凝土板顶表面标高，再剔除全部浮浆到露石子后，剔凿接槎部位不宜高于板顶表面标高，用清水冲洗干净，不应留有明水。

16.3.7 模板安装完成，应将模板内遗留的杂物清理干净，并办理验收。

16.3.8 按安全操作要求搭设操作脚手架，架体应组织验收。

16.3.9 根据图纸及本工程的工艺标准，向班组进行技术交底。

16.4 施工工艺

16.4.1 框架柱钢筋绑扎，工艺流程宜按图 16.4.1 所示流程进行：

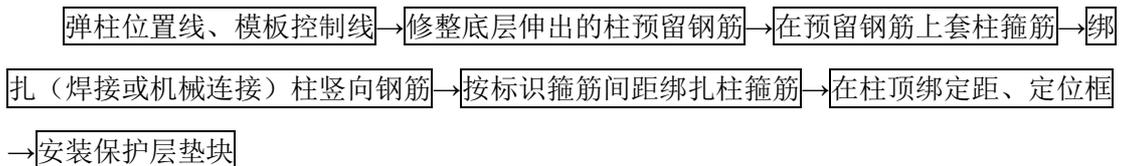


图 16.4.1 框架柱钢筋绑扎施工工艺流程

16.4.2 梁钢筋宜在模内绑扎，工艺流程宜按图 16.4.2 所示流程进行：

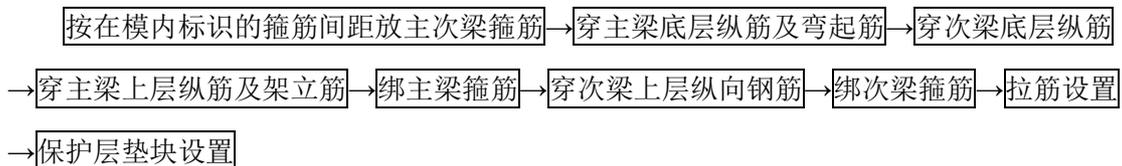


图 16.4.2 梁钢筋在模内绑扎工艺流程图

16.4.3 板钢筋绑扎，工艺流程宜按图 16.4.3 所示流程进行：

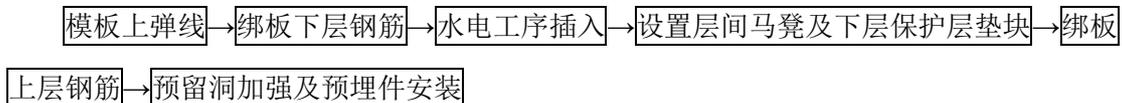


图 16.4.3 板钢筋绑扎工艺流程图

16.4.4 楼梯钢筋绑扎，工艺流程宜按图 16.4.4 所示流程进行：

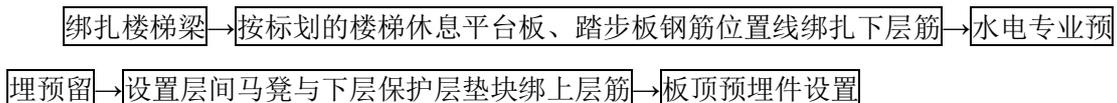
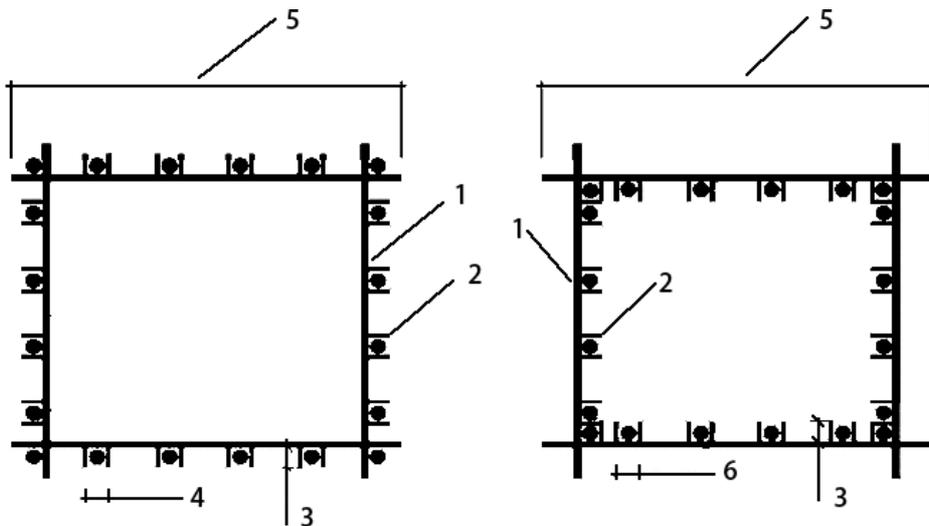


图 16.4.4 楼梯钢筋绑扎工艺流程图

16.4.5 框架柱钢筋绑扎应符合下列规定：

- 1 绑扎前对保护层偏位的柱筋，按 1:6 调直下层伸出的搭接主筋，并将锈蚀、水泥砂浆等污垢清除干净；
- 2 按图纸要求间距及抗震加密和绑扎接头加密的要求计算出框架柱箍筋数量，先将箍筋套在下层伸出的搭接主筋上，然后安装柱竖向受力钢筋；
- 3 柱竖向受力主筋立起之后，接头位置应符合设计及规范验收要求；
- 4 将柱定位框固定于柱模板上口范围处，可控制竖向钢筋位置、截面尺寸和保护层厚度。柱定位框做法，见图 16.4.5-1；



(a) 外控法 (b) 内控法

图 16.4.5-1 柱定位框制作图

- 1— $\Phi 20$ 钢筋；2— $\Phi 16$ 钢筋；3—定位钢筋长度， $d+10\text{mm}$ ；4—定位钢筋宽， $d+4\text{mm}$
5—柱截面尺寸；6—定位钢筋宽， $d+2\text{mm}$

- 5 在立好的柱竖向钢筋上，按图纸要求用粉笔画箍筋间距线或使用皮数杆控制箍筋间距。并注意抗震加密、接头加密，机械连接时箍筋位置应避开连接套筒位置；
- 6 柱箍筋安装绑扎应符合下列规定：
 - 1) 按已画好的箍筋位置线，将已套好的箍筋往上移动，由上而下绑扎，宜采用缠扣绑扎（图 16.4.5-2）；

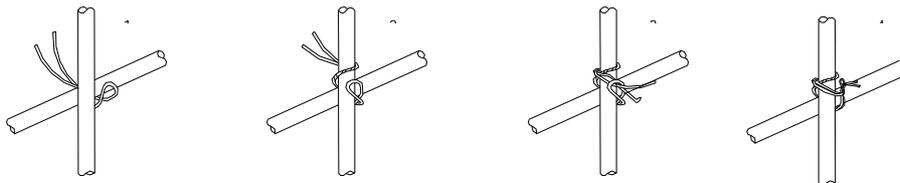


图 16.4.5-2 柱箍筋缠扣绑扎

- 2) 柱箍筋与主筋要垂直和密贴，箍筋转角处与主筋交点均要绑扎，主筋与箍筋非转角

部分的相交点成梅花交错绑扎；

3) 箍筋的弯钩叠合处应沿柱竖筋交错布置，并绑扎牢固（图 16.4.5-3）；

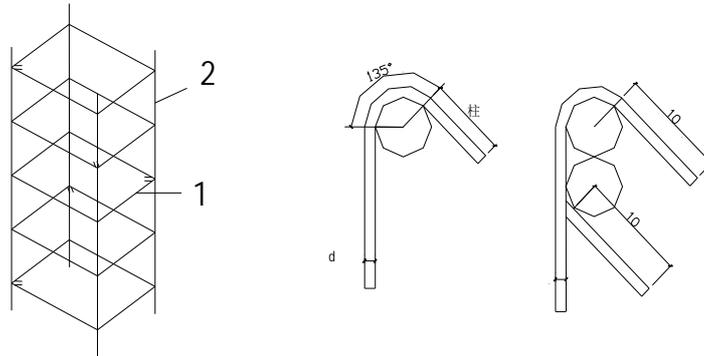


图 16.4.5-3 箍筋的弯钩叠合处与柱子竖向主筋交错布置图

1— 柱箍筋； 2— 竖向主筋

4) 有抗震要求的地区，柱箍筋端头应弯成 135° ，平直部分长度不小于 $10d$ 。当箍筋采用 90° 搭接，搭接处应焊接，焊缝长度单面焊缝不小于 $10d$ ；

5) 柱上下两端及核心区箍筋应加密，加密区长度及加密区内箍筋间距应符合设计图纸和抗震规范要求；

6) 柱筋为搭接接头时，接头长度内箍筋间距应按 $5d$ 设置；在受拉区时不应小于 100mm ，且不宜大于 $10d$ ；在受压区时不应小于 200mm 加密。当受压钢筋大于 $\Phi 25$ 时，尚应在搭接接头外 100mm 范围内各绑两个箍筋；

7) 框架柱钢筋保护层厚度应符合设计图纸要求，主筋距外皮宜为 25mm ，箍筋距外保护层宜为 15mm 。保护层垫块应绑扎在箍筋上，并应避开十字交叉处，间距宜为 800mm ，也可采用成品塑料卡卡在外竖筋上控制主筋保护层厚度；

8) 施工时框架柱钢筋的位置、数量、规格应准确无误，各节点的构造做法、钢筋连接及锚固长度应符合设计及规范要求。施工完毕，应及时进行隐蔽工程验收。

16.4.6 框架梁钢筋绑扎应符合下列规定：

1) 在支好的梁模板上标画出主次箍筋间距，按数量摆放主次梁箍筋。主梁起步箍筋距柱边不大于 50mm ，次梁起步箍筋距主梁边不大于 50mm ；

2) 先穿主梁的底层纵向钢筋及弯起筋，再穿次梁的底层纵向钢筋及弯起筋。当主次梁底部标高相同时，次梁底层钢筋宜放在主梁底层钢筋之上；

3) 将已放入的箍筋按标画间距逐个分开，并穿主梁上层纵向钢筋及架立筋；

4) 调整主梁箍筋使其间距符合设计图纸和相关标准要求，绑扎主梁箍筋；安放次梁上

层纵向钢筋，并调整次梁箍筋位置，绑扎次梁箍筋。主次梁箍筋绑扎宜同时配合进行；

5 框架梁上层纵向钢筋应贯穿中间柱节点，梁底层纵向钢筋伸入中间柱节点锚固长度及伸过中心线的长度要符合设计和规范要求，框架梁纵向钢筋在端柱节点内的锚固长度也要符合设计图纸和相关标准要求；

6 梁钢筋连接接头位置不宜位于构件最大弯矩处，接头位置应相互错开，接头错开百分率、接头位置、错开长度及接头末端与钢筋弯折处的距离应符合设计及规范要求；

7 梁箍筋安装绑扎应符合下列规定：

1) 绑梁上部纵向筋的箍筋，宜用套扣法绑扎（图 14.4.6-1）；

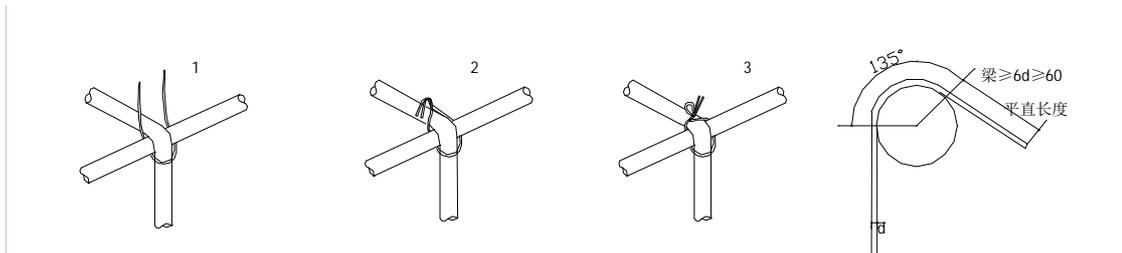


图 14.4.6-1 梁箍筋套扣绑扎

2) 箍筋在叠合处的弯钩，在梁中应交错绑扎，箍筋弯钩为 135° ，平直部分长度为 $10d$ ，做成封闭箍时，单面焊缝长度为 $10d$ ；

3) 梁端第一个箍筋宜设置在距离柱节点边缘不大于 50mm 处，梁端与柱交接处箍筋应加密，其间距与加密区长度均应符合设计及规范要求。当设计无要求时，框架梁端部箍筋加密区范围：一级抗震时取 2 倍梁高和 500mm 中的较大值，二至四级抗震时取 1.5 倍梁高和 500mm 中的较大值；

4) 梁纵向钢筋连接处设置的箍筋应错开接头位置。当采用焊接连接时，接头两端箍筋距接头位置不大于 50mm ；当采用搭接连接时，搭接范围内箍筋应加密，搭接范围两侧端头面外 100mm 内设置 2 道箍筋；

5) 在次梁穿过主梁位置，应在主梁两侧进行箍筋加密设置，次梁两端箍筋距主梁边不大于 50mm 。

8 框架节点处梁纵向钢筋宜放在柱纵向钢筋内侧，当节点处梁柱截面宽度相同时，梁截面上下层两端纵向筋应按 1:6 调整从柱角纵向钢筋内侧穿过。

16.4.7 板钢筋绑扎应符合下列规定：

1 清理模板上面的杂物，在模板上标画好主筋、分布筋的位置，板纵横钢筋起步筋距梁边不大于 50mm ；

2 按标划好的位置线，先摆放板下层钢筋。板筋宜用顺扣或八字扣绑扎（图

16.4.7)。绑扎时，除外围两根筋的相交点应全部绑扎外，其余各点可交错绑扎，双向板绑扎时，钢筋相交点应全部绑扎。当板中有暗梁时，应先绑暗梁钢筋，再绑板下层钢筋；

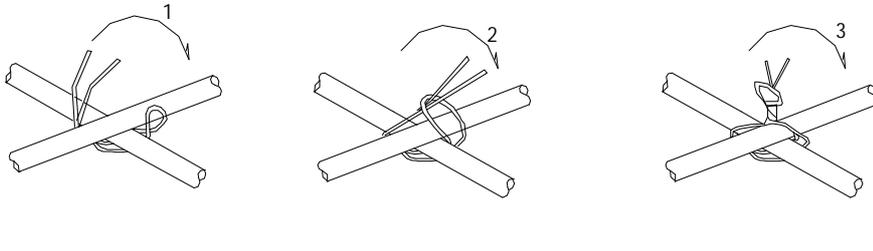


图 16.4.7 板筋顺扣绑扎

3 水电等专业工种安装预埋管线及预留洞等，其位置、尺寸应符合设计要求，预留洞口补强钢筋做法应符合设计及规范要求，并完成水电预埋管线隐蔽验收；

4 安放板下层筋垫块，宜采用成品水泥砂浆垫块，纵横间距不大于 600 mm，呈梅花状布置。保护层垫块厚度应满足结构设计要求，当设计无要求时，板的保护层厚度应为 15mm；

5 绑板上层钢筋时，应先放置层间钢筋支撑马凳，摆放间距不大于 1000mm，板上层纵横钢筋及负弯矩钢筋的交叉点应全数绑扎；

6 绑扎悬挑板钢筋时，为了保证悬挑板上部受力钢筋位置的正确，应根据悬挑板厚度和钢筋直径，在悬挑板中布置间距不大于 1000mm，直径不小于 14mm 的马凳，其底脚应设置垫块；

7 楼板钢筋绑扎时，钢筋搭接连接部位不宜位于构件最大弯矩处，搭接位置应相互错开，搭接长度、锚固位置及锚固长度应符合规范要求；

8 楼板钢筋绑扎完毕后，应根据设计图纸要求将预埋筋、预埋件及预留洞加强钢筋等安装固定牢靠，并及时完成隐蔽工程验收。

16.4.8 楼梯钢筋绑扎应符合下列规定：

1 楼梯钢筋绑扎时，应先绑完楼梯梁钢筋，再绑楼梯踏步板钢筋，最后绑楼梯平台板钢筋；

2 按标画好的楼梯板下层钢筋位置线，摆放楼梯板下层钢筋，绑扎时板筋要锚固到梁内，且板筋每个交点均应绑扎，绑扎方法与楼板钢筋绑扎相同；

3 楼梯平台板钢筋绑扎方法同板钢筋绑扎，在上下层钢筋之间应设置马凳，下层钢筋底部设置保护层垫块，做好水电专业预埋管线及预留洞口设置等，并完成上层钢筋绑扎；

4 楼梯踏步板完成下层钢筋绑扎后，梯段两端按照设计要求摆放上层负弯矩钢筋，且每个交叉点均应绑扎牢固，负弯矩筋锚入楼梯梁内或平台板内长度、节点构造等应符合设计及规范要求；

5 楼梯钢筋绑扎完毕后，应根据设计图纸要求将预埋筋、预埋件等安装固定牢靠，并及时完成隐蔽工程验收。

16.5 质量标准

16.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 钢筋进场时，应按现行国家标准《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499 等的规定抽取试件作力学性能检验，其质量应符合有关标准的规定；

2 当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时，应对该批钢筋进行化学成分检验或其它专项检验；

3 受力钢筋的品种、级别、规格、形状、尺寸、数量应符合设计要求；

4 钢筋弯折的弯弧内直径应符合下列规定：

1) 光圆钢筋，不应小于钢筋直径的 2.5 倍；

2) 对有抗震设防要求或设计要求末端需作 135°弯钩时，400MPa 级带肋钢筋，不应小于钢筋直径的 4 倍；

3) 500MPa 级带肋钢筋，当直径为小于 28mm 时，弯弧内直径不应小于钢筋直径的 6 倍；当直径为 28mm 及以上时不应小于钢筋直径的 7 倍；

5 拉筋、圆形箍筋的末端应按设计要求作弯钩，并应符合下列规定：

1) 拉筋用作梁、柱复合箍筋中单肢箍筋或梁腰筋间拉结筋时，两端弯钩的弯折角度均不应小于 135°，弯折后平直段长度应符合设计要求。

2) 圆形箍筋的搭接长度不应小于其受拉锚固长度，且两末端均应作不小于 135°的弯钩，弯折后平直段长度：对一般结构构件不应小于箍筋直径的 5 倍，对有抗震设防要求的结构构件不应小于箍筋直径的 10 倍和 75mm 的较大值。

6 纵向受力钢筋的连接方式应符合设计和规范要求，按现行行业标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 及相应连接标准的规定抽取钢筋接头试件作力学性能检验，其质量应符合验收规程的规定；

7 钢筋的锚固长度，锚固位置应符合设计和规范要求，弯钩朝向正确。

16.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 钢筋应平直、无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈；
- 2 钢筋网片和骨架绑扎缺扣、松扣数量不超过绑扣数量的 5%，且不应集中；
- 3 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求；
- 4 钢筋接头的位置应符合设计图纸和施工方案要求。有抗震设防要求的结构中，梁端、柱端箍筋加密区范围内钢筋不应进行搭接。当纵向受力钢筋采用机械连接接头、焊接接头或搭接接头时，钢筋的接头面积百分率应符合设计图纸要求；当设计图纸无具体要求时，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、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关验收规定条款的要求；
- 5 现浇框架钢筋绑扎允许偏差和检验方法应符合表 16.5.2 规定。

表 16.5.2 现浇框架钢筋绑扎允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	网的长度、宽度		±10	尺量检查
2	网格尺寸		±10	尺量连续三档，取其最大值
3	骨架的宽度、高度		±5	尺量检查
4	骨架的长度		±10	
5	受力主筋	间距	±10	尺量两端、中间各一点，取其最大值
6		排距	±5	
7	绑扎箍筋、构造筋间距		±10	尺量连续三档，取其最大值
8	钢筋弯起点位置		±15	尺量检查
9	焊接预埋件	中心线位移	+3	
		水平高差	+3、0	
10	受力筋保护层厚度	梁、柱	±3	
		墙板	±3	

16.6 成品保护

- 16.6.1 框架柱钢筋绑扎成型后，不应随意踩踏。
- 16.6.2 楼板的弯起钢筋、负弯矩钢筋绑扎好后，不应在上面踩踏行走。浇筑混凝土时应另铺凳子、跳板，派钢筋工专门负责修理，保证负弯矩位置的正确性。
- 16.6.3 绑扎钢筋时，不应碰动预埋件及洞口模板。
- 16.6.4 钢模板内面涂隔离剂时不应污染钢筋。
- 16.6.5 安装电线管、暖卫管线或其他设施时，不应任意切断和移动钢筋。

16.7 注意事项

- 16.7.1** 应根据施工进度、库存情况等合理安排材料的采购、进场时间和批次，减少库存。
对进场钢筋进行抽样检验时，应注意钢筋混合批检验抽取的问题。
- 16.7.2** 浇筑混凝土前应检查钢筋位置，振捣混凝土时应防止碰动钢筋，浇完混凝土后应立即修整甩筋的位置，防止柱筋、墙筋位移。
- 16.7.3** 当柱子截面尺寸有变化时，柱筋应在板内弯曲或在下层就搭接错位，弯后的尺寸要符合设计图纸和规范要求。
- 16.7.4** 主次梁相交时，应保证主梁保护层厚度。当次梁与板筋在主梁之上时，次梁、板筋保护层及楼面标高，应在绑扎前先与设计协商确定。
- 16.7.5** 绑扎纵向受力筋时应吊正，搭接部位应绑3个扣，不应出现在同一方向顺扣绑扣。
- 16.7.6** 绑扎板的钢筋时宜用尺杆划线，绑扎时应随时找正调直，防止板筋不顺直。
- 16.7.7** 板的弯起钢筋和负弯矩钢筋位置应准确，施工时不应踩到下面。
- 16.7.8** 不得将各类预埋筋、预埋件等直接与结构受力筋焊接连接。
- 16.7.9** 当层高超过4m时，应搭架子进行绑扎，并采取措施固定钢筋，防止柱、墙钢筋骨架不垂直。

17 剪力墙结构墙体钢筋绑扎

17.1 材料要求

17.1.1 原材钢筋应符合下列规定：

- 1 应有出厂合格证和出厂检验报告；
- 2 钢筋应平直、无损伤，表面应无裂纹、老锈及油污；
- 3 应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

17.1.2 成型钢筋应满足下列要求：

- 1 应有加工出厂合格证和出厂检验报告；
- 2 受力筋、箍筋等的品种、规格、形状、尺寸等应符合相关标准规定；
- 3 应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验，检验结果应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

17.1.3 铁丝应采用 20#~22#铁丝、火烧丝，或镀锌铁丝、铅丝等，铁丝的切断长度要满足使用要求。

17.1.4 保护层垫块应满足下列要求：

- 1 钢筋保护层，宜优先采用塑料卡、拉勾筋、支撑筋、双 F 定位卡、竖向和水平梯子筋等；
- 2 用作保护层控制的支撑筋、双 F 定位卡、竖向梯子筋等，其外伸钢筋端头应平整，并涂刷好防锈漆；
- 3 保护层采用水泥砂浆垫块，宜制成 50mm 见方，厚度同图纸设计保护层，垫块内预埋 20-22 号火烧丝，砂浆强度达到 5MPa 以上时方可使用。

17.2 主要机具

17.2.1 手持工具应准备钢筋钩子、线坠、撬棍、扳子、绑扎架、钢丝刷、粉笔、尺子、墨斗、油漆等。

17.2.2 运料工具宜使用起重吊装机械、运输汽车、平板推车等。

17.3 作业条件

17.3.1 弹好墙身、洞口位置线、模板位置控制线，并将混凝土接槎处的浮浆全部剔除到露出石子，用水冲洗干净。

17.3.2 预留钢筋外表面附着的水泥浆等应用钢丝刷，清刷干净。

17.3.3 按施工现场平面图规定的位置，将钢筋堆放场地进行清理、平整并准备好垫木，按钢筋绑扎顺序分类堆放，按部位、规格、种类标识清楚。

17.3.4 应对标识的钢筋级别、型号、形状、尺寸及数量等进行核对，应与设计图纸及加工配料单相同。

17.3.5 钢筋外表面铁锈应清除干净，锈蚀严重侵蚀断面的钢筋不得使用。

17.3.6 应按设计图纸和相关标准要求，列出墙体各部位钢筋锚固长度、接头长度、接头百分比、错开长度、保护层厚度及各种墙柱的钢筋定距框等加工明细统计表，并悬挂于作业面明处，以便核对。

17.4 施工工艺

17.4.1 剪力墙钢筋绑扎，工艺流程宜按图 17.4.1 所示流程进行：

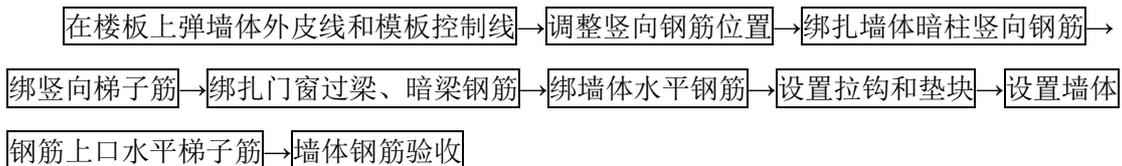


图 17.4.1 剪力墙钢筋绑扎工艺流程图

17.4.2 在楼板上弹墙体外皮线，将墙根浮浆清理干净到露出石子，用墨斗在弹出墙体模板控制线。

17.4.3 根据墙体控制线和保护层厚度检查竖向钢筋的位置、间距等。当有位移时，应按 1:6 的比例将其调整到位；当位移偏大时，应按设计确认的调整做法洽商认真处理到位。

17.4.4 在调整好墙体竖向钢筋后，按照设计文件要求，先绑扎墙体暗柱竖向钢筋，墙柱竖向钢筋绑扎应符合下列要求：

- 1 墙、柱竖向钢筋立起之后，接头位置应符合设计及构造图集规定；
- 2 墙体竖向钢筋起步距暗柱、门窗洞口边应为 50mm，钢筋间间距应符合图纸要求；
- 3 绑扎暗柱时，应先在暗柱竖筋上根据箍筋间距划出箍筋位置线，箍筋起步筋距地 30mm，且应在墙体根部第一根墙体水平筋下面。将箍筋从上面套入暗柱，并按位置线顺序进行绑扎，箍筋的弯钩叠合处应相互错开。暗柱绑扎应方正，箍筋应水平，弯钩平直段应相互平行。

17.4.5 设置墙体竖向梯子筋，应保证梯子筋安装方正、水平。一道墙内设置 2 至 3 个竖向梯子筋为宜；当梯子筋代替墙体竖向钢筋时，应大于墙体竖向钢筋一个规格。梯子筋中控制

墙厚度的横档钢筋的长度应比墙厚小 2mm，端头用无齿锯锯平后刷防锈漆。

17.4.6 绑扎门窗过梁、暗梁钢筋应满足下列要求：

1 门窗洞口应按设计和规范要求绑扎过梁钢筋，锚入墙内长度应符合质量验收要求，过梁箍筋两端各进入暗柱一个，第一个过梁箍筋距暗柱边 50mm，顶层过梁入支座全部锚固长度范围内均应加设箍筋，间距为 150mm；

2 连梁箍筋外皮与剪力墙竖向钢筋外皮平齐，连梁上、下部纵筋在连梁箍筋内侧设置，连梁侧面纵筋在连梁箍筋外侧紧靠箍筋外皮连续设置；

3 门窗洞口应设置定位支架，控制门窗洞口两侧暗柱主筋不位移（图 17.4.6）；

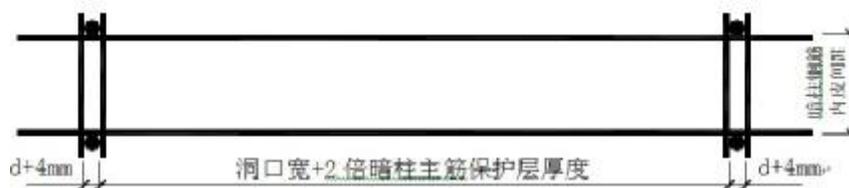


图 17.4.6 洞口定位支架

4 暗梁箍筋外皮与剪力墙竖向钢筋外皮平齐，暗梁上、下部纵筋在暗梁箍筋内侧设置，剪力墙墙体水平分布筋作为暗梁侧面纵筋在暗梁箍筋外侧紧靠箍筋外皮连续设置；

5 剪力墙竖向分布筋连续通过暗梁高度范围；

6 暗梁箍筋由剪力墙构造边缘构件或约束边缘构件边缘 50mm 处开始设置；暗梁与楼面剪力墙连梁相连一端的箍筋设置到距门窗洞口边 100mm 处。

17.4.7 墙体水平钢筋绑扎应满足下列要求：

1 暗柱和过梁绑扎完成后，应进行墙体水平筋绑扎，水平筋应绑在墙体竖向筋外侧，按竖向梯子筋横档钢筋的间距从下到上顺序进行绑扎，水平筋第一根起步筋距地应为 50mm；

2 墙筋为双向受力钢筋，所有钢筋交叉点应逐点绑扎，绑扣采用顺扣时应交错进行，确保钢筋网绑扎稳固，不发生位移；

3 绑扎时水平筋的搭接长度及错开距离要符合质量验收标准要求；

4 水平钢筋在端部锚固应按设计图纸和相关构造图集标准要求施工，宜做成暗柱或加 U 型钢筋；

5 水平钢筋在“丁”字节点及转角节点的绑扎锚固方法应按设计图纸和相关构造图集标准要求施工；

6 剪力墙的连接梁上下水平钢筋伸入墙内长度能小于设计和规范要求；

7 剪力墙洞口周围应绑扎补强钢筋，其锚固长度应符合设计和规范要求；

8 剪力墙钢筋与外墙连接时，先绑外墙，再绑内墙钢筋，并将外墙预留的 $\phi 6$ 拉结筋理顺，然后再与内墙钢筋搭绑牢，内墙水平筋间距及锚固设计图纸和相关构造图集标准要求施工。

17.4.8 拉钩和垫块设置应满足下列要求：

1 双排钢筋在水平筋绑扎完成后，应按图纸要求间距设置拉钩固定双排钢筋的骨架间距。拉钩应呈梅花型设置，应卡在钢筋的十字交叉点上，并用扳手将拉钩弯钩角度调整到 135° ，并应注意拉钩设置后不应改变钢筋排距；

2 在墙体水平筋外侧应绑上带有铁丝的砂浆垫块或成品塑料卡控制保护层的厚度，垫块间距宜为 $0.8\text{m}\sim 1.0\text{m}$ ，梅花形布置，并注意钢筋保护层垫块不应绑在钢筋十字交叉点上；

3 墙体钢筋定位绑扎，宜可采用双 F 卡（图 17.4.8）代替拉钩和保护层垫块，支撑卡可用 $\Phi 10\sim\Phi 14$ 钢筋制作。当支撑卡作顶模筋时，要按墙厚度减 2mm ，用无齿锯锯平并刷防锈漆，间距 1m 左右，梅花形布置。

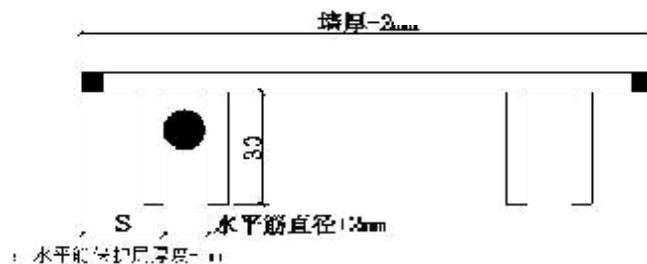


图 17.4.8 双 F 卡钢筋支撑构造图

17.4.9 对绑扎完成的钢筋板墙进行调整，并在上口距墙顶面 150mm 处设置水平定位梯子筋(图 17.4.9)控制竖向筋的位置和固定伸出筋的间距，水平定位梯子筋应与竖筋固定牢靠。

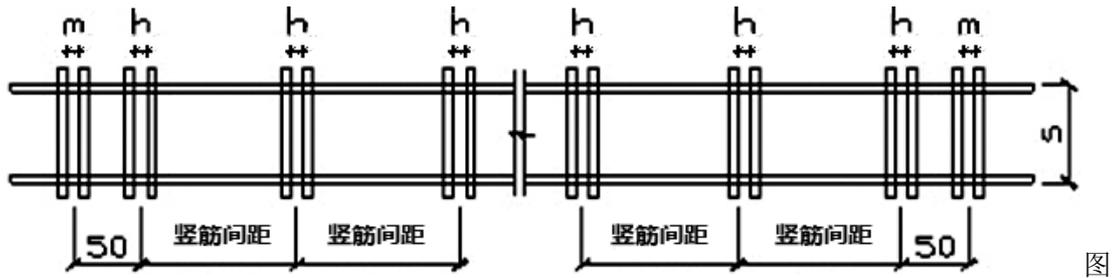


图 17.4.9 墙体水平定位梯子筋构造图

h —墙竖向主筋直径+2mm； m —暗柱竖向主筋直径+2mm；
 s —墙截面尺寸-2mm（墙水平筋直径+竖筋直径+保护层厚度）

17.4.10 墙体钢筋绑扎完成后，应对墙体钢筋进行自检。对不到位处进行修整，并将墙脚内杂物清理干净，并报施工员和质检员验收。

17.5 质量标准

17.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 钢筋进场时，应按现行国家标准《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499 等的规定抽取试件作力学性能检验，其质量应符合有关标准的规定；
- 2 当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时，应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验；
- 3 受力钢筋的品种、级别、规格、形状、尺寸、数量应符合设计要求；
- 4 纵向受力钢筋的连接方式应符合设计和规范要求，当用机械连接接头时，按现行行业标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 和相应的机械连接接头标准，焊接接头按现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的相关规定抽取钢筋接头试件作力学性能检验，其质量应符合相关标准的规定；
- 5 钢筋的锚固长度，锚固位置应符合设计图纸和相关标准要求，弯钩朝向正确。

17.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 钢筋应平直、无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈；
- 2 钢筋网片和骨架绑扎缺口、松口数量不超过绑扣数量的 5%，且不应集中；
- 3 钢筋加工的形状、尺寸应符合图纸要求；
- 4 钢筋接头的位置应符合设计和施工方案要求。有抗震设防要求的结构中，梁端、柱端箍筋加密区范围内钢筋不应进行搭接。当纵向受力钢筋采用机械连接接头、焊接接头或搭接接头时，钢筋的接头面积百分率应符合设计要求；当设计图纸无具体要求时，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、《建筑抗震设计规范》GB

50011 相关标准条款的要求；

5 钢筋及预埋件的允许偏差和检验方法应符合表 17.5.2 的规定。

表 17.5.2 钢筋及预埋件的允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	网的长度、宽度		±10	尺量检查
2	网格尺寸	焊接	±10	尺量连续三档，取其最大值
3		绑扎	±10	
4	受力主筋	间距	±10	尺量两端、中间各一点，取其最大值
5		排距	±5	
6	箍筋、构造筋 间距	焊接	±10	尺量连续三档，取其最大值
7		绑扎	±10	
8	焊接预埋件	中心线位置	3	尺量检查
		水平高差	+3、0	
9	受力筋保护层		±3	尺量检查

17.6 成品保护

17.6.1 绑扎钢筋时不应碰撞预埋件，当碰动时应按设计位置重新固定牢靠。

17.6.2 应保证预埋电线管的位置准确，当发生冲突时，可将竖向钢筋沿平面左右弯曲，横向钢筋上下弯曲，绕开预埋管。但一定要保证保护层的厚度，不应任意切割钢筋。

17.6.3 模板板面刷隔离剂时，不应污染钢筋。

17.6.4 各工种操作人员不应任意蹬踩钢筋，不应随意掰动及切割钢筋。

17.6.5 为防止浇筑混凝土时顶部主筋钢筋位移，应在墙模板顶端部位设置水平定位筋，并在其上再绑扎不少于两道水平筋。

17.7 注意事项

17.7.1 应根据施工进度、库存情况等合理安排材料的采购、进场时间和批次，减少库存。对进场钢筋进行抽样检验时，应注意钢筋混合批检验抽取的问题。

17.7.2 墙体绑扎钢筋时应采用工具式高凳或简易脚手架，以免水平筋位置发生位移，间距不符合要求。

17.7.3 上层墙体钢筋绑扎时，应先将下层墙体伸出的钢筋调直理顺，然后再绑扎或焊接。当下层伸出的钢筋位移大时，应征得设计同意进行处理。当在墙线内时，按 1:6 进行处理；

当在墙线外时，应在混凝土板内按 1: 6 调整处理。

17.7.4 在拐角、十字节点、墙端、连梁、门窗洞口等部位加强钢筋的锚固应符合设计和规范要求。

17.7.5 竖向梯子筋中控制墙厚度的横档钢筋的长度应比墙厚小 2mm，端头用无齿锯锯平后刷防锈漆。

17.7.6 模板合模之后，对伸出的墙体钢筋进行修整。墙体浇筑混凝土时派专人看管钢筋，混凝土浇筑完后，立即对伸出的钢筋再进行整理。

18 冷轧带肋钢筋焊接网施工

18.1 材料要求

18.1.1 钢筋网纵、横向钢筋的间距应符合设计要求。焊接钢筋网用冷轧带肋钢筋级别、直径应符合设计要求，应有出厂合格证，并按规定作力学性能复试。冷轧带肋钢筋网宜采用钢筋焊接网宜采用 CRB550 级冷轧带肋钢筋。钢筋网进场后应进行外观质量检查，并应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定。焊接网钢筋的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。冷轧带肋钢筋焊接网用于疲劳荷载作用下的板类受弯构件，当进行疲劳验算钢筋的最大应力不超过 280N/mm^2 、疲劳应力比值 ρ_{fs} 大于 0.3 时，钢筋的疲劳应力幅值应不大于 80N/mm^2 。

18.1.2 马凳、梯子筋应按施工现场配料单的规格、尺寸、形状、数量做好加工。

18.1.3 垫块应准备塑料垫块或水泥砂浆垫块。

18.1.4 铁丝应准备 20 号~22 号火烧丝。

18.2 主要机具

18.2.1 电动工具应准备钢筋调直机、电焊机、钢筋切断机、钢筋弯曲机等。

18.2.2 普通工具应准备断线钳、钢丝刷、手摇扳子、顺口扳子、横口扳子、5m 盒尺等。

18.3 作业条件

18.3.1 冷轧带肋钢筋焊接网按现场施工平面图中指定位置堆放，并有明显的标志。同时冷轧带肋钢筋网片上已按布置图的要求进行编号并做好标识。网片立放时需有支架，平放时应垫平，垫木应上下对正，吊装时应使用网片架吊装。

18.3.2 模板安装完并验收完成，将模板内杂物清理干净。

18.3.3 墙体伸出的搭接筋等已按图纸要求检查整修完毕，并将预留钢筋处的松散混凝土剔凿干净。

18.3.4 测量工作已经验收合格，并已做好控制线标志。

18.4 施工工艺

18.4.1 剪力墙冷轧带肋钢筋焊接网绑扎宜按图 18.4.1 规定的流程进行：



图 18.4.1 剪力墙冷轧带肋钢筋焊接网绑扎施工工艺流程

18.4.2 顶板冷轧带肋钢筋焊接网宜按图 18.4.1 规定的流程进行：



图 18.4.2 顶板冷轧带肋钢筋焊接网施工工艺流程

18.4.3 剪力墙冷轧带肋钢筋焊接网绑扎应符合下列规定：

- 1 修理预留搭接筋应按一楼层为一个竖向单元，将墙身处预留钢筋调直理顺，并将表面杂物清理干净；
- 2 临时固定钢筋焊接网宜按图纸要求将网片就位，网片立起后用木方或钢管临时固定支牢；
- 3 绑扎根部钢筋时应临时固定完钢筋网片后逐根绑扎根部搭接钢筋，竖向搭接可设置在楼面之上，搭接长度应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定且不应小于 400mm 或 40d。钢筋在搭接区域的中心和两端绑 3 个扣；
- 4 在搭接范围内，搭接时应将下层网的竖向钢筋与上层网的钢筋绑扎牢固（图 18.4.3-1）；

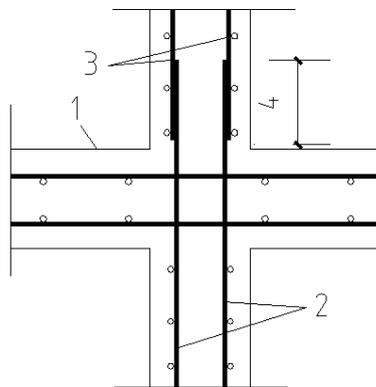


图 18.4.3-1 墙体钢筋焊接网的竖向搭接

1—楼板 2—下层焊接网 3—上层焊接网 4—搭接长度

- 5 水平方向网片连接时墙体中钢筋焊接网在水平方向的搭接采用平搭法或扣搭法时，其搭接长度应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的相关要求。在搭接长度范围内每张网片的横向钢筋不应少于 2 根，两片焊接网最外边横向钢筋间的搭接长度不应小于一个网格加 50mm（图 18.4.3-2），也不应小于最小锚固长度的 1.3 倍，且不应小于 200mm。冷拔光面钢筋焊接网的受力钢筋，当搭接区内一张网片无横向钢筋且无附加钢筋、网片或附加锚固构造措施时，不应采用搭接。钢筋焊接网在受压方向的搭接长度，

应取受拉钢筋搭接长度的 0.7 倍，且不应小于 150mm；

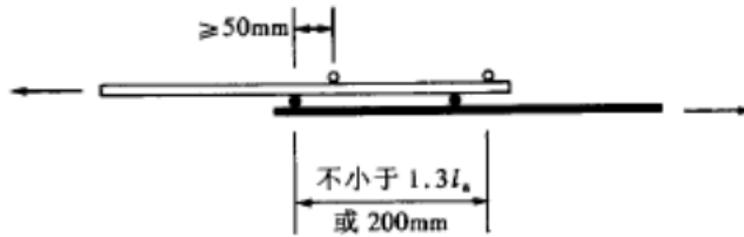


图 18.4.3-2 冷拔钢筋焊接网搭接接头

6 绑扎墙体端部钢筋时，当墙体端部无暗柱或端柱时，可用现场绑扎的“U”形附加钢筋连接（图 18.4.2-3a），附加钢筋的间距宜与钢筋焊接网水平钢筋的间距相同，其直径可按等强度设计原则确定，附加钢筋的锚固长度不应小于最小锚固长度。焊接网水平分布钢筋末端宜有垂直于墙面的 90° 直钩，直钩长度为 $5d \sim 10d$ ，且不小于 50mm。当墙体端部设有暗柱时，焊接网的水平钢筋可伸入暗柱内锚固（图 18.4.2-3b），伸入部分可不焊接竖向钢筋，或将焊接网设在暗柱外侧，并将水平分布钢筋弯成直钩，直钩长度为 $5d \sim 10d$ ，且不小于 50mm 锚入暗柱内；相交墙体见及设有端柱时，可将焊接网的水平钢筋直接伸入墙体相交处的暗柱（图 18.4.3-3c、d）或端柱中（图 18.4.3-3e 的）；

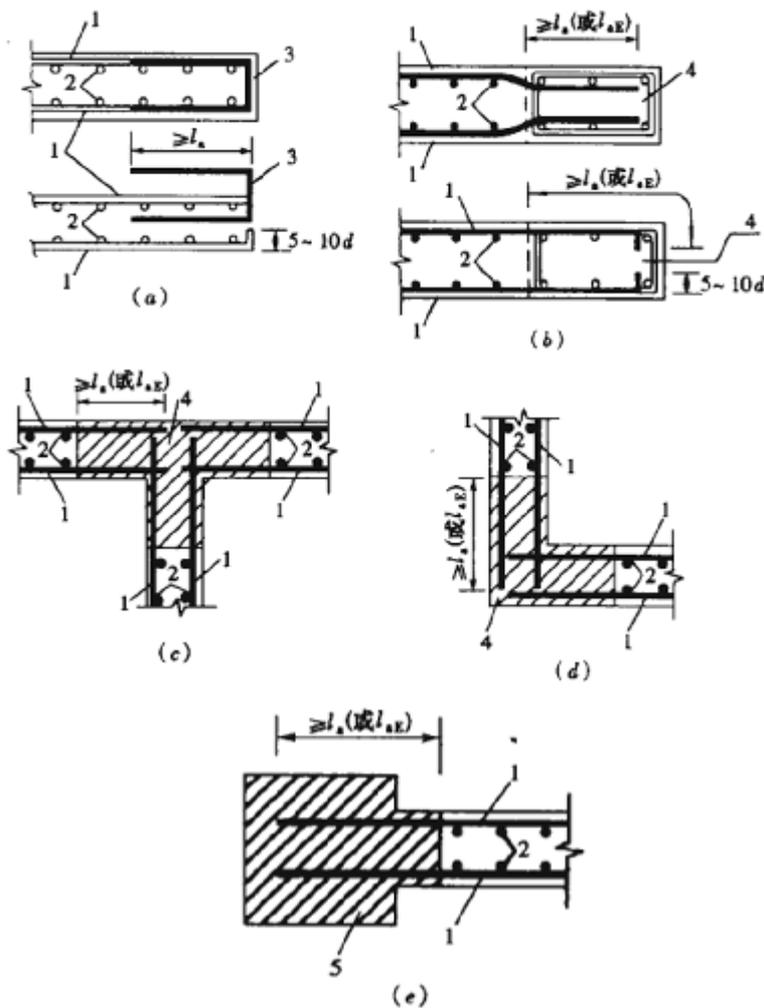


图 18.4.3-3 钢筋焊接网在墙体端部的构造

(a) 墙端无暗柱；(b) 墙端设有暗柱 (c)；相交墙体 (T 形)

(d) 相交墙体 (L 形)；(e) 墙端设有端柱

1—焊接网水平钢筋 2—焊接网竖向钢筋 3—附加连接钢筋 4—暗柱 (墙) 5—端柱

7 绑扎门、窗、洞口处加固筋，要求位置准确。如门窗洞口处预留筋有位移时，应做成缓弯 1: 6 理顺，使门窗洞口处的附加筋位置符合设计图纸要求；

8 墙体内双排钢筋焊接网之间设置拉筋连接，其直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 700mm；对于重要部位的剪力墙应适当增加拉筋的数量；

9 在墙体两侧水平筋外绑扎塑料卡子或保护层垫块，梅花型布置，间距不宜大于 1000mm。

18.4.4 楼板冷轧带肋钢筋焊接网施工应符合下列规定：

1 钢筋焊接网运至现场，用塔吊吊运至各层分区集中堆放，注意吊装时应尽量避免 1 点吊装，防止受力不均导致焊点开焊；

2 在顶板模板上按图纸要求间距弹出位置线；

3 应按布置图的网片编号进行安装，钢筋焊接网在非受力方向的搭接可采用叠搭法(图 18.4.4a)、扣搭法 (图 18.4.4b) 或平搭法 (图 18.4.4c)。

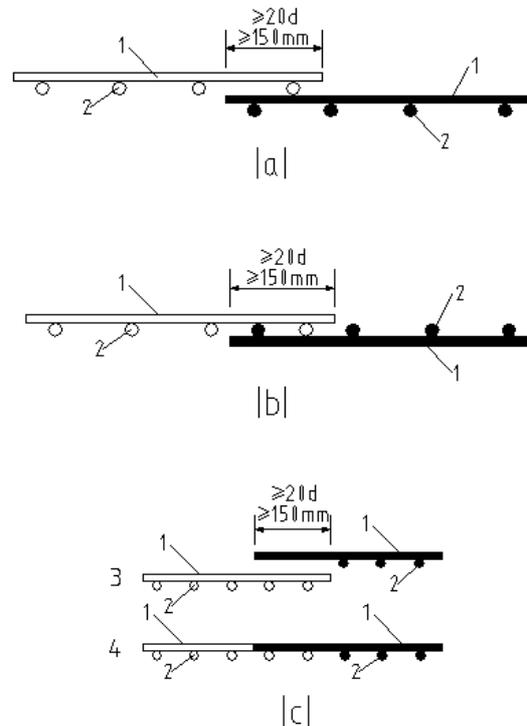


图 18.4.4 钢筋焊接网在非受力方向的搭接

(a) 叠搭法；(b) 扣搭法；(c) 平搭法

1—分布钢筋 2—受力钢筋 3—搭接前 4—搭接后

18.4.5 底网的布置方式应符合下列规定：

1 单向板宜采用叠搭法。受力主筋深入支座可不设置搭接，深入长度不小于 $10d$ ，且不应小于 100mm 。分布筋方向支座处加垫网，底网和垫网如需设置搭接接头，每个网片在搭接范围内至少应有一根受力主筋，搭接长度不应小于 20 倍分布筋直径，且不应小于 150mm 。单向板底网的受力主筋不宜设置搭接；

2 现浇双向板短跨方向的下部钢筋焊接网可不设置搭接接头。长跨方向的底部钢筋焊接网可按现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定设置搭接接头，并将钢筋焊接网伸入支座，可采用附加网片搭接（图 18.4.5-1），或用绑扎钢筋伸入支座，搭接长度及构造要求应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定。板的钢筋焊接网应按板的梁系区格布置，宜减少搭接。双向板长跨方向底网搭接宜布置在梁边 $1/3$ 净跨区段内。满铺面网的搭接宜设置在梁边 $1/4$ 净跨区段以外且面网与底网的搭接宜错开，不宜在同一断面搭接；

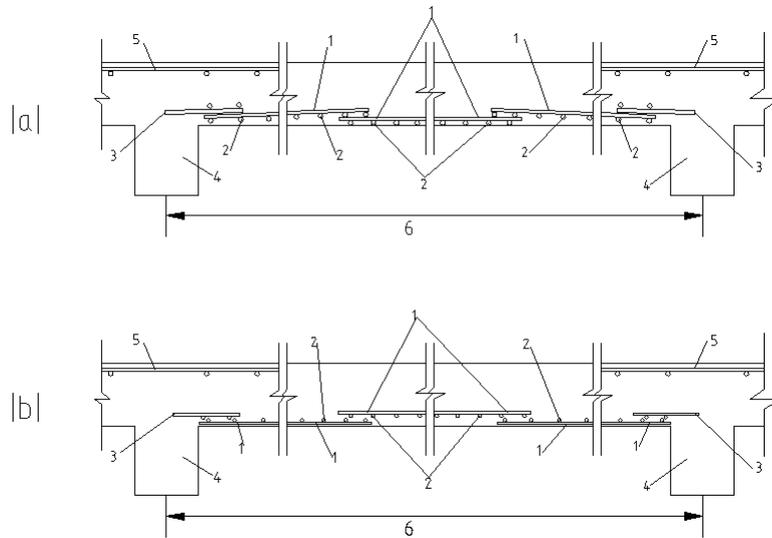


图 18.4.5-1 钢筋焊接网在双向板长跨方向的搭接

(a) 叠搭法搭接；(b) 扣搭法搭接

1—长跨方向钢筋；2—短跨方向钢筋；3—伸入支座的附加网片；

4—支承梁；5—支座上部钢筋；6—长方向跨度

3 应将双向板的纵向钢筋和横向钢筋分别与非受力筋焊成纵向网和横向网，安装时应分别插入相应的梁中（图 18.4.5-2a）；

4 应将纵向钢筋和横向钢筋分别采用 2 倍原配筋间距焊成纵向底网和横向底网，安装时宜用扣搭法分别插入相应的梁中（图 18.4.5-2b）。受力筋伸入支座不小于 $10d$ ， d 为纵向受力钢筋直径，且不小于 100mm。网片最外侧钢筋距梁边的距离不应大于该方向钢筋间距的 $1/2$ ，且不宜大于 100mm；

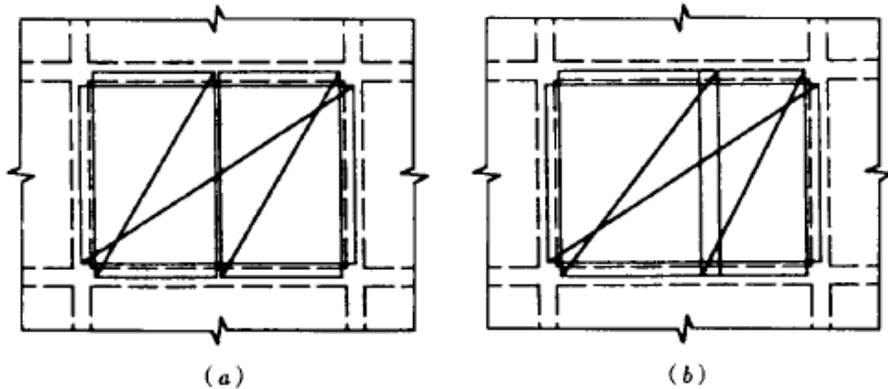


图 18.4.5-2 双向板底网的双层布置

5 铺设底网时应先铺短跨方向网片，再铺长跨方向网片。铺设网片时，应先铺与标高低的梁垂直方向的网片，再铺与标高高的梁垂直方向的网片；

6 楼板底网与柱连接时，板伸入支座的下部纵向受力钢筋间距不应大于 400mm，伸入支座的锚固长度不应小于 $10d$ ， d 为纵向受力钢筋直径，且不应小于 100mm。网片最外侧钢筋距梁边的距离不应大于该方向钢筋间距的 $1/2$ ，且不宜大于 100mm。当网片分布筋与柱子预留筋发生冲突时，可将分布筋剪断且不必补筋；

7 两网片搭接时，在搭接区中心和两端应采用铁丝绑扎牢固，钢筋网片在搭接采用叠搭法或扣搭法或平搭法应符合要求。

18.4.6 安装完下铁钢筋网片后应进行土建及水电预留、预埋。

18.4.7 底网应设置与保护层厚度相当的水泥砂浆垫块或塑料卡。同时沿长向钢筋的方向设置适量的马凳。

18.4.8 铺上铁或上层网片布置位置应符合下列规定：

1 跨中支座面网应沿梁长方向铺设，分布筋搭接长度宜为 250mm，受力钢筋不需搭接。通长布置的面网应分纵横双向铺设网片，分布筋方向上可不搭接。铺设面网时，网片的横向分布筋应在受力筋的下方；

2 边跨边梁处负弯矩面网安装时，其钢筋伸入梁内的长度应符合要求；

3 对钢筋混凝土框架梁，边跨面网入梁锚固不足 $30d$ ，将入梁端钢筋弯折，弯钩安装在梁外侧第一根钢筋之内；

4 对钢结构和剪力墙，边跨面网入梁锚固应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 要求；

5 对嵌固在承重砌体墙内的结构，面网的钢筋伸入支座的长度不小于 110mm ，并在网端应有一根横向钢筋见图 18.4.8-1a 或将上部受力钢筋弯折见图 18.4.8-1b；

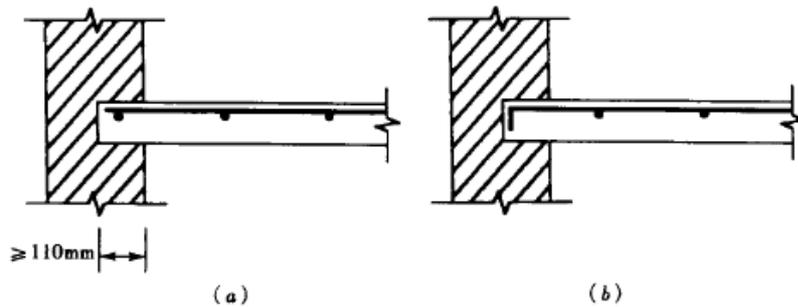


图 18.4.8-1 板上部受力钢筋焊接网的锚固

6 遇到楼板开洞时，可将通过洞口的钢筋剪断。设计图纸有节点做法时按原图进行加筋，加筋应设置在上下网片之间。没有特殊要求时对洞口尺寸小于 1000mm 时，增设附加绑扎短钢筋加强，加强筋强度不小于被切断的钢筋，且不少于 2 根，加强筋与网片的搭接长度满足要求；对洞口尺寸大于 1000mm 时，增设附加绑扎长钢筋加强，长钢筋即钢筋两端均入梁锚固，锚固长度满足要求；

7 面网宜预先进行抽筋处理，安装完毕后应补齐相应抽筋。楼板面网与柱的连接可采用整张网片套在柱上见图 18.4.8-2a，然后再与其他网片搭接。也可将面网在两个方向铺至柱边，其余部分按等强度设计原则用附加钢筋补足见图 18.4.8-2b。楼板面网与钢柱的连接可采用附加钢筋连接方式，钢筋的锚固长度应符合规定；

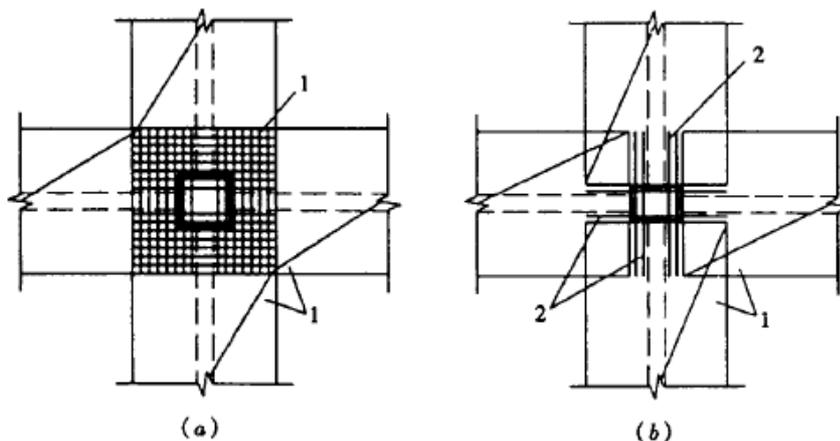


图 18.4.8-2 楼板焊接网与柱的连接

(a) 焊接网套柱连接；(b) 附加钢筋连接

1—焊接网的面网；2—附加锚固筋

8 对两端须插入梁内锚固的焊接网，当网片纵向钢筋较细时，可利用网片的弯曲变形性能，先将焊接网中部向上弯曲，使两端能先后插入梁内，然后铺平网片。当钢筋较粗焊接网不能弯曲时，可将焊接网的一端少焊 1 根~2 根横向钢筋，先插入该端，然后退插另一端，必要时可采用绑扎方法补回所减少的横向钢筋；

9 面网跨梁布置时，先铺主受力筋标高较低的梁上的网片，后铺主受力筋标高较高的梁上的网片；钢网满铺布置时，即纵横向远长网片，两个方向上的搭接宜用平接法；

10 当梁两侧楼板存在高差时且高差大于 30mm，两侧的网片应分别布置，在高标高处梁上的网片端部钢筋须作 90°弯钩，并满足锚固长度，低标高处网片直接插入梁中见图 18.4.8-3；

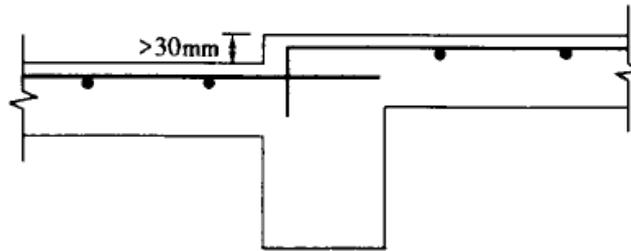


图 18.4.8-3 高差板的面网布置

11 当梁突出于板的上表面反梁时，梁两侧的带肋钢筋焊接网的面网和底网均应分别布置（图 18.4.8-4）。面网伸入梁中的长度应符合锚固长度的规定；

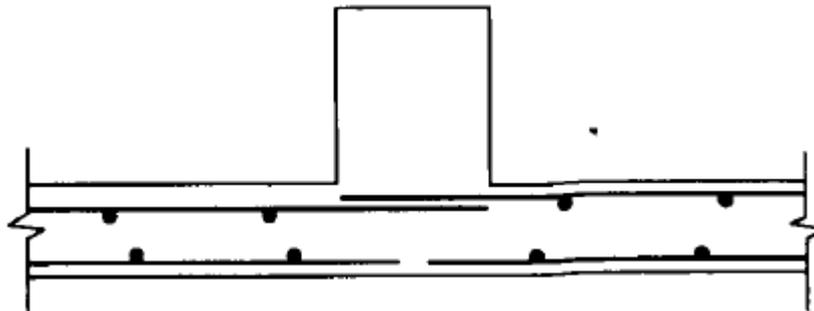


图 18.4.8-4 钢筋焊接网在反梁的布置

12 对设计要求设置加强网的，应在混凝土浇筑之前铺设加强网。对于后浇带处加强网片主筋方向应与后浇带长度方向垂直。当面网主筋与后浇带长度方向垂直时，加强网片放在

面网上面，当面网主筋与后浇带长度方向平行时，加强网片应放在面网下面。

18.4.9 冷轧带肋钢筋焊接网施工完毕后，应对其整体进行修整，并在网片上应设置马道用于浇筑混凝土，同时进行钢筋隐蔽工程验收。

18.4.10 柱箍筋笼的钢筋采用带肋钢筋制作时，应符合下列规定：

1 柱的箍筋笼应做成封闭式并在箍筋末端应做成 135°的弯钩，弯钩末端平直段长度不应小于 5 倍箍筋直径。当有抗震要求时，平直段长度不应小于 10 倍箍筋直径。箍筋笼长度应根据柱高可采用一段或分成多段，并应考虑焊网机和弯折机的工艺参数确定；

2 箍筋笼的箍筋间距不应大于 400mm 及构件截面的短边尺寸，且不应大于 15d，d 为纵向受力钢筋的最小直径；

3 箍筋直径不应小于纵向受力钢筋的最大直径的 1/4，且不应小于 5mm。柱中对箍筋有特殊要求的情况，尚应符合有关标准规定。

18.4.11 梁箍筋笼的钢筋采用带肋钢筋制作时，应符合下列规定：

1 梁的箍筋可做成封闭式或开口型式的箍筋笼。当梁考虑抗震要求箍筋笼应做成封闭式，箍筋的末端应做成 135°弯钩，弯钩端头平直段长度不应小于 10 倍箍筋直径。对一般结构的梁平直段长度不应小于 5 倍箍筋直径，并在角部弯成稍大于 90°的弯钩。当梁与板整体浇筑不考虑抗震要求且不需计算要求的受压钢筋亦不需进行受扭计算时，可采用 U 形开口箍筋笼；

2 梁中箍筋的间距应符合混凝土结构设计规范的规定；

3 当梁高大于 800mm 时，箍筋直径不宜小于 8mm。当梁高不超过 800mm 时，箍筋直径不宜小于 6mm。当梁中配有计算需要的纵向受压钢筋时，箍筋直径不应小于纵向受力钢筋的最大直径的 1/4；

4 梁箍筋笼的技术要求应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定。

18.4.12 梁、柱箍筋笼的设计尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中关于梁、柱箍筋构造的规定。

18.5 质量标准

18.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 冷轧带肋钢筋焊接网所使用的冷轧带肋钢筋规格、品种和质量应符合设计要求及有关规范的规定；

2 钢筋焊接网进场复试应符合设计要求及有关规范的规定；

3 钢筋的规格、形状、尺寸、数量、锚固长度、搭接设置，应符合设计要求和施工规范的规定。

18.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 钢筋焊接网交叉点开焊数量不应超过整张网片交叉点总数的 1%。并且任一根钢筋上开焊点数不应超过该根钢筋上交叉点数的 50%。钢筋网最外边钢筋上的交叉点不应开焊；

2 钢筋带有颗粒状和片状老锈，经除锈后仍留有麻点的钢筋，不应按原规格使用。钢筋表面应保持清洁。焊接网表面不应有影响使用的缺陷，可允许有毛刺、表面浮锈以及因取样产生的钢筋局部空缺，但空缺应用相应的钢筋补上；

3 钢筋网片焊点处熔化金属均匀，无裂纹、气孔及烧伤等缺陷。焊点压入深度应符合钢筋焊接规程的规定；

4 焊接网几何尺寸的允许偏差应符合表 18.5.2-1 的规定，且在一张网片中纵、横向钢筋的数量应符合设计要求；

表 18.5.2-1 焊接网几何尺寸允许偏差

项目	允许偏差
网片的长度、宽度 (mm)	±25
网格的长度、宽度 (mm)	±10
对角线差 (%)	±1

注：1、当需方有要求时，经供需双方协商，焊接网片长度和宽度的允许偏差可取±10mm。

2、表中对角线差系指网片最外边两个对角焊点连线之差。

5 冷拔光面钢筋焊接网中钢筋直径的允许偏差应符合表 18.4.2-2 的规定。

表 18.5.2-2 冷拔光面钢筋直径允许偏差

钢筋公称直径 d	≤5	5<d<10	≥10
允许偏差 (mm)	±0.10	±0.15	±0.20

18.6 成品保护

18.6.1 钢筋网片及成型钢筋应按指定地点堆放，用木方垫整齐，再覆盖塑料布，防止钢筋变形、粘油污或淋雨锈蚀。

18.6.2 浇筑混凝土时设专业人员随时校正钢筋网片的位置。

18.6.3 水电预埋管盒要方正准确，且不应破坏已绑扎成型的钢筋。

18.6.4 楼板混凝土浇筑前应搭设马道，防止踩踏钢筋。

18.6.5 钢筋网片须采用 4 点吊运，以防止变形或开焊。

18.7 注意事项

18.7.1 钢筋接头位置应严格按布置图的网片编号进行安装，否则由于安装位置不对，导致返工时很难拆除。

18.7.2 顶板浇筑混凝土时应搭设马道，防止踩踏钢筋造成焊点处开焊。

18.7.3 楼板网片钢筋伸入支座处的锚固长度及两块钢筋网片的搭接长度应符合设计要求及施工规范的规定。

18.7.4 浇筑混凝土前检查钢筋位置是否正确，浇筑完混凝土后立即修整甩筋的位置，防止钢筋位移。

18.7.5 墙体绑扎钢筋时应搭设高凳或简易脚手架，人员不应直接踩在骨架上施工，避免骨架焊点开焊。

18.7.6 绑扎时应对接头进行尺量，检查搭接长度是否符合设计要求及施工规范的规定。

18.7.7 所有埋件不应和钢筋网片上的钢筋直接进行焊接。

19 钢筋与钢构件焊接

19.1 材料要求

19.1.1 钢筋的级别、直径应符合设计及规范要求，有出厂证明书及复试报告单。进口钢筋还应有化学复试单，其化学成分应满足焊接要求，并应有可焊性试验。钢筋应无老锈和油污。

19.1.2 焊接用于钢构件或金属管道上的吊筋、构造预埋件的锚筋应采用 HPB300 级或 HRB400 级热轧钢筋。受力预埋件锚筋应采用 HRB400 级热轧钢筋。吊筋、锚筋不应采用冷加工钢筋。

19.1.3 钢材不应有裂缝、锈蚀、斑痕、变形、其断面尺寸和机械性能应符合设计及规范要求。

19.1.4 焊条的牌号应符合设计规定，焊条质量应符合下列要求：

- 1 药皮应无裂缝、气孔、凸凹不平等缺陷，并不应有肉眼看得出的偏心度；
- 2 焊接过程中，焊条应燃烧稳定，药皮熔化均匀，无成块脱落现象；
- 3 焊条应根据焊条说明书的要求烘干后才能使用；
- 4 焊条应有出厂合格证。

19.2 主要机具

19.2.1 电动工具应准备电弧焊机、焊接电缆、电焊钳等。

19.2.2 普通工具应准备面罩、氩子、钢丝刷、锉刀、榔头、钢字码等。

19.3 作业条件

19.3.1 焊工应持有有效的焊工考试合格证。

19.3.2 钢筋加工尺寸、型钢或钢板的规格及加工尺寸、穿孔塞焊的空洞加工尺寸等应符合图纸、图集及规范规定。

19.3.3 电源应符合一机一闸一漏等电焊机用电要求。

19.3.4 作业场地要有安全防护设施、防火和必要的通风措施，防止发生烧伤、触电、中毒及火灾等事故。

19.3.5 熟悉图纸和规范要求。

19.3.6 需原位焊接的施工部位放线完毕并通过验收。

19.3.7 检查电源、焊机及工具。原位焊接时焊接地线应与结构钢构件接触良好，防止因起弧而烧伤钢构件。

19.3.8 根据钢筋级别、直径、焊接型式和焊接位置，选择适宜的焊条直径、焊接层数和焊接电流，保证焊缝与钢筋、型钢或钢板熔合良好。

19.3.9 在每批钢筋与型钢或钢板正式焊接前，应焊接 3 个模拟试件由建设单位、监理单位及施工单位相关负责人员进行工艺检验，必要时做拉力试验，合格后方可按确定的焊接参数成批生产。

19.4 施工工艺

19.4.1 钢筋与钢板或型钢焊接宜按图 19.4.1 规定的流程进行：



图 19.4.1 钢筋与钢板或型钢焊接施工工艺流程

19.4.2 钢筋、型钢或钢板表面应洁净，施焊前应将表面油渍、漆污、锈皮、鳞锈等清除干净，不应有严重锈蚀。

19.4.3 施焊时应符合下列规定：

- 1 引弧应在形成焊缝的部位，防止烧伤主筋；
- 2 焊接时应先焊定位点再施焊；
- 3 运条时的直线前进、横向摆动和送进焊条三个动作要协调平稳；
- 4 收弧时，应将熔池填满，拉灭电弧时，应将熔池填满，注意不应在工作表面造成电弧擦伤；
- 5 钢筋直径较大，需要进行多层施焊时，应分层间断施焊，每焊一层后，应清渣再焊接下一层。应保证焊缝的高度和长度；
- 6 焊接过程中应有足够的熔深。主焊缝与定位焊缝应结合良好，避免气孔、夹渣和烧伤缺陷，并防止产生裂缝；
- 7 平焊时应熔渣和铁水不应混合不清，熔渣不应流到铁水前面。熔池应控制成椭圆形，宜采用右焊法，焊条与工作表面成 70° ；
- 8 立焊时，应控制熔池温度不应过高，铁水不应下坠形成焊瘤，操作时焊条宜与垂直面形成 $60^\circ\sim 80^\circ$ 角使电弧略向上，吹向熔池中心。焊第一道时，应压住电弧向上运条，同时作较小的横向摆动，其余各层用半圆形横向摆动加挑弧法向上焊接；
- 9 焊条倾斜 $70^\circ\sim 80^\circ$ ，防止铁水受自重作用坠到下坡口上。运条到上坡口处不作运弧停顿，迅速带到下坡口根部，作微小横拉稳弧动作，依次匀速进行焊接；
- 10 仰焊时宜用小电流短弧焊接，熔池宜薄，且应确保与母材熔合良好。第一层焊缝用

短电弧作前后推拉动作，焊条与焊接方向成 $80^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 角。其余各层焊条横摆，并在坡口侧略停顿稳弧，保证两侧熔合；

11 预埋件 T 形接头电弧焊的接头可采用角焊或穿孔塞焊（图 19.4.6-1），焊接时应符合下列规定：

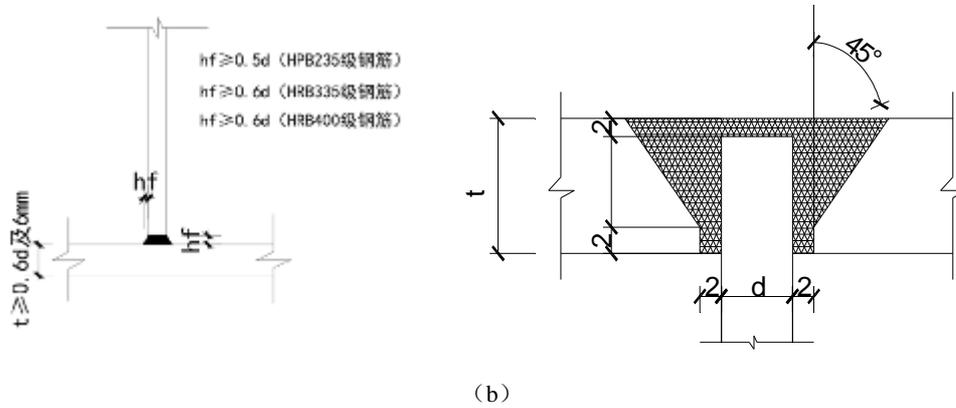
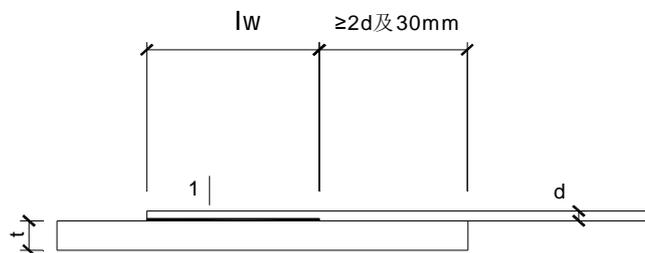


图 19.4.6-1 预埋件 T 形接头

(a) 分角焊 (b) 穿孔塞焊

- 1) 钢板厚度 δ 不应小于 $0.6d$ ，并不宜小于 6mm ；
- 2) 当采用 HPB300 钢筋时，角焊缝焊脚 k 不应小于钢筋直径的 0.5 倍。采用 HRB400 钢筋时，焊脚 k 不应小于钢筋直径的 0.6 倍；
- 3) 施焊中，不应使钢筋咬边和烧伤。

12 钢筋与型钢或钢板平焊时接头应双面焊接（图 19.4.6-2）。HPB300 钢筋的搭接长度 l 不应小于 4 倍钢筋直径。HRB400 钢筋的搭接长度 l 不应小于 5 倍钢筋直径，焊缝宽度 b 不应小于钢筋直径的 0.6 倍，焊缝厚度 s 不应小于钢筋直径的 0.35 倍；



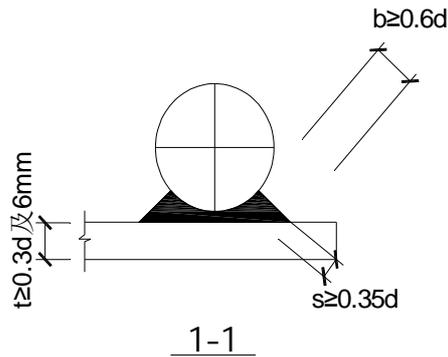


图 19.4.6-2 钢筋与钢板平焊

d —钢筋直径； l —搭接长度； b —焊缝宽度； s —焊缝厚度

13 钢筋与型钢或钢板的低温焊接时，除遵守常温焊接的规定外，应调整焊接工艺参数，使焊缝和热影响区缓慢冷却。当环境温度低于 -20 时，不宜施焊。风力超过 4 级时，焊接应有挡风措施。焊后未冷却的接头应避免碰到冰雪。钢筋与型钢或钢板低温电弧焊时，焊接工艺应符合下列规定：

- 1) 进行平焊时，第一层焊缝应先从中间引弧，再向两端运弧；立焊时，应先从中间向上方运弧，再从下端向中间运弧。在以后各层焊缝的焊接时，应采取分层控温施焊；
- 2) HRB400 钢筋与型钢或钢板电弧焊接头进行多层施焊时，应采用回火焊道施焊法；
- 3) 焊接电流应比常温焊接时略微增大，焊接速度适当减慢。

19.4.4 检查钢筋规格及加工尺寸，检查型钢或钢板的规格型号和加工尺寸，检查穿孔塞焊孔的加工尺寸、坡口角度，以及钢材表面质量情况，不符合要求时不应焊接。

19.4.5 接地线应与结构接地接触良好，不应随意乱搭，防止打弧。

19.4.6 引弧应在形成焊缝部位，不应随意引弧，防止烧伤主筋。

19.4.7 根据钢筋级别、直径、焊接型式等，选择适宜的焊条直径和焊接电流，保证焊缝与钢筋、型钢熔合良好。

19.4.8 焊接过程中及时清渣，焊缝表面光滑平整，焊缝美观，加强焊缝应平缓过渡，弧坑应填满。

19.5 质量标准

19.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 钢筋、型钢或钢板的品种和质量，焊条的牌号、性能，均应符合设计要求和有关标准的规定；
- 2 钢筋、型钢或钢板的规格，焊接接头的位置，应符合设计要求和施工规范的规定。

19.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 焊接表面平整，不应有凹陷或焊瘤，焊接接头区域不应有肉眼可见的裂纹；
- 2 外观检查不合格的接头，经修整或补强后可提交二次验收；
- 3 预埋件各部分尺寸要求制作准确，锚板尺寸宜采用负公差包括板厚，以便放入模板内；
- 4 预埋件加工的允许误差，锚板边长允许误差为-3mm。锚筋长度允许误差为+10mm。锚筋的中心线允许偏差为±2mm。锚筋对锚板的垂直度偏差为端部偏移量小于 10mm 及锚筋长度的 1/50。

19.6 成品保护

19.6.1 注意对已施工完成的结构构件的保护，不乱踩乱拆，不粘油污。

19.6.2 雨天、雪天不宜进行施焊，否则应采取遮蔽措施，焊后未冷却的接头不应碰到雨、雪。

19.7 注意事项

19.7.1 搭接线应与钢筋接触良好，不应随意乱搭，防止打弧。

19.7.2 电焊机摆放应平稳，不得靠近边坡或被土埋。电焊机一次侧首端应使用漏电保护开关控制，一次电源线不应超过 5m，焊机机壳做可靠接零保护。电焊机一、二次侧接线应使用铜材质鼻夹压紧，接线点有防护罩。焊机二次侧安装同长度焊把线和回路零线，长度不宜超过 30m。不应利用建筑物钢筋或管道作焊机二次回路零线。焊钳应完好绝缘。电焊机二次侧应装防触电装置。

19.7.3 夜间焊接应采取挡光措施。

20 钢筋与钢构件连接器连接

20.1 材料要求

20.1.1 原材钢筋应符合下列规定：

- 1 应有出厂合格证和出厂检验报告；
- 2 钢筋表面应无老锈及油污；
- 3 按国家现行标准规定，抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合验收规定。

20.1.2 成型钢筋应符合下列规定：

- 1 应有加工出厂合格证和出厂检验报告；
- 2 受力筋、箍筋等的品种、规格、形状、尺寸等应符合验收规定。

20.1.3 钢构件连接器应符合下列规定：

- 1 钢构件连接套应采用低合金结构钢，母材宜选用优质碳素结构钢或低合金结构钢；
- 2 连接器采用 E5015(J507)型电焊条或其他适合低合金结构钢焊接的焊条按焊角要求焊接；
- 3 连接器在加工场内制作完成检验后运至现场，应有出厂质量检验合格证。

20.1.4 铁丝应采用 20#~22#铁丝、火烧丝，或镀锌铁丝、铅丝等，铁丝的切断长度要满足使用要求。

20.1.5 保护层垫块应符合下列规定：

- 1 钢筋保护层，宜优先采用塑料卡、拉筋、支撑筋、柱子竖向主筋定位箍筋等；
- 2 控制保护层水泥砂浆垫块，宜制成 50mm 见方，厚度同图纸设计保护层，垫块内预埋 20 号~22 号火烧丝，砂浆强度达到 5MPa 以上时方可使用。

20.2 主要机具

20.2.1 手持工具应准备钢筋钩子、力矩扳手、线坠、撬棍、扳子、绑扎架、钢丝刷子、粉笔、尺子、墨斗、油漆等。

20.2.2 加工与运料工具宜使用套丝机、起重吊装机械、运输汽车、平板推车等。

20.3 作业条件

20.3.1 钢筋进场后应检查有出厂证明、复试报告。并按施工平面图中指定的位置，按规格、使用部位、编号分别将材料放置在垫木上。

20.3.2 熟悉图纸、按设计要求放样，下达钢筋加工任务单，检查已加工好的钢筋规格、形状、数量等应全部正确。

20.3.3 预焊接钢结构连接套，应根据放样定位的钢筋位置，在加工厂钢构件牛腿上焊接钢结构连接套，焊接时按坡口大小选择合理的焊条直径、焊接速度和电弧长度焊满、焊正确保焊接牢固。

20.3.4 应做好抄平放线工作，弹好水平标高线及墙柱位置控制线。

20.3.5 根据弹好的控制线，检查预留钢筋与套筒安装的位置、接头百分比、错开长度，如不符合要求时，应进行处理。

20.3.6 应按安全操作要求搭好作业操作脚手架。

20.4 施工工艺

20.4.1 钢筋与钢构件连接器可调连接时，工艺流程宜按图 20.4.1 所示流程进行：

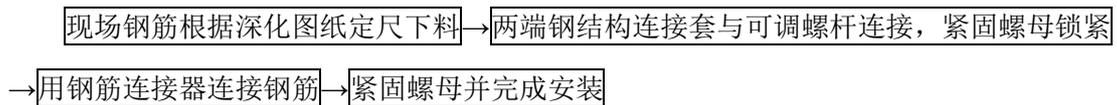


图 20.4.1 钢筋与钢构件连接器可调连接工艺流程图

20.4.2 钢筋与钢构件连接器不可调连接时，工艺流程宜按图 20.4.2 所示流程进行：

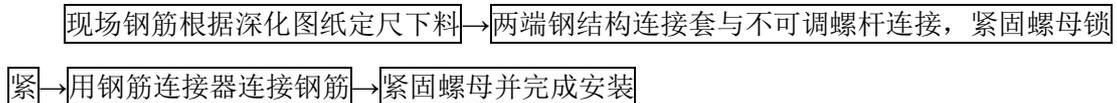


图 20.4.2 钢筋与钢构件连接器不可调连接工艺流程图

20.4.3 钢筋与钢构件用连接器的可调连接构造应符合图 20.4.3 的规定；

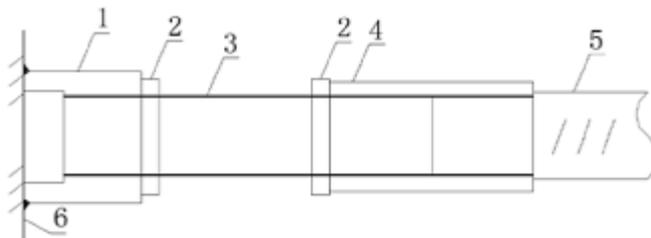


图 20.4.3 连接器构造图

1—钢结构连接套 2—锁紧螺母 3—连接螺杆 4—钢筋连接套 5—钢筋 6—钢构件

20.4.4 对梁柱节点钢筋定位，应根据每根劲性混凝土柱所对应的竖向钢筋位置、放射性的钢筋排布，利用建筑建模协调钢筋与钢结构相对位置中心并对钢筋定位。

20.4.5 现场绑扎用钢筋应根据施工图和深化图对每根与钢结构连接的钢筋定尺下料加工。

20.4.6 在连接螺杆（见图 20.4.6）上靠近两端处分别涂有标记段和标记线，涂有标记段的端

头为与钢结构连接套连接端，连接时应将标记段全部旋入钢结构连接套，特殊情况下为微调钢筋连接位置也可将标记段部分旋出但不得全部旋出，然后用锁紧螺母锁紧。涂有标记线的端头为与钢筋连接套连接端，连接时钢筋连接套应旋入到标记线位置。

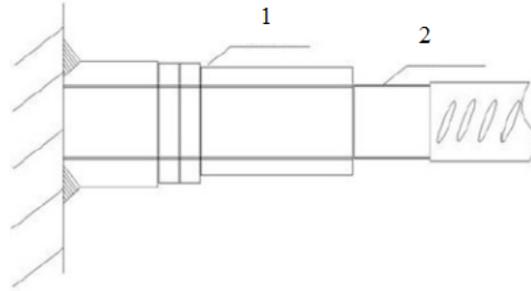


图 20.4.6 连接螺杆连接

1—钢结构连接套 2—钢筋

20.4.7 将与螺杆配套的钢筋连接套拧紧至钢结构连接套一侧（见图 20.4.7），同时应将已定尺下料套丝的钢筋端头与可调丝杆对接。钢筋端头套丝应平直，不得有马蹄形或弯曲现象，应用无齿锯切割下料。

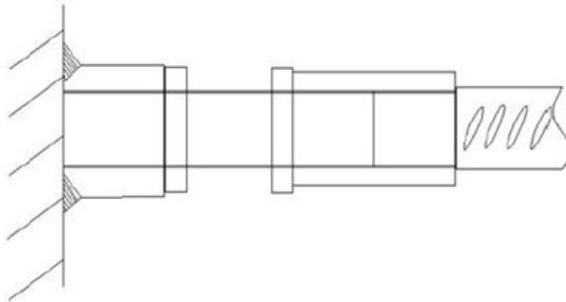


图 20.4.7 钢筋连接器连接钢筋

20.4.8 应将钢筋连接套逆时针旋转与已对接的钢筋丝头连接，通过紧固螺母锁紧连接螺杆与钢筋连接套，完成全部连接操作。

20.5 质量标准

20.5.1 每批进场的钢筋连接器进行力学性能检测。每种规格的钢筋连接器试件不少于 3 根，每根试件的抗拉强度和三根接头试件的残余变形的平均值要达到标准规定的技术要求。连接器现场安装完成后不需再做现场检验，连接器进场材料宜按每 500 组抽检 3 组进行检测。

20.5.2 连接器的构造材质、选型、截面尺寸应通过设计单位审核，质量控制应从加工开始，保证节点施工质量。

20.5.3 钢构件连接套焊接前应对钢结构母材、连接套、焊条等依据材料的型号，出厂质量

检验合格证进行检验，并进行必要的焊接性能和力学性能检测。

20.5.4 每批进场的钢筋连接器进行力学性能检测。每种规格钢筋连接器试件不少于 3 根，每根试件的抗拉强度和三根接头试件的残余变形的平均值要达到标准规定的技术要求。

20.5.5 连接器各部件表面不得有任何裂纹，表面及外螺纹不得有严重锈蚀。

20.5.6 连接丝头表面不得有影响连接性能的损坏和锈蚀，钢筋丝头螺纹应饱满，在规定的螺纹有效长度内，螺纹大径低于螺纹中径的不完整扣、累计长度不得超过两个螺纹周长，钢筋丝头长度误差为 $\pm 1P$ 。

20.5.7 钢筋丝头螺纹有效长度应符合套筒型式检验报告的要求。

20.5.8 螺纹尺寸应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，止规旋入不得超过 $\pm 1P$ 。

20.5.9 钢筋连接器拧紧后应用力矩扳手按总量的 10% 抽检，拧紧力矩值均应不小于表 20.5.9 中的规定。当抽检的拧紧力矩值小于表 20.5.9 中的规定时，应对已连接好的钢筋连接器逐个检查并使其满足表 20.5.9 的要求。

表 20.5.9 钢筋连接器最小拧紧力矩值

钢筋直径 (mm)	≤ 16	18-20	22-25	28-32	36-40
拧紧力矩 (N.m)	100	200	260	320	360

20.6 成品保护

20.6.1 在运输过程中丝头不应雨淋、玷污或遭受机械损伤。

20.6.2 丝头加工完成的钢筋应按规格分类堆放整齐，应用专用的保护帽或连接套筒将钢筋丝头进行保护，底部用木方垫好，在雨季要采取防锈措施。

20.6.3 钢筋连接后，不应绑扎成型钢筋及连接位置，随意踩踏、拆卸，不粘油污。

20.6.4 安装电线管、暖卫管线或其他设施时，不应任意切断和移动已成型钢筋。

20.7 注意事项

20.7.1 材料的施工堆放场地应选择靠近安装地点，场地应坚实、平坦、干燥。

20.7.2 浇筑混凝土前应检查钢筋位置，振捣混凝土时应防止碰动钢筋，浇完混凝土后应立即修整甩筋的位置，防止柱筋、墙筋位移。

20.7.3 梁筋进支座长度要符合设计和规范要求，弯起钢筋位置应准确。

20.7.4 钢筋连接器外伸钢筋与梁主筋连接，应采用正反扣的钢筋连接套筒连接。

20.7.5 连接器现场安装完成后不需再做现场检验。

20.7.6 连接螺杆保护套和钢筋丝头保护帽可重复使用资源，应做好回收，以便再次利用，低碳环保。

20.7.7 对现场散落的材料及应及时整理清点，节约成本。

21 型钢混凝土钢筋绑扎

21.1 材料要求

21.1.1 型钢混凝土构件使用的原材钢筋应符合下列规定：

- 1 应有出厂合格证和出厂检验报告；
- 2 钢筋应平直、无损伤，表面应无裂纹、老锈及油污；
- 3 按国家现行标准的规定，抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合验收规定。

21.1.2 型钢混凝土构件的型钢钢材应按现行国家标准《钢结构工程施工及验收规范》GB 50205 的规定抽取试件作抗拉强度、伸长率、屈服点、冷弯试验、冲击韧性合格和硫、磷、碳含量符合使用要求。

21.1.3 手工焊接用焊条应符合现行国家标准《碳素钢焊条》GB 5117 或《低合金钢焊条》GB 5118 的规定。选用的焊条型号应与主体金属强度相适应；自动焊接或半自动焊接采用的焊丝和焊剂，应与主体金属强度相适应，焊丝应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 1495 的规定。

21.1.4 型钢混凝土构件的钢筋绑扎铁丝应采用 20#~22#铁丝、火烧丝，或镀锌铁丝、铅丝等，铁丝的切断长度要满足使用要求。

21.1.5 型钢混凝土构件保护层垫块应符合下列规定：

- 1 钢筋保护层，宜优先采用塑料卡、拉筋、支撑筋、柱子竖向主筋定位箍筋等；
- 2 控制保护层水泥砂浆垫块，宜制成 50mm 见方，厚度同图纸设计保护层，垫块内预埋 20-22 号火烧丝，砂浆强度达到 5MPa 以上时方可使用。

21.2 主要机具

21.2.1 手持工具应准备钢筋钩子、线坠、撬棍、扳子、绑扎架、钢丝刷子、粉笔、尺子、墨斗、油漆等。

21.2.2 加工及运料机具宜使用电焊机、起重吊装机械、运输汽车、卷扬机、平板推车等。

21.2.3 其他工具应有经纬仪、缆风绳、滑轮组、铁锤、液压弯曲机等。

21.3 作业条件

21.3.1 钢筋、型钢构件等进场后经检查有出厂证明、复试报告。并按施工平面图中指定的位置，按规格、使用部位、编号分别放置在垫木上堆放。

21.3.2 型钢构件安装前，对构件表面浮锈、栓钉焊接点、螺栓连接点等进行清理、补焊，并对安装就位点埋件、锚栓表面存在的污泥进行清理，校正位置后再将型钢构件吊装至安装部位。

21.3.3 熟悉图纸、按设计要求放样，检查已安装就位型钢构件规格、形状等全部正确，并完成钢构件安装隐蔽验收。

21.3.4 根据弹好的外皮尺寸线，检查下层预留搭接钢筋的位置、接头百分比、错开长度，出现偏差时，应进行纠偏处理。

21.3.5 检查下层伸出搭接筋处的混凝土板顶表面标高，再剔除全部浮浆到露石子后，剔凿搭接部位不宜高于板顶表面标高，用清水冲洗干净，不应留有明水。

21.3.6 按安全操作要求好搭绑扎操作脚手架，架体应组织验收。

21.3.7 根据设计图纸及本工程的工艺标准，向班组进行技术交底。

21.4 施工工艺

21.4.1 型钢混凝土柱钢筋绑扎，工艺流程宜按图 21.4.1 所示流程进行：

复核柱身内置预留型钢骨柱位置[®] 修整底层伸出的柱预留钢筋[®] 将柱子箍筋叠放在预留钢筋[®] 绑扎（焊接或机械连接）柱子竖向钢筋[®] 在柱顶绑定距框[®] 按竖筋上标识的间距将箍筋从上到下与柱子竖向钢筋绑扎[®] 设置柱身内拉筋及节点核心内构造钢筋

图 21.4.1 型钢混凝土柱钢筋绑扎工艺流程图

21.4.2 型钢混凝土梁钢筋，宜按图 21.4.2 所示的工艺流程进行：

支设梁底模板[®] 铺放梁底层纵筋[®] 按标画的梁箍筋位置套梁箍筋[®] 将型钢梁与两端型钢柱外伸钢牛腿连接固定[®] 铺放梁顶层纵筋[®] 调正箍筋按设计间距位置与梁纵筋绑扎牢固[®] 穿次梁上层纵向钢筋[®] 设置梁侧构造筋、拉筋

图 21.4.2 型钢混凝土梁钢筋绑扎工艺流程图

21.4.3 型钢混凝土柱钢筋绑扎应符合下列规定：

1 柱钢筋绑扎前应对对柱身内伸出的型钢构件位置进行复核与验收，钢构件连接探伤检测应合格；

2 柱钢筋绑扎前，调整外伸钢筋位置，对保护层偏位的柱筋，按 1:6 调直下层伸出的柱身主筋，并将锈蚀、水泥砂浆等污垢清除干净；

3 按设计图纸要求，并考虑好抗震构造和连接接头加密的要求，预先将箍筋套在调正就位的柱身主筋上，然后采用机械连接的方式接长柱身竖向主筋；

4 柱身竖向主筋立起之后，其接头位置、错开百分比及连接构造应符合设计及规范验收要求；

5 按已画好的箍筋位置线，将已套好的箍筋往上移动，由上而下绑扎，箍筋的弯钩叠合处应沿柱子竖筋交错布置宜采用缠扣绑扎；当箍筋绑扎至机械连接区域时，应避开连接套筒位置；

6 柱箍筋与主筋绑扎要垂直和密贴，箍筋转角处与主筋交点均要绑扎，主筋与箍筋非转角部分的相交点成梅花交错绑扎；

7 柱上下两端及核心区箍筋应加密设置，加密区长度及加密区内箍筋间距应符合设计图纸和构造图集要求；

8 柱身纵筋当按设计要求设拉筋时，拉筋应随柱身箍筋同步设置绑扎，拉筋应紧靠箍筋并钩住纵筋，其弯折端部弯折角度应不小于 135° ，平直部分长度不小于 $10d$ ；

9 当柱身拉筋需穿过内置型钢柱时，应在钢柱身加工时，预先按照设计确认的拉筋构造节点位置留设穿筋孔，所穿入的拉筋应加工成一端弯折，一端平直样式；平直端拉筋穿入后用弯折工具将端部钢筋弯折并钩住纵筋，其弯折后的角度及平直段长度应符合设计要求。

21.4.4 型钢混凝土梁钢筋绑扎应符合下列规定：

1 在支好的梁底模板上先铺放梁底层纵筋，并在模板侧边标画出梁箍筋间距，按数量摆放梁箍筋，并预先将箍筋套入型钢柱外伸钢牛腿端；

2 吊装内置型钢梁，两端与外伸钢牛腿用螺栓连接固定牢靠，并复核验收完毕；

3 放梁顶层纵筋，并按箍筋标画位置沿梁纵筋方向调整箍筋就位，宜用套扣法绑扎；

4 绑扎梁底层和顶层纵筋时，梁纵向筋在梁柱节点绑扎，当钢筋遇到钢柱时，钢筋绑扎的方法宜采用“预留孔穿过，能绕则绕，或用连接钢板焊接连接，或设置连接钢套筒”的几种连接方式，来满足梁纵筋绑扎设置的要求。

5 框架梁上部纵筋应贯穿中间节点，梁下部纵筋伸入中间节点锚固长度及伸过中心线的长度要符合设计和构造图集要求。框架梁纵向钢筋在端节点内的锚固长度也应符合设计和构造图集要求；

6 梁纵筋的接头位置应相互错开，其连接位置、长度、错开百分比、错开长度应符合设计和构造图集要求；

7 梁箍筋安装绑扎应符合下列规定：

1) 梁起步箍筋距柱边不大于 50mm ，次梁起步箍筋距主梁边不大于 50mm ；

2) 框架梁端部箍筋加密区范围：一级抗震时取 2 倍梁高和 500mm 中的较大值，二至四

级抗震时取 1.5 倍梁高和 500mm 中的较大值，梁端与柱交接处箍筋间距与加密区长度均要符合设计及构造图集要求；

3) 当次梁穿过主梁时，在主梁箍筋照设，并按设计要求加密设置附加箍筋或吊筋；

4) 梁箍筋与纵筋叠合处绑扎要垂直和密贴，弯钩为 135°，平直部分长度为 10d；箍筋转角处与纵筋交点均要绑扎，纵筋与箍筋非转角部分的相交点成梅花交错绑扎；当箍筋绑扎至机械连接区域时，应避开连接套筒位置；

5) 梁箍筋采用焊接封闭箍时，其焊接连接位置应设置在受力较小处，采用单面焊缝长度为 10d。

8 梁侧面纵向构造筋、拉筋等，在梁钢筋绑扎成型后，按设计要求依次放置在梁箍筋内侧，沿梁长与箍紧贴，绑扎牢固；

9 梁侧拉筋应在钢梁身加工时，预先按照设计确认的拉筋构造节点位置留设穿筋孔，所穿入的拉筋应加工成一端弯折，一端平直样式；平直端拉筋穿入后用弯折工具将端部钢筋弯折并钩住纵向构造筋或箍筋，其弯折端部弯折角度应不小于 135°，平直部分长度不小于 10d。

21.5 质量标准

21.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 钢筋进场时，应按现行国家标准《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 等的规定抽取试件作力学性能检验，其质量应符合有关标准的规定；

2 当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时，应对该批钢筋进行化学成分检验或其它专项检验；

3 受力钢筋的品种、级别、规格、形状、尺寸、数量应符合设计要求；

4 纵向受力钢筋的连接方式应符合设计和规范要求，按现行行业标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 及相应连接标准的规定抽取钢筋接头试件作力学性能检验，其质量应符合有关规程的规定；

5 钢筋的锚固长度，锚固位置应符合设计和规范要求，弯钩朝向正确。

21.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 钢筋应平直、无损伤，表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈；

2 钢筋网片和骨架绑扎缺扣、松扣数量不应超过绑扣数量的 5%，且不应集中；

3 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求；

4 钢筋接头的位置应符合设计和施工方案要求。有抗震设防要求的结构中，梁端、柱端箍筋加密区范围内钢筋不应进行搭接。当纵向受力钢筋采用机械连接接头、焊接接头或搭接接头时，钢筋的接头面积百分率应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合现行国家标准的规定条款的要求；

5 型钢混凝土框架钢筋绑扎允许偏差和检验方法应符合表 21.5.2 的规定。

表 21.5.2 型钢混凝土框架钢筋绑扎允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	网的长度、宽度		±10	尺量检查
2	网格尺寸		±10	尺量连续三档，取其最大值
3	骨架的宽度、高度		±5	尺量检查
4	骨架的长度		±10	
5	受力主筋	间距	±10	尺量两端、中间各一点，取其最大值
6		排距	±5	
7	绑扎箍筋、构造筋间距		±10	尺量连续三档，取其最大值
8	钢筋弯起点位置		±15	尺量检查
9	焊接预埋件	中心线位置	+3	
		水平高差	+3、0	
10	受力筋保护层 厚度	梁、柱	±3	
		墙板	±3	

21.6 成品保护

21.6.1 柱钢筋绑扎成型后，不应随意踩踏。

21.6.2 绑扎钢筋时，不应碰动预埋件及洞口模板。

21.6.3 安装电线管、暖卫管线或其他设施时，不应任意切断和移动钢筋。

21.7 注意事项

21.7.1 应根据施工进度、库存情况等合理安排材料的采购、进场时间和批次，减少库存。对进场钢筋进行抽样检验时，应注意钢筋混合批检验抽取的问题。

21.7.2 应精确配制箍筋加工尺寸，避免梁钢筋骨架尺寸小于设计尺寸的事项。

21.7.3 优化钢筋配料下料方案，钢筋制作前应对下料单及样品进行复核，无误后方可批量下料。

21.7.4 在钢筋配料加工时应注意，端头有对焊接头时，应避开搭接范围，防止绑扎接头内

混入对焊接头。

21.7.5 对所用的的梁柱节点钢筋与钢构件的连接方式应进行深化设计，节点构造应符合设计和验收规范要求；

21.7.6 当柱子截面尺寸有变化时，柱筋应在板内弯曲或在下层就做调弯处理，弯后的尺寸要符合设计和构造图集要求。

21.7.7 主次梁相交时，应保证主梁保护层厚度。当次梁与板筋在主梁之上时，次梁板筋保护层及楼面标高，应在绑扎前先与设计协商确定。

21.7.8 浇筑混凝土前应检查钢筋位置，振捣混凝土时应防止碰动钢筋，浇完混凝土后应立即修整甩筋的位置，防止钢筋位移。

21.7.9 当层高超过 4m 时，应搭架子进行绑扎，并采取措施固定钢筋，防止柱、墙钢筋骨架不垂直。1`

21.7.10 电焊作业应采取遮挡措施，避免电焊弧光外泄。

22 混凝土泵送施工

22.1 材料要求

22.1.1 泵送混凝土配合比设计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，采用高强混凝土、自密实混凝土时，配合比设计应符合现行行业标准《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T 281、《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的规定，并应满足设计和施工要求。

22.1.2 普通混凝土入泵坍落度、扩展度、倒置坍落度筒排空时间和坍落度经时损失应符合表 22.1.2 的规定。

表 22.1.2 普通混凝土入泵坍落度、扩展度、倒置坍落度筒排空时间和坍落度经时损失关系表

最大泵送高度 (m)	50	100	200	400	400 以上
入泵坍落度 (mm)	100~140	150~180	190~220	230~260	—
入泵扩展度 (mm)	—	—	—	450~590	600~740
倒置坍落度筒排空时间 (s)	—	—	<10		
坍落度经时损失 (mm/h)	—	—	≤30		

22.1.3 泵送高强混凝土坍落度、扩展度、倒置坍落度筒排空时间和坍落度经时损失应符合表 22.1.3 的规定。

表 22.1.3 泵送高强混凝土拌合物的坍落度、扩展度、倒置坍落度筒排空时间和坍落度经时损失

项目	技术要求
坍落度 (mm)	≥220
扩展度 (mm)	≥500
倒置坍落度筒排空时间 (s)	2~4
坍落度经时损失 (mm/h)	≤10

22.1.4 超高泵送混凝土应不离析、不泌水。

22.2 主要机具

22.2.1 主要机具应准备混凝土输送泵。

22.2.2 配套设备应准备布料杆、水平泵管、垂直泵管、45°弯管、90°弯管、管卡、3.5m 橡皮软管、截止阀等，超高泵送还应准备眼镜板、计时秒表等。

22.3 作业条件

- 22.3.1** 模板和支撑应进行检查与验收,模板和支撑的强度、刚度和稳定性应满足施工要求。
- 22.3.2** 钢筋应已由监理或指定相关方进行了验收并签字。
- 22.3.3** 混凝土泵或泵车应放置稳定。
- 22.3.4** 混凝土泵、输送管应进行检查,设备试运转应正常。
- 22.3.5** 混凝土运输车辆数量应满足要求。
- 22.3.6** 预拌混凝土供应单位、浇筑现场和运输车辆之间应有可靠的通讯联系手段。
- 22.3.7** 混凝土运输道路应平整顺畅。楼板施工时,宜铺设专用马道防止人员踩踏钢筋。
- 22.3.8** 混凝土泵送前应落实混凝土拌和物品质与供应能力,下达任务单。任务单宜包括工程名称、地点、施工部位、混凝土浇筑数量、每小时计划用量、混凝土的各项技术要求、现场施工方法、生产效率、交接班交接要求以及供需双方协调内容等。
- 22.3.9** 混凝土运到浇筑地点时混凝土延续时间应未超过初凝时间且无离析现象。坍落度、扩展度、倒置坍落度筒排空时间等指标应抽测合格。
- 22.3.10** 泵送现场应统一指挥、协调,作业面、预拌混凝土供应单位及泵工各方通讯方式应落实,水、电供应、备用混凝土泵车、指挥人员、管理人员和操作工人应到位。

22.4 施工工艺

22.4.1 混凝土泵送施工工艺应按图 22.4.1 规定的流程进行:

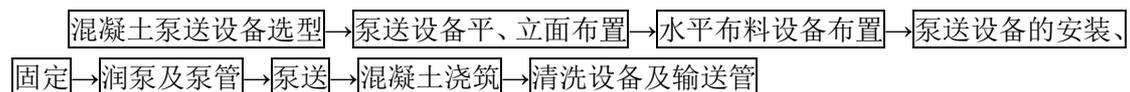


图 22.4.1 混凝土泵送施工工艺流程

22.4.2 混凝土泵送设备选型应符合下列规定:

1 混凝土泵的选型,根据混凝土工程特点、要求的最大输送距离、最大输出量及混凝土浇筑计划确定;

2 混凝土泵的实际平均输出量可根据混凝土泵的最大输出量、配管情况和作业效率,按公式 22.4.2-1 计算:

$$Q_1 = \alpha_1 Q_{\max} \quad (22.4.2-1)$$

式中: Q_1 —每台混凝土泵的实际平均输出量 (m^3/h);

Q_{\max} —每台混凝土泵的最大输出量 (m^3/h);

α_1 —配管条件系统,可取 0.8~0.9;

η —作业效率。根据混凝土搅拌运输车向混凝土泵供料的间断时间、拆装混凝土输送管

和布料停歇等情况，可取 0.5~0.7；

3 混凝土泵的配备数量应符合下列规定：

1) 混凝土泵的配备数量可根据混凝土浇筑体积量、单机的实际平均输出量和计划施工作业时间，按公式 22.4.2-2 计算：

$$N_2 = \frac{Q}{Q_1 T_0} \quad (22.4.2-2)$$

式中：N₂—混凝土泵数量（台）；

Q—混凝土浇筑数量（m³）；

Q₁—每台混凝土泵的实际平均输出量（m³/h）；

T₀—混凝土泵送施工作业时间（h）；

2) 重要工程混凝土泵送及超高混凝土泵送施工，混凝土泵的所需台数，除根据计算确定外，宜有一定的备用台数。

4 混凝土泵的额定工作压力应大于按公式 22.4.2-3 计算的混凝土最大泵送阻力：

$$P_{\max} = \frac{DP_H L}{10^6} + P_f \quad (22.4.2-3)$$

式中：P_{max}—混凝土最大泵送阻力（MPa）；

L—各类布置状态下混凝土输送管路系统的累计水平换算距离，可按表 22.4.2-1 换算累加确定（m）；

P_H—混凝土在水平输送管内流动每米产生的压力损失（Pa/m）；

P_f—混凝土泵送系统附件及泵体内部压力损失（MPa）；

表 22.4.2-1 混凝土输送管的水平换算长度

管类别或布置状态	换算单位	管规格	水平换算长度（m）
向上垂直管	每米	管径（mm）	100
			125
			150
倾斜向上管 （输送管倾斜角为 α，图 31.4.2）	每米	管径（mm）	100
			125
			150
垂直向下及倾斜向下管	每米	—	1
锥形管	每根	锥径变化（mm）	175→150
			175→150
			175→150
弯管（弯头张角	每只	弯曲半径	500
			12β/90

为 β , $\beta \leq 90^\circ$, 图 22.4.2)			1000	$9\beta/90$
胶管	每根	长 3m~5m		20

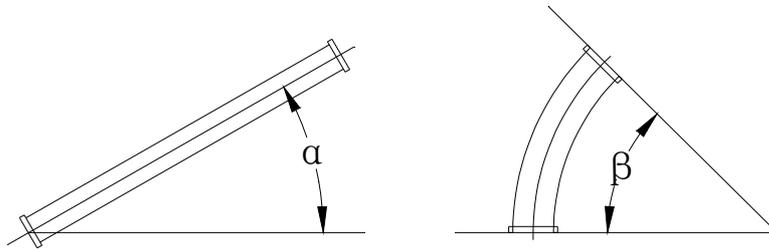


图 22.4.2 布管计算角度示意

5 混凝土泵的最大水平输送距离，可按下列方法之一确定：

1) 可由试验确定。

2) 可根据混凝土泵的最大出口压力、配管情况、混凝土性能指标和输出量，按公式 22.4.2-4 至 22.4.2.7 计算确定：

$$L_{\max} = \frac{P_e - P_f}{DP_H} \cdot 10^6 \quad (22.4.2-4)$$

$$P_H = 2/r_0 [K_1 + K_2 (1 + t_2/t_1) V_2] a_2 \quad (22.4.2-5)$$

$$K_1 = (300 - s_1) \quad (22.4.2-6)$$

$$K_2 = (400 - s_1) \quad (22.4.2-7)$$

式中： L_{\max} —混凝土泵的最大水平输送距离（m）；

P_e —混凝土泵额定工作压力（MPa）；

P_f —混凝土泵送系统附件及泵体内部压力损失（MPa）；可按表 22.4.2-2 取值累加计算；

P_H —混凝土在水平输送管内流动每米产生的压力损失（Pa/m）；

r_0 —混凝土输送管半径；

K_1 —粘着系数（Pa）；

K_2 —速度系数（Pa·s/m）；

s_1 —混凝土坍落度（mm）；

t_2/t_1 —混凝土泵分配阀切换时间与活塞推压混凝土时间之比，一般取 0.3；

V_2 —混凝土拌合物在输送管内的平均流速（m/s）；

a_2 —径向压力与轴向压力之比，对普通混凝土取 0.90。

注： P_H 值亦可用其他方法确定，且宜通过试验验证。

表 22.4.2-2 混凝土泵送系统附件的估算压力损失

附件名称		换算单位	估算压力损失（MPa）
管路截止阀		每个	0.1
泵体附属结构	分配阀	每个	0.2

	启动内耗	每台泵	1.0
--	------	-----	-----

3) 参照产品的性能表或性能曲线确定。

6 输送管应具有与泵送条件相适应的强度且管段无龟裂、无凹凸损伤和无弯折。应根据粗骨料最大粒径、混凝土泵型号、混凝土输出量和输送距离、输送难易程度等要求按表 22.4.2-3、表 22.4.2-4 选择混凝土输送管，混凝土输送管应具有出厂合格证。超高泵送应根据最大泵送压力计算出最小壁厚值，泵送最大压力与混凝土输送管壁厚最小值关系可按表 22.4.2-5 确定。

表 22.4.2-3 常用混凝土输送管规格

混凝土输送管种类		管径 (mm)		
		100	125	150
有缝直管	外径	109.0	135.0	159.2
	内径	105.0	131.0	155.2
	壁厚	2.0	2.0	2.0
高压直管	外径	114.3	139.8	165.2
	内径	105.3	130.8	155.2
	壁厚	4.5	4.5	5.0

表 22.4.2-4 混凝土输送管管径与粗骨料最大粒径的关系

粗骨料最大粒径 (mm)	输送管最小管径 (mm)
25	125
40	150

表 22.4.2-5 泵送最大压力与混凝土输送管壁厚最小值关系

最大泵送压力 (MPa)	最小壁厚 (mm)
7	4
16	7.5 (从混凝土泵出口至 1/2 管道长度)
	4 (其余 1/2 管道长度)
21	7.5 (从混凝土泵出口至 2/3 管道长度)
	4 (其余 1/3 管道长度)

22.4.3 泵送设备平、立面布置应符合下列规定：

- 1 泵设置位置应场地平整，道路通畅，供料方便，距离浇筑地点近，便于配管，供电、供水、排水便利，超高泵送施工混凝土泵设置位置应水平、平整且进行硬化；
- 2 作业范围内不得有高压线等障碍物；
- 3 泵送管布置宜缩短管路长度，尽量少用弯管。输送管的铺设应保证施工安全，便于清洗管道、排除故障和维修；

4 在同一管路中应选择管径相同的混凝土输送管，除终端出口处外，不得采用软管，输送管的新、旧程度应尽量相同，新管与旧管连接使用时，新管应布置在泵送压力较大处，管路要布置得横平竖直；

5 管路布置应先安排浇筑最远处，由远向近依次后退进行浇筑，避免泵送过程中接管；

6 垂直向上配管时，地面水平管长度不宜小于 15m，且不宜小于垂直管长度的 1/5。垂直泵送高度超过 100m 时，混凝土泵机出料口处应设置防止混凝土拌合物反流的截止阀，固定水平管的支架应靠近管的接头处，以便拆除、清洗管道；

7 超高泵送垂直向上配管时，地面水平管换算长度不宜小于垂直管长度的 1/5，且不小于 30m，竖向泵管可设置水平缓冲层。泵机出料口附近、垂直输送管和水平管转换处的水平管上应设置截止阀，防止混凝土拌合物反流；

8 倾斜或垂直向下配管时，应在斜管或垂直管上端设置排气阀，当高差大于 20m 时，应在倾斜或垂直管下端设置弯管或水平管，弯管和水平管折算长度不宜小于 1.5 倍高差；

9 泵送地下结构的混凝土时，地上水平管轴线应与 Y 形出料口轴线垂直。

22.4.4 布料设备平面布置应符合下列规定：

1 布料设备的选型与布置应根据浇筑混凝土的平面尺寸、配管、布料半径等要求确定，并应与混凝土输送泵相匹配。若布料设备布置在核心筒模架施工平台上，应对模架平台进行受力验算；

2 布料设备应覆盖整个施工面，并应均匀、迅速进行布料。

22.4.5 泵送设备的安装、固定应符合下列规定：

1 泵管安装、固定前应进行泵送设备设计，画出平面布置图和竖向布置图；

2 高层建筑采用接力泵泵送时，接力泵的设置位置应使上、下泵送能力匹配，对设置接力泵的楼面应进行结构受力验算，当强度和刚度不能满足要求时应采取加固措施；

3 输送管路应保证连接牢固、稳定，弯管处应加设牢固的嵌固点，输送管接头应严密，卡箍处应有足够强度，不漏浆，并能快速拆装；

4 水平向输送管宜采用混凝土墩及卡具固定。垂直向输送管支架宜设置结构预埋件，支架与埋件焊接，采用卡具固定。每根垂直管应有两个或两个以上固定点，垂直管下端的弯管不能作为上部管道的支撑点，应设置刚性支撑承受垂直重量；

5 与泵机出口锥管直接相连的输送管应加以固定，便于清理管路时拆装方便；

6 各管卡应紧到位，保证接头密封严密，不漏浆、不漏气。各管、卡与地面或支撑物不应有硬接触，要保留一定间隙，便于拆装；

- 7 泵送管不得直接支撑固定在钢筋、模板、预埋件上；
- 8 布料设备应安设牢固和稳定，并不得碰撞或直接搁置在模板或钢筋骨架上。

22.4.6 泵送应符合下列规定：

1 泵送混凝土前，应先把储料斗内清水从管道泵出，再向料斗内加入与混凝土内除粗骨料外的其他成份相同配合比的水泥砂浆，润滑用的水泥砂浆应分散布料，不得集中浇筑在同一处。润滑管道后可开始泵送混凝土；

2 开始泵送时，泵送速度宜放慢，油压变化应在允许范围内，待泵送顺利后，用正常速度进行泵送。采用多泵同时进行大体积混凝土浇筑施工时，应依顺序逐一启动每台泵，待泵送顺利后，启动下一台泵；

3 泵送期间，料斗内的混凝土量应保持不低于缸筒口上 10mm 到料斗口下 150mm 之间为宜；

4 混凝土泵送应连续作业。混凝土泵送、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。如应中断时，其中断时间不得超过混凝土从搅拌至浇筑完毕所允许的延续时间。在混凝土泵送过程中，有计划中断时，应在预先确定的中断部位停止泵送，且中断时间不宜超过 1h；

5 当混凝土供应不及时，宜采取间歇泵送方式，放慢泵送速度。间歇泵送可采用每隔 4min~5min 进行两个行程反泵，再进行两个行程正泵的泵送方式；

6 冬期混凝土输送管应用保温材料包裹，保证混凝土的入模温度。在高温季节泵送，应洒水降温，以降低入模温度。

22.4.7 混凝土浇筑应符合下列规定：

1 混凝土浇筑前，应根据工程结构特点、平面形状和几何尺寸、混凝土供应和泵送设备能力、劳动力和管理能力，以及周围场地等条件，预先划分好混凝土浇筑区域；

2 当采用输送管输送混凝土时，应由远而近浇筑；同一区域的混凝土，应按先竖向结构后水平结构的顺序，分层连续浇筑；当不允许留施工缝时，区域之间、上下层之间的混凝土浇筑间歇时间，不得超过混凝土初凝时间；当下层混凝土初凝后，浇筑上层混凝土时，应先按预留施工缝的有关规定处理后再开始浇筑；

3 在浇筑竖向结构混凝土时，布料设备的出口离模板内侧面不应小于 50mm，且不得向模板内侧面直冲布料，也不得直冲钢筋骨架；浇筑水平结构混凝土时，不得在同一处连续布料，应 2m~3m 范围内水平移动布料，且宜垂直于模板布料；

4 竖向构件的混凝土浇筑的最大厚度应为振捣器作用部分长度的 1.25 倍，宜为

300mm~500mm。水平构件的混凝土浇筑厚度超过 500mm 时，按 1: 6~1: 10 坡度分层浇筑，且上层混凝土，应超前覆盖下层混凝土 500mm 以上；

5 振捣泵送混凝土时，应按分层浇筑厚度分别进行振捣，振捣器的前端应插入前一层混凝土中，插入深度不应小于 50mm；振捣器应垂直于混凝土表面并快插慢拔均匀振捣；当混凝土表面无明显塌陷、有水泥浆出现、不再冒气泡时，应结束该部位振捣；振捣器与模板的距离不应大于振捣器作用半径的 50%；振捣插点间距不应大于振捣器的作用半径的 1.4 倍；

6 对于有预留洞、预埋件和钢筋太密的部位，应预先制定技术措施，确保顺利布料和振捣密实。在浇筑混凝土时，应经常观察，当发现混凝土有不密实等现象，应立即采取措施予以纠正；

7 水平结构的混凝土表面，适应用木抹子抹平搓毛两遍以上。必要时，先用铁滚筒压两遍以上，防止产生收缩裂缝；

8 针对高强泵送混凝土的浇筑应采用高频振捣器捣实。

22.4.8 清洗设备及输送管应符合下列规定：

1 泵送完毕，应立即清洗混凝土泵和输送管，管道拆卸后按不同规格分类堆放；

2 清理输送管时，采用空气压缩机推动清洗球。先接好专用清洗水，再启动空压机，渐进加压。清洗过程中，应随时敲击输送管，了解混凝土是否接近排空。当输送管内尚有 10m 左右混凝土时，应将压缩机缓慢减压，防止出现大喷爆和伤人；

3 超高泵送混凝土余料回收，可采用水洗回收或气洗回收。整个余料回收和管道清洗过程，应对余料和污水进行收集处理。管道清洗应至有清水出来为止。

22.5 质量标准

22.5.1 泵送混凝土质量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 和《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

22.5.2 泵送混凝土的质量控制除应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定外，尚应符合下列规定：

1 泵送混凝土的可泵性试验，可按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 有关压力泌水试验的方法进行检测，10s 时的相对压力泌水率不宜大于 40%；

2 混凝土入泵时的坍落度、扩展度允许偏差，应符合表 22.5.2 的规定；

3 混凝土强度的检验评定，应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定。

表 22.5.2 坍落度、扩展度允许偏差

项目	允许偏差 (mm)
坍落度	±30
扩展度	±30

22.5.3 出泵混凝土的质量检查，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定进行。用作评定结构或构件混凝土强度质量的试件，应在浇筑地点取样、制作，且混凝土取样、试件制作、养护和试验均应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定。

22.6 成品保护

22.6.1 混凝土输送管安装完毕后，不得碰撞泵管，以免泵管发生变形。

22.6.2 泵管在使用过程中不得随意拆卸泵管。

22.7 注意事项

22.7.1 混凝土供应要连续、稳定以保证混凝土泵能连续工作。

22.7.2 泵送前应先用适量的与混凝土内除粗骨料外其他成分相同配合比的水泥砂浆或 1:2 水泥砂浆或水泥浆润滑输送管内壁。泵送时受料斗内应经常有足够混凝土，防止吸入空气形成阻塞。

22.7.3 当混凝土可泵性差或混凝土出现泌水、离析而难以泵送时，应立即对配合比、混凝土泵、配管及泵送工艺等在预拌混凝土供货方监督指导下进行研究，并采取相应措施解决。

22.7.4 混凝土泵若出现压力过高且不稳定、油温升高。输送管明显振动及泵送困难等现象时，不得强行泵送，应立即查明原因予以排除。在有人员通过之处的高压管段、距混凝土泵出口较近的弯管，宜设置安全防护设施。

22.7.5 混凝土泵料斗上应设置筛网，并设专人监视进料，避免因直径过大的骨料或异物进入而造成堵塞。

22.7.6 超高泵送发生堵管时，应关闭截止阀，对堵塞部位混凝土进行卸压，混凝土彻底卸压后方可进行拆卸，禁止直接拆卸超高压泵管连接部位。排除堵塞后重新泵送或清洗混凝土泵时，末端输送管的出口应固定，并应朝向安全方向。

22.7.7 重新泵送前，应采取措施排除管内空气，布料设备的出口应朝安全方向，防止混凝土等堵塞物高速飞出导致人员伤害。

22.7.8 泵送完毕后，应认真清洗料斗及输送管道系统。

22.7.9 应定期检查输送管道和布料管道的磨损情况，弯头部位应重点检查，对磨损较大、不符合使用要求的管道应及时更换。

23 框架结构混凝土施工

23.1 材料要求

23.1.1 养护材料应准备水、塑料管或胶皮管、花洒头或花管、苫盖材料、养护剂等。

23.1.2 冬、雨期施工时，应根据施工方案选定冬、雨施材料。

23.2 主要机具

23.2.1 运送机具应根据施工方案配备，应准备吊斗、泵送设备、翻斗车、手推车等。

23.2.2 手持工具应准备振捣器、铁锹、铁盘、木抹子、云石机、铁插尺等。

23.3 作业条件

23.3.1 应与预拌混凝土供应单位签订技术合同，合同中应明确注明主要技术条件，宜包括强度等级、水泥品种、砂率、胶凝材料用量、初凝时间、坍落度、碱、氯化物含量要求、掺合料品种等。

23.3.2 现场试验室应做好坍落度检测和混凝土试块制作、现场同条件试块养护措施等准备工作。

23.3.3 现场地泵、泵管和布料杆安装、固定就位后，应提前进行调试检修，确定其工作状态良好，泵管支架有足够的强度和刚度。

23.3.4 混凝土泵设置处，应做到场地平整坚实，供料方便，宜靠近浇筑地点，接近排水设施和供水、供电方便。在混凝土泵作业范围内，不得有高压线等障碍物。

23.3.5 现场水电供应保障正常，道路通畅，保证混凝土运输、浇筑顺利进行。检查电源、线路，并做好夜间施工场区、作业面及人员通道照明的准备。

23.3.6 应完成钢筋的隐检、模板检查验收工作，应检查保证钢筋保护层的支铁、垫块。应填写混凝土浇灌申请书，浇筑申请得到监理批准后，会同监理、技术、质检部门对第一车混凝土进行质量鉴定。

23.3.7 应检查并清理模板内残留杂物，用水冲净。柱子模板的扫除口应在清除杂物及积水后再封闭。接槎部位松散混凝土和浮浆应全部剔除到露石子，冲洗干净，不留明水。表面干燥的地基、垫层上应洒水湿润；现场环境温度高于 35℃ 时，宜对模板进行洒水降温，洒水后不得留有积水。

23.3.8 各柱、板、梁位置、轴线尺寸、标高等均应经过检查，验收完毕。标高控制线应按已要求设置完毕。

23.3.9 现场施工人员、机械操作人员应已准备就绪。

23.3.10 浇筑混凝土用脚手架、马道应支搭完毕，并应具有良好的安全措施。

23.3.11 计量器具、试验器材、振捣器等应检验合格。操作者应具有完好的绝缘手段。

23.4 施工工艺

23.4.1 框架结构混凝土施工工艺应按以下流程进行：

1 框架结构柱混凝土施工工艺应按图 23.4.1-1 规定的流程进行：

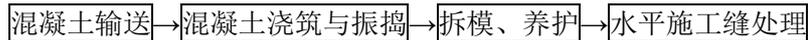


图 23.4.1-1 框架结构柱混凝土施工工艺流程

2 框架结构梁板混凝土施工工艺应按图 23.4.1-2 规定的流程进行：

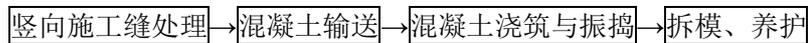


图 23.4.1-2 框架结构梁板混凝土施工工艺流程

23.4.2 混凝土输送应符合下列规定：

1 混凝土输送宜采用泵送方式，输送泵输送混凝土应先进行泵水检查，并应湿润输送泵的料斗、活塞等直接与混凝土接触的部位，泵水检查后，应清除输送泵内积水；

2 吊车配备斗容器输送混凝土时，斗容器的容量应根据吊车吊运能力确定，运输至施工现场的混凝土宜直接装入斗容器进行输送；

3 输送混凝土的管道、容器、溜槽不应吸水、漏浆，并应保证输送通畅，输送混凝土时，应根据工程所处环境条件采取保温、隔热、防雨等措施；

4 从运输到输送入模的延续时间不宜超过表 23.4.2-1 的规定，且不应超过表 23.4.2-2 的规定，掺早强型减水剂、早强剂的混凝土，以及有特殊要求的混凝土，应根据设计及施工要求，通过试验确定允许时间；

表 23.4.2-1 运输至输送入模的延续时间（min）

条件	气温	
	≤25	>25
不掺外加剂	90	60
掺外加剂	150	120

表 23.4.2-2 运输、输送入模及其间歇总的时间限值（min）

条件	气温	
	≤25	>25
不掺外加剂	180	150

掺外加剂	240	210
------	-----	-----

5 预拌混凝土运输至施工现场应充分搅拌后再卸车，不允许加水，已初凝的混凝土不应使用。

23.4.3 混凝土浇筑与振捣应符合下列规定：

1 混凝土浇筑与振捣应符合下列一般规定：

1) 混凝土浇筑的布料点宜接近浇筑位置，应采取减少混凝土下料冲击的措施，宜先浇筑竖向结构构件，后浇筑水平结构构件，浇筑区域结构平面有高差时，宜先浇筑低区部分，再浇筑高区部分；

2) 混凝土应分层浇筑，分层厚度应符合表 23.4.3-1 的规定，上层混凝土应在下层混凝土初凝之前浇筑完毕，超过初凝时间应按施工缝处理；

表 23.4.3-1 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
插入式振捣器	振捣器作用部分长度的 1.25 倍
平板振捣器	200mm
附着振捣器	根据设置方式，通过试验确定

3) 使用插入式振捣器应快插慢拔，插点要均匀排列，逐点移动，顺序进行，不得遗漏，做到均匀振实，移动间距不宜大于振捣作用半径的 1.4 倍，一般为 300mm~400mm，振捣上一层时应插入下层大于或等于 50mm，以消除两层间的接缝，平板振捣器的移动间距，应保证振捣器的平板覆盖已振实部分的边缘；

4) 附着振捣器应根据混凝土浇筑高度和浇筑速度，依次从下往上振捣；

5) 浇筑混凝土时应经常观察模板、钢筋、预留孔洞、预埋件和插筋等有无移动、变形或堵塞情况，发现问题应立即处理，并应在已浇筑的混凝土凝结前修正完好。

2 柱的混凝土浇筑应符合下列规定：

1) 混凝土浇筑不得发生离析，倾落高度应符合表 23.4.3-2 的规定，当不能满足要求时，应加设串筒、溜管、溜槽等装置；

表 23.4.3-2 柱混凝土浇筑倾落高度限值 (m)

条件	浇筑倾落高度限值
粗骨料粒径大于 25mm	≤3
粗骨料粒径小于等于 25mm	≤6

2) 柱浇筑前底部应先均匀浇筑与混凝土浆液同成分的水泥砂浆，接浆层厚度不应大于

φ30mm，柱混凝土应分层振捣，使用插入式振捣器时每层厚度不宜大于 500mm，振捣器不得触动钢筋和预埋件，除上面振捣外，下面要有人随时敲打模板；

3) 柱子的浇筑高度控制在梁底向上 15mm~30mm，其中含 10mm~25mm 为软弱层，待剔除软弱层后，施工缝处于梁底向上 5mm 处；

4) 浇筑完成后，应将外伸的连接钢筋清理干净。

3 梁、板混凝土浇筑应符合下列规定：

1) 梁、板应同时浇筑，浇筑方法应由一端开始，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的混凝土一起浇筑，随着阶梯形不断延伸，梁板混凝土浇筑连续向前进行；

2) 与板连成整体高度大于 1m 的梁，允许单独浇筑，其施工缝应留在板底以上 15mm~30mm 处，浇筑时，浇筑与振捣应紧密配合，第一层下料宜缓慢，梁底充分振实后再下二层料，每层均应振实后再下料，梁底及梁帮部位应振实，振捣时不得触动钢筋及预埋件；

3) 梁柱节点钢筋较密时，浇筑此处混凝土时宜用小直径振捣器振捣，采用小直径振捣器应另计分层厚度；

4) 梁柱节点核心区处混凝土强度等级相差 2 个及 2 个以上时，混凝土浇筑留槎按设计要求执行或按图 23.4.3 进行浇筑，该处混凝土坍落度宜控制在 80mm~100mm，宜采用塔吊配合浇筑；

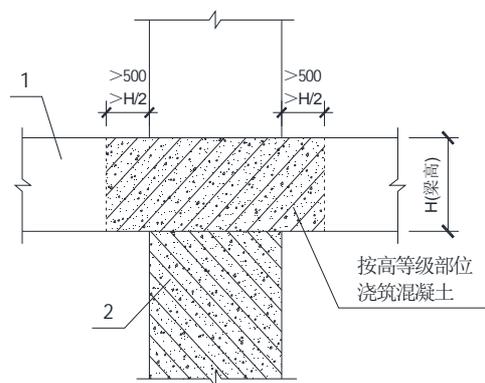


图 23.4.3 梁柱核心区处混凝土浇筑（强度等级相差 2 个及 2 个以上）

1-梁；2-柱

5) 浇筑楼板混凝土的虚铺厚度应略大于板厚，用振捣器顺浇筑方向及时振捣，不得用振捣器铺摊混凝土，在钢筋上挂控制线，混凝土浇筑标高应保证一致，顶板混凝土浇筑完毕后，在混凝土初凝前，宜用 3m 长杠刮平，再用木抹子抹平，压实刮平遍数不少于两遍，初凝时加强二次压面，应保证大面平整、减少收缩裂缝。浇筑大面积楼板混凝土时，宜使用激

光水平仪控制板面标高和平整；

6) 沿次梁方向浇筑楼板，施工缝应留置在次梁跨度的中间 1/3 范围内，施工缝表面应与梁轴线或板面垂直，不得留斜槎，复杂结构施工缝留置位置应征得设计人员同意，施工缝宜用齿形模板挡牢或采用钢板网挡支牢固，也可采用快易收口网，直接进行下段混凝土的施工；

7) 施工缝处应待已浇筑混凝土的抗压强度不小于 1.2MPa 时，才允许继续浇筑。在继续浇筑混凝土前，施工缝混凝土表面应凿毛，剔除浮动石子，模板应留置清扫口，用空压机将碎渣吹净，混凝土浇筑前，结合面应洒水湿润。

4 楼梯段混凝土应自下而上浇筑，先振实底板混凝土，达到踏步位置时再与踏步混凝土一起浇捣，不断连续向上推进，并随时用木抹子或塑料抹子将踏步上表面抹平。

23.4.4 施工缝留置与处理应符合下列规定：

1 柱水平施工缝留在顶板下皮向上约 5mm 左右；

2 梁、板施工缝应留在梁、板跨中 1/3 范围内；

3 框架结构两侧无剪力墙的楼梯施工缝宜留在自休息平台往上 1/3 楼梯段跨中范围，约 3~4 踏步；

4 水平施工缝应剔除软弱层，露出石子，竖向施工缝剔除松散石子和杂物，露出密实混凝土，施工缝应冲洗干净，浇筑混凝土前应浇水润湿，水平施工缝应浇筑与混凝土浆液同成分的水泥砂浆，接浆层厚度不应大于 30mm。

23.4.5 混凝土的养护应符合下列规定：

1 水平构件宜采用覆盖塑料薄膜洒水养护的方法，框架柱宜采用洒水养护的方法，洒水养护应保证混凝土表面处于湿润状态，覆盖塑料薄膜时，塑料薄膜内应保持有凝结水。当日最低温度低于 5℃ 时，不应采用洒水养护；

2 混凝土表面不便洒水时，应采用涂刷养护剂的方法养护；

3 混凝土浇筑完毕后，应在 12h 内加以覆盖并保湿养护，地下室底层和上部结构首层框架柱混凝土带模养护时间不应少于 3d，采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土养护时间不得少于 7d，抗渗混凝土、后浇带混凝土、强度等级 C60 及以上的混凝土，养护时间不应少于 14d，地下室底层和上部结构首层框架柱，宜适当增加养护时间，大体积混凝土、冬期施工混凝土的养护时间应根据施工方案确定。

23.5 质量标准

23.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 混凝土使用的水泥、骨料和外加剂等，应符合技术合同和施工规范的有关规定，使用前检查出厂合格证、试验报告；
- 2 混凝土配合比应符合技术合同和施工规范的有关规定；
- 3 混凝土养护和施工缝处理，应符合相关施工规范的规定；
- 4 混凝土试块按规定取样、制作、养护和试验，其强度评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T50107 的要求；
- 5 混凝土运输、浇筑、及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间，同一施工段的混凝土应连续浇筑，并应在底层混凝土初凝之前将上一层混凝土浇筑完毕；
- 6 设计不允许裂缝的结构，不得出现裂缝；设计未明确要求时其裂缝宽度应符合有关设计要求；
- 7 结构实体检验用同条件养护试件的留置数量、养护方法、等效养护龄期及强度代表值均应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的要求；
- 8 结构实体钢筋保护层厚度的检验方法及结果均应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的要求。

23.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 混凝土应振捣密实，不应出现蜂窝、孔洞、露筋、缝隙、夹渣等缺陷；
- 2 施工缝位置应在混凝土浇筑前按规范和设计要求在施工技术方案中确定，施工缝的处理应按施工技术方案执行；
- 3 后浇带的留置位置应按设计要求和施工技术方案确定，后浇带混凝土浇筑应按设计要求施工进行；
- 4 允许偏差项目应符合表 23.5.2 的规定。

表 23.5.2 现浇框架混凝土允许偏差

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
轴线位置	基础	15	钢尺检查
	独立基础	10	
	墙、柱、梁	8	
	剪力墙	5	
垂直度	层高	≤5m	经纬仪或吊线、钢尺检查
		>5m	经纬仪或吊线、钢尺检查
	全高 (H)		H/1000 且 ≤30

标高	层高	±10	水准仪或拉线、钢尺检查
	全高	±30	
截面尺寸		+8, -5	钢尺检查
电梯井	井筒长、宽对定位中心线	+25, 0	钢尺检查
	井筒全高(H)垂直度	H/1000 且 ≤30	经纬仪、钢尺检查
表面平整度		8	2m 靠尺和塞尺检查
预埋设 施中心 线位置	预埋件	10	钢尺检查
	预埋螺栓	5	
	预埋管	5	
预留洞中心线位置		15	钢尺检查

23.6 成品保护

23.6.1 应采取足够措施保证钢筋位置正确，不得踩楼板、楼梯的弯起钢筋，不碰动预埋件和插筋。

23.6.2 不用重物冲击模板，不在梁或楼梯踏步模板吊帮上蹬踩，应搭设跳板，保护模板的牢固和严密。

23.6.3 已浇筑楼板、楼梯踏步的上表面混凝土应加以保护，应在混凝土强度达到 1.2MPa 以后，方准在面上进行操作。安装结构用的支架和模板，应严格轻吊轻放。

23.6.4 冬期施工在已浇筑的楼板上覆盖或测温时，应先铺脚手板后上人操作，不应留下脚印。

23.7 注意事项

23.7.1 混凝土一次下料不宜过厚，振捣应及时，不得漏振；钢筋较密处，坍落度不宜过小，粗骨料粒径不宜过大；模板不得有缝隙，避免水泥浆流失造成混凝土蜂窝孔洞。

23.7.2 钢筋垫块间距不宜过大，垫块不得漏放或位移，钢筋不得紧贴模板，梁、板底部混凝土应振捣密实，避免出现露筋现象。

23.7.3 模板表面应均匀涂刷脱模剂，浇筑混凝土前，应保证模板充分湿润，混凝土拆模不宜过早，以避免混凝土出现麻面。

23.7.4 施工缝处杂物应清理干净，混凝土浇筑前，宜浇筑底浆，避免造成缝隙、夹渣层。

23.7.5 混凝土浇筑后，楼板面和楼梯踏步面应用抹子认真抹平。冬期施工在覆盖保温层时，上人不宜过早，并应垫板进行操作。

23.7.6 当梁板混凝土强度等级与墙、柱不一致强度等级时，梁柱接头混凝土留茬应按设计要求或第 23.4.3 条的规定留置，且应减小不同等级混凝土供货和浇筑时间差，开盘前应有预

控措施。

23.7.7 危大工程混凝土施工应先完成危大部位相邻结构、竖向结构混凝土的浇筑后，再进行危大部位混凝土浇筑。危大部位梁板同时浇筑，根据梁高分层浇筑成阶梯形，当达到板底位置时，再与板的混凝土一起浇筑，随着阶梯形不断延伸，连续向前进行。

23.7.8 危大工程混凝土浇筑过程应有专人对高大模板支撑系统进行观测，发现有松动、变形等情况，必须立即停止浇筑，撤离作业人员，并采取相应的加固措施。

23.7.9 冬季施工应采取有效保温措施，以利于混凝土强度增长，减少混凝土掉角、开裂现象。

23.7.10 混凝土输送泵操作人员要持证上岗，振捣器必须设漏电保护装置，并经常检查电源线路，防止破损，操作时戴绝缘手套，穿高筒绝缘胶鞋。

23.7.11 混凝土泵在开始和停止泵送混凝土前，作业人员应与出口软管保持安全距离，作业人员不得在出料口下方停留。出料软管不得埋在混凝土中。

23.7.12 振捣器应单设电源线和电源箱，箱内要有漏电保护器，电机外壳做好接零保护，工作时两人操作，一人持棒，一人看电机，随时挪动，不得拖拉，振捣手穿绝缘胶鞋，戴绝缘手套。

23.7.13 泵车四周设立安全标识，设专人调度车辆。

23.7.14 泵车施工时观察灰斗混凝土量，以防无混凝土时灰斗压力过大，石子伤人。

23.7.15 严格加固弯头及泵车锥形管以防爆管伤人。清洗输送管时，管端设挡板或安全罩，杆端附近不允许站人，防止出料口喷射伤人。

23.7.16 保湿养护用塑料薄膜等拆除后，不得随意丢弃，应回收重复利用或运送至现场垃圾站统一处理。

23.7.17 混凝土落地灰及时清理，对于混凝土的剔凿应采用喷雾器降尘。

24 剪力墙结构混凝土施工

24.1 材料要求

24.1.1 水泥应选用水化热低的通用硅酸盐水泥，3d 水化热不宜大于 250kJ/kg，7d 水化热不宜大于 280kJ/kg；当选用 52.5 强度等级水泥时，7d 水化热宜小于 300 kJ/kg；水泥的各项性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的相关规定。

24.1.2 骨料选择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 的规定，粗骨料应连续级配，细骨料优先采用中砂。

24.1.3 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定。外加剂的品种、掺量应根据材料试验确定。耐久性要求较高或寒冷地区的大体积混凝土，宜采用引气剂或引气减水剂。

24.2 主要机具

24.2.1 运送机具应配备吊斗、泵送设备、翻斗车、手推车等。

24.2.2 手持工具应准备振捣器、铁锹、铁盘、木抹子、云石机、铁插尺等。

24.3 作业条件

24.3.1 应与预拌混凝土供应单位签订技术合同，合同中应明确注明主要技术条件，宜包括强度等级、水泥品种、砂率、胶凝材料用量、初凝时间、坍落度、碱、氯化物含量要求、掺合料品种等。

24.3.2 现场试验室应做好坍落度检测和混凝土试块制作、现场同条件试块养护措施等准备工作。

24.3.3 现场地泵、泵管和布料杆安装、固定就位后，应提前进行调试检修，确定其工作状态良好。

24.3.4 现场水电供应保障正常，道路通畅，保证混凝土运输、浇筑顺利进行。应检查电源、线路，并做好夜间施工场区、作业面及人员通道照明的准备。

24.3.5 应完成钢筋、模板的隐检、预检验收工作，应注意检查顶模筋、垫块，以保证保护层厚度。应核实墙内预埋件、预留孔洞、水电预埋管线、盒槽的位置、数量及固定情况。应填写混凝土浇灌申请书，浇筑申请得到监理批准后，会同监理、技术、质检部门对第一车混凝土进行质量鉴定。

24.3.6 应检查模板下口、洞口及角模处拼接是否严密，模板支撑和加固是否可靠。

24.3.7 应检查并清理模板内残留杂物，用水冲净。表面干燥的地基、垫层、模板上应洒水湿润；现场环境温度高于 35℃ 时，宜对金属模板进行洒水降温；洒水后不得留有积水。

24.3.8 现场施工人员、机械操作人员应准备就绪。

24.3.9 浇筑混凝土用脚手架、马道应支搭完毕，并应具有良好的安全措施。

24.3.10 计量器具、试验器材、振捣器等应检验合格。操作者应具有完好的绝缘手段。

24.3.11 混凝土拖式泵和水平及竖向泵管应安装、固定到位、牢固可靠，泵管支架应有足够的强度和刚度。

24.3.12 混凝土泵设置处场地应平整坚实，供料方便，宜靠近浇筑地点，便于配管，宜接近排水设施和供水、供电方便。在混凝土泵作业范围内，不得有高压线等障碍物。

24.4 施工工艺

24.4.1 剪力墙结构混凝土施工工艺应按以下流程进行：

1 剪力墙结构墙混凝土施工工艺应按图 24.4.1-1 规定的流程进行：



图 24.4.1-1 剪力墙结构柱混凝土施工工艺流程

2 剪力墙结构顶板混凝土施工工艺应按图 23.4.1-2 规定的流程进行：

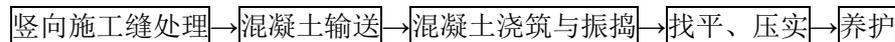


图 24.4.1-2 剪力墙结构顶板混凝土施工工艺流程

24.4.2 混凝土输送应符合下列规定：

1 混凝土输送宜采用泵送方式。输送泵输送混凝土应先进行泵水检查，并应湿润输送泵的料斗、活塞等直接与混凝土接触的部位；泵水检查后，应清除输送泵内积水；

2 吊车配备斗容器输送混凝土时斗容器的容量应根据吊车吊运能力确定，运输至施工现场的混凝土宜直接装入斗容器进行输送；

3 输送混凝土的管道、容器、溜槽不应吸水、漏浆，并应保证输送通畅。输送混凝土时，应根据工程所处环境条件采取保温、隔热、防雨等措施；

4 从运输到输送入模的延续时间不宜超过表 24.4.2-1 的规定，且不应超过表 24.4.2-2 的规定。掺早强型减水剂、早强剂的混凝土，以及有特殊要求的混凝土，应根据设计及施工要求，通过试验确定允许时间；

表 24.4.2-1 运输至输送入模的延续时间（min）

条件	气温	
	≤25	>25

不掺外加剂	90	60
掺外加剂	150	120

表 24.4.2-2 运输、输送入模及其间歇总的时间限值 (min)

条件	气温	
	≤25	>25
不掺外加剂	180	150
掺外加剂	240	210

5 预拌混凝土运输至施工现场应充分搅拌后再卸车，不得加水。已初凝的混凝土不应使用。

24.4.3 混凝土浇筑应符合下列规定：

1 混凝土浇筑与振捣应符合下列规定：

1) 混凝土浇筑的布料点宜接近浇筑位置，应采取减少混凝土下料冲击的措施。宜先浇筑竖向结构构件，后浇筑水平结构构件。浇筑区域结构平面有高差时，宜先浇筑低区部分，再浇筑高区部分；

2) 混凝土应分层浇筑，分层厚度应符合表 24.4.3 的规定，上层混凝土应在下层混凝土初凝之前浇筑完毕，超过初凝时间应按施工缝处理；

表 24.4.3 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
插入式振捣器	振捣器作用部分长度的 1.25 倍
平板振捣器	200mm
附着振捣器	根据设置方式，通过试验确定

3) 使用插入式振捣器应快插慢拔，插点要均匀排列，逐点移动，顺序进行，不得遗漏，做到均匀振实。移动间距不宜大于振捣作用半径的 1.4 倍，宜为 300mm~400mm。振捣上一层时应插入下层大于或等于 50mm，以消除两层间的接缝。平板振捣器的移动间距，应保证振捣器的平板覆盖已振实部分的边缘；

4) 附着振捣器应根据混凝土浇筑高度和浇筑速度，依次从下往上振捣；

5) 浇筑混凝土时应经常观察模板、钢筋、预留孔洞、预埋件和插筋等有无移动、变形或堵塞情况，发现问题应立即处理，并应在已浇筑的混凝土凝结前修正完好。

2 墙体浇筑混凝土应符合下列规定：

1) 墙体浇筑混凝土前，在底部应先均匀浇筑与混凝土浆液同成分的水泥砂浆，接浆层

厚度不应大于 30mm。砂浆用铁锹均匀入模，不得用吊斗或泵管直接灌入模内；

2) 混凝土应采用赶浆法分层浇筑、振捣，分层浇筑高度应为振捣器有效作用部分长度的 1.25 倍。每层浇筑厚度 500mm，浇筑墙体应连续进行，间隔时间不得超过混凝土初凝时间。墙、柱根部由于振捣器影响作用不能充分发挥，可适当提高下料高度并加密振捣和振动模板（图 24.4.3-1）；

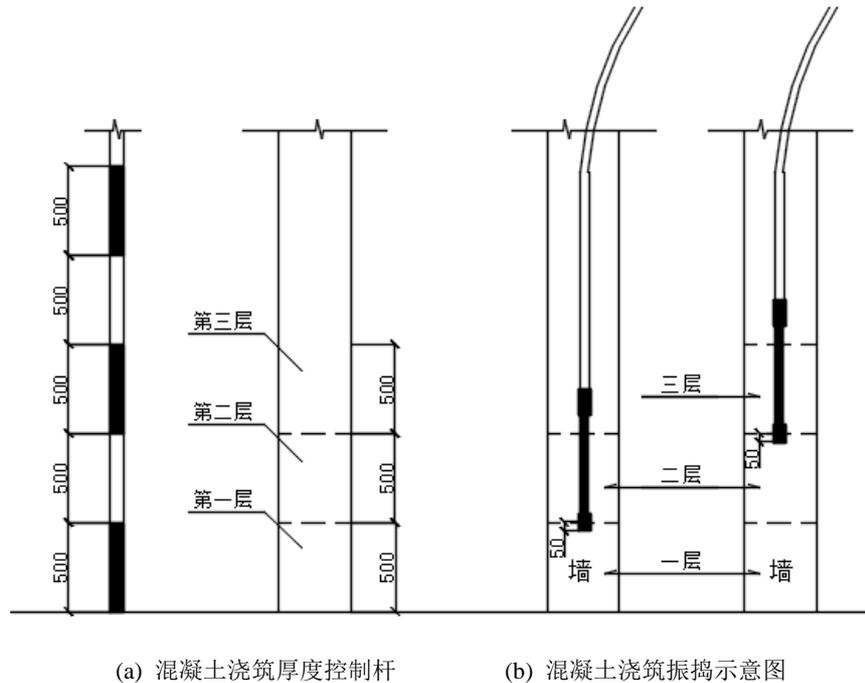


图 24.4.3-1 墙体混凝土浇筑与振捣

3) 浇筑洞口混凝土时，应使洞口两侧混凝土高度大体一致，对称均匀，振捣器距洞边距离宜大于 300mm，振捣应从两侧同时进行。暗柱或钢筋密集部位应用 30 振捣器振捣，振捣器移动间距应小于 500mm，每一振点延续时间以表面呈现浮浆、不产生气泡和不再沉落为度，振捣器振捣上层混凝土时应插入下层混凝土内 50mm，振捣时应尽量避开预埋件。振捣器不能直接接触模板进行振捣，以免模板变形、位移以及拼缝扩大造成漏浆。洞口宽度大于 0.3m 时，应在洞口两侧进行振捣，并应适当延长振捣时间，洞口宽度大于 0.8m 时，洞口模板下口应预留振捣口；

4) 内外墙交界处加强振捣，保证密实。外砖内模应采取措施，防止外墙鼓胀；

5) 振捣器应避免碰撞钢筋、模板、预埋件、预埋管、外墙板空腔防水构造等，发现有变形、移位等情况，各有关工种相互配合进行处理；

6) 混凝土浇筑振捣完毕，将上口甩出的钢筋加以整理，用木抹子按预定标高线，将表

面找平。墙体混凝土浇筑高度控制在高出楼板下皮 20mm 处，结构混凝土施工完后，及时剔凿软弱层（图 24.4.3-2）；

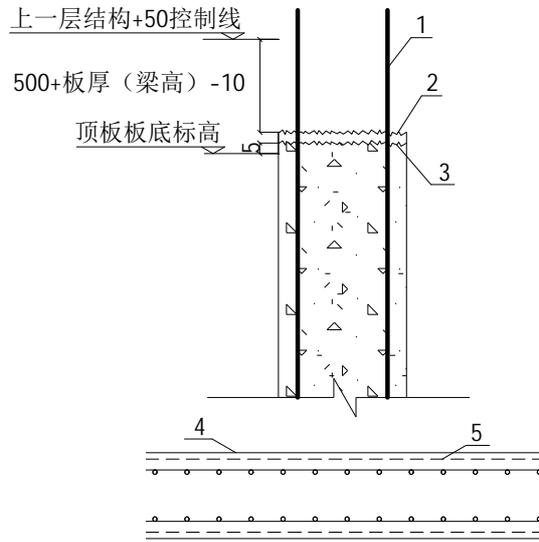


图 24.4.3-2 墙体施工缝处理

1-墙体钢筋；2-混凝土剔凿线；3-墙体水平施工缝；4-墙边线；5-混凝土剔除线

7) 布料杆软管出口离模板内侧面不应小于 50mm，且不得向模板内侧面直冲布料和直冲钢筋骨架；为防止混凝土散落、浪费，应在模板上口侧面设置斜向挡灰板。混凝土下料点宜分散布置，间距控制在 2m 左右。

3 顶板混凝土浇筑应符合下列规定：

1) 顶板混凝土浇筑宜从一个角开始退进，楼板厚度不小于 120mm 时可用插入式振捣器振捣，楼板厚度小于 120mm 时可用平板振捣器振捣。振捣器平放、插点应均匀排列，可采用“行列式”或“交错式”的移动（图 24.4.3-3），不应混乱；

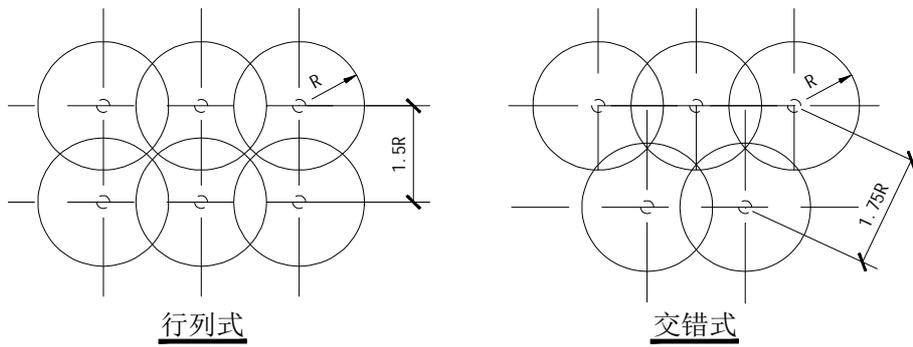


图 24.4.3-3 振捣器插点移动方式

2) 混凝土振捣应随浇筑方向进行，宜随浇筑随振捣，要保证不漏振；

3) 宜用铁插尺检查混凝土厚度，振捣完毕后宜用 3m 长刮杠根据标高线刮平，然后拉通线用木抹子抹平。靠墙两侧 100mm 范围内应严格找平、压光，以保证上部墙体模板下口

严密；

4) 为防止混凝土产生收缩裂缝，应进行二次压面，二次压面的时间控制在混凝土终凝前进行；

5) 施工缝设置应浇筑前确定，并应符合图纸或有关规范要求。

4 楼梯混凝土浇筑时，楼梯段混凝土宜随顶板混凝土一起自下而上浇筑，先振实休息平台板接缝处混凝土，达到踏步位置再与踏步一起浇捣，不断连续向上推进，并随时用木抹子将踏步上表面抹平；

24.4.4 施工缝的留置和处理应符合下列规定：

1 墙体水平施工缝宜留在顶板下皮向上约 5mm 左右，竖向施工缝宜留在门窗洞口过梁中间 1/3 范围内；

2 顶板施工缝应留在顶板跨中 1/3 范围内；

3 楼梯施工缝宜留在休息平台自踏步往外 1/3 的地方，楼梯梁施工缝留在不小于 1/2 墙厚的范围内（图 24.4.4）；

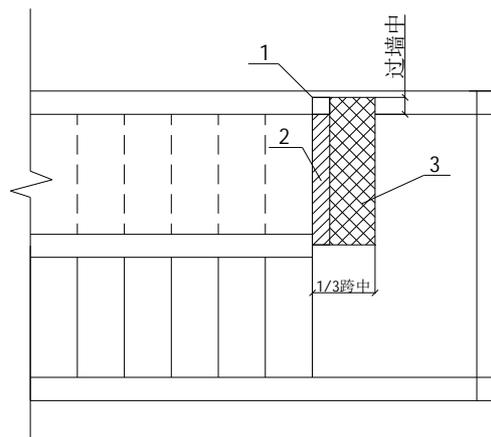


图 24.4.4 楼梯施工缝位置

1-梁窝；2-梁；3-平台板

4 水平施工缝应剔除软弱层，露出石子，竖向施工缝应剔除松散石子和杂物，露出密实混凝土。施工缝应冲洗干净，浇筑混凝土前应浇水润湿，水平施工缝应浇筑与混凝土浆液同成分的水泥砂浆，接浆层厚度不应大于 30mm。

24.4.5 混凝土的养护应符合下列规定：

1 水平构件宜采用覆盖塑料薄膜洒水养护的方法，竖向墙体宜采用洒水养护的方法。洒水养护应保证混凝土表面处于湿润状态，覆盖塑料薄膜时，塑料薄膜内应保持有凝结水。当日最低温度低于 5℃ 时，不应采用洒水养护；

2 混凝土表面不便洒水时，应采用涂刷养护剂的方法养护；

3 混凝土浇筑完毕后，应在 12h 内加以覆盖并保湿养护。地下室底层和上部结构首层墙体混凝土带模养护时间不应少于 3d。采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土养护时间不得少于 7d。抗渗混凝土、后浇带混凝土、强度等级 C60 及以上的混凝土，养护时间不应少于 14d。地下室底层和上部结构首层墙，宜适当增加养护时间。大体积混凝土、冬期施工的混凝土养护时间应根据施工方案确定。

24.5 质量标准

24.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 混凝土使用的水泥、骨料和外加剂等，应符合技术合同和施工规范的有关规定，使用前检查出厂合格证、试验报告；

2 混凝土配合比应符合技术合同和施工规范的有关规定；

3 混凝土养护和施工缝处理，应符合相关施工规范的规定；

4 混凝土试块按规定取样、制作、养护和试验，其强度评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定；

5 混凝土运输、浇筑、及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间，同一施工段的混凝土应连续浇筑，并应在底层混凝土初凝之前将上一层混凝土浇筑完毕；

6 设计不允许裂缝的结构，不得出现裂缝；设计未明确要求时其裂缝宽度应符合有关设计要求；

7 结构实体检验用同条件养护试件的留置数量、养护方法、等效养护龄期及强度代表值均应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的要求；

8 结构实体钢筋保护层厚度的检验方法及结果均应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的要求。

24.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 混凝土应振捣密实，墙面及接槎处应平整。不得有孔洞、露筋、缝隙、夹渣等缺陷；

2 施工缝的位置应在混凝土浇筑前按规范和设计要求在施工技术方案中确定。施工缝的处理应按施工技术方案执行；

3 后浇带的留置位置应按设计要求或施工技术方案确定。后浇带混凝土浇筑应按设计要求和施工方案进行；

4 允许偏差项目应符合表 24.5.2 的规定：

表 24.5.2 允许偏差及检验方法

项次	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	轴线位置		5	钢尺检查
2	垂直度	层高	≤5m	经纬仪或吊线、钢尺检查
			>5m	
		全高(H)	H/1000 且 ≤30	经纬仪、钢尺检查
3	标高	层高	±10	水准仪或拉线、钢尺检查
		全高	±30	
4	截面尺寸		+8, -5	钢尺检查
5	电梯井	井筒长, 宽对定位中心线	+25, 0	钢尺检查
		井筒全高(H)垂直度	H/1000 且 ≤30	经纬仪、钢尺检查
6	表面平整度		8	2m 靠尺和塞尺检查
7	预埋设 施中心 线位置	预埋件	10	钢尺检查
		预埋螺栓	5	
		预埋管	5	
8	预留洞中心线位置		15	钢尺检查

24.6 成品保护

- 24.6.1** 不得任意拆改大模板的连接件及螺栓，以保证大模板的外形尺寸准确。
- 24.6.2** 混凝土浇筑完成后，应将外伸的连接钢筋清理干净。
- 24.6.3** 应留好预留洞口、预埋件及水电预埋管、盒等。
- 24.6.4** 已浇筑楼板、楼梯踏步的上表面混凝土强度达到 1.2MPa 以上方可上人。

24.7 注意事项

- 24.7.1** 混凝土楼板浇筑后靠墙两侧 100 mm 范围内应严格找平、压光，以保证上部墙体模板下口严密。宜在距墙皮线外 3mm~5mm 处贴宽度不小于 30mm 的海绵条，保证模板下口严密，避免墙体烂根。应在距模板线 2mm 处粘贴海绵条，使模板压住后海绵条后与线齐平，防止海绵条浇入混凝土内。
- 24.7.2** 洞口移位变形：混凝土浇筑时应避免混凝土冲击洞口模板，洞口两侧混凝土应对称均匀进行浇筑、振捣，避免洞口移位变形。
- 24.7.3** 混凝土振捣宜采用高频振捣器，每层混凝土均应振捣至泛浆，不再冒气泡，不再下沉为止。
- 24.7.4** 混凝土输送泵操作人员应持证上岗，振捣器必须设漏电保护装置，并经常检查电源

线路，防止破损，操作时戴绝缘手套，穿高筒绝缘胶鞋。

24.7.5 混凝土泵在开始和停止泵送混凝土前，作业人员应与出口软管保持安全距离，作业人员不得在出料口下方停留。出料软管不得埋在混凝土中。

24.7.6 振捣器应单设电源线和电源箱，箱内要有漏电保护器，电机外壳做好接零保护，工作时两人操作，一人持棒，一人看电机，随时挪动，不得拖拉，振捣手穿绝缘胶鞋，戴绝缘手套。

24.7.7 泵车四周应设立安全标识，设专人调度车辆。

24.7.8 泵车施工时应观察灰斗混凝土量，以防无混凝土时灰斗压力过大，石子伤人。

24.7.9 弯头及泵车锥形管应严格加固以防爆管伤人。清洗输送管时，管端应设挡板或安全罩，杆端附近不允许站人，防止出料口喷射伤人。

24.7.10 保湿养护用塑料薄膜等拆除后，不得随意丢弃，应回收重复利用或运送至现场垃圾站统一处理。

24.7.11 混凝土落地灰应及时清理，对于混凝土的剔凿应采用喷雾器降尘。

25 混凝土板一次压光施工

25.1 材料要求

25.1.1 混凝土拌合物宜采用预拌混凝土,混凝土的性能应符合设计要求及现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

25.1.2 养护材料应准备水、塑料管或胶皮管、苫盖材料等。

25.1.3 冬、雨期施工时,应根据施工方案选定冬、雨施材料。

25.2 主要机具

25.2.1 运送机具应根据施工方案配备,应准备吊斗、泵送设备、翻斗车、手推车等。

25.2.2 手持工具应准备平板振捣器、铁锹、电动提浆机、电动抹子、4m 大杠、木抹子、铁抹子等。

25.3 作业条件

25.3.1 应与预拌混凝土供应单位签订技术合同,合同中应明确注明主要技术条件,宜包括强度等级、水泥品种、砂率、胶凝材料用量、初凝时间、坍落度、碱、氯化物含量要求、掺合料品种等。

25.3.2 现场试验室应做好坍落度检测和混凝土试块制作、现场同条件试块养护措施等准备工作。

25.3.3 现场地泵、泵管和布料杆安装、固定就位后,应提前进行调试检修,确定其工作状态良好,泵管支架有足够的强度和刚度。

25.3.4 混凝土泵设置处,应做到场地平整坚实,供料方便,宜靠近浇筑地点,接近排水设施和供水、供电方便。在混凝土泵作业范围内,不得有高压线等障碍物。

25.3.5 现场水电供应保障正常,道路通畅,保证混凝土运输、浇筑顺利进行。检查电源、线路,并做好夜间施工场区、作业面及人员通道照明的准备。

25.3.6 应完成钢筋的隐检、模板检查验收工作,应检查保证钢筋保护层的支铁、垫块。应填写混凝土浇灌申请书,浇筑申请得到监理批准后,会同监理、技术、质检部门对第一车混凝土进行质量鉴定。

25.3.7 应检查并清理模板内残留杂物,用水冲净。柱子模板的扫除口应在清除杂物及积水后再封闭。接槎部位松散混凝土和浮浆应全部剔除到露石子,冲洗干净,不留明水。表面干燥的地基、垫层上应洒水湿润;现场环境温度高于 35℃ 时,宜对模板进行洒水降温,洒水后

不得留有积水。

25.3.8 标高控制线应已按要求设置完毕。

25.3.9 现场施工人员、机械操作人员应已准备就绪。

25.3.10 浇筑混凝土用脚手架、马道应支搭完毕，并应具有良好的安全措施。

25.3.11 计量器具、试验器材、振捣器等应检验合格。操作者应具有完好的绝缘手段。

25.4 施工工艺

25.4.1 混凝土板一次压光施工工艺应按图 25.4.1 规定的流程进行：

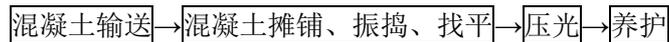


图 25.4.1 混凝土板一次压光施工工艺流程

25.4.2 混凝土运输供应应保持运输均衡。应考虑运输时间和浇筑时间，确定混凝土初凝时间。

25.4.3 混凝土浇筑、振捣、找平应符合下列规定：

1 混凝土浇筑时，应不留或少留施工缝，浇筑时应从一端开始，混凝土浇筑应连续，从运输到输送入模的延续时间不宜超过表 25.4.3-1 的规定，且不应超过表 25.4.3-2 的规定。每次开盘浇筑量不宜过大，应根据抹灰工配备情况确定浇筑工作量；

表 25.4.3-1 混凝土运输至输送入模的延续时间 (min)

条件	气温	
	≤25	>25
不掺外加剂	90	60
掺外加剂	150	120

表 25.4.3-2 运输、输送入模及其间歇总的时间限值 (min)

条件	气温	
	≤25	>25
不掺外加剂	180	150
掺外加剂	240	210

2 浇筑混凝土应随浇随用长杠刮平，混凝土虚铺厚度宜略高于板面标高，紧接着用长带型板式振捣器振捣密实，或用 30kg 重的铁滚筒纵横交错来回滚压 3 遍~5 遍，表面塌陷处应用混凝土补平，再用长杠刮平一次，然后用木抹子搓平，直到表面出浆为止；

3 当厚度超过 200mm 时，应采用插入式振捣器，振捣持续时间应使混凝土表面全部泛浆、无气泡、不下沉为止；

4 混凝土浇筑时应严格按施工方案规定的顺序浇筑。混凝土浇筑的布料点宜接近浇筑位置，采用混凝土输送泵管或布料设备布料。

25.4.4 混凝土压光宜采用电动抹子压光，并应符合下列规定：

1 混凝土浇筑后初凝前会有水泌出，对泌出的水宜用海棉吸走，但仍要保持面层湿润；

2 当工人在浇筑的混凝土上行走，混凝土塌陷深度为 20mm~30mm 时，可使用电抹子进行操作，将抹片换成“提浆盘”，使用“提浆盘”在湿润的混凝土上移动，提出约 20mm~25mm 厚水泥原浆，混凝土接近初凝时可将“提浆盘”换成抹片，进行反复抹压，直至混凝土表面光泽明亮；

3 在混凝土终凝前，应再次进行抹压，消除抹片留下的痕迹；

4 对边角等电抹子抹压不到的部位，用大号铁抹子人工反复抹平压光，并应符合下列规定：

1) 宜采用 DP10 干拌砂浆均匀地撒在搓平后的混凝土面层上，待灰面吸水后用木抹子搓平；

2) 用铁抹子第一遍抹压，轻轻抹压面层，把脚印压平。当面层开始凝结，混凝土板面层上有脚印但不下陷时，用铁抹子进行第二遍抹压，不宜留有波纹，不应漏压，并将表面上的凹坑、砂眼和脚印压平。当面层上人稍有脚印，而抹压不出现抹子纹时，可用铁抹子进行第三遍抹压。抹压宜用力稍大，将抹子纹抹平压光，压光的时间应控制在终凝前完成。

25.4.5 混凝土浇筑完成后 12h 以内应立即进行养护，应保持混凝土表面湿润，防止过早上人踩坏混凝土表面，养护时间不得小于 7d。

25.4.6 施工缝在浇筑混凝土前，应用云石机切割表面、取直，应将混凝土软弱层全部清除，冲洗干净露出石子。

25.5 质量标准

25.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 混凝土使用的水泥、骨料和外加剂等，应符合技术合同和施工规范的有关规定，使用前检查出厂合格证、试验报告；

2 混凝土配合比应符合技术合同和施工规范的有关规定；

3 混凝土养护和施工缝处理，应符合相关施工规范的规定；

4 混凝土强度等级应符合设计要求及施工规范的规定，混凝土的试块取样、制作、养护和试验应符合施工规范的规定；

5 混凝土运输、浇筑、及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。

25.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 混凝土应振捣密实。面层表面应密实光洁，无裂纹、脱皮、麻面和起砂等缺陷；
- 2 允许偏差项目应符合表 25.5.2 的规定：

表 25.5.2 允许偏差项目

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	厚度尺寸	+8, -5	尺量检查
2	表面平整度	5	用 2m 靠尺或塞尺检查
3	标高	±10	水准仪或尺量检查

25.6 成品保护

25.6.1 已浇筑楼板的表面混凝土应加以保护，应在混凝土强度达到 1.2MPa 以后，方准在面上进行操作。安装结构用的支架和模板，应严格轻吊轻放。

25.6.2 冬期施工在已浇筑的楼板上覆盖或测温时，应先铺脚手板后上人操作，不应留下脚印。

25.7 注意事项

25.7.1 混凝土浇筑前，应校核水平线，操作时应及时认真拉线用大杠找平。

25.7.2 水泥强度等级应符合要求，不得使用过期水泥，水灰比不宜过大，抹压遍数应符合标准要求，混凝土浇筑抹压完成后及时养护，避免表面起砂。

25.7.3 为了防止面层出现空鼓开裂，浇筑混凝土间隔时间不应过长，撒干拌砂浆应均匀，抹压密实，不得漏压，并掌握好时间，养护应及时。

25.7.4 面层振捣或滚压出浆后，应撒少量干拌砂浆刮平，反复抹压，以免造成面层起皮和裂纹。

25.7.5 混凝土输送泵操作人员应持证上岗，振捣器应按规定设漏电保护装置，并经常检查电源线路，防止破损，操作时戴绝缘手套，穿高筒绝缘胶鞋。

25.7.6 电动抹子应单设电源线和电源箱，箱内应有漏电保护器；操作人员应穿绝缘胶鞋，戴绝缘手套。

25.7.7 保湿养护用塑料薄膜等拆除后，不得随意丢弃，应回收重复利用或运送至现场垃圾站统一处理。

26 底板大体积混凝土施工

26.1 材料要求

26.1.1 水泥应选用水化热低的通用硅酸盐水泥，3d 水化热不宜大于 250kJ/kg，7d 水化热不宜大于 280kJ/kg；当选用 52.5 强度等级水泥时，7d 水化热宜小于 300 kJ/kg；水泥的各项性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的相关规定。

26.1.2 骨料选择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 的规定，粗骨料应连续级配，细骨料优先采用中砂。

26.1.3 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定。外加剂的品种、掺量应根据材料试验确定。耐久性要求较高或寒冷地区的大体积混凝土，宜采用引气剂或引气减水剂。

26.2 主要机具

26.2.1 主要机具应准备混凝土运输车、混凝土泵、泵车及钢、软泵管、塔吊、流动电箱、插入式振捣器、抹平机、小型水泵、泥浆泵、空压机、手推车、串筒、溜槽、吊斗、胶管、铁锹、钢钎、刮杠、抹子等。

26.2.2 测温专用机具应准备电子测温仪和测温元件或温度计和测温埋管等。

26.2.3 根据混凝土浇筑的面积应准备好足够的保温保湿材料。

26.3 作业条件

26.3.1 应与预拌混凝土供应单位签订技术合同。合同中应明确注明主要技术条件，包括强度等级、水泥品种、砂率、胶凝材料用量、入模温度、初凝时间、坍落度、碱、氯化物含量要求、外加剂及掺合料品种等。当单一混凝土生产单位不能满足混凝土供应量要求时，可根据需要由多家混凝土生产单位联合供料，但须事先统一原材料品种及产地、统一配合比等。

26.3.2 大体积混凝土配合比应符合国家现行标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 和《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定。

26.3.3 应收听或查询混凝土浇筑时间段内天气预报，保证在浇筑期间不因天气原因中断施工或影响混凝土浇筑质量。

26.3.4 应做好后浇带的堵挡工作、快易收口网分块，止水钢板、止水带、止水条等应安放就位。钢筋、预埋件等尺寸、规格、数量和位置应正确，固定应牢固，模板支撑应稳定。浇筑前应清理基础底板、地梁、墙柱内残留杂物。模板轴线尺寸、标高等均应验收完毕。标高

控制线应按方案要求设置完毕。各工种应自检合格后，办理隐、预检、交接检，并应填写混凝土浇灌申请书。浇筑申请得到批准，会同监理、技术、质检部门对第一车混凝土进行质量鉴定。

26.3.5 浇筑混凝土的架子、马道应支搭完毕，并有良好的安全措施。

26.3.6 混凝土测温监控设备的标定调试应正常，保温材料应齐备，并应派专人负责测温作业管理。

26.3.7 电源、线路应检查准备好，做好照明准备工作。混凝土浇筑过程中，应保证水、电、照明不中断。必要时在现场配电室附近布置临时发电机，搭设好隔音棚。

26.3.8 应配备足够数量的计量器具、试验器具、振捣器等，并检验合格。操作者应具有完好的绝缘手段。

26.3.9 混凝土泵设置处场地应平整坚实、供料方便，宜靠近浇筑地点、便于配管，接近排水设施和供水、供电方便。在混凝土泵作业范围内，不得有高压线等障碍物。

26.3.10 现场地泵、泵管和布料杆应安装到位、牢固可靠，泵管支架应有足够的强度和刚度。所有机具在浇筑前应进行检查和试运行，确定其工作状态良好。

26.3.11 现场应有统一的指挥和协调，应落实与作业面、混凝土供应单位及泵工各方通讯，确保畅通。

26.3.12 场内运输道路应平坦，避免车辆拥挤堵塞。应加强现场指挥和调度，清理场内闲杂车辆及人员。在进出口应设置交通协调人员，负责协调运输的进、出场以及运输与社会车辆关系。浇筑场内应设置交通指挥人员，负责指挥进场运输的走向、错车、停车。浇筑场内应设置调度人员，负责调度进场的运输车辆停靠在适宜的拖式泵边，以防出现窝泵、抢泵的情况。

26.4 施工工艺

26.4.1 底板大体积混凝土施工工艺应按图 26.4.1 规定的流程进行：



图 26.4.1 底板大体积混凝土施工工艺流程

26.4.2 混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1 采用多条输送泵管浇筑时，输送泵管间距不宜大于 10m，并宜由远及近浇筑；
- 2 采用布料杆输送浇筑时，应根据布料杆工作半径确定布料点数量，各布料点浇筑速度应保持均衡；

3 宜先浇筑深坑部分再浇筑大面积基础部分；

4 混凝土浇筑可根据面积大小和混凝土供应能力宜采取全面分层、分段分层或斜面分层连续浇筑(图 26.4.2)，分层厚度宜为 300mm~500mm 且不应大于振捣器长 1.25 倍。分段分层宜采取踏步式分层推进，按从远至近布灰，踏步宽宜为 1.5m~2.5m。斜面分层浇灌每层厚宜为 300mm~350mm，坡度宜取 1: 6~1: 7；

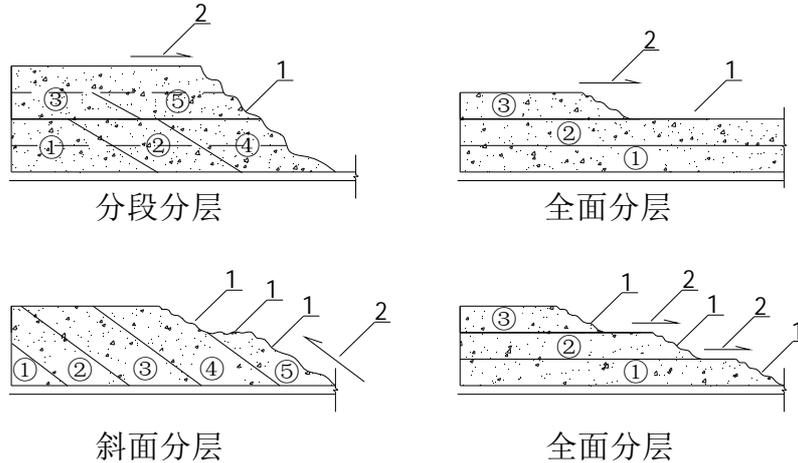


图 26.4.2 底板混凝土浇筑方式

1-新浇筑的混凝土；2-浇筑方向

5 全面分层连续浇筑或斜面分层连续浇筑，应缩短间歇时间，并应在前层混凝土初凝之前将次层混凝土浇筑完毕。层间间歇时间不应大于混凝土初凝时间。混凝土初凝时间应通过试验确定。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；

6 超长超厚大体积底板混凝土可采用溜槽式浇筑混凝土，当采用溜槽浇筑混凝土时，应制定专项施工方案；

7 混凝土浇筑顺序应符合下列规定：

1) 全面分层法在整个基础内全面分层浇筑混凝土，第一层全面浇筑完毕回来浇筑第二层时，第一层浇筑的混凝土应未初凝；如此逐层进行，直至浇筑完成。施工时宜从短边开始，沿长边进行，构件长度超过 20m 时可分为两段，宜中间向两端或两端向中间同时进行；

2) 分段分层法混凝土从应底层开始浇筑，进行一定距离后回来浇筑第二层，如此依次向前浇筑以上各分层；

3) 应从浇筑层的下端开始，逐渐上移。

8 局部厚度较大时应先浇深部混凝土，然后再根据混凝土的初凝时间确定上层混凝土浇筑的时间间隔；

9 集水坑内混凝土的浇筑应符合下列规定：

1) 根据大面积基础底板混凝土浇筑速度、范围,应提前进行临近集水坑底、吊帮模板内泵送混凝土浇筑,并振捣密实。将集水坑混凝土浇筑至与大底板平齐,与基础底板混凝土整体衔接;

2) 较深的集水坑宜采用间歇浇筑的方法,模板做成整体式并预先架立好,先将底坑底板浇至与模板底平,待坑底混凝土可以承受坑壁混凝土反压力时,再浇筑地底坑壁混凝土,应保证坑底标高与衔接质量;

3) 底板浇筑顺序宜由长度方向从一端向另一端浇筑推进,或由两端向中间浇筑。集水坑壁应形成环行回路分层浇筑。集水坑侧壁混凝土浇筑时,应采用对称浇筑的方法,确保侧壁模板受力均匀。

10 振捣混凝土应使用高频振捣器,振捣器的插点间距应为 1.5 倍振捣器的作用半径,防止漏振。斜面推进时振捣器应在坡脚与坡顶处插振;

11 振捣混凝土时,振捣器应均匀地插拔,应插入下层混凝土 50mm 左右,每点振捣时间 10~15s 以混凝土泛浆不再溢出气泡为准,不得过振;

12 在大体积混凝土浇筑过程中,应采取措施防止受力钢筋、定位筋、预埋件等移位和变形,并应及时清除混凝土表面泌水。

26.4.3 在混凝土浇筑到底板顶标高后应认真处理,用大杠刮平混凝土表面,待混凝土收水后,再用木抹子搓平两次,墙、柱四周 150mm 范围内用铁抹子压光,初凝前宜用木抹子再搓平一遍,以闭合收缩裂缝,然后覆盖塑料薄膜进行养护。必要时,可在混凝土终凝前 1h~2h 进行多次抹压处理,在混凝土表面配置抗裂钢筋网片。

26.4.4 混凝土的养护应符合下列规定:

1 大体积混凝土应采取保温保湿养护,混凝土浇筑完毕后,在初凝前宜立即进行覆盖或喷雾养护工作;

2 混凝土保温材料可采用塑料薄膜、土工布、麻袋、阻燃保温被等,必要时,可搭设挡风保温棚或遮阳降温棚;

3 应根据热工计算确定保温养护措施,在保温养护中,应现场监测混凝土浇筑体的里表温差和降温速率,当实测结果不满足温控指标要求时,应及时调整保温养护措施;

4 塑料薄膜、阻燃保温被应叠缝、骑马铺放,以减少水分的散发。对边缘、棱角部位的保温层厚度可增加至 2 倍,加强保温养护;

5 保湿养护持续时间不应少于 14d,应经常检查塑料薄膜或养护剂涂层的完整情况,并应保持混凝土表面湿润;

6 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。

26.4.5 温度监测应符合下列规定：

1 大体积混凝土施工温控指标应符合下列规定：

1) 混凝土入模温度不宜大于 30℃，混凝土浇筑体在入模温度基础上的温升值不宜大于 50℃；

2) 在覆盖养护或带模养护阶段，混凝土浇筑体表面以内 40mm~100mm 位置处的温度与混凝土浇筑体表面温度差值不应大于 25℃。结束覆盖养护或拆模后，混凝土浇筑体表面以内 40mm~100mm 位置处的温度与环境温度差值不应大于 25℃；

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) 混凝土浇筑体降温速率不宜大于 2.0℃/d。

2 测温点布置应符合下列规定：

1) 宜选择具有代表性的两个交叉竖向剖面进行测温，竖向剖面交叉位置宜通过基础中部区域；

2) 每个竖向剖面的周边及以内部应设置测温点，两个竖向剖面交叉处应设置测温点；混凝土浇筑体表面测温点应设置在保温覆盖层底部或模板内侧表面，并应与两个剖面上的周边测温点位置及数量对应；环境测温点不应少于 2 处；

3) 每个剖面的周边测温点应设置在混凝土浇筑体表面以内 40mm~100mm 位置处；每个剖面的测温点宜竖向、横向对齐；每个剖面竖向设置的测温点不应少于 3 处，间距不应小于 0.4m，且不宜大于 1.0m；每个剖面横向设置的测温点不应少于 4 处，间距不应小于 0.4m，且不应大于 10m。

3 测温点应在平面图上编号，并在现场明示编号标志，便于他人检查；

4 大体积混凝土测温应符合下列规定：

1) 宜根据每个测温点被混凝土初次覆盖时的温度确定各测温点部位混凝土的入模温度；

2) 浇筑体周边表面以内测温点、浇筑体表面测温点、环境测温点的测温，应与混凝土浇筑、养护过程同步进行；

3) 应按测温频率要求及时提供测温报告，测温报告应包含各测温点的温度数据、温差数据、代表点位的温度变化曲线、温度变化趋势分析等内容；

4) 混凝土浇筑体表面以内 40mm~100mm 位置的温度与环境温度差值小于 20℃ 时，可停止测温。

5 大体积混凝土测温频率应符合下列规定：

- 1) 第一天至第四天，每 4h 不应少于一次；
- 2) 第五天至第七天，每 8h 不应少于一次；
- 3) 第七天至测温结束，每 12h 不应少于一次。

6 测温记录应及时反馈现场技术部门；

7 使用普通玻璃温度计测温时，测温管端应用软木塞封堵，只允许在放置或取出温度计时打开。温度计应系线绳垂吊到管底，停留不少于 3min 后取出并迅速查看记录温度值；

8 使用建筑电子测温仪测温时，附着于钢筋上的半导体传感器应与钢筋隔离，保护测温探头的导线接口不受污染，不受水浸，接入测温仪前应擦拭干净，保持干燥以防短路。也可事先埋管，管内插入可周转使用的传感器测温。

26.5 质量标准

26.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 大体积混凝土的原材料、配合比及坍落度应满足设计要求；
- 2 大体积防水混凝土的抗压强度和抗渗压力应满足设计要求；
- 3 大体积混凝土的变形缝、施工缝、后浇带、加强带、埋设件等设置和构造，应满足设计要求，不得有渗漏；
- 4 补偿收缩混凝土的抗压强度、抗渗压力与混凝土的膨胀率应满足设计要求；
- 5 大体积混凝土的含碱量、氯化物含量应在规范要求范围内。

26.5.2 一般项目应符合表 26.5.2 的规定。

表 26.5.2 允许偏差项目

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
轴线位置	基础	15	钢尺检查
	独立基础	10	
垂直度	层高	≤5m	经纬仪或吊线、钢尺检查
		>5m	经纬仪或吊线、钢尺检查
	全高 (H)	H/1000 且 ≤30	经纬仪、钢尺检查
截面尺寸		+8, -5	钢尺检查
表面平整度		8	2m 靠尺和塞尺检查
预埋设施中心线位置	预埋件	10	钢尺检查
	预埋螺栓	5	
	预埋管	5	
预留洞中心线位置		15	钢尺检查

26.6 成品保护

- 26.6.1 跨越模板及钢筋应搭设马道。
- 26.6.2 泵管下应设置木方，不准直接摆放在钢筋上。
- 26.6.3 混凝土浇筑振捣器不应长时间触及钢筋、埋件和测温元件。
- 26.6.4 测温元件导线或测温管应妥善保管，防止损坏。
- 26.6.5 混凝土强度达到 1.2MPa 之前除浇筑人员外，他人不得踩踏。
- 26.6.6 测温人员记录完测温值后应及时覆盖测温部位，保证各点混凝土表面覆盖严密。

26.7 注意事项

- 26.7.1 水泥品种应选用铝酸三钙含量较低、水化游离氧化钙、氧化镁和二氧化碳尽可能低的低收缩水泥。宜选用含碱量不大于 0.4% 的水泥。
- 26.7.2 基础大体积混凝土可采用 60d 或 90d 的强度作为混凝土配合比、混凝土强度评定及工程验收的依据。
- 26.7.3 混凝土运输车到达现场后，每车混凝土的和易性都需进行目测，对混凝土搅拌车不小于 2h 至少进行一次抽测，每工作班不少于 4 次。从搅拌车运卸的混凝土中，分别取 1/4 和 3/4 处试样进行坍落度试验，两个试样的坍落度之差不得超过 30mm。当实测坍落度不能满足要求时，应及时通知预拌混凝土生产单位，不得私自加水搅拌。
- 26.7.4 浇筑时，应在下一层混凝土初凝之前浇筑上一层混凝土，避免产生冷缝。
- 26.7.5 浇筑时，每条泵管宜配备 2 条~4 条振捣器。使混凝土自然缓慢流动，然后全面振捣。根据混凝土泵送时自然形成的坡度，应在每步混凝土前后各布置两台振捣器。第一道布置在混凝土卸料点，解决上部混凝土的振实，第二道布置在混凝土坡角处，解决下部混凝土的密实，随着混凝土浇筑工作的向前推进，振捣器相应跟上，保证混凝土流淌处及各点不漏振。
- 26.7.6 当混凝土大坡面的坡角接近顶端模板时，应改变浇灌方向，从顶端往回浇灌，与原斜坡相交成一个集水坑，并应有意识的加强两侧模板处的混凝土浇筑速度，使集水坑逐步在中间缩小成水潭，使最后一部分泌水汇集在上表面，派专人随时用泥浆泵将积水抽除，不断排除大量泌水。
- 26.7.7 测温中如发现混凝土核心温度与表面温度差大于 20 时，测温人员应警惕，当发现混凝土核心温度与表面温度差大于 22 时测温人员应将测温数据及时上报项目技术组，由

技术组会同生产、材料等部门进行协调，采取保温、苫盖、延长覆盖时间等措施保证混凝土核心温度与表面温度差不超过 25 。

26.7.8 夏季施工应采取对砂石等原材料覆盖、冰水拌制混凝土等技术措施控制混凝土入模温度低于 28 ，以减低混凝土构件核心温度。

26.7.9 严冬施工可不掺防冻剂，但应适当增加混凝土输送泵数量，防止混凝土流浆、留槎受冻。

26.7.10 开始泵送时，泵送速度宜放慢，油压变化应在允许范围内，待泵送顺利后，才用正常速度进行泵送。采用多泵同时进行大体积混凝土浇筑施工时，混凝土起始供应不得过急，应每台泵依顺序逐一启动，待泵送顺利后，启动下一台泵，以防意外。

26.7.11 底板大体积混凝土浇筑时，应做好各项安全防护措施。严格对基坑支护重点防范，对基槽周边防护进行重点监控，随时检查基坑周边护栏维护情况，禁止从基槽边向槽内抛掷物品。

26.7.12 混凝土输送泵操作人员要持证上岗，振捣器必须设漏电保护装置，并经常检查电源线路，防止破损，操作时戴绝缘手套，穿高筒绝缘胶鞋。

26.7.13 混凝土泵在开始和停止泵送混凝土前，作业人员应与出口软管保持安全距离，作业人员不得在出料口下方停留。出料软管不得埋在混凝土中。

26.7.14 振捣器应单设电源线和电源箱，箱内要有漏电保护器，电机外壳做好接零保护，工作时两人操作，一人持棒，一人看电机，随时挪动，不得拖拉，振捣手穿绝缘胶鞋，戴绝缘手套。

26.7.15 泵车四周设立安全标识，设专人调度车辆。

26.7.16 泵车施工时观察灰斗混凝土量，以防无混凝土时灰斗压力过大，石子伤人。

26.7.17 严格加固弯头及泵车锥形管以防爆管伤人。清洗输送管时，管端设挡板或安全罩，杆端附近不允许站人，防止出料口喷射伤人。

26.7.18 保温保湿养护用塑料薄膜等拆除后，不得随意丢弃，应回收重复利用或运送至现场垃圾站统一处理。

26.7.19 混凝土落地灰及时清理，对于混凝土的剔凿应采用喷雾器降尘。

27 后浇带混凝土施工

27.1 材料要求

27.1.1 后浇带混凝土可采用补偿收缩混凝土，其强度等级应符合设计要求，当设计无具体要求时，后浇带混凝土强度等级宜比两侧混凝土提高一级。施工配合比应进行试配，应测坍落度，制作强度试块、自由膨胀率试块和限制膨胀率试块，并通过试拌进行调整，确定施工配合比。

27.1.2 养护材料应准备水、塑料管或胶皮管、花洒头或花管、水加压泵、苫盖材料、根据施工方案选用的养护剂。

27.1.3 冬、雨期施工时，根据施工方案选定冬、雨施材料。

27.2 主要机具

27.2.1 运送机具应根据施工方案配备，应准备吊斗、泵送设备等。

27.2.2 手持工具应准备高频插入式振捣器、铁锹、铁盘、木抹子、小平锹等。

27.3 作业条件

27.3.1 后浇带的位置及构造形式应符合设计要求，需要有止水措施的，止水措施应到位。

27.3.2 后浇带内混凝土接触面应剔凿到实处。

27.3.3 应完成后浇带钢筋隐检手续、模板预检手续，检查垫块，以保证保护层厚度。后浇带内预埋件、预留孔洞、水电预埋管线、盒（槽）的位置及数量应与设计图纸一致，固定牢固。

27.3.4 模板与后浇带两侧混凝土交接处应做到拼接严密，加固可靠，各种连接件应安装牢固。

27.3.5 后浇带混凝土浇筑前应清理模板内积水及残留杂物。底板用砖模或木模，常温时应浇水湿润。

27.3.6 电源、线路应做好相关施工准备。

27.3.7 混凝土配合比应报监理等相关单位审批。

27.4 施工工艺

27.4.1 后浇带混凝土施工工艺应按图 27.4.1 规定的流程进行：

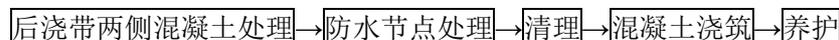


图 27.4.1 后浇带混凝土施工工艺流程

27.4.2 楼板板底及立墙后浇带两侧混凝土与新鲜混凝土接触的表面，应用云石机按弹线切出剔凿范围及深度，剔除松散石子和浮浆，露出密实混凝土，并用水冲洗干净。

27.4.3 后浇带防水节点处理应符合下列规定：

1 遇水膨胀止水条嵌塞在预留凹槽内，或安装在表面，与后浇带两侧混凝土紧密贴合，中间不得有空鼓、脱离现象。止水条搭接连接时，搭接宽度不应小于 30mm；

2 遇水膨胀止水胶采用专用注胶器挤出粘结在后浇带两侧混凝土表面，应做到连续、均匀、饱满，无气泡和孔洞，挤出宽度及厚度应符合设计要求。止水胶挤出成形后，固化期内应采取临时保护措施，固化前不得浇筑混凝土。

27.4.4 后浇带清理时，应清除钢筋上的污垢及锈蚀，并将后浇带内积水及杂物清理干净，支设模板。

27.4.5 后浇带混凝土浇筑应符合下列规定：

1 后浇带混凝土施工时间应按设计要求确定，当设计无要求时，应在其两侧混凝土龄期达到 42d 后再施工，高层建筑的沉降后浇带应在结构顶板浇筑混凝土 14d 后进行；

2 后浇带浇筑混凝土前，混凝土结合面应洒水湿润；

3 混凝土浇筑时，应避免直接靠近缝边下料。机械振捣宜自中央向后浇带接缝处逐渐推进，并在距缝边 80mm~100mm 处停止振捣。宜辅助人工捣实，使其紧密结合。

27.4.6 混凝土养护应符合下列规定：

1 后浇带混凝土浇筑后 8h~12h 以内根据具体情况采用浇水、蓄水或覆盖塑料薄膜法养护；

2 后浇带混凝土的保湿养护时间不应少于 14d。

27.5 质量标准

27.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 后浇带混凝土的强度等级应符合设计要求；

2 后浇带混凝土的限制膨胀率应符合设计要求。限制膨胀率检验，应在浇筑地点制作限制膨胀率试验的试件，在标准条件下水中养护 14d 后进行试验，并应符合下列规定：

1) 施工过程中，对于连续生产的同一配合比的混凝土，应至少分成两个批次取样进行限制膨胀率试验，每个批次应至少制作一组试件，各批次的试验结果均应满足工程设计要求；

2) 对于多组试件的试验，应取平均值作为试验结果；

3) 限制膨胀率试验应按现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119 的规定

进行。

- 3 混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。

27.5.2 一般项目应符合下列规定

- 1 后浇带混凝土浇筑应按施工技术方案施工；
- 2 混凝土浇筑完毕后，应按施工方案及时采取有效的养护措施，并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 的规定。

27.6 成品保护

27.6.1 结构主体施工时，在后浇带两侧应采取防护措施，防止破坏防水层、钢筋及泥浆灌入底板后浇带。底板及顶板后浇带在混凝土浇筑完成后的养护期间内，宜用单皮砖挡墙，或砂浆围堰及多层板或钢板加盖保护，防止泥浆及后续施工对后浇带接缝处产生污染。

27.6.2 当地下室外墙后浇带设置外贴式止水带时，后浇带混凝土施工前，后浇带部位和外贴式止水带应予以保护，防止落入杂物和损伤外贴式止水带。

27.6.3 后浇带混凝土剔凿、清理时，应避免损坏原有预埋管线和钢筋。

27.6.4 对于梁、板后浇带应支顶严密、避免新浇筑混凝土污染原成型混凝土底面。

27.7 注意事项

27.7.1 底板施工时，可预先每隔 40m~60m 距离设一个 600mm×600mm×600mm 小积水坑，便于清洗后浇带的污水、泥浆汇集和抽出。

27.7.2 施工后浇带两侧主体结构时，对落入后浇带内的混凝土应立即清理，避免经较长时间硬化后清理损坏止水带或防水层。

27.7.3 后浇带混凝土在施工前应认真试配，符合各项技术要求后再施工。

27.7.4 由于在未进行后浇带混凝土的浇筑及后浇带混凝土达到强度要求前，后浇带两侧的结构处于悬臂结构状态，故其底模应单独支撑，直到后浇带部位混凝土达到强度要求后方可拆除模板。

27.7.5 不得因为抢工期而随意缩短后浇混凝土应当间隔的时间。

27.7.6 根据施工实际情况，可采取跳仓法施工，取消后浇带的作法，但应经设计同意，并编制具体的施工方案。

27.7.7 振捣器应单设电源线和电源箱，箱内要有漏电保护器，电机外壳做好接零保护，工作时两人操作，一人持棒，一人看电机，随时挪动，不得拖拉，振捣手穿绝缘胶鞋，戴绝缘手套。

27.7.8 保湿养护用塑料薄膜等拆除后，不得随意丢弃，应回收重复利用或运送至现场垃圾站统一处理。

27.7.9 混凝土落地灰及时清理，对于混凝土的剔凿应采用喷雾器降尘。

28 型钢混凝土结构混凝土施工

28.1 材料要求

28.1.1 混凝土强度等级不宜小于 C30。混凝土最大骨料粒径不宜大于型钢外侧混凝土厚度的 1/3，且不宜大于 25mm。

28.1.2 当混凝土振捣困难或普通混凝土无法满足施工要求时，应与设计单位协商使用自密实混凝土。

28.1.3 当采用普通混凝土浇筑时，应根据浇筑方式合理控制好坍落度。泵送混凝土坍落度宜控制在 160mm~200mm，其扩展度大于或等于 500mm，水胶比宜控制在 0.40~0.45，且应避免混凝土拌合物泌水、离析。当采用自密实混凝土时，应根据实际情况对混凝土的坍落度和扩展度进行控制。

28.2 主要机具

28.2.1 运送机具应配备吊斗、泵送设备、布料杆等。

28.2.2 手持工具应准备插入式振捣器、充电电筒、平板振捣器、铁锹、铁盘、木抹子等。

28.3 作业条件

28.3.1 浇筑混凝土层段的型钢结构各项检查、检验、试验应验收合格。

28.3.2 浇筑混凝土层段的模板、钢筋、预埋件及管线等应全部安装完毕，应经检查符合设计要求，并应办完隐、预检手续。

28.3.3 浇筑混凝土用的脚手架、防护措施及马道已支搭完毕，并经检查合格。

28.3.4 预拌混凝土供应单位及相应配合比已经取得相关单位认可。

28.3.5 已经与预拌混凝土供应单位签订专项技术合同，预拌混凝土供应已经组织完毕。

28.3.6 混凝土输送设备已试运转正常，混凝土运输路线已选定。

28.4 施工工艺

28.4.1 型钢混凝土结构混凝土施工工艺应按图 28.4.1 规定的流程进行：

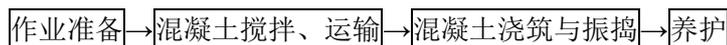


图 28.4.1 型钢混凝土结构混凝土施工工艺流程

28.4.2 型钢混凝土结构混凝土浇筑前应做好下列作业准备：

1 浇筑前应将模板内的杂物及钢筋上的油污清理干净，并检查钢筋的垫块是否垫好。

使用木模板时应浇水使模板湿润。模板的扫除口应在清除杂物及积水后再封闭。施工缝部位

已按设计要求和施工方案进行处理；

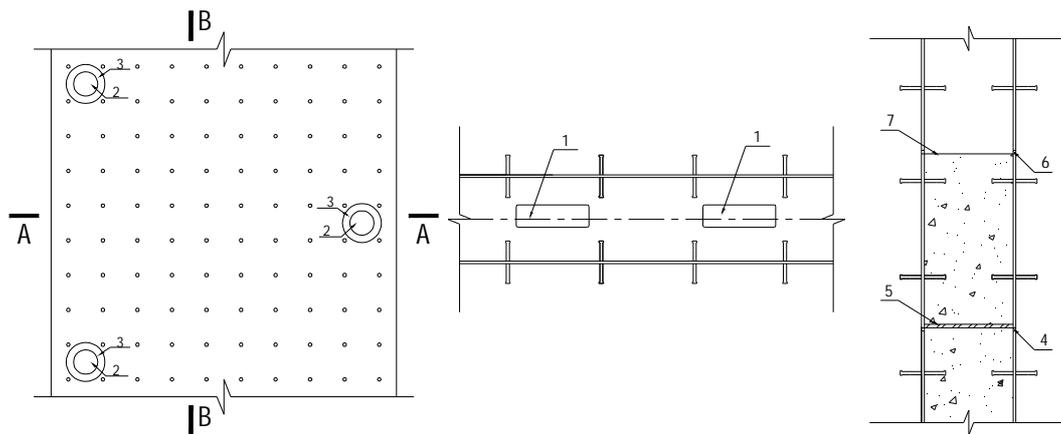
2 夏季高温时，混凝土浇筑宜在上午进行或浇筑前采取自来水冲洗型钢结构降温措施；

3 冬季浇筑混凝土前应对型钢进行预热，预热温度宜大于混凝土入模温度；

4 型钢混凝土柱，埋入式柱脚顶面的加劲肋应设置混凝土灌浆孔和排气孔，灌浆孔孔径不宜小于 150mm，排气孔孔径不宜小于 20mm。型钢柱的水平加劲板和短钢梁上下翼缘处应设置排气孔，排气孔孔径不宜小于 10mm；

5 型钢混凝土梁的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；

6 对单层钢板混凝土剪力墙，当两侧混凝土不同步浇筑时，可在内置钢板上开设流淌孔，必要时应在开孔部位采取加强措施；对双层钢板混凝土剪力墙，双层钢板之间的水平隔板应开设灌浆孔，并宜在双层钢板的侧面适当位置开设排气孔和排水孔。灌浆孔的孔径不宜小于 150mm，流淌孔的孔径不宜小于 200mm，排气孔和排水孔的孔径不宜小于 10mm。见图 28.4.2。



(a) (b) (c)

图 28.4.2 混凝土灌浆孔、流淌孔、排气孔和排水孔设置

(a) 钢板剪力墙立面 (b) A-A 剖面 (c) B-B 剖面

1-灌浆孔；2-流淌孔；3-加强环板；4-排气孔；5-横向隔板；6-排水孔；7-混凝土浇筑面

28.4.3 混凝土搅拌、运输应符合下列规定：

1 混凝土进场时应按照与预拌混凝土供应单位签订的技术合同进行验收；

2 混凝土运输应保持运输均衡，夏季或运距较远可适当掺入缓凝剂。应考虑运输时间和浇筑时间，确定混凝土初凝时间，并做效果试验；

3 从运输到输送入模的延续时间不宜超过表 28.4.3-1 的规定，且不应超过表 28.4.3-2 的规定。

表 28.4.3-1 混凝土运输至输送入模的延续时间 (min)

条件	气温	
	≤25	>25
不掺外加剂	90	60
掺外加剂	150	120

表 28.4.3-2 运输、输送入模及其间歇总的时间限值 (min)

条件	气温	
	≤25	>25
不掺外加剂	180	150
掺外加剂	240	210

28.4.4 混凝土浇筑与振捣应符合下列规定：

1 型钢混凝土柱混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1) 浇筑前底部应先均匀浇筑与混凝土浆液同成分的水泥砂浆，接浆层厚度不应大于 30mm，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；
- 2) 应采用振捣器对称振捣，除上表面振捣外，下面可敲打模板辅助振捣；
- 3) 普通混凝土的浇筑高度应符合表 28.4.4 的规定，超过规定高度时，应采用串筒、溜管下料，或在模板侧面开设浇筑口，安装斜溜槽分段浇筑，每段混凝土浇筑后应将浇筑口模板封闭严实。

表 28.4.4 柱、墙模板内混凝土浇筑倾落高度限值 (m)

条件	浇筑倾落高度限值
粗骨料粒径大于 25mm	≤3
粗骨料粒径小于等于 25mm	≤6

2 型钢混凝土梁混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1) 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，改从梁的两侧同时下料、振捣，待浇筑至距上翼缘板 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；
- 2) 梁柱节点钢筋较密时，浇筑此处混凝土时宜用小粒径石子同强度等级的混凝土浇筑，并用小直径振捣器振捣；
- 3) 若型钢梁底部空间较小、钢筋密度过大及型钢梁、柱接头连接复杂，普通混凝土无

法满足要求时候，可采用自密实混凝土进行浇筑。

3 钢板混凝土剪力墙混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1) 单层钢板混凝土剪力墙，钢板两侧的混凝土宜同步浇筑。
- 2) 双层钢板混凝土剪力墙，双钢板内部及两侧混凝土宜同步浇筑；
- 3) 当钢板内部及两侧混凝土无法同步浇筑时，浇筑前应进行混凝土侧压力对钢板墙的变形计算和分析，并经设计单位的同意，必要时应采取相应的加强措施；
- 4) 剪力墙浇筑混凝土前，在底部应先均匀浇筑与混凝土浆液同成分的水泥砂浆，接浆层厚度不应大于 30mm，并用铁锹入模，不应用料斗直接灌入模内；
- 5) 浇筑墙体混凝土应连续进行，分层浇筑厚度不应超过 500mm；
- 6) 振捣器移动间距应小于 500mm，每一振点的延续时间以表面呈现浮浆为度，为使上下层混凝土结合成整体，振捣器应插入下层混凝土 50mm。振捣时注意钢筋密集及洞口部位，为防止出现漏振。须在洞口两侧同时振捣，下灰高度宜一致。大洞口的洞底模板应开口，并在此处浇筑振捣；
- 7) 混凝土墙体浇筑完毕之后，应将上口甩出的钢筋加以整理，用木抹子按标高线将墙上表面混凝土找平。

4 自密实混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1) 浇筑自密实混凝土时，现场应有专人进行监控，当混凝土自密实性能不能满足要求时，可加入适量的与原配合比相同成分的外加剂，外加剂掺入后搅拌运输车滚筒应快速旋转，外加剂掺量和旋转搅拌时间应通过试验验证；
- 2) 自密实混凝土泵送和浇筑过程应保持连续性；
- 3) 自密实混凝土浇筑最大水平流动距离应根据施工部位具体要求确定，且不宜超过 7m。布料点应根据混凝土自密实性能确定，并通过试验确定混凝土布料点的间距；
- 4) 柱、墙模板内的混凝土浇筑倾落高度不宜大于 5m，当不能满足规定时，应加设串筒、溜管、溜槽等装置；
- 5) 浇筑结构复杂、配筋密集的混凝土构件时，可在模板外侧进行辅助敲击；
- 6) 自密实混凝土宜避开高温时段浇筑。当水分蒸发速率过快时，应在施工作业面采取挡风、遮阳等措施。

28.4.5 养护应符合下列规定：

- 1) 应做好混凝土的早期养护，防止出现混凝土失水，影响其强度增长。混凝土浇筑完毕后，应在 12h 以内加以覆盖和浇水，浇水次数应能保持混凝土有足够的润湿状态，养护期一般不少于 7 昼夜；

2 自密实混凝土浇筑完毕，应及时采用覆盖、蓄水、薄膜保湿、喷涂或涂刷养护剂等养护措施，养护时间不得少于 14d。

28.5 质量标准

28.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 混凝土使用的水泥、骨料和外加剂等，应符合技术合同和施工规范的有关规定，使用前检查出厂合格证、试验报告；

2 混凝土配合比应符合技术合同和施工规范的有关规定；

3 混凝土试块按规定取样、制作、养护和试验，其强度评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T50107 的要求；

4 混凝土运输、浇筑、及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间，同一施工段的混凝土应连续浇筑，并应在底层混凝土初凝之前将上一层混凝土浇筑完毕；

5 外观质量不应有严重缺陷；

6 不应有影响结构性能和使用功能的尺寸偏差；

7 结构实体检验应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定。

28.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 混凝土应振捣密实；外观质量不得有蜂窝、孔洞、露筋、缝隙、夹渣等一般缺陷；

2 允许偏差项目，见表 28.5.2。

表 28.5.2 现浇结构尺寸允许偏差和检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法	
轴线位置	墙、柱、梁	8	钢尺检查	
	剪力墙	5		
垂直度	层高	≤5m	经纬仪或吊线、钢尺检查	
		>5m		10
	全高(H)	H/1000 且 ≤30	经纬仪、钢尺检查	
标高	层高	±10	钢尺检查	
	全高	±30		
截面尺寸		+8, -5	钢尺检查	
表面平整度		8	2m 靠尺和塞尺检查	
预埋设施 中心线位 置	预埋件		钢尺检查	
	预埋 螺栓	中心线位置		5
		螺栓外露长度		5

	预埋管	5	
	预留洞中心线位置	15	

注：检查轴线、中心线位置时，应沿纵、横两个方向测量，取其中较大值。H为柱、墙全高。

28.6 成品保护

28.6.1 为保护型性结构、钢筋、模板尺寸位置准确，不得踩踏钢筋，并不得碰撞临时固定设施、模板和钢筋，浇筑混凝土时搭设马道或跳板。

28.6.2 应固定牢固并保护好穿墙管、电线管、电盒及预埋件等，振捣时不得挤偏或使预埋件挤入混凝土内。

28.6.3 已浇筑的楼板、楼梯踏步的上表面混凝土应加以保护，应在混凝土强度达到 1.2MPa 以后，方准在楼板及楼梯踏步上进行操作。需安装结构用的支架和模板时，应采取加垫板、垫木等保护性措施。

28.6.4 钢构件表面及预留连接螺栓浇筑混凝土时应采取保护措施，防止表面污染和损坏。

28.7 注意事项

28.7.1 由于柱、梁中型钢柱影响，当模板无法采用对拉螺栓时，模板外侧应采用柱箍、梁箍，间距经计算确定，柱身四周下部加斜向顶撑，防止涨模及柱身侧移。柱子根部宜留置清扫口，混凝土浇筑前清除残余垃圾。

28.7.2 在梁柱接头处和梁型钢翼缘下部等混凝土不易充分填满处，应仔细浇捣，采取在模板侧面开设浇筑口、适当加大保护层厚度等措施。

28.7.3 型钢结构采用的混凝土强度等级较高或混凝土流动性大，容易产生裂缝，应采取必要的抗裂措施，并加强混凝土养护。

28.7.4 振捣器应单设电源线和电源箱，箱内要有漏电保护器，电机外壳做好接零保护，工作时两人操作，一人持棒，一人看电机，随时挪动，不得拖拉，振捣手穿绝缘胶鞋，戴绝缘手套。

28.7.5 保湿养护用塑料薄膜等拆除后，不得随意丢弃，应回收重复利用或运送至现场垃圾站统一处理。

28.7.6 混凝土落地灰及时清理，对于混凝土的剔凿应采用喷雾器降尘。

29 钢管混凝土柱混凝土施工

29.1 材料要求

29.1.1 钢管混凝土柱用的钢管宜采用焊接钢管或热轧无缝钢管，材质应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB/T 50017 的规定。钢管应平、直，不得有翘曲、表面锈蚀和冲击痕迹。

29.1.2 混凝土强度等级不应低于 C30。

29.1.3 钢管内混凝土宜采用自密实混凝土。自密实混凝土的配合比设计、施工、质量检验和验收应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的规定。自密实混凝土粗骨料最大粒径不宜大于 20mm。

29.2 主要机具

29.2.1 运送机具应配备吊斗、泵送设备、布料杆等。

29.2.2 手持工具应准备插入式振捣器、分层标尺杆、平板振捣器、铁锹、铁盘、木抹子等。

29.3 作业条件

29.3.1 浇筑混凝土部位的钢管构件各项检查、检验、试验应验收合格，并应办理隐检手续。

29.3.2 预拌混凝土供应单位及相应配合比应取得相关单位认可。

29.3.3 应与混凝土供应单位签订专项技术合同，明确混凝土各项性能指标，预拌混凝土供应已经组织完毕。

29.3.4 现场水电供应保障正常，道路通畅，保证混凝土运输、浇筑顺利进行。

29.3.5 浇筑混凝土用的脚手架、防护措施及马道应支搭完毕，并经检查合格。

29.3.6 混凝土输送设备、振捣设备应试运转正常。

29.3.7 混凝土浇灌申请应已通过批准。

29.3.8 当采用泵送顶升浇筑法或自密实免振捣浇筑混凝土时，浇筑前应进行混凝土的试配和编制混凝土浇筑工艺，并经过 1:1 的模拟试验，进行浇筑质量检验，形成浇筑工艺标准后，方可在工程中应用。

29.4 施工工艺

29.4.1 钢管混凝土柱混凝土施工工艺应按图 29.4.1 规定的流程进行：

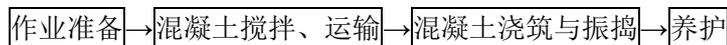


图 29.4.1 钢管混凝土柱混凝土施工工艺流程

29.4.2 钢管混凝土柱混凝土浇筑应做好下列作业准备：

- 1 钢管拼接加长前，应清理施工缝，消除积水杂物，剔去浮石；
- 2 钢管混凝土柱内的水平加劲板应设置直径不小于 150mm 的混凝土浇灌孔和直径不小于 20mm 的排气孔；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；

29.4.3 混凝土搅拌、运输应符合下列规定：

- 1 混凝土进场应按照与预拌混凝土供应单位签订的技术合同进行验收；
- 2 混凝土运输应保持运输均衡，考虑运输时间和浇筑时间，确定混凝土初凝时间，并做效果试验；
- 3 从运输到输送入模的延续时间不宜超过表 29.4.3-1 的规定，且不应超过表 29.4.3-2 的规定。

表 29.4.3-1 混凝土运输至输送入模的延续时间（min）

条件	气温	
	≤25	>25
不掺外加剂	90	60
掺外加剂	150	120

表 29.4.3-2 运输、输送入模及其间歇总的时间限值（min）

条件	气温	
	≤25	>25
不掺外加剂	180	150
掺外加剂	240	210

29.4.4 混凝土浇筑与振捣应符合下列规定：

- 1 管内混凝土可采用高抛法或泵送顶升浇筑法；
- 2 混凝土高抛法浇筑时应符合下列规定：
 - 1) 混凝土从管顶向下浇筑时应有足够的下料空间，并使混凝土充满整个钢管；
 - 2) 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 的空隙；
 - 3) 控制浇筑速度和单次下料量，一次浇筑的高度不宜大于振捣器的有效工作范围；
 - 4) 当钢管直径大于 350mm 时，可采用内部振捣器，每次振捣时间宜在 15s~30s；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位置。

3 混凝土从管底顶升浇筑时应符合下列规定：

1) 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；

2) 应合理选择混凝土顶升浇筑设备，配备上下方通信联络工具，并应采取有效控制混凝土顶升或停止的措施；

3) 应控制混凝土顶升速度，均衡浇筑至设计标高。

29.4.5 钢管内混凝土宜采用自密实混凝土浇筑，自密实混凝土浇筑应符合下列规定：

1 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；

2 自密实混凝土浇筑布料点应结合拌合物特性选择适宜的间距，必要时可通过试验确定混凝土布料点下料间距；

3 自密实混凝土从管底顶升浇筑时，浇筑完毕 30min 后，应观察管顶混凝土的回落下沉情况，出现下沉时，应人工补浇管顶混凝土；

4 自密实混凝土宜避开高温时段浇筑。当水分蒸发速率过快时，应在施工作业面采取挡风、遮阳等措施。

29.4.6 混凝土养护宜采用管口封水养护，混凝土终凝后，注入清水养护，水深不宜少于 200mm。

29.5 质量标准

29.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 钢管内混凝土的强度等级应符合设计要求；

2 钢管内混凝土的工作性能和收缩性能应符合设计要求和国家现行有关标准的规定；

3 钢管内混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间，同一施工段钢管内混凝土应连续浇筑。当需要留置施工缝时应按专项施工方案留置；

4 钢管内混凝土浇筑应密实。

29.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 钢管内混凝土施工缝的设置应符合设计要求，当设计无要求时，应在专项施工方案中进行规定，且钢管柱对接焊口的钢管应高出混凝土浇筑施工缝面 500mm 以上，以防钢管焊接时高温影响混凝土质量。施工缝处理应按专项施工方案进行；

2 钢管内的混凝土浇筑方法及浇灌孔、顶升孔、排气孔的留置应符合专项施工方案的要求；

3 钢管内混凝土浇筑前，应对钢管安装质量检查确认，并应清理钢管内壁污物；混凝土浇筑后应对管口进行临时封闭；

4 钢管内混凝土灌注后的养护方法和养护时间应符合专项施工方案要求；

5 钢管内混凝土浇筑后，浇灌孔、顶升孔、排气孔应按设计要求封堵，表面应平整，并进行表面清理和防腐处理。

29.6 成品保护

29.6.1 每节混凝土柱钢管安装完成后，及混凝土浇筑终止后应立即在柱头覆盖保护盖板进行保护。

29.6.2 从管顶向下浇筑混凝土时应搭设马道或跳板，不得踩踏环梁钢筋。

29.6.3 钢构件表面及预留连接螺栓，浇筑混凝土时应采取保护措施，防止表面污染和损坏。

29.7 注意事项

29.7.1 钢管混凝土施工应采取降低混凝土收缩变形的措施。可采取掺入优质矿物掺合料取代部分水泥、掺入膨胀剂补偿混凝土收缩，混凝土浇筑完成后应采取蓄水养护等措施。

29.7.2 混凝土从管顶向下浇筑时，为了防止初始混凝土下料过快而覆盖管径，造成钢管底部空气无法排除，应在钢管底部设置排气孔。

29.7.3 从管底顶升浇筑混凝土时，在钢管底部设置的进料输送管应能与混凝土输送泵管进行可靠的连接。混凝土浇筑后，应及时关闭止流阀门，以便拆除混凝土输送泵管。

29.7.4 从管底顶升浇筑混凝土应加强过程控制，顶升或停止操作指令应迅速正确传达，不得有误；采用目前常用的泵送设备以及通信联络方式进行顶升浇筑混凝土时，应进行预演加强过程控制。

29.7.5 混凝土输送泵操作人员要持证上岗，混凝土泵在开始和停止泵送混凝土前，作业人员应与出口软管保持安全距离，作业人员不得在出料口下方停留。出料软管不得埋在混凝土中。

29.7.6 泵车四周设立安全标识，设专人调度车辆。

29.7.7 泵车施工时应观察灰斗混凝土量，不得出现无混凝土状态。

29.7.8 弯头及泵车锥形管应加固牢固。清洗输送管时，管端应设挡板或安全罩，杆端附近不应站人。

29.7.9 混凝土落地灰及时清理，对于混凝土的剔凿应采用喷雾器降尘。

30 空心楼盖混凝土施工

30.1 材料要求

30.1.1 成型钢筋应符合下列规定：受力筋、箍筋等的品种、规格、形状、尺寸等应符合设计图纸、规范及下料单的要求。钢筋表面应洁净，无老锈及油污。

30.1.2 泵送混凝土强度应符合设计要求，各项性能应符合规范要求。

30.1.3 填充体的物理力学性能、规格尺寸、外观质量应符合现行行业标准《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268 及设计要求。填充体应有合格证明材料和进场抽样试验报告。填充体形式可采用筒型或箱型（图 30.1.3）。

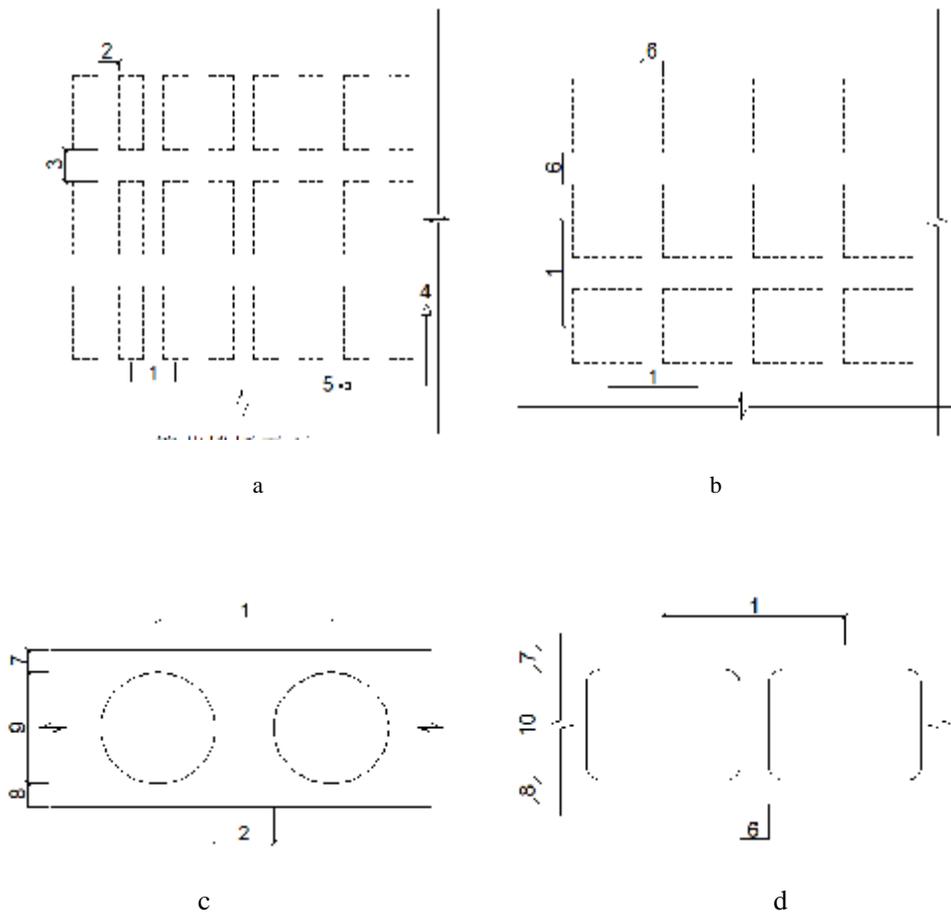


图 30.1.3 空心楼板示意图

a 筒芯楼板平面 b 箱体楼板平面 c 筒芯楼板断面 d 箱体楼板断面

1-间距；2-顺筒肋宽；3-横筒肋宽；4-顺筒方向；5-横筒方向；6-肋宽；7-板顶厚度；8-板底厚度；9-筒芯
外径；10-箱体高度

30.1.4 辅料应准备定位钢筋、马凳、踏板、铅丝，钢管等。

30.2 主要机具

30.2.1 运送机具应配备吊斗、泵送设备、翻斗车、手推车等。

30.2.2 手持工具应准备振捣器、铁锹、铁盘、木抹子、云石机、铁插尺等。

30.3 作业条件

30.3.1 楼板模板应支设完成，并预检合格，楼板模板支设方法同普通现浇钢筋混凝土楼盖。

30.3.2 楼板钢筋应加工完成，并预检合格。

30.3.3 楼板电气配管走线图应完成，在空心楼板中布置电气管线困难，应减少在楼板中过多布置管线，可采用以下方法综合考虑配置管线：

1 有吊顶的房间应将管线安排在吊顶里，固定吊杆时应将胀栓打在填充体肋间实心混凝土处；

2 楼板结构面上地面做法中可安排部分管线布置在垫层里；

3 主管线可布置在楼板中，应提前做好走线图，确定具体位置，应按横平竖直方向配置，减少配置斜管，利于填充体布置；

4 布置在楼板中的管线应配置在填充体肋之间，宜设置成直角，当管线斜穿的时候，应将填充体断开或采用厂家的异形填充体配置；

5 当预留预埋设施无法避开填充体时或管线集中处，可采取换用小尺寸填充体等措施避让。

30.3.4 填充体应根据板幅、管径及电气配管走线图排布、翻样，绘出排布图并统计出标准填充体与非标准填充体，提前加工定货。

30.3.5 为防止填充体在混凝土浇筑过程中出现上浮和侧移，施工前应根据填充体的规格和净距，制作卡具。

30.3.6 卡具可分为一次性卡具和周转性卡具。

30.4 施工工艺

30.4.1 现浇空心楼盖混凝土施工工艺流程应符合下列规定：

1 采用一次性卡具时现浇空心楼盖混凝土施工按图 30.4.1-1 规定的流程进行：

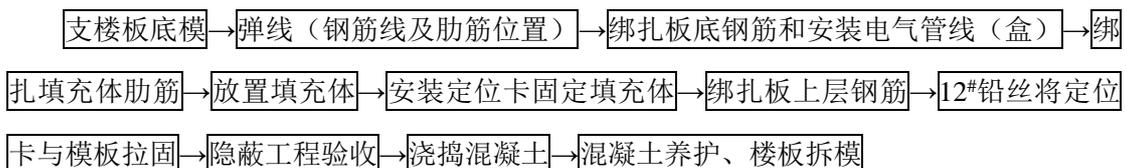


图 30.4.1-1 使用一次性卡具现浇空心楼盖混凝土施工工艺流程

2 采用周转性卡具时现浇空心楼盖混凝土施工按图 30.4.1-2 规定的流程进行：

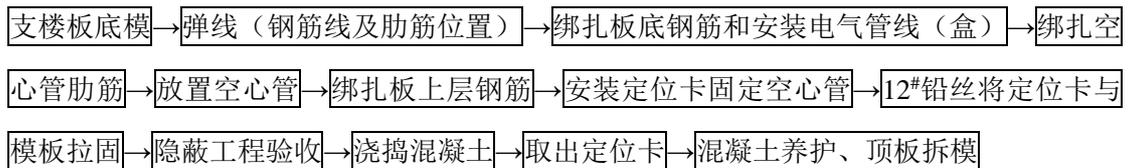


图 30.4.1-2 使用周转性卡具现浇空心楼盖混凝土施工工艺流程

30.4.2 支楼板底模施工工艺见普通现浇钢筋混凝土楼盖顶板模板安装工艺标准。

30.4.3 钢筋及肋筋位置应在楼板底模上弹出板底钢筋位置线和填充体间肋筋位置线。

30.4.4 绑扎板底钢筋和安装电气管线、盒应符合下列规定：

1 按照弹线的位置顺序绑扎板底钢筋，施工工艺见顶板钢筋绑扎工艺标准；

2 电气管线、盒应设置在填充体顺向和横向肋处，预埋线盒与填充体无法错开时，可将填充体断开或用异形填充体让出线盒位置，填充体断口处填塞后用胶带封口，并用细铁丝绑牢，防止混凝土流入填充体内。

30.4.5 绑扎填充体肋筋应按设计要求绑扎肋间网片钢筋，绑扎时宜按纵横向顺序进行绑扎，并每隔 2m 设置钢筋对其位置进行临时固定。

30.4.6 放置填充体应符合下列规定：

1 应按设计要求细化填充体排布图，填充体之间，端部之间应不小于设计的肋宽，并且要求摆放对正、顺直，与梁边或墙边内皮应保持不小于 50mm 净距；

2 对于柱支承板楼盖结构应严格按照图纸大样设计或有关标准施工；

3 填充体摆放时应从楼板一端开始，顺序进行，注意轻拿轻放，有损坏时，应及时进行更换，初步摆放好的填充体位置应基本正确。

30.4.7 绑扎板上层钢筋应符合下列规定：

1 填充体放置完毕，应对其位置进行初步调整并经检查没有破损后，方可绑扎上层钢筋，其施工工艺见普通钢筋混凝土顶板钢筋绑扎工艺标准；

2 绑扎上层钢筋时，应注意楼板支座负筋的长度，施工前应根据排布图适当调整支座负筋的长度，负筋的锚固应在填充体肋处。

30.4.8 安装定位卡固定填充体应在上层钢筋绑扎完成后进行定位卡的安装。卡具设置应从一头开始，顺序进行，两人一组，一手扶住卡具，一手拨动填充体，将卡具放入缝间，注意卡具插入时不要刺破填充体。卡具放置完毕后，拉线从楼板一侧开始调整填充体的位置，应横平竖直，间距正确。

30.4.9 卡具安装完成后应将定位卡与模板固定，可用手电钻在楼板模板上钻孔，可用铅丝

将卡具与模板下面的龙骨绑牢固定，填充体的上表面标高应符合设计要求，每平方米应设一个拉结点。

30.4.10 隐蔽工程验收应包括顶板的钢筋安装和填充体安装，合格后进行楼板混凝土浇筑。

30.4.11 浇捣混凝土应符合下列规定：

1 浇筑前应浇水充分湿润，填充体应始终保持湿润，确保填充体不会吸收混凝土中的水分，避免造成混凝土强度降低或失水、漏振；

2 空心楼板采用混凝土的粒径可根据填充体间净距选择 5mm~12mm 或 10mm~20mm 碎石；

3 混凝土应采用泵送混凝土，一次浇筑成型；混凝土坍落度不宜小于 160mm，根据天气情况可适当加大混凝土坍落度，保证混凝土具有较好的流动性，以避免填充体底出现蜂窝、孔洞等；

4 混凝土应顺填充体方向浇筑，并应做到集中浇筑，按梁板跨度一间一间顺序浇筑，一次成型，不宜普遍铺开浇筑，施工间隙的预留时间不宜过长；

5 振捣混凝土时宜采用 $\Phi 30\text{mm}$ 小直径插入式振捣器，也可根据填充体的大小采用平板振捣器配合仔细振捣，应保证底层不漏振，填充体间净距较小的可在振捣器端部加焊短筋，插入板底振捣，振捣时不能直接振捣填充体，且振幅不要过大，不得集中一点长时间振捣振破填充体；

6 振捣时应顺填充体方向顺序振捣，振捣间距不宜大于 300mm；

7 空心楼板振捣时应比实心板慢，铺灰不宜太快。

30.4.12 取出定位卡应在混凝土振捣完成并初步找平后，用钳子剪断拉结铅丝，将卡具取出运走，并应及时将取走卡具后留下的孔洞抹压密实，当采用粗钢筋制作卡具时，留下的孔洞应用灌浆料填实。定位卡取出后应及时清理干净，以备重复使用。

30.4.13 混凝土养护、楼板拆模控制方法同实心楼板。

30.5 质量标准

30.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 填充体的长度、规格、物理性能应符合设计和现行行业标准《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T268 要求，合格证和检测报告应齐全；

2 填充体的规格、数量和安装位置应符合设计图纸的要求，安装完成后的填充体不得有孔洞、断裂现象；

- 3 填充体的定位和抗浮措施应合理、正确、有效；
- 4 钢筋和混凝土应符合工程设计及施工规范的要求。

30.5.2 一般项目应符合下列规定：

- 1 填充体安装检验批的质量要求及检验方法如表 30.5.2 所示。

表 30.5.2 填充体安装检验批的质量要求及检验方法

序号	检查项目	质量要求	检查数量	检查方法
1	填充体规格型号数量及安装位置	应符合设计要求	全数检查	观察、辅以钢尺量测
2	内置填充体抗浮及防漂移技术措施	应合理、正确	全数检查	目测检查
3	外露填充体钢筋外伸锚固	应方向正确	在同一检验批内，抽查总行（列）数的 5%且不少于 5 行（列）	目测检查
4	破损填充体的处理	采取措施防止填充体损坏，板面钢筋安装前已损坏的填充体应予以更换，板面钢筋安装后损坏的填充体，应采取有效措施进行修补或封堵，防止混凝土漏进入	全数检查	目测检查
5	同行（列）填充体中心线	$\leq 15\text{mm}$	同一检验批抽查总行（列）的 5%且不少于 5 行（列）	拉线，用钢尺量测
6	相邻行（列）填充体平行度	$\leq 15\text{mm}$		拉线，用钢尺量测
7	相邻填充体表面高差	$\leq 13\text{mm}$	同一检验批抽查区格板总数的 5%，且不少于 3 处	靠尺配以塞尺量测

- 2 顶板钢筋安装允许偏差和混凝土允许偏差见相关工艺标准的要求。

30.6 成品保护

30.6.1 填充体进场经检验合格后，应按规格型号分类堆放，堆放场地应坚实平整，水平堆放时堆放层数不应超过 12 层，且高度不超过 2m，两侧应做临时固定，防止坍塌造成填充体损坏。堆放地点应选在距汽车或建筑机械通过道路稍远的地方，以免撞坏填充体。

30.6.2 在填充体安装和混凝土浇筑前，应铺设架空马道，不得将施工机具直接放置在填充

体上。施工操作人员不得直接踩踏填充体。

30.6.3 水平、垂直运输及安装时应避免填充体相互碰撞或外来物冲击。垂直吊装时应按填充体规格制作刚度足够的吊筐。不得用绳索直接捆绑吊运。

30.7 注意事项

30.7.1 周转性卡具在使用后有许多残留的灰浆，每次使用后应及时清理干净，以便于下次使用时不会造成灰浆混杂在新浇筑混凝土中，影响混凝土质量。

30.7.2 应选用环保材料所制的成品填充体，减少现场二次切割，避免粉尘和废料的产生。

30.7.3 施工中筒芯需要接长时，可将筒芯直接对接；对需要截断的筒芯应采取有效的封堵措施。采取措施防止填充体损坏，板面钢筋安装前已损坏的填充体应予以更换，板面钢筋安装后损坏的填充体，应采取有效措施进行修补或封堵，防止混凝土进入，以保证楼板的空心率以及填充体间混凝土的密实度。

30.7.4 在填充体的安装过程中产生粉末，应及时清理，以免被风吹起污染环境，避免造成楼板下表面拆模后起皮，影响观感质量。

30.7.5 混凝土浇筑过程中应时刻复查楼板标高，防止填充体抗浮措施不到位，造成上浮，楼板标高上升，楼板上层钢筋保护层不足。

30.7.6 混凝土浇筑过程中，应防止填充体顺向移位，净距减小，降低楼板整体强度。

30.7.7 施工中应特别注意加强对楼板下层钢筋保护层厚度的控制，应采取加密保护层垫块的办法，确保板底保护层厚度准确。

30.7.8 施工中应注意对填充体的抗浮固定，保证填充体不会上浮与上层钢筋接触，以确保楼板上层钢筋上下保护层厚度足够，保证楼板强度不受影响。

30.7.9 当现浇混凝土空心楼盖需要设置后浇带时，后浇带的宽度及间距应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的规定，后浇带内可放置填充体。

30.7.10 混凝土输送泵操作人员要持证上岗，振捣器必须设漏电保护装置，并经常检查电源线路，防止破损，操作时戴绝缘手套，穿高筒绝缘胶鞋。

30.7.11 混凝土泵在开始和停止泵送混凝土前，作业人员应与出口软管保持安全距离，作业人员不得在出料口下方停留。出料软管不得埋在混凝土中。

30.7.12 振捣器单设电源线和电源箱，箱内要有漏电保护器，电机外壳做好接零保护，工作时两人操作，一人持棒，一人看电机，随时挪动，不得拖拉，振捣手穿绝缘胶鞋，戴绝缘手套。

- 30.7.13** 泵车四周设立安全标识，设专人调度车辆。
- 30.7.14** 泵车施工时观察灰斗混凝土量，以防无混凝土时灰斗压力过大，石子伤人。
- 30.7.15** 严格加固弯头及泵车锥形管以防爆管伤人。清洗输送管时，管端设挡板或安全罩，杆端附近不允许站人，防止出料口喷射伤人。
- 30.7.16** 保温保湿养护用塑料薄膜等拆除后，不得随意丢弃，应回收重复利用或运送至现场垃圾站统一处理。
- 30.7.17** 混凝土落地灰及时清理，对于混凝土的剔凿应采用喷雾器降尘。

31 有粘结预应力工程

31.1 材料要求

31.1.1 预应力筋规格、外观质量和力学性能应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223、《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的规定和设计要求。

31.1.2 预应力筋进场时，每一合同批应附有质量证明书。每盘应挂有标牌，在标牌上应注明供方、预应力筋品种、强度级别、规格、盘号、净重、执行标准号等。

31.1.3 钢丝进场验收应符合下列规定：

1 钢丝的外观质量应逐盘检查，钢丝表面不得有油污、氧化铁皮、裂纹或机械损伤，表面允许有回火色和轻微浮锈；

2 钢丝的力学性能应按批抽样试验，每一检验批重量不应大于 60t；从同一批中任取 10% 盘且不少于 6 盘，在每盘中任意一端截取 2 根试件，分别做拉伸试验和弯曲试验；拉伸或弯曲试件每 6 根为一组，当有一项试验结果不符合现行国家标准《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223 的规定时，则该盘钢丝为不合格品；再从同一批未经试验的钢丝盘中取双倍数量的试件重做试验，如仍有一项试验结果不合格，则该批钢丝判为不合格品，也可逐盘检验取用合格品；在钢丝的拉伸试验中，同时测定弹性模量，但不作为交货条件。

31.1.4 钢绞线进场验收应符合下列规定：

1 钢绞线的外观质量应逐盘检查，钢绞线表面不得有油污、锈斑或机械损伤，允许有轻微浮锈；钢绞线的捻距应均匀，切断后不松散；

2 钢绞线的力学性能应按批抽样检验，每一检验批重量不应大于 60t；从同一批中任取 3 盘，在每盘中任意一端截取 1 根试件进行拉伸试验；拉伸试验、结果判别和复验方法等应符合第 31.1.3 条的规定，试验结果应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的规定。

31.1.5 精轧螺纹钢筋进场验收应符合下列规定：

1 精轧螺纹钢筋的外观质量应逐根检查，钢筋表面不得有裂纹、起皮或局部缩颈，其螺纹制作面不得有凹凸、擦伤或裂痕，端部应切割平直；

2 精轧螺纹钢筋的力学性能应按批抽样试验，每一检验批重量不应大于 60t。从同一批中任取 2 根，每根取 2 个试件分别进行拉伸和冷弯试验，当有一项试验结果不符合有关标准的规定时，应取双倍数量试件重做试验，如仍有一项检验结果不合格，则该批精轧螺纹钢筋为不合格品。

31.1.6 预应力筋用锚具、夹具和连接器的性能应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 的规定，每一合同批应附有质量证明书、合格证与标牌，并在进场时按规定进行验收。

31.1.7 锚具的静载锚固性能，应由预应力筋—锚具组装件静载试验测定的锚具效率数 η_a 和达到实测极限拉力时组装件受力长度的总应变 ϵ_{apu} 确定。锚具的静载锚固性能应同时满足下列公式要求：

$$\eta_a \geq 0.95 \quad (31.1.7-1)$$

$$\epsilon_{apu} \geq 2.0\% \quad (31.1.7-2)$$

31.1.8 锚具进场验收应符合下列规定：

1 外观检查：从每批中抽 10%，且不应少于 10 套锚具，检查其外观质量和外形尺寸，锚具表面应无污物、锈蚀、机械损伤和裂纹。如有一套表面有裂纹，则应对本批产品逐套检查；

2 硬度检查：对硬度有严格要求的锚具零件，应进行硬度检验。对新型锚具从每批中抽取 5% 且不少于 5 套，对常用锚具每批为 2% 且不少于 3 套。按产品标准规定的表面位置和硬度范围作硬度检验。如有一个零件硬度不合格，则应另取双倍数量的零件进行复验，如仍有一个零件不合格，则应对本批零件逐个检查；

3 静载锚固性能试验：应从同一批中抽取 6 套锚具，与符合试验要求的预应力筋组装成 3 束预应力筋锚具组装件，每束组装件试件试验结果应符合 2.1.7 条的要求。如有一束试件不符合要求，则应取双倍数量的锚具进行复验；如仍有一束试件不符合要求，则该批锚具判为不合格品。

31.1.9 金属波纹管的尺寸和性能应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属螺旋管》JG/T 3013 的规定。波纹管进场时每一合同批应附有质量证明书，并做进场复验。波纹管的内径、波高和壁厚等尺寸偏差不应超过允许值；其内外表面应清洁、无油污、无锈蚀、无孔洞、无不规则的褶皱，咬口不应有开裂或脱扣。

31.1.10 孔道灌浆用水泥浆应采用强度等级不低于 32.5 级的普通硅酸盐水泥，其质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定；孔道灌浆用外加剂的质量及应用技术应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定。

31.1.11 后张有粘结预应力施工使用的其它材料，如承压板、螺旋筋、塑料弧形压板、海绵、热塑管或粘胶带、钢筋支架等，应符合设计与施工方案的要求。

31.2 主要机具

31.2.1 预应力筋加工主要机具应准备下料切割机具、挤压锚具挤压机、钢绞线压花机、钢丝镦头器、专用紧楔器、液压剪及手持锯等。

31.2.2 预应力张拉主要机具应准备千斤顶、油泵、群锚限位板、工具锚及夹片。

31.2.3 灌浆主要机具应准备搅拌机、灌浆泵、真空泵、贮浆桶机具及试模等。应符合施工要求。

31.3 作业条件

31.3.1 根据工程设计图纸、标准与规范、工程特点及相关要求等，编制后张有粘结预应力分项工程施工方案，并向有关人员进行技术交底。

31.3.2 确定采用的预应力材料及其验收标准和方法，施工前进行验收和复检。

31.3.3 制定预应力施工设备与机具使用计划，安排张拉设备标定等工作。

31.3.4 预应力筋与锚具等预应力材料已通过检验验收。现场已具备孔道管铺设与锚固节点安装条件。

31.3.5 预应力梁结构张拉前，应先拆除侧模，但不得拆除底模与支撑。

31.3.6 预应力筋张拉时，有粘结预应力混凝土结构的混凝土已施工完毕，且混凝土强度应符合设计规定的张拉强度要求；当设计无具体要求时，不应低于设计采用混凝土强度等级的75%。混凝土质量应通过有关验收。

31.3.7 预应力筋张拉机具设备及仪表已定期维护和检验。张拉前，张拉设备已按规定配套标定。压力表的精度不应低于1.5级；校验张拉设备用的试验机或测力计精度不得低于 $\pm 2\%$ ；校验时千斤顶活塞的运行方向，应与实际张拉工作状态一致。张拉设备的校验期限，不应超过半年。当张拉设备出现反常现象时或在千斤顶检修后，应重新校验。

31.3.8 张拉作业平台符合安全操作与防护要求。作业人员应在张拉千斤顶两侧操作，不应站在千斤顶作用方向后方。

31.3.9 灌浆设备准备就绪，灌浆浆体的配合比已经过试验确定。

31.3.10 灌浆作业时，作业人员须佩带好防护眼镜等安全防护装备。

31.3.11 预应力筋张拉前，应计算施工张拉力值、相应的压力表读数和张拉伸长值，并填写张拉申请单。

31.3.12 技术管理、作业人员及有关人员按规定就位。

31.4 施工工艺

31.4.1 有粘结预应力施工工艺流程宜按图规定的流程进行：

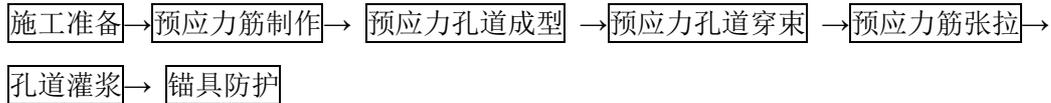


图 31.4.1 有粘结预应力施工工艺流程

31.4.2 预应力筋制作应符合下列规定：

- 1 预应力筋制作或组装时，不得采用加热、焊接或电弧切割。在预应力筋近旁对其它部件进行气割或焊接时，应防止预应力筋受焊接火花或接地电流的影响；
- 2 预应力筋应在平坦、洁净的场地上采用砂轮锯或切割机下料，其下料长度宜采用钢尺丈量；
- 3 钢丝束预应力筋的编束、镦头锚板安装及钢丝镦头宜同时进行。钢丝的一端先穿入镦头锚板并镦头，另一端按相同的顺序分别编扎内外圈钢丝，以保证同一束内钢丝平行排列且无扭绞情况；
- 4 钢绞线挤压锚具挤压时，在挤压模内腔或挤压套外表面应涂专用润滑油，压力表读数应符合操作使用说明书的规定。挤压锚具组装后，采用紧楔机将其压入承压板锚座内固定。

31.4.3 预应力孔道成型应符合下列规定：

- 1 预应力孔道曲线坐标位置应符合设计要求，波纹管束形的最高点、最低点、反弯点等为控制点，预应力孔道曲线应平滑过渡；
- 2 曲线预应力束的曲率半径不宜小于 4m。锚固区域承压板与曲线预应力束的连接应有不小于 300mm 的直线过渡段，直线过渡段与承压板相垂直；
- 3 预埋金属波纹管安装前，应按设计要求确定预应力筋曲线坐标位置，点焊 $\phi 8 \sim \phi 10$ 钢筋支托，支托间距为 1.0m~1.2m。波纹管安装后，应与钢筋支托可靠固定；
- 4 金属波纹管的连接接长，可采用大一号同型号波纹管作为接头管。接头管的长度宜取管径的 3 倍~4 倍。接头管的两端应采用热塑管或粘胶带密封；
- 5 排气管或泌水管与波纹管的连接时，先在波纹管上开适当大小孔洞，覆盖海棉垫和塑料弧形压板并与波纹管扎牢，再采用增强塑料管与弧形压板的接口绑扎连接（图 31.4.3）。增强塑料管伸出构件表面外 400mm~500mm；

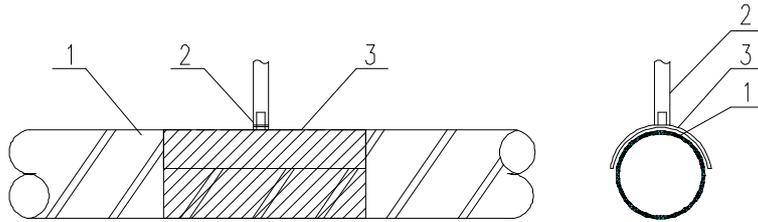


图 31.4.3 排气管节点图

1-波纹管；2-排气管；3-弧形盖板

6 竖向预应力结构采用钢管成孔时应采用定位支架固定，每段钢管的长度应根据施工分层浇筑高度确定。钢管接头处宜高于混凝土浇筑面 500mm~800mm，并用堵头临时封口；

7 混凝土浇筑使用振捣棒时，不得对波纹管和张拉与固定端组件直接冲击和持续接触振捣。

31.4.4 预应力孔道穿束应符合下列规定：

- 1 预应力筋可在浇筑混凝土前或浇筑混凝土后穿入孔道；
- 2 混凝土浇筑后，后穿束预应力孔道，应及时采用通孔器通孔或其它措施清理成孔管道；
- 3 预应力筋穿束可采用人工、卷扬机或穿束机等动力牵引或推送穿束；依据具体情况可逐根穿入或编束后整束穿入；
- 4 竖向孔道的穿束，宜采用整束由下向上牵引工艺，也可单根由上向下逐根穿入孔道；
- 5 浇筑混凝土前先穿入孔道的预应力筋，应采用端部临时封堵与包裹外露预应力筋等防止腐蚀的措施。

31.4.5 预应力筋张拉应符合下列规定：

- 1 预应力筋的张拉顺序，应根据结构体系与受力特点、施工方便、操作安全等综合因素确定。在现浇预应力混凝土楼盖结构中，宜先张拉楼板、次梁，后张拉主梁。预应力构件中预应力筋的张拉顺序，应遵循对称与分级循环张拉原则；
- 2 预应力筋的张拉方法，应根据设计和施工计算要求采取一端张拉或两端张拉。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；
- 3 对同一束预应力筋，应采用相应吨位的千斤顶整束张拉。对直线束或平行排放的单波曲线束，如不具备整束张拉的条件，也可采用小型千斤顶逐根张拉；
- 4 预应力筋张拉计算伸长值 Δl_p ，可按下式计算：

$$\Delta l_p = \frac{F_{pm} l_p}{A_p E_p} \quad (31.4.5)$$

式中 F_{pm} —预应力筋的平均张拉力(kN)，取张拉端的拉力与固定端或两端张拉时跨中扣除摩擦损失后拉力的平均值，或按理论公式精确计算；

l_p —预应力筋的长度(mm)；

A_p —预应力筋的截面面积(mm²)；

E_p —预应力筋的弹性模量(kN/mm²)；

5 预应力筋的张拉步骤与实际张拉伸长值记录，应从零应力加载至初拉力开始，测量伸长值初读数，再以均匀速度分级加载分级测量伸长值至终拉力。达到终拉力后，对多根钢绞线束宜持荷 2min，对单根钢绞线可适当持荷后锚固；

6 对特殊预应力构件或预应力筋，应根据设计和施工要求采取专门的张拉工艺，如采用分阶段张拉、分批张拉、分级张拉、分段张拉、变角张拉等；

7 对多波曲线预应力筋，可采取超张拉回松技术来提高内支座处的张拉应力并减少锚具下口的张拉应力；

8 预应力筋张拉过程中实际伸长值与计算伸长值的允许偏差为±6%。超过允许偏差，应查明原因采取措施后方可继续张拉；

9 预应力筋张拉时，应按要求对张拉力、压力表读数、张拉伸长值、异常现象等进行详细记录。

31.4.6 孔道灌浆及锚具防护应符合下列规定：

1 灌浆前应全面检查预应力筋孔道、灌浆管、排气管与泌水管等是否畅通，必要时可采用压缩空气清孔；

2 灌浆设备的配备应保证连续工作和施工条件的要求。灌浆泵应配备计量校验合格的压力表。灌浆前应检查配套设备、灌浆管和阀门的可靠性。注入泵体的水泥浆应经过筛滤，滤网孔径不宜大于 2mm。与输浆管连接的出浆孔孔径不宜小于 10mm；

3 掺入高性能外加剂拌制的水泥浆，其水灰比宜为 0.35~0.38，外加剂掺量严格按试验配比执行。不应掺入各种含氯盐或对预应力筋有腐蚀作用的外加剂；

4 水泥浆的可灌性用流动度控制：采用流淌法测定时宜为 130mm~180mm，采用流锥法测定时宜为 12s~18s；

5 水泥浆宜采用机械拌制，应确保灌浆材料的拌和均匀。运输和间歇过长产生沉淀离析时，应进行二次搅拌；

6 灌浆顺序宜先灌下层孔道，后灌上层孔道。灌浆工作应匀速连续进行，直至排气管排出浓浆为止。在灌满孔道封闭排气管后，应再继续加压至 0.5MPa~0.7MPa 稳压 1min~

2min，之后封闭灌浆孔。当发生孔道阻塞、串孔或中断灌浆时，应及时冲洗孔道或采取其它措施重新灌浆；

7 当孔道直径较大，或采用不掺微膨胀剂和减水剂的水泥净浆灌浆时，可采用下列措施：二次压浆法：二次压浆之间的时间间隔为 30min~45min；重力补浆：在孔道最高点处至少 400mm 以上连续不断地补浆，直至浆体不下沉为止；

8 竖向孔道灌浆应自下而上进行，并应设置阀门，阻止水泥浆回流。为确保其灌浆密实性，除掺微膨胀剂和减水剂外，并应采用重力补浆；

9 采用真空辅助孔道灌浆时，在灌浆端先将灌浆阀、排气阀全部关闭、在排浆端启动真空泵，使孔道真空度达到 $-0.08\text{MPa} \sim -0.1\text{MPa}$ 并保持稳定；然后启动灌浆泵开始灌浆。在灌浆过程中，真空泵保持连续工作，待抽真空端有浆体经过时关闭通向真空泵的阀门，同时打开位于排浆端上方的排浆阀门，派出少量浆体后关闭。灌浆工作继续按常规方法完成；

10 当室外温度低于 $+5$ 时，孔道灌浆应采取抗冻保温措施。当室外温度高于 35 时，宜在夜间进行灌浆。水泥浆灌入前的温度不应超过 35 ；

11 预应力筋的外露部分宜采用机械方法切割。预应力筋的外露长度，不宜小于其直径的 1.5 倍，且不宜小于 30mm；

12 锚具封闭前应将周围混凝土凿毛并清理干净，对凸出式锚具应配置保护钢筋网片；

13 锚具封闭防护（图 31.4.6 ，H 为锚板厚度）宜采用与构件同强度等级的细石混凝土，也可采用膨胀混凝土、低收缩砂浆等材料。

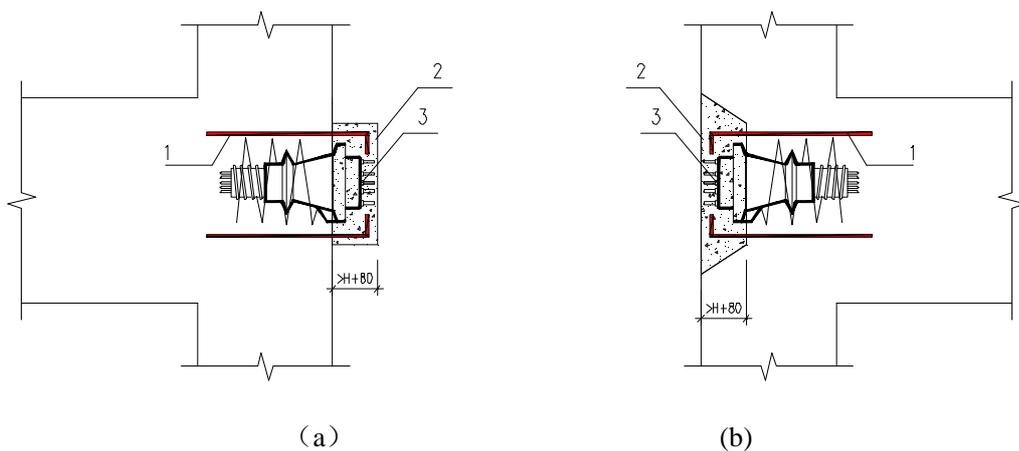


图 31.4.6 锚具封堵构造平面图

(a) 凸出式锚具封闭；(b) 凹入式锚具封闭

1-预留插筋；2-封锚混凝土；3-张拉端

31.5 质量标准

31.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 预应力筋进场时，应按国家现行相关标准的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关标准的规定；
- 2 预应力筋用锚具应和锚垫板、局部加强钢筋配套使用，锚具、夹具和连接器进场时，应按现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的规定对其性能进行检验，检验结果应符合该标准的规定。锚具、夹具和连接器用量不足检验批规定数量的 50%，且供货方提供有效的检验报告时，可不作静载锚固性能检验；
- 3 孔道灌浆用水泥应采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，水泥、外加剂的质量应分别符合现行国家标准《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 的规定；
- 4 预应力筋安装时，其品种、规格、级别和数量应符合设计要求；
- 5 预应力筋的安装位置应符合设计要求；
- 6 预应力筋张拉或放张前，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试件抗压强度应符合设计要求，当设计无具体要求时，应符合下列规定：
 - 1) 应达到配套锚固产品技术要求的混凝土最低强度且不应低于设计混凝土强度等级的 75%；
 - 2) 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。
- 7 对后张法预应力结构构件，钢绞线出现断裂或滑脱的数量不应超过同一截面钢绞线总根数的 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；
- 8 先张法预应力筋张拉锚固后，实际建立的预应力值与工程设计规定检验值的相对允许偏差为 $\pm 5\%$ ；
- 9 预留孔道灌浆后，孔道内水泥浆应饱满、密实；
- 10 灌浆水泥浆的性能应符合下列规定：
 - 1) 3h 自由泌水率宜为 0，且不应大于 1%，泌水应在 24h 内全部被水泥浆吸收；
 - 2) 水泥浆中氯离子含量不应超过水泥重量的 0.06%；
 - 3) 当采用普通灌浆工艺时，24h 自由膨胀率不应大于 6%；当采用真空灌浆工艺时，24h 自由膨胀率不应大于 3%。
- 11 现场留置的灌浆用水泥浆试件的抗压强度不应低 30MPa，试件抗压强度检验应符合

合下列规定：

1) 每组应留取 6 个边长为 70.7mm 的立方体试件，并应标准养护 28d；

2) 试件抗压强度应取 6 个试件的平均值；当一组试件中抗压强度最大值或最小值与平均值相差超过 20%时，应取中间 4 个试件强度的平均值。

12 锚具的封闭保护措施应符合设计要求。当设计无具体要求时，外露锚具和预应力筋的混凝土保护层厚度：一类环境不应小于 20mm，二 a、二 b 类环境不应小于 50mm，三 a、三 b 类环境不应小于 80mm。

31.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 有粘结预应力筋进场时，应进行外观检查，其表面不应有裂纹、小刺、机械损伤、氧化铁皮和油污等，展开后应平顺、不应有弯折；

2 预应力筋用锚具、夹具和连接器进场时，应进行外观检查，其表面应无污物、锈蚀、机械损伤和裂纹；

3 预应力成孔管道进场时，应进行管道外观质量检查、径向刚度和抗渗漏性能检验，其检验结果应符合下列规定：

1) 金属管道外观应清洁、内外表面应无锈蚀、油污、附着物、孔洞；金属波纹管不应有不规则褶皱，咬口应无开裂、脱扣；钢管焊缝应连续；

2) 塑料波纹管的外观应光滑、色泽均匀，内外壁不应有气泡、裂口、硬块、油污、附着物、孔洞及影响使用的划伤；

3) 径向刚度和抗渗漏性能应符合现行行业标准《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》JT/T 529 或《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225 的规定。

4 预应力筋端部锚具制作质量应符合下列规定要求：

1) 钢绞线挤压锚具挤压完成后，预应力筋外端露出挤压套筒的长度不应小于 1mm；

2) 钢绞线压花锚具的梨形头尺寸和直线锚固段长度不应小于设计值；

3) 钢丝镦头不应出现横向裂纹，镦头的强度不得低于钢丝强度标准值的 98%。

5 预应力筋或成孔管道的安装质量应符合下列规定：

1) 成孔管道的连接应密封；

2) 预应力筋或成孔管道应平顺，并应与定位支撑钢筋绑扎牢固；

3) 当后张有粘结预应力筋曲线孔道波峰和波谷的高差大于 300mm，且采用普通灌浆工艺时，应在孔道波峰设置排气孔；

4) 锚垫板的承压面应与预应力筋或孔道曲线末端垂直，预应力筋或孔道曲线末端直线

段长度应符合表 31.5.2-1 的规定。

表 31.5.2-1 预应力曲线起始点与张拉锚固点之间直线段最小长度

预应力筋张拉控制应力 $N(\text{kN})$	$N \leq 1500$	$1500 < N \leq 6000$	$N > 6000$
直线段最小长度(mm)	400	500	600

5) 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 31.5.2-2 的规定，其合格率应达到 90% 及以上，且不得超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

表 31.5.2-2 预应力筋或成孔管道定位控制点的竖向位置允许偏差

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

6 预应力筋张拉质量应符合下列规定：

1) 采用应力控制法张拉时，张拉力下预应力筋的实测伸长值与计算伸长值的相对允许偏差为 $\pm 6\%$ ；

2) 先张法预应力构件，应检查预应力筋张拉后的位置偏差，张拉后预应力筋的位置与设计位置的偏差不应大于 5mm，且不应大于构件截面短边边长的 4%。

7 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合表 31.5.2-3 的规定；

表 31.5.2-3 张拉端预应力筋的内缩量限值 (mm)

锚具类别		内缩量限值 (mm)
支承式锚具(墩头锚具等)	螺帽缝隙	1
	每块后加垫板的缝隙	1
锥塞式锚具		5
夹片式锚具	有顶压	5
	无顶压	6~8

8 后张法预应力筋锚固后，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。

31.6 成品保护

31.6.1 预应力材料应保持清洁，在装运和存放过程中应避免机械损伤和锈蚀。进场后需长期存放时，应定期进行外观检查。

31.6.2 预应力筋应分类、分规格进行装运和堆放。在室外存放时，不得直接堆放在地面上，

应垫枕木并用防水布覆盖。长期存放时应设置仓库，仓库应干燥、防潮、通风良好、无腐蚀气体和和介质。在潮湿环境中存放，宜采用防锈包装产品、防潮纸内包装、涂敷水溶性防锈材料等。

31.6.3 金属波纹管应分类、分规格堆放。搬运时应轻拿轻放，不得抛摔或拖拉。吊装时不得采用单点提腰起吊。室外存放时，应垫枕木并用防水布覆盖。

31.6.4 锚具、夹具和连接器在装运、存放及使用期间均应妥善保管，避免锈蚀、沾污、遭受机械损伤，混淆或散失。

31.6.5 预应力孔道管及锚固节点铺设与安装定位与固定后，应防止其它工序作业改变其位置或对其产生损伤。

31.6.6 混凝土浇筑时，应防止振捣器直接冲击预应力孔道波纹管而导致可能的漏浆堵孔。

31.6.7 预应力筋张拉作业完成之后，锚具封闭之前，应对锚具与外露预应力筋进行严格保护，防止机械或电弧对其产生损伤。

31.7 注意事项

31.7.1 预应力筋制作或组装时，不得采用加热、焊接或电弧切割。应防止预应力筋受焊接火花或接地电流的影响。

31.7.2 预埋金属波纹管安装前，按设计要求确定预应力筋曲线坐标位置；波纹管安装后，应与钢筋支托可靠固定。

31.7.3 预应力筋张拉之前，不得拆除梁板结构的底模与支撑。如楼板采用早拆模板体系，应按施工方案要求保留支撑。

31.7.4 预应力筋的张拉控制应力应符合设计要求，且不宜超过 $0.75f_{ptk}$ 。如施工工艺需提高张拉控制应力值时，不得大于 $0.8f_{ptk}$ 。

31.7.5 张拉过程中，钢绞线出现断裂或滑脱的书量不应超过同一截面钢绞线总根数的 3%，且每根断裂的钢绞线断丝不得超过一丝。

31.7.6 预应力筋张拉顺序应符合设计要求，或根据结构特点和工艺要求提出张拉方案。

31.7.7 预应力筋张拉锚固后，锚具夹片顶面宜平齐，夹片之间最大错位不应大于 4mm。

31.7.8 预应力筋张拉完毕并检验合格后，应尽早进行孔道灌浆。

31.7.9 水泥浆宜采用机械拌制，应确保灌浆材料的拌和均匀。运输和间歇过长产生沉淀离析时，应进行二次搅拌。竖向孔道灌浆应自下而上进行。

31.7.10 灌浆时出浆口流出浆体用容器进行回收，并注意现场清洁与清理。

- 31.7.11** 预应力张拉前，检查张拉平台的安全性，并在张拉平台上搭设安全挡板，防止张拉过程中的意外事故伤及人身安全。
- 31.7.12** 预应力张拉过程中，除非采取有效屏蔽措施，否则操作人员不得在锚具正前方活动。
- 31.7.13** 预应力张拉过程中，测量伸长值或拆卸工具锚时，操作人员应站在千斤顶侧面，应禁止非预应力施工人员进入张拉区域。
- 31.7.14** 从开始张拉至孔道压浆完毕的过程中，不得敲击锚具、钢绞线和碰撞张拉设备。张拉过程中发现张拉设备运转声音异常，应立即停机检查维修。
- 31.7.15** 油泵与千斤顶之间采用的高压油管连同油路的各部接头均须完整紧密，油路畅通，在最大工作油压下保持 5min 以上不得漏油。若有损坏者应及时修理更换。
- 31.7.16** 特殊情况下，在更换夹具时，两端都应装上千斤顶，采取其它措施放松预应力筋时，应仔细做好施工现场的安全防护工作。
- 31.1.17** 张拉设备使用前，应对高压油泵、千斤顶进行空载试运行，无异常情况方可正式使用。高压油管使用前应作耐压试验，不合格的不能使用。

32 无粘结预应力工程

32.1 材料要求

32.1.1 制作无粘结预应力筋宜选用高强度低松弛预应力钢绞线，其性能应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的规定。

32.1.2 无粘结预应力筋用的钢绞线展开后应平顺且伸直性好，表面不得有油污、氧化铁皮、裂纹、小刺或机械损伤，表面允许有轻微浮锈。

32.1.3 无粘结预应力筋的质量要求应符合现行行业标准《无粘结预应力钢绞线》JG 161 和《无粘结预应力筋专用防腐润滑脂》JG 3007 的规定，并应符合下列规定：

- 1 外观要求：护套表面应光滑、无凹陷、无裂缝、无气孔、无明显褶皱和机械损伤；
- 2 润滑脂用量：对 $\Phi^S12.7$ 钢绞线不应小于 43g/m，对 $\Phi^S15.2$ 钢绞线不应小于 50g/m；
- 3 护套厚度：对一、二类环境不应小于 1.0mm，对三类环境应按设计要求确定。

32.1.4 无粘结预应力钢绞线进场验收应符合以下规定：外观质量应逐盘检查，润滑脂用量和护套厚度应按批抽样检验，每批重量不大于 60t，每批任取 3 盘，每盘各取 1 根试件。检验结果应符合现行行业标准《无粘结预应力钢绞线》JG/T 161 的规定。

32.1.5 无粘结预应力筋所采用锚具的静载锚固性能，应同时满足下列公式要求：

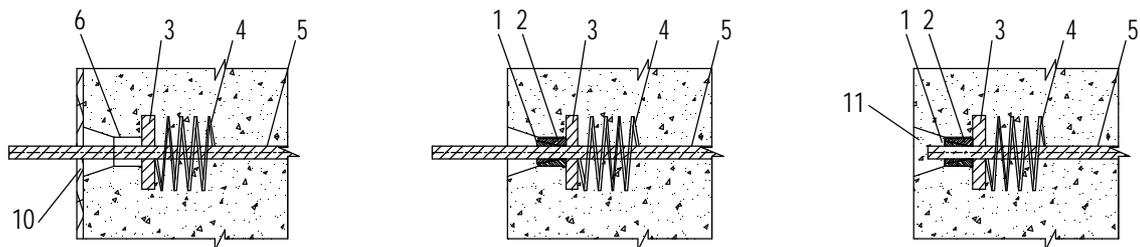
$$\eta_a \geq 0.95 \quad (32.1.5-1)$$

$$\varepsilon_{apu} \geq 2.0\% \quad (32.1.5-2)$$

32.1.6 无粘结预应力筋锚具的选用，应根据无粘结预应力筋的品种，张拉力值及工程应用的环境类别选定。对单根钢绞线无粘结预应力筋，其张拉端宜采用夹片锚具，即圆套筒式或垫板连体式夹片锚具；埋入式固定端宜采用挤压锚具或经预紧的垫板连体式夹片锚具。

32.1.7 夹片锚具系统张拉端可采用圆套筒锚具或垫板连体式锚具，并符合下列规定：

- 1 圆套筒锚具构造由锚环、夹片、承压板、螺旋筋组成(图 32.1.7 a)；
- 2 垫板连体式夹片锚具其构造由连体锚板、夹片、穴模、密封连接件及螺母、螺旋筋等组成(图 32.1.7 b)。



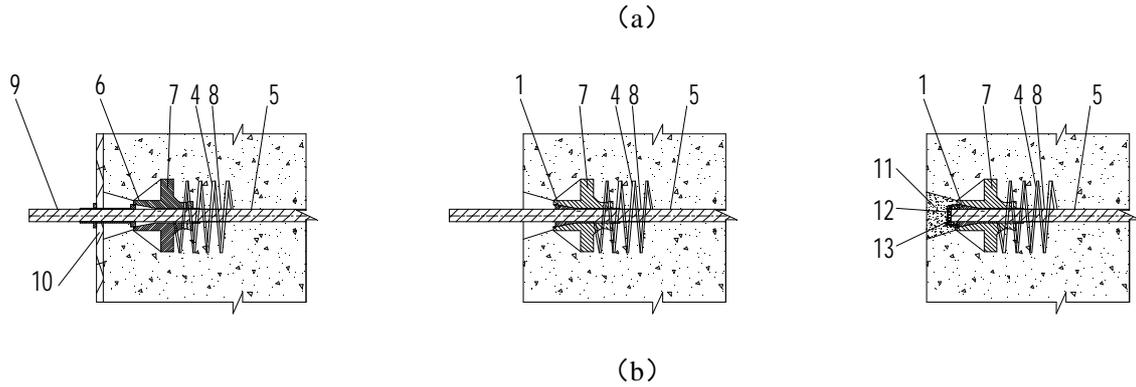


图 32.1.7 张拉端锚具系统构造

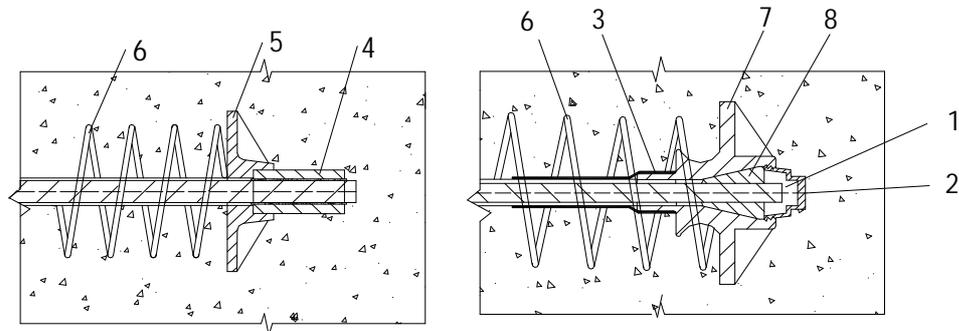
1-夹片；2-锚环；3-承压板；4-螺旋筋；5-无粘结预应力筋；6-穴模；7-连体锚板；8-塑料保护套；

9-密封连接件及螺母；10-模板；11-细石混凝土；12-密封盖；13-专用防腐油脂或环氧树脂

32.1.8 锚具系统固定端可采用挤压锚具或垫板连体式夹片锚具，并符合下列规定：

1 挤压锚具的构造由挤压锚具、承压板和螺旋筋组成(图 32.1.8 a)。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，挤压锚具组装后，采用紧楔机将其压入承压板锚座内固定；

2 垫板连体式夹片锚具的构造由连体锚板、夹片与螺旋筋等组成(图 32.1.8 b)。该锚具应预先用专用紧楔器以不低于 0.75 倍预应力筋张拉力的顶紧力使夹片预紧，并安装带螺母且可顶紧夹片的封盖。



(a) (b)

图 32.1.8 固定端锚具系统构造

(a) 挤压锚具；(b) 垫板连体式锚具

1-涂专用防腐油脂或环氧树脂；2-密封盖；3-塑料密封套；4-挤压锚具；

5-承压板；6-螺旋筋；7-连体锚板；8-夹片

32.1.9 无粘结预应力筋锚具系统应按设计图纸的要求选用，其锚固性能的质量检验和合格验收应符合国家现行标准《预应力筋用锚具、夹片和连接器》GB/T 14370 及《预应力筋用锚

具、夹片和连接器应用技术规程》JGJ 85 的规定。

32.1.10 在一类环境条件下，无粘结预应力锚固系统采用混凝土或专用密封砂浆防护。

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

1 锚固端应为预应力钢材提供全封闭防水设计；

2 无粘结预应力筋与锚具部件的连接及其它部件间的连接，应采用密封装置或采取封闭措施，使无粘结预应力锚固系统处于全封闭保护状态；

3 连接部位在 10kpa 静水压力下应保持不透水；

4 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。

32.1.12 无粘结预应力施工使用的其它材料，如承压板、螺旋筋、穴模、粘胶带、钢筋支架等，应符合设计与施工方案的要求。

32.2 主要机具

32.2.1 预应力筋加工主要机具应准备下料切割机具、挤压锚具挤压机、钢绞线压花机、钢丝镦头器、专用紧楔器、液压剪及手持锯等。

32.2.2 预应力张拉主要机具应准备便携式千斤顶、油泵。

32.3 作业条件

32.3.1 根据工程设计图纸、标准与规范、工程特点及有关要求等，编制无粘结预应力分项工程施工方案，并向相关人员进行技术交底。

32.3.2 确定采用的预应力材料及其验收标准和方法，施工前进行验收和复检。

32.3.3 制定预应力施工机具使用与维修计划，安排张拉千斤顶标定等工作。

32.3.4 无粘结预应力筋与锚具等预应力材料已通过检验验收，现场已具备铺放与安装条件。

32.3.5 无粘结预应力筋张拉时，预应力混凝土结构的混凝土已施工完毕，且混凝土强度应符合设计规定的张拉强度要求；当设计无具体要求时，不应低于设计采用混凝土立方体抗压强度标准值的 75%。混凝土质量应通过有关验收。

32.3.6 无粘结预应力筋张拉机具及仪表，已定期维护和校验。张拉设备应配套校验。压力表的精度不应低于 1.5 级；校验张拉设备用的试验机或测力计精度不得低于 $\pm 2\%$ ；校验时千斤顶活塞的运行方向，应与实际张拉工作状态一致。张拉设备的校验期限，不应超过半年。当张拉设备出现反常现象时或在千斤顶检修后，应重新校验。

32.3.7 预应力筋张拉前，应计算施工张拉力值、相应的压力表读数和张拉计算伸长值，并填写张拉申请单。

32.3.8 张拉作业平台符合安全操作与防护要求。作业人员应在张拉千斤顶的两侧操作，不应站在千斤顶作用方向后方。

32.4 施工工艺

32.4.1 无粘结预应力施工工艺流程宜按图 32.4.1 规定的流程进行：

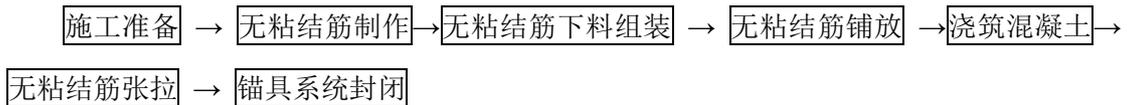


图 32.4.1 无粘结预应力施工工艺流程

32.4.2 无粘结预应力筋的制作应符合下列规定：

1 无粘结预应力筋的制作采用挤塑成型工艺，由专业化工厂生产，涂料层的涂敷和护套的制作应连续一次完成，涂料层防腐油脂应完全填充预应力筋与护套之间的空间，外包层应松紧适度；

2 无粘结预应力筋在工厂加工完成后，可按使用要求整盘包装并符合运输要求。

32.4.3 无粘结预应力筋下料组装应符合下列规定：

1 挤塑成形后的无粘结预应力筋应按工程所需的长度和锚固形式进行下料和组装；并应采取局部清除油脂或加防护帽等措施防止防腐油脂从筋的端头溢出，沾污非预应力钢筋等；

2 无粘结预应力筋下料长度，应综合考虑其曲率、锚固端保护层厚度、张拉伸长值及混凝土压缩变形等因素，并应根据不同的张拉工艺和锚固形式预留张拉长度；

3 钢绞线挤压锚具挤压时，在挤压模内腔或挤压套外表面应涂专用润滑油，压力表读数应符合操作使用说明书的规定。挤压锚具组装后，采用紧楔机将其压入承压板锚座内固定；

4 下料组装完成的无粘结预应力筋应编号、加设标记或标牌、分类存放以备使用。

32.4.4 无粘结预应力筋的铺放应符合下列规定：

1 无粘结预应力筋铺放之前，应及时检查其规格尺寸和数量，逐根检查并确认其端部组装配件可靠无误后，方可在工程中使用。对护套轻微破损处，可采用外包防水聚乙烯胶带进行修补，每圈胶带搭接宽度不应小于胶带宽度的 1/2，缠绕层数不少于 2 层，缠绕长度应超过破损长度 30mm，严重破损的应予以报废；

2 张拉端端部模板预留孔应按施工图中规定的无粘结预应力筋的位置编号和钻孔；

3 张拉端的承压板应采用与端模板可靠的措施固定定位，且应保持张拉作用线与承压

面相垂直；

4 无粘结预应力筋应按设计图纸的规定进行铺放。铺放时应符合下列规定：

1) 无粘结预应力筋采用与普通钢筋相同的绑扎方法，铺放前应通过计算确定无粘结预应力筋的位置，其垂直高度宜采用支撑钢筋控制，或与其它主筋绑扎定位，无粘结预应力筋束形控制点的设计位置偏差；

2) 平板中无粘结预应力筋的曲线坐标宜采用马凳或支撑件控制，支撑间距不宜大于 2.0m。无粘结预应力筋铺放后应与马凳或支撑件可靠固定；

3) 铺放双向配置的无粘结预应力筋时，应对每个纵横交叉点相应的两个标高进行比较，对各交叉点标高较低的无粘结预应力筋应先进行铺放，标高较高的次之，宜避免两个方向的无粘结预应力筋相互穿插铺放；

4) 敷设的各种管线不应将无粘结预应力筋的设计位置改变；

5) 当采用多根无粘结预应力筋平行带状布束时，宜采用马凳或支撑件支撑固定，保证同束中各根无粘结预应力筋具有相同的矢高；带状束在锚固端应平顺地张开；

6) 当采用集团束配置多根无粘结预应力筋时，应采用钢筋支架控制其位置，支架间距宜为 1.0m~1.5m。同一束的各根筋应保持平行走向，防止相互扭绞；

7) 无粘结预应力筋采取竖向、环向或螺旋形铺放时，应有定位支架或其它构造措施控制设计位置。

5 在板内无粘结预应力筋绕过开洞处分两侧铺设，其离洞口的距离不宜小于 150mm，水平偏移的曲率半径不宜小于 6.5m，洞口四周边应配置构造钢筋加强；当洞口较大时，应沿洞口周边设置边梁或加强带，以补足被孔洞削弱的板或肋的承载力和截面刚度；

6 夹片锚具系统张拉端和固定端的安装，应符合下列规定：

1) 张拉端锚具系统的安装，无粘结预应力筋两端的切线应与承压板相垂直，曲线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要求的最小弯曲半径对 $\Phi^s12.7\text{mm}$ 和 $\Phi^s15.2\text{mm}$ 钢绞线分别不宜小于 1.5m 和 2.0m。在安装带有穴模或其它预先埋入混凝土中的张拉端锚具时，各部件之间应连接紧密；

2) 固定端锚具系统的安装，将组装好的固定端锚具按设计要求的位置绑扎牢固，内埋式固定端垫板不得重叠，锚具与垫板应连接紧密；

3) 张拉端和固定端均应按设计要求配置螺旋筋或钢筋网片，螺旋筋和钢筋网片均应紧靠承压板或连体锚板。

32.4.5 浇筑混凝土应符合下列规定：

1 浇筑混凝土时，除按有关规范的规定执行外，尚应遵守下列规定：

1) 无粘结预应力筋铺放、安装完毕后，应进行隐蔽工程验收，当确认合格后方可浇筑混凝土；

2) 混凝土浇筑时，不应踏压撞碰无粘结预应力筋、支撑架以及端部预埋部件；

3) 张拉端、固定端混凝土应振捣密实。

2 浇筑混凝土使用振捣棒时，不得对无粘结预应力筋、张拉与固定端组件直接冲击和持续接触振捣；

3 为确定无粘结预应力筋张拉时混凝土的强度，可增加两组同条件养护试块。

32.4.6 无粘结预应力筋张拉应符合下列规定：

1 安装锚具前，应清理穴模与承压板端面的混凝土或杂物，清理外露预应力筋表面。检查锚固区域混凝土的密实性；

2 锚具安装时，锚板应调整对中，夹片安装缝隙均匀并用套管打紧；

3 预应力筋张拉时，对直线的无粘结预应力筋，应保证千斤顶的作用线与无粘结预应力筋中心线重合；对曲线的无粘结预应力筋，应保证千斤顶的作用线与无粘结预应力筋中心线末端的切线重合；

4 无粘结预应力筋的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，不得大于 $0.8f_{ptk}$ ；

5 当采用超张拉方法减少无粘结预应力筋的松弛损失时，无粘结预应力筋的张拉程序宜为：从零开始张拉至 1.03 倍预应力筋的张拉控制应力 σ_{con} 锚固；

6 无粘结预应力筋计算伸长值 Δl_p ，可按下式计算：

$$\Delta l_p = \frac{F_{pm} l_p}{A_p E_p} \quad (32.4.6)$$

式中 F_{pm} —无粘结预应力筋的平均张拉力(kN)，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，或按理论公式计算；

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(kN/mm²)；

7 预应力筋的张拉步骤与实际张拉伸长值记录，应从零应力加载至初拉力开始，测量伸长值初读数，再以均匀速度分级加载分级测量伸长值至终拉力；

8 当采用应力控制方法张拉时，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 $\pm 6\%$ 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；

9 当无粘结预应力筋采取逐根或逐束张拉时，应保证各阶段不出现对结构不利的应力状态；同时宜考虑后批张拉的无粘结预应力筋产生的结构构件的弹性压缩对先批张拉预应力筋的影响，确定张拉力；

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

11 当无粘结预应力筋长度超过 30m 时，宜采取两端张拉；当筋长超过 60m 时，宜采取分段张拉和锚固。当有设计与施工实测依据时，无粘结预应力筋的长度可不受此限制；

12 无粘结预应力筋张拉时，应按要求逐根对张拉力、张拉伸长值、异常现象等进行详细记录；

13 夹片锚具张拉时，应符合下列规定：

1) 锚固采用液压顶压器顶压时，千斤顶应在保持张拉力的情况下进行顶压，顶压压力应符合设计规定值；

2) 锚固阶段张拉端无粘结预应力筋的内缩量应符合设计要求；当设计无具体要求时，其内缩量应符合表 32.5.2-3 的规定。为减少锚具变形的预应力筋内缩造成的预应力损失，可进行二次补拉并加垫片，二次补拉的张拉力为控制张拉力。

14 当无粘结预应力筋设计为纵向受力钢筋时，侧模可在张拉前拆除，但下部支撑体系应在张拉工作完成之后拆除，提前拆除部分支撑应根据计算确定；

15 张拉后应采用砂轮锯或其它机械方法切割夹片外露部分的无粘结预应力筋，其切断后露出锚具夹片外的长度不得小于 30mm。

32.4.7 锚具系统封闭应符合下列规定：

1 无粘结预应力筋张拉完毕后，应及时对锚固区进行保护。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，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，并罩帽盖进行封闭，该防护帽与锚具应可靠连接；然后应采用微膨胀混凝土或专用密封砂浆进行封闭；

2 锚固区也可用后浇的外包钢筋混凝土圈梁进行封闭，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要求：处于一类室内正常环境时，不应小于 30mm；处于二类、三类易受腐蚀环境时，不应小于 50mm。

32.5 质量标准

32.5.1 主控项目应符合下列规定：

- 1 预应力筋进场时，应按国家现行相关标准的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关标准的规定；
- 2 无粘结预应力钢绞线进场时，应进行防腐润滑油脂量和护套厚度的检验，检验结果应符合现行行业标准《无粘结预应力钢绞线》JG 161 的规定。经观查认为涂包质量有保证时，无粘结预应力筋可不作油脂量和护套厚度的抽样检验；
- 3 预应力筋用锚具应和锚垫板、局部加强钢筋配套使用，锚具、夹具和连接器进场时，应按现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的相关规定对其性能进行检验，检验结果应符合该标准的规定。锚具、夹具和连接器用量不足检验批规定数量的 50%，且供货方提供有效的检验报告时，可不作静载锚固性能检验；
- 4 处于三 a、三 b 类环境条件下的无粘结预应力筋用锚具系统，应按现行行业标准《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的相关规定检验其防水性能，检验结果应符合该标准的规定；
- 5 预应力筋安装时，其品种、规格、级别和数量应符合设计要求；
- 6 预应力筋的安装位置应符合设计要求；
- 7 预应力筋张拉或放张前，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试件抗压强度应符合设计要求，当设计无具体要求时，应符合下列规定：
 - 1) 应达到配套锚固产品技术要求的混凝土最低强度且不应低于设计混凝土强度等级的 75%；
 - 2) 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。
- 8 对后张法预应力结构构件，钢绞线出现断裂或滑脱的数量不应超过同一截面钢绞线总根数的 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；
- 9 先张法预应力筋张拉锚固后，实际建立的预应力值与工程设计规定检验值的相对允许偏差为 $\pm 5\%$ ；
- 10 锚具的封闭保护措施应符合设计要求。当设计无具体要求时，外露锚具和预应力筋的混凝土保护层厚度不应小于：一类环境时 20mm，二 a、二 b 类环境时 50mm，三 a、三 b 类环境时 80mm。

32.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 无粘结预应力钢绞线护套应光滑、无裂纹，无明显褶皱；轻微破损处应外包防水材料胶带修补，严重破损者不得使用；

2 预应力筋用锚具、夹具和连接器进场时，应进行外观检查，其表面应无污物、锈蚀、机械损伤和裂纹；

3 预应力筋端部锚具制作质量应符合下列规定要求：

1) 钢绞线挤压锚具挤压完成后，预应力筋外端露出挤压套筒的长度不应小于 1mm；

2) 钢绞线压花锚具的梨形头尺寸和直线锚固段长度不应小于设计值；

3) 钢丝镦头不应出现横向裂纹，镦头的强度不得低于钢丝强度标准值的 98%。

4 预应力筋安装质量应符合下列规定：

1) 锚垫板的承压面应与预应力筋或孔道曲线末端垂直，预应力筋或孔道曲线末端直线段长度应符合表 32.5.2-1 的规定；

表 32.5.2-1 预应力曲线起始点与张拉锚固点之间直线段最小长度

预应力筋张拉控制应力 $N(\text{kN})$	$N \leq 1500$	$1500 < N \leq 6000$	$N > 6000$
直线段最小长度(mm)	400	500	600

2) 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 32.5.2-2 的规定，其合格率应达到 90% 及以上，且不得超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

表 32.5.2-2 预应力筋或成孔管道定位控制点的竖向位置允许偏差

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

5 预应力筋张拉质量应符合下列规定：

1) 采用应力控制法张拉时，张拉力下预应力筋的实测伸长值与计算伸长值的相对允许偏差为 $\pm 6\%$ ；

2) 先张法预应力构件，应检查预应力筋张拉后的位置偏差，张拉后预应力筋的位置与设计位置的偏差不应大于 5mm，且不应大于构件截面短边边长的 4%。

6 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合表 32.5.2-3 的规定。

表 32.5.2-3 张拉端预应力筋的内缩量限值 (mm)

锚具类别		内缩量限值 (mm)
支承式锚具(镦头锚具等)	螺帽缝隙	1

	每块后加垫板的缝隙	1
锥塞式锚具		5
夹片式锚具	有顶压	5
	无顶压	6~8

7 后张法预应力筋锚固后，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。

32.6 成品保护

32.6.1 在不同规格、品种的无粘结预应力筋上，均应有易于区别的标记或标牌。

32.6.2 无粘结预应力筋在工厂加工成形后，可整盘包装运输或按设计下料组装后成盘运输，整盘运输应采用可靠保护措施，避免包装破损及散包；工厂下料组装后，宜单根或多根合并成盘后运输，长途运输时，应采取有效的包装措施。

32.6.3 装卸吊装及搬运时，不得摔砸踩踏，避免钢丝绳或其它坚硬吊具与无粘结预应力筋的外包层直接接触。

32.6.4 无粘结预应力筋应按规格、品种成盘或顺直地分开堆放在通风干燥处，露天堆放时，不得直接与地面接触，并应采取覆盖措施。

32.6.5 锚具、夹具和连接器在装运、存放及使用期间均应妥善保管，避免锈蚀、沾污、遭受机械损伤，混淆或散失。

32.6.6 无粘结预应力筋及锚固节点铺设与安装定位后，应防止其它工序作业改变其位置或对其产生损伤。

32.6.7 混凝土浇筑时，应防止振捣器冲击无粘结预应力筋而导致外包塑料套管破损。

32.6.8 无粘结预应力筋张拉作业完成之后，锚具封闭之前，应对锚具与外露预应力筋进行严格保护，防止机械或电弧对其产生损伤。

32.7 注意事项

32.7.1 无粘结预应力筋用的钢绞线不应有死弯，展开后应平顺且伸直性好，表面不得有油污、氧化铁皮、裂纹、小刺或机械损伤。

32.7.2 无粘结预应力筋铺放之前，对护套破损处应进行修补，直至符合标准要求；严重破损的应予以报废。

32.7.3 预应力筋张拉之前，不得拆除梁板结构的底模与支撑。如楼板采用早拆模板体系，

应按施工方案要求保留支撑。

32.7.4 无粘结预应力筋的张拉控制应力不宜超过 $0.75f_{ptk}$ ，并应符合设计要求。如施工工艺需提高张拉控制应力值时，不得大于 $0.8f_{ptk}$ 。

32.7.5 无粘结预应力筋张拉顺序应符合设计要求，或根据结构特点和工艺要求提出张拉方案。

32.7.6 无粘结预应力筋张拉过程中，当发生断裂和滑脱时，其数量不应超过结构同一截面无粘结预应力筋总根数的 2%，且每束钢丝不得超过 1 根；对多跨双向连续板和密肋梁，其同一截面应按开间计算。

32.7.7 无粘结预应力筋锚固后，锚具夹片顶面宜平齐，夹片之间最大错位不应大于 4mm。

32.7.8 无粘结预应力筋端头和锚具夹片应达到密封要求，对处于二类、三类环境条件下的无粘结预应力筋及其锚具系统应符合全封闭保护要求。

32.7.9 无粘结预应力钢绞线应采取防止防腐油脂外漏，并注意现场清洁与清理。

32.7.10 预应力张拉前，检查张拉平台的安全性，并在张拉平台上搭设安全挡板，防止张拉过程中的意外事故伤及人身安全。

32.7.11 预应力张拉过程中，除非采取有效屏蔽措施，否则操作人员不得在锚具正前方活动。

32.7.12 预应力张拉过程中，测量伸长值或拆卸工具锚时，操作人员应站在千斤顶侧面，应禁止非预应力施工人员进入张拉区域。

32.7.13 预应力张拉过程中，不得敲击锚具、钢绞线和碰撞张拉设备。张拉过程中发现张拉设备运转声音异常，应立即停机检查维修。

32.7.14 油泵与千斤顶之间采用的高压油管连同油路的各部接头均须完整紧密，油路畅通，在最大工作油压下保持 5min 以上不得漏油。若有损坏者应及时修理更换。

32.7.15 特殊情况下，在更换夹具时，两端都应装上千斤顶，采取其它措施放松预应力筋时，应仔细做好施工现场的安全防护工作。

32.7.16 张拉设备使用前，应对高压油泵、千斤顶进行空载试运行，无异常情况方可正式使用。高压油管使用前应作耐压试验，不合格的不得使用。

33 缓粘结预应力工程

33.1 材料要求

33.1.1 缓粘结材料的固化时间和张拉适用期应根据施工进度和缓粘结预应力筋生产时间确定，对于过后浇带的缓粘结预应力筋，应考虑后浇带浇筑时间的影响。

33.1.2 制作缓粘结预应力筋宜选用高强度低松弛预应力钢绞线，其性能应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 及《缓粘结预应力钢绞线》JG/T 369 的规定，并应校核产品质量证明文件及检测报告。

33.1.3 用于生产缓粘结预应力钢绞线的缓凝结合剂固化后的拉伸剪切强度、弯曲强度、抗压强度等应符合现行行业标准《缓粘结预应力钢绞线专用粘合剂》JG/T 370 的规定，带肋缓粘结预应力钢绞线每延米缓凝胶黏剂质量应大于或等于 200g/m，无肋缓粘结预应力钢绞线每延米缓凝胶黏剂质量应大于或等于 190g/m，并应校核产品质量证明文件及检测报告。

33.1.4 缓粘结预应力钢绞线护套材料应采用挤塑型高密度聚乙烯树脂，其拉伸强度、弯曲屈服强度、断裂伸长率等应符合现行国家标准《聚乙烯 PE 树脂》GB/T 11115 的规定，并应校核产品质量证明文件及检测报告。

33.1.5 缓粘结预应力钢绞线进场验收应符合以下规定：由同一规格、同一生产工艺生产的缓粘结预应力钢绞线质量不大于 60t 组成一批。每批任取 3 盘，每盘各取 1 根试件。缓粘结预应力钢绞线的外观 100% 检验。检验结果应符合现行行业标准《缓粘结预应力钢绞线》JG/T 369 的规定。

33.1.6 缓粘结预应力筋所采用锚具的静载锚固性能，应同时符合下列公式要求：

$$\eta_a \geq 0.95 \quad (33.1.6-1)$$

$$\varepsilon_{apu} \geq 2.0\% \quad (33.1.6-2)$$

33.1.7 缓粘结预应力筋锚具的选用，应根据缓粘结预应力筋的品种，张拉力值及工程应用的环境类别选定。对单根钢绞线缓粘结预应力筋，其张拉端宜采用夹片锚具，即圆套筒式或垫板连体式夹片锚具；埋入式固定端宜采用挤压锚具或经预紧的垫板连体式夹片锚具。

33.1.8 夹片锚具系统张拉端可采用下列做法：

1 圆套筒锚具构造由锚环、夹片、承压板、螺旋筋组成(图 33.1.8 a)，该锚具宜采用凹进混凝土表面布置；

2 采用垫板连体式夹片锚具凹进混凝土表面时，其构造由连体锚板、夹片、穴模、密封连接件及螺母、螺旋筋等组成(图 33.1.8 b)。

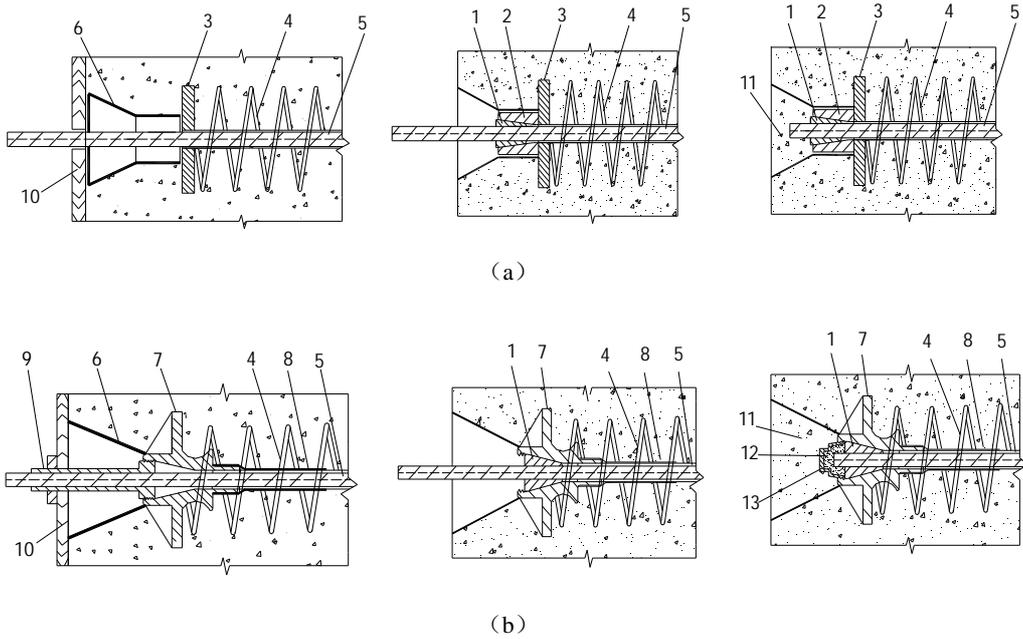


图 33.1.8 张拉端锚具系统构造

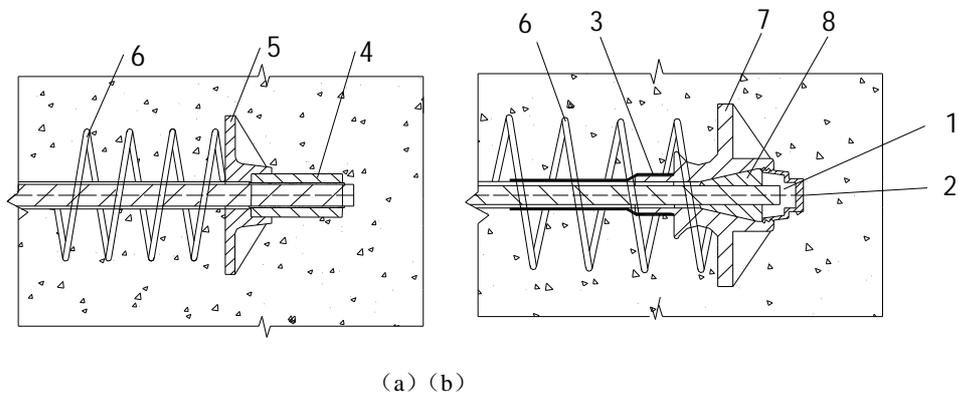
(a)圆套筒锚具； (b)垫板连体式锚具

- 1-夹片；2-锚环；3-承压板；4-螺旋筋；5-缓粘结预应力筋；6-穴模；7-连体锚板；8-塑料保护套；
9-密封连接件及螺母；10-模板；11-细石混凝土；12-密封盖；13-专用防腐油脂或环氧树脂

33.1.9 当锚具系统固定端埋设在结构构件混凝土中时，可采用下列做法：

1 挤压锚具的构造由挤压锚具、承压板和螺旋筋组成(图 33.1.9 a)。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，挤压锚具组装后，采用紧楔机将其压入承压板锚座内固定；

2 垫板连体式夹片锚具的构造由连体锚板、夹片与螺旋筋等组成(图 33.1.9 b)。该锚具应预先用专用紧楔器以不低于 0.75 倍预应力筋张拉力的顶紧力使夹片预紧，并安装带螺母且可顶紧夹片的封盖。



(a) (b)

图 33.1.9 固定端锚具系统构造

(a) 挤压锚具；(b) 垫板连体式锚具

1-涂专用防腐油脂或环氧树脂；2-密封盖；3-塑料密封套；4-挤压锚具；

5-承压板；6-螺旋筋；7-连体锚板；8-夹片

33.1.10 缓粘结预应力筋锚具系统应按设计图纸的要求选用，其锚固性能的质量检验和合格验收应符合国家现行标准《预应力筋用锚具、夹片和连接器》GB/T 14370 及《预应力筋用锚具、夹片和连接器应用技术规程》JGJ 85 的规定。

33.1.11 在一类环境条件下，缓粘结预应力锚固系统采用混凝土或专用密封砂浆防护。

33.1.12 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它部件间的连接，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 如设计对缓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。

33.1.13 缓粘结预应力施工使用的其它材料，如承压板、螺旋筋、穴模、粘胶带、钢筋支架等，应符合设计与施工方案的要求。

33.2 主要机具

33.2.1 预应力筋加工主要机具应准备下料切割机具、挤压锚具挤压机、钢绞线压花机、钢丝镦头器、专用紧楔器、液压剪及手持锯等。

33.2.2 预应力张拉主要机具应准备便携式千斤顶、油泵。

33.3 作业条件

33.3.1 应依据工程设计图纸、标准与规范、工程特点及有关要求等，编制缓粘结预应力分项工程施工方案，并向相关人员进行技术交底。

33.3.2 确定采用的预应力材料及其验收标准和方法，施工前进行验收和复检。

33.3.3 制定预应力施工机具使用与维修计划，安排张拉千斤顶标定等工作。

33.3.4 缓粘结预应力筋与锚具等预应力材料已通过检验验收，现场已具备铺放与安装条件。

33.3.5 缓粘结预应力筋张拉时，缓粘结预应力混凝土结构的混凝土已施工完毕，且混凝土强度应符合设计规定的张拉强度要求；当设计无具体要求时，不应低于设计采用混凝土立方

体抗压强度标准值的 75%。混凝土质量应通过有关验收。

33.3.6 缓粘结预应力筋张拉机具及仪表，已定期维护和校验。张拉设备应配套校验。压力表的精度不应低于 1.5 级；校验张拉设备用的试验机或测力计精度不得低于 $\pm 2\%$ ；校验时千斤顶活塞的运行方向，应与实际张拉工作状态一致。张拉设备的校验期限，不应超过半年。当张拉设备出现反常现象时或在千斤顶检修后，应重新校验。

33.3.7 预应力筋张拉前，应计算施工张拉力值、相应的压力表读数和张拉计算伸长值，并填写张拉申请单。

33.3.8 张拉作业平台符合安全操作与防护要求。作业人员应在张拉千斤顶的两侧操作，不应站在千斤顶作用方向后方。

33.4 施工工艺

33.4.1 缓粘结预应力施工工艺流程宜按图 33.4.1 规定的流程进行：

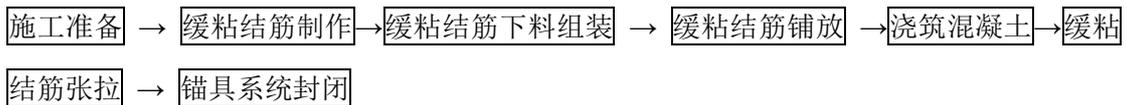


图 33.4.1 缓粘结预应力施工工艺流程

33.4.2 缓粘结预应力筋的制作应符合下列规定：

1 缓粘结预应力钢绞线盘卷上应有明显标牌，标牌上应注明：制造企业名称、地址、电话；产品名称、牌号；标记、商标；生产日期、批号；净重；贮存和运输注意事项、环境温度范围；产品使用说明；产品合格证；

2 缓凝粘合剂的涂敷、护套的挤出成型及表面横肋的压制应一次连续完成，缓凝粘合剂应沿预应力钢绞线全长均匀填充且均匀饱满；

3 缓粘结预应力钢绞线应连续生产，每盘由一根钢绞线组成，不应有接头及死弯，并且盘放内经不宜小于 1500mm；

4 缓粘结预应力钢绞线的外保护套应厚薄均匀，带肋缓粘结预应力钢绞线表面横肋分明，并满足现行行业标准《缓粘结预应力钢绞线》JG/T 369 的要求，并且无气孔及无明显的裂纹和损伤，轻微损伤处可采用外包聚乙烯胶带或热熔胶棒进行修补；

5 缓粘结预应力钢绞线的捆扎带应加衬垫，防止搬运过程中损坏。包装过程中造成对护套的损伤应采用外包聚乙烯胶带或热熔胶棒进行修补；

6 缓粘结预应力钢绞线宜成盘运输。在运输、装卸过程中应轻装、轻卸，采用尼龙吊索，避免机械损伤缓粘结预应力钢绞线；

7 缓粘结预应力钢绞线在成品堆放期间，应按不同规格分类堆放于温度变化不大、通风良好的仓库中。存放应远离热源，不应太阳暴晒，应按产品说明书温度存放。

33.4.3 缓粘结预应力筋下料组装应符合下列规定：

1 挤塑成形后的缓粘结预应力筋应按工程所需的长度和锚固形式进行下料和组装；并应采取局部清除缓粘结剂或加防护帽等措施防止缓粘结剂从筋的端头溢出，沾污非预应力钢筋等；

2 缓粘结预应力筋下料长度，应综合考虑其曲率、锚固端保护层厚度、张拉伸长值及混凝土压缩变形等因素，并应根据不同的张拉工艺和锚固形式预留张拉长度；

3 钢绞线挤压锚具挤压时，在挤压模内腔或挤压套外表面应涂专用润滑油，压力表读数应符合操作使用说明书的规定。挤压锚具组装后，采用紧楔机将其压入承压板锚座内固定；

4 下料组装完成的缓粘结预应力筋应编号、加设标记或标牌、分类存放以备使用。

33.4.4 缓粘结预应力筋的铺放应符合下列规定：

1 缓粘结预应力筋铺放之前，应及时检查其规格尺寸和数量，逐根检查并确认其端部组装配件可靠无误后，方可在工程中使用。对护套轻微破损处，可采用外包防水聚乙烯胶带进行修补，每圈胶带搭接宽度不应小于胶带宽度的 1/2，缠绕层数不少于 2 层，缠绕长度应超过破损长度 30mm，严重破损的应予以报废；

2 张拉端端部模板预留孔应按施工图中规定的缓粘结预应力筋的位置编号和钻孔；

3 张拉端的承压板应采用与端模板可靠的措施固定定位，且应保持张拉作用线与承压面相垂直；

4 缓粘结预应力筋应按设计图纸的规定进行铺放。铺放时应符合下列要求：

1) 缓粘结预应力筋采用与普通钢筋相同的绑扎方法，铺放前应通过计算确定缓粘结预应力筋的位置，其垂直高度宜采用支撑钢筋控制，或与其它主筋绑扎定位，缓粘结预应力筋束形控制点的设计位置偏差，应符合表 4.2.5 的规定；缓粘结预应力筋的位置宜保持顺直；

2) 平板中缓粘结预应力筋的曲线坐标宜采用马凳或支撑件控制，支撑间距不宜大于 2.0m。缓粘结预应力筋铺放后应与马凳或支撑件可靠固定；

3) 铺放双向配置的缓粘结预应力筋时，应对每个纵横交叉点相应的两个标高进行比较，对各交叉点标高较低的缓粘结预应力筋应先进行铺放，标高较高的次之，宜避免两个方向的缓粘结预应力筋相互穿插铺放；

4) 敷设的各种管线不应将缓粘结预应力筋的设计位置改变；

5) 当采用多根缓粘结预应力筋平行带状布束时，宜采用马凳或支撑件支撑固定，保证

同束中各根缓粘结预应力筋具有相同的矢高；带状束在锚固端应平顺地张开；

6) 当采用集团束配置多根缓粘结预应力筋时，应采用钢筋支架控制其位置，支架间距离宜为 1.0m~1.5m。同一束的各根筋应保持平行走向，防止相互扭绞；

7) 缓粘结预应力筋采取竖向、环向或螺旋形铺设时，应有定位支架或其它构造措施控制设计位置。

5 在板内缓粘结预应力筋绕过开洞处分两侧铺设，其离洞口的距离不宜小于 150mm，水平偏移的曲率半径不宜小于 6.5m，洞口四周边应配置构造钢筋加强；当洞口较大时，应沿洞口周边设置边梁或加强带，以补足被孔洞削弱的板或肋的承载力和截面刚度；

6 夹片锚具系统张拉端和固定端的安装，应符合下列规定：

1) 张拉端锚具系统的安装，缓粘结预应力筋两端的切线应与承压板相垂直，曲线的起始点至张拉锚固点应有不小于 300mm 的直线段；单根缓粘结预应力筋要求的最小弯曲半径对 $\Phi^s12.7\text{mm}$ 和 $\Phi^s15.2\text{mm}$ 钢绞线分别不宜小于 1.5m 和 2.0m。在安装带有穴模或其它预先埋入混凝土中的张拉端锚具时，各部件之间应连接紧密；

2) 固定端锚具系统的安装，将组装好的固定端锚具按设计要求的位置绑扎牢固，内埋式固定端垫板不得重叠，锚具与垫板应连接紧密；

3) 张拉端和固定端均应按设计要求配置螺旋筋或钢筋网片，螺旋筋和钢筋网片均应紧靠承压板或连体锚板。

33.4.5 浇筑混凝土应符合下列规定：

1 浇筑混凝土时，除按有关规范的规定执行外，尚应遵守下列规定：

1) 缓粘结预应力筋铺设、安装完毕后，应进行隐蔽工程验收，当确认合格后方可浇筑混凝土；

2) 混凝土浇筑时，不应踏压撞碰缓粘结预应力筋、支撑架以及端部预埋部件；

3) 张拉端、固定端混凝土应振捣密实。

2 浇筑混凝土使用振捣棒时，不得对缓粘结预应力筋、张拉与固定端组件直接冲击和持续接触振捣；

3 为确定缓粘结预应力筋张拉时混凝土的强度，可增加两组同条件养护试块。

33.4.6 缓粘结预应力筋张拉应符合下列规定：

1 缓粘结预应力筋在张拉施工前应根据实测的弹性模量和摩擦系数计算张拉伸长值；

2 缓粘结预应力混凝土工程在张拉前，宜先抽动缓粘结预应力钢绞线一次，确认缓粘结剂没有凝固后，再张拉；

3 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，然后装锚具夹片正式张拉；

4 安装锚具前，应清理穴模与承压板端面的混凝土或杂物，清理外露预应力筋表面。检查锚固区域混凝土的密实性；

5 锚具安装时，锚板应调整对中，夹片安装缝隙均匀并用套管打紧；

6 预应力筋张拉时，对直线的缓粘结预应力筋，应保证千斤顶的作用线与缓粘结预应力筋中心线重合；对曲线的缓粘结预应力筋，应保证千斤顶的作用线与缓粘结预应力筋中心线末端的切线重合；

7 初张拉力可为张拉力的 10%~20%。张拉时可按张拉程序量测各级拉力对应的伸长值。其中 2 初拉力和初拉力对应的伸长值之差可作为 0→初拉力的伸长值，然后将各级的实际伸长值叠加应为实际的总伸长值；

8 当设计对预应力张拉程序无专门规定时，应按下列程序张拉：0→初应力→2 倍初应力→1.03 倍张拉控制力→持荷→锚固。缓粘结预应力张拉时应保证持荷时间。持荷时间应根据现场温度和固化程度确定，并应符合下列规定：

1) 当气温高于 20℃，缓粘结材料未发生固化的情况下，可不持荷超张拉；

2) 在气温低于 20℃ 且高于 5℃ 时，缓粘结材料未发生固化的情况下，持荷超张拉的持荷时间与温度之间的关系可按表 33.4.6 采用，必要时也可根据现场实测值确定；

表 33.4.6 持荷时间与构件温度之间的关系 (min)

温度	5℃	10℃	15℃	20℃
持荷时间	4	2	1	0.5

注：中间温度可按线性插值确定。

3) 当温度低于 5℃ 时不宜进行缓粘结预应力筋张拉；

4) 若工程需要在温度低于 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。

9 缓粘结预应力筋的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，不得大于 $0.8f_{ptk}$ ；

10 缓粘结预应力筋计算伸长值 Δl_p ，可按下列式计算：

$$\Delta l_p = \frac{F_{pm} l_p}{A_p E_p} \quad (33.4.6)$$

式中 F_{pm} —缓粘结预应力筋的平均张拉力(kN)，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，或按理论公式计算；

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(mm²)；

E_p —缓粘结预应力筋的弹性模量(kN/mm²)；

11 预应力筋的张拉步骤与实际张拉伸长值记录，应从零应力加载至初拉力开始，测量伸长值初读数，再以均匀速度分级加载分级测量伸长值至终拉力；

12 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予以调整后，方可继续张拉；

13 当缓粘结预应力筋采取逐根或逐束张拉时，应保证各阶段不出现对结构不利的应力状态；同时宜考虑后批张拉的缓粘结预应力筋产生的结构构件的弹性压缩对先批张拉预应力筋的影响，确定张拉力；

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

15 当缓粘结预应力筋长度超过 30m 时，宜采取两端张拉；当筋长超过 60m 时，宜采取分段张拉和锚固。当有设计与施工实测依据时，缓粘结预应力筋的长度可不受此限制；

16 缓粘结预应力筋张拉时，应按要求逐根对张拉力、张拉伸长值、异常现象等进行详细记录；

17 夹片锚具张拉时，应符合下列要求：

1) 锚固采用液压顶压器顶压时，千斤顶应在保持张拉力的情况下进行顶压，顶压压力应符合设计规定值；

2) 锚固阶段张拉端缓粘结预应力筋的内缩量应符合设计要求；当设计无具体要求时，其内缩量应符合本标准第 4.2.7 条的规定。为减少锚具变形的预应力筋内缩造成的预应力损失，可进行二次补拉并加垫片，二次补拉的张拉力为控制张拉力。

18 当缓粘结预应力筋设计为纵向受力钢筋时，侧模可在张拉前拆除，但下部支撑体系应在张拉工作完成之后拆除，提前拆除部分支撑应根据计算确定；

19 张拉后应采用砂轮锯或其它机械方法切割夹片外露部分的缓粘结预应力筋，其切断后露出锚具夹片外的长度不得小于 30mm。

33.4.7 锚具系统封闭应符合下列规定：

1 缓粘结预应力筋张拉完毕后，应及时对锚固区进行保护。当锚具采用凹进混凝土表面布置时，宜先切除外露缓粘结预应力筋多余长度，在夹片及缓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，并罩帽盖进行封闭，该防护帽与锚具应可靠连接；然后应采用微膨胀混凝土或专用密封砂浆进行封闭；

2 锚固区也可用后浇的外包钢筋混凝土圈梁进行封闭，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要求：处于一类室内正常环境时，不应小于 30mm；处于二类、三类易受腐蚀环境时，不应小于 50mm。

33.5 质量标准

33.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 预应力筋进场时，应按国家现行相关标准的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关标准的规定；

2 缓粘结预应力钢绞线进场时，应进行混凝土粘合剂量和护套厚度的检验，检验结果应符合现行行业标准《缓粘结预应力钢绞线》JG 369 的规定。经观查认为涂包质量有保证时，缓粘结预应力筋可不作油脂量和护套厚度的抽样检验；

3 缓粘结预应力钢绞线护套材料，其拉伸强度、弯曲屈服强度、断裂伸长率应符合现行国家标准《聚乙烯（PE）树脂标准》GB/T 11115 的规定；

4 预应力筋用锚具应和锚垫板、局部加强钢筋配套使用，锚具、夹具和连接器进场时，应按现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的相关规定对其性能进行检验，检验结果应符合该标准的规定。锚具、夹具和连接器用量不足检验批规定数量的 50%，且供货方提供有效的检验报告时，可不作静载锚固性能检验；

5 预应力筋安装时，其品种、规格、级别和数量应符合设计要求；

6 预应力筋的安装位置应符合设计要求；

7 预应力筋张拉或放张前，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试件抗压强度应符合设计要求，当设计无具体要求时，应符合下列规定：

1) 应达到配套锚固产品技术要求的混凝土最低强度且不应低于设计混凝土强度等级的 75%；

2) 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。

8 对后张法预应力结构构件，钢绞线出现断裂或滑脱的数量不应超过同一截面钢绞线

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；

9 先张法预应力筋张拉锚固后，实际建立的预应力值与工程设计规定检验值的相对允许偏差为±5%；

10 锚具的封闭保护措施应符合设计要求。当设计无具体要求时，外露锚具和预应力筋的混凝土保护层厚度不应小于：一类环境时 20mm，二 a、二 b 类环境时 50mm，三 a、三 b 类环境时 80mm。

33.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 缓粘结预应力钢绞线护套应无裂纹；

2 预应力筋用锚具、夹具和连接器进场时，应进行外观检查，其表面应无污物、锈蚀、机械损伤和裂纹；

3 预应力筋端部锚具制作质量应符合下列规定要求：

1) 钢绞线挤压锚具挤压完成后，预应力筋外端露出挤压套筒的长度不应小于 1mm；

2) 钢绞线压花锚具的梨形头尺寸和直线锚固段长度不应小于设计值；

3) 钢丝镦头不应出现横向裂纹，镦头的强度不得低于钢丝强度标准值的 98%。

4 预应力筋安装质量应符合下列规定：

1) 锚垫板的承压面应与预应力筋或孔道曲线末端垂直，预应力筋或孔道曲线末端直线段长度应符合表 33.5.2-1 的规定；

表 33.5.2-1 预应力曲线起始点与张拉锚固点之间直线段最小长度

预应力筋张拉控制应力 $N(\text{kN})$	$N \leq 1500$	$1500 < N \leq 6000$	$N > 6000$
直线段最小长度(mm)	400	500	600

2) 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 33.5.2-2 的规定，其合格率应达到 90% 及以上，且不得超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

表 33.5.2-2 预应力筋或成孔管道定位控制点的竖向位置允许偏差

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

5 预应力筋张拉质量应符合下列规定：

1) 采用应力控制法张拉时，张拉力下预应力筋的实测伸长值与计算伸长值的相对允许偏差为±6%；

2) 先张法预应力构件，应检查预应力筋张拉后的位置偏差，张拉后预应力筋的位置与设计位置的偏差不应大于 5mm，且不应大于构件截面短边边长的 4%。

6 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合表 33.5.2-3 的规定；

表 33.5.2-3 张拉端预应力筋的内缩量限值 (mm)

锚具类别		内缩量限值 (mm)
支承式锚具(墩头锚具等)	螺帽缝隙	1
	每块后加垫板的缝隙	1
锥塞式锚具		5
夹片式锚具	有顶压	5
	无顶压	6~8

7 后张法预应力筋锚固后，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。

33.6 成品保护

33.6.1 在不同规格、品种的缓粘结预应力筋上，均应有易于区别的标记或标牌。

33.6.2 缓粘结预应力筋在工厂加工成形后，可整盘包装运输或按设计下料组装后成盘运输，整盘运输应采用可靠保护措施，避免包装破损及散包；工厂下料组装后，宜单根或多根合并成盘后运输，长途运输时，应采取有效的包装措施。

33.6.3 装卸吊装及搬运时，不得摔砸踩踏，避免钢丝绳或其它坚硬吊具与缓粘结预应力筋的外包层直接接触。

33.6.4 缓粘结预应力筋应按规格、品种成盘或顺直地分开堆放在通风干燥处，露天堆放时，不得直接与地面接触，并应采取覆盖措施。

33.6.5 锚具、夹具和连接器在装运、存放及使用期间均应妥善保管，避免锈蚀、沾污、遭受机械损伤，混淆或散失。

33.6.6 缓粘结预应力筋及锚固节点铺设与安装定位后，应防止其它工序作业改变其位置或对其产生损伤。

33.6.7 混凝土浇筑时，应防止振捣器冲击缓粘结预应力筋而导致外包塑料套管破损。

33.6.8 缓粘结预应力筋张拉作业完成之后，锚具封闭之前，应对锚具与外露预应力筋进行严格保护，防止机械或电弧对其产生损伤。

33.7 注意事项

33.7.1 缓粘结预应力筋用的钢绞线不应有死弯，展开后应平顺且伸直性好，表面不得有油污、氧化铁皮、裂纹、小刺或机械损伤。

33.7.2 缓粘结预应力筋铺放之前，对护套破损处应进行修补，直至符合标准要求；严重破损的应予以报废。

33.7.3 预应力筋张拉之前，不得拆除梁板结构的底模与支撑。如楼板采用早拆模板体系，应按施工方案要求保留支撑。

33.7.4 缓粘结预应力筋的张拉控制应力不宜超过 $0.75f_{ptk}$ ，并应符合设计要求。如施工工艺需提高张拉控制应力值时，不得大于 $0.8f_{ptk}$ 。

33.7.5 缓粘结预应力筋张拉顺序应符合设计要求，或根据结构特点和工艺要求提出张拉方案。

33.7.6 缓粘结预应力筋张拉过程中，当发生断裂和滑脱时，其数量不应超过结构同一截面缓粘结预应力筋总根数的 2%，且每束钢丝不得超过 1 根；对多跨双向连续板和密肋梁，其同一截面应按开间计算。

33.7.7 缓粘结预应力筋锚固后，锚具夹片顶面宜平齐，夹片之间最大错位不应大于 4mm。

33.7.8 缓粘结预应力筋端头和锚具夹片应达到密封要求，对处于二类、三类环境条件下的缓粘结预应力筋及其锚具系统应符合全封闭保护要求。

33.7.9 缓粘结预应力钢绞线应采取措施防止缓凝粘合剂外漏，并注意现场清洁与清理。

33.7.10 预应力张拉前，检查张拉平台的安全性，并在张拉平台上搭设安全挡板，防止张拉过程中的意外事故伤及人身安全。

33.7.11 预应力张拉过程中，除非采取有效屏蔽措施，否则操作人员不得在锚具正前方活动。

33.7.12 预应力张拉过程中，测量伸长值或拆卸工具锚时，操作人员应站在千斤顶侧面，应禁止非预应力施工人员进入张拉区域。

33.7.13 预应力张拉过程中，不得敲击锚具、钢绞线和碰撞张拉设备。张拉过程中发现张拉设备运转声音异常，应立即停机检查维修。

33.7.14 油泵与千斤顶之间采用的高压油管连同油路的各部接头均须完整紧密，油路畅通，在最大工作油压下保持 5min 以上不得漏油。若有损坏者应及时修理更换。

33.7.15 特殊情况下，在更换夹具时，两端都应装上千斤顶，采取其它措施放松预应力筋时，应仔细做好施工现场的安全防护工作。

33.7.16 张拉设备使用前，应对高压油泵、千斤顶进行空载试运行，无异常情况方可正式使

用。高压油管使用前应作耐压试验，不合格的不能使用。

34 冬期施工

34.1 材料要求

34.1.1 配制冬期施工的混凝土，宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；采用蒸汽养护时，宜采用矿渣硅酸盐水泥。使用其他品种水泥，应注意其中掺合材料对混凝土抗冻、抗渗等性能的影响。混凝土最小水泥用量不宜低于 $280\text{kg}/\text{m}^3$ ，水胶比不应大于 0.55。

34.1.2 选用材料应符合国家现行标准《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325、《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119、《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104、《人工砂应用技术规程》DB11/T 1133、《混凝土矿物掺合料应用技术规程》DB11/T 1029、《预拌混凝土质量管理规程》DB11/385 的规定。

34.1.3 拌制混凝土所用的骨料应清洁，不得含有冰、雪、冻块及其它易冻裂物质。在掺用含有钾、钠离子的防冻剂混凝土中，不得采用活性骨料或在骨料中混有此类物质的材料。

34.1.4 采用非加热养护法施工所选用的外加剂应含引气组份或掺入引气剂，含气量宜控制在 3%~5%。

34.1.5 综合蓄热法施工应选用早强剂或早强型复合防冻剂，并应具有减水、引气作用。

34.2 主要机具

34.2.1 保温材料应准备密度不小于 $12\text{kg}/\text{m}^3$ 阻燃聚苯板、阻燃保温被、塑料布或彩条布等。

34.2.2 测温器具应准备木制百叶箱、大气测温高低温度计、电子测温计、玻璃酒精温度计、直径 $\phi 10$ ，长度 150mm~250mm 的钢筋棍、已编号的三角旗等。

34.3 作业条件

34.3.1 冬期施工应编制冬施方案，绘制测温孔布置图，并对冬施方案及钢筋、模板、混凝土等各分项工程进行技术交底。

34.3.2 相关人员、保温材料、测温器具、安全防护措施应到位。

34.3.3 冬期施工前应以书面形式向混凝土供应单位提出冬期混凝土各个施工阶段的技术要求。

34.3.4 混凝土输送泵、泵管应按照要求保温。

34.3.5 混凝土在运输、浇筑过程中的温度和覆盖的保温材料，应按规定进行热工计算并符合要求。

34.3.6 直螺纹等钢筋机械连接，钢筋加工采用的冷却液、润滑油等应按防冻要求更换。

34.3.7 测温人员应通过技术培训、书面技术和安全交底。

34.3.8 测温人员应熟悉测孔情况，并亲自埋置测孔或现场进行孔位交接。

34.3.9 混凝土浇筑前应清除模板和钢筋上的冰雪和杂物。

34.4 技术措施

34.4.1 钢筋冷拉时温度不宜低于-20，预应力钢筋张拉温度不宜低于-15。

34.4.2 钢筋的冷拉和张拉设备以及仪表和液压工作系统油液应根据环境温度选用，并应在使用温度条件下进行配套校验。

34.4.3 钢筋负温焊接，可采用闪光对焊、电弧焊及电渣压力焊等焊接方法。当采用细晶粒热轧钢筋时，其焊接工艺应经试验确定。当环境温度低于-20时，不宜进行施焊。

34.4.4 钢筋焊接前应进行焊接试验，低温施工应调整焊接工艺。雪天或施焊现场风速超过3级时，应采取遮蔽措施，焊接后未冷却的接头应避免碰到冰雪。

34.4.5 当环境温度低于-20时，不得对HRB400、HRB500钢筋进行冷弯加工。

34.4.6 冬期施工混凝土宜采用蓄热法及综合蓄热法施工，其受冻临界强度应符合下列规定

1 当室外最低温度不低于-15时，采用综合蓄热法施工的混凝土受冻临界强度不得低于4.0MPa；

2 强度等级等于或高于C50的混凝土，受冻临界强度不宜低于设计混凝土强度等级值的30%；

3 有抗渗要求的混凝土，不宜小于设计混凝土强度等级值的50%；

4 有抗冻耐久性要求的混凝土，不宜低于设计混凝土强度等级值的70%；

5 混凝土早期强度可通过成熟度法估算，再通过现场同条件养护试件抗压强度报告确定。成熟度的估算方法应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的规定。

34.4.7 在与预拌混凝土供应单位签订的技术合同中应注明冬期施工质量保证措施。混凝土生产单位应采取措施，保证混凝土出机温度、混凝土受冻临界强度符合要求。

34.4.8 冬期不得在强冻胀性地基上浇筑混凝土；当在弱冻胀性地基上浇筑混凝土时，基土不得受冻。当在非冻胀性地基上浇筑混凝土时，混凝土受冻临界强度应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T104的规定。

34.4.9 型钢混凝土组合结构，浇筑混凝土前应对型钢进行预热，预热温度宜大于混凝土入模温度。

34.4.10 当分层浇筑大体积结构时，已浇筑层的混凝土温度在被上一层混凝土覆盖前，温度

不得低于 2 。当采用加热养护时，混凝土养护前的温度不得低于 2 。

34.4.11 混凝土浇筑后应采用塑料布等防水材料对裸露表面覆盖并保温。对边、棱角部位的保温厚度应增大到面部位的 2 倍~3 倍。混凝土在初期养护期间应防风防失水。

34.4.12 钢制大模板、铝合金模板在支设前，背面应进行保温；木模板安装后应在背面张挂阻燃保温被进行保温；钢筋桁架楼承板混凝土浇筑完成后除覆盖保温材料外，宜在板下设置电伴热加强保温措施；保温工作完成后应进行预检。支撑不得支在冻土上，如支撑下是素土，为防止冻胀应采取保温防冻胀措施。

34.4.13 模板和保温层在混凝土达到受冻临界强度并冷却到 5 后方可拆除。墙体混凝土强度达 1.2N/mm² 后，可先拧松螺栓，使侧模板轻轻脱离混凝土后，再合上继续养护到拆模。为防止表面裂缝，混凝土表面温度与环境温度差大于 20 时，拆模后的混凝土表面应及时覆盖，使其缓慢冷却。

34.4.14 混凝土出机温度不应低于 10 ，入模温度不应低于 5 。

34.5 冬施测温管理

34.5.1 混凝土冬季施工时应派专人认真做好各项测温记录。测温项目与次数见表 34.5.1。

表 34.5.1 混凝土冬期施工测温项目和次数

测温项目	测温次数
室外气温	测量最高、最低气温
环境温度	每昼夜不少于 4 次
混凝土出罐、浇筑、入模温度	每一工作班次不少于 4 次

34.5.2 采用蓄热法或综合蓄热法时，混凝土养护温度应在混凝土达到受冻临界强度之前每隔 4h~6h 测量一次。

34.5.3 测温孔的布置应符合下列规定：

- 1 测孔宜设在迎风面；
- 2 孔深宜为 50mm~100mm；
- 3 点位布置应当灵活，既能反映最不利情况下的混凝土养护温度，也能反映该批次混凝土平均养护温度。

34.5.4 混凝土养护温度的测定方法应符合下列规定：

- 1 全部测温孔均应编号，绘制测温孔布置图，并在结构实体对应位置做出明显标识；
- 2 测温时，测温元件应采取措施与外界气温隔离；测温元件测量位置应处于结构表面下 20mm 处，留置在测温孔内的时间不应少于 3min ；
- 3 采用非加热法养护时，测温孔应在易于散热的部位设置；当采用加热养护时，应在

离热源不同位置分别设置；

4 采用酒精温度计测温时，浇筑混凝土后应立即用钢筋棍按测孔位置及深度要求插入混凝土，混凝土终凝前拔出钢筋棍，插上标志测孔位置的小旗，测温孔应用保温材料封堵。按测孔编号顺序测温，并现场记录。测温后覆盖保温材料，并把小旗插在测孔内。当发现施工部位温度变化异常时，应及时向现场技术部门反映情况，采取措施。

34.6 冬施试块管理

34.6.1 混凝土试块应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定留置。

34.6.2 冬期施工混凝土应增加不少于两组与结构同条件养护的试块，一组用于检查混凝土受冻临界强度，另一组或一组以上试件用于检查混凝土拆模强度或拆除支撑强度或负温转常温后强度检查等。

34.7 成品保护

34.7.1 钢制大模板背面用作保温的聚苯板应固定、粘接牢固、严密，保持完好，可加设覆盖保护层以防脱落。

34.7.2 在已浇的楼板上测温、覆盖时，应在铺好的脚手板上操作，避免踩踏脚印。

34.8 注意事项

34.8.1 预拌混凝土防冻剂应在进场前由试验室提前复试、进入施工现场后进行抽样检验，合格后方准使用。

34.8.2 混凝土在养护期间应防风防失水。混凝土浇筑后在裸露混凝土表面宜用塑料布、阻燃保温被等材料及时进行保湿、保温覆盖。覆盖时应防止踩坏混凝土表面。对边、棱角部位的保温厚度可增大到面部位的 2 倍~3 倍。

34.8.3 混凝土养护期间应检查混凝土表面是否受冻、拆模是否粘连、有无受冻表面结冰或收缩裂缝，拆模时混凝土边角是否脱落，施工缝处有无受冻痕迹。发现不符之处，应及时增加覆盖和调整施工安排。

34.8.4 同条件养护试块的养护条件应与施工现场结构养护条件相一致。

34.8.5 采用成熟度法推算混凝土强度时，应检查测温记录与计算公式要求是否相符，有无差错。

34.8.6 采用电加热养护时，应检查测温记录与计算公式要求是否相符，有无差错。

34.8.7 冬期施工应提前编制施工方案，明确各项生产安排、技术措施、资源准备和管理措

施等，各项质量保证资料应齐全、真实，具有指导性和可追溯性。

34.8.8 保温养护用塑料薄膜、聚苯板、阻燃保温被等拆除后，不得随意丢弃，应按要求整齐码放于指定地点，重复利用，不能重复利用的材料，应运至现场垃圾站统一处理。

35 雨期施工

35.1 主要机具

35.1.1 混凝土施工应准备混凝土输送机具、插入式振捣棒、铁锹、铁盘、木抹子、小平锹、吊斗、手推车等。

35.1.2 雨期防汛料具应准备塑料布、潜水泵、水桶、编织袋、胶皮管等。

35.2 作业条件

35.2.1 施工现场在雨季到来之前，应选好排水方向，重点进行场地平整，使现场排水畅通，路面硬化并且不得有积水。为提高深基坑安全度，应尽可能提早在雨季来临前进行肥槽回填，未回填或回填未完的基坑边应做好挡水堰、散水。

35.2.2 地下工程，除做好工程的降水、排水外，还应做好基坑边坡变形监测、防护、防塌、防泡等工作，要防止雨水倒灌，影响正常生产，危害建筑物安全。地下车库坡道出入口可搭设防雨棚、围挡水堰防倒灌。

35.2.3 施工前应编制雨施方案，并逐级进行针对性交底。

35.2.4 每天或每重要部位混凝土浇筑施工前应掌握天气变化情况，充分考虑雨施对工程的影响。

35.2.5 雨施材料设备应提前进场。

35.2.6 所有材料堆放场地应密实坚固，保证堆放安全。材料库房、机房、生活用房等应做好排水，防止漏水或倒灌，并进行防风加固，保障安全。

35.2.7 应做好结构作业层以下各楼层水平孔洞围堰、封堵工作，防止雨水从楼层进入地下室。

35.2.8 施工机械、机电设备应提前做好防护，现场供电系统应做到线路、箱、柜完好可靠，绝缘良好，防漏电装置灵敏有效。机电设备设防雨棚并有接零保护。

35.2.9 必要时应架设防雷措施，并应做到灵敏、有效。

35.3 施工技术措施

35.3.1 高温施工应符合下列规定：

1 在与预拌混凝土供应单位签订的技术合同中应注明高温施工质量保证措施。预拌混凝土生产单位应对骨料采取遮阳防晒或喷雾等降温措施，根据环境温度、湿度、风力和采取温控措施的实际情况，调整混凝土配合比，混凝土拌合物出机温度不宜大于 30 ；

2 混凝土宜采用白色涂装的混凝土搅拌运输车运输；混凝土输送管应进行遮阳覆盖，并应洒水降温；

3 混凝土浇筑入模温度不应高于 35 ；

4 混凝土浇筑宜在早间或晚间进行，且应连续浇筑。当混凝土水分蒸发较快时，应在施工作业面采取挡风、遮阳、喷雾等措施；

5 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积水；

6 混凝土浇筑完成后，应及时进行保湿养护。侧模拆除前宜采用带模湿润养护。

35.3.2 雨期施工应符合下列规定：

1 模板支撑系统应搭设在牢固坚实的基础上，未做硬化的地面宜做硬化，并加通长垫木，避免支撑下沉，雨后应对模板及支架进行检查。梁柱及板墙模板应留清扫口，以利排除杂物及积水；

2 应对各类模板加强防风紧固措施，尤其在临时停放时应防止大风失稳。大风后要及时检查模板拉索是否紧固；

3 应选用具有防雨水冲刷性能的脱模剂。涂刷水性脱模剂的模板，应采取有效措施防止脱模剂被雨水冲刷并在雨后及时补刷，保证顺利脱模和混凝土表面质量；

4 钢筋焊接不得在雨天进行，防止焊缝或接头脆裂。电渣压力焊药剂应按规定烘焙；

5 雨后应对钢筋进行除锈，以保证钢筋混凝土握裹力质量；

6 直螺纹钢筋接头应对丝头进行覆盖防锈；丝头在运输过程中应妥善保管，避免雨淋、沾污、遭到机械损伤。连接套筒在运输、储存过程中均应妥善保管，避免雨淋、沾污、遭受机械损伤；

7 在与预拌混凝土供应单位签订的技术合同中应注明雨施质量保证措施。预拌混凝土生产单位应对水泥和矿物掺合料采取防水和防潮措施。并对粗骨料、细骨料的含水率进行监测，及时调整混凝土配合比；

8 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检测工作；

9 雨期施工期间，除应采用防护措施外，小雨、中雨天气不宜进行混凝土露天浇筑，且不应进行大面积作业的混凝土露天浇筑；大雨、暴雨天气不应进行混凝土露天浇筑；

10 混凝土浇筑分层面出现积水时，应在排水后再浇筑混凝土；

11 混凝土浇筑过程中，因雨水冲刷致使水泥浆流失严重的部位，应采取补救措施后再

继续施工；

12 混凝土浇筑完毕后，应及时采取覆盖塑料薄膜等防雨措施；

13 塑料薄膜、塑料布等拆除后，不得随意丢弃，应按要求整齐码放于指定地点，重复利用，不能重复利用的材料，应运至现场垃圾站统一处理；

14 强风来临前，应对尚未浇筑混凝土的模板和支架采取临时加固措施；强风结束后，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。

35.4 成品保护

35.4.1 地下室顶板后浇带、各层洞口周围可用胶合板或钢板及水泥砂浆围挡进行封闭。底板后浇带保护具体做法见图 35.4.1，并在大雨过后或不定期将后浇带内积水排出。而楼梯间处可用临时挡雨棚罩或在底板上临时留集水坑以便抽水。

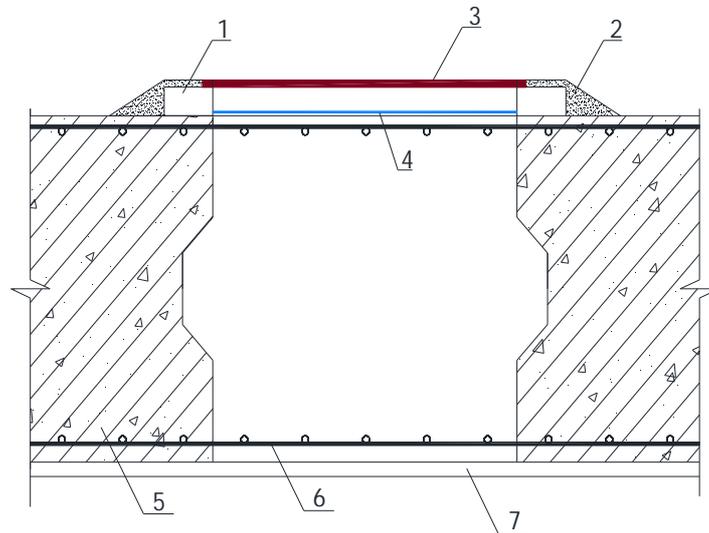


图 35.4.1 底板后浇带的成品保护

1—一皮页岩砖；2—水泥砂浆；3—木胶合板或钢板；4—塑料薄膜；

5—基础底板或楼板；6—板筋；7—垫层或楼板模板

35.4.2 外墙后浇带可用预制钢筋混凝土板、钢板、胶合板或不大于 240mm 厚砖模进行封闭，见图 35.4.2。

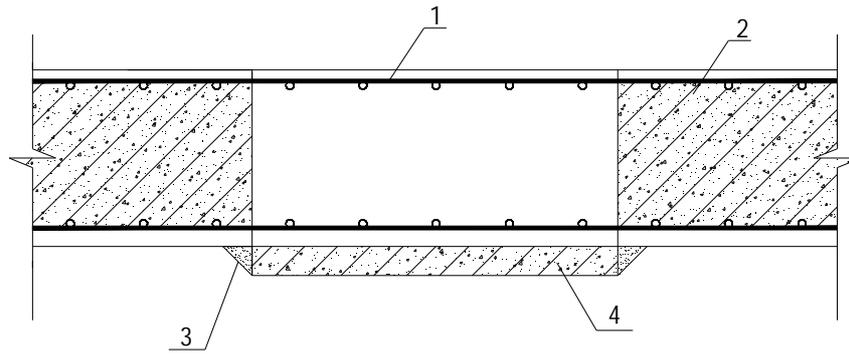


图 35.4.2 外墙后浇带的成品保护

1—墙体钢筋；2—地下室外墙；3—砂浆封堵；

4—预制钢筋混凝土板（可代替后浇带模板，沿墙高布置）

35.4.3 地下室应绘制照明及水泵位置图，规范架线，谨防触电。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”，

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”

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

引用标准名录

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| 1、《建筑抗震设计规范》 | GB 50011 |
| 2、《钢结构设计规范》 | GB 50017 |
| 3、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 | GB 50018 |
| 4、《普通混凝土拌合物性能试验方法》 | GB 50080 |
| 5、《混凝土强度检验评定标准》 | GB/T 50107 |
| 6、《混凝土外加剂应用技术规范》 | GB 50119 |
| 7、《混凝土结构工程施工质量验收规范》 | GB 50204 |
| 8、《钢结构工程施工及验收规范》 | GB 50205 |
| 9、《民用建筑工程室内环境污染控制规范》 | GB 50325 |
| 10、《水泥基灌浆材料应用技术规范》 | GB/T 50448 |
| 11、《大体积混凝土施工标准》 | GB 50496 |
| 12、《预防混凝土碱骨料反应技术规范》 | GB/T 50733 |
| 13、《通用硅酸盐水泥》 | GB175 |
| 14、《水泥化学分析方法》 | GB/T 176 |
| 15、《碳素结构钢》 | GB 700 |
| 16、《液化石油气》 | GB 1117 |
| 17、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母，垫圈与技术条件》 | GB/T 1231 |
| 18、《钢结构用高强度大六角头螺栓》 | GB/T 1228 |
| 19、《熔化焊用钢丝》 | GB/T 1495 |
| 20、《钢筋混凝土用钢 第1部分:热轧光圆钢筋》 | GB/T 1499.1 |
| 21、《钢筋混凝土用钢第2部分: 热轧带肋钢筋》 | GB/T 1499.2 |
| 22、《低合金高强度结构钢》 | GB/T 1591 |
| 23、《低压流体输送用焊接钢管》 | GB/T 3091 |
| 24、《变形铝及铝合金化学成分》 | GB/T 3190 |
| 25、《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》 | GB 3632 |
| 26、《工业氧》 | GB/T 3863 |
| 27、《碳素钢焊条》 | GB5117 |
| 28、《低合金钢焊条》 | GB5118 |

-
- | | |
|-------------------------------------|-------------|
| 29、《预应力混凝土用钢丝》 | GB/T 5223 |
| 30、《预应力混凝土用钢绞线》 | GB/T 5224 |
| 31、《埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合》 | GB 5293 |
| 32、《六角头螺栓 A 和 B 级》 | GB 5782 |
| 33、《六角头螺栓 C 级》 | GB 5780 |
| 34、《梯形螺纹第 2 部分：直径与螺距系列》 | GB/T 5796.2 |
| 35、《梯形螺纹第 3 部分：基本尺寸》 | GB/T 5796.3 |
| 36、《建筑材料放射性核素限量》 | GB 6566 |
| 37、《溶解乙炔》 | GB 6819 |
| 38、《一般工业用铝合金挤压型材》 | GB/T 6892 |
| 39、《混凝土外加剂》 | GB 8076 |
| 40、《油气田液化石油气》 | GB 9052.1 |
| 41、《混凝土搅拌机》 | GB/T 9142 |
| 42、《圆柱头焊钉》 | GB 10433 |
| 43、《聚乙烯 PE 树脂》 | GB/T 11115 |
| 44、《液化石油气》 | GB 11174 |
| 45、《一般工程用铸造碳钢件》 | GB/T 11352 |
| 46、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》 | GB 13014 |
| 47、《直缝电焊钢管》 | GB/T 13793 |
| 48、《预应力筋用锚具、夹具和连接器》 | GB/T 14370 |
| 49、《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》 | GB 1499.2 |
| 50、《预拌混凝土》 | GB/T 14902 |
| 51、《混凝土模板用胶合板》 | GB/T 17656 |
| 52、《混凝土模板用胶合板》 | GB/T 17658 |
| 53、《无粘结预应力钢绞线》 | JG/T 161 |
| 54、《缓粘结预应力钢绞线》 | JG/T 369 |
| 55、《缓粘结预应力钢绞线专用粘合剂》 | JG/T 370 |
| 56、《塑料模板》 | JG/T 418 |
| 57、《无粘结预应力筋专用防腐润滑脂》 | JG 3007 |
| 58、《预应力混凝土用金属螺旋管》 | JG/T 3013 |

59、《竹胶合模板》	JG/T 3026
60、《高层建筑混凝土结构技术规程》	JGJ 3
61、《钢筋焊接及验收规程》	JGJ 18
62、《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》	JGJ 52
63、《普通混凝土配合比设计规程》	JGJ 55
64、《建筑工程大模板技术规程》	JGJ 74
65、《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》	JGJ 85
66、《无粘结预应力混凝土结构技术规程》	JGJ 92
67、《建筑工程冬期施工规程》	JGJ/T104
68、《钢筋机械连接通用技术规程》	JGJ 107
69、《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》	JGJ 114
70、《现浇混凝土空心楼盖技术规程》	JGJ/T 268
71、《高强混凝土应用技术规程》	JGJ/T 281
72、《自密实混凝土应用技术规程》	JGJ/T 283
73、《建筑塑料复合模板工程技术规程》	JGJ/T 352
74、《组合铝合金模板技术规程》	JGJ 386
75、《预拌混凝土质量管理规程》	DB11/ 385
76、《混凝土矿物掺合料应用技术规程》	DB11/T 1029
77、《人工砂应用技术规程》	DB11/T 1133

北京市地方标准

建筑工程施工工艺规程 第3部分：混凝土结构工程

Construction process specification for construction
engineering part 3: concrete structures

DB11/T1832.3-2021

条文说明

2021 北京

目次

12 钢筋加工	257
16 钢筋电弧焊连接	258
23 冷轧带肋钢筋焊接网施工.....	259
24 钢筋与钢板或型钢焊接.....	260
26 底板大体积混凝土施工.....	261
27 后浇带混凝土施工.....	262
28 型钢混凝土结构混凝土施工.....	263
29 钢管混凝土柱混凝土施工.....	264
31 有粘结预应力工程.....	265
32 无粘结预应力工程.....	266
33 缓粘结预应力工程.....	267
34 冬期施工	268
35 雨期施工	269

12 钢筋加工

12.3 作业条件

12.3.5 工程中钢筋翻样一般参照《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》系列图集 G101-1、2、3 等进行。

16 钢筋电弧焊连接

16.4 施工工艺

16.4.11-1 在环境温度低于-5 的条件下进行焊接时，为钢筋低温焊接。

16.4.11-2，这种运弧方式可使接头端部的钢筋达到一定的预热效果，提高焊接性能。

16.4.11-3 采用回火焊道施焊法，可以消除或减少前层焊道及过热区的淬硬组织，改善接头的性能。

23 冷轧带肋钢筋焊接网施工

23.4 施工工艺

23.4.3 按布置图的网片编号进行安装,是确保安装正确的有效手段,否则由于安装位置不对,导致返工时很难拆除。叠搭法即一张网片叠在另一张网片上的搭接方法。

23.4.7 铺设面网时,网片的横向分布筋在受力筋的下方目的是为了保证钢筋的有效长度和保护层厚度。

24 钢筋与钢板或型钢焊接

19.4施工工艺

19.4.6-13 钢筋与型钢或钢板在环境温度低于-5 的条件下进行焊接时，为低温焊接，需调整焊接工艺参数，使焊缝和热影响区缓慢冷却。

进行平焊、立焊、运弧方式不同，目的是为了使接头端部的钢筋和型钢达到一定的预热效果。

回火焊道施焊法，即最后回火焊道的长度比前层焊道在两端各缩短 4mm~6mm，目的是为了消除或减少前层焊道及过热区的淬硬组织，改善焊接的性能。

26 底板大体积混凝土施工

26.4 施工工艺

26.4.2-4 混凝土浇筑可根据面积大小选择适宜的浇筑方法，其中全面分层法适用于结构平面尺寸不大于 14m、厚度 1m 以上基础底板，分段分层适用于厚度不太大，面积或长度较大的基础底板，斜面分层适用于结构的长度超过宽度的 3 倍的基础底板。

27 后浇带混凝土施工

27.4 施工工艺

27.4.6 后浇带混凝土可采用补偿收缩混凝土。补偿收缩混凝土的养护应符合下列规定：

- 1 补偿收缩混凝土浇筑完成后，应及时对暴露在大气中的混凝土表面进行潮湿养护，养护期不得少于 14d；
- 2 对于水平构件，常温施工时，可采取覆盖塑料薄膜并定时洒水等方式养护；
- 3 底板宜采取直接蓄水养护方式；
- 4 墙体浇筑完成后，可在顶端设多孔淋水管，达到脱模强度后，可松动对拉螺栓，使墙体外侧与模板之间有 2-3mm 的缝隙，确保上部淋水进入模板与墙壁间，也可采取其他保湿养护措施。

28 型钢混凝土结构混凝土施工

28.4 施工工艺

28.4.2 夏季为防止混凝土核心温度过高,本标准规定混凝土浇筑宜在上午进行或浇筑前采取自来水冲洗劲钢结构降温措施。

29 钢管混凝土柱混凝土施工

钢管混凝土即在薄壁钢管内填充混凝土,将两种不同性质的材料组合而形成的复合结构,它是将钢管结构和钢筋混凝土结构的优点结合在一起而发展起来的新型结构。由于钢管混凝土结构能够更有效地发挥钢材和混凝土两种材料各自的优点,同时克服了钢管结构容易发生局部屈曲的缺点。钢管混凝土作为一种结构构件形式最早在 19 世纪 80 年代被设计应用做桥墩,然后随着科学技术的提高使它的应用范围得到了很大的扩展。从 80 年代末开始,钢管混凝土在我国的土建工程中的应用发展很快。近年来,随着理论研究的深入和新施工工艺的产生,工程应用日益广泛。

29.1 主要材料

29.1.1 钢管混凝土柱用的钢管用的钢管,焊接、制作要求较高,因此一般优先采用螺旋焊管,无螺旋焊接管时。焊接时除一般钢结构的制作要求外要严格保证管的平、直,不得有翘曲,表面锈蚀和冲击痕迹。特别是它对钢管内壁的除锈要求,可能会增加钢管的制作周期,在制作难度上也较普通钢结构高。钢管混凝土结构按照截面形式的不同可以分为矩形钢管混凝土结构、圆钢管混凝土结构和多边形钢管混凝土结构等,其中矩形钢管混凝土结构和圆钢管混凝土结构应用较广泛。

29.1.3 自密实混凝土具有高流动性、均匀性和稳定性,浇筑时无需或仅需轻微外力振捣,能够在自重作用下流动并能充满模板空间,钢管混凝土施工空间受限、浇筑深度和高度大,因此规定宜采用自密实混凝土。

29.7 注意事项

29.7.1 钢管混凝土结构要求浇筑硬化后的混凝土与钢管壁之间结合紧密,以便共同工作,因此,规定应采取降低混凝土收缩变形的措施。常用的措施有掺入优质矿物掺合料取代部分水泥,减少水泥化学收缩,或掺入膨胀剂来补偿混凝土收缩,但膨胀剂掺量需通过试验确定。混凝土浇筑完成后的蓄水养护,能减少混凝土早期塑形收缩。

29.7.7 泵车施工时如果出现灰斗内无混凝土时会造成灰斗压力过大,石子伤人。

29.7.8 泵送混凝土时,弯头、泵车锥形管等部位受混凝土压力最大,容易脱开,出现爆管伤人事件,因此施工时需特别注意弯头、泵车锥形管等部位的加固。清洗输送管时,砂石等容易从管端出料口喷射出伤人,因此规定管端设挡板或安全罩,杆端附近不允许站人。

31 有粘结预应力工程

31.1 材料要求

31.1.6 锚具、夹具和连接器用量不足检验批规定的 50%，且供货方提供有效的检验报告时，可不作静载锚固性能检验。

31.4 施工工艺

31.4.4 预应力筋在浇筑混凝土前穿入孔道的穿束方法称为先穿束法，预应力筋在浇筑混凝土

后穿入孔道的穿束方法称为后穿束法。

32 无粘结预应力工程

32.1 材料要求

32.1.9 锚具、夹具和连接器用量不足检验批规定的 50%，且供货方提供有效的检验报告时，可不作静载锚固性能检验。

33 缓粘结预应力工程

33.1 材料要求

33.1.1 缓粘结材料的固化时间和张拉适用期应从材料开始加工开始起算，应在张拉适用期限内完成张拉。

33.1.10 锚具、夹具和连接器用量不足检验批规定的 50%，且供货方提供有效的检验报告时，可不作静载锚固性能检验。

34 冬期施工

34.4 技术措施

34.4.7 搅拌站应根据技术合同中冬期混凝土各项指标要求，采取相应措施，确保混凝土质量，并符合下列规定：

1 采用强度等级低于 42.5 的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥，拌合水最高温度不得超过 80 ，骨料最高温度不得高于 60 。采用强度等级高于及等于 42.5 的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥拌合水最高温度不得高于 60 ，骨料最高温度不得高于 40 。混凝土原材料加热应优先采用水加热的方法，当水加热不能满足要求时，再对骨料进行加热。对只能采用蓄热法施工的少量混凝土，水、骨料加热达到的温度仍不能满足热工计算要求时，可提高水温到 100 ，但水泥不得与 80 以上的水直接接触。水泥、外加剂、矿物掺合料不得直接加热，使用前宜运入暖棚内预热。

2 水加热宜采用蒸汽加热、电加热、汽水热交换罐或其他加热方法。加热水使用的水箱或水池应予保温，其容积应能使水温保持达到规定的使用温度要求。

3 砂加热应在开盘前进行，并使各处加热均匀。当采用保温加热料斗时，宜配备两个，交替加热使用。每个料斗容积可根据机械可装高度和侧壁斜度等要求进行设计，每一个斗的容量不宜小于 3.5m³。

4 在日最低气温为-5 ，可采用早强剂、早强减水剂，也可采用规定温度为-5 的防冻剂。当日最低气温低于-10 或-15 时，可分别采用规定温度为-10 或-15 的防冻剂，并应加强保温并采取防早期脱水措施。搅拌混凝土时，骨料中不得带有冰、雪及冻团。

34.6.2 冬期施工中，为有效控制负温混凝土质量，本标准规定冬期施工混凝土增加不少于两组与结构同条件养护的试块，一组用于检查混凝土受冻临界强度，另一组或一组以上试件用于检查混凝土拆模强度或拆除支撑强度或负温转常温后强度检查等。常温是指按现行行业标准《冬期施工规程》JGJ/T104 中规定的解除冬期施工时间确定，即当室外日平均气温连续 5d 高于 5 解除冬期施工。为保证真实反映负温混凝土强度，同条件养护试块转入常温宜不少于 28 天后进行强度检验。

35 雨期施工

35.3 施工技术措施

35.3.1-1 高温施工时，搅拌站可通过混凝土试拌、试运输的工况试验，确定适合高温条件下施工的混凝土配合比。宜降低水泥用量。并可采用掺合料替代部分水泥；宜选用水化热较低的水泥；混凝土搅拌站应对料斗、储水器、皮带运输机、搅拌楼采取遮阳防晒措施。对原材料进行直接降温时，宜采用对水、粗骨料进行降温的方法。原材料最高入机温度不宜超过表 35.3.1 的规定，混凝土拌合物出机温度不宜大于 30 ；

表 35.3.1 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
粉煤灰等矿物掺合料	60

35.3.2-14 北京市气象局发布的大风蓝色预警可定义为强风，即 24 小时内可能受大风影响，平均风力可达 6 级以上，或者阵风 7 级以上；或者已经受大风影响，平均风力为 6~7 级，或者阵风 7~8 级并可能持续。