

湖南省工程建设地方标准

DBJ

DBJ

43/T***-2021

J*****-2021

装配式混凝土结构钢筋套筒灌浆连接技术规程
Technical specification for grout sleeve splicing of
rebars in precast concrete structures

(征求意见稿)

2021 年*月*日发布

2021 年*月*日

实施

湖南省住房和城乡建设厅发布

湖南省工程建设地方标准

装配式混凝土结构钢筋套筒灌浆连接技术规程

Technical specification for grout sleeve splicing of rebars in
precast concrete structures

DBJ 43/T***-2021

J*****-2021

主编单位：湖南东方红建设集团有限公司

湖南东方红新型建材有限公司

批准部门：湖南省住房和城乡建设厅

*****出版社

前 言

本标准根据湖南省住房和城乡建设厅“关于印发湖南省 2020 年建设科技计划项目的通知”（湘建科函〔2020〕**号）制订。

本规程包括：1 总则、2 术语和符号、3 材料、4 接头性能要求、5 设计、6 施工、7 检验与验收等 7 个章节。

本规程由湖南省住房与城乡建设厅负责管理，由湖南东方红建设集团有限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湖南东方红建设集团有限公司（湖南长沙高新开发区枫林三路 1028 号，邮编：410217，联系电话：0731-88769777，电子邮箱：429642963@qq.com）。

本规程主编单位：湖南东方红建设集团有限公司

湖南东方红新型建材有限公司

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程审定专家：

目 次

1 总 则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	3
3 材 料.....	4
3.1 钢筋.....	4
3.2 灌浆套筒.....	4
3.3 灌浆料.....	4
3.4 其他材料.....	6
4 接头性能要求.....	7
4.1 灌浆接头性能.....	7
4.2 灌浆接头检验.....	8
5 设计.....	11
6 施工.....	14
6.1 一般规定.....	14
6.2 施工准备.....	15
6.3 灌浆.....	16
6.4 文明施工措施.....	19
7 检验与验收.....	20
7.1 一般规定.....	20
7.2 主控项目.....	20
7.3 一般项目.....	23
附录 A 套筒灌浆饱满度阻尼振动检测方法.....	25
A.1 一般规定.....	25
A.2 准备工作.....	25
A.3 在线监测及质量检测.....	26
A.4 灌浆饱满度施工质量验收.....	26
附录 B 灌浆接头抗拉强度试验报告.....	29
附录 C 施工现场检验报告.....	30
附录 D 灌浆套筒灌浆连接检验记录.....	31
本规程用词说明.....	32
引用标准名录.....	33
条文说明.....	34

Contents

1	General.....	1
2	Terms and Symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	3
3	Materials.....	4
3.1	steel.....	4
3.2	Grouting sleeve.....	4
3.3	Grouting material.....	4
3.4	Other materials.....	6
4	Joint performance requirements.....	7
4.1	Grouting joint performance.....	7
4.2	Inspection of grouting joints.....	8
5	Design.....	11
6	Construction.....	14
6.1	General requirements.....	14
6.2	Prefabricated component fabrication.....	15
6.3	Grouting.....	16
6.4	Civilized construction measures.....	19
7	Inspection and acceptance.....	20
7.1	General requirements.....	20
7.2	Main control items.....	20
7.3	General items.....	23
	Appendix A Detection of sleeve grouting plumpness by damping vibration method.....	25
	A.1 General provisions.....	25
	A.2 Preparations.....	25
	A.3 Online monitoring and quality inspection.....	26
	A.4 Construction quality acceptance of grouting fullness.....	26
	Appendix B Test report on tensile strength of grouting joint.....	29
	Appendix C Construction site inspection report.....	30
	Appendix D Grouting sleeve grouting connection inspection record.....	31
	Explanation of wording in this specification.....	32
	List of quoted standards.....	33
	Explanation.....	34

1 总 则

1.0.1 为规范混凝土结构工程中钢筋套筒灌浆连接技术的应用，做到安全适用、经济合理、技术先进、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于湖南省抗震设防烈度为 7 度及 7 度以下地区的装配式混凝土结构中钢筋套筒灌浆连接的设计、施工及验收。

1.0.3 装配式混凝土结构钢筋套筒灌浆连接技术的应用除应符合本规程外，尚应符合国家、行业及湖南省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 钢筋连接用灌浆套筒 grout sleeve for rebar splicing

采用铸造工艺或者机械加工工艺制造，用于钢筋套筒灌浆连接的金属套筒。简称灌浆套筒。

根据连接钢筋两端是否都采用灌浆连接，分为全灌浆套筒和半灌浆套筒。

2.1.2 钢筋连接用套筒灌浆料 cementitious grout for sleeve of rebar splicing

以水泥、细骨料、混凝土外加剂及其它材料组成的干混料，加水搅拌后具有良好的流动性、早强、高强、微膨胀等性能，填充于套筒和带肋钢筋间形成钢筋套筒灌浆连接接头。简称灌浆料。

2.1.3 常温型套筒灌浆料 normal temperature type cementitious grout for sleeve

适用于灌浆施工及养护过程中 24h 内灌浆部位环境温度不低于 5℃ 的套筒灌浆料。

2.1.4 低温型套筒灌浆料 low temperature type cementitious grout for sleeve

适用于灌浆施工及养护过程中 24h 内灌浆部位环境温度为-5℃~10℃的套筒灌浆料。

2.1.5 钢筋套筒灌浆连接 grout sleeve splicing of rebars

通过硬化后的灌浆料分别与钢筋和灌浆套筒机械咬合作用，将钢筋中的力传递至灌浆套筒的连接方法。

2.1.6 灌浆孔 entrance for grouting

灌浆套筒上，用于加注灌浆料的入料口，通常为光孔或螺纹孔。

2.1.7 排浆孔 vent for grouting

灌浆套筒上，加注灌浆料时用于通气并将注满后的多余灌浆料溢出的排料口，通常为光孔或螺纹孔。

2.1.8 橡胶塞 rubber plug

用于密封灌浆套筒与钢筋间隙的密封件。

2.1.9 钢筋丝头 thread sector at rebar end

钢筋端部加工螺纹的区段。

2.1.10 密封砂浆 sealing mortar

密封砂浆是一种有机-无机复合建筑砂浆，该类砂浆加水搅拌后具有较好的抗坠滑性、粘结性、早强及微膨胀性能，用于填充建筑物的各种缝隙，与缝隙表面密实结合成一体，实现缝隙密封。

2.1.11 坐浆料 bed mortar

一种以水泥为胶凝材料，配以适当的骨料，以及少量的混凝土外加剂和其它材料组成的干混材料，加水搅拌后具有较好的流动性、早强、硬化后微膨胀等性能，填充于预制混凝土构件节点连接接缝处。

2.2 符号

A_{sgt} ——接头试件的最大力下总伸长率；

u_0 ——接头试件加载至 $0.6f_{yk}$ 并卸载后在规定标距内的残余变形；

u_4 ——接头试件按规定加载制度经大变形反复拉压 4 次后的残余变形；

u_8 ——接头试件按规定加载制度经大变形反复拉压 8 次后的残余变形；

u_{20} ——接头试件按规定加载制度经高应力反复拉压 20 次后的残余变形；

ε_{yk} ——应力为屈服强度标准值时的钢筋应变；

L ——灌浆套筒长度；

d_s ——钢筋公称直径；

L_g ——大变形反复拉压试验变形加载值计算长度。

3 材 料

3.1 钢筋

3.1.1 套筒灌浆连接的钢筋应采用符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014 要求的带肋钢筋。

3.1.2 套筒灌浆连接的钢筋直径不宜小于 12mm，且不宜大于 40mm。

3.2 灌浆套筒

3.2.1 灌浆套筒应符合行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的有关规定。

3.2.2 灌浆套筒的尺寸应符合下列规定：

1 当钢筋公称直径为 12~25mm 时，灌浆端最小内径与连接钢筋公称直径的差值不宜小于 10mm；

2 当钢筋公称直径为 28~40mm 时，灌浆端最小内径与连接钢筋公称直径的差值不宜小于 15mm；

3 灌浆套筒灌浆端用于钢筋锚固的深度不宜小于插入钢筋公称直径的 8 倍。

3.3 灌浆料

3.3.1 灌浆料性能及试验方法应符合行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的有关规定，并应符合下列规定：

1 灌浆料抗压强度应符合表 3.3.1 的要求，且不应低于接头设计要求的灌浆料抗压强度；灌浆料抗压强度试件尺寸应按 40mm×40 mm×160mm 尺寸制作，其加水量应按灌浆料产品说明书确定，试件应按标准方法制作、养护；

2 灌浆料拌合物的竖向膨胀率、氯离子含量应符合表 3.3.1 的要求；

3 灌浆料拌合物的流动度和泌水率应符合表 3.3.1 的要求，泌水率试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的规

定。

表 3.3.1 灌浆料拌合物的技术性能

检测项目		性能指标	
		I 型	II 型
抗压强度(MPa)	1d	≥35	≥40
	3d	≥60	≥70
	28d	≥85	≥100
竖向膨胀率(%)	3h	≥0.02	
	24h 与 3h 的差值	0.02~0.5	
氯离子含量(%)		≤0.03	
流动度(mm)	初始	≥300	
	30min	≥260	
泌水率(%)		0	

注：1 试件成型时的试验室温度应为 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度应大于 50%；养护室的温度应为 $20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$,相对湿度应大于 90%；养护水的温度应为 $20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

2 成型时，水泥基灌浆材料和拌合水的温度应与试验室的环境温度一致。

3.3.2 当灌浆施工及养护过程中 24h 内灌浆部位环境温度不低于 5°C 时，应采用常温型套筒灌浆料；当灌浆施工及养护过程中 24h 内灌浆部位环境温度为 $-5^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ 时，应采用低温型套筒灌浆料。

3.4 其他材料

3.4.1 座浆料及试验方法应符合表 3.4.1 的要求。

表 3.4.1 座浆料性能指标要求及试验方法

序号	项目名称	性能指标		试验方法
1	初始流动度	≥130, ≤170		JG/T 408
2	抗压强度 (MPa)	1d	≥30	JGJ/T 70
		28d	≥50 (且不得低于构件混凝土强度设计等级值)	

3.4.2 密封砂浆的技术性能及试验方法应符合表 4.4.2 的要求。

表 3.4.2 密封砂浆的技术性能要求及试验方法

项目		指标	试验方法
稠度	初始稠度 (mm)	60~70	JGJ/T 70
	30min 稠度保留率 (%)	≤70	
抗压强度 (MPa)	1d	≥20	
	28d	≥50	
拉伸粘结强度 (MPa)	1d	≥0.35	

注：28d 抗压强度不得低于构件混凝土强度设计等级值。

3.4.3 用于预制构件安装及灌浆施工的其他相关材料应满足下列要求：

1 支承垫片可采用由多个具有确定厚度叠合而成的硬质垫片，硬质垫片之间应可靠粘接；

2 堵孔塞应与灌浆管和出浆管相匹配，并具有一定的弹性，保证严密封堵浆料进出管口，且不易被灌浆料顶出；

3 拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

4 接头性能要求

4.1 灌浆接头性能

4.1.1 套筒灌浆连接接头应满足强度和变形性能要求。

4.1.2 钢筋套筒灌浆连接接头的强度应满足下列规定：

1 钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度不应小于连接钢筋抗拉强度标准值，且破坏时应断于接头外钢筋；

2 钢筋套筒灌浆连接接头的屈服强度不应小于连接钢筋屈服强度标准值；

3 套筒灌浆连接接头应能经受规定的高应力和大变形反复拉压循环试验，且在经历拉压循环后，其抗拉强度仍应符合本条文第 1 款的规定；

4 套筒灌浆连接接头单向拉伸、高应力反复拉压、大变形反复拉压试验加载过程中，当接头拉力达到连接钢筋抗拉荷载标准值的 1.15 倍而未发生破坏时，应判为抗拉强度合格，可停止试验。

4.1.3 套筒灌浆连接接头的变形性能应符合表 4.1.3 的规定。在频遇荷载组合作用下，构件中钢筋应力高于钢筋屈服强度标准值 f_{yk} 的 0.6 倍时，设计单位可对单向拉伸残余变形的加载峰值 u_0 提出调整要求。

表 4.1.3 套筒灌浆连接接头的变形性能

项目		变形性能要求
对中单向拉伸	残余变形(mm)	$u_0 \leq 0.10$ ($d \leq 32$) $u_0 \leq 0.14$ ($d > 32$)
	最大力下总伸长率(%)	$A_{sgt} \geq 6.0$
高应力反复拉压	残余变形(mm)	$u_{20} \leq 0.3$
大变形反复拉压	残余变形(mm)	$u_4 \leq 0.3$ 且 $u_8 \leq 0.6$

注： u_0 —接头试件加载至 $0.6f_{yk}$ 并卸载后在规定标距内的残余变形； A_{sgt} —接头试件的最大力下总伸长率； u_{20} —接头试件按规定加载制度经高应力反复拉压 20 次后的残余变形； u_4 —接头试件按规定加载制度经大变形反复拉压 4 次

后的残余变形； u_8 —接头试件按规定加载制度经大变形反复拉压 8 次后的残余变形。

4.1.4 采用套筒灌浆连接的构件混凝土强度等级不宜低于 C30。

4.1.5 当装配式混凝土结构采用符合行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 规定的套筒灌浆连接接头时，全部构件纵向受力钢筋可在同一截面上连接。

4.1.6 在地震设计状况下，混凝土结构中全截面受拉构件同一截面不宜全部采用钢筋套筒灌浆连接。

4.2 灌浆接头检验

4.2.1 灌浆接头的型式检验应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 中各项规定。

4.2.2 每种套筒灌浆连接接头型式检验的试件数量与检验项目应符合下列规定：

1 对中接头试件应为 9 个，其中 3 个做单向拉伸试验、3 个做高应力反复拉压试验、3 个做大变形反复拉压试验；

2 偏置接头试件应为 3 个，做单向拉伸试验；

3 钢筋试件应为 3 个，做单向拉伸试验；

4 全部试件的钢筋均应在同一炉(批)号的 1 根或 2 根钢筋上截取。

4.2.3 制作灌浆接头试件同时，取用同批灌浆料按行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T408 制作不少于一组的 40mm×40mm×160mm 的试块。

4.2.4 灌浆接头试件与灌浆料试块应在标准养护条件下养护 28 天方可进行试验。

4.2.5 当型式检验试验结果符合下列规定时应评为合格：

1 符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 中有关 I 级接头变形性能的规定；

2 每个灌浆接头试件的抗拉强度和单向拉伸的屈服强度实测值符合本规程 4.1.2 的规定；

3 灌浆料试块的抗压强度偏离生产厂家提供的抗压强度等级值应小于 5%，且抗压强度不应小 85MPa。

4.2.6 型式检验的试验方法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，并应符合下列规定：

- 1 接头试件的加载力应符合本规程 4.1.2 第 4 款的规定；
- 2 偏置单向拉伸接头试件的抗拉强度试验应采用零到破坏的一次加载制度；
- 3 大变形反复拉压试验的前后反复 4 次变形加载值分别应取 $2\varepsilon_{yk}L_g$ 和 $5\varepsilon_{yk}L_g$ ，其中 ε_{yk} 是应力为屈服强度标准值时的钢筋应变，大变形反复拉压试验变形加载值计算长度 L_g 应按下列公式计算：

全灌浆套筒连接

$$L_g = \frac{L}{4} + 4d_s \quad (4.2.6-1)$$

半灌浆套筒连接

$$L_g = \frac{L}{2} + 4d_s \quad (4.2.6-2)$$

式中： L —灌浆套筒长度（mm）；

d_s —钢筋公称直径（mm）；

L_g —大变形反复拉压试验变形加载值计算长度（mm）。

$$L_1(L + 4d_s)。$$

4.2.7 灌浆接头的型式检验应注明钢筋在灌浆套筒内的钢筋灌浆锚固长度，并记录灌浆料抗压强度等级值。

4.2.8 当型式检验的灌浆料抗压强度符合本规程第 4.2.5 条的规定，且型式检验试验结果符合下列规定时，可评为合格：

1 强度检验：每个接头试件的抗拉强度实测值均应符合本规程 4.1.2 的第 1 款和第 3 款的强度要求；3 个对中单向拉伸试件、3 个偏置单向拉伸试件的屈服强度实测值均应符合本规程 4.1.2 的第 2 款的强度要求。

2 变形检验：对残余变形和最大力下总伸长率，相应项目的 3 个试件实测值

的平均值应符合本规程第 4.1.3 条的规定。

5 设计

5.0.1 采用钢筋套筒灌浆连接的混凝土构件，应符合下列规定：

- 1 连接钢筋的强度等级不应高于灌浆接头规定的连接钢筋强度等级；
- 2 连接钢筋的直径规格不应大于灌浆接头的规定，也不宜小于规定一级以上；
- 3 连接钢筋的直径规格差异不宜超过一级；
- 4 预制构件应合理设置灌浆孔道和排气孔，并保证预留孔道的通畅；
- 5 预制构件中宜设置回浆收缩补偿管。

5.0.2 采用套筒灌浆连接的混凝土构件中的灌浆套筒设计应符合下列规定：

1 竖向预制构件中钢筋的连接可采用全灌浆套筒或半灌浆套筒，预制梁中钢筋的连接宜采用全灌浆套筒；

2 在满足设计要求前提下宜选用大直径的灌浆套筒规格，套筒之间的净距不应小于 25mm，且不宜小于灌浆套筒外径；

3 套筒的出浆孔和灌浆孔应朝外，且应朝适宜灌浆施工的方向；宜通过出浆管和灌浆管分别连接出浆孔和灌浆孔，确保管口延至构件外侧边缘；

4 梁纵向钢筋连接灌浆套筒位置宜避开预制梁端塑性铰区域。

5.0.3 采用套筒灌浆连接的混凝土构件中的钢筋设计尚应符合下列规定：

1 接头连接钢筋的强度等级不应高于灌浆套筒规定的连接钢筋强度等级；

2 接头连接钢筋的直径规格不应大于灌浆套筒规定的连接钢筋直径规格，且不应小于灌浆套筒规定的连接钢筋直径规格一级以上；

3 预制构件钢筋插入灌浆套筒的锚固长度应符合灌浆套筒参数要求，并应不小于插入钢筋公称直径的 8 倍；

4 竖向预制构件配筋设计不影响灌浆孔、出浆孔位置；

5 预制柱纵向受力钢筋箍筋加密区长度，不应小于纵向受力钢筋连接区域长度与 500mm 之和；套筒上端第一道箍筋距离套筒顶部不应大于 50mm；

6 预制剪力墙的水平分布钢筋自套筒底部至套筒顶部并向上延伸 300mm 范

围内应加密，加密区水平分布钢筋的最大间距及最小直径应符合表 5.0.3 的规定，套筒上端第一道水平分布钢筋距离顶部不应大于 50mm；

表 5.0.3 加密区水平钢筋的要求

抗震等级	最大间距（mm）	最小直径（mm）
一、二级	100	8
三、四级	150	8

5.0.4 当装配式混凝土结构采用符合行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 规定的套筒灌浆连接接头时，全部构件纵向受力钢筋可在同一截面上连接。

5.0.5 在地震设计状况下，混凝土结构中全截面受拉构件同一截面不宜全部采用钢筋套筒灌浆连接。

5.0.6 采用套筒灌浆连接的构件混凝土强度等级不应低于 C30。

5.0.7 预制剪力墙中钢筋接头处套筒最外侧钢筋混凝土保护层厚度不应小于 15mm，预制柱和梁中钢筋接头处套筒最外侧箍筋混凝土保护层厚度不应小于 20mm。

5.0.8 框架柱和剪力墙全截面受拉时，宜采用现浇方式施工。

5.0.9 对于装配整体式剪力墙结构，在满足现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定的情况下，剪力墙竖向分布钢筋可采用单排连接和“梅花形”部分连接。

5.0.10 采用钢筋套筒灌浆连接的预制柱底部接缝处设置应符合下列规定：

1 接缝宜设置在楼面标高处；

2 接缝处现浇混凝土结构上表面应设置粗糙面；

3 接缝高度不宜小于 20mm；

4 当采用单个套筒灌浆工艺灌浆时，宜采用符合本规程第 3.3.2 条要求的座浆砂浆铺设；当采用连通腔灌浆工艺灌浆时，应采用符合本规程第 3.3.3 条要求

的封边砂浆封边。

5.0.11 底部设置键槽的预制柱，应在键槽处设置排气孔，并宜设置灌浆孔。排气孔和灌浆孔的设置应符合下列要求：

- 1 排气孔应设置在键槽的中心点；
- 2 排气孔最高点位置应高于最高位套筒出浆孔，高差不宜小于 100mm；
- 3 灌浆孔与排气孔间距不宜小于 50mm；
- 4 排气孔和灌浆孔宜采用波纹管，其外径宜与灌浆机注浆头相匹配。

5.0.12 采用钢筋套筒灌浆连接的预制剪力墙底部接缝处设置应符合下列规定：

- 1 接缝宜设置在楼面标高处；
- 2 接缝处现浇结构上表面应设置粗糙面；
- 3 接缝高度不宜小于 20mm；
- 4 应采用封边砂浆分仓和封边。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 套筒灌浆连接施工应编制专项施工方案。

6.1.2 套筒灌浆连接应采用由接头型式检验确定的相匹配的灌浆套筒、套筒灌浆料。

6.1.3 钢筋套筒灌浆连接施工应按灌浆部位施工环境温度条件选择常温型套筒灌浆料或低温型套筒灌浆料。

6.1.4 从事钢筋套筒灌浆连接施工作业的人员应经过专业技术培训后上岗。对于半灌浆套筒连接，培训内容还应包括丝头加工操作及加工机具检查，且人员应固定。

6.1.5 施工前应选择有代表性样板间进行工艺检验，工艺检验包括试制作、试安装、试灌浆、试补浆，并应符合下列规定：

1 样板间构件数量不宜少于 3 件，合计套筒数量不应少于 12 个；

2 样板间灌浆饱满度可采用本规程附录 A《套筒灌浆饱满度阻尼振动检测法》的方法全数检测。

6.1.6 套筒灌浆连接施工的灌浆时间应符合设计要求，当设计无要求时应符合下列规定：

1 同一楼层的预制梁吊装完成并验收合格后应进行灌浆施工；

2 同一楼层的竖向预制构件吊装完成并验收合格后宜进行灌浆施工；

3 连续二层竖向预制构件吊装完成并验收合格后应进行灌浆施工。

6.1.7 施工过程中，应有质量检验人员及监理全过程质量监督，及时形成灌浆施工质量检查记录，并留存影像资料。

6.1.8 施工现场套筒灌浆料、座浆砂浆、封边砂浆和灌浆套筒宜存储在阴凉干燥处，并应采取有效的防雨、防潮、防晒措施，灌浆套筒还应有防锈防污措施。

6.2 施工准备

6.2.1 钢筋直螺纹丝头的加工应符合下列规定：

- 1 钢筋端面应平整，端部不得弯曲；
- 2 镦粗头不得有与钢筋轴线相垂直的横向裂纹；
- 3 钢筋丝头加工应使用水性切削液，不得使用油性润滑液；
- 4 钢筋丝头长度应满足产品设计要求，极限偏差应为 $0\sim 1.0p$ (p 为螺距)；
- 5 钢筋丝头宜满足 6f 级精度要求，应用专用直螺线程规检验，通规能顺利旋入并达到要求的拧入长度，止规旋入不得超 $3p$ 。检验批量不应大 1000 个，各规格的自检数量不应少于 10%，检验合格率不应小于 95%，否则应检验全部丝头，挑出不合格丝头。

6.2.2 钢筋与灌浆套简直螺纹连接质量应符合下列要求：

- 1 连接时可用管钳扳手拧紧，钢筋丝头应与灌浆套筒顶紧凸台相互顶紧，接头安装后的外露螺纹不宜超过 $1p$ 。如无法顶紧，应附加锁紧螺母紧固。
- 2 接头安装后应用扭力扳手校核拧紧扭矩，拧紧扭矩值应符合本规程表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 钢筋直螺纹安装时的最小拧紧扭矩值

钢筋直径 (mm)	≤ 16	18~20	22~25	28~32	36~40
拧紧扭矩 (N·m)	100	200	260	320	360

- 3 校核用扭力扳手的准确度级别可选用 10 级。

6.2.3 灌浆套筒与钢筋直螺纹连接，安装后按本规程表 6.2.2 进行拧紧扭矩校核，检验批量不应大于 1000 个，各规格的自检数量不应少于 10%，检验合格率不应小于 95%，否则应重新拧紧全部接头，直到合格为止。

6.2.4 锥螺纹钢筋丝头的加工应符合下列规定：

- 1 钢筋端部不得有影响螺纹加工的局部弯曲；
- 2 钢筋丝头的锥度和螺距应采用专用锥螺线程规检验；各规格丝头的自检数

量不应少 10%，检验合格率不应小于 95%。

6.2.5 预制构件钢筋及灌浆套筒的安装应符合下列规定：

1 连接钢筋与全灌浆套筒安装时，应逐根插入灌浆套筒内，插入深度应满足设计锚固深度要求；

2 灌浆套筒应用专用定位器定位于模具上，避免位移；

3 灌浆套筒上的过渡接头、连接管路、密封装置应安装牢固、密封；

4 灌浆孔、排浆孔的连接管路在灌浆前应保证通畅，竖向灌浆设置排浆管路出口应高于排浆孔。水平灌浆设置管路出入口应高于灌浆套筒；

5 灌浆孔、排浆孔的连接管路宜露出构件 30mm 以上，以便于封堵和检查冒浆情况；

6 应采取防止混凝土浇筑时向灌浆套筒内漏浆的封堵措施。

6.2.6 浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程检查。隐蔽工程检查应包括下列内容：

1 纵向受力钢筋的牌号、规格、数量、位置；

2 灌浆套筒的型号、数量、位置及灌浆孔、出浆孔、排气孔的位置；

3 钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；

4 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、间距、位置，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；

5 预埋件的规格、数量和位置。

6.2.7 灌浆套筒、钢筋中心位置允许偏差 0~2mm，钢筋外露长度允许偏差 0~5mm。

6.2.8 预制构件制作及运输过程中，应对外露钢筋、灌浆套筒分别采取包裹、封盖等保护措施。

6.3 灌浆

6.3.1 灌浆施工现场灌浆料检验合格，且接头工艺检验合格后，方可进行灌浆施工。

6.3.2 灌浆料使用应符合以下规定：

- 1 拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定；
- 2 加水量应按灌浆料使用说明书的要求确定，并应按重量计量；
- 3 灌浆料拌合物应采用电动设备搅拌充分、均匀，并宜静置 2min 后使用；
- 4 搅拌完成后，不得再次加水；
- 5 每工作班应检查灌浆料拌合物初始流动度不少于 1 次，指标应符合本规程

的规定；

- 6 强度检验试件的留置数量应符合验收及施工控制要求。

6.3.3 预制构件就位前，应按下列规定检查现浇结构施工质量：

- 1 现浇结构与预制构件的结合面应符合设计及现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定；

- 2 现浇结构施工后外露连接钢筋的位置、尺寸偏差应符合表 6.3.3 的规定，超过允许偏差的应予以处理；

表 6.3.3 现浇结构施工后外露连接钢筋的位置、尺寸允许偏差及检验方法

项目	允许偏差 (mm)	检验方法
中心位置	+3 0	游标卡尺测量
外露长度、顶点标高	+15 0	

- 3 外露连接钢筋的表面不应粘连混凝土、砂浆，不应发生锈蚀；

- 4 当外露连接钢筋倾斜时，应进行校正。

6.3.4 灌浆施工方式及构件安装应符合下列规定：

- 1 钢筋水平连接时，灌浆套筒应各自独立灌浆；

2 竖向构件宜采用连通腔灌浆，并应合理划分连通灌浆区域；每个区域除预留灌浆孔、排浆孔与排气孔外，应形成密闭空腔，不应漏浆；连通灌浆区域内，任意两个灌浆套筒间距离不宜超过 1.5m，灌浆口与最远端套筒水平距离不宜超过 1.0m；密封砂浆的施工方法应满足灌浆施工的要求。

3 竖向预制构件不采用连通腔灌浆方式时，构件就位前应设置坐浆层。

6.3.5 预制柱、墙的安装应符合下列规定：

1 临时固定措施的设置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；

2 采用连通腔灌浆方式时，灌浆施工前应对各连通灌浆区域进行封堵，且封堵材料不应减小结合面的设计面积；

6.3.6 灌浆施工环境温度高于 30℃时，应采取高温环境施工应对措施，并应符合下列规定：

- 1 灌浆前 24h 内应防止灌浆部位受到阳光直射或其他热辐射；
- 2 灌入套筒内的灌浆料拌合物温度不应大于 27℃；
- 3 直径大于 25mm 的钢筋套筒灌浆连接宜采用单套筒灌浆。

6.3.7 灌浆施工环境温度低于 0℃时不得施工，低于 5℃时宜采取以下措施：

- 1 灌浆之前，灌浆料应储存在(10~20)℃的温度环境下(48~72)h；
- 2 连接器、钢筋、面板、灌浆区域应加热至高于 10℃；
- 3 所有连接器的入口和出口管应洁净、无冰；
- 4 水混合加热不超过 32℃；
- 5 灌浆料拌合物注浆时温度应在(10~27)℃之间。

6.3.8 当灌浆施工出现无法出浆的情况时，应查明原因，采取的施工措施应符合下列规定：

1 对于未密实饱满的竖向连接灌浆套筒，当在灌浆料加水拌合 30min 内时，应首选在灌浆孔补灌；

2 水平钢筋连接灌浆施工停止后 30s，当发现灌浆料拌合物下降，应检查灌浆套筒的密封或灌浆料拌合物排气情况，并及时补灌或采取其他措施；

3 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符合设计要求。

6.3.9 灌浆料同条件养护试件抗压强度达到 35MPa 后，方可进行对接头有扰动的后续施工；临时固定措施的拆除应在灌浆料抗压强度能确保结构达到后续施工承载要求后进行。

6.4 文明施工措施

6.4.1 在高空进行灌浆操作，必须遵守国家现行标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的规定。

6.4.2 施工现场用电必须遵守国家现行标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的规定。

6.4.3 灌浆泵、气泵操作应严格按操作规程进行。

6.4.4 管路堵塞时，不得用加压方式疏通管路。

7 检验与验收

7.1 一般规定

7.1.1 采用钢筋套筒灌浆连接的混凝土结构验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定，可划入装配式结构分项工程。

7.1.2 当钢筋套筒钢筋连接施工质量不符合规定时，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 第 10.2.2 条的规定进行处理。

7.1.3 灌浆套筒和灌浆料应在灌浆接头工艺检验合格后进厂或进场。

7.2 主控项目

7.2.1 灌浆套筒进厂（场）时，应核查由接头提供单位提交的所有规格接头的型式检验报告。

7.2.2 灌浆套筒进厂（场）时，其品种、规格、标识应符合设计要求及现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的规定。

检查数量：同一批号、同一类型、同一强度等级、同一规格的灌浆套筒，不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 10 个灌浆套筒。

检验方法：观察；核查质量证明文件。

7.2.3 灌浆料进场时，应对灌浆料拌合物 30min 流动度、泌水率及 3d 抗压强度、28d 抗压强度、3h 竖向膨胀率、24h 与 3h 竖向膨胀率差值进行检验，检验结果应符合本规程表 3.3.1 中的有关规定。

检查数量：同一批号的灌浆料，不超过 50t 为一批，每批按现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的有关规定随机抽取灌浆料制作试件。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

7.2.4 灌浆套筒进厂（场）时，应抽取灌浆套筒并采用与之匹配的灌浆料制作对中连接接头试件，并进行抗拉强度检验，检验结果均应符合本规程第 4.1.2 条第

1 款的有关规定。

检查数量：同一批号的灌浆套筒，不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 3 个灌浆套筒制作对中连接接头试件。当 3 个接头试件的抗拉强度均符合本规程的抗拉强度要求时，该验收批应评为合格。如仅有 1 个试件的抗拉强度不符合要求，应再取 6 个试件进行复检。复检中如仍有 1 个试件的抗拉强度不符合要求，则该验收批应评为不合格。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告（附录 B）。

7.2.5 座浆砂浆进场时，应对座浆砂浆初始流动度、1d 和 28d 抗压强度进行检验，检验结果应符合本规程第 3.4.1 条的有关规定。

检查数量：同一批号的座浆砂浆，不超过 50t 为一批，每批应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的有关规定，随机抽取座浆砂浆制作试件，并按本规程第 3.3.2 条的有关规定进行养护和试验。

检验方法：检查质量证明文件；随机抽样送检，核查复验报告。

7.2.6 密封砂浆进场时，应对封边砂浆拌合物 30min 稠度保留率、1d 拉伸粘结强度及 1d 及 28d 抗压强度进行检验，检验结果应符合本规程第 3.4.2 条的有关规定。

检查数量：同一批号的封边砂浆，不超过 50t 为一批，每批应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的有关规定，随机抽取封边砂浆制作试件，并按本规程第 3.3.3 条的有关规定进行养护和试验。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

7.2.7 灌浆施工前样板间的工艺检验应符合本规程第 6.1.5 条要求，工艺检验时的单个套筒灌浆饱满度应达 100%。

检查数量：样板间构件数量不宜少于 3 件，合计套筒数量不应少于 12 个。

检验方法：检查工艺检验套筒灌浆施工记录、饱满度检测报告及处理记录。

7.2.8 灌浆施工中，套筒灌浆料拌合物的 28d 抗压强度应符合本规程第 3.3.1 条的有关规定。用于检验抗压强度的灌浆料试件应在施工现场制作。

检查数量：每工作班取样不得少于 1 次，每楼层取样不得少于 3 次。每次抽取 1 组 40mm×40mm×160mm 的试件，并按本规程第 3.3.1 条要求养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法：检查灌浆施工记录及抗压强度试验报告。

7.2.9 现场灌浆接头的灌浆套筒位置、连接钢筋位置、连接钢筋长度，应符合本规程第 6.2.5、6.3.3 条规定，灌浆套筒内应无杂物、管路应通畅，连接钢筋弯折度应不大于 3°。检验合格率不应小于 95%。如发现不合格数超过检验数 5%时，应逐个检验并校正，直到合格为止。同时填写检验记录以备验收，见附录 C。

检查数量：检验批量各项目数量不应大于 1000 个，抽检数量不应少 10%。

检验方法：观察、盒尺测量、检查施工现场检验记录。

7.2.10 灌浆应密实饱满，所有排浆口均应出浆。如发现灌浆不饱满，应采取适当方法进行补浆。不合格率高于 1%时，应查找原因后，再进行灌浆施工。同时填写现场灌浆检验记录以备验收，见附录 D。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查灌浆施工质量检验记录；按附录 A 方法进行检测。

7.2.11 座浆砂浆施工中，砂浆拌合物的 28d 抗压强度应满足设计要求，并应符合本规程第 3.4.1 条的有关规定。用于检验抗压强度的座浆砂浆试件应在施工现场制作。

检查数量：每工作班取样不得少于 1 次，每楼层取样不得少于 3 次。每次抽取 1 组 70.7mm×70.7mm×70.7mm 的试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法：检查坐浆施工记录及抗压强度试验报告。

7.2.12 密封砂浆施工中，砂浆拌合物的 28d 抗压强度应符合本规程第 3.4.2 条的有关规定。用于检验抗压强度的密封砂浆试件应在施工现场制作。

检查数量：每工作班取样不得少于 1 次，每楼层取样不得少于 3 次。每次抽取 1 组 70.7mm×70.7mm×70.7mm 的试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法：检查分仓和密封施工记录及抗压强度试验报告。

7.3 一般项目

7.3.1 灌浆套筒进厂（场）时，应抽取灌浆套筒检验外观质量、标识和尺寸偏差，检验结果应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的有关规定。

检查数量：同一批号的灌浆套筒，不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 10 个灌浆套筒。

检验方法：观察，尺量检查。

7.3.2 半灌浆套筒机械连接端加工过程中，应对丝头加工质量及拧紧力矩进行检验，检验结果应符合本规程第 6.3.2~6.3.4 条的要求，并应符合下列规定：

- 1 检验合格率应不小于 95%；
- 2 如丝头加工质量检验合格率小于 95%，应全数检查丝头并作废不合格丝头；
- 3 如拧紧力矩合格率小于 95%，应重新全部拧紧丝头，直到合格为止。

检查数量：同一批号、同一类型、同一强度等级、同一规格的半灌浆套筒，不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 10% 的数量。

7.3.3 灌浆套筒中心线位置、连接钢筋中心线位置和外露长度应符合本规程第 6.3.3 条的规定。

检查数量：同一类型的构件，不超过 100 个为一批，每批应抽查构件数量的 5%，且不应少于 3 个。检验方法：尺量。

检验方法：检查处理记录。

7.3.4 采用单个套筒灌浆工艺时，座浆砂浆拌合物应满铺于结合面，其厚度宜不小于 20mm，并应在 45min 内对预制柱吊装完毕。套筒灌浆施工前应对坐浆层进行补抹。

检查数量：全数检查。

检验方法：尺量，检查座浆砂浆施工和预制柱吊装施工记录。

7.3.5 采用连通腔灌浆工艺时，各连通腔灌浆区域应封堵，连通腔灌浆区域内任意两个灌浆套筒间的距离不宜超过 1.5m。

检查数量：全数检查。

检验方法：尺量，检查封边砂浆分仓和封边施工记录。

附录 A 套筒灌浆饱满度阻尼振动检测方法

A.1 一般规定

A.1.1 灌浆饱满度检测设备包括检测仪和传感器。

A.1.2 灌浆饱满度检测仪应具有产品合格证及计量检定证书，并应在检测仪上明显位置上标注名称、型号、制造厂名（或商标）、出厂编号等。

A.1.3 灌浆饱满度检测仪应符合下列规定：

A.1.4 灌浆饱满度检测仪检定周期为一年，当新检测仪开启或超过检定有效期限时，应由法定计量检定机构进行检定。

A.2 准备工作

A.2.1 每个灌浆套筒都应在灌浆前布置阻尼振动传感器（图 A 2.1），保持传感器测试面和排气孔朝上从排浆孔插入，并确认传感器伸入到排浆孔底部（不能继续插入为止），塞紧橡胶塞。

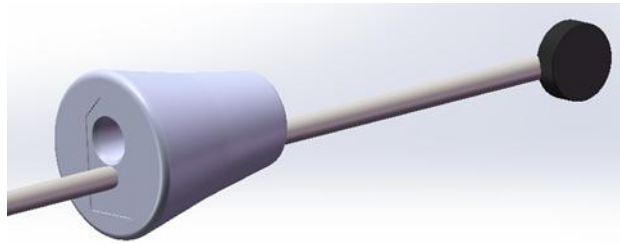


图 A 2.1 传感器

A.2.2 应按产品使用要求计量灌浆料和水的用量并搅拌均匀，灌浆料的流动度应满足现行国家标准和设计要求；

A.2.3 同一块墙板有多个灌浆腔时，先注无套筒的灌浆腔。

A.2.4 有套筒的灌浆腔注浆时，选择靠近无套筒的灌浆腔一侧的注浆孔，但如果最近的注浆孔不便封堵则可向相反方向错位一个。

A.2.5 如果出现漏浆现象停止灌浆施工，漏浆严重则需要提起墙板重新封仓。

A.2.6 不允许有出浆口外的冒浆部位，如出现应及时封堵。

A.2.7 排除问题后，如出浆口仍不冒浆，应从出浆口二次灌浆。

A.2.8 灌浆作业应及时形成施工质量检查记录表，并按每工作班制作 1 组 3 个规格为 40mm×40mm×160mm 的长方体试块进行标准养护。

A.2.9 灌浆完成 24 小时后方可进行下道工序，72 小时内不得拆除支撑体系。

A.2.10 灌浆作业完成后 12h 内，构件和灌浆连接接头不应受到振动或冲击作用。

A.3 在线监测及质量检测

A.3.1 钢筋套筒灌浆过程中宜进行在线监测工作。

A.3.2 灌浆饱满度在线监测应在灌浆料初凝前进行。

A.3.3 监测前必须检查仪器电量是否充足。

A.3.4 测试前必须输入套筒所在构件的编号(PCID)。

A.3.5 接入传感器进行测试并保存测试结果，正常灌满状态波形应与图 2 类似；当测试波形明显高出，能量值超过 I 区（能量值大于 100），可以判定为未灌满或漏浆导致液面下降应及时排查并进行二次灌浆。

A.3.6 二次灌浆后应对套筒灌浆结果进行复测。

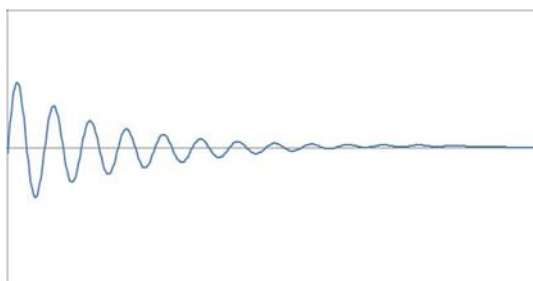


图 2 测试波形图

A.4 灌浆饱满度施工质量验收

A.4.1 施工质量验收检测应在被测套筒的灌浆料终凝后进行；

A.4.2 施工质量验收检测应由具有检测资质的第三方检测单位实施。

A.4.3 抽检比例及部位：初次抽检以每一楼层为单位，抽检数量为该层套筒总数的 30%，部位由检测单位按兼顾普遍性和重要性的原则随机抽取。

A.4.4 测试前应输入工程名称、楼号、楼层、套筒所在构件的 PCID。

A.4.5 接入传感器进行测试并保存测试结果，如检测波形与图 3 类似，且能量值

不超过 I 区；判定套筒灌浆饱满。

A.4.6 当测试波形明显高出图 3，且能量值超过 II 区（能量值大于 180），判定套筒灌浆不饱满。

A.4.7 当测试波形明显高出图 3，且能量值在 II 区，应检查排浆孔状态，确认灌浆是否饱满。

A.4.8 如判定为套筒灌浆不饱满的个数超过初次抽检数量的 5%时，应再增加一倍检测比例进行再次检测，两次抽检的判定为套筒灌浆不饱满的个数超过两次抽检总数的 5%时，应进行全部检测。

A.4.9 对于检测中判定为套筒灌浆不饱满的灌浆套筒，应进行修复直至饱满为止。

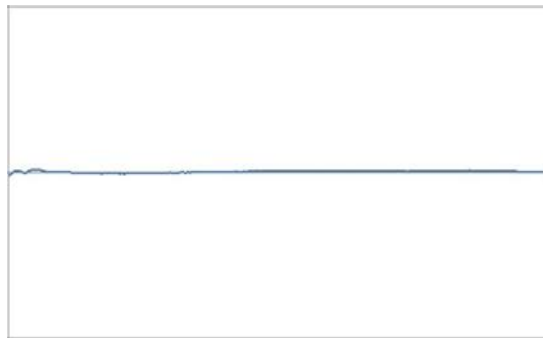


图 3 测试波形图

表 A.3.7 套筒灌浆饱满度检测报告

委托单位				工程名称			
监理单位				旁站监理 员			
检测日期				报告日期			
套 筒 编 号	预 制 构 件 名 称	套 筒 所 在 构 件 编 号	波形图		能 量 值 所 在 区 间	指 示 条 显 示 颜 色	饱 满 度 判 定
结 论	该工程样板间工艺检验，共检测___个套筒的灌浆饱满度，经检测合格率达到____%						
说 明	1、检测依据： 2、检测环境温度： 3、灌浆饱满度检测仪编号：_____，检定证书号： 4、（有需要说明的其它问题）：						

批准：
 审核：
 主检：

附录 B 灌浆接头抗拉强度试验报告

表 B.0.1 灌浆接头抗拉强度试验报告

工程名称			结构层数			水料比例	
构件类型			灌浆料抗压强度等级值			钢筋锚固长度	
试件编号	钢筋规格 d (mm)	横截面积 A_s (mm^2)	抗拉强度标准值 f_{yk} (MPa)	极限拉力实测值 P (kN)	抗拉强度实测值 f_{mst}^o (MPa)	破坏形式	评定结果
评定结论							
备注	接头强度合格条件抗拉强度实测值 \geq 抗拉强度标准值(断于钢筋母材)或抗拉强度实测值 ≥ 1.15 抗拉强度标准值(断于接头)						

试验单位: (盖章) 负责人: 试验员: 试验日期:

附录 C 施工现场检验报告

表 C.0.1 施工现场检验记录

工程名称					接头类型						抽检数量			
构件类型					套筒规格						验收批数量			
生产单位					钢筋直径						检验单位			
项目 编号	套筒位置		筒内 杂物		管路 通畅		钢筋 位置		钢筋 长度		钢筋 弯折			
	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
结论														

质检负责人：

检验员：

检验日期：

注：套筒位置、钢筋位置、钢筋长度按本规程判定是否合格。筒内杂物、管路通畅按无杂物、畅通判定是合格，反之为不合格。钢筋弯折 $\leq 3^\circ$ 判定是合格，反之为不合格。

附录 D 灌浆套筒灌浆连接检验记录

表 D.0.1 灌浆连接检验记录

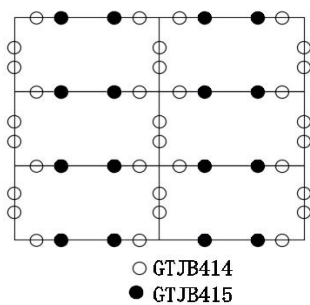
工程名称					环境温度		水料比例		
工程部位					混合温度		流动度		
灌浆日期					检验数量		试块编号		
	开间编号	仓位编号	接头规格	接头数量	冒浆情况	封堵保压	密实饱满	结论	备注

质检负责人：

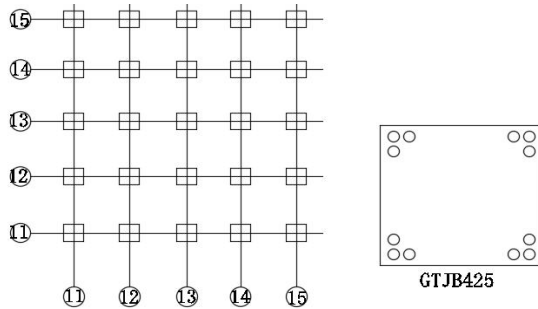
检验员：

检测日期：

剪力墙检查图例



柱检查图例



注：冒浆情况能正常冒浆、封堵保压能保住压判定是合格，反之为不合格。

本规程用词说明

1 为了便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示可选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为：“应符合……规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 2 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 3 《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》 GB 1499.
- 4 《钢筋混凝土用余热处理钢筋》 GB 13014
- 5 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
- 6 《水泥胶砂强度检验方法》 GB/T 17671
- 7 《建筑结构可靠度设计统一标准》 GB 50068
- 8 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 9 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 10 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 11 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 12 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》 JGJ 355
- 13 《钢筋连接用灌浆套筒》 JG/T398
- 14 《钢筋连接用套筒灌浆料》 JG/T408
- 15 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ1
- 16 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T70
- 17 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 18 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 19 《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80
- 20 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46

湖南省工程建设地方标准

装配式混凝土结构钢筋套筒灌浆连接技术规程

DBJ 43/T***-2021

J*****-2021

条文说明

目 次

1 总 则.....	错误！未定义书签。
3 材 料.....	错误！未定义书签。
3.1 钢筋.....	错误！未定义书签。
3.2 灌浆套筒.....	错误！未定义书签。
3.3 灌浆料.....	错误！未定义书签。
3.4 其他材料.....	错误！未定义书签。
4 接头性能要求.....	错误！未定义书签。
4.1 灌浆接头性能.....	错误！未定义书签。
4.2 灌浆接头检验.....	错误！未定义书签。
5 设计.....	错误！未定义书签。
6 施 工.....	错误！未定义书签。
6.1 一般规定.....	错误！未定义书签。
6.2 施工准备.....	错误！未定义书签。
6.3 灌浆.....	错误！未定义书签。
7 检验与验收.....	错误！未定义书签。
7.1 一般规定.....	错误！未定义书签。
7.2 主控项目.....	错误！未定义书签。
7.3 一般项目.....	错误！未定义书签。

1 总 则

1.0.1 钢筋套筒灌浆接头连接质量可靠、施工简便，可缩短工期，适用于大小不同直径的带肋钢筋的连接，做到了构件之间的无缝连接，解决了预制混凝土装配式构件钢筋连接的难题。

钢筋套筒灌浆连接主要应用于装配式混凝土结构中预制构件钢筋连接，从受力机理、施工操作、质量检验等方面均不同于传统的钢筋连接方式。钢筋套筒灌浆连接应用于装配式混凝土结构中竖向构件钢筋对接时，金属灌浆套筒常为预埋在竖向预制混凝土构件底部，连接时在灌浆套筒中插入带肋钢筋后注入灌浆料拌合物。钢筋套筒灌浆连接也可应用于预制构件的水平钢筋连接。

1.0.2 据国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定，湖南省抗震设防烈度不大于 7 度。

因缺少钢筋套筒灌浆连接接头疲劳试验数据，本规程未包括疲劳设计要求内容。对有疲劳设计要求的构件，在补充相关试验研究的情况下，可参考本规程的有关规定应用。

1.0.3 我国已颁布实施的钢筋套筒灌浆连接相关标准有现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355、《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T398、《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T408、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 以及《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 等，对钢筋套筒灌浆连接设计、施工、验收等做出了一些规定，并对应用钢筋套筒灌浆连接技术所涉及的灌浆套筒、套筒灌浆料等产品作了详细的规定，应用时必须遵守。

3 材 料

3.1 钢筋

3.1.1 用于套筒灌浆连接的带肋钢筋，其性能应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB/T 13014 的要求，钢筋强度等级宜采用 400 级、500 级。当采用不锈钢钢筋及其他进口钢筋，应符合相应产品标准要求。

3.1.2 参照现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T398 规定的灌浆套筒适用的最小钢筋直径为 12mm，最大钢筋直径为 40mm。

3.2 灌浆套筒

3.2.1 灌浆套筒的材料及加工工艺主要分为两种：球墨铸铁铸造；采用优质碳素结构钢或低合金高强度结构钢或合金结构钢或其他符合要求的钢材加工，期刊的性能应符合行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的有关规定。全灌浆套筒宜采用优质碳素结构钢或球墨铸铁加工制造，半灌浆套筒应采用优质碳素结构钢机械加工制造。

3.2.2 考虑我国钢筋的外形尺寸及工程实际情况，本条提出了灌浆套筒灌浆端用于钢筋锚固的深度及最小内径与连接钢筋公称直径差值的要求。全灌浆套筒的两个灌浆端均宜满足 $8d_s$ 的要求，半灌浆套筒的灌浆端宜满足 $8d_s$ 的要求， d_s 为连接钢筋公称直径。

在灌浆料强度满足行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355 型式检验相关要求的前提下，直径 40mm 钢筋灌浆接头型式检验参数虽能满足一级接头标准要求，但破坏模式以钢筋拔出为主，结合规程编制组已开展的相关试验，建议在实际工程应用中，适当提高直径 40mm 钢筋的有效锚固长度，如提至钢筋公称直径的 9~10 倍。

3.3 灌浆料

3.3.1 本条提出了灌浆料的性能及试验方法要求。

灌浆料抗压强度应符合表 3.3.1 中 I 型性能指标的要求，且不应低于接头设计要求的灌浆料抗压强度；灌浆连接必要时选用满足 II 型性能指标的灌浆料进行施工。

本条提出的灌浆料 I 型性能指标中的抗压强度为最小强度。允许生产单位开发接头时考虑与灌浆套筒匹配而对灌浆料提出更高的强度要求，此时应按相应设计要求对灌浆料进行抗压强度验收，施工过程中应严格质量控制。

灌浆料抗压强度、竖向膨胀率指其拌合物硬化后测得的性能。灌浆料抗压强度试件制作时，其加水量应按灌浆料产品说明书确定。检验同一批灌浆料的各技术性能时，加水量应相同。根据现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的规定，灌浆料抗压强度试验方法按现行行业标准《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671 的有关规定执行，其中加水及搅拌规定除外。

目前现行的国家标准《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671 为 1999 版，该标准规定：取 1 组 3 个 40mm×40 mm×160mm 试件得到的 6 个抗压强度测定值的算术平均值为抗压强度试验结果；当 6 个测定值中有一个超出平均值的±10%时，应剔除这个结果，而以剩下 5 个的算术平均值为结果；当 5 个测定值中再有超过平均值的±10%，则此组结果作废。

3.3.2 试验表明，在标准温度下试验合格的套筒灌浆料，在低温下试验一般都达不到要求。此时按标准要求试验合格的套筒灌浆料去工程灌浆，各项性能都存在偏差。因此需要使用低温型套筒灌浆料，以适应低温环境灌浆施工。湖南各县气象站资料统计表明，各地年平均气温一般为 16~19℃，冬季最冷月（1 月）日均最低气温为 4℃，每年 1~3 月和 12 月日均最低气温小于 10℃，历史最低气温为 -6℃。灌浆部位的环境温度受风速等因素的影响，温度更低，冬季施工时应测量灌浆部位的环境温度。

3.4 其他材料

3.4.1 竖向预制柱钢筋套筒灌浆连接采用单个套筒灌浆时，预制柱与底面下端混凝土结构结合面上应先满铺座浆料。该座浆料应有一定的流动度，铺设时有自流动，施工较轻松；因预制柱混凝土抗压强度高，当座浆料 1d 抗压强度超过 30MPa，同时 28d 抗压强度超过预制构件混凝土抗压强度，才能满足结构整体设计要求。座浆料是由水泥基材料复合而成，按行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T70 进行试验，抗压强度试件尺寸为 70.7mm×70.7 mm×70.7mm。根据湖南大学的试验结果（苏捷，方志.水泥砂浆立方体抗压强度尺寸效应的试验研究[J].中国工程科学，2014,16（2）），试验结果应乘以尺寸效应修正系数 0.95。

3.4.2 竖向预制构件钢筋套筒灌浆连接采用连通腔灌浆时，竖向预制构件吊装就位后，预制构件底面下端空腔内需要分仓，空腔四周需要封边。该封边和分仓材料 1d 拉伸粘结强度要高，以防止灌浆时封边层崩裂；因预制剪力墙混凝土抗压强度设计等级不高，1d 抗压强度超过 20MPa 应能满足预制构件吊装要求，同时 28d 抗压强度超过预制构件混凝土强度设计等级，可满足结构整体设计要求。封边用密封砂浆是由水泥基材料复合而成，并按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T70 进行试验。

3.4.3 本条规定了支承垫片、堵孔塞、拌合用水的要求。支承垫片可以是钢质、合金、硬塑胶、硬木等。堵孔塞可以是硬塑胶、硬木制成。堵孔塞应一端大，另一端小，呈椭圆柱状，以便更能赛紧灌浆管或出浆管。

4 接头性能要求

4.1 灌浆接头性能

4.1.1 本条规定是套筒灌浆连接接头产品设计的依据。连接接头应能满足单向拉伸、高应力反复拉压、大变形反复拉压的检验项目要求。

4.1.2 第 1 款 本条为钢筋套筒灌浆连接受力性能的关键要求。本条规定的钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度为极限强度，按连接钢筋公称截面面积计算。

钢筋套筒灌浆连接目前主要用于装配式混凝土结构中墙、柱等重要竖向构件中的底部钢筋同截面 100%连接处，且在框架柱中多位于箍筋加密区部位。考虑到钢筋可靠连接的重要性，为防止采用套筒灌浆连接的混凝土构件发生不利破坏，本规程提出了连接接头抗拉试验应断于接头外钢筋的要求，即不允许发生断于接头或连接钢筋与灌浆套筒拉脱的现象。本条要求连接接头破坏时应断于接头外钢筋，接头抗拉强度与连接钢筋强度相关，故本条要求连接接头抗拉强度不应小于连接钢筋抗拉强度标准值。

本条规定确定了套筒灌浆连接接头的破坏模式。根据本条文第 4 款的规定，接头产品开发时应考虑钢筋抗拉荷载实测值为标准值 1.15 倍时不发生断于接头或连接钢筋与灌浆套筒拉脱。

对于半灌浆套筒连接接头，机械连接端也应符合本条规定，即破坏形态为钢筋拉断，钢筋拉断的定义可按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 确定。

第 2 款 考虑到灌浆套筒原材料的屈服强度可能低于连接钢筋屈服强度，为保证连接接头在混凝土构件中的受力性能不低于连接钢筋，本条对钢筋套筒灌浆连接接头的屈服强度提出了要求。本条规定的钢筋套筒灌浆连接接头的屈服强度按接头屈服力除以连接钢筋公称截面面积得到。考虑到检验方便，本规程仅对型式检验和工艺检验中的单向拉伸试验提出了屈服强度检验要求。

第 3 款 高应力和大变形反复拉压循环试验方法同行业标准《钢筋机械连接

技术规程》JGJ 107,具体规定见本章灌浆接头型式检验部分。

第4款 考虑到钢筋可能出现的超强现象，如不对试验拉力的上限值做出规定，则套筒灌浆连接接头的产品开发缺乏基本设计依据。钢筋超强过多对建筑性能贡献有限，甚至还可能产生不利影响。本条按超强15%确定接头试验加载的上限，当接头拉力达到连接钢筋抗拉荷载标准值（钢筋抗拉极限强度标准值与公称面积的乘积）的1.15倍而未发生破坏时，应判为抗拉强度合格，并停止试验。当接头拉力不大于连接钢筋抗拉荷载标准值的1.15倍而发生破坏时，接头破坏处应位于连接钢筋，连接钢筋塑性变形区不应进入灌浆套筒内，应按本条文第1款的规定判断抗拉强度是否合格。

4.1.3 高应力和大变形反复拉压循环试验加载制度同行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107，具体规定见本章灌浆接头型式检验部分。

4.1.4~4.1.5 分别引用现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355第4.0.2条、4.0.3条款。

4.1.6 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068第4.2.1条把建筑设计区分为：持久设计状况、短暂设计状况、偶然设计状况、地震设计状况四种情况。本条引用现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355第4.0.4条，是指在地震设计状况下的规定。

4.2 灌浆接头检验

4.2.2 每种套筒灌浆连接接头，其形式、级别、规格、材料等有所不同。考虑套筒灌浆连接的施工特点，在常规机械连接型式检验要求的基础上，本规程增加了3个偏置单向拉伸试件要求。

为保证制作型式检验试件的钢筋抗拉强度相当，本条要求全部试件应在同一炉（批）号的1根或2根钢筋上截取。实践中尽量在1根钢筋上截取；当在2根钢筋上截取时，取屈服强度、抗拉强度差值不超过30MPa的2根钢筋为好。

偏置接头是指被连钢筋中一根与灌浆套筒中心线重合，另一根钢筋横肋贴套

筒内壁制作成的灌浆接头。对偏置单向拉伸接头试件，偏置钢筋的横肋中心与套筒壁接触(图 1)。对于偏置单向拉伸接头试件的非偏置钢筋及其他接头试件的所有钢筋，均应插入灌浆套筒中心，并尽量减少误差。钢筋在灌浆套筒内的插入深度应为

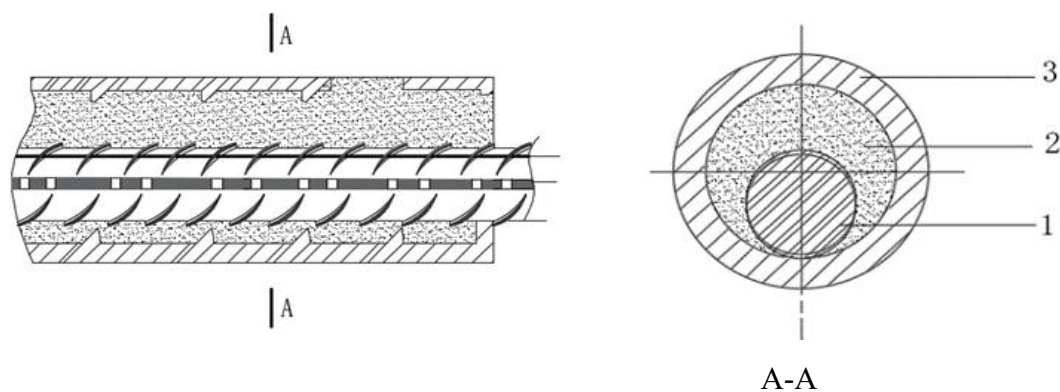


图 1 偏置单向拉伸接头的钢筋偏置示意图
1— 在套筒内偏置的连接钢筋；2— 灌浆料；3— 灌浆套筒

4.2.5 灌浆料试块的抗压强度不应小于 85MPa 是对套筒灌浆料的最低要求，套筒灌浆料在满足其它指标的条件下，抗压强度越高，灌浆接头的性能越好，安全储备越高，接头提供单位在提供高性能灌浆料性能同时，应具备对灌浆料性能稳定性的控制能力。

4.2.6 除本规程的规定外，关于套筒灌浆连接接头型式检验试验方法均按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定执行，具体包括仪表布置、测量标距、测量方法、加载制度、加载速度等。

考虑到偏置单向拉伸接头试件的特点，规程规定仅量测抗拉强度，故采用零到破坏的一次加载制度即可。对于小直径钢筋，偏置单向拉伸接头试件可直接在试验机上拉伸；对于大直径钢筋，宜采用专用夹具保证试验机夹头对中。除偏置单向拉伸接头试件之外的其他试件，应按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 规定确定加载制度。

套筒灌浆连接接头体积较大，且为金属、水泥基材料、钢筋的结合体，其变形能力较差。根据大量拉伸试验结论，在测量标距 $L_1(L+4d_s)$ 范围内的变形中，

灌浆套筒长度范围内变形所占比例不超过 10%。在大变形反复拉压试验中,如仍按 L_1 确定反复拉压的变形加载值,则变形主要将由 $4d_s$ 长度的钢筋段“承担”,会造成钢筋应变较大而实际试验拉力变大,检验要求超过常规机械连接接头很多。

在考虑套筒灌浆连接接头变形特性的情况下,本条提出更为合理的大变形反复拉压试验变形加载值确定方法,灌浆套筒范围内的计算长度对全灌浆套筒连接取套筒长度的 1/4,对半灌浆套筒连接取套筒长度 1/2。按本条规定的计算长度 L_g ,检验要求仍高于常规机械连接。

行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107-2010 附录 A 中大变形反复拉压的加载制度为 $0 \rightarrow (2\varepsilon_{yk} \rightarrow -0.5f_{yk})$ 反复四次 $\rightarrow (5\varepsilon_{yk} \rightarrow -0.5f_{yk})$ 反复四次 \rightarrow 破坏,前后反复 4 次变形加载值分别取 $2\varepsilon_{yk}L_1$ 和 $5\varepsilon_{yk}L_1$ 。按本条规定,套筒灌浆连接接头型式检验的前后反复 4 次变形加载值分别取 $2\varepsilon_{yk}L_g$ 和 $5\varepsilon_{yk}L_g$ 。

本条第 3 款规定的仅是大变形反复拉压试验的变形加载值规定,变形量测标距仍取现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中规定的

4.2.7 灌浆接头型式检验时,钢筋在灌浆套筒内的灌浆锚固长度,是对灌浆接头锚固长度的最低要求,在其它指标相同条件下,实际灌浆锚固长度越长,灌浆接头安全储备越高。

4.2.8 根据本规程材料、灌浆接头性能章节的有关规定,本条考虑接头型式检验试验的特点提出了检验及合格要求。对所有检验项目均提出了接头试件抗拉强度要求:接头试件屈服强度要求仅针对对中单向拉伸、偏置单向拉伸;变形性能检验仅针对对中单向拉伸、高应力反复拉压、大变形反复拉压(仅对中单向拉伸要求最大力下总伸长率指标,三项检验均要求残余变形指标),对偏置单向拉伸无此要求。

5 设计

5.0.1 目前研发的灌浆接头是基于 400MPa 级和 500MPa 级直径 12mm 至 40mm 的热轧带肋钢筋研制的,适用于 500MPa 级钢筋的灌浆接头能用于 400MPa 级钢筋的连接,反之则不可以。

灌浆接头的规格对应了连接钢筋的直径规格,工程不得采用规格小于连接钢筋直径规格的灌浆接头。当采用规格大于连接钢筋直径规格的灌浆接头时,规格相差不宜大于一级。在框架结构中,顶层结构框架柱的配筋可能会出现大于中间楼层的现象,此时应注意过渡层的合理设置。

回浆收缩补偿管解决灌浆施工过程中存在灌浆料回浆收缩问题。

5.0.2 本条部分引用了现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 中 6.5.3 条规定。预制剪力墙和预制柱钢筋连接可以采用全灌浆套筒,也可以采用半灌浆套筒。全灌浆套筒和半灌浆套筒各有其优缺点。但当预制柱中钢筋直径较粗时,由于钢筋套丝质量和扭力不易保证,采用全灌浆套筒较易确保质量。预制梁采用现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T398 规定的半灌浆套筒时,工地现场钢筋套丝质量和扭力更加难以保证;而采用全灌浆套筒,对接较易到位,连接质量比较可靠。考虑到预制混凝土柱、墙多为水平生产,且灌浆套筒仅在预制构件中的局部存在,故本条参照水平浇筑的钢筋混凝土梁提出灌浆套筒最小间距要求。构件制作单位在确定混凝土配合比时要适当考虑骨料粒径,以确保灌浆套筒范围内混凝土浇筑密实。灌浆套筒的布置还需考虑灌浆施工的可行性,使灌浆孔、出浆孔朝外(建筑工程应朝室内方向),延伸至外侧边缘,以便为灌浆提供可靠的施工条件。

5.0.3 本条部分引用了现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231 中 5.6.3 条和 5.7.4 条的规定。套筒灌浆连接常用的钢筋为 HRB400、HRB500,灌浆套筒一般也针对这两种钢筋牌号开发,可将 HRB500 钢筋的同直径套筒用于 HRB400 钢筋,反之则不允许。灌浆套筒的直径规格对应了连接钢筋的直径规格,

在套筒产品说明书中均有注明。工程不得采用直径规格小于连接钢筋的套筒，但可采用直径规格大于连接钢筋的套筒，但相差不宜大于一级。根据灌浆套筒的外径、长度参数，结合相关规范规定的构造要求可确定钢筋间距（纵筋数量）、箍筋加密区长度等关键参数，并最终确定混凝土构件中的配筋方案。

灌浆套筒的规格参数中还规定了灌浆端钢筋锚固的深度，构件设计中钢筋的留置长度应满足此规定。不同直径的钢筋连接时，按灌浆套筒灌浆端用于钢筋锚固的深度要求确定钢筋锚固长度，即用直径规格 20mm 的灌浆套筒连接直径 18mm 的钢筋时，如灌浆套筒的设计锚固深度为 8 倍钢筋直径，则直径 18mm 的钢筋应按 160mm 的锚固长度考虑，而不是 144mm。

5.0.4 套筒灌浆连接主要应用于装配式混凝土结构中，其连接特点为在同一截面上 100%连接。针对构件受力钢筋在同一截面 100%连接的特点与技术要求，本规程对套筒灌浆连接接头提出了比普通机械连接接头更高的性能要求。

5.0.5 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 第 4.2.1 条把建筑设计区分为：持久设计状况、短暂设计状况、偶然设计状况、地震设计状况四种情况。本条引用现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355 第 4.0.4 条，是指在地震设计状况下的规定。

5.0.6 根据国家现行相关标准的规定及工程实际经验，本条提出了采用灌浆套筒连接的构件的建议混凝土强度等级。考虑到通常情况下，采用套筒灌浆连接的构件以竖向构件为主，即框架柱、剪力墙等，因此做出了从严要求。

5.0.7 本条引用了现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 中 6.5.3 条规定。本条提出了预制构件中灌浆套筒长度范围内最外层钢筋的最小保护层厚度最小要求。确定构件配筋时，还应考虑国家现行相关标准对于纵筋、箍筋的保护层厚度要求。

5.0.8 框架柱和剪力墙全截面受拉时，构件纵向受力钢筋在楼层处的

同一截面不宜全部采用钢筋套筒灌浆连接，宜采用现浇方式施工。地震设计

状况下,构件全截面受拉的情况缺乏研究基础与应用经验,故条文规定不宜采用。

5.0.9 边缘构件是保证剪力墙抗震性能的重要构件,且钢筋直径较粗,每根钢筋应逐根连接。剪力墙的分布钢筋直径小且数量多,全部连接会导致施工繁琐且造价较高,连接接头数量太多对剪力墙的抗震性能也有不利影响。参照现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的有关规定,允许剪力墙非边缘构件内的竖向分布钢筋采用“梅花形”部分连接和单排连接。考虑到地震作用的复杂性以及结构的规则性,剪力墙底部塑性铰的开展等情况,对使用单排连接的情况进行适当的限定。

5.0.10 本条参照了现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231中5.7.7条规定。现浇混凝土结构上表面应设置粗糙面,主要考虑更能与灌浆材料、座浆砂浆结合牢固。由于预制柱长宽比小,钢筋也较粗,一般宜采用单个套筒灌浆工艺。采用单个套筒灌浆工艺时,其底部下端用座浆砂浆满铺于结合层,确保单个套筒灌浆时不漏浆;再通过键槽上的灌浆孔灌注键槽空腔部位,易确保工程质量。

5.0.11 截面尺寸较大的预制柱,为了提高灌浆施工质量,应设置排气孔。考虑到采用单个套筒灌浆工艺时,预制柱底部接缝采用座浆砂浆铺设后,键槽部位存在空腔,详见图2。因此,该空腔需要通过在预制柱键槽部位设置的灌浆孔灌浆才能填实。

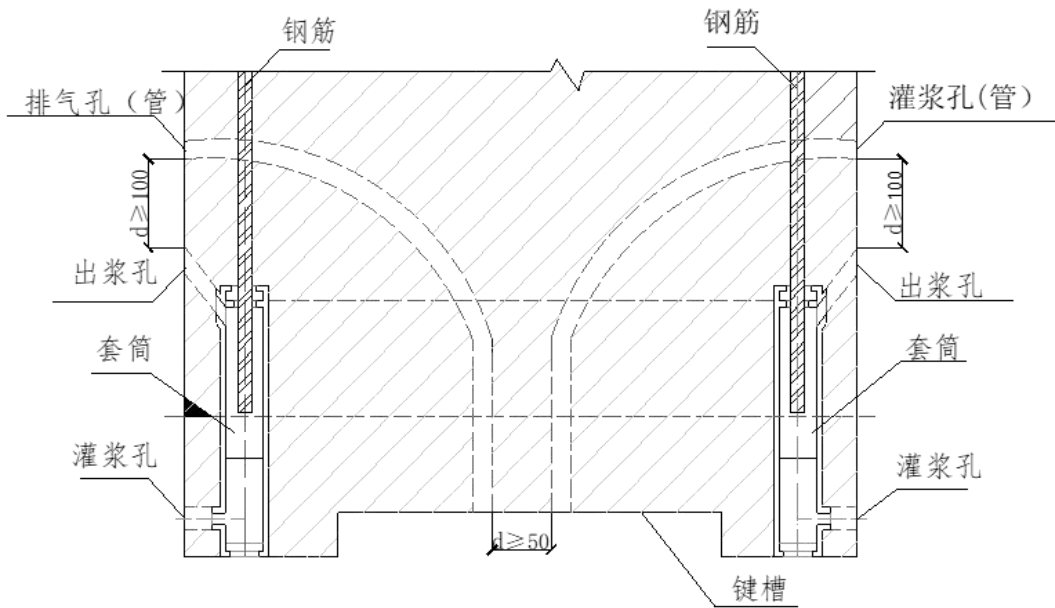


图2 预制柱键槽部位排气孔和灌浆孔设置示意图

5.0.12 部分引用了现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 中 5.7.7 条规定。现浇混凝土结构上表面应设置粗糙面，主要考虑更能与灌浆材料、封边砂浆结合牢固。由于预制剪力墙构件长宽比大，钢筋一般较小，采用封边砂浆分仓和封边以及连通腔灌浆工艺施工，易确保工程质量。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 当装配式混凝土结构采用钢筋套筒灌浆连接安装时，装配式混凝土结构专项施工方案应包含套筒灌浆连接施工与验收内容。套筒灌浆连接施工与验收内容应包括材料与机具的选择、灌浆施工工艺、灌浆质量控制、安全管理措施、检查和修补等。冬期尚应包括灌浆前后施工作业面和施工环境温度测控内容。施工方案编制应以接头提供单位的相关技术资料、操作规程为基础。

6.1.2 本条要求采用由接头型式检验确定的相匹配的灌浆套筒、套筒灌浆料，并经检验合格后使用。施工过程中不宜更换灌浆套筒或套筒灌浆料，如确需更换，应要求按更换后的灌浆套筒、套筒灌浆料提供接头型式检验报告，并按现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 第 7 章要求，重新进行材料进场检验。

6.1.3 本条强调应根据灌浆部位施工环境温度条件选择常温型套筒灌浆料或低温型套筒灌浆料。

6.1.4 现场灌浆施工是影响套筒灌浆连接施工质量的最关键因素。从事钢筋套筒灌浆连接施工作业人员包括从事钢筋与灌浆套筒连接作业、钢筋与灌浆套筒定位、套筒灌浆管和出浆管安装、分仓及灌浆腔密封、套筒灌浆料拌合物以及座浆砂浆和封边砂浆制备、灌浆施工、钢筋套筒灌浆连接相关质量检验与监督等人员。对于半灌浆套筒连接还应包括机械连接端的钢筋丝头加工操作及加工机具检查人员。

套筒灌浆施工应由专人完成，并应取得浙江省行业主管部门认可的培训证书，工地实操上岗前还应由接头提供单位的专业技术人员组织培训。钢筋套筒灌浆连接施工培训的内容应包括灌浆接头施工工艺、质量控制要点、灌浆接头试件及灌浆料（包括座浆砂浆和封边砂浆）试块的制作、施工质量检验及监督、施工及检验记录等。施工单位应根据工程量配备足够的合格灌浆施工操作人员，并保持班

组成员相对固定

6.1.5 选择样板间进行试制作、试安装、试灌浆、试补浆，同时进行套筒灌浆料饱满度检测，有利于施工单位、监理单位以及灌浆班组积累经验，有利于大规模灌浆作业进展顺利，少犯错误。

本规程附录 A《套筒灌浆饱满度阻尼振动检测法》是本规程编制单位之一北京智博联科技股份有限公司于 2016 年经北京市科学技术委员会验收通过的《装配式新型墙体材料体系与套筒灌浆关键连接技术与示范》研究成果。当对出浆孔与套筒成直角的套筒灌浆饱满度监测时，准确率可达到 100%。

套筒灌浆饱满度检测尚有预埋钢丝拉拔法、钻孔内窥镜法、X 射线数字成像法等，待相关标准发布实施后可择其使用。

6.1.6 同一楼层的预制梁吊装完成后应进行灌浆施工，否则无法开展下一部施工作业。同一楼层的竖向预制构件吊装完成后最好能马上灌浆施工，以减少支承垫片的压力；但连续二层竖向预制构件吊装完成后如不进行灌浆施工，支承垫片承担的压力明显加大，可能会使预制构件产生压痕；同时也会存在其他安全隐患。

6.1.7 本条强调灌浆施工过程管控，要求质量检验人员及监理人员全过程监督施工，确保灌浆质量有据可查。

6.1.8 套筒灌浆料、封边砂浆和座浆砂浆是以水泥为基本材料，对温度、湿度均具有一定敏感性。因此在储存中应注意干燥、通风并采取防晒措施，防止其性能发生改变。灌浆套筒在湿度较大环境下极易生锈，因此还需要有防锈防污措施。

6.2 施工准备

6.2.1 直螺纹钢筋接头包括镦粗直螺纹钢筋接头、剥肋滚轧直螺纹钢筋接头、直接滚轧直螺纹钢筋接头。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。钢筋端部应采用带锯、砂轮锯或带圆弧形刀片的专用钢筋切断机切平，有利于达到钢筋端面基本平直要求。

镦粗直螺纹钢筋接头有时会在钢筋镦粗段产生沿钢筋轴线方向的表面裂纹，国内、外试验均表明，这类裂纹不影响接头性能，本规程允许出现这类裂纹，但横向裂纹则是不允许的。

钢筋丝头加工应使用水性切削液，不得使用油性润滑液。

钢筋丝头的加工长度应为正偏差，保证丝头在套筒内可相互顶紧，以减少残余变形。

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。

灌浆接头中钢筋丝头的加工一般在构件厂内完成。要求构件厂应提前一个月准备灌浆接头的工艺检验，灌浆接头的工艺检验合格后，方可进行钢筋丝头的批量加工。灌浆接头中钢筋丝头的加工标志钢筋连接施工的开始。

6.2.2 顶紧、紧固是为保证灌浆接头残余变形合格。拧紧小直径规格钢筋时，不能使钢筋发生扭曲变形。

6.2.4 专用锥螺纹量规检验是控制锥螺纹锥度和螺纹长度的重要工序。普通锥螺纹钢筋接头均不能达到钢筋标准强度值的 1.15 倍的抗拉强度要求，只有特殊生产工艺的锥螺纹丝头才可以满足以上强度规定，因此条文在此处进行强调。

6.2.5 建议使用透明钢丝软管作为灌浆管路，既能解决连接管路需弯曲的问题，还能使管路有足够的强度保持管路通畅，同时又能直观地观察冒浆情况。

预制构件出厂前，应对灌浆套筒的灌浆孔和排浆孔进行透光检查，灌浆套筒内应保证洁净，无杂物。

6.2.6 隐蔽工程反映构件制作的综合质量，在浇筑混凝土之前检查是为了确保受力钢筋、灌浆套筒等的加工、连接和安装满足设计要求和本规程的有关规定。

6.2.7 预制构件中灌浆套筒、外露钢筋的位置、尺寸的偏差直接影响构件安装及灌浆施工，本条根据施工安装精度需要提出了比一般预制构件更高的允许偏差要求。

6.2.8 对外露钢筋、灌浆套筒分别采取包裹、封盖措施可保护外露钢筋、避免污染，并防止套筒内部进入杂物。

6.3 灌浆

6.3.1 要求施工现场应提前一个月准备灌浆接头的工艺检验，灌浆接头经检验合格后，方可进行灌浆接头的灌浆连接。

6.3.2 本条规定了灌浆料施工过程中的注意事项。用水量应按说明书规定比例确定灌浆料拌合用水量，并按重量计量。用水量直接影响灌浆料抗压强度等性能指标，用水应精确称量，并不得再次加水。灌浆料搅拌应采用电动设备，即具备一定的搅拌力，不应手工搅拌。本条规定的浆料拌合物初始流动度检查为施工过程控制指标，应在现场温度条件下量测。

6.3.3 现浇结构的施工质量直接影响后续灌浆施工。本条提出了预制构件就位前对现浇结构施工质量检查内容。

结合面质量包括类型及尺寸（粗糙面、键槽尺寸）。外露连接钢筋的位置、尺寸允许偏差高于传统现浇结构的相关要求。外露连接钢筋的表面不应粘连混凝土、砂浆，可通过水洗予以清除；不应发生锈蚀主要指表面严重锈斑，应采取措

施予以清除。

6.3.4 预制构件安装前应确定灌浆施工方式，并根据不同方式采取不同的施工措施。

连通腔压力灌浆法多用于剪力墙等结构构件，坐浆法多用于内隔墙、填充墙等非结构性、对防水要求低的构件。

考虑灌浆施工的持续时间及可靠性，并结合福建省施工环境温度和工程实际经验，连通灌浆区域不宜过大，每个连通灌浆区域内任意两个灌浆套筒最大距离不宜超过 1.5m，灌浆口与最远端套筒水平距离不宜超过 1.0m。常规尺寸的预制柱多分为一个连通灌浆区域，而预制墙一般按 1.5m 范围划分连通灌浆区域。

接缝密封砂浆施工方法建议：

(1) 按配比要求，称取密封材料和水，密封材料放入搅拌桶中并加水，采

用手持式搅拌机搅拌 3-5 分钟，制得均匀的密封砂浆浆体；

(2) 为防止密封砂浆坠滑，在柱、墙底部架空层中放入一根 L 型钢条（也可用塑棒或木条替代），钢条的长边用作密封砂浆的围挡，长度以 100mm~500mm 为宜，短边用作移动的把手，长度以 50mm~200mm 为宜。放入的 L 型钢条的高度略小于架空层，以能自由塞入为宜，钢条长边平行于柱、墙底边，钢条外侧距柱、墙外侧面 20mm 左右；

(3) 用批刀沿柱子、墙体外侧下端架空层自左往右向架空层内压入密封砂浆，并用抹刀刮平浆体；

(4) 局部密封完成后，轻轻抽动钢条沿柱、墙底边向另一端移动,重复步骤 (2)、(3),直至柱、墙另一端架空层也被密封，捏住钢条短边转动角度轻轻抽出；

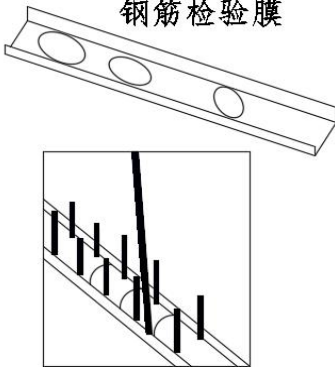
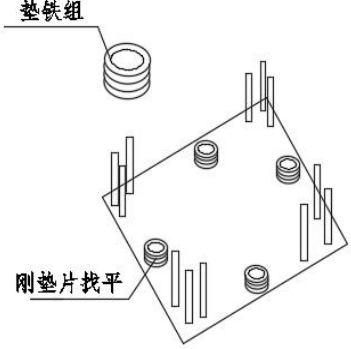
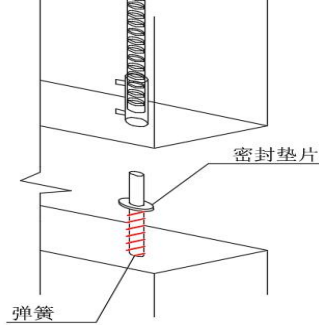
(5) 检查柱、墙四周的密封情况，若发现有局部坠滑现象或孔洞应及时用密封砂浆修补；

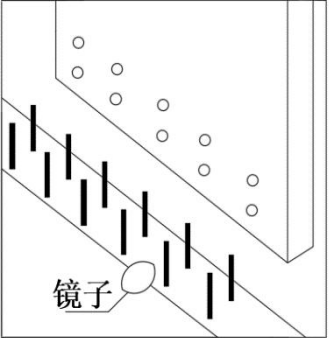
(6) 自加水搅拌时算起，施工操作应在 40 分钟内完成；

(7) 密封处理完成后，根据坐浆料性能确定灌浆连接施工的时间；

(8) 分割条做法：将两个 T 型钢条放入作为围挡，采用填缝枪将密封砂浆注入。水平缝坐浆施工工艺及质量要求应符合表 1 的要求。

表 1 水平缝坐浆施工工艺及质量要求

工序	主要环节	控制要求	图示
1、连接部位检查处理	1.1 连接钢筋检查	<p>检验下方结构伸出的连接钢筋的位置和长度,应符合设计要求。钢筋位置偏差不得大于$\pm 3\text{mm}$(可用钢筋位置检验模板检测);钢筋不正可用钢筋套管套住校正。长度偏差在$(0\sim 15)\text{mm}$之间;钢筋表面干净,无严重锈蚀,无粘贴物。填写检查记录表。</p>	
	1.2 构件连界面检查	<p>构件水平接缝(灌浆缝)基础面干净、无油污等杂物。高温干燥季节应对构件与灌浆料接触的表面做到润湿处理,但不得形成积水。填写检查记录表</p>	
2、安装可调垫块及弹簧密封组件	2.1 放置可调垫块	<p>在安装基础面放置可调垫铁(约20mm厚,金属制品)并调平。</p>	
	2.2 安装密封垫圈及支撑弹簧	<p>在基础面上满铺座浆料(中间高,两端低) 将弹簧套在基础面伸出的钢筋上,然后将密封垫片放置于弹簧,橡胶棉一侧朝上。如图所示。</p>	

3、构件吊装固定	构件吊装与固定	<p>构件吊装到位。安装时，下方构件伸出的连接钢筋均应插入上方预制构件的连接套筒内（底部套筒孔可用镜子观察），然后放下构件，校准构件位置和垂直度后支撑固定。</p>	
----------	---------	--	--

6.3.5 本条提出了预制构件安装过程中临时固定措施、连通灌浆区域封堵的要求。采用连通腔灌浆方式时，应对每个连通灌浆区域进行封堵，确保不漏浆。封堵材料应符合设计及现行相关标准的要求。

本条提出封堵材料不应减小结合面的设计面积，即封堵材料覆盖的总面积和不应大于设计的允许面积。按本条规定，设计核算结合面受力时应扣除相应的封堵材料面积，并将设计扣除的面积在设计文件中注明。如设计文件中没有相关规定，施工单位应与设计单位协调沟通。

6.3.6 高温灌浆料相较于常温灌浆料没有特殊的指标要求。新加坡钢筋套筒灌浆应用未反馈高温施工环境影响灌浆料流动度的问题，且其多采用单套筒灌浆方法。当环境温度过高时，浆体温度应控制在 40℃ 以下，并宜采取以下措施：

- 1 将灌浆料袋储存在阴凉的位置（宜室内）直至使用；
- 2 拌合水尽可能使用冷冻水混合液（0.6℃）。灌浆时，新混合灌浆料拌合物的温度应控制在 27℃ 以下，水化后至初凝阶段浆体的温度不应大于 40℃；
- 3 保持施工区域和灌浆料用湿布或麻布覆盖；
- 4 搅拌器宜放置在接近灌浆区域的荫蔽区域。混合前，用冷却水冷却搅拌器，从搅拌器的搅拌桶中彻底沥干多余的水；
- 5 灌浆后立即用湿布或灌浆板覆盖此区域 12h，并用防水布覆盖此区域和周围的面板，避免阳光直射。不得直接浸泡或喷洒水到灌浆周围区域，以免产生水

坑地区。不得向灌浆料中添加水。

6.3.7 本条结合工程实践经验，提出当灌浆施工环境温度过低时应采取的措施。

连接器、钢筋、面板、灌浆区域可采用空间加热器加热至高于 10 °C（通常约 12~24h）；

本条第 4 款“水混合加热不超过 32 °C”中拌合水温是指最终的温度，可以是 60 °C 和 10 °C 水的混合。

6.3.8 灌浆过程中及灌浆施工后应在灌浆孔、排浆孔及时检查，其上表面没有达到规定位置或灌浆料拌合物灌入量小于规定要求，即可确定为灌浆不饱满。对灌浆施工中的问题，应及时发现、查明原因并采取措施。

对于灌浆套筒完全没有充满的情况，当在灌浆料加水拌合 30min 内，应首选在灌浆孔补灌；当在 30min 外，灌浆料拌合物可能已无法流动，此时可从排浆孔补灌，应采用手动设备压力灌浆，并采用比排浆孔小的细管灌浆以保证排气。

灌浆后 15-24 小时之间，可拆除封堵，检查灌浆饱满度。

对竖向连接灌浆施工，当灌浆料拌合物未凝固并具备条件时，宜将构件吊起后冲洗灌浆套筒、连接面与连接钢筋，并重新安装、灌浆。

6.3.9 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。

本条规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。

7 检验与验收

7.1 一般规定

7.1.1 本章主要针对钢筋套筒灌浆连接施工涉及的主要技术环节提出了验收规定，采用钢筋套筒灌浆连接的混凝土结构验收应按相关规范执行。根据现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定，本章规定的各项验收内容可划入装配式分项工程进行验收。

7.1.2 本条规定是现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 第 10.2.2 条对施工质量不符合要求的有关处理规定提出的。灌浆施工质量直接影响套筒灌浆连接接头受力，当施工过程中套筒灌浆料抗压强度、灌浆接头抗拉强度、灌浆质量不符合要求时，技术处理方案应由施工单位提出，经监理、设计单位认可后执行。对于无法处理的灌浆质量问题，应切除或拆除构件，并保留连接钢筋，重新安装新构件并灌浆施工。

7.1.3 应对不同钢厂的钢筋分别进行灌浆接头工艺检验。灌浆接头的安装分别在构件厂和施工现场不同时间进行，本标准中“厂”指构件厂，“场”指施工现场。其中灌浆套筒螺纹连接钢筋和灌浆套筒预制构件内的安装在构件厂进行，灌浆套筒灌浆连接钢筋的安装施工现场进行。

7.2 主控项目

7.2.1 型式检验报告核查应包括以下内容：

- 1 型式检验报告的有效期为 4 年，可按灌浆套筒进厂（场）验收日期确定；
- 2 型式检验报告送检单位应与现场接头提供单位一致；
- 3 型式检验报告中的接头类型，灌浆套筒规格、级别、尺寸，灌浆料型号应与现场使用的产品一致；
- 4 工程中应用的各种钢筋强度级别、直径对应的型式检验报告应齐全，报告

应合格有效；

5 报告内容应包括现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 附录 A 规定的所有内容。检查数量：同一厂家、同一类型、同一强度等级、同一规格的灌浆套筒以及同一厂家、同一类型、同一规格的灌浆料为一批。检验方法：核查质量证明文件。

7.2.2 本条引用了现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 第 7.0.3 条内容。当进场灌浆套筒少于 10 个时，应全数检查。

7.2.3 对装配式结构，灌浆料主要在装配现场使用，但考虑在构件生产前要进行接头工艺检验和接头抗拉强度检验，本条规定的灌浆料进场验收也应在构件生产前完成第一批；对于用量不超过 50t 的工程，则仅进行一次检验即可。

7.2.4 抗拉强度检验接头试件的制作和试验应按现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 中第 7.0.7 条的规定进行。

对于埋入预制构件的灌浆套筒，无法在灌浆施工现场截取接头试件，本条规定的检验应在构件生产过程中进行，预制构件混凝土浇筑前应确认接头试件检验合格。此种情况下，在灌浆施工过程中可不再检验接头性能，按本规程第 7.2.3 条按批检验灌浆料 28d 抗压强度即可。

对于不埋入预制构件的灌浆套筒，可在灌浆施工过程中制作平行加工试件，构件混凝土浇筑前应确认接头试件检验合格；为考虑施工周期，宜适当提前制作平行加工试件并完成检验。

第一批检验可与第 7.2.7 条规定的工艺检验合并进行，工艺检验合格后可免除此批灌浆套筒的接头抽检。

考虑到套筒灌浆连接接头试件需要标准养护 28d，本条未对复检作出规定，即应一次检验合格。为方便接头力学性能不合格时的处理，可根据工程情况留置灌浆料抗压强度试件，并与接头试件同样养护；如接头力学性能合格，灌浆料试件可不进行试验。

制作对中连接接头试件应采用工程中实际应用的钢筋，且应在钢筋进场检验合格后进行。对于断于钢筋而抗拉强度小于连接钢筋抗拉强度标准值的接头试件，不应判为不合格，应检查该批钢筋质量、加载过程是否存在问题，并按本条规定再次制作 3 个对中连接接头试件并重新检验。

7.2.5 本条规定了座浆砂浆进场验收要求。

7.2.6 本条规定了密封砂浆进场验收要求。规定密封砂浆拌合物 30min 稠度保留率要求，主要考虑密封砂浆半小时内应有较好操作性。

7.2.7 本条是对本规程第 6.1.5 条的验收要求进行规定。

7.2.8 灌浆料强度是影响接头受力性能的关键。本规程规定的灌浆施工过程质量控制的最主要方式就是检验灌浆料抗压强度和灌浆施工质量。本条规定是在第 7.2.3 条规定的灌浆料按批进场检验合格基础上提出的，要求按工作班进行，且每楼层取样不得少于 3 次。当施工过程中灌浆料抗压强度、灌浆质量不符合要求时，应由施工单位提出技术处理方案，经监理、设计单位认可后进行处理。经处理后的部位应重新验收。

7.2.10 灌浆质量是钢筋套筒灌浆连接施工的决定性因素。灌浆施工应符合本规程第 6 章的有关规定。

灌浆密实度影响着结构安全，为此本条要求留下隐蔽验收记录（含必要的影像证明材料）以确保质量的可追溯。每个预制构件均应进行隐蔽验收并留置影像记录，影像记录应包含所有排浆口。

7.2.11 本条规定了座浆砂浆 28d 抗压强度的验收要求。

7.2.12 本条规定了密封砂浆 28d 抗压强度的验收要求。

7.3 一般项目

7.3.1 本条规定了灌浆套筒尺寸偏差的验收要求。当进场灌浆套筒少于 10 个时，应全数检查。

7.3.2 本条针对半灌浆套筒机械连接端钢筋丝头加工、连接安装、质量检查规定

了验收要求。主要引用了现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355 第 6.2 章内容。

7.3.3 本条引用现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 第 9.2.7 条。规定了预制构件安装施工前，对灌浆套筒中心线位置、连接钢筋中心线位置和外露长度的现场检查验收要求。

7.3.4 本条规定了采用单个套筒灌浆工艺时，座浆砂浆拌合物的厚度、布置范围和预制柱就位时间等的现场检查验收要求。

7.3.5 本条规定了采用连通腔灌浆工艺时，应检查各连通腔灌浆区域是否封堵，连通腔灌浆区域内任意两个灌浆套筒间距是否不超过 1.5m。