

1 竹、木散装模板施工工艺标准

1.1 总则

1.1.1 适用范围

本工艺适用于建（构）筑物的现浇钢筋混凝土结构施工。

1.1.2 编制参考标准及规范

《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204—2002）国家和当地政府有关安全、防火、劳动、环境保护等现行有关标准和规程。

1.2 术语

1.2.1 散装模板

以竹、木为主要材料，在结构部位现配现支的非定型化模板。

1.2.2 面板

与新浇筑混凝土直接接触的承力板。

1.2.3 背楞

增强模板刚度的梁。

1.3 施工准备

1.3.1 技术准备

（1）根据工程的特点、计划、合同工期及现场环境，对各分部混凝土模板进行设计，确定竹、木胶合板模板制作的几何形状，尺寸要求，龙骨的规格、间距，选用支撑系统。依据施工图绘制模板设计图（包括模板平面布置图、剖面图、组装图、节点大样图、零件加工图等），编写操作工艺要求及说明。

（2）模板备料：按照模板设计图或明细及说明进行材料准备。

（3）根据模板设计要求和工艺标准，向班组进行安全、技术交底。

1.3.2 材料要求

(1) 竹、木模板的面板及龙骨：其规格、种类按表 1.3.2 参考选用。

竹、木模板面板及龙骨规格、种类参考表 表 1.3.2

部位	名称	规格 (MM)	备注
面板	防水木胶合板	12、15、18	宜做防水处理
	防水竹胶合板		
	素胶合板		
龙骨	木方	500×100	
	木梁	100×100	
背楞	型钢、 钢管等	计算确定	

(2) 面板及龙骨材料质量必须符合其设计要求。安装前先检查模板的质量，不符合质量标准的不得投入使用。

(3) 支架系统：木支架或各种定型桥架、支柱、托具、卡具、螺栓、钢门式架、碗扣架、钢管、扣件等。

(4) 脱模剂：水质隔离剂。

1.3.3 主要机具设备

木工电锯、木工电刨、手电钻、铁木榔头、活动（套口）扳子、水平尺、钢卷尺、托线板、轻便爬梯、脚手板、撬杠等。

1.3.4 作业条件

(1) 在会审图纸后，根据工程的特点、计划合同工期及现场环境等完成各分部、分项混凝土结构模板设计及模板配料工作。

(2) 模板涂刷脱模剂，并分规格堆放。

(3) 根据图纸要求，放好轴线和模板边线，定好水平控制标高。

(4) 墙、柱钢筋绑扎完毕，水电管及预埋件已安装，绑好钢筋保护层垫块，并办完隐蔽验收手续。

1.4 施工工艺

1.4.1 基础模板制作安装

(1) 阶梯形独立基础：根据图纸尺寸制作每一阶梯模板，支模顺序由下至上逐层向上安装，先安装底层阶梯模板，用斜撑和水平撑钉牢撑稳；核对模板墨线及标高，配合绑扎钢筋及垫块，

再进行上一阶模板安装，重新核对墨线各部位尺寸，并把斜撑。水平支撑以及拉杆加以钉紧、撑牢，最后检查拉杆是否稳固，校核基础模板几何尺寸及轴线位置。

(2) 杯形独立基础：与阶梯形独立基础相似，不同的是增加一个中心杯芯模，杯口上大下小斜度按工程设计要求制作，芯模安装前应钉成整体，轿杠钉于两侧，中心杯芯模完成后要全面校核中心轴线和标高。

(3) 杯形基础应防止中心线不准、杯口模板位移。混凝土浇筑时芯模浮起、拆模时芯模拆不出的现象。

(4) 预防措施：

1) 中心线位置及标高要准确，支上段模板时采用抬轿杠，可使位置准确，托木的作用是将轿杠与下段混凝土面隔开少许，便于混凝土面拍平。

2) 杯芯模板要刨光直拼，芯模外表面涂隔离剂，底部再钻几个小孔，以便排气，减少浮力。

3) 脚手板不得搁置在模板上。

4) 浇筑混凝土时，在芯模四周要对称均匀下料及振捣密实。

5) 拆除杯芯模板，一般在初凝前后即可用锤轻打，拨棍拨动。

(5) 条形基础模板：侧板和端头板制成后，应先在基槽底弹出中心线、基础边线，再把侧板和端头板对准边线和中心线，用水平仪抄测校正侧板顶面水平，经检测无误后，用斜撑、水平撑及拉撑钉牢。

(6) 条形基础要防止沿基础通长方向模板上口不直，宽度不够，下口陷入混凝土内；拆模时上段混凝土缺损，底部钉模不牢的现象。

(7) 预防措施：

1) 模板应有足够的强度、刚度和稳定性，支模时垂直度要准确。

2) 模板上口应钉木带，以控制带形基础上口宽度，并通长拉线，保证上口平直。

3) 隔一定间距，将上段模板下口支承在钢筋支架上。

4) 支撑直接在土坑边时，下面应垫以木板，以扩大其承力面，两块模板长向接头处应加拼条，使板面平整，连接牢固。

1.4.2 柱模板

(1) 按图纸尺寸制作柱侧模板后，按放线位置钉好压脚板再安装柱模板，两垂直向加斜拉顶撑，校正垂直度及柱顶对角线。

(2) 安装柱箍：柱箍应根据柱模尺寸、侧压力的大小等因素进行设计选择（有木箍、钢箍、钢木箍等）。柱箍间距、柱箍材料及对拉螺栓直径应通过计算确定。

(3) 防止胀模、断面尺寸鼓出、漏浆、混凝土不密实，或蜂窝麻面、偏斜、柱身扭曲的现象。

(4) 预防措施：

1) 根据规定的柱箍间距要求钉牢固。

2) 成排柱模支模时，应先立两端柱模，校直与复核位置无误后，顶部拉通长线，再立中间柱模。

3) 四周斜撑要牢固。

1.4.3 梁模板安装

(1) 在柱子上弹出轴线、梁位置和水平线，钉柱头模板。

(2) 梁底模板：按设计标高调整支柱的标高，然后安装梁底模板，并拉线找平。当梁底板跨度 $>4\text{m}$ 时，跨中梁底处应按设计要求起拱，如设计无要求时，起拱高度为梁跨度的 $1/1000\sim 3/1000$ 。主次梁交接时，先主梁起拱，后次梁起拱。

(3) 梁下支柱支承在基土面上时，应对基土平整夯实，满足承载力要求，并加木垫板或混凝土垫板等有效措施，确保混凝土在浇筑过程中不会发生支撑下沉。

(4) 支撑楼层高度在 4.5m 以下时，应设二道水平拉杆和剪刀撑，若楼层高度在 4.5m 以上时要另行作施工方案。

(5) 梁侧模板：根据墨线安装梁侧模板、压脚板、斜撑等。梁侧模板制作高度应根据梁高及楼板模板来确定。

(6) 当梁高超过 750mm 时，梁侧模板宜加穿梁螺栓加固。

(7) 防止梁身不平直、梁底不平及下挠、梁侧模涨模、局部模板嵌入柱梁间、拆除困难的现象。

(8) 预防措施：

1) 支模时应遵守边模包底模的原则，梁模与柱模连接处，下料尺寸一般应略为缩短。

2) 梁侧模必须有压脚板、斜撑、拉线通直后将梁侧钉固。梁底模板按规定起拱。

3) 混凝土浇筑前，应将模内清理干净，并浇水湿润。

1.4.4 剪力墙模板安装

(1) 按位置线安装门洞模板，下预埋件或木砖。

(2) 把一面模板按位置线就位，然后安装拉杆或斜撑，安装塑料套管和穿墙螺栓，穿墙螺栓规格和间距在模板设计时应明确规定。

(3) 清扫墙内杂物，再安另一侧模板，调整斜撑（拉杆）使模板垂直后，拧紧穿墙螺栓。

(4) 模板安装完毕后，检查一遍扣件、螺栓是否紧固，模板拼缝及下口是否严密。

(5) 墙模板宜将木方作竖肋，双根 $\Phi 48 \times 3.5$ 钢管或双根槽钢作水平背楞。

(6) 墙模板立缝、角缝宜设于木方和胶合板所形成的企口位置，以防漏浆和错台。墙模板的水平缝背面应加木方拼接。

(7) 墙模板的吊钩，设于模板上部，吊钩铁件的连接螺栓应将面板和竖肋木方连接在一起。

(8) 防止墙体混凝土厚薄不一致，墙体上口过大，混凝土墙体表面粘连，角模与大模板缝隙过大跑浆，角模入墙过深，门窗洞口变形。

(9) 预防措施：

1) 墙身放线应准确，误差控制在允许范围内，模板就位调整应认真，穿墙螺栓要全部穿齐、拧紧。

2) 支模时上口卡具按设计要求尺寸卡紧。

- 3) 模板清理干净，隔离剂涂刷均匀，拆模不能过早。
- 4) 模板拼装时缝隙过大，连接固定措施不牢固，应加强检查，及时处理。
- 5) 改进角模支模方法。
- 6) 门窗洞口模板的组装及固定要牢固，必须认真进行洞口模板设计，能够保证尺寸，便于装拆。

1.4.5 楼面模板安装

(1) 根据模板的排列图架设支柱和龙骨。支柱与龙骨的间距，应根据楼板混凝土重量与施工荷载的大小，在模板设计中确定。一般支柱为 800~1200mm，大龙骨间距为 600~1200mm，小龙骨间距为 400~600mm。支柱排列要考虑设置施工通道。

(2) 底层地面应夯实，并铺垫脚板。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。各层支柱间的水平拉杆和剪刀撑要认真加强。

(3) 通线调节支柱的高度，将大龙骨找平，架设小龙骨。

(4) 铺模板时可从四周铺起，在中间收口。楼板模板压在梁侧模时，角位模板应通线钉固。

(5) 楼面模板铺完后，应认真检查支架是否牢固，模板梁面、板面应清扫干净。

(6) 板模板：防止板中部下挠，板底混凝土面不平的现象。

(7) 预防措施：

- 1) 楼板模板厚度要一致，搁栅木料要有足够的强度和刚度，搁栅面要平整。
- 2) 支顶要符合规定的保证项目要求。
- 3) 板模按规定起拱。

1.4.6 模板拆除的一般要点

(1) 拆除模板的顺序和方法，应按照模板设计的规定进行。若设计无规定时，应遵循先支后拆，后支先拆；先拆不承重的模板，后拆承重部分的模板；自上而下，先拆侧向支撑，后拆竖向支撑等原则。

(2) 模板工程作业组织，应遵循支模与拆模统一由一个作业班组进行作业。其好处是，支模就考虑拆模的方便和安全，拆模时，人员熟知情况，易找拆模关键点位，对拆模进度、安全、模板及配件的保护都有利。

(3) 模板的拆除对结构混凝土表面、强度要求应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002) 中 4.3 模板拆除的规定。

1.5 质量标准

1.5.1 主控项目

(1) 模板及其支架必须有足够的强度、刚度和稳定性，其支架的支承部分必须有足够的支承面积。如安装在基土上，基土必须坚实并有排水措施。

检查数量：全数检查。

检验方法：对照模板设计文件和施工技术方案观察。

(2) 安装现浇结构的上层模板及支架时，下层楼板应具有承受上层荷载的承受能力，或加设支架；上、下层支架的立柱应对准，并铺设垫板。

检查数量：全数检查

检验方法：对照模板设计文件和施工技术方案观察。

(3) 在涂刷模板隔离剂时，不得沾污钢筋与混凝土接槎处。

检查数量：全数检查

检验方法：观察

1.5.2 一般项目

(1) 模板安装应满足下列要求

1) 模板的接缝不应漏浆；在浇筑混凝土前，木模板应浇水湿润，但模板内不应有积水。

2) 模板与混凝土的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的隔离剂。

3) 浇筑混凝土前，模板内的杂物应清理干净。

检查数量：全数检查

检查方法：观察

(2) 对跨度不小于 4m 的现浇钢筋混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱；当设计无具体要求时，起拱高度宜为跨度的 $1/1000 \sim 3/1000$ 。

检查数量：在同一检验批内，对梁应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对板应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且不少于 3 面。

检验方法：水准仪或拉线、钢尺检查。

(3) 固定在模板上的预埋件、预留孔和预留洞均不得遗漏，且应安装牢固，其偏差应符合表 1.5.2—1 的规定。

模板上的预埋件、预留孔和预留洞允许偏差

表 1.5.2-1

项目		允许偏差 (mm)
预埋钢板中心线位置		3
预埋管、预留孔中心线位置		3
插筋	中心线位置	5
	外露长度	+10, 0
预埋螺栓	中心线位置	2
	外露长度	+10, 0
预留洞	中心线位置	10
	尺寸	+10, 0

注：检查中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

检验方法：钢尺检查。

(4) 现浇结构模板安装的偏差应符合表 1.5.2-2 的规定。

现浇结构模板安装的允许偏差

表 1.5.2-2

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
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

注：检查中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

检验方法：钢尺检查。

1.6 成品保护

- (1) 坚持模板每次使用后清理板面，涂刷脱模剂。
- (2) 按楼板部位对应层层安装，减少损耗。
- (3) 材料应按编号分类堆放整齐。

1.7 安全环保措施

(1) 支模过程中应遵守安全操作规程，如遇中途停歇，应就将位的支顶、模板联结稳固，不得空架浮搁。拆模间歇时应将松开的部件和模板运走，防止坠下伤人。

- (2) 拆模时应搭设脚手板。
- (3) 拆楼层外边模板时，应有防高空坠落及防止模板向外倒跌的措施。
- (4) 拆模后模板或木方上的钉子，应及时拔除或敲平，防止钉子扎脚。

2 定型组合模板施工工艺标准

2.1 总则

2.1.1 适用范围

(1) 本工艺适用于工业与民用建筑现浇钢筋混凝土框架及剪力墙结构以及钢筋混凝土结构的构筑物。

(2) 定型组合模板包括定型组合大钢模板、钢框胶合板模板、小钢模。

(3) 定型组合大钢模板适用于墙、柱结构，可以单独拼装使用，也可与大钢模板组合使用。

(4) 钢框胶合板模板适用于墙、柱、梁结构，可以单独使用，也可组合使用。

(5) 小钢模适用于基础结构或表面质量要求不严格的结构，不适用于高层混凝土结构。

2.1.2 编制参考标准及规范

《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2002)；《组合钢模板技术规程》(GB50214-2001)

2.2 术语

2.2.1 定型组合模板：

以几种定型尺寸的模板，可以组拼成柱、梁、板、墙的大型模板，整体吊装就位；也可以采用散装散拆方法施工的模板。

2.2.2 面板：

与新浇筑混凝土直接接触的承力板。

2.2.3 肋：

支撑面板的龙骨。

2.2.4 背楞：

增强模板刚度的梁。

2.2.5 对拉螺栓：

连接模板承受新浇混凝土产生侧压力的专用螺栓。

2.3 施工准备

2.3.1 技术准备

(1) 详细阅读工程图纸, 根据工程结构形式、荷载大小地基土类别、施工设备和材料供应等条件编制模板施工方案, 确定模板类别、配置数量、流水段划分以及特殊部位的处理措施等。

(2) 确保模板、支架及其辅助配件具有足够的承载能力、刚度和稳定性, 能可靠地承受浇筑混凝土的重量、侧压力以及施工荷载。必要时对模板及其支撑体系进行力学计算。

2.3.2 材料要求

(1) 定型组合大钢模板

定型组合大钢模板的主要部件有组合钢模板(面板、边框、横竖肋)、模板背楞、支撑架、浇筑混凝土工作平台、穿墙螺栓和柱箍等。

1) 定型组合大钢模板面板采用 6mm 热轧原平板, 边框采用 80mm 宽、6~8mm 厚的扁钢或钢板, 横竖肋采用 6~8mm 扁钢, 模板总厚度为 86mm。

2) 模板背楞采用 8 号或 10 号槽钢, 支撑架采用钢管或槽钢焊接而成, 操作平台可采用钢管焊接并搭设木板构成, 穿墙螺栓采用 T16×6~20×6 的螺栓, 长度根据结构具体尺寸而定, 柱箍采用双 8 号或 10 号槽钢。

3) 模板面板的配板应根据具体情况确定, 一般采用横向或竖向排列, 也可以采用横、竖向混合排列。

4) 模板与模板之间采用 M16 的螺栓连接。

5) 以定型组合大模板拼装而成的大模板必须安装 2 个吊钩, 吊钩必须采用未经冷拉的 I 级热轧钢筋制作。

6) 组装后的模板应配置支撑架和操作平台, 以确保混凝土浇筑过程中模板体系的稳定性。

(2) 钢框胶合板模板

钢框胶合板模板是以热轧异型型钢为边框, 以胶合板(竹胶合板或木胶合板)为面板, 并用沉头螺丝或拉铆钉连接面板与横竖肋的一种模板体系。

1) 边框厚度为 95mm, 面板采用 15mm 的胶合板, 面板与边框相接处缝隙涂密封胶。

2) 模板之间用螺栓连接, 同时配以专用的模板夹具, 以加强模板间连接的紧密性。

3) 采用双 10 号槽钢做水平背楞, 以确保板面的平整度。

4) 模板背面配专用支撑架和操作平台。

(3) 小钢模

小钢模由面板和横竖肋组成, 面板厚度为 2.3mm 或 2.5mm。模板之间采用 U 形卡和 L 形插销进行横纵方向的拼接, 采用碟形扣件, 对拉螺栓等对模板进行加固, $\Phi 48 \times 3.5$ 钢管作为支架。

2.3.3 主要机具设备

锤子、活动扳手、撬棍、电钻、水平尺、靠尺、线坠、爬梯、吊车等。

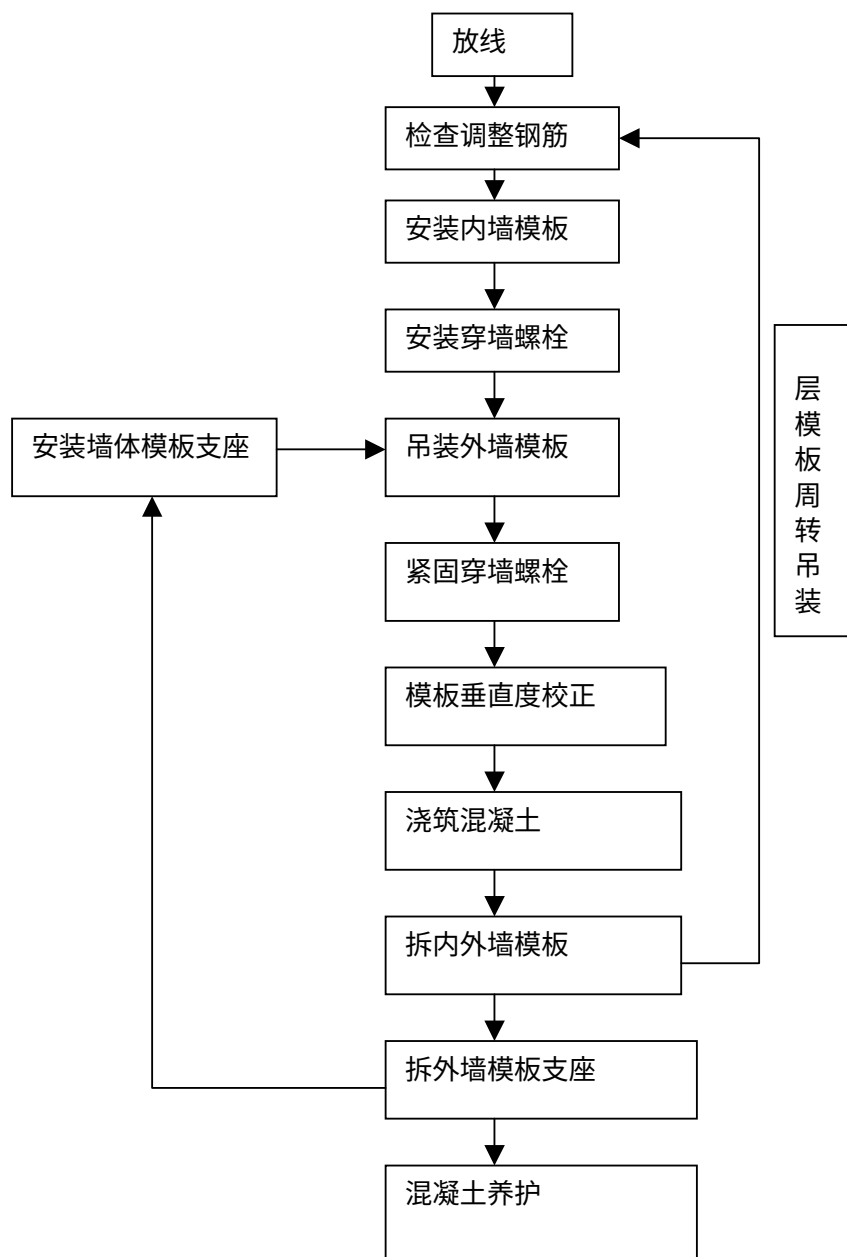
2.3.4 作业条件

- (1) 确定所建工程的施工流水段划分。
- (2) 根据工程的结构形式、特点和现场施工条件，合理确定模板施工的流水段划分，以减少模板投入，增加周转次数，均衡各工序工程（钢筋、模板、混凝土）的作业量。
- (3) 确定模板的配板原则并绘制模板平面施工总图，在总图中标志出各种构件的位置、型号、数量等，明确模板的流水方向、位置以及特殊部位的处理措施，以减少模板种类和数量。
- (4) 确定模板配板的平面布置及支撑布置，根据工程的结构形式设计模板支撑的布置，标志出支撑系统的间距、数量；模板排列组合尺寸；组装模板与其他模板的关系等。
- (5) 在对模板配板的平面布置及支撑布置的设计基础上，对其强度、刚度、稳定性进行验算，合格后绘制全套模板设计图，包括：模板平面布置配板图、分块图、组装图、节点大样图及非定型拼接件加工图。
- (6) 轴线、模板线放线，引测水平标高到预留插筋或其他过渡引测点，并办好预检手续。
- (7) 模板底部宜铺垫海绵条堵缝。外墙、外柱的外边根部，根据标高设置模板承垫木方和海绵条，以保证标高准确和不漏浆。
- (8) 设置模板定位基准，即在墙、柱主筋上距地面 50~80mm，根据模板线按保护层厚度焊接水平支杆，防止模板水平位移。
- (9) 钢筋绑扎完毕，预埋水电管线、预埋件等，绑好钢筋保护层垫块，办理预检手续。

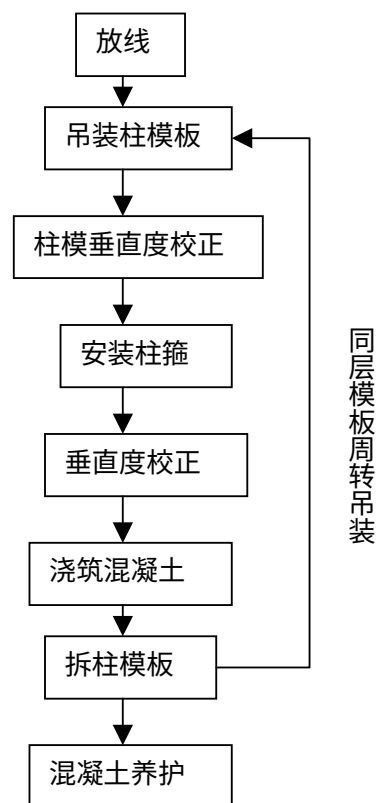
2.4 施工工艺流程

2.4.1 定型组合大钢模板施工工艺

- (1) 墙体组合大钢模板施工工艺流程



(2) 柱子大钢模板施工工艺流程



2.4.2 钢框胶合板模板施工工艺流程

(1) 墙模板安装工艺流程

安装前检查→安装门窗洞口模板→一侧模板吊装就位→安装斜撑→安装穿墙螺栓→吊装另一侧模板→安装穿墙螺栓及斜撑→调整模板平直→紧固穿墙螺栓→固定斜撑→与相邻模板连接。

(2) 柱模板安装工艺流程：

1) 组拼柱模安装工艺流程：

搭设安装架子→吊装组拼柱模→检查对角线、垂直度和位置→安装柱箍→安装有梁口的柱模板→模板安装质量检查→柱模固定。

2) 整体预组拼柱模安装工艺：

吊装整体柱模并检查组拼后的质量→吊装就位→安装斜撑→全面质量检查→柱模固定。

(3) 梁模板安装工艺

弹出梁轴线及水平线并复核→搭设梁模支架→预组拼模板检查→安装梁底模版→梁底起拱→绑扎钢筋→安装梁侧模板→安装侧向支撑或对拉螺栓→检查梁口、符合模板尺寸→与相邻模板连接。

(4) 楼板模板安装工艺

搭设支架→安装纵横木楞→调整楼板的下皮标高→铺设模板→检查模板的上皮标高、平整度等。

2.4.3 小钢模施工工艺流程

(1) 柱模板施工工艺流程

弹柱位置线→抹找平层→安装小钢模→安装柱箍→安装拉杆斜撑或对拉螺栓→柱模固定。

(2) 墙体模板安装工艺流程

弹墙体位置线→安装洞口模板→安装墙体模板→安装对拉螺栓→安装斜撑→墙体模板固定。

2.5 施工工艺要点

2.5.1 定型组合大钢模板施工工艺要点

(1) 墙体组合大钢模板的安装

1) 在下层墙体混凝土强度不低于 7.5MPa 时，开始安装上层模板，利用下一层外墙螺栓孔眼安装挂架；

2) 在内墙模板的外端头安装活动堵头模板，可用木方或铁板根据墙厚制作，模板要严密，防止浇筑时混凝土漏浆；

3) 先安装外墙内侧模板，按照楼板上的位置线将大模板就位找正，然后安装门窗洞口模板；

4) 合模前将钢筋、水电等预埋件进行隐检；

5) 安装外墙外侧模板，模板安装在挂架上，紧固穿墙螺栓，施工过程中要保证模板上下连接处严密，牢固可靠，防止出现错台和漏浆现象。

(2) 墙体组合大钢模板的拆除

1) 在常温下，模板应在混凝土强度能够保证结构不变形，棱角完整时方可拆除；冬季施工时要按照设计要求和冬施方案确定拆模时间；

2) 模板拆除时首先拆下穿墙螺栓，再松开地脚螺栓，使模板向后倾斜与墙体脱开。如果模板与混凝土墙面吸附或粘结不能离开时，可用撬棍撬动模板下口，不得在墙上口撬模板或用大锤砸模板，应保证拆模时不晃动混凝土墙体，尤其是在拆门窗洞口模板时不得用大锤砸模板；

3) 模板拆除后，应清扫模板平台上的杂物，检查模板是否有钩挂兜绊的地方，然后将模板吊出；

4) 大模板吊至存放地点，必须一次放稳，按设计计算确定的自稳角要求存放，及时进行板面清理，涂刷隔离剂，防止粘连灰浆；

5) 大模板应定时进行检查和维修，保证使用质量。

(3) 柱子组合大钢模板的安装

1) 柱子位置弹线要准确，柱子模板的下口用砂浆找平，保证模板下口的平直；

2) 柱箍要有足够的刚度，防止在浇筑过程中模板变形；柱箍的间距布置合理，一般为 600 或 900mm；

3) 斜撑安装牢固，防止在浇筑过程中柱身整体发生变形。

4) 柱角安装牢固、严密。防止漏浆。

(4) 柱子模板的拆除：

先拆除斜撑，然后拆柱箍，用撬棍拆离每面柱模，然后用塔吊吊离，使用后的模板及时清理，按规格进行码放。

2.5.2 钢框胶合板模板施工工艺要点

(1) 墙体模板的安装

1) 检查墙模安装位置的定位基准面墙线及墙模板的编号，符合图纸要求后，安装门窗洞口模板及预埋件等；

2) 将一侧预拼装墙模板按位置线吊装就位，安装斜撑或使用其他工具型斜撑调整至模板与地面成 75° ，使其稳定座落于基准面上；

3) 安装穿墙螺栓或对拉螺栓和套管，使螺栓杆端向上，套管套于螺杆上，清扫墙体內的杂物；

4) 用上面同样的方法吊装另一侧模板，使穿墙螺栓穿过模板并在螺栓杆端戴上扣件和螺母，然后调整两块模板的位置和垂直度，与此同时调整斜撑角度，合格后，固定斜撑，紧固全部穿墙螺栓的螺母；

模板安装完毕后，全面检查扣件、螺栓、斜撑是否紧固稳定，模板拼缝及下口是否严密。

(2) 墙体模板的拆除

1) 单块就位组拼墙模先拆除墙两边的接缝窄条模板，再拆除背楞和穿墙螺栓，然后逐次向墙中心方向逐块拆除。

2) 整体预组拼模板拆除时，先拆除穿墙螺栓，调节斜撑支腿丝杠，使地脚离开地面，再拆除组拼大模板端部接缝处的窄条模板，然后敲击大模板上部，使之脱离墙体，用撬棍撬组拼大模板底边肋，使之全部脱离墙体，用塔吊吊运拆离后的模板。

(3) 柱模板安装工艺要点，

1) 组拼柱模的安装：

将柱子的四面模板就位组拼好，每面带一阴角模或连接角模，用 U 形卡正反交替连接；

使柱模四面按给定柱截面线就位，并使之垂直，对角线相等；

用定型柱箍固定，楔块到位，销铁插牢；

对模板的轴线位移、垂直偏差、对角线、扭向等全面校正。并安装定型斜撑或将一般拉杆和斜撑固定在预先埋在楼板中的钢筋环上；

检查柱模板的安装质量，最后进行群体柱子水平拉杆的固定。

2) 整体吊装柱模的安装：

吊装前，先检查整体预组拼的柱模板上下口的截面尺寸、对角线偏差，连接件、卡件、柱箍的数量及紧固程度。检验柱筋是否妨碍柱模套装，用铅丝将柱顶筋预先内向绑拢，以利柱模从顶部套入；

当整体柱模安装于基准面上时，用四根斜撑与柱顶四角连接，另一端锚于地面，校正其中心线、柱边线、柱模桶体扭向及垂直度后，固定支撑；

当柱高超过 6m 时，不宜采用单根支撑，宜采用多根支撑连成构架。

(4) 柱模的拆除

分散拆除柱模时应自上而下、分层拆除。拆除第一层时，用木锤或带橡皮垫的锤向外侧轻击模板上口，使之松动，脱离柱混凝土。依次拆下一层模板时，要轻击模板边肋，不可用撬棍从柱角撬离。拆除的模板及配件用绳子绑扎放到地下。

分片拆除柱模时，要从上口向外侧轻击和轻撬连接角模，使之松动，要适当加设临时支撑，以防止整片柱模整片倾倒伤人。

(5) 梁板模板安装工艺要点

1) 在柱子混凝土上弹出梁的轴线及水平线，并复核；

2) 安装梁模支架时，若首层为土壤地面，应平整夯实，并有排水措施。铺设通长脚手板，楼地面上的支架立杆宜加可调支座，楼层间的上下支座应在同一平面位置。梁的支架立杆一般采用双排，间距 600~900mm 为宜，板的支架立杆间距 900~1200mm。支柱上的纵肋采用 100mm×100mm，横肋采用 50mm×100mm 木方。支柱中间加横杆或斜杆连接成整体；

3) 在支柱上调整预留梁底模板的厚度，符合设计要求后，拉线安装梁底模板并找直；

4) 在底板上绑扎钢筋，经检验合格后，清除杂物，安装梁侧模板。用梁卡具或安装上下锁口楞及外竖楞，附以斜撑，其间距一般宜为 600mm，当梁高超过 600mm 时，需要加腰肋，并用对拉螺栓加固，侧模上口要拉线找直，用定型夹子固定；

5) 复核检查梁模尺寸，与相邻梁柱模板连接固定，安装楼板模板时，在梁侧模及墙模上连接阴角模，与楼板模板连接固定，逐步向楼板跨中铺设模板；

6) 钢框胶合板模板的相邻两块模板之间用螺栓或钢销连接，对不够整模数的模板和窄条缝采用拼缝模板或木方嵌补，保证拼缝严密；

7) 模板铺设完毕后，用靠尺、塞尺和水平仪检查平整度与楼板底标高，同时进行校正。

(6) 梁板模板的拆除

1) 先拆除支架部分水平拉杆和剪刀撑，以便施工；然后拆除梁与楼板模板的连接角模及梁侧模，以使相邻模板断连；

2) 下调支柱顶托架螺杆后，先拆钩头螺栓，再拆下 U 形卡，然后用钢钎轻轻撬动模板，拆下第一块，然后逐块拆除。不得用钢棍或铁锤猛击乱撬，严禁将拆下的模板自由坠落于地面；

3) 对跨度较大的梁底模拆除时，应从跨中开始下调支柱托架。然后向两端逐根下调，先拆钩头螺栓，再拆下 U 形卡，然后用钢钎轻轻撬动模板，拆下第一块，然后逐块拆除。不得用钢棍或铁锤猛击乱撬，严禁将拆下的模板自由坠落于地面；

4) 拆除梁底模支柱时，应从跨中向两端作业。

2.5.3 小钢模安装工艺要点

(1) 柱模板的安装

1) 按设计标高抹好水泥砂浆找平层,按位置线做好定位墩台,以保证柱轴线与标高的准确,在柱四边离地 50~80mm 处的主筋上焊接支杆,从四面顶住模板,防止位移;

2) 安装柱模板:通排柱,先安装两端柱,经校正、固定后拉通线校正中间各柱。模板按柱子的大小,预拼成一面一片或两面一片,就位后用铅丝与主筋绑扎临时固定,用 U 形卡将两侧模板连接卡紧,安装完两面后再安装另外两面模板;

3) 安装柱箍:柱箍可用角钢或钢管等制作,柱箍应根据柱模尺寸、侧压力大小,在模板设计中确定柱箍尺寸间距;

4) 安装柱模的拉杆或斜撑:柱模每边设 2 根立杆,固定于事先预埋在楼板内的钢筋环上,拉杆或斜撑与地面宜为 45°,预埋的钢筋环与柱距离宜为 3/4 柱高;

5) 将柱模内清理干净,封闭清扫口,办理柱模预检。

(2) 柱子模板的拆除

先拆掉柱斜拉杆或斜撑,卸掉柱箍,再把连接每片柱模的 U 形卡拆掉,然后用撬棍轻轻撬动模板,使模板与混凝土脱离。

(3) 墙体模板的安装

1) 按位置线安装门窗洞口模板,安装预埋件;

2) 预先拼装好的一面模板按位置线就位,然后安装拉杆或斜撑,安装套管和穿墙螺栓,穿墙螺栓的规格和间距在模板设计时应明确规定;

3) 清扫墙内杂物,安装另一侧模板,调整拉杆或斜撑,使模板垂直后,拧紧穿墙螺栓;

4) 模板安装完毕后,检查一遍扣件、螺栓是否紧固,模板拼缝及下口是否严密,办完预检手续。

(4) 墙体模板拆除

先拆除穿墙螺栓等附件,再拆除斜拉杆或斜撑,用撬棍轻轻撬动模板,使模板离开墙体,即可把模板运走。

2.6 质量标准

2.6.1 主控项目

(1) 模板及其支架必须有足够的强度、刚度和稳定性,其支架部分必须有足够的支承面积。如安装在基土上,基土必须坚实并有排水措施;对湿陷性黄土,必须有防水措施;对冻胀土,必须有防冻措施。

检验数量:全数检查。

检验方法:对照模板设计文件和施工技术方案观察。

(2) 安装现浇结构的上层模板及支架时,下层楼板应具有承受上层荷载的承受能力,或加设支架;上、下层支架的立柱应对准,并铺设垫板。

检查数量:全数检查。

检验方法：对照模板设计和施工技术方案观察。

(3) 在涂刷模板隔离剂时，不得沾污钢筋与混凝土接茬处。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

2.6.2 一般项目

(1) 模板安装应满足下列要求：

1) 模板的接缝不应漏浆；在浇注混凝土前，模板应浇水湿润，但模板内不应有积水。

2) 模板与混凝土的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的隔离剂。

3) 浇筑混凝土前，模板内的杂物应清理干净。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

(2) 对跨度不小于 4m 的现浇钢筋混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱；当设计无具体要求时，起拱高度宜为跨度的 $1/1000 \sim 3/1000$ 。

检查数量：在同一检验批内，对梁应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对板应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且不少于 3 面。

检验方法：水准仪或拉线、钢尺检查。

(3) 固定在模板上的预埋件、预留孔和预留洞均不得遗漏，且应安装牢固，其偏差应符合表 2.6.2-1 的规定。

允许偏差表

表 2.6.2-1

项目		允许偏差 (mm)	项目		允许偏差 (mm)
预埋钢板中心线位置		3	预埋螺栓	中心线位置	2
预埋管、预留孔中心线位置		3		外露长度	+10, 0
插筋	中心线位置	5	预留洞	中心线位置	10
	外露长度	+10, 0		尺寸	+10, 0

注：检查中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

检验方法：钢尺检查。

(4) 现浇结构模板安装的偏差应符合表 2.6.2-2 的规定。

允许偏差及检验方法表

表 2.6.2-2

项目		允许偏差(mm)	检验方法
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, +5	钢尺检查
	柱、墙、梁	+2, -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

注：检查中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和基础，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

允许偏差及检验方法见表 2.6.2-2。

2.7 应注意的质量问题

在施工过程中，为保证模板的施工质量，在模板安装前，先检查模板的质量，不符质量标准的不得投入使用。

2.7.1 梁、板模板易产生的问题

梁、板底不平、下挠，梁侧模不平直，梁上下口涨模。

预防措施：梁、板底模板的龙骨、支柱的截面尺寸及间距应通过设计计算决定，使模板的支撑系统有足够的强度和刚度。施工过程中应认真执行设计要求，防止混凝土浇注时模板变形。

模板支柱应立在垫有通长木板的坚实地面上，防止支柱下沉，使梁、板产生下挠。梁、板模板应按设计或规范要求起拱。

2.7.2 柱子模板易产生的问题

(1) 涨模、断面尺寸不准确

预防措施：根据柱高和断面尺寸设计柱箍自身的截面尺寸和间距以及大断面柱子所使用的穿墙螺栓等，以保证柱模的强度。刚度足以抵抗混凝土的侧压力。施工过程中应按设计要求作业。

(2) 柱身扭向

预防措施：支模前先校正主筋，使其首先不扭向。安装斜撑（或拉筋）吊线找垂直时，相邻两片柱模从上端每面吊两点，使线坠到地面，线坠所示的两点到柱位置线的距离相等，即柱模不扭向。

(3) 轴线位移、一排柱不在同一直线上

预防措施：成排的柱子，支模前要在地面上弹出柱轴线及轴边通线，然后分别弹出每柱的另一方向轴线，再确定柱的另两条边线。支模时，先立两端柱模，校正垂直与位置无误后，柱模顶拉通线，再支中间各柱模。柱距不大时，通排支设水平拉杆及剪刀撑，柱距较大时，每柱四面设立支撑，保证每柱垂直和位置正确。

2.7.3 墙体模板易产生的问题

(1) 墙体厚度不一、平整度差

预防措施：模板设计应有足够的强度和刚度，龙骨的尺寸和间距、穿墙螺栓间距、墙体的支撑方法等在施工过程中要严格按照设计的要求实施。

(2) 墙体烂根，模板接缝处跑浆

预防措施：模板根部用砂浆找平塞严，模板间连接牢固可靠。

(3) 门窗洞口混凝土变形

预防措施：将门窗洞口模板与墙体模板或墙体钢筋连接牢固，加强门窗洞口内的支撑。

2.8 成品保护

(1) 保持大模板本身的整洁及配套设备零件的齐全，吊运时防止碰撞墙体，堆放合理，保持板面不变形。

(2) 大模板吊运就位时要平稳、准确，不得碰撞楼板及其他已施工完毕的部位，不得兜挂钢筋。用撬棍调整大模板时，要注意保护模板下面的砂浆找平层。

(3) 预组拼的模板要有存放场地，场地要平整夯实。模板平放要用木方垫架；立放时要搭设分类模板架，模板落地处要垫木方，保证模板不扭曲、不变形。不得乱堆乱放或在组拼的模板上堆放分散模板和配件。

(4) 工作面已安装完毕的墙、柱模板，不准在吊运模板时碰撞，不准在预组拼模板就位前作为临时倚靠，防止模板变形或产生垂直偏差。工作面已完成的平面模板不得作为临时堆料和作业平台，以保证支架的稳定，防止平面模板标高和平整度产生偏差。

- (5) 拆除模板时要按程序进行，禁止用大锤敲击，防止混凝土墙面及门窗洞口等出现裂纹。
- (6) 模板与墙面粘结时，禁止用塔吊吊拉模板，防止将墙面拉裂。
- (7) 冬期施工时，大模板背面的保温措施应保持完好。
- (8) 冬期施工防止混凝土受冻，当混凝土达到规范规定的拆模强度后方可拆模，否则会影响混凝土质量。

2.9 安全环保措施

- (1) 支模过程中应遵守安全操作规程，如遇途中停歇，应将就位的支顶、模板联结稳固，不得空架浮搁。拆模间歇时应将松开的部件和模板运走，防止坠下伤人。
- (2) 模板支设、拆除过程中要严格按照设计要求的步骤进行，全面检查支撑系统的稳定性。
- (3) 拆楼层外边模板时，应有防高空坠落及防止模板向外倒跌的措施。
- (4) 模板所用的脱模剂在施工现场不得乱扔，以防止影响环境质量。
- (5) 模板放置时应满足自稳角要求，两块大模板应采取板面相对的存放方法。
- (6) 施工楼层上不得长时间存放模板，当模板临时在施工楼层存放时，必须有可靠的防倾倒措施，禁止沿外墙周边存放在外挂架上。
- (7) 模板起吊前，应检查吊装用绳索、卡具及每块模板上的吊钩是否完整有效，并应拆除一切临时支撑，检查无误后方可起吊。
- (8) 在模板拆装区域周围，应设置围栏，并挂明显的标志牌，禁止非作业人员入内。
- (9) 拆模起吊前，应检查对拉螺栓是否拆净，在确无遗漏并保证模板与墙体完全脱离后方可起吊。
- (10) 模板安装就位后，要采取防止触电的保护措施，施工楼层上的漏配电箱必须设漏电保护装置，防止漏电伤人。
- (11) 模板拆除后，在清扫和涂刷隔离剂时，模板要临时固定好，板面相对停放之间，应留出 50~60cm 宽的人行通道、模板上方要用拉杆固定。

3 大模板施工工艺标准

3.1 总则

3.1.1 适用范围

适用于多层和 100mm 以下高层建筑及一般构造物竖向结构采用全钢、钢木或钢竹大模板工艺施工的现浇混凝土工程。

3.1.2 编制参考标准及规范

《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2002)；

《钢结构设计规范》(GB17—88)；

《冷轧薄壁型钢结构技术规范》(GB18—87)；

《建筑工程大模板技术规程》(JGJ74—2003)。

3.2 术语

3.2.1 大模板

相对于小型模板的大型模板的统称。

3.2.2 面板

与新浇筑混凝土直接接触的承力板。

3.2.3 全钢大模板

面板采用钢板同钢骨架焊接而成的大模板。

3.2.4 钢木大模板

以防水木胶合板为面板，同钢骨架连接而成的大模板。

3.2.5 钢竹大模板

以防水竹胶合板为面板，同钢骨架连接而成的大模板。

3.2.6 肋

支撑面板的龙骨。

3.2.7 背楞

增强模板刚度的横梁。

3.2.8 对拉螺栓

连接模板承受新浇混凝土产生侧压力的专用螺栓。

3.2.9 自稳角

大模板停放时，靠自重作用抵抗风荷载保持自身稳定所倾斜的角度。

3.3 施工准备

3.3.1 技术准备

根据工程对混凝土表面质量要求和模板的周转使用次数，选择合理的模板类型；

进行配板设计应遵循下列原则：

- (1) 根据工程结构具体情况，按照经济、均衡、合理的原则划分施工流水段；
- (2) 模板在各流水段的通用性；
- (3) 单块模板配置的对称性；
- (4) 单块大模板的吊装重量必须满足现场起重设备要求。

配板设计应包括以下内容：

- (1) 绘制配板平面布置图；
- (2) 绘制大模板配板设计图、拼装节点图和构、配件的加工详图；
- (3) 绘制节点和特殊部位支模图；
- (4) 编制大模板构、配件明细表；
- (5) 编写施工说明书。

配板设计方法应符合以下规定：

- (1) 大模板的尺寸必须符合 300mm 建筑模数；
- (2) 经计算确定大模板配板设计长度后，应优先选用同规格定型整体标准大模板或组拼大模板；
- (3) 配板设计中不符合模数的尺寸，宜优先选用组拼调节模板的设计方法，尽量减少角模的规格，力求角模定型化；
- (4) 组拼式大模板背楞的布置与排板的方向垂直；
- (5) 当配板设计高度较大采用齐缝排板接高设计方法时，应在拼缝处进行刚度补偿；

(6) 大模板吊环位置设计必须安全可靠，吊环位置的确定应保证大模板起吊时的平衡，宜设置在模板长度的 0.2~0.25L 处；

(7) 外墙、电梯井、楼梯段等位置配板设计高度时应考虑同下层搭接尺寸。

3.3.2 材料准备

(1) 大模板的组成

大模板由面板、钢骨架、角模、斜撑、操作平台挑架、对拉螺栓等配件组成。详见图 3.3.2 大模板组成示意图。

(2) 主要材料规格

主要材料规格表				表 3.3.2		
大模板类型	面板	竖肋	背楞	斜撑	挑架	对拉螺栓
全钢大模板	-6mm 钢板	[8	[10	[8、Φ40	Φ48×.35	M30、T20×6
钢木大模板	15~18 胶合板	80×40×2.5	[10	[8、Φ40	Φ48×3.5	M30、T20×6
钢竹大模板	12~15 胶合板	80×40×2.5	[10	[8、Φ40	Φ48×3.5	M30、T20×6

(3) 大模板的构造要求

- 1) 大模板的外形尺寸、孔眼尺寸应符合 300mm 建筑模数，做到定型化、通用化；
- 2) 大模板的结构应简单、重量轻、坚固耐用、便于加工，面板能满足现浇混凝土成型和表面质量要求；
- 3) 大模板应具有足够的承载力、刚度和稳定性；
- 4) 在正常维护、加强管理的情况下，能多次重复使用；
- 5) 大模板的支撑系统应用调整装置满足施工和安全要求；

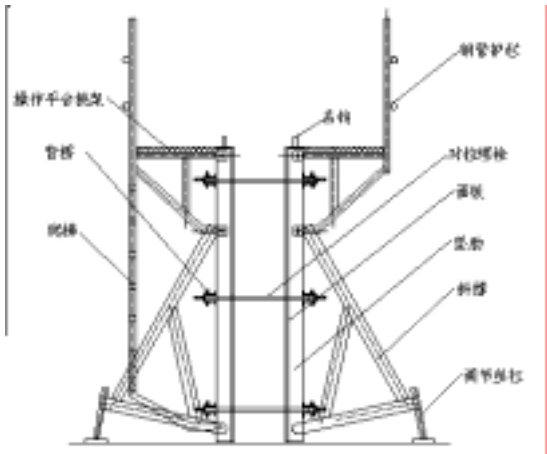


图 3.3.2 大模板组成示意图

- 6) 操作平台可根据施工需要设置，与大模板的连接安全可靠、装拆方便；
- 7) 钢吊环与大模板的连接必须安全可靠，合理确定吊环位置；
- 8) 大模板应配有承受混凝土侧压力、控制墙体厚度的对拉螺栓及其连接件。大模板上的对拉螺栓孔眼应左右对称设置，以满足通用性要求；
- 9) 电梯井筒模必须配套设置专用平台以确保施工安全；
- 10) 大模板背面应设置工具箱，满足对拉螺栓、连接件及工具的放置。

(4) 大模板的产品质量

大模板的产品质量应符合《建筑工程大模板技术规范》制作要求和制作允许偏差。

3.3.3 机具设备

- (1) 塔吊：按最远点大模板起重量选型；
- (2) 混凝土输送泵：按混凝土浇灌速度选型；
- (3) 布料机：按布料半径选型。

3.3.4 作业条件

- (1) 大模板施工前必须制定科学合理的施工方案；
- (2) 大模板安装前必须先抄平和定位放线，以保证工程结构各部分形状、尺寸和预留、预埋位置正确；
- (3) 在满足工期要求的前提下，根据建筑物的工程量、平面尺寸、机械设备条件等组织实施有节奏的均衡流水作业；
- (4) 合模前应检查验收施工层的钢筋质量，做好隐检记录；
- (5) 浇筑混凝土前必须对大模板的安装情况及安全措施进行检查，并办理检查记录；
- (6) 浇筑混凝土时应设专人对大模板的使用情况进行观察，发生意外情况及时处理。

3.4 材料和质量要点

3.4.1 材料的关键要求

- (1) 大模板应具有足够的承载力、刚度和稳定性，大模板所配的对拉螺栓及其配件应能承受混凝土的侧压力并控制墙体厚度。
- (2) 全钢大模板的面板宜选用原平板；钢木或钢竹大模板的面板必须选用双面覆膜的防水胶合板，其割口及孔洞必须作密封处理。
- (3) 大模板的钢骨架及面板材质均为 Q235。
- (4) 吊环材料不得冷弯。

3.4.2 技术关键要求

- (1) 大模板制作、安装前必须绘制配板平面图及周转流水调配图。

(2) 大模板的外型尺寸和孔洞尺寸宜符合建筑模数，做到定型化、通用化。在正常维护、加强管理的情况下，能多次重复使用。

(3) 大模板的结构应简单、重量轻，坚固耐用、便于加工。大模板之间、大模板与角模、斜撑、挑架及其他配件的连接、拆装方便可靠。

3.4.3 质量关键要求

(1) 严格控制大模板的加工质量，使外型尺寸、平整度、平直度和孔洞尺寸符合允许偏差要求。

(2) 大模板安装前应做好定位放线工作，安装时对号入座，安装后保证整体的稳定性，确保施工中不变形、不错位、不涨模。

(3) 大模板就位前应认真清理模板，涂刷隔离剂。

(4) 大模板脱模时不得撬动或锤砸，以保护成品。

3.4.4 职业健康安全关键要求

(1) 大模板上的吊钩加工时应严格检查，安装使用时也要经常检查。吊运大模板必须采用卡环吊钩。

(2) 当风力超过 5 级时，应停止大模板吊运作业。

(3) 大模板停放时必须满足自稳角的要求，两块大模板板面相向放置。施工临时停放时必须有可靠的防倾倒保安全的措施。

3.4.5 环境关键要求

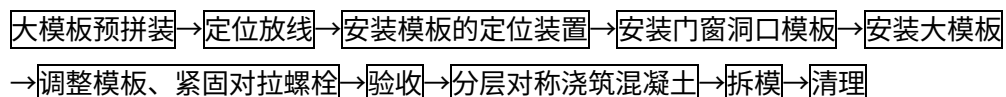
(1) 大模板的堆放场地必须坚实平整，不得堆放在松土、冻土或凹凸不平的场地上。

(2) 大模板堆放应注意码放整齐，拆除无固定支架的大模板时，应设置固定可靠的堆放架。

(3) 大模板板面清理出的碎渣、污垢及时清运出施工现场，保持现场清洁文明。

3.5 施工工艺

3.5.1 大模板施工工艺流程



3.5.2 大模板的施工工艺

(1) 安装前的准备工作

- 1) 大模板安装前应进行技术交底；
- 2) 模板进场后，应依据模板设计要求清点数量，核对型号，清理表面；
- 3) 组拼式大模板在生产厂或现场预拼装，用醒目字体对模板编号，安装时对号入座；

4) 大模板应进行样板间试安装，经验证模板几何尺寸、接缝处理、零部件准确无误后方可正式安装；

5) 大模板安装前必须放出模板内侧线及外侧控制线作为安装基准；

6) 合模前必须将内部处理干净，必要时在模板底部可留置清扫口；

7) 合模前必须通过隐蔽工程验收；

8) 模板就位前应涂刷隔离剂，刷好隔离剂的模板遇雨淋后必须补刷；使用的隔离剂不得影响结构工程及装修工程质量。

(2) 大模板的安装应符合下列规定

1) 大模板安装应符合模板设计要求；

2) 模板安装时按模板编号遵循先内侧、后外侧的原则安装就位；

3) 大模板安装时根部和顶部要有固定措施；

4) 模板支撑必须牢固、稳定，支撑点应设在坚固可靠处，不得与脚手架拉结；

5) 混凝土浇筑前应在模板上作出浇筑高度标记；

6) 模板安装就位后，对缝隙处应采取有效的堵缝措施；

7) 大模板冬期施工应按照《建筑工程冬期施工规程》(JGJ104—97) 的规定执行。

3.6 大模板安装质量标准

3.6.1 主控项目

(1) 大模板安装必须保证轴线和截面尺寸准确，垂直度和平整度符合规定要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：量测。

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

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

3.6.2 一般项目

(1) 模板的拼缝要平整，堵缝措施要整齐牢固，不得漏浆。模板与混凝土的接触应清理干净，隔离剂涂刷均匀。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

(2) 大模板安装和预埋件、预留孔洞允许偏差及检验方法应符合表 3.6.2 的规定。

大模板安装和预埋件、预留孔洞允许偏差及检验方法

表 3.6.2

项目	允许偏差	检查方法
----	------	------

		(mm)	
轴线位置		5	用尺量检查
截面内部尺寸		± 2	用尺量检查
层高 垂直	全高 $\leq 5\text{m}$	3	用托线板检查
	全高 $> 5\text{m}$	5	
相邻模板板面高低差		2	用直尺和尺量检查
平直度		5	上口通长拉直线用尺量检查,下口按模板就位线为基准检查
平整度		3	2mm 靠尺检查
预埋钢板中心线位置		3	拉线和尺量检查
预埋 螺栓	中心线位置	10	拉线和尺量检查
	外露位置	+10 0	尺量检查
预留洞	中心线位置	10	拉线和尺量检查
	截面内部尺寸	+10 0	尺量检查
电梯井	井筒长、宽对定位中心线	+25 0	拉线和尺量检查
	井筒全高垂直度	$H/1000$ 且 ≤ 30	吊线和尺量检查

3.7 成品保护

3.7.1

模板拆除应在混凝土强度能保证其表面及棱角不因拆模而受损时进行。

3.7.2

在任何情况下,操作人员不得站在墙顶采用晃动、撬动模板或用大锤砸模板的方法拆除模板,以保护成品。

3.7.3

拆除模板时应先拆除模板之间的对拉螺栓及连接件,松动斜撑调节丝杠,使模板后倾与墙体脱开,在检查确认无误后方可起吊大模板。

3.7.4

当混凝土已达到拆除强度而不能及时拆模时,为防止混凝土粘模,可在未拆模之前先将对拉螺栓松开。

3.7.5

混凝土结构拆模后应及时采取养护措施。冬期施工阶段除混凝土结构采取防冻措施外，大模板应采取相应的保温措施。

3.7.6

大模板及配件拆除后，应及时清理干净，对变形及损坏的部位及时进行维修，对斜撑丝杠、对拉螺栓丝扣应抹油保护。

3.8 安全环保措施

3.8.1

大模板施工应执行国家和地方政府制定的相关安全和环保措施。

3.8.2

模板起吊要平稳，不得偏斜和大幅度摆动，操作人员必须站在安全可靠处，严禁人员随同大模板一同起吊。

3.8.3

吊运大模板必须采用卡环吊钩，当风力超过 5 级时应停止吊运作业。

3.8.4

拆除模板时，在模板与墙体脱离后，经检查确认无误方可起吊大模板。

3.8.5

拆除无固定支架的大模板时，应对模板采取临时固定措施。

3.8.6

模板现场堆放区应在起重机的有效工作范围之内，堆放场地必须坚实平整，不得堆放在松土、冻土或凹凸不平的场地上。

3.8.7

大模板停放时，必须满足自稳角的要求，对自稳角不足的模板，必须另外拉结固定；没有支撑架的大模板应存放在专用的插放支架上，叠层平放时，叠放高度不应超过 2m（10 层），底部及层间应加垫木，且上下对齐。

3.8.8

模板在地面临时周转停放时，两块大模板应板面相向放置，中间留置操作间距；当长时间停放时，应将模板连接成整体；

3.8.9

大模板不得长时间停放在施工楼层上，当大模板在施工楼层上临时周转停放时，必须有可靠的防倾倒保证安全的措施；

3.8.10

大模板运输根据模板的长度、重量选用的车辆；大模板在运输车辆上的支点、伸出的长度及绑扎方法均应保证其不发生变形，不损伤涂层；

3.8.11

运输模板附件时，应注意码放整齐，避免相互发生碰撞；保证模板附件的重要连接部位不受破坏，确保产品质量，小型模板附件应装箱、装袋或捆扎运输。

4 高层建筑滑升模板施工工艺标准

4.1 总则

4.1.1 适用范围

(1) 适用于采用滑升模板工艺施工的高层建筑钢筋混凝土结构工程。包括：墙板结构、筒体结构、框架结构。

(2) 不适用于高耸构筑物及其他非房屋建筑。

4.1.2 编制参考标准及规范

《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)；

《液压滑动模板施工技术规范》(GB113—87)；

《液压滑动模板施工安全技术规程》(JGJ65—89)；

国家和当地政府有关安全、防火、劳动保护等现行有关标准规程和质量标准。

4.2 术语

4.2.1 滑动模板施工

以液压千斤顶为提升机具，带动模板沿着混凝土表面滑动而成型的现浇混凝土结构施工方法，简称滑模施工。

4.2.2 提升架

是滑模装置的主要受力构件，用以固定千斤顶、围圈和保持模板的几何形状，并直接承受模板、围圈和操作平台的全部垂直荷载和混凝土对模板的侧压力。

4.2.3 承杆

穿心式千斤顶运动的轨道，承受滑模全部施工荷载，其承载能力、直径、材质均应与千斤顶相适应。

4.2.4 滑动模板

高层建筑采用模板与围圈合一的定型大模板，模板连接成箱形模体，用以保证结构截面尺寸几何形状。

4.2.5 空滑

滑模时模板内只存有少量混凝土或无混凝土状态称为空滑。

4.2.6 纠偏

模板滑升过程中产生的偏差，除采取的防偏措施能消除一部分外，可通过自身调节装置或外力作用进行纠正的做法。

4.3 施工准备

4.3.1 技术准备

(1) 滑模施工应根据工程结构特点及滑模工艺的要求提出对工程设计的局部修改意见，确定不宜滑模施工部位的处理方法以及划分滑模作业的区段等。

(2) 滑模施工必须根据工程结构的特点及现场的施工条件编制施工组织设计，并应包括下列主要内容：

- 1) 施工总平面布置（含操作平台平面布置）；
- 2) 滑模施工技术设计；
- 3) 施工程序和施工进度安排；
- 4) 施工安全技术质量保证体系及其检查措施；
- 5) 现场施工管理机构、劳动组织及人员培训；
- 6) 材料、半成品、预埋件、机具和设备供应计划等；
- 7) 特殊部位滑模施工措施；
- 8) 季节性滑模施工措施。

(3) 施工总平面布置应符合下列要求：

- 1) 施工总平面布置应满足施工工艺要求，减少施工用地和缩短地面水平运输距离；
- 2) 在所施工建筑物的周围应设立危险警戒区，警戒线至建筑物边缘的距离不应小于其高度的 $1/10$ ，且不应小于 10m，不能满足要求时，应采取安全防护措施；
- 3) 临时建筑物及材料堆放场地等均应设在警戒区以外，当需要在警戒区内堆放材料时，必须采取安全防护措施。经过警戒区的人行道或运输通道均应搭设安全防护棚；
- 4) 材料堆放场地应靠近垂直运输机械，堆放数量应满足施工速度的需要；
- 5) 根据现场施工条件确定混凝土供应方式，当设置自备搅拌站时宜靠近施工工程，混凝土的供应量必须满足连续浇灌的需要；
- 6) 供水、供电应满足滑模连续施工的要求。施工工期较长，且有断电可能时，应有双路供电或配自备电源。操作平台的供水系统，当水压不够时，应设加压水泵；

7) 应设置测量施工工程垂直度和标高的观测站。

(4) 滑模装置的组成应包括下列系统：

- 1) 模板系统包括模板、围圈、提升架及截面和倾斜度调节装置等。
- 2) 操作平台系统包括操作平台、料台、吊脚手架、滑升垂直运输设施的支承结构等。
- 3) 液压提升系统包括液压控制台、油路、调平控制器、千斤顶、支承杆。
- 4) 施工精度控制系统包括千斤顶同步、建筑物轴线和垂直度等的观测与控制设施等。
- 5) 水电配套系统包括动力、照明、信号、广播、通讯、电视监控以及水泵、管路设施等。
- 6) 滑模装置剖面示意图详见图 4.3.1。

(5) 滑模装置设计应包括下列内容：

- 1) 绘制滑模初滑结构平面图及中间结构变化平面图。
- 2) 确定模板、围圈、提升架及操作平台的布置，进行各类部件和节点设计，提出规格和数量。
- 3) 确定液压千斤顶、油路及液压控制台的布置，提出规格和数量。
- 4) 确定施工精度控制措施，提出设备仪器的规格和数量。
- 5) 进行特殊部位处理及特殊设施（包括与沿模装置相关的垂直和水平运输装置等）布置和设计。

6) 绘制滑模装置的组装图，提出材料、设备、构件一览表。

(6) 滑模装置设计荷载包括下列各项，并按附录 4—1 取值：

- 1) 模板系统，操作平台系统自重；
- 2) 操作平台的施工荷载，包括操作平台上的机械设备及特殊设施等的自重、操作平台上施工人员、工具和堆放材料等；
- 3) 混凝土卸料时对操作平台的冲击力，以及向模板内倾倒混凝土时对模板的冲击力；
- 4) 混凝土对模板的侧压力；
- 5) 模板滑动时混凝土与模板之间的摩阻力；
- 6) 对于高层建筑应考虑风荷载。

(7) 液压提升系统的布置应使千斤顶受力均衡，所需千斤顶和支承杆的数量可按下式确定：

$$D_{\min} = N / P \quad (4.3.1)$$

式中 N ——总垂直荷载 (kN)；

P ——单个千斤顶或支承杆的允许承载力 (kN)；支承杆的允许承载力应按附录 4—2 确定；千斤顶的允许承载力为千斤顶额定提升能力的 1/2，两者取其较小者。

序	构件名称	备注
1	提升架	
2	限位卡	
3	千斤顶	

4	针型阀	
5	支架	
6	台梁	
7	台梁连接板	
8	Φ8 油管	
9	工具式支撑杆	
10	插板	
11	外模板	
12	支腿	
13	内模板	
14	围柁	
15	边框卡铁	
16	伸缩调节丝杠	
17	槽钢夹板	
18	下围柁	仅用于有桁架处
19	支架连接管	
20	纠偏装置	
21	安全网	满挂、兜底
22	外挑架	
23	外挑平台	50mm 厚木板
24	吊杆连接管	
25	吊杆	
26	吊平台	50mm 厚木板
27	活动平台边框	钢管及 18mm 厚竹胶板
28	杵架斜杆、立杆、对拉螺栓	
29	钢管水平杵架	
30	围圈卡铁	

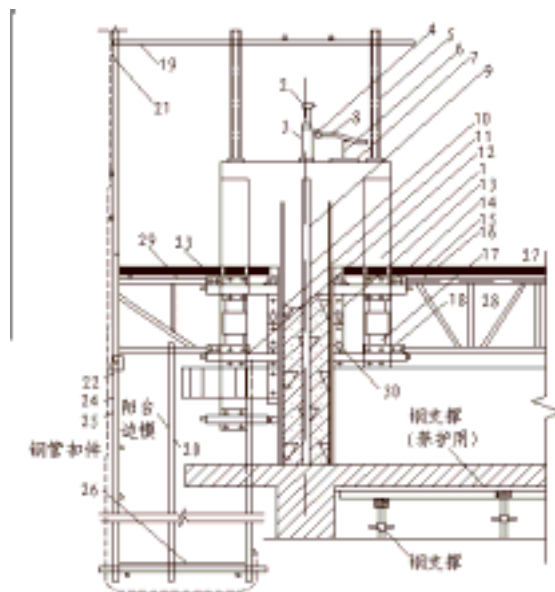


图 4.3.1 滑模装置剖面示意图

4.3.2 材料要求

- (1) 模板：应具有通用性、耐磨性、拼缝紧密、装拆方便和足够的刚度。并符合下列规定；
- 1) 平模板宜采用模板和围圈合一的组合大钢模板。模板高度：内墙模板 900mm，外墙模板 1200mm，标准模板宽度以 900~2400mm。
 - 2) 异型模板、弧形模板、调节模板等应根据结构截面形状和施工要求设计制作。
 - 3) 模板材料规格，见表 4.3.2-1。

模板材料规格

表 4.3.2-1

部位	材料名称	规格	备注
面板	钢板	4mm~6mm 厚	
边框	钢板或扁钢	6×80 或 8×80	
水平加强肋	槽钢	[8	同提升架连接
竖肋	扁钢或钢板	4×60 或 6×60	

4) 模板制作必须板面平整、无卷边、翘曲、孔洞、毛刺等，阴阳角模的单面倾斜度应符合设计要求。

(2) 提升架宜设计成适用于多种结构施工的类型。对于结构的特殊部位，可设计专用的提升架。提升架设计时，应按实际的垂直和水平荷载验算，必须有足够的刚度，其构造应符合下列规定：

- 1) 提升架可采用单横梁“Π”形架、双横梁的“开”形架或单立柱的“Γ”形架，横梁与立柱必须刚性连接，两者的轴线应在同一平面内，在使用荷载作用下，立柱下端的侧向变形应不大于 2mm。

- 2) 模板上口至提升架横梁底部的净高度, 对于 $\Phi 25$ 支承杆宜为 400~500mm, 对于 $\Phi 48 \times 3.5$ 支承杆宜为 500~900mm。
 - 3) 提升架立柱上应设有调整内外模板间距和倾斜度的可调支腿。
 - 4) 当采用工具式支承杆设在结构体外时, 提升架横梁相应加长, 支承杆中心线距模板距离应大于 50mm。
- (3) 围圈将提升架连成整体, 并同操作平台根架相连。围圈的构造应符合下列规定:
- 1) 围圈截面尺寸应根据计算确定, 上、下围圈的间距一般为 450~750mm, 上围圈距模板上口的距离不宜大于 250mm。
 - 2) 当提升架间距大于 2.5m 或操作平台的承重骨架直接支承在围圈上时, 围圈宜设计成桁架式。
 - 3) 围圈在转角处应设计成刚性节点。
 - 4) 固定式围圈接头应用等刚度型钢连接, 连接螺栓每边不得少于 2 个。
- (4) 操作平台应按所施工工程的结构类型和受力确定, 其构造应符合下列规定:
- 1) 操作平台由报架、三角架及铺板等主要构件组成, 与提升架或围圈应连成整体。
 - 2) 外挑平台的外挑宽度不宜大于 900mm, 并应在其外侧设安全防护栏杆。
 - 3) 吊脚手板时, 钢吊架宜采用 $\Phi 48 \times 3.5$ 钢管, 吊杆下端的连接螺栓必须采用双螺帽。吊脚手架的两侧必须设安全防护栏杆, 并应满挂安全网。
- (5) 支承杆的直径、规格应与所使用的千斤顶相适应, 对支承杆的加工、接长、加固应作专项设计, 确保支承体系的稳定。
- 当采用钢管做支承杆时应符合下列规定:
- 1) 支承杆直为 $\Phi 48 \times 3.5$ 焊接钢管, 管径允许偏差为 -0.2~0.5mm。
 - 2) 采用焊接方法接长钢管支承杆时, 钢管上端平头, 下端倒角 $2 \times 45^\circ$, 接头处进入千斤顶前, 先点焊三点以上并磨平焊点, 通过千斤顶后进行围焊, 接头处加焊衬管, 衬管长度应大于 200mm。
 - 3) 采用工具式支承杆时, 钢管两端分别焊接螺母和螺栓, 螺纹宜为 M35, 螺纹长度不宜小于 40mm, 螺栓和螺母应与钢管同心。
 - 4) 工具式支承杆必须调直, 其平直度偏差不应大于 $1/1000$ 。
 - 5) 工具式支承杆长度宜为 3m, 第一次安装时可配合采用 6m、4.5m、1.5m 长的支承杆, 使接头错开。当建筑物每层净高小于 3m 时, 支承杆长度应小于净高尺寸。
 - 6) 当支承杆设置在结构体外时, 一般采用工具式支承杆, 支承杆的制备数量应能满足 5~6 个楼层高度的需要。必须在支承杆穿过楼板的位置用扣件卡紧, 使支承杆的荷载通过传力钢板、传力槽钢传递到各层楼板上。
- (6) 滑模装置各种构件的制作应符合有关的钢结构制作规定, 其允许偏差应符合表 4.3.2-2 的规定。

滑模装置构件制作允许偏差 表 4.3.2-2

名 称	内 容	允许偏差 (mm)
钢模板	高度	± 1

	宽度	-0.7~0
	表面平整度	±1
	侧面平直度	±1
	连接孔位置	±0.5
围 圈	长度	-5
	弯曲长度≤3m	±2
	>3m	±4
	连接孔位置	±0.5
提升架	高度	±3
	宽度	±3
	围圈支托位置	±2
	连接孔位置	±0.5
支承杆	弯曲	小于(1/1000)L
	直径 Φ48×3.5	-0.2~+0.5
	圆度公差	-0.25~+0.25
	对接焊缝凸出母材	<+0.25

注：L 为支承杆加工长度。

4.3.3 主要机具（表 4.3.3）

主要机具名称及规格数量表 表 4.3.3

机具设备名称	规 格 数 量
塔吊	按臂杆长度、起重高度、垂直运输量选型。1~2 台
混凝土输送泵	按浇灌速度、滑升速度计算确定，滑升速度宜为 140~200mm/h
混凝土罐车	按浇灌速度及往返时间确定台次/h
混凝土布料机	按回转半径选型
外用电梯	按建筑高度、垂直运输选型，1~2 台
千斤顶	按 4.3.1 公式计算确定
液压控制台	其流量按千斤顶数量、排油量及一次给油时间确定
激光经纬仪	1~2 台
激光扫描仪	1 台

4.3.4 作业条件

- （1）按总平面布置的临时设施、道路、场地达到滑模安装。施工要求。
- （2）进行滑模安装、施工前的技术交底、安全交底、人员培训工作，组织各类人员循序进场。
- （3）作业层楼地面抄平，模板、提升架安装底标高进行必要的水泥砂浆抹灰找平。

- (4) 投放结构轴线、截面边线、模板定位线、提升架中心线、门窗洞口线等。
- (5) 绑扎 900mm 模板高度范围的钢筋。
- (6) 搭设必要的脚手架。
- (7) 组织滑模装置构件、安装紧固件、配套材料、机具进场验收。
- (8) 供水供电应满足滑模连续施工的要求。
- (9) 混凝土的搅拌、运输、垂直运输和布料设备应满足混凝土连续浇灌和滑升的要求。

4.4 材料和质量要点

4.4.1 材料的关键要求

- (1) 模板能满足沿着结构混凝土表面滑动而成型现浇混凝土的要求。
- (2) 模板和滑模装置依靠千斤顶，能满足不断向上同步整体滑升。
- (3) 千斤顶的工作荷载必须小于额定起重能力的二分之一。
- (4) 支承杆具有足够的支承能力，不得失稳。
- (5) 模板和滑模装置所采用的钢材，其材质为 Q235。

4.4.2 技术关键要求

- (1) 模板在运动状态下，连续浇筑混凝土，使成型的结构体符合设计要求。
- (2) 脱模的混凝土应具有一定强度，不致塌陷。其强度能正常地继续增长。不仅能承受结构自重，且能稳固支承杆。
- (3) 滑模装置设计必须满足滑模施工特点的操作要求。
- (4) 滑模施工必须编制详细的施工组织设计。

4.4.3 质量关键要求

- (1) 滑模装置的制作、安装质量必须符合允许偏差的要求。
- (2) 滑模施工时，混凝土必须分层浇筑、分层振捣，浇筑入模的混凝土不能与模板粘结，混凝土脱模强度必须满足 0.2~0.4MP 要求，以保证模板顺利的提升。
- (3) 在模板运行中，必须保证钢筋绑扎、预留洞口，水电管等其他工序紧密配合，同步施工，且保证其质量符合标准要求。
- (4) 滑模施工是“三分技术、七分管理”，必须有条不紊地做好各项管理工作。
- (5) 坚持“防偏为主，纠偏为辅”的方针，当出现偏差，首先要找出并消除偏差因素，并进行合理的纠偏。

4.4.4 职业健康安全关键要求

经常检查滑模装置的各项安全设施，特别是安全网、栏杆、挑架、吊架、脚手板及安全关键部位的紧固螺栓等。

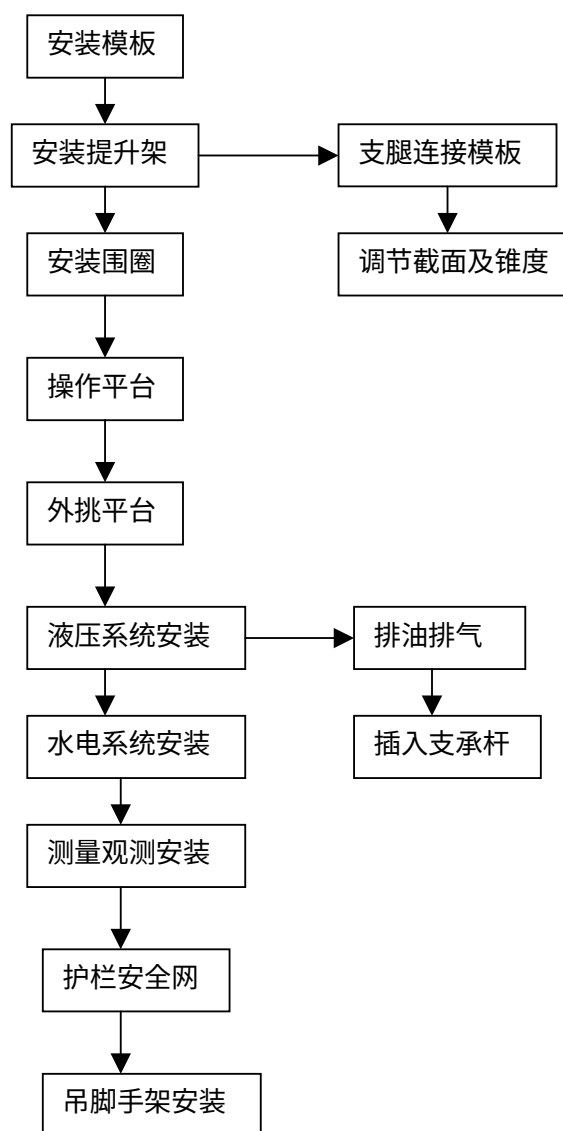
检查施工的各种洞口防护，检查电器、机械设备、照明等安全用电的措施。

4.4.5 环境关键要求

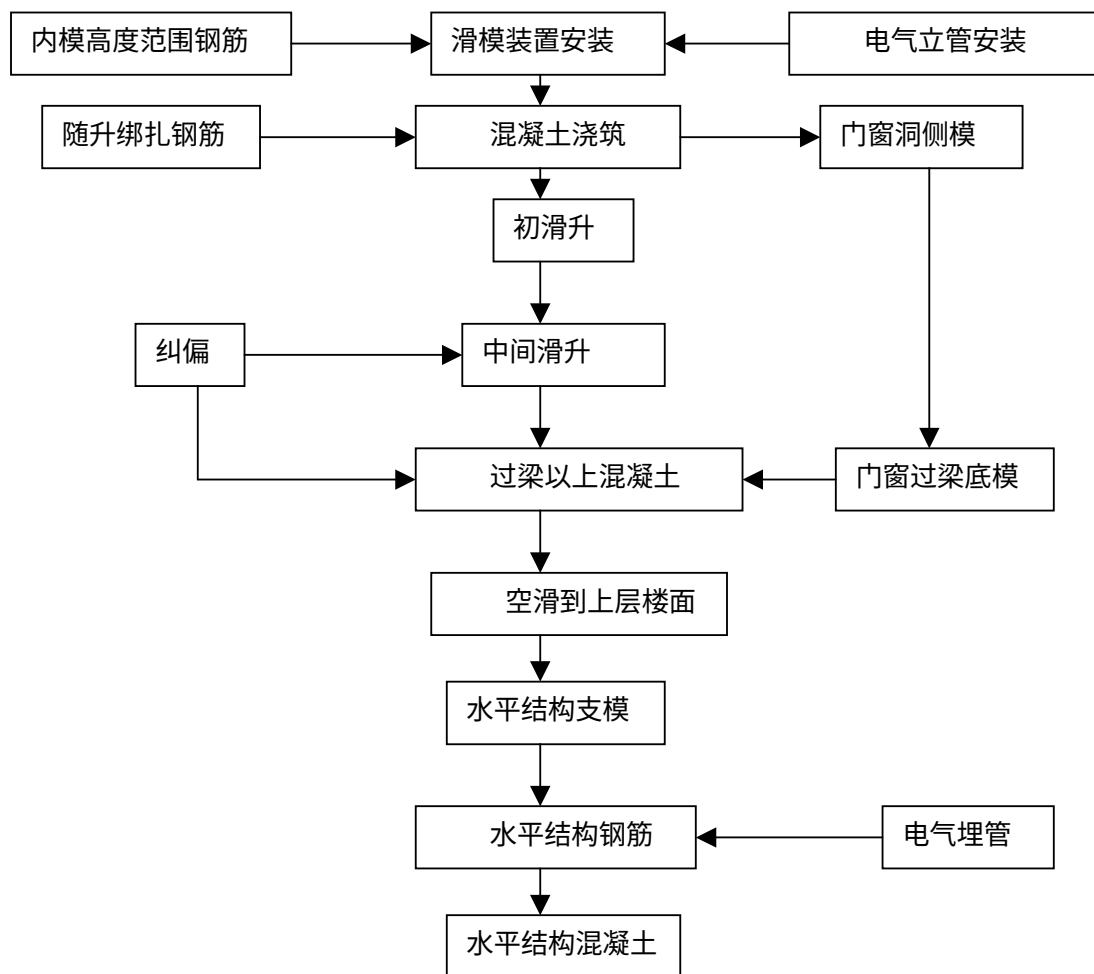
混凝土施工时，采用低噪声环保型振捣器，降低城市噪声污染。

4.5 施工工艺

4.5.1 滑模装置安装工艺流程



4.5.2 滑模施工工艺流程



4.5.3 滑模装置安装

- (1) 安装模板，宜由内向外扩展，逐间组装，逐间定位。
- (2) 安装提升架，所有提升架的标高应满足操作平台水平度的要求。
- (3) 安装提升架活动支腿并同模板连接，调节模板截面尺寸和单面倾斜度，模板应上口小，下口大，单面倾斜度宜为模板高度的 0.1%~0.3%。
- (4) 安装内外围圈及围圈节点连接件。
- (5) 安装操作平台的桁架、支承和平台铺板。
- (6) 安装外操作平台的挑架、铺板和安全栏杆等。
- (7) 安装液压提升系统及水、电、通讯、信号、精度控制和观测装置，并分别进行编号、检查和试验。

- (8) 在液压系统排油、排气试验合格后，插入支承杆。
- (9) 安装内外吊脚手架及安全网：当在地面或楼面上组装滑模装置时，应待模板滑至适当高度后，再安装内外吊脚手架，挂安全网。

4.5.4 钢筋绑扎

- (1) 横向钢筋的长度一般不宜大于 7m，当要求加长时，应适当增加操作平台宽度。
- (2) 竖向钢筋的直径小于或等于 12mm 时，其长度不宜大于 8m。
- (3) 钢筋绑扎时，应保证钢筋位置准确，并应符合下列要求。
- 1) 每一浇筑层混凝土浇注完后，在混凝土表面以上至少应有一道绑扎好的横向钢筋。
 - 2) 竖向钢筋绑扎后，其上端应用限位支架等临时固定。
 - 3) 双层钢筋的墙，其立筋应成对并立排列，钢筋网片间应有拉结筋或用焊接钢筋骨架定位。
 - 4) 门窗等洞口上下两侧横向钢筋端头应绑扎平直、整齐。有足够钢筋保护层，下口钢筋宜与竖钢筋焊接。
 - 5) 钢筋弯钩均应背向模板面。
 - 6) 必须有保证钢筋保护层厚度的措施。
 - 7) 当滑模施工结构有预应力钢筋时，对预应力筋的留孔位置应有相应的成型固定措施。
 - 8) 墙体顶部的钢筋如挂有砂浆，在滑升前应及时清除掉。

4.5.5 混凝土浇筑

- (1) 用于滑模施工的混凝土，应事先做好混凝土配合比的试配工作，其性能除满足设计规定的强度、抗渗性、耐久性以及施工季节等要求外，尚应满足下列规定：
- 1) 混凝土早期强度的增长速度，必须满足模板滑升速度的要求。
 - 2) 混凝土坍落度宜符合表 4.5.5 的规定。

混凝土坍落度表

表 4.5.5

结 构 类 型	坍 落 度 (mm)	
	非泵送混凝土	泵送混凝土
墙板、梁、柱	50~70	100~160
配筋密集的结构	60~90	120~180
配筋特密结构	90~120	140~200

- 3) 在混凝土中掺入的外加剂或掺合料，其品种和掺量应通过试验确定。
 - 4) 高强度等级混凝土（可用 C60），尚应满足流动性、包裹性、可泵送性和可滑性等要求。并使入模后的混凝土凝结速度与模板滑升速度相适应。
- (2) 混凝土的浇筑应满足下列规定：
- 1) 必须分层均匀对称交圈浇筑，每一浇筑层的混凝土表面应在一个水平面上，并应有计划均匀的更改浇筑方向。

2) 模板高度范围内的混凝土浇筑厚度不应大于 300mm, 正常滑升时混凝土的浇筑高度不应大于 200mm。

3) 各层混凝土浇筑的间隔时间不得大于混凝土的凝结时间, 当间隔时间超过规定, 接茬处应按施工缝的要求处理。

4) 在气温高的季节, 宜先浇筑内墙, 后浇筑阳光直射的外墙; 先浇筑墙角、墙垛及门窗洞口两侧, 后浇筑直墙; 先浇筑较厚的墙, 后浇筑较薄的墙。

5) 预留孔洞、门窗口、烟道口、变形缝及通风管道等两侧的混凝土应对称均衡浇筑。

(3) 混凝土的振捣应符合下列要求:

1) 振捣混凝土时振捣器不得直接接触及支承杆、钢筋或模板。

2) 振捣器插入前一层混凝土内深度不应超过 50mm。

(4) 混凝土的养护应符合下列规定:

1) 混凝土出模后应及时进行修整, 必须及时进行养护。

2) 养护期间, 应保持混凝土表面湿润, 除冬施外, 养护时间不少于 7d。

3) 养护方法宜选用连续喷雾养护或喷涂养护液。

4.5.6 液压滑升

(1) 初滑时模板内浇筑的混凝土至 500~700mm 高度后, 第一层混凝土强度达到 0.2MPa, 应进行 1~2 个千斤顶行程的提升, 并对滑模装置和混凝土凝结状态进行检查, 确定正常后, 方可转为正常滑升。

(2) 正常滑升过程中, 两次提升的时间间隔不宜超过 0.5h。

(3) 提升过程中, 应使所有的千斤顶充分的进油、排油。提升过程中, 如出现油压增至正常滑升工作压力值的 1.2 倍, 尚不能使全部千斤顶升起时, 应停止提升操作, 立即检查原因, 及时进行处理。

(4) 在正常滑升过程中, 操作平台应保持基本水平。每滑升 200~400mm, 应对各千斤顶进行一次调平(如采用限位调平卡等), 特殊结构或特殊部位应按施工组织设计的相应要求实施。各千斤顶的相对高差不得大于 40mm。相邻两个提升架上千斤顶升差不得超过 20mm。

(5) 在滑升过程中, 应检查和记录结构垂直度、水平度、扭转及结构截面尺寸等偏差数据, 及时进行纠偏、纠扭工作。在纠正结构垂直度偏差时, 应徐缓进行, 避免出现硬弯。

(6) 在滑升过程中, 应随时检查操作平台结构, 支承杆的工作状态及混凝土的凝结状态, 如发现异常, 应及时分析原因并采取有效的处理措施。

(7) 因施工需要或其他原因不能连续滑升时, 应有准备采取下列停滑措施。

1) 混凝土应浇筑至同一标高。

2) 模板每隔一定时间提升 1~2 个千斤顶行程, 直至模板与混凝土不再粘结为止。对滑空部位的支承杆, 应采取适当的加固措施。

3) 继续施工时, 应对模板与液压系统进行检查。

4.5.7 水平结构施工

(1) 滑模工程水平结构的施工，宜采取在竖向结构完成到一定高度后，采取逐层空滑支模施工现浇楼板。

(2) 按整体结构设计的横向结构，当采用后期施工时，应保证施工过程中的结构稳定和满足设计要求。

- (3) 墙板结构采用逐层空滑现浇楼板工艺施工时应满足下列规定：
- 1) 当墙板模板空滑时，其外周模板与墙体接触部分的高度不得小于 200mm。
 - 2) 楼板混凝土强度达到 1.2MP_a 方能进行下道工序，支设楼板的模板时，不应损害下层楼板混凝土。
 - 3) 楼板模板支柱的拆除时间，除应满足《混凝土结构工程施工质量验收规范》的要求外，还应保证楼板的结构强度满足承受上部施工荷载的要求。

4.6 质量标准

4.6.1 主控项目

(1) 模板及滑模装置必须有足够的强度、刚度和稳定性，液压滑升系统有足够的承载能力和起重能力。

检查数量：全数检查。

检验方法：查看设计文件。

(2) 模板安装必须形成上口小下口大的锥形，其单面倾斜度符合允许偏差要求。模板截面调节、倾斜度调节有灵活可靠的装置。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

4.6.2 一般项目

(1) 滑模装置安装允许偏差（表 4.6.2—1）

滑模装置组装的允许偏差

表 4.6.2—1

内 容		允许偏差（mm）
模板结构轴线与相应结构轴线位置		3
围圈位置偏差	水平方向	3
	垂直方向	3
提升架的垂直偏差	平面内	3
	平面外	2
安放千斤顶的提升架横梁相对标高偏差		5
考虑倾斜度后模板尺寸偏差	上 口	-1
	下 口	+2

千斤顶位置安装的偏差	提升架平面内	5
	提升架平面外	5
圈模直径、方模边长的偏差		-2~+3
相邻两块模板平面平整偏差		1.5
支承杆垂直偏差		2/1000

(2) 滑模施工工程混凝土结构允许偏差 (表 4.6.2-2)

滑模施工工程混凝土结构的允许偏差

表 4.6.2-2

项 目			允许偏差 (mm)
轴线间的相对位移			5
标高	每层	高 层	±5
		多 层	±10
	全高		±30
垂直度	每层	层高≤5m	5
		层高>5m	层高的 0.1%
	全高	高度<10m	10
		高度≥10m	高度的 0.1%，不得>30
墙、柱、梁截面尺寸偏差			+8， -5
表面平整 (2m 靠尺检 查)	抹灰		8
	不抹灰		4
门窗洞口及预留洞口位置偏差			15
预埋件位置偏差			20

4.7 成品保护

- (1) 模板提升后，应对脱出模板下口的混凝土表面进行检查。
- (2) 情况正常时，混凝土表面有 25~30mm 宽水平方向水印。
- (3) 若有表面拉裂、坍塌等缺陷时，应及时研究处理并作表面修整。
- (4) 若表面有流淌、穿裙子等现象时，应及时采取调整模板锥度等措施。
- (5) 混凝土出模后，必须及时进行养护。养护方法宜选用喷雾养护或喷涂养护液。冬期养护宜选用塑料薄膜保湿和阻燃棉毡保温。

4.8 安全措施

(1) 严格执行国家、地方政府、上级主管部门和本公司有关安全生产的规定和文件。

(2) 进入现场的所有人员必须戴好安全帽，高空作业人员必须系好安全带。

(3) 建筑物外墙边线外 6m 范围内划为危险区，危险区内不得站人或通行。必须的通道和必要作业点要搭设保护棚。

(4) 滑模装置的安全关键部位：安全网、栏杆和滑模装置中的挑架、吊脚手架、跳板、螺栓等必须逐件检查，做好检查记录。

(5) 防护栏杆的安全网必须采用符合安全要求标准的密目安全网，安全网的架设和绑扎必须符合安全要求，建筑物四周设水平安全网，网宽 6m，分设在首层及其上每隔四层建筑物的四周。吊脚手架的安全网应包围在吊脚手跳板下，外挑平台栏杆上设立网，高度 2m 以上。

(6) 洞口防护

1) 楼板洞口：利用楼板钢筋保护。

2) 电梯洞口：在电梯门口搭设钢管护栏。

3) 电梯口：随建筑物上升，紧接着用钢管搭临时栏杆。

4) 操作平台洞口：可搭设临时栏杆或挂设安全网。

(7) 为了确保千斤顶正常工作，应有计划地更换千斤顶，确保正常工作。要更换千斤顶时，不得同时更换相邻的两个，以防止千斤顶超载。千斤顶更换应在滑模停歇期间进行。

(8) 滑模装置的电路、设备均应接零接地，手持电动工具设漏电保护器，平台下照明采用 36V 低压照明，动力电源的配电箱按规定配置。主干线采用钢管穿线，跨越线路采用流体管穿线，平台上不允许乱拉电线。

(9) 滑模平台上设置一定数量的灭火器，施工用水管可代用作消防用水管使用。操作平台上严禁吸烟。

(10) 现场上有明显的防火标志和安全标语牌。

(11) 各类机械操作人员应按机械操作技术规程操作、检查和维修，确保机械安全，吊装索具应按规定经常进行检查，防止吊物伤人，任何机械均不允许非机械操作人员操作。

(12) 滑模装置拆除要严格按拆除方法和拆除顺序进行。在割除支承杆前，提升架必须加临时支护，防止倾倒伤人，支承杆割除后，及时在台上拔除，防止吊运过程中掉下伤人。

(13) 滑模平台上的物料不得集中堆放，一次吊运钢筋数量不得超过平台上的允许承载能力，并应分布均匀。

(14) 拆除的木料、钢管等要捆牢固，防止落体伤人，严禁任何物体从上往下扔。

(15) 要保护好电线，防止轧断，确保台上临时照明和动力线的安全。拆除电气系统时，必须切断电源。

(16) 为防止扰民，振动器宜采用低噪声新型振动棒。

附录 4.1 装置设计荷载标准值

1. 操作平台上的施工荷载标准值

施工人员、工具和备用材料：

设计平台铺板和檩条时 $2.5\text{kN}/\text{m}^2$

设计平台行架时 $2.0\text{kN}/\text{m}^2$

设计围圈及提升架时 $1.5\text{kN}/\text{m}^2$

计算支承杆数量时 $1.5\text{kN}/\text{m}^2$

平台上临时集中存放材料，放置手推车、吊罐、液压操作台、电、气焊设备、随升井架等特殊设备时，应按实际重量计算设计荷载。

脚手架的设计荷载（包括自重和有效荷载）按实际重量计算，且不得低于 $1.8\text{kN}/\text{m}^2$ 。

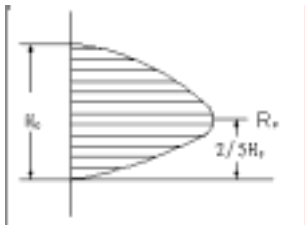
2. 振捣混凝土的侧压力标准值

对于浇筑高度为 80cm 左右的侧压力分布 见附图 4-1，其侧压力合力取 $5.0\sim 6.0\text{kN}/\text{m}$ ，合力的作用点约在 $2/5H_c$ 处。

H_c 为混凝土与模板接触的高度

3. 模板与混凝土的摩阻力标准值

钢模板 $1.5\sim 3.0\text{kN}/\text{m}^2$



附图 4-1 混凝土侧压力分布

4. 倾倒混凝土时模板承受的冲击力

用溜槽、串筒或 0.2m^3 的运输工具向模板内倾倒混凝土时，作用于模板侧面的水平集中荷载标准值为 2.0kN 。

5. 当采用料斗向平台直接卸混凝土时，混凝土对平台卸料点产生的集中荷载按实际情况确定，且不应低于下式计算的标准值 W (kN)：

$$W = \gamma [(H_0 + h) A + B]$$

式中 γ ——混凝土的重力密度 (kN/m^3)；

H_0 ——料斗内混凝土上表面至料斗口的最大高度 (m)；

h ——卸料时料斗口至平台卸料点的最大高度 (m)；

A ——卸料口的面积 (m^2)；

B ——卸料口下方可能堆存的最大混凝土量 (m^3)。

6. 随升起重设备刹车制动力标准值

随升起重设备刹车制动立标准值可按下式计算：

$$W = [(V_a/g) + 1] Q = K_d Q$$

式中 W ——刹车时产生的荷载标准值 (N)；

V_a ——刹车时的制动减速度 (m/s^2)；

g ——重力加速度 ($9.8m/s^2$)；

Q ——料罐总重 (N)；

K_d ——动荷载系数。

式中 V_a 值与安全卡的制动灵敏度有关，其数值应根据经验确定，为防止因刹车过急而对平台产生过大的荷载，值一般可取 g 值的 1~2 倍，值在 2~3 之间取用。如果 K_d 值过大，则对平台不利，取值过小，则在离地面较近时，容易发生事故。

7. 风荷载按《建筑结构荷载规范》的规定采用，模板及其支架的抗倾倒系数不应小于 1.15。

8. 可变荷载的分项系数取 1.4。

附录 4-2 支承杆允许承载力确定方法

1. 当采用 $\Phi 25$ 圆钢支承杆，模板处于正常滑升状态时，即从模板上口以下，最多只有一个浇筑高度尚未浇筑混凝土的条件下，支承杆的允许承载力按下式计算。

$$P_0 = a 40 E J / [K (L_0 + 95)^2]$$

式中 P_0 —— $\Phi 25$ 支承杆的允许承载力 (kN)；

a ——工作条件系数，取 0.7~1.0，视施工操作水平、滑模平台结构情况确定。一般整体式刚性平台取 0.7，分割式平台取 0.8，采用工具式支承杆取 1.0；

E ——支承杆弹性模量 (kN/Cm^2)；

J ——支承杆截面惯性矩 (cm^4)；

K ——安全系数，取值应不小于 2.0；

L_0 ——支承杆脱空长度，从混凝土上表面至千斤顶卡头距离 (cm)。

2. 当采用 $\Phi 48 \times 3.5$ 钢管作支承杆时，支承杆的允许承载力，按下式计算：

$$P_0 = a \cdot f \cdot \varphi \cdot A_n$$

式中 p_0 —— $\Phi 48 \times 3.5$ 钢管支承杆的允许承载力；

f ——支承杆钢材强度设计值，取 $20kN/cm^2$ ；

A_n ——支承杆的截面积为 $4.89Cm^2$ ；

α ——工作条件系数，取 0.7；

φ ——轴心受压杆件的稳定系数，计算出杆的长细比 λ 值，查现行《钢结构设计规范》附表得到 φ 。

$$\lambda = (\mu L_1) / r$$

式中 μ ——长度系数，对 $\Phi 48 \times 3.5$ 钢管支承杆， $\mu = 0.75$ ；

r ——回转半径，对 $\Phi 48 \times 3.5$ 钢管支承杆， $r = 1.58 \text{ cm}$ ；

L_1 ——支承杆计算长度（cm）。

当支承杆在结构体内时， L_1 取千斤顶下卡头到浇筑混凝土表面的距离。

当支承杆在结构体外时， L_1 取千斤顶下卡头到模板下口第一个横向支承扣件节点的距离。

5 高层建筑爬升模板施工工艺标准

5.1 总则

5.1.1 适用范围

(1) 适用于采用液压爬升模板工艺施工的全剪力墙结构、框架结构核心筒、钢结构核心筒、高耸构筑物等钢筋混凝土结构工程。

(2) 不适用于以手动葫芦、电动葫芦、液压油缸等为提升机具的爬模工程。

5.1.2 编制参考标准及规范

《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204—2002）及相关质量标准；

《液压滑动模板施工技术规范》（GBJ113—87）；

国家和当地政府有关安全、防火、劳动保护等现行有关标准和规程。

5.2 术语

5.2.1 爬升模板

依附在建筑结构上，随着结构施工而逐层上升的一种模板。当结构工程混凝土达到拆模强度而脱模后，模板不落地，依靠千斤顶和支承杆将模板和爬模装置整体向上爬升一层，反复循环施工。

5.2.2 千斤顶

爬模施工的提升机具。当爬模千斤顶额定承载力为 60kN、90kN 时，采用 $\Phi 48 \times 3.5$ 钢管支承杆，额定承载力 120kN 时，采用 $\Phi 76 \times 6$ 钢管支承杆。

5.3 施工准备

5.3.1 技术准备

(1) 编制爬模施工方案，并应包括下列主要内容：

- 1) 爬模装置设计；
- 2) 爬模安装程序及方法；
- 3) 爬模施工程序及进度安排；
- 4) 爬模施工安全、质量保证体系及具体措施；
- 5) 施工管理及劳动组织；
- 6) 材料、构件、机具设备供应计划；
- 7) 特殊部位的施工措施；
- 8) 季节性施工措施。

(2) 爬模装置的组成应包括下列系统：

1) 模板系统由组合模板或大模板、调节缝板、角模、钢背楞、对拉螺栓、铸钢螺母、铸钢垫片及脱模装置等组成。

2) 液压提升系统由提升架立柱、横梁、斜撑、活动支腿、滑道夹板、围圈、千斤顶、液压控制台、油管、阀门、接头等组成。

3) 操作平台系统由上下操作平台、吊平台、外架立柱、外挑梁、斜撑、栏杆、安全网等组成。

(3) 爬模装置剖面图详见图 5.3.1。

(4) 爬模装置设计应包括下列内容：

1) 绘制模板、对拉螺栓、背楞平面布置图，做到模板的穿墙螺栓孔互相对应，模板和背楞分段合理；

2) 绘制提升架、千斤顶布置图、油路布置图；

3) 绘制爬模装置组装图，进行各类部件及节点设计，提出规格、数量；

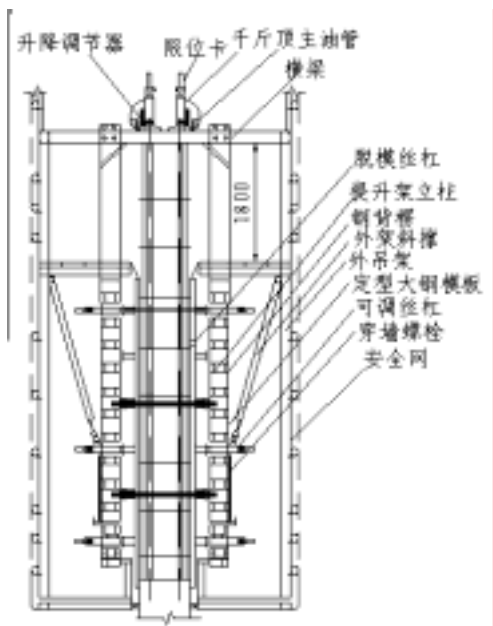


图 5.3.1 爬模装置剖面图

4) 进行特殊部位的节点设计及处理措施；

5) 按本书“4 高层建筑滑升模板施工工艺标准”附录 4-2 计算钢管支承杆的承载力，并提出支承杆的加固措施。爬模装置设计荷载中无模板与混凝土的摩阻力，其余荷载及其取值均按滑模施工工艺标准。

5.3.2 材料要求

(1) 模板

根据模板周转使用次数、混凝土侧压力和混凝土表面做法要求，合理选择模板品种。模板应具有模数化、通用化、拼缝紧密、装拆方便的特点和足够的刚度，并应符合下列规定：

1) 模板应选用组合大钢模板、组合钢木模板或大模板。模板高度：内墙模板按标准层层高确定，外墙及电梯井模板下部加长 300mm。

2) 在进行角模与调节缝设计时，应考虑到平模板脱模后退的要求。

3) 异形模板、弧形模板设计时，应考虑到平模板脱模后退的要求。

4) 模板上必须配有脱模器和穿墙螺栓孔。

5) 模板主要材料见表 5.3.2。

模板主要材料表

表 5.3.2

模板部位	模板品种		
	组合大钢模板	组合钢木模板	全钢大模板
面板	4~6mm 钢板	15mm 胶合板	4~6mm 钢板
边框	4~6mm 厚 60~80mm 宽钢板	特制 95mm 边框料	6~8mm 厚钢板

加强肋	3~4mm 钢板弯折	轻型槽钢	5~6mm 厚钢板
竖 肋		80×40×2.5 钢管	[8 槽钢
背 楞	[12Q 轻型槽钢	[12Q 轻型槽钢	[10 槽钢

6)模板的制作必须版面平整，钢模板必须无翘曲，无卷边，无毛刺，木模板必须符合防水要求，不起层、不脱皮。模板的加工质量符合所选模板品种的制作质量标准。

(2) 背楞

将模板连成整体，并使模板同提升架连接，背楞应符合下列要求：

- 1) 背楞长度符合模数化要求，具有通用性、互换性和足够的刚度。
- 2)背楞材料宜采用 [10 槽钢、[12Q 轻型槽钢、4mm 厚钢板折弯成型的 120mm 宽槽形钢。槽钢相背组合而成，腹板间距宜为 40~50mm。
- 3) 背楞孔设在槽钢翼缘上，双面双排等距布置，以满足模板和提升架通用连接。

(3) 提升架

提升架应能满足液压爬模施工的特点，具有足够的刚度，并符合下列规定：

- 1) 提升架立柱能带动模板后退 400~500mm，用于清理和涂刷脱模剂。
- 2) 当立柱固定时，活动支腿能带动模板脱开混凝土 50~80mm，满足提升的空隙要求。
- 3) 立柱带动模板后退时，上下操作平台及吊架保持不动。
- 4) 当结构混凝土中有钢结构时，提升架宜设计成“开”形架，横梁能开闭，同钢结构垂直相交。
- 5) 提升架的高度应包括模板高度、操作层高度，当为“开”形架时，应包括上下横梁间距等。
- 6) 根据工程特点和需要，横梁可通长连成整体，以提高爬模装置的整体性。

(4) 千斤顶和支承杆

千斤顶和支承杆的规格应根据计算确定，并符合下列规定：

- 1) 支承杆设在结构体内或结构体外，可选用 60kN 滚楔式或滚珠式千斤顶。
- 2) 支承杆设在结构混凝土顶部或设在结构体外，可选用 200kN 松卡式千斤顶。
- 3) 当选用 60kN 千斤顶时，支承杆采用 Q235，Φ48×3.5 钢管。
- 4) 当选用 200kN 千斤顶时，支承杆选用 Q235，Φ76×6 钢管。

5.3.3 主要机具 (表 5.3.3)

主要机具表 表 5.3.3

项 次	名 称	规 格	数 量
1	千斤顶	60kN(20KN)	按工作荷载计算确定
2	液压控制台	排油量 72L/min	1 台
3	布料机	R=25m(21m, 17m)	1 台

4	混凝土输送泵		1~2 台
5	塔吊		1~2 台
6	外用电梯		1~2 台
7	激光经纬仪		1 台
8	激光扫描仪		1 台
9	低噪声环保型振捣器		若干台

5.3.4 作业条件

- (1) 起始层楼地面抄平，在模板、提升架安装底标高抄平。
- (2) 投放结构轴线、截面边线、模板定位线、提升架中心线、门窗洞口线等。
- (3) 绑扎一个楼层的墙体钢筋，安装门窗洞口模板，预留洞盒子及水电预埋管线。
- (4) 组织模板、构件配套材料进场、验收、清理、模板涂刷脱模剂。
- (5) 垂直运输机械安装、就位。
- (6) 进行爬模安装，施工前的技术交底，安全交底，人员培训，劳动组织等工作。

5.4 材料和质量要点

5.4.1 材料的关键要求

- (1) 模板必须满足结构工程周转使用要求；
- (2) 模板和提升架立柱具有脱模、后退的功能；
- (3) 千斤顶的工作负荷必须小于额定起重能力的二分之一；
- (4) 支承杆具有足够的支承能力，不得失稳；
- (5) 模板及爬升装置所采用的钢材，其材质为 Q235。

5.4.2 技术关键要求

- (1) 爬模施工程序必须按：合模→浇筑混凝土→脱模→爬升，循环进行。
- (2) 爬模装置设计必须满足施工程序的操作要求。
- (3) 爬模施工必须编制详细的施工方案，并有具体的确保爬模质量、安全的技术措施、季节性施工措施。

5.4.3 质量关键要求

- (1) 爬升模板装置的制作安装质量必须符合允许偏差要求。
- (2) 爬模工程混凝土施工必须分层浇筑、分层振捣。
- (3) 当混凝土强度达到 1.2MPa，及时拆除对拉螺栓，模板脱开后退，爬升时必须清除一切障碍。

(4) 坚持防偏为主的方针，确保支承杆的垂直度和稳定性，当爬模装置出现偏差，及时消除产生偏差的因素，并进行合理的纠偏。

5.4.4 职业健康安全关键要求

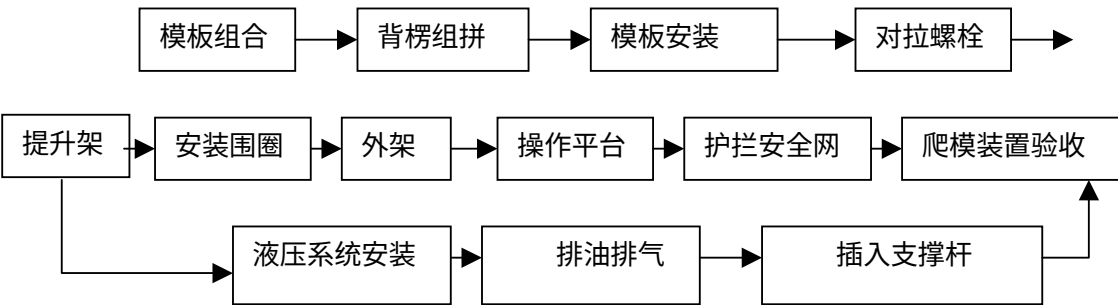
经常检查爬模装置的各项安全设施，特别是安全网、栏杆、挑架、吊架、脚手板及安全关键部位的紧固螺栓等。检查施工的各种洞口防护，检查电器、机械设备、照明等安全用电的措施。

5.4.5 环境关键要求

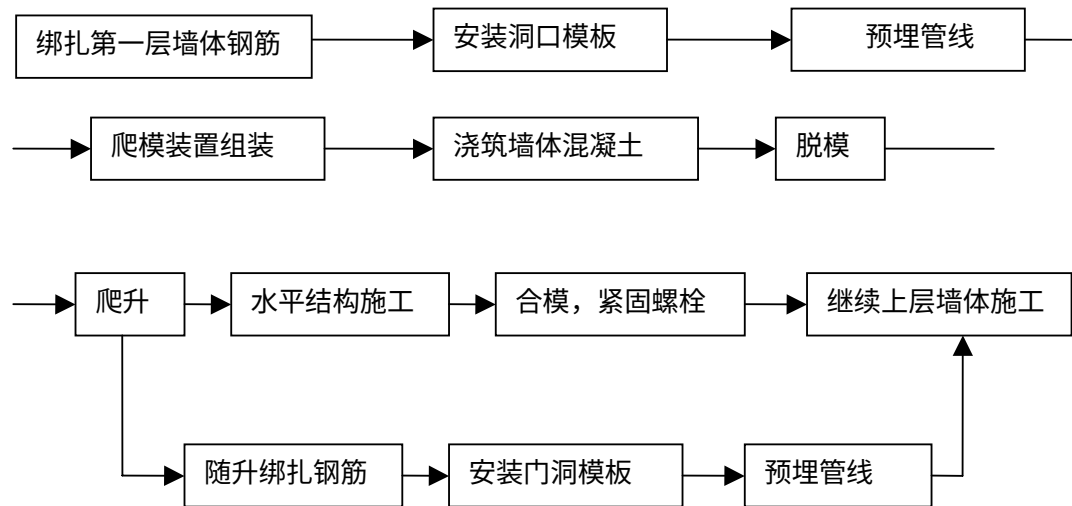
混凝土施工时，采用低噪声环保型振捣器，降低城市噪声污染。

5.5 施工工艺

5.5.1 爬楼装置安装工艺流程



5.5.2 爬模施工工艺流程



5.5.3 施工工艺要点

(1) 爬模装置安装

1) 安装模板：先按组装图将平模板、带有脱模器的打孔模板和钢背楞组拼成块，整体吊装，按支模工艺做法，支一段模板即用穿墙螺栓紧固一段。平模支完后，支阴阳角模，阴角模与平模之间设调节缝板。

2) 安装提升架：先在地面组装，待模板支完后，用塔吊吊起提升架，插入已支的模板背面，提升架活动支腿同模板背楞连接，并用可调丝杠调节模板截面尺寸和垂直度。

3) 安装围圈：围圈由上下弦槽钢、斜撑、立撑等组成装配式桁架、安装在提升架外侧，将提升架连成整体。围圈在对接和角接部位的连接件进行现场焊接。

4) 安装外架柱梁：在提升架立柱外侧安装外挑梁及外架立柱，形成挑平台和吊平台，外挑梁在滑道夹板中留一定间隙，使提升架立柱有活动余地。在外墙及电梯井角壁底部的外挑两靠墙一端安装滑轮，作为纠偏措施用。

(2) 安装操作平台

- 1) 铺平台板；
- 2) 外架立柱外侧全高设吊平台护栏；
- 3) 外架立柱上端，设上操作平台护栏，高 2m；
- 4) 平台及吊平台护栏下端均设踢脚板；
- 5) 从平台护栏上端到吊平台护栏下端，满挂安全网，并折转包住吊平台，以确保施工安全。

(3) 安装液压系统

1) 根据工程具体情况,每榀提升架上安装 1~2 台千斤顶。必要时在千斤顶底部与提升架横梁之间安装升降调节器。千斤顶部必须设限位器,并在支承杆上设限位卡。每个千斤顶安装一只针形阀。

2) 主油管宜安装成环形油路,采用 $\Phi 19$ 主油管,每个环形油路设有若干 $\Phi 16$ 分油管和分油器,从分油器到千斤顶的油管为 $\Phi 8$,每个分油器接通 5~8 个千斤顶。

3) 液压控制台安装在中部电梯井筒内。

4) 在进行液压系统排油排气和加压试验后,插入支承杆。结构体内埋入支承杆用短钢筋同墙立筋加固焊接,每 600mm 一道。结构体外工具式支承杆用脚手架钢管和扣件连接加固。

5) 安装激光靶,进行平台偏差控制观测。采用激光安平仪控制平台水平度。

(4) 钢筋绑扎

1) 第一层墙体钢筋必须在爬模装置安装前绑扎;

2) 从第二层开始,钢筋随升随绑。

(5) 安装门窗洞口模板,预埋水电管线、埋件

1) 第一层在爬模装置安装前埋设;

2) 第二层开始,随升随埋设。

(6) 混凝土浇筑

1) 必须分层浇筑、分层振捣,每个浇筑层高度不超过 300mm,一层交圈完再继续上层浇筑。严禁从爬模的一端浇筑满后向另一端斜向浇筑。

2) 混凝土浇筑宜采用布料机。

(7) 脱模

1) 当混凝土强度能保证其表面及棱角不因拆除而受损坏后,方可开始脱模,一般在混凝土强度达到 1.2MPa 后进行。

2) 脱模前先取出对拉螺栓,松开调节缝板同大模板之间的连接螺栓。

3) 大模板采取分段整体进行脱模,首先用脱模器伸缩丝杆顶住混凝土脱模,让后用活动支腿伸缩丝杆使模板后退,脱开混凝土 50~80mm。

4) 角模脱模后同大模板相连,一起爬升。

(8) 水平结构施工

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

2) 当采取连续爬模,滞后进行楼板施工方法时,应得到结构设计单位的认可,并经计算确定滞后施工层数。

(9) 合模紧固

模板爬升到位后,用活动支腿丝杠推送到位进行合模。穿入对拉螺栓紧固,爬模继续循序轮回施工。

(10) 防偏纠偏

- 1) 严格控制支承杆标高、限位卡底部标高、千斤顶顶面标高，要使他们保持在同一水平面上，做到同步爬升。每隔 500mm 调平一次。
- 2) 操作平台上的荷载包括设备、材料及人流应保持均匀分布。
- 3) 保持支承杆的清洁，确保千斤顶正常工作，定期对千斤顶进行强制更换保养。
- 4) 在模板爬升过程中及时进行支承杆加固工作。
- 5) 纠偏前应进行认真分析偏移或旋转的原因，采取相应措施，纠偏过程中，要注意观测平台激光靶的偏差变化情况，纠偏应徐缓进行，不能矫枉过正。
- 6) 在偏差反方向提升架立柱下部用调节丝杆将滑轮顶紧墙面。
- 7) 必要时采用 3/8 钢丝绳和 5t 手动葫芦，向偏差反方向拉紧。

5.6 质量标准

5.6.1 主控项目

- (1) 模板及其爬模装置必须有足够的强度、刚度和稳定性，液压提升系统必须有足够的承载能力和起重能力。
- (2) 检查数量：全数检查。
- (3) 检验方法：查看设计文件。
- (4) 模板截面调节、后退脱模和垂直度调整有灵活可靠的装置。
- (5) 检查数量：全数检查。
- (6) 检验方法：观察。

5.6.2 一般项目：

- (1) 爬模装置组装允许偏差应符合表 5.6.2—1 的规定。

爬楼装置组装允许偏差

表 5.6.2—1

内容		允许偏差 (mm)	检查方法
模板结构轴线与相应结构轴线位置		3	吊线及尺量检验
组拼成大模板的边长偏差		-2~+3	钢尺
组拼成大模板的对角线偏差		5	钢尺
模板平整度		3	2m 靠尺及塞尺检查
模板垂直度		3	吊线和尺量检查
背楞位置偏差	水平方向	3	拉线和尺量检查
	垂直方向	3	拉线和尺量检查
提升垂直偏差	平面内	3	吊线和尺量检查
	平面外	3	吊线和尺量检查

提升架横梁相对标高差		5	水平仪检查
千斤顶位置安装偏	提升平面内	5	吊线和尺量检查
	提升架片面外	5	吊线和尺量检查
支撑杆垂直偏差		3	2m 靠尺检查

检查方法：首次核查后全数检查，使用中应定期核查，并根据具体情况不定期核查。

(2) 爬升模板安装质量应符合下列要求：

- 1) 模板安装后应保证整体的稳定性，确保施工中模板不变形、不错位、不涨模。
- 2) 模板的拼缝要平整，堵缝措施要整齐牢固，不得漏浆。
- 3) 模板与混凝土的接触面应清理干净，隔离剂涂刷均匀。
- 4) 提升架、外挂架安装牢固，提升架立柱与外挑梁之间留有间隙。
- 5) 提升架立柱滑轮、活动支腿丝杠、纠偏滑轮等部位转动灵活。
- 6) 检查数量：全数检查。
- 7) 检验方法：观察。

(3) 爬模施工工程混凝土结构允许偏差应符合表 5.6.2—2 的规定。

爬模施工工程混凝土结构允许偏

表 5.6.2—2

项目			允许偏差（mm）	项目		允许偏差（mm）
墙体轴线偏差			5	平整度		5
垂直度	层高	≤5m	5	标高	层高	±10
		>5m	8		全高	±30
	全高		H/1000≤30			

5.7 成品保护

5.7.1

爬升模板必须做到层层清理、层层涂刷隔离剂。每隔 5~8 层进行一次大清理，即将模板后退 500mm 左右彻底清理一次，并对模板及相关部件进行检查、校正、紧固和修理。

5.7.2

高度重视支承杆的垂直度和加固工作，确保支承杆的稳定和清洁，保证千斤顶的正常工作。

5.7.3

爬升过程中应注意清除爬升障碍，在确认对拉螺栓全部拆除、模板及爬模装置上部无障碍时方可提升。

5.7.4

脱模前必须了解混凝土的强度情况，在确保混凝土表面及棱角不受影响的前提下，才能脱模。

5.7.5

混凝土脱模后及时进行养护。冬期施工应有专项保护混凝土的措施。

5.8 安全环保措施

5.8.1

爬模施工为高处作业，必须按照 JGJ80—91《建筑施工高处作业安全技术规范》要求进行。

5.8.2

每项爬模工程在编制施工组织设计时，要制订具体的安全、防火措施。

5.8.3

设专职安全、防火员跟班负责安全防火工作，广泛宣传安全第一的思想，认真进行安全教育、安全交底，提高全员的安全防火意识。

5.8.4

经常检查爬模装置的各项安全设施，特别是安全网、栏杆、挑架、吊架、脚手板、安全关键部位的紧固螺栓等。检查施工的各种洞口防护，检查电器、设备、照明安全用电的各项措施。

5.8.5

各类机械操作人员应认真执行机械安全操作规程，应规定对机械、吊装索具等进行检查、维修，确保机械安全。

5.8.6

平台上设置灭火器，安装施工用水管代替消防水管，平台上严禁吸烟。

5.8.7

混凝土施工时，应采用低噪声环保型振捣器，以降低城市噪声污染。

6 高耸构筑物滑升模板施工工艺标准

6.1 总则

6.1.1 适用范围

适用于钢筋混凝土烟囱筒体（连续变直径、连续变截面中空竖向钢筋混凝土构筑物），钢筋混凝土水塔支承筒体、钢筋混凝土筒仓（不变直径及基本几何尺寸、变或不变截面中空竖向钢筋混凝土构筑物）。

6.1.2 编制参考标准及规范

《液压滑动模板施工技术规范》（GBJ113 — 87）；
《滑模液压提升机》（JJ80—91）；
《烟囱工程施工及验收规范》（GBJ78）；
《混凝土结构设计规范》（GB50010—2002）；
《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204—2002）；
《液压滑动模板施工安全技术规程》（JGJ65—89）；
《高耸结构设计规范》（GBJ135—90）；
《构筑物抗震设计规范》（GB50191—93）；
《混凝土外加剂》（GB/T8076—97）；
《混凝土拌合用水标准》（JGJ63）；
以及水泥、外加剂、掺和料等相关材料的有关规定。

6.2 术语

6.2.1 滑升模板装置

主要由模板系统、操作平台系统和液压提升系统三部分组成的一套装置。

6.2.2 模板系统

主要包括模板、围檩、收分变径装置等，是用来成型结构混凝土的一套装置。

6.2.3 操作平台系统

主要包括操作平台、上辅助平台和内、外吊架等，供运输混凝土、堆放材料、工具、设备和施工人员进行滑升模板施工的操作场所。

6.2.4 液压提升系统

主要包括支承杆、千斤顶和提升架、油路、液压提升操纵装置等，是滑升的动力。

6.2.5 滑升模板施工

是指在建筑物或构筑物底部，按照建筑物或构筑物平面，沿筒体、墙、柱、等构件周边，一次装设一米多高的模板和操作平台等相关系统，浇筑一定高度的混凝土，利用提升设备将模板不断向上提升，随之在模板内不断分层浇筑混凝土和绑扎钢筋，逐步完成建筑物或构筑物的结构混凝土浇筑工作。

6.2.6 滑模主承杆

用以承受滑升模板重量和全部施工荷载（含滑升模板与现浇混凝土的摩阻力）的支承圆钢或钢管，又是千斤顶向上滑升的轨道。

6.2.7 滑模围檩

是指用于固定模板位置，保证模板所构成的几何形状不变，承受由模板传来的水平力和垂直力，有时还要承受操作平台的荷载，将模板和提升架连接起来构成滑模模板系统。

6.2.8 收分变径装置

用以调整内外模板间距和倾斜度的装置，由固定围檩、活动围檩及固定围檩调整装置和活动围檩调整装置组成，通过该装置与收分模板、固定模板共同工作来实现收分变径工作。

6.2.9 滑模模板

使混凝土按照结构的形状尺寸准确成型，并承受新浇混凝土的侧压力、冲击力等的模型板块。

6.2.10 钢筋混凝土烟囱筒体

在这里主要指连续变直径、连续变截面中空竖向钢筋混凝土构筑物。

6.2.11 钢筋混凝土水塔主承筒体、钢筋混凝土筒仓

在这里主要指不变直径及基本几何尺寸、突变或不变截面中空竖向钢筋混凝土构筑物。

6.3 基本规定

6.3.1

构筑物的立面应简洁，避免有碍模板滑动的局部突出结构。

6.3.2

平面面积较大的构筑物宜分区进行滑模施工。当区段分界与变形缝不一致时，应对分界处作设计处理。

6.3.3

施工单位应与设计单位共同商定横向结构的施工程序以及施工过程中保持结构稳定的技术措施。

6.3.4

结构截面尺寸应符合下列规定：

- (1) 圆形变截面筒壁结构的筒壁厚度不应小于 160mm；
- (2) 混凝土或轻骨料混凝土墙板厚度不应小于 180mm。

6.3.5

对采用滑模施工的结构，其混凝土强度等级应符合下列规定：

- (1) 普通混凝土不应低于 C13；
- (2) 轻骨料混凝土不应低于 C8；
- (3) 同一标高内的构件宜采用同一强度等级的混凝土。

6.3.6

受力钢筋的混凝土保护层厚度（从钢筋的外边缘算起）应符合下列规定：

连续变截面筒壁不应小于 30mm。

6.3.7

沿模板滑动方向，结构的截面尺寸应减少变化。可采取变换混凝土强度等级或配筋量来满足结构承载力的要求。

6.3.8

结构配筋应满足下列要求：

- (1) 各种长度、形状的钢筋，应能在提升架横梁以下的净空内绑扎；
- (2) 交汇于节点处的各种钢筋应详细排列；
- (3) 宜利用结构受力钢筋作支撑杆、对兼作支撑杆的受力钢筋，其设计强度宜降低 10%～25%，接头的焊接质量应与钢筋等强。
- (4) 与横向结构连接的连接筋应采用 I 级钢筋，直径不宜大于 8mm，外露部分不应先设弯钩，当连接筋直径大于 10mm 时，应采取专门措施。

6.3.9

宜采用胀锚螺栓、锚钉等代替预埋件。必须用预埋件时，预埋件应易于安装。固定，且不得凸出混凝土表面。

6.3.10

各种管线宜集中布置。预埋件或预留孔洞的位置，宜沿垂直或水平集中排列。

6.3.11

对二次施工的构件，其预留孔洞的宽度，应比构件的截面每边增大 30mm。

6.3.12

施工现场质量管理应有相应的施工技术标准、健全的质量管理体系、施工质量控制和质量检验制度。滑模工程施工应有施工组织设计和施工技术方案，并经审查批准。

6.3.13

滑模工程的检查与验收应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2002)和《液压滑动模板施工技术规范》(GBJ113-87)等规范要求进行。使工程质量达到要求，保证合格。

6.4 施工准备

6.4.1 技术准备

(1) 根据结构设计要求及现行有关规范、规程等要求，设计选配以下各相关系统。

1) 模板（固定模板、抽拔模板、收分模板）、围檩（桁架式围檩）、围檩调整装置等模板系统；

2) 提升架、千斤顶、千斤顶扁担梁、支承杆、千斤顶限位卡、千斤顶油路、液压控制台等液压提升系统；

3) 中鼓筒、辐射梁、平台桁架、平台钢圈、吊架等操作平台系统；井字架、吊笼、天滑轮组、地滑轮组、安全限位装置。吊笼导索、吊笼控制台、吊笼卷扬机、摇头把杆及卷扬机（或选配垂直运输塔吊及外用电梯）等垂直运输系统；

4) 混凝土搅拌台（站）、混凝土输送、混凝土布料等混凝土、搅拌供应系统；

5) 激光地下室、垂直监测控制点、扭转监测控制点、标高控制点及传递、选配仪器等测量监测系统；

6) 垂直运输、液压提升、报警信号灯、施工照明、钢筋和构件焊接、安全限位、指挥通讯、电器设备、电线电缆等电力输送控制系统；

7) 地面安全防护棚（总机房、人员通行通道、材料车辆地面通道、钢丝绳通道、激光地下室、地面混凝土集料区等）、平台安全栏杆、安全网等安全防护系统；

8) 避雷针、导线、避雷接地系统；

9) 台上吊笼控制、台上指挥、台下机房、搅拌、吊笼控制。摇头把杆起吊区、台下指挥等指挥通讯系统。

要点：

对于连续变直径、连续变截面中空竖向钢筋混凝土构筑物（一般指烟囱工程）需绘制滑模装置组装高度相关的结构平面图。顶部结构平面图及滑模装置高空改装处相关的结构平面图。

对于矩形和方形、突变或不变墙体截面的构筑物（一般指水塔、筒仓或其他构筑物工程）需绘制各层结构平面的投影图。

对于变直径、渐变截面的中空竖向钢筋混凝土构筑物（一般指烟囱工程）的滑模模板的设计，须根据使用地区、季节、滑施速度、混凝土出模强度确定内、外模板的高度，一般内模高度宜控制在 1.35m 左右，外模高度宜控制在 1.5m 左右，且模板板面宜使用 2~3mm 的冷轧钢板，板肋宜使用 L40×4 或 L45×4，固定模板宽 400~500mm，抽拔模板宽 100mm，收分模板宽 250mm 左右。

对于矩形、方形和圆形，不变或突变截面的构筑物（一般指水塔、筒仓或其他构筑物工程）的滑模模板设计，须根据使用地区、季节、滑施速度、墙（筒）体厚度、楼板厚度等确定其内外模板高度，一般内模板高度为 900mm，外模板高度为 1200~1500mm 宜首先选用标准工具式组合钢模板，宽度视具体情况而定。

模板围檩对于变直径、渐变截面的中空竖向钢筋混凝土构筑物（一般指烟囱工程）而言，由于收分、收径的需要需设计成由固定围檩。活动围檩两种围檩组合而成的组合围檩，其刚度应足以抵抗混凝土浇注产生的模板侧压力及提升产生的摩阻力，一般选用 L75×8。

对于固定直径、固定截面的中空竖向钢筋混凝土构筑物（一般指水塔、筒仓或其他构筑物工程）而言，由于不在滑施过程中收分、收径，故围檩宜采用刚度好的交圈封闭型桁架式围檩，模板直接挂装于围檩桁架的上、下弦上，围檩桁架平面外的刚度则可视具体情况在桁架围檩上、下弦上设一水平布置、宽度 300mm 左右的钢构桁架，用以抵抗模板侧压力。

对于渐变直径和截面的中空竖向钢筋混凝土构筑物（一般指烟囱工程）而言，提升架刚度应确保，因由于收径收分的需要，随滑施高度的上升，其围檩和提升架的相对位置均随之变化，抵抗模板侧压力的刚度依靠围檩难以保证，主要靠提升架提供刚度来保证其围檩的正确位置，从而有效地抵抗模壳内混凝土的侧压力。

对于固定直径、固定截面的中空竖向钢筋混凝土构筑物（一般指水塔、筒仓或其他构筑物工程）来说，由于滑施中不收分、收径，其提升架、围檩在平面位置上相对固定，其抵抗模壳内混凝土的侧压力可部分在围檩上分担，这样事半功倍效果更好。

对于渐变直径、渐变截面中空竖向钢筋混凝土构筑物（一般指烟囱工程）而言，平台设计宜采用中鼓筒、辐射梁带腹杆、下弦杆的空间钢构桁架，这样便于利用中鼓筒布置垂直运输系统且利于收径。

对于固定直径、固定截面的中空竖向钢筋混凝土构筑物（一般指水塔、筒仓或其他构筑物工程）来说，平台设计宜采用井字形空间钢构架，这样平台刚度较好，一般这类结构多不很高，利于配置高塔做垂直运输用。

对于固定直径、固定截面的中空竖向钢筋混凝土构筑物（一般指水塔、筒仓或其他构筑物工程）来说，支承杆可采用 $\Phi 48 \times 3.5$ mm 钢管或 $\Phi 25$ mm 的 Q235 圆钢以及 $\Phi 28$ mm 的螺纹钢制作。 $\Phi 25$ mm 的支承杆允许脱空长度见表 6.4.1-1

$\Phi 25$ 支承杆允许脱空长度 表 6.4.1-1。

支承杆荷载 P (KN)	10	12	15	20
允许脱空长度 L (cm)	152	134	115	94

注：允许脱空长度 L，系指千斤顶下卡头至混凝土上表面的允许距离，它等于千斤顶下卡头至模板上口距离加模板的一次提升高度。

对于渐变直径、渐变截面中空竖向钢筋混凝土构筑物（一般指烟囱工程）而言，支承杆宜采用 $\Phi 25$ mm 的 Q235 圆钢制作。

支承杆及千斤顶数量、规格应由设计计算确定，在拐角、交叉等特殊部位应适当缩小支承杆（千斤顶）的布置间距。

千斤顶油路布置应力争每个千斤顶到液压控制台的油路长度基本一致，且每条油路供油的千斤顶数量基本相等，以利于千斤顶同步提升。

液压控制台的选型及数量配置，应综合考虑千斤顶数量、油路长度、给回油时间、油箱容量（必要时自加副油箱）、液压控制台公称流量等因素，以便获得理想的提升速度。液压控制台基本参数见表 6.4.1—2。

液压控制台基本参数 表 6.4.1—2

项目	单位	基本参数		
		HYS-36	HY-56	HY-72
公称流量	L/min	36	56	72
额定工作压力	MPa	8		
配套千斤顶数量	只	60	180	250
控制方式		HY	HY	HY
外形尺寸	Mm	850×640×1090	950×750×1200	1100×1000×1200
整机重量	Kg	280	400	620

注：1.配套千斤顶数量是额定起重量为 3t 滚珠式千斤顶的基本数量，如配备其他型号千斤顶，其数量可酌情增减。

2.控制方式：HY-具有自动控制和手动控制功能。

整个平台及相关系统设计均应进行结构计算，须满足强度、刚度及稳定性的要求。

（2）根据以上设计图纸及选配要求提出各种构件、机具设备、电气设备的加工计划、需用计划和材料计划等。

（3）编制相关的施工组织设计或施工技术方案（含平台组装、滑模施工、爬梯和信号平台安装、筒首和烟道口及牛腿等特殊部位的处理、纠偏纠扭、平台拆除等），选送适用的材料、委托实验室做混凝土配合比设计（含相关曲线参数、满足施工工艺要求）。

要点：

根据当地天气、气温、工程结构、工期、质量要求、施工条件等具体情况结合滑模施工工艺特点编制出施工技术方案，并合理配置机具设备及管理、劳务人员等资源。

充分做到“技术上先进、组织上严密、管理上严格”，以其充分发挥出滑模施工工艺的优势，确保工程施工的连续性和工程质量。

（4）委托加工制作有关系统及相关组件，并按相关验评标准进行验收，必要时进行试装配。

要点：

液压千斤顶使用前，应按下列要求进行检验：

- 1) 耐油压 12MPa 以上，每次持压 5min，重复三次，各密封处无渗漏；
- 2) 卡头锁固牢靠，放松灵活；
- 3) 在 1.2 倍额定荷载作用下，卡头锁固时的回降量，滚珠式不大于 5mm，卡块式不大于 3mm；

4) 同一批组装的千斤顶,在相同荷载作用下,其行程应接近一致,用行程调整帽调整后,形成差不得大于 2mm,超标的不得使用;

5) 各安全限位器均须进行试验,确保工作稳定、安全可靠;

6) 各卷扬机均须进行荷载试验并调校,确保工作稳定、安全可靠、动作同步(指吊笼卷扬机)、速度一致(指吊笼卷扬机)。

6.4.2 材料要求

(1) 水泥

水泥的品种、强度等级、厂名及牌号应符合混凝土配合比的要求,应有出厂合格证及试验报告。

(2) 砂

宜用中砂、粗砂,其粒径及产地应符合配合比的要求。砂中含泥量 $\leq 3\%$,泥块含量 $\leq 1\%$,并试验合格后使用。

(3) 石子

石子的粒径、级配及产地应符合混凝土配合比的要求。其针片状颗粒含量应 $\leq 15\%$,含泥量应 $\leq 1\%$,泥块含量应 $\leq 0.5\%$,并试验合格后使用。

(4) 水

宜采用饮用水,当采用其他水源时,水质应符合国家现行标准《混凝土拌合用水标准》(JGJ63)的规定。

(5) 模板

可采用钢材、木材或钢木混合制成,也可采用胶合板等材料制成。钢模板所用钢板厚度应不小于 2mm。也可采用通用性强的定型钢模板。模板高度宜采用 900~1200mm,对筒壁结构可采用 1200~1600mm,宽度宜采用 150~500mm。

模板应具有通用性、装拆方便和足够的刚度,且四角方正、板面平整、无卷边、翘曲、孔洞及毛刺等。

(6) 隔离剂

采用甲基硅树脂、水性脱模剂。

(7) 围檩

应有一定的强度和刚度,一般可采用 L70~80, [8~12 或 I 10 制作。上围檩距模板上口距离不宜大于 250mm。

(8) 支承杆

应采用合格的圆钢($\Phi 25$)或螺纹钢($\Phi 28$)及钢管($\Phi 48 \times 3.5$)制作,支承杆长度宜为 3~5m,支承杆直径应与千斤顶的要求相适应。支承杆应调直除锈。

(9) 千斤顶同步控制装置

可采用限位卡挡、激光控制仪、水杯自动控制装置等。

(10) 垂直度观测设备

可采用激光铅直仪、自动安平激光铅直仪、经纬仪和线锤等,其精度不低于 1/10000。

(11) 钢筋

应有出厂合格证,按规定做力学性能复试。当加工过程中发生脆断等特殊情况时,还需要做化学成分检验。使用前应清除锈及油污。

6.4.3 主要施工机具 (表 6.4.3)

主要施工机具表

表 6.4.3

序号	设备名称	规格、型号	单位	数量	备注
1	塔吊	T125	台	1~2	一般用于水塔、筒仓
2	搅拌站	50m ³ /h	座	1	供应量视需要而定
3	混凝土搅拌车		台	2~8	
4	滑模操作平台		套	1	含相关系统
5	外用电梯	双笼	部	2	一般用于水塔、筒仓
6	插入式振动器		台	20~40	
7	液压控制柜	36 型 56 型 72 型	台	1~2	根据设计选用型号及规格
8	千斤顶	9t/6t/3t	个	若干	根据设计选用型号及数量
9	针型阀		个	若干	根据设计选用
10	高压油管	无缝钢管/橡胶管	条	若干	根据设计选用型号及规格
11	油管接头	三通/五通/七通	个	若干	根据设计选用型号及规格
12	激光(铅直)经纬仪		台	1	
13	激光安平仪		台	1	
14	对讲机		部	4~10	
15	灭火器		部	50	
16	手拉(搬)葫芦	2t、5t	个	30	
17	钢筋机具		套	2	
18	高压水泵		台	1	
19	主卷扬机	5t	台	4	
20	快速卷扬机	1t	台	1~3	
21	单门开口滑车	1、2、5、8t	个	16	
22	双门滑车	2t	个	4	
23	手拉(搬)葫芦	1、2、5t	个	20	
24	气割工具		套	1	
25	电焊工具		套	1	
26	导向支架		个	4	
27	值班车		套	1	
28	100KW 备用发电机		台	1	滑模施工现场务用

注:表中规格型号、数量只作参考,具体规格型号、数量等需根据施工组织设计或施工方案确定。

6.4.4 相关的管理制度及管理办法和（安装、施工、拆除等）人员的组织及岗位培训

（1）建立健全各管理人员的岗位责任制（含平台组装阶段、滑模施工阶段、平台拆除阶段等）及职责范围。

（2）建立健全各工种的岗位责任制及职责范围。

（3）建立完善各岗位的安全技术操作规程。

（4）所有人员均应进行培训且应进行逐级交底，经考核合格后方可上岗。

滑模施工劳动力组织

表 6.4.4-1

工 种	人数	工作地点	职责范围
总指挥	1	整个施工现场	负责全面的管理、协调工作，对施工总负责
施工队长	1	整个施工现场	负责跟班组织施工管理工作、协助总指挥工作等
工 长	2	平台上、下各一人	负责跟班组织施工，协调各工种交叉作业等
技术员	1	平台上、下现场	负责跟班解决施工中技术问题、编写技术措施等
安全员	1	平台上、下现场	负责跟班检查安全设施、安全措施的执行情况及安全教育工作，对安全生产负责，负责跟班检查防火措施的执行情况，防火措施的可靠性及防火教育工作，对防火工作负责
质 量 检查员	1	平台上、下现场	负责跟班检查工程质量，组织各工种交接检及质量保证措施的执行情况，对工程质量负责
木 工	若干	平台上	负责组模、门窗洞、埋件的预留预埋，标高限位，接支承杆，支、拆模，纠偏、纠扭等
钢筋工	若干	平台上	负责加工及绑扎钢筋，同时配合钢筋吊运及布料
混凝土	若干	平台上	负责混凝土布料及施工，对混凝土质量负责，负责混凝土施工完后平台清理等
测量工	2	平台上、下现场	负责垂直、扭转监测、高程传递等，并及时做好记录
液压操作工	2	平台上 1 人操作， 1 人维修	负责液压系统的操作控制及保养维修
电 工	2	平台上、下现场	负责现场动力、照明、通讯等电器系统的维修保养
混凝土 试验工	1	现场、实验室	负责混凝土试块、水泥等材质试验工作
抹灰工	若干	内、外吊架上	负责脱模后混凝土表面抹压及养护
塔吊司机、 摇头把杆司机	2	塔吊、平台上	负责塔吊、摇头把杆操作
塔吊指挥	2	平台上、下	负责指挥塔吊、摇头把杆垂直运输
机械工	若干	平台上、下	机械维修保养
架子工	若干	平台上、下	负责随升马道、中心井架的搭设，支承杆加固、

			缆风、安全网的拉挂，配合垂直运输
电 气、 焊 工	若干	平台上、下	负责埋件、钢筋的点焊与焊接，其他现场焊接
搅拌台司机	2	搅拌台	负责搅拌台操作，供应混凝土
上料工	若干	搅拌台	负责混凝土的上料工作及吊斗扶正
材料员	1	材料仓库	负责现场材料供应及管理
杂 工	若干	平台下	负责混凝土及支承杆、钢筋、埋件、门窗的捆绑、吊运及现场清理等
总 计		注： 1.此表为一班滑模施工配备人员，未计后勤、行政等人员。 2.此表只作滑模施工时参考，具体人员组织需根据工程规模、机械配备情况、施工进度等确定	

平台拆除劳动力组织

表 6.4.4 — 2

岗 位	人 数	岗位职责
现场总指挥	1	全面负责指挥拆除作业
施工工长	2	履行工长职责、协助总指挥工作
作业班长	2	履行班长职责带班作业
高空指挥员	1	负责高空作业指挥
高空安全员	1	负责高空安全检查和监督
高空通信员	1	负责高空通讯设备、与地面保持联系
工具材料管理员	1	负责工具、材料管理、清点、配置
电、气焊工	若干	电焊、气焊作业
高空起重工	若干	负责高空起重作业
地面指挥员	1	负责地面作业指挥
地面安全员	1	负责地面安全检查和监督
地面安全执勤	若干	负责禁区范围的安全监护
机房（控制台）监护	2	负责机房安全及操作监督
主卷扬机司机	2	负责操作主卷扬机
机修值班	若干	负责机械维护保养
1t 卷扬机司机	1	负责操作 1t 卷扬机
地面吊笼司机	2	负责操作吊笼升降
工程资料员	1	负责施工资料收集整理
电工值班	若干	负责电器设备安装、维护及拆除
安全总值日	1	负责工地的全面安全工作
地面作业人员	若干	负责地面作业

值班医生	1	负责医疗及工地救护
配合人员	若干	负责地面解体及运输工作

注：此劳动力组织仅供参考。

6.4.5 作业条件

- (1) 施工现场已达到路通、水通、电通、通讯通、场地平整的条件，且至少有构筑物高度10%（或构筑物边缘不小于10m）的安全范围及机具设备等的安装场地，以确保正常地组织安全施工。
- (2) 准备滑模施工工程的基础（或预定高度）已施工完，具备滑模施工操作平台等组装的条件。
- (3) 已具有本工程滑模施工用混凝土配合比和混凝土初、终凝时间参数，及混凝土强度增长曲线（混凝土贯入阻力值曲线）等参数。
- (4) 滑模施工相关配套系统均能按时进场安装并交付使用。
- (5) 滑模施工所需材料、成品、半成品等均能按质、按量、按时进场。
- (6) 管理人员及施工作业人员均已岗位培训完毕、组织落实到位。
- (7) 各相关管理制度及岗位职责等均已建立健全。
- (8) 所有相关条件均应能保证滑模施工的连续进行。

6.5 材料和质量要点

6.5.1 材料的关键要求

- (1) 所有材料均应满足规范及设计要求。并能按质、按量、按时保证供应满足滑模施工需要。
- (2) 做滑模模板面的钢板须采用符合有关冷轧钢板标准的合格板材。
- (3) 混凝土外加剂须符合外加剂的有关规定，并通过试验无误后方可投入使用。
- (4) 所有进场材料均应进行严格验收并按规定进行复验、标识。

6.5.2 技术的关键要求

- (1) 滑模施工应确保其施工的连续性及合理的滑模施工速度。
- (2) 滑模平台系统及模板系统、提升系统须有足够的刚度且应避免发生荷载及应力集中的现象。立足“预防为主、纠正为辅”的原则，通过技术手段确保工程质量。
- (3) 混凝土浇筑应遵循“先内后外、先难后易、先厚后薄。均匀布料、分层交圈”的原则、且宜对称变换浇筑起始点，这样便于保证出模混凝土强度的一致性。
- (4) 采用激光经纬仪配合经纬仪、水平仪监测操作平台的垂直偏差、扭转和平台高差，从而适时有效地进行纠偏、纠扭作业。

6.5.3 质量关键要求

- (1) 自制钢滑模模板板面材料须采用符合有关冷轧钢板标准的冷轧钢板。
- (2) 平台系统、特别是模板系统组装时须严格控制模板坡（锥）度。确保其最大限度地按 0.2%~0.3% 准确安装就位。
- (3) 混凝土应具有良好的和易性且振捣密实。
- (4) 滑模钢筋混凝土结构不容许有拉裂现象。
- (5) 滑模钢筋混凝土结构的垂直偏差和扭转偏差应严格按规范、验评标准要求控制。
- (6) 滑模钢筋混凝土结构的养护（水或养生液）应严格按施工组织设计、施工方案执行，确保其有效性。
- (7) 滑模钢筋混凝土结构与水平结构接合部的处理应严格按设计、规范、施工组织设计或施工方案执行，确保其结构整体性。

6.5.4 职业健康安全关键要求

- (1) 工程开工前，施工单位必须根据工程结构和施工特点以及施工环境、气候等条件编制滑模施工，职业健康安全技术措施，报上级主管部门审批后实施。
- (2) 滑模施工中必须配备健康、安全专职检查员。
- (3) 凡参加工程施工人员，都必须进行安全培训，培训合格者方可上岗。各施工人员定期体检。
- (4) 在施工的建（构）筑物周围，必须划出施工危险警戒区。当不满足要求时，应采取有效的安全防护措施。
- (5) 操作平台及吊脚手架上的铺板，必须严密平整、防滑，固定可靠，并不得随意挪动。
- (6) 滑模施工的动力及照明用电应设有备用电源或备用发电机。现场夜间施工应保证足够照明，照明用电应用安全电压。
- (7) 滑模施工操作平台上应设有防雷装置，并符合《建筑物防雷设计规范》（GB50057）要求。
- (8) 操作平台上应设置足够的适用的灭火设施、设备及消防水源。
- (9) 施工现场有害气体应符合国家现行的《工业企业设计卫生标准》（TJ36）的规定。处于有害气体环境下的施工人员，必须采取有效的防护措施，否则不准施工。
- (10) 在有害环境下作业的人员须作好个人防护工作、戴好防护用具。
- (11) 滑模装置拆除，必须编制详细的施工方案，明确拆除的内容、方法、程序、安全措施及指挥人员的职责等，并经主管部门审批后，方可实施。
- (12) 整个施工过程，应建立、健全各项管理制度，施工作业必须遵守各项操作规程，符合相应的规范、标准的规定及要求，严禁违章指挥和违章施工。

6.5.5 环境关键要求

- (1) 滑模施工中，应该做好建筑施工现场的环境管理工作，依照 ISO14000 标准，根据《中华人民共和国环境保护法》，采取有效的管理措施做好这项工作。
- (2) 结合施工特点、环境影响因素，采取积极、有效的措施，做到各方面达标、合格。具体有以下几个方面：

- 1) 噪声排放达标：白天 $<70\text{dB}$ ，夜间 $<55\text{dB}$ ；
- 2) 现场扬尘排放达标：现场施工扬尘排放达到当地环保机构的粉尘排放标准要求；
- 3) 运输遗撒达标：确保运输过程无遗撒；
- 4) 生活、生产污水排放达标：生活、生产污水中的 COD 达标；
- 5) 施工现场夜间无光污染：施工现场夜间照明不影响周围社区；
- 6) 固体废弃物实现分类管理，提高回收利用率；
- 7) 节约纸张木材消耗，保护森林资源。

(3) 现场施工过程中，应按照国家现行的各种环境标准规定执行，尽量避免对环境的污染、破坏。

(4) 施工现场成立以项目经理为组长的环境保护小组，完善各项管理制度，逐级落实责任，将组织、落实、检查、验收一体化、规范化、制度化。

6.6 施工工艺

6.6.1 工艺流程

(1) 平台模板及相关系统组装工艺流程

确定平面模板安装高度、中心线及辐射梁高度（一般用于烟囱滑模工程）和井字梁位置→搭设平面模板系统安装支承定位架→吊安中鼓筒、平台钢圈、辐射梁（一般用于烟囱滑模工程）或井字梁（或平面桁架）并校准位置→安装提升架、固定围檩调整装置、活动围檩调整装置（一般用于烟囱滑模工程）并校准位置→固定模板、模板活动围檩（一般用于烟囱滑模工程）并校准位置→拼装辐射梁下弦杆及腹杆（一般用于烟囱滑模）或井字梁。平面桁架并完善空间平面桁架→安装模板围檩并校准位置后安装固定于平面桁架上→绑扎筒体钢筋、安放预埋件及预留孔洞模板→安装千斤顶扁担梁、千斤顶及支承杆并校准位置→配合安装液压系统油路及电气系统线路等→安装模板并校准位置→安装钢筋保护层垫铁及竖向钢筋定位架→铺设平台板、安装液压系统和电气系统→安装井字架及垂直运输系统（一般用于烟囱滑模工程）和避雷系统→安装二层平台、安全栏杆、安全网、监测靶标等→各系统调试→试滑→全面检查验收。

(2) 滑模施工工艺流程

待相关系统及平台验收无误且各准备工作完成后，分层交圈浇筑初滑混凝土至滑模板高度三分之二→待混凝土强度达到初凝时进行 2~3 个行程（约 50~75mm）的试提升→全面检查各系统无误后且配合拆除组装支承脚手架（同时检查出模混凝土强度）→根据混凝土出模强度调整其相关系统至最佳滑模状态进入正常滑模施工→继续浇筑混凝土至模板上口约 50mm 处（同时配合绑扎钢筋、接长支承杆、安放预埋件及预留孔洞模等工作）→适度放松导索（一般用于烟囱滑模工程）、打开激光经纬仪监测→提升 10~12 个行程（约 250~300mm）收分、收径（一般用于烟囱滑模工程）等→收紧导索（一般用于烟囱滑模工程）、关闭激光经纬仪→全程配合爬梯安装→浇筑混凝土至模板上口约 50mm 处（同时配合绑扎钢筋、接长支承杆、安放预埋件及预留孔洞模、出模混凝土表面抹压、爬梯安装等工作）→适度放松导索（一般用于烟囱滑模工程）、打开激光经纬仪监测→提升 10~12 个行程（约 250~300mm）收分、收径（一般用于烟囱滑模工程）等→收紧导索（一般用于烟囱滑模工程）、关闭激光经纬仪→浇筑混凝土且周而复始地循环至内牛腿底（配合做牛腿滑施）或信号平台（配合信号平台安装）直至结顶（配合筒首施工）。

(3) 爬梯安装工艺流程

根据工程设计准确可靠地埋设预埋件→预埋件出模后及时找出且清理干净→用摇头把杆将爬梯段吊上操作平台备用→（具有可安装一节爬梯高度时）将爬梯部位对应的平台板暂时移开→将爬梯部位对应的吊架板拆除让开爬梯位置→人工用麻绳将一节爬梯段从平台缺口中下放至预定设计位置→施工人员在吊架内安装爬梯段的上撑腿及螺栓（螺栓不可拧紧）、临时挂牢爬梯段→恢复平台板→施工人员从爬梯内下到爬梯段下端安装该部位的连接件及螺栓（吊架内人员配合调位）并拧紧→拧紧爬梯段上端螺栓→以此类推至爬梯安装完毕。

(4) 信号平台安装工艺流程

根据工程设计准确可靠地埋设预埋件→安装三角架用下部预埋件出模后及时找出且清理干净→在吊架内安装信号平台三角架下部螺栓（螺栓别拧紧）→安装三角架用上部预埋件出模后及时找出且清理干净→在吊架内安装信号平台三角架上部螺栓（将三角架绕下部螺栓旋转至预定位置即可）并拧紧→在吊架内拧紧三角架下部螺栓→在吊架内安装信号平台铺板同时配合拆除吊架铺板及吊架内侧吊杆螺栓使其自然下吊在外侧吊杆下部→在信号平台铺板上安装信号平台栏板→在信号平台上安装信号灯→待吊架随平台提升过信号平台栏板后，在信号平台内恢复吊架及铺板和安全网→信号平台安装完毕。

(5) 滑模施工纠偏、纠扭工艺流程

纠偏、纠扭工作在滑模施工中是一项经常性的工作，当中心偏差达 20mm 以上（含 20mm）时且有明显发展趋势即可进行纠偏作业。

目前纠偏的方法很多，但使用效果好的主要有以下两种：

方法一：平台倾斜法

将激光接收靶上激光点所背离的方向（即工程垂直偏差发展方向）的千斤顶限位卡按递增状态适度调高→加固支承杆→在密切观察监测下滑模施工（注意纠偏效果及发展趋势）→当纠偏效果明显且有明显稳定回复中心趋势时可适度调小操作平台高差→当中心偏差回复到小于 20mm 时可酌情逐步调平操作平台（注意→防止纠偏过度）→利用惯性纠正剩余偏差→一次纠偏作业完毕。

方法二：模板坡（锥）度法

滑模平台正常提升至预定位置（必要时可适度加大提升高度）→加固支承杆→将激光接收靶上激光点所背离（含所向）的方向（即工程垂直偏差发展方向）的筒体两侧的内、外模板通过围檩调整装置适度调整模板坡度（向拟纠正的方向）→同时浇筑模壳内筒体混凝土→在密切观察监测下提升进行滑模施工（注意纠偏效果及发展趋势）→当纠偏效果明显且有明显稳定回复中心趋势时、注意适度调回模板坡度（防止纠偏过度）→当中心偏差回复到小于 20mm 时可完全调回模板坡度（防止纠偏过度）→利用惯性纠正剩余偏差→一次纠偏作业完毕。

当平台扭转偏差达 50mm 以上且有明显发展趋势时即可进行纠扭作业。

目前纠扭的方法很多，但使用效果好的主要有以下两种：

方法一：滑刀导向法

用手拉（搬）葫芦调整带有滑刀的固定模板使其滑刀对应指向扭转发展方向→在密切观察监测下进行滑模施工（注意纠扭效果及发展趋势）→当纠扭效果明显且有明显稳定回复原值趋势时，注意适度调回固定模板（防止纠扭过度）→当扭转偏差回复到小于 50mm 以内时可完全调回固定模板（防止纠扭过度）→利用惯性纠正剩余偏差→一次纠扭作业完毕。

方法二：千斤顶倾斜法

在部分千斤顶底座下与千斤顶扁担梁之间（在扭转发展方向一侧）加一垫铁（3~6mm 左右）→加固支承杆→在密切观察监测下进行滑模施工（注意纠扭效果及发展趋势）→当纠扭效果明显且有明显稳定回复原位趋势时、注意适度调小垫铁（防止纠扭过度）→当扭转偏差回复到小于 50mm 以内时可完全取消垫铁（防止纠扭过度）→利用惯性纠正剩余偏差→一次纠扭作业完毕。

（6）平台拆除工艺流程

根据施工组织设计准确可靠地埋设措施预埋件→按拆除施工组织设计要求组织好各相关系统的准备工作及培训工作→撤出所有内、外平台、安全网、吊架中的材料、机具、垃圾等→拆除内外吊架安全网→将每根辐射梁下表面至筒首混凝土上表面之间用木方撑垫捆绑牢固→拆除液压提升系统的支承杆、千斤顶、油路管线、液压控制台等→烟囱筒首至中鼓筒下部装挂拟定拆除用的手拉（搬）葫芦（一般用于烟囱滑模工程）→拆除内外吊架及铺板→拆除外模板、围檩和外钢圈→拆除内模板及内围檩和内外操作平台铺板→收紧烟囱筒首至中鼓筒下部拟定拆除用的手拉（搬）葫芦（一般用于烟囱滑模工程）并使其均匀受力→拆除平台钢圈等→对称拆除拟定散拆的辐射梁及下桁架（一般用于烟囱滑模工程）→将中鼓筒、井字架、吊笼（一般用于烟囱滑模工程）捆绑固定在一起→用 1t 卷扬机下放导索（一般用于烟囱滑模工程）→松开中鼓筒和拟定整体下放的辐射梁（一般用于烟囱滑模工程）的铰接副螺栓（留一主螺栓）→用手拉（搬）葫芦下放中鼓筒及辐射梁（同时呈伞状收起辐射梁并与中鼓筒、井字架、吊笼捆绑在一起）至预定位置→调整、穿装下放主绳（一般用于烟囱滑模工程）→收紧下放主绳使之受力→卸除手拉（搬）葫芦及手拉（搬）葫芦钢丝绳并捆绑在中鼓筒和辐射梁上→卷扬机主绳将中鼓筒和辐射梁等整体下放至地面→解体运至指定地点→将卷扬机主绳用麻绳和滑车下放至地面→最后人带滑车从爬梯下至地面。

6.6.2 操作及要点

（1）平台模板及相关系统组装操作要点

1) 确定平台模板安装高度，须考虑模板下口至少包住原基础混凝土筒体 50mm 以上，平台中鼓筒及下弦杆距地面净距离不少于 2mm，以便安装操作。

2) 对于烟囱基础来说，如一般只做至±0.00m，则难于满足滑模模板组装的要求，可考虑如下两种方法解决：

——原烟囱基础施工时直接浇筑至±1.00m 左右。

——滑升模板组装完后，用木夹板下接至预定位置（此为固定模板，不参与滑升）。

3) 确定辐射梁位置时须考虑烟道口位置及爬梯、信号平台等预埋件安放及其外露附件便于安装操作的问题，以及烟道口边柱钢筋的避让措施及如何保证质量的问题。

4) 确定井字梁及桁架梁位置时，须考虑平台到顶结合顶部梁板结构施工以及拆除来统筹考虑。

5) 搭设平台模板系统安装支承定位脚手架时，须考虑避让平台钢圈、辐射架、井字梁、平台桁架等组件至少 200mm，以便安装操作，同时满足平台起拱要求。

6) 安装提升架、固定围檩调整装置、活动围檩调整装置。固定模板及活动围檩系统须直接按工程结构要求做出模板坡（锥）度，一般应控制在 0.2%~0.3%模板高度范围内。

7) 有防扭滑刀的固定模板须周圈对称地均匀布置。

8) 拼装辐射梁下弦杆及腹杆，注意掌握控制各斜拉杆（有花篮螺杆的）的拉力并注意控制好其对平台起拱的影响。

9) 井字梁、平台桁架需现场拼装的部分,需保证拼装焊缝满足设计要求,且拼装焊缝施焊顺序宜按周圈均匀对称地进行,必要时编制焊接工艺流程,以便最大限度地消除结构由焊接变形及所产生的内应力对平台结构产生的不利影响。

10) 焊装围檩前须校准围檩位置及坡度,且须保证平台空间桁架结构拼焊完成检查无误后再行焊装模板围檩,以确保模板围檩安装位置的准确性(容许上围檩与模板间加找坡扁铁)。

11) 对于非辐射梁式滑模平台,其提升架、围檩、平台结构端点(支座部分)需进行认真的结构计算。

12) 模板安装须校准坡(锥)度,且在整个平台各处模板均应严格控制安装坡(锥)度。对于不变直径、截面一滑到顶的混凝土结构,坡(锥)度宜控制在0.2%~0.3%左右。

13) 整个滑模平台等各系统均应进行严格的结构计算,满足其强度、刚度、稳定性的要求。

(2) 滑模施工操作要点

1) 如滑模使用的平台结构及相关系统未曾经过施工工程检验确认是安全的,则需进行平台试压检验,确认安全后方可投入使用。

2) 每班前需进行全面交底、检查,每班需做详细的施工记录、且进行详细的交接班并做好记录。

3) 每次提升前需确认导索已适度放开、垂直运输系统已停止工作、支承杆已加固且足够长、各监护人员已到位、混凝土浇筑已到位且无提升障碍等,方可实施提升操作。

4) 每次提升须有专人监测混凝土出模强度,混凝土出模强度宜控制在0.2~0.4MPa(相当于混凝土0.35~1.05kN/Cm²贯入阻力值)。经验上一般用手指按压出模的混凝土有轻微的指印且不粘手,并在提升过程中能听到“沙沙”声,如此可说明出模混凝土强度较适宜,已具备滑升条件。

5) 每次提升须有专人监护(测)检查平台系统应与结构物无钩挂,千斤顶、液压系统工作情况正常,并随时监测平台垂直偏差及平台扭转且适时地进行纠正。

6) 需随时注意天气、气温情况和混凝土出模强度以便适时调整混凝土浇筑高度(一般宜控制在250~300mm高)、滑施速度。

7) 一般1h左右提升一次,相当于10~12个千斤顶行程(约250~300mm高),若间隔时间过长宜增加一次中间提升、或半小时提升一个千斤顶行程,以防混凝土与模板粘结。

8) 混凝土浇筑需遵循“先内后外、先难后易、先厚后薄、均匀布料、分层交圈”的原则、且宜对称变换浇筑起始点,这样便于保证出模混凝土强度的一致性。

9) 混凝土筒壁(墙体)到顶(楼板底、顶盖底、牛腿底等)空滑时,需提高滑升速度,宜在2h(具体时间需根据当地、当时气温条件、混凝土强度增长情况而定)左右提升到位,以防顶部混凝土拉裂或带起来,同时密切关注支承杆工作状态、加强支承杆加固。

10) 正常滑施过程中需随时注意调平滑模操作平台,可在支承杆上安装提升限位器调平滑模操作平台。

11) 在实施纠偏、纠扭时,其操作平台高差不得大于操作平台直径或操作平台边长的1%。

12) 滑施过程中应随时观察整个操作平台结构的受力情况和变形,特别在实施纠偏、纠扭时,如发现问题应及时找出原因立即采取相应措施。

13) 出模混凝土应及时进行抹压处理,适时涂刷养生液(严格按产品说明执行)或洒水养护。养生液须成膜。

14) 收分（变截面）、收径（变直径）须对称且同时地进行，以防由此产生偏、扭。

15) 由于变径的需要，在拆除桁架靠外端的节间时，须对称且间隔交替地进行，防止平台构件因应力集中而失稳。

16) 提升时应充分保证千斤顶的给油和回油时间，发现有漏油现象应及时处理，并随时检查油箱存量，油量不足应及时补充。

（3）爬梯安装操作要点

1) 在平台设计布置辐射梁时应将其爬梯位置置于相邻两根辐射梁之间，这样便于在吊架内配合、安装爬梯。

2) 爬梯预埋件位置须准确无误并对应于爬梯段尺寸埋设。

3) 爬梯安装须紧跟滑模施工进行，空档够一段即马上安装一段，以利安全操作。

（4）信号平台安装操作要点

1) 信号平台安装预埋件在埋设前须仔细检查核对安装部位的直径、标高、周长。

2) 必要时按实际周长、直径，微调水平间距后埋设预埋件（注意与爬梯的配合）。

3) 信号平台三角架下部螺栓安装用预埋件出模后即快速找出、清理、安装三角架下部螺栓（螺栓别拧紧、均在吊架内进行）。

4) 信号平台三角架上部螺栓安装用预埋件出模后即快速找出、清理、安装三角架上部螺栓、然后调校拧紧上、下螺栓（均在吊架内进行）。

5) 配合信号平台铺板的安装拆除吊架铺板和内侧吊杆（只拆除内侧吊杆碍事的一个螺栓，其他相关螺栓放松），使内侧吊杆悬挂于外侧吊杆下部（安全网亦如此）。

6) 信号平台安装期间，滑模施工可放慢速度配合信号平台安装，确保信号平台安装在吊架内进行。

（5）纠偏、纠扭操作要点

1) 每次拿到偏差监测数据后，须进行认真分析，查找主要原因，排除致偏原因，对症施治才能收到良好效果。

2) 每次纠偏、纠扭作业前须对支承杆进行适度加固，纠偏、纠扭作业中须密切观察监测操作平台及提升系统等各部分受力情况和纠正效果。

3) 纠偏、纠扭作业中要特别注意纠正效果和发展趋势，合理利用纠正惯性，纠正剩余偏差，防止纠正过度。

4) 在纠偏作业中只有当平台倾斜法效果不佳时，方可采用模板坡（锥）度法。

5) 在纠扭作业中首选千斤顶倾斜法，当效果不佳时，方采用滑刀导向法，必要时可两种方法并用。

6) 在夏季滑模施工时，构筑物的向阳面和背阴面温差较大，由温度所产生的筒体膨胀因此而有所偏差，造成筒体变形（温差越大、构筑物长细比越大、该现象越明显），从而导致构筑物上端偏离原中心，待进入夜间筒体两面温差消除后，构筑物上端又回到原中心，所以遇到这种情况时应以凌晨测量数据为准。

（6）平台拆除操作要点

1) 按平台拆除施工组织设计（拆除方案）要求在滑模施工阶段准确埋设各措施预埋件。

- 2) 安装一台 1t 快速卷扬机并再对所有卷扬机进行刹车试验、地锚荷载试验、主卷扬机启动和制动时间及同步差测定。
- 3) 全面检查维护保养垂直运输系统、电器控制系统、通讯系统等，应能确保性能稳定、安全可靠地工作。
- 4) 全面检查测定拟采用的索具、手拉（搬）葫芦、滑车等，应确保性能稳定、安全可靠。
- 5) 平台拆除作业须待筒首混凝土强度达到设计强度后进行。
- 6) 平台拆除作业前需用木方将每根辐射梁牢固地支垫在筒首混凝土上，捆绑固定确认可靠受力后，方可拆除支承杆、千斤顶等液压提升系统组件。
- 7) 所有拆除下放构件均应捆绑牢固、随拆随下放，不得在平台上堆积已拆除的构件。
- 8) 在拆除拟定散拆的辐射梁前，须将拟定下放用的手拉（搬）葫芦及索具按施工组织设计（拆除方案）要求牢固地捆绑在中鼓筒上，并使其均匀受力。
- 9) 拆除拟定散拆的辐射梁时，须对称且间隔交替地进行并随时检查其下放用的手拉（搬）葫芦及索具的受力情况。
- 10) 散拆工作完成且平台整体拆除人员上齐后，将吊笼用钢丝绳与中鼓筒牢固捆绑在一起。
- 11) 平台整体下放主卷扬机需同步下放，下放前须做好同步调校工作。
- 12) 平台整体下放的每一步须事先进行结构计算、编制详细的拆除方案。

6.7 质量标准

6.7.1 主控项目

- 1) 在涂刷模板隔离剂时，不得沾污钢筋和混凝土接槎处，对滑升过程中，被油污染的钢筋和混凝土，应及时处理干净。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

- (2) 纵向受力钢筋的连接方式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

- (3) 钢筋安装时，受力钢筋的品种、级别、规格和数量必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、钢尺检查。

- (4) 滑模施工中混凝土早期强度的增长速度，必须满足模板滑升速度的要求。

检查数量：定期或施工方法改变时，检查。

检验方法：检查施工记录、贯入阻力强度试验或同条件养生试件强度试验。

(5) 滑模施工混凝土的结构外观质量不应有严重缺陷。对已经出现的严重缺陷，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理（建设）单位认可后进行处理。对经过处理的部位，应重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案。

(6) 滑模结构不应有影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。如，应做出相应的处理，并经监理单位认可，且重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：量测，检查技术处理方案。

6.7.2 一般项目

(1) 滑模装置各种构件的制作允许偏差应符合表 6.7.2 — 1 的规定。

构件制作的允许偏差 表 6.7.2 — 1

名 称	内 容	允许偏差 (mm)
钢模板	表面平整度	1
	长度	2
	宽度	-2
	侧面平直度	2
	连接孔位置	0.5
围檩	长度	-5
	弯曲长度 长度≤3m	2
	>3m	4
	连接孔位置	0.5
提升架	高度	3
	宽度	3
	围圈支托位置	2
	连接孔位置	0.5
支承杆	弯曲	小于 (2/1000) L
	直径	-0.5
	丝扣接头中心	0.25

注：1.检查方法：钢尺、靠尺、塞尺检查。

2.构件表面，除支承杆及接触混凝土的模板表面外，均应刷防锈涂料。

(2) 滑模装置组装的偏差，应满足表 6.7.2—2 的规定。

滑模装置组装的允许偏差 表 6.7.2—2

内 容	允许偏差 (mm)
模板结构轴线与相应结构轴线位置	3

围圈位置偏差	水平方向	3
	垂直方向	3
提升架的垂直偏差	平面内	3
	平面外	2
安放千斤顶的提升架横梁相对标高偏差		
考虑倾斜度后模板 尺寸的偏差	上口	-1
	下口	+2
千斤顶安装位置的偏差	提升架平面内	5
	提升架平面外	5
圆模直径、方模边长的偏差		5
相邻两块模板平面平整偏差		2

注：检查方法：尺量检查

(3) 混凝土的坍落度应符合表 6.7.2-3 规定。

混凝土浇灌时的坍落度

表 6.7.2-3

结构种类	混凝土	坍落度 (cm)
墙板、梁、柱	普通混凝土	4~6
	泵送混凝土	满足泵送要求即可
配筋密列的结构 (筒壁结构及细柱)	普通混凝土	5~8
	泵送混凝土	满足泵送要求即可
配筋特密结构	普通混凝土	8~10
	泵送混凝土	满足泵送要求即可

注：检查方法：尺量、坍落度筒等。

(4) 滑模施工工程结构的允许偏差应符合表 6.7.2-4 规定, 对于烟囱等构筑物的工程验收, 尚应符合《烟囱工程施工及验收规范》(GBJ78) 的规定。

滑模施工工程结构的允许偏差

表 6.7.2-4

项 目			允许偏差 (mm)
轴线间的相对位移			5
圆形筒壁 结 构	直径偏差		该截面筒壁直径的 1% 并不得超过±40
标 高	每 层		±10
	全 高		±30
垂 直 度	每层	层高小于或等于 5m	5
		层高大于 5m	层高的 0.1%
	全高	高度小于 10m	10

		高度大于或等于 10m	高度的 0.1%，并不得大于 30
墙、柱、梁、壁、截面尺寸偏差			+10 -5
表面平整	抹 灰		8
	不抹灰		5
门窗洞口及预留洞口的位置偏差			15
预埋件位置偏差			20

注：检查方法：钢尺、靠尺和垂尺检查；水准仪、经纬仪测量检查。

(5) 对高耸结构垂直度的测量，应以当地时间 6：00～9：00 间的测量结果为准（阴、雨天气除外）。

6.8 成品保护

6.8.1

保护模板表面的清洁、平整、光滑及配套设备零件的齐全。

6.8.2

冬期施工时，应注意初浇混凝土的保温，防护，适当放慢滑升速度；使混凝土受冻前达到临界强度。

6.8.3

滑模装置的拆除，宜采用整体拆除，在地面解体。拆除的部件及操作平台的一切物品，均不得从高空抛下。

6.8.4

模板的滑升应待新浇混凝土层全部凝固后开始，以防混凝土结构出现坍塌情况。

6.8.5

结构钢筋绑完后，不准踩踏、碰撞、破坏，如有损坏或涂污现象，应及时修整、处理。

6.8.6

绑扎钢筋、浇注混凝土时，禁止碰动预埋件及洞口模板。

6.8.7

安装电线管、暖卫管或其他设施时，不得任意切断和移动钢筋。

6.8.8

模板内面涂隔离剂时不要污染钢筋。

6.8.9

混凝土浇筑、振捣及完工后，要保持露出钢筋位置的正确。

6.8.10

模板应防止重物冲击，以防模板变形、损坏。

6.9 安全环保措施

6.9.1

滑模工程施工前，施工单位必须根据工程结构和施工特点以及施工环境、气候等条件编制滑模施工安全环保技术措施，作为滑模工程施工组织设计的一部分，报上级安全和技术主管部门审批后实施。

6.9.2

滑模工程施工负责人必须对管辖范围内的安全环保全面负责，组织编制滑模工程的安全环保措施，进行安全环保交底及处理施工中的安全环保问题。

6.9.3

对参加滑模工程施工的人员，必须进行培训和教育，使其了解本工程滑模施工特点、熟悉规范的有关条文和本岗位的安全技术操作规程及环保规定，并通过考核合格后方能上岗工作。主要施工人员应相对固定。

6.9.4

滑模施工中应经常与当地气象台、站取得联系，遇到雷雨、六级和六级以上大风时，必须停止施工。停工前做好停滑措施，操作平台上人员撤离前，应对设备、机具、零散材料、可移动的铺板等进行整理、固定并作好防护，全部人员撤离后立即切段通向操作平台的供电电源。

6.9.5

在施工的构筑物周围必须划出施工危险警戒区。警戒线至构筑物（外边线）的距离不应小于施工对象高度的 $1/10$ ，且不小于 10m。当不能满足要求时，应采用有效的安全防护措施。

6.9.6

危险警戒区内的构筑物入口、地面通道及机械操作场所，应搭设高度不低于 3.5m 的安全防护棚。滑模工程进行立体交叉作业时，上、下工作面间，应搭设隔离防护棚。各种牵拉钢丝绳、滑轮装置、管道、电缆及设备等均应采取防护措施。

6.9.7

制作滑模操作平台及相关系统的材料有合格证，其品种、规格等应符合设计要求。材料的代用，必须经主管设计人员同意。

6.9.8

滑模施工中所使用的垂直运输设备，应根据滑模施工特点、构筑物的形状、地形及周围环境等条件，在保证施工安全的前提下进行选择。

6.9.9

滑模施工的动力及照明用电应设有备用电源或备用发电机。如没有备用电源或备用发电机时，应考虑停电时的安全和人员上、下的措施。

6.9.10

滑模施工中的防雷装置，应符合《建筑防雷设计规范》的要求。

6.9.11

操作平台上应设置足够和适用的灭火器以及其他消防设施；操作平台上不应存放易燃、易爆物品，使用过的油布、棉纱等应及时回收，妥善保管，统一处理。

6.9.12

滑模操作平台处于有害气体影响范围之内时，应根据具体情况，采用下列两种防护措施中的一种：

(1) 设置相应有害气体的报警装置或检测系统以及防毒用具。如有害气体浓度超过卫生标准时，应戴防毒口（面）罩。

(2) 由甲、乙双方协商，必要时停止施工、或采取相互错开班次及改道排放等有效措施。

6.9.13

工程开始滑升前，应由设计、技术、质量、安全、机械等对各系统进行全面的质量、安全、可靠性、稳定性检查验收，符合设计及有关规范要求后，方可投入使用。

(1) 对于未曾使用过的操作平台，须进行荷载试验，确认满足设计要求后，方可投入使用。套用原设计已使用过的平台，须视其工程具体情况决定，要否进行平台荷载试验。

(2) 平台验收需对其液压提升系统进行试运转，检查其液压提升系统的工作性能受力后的稳定性及变形，是否满足设计要求及施工需要。

(3) 平台验收须对整个平台结构进行检测，特别是试运转提升后平台等的变形，须满足设计要求及施工需要。

(4) 平台验收须对整个垂直运输系统进行试运转，检测结构的稳定性能及变形、电器控制系统的稳定性、可靠性和各部位限位装置的工作可靠性及稳定性。

(5) 平台验收前须对整个系统结构的紧固件和焊缝进行全面检查，并提出自检资料交平台验收小组进行复查。自检时要求用油漆逐个进行“已检”标识消项，防止漏检。确保每个紧固件紧固良好，焊缝符合设计要求。

(6) 平台验收须对整个防雷接地系统、漏电保护接地系统、安全防护系统、通讯指挥、照明系统进行全面检查，确保稳定可靠、安全有效。

(7) 在检查验收全部完成后，试运转正常确认满足设计要求及施工要求后，方可办理验收投入使用。

(8) 各项管理制度、安全操作规程完善有效，并已完成全体员工上岗前的岗位责任制、技术、质量、安全操作规程等的教育培训工作，且考核合格后方可上岗。

6.9.14

每班前需进行全面、针对性强的技术、质量、安全、操作要点等交底。

6.9.15

任何机械操作人员定要精力集中、坚守岗位，精心操作。

6.9.16

滑模装置拆除前必须组织拆除专业队，指定专人负责统一指挥。

6. 9.17

滑模装置拆除前应检查各支承点埋设件牢固情况，以及作业人员上下走道是否安全可靠。

当拆除工作利用施工结构作为支承点时，对结构混凝土强度的要求应经结构验算确定，且不低于 15MPa。

6.9.18

拆除作业必须在白天进行，宜采用分段、整体拆除，在地面解体。拆除的部件及操作平台上的一切物品，均不得从高空抛下。

6.10 质量记录

6.10.1

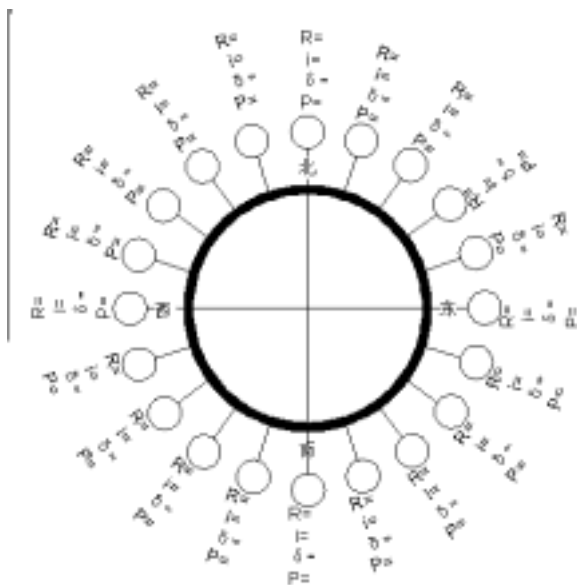
除按验收规范及验评标准做好各项检查记录外。还应根据工程特点、配合相关管理制度自行设计一套直观适用的表格，用于施工记录。如表 6.10.1。

烟囱滑模施工班组自检记录

表 6.10.1

_____年_____月_____日_____班

标高_____m至_____m



表格填法：

设计半径_____设计壁厚_____设计保护层厚度_____

竖筋直径_____总根数_____环筋直径_____间距_____

自检员_____测量_____专检_____工长_____

施工负责人_____

注：1.大圈中填中心点位置及平台扭转。

2.小圈内填辐射梁编号。

3.要求字迹工整、数值准确。

4.代号说明：R=实测半径误差，a=实测壁厚误差，P=实测保护层厚，i=平台相对高差。

6.11 附加说明

(1) 本工艺标准只叙述了高耸构筑物的有关要求及要点，其滑模施工与水平结构的配合施工方面已有很多的成熟做法供查阅参考。

(2) 本工艺标准只侧重叙述了滑模施工方面须考虑到的主要问题及要点，具体的配置及要求须根据工程的具体情况来确定。

(3) 滑模施工的质量控制及纠正应立足“预防为主、纠正为辅”的原则，所以在滑模系统等相关系统的安装中特别强调安装质量，尤其是在模板坡（锥）度方面、结构的刚度方面，提出了较高的要求。

(4) 滑模施工工艺目前在有关工程中使用较多，技术亦较成熟，在与水平结构施工的配合方面也很成熟，但滑模施工工艺本身对施工的连续性、施工组织、施工管理提出了较高的要求，机具设备的配置也提出了较高的要求，只有各个方面都能保证匹配合理、配置到位方能显示出滑模施工在速度、质量等方面的优越性。

7 密肋楼板模壳施工工艺标准

7.1 总则

7.1.1 适用范围

本工艺适用于由薄板及单向或双向密肋梁组成的现浇混凝土密肋楼板模壳的安装与拆除施工。

7.1.2 编制参考标准及规范

《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)。

7.2 施工准备

7.2.1 技术准备

(1) 选定模壳

根据结构工程设计要求及模板周转使用次数，确定模壳品种及规格。模壳肋部较高时，宜采用玻璃钢模壳，使用气动拆模工艺。常用模壳有塑料模壳和玻璃钢模壳，见图 7.2.1-1 和图 7.2.1-2。

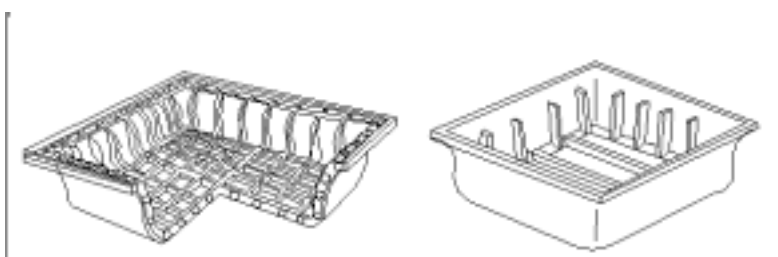


图 7.2.1-1 塑料模壳图

7.2.1-2 玻璃钢模壳

模壳按构造分为两类：

- 1) M 型模壳：为方形模壳，适用于双向密肋楼板；
- 2) T 型模壳：为长形模壳，适用于单向密肋楼板。

(2) 配模设计

根据密肋楼板设计尺寸和模壳施工工艺绘制配模平面图、剖面图等。

(3) 编制模板工程施工方案并经审批：

- 1) 明确模板上施工荷载，并不得超过规定且堆料均匀；在现浇结构中还应满足下层楼板的承载能力；
- 2) 现浇混凝土模板的支撑系统有设计计算，支撑系统符合设计要求；
- 3) 支撑模板的立柱材料符合要求；底部加垫板；按规定设置纵横向支撑；立柱间距符合规定；
- 4) 明确拆模要求，模板拆除依据混凝土同条件强度报告；混凝土强度达到规定方可拆除；
- 5) 劳动组织：合理划分流水段，采用小流水段施工。每一个流水段安排若干作业班组进行模壳的安装与拆除作业。

7.2.2 材料要求

(1) 塑料模壳

塑料模壳是以改性聚丙烯塑料采用模压注塑工艺加工而成。

1) 特点：自重轻（如 $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ 塑料模壳单个重约 $21 \sim 30\text{Kg}$ ）；耐老化，价格较便宜，但其刚度、抗冲击性能不如玻璃钢模壳，需采用型钢加固；人工拆模难度较大，模壳易损坏。

2) 品种规格：塑料模壳由于受注塑机容量的限制，一般加工成 $1/4$ 模壳，再用螺栓将 4 片组装成整体。

模壳常用的规格（mm）：肋距： 900×900 、 1200×1200 、 1500×1500 、 1200×900 ；肋高：300、350、400、500。

3) 质量要求：

表面要光滑平整，不得有气泡、空鼓；

由 4 片拼装的模壳，其拼缝应横平竖直；

模壳的底边与顶部应平整，不得翘曲变形。

4) 力学性能，见表 7.2.2—1。

塑料模壳的力学性能

表 7.2.2—1

序 号	项 目	性能指标 (N/mm ²)
1	拉伸强度	40
2	抗压强度	46
3	弯曲强度	38.7
4	弯曲弹性模量	1.8×10^3

5) 加工规格尺寸的允许偏差见表 7.2.2—2。

规格尺寸的允许偏差

表 7.2.2-2

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

(2) 玻璃钢模壳

玻璃钢模壳是以方格中碱玻璃丝布作为增强材料，以不饱和聚酯树脂作粘结材料，经手糊阴模成型。

1) 特点：自重轻（如 $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ 玻璃钢模壳单个自重 $27 \sim 28\text{kg}$ ）；刚度、强度、韧性比塑料模壳好，周转次数可达 $80 \sim 100$ 次，不需型钢加固；可采用气动拆模，速度快，效果好。

2) 品种规格：模壳常用的规格 (mm)：肋距： 900×900 、 1200×1200 、 1500×1500 、 1200×900 ；肋高：300、350、400、500。

3) 质量要求：

表面光滑平整，不得有气泡、空鼓、裂纹、分层、皱纹、纤维外露及掉角等现象；

气动拆模用的气嘴要固定牢，四周密实，不得有漏气现象且气孔要畅通；

模壳 4 个底边的底部应平整，不得凹凸不平，以防止在使用中发生翘曲变形；

模壳内部应平整光滑，不得有飞刺。

4) 力学性能，见表 7.2.2-3。

玻璃钢模壳的力学性能

表 7.2.2-3

序 号	项 目	性能指标 (N/mm ²)
1	拉伸强度	1.68×102
2	拉伸强度模量	1.19×104
3	冲 剪	9.96×10
4	弯曲模量	1.74×102
5	弯曲弹性模量	1.02×104

5) 加工规格尺寸的允许偏差同表 7.2.2-2。

(3) 支撑

采取“先拆模壳、后拆支柱”的早拆体系，以加快模壳的周转。

1) 钢支柱支撑系统

钢支柱、钢龙骨支撑系统由钢支柱、钢龙骨、角钢等组成，图 7.2.2-1 为其中一种模壳钢支柱支撑系统。

可调式标准钢支柱：承载力 15~20kN。在支柱顶板上增设柱头扎座，用以固定钢龙骨。钢支柱常用规格尺寸见下表 7.2.2-4。

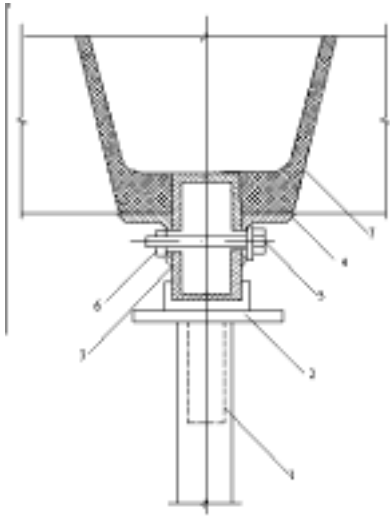


图 7.2.2-1 钢支柱、钢龙骨支撑系统

1—钢支柱；2—柱头板；3—□ 75×150 钢龙骨；4—角钢；5—销钉；6—插梢片；7—模壳

钢支柱规格

表 7.2.2-4

项次	项 目		CH-65	CH-75	CH-90
1	最小使用长度 (mm)		1812	2212	2712
2	最大使用长度 (mm)		3062	3462	3962
3	调节范围		1250	1250	1250
4	螺旋调节范围		170	170	170
5	容许荷重 (kN)	最小长度时	20	20	20
		最大长度时	15	15	12
6	质量 (Kg)		12.4	13.2	14.8

钢龙骨：为 150mm×75mm 矩形钢梁，用 3mm 钢板压制而成。沿龙骨纵向每隔 400mm 设置一段 Φ20mm 钢管，作为销钉孔。角钢 L50×5，沿龙骨通常设置。销钉 Φ18mm。

2) 钢支柱、桁架梁支撑系统

由可调式钢支柱、柱头板及桁架梁等组成。图 7.2.2-2 为一种早拆柱头；

柱头板：用螺栓固定在支柱顶板上的拆装模板装置，由方钢支柱、支撑板、托座板及铸钢支持楔等组成。

桁架梁：轻型钢结构，其顶部凸缘宽 100mm，两侧翼缘为模壳的支座。梁的两端通过伸出的舌头挂在快拆柱头板上。采用这种支撑系统，脱模后密肋楼板小肋底部平整光滑。

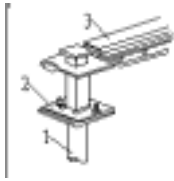


图 7.2.2-2 早拆柱头

1—钢支柱；2—牛头板；3—钢桁架梁

钢支柱、桁架梁支撑系统中钢支柱目前常用碗扣式钢管架，同时铺以底座和可调支托架早拆头，使模壳早拆支撑系统更具有工具化、标准化的特点。

3) 门式架支撑系统

采用定型组合门式架，将其组成整体式架子，顶部有顶托，底部用底托。顶托上放置 100mm×100mm 方木主梁，主梁上放 70mm×100mm 方木作次梁。间距与密肋的间距相同，次梁两侧钉 L50×5 的角钢，作模壳的支托。这种支撑系统同样可以采取先拆除模壳、后拆肋底支撑的方法。

7.2.3 主要机具

钢卷尺、水平尺、扳手、锤子、撬杠等。

玻璃钢模壳采用气动拆模时使用的机具还有：气泵（工作压力不小于 0.7MPa）、耐压胶管 $\Phi 9.5\text{mm}$ 氧气管）汽枪、橡皮锤等。

7.2.4 作业条件

- (1) 在会审图纸后，根据楼板进行排板，并画好安装示意图；
- (2) 模板涂刷脱模剂并分规格堆放；
- (3) 施工前在墙或柱上弹控制模板标高的水平线，在混凝土楼地面上弹模板钢支顶的位置线；
- (4) 模板体系的各种材料应齐备；
- (5) 支拆模板前对施工人员进行技术交底。

7.3 施工工艺

7.3.1 工艺流程

- (1) 支模

在楼地面上放出钢支柱轴线→立支柱→框架梁支模→在梁侧模板上分出模壳位置线→主龙骨（或柱头板）→安装水平拉杆→安装角钢（或桁架梁）→排放模壳→模壳接缝铺油毡条→刷脱模剂。

（2）拆模

拆除销钉及角钢（或敲击柱头支持楔，使桁架梁下落）→拆除模壳→拆除龙骨

（或拆除桁架梁）→拆除水平拉杆→拆支柱。

7.3.2 操作工艺

（1）支撑系统安装

- 1) 钢支柱的基底应平整坚固，柱底垫通长垫木，楔子楔紧，并用钉子固定；
- 2) 支柱的平面布置应设在模壳的四角点支撑上，对于大规格的模壳，主龙骨支柱可适当加密；
- 3) 按照设计标高调整支柱高度。支柱高度超过 3.5m 时，每隔 2m 设置纵横水平拉杆一道；当采用碗扣架时应每隔 1.2m 设置水平拉杆一道，以增加支柱稳定性并可作为操作架子；
- 4) 用螺栓将龙骨托座（或柱头板）安装在支柱顶板上。
- 5) 龙骨放置在托座上，找平调直后安装 L50×5 角钢（或将桁架梁两端之舌头挂于柱头板上）。安装龙骨或桁架梁时应拉通线控制，以保证间距准确；
- 6) 模壳的施工荷载宜控制在 $25\sim 30\text{N/mm}^2$ ；

（2）模壳安装

- 1) 模壳排列原则：在一个柱网内，由中间向两边排列。边肋不能使用模壳时，用木模板嵌补；
- 2) 安装主龙骨时要拉通线，间距要准确，做到横平竖直。根据已分好的模壳线，将模壳依次排放在主龙骨两侧角钢上（或桁架梁的翼缘上）；
- 3) 相邻模壳之间接缝处铺以油毡条或胶带将缝隙粘贴封严，防止漏浆。采用气动拆模时，气嘴应先封闭，用约 50mm 见方的胶布粘贴（作为预检项目检查），浇筑混凝土时应设专人看管；
- 4) 模壳安装好以后应再涂刷一遍脱模剂。

（3）模壳拆除

1) 一般规定：

a. 对于支柱跨度间距 $\leq 2\text{m}$ 时，混凝土强度达到设计强度的 50% 时，可拆除模壳；支柱跨度 $> 2\text{m}$ 、 $\leq 8\text{m}$ 时，混凝土强度达到设计强度的 75% 时，可拆除模壳和主龙骨； $> 8\text{m}$ 时混凝土强度达设计强度的 100% 时，方可拆除支柱。

b. 拆模时先敲下销钉，拆除角钢（或敲击柱头板的支持楔，拆下桁架梁）；

c. 用撬杠轻轻撬动，拆下模壳，传运至楼地面，清理干净，涂刷脱模剂，再运至堆放地点放好。然后拆除支柱及拉杆；

d. 拆除前经拆模申请批准。

2) 气动拆模工艺：

玻璃钢模壳采用气动拆模工艺时，其施工操作要点：

- a.将耐压胶管安装在气泵上，胶管的另一端安上气枪；
- b.气枪嘴对准模壳进气孔，开动气泵（空气压力 0.4~0.6MPa），压缩空气进入模壳与混凝土的接触面，促使模壳脱开；
- c.取下模壳，运至楼地面。如果模壳边与龙骨接触处有少许漏浆，用撬杠轻轻撬动即可取下模壳。

(4) 密肋楼板施工注意事项

- 1) 钢筋绑扎应按图纸设计要求及钢筋施工技术规范施工。双向密肋楼板的钢筋应由设计明确纵向和横向底筋的上下位置，避免因底筋互相编织而无法施工；
- 2) 混凝土根据设计要求配制，骨料选用粒径为 0.5~2cm 的石子和中砂，并根据季节温差选用不同类型的减水剂。
- 3) 混凝土浇捣应垂直于主龙骨方向进行；密肋部位采用 Φ30mm 或 Φ50mm 插入式振捣器振捣，板用平板振捣器，以保证混凝土质量；
- 4) 密肋楼板板面较薄，一般为 50~100mm，因此要防止混凝土水分过早蒸发，早期宜采用塑料薄膜等覆盖的养护方法，防止裂缝的产生。

7.4 质量标准

7.4.1 主控项目

- (1) 安装现浇结构的上层模板及其支架时，下层楼板具有承受荷载的承载能力，或加设支架；上、下层支架的立柱应对准，并铺设垫板。
- (2) 在涂刷模板隔离剂时，不得沾污钢筋和混凝土接槎处。

7.4.2 一般项目

- (1) 模板安装应满足下列要求：
 - 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隔离剂，但不得采用影响结构性能或妨碍装饰工程施工的隔离剂。
 - 3) 浇筑混凝土前，模板内的杂物应清理干净；模板内不应有积水。
 - 4) 对清水混凝土工程及装饰混凝土工程，应使用能达到设计效果的模板。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

- (2) 对跨度不小于 4m 的现浇钢筋混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱；当设计无具体要求时，起拱高度宜为跨度的 1/1000~3/1000。
- (3) 现浇结构模壳支模允许偏差及检验方法见表 7.4.2。

模壳支模允许偏差和检验方法 表 7.4.2

项次	项 目	允许偏差（mm）	检验方法
----	-----	----------	------

1	表面平整度	5	2m 直尺和塞尺量
2	截面尺寸	+2, -5	尺量
3	相邻两板表面高低差	2	尺量
4	轴线位置	5	尺量
5	底模上表面标高	±5	水准仪或钢尺

7.5 成品保护

7.5.1

模壳在存放运输过程中，要套叠成垛，轻拿轻放，避免碰撞，防止破裂变形。

7.5.2

模板安装完成后，下一工序施工应注意保护模板不被损坏。

7.5.3

拆模时禁止用大锤硬砸硬撬，防止损坏模壳及损伤混凝土楼板。已拆下的模壳应通过架子人工传递，禁止自高处往下扔。

7.5.4

坚持每次使用后及时、彻底清理板面，涂刷脱模剂，整齐排放。

7.6 安全环保措施

7.6.1

楼面四周设置安全护栏及安全网，操作人员佩戴好安全帽。

7.6.2

模壳支柱应安装在平整、坚实的底面上，一般支柱下垫通长脚手板，用楔子楔紧。

7.6.3

当支柱使用高度超过 3.5m 时，每隔 2m 高度用直角扣件和钢管将支柱互相连接牢固（当采用碗扣架时，每隔 1.2m 设置水平拉杆）。

7.6.4

各种模板存放整齐，高度符合安全要求。

7.6.5

支拆模板时，垂直运送模板、配件等物品，上下要配合接应，禁止自高处往下抛掷。2m 以上高处作业要有可靠立足点；拆除区域设置警戒线专人监护：不留未拆除的悬空模板。

7. 6. 6

当楼层承受荷载大于计算荷载时，必须经过核验后，加设临时支撑。

7. 6. 7

塑料模壳还要做好防火措施。

8 现浇筒体模板施工工艺标准

8.1 总则

8.1.1 适用范围

(1) 混凝土筒体结构的规定：适用于内壁无凸出结构的剪力墙结构筒体（有无顶板均可使用）。

(2) 筒体平面尺寸的规定：适用于平面尺寸最小边宜大于 1.8m，立面高度不宜大于 4.0m 的独立矩形筒体。

(3) 筒模重量的规定：必须满足现场起重量的要求。

(4) 其他：此筒模宜与全钢大模板配合使用。如用其它模板体系配合使用时，需作协调措施。

8.1.2 编制参考标准及规范

《混凝土结构设计规范》（GB50010—2002）；

《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204—2002）。

8.1.3 工作原理

井筒模板有多种形式，但基本原理相同：筒模通过铰链和支拆机构具有收缩和涨开功能，使筒体模板在筒体施工中实现整装整拆，提高施工效率，保证筒体几何尺寸。各种形式产品的铰链方式和支拆机构有所不同，以八角链井筒模为例进行说明，其它种类筒模不同之处参照相应产品说明。

8.2 术语

全钢八铰链电梯井筒模的立面及平面构造图见图 8.2—1 和图 8.2—2。

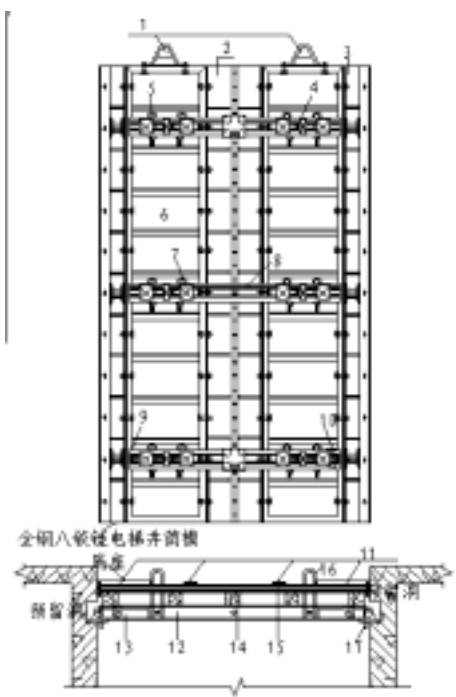


图 8.2-1 八铰链电梯井筒模立面图

- 1—吊钩；2—中部铰链角模；3—角部铰链角模；4—阴角规方芯带；
5—钢楔子；6—定型钢模板；7—穿墙螺栓；8—背楞；9—背楞活动端；
10—背楞固定端；11—筒模滑动轨道（滑道）；12—钢爬梁；13—联动支座；
14—木方龙骨；15—木跳板；16—底座吊钩；17—安全限位

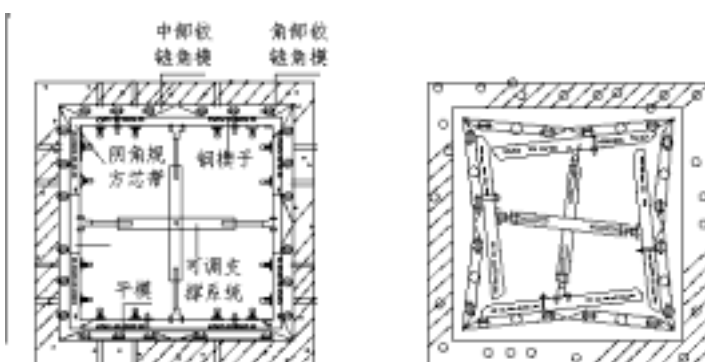


图 8.2-2 八铰链电梯井筒平面支拆示意图

(a) 支模状态；(b) 拆模状态

8.2.1 八铰链电梯井筒模

由定型钢模板和铰链式角模组成，内设可调支撑系统且整装整拆的筒型模板。优点在于整体收缩幅度大，方便施工。

8.2.2 钢背楞，背楞的固定端、活动端

钢背楞为筒模模板的水平主肋。

背楞在筒模支拆时始终与模板固定连接的一端称为背楞的固定端，而背楞在筒模支拆时反复与模板装拆的一端称为背楞的活动端。

8.2.3 阴角规方芯带

在筒模角部用于增强角部刚度、保持筒模四角方正的直角形连接构件。

8.2.4 可调支撑系统

由正反扣丝杠组成的，用于支拆筒模的组合系统。

8.2.5 底座

由钢爬梁和木制平台组成的，承受筒模自重和施工荷载并且可随结构一起提升的水平操作平台。

8.2.6 钢爬梁

由钢梁和联动支座组成，是底座的主要受力构件。

8.3 施工准备

8.3.1 技术准备

(1) 根据设计要求，组织图纸会审，详细了解筒模及其配套产品的名称及使用方法，检查筒模的尺寸和配件的数量是否齐全，并核对塔吊的起重量。

(2) 组织操作人员对筒模及其配套产品的使用进行技术交底，必须着重说明筒模及其配套产品在使用过程中应注意的安全问题。

(3) 如筒模需就位在已成形的非本筒模施工的筒体上，应核对已成形的筒壁尺寸与筒模尺寸是否一致，若不一致应采取相应的措施。

(4) 混凝土内壁模板用筒模而外壁模板用非全钢大模板时，两种不同体系模板应采用相应技术措施，保证模板的正常使用。

(5) 编制施工方案，其中应明确：

- 1) 筒模及底座的预拼装方案；
- 2) 筒模及底座的就位方案；
- 3) 筒模支拆方案。
- 4) 底座预留洞平面位置，标高及洞口尺寸的确定。

8.3.2 材料要求

根据设计要求，备齐连接螺栓、木方、木板、木楔、铁钉等材料，并保证材料的质量符合标准要求。

8.3.3 工具设备准备

扳手、手锤等工具，以及钢尺、靠尺等测量工具。

8.3.4 作业条件

- (1) 筒模重量满足塔吊起重量的要求；
- (2) 隐蔽工程验收完毕；
- (3) 底座预留洞标高验收完毕；
- (4) 下层混凝土强度验收完毕；
- (5) 起重量校核完毕；
- (6) 以成型混凝土井筒平面尺寸校核、调整完毕；
- (7) 底座就位（如有顶板，直接就位于顶板上）；
- (8) 水电、照明到位。

8.4 施工工艺

8.4.1 工艺流程（图 8.4.1）

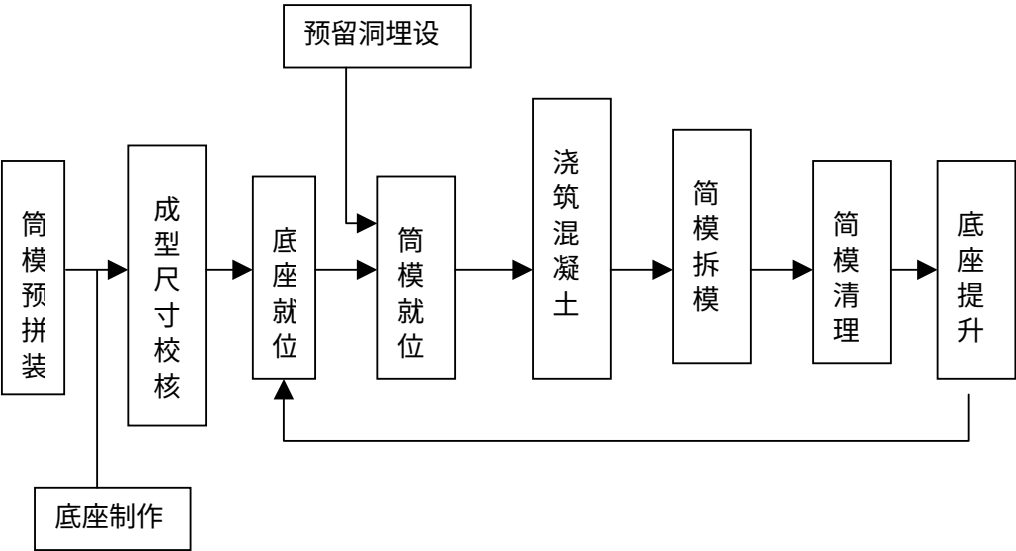


图 8.4.1 工艺流程图

8.4.2 操作工艺

(1) 筒模预拼装

1) 预拼装前准备工作：

- ①筒模运输到现场后，应按设计要求清点构件数量；
- ②准备筒模拼装场地及平台，平台应平整及足够大；
- ③木工工具及检测工具准备；
- ④塔吊准备就绪；
- ⑤每套筒模拼装需 3~4 名操作人员，并应在拼装开始前对操作人员进行技术及安全交底。

2) 筒模的预拼装：

- ①按设计要求将定型钢模板和铰链式角模在拼装平台上就位（图 8.4.2-1）；

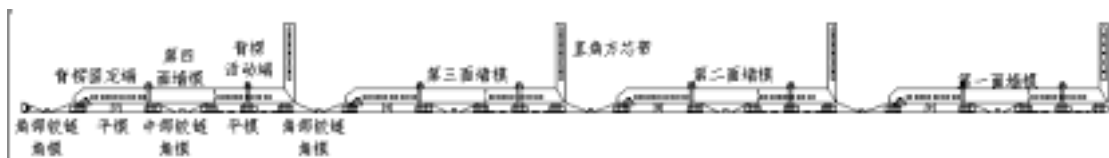


图 8.4.2-1 筒模预拼装前就位示意

②背楞的连接。背楞以三种方式与模板相连。第一步：在背楞固定端将背楞连接角钢、定型钢模板和角部铰链角模连接成整体。第二步：将背楞连接螺栓在靠近背楞固定端侧与中部铰链角模和定型钢模板连接成整体。第三步：将直角规方芯带用钢楔子固定在背楞的活动端，再将背楞连接螺栓安装在背楞活动端的定型钢模板上。第四步：将背楞连接在以上三种节点上，完成背楞安装。

③紧固所有拼装螺栓，应先紧固到最终紧固量的 80%，此后进行板缝间隙及相邻高低差的调整，最后完成全部紧固；

④组拼完成后，应进行拼装质量检查后方可进行筒模的整体组装；

⑤筒模整体组装（应注意本步骤为筒模预拼装过程中较为危险的环节）。用卡环吊住第四面墙模（包括定型钢模板和一个中部铰链式角模），提升至与第三面墙模成 90° 状态，并使第四面墙模的直角规方芯带的竖直端伸入第三面墙模的背楞里，并打入两个钢楔子将第四面墙模的直角规方芯带与第三面墙模的背楞连接紧固，摘掉吊钩卡环；将第一面墙模与第二面墙模按上述方法连接紧固；将已连成整体的第三、四面墙模提至与第二面墙模成 90° 状态，并连接紧固。最后将第一面墙模的可活动角部铰链式角模与第四面墙模用螺栓紧固。安装可调支撑系统，将筒模吊装直立于平台上。筒模的预拼装即告完毕。（图 8.4.2-2）

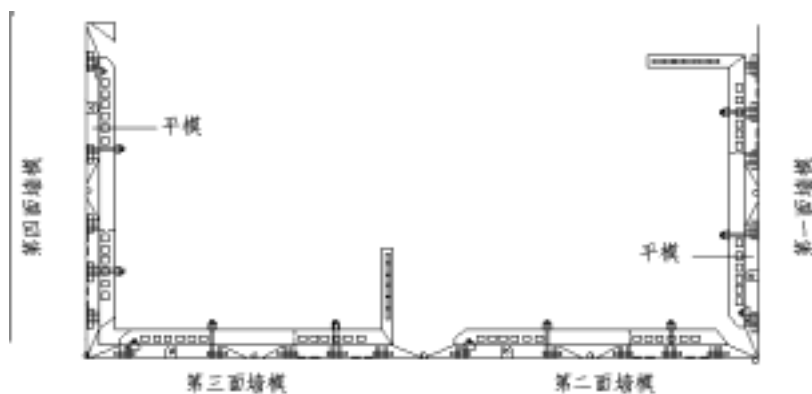


图 8.4.2 — 2 筒模预拼装示意图

(2) 底座制作

按设计要求将钢爬梁与木制平台制作成底座。

(3) 已成形筒体尺寸校核

如筒模需就位在已成形的筒体上，应核对已成形的筒壁尺寸与筒模尺寸是否一致，若不一致应采取相应的措施。

(4) 底座就位

1) 检查预留洞平面尺寸、洞口标高；

2) 检查混凝土强度必须满足 $\geq 10\text{MPa}$ ；

3) 首次使用时，用绳子将联动支座的配重提起。将底座提到预留洞标高，松开绳子，联动支座自动伸入预留洞口；

4) 施工人员认真检查联动支座伸入预留洞口的搭接尺寸必须满足设计要求后，用木楔将底座四周用混凝土墙体固定后，摘取吊钩，完成底座就位。

(5) 筒模施工

1) 筒模吊入底座就位，初步找正、摘钩；

2) 调动支撑系统的丝杠，使筒模涨开，使用钢楔子将直角规方芯带楔入背楞中，用背楞连接螺栓将背楞活动端与模板连接紧固；

3) 穿入穿墙螺栓与外壁模板对拉紧固，浇筑混凝土时筒模上部应封盖防止杂物进入筒模内部；

4) 待混凝土达到拆模强度后方可进行拆模操作：拆模时先拆出背楞活动端的背楞连接螺栓，退出直角规方芯带中的钢楔子，将直角规方芯带退出，退出穿墙螺栓，检查筒模是否还有与墙体连接的任何配件，检查无误后，调节支撑系统的丝杠，使筒模收缩，同混凝土墙体分离，完成拆模；

5) 检查吊钩连接螺栓是否牢固，检查无误后将筒模吊出混凝土筒体。清理并涂刷脱模剂；

(6) 底座提升

- 1) 提升前应清理联动支座各转轴处和钢梁中的各种杂物。挂钩后，操作人员必须退出底座；
- 2) 底座用塔吊吊至预留洞标高，按上述（4）款进行底座就位；重复筒模施工。

8.5 质量标准

筒模组装质量标准见表 8.5。

筒模组装质标准

表 8.5

相次	项 目	允许误差 (mm)	检测工具
1	组装平面尺寸	+5.0	钢尺
2	组装高度尺寸	±5.0	钢尺
3	相邻模板表面高低差	≤2.0	靠尺、塞尺
4	相邻模板拼缝间隙	≤2.0	塞尺
5	组拼后平整度	≤3.0	2m 靠尺、塞尺
6	组拼后孔眼位置	±1.0	钢尺
7	钢背楞组装位置	±3.0	钢尺
8	组装后整体自重	不许超重	按图纸设计

8.6 成品保护

筒模提升时应平稳，不得碰撞已成型的筒体混凝土。筒模每使用一次后应及时清理，涂刷脱模剂。

8.7 安全环保措施

8.7.1 安全

(1) 预拼装时的安全。筒模预拼装的过程是一个将筒模由可变机构变为不变机构的过程。因此在进行每一步操作时，必须使筒模形成不变机构后方可摘去塔吊吊环。

(2) 吊装前的安全检查：

- 1) 核对起重量应满足要求；
- 2) 吊钩与模板连接螺栓应连接紧固；
- 3) 应满足吊装安全规范的要求；
- 4) 当风力大于 5 级时禁止进行吊装。

(3) 底座的检查：

- 1) 联动支座转动应灵活，不得有建筑垃圾填充；
- 2) 钢爬梁下部必须有安全限位措施；
- 3) 底座提升过程中，禁止站人；
- 4) 底座在下一施工层就位后，施工人员进入底座将底座固定之前，不得摘钩。
 - (4) 筒模应缓慢就位，防止对底座产生冲击荷载。
 - (5) 筒模不得对方在施工层上，如必须堆放，必须有牢固稳定的支撑措施。

8.7.2 环保

- (1) 脱模剂应先用无污染环保型；
- (2) 施工中注意控制声、光、电污染；
- (3) 严格按照其他国家规范中的规定。

9 剪力墙钢筋绑扎施工工艺标准

9.1 总则

9.1.1 适用范围

适用于外板内模、外砖内模、全现浇等结构形式的剪力墙钢筋绑扎。

9.1.2 编制参考标准及规范

《混凝土结构设计规范》(GB50010 — 2002)；
《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204 — 2002)；
《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3 — 2002)；
《钢筋焊接及验收规程》(JGJ18 — 96)；
《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》(JGJ/T114 — 97)；
《建筑安全检查标准》(JGJ59 — 99)；
《中国建筑工程总公司施工安全生产监督管理条例》；
钢筋、绑丝等相关材料标准和有关规定。

9.2 术语、符号

9.2.1 焊接网

具有相同或不同直径的纵向和横向钢筋分别以一定间距垂直排列，全部交叉点均用电阻点焊在一起的钢筋网片。

9.2.2 冷轧带肋钢筋

热轧圆盘条经冷轧减径并在其表面形成三面或两面月牙形横肋的钢筋。

9.2.3 冷拔光面钢筋

热轧圆盘条经冷拔减径而成的光面圆形钢筋。

9.2.4 焊接网的搭接

在剪力墙中，当焊接网片长度或宽度不够时，按一定要求将两张网片互相叠合或镶入而形成的连接。

9.2.5 平接法

一张网片的钢筋镶入另一张网片，使两张网片的纵向和横向钢筋各自在同一平面内的搭接方法。

9.2.6 l_a —钢筋锚固长度。

9.3 基本规定

9.3.1 一般规定

- (1) 当钢筋的品种、级别或规格需作变更时，应办理材料代用手续。
- (2) 浇筑混凝土前，应进行钢筋隐蔽工程验收，其内容包括：
 - 1) 纵向受力钢筋的品种、规格、数量、位置等。
 - 2) 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率等。
 - 3) 箍筋、横向钢筋的品种、规格、数量、间距等。
 - 4) 预埋件的规格、数量、位置等。

9.3.2 质量目标

达到《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204 — 2002) 的要求，并符合图纸及“施工组织设计”的要求。

9.4 施工准备

9.4.1 技术准备

- (1) 熟悉图纸；钢筋下料、成型完毕并经检验合格；
- (2) 标出钢筋位置线。
- (3) 做好技术交底。

9.4.2 材料要求

根据设计要求，工程所用钢筋种类、规格必须符合要求，并经检验合格。

钢筋及半成品符合设计及规范要求。

钢筋绑扎用的铁丝可采用 20~22 号铁丝（火烧丝）或镀锌铁丝（铅丝），其中 22 号铁丝只用于绑扎直径 12mm 以下的钢筋。钢筋绑扎铁丝长度参考表 9.4.2。

钢筋绑扎铁丝长度参考表 (mm)

表 9.4.2

钢筋直径 (mm)	6~8	10~12	14~16	18~20	22	25	28	32
6~8	150	170	190	220	250	270	290	320
10~12		190	220	250	270	290	310	340
14~16			250	270	290	310	330	360
18~20				290	310	330	350	380
22					330	350	370	400

9.4.3 主要机具

钢筋钩子、撬棍、钢筋扳子、绑扎架、钢丝刷子、钢筋运输车、石笔、墨斗、尺子等。

9.4.4 作业条件

(1) 检查钢筋的出厂合格证，按规定进行复试，并经检验合格后方可使用；网片应有加工合格证并经现场检验合格；加工成型钢筋应符合设计及规范要求，钢筋无老锈及油污。

(2) 钢筋或点焊网片应按现场施工平面布置图中指定位置堆放，网片立放时应有支架，平放时应垫平，垫木应上下对正，吊装时应使用网片架。

(3) 钢筋外表面如有铁锈时，应在绑扎前清除干净，锈蚀严重的钢筋不得使用。

(4) 外砖内模工程必须先砌完外墙

(5) 绑扎钢筋地点已清理干净。

(6) 墙身、洞口位置线已弹好，预留钢筋处的松散混凝土已剔凿干净。

9.5 材料和质量要求

9.5.1 材料的关键要求

(1) 施工现场所用材料的材质、规格应和设计图纸相一致，材料代用应征得设计、监理、建设单位的同意。

(2) 关键焊接网宜采用 LL550 级冷轧带肋钢筋制作，也可采用 LG510 级冷拔光面钢筋制作。

9.5.2 技术关键要求

(1) 剪力墙钢筋绑扎时应注意先后顺序，特别是剪力墙里有暗梁、暗柱时。

(2) 剪力墙钢筋的搭接应符合设计及本标准的要求。

9.5.3 质量关键要求

施工中应注意下列质量问题，妥善解决，达到质量要求：

(1) 水平筋的位置、间距不符合要求：墙体绑扎钢筋时应搭设高凳或简易脚手架，确保水平筋位置准确。

(2) 下层伸出的墙体钢筋和竖向钢筋绑扎不符合要求：绑扎时应先将下层伸出钢筋调直理顺，然后再绑扎或焊接。若下层伸出的钢筋位移较大时，应征得设计同意进行处理。

(3) 门窗洞口加强筋位置尺寸不符合要求：应在绑扎前根据洞口边线将加强筋位置调整，绑扎加强筋时应吊线找正。

(4) 剪力墙水平筋锚固长度不符合要求：认真学习图纸。在拐角、十字结点、墙端、连梁等部位钢筋的锚固应符合设计要求。

9.5.4 职业健康安全关键要求

- (1) 各类操作人员应进行职业健康安全教育培训，并培训合格后方可上岗操作。
- (2) 配备必要的安全防护装备（安全帽、安全带、防滑鞋、手套、工具袋等）并正确使用。
- (3) 项目主要工种应有相应的安全技术操作规程，特种作业人员应进行培训后持证上岗。

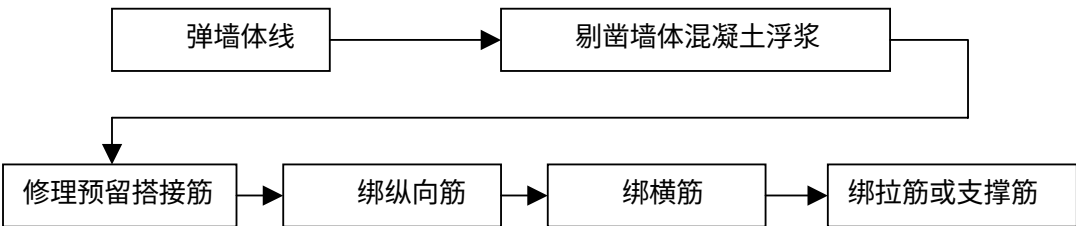
9.5.5 环境关键要求

- (1) 应根据工程特点、施工工艺、作业条件、队伍素质等编制有针对性的安全防护措施，列出工程威胁点和安全作业注意事项。
- (2) 严格执行安全技术交底工作，按“施工组织设计”及“施工方案”的要求进行细化和补充，将操作者的安全注意事项讲明、讲清。
- (3) 施工作业应有可靠的安全操作环境。
- (4) 其他安全事项应严格执行《建筑安全检查标准》(JGJ59 — 99) 和《中国建筑工程总公司施工安全生产监督管理条例》的规定。

9.6 施工工艺

9.6.1 剪力墙钢筋现场绑扎

(1) 工艺流程



(2) 操作工艺

1) 将预留钢筋调直理顺，并将表面砂浆等杂物清理干净。先立 2~4 根纵向筋，并划好横筋分档标志，然后于下部及齐胸处绑两根定位水平筋，并在横筋上划好分档标志，然后绑其余纵向筋，最后绑其余横筋。如剪力墙中有暗梁、暗柱时，应先绑暗梁、暗柱再绑周围横筋。

2) 剪力墙钢筋绑扎完后,把垫块或垫圈固定好确保钢筋保护层的厚度。纵向钢筋的最小保护层厚度见表 9.6.1 — 1。

纵向钢筋的混凝土保护层最小厚度 表 9.6.1-1

环境类别		剪 力 墙		
		≤C20	C25~C45	≥C50
—		20	15	15
二	A		20	20
	B		25	20
三			30	25

注:1.剪力墙中分布钢筋的保护层厚度不应小于本表中相应数值减 10mm。且不应小于 10mm。预应力钢筋保护层厚度不应小于 15mm。

2.混凝土结构的环境类别,见表 9.6.1-2。

混凝土结构的环境类别 表 9.6.1-2

环境类别条件		条 件
—		室内正常环境
二	A	室内潮湿环境;非严寒和非寒冷地区的露天环境、与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
	B	严寒和寒冷的露天环境、与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
三		使用除冰盐的环境;严寒和寒冷地区冬季水位变动的环境;滨海室外环境

3) 剪力墙的纵向钢筋每段钢筋长度不宜超过 4m (钢筋的直≤12mm) 或 6m (直径>12mm), 水平段每段长度不宜超过 8m, 以利绑扎。

4) 剪力墙的钢筋网绑扎。全部钢筋的相交点都要扎牢,绑扎时相邻绑扎点的铁丝扣成八字形,以免网片歪斜变形。

5) 为控制墙体钢筋保护层厚度,宜采用比墙体竖向钢筋大一型号钢筋梯子凳措施,在原位替代墙体钢筋,间距 1500mm 左右。见图 9.6.1。

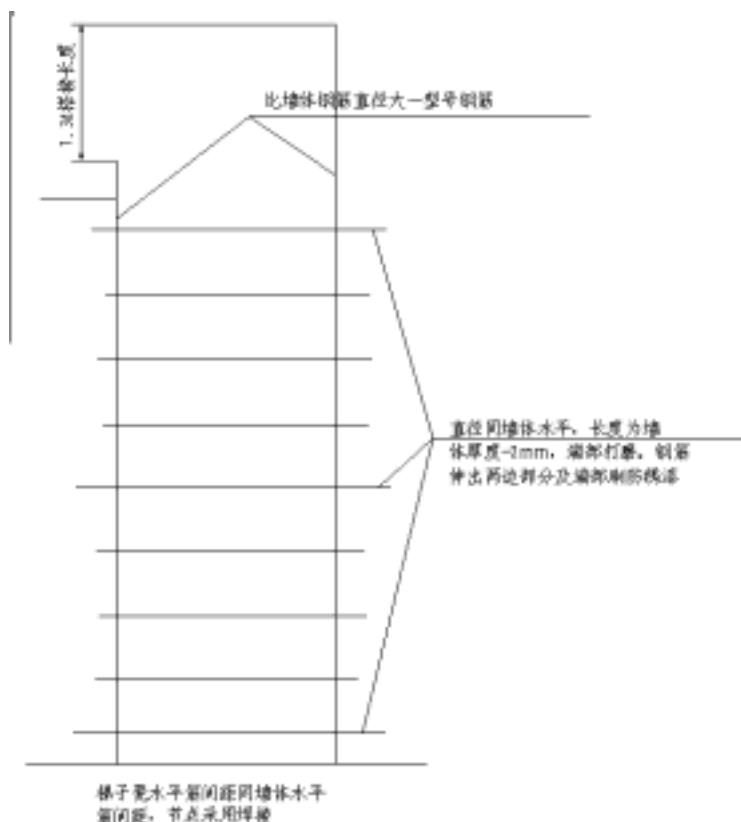


图 9.6.1 梯子凳详图

6) 剪力墙水平分布钢筋的搭接长度不应小于 $1.2l_a$ 。(l_a 为钢筋锚固长度)。同排水平分布钢筋的搭接接头之间及上、下相邻水平分布钢筋的搭接接头之间沿水平方向的净间距不宜小于 500mm。若搭接采用焊接时应符合《钢筋焊接及验收规程》(JGJ18 — 2003) 的规定。

7) 剪力墙竖向分布钢筋可在同一高度搭接，搭接长度不应小于 $1.2l_a$ 。

8) 剪力墙分布钢筋的锚固：剪力墙水平分布钢筋应伸至墙端，并向内水平弯折 $10d$ 后截断，其中 d 为水平分布钢筋直径。

当剪力墙端部有翼墙或转角墙使，内墙两侧的水平分布钢筋和外墙内侧的水平分布钢筋应伸至翼墙或转角墙外边，并分别向两侧水平弯折后截断，其水平弯折长度不宜小于 $15d$ 。在转角墙处，外墙外侧的水平分布钢筋应在墙端外角处弯入翼墙，并与翼墙外侧水平分布钢筋搭接。搭接长度为 $1.2l_a$ 。

带边框的剪力墙，其水平和竖向分布钢筋宜分别贯穿柱、梁或锚固在柱、梁内。

9) 剪力墙洞口连梁应沿全长配置箍筋，箍筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 150mm。

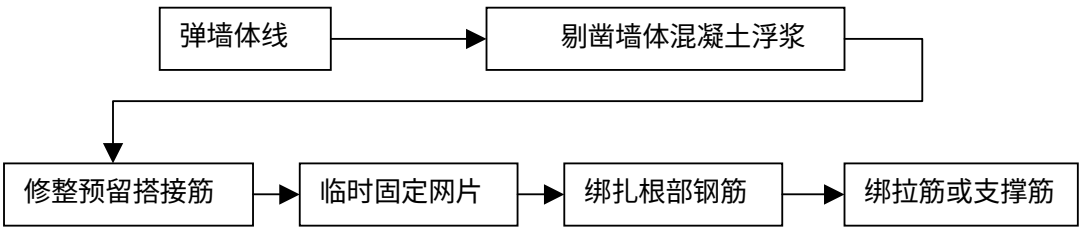
在顶层洞口连梁纵向钢筋伸入墙内的锚固长度范围内，应设置间距不大于 150mm 的箍筋，箍筋直径与该连梁跨内箍筋直径相同。同时，门窗洞边的竖向钢筋应按受拉钢筋锚固在顶层连梁高度范围内。

10) 混凝土浇筑前，对伸出的墙体钢筋进行修整，并绑一道临时横筋固定伸出筋的间距（电筋的间距）。墙体混凝土浇筑时派专人看管钢筋，浇筑完后，立即对伸出的钢筋（电筋）进行修整。

11) 外砖内模剪力墙结构，剪力墙钢筋与外砖墙连接：绑内墙钢筋时，先将外墙预留的拉结筋理顺，然后再与内墙钢筋搭绑牢。

9. 6. 2 剪力墙采用预制焊接网片的绑扎

(1) 工艺流程



(2) 操作工艺

1) 将墙身处预留钢筋调直理顺，并将表面杂物清理干净。按图纸要求将网片就位，网片立起后用木方临时固定支牢。然后逐根绑扎根部搭接钢筋，在搭接部分和两端共绑 3 个扣。同时将门窗洞口处加固筋也绑扎，要求位置准确。洞口处的偏移预留筋旋作成灯插弯（1：6）弯折到正确位置并理顺，使门窗洞口处的加筋位置符合设计图纸的要求。若预留筋偏移过大或影响门窗洞口时，应在根部切除并在正确位置采用化学注浆法植筋。

2) 剪力墙中用焊接网作分布钢筋时可按一楼层为一个竖向单元。其竖向搭接可设在楼层面之上，搭接长度不应小于 $1.2l_a$ 且不应小于 400mm。在搭接的范围内，下层的焊接网不设水平分布钢筋，搭接时应将下层网的竖向钢筋与上层网的钢筋绑扎固定（见图 9.6.2 — 1）。

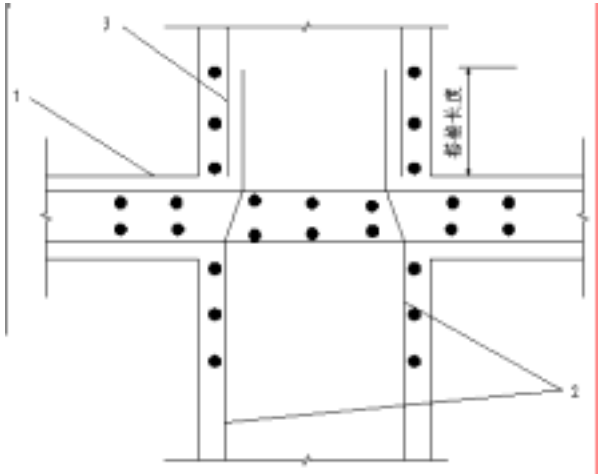


图 9.6.2 — 1 钢筋焊接网的竖向搭接图

1 一楼板；2 一下层焊接图；3 一上层焊

3) 剪力墙结构的分布钢筋采用的焊接网，对一级抗震等级应采用冷轧带肋钢筋焊接网，对二级抗震等级宜采用冷轧带肋钢筋焊接网。

4) 当采用冷拔光面钢筋焊接网作剪力墙的分布筋时，其竖向分布筋未焊水平筋的上端应有垂直于墙面的 90° 弯钩，直钩长度为 $5\sim 10d$ (d 为竖向分布钢筋直径)，且不应小于 50mm 。

5) 墙体中钢筋焊接网在水平方向的搭接可采用平接法或附加钢筋扣接法，搭接长度应符合设计规定。若设计无规定，则应符合《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》(JGJ/T 114 — 97) 中 5.1.9、5.1.10 的规定。

6) 钢筋焊接网在墙体端部的构造应符合下列规定：

①当墙体端部无暗柱或端柱时，可用现场绑扎的附加钢筋连接。附加钢筋（宜优先选用冷轧带肋钢筋）的间距宜与钢筋焊接网的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（见图 9.6.2 — 2）。

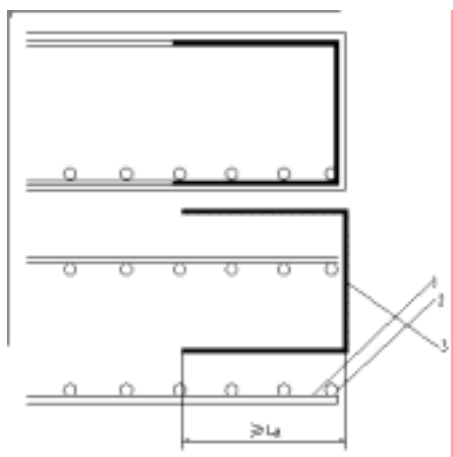


图 9.6.2 — 2 钢筋焊接网在墙体端部（无暗柱）的构造图

1 一焊接网水平钢筋；2 一焊接网竖向钢筋；3 一附加连接钢筋

②当墙体端部设有暗柱或端柱时，焊接网的水平钢筋可插入柱内锚固，该插入部分可不想接竖向钢筋，其锚固长度，对冷轧带肋钢筋应符合设计及规范规定；对冷拔光面钢筋宜在端头设置弯钩或焊接短筋，其锚固长度不应小于 $40d$ （对 C20 混凝土）或 $30d$ （对 C30 混凝土），且不应小于 250mm ，并应采用铁丝与柱的纵向钢筋绑扎牢固。当钢筋焊接网设置在暗柱或端柱钢筋外侧时，应与暗柱或端柱钢筋有可靠的连接措施。

9.7 质量标准

9.7.1 主控项目

(1) 钢筋、焊条的品种和性能以及接头中使用的钢板和型钢，必须符合设计要求和有关标准的规定。

(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，严禁按原规格使用。钢筋表面应保持清洁。

(3) 钢筋的规格、形状、尺寸、数量、锚固长度、接头设置，必须符合设计要求和施工规范的规定。

(4) 钢筋焊接接头机械性能试验结果，必须符合焊接规程的规定。

9.7.2 一般项目

(1) 钢筋网片和骨架绑扎缺扣、松扣数量不超过绑扣数的 10%，且不应集中。

(2) 钢筋焊接网片钢筋交叉点开焊数量不得超过整个网片交叉点总数的 1%，且任一根钢筋上开焊点数不得超过该根钢筋上交叉点总数的 50%。焊接网最外边钢筋上的交叉点不得开焊。

(3) 弯钩的朝面应正确。绑扎接头应符合施工规范的规定，其中每个接头的搭接长度不小于规定值。

(4) 箍筋数量、弯钩角度和平直长度，应符合设计要求和施工规范的规定。

(5) 钢筋点焊焊点处熔化金属均匀，无裂纹、气孔及烧伤等缺陷。焊点压入深度符合钢筋焊接规程的规定。

对接焊头：无横向裂纹和烧伤，焊包均匀，接头弯折不大于 4° ，轴线位移不大于 $0.1d$ ，且不大于 2mm 。

电弧焊接头：焊缝表面平整，无凹陷、焊瘤、裂纹、气孔、夹渣及咬边，接头处弯折不大于 4° ，轴线位移不大于 $0.1d$ ，且不大于 3mm ，焊缝宽度不小于 $0.1d$ ，长度不小于 $0.5d$ 。

(6) 钢筋绑扎允许偏差应符合表 9.7.2 的规定。

钢筋及预埋件的允许偏差表

表 9.7.2

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
		绑扎	± 20	
3	受力钢筋	间距	± 10	尺量两端、中间各一点，取其最大值
		排距	± 5	
4	箍筋、构造筋间距	焊接	± 10	尺量连续三档，取其最大值
		绑扎	± 20	

5	焊接预埋件	中心线位移	5	尺量检查
		水平高差	+3 -0	
6	受力筋保护层		±3	尺量检查

9.8 成品保护

9.8.1

绑扎箍筋时严禁碰撞预埋件，如碰动应按设计位置重新固定牢靠。

9.8.2

应保证预埋电线管等位置准确，如发生冲突时，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，严禁任意切割钢筋。

9.8.3

模板板面刷隔离剂时，严禁污染钢筋。

9.8.4

各工种操作人员不准任意踩踏钢筋，掰动及切割钢筋。

9.9 安全环保措施

根据《中华人民共和国安全生产法》、《建筑施工安全检查标准》(JGJ59—99)、《中华人民共和国环境保护法》及地方标准，根据工程特点，编制具体安全环保措施。

9.10 质量记录

本工艺标准应具备下列质量记录：

- (1) 钢筋出厂质量证明书或试验报告单；
- (2) 钢筋力学性能试验报告；
- (3) 进口钢筋应有化学成分检验报告和可焊性试验报告。国产钢筋在加工过程中，发生脆断、焊接性能不良或机械性能显著不正常的，应有化学成分检验报告；
- (4) 钢筋焊接试验报告；
- (5) 焊条、焊剂合格证、焊工操作证；
- (6) 成型网片出厂合格证及复试报告；
- (7) 钢筋隐蔽验收记录；

(8) 钢筋分项工程质量检验评定资料。

10 基础钢筋绑扎施工工艺标准

10.1 总则

10.1.1 适用范围

适用于建筑结构工程的基础及底板钢筋绑扎。

10.1.2 编制参考标准及规范

《混凝土结构设计规范》(GB5510—2002)；
《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)；
《钢筋焊接及验收规程》OGJ18—96；
《建筑施工安全检查标准》(JGJ59—99)；
《中国建筑工程总公司施工安全生产监督管理条例》；
钢筋、绑丝等相关材料标准和有关规定。

10.2 术语、符号

10.2.1 现浇结构

系现浇混凝土结构的简称，是以现场支模并整体浇筑而成的混凝土结构。

10.2.2 HPB235 级钢筋

系指现行国家标准《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》(GB 13013 — 1991) 中的 Q235 钢筋，相当于原级别 I 级钢筋。

10.2.3 HRB335 (20MnSi) 级钢筋

系指现行国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB 1499 — 1998) 中的 HRB335 钢筋，相当于原级别 II 级钢筋。

10.2.4 HRB400 (20MnSiV、20MnSiNb、20MnSiTi) 级钢筋

系指现行国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB1499—1998) 中的 HRB400 钢筋，相当于原级别 III 级钢筋。

10.2.5 RRB400 (K20MnSi) 级钢筋

系指现行国家标准《钢筋混凝土用余热处理钢筋》(GB13014—91) 中的 KL400 钢筋，相当于原级别Ⅲ级钢筋。

10.2.6 L_a

钢筋锚固长度。

10.3 基本规定

10.3.1 一般规定

- (1) 当钢筋的品种、级别或规格需作变更时，应办理材料代用手续。
- (2) 浇筑混凝土前，应进行钢筋隐蔽工程验收，其内容包括：
 - 1) 纵向受力钢筋的品种、规格、数量、位置等；
 - 2) 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率等；
 - 3) 箍筋、横向钢筋的品种、规格、数量、间距等；
 - 4) 预埋件的规格、数量、位置等；
 - 5) 避雷网线的布设与焊接等。

10.3.2 质量目标

达到《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002) 的要求，并符合图纸及“施工组织设计”的要求。

10.4 施工准备

10.4.1 技术准备

- (1) 熟悉图纸、钢筋下料完成。
- (2) 在垫层上弹出钢筋位置线。
- (3) 做好技术交底。

10.4.2 材料要求

- (1) 工程所用钢筋种类、规格必须符合设计要求，并经检验合格。
- (2) 钢筋半成品符合设计及规范要求。
- (3) 钢筋绑扎用的钢丝（镀锌钢丝）可采用 20~22 号钢丝，其中 22 号钢丝只用于绑扎直径 12mm 以下的钢筋。钢筋绑扎钢丝长度参考表 10.4.2。

钢筋绑扎钢丝长度参考表 (mm) 表 10.4.2

钢筋直径 (mm)	6~8	10~12	14~16	18~20	22	25	28	32
6~8	150	170	190	220	250	270	290	320
10~12		190	220	250	270	290	310	340
14~16			250	270	290	310	330	360
18~20				290	310	330	350	380
22					330	350	370	400

10.4.3 主要机具

钢筋钩子、钢筋运输车、石笔、墨斗、尺子等。

10.4.4 作业条件

- (1) 基础垫层完成，并符合设计要求。垫层上钢筋位置线已弹好。
- (2) 检查钢筋的出厂合格证，按规定进行复试，并经检验合格后方能使用。钢筋无老锈及油污，成型钢筋经现场检验合格。
- (3) 钢筋应按现场施工平面布置图中指定位置堆放，钢筋外表面如有铁锈时，应在绑扎前清除干净，锈蚀严重的钢筋不得使用。
- (4) 绑扎钢筋地点已清理干净。

10.5 材料和质量要点

10.5.1 材料的关键要求

施工现场所用材料的材质、规格应和设计图纸相一致，材料代用应征得设计、监理、甲方的同意。

10.5.2 技术关键要求

基础钢筋的绑扎一定要牢固，脱扣松扣数量一定要符合本标准要求；钢筋绑扎前要先弹出钢筋位置线，确保钢筋位置准确。

10.5.3 质量关键要求

施工中应注意下列质量问题，妥善解决，达到质量要求：

- (1) 施工中要保证钢筋保护层厚度准确，若采用双排筋时要保证上下两排筋的距离。
- (2) 钢筋的接头位置及接头面积百分率要符合设计及施工验收规范要求。
- (3) 钢筋的布放位置要准确，绑扎要牢固。

10.5.4 职业健康安全要求

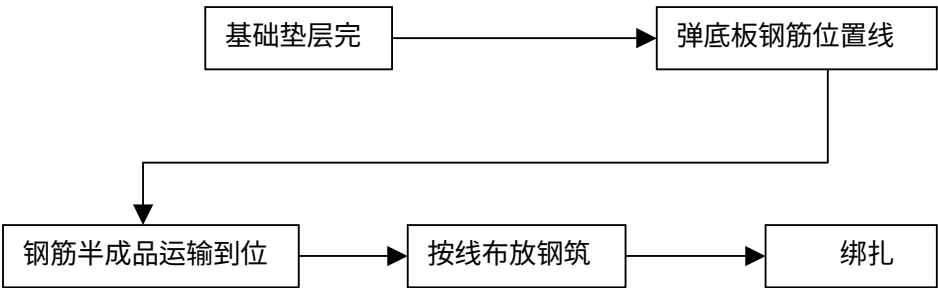
- (1) 各类操作人员应进行职业健康安全教育培训，了解健康状况，并培训合格后方可上岗操作。
- (2) 配备必要的安全防护装备（安全帽、安全带、防滑鞋、手套、工具带等）并正确使用。
- (3) 项目主要工种应有相应的安全技术操作规程，特种作业人员应进行培训后持证上岗。

10.5.5 环境关键要求

- (1) 应根据工程特点、施工工艺、作业条件、队伍素质等编制有针对性的安全防护措施，列出工程威胁点和安全作业注意事项。
- (2) 严格执行安全技术交底工作，按“施工组织设计”及“施工方案”的要求进行细化和补充，将操作者的安全注意事项讲明、讲清。
- (3) 施工作业应有可靠的安全操作环境。
- (4) 其他安全事项应严格执行《建筑施工安全检查标准》(JGJ 59—99) 和《中国建筑工程总公司施工安全生产监督管理条例》的规定。

10.6 施工工艺

10.6.1 工艺流程



10.6.2 操作工艺

- (1) 将基础垫层清扫干净，用石笔和墨斗在上面弹放钢筋位置线。
- (2) 按钢筋位置线摆放基础钢筋。
- (3) 绑扎钢筋。四周两行钢筋交叉点应每点绑扎牢。中间交叉点可相隔交错扎牢，但必须保证受力钢筋不位移。双向主筋的钢筋网，则需将全部钢筋相交点扎牢。相邻绑扎点的钢丝扣成八字形，以免网片歪斜变形。
- (4) 基础底板采用双层钢筋网时，在上层钢筋网下面应设置钢筋撑脚或混凝土撑脚，以保证钢筋位置正确，钢筋撑脚下应在下片钢筋网上。见图 10.6.2—1 和图 10.6.2—2。



图 10.6.2—1 钢筋撑脚图（一）

图 10.6.2—2 钢筋撑脚图（二）

钢筋撑脚的形式和尺寸如图 10.6.2—1、图 10.6.2—2 所示。图 10.6.2-1 所示类型撑脚每隔 1m 放置 1 个。其直径选用：当板厚 $h \leq 300\text{mm}$ 时为 8~10mm；当板厚 $h = 300 \sim 500\text{mm}$ 时为 12~14mm。当板厚 $h > 500\text{mm}$ 时选用图 10.6.2—2 所示撑脚，钢筋直径为 16~18mm。沿短向通长布置，间距以能保证钢筋位置为准。

(5) 钢筋的弯钩应朝上，不要倒向一边；双层钢筋网的上层钢筋弯钩应朝下。

(6) 独立柱基础为双向弯曲，其底面短向的钢筋应放在长向钢筋的上面。

(7) 现浇柱与基础连用的插筋，其箍筋应比柱的箍筋小一个柱筋直径，以便连接。箍筋的位置一定要绑扎固定牢靠，以免造成柱轴线偏移。

(8) 基础中纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 40mm，当无垫层时不应小于 70mm。

(9) 钢筋的连接：

1) 受力钢筋的接头宜设置在受力较小处。接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的 10 倍；

2) 若采用绑扎搭接接头，则接头相邻纵向受力钢筋的绑扎接头宜相互错开。钢筋绑扎接头连接区段的长度为 1.3 倍搭接长度（ $1.6l_e$ ）。凡搭接接头中点位于该区段的搭接接头均属于同一连接区段。位于同一区段内的受拉钢筋搭接接头面积百分率为 25%；

3) 当钢筋的直径 $d > 16\text{mm}$ 时，不宜采用绑扎接头；

4) 纵向受力钢筋采用机械连接接头或焊接接头时，连接区段的长度为 $35d$ （ d 为纵向受力钢筋的较大值）且不小于 500mm。同一连接区段内，纵向受力钢筋的接头面积百分率应符合设计规定，当设计无规定时，应符合下列规定：

①在受拉区不宜大于 50%；

②直接承受动力荷载的基础中，不宜采用焊接接头；当采用机械连接接头时，不应大于 50%。

(10) 基础钢筋的若干规定：

1) 当条形基础的宽度 $B \geq 1600\text{mm}$ 时，横向受力钢筋的长度可减至 $0.9B$ ，交错布置；

2) 当单独基础的边长 $B \geq 3000\text{mm}$ （除基础支承在桩上外）时，受力钢筋的长度可减至 $0.9B$ 交错布置。

(11) 基础浇筑完毕后，把基础上预留墙柱插筋扶正理顺，保证插筋位置准确。

(12) 承台钢筋绑扎前，一定要保证桩基伸出钢筋到承台的锚固长度。

10.7 质量标准

10.7.1 主控项目

基础钢筋绑扎时，受力钢筋的品种、级别、规格和数量必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

10.7.2 一般项目

基础钢筋绑扎的允许偏差应符合表 10.7.2 规定。

检查数量：在同一检验批内，独立基础应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；筏板基础可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且不少于 3 面。

构件绑扎的允许偏差和检验方法 表 10.7.2

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
绑扎钢筋网	长、宽	± 10	钢尺检查
	网眼的尺寸	± 20	钢尺量连续 3 档，取最大值
绑扎钢筋骨架	长	± 10	钢尺检查
	宽、高	± 5	钢尺检查
受力钢筋	间距	± 10	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
	排距	± 5	
	保护层厚度	± 10	钢尺检查
绑扎箍筋、横向钢筋间距		± 20	钢尺量连续 3 档，取最大值
钢筋弯起点位置		20	钢尺检查
预埋件	中心线位置	5	钢尺检查
预埋件	水平高差	+3, -0	钢尺和塞尺检查
绑扎缺扣、松扣数量		不超过扣数的 10%且不应集中	观察和手扳检查
弯钩和绑扎接头		弯钩朝向应正确。任一绑扎接头的搭接长度均不应小于规定值，且不应大于规定值的 5%	观察和尺量检查
箍筋		数量符合设计要求，弯钩角度和平直长度符合规定	观察和尺量检查

10.8 成品保护

10.8.1

钢筋绑扎完后，应采取保护措施，防止钢筋的变形、位移。

10.8.2

浇筑混凝土时，应搭设上人和运输通道，禁止直接踩压钢筋。

10.8.3

浇筑混凝土时，严禁碰撞预埋件，如碰动应按设计位置重新固定牢靠。

10.8.4

各工种操作人员不准任意掰动切割钢筋。

10.9 安全环保措施

根据《中华人民共和国安全生产法》、《建筑施工安全检查标准》(JGJ59—99)、《中华人民共和国环境保护法》及地方标准，根据工程特点，编制具体安全环保措施。

10.10 质量记录

本工艺标准应具备下列质量记录：

- (1) 钢筋出厂质量证明书或试验报告单；
- (2) 钢筋力学性能试验报告；
- (3) 进口钢筋应有化学成分检验报告和可焊性试验报告。国产钢筋在加工过程中，发生脆断、焊接性能不良或机械性能显著不正常的，应有化学成分检验报告；
- (4) 钢筋焊接试验报告；
- (5) 焊条、焊剂合格证、焊工操作证；
- (6) 钢筋隐蔽验收记录；
- (7) 钢筋分项工程质量检验评定资料。

11 现浇框架结构钢筋绑扎施工工艺标准

11.1 总则

11.1.1 适用范围

本工艺标准适用于多层工业及民用建筑现浇框架、框架-剪力墙结构钢筋绑扎工程。

11.1.2 编制参考标准及规范

《混凝土结构设计规范》(GB50010 — 2002)；
《混凝土结构工程施工质量验收规范》(G1350204 — 2002)；
《建筑分项工程施工工艺标准》(北京建工集团总公司编第二版)；
《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3 — 2002)。

11.2 术语、符号

同第 10 章。

11.3 基本规定

11.3.1 一般规定

在浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收，其内容包括：

- (1) 纵向受力钢筋的品种、规格、数量、位置等；
- (2) 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率等；
- (3) 箍筋、横向钢筋的品种、规格、数量、间距等；
- (4) 预埋件的规格、数量、位置等。

11.3.2 质量目标

钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，其偏差应符合表 11.3.2 的规定。

钢筋加工允许偏差

表 11.3.2

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

11.4 施工准备

11.4.1 技术准备

- (1) 准备工程所需的图纸、规范、标准等技术资料，并确定其是否有效。
- (2) 按图纸和施工工艺标准向班组进行安全、技术交底，对钢筋绑扎安装顺序予以明确规定：

- 1) 钢筋的翻样、加工；
- 2) 钢筋的验收；
- 3) 钢筋绑扎的工具；
- 4) 钢筋绑扎的操作要点；
- 5) 钢筋绑扎的质量通病防治。

11.4.2 材料准备

- (1) 成型钢筋：必须符合配料单的规格、尺寸、形状、数量，并应有加工出厂合格证。
- (2) 钢丝：可采用 20~22 号钢丝（火烧丝）或镀锌钢丝。钢丝切断长度要满足使用要求。
- (3) 垫块：宜用与结构等强度细石混凝土制成，50mm 见方，厚度同保护层，垫块内预留 20~22 号火烧丝，或用塑料卡、拉筋、支撑筋。

11.4.3 主要机具准备

钢筋钩子、撬棍、扳子、绑扎架、钢丝刷、手推车、粉笔、尺子等。

11.4.4 作业条件

- (1) 钢筋进场后应检查是否有出厂证明、复试报告，并按施工平面布置图指定的位置，按规格、使用部位、编号分别加垫木堆放。
- (2) 做好抄平放线工作，弹好水平标高线，墙、柱、梁部位外皮尺寸线。
- (3) 根据弹好的外皮尺寸线，检查下层预留搭接钢筋的位置、数量、长度，如不符合要求时，应进行处理。绑扎前先整理调直下层伸出的搭接筋，并将锈蚀、水泥砂浆等污垢清理干净。
- (4) 根据标高检查下层伸出搭接筋处的混凝土表面标高（柱顶、墙顶）是否符合图纸要求，如有松散不实之处，要剔除并清理干净。

11.5 材料和质量要点

11.5.1 材料的关键要求

钢筋应有出厂合格证、出厂检验报告和按规定作力学性能复试。当加工过程中发生脆断等特殊情况，还需作化学成分检验。钢筋应无老锈及油污。对有抗震设防要求的钢筋工程，其纵向受力钢筋的强度要满足设计要求，当设计无具体要求时，受力钢筋强度实测值应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)的有关规定。

11.5.2 技术关键要求

- (1) 认真熟悉施工图，了解设计意图和要求，编制钢筋绑扎技术交底。
- (2) 根据设计图纸及工艺标准要求，向班组进行技术交底。

11.5.3 质量关键要求

- (1) 钢筋绑扎前，应检查有无锈蚀，除锈之后再运至绑扎部位。
- (2) 熟悉图纸、按设计要求检查已加工好的钢筋规格、形状、数量是否正确。
- (3) 做好抄平放线工作，根据弹好的外皮尺寸线，检查下层预留搭接钢筋的位置、数量、长度。绑扎前先整理调直下层伸出的搭接筋，并将锈蚀、水泥砂浆等污垢清理干净。

11.5.4 职业健康安全关键要求

- (1) 进行钢筋绑扎施工时，要求正确佩带和使用个人防护用品。尤其高空作业要系好安全带，戴好安全帽。
- (2) 高空作业时钢筋钩子、撬棍、扳子等手执工具应防止失落伤人。
- (3) 认真检查高凳、脚手架、脚手板的安全可靠性和适用性。

11.5.5 环境关键要求

废旧钢筋头应及时收集清理，保持工完场清。

11.6 施工工艺

11.6.1 绑柱子钢筋

- (1) 工艺流程：

弹柱子线 → 剔凿柱混凝土表面浮浆 → 修理柱子筋 → 套柱箍筋 →
搭接绑扎竖向受力筋 → 画箍筋间距线 → 绑箍筋

(2) 套柱箍筋：按图纸要求间距，计算好每根柱箍筋数量，先将箍筋套在下层伸出的搭接筋上，然后立柱子钢筋，在搭接长度内，绑扣不少于3个，绑扣要向柱中心。如果柱子主筋采用光圆钢筋搭接时，角部弯钩应与模板成45°，中间钢筋的弯钩应与模板成90°角。

(3) 搭接绑扎竖向受力筋：柱子主筋立起后，绑扎接头的搭接长度、接头面积百分率应符合设计要求。如设计无要求时应符合本标准附录 11 — 1 的规定。

(4) 箍筋绑扎：

画箍筋间距线：在立好的柱子竖向钢筋上，按图纸要求用粉笔划箍筋间距线。

(5) 柱箍筋绑扎：

1) 按已划好的箍筋位置线，将已套好的箍筋往上移动，由上往下绑扎，宜采用缠扣绑扎，如图 11.6.1 — 1。

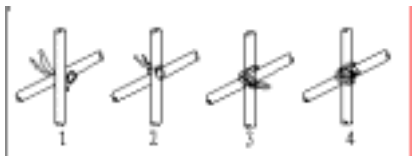


图 11.6.1 — 1 缠扣绑扎示意图

1、2、3、4 — 绑扎顺序

2) 箍筋与主筋要垂直，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，见图 11.6.1 — 2。

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 $10d$ (d 为箍筋直径)，见图 11.6.1 — 3。如箍筋采用 90° 搭接，搭接处应焊接，焊缝长度单面焊缝不小于 $10d$ 。

5) 柱基、柱顶、梁柱交接处箍筋间距应按设计要求加密。柱上下两端箍筋应加密，加密区长度及加密区内箍筋间距应符合设计图纸要求。如设计要求箍筋设拉筋时，拉筋应钩住箍筋，见图 11.6.1 — 4。

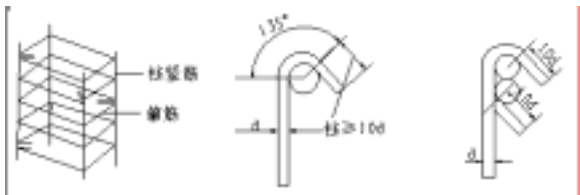


图 11.6.1 — 2 柱箍筋交错布置示意图

图 11.6.1 — 3 箍筋抗震要求示意图

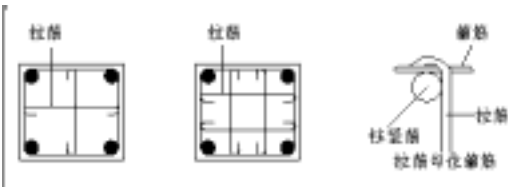


图 11.6.1 — 4 拉筋布置示意图

6) 柱筋保护层厚度应符合规范要求,主筋外皮为 25mm,垫块应绑在柱竖筋外皮上,间距一般 1000mm,(或用塑料卡卡在外竖筋上)以保证主筋保护层厚度准确。当柱截面尺寸有变化时,柱应在板内弯折,弯后的尺寸要符合设计要求。

11.6.2 绑剪力墙钢筋

(1) 工艺流程:

立 2~4 根主筋 → 画水平筋间距 → 绑定位横筋 → 绑其余横主筋

(2) 立 2~4 根主筋:将主筋与下层伸出的搭接筋绑扎,在主筋上画好水平筋分档标志,在下部及齐胸处绑两根横筋定位,并在横筋上画好主筋分档标志,接着绑其余主筋,最后再绑其余横筋。横筋在主筋里面或外面应符合设计要求。

(3) 主筋与伸出搭接筋的搭接处需绑 3 根水平筋,其搭接长度及位置均应符合设计要求,设计无要求时应符合本标准附录 11 — 1 的规定。

(4) 剪力墙筋应逐点绑扎,双排钢筋之间应拉筋或支撑筋其纵横间距不大于 600mm,钢筋外皮绑扎垫块或用塑料卡(也可采用梯子筋来保证钢筋保护层厚度)。

(5) 剪力墙与框架柱连接处,剪力墙的水平横筋应锚固到框架柱内,其锚固长度要符合设计要求。如先浇筑柱混凝土后绑扎剪力墙筋时,柱内要预留连接筋或柱内预埋铁件,待柱拆模绑墙筋时作为连接用。其预留长度应符合设计或规范的规定。

(6) 剪力墙水平筋在两端头、转角、十字节点、联梁等部位的锚固长度以及洞口周围加固筋等,均应符合设计抗震要求。

(7) 合模后对伸出的主向钢筋应进行修整,宜在搭接处绑一道横筋定位,浇筑混凝土时应有专人看管,浇筑后再次调整以保证钢筋位置的准确。

11.6.3 梁钢筋绑扎

(1) 工艺流程:

模内绑扎:画主次梁箍筋距 → 放主次梁钢筋 → 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

模外绑扎(先在梁模板上口绑扎成型后再入模内):

画箍筋间距 → 在梁模板上口铺横杆数根 → 在横杆上面放箍筋 →

穿主梁下层纵筋 → 穿次梁下层钢筋 → 穿主梁上层钢筋 → 按箍筋间距绑扎 →

穿次梁上层纵筋 → 按箍筋间距绑扎 → 抽出横杆落骨架于模板内

(2) 在梁侧模板上画出箍筋间距,摆放箍筋。

(3) 先穿主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要求,绑架立筋,再绑主筋,主次梁同时配合进行。

(4) 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要求。

(5) 绑梁上部纵向筋的箍筋，宜用套扣法绑扎，如图 11.6.3

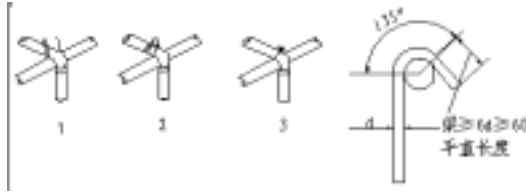


图 11.6.3 梁钢筋套扣法绑扎

1、2、3—绑扎顺序

(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 $5d$ 。

(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设计要求。

(8) 在主、次梁受力筋下均应垫垫块（或塑料卡），保证保护层的厚度。受力筋为双排时，可用短钢筋垫在两层钢筋之间，钢筋排距应符合设计要求。

(9) 梁筋的搭接：梁的受力钢筋直径等于或大于 22mm 时，宜采用焊接接头；小于 22mm 时，可采用绑扎接头，搭接长度要符合规范的规定。搭接长度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 FPB235 级钢筋绑扎接头的末端应做弯钩（ HRB335 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，在规定搭接长度的任一区域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 50% 。

11.6.4 板钢筋绑扎

(1) 工艺流程：

清理模板 → 模板上画线 → 绑板下受力筋 → 绑负弯矩钢筋

(2) 清理模板上面的杂物，用粉笔在模板上划好主筋、分布筋间距。

(3) 按划好的间距，先摆放受力主筋、后放分布筋。预埋件、电线管、预留孔等及时配合安装。

(4) 在现浇板中有板带梁时，应先绑板带梁钢筋，再摆放板钢筋。

(5) 绑扎板筋时一般用顺扣（图 11.6.4）或八字扣，除外围两根钢筋的相交点应全部绑扎外，其余各点可交错绑扎（双向板相交点需全部绑扎）。如板为双层钢筋，两层钢筋之间须加钢筋马凳，以确保上部钢筋的位置。负弯矩钢筋每个相交点均要绑扎。



图 11.6.4 楼板钢筋绑扎

1、2、3 —绑扎顺序

(6) 在钢筋的下面垫好砂浆垫块，间距 1.5m。垫块的厚度等于保护层厚度，应满足设计要求，如设计无要求时，板的层厚度应为 15mm。钢筋搭接长度与搭接位置的要求与前面所述梁相同。

11.6.5 楼梯钢筋绑扎

(1) 工艺流程：

划位置线 → 绑主筋 → 绑分布筋 → 绑踏步筋

(2) 在楼梯底板上划主筋和分布筋的位置线。

(3) 根据设计图纸中主筋、分布筋的方向，先绑扎主筋后绑扎分布筋，每个交点均应绑扎。如有楼梯梁时，先绑梁后绑板筋。板筋要锚固到梁内。

(4) 底板筋绑完，待踏步模板吊绑支好后，再绑扎踏步钢筋。主筋接头数量和位置均要符合设计和施工质量验收规范的规定。

11.7 质量标准

11.7.1 主控项目

(1) 钢筋的品种和质量必须符合设计要求和有关标准的规定。

(2) 钢筋的表面必须清洁。带有颗粒状或片状老锈，经除锈后仍留有麻点的钢筋，严禁按原规格使用。钢筋表面应保持清洁。

(3) 钢筋规格、形状、尺寸、数量、锚固长度、接头位置，必须符合设计要求和施工规范的规定。

(4) 钢筋焊接或机械连接接头的机械性能结果，必须符合钢筋焊接及机械连接验收的专门规定。

11.7.2 一般项目

(1) 缺扣、松扣的数量不超过绑扣数的 10%，且不应集中。

(2) 弯钩的朝向应正确，绑扎接头应符合施工规范的规定，搭接长度不小于规定值。

(3) 箍筋的间距数量应符合设计要求，有抗震要求时，弯钩角度为 135° ，弯钩平直长度为 $10d$ 。

(4) 绑扎钢筋时禁止碰动预埋件及洞口模板。

(5) 允许偏差项目见表 11.7.2。

现浇框架钢筋绑扎允许偏差站

表 11.7.2

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	钢筋骨架的宽度、高度		± 5	尺量检查
4	钢筋骨架的长度		± 10	
5	受力钢筋	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	预埋件	中心线位置	5	
		水平高差	+3, 0	
10	受力钢筋	梁、柱	± 3	尺量检查
	保护层	墙、板	± 3	

11.8 成品保护

11.8.1

柱子钢筋绑扎后，不准踩踏。

11.8.2

楼板的弯起钢筋、负弯矩钢筋绑好后，不准在上面踩踏行走。浇筑混凝土时派钢筋工专门负责修理，保证负弯矩筋位置的正确性。

11.8.3

钢模板内面涂隔离剂时不要污染钢筋。

11.8.4

安装电线管、暖卫管线或其他设施时，不得任意切断和移动钢筋。

11.9 安全环保措施

11.9.1

加强对作业人员的环保意识教育，钢筋运输、装卸、加工应防止不必要的噪声产生，最大限度减少施工噪声污染。

11.9.2

钢筋吊运应选好吊点，捆绑结实，防止坠落。

11.9.3

废旧钢筋头应及时收集清理，保持工完场清。

11.10 质量记录

本工艺标准应具备以下质量记录：

11.10.1

钢筋出厂质量证明或实验报告单。

11.10.2

钢筋机械性能实验报告。

11.10.3

进口钢筋应有化学成分检验报告。国产钢筋在加工过程中发生脆断、焊接性能不良和机械性能显著不正常的，应有化学成分检验报告。

11.10.4

技术交底、钢筋隐蔽验收纪录。

附录 11—1 纵向受力钢筋的最小搭接长度

1.当纵向受拉钢筋的绑扎搭接接头面积百分率不大于 25%时，其最小搭接长度应符合附表 11-1 的规定。

2.当纵向受拉钢筋搭接接头面积百分率大于 25%，但不大于 50%时，其最小搭接长度应按附表 11—1 中的数值乘以系数 1.2 取用；当接头面积百分率大于 50%时，应按附表 11—1 中的数值乘以系数 1.35 取用。

3.当符合下列条件时，纵向受拉钢筋的最小搭接长度应根据上述第 1 条和第 2 条的确定，按下列规定进行修正：

纵向受拉钢筋的最小搭接长度 附表 11-1

钢 筋 类 型		混凝土强度等级			
		C15	C20~C25	C30~C35	≥C40
光圆钢筋	HPB235 级	45d	35d	30d	25d

带肋钢筋	HRB335 级	55d	45d	45d	30d
	HRB440 级、RRB400 级	—	55d	40d	35d

注：两根直径不同钢筋的搭接长度，以较细钢筋的直径计算。

- (1) 当带肋钢筋的直径大于 25mm 时，其最小搭接长度应按相应数值乘以系数 1.1 取用；
- (2) 对环氧树脂涂层的带肋钢筋，其最小搭接长度应按相应数值乘以系数 1.2 取用；
- (3) 当在混凝土凝固过程中受力钢筋易受扰动时(如滑模施工)，其最小搭接长度应按相应数值乘以系数 1.1 取用；
- (4) 对末端采用机械锚固措施的带肋钢筋，其最小搭接长度应按相应数值乘以系数 0.7 取用；
- (5) 当带肋钢筋的混凝土保护层厚度大于搭接钢筋直径的 3 倍且配有箍筋时，其最小搭接长度应按相应数值乘以系数 0.8 取用；
- (6) 对有抗震设防要求的结构构件，其受力钢筋的最小搭接长度对一、二级抗震等级应按相应数值乘以系数 1.15 采用；对三级抗震等级应按相应数值乘以系数 1.05 采用。

在任何情况下，受拉钢筋的搭接长度不应小于 300mm。

4.纵向受压钢筋搭接时，其最小搭接长度应根据上述第 1 条至第 3 条的规定确定相应数值后，乘以系数 0.7 取用。在任何情况下，受压钢筋的搭接长度不应小于 200mm。

【摘自《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)】

12 钢筋电渣压力焊施工工艺标准

12.1 总则

12.1.1 适用范围

本工艺适用于工业与民用建筑现浇钢筋混凝土结构中直径 14~40mm 的 HPB235 — HRB400 级(I — III级)竖向或斜向(倾斜度 4 : 1 范围内)钢筋的连接。

12.1.2 编制参考标准及规范

- (1) 《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB50300—2001)；
- (2) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)；
- (3) 《钢筋焊接及验收规程》(JGJ18—2003)。

12.2 术语

钢筋电渣压力焊：

将钢筋安装成竖向对接形式，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，熔化钢筋并加压完成的一种压焊方法。

12.3 基本规定

在每批钢筋正式焊接之前，应进行现场条件下的焊接性能试验，合格后方可正式生产。电渣压力焊接头应逐个进行外观检查。电渣压力焊接头拉伸试验结果，3 个试件的抗拉强度均不得小于该级别钢筋规定的抗拉强度。

12.4 施工准备

12.4.1 技术准备

编写焊接工艺，通过焊接试验选定焊接参数，对焊工进行技术、安全交底。

12.4.2 材料要求

(1) 钢筋

钢筋的级别、直径必须符合设计要求，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。

(2) 焊剂

1) 焊剂的性能应符合 GB5293 碳素钢埋弧焊用焊剂的规定。焊剂型号为 HJ401，常用的为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。

12.4.3 主要机具

(1) 手工电渣压力焊设备包括：焊接电源、控制箱、焊接夹具、焊剂罐等。

(2) 自动电渣压力焊设备(应优先采用)包括：焊接电源、控制箱、操作箱、焊接机头等。

(3) 焊接电源：钢筋电渣压力焊宜采用次级空载电压较高(TSV 以上)的交流或直流焊接电源。(一般 32mm 直径及以下的钢筋焊接时，可采用容量为 600A 的焊接电源；32mm 直径及以上的钢筋焊接时，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。

12.4.4 作业条件

(1) 焊工必须持有有效的焊工考试合格证。

(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，以便操作者准备掌握各项焊接参数。

(3) 电源应符合要求。当电源电压下降大于 5%，则不宜进行焊接。

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

(5) 注意接头位置，注意同一连接区段内，纵向受力钢筋的接头面积百分率应符合设计要求。当设计无具体求时应符合在受拉区不宜大于 50%的规定，要调整接头位置后才能施焊。

12.5 材料和质量要点

12.5.1 材料的关键要求

焊剂的性能应符合 GB5293 碳素钢埋弧焊用焊剂的规定。焊剂型号为 HJ401，常用的为熔炼型高锰高硅低氟焊剂或中锰高硅低氟焊剂。焊剂应存放在干燥的库房内，当受潮时，在使用前应经 250~300℃烘焙 2h。使用中回收的焊剂应清除熔渣和杂物，并应与新焊剂混合均匀后使用。

施焊的各种钢筋应有材质证明书或试验报告单。焊剂应有合格证。

12.5.2 技术关键要求

电渣压力焊焊接前应针对不同的直径钢筋确定焊接参数(焊接参数包括焊接电流、电压和通电时间)，不同直径钢筋焊接时，应按较小直径钢筋选择参数，焊接时间可延长。对焊工要进行焊接参数的详细交底。

12.5.3 质量关键要求

电渣压力焊接头不得出现偏心、弯折、烧伤等焊接缺陷，四周焊包应均匀，凸出钢筋表面的高度应大于或等于 4mm，钢筋与电极接触处，应无烧伤缺陷，接头处的弯折角不得大于 4° ，接头处的轴线偏移不得大于钢筋直径的 0.1 倍，且不得大于 2mm，外观检查不合格的接头应切除重焊，或采取补强焊接措施。

12.5.4 职业健康安全关键要求

(1) 焊工操作时应穿电焊工作服、绝缘鞋和戴电焊手套、防护面罩等安全防护用品，高处作业时系安全带。

(2) 电焊作业现场周围 10m 范围内不得堆放易燃易爆物品。

(3) 操作前应首先检查焊机和工具，如焊钳和焊接电缆的绝缘、焊机外壳保护接地和焊机的各接线点等，确认安全合格方可作业。

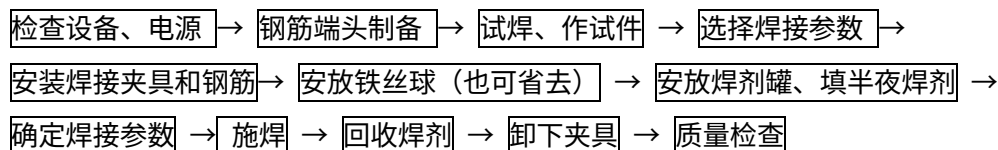
12.5.5 环境关键要求

严禁在易燃易爆气体或液体扩散区域内进行焊接作业。

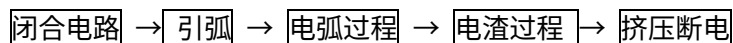
12.6 施工工艺

12.6.1 工艺流程

(1) 工艺流程



(2) 电渣压力焊的施焊过程：



12.6.2 操作工艺

(1) 检查设备、电源

确保随时处于正常状态，严禁超负荷工作。

(2) 钢筋端头制备

钢筋安装之前，焊接部位和电极钳口接触的(150mm 区段内)钢筋表面上的锈斑、油污、杂物等应清除干净，钢筋端部若有弯折、扭曲，应予以矫直或切除，但不得用锤击矫直。

(3) 选择焊接参数

钢筋电渣压力焊的焊接参数主要包括：焊接电流、焊接电压和焊接通电时间，参见表 12.6.2。采用 HJ431 焊剂时，宜符合表 12.6.2 的规定。采用专用焊剂或自动电渣压力焊机时，应根据焊剂或焊机使用说明书中推荐数据，通过试验确定。

不同直径钢筋焊接时，上下两钢筋轴线在同一线上。

钢筋电渣压力焊焊接参数

表 12.6.2

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 U2.1	电渣过程 U2.2	电弧过程 t1	电渣过程 t2
14	200~220	34~45	18~22	12	3
16	200~250			14	4
18	250~300			15	5
20	300~350			17	5
22	350~450			18	6
25	400~450			21	6
28	500~550			24	6
32	600~650			27	7

(4) 安装焊接夹具和钢筋

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 5~10mm，以确保焊接处的焊剂有足够的掩埋深度。

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。

钢筋一经夹紧，严防晃动，以免上下钢筋错位和夹具变形。

(5) 安放引弧用的钢丝球(也可省去)

安放焊剂罐、填装焊剂。

(6) 试焊、作试件、确定焊接参数

在正式进行钢筋电渣压力焊之前，必须按照选择的焊接参数进行试焊并作试件送试，以便确定合理的焊接参数。合格后，方可正式生产。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。

(7) 施焊操作要点

1) 闭合回路、引弧：通过操纵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。

2) 电弧过程：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。

3) 电渣过程：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。

4) 挤压断电：电渣过程结束，迅速下送上钢筋，使其端面与下钢筋端面相互接触，趁热排除熔渣和熔化金属。同时切断焊接电源。

5) 接头焊毕，应停歇 20~30s 后(在寒冷地区施焊时，停歇时间应适当延长)，才可回收焊剂和卸下焊接夹具。

(8) 质量检查

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的部分应切除。

12.6.3 应注意的质量问题

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；钢筋安装应上下同心；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 12.6.3 查找原因，及时清除。

钢筋电渣压力焊接头焊接缺陷与防止措施 表 12.6.3

焊接缺陷	措 施
轴线偏移	1.矫直钢筋端部； 2.正确安装夹具和钢筋； 3.避免过大的顶压力； 4.及时处修理或更换夹具
弯 折	1.矫直钢筋端部； 2.注意安装和扶持上钢筋； 3.避免焊后过快卸夹具； 4.修理或更换夹具
咬 边	1.减小焊接电流； 2.缩短焊接时间； 3.注意上钳口的起点和止点，确保上钢筋顶压到位
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
焊包不匀	1.钢筋 端面力求平整； 2.填充焊剂尽量均匀； 3.延长电渣过程时间，适当增加熔化量

烧 伤	1.钢筋导电部位除净铁锈； 2.尽量夹紧钢筋
焊包下淌	1.彻底封堵焊剂筒的漏孔 2.避免焊后过快回收焊剂

电渣压力焊可在负温条件下进行，但当环境温度低于 -20°C 时，则不宜进行施焊。

雨天、雪天不宜进行施焊，必须施焊时，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。

12.7 质量标准

12.7.1 主控项目

(1) 钢筋的牌号和质量，必须符合设计要求和有关标准的规定。

进口钢筋需先经过化学成分检验和焊接试验，符合有关规定后方可焊接。

检验方法：检查出厂质量证明书和试验报告单。

(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比，必须符合设计要求和施工规范的规定。

检验方法：观察或尺量检查。

(3) 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 个接头做拉伸试验，其结果应符合下列要求：

- 1) 3 个热轧钢筋接头试件的抗拉强度均不得小于该牌号钢筋规定的抗拉强度；
- 2) 至少应有 2 个试件断于焊缝之外，并应呈延性断裂；
- 3) 当达到上述 2 项要求时，应评定该批接头为抗拉强度合格。

当试验结果有 2 个试件抗拉强度小于钢筋规定的抗拉强度，或 3 个试件均在焊缝或热影响区发生脆性断裂时，则一次判定该批接头为不合格品。

当试验结果有 1 个试件的抗拉强度小于规定值，或 2 个试件在焊缝或热影响区发生脆性断裂，其抗拉强度均小于钢筋规定抗拉强度的 1.10 倍时，应进行复验。

复验时应切取 6 个试件。复验结果，当仍有 1 个试件的抗拉强度小于规定值，或有 3 个试件断于焊缝或热影响区，呈脆性断裂，其抗拉强度小于钢筋规定抗拉强度的 1.10 倍时，应判定该批接头为不合格品。

检验方法：检查焊接试件试验报告单。

12.7.2 一般项目

钢筋电渣压力焊接头应逐个进行外观检查，结果应符合下列要求：

- (1) 四周焊包，凸出钢筋表面的高度不得小于 4mm。
- (2) 钢筋与电极接触处，应无烧伤缺陷。
- (3) 接头处的弯折角不大于 3° 。
- (4) 接头处的轴线偏移不得大于钢筋直径 0.1 倍，且不得大于 2mm。

检验方法：目测或量测。

12.8 成品保护

接头焊毕，应停歇 20~30s 后才能卸下夹具，以免接头弯折。

12.9 安全环保措施

12.9.1

焊工操作时应穿电焊工作服、绝缘鞋和戴电焊手套护面罩等安全防护用品，高处作业时系安全带。

12.9.2

电焊作业现场周围 10m 范围内不得堆放易燃易爆物品。

12.9.3

操作前应首先检查焊机和工具，如焊钳和焊接电缆的绝缘、焊机外壳保护接地和焊机的各接线点等，确认安全合格方可作业。

12.9.4

焊接时二次线必须双线到位，严禁借用金属管道、金属脚手架、轨道及结构钢筋作回路地线。

12.9.5

雨、雪、风力六级以上（含六级）天气不得露天作业。雨雪后应清除积水、积雪方可作业。

12.9.6

严禁在易燃易爆气体或液体扩散区域内进行焊接作业。

12.10 质量记录

12.10.1

钢筋出厂质量证明文件。

12.10.2

钢筋原材复试报告。

12.10.3

钢筋连接试验报告。

13 带肋钢筋径向挤压接头施工工艺标准

13.1 总则

13.1.1 适用范围

适用于工业与民用建筑、构筑物的钢筋混凝土结构中直径 16~40mm 带肋 HRB355~HRB400 级(Ⅱ—Ⅲ级)钢筋以及与上述国产钢筋相当的进口钢筋接头径向挤压连接施工。挤压接头抗拉强度及高应力和大变形条件下反复拉压性能的差异划分为 I、Ⅱ两个性能等级。

13.1.2 编制参考标准及规范

《钢筋机械连接通用技术规程》(JCJ 107--2003)；
《带肋钢筋套筒挤压连接技术规程》(JGJ 108—96)；
《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB 1499—98)；
《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2002)；
《带肋钢筋挤压连接技术及验收规程》(YB 9250—93)；
《建筑施工高处作业安全技术规范》(JGJ 80)；
《施工现场临时用电安全技术规范》(JCJ 46)。

13.2 术语

13.2.1 带肋钢筋挤压连接

带肋钢筋挤压连接是将两根需连接的钢筋插入钢套筒，利用压钳沿径向压缩钢套筒，使之产生塑性变形，靠变形后的钢套筒与被连接的钢筋紧密结合为整体的连接方法。

13.2.2 接头抗拉强度

接头试件在拉伸试验过程中所达到的最大拉应力值。

13.2.3 挤压接头 I 级

接头抗拉强度不小于被连接钢筋实际抗拉强度或 1.10 倍钢筋抗拉强度标准值并具有高延性及反复拉压性能。

13.2.4 挤压接头 II 级

接头抗拉强度不小于被连接钢筋抗拉强度标准值，并具有高延性及反复拉压性能。

13.2.5 压接标志

钢套筒上表示挤压位置的标志。

13.2.6 定位标志

钢筋上表示压接前钢套筒安装位置的标志。

13.2.7 检查标志

检查钢筋上接头位置的标志。

13.2.8 压痕最小直径

挤压连接接头压痕处径向截面的最小面积。

13.2.9 压痕总宽度

接头一侧每道压痕底部平直部份宽度的总和。

13.3 基本规定

13.3.1 一般规定

(1) 工程中应用带肋钢筋套筒挤压接头时，应由该技术提供单位提交有效的型式检验报告。

(2) 钢筋挤压连接可用于钢筋混凝土结构中垂直、水平或倾斜位置的相互连接。挤压连接的两根钢筋可为同直径钢筋，也可为不同直径钢筋。当连接的两根钢筋直径差为 5mm，可采用

附表 13-1-2 所示的钢套筒；直径差大于 5mm 时应采用变截面钢套筒。

13.3.2 质量目标

钢筋连接工程开始前及施工过程中，应对每批进场钢筋进行挤压连接工艺检验，工艺检验应符合下列要求：

1) 每种规格钢筋的接头试件不应少于三根；

2) 钢筋母材抗拉强度试件不应少于 3 根，且应取有接头试件的同一根钢筋；

3) 三根接头试件的抗拉强度均应符合现行行业标准《钢筋机械连接通用技术规程》(JGJ107) 中表 3.0.5 的强度要求；对于 I 级接头，试件抗拉强度尚应大于等于钢筋抗拉强度实际值的 0.95 倍；对 II 级接头，应大于 0.90 倍；

4) 现场检验应对挤压接头进行外观质量检查和单向拉伸试验。对挤压接头有特殊要求的结构，应在设计图纸中另行注明相应的检验项目；

5) 接头的外观质量检验应按每一验收批中随机抽取 10% 接头。接头不得有肉眼可见裂纹、折叠或影响性能的压痕，不得有凹陷、劈裂，接头处弯折不得大于 4° ，钢筋插入钢套筒长度必须符合规定。若不符合规定，应切除该接头重新压接。当不合格的接头超过检查数量的 10%

时，应对全部接头逐个进行检查，并对不合格接头采取相应的补救措施后，在这些接头中增加一组(6个)拉伸性能试验，检查结果若有一个试件的抗拉强度低于规定值，则该批外观不合格接头应切除重新连接。

13.4 施工准备

13.4.1 技术准备

- (1) 操作工人必须持证上岗；
- (2) 准备工程所需的图纸、规范、标准等技术资料，并确定其是否有效；
- (3) 做好施工技术交底。

13.4.2 材料准备

(1) HRB335、HRB400 级(Ⅱ、Ⅲ级)带肋钢筋挤压接头所用套筒材料，其实测力学性能应符合附录 13—1 中附表 13—1—1 的要求；

(2) 挤压接头所用套筒必须由定点工厂严格按设计要求进行生产，规格尺寸符合附录 13—1 中附表 13-1-2 的要求；

(3) 套筒应有型式检验报告和出厂合格证，运输和储存时应防止锈蚀和污染，分批验收，按不同规格分别堆放。

(4) 用于挤压连接的钢筋必须具有质量证明书，其表面形状尺寸和性能等应符合《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB1999—91)或《钢筋混凝土用余热处理钢筋》(GB1301—91)标准的要求。

13.4.3 主要机具准备

高压油泵、油管、压钳、钢筋挤压压模、吊挂小车、平衡器、角向砂轮、划标志工具及检查压痕卡板卡尺等工具。

(1) 压钳的性能试验、可靠性和耐久性试验应符合《超高机具用液压缸试验方法》(JB/JQ2030—90)的有关规定。

(2) 超高压泵站与超高压油管应符合现行有关标准的规定。

(3) 下列情况之一时，应对挤压机的挤压力进行标定：

- 1) 新挤压设备使用前；
- 2) 旧挤压设备大修后；
- 3) 油压表受损或强烈振动后；
- 4) 套筒压痕异常且查不出其他原因时；
- 5) 挤压设备使用超过一年；
- 6) 挤压的接头数超过 5000 个。

(4) 超高压泵站检修后，应重新标定压力，确保压接精度。

(5) 超高压油管严禁硬性弯折和重物砸压。

(6) 检测卡尺的测量精度应达到 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

13.4.4 作业条件

(1) 挤压作业前，检查挤压设备是否正常，并试压，符合要求后方准作业。

(2) 按连接钢筋规格和钢套筒型号选配压模，对不同直径钢筋的套筒不得相互串用。连接相同直径钢筋的压模型号应符合表 13.4.4—1 的规定，连接不同直径钢筋的压模型号应按表 13.4.4-2 的规定采用。

相同规格钢筋连接时的钢套筒型号、压模 型号、压痕最小直径和压痕总宽度 表 13.4.4-1

连接钢筋规格	钢套筒型号	压模型号	压痕最小直径 允许范围 (mm)	压痕总宽度 (mm)
$\Phi 40-\Phi 40$	G40	M40	60~63	≥ 80
$\Phi 36-\Phi 36$	G36	M36	54~57	≥ 70
$\Phi 32-\Phi 32$	G32	M32	48~51	≥ 60
$\Phi 28-\Phi 28$	G28	M28	41~44	≥ 55
$\Phi 25-\Phi 25$	G25	M25	37~39	≥ 50
$\Phi 22-\Phi 22$	G22	M22	32~34	≥ 45
$\Phi 20-\Phi 20$	G20	M20	29~31	≥ 45
$\Phi 18-\Phi 18$	G18	M18	27~29	≥ 40

不同规格钢筋连接时的钢套筒型号、压模 型号、压痕最小直径和压痕总宽度 表 13.4.4-2

连接钢筋规格	钢套筒型号	压模型号	压痕最小直径 允许范围 (mm)	压痕总宽度 (mm)
$\Phi 40-\Phi 36$	G40	$\Phi 40$ 端 M40	60~63	≥ 80
		$\Phi 36$ 端 M36	57~60	≥ 80
$\Phi 36-\Phi 32$	G36	$\Phi 36$ 端 M36	54~57	≥ 70
		$\Phi 32$ 端 M32	51~54	≥ 70
$\Phi 32-\Phi 28$	G32	$\Phi 32$ 端 M32	48~51	≥ 60
		$\Phi 28$ 端 M28	45~48	≥ 60
$\Phi 28-\Phi 25$	G28	$\Phi 28$ 端 M28	41~44	≥ 55
		$\Phi 25$ 端 M25	38~41	≥ 55
$\Phi 25-\Phi 22$	G25	$\Phi 25$ 端 M25	37~39	≥ 50
		$\Phi 22$ 端 M22	35~37	≥ 50
$\Phi 25-\Phi 20$	G25	$\Phi 25$ 端 M25	37~39	≥ 50

Φ22-Φ20	G22	Φ20 端 M20	33~35	≥50
		Φ22 端 M22	32~34	≥45
Φ22-Φ18	G22	Φ20 端 M20	31~33	≥45
		Φ22 端 M22	32~34	≥45
Φ20-Φ18	G20	Φ18 端 M18	29~31	≥45
		Φ20 端 M20	29~31	≥45
		Φ18 端 M18	28~30	≥45

(3) 钢套筒表面沿长度方向标有压接标志，其要求应符合附录 13-1 的规定。

(4) 连接相同直径钢筋的钢套筒的型号应符合表 13.4.4—1 的规定；连接不同直径钢筋的钢套筒的型号应符合表 13.4.4—2 的规定。所连钢筋直径之差不应超过 9mm，不宜超过 4mm。

(5) 液压油中严禁混入杂质。施工中油箱应遮盖好，防止雨水、灰尘混入油箱。在连接拆卸超高压软管时，其端部要保管好，不能粘有灰尘沙土。

13.5 材料和质量要点

13.5.1 材料的关键要求

(1) 钢筋的级别、直径(16~40mm)必须符合设计要求及现行国家标准，应有出厂质量证明及复试报告。进口钢筋需对挤压连接进行型式检验，符合性能要求后使用。

(2) 钢套筒的材质为低碳素镇静钢，其机械性能应满足要求。

13.5.2 技术关键要求

(1) 参加挤压接头作业的人员必须经过培训，并经考核合格后方可持证上岗；

(2) 钢筋端头的锈皮、泥砂、油污等杂物应清理干净；

(3) 应对套筒作外观尺寸检查，对不同直径钢筋的套筒不得相互串用；

(4) 钢筋与钢套筒试套，如钢筋有马蹄、飞边、弯折或纵肋尺寸超大者，应先矫正或用手砂轮修磨，超大部分禁止用电气焊切割。

(5) 钢筋端头应有定位标志和检查标志，以确保钢筋伸入套筒的长度。定位标志距钢筋端部的距离为钢套筒长度的 1/2。

(6) 按标记检查钢筋插入套筒内深度，钢筋端头离套筒长度中心不宜超过 10mm。

13.5.3 质量关键要求

(1) 要认真检查钢套筒的质量，材质不符合要求，无出厂质量证明书，以及外观质量不合格的钢套筒，不得使用。

(2) 注意检查钢筋插入钢套筒标定的长度、钢筋的标记线、挤压接头的压痕道次、接头弯折度、套筒裂缝是否符合规定要求，并填写施工现场挤压接头外观检查记录表(见附表 13-2-2)。

13.5.4 职业健康安全关键要求

- (1) 进行钢筋接头施工时，要求正确佩带和使用个人防护用品。
- (2) 在高空进行挤压操作，必须遵守国家现行标准《建筑施工高处作业安全技术规范》(JGJ80)的规定。
- (3) 施工现场用电必须符合国家现行标准《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46)的规定。
- (4) 高压胶管应防止负重拖拉、弯折和尖利物体的刻划。操作人员应尽可能避开高压胶管反弹方向，以防伤人。

13.5.5 环境关键要求

- (1) 废旧钢筋头应及时收集清理，保持工完场清；
- (2) 高压油泵使用或更换液压油时，防止污染钢筋。

13.6 施工工艺

13.6.1 工艺流程

钢套筒、钢筋挤压部位检查、清理、矫正 → 检查钢筋端头压接标志 → 钢筋插入钢套筒挤压（每侧挤压从接头中间压痕标志开始依次向端部进行） → 检查验收

13.6.2 施工操作工艺

(1) 钢筋应按标记要求插入钢套筒内，钢筋端头离套筒长度中点不宜超过 10mm。当钢筋纵肋过高影响插入时，允许进行打磨，但钢筋横肋严禁打磨。被连接钢筋的轴心与钢套筒轴心应保持同一轴线，防止偏心和弯折。

(2) 在压接接头处挂好平衡器与压钳，接好进、回油油管，启动超高压泵，调节好压接力所需的油压力，然后将下压模卡板打开，取出下模，把挤压机机架的开口插入被挤压的带肋钢筋的连接套中，插回下模，锁紧卡板，压钳在平衡器的平衡力作用下，对准钢套筒所需压接的标记处，控制挤压机换向阀进行挤压。压接结束后将紧锁的卡板打开，取出下模，退出挤压机，则完成挤压施工。

(3) 挤压时，压钳的压接应对准套筒压痕标志，并垂直于被压钢筋的横肋。挤压应从套筒中央逐道向端部压接，不应由端部向中部挤压或隔标记来回挤压。最小直径及压痕总宽度须符合规定要求，见图 13.6.2。

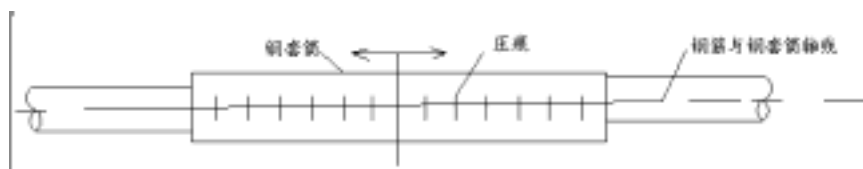


图 13.6.2

(4) 为了减少高处作业并加快施工速度,可先在地面压接半个压接接头,在施工作业区把钢套筒另一端插入预留钢筋,按工艺要求挤压另一端。

13.7 质量标准

13.7.1 主控项目

- (1) 钢筋的品种和质量必须符合设计要求和有关标准的规定。
- (2) 钢套筒的材质、机械性能必须符合钢套筒标准的规定,表面不得有裂缝、折叠等缺陷。
- (3) 在正式施工前应进行现场条件下的挤压连接工艺检验。检验接头的数量应不少于三个。检验接头按质量验收规定检验合格后,方可进行施工。
- (4) 挤压接头的现场检验按验收批进行。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 个为一验收批,进行检验与验收,不足 500 个也作为一个验收批。
- (5) 对每一验收批,均应按设计要求的接头性能等级,在工程中随机抽取 3 个接头试件做抗拉强度试验。按附表 13-2-1 表填写记录,并作出评定,其抗拉强度均不得低于被压接钢筋抗拉强度标准值的 1.05 倍,若其中有一个试件不符合要求时,应再抽取 6 个试件进行复检,复检中仍有 1 个试件的强度不符合要求,则该验收批评为不合格。

13.7.2 一般项目

- (1) 钢筋接头压痕深度不够时应补压。超压者应切除重新挤压。钢套筒压痕的最小直径和总宽度,应符合钢套筒供应厂家提供的技术要求。
- (2) 挤压接头的外观质量检验应符合下列要求:
 - 1) 外形尺寸:挤压后套筒长度应为原套筒长度的 1.10~1.15 倍;或压痕处套筒的外径波动范围为原套筒外径的 0.8~0.90 倍;
 - 2) 挤压接头的压痕道数应符合型式检验确定的道数;
 - 3) 接头处弯折不得大于 3° ;
 - 4) 挤压后的套筒不得有肉眼可见裂缝。
- (3) 每一验收批中应随机抽取 10%的挤压接头作外观质量检验,如外观质量不合格数超过抽检数的 10%时,应对该批挤压接头逐个进行复检,对外观不合格的接头采取补救措施;不能补救的挤压接头应作标记,在外观不合格的接头中抽取 6 个试件作抗拉强度试验,若有一个试件的抗拉强度低于规定值,则该批外观不合格的挤压接头,应会同设计单位商定处理,并记录存档。
- (4) 在现场连续检验 10 个验收批;抽样试件抗拉强度试验 1 次合格率为 100%时,验收批接头数量可扩大一倍。

13.8 成品保护

13.8.1

在地面预制好的接头要用垫木垫好，分规格码放整齐。

13.8.2

套筒内不得有砂浆等杂物。套筒在运输和储存中，应按不同规格分别堆放整齐，不得露天堆放，防止锈蚀和沾污。

13.8.3

在高空挤压接头时，要搭好临时架子，不得蹬踩接头。

13.9 应注意的质量问题

13.9.1

接头钢筋宜用砂轮切割机断料。

13.9.2

接头的压痕道数应符合钢筋规格要求的挤压道数，认真检查压痕深度，深度不够的要补压，超深的要切除接头重新连接。

13.9.3

挤压连接操作过程中，遇有异常现象时，应停止操作，检查原因，排除故障后，方可继续进行。

13.9.4

挤压连接施工必须严格遵守操作规程，工作油压不得超过额定压力。

13.9.5

钢筋连接件的混凝土保护层厚度宜满足国家现行标准《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)中受力钢筋混凝土保护层最小厚度的要求，且不得小于 15mm。连接件之间的横向净距不宜小于 25mm。

13.10 安全环保措施

13.10.1

对从事钢筋挤压连接施工的有关人员应经常进行安全教育，防止发生人身和设备安全事故。

13.10.2

在高空进行挤压操作，必须遵守国家现行标准《建筑施工高处作业安全技术规范》(JGJ80—91)的规定。

13.10.3

高压泵应采用液压油。油液应过滤，保持清洁，油箱应密封，防止渗漏，防止雨水灰尘混入油箱。

13.10.4

高压胶管应防止负重拖拉、弯折和尖利物体的刻划。操作人员应尽可能避开高压胶管反弹方向，以防伤人。

13.10.5

油泵与挤压机的应用应严格按操作规程进行。

13.10.6

施工现场用电必须符合国家现行标准《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46—88)的规定。

13.10.7

高压胶管是挤压设备中的易损部件，由于油压高，油管损坏还易引起喷油伤人，故应妥善使用。

13.11 质量记录

本工艺标准应具备以下质量记录：

13.11.1

钢筋出厂质量证明书和钢套筒出厂合格证；

13.11.2

钢筋机械性能试验报告；

13.11.3

钢套筒型式检验报告；

13.11.4

施工现场的单向拉伸检验记录和挤压接头单向拉伸性能试验报告；

13.11.5

施工现场挤压接头外观检查记录；

13.11.6

钢筋挤压连接操作工合格证。

附录 13—1 钢套筒技术条件

1.适用范围

本附录钢套型号适用于《钢筋混凝土热轧带肋钢筋》(GB1499-98)、《钢筋混凝土余热处理钢筋》(GB13014-91)中直径 16~40mm 的 HRB335~HRB400 级（Ⅱ级~Ⅲ级）钢筋的挤压连接。

2.钢套筒性能要求

钢套筒性能符合附表 13-1-1 的要求。

套筒材料的力学性能 附表 13-1-1

性能项目	力学性能指标
屈服强度 (N/mm2)	225~350
抗拉强度 (N/mm2)	375~500
延伸率 a5 (%)	≥20
硬度 (HRB)	60~80
或 HB	102~133

3.规格和尺寸

钢套筒的规格和尺寸应符合附表 13-1-2 的要求。

钢套筒的规格和尺寸 附表 13-1-2

钢套筒型号	钢套筒尺寸 (mm)			理论重量 (kg)
	外径	壁厚	长度	
G40	70	12	250	4.37
G36	63.5	11	220	3.14
G32	57	10	200	2.31
G28	50	8	190	1.58
G25	45	7.5	170	1.18
G22	40	6.45	140	0.75
G20	36	6	130	0.58
G18	34	5.5	125	0.47

4.尺寸允许偏差

钢套筒尺寸允许偏差应符合附表 13-1-3 的要求。

钢套筒尺寸允许偏差(mm) 附表 13-1-3

套筒外径 D	外径允许偏差	壁厚 (t) 允许偏	长度允许偏差
--------	--------	------------	--------

≤ 50	± 0.5	$+0.12t$ $-0.10t$	± 2
> 50	$\pm 0.01d$	$+0.12t$ $-0.10t$	± 2

5. 表向标志

钢套筒表面应标有清晰均匀的挤压标志，中部两条标志的距离应不小于 20mm。

6. 检查和验收

(1) 钢套筒原材料应有质保书，检查和验收应分批进行。由同一牌号、同一炉号原材料制作的同一型号的钢套筒为一批，每批取 5% 作外观检查，如有一个不合格，加倍检验，仍有一个不合格，逐个进行检验，合格后方可使用。必要时取试件作拉伸试验。

(2) 外观检查应符合下列要求：

- 1) 钢套筒表面不得有裂纹、折叠或影响性能的其他缺陷。
- 2) 钢套筒的尺寸及允许偏差应分别符合附表 13—1—2、附表
- 3) 钢套筒表面挤压标志应符合上述第 5 条的规定。

(3) 拉伸试验的结果应符合附表 13-1—1 的规定。

(4) 每批钢套筒经检查验收合格后，应填写质量合格证明书，作为用户使用的依据。

附录 13—2 试验报告和检查记录

1. 施工现场的单向拉伸试验报告见附表 13-2-1。

2. 施工现场挤压接头外观检查记录见附表 13-2-2。

工程名称						楼层号		构件类型	
设计要求接头性能等级			A 级 B 级			检验批接头数量			
试件编号	钢筋公称直径 D (mm)	实测钢筋横截面积 A°S (mm²)	钢筋母材屈服强度标准值 f _{yk} (N/mm²)	钢筋母材抗拉强度标准值 f _{tk} (N/mm²)	钢筋母材抗拉强度标准值 f° _{st} (N/mm²)	接头试件极限拉力 P (KN)	接头试件抗拉强度实测值 f° _{mst} =P/A°S (N/mm²)	接头破坏形态	评定结果
评定结论									
备注	1. $f^{\circ}_{mst} \geq f_{tk}$ 为 A 级接头； $f^{\circ}_{mst} \geq 1.35f_{yk}$ 为 B 级接头； 2. 实测钢筋横截面 A°s 用称重法确定。 3. 破坏形态仅作参考备查，不作为评定依据。								

试验单位

(盖章) 负责

校核

日期

抽样

试验

施工现场挤压接头外观检查记录

附表 13-2-2

工程名称		楼层号		构件类型					
验收批号		验收批数量		抽检数量					
连接钢筋直径 (mm)				套筒外径 (或长度) (mm)					
外观检查内容		压痕处套筒外径 (或挤压后套筒长度)		规定挤压道次		接头弯折 30		套筒无肉眼 可见裂缝	
		合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格
外观检查 不合格接 头之编号	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
评定 结论									
备注：1.接头外观检查抽检数量应不少于验收批接头数量的 10%。 2.外观检查内容共四项，其中压痕处套筒外径（或挤压后套筒长度），挤压道次，二项的合格标准由产品供应单位根据型式检验结果提供。接头弯折$\leq 40^\circ$为合格，套筒表面有无裂缝以肉眼可见裂缝为合格。 3.仅要求对外观检查不合格接头作记录，四项外观检查内容中，任一项不合格即为不合格，记录时可在合格，记录进可在合格与不合格栏中打$\checkmark$。 4.外观检查不合格接头数超过抽检数的 10%时，该验收批外观质量评为不合格。									

检查人：

负责人：

日期：

14 钢筋接头直螺纹连接施工工艺标准

14.1 总则

14.1.1 适用范围

本标准适用于工业与民用建筑承受动荷作用及各抗震等级的钢筋混凝土结构中直径为 20~50mm 的 HRB335、HRB400 级(Ⅱ、Ⅲ级)钢筋的连接,尤其适用于要求发挥钢筋强度和延性的重要结构。

钢筋接头直螺纹连接包括钢筋冷镦直螺纹连接、钢筋滚压直螺纹连接以及钢筋剥肋滚压直螺纹连接三种。因钢筋冷镦直螺纹连接目前已很少采用,在此不作介绍。

14.1.2 编制参考标准及规范

《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB1499);

《钢筋混凝土用余热处理钢筋》(GB13014);

《钢筋等强度剥肋滚压直螺纹连接技术规程》(Q/YJ16—2001);

《钢筋机械连接通用技术规程》(JGJ107—2003);

套筒与锁母材料应采用优质碳素结构钢或合金结构钢,其材质应符合 GB699 规定。

14.2 术语

14.2.1 钢筋滚压螺纹

根据钢筋规格选取相应的滚丝轮,装在专用的滚丝机上,将以压圆端头的钢筋由尾端卡盘的通孔中插入至滚丝轮的引导部分并夹紧钢筋,然后开动电动机,在电动机旋转的驱动下,钢筋轴向自动悬进,即可滚压出螺纹来。

14.2.2 钢筋螺纹保护

把钢筋端部加工好的螺纹套上塑料保护套,以免损坏螺纹或被污物污染。

14.2.3 钢筋剥肋滚压螺纹

使用钢筋剥肋滚压直螺纹机将待连接钢筋的端头加工成螺纹。

14.2.4 钢筋丝头质量抽检

对自检合格的丝头进行的抽样检验。

14.2.5 连接套筒

用以连接钢筋并有与丝头螺纹相对应内螺纹的连接件。

14.2.6 锁母

锁定连接套筒与钢筋丝头相对位置的螺母。

14.3 基本规定

14.3.1

采用螺纹套筒连接的钢筋接头，其设置在同一构件中纵向受力钢筋的接头相互错开。钢筋机械连接区段长度应按 $35d$ 计算(d 为被连接钢筋中的较大直径)。在同一连接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的百分率(以下简称百分率)，应符合下列规定：

(1) 接头宜设置在结构构件受拉钢筋应力较小部位，当需要在高应力部位设置接头时，在同一连接区段内 II 级接头的接头百分率不应大于 50%；I 级接头的接头百分率可不受限制。

(2) 接头宜避开有抗震设防要求的框架的梁端、柱端箍筋加密区；当无法避开时，应采用 I 级或 II 级接头，且接头百分率不应大于 50%。

(3) 受拉钢筋应力较小部位或纵向受压钢筋，接头百分率可不受限制。

(4) 对直接承受动力荷载的结构构件，接头百分率不应大于 50%。

14.3.2

接头端头距钢筋弯曲点不得小于钢筋直径的 10 倍。

14.3.3

不同直径钢筋连接时，一次连接钢筋直径规格不宜超过二级。

14.4 施工准备

14.4.1 技术准备

(1) 凡参与接头施工的操作工人必须参加技术培训，经考核合格后持证上岗。

(2) 核对有编号的布筋图纸加工单与成品数量；

(3) 做好技术交底。

14.4.2 材料准备

(1) 材料的品种规格：

套筒的规格、型号以及钢筋的品种、规格必需符合设计要求。

(2) 质量要求：

1) 钢筋质量要求：

①钢筋应符合国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB1499)和《钢筋混凝土用余热处理钢筋》(GB13014)的要求，有原材质、复试报告和出厂合格证；

②钢筋应先调直再下料，并宜用切断机和砂轮片切断，切口端面应与钢筋轴线垂直，不得有马蹄形或挠曲，不得用气割下料。

2) 套筒与锁母材料质量要求：

①套筒与锁母材料应采用优质碳素结构钢或合金结构钢，其材质应符合 GB699 规定；

②成品螺纹连接套应有产品合格证；两端螺纹孔应有保护盖；套筒表面应有规格标记。

14.4.3 主要机具

切割机、钢筋滚压直螺纹成型机、普通扳手及量规(牙形规、环规、塞规)。

14.4.4 作业条件

(1) 钢筋端头螺纹已加工完毕，检查合格，且已具备现场钢筋连接条件；

(2) 钢筋连接用的套筒已检查合格，进入现场挂牌整齐码放；

(3) 布筋图及施工穿筋顺序等已进行技术交底。

14.5 材料和质量要求

14.5.1 材料的关键要求

(1) 钢筋应符合国家标准的要求，复验合格；

(2) 套筒与锁母材料的材质应符合规定要求。

14.5.2 技术关键要求

(1) 钢筋直螺纹接头套丝及连接操作人员必须经过培训、考核，持证上岗；

(2) 钢筋端头螺纹加工按照标准规定，且牙形要逐个进行量规检查。

14.5.3 质量关键要求

(1) 钢筋套丝后的螺牙应符合质量标准；

(2) 钢筋切口端面及丝头锥度、牙形、螺距等应符合质量标准，并与连接套筒螺纹规格相匹配。

14.5.4 职业健康安全关键要求

除应严格执行建筑工程有关安全施工的规程及规定外，还应注意下列安全事项：

(1) 参加施工的作业人员必须经过考核合格，并经“三级”安全教育后方可上岗；

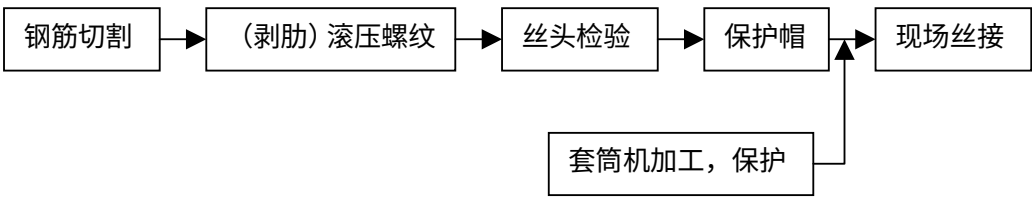
- (2) 用电设备均应设三级保护，严格按用电安全规程操作；
- (3) 设备检验及试运转合格后方准作业；
- (4) 设备运行中严禁拖拽压圆机油管或砸压油管，油管反弹方向应予以遮挡；
- (5) 严格按各种机械使用说明与相关标准操作；
- (6) 高处作业或带电作业，应遵守国家颁布的《建筑安装工程安全技术规程》。

14.5.5 环境关键要求

- (1) 按规程操作，避免发生噪声；
- (2) 夜间施工严禁敲打钢筋以防扰民；
- (3) 施工应用低角度照明防光污染；
- (4) 机械润滑油流入专设油池集中处理，不准直接排入下水道，铁屑杂物回收处理。

14.6 施工工艺

14.6.1 钢筋滚压直螺纹连接（钢筋剥肋滚压直螺纹连接）工艺流程



14.

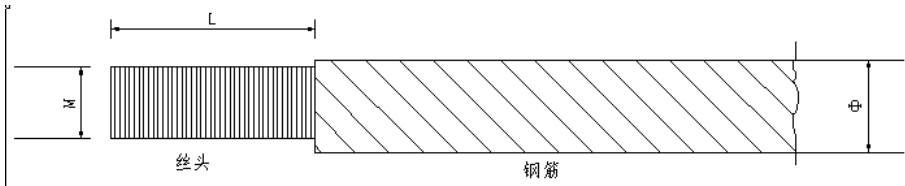
6.2 操作工艺

(1) 钢筋滚压直螺纹连接

钢筋滚压直螺纹连接，是采用专门的滚压机床对钢筋端部进行滚压，螺纹一次成型。钢筋通过滚压螺纹，螺纹底部的材料没有被切削掉，而是被挤出来，加大了原有的直径。螺纹经滚压后材质发生硬化，强度约提高 6%~8%，使螺纹对母材的削弱大为减少，其抗拉强度是母材实际抗拉强度的 97%~100%，强度性能十分稳定。

1) 加工要求

钢筋示意图见图 14.6.2。



M—丝头大径；t—螺距；Φ—钢筋直径；L—螺纹长度

图 14.6.2

钢筋同径连接的加工要求，见表 14.6.2—1。

表 14.6.2-1

代号	A20R-J	A22R-J	A25R-J	A28R-J	A32R-J	A36R-J	A40R-J
Φ (mm)	20	22	25	28	32	36	40
M×t	19.6×3	21.6×3	24.6×3	27.6×3	31.6×3	35.6×3	39.6×3
L(mm)	30	32	35	38	42	46	50

钢筋同径连接左右旋加工要求，见表 14.6.2-2

表 14.6.2-2

代号	Φ (mm)	M×t (左)	M×t (右)	L(mm)
A20RLR-G	20	19.6×3	19.6×3	34
A22RLR-G	22	21.6×3	21.6×3	36
A25RLR-G	25	24.6×3	24.6×3	39
A28RLR-G	28	27.6×3	27.6×3	42
A32RLR-G	32	31.6×3	31.6×3	46
A36RLR-G	36	35.6×3	35.6×3	50
A40RLR-G	40	39.6×3	39.6×	54

钢筋滚压螺纹加工的基本尺寸，见表 14.6.2-3。

表 14.6.2-3

代号	Φ20	Φ22	Φ25	Φ28	Φ32	Φ36	Φ40
大径	19.6	21.6	24.6	27.6	31.6	35.6	39.6
中径	18.623	20.623	23.623	26.623	30.623	34.623	38.23
小径	17.2	19.2	22.2	25.2	29.2	33.2	37.2

2) 套筒质量要求

①连接套表面无裂纹，螺牙饱满，无其他缺陷。

②牙型规检查合格，用直螺纹塞规检查其尺寸精度。

③各种型号和规格的连接套外表面，必须有明显的钢筋级别及规格标记。若连接套为异径的则应在两端分别作出相应的钢筋级别和直径。

④连接套两端头的孔必须用塑料盖封上，以保持内部洁净，干燥防锈。

3) 直螺纹量规技术要求

牙型规、螺纹卡和直螺纹塞规，采用工具钢 T9(GB1298—86)制成，其化学成分和硬度见表 14.6.2-4。

化学成分和硬度 表 14.6.2-4

化 学 成 分					淬火后硬度 HRC
C	Mn	Si	S	P	
0.85~0.94	≤0.40	≤0.35	≤0.30	≤0.035	

(2) 工艺操作要，

1) 钢筋螺纹加工

①加工钢筋螺纹的丝头、牙形、螺距等必须与连接套牙形、螺距一致，且经配套的量规检验合格。

②加工钢筋螺纹时，应采用水溶性切削润滑液；当气温低于 0 ° C 时，应掺入 15%~20% 亚硝酸钠，不得用机油作润滑液或不加润滑液套丝。

③操作工人应逐个检查钢筋丝头的外观质量并做出操作者标记。

④经自检合格的钢筋丝头，应对每种规格加工批量随机抽检 10%，且不少于 10 个，并参照表 14.6.2-5 填写钢筋螺纹加工检验记录，如有一个丝头不合格，即应对该加工批全数检查，不合格丝头应重加工，经再次检验合格方可使用。

钢筋直螺纹加工检验记录 表 14.6.2-5

工程名称				结构所在层数	
接头数量		抽检数量		构件种类	
序号	钢筋规格	螺纹牙形检验	公差尺寸合格	检验结论	

注：1.按每批加工钢筋直螺纹丝头数的 10%检验；
2，牙形合格、公差尺寸合格的打“√” 否则打“×”。

检查单位： 检查人员：
日期： 负责人：

⑤已检验合格的丝头，应加以保护戴上保护帽，并按规格分类堆放整齐待用。

2) 钢筋连接

①连接钢筋时，钢筋规格和连接套的规格应一致，钢筋螺纹的型式、螺距、螺纹外径应与连接套匹配。并确保钢筋和连接套的丝扣干净，完好无损。

②连接钢筋时应对准轴线将钢筋拧入连接套。

③接头拼接完成后，应使两个丝头在套筒中央位置互相顶紧，套筒每端不得有一扣以上的完整丝扣外露，加长型接头的外露丝扣数不受限制，但应有明显标记，以检查进入套筒的丝头长度是否满足要求。

④接头分类详见附录 14-2。

(3) 钢筋剥肋滚压直螺纹连接

钢筋剥肋滚压直螺纹连接与钢筋滚压直螺纹连接制作工艺基本相同，惟一区别是钢筋剥肋滚压直螺纹连接增加了钢筋剥肋工序。

14.7 质量标准

14.7.1 主控项目

(1) 钢筋的品种、规格必须符合设计要求，质量符合国家现行《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB1499)和《钢筋混凝土用余热处理钢筋》(GB13014)标准的要求。

(2) 套筒与锁母材质应符合 GB699 规定，且应有质量检验单和合格证，几何尺寸要符合要求。

(3) 连接钢筋时，应检查螺纹加工检验记录。

(4) 钢筋接头型式检验：

钢筋螺纹接头的型式检验应符合现行行业标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ107 中的各项规定。

(5) 钢筋连接工程开始前及施工过程中，应对每批进场钢筋和接头进行工艺检验：

①每种规格钢筋接头试件不应少于 3 根；

②钢筋母材抗拉强度试件不应少于 3 根，且应取自接头试件的同一根钢筋；

③接头试件应达到现行行业标准《钢筋机械连接通用技术规程》(JGJ107)中相应等级的强度要求，计算钢筋实际抗拉强度时，应采用钢筋的实际横截面积计算。

(6) 钢筋接头强度必须达到同类型钢材强度值，接头的现场检验按验收批进行，同一施工条件下采用同一批材料的同等级、同形式、同规格接头，以 500 个为一个验收批进行检验与验收，不足 500 个也作为一个验收批。

14.7.2 一般项目

(1) 加工质量检验：

1) 螺纹丝头牙形检验：牙形饱满，无断牙、秃牙缺陷，且与牙形规的牙形吻合，牙形表面光洁的为合格品。

2) 套筒用专用塞规检验。

(2) 随机抽取同规格接头数的 10%进行外观检查，应与钢筋连接套筒的规格相匹配，接头丝扣无完整丝扣外露。

(3) 现场外观质检抽验数量：梁、柱构件按接头数的 15%且每个构件的接头数抽验数不得少于一个接头；基础墙板构件按各自接头数，每 100 个接头作为一个验收批，不足 100 个也作为一个验收批。每批检验 3 个接头，抽检的接头应全部合格，如有一个接头不合格，则应再检验 3 个接头，如全部合格，则该批接头为合格；若还有一个不合格，则该验收批接头应逐个检查，对查出的不合格接头应进行补强，如无法补强应弃置不用，并按表 14.7.2-1 填写质量检查记录。

钢筋直螺纹接头质量检查记录

表 14.7.2-1

工程名称						
结构所在层数					构件种类	
钢筋规格	接头位置	数量	拧紧到位	无完整丝扣外露	检验结论	检验日期

注：检验结论：合格的打“√”，不合格打“×”。

检查单位： 检查人员：

日期： 负责人：

(4) 对接头的抗拉强度试验每一验收批应在工程结构中随机截取 3 个接头试件做抗拉强度试验。按设计要求的接头等级进行评定，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，复检中如仍有一个试件的强度不符合要求，则该验收批评为不合格。并填写接头拉伸试验报告单，见表 14.7.2-2。

(5) 在现场连续 10 个验收批抽样试件抗拉强度试验 1 次合格率为 100%时，验收批接头数量可扩大一倍

钢筋直螺纹接头拉伸试验报告单表 14.7.2-2

工程名称	钢筋规格	横截面积	结构层数		构件名称		接头等级	
试件编号	D (mm)	A (mm ²)	屈服强度标准值 f_{yk} (N/mm ²)	抗拉强度实测值 f_{tk} (N/mm ²)	极限拉力实测值 P(KN)	抗拉强度实测值 $f_{mst}=P/A$ (N/mm ²)	评定结果	试验日期
评定结论								
备注：								

试验单位： 负责人： 试验员： 填表日期：

14.8 成品保护

14.8.1

各种规格和型号的套筒外表面，必须有明显的钢筋级别及规格标记。

14.8.2

钢筋螺纹保护帽要堆放整，不准随意乱扔。

14.8.3

连接钢筋的钢套筒必须用塑料盖封上，以保持内部洁净、干燥、防锈。

14.8.4

钢筋直螺纹加工经检验合格后，应戴上保护帽或拧上套筒，以防碰伤和生锈。

14.8.5

已连接好套筒的钢筋接头不得随意抛砸。

14.9 安全环保措施

14.9.1

不准硬拉电线或高压油管。

14.9.2

高压油管不得打死弯。

14.9.3

参加钢筋直螺纹连接施工的人员必须培训、考核、持上岗证。

14.9.4

作业人员必须遵守施工现场安全作业有关规定。

14.10 质量记录

本工艺标准应具备以下质量记录：

- (1) 钢筋原材质及复试报告；
- (2) 套筒和锁母原材质及复试报告；
- (3) 钢筋直螺纹加工检验记录；

- (4) 钢筋直螺纹接头质量检查记录；
- (5) 钢筋直螺纹接头拉伸试验报告。

附录 14—1 套筒加工要求

同径及同径左右旋加工要求，分别见附表 14-1-1 和附表 14-1-2。

附表 14-1-1

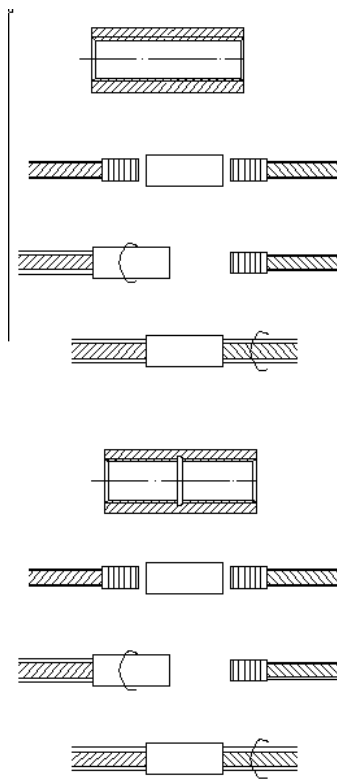
	A20R-G	A22R-G	A25R-G	A28R-G	A32R-G	A36R-G	A40R-G
D(mm)	30±0.5	32±0.5	38±0.5	42±0.5	48±0.5	54±0.5	59±0.5
M×t	19.6×3	21.6×3	24.6×3	27.6×3	31.6×3	35.6×3	39.5×3
L(mm)	44	48	54	60	68	76	84

附表 14-1-2

代号	D(mm)	D(mm)	M×t	L1(mm)	L2(mm)	L3(mm)
A20RLR-G	32	21	19.6×3	49	20	9
A22RLR-G	35	23	21.6×3	53	22	9
A25RLR-G	41	26	24.6×3	59	25	9
A28RLR-G	45	29	27.6×3	65	28	9
A32RLR-G	51	33	31.6×3	73	32	9
A36RLR-G	57	37	35.6×3	81	36	9
A40RLR-G	62	41	39.6×3	89	40	9

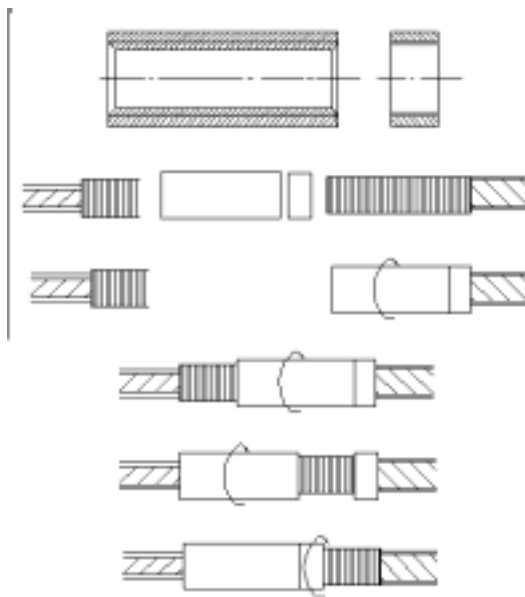
附录 14—2 按接头使用条件分类

接头按使用条件分类，如附图 14—2—1～附图 14—2—4 所示。

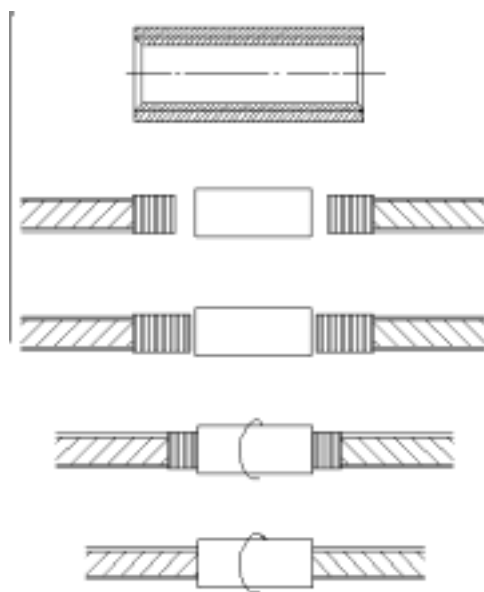


附图 14—2—1 标准型接头

附图 14—2—2 异径型接头



附图 14—2—3 加锁母型接头



附图 14—2—4 正反丝扣型接头

15 现浇梁、板混凝土结构施工工艺标准

15.1 总则

15.1.1 适用范围

(1) 适用于建筑工程梁、板普通混凝土结构的施工工艺；涉及预应力混凝土、底板大体积混凝土、竖向结构混凝土部分另见相应的施工工艺标准。

(2) 本标准未涉及转换层大体积梁板混凝土、高性能混凝土、高强度等级混凝土、自流平混凝土、超长结构混凝土、补偿收缩混凝土、叠合楼板(预制板现浇叠合、钢压型板现浇叠合)混凝土、纤维掺合料混凝土等其他特殊的混凝土施工工艺。

15.1.2 编制参考标准及规范

《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2002)；

《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)；

《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB175—1999)；

《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥》(GB1344—1999)；

《复合硅酸盐水泥》(GB12958—1999)；
《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》(JCJ53)；
《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》(JCJ52)；
《粉煤灰混凝土应用技术规范》(GB146—90)；
《混凝土外加剂》(GB8076—1997)；
《混凝土泵送剂》(JC473—2001)；
《混凝土防冻剂》(JC475—92)；
《混凝土外加剂应用技术规范》(GB50119—88)；
《混凝土拌合用水标准》(JCJ63—89)；
《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ55—2000)；
《混凝土质量控制标准》(GB50164)；
《混凝土泵送施工技术规程》(JGJ/T10—95)等相关标准；
《建筑工程冬期施工规程》(JGJ104—97)；
《混凝土强度检验评定标准》(GBJ107—87)；
《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》(GB/T50080—2002)；
《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T50081—2002)。

15.2 术语

15.2.1 混凝土结构

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等。

15.2.2 现浇混凝土结构

在现场支模并整体浇筑而成的混凝土结构。

15.2.3 施工缝

在混凝土浇筑过程中，因设计要求或施工需要分段浇筑而在先、后浇筑的混凝土之间所形成的接缝。

15.2.4 泵送混凝土

混凝土拌合物的坍落度不低于 100mm，并用泵送施工的混凝土。

15.2.5 蓄热法

混凝土浇筑后，利用原材料加热及水泥水化热的热量，通过适当保温延缓混凝土冷却，使混凝土冷却到 0℃以前达到预期要求强度的施工方法。

15.2.6 综合蓄热法

掺化学外加剂的混凝土浇筑后，利用原材料加热及水泥水化热的热量，通过适当保温，延缓混凝土冷却，使混凝土温度降到 0°C 或设计规定温度前达到预期要求强度的施工方法。

15.2.7 受冻临界强度

冬期浇筑的混凝土在受冻以前必须达到的最低强度。

15.2.8 等效龄期

混凝土在养护期间温度不断变化，在这一段时间内其养护的效果，与在标准条件养护达到效果相同所需的时间 α 。

15.2.9 严重缺陷

对结构构件的受力性能或安装使用性能有决定性影响的缺陷。

15.2.10 一般缺陷

对结构构件的受力性能或安装使用性能无决定性影响的缺陷。

15.3 基本规定

15.3.1

现浇混凝土结构施工现场质量管理应有相应的技术标准、健全的质量管理体系、施工质量控制和质量验收制度。

混凝土结构施工应有施工项目的施工组织设计或施工方案并经过审查批准。同时在施工前应进行详细的技术交底。

15.3.2

现浇结构工程应根据单位工程划分若干检验批进行质量验收。

15.3.3

现浇混凝土结构验收应包含如下内容：

(1) 实物检查：

1) 对原材料的进场复检，应按进场的批次和产品的抽样检验规定执行。

2) 对混凝土强度应按国家有关标准和《混凝土结构工程施工质量验收规范》规定的抽样检验方案执行。结构构件的混凝土强度应按《混凝土强度检验评定标准》(GBJ107)的规定分批进行检验评定。评定结构构件的混凝土强度应采用标准试件的混凝土强度。应按《普通混凝土力学性能试验方法标准》进行试验。

3) 对《混凝土结构工程施工质量验收规范》中采用计数检验的项目，应按抽查总点数的合格点率进行检查。

4) 对混凝土的实体应进行观感质量检查。

(2) 资料检查, 包括原材料的产品合格证(中文质量合格证明文件、规格、型号及性能检测报告等)及进场复验报告、施工过程中的自检和交接检记录、抽样检验报告、见证检测报告、隐蔽工程验收记录等。

(3) 对涉及混凝土结构安全的重要部位应进行结构实体检验。结构实体检验应在监理工程师(建设单位项目专业技术负责人)见证下, 由施工项目技术负责人组织实施。承担结构实体检验的试验室应具有相应的资质。

15.3.4

现浇混凝土梁、板结构检验批合格质量应符合下列规定:

(1) 主控项目的质量经抽样检验合格;

(2) 一般项目的质量经抽样检验合格; 当采用计数检验时, 除有专门要求外, 一般项目的合格点率应达到 80% 及以上, 且不得有严重缺陷;

(3) 具有完整的施工操作依据和质量验收记录。

对验收合格的检验批, 宜作出合格标志。

15.3.5

质量验收程序和组织应符合国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB50300—2001) 的规定。

15.4 施工准备

15.4.1 技术准备

(1) 图纸会审已完成。

(2) 根据设计混凝土强度等级、混凝土性能要求、施工条件、施工部位、施工气温、浇筑方法、使用水泥、骨料、掺合料及外加剂, 确定各种类型混凝土强度等级的所需坍落度和初、终凝时间, 委托有资质的专业试验室完成混凝土配合比设计。

(3) 编制混凝土施工方案, 明确流水作业划分、浇筑顺序、混凝土的运输与布料、作业进度计划、工程量等并分级进行交底。

(4) 确定浇筑混凝土所需的各种材料、机具、劳动力需用量。

(5) 确定混凝土施工所需的水、电, 以满足施工需要。

(6) 确定混凝土的搅拌能力是否满足连续浇筑的需求。

(7) 确定混凝土试块制作组数, 满足标准养护和同条件养护的需求。

15.4.2 材料要求

(1) 水泥: 应根据工程特点、所处环境以及设计、施工的要求, 选用适当品种和强度等级的水泥。普通混凝土宜选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥。

水泥的主要技术指标应符合附录 15-1 的要求。

(2) 细骨料：当选用砂配制混凝土时宜优先选用 II 区砂。对于泵送混凝土用砂，宜选用中砂。

砂的各项主要技术指标应符合附录 15-2 的要求。

(3) 粗骨料：当采用碎石或卵石配制混凝土时，其技术指标应符合附录 15-3 的要求。

(4) 掺合料：

1) 用于混凝土中的掺合料，应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》、《用于水泥中的火山灰质混合材料》和《用于水泥中的粒化高炉矿渣》的规定。

当采用其他品种的掺合料时，其烧失量及有害物含量等质量指标应通过试验，确定符合混凝土质量要求时，方可使用。

2) 选用的掺合料，应使混凝土达到预定改善性能的要求或在满足性能要求的前提下取代水泥。其掺量应通过试验确定，其取代水泥的最大取代量应符合有关标准的规定。

3) 掺合料在运输与存储中，应有明显标志。严禁与水泥等其他粉状材料混淆。

(5) 混凝土外加剂：

1) 选用外加剂时，应根据混凝土的性能要求、施工工艺及气候条件，结合混凝土的原材料性能、配合比以及对水泥的适应性等因素，通过试验确定其品种和掺量。

2) 混凝土外加剂的各项技术指标要求应符合附录 15-6 的要求。

(6) 水：混凝土拌制用水宜采用饮用水；当采用其他水源时，应进行取样检测，水质应符合国家现行标准《混凝土拌合用水标准》(JGJ63)的规定。

15.4.3 主要机具

主要机具包括混凝土生产设备、运输和泵送设备、浇筑和捣实设备及手工操作器具等，详见附录 15-7。

15.4.4 作业条件

(1) 所有的原材料经检查，全部应符合设计配合比通知单所提出的要求。

(2) 根据原材料及设计配合比进行混凝土配合比检验，应满足坍落度、强度及耐久性等方面要求。

(3) 新下达的混凝土配合比，应进行开盘鉴定，并符合要求。

(4) 搅拌机及其配套的设备业经试运行、安全可靠。同时配有专职技工，随时检修。电源及配电系统符合要求，安全可靠。

(5) 所有计量器具必须具有经检定的有效期标识。地磅下面及周围的砂、石清理干净，计量器具灵敏可靠，并按施工配合比设专人定磅。

(6) 需浇筑混凝土的工程部位已办理隐检手续、混凝土浇筑的申请单已经有关人员批准。

(7) 管理人员向作业班组进行配合比、操作规程和安全技术交底。

(8) 现场已准备足够的砂、石子、水泥、掺合料以及外加剂等材料，能满足混凝土连续浇筑的要求。

(9) 木模在混凝土浇筑前洒水湿润。

(10) 依据泵送浇筑作业方案,确定泵车型号、使用数量;搅拌运输车数量、行走路线、布置方式、浇筑程序、布料方法以及明确布设。

(11) 浇筑混凝土必须的脚手架和马道已经搭设,经检查符合施工需要和安全要求。混凝土搅拌站至浇筑地点的临时道路已经修筑,能确保运输道路畅通。

(12) 泵送操作人员经培训、考核合格,持证上岗。

15.5 材料和质量要点

15.5.1 材料的关键要求

(1) 所用的水泥应有中文质量证明文件。质量证明文件内容应包括本标准规定的各项技术要求及试验结果。水泥厂在水泥发出之日起 7d 内寄发的质量证明文件应包括除 28d 强度以外的各项试验结果。28d 强度数值,应在水泥发出之日起 32d 内补报。

(2) 骨料的选用应符合下列要求:

1) 粗骨料最大粒径应符合下列要求:

不得大于混凝土结构截面最小尺寸的 $1/4$,并不得大于钢筋最小净间距的 $3/4$;对混凝土实心板,其最大粒径不宜大于板厚的 $1/2$,且不得超过 50mm;

泵送混凝土用的碎石,不应大于输送管内径的 $1/3$;卵石不应大于输送管内径的 $2/5$ 。

2) 泵送混凝土用的细骨料,对 0.315mm 筛孔的通过量不应少于 15%,对 0.16mm 筛孔的通过量不应少于 5%。

3) 泵送混凝土用的骨料还应符合泵车技术条件的要求。

(3) 骨料在生产、采集、运输与存储过程中,严禁混入影响混凝土性能的有害物质。

(4) 骨料应按品种、规格分别堆放,不得混杂。在其装卸及存储时,应采取措施,使骨料颗粒级配均匀,保持洁净。堆放场地应平整、排水畅通,宜铺筑混凝土地面。

(5) 不得使用海水拌制钢筋混凝土和预应力混凝土。不宜用海水拌制有饰面要求的素混凝土。

(6) 混凝土拌合物中的氯化物总含量(以氯离子重量计)应符合下列规定:

1) 对素混凝土,不得超过水泥重量的 2%;

2) 对处于干燥环境或有防潮措施的钢筋混凝土,不得超过水泥重量的 1%;

3) 对处在潮湿而不含有氯离子环境中的钢筋混凝土,不得超过水泥重量的 0.3%;

4) 对在潮湿并含有氯离子环境中的钢筋混凝土,不得超过水泥重量的 0.1%;

5) 预应力混凝土及处于易腐蚀环境中的钢筋混凝土,不得超过水泥重量的 0.06%;

6) 混凝土中氯化物总含量 $\leq 0.3\text{kg}/\text{m}^3$ 。

(7) 混凝土拌合物中的碱含量 $< 3.0\text{kg}/\text{m}^3$ 。

(8) 混凝土拌合物的各项质量指标应按下列规定检验:

- 1) 各种混凝土拌合物均应检验其坍落度；
 - 2) 掺引气型外加剂的混凝土拌合物应检验其含气量；
 - 3) 根据需要应检验混凝土拌合物的水灰比、水泥含量及均匀性。
- (9) 混凝土拌合物的坍落度应均匀，坍落度的允许偏差应符合表 15.5.1—1 的要求。

混凝土拌合物的坍落度允许偏差 表 15.5.1—1

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

(10) 掺引气型外加剂混凝土的含气量应满足设计和施工工艺的要求。根据混凝土采用粗骨料的最大粒径，其含气量的限值不宜超过表 15.5.1—2 的规定。含气量的检测结果与要求值的允许偏差范围应为±15%。

掺引气型外加剂混凝土含气量的限值 表 15.5.1—2

粗骨料最大粒 (mm)	混凝土含气量 (%)	粗骨料最大粒 (mm)	混凝土含气量 (%)
10	7.0	25	5.0
15	6.0	40	4.5
20	5.5		

- (11) 各类具有室内使用功能的建筑用混凝土外加剂中释放氨的量应≤0.10%(质量分数)。
- (12) 混凝土拌合物应拌合均匀，颜色一致，不得有离析和泌水现象。

15.5.2 技术关键要求

- (1) 每一工作班正式称量前，应对计量设备进行零点校验。
- (2) 运送混凝土的容器和管道，应不吸水、不漏浆。容器和管道在冬期应有保温措施，夏季最高气温超过 40℃时，应有隔离措施。
- (3) 混凝土拌合物运至浇筑地点时的温度，最高不宜超过 35℃；最低不低于 5℃。
- (4) 在浇筑混凝土时，应经常观察模板、支架、钢筋、预埋件和预留孔洞的情况，当发现有变形、移位时，应立即停止浇筑，并应在已浇筑的混凝土凝结前修整完好。
- (5) 在浇筑与柱、墙连成整体的梁和板时，应在柱和墙浇筑完毕后停歇 1~1.5h，使混凝土获得初步沉实后，再继续浇筑，或者采取二次振捣的方法进行。
- (6) 在浇筑混凝土时，应制作供结构拆模、张拉、强度合格评定用的标准养护和与结构混凝土同条件养护的试件。必要时还应制作抗冻、抗渗或其他性能试验用的试件。
- (7) 对于有预留洞、预埋件和钢筋密集的部位，应采取技术措施，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，应立即予以纠正。
- (8) 水平结构的混凝土表面，应适时用木抹子磨平(必要时，可用铁筒滚压)搓毛两遍以上，且最后一遍宜在混凝土收水时完成。
- (9) 应控制混凝土处在有利于硬化及强度增长的温度和湿度环境中。

15.5.3 质量关键要求

- (1) 进场原材料必须按有关标准规定取样检测，并符合有关标准要求。
- (2) 生产过程中应测定骨料的含水率，每一工作班不应少于一次，当含水率有显著变化时，应增加测定次数，依据检测结果及时调整用水量和骨料用量。
- (3) 宜采用强制式搅拌机搅拌混凝土。
- (4) 混凝土搅拌的最短时间应符合本标准表 15.6.2-2 的规定。搅拌混凝土时，原材料应计量准确，上料顺序正确。混凝土的搅拌时间、原材料计量、上料顺序，每一工作班至少应抽查两次。
- (5) 混凝土拌合物的坍落度应在搅拌地点和浇筑地点分别取样检测。所测坍落度值应符合设计和施工要求。其允许偏差应符合本标准表 15.5.1—1 的规定。

每一工作班不应少于一次。评定时应以浇筑地点的为准。

在检测坍落度时，还应观察混凝土拌合物的黏聚性和保水性。
- (6) 混凝土从搅拌机卸出后到浇筑完毕的延续时间应符合本标准 15.6.2—4 的规定。
- (7) 混凝土运送至浇筑地点，应立即浇筑入模。如混凝土拌合物出现离析或分层现象，应对混凝土拌合物进行二次搅拌。
- (8) 浇筑混凝土应连续进行。如必须间歇时，其间歇时间宜缩短，并应在前层混凝土凝结之前，将次层混凝土浇筑完毕。

混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不得超过混凝土初凝时间，当超过规定时间必须设置施工缝。
- (9) 混凝土应振捣成型，根据施工对象及混凝土拌合物性质应选择适当的振捣器，并确定振捣时间。
- (10) 混凝土在浇筑及静置过程中，应采取措施防止产生裂缝。由于混凝土的沉降及干缩产生的非结构性的表面裂缝，应在混凝土终凝前予以修整。
- (11) 施工现场应根据施工对象、环境、水泥品种、外加剂以及对混凝土性能的要求，提出具体的养护方法，并应严格执行规定的养护制度。

15.5.4 职业健康安全关键要求

- (1) 施工现场所有用电设备，除作保护接零外，必须在设备负荷线的首端处设置漏电保护装置。
- (2) 架空线必须采用绝缘铜线或绝缘铝线。
- (3) 每台用电设备应有各自专用的开关箱，必须实行“一机一闸”制，严禁用同一个开关电器直接控制二台及二台以上用电设备(含插座)。
- (4) 开关箱中必须装设漏电保护器。进入开关箱的电源线，严禁用插销连接。
- (5) 各种电源导线严禁直接绑扎在金属架上。
- (6) 需要夜间工作的塔式起重机，应设置正对工作面的投光灯。塔身高于 30m 时，应在塔顶和臂架端部装设防撞红色信号灯。

(7) 分层施工的楼梯口和梯段边，必须安装临时护栏。顶层楼梯口应随工程结构进度安装正式防护栏杆。

(8) 作业人员应从规定的通道上下，不得在阳台之间等非规定通道进行攀登，也不得任意利用吊车臂架等施工设备进行攀登。

上下梯子时，必须面向梯子，且不得手持器物。

(9) 混凝土浇筑时的悬空作业，必须遵守下列规定：

1) 浇筑离地 2m 以上独立柱、框架、过梁、雨篷和小平台时，应设操作平台，不得直接站在模板或支撑件上操作。

2) 特殊情况下如无可靠的安全设施，必须系好安全带、扣好保险钩，并架设安全网。

(10) 机、电操作人员应体检合格，无妨碍作业的疾病和生理缺陷，并应经过专业培训、考核合格取得行业主管部门颁发的操作证，方可持证上岗。

(11) 在工作中操作人员和配合作业人员必须按规定穿戴劳动保护用品，长发应束紧不得外露，高处作业时必须系安全带。

(12) 机械必须按照出厂使用说明书规定的技术性能、承载能力和使用条件，正确操作，合理使用，严禁超载作业或任意扩大使用范围。

(13) 机械上的各种安全防护装置及监测、指示、仪表、报警等自动报警、信号装置应完好齐全，有缺损时应及时修复。安全防护装置不完整或已失效的机械不得使用。

(14) 搅拌机作业中，当料斗升起时，严禁任何人在料斗下停留或通过；当需要在料斗下检修或清理料坑时，应将料斗提升后用铁链或插入销锁住。

(15) 电缆线应满足操作所需的长度，电缆线上不得堆压物品或让车辆挤压，严禁用电缆线拖拉或吊挂振动器。

15.5.5 环境关键要求

(1) 在机械产生对人体有害的气体、液体、尘埃、渣滓、放射性射线、振动、噪声等场所，必须配置相应的安全保护设备和三废处理装置。

(2) 混凝土机械作业场地应有良好的排水条件，机械近旁应有水源，机棚内应有良好的通风、采光及防雨、防冻设施，并不得有积水。

(3) 作业后，应及时将机内、水箱内、管道内的存料、积水放尽，并应清洁保养机械，清理工作场地。

(4) 应选用低噪声或有消声降噪设备的混凝土施工机械。

(5) 现场混凝土搅拌站应搭设封闭的搅拌棚，防止扬尘和噪声污染。

15.6 施工工艺

15.6.1 工艺流程

混凝土搅拌 → 混凝土运输、泵送与布料 → 混凝土浇筑 → 混凝土振捣 → 混凝土养护

15.6.2 施工操作工艺

(1) 混凝土搅拌

1) 混凝土的搅拌要求：

①搅拌混凝土前，宜将搅拌筒充分润滑。搅拌第一盘时，宜按配合比减少粗骨料用量。在全部混凝土卸出之前不得再投入拌合料，更不得采取边出料边进料的方法进行搅拌。

②混凝土搅拌中必须严格控制水灰比和坍落度，未经试验人员同意严禁随意加减用水量。

③混凝土的原材料计量：

水泥计量：搅拌时采用袋装水泥时，应抽查 10 袋水泥的平均重量，并以每袋水泥的实际重量，按设计配合比确定每盘混凝土的施工配合比；搅拌时采用散装水泥的，应每盘精确计量。

外加剂及混合料计量：对于粉状的外加剂和混合料，宜按施工配合比每盘的用料，预先在外加剂和混合料存放的仓库中进行计量，并以小包装运到搅拌地点备用；液态外加剂应随用随搅拌，并用比重计检查其浓度，宜用量筒计量。

混凝土原材料每盘称量的偏差应符合表 15.6.2-1 的规定。

原材料每盘称量的允许偏差 表 15.6.2-1

材料名称	允许偏差	材料	允许偏差
水泥、掺合料	±2%	水、外加剂	±2%
粗、细骨料	±3%		

混凝土搅拌的装料顺序宜按下列要求进行：

当无外加剂、混合料时，依次进入上料斗的顺序宜为粗骨料→水泥→细骨料；当有掺混合料时，其顺序宜为粗骨料→水泥→混合料→细骨料；当掺干粉状外加剂时，其顺序宜为粗骨料→外加剂→水泥→细骨料或粗骨料→水泥→细骨料→外加剂。

混凝土的搅拌时间宜按表 15.6.2-2 确定。

混凝土的搅拌时间 表 15.6.2-2

混凝土坍落度 (mm)	搅拌机类型	搅拌机容积 (L)		
		小于 250	250~500	大于 500
小于及等于 30	自落式	90s	120s	150s
	强制式	60s	90s	120s
大于 30	自落式	90s	90s	120s
	强制式	60s	60s	90s

注：掺有外加剂时，搅拌时间应适当延长。

2) 冬期施工混凝土的搅拌：

①室外日平均气温连续 5d 稳定低于 5 °C 时，混凝土拌制应采取冬施措施，并应及时采取气温突然下降的防冻措施。配制冬期施工的混凝土，宜优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，水泥强度等级不宜低于 42.5MPa，最小水泥用量不应少于 300kg/m³，水灰比不应大于 0.6。

②混凝土所用骨料应清洁，不得含有冰、雪、冻结物及其他易冻裂物质。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。

③在钢筋混凝土中掺用氯盐类防冻剂时，氯盐掺量不得大于水泥重量的 1%(按无水状态计算)，且不得采用蒸汽养护。在下列情况下，钢筋混凝土中不得采用氯盐：

- a. 排出大量蒸汽的车间、澡堂、洗衣房和经常处于空气相对湿度大于 80% 的房间以及有顶盖的钢筋混凝土蓄水池等的在高湿度空气环境中使用的结构；
- b. 处于水位升降部位的结构；
- c. 露天结构或经常受雨、水淋的结构；
- d. 有镀锌钢材或铝铁相接触部位的结构，和有外露钢筋、预埋件而无防护措施的结构；
- e. 与含有酸、碱或硫酸盐等侵蚀介质相接触的结构；
- f. 使用过程中经常处于环境温度为 60℃ 以上的结构；
- g. 使用冷拉钢筋或冷拔低碳钢丝的结构；
- h. 薄壁结构；
- i. 电解车间和直接靠近直流电源的结构；
- j. 直接靠近高压电源(发电站、变电所)的结构。

④采用非加热养护法施工所选用的外加剂，宜优先选用含引气成分的外加剂，含气量宜控制在 2%~4%。

⑤冬期拌制混凝土应优先采用加热水的方法。水及骨料的加热温度应根据热工计算确定，但不得超过表 15.6.2—3 的规定。

拌合水和骨料最高温度要求 表 15.6.2-3

项 目	拌合水	骨料
强度等级小于 42.5 的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	80℃	60℃
强度等级大于 42.5 的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	60℃	40℃

⑥水泥不得直接加热，宜在使用前运入暖棚内存放。

⑦当骨料不加热时，水可加热到 100 ° C，但水泥不应与 80 ° C 以上的水直接接触。投料顺序为先投入骨料和已加热的水，然后再投入水泥。混凝土拌制前，应用热水或蒸汽冲洗搅拌机，拌制时间应取常温的 1.5 倍。混凝土拌合物的出机温度不宜低于 10 ° C，入模温度不得低于 5 ° C。

⑧冬期混凝土拌制的质量检查除遵守规范的规定外，应进行以下检查：

检查外加剂掺量；测量水、骨料、水泥、外加剂溶液入机温度；测量混凝土出罐及入模时温度；室外气温及环境温度；搅拌机棚温度。以上检查每一工作班不宜少于四次。

冬期施工混凝土试块的留置除应符合一般规定外，尚应增设不少于二组与结构同条件养护的试件，用于检验受冻前的混凝土强度。

3) 混凝土拌制中应进行下列检查：

- ①检查拌制混凝土所用原材料的品种、规格和用量，每一个工作班至少两次；
- ②检查混凝土的坍落度及和易性，每一工作班至少两次；
- ③混凝土的搅拌时间应随时检查。

(2) 混凝土运输、泵送与布料

1) 混凝土运输

①混凝土运输车装料前应将拌筒内、车斗内的积水排净；

②运输途中拌筒应保持 3~5 转/分的慢速转动。

③混凝土应以最少的转载次数和最短时间，从搅拌地点运到浇筑地点。混凝土的延续时间不宜超过表 15.6.2-4 的规定。

混凝土从搅拌机中卸出到浇筑完毕的延续时间

表 15.6.2-4

混凝土强度等级	气 温 (°C)	
	不高于 25°C	高于 25°C
不高于 C30	120min	90min
高于 C30	90min	60min

注：对掺外加剂或快硬水泥拌制的混凝土，其延续时间应按试验确定。

2) 混凝土泵送

①混凝土泵的选型、配管设计应根据工程和施工场地特点、混凝土浇筑方案、要求的最大输送距离，最大输出量及混凝土浇筑计划参照《混凝土泵送施工技术规范》(JGJ/T10—95)确定。

②混凝土泵车的布置应考虑下列条件：

混凝土泵设置处应场地平整、坚实，道路畅通，供料方便，距离浇筑地点近，便于配管，具有重车行走条件；

混凝土泵应尽可能靠近浇筑地点。在使用布料杆工作时，能使得浇筑部位尽可能地在布料杆的工作范围内，尽量少移动泵车即能完成浇筑；

多台混凝土泵或泵车同时浇筑时，选定的位置要使其各自承担的浇筑量接近，最好能同时浇筑完毕，避免留置施工缝；

接近排水设施和供水，供电方便。在混凝土泵的作业范围内，不得有高压线等障碍物；

当高层建筑或高耸构筑物采用接力泵泵送混凝土时，接力泵的设置位置应使上、下泵的输送能力相匹配；

设置接力泵的楼面或其他结构部位应验算其结构所能承受的荷载，必要时应采取加固措施；

在混凝土泵的作业范围内，不得有障碍物、高压电线，同时要有防范高空坠物的设施；

混凝土泵的转移运输时要注意安全要求，应符合产品说明及有关标准的规定。

③混凝土输送管的固定，不得直接支承在钢筋、模板及预埋件上，并应符合下列规定：

水平管宜每隔一定距离用支架、台垫、吊具等固定，以便排除堵管、装拆和清洗管道；

垂直管宜用预埋件固定在墙和柱或楼板预留孔处，在墙及柱上每节管不得少于 1 个固定点，在每层楼板预留孔处均应固定；

垂直管下端的弯管，不应作为上部管道的支撑点，宜设钢支撑承受垂直管重量；

管道接头卡箍处不得漏浆；

炎热季节施工时，要在混凝土输送管上遮盖湿罩布或湿草袋，以避免阳光照射，同时每隔一定的时间洒水湿润；

严寒季节施工时，混凝土输送管道应用保温材料包裹。以防止管内混凝土受冻，并保证混凝土的入模温度。

④混凝土搅拌运输车给混凝土泵喂料时，应符合下列要求：

向泵喂料前，应中、高速旋转拌筒 20~30s，使混凝土拌合物均匀，当拌筒停稳后，方可反转卸料；

卸料应配合泵送均匀进行，且应使混凝土保持在集料斗内高度标志线以上；

当遇特殊情况中断喂料作业时，应使拌筒保持慢速拌合混凝土；

混凝土泵的进料斗上，应安置网筛并设专人监视喂料，以防粒径过大，骨料或杂物进入混凝土泵造成堵塞；

混凝土搅拌运输车喂料完毕后，应及时清洗拌筒及溜槽等，并排尽积水。

喂料作业应由本车驾驶员完成，严禁非驾驶人员操作。

⑤混凝土的泵送宜按下列要求进行：

混凝土泵的操作应严格执行使用说明书有关规定。同时应根据使用说明书制订专门操作要点。操作人员必须经过专门培训后，方可上岗独立操作。

混凝土泵送施工现场，应有统一指挥和调度，以保证顺利施工。

泵送施工时，应规定联络信号和配备通讯设备，可采用有线或无线通讯设备等进行混凝土泵、搅拌运输车和搅拌站与浇筑地点之间的通讯联络。

在配制泵送混凝土布料设备时，应根据工程特点、施工工艺、布料要求等来选择布料设备。在布置布料设备时，应根据结构平面尺寸、配管情况等考虑，要求布料设备应能覆盖整个结构平面，并能均匀、迅速地进行布料。设备应牢固、稳定、且不影响其他工序的正常操作。

泵送混凝土时，泵机必须放置在坚固平整的地面上。在安置混凝土泵时，应根据要求将其支腿完全伸出，并插好安全销。在场地软弱时采取措施在支腿下垫枕木等，以防混凝土泵的移动或倾翻。

混凝土泵与输送管连通后，应按所用混凝土泵使用说明书的规定进行全面检查，符合要求后方能开机进行空运转。若气温较低，空运转时间应长些，要求液压油的温度升至 15 °C 以上时才能投料泵送。

混凝土泵启动后，应先泵送适量水(约 10L)以湿润混凝土泵的料斗、活塞及输送管的内壁等直接与混凝土接触部位。泵送时，混凝土泵应处于慢速，匀速并随时可能反泵的状态。泵送的速度应先慢，后加速。同时，应观察混凝土泵的压力和各系统的工作情况，待各系统运转顺利，方可以正常速度进行泵送。混凝土泵送应连续进行。如必须中断时，其中断时不得超过搅拌至浇筑完毕所允许的延续时间。

泵送混凝土时，混凝土泵的活塞应尽可能保持在最大行程运转。混凝土泵的水箱或活塞清洗室中应经常保持充满水。

经泵送水检查，确认混凝土泵和输送管中无杂物后，宜采用混凝土内除粗骨料外的其他成分相同配合比的水泥砂浆润滑混凝土泵和输送管内壁。

润滑用水泥砂浆应分散分料，不得集中浇筑在同一处。

泵送混凝土时，如输送管内吸入了空气，应立即反泵吸出混凝土至料斗中重新搅拌，排出空气后再泵送；

在混凝土泵送过程中，若需接长 3m 以上(含 3m)的输送管时，仍应预先用水或水泥砂浆，进行湿润和润滑内壁。不得把拆下的输送管内的混凝土撒落在未浇筑的地方。

当混凝土泵出现压力升高且不稳定、油温升高、输送管明显振动等现象而泵送困难时，不得强行泵送，并应立即查明原因，采取措施排除。可先用木槌敲击输送管弯管、锥形管等部位，并进行慢速泵送或反泵，防止堵塞。混凝土泵送应连续进行。如是有计划中断，应在预先确定的中断浇筑部位，停止泵送；且中断时间不宜超过 1h。

向下泵送混凝土时，应先把输送管上气阀打开，待输送管下段混凝土有一定压力时，方可关闭气阀。

混凝土泵送即将结束前，应准确计算尚需用的混凝土数量，并及时告知混凝土搅拌处。

废弃的混凝土和泵送终止时多余的混凝土，应按预先确定的处理方法和场所，及时进行妥善处理。

泵送完毕，应将混凝土泵和输送管清洗干净。清洗混凝土泵时，布料设备的出口应朝安全方向，以防废浆高速飞出伤人。

3) 混凝土布料

混凝土布料机的选型、布设应根据混凝土浇筑场地特点、混凝土浇筑方案、布料机的性能确定。

使用布料机时应注意下列事项：

- ①布料设备不得碰撞或直接搁置在模板上；
- ②浇筑混凝土时，应注意保护钢筋，一旦钢筋骨架发生变形或位移，应及时纠正；
- ③混凝土板的水平钢筋，应设置足够的钢筋撑脚或钢支架；钢筋骨架重要节点宜采取加固措施；
- ④手动布料杆应设钢支架架空，不得直接支承在钢筋骨架上。

使用布料杆泵车时，应遵守下列操作要点：

- ①布料杆作业范围应与高压输电线路保持一定安全距离；
- ②布料杆泵车的一切指示仪表及安全装置均不得擅自改动；
- ③进行检修和保养作业或排除故障时，必须关闭发动机，使机器完全停止运转；
- ④布料杆泵车在斜坡上停车时，轮胎下必须用木楔垫牢，并要支好支腿；风力超过 8 级时，禁止使用布料杆布料；
- ⑤布料杆不应当作起重机吊臂使用；布料杆作业范围，应与脚手架及其他工地临时设施保持一定安全距离；
- ⑥布料杆必须折叠妥善后，泵车才能行驶和转移；布料杆首端悬挂的橡胶软管长度不得超过规定要求；
- ⑦布料杆用吹出法清洗臂架上附装的输送管时，杆端附近不许站人；
- ⑧应经常检查布料杆各部结构完好情况，每年应对布料杆进行一次全面安全大检查；
- ⑨作业时，司机必须集中精力，细心操作；严禁违章操作和擅离岗位。

(3) 混凝土浇筑

1) 混凝土浇筑时的坍落度：

- ①对于商品混凝土应由试验员随机检查坍落度，并分别做好记录；
- ②对于现场搅拌混凝土应按施工组织设计要求或技术方案要求检查混凝土坍落度，并做好记录。
- ③混凝土浇筑时的坍落度宜按表 15.6.2-5 选用。

混凝土浇筑时的坍落度及允许偏差

表 15.6.2.5

项 次	结 构 种 类	入模方式		坍落度 (mm)
1	梁、板	塔 吊		30~50
		泵送	30m 以下	120~140
			30~60m	140~160
			60~100m	160~180
			100m 以上	180~200
2	配筋较密的梁	塔吊		70~90

2) 施工缝的设置：

混凝土施工缝不应随意留置，其位置应按设计要求和施工技术方案事先确定，确定施工缝的原则为：

尽可能留置在受剪力较小的部位，留置部位应便于施工。施工缝的留置应符合下列规定：

- ①和板连成整体的大断面梁，留置在板底面以下 20~30mm 处。
- ②单向板，留置在平行于板的短边的任何位置。
- ③有主次梁的楼板，宜顺着次梁方向浇筑，施工缝应留置在次梁跨度的中间三分之一范围内。
- ④楼梯的施工缝应留置在楼梯段 1/3 的部位。

3) 施工缝的处理：

①在施工缝处继续浇筑混凝土时，已浇筑的混凝土的抗压强度必须达到 1.2MPa 以上，混凝土达到 1.2MPa 抗压强度所需龄期可参照表 15.6.2-6 确定。在施工缝施工时，应在已硬化的混凝土表面上，清除水泥薄膜和松动的石子以及软弱的混凝土层，同时还应加以凿毛，用水冲洗干净并充分湿润，一般不宜少于 24h，残留在混凝土表面的积水应予清除。并在施工缝处铺一层水泥浆或与混凝土内成分相同的水泥砂浆。

普通混凝土达到 1.2MPa 强度所需龄期参考表

表 15.6.2-6

外界温度	水泥品种及强度等级	混凝土强度等级	期限 (h)	外界温度	水泥品种及强度等级	混凝土强度等级	期限
1~5℃	普通	C15	48	10~15℃	普通	C15	24
		C20	44			C20	20

5~10℃	矿渣	C15	60	15℃以上	矿渣	C15	32
		C20	50			C20	24
	普通	C15	32		普通	C15	20 以上
		C20	28			C20	20 以上
	矿渣	C15	40		矿渣	C15	20
		C20	32			C20	20

②注意施工缝位置附近需弯钢筋时，要做到钢筋周围的混凝土不受松动和损坏。钢筋上的油污、水泥砂浆及浮锈等杂物也应清除。

③在浇筑前，水平施工缝宜先铺上 10~15mm 厚的水泥砂浆一层，其配合比与混凝土内的砂浆成分相同。

④从施工缝处开始继续浇筑时，要注意避免直接靠近缝边下料。机械振捣前，宜向施工缝处逐渐推进。

4) 后浇带的设置：

①后浇带的留置位置、留置时间应按设计要求和施工技术方案确定。当后浇带的保留时间设计无要求时，宜保留 42d 以上。后浇带的宽度宜为 700~1000mm。

②后浇带内的钢筋应予保护。

③后浇带在浇筑混凝土前，应将整个混凝土表面按照施工缝的要求进行处理。

④后浇带混凝土宜采用补偿收缩混凝土，其强度等级不得低于两侧混凝土。并保持至少 28d 的湿润养护。

⑤当后浇带用膨胀加强带代替时，膨胀加强带应用提高膨胀率 0.02%。

5) 混凝土的浇筑：

①混凝土自吊斗口下落的自由倾落高度不宜超过 2m。

②梁、板应同时浇筑，浇筑方法应由一端开始用“赶浆法”，即先浇筑梁，根据梁高分层阶梯形浇筑，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。

③和板连成整体高度大于 1m 的梁，允许单独浇筑。浇筑时，浇筑与振捣必须紧密配合，第一层下料慢些，梁底充分振实后再下二层料，用“赶浆法”保持水泥浆沿梁底包裹石子向前推进，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。

④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。

⑤浇筑板混凝土的虚铺厚度应略大于板厚，用平板振捣器垂直浇筑方向来回振捣，厚板可用插入式振捣器振捣，并用铁插尺检查混凝土厚度，振捣完毕后用木抹子抹平。施工缝处或有预埋件及插筋处用木抹子找平。浇筑板混凝土时严禁用振捣棒铺摊混凝土。

⑥当柱与梁、板混凝土强度等级差二级以内时，梁柱节点核心区的混凝土可随楼板混凝土同时浇筑，但在施工前应核算梁柱节点核心区的承载力，包括抗剪、抗压应满足设计要求；当柱与梁、板混凝土级差大于二级时，应先浇筑节点混凝土，强度与柱相同，其部位要求见图 15.6.2，必须在节点混凝土初凝前，浇筑梁板混凝土。

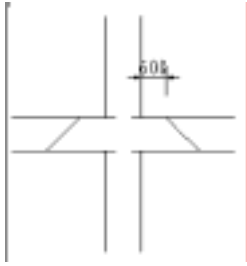


图 15.6.2

⑦楼梯段混凝土自下而上浇筑，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。

6) 泵送混凝土的浇筑顺序：

①当采用输送管输送混凝土时，应由远而近浇筑；

②同一区域的混凝土，应先竖向结构后水平结构的顺序，分层连接浇筑；

③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。

(4) 混凝土振捣

混凝土应用混凝土振动器进行振实捣固，只有在工程量很小或不能使用振动器时才允许采用人工捣固。

1) 插入式振动器使用要点：

①使用前，应检查各部件是否完好，各连接处是否紧固，电动机绝缘是否可靠，电压和频率是否符合规定，检查合格后，方可接通电源进行试运转。

②作业时，要使振动棒自然沉入混凝土，不得用力猛插，宜垂直插入，并插到尚未初凝的下层混凝土中 50~100mm，以使上下层相互结合。

③振动棒各插点间距应均匀，插点间距不应超过振动棒有效作用半径的 1.25 倍，最大不超过 50cm。振捣时，应“快插慢拔”。

④振动棒在混凝土内振捣时间，每插点约 20~30s，见到混凝土不再显著下沉，不出现气泡，表面泛出水泥浆和外观均匀为止。振捣时应将振动棒上下抽动 50~100mm，使混凝土振实均匀。

⑤作业中要避免将振动棒触及钢筋、芯管及预埋件等，更不得采取通过振动棒振动钢筋的方法来促使混凝土振实；作业时振动棒插入混凝土中的深度不应超过棒长的 $2/3 \sim 3/4$ ，更不宜将软管插入混凝土中，以防水泥浆侵蚀软管而损坏机件。

⑥振动器在使用中如温度过高，应立即停机冷却检查，冬季低温下，振动器使用前，要缓慢加温，使振动棒内的润滑油解冻后，方能使用；振动器软管的弯曲半径不得小于 500mm，并不得多于两个弯。软管不得有断裂，死弯现象，若软管使用过久，长度变长时，应及时更换。

⑦振动器不得在初凝的混凝土上及干硬的地面上试振。

⑧严禁用振动棒撬动钢筋和模板，或将振动棒当锤使用；不得将振动棒头夹到钢筋中；移动振动器时，必须切断电源，不得用软管或电缆线拖拉振动器。

⑨作业完毕，应将电动机、软管、振动棒擦刷干净，按规定要求进行保养作业。振动器应放在干燥处，不要堆压软管。

2) 平板振动器使用要点：

①平板振动器振捣混凝土，应使平板底面与混凝土全面接触，每一处振到混凝土表面泛浆，不再下沉后，即可缓缓向前移动，移动速度以能保证每一处混凝土振实泛浆为准。移动时应保证振动器的平板覆盖已振实部分的边缘。在振的振动器不得放在已初凝的混凝土上。

②振动器的引出电缆不能拉得过紧；禁止用电缆拖拉振动器；禁止用钢筋等金属物当绳来拖拉振动器。

③振动器外壳应保持清洁，以保证电动机散热良好。

(5) 混凝土的养护

1) 混凝土养护的一般规定：

浇筑完毕后，为保证已浇筑好的混凝土在规定龄期内达到设计要求的强度，并防止产生收缩，应按施工技术方案及时采取有效的养护措施，并应符合下列规定：

①应在浇筑完毕后的 12h 以内对混凝土加以覆盖并保湿养护。

②混凝土浇水养护的时间：对采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土，不得少于 7d；对掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土，不得少于 14d；当采用其他品种水泥时，混凝土的养护应根据所采用水泥的技术性能确定。

注：当采用其他品种水泥时，混凝土的养护时间应根据所采用水泥的技术性能确定。

③浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态；混凝土养护用水应与拌制用水相同。

④混凝土强度达到 1.2N/mm^2 前，不得在其上踩踏安装模板及支架。

2) 正温下施工常用的养护方法：

①覆盖浇水养护：利用平均气温高于 $+5^{\circ}\text{C}$ 的自然条件，用适当的材料对混凝土表面加以覆盖并浇水，使混凝土在一定的时间内保持水泥水化作用所需要的适当温度和湿度条件。

②薄膜布养护：在有条件的情况下，可采用不透水、汽的薄膜布(如塑料薄膜布)养护。用薄膜布把混凝土表面敞露的部分全部严密地覆盖起来，保证混凝土在不失水的情况下得到充足的养护。但应该保持薄膜布内有凝结水。

③薄膜养生液养护：混凝土的表面不便浇水或使用塑料薄膜布养护时，可采用涂刷薄膜养生液，以防止混凝土内部水分蒸发的方法进行养护。

3) 冬期施工常用的养护方法：

①蓄热法养护：当气温不太低时，应优先采用蓄热法施工。蓄热法养护是将混凝土的组成材料进行加热然后搅拌，在经过运输、振捣后仍具有一定温度，浇筑后的混凝土周围用保温材料严密覆盖。蓄热法施工，宜选用强度较高、水化热较大的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或快硬硅酸盐水泥。同时选用导热系数小、价廉耐用的保温材料。保温层敷设后要注意防潮和防止透风，对于构件的边棱、端部和凸角要特别加强保温，新浇混凝土与已硬化混凝土连接处，为避免热量的传导损失，必要时应采取局部加热措施。

②综合蓄热法养护：适用于在日平均气温不低于 -10°C 或极端最低气温不低于 -16°C 的条件下施工。综合蓄热养护法是在蓄热法工艺的基础上，在混凝土中掺入防冻剂，以延长硬化时间和提高抗冻害能力。在混凝土拌合物中掺有少量的防冻剂，原材料预先加热，搅拌站和运输工具都要适当保温，拌合物浇筑后的温度一般须达到 10°C 以上，当构件的断面尺寸小于 300mm 时须达到 13°C 以上。

采用蓄热法养护应进行热工计算。

③覆盖式养护：在混凝土成型、表面搓平后，覆盖一层透明的或黑色塑料薄膜(厚 0.12~0.14mm)，其上再盖一层气垫薄膜(气泡朝下)。塑料薄膜应采用耐老化的，接缝应采用热粘合。覆盖时应紧贴四周，用砂袋或其他重物压紧盖严，防止被风吹开。塑料薄膜采用搭接时，其搭接长度应大于 300mm。

④暖棚法养护：对于混凝土量较多的地下工程，日平均气温大于—10℃ 时可采用暖棚法养护。

暖棚法养护是在建筑物或构件周围搭起大棚，通过人工加热使棚内空气保持正温，混凝土的浇筑与养护均在棚内进行。暖棚通常以脚手材料(钢管或木杆)为骨架，用塑料薄膜或帆布围护。塑料薄膜可使用厚度大于 0.1mm 的聚乙烯薄膜，也可使用以聚丙烯编织布和聚丙烯薄膜复合而成的复合布。塑料薄膜不仅重量轻，而且透光，白天不需要人工照明，吸收太阳能后还能提高棚内温度。

加热用的能源一般为煤或焦炭，也可使用以电、燃气、煤油或蒸汽为能源的热风机或散热器。

⑤电热毯养护法：当日平均气温低于-10℃ 时可采用电热毯养护。电热毯由四层玻璃纤维布中间夹以电阻丝制成。制作时先将 0.6mm 铁铬铝合金电阻丝在适当直径的石棉绳上缠绕成螺旋状，按蛇形线路铺设在玻璃纤维布上，电阻丝之间的档距要均匀，转角处避免死弯，经缝合固定。电热毯的尺寸根据需要而定。电热毯外宜覆盖岩棉被作为保温材料。

4) 混凝土养护期间温度测量：

①蓄热法或综合蓄热法养护从混凝土入模开始至混凝土达到受冻临界强度，或混凝土温度降到 0℃；或设计温度以前，应至少隔 6h 测量一次。

②受冻混凝土的临界强度应按《建筑工程冬期施工规程》(JGJ104)之规定确定。

③掺防冻剂的混凝土在强度未达到规定的受冻临界强度之前应每隔 2h 测量一次，达到受冻临界强度以后每隔 6h 测量一次。

④应绘制测温孔布置图，并编号。测温孔应设在有代表性的结构部位和温度变化大易冷却的部位，孔深宜为 10~15cm，也可为板厚的 1/2。

⑤测温时，测温仪表应采取与外界气温隔离措施，并留置在测温孔内不少于 3min

⑥模板和保温层在混凝土达到要求强度并冷却到 5℃ 后方可拆除。拆模时混凝土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。

15.7 质量标准

15.7.1 主控项目

(1) 水泥进场时应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，并应对其强度、安定性及其他必要的性能指标进行复验，其质量必须符合本标准的规定。

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。

钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构中，严禁使用含氯化物的水泥。

检查数量：按同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过 200t 为一批，散装不超过 500t 为一批，每批抽样不少于一次。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

(2) 结构混凝土的强度等级必须符合设计要求。用于检查结构构件混凝土强度的试件，应在混凝土的浇筑地点随机抽取。取样与试件留置应符合下列规定：

- 1) 每拌制 100 盘且不超过 100m^3 的同配合比的混凝土，取样不得少于一次；
- 2) 每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘时，取样不得少于一次；
- 3) 当一次连续浇筑超过 1000m^3 时，同一配合比的混凝土每 200m^3 取样不得少于一次；
- 4) 每一楼层、同一配合比的混凝土，取样不得少于一次；
- 5) 每次取样应至少留置一组标准养护试件，同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。

检验方法：检查施工记录及试件强度试验报告。

(3) 对有抗渗要求的混凝土结构，其混凝土试件应在浇筑地点随机取样，同一工程、同一配合比的混凝土，取样不应少于一次，留置组数可根据实际需要确定。

(4) 现浇结构的外观质量不应有严重缺陷。

对已经出现的严重缺陷，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理(建设)单位认可后进行处理。对经处理的部位，应重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案。

(5) 现浇结构不应有影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。

对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理(建设)单位认可后进行处理。对经处理的部位，应重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：量测，检查技术处理方案。

15.7.2 一般项目

(1) 混凝土的强度应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》(GBJ107)的规定分批检验评定。

当混凝土中掺用矿物掺合料时，确定混凝土强度时的龄期可按现行国家标准《粉煤灰混凝土应用技术规程》(GBJ146)等的规定取值。

(2) 检验评定混凝土强度用的混凝土试件的尺寸强度的尺寸换算系数应按表 15.7.2-1 取用；其标准成型方法、标准养护条件及强度实验方法应符合普通混凝土力学性能试验方法标准的规定。

混凝土试件尺寸及强度的尺寸换算系数 表 15.7.2-1

骨料最大粒径 (mm)	试件尺寸 (mm)	强度的尺寸换算系数
≤ 31.5	$100 \times 100 \times 100$	0.95

≤40	150×150×150	1.00
≤63	200×200×200	1.05

注：对强度等级为 C60 以上的混凝土试件，其强度从尺寸换算系数可通过试验确定。

(3) 梁、板的拆模强度，应根据同条件养护的标准尺寸试件的混凝土强度确定。

(4) 当混凝土试件强度评定不合格时，可采用非破损的检测方法，按国家现行有关标准的规定对结构构件中的混凝土强度进行推定，并作为处理的依据。

(5) 混凝土的冬期施工应符合国家现行标准《建筑工程冬期施工规程》(JGJ104)和施工方案的规定。

(6) 现浇结构的外观质量缺陷，应由监理(建设)单位、施工单位等各方根据其对结构性能和使用功能影响的严重程度，按表 15.7.2—2 确定。

(7) 结构拆模后，应由监理(建设)单位、施工单位对外观质量和尺寸偏差进行检查，作出纪录，并应及时按施工技术方案对缺陷进行处理。

(8) 现浇结构的外观质量不宜有一般缺陷。

对已经出现的一般缺陷，应由施工单位按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案。

(9) 现浇结构梁板拆模后的尺寸偏差应符合表 15.7.2—3 的规定。

现浇结构外观质量缺陷

表 15.7.2—2

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土来及面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动	连接主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等	清水混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

现浇结构尺寸允许偏差和检验方法

表 15.7.2-3

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
轴线位置	梁	8	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
梁板表面平整度		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

注：检查轴线、中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。在同一检验批内，对梁应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对板应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

15.7.3 混凝土实体检验

(1) 对涉及混凝土结构安全的重要部位应进行结构实体检验。结构实体检验应在监理工程师(建设单位项目专业技术负责人)见证下，由施工项目技术负责人组织实施。承担结构实体检验的实验室应具有相应的资质。

(2) 对混凝土强度的检验，应以在混凝土浇筑地点制备并与结构实体同条件养护的试件强度为依据。对混凝土强度的检验，也可根据合同的约定，采用非破损或局部破损的检测方法，按国家现行有关标准的规定进行。

混凝土强度检验用同条件养护试件的留置、养护和强度代表值应符合下列规定：

1) 同条件养护试件的留置方式和取样数量，应符合下列要求：

①同条件养护试件所对应的结构构件或结构部位，应由监理(建设)、施工等各方共同选定；

②对混凝土结构工程中的各混凝土强度等级，均应留置同条件养护试件；

③同一强度等级的同条件养护试件，其留置的数量应根据混凝土工程量和重要性确定，不宜少于 10 组，且不应少于 3 组；

④同条件养护试件拆模后，应放置在靠近相应结构构件或结构部位的适当位置，并应采取相同的养护方法。

2) 同条件养护试件应在达到等效养护龄期时进行强度试验。

等效养护龄期应根据同条件养护试件强度与在标准养护条件下 28d 龄期试件强度相等的原则确定。

3) 同条件自然养护试件的等效养护龄期及相应的试件强度代表值，宜根据当地的气温和养护条件，按下列规定确定：

①等效养护龄期可取按日平均温度逐日累计达到 $600^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 时所对应的龄期， 0°C 及以下的龄期不计入；等效养护龄期不应小于 14d，也不宜大于 60d；

②同条件养护试件的强度代表值应根据强度试验结果按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》(GBJ107)的规定确定后，乘折算系数取用；折算系数宜取为 1.10，也可根据当地的试验统计结果作适当调整。

4) 冬期施工、人工加热养护的结构，其同条件养护试件的等效养护龄期可按结构的实际养护条件，由监理(建设)、施工等各方根据共同确定。

(3) 当同条件养护试件强度的检验结果符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》(GBJ107)的有关规定时，混凝土强度应判为合格。

(4) 当未能取得同条件养护试件强度、同条件养护试件强度被判为不合格时，应委托具有相应资质等级的检测机构按国家有关标准的规定进行检测。

(5) 同条件养护试件的留置组数和养护应符合下列规定：

1) 每层梁、板结构的混凝土、或每一个施工段(划分施工段时)梁、板结构的混凝土、或在同一结构部分每浇筑一次混凝土但不大于 100m^3 的同材料、同配比、同强度的混凝土，应根据需要留设同条件养护试块。

2) 留置组数根据以下用途确定：

①用于检测等效混凝土强度；

②用于检测拆模时的混凝土强度；

③用于检测受冻前混凝土的强度；

④用于检测预应力张拉时的混凝土强度等。

每种功能的试块不少于 1 组。

3) 同条件养护试块应放置在钢筋笼子中，间距 100mm，挂于所代表的混凝土母体结构处，与母体混凝土结构同条件养护。

15.8 成品保护

15.8.1

施工中，不得用重物冲击模板，不准在吊帮的模板和支撑上搭脚手板，以保证模板牢固、不变形。

15.8.2

侧模板，应在混凝土强度能保证其棱角和表面不受损伤时，方可拆模。

15.8.3

混凝土浇筑完后，待其强度达到 1.2MPa 以上，方可在其上进行下一道工序施工。

15.8.4

预留的暖卫、电气暗管，地脚螺栓及插筋，在浇筑混凝土过程中，不得碰撞，或使之产生位移。

15.8.5

应按设计要求预留孔洞或埋设螺栓和预埋铁件，不得以后凿洞埋设。

15.8.6

要保证钢筋和垫块的位置正确，不得踩楼板、楼梯的弯起钢筋，不碰动预埋件和插筋。

15.9 安全环保措施

15.9.1

混凝土搅拌开始前，应对搅拌机及配套机械进行无负荷试运转，检查运转正常，运输道路畅通，然后方可开机工作。

15.9.2

搅拌机运转时，严禁将锹、耙等工具伸入罐内，必须进罐扒混凝土时，要停机进行。工作完毕，应将拌筒清洗干净。搅拌机应有专用开关箱，并应装有漏电保护器，停机时应拉断电闸，下班时电闸箱应上锁。

15.9.3

采用手推车运输混凝土时，不得争先抢道，装车不应过满；卸车时应有挡车措施，不得用力过猛或撒把，以防车把伤人。

15.9.4

使用井架提升混凝土时，应设制动安全装置，升降应有明确信号，操作人员未离开提升台时，不得发升降信号。提升台内停放手推车要平稳，车把不得伸出台外，车轮前后应挡牢。

15.9.5

混凝土浇筑前，应对振动器进行试运转，振动器操作人员应穿绝缘靴、戴绝缘手套；振动器不能挂在钢筋上，湿手不能接触电源开关。

15.9.6

混凝土运输、浇筑部位应有安全防护栏杆，操作平台。

15.9.7

用电应按三级配电、二级保护进行设置；各类配电箱、开关箱的内部设置必须符合有关规定，开关电器应标明用途。所有配电箱应外观完整、牢固、防雨、箱内无杂物；箱体应涂有安全色标、统一编号；箱壳、机电设备接地应良好；停止使用时切断电源，箱门上锁。

15.9.8

施工用电的设备、电缆线、导线、漏电保护器等应有产品质量合格证；漏电保护器要经常检查，动作灵敏，发现问题立即调换，闸刀熔丝要匹配。

15.9.9

电动工具应符合有关规定，电源线、插头、插座应完好，电源线不得任意接长和调换，工具的外绝缘完好无损，维护和保管由专人负责。

15.9.10

现场施工负责人应为机械作业提供道路、水电、机棚或停机场地等必备的条件，并消除对机械作业有妨碍或不安全的因素。夜间作业应设置充足的照明。

15.9.11

机械进入作业地点后，施工技术人员应向操作人员进行施工任务和安全技术措施交底。操作人员应熟悉作业环境和施工条件，听从指挥，遵守现场安全规则。

15.9.12

操作人员在作业过程中，应集中精力正确操作，注意机械工况，不得擅自离开工作岗位或将机械交给其他无证人员操作。严禁无关人员进入作业区或操作室内。

15.9.13

实行多班作业的机械，应执行交接班制度，认真填写交接班记录；接班人员经检查确认无误后，方可进行工作。

15.9.14

机械不得带病运转。运转中发现不正常时，应先停机检查，排除故障后方可使用。

15.9.15

机械在寒冷季节使用，应符合《建筑机械寒冷季节的使用》规定。

15.9.16

使用机械与安全生产发生矛盾时，必须首先服从安全要求。

15.9.17

应在施工前，做好施工道路规划，充分利用永久性的施工道路。路面及其余场地地面宜硬化。闲置场地宜绿化。

15.9.18

施工垃圾使用封闭的专用垃圾道或采用容器吊运，严禁随意凌空抛散造成扬尘。

15.9.19

水泥和其他易飞扬的细颗粒散体材料应尽量安排库内存放。露天存放时宜严密苫盖，卸运时防止遗洒飞扬。

15.9.20

混凝土运送罐车每次出场应清理下料斗，防止混凝土遗洒。

15.9.21

现场搅拌机前台及运输车辆清洗处应设置沉淀池。废水应排入沉淀池内，经二次沉淀后，方可排入市政污水管线或回收用于洒水降尘。未经处理的泥浆水，严禁直接排入城市排水设施。

15.9.22

现场使用照明灯具宜用定向可拆除灯罩型，使用时应防止光污染。

15.10 质量记录

15.10.1

混凝土梁、板结构工程施工质量验收时，应提供下列文件和记录：

- (1) 设计变更文件；
- (2) 混凝土原材料出厂合格证和进场复验报告；
- (3) 混凝土工程施工记录；
- (4) 混凝土试件的性能试验报告；
- (5) 混凝土隐蔽工程验收记录；
- (6) 混凝土分项工程验收记录；
- (7) 混凝土结构实体检验记录；
- (8) 工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
- (9) 其他必要的文件和记录。

15.10.2

混凝土梁、板结构工程施工质量验收合格应符合下列规定：

- (1) 有关分项工程施工质量验收合格；
- (2) 应有完整的质量控制资料；
- (3) 观感质量验收合格；
- (4) 结构实体检验结果满足规范的要求。

15.10.3

当混凝土结构施工质量不符合要求时，应按下列规定进行处理：

- (1) 经返工、返修或更换构件、部件的检验批，应重新进行验收；
- (2) 经有资质的检测单位检测鉴定达到设计要求的检验批，应予以验收；

(3) 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算并确认仍可满足结构安全和使用功能的检验批，可予以验收；

(4) 经返修或加固处理能够满足结构安全使用要求的分项工程，可根据技术处理方案和协商文件进行验收。

15.10.4

混凝土结构工程子分部工程施工质量验收合格后，应将所有的验收文件存档备案。

附录 15-1 常用水泥主要技术指标要求

15-1-1 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥技术指标应符合下列要求：

15-1-1-1 不溶物：Ⅰ型硅酸盐水泥中不溶物不得超过 0.75%；Ⅱ型硅酸盐水泥中不溶物不得超过 1.50%。

15-1-1-2 烧失量：Ⅰ型硅酸盐水泥中烧失量不得大于 3.0%，Ⅱ型硅酸盐水泥中烧失量不得大于 3.5%。普通水泥中烧失量不得大于 5.0%。

15-1-1-3 氧化镁：水泥中氧化镁的含量不宜超过 5.0%。如果水泥经压蒸安定性试验合格，则水泥中氧化镁的含量允许放宽到 6.0%。

15-1-1-4 三氧化硫：水泥中三氧化硫的含量不得超过 3.5%。

15-1-1-5 细度：硅酸盐水泥比表面积大于 $300\text{m}^2/\text{kg}$ ，普通水泥 80 μm 方孔筛筛余不得超过 10.0%。

15-1-1-6 凝结时间：硅酸盐水泥初凝不得早于 45min，终凝不得迟于 6.5h 普通水泥初凝不得早于 45min，终凝不得迟于 10h。

15-1-1-7 安定性：用沸煮法检验必须合格。

15-1-1-8 强度：水泥强度等级按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分，各强度等级水泥的各龄期强度不得低于附表 15—1—8 数值。

各强度等级水泥的各龄期强度最小值

附表 15-1-1-8

品种	强度等级 (MPa)	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
		3d	28d	3d	28d
硅酸盐水泥	42.5	17.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	22.0	42.5	4.0	6.5
	52.5	23.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	27.0	52.5	5.0	7.0
	62.5	28.0	62.5	5.0	8.0
	62.5R	32.0	62.5	5.5	8.0
普通水泥	32.5	11.0	32.5	2.5	5.5
	32.5R	16.0	32.5	3.5	5.5

	42.5	16.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	21.0	42.5	4.0	6.5
	52.5	22.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	26.0	52.5	5.0	7.0

15-1-1-9 碱：水泥中碱含量按设计要求和现行《混凝土结构设计规范》规定取值。

15-1-2 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥技术指标应符合下列要求：

15-1-2-1 氧化镁：熟料中氧化镁的含量不宜超过 5.0%。如果水泥经压蒸安定性试验合格，则熟料中氧化镁的含量允许放宽到 6.0%。

注：熟料中氧化镁的含量为 5.0%~6.0%时，如矿渣水泥中混合材料总掺量大于 40%或火山灰水泥和粉煤灰水泥中混合材料掺加量大于 30%，制成的水泥可不作压蒸试验。

15-1-2-2 三氧化硫：矿渣水泥中三氧化硫的含量不得超过 4.0%；火山灰水泥和粉煤灰水泥中三氧化硫的含量不得超过 3.5%。

15-1-2-3 细度：80um 方孔筛筛余不得超过 10.0%。

15-1-2-4 凝结时间：初凝不得早于 45min，终凝不得迟于 10h。

15-1-2-5 安定性：用沸煮法检验必须合格。

15-1-2-6 强度：水泥强度等级按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分，各强度等级水泥的各龄期强度不得低于附表 15-1-2-6 数值。

各强度等级水泥的各龄期强度最小值

附表 15-1-2-6

强度等级 (MPa)	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
	3d	28d	3d	28d
32.5	10.0	32.5	2.5	5.5
32.5R	15.0	32.5	3.5	5.5
42.5	15.0	42.5	3.5	6.5
42.5R	19.0	42.5	4.4	6.5
52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
52.5R	23.0	52.5	4.5	7.0

15-1-2-7 碱：水泥中碱含量按设计要求和现行《混凝土结构设计规范》规定取值。

注：当采用其他品种水泥时，应符合国家现行标准的有关规定。

15-1-3 水泥的包装与标志应符合下列要求：

15-1-3-1 包装：水泥有袋装或散装，袋装水泥每袋净含量 50kg，且不得少于标志重量的 98%；随机抽取 20 袋总重量不得少于 1000kg。其他包装形式由供需双方协商确定，但有关袋装质量要求，必须符合上述原则规定。

15-1-3-2 标志：水泥袋上应清楚标明产品名称，代号，净含量，强度等级，生产许可证编号，生产者名称和地址，出厂编号，执行标准号，包装年、月、日。掺火山灰质混合材料的普通水泥(矿渣水泥)还应标上“掺火山灰”的字样。包装袋两侧应印有水泥名称和强度等级。硅酸盐水泥和普通水泥的印刷采用红色；矿渣水泥的印刷采用绿色；火山灰和粉煤灰水泥采用黑色。

散装运输时应提交与袋装标志相同内容的卡片。

15-1-3-3 取样方法：从进场水泥中，20 个以上不同部位取等量样品，总量至少 12kg。

附录 15-2 砂的各项主要技术指标要求

15-2-1 砂的主要技术指标应符合下列要求：

15-2-1-1 砂的粗细程度按细度模数 μ_f 分为粗、中、细三级范围应符合以下规定：

- 1) 粗砂： $\mu_f=3.7\sim3.1$ ；
- 2) 中砂： $\mu_f=3.0\sim2.3$ ；
- 3) 细砂： $\mu_f=2.2\sim1.6$ 。

15-2-1-2 砂按 0.630mm 筛孔的累计筛余量(以重量百分率计，下同)，分成三个级配区(见附表 15-2-1-2)。砂的颗粒级配应处于附表 15-2-1-2 中的任何一个区以内。

砂颗粒级配区		附表 15-2-1-2		
级配区	累计筛余(%)	I 区	II 区	III 区
	筛孔尺寸(mm)			
	10.0	0	0	0
	5.00	10~0	10~0	10~0
	2.50	35~5	25~0	15~0
	1.25	65~35	50~10	25~0
	0.630	85~71	70~41	40~16
	0.315	95~80	92~70	85~55
	0.160	100~90	100~90	100~90

15-2-1-3 砂中含泥量应符合附表 15-2-1-3 的规定。对有抗冻、抗渗或其他特殊要求的混凝土用砂，含泥量应不大于 3.0%。

砂中含泥量限值		附表 15-2-1-3	
混凝土强度等级	大于或等于 C30	小于 C30	
含泥量（按重量计%）	≤3.0	≤5.0	

15-2-1-4 砂中的泥块含量应符合附表 15-2-1-4 的规定。对于有抗冻抗渗或其他特殊要求的混凝土用砂, 其泥块含量应不大于 1.0%。

砂中的泥块含量

附表 15-2-1-4

混凝土强度等级	大于或等于 C30	小于 C30
含泥量 (按重量计%)	≤1.0	≤2.0

15-2-1-5 砂的坚固性用硫酸钠溶液检验, 试样经 5 次循环后其重量损失应符合附表 15-2-1-5 规定。对于有抗疲劳、耐磨、抗冲击要求的混凝土用砂或有腐蚀介质作用或经常处于水位变化区的地下结构混凝土用砂, 其坚固性重量损失率应小于 8%。

砂的坚固性指标

附表 15-2-1-5

混凝土所处的环境条件	循环后的重量损失
在严寒及寒冷地区室外使用并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土	≤8
其他条件下使用的混凝土	≤10

15-2-1-6 砂中如含有云母、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐等有害物质，其含量应符合附表 15-2-1-6 的规定。有抗冻、抗渗要求的混凝土，砂中云母含量不应大于 1.0%；砂中如发现含有颗粒状的硫酸盐或硫化物杂质时，则要进行专门检验，确认能满足混凝土耐久性要求时，方能采用。

砂中的有害物质限值附

表 15-2-1-6

项目	质量指标
云母含量 (按重量计%)	≤2.0
轻物质含量 (按重量计%)	≤1.0
硫化物及硫酸盐含量 (折算成 SO ₃ 按重量计%)	≤1.0
有机物含量 (用比色法试验)	颜色不应深于标准色, 如深于标准色, 则应按水泥胶砂强度试验方法, 进行强度对比试验, 抗压强度对比不应低于 0.95

15-2-1-7 对重要工程混凝土使用的砂,应采用化学法和砂浆长度法进行骨料的碱活性检验。经上述检验判断为有潜在危害时,应采取下列措施:

使用含碱量小于 0.6% 的水泥或采用能抑制碱—骨料反应的掺合料；

当使用含钾、钠离子的外加剂时，必须进行专门试验。

15-2-1-8 采用海砂配制混凝土时，其氯离子含量应符合下列规定：

对素混凝土,海砂中氯离子含量不予限制;对钢筋混凝土,海砂中氯离子含量不应大于 0.06%(以干砂重的百分率计,下同);

对预应力混凝土不宜用海砂。若必须使用海砂时,则应经淡水冲洗,其氯离子含量不得大于 0.02%。

15-2-2 砂的验收应符合下列要求：

15-2-2-1 应按同产地同规格分批验收。用大型工具(如火车、货船、汽车)运输的，以 400m³ 或 600t 为一验收批。用小型工具(如马车等)运输的，以 200m³ 或 300t 为一验收批。不足上述数量者以一批论。

15-2-2-2 每验收批至少应进行颗粒级配、含泥量和泥块含量检验。如为海砂，还应检验其氯离子含量。对重要工程或特殊工程应根据工程要求，增加检测项目。如对其他指标的合格性有怀疑时，应予以检验。

当质量比较稳定、进料量又较大时，可定期检验。使用新产源的砂时，应由供货单位按砂的技术指标要求进行全面检验。

15-2-2-3 砂的质量检测报告内容应包括：委托单位；样品编号；工程名称；样品产地和名称，代表数量；检测条件；检测依据；检测项目；检测结果；结论等。

15-2-3 砂的取样应符合下列要求：

15-2-3-1 每验收批取样方法应按下列规定执行：

在料堆上取样时，取样部位应均匀分布。取样前先将取样部位表层铲除。然后由各部位抽取大致相等的砂共 8 份，组成一组样品；

从皮带运输机上取样时，应在皮带运输机机尾的出料处用接料器定时抽取砂 4 份组成一组样品；

从火车、汽车、货船上取样时，从不同部位和深度抽取大致相等的砂 8 份，组成一组样品。

15-2-3-2 若检验不合格时，应重新取样。对不合格项，进行加倍复验，若仍有一个试样不能满足标准要求，应按不合格品处理。

注：如经观察，认为各节车皮间(汽车、货船间)所载的砂质量相差甚为悬殊时，应对质量有怀疑的每节列车(汽车、货船)分别取样和验收。

附录 15—3 碎石或卵石的各项主要技术指标要求

15-3-1 碎石或卵石的主要技术指标应符合下列要求：

15-3-1-1 碎石或卵石的颗粒级配应符合附表 15-3-1-1 的要求。颗粒级配不符合附表 15-3-1-1 要求时，应采取措施并经试验证实能确保工程质量，方允许使用。

碎石或卵石的颗粒级配范围附 表 15-3-1-1

级配 情况	公称粒级 (mm)	累计筛余 按重量计 (%)								
		筛孔尺寸 (圆孔筛) (mm)								
		2.50	5	10	16	20	25	31.5	40	
连续 粒级	5~10	95~100	80~100	0~15	0	-	-	-	-	
	5~16	95~100	90~100	30~60	0~10	0	-	-	-	
	5~20	95~100	90~100	40~70	-	0~10	0	-	-	
	5~25	95~100	90~100	-	30~70	-	0~5	0	-	
	5~31.5	95~100	90~100	70~90	-	15~45	-	0~5	0	

	5~40	-	95~100	75~90	-	30~65	-	-	0~5
单粒级	10~20	-	95~100	85~100	-	0~15	0	-	-
	16~31.5	-	95~100	-	85~100	-	-	0~10	0
	20~40	-	-	95~100	-	80~100	-	-	0~10

15-3-1-2 碎石或卵石中针、片状颗粒含量应符合附表 15-3-1-2 的规定。

等于或小于 C10 级的混凝土，针、片状颗粒含量可放宽到 40%。

针、片状颗粒含量

附表 15-3-1-2

混凝土强度等级	大于或等于 C30	小于 C30
针、片状颗粒含量（按重量计%）	≤15	≤25

15-3-1-3 碎石或卵石的含泥量应符合附表 15-3-1-3 的规定。

碎石或卵石中的含泥量

附表 15-3-1-3

混凝土强度等级	大于或等于 C30	小于 C30
含泥量（按重量计%）	≤1.0	≤2.0

对有抗冻、抗渗或其他特殊要求的混凝土，其所用碎石或卵石的含泥量不应大于 1.0%。如含泥基本上是非黏土质的石粉时，含泥量可由附表 15-3-1-3 的 1.0%、2.0%，分别提高到 1.5%、3.0%，等于及小于 C10 级的混凝土用碎石或卵石，其含泥量可放宽到 2.5%。

15-3-1-4 碎石或卵石中的泥块含量应符合附表 15-3-1-4 的规定。

碎石或卵石中的泥块含量

附表 15-3-1-4

混凝土强度等级	大于或等于 C30	小于 C30
泥块含量（按重量计%）	≤0.5	≤0.7

有抗冻、抗渗和其他特殊要求的混凝土，其所用碎石或卵石的泥块含量应不大于 0.5%；对等于或小于 C10 级的混凝土用碎石或卵石其泥块含量可放宽到 1.0%。

15-3-1-5 碎石的压碎指标值宜符合附表 15-3-1-5-1 的规定。混凝土强度等级为 C60 及以上时应进行岩石抗压强度检验，其他情况下如有怀疑或认为有必要时也可进行岩石的抗压强度检验。岩石的抗压强度与混凝土强度等级之比不应小于 1.5，且火成岩强度不宜低于 80MPa，变质岩不宜低于 60MPa，水成岩不宜低于 30MPa。

卵石的强度用压碎指标值表示。其压碎指标值宜按附表 15-3-1-5-2 的规定采用。

15-3-1-6 碎石和卵石的坚固性用硫酸钠溶液法检验，试样经 5 次循环后，其重量损失应符合附表 15-3-1-6 的规定。

碎石的压碎指标值

附表 15-3-1-5-1

岩石品种	混凝土强度等级	碎石压碎指标值（%）
------	---------	------------

水成岩	C55~C40	≤10
	≤C35	16
变质岩或深成的火成岩	C55~C40	≤12
	≤C35	≤20
火成岩	C55~C40	≤13
	≤C35	≤30

注：水成岩包括石灰岩等。变质岩包括片麻岩、石英岩等。深成的火成岩包括花岗岩、正长岩、闪长岩和橄榄岩等。喷出的火成岩包括玄武岩和辉绿岩等。

卵石的压碎指标 附表 15-3-1-5-2

混凝土强度等级	C55~C40	≤C35
压碎指标值	≤12	≤16

有腐蚀性介质作用或经常处于水位变化区的地下结构或有抗疲劳、耐磨、抗冲击等要求的混凝土用碎石或卵石，其重量损失应不大于 8%。

碎石或卵石的坚固性指标 附表 15-3-1-6

混凝土所处的环境条件	循环后的重量损失(%)
在严寒及寒冷地区室外使用，并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土	≤8
在其他条件下使用的混凝土	≤12

15-3-1-7 碎石或卵石中的硫化物和硫酸盐含量，以及卵石中有机杂质等有害物质含量应符合附表 15-3-1-7 的规定。

碎石或卵石中的有害物质含量 附表 15-3-1-7

项 目	质量要求
硫化物及硫酸盐含量 (折算成 SO ₃ ，按重量计)(%)	≤1.0
卵石中有机质含量(用比色法试验)	颜色应不深于标准色。 如深于标准色，则应配制成混凝土进行强度对比试验，抗压强度比应不低于 0.95

如发现有颗粒状硫酸盐或硫化物杂质的碎石或卵石，则要进行专门检验，确认能满足混凝土耐久性要求时方可采用。

15-3-1-8 对重要工程的混凝土所使用的碎石或卵石应进行碱活性检验。

15-3-2 碎石或卵石的验收应符合下列要求：

15-3-2-1 应按同产地同规格分批验收。用大型工具(如火车、货船或汽车)运输的,以 400m^3 或 600t 为一验收批,用小型工具(如马车等)运输的,以 200m^3 或 300t 为一验收批。不足上述数量者以一验收批论。

15-3-2-2 每验收批至少应进行颗粒级配、含泥量、泥块含量及针、片状颗粒含量检验。对重要工程或特殊工程应根据工程要求增加检测项目。对其他指标的合格性有怀疑时应予检验。

当质量比较稳定、进料量又较大时,可定期检验。当使用新产源的石子时,应由供货单位按碎石或卵石的技术指标要求进行全面检验。

15-3-2-3 碎石或卵石的质量检测报告内容应包括:委托单位、样品编号、工程名称、样品产地、类别、代表数量、检测依据、检测条件、检测项目、检测结果、结论等。

15-3-3 碎石或卵石的取样应符合下列要求:

15-3-3-1 每验收批的取样应按下列规定进行:

在料堆上取样时,取样部位应均匀分布。取样前先将取样部位表面铲除,然后由各部位抽取大致相等的石子 15 份(在料堆的顶部、中部和底部各由均匀分布的五个不同部位取得)组成一组样品;

从皮带运输机上取样时,应在皮带运输机机尾的出料处用接料器定时抽取 8 份石子,组成一组样品;

从火车、汽车、货船上取样时,应从不同部位和深度抽取大致相同的石子 16 份,组成一组样品。

注:如经观察,认为各节车皮间(车辆间、船只间)材料质量相差甚为悬殊时,应对质量有怀疑的每节车皮(车辆、船只)分别取样和验收。

15-3-3-2 若检验不合格,应重新取样,对不合格项进行加倍复验,若仍有一个试样不能满足标准要求,应按不合格品处理。

15-3-3-3 每组样品应妥善包装,以避免细料散失及遭受污染。并应附有卡片标明样品名称、编号、取样的时间、产地、规格、样品所代表的验收批的重量或体积数、要求检验的项目及取样方法等。

附录 15—4 砂的含水率试验

15-4-1 砂的含水率标准试验方法

15-4-1-1 砂的含水率试验应采用下列仪器设备:

- (1) 烘箱——能使温度控制在 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$;
- (2) 天平——称量 2000g ,感量 2g ;
- (3) 容器——如浅盘等。

15-4-1-2 含水率试验应按下列步骤进行:

自样品中取各重约 500g 的试样两份,分别放入已知重量的干燥容器(m_1)中称重,记下每盘试样与容器的总重量(m_2)。将容器连同试样放入温度为 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重,称量烘干后的试样与容器的总重(m_3)。

15-4-1-3 砂的含水率 $\hat{u}_{wc}$ 按下式计算(精确至 0.1%):

$$\omega_{wc} = (m_2 - m_3 / m_3 - m_1) \times 100(\%) \quad (15-4-1-3)$$

式中 m_1 ——容器重量(g)

m_2 ——未烘干的试样与容器的总重(g)；

m_3 ——烘干后的试样与容器的总量(g)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

15-4-2 砂的含水率快速试验方法

对含泥量过大及有机杂质含量较多的砂不宜采用。

15-4-2-1 砂的含水率快速试验法应采用下列仪器设备：

(1)电炉(或火炉)；天平——称量 1000g，感量 1g；

(2)炒盘(铁制或铝制)；

3)油灰铲、毛刷等。

15-4-2-2 含水率快速法试验应按下列步骤进行：

(1)向干净的炒盘中加入约 500g 试样，称取试样与炒盘的总重(m_2)；

(2)置炒盘子电炉(或火炉)上，用小铲不断地翻拌试样，到试样表面全部干燥后，切断电流或移出火外，再继续翻拌 1min，稍予冷却(以免损坏天平)后，称干样与炒盘的总重(m_3)。

15-4-2-3 砂的含水率均应按下式计算(精确至 0.1%)：

$$\omega_{wc} = (m_2 - m_3 / m_3 - m_1) \times 100 (\%) \quad (15-4-2-3)$$

式中 m_1 ——容器重量(g)；

m_2 ——未烘干的试样与容器的总重(g)；

m_3 ——烘干后的试样与容器的总量(g)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。各次试验前来样应于密封，以防水分散失。

附录 15—5 碎石或卵石的含水率试验

15-5-1 含水率试验应采用下列仪器设备：

15-5-1-1 烘箱——能使温度控制在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ ；

15-5-1-2 天平——称量 5kg，感量 5g；

15-5-1-3 容器——如浅盘等。

15-5-2 含水率试验应按下列步骤进行：

取重量约等于附表 15-5-2 所要求的试样，分成两份备用；将试样置于干净的容器中，称取试样和容器的共重(m_1)，并在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重；取出试样，冷却后称取试样与容器的共重(m_2)。

含水率试验所需的试样最少重量

附表 15-5-2

最大粒径	10	16	20	25	31.5	40
------	----	----	----	----	------	----

试样最少重量 (kg)	2	2	2	2	3	3
-------------	---	---	---	---	---	---

15-5-3 含水率 $\hat{u}_{wc}$ 应按下式计算(精确至 0.1%)：

$$\omega_{wc} = (m_1 - m_2 / m_2 - m_3) \times 100(\%) \quad (15-5-3)$$

式中 m_1 ——未烘干的试样与容器的总重(g)；

m_2 ——烘干的试样与容器的总重(g)；

m_3 ——容器重量(g)

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。各次试验前来样应于密封，以防水分散失。

附录 15-6 混凝土外加剂各项技术指标要求

15-6-1 产外加剂混凝土性能指标应符合附表 15-6-1 的要求

掺外加剂混凝土性能指标 附表 15-6-1

外加剂品种												
高效减水剂			早强减水剂		缓凝高效减水剂		缓凝减水剂		引气减水剂		早强剂	
一等品	合格品		一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品
12	10		8	5	12	10	8	5	10	10	-	-
90	95		95	100	100		100		70	80	100	
≤3.0	≤4.0		≤3.0	≤4.0	<4.5		<5.5		>3.0		-	
~			~		+90		+90		~		~	
					-		-					
140	130		140	130	-		-		-		135	125
130	120		130	120	125	120	100		115	110	130	120
125	115		115	110	125	115	110		110		110	105
120	110		105	100	120	110	110	105	100		100	95
135			135		135		135		135		135	
-			-		-		-		80	60	-	

注：1.除含气量外，表中所列数据为掺外加剂混凝土与基准混凝土的差值或比值。

2.凝结时间指标，“－”号表示提前“＋”号表示延缓。

3.相对耐久性指标一栏中，“200次≥80和60”表示将28d龄期的掺外加剂混凝土试件冻融循环200次后，动弹性模量保留值≥80%或≥60%。

4.对于可以用高频振捣排除的，由外加剂所引入的气泡的产品，允许用高频振捣，达到某类型性能指标要求的外加剂，可按本表进行命名和分类，但须在产品说明书和包装上注明“用于高频振捣的××剂”。

15-6-2 匀质性指标应符合附表 15-6-2 的要求。

匀质性指标 附表 15-6-2

试验项目	指 标
含固量或含水量	a.对液体外加剂，应在生产厂所控制值的相对量的3%内； b.对固体外加剂，应在生产厂控制值的相对量的5%之内。

密 度	对液体外加剂，应在生产厂所控制值的 $\pm 0.02\text{g/cm}^3$ 之内
氯离子含量	应在生产厂所控制值相对量的 5%之内
水泥净浆流动度	应不小于生产控制值的 95%
细 度	0.315mm 筛筛余应小于 15%
PH 值	应在生产厂控制值 ± 1 之内
表面张力	应在生产厂控制值 ± 1.5 之内
还原糖	应在生产厂控制值 $\pm 3\%$
总碱量 ($\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{K}_2\text{O}$)	应在生产厂控制值的相对量的 5%之内
硫酸钠	应在生产厂控制值的相对量的 5%之内
泡沫性能	应在生产厂控制值的相对量的 5%之内
砂浆减水率	应在生产厂控制值 $\pm 1.5\%$ 之内

15-6-3 选用的外加剂应具有产品合格证、出厂检验报告和说明书。

15-6-3-1 外加剂的出厂检验报告应包括附表 15-6-3-1 规定的检验内容。

15-6-3-2 外加剂的说明书内容应包括产品名称及型号、出厂日期、主要特征及成分、适用范围及推荐掺量、外加剂总碱量、氯离子含量、有无毒性、易燃状况、储存条件有效期、使用方法及注意事项。

15-6-4 外加剂的包装应符合下列要求：

15-6-4-1 粉状外加剂应采用有塑料袋衬里的编织袋，每袋重 20~50kg。液体外加剂应采用塑料桶、金属桶包装或槽车运输。

外加剂测定项目

附表 15-6-3-1

测定项目	外 加 剂 品 种									
	普通减水剂	高效减水剂	早强减水剂	缓凝高效减水剂	缓凝减水剂	引气减水剂	早强剂	缓凝剂	引气剂	备注
固体含量										
密 度										液体外加剂必测
细 度										粉状外加剂必测
PH 值										
表面张力										
泡沫性能										
氯离子含量										
硫酸钠含量										含有硫酸钠的早强减水剂或早强剂必测
总碱量										每年至少一次
还原糖分										木质素磺酸钙减水剂必测
水泥净浆流动度										两种任选一种
水泥砂浆流动度										

15-6-4-2 所有包装的容器上均应在明显位置注明以下内容：产品名称、型号、净质量或体积(包括含量或浓度)、生产厂名。生产日期及出厂编号应在产品合格证上予以说明。

15-6-5 混凝土中掺用外加剂的质量及应用技术除应符合上述要求外，还应符合《混凝土外加剂应用技术规范》(GB50119)等和有关环境保护的规定。

钢筋混凝土结构中，当使用含氯化物的外加剂时，混凝土中氯化物的总含量应符合本标准 15.5.1 条第(6)款的要求。

15-6-6 外加剂的检验批及取样应符合下列要求：

15-6-6-1 同品种、同一编号的外加剂，掺量大于 1%(含 1%)时，100t 为一检验批；掺量小于 1%时，50t 为一检验批；不足 100t 或 50t 时，也按一个检验批检验。

15-6-6-2 取样时从三个或更多的点处取等量均匀混合。每一编号取样量不少于 0.2t 水泥所需用的外加剂量。

15-6-7 不同品种外加剂应分别存储，做好标记，在运输与存储时不得混入杂物和遭受污染。

附录 15—7 混凝土施工常用机具

15-7-1 混凝土搅拌设备：混凝土搅拌机、拉铲、抓斗、皮带输送机、推土机、装载机、散装水泥储存罐、磅秤(或自动计量设备)。

15-7-2 运输设备：客货两用电梯或龙门架(提升架)、塔式起重机、混凝土搅拌运输车、混凝土输送泵、布料杆、自卸翻斗汽车、机动翻斗车、手推车等。

15-7-3 混凝土振捣设备：插入式振动器和平板式振动器等。

15-7-4 主要工具：尖锹、平锹、混凝土吊斗、贮料斗、木抹子、刮杠、铁插尺、胶皮水管、铁板、12~15 寸活扳手、电工常规工具、机械常规工具、对讲机等。

16 现浇混凝土结构竖向构件施工工艺标准

16.1 总则

16.1.1 适用范围

本工艺适用于剪力墙结构、框架结构、框剪结构及砖混结构、混凝土墙和柱的施工；预应力部分见预应力施工工艺标准。

本标准不适用于地下连续墙的施工；有抗冻、抗渗或其他特殊要求的混凝土的施工。

本标准未涉及巨柱大体积混凝土施工；厚墙(如射线防护)施工；高强、高性能混凝土的施工；钢管柱免振混凝土的施工；地下室墙补偿收缩混凝土的施工；以及采用滑模施工技术的混凝土的施工。

16.1.2 编制参考标准及规范

同 15.1.2。

16.2 术语

同 15.2

16.3 基本规定

16.3.1

现浇混凝土结构施工现场质量管理应有相应的技术标准、健全的质量管理体系、施工质量控制和质量验收制度。

混凝土结构施工应有施工项目的施工组织设计或施工方案并经过审查批准。同时在施工前应进行详细的技术交底。

16.3.2

现浇结构工程应根据单位工程划分若干检验批进行质量验收。

16.3.3

现浇混凝土结构验收应包含如下内容：

- (1) 对原材料的进场复检，应按进场的批次和产品的抽样检验规定执行。
- (2) 对混凝土强度应按国家有关标准和《混凝土结构工程施工质量验收规范》规定的抽样检验方案执行。结构构件的混凝土强度应按《混凝土强度检验评定标准》(GBJ107)的规定分批进行检验评定。评定结构构件的混凝土强度应采用标准试件的混凝土强度。应按《普通混凝土力学性能试验方法标准》进行试验。

16.3.4

评定结构构件的混凝土强度应采用标准试件(边长为 150mm 的立方体试件)的混凝土强度。施工单位可根据混凝土所用石子的最大粒径，选用不同规格的试模(200mm、150mm 和 100mm)，按标准方法制作立方体试件，在温度为 20±5℃的环境中静置 1~2d，然后编号、拆模。拆模后应立即放入 20±2℃，相对湿度为 95%以上的标准养护室中养护，或在温度为 20±2℃的不流动的 Ca(OH)₂：饱和溶液中养护。一般情况下，混凝土试件养护至 28d 龄期，按标准方法进行试压，采用非标准试件时最终应折合成标准试件的强度值。检验评定混凝土强度用的混凝土试件的尺寸及强度的尺寸换算系数应按表 16.3.4 取用。结构构件拆模、出池、出厂、吊装、张拉、放张及施工期间临时负荷时的混凝土强度，应根据同条件养护的标准尺寸试件的混凝土强度确定。试件强度试验的方法应符合规定。

混凝土试件的尺寸及强度的尺寸换算系数 表 16.3.4

骨料最大粒径 (mm)	试件尺寸 (mm)	强度的尺寸换算系数
≤31.5	100×100×100	0.95
≤40	150×150×150	1.00
≤63	200×200×200	1.05

注：对强度等级为 C60 及以上的混凝土试件，其强度从尺寸换算系数可通过试验确定。

- (1) 试件应采用钢模制作；
- (2) 对采用蒸汽法养护的混凝土结构构件，其标准试件应先随同结构构件同条件蒸汽养护，再转入标准条件下养护共 28d。

16.3.5

用于检查结构构件混凝土质量的试件，应在混凝土的浇筑地点随机取样制作。结构混凝土的强度等级必须符合设计要求。每组三个试件应在同盘混凝土中取样制作，并按下列规定确定该组试件的混凝土强度代表值：

- (1) 取三个试件强度的平均值；
- (2) 当三个试件强度中的最大值或最小值之一与中间值之差超过中间值的 15%时，取中间值；
- (3) 当三个试件强度中的最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15%时，该组试件不应作为强度评定的依据。

16.3.6

混凝土强度应分批进行验收。同一验收批的混凝土应由强度等级相同、生产工艺和配合比基本相同的混凝土组成，对现浇混凝土结构构件，尚应按单位工程的验收项目划分验收批。

16.3.7

混凝土分项工程施工前应对钢筋工程、模板工程、各种预留预埋等进行技术复核，并填写技术复核记录。复核合格后进入下道工序。记录签字手续符合要求。

16.3.8

混凝土施工中应按要求对混凝土坍落度进行测试，并填写混凝土坍落度测试记录：商品混凝土应逐车进行坍落度检测，现场搅拌混凝土坍落度的检测每台班至少两次。

(1) 混凝土施工中应按要求填写混凝土施工记录：填写真实完整，并附浇筑平面示意图。

(2) 大体积混凝土应有施工测温记录：混凝土冬期测温包括大气温度、原材料温度、出机温度、入模温度、养护温度并附测温点、部位、深度布置图。大体积混凝土还应有裂缝检查记录。

16.4 施工准备

16.4.1 技术准备

(1) 图纸会审已经完成。

(2) 在施工前已编制详细的施工组织设计或施工方案并已审批。

(3) 在施工前已做好施工技术交底工作，交底时根据工程实际并结合具体操作部位，阐明技术规范和标准的规定，明确对关键部位的质量要求、操作要点及注意事项，其中应包括：操作技术标准，施工工艺；原材料质量标准及验收规定；施工质量对工程进度的影响与关系，以及质量标准和工程验收的规定；安全及环保措施等。

(4) 现场搅拌混凝土应有具有试验资质的试验室提供的混凝土配合比，并根据现场材料的含水率调整混凝土施工配合比。商品混凝土应有出厂合格证。

(5) 确定混凝土的搅拌能力是否满足连续浇筑的需求。

(6) 施工前作好试块的留置计划和制作准备工作。

(7) 混凝土施工时应有开盘鉴定和混凝土浇筑申请书。

(8) 钢筋、预埋件及预留洞口已经作好隐蔽验收工作，并有完备的签字手续。

(9) 标高、轴线、模板等已进行技术复核。

(10) 确定浇筑混凝土所需的各种材料、机具、劳动力需用量。

(11) 确定浇筑混凝土所需的水、电满足施工需要。

16.4.2 材料要求

(1) 品种规格

水泥：普通混凝土应根据工程设计的要求，施工工艺的需要选用适当品种和强度等级的水泥，普通混凝土宜按《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》、《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》等标准的规定选用。

水泥的主要技术指标应符合上述标准的规定。强度见表 16.4.2-1。

各龄期强度最低值(MPa)

表 16.4.2-1

品 种	强度等级	抗压强度 (N/mm ²)		抗折强度 (N/mm ²)	
		3d	28d	2d	28d
硅酸盐水泥	42.5	17.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	22.0	42.5	4.0	6.5
	52.5	23.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	27.0	52.5	5.0	7.0
	62.5	28.0	62.5	5.0	8.0
	62.5R	32.0	62.5	5.5	8.0
普通硅酸盐水泥 复合硅酸盐水泥	32.5	11.0	32.5	2.5	5.5
	32.5R	16.0	32.5	3.5	5.5
	42.5	16.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	21.0	42.5	4.0	6.5
	52.5	22.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	26.0	52.5	5.0	7.0
矿渣硅酸盐水泥 火山灰质硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥	32.5	10.0	32.5	2.5	5.5
	32.5R	15.0	32.5	3.5	6.5
	42.5	15.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	19.0	42.5	4.0	6.5
	52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	23.0	52.5	4.5	7.0

细骨料(砂)：宜用粗砂或中砂。

粗骨料(石子)：宜用中碎(卵)石：粒径 5~40mm；或细碎(卵)石：粒径 5~20mm。

搅拌用水：拌制混凝土宜采用饮用水，当采用地表水、地下水、以及经过处理的工业废水、或其他水源时应进行水质检验，水质应符合国家现行标准《混凝土拌合用水标准》(JGJ63)规定；海水可用于无饰面要求的素混凝土，但不得用于拌制钢筋混凝土和预应力混凝土。

掺合料：目前使用较多的是粉煤灰，其次是硅灰和磨细矿渣粉，其掺量应通过试验确定，其质量应符合有关标准要求。

混凝土外加剂：在混凝土施工中根据混凝土的性能要求、施工工艺及气候条件，结合混凝土原材料性能、配合比以及对水泥的适应性能等因素，一般采用减水剂、早强剂、引气剂、缓凝剂、防冻剂、膨胀剂等，外加剂的质量应符合有关标准的规定，其掺量及品种经试验确定后，方可使用。

(2) 质量要求

1) 水泥：水泥进场时应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，并应对其强度、安定性及其他必要的性能指标进行复验，其质量必须符合现行国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB175)等的规定。

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。

钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构中，严禁使用含氯化物的水泥。

检查数量：按同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过 200t 为一批，散装不超过 500t 为一批，每批抽样不少于一次。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

2) 细骨料(砂)：普通混凝土用砂的质量要求如下：

配制混凝土宜优先选用Ⅱ区砂；当采用Ⅰ区砂时，应提高砂率，并保证足够的水泥用量，以满足混凝土的和易性；当采用Ⅲ区砂时，宜适当降低砂率，以保证混凝土强度。对于泵送混凝土用砂，宜选用中砂。砂的颗粒级配应处于表 16.4.2-2 中的任何一个区以内。混凝土强度等级低于 C30 时，含泥量(按重量计)不大于 5.0%，泥块含量不大于 2.0%；混凝土强度等级高于 C30 时，含泥量(按重量计)不大于 3.0%，泥块含量不大于 2.0%。

砂的颗粒级配 表 16.4.2-2

级配区 累计筛余 (%) 筛孔尺寸 (mm)	I 区	II 区	III 区
10.0	0	0	0
5.00	10~0	10~0	10~0
2.50	35~5	25~0	15~15
1.25	65~35	50~10	25~0
0.630	85~71	70~41	40~16
0.315	95~80	92~70	85~55
0.160	100~90	100~90	1000~90

检查数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。级配区累计筛余 (%) 筛孔尺寸 (mm)

检验方法：检查进场复验报告。

3) 粗骨料(石子)：其针、片状颗粒含量应≤15%；压碎指标应≤10%；混凝土强度等级低于 C30 时，含泥量(按重量计)不大于 2.0%，泥块含量不大于 0.7%；混凝土强度等级高于或等于 C30 时，含泥量(按重量计)不大于 1.0%，泥块含量不大于 0.5%。其颗粒级配应符合表 16.4.2-3 中规定。

石子的颗粒级配 表 16.4.2-3

级配情况	公称粒径 (mm)	累计筛余 按重量计 (%)								
		筛孔尺寸 (圆孔筛) (mm)								
		2.50	5.00	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	500
连续粒级	5~16	95~100	90~100	30~60	0~10	0	-	-	-	-
	5~20	95~100	90~100	40~70	-	0~10	0	-	-	-
	5~25	95~100	90~100	-	30~70	-	0~5	0	-	-
	5~31.5	95~100	90~100	70~90	-	15~45	-	0~5	0	-
单粒级	10~20	-	95~100	85~100	-	0~15	0	-	-	-
	16~31.5	-	95~100	-	85~100	-	-	0~10	0	-

	20~40	-	-	95~100	-	80~100	-	-	0~10	0
--	-------	---	---	--------	---	--------	---	---	------	---

混凝土用的粗骨料，其最大颗粒粒径不得超过构件截面最小尺寸的 1／4，且不得超过钢筋最小净间距的 3／4。

对混凝土实心板，骨料的最大粒径不宜超过板厚的 1／3，且不得超过 40mm。

检查数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查进场复验报告。

4) 搅拌用水：拌制混凝土宜采用饮用水；当采用其他水源

时，水质应符合国家现行标准《混凝土拌合用水标准》(JCJ63)的规定。

检查数量：同一水源检查不应少于一次。

检验方法：检查水质试验报告。

5) 外加剂：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》(GB8076)、《混凝土外加剂应用技术规范》(GB50119)等和有关环境保护的规定。

钢筋混凝土结构中，当使用含氯化物的外加剂时，混凝土中氯化物的总含量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》(GB50164)的规定。

不同品种的外加剂搭配使用可能会出现意料之外的反作用，未经试验验证，禁止随意搭配使用混凝土外加剂。

检查数量：外加剂按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。以连续供应的 50t 为一验收批作进场检验，不足 50t 亦按一批计。进场检验包括匀质性及与水泥适应性检验。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

6) 掺合料：混凝土中掺用矿物掺合料的质量应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB1596)等的规定。矿物掺合料的掺量应通过试验确定。

检查数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查出厂合格证和进场复验报告。

16.4.3 主要机具

(1) 机械设备

混凝土搅拌上料设备：混凝土搅拌机、拉铲、抓斗、皮带输送机、推土机、装载机、散装水泥储存罐、振动筛和水泵等。

运输设备：自卸翻斗车、机动翻斗车、手推车、提升机、卷扬机、塔式起重机或混凝土搅拌运输车、混凝土输送泵和布料机、客货两用电梯或龙门架(提升架)等。

混凝土振捣设备：插入式振动器。

(2) 主要工具

磅称、水箱、胶皮管、手推车、串筒、溜槽、混凝土吊斗、贮料斗、大小平锹、铁板、铁钎、抹子、铁插尺、12~15 寸活扳手电工常规工具、机械常规工具、对讲机等。

(3) 主要试验检测工具

混凝土坍落度筒、混凝土标准试模、振动台、靠尺、塞尺、水准仪、经纬仪、混凝土结构实体检验工具等。

16.4.4 作业条件

- (1) 进场所有的原材料经见证取样试验检查，并应符合配合比通知单所提出的要求。
- (2) 试验室已下达混凝土配合通知单，并根据现场实际使用材料和含水量及设计要求，经试验测定，将其转换为每盘实际使用的施工配合比，公布于搅拌配料地点的标牌上。
- (3) 新下达的混凝土配合比，应进行开盘鉴定。开盘鉴定的工作已进行并符合要求。
- (4) 混凝土搅拌机、振捣器、磅秤等机具已经检查、维修并符合要求。
- (5) 所有计量器具必须有检定的有效期标识。
- (6) 混凝土分项工程施工前应对需进行隐蔽验收的项目组织验收，隐蔽验收各项记录和图示必须有监理单位(建设单位)施工单位签字、盖章，并有结论性意见。浇筑混凝土层段的模板、钢筋、预埋件及管线等全部安装完毕，并经检查核实其位置、数量及固定情况等符合设计要求，并办完隐(预)检手续。
- (7) 钢筋和预埋件的位置如有偏差应予纠正完毕，钢筋上的油污等杂物已清除干净。
- (8) 浇筑层剪力墙及柱根部松散混凝土已在支设模板前剔掉清净。检查模板下口、洞口及角模处拼接是否严密，边角柱加固是否可靠，各种连接件是否牢固。检查并清理模板内残留杂物，用水冲净。外砖内模的砖墙及模板，常温时应浇水湿润。浇筑混凝土用的操作架及马道按要求搭设完毕，并经检查验收合格。柱子模板的清扫口应在清除杂物及积水后封闭完成。
- (9) 管理人员向作业班组进行配合比、操作规程和安全技术交底。
- (10) 现场已准备足够的砂、石子、水泥、掺合料及外加剂等材料，能满足混凝土连续浇筑的要求。
- (11) 检查电源、线路，并做好夜间施工照明的准备。
- (12) 工长根据施工方案对操作班组已进行全面施工技术交底，混凝土浇筑申请书已被批准。

16.5 材料和质量要点

16.5.1 材料的关键要求

施工所用混凝土材料的主要技术指标是：强度和耐久性，施工时必须保证。

施工时严格控制原材料的质量，通过有资质的试验室控制混凝土配合比来保证混凝土的强度，混凝土拌合物的基本性能可以用混凝土的和易性与稠度来测定。

16.5.2 技术关键要求

- (1) 混凝土的搅拌质量控制和浇筑质量控制是本工艺的技术控制重点。
- (2) 混凝土现场搅拌应注意混凝土的原材料的计量、上料顺序、混凝土的拌合时间以及混凝土水灰比和坍落度的控制。

(3) 混凝土浇筑应注意施工缝、后浇带的留设、处理和方案的确定、审批。浇筑混凝土应按要求留置试件，并应采取技术措施保证混凝土结构的垂直度和轴线符合设计、规范的规定。

16.5.3 质量关键要求

- (1) 混凝土原材料的质量控制；
- (2) 混凝土浇筑方式的选择和控制以及混凝土的振捣质量要求是本工艺质量的关键要求。

16.5.4 职业健康安全关键要求

- (1) 混凝土浇筑时应严格检查模板及其支撑的稳固情况。
- (2) 混凝土施工的全过程应保证机械设备的使用安全。
- (3) 注意检查施工用电的安全。

16.5.5 环境关键要求

- (1) 混凝土施工中应在现场搅拌设备的场地内设置沉淀池，控制污水的排放应符合环保要求。
- (2) 混凝土施工中应按文明工地要求覆盖现场砂、石等材料，防止粉尘对大气的污染。
- (3) 混凝土施工作业层四周应设密目网防护，以减少噪音对周围环境的影响，振捣混凝土应采取措施降低振捣工具产生的噪音污染。

16.6 施工工艺

16.6.1 工艺流程

混凝土搅拌→混凝土运输→柱、剪力墙混凝土浇筑与振捣→养护。

16.6.2 操作工艺

(1) 混凝土搅拌

采用现场搅拌或使用商品混凝土。

采用商品混凝土时应按要求提供混凝土配合比、合格证，作好混凝土的进场检验和试验工作，并应每车测定混凝土的坍落度，作好记录。

采用现场搅拌混凝土时应符合下列规定：

- 1) 一般要求：混凝土应按国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》(JGJT55--2000)和《混凝土强度检验评定标准》(GBJ107—87)的有关规定，根据混凝土强度等级、耐久性和工作性等要求进行配合比设计。混凝土施工前应有相关资质的试验室出具的混凝土配合比通知单。混凝土拌制前，应测定砂、石含水率并根据测试结果调整材料用量，提出混凝土施工配合比。
- 2) 搅拌要求：混凝土原材料每盘称量的偏差应符合表 16.6.2-1 的规定。并于每工作班对原材料的计量情况进行不少于一次的复称。

原材料每盘称量的允许偏差

表 16.6.2-1

材料名称	允许偏差	材料名称	允许偏差
水泥、掺合料	±2%	水、外加剂	±2%
粗、细骨料	±3%		

注：1.各种衡器应定期校验，每次使用前应进行零点校核，保持计量准确；

2.当遇雨天或含水率有显著变化时，应增加含水率检测次数，并及时调整水和骨料的用量。

搅拌混凝土前使搅拌机加水空转数分钟，将积水倒净，使搅拌筒充分润滑。搅拌第一盘时考虑到筒壁上的砂浆损失，石子用量应按配合比规定减半。搅拌好的混凝土要做到基本卸尽。在全部混凝土卸出之前不得再投入拌合料，更不得采取边出料边进料的做法。

3) 混凝土搅拌中严格控制水灰比和坍落度，未经试验人员同意不得随意加减用水量。

4) 每台班开始前，对搅拌机及上料设备进行检查并试运转；对所用计量器具进行检查并定磅；校对施工配合比；对所用原材料的规格、品种、产地、牌号及质量进行检查，并与施工配合比进行核对；对砂、石的含水率进行检查，如有变化，及时通知试验人员调整用水量。一切检查符合要求后，方可开盘拌制混凝土。

5) 配合比控制：混凝土搅拌前，应将施工用混凝土强度等级要求对应配合比进行挂牌明示，并对混凝土搅拌施工人员进行详细技术交底。

6) 计量：在计量工序中，各种组成材料计量均按质量计，其计量允许偏差应符合表 16.6.2-2 规定。

计量允许偏差

表 16.6.2-2

材料品种	水泥、外掺料	粗细骨料	水、外加剂
每盘计量允许偏差，%	+2	+3	+2
累计计量允许偏差，%	+1	+2	+1

注：1.累计计量允许误差，是指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量和的偏差。

2.每一工作班正式称量前，应对计量设备进行零点校核。

计量秤需经省、市计量所鉴定，每 12 个月校验一次。

日常校核：操作工应每周至少一次对计量秤的计量值进行复核。方法是：利用理论输入的质量与实际称量值进行比较，偏差在允许范围内。

7) 上料：

a.装料顺序：现场拌制混凝土，一般是计量好的原材料先汇集在上料斗中，经上料斗进入搅拌筒。水及液态外加剂经计量后，在往搅拌筒中进料的同时，直接进入搅拌筒。每次加入的拌合料不得超过搅拌机进料容量的 10%。为了减少水泥粘着拌筒，加料顺序应为：

当无外加剂、混合料时，依次进入上料斗的顺序为石子、水泥、砂。

当掺混合料时，其顺序为石子、水泥、混合料、砂。

当掺干粉状外加剂时，其顺序为石子、外加剂、水泥、砂或顺序为石子、水泥、砂子、外加剂。石子→水泥→砂；或砂→水泥→石子。

b.搅拌时间：混凝土搅拌的最短时间(单位 s)应符合表 16.6.2-3 的规定。

混凝土搅拌的最短时间(s)

表 16.6.2—3

混凝土坍落度 (mm)	搅拌机类型	搅拌机容积 (L)		
		小于 250	250~500	大于 500
小于及等于 30	自落式	90	120	150
	强制式	60	90	120
大于 30	自落式	90	90	120
	强制式	60	60	90

注：混凝土搅拌的最短时间指：自混凝土全部材料装入搅拌筒中起到开始卸料止的时间。

掺有外加剂时，搅拌时间应适当延长。

c.第一盘混凝土拌制的操作：每次上班拌制第一盘混凝土时，先加水使搅拌筒空转数分钟，搅拌筒被充分湿润后，将剩余积水倒净。搅拌第一盘时，由于砂浆粘筒壁而损失，因此，石子的用量应按配合比减半。从第二盘开始，按给定的配合比投料。

d.出料时，先少许出料，目测拌合物的外观质量，如目测合格方可出料。每盘混凝土拌合物必须出尽。

8) 混凝土拌制的质量检查：

a.检查拌制混凝土所用原材料的品种、规格和用量，每一个工作班至少两次。

b.检查混凝土的坍落度及和易性，每一工作班至少两次。混凝土拌合物应搅拌均匀、颜色一致，具有良好的流动性、粘聚性和保水性，不泌水、不离析。不符合要求时，应查找原因，及时调整。

c.在每一工作班内，当混凝土配合比由于外界影响有变动时(如下雨或原材料有变化)，应及时检查。混凝土的搅拌时间应随时检查。

d.首次使用的混凝土配合比或当日重新启用配合比应进行开盘鉴定，其工作性应满足设计配合比的要求。先搅拌一盘混凝土，若验证符合要求，则继续搅拌；若不符合要求，则立即进行调整，直到符合要求为止。在条件许可时，操作工应记录合格混凝土所需的目测坍落度值及搅拌电流差值。搅拌过程中操作工应逐盘目测混凝土坍落度值，根据搅拌机电流差值及目测检验控制坍落度。基于砂、石含水率有波动，允许操作工在±3kg 用水量范围内调整坍落度，超出此范围应立即通知试验员进行处理。开始生产时应至少留置一组标准养护的试件，供验证配合比用。

9) 冬期施工混凝土的搅拌：

a.室外日平均气温连续 5d 稳定低于 5℃时，混凝土拌制应采取冬施措施，并应及时采取气温突然下降的防冻措施。配制冬期施工的混凝土，应优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，水泥强度等级不应低于 32.5，最小水泥用量不宜少于 300kg/m³(含掺合料)，水灰比不应大于 0.6。

b.冬期施工宜使用无氯盐类防冻剂，对抗冻性要求高的混凝土，宜使用引气剂或引气减水剂。掺用防冻剂，应严格控制掺量，并严格执行有关掺用防冻剂的规定。

c.混凝土所用骨料必须清洁，不得含有冰、雪等冻结物及易冻裂的矿物质。

d.冬期拌制混凝土应优先采用加热水的方法。水及骨料的加热温度应根据热工计算确定，但不得超过表 16.6.2—4 的规定。

e.水泥不得直接加热，并宜在使用前运入暖棚内存放。

拌合水和骨料最高温度要求

表 16.6.2—4

项 目	拌合水	骨 料
强度等级小于 42.5 的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	80℃	60℃
强度等级大于 42.5 的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	60℃	40℃

当骨料不加热时，水可加热到 100℃，但水泥不应与 80℃以上的水直接接触。投料顺序为先投入骨料和已加热的水，然后再投入水泥。混凝土拌制前，应用热水或蒸汽冲洗搅拌机，拌制时间应取常温的 1.5 倍。混凝土拌合物的出机温度不宜低于 10℃，入模温度不得低于 5℃。冬期混凝土拌制的质量检查除遵守规范的规定外，尚应进行以下检查：

检查外加剂的掺量；测量水和外加剂溶液以及骨料的加热温度和加入搅拌机的温度；测量混凝土自搅拌机中卸出时的温度和浇筑时的温度。以上检查每一工作班至少应测量检查四次。

f.混凝土试块的留置除应符合一般规定外，尚应增设不少于两组，与结构同条件养护的试件，用于检验受冻前的混凝土强度。

(2) 混凝土运输

混凝土自搅拌机中卸出后，应及时送到浇筑地点。在运输过程中，应严格控制混凝土的运输时间(指混凝土从搅拌机中卸出到浇筑完毕的延续时间)，并符合表 16.6.2-5 的要求，混凝土运输过程中要防止混凝土离析及产生初凝等现象。如混凝土运到浇筑地点有离析现象时，必须在浇筑前进行二次拌合。

混凝土的运输时间(min) 表 16.6.2-5

混凝土强度等级	气 温	
	不高于 25℃	高于 25℃
≤C30	120	90
>C30	90	60

注：对掺外加剂或快硬水泥拌制的混凝土，其延续时间应按试验确定。

运输容器必须严密，严防漏浆或吸水，产生混凝土坍落度变化，并应及时清理混凝土运输容器，防止混凝土的残渣和硬块混入拌合物混凝土中。

泵送混凝土时必须保证混凝土泵连接工作，如果发生故障，停歇时间超过 45min 或混凝土出现离析现象，应立即用压力水或其他方法冲洗管内残留的混凝土。

(3) 混凝土浇筑与振捣

1) 混凝土浇筑时的坍落度必须符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)的规定。其坍落度的测定方法应符合国家现行技术标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》(GB/T50080—2002)的规定。施工中的坍落度应按混凝土实验室配合比进行测定和控制，并填写混凝土坍落度测试记录。

2) 柱、墙混凝土浇筑前底部应先填以 50~100mm 厚与混凝土配合比相同减石子水泥砂浆。

3) 混凝土自吊斗口下落的自由倾落高度不得超过 2m，浇筑高度如超过 3m 时必须采取措施，用串桶、溜管、振动溜管使混凝土下落，或在柱、墙体模板上留设浇捣孔等。浇筑混凝土时应分段分层连续进行，浇筑层高度应根据结构特点、钢筋疏密决定，一般为振捣器作用部分长度的 1.25 倍，最大不超过 500mm。

b.墙体上的门窗洞口浇筑混凝土时，宜从两侧同时投料浇筑和振捣，使洞口两侧浇筑高度对称均匀，一次浇筑高度不宜太大，以防止洞口处模板产生位移。因此必须预先安排好混凝土下料点位置和振捣器操作人员数量及振捣器的数量，使其满足使用要求，以防止洞口变形。混凝土的浇筑次序是先浇筑窗台以下部位的混凝土，后浇筑窗间墙混凝土，长度较大的洞口下部模板应开口，并补充混凝土及振捣，以防止窗台下面混凝土出现蜂窝、空洞现象。

c.外砖内模、外板内模大角及山墙构造柱应分层浇筑，每层不超过 500mm，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。

d.作业时振动棒插入混凝土中的深度不应超过棒长的 $2/3 \sim 3/4$ ，振动棒各插点间距应均匀，插点间距不应超过振动棒有效作用半径的 1.25 倍，且小于 500mm。振捣时，要做到“快插慢拔”。快插是为了防止将表层混凝土先振实，与下层土发生分层、离析现象。慢拔是为了使混凝土能来得及填满振动棒抽出时所形成的孔洞。每插点的延续时间以表面呈现浮浆为度约 20~30s，见到混凝土不再显著下沉，不出现气泡，表面泛出水泥浆和外观均匀为止。由于振动棒下部振幅要比上部大，故在振捣时应将振动棒上下抽动 50~100mm，使混凝土振实均匀。为使上下层混凝土结合成整体，振捣器应插入下层混凝土 50~100mm。振捣时注意钢筋密集及洞口部位，为防止出现漏振，以表面呈现浮浆和不再明显沉落为达到要求，避免碰撞钢筋、模、预埋件、预埋管、外墙板空腔防水构造等。发现有变形、移位，各有关工种相互配合进行处理。

e.墙上口找平：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。

10) 混凝土拆模：常温时柱、墙体混凝土强度大于 1MPa；冬期时掺防冻剂，混凝土强度达到 4MPa 时方可拆模。拆除模板时先拆一个柱或一面墙体，观察混凝土不粘模、不掉角、不坍塌即可大面积拆模，拆模后及时修整墙面及边角。

(4) 混凝土的养护

混凝土养护工艺应根据《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)的有关规定，制定科学的组织和操作方法。常温养护时应在混凝土浇筑完毕后 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，对采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土，不得少于 7d；对掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土，不得少于 14d；当采用其他品种水泥时，混凝土的养护应根据所采用水泥的技术性能确定。当温度低于 5℃时，不得浇水养护混凝土，应采取加热保温养护或延长混凝土养护时间。

正温下施工几种常用的养护方法：

1) 覆盖浇水养护

利用平均气温高于 5℃的自然条件，用适当的材料对混凝土表面加以覆盖并浇水，使混凝土在一定的时间内保持水泥水化作用所需要的适当温度和湿度条件。

2) 薄膜布养护

在有条件的情况下，可采用不透水、气的薄膜布(如塑料薄膜布)养护。用薄膜布把混凝土表面敞露的部分全部严密地覆盖起来，保证混凝土在不失水的情况下得到充足的养护。这种养护方法的优点是不必浇水，操作方便，能重复使用，能提高混凝土的早期强度，加速模具的周转。但应该保持薄膜布内有凝结水。

3) 喷涂薄膜养生液

混凝土的表面不便浇水或使用塑料薄膜布养护时，可采用喷涂薄膜养生液，防止混凝土内部水分蒸发的方法进行养护。

薄膜养生液养护是将可成膜的溶液喷洒在混凝土表面上，溶液挥发后在混凝土表面凝结成一层薄膜，使混凝土表面与空气隔绝，封闭混凝土中的水分不再被蒸发，而完成水化作用。这种养护方法一般适用于表面积大的混凝土施工和缺水地区。

4) 覆盖式养护

在混凝土柱或墙体拆除模板后，在其上覆盖塑料薄膜进行封闭养护，有两种做法：

第一种是在构件上覆盖一层黑色塑料薄膜(厚 0.12~0.14mm)，在冬季再盖一层气被薄膜。第二种是在混凝土构件上先覆盖一层透明的或黑色塑料薄膜，再盖一层气垫薄膜(气泡朝下)。塑料薄膜应采用耐老化的，接缝应采用热粘合。覆盖时应紧贴四周，用砂袋或其他重物压紧盖严，防止被风吹开，影响养护效果。塑料薄膜采用搭接时，其搭接长度应大于 30cm。

(5) 混凝土冬期施工措施

冬季浇筑混凝土时，最常用的方法是冷混凝土法、综合蓄热法、外部加热法三种，最常用的是冷混凝土法和综合蓄热法。冷混凝土法是促使混凝土早强，降低混凝土冰点。主要通过改善混凝土配合比和掺加混凝土外加剂，掺量应经试验确定。

冬期施工的混凝土的配制应有具有资质的试验室提供冬期施工配合比，同时选用符合环境保护要求的外加剂，其掺量用试验确定。

冬期配制混凝土时，应优先采用加热水的方法，水及骨料的加热温度应根据热工计算确定，但不得超过表 16.6.2-7 的规定。水泥不得直接加热，宜在使用之前运送到暖棚内存放。

拌合水及骨料最高温度 (°C) 表 16.6.2-7

项 目	拌合水	骨料
强度等级<42.5 的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	80	60
强度等级≥42.5 的普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥	60	40

注：若不加热集料，可将水加热到 100°C，但水泥不应与 80°C 以上的水直接接触，投料顺序为先投入集料和已经加热的水，然后投入水泥。

冬期施工混凝土在浇筑前，应清除干净模板和钢筋上的冰雪和污垢。运输和浇筑混凝土的容器应具有保温措施。混凝土在运输、浇筑过程中的温度，应与 GB50204—2002 附录三热工计算的要求相符，当与要求不符时应采取措施进行调整。

当采用加热养护时，混凝土养护前的温度不得低于 2°C。

对加热养护的现浇混凝土结构，混凝土的浇注顺序和施工缝的位置，应能防止在加热时产生较大的温度应力，当加热温度在 40°C 以上时，应征得设计单位的同意。

冬期施工的模板及混凝土表面应用塑料薄膜和草袋等保温材料覆盖保温，不得浇水养护。对掺加防冻剂的混凝土养护时，在负温严禁浇水且外漏表面必须覆盖。同时混凝土的初期养护温度不得低于防冻剂的规定温度，达不到规定温度时，应立即采取保温措施。采用防冻剂的混凝土，当温度降低到防冻剂的规定温度以下时，其强度不应小于 4N/mm²。

冬期施工的混凝土拆模后混凝土的表面温度与环境温度差大于 15 °C 时，应对混凝土采用保温材料覆盖养护。

冬期施工混凝土的质量检查，除应符合 GB50204—2002 要求外，尚应符合下列要求：

- 1) 检查外加剂的掺量。
- 2) 测量水和外加剂溶液以及集料的加热温度和加入搅拌时的温度。

3) 测量混凝土自搅拌机中卸出时和浇筑时的温度。

以上要求每一个工作班应测量检查四次。

冬期施工混凝土养护温度的测量应符合下列规定：当采用蓄热法养护时，在养护期间至少每 6h 一次；对掺用防冻剂的混凝土，在强度未达到 $4.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以前每 2h 测定一次，以后每 6h 测定一次；当采用蒸汽法或电流加热法时，在升温、降温期间每 1h 一次，在恒温期间每 2h 一次；同时室外气温及周围环境温度在每昼夜内至少应定点测量四次。

混凝土养护温度的测量方法应符合下列规定：全部测温孔均应编号，并绘制测温孔布置图；测量混凝土温度时，测温表应采取措施与外界气温隔离，测温表留置在测温孔内的时间应小于 3min；测温孔的设置，当采用蓄热法养护时，应在易于散热的部位设置，当采用加热养护时，应在离热源不同的位置分别设置，大体积结构应在表面及内部分别设置。

冬期施工混凝土试件的留置除应符合 GB50204--2002 要求外，尚应增设不少于 2 组与结构同条件养护的试件，用于检验受冻前混凝土强度。与结构同条件养护的试件，解冻后方可试压。

冬期施工所有各项测量及检验结果，均应填写“混凝土工程施工记录”和“混凝土冬期施工日报”。

(6) 混凝土试块留置

1) 每拌制 100 盘且不超过 100m^3 的同配合比的混凝土，取样不少于一次；

2) 现浇结构每一现浇楼层同配合比的混凝土，其取样不少于一次；同一单位工程每一验收项目中同配合比的混凝土，其取样不得少于一次。

3) 每次取样至少留置一组标准试块。对涉及混凝土结构安全的重要部位(一般指梁、板、墙等结构构件)，应与监理(建设)、施工等方共同确定留置结构实体检验用同条件养护试件，一般每一个工程同一强度等级的混凝土，在留置结构实体检验用同条件养护试件时，应根据混凝土量和结构重要性确定留置数量，一般不宜少于 10 组，且不应少于 3 组。

4) 每工作班拌制的冬期混凝土试块除正常规定组数留置外，还应增做不少于两组与结构同条件养护试块，用于检验受冻前的强度。

同条件养护试块留置组数根据以下用途确定，每种功能的试块不少于 1 组：

用于检测等效混凝土强度；

用于检测拆模时的混凝土强度；

用于检测预应力张拉时的混凝土强度等。

16.7 质量标准

16.7.1 主控项目

(1) 结构混凝土的强度等级必须符合设计要求。用于检查结构构件混凝土强度的试件，应在混凝土的浇筑地点随机抽取。取样与试件留置应符合下列规定：

1) 每拌制 100 盘且不超过 100m^3 的同配合比的混凝土，取样不得少于一次；

2) 每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘时，取样不得少于一次；

3) 当一次连续浇筑超过 1000m^3 时，同一配合比的混凝土每 200m^3 取样不得少于一次；

- 4) 每一楼层、同一配合比的混凝土，取样不得少于一次；
- 5) 每次取样应至少留置一组标准养护试件，同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。

检验方法：检查施工记录及试件强度试验报告。

(2) 对有抗渗要求的混凝土结构，其混凝土试件应在浇筑地点随机取样。同一工程、同一配合比的混凝土，取样不应少于一次，留置组数可根据实际需要确定。

防水混凝土连续浇筑每 500m³ 留置一组抗渗试件，且每项工程不得少于两组，采取预拌混凝土的抗渗试件，留置的组数视结构的规模和要求而定。

检验方法：检查试件抗渗试验报告。

预拌混凝土除应在预拌混凝土厂内按规定留置试件外，混凝土运到现场后，尚应按以上要求留置试件。

(3) 现浇结构的外观质量不应有严重缺陷。对已经出现的严重缺陷，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理(建设)单位认可后进行处理。对经处理的部位，应重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案。

(4) 现浇结构不应有影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理(建设)单位认可后进行处理。对经处理的部位，应重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：量测，检查技术处理方案。

(5) 混凝土原材料每盘称量的偏差应符合表 16.7.1 的规定。

原材料每盘称量的允许偏差

表 16.7.1

材料名称	允许偏差	材料名称	允许偏差
水泥、掺合料	±2%	水、外加剂	±2%
粗、细骨料	±3%		

注：1.各种衡器应定期校验，每次使用前应进行零点校核，保持计量准确；

2.当遇雨天或含水率有显著变化时，应增加含水率检测次数，并及时调整水和骨料的用量。

检查数量：每工作班抽查不应少于一次。

检验方法：复称。

(6) 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。当底层混凝土初凝后浇筑上一层混凝土时，应按施工方案中对施工缝的要求进行处理。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

(7) 设计不允许裂缝的结构，严禁出现裂缝，设计允许裂缝的结构，其裂缝宽度必须符合设计要求。

16.7.2 一般项目

(1) 现浇结构的外观质量不宜有一般缺陷(表 16.7.2—1)。对已经出现的一般缺陷,应由施工单位按技术处理方案进行处理,并重新检查验收。

现浇结构外观质量缺陷

表 16.7.2—1

名称	现 象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动	连接主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等	清水混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

检查数量：全数检查。

检验方法：观察,检查技术处理方案。

(2) 结构拆模后,应由监理(建设)单位、施工单位对外观质量和尺寸偏差进行检查,作出纪录,并应及时按施工技术方案对缺陷进行处理。

(3) 施工缝的位置应在混凝土浇筑前按设计要求和施工技术方案确定。施工缝的处理应按施工技术方案执行。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察,检查施工记录。

(4) 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施工技术方案进行。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察,检查施工记录。

(5) 首次使用的混凝土配合比应进行开盘鉴定,其工作性应满足设计配合比的要求。开始生产时应至少留置一组标准养护试件,作为验证配合比的依据。

检验方法：检查开盘鉴定资料和试件强度试验报告。

(6) 混凝土浇筑完毕后，应按施工技术方案及时采取有效的养护措施。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

(7) 混凝土应振捣密实；不得有蜂窝、孔洞、露筋、缝隙、夹渣等缺陷，其允许偏差项目符合表 16.7.2—2 的要求。

混凝土浇筑质量允许偏差表 16.7.2—2

项次	项 目			允许偏差 (mm)	检验方法
1	轴线位移	柱、墙		8	钢尺检查
		剪力墙		5	
2	截面尺寸			+8 -5	钢尺检查
3	表面平整度			8	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
4	垂直度	层高	≤5m	8	用经纬仪或吊线和钢尺检查
			>5m	10	
		全高（H）		H/1000 且≤30	用经纬仪、钢尺检查
5	预埋件中心线位置位移			10	钢尺检查
6	预埋管、预留孔中心线位置位移			5	
7	预埋螺栓中心线位置位移			5	
8	预留洞中心线位置位移			15	
9	电梯井	井筒长、宽对定位中心线		+25, 0	钢尺检查
		进筒全高（H）垂直度		H/1000 且≤30	经纬仪、钢尺检查

注：检查轴线、中心线位置，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

16.7.3 混凝土结构实体检验

(1) 对涉及混凝土结构安全的重要部位应进行结构实体检验。结构实体检验应在监理工程师(建设单位项目专业技术负责人)见证下，由施工项目技术负责人组织实施。承担结构实体检验的试验室应具有相应的资质。

(2) 对混凝土强度的检验，应以在混凝土浇筑地点制备并与结构实体同条件养护的试件强度为依据。对混凝土强度的检验，也可根据合同的约定，采用非破损或局部破损的检测方法，按国家现行有关标准的规定进行。

混凝土强度检验用同条件养护试件的留置、养护和强度代表值应符合下列规定：

1) 同条件养护试件的留置方式和取样数量，应符合下列要求：

同条件养护试件所对应的结构构件或结构部位，应由监理(建设)、施工等各方共同选定；

对混凝土结构工程中的各混凝土强度等级，均应留置同条件养护试件；

同一强度等级的同条件养护试件，其留置的数量应根据混凝土工程量和重要性确定，不宜少于 10 组，且不应少于 3 组；

同条件养护试件拆模后，应放置在靠近相应结构构件或结构部位的适当位置，并应采取相同的养护方法。

2) 同条件养护试件应在达到等效养护龄期时进行强度试验。等效养护龄期应根据同条件养护试件强度与在标准养护条件下 28d 龄期试件强度相等的原则确定。

3) 同条件自然养护试件的等效养护龄期及相应的试件强度代表值，宜根据当地的气温和养护条件，按下列规定确定：

等效养护龄期可取按日平均温度逐日累计达到 $600^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 时所对应的龄期， 0°C 及以下的龄期不计入；等效养护龄期不应小于 14d，也不宜大于 60d；

同条件养护试件的强度代表值应根据强度试验结果按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》(GBJ107)的规定确定后，乘折算系数取用；折算系数宜取为 1.10，也可根据当地的试验统计结果作适当调整。

4) 冬期施工、人工加热养护的结构构件，其同条件养护试件的等效养护龄期可按结构构件的实际养护条件，由监理(建设)、施工等各方根据 2)款的规定共同确定。

(3) 当同条件养护试件强度的检验结果符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》(GBJ107)的有关规定时，混凝土强度应判为合格。

(4) 当未能取得同条件养护试件强度、同条件养护试件强度被判为不合格时，应委托具有相应资质等级的检测机构按国家有关标准的规定进行检测。

(5) 同条件养护试件的留置组数和养护应符合下列规定：

1) 每层梁、板结构的混凝土，或每一个施工段(划分施工段时)梁、板结构的混凝土，或在同一结构部分每浇筑一次混凝土但不大于 100m^3 的同材料、同配比、同强度的混凝土，应根据需要留设同条件养护试块。

2) 留置组数根据以下用途确定：

- a. 用于检测等效混凝土强度；
- b. 用于检测拆模时的混凝土强度；
- c. 用于检测受冻前混凝土的强度；
- d. 用于检测预应力张拉时的混凝土强度等。

每种功能的试块不少于 1 组。

3) 同条件养护试块应放置在钢筋笼子中，间距 100mm，挂于所代表的混凝土母体结构处，与母体混凝土结构同条件养护。

16.7.4 应注意的质量问题

(1) 蜂窝：原因是混凝土一次下料过厚，振捣不实或漏振，模板有缝隙使水泥浆流失，钢筋较密而混凝土坍落度过小或石子过大，柱、墙根部模板有缝隙，以致混凝土中的砂浆从下部涌出而造成。

(2) 露筋：原因是钢筋垫块位移、间距过大、漏放、钢筋紧贴模板，造成露筋，或梁、板底部振捣不实，也可能出现露筋。

(3) 麻面：拆模过早或模板表面漏刷隔离剂或模板湿润不够，构件表面混凝土易粘附在模板上造成麻面脱皮。

(4) 孔洞：原因是钢筋较密的部位混凝土被卡，未经振捣就继续浇筑上层混凝土。

(5) 缝隙与夹渣层：施工缝处杂物清理不净或未浇底浆等原因，易造成缝隙、夹渣层。

(6) 梁、柱连接处断面尺寸偏差过大，主要原因是柱接头模板刚度差或支此部位模板时未认真控制断面尺寸。

(7) 墙体、柱根部烂根：墙体及柱混凝土浇筑前，先均匀浇筑 5cm 厚砂浆或减石子混凝土。混凝土坍落度要严格控制，防止混凝土离析，底部振捣应认真操作。

(8) 洞口移位变形：浇筑时防止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。模板穿墙螺栓应坚固可靠。

(9) 外砖墙歪闪：外砖内模墙体施工时，砖墙预留洞，用方木，花蓝螺栓将砖墙从外面与大模板拉牢，振捣时振捣棒不碰砖墙。洞口模应有足够刚度。

(10) 墙面、柱面气泡过多：采用高频振捣棒，每层混凝土均要振捣至气泡排除为止。

(11) 混凝土与模板粘连：注意清理模板，拆模不能过早、隔离剂涂刷均匀。

(12) 剪力墙浇筑除按一般原则进行外，还应注意以下几点：

1) 门窗洞口部位应以两侧同时下料，高差不能太大，以防止门窗洞口横向位移，施工时应先浇捣窗台下部，后振捣窗间墙，以防窗台下部出现蜂窝孔洞。

2) 混凝土浇捣过程中，不可随意挪动钢筋，要经常检查钢筋保护层及预埋件的牢固程度和位置的准确性。

(13) 混凝土强度不足或强度不均匀，强度离差大，是常发生的质量问题，是影响结构安全的质量问题。防止这一质量问题需要综合治理，除了在混凝土运输、浇筑、养护等各个环节要严格控制外，在混凝土拌制阶段要特别注意。要控制好各种原材料的质量。要认真执行配合比，严格原材料的配料计量。

(14) 混凝土拌合物和易性差，坍落度不符合要求。造成这类质量问题原因是多方面的。其一水灰比影响最大；第二是石子的级配差，针、片状颗粒含量过多；第三是搅拌时间过短或太长等。解决的办法应从以上三方面着手。

(15) 冬期施工混凝土易发生冻害。解决的办法是认真执行冬施的有关规定，在拌制阶段注意骨料及水的加热温度，保证混凝土的出机温度。要注意水泥、外加剂、混合料的存放保管。水泥应有水泥库，防止雨淋和受潮；出厂超过三个月的水泥应复试。外加剂、混合料要防止受潮和变质，要分规格、品种分别存放，以防止错用。

16.8 成品保护

16.8.1

要保证钢筋和垫块的位置正确，不得踩楼板、楼梯的弯起钢筋，不碰动预埋件和插筋。

16.8.2

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。

16.8.3

已浇筑混凝土要加以保护，必须在混凝土强度达到不掉楞时方准进行拆模操作。

16.8.4

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。

16.8.5

混凝土浇筑、振捣至最后完工时，要保持甩出钢筋的位置正确。

16.8.6

应保护好预留洞口、预埋件及水电预埋管、盒等。

16.9 安全环保措施

16.9.1 安全措施

(1) 混凝土浇筑应检查模板及其支撑得稳固等情况，施工中并严密监视，发现问题应及时加固；施工中不得踩踏模板支撑。

(2) 混凝土搅拌开始前，应对搅拌机及配套机械进行无负荷试运转，检查运转正常，运输道路畅通，然后始可开机工作。

(3) 搅拌机运转时，严禁将锹、耙等工具伸入罐内，必须进罐扒混凝土时，要停机进行。工作完毕，应将拌筒清洗干净。搅拌机应有专用开关箱，并应装有漏电保护器，停机时应拉断电闸，下班时电闸箱应上锁。

(4) 搅拌机上料斗提升后，斗下禁止人员通行。如必须在斗下清渣时，须将升降料斗用保险链条挂牢或用木杠架住，并停机，以免落下伤人。

(5) 采用手推车运输混凝土时，不得争先抢道，装车不应过满；卸车时应有挡车措施，不得用力过猛或撒把，以防车把伤人。

(6) 使用井架提升混凝土时，应设制动安全装置，升降应有明确信号，操作人员未离开提升台时，不得发升降信号。提升台内停放手推车要平稳，车把不得伸出台外，车轮前后应挡牢。

(7) 使用溜槽及串筒下料时，溜槽与串筒必须牢固地固定，人员不得直接站在溜槽帮上操作。

(8) 混凝土浇筑前，应对振动器进行试运转，振动器操作人员应穿胶靴、戴绝缘手套；振动器不能挂在钢筋上，湿手不能接触电源开关。

16.9.2 环境保护措施

(1) 施工中应作好环境保护工作,应根据工程的实际情况识别评价所属工作范围内的环境因素,并建立重要环境因素清单,并将新出现的环境因素以“环境因素调查表”的形式反馈给工程项目负责人。

(2) 工程施工期间应建立“环境因素台账”并将新出现的环境因素及时填写在“环境因素台账”中,施工中做好控制。

(3) 在施工中重点做好以下六方面的控制:向大气的排放;向水体的排放;废弃物的管理;对土地的污染;原材料与自然资源的使用;当地其他环境问题和社区性问题(如噪声、光污染等)。

(4) 混凝土搅拌场地应设置集水坑和沉淀池,并化验污水的排放是否符合标准要求。

(5) 混凝土泵、混凝土罐车噪声排放的控制;施工时应搭设简易棚将其围起来,并要求商品混凝土分包商加强堆混凝土泵得维修保养,加强对其操作工人的培训和教育,保证混凝土泵、混凝土罐车平稳运行。

(6) 混凝土施工时的废弃物应及时清运,保持工完场清。

(7) 现场混凝土搅拌机停放的场所应平坦坚硬,并有良好的排水条件,其场地要求还应符合建筑安全管理规定及国标 GB/T24001—1996 和 ISO14001—1996 的有关规定(包括沉淀池、污水排放、扬尘、施工噪声控制等)。

16.10 质量记录

16.10.1

混凝土墙体、柱结构工程施工质量验收时,应提供下列文件和记录:

- (1) 设计变更文件;
- (2) 混凝土原材料出厂合格证和进场复验报告;
- (3) 混凝土工程施工记录;
- (4) 混凝土试件的性能试验报告;
- (5) 混凝土隐蔽工程验收记录;
- (6) 混凝土分项工程验收记录;
- (7) 混凝土结构实体检验记录;
- (8) 工程的重大质量问题的处理方案和验收记录;
- (9) 其他必要的文件和记录。

16.10.2

混凝土墙体、柱结构工程施工质量验收合格应符合下列规定:

- (1) 有关分项工程施工质量验收合格;
- (2) 应有完整的质量控制资料;
- (3) 观感质量验收合格;
- (4) 结构实体检验结果满足本标准的要求。

16.10.3

当混凝土结构施工质量不符合要求时，应按下列规定进行处理：

- (1) 经返工、返修或更换构件、部件的检验批，应重新进行验收；
- (2) 经有资质的检测单位检测鉴定达到设计要求的检验批，应予以验收；
- (3) 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算并确认仍可满足结构安全和使用功能的检验批，可予以验收；
- (4) 经返修或加固处理能够满足结构安全使用要求的分项工程，可根据技术处理方案和协商文件进行验收。

16.10.4

混凝土结构工程子分部工程施工质量验收合格后，应将所有的验收文件存档备案。

17 多功能爬架施工工艺标准

17.1 总则

17.1.1 适用范围

本标准适用于剪力墙、框架、框剪、筒体等各种不同结构形式的高层、超高层建筑、构筑物的结构与外装修(包括悬挑大阳台、圆弧等)的施工。

本标准依据中建六局二公司国力牌多功能爬架的特点编制,采用非本类型爬架时可参照本标准尚需依据各自特点做出补充规定。

17.1.2 编制参考标准及规范

《建筑施工附着升降脚手架管理暂行规定》(建建[2000]230号);

《建筑施工安全检查标准》(JGJ59—99);

《普通碳素钢技术条件》(GB700—88);

《可锻铸分类及技术条件》(GB978—67)。

17.1.3 特点

- (1) 使用钢材数量少,节约资源。
- (2) 爬升速度快,每跨架体爬升一层约需 20~30min。
- (3) 拆装方便。
- (4) 安全可靠,设有防坠,防倾装置。(
- (5) 经济效益显著。
- (6) 操作工人少,仅需 4~6 人即可操作。

17.2 术语

17.2.1 主框架

由上、中、下三节拼装组成的定型刚性结构(导轨:与主框架一体,构成主框架的一个主肢)。

17.2.2 底部支撑桁架

由脚手管和方钢(钢板)通过螺栓连接而成的标准件。

17.2.3 架体板

由大横杆、小横杆、立杆、剪刀撑、扣件等组成。

17.2.4 附着支撑结构

由固定支座、滑动支座和防倾支座组成，保证架体与建筑结构主体在升降过程和正常使用工况下多点连接固定，是架体承重和防倾的主要构件。

17.2.5 液压升降系统

通过电动机驱动液压泵，将电能转换为液压能，再经控制阀驱动液压千斤顶转变成机械能驱动负载，使爬架完成一个工作环节，液压泵单手柄控制操作，每个千斤顶额定起重量为 5t、8t。

17.3 基本规定

多功能爬架的设计、组装、使用与拆除均需符合相关标准规定。

多功能爬架的设计应与使用方及工程监理结合。设计图纸、使用规程、施工细则应同时报使用方和监理批准后实施，且应贯彻定期围护，班前检查制度。

17.4 施工准备

17.4.1 技术准备

(1) 依据建筑结构施工图进行多功能爬架的二次设计，绘制爬架平面布置图、立面预留孔图、以及需特殊处理部位的施工示意图。

(2) 凡参与施工的操作工人、技术管理和质量管理人员，均必须参加技术培训，然后经考核合格后持证上岗。

(3) 做好爬架搭设前的技术交底工作。

17.4.2 材料准备

(1) 品种规格：根据爬架二次设计进行材料预算及设备统计，采购设备及爬架加工所需的各种规格材料等。

(2) 质量要求：材料材质必须满足《普通碳素钢技术条件》(GB700—88)、《可锻铸分类及技术条件》(GB978—67)的要求。

17.4.3 主要机具

(1) 配备额定功率不小于 180kW 的液压泵两台。

(2) 液压缸四个。

- (3) 与液压泵配套的高压软管。
- (4) 专用配电箱。
- (5) 扳手和手拉葫芦。

17.4.4 作业条件

- (1) 爬架的软件资料如爬架出厂合格证、施工组织设计、安全技术规程、各种技术交底、升降前及升降后安全检查记录等应齐备。
- (2) 根据本项目爬架需用量的多少，现场需提供相应的爬架堆放场地以及爬架另配件堆放仓库。
- (3) 爬架搭设层的结构混凝土强度等级应 $\geq$ C10。
- (4) 根据爬架施工规范及国力牌多功能爬架施工组织设计要提供爬架搭设所需的操作平台。
- (5) 爬架施工所需电源到位。
- (6) 根据爬架平面布置图和立面预留孔图检查预留孔是否符合要求。

17.4.5 劳动组织

整个工程的架体升降操作人员，设置 1 名组长，5 名操作工人。

- (1) 组长 1 人：负责升降过程的监控和指导工作，下达升降指令。
- (2) 液压缸操作 2 人：负责操作液压泵进行顶升，固定液压缸及顶块锁销。
- (3) 清理障碍 1 人：解开及恢复安全网。
- (4) 拆装支座 2 人：提升前松开穿墙螺栓，提升后紧固穿墙螺栓，检查螺栓是否有损坏。

17.5 材料和质量要点

17.5.1 材料的关键要求

其材质必须满足《普通碳素钢技术条件》(GB700—88)、《可锻铸分类及技术条件》(GB978—67)的要求。

17.5.2 技术关键要求

爬架平面布置合理，棉数少，异形少，无漏空、便于操作。

17.5.3 质量关键要求

主框架加工组装满足规范要求；现场施工时预留孔位置准确；升降过程中的动态管理要满足规范、施工组织设计以及安全技术规程的要求。

17.5.4 职业健康安全关键要求

- (1) 施工人员必须按要求进行培训，考试合格后持证上岗。

(2) 有大于等于五级风时，必须及时对爬架进行加固。

(3) 在大于等于五级风或停工一段时间后必须对爬架进行全面检查，如发现钢构件锈蚀严重、卡扣松脱等异常情况，要及时维修后方可使用。

(4) 现场需储备充足的加固备品，以应急需。

(5) 爬架雨季施工应有防雷接地装置并按相关规定安装。

(6) 其他未尽之处，必须严格按《建筑施工附着升降脚手架管理暂行规定》(建建[2000]230号)、《建筑施工安全检查标准》(JGJ59—99)、国力牌多功能爬架施工组织设计、国力牌多功能爬架安全技术规程和地方规范、标准的要求进行施工。

17.5.5 环境关键要求

各榀爬架规格一致，外挂安全网严密，色泽一致。架上杂物及时清理，并采用袋装运至垃圾站，不准随意扬弃。

17.6 施工工艺

17.6.1 工艺流程

(1) 工艺原理：多功能爬架是通过支撑体系(支座)附着在工程结构上依靠自身的升降设备实现升降的悬空脚手架，即沿建筑物外侧搭设一定高度的外脚手架，并将其附着在建筑物上，脚手架带有升降机构和升降动力设备，随着工程的进展脚手架沿建筑物升降。

(2) 工艺流程：分为两个流程，一个是架体安装流程，一个是架体爬升流程。

1) 爬架组装施工工艺流程图，见图 17.6.1—1。

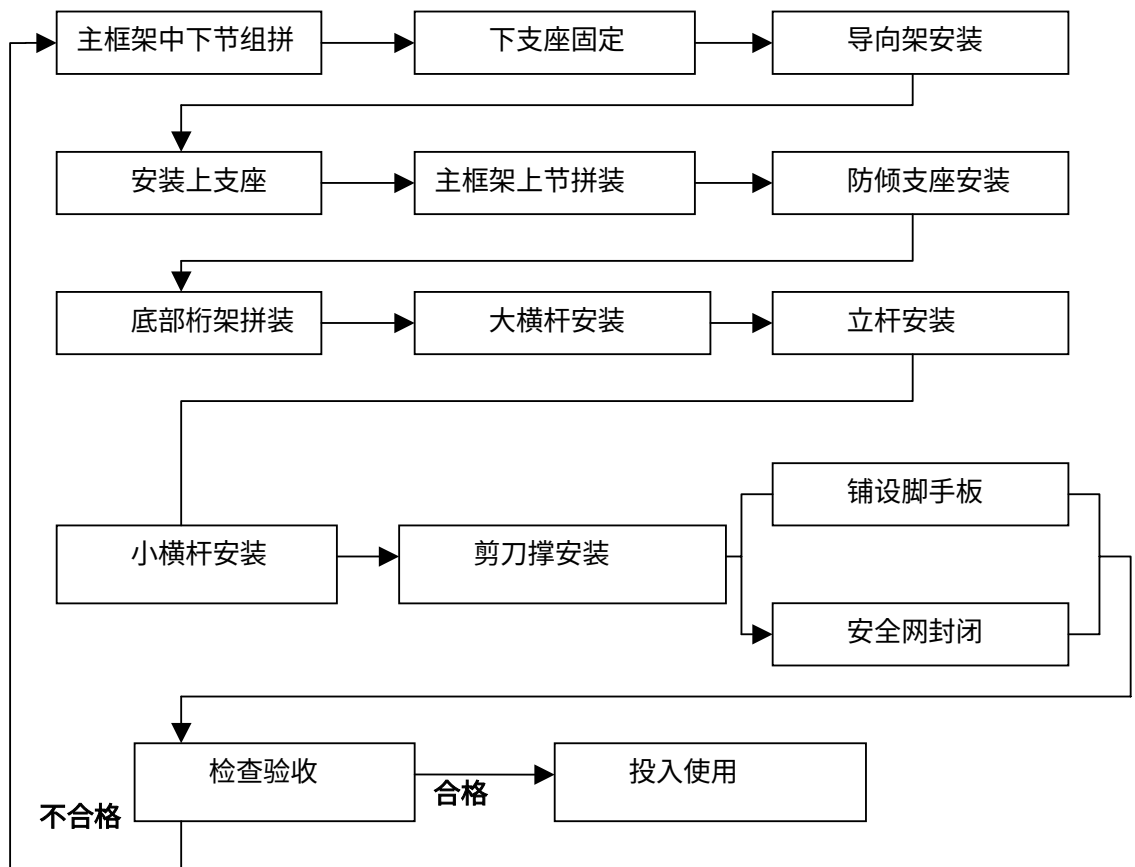


图 17.6.1-1 爬架安装施工工艺流程图

2)爬架升降施工工艺流程图，见图 17.6.1-2。

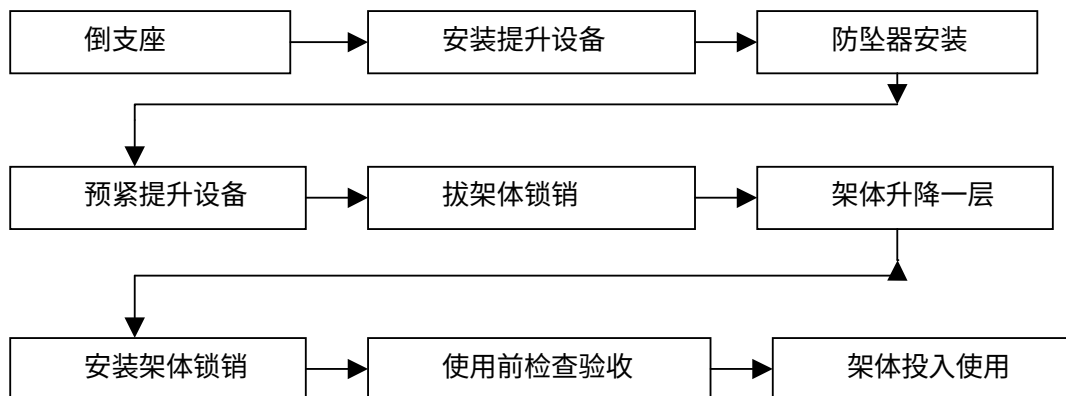


图 17.6.1—2 爬架升降施工工艺流程图

17.6.2 操作工艺

(1) 组装操作要点

1) 组装主框架：主框架分上、中、下三节。用垫木将三节垫平，穿好螺栓、垫圈并紧固所有螺栓，拼接时把每两节之间的导轨(主框架内肢)及方钢(主框架外肢找正对齐)。

2) 把导向装置从主框架上的导轨滑进直至中节，导向架的辊轮及轴要加润滑油，辊轮轴要加平垫，弹垫，并紧固。

3) 把下支座固定在下节相应连接位置上，并紧固。

4) 把上支座固定在相应位置，保证上、下支座间距约为标准层层高。

5) 用 8 号铅丝临时固定上支座，保证上、下支座间距约为标准层层高。

6) 主框架对接、组装完毕后，检查是否合格，上、中、下三节各连接部位的主肢要对齐，不能错位；各处螺栓均必须达到厂家要求的扭紧力矩(M16 螺栓为 $40\sim 50\text{kN}\cdot\text{m}$ ；T38 螺栓为 $700\sim 800\text{kN}\cdot\text{m}$)。

7) 用起重设备把拼装好的单樑主框架吊起，吊点放在上部 $1/3$ 位置上。

8) 把上支座安装固定在二层的预留孔位置上，用专用 T 型螺栓及专用平垫紧固。

9) 把下支座安装在首层的预留孔位置上。

10) 调整主框架的垂直度，要求上、下两层的预留孔左右偏差不大于 20mm。

11) 脚手架架体搭设采用中 $\Phi 48\times 3.5\text{mm}$ 钢管，其化学成分及机械性能应符合《普通碳素钢技术条件》(GB700—88)的规定。不得使用变形及锈蚀严重的钢管，扣件应符合《可锻铸分类及技术条件》(GB978—67)的规定。

12) 立杆纵距小于 1.5m，相邻立杆接头不得在同一步架内；外侧大横杆步距 900mm，内侧大横杆步距 1800mm，上下横杆接头布置不应在同一立杆纵距内；最下层大横杆搭设时应起拱 $30\sim 50\text{mm}$ ，小横杆贴近立杆布置，搭于大横杆之上，外侧伸出立杆 100mm，内侧伸出立杆根据架体与建筑间距离而定，但不小于 100mm。架体内侧应搭设一道剪刀撑，剪刀撑应与所有立杆进行连接。

13) 脚手板最多可铺设三层、最下层脚手板距离外墙不超过 100mm。或用上翻板封闭。

14) 架体底部桁架下部与墙体之间在水平向设置翻板进行封闭；架体底部应有大眼网和密眼网兜底并封闭；架体外侧应有密眼网进行封闭式围护。

15) 架体搭设完毕应立即组织有关部门进行验收，验收合格后方可投入使用。

(2) 升降操作要点

1) 升降装置的操作步骤：

将泵站放置到与油缸同一标准层→安装油缸→接好高压软管→接通电源(380V)→开动泵站(检查电机转向)→扳动控制手柄油缸空程试验(不加载)→安装活塞杆锁销→升降架体。

2) 提升上支座：以主框架上部的挂点为吊点，使用 $1\sim 1.5\text{t}$ 的手拉葫芦把上支座从第二层升到第三层，当上支座固定位置的混凝土强度达到 C15 以上时即可对架体进行提升。

3) 爬架升降前应由安全、技术人员对操作人员进行技术交底，责任落实到位，并记录签字。

4) 各操作人员按分工清除架体上的活荷载、杂物、与建筑的连接物、障碍物。安装液压升降装置，接通电源，空载试验，准备专用扳手、手锤、千斤顶、撬棍等。

5) 安装顶块锁销，调整油缸活塞上下动作，用顶块锁销把升降顶块固定在导轨内侧相应的孔内。然后顶升液压缸使架体自重作用在油缸上，靠油缸的安全锁把油缸锁住。在导轨相应的孔内插上防坠销，然后拆除下支座的固定螺栓，将下支座旋转 90° 附着在架体上，拔下架体销

即可顶升液压缸，每升降一个行程均将架体锁销插入相应的孔内将爬架架体固定。然后收缸，再升降直至升降完毕。

6) 每次升降到位后，均必须严格检查螺栓是否按扭矩拧紧到位，是否漏装螺栓，安全网及各杆件是否恢复，每跨均要认真检查，并做好记录，合格后方可投入使用。

(3) 爬架使用注意事项

1) 爬架在使用状态下，施工荷载为不大于 $3\text{kN}/\text{m}^2 \times 2$ 或 $2\text{kN}/\text{m}^3 \times 3$ 。

2) 爬架在升降状态下，施工荷载为 $0.5\text{kN}/\text{m}^2$ 。

3) 爬架不得超载使用，不得加放体积小而重量大的集中荷载。

4) 爬架只能作为操作架，不得作为外墙模板的支撑架。

5) 严禁任意拆除脚手架部件和穿墙螺栓；起吊构件时严禁碰撞或扯动脚手架；不得在架体上拉结吊装缆绳；不得在脚手架上安装卸料平台等。

(4) 爬架的检查、维修与保养

1) 施工期间每次浇筑混凝土后，必须将导向架表面的杂物、落混凝土及时清理干净，以便导轮自由上下。

2) 施工期间，定期对架体及爬架螺栓进行检查，如发现螺栓脱扣及架体变形现象，应及时处理。

3) 每次升降、使用前都必须对穿墙螺栓进行严格检查，如发现裂纹或其他损坏现象，要及时更换。

4) 穿墙螺栓正常使用 100 次或严重损坏者，应立即进行更换。

5) 每次升降结束后，液压升降装置应立即拆除并妥善保管。

(5) 爬架拆除

1) 拆除前要对操作人员进行安全技术交底。

2) 现场设总指挥，明确各岗位的分工，协调指挥。

3) 清理架体上的杂物，垃圾、障碍物。

4) 作业人员要戴好安全帽，系好安全带，并在拆除区域设立标志，划出警戒线，有安检员巡视，无关人员不得进入拆除区。

5) 由上至下顺序拆除横杆、立杆及斜杆，严禁上、下交叉拆除。

6) 拆除主框架前先用起重设备对主框架进行预紧，防止穿墙螺栓松开时主框架下坠。

7) 用铁丝将上支座与主框架相对固定，防止穿墙螺栓松开时上支座下坠，然后拆除所有穿墙螺栓，将主框架吊至地面。

17.7 质量标准

17.7.1 主控项目

国力牌多功能爬架的设计与施工必须符合《建筑施工附着升降脚手架管理暂行规定》(建建〔2000〕230号)和《建筑施工安全检查标准》(JGJ59—99)的要求：

- (1) 脚手架立柱要垂直，大、小横杆要平整。
- (2) 各种连接扣件必须扣接牢固，防止杆件打滑。
- (3) 相邻两立柱的接头必须错开，不得在同一步距内。
- (4) 里、外、上、下相邻的两根大横杆的接头必须错开，不得集中在一组立柱之间。
- (5) 剪刀撑的搭设必须符合相应规范要求。
- (6) 爬架的主框架、底部桁架、支座等的垂直度、水平度必须符合建设部建建(2000)230号文《建筑施工附着升降脚手架管理暂行规定》和《建筑施工安全检查标准》(JGJ59—99)的要求。

17.7.2 一般项目

- (1) 所有主框架的焊缝均需做外观检查，合格后方可使用。
- (2) 穿墙螺栓要逐个检查，有裂纹、破损现象的不得使用。
- (3) 主框架与支座之间的连接螺栓要逐个检查，不得使用有缺陷的螺栓。
- (4) 所有进场材料均需有厂家的出厂合格证。
- (5) 组装架体时要严格按操作要求执行。

17.8 成品保护

多功能爬架的构、配件在运输、使用、堆放过程中，严禁抛砸、重力磕碰，堆放时严禁受潮锈蚀。

17.9 安全环保措施

17.9.1

爬架投入使用前，严格按《建筑施工安全检查标准》(JGJ59—99)经各方验收，合格后方可投入使用。

17.9.2

液压升降机在油路中装有双向锁，可以保证液压缸在工作过程中，如遇任何意外情况发生，自锁能力可达 12t 以上，完全可防止液压缸下滑，不会因突然断电、断油或其他情况而发生危险。

17.9.3

液压升降机装有限载保护装置，可以根据架体自重设定液压缸的工作顶升重量，超载时，液压缸就会停止工作，可避免因强行提升而造成架体损坏和发生事故。

17.9.4

在正常工作状态下，爬架使用两组(6根)T38的穿墙螺栓与建筑物固定，而起到防坠和防倾的作用。

17.9.5

在下雨、雪天及六级以上大风，视线不清，及没进行升降检查时不进行升降，分工责任不明确时不升降。

17.9.6

脚手架升降时不准有施工荷载。

17.9.7

超负荷和严重不同步时不准升降。

17.9.8

安全装置(液压控制柜及开闸)失灵时不准升降。

17.9.9

爬架每升降一层，由专职安全员全面检查一次，提升系统每次提升前按要求检查一次。如有异常情况须及时处理。

17.9.10

液压泵及液压缸应每层检查一次，按《爬架液压系统使用说明书》进行维修及保养。

17.10 质量记录

- (1) 各种钢材原材料质量证明文件及复试报告。
- (2) 自检、互检、交接检记录。
- (3) 多功能爬架出厂合格证。
- (4) 多功能爬架的施工组织设计。
- (5) 多功能爬架的安全技术过程。
- (6) 多功能爬架的设计计算书。
- (7) 多功能爬架在特殊部位(如悬挑大阳台、板、施工电梯及塔吊等)的设计计算书。
- (8) 多功能爬架构、配件进场验收记录。
- (9) 多功能爬架搭设完毕后(交付使用前)的验收记录。
- (10) 多功能爬架施工操作人员的培训、考试记录。
- (11) 各个工种施工操作人员的上岗证。

(12) 多功能爬架搭设前的安全技术交底。

(13) 多功能爬架升降前(后)的检查记录。

18 底板大体积混凝土施工工艺标准

18.1 总则

18.1.1 适用范围

本工艺标准适用于建筑工程底板大体积混凝土和大体积防水混凝土的施工。不适用于环境温度高于 80℃；侵蚀性介质对混凝土构成危害以及建筑结构其他部位大体积混凝土的施工。

18.1.2 规范与标准

《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB50300—2001)；
《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)；
《地下防水工程质量验收规范》(GB50208—2002)；
《地下防水工程技术规范》(GB50108—2001)；
《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB50325—2001)；
《建筑工程冬期施工规程》(JGJ104—97)；
《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3—2002)；
《块体基础大体积混凝土施工技术规程》(YBJ224—91)；
《泵送混凝土施工技术规程》(JGJ/T10—95)；
《预拌混凝土》(GB14902—92)；
《混凝土结构设计规范》(GB50010)。

18.2 术语

18.2.1 大体积混凝土

最小断面任何一个方向尺寸大于 0.8m 以上的混凝土结构，其尺寸已大到必须采取相应的技术措施降低其温差，控制温度应力与裂缝开展的混凝土。

18.2.2 补偿收缩混凝土

以膨胀剂取代部份水泥或采用膨胀水泥拌制的具有膨胀性能的用于补偿混凝土收缩变形、减少无害裂缝或消除有害裂缝的混凝土。

18.2.3 基准混凝土

与掺有掺合料、外加剂混凝土相对应的，目的在于与不含某种掺合料、外加剂相对比而拌制的不含该种掺合料、外加剂的混凝土。

18.2.4 预拌混凝土

相对现场搅拌而言，在具有严格管理，设备完善的专业搅拌站，实行工厂化生产的混凝土，又称商品混凝土。

18.2.5 后浇带

整体结构中，只在施工期间保留的，为减少温度收缩与不均匀沉降而设置的临时性的变形缝。

18.2.6 加强带

分块施工改连续整体浇筑混凝土，原伸缩缝、后浇带、施工缝被大膨胀率混凝土取代部分或整体施工原设计需增加混凝土膨胀率的部分。

18.2.7 混凝土的龄期

自浇筑混凝土时起算所经历的日期。

18.2.8 后期强度

指定超过 28d 龄期(例如 60d, 90d)混凝土的抗压强度。该值不低于设计强度 f_{28} 即认为满足设计要求。

18.3 基本规定

18.3.1

大体积混凝土的施工与验收应符合本标准的规定；尚应符合相关规范、标准的规定。

18.3.2

大体积混凝土工程施工前应加强业主、监理、设计与施工四方的交流与合作，共同选择确定最优设计与施工方案。

18.3.3

大体积混凝土施工前，施工单位应编制体现技术先进、可行、可确保工程质量且经济的施工方案报施工监理批准后实施。

施工设计应对混凝土在施工过程中混凝土的温度和最后的收缩应力进行双控计算，采取有效的技术措施控制有害裂缝的产生。

18.3.4

混凝土的强度，抗渗等级和裂缝控制必须符合设计要求。

18.3.5

大体积混凝土使用的各种原材、掺合料、外加剂均应具有产品合格证书和性能检验报告；其品种、规格、性能必须符合现行国家产品标准和地方建设主管部门颁发的相关规定，同时应符合施工设计的规定。

18.3.6

当日平均气温低于-15℃时不适宜进行大体积混凝土的施工；必须施工时要对原材的加热，混凝土搅拌、运输的保温，浇筑环境的升温以及混凝土的养护制订严密的冬施方案。

18.3.7

施工单位应建立完善的质量保证体系和贯彻执行严格的管理制度；明确质量目标；制订有效的技术措施；实施技术交底及各工序的自检、专检和交接检查。

18.3.8

承担配合比设计和试配的试验室应具有相应资质。

18.4 施工准备

18.4.1 技术准备

(1) 准备工作

1) 熟悉图纸，与设计沟通：

①了解混凝土的类型、强度、抗渗等级和允许利用后期强度的龄期。

②了解底板的平面尺寸、各部位厚度、设计预留的结构缝和后浇带或加强带的位置、构造和技术要求。

③了解消除或减少混凝土变形外约束所采取的措施和超长结构一次施工或分块施工所采取的措施。

④了解使用条件对混凝土结构的特殊要求和采取的措施。

⑤在可能的情况下，争取降低大体积混凝土的设计强度等级。

2) 依据施工合同和施工条件与业主、监理沟通：

①采用预拌混凝土施工在交通管制方面提供连续施工可能性时，才能满足大方量一次浇筑的要求。否则，则宜分块施工。

②采用现场搅拌混凝土时，业主应提供足够的施工场地以满足设置混凝土搅拌站和料场的需要，同时尚应提供足够的能源或设置发电设备设施。

③施工部门为保证工程质量建议采取的技术措施应报告监理，并通过监理取得设计单位和业主的同意。

(2) 混凝土配合比的设计与试配

1) 委托设计需提供的条件包括混凝土的类型、指定龄期混凝土的强度、抗渗等级、混凝土场内外输送方式与耗时、混凝土的浇筑坍落度、施工期平均气温、混凝土的入模温度及其他要求。委托单位尚应提供混凝土试配所需原材。

2) 混凝土配合比设计除必须满足上述各条件的要求外应尽可能降低混凝土的干缩与温差收缩。

①混凝土配合比试验报告需提供混凝土的初、终凝时间, 附按预定程序施工的坍落度损失和坍落度现场调整方法, 普通混凝土 7d、28d 的实测收缩率, 所选用外加剂的种类和技术要求。

②对补偿收缩混凝土尚应按 BGJ119 的试验方法提供本试验室的, 试块在水中养护 14d 的限制膨胀率, 该值应大于 0.015%(结构厚在 1m 以下)或 0.02%(结构厚在 1mm 以上); 一般底板混凝土的限制膨胀率以 0.02%~0.025%, 加强带、后浇缝以 0.035%~0.045%为宜; 6 个月混凝土干缩率不大于 0.045%。

③混凝土的试配强度以依后期强度换算的 28d 强度为准。对补偿收缩混凝土, 若以 7d 强度推算换算的 28d 强度则应以限制膨胀试块的 7d 强度为依据。

3) 混凝土配合比设计的基本要求:

①混凝土配合比按设计抗渗水压加 0.2MPa 控制, 储备不可过高。

②在保证混凝土强度和抗渗性能的条件下应尽可能填加掺合料, 粉煤灰应不低于二级, 其掺量不宜大于 20%, 硅粉掺量不应大于 3%。当有充分根据时掺合料的掺量可适当调高。

③送达现场混凝土的坍落度: 泵送宜为 80~140mm, 其他方式输送宜为 60~120mm, 坍落度允许偏差 $\pm 15\text{mm}$, 到达现场前坍落度损失不应大于 30mm/h , 总损失不应大于 60mm。

④混凝土最小水泥量不低于 300kg/m^3 , 掺活性粉料或用于补偿收缩混凝土的水泥用量不少于 280kg/m^3 。

⑤根据水泥品种, 施工条件和结构使用条件选择化学外加剂。

⑥水灰比宜控制在 0.45~0.5 之间, 最高不超过 0.55; 用水量宜在 170kg/m^3 左右; 用于补偿收缩混凝土用水量在 180kg/m^3 左右。

⑦粗骨料适宜含量 $\leq \text{C30}$ 为 $1150\sim 1200\text{kg/m}^3$;

$>\text{C35}$ 为 $1050\sim 1150\text{kg/m}^3$ 。

⑧砂率宜控制在 35%~45%, 灰砂比宜为 1:2~1:2.5。

⑨混凝土中总含碱量使用碱活性骨料时限制在 3kg/m^3 以下。

⑩混凝土中氯离子总含量不得大于水泥用量的 0.3%, 当结构使用年限为 100 年时为 0.06%。

⑪混凝土的初凝应控制在 6~8h 之间, 混凝土终凝时间应在初凝后 2~3h。

⑫缓凝剂用量不可过高, 尤其是在补偿混凝土中应严格限量以防减少膨胀率。

⑬膨胀剂取代水泥量应按结构设计和施工设计所要求的限制膨胀率及产品说明书并经试验确定; 其取代水泥量必须充足以满足膨胀率的要求。

4) 混凝土配合比设计应遵循下列规程标准的技术规定:

《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ55);

《混凝土强度检验评定标准》(GBJ107—87);

《混凝土质量控制标准》(GB50164)；

《粉煤灰混凝土应用技术规程》(GBJ146)；

《混凝土外加剂应用技术规范》(GB50119)。

(3) 施工方案编制要点

1) 施工方案的主要内容^⑪

①工程概况：建筑结构和大体积混凝土的特点——平面尺寸与划分、底板厚度、强度、抗渗等级等；

②温度与应力计算：大体积混凝土施工必须进行混凝土绝热温升和外约束条件下的综合温差与应力的计算；对混凝土入模温度、原材料温度调整，保温隔热与养护，温度测量；温度控制、降温速率提出明确要求；

③原材选择：配合比设计与试配；

④混凝土的供应搅拌：运输与浇筑；

⑤保证质量、安全、消防、环保、环卫的措施，

2) 技术要点

①混凝土供应：

a.大体积混凝土必须在设施完善严格管理的强制式搅拌站拌制。

b.预拌混凝土搅拌站，必须具有相应资质，并应选择备用搅拌站。

c.对预拌混凝土搅拌站所使用的膨胀剂，施工单位或工程监理应派驻专人监督其质量、数量和投料计量；最后复核掺入量应符合要求。

d.混凝土浇筑温度宜控制在 25℃以内，依照运输情况计算混凝土的出厂温度和对原材料的温度要求。

e.原材料温度调整方案的选择：当气温高于 30℃时应采用冷却法降温，当气温低于 5℃时应采用加热法升温。

f.原材料降温应依次选用：

水：加冰屑降温或用制冷机提供低温水；

骨料：料场搭棚防烈日暴晒，或水淋或浸水降温；

水泥和掺合料：贮罐设隔热罩或淋水降温，袋装粉料提前存放于通风库房内降温。

g.罐车：盛夏施工应淋水降温，低温施工应加保温罩。

h.混凝土输送车辆计算：

$$n=(Q_m/60V)[(60L/S)+T] \quad (18.4.1-1)$$

式中 n ——混凝土罐车台数；

Q_m ——罐车计划每小时输送量(m^3/h)；

$$Q_m=Q_{m18}\mu$$

Q_{m18} ——罐车额定输送量(m^3/h)；

μ ——混凝土泵的效率系数，底板取 0.43；

V——罐车额定容量(m³)；

L——罐车往返一次行程(km)；

S——平均车速(一般为 30km/h)；

T——一个运行周期总停歇时间(min)，该值包括装卸料、停歇、冲洗等耗时。

②底板混凝土施工的流水作业；

a.底板分块施工时，每段工程量按可保证连续施工的混凝土供应能力和预期工期确定。

b.流水段划分应体现均衡施工的原则。

c.流水段的划分应与设计的结构缝和后浇带相一致，必要时不再增加施工缝。

d.施工流水段长度不宜超过 40m。采用补偿收缩混凝土不宜超过 60m，混凝土宜跳仓浇筑。

e.在取得设计部门同意时，宜以加强带取代后浇带，加强带间距 30~40m，加强带的宽度宜为 2~3m。

f.超长、超宽一次浇筑混凝土可分条划分区域，各区同向同时相互搭接连续施工。

g.采用补偿收缩混凝土无缝施工的超长底板，每 60m 应设加强带一道。

h.加强带衔接面两侧先后浇筑混凝土的间隔时间不应大于 2h。

③混凝土的场内运输和布料：

a.预拌混凝土的卸料点至浇筑处；现场搅拌站自搅拌机至浇筑处均应使用混凝土泵输送混凝土和布料。

b.混凝土泵的位置应邻近浇筑地点且便于罐车行走、错车、喂料和退管施工。

c.混凝土泵管配置应最短，且少设弯头，混凝土出口端应装布料软管。

d.施工方案应绘制泵及泵管布置图和泵管支架构造图。

e.混凝土泵的需要数量与选型应通过计算确定：

$$N : Q_h / Q_{m18} \mu \quad (18.4.1-2)$$

式中 N——混凝土泵台数；

Q_h ——每小时计划混凝土浇筑量(m³/h)；

Q_{m18} ——所选泵的额定输送量(m³/h)；

μ ——混凝土泵的效率系数，底板取 0.43。

f.沿基坑周边的底板浇筑可辅以溜槽输送混凝土，溜槽需设受料台(斗)，溜槽与边坡处垂线夹角不宜小于 45°。

g.底板周边的混凝土也可使用汽车泵布料。

④混凝土的浇筑：

a.底板混凝土的浇筑方法：

厚 1.0m 以内宜采用平推浇筑法：同一坡度，薄层循序推进依次浇筑到顶。

厚 1.0m 以上宜分层浇筑，在每一浇筑层采用平推浇筑法。

厚度超过 2m 时应考虑留置水平施工缝，间断施工。

b.有可能时应避开高温时间浇筑混凝土。

⑤混凝土硬化期的温度控制：

a.温控方案选择：当气温高于 30°C 以上可采用预埋冷水管降温法；或蓄水法施工；

当气温低于 30°C 以下常温应优先采用保温法施工；

当气温低于 -15°C 时应采取特殊温控法施工。

b.蓄水养护应进行周边围挡与分隔，并设供排水和水温调节装备。

c.必要时可采用混凝土内部埋管冷水降温与蓄热结合或与蓄水结合的养护法。

d.大体积混凝土的保温养护方案应详示结构底板上表面和侧模的保温方式，材料，构造和厚度。

e.烈日下施工应采取防晒措施；深基坑空气流通不良环境宜采取送风措施。

f.玻璃温度计测温：每个测温点位由不少于三根间距各为 100mm 呈三角形布置，分别埋于距板底 200mm，板中间距 500~1000mm 及距混凝土表面 100mm 处的测温管构成。测温点位间距不大于 6m，测温管可使用水管或铁皮卷焊管，下端封闭，上端开口，管口高于保温层 50~100mm。

g.电子测温仪测温：建议使用用途广、精度高、直观、操作简单、便于携带的半导体传感盛，建筑电子测温仪测温。

每一测温点位传感器由距离板底 200mm，板中间距 500~1000mm，距板表面 50mm 各测温点构成。各传感器分别附着于 $\Phi 16$ 圆钢支架上。各测温点位间距不大于 6m。

h.不宜采用热电阻温度计测温，也不推荐热电偶测温。

18.4.2 材料选择

(1) 水泥

1) 应优先选用铝酸三钙含量较低，水化游离氧化钙、氧仁镁和二氧化硫尽可能低的低收缩水泥。

2) 应优先选用低、中热水泥；尽可能不使用高强度高细度的水泥。利用后期强度的混凝土，不得使用低热微膨胀水泥。

3) 对不同品种水泥用量及总的水化热应进行估算；当矿渣水泥或其他低热水泥与普通硅酸盐水泥掺入粉煤灰后的水化热总值差异较大时应选用矿渣水泥；无大差异时，则应选用普通硅酸盐水泥而不采用干缩较大的矿渣水泥。

4) 不准使用早强水泥和含有氯化物的水泥。

5) 非盛夏施工应优先选用普通硅酸盐水泥。

6) 补偿收缩混凝土加硫铝酸钙类(明矾石膨胀剂除外)膨胀剂时应选用硅酸盐或普通硅酸盐水泥；其他类水泥应通过试验确定。明矾石膨胀剂可用于普通硅酸盐或矿渣水泥，其他类水泥也需试验。

7) 水泥的含碱量($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)应小于 0.6%，尽可能选用含碱量不大于 0.4%的水泥。

8) 混凝土受侵蚀性介质作用时应使用适应介质性质的水泥。

9) 进场水泥和出厂时间超过三个月或怀疑变质的水泥应作复试检验并合格。

10) 用于大体积混凝土的水泥应进行水化热检验；其 7d 水化热不宜大于 250KJ/kg·K 当混凝土中掺有活性粉料或膨胀剂时应按相应比例测定 7d28d 的综合水化热值。

11) 使用的水泥应符合现行国家标准：

《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB175)；

《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥和粉煤灰质硅酸盐水泥》(GB1344)；

其他水泥的性能指标必须符合有关标准。

12) 水化热测定标准为：

《水化热试验方法(直接法)》(GB2022)。

(2) 粗骨料

1) 应选用结构致密强度高不含活性二氧化硅的骨料；石子骨料不宜用砂岩，不得含有蛋白石凝灰岩等遇水明显降低强度的石子。其压碎指标应低于 16%。

2) 粗骨料应尽可能选择大粒径，但最大不得超过钢筋净距的 3/4；当使用泵送混凝土时应符合表 18.4.2 要求。

混凝土泵允许骨料粒径

表 18.4.2

混凝土管直径 (mm)	最大粒径 (mm)	
	卵石	碎石
125	40	30
150	50	40
180	70	60
200	80	70
280	100	100

3) 石子粒径：C30 以下可选 5~40mm 的卵石，尽可能选用碎石；

C30~C50 可选 5~31.5mm 的碎石或碎卵石。

4) 石子应连续级配，以 5~10mm 含量稍低为佳，针、片状粒含量应≤15%。

5) 含泥量不得大于 1%，泥块含量不得大于 0.25%。

6) 粗骨料应符合相关规范的技术要求：

普通粗骨料：《普通混凝土使用碎石或卵石质量标准及检验方法》(JGJ53)；

高炉矿渣碎石：《混凝土用高炉渣碎石技术条件》含粉量(粒径小于 0.08mm)不大于 1.5%。

(3) 细骨料

1) 应优先选用中、粗砂，其粉粒含量通过筛孔 0.315mm 不小于 15%；对泵送混凝土尚应通过 0.16mm 筛孔量不小于 5%为宜。

2) 不宜使用细砂。

3) 砂的 SO₃ 含量应<1%。

4) 砂的含泥量应不大于 3%，泥块含量不大于 0.5%。

5) 使用海砂时,应测定其氯含量,氯离子总量(以干砂重量的酸比计)不应大于 0.06%。

6) 使用天然砂或岩石破碎筛分的产品均应符合《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》(JGJ52—92)的规定。

(4) 水

1) 使用混凝土设备洗刷水拌制混凝土时只可部分利用并应考虑该水中所含水泥和外加剂对拌合物的影响,其中氯化物含量不得大于 1200mg/L,硫酸盐含量不得大于 2700mg/L。

2) 拌合用水应洁净,质量需符合《混凝土拌合用水标准》(JGJ63)的要求。

(5) 掺合料

1) 粉煤灰:

①粉煤灰不应低于Ⅱ级,以球状颗粒为佳;

②粉煤灰的 SO_3 含量不应大于 3%;

③粉煤灰应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB1596—91)。

2) 使用其他种掺合料应遵照相应标准规定。

3) 掺合料供应厂商应提供掺合料水化热曲线。

(6) 膨胀剂

1) 地下工程允许使用硫铝酸钙类膨胀剂,不允许使用氧化钙类膨胀剂(氧化钙—硫铝酸钙)。

2) 膨胀剂的含碱量不应大于 0.75%,使用明矾石膨胀剂尤应严格限制。

3) 膨胀剂应选用一等品,膨胀剂供应商应提供不同龄期膨胀率变化曲线。使用膨胀剂的混凝土试件在水中 14d 限制膨胀率不应小于 0.025%;28d 膨胀率应大于 14d 的膨胀率;于空气中 28d 的变形以正值为佳。

4) 膨胀剂应符合《混凝土膨胀剂》(JC476--2001)的要求。

(7) 外加剂

1) 大体积混凝土应选用低收缩率特别是早期收缩率低的外加剂,除膨胀剂、减缩剂外,外加剂厂家应提供使用该外加剂的混凝土 1、3、7 和 28d 的收缩率试验报告,任何龄期混凝土的收缩率均不得大于基准混凝土的收缩率。

2) 外加剂必须与水泥的性质相适应。

3) 外加剂带入每立方米混凝土的碱量不得超过 1kg。

4) 非早强型碱水剂应按标准严格控制硫酸钠含量;减水剂含固量应 $\geq 30\%$;减水率应 $\geq 20\%$;坍落度损失应 $\leq 20\text{mm/h}$ 。

5) 泵送剂、缓凝减水剂应具有良好的减水、增塑、缓凝和保水性,引气量宜介于 3%~5%之间。对补偿收缩混凝土,使用缓凝剂必须经试验证明可延缓初凝而无其他不良影响。

6) 外加剂氨的释放量不得大于 0.1%。

7) 外加剂应符合下列标准规定:

《混凝土外加剂》(GB8076);

《混凝土泵送剂》(JC473);

《混凝土外加剂中释放氨的限量》(GB18588)。

18.4.3 主要施工机具仪表

(1) 机械设备、仪表

现场搅拌站——成套强制式混凝土搅拌站，皮带机，装载机，水泵，水箱等。

现场输送混凝土——泵车、混凝土泵及钢、软泵管。

混凝土浇筑——流动电箱、插入式、平板式振动器、抹平机、小型水泵等。

专用——发电机、空压机、制冷机、电子测温仪和测温元件或温度计和测温埋管。

(2) 工具

手推车、串筒、溜槽、吊斗、胶管、铁锹、钢钎、刮杠子等。

18.4.4 作业条件

(1) 施工方案所确定的施工工艺流程，流水作业段的划分，浇筑程序与方法，混凝土运输与布料方式、方法以及质量标准，安全施工等已交底。

(2) 施工道路，施工场地，水、电、照明已布设。

(3) 施工脚手架、安全防护搭设完毕。

(4) 输送泵及泵管已布设并试车。

(5) 钢筋、模板、预埋件，伸缩缝、沉降缝，后浇带或加强带支挡，测温元件或测温埋管，标高线等已检验合格。

(6) 模内清理干净，前一天模板及垫层或防水保护层已喷水润湿并排除积水。

(7) 保湿保温材料已备。

(8) 工具备齐，振动器试运合格。

(9) 现场调整坍落度的外加剂或水泥砂等原材已备齐，专业人员到位。

(10) 防水混凝土的抗压、抗渗试模备齐。

(11) 钢木侧模已涂隔离剂。

(12) 现场搅拌混凝土的搅拌站已试车正常材料备齐。

(13) 联络，指挥，器具，已准备就绪。

(14) 需持证上岗人员业经培训，证件完备。

(15) 与社区、城管、交通、环境监管部门已协调并已办理必要的手续。

18.5 材料和质量要点

18.5.1 材料的关键要求

(1) 选用低热和低收缩水泥；

- (2) 采用低强度等级水泥；
- (3) 控制各种材料 and 外加剂的含碱量；
- (4) 控制骨料含泥量。

18.5.2 技术的关键要求

- (1) 控制混凝土浇筑成型温度。
- (2) 利用混凝土后期强度或(和)掺入掺合料降低水泥单方用量。
- (3) 控制坍落度及坍落损失符合泵送要求。
- (4) 浇筑混凝土适时二次振捣、抹压消除混凝土早期塑性变形。
- (5) 尽可能延长脱模时间并及时保湿、保温测。

18.5.3 质量的关键要求

- (1) 严格控制混凝土搅拌投料计量。
- (2) 监督膨胀剂加入量。
- (3) 控制混凝土的温差及降温速率。

18.5.4 职业健康的关键要求

- (1) 动力、照明符合用电安全规定。
- (2) 马道，泵管支架牢固，安全防护达标。
- (3) 施工机械试运行合格，工况良好。
- (4) 劳动保护完备。

18.5.5 环境的关键要求

- (1) 采用低噪声设备防止扰民。
- (2) 定向低角度照明降低光污染。
- (3) 运料车遮盖防止飞尘。
- (4) 出厂车辆清洗以防玷污市政道路。
- (5) 施工污水经沉清后有组织排放。

18.6 施工工艺

18.6.1 工艺流程(图 18.6.1)

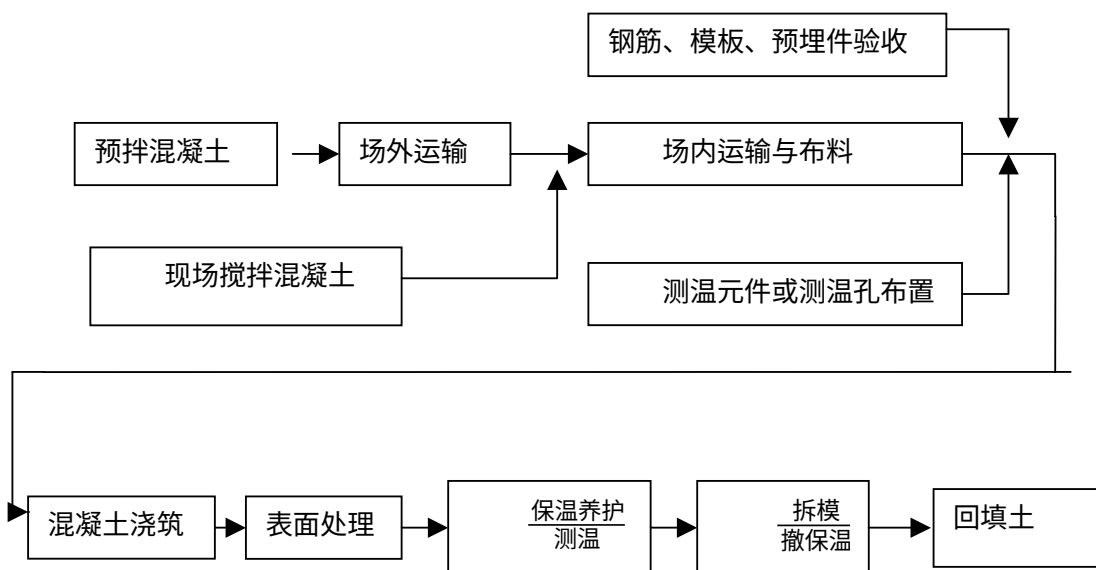


图 18.6.1 工艺流程

18.6.2 施工操作工艺

(1) 混凝土搅拌

- 1) 根据施工方案的规定对原材进行温度调节。
- 2) 搅拌采用二次投料工艺，加料顺序为，先将水和水泥、掺合料、外加剂搅拌约 1min 成水泥浆，然后投入粗、细骨料拌匀。
- 3) 计量精度每班至少检查二次，计量控制在：外加剂 $\pm 0.5\%$ ，水泥、掺合料、膨胀剂、水 $\pm 1\%$ ，砂石 $\pm 2\%$ 以内。

其中加水量应扣除骨料含水量及冰霄重量。

- 4) 搅拌应符合所用机械说明中所规定的时间，一般不少于 90s，加膨胀剂的混凝土搅拌时间延长 30s，以搅拌均匀为准，时间不宜过长。
- 5) 出罐混凝土应随时测定坍落度，与要求不符时应由专业技术人员及时调整。

(2) 混凝土的场外运输

- 1) 预拌混凝土的远距离运输应使用滚筒式罐车。
- 2) 运送混凝土的车辆应满足均匀、连续供应混凝土的需要。
- 3) 必须有完善的调度系统和装备，根据施工情况指挥混凝土上的搅拌与运送，减少停滞时间。
- 4) 罐车在盛夏和冬季均应有隔热覆盖。
- 5) 混凝土搅拌运输车，第一次装料时，应多加二袋水泥。运送过程中筒体应保持慢速转动：卸料前，筒体应加快运转 20~30s 后方可卸料。

6) 送到现场混凝土的坍落度应随时检验,需调整或分次加入减水剂均应由搅拌站派驻现场的专业技术人员执行。

(3) 混凝土的场内运输与布料

1) 固定泵(地泵)场内运输与布料:

①受料斗必须配备孔径为 50mm×50mm 的振动筛防止个别大颗粒骨料流入泵管,料斗内混凝土上表面距离上口宜为 200mm 左右以防止泵入空气。

②泵送混凝土前,先将储料斗内清水从管道泵出,以湿润和清洁管道,然后压入纯水泥浆或 1:1~1:2 水泥砂浆滑润管道后,再泵送混凝土。

③开始压送混凝土时速度宜慢,待混凝土送出管子端部时,速度可逐渐加快,并转入用正常速度进行连续泵送。遇到运转不正常时,可放慢泵送速度。进行抽吸往复推动数次,以防堵管。

④泵送混凝土浇筑入模时,端部软管均匀移动,使每层布料均匀,不应成堆浇筑。

⑤泵管向下倾斜输送混凝土时,应在下斜管的下端设置相当于 5 倍落差长度的水平配管,若与上水平线倾斜度大于 7° 时应在斜管上端设置排气活塞。如因施工长度有限,下斜管无法按上述要求长度设置水平配管时,可用弯管或软管代替,但换算长度仍应满足 5 倍落差的要求。

⑥沿地面铺管,每节管两端应垫 50mm×100mm 方木,以便拆装;向下倾斜输送时,应搭设宽度不小于 1m 的斜道,上铺脚手板,管两端垫方木支承,泵管不应直接铺设在模板、钢筋上,而应搁置在马凳或临时搭设的架子上。

⑦泵送将结束时,计算混凝土需要量,并通知搅拌站,避免剩余混凝土过多。

⑧混凝土泵送完毕,混凝土泵及管道可采用压缩空气推动清洗球清洗,压力不超过 0.7MPa。方法是先安好专用清洗管,再启动空压机,渐渐加压。清洗过程中随时敲击输送管判断混凝土是否接近排空。管道拆卸后按不同规格分类堆放备用。

⑨泵送中途停歇时间不应多于 60min,如超过 60min 则应清管。

⑩泵管混凝土出口处,管端距模板应大于 500mm。

⑪盛夏施工,泵管应覆盖隔热。

⑫只允许使用软管布料,不允许使用振动器推赶混凝土。

⑬在预留凹坑模板或预埋件处,应沿其四周均匀布料。

⑭加强对混凝土泵及管道巡回检查,发现声音异常或泵管跳动应及时停泵排除故障。

2) 汽车泵布料:

①汽车泵行走及作业应有足够的场地,汽车泵应靠近浇筑区并应有两台罐车能同时就位卸混凝土的条件。

②汽车泵就位后应按要求撑开支腿,加垫枕木,汽车泵稳固后方准开始工作。

③汽车泵就位与基坑上口的距离视基坑护坡情况而定,一般应取得现场技术主管的同意。

3) 混凝土的自由落距不得大于 2m。

4) 混凝土在浇筑地点的坍落度,每工作班至少检查四次。混凝土的坍落度试验应符合现行《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》(GB/T50080--2002)的有关规定。

混凝土实测的坍落度与要求坍落度之间的偏差应不大于±20mm。

(4) 混凝土浇筑

1) 混凝土浇筑可根据面积大小和混凝土供应能力采取全面分层、分段分层或斜面分层连续浇筑(图 18.6.2), 分层厚度 300~500mm 且不大于震动棒长 1.25 倍。分段分层多采取踏步式分层推进, 一般踏步宽为 1.5~2.5m。斜面分层浇灌每层厚 30~35cm, 坡度一般取 1:6~1:7。

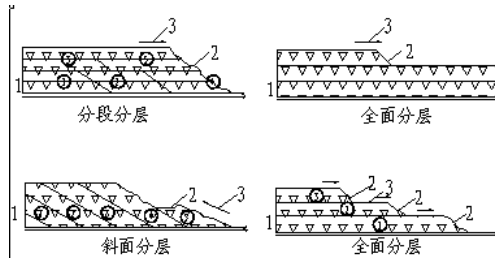


图 18.6.2 底板混凝土浇筑方式

1—分层线；2—新浇灌的混凝土；3—浇灌方向

2) 浇筑混凝土时间应按表 18.6.2 控制。掺外加剂时由试验确定, 但最长不得大于初凝时间减 90min。

混凝土搅拌至浇筑完的最大延续时间(min)

表 18.6.2

混凝土强度	气 温		混凝土强度	气 温	
	≤25℃	>25℃		≤25℃	>25℃
≤C30	120	90	>C30	90	60

3) 混凝土浇筑宜从低处开始, 沿长边方向自一端向另一端推进, 逐层上升。亦可采取中间向两边推进, 保持混凝土沿基础全高均匀上升。浇筑时, 要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, 并将表面泌水及时排走。

4) 局部厚度较大时先浇深部混凝土, 2~4h 后再浇上部混凝土。

5) 振捣混凝土应使用高频振动器, 振动器的插点间距为 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。

6) 振动混凝土时, 振动器应均匀地插拔, 插入下层混凝土 50cm 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。

7) 混凝土浇筑终了以后 3~4h 在混凝土接近初凝之前进行二次振捣然后按标高线用刮尺刮平并轻轻抹压。

8) 混凝土的浇筑温度按施工方案控制, 以低于 25℃为宜, 最高不得超过 28℃。

9) 间断施工超过混凝土的初凝时应待先浇混凝土具有 1.2N/mm² 以上的强度时才允许后续浇筑混凝土。

10) 混凝土浇筑前应对混凝土接触面先行湿润, 对补偿收缩混凝土下的垫层或相邻其他已浇筑的混凝土应在浇筑前 24h 即大量洒水浇湿。

(5) 混凝土的表面处理

1) 处理程序：

初凝前一次抹灰→临时覆盖塑料膜→混凝土终凝前 1~2h 掀膜二次抹压→覆膜

2) 混凝土表面泌水应及时引导集中排除。

3) 混凝土表面浮浆较厚时，应在混凝土初凝前加粒径为 2~4cm 的石子浆，均匀撒布在混凝土表面用抹子轻轻拍平。

4) 四级以上风天或烈日下施工应有遮阳挡风措施。

5) 当施工面积较大时可分段进行表面处理。

6) 混凝土硬化后的表面塑性收缩裂缝可灌注水泥素浆刮平。

(6) 混凝土的养护与温控

1) 混凝土侧面钢木模板在任何季节施工均应设保温层。采用砖侧模时在混凝土浇筑前宜回填完毕。

2) 蓄水养护混凝土：混凝土表面在初凝后覆盖塑料薄膜，终凝后注水，蓄水深度不少于 80mm。

当混凝土表面温度与养护水的温差超过 20℃时应注入热水令温差降到 10℃左右。非高温雨季施工事先采取防暴雨降低养护水温的挡雨措施。

3) 蓄热法养护混凝土：盛夏采用降温搅拌混凝土施工时，混凝土终凝后立即覆盖塑料膜和保温层。

常温施工时混凝土终凝后立即覆盖塑料膜和浇水养护，当混凝土实测内部温差或内外温差超过 20℃再覆盖保温层。

当气温低于混凝土成型温度时，混凝土终凝后应立即覆盖塑料膜和保温层，在有可能降雨雪时为保持保温层的干燥状态，保温层上表面应覆有不透水的遮盖。

4) 混凝土养护期间需进行其他作业时，应掀开保温层尽快完成随即恢复保温层。

5) 当设计无特殊要求时，混凝土硬化期的实测温度应符合下列规定：

①混凝土内部温差(中心与表面下 100 或 50mm 处)不大于 20℃；

②混凝土表面温度(表面以下 100 或 50mm)与混凝土表面外 50mm 处的温度差不大于 25℃；对补偿收缩混凝土，允许介于 30~35℃之间；

③混凝土降温速度不大于 1.5℃/d；

④撤除保温层时混凝土表面与大气温差不大于 20℃。

当实测温度不符合上述规定时则应及时调整保温层或采取其他措施使其满足温度及温差的规定。

6) 混凝土的养护期限：除满足上条规定外，混凝土的养护时间自混凝土浇筑开始计算，使用普通硅酸盐水泥不少于 14d，使用其他水泥不少于 21d，炎热天气适当延长。

7) 养护期内(含撤除保温层后)混凝土表面应始终保持温热潮湿状态(塑料膜内应有凝结水)，对掺有膨胀剂的混凝土尤应富水养护；但气温低于 5℃时，不得浇水养护。

(7) 测温

1) 测温延续时间自混凝土浇筑始至撤保温后为止，同时应不少于 20d。

2) 测温时间间隔, 混凝土浇筑后 1~3d 为 2h, 4~7d 为 4h, 其后为 8h。

3) 测温点应在平面图上编号, 并在现场挂编号标志, 测温作详细记录并整理绘制温度曲线图, 温度变化情况应及时反馈, 当各种温差达到 18℃时应预警, 22 ° C 时应报警。

4) 使用普通玻璃温度计测温: 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。温度计应系绳垂吊到管底, 停留不少于 3min 后取出迅速查看温度。

5) 使用建筑电子测温仪测温: 附着于钢筋上的半导体传感器应与钢筋隔离, 保护测温探头的插头不受污染, 不受水浸, 插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。

6) 当采用其他测温仪时应按产品说明书操作。

(8) 拆模与回填

底板侧模的拆除应符合 18.6.2 款第(6)条中第 5)项的温度条件, 侧模拆除后宜尽快回填, 否则应与底板面层在养护期内同样予以养护。

(9) 施工缝、后浇带与加强带

1) 大体积混凝土施工除预留后浇带尽可能不再设施工缝, 遇有特殊情况必须设施工缝时应按后浇缝处理。

2) 施工缝、后浇带与加强带均应用钢板网或钢丝网支挡。如支模时, 在后浇混凝土之前应凿毛清洗。

3) 后浇缝使用的遇水膨胀止水条必须具有缓胀性能, 7d 膨胀率不应大于最终膨胀率的 60 %。

4) 膨胀止水条应安放牢固, 自粘型止水条也应使用间隔为 500mm 的水泥钉固定。

5) 后浇带和施工缝在混凝土浇筑前应清除杂物、润湿, 水平缝刷净浆再铺 10~20mm 厚的 1:1 水泥砂浆或涂刷界面剂并随即浇筑混凝土。

6) 后浇缝与加强带混凝土的膨胀率应高于底板混凝土的膨胀率 0.02% 以上或按设计或产品说明书确定。

18.6.3 冬期施工

(1) 冬期施工的期限: 室外日平均气温连续 5d 稳定低于 5 ° C 起至高于 5 ° C 止。

(2) 混凝土的受冻临界强度: 使用硅酸盐或普通硅酸盐水泥的混凝土应为混凝土强度标准值的 30%, 使用矿渣硅酸盐水泥应为混凝土强度标准值的 40%。掺用防冻剂的混凝土, 当气温不低于 -15 ° C 时不得小于 4N/mm²; 当气温不低于 -30 ° C 时不得小于 5N/mm²。

(3) 冬施的大体积混凝土应优先使用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥, 水泥强度等级宜为 42.5。

(4) 大体积混凝土底板冬施当气温在 -15℃ 以上时应优先选用蓄热法, 当蓄热法不能满足要求时应采用综合蓄热法施工。

(5) 蓄热法施工应进行混凝土的热工计算, 决定原材料加热及搅拌温度和浇筑温度, 确定保温层的种类, 厚度等。并且保温层外应覆盖防风材料封闭。

(6) 综合蓄热法可在混凝土中加少量抗冻剂或掺少量早强剂。搅拌混凝土用粉剂防冻剂可与水泥同时投入。液体防冻剂应先配制成需要的浓度；各溶液分别置于有明显标志的容器内备用；并随时用比重计检验其浓度。

(7) 混凝土浇筑后应尽早复盖塑料膜和保温层且应始终保持保温层的干燥。侧模及平面边角应加厚保温层。

(8) 混凝土冬施所用外加剂应具有适应低温的施工性能,不准使用缓凝剂和缓凝型减水剂,不准使用可挥发氯气的防冻剂。不准使用含氯盐的早强剂和早强减水剂。

(9) 混凝土的浇筑温度应为 10℃左右,分层浇筑时已浇混凝土被上层混凝土覆盖时不应低于 2℃。

(10) 原材的加热,应优先采用水加热,当气温低于-8 ° C 时再考虑加热骨料,依次为砂,再次为石子。加热温度限制示于表 18.6.3-1。

拌合水及骨料加热最高温度 (° C) 表 18.6.3-1

水 泥	水	骨料
<52.5 级的普通硅酸盐水泥,矿渣硅酸盐水泥	80	60
> 52.5 级的硅酸盐水泥,普通硅酸盐水泥	60	40

当水及骨料加热到上表温度仍不能满足要求时水可加热到 100 ° C,但水泥不得与 80 ° C 以上的水直接接触。

水宜使用蒸汽加热或用热交换罐加热,在容器中调至要求温度后使用。

砂可利用火坑或加热料斗升温。

水泥、掺合料应提前运入暖棚或罐保温。

(11) 混凝土的搅拌：

- 1) 骨料中不得带有冰雪及冻团；
- 2) 搅拌机应设置于保温棚内,棚温不低于 5℃；
- 3) 使用热水搅拌应先投入骨料、加水,待水温降到 40 ° C 左右时再投入水泥和掺合料等。

(12) 混凝土运送应尽量缩短耗时,罐车应有保温被罩。

(13) 混凝土泵应设于挡风棚内,泵管应保温。

(14) 测温项目与次数如表 18.6.3-2。

混凝土冬期施工测温项目和次数 表 18.6.3-2

测温项目	测温次数
室外气温及环境温度	每昼夜不少于 4 次,此外还需测最高、最低气温
搅拌机棚温度	每一工作班不少于 4 次
水、水泥、砂、石及外加剂溶液温度	每一工作班不少于 4 次
混凝土出罐、浇筑、入模温度	每一工作班不少于 4 次

注：室外最高最低气温测量起、止日期为本地区冬期施工起始至终了时止。

(15) 混凝土浇筑后的测温同常温大体积混凝土的施工要求。

(16) 混凝土拆模和保温层应在混凝土冷却到 5°C 以后, 如拆模时混凝土与环境温差大于 20°C 则拆模后的混凝土表面仍应覆盖使其缓慢冷却。

18.7 质量标准

18.7.1 主控项目

(1) 大体积防水混凝土的原材料、配合比及坍落度必须符合设计要求。

检验方法: 检查出厂合格证、质量检验报告、计量措施和现场抽样试验报告。

(2) 大体积防水混凝土的抗压强度和抗渗压力必须符合设计要求。

检验方法: 检查混凝土抗压、抗渗试验报告。

(3) 大体积防水混凝土的变形缝、施工: 缝、后浇带、加强带、埋设件等设置和构造, 均须符合设计要求, 严禁有渗漏。

检验方法: 观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

(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必须符合设计要求。

检验方法: 现场制作试块进行膨胀率测试。

(5) 大体积混凝土的含碱量应符合规范要求。

检验方法: 检查各种原材试验报告, 配合比及总含碱量计算书。

18.7.2 一般项目

(1) 大体积防水混凝土结构表面应坚实、平整, 不得有露筋、蜂窝等缺陷; 埋设件位置应正确。

检验方法: 观察和尺量检查。

(2) 防水混凝土结构表面的裂缝宽度不应大于 0.2mm , 并不得贯通。

检验方法: 用刻度放大镜检查。

(3) 防水混凝土结构厚度, 其允许偏差为 $+15\text{mm}$ 、 -10mm ; 迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50mm , 其允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

检验方法: 尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

(4) 底板结构允许偏差(mm):

轴线 15

标高 ± 10

电梯井长宽对定位中心 $+25, 0$

表面平整 $8/2\text{m}$

预埋件中心 10

预埋螺栓 5

检验方法：尺量检查。

18.7.3 检验数量

(1) 防水混凝土抗渗性能，应采用标准条件下养护混凝土抗渗试件的试验结果评定。试件应在浇筑地点制作。

连续浇筑混凝土每 500m^3 应留置一组抗渗试件(一组为 6 个抗渗试件)，且每项工程不得少于两组。采用预拌混凝土的抗渗试件，留置组数应视结构的规模和要求而定。

抗渗性能试验应符合现行《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》(GBJ82)的有关规定。

(2) 用于检查混凝土强度的试件，应在混凝土的浇筑地点随机抽取。

取样与试件留置应符合下列规定：

- 1) 每拌制 100 盘且不超过 100m^3 的同配合比的混凝土，取样不得少于一次；
- 2) 每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘时，取样不得少于一次；
- 3) 当一次连续浇筑超过 1000m^3 时，同一配合比的混凝土每 200m^3 取样不得少于一次；
- 4) 每次取样应至少留置一组标准养护试件，同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。

(3) 底板混凝土外观质量检验数量，应按混凝土外露面积每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处；细部构造应按全数检查。

18.8 成品保护

18.8.1

跨越模板及钢筋应搭设马道。

18.8.2

泵管下应设置木枋，不准直接摆放在钢筋上。

18.8.3

混凝土浇筑振动棒不准触及钢筋、埋件和测温元件。

18.8.4

测温元件导线或测温管应妥为维护，防止损坏。

18.8.5

混凝土强度达到 $1.2\text{N}/\text{mm}^2$ 之前不准踩踏。

18.8.6

拆模后应立即回填土。

18.8.7

混凝土表面裂缝处理：

裂缝宽 $>0.2\text{mm}$ 非贯穿裂缝可将表面凿开 $30\sim 50\text{mm}$ 三角凹槽用掺有膨胀剂的水泥浆或水泥砂浆修补。贯穿性或深裂缝宜用化学浆修补。

18.9 安全环保措施

18.9.1 安全措施

(1) 一般规定

- 1) 所有机械设备均需设漏电保护。
- 2) 所有机电设备均需按规定进行试运转，正常后投入使用。
- 3) 基坑周围设围护栏杆。
- 4) 现场应有足够的照明，动力、照明线需埋地或设专用电杆架空敷设。
- 5) 马道应牢固，稳定具有足够承载力。
- 6) 振动器操作人员应着绝缘靴和手套。

(2) 使用泵车浇筑混凝土

- 1) 泵车外伸支腿底部应设木板或钢板支垫，泵车离未护壁基坑的安全距离应为基坑深再加 1m ；布料杆伸长时，其端头到高压电缆之间的最小安全距离应不小于 8m 。
- 2) 泵车布料杆采取侧向伸出布料时，应进行稳定性验算，使倾覆力矩小于稳定力矩。严禁利用布料杆作起重使用。
- 3) 泵送混凝土作业过程中，软管末端出口与浇筑面应保持 $0.5\sim 1\text{m}$ ，防止埋入混凝土内，造成管内瞬时压力增高爆管伤人。
- 4) 泵车应避免经常处于高压下工作，泵车停歇后再启动时，要注意表压是否正常；预防堵管和爆管。

(3) 使用地泵浇筑混凝土

- 1) 泵管应敷设在牢固的专用支架上，转弯处设有支撑的井式架固定。
- 2) 泵受料斗的高度应保证混凝土压力，防止吸入空气发生气锤现象。
- 3) 发生堵管现象应将泵机反转使混凝土退回料斗后再正转小行程泵送。无效时需拆管排堵。
- 4) 检修设备时必须先行卸压。
- 5) 拆除管道接头应先行多次反抽卸除管内压力。
- 6) 清洗管道不准压力水与压缩空气同时使用，水洗中可改气洗，但气洗中途严禁改用水洗，在最后 10m 应缓慢减压。
- 7) 清管时，管端应设安全挡板并严禁管端前方站人，以防射伤。

18.9.2 环保措施

- (1) 禁止混凝土罐车高速运行，停车待卸料时应熄火。

- (2) 混凝土泵应设于隔音棚内。
- (3) 使用低噪音振动器。
- (4) 夜间使用聚光灯照射施工点以防对环境造成光污染。
- (5) 汽车出场需经冲洗，冲洗水沉清再用或排除。

18.10 质量记录

18.10.1 测温记录

测温记录表见表 18.10.1。混凝土温度测量曲线图见图 18.10.1。

日期 年 月 日

表 18.10.1

时间 测点													
I-1													
I-2													
I-3													

实测温度(°C)

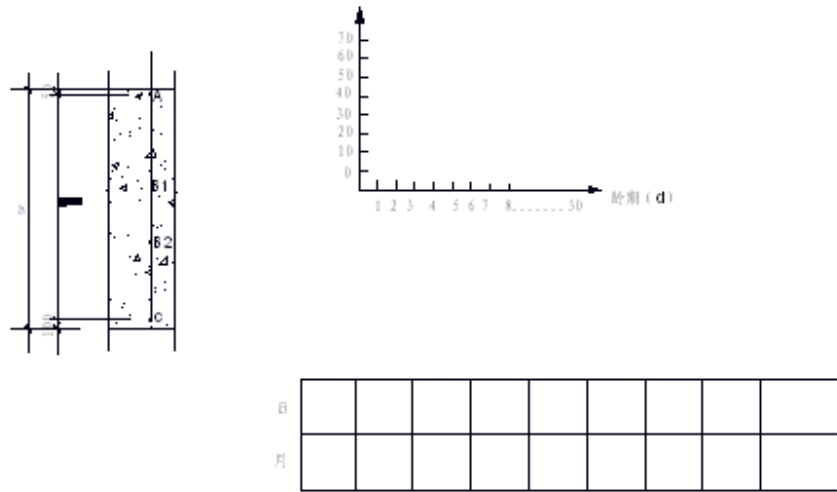


图 18.10.1 混凝土温度测量曲线图
——A；平均值 B；-----C；—————气温

18.10.2 施工质量验收记录

试块强度、抗渗和工程质量验收均按当地工程管理机构的规定格式填报。

19 现浇混凝土结构后张法无粘结预应力工

程施工工艺标准

19.1 总则

19.1.1 适用范围

一般工业与民用建筑和一般构筑物，如多层、高层建筑结构中的楼板、梁、墙体、多层大开间民用建筑中的楼板、梁以及无腐蚀介质的筒仓及其他适用配置无粘结预应力筋的工程。

19.1.2 编制参考标准及规范

《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)；
《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)；
《预应力筋用锚具、夹具和连接器》(GB/T14370—2000)；
《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》(JGJ85—2002)；
《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T5224—2003)；
《预应力混凝土用钢丝》(GB/T5223—2002)；
《预应力用液压千斤顶》(JG/T5028—1993)；
《预应力用电动油泵》(JG/T5029—1993)；
《预应力用钢筋、钢丝液压镦头器》(JG/T5030—1993)；
《无粘结预应力混凝土结构技术规程》(JGJ/T92—1993)；
《无粘结预应力筋专用防腐润滑脂》(JG3007—1993)；
《钢绞线、钢丝束无粘结预应力筋》(JG3006—1993)。

19.2 术语

19.2.1 锚具

在后张法结构或构件中，为保持预应力筋的拉力并将其传递到混凝土上所用的永久性锚固装置。锚具可分为两类：

- (1) 张拉端锚具：安装在预应力筋端部且可用以张拉的锚具；
- (2) 固定端锚具：安装在预应力筋端部，通常埋入混凝土中且不用于张拉的锚具。

19.2.2 夹具

在张拉千斤顶或设备上夹持预应力筋的临时性锚固装置(又称工具锚)。

19.2.3 连接器

用于连接预应力筋的装置。

19.2.4 预应力钢材

各种预应力混凝土用的钢丝、钢绞线或钢筋的统称。

19.2.5 预应力筋

在预应力结构中用于建立预加应力的单根或成束的预应力钢丝、钢绞线或钢筋。

19.2.6 预应力筋锚具组装件

单根或成束预应力筋和安装在端部的锚具组合装配而成的受力单元。

19.2.7 预应力筋夹具组装件

单根或成束预应力筋和安装在端部的夹具组合装配而成的受力单元。

19.2.8 预应力筋连接器组装件

单根或成束预应力筋和连接器组合装配而成的受力单元。

19.2.9 受力长度

锚具、夹具、连接器试验时，预应力筋两端的锚具、夹具之间或锚具与连接器之间的净距。

19.2.10 预应力筋的效率系数

受预应力钢材根数、孔道状况及试验装置等因素的影响，考虑预应力筋拉应力不均匀的系数。

19.3 基本规定

19.3.1

后张法预应力工程的施工应由具有相应资质等级的预应力专业施工单位承担。

19.3.2

预应力筋张拉机具及仪表，应定期维护和校验。张拉设备应配套标定，标定后使用期限不应超过半年，并配套使用。

19.4 施工准备

19.4.1 技术准备

- (1) 预应力混凝土结构施工前，施工单位应根据设计图纸，编制详细的适合于工程的预应力施工方案。
- (2) 根据设计及施工方案的要求，选定预应力钢丝、钢绞线、锚具、承压板等。
- (3) 预应力筋、锚具等的验收及复验。
- (4) 预应力施工设备的检修、标定。

19.4.2 材料要求

- (1) 无粘结预应力筋
 - 1) 无粘结预应力筋是带有专用防腐油脂涂料层和外包层的预应力筋，有钢绞线和钢丝束两种，其构造见图 19.4.2。常用无粘结筋的规格及技术性能见表 19.4.2—1。(本工艺标准提倡采用无粘结预应力钢绞线，不宜采用平行钢丝束无粘结筋)。

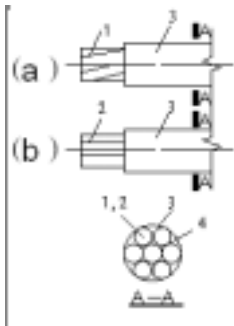


图 19.4.2 无粘结预应力筋的构造

- (a) 无粘结钢绞线；(b) 无粘结钢丝束
- 1-钢绞线；2-平行钢丝；
- 3-塑料护套；4-油脂

常用无粘结筋规格及主要技术性能 表 19.4.2-1

预 应 力 筋		钢 绞 线				钢丝束
钢	公称直径 (mm)	Φ15.24	Φ15.0	Φ12.7	Φ12.9	7-Φ5
	抗拉强度 (N/mm2)	1860	1570	1860	1860	1570

材	截面积 (mm ²)	140.0	139.98	98.71	100	137.4
	公称重量 (kg/m)	1.102	1.091	0.775	0.785	1.08
	延伸率≥ (%)	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0
	弹性模量 (N/mm ²)	1.8×10 ⁵	1.8×10 ⁵	1.8×10 ⁵	1.8×10 ⁵	2.0×10 ⁵
	松弛率≤ (%)	2.5	8.0	2.5	2.5	8.0
护套	塑料厚度 (mm)	0.8~1.2	0.8~1.2	0.8~1.2	0.8~1.2	0.8~1.2
	油脂含量 (g/m)	50	50	43	43	50

2) 制作无粘结预应力筋用的钢丝束、钢绞线必须符合国家标准《预应力混凝土用钢丝》(GB/T5223)、《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T5224)的规定。

检查数量：每 60t 为一批，每批抽取广组试件作力学性能检验。

检查方法：出厂合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

3) 无粘结预应力筋的涂料层采用专用防腐油脂，其性能应符合《无粘结预应力筋专用防腐润滑脂》(JG3007—1993)的规定，其塑料外套宜采用高密度聚乙烯，护套厚度应均匀，不得过松或过紧、破损。

检查数量：每 60t 为一批，每批抽取一组试件。

检验方法：产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

注：当有工程经验时，并经观察认为质量有保证时，可不作油脂用量和护套厚度的进场复验。

4) 无粘结预应力筋所用的钢绞线和钢丝不应有死弯，如有死弯时必须切断。

(2) 锚具、夹具、连接器

1) 锚具：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、设计要求确定，对常用直径为 15mm、12mm 的单根钢绞线和 7Φ5 钢丝束无粘结预应力筋，宜采用单孔锚具，也可采用不同规格的群锚锚具，固定端采用挤压锚或镦头锚板。常用无粘结预应力筋用锚具见表 19.4.2-2。

常用无粘结预应力筋锚具

表 19.4.2-2

无粘结预应力品种	张 拉 端	固 定 端
钢 绞 线	夹片锚具	挤 压 锚
7Φ5 钢丝束	镦头锚具	镦 头 锚
	夹片锚具	

2) 无粘结预应力筋所使用的锚具、夹具、连接器按设计规定采用。其性能和应用应符合国家现行标准《预应力筋用锚具、夹具、连接器》(GB/T14370)和《预应力筋用锚具、夹具、连接器应用技术规程》(JGJ85)的规定。

外观检验：每检验批抽取 10%，且不少于 10 套。如表面无裂缝，尺寸符合设计要求。

硬度检查：抽取 5%，每个零件测试三点。

静载锚固能力检验：每检验批中抽取 3 套试件用的锚具、夹具、连接器。

检查数量：每检验批锚具不得超过 1000 套。

检验方法：产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。对材料、机加工尺寸，辣出厂检验报告中所列指标进行核对。

注：对锚具用量较少的一般工程，如供货方提供有效的试验报告，可不作静载锚固性能试验。

19.4.3 主要机具

主要机具见表 19.4.3。

预应力筋成型制作用普通机具：

- 1) 380V 电焊机、焊把线等；
- 2) 380V／220V 二级配电箱、电线若干；
- 3) Φ400 砂轮切割机；

主要机具规格、性能 表 19.4.3

序号	名 称	型 号	性 能
1	高压电动油泵	ZB4/500	与千斤顶、镦头器、压花机、挤压机配套使用 用于夹片锚 用于 ΦJ12、ΦJ15 挤压锚 用于 ΦJ12、ΦJ15 压花
2	张拉千斤顶	YCW 系列	
3	钢绞线挤压机	JY45	
4	钢绞线压花机	YH30	

- 4) 常用工具：绑钩、卷尺若干，扳手等；
- 5) 50m 尺。

19.4.4 作业条件

(1) 预应力筋下料、铺设的作业条件

- 1) 预应力筋及锚具合格并有进场复验报告；
- 2) 螺旋筋、承压板、锚板等配套件合格；
- 3) 确认施工技术资料齐备；
- 4) 施工现场已具备铺设条件。

(2) 预应力张拉的作业条件

- 1) 承受预应力的结构混凝土强度达到设计要求，并附有试验报告单；如设计无要求时，一般不得低于设计强度的 75%；
- 2) 张拉设备已经过配套标定并有标定报告；
- 3) 具备预应力筋的张拉顺序、初始拉力、超张拉控制拉力及其对应的施工油压值、预应力筋相对张拉伸长值允许范围的通知；
- 4) 承受预应力的结构混凝土质量检验完好。重点检查锚具承压板下的混凝土质量，如有缺陷，应事先修补好；
- 5) 操作人员经过培训、持证上岗；

- 6) 通知监理工程师、质检员现场监督检查。

19.5 材料和质量要点

19.5.1 材料的关键要求

(1) 制作无粘结预应力筋用的钢丝束、钢绞线必须符合国家标准《预应力混凝土用钢丝》(GB/T5223)和《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T5224)的规定。

(2) 无粘结预应力筋的涂料层采用专用防腐油脂，其性能应符合《无粘结预应力筋专用防腐润滑脂》(JG3007)的规定。

(3) 锚具、夹具、连接器性能和应用应分别符合国家现行标准《预应力筋用锚具、夹具、连接器》(GB/T14370)和《预应力筋用锚具、夹具、连接器应用技术规程》(JGJ85)的规定。

19.5.2 技术关键要求

(1) 无粘结预应力筋所用的钢绞线和钢丝不应有死弯，如有死弯必须将其切除。

(2) 无粘结预应力筋的张拉控制应力不应大于钢绞线抗拉强度的 80%。

(3) 无粘结预应力筋的张拉顺序按设计、规范及施工方案要求进行。

19.5.3 质量关键要求

(1) 预应力筋、锚具、夹具、连接器等符合有关要求，并经检验合格。

(2) 预应力筋张拉机具及仪表，应定期维护和校验。张拉设备应配套标定，并配套使用。

(3) 张拉时，预应力筋、锚具、千斤顶应符合三心一线(变角张拉应符合其特定要求)。

(4) 保证无粘结预应力筋在混凝土中的矢高，敷设的各种管线不得抬高或压低其高度。

(5) 无粘结预应力筋固定端埋入式锚具，安装后应认真检查。

(6) 无粘结预应力筋锚固端，必须保证承压板、螺旋筋、网片筋等可靠固定，锚固区混凝土必须振捣密实。

19.5.4 职业健康安全关键要求

(1) 张拉施工人员必须持证上岗。

(2) 张拉过程中，操作人员应精神集中、细心操作，给油、回油要平稳。

(3) 张拉作业时，应站在两侧操作，严禁站在千斤顶作用力方向。

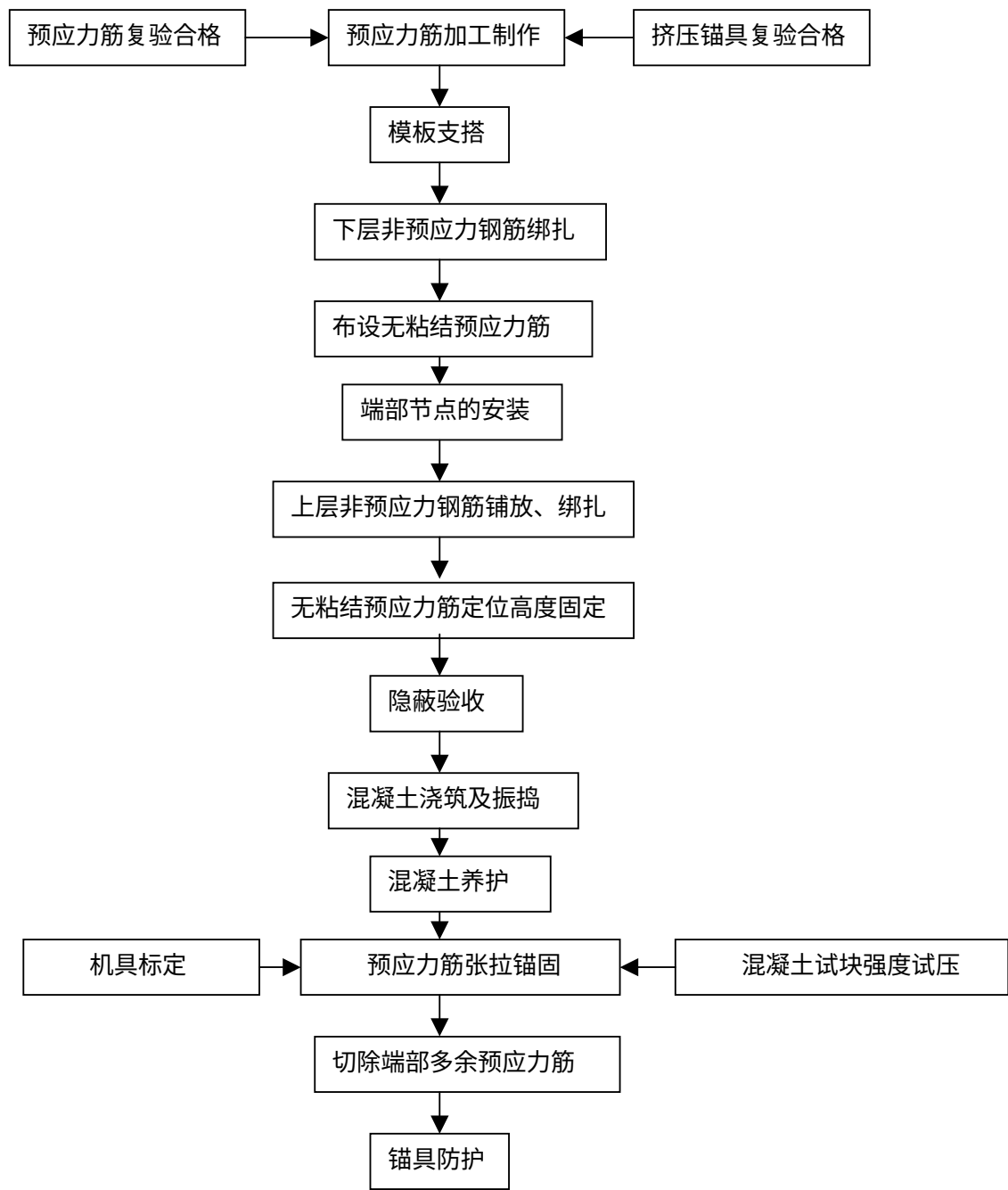
19.5.5 环境关键要求

(1) 作业面必须工完场清。

(2) 维护施工现场的环保设施。

19.6 施工工艺

19.6.1 工艺流程混凝土试块强度试压



19.6.2 操作工艺

(1) 预应力筋的加工制作：

1) 所加工的预应力筋必须具有产品合格证，经过复验合格并具有报告或具有施工现场会同监理抽取的力学性能试验报告；

2) 无粘结筋塑料外套目测合格；

3) 具备书面下料单；

4) 预应力筋的吊运应运用软起吊，吊点应衬垫软垫层；

5) 下料过程中应随时检查无粘结筋外套管有无破裂，如有应立即用水密性胶带缠绕修补。胶带搭接宽度不小于带宽的一半，缠绕长度应超过破裂长度。严重破损者，切除不用；

6) 下料宜与工程进度相协调，不宜太多；

7) 挤压锚的制作：剥去套管，套上弹簧圈，端头与钢绞线齐平并不得乱圈、重叠。套上挤压套，钢绞线端头外露 10mm 左右。利用挤压机挤压成型，每次挤压均须清理挤压模并涂以润滑剂。挤压成型的挤压锚、钢绞线端头露出挤压套的长度不应小于 1mm，在挤压套全长内均应有弹簧圈均布。每工作班应抽取三套挤压锚作挤压前、挤压后的外径、内径、全长、以及外观检查记录。

8) 钢丝镦头：采用 LD-10 型镦头器镦制 $\Phi 5$ 钢丝，控制油压为 32~36MPa 先行试镦，外形稳定后，取 6 个镦头作强度试验，试验合格后再批量生产。批量生产中，目测外观，外形不良者应随时切除重镦。

9) 制成的预应力筋应分类码放，设置标牌，标注明显。应有防雨、防潮、防污染措施。

10) 下料宜用砂轮锯切割。

(2) 模板支搭。

(3) 下层非预应力钢筋绑扎。

(4) 布设无粘结预应力筋：

1) 梁结构可采用钢筋井字架固定，板结构可采用铁马凳固定，定位点必须用钢丝绑扎。马凳高度根据设计要求确定，在最高点和最低点处可直接绑扎在非预应力筋上，但必须与设计高度相符。

2) 定位支撑点：支撑平板中单根无粘结预应力筋的支撑钢筋，间距不宜大于 2m；对于支撑 2~4 根无粘结预应力束，支撑钢筋直径不宜小于 10mm，间距不宜大于 1.5m；对于更多束的预应力筋集束，支撑钢筋直径不宜小于 12mm，支撑间距不宜大于 1.2m。

3) 多根无粘结预应力筋集束的铺设应相互平行，走向平顺，不得互相扭绞。铺设时可单根顺次铺设，最后以间距为 1—1.5m 铁丝绑扎、并束。

4) 为保证无粘结预应力筋曲线矢高的要求，无粘结筋应和同方向非预应力筋配置在同一水平位置(跨中或最高点处)。

5) 双向配置时，还应注意筋的铺放顺序。施工前进行人工或电算编序，以确定预应力筋的铺放顺序。铺放时，按号顺次交错铺设，以免相互穿插造成施工困难。

6) 平板结构上如开有洞口，其预应力筋避让见图 19.6.2-1。

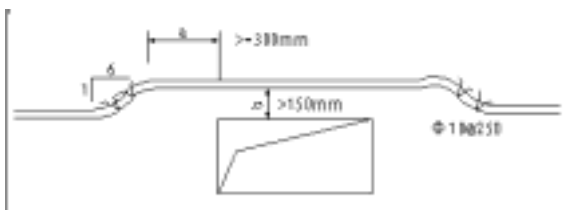


图 19.6.2-1 开洞处预应力筋避让布置

如不能满足上述布置要求时，可与设计单位协商解决。措施办法有：

①无粘结预应力筋平面布置改变以避让洞口，如并束等。

②将洞口无粘结筋断开、各设张拉端和固定端。但对于梁板内的管线，安装预留孔等预应力筋不得避让。

(5) 端部节点安装：

1) 张拉端的安装：安装时将无粘结预应力筋从承压板的预留孔中穿出，其承压板垂直段用钢丝绑实。当安装锚具凹进混凝土的张拉段时，应安装穴模，同时在混凝土前，宜在承压板内表面位置将预应力筋外保塑料管沿周边切断，张拉时再将穴模拿掉。

2) 固定端的安装：按设计要求固定在模板内，并配置旋筋。固定端示意图见图 19.6.2-2（挤压锚）、图 19.6.2-3（镦头锚具）。

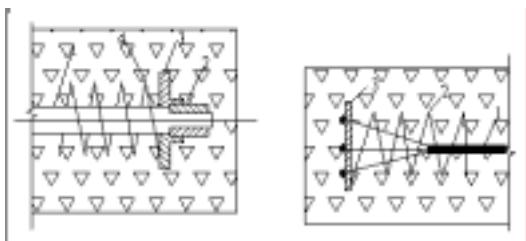


图 19.6.2-2 固定端挤压锚安装示意图

1—无粘结预应力筋；2—挤压锚；3—承压板；4—螺旋筋

图 19.6.2-3 固定端镦头锚具安装示意

1—无粘结预应力筋；2—螺旋筋；3—镦头锚板

(6) 上层非预应力钢筋绑扎。

(7) 无粘结预应力筋的定位高度绑扎。根据设计要求，对无粘结预应力筋各定位高度进行检查，并用钢丝进行固定，同时对预应力筋进行调直，并修补局部外皮破损。

(8) 隐蔽验收。会同监理进行隐蔽验收工作。需提供自检，预应力筋及其组装件的原材料合格证及复验报告。检验合格后，方可进行混凝土浇筑。

(9) 混凝土浇筑及振捣：

- 1) 混凝土浇筑时，严禁踏压马凳及防止触动锚具，确保无粘结束型及锚具的位置准确。
 - 2) 张拉端及锚固端混凝土应认真振捣，严禁漏振，保证混凝土的密实性。同时，严禁触碰张拉端穴模，避免由于穴模脱落而影响预应力筋的张拉进行。
 - 3) 应增加两组同条件养护试块，以供预应力筋张拉时确定混凝土强度。
- (10) 混凝土养护。
- (11) 预应力筋张拉：
- 1) 作业条件具备见第 19.4.4 条 (2) 款。
 - 2) 逐根测量无粘结预应力筋的外露长度，记录下来作为张拉的原始长度，并作好顺序记录。
- 注：量测时，应注意预应力钢绞线的端头不一定很整齐，所以应以最长或最短根为准，并在张拉完成后测量时遵循同一标准。
- 3) 接通油泵加压至控制张拉力，而后进行锚固。当千斤顶行程不能满足张拉所需伸长时，中途可停止张拉，作临时锚固，再进行第二次张拉。
 - 4) 当预应力筋规定为两端张拉，两端同时张拉时，宜先在一端锚固后，再在另一端补足张拉力再行锚固。也可一端先张拉并锚固，再在另一端张拉后锚固。
 - 5) 预应力筋的锚固：应在规定油压下锚固。当采用液压顶压时，宜对夹片施加 10%~20% 的顶压力，预应力筋回缩值不得大于 5mm。若采用夹片限位器，可不对夹片顶压，但预应力筋回缩值不得大于 8mm。
 - 6) 张拉后再次测量无粘结预应力筋的外露长度，减去张拉前的长度，所得之差为实际伸长值。实际伸长值与理论伸长值的误差为 $\pm 6\%$ ，如不符，须查明原因，作出调整之后重新张拉。
 - 7) 控制油压正确。当油表指针摆动时，必须停止油泵供油，以指针稳定时的读数为准。
 - 8) 张拉过程中如发现以下情况必须重新标定张拉设备：
 - ①张拉过程中千斤顶漏油；
 - ②张拉伸长跳动不均匀；
 - ③油压表无压时，指针不回零；
 - ④多束相对伸长值超过限制或预应力筋出现颈缩破坏时。
 - 9) 变角张拉：当张拉空间受到限制或特殊工程（如隧道、环向筋）时，可采用变角张拉。由于变角张拉会产生较大的应力损失，故一定要经设计同意。
 - 10) 张拉完成后，应认真填写施工应力表格，由施工人员签名备查。
- (12) 切除端部多余预应力筋：
- 1) 核查张拉时预应力筋的实际长值，应会同甲方、监理确定在规定范围内后、方能进行端部多余预应力筋的切除。
 - 2) 切除预应力筋在锚具外的多余部分。预应力筋切断后，其露出锚具外的长度不宜小于 30mm。宜采用砂轮锯切割，严禁使用电弧切割。
- (13) 锚具防护：锚固区的防护必须有充分的防锈和防火的保护措施，严防水气进入、锈蚀锚具或预应力筋。锚具防护按设计要求，如无要求时，通常有以下两种形式：
- 1) 将锚固区设置在后浇的混凝土圈梁内；

2) 设有后浇带的防护见图 19.6.2 — 4。在锚固区先用穴模留出防护空间，在预应力筋张拉后，切去多余钢丝，在金属部位涂防腐材料，在混凝土表面涂粘结剂，而后进行封闭。

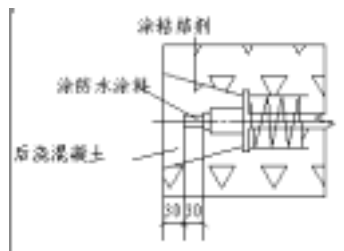


图 19.6.2-4 锚固区锚具防护示意

19.7 质量标准

19.7.1 主控项目

(1) 制作无粘结筋的钢丝、钢绞线应符合国家标准《预应力混凝土用钢丝》(GB/T5223) 和《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T5224) 的规定；

(2) 无粘结筋的涂料层、包裹层的材料质量必须符合无粘结预应力钢绞线标准的规定；

(3) 预应力筋用锚具、夹具、连接器性能必须符合国家现行标准《预应力筋锚具、夹具和连接器》GB/T14370 等的规定；

(4) 预应力筋安装时，其品种、级别、规格、数量必须符合设计要求；

(5) 施工过程中，应避免电火花损伤预应力筋，受损伤的预应力筋必须予以更换；

(6) 预应力筋张拉时，混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，不应低于 75 % 的设计强度；

(7) 预应力筋的张拉力、张拉或放张顺序及张拉工艺应符合设计及施工技术方案的要求，并应符合下列规定：

1) 张拉设备配套标定并配套使用。张拉设备的标定期限不得超过半年；

2) 当施工需要超张拉时，最大张拉力不应大于现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB50010) 的规定；

3) 张拉工艺应能保证同一束中预应力筋的应力均匀一致；

4) 预应力筋逐束或逐根张拉时，应保证各阶段不出现对结构不利的应力状态；

5) 采用控制应力张拉时，应校核预应力筋的伸长值。实际伸长值与设计计算伸长值的相对允许偏差为 $\pm 6\%$ 。

(8) 张拉过程中，应避免预应力筋断裂或滑脱。如发生断裂或滑脱时，其断裂或滑脱丝的数量严禁超过同一截面预应力筋总根数的 3%，且每束钢丝不得超过一根。对多跨双向连续板同一截面应按每跨计算。

(9) 锚具的封闭保护应符合设计要求；当设计无要求时，应符合下列规定：

1) 应采取防止锚具腐蚀和遭受机械损伤的有效措施；

2) 凸出式锚固端锚具的保护层厚度不小于 50mm；

3) 外露预应力筋的保护层厚度：处于正常环境时，不小于 20mm；处于易受腐蚀的环境时，不小于 50mm。

19.7.2 一般项目

(1) 无粘结预应力筋护套应光滑、无裂缝、无明显褶皱。如有轻微破损者，应外包塑料防水胶带修补。严重破损者不得使用。

(2) 预应力筋用锚具、夹具和连接器在使用前其表面应无污物、锈蚀、机械损伤和裂纹。

(3) 无粘结预应力筋应采用机械方法切割，不得采用电弧切

(4) 无粘结预应力筋布设质量标准见表 19.7.2—1 和表 19.7.2-2

无粘结预应力筋布设质量标准见

表 19.7.2-1

顺次	检查项目	要求	检查方法
1	张拉端预应力筋轴线与承压板外表及平直段长度	轴线与承压板垂直及平直段 $\geq 300\text{mm}$	观察及抽测
2	布筋后，预应力筋走向	走向平顺、无扭绞	观察
3	无粘结筋塑料外套破损	有破损处允许修补合格	观察
4	锚下螺旋筋或网片	螺旋筋长度及圈数符合设计要求并紧贴承压板固定	观察
5	埋入固定端、承压板、锚具	锚具紧贴承压板 埋入固定端锚具不相互重叠。锚具的保护层： (简支梁 $\geq 70\text{mm}$ 、连续梁 $\geq 60\text{mm}$) (简支板 $\geq 60\text{mm}$ 、连续梁 $\geq 40\text{mm}$)	观察抽测
6	平板开洞避让	符合图纸、施工方案或变更措施要求	检查资料
7	钢丝、钢绞线	不得做为导线 布筋期间或布筋以后如要进行电焊作业，必须对预应力筋进行防护	观察
8	预应力筋定位与设计位置偏差（纵向预应力筋交叉点空间冲突不受此限制）	见表 19.7.2-2 束形控制点竖向位置偏差合格率 $\geq 90\%$ ，且不得超过表中数值 1.5 倍尺寸偏差	抽测
9	施工记录	完整、有签署	检查资料

束形控制点竖向位允许偏差

表 19.7.2-2

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

(5) 后张无粘结预应力张拉操作一般项质量标准见表 19.7.2-3。

后张无粘结预应力张拉质量要求

表 19.7. 2-3

顺次	检查项目	要求	检查方法	数量
1	锚具下承压板	平整、无残渣、预应力筋与承压板外表面垂直	观察	全部
2	千斤顶安装	符合三心一线（变角张拉除外）	观察	全部
3	预应力构件混凝土质量	锚具承压板后混凝土密实	观察	全部
4	张拉顺序及程序	符合设计、方案要求	检查资料	全部
5	夹片锚预应力筋内缩值	有顶压， $\leq 5\text{mm}$ 无顶压， $\leq 8\text{mm}$	测量	抽查
6	锚外筋切断	$\geq 30\text{mm}$	测量	抽查
7	施工记录	完整、齐全、并有签署	检查记录	全部

19.8 成品保护

19.8.1

预应力筋、锚固、夹具、连接器等在储存、运输、安装过程中应采取防锈措施。

19.8.2

混凝土浇筑时，严禁踏压马凳，确保无粘结预应力束型及锚具位置。

19.8.3

张拉端及锚固端混凝土应振捣密实。同时，严禁触碰张拉端穴模，避免由于穴模脱落而影响预应力筋的张拉进行。

19.8.4

整个施工过程中，电气焊不得烧伤预应力筋。

19.8.5

预应力筋张拉锚固后，及时对锚固区进行防护处理。

19.8.6

应注意对无粘结预应力筋的保护，禁止在楼板上拖动非预应力钢筋，严禁踩、踏预应力筋及预应力筋专用马凳。

19.9 安全环保措施

19.9.1 预应力筋加工布设、施工安全

- (1) 成盘预应力筋开盘时应采取措施防止尾端弹出伤人；
- (2) 严格防止与电源搭接，电源不准裸露；
- (3) 高处作业时，应有安全防护。

19.9.2 无粘结预应力筋张拉施工安全

- (1) 在预应力筋张拉轴线的前方和高处作业时，结构边缘与设备之间不得站人；
- (2) 油泵使用前应进行常规检查，重点是安全阀在设定油压下不能自动开通；
- (3) 输油路做到“三不用”，即输油管破损不用，接口损伤不用，接口螺母不扭紧、不到位不用。不准带压检修油路；
- (4) 使用油泵不得超过额定油压，千斤顶不得超过规定张拉最大行程。油泵和千斤顶的连接必须到位；
- (5) 电气应做到：接地良好、电源不裸露，不带电检修，检修工作由电工操作；
- (6) 切筋时，应防止断筋飞出伤人。

19.9.3 预应力施工除遵守上述规定外，还必须遵守建筑工地施工安全的有关规定。

19.9.4 环保措施

- (1) 在施工过程中，自觉地形成环保意识，最大限度地减少施工产生的噪音和环境污染。
- (2) 张拉设备定期保养、维护，避免油管漏油污染作业面。
- (3) 严格按照当地有关环保规定执行。

19.10 质量记录

19.10.1

预应力筋出厂检验报告或质量证明书和复检报告。

19.10.2

预应力筋用锚具、夹具和连接器的合格证；出厂检验报告和有效的试验报告。

19.10.3

预应力张拉设备标定报告。

19.10.4

自检记录、隐检记录。

19.10.5

张拉记录。

19.10.6

张拉时混凝土强度报告。

19.10.7

预应力设计变更及重大问题处理文件。

20 现浇混凝土结构后张法有粘结预应力工 程施工工艺标准

20.1 总则

20.1.1 适用范围

一般工业与民用建筑现浇混凝土结构后张预应力施工(不包括构件及块体制作)及桥梁、水池、筒仓、抗震加固等其他构筑物中的工程施工。

20.1.2 编制参考标准及规范

- 《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)；
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)；
- 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》(GB/T14370—2000)；
- 《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》(JGJ85—2002)；
- 《预应力混凝土用钢丝》(GB/T5223—2002)；
- 《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T5224—2003)；
- 《预应力用液压千斤顶》(JG/T5028—1993)；
- 《预应力用电动油泵》(JG/T5029—1993)；
- 《预应力用钢筋、钢丝液压镦头器》(JG/T5030—1993)；
- 《预应力混凝土用金属螺旋管》(JG/T3013—1994)。

20.2 术语

20.2.1 锚具

在后张法结构或构件中，为保持预应力筋的拉力并将其传递到混凝土上所用的永久性锚固装置。锚具可分为两类：

- (1) 张拉端锚具：安装在预应力筋端部且可用以张拉的锚具；
- (2) 固定端锚具：安装在预应力筋端部，通常埋入混凝土中且不用以张拉的锚具。

20.2.2 夹具

在张拉千斤顶或设备上夹持预应力筋的临时性锚固装置(又称工具锚)。

20.2.3 连接器

用于连接预应力筋的装置。

20.2.4 预应力钢材

各种预应力混凝土用的钢丝、钢绞线或钢筋的统称。

20.2.5 预应力筋

在预应力结构中用于建立预加应力的单根或成束的预应力钢丝、钢绞线或钢筋。有粘结预应力筋是和混凝土直接粘结的或是在张拉后通过灌浆使之与混凝土粘结的预应力筋。

20.2.6 预应力筋-锚具组装件

单根或成束预应力筋和安装在端部的锚具组合装配而成的受力单元。

20.2.7 预应力筋-夹具组装件

单根或成束预应力筋和安装在端部的夹具组合装配而成的受力单元。

20.2.8 预应力筋-连接器组装件

单根或成束预应力筋和连接器组合装配而成的受力单元。

20.2.9 受力长度

锚具、夹具、连接器试验时，预应力筋两端的锚具、夹具之间或锚具与连接器之间的净距。

20.2.10 预应力筋的效率系数

受预应力钢材根数、孔道状况及试验装置等因素的影响，考虑预应力筋拉应力不均匀的系数。

20.3 基本规定

20.3.1

后张法预应力工程的施工应由具有相应资质等级的预应力专业施工单位承担。

20.3.2

预应力筋张拉机具及仪表，应定期维护和校验。张拉设备应配套标定，并配套使用。

20.4 施工准备

20.4.1 技术准备

- (1) 预应力施工前，按设计提供的施工图纸要求编制详细的预应力施工方案。
- (2) 根据设计及施工方案要求，选定预应力筋、锚具、夹片、连接器、承压板等。
- (3) 预应力筋、锚具、螺旋管、水泥等主材的验收及复验。
- (4) 预应力设备标定。

20.4.2 材料要求

(1) 预应力筋

预应力筋应按设计要求采用，应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢丝》(GB/T5223)、《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T5224)等的规定。

外观要求：成品钢丝、钢绞线的表面不得带有润滑剂；允许有浮锈，但不得锈蚀成目视可见的麻坑；表面不应有裂纹、小刺、机械损伤。Ⅱ级松弛钢丝的伸直性：取弦长为 1m 的钢丝，其弦与弧的最大自然矢高不大于 25mm。

力学性能：在每检验批中任意抽取 3 盘，每盘抽取一根试件进行检验。检验项目包括屈服强度、抗拉强度、伸长率。如有一项检验不合格时，对应盘报废。再从未试验过的盘中抽取双倍数量试样进行该不合格项的复验，若仍不合格，此批报废。

检查数量：每 60t 为一批。

检验内容：产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

常用预应力筋的规格、性能见表 20.4.2-1、表 20.4.2-2 表 20.4.2-3、表 20.4.2-4。

钢丝尺寸及允许偏差 表 20.4.2-1

钢丝公称直径 (mm)	直径允许偏差 (mm)	横截面积 (mm ²)	理论质量 (kg/m)
3.00	±0.04	7.07	0.058
4.00		12.57	0.099
5.00	±0.05	19.63	0.154
6.00		28.27	0.222

7.00	0.05	38.47	0.302
8.00		50.24	0.394
9.00		63.62	0.499

钢丝(Φ^S)的力学性能

表 20.4.2-2

公称直径 (mm)	抗拉强度 σ _b (MPa)	屈服强度 σ _{0.2} (MPa)	伸长率 (%) L=100	弯曲次数		松弛率			
				次数 (1800)	弯曲半径 (mm)	初始应力 相当于公 称抗拉强 度的百分 数 (%)	1000h 应力损失不大于 (%)		
	不小于		I 级松弛	II 级松弛					
4.00	1470	1250	4	3	10	60 70 80	4.5 8.0 12.0	1.0 2.5 4.5	
5.00	1570	1330		4	15				
	1670	1420							
	1770	1500							
6.00	1570	1330							20
7.00	1670	1420							
	1470	1250							
8.00	1570	1330							
9.00									

1×7 结构钢绞线尺寸及偏差

表 20.4.2-3

钢绞线结构	公称直径 (mm)	直径允许偏 差 (mm)	钢绞线公称 截面积 (mm ²)	理论质量 (kg/m)	中心钢丝直径加大不小于 (%)
1×7 标准型	9.50	+0.30	54.80	0.432	2.0
	11.10	-0.15	74.2	0.580	
	12.70	+0.40	98.7	0.774	
	15.20		139	1.101	
1×7 模拔型	12.70	-0.20	112	0.890	
	15.20		165	1.295	

预应力钢绞线 (Φ) 的力学性能

表 20.4.2-4

钢绞线结	钢绞线公	强度等级	整根钢绞	屈服负荷	伸长率(%)	1000h 松弛率, 不大于 (%)
------	------	------	------	------	--------	--------------------

构	称直径 (mm)	(MPa)	线的最大 负荷 (kN)	(kN)		Ⅰ 级松弛		Ⅱ 级松弛	
						初始负荷			
						70%公称 最大负荷	80%公 称最大 负荷	70%公称 最大负荷	80%公称 最大负荷
			不小于						
1×7 标准型	9.50	1860	102	86.6	3.5	8.0	12	2.5	4.5
	11.10	1860	138	117					
	12.70	1860	184	156					
	15.20	1720	239	203					
		1860	259	220					
1×7 模拔型	12.70	1860	209	178	3.5	8.0	12	2.5	4.5
	15.20	1820	300	255					

(2) 预应力筋的锚具、夹具和连接器

应按设计要求采用，其性能应符合国家标准《预应力筋用锚具、夹具、和连接器》(GB/T14370)等的规定。

外观检验：每检验批抽取 10%，且不少于 10 套。如表面无裂缝，尺寸符合设计要求。

硬度检查：每检验批抽取 5%，每个零件测试三点。

静载锚固能力检验：每检验批中抽取 3 套试件用的锚具、夹具、连接器。

检查数量：每检验批锚具不得超过 1000 套。

检验内容：产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。对材料、机加工尺寸按出厂检验报告中所列指标进行核对。

注：对锚具用量较少的一般工程，如供货方提供有效的试验报告，可不作静载锚固性能试验。

常用预应力锚具、夹具、连接器见表 20.4.2-5。

常用预应力锚具，夹具、连接器

表 20.4.2-5

预应力筋	锚具	张拉端	锚固端
钢丝	夹 具	镦头锚、夹片锚、锥形锚	镦头锚板、锥形锚
	连接器	镦头螺杆锚	镦头螺杆锚
钢绞线	锚 具	夹片锚	压花锚、挤压锚、夹片锚
	夹 具	夹片锚	夹片锚、挤压锚
	连接器	夹片锚	

(3) 灌浆用水泥及外加剂

应采用普通硅酸盐水泥，不宜低于 32.5 等级。外加剂中严禁含有氯化物。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检验内容：产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

注：对孔道灌浆用水泥和外加剂用量较少的一般工程，当有可靠依据时，可不作材料性能的进场复验。

(4) 预应力用螺旋管

其规格应按设计图纸要求采用，其尺寸和性能应符合国家现行标准《预应力混凝土用金属螺旋管》(JG/T3013)等的规定。

外观检查：其内外表面应清洁，无锈蚀，不应有油污、孔洞和不规则的褶皱，咬口不应有开裂或脱扣。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检查内容：产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

20.4.3 主要机具

主要机具见表 20.4.3。

主要机具规格、性能

表 20.4.3

序号	名称	型号	性能
1	高压电动油泵	ZB4/500	与千斤顶、镦头器、压花机、挤压机配套使用
2	张拉千斤顶	YCWB 系列	用于夹片锚
		YC-60	用于螺杆镦头锚
		YZ-38	用于 Φ S5 锥形锚
		YZ-85	用于 18~24 Φ S5 锥形锚
3	钢丝镦头器	LD10	用于 Φ S5 镦粗头
		LD20	用于 Φ S7 镦粗头
4	钢绞线挤压机	JY45	用于 Φ J12、 Φ J15 挤压锚
5	钢绞线压花机	YH30	用于 Φ J12、 Φ J15 压花

(1) 预应力筋成型制作用普通机具：

- 1) 380V 电焊机、焊把线等；
- 2) 380V/220V 二级配电箱、电线若干；
- 3) Φ 400 砂轮切割机；
- 4) 0.5t 手动葫芦；
- 5) 常用工具：绑钩、卷尺若干，铁皮剪扳手等；
- 6) 50m 尺。

(2) 张拉灌浆设备：

- 1) UB3 型灌浆泵、搅拌机、储浆桶；
- 2) 螺杆式灌浆泵、压力灌浆管；
- 3) Φ 100 手提切割机。

20.4.4 作业条件

- (1) 预应力筋下料、铺设
- 1) 预应力筋、螺旋管、压花锚制作；
- 2) 预应力筋及挤压锚组装完毕；
- 3) 现场安全防护到位；
- 4) 监理工程师、质检员、安全员已到位。

(2) 张拉灌浆

- 1) 张拉前应检查张拉设备是否正常运行，千斤顶与压力表是否已配套标定；
- 2) 锚夹具、连接器准备齐全，并经检查验收；
- 3) 灌浆用水泥浆以及封端混凝土的配合比已经试验确定；
- 4) 张拉通道畅通，搭设张拉操作平台。张拉端应有安全防护措施；
- 5) 制备好预应力张拉锚固记录表；
- 6) 监理工程师、质检员、安全员已到位。

20.5 材料和质量要点

20.5.1 材料的关键要求

(1) 高强钢丝、钢绞线必须符合《预应力混凝土用钢丝》(GB/T5223)及《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T5224)的规定。

(2) 锚具、夹具、连接器必须符合《预应力筋用锚具、夹具、连接器》(GB/T14370)和《预应力筋用锚具、夹具、连接器应用技术规程》JGJ85 的规定。锚具静载锚固性能应同时满足下列两项要求：

$$\eta \geq 0.95; \Delta a_{pu} \geq 2.0\%$$

连接器：在张拉预应力后永久留在混凝土结构或构件中的连接器，必须符合锚具的性能要求；如在张拉后还须放张和拆卸的连接器，则必须符合夹具的性能要求。

(3) 水泥外加剂：严禁含有氯离子的成分。

20.5.2 技术关键要求

(1) 预应力梁底模起拱按设计要求进行；当设计无具体要求时，可按 $0.5/1000 \sim 1.5/1000$ 起拱；

(2) 下料长度误差：一束内各根筋之间不大于 50mm；两端均镦头的预应力筋长度 $\leq 6m$ 时，各根筋之间下料长度误差不大于 2mm；筋长大于 6m 时，误差不大于 $L/5000$ 且不大于 5mm；

(3) 定位筋宜采用螺纹钢筋，间距 0.8~1.0m。定位筋与孔道成型材料可采用绑丝十字交叉绑扎，宜采用电焊井字钢筋固定；

(4) 用振捣棒振捣时，振捣棒不得正对着螺旋管和组装件持续振捣；

(5) 预应力梁张拉前侧模应拆除。底模拆除应符合设计要求；当设计无具体要求时，应在张拉灌浆后拆除；

(6) 张拉时混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，不应低于设计的混凝土立方体抗压强度标准值的 75%；

(7) 预应力筋张拉顺序应符合设计要求；当设计无具体要求时，可采用分层、分批、分段对称张拉。先拉楼板，后拉次梁，再拉主梁。

(8) 计算预应力筋的伸长值 ΔL ：计算伸长值时，要估计锚口下损失、孔道摩擦系数及弹性模量。

20.5.3 质量关键要求

(1) 预应力孔道尺寸应符合设计要求，螺旋管束形重点控制最低点、最高点、反弯点，竖向平滑，水平向顺直；

(2) 预应力曲线筋末端的切线应与承压板相垂直，曲线段的起始点至张拉锚固点应有不小于 300mm 的直线段；

(3) 灌浆孔、排气孔、泌水孔制作：灌浆孔间距不宜大于 30m，不应大于 45m。真空灌浆不受此限制。排气兼泌水孔应设置在波峰部位。对于梁面变角张拉曲线束，宜在最低点设排水孔。灌浆孔及泌水管的孔径应能保证浆液畅通；

(4) 预应力筋下料用砂轮锯切割，不得用电弧切割；挤压锚制作时压力表油压应符合操作说明书的规定，挤压后预应力筋外端应露出挤压套筒 1~5mm。锚头尺寸符合要求，纵向无贯通裂缝，头型圆整不歪斜，锚头强度 $\geq 98\%$ 母材时为合格；

(5) 预应力筋应理顺，捆扎成束，不得紊乱；

(6) 在框架梁中，预留孔道在竖直方向的净距不应小于孔道外径，水平方向的净距不应小于 1.5 倍孔道外径；从孔壁算起的混凝土保护层厚度，梁底不宜小于 50mm，梁侧不宜小于 40mm；

(7) 钢丝、钢绞线在储存、运输、安装过程中，应采取防止锈蚀及损坏的措施；

(8) 张拉前，检查构件及张拉端锚垫板后混凝土质量，有空洞时，应补灌混凝土或环氧砂浆；

(9) 张拉时，张拉力的作用线应与孔道末端中心点的切线重合；

(10) 预应力筋张拉完后应尽早进行灌浆，以减少预应力损失及锈蚀。

20.5.4 职业健康安全关键要求

(1) 张拉人员必须持证上岗；

(2) 张拉操作平台牢固可靠。张拉作业时，应在两侧操作，严禁站在千斤顶作用方向；

(3) 灌浆操作时，操作人员必须戴好防护眼镜；搅拌人员必须戴上口罩。

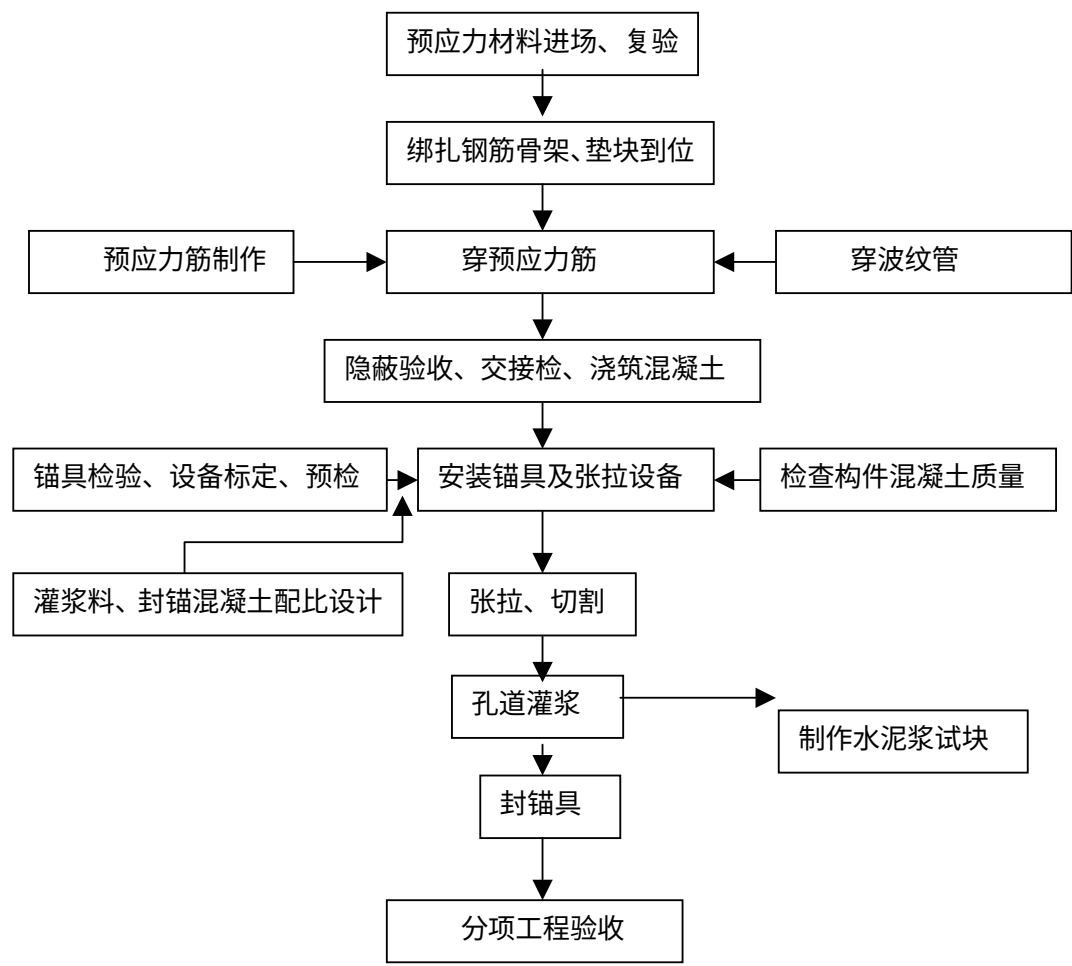
20.5.5 环境关键要求

(1) 作业面必须工完场清；

(2) 维护施工现场的环保设施。

20.6 施工工艺

20.6.1 工艺流程安装锚具及张拉设备灌浆料、封锚混凝土配比设计



20.6.2 操作工艺

(1) 预应力筋下料编束：

- 1) 由工长、技术负责人签发下料任务单；
- 2) 钢绞线不能自由弹出时，须有专人放钢绞线。不要用猛力拉钢绞线，以防形成死弯。钢绞线每隔 1~2m 宜用木方做垫；
- 3) 下料时应遵循先下长筋，后下短筋的原则。逐根对钢绞线进行编号，长度相同统一编号；
- 4) 应按编号成束绑扎，每 2m 用钢丝绑扎一道，绑丝头扣向束里；
- 5) 下料长度控制：钢绞线放线过程中应保证顺直，不与别的钢绞线重叠；钢丝可采用穿入钢管内下料；

6) 镦头锚镦粗头 Φ^S5 钢丝用 LD10 型钢丝液压冷镦机制作, Φ^S7 钢丝用 LD20 型制作。正式镦头前, 先用 10~20cm 的短钢丝 4~6 根进行试镦, 头型合格后, 确定油压。正式镦头过程中随时检查, 发现不合格者及时剪除重镦。常用镦头压力与头型见表 20.6.2-1;
常用镦头压力与头型

表 20.6.2-1

钢丝直径 (mm)	镦头压力 (N/mm ²)	头型直径 (mm)	头型高度 (mm)
Φ^S5	32~36	7~7.5	4.7~5.2
Φ^S7	40~43	10~11	6.7~7.3

7) 钢绞线压花锚, 用 YH 型钢绞线压花机成型。正式压花前先截取 1m 长钢绞线 4~6 根试压, 确定花型合格后, 正式压花。花型如灯泡型。各根钢丝散开、弯曲没有断筋现象为合格, 钢绞线压花头型尺寸见表 20.6.2-2;

钢绞线压花头型

表 20.6.2-2

钢丝直径 (mm)	头型直径 (mm)	长度 (mm)
$\Phi j12$	70~80	130
$\Phi j15$	85~95	150

8) 钢绞线挤压锚用 JY-45 型挤压机成型。操作挤压时, 挤压模内应保持清洁。用异形钢丝衬套时, 各卷钢丝并拢, 其一端与钢绞线断面平齐。

(2) 预应力筋孔道成型:

用螺旋管成型时, 孔道直径比预应力筋(束)直径大 5~15mm。孔道布置、孔道端部排列按设计要求。孔道成型在钢筋骨架成型以后进行。应预先焊架立钢筋, 焊端部锚垫板。连接螺旋管的接头长 200~300mm, 用大一号直径螺旋管, 并且接头处及与锚垫板的接触处均应采用胶带密封。最后安装灌浆孔、排气孔(泌水孔)。灌浆孔与泌水(排气)孔可以通用。

(3) 预应力筋穿束: 预应力筋穿入孔道分先穿束或后穿束(孔道成型前穿束或混凝土浇筑后穿束)、单根穿束或整束穿束、人工穿束或机械穿束等。

1) 先穿束。对埋入混凝土中的固定端锚束, 如压花锚、挤压锚、镦头锚, 必须先穿束。

按穿束与预埋螺旋管之间的配合又分为:

①先穿束后装管, 即预应力筋先放入钢筋骨架内, 然后逐节套入螺旋管及接头。

②先装管后穿束, 即孔道成型后混凝土浇筑前, 将预应力束穿入。

2) 混凝土浇筑后穿束。浇筑混凝土后, 在养护期内穿入预应力筋, 混凝土达到规定强度即可张拉。此方法穿束可不占工期;

3) 单根穿束和整束穿束。钢绞线束可以单根穿, 宜采取整束穿束;

4) 人工穿束。工人站在脚手架上, 将预应力筋逐束穿入孔道内。束前端部用胶布包好裹成子弹头形。对于较长(>60m)曲线束宜制作牵引头, 前拉后推进行;

5) 机械穿束。当超长、特重、多波曲线束整束穿时, 需用特制网套或牵引头连接钢丝绳与预应力束, 用卷扬机牵引穿束。

预应力束穿入后应采取措施, 防止雨水锈蚀, 防止电伤及机械损伤。

(4) 预应力张拉锚固：

1) 张拉前的准备工作：

①搭设张拉操作平台、吊架，平台尺寸 1.5~2m 见方。平台应低于锚垫板 0.8m，锚垫板两侧各有 0.75~1m 的空间。利用结构外脚手架时，特别要求垫板周围 1m 范围内不能有立杆和水平杆。

②制备好张拉锚固记录表。

③锚具、夹具、连接器已检验、进场。

④机具标定进场，并有张拉力与油压的对应关系图。

⑤制订出具体保证张拉锚固、保证质量的安全措施和应急计划，进行安全质量技术交底。

⑥混凝土强度达到设计规定要求并有强度试验报告单。

⑦张拉前检查锚垫板下混凝土的密实情况，有不密实处(如孔洞、蜂窝等)用混凝土或环氧砂浆修补；清除锚垫板上的混凝土，安装锚具。

2) 预应力筋张拉锚固：

张拉顺序按设计要求或施工方案，如无具体要求时，一般分楼层、分部位、分段张拉。各楼层、部位应遵循对称、均匀原则，并尽量使设备少搬动。

同时张拉两端宜分先后锚固。

可采取分级张拉和分级锚固、分批张拉、分期张拉和补偿张拉。当设计无具体要求时，一次张拉锚固程序可采用：

$0 \rightarrow 10\% \sigma_{con} \rightarrow 105\% \sigma_{con}$ ，(持荷 2min) $\rightarrow \sigma_{con} \rightarrow$ 锚固或

$0 \rightarrow 10\% \sigma_{con} \rightarrow 103\% \sigma_{con} \rightarrow$ 锚固

张拉时量测预应力筋伸长：量测方法可采用量千斤顶缸体伸长或量外露预应力筋长度变化。

实测预应力筋伸长与计算伸长值比较：误差在 $\pm 6\%$ 以内为正常，否则应暂停张拉，查明原因，采取措施后方可继续张拉。

①变角张拉：当遇到张拉作业受到空间限制或特殊情况时，可在张拉端锚具外安装变角块，使预应力筋改变一定角度后进行张拉作业。变角张拉一定要根据设计要求或设计同意后才能进行。

预应力筋连接、搭接张拉：当遇到预应力筋超长时，需采取互相搭接张拉或用连接器连续张拉工艺。连接张拉或搭接张拉要有施工方案，并应经设计同意。填写预应力张拉记录；钢绞线切割，封堵锚头。

②孔道灌浆及封锚：预应力筋张拉锚固后及时灌水泥浆并做好锚具封堵工作。

灌浆水泥宜用不低于 32.5 等级的普通硅酸盐水泥，水灰比不大于 0.4，可适当掺加提高水泥浆性能的外加剂。

灌浆设备有搅拌机、灌浆泵、贮浆桶、过滤器、胶管、接头及控制阀等。

检查灌浆孔、排气孔是否与预应力筋孔道连通，否则，应事先处理；

制备灌浆料投料顺序：水 $\rightarrow$ 外加剂(搅拌) $\rightarrow$ 水泥(搅拌)；

灌浆顺序应先下层，后上层。每根构件宜连续灌浆，每个孔道必须一次连续灌满，否则用水冲洗后，重新浇灌。从灌浆孔由近到远逐个检查出浆口(排气孔、泌水孔)，待出浓浆后逐一封闭。待最后一个出浆孔出浓浆后，封闭出浆孔，继续加压(0.4~0.6MPa)，保压 2min，封闭进浆孔。每工作班留置一组边长为 70.7mm 的立方体试件；

填写灌浆记录；

按设计要求进行封锚；当设计无具体要求时，应符合规范及有关规定。封锚混凝土宜采用比构件设计强度高一等级的细石混凝土封堵，并应进行隐蔽验收。

前面工序需做好检验批的验收工作，最后申请分项工程验收。

20.7 质量标准

20.7.1 主控项目

(1) 预应力筋安装时，其品种、级别、规格数量必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

(2) 施工过程中应避免电火花损伤预应力筋；受损伤的预应方筋应予以更换。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

(3) 预应力筋张拉时，混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，不应低于设计的混凝土立方体抗压强度标准值的 75%。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查同条件养护试件试验报告。

(4) 预应力筋的张拉力、张拉顺序及张拉工艺应符合设计及施工技术方案的要求，并应符合下列规定：

1) 当施工需要超张拉时，最大张拉力不应大于国家现行标准《混凝土结构设计规范》(GB50010)的规定；

2) 张拉工艺应能保证同一束中各根预应力筋的应力均匀一致；

3) 当预应力筋是逐根或逐束张拉时，应保证各阶段不出现对结构不利的应力状态；

4) 当采用应力控制张拉方法时，应校核预应力筋的伸长值。实际伸长值与设计计算理论伸长值的相对允许偏差为±6%。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查张拉记录。

(5) 张拉过程中应避免预应力筋断裂或滑脱。当发生断裂或滑脱时，必须符合下列规定：断裂或滑脱的数量严禁超过同一截面(轴线)预应力筋总根数的 3%，且每束钢丝不得超过一根。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查张拉记录。

(6) 预应力筋张拉后应尽早进行孔道灌浆，孔道内水泥浆应饱满、密实。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查灌浆记录。

(7) 锚具的封闭保护应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：

1) 应采取防止锚具腐蚀和遭受机械损伤的有效措施；

2) 凸出式锚固端锚具的保护层厚度不应小于 50mm；

3) 外露预应力筋保护层厚度：处于正常环境时，不应小于 20mm；处于易受腐蚀的环境时，不应小于 50mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

20.7.2 一般项目

(1) 预应力筋应采用砂轮锯或切割机切断，不得采用电弧切割。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

(2) 挤压锚具、墩粗头锚、压花锚制作时，压力油表油压应符合操作说明书的规定，挤压后预应力筋外端应外露出挤压套筒 1~5mm。

检查数量：每工作班抽查 50%

检验方法：观察，钢尺、卡尺检查。

(3) 预应力筋预留孔道的规格、数量、位置和形状应符合设计要求及有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

(4) 安装误差：预应力筋位置的垂直偏差 10mm，水平偏差 30mm。锚垫板与预应力束末端轴线垂直偏差 10mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：钢尺检查。

注：束形控制点的束向位置偏差合格点率应达到 92%以上，且不得有超过 15mm 的偏差；水平方向合格点率宜达 80%以上。

(5) 浇筑混凝土前穿入孔道的预应力筋应采取防止锈蚀的措施。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

(6) 锚固阶段张拉端预应力筋内缩量应符合设计要求；当设计无具体要求时，墩头螺杆锚为 1mm，锥形锚及夹片式锚具有顶压时不大于 5mm，无顶压时 6~8mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：钢尺检查，张拉锚固记录。

(7) 钢绞线锚固后的外露部分应用机械方法切割，其外露长度不宜小于其直径的 1.5 倍，且不宜小于 30mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

(8) 灌浆用水泥浆的水灰比不应大于 0.4，搅拌后 3h 泌水率不应大于 3%。

检查数量：同一配合比检查一次。

检验方法：检查水泥浆性能试验报告。

(9) 灌浆用水泥浆强度按设计要求进行；若设计无具体要求时，浆体强度不宜低于构件混凝土立方体抗压强度标准值。

检查数量：每工作班留置一组边长为 70.7mm 的立方体试块。

检验方法：检查水泥浆试块强度试验报告。

(10) 封锚混凝土强度应按设计要求进行；当设计无具体要求时，宜采用比构件设计强度高一等级的细石混凝土封堵。

检查数量：同一配合比检查一次。

检验方法：检查试块强度试验报告。

20.8 成品保护

20.8.1

预应力筋、锚夹具、螺旋管在储存、运输、安装过程中，应采取防止锈蚀及损坏措施。

钢丝、钢绞线在现场存放，下料后，下面应有垫木，应盖防雨布。

锚具、螺旋管应放在库房的架子上，并应有良好的通风。

20.8.2

现场施工中，各工种应注意保护好螺旋管，不得在上面堆料、踩踏，以免碰破螺旋管。在整个预应力筋的铺设过程中，如周围有电焊施工，应用石棉板进行遮挡，防止焊渣飞溅损伤螺旋管。

20.8.3

灌浆用水泥及外加剂应有防雨、防潮措施。

20.8.4

整个预应力施工过程中，不得用预应力筋作电焊回路，严防烧伤预应力筋。

20.8.5

预应力张拉锚固后，及时对锚具进行全封闭防护处理，严格按照要求操作，保证封闭严密，防止水气侵入，使锚具、预应力筋锈蚀。

20.9 安全环保措施

20.9.1

牢固树立“没有安全，没有质量，就没有工期”的意识，坚决贯彻“安全第一，预防为主”的方针，严格执行国家、上级主管部门有关安全生产的规定；成立安全管理小组检查安全设施，建立健全安全生产责任制，做到管理到位，责任到岗，认真做好安全教育和安全交底工作。

20.9.2

配备符合规定的设备，并随时注意检查，及时更换不符合安全要求的设备。

对电工、焊工、张拉工等特种作业工人必须经过培训考试合格取证，持证上岗。操作机械设备要严格遵守各机械的规程，严格按使用说明书操作，并按规定配备防护用具。

20.9.3

预应力筋下料盘切割时防止钢丝、钢绞线弹出伤人，砂轮锯片破碎伤人。

20.9.4

对张拉平台、脚手架、安全网、张拉设备等，现场施工负责人应组织技术人员、安全人员及施工班组共同检查，合格后方可使用。

20.9.5

采用锥锚式千斤顶张拉钢丝束时，先使千斤顶张拉缸进油，压力表针有启动时再打楔块。

20.9.6

墩头锚固体系在张拉过程中随时拧上螺母。

20.9.7

两端张拉的预应力筋：两端正对预应力筋部位应采取措施进行防护。

20.9.8

预应力筋张拉时，操作人员应站在张拉设备的作用力方向的两侧，严禁站在建筑物边缘与张拉设备之间，以防在张拉过程中，有可能来不及躲避偶然发生的事故而造成伤亡。

20.9.9

环保措施

- (1) 应积极维护施工现场的环保设备、产品、资源；
- (2) 灌浆后清洗设备的余浆要排入沉淀池内，不得进入城市污水管网；
- (3) 在千斤顶高压油泵、胶管更换检修时，减少机械油对周围环境的污染；

(4) 合理安排作业时间，夜间施工时，避免噪音较大的工作，严禁扰民。

20. 10 质量记录

本工艺标准应具备以下质量记录：

20. 10. 1

预应力筋出厂检验报告或质量证明书和复验报告。

20. 10. 2

预应力筋用锚具或连接器的合格证、出厂检验报告和试验报告。

20. 10. 3

预应力孔道灌浆用水泥及外加剂的合格证、出厂检验报告、试验报告、水泥浆性能试验报告、水泥浆试块强度报告。

20. 10. 4

螺旋管的合格证、出厂检验报告。

20. 10. 5

预应力张拉设备标定报告。

20. 10. 6

隐蔽工程验收记录。

20. 10. 7

预应力筋安装、张拉记录，灌浆记录。

20. 10. 8

分项工程验收记录。

20. 10. 9

张拉前混凝土强度试验报告。

20. 10. 10

预应力设计变更及重大问题处理文件。

20. 10. 11

其他必要的文件和记录。