
UDC

广西壮族自治区工程建设地方标准

DB

DBJ/T45-***-20**

P

备案号: J*****-20*

混凝土结构工程施工工艺规程

Technical specification
for construction of concrete structures

(征求意见稿)

20**-**-** 发布

20**-**-** 实施

广西壮族自治区住房和城乡建设厅 发布

广西壮族自治区工程建设地方标准

混凝土结构工程施工工艺规程

Technical specification
for construction of concrete structures

DBJ/T ***-20**

主编单位：广西建工集团有限责任公司

广西工程建设标准化协会

广西建工集团第二建筑工程有限责任公司

批准部门：广西壮族自治区住房和城乡建设厅

施行日期：20**年**月**日

20** 广 西

前 言

根据广西壮族自治区住房和城乡建设厅《关于下达 2019 年度全区工程建设地方标准、图集制(修)订项目计划的通知》(桂建标[2019]21号)的要求,规程编制组经过广泛调查研究,借鉴近年来国内外钢筋混凝土结构工程施工的实践经验,结合广西实际,并在广泛征求意见的基础上,制定了本规程。

本规程共分 10 章,主要技术内容包括:总则、术语、基本规定、模板工程、钢筋工程、预应力工程、现浇混凝土制备、现浇结构工程、装配式混凝土结构工程、高温雨期与冬期施工、绿色施工。

本规程由广西壮族自治区住房和城乡建设厅负责管理,由广西建工集团有限责任公司负责具体内容的解释。

本规程在执行过程中如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料反馈至广西建工集团有限责任公司(南宁市良庆区平乐大道 19 号,邮编 530201,联系电话:0771-2815093,电子邮箱:etrc@gxjgjt.com),以供今后修订时参考。

主 编 单 位: 广西建工集团有限责任公司
广西工程建设标准化协会
广西建工集团第二建筑工程有限责任公司

参 编 单 位: 广西创新建筑工程质量检测咨询有限公司
广西鼎策工程顾问有限责任公司
广西裕华建设集团有限公司

广西桂平市市政工程有限责任公司

广西龙辰建筑工程有限公司

广西鼎汇建设集团有限公司

广西瑞宏建设集团有限公司

广西建工集团基础建设有限公司

广西路桥集团建筑工程有限公司

广西宏泰成建设集团有限公司

广西贵港建设集团有限公司

主要起草人员：肖玉明、卢军宝、叶 彤、欧茂武
袁 波、郑玉洁、庾 鑫、方修华
唐 旭、李焕彬、李 雲、郭陆军
罗浩文、施运骏、池福军、谢路遥
李 钊、周建文、刘震宇、刘泳宇
陈 俊、梁中相、廖 军、韦凌波
陈仕时、邓贤杰、庞雪军、李坤南
朱明佳、陈凤妮、周志纯、黄磊群
潘荣祥、刘顺敏、梁国攀、苏建宇
苏 霞、曾 燕

主要审查人员：

目 次

| | | |
|----------|--------------------|-----------|
| 1 | 总 则 | 1 |
| 2 | 术 语 | 2 |
| 3 | 基本规定 | 4 |
| 3.1 | 施工管理 | 4 |
| 3.2 | 施工技术 | 4 |
| 3.3 | 施工质量与安全 | 5 |
| 4 | 模板工程 | 7 |
| 4.1 | 一般规定 | 7 |
| 4.2 | 设 计 | 8 |
| 4.3 | 胶合板（木）模板施工工艺 | 13 |
| 4.4 | 铝合金模板施工工艺 | 23 |
| 4.5 | 大模板施工工艺 | 32 |
| 4.6 | 液压滑升模板施工工艺 | 36 |
| 5 | 钢筋工程 | 43 |
| 5.1 | 一般规定 | 43 |
| 5.2 | 钢筋加工制作 | 47 |
| 5.3 | 钢筋绑扎与安装 | 53 |
| 5.4 | 钢筋电渣压力焊接 | 62 |
| 5.5 | 钢筋电弧焊接 | 67 |
| 5.6 | 钢筋闪光对焊 | 75 |
| 5.7 | 钢筋气压焊接 | 80 |
| 5.8 | 钢筋滚轧直螺纹连接 | 85 |

| | | |
|-----------|-------------------------|------------|
| 6 | 预应力工程 | 90 |
| 6.1 | 一般规定 | 90 |
| 6.2 | 先张法预应力工程施工工艺 | 91 |
| 6.3 | 后张法预应力工程施工工艺 | 96 |
| 6.4 | 缓粘结预应力工程施工工艺 | 106 |
| 7 | 现场混凝土制备 | 117 |
| 7.1 | 一般规定 | 117 |
| 7.2 | 现场搅拌混凝土制备施工工艺 | 117 |
| 8 | 现浇结构工程 | 124 |
| 8.1 | 一般规定 | 124 |
| 8.2 | 普通混凝土施工工艺 | 127 |
| 8.3 | 型钢混凝土施工工艺 | 135 |
| 8.4 | 水下混凝土施工工艺 | 145 |
| 8.5 | 施工缝与后浇带混凝土施工工艺 | 149 |
| 8.6 | 大体积混凝土施工工艺 | 152 |
| 9 | 装配式混凝土结构工程 | 157 |
| 9.1 | 一般规定 | 157 |
| 9.2 | 装配式混凝土结构施工工艺 | 160 |
| 10 | 高温、雨期与冬期施工 | 171 |
| 10.1 | 一般规定 | 171 |
| 10.2 | 高温施工 | 171 |
| 10.3 | 雨期施工 | 173 |
| 10.4 | 冬期施工 | 174 |
| 11 | 绿色施工 | 176 |

| | |
|---|------------|
| 11.1 一般规定 | 176 |
| 11.2 环境保护措施 | 176 |
| 11.3 节材、节水、节能、节地措施 | 178 |
| 附录 A (规范性附录) 检查表与验收表 | 180 |
| 附录 B 作用在模板及支架上的荷载标准值 | 185 |
| 附录 C 常用钢筋的公称直径、公称截面面积、计算截面面积及理论重量 | 187 |
| 本规范用词说明 | 190 |
| 引用标准名录 | 191 |
| 附：条文说明 | 192 |

Contents

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | General Provisions | 1 |
| 2 | Terms | 2 |
| 3 | Basic Requirements | 4 |
| 3.1 | Construction Management | 4 |
| 3.2 | Construction Technology | 4 |
| 3.3 | Construction Quality and Safety | 5 |
| 4 | Formwork | 7 |
| 4.1 | General Requirements | 7 |
| 4.2 | Design | 8 |
| 4.3 | Construction Technology of Plywood (Wood) Formwork | 13 |
| 4.4 | Construction Process of Aluminum Alloy Formwork | 23 |
| 4.5 | Construction Technology of Large Formwork | 32 |
| 4.6 | Construction Technology of Hydraulic Sliding Formwork | 36 |
| 5 | Reinforcement | 43 |
| 5.1 | General Requirements | 43 |
| 5.2 | Reinforcement Fabrication | 47 |
| 5.3 | Reinforcement Binding and Installation | 53 |
| 5.4 | Electric Slag Pressure Welding of Steel Bars | 62 |
| 5.5 | Steel Bar Arc Welding | 67 |
| 5.6 | Flash Welding of Steel Bbars | 75 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5.7 | Steel Bar Pressure Welding | 80 |
| 5.8 | Steel Bar Rolling Straight Thread Connection | 85 |
| 6 | Prestress Engineering | 90 |
| 6.1 | General Requirements | 90 |
| 6.2 | Construction Technology of Pre Tensioning Method for Prestressed Engineering | 91 |
| 6.3 | Construction Technology of Post Tensioning Prestressing Engineering | 96 |
| 6.4 | Construction Technology of Delayed Bonding Prestressed Engineering | 106 |
| 7 | On Site Concrete Production | 117 |
| 7.1 | General Requirements | 117 |
| 7.2 | On Site Mixing Concrete Production and Construction Technology | 117 |
| 8 | Cast in Place Structural Engineering | 124 |
| 8.1 | General Requirements | 124 |
| 8.2 | Ordinary Concrete Construction Technology | 127 |
| 8.3 | Construction Technology of Steel Reinforced Concrete | 135 |
| 8.4 | Underwater Concrete Construction Technology | 145 |
| 8.5 | Construction Joint and Post Pouring Concrete Construction Technology | 149 |
| 8.6 | Construction Technology of Large Volume Concrete | 152 |
| 9 | Prefabricated Concrete Structure Engineering | 157 |
| 9.1 | General Requirements | 157 |

| | |
|--|------------------|
| 9.2 Construction Technology of Prefabricated Concrete | |
| Structure | 160 |
| 10 Construction During High Temperature, Rainy Season, and Winter | |
| Season | 171 |
| 10.1 General Requirements | 171 |
| 10.2 Hot Weather Requirements | 171 |
| 10.3 Rainy Weather Requirements | 173 |
| 10.4 Cold Weather Requirements | 174 |
| 11 Green Construction | 176 |
| 11.1 General Requirements | 176 |
| 11.2 Environmental Protection Measures | 176 |
| 11.3 Measures to Save Materials, Water, Energy, and Land | |
| | 178 |
| Appendix A (Normative Appendix) Checklist and Acceptance | |
| Form | 180 |
| Appendix B Characteristic Values of Loads Acting on Formwork ... | 185 |
| Appendix C Nominal Diameter, Nominal Sectional Area ,Calculation | |
| Sectional Area and TheoreticalWeight of Common | |
| Reinforcements | 188 |
| Explanation of Wording in This Code | 190 |
| List of Quoted Standards | 191 |
| Addition: Explanation of Provisions | 错误！未定义书签。 |

1 总 则

1.0.1 为规范混凝土结构工程施工，做到质量可靠、经济合理、安全适用、节能环保，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于广西建筑工程混凝土结构施工，不适用于轻骨料混凝土等特殊混凝土结构。

1.0.3 混凝土结构工程施工除应执行本规程外，尚应符合国家、行业及广西现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 混凝土结构 concrete structure

以混凝土为主制成的结构，可分为现浇混凝土结构和装配式混凝土结构。

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

在现场支模并整体浇筑而成的混凝土结构，简称现浇结构。

2.0.3 混凝土工作性 workability of concrete

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

2.0.4 自密实混凝土 self-compacting concrete

无需外力振捣，能够在自重作用下流动并密实的混凝土。

2.0.5 先张法 pre-tensioning

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

2.0.6 后张法 post-tensioning

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

2.0.7 成型钢筋 fabricated steel bar

采用专用设备，按规定尺寸、形状预先加工成型的普通钢筋制品。

2.0.8 施工缝 construction joint

因设计要求或施工需要分段浇筑而在先、后浇筑的混凝土之间所形成的接缝。

2.0.9 后浇带 post-cast strip

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

2.0.10 墙柱梁板整体浇筑 wall posts and beamsentirety pouring

混凝土竖向构件与水平构件连续浇筑整体成型。

2.0.11 跳仓法 jumping construction method

将超长的混凝土块体分为若干小块体间隔施工，经过短期的应力释放，再将若干小块体连成整体，依靠混凝土抗拉强度抵抗下段温度收缩应力的施工方法。

2.0.12 绿色施工 green construction

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

3 基本规定

3.1 施工管理

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

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

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

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

3.1.5 施工单位应保证施工资料真实有效、齐全完整。施工项目技术负责人应组织施工全过程的资料编制、收集、整理和审核，并应及时存档、备案。

3.2 施工技术

3.2.1 混凝土结构施工前，应根据结构类型、特点和施工条件，确定施工工艺，并应做好材料、设备、人员等各项准备工作。

3.2.2 对结构复杂，荷载、高度或跨度较大，地基情况复杂及施工环境条件特殊的混凝土结构工程，宜在施工过程进行监控监测，并应及时调整施工控制措施。

3.2.3 混凝土结构施工中采用的新技术、新工艺、新材料、新设备等，

应按有关规定进行评审、备案。施工前应对新的或首次采用的施工工艺进行评价，制订专项施工方案，并经监理单位核准。

3.2.4 混凝土结构施工过程中应采取绿色施工措施。

3.3 施工质量与安全

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

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

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

3.3.4 原材料、半成品和成品进场时，应对其规格、型号、外观和质量证明文件等进行检查，并应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204等有关规定进行检验。

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

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

1 试件应及时进行唯一性标识。

2 混凝土试件的抽样方法、抽样地点、抽样数量、养护条件、制作要求、试验龄期等应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收标准》GB 50204《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107和《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081的有关规定。

3 钢筋试件、预应力筋试件的抽样方法、抽样数量、制作要求和

试验方法等应符合国家现行有关标准的规定。

3.3.7 施工前应进行危险源识别和分析，制定预防火灾、高处坠落、物体打击、电击伤害、坍塌及劳动保护等安全措施，并在施工过程中加强巡检、监控。

3.3.8 对超过一定规模危险性较大的分部分项工程应编制专项施工方案，并应按规定通过专家论证后方可施工。

4 模板工程

4.1 一般规定

4.1.1 模板及支架宜选用轻质、高强、耐用的材料，连接件宜选用标准定型产品。材料的技术指标应符合国家现行有关标准的规定。

4.1.2 接触混凝土的模板表面应平整，并应具有良好的耐磨性和硬度。

4.1.3 模板及支架形式选择应满足工程结构形式、质量安全控制及现场操作便利的要求。

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

4.1.5 模板应按图加工、制作，模板板面拼缝处应密封。地下室外墙和有防水要求的墙体模板对拉螺栓中部应设止水片，止水片应与对拉螺栓环焊。

4.1.6 模板安装时应进行测量放线，并应采取保证模板位置准确的定位措施。

4.1.7 现浇构件模板安装的允许偏差和检验方法应符合表 4.1.7 的规定。

表 4.1.7 现浇构件模板安装的允许偏差和检验方法

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

4.1.8 模板体系应采取可靠的抗侧移、抗浮和防倾覆措施。

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

4.1.10 模板工程施工前应编制专项施工方案。

4.1.10 当采用清水混凝土施工工艺时，应符合下列规定：

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

2 模板安装应稳固，主次龙骨加固到位，浇筑过程应杜绝出现胀模、偏位等现象。

3 混凝土浇筑过程加强振捣，确保混凝土振捣密实，

4 浇筑完成后应适当延长拆模时间及养护时间；模板拆除后应及时清理、修复，并做好成品保护措施。

4.1.11 一般模板工程的安全检查应符合附录 A 表 A.1 的规定，高大模板支架的安全检查应符合附录 A 表 A.2 的规定。一般模板支架验收应符合附录 A 表 A.3 的规定，高大模板支架验收应符合附录 A 表 A.4 的规定。扣件拧紧抽样检查应符合附录 A 表 A.5 的规定。检查、验收记录应存档。

4.2 设计

4.2.1 模板及支架应根据工程的结构形式、荷载大小、地基土类别、施工设备和材料供应等条件进行设计，应具备足够的承载能力、刚度和整体稳定性。

4.2.2 模板设计应包括下列内容：

1 模板及支架的选型及构造设计。

2 模板及支架上荷载及其效应计算。

3 模板及支架的承载力、刚度验算。

4 模板及支架的抗倾覆验算。

5 绘制模板及支架施工图。

4.2.3 模板及支架的设计应符合下列规定：

1 模板及支架的结构设计宜采用以分项系数表达的极限状态设计方法。

2 模板及支架的结构分析中所采用的计算假定和分析模型，应有理论或试验依据，或经工程验证可行。

3 模板及支架应根据施工过程中受力工况进行结构分析，并确定最不利的作用效应组合。

4 承载力计算应采用荷载基本组合；变形验算可采用永久荷载标准值。

4.2.4 模板及支架的设计应根据实际情况计算不同工况下的各项荷载及其组合。荷载应包括模板及支架自重 (G_1)、新浇筑混凝土自重 (G_2)、钢筋自重 (G_3)、新浇筑混凝土对模板侧面的压力 (G_4)、施工人员及施工设备荷载 (Q_1)、混凝土下料产生的水平荷载 (Q_2)、泵送混凝土或不均匀堆载等原因产生的附加水平荷载 (Q_3) 及风荷载 (Q_4) 等。各项荷载的标准值可按本规范附录 B 确定。

4.2.5 模板及支架设计应符合下列规定：

1 模板及支架结构构件应按短暂设计状况下的承载力极限状态进行设计，并按下列公式计算：

$$\gamma_0 S \leq R / \gamma_R \quad (4.2.5-1)$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数，对重要的模板及支架宜取 $\gamma_0 \geq 1.0$ ；对一般的模板及支架应取 $\gamma_0 \geq 0.9$ ；

S ——荷载基本组合的效应设计值，可按本规范中式 4.2.5-2 进

行计算；

R ——模板及支架结构构件的承载力设计值，应按国家现行有关标准计算；

γ_R ——承载力设计值调整系数，应根据模板及支架重复使用情况取用，不应小于 1.0。

2 模板及支架的荷载基本组合的效应设计值，可按下列公式计算：

$$S = 1.35\alpha \sum_{i=1}^m S_{G_{ik}} + 1.4\varphi_{cj} \sum_{j=1}^n S_{Q_{jk}} \quad (4.2.5-2)$$

式中： $S_{G_{ik}}$ ——第 i 个永久荷载标准值产生的荷载效应值；

$S_{Q_{jk}}$ ——第 j 个可变荷载标准值产生的荷载效应值；

α ——模板及支架的类型系数：对侧面模板，取 0.9；对底面模板及支架，取 1.0；

φ_{cj} ——第 j 个可变荷载的组合值系数，宜取 $\varphi_{cj} \geq 0.9$ 。

3 模板及支架承载力计算的各项荷载可按表 4.2.5-1 确定，并应采用最不利的荷载基本组合进行设计。

表 4.2.5-1 参与模板及支架承载力计算的各项荷载

| 计算内容 | | 参与荷载项 |
|------|--------------|--|
| 模板 | 底面模板的承载力 | $G_1+G_2+G_3+Q_1$ |
| | 侧面模板的承载力 | G_4+Q_2 |
| 支架 | 支架水平杆及节点的承载力 | $G_1+G_2+G_3+Q_1$ |
| | 立杆的承载力 | $G_1+G_2+G_3+Q_1+Q_4$ |
| | 支架结构的整体稳定 | $G_1+G_2+G_3+Q_1+Q_3$ $G_1+G_2+G_3+Q_1+Q_4$ |

注：表中的“+”仅表示各项荷载参与组合，而不表示代数相加。

4 模板及支架的变形验算应按下列公式计算：

$$a_{fR} \leq a_{f,lim} \quad (4.2.5-3)$$

式中： a_{fk} ——采用荷载标准组合计算的构件变形值；

$a_{f,lim}$ ——变形限值，应符合下列规定：

1) 对结构表面外露的模板，挠度不得大于模板构件计算跨度的1/400；

2) 对结构表面隐蔽的模板，挠度不得大于模板构件计算跨度的1/250；

3) 支架的轴向压缩变形值或侧向弹性挠度值不得大于计算高度或计算跨度的1/1000。

5 模板支架的高宽比不宜大于3；当高宽比大于3时，应加强整体稳定性措施，并进行支架的抗倾覆验算。

6 模板支架按混凝土浇筑前和混凝土浇筑时两种工况进行抗倾覆验算时，应满足下式要求：

$$\gamma_0 M_0 \leq M_r \quad (4.2.5-4)$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数；

M_0 ——支架的倾覆力矩设计值，按荷载基本组合计算，其中永久荷载的分项系数取1.35，可变荷载的分项系数取1.4；

M_r ——支架的抗倾覆力矩设计值，按荷载基本组合计算，其中永久荷载的分项系数取0.9，可变荷载分项系数取0。

7 模板支架结构钢构件的长细比不应超过表4.2.5-2规定的容许值。

表 4.2.5-2 模板支架结构钢构件容许长细比

| 构件类别 | 容许长细比 |
|--------------|-------|
| 受压构件的支架立柱及桁架 | 180 |
| 受压构件的斜撑、剪刀撑 | 200 |

| | |
|----------|-----|
| 受拉构件的钢杆件 | 350 |
|----------|-----|

8 支撑结构立杆基础底地基承载力应满足下式要求：

$$p \leq f_g \quad (4.2.5-5)$$

$$p = \frac{N}{A_g} \quad (4.2.5-6)$$

$$f_g = k_c f_{ak} \quad (4.2.5-7)$$

$$A_g = ab \quad (4.2.5-8)$$

式中： p ——立杆基础底面的平均压力设计值（ N/mm^2 ）；

f_g ——地基承载力设计值（ N/mm^2 ）；

N ——支撑结构传至立杆基础地面的轴力设计值（ N ）；

A_g ——立杆底垫木底面积（ mm^2 ）；

k_c ——支撑结构的地基承载力调整系数，宜按表 4.2.5-3 确定；

f_{ak} ——地基土承载力特征值（ N/mm^2 ），应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 确定；

a ——木垫板或木脚手板宽度（ mm ）；

b ——沿木垫板或木脚手板铺设方向的相邻立杆间距（ mm ）。

表 4.2.5-3 支撑结构的地基承载力调整系数

| 地基土类别 | 调整系数 | |
|--------------|---------|----------|
| | 支承在原土上时 | 支承在回填土上时 |
| 碎石土、砂土、多年沉积土 | 0.8 | 0.4 |
| 粉土、黏土 | 0.9 | 0.5 |
| 岩石、混凝土 | 1.0 | - |

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

4.2.7 支承于地基土上的模板支架，应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的有关规定对地基土进行验算；支承于混凝土结构构件上的模板支架，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定对混凝土结构构件进行验算。

4.2.8 铝合金模板、带肋塑料模板、组合大模板、滑升模板、密肋和空心楼板模板等特殊模板及支架的设计尚应符合国家及行业现行有关标准的规定。

4.2.9 采用轮扣式、碗扣式、承插型盘扣式等钢管架搭设的支架，应采用支架立柱杆端插入可调托座的中心传力方式，其承载力及刚度可按国家现行有关标准的规定进行验算设计。

4.3 胶合板（木）模板施工工艺

I 施工准备

4.3.1 主要材料应符合下列规定：

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

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

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

4.3.3 作业条件应符合下列规定：

- 1 编制模板施工方案，并经审核、审批。按方案要求对操作人员进行技术交底。
- 2 钢筋及各种预埋件隐蔽验收合格。
- 3 模板施工前应涂刷脱模剂。

II 基础模板施工工艺

4.3.4 基础模板施工工艺流程见图 4.3.4。

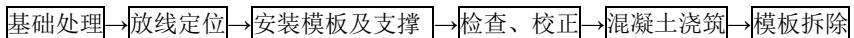


图 4.3.4 基础模板施工工艺流程图

4.3.5 基础模板底边应采用水泥砂浆进行硬化找平。

4.3.6 应在找平层上测放出模板的安装控制线。

4.3.7 安装模板及支撑应符合下列规定：

1 当为阶形基础时，应先安装第一阶模板及支撑，模板底部采用砂浆进行填塞密封。然后在第一阶模板顶部钉设板条，作为第二阶吊模支承基础，并宜采用斜撑或围箍对吊模侧面进行加固。

2 当为条形基础时，应先安装侧板和端头板，并对准边线和中心线，用水平尺校正侧板顶面水平，经检测无误差后，用斜撑、水平撑或拉撑钉牢。

4.3.8 模板安装完成后，应检查斜撑及拉杆是否稳固、复核各部位尺寸和标高是否准确。当模板安装存在偏差时，应及时进行调整校正，并应符合本规程第 4.1.7 条的有关规定。

4.3.9 混凝土浇筑时应振捣到位，并安排人员观察模板情况，若出现爆模、胀模现象时，应立即停止浇筑混凝土并对模板进行加固，确认加

固到位后方可继续施工。

4.3.10 模板拆除时，应按先支的后拆，后支的先拆的顺序进行拆模。侧模拆除时的混凝土强度应能保证其表面及棱角不受损伤。

III 剪力墙、柱模板施工工艺

4.3.11 剪力墙、柱模板施工工艺流程见图 4.3.10:



图 4.3.10 剪力墙模板施工工艺流程图

4.3.12 模板安装前应对基层进行清理，并根据施工图，测放出墙体模板控制线和安装边线。

4.3.13 安装模板及支撑应符合下列规定：

1 沿模板安装边线外侧钉设压脚板，压脚板宽度不宜小于 50mm。

2 剪力墙模板安装应符合下列规定：

1) 安装墙体模板及次龙骨：墙体模板应分层安装，先安装好墙体一侧模板，然后设置穿墙螺杆及套管，再安装另一侧墙体模板。模板间拼缝应错开搭接，模板次龙骨随着模板安装进度同步设置。

2) 安装洞口模板：洞口处模板应严格按照轴线和控制线进行安装，内侧支撑应采取加固措施。

3) 模板垂直度调整及安装主龙骨：剪力墙两侧模板及侧面封口模板安装完毕后，对模板垂直度进行初调并安装主龙骨，主龙骨间距及拉结措施应满足施工方案要求。

4) 模板支撑固定：剪力墙模板安装完毕后，设置斜撑或拉杆，当墙体高度超过 2m 时，上部墙体模板应与脚手架进行刚性拉结固定。

3 柱子模板安装应符合下列规定：

1) 现场拼装柱模时，应采用临时支撑进行固定，斜撑与地面的

倾角宜为 60° 。

2) 待柱模就位组拼经校正无误后, 应立即自下而上安装柱箍。

3) 柱模校正后, 应采用斜撑或水平撑进行四周支撑, 以确保整体稳定。当高度超过 4m 时, 应群体或成列同时支模, 并将支撑连成一体, 形成整体框架体系。当需单根支模时, 柱宽大于 500mm 应每边在同一标高上设不得少于两根斜撑或水平撑。斜撑与地面的夹角宜为 $45^\circ \sim 60^\circ$, 下端尚应有防滑移的措施。

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

4.3.14 模板安装完成后, 应对其垂直度、模板拼缝、扣件螺栓紧固程度等进行检查复核。当模板安装存在偏差时, 应及时进行调整校正, 并应符合本规程第 4.1.7 条的有关规定。

4.3.15 混凝土浇筑时应振捣到位, 柱子高度超过 2m 时应分层浇筑, 并安排人员观察模板情况, 若出现爆模、胀模、漏浆等现象时, 应立即停止浇筑混凝土并对模板进行加固, 确认加固到位后方可继续施工。

4.3.16 模板拆除时, 应按先支的后拆, 后支的先拆方式有序拆除。模板拆除时的混凝土强度应能保证其表面及棱角不受损伤。

IV 梁、板模板施工工艺

4.3.17 梁、板模板施工工艺流程见图 4.3.15。

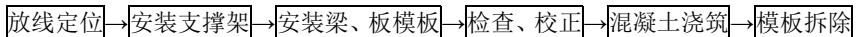


图 4.3.15 梁、板模板施工工艺流程图

4.3.18 放线定位应符合下列规定:

1 安装梁、板模板前, 应在基层上测放楼层控制轴线以及梁体边线;

2 支架立杆搭设前，应根据施工方案及现场具体情况对立杆安装位置进行定位。

4.3.19 支撑架安装应符合下列规定：

1 当采用扣件式钢管支撑架体时，应符合下列规定：

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

2) 立杆设置应符合下列规定：

(1) 立杆基础应平整，并应具有足够的承载强度；当立杆基础为土基时，土基应夯压密实平整，且应有排水措施。

(2) 立杆底部应设置底座或垫板，立杆纵距、横距不应大于 1.4m，梁、板立杆设置间距应成模数，支架步距不应大于 1.8m。

(3) 立杆接长除顶层步距可采用搭接外，其余各层步距接头应采用对接扣件连接，两个相邻立杆的接头不应设置在同一步距内。

(4) 支架立杆搭设的垂直偏差宜不大于 1/200。

3) 水平杆设置应符合下列规定：

(1) 立杆的上下两端应设置双向水平杆，双向水平杆与立杆的连接扣件之间距离不应大于 150mm。

(2) 扫地杆距立杆底部不宜大于 200mm。

(3) 水平杆接长应采用对接或搭接连接，并在架体范围内双向拉通。立杆存在高低跨的部位，高处水平杆应向低处延长两跨与立杆固定，高低差不应大于 1m。

4) 剪刀撑设置应符合下列规定：

(1) 支架周边应连续设置全高全幅竖向剪刀撑；支架长度或宽度大于 6m 时，应设置中部纵向或横向剪刀撑，剪刀撑的间距和单幅剪刀撑的宽度均不宜大于 8m，剪刀撑与水平杆的夹角为 45°~60°。

(2) 支架高度大于 3 倍步距时，支架顶部宜设置一道水平剪刀撑，剪刀撑应延伸至周边。

(3) 剪刀撑的接长应采用搭接或对接。

5) 立杆、水平杆、剪刀撑采用搭接接长时，搭接长度不应小于 0.7m，且应采用不少于 3 个扣件连接，扣件盖板边缘至杆端距离不应小于 100mm。

6) 模板支架的顶托螺杆伸出长度不宜超过 200mm，插入立杆内长度不应小于 150mm，可调底座伸出长度不应超过 300mm。

7) 扣件螺栓的拧紧力矩不应小于 $40\text{N}\cdot\text{m}$ ，不应大于 $65\text{N}\cdot\text{m}$ 。安装完成后的扣件螺栓应采用力矩扳手抽样检查。

8) 高大模板支撑架体构造除应符合上述规定外，尚应符合下列规定：

(1) 立杆纵距、横距不应大于 1.2m，步距不应大于 1.5m。

(2) 封顶杆（顶部横杆）位置、扫地杆位置应全平面设置水平剪刀撑。

(3) 支架内部应按每 4.5m 设 1 道全平面水平剪刀撑。

(4) 支架内部应分别设置纵横两向竖直剪刀撑，设置间距不应大于 4m。

(5) 支撑架体应与构筑物进行有效连接。

(6) 截面高度达到或超过 1.2m 的梁，应直接用立杆或立杆顶部的可调顶托承重，并应在其底模两侧支承梁的立杆上，沿梁两侧各设置一道竖直剪刀撑。

2 采用轮扣式钢管脚手架支撑体系安装施工时，除应符合本规程第 4.3.17 条第 1 款的规定外，尚应符合下列规定：

1) 开架前应根据施工方案和现场实际情况，进行立杆布置策划；

搭设过程中，当立杆间距不符合横杆模数时，应采用普通扣件式钢管进行调整，并应做好拉结措施。

2) 水平杆端插头插入立杆的轮扣盘后，应采用不小于 0.5kg 的手锤锤击水平杆端部，使杆端插头卡紧，轮扣节点水平杆的抗拔力不应小于 1.2kN。

3) 可调托座伸出顶层水平杆的悬臂长度严禁超过 650mm；可调托座螺杆伸出长度不应超过 300mm，插入立杆的长度不应小于 200mm。

4) 当模板支架支撑高度超过 5m 时，底部及顶部应连续设置水平剪刀撑；水平剪刀撑的间隔层数不应大于 6 步且不大于 6m，每个剪刀撑的跨数不应超过 6 跨且宽度不大于 6m。

3 采用承插型盘扣式钢管支架支撑体系安装施工时，除应符合本规程第 4.3.17 条第 1 款的规定外，尚应符合下列规定：

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

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

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

4) 模板支架可调托座伸出顶层水平杆或双槽钢托梁的悬臂长度严禁超过 650mm，且丝杆外露长度严禁超过 400mm，可调托座插入立

杆或双槽钢托梁长度不应小于 150mm。

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

6) 高大模板支架最顶层的水平杆步距应比标准步距缩小一个盘扣间距。

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

4.3.20 安装梁、板模板应符合下列规定：

1 安装梁模板应符合下列规定：

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

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

2 安装楼板模板应符合下列规定：

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

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

4.3.21 模板安装完成后，应对其标高、轴线位置、垂直度、模板拼缝、扣件螺栓紧固程度等进行检查复核。当模板安装存在偏差时，应及时进行调整校正，并应符合本规程第 4.1.7 条的有关规定。

4.3.22 混凝土浇筑应符合本规程第 4.3.9 条的有关规定。

4.3.23 模板拆除应符合下列规定：

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

2 侧模拆除时的混凝土强度应能保证其表面及棱角不受损伤。

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

4 底模拆除时的混凝土强度应满足设计要求，当设计无具体要求时，同条件养护的混凝土立方体试件抗压强度应符合表 4.3.20 的规定：

表 4.3.20 底模拆除时的混凝土强度要求

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

V 成品保护

- 4.3.24** 模板施工时应轻拿轻放，不能抛砸及碰撞已钉设完成的模板。
- 4.3.25** 不得随意拆除或用重锤敲打已支设完成的模板和支顶。
- 4.3.26** 采用泵送混凝土时，连接泵管的管路应在弯折处或采用布料机时应在布料机位置加强支撑和拉结，以防大冲击力破坏支撑体系。
- 4.3.27** 模板拆除后应及时对模板进行清理，穿墙螺栓、螺母等相关零件应及时清理、保养。

VI 施工注意事项

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

- 1** 下层楼板应具有承受上层施工荷载的承载能力，否则应加设支撑支架。
- 2** 上层支架立柱应对准下层支架立柱，并应在立柱底铺设垫板。
- 3** 当采用悬臂吊模板、桁架支模方法时，其支撑结构的承载能力和刚度应符合设计构造要求。

4.3.29 当模板安装高度超过 2.0m 时，必须搭设脚手架。

4.3.30 安装圈梁、阳台、雨篷及挑檐等模板时，其支撑应独立设置，不得支搭在施工脚手架上。

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

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

4.3.33 从事模板作业的人员，应经安全技术培训。从事高处作业人员，

应定期体检，不符合要求的不得从事高处作业。

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

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

VII 质量记录

4.3.36 质量记录应包含以下内容：

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

4.4 铝合金模板施工工艺

I 施工准备

4.4.1 主要材料应符合下列规定：

1 铝合金的材质应符合现行国家标准《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190 的有关规定，铝合金模板用挤压型材应符合现行国家标准《一般工业用铝和铝合金挤压型材》GB/T 6892 的有关规定。

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

3 铝合金模板进场时，应检查铝合金模板出厂合格证，并按模板

及配件的规格、品种与数量明细表、支撑系统明细表核对进场产品的数量。

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

4.4.3 作业条件应符合下列规定：

1 根据工程特点、结构形式及现场作业条件等进行铝合金模板深化设计。

2 编制铝合金模板施工方案，并经审核、审批。按方案要求对操作人员进行技术交底。

3 铝合金模板应进行试拼装并经过验收，按照材料使用计划进场，并分类堆放。

4 施工操作人员应进行岗前培训，考试合格后才能上岗作业。

5 竖向钢筋绑扎完成后，对钢筋、预埋件、管线等进行隐蔽验收。

6 模板施工前应涂刷脱模剂。

II 施工工艺

4.4.4 铝合金模板施工工艺流程见图 4.4.4。

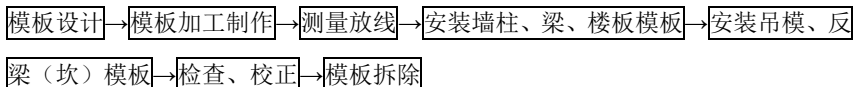


图 4.4.4 铝合金模板施工工艺流程图

4.4.5 模板设计应符合下列规定：

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

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

3 模板配板设计应与主体结构设计、预制构件设计相互协调。

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

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

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

4.4.6 模板加工制作应符合下列规定：

1 模板构件应按设计加工图纸及工艺进行加工。

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

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

4.4.7 测量放线应符合下列规定：

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

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

3 应对控制线及标高控制点进行复核无误后方可进行模板安装。

4.4.8 安装墙柱、梁、楼板模板应符合下列规定：

1 安装墙柱模板应符合下列规定：

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

2) 应在墙柱根部设置定位筋控制模板的安装位置，按照模板编

号逐块进行模板拼装，根据拼装高度设置背楞及拉结构件，并初步固定。最底层一道背楞距离地面不宜大于 250mm，外墙最上层一道背楞距离板顶不宜大于 300mm，内墙最上层一道背楞离板顶不宜大于 700mm；背楞竖向间距不宜大于 750mm；背楞不宜接长使用，接长使用时，上下道背楞接头宜错开设置，错开位置不宜少于 400mm，且背楞接头长度不应小于 200mm；背楞对拉螺杆间距不宜大于 800mm，见图 4.4.8-1。转角背楞及宽度小于 600mm 的柱箍宜一体化设置，相邻墙肢模板宜通过背楞连成整体。

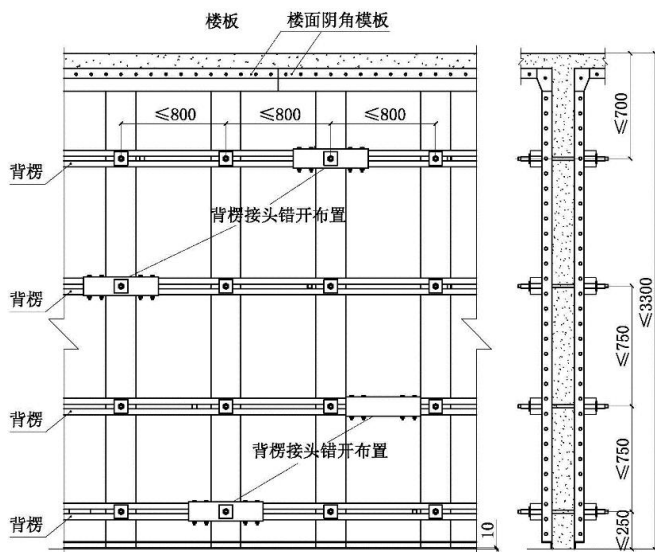


图 4.4.8-1 铝合金模板背楞布置示意图

3) 墙柱模板拼装完毕后，应安装斜撑（见图 4.4.8-2），并对墙柱模板垂直度作初步调整。斜撑间距不宜大于 2000mm；宽度大于等于 2000mm 的墙体应设置不少于两根斜撑；柱模板斜撑间距不应大于 700mm，当柱截面尺寸大于 800mm 时，单边斜撑不宜少于两根。

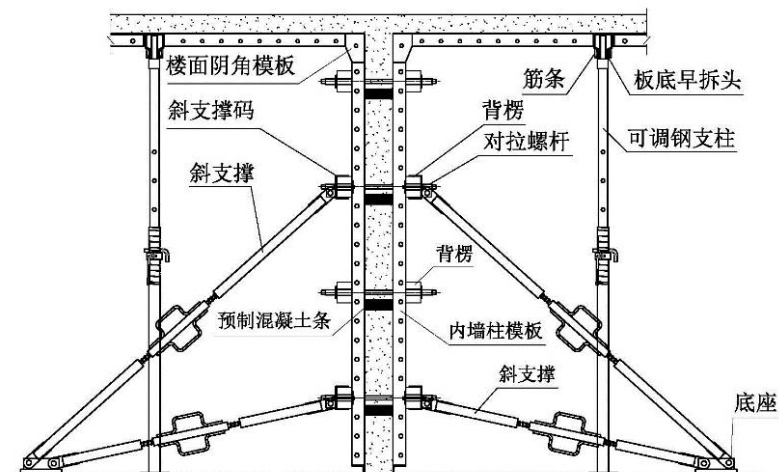


图 4.4.8-2 斜支撑示意图

4) 竖向模板之间及其与竖向转角模板之间应用销钉锁紧，销钉间距不宜大于 300mm。模板顶端与转角模板或承接模板连接处、竖向模板拼接处，模板宽度大于 200mm 时，不宜少于 2 个销钉；宽度大于 400mm 时，不宜少于 3 个销钉。

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

6) 墙柱模板安装完成后应进行垂直度复核，复核无误后方可进入下道工序。

2 安装梁模板应符合下列规定：

- 1) 先将梁底模板在楼面进行预拼装，并连接成整体。
- 2) 梁底模板拼装完成后，并采用销钉把梁底模板与墙板按规定位置进行连接。梁与墙、柱节点连接处销钉间距不应大于 100mm。梁模板安装见图 4.4.8-3：

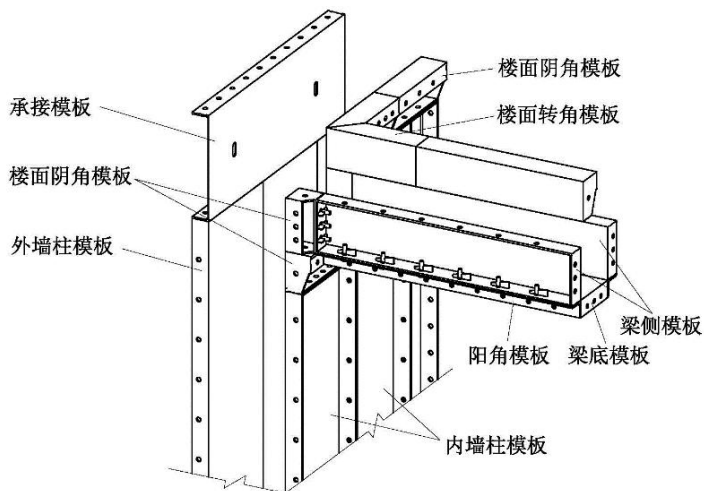


图 4.4.8-3 梁模板安装示意图

3) 用可调钢支柱调节梁底标高并进行调平后, 应按照编号依次序安装梁侧模板。当梁高度大于 600mm 或梁侧模板沿高度方向拼接时, 应在梁侧模板处设置背楞进行加固, 见图 4.4.8-4:

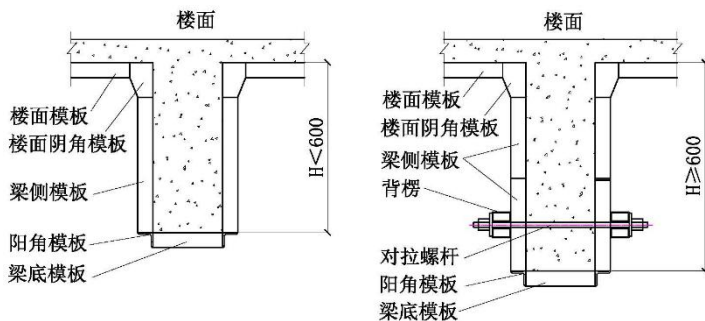


图 4.4.8-4 梁侧模板加固示意图

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

3 安装楼板模板应符合下列规定:

1) 安装楼面龙骨时,应采用快拆锁条将早拆头、龙骨连成整体,再抬上楼板模板与墙、柱、梁模板进行连接,楼板模板安装见图 4.4.8-5、图 4.4.8-6。

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

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

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

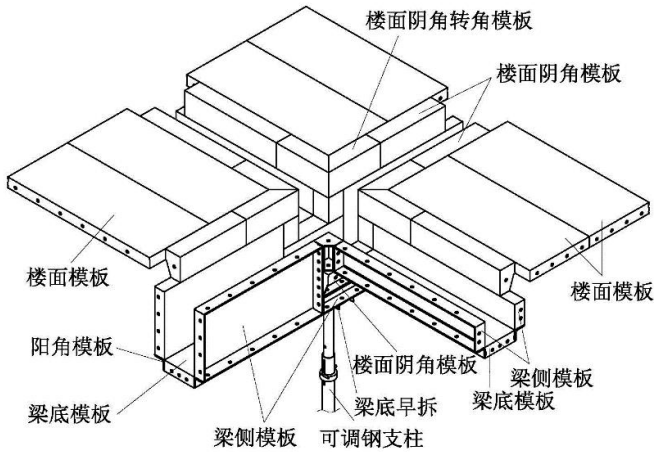


图 4.4.8-5 板与梁模板安装示意图

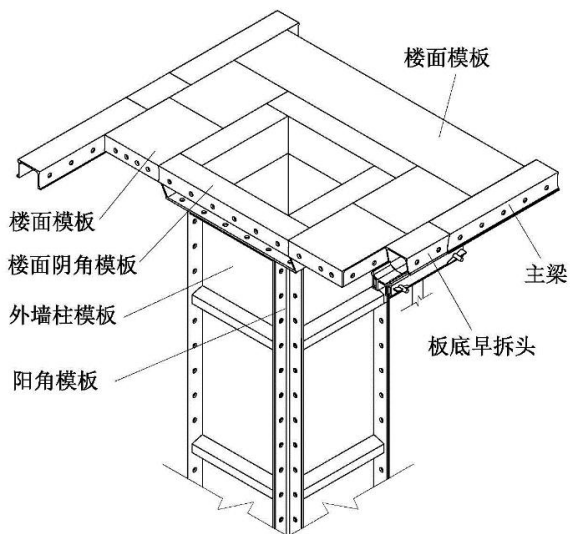


图 4.4.8-6 板与柱模板安装示意图

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

4.4.10 检查、校正应符合下列规定：

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

2 当模板安装存在偏差时，应及时进行调整校正。铝合金模板安装的偏差应符合表 4.4.10 的规定：

表 4.4.10 铝合金模板安装的允许偏差及检验方法

| 项目 | 允许偏差 | 检查方法 |
|------------|------|-------------|
| 轴线位置 | 5mm | 水准仪或钢尺检查 |
| 标高 | ±5mm | 水准仪或拉线、钢尺检查 |
| 轴线位置 | 5mm | 水准仪或钢尺检查 |
| 两块模板之间拼接缝隙 | ≤2mm | 塞尺检查 |

| | | | |
|----------------|----|---------------------------|-----------------|
| 相邻模板面的高低差 | | ≤2mm | 钢尺检查 |
| 平整度 | | ≤3mm/2m | 水准仪或 2m 靠尺、塞尺检查 |
| 垂直度 | | 5mm | 经纬仪或吊线、钢尺检查 |
| 长宽尺寸 | | ≤长度和宽度的 1/1000, 最大±4mm | 钢尺检查 |
| 两对角线长度差值 | | ≤对角线长度的 1/1000, 最大≤7mm | 钢尺检查 |
| 阴阳角 | 方正 | 1° | 直角检测尺 |
| | 顺直 | 2mm | 线尺 |
| 支撑立柱垂直度允许偏差 | | ≤层高的 1/300 | 吊线、钢直角尺检查 |
| 上下层支撑立杆偏移量允许偏差 | | ≤30mm | 钢尺检查 |
| 支撑顶板高低差 | | ≤2mm | 水平尺、塞尺检查 |

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

4.4.11 模板拆除应符合本规程第 4.3.20 条的相关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 模板早拆体系底模拆除时的混凝土强度不得低于 10.0MPa，并应保留立杆及顶托。
- 2 保留的承接模板应与主体结构可靠连接。
- 3 常温施工，楼板拆模时间不宜早于混凝土初凝后 3 天。

III 成品保护

4.4.12 在铝合金模板上进行焊接作业时，应对模板面采取隔离措施。

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

IV 施工注意事项

4.4.14 模板脱模剂严禁超刷或漏刷。

4.4.15 安装模板时应轻拿轻放，不能碰撞已完成的混凝土构件。

4.4.16 穿墙螺栓安装时应使用模板已有的孔眼，孔眼应设有保护垫圈。

水电预埋应使用专用开孔器进行开孔，不应采用烧焊开孔。

4.4.17 拆模时应控制好拆模力度，不应造成混凝土构件损伤或开裂。

V 质量记录

4.4.18 质量记录应包含以下内容：

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

4.5 大模板施工工艺

I 施工准备

4.5.1 主要材料应符合下列规定：

1 大模板的面板材料应根据工程设计要求及周转次数进行选用，并应符合现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的有关规定。

2 模板骨架、支撑架、操作平台、卡具等应采用 Q235 型钢。

3 对拉螺栓应采用 45 号优质碳素钢加工。

4 吊环应采用未经冷拉的 HPB235 钢筋加工，当吊环采用螺栓连接时，应采用双螺母连接。

4.5.2 主要机具有：电钻、手锤、木斧、扳手、木锯、水平尺、线坠、撬棍、吊装设备等。

4.5.3 作业条件应符合下列规定：

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

2 编制大模板专项施工方案，并经审核、审批。按方案要求对操作人员进行技术交底。

3 大模板经检查验收合格，并按照材料使用计划进场、分类堆放。

4 墙体钢筋及各种预埋件隐蔽验收合格。

5 大模板施工前应涂刷脱模剂。

II 施工工艺

4.5.4 大模板施工工艺流程见图 4.5.4。

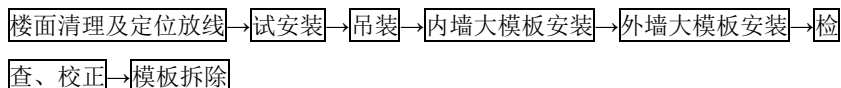


图 4.5.4 大模板施工工艺流程图

4.5.5 楼面清理及定位放线应符合下列规定：

1 大模板安装前，应对楼面进行找平，并清理干净。

2 应测放出模板内侧线及外侧控制线作为大模板的安装基准线，控制线距离墙体 200mm。同时，应测放出模板安装标高控制点，标高控制点距离楼层+500mm。

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

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

4.5.8 内墙模板安装应符合下列规定：

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

2 安装另一侧墙模板前应对钢筋、预留洞口、水电管线等进行验收。

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

4.5.9 外墙大模板安装应符合下列规定：

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

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

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

4 安装外墙内侧墙模板前应对钢筋、预留洞口、管线等进行验收。

4.5.10 检查、校正应符合下列规定：

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

2 当模板安装存在偏差时，应及时进行调整校正。大模板安装允许偏差应符合表 4.5.10 的规定：

表 4.5.10 大模板安装允许偏差（mm）

| 项目 | | 允许偏差 | 检查方法 |
|----------|-------|-----------|----------------------|
| 轴线位置 | | 4 | 尺量检查 |
| 截面内部尺寸 | | ±2 | 尺量检查 |
| 层高垂直度 | 全高≤5m | 3 | 线坠及尺量检查 |
| | 全高≥5m | 5 | 线坠及尺量检查 |
| 相邻模板板面阶差 | | 2 | 平尺及塞尺检查 |
| 平直度 | | <4（20m 内） | 上口尺寸检查，下口以模板定位线为基准检查 |

4.5.11 模板拆除应符合本规程第 4.3.20 条相关规定外，尚应符合下列规定：

1 当拆除对拉螺栓时，应采取措施防止模板倾覆。

2 拆模时严禁晃动混凝土墙体，尤其拆门窗洞口模板时严禁采用大锤砸模板。

3 大模板起吊前，应确保大模板和混凝土结构及周边设施之间无任何连接。

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

III 成品保护

4.5.12 大模板吊运及安装过程中，应防止发生碰撞。

4.5.13 大模板拆除时，严禁使用重锤敲击和撬棍硬撬大模板。

IV 施工注意事项

4.5.14 大模板板面应保持整洁，施工前应均匀涂刷隔离剂。

4.5.15 模板根部应采用砂浆找平塞严。

4.5.16 混凝土浇筑过程中，应安排专人对模板情况进行实时监控。

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

V 质量记录

4.5.18 质量记录应包含以下内容：

1 大模板工程专项施工方案。

2 大模板工程技术交底。

3 大模板安装工程检验批质量验收记录。

- 4 大模板分项工程质量验收记录。
- 5 大模板拆除申请表。

4.6 液压滑升模板施工工艺

I 施工准备

4.6.1 主要材料应符合下列规定：

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

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

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

4.6.3 作业条件应符合下列规定：

1 根据工程结构特点及液压滑模施工工艺要求，进行液压滑升模板系统的设计。

2 编制液压滑升模板施工方案，确定不宜滑模施工部位的处理方法及划分滑模作业区段，并经审核、审批。按方案要求对操作人员进行技术交底。

3 滑模起滑线以下的基础或结构混凝土强度已达到一定强度，并符合设计要求。

4 临水临电均已完善，供水、供电能满足滑模连续施工的要求，

施工总平布置能满足施工工艺的要求。

- 5 一次连续滑升所需的材料、机具和配件已进场。
- 6 模板施工前应涂刷脱模剂。

II 施工工艺

4.6.4 液压滑升模板施工工艺流程见图 4.6.4。

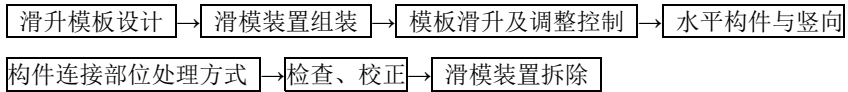


图 4.6.4 液压滑升模板施工工艺流程图

4.6.5 滑升模板设计应符合下列规定：

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

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

3 千斤顶布置的位置应满足千斤顶受力均衡的要求，布置方式应符合下列规定：

- 1) 应避免布置在门窗洞口及梁上，当避免不了时，应对支承杆进行加固。
- 2) 当为筒壁或剪力墙结构时，可采取均匀布置或成组等间距布置。

3) 当为烟囱等变截面结构时, 可采取双或单双间隔布置。

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

5) 平台上设有固定的重载时, 应按实际荷载增加千斤顶数量。

6) 在适当位置应增设一定数量的双顶。

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

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

4.6.6 滑模装置组装应符合下列规定:

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

2 提升架的安装高度应满足操作平台水平度的要求。

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

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

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

4.6.7 模板滑升及调整施工控制要点应符合下列规定:

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

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

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

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

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

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

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

6 在正常滑升过程中，应采取微量提升的方式，两次提升的时间间隔不宜超过 0.5 小时。每滑升 200mm~400mm，应对各个千斤顶统一进行一次调平，各个千斤顶的相对标高差不应大于 40mm，相邻两

个提升架上千斤顶升差不应大于 20mm。当出现油压增至正常滑升工作压力值的 1.2 倍，尚不能使全部千斤顶升起时，应立即停止提升操作，检查原因，及时进行处理。

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

8 框架结构柱子模板的停歇位置，宜设在梁底以下 100mm～200mm 处。

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

10 当因施工需要或其他原因不能进行连续滑升时，应采取以下控制措施：

1) 混凝土结构应浇筑到同一标高位置；

2) 模板应每隔一段时间提升 1～2 个行程，直至模板与混凝土不再黏结为止；

3) 当采用工具式支承杆时，在模板滑升前应使套管与混凝土结构脱离。

4.6.8 水平构件与竖向构件连接部位的处理应符合下列规定：

1 当竖向构件采取连续滑升时，厚板、牛腿等间隔应留键孔，梁应留梁窝，板应留胡子筋（或板留键槽，或间隔留键孔）。

2 当滑升模板采取空滑时，梁应留梁窝，竖向结构在水平构件位置应留施工缝。

4.6.9 检查、校正应符合下列规定：

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

2 当模板安装存在偏差时，应及时进行调整校正。滑模装置组装的允许偏差应符合表 4.6.9 的规定：

表 4.6.9 滑模装置组装的允许偏差（mm）

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

4.6.10 滑模装置拆除应符合本规程第 4.3.20 条相关规定外，尚应符合下列规定：

1 滑模装置拆除时，现场应指定专人负责统一指挥。

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

3 滑模装置拆除流程：

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

III 成品保护

4.6.11 混凝土施工过程中，振动棒应避免震动到模板构件。

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

IV 施工注意事项

4.6.13 当结构钢筋影响到滑升时，严禁烧割钢筋。

4.6.14 模板在滑升时，不能进行混凝土振捣施工。

4.6.15 采用空滑方案施工时，应经过设计计算，并有可靠的加固措施。

4.6.16 操作平台上的施工荷载必须均匀对称，严禁超载。

4.6.17 千斤顶的布置应合理且油压均匀，并采用限位卡调平。

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

4.6.19 遇六级以上大风时，应立即停止作业。

V 质量记录

4.6.20 质量记录应包含以下内容：

- 1 液压滑升模板工程专项施工方案。
- 2 液压滑升模板工程技术交底。
- 3 液压滑升模板安装工程检验批质量验收记录。
- 4 液压滑升模板装置组装质量验收记录。
- 5 液压滑升模板拆除申请表。

5 钢筋工程

5.1 一般规定

5.1.1 钢筋进场应抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，抽样结果应符合国家现行标准的有关规定。

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

5.1.3 当需要进行钢筋代换时，应办理设计变更文件，并符合下列规定：

1 等强度代换：当构件受强度控制时，钢筋可按强度相等的原则进行代换；

2 等面积代换：当构件按最小配筋率配筋时，钢筋可按面积相等的原则进行代换；

3 当构件受裂缝宽度或挠度控制时，代换后应进行裂缝宽度或挠度验算；

4 代换后的钢筋应满足构造要求和设计中提出的特殊要求。

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

5.1.5 纵向受力钢筋绑扎搭接接头应符合下列规定：

1 同一构件中，相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接接头宜相互错开。

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

1) 梁类、板类和墙类构件不宜超过 25%，基础筏板不宜超过 50%；

- 2) 柱类构件，不宜超过 50%；
- 3) 当工程中确有必要增大接头面积百分率时，对梁类构件，不应大于 50%；对其他构件，可根据实际情况适当放宽。

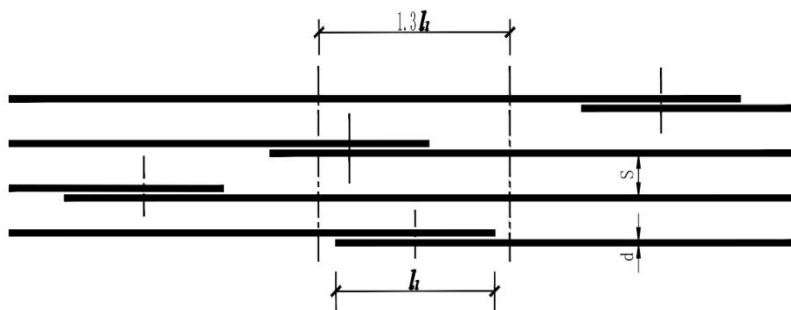


图 5.1.6 钢筋绑扎搭接接头连接区段及接头面积百分率

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

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

- 1 同一构件内的接头宜分批错开。
- 2 接头连接区段的长度为 35 倍钢筋直径（当两根钢筋为异径时，取较小值），且不应小于 500mm，凡接头中点位于该连接区段长度内的接头均应属于同一连接区段。
- 3 同一连接区段内，纵向受力钢筋接头面积百分率应符合下列规定：
 - 1) 受拉接头，不宜大于 50%；受压接头，可不受限制；
 - 2) 墙、板、柱中受拉机械连接接头，可根据实际情况放宽；装配式混凝土结构构件连接处受拉接头，可根据实际情况放宽；
 - 3) 直接承受动力荷载的结构构件中，不宜采用焊接；当采用机

械连接时，不应超过 50%。

5.1.7 机械连接接头的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中受力钢筋的混凝土保护层最小厚度的规定，且不得小于 15mm。接头之间的横向净间距不宜小于 25mm。

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

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

5.1.10 钢筋焊接接头的适用范围、工艺要求、焊条及焊剂选择、焊接操作及质量要求等应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

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

1 箍筋直径不应小于搭接较大钢筋直径的 25%。

2 受拉搭接区段的箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 5 倍，且不应大于 100mm。

3 受压搭接区段的箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 10 倍，且不应大于 200mm。

4 当柱中纵向受力钢筋直径大于 25mm 时，应在搭接接头两个端面外 100mm 范围内各设置两个箍筋，其间距宜为 50mm。

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

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

进行焊接。

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

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

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

5.1.17 两根同牌号、不同直径的钢筋可进行闪光对焊、电渣压力焊或气压焊，闪光对焊时直径差不得超过4mm；电渣压力焊或气压焊时，其直径差不得超过7mm。焊接工艺参数可在大、小直径钢筋焊接工艺参数之间偏大选用，两根钢筋的轴线应在同一直线上。对接头强度的要求，应按较小直径钢筋计算。

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

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

5.1.20 在环境温度低于-5℃条件下施焊时，焊接工艺应符合下列规定：

1 闪光对焊时，宜采用预热—闪光焊或闪光—预热—闪光焊，可增加调伸长度，采用较低变压器级数，增加预热次数和间歇时间。

2 电弧焊时，宜增大焊接电流，减低焊接速度。电弧帮条焊或搭接焊时，第一层焊缝应从中间引弧，向两端施焊。以后各层控温施焊，

层间温度应控制在 150℃~350℃之间。多层施焊时，可采用回火焊道施焊。

5.1.21 当环境温度低于-20℃时，不宜进行焊接作业。雨天、雪天不宜在现场进行施焊，必须施焊时，应采取有效遮蔽措施。在现场进行闪光对焊或电弧焊，当超过四级风力时，应采取挡风措施。进行气压焊，当超过三级风力时，应采取挡风措施。

5.1.22 焊机应不定期维护保养和定期检修，确保正常使用。

5.2 钢筋加工制作

I 施工准备

5.2.1 钢筋原材应符合下列规定：

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

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

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

5.2.3 作业条件应符合下列规定：

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

2 钢筋原材抽样复试验合格，钢筋配料人员应熟识设计图纸和施工规范，并根据设计图纸完成钢筋下料工作。

3 各种设备机具运转正常，并符合有关安全规定。

II 施工工艺

5.2.4 钢筋加工制作施工工艺流程见图 5.2.4。



图 5.2.4 钢筋加工制作施工工艺流程图

5.2.5 钢筋原材清洁除锈应符合下列规定：

1 钢筋加工前应将钢筋表面的污渍和铁锈清理干净，表面有颗粒状、片状老锈以及有损伤的钢筋不得使用。

2 钢筋除锈可采用机械除锈和手工除锈。对直径较细的盘条钢筋，可通过冷拉和调直过程自动去锈，粗钢筋可采用圆盘钢丝刷除锈机除锈。手工除锈可采用钢丝刷、砂轮机、喷砂等工具进行除锈。除锈后的钢筋应尽快使用。

5.2.6 钢筋调直应符合下列规定：

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

2 当采用冷拉调直方法时，HPB300 级钢筋的冷拉率不宜大于 4%，HRB335 级、HRB400 级、HRB500 级、HRBF335 级、HRBF400 级和 RRB400 级钢筋冷拉率不宜大于 1%。

钢筋伸长值 Δl 应按下列公式计算：

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

式中： r ——钢筋的冷拉率（%）；

L ——钢筋冷拉前的长度（mm）。

5.2.7 钢筋下料切割应符合下列规定：

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

2 钢筋下料长度应按以下情况综合考虑：

直钢筋下料长度=构件长度—保护层厚度+弯钩增加长度。

弯起钢筋下料长度=直段长度+斜弯长度—弯曲调整值+弯钩增加长度；

箍筋下料长度=箍筋内周长+箍筋调整值+弯钩增加长度。

3 钢筋切断后应按级别、规格、类型分别堆放，并挂牌标示。

4 钢筋断面应平直，不应有弯曲、马蹄、椭圆等任何变形。

5.2.8 钢筋弯曲成型应符合下列规定：

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

2 钢筋弯折的弯弧内直径应符合下列规定：

1) 光圆钢筋，不应小于 2.5 倍钢筋直径。

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

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

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

5) 箍筋弯折处尚不应小于纵向受力钢筋直径；箍筋弯折处纵向受

力钢筋为搭接钢筋或并筋时，应按钢筋实际排布情况确定箍筋弯弧内直径。

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

4 由于弯钩直径理论计算值与实际不一致，在半圆弯钩实际配料时，半圆弯钩增加长度见表 5.2.8-1。

表 5.2.8-1 半圆弯钩增加长度（用机械弯）

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

注：d 为钢筋直径。

5 弯起钢筋加工制作应符合下列规定：

中间部位弯折处的弯曲直径，应不小于 5 倍钢筋直径。弯起钢筋斜长计算系数见表 5.2.8-2。

表 5.2.8-2 弯起钢筋斜长系数表

| | | | |
|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 弯起角度 | 30° | 45° | 60° |
| 斜边长度 S | 2h ₀ | 1.41h ₀ | 1.15h ₀ |
| 底边长度 L | 1.732h ₀ | h ₀ | 0.575h ₀ |
| 增加长度 S _L | 0.268h ₀ | 0.41h ₀ | 0.575h ₀ |

注：h₀ 为弯起高度。

6 箍筋加工制作应符合下列规定：

除焊接封闭式箍筋外，箍筋的末端均应做弯钩，弯钩形式应满足设计要求。当设计无具体要求时，应符合下列规定：

1) 箍筋、拉筋弯钩的弯弧内直径应符合本规程第 5.2.8 条第 2 款的规定。

2) 对一般结构构件，箍筋弯钩的弯折角度不应小于 90°，弯折后平直部分的长度不应小于 5 倍箍筋直径；对有抗震设防及设计有专

门要求的结构构件，箍筋弯钩的弯折角度不应小于 135°，弯折后平直部分的长度不应小于 10 倍箍筋直径和 75mm 的较大值，设计有注明的，应满足设计要求。

3) 圆形箍筋的搭接长度不应小于钢筋的锚固长度，且两末端均应作 135°弯钩，弯折后平直部分的长度不应小于 5 倍箍筋直径。对有抗震设防要求的结构构件不应小于 10 倍箍筋直径和 75mm 的较大值。

4) 拉筋用作梁、柱箍筋中单肢箍筋，或梁腰筋拉结时，两端弯钩的弯折角度均不应小于 135°，弯折后平直部分长度不应小于 10 倍拉筋直径。拉筋用作剪力墙、楼板等构件中，两端弯钩可采用一端 135°，另一端 90°，弯折后平直部分长度不应小于 5 倍箍筋直径。

5.2.9 质量检验应符合下列规定：

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

2 钢筋加工允许偏差应符合表 5.2.9 的规定：

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

III 成品保护

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

5.2.11 长时间堆放钢筋半成品的场所应有遮盖措施。

5.2.12 转运钢筋半成品时应小心装卸，不得随意抛掷。

IV 施工注意事项

5.2.13 当钢筋下料尺寸不准时，应根据结构钢筋所在部位和钢筋切断的误差情况，确定调整或返工。当外形误差超过质量允许标准时，不宜重新调直和弯曲。

5.2.14 搭设在塔吊回转半径和建筑物周边的钢筋加工棚应设置双层硬质防护，地面需硬化。加工棚顶部应张挂安全警示标识和安全宣传用语的横幅，工作场所应保持道路畅通。

5.2.15 钢筋加工机械应安装防护装置。

V 质量记录

5.2.16 质量记录应包含以下内容：

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

5.3 钢筋绑扎与安装

I 施工准备

5.3.1 主要材料应符合下列规定：

1 钢筋原材应按本规程第 5.2.1 条的规定执行。

2 钢筋半成品质量应满足设计图纸的要求，绑扎用铁丝应采用 20~22 号铁丝。

3 钢筋保护层垫块强度和厚度应满足设计图纸的要求。

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

5.3.3 作业条件应符合下列规定：

1 编制钢筋施工方案，并经审核、审批。按方案要求对操作人员进行技术交底。

2 钢筋的规格、尺寸、形状、数量等与配料单、图纸一致。

3 钢筋已按绑扎安装的先后顺序进行分类堆放。

4 上道工序经检查、验收合格。

II 基础钢筋施工工艺

5.3.4 基础钢筋绑扎施工工艺流程见图 5.3.4。

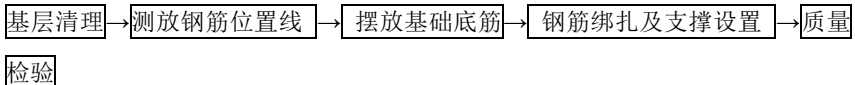


图 5.3.4 基础钢筋绑扎施工工艺流程图

5.3.5 基础钢筋绑扎前，应先将基础垫层清扫干净。

5.3.6 测放钢筋位置线应符合下列规定：

1 应根据图纸标明的钢筋间距，计算底板需用的钢筋根数。

2 应在垫层上弹出钢筋位置控制线，并在安装部位标明各构件的钢筋规格、形状和数量。

5.3.7 摆放基础底筋应符合下列规定：

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

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

5.3.8 钢筋绑扎及支撑设置应符合以下规定：

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

2 基础底板采用双层钢筋网时，应在上层钢筋网下面设置钢筋马凳，每隔 1m 放置一个，其直径选用原则：当板厚 h 小于等于 300mm 时，为 8mm~10mm；当板厚 $h=300\text{mm}$ 至 500mm 时，为 12mm~14mm；当板厚 h 大于 500mm 时，为 16mm~18mm。基础底板具有防水要求时，钢筋撑脚不得直接支承在混凝土垫层上。

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

4 钢筋的弯钩朝向应向上，不应倒向一边；当为双层钢筋网时，上层钢筋的弯钩应朝向下，底层钢筋的弯钩应朝向上。

5 根据弹好的墙、柱位置线，按设计要求将墙、柱插筋伸入基础并绑扎牢固，且伸出长度不宜过长，上端应采取措施保证插筋垂直。

6 独立柱基础的钢筋网双向弯曲受力，当图纸没有规定绑扎方法时，其短向钢筋应放在长向钢筋的上边。

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

8 基础上部钢筋支撑设置，应根据基础板厚及面筋重量计算出支撑系统所用的材料、支撑杆高度和间距等。超大厚度筏板面筋支撑可采用钢管脚手架或型钢支撑架，并应编制专项施工方案及荷载验算。

5.3.9 质量检验应符合下列规定：

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

表 5.3.9 钢筋安装位置允许偏差及检验方法

| 项 目 | | 允许偏差 (mm) | 检 验 方 法 |
|--------------------|-------|-----------|-------------------|
| 绑扎钢筋网 | 长、宽 | ±10 | 尺量 |
| | 网眼尺寸 | ±20 | 尺量连续三档，取最大偏差值 |
| 绑扎钢筋骨架 | 长 | ±10 | 尺量 |
| | 宽、高 | ±5 | 尺量 |
| 纵向受力钢筋 | 锚固长度 | -20 | 尺量 |
| | 间距 | ±10 | 尺量两端，中间各一点，取最大偏差值 |
| | 排距 | ±5 | |
| 纵向受力钢筋、箍筋的混凝土保护层厚度 | 基础 | ±10 | 尺量 |
| | 柱、梁 | ±5 | 尺量 |
| | 板、墙、壳 | ±3 | 尺量 |
| 绑扎箍筋、横向钢筋间距 | | ±20 | 尺量连续三档，取最大偏差值 |
| 钢筋弯起点位置 | | 20 | 尺量 |
| 预埋件 | 中心线位置 | 5 | 尺量 |
| | 水平高差 | +3, 0 | 塞尺量测 |

III 剪力墙、柱钢筋施工工艺

5.3.10 柱子钢筋绑扎施工工艺流程见图 5.3.10。

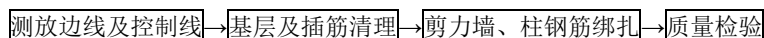


图 5.3.10 柱子钢筋绑扎施工工艺流程图

5.3.11 测放边线及控制线应符合下列规定：

1 应按设计图纸要求测放出横、竖向轴线，并采用墨线按图纸要测放出剪力墙、柱边线，边线宜两端各延长不少于 20cm，备做吊线检查使用。

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

5.3.12 基层及插筋清理应符合下列规定：

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

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

3 应对柱子插筋上的水泥浆进行清除，并对有弯曲变形现象的插筋进行调直。

5.3.13 剪力墙、柱钢筋绑扎应符合下列规定：

1 剪力墙钢筋绑扎应符合下列规定：

1) 绑定位钢筋应符合下列规定：

(1) 应将主筋与下层伸出的插筋进行绑扎，在主筋上画好水平筋分档标志。

(2) 在下部及齐胸处绑两根横筋定位，并在横筋上画好主筋分档标志。

2) 绑其余横竖筋应符合下列规定:

(1) 其余横竖筋绑扎应先绑其余竖筋, 最后绑其余横筋。

(2) 横竖筋的间距及位置均应满足设计要求, 横筋在外、竖筋在里。当剪力墙中有暗梁、暗柱时, 应先绑暗梁、暗柱再绑周围横筋。

(3) 剪力墙水平分布钢筋的搭接长度不应小于 $1.2l_a$ (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。

(4) 剪力墙与框架柱连接处, 剪力墙的水平横筋应锚固到框架柱内, 其锚固长度应满足设计要求。

(5) 剪力墙水平筋在两端头、转角、十字节点、连梁等部位的锚固长度及洞口周围加固筋等, 应满足设计抗震要求。

(6) 剪力墙的拉结筋应勾在竖向钢筋和水平钢筋的交叉点上, 并绑扎牢固。为方便绑扎, 拉结筋宜做成一端 135° 弯钩, 另一端 90° 弯钩的形状, 在绑扎完后用钢筋扳子把 90° 的弯钩弯成 135° 。

(7) 剪力墙的垂直钢筋每段长度, 不宜超过 4m (钢筋直径小于等于 12mm) 或 6m (直径大于 12mm), 水平钢筋每段长度不宜超过 8m, 以利于绑扎。

2 柱筋绑扎应符合下列规定:

1) 柱子的箍筋数量应按设计间距要求进行计算, 箍筋的弯钩叠合处应沿柱子竖筋交错布置。

2) 可采用工具式柱箍将下层露出楼面部分柱钢筋收进一个柱箍筋内, 方便上层柱的钢筋搭接。当柱截面有变化时, 其下层柱钢筋的露出部分, 必须在绑扎梁钢筋前先收缩准确。柱子主筋立起之后, 在搭接长度内的绑扣应不少于 3 个。

3) 应按图纸要求, 在立好的竖向柱筋上用粉笔画出箍筋间距线。

画出每道箍筋位置线后，将已套好的箍筋往上移动，从上向下绑扎，宜采用缠扣绑扎。

4) 竖向钢筋的弯钩应朝向柱心，角部钢筋的弯钩平面与模板面夹角，对矩形柱应为 45° 角。截面小的柱，用插入式振动器时，弯钩和模板所成的角度不应小于 15° 。

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

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

7) 应加密布置柱上下两端箍筋，并按设计图纸要求设置加密区长度及加密区内箍筋间距。当设计要求箍筋设拉筋时，拉筋应钩住箍筋。

5.3.14 质量检验应符合本规程第 5.3.9 条的有关规定。

IV 梁钢筋施工工艺

5.3.15 梁钢筋绑扎施工工艺流程见图 5.3.15:

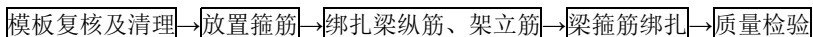


图 5.3.15 梁钢筋绑扎施工工艺流程图

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

5.3.17 放置箍筋应符合下列规定：

- 1 在梁侧模板上画出箍筋间距，并按间距要求放置箍筋。
- 2 箍筋在叠合处的弯钩，在梁中应交错在上绑扎，并与两根架立筋绑扎。当为悬臂挑梁时，则箍筋接头在下。箍筋弯钩应为 135° ，平直部分长度不应小于 10 倍箍筋直径。当采用封闭箍时，单面焊缝长度

应不小于 5 倍箍筋直径。

3 应在距离柱节点边缘 50mm 处设置梁端第一个箍筋，并按设计要求的间距与加密区长度，加密布置梁端与柱交接处的箍筋。

5.3.18 绑扎梁纵筋、架立筋应符合下列规定：

1 穿好主梁的下部纵向钢筋及弯起钢筋后，应按已画好的间距将箍筋逐个分开，再穿次梁的下部纵向钢筋及弯起钢筋，并套好箍筋。在主（次）梁筋下应加垫水泥砂浆垫块或卡塑料卡。当受力筋为双排时，钢筋排距及间距应满足设计和国家现行规范的有关要求。

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

3 当主次梁底部标高相同时，次梁下部钢筋应放在主梁下部钢筋上。

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

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

5.3.19 梁箍筋绑扎应符合下列规定：

1 应先绑架立筋，再绑主筋，主次梁应同时配合进行。

2 梁的第一个箍筋应距支座边缘 50mm。每隔一定间距应将架立筋与箍筋绑扎牢固，并按设计要求调整箍筋间距。

3 宜用套扣法绑扎梁上部纵向筋与箍筋。

4 主梁和次梁交界处的附加箍筋应按设计图施工，并应符合现行

国家标准图集《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》16G101-1 的有关规定。

5.3.20 质量检验应符合本规程第 5.3.9 条的有关规定。

V 板钢筋施工工艺

5.3.21 板钢筋绑扎施工工艺流程见图 5.3.19:

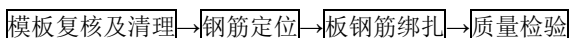


图 5.3.19 板钢筋绑扎施工工艺流程图

5.3.22 模板复核及清理应按本规程第 5.3.14 条的规定执行。

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

5.3.24 板钢筋绑扎应符合下列规定：

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

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

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

4 楼板开洞部位处应按设计要求采取设置钢筋、边梁、暗梁等加强措施。

5.3.25 质量检验应符合本规程第 5.3.9 条的有关规定。

VI 成品保护

- 5.3.26** 涂刷模板隔离剂时，不得污染钢筋。
- 5.3.27** 已绑扎好并验收合格的钢筋严禁随意拆扣、松扣或焊割。安装预埋管线或其他设施时，禁止切断和移动钢筋。
- 5.3.28** 已绑扎好的楼板钢筋不应直接踩踏，应先搭设临时走道后方可上人。

VII 施工注意事项

- 5.3.29** 钢筋骨架吊装入模时，应力求平稳。起吊时，吊点应根据骨架外形预先确定，骨架各钢筋交点应绑扎牢固，必要时应焊接牢固。
- 5.3.30** 混凝土保护层厚度宜优先采用专用马凳控制，马凳高度应准确。
- 5.3.31** 混凝土浇筑过程中，当受到侧压导致钢筋位置出现位移时，应及时进行调整。
- 5.3.33** 钢筋起吊或安装时，应远离附近的高压线路或电源。
- 5.3.34** 剪力墙、柱钢筋绑扎时，应搭设临时脚手平台，严禁直接站在模板、支撑或钢筋骨架上进行作业。
- 5.3.35** 钢筋绑扎作业人员操作时应穿绝缘鞋，高空作业应系安全带。

IX 质量记录

- 5.3.36** 质量记录应包含以下内容：
- 1 钢筋工程施工方案。
 - 2 钢筋工程技术交底。
 - 3 钢筋合格证、出厂检验报告和进场复验报告。
 - 4 钢筋安装工程检验批质量验收记录。
 - 5 钢筋隐蔽工程检查验收记录。

6 钢筋分项工程质量验收记录。

5.4 钢筋电渣压力焊接

I 施工准备

5.4.1 主要材料应符合下列规定：

1 钢筋原材应符合本规程第 5.2.1 条的规定。

2 焊剂：应有出厂合格证、产品质量证明书。焊接 HRB335 级钢筋时应选用 HJ431 型焊剂；焊接 HRB400 级钢筋时，应选用 HJ431 型或 HJ330 型焊剂。焊剂应放在干燥的库房内，当焊剂受潮时，使用前应经 250°C~300°C 烘焙 2h。回收的焊剂应清除熔渣和杂物，并与新焊剂混合均匀后方可使用。

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

5.4.3 作业条件应符合下列规定：

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

2 焊工应考试合格，持证上岗。

3 焊接机具以及辅助设备等应齐全、完好。

4 焊接安全防护用品配备齐全，作业场地应有防止发生火灾、爆炸等事故的安全防护措施。

II 施工工艺

5.4.4 钢筋电渣压力焊接施工工艺流程见图 5.4.4：

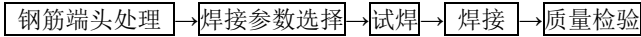


图 5.4.4 钢筋电渣压力焊接施工工艺流程图

5.4.5 钢筋端头处理应符合下列规定：

- 1 钢筋安装之前，应清除干净焊接部位和电极钳口接触（150mm 区段内）钢筋表面上的油污、锈斑和杂物等。
- 2 钢筋端部弯折、扭曲的，应进行矫正或切除。

5.4.6 焊接参数选择应符合下列规定：

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

表 5.4.6 电渣压力焊焊接参数

| 钢筋直径（mm） | 焊接电流（A） | 焊接电压（V） | | 焊接通电时间（s） | |
|----------|---------|---------|-------|-----------|------|
| | | 电弧过程 | 电渣过程 | 电弧过程 | 电渣过程 |
| 12 | 280~320 | 35~45 | 18~22 | 12 | 2 |
| 14 | 300~350 | | | 13 | 4 |
| 16 | 300~350 | | | 15 | 5 |
| 18 | 300~350 | | | 16 | 6 |
| 20 | 350~400 | | | 18 | 7 |
| 22 | 350~400 | | | 20 | 8 |
| 25 | 350~400 | | | 22 | 9 |
| 28 | 400~450 | | | 25 | 10 |
| 32 | 450~500 | | | 30 | 11 |

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

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

5.4.7 试焊试件应符合下列规定：

- 1 正式焊接前，应从进场钢筋中按每批次截取 3 个试件进行现场条件下的试焊，并送样检验其工艺性能。
- 2 钢筋经试验检测合格后，方可按确定的焊接参数进行焊接作业。

5.4.8 钢筋电渣压力焊应符合下列规定：

- 1 电渣压力焊的钢筋直径差不得超过 7mm。
- 2 上下钢筋应采用焊接夹具夹紧，且两钢筋应同心。
- 3 安放引弧钢丝球时，应防止钢丝球被上钢筋压扁变形。
- 4 安装焊剂盒时，应先在焊剂盒底位置上缠上石棉绳。
- 5 电弧过程的工作电压应根据钢筋直径选择，并应控制在 35V~45V 之间，电弧通电时间约占整个焊接过程所需通电时间的 3/4。
- 6 电渣过程的工作电压应根据钢筋直径选择，并应控制在 18V~22V 之间，电渣通电时间约占整个焊接过程所需时间的 1/4。
- 7 当电渣过程结束时，应迅速下压上钢筋，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。
- 8 当钢筋直径小于或等于 25mm 时，四周焊包凸出钢筋表面的高度不得小于 4mm；当钢筋直径大于或等于 28mm 时，四周焊包凸出钢筋表面的高度不得小于 6mm。
- 9 回收的焊剂应除去熔渣及杂物，受潮的焊剂在烘焙干燥后，可重复使用。

5.4.9 质量检验应符合下列规定：

- 1 在焊接施工过程中应随时进行自检，当发现偏心、弯折、烧伤等焊接缺陷时，应及时采取措施消除影响。
- 2 钢筋焊接完成后，应及时对焊接接头进行外观检查，外观质量应符合下列要求：
 - 1) 当钢筋直径为 25mm 及以下时，焊包高度不应小于 4mm；当钢筋直径为 28mm 及以上时，焊包高度不应小于 6mm。
 - 2) 钢筋不应有烧伤缺陷。
 - 3) 接头处的弯折角度不应大于 2°。
 - 4) 接头处的轴线偏移不应大于 1 mm。

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

1) 在现浇钢筋混凝土结构中，应以 300 个同牌号钢筋接头作为一批。

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

3) 每批随机切取 3 个接头试件做拉伸试验。

III 成品保护

5.4.10 焊接时，应搭设临时脚手平台，不得踩踏已绑好的钢筋。

5.4.11 钢筋对焊后，不准过早拆卸夹具。

5.4.12 接头焊接完成后，应待其自然冷却，不得进行浇水冷却。

IV 施工注意事项

5.4.13 电渣压力焊接过程中，发现烧伤、偏心、弯折等焊接缺陷时，可按表 5.4.13 电渣压力焊接头焊接缺陷及防治措施进行处理。

表 5.4.13 电渣压力焊接头焊接缺陷及防治措施

| 序号 | 焊接缺陷 | 防治措施 |
|----|------|--|
| 1 | 咬边 | 1.减少焊接电流、缩短焊接时间 2.注意上钳口的起始点，确保上钢筋挤压到位 |
| 2 | 弯折 | 1.矫正钢筋端部、注意安装和扶持上钢筋 2.避免焊后过快拆卸夹具 3.修理和更换夹具 |
| 3 | 轴线偏移 | 1.矫正钢筋端部、正确安装夹具和钢筋 2.避免过大的顶压力 3.及时修理或更换夹具 |
| 4 | 气孔 | 1.按规定要求烘焙焊剂 2.清除钢筋焊接部位的铁锈 3.确保被焊处在焊剂中的埋入深度 |

| | | |
|---|-------|--|
| 5 | 焊包薄而大 | 1.减慢顶压进度 2.减少焊接电流、焊接时间 |
| 6 | 焊包下淌 | 1.彻底封堵焊剂罐筒的漏孔 2.避免焊后过快回收焊剂 |
| 7 | 焊包不均 | 1.填装焊剂尽量均匀 2.钢筋端面力求平整 3.延长焊接时间,适当增加熔化量 |
| 8 | 烧伤 | 1.钢筋导电部位除净铁锈 2.尽量夹紧钢筋 |
| 9 | 未焊合 | 1.延长焊接时间 2.检修夹具,确保钢筋下送方便 |

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

5.4.15 在潮湿地方作业时,应采用橡胶垫或干燥木板等绝缘物作垫板。

5.4.16 焊工作业时,应穿戴焊工专用手套、绝缘鞋。

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

V 质量记录

5.4.18 质量记录应包括以下内容:

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

5.5 钢筋电弧焊接

I 施工准备

5.5.1 主要材料应符合下列规定：

1 钢筋原材应按本规程第 5.2.1 条的规定执行。

2 坡口焊接头、预埋件钢筋焊接接头和熔槽帮条焊接头中的钢板和型钢，其力学性能和化学成分应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB / T 700 或《低合金高强度结构钢》GB / T 1591 中的规定。

3 焊条应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB / T 5117 或《低合金钢焊条》GB / T 5118 的规定。

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

5.5.3 作业条件应符合本规程第 5.4.3 条的规定。

II 施工工艺

5.5.4 钢筋电弧焊接施工工艺流程见图 5.5.4：

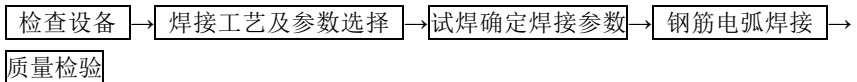


图 5.5.4 钢筋电弧焊接施工工艺流程图

5.5.5 检查设备：应在焊接前对设备进行检查，地线与焊接钢筋应接触良好。

5.5.6 焊接工艺及参数选择应符合下列规定：

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

2 应根据钢筋的级别、直径、焊接位置和接头形式，选择适宜的

焊条型号、焊条直径、焊接层数和焊接电流。

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

5.5.7 试焊、做试件应符合下列规定：

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

2 钢筋经试验检测合格后，方可按确定的焊接参数进行焊接作业。

5.5.8 钢筋电弧焊包括：帮条焊、坡口焊、预埋件电弧焊、熔槽帮条焊、窄间隙焊和搭接焊。

1 帮条焊焊接施工应符合下列规定：

1) 帮条焊和搭接焊均分单面焊和双面焊。

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

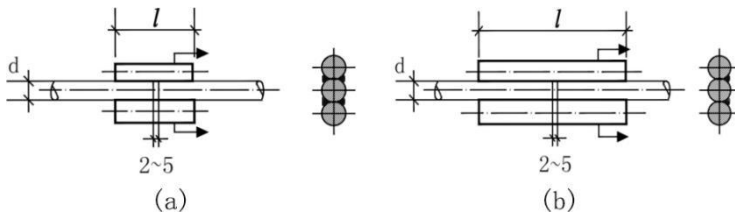


图 5.5.8-1 钢筋帮条焊接头

(a) 双面焊；(b) 单面焊； d —钢筋直径； l —帮条长度

表 5.5.8 钢筋帮条长度

| 钢筋牌号 | 焊缝形式 | 帮条长度 l |
|--------|------|-----------|
| HPB300 | 单面焊 | $\geq 8d$ |
| | 双面焊 | $\geq 4d$ |

| | | |
|------------------------|-----|------------|
| HRB335 HRBF335 | 单面焊 | $\geq 10d$ |
| HRB400 HRBF400 | 双面焊 | $\geq 5d$ |
| HRB400 HRBF400 RRB400W | | |

注： d 为主筋直径（mm）。

3) 帮条焊时，两主筋端面的间隙宜为 2mm~5mm。

4) 帮条焊接头的焊缝宽度不应小于主筋直径的 0.8 倍，焊缝厚度不应小于主筋直径的 0.3 倍。

5) 帮条焊时，应用四点定位焊固定帮条与主筋，定位焊缝与帮条端部的距离不应小于 20mm。

2 坡口焊焊接施工应符合下列规定：

1) 坡口面应平顺，切口边缘不得有裂纹、缺棱和钝边；

2) 坡口角度可按图 5.5.8-2 中数据选用；

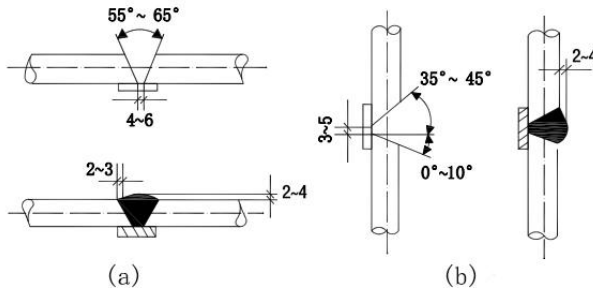


图 5.5.8-2 钢筋坡口焊示意图

(a) ——平焊；(b) ——立焊

3) 钢垫板长度宜为 40mm~60mm，厚度宜为 4mm~6mm；平焊时，垫板宽度应等于钢筋直径加 10mm；立焊时，垫板宽度宜等于钢筋直径。

4) 坡口焊焊缝的宽度应大于 V 形坡口的边缘 2mm~3mm，焊缝余高应为 2mm~4mm，并平缓过渡至钢筋表面；钢筋与钢垫板之间，应加焊二、三层侧面焊缝；当发现接头中有弧坑、气孔及咬边等缺陷

时，应立即补焊。

3 预埋件电弧焊焊接施工应符合下列规定：

1) 预埋件钢筋电弧焊 T 形接头可分为角焊和穿孔塞焊两种（图 5.5.8-3）。当采用 HPB300 钢筋时，角焊缝焊脚尺寸不得小于 0.5 倍钢筋直径；采用其他牌号钢筋时，焊脚尺寸不得小于 0.6 倍钢筋直径。

2) 施焊中，不得使钢筋咬边和烧伤。

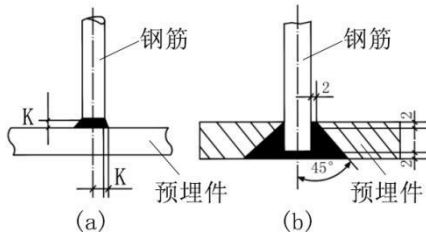


图 5.5.8-3 预埋件钢筋电弧焊 T 形接头

(a) ——角焊；(b) ——穿孔塞焊；K——焊脚尺寸

4 熔槽帮条焊接（图 5.5.8-4）施工应符合下列规定：

- 1) 角钢边长宜为 40mm~70mm；
- 2) 钢筋端头应加工平整，接头间隙 10~16mm；
- 3) 从接缝处垫板引弧后应连续施焊，并使钢筋端部熔合；
- 4) 焊接过程中应停焊清渣 1 次；
- 5) 焊平后，再进行焊缝余高的焊接，其高度应为 2mm~4mm；
- 6) 钢筋与角钢垫板之间，应加焊侧面焊缝 1~3 层，焊缝应饱满。

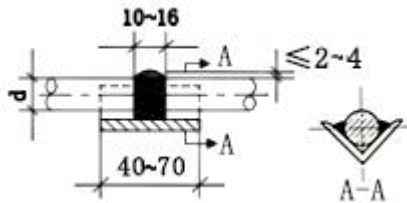


图 5.5.8-4 钢筋熔槽帮条焊接头

5 窄间隙焊焊接（图 5.5.8-5）施工应符合下列规定：

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

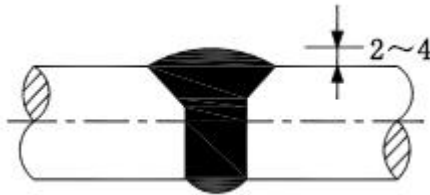


图 5.5.8-5 钢筋窄间隙焊接头

6 搭接焊焊接施工应符合下列规定：

1) 焊接时宜采用双面焊。不能进行双面焊接时，宜采用单面焊，其焊缝长度应比双面焊增加一倍。HRB335、HRB400、RRB400 钢筋的焊缝长度不应小于钢筋直径的 5 倍。钢筋搭接焊接头见图 5.5.8-6。

2) 搭接端部的钢筋预弯，且两钢筋的轴线在一直线上后，方可进行搭接焊。

3) 搭接焊应采用两点固定，定位焊缝与搭接端部的距离不宜小于 20mm。焊接时，应在搭接焊形成的焊缝中引弧，在端头收弧前应填满弧坑，并使主焊缝与定位焊缝的始端和终端熔合。

4) 搭接焊接头的焊缝宽度不应小于主筋直径的 0.8 倍，焊缝厚

度不应小于主筋直径的 0.3 倍。搭接焊接头的焊缝尺寸见图 5.5.8-7。

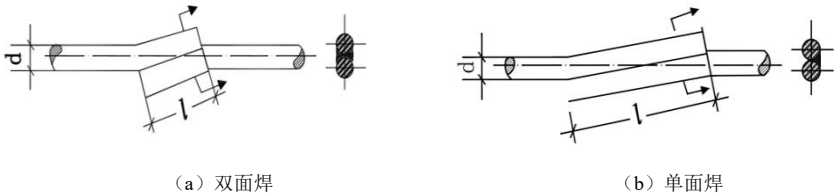


图 5.5.8-6 钢筋搭接焊接头

d ——钢筋直径； l ——帮条长度

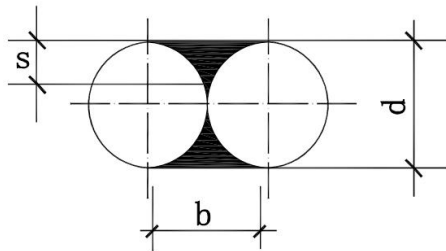


图 5.5.8-7 搭接焊接头的焊缝尺寸示意图

b ——焊缝宽度； s ——焊缝厚度； d ——钢筋直径

7 钢筋与钢板搭接焊时，焊接接头（图 5.5.8-8）应符合下列规定：

（1）HPB300 钢筋的搭接长度不得小于 4 倍钢筋直径，其他牌号钢筋搭接长度不得小于 5 倍钢筋直径；

（2）焊缝厚度不得小于 0.35 倍钢筋直径，焊缝宽度不得小于 0.6 倍钢筋直径。

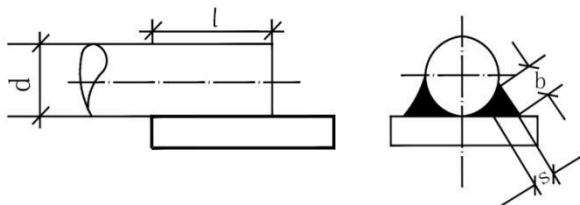


图 5.5.8-8 钢筋与钢板搭接焊接头

d ——钢筋直径； l ——搭接长度； b ——焊缝宽度； s ——焊缝厚度

5.5.9 质量检验应符合下列规定：

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

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

2 钢筋电弧焊焊接接头尺寸偏差及缺陷允许值应符合表 5.5.9 的规定。

表 5.5.9 钢筋电弧焊接头尺寸偏差及缺陷允许值

| 名 称 | 单 位 | 接头形式 | | | |
|-------------------|-----|-----------------|-------|------------------|---|
| | | 帮条焊 | 搭接焊 | 坡口焊窄间隙焊 熔槽帮条焊 | |
| 帮条沿接头中心线的纵向偏移 | mm | 0.3d | - | - | |
| 接头处弯折角 | (°) | 2 | 2 | 2 | |
| 接头处钢筋轴线的偏移 | mm | 0.1d | 0.1d | 0.1d | |
| | | 1 | 1 | 1 | |
| 焊缝宽度 | mm | +0.1d | +0.1d | - | |
| 焊缝长度 | mm | -0.3d | -0.3d | - | |
| 咬边深度 | mm | 0.5 | 0.5 | 0.5 | |
| 在长 2d 焊缝表面上的气孔及夹渣 | 数量 | 个 | 2 | 2 | - |
| | 面积 | mm ² | 6 | 6 | - |
| 在全部焊缝表面上的气孔及夹渣 | 数量 | 个 | - | - | 2 |
| | 面积 | mm ² | - | - | 6 |

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

1) 在现浇混凝土结构中，应以 300 个同牌号钢筋、同形式接头作为一批；在房屋结构中，应在不超过连续二楼层中 300 个同牌号钢筋、同形式接头作为一批；每批随机切取 3 个接头，做拉伸试验。

2) 在装配式结构中，可按生产条件制作模拟试件，每批 3 个，做拉伸试验。

3) 钢筋与钢板搭接焊接头可只进行外观质量检查。

III 成品保护

5.5.10 钢筋焊接半成品应分类堆放整齐，堆放场地应有支垫和遮盖。

5.5.11 堆放过程中应轻拿轻放，不能随意抛掷。

5.5.12 引弧应在钢板或帮条上进行，以防烧伤主筋。

5.5.13 接头焊接完成时，严禁浇水冷却或敲击钢筋接头。

IV 施工注意事项

5.5.14 钢筋电弧焊接宜采取对称等速施焊或分层轮流施焊，并选择合理的焊接顺序、缓慢冷却等措施。

5.5.15 在焊接过程中应及时清渣，保证焊缝表面光滑平整。

5.5.16 焊缝应平缓过渡，弧坑应填满。

5.5.17 焊机必须接地良好，禁止在露天雨水的环境下工作。

5.5.18 焊接场所不能使用易燃材料搭设，现场高空作业必须系好安全带，按规定佩戴防护用品。

5.5.19 在焊接的闪光区域内需设置薄钢板或石棉挡板。

5.5.20 焊机必须专人操作、管理，一机一闸、一漏一箱。

5.5.21 焊机应装设地线，手柄焊钳把手应绝缘。

V 质量记录

5.5.22 质量记录应包含以下内容：

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

5.6 钢筋闪光对焊

I 施工准备

5.6.1 主要材料应符合本规程第 5.2.1 条的规定。

5.6.2 主要机具有：对焊机、对焊平台、无齿切割机、钢筋切断机、除锈机、空压机、防护深色眼镜、绝缘鞋、电焊手套、钢丝刷等。

5.6.3 作业条件应符合下列规定：

1 编制钢筋闪光对焊专项施工方案，并经审核、审批。按方案要求对操作人员进行技术交底。

2 焊工应考试合格，持证上岗，并在规定的范围内进行焊接操作。

3 焊接的机具以及辅助设备等应齐全、完好。机具设备应处于正常工作状态。对焊机容量、电压应符合要求。

4 配齐焊接安全防护用品，作业场地应有防止发生火灾、爆炸等事故的安全防护措施。

II 施工工艺

5.6.4 钢筋闪光对焊施工工艺流程见图 5.6.4。

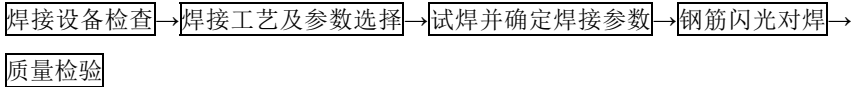


图 5.6.4 钢筋闪光对焊施工工艺流程图

5.6.5 焊接设备检查对象主要包括：对焊机、电源、对焊平台、绝缘橡胶垫、冷却水、压缩空气等。

5.6.6 焊接工艺及参数选择应符合下列规定：

- 1 当钢筋直径较小、钢筋级别较低时，可采用连续闪光焊，连续闪光焊钢筋最大直径见表 5.6.6。
- 2 当钢筋直径较大、端面较平整时，宜采用预热闪光焊。
- 3 当钢筋直径较大、端面不够平整时，应采用闪光—预热闪光焊。

表 5.6.6 连续闪光焊钢筋直径上限

| 焊机容量 (kV·A) | 钢筋级别 | 钢筋直径 (mm) |
|--------------|----------------|-----------|
| 160 (150) | HPB300 | 22 |
| | HRB335 HRBF335 | 22 |
| | HRB400 HRBF400 | 20 |
| 100 | HPB300 | 20 |
| | HRB335 HRBF335 | 20 |
| | HRB400 HRBF400 | 18 |
| 80 (75) | HPB300 | 16 |
| | HRB335 HRBF335 | 14 |
| | HRB400 HRBF400 | 12 |

4 闪光对焊时，需要根据调伸长度、烧化留量、顶锻留量以及变压器级数等选择焊接参数。

1) 当焊接 HRB400、HRBF400 等牌号钢筋时，调伸长度宜在 40mm~60mm 内选用。

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

3) 顶锻留量应随钢筋直径的增大和钢筋牌号的提高而增加，应为 3mm~7mm。其中，有电顶锻留量约占 1/3，无电顶锻留量约占 2/3，焊接时必须控制得当。

5.6.7 试焊并确定焊接参数应符合下列规定：

1 正式焊接前，应从进场钢筋中按每批次截取 6 个试件进行现场条件下的试焊，并送样检验其工艺性能。

2 钢筋经试验检测合格后，方可按确定的焊接参数进行焊接作业。

5.6.8 钢筋闪光对焊应符合下列规定：

1 对焊前应清理钢筋及电极表面污泥、铁锈。

2 闪光对焊时，钢筋的直径差不得超过 4mm。

3 采用连续闪光焊时，钢筋应以均匀速度移动，待预定的烧化留量消失时应立即进行顶锻。

4 采用预热闪光焊时，应在接通焊接电源并施加一定压力的情况下，使两钢筋端面交替的接触和分开，当钢筋达到预热温度后，随即进入闪光和顶锻。

5 采用闪光—预热闪光焊时，一次闪光过程，应保持闪光的连续性。一次烧化留量应足以将钢筋在断料时刀口严重压伤部分烧掉，为下一步的均匀加热创造条件。预热应优先采用频率较低的电阻预热法，

并根据钢筋级别和直径，灵活掌握其预热程度，以获得良好的预热效果。二次闪光过程，应先慢后快，临近顶锻时，熔化过程应强烈、稳定。待二次烧化留量消失，即进行顶锻。

6 对焊前及对焊过程中，应检查和调整电极位置，拧紧夹具丝杆。

5.6.9 质量检验应符合下列要求：

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

- 1) 对焊接头不应出现裂纹。
- 2) 钢筋表面不应有明显烧伤。
- 3) 接头处的弯折角度不应大于 2° ；
- 4) 接头处的轴线偏移不应大于 0.1 倍钢筋直径，且不应大于 1mm。

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

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

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

3) 异径钢筋接头可只做拉伸试验。

III 成品保护

5.6.10 钢筋焊接半成品应分类堆放整齐，堆放场地应设置支垫和遮盖。

5.6.11 堆放过程中应轻拿轻放，不能随意抛掷。

5.6.12 对焊后应先稍微冷却再松开电极夹具，取出钢筋时应平稳。

IV 施工注意事项

5.6.13 严禁对焊超过规定直径的钢筋。

5.6.14 在闪光对焊过程中，应控制好焊接的每一个环节，当出现异常情况时，应参照表 5.6.14 钢筋闪光对焊焊接缺陷及防治措施进行处理。

表 5.6.14 钢筋闪光对焊焊接缺陷及防治措施

| 序号 | 缺陷种类 | 防治措施 |
|----|-----------------|--|
| 1 | 接头中有氧化膜、未焊透或夹渣 | 1.增加预热程度、加快临近顶锻时的烧化速度 2.加快顶锻速度、增大顶锻压力 |
| 2 | 闪光不稳定 | 1.提高变压器级数、加快烧化速度 2.消除电极底部和表面的氧化物 |
| 3 | 轴线偏移、接头弯折 | 1.修整电极钳口、更换已变形的电极、正确调整电极位置 2.切除或矫直钢筋的弯头 |
| 4 | 接头中有缩孔 | 1.避免烧化过程过分强烈、降低变压器级数 2.适当增大顶锻留量及顶锻压力 |
| 5 | 钢筋表面微熔、烧伤 | 1.消除电极内表面的氧化物、清除钢筋被夹紧部位的铁锈和油污 2.改进电极槽口形状，增大接触面积 |
| 6 | 接头区域裂纹 | 1.检验钢筋的碳、硫、磷含量，如不符合规定，应更换钢筋 2.采取低频预热方法，增加预热程度 |
| 7 | 烧化过分剧烈并产生明显的爆炸声 | 1.降低变压器级数 2.减慢烧化速度 |
| 8 | 焊缝金属过烧或热影响区过热 | 1.减少预热程度、加快烧化速度，缩短焊接时间 2.避免过多带电顶锻 |

5.6.15 电极冷却水的温度不应超过 40℃，机身应接地良好。

5.6.16 对焊结束后不得过早松开夹具，不得抛掷高温时的钢筋接头，不得往高温接头上浇水。

5.6.17 工作棚应采用防火材料搭设，棚内严禁堆放易燃易爆品，并备有灭火器；闪光火花飞溅区域内，应设置薄钢板或水泥石棉挡板防护表面，并在对焊机安装活动防护罩。

5.6.18 操作人员作业时，必须戴好有色防护眼镜和帽子等防护用品。

V 质量记录

5.6.19 质量记录应包含以下内容：

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

5.7 钢筋气压焊接

I 施工准备

5.7.1 主要材料应符合下列规定：

- 1 钢筋原材应符合本规程第 5.2.1 条的规定。
- 2 氧气：质量应符合现行国家标准《工业氧》GB/T 3863 的有关规定，其纯度不应小于 99.5%；瓶装氧气的质量应满足工业用气态氧一级的技术要求。
- 3 乙炔：宜使用瓶装溶解乙炔，纯度要求大于 98%，其质量应符合现行国家标准《溶解乙炔》GB 6819 的有关规定。当使用乙炔发生器时，电石的质量应满足国家现行有关标准一级以上的要求。
- 4 液化石油气：应符合现行国家标准《液化石油气》GB 11174 的有关规定。

5.7.2 主要机具有：溶解乙炔气瓶（或中压乙炔发生器）、氧气瓶、干式回火防止器、胶管及减压器、多嘴环管加热器、加压器（油管、油泵、顶压油缸、油压表）、无齿切割机、焊接夹具等。

5.7.3 作业条件应符合本规程第 5.4.3 条的规定。

II 施工工艺

5.7.4 钢筋气压焊接施工工艺流程见图 5.7.4:

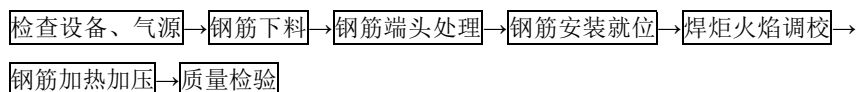


图 5.7.4 钢筋气压焊接施工工艺流程图

5.7.5 检查设备、气源应符合下列规定：

1 在焊接前，应检查焊接设备、机具和气源是否齐全完好，保证在焊接时处于正常状态。

2 压力表指针失灵，瓶阀、胶管有泄漏等情况时，应立即修理或更换。

5.7.6 钢筋下料应符合下列规定：

1 钢筋下料时应考虑钢筋焊接后的压缩量，每个接头的压缩量约为所焊钢筋直径的 1 倍~1.5 倍。

2 钢筋焊接接头位置、同一截面内接头数量等应符合本规程第 5.1.5 条、第 5.1.7 条的有关规定。

5.7.7 钢筋端头处理应符合下列规定：

1 施焊前应采用角向磨光机对钢筋端部进行倒角，并将钢筋端面打磨平整，钢筋端面与钢筋轴线应垂直。清除氧化膜，并露出光泽。

2 离端面两倍钢筋直径长度范围内钢筋表面上的铁锈、油污、泥浆等附着物应清刷干净。

5.7.8 钢筋安装就位应符合下列规定：

1 应采用夹具夹紧待焊钢筋并调整对正，两钢筋的轴线应在同一直线上。

2 钢筋夹紧对正后，须施加初始轴向压力顶紧，两钢筋间局部间隙不得大于 3mm。

5.7.9 在每个接头开始施焊时，应先将焊炬的火焰调校为碳化焰（即还原焰， $O_2/C_2H_2=0.85\sim 0.95$ ），火焰的形状应充实。

5.7.10 钢筋加热加压应符合下列规定：

1 开始焊接阶段，应采用碳化焰对准两根钢筋接缝处集中加热。此时须使用内焰包围着钢筋缝隙，并增大对钢筋的轴向压力至 30MPa~40MPa。

2 当两根钢筋端面的缝隙完全闭合后，应将火焰调整为中性焰（ $O_2/C_2H_2=1.0\sim 1.1$ ）以加快加热速度。此时操作焊炬，使火焰在以压焊面为中心两侧各一倍钢筋直径范围内均匀往复加热。钢筋端的加热温度宜为 1150℃~1250℃。

3 在加热过程中，火焰应始终保持中性焰。当压接面缝隙在完全密合之前发生焊炬回火中断现象的，应立即停止施焊，并将两钢筋端面重新打磨、安装，然后再次点燃火焰继续加热、加压，完成焊接作业。

4 当钢筋加热到所需的温度时，应操作加压器使夹具对钢筋再次施加至 30MPa~40MPa 的轴向压力，使钢筋接头形成合适的形状，然后可停止加热。

5 当钢筋接头处温度降低，即接头处红色大致消失后，可卸除压力，拆下夹具。

5.7.11 质量检验应符合下列规定：

1 在焊接施工过程中应随时进行自检，当发现焊接缺陷时，应及时采取措施消除影响。

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

1) 焊接接头轴线偏移不应大于 0.1 倍钢筋直径，且不应大于 1mm；当偏移量在 0.1~0.3 倍钢筋直径范围内，可加热矫正；当大于 0.3 倍钢筋直径时，应切除重焊。

2) 焊接接头处不应出现裂纹。

3) 接头处的弯折角度不应大于 2° ；当大于规定值时，应重新加热矫正；

4) 固态气压焊接头镦粗直径不应小于 1.4 倍钢筋直径，熔态气压焊接头镦粗直径不应小于 1.2 倍钢筋直径；当小于上述规定值时，应重新加热镦粗；

5) 镦粗长度不应小于 1.0 倍钢筋直径，当小于上述规定值时，应重新加热镦长。

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

1) 在现浇钢筋混凝土结构中，应以 300 个同牌号钢筋接头作为一批；在房屋结构中，应在不超过连续二楼层中 300 个同牌号钢筋接头作为一批；当不足 300 个接头时，仍应作为一批。

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

3) 在同一批中，异径钢筋气压焊接头可只做拉伸试验。

III 成品保护

5.7.12 采用气压焊接的每个接头焊接完成后，不得过早拆除夹具。

5.7.13 接头焊接完成后，不得采用浇水冷却，应待其自然冷却。

IV 施工注意事项

5.7.14 气压焊接施工，宜按表 5.7.14 对采取焊接缺陷防治措施。

表 5.7.14 气压焊接头焊接缺陷及防治措施

| 序号 | 焊接缺陷 | 防治措施 |
|----|----------|--|
| 1 | 钢筋表面严重烧伤 | 调整加热火焰，掌握正确的操作方法 |
| 2 | 弯折 | 1.熄火后半分钟再拆夹具 2.检查夹具，及时修理或更换 3.缩短钢筋自由端长度 |
| 3 | 轴线偏移（偏心） | 1.检查夹具，及时修理或更换 2.切平钢筋端面、夹紧钢筋再进行焊接 |
| 4 | 压焊面偏移 | 1.同径钢筋焊接时，两侧加热温度和加热长度基本一致 2.异径钢筋焊接时，对较大直径钢筋加热时间较长 |
| 5 | 未焊合 | 合理选择焊接参数，正确掌握操作方法 |
| 6 | 镦粗长度不够 | 1.增大加热幅度 2.加压时应平稳 |
| 7 | 镦粗直径不够 | 1.检查夹具和顶压油缸，及时更换 2.采用适宜的加热温度及压力 |

5.7.15 雨天不宜施焊，若必须施焊，应采取有效的遮蔽措施。

5.7.16 气瓶应进行定期检查，使用期满或送检不合格的气瓶应禁止继续使用。

5.7.17 气瓶的使用应符合下列规定：

1 钢瓶在装车、卸车及运输时，应避免互相碰撞；氧气瓶不能与燃气瓶、油类材料以及其他易燃物品同车运输。

2 吊运钢瓶时应使用吊架或合适的台架，不得使用吊钩、钢索和电磁吸盘；钢瓶使用完时，应留有一定的余压力。

3 钢瓶在夏季使用时应防止暴晒。

5.7.18 氧气瓶、氧气表及焊割工具上严禁沾染油脂。

5.7.19 氧气瓶与乙炔发生器的间距不得小于 10m，与乙炔气瓶的间距不得小于 5m。

5.7.20 作业地点附近，不得有易燃品、易爆品。

5.7.21 施焊现场应配置灭火器（严禁使用四氯化碳灭火器）、消防龙头等消防设备。

V 质量记录

5.7.22 质量记录应包含以下内容：

- 1 钢筋气压焊施工方案。
- 2 钢筋气压焊技术交底。
- 3 钢筋合格证、出厂检验报告和进场复验报告。
- 4 氧气、乙炔气、液化石油气产品合格证书。
- 5 钢筋焊工考试合格证复印件。
- 6 钢筋焊接接头工艺检验报告
- 7 钢筋焊接接头试验报告。
- 8 钢筋气压焊接接头检验批质量验收记录。
- 9 钢筋分项工程质量验收记录。

5.8 钢筋滚轧直螺纹连接

I 施工准备

5.8.1 主要材料应符合下列规定：

1 钢筋原材应符合本规程第 5.2.1 条的规定。

2 滚轧直螺纹连接套筒应符合现行行业标准《钢筋机械连接用套筒》JG / T 163 的有关规定，并有产品合格证、出厂检验报告、质量证明书。连接套筒的类型有标准型、正反丝扣型、变径型、可调型等，标准型套筒的几何尺寸见表 5.8.1。

表 5.8.1 标准型套筒的几何尺寸

| 规格 | 螺纹直径 | 套筒外径 | 套筒长度 |
|----|---------|------|------|
| 16 | M16.5×2 | 25 | 45 |
| 18 | M19×2.5 | 29 | 55 |
| 20 | M21×2.5 | 31 | 60 |
| 22 | M23×2.5 | 33 | 65 |
| 25 | M26×3 | 39 | 70 |
| 28 | M29×3 | 44 | 80 |
| 32 | M33×3 | 49 | 90 |
| 36 | M37×3.5 | 54 | 98 |
| 40 | M41×3.5 | 59 | 105 |

5.8.2 主要机具有：钢筋（剥肋）滚轧机、环规、牙形规、止通规、卡尺、施工扳手、砂轮切割机、料架。

5.8.3 作业条件应符合下列规定：

1 编制钢筋滚轧直螺纹连接专项施工方案，并经审核、审批。按方案要求对操作人员进行技术交底。

2 丝头滚轧加工及连接钢筋的操作人员应经过培训，考核合格后方可持证上岗。

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

4 机具设备处于正常工作状态。

II 施工工艺

5.8.4 钢筋滚轧直螺纹连接施工工艺流程见图 5.8.4。

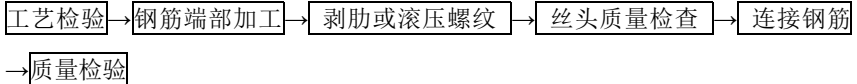


图 5.8.4 钢筋滚轧直螺纹连接施工工艺流程图

5.8.5 工艺检验应符合下列规定：

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

2 施工过程中更换钢筋生产厂或接头技术提供单位时，应补充进行工艺检验。

3 工艺检验合格后，方可按确定的工艺参数进行接头批量加工。

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

5.8.7 剥肋或滚压螺纹应符合下列规定：

1 应保持钢筋丝头的端面平整。

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

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

5.8.8 丝头质量检查应符合下列规定：

1 应逐个对加工的丝头外观和螺纹尺寸进行质量检查，钢筋丝头宜满足 6f 级精度要求，应采用专用直螺纹量规检验，通规应能顺利旋

入并达到要求的拧入长度，止规旋入不得超过 3 倍螺距。

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

5.8.9 钢筋连接应符合下列规定：

1 竖向钢筋应从下向上依次连接，水平钢筋应从一端向另一端依次连接，不得从两头往中间连接。

2 直螺纹接头应使用管钳和力矩扳手进行连接。连接时，应将丝口清理干净，并将两个钢筋丝头在套筒的中央位置相互顶紧。

3 同径或异径正丝扣连接时，将待连接的两根钢筋丝头拧入钢筋连接套筒，用两把专用扳手分别卡住待连接钢筋，将钢筋接头拧紧，使两钢筋丝头在套筒中间位置顶紧。

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

5 可调丝头连接时，先将钢筋连接套筒和锁紧螺母全部拧入长丝头钢筋端，再把短丝头钢筋端对准套筒，旋转套筒使其从长丝头钢筋头中逐渐退出，并进入短丝头钢筋头中，与短丝头钢筋头拧紧，然后将锁紧螺母旋出，并与套筒拧紧定位。

6 钢筋连接套筒的混凝土保护层厚度应符合设计要求，且不得小于 15 mm，连接套筒间横向净距不宜小于 25 mm。

7 连接完的接头应立即用油漆做标记，防止漏拧。

5.8.10 质量检验应符合下列规定：

1 接头现场抽检项目应包括极限抗拉强度试验、加工和安装质量检验。

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

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

III 成品保护

5.8.11 加工好的钢筋丝头或连接好的套筒裸露端应戴好保护帽。

5.8.12 已连接好套筒的钢筋接头不得随意抛砸。

IV 施工注意事项

5.8.13 钢筋的连接端和套管内壁不应有油污、铁锈和泥砂。

5.8.14 钢筋接头拼接时，两个丝头在套筒中央位置应相互顶紧。

5.8.15 高空连接作业应搭设临时脚手架操作平台、系安全带。

V 质量记录

5.8.16 质量记录应包含以下内容：

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

6 预应力工程

6.1 一般规定

6.1.1 当专业施工单位根据施工图设计文件进行深化设计时，应经原设计单位认可。

6.1.2 当工程所处环境温度高于 35℃ 或连续 5 日环境日平均温度低于 5℃ 时，不宜进行灌浆施工。在冬期灌浆施工时，应对预应力构件采取保温措施，或采用抗冻水泥浆等质量保证措施。

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

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

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

2 对先张法预应力构件，在浇筑混凝土前发生断裂或滑脱的预应力筋必须更换。

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

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

6.1.7 在有条件的情况下，缓粘结预应力筋两端均可采用张拉端形式，当预应力筋长度超过 30m 时，宜采取两端张拉；当预应力筋长超过 60m 时，宜采取分段张拉和锚固。

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

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

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

6.2 先张法预应力工程施工工艺

I 施工准备

6.2.1 主要材料应符合下列规定：

1 预应力筋进场时，应按现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224、《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223 和《预应力混凝土用螺纹钢筋》GB/T 20065 的有关规定抽取试件作抗拉强度、伸长率检验，其检验结果应符合相应标准的规定。常用预应力筋的公称直径、截面面积、计算截面面积及理论重量应符合本规程附录 C 的规定。

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

6.2.2 主要机具有：电动油泵、张拉千斤顶、钢绞线挤压机、钢绞线压

花、电焊机、砂轮切割机、钢板尺、限位板等。

6.2.3 作业条件应符合下列规定：

- 1 编制预应力工程施工方案，并经审核批准。按方案要求对施工操作人员进行技术交底。
- 2 预应力筋、夹具和连接器进场检验合格。
- 3 张拉设备已校验、检定，机具设备准备就绪。

II 施工工艺

6.2.4 先张法预应力施工工艺流程见图 6.2.4：

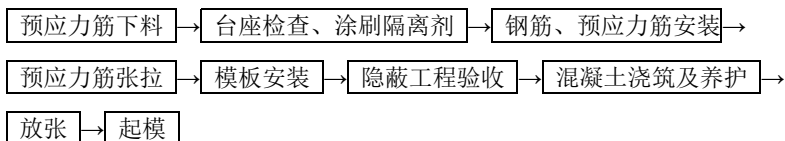


图 6.2.4 先张法预应力施工工艺流程图

6.2.5 预应力筋下料：用长线台座生产工艺时，预应力筋的下料长度 L ，可按下列公式计算：

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

式中： l_1 ——长线台座长度；

l_2 ——张拉装置长度（含外露工具式拉杆长度）；

l_3 ——固定端所需长度；

l_4 ——张拉端工具式拉杆长度；

l_5 ——固定端工具式拉杆长度。

同时，预应力筋下料长度应满足构件在台座上的排列要求。当预应力筋直接在钢横梁上张拉和锚固时，可取消 l_4 与 l_5 值。

6.2.6 台座检查、涂刷隔离剂应符合下列规定：

- 1 张拉台座应具有足够的强度、刚度，抗倾覆安全系数不得小于

1.5, 抗滑移安全系数不得小于 1.3, 台座横梁挠度应控制在 2mm 以内。锚板受力中心应与预应力筋合力中心一致。

2 台座台面应平整光滑, 用 2m 靠尺检查, 其表面平整度不应超过 3mm。

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

6.2.7 钢筋、预应力筋安装应符合下列规定:

1 钢筋绑扎应符合本规程第 5 章第 5.3 节的有关规定。

2 预应力筋连同隔离套管应在钢筋骨架完成后一并穿入就位。

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

4 严禁使用电弧焊对梁体钢筋及模板进行切割或焊接。

5 隔离套管内端应堵严。

6.2.8 预应力筋张拉应符合下列规定:

1 同时张拉多根预应力筋时, 各根预应力筋的初始应力应一致。张拉过程中应使活动横梁与固定横梁保持平行。

2 单根张拉时应采取对称和分级方式, 按照校准的张拉力控制张拉精度, 以预应力筋的伸长值作为校核。

3 张拉程序应符合设计要求, 设计未规定时, 其张拉程序应符合表 6.2.8 的规定:

表 6.2.8 先张法预应力筋张拉程序

| 预应力筋种类 | 张拉程序 |
|--------|------|
|--------|------|

| | |
|-----|---|
| 钢筋 | 0→初应力→1.05 σ_{con} →0.9 σ_{con} → σ_{con} （锚固） |
| 钢绞线 | 0→初应力→1.05 σ_{con} （持荷 2min）→0→ σ_{con} （锚固） |
| | 对于夹片式等具有自锚性能的锚具： 普通松弛力筋 0→初应力→1.03 σ_{con} （锚固） 低松弛力筋 0→初应力→ σ_{con} （持荷 2min 锚固） |

注： σ_{con} 张拉时的控制应力值，包括预应力损失值。

4 预应力筋接长的张拉接头，宜使用 20~22 号铁丝密排绑扎，绑扎段长度不应小于 40 倍钢筋直径（冷拔低碳钢丝）或 50 倍钢筋直径（冷拔低合金钢丝）。钢丝搭接长度应比绑扎长度大 10 倍钢筋直径。

5 当预应力筋张拉出现滑丝、断丝时，应更换预应力筋进行补张。当预应力筋张拉锚定后的滑移值超过 5mm 时，应进行补张拉。

6 应在张拉控制应力处于稳定状态下进行预应力筋的锚固，锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量应符合设计要求。

6.2.9 模板安装应符合本规程第 4 章的有关规定。

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

6.2.11 混凝土浇筑及养护应符合下列规定：

1 浇筑混凝土时，振动器应避免碰撞预应力筋和模板，并应仔细振捣，不得漏振。

2 刚浇筑完的混凝土梁，其外露的预应力筋应防止被踩踏。

3 混凝土浇筑完毕后，应及时覆盖洒水养护，养护时间应符合设计和现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

6.2.12 放张应符合下列规定：

1 放张时，混凝土的强度应满足设计要求。当设计无要求时，不应低于混凝土强度标准值的 75%。

2 放张顺序，应符合下列规定：

- 1) 宜采取缓慢放张工艺进行逐根或整体放张。
- 2) 对于承受轴心预压力的构件，所有预应力筋宜同时放张。
- 3) 对于承受偏心预压力的构件，宜先同时放张预压力较小区域的预应力筋，再同时放张预压力较大区域的预应力筋。
- 4) 当不能按上述规定放张时，应分阶段、对称、相互交错放张。
- 5) 放张后，预应力筋的切断顺序，宜从张拉端开始逐次切向另一端。

III 成品保护

6.2.13 应严格控制混凝土的拆模时间，保证其表面及棱角不因拆模而受损。

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

IV 施工注意事项

6.2.15 打紧锥形夹具的销子时，应防止敲到已经锚定钢丝的夹具。

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

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

6.2.18 灌浆操作人员应穿戴防护用品。

V 质量记录

6.2.19 质量记录应包含以下内容：

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

进场复验报告。

- 4 预应力筋张拉机具设备及仪表标定记录。
- 5 预应力筋原材料检验批质量验收记录。
- 6 预应力筋应力检测记录或张拉记录。
- 7 预应力筋制作与安装检验批质量验收记录。
- 8 预应力筋隐蔽工程检查验收记录。
- 9 预应力分项工程质量验收记录。

6.3 后张法预应力工程施工工艺

I 施工准备

6.3.1 主要材料除应符合本规程第 6.2.1 条的规定外，尚应符合下列规定：

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

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

6.3.2 主要机具有：电动油泵、张拉千斤顶、钢绞线挤压机、灌浆设备、钢绞线压花、电焊机、砂轮切割机、钢板尺、限位板等。

6.3.3 作业条件应符合本规程第 6.2.3 条的规定。

II 施工工艺

6.3.4 后张法预应力施工工艺流程见图 6.3.4。

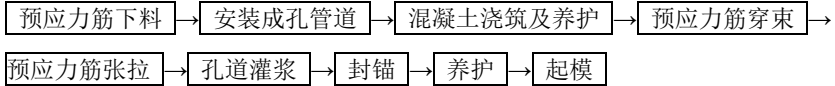


图 6.3.4 后张法预应力施工工艺流程图

6.3.5 预应力筋下料应符合下列规定：

1 钢绞线下料长度，可按下列公式计算：

1) 两端张拉

$$L=l+2(l_1+l_2+100) \quad (6.3.5-1)$$

2) 一端张拉

$$L=l+2(l_1+100)+l_2 \quad (6.3.5-2)$$

式中： l ——构件的孔道长度；

l_1 ——夹片式工作锚厚度；

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

2 钢丝束下料长度，可按下列公式计算：

$$L=l+2(h+s)-K(H-H_1)-\Delta L-c \quad (6.3.5-3)$$

式中： l ——构件的孔道长度，按实际丈量；

h ——锚杯底部厚度或锚板厚度；

s ——钢丝镦头留量，对 φ^p5 取 10mm；

K ——系数，一端张拉时取 0.5，两端张拉时取 1.0；

H ——锚杯高度；

H_1 ——螺母高度；

ΔL ——钢丝束张拉伸长值；

c ——张拉时构件混凝土的弹性压缩值。

6.3.6 安装成孔管道应符合下列规定：

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

2 成孔管道的内径宜比预应力束外径及需穿过孔道的连接器外径大 6mm~15mm，且孔道的截面积宜为穿入预应力束截面积的 3 倍~4 倍。

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

4 成孔管道宜随需要起拱的预应力构件同时起拱。

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

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

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

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

9 成孔管道竖向位置偏差应符合表 6.3.6 的规定。

表 6.3.6 成孔管道竖向位置允许偏差

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

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

1) 当曲线孔道波峰和波谷的高差大于 300mm 时，应在孔道波峰设置排气孔，排气孔间距不宜大于 30m。

2) 排气孔可朝向外侧设置在承压板上，直径不宜小于 8mm。

3) 当排气孔兼作泌水孔时，其外接管道伸出构件顶面长度不宜小于 300mm。

4) 在预应力筋孔道两端应设置灌浆孔和出浆孔，灌浆孔的内孔径不宜小于 20mm，如图 6.3.6-1 所示。抽拔成形成孔管道的灌浆孔间距不宜大于 12m，预埋波纹管的灌浆孔间距不宜大于 30m。

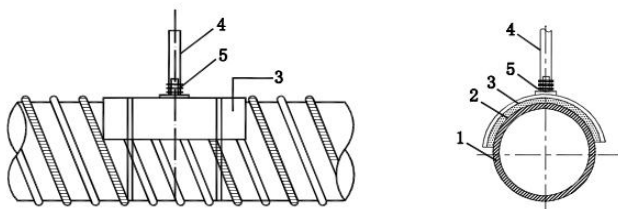


图 6.3.6-1 灌浆孔设置示意图

1——波纹管；2——海绵垫；3——塑料管；4——固定卡

5) 在波谷处设置排气管，应使塑料管朝两侧放置，然后从梁上伸出来，不应朝上放置，如图 6.3.6-2、6.3.6-3 所示。

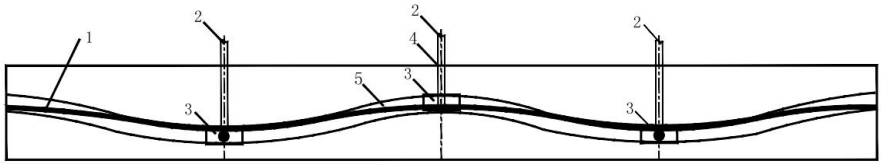


图 6.3.6-2 预应力筋在波纹管中的位置

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

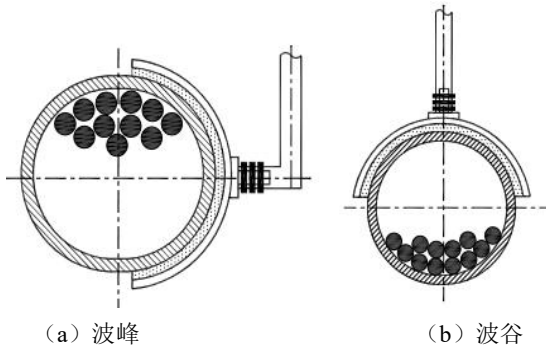


图 6.3.6-3 钢绞线在波纹管波峰与波谷位置及排气管的安装位置图

6.3.7 混凝土浇筑及养护应符合下列规定：

1 混凝土应分层浇筑，对预应力筋锚固区及钢筋密集部位，应加强振捣，振捣器应避免碰撞成孔管道。

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

3 混凝土浇筑完毕后，应及时覆盖洒水养护，养护时间应满足设计要求和符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

4 当采用蒸汽养护时，预应力筋应在蒸汽养护结束后穿入孔道。

6.3.8 预应力筋安装应符合下列规定：

1 穿束工作可采用人力、卷扬机或穿束机单根穿或整束穿。对超

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

2 对于金属波纹管孔道，在穿预应力筋时，预应力筋的端部应套有保护帽。

3 预应力筋或成孔管道定位控制点的竖向位置偏差应符合表 6.3.8 的规定，其合格率应达到 90% 及以上，且不得有超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。

表 6.3.8 定位控制点的竖向位置允许偏差

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

6.3.9 预应力筋张拉应符合下列规定：

1 预应力筋张拉时，混凝土强度应满足设计要求；当设计无具体要求时，不应低于设计混凝土抗压强度等级值的 75%。现浇结构预应力梁和板的混凝土龄期分别不宜小于 7d 和 5d。

2 预应力筋张拉顺序应满足设计要求，并应符合下列规定：

1) 应根据结构受力特点、施工方便及操作安全等因素确定张拉顺序。

2) 预应力筋张拉宜符合均匀、对称的原则。

3) 对现浇预应力混凝土楼盖，宜先张拉楼板、次梁的预应力筋，后张拉主梁的预应力筋。

4) 对预制屋架等平卧叠浇构件，应从上往下逐榀张拉。

3 应根据设计和专项施工方案的要求确定张拉方式，当设计无具

体要求时，应符合下列规定：

1) 宜采用一端或两端张拉；当采用两端张拉时，宜两端同时张拉，也可一端先张拉，另一端补张拉。

2) 有粘结预应力筋长度不大于 20m 时可一端张拉，大于 20m 时宜两端张拉；预应力筋为直线形时，一端张拉的长度可延长至 35m。

3) 无粘结预应力筋长度不大于 40m 时可一端张拉，大于 40m 时宜两端张拉。

4) 有粘结预应力筋应整束张拉。

5) 对直线形或平行编排的有粘结预应力钢绞线束，当各根钢绞线不受叠压影响时，也可逐根张拉。

4 预应力筋的张拉操作程序应符合表 6.3.9-1 的规定。

表 6.3.9-1 先张法预应力筋张拉程序

| 预应力筋种类 | | 张拉程序 |
|--------|---------------|---|
| 钢筋 | 对夹片式等有自锚性能的锚具 | 普通松弛力筋 0→初应力→ $1.03\sigma_{con}$ （锚固） 低松弛力筋 0→初应力→ σ_{con} （持荷 2min 锚固） |
| | 其他锚具 | 0→初应力→ $1.05\sigma_{con}$ （持荷 2min）→ σ_{con} （锚固） |
| 钢绞线 | 对夹片式等有自锚性能的锚具 | 普通松弛力筋 0→初应力→ $1.03\sigma_{con}$ （锚固） 低松弛力筋 0→初应力→ σ_{con} （持荷 2min 锚固） |
| | 其他锚具 | 0→初应力→ σ_{con} （持荷 2min 锚固） |
| 精轧螺纹钢 | 直线配筋时 | 0→初应力→ $1.05\sigma_{con}$ （持荷 2min）→ σ_{con} （锚固） |
| | 曲线配筋时 | 0→ σ_{con} （持荷 2min）→0（上述程序可反复几次）→初应力→ σ_{con} （持荷 2min 锚固） |

注：1 σ_{con} 为张拉时的控制应力值，包括预应力损失值；

2 梁的竖向预应力筋可一次张拉到控制应力，持荷 5min 锚固。

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

6 对塑料波纹管成孔管道,达到张拉控制力后,宜持荷2min~5min。

7 预应力筋的张拉控制应力应满足设计及专项施工方案的要求,当施工中需要超张拉时,调整后的张拉控制应力 σ_{con} 应符合表 6.3.9-2 的规定:

表 6.3.9-2 超张拉控制应力 σ_{con} 限值

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

注: σ_{con} ——预应力筋张拉控制应力;

f_{ptk} ——预应力筋强度标准值;

f_{pyk} ——预应力筋屈服强度标准值。

6.3.10 孔道灌浆应符合下列规定:

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

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

3 灌浆前,应先用压力水冲洗孔道。灌浆顺序为先下部孔道,后上部孔道。

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

0.7MPa，并稳压 1min~2min 后拔下灌浆嘴，立即用木塞封闭灌浆孔。

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

6 孔道灌浆后，孔道内水泥浆应饱满、密实。

7 现场留置的灌浆用水泥试件的抗压强度不应低于 30MPa。

6.3.11 封锚应符合下列规定：

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

2 锚具外预应力筋的外露长度不应小于其直径的 1.5 倍，且不应小于 30mm。

3 外露锚具及预应力筋应按设计要求采取可靠的保护措施。

6.3.12 养护应符合下列规定：

1 灌浆及封锚完成后，应及时进行覆盖洒水养护。

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

III 成品保护

6.3.13 应按本规程第 6.2.13 条、6.2.14 条的规定执行。

IV 施工注意事项

6.3.14 无粘结预应力筋的护套不应有损伤，当出现轻微破损时，应及时采用防水胶带封闭，严重破损的不得使用。

6.3.15 应由专人负责芯管的按时转动并掌握好拔管时间。

6.3.16 张拉过程中应随时拧动端杆螺母，使其靠近垫板，待张拉至预

定张拉力时再拧紧锚固。

6.3.17 灌浆用灰浆应禁止掺加氯盐或其他对钢丝有腐蚀作用的外加剂。

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

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

6.3.20 灌浆操作人员应穿戴防护用品。

6.3.21 张拉过程中，操作人员应精神集中、细心操作，给油、回油应平稳。

V 质量记录

6.3.22 质量记录应包含以下内容：

- 1 预应力工程施工方案。
- 2 预应力工程技术交底。
- 3 预应力筋、锚具、夹具和连接器等材料的合格证、检验报告和进场复验报告。
- 4 预应力筋张拉机具设备及仪表标定记录。
- 5 预应力筋原材料检验批质量验收记录。
- 6 预应力筋应力检测记录或张拉记录。
- 7 封锚记录。
- 8 灌浆记录。
- 9 预应力筋制作与安装检验批质量验收记录。
- 10 预应力筋隐蔽工程检查验收记录。
- 11 预应力分项工程质量验收记录。

6.4 缓粘结预应力工程施工工艺

I 施工准备

6.4.1 主要材料应符合下列规定：

1 缓粘结预应力钢绞线进场时应有厂家提供的产品合格证和出厂检验报告，并做进场复验，其质量要求应符合现行行业标准《缓粘结预应力钢绞线》JG/T369 的规定。制作缓粘结预应力筋的钢绞线应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T5224 的规定。

2 缓粘结预应力筋外包护套材料宜采用挤塑型聚乙烯树脂，严禁使用聚氯乙烯，其性能指标应符合现行国家标准《聚乙烯（PE）树脂》GB/T11115 的规定。

3 缓粘结预应力筋中的有机类缓粘结剂初始黏度、固化后力学性能及耐久性应符合现行行业标准《缓粘结预应力钢绞线专用粘合剂》JG/T370 的规定。

4 缓粘结预应力筋采用的锚具、连接器进场时应有厂家提供的质量证明书，并做进场复验。锚具、连接器的质量应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T14370 和现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ85 的规定。

6.4.2 主要机具有：电动油泵、张拉千斤顶、钢绞线挤压机、砂轮切割机、电焊机、手持角磨机等。

6.4.3 作业条件应符合下列规定：

1 编制缓粘结预应力工程施工方案，并经审核批准。按方案要求对施工操作人员进行技术交底。

2 已经根据工程的施工进度确定缓粘结预应力钢绞线的生产时间和张拉适用期。

3 预应力筋、锚具和连接器进场检验合格。

4 张拉设备已校验、检定，机具设备准备就绪。

II 施工工艺

6.4.4 缓粘结预应力工程施工工艺流程见图 6.4.4。

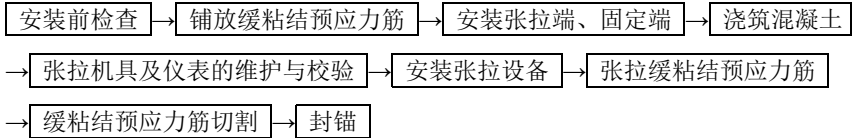


图 6.4.4 缓粘结预应力工程施工工艺流程图

6.4.5 安装前检查应包括以下内容：

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

2 检查缓粘结预应力钢绞线的规格、长度和数量是否满足设计要求。

3 检查固定端组装件是否齐全完好。

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

6.4.6 铺放缓粘结预应力筋应符合下列规定：

1 铺放前，应先通过计算确定缓粘结预应力筋的位置。

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

间距不宜大于 2m。

3 缓粘结预应力筋束形控制点的设计位置竖向偏差应符合表 6.4.6 的规定。

表 6.4.6 束形控制点的设计位置竖向允许偏差

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

4 缓粘结预应力筋的水平位置应保持顺直。当板内缓粘结预应力筋铺装遇到洞口时，可从洞口两侧绕过，但其距离洞口的距离 a 不宜小于 150mm，起弯点距离洞口 b 不宜小于 300mm；水平偏移的曲率半径 R 不宜小于 4m；偏移斜率 $c : d$ 不宜大于 1 : 6，当大于 1 : 6 时，宜配置 U 形钢筋进行控制（如图 6.4.6 所示）。

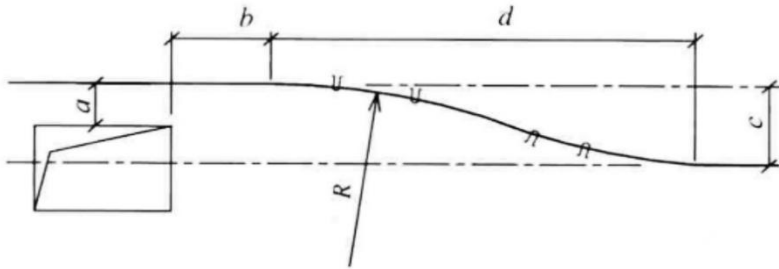


图 6.4.6 缓粘结预应力筋洞口布置示意图

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

6 缓粘结预应力筋的竖向位置不应受到各种管线敷设的影响。

7 当采取多根缓粘结预应力筋成束布置时，各根应保持平行走向。

8 预应力混凝土梁中缓粘结预应力钢绞线的布置应符合下列规定：

1) 缓粘结预应力钢绞线应分束布置，每束钢绞线根数不宜多于 5 根。

2) 混凝土梁中预应力束的竖向净间距不应小于缓粘结预应力束的等效直径的 1.5 倍，水平方向的净间距不应小于缓粘结预应力束的等效外径的 2 倍，且不应小于粗骨料粒径的 1.25 倍；使用插入式振动器捣实混凝土时，水平净距不宜小于 80mm。

3) 裂缝控制等级为一级、二级的梁，预应力束外边缘至构件边缘的净间距，梁底不宜小于 50mm，梁侧不宜小于 40mm；裂缝控制等级为三级的梁，梁底、梁侧分别不宜小于 60mm 和 50mm。

4) 需要预先起拱的构件，预应力束曲线宜随构件同时起拱。

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

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

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

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

6.4.7 安装张拉端、固定端应符合下列规定：

1 张拉端部宜采用木模板，并按按施工图中预应力筋的位置钻孔。

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

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

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

5 张拉端和固定端均应按设计要求配置螺旋筋或钢筋网片，螺旋筋或钢筋网片均应紧靠承压板，并保证与缓粘结预应力筋对中和固定可靠。

6.4.8 浇筑混凝土除按有关规定执行外，尚应满足下列规定：

1 缓粘结预应力筋铺放、安装完毕后，应进行隐蔽工程验收，验收合格后方可进行混凝土浇筑。

2 混凝土浇筑时，严禁踏压撞碰缓粘结预应力筋、架立筋以及端部组装件。

6.4.9 张拉机具及仪表的维护与校验应符合下列规定：

1 张拉机具及仪表应由专人使用和管理，并应定期维护和校验。

2 张拉设备应配套校验，压力表的精度不应低于 1.5 级，校验张拉设备用的试验机或测力计精度不得低于 $\pm 2\%$ ，校验时千斤顶活塞的运行方向应与实际张拉工作状态一致。

3 张拉设备的校验期限不应超过半年，当张拉设备出现反常现象时或在千斤顶检修后，应重新进行校验。

6.4.10 安装张拉设备应符合下列规定：

1 安装张拉设备时，应使张拉力的作用线与缓粘结预应力筋末端的中心线重合。

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

6.4.11 张拉缓粘结预应力筋应符合下列规定：

1 缓粘结预应力筋应在张拉适用期内进行张拉，施加预应力时，同条件养护混凝土试块抗压强度应符合设计要求，并应符合下列规定：

1) 不应低于设计强度等级的 75%；

2) 不应低于锚具产品说明书要求的混凝土最低强度值要求；

3) 对于现浇混凝土梁和板, 混凝土龄期分别不宜低于 7d 和 5d;

4) 当张拉缓粘结预应力筋是为防止混凝土早期出现的收缩裂缝时, 可不受上述 3 款的限制, 但应符合局部受压承载力的规定。

2 缓粘结预应力筋的张拉力、张拉顺序应符合设计及施工方案的要求;

3 在温度等于或低于 20℃ 进行张拉时, 应采用持荷超张拉方式, 缓粘结预应力筋应力从零张拉至 $1.05 \sigma_{con}$, 并应在持荷一定时间后进行锚固。持荷超张拉的持荷时间与温度之间的关系见表 6.4.11, 必要时也可根据现场实测值确定, 实测时应根据伸长值与理论计算伸长值相差不超过 $\pm 6\%$ 确定对应的持荷时间。

表 6.4.11 持荷时间与构件温度之间的关系

| 温度 (°C) | 5 | 10 | 15 | 20 |
|------------|---|----|----|-----|
| 持荷时间 (min) | 4 | 2 | 1 | 0.5 |

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

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

6 缓粘结预应力筋张拉伸长值宜按下列规定确定:

1) 缓粘结预应力筋理论伸长值 Δl_p^f (mm) 可按下列式计算:

$$\Delta l_p^f = \frac{F_{pm} l_p}{A_p E_p} \quad (6.4.11-1)$$

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

l_p ——缓粘结预应力筋的长度（mm）；

A_p ——缓粘结预应力筋的截面面积（ mm^2 ）；

E_p ——缓粘结预应力筋的弹性模量（ N/mm^2 ）。

2) 缓粘结预应力筋实测伸长值 Δl_p^0 （mm）可按下式确定：

$$\Delta l_p^0 = \Delta l_p^t + \alpha - \Delta l_c \quad (6.4.11-2)$$

式中： Δl_p^t ——张拉后与张拉前预应力筋外露部分长度差值（mm）；

α ——锚具变形及预应力筋内缩值（mm）。当采用夹片式锚具，有顶压时 $\alpha=5\text{mm}$ ，无顶压时 α 为 $6\sim 8\text{mm}$ ，也可根据实测数据确定；其他类型的锚具变形和预应力筋内缩值应根据实测数据确定。

Δl_c ——混凝土构件在张拉过程中的弹性压缩值（mm），

对平均预压应力较小的板类构件 Δl_c 可略去不计。

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

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

9 当张拉时间接近缓粘结预应力筋张拉适用期，预应力筋摩擦系数偏大时，可采用预张拉或持荷超张拉的方法消除缓粘结剂初期固化对摩擦系数的影响，预张拉时先不装锚具夹片，将预应力筋张拉到控制应力的30%左右放张，然后装锚具夹片，正式张拉。

10 缓粘结预应力筋张拉锚固后实际预应力值与工程设计规定检

验值的相对允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

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

6.4.12 张拉完成后，缓粘结预应力筋的切割应及时采用砂轮锯或其他机械方法切割多余的缓粘结预应力筋，切断后露出锚具夹片外的长度不得小于 30mm。

6.4.13 封锚应符合下列规定：

1 张拉端封锚应符合下列规定：

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

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

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

2 固定端缓粘结预应力钢绞线端部应采取密封措施，如图 6.4.13 所示。挤压锚具应将套筒等组装在钢绞线端部经专用设备挤压而成，挤压锚具与承压板应连接牢固。

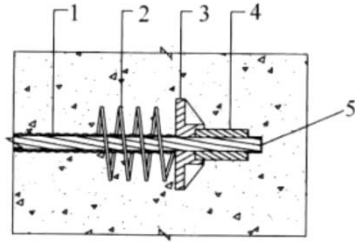


图 6.4.13 固定端挤压锚具系统构造示意

1—缓粘结预应力钢绞线；2—间接钢筋；3—承压板；4—挤压锚；5—密封层

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

1) 锚固端应为预应力钢材提供全封闭防水设计。

2) 缓粘结预应力筋与锚具部件的连接及其他部件的连接，应采用密封装置或采取封闭措施，使缓粘结预应力锚固系统处于全封闭保护状态。

3) 连接部位在 10kPa 静水压力下应保持不透水。

4) 设计对缓粘结预应力筋与锚具系统有电绝缘防腐要求时，可采用塑料等绝缘材料对锚具系统进行表面处理，以形成整体电绝缘。

III 成品保护

6.4.14 应按本规程第 6.2.13 条、6.2.14 条的规定执行。

IV 施工注意事项

6.4.15 缓粘结预应力钢绞线上应标明规格、型号、标准固化时间、标准张拉适用期，并应注明有缓粘结剂与缓粘结预应力钢绞线的生产日期。

6.4.16 缓粘结预应力钢绞线的运输应采取可靠保护措施避免包装破损

及散包，在运输、装卸过程中应轻装、轻卸，并应采用尼龙吊索，严禁钢丝绳或其他坚硬吊具与缓粘结预应力钢绞线的外包护套直接接触，不得摔砸踩踏，应避免机械损伤缓粘结预应力钢绞线。

6.4.17 缓粘结预应力钢绞线应按不同规格分类堆放在温度变化不大、通风良好的地方。当露天堆放时，不得直接与地面接触，并应采取覆盖措施。

6.4.18 缓粘结预应力钢绞线的储存和运输应避免高温和暴晒。

6.4.19 缓粘结预应力筋使用前应进行全数外观检查，预应力筋展开后应平顺，不得弯折，外包护套横肋应均匀，缓粘结预应力筋护套轻微破损者应进行修补，严重破损者不得使用。

6.4.20 缓粘结预应力筋下料应采用砂轮锯或切割机切断，不得采用电弧切割。下料完成后，缓粘结预应力筋应两端封堵。

6.4.21 缓粘结预应力筋用锚具使用前应进行全数外观检查，其表面应无锈蚀、机械损伤和裂纹。

6.4.22 张拉人员应佩戴好安全帽。在脚手架上张拉作业时安全带应拴牢在脚手架上，并做到高挂低用。

6.4.23 张拉人员必须站在千斤顶两侧位置操作，不得在千斤顶正面操作，锚固端不得站人。

V 质量记录

6.4.24 质量记录应包含以下内容：

- 1 缓粘结预应力工程施工方案；
- 2 缓粘结预应力工程施工技术交底；
- 3 缓粘结预应力筋的出厂质量合格证、出厂检验报告和进场复验报告；

4 锚具、连接器的出厂质量合格证、出厂检验报告和进场复验报告；

5 张拉设备配套标定报告；

6 加工、组装缓粘结预应力筋张拉端、固定端质量验收记录；

7 缓粘结预应力筋安装质量验收记录；

8 隐蔽工程验收记录；

9 张拉时混凝土立方体抗压强度同条件养护试件试验报告；

10 缓粘结预应力筋张拉记录；

11 封锚记录；

12 同条件固化观察记录。

7 现场混凝土制备

7.1 一般规定

7.1.1 混凝土结构施工宜采用预拌混凝土。

7.1.2 预拌混凝土应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB 14902 的有关规定。

7.1.3 现场搅拌混凝土宜采用具有自动计量装置的设备集中搅拌。

7.1.4 当不具备本规程 7.1.2、7.1.3 条规定的条件时，应采用符合现行国家标准《混凝土搅拌机》GB/T 9142 的搅拌机进行搅拌，并应配备计量装置。

7.1.5 当采用清水混凝土时，处于潮湿环境和干湿交替环境的混凝土，应选用非碱活性骨料。搅拌清水混凝土时应采用强制式搅拌设备，每次搅拌时间宜比普通混凝土延长 20~30s。制备成的清水混凝土拌合物工作性能应稳定，且无泌水离析现象，90min 的坍落度经时损失值宜小于 30mm。

7.2 现场搅拌混凝土制备施工工艺

I 施工准备

7.2.1 主要材料应符合下列规定：

1 混凝土原材料应符合国家现行有关标准的规定。

2 水泥应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定。

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

的有关规定。

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

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

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

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

7.2.2 主要机具有：搅拌机、铁锹、台秤、流量计（或量筒）、坍落度筒、钢板尺、试模、装料铲、容量筒等。

7.2.3 作业条件应符合下列规定：

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

2 水泥、砂、石子等混凝土原材料已进场，经检验符合国家现行有关

标准的规定。

- 3 经检查，计量器具灵敏可靠。
- 4 混凝土搅拌机具设备试运行良好。

II 施工工艺

7.2.4 现场搅拌混凝土制备施工工艺流程见图 7.2.4。

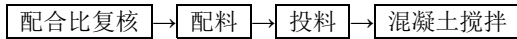


图 7.2.4 现场搅拌混凝土制备施工工艺流程图

7.2.5 配合比应根据施工图纸及相关设计文件进行复核，检查配合比是否正确，检查无误后方可进入下一道工序。

7.2.6 配料应符合下列规定：

- 1 计量设备的精度应符合现行国家标准《混凝土搅拌站（楼）技术条件》GB 10172 的有关规定，并应定期校准，使用前设备应归零。
- 2 操作人员应严格按照下达的施工配合比逐盘配料计量，并做好记录备案。
- 3 原材料应按重量计量，水和外加剂溶液可按体积计量，其允许偏差应符合表 7.2.6 的规定：

表7.2.6 混凝土原材料计量允许偏差（%）

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

注：1.现场搅拌时原材料计量允许偏差应满足每盘计量允许偏差要求；

2.累计计量允许偏差指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量称的偏差。该项指标仅适用于采用计算机控制计量的搅拌站；

3.骨料含水率应经常测定，雨雪天施工应增加测定次数。

- 4 当粗、细骨料的实际含水量发生变化时，应及时调整粗、细骨

料和水的用量。

7.2.7 投料应符合下列规定：

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

2 常用的投料方法有一次投料法、二次投料法和水泥裹砂法：

1) 一次投料法，应先投放粗骨料，再投放水泥和砂，然后一次投入搅拌筒中进行搅拌。当采用自落式搅拌机时，应先在搅拌筒内加部分水。当采用强制式搅拌机时，应在投入原材料的同时，缓慢均匀地加水。

2) 二次投料法，应先向搅拌机内投入水和水泥，待其搅拌 1min 后再投放粗骨料和砂进行搅拌。

3) 水泥裹砂法，应先将全部粗骨料、砂和部分水倒入搅拌机拌和，搅拌时间以 45s~75s 为宜，再倒入全部水泥搅拌 20s，最后加入拌和水和外加剂进行搅拌。

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

7.2.8 混凝土搅拌应符合下列规定：

1 搅拌混凝土前，滚筒应先加水空转数分钟，使其充分湿润后，排净滚筒内积水。

2 第一罐混凝土的石子用量应为配合比的一半，以后各罐均按配合比规定投料。

3 在搅拌过程中，混凝土拌和物应拌和均匀，颜色一致，不得有离析和泌水现象。混凝土拌和物均匀性应符合下列规定：

1) 混凝土中砂浆密度两次测值的相对误差不应大于 0.8%。

2) 单位体积混凝土中粗骨料含量两次测值相对误差不应大于5%。

4 混凝土搅拌宜采用强制式搅拌机搅拌，并应搅拌均匀。混凝土搅拌的最短时间应符合表 7.2.8-1 的规定，当能保证搅拌均匀时可适当缩短搅拌时间。搅拌强度等级 C60 及以上的混凝土时，搅拌时间应适当延长。

表7.2.8-1 混凝土搅拌的最短时间 (s)

| 混凝土坍落度 (mm) | 搅拌机机型 | 搅拌机出料量 (L) | | |
|-------------|-------|------------|---------|------|
| | | <250 | 250~500 | >500 |
| ≤40 | 强制式 | 60 | 90 | 120 |
| >40, 且<100 | 强制式 | 60 | 60 | 90 |
| ≥100 | 强制式 | 60 | | |

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

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

表 7.2.8-2 坍落度允许偏差

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

III 成品保护

7.2.9 混凝土拌合物在运输和浇筑施工过程中严禁加水。

7.2.10 当采用机动翻斗车运输混凝土时，运输道路应平整无颠簸。

7.2.11 当采用搅拌罐车运送混凝土拌合物时，搅拌罐在冬期应有保温措施。

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

IV 施工注意事项

7.2.13 送实验室做配合比的砂石与现场施工的砂石应一致。

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

7.2.15 严禁采用边出料边进料的搅拌方法。

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

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

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

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

V 质量记录

7.2.20 质量记录应包含以下内容：

- 1 自拌混凝土施工方案。
- 3 混凝土原材料的产品合格证、出厂检验报告及进场复验报告。
- 4 砂、石含水率测定记录。
- 5 混凝土试配记录。
- 6 混凝土配合比通知单。

- 7 混凝土塌落度检查记录。
- 8 混凝土试件强度和抗渗试验报告。
- 9 混凝土原材料及配合比检验批质量验收记录。

8 现浇结构工程

8.1 一般规定

8.1.1 浇筑前应检查混凝土送料单，核对混凝土配合比，确认混凝土强度等级，检查混凝土运输时间，测定混凝土坍落度，必要时还应测定混凝土扩展度，在确认无误后再进行混凝土浇筑。

8.1.2 混凝土拌合物入模温度不应低于 5℃，且不应高于 35℃。

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

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

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

8.1.6 当采用墙柱和梁板混凝土整体浇筑施工工艺时，应满足住建管理部门相关要求，并应编制专项施工方案并经专家论证通过后方可施工。

8.1.7 水平施工缝留设方法应符合下列规定：

1 柱、墙施工缝可留设在基础、楼层结构顶面，柱施工缝与结构上表面的距离宜为 0mm~100mm，墙施工缝与结构上表面的距离宜为 0mm~300mm。

2 柱、墙施工缝也可留设在楼层结构底面，施工缝与结构下表面的距离宜为 0mm~50mm；当板下有梁托时，可留设在梁托下 0mm~20mm，如图 8.1.7-1、图 8.1.7-2 所示。

3 柱、墙、梁以及基础可根据施工需要在其中部留设水平施工缝；必要时，可对配筋进行调整，并应征得设计单位认可。

4 特殊结构部位留设水平施工缝应征得设计单位同意。

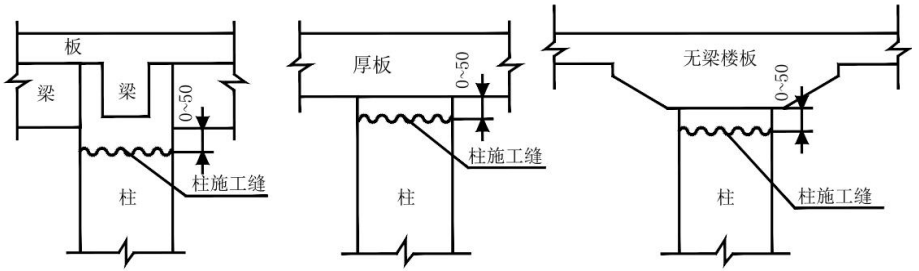


图 8.1.7-1 柱子留设水平施工缝范例

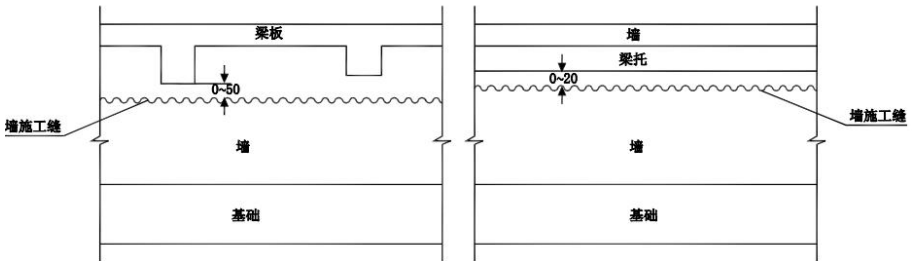


图 8.1.7-2 墙留设水平施工缝范例

8.1.8 垂直施工缝的留设方法应符合下列规定：

1 有主次梁的楼板，施工缝应留设在次梁跨度中间的 1/3 范围内，如图 8.1.8-1 所示。

2 单向板施工缝可留设在平行于板短边的任何位置。

3 楼梯梯段施工缝宜设置在梯段板跨度端部的 1/3 范围内，如图 8.1.8-2 所示。

4 墙的施工缝宜设置在门洞口过梁跨中 1/3 范围内，也可留设在纵横交接处。

5 特殊结构部位留设垂直施工缝应征得设计单位同意。

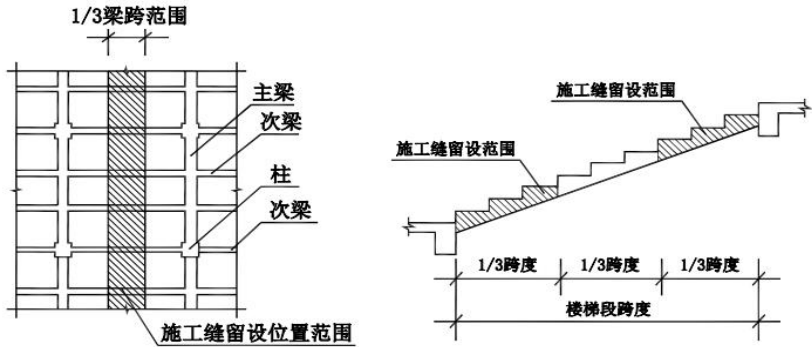
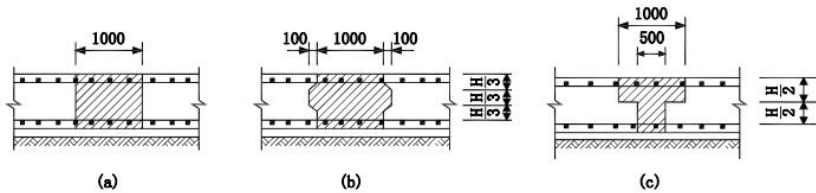


图 8.1.8-1 主次梁结构垂直施工缝留设位置范例 图 8.1.8-2 楼梯垂直施工缝留设位置范例

8.1.9 后浇带应设在受力和变形较小的部位，其间距和位置应按结构设计要求确定，宽度宜为 700mm~1000mm，留设方法如图 8.1.9 所示。



(a) 平直缝；(b) 企口缝；(c) 阶形缝

图 8.1.9 后浇带构造

8.1.10 混凝土的养护时间应符合下列规定：

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

2 采用缓凝型外加剂、大掺量矿物掺合料配制的混凝土，不应少于 14d。

3 抗渗混凝土、强度等级 C60 及以上的混凝土，不应少于 14d。

4 后浇带混凝土的养护时间不应少于 14d。

5 地下室底层墙、柱和上部结构首层墙、柱，宜适当增加养护时间。

6 大体积混凝土养护时间不宜少于 14d。

7 地下工程后浇带养护时间不得少于 28d。

8 水处理构筑物后浇带养护时间不得少于 42d。

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

8.1.12 跳仓法施工使用的混凝土除应满足现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的要求外，尚应符合经济合理、绿色环保的原则，尽可能减少水泥和胶凝材料的用量，降低混凝土绝热温升值的要求。

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

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

8.1.15 设备操作人员应经安全培训、特种作业人员应持证才能上岗作业。

8.1.16 临时用电应按《施工现场临时用电安全技术规范》的有关要求进行操作。

8.2 普通混凝土施工工艺

I 施工准备

8.2.1 当采用预拌混凝土时，混凝土应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的有关规定。当采用现场制备混凝土时，混凝土应符合本规程第 7 章的有关规定。混凝土拌合物的和易性、强度、耐久性等技

术性能应符合国家现行规范的有关规定。

8.2.2 主要机具有：混凝土搅拌运输车、混凝土泵车、坍落度筒、钢板尺、布料机、装料铲、发电机、水泵、外部式振动器、插入式振动器、混凝土抹面机、电工工具、机械维修工具、对讲机等。

8.2.3 混凝土浇筑前作业条件应符合下列规定：

1 编制混凝土工程施工方案，并经审核、审批。按方案要求对施工操作人员进行技术交底。

2 隐蔽工程验收和技术复核已完成。

3 混凝土输送、浇筑、振捣机械设备试运转合格，可满足连续浇筑要求。

4 施工单位填报混凝土浇筑申请单，并经监理单位签认。

II 施工工艺

8.2.4 普通混凝土施工工艺流程见图 8.2.4。

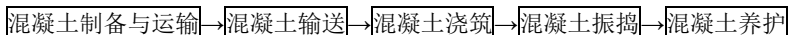


图 8.2.4 普通混凝土施工工艺流程图

8.2.5 混凝土制备与运输应符合下列规定：

1 混凝土制备应按本规程第 7 章的规定执行。

2 预拌混凝土应采用符合规定的搅拌运输车运送，且应符合下列规定：

1) 搅拌运输车装料前应用水湿润搅拌筒并排净筒内积水。

2) 在运输途中及等候卸料时，应保持运输车搅拌筒正常运转，转速应为 3 转/min~5 转/min，不得停转。

3) 搅拌运输车到达施工现场卸料前，搅拌筒应以 8 转/min~12 转/min 的转速再转 1min~2min，然后进行反转卸料。

4) 运送时, 严禁往运输车搅拌筒内添加计量外用水。

3 混凝土的运送频率, 应能保证混凝土施工的连续性。

4 混凝土的运送时间应满足合同要求。当合同未规定时, 所运送的混凝土宜在 1.5h 内卸料; 当最高气温低于 25°C 时, 运送时间可延长 0.5h。

5 当坍落度损失后不能满足施工要求时, 应在运输车搅拌筒内加入适量的与混凝土配合比相同的水泥浆或减水剂进行搅拌, 坍落度达到后再泵送或浇筑, 严禁直接加水。

6 运输车卸料完毕后, 应采用高压水枪把残留在卸料溜槽和搅拌筒外表面的混凝土冲刷干净, 收起并锁紧卸料溜槽。

8.2.6 混凝土输送应符合下列规定:

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

2 输送泵的选择及布置应符合下列规定:

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

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

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

4) 输送泵安装就位后应进行调试, 确认符合要求后泵机方可启动运转。

3 输送泵管的选择、铺设及固定应符合下列规定:

1) 混凝土输送泵管应根据输送泵的型号、拌合物性能、总输出

量、单位输出量、输送距离以及粗骨料粒径等进行选择，泵管管径可按表 8.2.6 选择。

表 8.2.6 泵管管径选择

| | | |
|---------|--------|--------|
| 粗骨料最大粒径 | ≤25mm | ≤40mm |
| 泵管管径 | ≥125mm | ≥150mm |

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

3) 水平泵管铺设在楼地面结构时，应采用支架固定，支架应与结构牢固连接，输送泵管转向处的支架应加密。水平泵管铺设在浇筑层模板上时，应在泵管下方增加减振措施。

4) 竖向输送泵管应采用支架与现有结构进行固定，固定间距不应大于 3m，严禁直接与脚手架或模架连接。

4 输送布料设备的选择和布置应符合下列规定：

1) 布料设备应安装牢固，且应采取抗倾覆稳定措施。布料设备安装在浇筑层模板支架上时，应对其下方的模板支架采取加固措施。

2) 当采用汽车泵时，其布料杆作业范围内不得有障碍物、高压线等。

5 泵送应符合下列规定：

1) 泵送混凝土前，应先把储料斗内的清水从管道泵出，然后向料斗内加与混凝土配合比相同的水泥砂浆（或 1：2 水泥砂浆），润滑管道后即可开始泵送混凝土，润管砂浆严禁浇筑到结构内。

2) 开始泵送混凝土时，混凝土泵应处于匀速缓慢运行并随时可反泵的状态。泵送速度应先慢后快，逐步加速。同时，应观察混凝土泵的压力和各系统的工作情况，待各系统运转正常后，方可以正常速度进行泵送。

3) 泵送期间, 料斗内的混凝土量应保持在不低于缸筒口上 100mm 到料斗口下 150mm 之间。当输送管内吸入空气时, 应立即反泵吸出混凝土至料斗中重新搅拌, 排出空气后再进行泵送。

4) 泵送混凝土时, 应保证混凝土泵连续工作。当混凝土供应不及时时, 需降低泵送速度; 泵送暂时中断时, 搅拌不应停止。

5) 当泵送间歇时间超过 45min 或混凝土出现离析现象时, 应立即冲洗管内残留的混凝土。

6) 在高温季节泵送, 宜采用湿草袋覆盖管道进行降温, 以降低混凝土入模温度。

8.2.7 混凝土浇筑应符合下列规定:

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

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

3 混凝土运输、输送入模的过程宜连续进行。

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

5 混凝土初凝前和终凝前宜分别对混凝土裸露表面进行抹面处理。

6 柱、墙混凝土设计强度等级高于梁、板混凝土设计强度等级时,

混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1) 应先浇筑高强度等级混凝土，后浇筑低强度等级混凝土。
- 2) 柱、墙混凝土设计强度比梁、板混凝土设计强度高一个等级时，柱、墙位置梁、板高度范围内的混凝土经设计单位同意，可采用与梁、板混凝土设计强度等级相同的混凝土进行浇筑。
- 3) 柱、墙混凝土设计强度比梁、板混凝土设计强度高两个等级及以上时，应在交界区域采取分隔措施。分隔位置应在低强度等级的构件中，且距高强度等级构件边缘不应小于 500mm，见图 8.2.7-1、图 8.2.7-2。

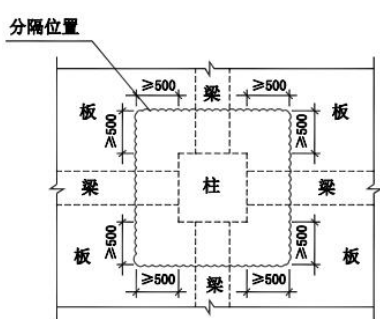


图 8.2.7-1 柱梁板结构分隔示意图

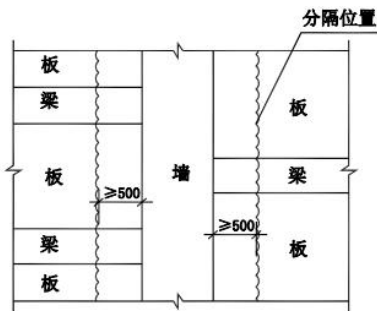


图 8.2.7-2 墙梁板结构分隔示意图

7 墙柱梁板混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1) 墙柱混凝土浇筑前，应在底面上均匀浇筑 50mm~100mm 厚与混凝土配合比相同的水泥砂浆。
- 2) 墙柱混凝土应分层浇筑振捣，每层浇筑厚度控制在 500mm。
- 3) 梁板混凝土浇筑应采用“赶浆法”，即先浇筑梁，根据梁高分层浇筑成阶梯形，当达到板底位置时再与板混凝土一起继续向前进行浇筑。
- 4) 高度大于 1m 的梁，可先单独浇筑梁再浇筑板，施工缝宜留

设在板底下 20mm~30mm 处,浇筑板的混凝土虚铺厚度应略大于板厚。

5) 当梁柱接头部位钢筋密集,混凝土下料困难,可采用细石混凝土进行浇筑。

8.2.8 混凝土振捣应符合下列规定:

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

表 8.2.8 混凝土分层振捣的最大厚度

| 振捣方法 | 混凝土分层振捣最大厚度 |
|-------|-------------------|
| 振动棒 | 振动棒作用部分长度的 1.25 倍 |
| 表面振动器 | 200mm |
| 附着振动器 | 根据设置方式,通过试验确定 |

2 应能保证各个部位混凝土振捣密实、均匀,不应漏振、欠振、过振。

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

8.2.9 混凝土养护应符合下列规定:

1 混凝土浇筑完成后,应在 12h 小时内及时进行保湿养护,保湿养护可采用洒水、覆盖、喷涂养护剂等方式,养护方式应根据施工现场条件、温湿度、工艺要求等因素进行确定。

2 养护时间应符合本规程第 8.1.10 条的有关规定。

3 采用塑料薄膜养护时,应覆盖严密并保持膜内有凝结水。

4 采用喷涂养护剂养护时,应均匀喷涂,不得漏涂。

5 养护用水应采用饮用水。

III 成品保护

- 8.2.10** 在混凝土强度达到 1.2MPa 前，严禁上人作业或堆载重物。
- 8.2.11** 剪力墙和梁的侧模，应在混凝土强度能保证其表面及棱角不因拆模而受损坏后，方可进行拆除。
- 8.2.12** 拆模时，应逐块拆卸，不得成片撬落。
- 8.2.13** 楼梯、柱角等易损坏的部位，应采用护角板进行保护。

IV 施工注意事项

- 8.2.14** 应不定时对混凝土输送泵管的接头、管壁磨损情况及其固定支架进行检查。当出现松动、破损时，应及时进行更换或加固。
- 8.2.15** 润管砂浆严禁浇筑到结构中。
- 8.2.16** 混凝土浇筑过程中，应按施工现场情况采取相应的减振避振、限荷限载措施。
- 8.2.17** 当采用布料机进行混凝土浇筑时，模板支撑体系应采取必要的加固措施。
- 8.2.18** 混凝土浇筑完成后应进行抹面处理。
- 8.2.19** 混凝土承重结构底模拆模时，同条件养护试件强度应符合设计和国家现行标准的有关规定。

V 质量记录

- 8.2.20** 施工质量记录应包含以下内容：
- 1 混凝土施工方案。
 - 2 混凝土施工技术交底。
 - 3 混凝土配合比通知单、出厂检验报告和产品合格证。

- 4 混凝土塌落度检查记录。
- 5 混凝土施工记录。
- 6 混凝土试件强度试验报告。
- 7 混凝土施工检验批质量验收记录。
- 8 混凝土分项工程质量验收记录。

8.3 型钢混凝土施工工艺

I 施工准备

8.3.1 主要材料应符合下列规定：

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

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

3 混凝土拌合物的和易性、强度、耐久性等技术性能应符合国家现行规范相关规定。

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

8.3.3 作业条件应符合下列规定：

1 编制型钢混凝土工程施工方案，并经审批。按方案要求对施工操作人员进行技术交底。

2 进场的施工设备、机具、测量仪器已报验并合格。

- 3 特种作业人员经过安全技术培训并考核合格，并持证上岗。
- 4 绘制模板固定架详图并组织采购、加工。
- 5 施工单位填报混凝土浇筑申请单，并经监理单位签认。

II 型钢混凝土柱施工工艺

8.3.4 型钢混凝土柱施工工艺流程见图 8.3.4。

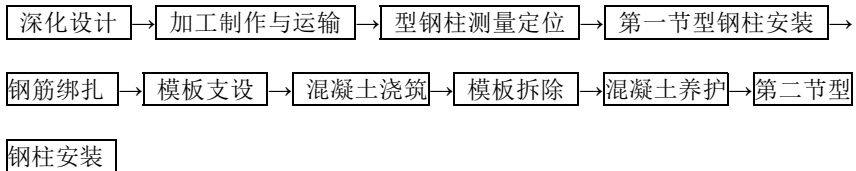


图 8.3.4 型钢混凝土柱施工工艺流程图

8.3.5 深化设计应符合下列规定：

1 在型钢柱加工前需进行钢筋穿孔位置和对拉螺栓眼位置的深化设计，确保柱中钢筋上下贯通、模板搭设时对拉螺栓的使用。

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

3 深化设计应符合现行国家标准《复杂型钢混凝土结构节点构造》16G 523-2 的有关规定。

8.3.6 加工制作与运输应符合下列规定：

1 型钢构件应由专业厂家根据设计图纸及深化设计要求集中生产、加工。

2 在运输过程中，应不间断监控所运构件有无松脱、位移等现象。

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

8.3.7 型钢柱测量定位应符合下列规定：

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

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

8.3.8 第一节型钢柱安装应符合下列规定：

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

2 型钢柱宜采用单机回转法起吊，并结合汽车吊在型钢柱脚部位予以辅助。

3 型钢柱就位和临时固定应符合下列规定：

1) 当型钢柱吊至就位位置上方 200mm 时，应使其稳定，并对准螺栓孔缓慢下落。下落过程中应避免磕碰地脚螺丝扣。落稳后应采用专用角尺检查，调整型钢柱使其定位线与基础定位轴线重合。

2) 在型钢柱四周应使用带花篮螺栓的钢丝绳连接型钢柱吊点和预埋钢筋拉环，并及时进行临时固定。

4 型钢柱校正及固定应符合下列规定：

(1) 标高调整：应通过调节柱脚螺母，调整型钢柱标高，使其满足设计要求。

(2) 垂直度调整：应使用 2 台经纬仪，按正交的方法从型钢柱相互垂直的两个面进行检查，并通过调节花篮螺栓使型钢柱垂直度满足设计要求，然后对称紧固地脚螺栓螺母。

(1) 灌注前，应先把型钢柱柱下部的杂物清扫干净，并洒水湿润，但不得有积水。

(2) 在型钢底部四周应采用强度相同的干硬性混凝土封堵，并留置一个注浆口。

(3) 将无收缩砂浆搅拌均匀，达到所需的流动度，然后由人工灌注密实，并做好养护。

8.3.9 钢筋绑扎应符合下列规定：

1 按设计要求绑扎柱子钢筋，型钢混凝土柱纵向钢筋净间距不宜小于 50mm，不宜大于 300mm，且不应小于柱纵向钢筋直径的 1.5 倍。柱纵筋与型钢的净间距不宜小于 30mm，且不应小于粗骨料最大粒径的 1.5 倍。

2 型钢混凝土柱中型钢的保护层最小厚度不宜小于 150mm。型钢混凝土柱中钢筋的混凝土保护层厚度应满足表 8.3.9 的要求。

表 8.3.9 型钢混凝土柱中钢筋的混凝土保护层最小厚度

| 环境类别 | 板、墙 | 梁、柱 |
|------|-----|-----|
| 一 | 15 | 20 |
| 二 a | 20 | 25 |
| 二 b | 25 | 35 |
| 三 a | 30 | 40 |
| 三 b | 40 | 50 |

注：1.混凝土强度等级不大于 C25 时，表中保护层厚度应增加 5mm；

2.基础中钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起，且不应小于 40mm；

3.当构件中纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度大于 50mm 时，应对保护层采取有效的防裂构造措施。当在保护层内配置防裂、防剥落的钢筋网片时，网片钢筋的保护层厚度不应小于 25mm；

4.对有防火要求的建筑，其混凝土保护层尚应满足国家现行有关标准的要求；

5.混凝土构件的环境类别划分详见现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010。

3 型钢混凝土柱上下两端箍筋应加密，加密区长度及加密区间距应满足设计要求。

8.3.10 模板支设应符合本规程第 4.3 节的有关规定。

8.3.11 混凝土浇筑应符合下列规定：

1 混凝土浇筑前应先在底部填入 50mm 厚与混凝土配合比相同的水泥砂浆。

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

3 混凝土自由倾落高度不得超过2m，超过2m时应采用串筒、溜槽等进行浇筑。

4 型钢周边混凝土浇筑宜同步上升，混凝土浇筑高差不应大于500mm。

5 混凝土浇筑应有足够的下料空间，并使混凝土充盈整个型钢混凝土构件。

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

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

8.3.12 模板拆除应符合下列规定：

1 混凝土强度应能保证柱子表面及棱角不损伤，方可拆除柱模。

2 应遵循“先支设后拆，后支先拆”的原则，先拆除拉杆或斜撑，从上向下拆除柱箍及连接件，逐片将模板拆除。

8.3.13 混凝土养护应符合本规程第8.2.9条的有关规定。

8.3.14 第二节型钢柱安装应符合下列规定：

1 吊装前，应在第一节型钢柱的柱头位置画出钢柱翼缘中心标记线。

2 型钢柱的吊装方法与第一节型钢柱相同。

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

4 型钢柱焊接:

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

2) 焊接完成后, 应进行焊缝外观检验和焊缝无损检测。焊缝表面应无裂纹、气孔、夹渣、焊瘤等质量缺陷。无损检测在外观检验合格后进行, 无损检测应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

III 型钢混凝土梁施工工艺

8.3.15 型钢混凝土梁施工工艺流程见图 8.3.15。

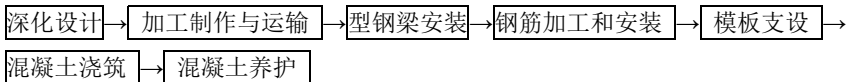


图 8.3.15 型钢混凝土梁施工工艺流程图

8.3.16 深化设计、加工制作与运输应符合本规程第 8.3.5 条和第 8.3.6 条的有关规定。

8.3.17 型钢梁安装应符合下列规定:

- 1 安装前, 应对型钢柱的标高进行复核。
- 2 应采用起重设备一次吊装到位, 调整型钢梁的位置, 并与型钢柱进行焊接或栓接。

8.3.18 钢筋加工和安装应符合下列规定:

- 1 梁与柱节点处钢筋的锚固长度应满足设计要求; 不能满足设计要求时, 应采用绕开法、穿孔法、连接件法处理。
- 2 箍筋套入主梁后应绑扎固定, 其弯钩锚固长度不能满足要求时, 应进行焊接; 梁顶多排纵向钢筋之间可采用短钢筋支垫来控制排距。
- 3 梁主筋与型钢柱相交时, 应有不小于 50%的主筋通长设置。其

余主筋宜采用下列方式连接：

- 1) 水平锚固的长度满足 0.4 倍锚固长度值时，弯锚应在柱头内。
- 2) 水平锚固的长度不满足 0.4 倍锚固长度值时，应在弯起端头处双面焊接不少于 5 倍钢筋直径的长度、与主筋直径相同的短钢筋；也可采用经设计认可的其他连接方式。

8.3.19 模板支设应符合下列规定：

- 1 梁支撑系统的荷载可计入型钢结构重量；侧模板可采用穿孔对拉螺栓，也可在型钢梁腹板上设置耳板对拉固定。
- 2 耳板设置或腹板开孔应经设计单位认可，并在加工厂制作完成。
- 3 当利用型钢梁作为模板的悬挂支撑时，应经设计单位同意。

8.3.20 混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1 大跨度型钢混凝土梁应分层连续浇筑混凝土，分层投料高度应控制在 500mm 以内。对钢筋密集部位，宜采用小直径振捣器浇筑混凝土或选用自密实混凝土进行浇筑。
- 2 在型钢组合转换梁的上部立柱处，宜采用分层赶浆法和间歇法浇筑混凝土。

8.3.21 型钢混凝土转换桁架混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1 宜采用自密实混凝土浇筑法。
- 2 采用常规混凝土浇筑时，应先浇捣柱混凝土，后浇捣梁混凝土；柱混凝土浇筑应从型钢柱四周均匀下料，分层投料高度不应超过 500mm，并采用振捣器对称振捣。
- 3 型钢翼缘板处应预留排气孔，在型钢梁柱节点处应预留混凝土浇筑孔。
- 4 浇筑型钢梁混凝土时，工字钢梁下翼缘板以下混凝土应从钢梁一侧下料；待混凝土高度超过钢梁下翼缘板 100mm 以上时，应改为从

梁的两侧同时下料、振捣；浇筑至距上翼缘板 100mm 时，再从梁跨中开始下料浇筑，从梁的中部开始振捣，逐渐向两端延伸浇筑。

8.3.22 混凝土养护应符合本规程第 8.2.9 条的有关规定。

IV 型钢混凝土剪力墙施工工艺

8.3.23 型钢混凝土剪力墙施工工艺流程见图 8.3.21。

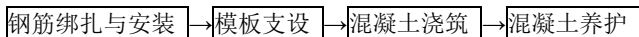


图 8.3.21 型钢混凝土剪力墙施工工艺流程图

8.3.24 钢筋绑扎与安装应符合下列规定：

1 墙体钢筋绑扎前，应根据结构特点、钢筋布置形式等因素制定钢筋绑扎工艺。

2 墙体纵向受力钢筋与型钢的净间距应大于 30mm，纵向受力钢筋的锚固长度、搭接长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

3 剪力墙的水平分布钢筋应绕过或穿过墙端型钢，且应满足钢筋锚固长度要求。

4 墙体拉结筋和箍筋的位置、间距和数量应满足设计要求；当设计无具体要求时，应符合国家现行标准的有关规定。

5 当钢筋与墙体内型钢采用钢筋绕开法时，宜按不小于 1: 6 角度折弯绕过型钢。当无法绕过时，应满足锚固长度及相关设计的要求，钢筋可伸至型钢后弯锚。

6 钢筋与墙体内型钢采用穿孔法时，应符合下列规定：

1) 预留钢筋孔的大小、位置应满足设计要求，必要时应采取相应的加强措施。钢筋孔的直径宜为钢筋公称直径+4mm。

2) 型钢翼缘上设置钢筋孔时，应采取补强措施。型钢腹板上预

留钢筋孔时，其腹板截面损失率宜小于腹板面积的 25%，且应满足设计要求。

3) 预留钢筋孔应在深化设计阶段完成，并应由构件加工厂进行机械制孔，严禁用火焰切割制孔。

7 当钢筋与型钢采用钢筋连接套筒连接时，应符合下列规定：

1) 同一区段内焊接在钢构件上的钢筋面积百分比不宜超过 30%。

2) 连接套筒接头应在构件制作期间完成焊接，焊缝连接强度不应低于对应钢筋的抗拉强度。

3) 钢筋连接套筒与型钢的焊接应采用贴角焊缝，焊缝高度应按计算确定。

4) 当钢筋垂直于钢板时，可将钢筋连接套筒直接焊接于钢板表面；当钢筋与钢板成一定角度时，可加工成一定角度的连接板辅助连接。

5) 焊接于型钢上的钢筋连接套筒，应在接头位置的型钢内设置加劲肋，加劲肋应正对连接套筒。

6) 当在型钢上焊接多个钢筋连接套筒时，套筒间净距不应小于 30mm，且不应小于套筒外直径。

8 当钢筋与型钢采用连接板焊接连接时，应符合下列规定：

1) 钢筋与钢板焊接时，宜采用双面焊。双面焊时，钢筋与钢板的搭接长度不应小于 5 倍钢筋直径。单面焊时，搭接长度不应小于 10 倍钢筋直径。

2) 钢筋与钢板的焊缝宽度不得小于 0.60 倍钢筋直径，焊缝厚度不得小于 0.35 倍钢筋直径。

8.3.25 模板支设应符合本规程第 4.3 节的有关规定。

8.3.26 混凝土浇筑应符合下列规定：

1 宜采用骨料较小、流动性较好的高性能混凝土，且应分层浇筑。

2 型钢混凝土剪力墙中型钢上设置的混凝土灌浆孔、流淌孔、排气孔和排水孔等应符合下列规定：

1) 孔的尺寸和位置应在施工深化设计阶段完成，并应征得设计单位同意，必要时应采取相应的加强措施。

2) 内置型钢的水平隔板上应开设混凝土灌浆孔和排气孔。

3) 灌浆孔的孔径不宜小于 150mm，流淌孔的孔径不宜小于 200mm，排气孔及排水孔的孔径不宜小于 10mm。

4) 钢板制孔时，应由制作厂进行机械制孔，严禁用火焰切割制孔。

8.3.27 混凝土养护应符合本规程第 8.2.9 条的有关规定。

V 成品保护

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

8.3.29 在混凝土强度达到 1.2MPa 前，严禁上人作业或堆载重物。

VI 施工注意事项

8.3.30 在型钢柱运输、堆放和吊装中，应采取防止构件产生变形的措施。

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

8.3.32 混凝土应振捣密实，防止漏振。

8.3.33 高空作业人员须经身体检查合格后方可上岗。

8.3.34 型钢柱吊装前应检查机械、索具、夹具、吊环等是否符合安全

要求，并应进行试吊，吊装时应有专人统一指挥。

8.3.35 起吊构件时，吊索应保持垂直，起吊或下降应平稳。

VII 质量记录

8.3.36 施工质量记录应包含以下内容：

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

8.4 水下混凝土施工工艺

I 施工准备

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

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

8.4.3 作业条件应符合下列规定：

1 编制施工方案，并经审核、审批。按方案要求对施工操作人员进行技术交底。

2 施工现场应备有备用发电机。

3 钢筋笼已通过验收，导管已进行水密、承压和接头抗拉试验，并合格。

4 储料斗、漏斗、溜槽以及其他有关灌注机具齐全完好。

5 施工单位填报混凝土浇筑申请单，并经监理单位签认。

II 施工工艺

8.4.4 水下混凝土施工工艺流程见图 8.4.4。



图 8.4.4 水下混凝土施工工艺流程图

8.4.5 第一次清孔应符合下列规定：

1 成孔后，应进行第一次清孔，清除孔底的废浆和泥渣，清孔方法可采用正循环清孔、泵吸反循环清孔、气举反循环清孔等方法。

2 清孔后孔底沉渣厚度应符合下列规定：

端承桩应不大于 50mm；摩擦端承桩应不大于 100mm；抗拔、抗水平荷载桩应不大于 200mm。

3 孔底沉渣厚度检测的方法主要有：重锤法、测锥测盘法、沉渣仪等。

8.4.6 下钢筋笼和钢导管应符合下列规定：

1 应通过吊装设备和人工配合把钢筋笼吊、钢导管依次放至孔内，并确保其位于桩孔中心位置。

2 混凝土初灌时应在钢导管内放置隔水球，隔水球应有良好的隔水性能，直径应略小于导管直径。

3 钢导管的结构和使用应符合下列规定：

1) 导管内壁应光滑圆顺，壁厚不宜小于 3mm，直径宜为 200mm~250mm，直径制作偏差不得超过 2mm，宜采用无缝钢管制作。导管的分节长度可按施工工艺的要求进行确定，底管长度不宜小于 4m，底部应焊设加强箍，两管之间可用法兰或丝扣连接。接头宜采用双螺纹方扣快速接头。

2) 导管使用前应进行试拼、试压，试压压力宜为 0.6MPa~1MPa，并应试验隔水球是否能通过。

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

8.4.8 水下混凝土灌注应符合下列规定：

1 开始灌注时，隔水球吊放的位置应临近水面，导管底端到孔底的距离宜为 0.3m~0.5m。

2 开灌前储料斗内应有足够的混凝土储备量，初灌量应满足导管埋入混凝土深度不小于 0.8m 的要求。随着混凝土的上升，应适当提升和拆卸导管，导管底端埋入混凝土面以下宜保持 2m~6m，严禁把导管底端提离混凝土面。提升导管时应避免碰挂钢筋笼。

3 在水下混凝土灌注过程中，应有专人测量导管埋深，填写好水下混凝土灌注记录表。

4 水下混凝土灌注时应保证灌注的连续性，不得中断。灌注前应有严密的施工组织设计及辅助设施，一旦发生机具故障或停电、停水及发生导管堵塞、进水等事故，应立即采取有效措施进行处理。

5 应控制最后一次混凝土的灌注量，水下混凝土超灌高度应高于设计桩顶标高 1.0m 以上，充盈系数不应小于 1.0。

III 成品保护

8.4.9 桩头外留的主筋应采取保护措施，不得任意弯折。

8.4.10 桩头混凝土强度未达到 5MPa 时，不应碾压。

IV 施工注意事项

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

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

8.4.13 灌注过程中拆卸下来的导管应及时冲洗内壁。

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

8.4.15 桩孔口应设置护栏、盖板等安全防护设施，每个作业班结束时，应对孔口防护进行逐一检查，严禁非施工作业人员入内。

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

V 质量记录

8.4.17 施工质量记录应包含以下内容：

- 1 水下混凝土施工方案。
- 2 水下混凝土施工技术交底。
- 3 混凝土配合比通知单、出厂检验报告、产品合格证。
- 4 混凝土塌落度检查记录。
- 5 混凝土施工记录。

- 6 混凝土试件强度试验报告。
- 7 混凝土施工检验批质量验收记录。
- 8 混凝土分项工程质量验收记录。

8.5 施工缝与后浇带混凝土施工工艺

I 施工准备

8.5.1 主要材料应符合下列规定：

1 当采用预拌混凝土时，混凝土应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的有关规定。

2 当采用现场制备混凝土时，混凝土应符合本规程第 7 章的有关规定。

3 混凝土拌合物的和易性、强度、耐久性等技术性能应符合国家现行规范相关规定。

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

8.5.3 作业条件应符合下列规定：

1 编制施工方案，并经审核、审批。按方案要求对施工操作人员进行技术交底。

2 后浇带封闭浇筑时间应满足设计要求。当设计无具体要求时，应符合下列规定：

1) 伸缩后浇带应根据现浇部分混凝土收缩完成情况而定，宜为施工后 60 天。

2) 沉降后浇带宜在建筑物主体结构封顶以后应至少保留 28 天再浇筑。

3 机具设备齐全完好，准备就绪。

4 施工单位填报混凝土浇筑申请单，并经监理单位签认。

II 施工工艺

8.5.4 施工缝或后浇带混凝土施工工艺流程见图 8.5.6。

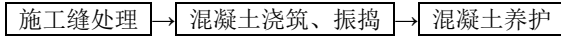


图 8.5.6 施工缝或后浇带混凝土施工工艺流程图

8.5.5 施工缝处理应符合下列规定：

1 当底板与侧墙相连接的施工缝有防水要求时，宜采用钢板止水带等处理措施。

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

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

8.5.6 混凝土浇筑、振捣应符合本规程第 8.2.7 条、第 8.2.8 条的有关规范外，尚应符合下列规定：

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

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

3 地下工程的后浇带应在其两侧混凝土龄期达到 42d 后再施工；

高层建筑楼板面的后浇带混凝土浇筑时间应符合设计要求。

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

5 后浇带混凝土宜使用预拌混凝土，混凝土运抵现场后，采用吊车配备斗容器、升降设备配备手推车等方式，将混凝土输送至浇筑点。

6 后浇带混凝土应一次浇筑，不得留设施工缝。

8.5.7 混凝土养护应符合本规程第 8.2.9 条的有关规定。

III 成品保护

8.5.8 后浇带部位的钢筋应有保护措施，可采用模板进行覆盖。

8.5.9 在混凝土强度达到 1.2MPa 前，严禁上人作业或堆载重物。

IV 施工注意事项

8.5.10 后浇带部位的马凳和垫块应加密放置。

8.5.11 钢板止水带在钢筋绑扎过程中应及时采用电焊固定，同时确保钢板折线方向正确，钢板止水带对接处应采用电焊满焊。

V 质量记录

8.5.12 施工质量记录应包含以下内容：

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

8 混凝土分项工程质量验收记录。

8.6 大体积混凝土施工工艺

I 施工准备

8.6.1 水泥应采用水化热低、凝结时间长的矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥，也可使用普通硅酸盐水泥，但不得几种水泥混合使用。大体积混凝土施工所用水泥其 3d 的水化热不宜大于 240kJ/kg，7d 的水化热不宜大于 270kJ/kg。水泥进场时应对水泥品种、强度等级、包装或散装编号、出厂日期等进行检查核对，并应对其强度、安定性、凝结时间、水化热等性能指标进行复检。

8.6.2 粗骨料应采用级配良好的卵石或碎石，粒径宜为 5mm~31.5mm，当混凝土强度等级小于 C30 时，含泥量不应大于 2%；当混凝土强度等级不小于 C30 时，含泥量不应大于 1%。细骨料应采用一般中粗砂，细度模量 2.6~3.4(>2.3)，也可采用细砂。当混凝土强度等级小于 C30 时，含泥量不应大于 5%；当混凝土强度等级不小于 C30 时，含泥量不应大于 3%。

8.6.3 掺入粉煤灰时，应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB 1596 的规定。

8.6.4 拌合用水宜采用饮用水，当采用其他水源时，水质应符合现行国家标准《混凝土拌合用水标准》JGJ63 的规定。

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

8.6.6 作业条件应符合下列规定：

1 编制大体积混凝土工程施工方案，并经审核、审批。按方案要

求对施工操作人员进行技术交底。

2 已完成模板、钢筋、支架、预埋件和预埋管道等隐蔽工程验收，并形成记录。

3 模板内的垃圾、泥土等杂物及钢筋的油污已清除干净。

4 泵送管等已布设完成，且试运行情况良好。

5 施工单位填报大体积混凝土浇筑申请单，并经监理单位签认。

II 施工工艺

8.6.7 大体积混凝土施工工艺流程见图 8.6.7。

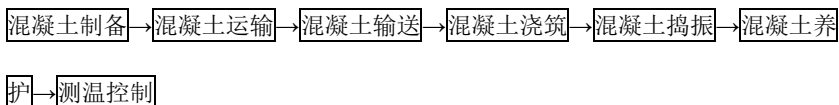


图 8.6.7 大体积混凝土施工工艺流程图

8.6.8 混凝土制备应符合本规程第 7 章的有关规定。

8.6.9 混凝土运输应符合本规程第 8.2.5 条的有关规定。

8.6.10 混凝土输送应符合本规程第 8.2.6 条的有关规定。

8.6.11 混凝土浇筑应符合下列规定：

1 混凝土的供应应满足混凝土连续施工的需要，混凝土的浇筑应连续、有序，宜减少施工缝。

2 当采用整体连续浇筑时，浇筑混凝土的厚度宜为 300mm～500mm。

3 当采用整体分层或推移式连续浇筑施工时，应缩短间歇时间，后一层混凝土应在前一层混凝土初凝之前浇筑完毕。当层间间歇时间超过混凝土初凝时间时，层面应按施工缝处理。

4 当需要设置施工缝时，施工缝的位置及间歇时间应根据设计、

温度裂缝控制、混凝土供应能力、钢筋施工、预埋管件安装等因素确定。

5 当超长大面积混凝土结构采用跳仓法施工时，应符合下列规定：

1) 基础底板、墙体、楼板混凝土的浇筑顺序应分仓进行，相邻仓的浇筑间隔时间不应少于 7d。

2) 大型基础底板高度 H 大于或等于 1m 时，应采用分层（500mm 为一层）浇筑、分层振捣，一个斜面、连续浇筑、一次到顶的办法，坡度为 1:6~1:7。

3) 混凝土的浇筑法为分层布料、分层振捣、斜坡推进法施工。

4) 按照分段（块）分层放坡法或大斜坡推进法，每步错开不宜小于 3m。

6 浇筑应在室外气温较低时进行，入模温度不宜大于 30℃，最大温升值不宜大于 50℃。冬季施工时，混凝土出罐温度不宜低于 10℃，入模温度不应低于 5℃，每台班测量次数不应少于 2 次。

7 浇筑过程中，应采取措施防止钢筋、预埋件等移位和变形，并及时清除混凝土表面泌水。混凝土的泌水宜采用抽水机抽吸或在侧模上开设泌水孔排除。

8 初凝前，应在混凝土表面采用二次抹压处理工艺，并及时用塑料薄膜覆盖。必要时，可在混凝土终凝前 1h~2h 进行多次抹压处理。

8.6.12 混凝土振捣除应符合本规程第 8.2.8 条的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 应采用二次振捣工艺，即在混凝土初凝前，再次对混凝土进行振捣，振捣时间长短应根据混凝土的流动性大小确定。

2 振捣应分层、定距、快插慢拔，振捣时应避免过振和漏振。

8.6.13 混凝土养护除应符合本规程第 8.2.9 条的有关规定外，尚应符合

下列规定：

1 在混凝土初凝前，宜立即进行覆盖或喷雾养护，并保持混凝土表面湿润。

2 应安排专人监测混凝土里表温差和降温速率，当实测结果不满足温控指标要求时，应及时调整养护措施。

3 保温覆盖层拆除应分层逐步进行，当混凝土表面温度与环境最大温差小于 20℃时，可全部拆除。

8.6.14 测温控制应符合下列规定：

1 在大体积混凝土浇筑完成后，混凝土浇筑体里表温差、降温速率及环境温度的测试，每昼夜不应少于 4 次；入模温度测量，每台班不应少于 2 次。

2 在覆盖养护或带模养护阶段，混凝土浇筑体表面温度和体里温度差值不应超过 25℃；结束养护时，混凝土浇筑体表面温度与环境温度最大差值不应大于 25℃。

3 混凝土浇筑体内部相邻两测温点的温度差值不应大于 25℃。

4 混凝土降温速率不宜大于 2.0℃ / d；当有可靠经验时，降温速率要求可适当放宽。

5 大体积混凝土浇筑体内测温点的布置应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 的有关规定。

III 成品保护

8.6.15 在混凝土强度达到 1.2MPa 前，严禁上人作业或堆载重物。

8.6.16 雨天施工时，应及时对已浇筑的混凝土部分进行遮盖保护，当遇大雨时，应立即停止露天作业。

IV 施工注意事项

8.6.17 当高温天气浇筑大体积混凝土时，宜采用遮盖、洒水、拌冰屑等降低混凝土原材料温度的措施。当冬期浇筑大体积混凝土时，宜采用热水拌合、加热骨料等提高混凝土原材料温度的措施，大体积混凝土应避免高温时段进行浇筑作业。

8.6.18 应选择级配良好的粗骨料，严格控制其含泥量，加强混凝土的振捣，提高混凝土的密实度和抗拉强度，减少收缩变形。

8.6.19 采用跳仓法施工时，楼板、梁钢筋预留足够接头长度，以便后续连接。每仓段内混凝土应连续浇筑，不得留设施工缝，避免出现冷缝。分仓缝采用合适的收口材料（如快易收口网）进行收口，确保施工缝的密封性。

V 质量记录

8.6.20 施工质量记录应包含以下内容：

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

9 装配式混凝土结构工程

9.1 一般规定

9.1.1 预制构件、连接材料、配件等应按现行国家相关标准的规定进行进场验收，未经验收或验收不合格的产品不得使用。

9.1.2 预制构件进场前，应由构件生产厂家根据设计文件对构件进行编号，设置起吊方向标识，方便现场存放、检查、验收、吊装顺序的控制。预制构件进场后，项目应建立预制构件管理台账，进行信息化编码管理。

9.1.3 装配式混凝土结构施工宜采用与构件相匹配的工具化、标准化工装系统。

9.1.4 预制构件吊装前，主体结构的混凝土强度应符合设计要求。当设计无要求时，不应低于混凝土强度标准值的 75%。

9.1.5 施工前，宜实行样板引路制度，并选择具有代表性的单元进行预制构件试安装，根据试安装结果及时调整施工工艺、完善施工方案。

9.1.6 装配式混凝土结构施工应严格按照施工方案执行，前一道工序质量检查合格后方可进行下一道工序的施工，工序控制应符合规范和设计要求。

9.1.7 采用钢筋套筒灌浆连接、钢筋浆锚搭接连接的预制构件就位前，应检查下列内容：

- 1 套筒和预留孔的规格、位置、深度和数量；
- 2 被连接钢筋的规格、位置、长度和数量；
- 3 当套筒、预留孔内有杂物时，应清理干净，宜采用高压空气清洁，禁止用水清洗，并应检查注浆孔、出浆孔是否通畅；
- 4 当连接钢筋倾斜时，应进行校正。

9.1.8 灌浆料的制备应符合国家现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定，灌浆料的检查应符合下列规定：

- 1 每工作班应检查灌浆拌合物初始流动度不少于 1 次；
- 2 强度检验试件的留置数量应符合验收及施工控制要求。

9.1.9 灌浆料同条件养护试件的抗压强度达到 35MPa 后，方可进行后续施工。

9.1.10 构件连接部位后浇混凝土及灌浆料的强度达到设计要求后，方可拆除临时固定措施。

9.1.11 预制板类水平构件连接应符合下列规定：

- 1 预制板纵向受力钢筋应锚固可靠，并满足设计要求；
- 2 预制板主体结构连接接缝可采用干硬性砂浆塞缝处理，接缝大于 30mm 时，应采用高一个强度等级的微膨胀细石混凝土填实。

9.1.12 装配式混凝土结构的连接节点及叠合构件的施工应进行隐蔽工程验收。

9.1.13 灌浆施工人员应进行专项培训，合格后方可上岗。特种作业人员应持证上岗。

9.1.14 装配式混凝土结构的尺寸偏差及检验方法见表 9.1.14 所示。

表 9.1.14 装配式混凝土结构的尺寸偏差及检验方法

| 项目 | | 允许偏差 (mm) | 检验方法 |
|------------|------------------|--------------|-----------|
| 构件中心线对轴线位置 | 基础 | 15 | 经纬仪及尺量 |
| | 竖向构件 (墙、柱、桁架) | 8 | |
| | 水平构件(梁、板) | 5 | |
| 构件标高 | 梁、墙、板底面或顶面 | ±3 | 水准仪或拉线、尺量 |
| | 柱底面或顶面 | ±5 | |

| | | | | |
|---------------|------------|-----|-----|------------|
| 构件垂直度 | 墙、柱 | ≤6m | 5 | 经纬仪或吊线、尺量 |
| | | >6m | 10 | |
| 构件倾斜度 | 梁、桁架 | | 5 | 经纬仪或吊线、尺量 |
| 相邻构件 平整度 | 板端面 | | 5 | 2m 靠尺和塞尺测量 |
| | 梁、板 底面 | 抹灰 | 5 | |
| | | 不抹灰 | 3 | |
| | 墙柱侧面 | 外露 | 5 | |
| 不外露 | | 8 | | |
| 构件搁置长度 | 梁、板 | | ±10 | 尺量 |
| 支座、支垫 中心位置 | 梁、板、墙、柱、桁架 | | 10 | 尺量 |
| 墙板接缝 | 宽度 | | ±5 | 尺量 |
| | 中心线位置 | | 5 | |

9.2 装配式混凝土结构施工工艺

I 施工准备

9.2.1 主要材料应符合下列规定：

1 预制构件进场时，应核对出厂合格证、混凝土强度检验报告、钢筋套筒等其他构件钢筋连接类型的工艺检验报告以及合同要求的其他质量证明文件，并对构件外观质量、结构性能、预留预埋质量等指标进行检验。

2 用于预制混凝土构件安装和连接用的材料、构配件、防水材料以及用于现浇混凝土工程的材料应符合现行国家有关检验和检测技术标准，并出具出厂合格证、试验检测合格报告等质量证明文件。

3 吊装用吊具应按现行有关国家、行业标准的规定进行设计、验算或试验检验。

9.2.2 主要机具有：起重设备与配套吊具、撬棍、扳手、角磨机、钢丝绳吊具、卡环、垫块、手持电动搅拌机等。

9.2.3 作业条件应符合下列规定：

1 编制装配式混凝土结构工程施工方案，并经审核、审批。按施工方案要求对施工操作人员进行技术交底。

2 施工现场内应按照构件运输的要求合理设置运输道路，并设有满足预制构件周转使用的堆放场地。运输道路及场地应平整、坚实，并设有排水措施，卸放、吊装工作范围内不应有障碍物。

3 安装施工前，应核对已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差等是否符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定，并应核对预制构件的混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等是否符合设计要求。

4 在吊装前，应由专人检查核对起重设备、吊具和吊索，确保型号、机具与方案一致。吊装设备应满足吊装重量、构件尺寸及作业半径等施工要求，并调试合格。

5 特种作业人员经过安全技术培训、考核合格，并持证上岗。

6 预制构件搁置的底面应清理干净。

II 装配式混凝土墙、柱施工工艺

9.2.4 装配式混凝土墙、柱施工工艺流程见图 9.2.4。

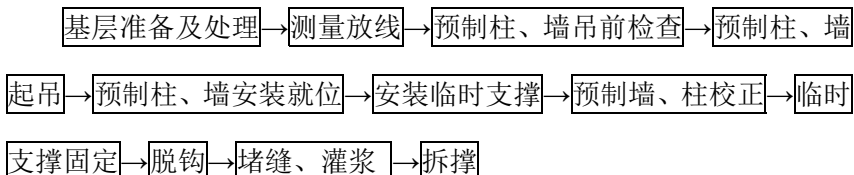


图 9.2.4 装配式混凝土墙、柱施工工艺流程图

9.2.5 基层准备及处理应符合下列规定：

1 连接钢筋宜采用格网定位箍等钢筋定位装置进行定位控制。当下层为连接钢筋转换层时，应分别在下层竖向构件的根部和顶部进行定位控制，钢筋限位偏差不应超过 $\pm 3\text{mm}$ 。

2 应对连接钢筋的出筋进行保护，避免污染。

3 浇筑面层混凝土前应在墙柱出筋的顶部设置钢筋定位装置，防止浇筑混凝土时扰动出筋。

4 吊装前应对基层进行凿毛处理，清理干净表层的混凝土浮浆。

9.2.6 测量放线应符合下列规定：

1 各层定位放线轴线控制网宜从底层原始基准点向上引测，控制网校核准确无误后，方可引测轴线与细部控制线。

2 预制构件的水平定位应采用轴线和边线控制。

3 竖向构件的标高应由底部钢垫片标高和结构 1 米标高线进行双控。

4 应定期复测底层原始控制点的相关坐标参数。

9.2.7 预制柱、墙吊前检查应符合下列规定：

1 应对预制构件安装的预埋件、尺寸、标高、工作面等进行检查。

2 宜制作模型工具对预留钢筋的对位情况进行复核。

3 预制柱、墙上的埋件及连接件，应在起吊前安装完成。

4 预制柱、墙的首道箍筋宜在起吊前安装完成。

5 起吊前应再次检查预制构件的外观质量，严禁使用有严重质量缺陷的预制构件。

9.2.8 预制柱、墙起吊应符合下列规定：

1 应提前按照施工方案的吊装顺序核对预制构件编号，吊装时应严格按编号顺序起吊。

2 正式吊装作业前应先进行试吊，确保吊具的可靠性。

3 正式吊装作业起吊后，应先将预制构件提升 200mm~300mm 后停稳，检查钢丝绳、吊具和预制构件的状态，确认吊具安全且构件平稳后，方可缓慢提升构件。

4 吊装时，应采用慢起、稳升、缓放的操作方式，并通过设置缆风绳控制构件方向，严禁高空直接用手扶预制构件。

5 在吊装过程中，吊索与构件的水平夹角不宜小于 60° ，不应小于 45° 。

6 吊运过程应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转，严禁吊装构件在空中长时间悬停。

9.2.9 预制柱、墙安装就位应符合下列规定：

1 预制柱安装就位应符合下列要求：

1) 宜按照角柱、边柱、中柱的顺序进行安装，与现浇结构连接的预制柱宜先行吊装。

2) 安装就位前应预先设置柱底抄平垫块，控制柱安装标高。

3) 预制柱的就位以轴线和外轮廓线为控制线，对于边柱和角柱，应以外轮廓线控制为准。

2 预制剪力墙墙板安装就位应符合下列要求：

1) 与现浇结构连接的预制剪力墙墙板宜先行吊装，其他墙板按照先外后内的顺序进行吊装。

2) 吊装前，应预先在预制剪力墙墙板底部设置抄平垫块，多层剪力墙采用座浆时应均匀铺设座浆料。

3) 预制剪力墙应以轴线和轮廓线为控制线，预制外剪力墙应以轴线和外轮廓线双控制。

4) 安装就位后进行现浇处附加钢筋安装，附加钢筋应与现浇段钢筋网交叉点全部绑扎牢固。

3 预制外墙板安装就位应符合下列规定：

1) 当采用灌浆套筒连接或浆锚连接时，吊装前，夹芯保温外墙板应在外侧设置弹性密封封堵材料。

2) 预制外墙板上的连接件宜与外墙板吊具同步安装，利用预制外墙板的预埋螺纹套筒，通过定位螺栓和抗剪螺栓连接。

3) 在施工层安装连接件时，可利用预埋在梁板上的螺纹套筒，通过螺栓将紧固件和梁板连接。

4) 采用坐浆法安装时，应先湿润结合面层，但不应有积水，坐浆层应选用专用座浆料铺设，其性能指标应符合设计和相关规范要求。

9.2.10 安装临时支撑应符合下列规定：

1 预制柱、墙安装就位后应设置可调斜撑作临时固定。

2 对预制柱、墙板的上部斜支撑，其支撑点距离板底的距离不宜小于构件高度的 $2/3$ ，且不应小于构件高度的 $1/2$ ，支撑应与构件可靠连接，下部支承垫块应与中心线对称布置。

3 单个构件高度超过 10 m 的预制柱、墙，需设缆风绳进行拉结。

4 构件安装就位后，可通过临时支撑对构件的位置和垂直度进行微调。

9.2.11 预制柱、墙校正应符合下列规定：

1 预制柱临时支撑安装完成后，应进行标高、垂直度、扭转调整和控制。

2 预制剪力墙墙板临时支撑安装完成后，应测量预制剪力墙墙板的水平位置、倾斜度、高度等，通过墙底垫片、临时斜支撑进行调整。

3 预制外墙板临时支撑安装完成后，应根据安装控制线和标高线，通过紧固件等调节预制外墙板的标高、轴线位置和垂直度，预制外墙板施工时应边安装边校正。

9.2.12 预制柱、墙校正完成后应及时对临时支撑进行固定。

9.2.13 预制构件吊装就位后，临时支撑应可靠固定，检查合格后方可脱钩。

9.2.14 堵缝、灌浆应符合下列规定：

1 当采用灌浆套筒连接或浆锚连接时，预制剪力墙底部接缝宜设置在楼面标高处，接缝高度宜为 20mm ，并采用灌浆料填实。

2 外墙板接缝防水施工前，应将板缝空腔清理干净，并按设计要求填塞背衬材料，密封材料的厚度应符合设计要求。

3 首次采用钢筋套筒灌浆连接施工时，宜选择具有代表性的部位进行试灌浆。

4 套筒内表面和钢筋表面应洁净，被连接钢筋偏离套筒中心线的

角度不应超过 7° ，监理应对灌浆操作全过程进行旁站监督。

5 灌浆料应由经培训合格的专业人员进行配置，其流动度应满足设计要求。

6 灌浆施工时的环境温度不应低于 5°C 。当连接部位温度低于 10°C 时，应对连接部位采取加热保温措施。

7 灌浆料应在制备后 30min 内用完，灌浆作业应采取压浆法从下口灌注，当浆料从上口流出时应及时封堵，必要时可设分仓进行灌浆，持压 30s 后再封堵下口。灌浆后 24h 内，构件和灌浆层不应受到振动、碰撞。

8 对于未密实饱满的竖向连接灌浆套筒，当在灌浆料制备 30min 内时，应首选在灌浆孔补灌；当灌浆料拌合物已无法流动时，可从出浆孔补灌，并应采用手动设备结合细管压力灌浆。

9 补灌应在灌浆料拌合物达到设计规定的位置后停止，并应在灌浆料凝固后再次检查其位置是否符合设计要求。

9.2.15 拆撑除应符合本规程第 4.3.20 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 预制墙板斜支撑和限位装置，应在后浇混凝土或灌浆料强度达到设计要求后方可拆除；当设计无具体要求时，后浇混凝土或灌浆料应达到设计强度的 75% 以上方可拆除。

2 预制柱斜支撑，应在后浇混凝土或灌浆料强度达到设计要求，且上部构件吊装完成后方可拆除。

3 拆除的模板和支撑杆件不得抛掷，应分散堆放并及时清运。

4 模板拆除后应将其表面清理干净，应对变形和损伤部位进行修复。

III 装配式混凝土梁、板施工工艺

9.2.16 装配式混凝土梁、板施工工艺流程见图 9.2.15。

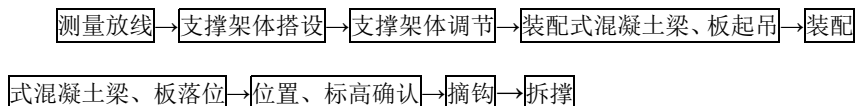


图 9.2.15 装配式混凝土梁、板施工工艺流程图

9.2.17 测量放线应符合下列规定：

1 施工前，应在已施工完成的结构或构件上测放水平控制线和标高控制线。

2 装配式混凝土梁类构件宜同时放出两边的边线，对需要支撑次梁的主梁，在安装前需检验预留连接企口或接头的位置，并放出次梁的安装定位控制线。

3 装配式混凝土板类构件宜同时放出四边的边线。

9.2.18 支撑架体搭设应符合下列规定：

1 支撑架体宜采用可调钢支撑搭设，支撑架体底部应搭设在坚实的地面、楼面或结构上，其强度应符合设计要求。

2 支撑杆件的间距及其与墙、柱、梁边的净距应经计算确定，支撑架顶端应与构件底抵紧。

9.2.19 支撑架体搭设完成后，应调节支撑架体顶标高至设计所要求的位置。

9.2.20 装配式混凝土梁、板起吊除应符合本规程第 9.2.8 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 装配式混凝土梁、板构件吊点的布置应满足设计要求，对薄壁、异形及大型构件的吊运应采用专用吊具。

2 起吊时，应检查构件是否存在开裂或其他质量缺陷，有质量缺

陷的构件严禁使用。

3 吊运前应对构件安装部位的基层进行清理。

4 叠合梁在吊运前宜穿好梁面筋，吊装顺序应遵循先主梁后次梁的原则。

9.2.21 装配式混凝土梁、板落位应符合下列规定：

1 装配式混凝土梁落位应符合下列规定：

1) 梁安装顺序应遵循先主梁后次梁，先低后高的原则。

2) 安装前，应复核柱顶和临时支撑架体的标高，确保与梁底标高一致，并在柱上弹出梁边控制线。根据控制线对梁端、两侧和梁轴线进行精密调整，误差控制在 2mm 以内。

3) 安装前，应复核柱钢筋与梁钢筋的位置、尺寸，对梁钢筋与柱钢筋位置有冲突的，应按经设计单位确认的技术方案进行调整。

4) 安装时，梁伸入支座的长度与搁置长度应符合设计要求。

5) 安装就位后应对梁的安装位置、标高进行复核。

2 装配式混凝土板落位应符合下列规定：

1) 板构件安装就位前，应对就位空间的角度进行复核，避免造成施工扰动影响安装精度。

2) 安装叠合板前应复核支座顶面标高及支撑面的平整度，并检查结合面粗糙度是否满足设计要求。

3) 叠合板之间的接缝宽度应满足设计要求。

4) 叠合板吊装完后应对板底接缝高差进行校核，当叠合板板底接缝高差不满足设计要求时，应将构件重新起吊，通过可调托座进行调节。

9.2.22 位置、标高确认应符合下列规定：

1 装配式混凝土梁、板构件安装就位后，应对安装位置、安装标

高进行校核与调整。对于采用钢筋套筒灌浆连接的叠合梁，应在钢筋就位后再进行定位调整。

2 叠合板安装就位后，应根据设计要求校核调整平整度、高低差、拼缝尺寸，并及时检查调整临时支撑，保证构件的稳定性。

3 当安装误差超过验收要求时不得强行调整，应重新起吊就位。

4 校正构件时应采取有效措施避免构件损坏。

9.2.23 叠合梁、叠合板安装就位，检查合格后方可摘钩。

9.2.24 拆撑应符合本规程第 7.2.35 条的规定。

IV 装配式楼梯施工工艺

9.2.25 装配式楼梯施工工艺流程见图 9.2.23。

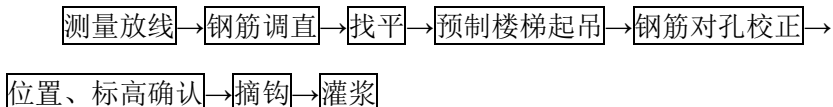


图 9.2.23 装配式楼梯施工工艺流程图

9.2.26 测量放线应符合本规程第 9.2.16 条的规定

9.2.27 吊装前，应对梯梁上的预埋钢筋进行调直处理，预埋钢筋的长度、规格、位置应满足设计要求。

9.2.28 装配式楼梯端部与支承构件之间宜设置支承垫块或坐浆找平，坐浆或支承垫块厚度不宜大于 20mm。

9.2.29 预制楼梯起吊应符合本规程第 9.2.19 条的规定

9.2.30 在装配式楼梯吊运至安装位置上方时，将装配式楼梯的安装孔与梯梁上的预埋钢筋进行对孔校正，无误后安装就位。

9.2.31 位置、标高确认除应符合本规程第 9.2.21 条的规定外，尚应校

核装配式楼梯端部的建筑标高与结构的标高差异是否满足设计要求。

9.2.32 装配式楼梯安装就位，检查合格后方可摘钩。

9.2.33 灌浆应符合本规程第 **9.2.14** 条的规定。

V 成品保护

9.2.34 预制构件装卸时应采取可靠的保护措施，预制构件边角部或与紧固用绳索接触部位，宜采用垫衬加以保护。

9.2.35 装配式混凝土结构施工全过程，应对预制构件及其上的建筑附件、预埋件、预埋吊件等采取保护措施，不得出现损伤或污染。

VI 施工注意事项

9.2.36 预制构件存放时，应按照施工段及吊装顺序有序存放。

9.2.37 预制墙板可采用插放或靠放的方式，堆放工具或支架应有足够的刚度，并支垫稳固。预制外墙板宜对称靠放、饰面朝外，且与地面倾斜角度不宜小于 80° 。

9.2.38 预制水平类构件可采用叠放方式，层与层之间应垫平、垫实，各层支垫应上下对齐。垫木距板端不宜大于 200 mm ，且间距不宜大于 1600 mm ，最下面一层支垫应通长设置。叠放层数不宜大于 6 层，堆放时间不宜超过两个月。

9.2.39 安装施工前，应核实设备状态、现场环境、天气、道路等是否满足吊装施工要求。

9.2.40 对有交叉作业的多塔吊吊装方式，应采取群塔防撞措施。

9.2.41 采用汽车吊或履带吊两机抬吊时，应统一指挥，合理分配吊重，单机荷载不得超过额定起重量的 80% 。

9.2.42 支撑系统拆除应对称、均匀、有序地进行，从跨中对称向两端逐步拆除，垂直方向应由上而下逐层拆除，严禁上下层同时拆除。

VII 质量记录

9.2.43 施工质量记录应包含以下内容：

- 1 装配式混凝土结构工程施工方案。
- 2 装配式混凝土结构工程施工技术交底。
- 3 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告。
- 4 预制构件安装施工记录。
- 5 钢筋套筒灌浆型式检验报告、工艺检验报告和施工检验记录。
- 6 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件。
- 7 后浇混凝土、灌浆料、座浆材料强度检测报告。
- 8 装配式结构分项工程质量验收文件。

10 高温、雨期与冬期施工

10.1 一般规定

10.1.1 当日平均气温达到 30℃及以上时，应按高温施工要求采取措施。

10.1.2 降雨期间，应按雨期施工要求采取措施。

10.1.3 根据当地多年气象资料统计，当室外日平均气温连续 5 日稳定低于 5℃时，应采取冬期施工措施；当室外日平均气温连续 5 日稳定高于 5℃时，可解除冬期施工措施。当混凝土未达到受冻临界强度而气温骤降至 0℃以下时，应按冬期施工的要求采取应急防护措施。

10.1.4 混凝土冬期施工应按现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的有关规定进行热工计算。

10.2 高温施工

10.2.1 高温施工混凝土配合比设计除应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定外，尚应符合下列规定：

1 应考虑原材料温度、环境温度、混凝土运输方式与时间对混凝土初凝时间、坍落度损失等性能指标的影响，根据环境温度、湿度、风力和采取温控措施的实际情况，对混凝土配合比进行调整。

2 宜在近似现场运输条件、时间和预计混凝土浇筑作业最高气温的天气条件下，通过混凝土试拌和与试运输的工况试验后，调整并确定适合高温天气条件下施工的混凝土配合比。

3 宜采用低水泥用量的原则，应选用水化热较低的水泥，并可采用粉煤灰取代部分水泥。

4 混凝土坍落度不宜小于 70mm。

10.2.2 高温施工混凝土搅拌操作要点应包含以下内容：

1 应对粗、细骨料采取遮阳防晒等措施。必要时，可对粗骨料进行喷雾降温。

2 搅拌站料斗、储水器、皮带运输机等应采取遮阳防晒措施。

3 可采用冷却装置冷却拌合用水，也可在水中加碎冰作为拌合用水的一部分（碎冰的重量应计入配合比拌合用水重量中），固体冰应确保在搅拌结束前融化。

4 原材料入机温度不宜超过表 10.2.2 的规定。

表 10.2.2 原材料最高入机温度（℃）

| 原材料 | 最高入机温度 |
|---------|--------|
| 水泥 | 60 |
| 骨料 | 30 |
| 水 | 25 |
| 粉煤灰等掺合料 | 60 |

5 混凝土拌合物出机温度不宜大于 30℃。必要时，可采取掺加干冰等附加控温措施。

10.2.3 高温施工混凝土浇筑操作要点应包含以下内容：

1 混凝土浇筑前，施工作业面宜采取遮阳措施，并应对模板、钢筋和施工机具采用洒水等降温措施，但浇筑时模板内不得有积水。在烈日下浇筑时，应对混凝土输送管进行遮阳覆盖，并应洒水降温。

2 混凝土浇筑宜在早间或晚间进行，且宜连续浇筑。

3 混凝土浇筑入模温度不应高于 35℃。

4 混凝土浇筑完成后，应及时进行保湿养护，侧模拆除前宜采用带模湿润养护。

10.3 雨期施工

10.3.1 雨期施工期间材料控制要求应包含以下内容：

1 对水泥和掺合料应采取防水和防潮措施，并应对粗、细骨料含水率进行实时监测。当粗、细骨料的含水率变化时，应及时调整混凝土配合比。

2 应选用具有防雨水冲刷性能的模板脱模剂。

10.3.2 雨期施工期间安全管理措施应包含以下内容：

1 对混凝土搅拌、运输设备和浇筑作业面应采取防雨措施，并应加强施工机械检查维修及接地、接零的检测工作。

2 雨后应检查地基面的沉降，并应对模板及支架进行检查后方可浇筑混凝土。

3 台风来临前，应对尚未浇筑混凝土的模板及支架采取临时加固措施；台风结束后，应检查模板及支架，已验收合格的模板及支架应重新办理验收手续。

10.3.3 雨期施工期间混凝土浇筑控制措施应包含以下内容：

1 大雨、暴雨天气不应进行混凝土露天浇筑。除采用防护措施外，小雨、中雨天气不宜进行混凝土露天浇筑，且不应进行大面积的露天浇筑作业。

2 应采取防止基槽或模板内积水的措施，基槽或模板内和混凝土浇筑分层面出现积水时，应在排水后再浇筑混凝土。

3 混凝土浇筑过程中，对因雨水冲刷导致水泥砂浆流失严重的部位，应采取补救措施（可采用补充水泥砂浆、铲除表层混凝土、插短钢筋等方法），后再继续施工。

4 混凝土浇筑完毕后，应及时覆盖塑料薄膜或采取其他防雨措施。

10.4 冬期施工

10.4.1 冬期施工混凝土原材料控制要点应符合下列规定：

- 1 宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；
- 2 粗、细骨料中不得含有冰、雪冻块及其他易冻裂物质。

3 混凝土用外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定。采用非加热养护方法时，混凝土中宜掺入引气剂、引气型减水剂或含有引气组份的外加剂，混凝土含气量宜控制在 3.0%~5.0%。

10.4.2 冬期施工的混凝土配合比应根据施工期间的环境气温、原材料、养护方法、混凝土性能要求等经试验确定，并宜选择较小的水胶比和坍落度。

10.4.3 冬期施工混凝土搅拌操作要点应符合下列规定：

1 液体防冻剂使用前应搅拌均匀，由防冻剂溶液带入的水分应从混凝土拌合水中扣除。

2 蒸汽法加热骨料时，应加大对骨料含水率测试频率，并将由骨料带入的水分从混凝土拌合水中扣除。

3 混凝土搅拌前应对搅拌机械进行保温或采用蒸汽进行加温，搅拌时间应比常温搅拌时间延长 30s~60s。

4 混凝土搅拌时应先投入骨料与拌合水，预拌后再投入胶凝材料与外加剂。胶凝材料、引气剂或含引气组分外加剂不得与 60℃以上热水直接接触。

10.4.4 冬期施工混凝土拌合物的温度控制要求及方法应符合下列规定：

- 1 混凝土拌合物温度不宜低于 10℃，入模温度不应低于 5℃。
- 2 对预拌混凝土或需远距离输送的混凝土，混凝土拌合物的出机

温度可根据运输和输送距离经热工计算确定，但不宜低于 15℃。大体积混凝土的入模温度可根据实际情况适当降低。

3 混凝土运输、输送机具及泵管必要时应采取保温措施。

10.4.5 冬期混凝土浇筑施工操作要点应符合下列规定：

1 混凝土浇筑前，应清除地基、模板和钢筋上的冰雪和污垢，并进行覆盖保温。

2 分层浇筑时，分层厚度不应小于 400mm。在被上一层混凝土覆盖前，已浇筑层的温度应满足热工计算要求，且不得低于 2℃。

3 混凝土浇筑后，对裸露表面应采取防风、保湿、保温措施，对边、棱角及易受冻部位应加强保温。

10.4.6 冬期施工混凝土结构工程养护操作要点应符合下列规定：

1 宜采用保温材料覆盖的蓄热法养护，并应对结构易受冻部位加强保温措施。

2 当采用蓄热法不能满足要求时，可采用综合蓄热法养护；采用综合蓄热法养护时，混凝土中应掺加具有减水、引气性能的早强剂或早强型外加剂。

3 对不易保温养护，且对强度增长无具体要求的一般混凝土结构，可采用掺防冻剂的负温养护法进行施工。

4 在混凝土养护和越冬期间，不得直接对负温混凝土表面浇水养护。

5 混凝土强度未达到受冻临界强度和设计要求时，应继续进行养护。工程越冬期间，应编制越冬维护方案并进行保温维护。

10.4.7 冬期施工混凝土工程施工注意事项：

1 应加强对骨料含水率、防冻剂掺量的检查，以及原材料、入模温度、实体温度和强度的监测。

2 应根据气温的变化，检查防冻剂掺量是否符合配合比及防冻剂说明书的规定，并应根据需要进行配合比的调整。

3 应按国家现行有关标准的规定对混凝土拌合水温度、外加剂溶液温度、骨料温度、混凝土出机温度、浇筑温度、入模温度以及养护期间混凝土内部和大气温度进行测量。

4 冬期施工混凝土强度试件的留置除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定外，尚应增设与结构同条件养护试件，养护试件不应少于 2 组。同条件养护试件应在解冻后进行试验。

11 绿色施工

11.1 一般规定

11.1.1 在施工过程中，应结合项目特点，因地制宜，制定绿色施工措施。

11.1.2 项目应编制绿色施工方案和管理制度，建立绿色施工管理机构及职责分工，落实责任制度。

11.1.3 绿色施工应对整个施工过程实施动态管理，加强对施工策划、施工准备、材料采购、现场施工、效果检查、评价及改进等各阶段的管理工作。

11.1.4 项目应积极开展绿色施工宣传和定期开展培训，营造绿色施工氛围和增强绿色施工意识。

11.2 环境保护措施

11.2.1 降尘控制应符合以下规定：

- 1 项目部应编制扬尘控制方案，制定降尘控制管理制度。
- 2 在工地围挡、主要施工道路、散装材料堆场、搅拌站等易扬尘区域应设置喷淋降尘设施，或采用人工洒水降尘措施。
- 3 现场使用散装水泥、砂石堆场、预拌砂浆及搅拌站等应有密闭防尘措施。
- 4 砂石、水泥等散装材料的运输车辆应进行覆盖。

11.2.2 噪音污染控制应符合以下规定：

- 1 应采用低噪声设备施工。
- 2 混凝土输送泵、电锯等机械设备应采取隔声、吸声、消音等措施，降低现场噪声。
- 3 高噪声机械设备应远离现场办公区、生活区和周边敏感区。

11.2.3 光污染控制应符合以下规定：

- 1 应采取限时施工、遮光 and 全封闭等措施。
- 2 焊接作业时，应采取挡光措施。
- 3 施工场区强光照明应采取聚光罩等防止光线外泄措施。

11.2.4 水土污染控制应符合以下规定：

- 1 宜选用环保的脱模剂、混凝土添加剂、养护剂等，并应妥善保管保存。
- 2 施工过程产生的建筑垃圾应集中收集、分类存放并及时清运。
- 3 泵管清洗及搅拌站产生的污水应定点定向收集，并经沉淀过滤后方可排放。

11.2.5 有害物质控制应符合以下规定：

- 1 优先选用无毒或低毒的建筑材料，替代有毒或高毒材料。
- 2 操作人员应佩戴有效的防护服、防护手套、防护眼镜和防毒口罩（或防毒面具），避免直接接触或吸入有害物质。

3 在使用化学物品时，确保作业场所有良好的通风条件。

11.3 节材、节水、节能、节地措施

11.3.1 节材措施应符合以下规定：

1 应建立材料采购、限额领料、建筑垃圾再生利用等管理制度。

2 木工加工、钢筋加工应采用可周转、可拆装的装配式作业工棚和安全防护设施。

3 优化钢筋、模板等下料方案，应精确计算混凝土用量，减少钢材、木材的加工损耗、提高模板周转次数。

4 应对钢筋、模板、方木、混凝土等余料进行收集和循环再利用。

5 宜采用铝合金模板、快拆脚手架体系、钢筋工厂化加工和配送等。

11.3.2 节水措施应符合以下规定：

1 项目应实施有组织排水及水循环系统，雨水经沉淀过滤后再循环使用。

2 混凝土养护用水应充分利用循环水，混凝土养护时应采用覆盖等节水养护措施。

3 施工现场办公区、生活区的生活用水应采用节水器具。

11.3.3 节能措施应符合以下规定：

1 应选择节能高效的施工机械设备。

2 应合理规划线路铺设、配电箱配置和照明布局，采用太阳能、LED 等节能照明灯具。

3 应合理规划材料堆场，减少材料堆场的二次搬运。

4 临时用电设备宜采用自动控制装置。

11.3.4 节地措施应符合以下规定：

- 1 应合理布置施工场地、办公区，并实施动态管理。
- 2 应合理规划钢筋、模板等材料堆场、加工场地，减少施工占地面积。
- 3 构配件宜标准化加工、工厂化生产。

附录 A（规范性附录）检查表与验收表

A.1 一般模板支架安全要点检查表

一般模板支架安全要点检查表见表 A.1。

表 A.1 一般模板支架安全要点检查表

| | | | | | | | | | |
|--|--|------------------|--------------------------|--|----------------------------|--|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 工程名称 | | | | | 支架材质 | 钢管□ | | | |
| 施工单位 | | | | 监理单位 | | | | | |
| 资料 检查 | | | | | | | | | |
| 有专项施工方案 | <input type="checkbox"/> | 审 查 方 案 | 施工企业技术部门审查 | <input type="checkbox"/> | 批准方案 | 经施工企业技术部门负责人批准或经施工企业技术负责人批准（注2） 经总监理工程师批准 | <input type="checkbox"/> | | |
| 有计算书（纵横两向立杆间距、步高取值，立杆稳定计算或可以不计算的说明） | <input type="checkbox"/> | | 项目监理机构审查 | <input type="checkbox"/> | 有技术交底记录 | | <input type="checkbox"/> | | |
| 现场 检查 | | | | | | | | | |
| 保证 支架 架内 部 稳 固 的 措 施 | 设置纵横两向扫地杆，且纵横两向均不缺杆 | | | <input type="checkbox"/> | 外 连 装 置 设 置 | 梁底位置、每楼层（或沿柱高每≤4 m）设抱柱装置。H≥6m 的，封顶杆往下 h 处抱柱 | <input type="checkbox"/> | | |
| | 沿立杆每步均设置纵横水平杆且纵横两向均不缺杆 | | | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | 设置纵横两向封顶杆，封顶杆位置有水平剪刀撑 | | | <input type="checkbox"/> | | 剪刀撑倾角 45°~60°，跨越 5~7 条杆，宽度 ≥6m | 每楼层设连板装置 | <input type="checkbox"/> | |
| | 竖直方向沿纵向全高全长从两端开始每≤4.5 m 设一道剪刀撑 | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | <input type="checkbox"/> | 连墙装置在水平剪刀撑位置上设置（禁止在砌体上设置） | <input type="checkbox"/> |
| | 竖直方向沿横向全高全长从两端开始每≤4.5m 设一道剪刀撑 | | | | | | | 在无法采用以上 3 种方法处设保险装置 | <input type="checkbox"/> |
| | 水平方向沿全平面从封顶杆往下每≤4.5m 设一道剪刀撑。 | | | | | | | | |
| 立杆 支 承 | 支于地面时，须在混凝土地面上支立杆。支承面的处理符合规定 | | | | <input type="checkbox"/> | 建 筑 物 悬 挑 部 分 的 模 板 支 架 | | 立杆支在混凝土地面上，支承面的处理符合规定 | <input type="checkbox"/> |
| | 支于楼面时，楼面下至少加一层支顶 | | <input type="checkbox"/> | 从楼面（悬臂结构除外）挑出型钢梁作上层模板的立杆支座，型钢梁搁置在楼板上的长度与挑出长度之比≥2，型钢梁与楼面接触部分的首尾两端均与楼板有可靠锚固。型钢梁的限位装置能保证立杆不滑移 | <input type="checkbox"/> | | | | |
| | 可调底座或可调顶托的伸出长度：板底不大于 300mm，梁底不大于 200mm | | <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| 禁 止 事 项 | 支承梁的立杆必须对接，禁止搭接 | | <input type="checkbox"/> | 水平杆在禁止区域内，禁止对接 | <input type="checkbox"/> | | | | |
| | 禁止用钢管代替型钢梁从楼层挑出作为立杆支座 | | <input type="checkbox"/> | 禁止用钢管从外脚手架上伸出斜支悬挑模板 | <input type="checkbox"/> | | | | |
| | 禁止用木杆接长作立杆 | | <input type="checkbox"/> | 禁止使用叠层搭设的支撑体系 | <input type="checkbox"/> | | | | |
| 其 它 | 立杆间距、水平杆步高符合要求 | | <input type="checkbox"/> | 截面高度 1 m 及以上的梁的支承情况 | <input type="checkbox"/> | | | | |
| | 扣件螺栓拧紧符合规定 | | <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| 检 查 结 论 | □1 通过 □2 整改 □3 停止搭设 整改或停止范围如下： | | | 检查单位：施工□ 监理□ | | | | | |
| | | | | 检查人： 年 月 日 | | | | | |

注：一般模板是指除高大模板之外的模板。

A.2 高大模板支架安全要点检查表

高大模板支架安全要点检查表见表 A.2。

表 A.2 高大模板支架安全要点检查表

| 工程名称 | | | | 支架材质 | 钢管□ |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------|--|--|
| 施工单位 | | | | 监理单位 | |
| 资 料 检 查 | | | | | |
| 有专项施工方案 | <input type="checkbox"/> | 不少于 5 人的专家组论证专项施工方案并出具论证意见 | <input type="checkbox"/> | 论证后经修改的方案 | 经施工企业技术负责人批准 <input type="checkbox"/> 经总监理工程师批准 <input type="checkbox"/> 有技术交底记录 <input type="checkbox"/> |
| 有计算书（纵横两向立杆间距、步高取值，立杆稳定计算或可以不计算的说明） | <input type="checkbox"/> | | | | |
| 现 场 检 查 | | | | | |
| 保证支架内部稳固的措施 | 设置纵横两向扫地杆，扫地杆位置有水平剪刀撑 | | <input type="checkbox"/> | 外连装置设置 | 梁底位置、每楼层（或沿柱高每≤4 m）设抱柱装置，危险区域每步高设抱柱装置 <input type="checkbox"/> 每楼层设连板装置 <input type="checkbox"/> 连墙装置在水平剪刀撑位置上设置（禁止在砌体上设置） <input type="checkbox"/> 在无法采用以上 3 种方法处设置保险装置 <input type="checkbox"/> |
| | 沿立杆每步均设置纵横水平杆且纵横两向均不缺杆 | | <input type="checkbox"/> | | |
| | 设置纵横两向封顶杆，封顶杆位置有水平剪刀撑 | | <input type="checkbox"/> | | |
| | 竖方向沿纵向全高全长从两端开始每≤4m 设一道剪刀撑 | | <input type="checkbox"/> | | |
| | 竖方向沿横向全高全长从两端开始每≤4m 设一道剪刀撑 | | <input type="checkbox"/> | | |
| 水平方向沿全平面每≤4.5 m 高设一道剪刀撑，架顶部位加密水平剪刀撑 | | 剪刀撑倾角 45°~60°，跨越 5~7 条杆，宽度 ≥6m | | <input type="checkbox"/> | |
| 立杆支承 | 支于地面时，须在混凝土地面上支立杆。支承面的处理符合规定 | | <input type="checkbox"/> | 建筑物悬挑部分的模板支架 | 立杆支在混凝土地面上，支承面的处理符合规定 <input type="checkbox"/> 从楼面（悬臂结构除外）挑出型钢梁作上层模板的立杆支座，型钢梁搁置在楼板上 的长度与挑出长度之比≥2，型钢梁与楼面 接触部分的首尾两端均与楼板有可靠锚 固。型钢梁的限位装置能保证立杆不滑移 <input type="checkbox"/> |
| | 支于楼面时加支顶，需支顶层数由验算定，但不少于 1 层 | | <input type="checkbox"/> | | |
| | 可调底座或可调顶托的伸出长度：板底不大于 300 mm，梁底不大于 200 mm | | <input type="checkbox"/> | | |
| 禁止事项 | 支承梁的立杆必须对接，禁止搭接 | | <input type="checkbox"/> | 水平杆在禁止区域内，禁止对接 <input type="checkbox"/> | |
| | 禁止用钢管代替型钢梁从楼层挑出作为立杆支座 | | <input type="checkbox"/> | 禁止用钢管从外脚手架上伸出斜支悬挑模板 <input type="checkbox"/> | |
| | 禁止用木杆接长作立杆 | | <input type="checkbox"/> | 禁止使用叠层搭设的支撑体系 <input type="checkbox"/> | |
| 其它 | 立杆间距、水平杆步高符合要求 | | <input type="checkbox"/> | 截面高度 1 m 及以上的梁的支承情况 <input type="checkbox"/> | |
| | 扣件螺栓拧紧符合规定 | | <input type="checkbox"/> | 格构框架体系设置 <input type="checkbox"/> | |
| 检查结论 | □1 通过 □2 整改 □3 停止搭设 整改或停止范围如下： | | 检查单位：施工□ 监理□ | | |
| | | | 检查人： 年 月 日 | | |

注：高大模板是指达到或超过以下指标的模板：高度 8m，或结构跨度 18 m，或经荷载组合后的施工面荷载 15 kN/m²，或经荷载组合后的施工线荷载 20 kN/m

A.3 一般模板支架验收记录表

一般模板支架验收记录表见表 A.3。

表 A.3 一般模板支架验收记录表

类别：一般模板支架 一般作业平台支架

验收日期： 年 月 日

| 工程名称： | | 验收部位：○`○×○`○轴 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|---------------|-------------------------------------|---|---|--------------------|-------------|---|-------|---------|---|----------------|-----|-----|--|
| 验收内容 | 实测值 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 平均值 | 方案值 | |
| | 立杆间距 | 横距 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 纵距 | | | | | | | | | | | | | |
| | 水平杆步高 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 每道纵向竖直剪刀撑间距 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 每道横向竖直剪刀撑间距 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 每道水平剪刀撑间距 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 架顶部位加强措施 | | $H \geq 6m$ 模板支架封顶杆以下 h 处加一道抱柱装置： | | | | | | 保险装置： | | | | | | |
| | 外连装置设置情况 | | 抱柱： | | | 连板： | | | 连墙： | | | | | | |
| | 支承面为地面的处理情况 | | | | | | 支承面为楼层的支顶情况 | | | | | | | | |
| 水平杆缺失情况 | | | | | | 扫地杆缺失情况 | | | | | | | | | |
| 封顶杆缺失情况 | | | | | | 封顶杆位置设置 | | | | 水平剪刀撑情况 | | | | | |
| 扣件螺栓拧紧情况 | | | | | | 截面高度 1m 及以上的梁的支承情况 | | | | | | | | | |
| 禁止对接区内，水平杆的搭接情况 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 责任人验收意见 | 架子班长 | | 签名： | | | 意见： | | | | | | 合格 () 不合格 () | | | |
| | 安全员 | | 签名： | | | 意见： | | | | | | 合格 () 不合格 () | | | |
| | 质检员 | | 签名： | | | 意见： | | | | | | 合格 () 不合格 () | | | |
| | 项目部技术负责人 | | 签名： | | | 意见： | | | | | | 合格 () 不合格 () | | | |
| | 监理工程师 | | 签名： | | | 意见： | | | | | | 合格 () 不合格 () | | | |
| 验收结论 | 项目经理 | | 签名： | | | 结论： | | | | | | 合格 () 不合格 () | | | |
| | 项目总监理工程师 | | 签名： | | | 结论： | | | | | | 合格 () 不合格 () | | | |

A.4 高大模板支架验收记录表

高大模板支架验收记录表见表 A.4。

表 A.4 高大模板支架验收记录表

类别：高大模板支架 高大作业平台支架

验收日期： 年 月 日

| 工程名称： | | 验收部位：○`○×○`○轴 | | | | | | | | | | 10 | 平均值 | 方案值 |
|--------------|----------|---------------|--|-----------|---------------------|--|-------|------------|--|-------------|--|----|-----|-----|
| 实测项 | 实测值 | | | | | | | | | | | | | |
| | 立杆 | 横距 | | | | | | | | | | | | |
| 间距 | 纵距 | | | | | | | | | | | | | |
| 水平杆步高 | | | | | | | | | | | | | | |
| 每道纵向竖直剪刀撑间距 | | | | | | | | | | | | | | |
| 每道横向竖直剪刀撑间距 | | | | | | | | | | | | | | |
| 每道水平剪刀撑间距 | | | | | | | | | | | | | | |
| 危险区域加强措施 | | 加密抱柱： | | 加密顶部水平剪刀撑 | | | 保险装置： | | | | | | | |
| 外连装置设置情况 | | 抱柱： | | 连板： | | | 连墙： | | | | | | | |
| 支承面为地面的处理情况 | | | | | 支承面为楼面的支顶情况 | | | | | | | | | |
| 扫地杆缺失情况 | | | | | 扫地杆位置的剪刀撑 | | | 水平杆 | | | | | | |
| 封顶杆缺失情况 | | | | | 封顶杆位置的剪刀撑 | | | 缺失情况 | | | | | | |
| 扣件螺栓拧紧情况 | | | | | 截面高度 1 m 及以上的梁的支顶情况 | | | 格构框架体系设置情况 | | | | | | |
| 禁止对接区内水平杆搭接 | | | | | | | | | | | | | | |
| 责任人 验收意见 | 架子班长 | 签名： | | 意见： | | | | | | 合格（ ）不合格（ ） | | | | |
| | 安全员 | 签名： | | 意见： | | | | | | 合格（ ）不合格（ ） | | | | |
| | 质检员 | 签名： | | 意见： | | | | | | 合格（ ）不合格（ ） | | | | |
| | 项目部技术负责人 | 签名： | | 意见： | | | | | | 合格（ ）不合格（ ） | | | | |
| | 公司技术部门人员 | 签名： | | 意见： | | | | | | 合格（ ）不合格（ ） | | | | |
| 方案编审 人员意见 | 监理工程师 | 签名： | | 意见： | | | | | | 合格（ ）不合格（ ） | | | | |
| | 方案编制人 | 签名： | | 意见： | | | | | | 通过（ ）不通过（ ） | | | | |
| 验收 结论 | 方案审查人 | 签名： | | 意见： | | | | | | 通过（ ）不通过（ ） | | | | |
| | 项目经理 | 签名： | | 结论： | | | | | | 合格（ ）不合格（ ） | | | | |
| | 项目总工程师 | 签名： | | 结论： | | | | | | 合格（ ）不合格（ ） | | | | |

A.5 扣件拧紧抽样检查表

扣件拧紧抽样检查表见表 A.5。

表 A.5 扣件拧紧抽样检查表

| 工程名称 | | | | | 检查日期 | | 年 | 月 | 日 |
|---|----------------------------------|---------------|--------------------------|---------------|------------|-------------|---|---|---|
| | | 支架所在部位 | | | | | | | |
| 抽样部位 | | 安装扣件数量 (个) | 规定抽检数量 (个) | 允许不合格数 (个) | 实抽数 (个) | 不合格数 (个) | 所检部位质量判定 | | |
| 封顶杆位置及封顶杆 往下一步高 h 范围内 | | 不限 | 所抽部位的 5%，且不少于 10 个 | 0 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> | | |
| 截面高度 $\geq 1\text{m}$ 并 $< 1.2\text{m}$ 的梁，承托梁底模的水平杆与立杆扣接的扣件（注 5） | | 不限 | 全数 | 0 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> | | |
| 其余部位 | 在 HD 范围内抽 80%，HD 范围 外抽 20% | 51~90 | 5 | 0 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> | | |
| | | 91~150 | 8 | 1 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> | | |
| | | 151~280 | 113 | 1 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> | | |
| | | 281~500 | 20 | 2 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> | | |
| | | 501~1200 | 32 | 3 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> | | |
| | | 1201~3200 | 50 | 5 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> | | |
| | | >3200 | n | n/10 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> | | |
| 检查结论 | | | | | | | | | |
| 处理意见 | | | | | | | | | |
| 检查人 | | | | | | | | | |

注1：使用力矩扳手检查，拧紧力矩为 $40\text{N} \cdot \text{m} \sim 65\text{N} \cdot \text{m}$ 。

注2：“其余部位”栏中，按所检支架安装实际安装扣件数的栏目填写。

注3：扣件安装数量超过3200个，抽样数应增加。

注4：对检查不合格的部位，应重新拧紧后再次抽样检查，直至合格。

注5：截面高度 $\geq 1.2\text{m}$ 的梁，直接用立杆或立杆顶部的可调顶托承重。

附录 B 作用在模板及支架上的荷载标准值

B.0.1 模板及支架自重标准值 (G_1) 应根据模板施工图确定。有梁楼板及无梁楼板的模板及支架的自重标准值 (G_1)，可按表 B.0.1 采用。

表 B.0.1 模板及支架的自重标准值 (kN/m^2)

| 项目名称 | 木模板 | 定型组合钢模板 |
|-----------------------|------|---------|
| 无梁楼板的模板及小楞 | 0.30 | 0.50 |
| 有梁楼板模板 (包含梁模板) | 0.50 | 0.75 |
| 楼板模板及支架 (楼层高度为 4m 以下) | 0.75 | 1.10 |

B.0.2 新浇筑混凝土自重标准值 (G_2) 的标准值宜根据混凝土实际重力密度 γ_c 确定，对普通混凝土，普通混凝土 γ_c 可取 24kN/m^3 。

B.0.3 钢筋自重 (G_3) 的标准值应根据施工图确定。梁板结构，楼板的钢筋自重可取 1.1kN/m^3 ，梁的钢筋自重可取 1.5kN/m^3 。

B.0.4 采用插入式振动器且浇筑速度不大于 10m/h 、混凝土坍落度不大于 180mm 时，新浇筑混凝土对模板的侧压力 (G_4) 的标准值，可按下列公式分别计算，并应取其中的较小值：

$$F=0.28\gamma_{ct_0}\beta_1\beta_2V^{1/2} \quad (\text{B.0.4-1})$$

$$F=\gamma_c H \quad (\text{B.0.4-2})$$

当浇筑速度大于 10m/h ，或混凝土坍落度大于 180mm 时，侧压力 (G_4) 的标准值可按公式 (B.0.4-2) 计算。

式中： F ——新浇筑混凝土作用于模板的最大侧压力标准值 (kN/m^2)；

γ_c ——混凝土的重力密度 (kN/m^3)；

t_0 ——新浇混凝土的初凝时间（h），可按实测确定；当缺乏试验资料时可采用 $t_0=200/(T+15)$ 计算，T 为混凝土的温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

β ——混凝土坍落度影响修正系数：当坍落度在 50mm 且不大于 90mm 时， β 取 0.85；坍落度大于 90mm 且不大于 130mm 时， β 取 0.9；坍落度大于 130mm 且不大于 180mm 时， β 取 1.0；

V ——浇筑速度，取混凝土浇筑高度（厚度）与浇筑时间的比值（m/h）；

H ——混凝土侧压力计算位置处至新浇筑混凝土顶面的总高度（m）。

混凝土侧压力的计算分布图形如图 A.0.4 所示，图中 $h=F/\gamma_c$ 。

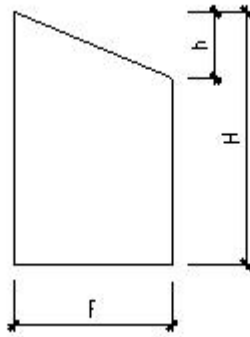


图 A.0.4 混凝土侧压力分布

H——有效压头高度；H——模板内混凝土总高度；F——最大侧压力

A.0.5 施工人员及施工设备产生的荷载（ Q_1 ）的标准值，可按实际情况计算，且不应小于 2.5kN/m^2 。

A.0.6 混凝土下料产生的水平荷载 (Q_2) 的标准值可按表 A.0.6 采用, 其作用范围可取为新浇筑混凝土侧压力的有效压头高度 h 之内。

表 A.0.6 混凝土下料产生的水平荷载标准值 (kN/m^2)

| 项目名称 | 木模板 | 定型组合钢模板 |
|-----------------------|------|---------|
| 无梁楼板的模板及小楞 | 0.30 | 0.50 |
| 有梁楼板模板 (包含梁的模板) | 0.50 | 0.75 |
| 楼板模板及支架 (楼层高度为 4m 以下) | 0.75 | 1.10 |

A.0.7 泵送混凝土或不均匀堆载等因素产生的附加水平荷载 (Q_3) 的标准值, 可取计算工况下竖向永久荷载标准值的 2%, 并应作用在模板支架上端水平方向。

A.0.8 风荷载 (Q_4) 的标准值, 可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定确定, 此时基本风压可按 10 年一遇的风压取值, 但基本风压不应小于 0.20kN/m^2 。

附录 C 常用钢筋的公称直径、公称截面面积、 计算截面面积及理论重量

C.0.1 钢筋的计算截面面积及理论重量，应符合表 C.0.1 的规定。

表 C.0.1 钢筋的计算截面面积及理论重量

| 公称 直径 (mm) | 不同根数钢筋的计算截面面积 (mm ²) | | | | | | | | | 单根钢筋 理论重量 (kg/m) |
|------------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| 6 | 28.3 | 57 | 85 | 113 | 142 | 170 | 198 | 226 | 255 | 0.222 |
| 8 | 50.3 | 101 | 151 | 201 | 252 | 302 | 352 | 402 | 453 | 0.395 |
| 10 | 78.5 | 157 | 236 | 314 | 393 | 471 | 550 | 628 | 707 | 0.617 |
| 12 | 113.1 | 226 | 339 | 452 | 565 | 678 | 791 | 904 | 1017 | 0.888 |
| 14 | 153.9 | 308 | 461 | 615 | 769 | 923 | 1077 | 1231 | 1385 | 1.21 |
| 16 | 201.1 | 402 | 603 | 804 | 1005 | 1206 | 1407 | 1608 | 1809 | 1.58 |
| 18 | 254.5 | 509 | 763 | 1017 | 1272 | 1527 | 1781 | 2036 | 2290 | 2.00 |
| 20 | 314.2 | 628 | 942 | 1256 | 1570 | 1884 | 2199 | 2513 | 2827 | 2.47 |
| 22 | 380.1 | 760 | 1140 | 1520 | 1900 | 2281 | 2661 | 3041 | 3421 | 2.98 |
| 25 | 490.9 | 982 | 1473 | 1964 | 2454 | 2945 | 3436 | 3927 | 4418 | 3.85 |
| 28 | 615.8 | 1232 | 1847 | 2463 | 3079 | 3695 | 4310 | 4926 | 5542 | 4.83 |
| 32 | 804.2 | 1609 | 2413 | 3217 | 4021 | 4826 | 5630 | 6434 | 7238 | 6.31 |
| 36 | 1017.9 | 2036 | 3054 | 4072 | 5089 | 6107 | 7125 | 8143 | 9161 | 7.99 |
| 40 | 1256.6 | 2513 | 3770 | 5027 | 6283 | 7540 | 8796 | 10053 | 11310 | 9.87 |

| | | | | | | | | | | |
|----|--------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 50 | 1963.5 | 3928 | 5892 | 7856 | 9820 | 11784 | 13748 | 15712 | 17676 | 15.42 |
|----|--------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|

C.0.2 钢绞线公称直径、公称截面面积及理论重量，应符合表 C.0.2 的规定。

表 C.0.2 钢绞线公称直径、公称截面面积及理论重量

| 种类 | 公称直径 (mm) | 公称截面面积 (mm ²) | 理论重量 (kg/m) |
|------------|-----------|---------------------------|-------------|
| 1×3 | 8.6 | 37.7 | 0.296 |
| | 10.8 | 58.9 | 0.462 |
| | 12.9 | 84.8 | 0.666 |
| 1×7 标准型 | 9.5 | 54.8 | 0.432 |
| | 12.7 | 98.7 | 0.775 |
| | 15.2 | 140 | 1.101 |
| | 17.8 | 191 | 1.500 |
| | 21.6 | 285 | 2.237 |

C.0.3 钢丝公称直径、公称截面面积及理论重量，应符合表 C.0.3 的规定。

表 C.0.3 钢丝公称直径、公称截面面积及理论重量

| 公称直径 (mm) | 公称截面面积 (mm ²) | 理论重量 (kg/m) |
|-----------|---------------------------|-------------|
| 5.0 | 19.63 | 0.154 |
| 7.0 | 38.48 | 0.302 |
| 9.0 | 63.62 | 0.499 |

本规范用词说明

1 为了便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明：

(1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

(2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

(3) 表示允许稍有选择，在条件允许时首先这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；

(4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《混凝土搅拌站（楼）技术条件》GB 10172
- 2 《建筑施工场界噪声限值》GB 12523
- 3 《预拌混凝土》GB 14902
- 4 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 5 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 6 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
- 7 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 8 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 9 《大体积混凝土施工规范》GB 50496
- 10 《混凝土结构施工规范》GB 50666
- 11 《混凝土搅拌机》GB/T 9142
- 12 《普通混凝土拌合物性能试验方法》GB/T 50080
- 13 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
- 14 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 15 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 16 《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107
- 17 《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 128
- 18 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130
- 19 《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206
- 20 《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104
- 21 《建筑施工模板及作业平台钢管支架构造安全技术规范》
DB 45/T618
- 22 《铝合金模板应用技术技术规范》DB 45J45

广西壮族自治区工程建设地方标准

混凝土结构工程施工工艺规程

DBJ/T45-***-20**

条文说明

1 总 则

1.0.1 编制本规程的目的是为了加强对混凝土结构工程施工的管理和质量控制，为混凝土结构工程施工提供技术指导。

1.0.2 轻骨料混凝土的配合比设计、拌制、运输、泵送、振捣等有其特殊性，应按国家现行相关标准执行，但是对于其他分项工程（如模板、钢筋、预应力等），仍可按本规程执行。

1.0.3 钢筋混凝土结构工程施工与质量验收涉及的技术面广、综合性强，且与其他的施工技术和质量验收方面的标准密切相关。

3 基本规定

3.1 施工管理

3.1.1 与混凝土结构施工相关的企业资质主要有：房屋建筑工程施工总承包企业资质；预拌商品混凝土专业企业资质、混凝土预制构件专业企业资质、预应力工程专业承包企业资质等。

施工单位的质量管理体系应覆盖施工全过程，包括材料的采购、验收和储存，施工过程中的质量自检、互检、交接检，隐蔽工程检查和验收，以及涉及安全和功能的项目抽查检验等环节。混凝土结构施工全过程中，应随时记录并处理出现的问题和质量偏差。

3.1.2 施工项目部应确定人员的职责、分工和权限，制定工作制度、考核制度和奖惩制度。施工项目部的机构设置应根据项目的规模、结构复杂程度、专业特点、人员素质等确定。施工操作人员应具备相应的技能，特殊工种还应具有相应的从业证书才能上岗作业。

3.1.3 对预应力、装配式结构等工程，当原设计文件深度不够，不足以指导施工时，需要施工单位进行深化设计。深化设计文件应经原设计单位认可。对于改建、扩建工程，应经承担该改建、扩建工程的设计单位认可。

3.1.4 钢筋混凝土结构工程专项施工方案包括：模板工程专项施工方案、钢筋工程专项施工方案、混凝土工程专项施工方案和装配式混凝土工程专项施工方案等。施工前，应根据施工方案内容向施工操作人员做好技术交底工作。

3.1.5 施工单位应重视施工资料管理工作，建立施工资料管理制度，将施工资料的形成和积累纳入到施工管理的各个环节和有关人员的

职责范围。在资料管理过程中应保证施工资料的真实性和有效性。

3.2 施工技术

3.2.1 混凝土结构施工前的准备工作包括：供水、用电、道路、运输、模板及支架、混凝土覆盖与养护、起重设备、泵送设备、振捣设备、施工机具和安全防护设施等。

3.2.2 施工阶段的监测内容可根据设计文件的要求和施工质量控制的需要确定。施工阶段的监测内容一般包括：施工环境监测、结构监测（如结构沉降观测、倾斜测量、楼层水平度测量、控制点标高与水准测量以及构件关键部位或截面的应变、应力监测和温度监测等）。

3.2.3 采用新技术、新工艺、新材料、新设备时，应经过试验和技术鉴定，并应制定可行的技术措施。设计文件中指定使用新技术、新工艺、新材料时，施工单位应依据设计要求进行施工。施工单位使用新技术、新工艺、新材料时，应经监理单位核准。

3.3 施工质量与安全

3.3.1 “三检制度”是指自检、互检和交接检。在每道施工工序完成后，应及时进行检查，确认符合要求后方可进行下一道工序的施工。

3.3.2 混凝土结构工程的隐蔽工程验收，验收内容主要包括钢筋、预埋件等，当隐蔽工程的检查、验收与相应检验批的检查、验收内容相同时，可以合并进行。

3.3.6 混凝土试件留置是混凝土结构施工检测和试验计划的重要内容。混凝土结构施工过程中，确认混凝土强度等级达到要求应采用

标准养护的混凝土试件。混凝土结构构件拆模、脱模、吊装、施加预应力及施工期间负荷时的混凝土强度，应采用同条件养护的混凝土试件。当施工阶段混凝土强度指标要求较低，不适宜采用同条件养护试件进行强度测试时，可根据经验判断。

3.3.7 混凝土结构工程施工过程中，需要针对不同的分项工程，有针对性地编制预防事故的安全技术措施。

3.3.8 专项施工方案编制应当包括以下内容：

- 1 危大工程概况、施工平面布置、施工要求和技术保证条件；
- 2 编制说明依据的法律、法规、规范性文件、技术规范、标准及图纸、施工组织设计等；
- 3 施工进度计划、材料与设备计划、技术参数、工艺流程、施工方法、检查验收等；
- 4 计算书、相关施工图及节点详图；
- 5 公司安全管理部门和危大工程的项目管理机构、施工安全技术措施、应急救援预案、监测监控措施等；
- 6 工程项目部专职安全管理人员、特种作业人员名单及其安全生产考核合格证书、特种作业资格证书。

4 模板工程

4.1 一般规定

4.1.1 混凝土结构施工用的模板材料，包括钢材、铝材、胶合板、塑料、木材等。支架材料宜选用钢材或铝合金等轻质高强的可再生材料，连接件采用标准定型连接件，有利于操作安全、连接可靠和重

复使用。

4.1.4 模板脱模剂有油性、水性等种类。为不影响后期的混凝土表面实施粉刷、批腻子及涂料装饰等，宜采用水性脱模剂。模板上涂废机油会影响到混凝土的观感和后期抹灰的黏结性。同时，模板上涂废机油容易污染到钢筋，影响钢筋与混凝土的粘结力。

4.1.7 由于模板验收时尚未浇筑混凝土，当发现模板安装存在过大偏差时，应在混凝土浇筑之前对模板进行修整。

4.1.9 模板在混凝土重力、侧压力及施工荷载的作用下，容易出现跑模、变形或塌陷等异常情况的发生，混凝土浇筑过程中应设专人对模板和支架进行观察维护，避免质量事故，保证工程质量和施工安全。

4.1.10 模板工程专项施工方案一般包括下列内容：模板及支架的类型；模板及支架的材料要求；模板及支架的计算书和施工图；模板及支架安装、拆除相关技术措施；施工安全和应急措施；文明施工、环境保护等技术要求。

4.2 设 计

4.2.3 模板及支架的承载力计算采用荷载基本组合；变形验算采用永久荷载标准值，即不考虑可变荷载，当所有永久荷载同方向时，即为永久荷载标准值的代数和。

4.2.4 作用在模板及支架上的荷载分为永久荷载和可变荷载。将新浇筑混凝土的侧压力列为永久荷载是基于混凝土浇筑入模后侧压力相对稳定地作用在模板上，直至混凝土逐渐凝固而消失，符合“变化与平均值相比可以忽略不计或变化是单调的并能趋于限值”的永久

荷载定义。

当支架结构与周边已浇筑混凝土并具有一定强度的结构可靠拉结时，可以不验算整体稳定。对相对独立的支架，在其高度方向上与周边结构无法形成有效拉结的情况下，可分别计算泵送混凝土或不均匀堆载等因素产生的附加水平荷载（ Q_3 ）作用下和风荷载（ Q_4 ）作用下支架的整体稳定性，以保证支架架体的构造合理性，防止突发性的整体坍塌事故。

4.2.5 第1款 对模板及支架的承载力设计提出了基本要求。通过引入结构重要性系数 γ_0 ，区分了“重要”和“一般”模板及支架的设计要求，其中“重要的模板及支架”包括高大模板支架，跨度较大、承载较大或体型复杂的模板及支架等。另外，还引入承载力设计值调整系数 γ_R 以考虑模板及支架的重复使用情况，其中对周转使用的工具式模板及支架， γ_R 应大于1.0；对新投入使用的非工具式模板与支架， γ_R 可取1.0。

第2款 基于目前房屋建筑的混凝土楼板厚度以120mm以上为主，其单位面积自重与施工荷载相当。因此，根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009相关规定，对由永久荷载效应控制的组合，应取1.35的永久荷载分项系数，为便于施工计算，统一取1.35系数。从理论和设计习惯两个方面考虑，侧面模板设计时模板侧压力永久荷载分项系数取1.2更为合理，本条公式中通过引入模板及支架的类型系数 α 解决此问题，1.35乘以0.9近似等于1.2。

第4款 模板面板的变形量直接影响混凝土构件的尺寸和外观质量。对于梁板等水平构件，其模板面板及面板背侧支撑的变形验

算采用施加其上的混凝土、钢筋和模板自重的荷载标准值；对于墙等竖向模板，其模板面板及面板背侧支撑的变形验算采用新浇筑混凝土的侧压力的荷载标准值。

第 5 款 对模板支架高宽比的限定主要为了保证在周边无结构提供有效侧向刚性连接的条件下，防止细高形的支架倾覆整体失稳。整体稳固性措施包括支架体内加强竖向和水平剪刀撑的设置；支架体外设置抛撑、型钢桁架撑、缆风绳等。

第 6 款 抗倾覆力矩主要由钢筋、混凝土和模板自重等永久荷载产生。

4.2.6 在多、高层建筑的混凝土结构工程施工中，已浇筑的楼板可能还未达到设计强度，或者已经达到设计强度，但施工荷载显著超过其设计荷载，因此，必须考虑设置足够层数的支架，以避免相应各层楼板产生过大的应力和挠度。

4.2.7 支架立柱或竖向模板下的土层承载力设计值，应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定或工程地质报告提供的数据采用。

4.3 胶合板（木）模板施工工艺

II 基础模板施工工艺

4.3.5 通过对基础模板底边进行硬化找平，提高模板的稳定性，避免由于基层不平整导致的模板变形或漏浆等问题，为整个结构的稳定性和耐久性提供有力保障。

4.3.7 第 1 款 底部采用砂浆进行填塞密封主要是为了防止漏浆问题，

提高混凝土施工质量。斜撑或围箍的设置应根据模板的尺寸、重量和吊装高度进行计算和设计，以确保其能够提供足够的支撑力和稳定性。

4.3.10 模板拆除的顺序和方法，应首先按照模板的设计规定进行，原则上应先拆非承重部位，后拆承重部位，并遵循自上而下拆除的原则。

III 剪力墙、柱模板施工工艺

4.3.13 第 1 款 钉设压脚板主要是为了防止剪力墙墙根和柱脚部位出现漏浆烂根现象。

4.3.15 柱子高度超过 2m 时应分层浇筑，这个高度限制是基于混凝土的流动性、振捣效果以及施工操作的便利性来确定的。分层浇筑可以确保混凝土在浇筑过程中保持均匀性和稳定性。

IV 梁、板模板施工工艺

4.3.19 扣件钢管支架作为目前主要的模板支架形式，本条结合《混凝土结构施工规范》对采用扣件钢管作模板支架规定了一些基本的量化构造尺寸规定。对于轮扣式钢管脚手架，限定立柱顶端插入可调托座伸出顶层水平杆的长度和可调托座螺杆伸出长度，更有利于立杆的稳定性。

4.3.20 第 1 款 第 1 项 梁模板的起拱高度未包括设计起拱值，只考虑了模板本身在荷载作用下的下挠。因此，在使用时应根据模板情况取值，木模板可取偏大值（ $1.5/1000\sim 3/1000$ ）。

4.3.23 第 3 款 多层、高层建筑施工中，连续 2 层或 3 层模板支架的

拆除要求与单层模板支架不同，需根据连续支模层间荷载分配计算以及混凝土强度的增长情况确定底层支架拆除时间。

VI 施工注意事项

4.3.30 施工脚手架通常用于支撑施工人员和材料，其承载能力有限，圈梁、阳台、雨篷及挑檐等自身荷载较大，如果额外将这些荷载加在脚手架上，会导致脚手架过载，严重的甚至引发坍塌事故。

4.3.32 对已拆除模板的结构，一般其混凝土强度均只达到设计的75%，若此时就需其承受全部设计使用荷载，或者虽达到混凝土设计强度的100%，但施工荷载所产生的效应比使用荷载的效应更为不利时，必须经过校算加设临时支撑。

4.4 铝合金模板施工工艺

II 施工工艺

4.4.5 本条对铝合金模板的设计条件、要求提出了具体的内容。在实际工程中，还应根据工程施工图、施工要求以及现场作业条件进行分析，必要时，应先通过图纸会审，并根据建设方对设计修改、变更、进度、投资等要求进行综合考虑。

4.4.6 面板厚度对于平面模板的板面刚度和承载力有较大影响，且在模板循环使用过程中较易磨损，要求其实测厚度不得小于 3.5mm。公称壁厚相当于设计尺寸，根据不同精度等级，允许有正、负偏差。

4.4.8 第 1 款 第 2 项 背楞的主要作用在于增加墙柱模板的侧向刚度，保证拆模后混凝土的成型质量。背楞间距过大，墙柱模板侧向刚度不够，容易胀模，拆模后混凝土垂直度、平整度难以达到要求。转角背楞一体化要求的目的在于控制墙柱转角处模板的变形。

第 1 款 第 3 项 斜撑在铝合金模板系统中主要用于模板安装过程中调整模板垂直度和混凝土浇捣过程中保持模板的垂直度，且当模板整体受到较大的水平荷载时，斜撑可以为模板整体系统提供抗滑、抗倾覆作用。

第 1 款 第 4 项 相邻模板连接销钉数量的要求，主要目的在于保证相邻模板间传力的可靠性。

4.4.11 模板早拆是指拆除支撑周边模板、保留支撑及早拆头继续支撑混凝土，故在拆除过程中严禁先拆除支撑再回顶的情况。

4.5 大模板施工工艺

II 施工工艺

4.5.8 从便于大模板的安装操作和安全施工的角度，规定了先安装墙体内侧模板，再安装外侧模板的顺序原则。

4.5.11 从施工安全性考虑，外侧的大模板就位于外模支架上，且在建筑物外侧，当对拉螺栓等连接拆除后有可能增加意外的不安全荷载，应先拆除外侧模板。

有支撑架的大模板，当对拉螺栓、连接件等拆除后，应调整支撑使大模板稳定停放。无支撑架的大模板，连接件拆除后，则应采取临时固定措施，不能将模板直接倚靠在墙体结构或不稳定物体上，以防破坏墙体结构或模板滑倒伤人。

大模板整装整拆，面积越大，模板与混凝土之间的粘结力就越大，如果模板表面清理得不好、脱模剂涂刷有缺陷，表面光滑程度等出现问题，会给拆模带来困难。

4.5.17 模板偏斜与摆动，不但会增加起重设备的附加荷载，还容易引起模板与其他构筑物刮蹭。

大模板的迎风面积大，当风力较大且作业高度增加后，在空中易姿态失控，存在安全隐患，因此规定当大风达到六级以上时，应停止作业。

4.6 液压滑升模板施工工艺

I 施工准备

4.6.5 第 2 款 操作平台应具有足够的强度和适当的刚度。因为，有时要靠调节操作平台的倾斜度来纠偏，如果操作平台刚度不足，则调整建筑物的垂直度和中心线的效果将会降低，而且由于千斤顶的升差容易累积，造成平台和围圈的杆件产生过大变形。

第 3 款 提升用的千斤顶放置在提升架的横梁上，因此两者的位置应相适应。在结构的某些部位（例如在梁的部位）也可放置一些不设千斤顶的提升架，用以抵抗模板侧压力。

4.6.6 第 3 款 组装好的模板应具有上口小、下口大的倾斜度，目的是要保证施工中浇灌混凝土时上围圈变形时，模板不出现反倾斜度；避免混凝土被拉裂。但安装的倾斜度过大或因提升架刚度不足使施工过程中的倾斜度过大，提升后会在模板与混凝土之间形成较大的缝隙，新浇混凝土沿缝隙流淌，而使结构表面形成鱼鳞片，影响混凝土外观质量。

4.6.7 第 2 款 第 1 项 支承杆对千斤顶的爬升运动起导向作用，因此对支承杆本身的平直度和两根支承杆接头处的同轴性提出要求，这对减少操作平台中心线飘移和扭转有重要作用。

第 2 款 第 2 项 强调壁厚小于 200mm 的结构，其支承杆不应抽拔，以确保混凝土质量。

第 3 款 预留孔洞的胎模或门窗框衬模厚度（宽度），应略小于模板上口尺寸，保证胎模能在模板间顺利通过，避免提升时胎模被模板卡住，使胎模被带起或增大提升时的摩阻力。

第4款 初滑是指工程开始时进行的初次提升阶段，也包括在模板空滑后的首次提升，初滑程序应在施工方案中予以规定，主要应注意以下几点：

(1)初滑时既要能使混凝土自重克服模板与混凝土之间的摩阻力，又要使下端混凝土达到必要的出模强度，因此，应对混凝土的凝结状态进行全面检查；

(2)初滑一般是模板结构在组装后初次经受提升荷载的考验，因此要经过一个试探性提升过程，同时检查模板装置工作是否正常，发现问题应立即处理。

第6款 滑升中保持操作平台基本水平，对防止结构中心线飘移和混凝土外观质量有重要意义，因此每滑升200mm~400mm 都应对各千斤顶进行一次自检调平。目前操作平台水平控制方法主要有限位卡调平、联通管自动调平系统，激光平面法自动调平也可选用，经验表明都可使相邻千斤顶的高差控制在20mm内。

第7款 根据经验，连续变截面结构的滑升中一次收分量不宜大于6mm。烟囱、电视塔等变坡度结构习惯上是每提升一次进行一次收分操作。提升过程中内模板有托起内壁混凝土的趋势，收分过程中外模板又有压迫外壁混凝土趋势，而一次提升高度和收分量愈大，对混凝土质量的潜在影响也愈大。如结构坡度大于3.0%，应适当降低支承杆的设计承载能力。

第8款 停歇位置设在梁底以下100mm~200mm处，主要为梁的钢筋绑扎或安装提供一定的操作空间。

第10款 第3项 使用工具式支承杆时，由于支承杆一般都设置

在结构截面的内部，模板提升时，其套管与混凝土之间也存在着较大的摩阻力，即产生的总摩阻力要比使用非工具式支承杆时更大，因此在这种情况下应在提升模板之前转动和适当托起套管，以减小由此引起的摩阻力，防止混凝土被拉裂。

5 钢筋工程

5.1 一般规定

5.1.1 钢筋进场时，应检查产品合格证和出厂检验报告，并按相关标准的规定进行抽样检验。由于工程量、运输条件和各种钢筋的用量等的差异，很难对钢筋进场的批量大小做出统一规定。实际验收时，若有关标准中对进场检验作了具体规定，应遵照执行；若有关标准中只有对产品出厂检验的规定，则在进场检验时，批量应按下列情况确定：

1 对同一厂家、同一牌号、同一规格的钢筋，当一次进场的数量大于该产品的出厂检验批量时，应划分为若干个出厂检验批，并按出厂检验的抽样方案执行。

2 对同一厂家、同一牌号、同一规格的钢筋，当一次进场的数量小于或等于该产品的出厂检验批量时，应作为一个检验批，并按出厂检验的抽样方案执行。

3 对不同时间进场的同批钢筋，当确有可靠依据时，可按一次进场的钢筋处理。

5.1.3 钢筋代换除应满足等强代换的原则外，尚应综合考虑不同钢筋牌号的性能差异对裂缝宽度验算、最小配筋率、抗震构造要求等的影响，并应满足钢筋间距、保护层厚度、锚固长度、搭接接头面积百分率及搭接长度等的要求。

5.1.4 钢筋连接的形式（搭接、机械连接、焊接）各自适用于一定的工程条件。各种类型钢筋接头的传力性能（强度、变形、恢复力、破坏状态等）均不如直接传力的整根钢筋，任何形式的钢筋连接均

会削弱其传力性能，因此钢筋连接的基本原则为：连接接头宜设置在受力较小处；限制钢筋在构件同一跨度或同一层高内的接头数量；避开结构的关键受力部位，如柱端、梁端的箍筋加密区，并限制接头面积百分率等。

5.1.5 第 1 款 搭接钢筋应错开布置，且钢筋端面位置应保持一定间距。首尾相接形式的布置会在搭接端面引起应力集中和局部裂缝，应予以避免。

第 2 款 搭接钢筋接头中心的纵向间距应不大于 1.3 倍搭接长度。当搭接钢筋端部距离不大于搭接长度的 30% 时，均属位于同一连接区段的搭接接头。粗、细钢筋在同一区段搭接时，按较细钢筋的截面积计算接头面积百分率及搭接长度。这是因为钢筋通过接头传力时，均接受力较小的细直径钢筋考虑承载受力，而粗直径钢筋往往有较大的余量。对梁、板、墙、柱类构件的受拉钢筋搭接接头面积百分率分别提出了控制条件。其中，对板类、墙类及柱类构件，尤其是预制装配整体式构件，在实现传力性能的条件下，可根据实际情况适当放宽搭接接头面积百分率的限制。并筋分散、错开的搭接方式有利于各根钢筋内力传递的均匀过渡，改善了搭接钢筋的传力性能及裂缝状态。因此并筋应采用分散、错开搭接的方式实现连接，并按截面内各根单筋计算搭接长度及接头面积百分率。

5.1.6 计算接头连接区段长度时，“钢筋直径”为相互连接两根钢筋中较小直径，并按该直径计算连接区段内的接头面积百分率；当同一构件内不同连接钢筋计算的连接区段长度不同时取大值。装配式混凝土结构为由预制构件拼装的整体结构，构件连接处无法做到分

批连接，多采用同截面 100% 连接的形式，施工中应采取措施保证连接的质量。

5.1.8 起始距离宜为 50mm 的规定系根据工程经验提出，具体适用范围为：梁端第一个箍筋的位置，柱底部第一个箍筋的位置，也包括暗柱及剪力墙边缘构件；楼板边第一根钢筋的位置；墙体底部第一个水平分布钢筋及暗柱箍筋的位置。

5.1.11 搭接区域的箍筋对于约束搭接传力区域的混凝土、保证搭接钢筋传力至关重要。根据相关规范的要求，规定了搭接长度范围内的箍筋直径、间距等构造要求。

5.1.12 焊工是焊接施工质量的保证，本条提出了焊工考试合格证、焊接工艺试验等要求。不同品种钢筋的焊接及电渣压力焊的适用条件是焊接施工中较为重要的问题。焊接施工还应按相关标准、规定做好劳动保护和安全防护，防止发生火灾、烧伤、触电以及损坏设备等事故。

5.1.13 不同牌号钢筋可焊性及焊后力学性能影响有差别，对细晶粒钢筋（HRBF）、余热处理钢筋（RRB）焊接分别提出了不同的控制要求。此外粗直径钢筋的（大于 28mm）焊接质量不易保证，工艺要求从严。

5.1.14 焊前准备工作的好坏直接影响焊接质量，为了防止焊接接头产生夹渣、气孔等缺陷，在焊接区域内，钢筋表面铁锈、油污、熔渣等应清除；影响接头成型的钢筋端部弯折、劈裂等，应予矫正或切除。

5.1.15 使用受潮焊剂焊接会产生气孔，因此若受潮应进行烘焙；新

旧焊剂混合使用时，应注意混合比例。

5.1.16 将纵肋对纵肋可获得足够的有效连接面积。

5.1.19 在采用电阻点焊、闪光对焊、埋弧压力焊时，电源电压的波动对焊接质量有较大影响。在现场施工时，由于用电设备多，往往造成电压降较大。为此要求焊接电源箱内装设电压表，焊工可随时观察电压波动情况，及时调整焊接工艺参数，以保证焊接质量。

5.2 钢筋加工制作

II 施工工艺

5.2.6 机械调直有利于保证钢筋质量，控制钢筋强度，是推荐采用的钢筋调直方式。无延伸功能指调直机械设备的牵引力不大于钢筋的屈服力。如采用冷拉调直，应控制调直冷拉率，以免影响钢筋的力学性能。带肋钢筋进行机械调直时，应注意保护钢筋横肋，以避免横肋损伤造成钢筋锚固性能降低。钢筋无局部弯折，一般指钢筋中心线同直线的偏差不应超过全长的1%。

5.2.8 第2款规定了各种钢筋弯折时的弯弧内直径，并在国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的基础上根据相关标准规范的规定进行了补充。拉筋弯折处，弯弧内直径除应符合本条第2款第5项对箍筋的规定外，尚应考虑拉筋实际勾住钢筋的具体情况。

第3款规定的纵向受力钢筋弯折后平直段长度包括受拉光面钢筋180°弯钩、带肋钢筋在节点内弯折锚固、带肋钢筋弯钩锚固、分批截断钢筋延伸锚固等情况，本规范仅规定了光圆钢筋180°弯

钩的弯折后平直段长度，其他构造应符合设计要求及现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

第 6 款 规定了箍筋、拉筋末端的弯钩构造要求，适用于焊接封闭箍筋之外的所有箍筋、拉筋；其中拉筋包括梁、柱复合箍筋中单肢箍筋，梁腰筋间拉结筋，剪力墙、楼板钢筋网片拉结筋等。有抗震设防要求的结构构件，即设计图纸和相关标准规范中规定具有抗震等级的结构构件，箍筋弯钩可按不小于 135° 弯折。本款中的设计专门要求指构件受扭、弯剪扭等复合受力状态，也包括全部纵向受力钢筋配筋率大于 3% 的柱。第 4 项中，拉筋用作单肢箍筋或梁腰筋间拉结筋时，弯钩的弯折后平直段长度按第 2 项规定确定即可。加工两端 135° 弯钩拉筋时，可做成一端 135° 另一端 90° ，现场安装后再将 90° 弯钩端弯成满足要求的 135° 弯钩。

5.3 钢筋绑扎与安装

III 剪力墙、柱钢筋施工工艺

5.3.13 第 1 款 第 2 项 (3) 为保证剪力墙的承载受力，规定了墙内水平、竖向钢筋锚固、搭接的构造要求。其中水平钢筋搭接要求错开布置；竖向钢筋则允许在同一截面上搭接，即接头面积百分率 100%；(7) 竖向钢筋下料长度的确定要考虑保证钢筋位置准确、利于钢筋竖起时的稳定以外，还要尽量减少钢筋接头数量和避免钢筋浪费，具体应结合工程情况和钢筋定尺长度确定。

第 2 款 第 6 项 有抗震设防要求的结构构件，即设计图纸和相关标准规范中规定具有抗震等级的结构构件，箍筋弯钩可按不小于

135° 弯折。

5.4 钢筋电渣压力焊接

I 施工准备

5.4.1 第 2 款 使用受潮焊剂焊接会产生气孔，因此若受潮应进行烘焙。新旧焊剂混合使用时，应注意混合比例。

5.4.5 清除焊接区域内的表面铁锈、油污或熔渣等是为了防止焊接接头出现夹渣或气孔等焊接缺陷；钢筋端部弯折和劈裂等会影响接头成型质量，因此应予以矫正或切除。

5.4.7 在工程开工或者每批钢筋正式焊接之前，均须采用与生产相同条件进行焊接工艺试验，以便了解钢筋焊接性能，选择最佳焊接参数，以及掌握担负生产的焊工的技术水平。若第 1 次未通过，应改进工艺，调整参数。直至合格为止。采用的焊接工艺参数应作好记录，以备查考。

在焊接过程中，如果钢筋牌号、直径发生变更，应同样进行焊接工艺试验。

5.5 钢筋电弧焊接

II 施工工艺

5.5.8 第 1 款 钢筋帮条焊时，若采用双面焊，接头中应力传递对称、平衡，受力性能良好；若采用单面焊，则较差，因此，应尽可能采用双面焊。

第 2 款 在焊接时坡口背面不易焊到，容易产生气孔、夹渣等缺

陷，焊缝成型也比较困难。通过试验研究和生产实践表明，坡口平焊和坡口立焊时，加一块钢垫板，不仅便于施焊，也容易保证焊接质量。钢筋与钢垫板之间，加焊侧面焊缝，目的是提高接头强度，保证质量。

第 3 款 在采用穿孔塞焊中，可在内侧加焊一圈角焊缝，以提高接头强度。

5.6 钢筋闪光对焊

II 施工工艺

5.6.6 钢筋闪光对焊具有效率高、材料省、施焊方便，宜优先使用。施焊时，应选用合适的工艺方法和焊接参数。

连续闪光焊工艺方法简单、生产效率高，是焊工常用的一种方法，但是，采用这一方法。主要与焊机的容量、钢筋牌号和直径大小有密切关系，一定容量的焊机只能焊接与相适应规格的钢筋。因此，表 5.6.6 对连续闪光焊采用不同容量的焊机时，对不同牌号钢筋所能焊接的上限直径加以规定，以保证焊接质量。当超过表中限值时，应采用预热闪光焊或闪光—预热闪光焊。

5.6.9 第 1 款第 1 项 对焊接头外观质量检查结果，不得有肉眼可见的裂纹。这里包括环向裂纹和纵向裂纹；《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2003 中规定为：不得有横向裂缝（即环向裂缝），两者比较，对其要求有所提高。

第 1 款第 3 项 接头处的弯折角度不得大于 2° 。说明如下：接头处的弯折对接头性能带来不利影响。一个弯折的闪光对焊接头，在

承受外力后，在焊缝区必然产生应力分布不均，在一侧，提前到达屈服，甚至产生裂纹，故规定为 $\leq 2^\circ$ 。相较于《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2003 中规定的 $\leq 3^\circ$ ，要求有所提高。

第 1 款第 4 项 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 1mm。相较于《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2003 中规定为：且不得大于 2mm，要求有所提高。

5.7 钢筋气压焊接

I 施工准备

5.7.1 第 2 款 对氧气的质量要求,根据现行国家标准《工业氧》GB/T 3863 中规定,氧含量,按体积百分数,优等品指标为 $\geq 99.5\%$,一等品为 $\geq 99.2\%$ 。本规程中规定:按体积百分数,氧含量 $\geq 99.5\%$ 。

第 3 款 在现行国家标准《溶解乙炔》GB 6819 中规定,溶解乙炔的质量标准如下:乙炔纯度,按体积比,大于或等于 98%;磷化氢、硫化氢含量,应使用硝酸银试纸不变色。

第 4 款 在推广应用氧液化石油气气压焊时,应使用符合现行国家标准《液化石油气》GB 11174 或《油气田液化石油气》GB9052.1 中规定质量要求的液化石油气。

II 施工工艺

5.7.11 第 1 款 气压焊焊接缺陷及消除措施见下表:

气压焊焊接缺陷及清除措施

| 焊接缺陷 | 产生原因 | 消除措施 |
|--------------|--|---|
| 轴线偏移 (偏心) | 1. 焊接夹具变形,两夹头不同心、或夹具刚度不够; 2. 两钢筋安装不正; 3. 钢筋接合端面倾斜; 4. 钢筋未夹紧进行焊接 | 1. 检查夹具,及时修理或更换; 2. 重新安装夹紧; 3. 切平钢筋端面; 4. 夹紧钢筋再焊 |
| 弯折 | 1. 焊接夹具变形,两夹头不同心; 2. 平焊时,钢筋自由端过长; 3. 焊接夹具拆卸过早 | 1. 检验夹具,及时修理或更换; 2. 缩短钢筋自由端长度; 3. 熄火后半分钟再拆夹具 |
| 镦粗直径不够 | 1. 焊接夹具动夹头有效行程不够; 2. 顶压油缸有效行程不够; 3. 加热温度不够; 4. 压力不够 | 1. 检查夹具和顶压油缸,及时更换; 2. 采用适宜的加热温度及压力 |
| 镦粗长度不够 | 1. 加热幅度不够宽; 2. 顶压力过大过急; | 1. 增大加热幅度; 2. 加压时应平稳 |

| | | |
|--------------|--|-------------------|
| 钢筋表面 严重烧伤 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 火焰功率过大; 2. 加热时间过长; 3. 加热器摆动不匀 | 调整加热火焰, 正确掌握操作方法 |
| 未焊合 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 加热温度不够或热量分布不均; 2. 顶压力过小; 3. 接合端面不洁; 4. 端面氧化; 5. 中途灭火或火焰不当 | 合理选择焊接参数、正确掌握操作方法 |

第 2 款 钢筋熔态气压焊接头的镢粗直径与固态气压焊接头相比, 稍有不同。接头轴线偏移在 0.3 倍钢筋直径以下时, 可加热矫正。

5.8 钢筋滚轧直螺纹连接

II 施工工艺

5.8.5 钢筋连接工程开始前，应对不同钢厂的进场钢筋进行接头工艺检验，主要检验接头技术提供单位采用的接头类型（如剥肋滚轧直螺纹接头、镦粗直螺纹接头）和接头型式（如标准型、异径型等）、加工工艺参数是否与本工程中进场钢筋相适应，以提高实际工程中抽样试件的合格率，减少在工程应用后发现问题造成的经济损失，施工过程中如更换钢筋生产厂、改变接头加工工艺或接头技术提供单位，应补充进行工艺检验。

5.8.6 钢筋丝头的加工应保持丝头端面的基本平整，使安装扭矩能有效形成丝头的相互对顶力，消除螺纹间隙，减少接头拉伸后的残余变形。

5.8.8 第 1 款 螺纹量规检验是施工现场控制丝头加工尺寸和螺纹质量的重要工序，接头技术提供单位应提供专用螺纹量规。

6 预应力工程

6.1 一般规定

6.1.1 对预应力、装配式结构等工程，当原设计文件深度不够，不足以指导施工时，需要施工单位进行深化设计。深化设计文件应经原设计单位认可。对于改建、扩建工程，应经承担该改建、扩建工程的设计单位认可。

6.1.2 灌浆施工会受环境温度影响，高温下因水分蒸发水泥浆的稠度将迅速提高，而冬期的水泥浆易受冻结冰，从而造成灌浆操作困难，且难以保证质量，因此应尽量避免高温环境下灌浆和冬期灌浆。如果不得已在冬期环境下灌浆施工，应通过采用抗冻水泥浆或对构件采取保温措施等来保证灌浆质量。

6.1.4 预应力工程在张拉阶段可能会出现预应力筋断裂或滑脱的情况，对结构构件的受力性能影响极大，因此，规定应严格限制其断裂或滑脱的数量。先张法预应力构件中的预应力筋不允许出现断裂或滑脱，若在浇筑混凝土前出现断裂或滑脱，相应的预应力筋应予以更换。

6.1.5 缓粘结预应力技术是在有粘结和无粘结基础上产生的，原来可以采用有粘结或无粘结预应力技术的混凝土结构，均可采用缓粘结预应力技术。梁柱节点钢筋密集时，采用有粘结预应力技术群锚布置会非常困难，由于缓粘结预应力钢绞线采用了单孔锚固，锚具尺寸大大缩小，采用缓粘结预应力技术会很好解决这一问题。

6.1.6 由于缓粘结预应力钢绞线采用了高强度低松弛预应力钢绞线，应采用较高强度等级的混凝土，才可充分发挥高强度预应力钢绞线

的作用，达到更经济的目的。结构中局部采用预应力混凝土构件时，混凝土强度等级要求可适当降低。

6.1.7 预应力筋的长度会影响到预应力摩擦损失，当预应力筋长度超过本条规定长度时，预应力摩擦损失过大，不能充分发挥预应力筋的强度。如果开始设计时预应力筋长度没超过规定长度，而由于施工措施不得不增加预应力筋长度时，应重新计算预应力摩擦损失，调整预应力配筋。由于许多工程施工进度难以准确预测，为了避免在低温下预应力张拉引起过大的预应力损失，有条件的情况下两端均可采用张拉端形式，低温下可通过两端张拉减小预应力损失，方便时也可采用电加热法在低温下进行张拉。

6.1.8 混凝土中氯离子含量过高，会引起预应力筋的锈蚀，严重影响结构构件受力性能和耐久性，因此，应严格控制。

6.2 先张法预应力工程施工工艺

II 施工工艺

6.2.7 第 3 款 根据先张法预应力筋的锚固及预应力传递性能，提出了配筋净间距的要求，其数值是根据试验研究及工程经验确定的。

6.2.8 第 1 款 如混凝土未达到要求的强度即行张拉，混凝土收缩、徐变所引起的预应力损失值将大为增加，同时可使锚下混凝土产生裂纹甚至破碎。依据现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204，规定了构件张拉时的混凝土的最低强度。

6.2.12 第 1 款 预应力筋张拉力是由锚固区传递给结构，因此张拉或放张时实体结构应达到设计要求的强度，满足锚固区局部承压承载

力的要求。

第 2 款 规定了先张法预应力构件的预应力筋放张原则，主要考虑确保施工阶段先张法构件的受力不出现异常情况。

III 成品保护

6.2.14 混凝土在未到达一定强度时，踩踏、堆放荷载、安装模板及支架等易于破坏混凝土内部结构，导致混凝土产生裂缝及影响混凝土后期性能。在实际操作中，混凝土是否达到 1.2MPa 要求，可根据经验进行判定。

6.3 后张法预应力工程施工工艺

I 施工准备

6.3.6 第 1 款 成孔管道钢筋支托的间距，与预应力筋重量和成孔管道自身刚度有关。一般曲线预应力筋的关键点如最高点、最低点和反弯点等应直接点焊钢筋支托，其余点可按等距离布置支托。成孔管道安装后应采用铁丝与钢筋支托绑扎牢靠，必要时点焊压筋，形成井字形钢筋支托，防止成孔管道上浮。

第 2 款 预留孔道的截面积宜为穿入预应力筋截面积的 3 倍~4 倍，是根据工程经验提出的。

第 5 款 圆形金属波纹管的连接采用大一规格的管道连接，其工艺成熟，现场操作方便。扁形金属波纹管无法采用旋入连接工艺，通常也可采用更大规格的扁管套接工艺。

第 8 款 由于对预制构件预应力筋孔道间距的控制比现浇结构

构件更容易，且混凝土浇筑质量更容易保证，故对预制构件预应力筋孔道间距的规定比现浇结构构件的小。

第 10 款 第 1、3 项 采用普通灌浆工艺时，从一端注入的水泥浆往前流动，并同时孔道内的空气从另一端排出。当预应力孔道呈起伏状时，易出现水泥浆流过但空气未被往前挤压而滞留于管道内的情况；曲线孔道中的浆体由于重力下沉、水分上浮会出现泌水现象；当空气滞留于管道内时，将出现灌浆缺陷，还可能被泌出的水充满，不利于预应力筋的防腐，波峰与波谷高差越大这种现象越严重。所以，本条规定曲线孔道波峰部位设置排气管兼泌水管，该管不仅可排除空气，还可以将泌水集中排除在孔道外。泌水管常采用钢丝增强塑料管以及壁厚不小于 2mm 的聚乙烯管，有时也可用薄壁钢管，以防止混凝土浇筑过程中出现排气管压扁。

6.3.9 第 1 款 后张法结构中，预应力是靠端部锚具传递的，应保证锚垫板和局部受压加强钢筋选用和布置得当，特别是当采用铸造锚垫板时，应根据锚具供应商提供的产品技术手册相关的技术参数选用与锚具配套的锚垫板和局部加强钢筋，以及确定张拉时要求达到的混凝土强度等技术要求。

第 2 款 预应力筋的张拉顺序应使混凝土不产生超应力、构件不扭转与侧弯，因此，对称张拉是一个重要原则，对张拉比较敏感的结构构件，若不能对称张拉，也应尽量做到逐步渐进地施加预应力。减少张拉设备的移动次数也是施工中应考虑的因素。

第 3 款 第 1~3 项 体外预应力张拉与体内预应力张拉相比，更应该重视对称张拉。体外预应力筋通过转向块和锚固块将预应力传

递给原混凝土结构，不对称张拉会引起转向块和锚固块偏心受力，有可能引起偏转，因此，必须按对称性张拉，必要时必须分级张拉。梁端张拉能保证体外预应力筋梁端拉力尽可能对称。另外，也要根据设计要求，如果设计按两端张拉计算的摩擦损失和有效预应力，并要求两端张拉的，施工时必须两端张拉。建筑结构中一束体外预应力筋根数不是很多，张拉位置能整束张拉时应整束张拉，整束张拉会引起偏心，施工中应注意。为了减少偏心，可以整束分级张拉。

第3款第4、5项 一般情况下，同一束有粘结预应力筋应采取整束张拉，使各根预应力筋建立的应力均匀。只有在能够确保预应力筋张拉没有叠压影响时，才允许采用逐根张拉工艺，如平行编排的直线束、只有平面内弯曲的扁锚束以及弯曲角度较小的平行编排的短束等。

6.3.10 第1款 对后张预应力混凝土结构中预留孔道的灌浆孔的间距要求，是为了保证灌浆质量。

第3款 灌浆顺序的安排应避免相互串孔冒浆现象，条文中提出了先下后上的原则。

第5款 当灌浆不畅通而更换灌浆孔时，应及时将第一次灌入的水泥浆排出，以免孔道内留有空气，影响灌浆质量。如排浆困难，也可采用钻孔补灌等措施。

第6款 预应力筋张拉后处于高应力状态，对腐蚀非常敏感，所以应尽早对孔道进行灌浆。灌浆是对预应力筋的永久保护措施，要求孔道内水泥浆饱满、密实，完全握裹住预应力筋。灌浆质量的检验应着重现场观察检查，必要时也可凿孔或采用无损检查。

第 7 款 灌浆质量应强调其密实性从而对预应力筋提供可靠的防腐保护，而孔道灌浆材料与预应力筋之间的粘结力同时也是预应力筋与混凝土共同工作的前提。参考国外的有关规定并考虑目前建筑工程中强度为 30MPa 的孔道灌浆材料可有效提供对预应力筋的防护并提供足够的粘结力，故本条规定了孔道灌浆材料的抗压强度不应小于 30MPa。留置试件时应采用带底模的钢试模，直接采用试验结果评定孔道灌浆材料强度。

6.3.11 第 2 款 预应力筋外露部分长度的规定，主要是考虑到锚具正常工作及氧—乙炔焰切割时可能的热影响，切割位置不宜距离锚具太近，同时不应影响构件安装。

第 3 款 锚具的封闭保护是一项重要的工作。主要是防止锚具及垫板的腐蚀、机械损伤，并保证抗火能力。为保证耐久性，封锚混凝土的保护层厚度大小需随所处环境的严酷程度而定。无粘结预应力筋通常要求全长封闭，不仅需要常规的保护，还需要更为严密的全封闭不透水的保护系统，所以不仅其锚具应认真封闭，预应力筋与锚具的连接处也应确保密封性。

6.4 缓粘结预应力工程施工工艺

I 施工准备

6.4.1 第 2 款 由于聚氯乙烯在长期使用过程中氯离子会析出，对周围的材料具有腐蚀作用，因此，严禁使用聚氯乙烯作为外包护套的材料。

II 施工工艺

6.4.5 第 1 款 根据工程的施工进度确定缓粘结预应力钢绞线的生产时间以及张拉适用期。温度高，缓粘结剂的固化速度加快，因此，缓粘结预应力钢绞线的储存和运输也要注意防止高温和暴晒，以免影响缓粘结预应力钢绞线的张拉适用期和固化时间。

第 4 款 缓粘结预应力钢绞线的安装与无粘结预应力钢绞线的安装基本相同，安装过程中应防止缓粘结预应力钢绞线外包护套破损后缓粘结剂滴漏，缓粘结剂流出后会在护套内形成空隙，影响粘结性能。实践证明，缓粘结剂的流消性比无粘结预应力钢绞线所用防腐油脂的流消性好得多，如采取措施不当，缓粘结剂很容易从下端口流出。根据工程经验，一般的胶带缠绕不能彻底阻止专用粘合剂的滴漏，采用热熔胶棒修补效果较好。

6.4.11 第 3 款 缓粘结预应力技术特点是缓粘结剂在张拉适用期内具有一定的黏性，固化后具有很高的强度。缓粘结剂的黏度与温度具有直接关系，当温度高于 20℃时，缓粘结剂的黏度较小，基本不影响张拉时预应力损失，当温度低于 20℃时黏度变大，摩擦损失因缓粘结剂黏度增大而增大，如果按有粘结预应力和无粘结预应力张

拉方法，低温下会由于黏度而造成摩擦损失增大，试验和工程实践表明，通过持荷超张拉可以基本消除由于缓粘结剂黏度对摩擦损失的影响。因此，为了保证预应力筋有效预应力的建立，确保达到原结构设计的有效预应力值，保证结构安全，要求在温度等于或低于 20°C 时应采用持荷超张拉方式，并注意预应力筋伸长值能满足设计要求。在等于或低于 20°C 进行预应力张拉时应采用持荷超张拉方式。

第4款 冬季温度低于 5°C 时缓粘结剂黏度显著增大，张拉需要持荷4分钟以上，影响张拉速度，如果工程中一定要张拉，可以通过电加热措施对钢绞线加热到 10°C 以上进行张拉，该方法已经在工程中使用。

第6款 过去预应力筋实测伸长值都是量测从10%张拉控制应力到最大张拉力之间的伸长值，按线性推算前10%张拉控制应力的伸长值，得到总伸长值。对于缓粘结预应力钢绞线张拉，由于开始张拉时缓粘结剂黏度较大，伸长并不能按线性推算，因此采用了量测张拉前后预应力筋露出部分长度的方法，并考虑锚具回缩值的影响。对于两端张拉或一端张拉另一端用夹片锚外露的预应力筋，应测量两端外露预应力筋长度变化，因为一端张拉，另一端会产生向内的滑动，只测量一端变形会使测量值偏大。

第11款 预应力工程的重要目的是通过配置的预应力筋建立设计希望的准确的预应力值。然而，张拉阶段出现预应力筋的断裂，意味着其材料、加工制作、安装及张拉等一系列环节中出现了问题。同时，由于预应力筋断裂或滑脱对结构构件的受力性能影响极大，因此，规定应严格限制其断裂或滑脱的数量。

6.4.13 规定了缓粘结预应力混凝土构件锚固区密封要求，参考了国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204、《混凝土结构工程施工规范》GB50666 和《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ92 的有关规定。为了保证预应力混凝土结构的耐久性，需要对构件端部锚具进行封堵。

7 混凝土制备

7.1 一般规定

7.1.2~7.1.4 混凝土制备可分为预拌混凝土和现场搅拌混凝土两种方式。现场搅拌混凝土宜采用与混凝土搅拌站相同的搅拌设备，按预拌混凝土的技术要求集中搅拌。当没有条件采用预拌混凝土，且施工现场也没有条件采用具有自动计量装置的搅拌设备进行集中搅拌时，可根据现场条件采用搅拌机搅拌。此时使用的搅拌机应符合现行国家标准《混凝土搅拌机》GB / T 9142 的有关要求，并应配备能够满足要求的计量装置。

7.2.1 第 2 款 现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175-2007 规定的通用硅酸盐水泥为硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥。作为混凝土结构工程使用的水泥，通常情况下选用通用硅酸盐水泥较为适宜。有特殊需求时，也可选用其他非硅酸盐类水泥，但不能对混凝土性能和结构功能产生不良影响。

第 5 款 混凝土拌合及养护用水对混凝土品质有重要影响。现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 对混凝土拌合及养护用水的各项性能指标提出了具体规定。其中中水来源和成分较为复杂，中水进行化学成分检验，确认符合 JGJ 63 标准的规定时可用作混凝土拌合及养护用水。

第 6 款 常用的矿物掺合料主要有粉煤灰、磨细矿渣微粉和硅粉等，不同的矿物掺合料掺入混凝土中，对混凝土的工作性、力学性能和耐久性所产生的作用既有共性，又不完全相同。故选择矿物掺

合料的品种、等级和确定掺量时，应依据混凝土所处环境、设计要求、施工工艺要求等因素经试验确定，并应符合相关矿物掺合料应用技术规范以及相关标准的要求。

II 施工工艺

7.2.6 第4款 混凝土生产时，砂、石等粗骨料的实际含水率可能与配合比设计时存在差异，故应测定实际含水率并及时对骨料、拌合用水的用量进行调整。

III 成品保护

7.2.9 混凝土运输、输送、浇筑过程中加水会严重影响混凝土质量。

7.2.10 采用机动翻斗车运输混凝土时，如果道路颠簸，容易导致混凝土分层和离析。

7.2.11 由于要控制混凝土拌合物入模温度不低于 5℃，所以对搅拌罐车的搅拌罐作出保温的规定。

7.2.12 随着混凝土外加剂技术的发展，调整混凝土拌合物的可操作时间并满足硬化混凝土性能要求比较容易实现，因此，控制混凝土出机至现场接收不超过 90min 是可行的。

8 现浇结构工程

8.1 一般规定

8.1.1 为了保证所浇筑的混凝土符合设计和施工要求,本条规定了浇筑前应进行的质量检查工作,在确认无误后再进行混凝土浇筑。当坍落度大于 220mm 时,还应对扩展度进行检查。对于现场拌制的混凝土,应按相关规范要求检查水泥、砂石、掺合料、外加剂等原材料。

8.1.2 本条规定混凝土最低入模温度是为了保证在低温施工阶段混凝土具有一定的抗冻能力;规定混凝土入模最高温度是为了利于混凝土裂缝的控制。大体积混凝土入模温度尚应符合本规范第 8.6.11 条第 6 款的规定。

8.1.3 预拌混凝土在运输、输送、浇筑过程中加水会导致混凝土用水量增加,降低混凝土实际强度,严重影响混凝土结构安全。运输、输送、浇筑过程中散落的混凝土,由于受污、失水等影响,其质量会大大降低,用于结构浇筑中会危害结构安全。

8.1.7 本条对水平施工缝的留设位置作了规定。

1 楼层结构的类型包括有梁有板的结构、有梁无板的结构、无梁有板的结构。对于有梁无板的结构,施工缝位置是指在梁顶面;对于无梁有板的结构,施工缝位置是指在板顶面。

2 楼层结构的底面是指梁、板、无梁楼盖柱帽的底面。楼层结构的下弯锚固钢筋长度会对施工缝留设的位置产生影响,有时难以满足 0mm~50mm 的要求,施工缝留设的位置通常在下弯锚固钢筋的底部,此时应符合本规范第 8.1.7 条第 4 款要求。

3 对于高度较大的柱、墙、梁（墙梁）及厚度较大的基础底板等不便于一次浇筑或一次浇筑质量难以保证时，可考虑在相应位置设置水平施工缝。施工时应根据分次混凝土浇筑的工况进行施工荷载验算，如需调整构件配筋，其结果应征得上游设计单位确认。

4 特殊结构部位的施工缝是指第 1~3 款以外的水平施工缝。

8.1.8 对于结构构件面积较大、混凝土方量较大的工程等不便于一次浇筑或一次浇筑质量难以保证时，可考虑在相应位置设置竖向施工缝。对于超长结构设置分仓的施工缝、基础底板留设分区的施工缝、核心筒与楼板结构间留设的施工缝、巨型柱与楼板结构间留设的施工缝等情况，由于在技术上有特殊要求，在这些特殊位置留设竖向施工缝，应征得上游设计单位确认。

8.1.10 第 2 款 混凝土养护时间应根据所采用的水泥种类、外加剂类型、混凝土强度等级及结构部位进行确定。粉煤灰或矿渣粉的数量占胶凝材料总量不小于 30% 的混凝土，以及粉煤灰加矿渣粉的总量占胶凝材料总量不小于 40% 的混凝土，都可认为是大掺量矿物掺合料混凝土。

第 5 款 由于地下室基础底板与地下室底层墙柱以及地下室结构与上部结构首层墙柱施工间隔时间通常都会较长，在这较长的时间内基础底板或地下室结构的收缩基本完成，对于刚度很大的基础底板或地下室结构会对与之相连的墙柱产生很大的约束，从而极易造成结构竖向裂缝产生，对这部分结构增加养护时间是必要的，养护时间可根据工程实际按施工方案确定。

第 6 款 对于大体积混凝土尚应根据混凝土相应点温差来控制

养护时间,温差符合本规范第 8.6.13 条规定后方可结束混凝土养护。本条所说的养护时间包含混凝土未拆模时的带模养护时间以及混凝土拆模后的养护时间。

8.2 普通混凝土施工工艺

II 施工工艺

8.2.5 第 2 款 采用混凝土搅拌运输车运输混凝土时,接料前应用水湿润罐体,但应排净积水;运输途中或等候卸料期间,应保持罐体正常运转,一般为 3 转/min~5 转/min,以防止混凝土沉淀、离析和改变混凝土的施工性能;临卸料前先进行快速旋转,可使混凝土拌合物更加均匀。

第 5 款 采用混凝土搅拌运输车运输混凝土时,当因道路堵塞或其他意外情况造成坍落度损失过大,在罐内加入适量减水剂以改善其工作性的做法,对混凝土的其他性能无明显影响。当需要在卸料前掺入外加剂时,外加剂掺入后搅拌运输车应快速进行搅拌,搅拌的时间应由试验确定。

8.2.6 第 3 款 第 1 项 混凝土输送泵管应与混凝土输送泵相匹配。通常情况下,汽车泵采用内径 150mm 的输送泵管;拖泵和车载泵采用内径 125mm 的输送泵管。在特殊工程需要的情况下,拖泵也可采用内径 150mm 的输送泵管,此时,可采用相同管径的输送泵输送混凝土,也可采用大小接头转换管径的方法输送混凝土。在通常情况下,内径 125mm 的输送泵管适用于粗骨料最大粒径不大于 25mm 的混凝土;内径 150mm 的输送泵管适用于粗骨料最大粒径不大于 40mm

的混凝土。有些地区有采用粗骨料最大粒径为 31.5mm 的混凝土，这种混凝土虽然可以采用 125mm 的输送泵管进行输送，但对输送泵和输送泵管的损耗较大。

第 3 款 第 3 项 水平输送泵管和竖向输送泵管都应该采用支架进行固定，支架与输送泵管的连接和支架与结构的连接都应连接牢固。输送泵管、支架严禁直接与脚手架或模架相连接，以防发生安全事故。由于在输送泵管的弯管转向区域受力较大，通常情况弯管转向区域的支架应加密。输送泵管对支架的作用以及支架对结构的作用都应经过验算，必要时对结构进行加固，以确保支架使用安全和对结构无损害。

第 4 款 布料设备在浇筑混凝土时，一般会根据工程特点，安装在结构上或施工设施上。由于布料设备在使用过程中冲击力较大，所以安装位置处的结构或施工设施应进行相应的验算，不满足承载要求时应采取加固措施。

第 5 款 第 1 项 新铺设或重复安装的管道以及混凝土泵的活塞和料斗，一般都较干燥且吸水性较大。泵送适量水泥砂浆或水泥净浆后，能使混凝土泵的料斗、活塞及输送管内壁充分润滑形成一层润滑膜，从而有利于减小混凝土的流动阻力。润滑浆一般常选用与混凝土成分相同的水泥砂浆作润滑浆。水灰比宜为 0.5~0.6，润滑浆的体积量可根据混凝土泵操作说明提供的定额和管道长度来确定。

第 5 款 第 2 项 开始泵送时，可能遇到难以预料的复杂情况，先进行慢速泵送有利于监视泵送系统状态；逐步加载进入正常工作状态，也有利于延长设备使用寿命。混凝土泵随时能反泵。有利于

快速处理可能出现的管路系统等的异常。

8.2.7 第 1 款 混凝土分层厚度的确定应与采用的振捣设备相匹配，以免发生因振捣设备原因而产生漏振或欠振情况；混凝土连续浇筑是相对的，在连续浇筑过程中会因各种原因而产生时间间歇，时间间歇应尽量缩短，最长时间间歇应保证上层混凝土在下层混凝土初凝之前覆盖。为了减少时间间歇，应保证混凝土的供应量。

第 2 款 对于泵送混凝土或非泵送混凝土，在通常情况下可先浇筑竖向混凝土结构，后浇筑水平向混凝土结构；对于采用压型钢板组合楼板的工程，也可先浇筑水平向混凝土结构，后浇筑竖向混凝土结构；先浇筑低区部分混凝土再浇筑高区部分混凝土，可保证高低相接处的混凝土浇筑密实。

第 3 款 混凝土连续浇筑的原则是上层混凝土应在下层混凝土初凝之前完成浇筑，但为了更好地控制混凝土质量，混凝土还应该以最少的运载次数和最短的时间完成混凝土运输、输送入模过程。

第 4 款 减少混凝土下料冲击的主要措施是使混凝土布料点接近浇筑位置，采用串筒、溜管、溜槽等装置也可以减少混凝土下料冲击。

第 5 款 为避免混凝土浇筑后裸露表面产生塑性收缩裂缝，在初凝、终凝前进行抹面处理是非常关键的。每次抹面可采用铁板压光磨平两遍或用木蟹抹平搓毛两遍的工艺方法。

第 6 款 第 1 项 在高强度等级混凝土与低强度等级混凝土之间采取分隔措施是为了保证混凝土交界面工整清晰，分隔可采用钢丝网板等措施。对于钢筋混凝土结构工程，分隔位置两侧的混凝土虽

然分别浇筑，但应保证在一侧混凝土浇筑后的初凝前，完成另一侧混凝土的覆盖。因此分隔位置不是施工缝，而是临时隔断。

第6款第2项柱、墙位置梁板高度范围内的混凝土是侧向受限的，相同强度等级的混凝土在侧向受限条件下的强度等级会提高。但由于缺乏试验数据，无法说明这个区域的混凝土强度可以提高两个等级，故本条规定了只可按提高一个强度等级进行考虑。所谓混凝土相差一个等级是指相互之间的强度等级差值为C5，一个等级以上即为C5的整数倍。

第6款第3项柱、墙混凝土设计强度比梁、板混凝土设计强度高两个等级及以上时，应在低强度等级的构件中采用分隔措施，分隔位置的两侧采用相应强度等级的混凝土浇筑。

8.2.8 第1款对于模板的边角以及钢筋、埋件密集区域应采取适当延长振捣时间、加密振捣点等技术措施，必要时可采用微型振捣棒或人工辅助振捣。接触振动会产生很大的作用力，所以应避免碰撞模板、钢构、预埋件等，以防止产生超出允许范围的位移。

8.2.9 混凝土早期塑性收缩和干燥收缩较大，易于造成混凝土开裂。混凝土养护是补充水分或降低失水速率，防止混凝土产生裂缝，确保达到混凝土各项力学性能指标的重要措施。在混凝土初凝、终凝抹面处理后，应及时进行养护工作。混凝土终凝后至养护开始的时间间隔应尽可能缩短，以保证混凝土养护所需的湿度以及对混凝土进行温度控制。覆盖养护可采用塑料薄膜、麻袋、草帘等进行覆盖；喷涂养护剂养护是通过养护液在混凝土表面形成致密的薄膜层，以达到混凝土保湿目的。洒水、覆盖、喷涂养护剂等养护方式可单独

使用，也可同时使用，采用何种养护方式应根据工程实际情况合理选择。

8.3 型钢混凝土施工工艺

I 施工准备

8.3.9 第1款 适当加大钢筋与钢筋、钢筋与型钢的净间距不但可以方便钢筋绑扎操作，而且有利于混凝土浇筑密实，尤其利于保证节点密集区的混凝土浇筑质量。

第2款 为保证混凝土对型钢的约束作用，需保证一定的混凝土保护层厚度。

8.3.11 第2款 型钢周边绑扎钢筋后，在型钢和钢筋密集处的各部分，为了保证混凝土充填密实，本款规定了混凝土粗骨料最大粒径。

第3款 混凝土浇筑倾落高度是指所浇筑结构的高度加上混凝土布料点距本次浇筑结构顶面的距离。自高处自由倾落高度超过2m时，采用串筒或振动溜管可降低混凝土降落速度，防止混凝土离析。

第4款 对于分层浇筑的每层混凝土通常采用自然流淌形成斜坡，根据分层厚度要求逐步沿高度均衡上升。不大于500mm分层厚度要求，可用于斜面分层、全面分层、分块分层浇筑方法。

第6款 混凝土振捣应按层进行，每层混凝土都应进行充分的振捣。振动棒的前端插入前一层混凝土是为了保证两层混凝土间能进行充分地结合，使其成为一个连续的整体。

III 型钢混凝土梁施工工艺

8.3.20 对于大跨度型钢梁配置较密集钢筋，其空间间隙较小且由于

中间钢梁腹板及缀板的阻隔影响到混凝土的下落及均匀布料，要求控制混凝土的粗骨料粒径和流动性以确保混凝土浇灌质量。同时应采用辅助振捣方式确保混凝土的密实。

8.3.21 型钢混凝土弦杆浇筑时，需分层进行，因弦杆内有钢梁，浇筑时，梁内盲区较多，故应采取如下浇筑方法：在工字钢梁上翼缘板以下从钢梁一侧下料，用振捣器在工字钢梁一侧振捣，将混凝土从钢梁底挤向另一侧，待混凝土高度超过钢梁下翼缘板一定距离时改为两侧两人对称振捣，以确保钢梁底部混凝土密实。

钢梁腹板两侧的混凝土由两侧同时对称下料，对称振捣，待浇至上翼缘板一定高度时，再从梁跨中开始下料浇筑，混凝土投料厚度要高出上翼缘板，使其对下层混凝土有一定压力，从梁的中部开始振捣，逐渐向两端延伸，至上翼缘板下的全部气泡从钢梁两端及梁柱节点位置穿钢筋的孔中排出为止，同时也可在模板底或侧面预留排气孔。浇筑支撑斜杆时，为保证混凝土的密实性，采用小型振捣棒进行振捣和敲击外侧模。

IV 型钢混凝土剪力墙施工工艺

8.3.24 第1款 型钢混凝土剪力墙墙体钢筋较密，操作空间较小，应统筹考虑钢筋绑扎与型钢安装的相互影响，选择适合实际情况的钢筋绑扎顺序，减小施工难度；

第2款 适当加大钢筋与型钢的净间距不但可以方便钢筋绑扎操作，而且有利于混凝土浇筑密实，尤其利于保证节点密集区的混凝土浇筑质量；

第3款 水平分布钢筋需绕过或穿过墙端型钢，以保证剪力墙的

整体作用；

第4款 型钢混凝土组合结构是钢和混凝土两种材料的组合体，在此组合体中，箍筋的作用尤为突出，起到保证混凝土和型钢、纵筋整体工作的重要作用。

第5款 当钢筋与型钢相碰时，宜采取绕过处理。无法绕过时，可将钢筋伸至型钢后弯锚，但需满足相关规范及设计要求。

第6款 型钢上的穿筋孔留设，应满足现行相关国家标准的要求，并征得设计单位的同意。

第7款 第2项 钢筋连接套筒对于定位和焊接的要求较高，因此需在深化设计阶段确定位置，构件加工时在工厂完成焊接，不宜在现场焊接。第4项 辅助连接板的材质应同连接位置的型钢构件材质一致，同时连接板及焊缝的计算、构造应符合国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 以及行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的要求。第5项 加劲肋的设置有利于受力钢筋的应力传递，同时可减弱钢筋应力对钢板的剪切作用；第6项 为了避免产生过大的焊接应力，同时方便工厂焊接和现场操作，钢筋连接套筒的间距不宜过小。

第8款 钢筋与型钢或钢板相碰时，在无法绕过或穿过情况下，也可采用与连接板焊接连接。

8.3.26 第2款 第1项 灌浆孔、流淌孔和排气孔对于墙体混凝土的浇筑十分重要。灌浆孔通常设置于型钢柱或双钢板墙内部的横向隔板上，是为了保证混凝土自上向下的正常浇捣；流淌孔通常设置于单钢板混凝土墙的内置钢板上，是为了保证钢板两侧混凝土的同步

浇筑；排气孔通常设置于横向隔板的下部，是为了保证隔板下部混凝土的浇筑密实；排水孔通常设置于箱型钢柱和双钢板墙侧面，位于混凝土浇筑完成面之上，是为了排除内部积水、保证混凝土接缝密实。

第2款第4项 内置钢板制孔时应由制作厂采用机械加工的方法进行，严禁现场用氧气切割制孔，以保证制孔质量，减少热加工对内置钢板性能的影响。

8.4 水下混凝土施工工艺

I 施工准备

8.4.6 第3款 导管管径应与桩径匹配，桩径小而管径大容易造成顶管，钢筋笼上拱。桩径大而管径小，将增加混凝土浇筑时间。对于小于 $\phi 800$ 的桩，导管内径宜为200mm； $\phi 800\sim\phi 1500$ 的桩，导管内径宜为250mm，大于 $\phi 500$ 的桩，导管内径宜为300mm。

8.4.8 第2款 水下混凝土灌注时，导管埋入深度对成桩质量影响较大，导管埋入较深会发生因顶升阻力加大而产生局部夹泥，或因混凝土泛出阻力较大，上部混凝土长时间不流动，造成灌注不畅。埋入过浅会发生将导管拔出混凝土面，或发生新灌入混凝土冲翻顶面，造成夹泥断桩等事故。

第5款 桩顶设计标高以上混凝土预留长度与桩身、地质条件、施工工艺以及施工过程中的控制等有关。

8.5 施工缝与后浇带混凝土施工工艺

II 施工工艺

8.5.6 第 1、2 款 水平施工缝防水措施中增加了涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料的内容，做法是在混凝土终凝后（夏季在混凝土浇筑后 24h，冬季则在 36~48h，具体视气温、混凝土强度等级而定，气温高、混凝土强度等级高者可短些），立即用钢丝刷将表面浮浆刷除，边刷边用水冲洗干净，并保持湿润，然后涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料或界面处理剂，目的是使新老混凝土结合得更好。

第 3 款 后浇带应在两侧混凝土干缩变形基本稳定后施工，混凝土的收缩变形一般在龄期为 6 周后才能基本稳定，在条件许可时，间隔时间越长越好。

第 4 款 补偿收缩混凝土是在混凝土中加入一定量的膨胀剂，使混凝土产生微膨胀，在有配筋的情况下，能够补偿混凝土的收缩，提高混凝土抗裂性和抗渗性。后浇带采用补偿收缩混凝土，是为了使新旧混凝土粘结牢固，避免出现新的收缩裂缝造成工程渗漏水的隐患。补偿收缩混凝土配合比设计，尚应满足防水混凝土的抗渗和强度等级要求，故规定补偿收缩混凝土的抗渗和强度等级不应低于两侧混凝土。

第 6 款 后浇带采用补偿收缩混凝土，可以避免出现新的收缩裂缝造成工程渗漏水的隐患，如果后浇带施工留设施工缝，就会大大降低后浇带的抗渗性，因此强调后浇带混凝土应一次浇筑。

8.6 大体积混凝土施工工艺

I 施工准备

8.6.1 水泥进场时，应根据产品合格证检查其品种、级别等，并有序存放，以免造成混料错批。强度、安定性等是水泥的重要性能指标，进场时应抽样检验，其质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 等的要求。质量证明文件包括产品合格证、有效的型式检验报告、出厂检验报告。

II 施工工艺

8.6.11 第 2 款 浇筑层厚度一般不大于振捣棒作用部分长度的 1.25 倍，常用的插入式振捣棒作用有效长度大于 450mm。

第 3 款 对连续分层浇筑的间歇时间做了规定，防止因间歇时间过长产生“冷缝”。层间的间歇时间是以混凝土的初凝时间为准的。当层面间歇时间超过混凝土初凝时间时，应按施工缝处理。

第 6 款 控制混凝土入模温度，可以降低混凝土内部最高温度，必要时可采取技术措施降低原材料的温度，以达到减小入模温度的目的；控制混凝土最大温升是有效控制温差的关键，减少混凝土内部最大温升主要从配合比上进行控制。混凝土入模温度的控制是为了保证新拌混凝土浇筑后，有一段正温养护期供水泥早期水化，从而保证混凝土尽快达到受冻临界强度，不致引起冻害。混凝土出机温度较高，但经过运输与输送、浇筑之后，入模温度会产生不同程度的降低。冬期施工中，应尽量避免混凝土在运输与输送、浇筑过程中的多次倒运。工程实践表明，混凝土出机温度为 10℃时，经过

运输与输送热损，入模温度也仅能达到 5℃；

第 7 款 在大体积混凝土浇筑过程中，受力钢筋、定位筋、预埋件等易受到干扰，甚至移位和变形，应采取有效措施固定。大体积混凝土因为泵送混凝土的水灰比一般比较大，表面浮浆和泌水现象普遍存在，不及时清除，将会降低结构混凝土的质量，为此，在施工方案中应事先规定具体做法，以便及时清除混凝土表面积水。

第 8 款 大体积混凝土由于混凝土坍落度较大，在混凝土初凝前或混凝土预沉后在表面采用二次抹压处理工艺，并及时用塑料薄膜覆盖，可有效避免混凝土表面水分过快散失出现干缩裂缝，控制混凝土表面非结构性细小裂缝的出现和开展，必要时，可在混凝土终凝前 1h~2h 进行多次抹压处理，在混凝土表层配置抗裂钢筋网片。

8.6.14 第 1 款 大体积混凝土施工需在监测数据指导下进行，及时调整技术措施，监测系统宜具有实时在线和自动记录功能。考虑到部分地区实现该系统功能有一定困难，亦可采取手动方式测量，但考虑到测试数据代表性，测试应为等时间间隔，数据采集频度应满足本条规定。

第 2 款 本款分别按覆盖养护或带模养护、结束覆盖养护或拆模后两个阶段规定了混凝土浇筑体与表面（环境）温度的差值要求。当基础大体积混凝土浇筑体表面以内 40mm~100mm 位置的温度与环境温度的差值小于 25℃时，可结束覆盖养护。本款中所说的混凝土浇筑体表面温度是指保温覆盖层或模板与混凝土交界面之间测得的温度，表面温度在覆盖养护或带模养护时用于温差计算；环境温度用来确定结束覆盖养护或拆模的时间，在拆除覆盖养护层或拆除

模板后用于温差计算。由于结束覆盖养护或拆模后无法测得混凝土表面温度，故采用在基础表面以内 40mm~100mm 位置设置测温点来代替混凝土表面温度，用于温差计算。当混凝土浇筑体表面以内 40mm~100mm 位置处的温度与混凝土浇筑体表面温度差值有大于 25℃趋势时，应增加保温覆盖层或在模板外侧加挂保温覆盖层；结束覆盖养护或拆模后，当混凝土浇筑体表面以内 40mm~100mm 位置处的温度与环境温度差值有大于 25℃的趋势时，应重新覆盖或增加外保温措施。

第 4 款 降温速率可通过现场测温数据经计算获得。

9 装配式混凝土结构工程

9.1 一般规定

9.1.3 工装系统是指装配式混凝土建筑吊装、安装过程中所用的工具化、标准化吊具、支撑架体等产品，包括标准化堆放架、模数化通用吊梁、框式吊梁、起吊装置、吊钩吊具、预制墙板斜支撑、叠合板独立支撑、支撑体系、模架体系、外围护体系、系列操作工具等产品。工装系统的定型产品及施工操作均应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的有关规定，在使用前应进行必要的施工验算。

9.1.5 装配式混凝土结构施工前的试安装，不但可以提前发现设计和施工方案存在的缺陷，并通过培训人员，调试设备，完善方案。另一方面对于没有实践经验的新的结构体系，应在施工前进行典型单元的安装试验，验证并完善方案实施的可行性。

9.1.7 钢筋套筒灌浆连接接头和浆锚搭接连接接头的施工质量是保证预制构件连接性能的关键控制点，施工人员应经专业培训合格后上岗操作。

9.1.9、9.1.10 灌浆料同条件养护试件应保存在构件周边，并采取适当的防护措施。当有可靠经验时，灌浆料抗压强度也可根据考虑环境温度因素的抗压强度增长曲线由经验确定。主要适用于后续施工可能对接头有扰动的情况，包括构件就位后立即进行灌浆作业的先灌浆工艺，及所有装配式框架柱的竖向钢筋连接。对先浇筑边缘构件与叠合楼板后浇层，后进行灌浆施工的装配式剪力墙结构，可不执行本条规定；但此种施工工艺无法再次吊起墙板，且拆除构件的代价很大，故应采取更加可靠的灌浆及质量检查措施。

9.1.12 隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

- 1 混凝土粗糙面的质量，键槽的尺寸、数量、位置；
- 2 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 3 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；
- 4 预埋件、预留管线的规格、数量、位置；
- 5 预制混凝土构件接缝处防水、防火等构造做法；
- 6 保温及其节点施工；
- 7 其他隐蔽项目。

9.2 装配式混凝土结构施工工艺

I 施工准备

9.2.3 施工现场应根据装配化建造方式布置施工总平面，宜规划主体装配区、构件堆放区、材料堆放区和运输通道。各个区域宜统筹规划布置，满足高效吊装、安装的要求，通道宜满足构件运输车辆平稳、高效、节能的行驶要求。竖向构件宜采用专用存放架进行存放，专用存放架应根据需要设置安全操作平台。

9.2.8 第1款 预制构件吊装前根据吊装顺序在预制构件上标出序号，并在图纸上标出序号位置，这样可直观表示出构件位置，便于吊装工和指挥操作，减少误吊概率。

第4款 预制构件高空吊装，要避免小车由外向内水平靠放的操作方式和猛放、急刹等现象，以防构件碰撞破坏，吊机停放后，吊

绳垂直下坠距离可经试验确定。

第 5 款 预制构件吊装时，绳索夹角过小容易引起非设计状态下的裂缝或其他缺陷，绳索夹角过大容易造成吊装不安全。

9.2.9 第 1 款 可通过千斤顶调整预制柱平面位置，通过在柱底位置的预埋螺栓，使用专门调整工具进行微调，调整垂直度；预制柱完成垂直度调整后，应在柱子四角缝隙处加塞刚性垫片。柱底连接部位宜采用工具式模板或封浆材料对柱脚四周进行封堵，封堵应确保密闭连接牢固有效，满足压力要求。参见《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231 的有关规定。

第 2、3 款 对于不带夹芯保温的各类外墙板，外侧宜采用工具式模板封堵。

9.2.10 第 1 款 对于预制墙板，临时斜撑一般安放在其背面，且一般不宜少于 2 道。当墙板底没有水平约束时，墙板的每道临时支撑包括上部斜撑和下部支撑，下部支撑可做成水平支撑或斜向支撑。对于预制柱，由于其底部纵向钢筋可以起到水平约束的作用，故一般仅设置上部斜撑。柱子的斜撑不应少于 2 道，且应设置在两个相邻的侧面上，水平投影相互垂直。

第 2 款 临时斜撑与预制构件一般做成铰接并通过预埋件进行连接。考虑到临时斜撑主要承受的是水平荷载，为充分发挥其作用，对上部的斜撑，其支撑点距离板底的距离不宜小于板高的 $2/3$ ，且不应小于板高的 $1/2$ 。斜支撑与地面或楼面连接应可靠，不得出现连接松动引起竖向预制构件倾覆等。

9.2.11 预制构件安装就位后应对安装位置、标高、垂直度进行调整，

并应考虑安装偏差的累积影响，安装偏差应严于装配式混凝土结构分项工程验收的施工尺寸偏差。

9.2.14 套筒灌浆连接施工是装配式混凝土结构工程的关键环节之一。实际工程中套筒灌浆连接的质量很大程度取决于施工过程控制，因此要对作业人员进行培训考核和颁发上岗证书。套筒灌浆连接施工尚需符合有关技术规程和认证配套产品的使用说明书要求。另外，灌浆料性能受环境温度影响明显，应充分考虑作业环境对材料性能的影响，采用切实可行的灌浆作业工艺，保证灌浆质量。

第1款 预制剪力墙竖向钢筋连接时，宜采用灌浆料将水平接缝同时灌满。灌浆料强度较高且流动性好，有利于保证接缝承载力。

第6款 施工环境温度主要指灌浆现场施工部位环境温度，也包括灌浆料存放地温度。低温是影响灌浆料选择、施工措施等的关键因素，当施工环境温度较低而需要保温加热时，应确保未拌合的灌浆料温度、灌浆设备温度符合施工环境温度要求。

第7款 灌浆料拌合物的流动度指标随时间会逐渐下降，为保证灌浆施工，本条规定灌浆料宜在加水后30min内用完。灌浆料拌合物不得再次添加灌浆料、水后混合使用。

第8款 对于灌浆套筒没有完全充满的情况，当在灌浆料加水拌合30min内，应首选在原灌浆孔补灌；当在30min外，灌浆料拌合物可能已无法流动，此时可从出浆孔补灌，应采用手动设备压力灌浆，并采用比出浆孔小的细管灌浆以保证排气。

9.2.15 临时支撑系统拆除时，要检查支撑对象即预制构件经过安装后的连接情况，确认其已与主体结构形成稳定的受力体系后，方可

拆除临时支撑系统。

III 装配式混凝土梁、板施工工艺

9.2.21 第 1 款 临时支撑可为工具式支撑，也可为在预制柱上的牛腿。安装时梁伸入支座的长度应符合设计要求；梁搁置在临时支撑上的长度也应符合设计要求。

第 2 款 预制底板吊至梁、墙上方 300mm~500mm 后，应调整板位置使板锚固筋与梁箍筋错开，根据板边线和板端控制线，准确就位。板就位后调节支撑立杆，确保所有立杆共同均匀受力。

10 季节性施工

10.1 一般规定

10.1.1 高温条件下拌合、浇筑和养护的混凝土比低温度下施工养护的混凝土早期强度高，但 28d 强度和后期强度通常要低。根据美国规范 ACI 305R-99 《Hot Weather Concreting》，当混凝土 24h 初始养护温度为 100F(38℃)，试块的 28d 抗压强度将比规范规定的温度下养护低 10%~15%。

10.1.2 “雨期”并不完全是指气象概念上的雨季，而是指必须采取措施保证混凝土施工质量的下雨时间段。本规范所指雨期，包括雨季和雨天两种情况。

10.1.3 我区的气候属于大陆性季风型气候，在秋末冬初和冬末春初时节，常有寒流突袭，气温骤降 5℃~10℃ 的现象经常发生，此时会在一两天之内最低气温突然降至 0℃ 以下，寒流过后气温又恢复正常。因此，为防止短期内的寒流袭击造成新浇筑的混凝土发生冻结损伤，特规定当气温骤降至 0℃ 以下时，混凝土应按冬期施工要求采取应急防护措施。

10.2 高温施工

10.2.1 第 1、2 款 原材料温度、天气、混凝土运输方式与时间等客观条件对混凝土配合比影响很大。在初次使用前，进行实际条件下的工况试运行，以保证高温天气条件下混凝土性能指标的稳定性是必要的。同时，根据环境温度、湿度、风力和采取温控措施实际情况，对混凝土配合比进行调整。

第3款 水泥的水化热将使混凝土的温度升高，导致混凝土表面水分的蒸发速度加快，从而使混凝土表面干缩裂缝产生的机会增大，因此，应尽可能采用低水泥用量和水化热小的水泥。

第4款 高温天气条件下施工的混凝土坍落度不宜过低，以保证混凝土浇筑工作效率。

10.2.2 第1、2款 混凝土高温天气搅拌首先应对机具设备采取遮阳措施；对混凝土搅拌温度进行估算，达不到规定要求温度时，对原材料采取直接降温措施；采取对原材料进行直接降温时，对水、石子进行降温最方便和有效。

第3款 混凝土加冰拌合时，冰的重量不宜超过拌合用水量（扣除粗细骨料含水）的50%，以便于冰的融化。

10.3 雨期施工

10.3.2 第2款 雨后地基土沉降现象相当普遍，特别是回填土、粉砂土、湿陷性黄土等。除对地基土进行压实、地基土面层处理及设置排水设施外，应在模板及支架上设置沉降观测点，雨后及时对模板及支架进行沉降观测和检查，沉降超过标准时，应采取补救措施。

第3款 临时加固措施包括将支架或模板与已浇筑并有一定强度的竖向构件进行拉结，增加缆风绳、抛撑、剪刀撑等。

10.3.3 第1款 混凝土浇筑前，应及时了解天气情况，小雨、中雨尽可能不要进行混凝土露天浇筑施工，且不应开始大面积作业面的混凝土露天浇筑施工。当必须施工时，应当采取基槽或模板内排水、砂石材料覆盖、混凝土搅拌和运输设备防雨、浇筑作业面防雨覆盖

等措施。

第3款 补救措施可采用补充水泥砂浆、铲除表层混凝土、插短钢筋等方法。

10.4 冬期施工

10.4.1 第3款 混凝土中掺入引气剂，是提高混凝土结构耐久性的一个重要技术手段，在国内外已形成共识。而在负温混凝土中掺入引气剂，不但可以提高耐久性，同时也可以混凝土未达到受冻临界强度之前有效抵消拌合水结冰时产生的冻结应力，减少混凝土内部结构损伤。

10.4.2 冬期施工混凝土配合比的确定尤为重要，不同的养护方法、不同的防冻剂、不同的气温都会影响配合比参数的选择。因此，在配合比设计中要依据施工参数、要素进行全面考虑，但和常温要求的原则还是一样，即尽可能降低混凝土的用水量，减小水胶比，在满足施工工艺条件下，减小坍落度，降低混凝土内部的自由水结冰率。

10.4.3 第3款 采用热水搅拌混凝土，特别是60℃以上的热水，若水泥直接与热水接触，易造成急凝、速凝或假凝现象；同时，也会对混凝土的工作性造成影响，坍落度损失加大。因此，冬期施工中，当采用热水搅拌混凝土时，应先投入骨料和水或者是2/3的水进行预拌，待水温降低后，再投入胶凝材料与外加剂进行搅拌，搅拌时间应较常温条件下延长30s~60s。

第4款 引气剂或含有引气组分的外加剂，也不应与60℃以上热水直接接触，否则易造成气泡内气相压力增大，导致引气效果下

降。

10.4.4 第 1、2 款 混凝土入模温度的控制是为了保证新拌混凝土浇筑后，有一段正温养护期供水泥早期水化，从而保证混凝土尽快达到受冻临界强度，不致引起冻害。因此，冬期施工方案中，应根据施工期间的气温条件、运输与浇筑方式、保温材料种类等情况，对混凝土的运输和输送、浇筑等过程进行热工计算，确保混凝土的入模温度满足早期强度增长和防冻的要求。对于大体积混凝土，为防止混凝土内外温差过大，可以适当降低混凝土的入模温度，但要采取保温防护措施，保证新拌混凝土在入模后，水化热上升期之前不会发生冻害。

10.4.5 第 1 款地基、模板与钢筋上的冰雪在未清除的情况下进行混凝土浇筑，会对混凝土表观质量以及钢筋粘结力产生严重影响。混凝土直接浇筑于冷钢筋上，容易在混凝土与钢筋之间形成冰膜，导致钢筋粘结力下降。因此，在混凝土浇筑前，应对钢筋及模板进行覆盖保温。

第 2 款分层浇筑混凝土时，特别是浇筑工作面较大时，会造成新拌混凝土热量损失加剧，降低了混凝土的早期蓄热。因此规定分层浇筑时，适当加大分层厚度，分层厚度不应小于 400mm；同时，应加快浇筑速度，防止下层混凝土在覆盖前受冻。

第 3 款 冬期施工中，由于边、棱角等突出部位以及薄壁结构等表面系数较大，散热快，不易进行保温，若管理不善，经常会造成局部混凝土受冻，形成质量缺陷。因此，对结构的边、棱角及易受冻部位采取保温层加倍的措施，可以有效地避免混凝土局部产生受

冻，影响工程质量。

10.4.6 冬期施工，应重点加强对混凝土在负温下的养护，考虑到冬期施工养护方法分为加热法和非加热法，种类较多，操作工艺与质量控制措施不尽相同，而对能源的消耗也有所区别，因此，根据气温条件、结构形式、进度计划等因素选择适宜的养护方法，不仅能保证混凝土工程质量，同时也会有效地降低工程造价，提高建设效率。

第 1、2 款 采用综合蓄热法养护的混凝土，可执行较低的受冻临界强度值；混凝土中掺入适量的减水、引气以及早强剂或早强型外加剂也可有效地提高混凝土的早期强度增长速度；同时，可取消混凝土外部加热措施，减少能源消耗，有利于节能、节材，是目前最为广泛应用的冬期施工方法。

第 3 款 鉴于现代混凝土对耐久性要求越来越高，无机盐类防冻剂中多含有大量碱金属离子，会对混凝土的耐久性产生不利影响，因此，将负温养护法（防冻剂法）应用范围规定为一般混凝土结构工程；对于重要结构工程或部位，仍推荐采用其他养护法进行。

10.4.7 第 1、2 款 规定了混凝土冬期施工中尤为关键的质量控制与检查项目：骨料含水率、防冻剂掺量以及温度与强度。混凝土防冻剂的掺量会随着气温的降低而增大，为防止混凝土受冻，施工技术人员应及时监测每日的气温，收集未来几日的气象资料，并根据这些气象资料，及时调整防冻剂的掺量或调整混凝土配合比。

第 3 款 规定了冬期施工中，应对原材料、混凝土运输与浇筑、混凝土养护期间的温度进行监测，用以控制混凝土冬期施工的热工

参数，便于与热工计算的温度值进行比对，以便出现偏差时进行混凝土养护措施的调整，从而控制混凝土负温施工质量。混凝土冬期施工测温项目和频次可按现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ / T 104 的规定进行。

第 4 款 冬期施工中，对负温混凝土强度的监测不宜采用回弹法。目前较为常用的方法为留置同条件养护试件和采用成熟度法进行推算。本条规定了同条件养护试件的留置数量，用于施工期间监测混凝土受冻临界强度、拆模或拆除支架时强度，确保负温混凝土施工安全与施工质量。

11 绿色施工

11.2 环境保护措施

11.2.1 为做好施工操作人员健康防护，需重点控制作业区扬尘。

11.2.2 在施工中（尤其是在噪声敏感区域施工时），要采取有效措施，降低施工噪声。根据现行国家标准《建筑施工场界噪声限值》GB 12523 的规定，钢筋加工、混凝土拌制、振捣等施工作业在施工现场界的允许噪声级：昼间为 70dB（A 声级），夜间为 55dB（A 声级）。

11.2.3 第 2 款 电焊作业产生的弧光即使在白昼也会造成光污染。对电焊等可能产生强光的施工作业，需对施工操作人员采取防护措施，采取避免弧光外泄的遮挡措施，并尽量避免在夜间进行电焊作业。