

UG

北京市地方标准

DB

编号：DB 11/ X X X X—201X

备案号：J×—201×

建筑安装分项工程施工工艺规程
第 3 部分：混凝土结构工程

Construction process specification for construction and installation
subentry engineering part 3 concrete structures

（征求意见稿）

202×—××—××发布

202×—××—××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

建筑安装分项工程施工工艺规程
第3部分：混凝土结构工程

Construction process specification for construction and installation
subentry engineering part 3 concrete structures

编 号：DB11/XXXX-201X

备案号：J× -201×

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：20××年×月×日

2020 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 术语；3 基本规定；4 地下室底板及反梁模板施工；5 现浇混凝土结构木质胶合板与竹胶板模板施工；6 现浇剪力墙结构墙体全钢大模板施工；7 柱可调钢模板施工；8 柱玻璃钢模板施工；9 密肋楼板模壳施工；10 定型组合钢模板施工；11 定型组合铝合金模板施工；12 定型组合带肋塑料模板施工；13 清水混凝土模板施工；14 爬升模板施工；15 钢筋加工 16 钢筋直螺纹连接接头加工；17 钢筋电弧焊连接；18 钢筋气压焊连接；19 钢筋闪光对焊连接；20 钢筋电渣压力焊连接；21 钢筋滚轧直螺纹连接；22 地下室底板钢筋绑扎；23 现浇框架结构钢筋绑扎；24 现浇剪力墙结构墙体钢筋绑扎；25 冷轧带肋钢筋焊接网施工；26 型钢与钢筋焊接连接；27 型钢与钢筋用可调钢筋连接器连接；28 型钢外钢筋骨架绑扎；29 预拌混凝土施工；30 混凝土泵送施工；31 超高层混凝土泵送施工；32 现浇框架结构混凝土施工；33 现浇剪力墙结构混凝土施工；34 混凝土垫层一次压光施工；35 底板大体积混凝土施工；36 后浇带混凝土施工；37 型钢混凝土施工；38 钢管混凝土施工；39 现浇混凝土空心楼盖施工；40 后张有粘结预应力施工；41 无粘结预应力施工；42 缓粘结预应力施工；43 混凝土结构冬期施工；44 混凝土结构雨季施工。

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：

本规程主要起草人员：

目次

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	4
4	地下室底板及反梁模板施工.....	5
5	现浇混凝土结构木质胶合板与竹胶板模板施工.....	10
6	现浇剪力墙结构墙体全钢大模板的施工.....	18
7	柱可调钢模板施工.....	24
8	柱玻璃钢模板施工.....	29
9	密肋楼板模壳施工.....	34
10	定型组合钢模板施工.....	43
11	定型组合铝合金模板施工.....	51
12	定型组合带肋塑料模板施工.....	60
13	清水混凝土模板施工.....	66
14	爬升模板施工.....	71
15	钢筋加工.....	79
16	钢筋直螺纹连接接头加工.....	90
17	钢筋电弧焊连接.....	93
18	钢筋气压焊连接.....	102
19	钢筋闪光对焊连接.....	109
20	钢筋电渣压力焊连接.....	117
21	钢筋滚轧直螺纹连接.....	124
22	地下室底板钢筋绑扎.....	129
23	现浇框架结构钢筋绑扎.....	137
24	现浇剪力墙结构大模板墙体钢筋绑扎.....	147
25	冷轧带肋钢筋焊接网施工.....	156
26	钢筋与钢板或型钢焊接.....	168
27	型钢与钢筋用可调钢筋连接器连接.....	174
28	型钢混凝土钢筋绑扎.....	180
29	预拌混凝土施工.....	189

30	混凝土泵送施工.....	198
31	混凝土超高泵送施工.....	207
32	现浇框架结构混凝土施工.....	217
33	现浇剪力墙结构混凝土施工.....	225
34	混凝土垫层一次压光施工.....	234
35	底板大体积混凝土施工.....	239
36	后浇带混凝土施工.....	247
37	型钢混凝土结构施工.....	251
38	钢管混凝土施工.....	258
39	现浇空心楼盖混凝土施工.....	263
40	有粘结预应力施工.....	269
41	无粘结预应力施工.....	281
42	缓粘结预应力施工.....	293
43	混凝土结构冬期施工.....	306
44	混凝土结构雨季施工.....	312
	本规程用词说明.....	316
	引用标准名录.....	317
	条文说明.....	320

1 总则

1.0.1 为加强北京市建筑工程混凝土结构工程施工管理工作，规范工艺做法，保证工程质量，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于北京市行政区域内建筑工程施工中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 术语

2.0.1 混凝土结构 concrete structure

以混凝土为主制成的结构，包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构，按施工方法可分为现浇混凝土结构和装配式混凝土结构。

2.0.2 玻璃钢模板 glass steel formwork

用玻璃纤维及其制品和不饱和聚酯树脂制造的用作混凝土浇注成型的模具材料。

2.0.3 组合带肋塑料模板 combination ribbed plastic formwork

采用回形销或塑料销连接的带肋塑料模板。

2.0.4 清水混凝土模板 architectural concrete formwork

按照清水混凝土技术要求进行设计加工，满足清水混凝土质量要求和表面装饰效果的模板。

2.0.5 爬升模板 climbing formwork

一种适用于现浇钢筋混凝土竖直或倾斜结构施工的模板工艺。以建筑物的钢筋混凝土墙体为支承主体，通过附着于已完成的钢筋混凝土墙体的爬升支架或大模板，利用连接爬升支架与大模板的爬升设备，使一方固定，另一方作相对运动，交替向上爬升，以完成模板的爬升、下降、就位和校正等工作。

2.0.6 钢筋闪光对焊 flash butt welding of reinforcing steel bar

将两钢筋以对接形式安放在对焊机上，利用电阻热使接触点金属熔化，产生强烈闪光和飞溅，迅速施加顶锻力完成的一种压焊方法。

2.0.7 箍筋闪光对焊 flash butt welding of stirrup

将待焊箍筋两端以对接形式安放在对焊机上，利用电阻热使接触点金属熔化，产生强烈闪光和飞溅，迅速施加顶锻力，焊接形成封闭环式箍筋的一种压焊方法。

2.0.8 钢筋电渣压力焊 electroslag pressure welding of reinforcing steel bar

将两钢筋安放成竖向对接形式，通过直接引弧法或间接引弧法，利用焊接电流通过两钢筋端面间隙，在焊剂层下形成电弧过程和电渣过程，产生电弧热和电阻热，熔化钢筋，加压完成的一种压焊方法。

2.0.9 型钢混凝土结构 steel reinforced concrete structure

在混凝土中主要配置型钢，并配有一定的横向箍筋及纵向受力钢筋的钢与混凝土组合结构。

2.0.10 混凝土超高泵送 pumping concrete

泵送高度超过 200m 的混凝土泵送。

2.0.11 倒置坍落度筒排空时间 inverted slump cylinder emptying time

两次测得倒置坍落度筒中混凝土拌合物的排空时间平均值。

2.0.12 坍落度经时损失 slump time loss

混凝土拌合物初始坍落度与要求静置时间坍落度值的差值。

2.0.13 型钢混凝土柱 steel reinforced-concrete columns

钢筋混凝土截面内配置型钢的柱。

2.0.14 型钢混凝土梁 steel reinforced-concrete beams

钢筋混凝土截面内配置型钢梁的梁。

2.0.15 钢板混凝土剪力墙 steel-plate reinforced-concrete shear walls

钢筋混凝土截面内配置钢板的剪力墙。

2.0.16 钢管混凝土柱 concrete-filled steel tube columns

在钢管内浇筑混凝土并由钢管和管内混凝土共同承担荷载的柱，包括圆形、矩形、多边形及其他复杂截面的钢管混凝土柱。

2.0.17 自密实混凝土 self-compacting concrete

无需外力振捣，能够在自重作用下流动并密实的混凝土。

2.0.18 补偿收缩混凝土 shrinkage-compensating concrete

由膨胀剂或膨胀水泥配制的自应力为 0.2MPa~1.0MPa 的混凝土。

2.0.21 预应力混凝土结构 prestressed concrete structure

配置受力的预应力筋，通过张拉或其他方法建立预加应力的混凝土结构。

2.0.19 有粘结预应力混凝土结构 post-tensioned bonded prestressed concrete structure

在混凝土达到规定强度后，通过张拉预应力筋并在结构上锚固而建立预应力的混凝土结构。

2.0.20 无粘结预应力混凝土结构 post-tensioned unbonded prestressed concrete structure

配置与混凝土之间可保持相对滑动的无粘结预应力筋的后张法预应力混凝土结构锚固而建立预应力的混凝土结构。

2.0.21 缓粘结预应力混凝土结构 retard-bonded concrete structure

配置缓粘结预应力筋并经过张拉建立预加应力的混凝土结构。

3 基本规定

3.0.1 承担混凝土结构工程施工的施工单位应具备相应的资质，并应建立相应的质量管理体系、施工质量控制和检验制度。

3.0.2 施工项目部的机构设置和人员组成，应满足混凝土结构工程施工管理的需要。施工操作人员应经过培训，应具备各自岗位需要的基础知识和技能水平。

3.0.3 施工单位应根据设计文件盒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。

3.0.4 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。

3.0.5 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。

4 地下室底板及反梁模板施工

4.1 材料要求

4.1.1 混凝土木模板所使用胶合板可分为木胶合板和竹胶合板。

4.1.2 木胶合板的规格尺寸和物理力学性能应分别符合表 4.1.2-1 和表 4.1.2-2 的规定。

表 4.1.2-1 木胶合板规格尺寸 (mm)

幅面尺寸				厚度 (h)
模数制		非模数制		
宽度	长度	宽度	长度	
-	-	915	1830	$12 \leq h < 15$
900	1800	1220	1830	$15 \leq h < 18$
1000	2000	915	2135	$18 \leq h < 21$
1200	2400	1220	2440	$21 \leq h < 24$
		1250	2500	

表 4.1.2-2 木胶合板物理力学性能指标值表

项目 单位	单位	厚度 (mm)			
		$12 \leq h < 15$	$15 \leq h < 18$	$18 \leq h < 21$	$21 \leq h < 24$
含水率	%	6~14			
胶合强度	MPa	≥ 0.70			
静曲强度	顺纹	≥ 50	≥ 45	≥ 40	≥ 35
	横纹	≥ 30	≥ 30	≥ 30	≥ 25
弹性模量	顺纹	≥ 6000	≥ 6000	≥ 5000	≥ 5000
	横纹	≥ 4500	≥ 4500	≥ 4000	≥ 4000
浸渍剥离性能		浸渍胶膜纸贴面与胶合板表层上的每一边累计剥离长度不超过 25 mm			

4.1.3 竹胶合板模板规格尺寸和物理力学性能应分别符合表 4.1.3-1 和表 4.1.3-2 的规定。

表 4.1.3-1 竹胶合板规格尺寸 (mm)

长度	宽度	厚度
1830	915	9、12、15、18

1830	1220	
2000	1000	
2135	915	
2440	1220	
3000	1500	

表 4.1.3-2 竹胶合物理力学性能指标

项目		单位	优等品	合格品
含水率		%	≤12	≤14
静曲弹性模量	板长向	N/mm ²	≥7.5×10 ³	≥6.5×10 ³
	板短向	N/mm ²	≥5.5×10 ³	≥4.5×10 ³
静曲温度	板长向	N/mm ²	≥90	≥70
	板短向	N/mm ²	≥60	≥50
冲击强度		kJ/m ²	≥60	≥50
胶合性能		mm/层	≤25	≤50
水煮、冰冻、干燥后的保存温度	板长向	N/mm ²	≥60	≥50
	板短向	N/mm ²	≥40	≥35
折减系数			0.85	0.80

4.1.4 砌体材料可使用烧结普通砖、烧结多孔砖、混凝土砌块、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖。

4.1.5 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。

4.2 主要机具

4.2.1 手持工具应准备瓦刀、灰铲、托线板与线锤、钢卷尺、砌墙线等。

4.2.2 运料工具应准备运砖车、双轮手推砂浆车、存放砂浆灰桶、运砖钢筋夹子、磅秤、灰耗等。

4.3 作业条件

4.3.1 砖应边角整齐，色泽均匀。

4.3.2 砖应提前 1d~ 2d 浇水湿润，烧结普通砖含水率宜为 10%~15%。

4.3.3 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。

4.3.4 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。

4.3.5 施工前应清除砌筑部位处所存的砂浆、杂物等。

4.4 操作工艺

4.4.1 基础底板施工应符合下列规定：

1 基础底板可利用砌筑的防水保护墙作为外侧模，其外侧膜强度应大于基础底板浇筑时侧向力强度；

2 底板施工缝收口应按相关要求处理；

3 底板基坑模板、柱墩模板均可采用木模板。

4.4.2 基础底板反梁模板施工应符合下列规定：

1 基础底板侧模高度应高于基础底板 60mm；基础底板侧模高度小于 800mm 时，砌筑侧模厚度不应小于 120mm，每隔 2m 应砌筑 240mm×240mm 砖垛；基础底板侧模高度大于 800mm 时，砌筑侧模厚度不应小于 240mm，每隔 2m 应砌筑 370mm×370mm 砖垛；浇筑基础底板混凝土前应将基础底板侧模外的肥槽回填到基础底板同一标高；

2 基础底板外侧外墙导墙、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；

3 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；

4 工具式止水螺栓形式应符合图 4.4.2 的规定；

5 导墙模板下口混凝土应设置保护层垫块，垫块在模板方向间距宜为 1500mm。

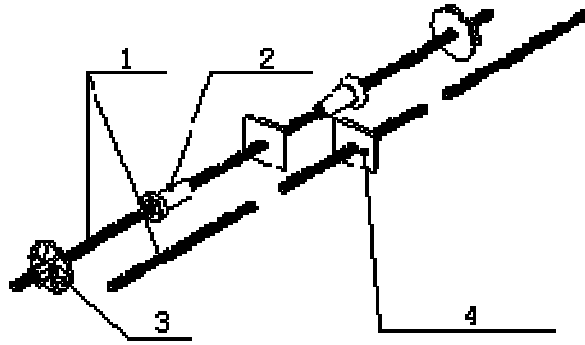


图 4.4.2 工具式止水螺栓

1-外连杆, 2-锥形接头, 3-螺母, 4-内连杆及止水板

4.5 质量标准

4.5.1 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 4.5.1 的规定。

表 4.5.1 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	

4.5.2 板缝、角与楼板处应贴海绵条，贴海绵条时应压入板厚一半。

4.5.3 模板及其支架应有足够的强度、刚度和稳定性，支撑部分应牢固可靠，脱模剂不应污

染钢筋和混凝土接茬处。

4.5.4 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。

4.5.5 模板应根据混凝土构件断面尺寸设计核算确定柱箍间距，及穿柱螺栓和竖向木楞布置，柱模的强度、刚度应满足抵抗混凝土的侧压力要求。

4.6 成品保护

4.6.1 原材保护应符合下列规定：

- 1 模板和木方等材料存放时距地面不应小于 300mm；
- 2 构件浇筑混凝土时，现场应安排木工专门负责对模板的观察和维修。

4.6.2 运输、拆除成品保护应符合下列规定：

- 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；
- 2 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；
- 3 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；
- 4 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。

4.7 绿色施工

4.7.1 模板拆除后的材料应按编号分类堆放。

4.7.2 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。

4.7.3 模板加工过程中应控制噪音，夜间施工应遵守当地规定，不得噪声扰民。

4.7.4 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，不得污染环境。

4.8 应注意的问题

4.8.1 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。

4.8.2 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。

5 现浇混凝土结构木质胶合板与竹胶板模板施工

5.1 材料要求

5.1.1 木胶合板与竹胶板常用规格应符合表 5.1.1-1、5.1.1-2 的规定。

表 5.1.1-1 混凝土模板用木胶合板规格尺寸 (mm)

模数制		非模数制		厚度
宽度	长度	宽度	长度	
600	1800	915	1830	12.0
900	1800	1220	1830	15.0
1000	2000	915	2135	18.0
1200	2400	1220	2400	21.0

表 5.1.1-2 竹胶合板模板规格尺寸 (mm)

宽度	长度	厚度
915	1830	9.0
1220	1830	
1000	2000	12.0
915	2135	15.0
1220	2440	18.0
1500	3000	

5.1.2 木胶合板与竹胶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 的要求。

5.1.3 竖向结构模板可采用水质隔离剂或油质隔离剂，水平结构模板不应采用油质隔离剂。

5.2 主要机具

5.2.1 手持工具应准备手锯、刨子、扳手、线坠、2m 靠尺、方尺、锤子、卷尺、水平尺、撬棍等。

5.2.2 机械工具应准备电锯、电刨、电钻等。

5.3 作业条件

5.3.1 框架结构应先施工柱子，水平施工缝宜设在梁下 50mm 处；剪力墙结构应先施工墙，水平施工缝宜设在模板底标高上 3mm~5mm 处。

5.3.2 胶合板模板设计应符合下列规定：

1 模板设计应根据工程结构形式和特点及现场施工条件，确定模板平面布置，纵横龙骨规格、数量、排列尺寸、柱箍选用的形式及间距、梁板支撑间距、模板组装形式、连接节点大样等。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。模板设计应考虑整张胶合板的长向为强方向，短向为弱方向，使用时模板长向宜垂直次龙骨铺设；

2 胶合板模板设计应验算模板及支撑的强度、刚度及稳定性，并应绘制全套模板设计图；

3 模板设计时应按流水段划分，确定模板的配置数量；

4 施工前应单独编制模板施工方案；

5 对水平结构混凝土构件模板支撑体系高度超过 8m 或跨度超过 18m，施工荷载大于 10kN/m² 或集中线荷载大于 15kN/m 的模板支撑体系应进行专家论证；

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，模板支撑体系应有足够的刚度、强度及稳定性。

5.3.3 混凝土楼板浇筑时在墙、柱根部 200mm 宽范围内应二次压光、找平。

5.3.4 混凝土接茬处在模板施工前，应预先将已硬化混凝土表面的水泥薄膜或松散混凝土及其砂浆软弱层全部剔除、清理干净，不应留明水，钢筋上粘有污染物时，应清刷干净。

5.3.5 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。

5.3.6 拆模应有拆模申请，后浇带、框架梁底等需延缓拆除支撑的部位应预先确定位置和部件。

5.3.7 在楼板浇筑前应留置为竖向结构施工时固定模板位置所需的预埋地锚筋和拉环。地锚筋宜采用Φ25 钢筋，宜插入混凝土楼板中，上端宜伸出楼板面 50mm~100mm。

5.4 操作工艺

5.4.1 柱模板施工宜按图 5.4.1 规定的流程进行：

楼层放线→剔除接缝混凝土软弱层→沿柱外侧 5mm 贴海绵密封条→安装柱模→安柱箍→
拉杆或斜杆→加固校正→验收→模板拆除

图 5.4.1 柱模板施工工艺流程

5.4.2 剪力墙模板施工宜按图 5.4.2 的规定进行：

放墙位置线和模板控制线→剔除接茬处混凝土软弱层→安装窗洞口模板并在接触墙面的两
侧粘贴密封条→楼板上沿墙外侧 5mm 粘贴海绵密封条→安一侧模板→按另一侧模板→调
正加固→验收→模板拆除

图 5.4.2 剪力墙模板施工工艺流程

5.4.3 梁模板宜按图 5.4.3 的规定进行：

放线、抄平→安装梁柱头模板→铺设垫板→安装立柱→调整标高和位置→安装梁底模板→
梁底起拱→绑扎钢筋→安装侧模→验收→模板拆除

图 5.4.3 梁模板施工工艺流程

5.4.4 楼梯模板施工宜按图 5.4.4 的规定进行：

放线、抄平→铺设垫板→安装架子支撑有楼梯柱先支楼梯柱模板→安大小龙骨→安平台梁、
平台板→校正标高位置→铺梯段底板→安楼梯侧帮→吊踏步模板→验收→模板拆除

图 5.4.4 楼梯板施工工艺流程

5.4.5 安装柱模板应符合下列规定：

- 1 应按放线位置在柱内四边的预留地锚筋上焊接支杆，顶住模板防止位移；
- 2 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，就位后应先用铅丝与主筋绑扎临时固定，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；
- 3 柱箍可用方钢、角钢、槽钢、钢管等制成，也可采用钢木夹箍，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；
- 4 柱模每边应设两根拉杆，固定于事先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；
- 5 在框架剪力墙结构中，墙柱如连接一体宜同时支模并同时浇筑混凝土。

5.4.6 安装剪力墙模板应符合下列规定：

- 1 门窗洞口模板应加定位筋固定和支撑，洞口应设 4~5 道横撑，门窗洞口模板与墙模接

合处应加垫海绵条防止漏浆；

2 穿墙螺栓规格和间距应符合模板设计规定；

3 安装另一侧模板前应清扫墙内杂物，调整斜撑使模板垂直后，拧紧穿墙螺栓，模板上口应加水平楞，模板上口水平向应顺直；

4 模板安装完毕后，螺栓应紧固，模板拼缝应严密。

5.4.7 安装梁模板应符合下列规定：

1 安装梁模板支柱之前应先铺垫板。垫板可用 50mm 厚脚手板或截面 50mm×100mm，长度不小于 400mm 的木方，当施工荷载大于 1.5 倍设计使用荷载或立柱支设在基土上时，应垫通长脚手板；

2 当梁截面较大时可采用双排或多排支柱，支柱的间距应由模板设计确定，支柱间应设双向水平拉杆，当四面无墙时，每一开间内支柱应加一道双向剪刀撑，支撑体系宜与混凝土柱子拉结，支撑体系应稳定；

3 当梁底模板跨度大于或等于 4m 时应按设计要求起拱，当设计无明确要求时，起拱高度宜为跨度的 1/1000~3/1000；

4 安装侧模板前应清理杂物，两侧模板与梁底板宜用钉子或卡具连接；

5 龙骨间距应由模板设计确定，梁模板上口应用定型卡具固定。当梁高超过 600mm 时，应加穿梁螺栓加固或使用工具式卡子加固，梁侧模板根部应楔紧或使用卡具加紧，不应涨模漏浆。

5.4.8 安装楼板模板应符合下列规定：

1 安装楼板模板支柱前应先铺垫板。垫板可用 50mm 厚脚手板或截面 50mm×100mm，长度不小于 400mm 的木方，当施工荷载大于 1.5 倍设计使用荷载或立柱支设在基土上时，应垫通长脚手板，当采用多层支架支模时，支柱应垂直，上下层支柱应在同一竖向中心线上；

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

3 楼板跨度大于或等于 4m 时应按设计要求起拱，当设计无明确要求时，起拱高度宜为跨度的 1/1000~3/1000，龙骨悬挑部分应缩短，不应出现较大变形。面板模板不应有悬挑，有悬挑部分时，板下应加龙骨；

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

5 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；

6 应根据支柱高度确定水平拉杆的数量和间距，第一道水平拉杆宜离地 300mm。

5.4.9 模板拆除应符合下列规定：

1 模板及其支架拆除时的混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，混凝土强度应符合表 5.4.9 的规定，拆除顺序应按施工方案规定执行；

表 5.4.9 模板拆除时混凝土强度要求

构件类型	构件跨度 (m)	达到设计要求混凝土立方体抗压强度标准值的百分率 (%)
板	≤ 2	≥ 50
	$> 2, \leq 8$	≥ 75
	> 8	≥ 100
梁	≤ 8	≥ 75
	> 8	≥ 100
悬臂构件	-	≥ 100

2 侧模拆除时的混凝土应满足强度要求，表面及棱角不应损伤，不应对楼层形成冲击荷载；拆除的模板和支架宜分散堆放并及时清运；

3 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；

4 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，用撬棍轻轻撬动模板，使模板脱离墙体，即可把模板吊运走；

5 楼板、梁模板拆除应符合下列规定：

1) 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，然后拆除支柱，每根龙骨应保留 1~2 根支柱暂不拆除；

2) 操作人员应站在已拆模的空间，拆除近旁余下的支柱；

3) 当楼层较高，支模采用多层排架时，应从上而下逐层拆除，不应采用在一个局部拆除到底再转向相邻部位的方法；

4) 有穿梁螺栓时应先拆掉穿梁螺栓和支架，再拆除梁底模板。

6 拆下的模板应及时清理粘结物，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。

5.5 质量标准

5.5.1 当楼层模板同时承受本层施工荷载和后继施工的上层荷载时，其上下层支架的立柱应对准，并应铺设垫板，在涂刷模板隔离剂时，不得沾污钢筋和混凝土接槎处。

5.5.2 模板安装质量应符合下列规定：

1 模板接缝不应漏浆；

2 模板与混凝土接触面应清理干净并涂刷隔离剂，但不得采用影响结构性能或妨碍装饰工程施工隔离剂；楼板、梁模应刷水性隔离剂，刷后应防雨，不应浇水；

3 浇筑混凝土前，模板内的杂物应清理干净；

4 清水混凝土工程和装饰混凝土工程，应使用能达到设计效果的模板。

5.5.3 对跨度不小于 4m 的现浇混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱，无设计要求时，起拱高度宜为全跨度的 1/1000~3/1000。

5.5.4 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 5.5.4 的规定。

表 5.5.4 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

5.5.5 现浇结构模板安装的偏差应符合表 5.5.5 的规定。

表 5.5.5 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

5.6 成品保护

- 5.6.1** 吊装模板时应轻起轻放，不应碰撞，模板不应变形。
- 5.6.2** 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。
- 5.6.3** 拆下的模板，发现不平或破损变形时，应及时修理。
- 5.6.4** 模板在使用过程中应加强管理，分规格堆放。

5.7 绿色施工

- 5.7.1** 采购模板时应优先选用可周转次数多的材料。
- 5.7.2** 现场材料堆放应有序，储存环境应适宜。
- 5.7.3** 材料运输工具应适宜，装卸应文明，不得损坏和遗洒。应根据现场平面布置情况就近卸载，不宜二次搬运。
- 5.7.4** 应采取技术和管理措施提高模板、脚手架等的周转次数，减少整木模板、整木方的切割。
- 5.7.5** 应采取工厂化定型加工、现场安装方式，不宜在工作面上直接加工拼装。
- 5.7.6** 模板及脚手架施工应及时回收散落的铁钉、铁丝、扣件、螺栓等材料。
- 5.7.7** 短木方应叉接接长后使用，木、竹胶合板的边角余料应拼接使用。
- 5.7.8** 模板脱模剂应专人保管和涂刷，剩余部分应及时回收，不得污染环境。
- 5.7.9** 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。
- 5.7.10** 应利用废旧模板用于结构预留孔洞的防护或楼梯踏步保护、墙柱护角等。

5.8 应注意的问题

- 5.8.1** 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。梁柱节点模板应与施工的混凝土柱固定牢固。

5.8.2 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、支柱的尺寸及间距，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。模板支柱的底部应支在坚实的地面上，垫通长脚手板不应支柱下沉，梁板模板应按设计要求起拱，挠度不应过大。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。

5.8.3 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，缝子不应过大造成跑浆。

5.8.3 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。

6 现浇剪力墙结构墙体全钢大模板的施工

6.1 材料要求

6.1.1 全钢大模板体系应包括平模、角模、地脚螺栓及垫板、穿墙螺栓及套管、护身栏爬梯及作业平台。

6.1.2 隔离剂可使用甲基硅树脂、机柴油、水溶性脱模剂等。

6.2 主要机具

6.2.1 手持工具应包括锤子、斧子、板子、活动板子、手锯、水平尺、线坠、卷尺、撬棍。

6.2.2 其他工具应包括吊装索具、外挂架子等。

6.3 作业条件

6.3.1 模板设计应按工程结构设计图进行，确保强度刚度及稳定性。

6.3.2 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。

6.3.3 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。

6.3.4 墙身钢筋绑扎，钢筋保护层厚度应满足要求。

6.3.5 安装大模板前应对楼板混凝土找平。

6.3.6 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。

6.3.7 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。必要时应设大模安放支架。

6.4 操作工艺

6.4.1 外板内模结构大模板安装宜按图 6.4.1 规定的流程进行：

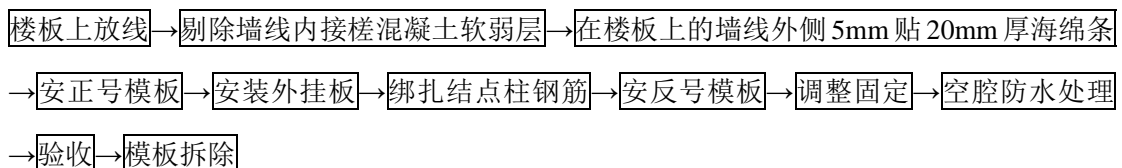


图 6.4.1 外板内模结构大模板安装工艺流程

6.4.2 全现浇结构大模板安装宜按图 6.4.2 规定的流程进行：

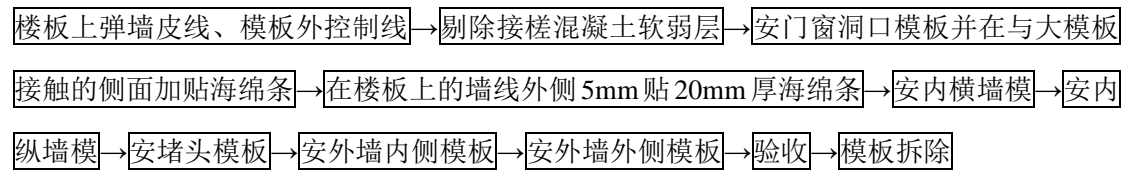


图 6.4.2 全现浇结构大模板安装工艺流程

6.4.3 外板内模结构安装大模板应符合下列规定：

- 1 模板安装位置、模板垂直度、水平度和标高应符合设计要求；
- 2 安装外挂板时，可用花篮螺栓或卡具将外挂板上下端与混凝土楼板锚固钢筋拉接固定；
- 3 合模前应将墙内杂物清理干净，安装钢筋，水电预埋管件、门窗洞口模板、穿墙套管应保证无遗漏，位置准确，安装牢固，削弱混凝土断面不应过多；
- 4 安装反号模板时，经校正垂直后应用穿墙螺栓将两块模板锁紧；
- 5 模板与墙面间隙应严密，防止漏浆、错台现象。

6.4.4 全现浇结构大模板安装应符合下列规定：

- 1 全现浇结构大模板安装前应先安装模板支撑平台架，内外墙模板下口应齐平；
- 2 门窗洞口模板与墙模板结合处应加垫海绵条防止漏浆；
- 3 结构保温采用大模内置外墙外保温时，应安装保温板；
- 4 内横墙、内纵墙模板安装应设置堵板支模；
- 5 在流水段分段处，墙体模板的端头应安装卡槎子模板，防止浇筑内墙混凝土时，混凝土从外端头部分流出；
- 6 安装外墙内侧模板时，应按模板的位置线将大模板就位找正；
- 7 安装外墙外侧模板，模板可放在支撑平台架上，模板就位找正后，应与外墙内模连接紧固。施工缝模板的连接应严密，牢固可靠，不应出现错台和漏浆的现象；
- 8 穿墙螺栓与顶撑可在一侧模立好后安装，或在两边立好从一侧穿入；
- 9 阳角模宜采用子母口的方式，并应用标准连接螺栓连接加固；
- 10 梁钢筋与墙体钢筋可同时绑扎，在浇筑完墙体后，梁、墙体可与顶板一起浇筑。

6.4.5 大模板的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 冬季施工时，混凝土强度达到 1 MPa 可松动螺栓，当采用综合蓄热法施工时，混凝土

土应达到 4 MPa 后拆模，拆模时混凝土温度与环境温度之差不应大于 20℃，且混凝土应冷却到 5℃ 及以下。拆模后的混凝土表面应及时覆盖，使其缓慢冷却；

3 拆除模板时，应首先拆穿墙螺栓，再松开地脚螺栓使模板向后倾斜与墙体脱开。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 当拆除全现浇混凝土结构模板时，应先拆外墙外侧模板，再拆除内侧模板；

5 当用塔吊将大模板吊至存放地点时，应一次放稳，其自稳角应根据模板支撑体系的形式确定，中间应留 500mm 工作面；

6 模板拆除后应及时进行模板清理，涂刷隔离剂保证不漏刷，不流淌，每块模板后面应挂牌，标明清理、涂刷人员名单；

7 大模板应定期进行检查和维修；

8 大模板上口应不影响钢筋定距框的安装；

9 当风力大于 5 级时，应停止对墙体模板的拆除。

6.5 质量标准

6.5.1 模板及其支撑应有足够的强度、刚度和稳定性，其支撑部分应具有足够的支撑面积。

6.5.2 在涂刷模板隔离剂时，不应沾污钢筋和混凝土接槎处。

6.5.3 模板安装应满足下列要求：

1 模板接缝不应漏浆；

2 模板与混凝土的接触面应清理干净并涂刷脱模剂；

3 浇筑混凝土前，模板内的杂物应清理干净。

6.5.4 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 6.5.4 的规定。

表 6.5.4 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

6.5.5 现浇结构模板制作与安装的偏差和检验方法应符合表 6.5.5-1 和表 6.5.5-2 的规定。

表 6.5.5-1 现浇结构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

表 6.5.5-2 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
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

6.6 成品保护

6.6.1 吊装模板时应轻起轻放，不应碰撞，防止模板变形、破损。

6.6.2 拆模时不应用锤硬砸或撬棍硬撬，不应损伤混凝土表面和棱角。

6.6.3 拆下的模板，如发现模板不平或破损变形应及时修理。

6.6.4 模板在使用过程中应加强管理，分规格堆放。

6.6.5 角模拆除后，凸出部分的混凝土应及时剔凿，凹进部位或掉角处应用同强度等级的水泥砂浆及时修补。

6.6.6 模板拆除后,对于结构的棱角部位,应及时进行保护,不应损伤。

6.7 绿色施工

6.7.1 大模板可在工厂完成制作,减少污染。

6.7.2 大模板的应用可减少对树木的破坏进而保护环境。

6.7.3 大模板在使用过程中可多次周转重复使用,节约成本。

6.8 应注意的问题

6.8.1 墙身施工时,应避免墙身放线时误差大,模板就位调整不准确,穿墙螺栓没有全部穿齐拧紧等问题。

6.8.2 墙体上口应避免支模时上口卡具没按设计尺寸卡紧。

6.8.3 混凝土墙体表面不应粘连。

6.8.4 角模与大模板缝隙不应过大。

6.8.5 角模入墙不应过深。

6.8.6 门窗洞口混凝土不应变形。

6.8.7 应控制模板上口标高,墙顶混凝土浮浆及软弱层全部剔除后,应仍比楼板底模高 3~5mm。

6.8.8 应减少模板悬挑部分尺寸,减少墙体接缝。

6.8.9 模板设计时阳角处可考虑不设置阳角模,采用大钢模硬拼,连接时可采用定型连接器和专用螺栓交错连接。

6.8.10 外墙、楼梯间、电梯井墙面接槎不应错台。

6.8.11 质量通病的防治及质量保证措施应符合表 6.8.11 的规定。

表 6.8.11 质量通病的防治及质量保证措施

序号	项目	防治措施
1	混凝土墙底烂根	模板下口缝隙用木条、海棉条塞严,或抹砂浆找平层,切忌将其伸入混凝土墙体位置内。
2	墙面不平、粘连	墙体混凝土强度达到 1.2Mpa 方可拆模板,清理大模板和涂刷隔离剂应认真,要有专人检查验收,不合格的要重新刷涂。
3	墙体垂直偏差	支模时要反复用线坠吊靠完毕经校正后如遇较大的冲撞,应重新校正,变形严重的大模板不得继续使用。
4	墙面凸凹不平	加强模板的维修,每月应对模板检修一次,板面有缺陷时,应随时进行修理,不得用大锤、振捣器及撬棍击打大模板。

5	墙体钢筋移位	采用塑料卡环做保护层垫块，使用钢筋撑铁。
6	墙体阴角不垂直，不方正	及时修理好模板，阴角处的钢板角模，支撑时要控制其垂直偏差，并且用顶铁加固，保证阴角模的每个翼缘应有一个顶
7	墙体外角不垂直	加工独立的大角模，使角部线条顺直，棱角分明；模板与角模之间连接及加强牢固。
8	墙体厚度不一致	加工专用钢筋固定撑具，撑具内的短钢筋直接顶在大模板的竖向纵肋上。
9	梁柱接头处漏浆	在第一次浇筑成形的砼柱上端预留的凹槽内，粘贴海绵条加厚，来保证不漏浆。

6.8.12 在模板堆放场地周围应设防护架，防止闲杂人员进入堆放区。

6.8.13 角模及其他配套模板的存放，应设有专用场地，不应斜靠在大模板上，不应造成滑倒伤人事故。

6.8.14 大模板的存放应满足角度在 75° ~80° 的要求，并应面对面堆放，长期放置时，应通过吊环把各块大模板连在一起。

6.8.15 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。

6.8.16 在安装外墙外模时，应先搭好外围防护架，绑好防护架，挂好安全网，大模板就位后应马上固定。

6.8.17 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。

6.8.18 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。

6.8.19 在电梯间进行模板施工作业时，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。

7 柱可调钢模板施工

7.1 材料要求

7.1.1 可调截面钢模板应按照模板设计方案进行加工和制作。

7.1.2 支撑件可采用钢管、U型托、钢丝绳、花篮螺栓、钢丝绳卡头等。

7.1.3 隔离剂宜选用油性隔离剂。

7.2 主要机具

7.2.1 现场应提前准备扳手、电钻、线坠、靠尺板、钢卷尺、水准仪、经纬仪等。

7.2.2 所使用的计量器具均应按照国家标准计量部门的现行有关规定进行定期检定，没有检定合格证或者超过检定有效期的计量器具不得使用。

7.3 作业条件

7.3.1 可调截面钢模板的设计应符合下列规定：

1 现场应根据框架柱截面尺寸及层高对可调钢模板进行专项设计，验算模板及支撑件的强度、挠度及稳定性。如建筑层高变化较多，模板可按标准模板和加高模板组合的方式进行设计。如柱截面尺寸过大，可提前在模板上设计对拉螺栓预留孔，不应在现场开设对拉螺栓孔；

2 可调钢模板所使用的钢板的材质和厚度、边框的规格型号、主龙骨和次龙骨的规格型号、附加龙骨的规格型号、吊环的规格及柱角螺栓的规格型号等，均应根据荷载的大小由设计人员计算确定；

3 矩形柱模板应设计成4块单片模板，每块模板的吊环数量不应少于2个，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。模板内表面应平整光滑；

4 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；

5 全套模板设计图应包括模板组装图、单块模板图、节点大样图、零件加工图、模板支撑用预埋件布置图等；

6 模板配置数量应按施工区或流水段的划分综合确定。

7.3.2 模板安装前，应检查楼层标高线、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，其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》GB 50204 的规定。

7.3.3 新旧混凝土接槎处，应预先剔除柱边线范围内已硬化混凝土表面的水泥薄膜、松散混凝土或砂浆软弱层，剔凿完毕后，混凝土表面应用水冲洗干净或用气泵吹干净。

7.3.4 竖向钢筋表面的污染物应提前清刷干净。

7.3.5 模板安装前，应将模板表面清理干净并涂刷隔离剂。隔离剂应涂刷均匀，不得漏刷或多刷。

7.3.6 楼板上预留的地锚位置应正确且无遗漏。

7.4 操作工艺

7.4.1 柱可调钢模板的施工宜按图 7.4.1 规定的流程进行：

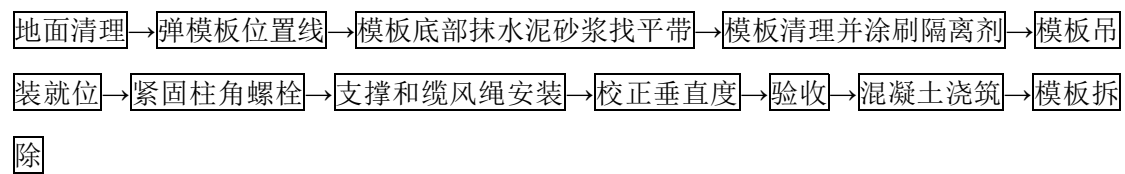


图 7.4.1 柱可调钢模板施工工艺流程

7.4.2 浇筑混凝土楼板时，应提前在柱内和柱子四边 2m~3m 范围预埋 $\Phi 18\sim\Phi 25$ 的地锚钢筋或 $\Phi 10\sim\Phi 16$ 钢筋锚环，柱内和柱子周边的地锚钢筋每边应不少于 2 根，地锚钢筋高出楼板表面 50mm~80mm 为宜，不得在楼板上后开孔埋设地锚钢筋。柱内预留地锚钢筋焊接模板定位支杆时，定位支杆在模板一侧的端头应焊 20mm×20mm 的垫片。

7.4.3 根据现场具体情况，可按柱边线外放 300mm 作为模板安装的控制线和验收的依据。

7.4.4 模板安装前，应沿柱边线外圈抹水泥砂浆找平带，水泥砂浆找平带高度宜为 10mm，宽度以宽出钢模板边框 5mm~10mm 为宜，顶部平整度应小于 2mm。

7.4.5 模板吊装与组装应符合下列规定：

1 可调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，所有模板就位后紧固所有柱角螺栓。或者按柱子截面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 所有柱子模板拼缝内均应粘贴海绵条，但不得超过模板伸入柱内；

5 模板上暂时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。

7.4.6 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，模板底口应采用钢管和 U 型托进行校正，模板上口四周应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以 45°~60°为宜。

7.4.7 模板全部安装校正完毕后，柱角螺栓应紧固，模板拼缝以及模板底部与楼板接触面应严密。

7.4.8 模板拆除及堆放应符合下列规定：

1 在常温条件下竖向结构混凝土强度至少应达到 1.2MPa 方可拆除模板，冬季施工条件下混凝土强度至少应达到 4.0MPa 方可拆除模板；

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，方可卸开柱角螺栓；

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方可继续提升；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；

5 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；

6 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。

7.5 质量标准

7.5.1 模板及其支架应具有足够的承载力、刚度和整体稳固性，应可靠承受混凝土的侧压力以及施工荷载。

7.5.2 模板及其支架的材料技术指标和安装质量，应符合国家现行有关标准的规定和施工方案的要求。

7.5.3 模板加工质量应符合下列规定：

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；

3 模板拼接的接缝，应严密，无变形现象。

7.5.4 模板安装应符合下列规定：

1 模板的接缝应严密；

2 模板内不应有杂物、积水或冰雪等；

3 浇筑混凝土前，模板内的杂物应清理干净；

4 模板与混凝土的接触面应清理干净并涂刷脱模剂。

7.5.5 隔离剂的品种和涂刷方法应符合施工方案的要求，隔离剂不得影响结构性能及装饰施工，不得沾污钢筋、预埋件和混凝土接茬处，不得对环境造成污染。

7.5.6 可调钢模板安装的允许偏差及检查方法应符合表 7.5.6 的规定。

表 7.5.6 可调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

7.6 成品保护

7.6.1 模板及配件堆放场地应平整坚实，不得有积水。

7.6.2 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以及已抹好的水泥砂浆找平带。

7.6.3 拆模时不应用大锤砸或撬棍硬撬，不应损伤模板边角和混凝土表面。

7.6.4 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。

7.6.5 模板角部拼接处不得摔碰。

7.6.6 脱模剂应在吊装就位前涂刷完成，不得在模板就位后涂刷脱模剂。

7.7 绿色施工

7.7.1 可调截面钢模板的堆放占用场地应合理规划，就近卸载。

7.7.2 应当适当延迟柱模板拆除时间，避开混凝土持续温升阶段，减少养护用水的消耗。

7.7.3 在模板安装和拆除过程中，应减少因清理粘连混凝土敲击处理中所产生噪声和粉尘。

7.7.4 脱模剂应选用对人体无害的环保型脱模剂，且应放置在专用仓库内。

7.8 应注意的问题

7.8.1 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。

7.8.2 模板在首次涂刷隔离剂时，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隔离剂，涂完脱模剂的模板不应长时间存放不用。

7.8.3 涂刷脱模剂可采用喷涂或刷涂，操作应迅速，涂层应薄而均匀，结膜后不应回刷。

7.8.4 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。

7.8.5 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。

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，拆除过程中应相关负责人应旁站监督。

7.8.6 模板拆除时，应注意保护柱表面及棱角不受损伤。

8 柱玻璃钢模板施工

8.1 材料要求

8.1.1 玻璃钢模板应按照模板设计方案进行加工和制作。

8.1.2 支撑件可采用柱箍、锁扣螺栓、钢管、U型托、钢丝绳、花篮螺栓、钢丝绳卡头等。

8.1.3 隔离剂宜选用油性隔离剂。

8.2 主要机具

8.2.1 现场应提前准备扳手、电钻、线坠、靠尺板、钢卷尺、水准仪、经纬仪等工器具。

8.2.2 所使用的计量器具均应按照国家标准计量部门的现行有关规定进行定期检定，没有检定合格证或者超过检定有效期的计量器具不得使用。

8.3 作业条件

8.3.1 玻璃钢模板的设计应符合下列规定：

1 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，并验算模板及支撑的强度、刚度及稳定性；

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，变形膨胀率可按 0.6%考虑；

4 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%；

5 圆柱玻璃钢模板可按圆柱的周长和高度制成整张卷曲式模板或两个半圆卷曲式模板；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；如采用多节接高还应在拼接处设计环梁；

6 整张卷曲式模板和两个半圆卷曲式模板均应在模板的拼接翼缘设置加强扁钢，扁钢应设计锁口螺栓孔；

7 圆柱玻璃钢模板应至少设计上、中、下三道柱箍，柱箍可采用 L 40mm×40mm×4mm 或 56mm×6mm 扁钢制成，柱箍可设计成两个半圆形，柱箍的内径应与圆柱模板的外径一致，柱箍拼接处应设计螺栓连接；

8 全套模板设计图应包括模板组装图、单块模板图、节点大样图、零件加工图、模板支撑用预埋件布置图等；

9 模板配置数量应按施工区或流水段的划分综合确定。

8.3.2 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。

8.3.3 柱根部新旧混凝土接槎处，应预先剔除柱边线范围内已硬化混凝土表面的水泥薄膜、松散混凝土或砂浆软弱层，剔凿完毕后，混凝土表面应用水冲洗干净或用气泵吹干净。

8.3.4 竖向钢筋表面的污染物应提前清刷干净。

8.3.5 模板安装前，应将模板表面清理干净并涂刷隔离剂。隔离剂应涂刷均匀，不得漏刷或多刷。

8.3.6 楼板上预留的地锚位置应正确且无遗漏。

8.4 操作工艺

8.4.1 柱玻璃钢模板的施工宜按图 8.4.1 规定的流程进行：

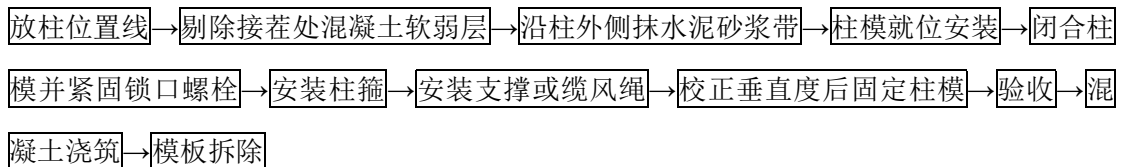


图 8.4.1 柱玻璃钢模板施工工艺流程

8.4.2 浇筑混凝土楼板时，应提前在柱内和柱子周边 2m~3m 范围预埋 $\Phi 18\sim\Phi 25$ 的地锚钢筋或 $\Phi 10\sim\Phi 16$ 钢筋锚环，地锚钢筋宜高出楼板表面 50mm~80mm，不得在楼板上后开孔埋设地锚钢筋。柱内预留地锚钢筋焊接模板定位支杆时，定位支杆在模板一侧的端头应焊 20mm×20mm 的垫片。

8.4.3 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。

8.4.4 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锁口螺栓；加肋型模板单块吊运到指定位置口后应加设临时顶撑或用铅丝将模板与柱筋临时固定，另一块模板就位对接接口后应从下向上逐个拧紧锁口螺栓；

2 所有柱子模板拼缝内均应粘贴海绵条，但不得超过模板伸入柱内；

3 柱箍应从下向上依次安装，中部柱箍应设在柱模高度的 2/3 处。

8.4.5 支撑和缆风绳的安装应符合下列规定：

1 模板就位后，模板底口应采用钢管和 U 型托进行校正，模板上口应采用缆风绳调整模板的垂直度，支撑钢管的中心线以及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玻璃钢模柱箍的角钢上，下端应固定在楼板预留的锚环上；

3 相邻缆风绳在水平方向的夹角宜为 90°或 120°，与地面夹角宜为 45°~60°。

8.4.6 模板全部安装校正完毕后，柱角螺栓应紧固，模板拼缝以及模板底部与楼板接触面应严密。

8.4.7 模板拆除及堆放应符合下列规定：

1 在常温条件下竖向结构混凝土强度至少应达到 1.2MPa 方可拆除模板，冬季施工条件下混凝土强度至少应达到 4.0MPa 方可拆除模板；

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，并在每块模板侧面加设临时模板支撑，方可松开并拆除锁口螺栓；

4 如局部有粘连或吸附，应撬动模板下口，不得在上口晃动模板或用大锤砸模板，拆下的锁口螺栓、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锁口螺栓已全部拆除完毕，并应垂直慢速起吊确认无障碍后方可继续提升；

6 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 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。

8.5 质量标准

8.5.1 模板及其支架应具有足够的承载力、刚度和稳定性，能可靠地承受混凝土的侧压力以及施工荷载。

8.5.2 在涂刷模板隔离剂时，不得污染钢筋和混凝土接槎处。

8.5.3 模板加工的质量应符合下列要求：

1 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；

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；

3 模板拼接的接缝应严密，无变形。

8.5.4 模板安装应符合下列要求：

1 模板的接缝不应漏浆；

2 模板与混凝土的接触面应清理干净并涂刷脱模剂，但不得使用影响结构性能或妨碍装饰工程的隔离剂；

3 浇筑混凝土前，模板内的杂物应清理干净。

8.5.5 模板安装的允许偏差和检查方法应符合表 8.5.5 的规定。

表 8.5.5 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

8.6 成品保护

8.6.1 模板安装时应轻起轻放，不准碰撞，不应模板变形破损。

8.6.2 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以及已抹好的水泥砂浆找平带。

8.6.3 圆形柱模板应竖向放置，水平放置时应单层码放，不得叠层码放。

8.6.4 接口处的加强肋应加强保护，不得摔碰。

8.7 绿色施工

8.7.1 破损的玻璃钢模板，应及时清运出场，不得在现场长期堆放。

8.7.2 脱模剂应选用对人体无害的环保型脱模剂，并应放置在专用仓库内。

8.8 应注意的问题

8.8.1 支模前应在柱筋上口处设置十字顶木棍或圆形定位箍，严格校正钢筋位置。

8.8.2 涂刷脱模剂可采用喷涂或刷涂，操作应迅速，涂层应薄而均匀，结膜后不应回刷。

8.8.3 混凝土浇筑时应严格控制浇筑高度、速度和振捣时间。

8.8.4 浇筑过程中应随时用线坠检查垂直度，浇筑完毕后应再次校核，并应做好看模工作，不得撞击缆风绳和支撑杆件。

9 密肋楼板模壳施工

9.1 材料要求

9.1.1 塑料模壳规格、性能、质量应满足下列要求：

1 塑料模壳（图 9.1.1）规格和物理力学性能指标应分别符合表 9.1.1-1，表 9.1.1-2 的规定；

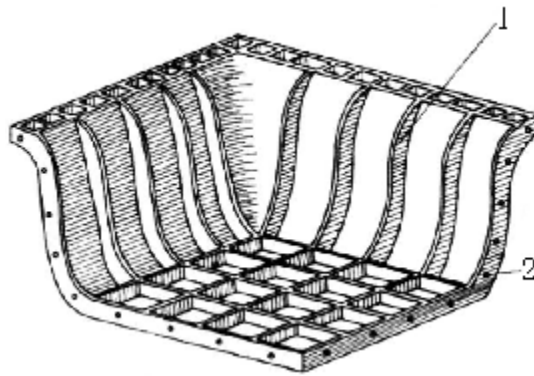


图 9.1.1 1/4 聚丙烯塑料模壳示意图

1-纵横肋板，2-螺栓孔

表 9.1.1-1 塑料模壳规格

系列		序号	规格（外形尺寸）长×宽×高（mm）
300mm 肋高现浇密肋 塑料模壳	双向	T ₁	1200×1125×330
		T ₂	1200×825×330
		T ₃	1125×900×330
		T ₄	900×825×330
		T ₅	1125×1125×330
		T ₆	1125×825×330
		T ₇	825×825×330
400mm 肋高现浇密肋 塑料模壳	单向	F ₁	1200×1125×430
		F ₂	1200×825×430
		F ₃	1125×900×430

系列		序号	规格（外形尺寸）长×宽×高（mm）
		F ₄	900×825×430
		F ₅	1125×1125×430
		F ₆	1125×825×430
		F ₇	825×825×430

表 9.1.1-2 塑料模壳力学性能

序号	项目	性能指标（N/mm ² ）	备注
1	拉伸强度	40	摘自总后设计院鉴定资料
2	抗压强度	46	
3	弯曲强度	38.7	摘自化工研究院试验资料
4	弯曲弹性模量	1.8×10 ³	

2 塑料模壳分应满足下列要求：

- (1) 模壳表面应光滑平整，不得有气泡、空鼓；
- (2) 模壳应拼缝处严密、平整，模壳的顶部和底边不应产生翘曲变形；
- (3) 塑料模壳加工尺寸允许偏差应符合表 9.1.1-3 的规定。

表 9.1.1-3 塑料模壳规格尺寸偏差

序号	项目	允许偏差(mm)	序号	项目	允许偏差(mm)
1	外形尺寸	- 2	4	侧向变形	- 2
2	外表面平整度	2	5	底边高度尺寸	- 2
3	垂直变形	4			

9.1.2 玻璃钢模壳 M 型模壳和 T 型模壳，应满足下列要求：

1 玻璃钢模壳（图 9.1.2-1 和图 9.1.2-1）规格和物理力学性能应分别符合表 9.1.2-1 和表 9.1.2-2 的规定；

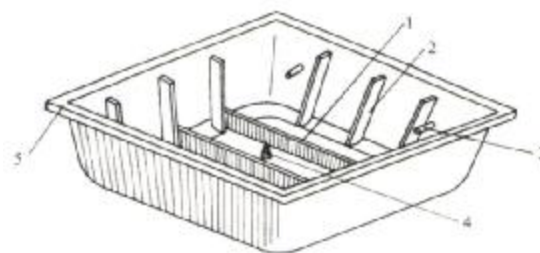


图 9.1.2-1 玻璃钢模壳示意图

1—底肋； 2—侧肋； 3—手动拆模装置； 4—气动拆模装置； 5—边肋

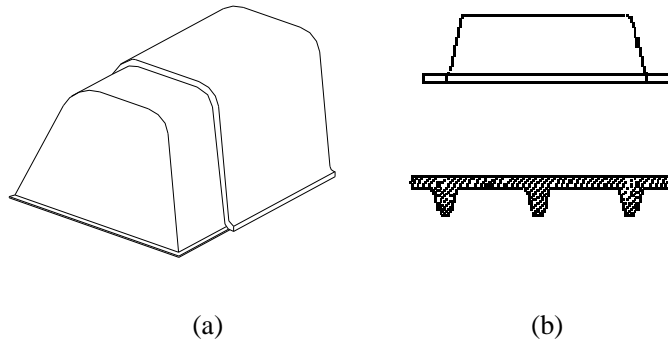


图 9.1.2-1 玻璃钢模壳示意图

(a) T 型模壳 (b) M 型玻璃钢模

表 9.1.2-1 M 形玻璃钢模壳规格(mm)

小肋间距	a	b	c	d	h
1500×1500	1400	1400	40~50	50	300~500
1200×1200	1100	1100	40~50	50	300~500
1100×1100	1000	1000	40~50	50	300~500
1000×1000	900	900	40~50	50	300~500
900×900	800	800	40~50	50	300~500
800×800	700	700	40~50	50	300~500
600×600	500	500	40~50	50	300~500

表 9.1.2-2 玻璃钢模壳的力学性能

序号	项目	性能指标 (MPa)
1	拉伸强度	1.6×10^2
2	拉伸强度模量	1.19×10^4
3	冲剪	9.96×10
4	弯曲强度	1.74×10^2
5	弯曲弹性模量	1.02×10^4

9.1.3 玻璃钢模壳的质量应满足下列要求：

1 玻璃钢模壳表面应光滑平整，不应有气泡、空鼓、裂纹、分层、斑点条文、折皱、纤维外露、掉角、破皮等现象。

2 气动拆模用的气嘴应按图纸要求制作牢固，气动拆模装置周围应密实，不得有漏气现象，且气孔应畅通。

3 模壳的内部应平整光滑，不应有毛刺，模壳底边要平整，不应有凹凸现象。

4 玻璃钢模壳加工规格尺寸允许偏差应符合表 9.1.3 的规定

表 9.1.3 玻璃钢模壳规格尺寸偏差

序号	项目	允许偏差(mm)	序号	项目	允许偏差(mm)
1	外形尺寸	- 2	4	侧向变形	- 2
2	外表面平整度	2	5	底边高度尺寸	- 2
3	垂直变形	4			

9.1.4 拆模方式宜采取先拆模壳、后拆支柱的方式拆除模壳，以加快模壳的周转，不同支撑体系应满足下列要求：

1 钢支柱支撑系统宜采用直径 48 钢管上带 U 型托的可调高度的快拆体系，钢支柱支撑系统可采用钢支柱、钢龙骨支撑系统（图 9.1.4-1）或钢支柱、木龙骨支撑系统（图 9.1.4-2～图 9.1.4-4）；

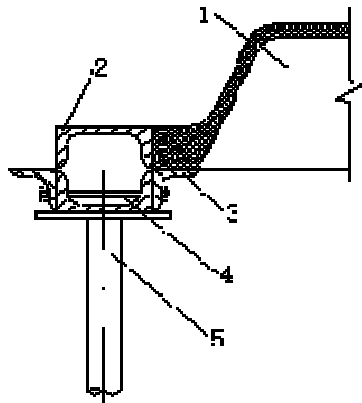


图 9.1.4-1 钢支柱、钢龙骨支撑系统

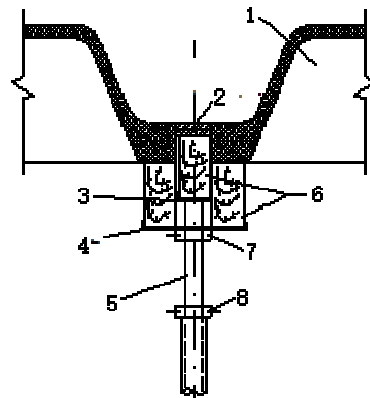


图 9.1.4-2 钢支柱、木龙骨支撑系（一）

1-玻璃钢模壳，2-槽钢龙骨，3-角钢

4-螺栓，5-钢支柱

1-玻璃钢模壳，2-木胶合板，3-支撑快拆梁 U 型托

4-支撑模壳龙骨 U 型托，5-螺杆，6-木方

7-高度调节螺母，8-调节螺母

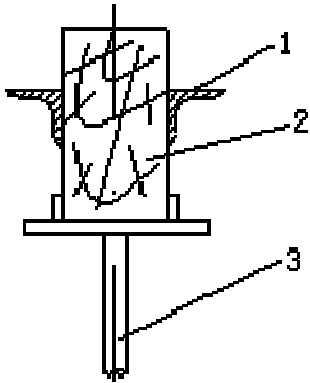


图 9.1.4-3 钢支柱、木龙骨支撑系统（二）

1-角钢，2-方木龙骨，3-钢支柱

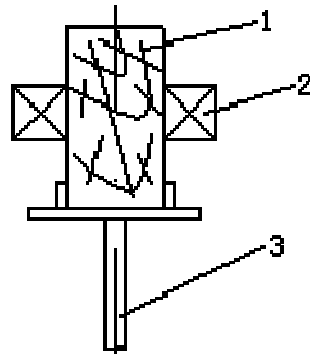


图 9.1.4-4 钢支柱、木龙骨支撑系统（三）

1-方木龙骨，2-方木，3-钢支柱

2 钢支柱、桁架梁支撑系统宜按图 9.1.4-5 结构进行设置。

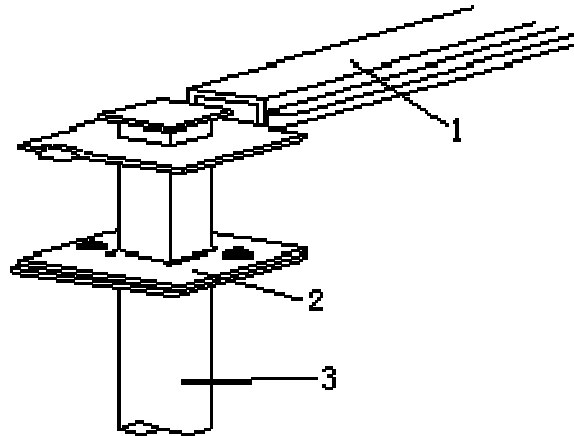


图 9.1.4-5 钢支柱、桁架梁支撑系统

1-桁架梁，2-柱头板，3-钢支柱

9.1.4 木胶合板厚度不宜小于 15mm。

9.1.5 隔离剂不应采用油质隔离剂，应采用水质隔离剂。

9.2 主要机具

9.2.1 手持工具应准备斧子、锯、扳手、线坠、2m 靠尺、方尺、撬棍等。

9.2.2 其他机具应准备空气压缩机、电钻等。

9.3 作业条件

9.3.1 模板设计应满足下列要求：

1 模壳形式应根据构件形式与尺度选择，模壳模板设计时宜按流水段划分，进行综合研究；

2 对模板及支架系统进行设计时，应先确定模壳的平面布置，纵横木楞的规格、数量和排列尺寸，同时确定模壳支架的组合方式，并应验算模壳和支架的强度、刚度及稳定性；

3 对于危险较大的工程项目及特殊结构模板工程体系，在施工前应单独编制专项施工安全方案；

4 当水平结构混凝土构件模板支撑体系高度超过 8m 时，施工荷载大于 10kN/m² 或集中线荷载大于 15kN/m 的模板支撑体系应进行专家论证审查；

5 施工前应绘制全套模壳模板及支架系统的设计图。

9.3.2 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。

9.3.3 安装模板前应将模板表面清理干净，刷好隔离剂，涂刷均匀，不得漏刷。

9.3.4 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。

9.4 操作工艺

9.4.1 密肋楼板模壳施工宜按图 9.4.1 规定的流程进行：

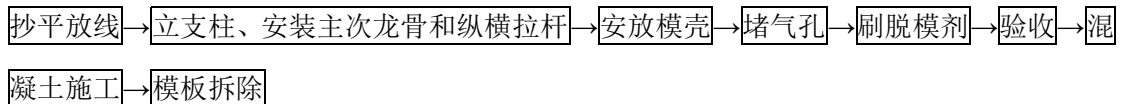


图 9.4.1 密肋楼板模壳施工工艺流程

9.4.2 施工时应按照放线位置，安装立柱，立柱间距位置应符合模壳安装的要求，支柱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。

9.4.3 起拱高度如设计无要求，应按开间的短向长度起拱 1‰~3‰，根据方案设计可设置纵横拉杆，并应与结构柱连接牢固。

9.4.4 龙骨应放置在 U 型托上或将桁架梁两端挂于柱头板上，找平调直后再安装支撑模壳龙骨，安装时应拉通线控制，调整加固。

9.4.5 安装主次梁模板时应按照梁轴线找准位置，拉通线铺设，横平竖直。

9.4.6 施工时应根据模板组装设计的平面位置，按型号安装模壳，模壳铺放排列时应从中间轴轴向两边铺放，不应用模壳的地方可用木模代替。

9.4.7 相邻模壳之间的缝子应用布基胶带或胶带粘贴堵严，不应漏浆。

9.4.8 施工前气孔应通畅，用 50mm×50mm 的布基胶布堵住气孔，浇筑混凝土时应设专人看管。

9.4.9 浇筑混凝土前应将模内清理干净，封闭清理口。

9.4.10 模壳的施工荷载宜控制在 25N/mm²~30N/mm²。

9.4.11 模板拆除应符合下列要求：

1 底模及其支架拆除时的混凝土强度应符合设计要求，当设计无具体要求时，混凝土强度应符合表 9.4.11 的规定：

表 9.4.11 底模拆除时混凝土强度要求

构件类型	构件跨度 (m)	达到设计要求混凝土立方体抗压强度标准值的百分率
板	≤2	≥50
	>2, ≤8	≥75
	>8	≥100
梁	≤8	≥75
	>8	≥100
悬臂构件	-	≥100

注：在下列情况下不得按照上表中的强度值拆模，应按施工方案规定执行。

(1) 施工荷载大于设计使用荷载；

(2) 预应力构件配筋中含有承受永久荷载的配筋，而尚未张拉；

(3) 设计人另有规定。

2 侧模拆除时的混凝土强度应能保证其表面及棱角不受损伤；不应对楼层形成冲击荷载，拆除的模板和支架应分散堆放并应及时清运，模板拆除应有拆模申请；

3 当支柱跨度间距小于等于 2m，混凝土强度达到设计强度的 50%时，可拆除模壳，当采用气动拆模时，现场同条件试块强度达到 9.8MPa 后，可拆除模壳；

4 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；

5 模壳可用气动拆模，高压气泵工作压力不宜少于 0.7MPa；

6 拆下的模板应及时清理粘结物，拆下的配件应及时收集管理。

9.5 质量标准

9.5.1 模板及其支撑应有足够的强度、刚度和稳定性，支撑部分应具有足够的支撑面积。

9.5.2 在涂刷模板隔离剂时，不应沾污钢筋和混凝土接槎处。

9.5.3 模板接缝不应漏浆，接缝应平整、严密，模板与模板之间应加海绵条。

9.5.4 模板与混凝土的接触面应清理干净并涂刷脱模剂，但不应采用影响结构性能或妨碍装饰工程施工的隔离剂。

9.5.5 浇筑混凝土前，模板内的杂物应清理干净。

9.5.6 现浇结构模板安装的偏差应满足表 9.5.6 的规定。

表 9.5.6 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	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

9.6 成品保护

9.6.1 模壳在现场堆放时，应套叠成垛，并应轻拿轻放。

9.6.2 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。

9.6.3 拆下的模板，如发现模板不平或破损变形应及时修理。

9.6.4 在使用过程中应加强管理，分规格堆放。

9.6.5 模壳在施工和存放过程中应做好防火措施。

9.7 绿色施工

9.7.1 在模板安装和拆除过程中，应减少因清理粘连混凝土敲击处理中所产生噪声和粉尘。

9.7.2 脱模剂应选用对人体无害的环保型脱模剂，且应放置在专用仓库内。

9.8 应注意的问题

9.8.1 模壳支柱应安装在平整、坚实的地面上，并应铺设垫板。

9.8.2 支柱间拉杆应设双向加水平拉杆，离地 300mm 宜设一道，其上方可每隔 1.5m 设一道，四面没有墙体时应跳间加剪刀撑，保证支撑体系的稳定性。

9.8.3 垂直运送模壳、配件应上下有人接应，不得抛扔。

10 定型组合钢模板施工

10.1 材料要求

10.1.1 钢模板应采用模数制设计，宽度模数应以 50mm 进级，长度模数应以 150mm 进级。

10.1.2 定型钢角模宽度模数应以 50mm 进级。

10.1.3 竖向模板可采用水质隔离剂或油质隔离剂，水平模板应采用水质隔离剂，不应采用油质隔离剂。

10.2 主要机具

10.2.1 主要机械设备应准备手电钻、砂轮切割机、圆锯机、电动扳手以及电焊设备等。

10.2.2 主要工具应准备钉锤、铁水平尺、钢尺、扳手、钢丝刷、油刷。铁桶、撬杠、起子、经纬仪、水平仪、塔尺等。

10.3 作业条件

10.3.1 模板设计应根据工程结构形式和特点及现场施工条件进行。

10.3.2 模板设计应验算模板及支撑的强度、刚度及稳定性。

10.3.3 模板设计时应按流水段划分，确定模板的配置数量。

10.3.4 模板施工前应编制专项施工方案。

10.3.5 对水平结构混凝土构件模板支撑体系高度超过 8m 或跨度超过 18m，施工荷载大于 10kN/m² 或集中线荷载大于 15kN/m 的模板支撑体系应进行专家论证。

10.3.6 后浇带处的模板支撑体系应同周边水平结构模板分开，单独设立，并应保证模板支撑体系的刚度强度及稳定性。

10.3.7 楼层放好线应进行预检。

10.3.8 已浇筑的混凝土楼板对应墙柱根部 200mm 宽范围应平整。

10.3.9 混凝土接槎处在模板施工前，应预先将已硬化混凝土表面的水泥薄膜或松散混凝土及其软弱层全部剔除、清理干净，冬施应用气泵吹，不留明水。

10.3.10 安装墙体、柱子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，模板上应无过量的脱模剂。

10.3.11 组合钢模板可提前预制拼装，拼装应符合模板设计要求，严密、平整。柱子、墙模板在模板拼装时应预留清扫口。

10.3.12 在楼板浇筑前应留置为竖向结构施工时固定模板位置所需要的预埋地锚筋和拉环。

10.4 操作工艺

10.4.1 柱模板安装应按图 5.4.1 规定的流程进行：

楼层放线→剔除接缝混凝土软弱层→楼板上沿柱外侧 5mm 粘贴 5mm 厚海绵密封条→安装柱模→安柱箍→拉杆或斜杆→加固校正→验收→混凝土施工→模板拆除

图 10.4.1 柱模板安装施工工艺流程

10.4.2 剪力墙模板安装应按图 5.4.1 规定的流程进行：

放墙位置线和模板控制线→剔除接茬处混凝土软弱层→安装窗洞口模板并在接触墙面的两侧粘贴密封条→楼板上沿墙外侧 5mm 粘贴 5mm 厚海绵密封条→检查预留洞、预埋件的留置→安装一侧模板→安装对穿螺栓→安装另一侧模板→调正加固→验收→混凝土施工→模板拆除

图 10.4.2 剪力墙模板安装施工工艺流程

10.4.3 梁模板安装应按图 5.4.1 规定的流程进行：

放线、抄平→铺设垫板→安装立柱→调整标高和位置→安装梁底模板→梁底调整起拱→绑扎钢筋→安装侧模→验收→混凝土施工→模板拆除

图 10.4.3 梁模板安装施工工艺流程

10.4.4 楼梯模板安装应按图 5.4.1 规定的流程进行：

放线、抄平→铺设垫板→支设架子支撑有楼梯柱先支楼梯柱→安大小龙骨→安平台梁、平台板→校正标高位置→铺梯段底板→安楼梯侧帮→吊踏步模板→验收→混凝土施工→模板拆除

图 10.4.4 楼梯模板安装施工工艺流程

10.4.5 楼板模板安装应按图 5.4.1 规定的流程进行：

抄平弹模板标高控制线→铺设垫板→支设架子支撑→安大小龙骨并在墙或梁四周加贴海绵条→大于 4m 时模板支撑起拱→铺模板→校正标高→验收→混凝土施工→模板拆除

图 10.4.5 楼模板安装施工工艺流程

10.4.6 柱模板安装应符合下列规定：

1 柱模板安装时应按照放线位置，做好定位措施以保证柱子轴线和标高的准确性，不应位移；

2 根据柱模板设计图，柱模板的安装应由下而上进行，安装完毕后偏差位移、垂直度以及模板对角线长度差等应符合要求；

3 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，对于截面较大的柱子应当按照设计要求增加对拉螺栓；

4 柱模每边应设两根拉杆，固定于事先预埋在楼板内的钢筋拉环上，用线坠或经纬仪控制垂直度，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；

5 对于高大的柱，宜在合适的部位留设浇灌口和清理口，以便于操作；

6 柱模板预检前应将柱模板内清理干净，封闭清理口。

10.4.7 剪力墙模板安装应符合下列规定：

1 门窗洞口模板应加定位筋固定和支撑，洞口应设 4~5 道横撑。门窗洞口模板与墙模接合处应加垫海绵条防止漏浆；

2 穿墙螺栓规格和间距应符合模板设计要求；

3 模板上口应加水平楞，保证模板上口水平向的顺直；

4 模板安装完毕后，扣件、螺栓应紧固，模板拼缝应严密。

10.4.8 梁模板安装应符合下列规定：

1 柱子模板拆除后应在混凝土柱上弹出水平线，在楼板上和柱子上弹出梁轴线，并应根据放线位置安装柱子模板和梁柱头节点模板（图 10.4.4-1）；

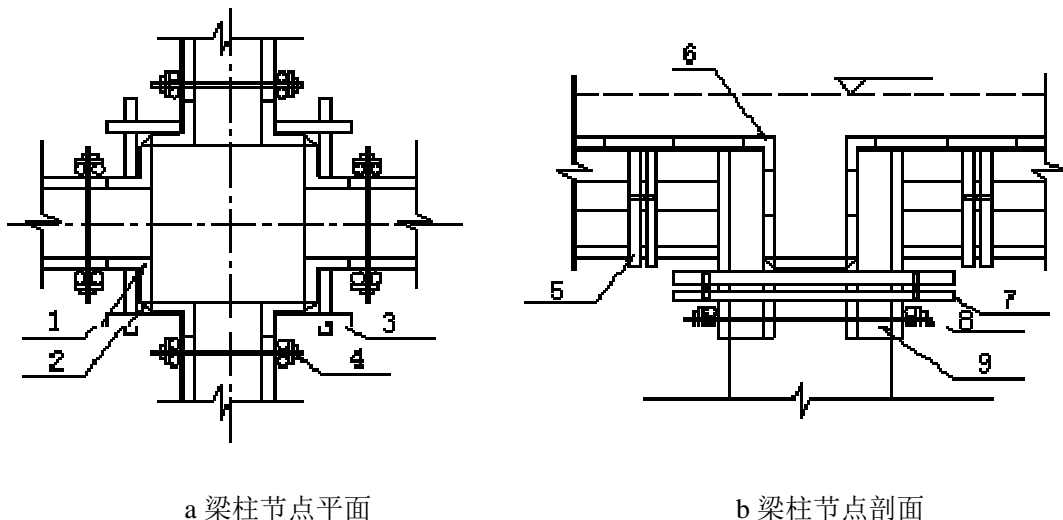


图 10.4.4-1 梁柱节点模板示意图

- 1-阴角模, 2-连接角, 3-钢管柱箍, 4-穿梁螺栓, 5-梁模龙骨, 6-角模, 7-钢管柱箍, 8-对拉螺栓, 9-阴角模

2 安装梁模板支柱之前应先铺垫板。垫板可用 50mm 厚脚手板或截面 50mm×100mm, 长度不小于 400mm 的木方, 当施工荷载大于 1.5 倍设计使用荷载或立柱支设在基土上时, 应垫通长脚手板;

3 当梁截面较大时可采用双排或多排立柱, 支柱的间距应由模板设计确定, 支柱间应设双向水平拉杆, 离地 300mm 设第一道。当四面无墙时, 每一开间内支柱应加一道双向剪刀撑, 保证支撑体系的稳定性;

4 当梁底模板跨度大于或等于 4m 时, 应按设计要求起拱;

5 安装侧模板时, 应把两侧模板与梁底板固定牢固, 组合小钢模可用 U 型卡连接;

6 龙骨间距应由模板设计确定, 梁模板上口应用定型卡子固定。当梁高超过 600mm 时, 应加穿梁螺栓加固, 或使用工具式卡子, 梁侧模板根部应楔紧, 不应涨模漏浆;

7 梁模板安装后应校正梁中线、标高、断面尺寸, 将梁模板内杂物清理干净, 梁端头可作为清扫口, 直到浇筑混凝土前再封闭。

10.4.9 楼梯模板安装应符合下列规定:

1 楼梯模板安装前应弹好楼梯位置线;

2 支柱和龙骨间距应根据模板设计确定;

3 组合钢模板龙骨应与组合钢模板长向相垂直, 在拼缝处可采用窄尺寸的拼缝模板或木板代替。当采用木板时, 板面应高于钢模板板面 2 mm~3mm。底板铺设完毕后, 应在板上划梯段宽度线, 依线立外帮板, 外帮板可用夹木或斜撑固定 (图 10.4.5);

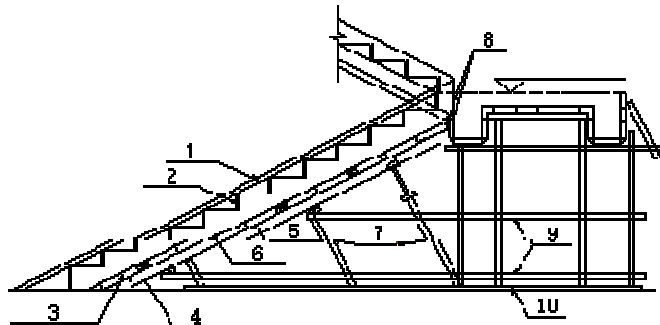


图 10.4.5 楼梯模板图

- 1-楼梯侧帮, 2-踏步板, 3-组合钢模板, 4-斜楞, 5-钢模板, 6-木模板, 7-斜撑柱,

8-木模, 9-拉杆, 10-垫板

4 有梁楼梯应先绑扎梁钢筋;

5 楼梯梯步高度应均匀一致, 最下一步及最上一步的高度, 应考虑到楼地面最后的装修厚度及楼梯踏步的装修做法, 防止由于装修厚度不同形成楼梯踏步高度不协调, 装修后楼梯相邻踏步高度差不应大于 10mm。

10.4.10 安装楼板模板应符合下列规定:

1 安装楼板模板支柱之前应先铺垫板。垫板可用 50mm 厚脚手板或截面 50mm×100mm, 长度不小于 400mm 的木方, 当施工荷载大于 1.5 倍设计使用荷载或立柱支设在基土上时, 应垫通长脚手板。采用多层支架支模时, 支柱应垂直, 上下层支柱应在同一竖向中心线上;

2 模板支柱和龙骨间距应根据模板设计确定, 碗扣式脚手架还应符合模数要求;

3 楼板跨度大于或等于 4m 时应按设计要求起拱, 当设计无明确要求时, 起拱高度应为跨度的 1/1000~1.5/1000。大小龙骨悬挑部分应缩短, 避免出现较大变形。面板模板不应有悬挑, 悬挑部分, 板下应加小龙骨;

4 定型组合钢模板可从一侧开始铺, 每两块板间纵向边肋上应用 U 型卡连接, U 型卡与 L 型插销应全部安满。每个 U 型卡卡紧方向应正反相间。楼板大面积均应采用大尺寸的定型组合钢模板, 在拼缝处可采用窄尺寸的拼缝模板或木板代替。当采用木板时, 板面应高于钢模板板面 2~3mm, 但均应拼缝严密;

5 楼板模板铺完后, 应用水准仪测量模板标高, 进行校正, 并用靠尺检查平整度;

6 应根据支柱高度确定支柱之间水平拉杆的数量和间距。

10.4.11 模板拆除应符合下列规定:

1 底模及其支架拆除时, 混凝土强度应符合设计要求; 当设计无具体要求时, 混凝土强度应符合表 10.4.7 的规定, 拆除顺序应按施工方案规定执行;

表 10.4.7 底模拆除时混凝土强度要求

构件类型	构件跨度 (m)	达到设计要求混凝土立方体抗压强度标准值的百分率 (%)
板	≤2	≥50
	>2, ≤8	≥75
	>8	≥100
梁	≤8	≥75
	>8	≥100
悬臂构件	-	≥100

2 模拆除时的混凝土强度应能保证其表面及棱角不受损伤,拆模时不应对楼层形成冲击荷载;

3 拆除的模板和支架宜分散堆放并及时清运;

4 模板拆除应有拆模申请并由项目技术负责人批准;

5 柱模板拆除应先拆柱斜拉杆或斜支撑,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;

6 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,用撬棍轻轻撬动模板,使模板脱离墙体;

7 楼板、梁模板拆除应符合下列规定:

1) 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,然后拆除支柱,每根龙骨应保留 1~2 根支柱;

2) 当楼层较高,支模采用多层排架时,应从上而下逐层拆除,不应采用在一个局部拆除到底再转向相邻部位的方法;

3) 有穿梁螺栓者应先拆掉穿梁螺栓和梁底模板支架,再拆除梁底模板。

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

10.5 质量标准

10.5.1 模板及其支架应具有足够的强度、刚度和稳定性。

10.5.2 模板支撑部分应有足够的支撑面积,如安装在基土上,基土应坚实,并有排水措施。

10.5.3 在涂刷模板隔离剂时,不应沾污钢筋和混凝土接槎处。

10.5.4 模板安装应满足下列要求:

1 模板接缝不应漏浆;

2 模板与混凝土接触面应清理干净并涂刷隔离剂,但不应采用影响结构性能或妨碍装饰工程施工的隔离剂,楼板、梁模应刷水性隔离剂;

3 浇筑混凝土前,模板内的杂物应清理干净;

4 对清水混凝土工程和装饰混凝土工程,应使用能达到设计效果的模板。

10.5.5 对跨度不小于 4m 的现浇混凝土梁、板,其模板应按设计要求起拱。如无设计要求时,起拱高度钢支撑宜为全跨度的 1/1000~1.5/1000,木支撑宜为全跨度的 1/1000~3/1000。

10.5.6 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 10.5.6 的规定。

表 10.5.6 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

10.5.7 现浇结构模板安装的偏差应符合表 10.5.7 的规定。

表 10.5.7 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	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

10.6 成品保护

10.6.1 模板安装时应轻起轻放，不应碰撞已完柱、墙、梁等，防止模板变形。

10.6.2 模板安装时不应随意用大锤硬砸或撬棍硬撬，不应损伤混凝土表面和棱角。

10.6.3 在模板进行钢筋等焊接工作时，应用石棉板或薄钢板隔离。

10.6.4 拆模时不应用大锤硬砸或撬杠硬撬，不应损伤模板及结构，拆下的模板不应随意丢弃。

10.6.5 拆下的钢模板应及时清除粘结的灰浆，如发现脱焊、肋变形、配件损坏，应及时修理，拆下的零散配件应用箱或袋收集。

10.6.6 钢模板在使用过程中应加强管理，分规格堆放及时应补刷防锈漆。

10.7 绿色施工

10.7.1 钢模板在加工、安装时应提高施工精度，达到混凝土表面免抹灰或者减少抹灰厚度。

10.7.2 钢模板在施工时应及时回收散落的铁丝、扣件、螺栓等材料。

10.7.3 使用的脱模剂应安排专人保管和涂刷，剩余部分应及时回收不应污染环境。

10.7.4 模板拆除时应采取可靠措施，防止损坏及时检修，提高模板周转次数。

10.7.5 施工现场应设置封闭式垃圾站，集中存放包装袋、塑料膜等白色垃圾。

10.7.6 材料到场后应当放到指定区域，并且在塔吊覆盖范围内，减少材料二次搬运。

10.8 应注意的问题

10.8.1 柱模板应避免截面尺寸不准、梁柱节点轴线偏移、钢筋保护层过大或过小、柱身扭曲。梁柱节点模板应与施工的混凝土柱固定牢固。

10.8.2 梁模板应避免梁身不平直、梁底不平、梁侧面鼓出、梁上口尺寸偏大、中部下挠。梁板模板应通过设计确定龙骨、支柱的尺寸及间距，使模板支撑系统有足够的强度和刚度，防止浇筑混凝土时模板变形。模板支柱的底部应支在坚实的地面上，垫通长脚手板防止支柱下沉，梁板模板应按设计要求起拱，不应挠度过大。支梁模板时梁底两侧应拉通线。梁模板上口应有拉杆锁紧，梁侧模下口应严格楔紧。

10.8.3 墙模板安装应避免墙体混凝土薄厚不一致，截面尺寸不准确，拼接不严，缝子过大造成跑浆。

10.8.4 组合钢模板时，应按纵横向拼配，配成以 50mm 为模数的模板面积，个别部位不能满足尺寸要求的，可用同厚度木模板拼补。

11 定型组合铝合金模板施工

11.1 材料要求

11.1.1 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。铝合金材料化学成份应符合表 11.1.1 规定。

表 11.1.1 铝合金材料化学成份

铝合金 牌号	状态	化学成分 (wt%)								
		Cu (铜)	Si (硅)	Fe (铁)	Mn (锰)	Mg (镁)	Zn (锌)	Cr (铬)	Ti (钛)	Al (铝)
6061	T6	0.15~0.4	0.4~0.8	≤0.7	≤0.15	0.8~1.2	≤0.25	0.04~0.35	≤0.15	余量
6082	T6	0.1	0.7~1.3	0.5	0.4~1.0	0.6~1.2	0.2	0.25	0.1	余量

11.1.2 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。

11.1.3 铝合金材料的物理性能指标、力学性能应符合表 11.1.3-1 和表 11.1.3-2 的规定。

表 11.1.3-1 铝合金材料的物理性能指标

弹性模量 E_a (N/mm ²)	泊松比 ν_a	剪变模量 G_a (N/mm ²)	线膨胀系数 α_a (以每℃计)	质量密度 ρ_a (kg/m ³)
70000	0.3	27000	23×10^{-6}	2700

表 11.1.3-2 铝合金材料的室温纵向拉伸力学性能

牌号	状态	壁厚/mm	抗拉强度 R_m /MPa	规定非比例 延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后伸长率/%	
					$A_{5.65}$	A_{50mm}
不小于						
6061	T6	≤5	260	240	—	7
		>5~25	260	240	10	8
6082	T6	≤5	290	250	—	6
		>5~25	310	260	10	8

11.1.4 铝合金材料的强度设计值应符合表 11.1.4 的规定

表 11.1.4 铝合金材料的强度设计值 (N/mm²)

铝合金材料			用于构件计算		用于焊接连接计算	
牌号	状态	厚度 (mm)	抗拉、抗压和 抗弯 f_a	抗剪 f_{va}	焊件热影响区抗拉、 抗压和抗弯 $f_{u,haz}$	焊件热影响区 抗剪 $f_{v,haz}$
6061	T6	所有	200	115	100	60

6082	T6	所有	230	120	100	60
------	----	----	-----	-----	-----	----

11.1.5 单块铝合金模板面板厚度应不小于 3.5mm，当模板宽度大于等于 300mm 时，面板厚度应不小于 4.0mm；边框厚度应不小于 5.0mm，高度应不小于 65mm。

11.1.6 铝合金模板工程中钢构件的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。

11.1.7 钢材的物理性能指标应符合表 11.1.7 的规定。

表11.1.7 钢材的物理性能指标

弹性模量 E_s (N/mm ²)	剪变模量 G_s (N/mm ²)	线膨胀系数 α_s (以每℃计)	质量密度 r_s (kg/m ³)
206000	79000	12×10^{-6}	7850

11.1.8 钢材的强度设计值应符合表 11.1.8 的规定。

表 11.1.8 钢材的强度设计值 (N/mm²)

钢材牌号	厚度 d (mm)	抗拉、抗压、抗弯 f_s	抗剪 f_{vs}
Q235B	$d \leq 16$	215	125
	$> 16 \sim 40$	205	120
	$> 40 \sim 60$	200	115
	$> 60 \sim 100$	200	115

11.1.9 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。

11.2 主要机具

11.2.1 手持工具应准备铁锤、撬棍、工具桶、铁钩、拆模器、铲子等。

11.2.2 其他机具应准备激光水准仪、电焊机等。

11.3 作业条件

11.3.1 作业前应做好临边、临洞口等区域安全防护工作。

11.3.2 劳动防护用品应准备齐全，确保现场安全施工。

11.3.3 铝模板首层施工前，应确保满足铝模板安装条件。

11.3.4 模板安装前，应涂刷脱模剂。

11.3.5 模板设计应符合下列规定：

- 1 模板设计应根据工程结构形式和特点及现场施工条件进行；
- 2 模板设计应验算模板及支撑的强度、刚度及稳定性，绘制全套模板设计图；
- 3 模板设计时应按流水段划分，确定模板的配置数量；
- 4 模板施工前应单独编制专项施工方案；
- 5 后浇带处的模板支撑体系应同周边水平结构模板分开，单独设立，并保证模板支撑体系的刚度强度及稳定性。

11.4 操作工艺

11.4.1 墙柱模板安装宜按图 5.4.1 规定的流程进行：

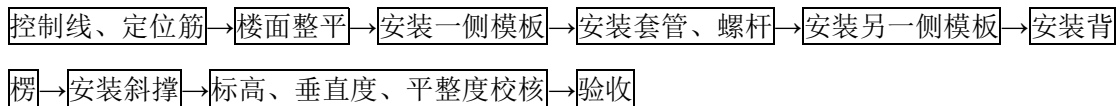


图 10.4.2 剪力墙模板安装施工工艺流程

11.4.2 墙柱模板拆除宜按图 5.4.1 规定的流程进行：

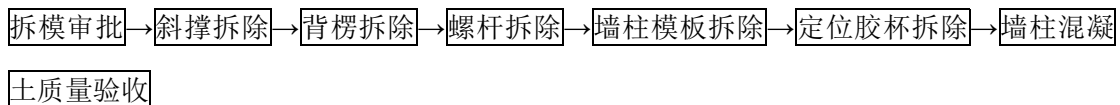


图 10.4.2 剪力墙模板安装施工工艺流程

11.4.3 梁板模板安装宜按图 5.4.1 规定的流程进行：

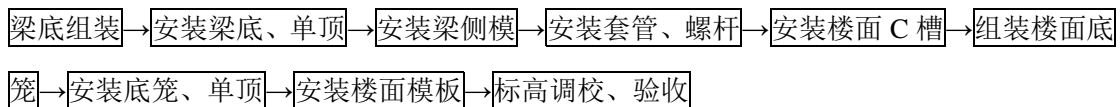


图 10.4.2 剪力墙模板安装施工工艺流程

11.4.4 梁板模板拆除宜按图 5.4.1 规定的流程进行：

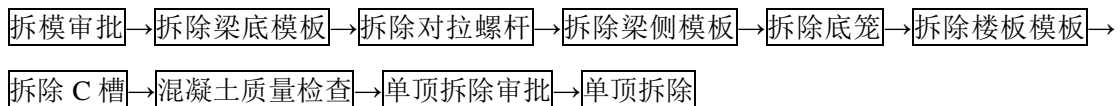


图 10.4.2 剪力墙模板安装施工工艺流程

11.4.5 铝模板安装应符合下列规定：

- 1 铝模板安装应先安装墙柱模板，后安装梁板及顶板模板，最后做外围线条及模板加固；
- 2 初始安装模板时，可把木条用钉子固定在混凝土面上直到外角模内侧，以保证模板安装对准放样线。所有模板应从角部开始安装，使模板保持侧向稳定；

3 安装模板前，应将模板接触面及边缘部进行清理并涂脱模剂，在角部稳定和内角模按放样线定位后继续安装整面墙模，墙模与内角模连接时销子的头部应在内角模内部，方便模板拆装；

4 模板封闭之前，应在墙模板连接件上预先外套 PVC 管，同时要保证套管与墙两边模板面接触位置要准确，当外墙出现偏差时，应调整至正确位置。

11.4.6 墙柱模板安装应符合下列规定：

1 下层已拆并清理干净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，外墙安装时，应遵循拆一块、传一块、清一块、刷一块、安一块的原则，拆装过程中应保证一人双手紧握模板，待销钉销片全部插入后方可松手。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正对；

6 每面墙模板在封闭前，应调整两侧模板，使其垂直竖立在控制线上；

7 背楞安装应采取从下往上得安装顺序，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；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，应两人在墙两侧同时配合施工；

8 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，

固定码离墙间距应满足与斜撑长边夹角为 $45^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ，与斜撑短边夹角为 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ；

9 当用激光水准仪对齐 1m 标高控制线时，激光线与墙面控制点应重合，当有误差时，可用千斤顶调校。

11.4.7 梁模板安装应符合下列规定：

1 梁模板安装应先将梁底模板在楼面进行预拼装，将梁底模板连接成整体；

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；

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，不应在砼振捣时插销震落，造成爆模；

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。

11.4.8 顶板模板安装应符合下列规定：

1 安装完墙梁顶部的阴角模后，安装楼面龙骨，然后按试拼装编号图安装顶板，依次拼装标准板模，直至铝模全部拼装完成。楼面龙骨早拆头下的支撑杆应垂直，无松动；

2 每间房的顶板安装完成后，须调整支撑杆到适当位置，跨度 4m 以上的顶板，其模板应按设计要求起拱，如无具体要求，起拱高度宜为跨度的 $1/1000\sim 3/1000$ ，铝合金模板起拱高度宜取下限 $1/1000$ 。

11.4.9 墙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妥当，等待上传。

11.4.10 梁板拆除应符合下列规定：

1 墙板上传后，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，梁底支撑不可松动和拆除；

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。

11.4.11 顶板拆除应符合下列规定：

1 顶板拆除前应先将其背楞、对拉螺栓、梁板等上传，应先拆顶板面积较大的房间；

2 拆顶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，不可让其自由落下受损；

3 拆顶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，使其与砼表面脱离，再用专用长撬棍插入孔内撬动；

5 顶板和梁的支撑不应松动和拆除，在模板工程施工中，可配置 3 套支撑，安装所用支撑应到结构下一层拆除。

11.5 质量标准

11.5.1 剪力墙模板安装质量应符合下列要求：

1 模板轴线定位、外形尺寸、水平标高应准确无误；

2 板面应平整洁净，拼缝严密，不漏浆；

3 模板安装后应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，能承受新浇混凝土的自重和侧压力以及在施工过程中所产生的荷载；

4 模板安装偏差应控制在规范允许范围内；

5 阴阳角应方正平直，棱角整齐无错台、无倾斜、无凹凸线。

11.5.2 柱体模板安装质量应符合下列要求：

- 1 模板轴线定位、外型尺寸、水平标高应准确无误；
- 2 板面应平整洁净，拼缝严密，不漏浆；
- 3 模板安装后应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，能承受新浇混凝土的自重和侧压力以及在施工过程中所产生的荷载；
- 4 模板安装偏差应控制在规范允许范围内。

11.5.3 水平模板安装质量应符合下列要求：

- 1 次梁轴线位置、截面尺寸及水平标高应准确无误；
- 2 板面应平整洁净，拼缝严密，不漏浆；
- 3 模板安装后应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，能承受新浇混凝土的自重和侧压力以及在施工过程中所产生的荷载；
- 4 模板安装偏差应控制在规范允许范围内；
- 5 梁板支撑系统底部应设可调底座，顶部应设可调支撑头，以调节模板的标高、水平。

11.5.4 铝合金模板安装允许偏差应符合表 11.5.4 的规定。

表 11.5.4 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	$\leq 2.0\text{mm}$	钢尺检查
相邻模板面的高低差	$\leq 2.0\text{mm}$	钢尺检查
铝合金模板面板的平整度	$\leq 3.0\text{mm}/2\text{m}$	2m 靠尺和塞尺检查，激光水平仪
模板的垂直度	$\leq 3.0\text{mm}/2\text{m}$	吊线、钢尺检查，激光水平仪
模板两对角线长度差值	\leq 对角线长度的 1/1000， 最大 $\leq 3.0\text{mm}$	钢尺检查
支撑立柱垂直度允许偏差	\leq 层高的 1/300	吊线、钢直角尺检查

11.6 成品保护

11.6.1 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 11.6.1 的规定。

表 11.6.1 模板及配件修复后的主要质量标准

项目		允许偏差 (mm)
铝模板配件	板面平面度	≤ 2.0
	凸棱直线度	≤ 1.0
	背楞及钢支撑直线度	$\leq L / 1000$

注：L 为背楞及钢支撑的长度。

11.6.2 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。

11.6.3 铝合金模板宜放在室内或敞棚内，模板的底面应垫离地面 100mm 以上，垫块应平整、高低相同。露天摆放时，地面应平整、坚实、有排水措施，模板地面应垫高离地面 200mm 以上，两支点离模板两端的距离不应大于模板长度的 1/6，支撑物间距应小于 800mm，码放高度不宜超过 2000mm，应有防倾倒措施。

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

11.6.5 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。

11.7 绿色施工

11.7.1 模板运输时应轻放，模板调整时，不应过度敲击。

11.7.2 在作息期间施工应减少撞击声、哨声，不应乱扔模板、拖铁器大声喧哗等。

11.7.3 穿墙螺栓应收集处理，模板进行清理时，不应破坏模板和其配件，涂刷脱模剂时，不应泄漏，不应污染土壤。

11.7.4 应注意环境卫生，施工项目用地范围内的垃圾应倾倒至指定点，不应随意堆放或倾倒。

11.7.5 固体废弃物应分类定点堆放，分类处理，可以回收的应回收利用。

11.7.6 模板拆除后应循环使用，通过送料口逐层向上使用。应建立健全环境工作管理条例，主动接受群众的监督。

11.8 应注意的问题

11.8.1 模板应进行编号管理，宜分类堆放，以便于使用。

11.8.2 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，不应模板变形。

11.8.3 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。

11.8.4 预组拼的模板应有存放场地，场地应平整夯实。

11.8.5 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。

11.8.6 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，保证支架的稳定，平面模板标高和平整不应产生偏差。

11.8.7 模板装拆和支架搭设、拆除前，工程技术人员应以书面或投影形式向作业班组进行施工操作的安全技术交底，并应保存技术交底记录；模板安装、钢支撑安装完毕后，应根据设计图纸和专项施工方案进行检查验收，验收应有量化内容并经责任人签字确认。

11.8.7 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。

11.8.8 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。

11.8.9 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。

12 定型组合带肋塑料模板施工

12.1 材料要求

12.1.1 带肋塑料模板可分为现配现支塑料模板和工具式塑料模板。组合式带肋塑料模板可分为平面模板、阴角模、阳角模。常用规格和模板物理力学性能指标应符合表 12.1.1 和表 12.1.2 的规定。

表 12.1.1 组合带肋塑料模板规格尺寸 (mm)

模板分类	模板厚度 (mm)	面板厚度 (mm)	宽度 (mm)	长度 (mm)
平面模板	50	4	100、150、200、250、300、600	100、300、600、900、 1200、1500
阴角模板	50、100	4	100、150、200	200、250、300、600、 1200、1500
阳角模板	50	4	50×50、50×70、50×80、50×90	200、250、300、750、 1200、1500

表 12.1.2 组合式塑料模板物理力学性能指标

项目	单位	指标
吸水率	%	≤0.5
表面硬度	H _D	≥58
简支梁无缺口冲击强度	kJ/m ²	≥25
弯曲强度	MPa	≥70
弯曲弹性模量	MPa	≥7000
维卡软化点	℃	≥90
加热后尺寸变化率	%	±0.1
施工最低温度	℃	-10
燃烧性能等级	级	≥E

12.1.2 组合式带肋塑料模板之间可采用回形销连接，墙膜龙骨可直接采用φ48 圆钢，水平模板可采用钢制主梁。

12.1.3 脚手架构配件材质应符合现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591、《碳素结构钢》GB/T 700 及《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352 的规定。

12.1.4 背楞、主梁、对拉螺栓、回形销等配件的材质应符合现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591、《碳素结构钢》GB/T 700 及《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352 的规定，回形销的材质宜采用弹簧钢 35#K，直径 $\phi 8$ 。

12.2 主要机具

12.2.1 手持工具应准备扳手、锤子、钳子、钢尺、线坠等。

12.2.2 其他机具应准备电钻、水准仪等。

12.3 作业条件

12.3.1 应根据结构平面位置划分施工流水段。

12.3.2 应根据结构尺寸，对墙、板进行配模。

12.3.3 背楞宜采用型钢，贴着模板得背楞应与模板垂直放置，横背楞应从墙底部 100mm 开始，间距宜为 450mm~600mm，竖背楞可采用对拉螺栓和铸钢螺母紧固。

12.3.4 水平模板宜选用 1200mm×600mm 模板，剩余部分采用其他规格模板补充。

12.3.5 脚手架与竖向结构面的距离不宜大于 450mm，脚手架之间的间距不应大于 1200mm×900mm。

12.4 操作工艺

12.4.1 定型组合带肋塑料模板施工应按图 规定的流程进行：

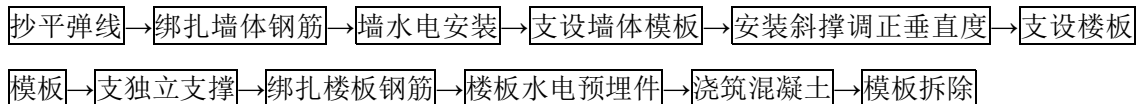


图 12.4.1 剪力墙模板安装施工工艺流程

12.4.2 安装墙柱模板应满足下列要求：

1 安装墙体模板前应放置好定位筋，可用钻头沿墙边线打眼放置钢筋头，出板面应不少于 50mm；

2 所有模板拼装前，应对板面进行全面清理，擦拭干净，墙体根部应将垃圾、混凝土残渣等清理干净；

- 3 按配模图纸编号依次拼装好墙体模板后，可用卡口进行连接，应根据墙体厚度定制同墙厚得塑料套管，保证墙柱模板在加固后得截面尺寸正确；
- 4 安装背楞时应由两人在墙柱的两侧同时进行，背楞及对拉螺栓安装应紧固牢靠；
- 5 墙体模板、背楞安装完成后，可用斜撑调节墙体垂直度；
- 6 墙模与楼板模阴角连接时，阴角模应压在墙模之上。

12.4.6 安装楼板模板应满足下列要求：

- 1 楼板模板拼装应从角部开始，依次拼装标准楼板模板，直至楼板模板全部拼装完成；
- 2 楼板独立支撑应垂直、无松动。

12.4.4 模板测量校正与检查应满足下列要求：

1 墙模板加固完成后，可用挂线坠检查墙柱的垂直度，垂直度偏差应控制在 5mm 范围内，在墙两侧的对应该部位应加顶斜撑，斜撑一端应固定在背楞上，另一端应用预埋螺栓固定在楼面上；

2 根据楼层标高，可用红外线检查楼板的水平偏差，同一跨内顶板水平偏差应控制在 5mm 范围内；

3 模板加固及校正完成后应进行自检，螺栓、回形销应无遗漏，且紧固，墙的垂直度、板的平整度、墙面尺寸应符合要求。

12.4.5 模板拆除

1 底模及其支架拆除时的混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，混凝土强度应符合表 5.4.9 的规定，拆除顺序应按施工方案规定执行；

表 12.4.5 底模拆除时混凝土强度要求

构件类型	构件跨度 (m)	达到设计要求混凝土立方体抗压强度标准值的百分率 (%)
板	≤2	≥50
	>2, ≤8	≥75
	>8	≥100
梁	≤8	≥75
	>8	≥100
悬臂构件	-	≥100

2 当混凝土强度达到 1.2MPa 时，可拆除墙侧模，拆除墙侧模时应先拆斜撑，后松动、拆除对拉螺栓，拆除对拉螺栓时，可用扳手松动螺母，取下螺母垫片，拆除背楞，取下三节式之水螺栓的外露部分，在拆除模板连接的回形销，拆下的模板和配件应及时清理；

3 当混凝土浇筑完成后强度达到设计强度的 50%后，可拆除楼板模板，楼板模板拆除前应先按设计方案认定保留的养护支撑不得松动；

4 养护支撑的拆除应符合现行国家标准《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204 关于底模拆除时混凝土强度的要求，可根据留置的拆模试块来确定养护支撑的拆除时间。

12.5 质量标准

12.5.1 当楼层模板同时承受本层施工荷载和后继施工的上层荷载时，其上下层支架的立柱应对准，并铺设垫板，在涂刷模板隔离剂时，不得沾污钢筋和混凝土接槎处。

12.5.2 模板安装应满足下列要求：

1 模板接缝不应漏浆；

2 模板与混凝土接触面应清理干净并涂刷隔离剂，但不得采用影响结构性能或妨碍装饰工程施工隔离剂；楼板、梁模应刷水性隔离剂，刷后要防雨，不应浇水；

3 浇筑混凝土前，模板内的杂物应清理干净。

12.5.3 对跨度不小于 4m 的现浇混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱，如无设计要求时，起拱高度钢支撑宜为全跨度的 1/1000~1.5/1000，木支撑宜为全跨度的 1/1000~3/1000。

12.5.4 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 12.5.4 的规定。

表 12.5.4 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

12.5.5 现浇结构模板安装的偏差应符合表 12.5.5 的规定。

表 12.5.5 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	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

12.6 成品保护

12.6.1 吊装模板时应轻起轻放，不应碰撞，防止模板变形。

12.6.2 拆下来的模板应及时清理板面，确保继续使用时模板表面光洁。

12.6.3 模板在使用过程中应加强管理，分规格堆放。

12.7 绿色施工

12.7.1 采购模板时，应严把质量监督关，优先选用周转次数多的材料，提高使用周转率。

12.7.2 现场材料堆放应有序，储存环境应适宜，措施应得当。

12.7.3 材料运输工具应适宜，装卸方法应得当，不应损坏和遗洒。应根据现场平面布置情况就近卸载，避免和减少二次搬运。

12.7.4 应采取技术和管理措施提高模板、脚手架等的周转次数，减少整木模板、整木方的切割。

12.7.5 模板拆除，应采取可靠措施，不应损坏，及时检修维护、妥善保管，提高模板周转率。

12.8 应注意的问题

12.8.1 按配模图纸编号依次拼装好墙柱模板，封闭模板之前，应在对拉螺杆上预先套上套管和锥形接头，同时要保证套管与墙两边模板面接触位置准确。

12.8.2 安装背楞和对拉螺栓时应用力得当，过紧会引起背楞弯曲变形，过松则在浇筑砼时会造成涨模现象。

12.8.3 墙模与楼板模阴角连接时，阴角模应压在墙模之上。

12.8.4 应按配模图编号从角部开始，依次拼装标准楼板模板，直至楼板模板全部拼装完成。

12.8.5 模板和配件进到现场后，应会同有关方面进行检查、清点。

13 清水混凝土模板施工

13.1 材料要求

13.1.1 模板面板可采用覆膜胶合板、钢板、铝合金板、塑料板、玻璃钢等材料，应满足强度、刚度要求，且加工性能好；模板面板材质选择时应考虑设计对清水混凝土表面质感要求。

13.1.2 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。

13.1.3 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。

13.1.4 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，应满足模板体系连接加固的要求。

13.1.5 对拉螺栓套管及堵头可选用塑料、橡胶、尼龙等材料。

13.1.6 明缝条可选用硬木、铝合金、塑料等材料，截面宜为梯形。

13.2 主要机具

13.2.1 手持工具应准备手锯、专用扳手、盒尺、锤子、钢卷尺、直角尺、线坠、白线、开刀、毛质滚筒等。

13.2.2 其他机具应准备电锯、电钻、电刨、压刨。

13.3 作业条件

13.3.1 清水混凝土施工前，应根据规范和规程的要求，制定专项施工方案，同时还应进行重要部位和关键节点的深化设计。

13.3.2 模板和支撑体系应根据清水混凝土工程的结构形式、造型特点、荷载大小、施工设备和材料供应等条件进行设计。

13.3.3 模板应具有足够的刚度，在混凝土侧压力作用下不应有变形；模板材料表面应平整光洁，强度高、耐腐蚀，并具有一定的吸水性；模板应接缝严密。

13.3.4 模板支搭完成后，应对模板工程进行验收。

13.3.5 在设计模板的分割线时，布置应合理而有规律，以保证整体的外观效果。

13.3.6 应减少模板拼缝，接缝位置应有规律，隐蔽性好，暴露在外的接缝宜设压缝条。

13.4 操作工艺

13.4.1 清水混凝土模板施工宜按图 13.4.1 规定的流程进行：

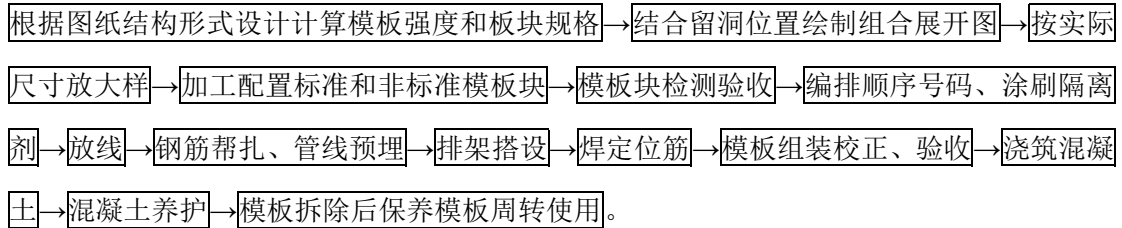


图 13.4.1 清水混凝土模板安装施工工艺流程

13.4.2 模板安装应符合下列规定：

1 模板进场卸车时，应水平将模板吊离车辆，并应在吊绳与模板的接触部位垫方木或角钢护角，避免吊绳伤及面板，吊点位置应作用于背楞位置，确保有四个吊点并且均匀受力；

2 模板吊离车辆后，应平放在平整坚实的地面上，模板下应垫方木，避免产生形变；平放时背楞应向下，面对面或背对背堆放，不应将面板朝下接触地面；模板面板之间可加毡子以保护面板。模板吊装时应在设计的吊钩位置挂钢丝绳，起吊前应确保吊点的连接稳固；

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，模板下口应避免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 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。

13.4.3 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 拆模时，应轻轻将模板上口撬离墙体，然后整体拆离墙体，不应直接用撬棍挤压面板；拆模过程中应做好对清水墙面的保护工作；

3 拆下的模板应轻轻吊离墙体，放在存放位置准备周转使用；

4 装车运输时，最下层模板应背楞朝下，模板面对面或背对背叠放，叠放不应超过六层，面板之间应垫棉毡保护。

13.5 质量标准

13.5.1 板面应平整、光滑，接缝严密，不漏浆、不错台。

13.5.2 模板体系应具有足够的刚度。

13.5.3 模板体系应能满足设计对明缝、禅缝和对啦螺栓孔位布置要求。

13.5.4 模板接缝不应漏浆。

13.5.5 模板与混凝土接触面应清理干净并涂刷隔离剂，隔离剂应涂刷均匀。

13.5.6 浇筑混凝土前，模板内的杂物应清理干净。

13.5.7 清水混凝土模板制作质量标准应满足表 13.5.7-1 的要求，清水混凝土模板安装质量标准应满足表 13.5.7-2 的要求。

表 13.5.7-1 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离	±0.5	±0.5	游标卡尺

表 13.5.7-2 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、	4	3	尺量
2	截面模内尺寸	墙、柱、	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
5	层高垂直度	不大于	6	3	2m 托线板
		大于	8	5	

6	表面平整度		3	2	2m 内上口拉
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	8	6	拉线、尺量
		孔洞尺	+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	8	5	拉线、尺寸
		宽、高	±6	±4	
		对角线	8	6	

13.6 成品保护

13.6.1 模板几何尺寸经检查符合要求后，施工人员不应任意修改、开洞。

13.6.2 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。

13.6.3 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，应采取防止措施防止倾倒。

13.6.4 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。

13.6.5 模板应及时清理维护，保持大模板整洁及配套零件齐全。

13.6.6 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。

13.6.7 模板支撑体系不应直接支撑在楼板上，应加垫板。

13.6.8 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。

13.6.9 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。

13.6.10 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。

13.6.11 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。

13.6.12 进行电气焊作业时，应有有效保护措施，不应烧坏胶合板。

13.6.13 不应随意在模板面用电、气焊开孔。

13.7 绿色施工

13.7.1 为保证达到结构的观感效果，可针对不同结构部位设计不同类型的模板，并宜设计成大模板，减少模板的投入。

13.7.2 使用的脱模剂应安排专人保管和涂刷，剩余部分应及时回收不应污染环境。

13.7.3 模板拆除，应采取可靠措施，不应损坏，及时检修维护、妥善保管，提高模板周转率。

13.8 应注意的问题

13.8.1 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。

13.8.2 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。

13.8.3 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。

13.8.4 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；方木应两面刨平，确保所有方木表面平整、厚度一致。

13.8.5 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。

13.8.6 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。

13.8.7 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。

13.8.8 模板底部应提前用砂浆找平，不应底部漏浆。

14 爬升模板施工

14.1 材料要求

14.1.1 模板应符合下列规定：

1 模板体系的选型应根据工程设计和工程具体情况，满足混凝土质量要求；

2 模板应满足强度、刚度、平整度和周转使用次数要求，模板规格应标准化、模数化、通用化，模板面板易于清理和涂刷脱模剂；

3 模板之间的连接可采用螺栓、钢销、模板卡具等连接件；

4 对拉螺栓宜选用 T 形螺纹螺栓。

14.1.2 模板材料宜选用全钢大模板、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，模板面板的更换不应影响工程施工进度和施工安全。钢模板应符合现行行业标准《建筑工程大模板技术规程》JGJ 74 的规定，木胶合板应符合现行国家标准《混凝土模板用胶合板》GB/T 17656 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。

14.1.3 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由设计确定。

14.1.4 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、挂钩连接座、导轨、防坠爬升器等重要受力部件的制作材料，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。

14.1.5 操作平台板宜选用钢跳板、铝合金跳板，并与纵向连系梁采取可靠连接措施。贴墙翻板、平台翻板、爬梯、栏杆均应采用金属材料制作。

14.1.6 护栏网宜选用模块化有框金属网、金属冲孔板、金属压型板等。

14.2 主要机具

14.2.1 机械设备应准备塔吊、履带吊、汽车吊等。

14.2.2 手持工具应准备搬手、铁锤、铲刀、角磨机等工具。

14.2.3 其他工具应根据要求备好海绵条、单面胶条，PVC 套管等。

14.3 作业条件

14.3.1 爬架各分段构件应在工厂加工并现场进行试拼。

14.3.2 模板应按大模板制作要求进行加工，螺栓孔位置应准确，吊点、吊环制作和焊接应符合要求。

14.3.3 模板安装前提升设备、节点板拼接螺栓等配件应配齐，混凝土墙体上的预留孔位置应与爬架孔位一致。

14.3.4 安装部位混凝土结构强度应达到 10MPa 以上。

14.4 操作工艺

14.4.1 爬升模板施工工艺宜按图 14.4.1 规定的流程进行：

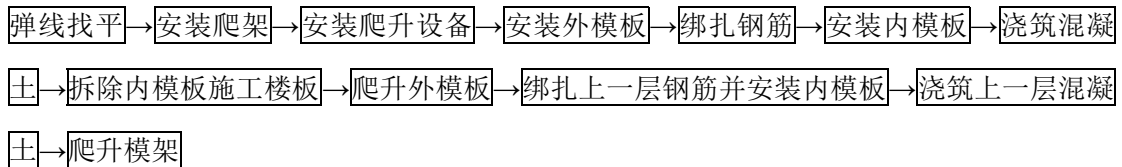


图 14.4.1 爬升模板安装施工工艺流程

14.4.2 墙体预埋、附墙装置应根据工程结构特点，布置在剪力墙或梁上附墙点，在绑扎墙体或梁钢筋时在墙体上预埋套管。

14.4.3 爬升模板的组装及吊装应符合下列规定：

1 在绑扎墙体梁钢筋的同时应预埋液压爬模架所需的预埋套管，当混凝土拆模后，应在预埋套管处安装附墙装置；

2 在出厂前应将主承力架、导轨及上下爬升箱组装一起，可用塔吊吊至附墙装置内，并应插上防倾插板；

3 当主承力架都组装完毕后，组装两主承力架之间的连接侧片，应用螺栓与两附墙点间的侧片连接；

4 在地面将模板支撑体系和爬升模架挂架体系组装完毕，整体对其进行吊装。

14.4.4 液压爬模架水平和立面防护做法应符合下列规定：

1 当水平梁架不能连续设置时，局部可采用脚手架杆件进行连接，但其长度不应大于 2m，并应采取加强措施，确保其连接刚度和强度不低于水平梁架的结构。三角架或主框架、水平梁架的各节点中，各杆件的轴线应交汇于一点；

2 悬挑端应以竖向主框架为中心成对设置对称斜拉杆，其水平夹角不应小于 45°；

3 当主承力点以上的架体高度为悬臂端时，应在液压爬模架正常使用阶段将悬臂端的中间位置与结构进行刚性拉接固定，以减少风荷载对架体的影响，拉接水平间距不大于 3m；

4 附加钢管脚手架应按双排脚手架的搭设要求进行搭设，架体升降时主平台和底层脚手板最内侧与墙体之间应设置可折起的翻板构造，保证架体底层脚手板与建筑物表面在升降过程中和正常使用时的间隙，不应物料坠落；

5 应在爬升模架的水平梁架上绑小横杆，在小横杆上铺设脚手板，可通过小横杆控制脚手板离墙的防护距离，脚手板离混凝土墙面的距离应小于 100mm，并用翻板对结构面与架体空隙间进行防护；

6 搭设架体各平台时，在每组架体的第一道和第二道水平梁架中间位置应预留 700mm×700mm 的开口，再开口处应用翻板将洞口封好，并设警示标志；

7 液压爬模架安装到位后，应及时按有关脚手架安全技术规范要求，铺设脚手翻板结构，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应加设一道护身栏杆，并应采用密目安全网进行全封闭防护；

8 所有的竖向钢管、小横杆的搭设都应通过扣件与架体的水平、悬挑梁架进行刚性固定。

14.4.5 液压爬模架的爬升应符合下列规定：

1 爬升模架爬升前，上层混凝土强度不应小于 10MPa；

2 液压爬模架的爬升宜按图 规定的流程进行：

(1) 当上层的墙体混凝土强度达到脱模要求后，可将模板后移或吊走模板，此时可安排浇筑顶板混凝土，并应在预埋孔处安装穿墙螺栓和附墙装置，操作液压升降装置，将导轨爬升到上一个楼层位置；

(2) 当导轨爬升到位后，应操作液压升降装置将架体爬升到上一个楼层位置，然后再移动支承架将外墙模板安装就位，并浇筑墙体混凝土；

(3) 架体爬升到位后，对相邻两架体 100mm 的空隙应用翻板进行封闭。

3 架体系统的连接部位和防护应符合要求，如不符合要求应及时整改，对液压控制系统应定期调试，及时更换易损件；

4 模架爬升完毕后应填写爬升后检查记录表，对检查中发现的问题应及时整改。

14.4.3 液压爬模架设备的拆除应符合下列规定：

1 当结构施工完毕，爬升模架验收合格后，可对液压爬模架进行拆除；模架拆除前应写书面通知，清理架上杂物，封闭进出通道，设置警示牌，模架拆除后应及时在结构周圈搭设防护栏杆。

2 拆除方法可按下列步骤进行，如图 14.4.3。

(1) 可将架体分割为 2-4 个机位的独立单元，将两独立单元间机位架体的连接解除；

(2) 应用塔吊吊住支模体系，拔出调节支腿和高低调节螺栓上的销轴，将支模体系吊离主承力架至地面分解；

(3) 可用液压油缸将导轨提升出来，然后用塔吊吊离作业面；

(4) 导轨吊离作业面后应拆除上、下爬升箱、液压电控系统和液压爬模架下两层附墙座并吊离作业面；

(5) 可将主承力架及挂架体系整体吊至地面进行分解；

(6) 拆除的液压爬模架各零部件应统一堆放，统一管理。

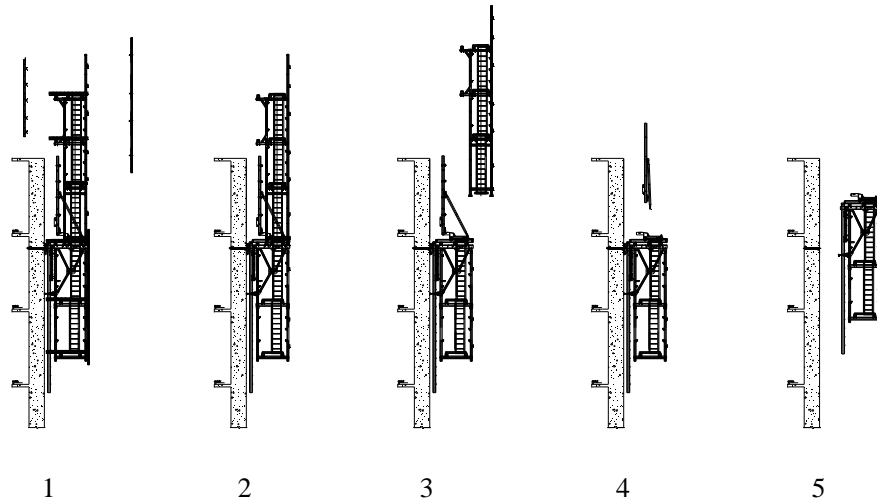


图 14.4.3 爬模架拆除图

1.拆除外立面钢防护网及模板；2.拆除各层平台板和托架；3.拆除上支撑架；

4.拆除模板支撑体系；5.拆除主支撑系统

14.5 质量标准

14.5.1 使用材料应符合下列规定：

- 1 钢材、机电产品等都应有产品合格证，重要部件的钢材还应进行复检；
- 2 产品的零部件加工和组装、调试应严格按照设计图纸要求进行，并应实行自检、复检和专检相结合的质量检验制度。

14.5.2 安装完毕后的模板质量应符合下列规定：

- 1 安装后的扣件螺栓应切实拧紧，不应有松动、滑移，螺栓应露出螺帽 10mm,螺栓端头应戴垫板；
- 2 架子工程的施工负责人，应按架子方案的要求，拟定书面操作要求，向班组进行技术交底和安全技术交底，班组应严格按操作要求和安全技术交底施工；
- 3 卸荷措施和架子分段完成后，应分层由项目总工、安全、技术、施工等有关人员，按项目进行验收，并填写验收单，合格后方可使用。

14.5.3 使用阶段质量应符合下列规定：

- 1 外架搭好后，应派专人管理，未经安全部门同意，不得改动；
- 2 架子不应有任何活动材料；
- 3 在脚手架上进行电、气焊作业时，应有防火措施，且应有专人看守；
- 4 应设专人负责对脚手架进行经常检查和保修。

14.5.4 检查保修项目应符合下列规定：

- 1 各主节点处诸杆件的安装，卸荷斜拉杆等的构造应符合施工要求；
- 2 扣件螺栓不应松动；
- 3 脚手架立杆的垂直度允许偏差不应大于高度的 1/200,且不大于 70mm；
- 4 安全防护措施应符合要求。

14.5.5 在下列情况下，应对脚手架进行检查：

- 1 在六级大风与大雨后；
- 2 雨雪后上架前应有防滑措施。

14.6 成品保护

14.6.1 爬升模板应做到每层清理、涂刷脱模剂，并对模板及相关部件进行定期检查。

14.6.2 导轨和导向杆应保持清洁，去除粘结物，并涂抹润滑剂，保证导轨爬升顺畅、导向滑轮滚动灵活。

14.6.3 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。

14.6.4 混凝土浇筑完成后应及时进行洒水养护，保证混凝土施工质量。

14.7 绿色施工

14.7.1 模板在加工、安装时应提高施工精度，达到混凝土表面免抹灰或者少抹灰厚度。

14.7.2 模板在施工时应及时回收散落的铁丝、扣件、螺栓等材料。

14.7.3 使用的脱模剂应当安排专人保管和涂刷，剩余部分应及时回收不应污染环境。

14.7.4 施工现场应设置封闭式垃圾站，集中存放包装袋、塑料膜等白色垃圾。

14.7.5 材料到场后应当放到指定区域，并且在塔吊覆盖范围内，减少材料二次搬运。

14.8 应注意的问题

14.8.1 一般注意事项应包括下列内容：

- 1** 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；
- 2** 进入施工现场，应戴好安全帽，高处作业应系好安全带；
- 3** 应严格按照规定，保证安全用电。

14.8.2 爬升模架在安装过程注意事项应包括下列内容：

1 爬升模架在安装前应根据专项施工方案要求，配备合格人员，明确岗位职责，并对有关施工人员进行安全技术交底；

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 爬升模架安装到位后，应及时按有关脚手架安全技术规范要求，铺设脚手板及安全网。铺设脚手板时应考虑架体单元体之间爬升时留有 100mm 左右的间隙，爬升时不应相互碰撞。架体的底层和外围侧面，以及爬升时的架体开口端，应采用密目安全网进行全封闭防护；

4 在每个架体各操作平台内侧和端口处相对标高 1200mm 的地方应加设一道护身栏杆，并应设踢脚板，防止人员和物料的坠落；

5 爬升模架安装完毕后，应由设备所有单位与安装使用单位的有关人员，共同对安装完

的爬升模架进行安装检查验收，双方验收合格签字后方可投入使用。

14.8.3 爬升模架在结构施工阶段的注意事项应包括下列内容：

1 爬升模架附墙作业时，墙体混凝土强度应达到 10MPa 以上；

2 结构施工时，核心筒爬升模架施工荷载应小于 3kN / m²，与爬模架无关的其它东西均不宜在脚手架上堆放；

3 五级以上大风应停止作业，冬天下雪后应清除积雪并经检查后方可使用；

4 非爬升模架专职操作人员不应随便搬动、拆卸、操作爬模架上的各种零配件和电气、液压等装备；

5 架体爬升完毕后或清理模板完毕后，应立即将架体上的模板靠近墙体，并用模板穿墙螺栓将模板与墙体进行刚性拉接，模板上方的架体应与钢筋或钢结构做刚性拉接，拉接的水平间距不应大于 3m；

6 爬升模架专职操作人员在爬升模架使用阶段应经常巡视、检查和维护爬升模架的各个连接部位；

7 在爬升模架上进行施工作业的其他人员如发现爬升模架有异常情况时，应随时通报爬升模架专职操作人员进行及时处理。

14.8.4 爬升模架在爬升过程注意事项应包括下列内容：

1 爬升模架爬升时，架体上不应堆放与爬升无关的杂物；

2 爬升模架爬升时操作人员不应停留在架体上，特殊情况确实需要上人的，应采取有效安全防护措施；

3 爬升过程中应实行统一指挥、规范指令，爬升指令应由一人下达，当有异常情况出现时，任何人均可立即发出停止指令；

4 爬升模架爬升到位后，应及时按使用状态要求进行附着固定，在没有完成架体固定工作之前，施工人员不应擅自离岗，未办交付使用手续的，不得投入使用。

14.8.5 爬升模架在拆除过程注意事项应包括下列内容：

1 拆架前应划定作业区域范围，并设警戒标识，禁止与拆架无关的人员进入。拆架时应有可靠的防止人员与物料坠落的措施，不得抛扔物料；

2 液压爬模架拆除属于高空特种作业，操作人员应经过体检、凡患有高血压、心脏病、癫痫、晕高或视力不够以及不适合高空作业的，不得从事登高拆除作业；操作人员应经专业安全技术培训，持证上岗，同时熟知本工种的安全操作规定和施工现场的安全生产制度，

不违章作业；操作人员应将安全带系于墙体在台仓外一侧的墙体施工钢管操作架上，防止爬升模架拆除过程中本身失稳造成坠落事故；

3 拆架时有管线阻碍不应任意割移，同时应防止扣件崩扣，避免踩在滑动的杆件上操作；

4 拆架时螺丝扣应从钢管上拆除；

5 拆架人员应配备工具套，手上拿钢管时，不应同时拿扳手，工具用后应放在工具套内，拆下来的脚手杆应随拆、随清、随运、分类、分堆、分规格码放整齐，应有防水措施，以防雨后生锈，扣件应分型号装箱保管；

6 搭拆架人员应系安全带，拆除过程中，应指派一个责任心强，技术水平高的工人担任指挥，负责拆除工作的全部安全作业；

7 拆除中途不应换人，如更换人员应重新进行安全技术交底。

14.8.6 模板施工注意事项应包括下列内容：

1 模板施工前，应进行安全技术交底，持证上岗；

2 模板吊装应专人指挥、统一信号、信号工和挂钩人员应退至安全的地方后，才可起吊。不得人合模板一起吊运，当大模板就位或落地时，应防止摇晃碰人或碰坏墙体；

3 电梯井内及楼梯洞口应设置防护板，电梯井口及楼梯处应设置防护板，电梯井口及楼梯处应设置护身栏；

4 大模板存放应随时将自稳角调好，面对面放置，应防止倾倒，大模板存放在施工楼层上，应有可靠的安全措施，没有斜撑的模板应在现场搭设钢管堆放架，堆放架应设剪力撑和双向斜支撑；

5 模板起吊前，应将吊车位置调整适当，做到稳起稳落，就位准确，禁止人力搬运大模板，不得模板大幅度摆动或碰撞其它物体；

6 大模板的配件应齐全，不应随意改变或拆卸；

7 模板及其支撑系统在安装过程中，应设置临时固定设施，严防倾覆；

8 所有模板及配件拆除完毕后，方可将模板吊走，起吊前应复查；

9 模板及其配件含斜撑挑架等应定期检修，发现有丢失、损坏、变形等问题时应及时妥善处理，确信无问题后方可再次使用；

10 模板、脚手架在支设、拆除和搬运时，应轻拿轻放，上下、左右应有人传递。

15 钢筋加工

15.1 材料要求

15.1.1 钢筋应包括热轧光圆钢筋、热轧带肋钢筋、冷轧带肋钢筋、冷轧扭钢筋、冷拔螺旋钢筋等。

15.1.2 钢筋品种、强度等级、直径大小不同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。

15.1.3 钢筋存放的料棚内，应保持地面干燥；钢筋不宜直接堆放在地面上，应用垫木垫木或砼墩垫起，离地面 200mm 以上。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，应垫木方子堆放，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。

15.1.4 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。

15.1.5 钢筋进场时，应按照国家标准钢筋混凝土用热轧带肋钢筋 GB1499 等规定抽取试件作力学性能检查。

15.2 主要机具

15.2.1 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。

15.2.2 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。

15.3 作业条件

15.3.1 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。

15.3.2 钢筋加工棚及操作平台已安装完成，方可使用。

15.3.3 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。

15.3.4 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。

15.3.5 钢筋翻样人员已做好钢筋下料单，做好加工准备。

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

15.3.7 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、根数等项目是否存在与施工图不符的情况。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。

15.3.8 应保证现有的工地施工机具和工艺条件能在质量、任务量和工期上满足钢筋加工的要求。

15.3.9 流水作业场地应进行规划，便于钢筋加工。

15.4 操作工艺

15.4.1 钢筋加工工艺流程应包括钢筋除锈、钢筋调直、钢筋切断、钢筋弯曲成型、分类堆放等步骤。

15.4.2 钢筋除锈应包括下列内容：

1 浮锈在混凝土中不影响钢筋与混凝土粘结，除了在焊接点附近需擦干净外，一般不作处理；

2 陈锈可用麻袋布或用钢刷子刷，对直径较细的盘条钢筋通过现场冷拉自动去锈，数量较多时，可采用圆盘钢丝刷除锈剂除锈；

3 老锈对于起层锈片的钢筋，应先用小锤敲击，使锈片剥落干净，在进行除锈同时，因麻坑、斑点以及锈皮去层会使钢筋截面损伤，使用前应鉴定是否降级或另做其它处置；

4 经除锈后的钢筋应尽早绑扎就位。

15.4.3 钢筋一般调直应包括下列内容：

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。

15.4.4 钢筋采用调直机调直应包括下列内容：

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。

15.4.5 钢筋采用卷扬机冷拉方法调直应包括下列内容：

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：

$$L = L_0 (1 + \Delta L) \quad (15.4.5)$$

式中： L —钢筋拉伸总长度

L_0 —未拉伸时总长度

ΔL —拉伸率，HPB300 级钢筋拉伸率取不宜大于 4%，HRB400、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尺苗供伸长率控制之用；

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 15.4.5-1；

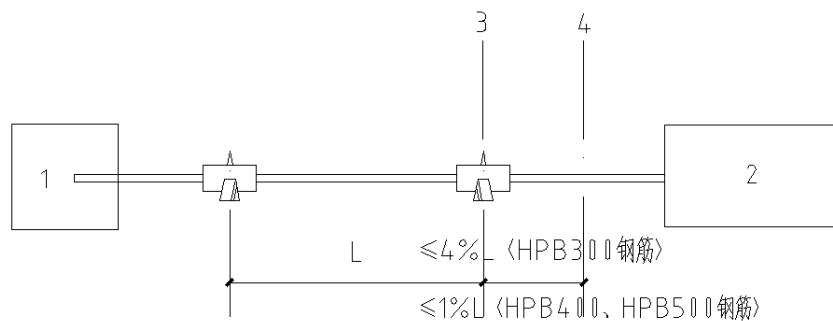


图 15.4.5-1 钢筋冷拉调直示意图

1-地锚；2-卷扬机；3-张拉起始线；4-张拉终止线

15.4.6 钢筋切断应包括下列内容：

1 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，减少损耗；

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，应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。一次切断钢筋根数宜控制在表15.4.6-1 要求内；

表 15.4.6-1 钢筋切断机一次断料量

钢筋直径 mm	5.5~8	9~12	13~16	18~20	20 以上
可切断根数	12~8	6~4	3	2	1

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。

15.4.7 钢筋弯曲成型应包括下列内容：

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。

(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 15.4.7-1 中要求直径选用芯轴；

表 15.4.7-1 钢筋弯曲最小内直径

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。见图 15.4.7-2

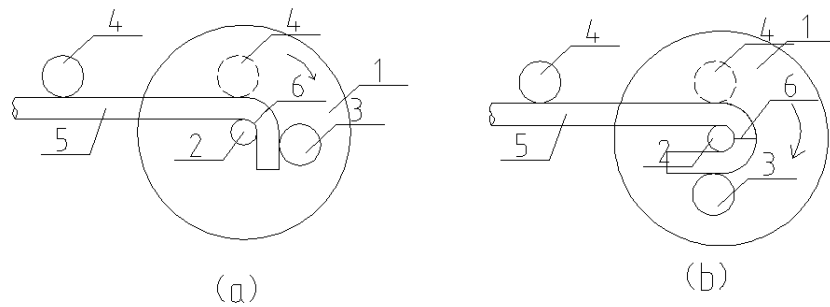


图 15.4.7-2 弯曲点线与芯轴关系

(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

3 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。

4 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。由于钢筋有弹性，滚筒直径应比螺旋筋内径略小，滚筒直径与螺旋筋直径关系见表 15.4.7-3。

表 15.4.7-3 滚筒直径与螺旋筋直径关系

螺旋筋内径	$\phi 6$	288	360	418	485	575	630	700	760	845	—	—	—
-------	----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---	---

(mm)	φ8	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

15.4.8 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 倍见图 15.4.8-1。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；

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 倍见图 15.4.8-2，弯钩的弯后平直部分长度应符合设计要求；

3HRB500 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，在节点角部弯折处，当钢筋直径小于 28mm 时弯折处的弯弧内直径 D 不应小于钢筋直径 d 的 12 倍，当直径为 28mm 及以上时不应小于钢筋直径 d 的 16 倍。

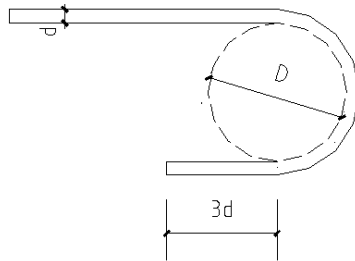


图 15.4.8-1 钢筋末端 180°弯钩

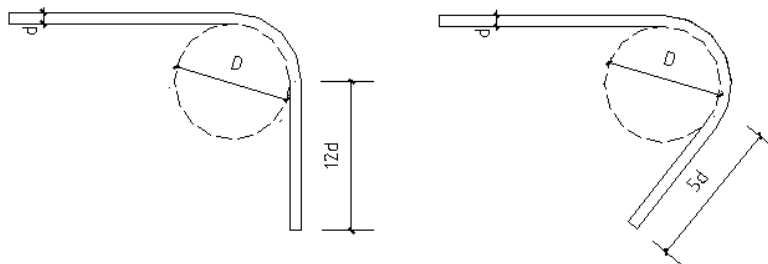


图 15.4.8-2 钢筋末端 90°或 135°弯折

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 倍见图 15.4.8-3；

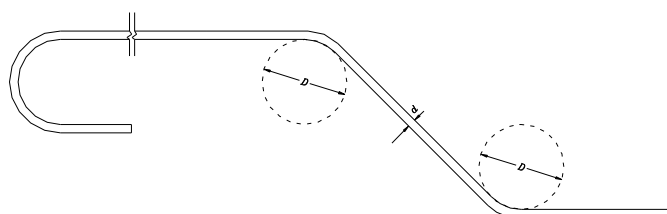


图 15.4.8-3 钢筋弯折加工

- 6 除焊接封闭环形箍筋外，箍筋的末端应作弯钩，弯钩形式应符合设计要求；
- 7 对有抗震要求的结构，箍筋弯钩的弯折角度应为 135° ；
- 8 对有抗震要求的结构，箍筋弯后平直部分长度不应小于箍筋直径的 10 倍；
- 9 对有抗震要求和受扭的结构，可按图 15.4.8-4a 加工。对于柱、梁钢筋绑扎接头范围内的箍筋可按图 15.4.8-4b 加工。

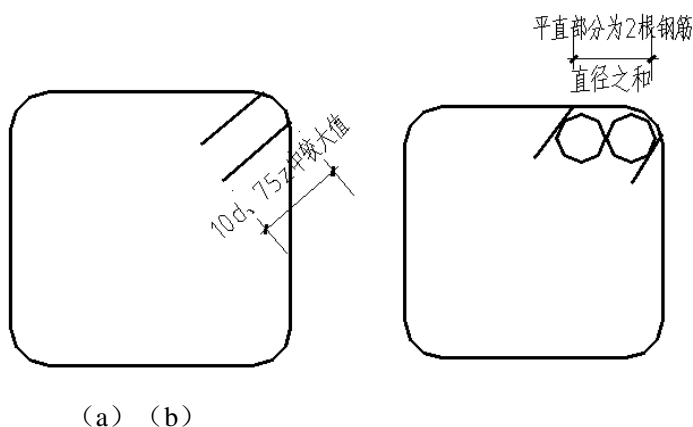


图 15.4.8-4 箍筋图 $135^\circ/135^\circ$

15.4.9 矩形复合箍筋可分为下列方式：

- 1 沿复合箍周边，箍筋局部重叠不宜多于两层，以复合箍筋最外围的封闭箍筋为准，柱内的横向箍筋紧挨其设置在下或在上，柱内纵向箍筋紧挨其设置在上或在下，可按图 15.4.9-1 施工；
- 2 柱内复合箍筋可全部采用拉筋，拉筋应同时钩住纵向钢筋和外围封闭箍筋，可按图 15.4.9-1 施工；
- 3 为使箍筋外围局部重叠不多于两层，当拉筋设在旁边时，可沿竖向相邻两道箍筋按其各自平面位置交错放置，可按图 15.4.9 施工。

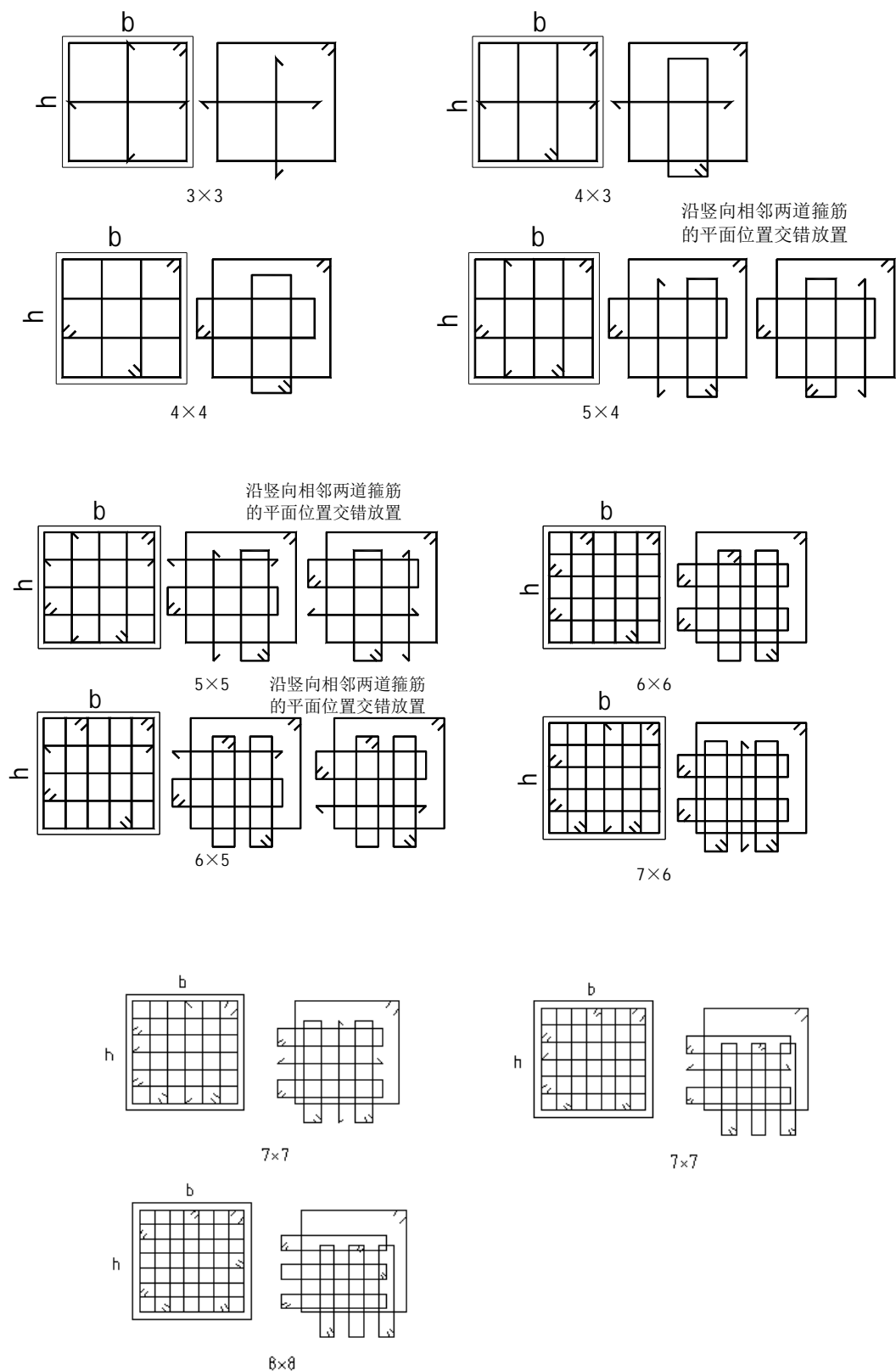


图 15.4.9 矩形复合箍筋的基本方式

15.4.10 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。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。

15.5 质量标准

15.5.1 钢筋加工质量主控项目应符合下列规定：

1HPB300 级钢筋末端应做 180°弯钩，其弯钩弧内直径不应小于钢筋直径的 2.5 倍，弯钩的弯后平直部分长度不应小于钢筋直径的 3 倍；

2 当设计要求钢筋末端须作 135°弯钩时，HRB400 级、HRB500 级钢筋的弯弧内直径不应小于钢筋直径的 4 倍，弯钩的弯平直部分长度应符合设计要求；

3 钢筋作不大于 90°弯钩时，弯折处的弯弧内直径不应少于钢筋直径的 5 倍；

4 除焊接封闭环式箍筋外，箍筋的末端应做弯钩，弯钩形式应符合设计要求；

5 箍筋弯钩弯折角度：对一般结构，不应小于 90°。对有抗震要求的结构，应为 135°；

6 箍筋弯后平直部分长度：对一般结构，不宜小于箍筋直径的 5 倍；对抗震有要求的结构，不应小于箍筋直径的 10 倍；

7 检查方法可采用钢尺检查。

15.5.2 钢筋加工质量一般项目应符合下列规定：

1 钢筋调直宜采用机械方法，也可以采用冷拉方法。当采用冷拉方法调直钢筋时，HPB300 级钢筋的冷拉率不宜大于 4%，HRB400 级、HRB500 级钢筋的冷拉率不宜大于 1%；

2 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，其偏差应符合表 15.5.2 的规定；

3 检查方法可采用观察、钢尺检查。

表 15.5.2 钢筋加工的允许偏差

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

15.6 成品保护

- 15.6.1 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。
- 15.6.2 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。
- 15.6.3 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。

15.7 绿色施工

- 15.7.1 钢筋工程宜采用专业化生产的成型钢筋。刚进现场加工时，宜采用集中加工方式。
- 15.7.2 钢筋除锈、冷拉、调直、切断等加工过程中会产生金属粉末和锈皮等废弃物，应及时收集处理，应防止污染土地。
- 15.7.3 进场钢筋原材料和加工半成品应存放有序、标识清晰、存储环境适宜、并应采取防潮、防污染等措施，建立健全保管制度。
- 15.7.4 钢筋除锈时，应采取避免扬尘和防止土壤污染的措施。
- 15.7.5 钢筋直螺纹加工中使用的冷却液体，应过滤循环使用，不应随意排放。
- 15.7.6 钢筋加工产生的粉末状废料，应按建筑垃圾及时收集和及时处理不应随意掩埋和丢弃。

15.8 应注意的问题

- 15.8.1 在除锈过程中发现钢筋表面的氧化铁皮鳞落现象严重并已损伤钢筋截面，或在除锈后钢筋表面有严重的麻坑、斑点锈蚀截面时，应将钢筋降级使用或剔除不用。
- 15.8.2 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。如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。
- 15.8.3 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。
- 15.8.4 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。
- 15.8.5 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。
- 15.8.6 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，应检查切刀应无裂纹，刀架螺栓紧固，防护罩牢靠。启动后，先空运转，检查个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。不应剪切直径及强度超过机械铭牌规定的钢筋和烧红钢筋，一次切断多根钢筋时，总截面积应在规定范围内。切断短料时，手和切刀之间的距离应保持 150mm 以上，如握端小于 400mm 时，应用套管或夹具将钢筋短头压住或夹牢。运转中，不应用手直接清除切刀的断头和杂物，钢筋摆动时，周围和切刀附近非操作人员不应停留。作业后，用钢刷清除切刀间的杂物进行整机清洁保养。

15.8.7 工作台和弯曲机台面要保持水平，并准备好各种芯和其他工具。检查芯轴、挡块、转盘应无损坏和裂纹，防护罩紧固可靠，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，并用手压紧，检查机身固定销子确实安在挡住钢筋的一侧，方可开动。作业时，不应更换芯轴、销子和变换角度以调整等作业，更不应加油或清扫。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。

15.8.8 首先查看锯片有无裂痕和变形，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。

15.8.9 电焊机摆放应平稳，不应靠近边坡或被土埋。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。

15.8.10 操作人员应经过专业培训，持上岗证。钢筋套丝人员应站在套丝机的侧面，不应站在丝头前方。套丝机的油泵要经常检查，发现有漏油现象时要停止加工，修好后再生产。

16 钢筋直螺纹连接接头加工

16.1 材料要求

16.1.1 钢筋品种、规格、外观应符合设计要求，应有出厂证明、型式检验报告单。

16.1.2 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。

16.2 主要机具

16.2.1 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、台式砂轮等。

16.2.2 主要测量工具可采用量规、牙形规、卡规、直螺纹塞规等。

16.3 作业条件

16.3.1 参加接头施工的操作人员已经过技术培训、考核合格，持证上岗。

16.3.2 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。

16.3.3 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。

16.3.4 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。

16.4 操作工艺

16.4.1 钢筋直螺纹连接接头加工工艺流程应包括钢筋端头切平、下料、磨光毛刺、飞边、钢筋端头滚丝、测量和检验丝头质量、在两端分别拧上塑料保护套、分类码放备用。

16.4.2 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。

16.4.3 钢筋应按照使用要求尺寸切割完成。

16.4.3 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。

16.4.4 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一致，根据不同钢筋调整不同的螺纹直径和滚轧长度。

16.4.5 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，应符合表 16.4.5 的规定；

表 16.4.5 钢筋直螺纹丝头加工参数表

钢筋规格	螺距 (mm)	旋合长度	丝头完整有效扣数	连接套丝长度
16	2.5	8 扣	9 扣	40
18	2.5	9 扣	10 扣	45
20	2.5	10 扣	11 扣	50
22	2.5	11 扣	12 扣	55
25	3	10 扣	11 扣	60
28	3	11.2 扣	12 扣	67
32	3	12.7 扣	13 扣	75
36	3	14.2 扣	15 扣	85
40	3	15.5 扣	16 扣	93

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。

16.4.6 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。

16.5 质量标准

16.5.1 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钢筋混凝土用光圆钢筋 GB/T 1499.1 及钢筋混凝土热轧带肋钢筋 GB/T 1499.2 的要求；

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。

16.5.2 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。

16.6 成品保护

16.6.1 加工丝头质量检验合格后，两端应用配套的塑料帽保护。

16.6.2 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。

16.6.3 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。

16.7 绿色施工

16.7.1 钢筋加工产生的粉末废料，应收集和处理，不应随意掩埋或丢弃。

16.7.2 钢筋加工中使用的冷却液体，应过滤后循环使用，不应随意排放。

16.7.3 雨雪天气堆放的半成品钢筋应加以苫盖。

16.8 应注意的问题

16.8.1 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。

16.8.2 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。

16.8.3 操作人员应经过专业培训，持上岗证。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。

17 钢筋电弧焊连接

17.1 材料要求

17.1.1 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。

17.1.2 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。

17.1.3 焊条的牌号应符合设计规定。如设计无规定时应符合表 17.1.3 的要求，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。

表 17.1.3 钢筋电弧焊焊条牌号

项次	钢筋牌号	电弧焊接头型式		
		帮条焊搭接	坡口焊预埋件穿孔	钢筋与钢板搭接焊
1	I 级	E4303	E4303	E4303
2	II 级	E4303	E5003	E4303
3	III 级	E5003	E5503	E5003

17.2 主要机具

17.2.1 电动机具应准备电弧焊机、焊接电缆、电焊钳等。

17.2.2 非电动工具应准备面罩、镊子、钢丝刷、锉刀、榔头、钢字码等。

17.3 作业条件

17.3.1 焊工应持有有效的焊工考试合格证。

17.3.2 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

合要求。

17.3.3 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。

17.3.4 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。

17.4 操作工艺

17.4.1 钢筋电弧焊连接工艺流程应包括检查设备、选择焊接参数、试焊作模拟试件、施焊、质量检查等。

17.4.2 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。

17.4.3 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。

17.4.4 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。

17.4.5 应按下列要求进行施焊：

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 如钢筋直径较大，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。

17.4.6 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 17.4.6-1(a)），不能进行双面焊时，也可采用加长单面焊（图 17.4.6-1(b)）；

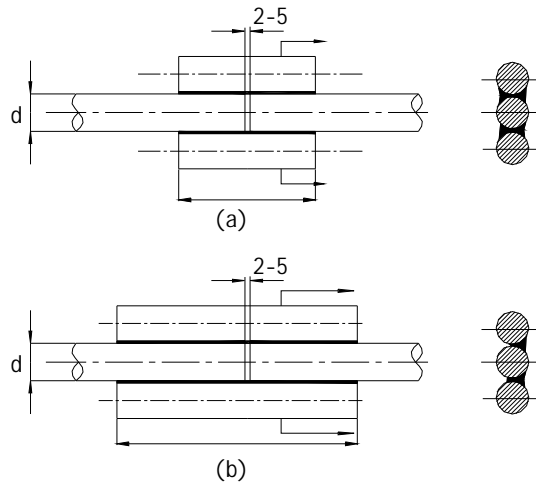


图 17.4.6-1 钢筋绑条焊接头

(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 17.4.6 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 17.4.6 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 17.4.6-2）；

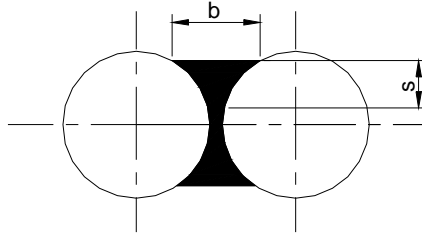


图 17.4.6-2 焊缝尺寸示意图

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。

17.4.7 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 17.4.7(a)。不能进行双面焊时，也可采用单面焊(图 17.4.7(b))。搭接长度 l 应符合表 17.4.6 的规定；

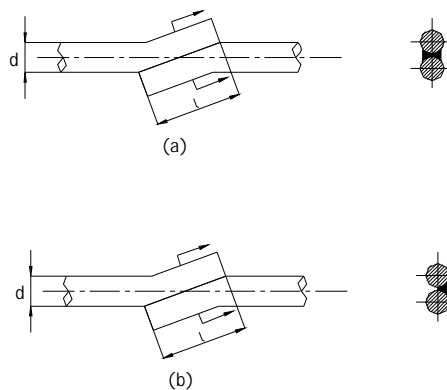


图 17.4.7 钢筋搭接焊接头

(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。

17.4.8 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 17.4.8）；

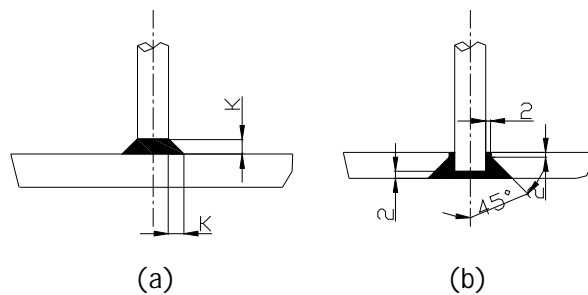


图 17.4.8 预埋件 T 形接头

(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 k 不宜小于钢筋直径的 0.5 倍；采用 HRB400 和 HRB500 钢筋时，焊脚 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。

17.4.9 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 17.4.9）；

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；

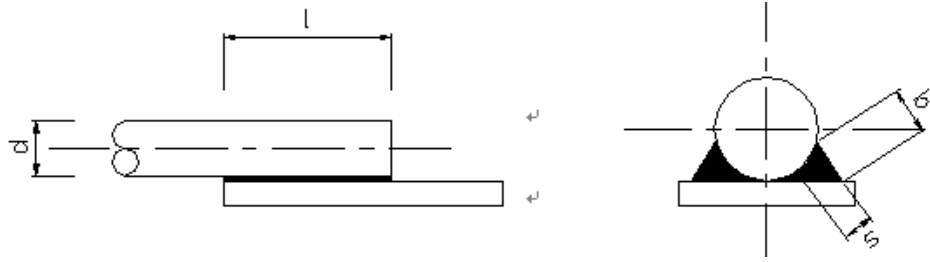


图 17.4.9 钢筋与钢板搭接接头

d--钢筋直径；l—搭接长度；b—焊缝宽度；s—焊缝厚度

17.4.10 在装配式框架结构的安装中，钢筋焊接应符合下列要求：

1 两钢筋轴线偏移较大时，宜采用冷弯矫正，但不可用锤敲击。如冷弯矫正有困难，可采用氧气乙炔焰加热后矫正，加热温度不应超过 850℃，避免烧伤钢筋；

2 焊接时，应选择合理的焊接顺序，对于柱间节点，应对称焊接，以减少结构的变形。

17.4.11 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 III 级钢焊接的层间温度应适当降低；

3 HRB400 和 HRB500 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 17.4.11）；

4 焊接电流应比常温时略微增大，焊接速度应适当减慢。

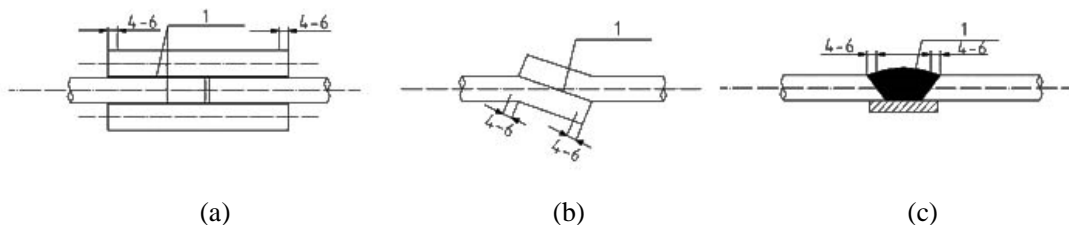


图 17.4.11 钢筋低温焊接回火焊道示意图

(a) 绑条焊；(b) 搭接焊；(c) 坡口焊

17.5 质量标准

17.5.1 主控项目符合下列规定：

- 1 钢筋的品种和质量，应符合设计要求和有关标准的规定；
- 2 钢筋的规格、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；
- 3 电弧焊接头的力学性能检验应合格。电弧焊接头应分批进行检验；
- 4 在现浇混凝土结构中，应以 300 个同牌号钢筋、同型式接头作为一批；
- 5 在现场安装条件下，应在不超过二楼层中 300 个同牌号钢筋、同型式接头作为一批。

每批随机切取 3 个接头，做拉伸试验；

- 6 在装配式结构中，可按生产条件制作模拟试件，每批 3 个，做拉伸试验；
- 7 钢筋与钢板电弧搭接焊接头可只进行外观检查。

17.5.2 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 17.5.2 的规定。

表 17.5.2 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、钢筋与钢板搭接焊	坡口焊
帮条沿接头中心线的纵向偏移	mm	0.3d	--	--
接头处弯折角	°	3	3	3
接头处钢筋轴线的偏移	mm	0.1d	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	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	--	--	2
	面积	mm ²	--	--	6
注：1、d 为钢筋直径 2、负温下，咬边深度不大于 0.2mm。					

17.6 成品保护

17.6.1 注意对已绑扎好的钢筋骨架的保护，不乱踩乱拆，不粘油污等。

17.6.2 在施工中拆乱的骨架要认真修复，保证钢筋骨架中各种钢筋位置正确。

17.7 绿色施工

17.7.1 夜间焊接作业时，应采取挡光措施。

17.7.2 电焊作业尽量在室内进行，当在室外进行时，应在施工部位使用焊烟处理设备对焊烟进行处理。

17.7.3 施工过程中产生的粉末废料，应收集和处理，不应随意掩埋或丢弃。

17.8 应注意的问题

17.8.1 检查帮条尺寸、坡口角度、钢筋端头间隙、钢筋轴线偏移，以及钢材表面质量情况，不符合要求时不应焊接。

17.8.2 搭接线应与钢筋接触良好，不应随意乱搭，防止打弧。

17.8.3 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。

17.8.4 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。

17.8.5 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。

17.8.6 电焊机摆放应平稳，不可靠近边坡或被土埋。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。

18 钢筋气压焊连接

18.1 材料要求

18.1.1 钢筋的牌号、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。

18.1.2 气压焊所用氧气纯度应在 99.5% 以上，质量符合现行国家标准《工业氧》GB/T 3863 的规定。

18.1.3 乙炔气符合下列规定：

1 乙炔的质量应符合现行国家标准《溶解乙炔》GB 6819 的规定。其纯度应大于或等于 98.0% 以上，磷化氢含量不应大于 0.06%，硫化氢含量不应大于 0.1%，水分含量不应大于 1L/m³，丙酮含量应不大于 45g/m³；

2 液化石油气应符合现行国家标准《液化石油气》GB 11174 或《油气田液化石油气》GB 9052.1 的规定。

18.2 主要机具

18.2.1 供气装置应包括氧气瓶、溶解乙炔气瓶或液化石油气瓶、干式回火防止器、减压器及胶管等。氧气瓶、溶解乙炔气瓶或液化石油气瓶的使用分别按照国家有关规定执行。溶解乙炔气瓶的供气能力应满足现场最大直径钢筋焊接时供气量的要求，若不敷使用时，可多瓶并联使用。

18.2.2 氧—乙炔混合室的供气量应满足加热圈气体消耗量的需要，多嘴环管加热器应配备多种规格的加热圈，以满足不同直径钢筋焊接的需要，多束火焰应燃烧均匀，调整火焰方便。

18.2.3 加压能力应达到现场最大直径钢筋焊接时所需要的轴向压力。

18.2.4 焊接夹具应确保夹紧钢筋，并且当钢筋承受最大轴向压力时，钢筋与夹头之间不产生相对滑移，应便于钢筋的安装定位，并在施焊过程中保持足够的刚度。动夹头应与定夹头同心，并且当不同直径钢筋焊接时，仍应保持同心；动夹头的位移应大于或等于现场最大直径钢筋焊接时所需要的压缩长度。

18.2.5 火焰测温仪可用于监测和控制温度。

18.3 作业条件

18.3.1 焊工应持有有效的焊工考试合格证。

18.3.2 设备及供气应符合要求。

18.3.3 在现场进行钢筋气压焊时，当风速超过 5.4m/s，应采取挡风措施。在负温下施工时，对气源设备应采取适当的保温防冻措施；当气温低于-15℃，应对接头采取预热和保温延缓冷却措施。当环境温度低于-20℃时，不应进行施焊。

18.3.4 作业场地应有安全防护措施，制定和执行安全技术措施，加强焊工的劳动保护，应防止发生烧伤、火灾、爆炸以及损坏设备等事故。

18.3.5 注意接头位置，在同一区段内钢筋接头面积百分率，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 有关条款规定。

18.4 操作工艺

18.4.1 工艺流程应包括下列内容：

1 固态气压焊工艺流程应包括检查设备和气源、钢筋端头制备、安装焊接夹具和钢筋、试焊并作试件、施焊、卸下夹具、质量检查；

2 溶态气压焊工艺流程应包括检查设备和气源、安装焊接夹具和钢筋、试焊并作试件、施焊、卸下夹具、质量检查。

18.4.2 固态气压焊应包括下列内容：

1 检查设备和气源，确保处于正常状态；

2 钢筋端面应切平、打磨，使其露出金属光泽，并宜与钢筋轴线相垂直。在钢筋端部两倍直径长度范围内，若有水泥等附着物，应予以清除，钢筋边角毛刺及端面上铁锈、油污和氧化膜应清除干净；

3 安装焊接夹具和钢筋时，应将两钢筋分别夹紧，并使两钢筋的轴线在同一直线上。钢筋安装后应加压顶紧，两钢筋断面局部间隙不应大于 3mm；

4 工程开工正式焊接之前，应进行现场条件下的焊接工艺性检验，以确认气压焊工的操作技能，确认现场钢筋的可焊性，并选择最佳的焊接工艺。试验钢筋从进场钢筋中截取，每批钢筋焊接 6 根接头，经外观检验合格后，其中 3 根做拉伸试验，3 根作弯曲试验，试验合格后，按确定的工艺进行气压焊；

5 钢筋采用固态气压焊时，应根据钢筋直径和焊接设备等具体条件选用等压法、二次加

压法或三次加压法焊接工艺。在两钢筋缝隙密合和墩粗过程中，对钢筋施加的轴向压力，按钢筋横截面积计，应为 30MPa~40MPa。为保证对钢筋施加的轴向压力值，应根据加压器的型号，按钢筋直径大小事先换算成油压表读数，并写好标牌，以便准确控制；

6 钢筋固态气压焊从开始加热至钢筋端面密合前，应采用炭化焰对准两钢筋接缝处集中加热，并使其内焰包住缝隙，防止钢筋端面产生氧化。在确认两钢筋缝隙完全密合后，应改用中性焰，以压焊面为中心，在两侧各一倍钢筋直径长度范围内往复宽幅加热。钢筋端面的合适加热温度应为 1150℃~1250℃。钢筋墩粗区表面的加热温度应稍高于该温度，并随钢筋直径大小而产生的温度梯差而定。焊接全过程不应使用氧化焰；

7 气压焊中，通过最终的加热加压，应使接头的墩粗区形成规定的合适形状，然后停止加热，略为延时，卸除压力，拆下焊接夹具。

18.4.3 熔态气压焊应包括下列内容：

1 检查设备和气源，确保处于正常状态；

2 安装焊接夹具和钢筋时，应将两钢筋分别夹紧，并使两钢筋的轴线在同一直线上。两钢筋端面之间应预留 3mm~5mm 间隙；

3 工程开工正式焊接之前，要进行现场条件下的焊接工艺性检验，以确认气压焊工的操作技能，确认现场钢筋的可焊性，并选择最佳的焊接工艺。试验的钢筋从进场钢筋中截取，每批钢筋焊接 6 根接头，经外观检验合格后，其中 3 根做拉伸试验，3 根作弯曲试验，试验合格后，按确定的工艺进行气压焊；

4 当采用一次加压顶锻成型法时，应先使用中性火焰以钢筋接口为中心沿钢筋轴向宽幅加热，加热宽幅宜为钢筋直径的 1.5 倍加上 10mm 的烧化间隙，待加热部位达到塑化状态 1100℃左右时，加热器摆幅应逐渐减小，然后集中加热焊口处，应在清除接头端面上附着物的同时将钢筋端面熔化，并迅速把加热焰调成碳化焰继续加热焊口处，待钢筋端面形成均匀连续的金属熔化层，端头烧成平滑的弧凸状时，应再继续加热，并用还原焰保护下迅速加压顶锻，钢筋截面压力应在 40MPa 以上，应挤出接口处液态金属，使接口密合，并在近缝区产生塑性变形，形成接头墩粗。如在现场作业，焊接钢筋直径不应大于 25mm；

5 直径在 25mm 以上的钢筋焊接宜采用两次加压顶锻成型法。应先使用中性火焰对接口处集中加热，直至金属表面开始熔化时，迅速把加热焰调成碳化焰继续加热并保护锻面免受氧化。待钢筋端面形成均匀连续的金属熔化层，并成弧凸状时，应迅速加压顶锻至钢筋截面压力 40MPa，挤出接口处液态金属，并应在近缝区形成不大的塑性变形，使接口密合，

完成第一次顶锻。然后应把火焰调成中性焰，在 1.5 倍钢筋直径范围内沿钢筋轴向均匀加热至塑化状态时，应再次施加顶锻压力，至钢筋截面压力 35MPa 以上，使接头镦粗，完成第二次加压；

6 在加热过程中，如果在钢筋端面缝隙完全密合之前发生灭火中断现象，应将钢筋取下重新打磨、安装，然后点燃火焰进行焊接。如果发生在钢筋端面缝隙完全密合之后，可继续加热加压，完成焊接作业；

7 在焊接生产中焊工应进行自检，若发现偏心、弯折、镦粗直径及长度不够、压焊面偏移、环向裂纹、钢筋表面严重烧伤、接头金属过烧、未焊合等质量缺陷。应切除接头重焊，并查找原因及时消除。

18.5 质量标准

18.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 钢筋的品种和质量应符合设计要求和有关标准的规定。对于进口钢筋应先经过化学成分检验和焊接试验，符合规定后方可焊接；

2 钢筋的规格、焊接接头的位置、同一区段内有接头钢筋面积的百分率，应符合设计要求和有关规范的规定；

3 气压焊接头的力学性能检验应合格。并按下列规定作为一个检验批；

4 在现浇钢筋混凝土结构中，应以 200 个同牌号钢筋接头作为一个检验批。在现浇混凝土房屋结构中，应在同一楼层中 200 个钢筋接头作为同一验收批。当钢筋接头不足 200 个时，仍应作为一批；

5 在柱、墙的竖向钢筋连接中，应从每批接头中随机切取 3 个接头做拉伸试验。在梁、板的水平钢筋连接中，应切取 3 个接头做弯曲试验。

18.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 气压接头外观检验结果和检验方法，应符合表 18.5.2 的规定；

表 18.5.2 气压接头外观检质量和检验方法

项次	项目	质量标准	检查方法
1	接头焊缝外观	不应有横向裂纹	用小锤、放大镜、钢板尺和焊缝量规检查
2	接头处的弯折角	不大于 4°	
3	接头处轴线偏移	不应大于钢筋直径的 0.15 倍，同时	

		不应大于 4mm；异径焊接时，按小直径计算	
4	镦粗直径 d_c	应不小于钢筋直径的 1.4 倍	
5	镦粗长度 l_c	应不小于钢筋直径的 1.2 倍，且凸起部分应平缓圆滑	

2 接头处轴线偏移大于上表规定，但在钢筋直径 0.3 倍以下时，可加热矫正，当大于 0.3 倍时应切除；

3 镦粗长度 l_c 小于上表规定时应重新加热镦长。

18.6 成品保护

18.6.1 接头焊毕，应稍停歇后才能卸下夹具，不应弯折接头。

18.6.2 雨天、雪天不宜进行施焊，应施焊时，应采取有效地遮蔽措施。焊后未冷却的接头，不应碰到冰雪。

18.7 绿色施工

18.7.1 当在室外进行时，应在施工部位使用焊烟机对焊烟进行处理。

18.7.2 施工过程中产生的粉末废料，应收集和处理，不应随意掩埋或丢弃。

18.7.3 加强个人防护，应防止焊接时产生的有毒气体和粉尘的危害。作业人员应佩戴相应的防护眼镜、面罩、防尘口罩等。

18.8 应注意的问题

18.8.1 采用固态气压焊时，钢筋端面应切平，且垂直于轴线，打磨见光泽，无氧化现象。

18.8.2 钢筋安装时上下同心，夹具紧固，严防晃动。

18.8.3 加热要适度，加压要适当。若出现异常现象，应参照表 18.8.3 查找原因，及时消除。

表 18.8.3 钢筋气压焊接头焊接缺陷及消除措施

项次	焊接缺陷	产生原因	措施
1	轴线偏移	1、焊接夹具变形，两夹头不同心	1、检查夹具，及时修理或更换

项次	焊接缺陷	产生原因	措施
	(偏心)	或夹具刚度不够 2、钢筋安装不正 3、钢筋接合端面倾斜 4、钢筋未夹紧进行焊接	2、重新安装夹紧 3、切平钢筋断面 4、夹紧钢筋再焊
2	弯折	1、焊接夹具变形、两夹头不同心 2、平焊时钢筋自由端过长 3焊接夹具拆卸过早	1、检查夹具，及时修理或更换 2、缩短钢筋自由端长度 3、熄火半分钟后拆夹具
3	镦粗直径不够	1、接夹具动夹头有效行程不够 2、压油缸有效行程不够 3、热温度不够 4、力不够	1、查夹具和顶压油缸，及时更换 2、采用适宜的加热温度及压力
4	镦粗长度不够	1、热幅度不够宽 2、压力过大过急	1、大加热幅度范围 2、压时应平稳
5	钢筋表面严重烧伤	1、焰功率过大 2、热时间过长 3、热器摆动不匀	调整加热火焰，正确掌握操作方法。
6	未焊合	1、热温度不够或热量分布不均 2、压力过小 3、合端面不洁 4、面氧化 5、中途灭火或火焰不当	合理选择焊接参数，正确掌握操作方法

18.8.4气压焊设备应符合下列要求：

1供气装置应包括氧气瓶、溶解乙炔气瓶或液化石油气瓶、干式回火防止器、减压器及胶管等；

2焊接夹具应能夹紧钢筋，当钢筋承受最大的轴向压力时，钢筋与夹头之间不应产生相对滑移。应便于钢筋的安装定位，并在施焊过程中保持刚度，动夹头应与定夹头同心，并且当不同直径钢筋焊接时，亦应保持同心。动夹头的位移应大于或等于现场最大直径钢筋焊接时所需要的压缩长度；

3采用半自动钢筋固态气压焊时，应增加电动加压装置，控制开关，以及钢筋常温直角切断机。使用带有加压控制开关的多嘴环管加热器，以及辅助设备带有陶瓷切割片的钢筋常温直角切断机；

4当采用氧液化石油气火焰进行加热焊接时，需要配备梅花状喷嘴的多嘴环管加热器；

5焊前钢筋端面应切平、打磨，使其露出金属光泽，钢筋安装夹牢，预压顶紧后，两钢筋端面局部间隙不应大于3mm。气压焊加热开始至钢筋端面密合前，应采用碳化焰集中加热；钢筋端面密合后可采用中性焰宽幅加热，使钢筋端部加热至1150℃~1250℃。气压焊顶压时，对钢筋施加的顶压力应为30N/mm²~40N/mm²。当采用半自动钢筋固态气压焊时，应使用钢筋常温直角切断机断料，两钢筋端面间隙控制在1mm~2mm，钢筋端面平滑，可直接焊接，另外，由于采用自动液压加压，可一人操作；

6 采用熔态气压焊安装时，两钢筋端面之间应预留3mm~5mm间隙。气压焊开始时，首先使用中性焰加热，待钢筋端头至熔化状态，附着物随熔滴流走，端部呈凸状时，即加压，挤出熔化金属，并密合牢固；

7 在加热过程中，当在钢筋端面缝隙完全密合之前发生灭火中断现象时，应将钢筋取下重新打磨、安装，然后点燃火焰进行焊接。当发生在钢筋端面缝隙完全密合之后，可继续加热加压；

8 在焊接生产中，焊工应自检，当发现焊接缺陷时，应查找原因和采取措施，及时消除。

18.8.5 不应手持连接胶管的焊枪爬梯、登高。

18.8.6 不应在带压的容器或管道上焊、割，带电设备应先切断电源。

18.8.7 在储存过易燃、易爆、有毒物品的容器或管道上焊、割时，应清除干净，并将所有孔、口打开。

18.8.8 工作完毕、应将氧气瓶、乙炔瓶气阀关好，拧上安全罩。检查操作场地，确认无着火危险后，方可离开。

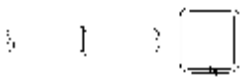
19 钢筋闪光对焊连接

19.1 材料要求

19.1.1 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。

19.1.2 采用钢筋闪光对焊连接工艺时，钢筋牌号及规格应符合表 19.1.2 的规定

表 19.1.2 钢筋闪光对焊连接工艺适用的钢筋规格

连接方式	接头型式	适用范围	
		钢筋牌号	钢筋直径(mm)
闪光对焊		HPB235 HRB335 HRB400 HRB500 Q235	8~12 6~40 10~32 10~40 6~14

19.2 主要机具

19.2.1 主要机具应准备对焊机及配套的对焊平台、防护深色眼镜、电焊手套、绝缘鞋、钢筋切断机、空压机、水源、除锈机或钢丝刷、冷拉调直作业线。

19.2.2 常用对焊机主要技术数据详见表 19.2.2。

表 19.2.2 常用对焊机主要技术数据

焊机型号		UN1-50	UN1-75	UN1-100	UN2-150	UN17-150-1
动夹具传动方式		杠杆挤压弹簧（人力操纵）			电动机凸轮	气—液压
额定容量	kVA	50	75	100	150	150
负载持续率	%	25	20	20	20	50
电源电压	V	220/380	220/380	380	380	380
次级电压调节范围	V	2.9-5.0	3.52-7.04	4.5-7.6	4.05-8.10	3.8-7.6
次级电压调节级数		6	8	8	16	16
连续闪光焊钢筋最大直径	mm	10-12	12-16	16-20	20-22	20-22

焊机型号		UN1-50	UN1-75	UN1-100	UN2-150	UN17-150-1
预热闪光焊钢筋最大直径	mm	20-22	32-36	40	40	40
每小时最大焊接件数		50	75	20-30	80	120
冷却水消耗量	L/h	200	200	200	200	600
压缩空气压力	MPa				0.55	0.6
压缩空气消耗量	m ³ /h				15	5

19.3 作业条件

19.3.1 从事钢筋焊接的焊工应持有有效的焊工考试合格证。

19.3.2 对焊机及配套装置、冷却水、压缩空气等应符合要求。

19.3.3 电源应符合要求，当电源电压下降大于 5%、小于 8%时，应采取提高焊接变压器级数的措施，当大于或等于 8%时，不应进行焊接。

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

19.4 操作工艺

19.4.1 工艺流程应包括检查设备、选择焊接工艺参数、试焊、作模拟试件、确定焊接参数、焊接、质量检验。

19.4.2 检查设备应包括下列内容：

1 全面彻底的检查设备、电源确保始终处于正常状态，不应超负荷工作；

2 检查电源、对焊机及对焊平台、地下铺放的绝缘、橡胶垫、冷却水、压缩空气等，一切应处于安全可靠的状态。

19.4.3 应根据钢筋牌号及直径按下列规定选择焊接工艺及参数：

1 当钢筋直径小于表 19.4.3 规定的对应牌号限值时，可采用连续闪光焊。当超过表 19.4.3 的限值，且钢筋端面较平整时，宜采用预热闪光焊。当超过表 19.4.3 规定的限值，且钢筋端面不平整时，应采用闪光—预热闪光焊；

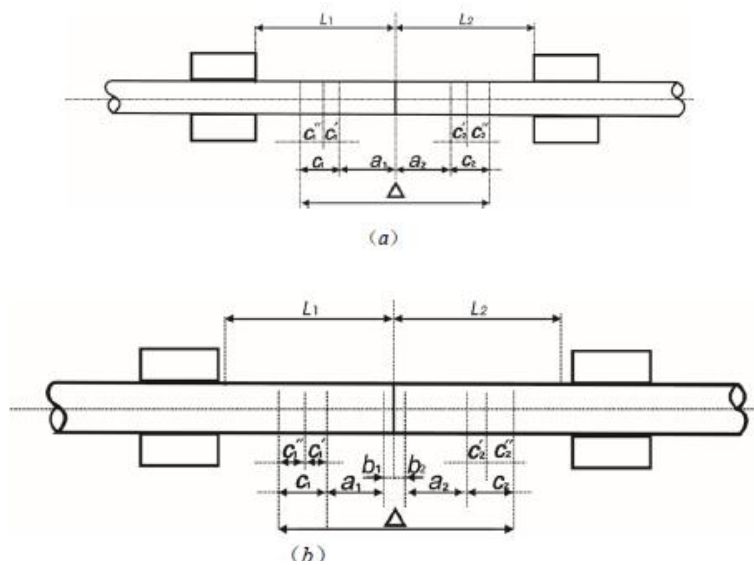
表 19.4.3 连续闪光焊钢筋上限直径

焊机容量 (kVA)	钢筋级别	钢筋直径 (mm)
160 (150)	HPB300	20
	HRB400	20
	RRB400	20
100	HPB300	20
	HRB400	16
	RRB400	16
80 (75)	HPB300	16
	HRB400	12
	RRB400	12
40	Q235	10
	HPB300	
	HRB400	
	RRB400	

2 HRB500 钢筋焊接时应采取预热闪光焊或闪光—预热闪光焊工艺。当接头拉伸试验结果发生脆性断裂，或弯曲试验不能达到规定要求时，尚应在焊机上进行焊后热处理；

3 对于有较高要求的抗震结构用钢筋在牌号后加 E，例如 HRB400E、HRBF400E，可参照同级别钢筋进行闪光对焊；

4 闪光对焊留量应符合图 19.4.3 的规定；



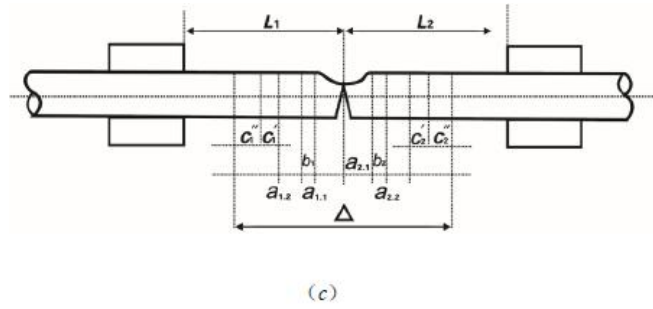


图19.4.3 钢筋闪光对焊留量示意图

(a) 连续闪光焊；(b) 预热闪光焊；(c) 闪光—预热闪光焊

L_1 、 L_2 —调伸长度； a_1+a_2 —烧化留量； $a_{1.1}+a_{2.1}$ —一次烧化留量； $a_{1.2}+a_{2.2}$ —二次烧化留量； b_1+b_2 —预热留量； c_1+c_2 —顶锻留量； $c'_1+c'_2$ —有电顶锻留量； $c''_1+c''_2$ —无电顶锻留量； Δ —焊接总留量；

5 闪光对焊时，应按下列规定选择合适的调伸长度、烧化留量、顶锻留量以及变压器级数等焊接参数：

1) 调伸长度的选择，应随着钢筋牌号的提高和钢筋直径的加大而增长，主要是减缓接头的温度梯度，应防止在热影响区产生淬硬组织。当焊接HRB400、HRB500等级别钢筋时，调伸长度宜在40mm~60mm内选用；

2) 烧化留量的选择，应根据焊接工艺方法确定。当连续闪光焊时，闪光过程应较长。烧化留量应等于两根钢筋在断料时切断机刀口严重压伤部分包括端面的不平整度，再加8mm。闪光—预热闪光焊时，应区分一次烧化留量和二次烧化留量。一次烧化留量应不小于10mm。预热闪光焊时的烧化留量应不小于10mm；

3) 需要预热时，宜采用电阻预热法。预热留量应为1mm~2mm，预热次数应为1次~4次；每次预热时间应为1.5s~2s，间歇时间应为3s~4s；

4) 顶锻留量应为4mm~10mm，并应随钢筋直径的增大和钢筋牌号的提高而增加。其中，有电顶锻留量约占1/3，无电顶锻留量约占2/3。焊接HRB500钢筋时，顶锻留量宜略增大；

5) 当HRB400钢筋需要进行闪光对焊时，应对应得热轧钢筋减小调伸长度，提高焊接变压器级数，缩短加热时间，快速顶锻，形成快热快冷条件，使热影响区长度控制在钢筋直径的0.6倍范围之内；

6 变压器级数应根据钢筋牌号、直径、焊机容量以及焊接工艺方法等具体情况选择；

7 在闪光对焊生产中，当出现异常现象或焊接缺陷时，应查找原因，采取措施，及时消除。

19.4.4 在正式焊接前，应进行现场条件下的焊接工艺试验，经试验合格后，方可按确定的

焊接参数成批生产。试验结果应符合质量检验与验收时的要求。

19.4.5 焊接操作应符合下列规定：

1 焊接前和施焊过程中，应检查和调整电极位置，拧紧夹具丝杆。钢筋在电极内应夹紧、电极钳口变形应进行调换和修理；

2 钢筋端头如发现起弯或成马蹄形时不应进行焊接，应调直或切除；

3 应清除钢筋端头 120mm 范围内的铁锈、油污；

4 焊接过程中，应随时清除粘附在电极上的氧化铁；

5 封闭环式箍筋采用闪光对焊时，钢筋端料宜采用无齿锯切割，断面应平整。当箍筋直径为 12mm 及以上时，宜采用 UN1-75 型对焊机和连续闪光焊工艺；当箍筋直径为 6mm~10mm，可使用 UN1-40 型对焊机，并应选择较大变压器级数；

6 当螺丝端杆与预应力钢筋对焊时，宜先对螺丝端杆进行预热，并减小调伸长度。钢筋一侧的电极应垫高，两者轴线应一致；

7 采用连续闪光对焊通电后，应借助操作杆使两钢筋端面轻微接触，使其产生电阻热，并使钢筋端面的凸出部分互相熔化，并将熔化的金属微粒向外喷射形成火光闪光，再缓慢不断地移动钢筋形成连续闪光，应待预定的烧化留量消失后，用适当压力迅速进行顶锻，完成整个连续闪光焊接；

8 采用预热闪光对焊通电后，应使两根钢筋端面交替接触和分开，使钢筋端面之间发生断续闪光，形成烧化预热过程。当预热过程完成，应立即转入连续闪光和顶锻；

9 采用闪光-预热闪光对焊通电后，应首先进行闪光，当钢筋端面已平整时，应立即进行预热、闪光及顶锻过程；

10 焊接完成时，接近焊接接头区段应有适当均匀的镦粗塑性变形，端面不应氧化；

11 焊接后须经稍微冷却才能松开电极钳口，取出钢筋时应平稳，接头不应弯折；

12 IV级钢筋焊接时应采用预热闪光焊或闪光-预热闪光焊工艺，余热处理IV级钢。闪光对焊时，应比普通热轧钢筋减小调伸长度，提高焊接变压器级数，缩短加热时间，快速顶锻，形成快热快冷条件，使热影响区长度控制在钢筋直径 0.6 倍范围之内。

19.4.6 在钢筋对焊生产中，焊工应认真进行自检，若发现接头处轴线偏移较大、弯折、烧伤、裂缝等缺陷，应切除接头重焊，并查找原因，及时消除。

19.5 质量标准

19.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 钢筋的品种和质量应符合设计要求和有关标准的规定。进口钢筋须先经过化学成分检验和焊接试验，符合规定后方可焊接；

2 闪光对焊接头的质量检验，应分批进行外观检查和力学性能检验；

3 在同一台班内，由同一个焊工完成的 300 个同牌号、同直径钢筋焊接接头应作为一批。当同一台班内焊接的接头数量较少，可在一周之内累计计算。累计仍不足 300 个接头时，应按一批计算；

4 力学性能检验时，应从每批接头中随机切取 6 个接头，其中 3 个做拉伸试验，3 个做弯曲试验；

5 异径接头可只做拉伸试验；

6 箍筋闪光对焊接头应分批进行外观质量检查和力学性能检验，在同一台班内，由同一个焊工完成的 300 个同牌号、同直径钢筋焊接接头应作为一批。当同一台班内焊接的接头数量较少，可在一周之内累计计算。累计仍不足 300 个接头时，应按一批计算。每个检验批随机抽取 5% 个箍筋闪光对焊接头作外观检查。随机切取 3 个对焊接头做拉伸试验；

7 对焊接头的力学性能检验应合格。

19.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 闪光对焊接头外观检查结果，质量和检验方法应符合表 19.5.2 要求的规定；

表 19.5.2 闪光对焊接头外观质量和检验方法

项次	项目	质量标准	检查方法
1	接头焊缝外观	不应有横向裂纹	用小锤、放大镜、钢板尺和焊缝量规检查
2	电极接触处钢筋表面	不应有明显烧伤	
3	接头处的弯折角	不大于 2°	
4	接头处轴线偏移	不应大于 0.1 倍钢筋直径，且不应大于 1mm	
5	箍筋对焊接头所在直线边凹凸	不应大于 5mm；	
6	对焊箍筋内净空尺寸的	允许偏差在±5mm 之内	

2 外观检查结果, 当有 1 个接头不符合要求时, 应对全部接头进行检查。对不合格接头的应在热影响区外切除, 然后重新焊接。

19.6 成品保护

19.6.1 焊接后稍冷却才能松开电极钳口, 取出钢筋时应平稳, 以免接头弯折。

19.6.2 雨天、雪天不宜进行施焊, 应施焊时, 应采取有效地遮蔽措施。焊后未冷却的接头, 不应碰到冰雪。

19.7 绿色施工

19.7.1 夜间焊接作业时, 应采取挡光措施。

19.7.2 电焊作业尽量在室内进行, 当在室外进行时, 应在施工部位使用焊烟机对焊烟进行处理。

19.7.3 施工过程中产生的粉末废料, 应收集和处理, 不应随意掩埋或丢弃。

19.8 应注意的问题

19.8.1 在钢筋对焊生产中, 应重视焊接全过程中的任何一个环节, 以确保焊接质量, 若出现异常现象, 应参照表 19.8.1 查找原因, 及时消除。

表 19.8.1 钢筋异常现象、焊接缺陷及消除措施

项次	异常现象和缺陷种类	防止措施
1	烧化过分剧烈, 并产生强烈的爆炸声	1. 降低变压器级数 2. 减慢烧化速度
2	闪光不稳定	1. 清除电极底部和表面的氧化物 2. 提高变压器级数 3. 加快烧化速度
3	接头中有氧化膜、未焊透或夹渣	1. 增加预热程度 2. 加快临近顶锻时的烧化程度 3. 确保带电顶锻过程 4. 加快顶锻速度 5. 增大顶锻压力
4	接头中有缩孔	1. 降低变压器级数 2. 避免烧化过程过分强烈

项次	异常现象和缺陷种类	防止措施
		3. 适当增大顶锻留量及顶锻压力
5	接头区域裂纹	1. 检验钢筋的碳、硫、磷含量；若不符合规定时，应更换钢筋 2. 采取低频预热方法，增加预热程度
6	钢筋表面微熔及烧伤	1. 清除钢筋被夹紧部位的铁锈和油污 2. 清除电极内表面的氧化物 3. 改进电极槽口形状，增大接触面积 4. 夹紧钢筋
7	接头弯折或轴线偏移	1. 正确调整电极位置 2. 修整电极钳口或更换已变形的电极 3. 切除或矫直钢筋的弯头

19.8.2 需采用冷拉方法调直钢筋的焊接应在冷拉之前进行。冷拉过程中，若在接头部位发生断裂时，可在切除热影响区离焊缝中心约为 0.7 倍钢筋直径后再焊再拉，但不应多于两次。同时，其冷拉率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。

19.8.3 闪光对焊可在负温条件下进行，但当环境温度低于-20℃时，不宜进行施焊。

19.8.4 在环境温度低于-5℃时，宜采用预热闪光焊或闪光-预热闪光焊工艺，焊接参数的选择与常温相比，可采取下列措施调整：

- 1 增加调伸长度；
- 2 采用降低焊接变压器级数；
- 3 增加预热次数和间歇时间。

20 钢筋电渣压力焊连接

20.1 材料要求

20.1.1 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。电渣压力焊连接工艺适用的钢筋牌号与规格应满足表 20.1.1 要求。

表 20.1.1 电渣压力焊钢筋规格表

连接方式	接头型式	适用范围	
		钢筋牌号	钢筋直径(mm)
电渣压力焊		HPB235 HRB335 HRB400	14~20 14~32 14~32

20.1.2 焊剂应符合下列规定：

1 焊剂的性能应符合现行国家标准《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 中碳素钢埋弧焊用焊剂的规定。焊剂型号为 HJ431，宜选用熔炼型高锰高硅低氟焊剂或中锰高硅低氟焊剂；

2 焊剂应存放在干燥的库房内，防止受潮。如受潮，使用前须经 250℃~300℃烘焙 2h；

3 使用中回收的焊剂，应除去熔渣和杂物，并应与新焊剂混合均匀后使用；

4 焊剂应有出厂合格证。

20.2 主要机具

20.2.1 手工电渣压力焊设备应准备焊接电源、控制箱、焊接夹具、焊剂罐等。

20.2.2 自动电渣压力焊设备应优先采用焊接电源、控制箱、焊接夹具、操作箱、焊接机等。

20.2.3 钢筋电渣压力焊宜采用次级空载电压为 TSV 以上的交流或直流焊接电源。一般情况下，32mm 直径及以下的钢筋焊接时，应采用容量为 600A 的焊接电源。32mm 直径以上的钢筋焊接时，应采用容量为 1000A 的焊接电源。当焊机容量较小时，也可以采用较小容量的同型号，同性能的两台焊机并联使用。

20.2.4 切割机应按钢筋规格配备。

20.3 作业条件

20.3.1 焊工应持有有效的焊工考试合格证，才能上岗操作。

20.3.2 设备应符合要求，焊接夹具应有足够的刚度，在最大允许荷载下应移动灵活，操作方便。焊剂罐的直径与所焊钢筋直径相适应，不致在焊接过程中烧坏。电压表、时间显示器应配备齐全，以便操作者准确掌握各项焊接参数。

20.3.3 当电源电压下降大于 5%、小于 8%时，应采取提高焊接变压器级数的措施。当大于或等于 8%时，不应进行焊接。

20.3.4 作业场地应有安全防护措施，制定和执行安全技术措施，加强焊工的劳动保护，应防止发生烧伤、触电、火灾、爆炸以及烧坏机器等事故。

20.3.5 注意接头位置，在同一区段内钢筋接头面积的百分率，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 有关条款的规定。

20.4 操作工艺

20.4.1 工艺流程应包括检查设备及电源、钢筋端头制备、选择焊接参数、安装焊接夹具和钢筋安放铁丝球、安防焊机罐、填装焊剂、试焊、作试件、确定焊接参数、施焊、回收焊剂、卸下夹具、质量检查。

20.4.2 全面彻底的检查设备、电源，确保始终处于正常状态，不应超负荷工作。

20.4.3 钢筋安装之前，应将钢筋焊接部位和电极钳口接触 150mm 区段内位置的锈斑、油污、杂物等清理干净，钢筋端部若有弯折、扭曲，应予以矫直或切除，但不应用锤击矫直。

20.4.4 钢筋电渣压力焊的焊接参数应包括焊接电流、焊接电压和焊接通电时间，当采用 HJ431 焊剂时应符合表 20.4.4 的要求。不同直径钢筋焊接时，不同直径钢筋焊接时，钢筋直径相差宜不超过 7mm，上下两钢筋轴线应在同一直线上，焊接接头上下钢筋轴线偏差不应超过 2mm。

表 20.4.4 钢筋电渣压力焊焊接参数

钢筋直径 (mm)	焊接电流 (A)	焊接电压 (V)		焊接通电时间 (S)	
		电弧过程 U ₂₋₁	电渣过程 U ₂₋₂	电弧过程 t ₁	电渣过 程 t ₂

14	200~220	35~45	18~22	12	3
16	200~250	35~45	18~22	14	4
18	250~300	35~45	18~22	15	5
20	300~350	35~45	18~22	17	5
22	350~400	35~45	18~22	18	6
25	400~450	35~45	18~22	21	6
28	500~550	35~45	18~22	24	6
32	600~650	35~45	18~22	27	7

20.4.5 安装焊接夹具和钢筋应包括下列内容:

1 夹具的下钳口应夹紧于下钢筋端部的适当位置, 一般为 1/2 焊剂罐高度偏下 5mm~10mm, 以确保焊接处的焊剂有足够的掩埋深度;

2 上钢筋放入夹具钳口后, 调准动夹头的起始点, 使上下钢筋的焊接部位位于同轴状态, 方可夹紧钢筋;

3 焊接夹具的上下钳口应夹紧于上、下钢筋上。钢筋一经夹紧, 钢筋应同心, 且不应晃动。

20.4.6 安放引弧用的铁丝圈。安放焊剂罐、填装焊剂。

20.4.7 试焊、做试件、确定焊接参数应包括下列内容:

1 在正式进行钢筋电渣压力焊之前, 参与施焊的焊工应进行现场条件下的焊接工艺试验, 以便确定合理的焊接参数;

2 试验合格后, 方可正式生产;

3 当采用半自动、自动控制焊接设备时, 应按照确定的参数设定好设备的各项控制数据, 以确保焊接接头质量可靠。

20.4.8 施焊应包括下列内容:

1 电渣压力焊的施焊过程为闭合电路、引弧、电弧过程、电渣过程、挤压、断电;

2 通过操作杆或操纵盒上的开关, 先后接通焊机的焊接电流回路和电源的输入回路, 在钢筋端面之间引燃电弧, 开始焊接;

3 引弧可采用直接引电弧法, 或铁丝圈引弧法。引燃电弧后, 应控制电压值。借助操纵杆使上下钢筋端面之间保持一定的间距, 进行电弧过程的延时, 使焊剂不断熔化而形成必要

深度的渣池；

4 随后逐渐下送钢筋，使上钢筋端部插入渣池，电弧熄灭，进入电渣过程的延时，使钢筋全断面加速熔化；

5 电渣过程结束，迅速下送上钢筋，使其断面与下钢筋端面相互接触，趁热排出熔渣和熔化金属。同时切断焊接电源。

20.4.9 接头焊毕，应停歇 20s~30s 后方可回收焊剂和卸下焊接夹具，在低温施焊时，停歇时间应延长。敲去渣壳后，四周焊包凸出钢筋表面的高度，当钢筋直径为 25mm 及以下时不应小于 4mm。当钢筋直径为 28mm 及以上时不应小于 6mm。

20.4.10 在钢筋电渣压力焊的焊接生产中，焊工应认真进行自检，若发现偏心、弯折、烧伤、焊包不饱满等焊接缺陷，应切除接头重焊，并查找原因，及时消除。切除接头时，应切除热影响区的钢筋，即离焊缝中心约为 1.1 倍钢筋直径的长度范围内部分应切除。

20.5 质量标准

20.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 钢筋的品种和质量应符合设计要求和有关规范的规定。进口钢筋应先经过化学成分检验和焊接试验，符合规定后方可焊接。电渣压力焊接头的质量检验，应分批进行外观检查和力学性能检验，并应按下列规定作为一个检验批，在现浇钢筋混凝土结构中，应以 300 个同牌号钢筋接头作为一批；在房屋结构中，应在不超过二楼层中 300 个同牌号钢筋接头作为一批；当不足 300 个接头时，仍应作为一批。每批随机切取 3 个接头试件做拉伸试验。接头处的轴线偏移不应大于钢筋直径的 0.1 倍，且不应大于 2mm；

2 钢筋的规格、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；

3 电渣压力焊接头的力学性能检验应合格。

20.5.2 一般项目应符合下列规定：

1 电渣压力焊接头外观质量标准和检验方法，应符合 20.5.2 的规定；

表 20.5.2 电渣压力焊接头外观质量标准和检验方法

项次	项目	质量标准	检查方法
1	接头焊缝外观	当钢筋直径为 25mm 及以下时，四周焊包凸出钢筋表面的高度不应小于 4mm；当钢筋直径为 28mm	用小锤、放大镜、钢板

		及以上时，焊包凸出钢筋表面高度不应小于 6mm。	尺和焊缝量规检查
2	电极接触处钢筋表面	无烧伤缺陷	
3	接头处的弯折角	不大于 2°	
4	接头处轴线偏移	应不大于 0.1 倍钢筋直径，同时不大于 2mm。	

2 外观检查不合格的接头应切除重焊，或采取补救措施。

20.6 成品保护

20.6.1 接头焊毕，应停歇 20s~30s 后才能卸下夹具，以免接头弯折或发生冷脆变化。

20.6.2 雨天、雪天不宜进行施焊，应施焊时，应采取有效地遮蔽措施。焊后未冷却的接头，不应碰到冰雪。

20.7 绿色施工

20.7.1 夜间焊接作业时，应采取挡光措施。

20.7.2 当在室外进行作业时，应在施工部位使用焊烟机对焊烟进行处理。

20.7.3 施工过程中产生的粉末废料，应收集和处理，不应随意掩埋或丢弃。

20.8 应注意的问题

20.8.1 在钢筋电渣压力焊生产中，应重视焊接全过程中的任何一个环节。接头部位应清理干净。钢筋安装应上下同轴，夹具紧固，严防晃动，引弧过程，力求可靠，电弧过程，延时充分，电渣过程，短而稳定，挤压过程，压力适当。若出现异常现象，应参照表 20.8.1 查找原因，及时清除。

表 20.8.1 钢筋电渣压力焊接头焊接缺陷与防治措施

项次	焊接缺陷	防止措施
1	轴线偏移	1. 矫直钢筋端部 2. 正确安装夹具和钢筋 3. 避免过大的挤压力 4. 及时修理或更换夹具

项次	焊接缺陷	防止措施
2	弯折	1. 矫直钢筋端部 2. 注意安装与扶持上钢筋 3. 避免焊后过快卸夹具 4. 修理或更换夹具
3	焊包薄而大	1. 减低顶压速度 2. 减小焊接电流 3. 减少焊接时间
4	咬边	1. 减小焊接电流 2. 缩短焊接时间 3. 注意上钳口的起、止点, 确保上钢筋挤压到位
5	未焊合	1. 增大焊接电流 2. 避免焊接时间过短 3. 检修夹具, 确保上钢筋下送自如
6	焊包不均	1. 钢筋端面力求平整 2. 填装焊剂尽量均匀 3. 延长焊接时间, 适当增加熔化量
7	气孔	1. 按规定要求烘焙焊剂 2. 清除钢筋焊接部位的铁锈 3. 确保被焊处在焊剂中的埋入深度
8	烧伤	1. 钢筋导电部位除净铁锈 2. 尽量夹紧钢筋
9	焊包下淌	1. 彻底封堵焊剂罐的漏孔 2. 避免焊后过快回收焊剂

20.8.2 电渣压力焊可在负温条件下进行, 但当环境温度低于-20°时, 则不宜施焊。雨天、雪天不宜进行施焊, 应施焊时, 应采取有效的遮蔽措施, 焊后未冷却的接头, 应避免碰到冰雪。

表 20.8.1 钢筋电渣压力焊接头焊接缺陷与防治措施

项次	焊接缺陷	防止措施
1	轴线偏移	2. 矫直钢筋端部 2. 正确安装夹具和钢筋 3. 避免过大的挤压力 4. 及时修理或更换夹具
2	弯折	1. 矫直钢筋端部 2. 注意安装与扶持上钢筋 3. 避免焊后过快卸夹具

项次	焊接缺陷	防止措施
		4. 修理或更换夹具
3	焊包薄而大	1. 减低顶压速度 2. 减小焊接电流 3. 减少焊接时间
4	咬边	1. 减小焊接电流 2. 缩短焊接时间 3. 注意上钳口的起、止点，确保上钢筋挤压到位
5	未焊合	1. 增大焊接电流 2. 避免焊接时间过短 3. 检修夹具，确保上钢筋下送自如
6	焊包不均	1. 钢筋端面力求平整 2. 填装焊剂尽量均匀 3. 延长焊接时间，适当增加熔化量
7	气孔	1. 按规定要求烘焙焊剂 2. 清除钢筋焊接部位的铁锈 3. 确保被焊处在焊剂中的埋入深度
8	烧伤	1. 钢筋导电部位除净铁锈 2. 尽量夹紧钢筋
9	焊包下淌	1. 彻底封堵焊剂罐的漏孔 2. 避免焊后过快回收焊剂

20.8.2 电渣压力焊可在负温条件下进行，但当环境温度低于-20°时，则不宜施焊。雨天、雪天不宜进行施焊，应施焊时，应采取有效的遮蔽措施，焊后未冷却的接头，应避免碰到冰雪。

21 钢筋滚轧直螺纹连接

21.1 材料要求

21.1.1 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。钢筋应平直、无损伤，表面没有裂纹、颗粒状或片状老锈。

21.1.2 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 21.1.2 的规定；

表 21.1.2 连接套外形尺寸

钢筋直径	螺距 (P)	长度 l_{-2}^0	外径 $f_{-0.4}^0$	螺纹小径 $D_0^{+0.4}$
Φ16	2.5	45	Φ25	Φ14.8
Φ18	2.5	50	Φ29	Φ16.7
Φ20	2.5	54	Φ31	Φ18.1
Φ22	2.5	60	Φ33	Φ20.4
Φ25	3	64	Φ39	Φ23.0
Φ28	3	70	Φ44	Φ26.1
Φ32	3	82	Φ49	Φ29.8
Φ36	3	90	Φ54	Φ33.7
Φ40	3	95	Φ59	Φ37.6

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。

21.2 主要机具

21.2.1 主要机具应包括钢筋套丝机、工作扳手、丝头保护帽、冷却液等。

21.2.2 主要检测机具应包括止环规、通环规、丝头卡板、止塞规、通塞规等。

21.3 作业条件

21.3.1 操作工人应经专门培训，并经考试合格后方可上岗。

21.3.2 该技术提供单位已提交有效的型式检验报告。

21.3.3 接头位置应符合设计要求及施工规范的规定。

21.4 操作工艺

21.4.1 工艺流程应包括钢筋下料、钢筋套丝、丝头预检、接头工艺检验、钢筋连接、质量检查。

21.4.2 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 21.4.2-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 21.4.2-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；

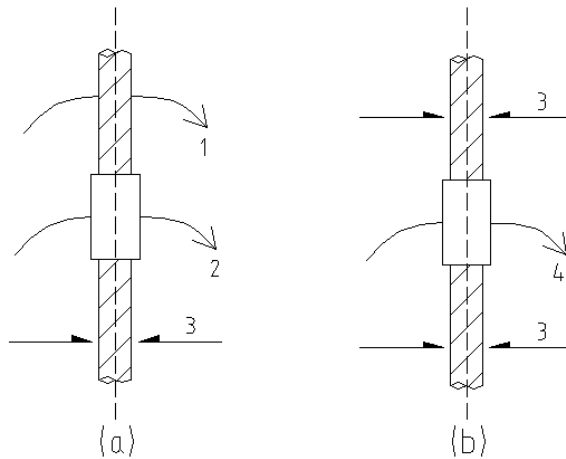


图21.4.2

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。

21.4.3 质量检查应符合下列规定：

1 在钢筋连接生产中，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 21.4.3 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 21.4.3 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。

21.5 质量标准

21.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 钢筋的品种和质量应符合设计要求和有关标准的规定；

2 连接套的规格和质量应符合要求；

3 具有有效的型式检验报告；

4 工艺检验的强度报告应合格；

5 接头的强度检验应合格；

6 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；

7 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。

21.5.2 一般项目应符合下列规定：

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 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；

4 钢筋丝头质量检验的要求见表 21.5.2。

表 21.5.2 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；	卡尺或专用量规

序号	检验项目	质量要求	检验方法
		其他连接形式应符合产品设计要求。	
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

21.6 成品保护

21.6.1 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。

21.6.2 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。

21.6.3 钢筋应按规格分别堆放，底部用木方垫好，在雨季要采取防锈措施。

21.6.4 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。

21.7 绿色施工

21.7.1 直螺纹接头应集中使用，不应随意丢弃，避免浪费材料。

21.7.2 直螺纹接头连接后，对原有保护帽应进行收集整理，多次使用。

21.7.3 丝头加工设备维修保养用的机油等按环保要求存放、收集、处理。

21.8 应注意的问题

21.8.1 现场截取抽样试件后，原接头位置的钢筋允许采用同等规格的钢筋进行搭接连接，或采用焊接及机械连接方法补接。

21.8.2 在高空安装直螺纹连接接头应搭设临时脚手架，系安全带。

21.8.3 用力矩扳手拧紧接头或检验接头时，应按规定的拧紧力矩值，不应超负荷拧紧。

21.8.4 操作人员应戴安全帽和手套。

22 地下室底板钢筋绑扎

22.1 材料要求

22.1.1 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。

22.1.2 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。

22.1.3 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。

22.1.4 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。

22.2 主要工具

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

22.2.2 运料工具宜使用起重吊装机械、运输汽车、平板推车等。

22.3 作业条件

22.3.1 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。

22.3.2 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。

22.3.3 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。

22.3.4 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。

22.3.5 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。

22.3.6 防水保护层完成并应通过隐蔽检查验收。

22.3.7 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的厚度统计明细清单。当采用搭接接头方式时，还应列出钢筋的搭接长度。

22.3.8 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。

22.3.9 明确基础梁主筋铺设方向及主次梁上下钢筋位置。

22.4 操作工艺

22.4.1 基础底板钢筋绑扎应符合下列规定：

1 基础底板为单层钢筋绑扎，宜按图 22.4.1-1 的工艺流程图进行：

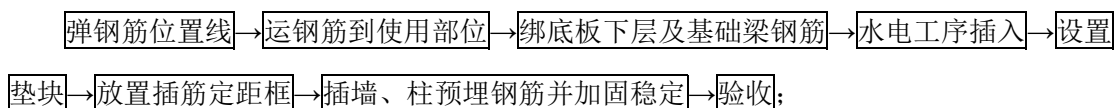


图 22.4.1-1 基础底板单层钢筋绑扎工艺流程图

2 基础底板为双层钢筋绑扎，宜按图 22.4.1-2 的工艺流程图进行：

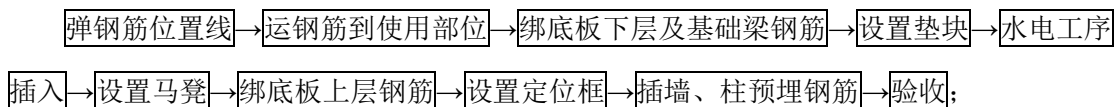


图 22.4.1-2 基础底板双层钢筋绑扎工艺流程图

22.4.2 弹钢筋位置线应遵守下列原则：

1 按图纸标明的钢筋间距，算出底板实际需用的钢筋根数，靠近底板模板边的钢筋应满

足迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50mm 的要求；

2 在垫层上弹出基础底板钢筋、基础梁钢筋和墙柱插筋等位置线；

3 墙柱插筋位置线，包含剪力墙、框架柱和暗柱等竖向筋插筋位置；

4 剪力墙竖向起步筋距柱或暗柱为 50mm，中间插筋按设计图纸标明的竖向筋间距分档，当分到边不到一个整间距时，可按根数均分，间距偏差不宜大于 10mm。

22.4.3 按照钢筋绑扎使用的先后顺序，分段进行钢筋吊运。吊运前，应根据弹线情况算出实际需要的钢筋根数。

22.4.4 绑底板下层及基础梁钢筋应遵守下列原则：

1 应根据设计、规范和下料单要求，先铺底板下层钢筋。宜先铺短向钢筋，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 根据已弹好的位置线将横向、纵向的钢筋依次摆放到位，钢筋弯钩应垂直向上。平行基础梁方向在基础梁下一般不设底板钢筋。钢筋端部距导墙的距离应两端一致并符合相关标准规定，当两端设有基础梁时，应保证弯钩和基础梁纵筋相互错开；

3 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；

4 钢筋连接采用焊接或机械连接接头时，应按现行行业标准《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 的规定，确定抽取试样的位置；

5 钢筋连接采用直螺纹机械连接时，钢筋应顶紧，连接钢筋处于接头的中间位置，外露丝扣不超过一个完整扣，半扣不得超过 3 个。检查合格的接头，用油漆作上“黄点、蓝点”标记；

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 进行钢筋绑扎时，单向板靠近外围两行的相交点应逐点绑扎，中间部分相交点可相隔交错绑扎；双向受力的钢筋应将钢筋交叉点全部绑扎。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；

8 基础梁钢筋绑扎时，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、较大基础梁采用现场绑扎，并按下列步骤进行：

1) 应先搭设绑扎基础梁的钢管临时支撑架，临时支架的高度达到能够将主跨基础梁支

起离基础底板下层钢筋 50mm 即可，如果两个方向的基础梁同时绑扎，后绑的次跨基础梁的临时支架高度应比先绑基础梁的临时支架高 50mm~100mm；

2) 基础梁的绑扎先排放主跨基础梁的上层钢筋，根据设计的基础梁箍筋的间距，在基础梁的上层钢筋上用粉笔画出箍筋的间距，按照画出的箍筋间距安装箍筋并绑扎。绑扎基础底板门洞口基础梁箍筋应满布，洞口处箍筋距离暗柱边 50mm；

3) 当基础梁上层钢筋有两排钢筋时，穿上层钢筋的下排钢筋先不绑扎，等次跨基础梁上层钢筋绑扎完毕再绑扎；下排钢筋的临时支架使得下排钢筋距上排钢筋 50mm~100mm 为宜，以便后绑的次跨基础梁穿上层钢筋的下排钢筋；

4) 穿主跨基础梁的下层钢筋的下排钢筋并绑扎，穿主跨基础梁的下层钢筋的上排钢筋先不绑扎，等次跨基础梁下层钢筋下排钢筋绑扎完毕再绑扎；下层钢筋的上排钢筋的临时支架使得上排钢筋距下排钢筋 50mm~100mm 为宜，以便后绑的次跨基础梁穿下层钢筋的下排钢筋；

5) 排放次跨基础梁的上层钢筋的上排筋，根据设计的次跨基础梁箍筋的间距，在次跨基础梁的上层钢筋上用粉笔画出箍筋的间距，按照画出的箍筋间距安装箍筋并绑扎。基础梁上层钢筋有两排钢筋时，先穿上层钢筋的下排钢筋并绑扎；

6) 将主跨基础梁的临时支架拆除，主跨基础梁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主跨基础梁不变形，再将次跨基础梁的临时支架拆除，次跨基础梁平稳放置在主跨基础梁上，并进行适当的固定以保证次跨基础梁不变形，再按次序分别绑扎次跨基础梁的上层钢筋的下排筋、主跨基础梁的上层钢筋的下排筋、主跨基础梁的下层钢筋的上排筋、次跨基础梁的下层钢筋的上排筋。

9 绑扎基础梁钢筋时，梁纵向钢筋超过两排的，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。基础梁上下纵筋之间要加可靠支撑，保证梁钢筋的截面尺寸；基础梁的箍筋接头位置应按照规范要求相互错开。

22.4.5 底板下层钢筋施工合格后，放置底板混凝土保护层用垫块，垫块的厚度等于钢筋保护层厚度，按照 1000mm 左右距离梅花型摆放。当基础底板或基础梁用钢量较大时，应缩小垫块距离。

22.4.6 在底板和基础梁钢筋绑扎完成后，方可进行水电工序插入。

22.4.7 基础底板采用双层钢筋时，绑完下层钢筋后方可摆放钢筋马凳。马凳的摆放位置和间距按施工方案确定。马凳宜支撑在下层钢筋上，并应垂直于底板上层筋的下筋摆放，摆放

应稳固。

22.4.8 将底板上层钢筋按纵横两个方向摆放在马凳上，上层钢筋的弯钩朝下，进行绑扎。绑扎时，上层钢筋和下层钢筋的位置应对正，钢筋的上下次序及绑扣方法同底板下层钢筋。

22.4.9 梁板钢筋全部绑扎完成后，按设计图纸位置进行基础梁排水套管预埋，并按图纸要求设置上下层拉钩钢筋。

22.4.10 基础钢筋绑扎完成后，根据在防水保护层或垫层上弹好的墙、柱插筋位置线，在底板上层钢筋网上固定插筋定位框，可采用线坠垂吊的方法使其与弹好的位置线对正。

22.4.11 墙、柱预埋钢筋应满足下列要求：

1 将墙、柱预埋筋伸入底板内下层钢筋上，拐尺的方向要正确，将插筋的拐尺与下层筋绑扎牢固，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；

2 墙插筋两边距暗柱 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质量验收标准要求；

3 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。

22.4.12 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。

22.5 质量标准

22.5.1 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 钢筋弯折加工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。

5 箍筋、拉筋的末端应按设计要求作弯钩, 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) 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本条第 1) 款对箍筋的规定。

6 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。

22.5.2 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 应采用冷拉方法调直钢筋时, HPB300 级钢筋的冷拉率不宜大于 4%, HRB400 级、HRB500 级钢筋冷拉率不宜大于 1%;

3 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求;

4 有抗震设防要求的结构中, 钢筋接头的位置在梁端、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《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 的规定条款的要求;

5 钢筋安装及预埋件位置允许偏差和检验方法应符合表 22.5.2 的规定。

表 22.5.2 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	±20	尺量连续三档, 取其最大值
2		网眼尺寸	±10	
3	骨架宽、高度		±5	尺量检查

4	骨架长度		±10	
7	绑扎箍筋、横向钢筋间距		±20	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	钢筋弯起点位移		20	各一点取其最大值
8	预埋件	中心线位移	5	尺量检查
		水平高差	+3	
9	受力筋保护层厚度	基础	±10	尺量检查
		梁、柱	±5	
		墙板	±3	

注：1 检查预埋件中心线位通时，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。

22.6 成品保护

22.6.1 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。

22.6.2 绑扎墙筋时应搭临时架子，不应蹬踩钢筋。

22.6.3 基础四周外露的防水层应妥善保护，以免被钢筋碰破。

22.6.4 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。

22.6.5 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。

22.7 绿色施工

22.7.1 钢材堆放区和加工区地面应进行硬化，应防止扬尘。

22.7.2 根据施工规模及现场条件等因素合理确定临时设施，如临时加工厂、现场钢筋棚及材料堆场等，钢筋加工棚宜采用工具式可周转的防护棚。

22.7.3 钢筋加工应优先使用国家、行业推荐的节能、高效、环保的钢筋设备和机具，宜采取隔音与隔振措施，避免或减少施工噪声和振动。

22.7.4 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。

22.7.5 材料运输工具应适宜，装卸方法应得当，有效减少损坏和变形。并应根据现场平面布

置情况就近卸载，避免和减少二次搬运。

22.7.6 现场材料堆放应有序，储存环境适宜，措施得当，保管制度健全，责任落实。

22.7.7 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。

22.7.8 在施工现场进行钢筋加工时，应设置钢筋废料专用收集池。

22.7.9 钢筋采购宜选用距现场 500km 以内的供应商。

22.8 应注意的问题

22.8.1 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。

22.8.2 钢筋连接时，应对每个接头进行尺量，钢筋连接接头位置应错开，错开间距及接头面积百分率应满足质量验收要求。

22.8.3 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。

22.8.4 基础钢筋绑扎范围内，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。

22.8.5 墙柱插入竖向钢筋位置，应用水平定距框内外双控进行固定。

22.8.6 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，对于厚度大于 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。

23 现浇框架结构钢筋绑扎

23.1 材料要求

23.1.1 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。

23.1.2 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。

23.1.3 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。

23.1.4 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。

23.2 主要机具

23.2.1 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。

23.2.2 运料工具宜使用起重吊装机械、运输汽车、平板推车等。

23.3 作业条件

23.3.1 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。

23.3.2 钢筋绑扎前，对锈蚀钢筋，除锈之后再运至绑扎部位。

23.3.3 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。

23.3.4 做好抄平放线工作，弹好水平标高线以及柱、墙外皮尺寸线。

23.3.5 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。

23.3.6 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。

23.3.7 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。

23.3.8 按安全操作要求搭设操作脚手架，架体应组织验收。

23.3.9 根据图纸及本工程的工艺标准，向班组进行技术交底。

23.4 操作工艺

23.4.1 框架柱钢筋绑扎应符合下列规定：

1 框架柱钢筋绑扎工艺流程，宜按图 23.4.1-1 规定的流程进行：

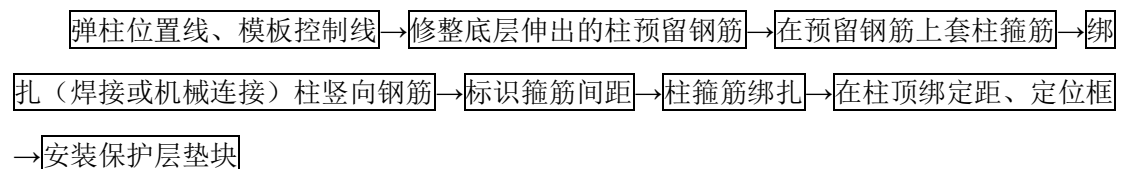


图 23.4.1-1 框架柱钢筋绑扎施工工艺流程

2 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、水泥砂浆等污垢清理干净；

3 按图纸要求间距及抗震加密和绑扎接头加密的要求计算好框架柱箍筋数量，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；

4 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；

5 为控制柱竖向主筋的位置，将柱定位框应固定于柱模板上口 300mm~500mm 处，控制竖向钢筋位置、截面尺寸和保护层厚度；

6 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；

7 柱箍筋安装绑扎应遵守下列原则：

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；

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 23.4.1-2）；

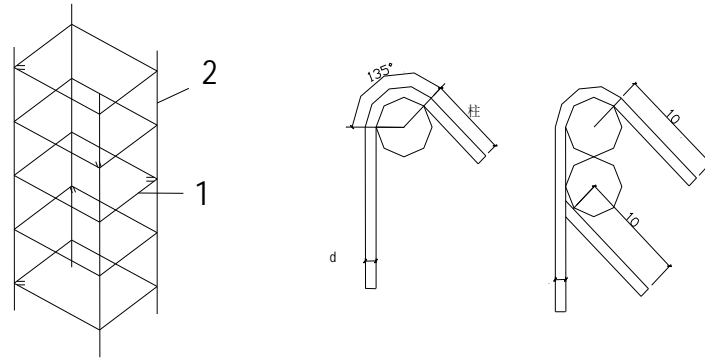


图 23.4.1-2 箍筋的弯钩叠合处与柱子竖向主筋交错布置图

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。当设计要求箍筋设拉筋时，拉筋应钩住箍筋（图 23.4.1-3）；

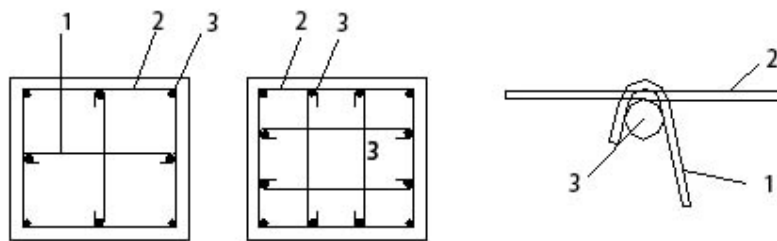


图 23.4.1-3 拉筋钩住箍筋连接示意图

1— 拉筋； 2— 箍筋； 3— 柱竖筋

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。

8 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，并应注意避开十字交叉处，间距宜为 800mm，或用成品塑料卡卡在外竖筋上，以保证主筋保护层厚度准确；

9 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相关标准要求。应在柱筋根部以及上、中、下部增设钢筋保护层控制垫块，垫块距柱边宜为 150mm，两垫块之间距离不宜超过 500mm；

10 施工时应保证框架柱钢筋的位置、数量、规格准确无误，各节点的构造做法、钢筋连接及锚固长度符合设计及规范要求。施工完毕，及时进行隐蔽工程验收。

23.4.2 梁钢筋绑扎应符合下列规定：

1 当梁钢筋在模内绑扎时，宜按图 23.4.2-1 的工艺流程进行；

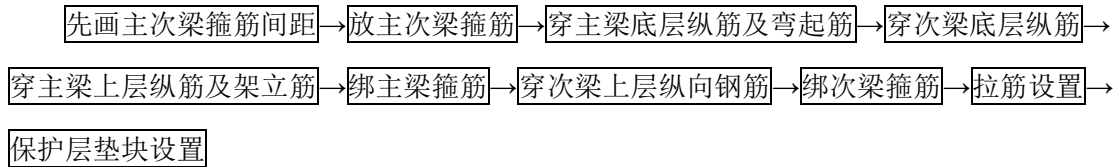


图 23.4.2-1 梁钢筋在模内绑扎工艺流程图

2 当梁钢筋先在梁模板上口绑扎成型后再入模内时，宜按图 23.4.2-2 的工艺流程进行；

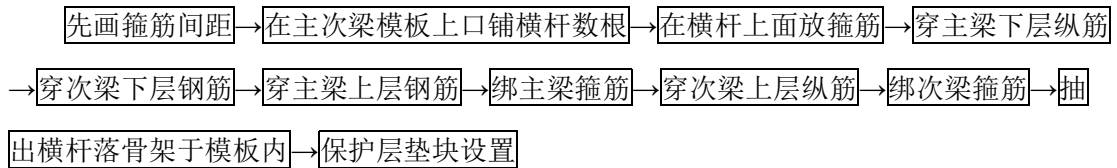


图 23.4.2-2 梁钢筋在模外绑扎工艺流程图

3 在梁侧模板上画出箍筋间距，按数量摆放梁箍筋。主梁起步筋距柱边不大于 50mm，次梁起步筋距主梁边不大于 50mm；

4 先穿主梁的下部纵向受力钢筋及弯起钢筋，再穿次梁的下部纵向受力钢筋及弯起钢筋，将箍筋按已画好的间距逐个分开；穿主次梁上部架立筋、受力钢筋；隔一定间距将架立筋与箍筋绑扎牢固；调整箍筋间距使间距符合设计图纸和相关标准要求，绑架立筋，再绑主筋，主次梁同时配合进行；

5 框架节点处梁纵向受力钢筋宜放在柱纵向钢筋内侧；当主次梁底部标高相同时，次梁下部钢筋宜放在主梁下部钢筋之上；

6 框架梁上部纵向钢筋应贯穿中间节点，梁下部纵向钢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规范要求。框架梁纵向钢筋在端节点内的锚固长度也要符合设计图纸和相关标准要求；

7 在主次梁所有接头末端与钢筋弯折处的距离，不得小于钢筋直径的 10 倍。接头不宜位于构件最大弯矩处，受拉区域内一级钢筋绑扎接头的末端应做弯钩，二级钢筋可不做弯钩；搭接处应在中心和两端扎牢。接头位置应相互错开，当采用绑扎搭接接头时接头长度、错开百分比、错开长度按本工程要求施工。在规定搭接长度的任一区段内有接头的受力钢筋截面面积占受力钢筋总截面面积百分率，受拉区不大于 25%；

8 梁箍筋安装绑扎应遵守下列原则：

1) 绑梁上部纵向筋的箍筋，宜用套扣法绑扎；

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) 梁端第一个箍筋应设置在距离柱节点边缘 50mm 处。梁端与柱交接处箍筋应加密，其间距与加密区长度均要符合质量验收标准要求；

4) 框架梁端部箍筋加密区范围：一级抗震时取 2 倍梁高和 500 mm 中的较大值，二至四级抗震时取 1.5 倍梁高和 500 mm 中的较大值。次梁穿过主梁时，在主梁两侧进行箍筋加密；

5) 过梁箍筋应有一根在暗柱内，且距暗柱边 50mm；梁柱接头处的箍筋距柱边 50mm；次梁两端箍筋距主梁 50mm。

9 施工时应保证主次梁钢筋的位置、数量、规格准确无误，各节点的构造做法、钢筋连接及锚固长度符合设计及规范要求。

23.4.3 板钢筋绑扎宜按图 规定的流程进行：

1 板钢筋绑扎宜按图 32.4.3 的工艺流程进行；

模板上弹线→绑板下层钢筋→水电工序插入→绑板上层钢筋→设置马凳及保护层垫块

图 23.4.3 板钢筋绑扎工艺流程图

2 清理模板上面的杂物，用粉笔在模板上划好主筋、分布筋的间距，起步筋距梁边不大于 1/2 板筋间距；

3 按划好的间距，先摆放下部受力主筋。绑扎板筋时一般用顺扣或八字扣，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。双向板绑扎相交点需全部绑扎，负弯矩钢筋每个相交点均要绑扎。当现浇板中有暗梁时，应先绑暗梁钢筋，再摆放板钢筋；

4 配合其他工种安装预埋件、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；

5 板下部筋垫块采用水泥砂浆垫块，纵横间距不超过 600 mm，呈梅花状布置。垫块

厚度应满足结构楼板构件钢筋保护层要求，当设计无要求时，板的保护层厚度应为 15mm；

6 绑板上部钢筋时，应按楼板钢筋定位措施架设相应规格钢筋马凳，间距不超过 1000mm，绑扎板上部架立筋及负弯矩钢筋，板上部负弯矩筋交叉点应全数绑扎；

7 当板为双层钢筋时，两层筋之间应加钢筋马凳，马凳间距不宜超过 1000mm，以确保上部钢筋的位置；当板为悬挑板时，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；

8 楼板钢筋绑扎时，钢筋搭接连接部位，搭接长度与搭接位置的要求与前面所述梁相同；

9 施工时应保证板钢筋的位置、数量、规格准确无误，各节点的构造做法、钢筋连接及锚固长度符合设计图纸和相关标准要求。

23.4.5 楼梯钢筋绑扎符合下列规定：

1 楼梯钢筋绑扎宜按图 23.4.5 的工艺流程进行；

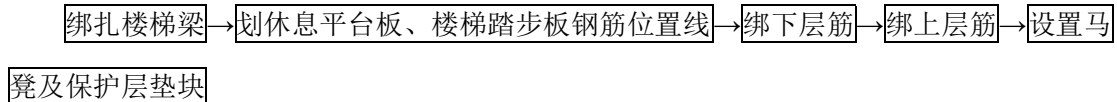


图 23.4.5 楼梯钢筋绑扎工艺流程图

2 绑扎楼梯梁时，对于梁式楼梯，应先绑扎楼梯梁，再绑扎楼梯踏步板钢筋，最后绑扎楼梯平台板钢筋，钢筋绑扎要注意楼梯踏步板和楼梯平台板负弯矩筋的绑扎位置；

3 根据下层钢筋间距，在楼梯底板上划出主筋和分布筋的位置线；

4 绑下层钢筋时，板筋要锚固到梁内，且板筋每个交点均应绑扎，绑扎方法与板钢筋绑扎相同；

5 楼梯上层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，以保证上层钢筋的位置。并应板底设置保护层垫块，以保证下层钢筋的位置；

6 钢筋工程隐蔽验收施工时应保证楼梯钢筋的位置、数量、规格准确无误，各节点的构造做法、钢筋连接及锚固长度符合设计及规范要求。

23.5 质量标准

23.5.1 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) 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。

5 箍筋、拉筋的末端应按设计要求作弯钩，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) 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本条第 1 款对箍筋的规定。

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、《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。

23.5.2 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及钢筋加工的允许偏差应符合表 23.5.2-1 和表 23.5.2-2 的规定。

表 23.5.2-1 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	网眼尺寸		±20	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		±20	尺量连续三档，取其最大值
8	钢筋弯起点位移		20	尺量检查
9	焊接预埋件	中心线位移	+3	
		水平高差	-0	
10	受力筋保护层厚度	梁、柱	±5	
		墙板	±3	

表 23.5.2-2 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
箍筋净尺寸	±5

23.6 成品保护

23.6.1 框架柱钢筋绑扎成型后，不应随意踩踏。

23.6.2 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。

23.6.3 绑扎钢筋时，不应碰动预埋件及洞口模板。

23.6.4 钢模板内面涂隔离剂时不应污染钢筋。

23.6.5 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。

23.7 绿色施工

23.7.1 钢材堆放区和加工区地面应进行硬化，以防止扬尘。

23.7.2 根据施工规模及现场条件等因素合理确定临时设施，如临时加工厂、现场钢筋棚及材料堆场等，钢筋加工棚应采用工具式可周转的防护棚。

23.7.3 钢筋加工应优先使用国家、行业推荐的节能、高效、环保的钢筋设备和机具，并采取隔音与隔振措施，避免或减少施工噪声和振动。

23.7.4 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。

23.7.5 材料运输工具应适宜，装卸方法应得当，以减少损坏和变形。应根据现场平面布置情况就近卸载，避免和减少二次搬运。

23.7.6 现场材料堆放应有序，储存环境及措施应得当，保管制度应健全，责任落实到位。

23.7.7 应优化钢筋配料下料方案，钢筋制作前对下料单及样品进行复核，无误后方可批量下料。

23.7.8 在施工现场进行钢筋加工时，应设置钢筋废料专用收集池。

23.7.9 钢筋采购宜选用距现场 500km 以内的供应商。

23.8 应注意的问题

23.8.1 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。

23.8.2 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。

23.8.3 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。

23.8.4 熟悉图纸并按要求施工，对梁柱端、柱核心箍筋加密区应准确控制。

23.8.5 箍筋末端应弯成 135°，平直部分长度为 10d。

23.8.6 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。

23.8.7 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。

23.8.8 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。

23.8.9 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。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。

23.8.10 在钢筋配料加工时应注意，端头有对焊接头时，要避开搭接范围，防止绑扎接头内混入对焊接头。

23.8.11 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。梁、柱主筋收头做法应符合图纸要求，且梁、柱主筋均应伸至梁端或柱顶。

24 现浇剪力墙结构大模板墙体钢筋绑扎

24.1 材料要求

24.1.1 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。

24.1.2 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。

24.1.3 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。

24.1.4 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。

24.2 主要机具

24.2.1 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。

24.2.2 运料工具宜使用起重吊装机械、运输汽车、平板推车等。

24.3 作业条件

24.3.1 弹好墙身、洞口位置线、大模板位置控制线，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。

24.3.2 预留钢筋外表面附着的水泥浆等应用钢丝刷，清刷干净。

24.3.3 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。

24.3.4 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。

24.3.5 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。

24.3.6 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。

24.4 操作工艺

24.4.1 剪力墙钢筋绑扎应符合下列规定：

1 无暗柱剪力墙钢筋现场绑扎，宜按图 24.4.1-1 的工艺流程进行；

在顶板上弹墙体外皮线和模板控制线→调整竖向钢筋位置→接长竖向钢筋→绑竖向梯子筋→绑墙体水平钢筋→设置拉钩和垫块→设置墙体钢筋上口水平梯子筋→墙体钢筋验收

图 24.4.1-1 无暗柱剪力墙钢筋绑扎工艺流程图

2 有暗柱剪力墙钢筋现场绑扎，宜按图 24.4.1-2 的工艺流程进行；

在顶板上弹墙体外皮线和模板控制线→调整竖向钢筋位置→接长竖向钢筋→绑竖向梯子筋→绑扎暗柱及门窗过梁钢筋→绑墙体水平钢筋→设置拉钩和垫块→设置墙体钢筋上口水平梯子筋→墙体钢筋验收

图 24.4.1-2 有暗柱剪力墙钢筋绑扎工艺流程图

3 在顶板上弹墙体外皮线，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；

4 根据墙体外皮线和墙体保护层厚度检查预埋筋的位置、竖筋间距等应，符合验收要求，当有位移时，应按 1:6 的比例将其调整到位。当有位移偏大时，应按与设计协商确认的技

术洽商要求认真处理到位；

5 根据预留钢筋上的水平控制线安装预制的竖向梯子筋，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；

6 绑扎暗柱及门窗过梁钢筋应满足下列要求：

1) 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；

2) 为保证门窗洞口标高位置正确，应在洞口竖筋上划出标高线。门窗洞口要按设计和规范要求绑扎过梁钢筋，锚入墙内长度要符合质量验收要求，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要加设箍筋，间距为 150mm。

7 绑扎墙体水平钢筋应满足下列要求：

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) 绑扎时将水平筋调整水平后，先与竖向梯子筋绑扎牢固，再与竖向立筋绑扎，注意将竖筋调整竖直。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) 剪力墙的水平钢筋在端部锚固应按设计图纸和相关标准要求施工，做成暗柱或加 U 型钢筋（图 24.4.1-3、图 24.4.3-4）；

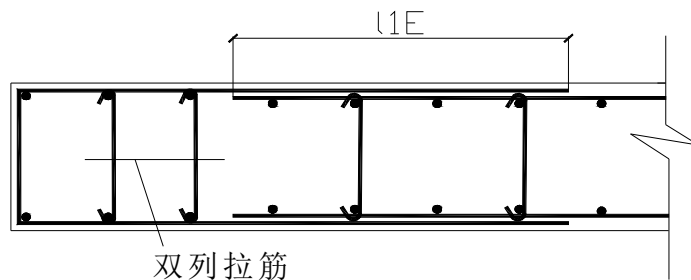


图 24.4.1-3 墙厚较小时剪力墙的水平钢筋在端部无暗柱时锚固示意图

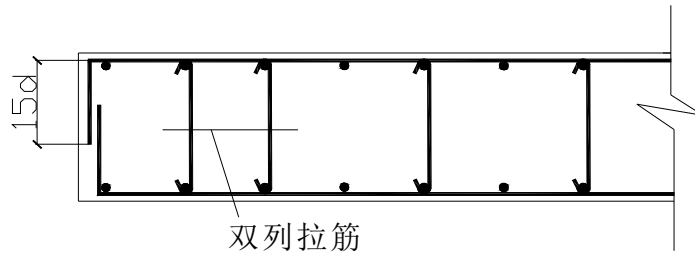


图 24.4.1-4 剪力墙的水平钢筋在端部无暗柱时锚固示意图

5)剪力墙的水平钢筋在“丁”字节点及转角节点的绑扎锚固方法见图 24.4.1-5、图 24.4.1-6 所示;

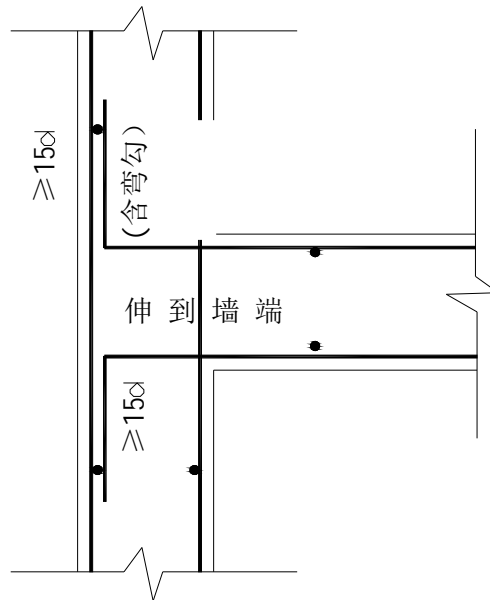


图 24.4.1-5 剪力墙在丁字转角处节点水平筋绑扎锚固方法示意图

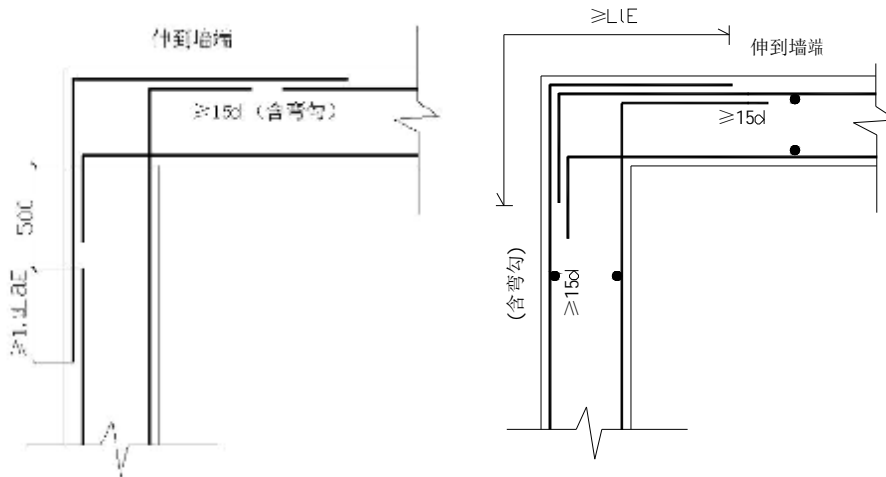


图 24.4.1-3 剪力墙在拐角转角处节点水平筋绑扎锚固方法示意图

- 6) 剪力墙的连接梁上下水平钢筋伸入墙内长度 e' 不能小于设计和规范要求;
- 7) 剪力墙的连接梁沿梁全长的箍筋构造应符合设计和规范要求, 在建筑物的顶层连接梁伸入墙体的钢筋长度范围内, 应设置间距不大于 150mm 的构造箍筋;
- 8) 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;
- 9) 剪力墙钢筋与外砖墙连接时, 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按图纸施工 (图 24.4.1-7)。

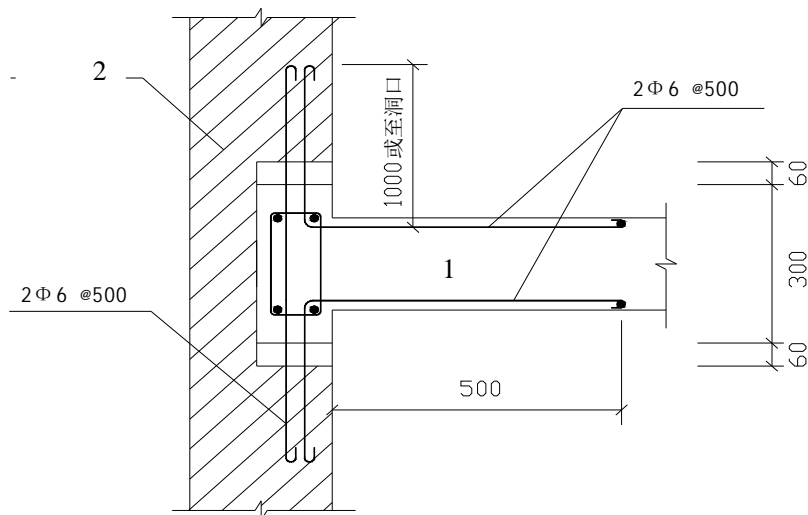


图 24.4.1-7 剪力墙钢筋与外砖墙连接构造示意图

1— 内横墙; 2— 外砖墙

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, 宜按图纸要求间距设置拉钩, 以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, 以保证保护层的厚度, 垫块间距 1m 左右, 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) 宜可采用图 24.4.1-8 所示双 F 卡代替拉钩和保护层垫块, 还能起到支撑的作用。支撑卡可用 $\Phi 10-14$ 钢筋制作, 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。

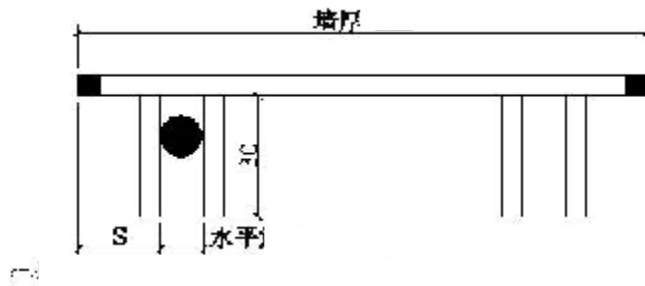


图 24.4.1-8 双 F 卡钢筋支撑构造示意图

9 对绑扎完成的钢筋板墙进行调整, 并在上口距混凝土面 150mm 处设置水平梯子筋, 以控制竖向筋的位置和固定伸出筋的间距, 水平梯子筋应与竖筋固定牢靠。同时在模板上口加扁铁与水平梯子筋一起控制墙体竖向钢筋的位置;

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, 并报请工长和质检员验收。

24.5 质量标准

24.5.1 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 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。

5 箍筋、拉筋的末端应按设计要求作弯钩，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) 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本条第 1 款对箍筋的规定。

6 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；

7 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。

24.5.2 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、颗粒状或片状锈蚀；

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及钢筋加工的允许偏差应符合表 24.5.2-1 和表

24.5.2-2 的规定。

表 24.5.2-1 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	网眼尺寸	焊接	±10	尺量连续三档，取其最大值
3		绑扎	±20	
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	焊接	±10	尺量连续三档，取其最大值
7	间距	绑扎	±20	
8	焊接预埋件	中心线位移	5	尺量检查
		水平高差	+3 0	
9	受力筋保护层		±3	尺量检查

表 24.5.2-2 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
箍筋净尺寸	±5

注：还应严格检查箍筋 135°，10d 直钩长度及定距框（水平、垂直），钢筋马凳的尺寸，误差均宜在 2mm 以内。

24.6 成品保护

24.6.1 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。

24.6.2 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。

24.6.3 大模板板面刷隔离剂时，不应污染钢筋。在灌注混凝土时，应另铺混凝土用马凳，上铺跳板施工。

24.6.4 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。

24.6.5 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。

24.7 绿色施工

24.7.1 钢材堆放区和加工区地面应进行硬化，以防止扬尘。

24.7.2 根据施工规模及现场条件等因素合理确定临时设施，如临时加工厂、现场钢筋棚及材料堆场等，钢筋加工棚应采用工具式可周转的防护棚。

24.7.3 钢筋加工应优先使用国家、行业推荐的节能、高效、环保的钢筋设备和机具，应采取隔音与隔振措施，避免或减少施工噪声和振动。

24.7.4 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。

24.7.5 材料运输工具应适宜，装卸方法应得当，减少损坏和变形。根据现场平面布置情况就近卸载，避免和减少二次搬运。

24.7.6 现场材料堆放应有序，储存环境及措施应得当，保管制度健全，责任落实。

24.7.7 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。

24.7.8 在施工现场进行钢筋加工时，应设置钢筋废料专用收集池。

24.7.9 钢筋采购宜选用距现场 500km 以内的供应商。

24.8 应注意的问题

24.8.1 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。

24.8.2 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。

24.8.3 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。

24.8.4 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。

24.8.5 墙体暗柱箍筋绑扎位置应满足抗震加密、接头加密的质量验收规定。

24.8.6 大模板合模之后，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。

25 冷轧带肋钢筋焊接网施工

25.1 材料要求

25.1.1 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 。

25.1.2 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。

25.1.3 垫块应准备塑料垫块或水泥砂浆垫块。

25.1.4 铁丝应准备 20 号~22 号火烧丝。

25.2 主要机具

25.2.1 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。

25.2.2 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。

25.3 作业条件

25.3.1 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。

25.3.2 模板安装完并验收完成，将模板内杂物清理干净。

25.3.3 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。

25.3.4 测量工作已经验收合格，并已做好控制线标志。

25.4 操作工艺

25.4.1 工艺流程应包括下列内容:

1 剪力墙冷轧带肋钢筋焊接网绑扎工艺流程应包括修理预留搭接筋、临时固定钢筋网片、绑扎根部钢筋、水平方向网片连接、绑门窗洞口加筋、绑拉筋或支撑筋、设置保护层垫块;

2 顶板冷轧带肋钢筋焊接网施工工艺流程应包括吊运网片、在模板上弹钢筋位置线、铺下铁、土建及水电预留、预埋、马镫及保护层垫块设置、铺上铁、验收。

25.4.2 剪力墙冷轧带肋钢筋焊接网绑扎包括下列内容:

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;见图 25.4.2-1

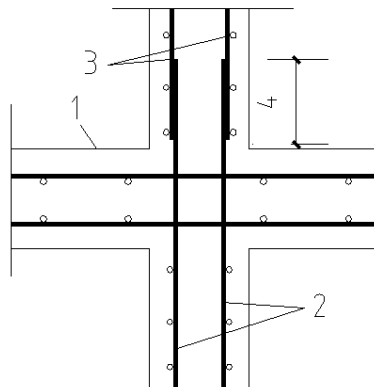


图 25.4.2-1 墙体钢筋焊接网的竖向搭接

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 25.4.2-2），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；

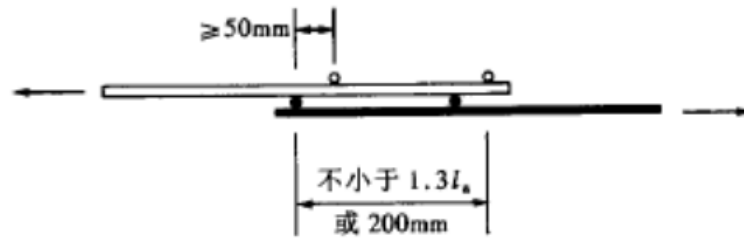
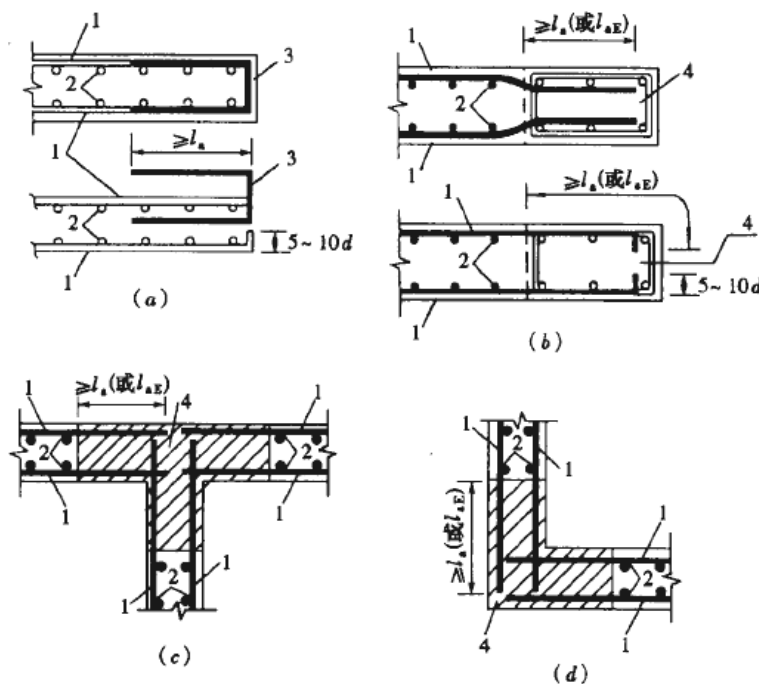


图 25.4.2-2 冷拔钢筋焊接网搭接接头

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 25.4.2-3a），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~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 25.4.2-3b），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~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 25.4.2-3c、d）或端柱中（图 25.4.2-3e 的）；



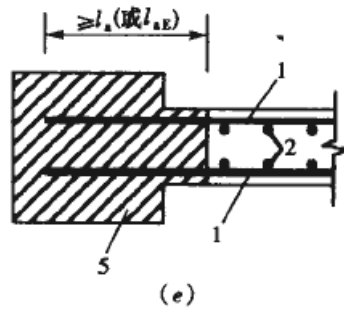


图 25.4.2.-3 钢筋焊接网在墙体端部的构造

(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。

25.4.3 楼板冷轧带肋钢筋焊接网施工应包括下列内容：

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 25.4.3-1a）、扣搭法（图 25.4.3-1b）或平搭法（图 25.4.3-1c）。

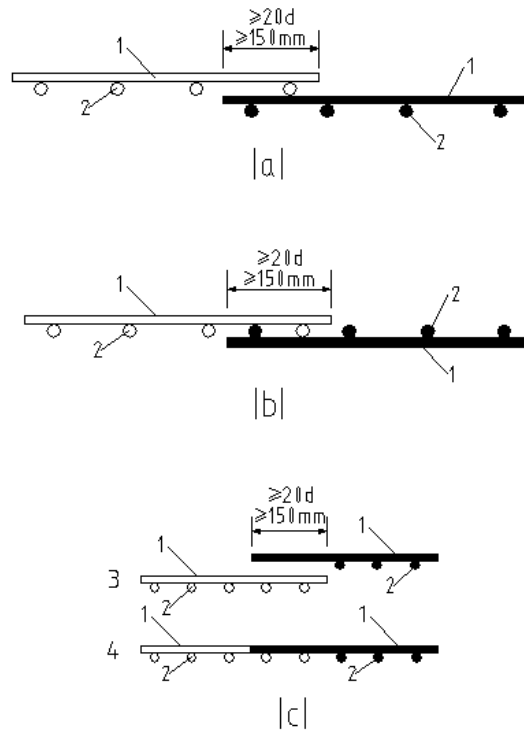


图 25.4.3-1 钢筋焊接网在非受力方向的搭接

(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

25.4.4 底网的布置方式应包括下列内容：

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 25.4.4-1），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；

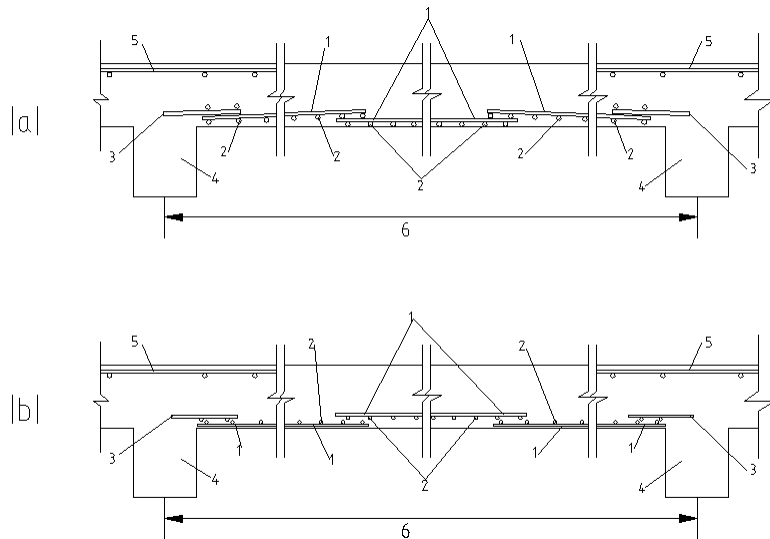


图 25.4.4-1 钢筋焊接网在双向板长跨方向的搭接

(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 25.4.4-2a）；

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 25.4.4-2b）。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 ；

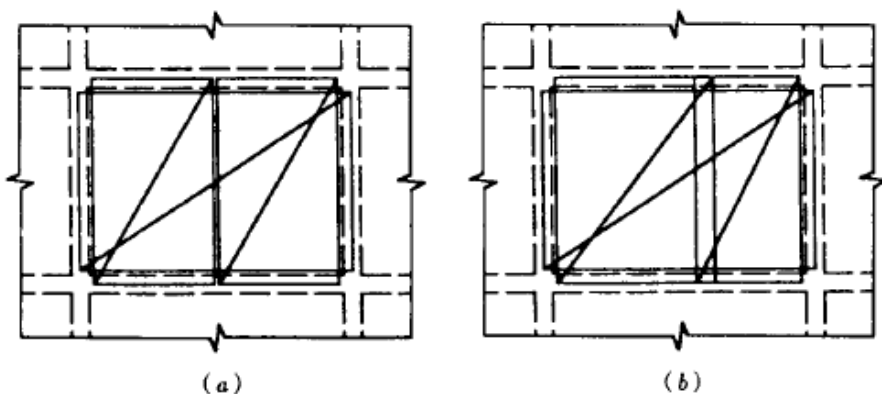


图 25.4.4-2 双向板底网的双层布置

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。

25.4.5 安装完下铁钢筋网片后应进行土建及水电预留、预埋。

25.4.6 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。

25.4.7 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钢筋焊接网混凝土结构技术规程 JGJ114 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 25.4.7-1a 或将上部受力钢筋弯折见图 25.4.7-1b；

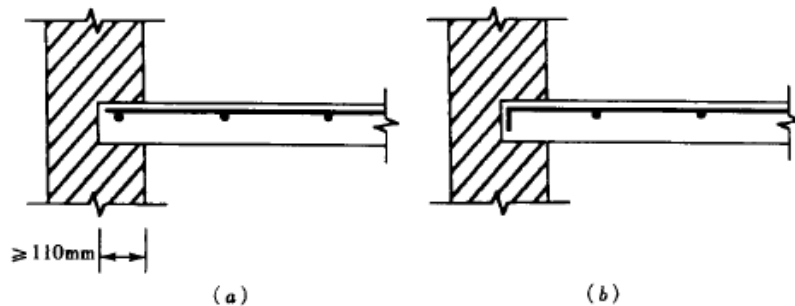


图 25.4.7-1 板上部受力钢筋焊接网的锚固

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 25.4.7-2a,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 25.4.7-2b。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;

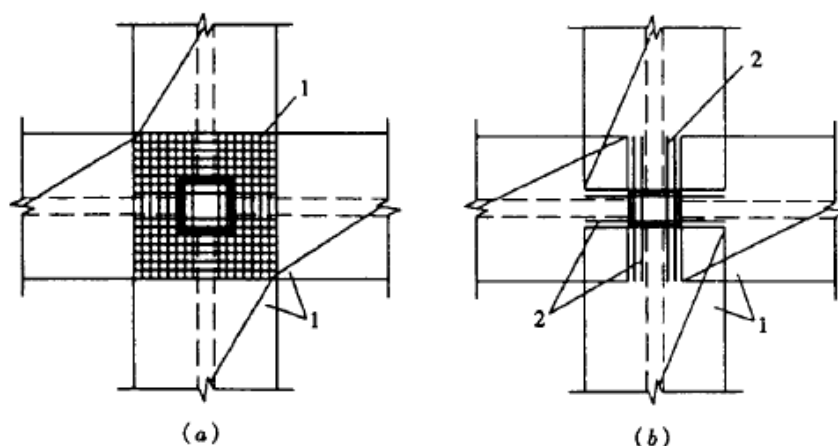


图 25.4.7-2 楼板焊接网与柱的连接

(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 度弯钩,并满足锚固长度,低标高处网片直接插入梁中见图

25.4.7-3。

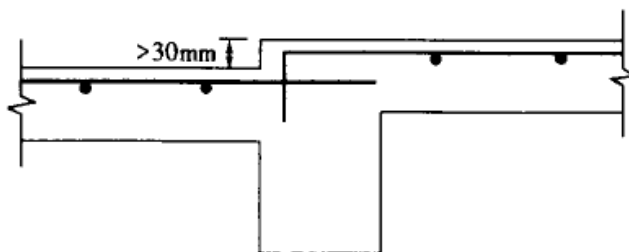


图 25.4.7-3 高差板的面网布置

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见图 25.4.7-4。面网伸入梁中的长度应符合锚固长度的规定；

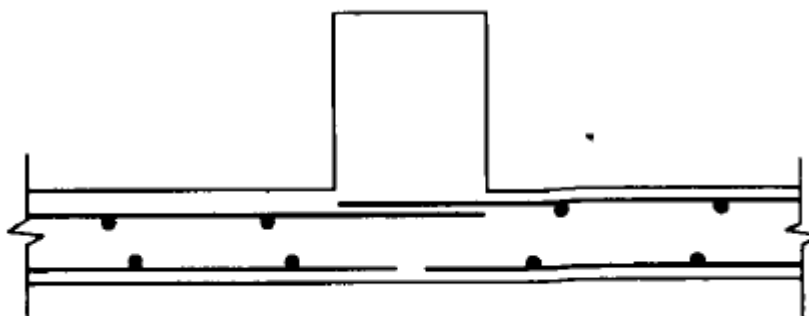


图 25.4.7-4 钢筋焊接网在反梁的布置

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。

25.4.8 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。

25.4.9 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。

25.4.10 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。

25.4.11 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。

25.5 质量标准

25.5.1 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。

25.5.2 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 25.5.2-1 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 25.5.2-1 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 25.4.2-2 的规定。

表 25.5.2-2 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

25.6 成品保护

25.6.1 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。

25.6.2 浇筑混凝土时设专业人员随时校正钢筋网片的位置。

25.6.3 水电预埋管盒要方正准确，且不应破坏已绑扎成型的钢筋。

25.6.4 楼板混凝土浇筑前应搭设马道，防止踩踏钢筋。

25.6.5 钢筋网片须采用 4 点吊运，以防止变形或开焊。

25.7 绿色施工

25.7.1 夜间焊接作业时，应采取挡光措施。

- 25.7.2** 电焊作业在室外进行时，应在施工部位使用焊烟处理设备对焊烟进行处理。
- 25.7.3** 施工过程中宜采用专业化生产的成型钢筋，现场加工时，宜采用集中加工方式。
- 25.7.4** 施工过程中产生的粉末废料，应收集和处理，不应随意掩埋或丢弃。

25.8 应注意的问题

- 25.8.1** 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。
- 25.8.2** 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。
- 25.8.3** 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。
- 25.8.4** 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。
- 25.8.5** 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。
- 25.8.6** 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。
- 25.8.7** 所有埋件不应和钢筋网片上的钢筋直接进行焊接。

26 钢筋与钢板或型钢焊接

26.1 材料要求

26.1.1 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。

26.1.2 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。

26.1.3 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。

26.1.3 焊条的牌号应符合设计规定。当设计未要求时应符合表 26.1.3 的规定。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。

表 26.1.3 钢筋与钢板或型钢电弧焊焊条牌号

项次	钢筋牌号	焊接方式	
		手工电弧焊	穿孔塞焊
1	HPB300	E4303	/
2	HRB400	E5003	E5503

26.2 主要机具

26.2.1 电动工具应准备电弧焊机、焊接电缆、电焊钳等。

26.2.2 普通工具应准备面罩、锺子、钢丝刷、锉刀、榔头、钢字码等。

26.3 作业条件

26.3.1 焊工应持有有效的焊工考试合格证。

26.3.2 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。

26.3.3 电源应符合一机一闸一漏等电焊机用电要求。

26.3.4 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。

26.3.5 熟悉图纸和规范要求。

26.3.6 需原位焊接的施工部位放线完毕并通过验收。

26.4 操作工艺

26.4.1 工艺流程应包括钢筋、型钢或钢板除锈清理、检查设备、选择焊接参数、试焊及工艺检验、施焊、质量检验。

26.4.2 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、鳞锈等清理干净，不应有严重锈蚀。

26.4.3 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。

26.4.4 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。

26.4.5 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。

26.4.6 施焊应包括下列内容：

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 如钢筋直径较大，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 26.4.6.-1），焊接时应符合下列要求：

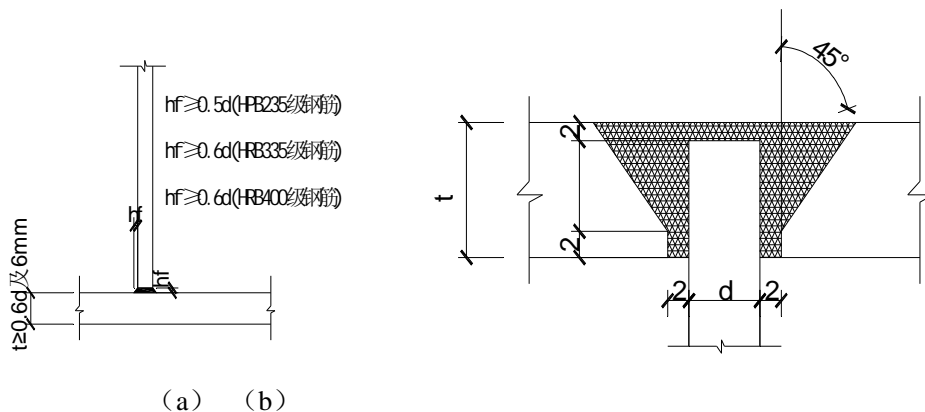


图 26.4.6.-1 预埋件 T 形接头

(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 26.4.6-2）。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；

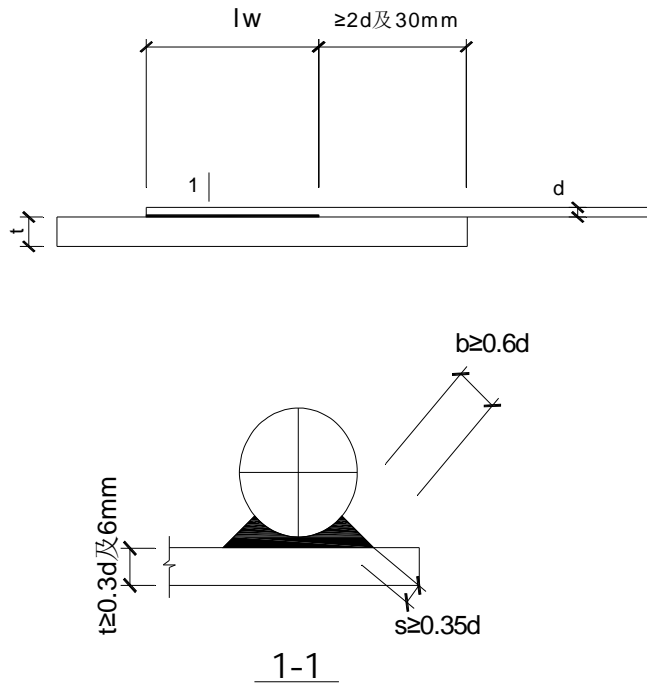


图 26.4.6-2 钢筋与钢板平焊

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°C 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要求：

- 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。

26.5 质量标准

26.5.1 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。

26.5.2 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；

3 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。

26.6 成品保护

26.6.1 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。

26.6.2 雨天、雪天不宜进行施焊，必须施焊时应采取遮蔽措施，焊后未冷却的接头不应碰到雨、雪。

26.7 绿色施工

26.7.1 夜间焊接作业时，应采取挡光措施。

26.7.2 电焊作业尽量在室内进行，当在室外进行时，应在施工部位使用焊烟机对焊烟进行处理。

26.7.3 施工过程中产生的粉末废料，应收集和处理，不应随意掩埋或丢弃。

26.8 应注意的问题

26.8.1 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。

26.8.2 接地线应与结构接地接触良好，不应随意乱搭，防止打弧。

26.8.3 引弧应在形成焊缝部位，不应随意引弧，防止烧伤主筋。

26.8.4 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。

26.8.5 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。

27 型钢与钢筋用可调钢筋连接器连接

27.1 材料要求

27.1.1 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。

27.1.2 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、尺寸等应符合验收规定。

27.1.3 钢结构连接器应符合下列规定：

- 1 钢结构连接套应采用低合金结构钢，钢结构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 连接器在加工厂内制作完成检验后运至现场，应有出厂质量检验合格证。

27.1.4 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。

27.1.5 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。

27.2 主要机具

27.2.1 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。

27.2.2 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。

27.3 作业条件

27.3.1 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。

27.3.2 钢筋绑扎前应对锈蚀钢筋除锈之后再运至绑扎部位。

27.3.3 应熟悉图纸、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、数量全部正确。

27.3.4 应做好抄平放线工作，弹好水平标高线，柱、墙外皮尺寸线。

27.3.5 应根据弹好的外皮尺寸线，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，要进行处理。

27.3.7 应按安全操作要求搭好绑扎操作脚手架。

27.3.8 应根据图纸及本工程的工艺标准，向班组进行技术交底。

27.4 操作工艺

27.4.1 型钢与钢筋采用可调钢筋连接器连接时，可按图 27.4.1 规定的工艺流程进行：

梁柱节点钢筋定位深化→预焊接钢结构连接套→现场钢筋根据深化图纸定尺下料→两端钢结构连接套与螺杆连接，紧固螺母锁紧→用可调钢筋连接器连接钢筋→紧固螺母并完成安装

图 27.4.1 型钢与钢筋用可调钢筋连接器连接工艺流程图

27.4.2 型钢与钢筋用可调连接器的连接构造应符合图 27.4.2 的规定；

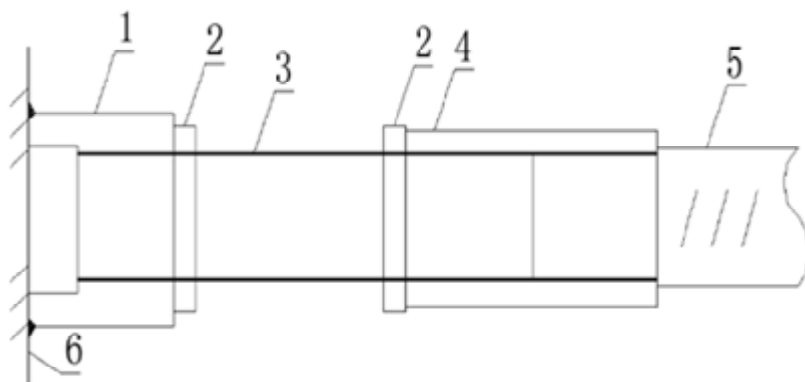


图 27.4.2 可调连接器示意图

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—钢结构

27.4.3 对梁柱节点钢筋定位，应根据每根钢管混凝土柱所对应的竖向钢筋位置、放射性梁的钢筋排布，利用建筑建模协调钢筋与钢结构相对位置关系并对钢筋定位。

27.4.4 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。

27.4.5 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。

27.4.6 在连接螺杆（图 27.4.6）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可全部旋出，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。

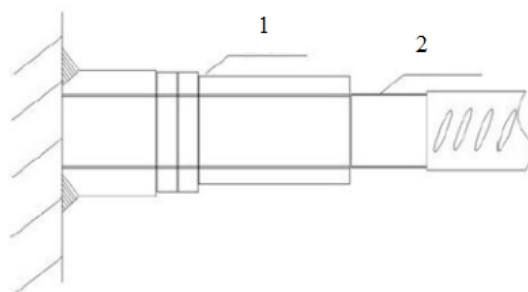


图 27.4.6 连接螺杆连接

1—钢结构连接套 2—钢筋

27.4.7 将与可调螺杆配套的钢筋连接套拧紧至钢结构连接套一侧（图 27.4.7），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。

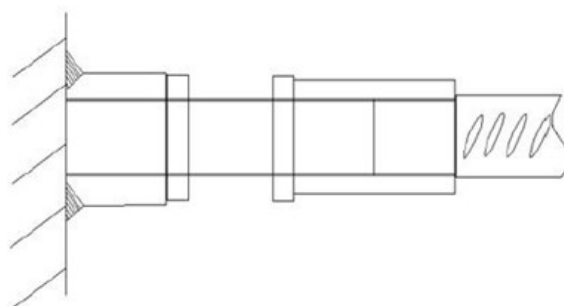


图 27.4.7 可调钢筋连接器连接钢筋

27.4.8 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。

27.5 质量标准

27.5.1 连接器进场材料宜按每 500 组抽检 3 组进行检测。

27.5.2 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。

27.5.3 可调连接器的构造材质、选型、截面尺寸通过设计单位审核，质量控制应从加工开始，保证节点施工质量。

27.5.4 钢结构连接套焊接前应对、钢结构母材、钢结构连接套、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。

27.5.5 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。

27.5.6 在运输过程中丝头不应雨淋、玷污或遭受机械损伤。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 $\pm 1P$ ；钢筋丝头螺纹有效长度应符合表 27.5.6 的规定。

表 27.5.6 钢筋丝头螺纹有效长度

钢筋规格	螺距	钢结构连接套		钢筋连接套	
		丝头长度 mm	丝扣数量	丝头长度 mm	丝扣数量
Φ12	2	22±1	9-11	16±1	6-8
Φ14	2	24±1	10-12	17.5±1	7-9
Φ16	2.5	27±1	9-11	20±1	6-8
Φ18	2.5	29±1	10-12	22±1	7-9
Φ20	2.5	31±1	11-13	24±1	8-10
Φ22	2.5	34±1	12-14	26.5±1	9-11
Φ25	3	38±1	12-14	30±1	9-11
Φ28	3	43±1	13-15	33±1	10-12
Φ32	3	48±1	14-16	38±1	11-13
Φ36	3	55±1	17-19	42±1	13-15
Φ40	3	60±1	19-21	45±1	14-16

27.5.7 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 $\pm 1P$ 。

27.5.8 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中的规定。当抽检的拧紧力矩值小于表 27.5.8 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 27.5.8 的要求。

表 27.5.8 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

27.5.9 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。

27.5.10 工序完成后，由项目技术负责人组织验收，验收人员包括施工单位和监理单位管理人员，监理单位的总监和专业监理工程师、施工单位项目技术负责人、质检员、专业工长等。验收合格，经施工单位项目技术负责人及项目总监理工程师签字后，方可进入后续工序的施工。

27.6 成品保护

27.6.1 梁钢筋绑扎后，不应随意踩踏。

27.6.2 绑扎钢筋时，不应碰动预埋件及洞口模板。

27.6.3 模板内面涂隔离剂时不应污染钢筋。

27.6.4 安装电线管、暖卫管线或其他设施时，不应任意切断和移动钢筋。

27.7 绿色施工

27.7.1 应建立环境保护责任制。项目经理与分包单位负责人应签订环境保护责任书，分包单位负责人与劳务队签订责任书，使环境保护工作层层落实到人。

27.7.2 对现场散落的材料及应及时整理清点，节约成本。

27.7.3 加强环保意识的宣传，应采取有力的措施控制人为的施工噪声。

27.7.4 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。

27.8 应注意的问题

27.8.1 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。

27.8.2 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。

27.8.3 熟悉图纸并按要求施工，对梁柱端、柱核心箍筋加密区应准确控制。

27.8.4 箍筋末端应弯成 135° ，平直部分长度为 $10d$ 。

27.8.5 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。

27.8.6 在钢筋配料加工时应注意，端头有对焊接头时，要避开搭接范围，防止绑扎接头内混入对焊接头。

27.8.7 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。梁、柱主筋收头做法应符合设计要求，且梁、柱主筋均应伸至梁端或柱顶。

28 型钢混凝土钢筋绑扎

28.1 材料要求

28.1.1 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。

28.1.2 型钢混凝土构件的型钢钢材应符合下列规定：

- 1 轧制或焊接成型，型钢材料宜用 Q235 级碳素结构钢，以及 Q345 级低合金高强度结构钢；
- 2 应有出厂合格证和出厂检验报告；
- 3 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。

28.1.3 型钢钢材的焊接应符合下列要求：

- 1 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；
- 2 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。

28.1.4 型钢构件中设置的栓钉应符合现行国家标准《圆柱头焊钉》GB 10433 的规定，栓钉的力学性能应符合表 28.1.4 的规定。

表 28.1.4 栓钉力学性能 (N/mm²)

钢号	屈服强度 f_y^{st}	抗拉强度 f_t^{st}
Q235	≥240	≥400

28.1.5 型钢使用的螺栓、锚栓材料应符合下列要求：

- 1 普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓 A 和 B 级》GB 5782 和《六角头螺栓 C 级》GB 5780 的规定；
- 2 锚栓可采用现行国家标准《碳素结构钢》GB 700 规定的 Q235 钢或《低合金高强度

结构钢》GB/T 1591 规定的 Q345 钢；

3 高强度螺栓应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228、《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 或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB 3632 的规定；

4 螺栓连接的强度设计值、高强度螺栓的设计预拉力值，以及高强度螺栓连接的钢材摩擦面抗滑移系数值，应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定采用。

28.1.6 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。

28.1.7 型钢混凝土构件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。

28.2 主要机具

28.2.1 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。

28.2.2 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。

28.2.3 其他工具应有经纬仪、缆风绳、滑轮组、铁锤、液压弯曲机等。

28.3 作业条件

28.3.1 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。

28.3.2 型钢构件安装前，对构件表面浮锈及栓钉焊接点等进行清理、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。

28.3.3 型钢构件外侧钢筋绑扎前，对锈蚀钢筋，除锈之后再运至绑扎部位。

28.3.4 熟悉图纸、按设计要求放样，下达钢筋和型钢构件加工任务单，检查已加工好的钢筋和型钢构件规格、形状、数量全部正确。

28.3.5 做好抄平放线工作，弹好水平标高线，柱、墙外皮尺寸线。

28.3.6 按设计、规范列出本工程结构构件受力钢筋锚固长度、搭接长度、以及保护层厚度

的统计明细清单。并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。

28.3.7 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，剔凿接茬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。

28.3.8 模板安装完，应将模板内遗留的杂物清理干净，并办理验收。

28.3.9 按安全操作要求好搭绑扎操作脚手架，架体应组织验收。

28.3.10 根据设计图纸及本工程的工艺标准，向班组进行技术交底。

28.4 操作工艺

28.4.1 型钢混凝土柱子钢筋绑扎应符合下列规定：

1 型钢混凝土柱钢筋绑扎，宜按图 28.4.1 的工艺流程图进行：

弹柱皮位置线、模板外控制线→复核柱身内置预留型钢骨柱位置→清理柱根浮浆到全部露石子→清理柱筋及内置钢骨污染→吊装上节型钢骨柱就位→校正上下节型钢骨柱垂直度，耳板连接临时固定→沿上下节钢骨柱拼装点进行焊接处理→对焊接位置进行质量检查及探伤检测验收→修整底层伸出的柱预留钢筋→将柱子箍筋叠放在遗留钢筋→绑扎（焊接或机械连接）柱子竖向钢筋→在柱顶绑定距框→在柱子竖向钢筋上标识箍筋间距（可用皮数杆替代）→按标识的间距将箍筋从上到下与柱子竖向钢筋绑扎

图 28.4.1 型钢混凝土柱钢筋绑扎工艺流程图

2 按弹设的柱身控制线，对柱身内伸出的型钢构件位置进行复核，按图纸要求将上部安装的型钢构件吊装就位，并调整好连接处标高位置。待型钢构件校正准确后，利用构件上留设的连接耳板将上下钢构件用螺栓临时连接固定牢固；

3 调整外伸钢筋位置，对上下钢构件的连接部位进行焊接连接。焊接完毕后，应在静置 24 小时后，对连接焊缝进行探伤检测，探伤检测合格后，应对安装完毕的型钢构件进行隐蔽验收；

4 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；

5 按图纸要求间距，计算好每根柱子箍筋数量，并考虑好抗震加密和绑扎接头加密的要求。先将箍筋套在下层伸出的搭接主筋上，然后安装柱子竖向受力钢筋；

6 柱子竖向受力主筋立起之后，绑扎接头的搭接长度应符合设计及规范验收要求；

7 为控制柱子竖向主筋的位置，将柱定位框应固定于柱模板上口 300mm~500mm 处，控制竖向钢筋位置、截面尺寸和保护层厚度；

8 宜按图纸要求在立好的柱子竖向钢筋上标注好箍筋间距线或使用皮数杆控制箍筋间距。并应按抗震要求、接头要求进行加密，机械连接时宜避开连接套筒；

9 柱箍筋安装绑扎应遵守下列原则：

(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；

(2) 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子竖筋交错布置，并绑扎牢固；

(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。当设计要求箍筋设拉筋时，拉筋应钩住箍筋；

(6) 柱筋为搭接接头时，接头长度内箍筋间距应按 5d 设置；在受拉区时不小于 100mm，且不大于 10d；在受压区时不小于 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) 柱子钢筋保护层厚度应符合设计要求，主筋距外皮一般为 25mm，箍筋距外保护层一般为 15mm。保护层垫块应绑扎在柱筋外皮上，并注意避开十字交叉处，间距一般为 1000mm，或用成品塑料卡卡在外竖筋上，以保证主筋保护层厚度准确。

10 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和规范要求。

11 施工时应保证框架柱钢筋的位置、数量、规格准确无误，各节点的构造做法、钢筋连接及锚固长度符合设计及规范要求。施工完毕，及时进行隐蔽工程验收。

28.4.2 型钢混凝土梁钢筋绑扎应符合下列规定：

1 型钢混凝土梁钢筋，宜按图 28.4.2 所示的工艺流程进行：

将型钢骨梁与两端柱外伸钢牛腿连接固定→支设梁底模板→画主次梁箍筋间距→放主梁次梁箍筋→穿主梁底层纵筋及弯起筋→穿次梁底层纵筋并与箍筋固定→穿主梁上层纵向架立筋→按箍筋间距绑扎→穿次梁上层纵向钢筋→按箍筋间距绑扎

图 28.4.2 型钢混凝土梁钢筋在模内绑扎工艺流程图

2 根据引测得标高位置控制线，复核型钢柱与型钢梁连接的外伸牛腿位置、连接螺栓孔位置；

3 在梁底模板上画出箍筋间距，预先将箍筋套入型钢柱外伸钢牛腿。吊装型钢梁，两端与外伸钢牛腿用螺栓连接固定牢靠；

4 先穿主梁的下部纵向受力钢筋，将箍筋按已画好的间距逐个分开；穿次梁的下部纵向受力钢筋及弯起钢筋，并套好箍筋；放主次梁的架立筋；隔一定间距将架立筋与箍筋绑扎牢固；调整箍筋间距使间距符合设计和规范要求，绑架立筋，在绑主筋，主次梁同时配合进行；

5 框架梁上部纵向钢筋应贯穿中间节点，梁下部纵向钢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规范要求。框架梁纵向钢筋在端节点内的锚固长度也要符合设计和规范要求；

6 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 $10d$ ，如做成封闭箍时，单面焊缝长度为 $10d$ ；

7 梁端第一个箍筋应设置在距离柱节点边缘 50mm 处。梁端与柱交接处箍筋应加密，其间距与加密区长度均要符合质量验收标准要求；

8 在主次梁所有接头末端与钢筋弯折处的距离，不得小于钢筋直径的 10 倍。接头不宜位于构件最大弯矩处，受拉区域内一级钢筋绑扎接头的末端应做弯钩，二级钢筋可不做弯钩；搭接处应在中心和两端扎牢。接头位置应相互错开，当采用绑扎搭接接头时接头长度、错开百分比、错开长度按本工程要求施工。在规定搭接长度的任一区段内有接头的受力钢筋截面面积占受力钢筋总截面面积百分率，受拉区不大于 25% ；

9 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；

(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) 梁端第一个箍筋应设置在距离柱节点边缘 50mm 处。梁端与柱交接处箍筋应加密，其间距与加密区长度均要符合质量验收标准要求；

(4) 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。次梁穿过主梁时，在主梁两侧进行箍筋加密。

10 施工时应保证主次梁钢筋的位置、数量、规格准确无误，各节点的构造做法、钢筋连接及锚固长度符合设计及规范要求。

28.5 质量标准

28.5.1 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) 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。

5 箍筋、拉筋的末端应按设计要求作弯钩，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) 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本条第 1 款对箍筋的规定。

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、《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；

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。

28.5.2 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及钢筋加工的允许偏差应符合表 28.5.2-1 和表 28.5.2-2 的规定。

表 28.5.2-1 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	网眼尺寸		±20	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		±20	尺量连续三档，取其最大值
8	钢筋弯起点位移		20	尺量检查
9	焊接预埋件	中心线位移	+3	
		水平高差	-0	
10	受力筋保护层厚度	梁、柱	±5	
		墙板	±3	

表 28.5.2-2 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
箍筋净尺寸	±5

28.6 成品保护

28.6.1 柱钢筋绑扎成型后，不应随意踩踏。

28.6.2 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。

28.6.3 绑扎钢筋时，不应碰动预埋件及洞口模板。

28.6.4 钢模板内面涂隔离剂时不应污染钢筋。

28.6.5 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。

28.7 绿色施工

28.7.1 钢材堆放区和加工区地面应进行硬化，以防止扬尘。

28.7.2 根据施工规模及现场条件等因素合理确定临时加工厂、现场钢筋棚及材料堆场等，钢筋加工棚应采用工具式可周转的防护棚。

28.7.3 钢筋加工应优先使用国家、行业推荐的节能、高效、环保的钢筋设备和机具，并采取隔音与隔振措施，避免或减少施工噪声和振动。

28.7.4 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。

28.7.5 材料运输工具应适宜，装卸方法应得当，以减少损坏和变形。并应根据现场平面布置情况就近卸载，避免和减少二次搬运。

28.7.6 现场材料堆放应有序，储存环境及措施应得当，保管制度应健全，责任落实到位。

28.7.7 应优化钢筋配料下料方案，钢筋制作前对下料单及样品进行复核，无误后方可批量下料。

28.7.8 电焊作业应采取遮挡措施，避免电焊弧光外泄。

28.7.9 在施工现场进行钢筋加工时，应设置钢筋废料专用收集池。

28.8 应注意的问题

28.8.1 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。

28.8.2 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。

28.8.3 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。

28.8.4 熟悉图纸并按要求施工，对梁柱端、柱核心箍筋加密区应准确控制。

28.8.5 箍筋末端应弯成 135°，平直部分长度为 10d。

28.8.6 梁筋进支座长度应符合设计和规范要求，弯起钢筋位置应准确。

28.8.7 绑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。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。

28.8.8 在钢筋配料加工时应注意，端头有对焊接头时，应避免搭接范围，防止绑扎接头内混入对焊接头。

28.8.9 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。梁、柱主筋收头做法应符合设计要求，且梁、柱主筋均应伸至梁端或柱顶。

29 预拌混凝土施工

29.1 材料要求

29.1.1 混凝土拌合物原材料质量应符合现行国家规范、规程、相应材料标准及工程施工技术合同的要求。

29.1.2 水泥应满足现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 或相关产品标准的要求。宜选用通用硅酸盐水泥,对于有抗渗、抗冻要求的混凝土,宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。水泥进场时应有质量证明文件,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。进场时进行复检的项目及复检批量的划分应按标准规定执行。

29.1.3 骨料应符合下列要求:

1 骨料进场时应有质量证明文件,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 及其它国家现行标准的规定,对进场骨料应按规定按批进行复验,对同一骨料生产厂家能连续供应,并且质量稳定的骨料,可一周至少检验一次,在对骨料中氯离子含量有怀疑时,应按批检验氯离子含量;

2 砂宜用粗砂或中砂,含泥量不应大于 3%,泥块含量不应大于 1%,对于 C60 及以上的混凝土用砂,含泥量不应大于 2.0%,泥块含量不应大于 0.5%,对于 C25 和 C25 以下的混凝土用砂,根据水泥强度等级,其含量可予以放宽,含泥量不应大于 5%,泥块含量不应大于 2%,通过 0.315mm 筛孔的砂,不应少于 15%;

3 石宜用碎石或卵石,针片状颗粒含量不应大于 15%,含泥量不应大于 1%,泥块含量不应大于 0.5%,如含泥基本上是非粘土质的石粉时,含泥量可提高为 1.5%,对于 C60 及以上的混凝土,针片状颗粒含量不应大于 8%,含泥量不应大于 0.5%,泥块含量不应大于 0.2%,对于 C25 和 C25 以下的混凝土用碎石或卵石,根据水泥强度等级,其含量可予以放宽,针片状颗粒含量不应大于 25%,含泥量不应大于 2%,泥块含量不应大于 0.7%。

29.1.4 民用建筑工程使用的砂、石、水泥等,其放射性指标限量应符合表 29.1.4 的规定。

表 29.1.4 无机非金属建筑材料放射性指标限量

测定项目	限量
内照射指数 (IRa)	≤1.0
外照射指数 (Ir)	≤1.0

29.1.5 拌合水宜选用饮用水。当采取其他水源时应符合《混凝土用水标准》JGJ 63 规定。混

凝土搅拌及运输设备的冲洗水在经过试验证明对混凝土及钢筋性能无有害影响时，方可作为混凝土拌合用水使用。

29.1.6 外加剂的质量应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定，其掺量应经试验确定。

29.1.7 民用建筑工程中所使用的混凝土外加剂氨的释放量不应大于 0.10%，测定方法应符合现行国家标准的规定。

29.1.8 预拌混凝土不得使用含有氯盐配制的外加剂。

29.1.9 粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰、钢铁渣粉、石灰石粉、复合掺合料等矿物掺合料应分别符合相关国家标准的规定。当采用其它矿物掺合料时，应有充足的技术依据，并在使用前进行试验验证。矿物掺合料应具备质量证明文件，并按照规定进行复验，其掺量应符合规定并通过试验确定。用于结构工程的粉煤灰应使用 II 级及以上的粉煤灰。

29.1.10 用碱活性集料配制混凝土时，混凝土碱含量控制在 $3\text{kg}/\text{m}^3$ 以内，同时应采取现行国家标准《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733 规定的掺加矿物掺合料抑制措施。水泥、矿物掺合料应按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176 检验其碱含量。外加剂应按现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 规定的方法检测碱含量。混凝土碱含量应按现行国家标准《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733 的方法进行计算。

29.1.11 混凝土中氯化物总含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和设计要求。当设计无要求时，混凝土中的最大氯离子含量为占水泥用量的 0.06%。

29.2 主要机具

29.2.1 搅拌楼应符合下列要求：

1 搅拌楼应采用符合现行国家标准《混凝土搅拌机》GB/T 9142 规定的固定式搅拌楼；

2 计量设备按规定由法定计量单位进行定期检定，使用期间应定期进行校准；

3 计量设备应能连续计量不同配合比混凝土的各种材料，并应具有实际计量结果逐盘记录和贮存功能；

4 每台班应对搅拌机的称量系统进行一次静态校核，每月进行一次动态校核；

5 应保持控制仪表及各传感件的清洁，经常进行维修和保养。

29.2.2 混凝土搅拌运输车应符合下列要求：

1 混凝土搅拌运输车在运输混凝土时应能保持混凝土拌合物的均匀性，不应产生分层离析现象；

- 2 混凝土搅拌运输车应符合现行行业标准《混凝土搅拌运输车》JG/T 5094 的规定；
- 3 应定期通过混凝土的均质性检查混凝土运输车的叶片磨损情况；
- 4 搅拌运输车出车前，应清洗接料斗和车身，工作完毕后应将所有接触混凝土的机械设备彻底清洗干净；
- 5 混凝土搅拌运输车在运输过程中，拌筒应保持 3 转/min~6 转/min 的慢速转动。

29.2.3 水泥仓罐中水泥使用完后，应及时进行清仓并做好记录。

29.2.4 外加剂溶液箱应有搅拌装置，每日检查一次比重，做好记录。

29.2.5 凡接触原材料及混凝土的机械部位，油料不得滴、渗、漏。

29.2.6 搅拌机、运输车、泵车等应定期检修，保证设备完好率。

29.2.7 施工现场应备齐坍落度筒、灰斗、串筒、标尺杆、小线、振捣器、木抹子、长抹子、鍤子、喷壶、照明设备。

29.3 作业条件

29.3.1 材料贮存应符合下列要求：

- 1 各种材料应分仓贮存，并有明显的标识；
- 2 水泥应按生产厂家、水泥品种及强度等级分别贮存，同时应防止水泥受潮及污染；
- 3 集料的贮存应保证集料的均匀性，不使大小颗粒分离，同时应保证不同品种、规格的集料分别贮存，不得混杂或污染，集料贮存的地面应为能排水的硬质地面；
- 4 外加剂应按生产厂家、品种分别贮存，并应具有防止其质量发生变化的措施；
- 5 矿物掺合料应按品种、级别分别贮存，不得与水泥等其它粉状料混合。

29.3.2 混凝土搅拌前应获得由试验室负责人签发的混凝土配合比，预拌混凝土配合比设计应根据合同要求由供方按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定确定。

29.3.3 施工单位与预拌混凝土单位应签订技术合同，并应在技术合同中明确以下要求：

- 1 水泥品种、强度等级及特殊要求；
- 2 拌制混凝土用砂、石骨料粒径及含泥量要求；
- 3 混凝土强度等级、混凝土抗冻、早强、抗渗等要求，并应明确技术指标；
- 4 混凝土坍落度要求及允许偏差；
- 5 混凝土初凝时间要求；
- 6 混凝土出厂温度要求；
- 7 混凝土供应数量、供应时间、供应速度要求；

8 关于技术资料的要求。

29.3.4 预拌混凝土生产单位应向施工单位提供 7d 标准养护混凝土试件抗压强度指标值。冬季施工时，还应提供 3d 及 14d 标准养护混凝土试件抗压强度值。

29.3.5 对于首次使用的混凝土配合比，应做好开盘鉴定，其工作性应满足设计配合比的要求，并应留取不少于两组强度试块作为验证配合比的依据。

29.3.6 混凝土搅拌前应获得生产部门下达的混凝土生产任务单。第一车混凝土到现场应附带符合技术合同要求的基本技术资料，部分资料可以后补，施工现场认真验收核对合格后方可使用。

29.3.7 施工现场混凝土输送泵及泵管的布置、安装、固定经检查应符合规范及施工方案的要求。

29.3.8 浇筑混凝土部位的模板、钢筋、预埋件及管线等全部安装完毕，经检查应符合设计及规范要求，并应完成钢筋隐检及模板检查手续。

29.3.9 施工现场应填写完成《混凝土浇灌申请书》，并报监理单位认可。

29.3.10 浇筑混凝土用的架子、马道应支搭完毕，并经检查合格。

29.4 操作工艺

29.4.1 预拌混凝土施工工艺应按图 37.4.1 规定的流程进行：

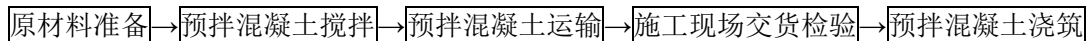


图 37.4.1 剪力墙模板安装施工工艺流程

29.4.2 原材料准备应符合下列要求：

1 水泥及掺合料按应品种、等级送入指定筒仓储存，经螺旋输送机向搅拌楼储料斗、计量料斗供料；

2 搅拌机粗细骨料应用装载机由料场装入砂、石储料仓，经皮带输送机运送至搅拌楼储料斗、计量料斗；

3 液体外加剂应按品种在储料罐内储存，经管道泵送至外加剂计量罐；

4 拌合水应经管道泵送至水计量罐；

5 各种材料计量应符合以下要求：

1) 各原材料的计量均应按重量计，水和液体外加剂的计量可按体积计；

2) 原材料计量允许偏差不应超过表 29.4.2 规定的范围。

表 29.4.2 混凝土原材料计量允许偏差（%）

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

29.4.3 混凝土搅拌应符合下列规定：

1 预拌混凝土应采用符合规定的搅拌楼进行搅拌，并应严格按照设备说明书的规定使用；

2 混凝土搅拌楼操作人员开盘前，应根据当日生产配合比和任务单，检查原材料的品种、规格、数量及设备的运转情况，并做好记录；

3 搅拌楼应实行配合比挂牌制，按工程名称、部位分别注明每盘材料配料重量；

4 试验人员每天班前应测定砂、石含水率，雨后立即补测，根据砂、石含水率随时调整每盘砂、石及加水量，并做好调整记录；

5 搅拌楼操作人员严格按配合比计量，投料顺序先倒砂石，再装水泥，搅拌均匀，最后加水搅拌。粉煤灰宜与水泥同步，外加剂宜滞后于水泥。外加剂的配制应用小台秤提前一天称好，装入塑料袋，并做抽查和投料工作，应指定专人负责配制与投放；

6 混凝土的搅拌时间应按照生产工艺要求及搅拌设备说明书的规定确定。生产掺有引气剂、膨胀剂、聚羧酸系外加剂或纤维等材料的混凝土以及 C60 及 C60 以上强度等级的混凝土时应适当延长搅拌时间；

7 搅拌楼操作人员应随时观察搅拌设备的工作状况和坍落度的变化情况，坍落度应满足浇筑地点的要求，发现异常应及时向主管负责人或主管部门反映，不得随意更改配合比；

8 检验人员应每台班抽查每一配合比的执行情况，做好记录。并跟踪抽查原材料、搅拌、运输质量，核查施工现场有关技术文件。

29.4.4 预拌混凝土运输应符合下列规定：

1 预拌混凝土运送应采用本标准规定的运输车运送；

2 运输车在装料前应将筒内积水排尽；

3 混凝土运输车在运输途中及等候卸料时，应保持罐体正常转速，不得停转；

4 不得向搅拌运输车内的混凝土加水；

5 混凝土运送频率，应能保证浇筑施工的连续性；

6 运送混凝土时应随车签发《预拌混凝土运输单》，并提供混凝土氯化物和碱总量计

算书等资料，当工程结构对碱活性有要求时，应提供砂石碱活性试验报告；大批量、连续生产的同一配合比混凝土还应提供基本性能试验报告；28d 龄期或合同约定龄期后应及时提供预拌混凝土出厂合格证。提供的资料应符合现行地方标准《建筑工程资料管理规程》DB11/T 695 的规定。

29.4.5 现场交货检验应符合下列规定：

1 混凝土运输至施工现场后，施工单位现场被授权人应确认混凝土的数量和质量，并在《预拌混凝土运输单》上签字；

2 预拌混凝土使用方应对到达现场的混凝土进行验收。验收内容及验收方法应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定及技术合同的约定；

3 混凝土到达现场后，因坍落度损失较大，不能满足施工要求时，可在运输车罐内加入适量的与原配合比相同成分的减水剂。减水剂加入量应事先由试验确定，并应有记录。加入减水剂后，混凝土运输车罐体应快速旋转搅拌均匀，达到要求的工作性能后方可泵送或浇筑规定。现场只允许进行一次调整。

29.4.6 预拌混凝土浇筑应符合下列要求：

1 大体积混凝土工程、冬期施工混凝土工程及其他有特殊入模温度要求的混凝土工程，应提前进行热工计算，确保混凝土到场温度和混凝土入模温度；

2 混凝土浇筑前，应根据不同部位混凝土浇筑量，确定混凝土供应速度和初凝时间，保证混凝土浇筑的连续性；

3 对于现场需分层浇筑的大体积混凝土工程，应在合同中明确混凝土初凝时间，在下层混凝土初凝前，完成上层混凝土浇筑；

4 混凝土到达现场验收合格后，应及时浇筑到位。混凝土从出机到浇筑完毕的持续时间应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 中的相关规定；

5 混凝土浇筑后，应及时进行养护，按工程质量要求和相关标准制定养护方案并严格执行。

29.5 质量标准

29.5.1 主控项目应符合下列规定：

1 水泥进场时应对其品种、强度等级、包装或散装仓号、生产日期等进行检查，对其强度等级、安定性及其它必要的性能指标进行复验，其质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定，当在使用中对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过三个月，快硬硅酸

盐水泥超过一个月时，应进行复验，并按复验结果使用；

2 混凝土中掺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、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 等有关环境保护的规定，预应力混凝土结构中，不得使用含氯化物的外加剂，预拌混凝土不得使用含有氯盐配制的外加剂；

3 混凝土抗压及抗折强度试验应按现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法》GB/T 50081 的规定进行，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。混凝土取样频率应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的要求，按同一配合比、每 100m³的混凝土取样不得少于 1 次，每次取样制作试件不少于一组，不足 100m³时亦取样一次。当同一生产任务单连续供应量超过 1000m³时可按每 200 m³ 取样不少于一次；

4 混凝土拌合物氯离子总含量可根据混凝土各组成材料的氯离子含量计算求得。混凝土中氯化物和碱的总含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和设计要求；

5 混凝土坍落度、含气量、混凝土拌合物表观密度试验方法应按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法》GB 50080 的规定进行，坍落度实测值与合同规定的坍落度值之差应符合表 29.5.1 的规定，混凝土拌合物坍落度检验的试样的取样频率应与混凝土强度检验的取样频率一致；

表 29.5.1 坍落度允许偏差

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

6 预拌混凝土放射性指标限量按现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 执行，如所使用的水泥、砂石等原材料的放射性指标合格，制品可不再进行放射性指标检验；混凝土放射性核素放射性比活度试验方法应按现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定进行；

7 首次使用的混凝土配合比应进行开盘鉴定，其原材料、强度、凝结时间、稠度等应满足设计配合比的要求；

8 对合同中有特殊要求的检验项目，应按国家现行有关标准要求进行，没有相应标准的应按合同规定进行。

29.5.2 一般项目应符合下列规定

1 混凝土有耐久性指标要求时，应在施工现场随机抽取试件进行耐久性检验，同一配合比的混凝土，取样不应少于一次，留置试件数量应符合国家现行标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 和《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的规定，其检验结果应符合国家现行有关标准的规定和设计要求；

2 混凝土有抗冻要求时，应在施工现场进行混凝土含气量检验，同一配合比的混凝土，取样不应少于一次，取样数量应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的规定，其检验结果应符合国家现行有关标准的规定和设计要求。

29.6 成品保护

29.6.1 混凝土自搅拌至浇筑前不得向运输车内加水。

29.6.2 混凝土运输设备在冬季时应有保温、防风雪措施；夏季时运输设备应有保温、防雨措施。

29.7 绿色施工

29.7.1 原材料的运输、装卸和存放应采取降低噪声和粉尘的措施。

29.7.2 预拌混凝土生产单位应配备完善的生产废水处置系统，配备设备及运输车冲洗装置，冲洗产生的废水应通过专用管道进入生产废水处置系统，经处理后宜综合利用，减少排放。

29.7.3 对产生粉尘排放的设备设施或场所进行封闭处理或安装除尘装置。

29.7.4 运输车出厂前应将车外壁及料斗壁上的混凝土残浆清理干净。运输车在运送过程中应采取措施避免遗洒。

29.7.5 施工单位应在现场设置运输车辆的冲洗设施，冲洗污水应进行处理，未经处理合格后，不得直接排入市政排水管网设施。对可能扰民的施工噪声等污染，应采取相应措施予以控制。

29.8 应注意的问题

29.8.1 预拌混凝土技术合同应力求详细，应全面反映对混凝土的各项指标的要求。

29.8.2 混凝土开盘前，施工现场应根据计划混凝土浇筑速度确定混凝土每小时供应量，混凝土在浇筑过程中，不得出现供应不足的情况。

29.8.3 预拌混凝土生产单位应充分考虑混凝土在运输过程中的坍落度损失值，保证混凝土到达浇筑地点后的坍落度。

29.8.4 混凝土不满足技术合同要求的混凝土应退回。

30 混凝土泵送施工

30.1 材料要求

30.1.1 混凝土的骨料级配、水胶比、砂率、最小胶凝材料用量等技术指标应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 中泵送混凝土的要求。

30.1.2 不同入泵坍落度或扩展度的混凝土，其泵送高度应符合表 30.1.2 的规定。

表 30.1.2 混凝土入泵坍落度与泵送高度关系表

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

30.1.3 泵送混凝土宜采用预拌混凝土。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。

30.2 主要机具

30.2.1 主要机具应准备混凝土输送泵。

30.2.2 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 橡皮软管等。

30.3 作业条件

30.3.1 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。

30.3.2 钢筋应由监理或指定相关方进行了验收并签字。

30.3.3 混凝土泵或泵车应放置稳定。

30.3.4 混凝土泵、输送管应进行检查，设备试运转应正常。

30.3.5 混凝土运输车辆数量应满足要求。

30.3.6 搅拌站、浇筑现场和运输车辆之间应有可靠的通讯联系手段。

30.3.7 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。

30.3.8 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。

30.3.9 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。

30.3.10 泵送现场应统一指挥、协调，作业面、混凝土搅拌站及泵工各方通讯方式应落实，泵送操作人员应进行培训。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。

30.4 操作工艺

30.4.1 混凝土泵送施工工艺应按图 37.4.1 规定的流程进行：

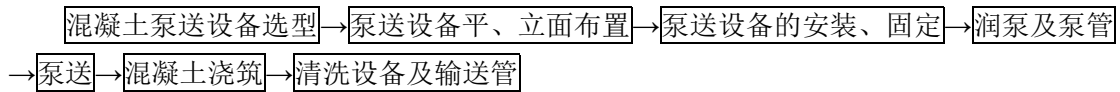


图 30.4.1 混凝土泵送施工工艺流程

30.4.2 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，按下式计算：

$$Q_1 = \eta \alpha_1 Q_{\max} \quad (30.4.2-1)$$

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 —配管条件系数，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，按下式计算：

$$N_2 = \frac{Q}{Q_1 T_0} \quad (30.4.2-2)$$

式中： N_2 —混凝土泵数量（台）；

Q —混凝土浇筑数量（ m^3 ）；

Q_1 —每台混凝土泵的实际平均输出量（ m^3/h ）；

T_0 —混凝土泵送施工作业时间（h）。

2) 重要工程的混凝土泵送施工，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下式计算的混凝土最大泵送阻力：

$$P_{\max} = \frac{\Delta P_H L}{10^6} + P_f \quad (30.4.2-3)$$

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

30.4.2-1 换算累加确定（m）；

ΔP_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 30.4.2-1 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	3
			125	4
			150	5
倾斜向上管 （输送管倾斜角为α，图 31.4.2）	每米	管径（mm）	100	cosα+3sinα
			125	cosα+4sinα
			150	cosα+5sinα
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	4
			175→150	8
			175→150	16
弯管（弯头张角为β，β≤90°，图 31.4.2）	每只	弯曲半径	500	12β/90
			1000	9β/90
胶管	每根	长 3m~5m		20

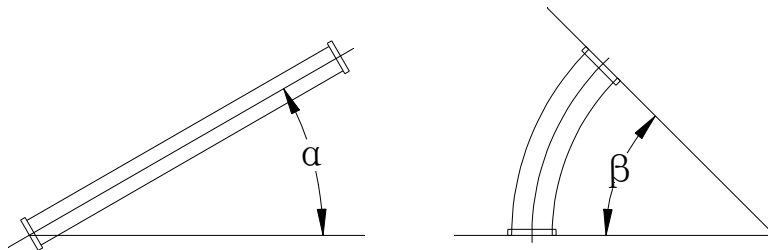


图 30.4.2 布管计算角度示意

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，按下列公式计算确定：

$$L_{\max} = \frac{P_e - P_f}{\Delta P_H} \times 10^6 \quad (30.4.2-4)$$

$$\Delta P_H = 2/r_0 [K_1 + K_2 (1 + t_2/t_1) V_2] a_2 \quad (30.4.2-5)$$

$$K_1 = (300 - s_1) \quad (30.4.2-6)$$

$$K_2 = (400 - s_1) \quad (30.4.2-7)$$

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 30.4.2-2 取值累加计算；

ΔP_H—混凝土在水平输送管内流动每米产生的压力损失（Pa/m）；

r₀—混凝土输送管半径；

K₁—粘着系数（Pa）；

K₂—速度系数（Pa·s/m）；

S₁—混凝土坍落度（mm）；

t₂/t₁—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；

V₂—混凝土拌合物在输送管内的平均流速（m/s）；

a₂—径向压力与轴向压力之比，对普通混凝土取 0.90。

注：ΔP_H值亦可用其他方法确定，且宜通过试验验证。

表 30.4.2-2 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 30.4.2-3、表 30.4.2-4 选择混凝土输送管，混凝土输送管应具有出厂合格证。

表 30.4.2-3 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 30.4.2-4 混凝土输送管管径与粗骨料最大粒径的关系 (mm)

粗骨料最大粒径	输送管最小管径
25	125
40	150

7 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。

30.4.3 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；

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 布料设备应覆盖整个施工面，并应均匀、迅速进行布料。

30.4.4 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 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；

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；

10 泵送管不得直接支撑固定在钢筋、模板、预埋件上；

11 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。

30.4.5 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。

30.4.6 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 2~3m 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棒作用部分长度的 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，振动棒的前端应插入前一层混凝土中，插入深度不应小于 50mm；振动棒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；振动棒与模板的距离不应大于振动棒作用半径的 50%；振捣插点间距不应大于振动棒的作用半径的 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，适时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。

30.4.7 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。

30.5 质量标准

30.5.1 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。

30.5.2 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 31.5.2 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 30.5.2 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

30.5.3 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。

30.6 成品保护

30.6.1 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。

30.6.2 泵管在使用过程中不得随意拆卸泵管。

30.7 绿色施工

30.7.1 施工现场的混凝土运输通道，宜采取有效的扬尘控制措施。

30.7.2 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。

30.7.3 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。

30.7.4 设备在居民区施工作业时，应采取降噪措施。搅拌、泵送、振捣等作业的允许噪声，昼间为 70dB，夜间为 55dB。

30.7.5 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。

30.7.6 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。

30.8 应注意的问题

30.8.1 混凝土供应要连续、稳定以保证混凝土泵能连续工作。

30.8.2 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。

30.8.3 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。

30.8.4 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。可先用木槌敲击输送管的弯管、锥形管等部位，并进行慢速泵送或反泵，以防止堵塞。

30.8.5 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。

30.8.6 泵送完毕后，应认真清洗料斗及输送管道系统。

31 混凝土超高泵送施工

31.1 材料要求

31.1.1 超高泵送混凝土宜采用预拌混凝土。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。

31.1.2 超高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。

31.1.3 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宜符合表 31.1.3 的规定。

表 31.1.3 混凝土入泵坍落度与泵送高度关系表

最大泵送高度 (m)	200	400	400 以上
入泵坍落度 (mm)	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		

31.1.4 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宜符合表 31.1.4 的规定。

表 31.1.4 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

31.1.5 超高泵送混凝土应不离析、不泌水。

31.2 主要机具

31.2.1 施工机具应准备混凝土输送泵、布料杆、布料机、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、眼镜板、计时秒表等。

31.3 作业条件

31.3.1 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。

31.3.2 钢筋应已由监理或指定相关方进行了验收并签字。

31.3.3 混凝土泵或泵车应放置稳定。

31.3.4 混凝土泵、输送管应进行检查，设备试运转应正常。

31.3.5 混凝土运输车辆数量应满足要求。

31.3.6 搅拌站、浇筑现场和运输车辆之间应有可靠的通讯联系手段。

31.3.7 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。

31.3.8 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。

31.3.9 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应抽测合格。

31.3.10 泵送现场应统一指挥、协调，作业面、混凝土搅拌站及泵工各方通讯方式应落实，泵送操作人员应进行培训。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。

31.4 操作工艺

31.4.1 混凝土超高泵送施工工艺应按图 31.4.1 规定的流程进行：

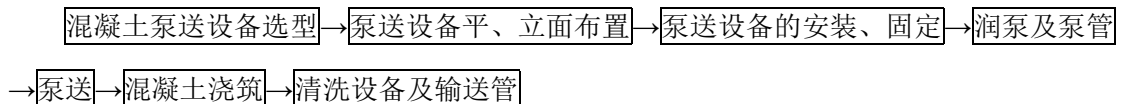


图 12.4.1 混凝土超高泵送施工工艺流程

31.4.2 混凝土泵送设备选型应符合下列规定：

1 混凝土泵的选型，应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，按下式计算：

$$Q_1 = ha_1Q_{\max} \quad (31.4.2-1)$$

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 ）；

a_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，按下式计算：

$$N_2 = \frac{Q}{Q_1T_0} \quad (31.4.2-2)$$

式中： N_2 —混凝土泵数量（台）；

Q —混凝土浇筑数量（ m^3 ）；

Q_1 —每台混凝土泵的实际平均输出量（ m^3/h ）；

T_0 —混凝土泵送施工作业时间（h）。

2) 重要工程的混凝土泵送施工，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下式计算的混凝土最大泵送阻力：

$$P_{\max} = \frac{\Delta P_H L}{10^6} + P_f \quad (31.4.2-3)$$

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

31.4.2-1 换算累加确定（m）；

ΔP_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 31.4.2 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	每米	管径（mm）	100
			125

为 α , 图 31.4.2)			150	$\cos\alpha+5\sin\alpha$
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	4
			175→150	8
			175→150	16
弯管(弯头张角 为 β , $\beta\leq 90^\circ$, 图 31.4.2)	每只	弯曲半径	500	$12\beta/90$
			1000	$9\beta/90$
胶管	每根		长 3m~5m	20

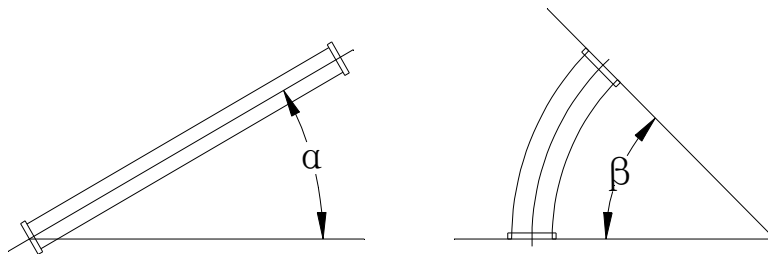


图 31.4.2 布管计算角度示意

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) 由试验确定。
- (2) 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, 计算确定。

$$L_{\max} = \frac{P_e - P_f}{\Delta P_H} \times 10^6 \quad (31.4.2-4)$$

$$\Delta P_H = 2/r_0 [K_1 + K_2 (1 + t_2/t_1) V_2] a_2 \quad (31.4.2-5)$$

$$K_1 = (300 - s_1) \quad (31.4.2-6)$$

$$K_2 = (400 - s_1) \quad (31.4.2-7)$$

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 31.4.2-2 取值累加计算;

ΔP_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： ΔP_H 值亦可用其他方法确定，且宜通过试验验证。

表 31.4.2-2 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 择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 31.4.2-3 选择混凝土输送管，并应具有出厂合格证。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。应根据最大泵送压力按表 31.4.2-4 确定混凝土输送管最小壁厚值。

表 31.4.2-3 混凝土输送管管径与粗骨料最大粒径的关系 (mm)

粗骨料最大粒径	输送管最小管径
25	125
40	150

表 31.4.2-4 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)

7 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。

31.4.3 泵送设备平、立面布置应符合下列规定：

- 1 混凝土泵设置位置应场地平整坚实，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；
- 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 混凝土泵机出料口附近、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；

6 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；

7 布料设备应覆盖整个混凝土浇筑范围，并能均匀、迅速的进行布料。

31.4.4 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 采用接力泵泵送时，接力泵的设置位置使上、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。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；

4 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；

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 泵送管不得直接支撑固定在钢筋、模板、预埋件上；

7 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。

31.4.5 泵送应符合下列规定：

1 泵送混凝土前，先把储料斗内清水从管道泵出，达到湿润和清洁管道的目的，然后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，润滑用浆料泵出后应妥善回收，不得在结构中使用。润滑管道后即可开始泵送混凝土；

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，才用正常速度进行泵送；

3 泵送期间，料斗内的混凝土量应保持在缸筒口上 10mm 到料斗口下 150mm 之间；

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 至 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，应采取有效措施避免露天的泵管曝晒。

31.4.6 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 2~3m 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棒作用部分长度的 1.25 倍，宜为 300~500mm。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，振动棒的前端应插入前一层混凝土中，插入深度不应小于 50mm；振动棒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；振动棒与模板的距离不应大于振动棒作用半径的 50%；振捣插点间距不应大于振动棒的作用半径的 1.4 倍；

6 针对高强泵送混凝土的浇筑应采用高频振捣器捣实；

7 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；

8 水平结构的混凝土表面，宜用木抹子抹平搓毛两遍以上。必要时，宜先用铁滚筒压两遍以上，防止产生收缩裂缝。

31.4.7 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 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。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。

31.5 质量标准

31.5.1 超高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。

31.5.2 超高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 超高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 31.5.2 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 31.5.2 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

31.5.3 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。

31.6 成品保护

31.6.1 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。

31.6.2 泵管在使用过程中不得随意拆卸泵管。

31.7 绿色施工

31.7.1 施工现场的混凝土运输通道，宜采取有效的扬尘控制措施。

31.7.2 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。

31.7.3 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。

31.7.4 设备在居民区施工作业时，应采取降噪措施。搅拌、泵送、振捣等作业的允许噪声，昼间宜为 70dB，夜间宜为 55dB。

31.7.5 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。

31.7.6 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。

31.8 应注意的问题

31.8.1 混凝土供应要连续、稳定以保证混凝土泵能连续工作。

31.8.2 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。

31.8.3 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。

31.8.4 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。

31.8.5 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。

31.8.6 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。

31.8.7 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。

31.8.8 泵送完毕后，应认真清洗料斗及输送管道系统。

32 现浇框架结构混凝土施工

32.1 材料要求

32.1.1 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。

32.1.2 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。

32.1.3 冬、雨期施工时，应根据施工方案选定冬、雨施材料。

32.2 主要机具

32.2.1 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。

32.2.2 手持工具应准备振捣器、铁锹、铁盘、木抹子、云石机、铁插尺等。

32.3 作业条件

32.3.1 应与预拌混凝土供应方签订技术合同，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。

32.3.2 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。

32.3.3 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。

32.3.4 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。

32.3.5 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。

32.3.6 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。

32.3.7 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。接茬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。

32.3.8 各柱、板、梁位置、轴线尺寸、标高等均应经过检查，验收完毕。标高控制线应已按要求设置完毕。

32.3.9 现场施工人员、机械操作人员应已准备就绪。

32.3.10 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。

32.3.11 计量器具、试验器材、振捣棒等应检验合格。操作者应具有完好的绝缘手段。

32.4 操作工艺

32.4.1 现浇框架结构混凝土施工工艺应按图 32.4.1 规定的流程进行：

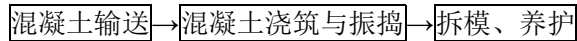


图 32.4.1 现浇框架结构混凝土施工工艺流程

32.4.2 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 32.4.2-1 的规定，且不应超过表 32.4.2-2 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 32.4.2-1 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 32.4.2-2 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。

32.4.3 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以下一般规定：

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 32.4.3-1 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 32.4.3-1 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
振动棒	振动棒作用部分长度的 1.25 倍
平板振动器	200mm
附着振动器	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，平板振动器的移动间距，应保证振动器的平板覆盖已振实部分的边缘；

4) 附着振动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 32.4.3-2 的规定，当不能满足要求时，应加设串筒、溜管、溜槽等装置；

表 32.4.3-2 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) 柱浇筑前底部应先填以不大于 30mm 厚与混凝土配合比相同减石子砂浆，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，振捣棒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；见图 32.4.3-1

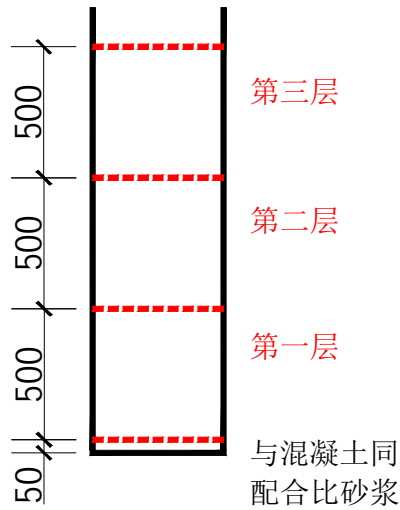


图 32.4.3-1

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) 柱与梁板整体浇筑时，墙柱浇筑完毕后，应停歇 1~1.5h，使柱子混凝土沉实达到稳定后再浇筑梁板混凝土；

5) 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棒振捣，采用小直径振捣棒应另计分层厚度；

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，混凝土浇筑留茬按设计要求执行或按图 32.4.3-2 进行浇筑，该处混凝土坍落度宜控制在 80mm~100mm；

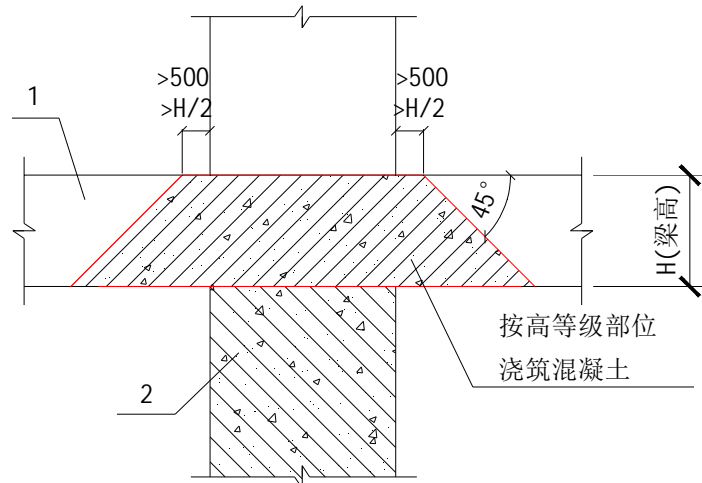


图 32.4.3-2

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，不得用振捣棒铺摊混凝土，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 3 米长杠刮平，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，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，并用水冲洗干净，模板应留置清扫口，用空压机将碎渣吹净，水平施工缝可先浇筑一层不大于 30mm 厚与混凝土同配比减石子砂浆，然后继续浇筑混凝土，应细致操作振实，使新旧混凝土紧密结合。

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；

5 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配合比相同的减石子砂浆。

32.4.4 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。

32.5 质量标准

32.5.1 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。

32.5.2 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 32.5.2 的规定。

表 32.5.2 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	经纬仪、钢尺检查
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

32.6 成品保护

32.6.1 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。

32.6.2 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。

32.6.3 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 1.2MP 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。

32.6.4 冬期施工在已浇的模板上覆盖或测温时，应先铺脚手板后上人操作，不应留下脚印。

32.7 绿色施工

32.7.1 施工现场的混凝土运输通道，宜采取有效的扬尘控制措施。

32.7.2 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。

32.7.3 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。

32.7.4 设备在居民区施工作业时，应采取降噪措施。搅拌、泵送、振捣等作业的允许噪声，昼间宜为 70dB，夜间宜为 55dB。

32.7.5 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。

32.7.6 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。

32.7.7 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。

32.8 应注意的问题

32.8.1 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。

32.8.2 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。

32.8.3 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。

32.8.4 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。

32.8.5 混凝土浇筑后，楼板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。

32.8.8 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 32.4.3 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。

32.8.9 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。

33 现浇剪力墙结构混凝土施工

33.1 材料要求

33.1.1 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。

33.1.2 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。

33.1.3 冬、雨期施工时，应根据施工方案选定冬、雨施材料。

33.2 主要机具

33.2.1 运送机具应配备吊斗、泵送设备、翻斗车、手推车等。

33.2.2 手持工具应准备振捣器、铁锹、铁盘、木抹子、云石机、铁插尺等。

33.3 作业条件

33.3.1 应与预拌混凝土供应方签订技术合同，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。

33.3.2 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。

33.3.3 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。

33.3.4 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。

33.3.5 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。

33.3.6 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。

33.3.7 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。

33.3.8 现场施工人员、机械操作人员应准备就绪。

33.3.9 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。

33.3.10 计量器具、试验器材、振捣棒等应检验合格。操作者应具有完好的绝缘手段。

33.3.11 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。

33.3.12 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。

33.4 操作工艺

33.4.1 现浇剪力墙结构混凝土施工工艺应按图 33.4.1 规定的流程进行：

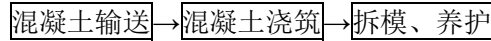


图 33.4.1 现浇剪力墙结构混凝土施工工艺流程

33.4.2 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 33.4.2-1 的规定，且不应超过表 33.4.2-2 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 33.4.2-1 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 33.4.2-2 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。

33.4.3 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 33.4.3 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 33.4.3 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
振动棒	振动棒作用部分长度的 1.25 倍
平板振动器	200mm
附着振动器	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。平板振动器的移动间距，应保证振动器的平板覆盖已振实部分的边缘；

4) 附着振动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，在底部接槎处宜先浇筑不大于 30mm 厚与墙体混凝土配合比相同的减石子砂浆。砂浆用铁锹均匀入模，不可用吊斗或泵管直接灌入模内（图 33.4.3-1）；

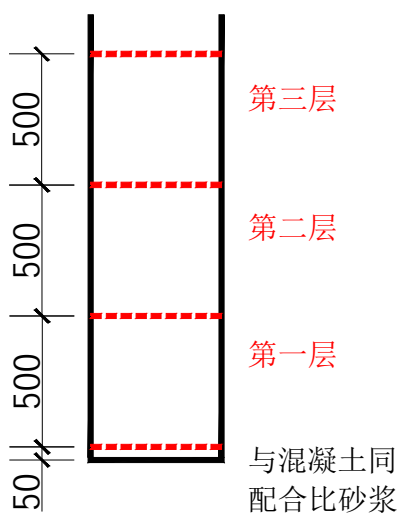


图 33.4.3-1

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棒有效作用部分长度的 1.25 倍。每层浇筑厚度在 400mm~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、柱根部由于振捣棒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 33.4.3-2）；

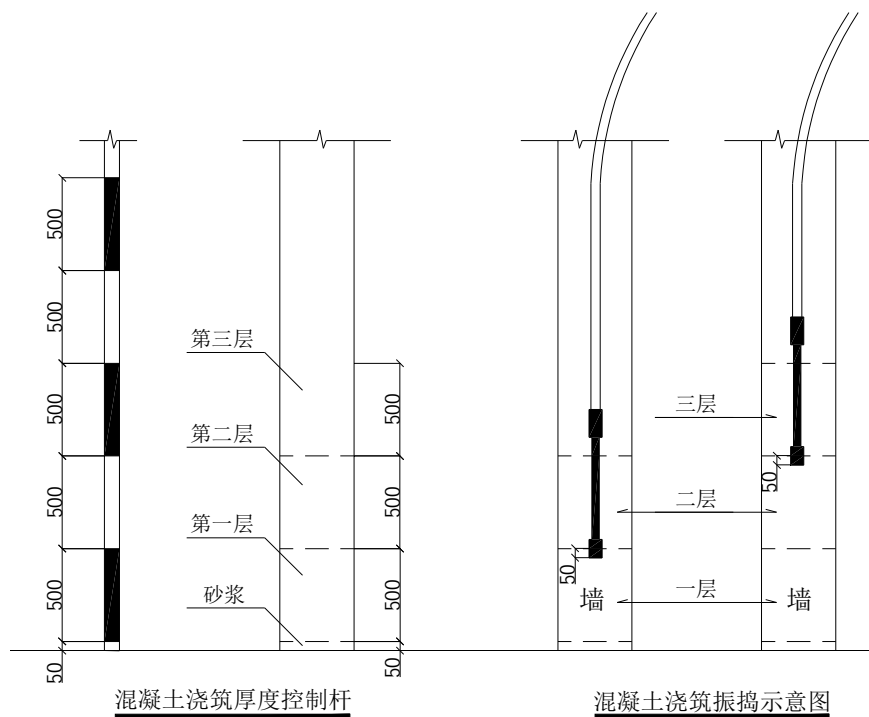


图 33.4.3-2

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，振捣棒距洞边距离宜大于 300mm，振捣应从两侧同时进行。暗柱或钢筋密集部位应用 30 振捣棒振捣，振捣棒移动间距应小于 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，振捣棒振捣上层混凝土时应插入下层混凝土内 50mm，振捣时应尽量避免预埋件。振捣棒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) 振捣棒应避免碰撞钢筋、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) 墙体、柱浇筑高度及上口找平。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 33.4.3-3）；

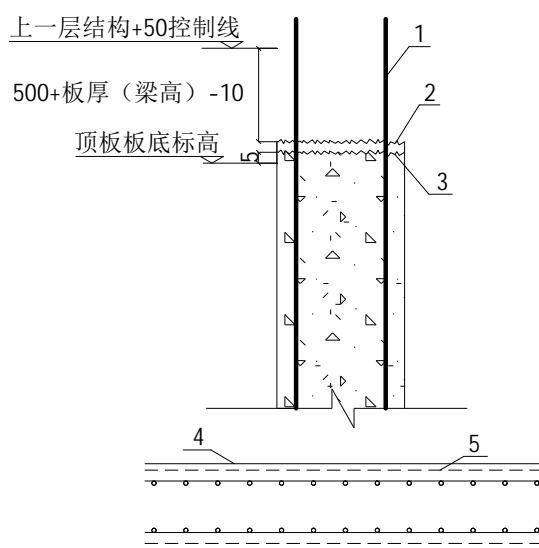


图 33.4.3-3 墙体施工缝处理

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 时可用插入式振捣棒振捣, 楼板厚度小于 120mm 时可用平板振捣器振捣。振捣棒平放、插点应均匀排列, 可采用“行列式”或“交错式”的移动(图 33.4.3-4), 不应混乱;

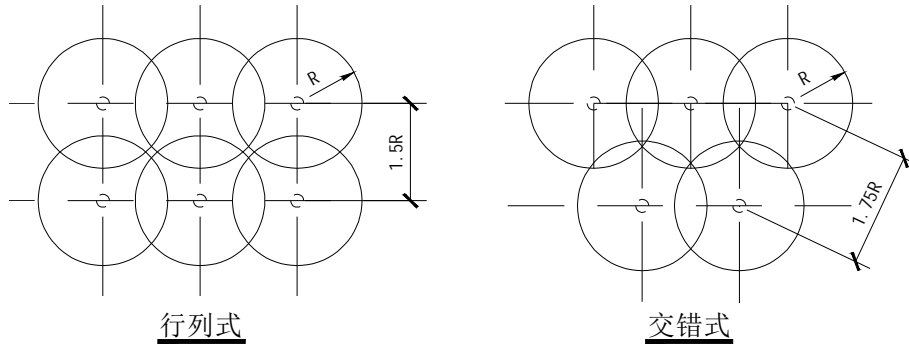


图 33.4.3-4 振捣棒插点移动方式

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;

5 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 33.4.3-5);

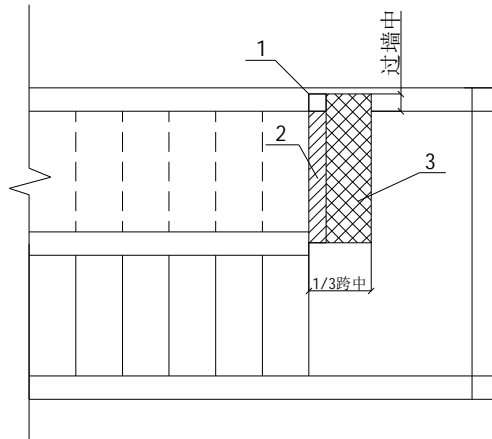


图 33.4.3-5 楼梯施工缝位置

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配合比相同的减石子砂浆。

33.4.4 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。

33.5 质量标准

33.5.1 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。

33.5.2 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 33.5.2 的规定：

表 33.5.2 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 8 >5m 10	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		
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

33.6 成品保护

33.6.1 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。

33.6.2 混凝土浇筑完成后，应将外伸的连接钢筋清理干净。

33.6.3 应留好预留洞口、预埋件及水电预埋管、盒等。

33.7 绿色施工

33.7.1 施工现场的混凝土运输通道，宜采取有效的扬尘控制措施。

33.7.2 设备油液不能直接泄露在地面上，应使用容器收集并妥善处理。

33.7.3 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。

33.7.4 设备在居民区施工作业时，应采取降噪措施。搅拌、泵送、振捣等作业的允许噪声，昼间为 70dB，夜间为 55dB。

33.7.5 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。

33.7.6 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。

33.7.7 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。

33.8 应注意的问题

33.8.1 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。

33.8.2 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。

33.8.3 宜采用高频振捣棒，每层混凝土均应振捣至泛浆，不再冒气泡，不再下沉为止。

33.8.4 低温期或冬施期间，应延长养护时间，不宜过早拆模造成混凝土粘连、掉角和受冻。

34 混凝土垫层一次压光施工

34.1 材料要求

34.1.1 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。

34.1.2 养护材料应准备水、塑料管或胶皮管、苫盖材料等。

34.1.3 冬、雨期施工时，应根据施工方案选定冬、雨施材料。

34.2 主要机具

34.2.1 主要机具应准备混凝土输送泵或吊斗、3m~4m 混凝土压辊、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。

34.3 作业条件

34.3.1 应完成地基钎探或桩基，并应完成地基验槽工作，同时地基处理已经完毕，并应经有关部门的验收。

34.3.2 垫层模板应完成，并应经过模板的预检验收，同时已经按要求做好施工缝的留置封档工作，将模板内的杂物清理干净。

34.3.3 混凝土浇筑申请书应被批准。

34.3.4 集水坑或电梯井坡壁宜提前找形、浇筑完成。

34.3.5 应根据施工方案做好技术交底工作。

34.3.6 现场标高点测设应符合工艺标准要求。

34.4 操作工艺

34.4.1 混凝土垫层一次压光施工工艺应按图 34.4.1 规定的流程进行：

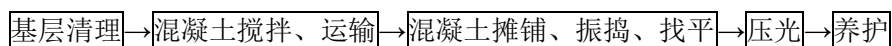


图 34.4.1 混凝土垫层一次压光施工工艺流程

34.4.2 浇筑前将地基表面的积水和杂物清理干净，基层表面平整度应符合要求，同时应对地基表面及模板浇水湿润。

34.4.3 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。

34.4.4 混凝土浇筑、振捣、找平应符合下列规定

1 垫层混凝土浇筑前应在地基土表面间隔不超过 8m 钉钢筋头，用油漆在钢筋上标注垫层上皮控制高度；

2 宜先浇筑集水坑或电梯井的坑底混凝土，坡壁宜分次找形、浇筑，边坡用木抹子拍实，尺寸、位置应准确；

3 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 34.4.4-1 的规定，且不应超过表 34.4.4-2 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 34.4.4-1 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 34.4.4-2 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

4 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；

5 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；

6 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。

34.4.5 混凝土压光应符合下列规定：

1 采用机械抹灰用电动抹子压光时，应符合下列规定：

1) 垫层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，应再次进行打抹，消除抹片留下的痕迹。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。

2 采用人工用铁抹子压光时，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垫层混凝土面层上，待灰面吸水后可用长木杠刮平，随即用木抹子搓平；

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，垫层混凝土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。当垫层面层上人稍有脚印，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。

34.4.6 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。

34.4.7 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，冲洗干净露出的石子。

34.5 质量标准

34.5.1 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。

34.5.2 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 34.5.2 的规定：

表 34.5.2 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

34.6 成品保护

- 34.6.1 不得在已经做好的垫层上拌和砂浆杂物。
- 34.6.2 垫层在养护期间不得上人，其他工种不得进入操作，在防水卷材层施工完毕及防水保护层施工完成前应要加强对垫层的保护。

34.7 绿色施工

- 34.7.1 施工现场的混凝土运输通道，宜采取有效的扬尘控制措施。
- 34.7.2 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。
- 34.7.3 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。
- 34.7.4 设备在居民区施工作业时，应采取降噪措施。搅拌、泵送、振捣等作业的允许噪声，昼间为 70dB，夜间为 55dB。
- 34.7.5 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。
- 34.7.6 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。
- 34.7.7 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。

34.8 应注意的问题

- 34.8.1 混凝土水泥用量不宜过小，坍落度应适宜，浇筑混凝土前基底应充分湿润。
- 34.8.2 混凝土浇筑前，应校核水平线或水平桩，标高点间距不宜过大，操作时应及时认真拉线用大杠找平。

34.8.3 垫层表面起砂：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。

34.8.4 为了防止面层出现空鼓开裂，施工中应注意接触面基层应清理干净，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，养护应及时等。

34.8.5 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。

35 底板大体积混凝土施工

35.1 材料要求

35.1.1 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。

35.1.2 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。

35.1.3 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。

35.2 主要机具

35.2.1 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、插入式振动器、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。

35.2.2 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。

35.2.3 根据混凝土浇筑的面积应准备好足够的保温保湿材料。

35.3 作业条件

35.3.1 应与预拌混凝土供应方签订技术合同。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。当单一搅拌站不能满足混凝土供应量要求时，可根据需要由多家搅拌站联合供料，但须事先统一原材料品种及产地、统一配合比等。

35.3.2 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。

35.3.3 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。

35.3.4 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。

35.3.5 浇筑混凝土的架子、马道应支搭完毕，并有良好的安全措施。

35.3.6 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。

35.3.7 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。

35.3.8 应配备足够数量的计量器具、试验器具、振捣棒等，并检验合格。操作者应具有完好的绝缘手段。

35.3.9 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。

35.3.10 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。

35.3.11 现场应有统一的指挥和协调，应落实与作业面、混凝土供应站及泵工各方通讯，确保畅通。

35.3.12 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。在进出场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停靠在适宜的拖式泵边，以防出现窝泵、抢泵的情况。

35.4 操作工艺

35.4.1 底板大体积混凝土施工工艺应按图 35.4.1 规定的流程进行：



图 35.4.1 底板大体积混凝土施工工艺流程

35.4.2 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 35.4.4），分层厚度宜为 300mm~500mm 且不应大于振动棒长 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；

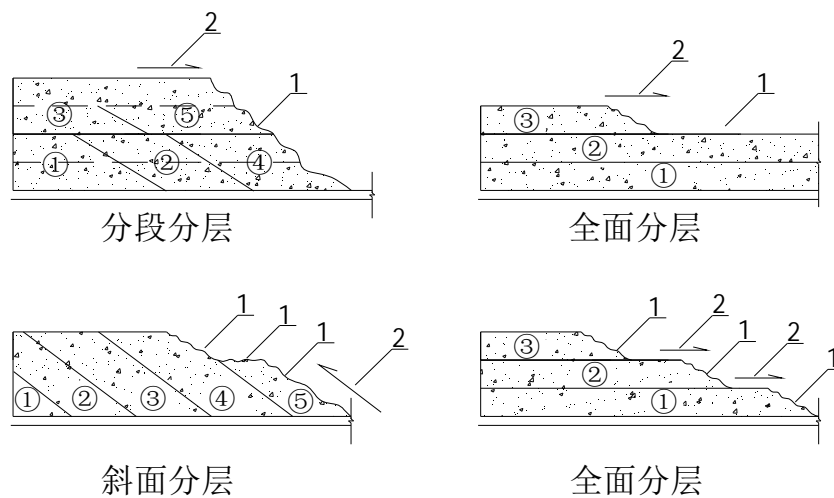


图 35.4.4 底板混凝土浇筑方式

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 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。

7 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；

8 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，再浇筑地坑坑壁混凝土，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。

9 振捣混凝土应使用高频振动器，振动器的插点间距应为 1.5 倍振动器的作用半径，防止漏振。斜面推进时振动棒应在坡脚与坡顶处插振；

10 振动混凝土时，振动器应均匀地插拔，应插入下层混凝土 50mm 左右，每点振动时间 10~15s 以混凝土泛浆不再溢出气泡为准，不可过振；

11 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。

35.4.3 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。

35.4.4 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

保温层厚度可增加到 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。

35.4.5 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，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 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。

4 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;

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。

35.5 质量标准

35.5.1 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。

35.5.2 一般项目应符合下列规定:

表 35.5.2 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	8	经纬仪或吊线、钢尺检查

	>5m	10	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

35.6 成品保护

35.6.1 跨越模板及钢筋应搭设马道。

35.6.2 泵管下应设置木方，不准直接摆放在钢筋上。

35.6.3 混凝土浇筑振动棒不应长时间触及钢筋、埋件和测温元件。

35.6.4 测温元件导线或测温管应妥善保护，防止损坏。

35.6.5 混凝土强度达到 $1.2\text{N}/\text{mm}^2$ 之前除浇筑人员外，他人不得踩踏。

35.6.6 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。

35.7 绿色施工

35.7.1 施工现场的混凝土运输通道，宜采取有效的扬尘控制措施。

35.7.2 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。

35.7.3 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。

35.7.4 设备在居民区施工作业时，应采取降噪措施。搅拌、泵送、振捣等作业的允许噪声，昼间为 70dB，夜间为 55dB。

35.7.5 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。

35.7.6 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。

35.7.7 保温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。

35.8 应注意的问题

35.8.1 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。

35.8.2 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。

35.8.3 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，应及时通知搅拌站，不得私自加水搅拌。

35.8.4 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。

35.8.5 浇筑时，每条泵管宜配备 2~4 条振捣棒。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动器。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，振动器相应跟上，保证混凝土流淌处及各点不漏振。

35.8.6 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。

35.8.7 测温中如发现混凝土核心温度与表面温度差大于 20℃ 时，测温人员应进行警惕，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℃。

35.8.9 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。

35.8.10 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、留茬受冻。

35.8.11 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，混凝土起始供应不可过急，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。

36 后浇带混凝土施工

36.1 材料要求

36.1.1 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。

36.1.2 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以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。

36.1.3 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。

36.1.4 冬、雨期施工时，根据施工方案选定冬、雨施材料。

36.2 主要机具

36.2.1 混凝土输送机具、高频插入式振捣棒、铁锹、铁盘、木抹子、小平锹、水勺、水桶、抽水泵、胶皮水管、吊斗、手推车等。

36.3 作业条件

36.3.1 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。

36.3.2 后浇带内混凝土接触面应剔凿到实处。

36.3.3 应完成后浇带钢筋隐检手续、模板预检手续，注意检查垫块，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。

36.3.4 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。

36.3.5 后浇带混凝土浇筑前请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。

36.3.6 电源、线路应做好相关施工准备。

36.3.7 混凝土配合比应报监理等相关单位审批。

36.4 操作工艺

36.4.1 后浇带混凝土施工工艺应按图 36.4.1 规定的流程进行：



图 36.4.1 后浇带混凝土施工工艺流程

36.4.2 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。

36.4.3 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。

36.4.4 后浇带清理时，应清除钢筋上的污垢及锈蚀，并应将后浇带内积水及杂物清理干净，支设模板。

36.4.5 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 后浇带浇灌混凝土前，混凝土结合面应洒水湿润；

3 混凝土浇灌时，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。

36.4.6 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或覆盖塑料薄膜法养护；

2 后浇带混凝土的保湿养护时间应不少于 14d。

36.5 质量标准

36.5.1 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。

36.5.2 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 的相关要求。

36.6 成品保护

36.6.1 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加盖保护, 防止泥浆及后续施工对后浇带接缝处产生污染。

36.6.2 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。

36.6.3 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。

36.6.4 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。

36.7 绿色施工

36.7.1 施工现场的混凝土运输通道, 宜采取有效的扬尘控制措施。

36.7.2 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。

36.7.3 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。

36.7.4 设备在居民区施工作业时, 应采取降噪措施。搅拌、泵送、振捣等作业的允许噪声, 昼间为 70dB, 夜间为 55dB。

36.7.5 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。

36.7.6 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。

36.7.7 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。

36.8 应注意的问题

36.8.1 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。

36.8.2 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。

36.8.3 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。

36.8.4 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。

36.8.5 不得因为抢工期而随意缩短后浇混凝土应当间隔的时间。

36.8.6 可根据施工实际情况，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。

37 型钢混凝土结构施工

37.1 材料要求

37.1.1 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。

37.1.2 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。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。

37.1.3 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。

37.2 主要机具

37.2.1 主要机具应准备混凝土输送泵、泵管、布料杆、混凝土吊斗、插入式振捣棒、分层标尺杆、充电电筒、平板振捣器、铁锹、铁盘、木抹子、串桶等。

37.3 作业条件

37.3.1 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。

37.3.2 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。

37.3.3 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。

37.3.4 预拌混凝土厂家及相应配合比已经取得相关单位认可。

37.3.5 已经签订专项技术合同，预拌混凝土供应已经组织完毕。

37.3.6 混凝土输送设备已试运转正常，混凝土运输路线已选定。

37.4 操作工艺

37.4.1 型钢混凝土结构施工工艺应按图 37.4.1 规定的流程进行：

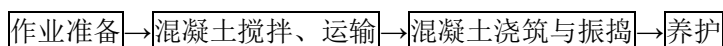


图 37.4.1 型钢混凝土结构施工工艺流程

37.4.2 型钢混凝土结构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除干净，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劲钢结构降温措施；

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 37.4.2

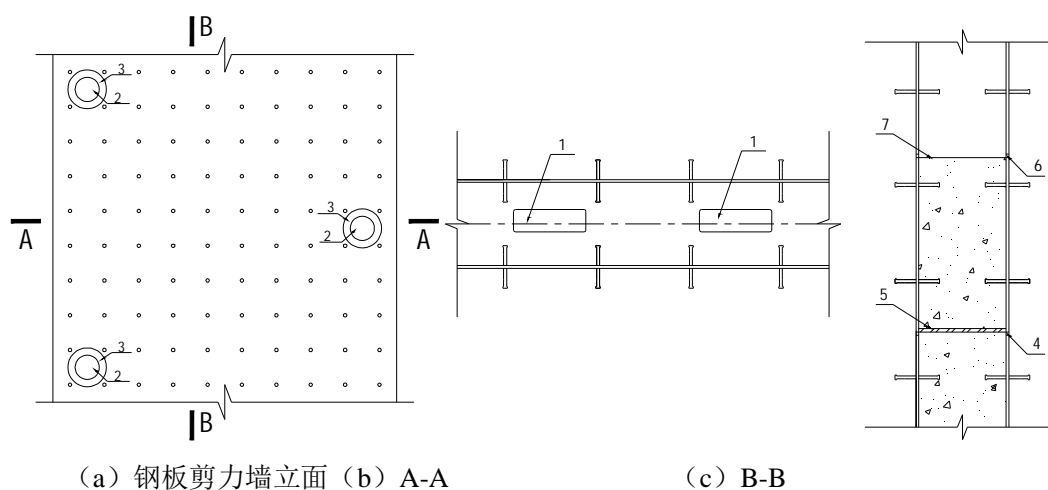


图 37.4.2 混凝土灌浆孔、流淌孔、排气孔和排水孔设置

- 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

37.4.3 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搅拌站签订的技术合同进行验收；
- 2 混凝土运输供应保持运输均衡，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 37.4.3-1 的规定，且不应超过表 37.4.3-2 的规定。

表 37.4.3-1 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 37.4.3-2 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

37.4.4 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) 浇筑前底部应先填以 30mm 厚与混凝土配合比相同减石子砂浆，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 37.4.4 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 37.4.4 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，并用小直径振捣棒振捣；

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。也可在内置钢板表面焊接连接套筒，并设置单侧螺杆，利用钢板作为模板分侧浇筑(图 37.4.4-1)；

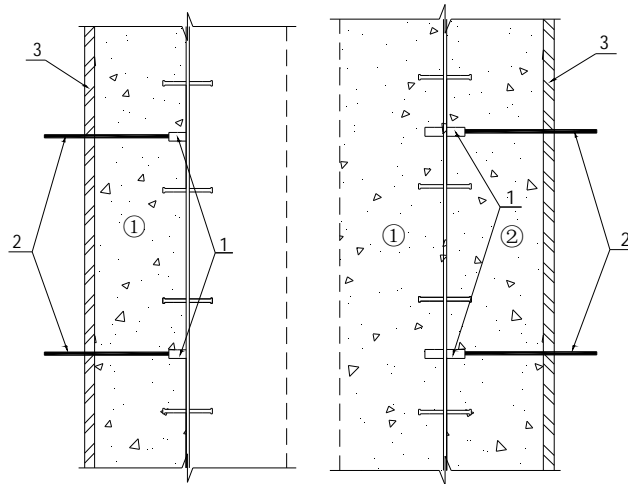


图 37.4.4-1 单层钢板混凝土剪力墙分侧浇筑示意（浇筑顺序①→②）

1-连接套筒；2-单侧螺杆；3-单侧模板

2) 双层钢板混凝土剪力墙，双钢板内部的混凝土可先行浇筑，双钢板外部的混凝土可分侧浇筑，浇筑方法可按单钢板混凝土剪力墙分侧浇筑方法(图 37.4.4-2)；

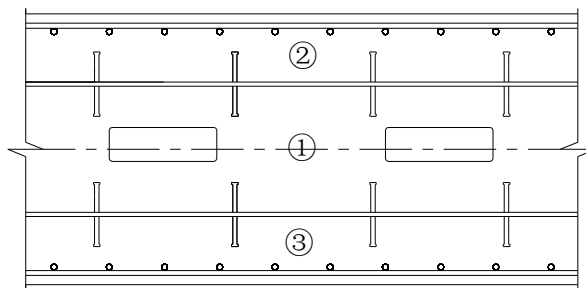


图 37.4.4-2 双层钢板混凝土剪力墙混凝土浇筑示意

（浇筑顺序：①→②→③）

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 30mm 厚与混凝土配合比相同的减石子砂

浆，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) 振捣棒移动间距应小于 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。

37.4.5 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。

37.5 质量标准

37.5.1 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。

37.5.2 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 37.5.2。

表 37.5.2 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。

37.6 成品保护

37.6.1 为保护劲性结构、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。

37.6.2 应固定牢并保护好穿墙管、电线管、电门盒及预埋件等，振捣时不得挤偏或使预埋件挤入混凝土内。

37.6.3 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，方准在面上进行操作。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。

37.6.4 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。

37.7 绿色施工

37.7.1 施工现场的混凝土运输通道，宜采取有效的扬尘控制措施。

37.7.2 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。

37.7.3 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。

37.7.4 设备在居民区施工作业时，应采取降噪措施。泵送、振捣等作业的允许噪声，昼间为 70dB，夜间为 55dB。

37.7.5 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。

37.7.6 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。

37.8 应注意的问题

37.8.1 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。

37.8.2 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。

37.8.3 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。

38 钢管混凝土施工

38.1 材料要求

38.1.1 混凝土强度等级不应低于 C30。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。

38.1.2 钢管内混凝土可采用普通混凝土和自密实混凝土，普通泵送混凝土的坍落度宜控制在 160mm~200mm 之间。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。

38.2 主要机具

38.2.1 主要机具应准备混凝土输送泵、泵管、混凝土吊斗、插入式振捣器、附着式振捣器、串桶、对讲机等。

38.3 作业条件

38.3.1 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。

38.3.2 预拌混凝土厂家及相应配合比应取得相关单位认可。

38.3.3 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。

38.3.4 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。

38.3.5 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。

38.3.6 混凝土输送设备、振捣设备应试运转正常。

38.3.7 混凝土浇灌申请应被批准。

38.4 操作工艺

38.4.1 钢管混凝土施工工艺应按图 38.4.1 规定的流程进行：

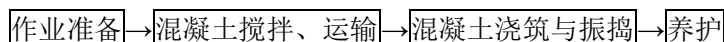


图 38.4.1 钢管混凝土施工工艺流程

38.4.2 钢管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；
- 3 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。

38.4.3 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搅拌站签订的技术合同进行验收；
- 2 混凝土运输供应保持运输均衡，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 38.4.3-1 的规定，且不应超过表 38.4.3-2 的规定。

表 38.4.3-1 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 38.4.3-2 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

38.4.4 混凝土浇筑与振捣应符合下列规定：

- 1 管内混凝土可采用常规浇捣法、泵送顶升浇筑法或自密实免振捣法施工；
- 2 混凝土从管顶向下浇筑时应符合下列规定：
 - (1) 管内浇筑前底部应先填以 30mm 厚与混凝土配合比相同减石子砂浆；
 - (2) 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；
 - (3) 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；

(4) 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；

(5) 当钢管直径大于 350mm 时，可采用内部振动器，每次振捣时间宜在 15s~30s；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。

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。

4 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，应观擦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。

38.4.5 钢管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。

38.5 质量标准

38.5.1 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。

38.5.2 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作出规定，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。

38.6 成品保护

38.6.1 每节钢管混凝土柱浇筑终止后应立即在柱头覆盖保护盖板，以免杂物、雨水落入。

38.6.2 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。

38.6.3 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。

38.7 绿色施工

38.7.1 施工现场的混凝土运输通道，宜采取有效的扬尘控制措施。

38.7.2 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。

38.7.3 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。

38.7.4 设备在居民区施工作业时，应采取降噪措施。泵送、振捣、顶升等作业的允许噪声，昼间为 70dB，夜间为 55dB。

38.7.5 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。

38.7.6 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。

38.8 应注意的问题

38.8.1 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，应采取降低混凝土收缩变形的措施。可掺入优质矿物掺合料取代部分水泥，减少水泥化学收缩；可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，应采用蓄水养护，减少混凝土早期塑形收缩。

38.8.2 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。

38.8.3 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。

38.8.4 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讯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。

39 现浇空心楼盖混凝土施工

39.1 材料要求

39.1.1 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。

39.1.2 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。

39.1.3 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 39.1.3）。

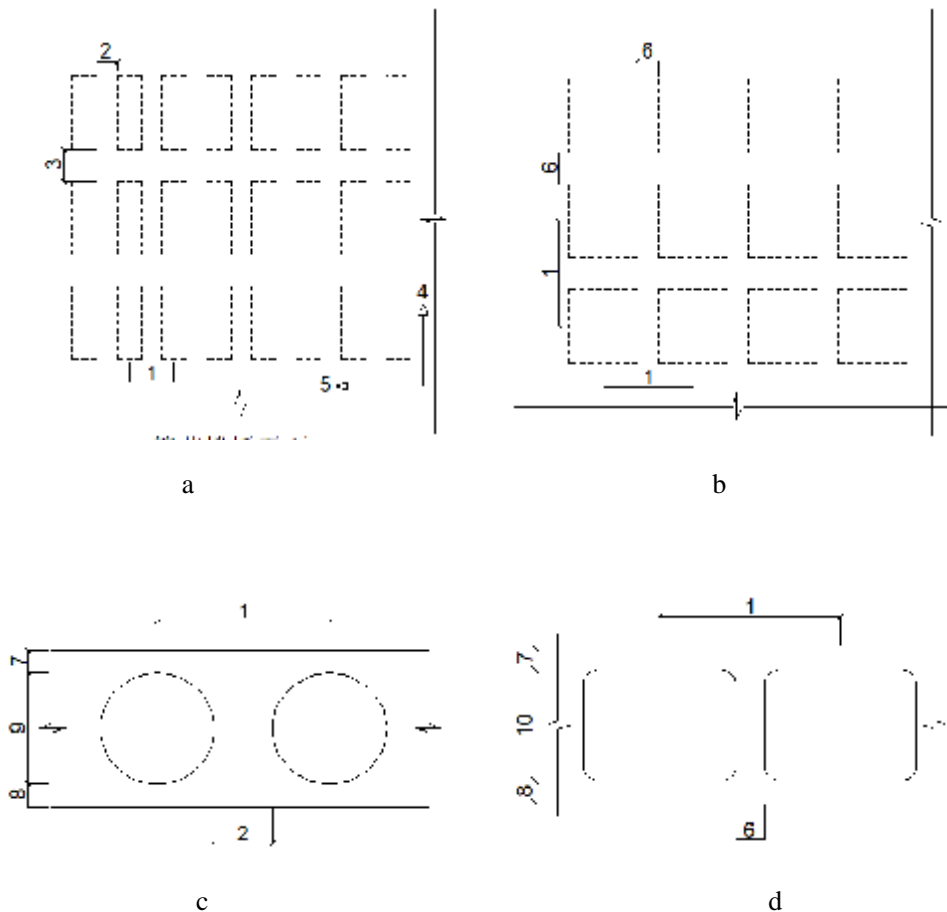


图 39.1.3 空心楼板示意图

a 筒芯楼板平面 b 箱体楼板平面 c 筒芯楼板断面 d 箱体楼板平面

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

39.1.4 辅料应准备定位钢筋、马凳、踏板、铅丝，钢管等。

39.2 主要机具

39.2.1 主要机具应准备 50 振捣棒、30 振捣棒、手电钻、手钳等。

39.3 作业条件

39.3.1 顶板模板应支设完成，并预检合格，顶板模板支设方法同普通现浇钢筋混凝土楼盖。

39.3.2 顶板钢筋应加工完成，并预检合格。

39.3.3 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垫层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管配置；

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。

39.3.4 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。

39.3.5 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。

39.3.6 卡具可分为一次性卡具和周转性卡具。

39.4 操作工艺

39.4.1 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 39.4.1-1 规定的流程进行：

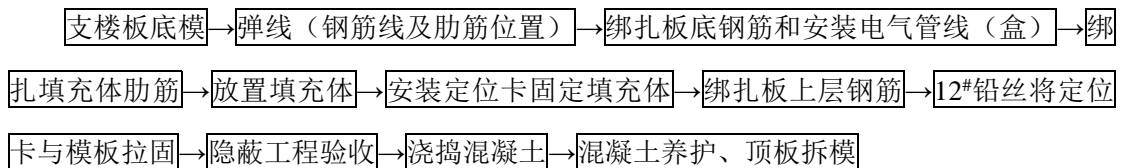


图 39.4.1-1 现浇空心楼盖混凝土一次性卡具施工工艺流程

2 采用周转性卡具时现浇空心楼盖混凝土施工按图 39.4.1-2 规定的流程进行：

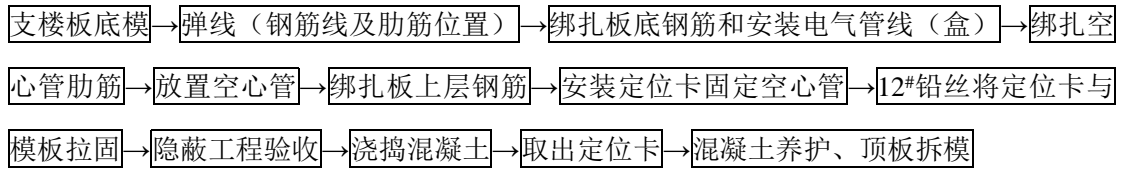


图 39.4.1-2 现浇空心楼盖混凝土周转性卡具施工工艺流程

39.4.2 支楼板底模操作工艺见普通现浇钢筋混凝土楼盖顶板模板安装工艺标准。

39.4.3 钢筋线及肋筋位置应在顶板模板上弹出板底钢筋位置线和管缝间肋筋位置线。

39.4.4 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，操作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短管让出线盒位置，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。

39.4.5 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。

39.4.6 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层一端开始，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。

39.4.7 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，其操作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。

39.4.8 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。

39.4.9 卡具安装完成后应将定位卡与模板固定，可用手电钻在顶板模板上钻孔，可用铅丝将卡具与模板下面的龙骨绑牢固定，填充体顶的上表面标高应符合设计要求，每平方米应设一个拉结点。

39.4.10 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。

39.4.11 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棒端部加焊短筋，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 振捣时应顺筒方向顺序振捣，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。

39.4.12 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。

39.4.13 混凝土养护、顶板拆模控制方法同实心楼板。

39.5 质量标准

39.5.1 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。

39.5.2 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 39.5.2 所示。

表 39.5.2 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	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	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	$\leq 13\text{mm}$	同一检验批抽查规格板总数的 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。

39.6 成品保护

39.6.1 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。

39.6.2 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。

39.6.3 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。

39.7 绿色施工

39.7.1 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。

39.8 应注意的问题

39.8.1 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。

39.8.2 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，防止混凝土漏入，以保证楼板的空心率以及填充体间混凝土的密实度。

39.8.3 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，避免造成顶板下表面拆模后起皮，影响观感质量。

39.8.4 混凝土浇筑过程中应时刻复查顶板标高，防止填充体抗浮措施不到位，造成上浮，顶板标高上升，楼板上层钢筋保护层不足。

39.8.5 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。

39.8.6 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。

39.8.7 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。

39.8.8 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。

40 有粘结预应力施工

40.1 材料要求

40.1.1 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。

40.1.2 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。

40.1.3 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。

40.1.4 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应符合第 40.1.3 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。

40.1.5 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，则该批精轧螺纹钢为不合格品。

40.1.6 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。

40.1.7 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 $\epsilon_{a p u}$ 确定。锚具的静载锚固性能应同时满足下列两项要求：

$$\eta_a \geq 0.95$$

$$\epsilon_{a p u} \geq 2.0\%$$

40.1.8 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。

40.1.9 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。

40.1.10 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。

40.1.11 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。

40.2 主要机具

40.2.1 液压千斤顶张拉设备应符合下列规定：

1 预应力筋张拉设备及仪表应满足预应力筋张拉的要求，张拉千斤顶与油泵压力表应配套标定，并配套使用。标定时千斤顶活塞的运行方向应与实际张拉工作状态一致；

2 张拉设备的标定期限不应超过半年。当在使用过程中更换压力表、千斤顶维修后或张拉设备出现反常现象时应重新标定。

40.2.2 电动高压油泵的额定油压和流量应满足配套千斤顶与机具的要求，并应配套标定和使用。

40.2.3 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。

40.2.4 金属波纹管成型机、固定端挤压机、钢绞线压花机、钢丝镦头器等设备应符合加工制作、组装与施工要求。

40.2.5 其它常用辅助工具，如钢尺、试模、水泥浆流动性测定仪、通孔器、灌浆连接阀门、液压剪及无齿锯等须满足施工要求。

40.3 作业条件

40.3.1 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。

40.3.2 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。

40.3.3 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。

40.3.4 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。

40.3.5 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。

40.3.6 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。

40.3.7 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±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。

40.3.8 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。

40.3.9 灌浆设备准备就绪，灌浆浆体的配合比已经过试验确定。

40.3.10 灌浆作业时，作业人员须佩戴好防护眼镜等安全防护装备。

40.3.11 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。

40.3.12 技术管理、作业人员及有关人员按规定就位。

40.4 操作工艺

40.4.1 有粘结预应力施工工艺流程宜按图 规定的流程进行：

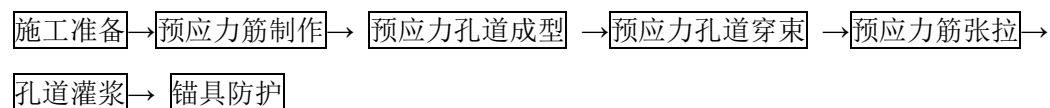


图 40.4.1 有粘结预应力施工工艺流程

40.4.2 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。

40.4.3 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 3~4 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 40.4-1）。增强塑料管伸出构件表面外 400mm~500mm；

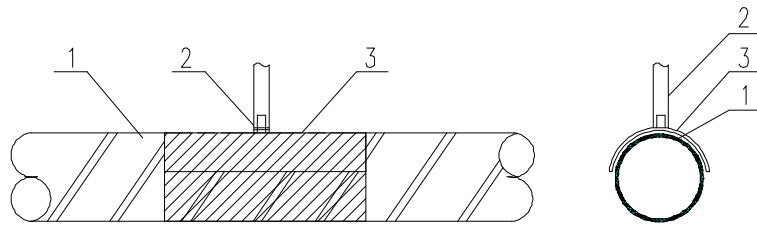


图 40.4-1 排气管节点图

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 50mm~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。

40.4.4 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。

40.4.5 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 ，可按下列公式计算：

$$\Delta l_p = \frac{F_{pm} l_p}{A_p E_p} \quad (40.4.5)$$

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%，如超过允许偏差，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。

40.4.6 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 -0.08Mpa~ -0.1Mpa 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 40.4-2，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。

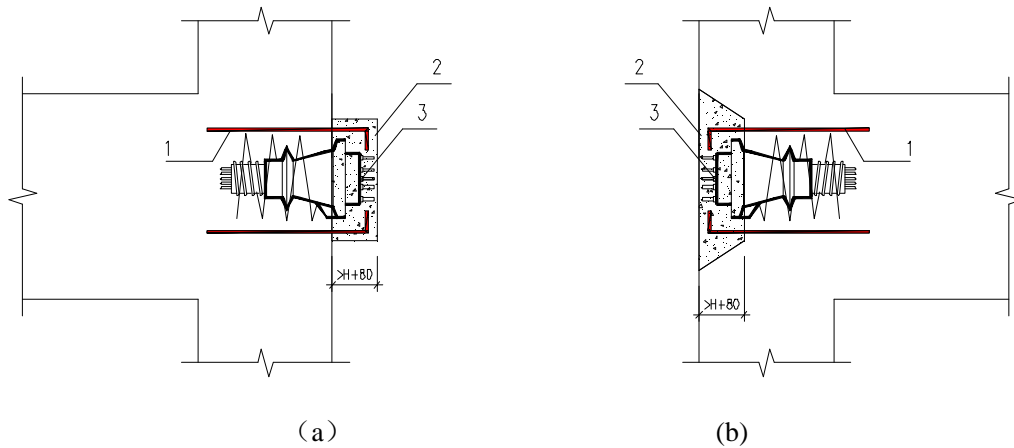


图 40.4-2 锚具封堵构造平面图

(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

40.5 质量标准

40.5.1 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±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。

40.5.2 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, 预应力筋外露挤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) 钢丝锚头不应出现横向裂纹, 锚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, 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 40.5.2-1 的规定。

表 40.5.2-1 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 40.5.2-2 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 40.5.2-2 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 40.5.2-3 的规定；

表 40.5.2-3 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。

40.6 成品保护

40.6.1 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。

40.6.2 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。

40.6.3 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。

40.6.4 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。

40.6.5 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。

40.6.6 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。

40.6.7 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。

40.7 绿色施工

- 40.7.1 对废弃的材料采取措施防止对环境产生破坏。
- 40.7.2 张拉端穴模用材料使用环保材料，并注意现场清洁与清理。
- 40.7.3 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。
- 40.7.4 提高所有参与施工的管理人员及工人增强对环境保护问题的认识。
- 40.7.5 特种作业人员应持证上岗，按规定着装，并佩戴相应的个人劳动防护用品，对施工过程中接触有毒、有害物质或具有刺激性气味可被人体吸入的粉尘、纤维，以及进行强噪声、强光作业的施工人员，应佩戴相应的护目镜、面罩、耳塞等防护器具。

40.8 应注意的问题

- 40.8.1 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。
- 40.8.2 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。
- 40.8.3 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。
- 40.8.4 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 $0.8f_{ptk}$ 。
- 40.8.5 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。
- 40.8.6 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。
- 40.8.7 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。
- 40.8.8 预应力筋张拉完毕并检验合格后，应尽早进行孔道灌浆。
- 40.8.9 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折时，应进行二次搅拌。竖向孔道灌浆应自下而上进行。

41 无粘结预应力施工

41.1 材料要求

41.1.1 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。

41.1.2 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。

41.1.3 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：

- 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 $\Phi^s 12.7$ 钢绞线不应小于 43g/m，对 $\Phi^s 15.2$ 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。

41.1.4 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 JG161 的规定。

41.1.5 无粘结预应力筋所采用锚具的静载锚固性能，应同时符合下列要求：

$$\eta_a \geq 0.95$$

$$\varepsilon_{ap_u} \geq 2.0\%$$

41.1.6 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。

41.1.7 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。

- 1 圆套筒锚具构造由锚环、夹片、承压板、螺旋筋组成(图 41.1.7 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 41.1.7 b)。

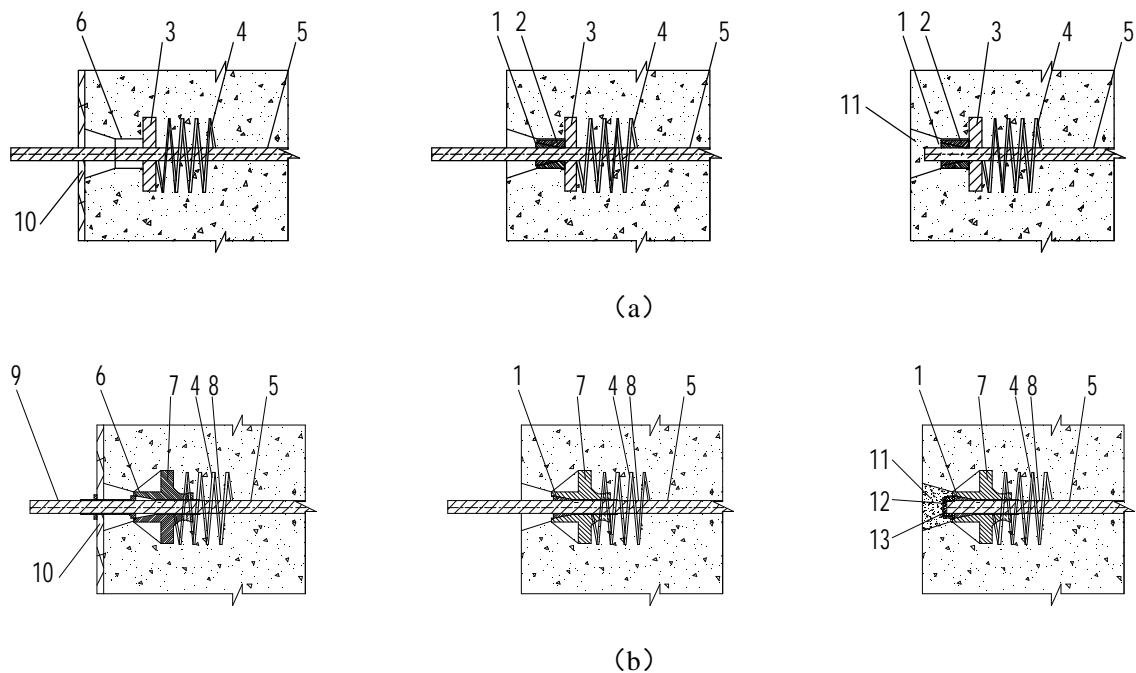


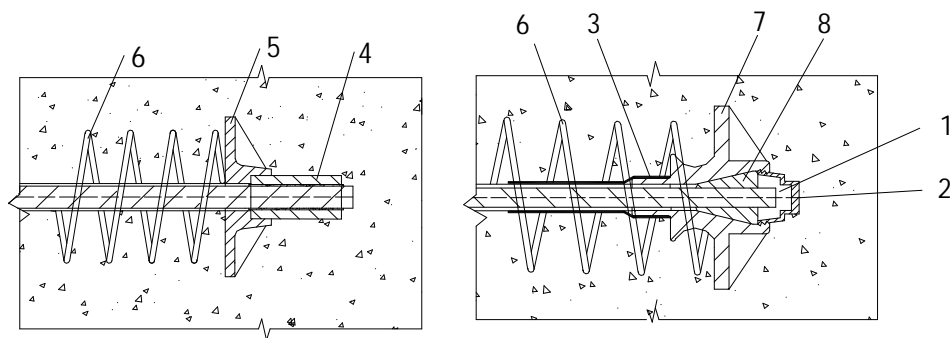
图 41.1.7 张拉端锚具系统构造

- 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

41.1.8 锚具系统固定端可采用挤压锚具或垫板连体式夹片锚具。

1 挤压锚具的构造由挤压锚具、承压板和螺旋筋组成(图 41.1.8 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 41.1.8 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 41.1.8 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

41.1.9 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。

41.1.10 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。

41.1.11 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。

41.1.12 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。

41.2 主要机具

41.2.1 张拉机具包括便携式千斤顶和油泵等，配套设备有下料切割机具、挤压锚具挤压机、专用紧楔器、液压剪及手持锯等。

41.2.2 下料切割机具、挤压锚具挤压机、专用紧楔器、液压剪及手持锯等设备应符合加工制作、组装与施工要求。

41.2.3 其它常用辅助工具，如钢尺、液压剪及手持锯等须满足施工要求。

41.3 作业条件

41.3.1 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。

41.3.2 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。

41.3.3 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。

41.3.4 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。

41.3.5 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。

41.3.6 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。

41.3.7 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。

41.3.8 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。

41.4 操作工艺

41.4.1 无粘结预应力施工工艺流程宜按图 41.4.1 规定的流程进行：

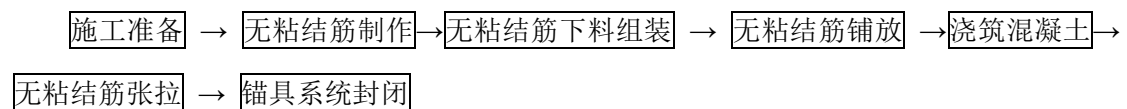


图 41.4.1 无粘结预应力施工工艺流程

41.4.2 无粘结预应力筋的制作

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。

41.4.3 无粘结预应力筋下料组装

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。

41.4.4 无粘结预应力筋的铺放

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。铺放时应符合下列要求：

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，应符合表 41.5.2 的规定；无粘结预应力筋的位置宜保持顺直；

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。

41.4.5 浇筑混凝土相关规定如下：

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。

41.4.6 无粘结预应力筋张拉规定如下：

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 $0.75f_{\text{ptk}}$ ，并应符合设计要求。如需提高张拉控制应力值时，不得大于 $0.8f_{\text{ptk}}$ ；

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 ,可按下列式计算:

$$\Delta l_p = \frac{F_{pm} l_p}{A_p E_p} \quad (41.3.6)$$

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非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 41.5.2-3 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。

41.4.7 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。

41.5 质量标准

41.5.1 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±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。

41.5.2 主控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塑料胶带修补，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 41.5.2-1 的规定；

表 41.5.2-1 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 41.5.2-2 的规定，其合格点率应达到 90%及以上，且不得超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

表 41.5.2-2 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 41.5.2-3 的规定。

表 41.5.2-3 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。

41.6 成品保护

41.6.1 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。

41.6.2 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。

41.6.3 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。

41.6.4 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。

41.6.5 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。

41.6.6 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。

41.6.7 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。

41.6.8 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。

41.7 绿色施工

41.7.1 对废弃的材料采取措施防止对环境产生破坏。

41.7.2 张拉端穴模用材料使用环保材料，并注意现场清洁与清理。

41.7.3 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。

41.7.4 提高所有参与施工的管理人员及工人增强对环境保护问题的认识。

41.7.5 特种作业人员应持证上岗，按规定着装，并佩戴相应的个人劳动防护用品，对施工过程中接触有毒、有害物质或具有刺激性气味可被人体吸入的粉尘、纤维，以及进行强噪声、强光作业的施工人员，应佩戴相应的防护器具（如：护目镜、面罩、耳塞等）。

41.8 应注意的问题

41.8.1 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。

41.8.2 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。

41.8.3 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。

41.8.4 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 $0.8f_{ptk}$ 。

41.8.5 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。

41.8.6 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。

41.8.7 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。

41.8.8 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。

42 缓粘结预应力施工

42.1 材料要求

42.1.1 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

42.1.2 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。

42.1.3 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《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。

42.1.4 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《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。

42.1.5 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。

42.1.6 缓粘结预应力筋所采用锚具的静载锚固性能，应同时符合下列要求：

$$\eta_a \geq 0.95 \quad (42.1.6-1)$$

$$\varepsilon_{apu} \geq 2.0\% \quad (42.1.6-2)$$

42.1.7 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。

42.1.8 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 42.1.8 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 42.1.8 b)。

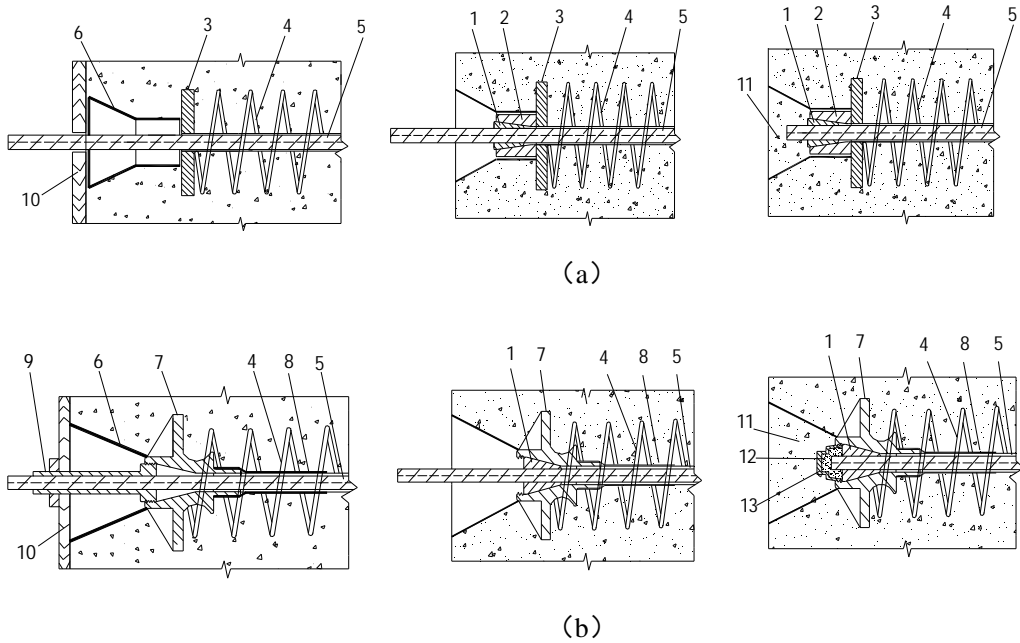


图 42.1.8 张拉端锚具系统构造

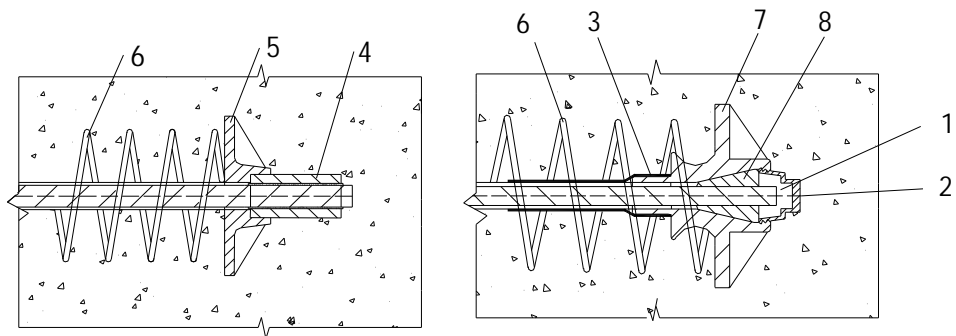
(a)圆套筒锚具； (b)垫板连体式锚具

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

42.1.9 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 42.1.9 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 42.1.9 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 42.1.9 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

42.1.10 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。

42.1.11 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。

42.1.12 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。

42.1.13 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。

42.2 主要机具

42.2.1 张拉机具包括便携式千斤顶和油泵等，配套设备有下料切割机具、挤压锚具挤压机、专用紧楔器、液压剪及手持锯等。

42.2.2 下料切割机具、挤压锚具挤压机、专用紧楔器、液压剪及手持锯等设备应符合加工制作、组装与施工要求。

42.2.3 其它常用辅助工具，如钢尺、液压剪及手持锯等须满足施工要求。

42.3 作业条件

42.3.1 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。

42.3.2 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。

42.3.3 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。

42.3.4 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。

42.3.5 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。

42.3.6 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。

42.3.7 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。

42.3.8 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。

42.4 操作工艺

42.4.1 缓粘结预应力施工工艺流程宜按图 42.4.1 规定的流程进行：

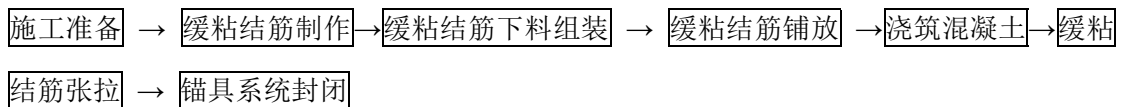


图 42.4.1 缓粘结预应力施工工艺流程

42.4.2 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，尺寸应满足表 42.4.2 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。

表 42.4.2 缓粘结预应力钢绞线的主要规格和性能

钢绞线			缓粘结预应力钢绞线						
公称直径 mm	公称强度 MPa	公称截面积 mm ²	护套				张拉试用期内摩擦系数		
			厚度 mm	肋宽 a mm	肋高 h mm	肋间距 l mm	m	k	
15.20	1570	140	1.0	+0.4 -0.2	$0.4l \sim$ $0.7l$	≥ 1.2	10.0~ 16.0	0.06~0.12	0.004~ 0.012
	1670								
	1720								
	1860								
	1960								
注：根据供需双方协商，也可生产和供应其他强度和直径的缓粘结预应力钢绞线。									
* 张拉适用期内早期张拉时摩擦系数宜取小值，后期张拉时摩擦系数宜取大值。									

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。

42.4.3 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。

42.4.4 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。

42.4.5 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。

42.4.6 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°C,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°C且高于5°C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42.4.6采用,必要时也可根据现场实测值确定。

表 42.4.6 持荷时间与构件温度之间的关系 (min)

温度	5°C	10°C	15°C	20°C
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°C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°C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 $0.75f_{pk}$,并应符合设计要求。如需提高张拉控制应力值时,不得大于 $0.8f_{pk}$ 。

10 缓粘结预应力筋计算伸长值 Δl_p ,可按下列式计算:

$$\Delta l_p = \frac{F_{pm} l_p}{A_p E_p} \quad (42.4.6)$$

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 $\pm 6\%$ 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。

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。

42.4.7 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。

42.5 质量标准

42.5.1 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。

42.5.2 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，预应力筋外露长度不应小于 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 42.5.2-1 的规定。

表 42.5.2-1 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 42.5.2-2 的规定，其合格点率应达到 90%及以上，且不得超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

表 42.5.2-1 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 42.5.2-3 的规定。

表 42.5.2-3 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。

42.6 成品保护

42.6.1 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。

42.6.2 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。

42.6.3 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。

42.6.4 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。

42.6.5 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。

42.6.6 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。

42.6.7 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。

42.6.8 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。

42.7 绿色施工

42.7.1 对废弃的材料采取措施防止对环境产生破坏。

42.7.2 张拉端穴模用材料使用环保材料，并注意现场清洁与清理。

42.7.3 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。

42.7.4 提高所有参与施工的管理人员及工人增强对环境保护问题的认识。

42.7.5 特种作业人员应持证上岗，按规定着装，并佩戴相应的个人劳动防护用品，对施工过程中接触有毒、有害物质或具有刺激性气味可被人体吸入的粉尘、纤维，以及进行强噪声、强光作业的施工人员，应佩戴相应的护目镜、面罩、耳塞等防护器具。

42.8 应注意的问题

42.8.1 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。

42.8.2 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。

42.8.3 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。

42.8.4 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 $0.8f_{ptk}$ 。

42.8.5 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。

42.8.6 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。

42.8.7 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。

42.8.8 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。

43 混凝土结构冬期施工

43.1 材料要求

43.1.1 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。

43.1.2 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》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。

43.1.3 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这类物质的材料。

43.1.4 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%。

43.1.5 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。

43.2 主要机具

43.2.1 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。

43.2.2 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。

43.3 作业条件

43.3.1 应编制冬施方案，并应对冬施方案及钢筋、模板、混凝土等各分项工程进行了针对冬期施工的技术交底。

43.3.2 相关人员、保温材料、测温器具、安全防护措施应到位。

43.3.3 应提前以书面形式向混凝土搅拌站提出冬期混凝土各个施工阶段的技术要求。

43.3.4 应对混凝土输送泵、泵管进行保温。

43.3.5 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。

43.3.6 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。

43.3.7 应对测温人员统一培训，并经项目部技术员及施工员书面技术和安全交底。

43.3.8 项目部技术员应提前绘制测温孔平面布置图，并对测温孔进行编号。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。

43.3.9 混凝土浇筑前应清除模板和钢筋上的冰雪和杂物。

43.4 技术措施

43.4.1 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℃。

43.4.2 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。

43.4.3 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。

43.4.4 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。

43.4.5 当环境温度低于-20℃时，不得对 HRB400、HRB500 钢筋进行冷弯加工。

43.4.6 冬期施工混凝土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、负温养护法施工的混凝土受冻临界强度不得低于 4.0MPa；

2 当室外最低气温为-15℃~-30℃时，采用负温养护法施工的混凝土受冻临界强度不得低于 5.0MPa；

3 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% ；

4 有抗渗要求的混凝土，不宜小于设计混凝土强度等级值得 50% ；

5 有抗东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% ；

6 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《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的相关规定。

43.4.7 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。

43.4.8 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。

43.4.9 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。

43.4.10 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。

43.4.11 混凝土搅拌的最短时间按表 43.4.11 执行。

表 43.4.11 搅拌混凝土的最短时间 (s)

混凝土坍落度	搅拌机容积(L)		
	<250	250~550	>550
≤80	90	135	180
>80	90	90	135

注：表中搅拌机容积为出料容积。

43.4.12 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 的相关规定。

43.4.13 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。

43.4.14 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℃。

43.4.15 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。

43.4.16 钢制大模板在支设前，背面应进行保温；采用小钢模板或其他材料模板安装后应在背面张挂阻燃保温被进行保温；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。

43.4.17 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。

43.4.18 混凝土出机温度不应低于 10℃，入模温度不应低于 5℃。

43.5 冬施测温管理

43.5.1 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 43.5.1。

表 43.5.1 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
搅拌机棚温度	每一工作班次不少于 4 次
水、水泥、矿物掺合料、砂、石及外加剂溶液温度	每一工作班次不少于 4 次
混凝土出机、浇筑、入模温度	每一工作班次不少于 4 次

43.5.2 混凝土养护温度的测量应符合下列规定：

- 1 采用蓄热法或综合蓄热法时，在达到受冻临界强度之前应每隔 4h~6h 测量一次；
- 2 采用负温养护法时，在达到受冻临界强度之前应每隔 2h 测量一次；
- 3 采用加热法时，在升温、降温期间每 1h 测定一次，在恒温期间每 2h 测定一次。

43.5.3 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，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；

5 当测温点超过 40 个时，测温工作应分组独立进行。

43.5.4 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。

43.6 冬施试块管理

43.6.1 混凝土试块除按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定留置外，尚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。

43.7 成品保护

43.7.1 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。

43.7.2 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。

43.8 绿色施工

43.8.1 施工现场的混凝土运输通道，宜采取有效的扬尘控制措施。

43.8.2 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。

43.8.3 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。

43.8.4 设备在居民区施工作业时，应采取降噪措施。搅拌、泵送、振捣等作业的允许噪声，昼间为 70dB，夜间为 55dB。

43.8.5 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。

43.8.6 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。

43.8.7 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。

43.9 应注意的问题

43.9.1 预拌混凝土防冻剂应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。

43.9.2 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等防水材料覆盖及时进行保湿、保温覆盖。覆盖要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。

43.9.5 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。

43.9.6 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。

43.9.7 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。

43.9.8 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。

43.9.9 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。

44 混凝土结构雨季施工

44.1 主要机具

44.1.1 雨季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、塑料布、潜水泵、水桶、编织袋、胶皮管等。

44.2 作业条件

44.2.1 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。

44.2.2 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。

44.2.3 施工前应编制雨施方案，并逐级进行针对性交底。

44.2.4 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。

44.2.5 雨施材料设备应提前进场。

44.2.6 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。

44.2.7 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。

44.2.8 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。

44.2.9 必要时应架设防雷措施，并应做到灵敏、有效。

44.3 施工技术措施

44.3.1 高温施工应符合下列规定

1 高温施工时，露天堆放的粗、细骨料应采取遮阳防晒等措施。可对粗骨料进行喷雾降温；

2 高温施工时，应根据环境温度、湿度、风力和采取温控措施的实际情况，对混凝土配合比进行调整。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；

3 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 44.3.1 的规定，混凝土拌合物出机温度不宜大于 30℃；

表 44.3.1 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

4 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；

5 混凝土浇筑入模温度不应高于 35℃；

6 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；

7 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；

8 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。

44.3.2 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。涂刷水溶性脱模剂的模板，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 在与搅拌站签订的技术合同中应注明雨施质量保证措施。搅拌站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 台风来临前，应对尚未浇筑混凝土的模板和支架采取临时加固措施；台风结束后，应检查模板及支架，已验收合格的模板及支架应重新办理验收手续。

44.4 成品保护

44.4.1 地下室顶板后浇带、各层洞口周围可用胶合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 44.4.1，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。

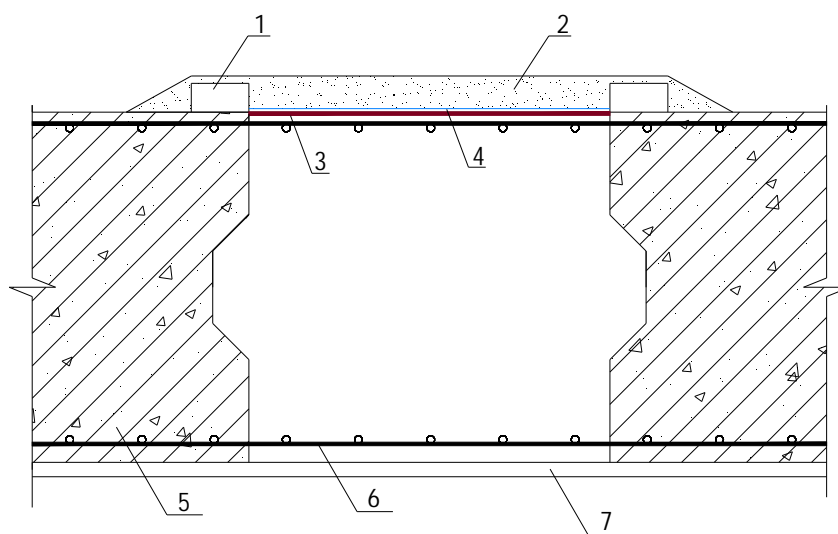


图 44.4.1 底板后浇带的成品保护

- 1—一皮页岩砖；2—水泥砂浆；3—木胶合板；4—塑料薄膜；
5—基础底板或楼板；6—板筋；7—垫层或楼板模板

44.4.2 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 44.4.2

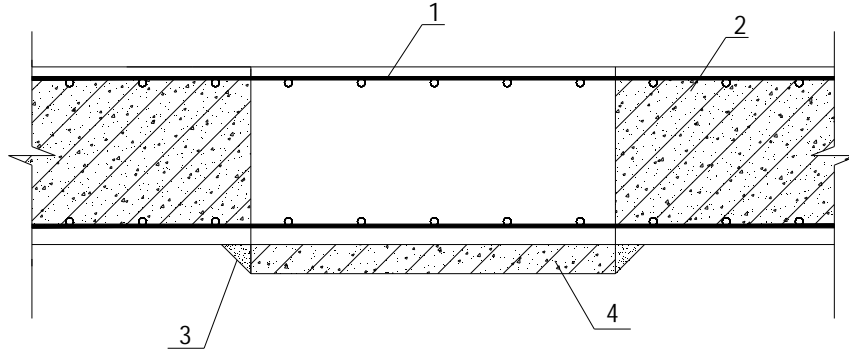


图 44.4.2 外墙后浇带的成品保护

- 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）

44.4.3 地下室应绘制照明及水泵位置图，规范架线，谨防触电。

44.5 绿色施工

44.5.1 施工现场的混凝土运输通道，应有硬化措施并做好排水措施。

44.5.2 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。

44.5.3 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。

44.5.4 设备在居民区施工作业时，应采取降噪措施。搅拌、泵送、振捣等作业的允许噪声，昼间为 70dB，夜间为 55dB。

44.5.5 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。

44.5.6 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。

44.5.7 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。

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”;

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、《普通混凝土力学性能试验方法》 GB/T50081
- 6、《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082
- 7、《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
- 8、《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
- 9、《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 10、《钢结构工程施工及验收规范》 GB 50205
- 11、《民用建筑工程室内环境污染控制规范》 GB50325
- 12、《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
- 13、《大体积混凝土施工标准》 GB 50496
- 14、《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 15、《预防混凝土碱骨料反应技术规范》 GB/T 50733
- 16、《通用硅酸盐水泥》 GB175
- 17、《水泥化学分析方法》 GB/T 176
- 18、《碳素结构钢》 GB 700
- 19、《液化石油气》 GB 1117
- 20、《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
- 21、《钢结构用高强度大六角头螺栓》 GB/T 1228
- 22、《熔化焊用钢丝》 GB/T 1495
- 23、《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》 GB 1499.2
- 24、《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591
- 25、《低压流体输送用焊接钢管》 GB/T 3091
- 26、《变形铝及铝合金化学成分》 GB/T 3190

27、《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》	GB 3632
28、《工业氧》	GB/T 3863
29、《碳素钢焊条》	GB5117
30、《低合金钢焊条》	GB5118
31、《预应力混凝土用钢丝》	GB/T 5223
32、《预应力混凝土用钢绞线》	GB/T 5224
33、《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
34、《六角头螺栓 A 和 B 级》	GB 5782
35、《六角头螺栓 C 级》	GB 5780
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 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、《混凝土搅拌运输车》	JG/T 5094
61、《高层建筑混凝土结构技术规程》	JGJ 3
62、《钢筋焊接及验收规程》	JGJ 18
63、《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》	JGJ 52
64、《普通混凝土配合比设计规程》	JGJ 55
65、《混凝土用水标准》	JGJ 63
66、《建筑工程大模板技术规程》	JGJ 74
67、《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》	JGJ 85
68、《无粘结预应力混凝土结构技术规程》	JGJ 92
69、《建筑工程冬期施工规程》	JGJ/T104
70、《钢筋机械连接通用技术规程》	JGJ 107
71、《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》	JGJ 114
72、《混凝土耐久性检验评定标准》	JGJ/T 193
73、《现浇混凝土空心楼盖技术规程》	JGJ/T 268
74、《高强混凝土应用技术规程》	JGJ/T 281
75、《自密实混凝土应用技术规程》	JGJ/T 283
76、《建筑塑料复合模板工程技术规程》	JGJ/T 352
77、《组合铝合金模板技术规程》	JGJ 386
78、《预拌混凝土质量管理规程》	DB11/ 385
79、《建筑工程资料管理规程》	DB11/T 695
80、《混凝土矿物掺合料应用技术规程》	DB11/T1029
81、《人工砂应用技术规程》	DB11/T 1133

条文说明

17.4.11-1 在环境温度低于-5℃的条件下进行焊接时，为钢筋低温焊接。

17.4.11-2，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。

17.4.11-3 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。

25.4.3 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。

25.4.7 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。

26.4.6-13

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，目的是为了使其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。

37.4.2 **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。

40.2.3 真空主要是辅助孔道灌浆使用

40.4.4 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。