

有粘结后张法预应力混凝土施工工艺标准

1 适用范围

本工艺标准适用于一般工业与民用建筑现场后张法有粘结预应力混凝土结构工程施工。

2 施工准备

2.1 材料

2.1.1 预应力筋:宜采用的预应力筋有高强钢丝、钢绞线,也可采用热处理钢筋等,其品种、规格、直径,必须符合设计要求及国家标准,应有出厂质量证明书和进场复试报告。

2.1.2 预应力筋的锚具、夹具和连接器:常用的有锥形锚、镦头锚、钢筋螺纹锚具、OVM锚具等应符合设计及应用技术规程的要求,应有出厂合格证,进入施工现场应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002)的规定进行外观质量验收、硬度检验和组装件的静载试验。(对于一般工程的锚具进场验收,其静载试验也可由锚具生产厂提供试验报告)

2.1.3 金属螺旋管:预应力混凝土用金属螺旋管的尺寸和性能应符合国家现行标准和设计要求。应有产品合格证、出厂检验报告和进场复试报告。

2.1.4 灌浆用的水泥不得低于32.5级、普通硅酸盐水泥应有可靠的质量依据。

2.2 主要机具有:液压拉伸机、电动高压油泵、压力表、灌浆机具、钢丝液压镦头器、试模等。

2.3 作业条件

2.3.1 熟悉图纸,根据设计要求确定预应力筋孔道成型的方法。并进行技术交底。

2.3.2 施加预应力的拉伸机已经过配套校验并有记录。压力表已经过校验并在规定的检验周期内。张拉前试车检查张拉机具与设备是否正常、可靠,灌浆机具准备就绪。

2.3.3 灌浆用水泥浆(或砂浆)的配合比以及封端混凝土的配合比已经试验确定。

2.3.4 张拉的两端应有安全防护措施。

2.3.5 将预应力筋的张拉吨位与相应的压力表指针读数、钢筋计算伸长值写在牌上,并挂在明显位置处,以便操作时观察掌握。

2.4 作业人员

钢筋工、焊工、水泥工、机械操作工等工种,焊工和机械工应持证上岗,焊工合格证应在有效期内。

3 操作工艺

3.1 工艺流程(见下页)

3.2 操作细则

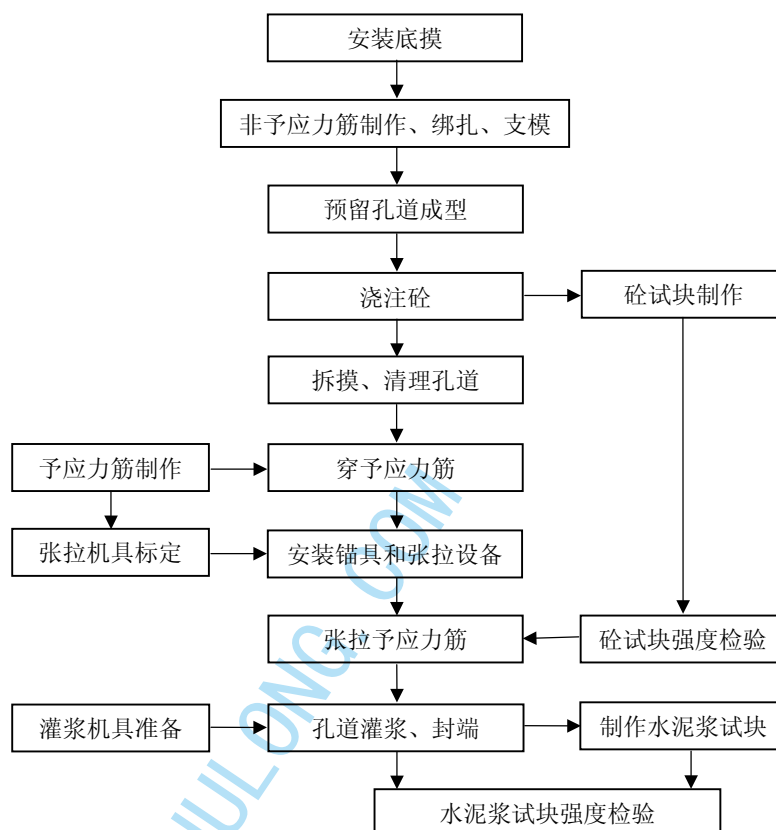
3.2.1 安装底模和非予应力筋

3.2.2 按设计要求规定,各种孔道成型方法的工艺要点:

3.2.2.1 钢管抽心法:主要用于直线孔道,钢管用钢筋井字架固定位置,并与钢筋骨架扎牢,钢管接头用套管连接,砼浇注时每隔一定时间转动钢管一次。抽管时间宜控制在砼初凝之后,终凝之前进行,抽管顺序宜先上后下。

3.2.2.2 胶管抽心法：可用于直线、曲线或折线孔道成型。选用普通橡胶管使用时先充气或充水检查是否渗漏，砼浇注时保持管内压力为0.8—1.0Mpa，胶管位置固定同上，抽管宜在混凝土初凝之后，终凝之前进行，用手指按压混凝土表面不显指纹时为宜。抽管时先放气或放水再将胶管拔出。

3.2.2.3 预埋波纹管法：根据孔道尺寸选择波纹管规格，波纹管连接采用大一号同型波纹管，其接头长度为200—300mm并用封胶带封口。波纹管安装，对于曲线筋坐标可在侧摸或箍筋上划线，同时用钢筋作为托架并将其焊在箍筋上以确保波纹管位置正确。灌浆孔的留置是在波纹管上开洞，其上覆盖海绵垫片与带嘴的塑料弧型压板再用增强塑料管插在嘴上将其引出梁面400—500mm。



3.2.3 砼浇注时严禁振动棒触及或胶管等。

3.2.4 穿预应力筋。

3.2.4.1 穿筋前，应检查钢筋（或束）的规格、数量、总长是否符合要求。

3.2.4.2 穿筋时，带有端杆螺丝的预应力筋，应将丝扣保护好，以免损坏。钢筋束或钢丝束应将钢筋或钢丝顺序编号，并套上穿束器。先把钢筋或穿束器的引线由一端穿入孔道，在另一端穿出，然后逐渐将钢筋或钢丝束拉出到另一端。

3.2.4.3 钢绞线可单根或整束穿入孔道，采用单根穿入时，应按一定的顺序进行，以免钢绞线在孔道内紊乱。采用整束穿入时，钢绞线应排列理顺，并用铁丝扎牢穿入。

3.2.5 安装锚具及张拉设备：安装锚具及张拉设备时，对直线预应力筋，应使张拉力的作用线与孔道中心线在张拉过程中相互重合；对曲线预应力筋，应使张拉力的作用线与孔道末端中心点的切线相互重合。

3.2.6 张拉：

3.2.6.1 预应力筋的张拉程序，应按设计规定进行，若设计无规定时，可采取下列程序之一：

(1) $0 \rightarrow 105\% \sigma_{con}$ 持荷2min $\rightarrow \sigma_{con}$ 。

(2) $0 \rightarrow 103\% \sigma_{con}$

注： σ_{con} 为预应力筋的张拉控制应力。

3.2.6.2 预应力筋的张拉顺序应符合设计要求，当设计无具体要求时，可采取分批、分阶段对称张拉。采用分批张拉时，应计算分批张拉的预应力损失值，分别加到先张拉预应力筋的张拉控制应力值内，或采用同一张拉值逐根复位补足。平卧重叠浇注的构件，宜先上后下逐层进行张拉，同时可逐层加大张拉力，但底层张拉力不宜比顶层张拉力大5%。

3.2.6.3 预应力筋的张拉方法：对于曲线预应力筋，宜在两端张拉，对于抽芯成孔的直线预应力筋，其长度大于24m宜两端张拉，对于预埋波纹管的直线预应力筋，其长度大于30m应在两端张拉，对于竖向预应力结构宜在两端张拉。

3.2.6.4 预应力筋的张拉操作要领：

(1) 单根粗钢筋（采用拉伸机张拉螺丝端杆锚固）张拉时，应先少许加力，将垫板位置按设计规定找准，然后按规定张拉程序张拉。张拉完毕，用板子拧紧螺母，将钢筋锚固，测出钢筋实际伸长值，并作好张拉记录。

(2) 预应力钢丝束采用双作用千斤顶张拉锥形锚锚固时，首先预拉：将钢丝拉出一小段长度后，检查每根钢丝是否达到长度一致，如有不一致时，应退下楔块进行调整，然后再用力打紧楔块。其次张拉及顶压，张拉完毕，测出钢丝伸长值，若与规定符合，就可进行顶压锚塞。顶压锚塞时必须关闭大缸油路，给小缸进油，使小缸活塞猛顶锚塞。最后应力校核，将千斤顶装入未张拉的一端进行张拉，张拉到控制应力后，猛顶锚塞。当两端都张拉顶压完毕后，应测量钢丝滑入锚榫中的内缩量是否符合要求，如果大于规定数值，必须再张拉，补回损失。

(3) 钢丝断丝和滑脱的数量，严禁超过构件同一截面钢丝总数的3%，且每束钢丝不得超过一根。如超过上述规定，必须重新张拉，

3.2.7.5 认真填写施加预应力记录。

3.2.8 孔道灌浆：

3.2.8.1 灌浆前孔道应压水清洗干净，灌浆用的水泥浆应过筛，在灌浆过程中应不断搅拌，以免沉淀析水，同时检查灌浆孔、出气孔是否与预应力筋孔道连通，否则，应事先处理。

3.2.8.2 预应力筋张拉完后应尽早进行孔道灌浆，以减少预应力损失。

3.2.8.3 灌浆压力一般为0.4~0.6MPa。

3.2.8.4 灌浆顺序应先下后上，待排气孔冒出浓浆后即堵死排气孔，再继续压浆至0.4—0.6MPa，保持1~2min 后，即可堵塞灌浆孔。

3.2.8.5 制作水泥浆试块。浇筑封端混凝土或端部防护处理，并注意混凝土养护；

3.2.9 预应力筋锚固后的外露长度不宜小于30mm，多余部分宜用砂轮锯或切割机切割，不得采用电弧或氧乙炔焰切割。

4 质量标准

4.1 保证项目：

4.1.1 预应力筋进场时，应按现行国家标准《预应力混凝土钢丝》（GB5223-95）和《预应力混凝土钢绞线》（GB5224-95）等的规定抽取试件作力学性能检验，其质量必须符合有关标准的规定。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

4.1.2 预应力筋用锚具、夹具和连接器应按设计要求采用，其性能应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T14370等的规定。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

4.1.3 孔道灌浆用水泥应采用普通硅酸盐水泥，其质量应符合施工规范的规定。孔道灌浆用外加剂的质量也应符合施工规范的规定。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

4.1.4 预应力筋安装时，其品种、级别、规格、数量必须符合设计要求。

检验方法：观察，钢尺检查。

4.1.5 施工过程中应避免电火花损伤预应力筋；受损伤的预应力筋应予以更换。

检验方法：观察。

4.1.6 预应力筋张拉时，混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，不应低于设计的混凝土立方体抗压强度标准值的 75%。

检验方法：检查同条件养护试件试验报告。

4.1.7 预应力筋的张拉力、张拉和张拉工艺应符合设计及施工技术方案的要求，并应符合下列规定：

4.1.7.1 当施工需要超张拉时，最大张拉应力不应大于国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定；

4.1.7.2 张拉工艺应能保证同一束中各根预应力筋的应力均匀一致；

4.1.7.3 后张拉施工中，当预应力筋是逐根张拉时，应考虑后批张拉预应力筋所产生的结构构件的弹性压缩对先批张拉预应力筋的影响，确定张拉力；

4.1.7.4 当采用应力控制方法张拉时，应校核预应力筋的伸长值。实际伸长值与设计计算理论伸长值的相对允许偏差为 $\pm 6\%$ 。

检验方法：检查张拉记录。

4.1.8 预应力筋张拉锚固后实际建立的预应力值与工程设计规定检验值的相对允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

检验方法：检查见证张拉记录。

4.1.9 张拉过程中应避免预应力筋断裂或滑脱；当发生断裂或滑脱时，必须符合下列规定：

对后张拉预应力结构构件，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%，且每束钢丝不得超过一根；对多跨双向连续板，其同一截面应按每跨计算；

检验方法：观察、检查张拉记录。

4.1.10 预应力筋张拉后应尽早进行孔道灌浆，孔道内水泥浆应饱满、密实。

检验方法：观察、检查灌浆记录。

4.1.11 锚具的封闭保护应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：

4.1.11.1 应采取防止锚具腐蚀和遭受机械损伤的有效措施；

4.1.11.2 凸出式锚固锚具的保护层厚度不应小于 50mm；

4.1.11.3 外露预应力筋的保护层厚度：处于正常环境时，不应小于 20mm；处于易受腐蚀的环境时，不应小于 50mm。

检查方法：观察、钢尺检查。

4.2 一般项目

4.2.1 预应力筋使用前应进行外观检查，其质量应符合下列要求：

有粘结预应力筋展开后应平顺，不得有弯折，表面不应有裂纹、小刺、机械损伤、氧化铁皮和油污等。

检验方法：观察。

4.2.2 预应力筋用锚具、夹具和连接器使用前应进行外观检查，其表面应无污物、锈蚀、机械损伤和裂纹。

检验方法：观察。

4.2.3 预应力混凝土用金属螺旋管的尺寸和性能应符合国家现行标准《预应力混凝土用金属螺旋管》JG/T3013 的规定。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

4.2.4 预应力混凝土用金属螺旋管在使用前应进行外观检查，其内外表面应清洁，无锈蚀，不应有油污、孔洞和不规则的褶皱，咬口不应有开裂或脱扣。

检验方法：观察。

4.2.5 预应力筋下料应符合下列要求：

4.2.5.1 预应力筋应采用砂轮锯或切断机切断，不得采用电弧切割；

4.2.5.2 当钢丝束两端采用镦头锚具时，同一束中各根钢丝长度的极差不应大于钢丝长度的 $1/5000$ ，且不应大于 5mm 。当成组张拉长度不大于 10m 的钢丝时，同组钢丝长度的极差不得大于 2mm 。

检验方法：观察、钢尺检查。

4.2.6 预应力筋端部锚具制作质量应符合下列要求：

4.2.6.1 挤压锚具制作时压力表油压应符合操作说明书的规定，挤压后预应力筋外端应露出挤压套筒 $1\sim 5\text{mm}$ ；

4.2.6.2 钢绞线压花锚成形时，表面应清洁、无油污、犁形头尺寸和直线段长度应符合设计要求；

4.2.6.3 钢丝镦头的强度不得低于钢丝强度标准值的 98% 。

检验方法：观察、钢尺检查，检查镦头强度试验报告。

4.2.7 后张法有粘结预应力筋预留孔道的规格、数量、位置和形状除应符合设计要求外，尚应符合下列规定：

4.2.7.1 预留孔道的定位应牢固，浇筑混凝土时不应出现移位和变形；

4.2.7.2 孔道应平顺，端部的预埋锚垫板应垂直于孔道中心线；

4.2.7.3 成孔用管道应密封良好，接头应严密且不得漏浆；

4.2.7.4 灌浆孔的间距：对预埋金属螺旋管不宜大于 30m ；对抽芯成形孔道不宜大于 12m ；

4.2.7.5 在曲线孔道的曲线波峰部位应设置排气兼泌水管，必要时可在最低点设置排气孔；

4.2.7.6 灌浆孔及泌水管的孔径应能保证浆液畅通。

检验方法：观察、钢尺检查。

4.2.8 预应力筋束形控制点的竖向位置偏差应符合下表的规定：

检验方法：钢尺检查。

检验方法：观察。

束形控制点的竖向位置允许偏差

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

4.2.7 浇筑混凝土前穿入孔道的后张法有粘结预应力筋，宜采用防止锈蚀的措施。

检验方法：观察。

4.2.8 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下表的规定：

张拉端预应力筋的内缩量限值

锚 具 类 别		内缩量限值（mm）
支承式锚具（镦头锚具）	螺帽缝隙	1
	每块后加垫板的缝隙	1
锥塞式锚具		5
夹片式	有顶压	5
	无顶压	6~8

4.2.9 后张法预应力筋锚固后的外露部分宜采用机械方法切割，其外露长度不宜小于预应力筋直径的1.5倍，且不宜小于30mm。

检验方法：观察，钢尺检查。

4.2.10 灌浆用水泥浆的水灰比不应大于0.45，搅拌后3h泌水率不宜大于2%，且不应大于3%。泌水应能在24h内全部重新被水泥浆吸收。

检验方法：检查水泥浆性能试验报告。

4.2.11 灌浆用水泥浆的抗压强度不应小于 30N/mm^2 。

检验方法：检查水泥浆试件强度试验报告。

4.3 质量记录

本工艺标准应具备以下质量记录

4.3.1 波纹管出厂合格证和进场复验报告单。

4.3.2 混凝土构件、块体张拉强度试件试压报告单。

4.3.3 预应力筋的出厂质量证明进场复验报告单。

4.3.4 预应力筋锚具和连接器的合格证及检验记录。

4.3.5 预应力张拉设备校验记录。

4.3.6 预应力张拉记录。

4.3.7 预应力孔道灌浆试块强度试压报告单及水泥出厂合格证。

4.3.8 混凝土构件、块体标准试块强度试压报告。

4.4 特殊工序或关键控制点的控制

特殊工序或关键控制点的控制

序号	特殊工序/关键控制点	主要控制方法
1	预应力筋、水泥等原材料进场检查	原材料出厂合格证和复试报告，张拉机具的标定和配套校验
2	预应力筋用夹具、连接器进场检查	
3	混凝土配合比检查	混凝土配合比试验报告
4	非预应力筋、预埋件隐蔽检查	张拉前预应力筋下料长度的计算，控制预埋件位置正确，同时控制钢筋冷镦和焊接时参数以及焊接后钢筋偏心距、轴线尺寸是否符合要求和焊缝外观质量检查
5	预应力筋铺设、镦头检查	
6	预应力筋张拉记录检查	钢筋张拉时应对称张拉，且控制张拉力和张拉伸长值，同时张拉力应满足设计要求，实际张拉值与理论伸长值比较应控制在允许范围内
7	混凝土试压强度检查	混凝土试压报告应满足设计要求
9	预应力筋灌浆记录检查	混凝土强度符合设计要求后，采用32.5级普通水泥配置的水泥浆进行灌浆确保孔道浆满为止，后用砂轮切割机切割钢筋且确保钢筋外露长度不小于30mm

5 应注意的质量问题

5.0.1 后张法预应力混凝土构件，其侧模宜在预应力筋张拉前拆除，底模支架的拆除应按施工技术方案执行，当无具体要求时，不应在结构构件建立预应力前拆除。

5.0.2 成孔检查：砼初凝前应进行成孔检查，以判断孔道是否堵塞和变形。为确保孔道畅通，宜先将予

应力筋穿入孔道后再浇筑砼。

5.0.3 张拉设备应配套标定，并配套使用。张拉设备的标定期限不应超过半年，当在使用过程中出现反常现象或千斤顶检修后，应重新标定。

5.0.4 张拉时应认真做到孔道、锚环、与千斤顶三对中。

5.0.5 操作千斤顶和测量伸长值的人员，应站在千斤顶侧面操作，严格遵守操作规程。油泵开动过程中，不得擅自离开岗位。如需离开，必须把油阀门全部松开或切断电路。

5.0.6 多根钢绞线束夹片锚固体系如遇到个别钢绞线滑移，可更换夹片，用小型千斤顶单根张拉。

5.0.7 预应力筋张拉后，孔道应尽快灌浆。用连接器连接的多跨连续预应力筋的孔道灌浆应张拉完一跨随即灌浆一跨，不应在各跨全部张拉完毕后一次连续灌浆。

5.0.8 孔道灌浆应采用标号不低于32.5级的普通硅酸盐水泥配置的水泥浆；对孔隙大的孔道，可采用砂浆灌浆。水泥浆中可掺入对预应力筋无腐蚀作用的外加剂。一般可掺入0.05%~0.1%的铝粉或0.25%的木质素磺酸钙减水剂。

5.0.9 孔道成型基本要求：孔道必须保证尺寸与位置正确，平顺畅通，无局部弯曲；孔道端部的预埋钢板应垂直于孔道轴线，孔道接头处不得漏浆，

6 成品保护

6.0.1 构件起吊时不得发生扭曲和损坏。

6.0.2 堆放场地应平整、坚实，垫块要上下一致。

7 职业健康安全与环境管理

7.1 施工过程危害辨识及控制措施

施工过程危害辨识及控制措施

序号	主要来源	可能发生的事故或影响	风险级别	控 制 措 施
1	予应力筋下料	盘状供货弹力大，伤人	大	下料前，将盘状钢筋放入钢筋笼内后放松
2	予应力筋张拉	予应力筋断裂或滑脱伤人	大	张拉两端设置警戒线，派专人负责。
3	孔道灌浆	水泥浆喷出伤人	大	穿戴个人防护用品

注：上表仅供参考，现场应依据实际情况进行危害辨识、风险评价并采取相应的控制措施。

7.2 环境因素辨识评价及控制措施

环境因素辨识评价及控制措施

序号	主要来源	可能的环境影响	影响程度	控 制 措 施
1	予应力筋下料	钢筋废料无序堆放影响环境妨碍交通	一般	将废钢筋及时清理堆放到废料堆
2	孔道灌浆	漏浆污染	一般	施工后及时清理水泥浆

注：上表仅供参考，现场应依据实际情况进行环境因素辨识、评价并采取相应的控制措施。