

山东省工程建设标准

装配式混凝土结构钢筋套筒灌浆连接 应用技术规程

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

DB37/T 5162—2020

住房和城乡建设部备案号: J 15177—2020

主编单位: 山东省建筑科学研究院有限公司
中铁十四局集团建筑科技有限公司

批准部门: 山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

施行日期: 2020 年 8 月 1 日

中国建材工业出版社

2020 济 南

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省质量技术监督局《关于印发〈2017 年山东省工程建设标准制订、修订计划（第一批）〉的通知》（鲁建标字〔2017〕17 号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结经验，参考国内外有关标准，结合我省实际，制定本规程。

本规程主要技术内容包括：总则；术语和符号；基本规定；材料；接头检验；设计；施工；验收以及有关的附录。

本规程由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈至山东省建筑科学研究院有限公司（地址：济南市天桥区无影山路 29 号，邮编：250031，联系电话：0531-85595501，电子邮箱：jiegoufenyuan@vip.163.com），以供今后修订时参考。

本 规 程 主 编 单 位：山东省建筑科学研究院有限公司
中铁十四局集团建筑科技有限公司

本 规 程 参 编 单 位：济南市城乡建设发展服务中心
济南长兴建设集团工业科技有限公司
山东建大建筑规划设计研究院
山东德建集团有限公司
中建三局集团有限公司
山东住工装配建筑有限公司
黄岛区建筑工程质量监督站
山东世德工程检测有限公司
中建材中岩科技有限公司
青岛上流远大住宅工业有限公司
山东冠县美安复合材料有限公司

本规程主要起草人员：崔士起 石 磊 王 焕 石玉仁
胡兆文 李文华 刘小军 萧树忠
姜志浩 刘孝华 么传杰 刘文政
鲁统卫 王 伟 王洪群 王克富
单立福 黄福标 张书海 张 玲
高 琨

本规程主要审查人员：赵考重 蒋世林 张维汇 王 琦
张 毅 林世乐 宋亦工 乔元亮
贾壮普

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 基本规定	4
4 材料	5
5 接头检验	10
6 设计	15
7 施工	17
7.1 一般规定	17
7.2 构件制作	18
7.3 安装与连接	20
7.4 质量检查	25
8 验收	28
附录 A 接头试件检验报告	31
本规程用词说明	37
引用标准名录	38
附：条文说明	39

1 总 则

1.0.1 为了规范装配式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 本规程适用于山东省行政区内抗震设防烈度不高于8度的装配式混凝土结构房屋中非疲劳设计构件钢筋套筒灌浆连接的设计、施工及验收。

1.0.3 钢筋套筒灌浆连接的设计、施工及验收除应符合本规程外，尚应符合国家和山东省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

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

在金属套筒中插入单根带肋钢筋并注入灌浆料拌合物，通过拌合物硬化形成整体并实现传力的钢筋对接连接，简称套筒灌浆连接。

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

采用铸造工艺或机械加工工艺制造，用于钢筋套筒灌浆连接的金属套筒，简称灌浆套筒。灌浆套筒可分为全灌浆套筒和半灌浆套筒。

2.1.3 全灌浆套筒 whole grout sleeve

两端均采用套筒灌浆连接的灌浆套筒。

2.1.4 半灌浆套筒 grout sleeve with mechanical splicing end

一端采用套筒灌浆连接，另一端采用机械连接方式连接钢筋的灌浆套筒。

2.1.5 钢筋连接用套筒灌浆料 grout for grout-filled mechanical splices

以水泥为基本材料，配以适当的细骨料、混凝土外加剂和其他材料组成的用于套筒灌浆连接的干混料，简称灌浆料。分为常温型灌浆料和低温型灌浆料。

2.1.6 常温型灌浆料 normal temperature type cementitious grout

适用于灌浆施工及养护过程中 24h 内灌浆部位温度不低于 5℃ 的灌浆料。

2.1.7 低温型灌浆料 low temperature type cementitious grout

适用于灌浆施工及养护过程中 24h 内灌浆部位温度不低于 -5℃，且灌浆施工过程中灌浆部位温度不高于 10℃ 的灌浆料。

2.1.8 坐浆料 dry-mixed bedding mortar

以水泥为基本材料，并配以适当的细骨料、混凝土外加剂和其他材料混合而成的用于坐浆法施工的干混料。分为常温型坐浆料和低温型坐浆料。

2.1.9 封浆料 dry-mixed mortar for plugging and partition

以水泥为基本材料，并配以适当的细骨料、混凝土外加剂及其他材料混合而成的用于竖向预制构件拼装接缝封堵的干混料。分为常温型封浆料和低温型封浆料。

2.2 符 号

A_{sgt} —— 接头试件的最大力下总伸长率；

d_s —— 钢筋公称直径；

f_g —— 灌浆料 28d 抗压强度合格指标；

f_{yk} —— 钢筋屈服强度标准值；

f_{stk} —— 钢筋极限抗拉强度标准值；

f_{mst}^0 —— 接头实测抗拉强度；

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

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；

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；

ε_{yk} —— 钢筋应力为屈服强度标准值时的应变。

3 基本规定

3.0.1 套筒灌浆连接接头应满足强度和变形性能要求。

3.0.2 套筒灌浆连接接头抗拉强度合格条件为：接头破坏时实测极限抗拉强度不小于 1.15 倍的钢筋极限抗拉强度标准值或接头实测极限抗拉强度不小于钢筋极限抗拉强度标准值且破坏状态为接头外钢筋拉断。

3.0.3 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。

3.0.4 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检验，且在经历拉压循环后，其抗拉强度仍应符合本规程第 3.0.2 条的规定。

3.0.5 套筒灌浆连接接头的变形性能应符合表 3.0.5 的规定。当频遇荷载组合下，构件中钢筋应力高于钢筋屈服强度标准值的 0.6 倍时，设计单位可对单向拉伸残余变形的加载峰值提出调整要求。

表 3.0.5 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)	$u_0 \leq 0.10$ ($d_s \leq 32$) $u_0 \leq 0.14$ ($d_s > 32$)
	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；

d_s ——钢筋公称直径；

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 材 料

4.0.1 套筒灌浆连接中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/T 1499.2、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB/T 13014 要求的带肋钢筋；钢筋直径不宜小于12mm，且不宜大于40mm。

4.0.2 灌浆套筒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。灌浆套筒灌浆端最小内径与连接钢筋公称直径的差值应符合表4.0.2的规定，灌浆端钢筋锚固长度不宜小于插入钢筋公称直径的8倍。

表 4.0.2 灌浆套筒灌浆端最小内径尺寸要求

钢筋直径 (mm)	套筒灌浆端最小内径与连接钢筋直径差最小值 (mm)
12 ~ 25	10
28 ~ 40	15

4.0.3 灌浆料性能及试验方法应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 对常温型灌浆料和低温型灌浆料的有关规定，并应符合下列规定：

1 灌浆料抗压强度应符合表4.0.3-1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×40mm×160mm尺寸制作，其加水量应按灌浆料产品说明书确定，试件应按现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408规定的方法制作、养护；

2 灌浆料竖向膨胀率、28d自干燥收缩率应符合表4.0.3-2的规定；

3 灌浆料拌合物的工作性能应符合表4.0.3-3的规定，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 4.0.3-1 灌浆料抗压强度要求

项目	龄期		性能指标
抗压强度 (N/mm ²)	常温型	1d	≥35
		3d	≥60
		28d	≥85
	低温型	-1d	≥35
		-3d	≥60
		-7d+21d	≥85

注：-1d 代表在负温养护 1d；-7d+21d 代表负温养护 7d 后，再常温养护 21d。

表 4.0.3-2 灌浆料竖向膨胀率、28d 自干燥收缩率要求

项目		性能指标
竖向膨胀率	3h (%)	0.02 ~ 2.00
	24h 与 3h 差值 (%)	0.02 ~ 0.40
28d 自干燥收缩率 (%)		≤0.045

表 4.0.3-3 灌浆料拌合物的工作性能要求

项目		性能指标
常温型 20℃ 流动度 (mm)	初始	≥300
	30min	≥260
低温型 -5℃ 流动度 (mm)	初始	≥300
	30min	≥260
低温型 8℃ 流动度 (mm)	初始	≥300
	30min	≥260
泌水率 (%)		0
氯离子含量 (%)		≤0.03

4.0.4 常温型坐浆料、低温型坐浆料的性能及试验方法应符合下列规定：

1 坐浆料抗压强度应符合表 4.0.4-1 的要求；坐浆料抗压强度试件应按 40mm × 40mm × 160mm 的尺寸制作，其加水量应按坐浆料产品说明书确定，抗压强度试验方法应符合现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671 的规定，其中低温型坐浆料的成型、养护的环境温度条件应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 对低温型套筒灌浆料抗压强度检验的相关规定；

2 坐浆料竖向膨胀率应符合表 4.0.4-2 的要求；

3 坐浆料拌合物的工作性能应符合表 4.0.4-3 的要求，试验方法应符合现行国家标准《水泥胶砂流动度测试方法》GB/T 2419 的规定。

表 4.0.4-1 坐浆料抗压强度要求

项目	龄期		性能指标
抗压强度 (N/mm ²)	常温型	1d	≥25
		28d	≥60
	低温型	4h	≥20
		-1d	≥35
		-7d+21d	≥65
	所有坐浆料	56d	抗压强度不降低

注：-1d 代表在负温养护 1d；-7d+21d 代表负温养护 7d 后，再常温养护 21d。

表 4.0.4-2 坐浆料竖向膨胀率要求

项目		性能指标
竖向膨胀率 (%)	4h (低温型)	0.02 ~ 0.10
	1d (常温型)	0.02 ~ 0.10

表 4.0.4-3 坐浆料拌合物的工作性能要求

项目		性能指标
凝结时间 (min)		≥ 60
		≤ 240
保水率 (%)		≥ 88
2h 砂浆稠度损失率 (%)		≤ 20
抗冻性	强度损失率 (%)	≤ 25
	质量损失率 (%)	≤ 5
氯离子含量 (%)		≤ 0.03

4.0.5 构件底部封仓、连通腔周围封缝采用的封浆料应具有良好的触变性，并应符合下列规定：

1 常温型封浆料的性能指标应满足表 4.0.5-1 的要求；常温型封浆料抗压强度试件应按 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 尺寸制作，其加水量应按产品说明书确定，抗压强度试验方法应符合现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671 的规定；

2 低温型封浆料性能指标应满足表 4.0.5-2 的要求；低温型封浆料抗压强度试件应按 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 尺寸制作，其加水量应按产品说明书确定，抗压强度试验方法应符合现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671 的规定，试件制作环境温度应为 $-5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，养护温度应为 $-5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ；

3 常温型封浆料、低温型封浆料流动度的试验方法均应符合现行国家标准《水泥胶砂流动度测试方法》GB/T 2419 的规定。

表 4.0.5-1 常温型封浆料性能指标

项目		技术指标
抗压强度 (N/mm^2)	1d	≥ 30
	3d	≥ 45
	28d	≥ 55
初始流动度 (mm)		130 ~ 170

表 4.0.5-2 低温型封浆料性能指标

项目		技术指标
抗压强度 (N/mm ²)	-4h	≥10
	-1d	≥30
	-3d	≥45
	-3d+25d	≥55
初始流动度 (mm)		130 ~ 170

注：-1d 代表在负温养护 1d；-3d+25d 代表负温养护 3d 后，再常温养护 25d。

5 接头检验

5.0.1 接头检验包括型式检验、匹配检验和工艺检验。用于检验的钢筋、灌浆套筒、灌浆料应符合本规程及国家现行标准《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、《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398、《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的规定。

5.0.2 属于下列情况时，应进行接头型式检验：

- 1 确定接头性能时；
- 2 灌浆套筒材料、工艺、结构改动时；
- 3 灌浆料型号、成分改动时；
- 4 钢筋强度等级、肋形发生变化时；
- 5 型式检验报告超过4年。

5.0.3 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。

5.0.4 接头型式检验的送检单位应为灌浆套筒、灌浆料生产单位。当灌浆套筒、灌浆料由不同生产单位生产时，半灌浆套筒送检单位应为套筒生产单位；全灌浆套筒送检单位宜为套筒生产单位，也可为灌浆料生产单位；非送检单位产品应得到其生产单位的确认或许可。

5.0.5 接头型式检验送检时，应分别提供合格有效的灌浆套筒和灌浆料的型式检验报告。用于型式检验的套筒连接接头试件、灌浆料试件应在检验单位监督下由送检单位制作，并应符合下列规定：

1 3个偏置接头试件应保证一端插入灌浆套筒中心，一端钢筋偏置后钢筋与套筒内壁剪力槽凸台接触；9个对中接头试件的钢筋均应插入灌浆套筒中心；所有接头试件的钢筋应与灌浆套筒轴线重合或平行，钢筋在灌浆套筒插入深度不应大于灌浆套筒的锚固长度；

2 接头应按本规程的有关规定进行灌浆；对于半灌浆套筒连接，机械连接端的加工应符合本规程和现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107的有关规定；

3 采用灌浆料拌合物制作的 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 的试件不应少于2组；

4 常温型灌浆料接头试件及常温型灌浆料试块应在常温环境下制作，标准养护条件下养护28d；标准养护条件的养护温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，养护室的相对湿度不应低于90%，养护水的温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ；

5 低温型灌浆连接接头试件及低温型灌浆料试件应在 $-5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境下制作，并在 $-5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的环境下养护7d后转标准养护21d，由 -5°C 环境转入标准养护时，温升速率不宜超过 $5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ；

6 接头试件在试验前不应进行预拉。

5.0.6 接头型式检验试验时，灌浆料抗压强度不应小于 $80\text{N}/\text{mm}^2$ ，且不应大于 $95\text{N}/\text{mm}^2$ ；当灌浆料28d抗压强度合格指标高于 $85\text{N}/\text{mm}^2$ 时，试验时的灌浆料抗压强度低于28d抗压强度合格指标的数值不应大于 $5\text{N}/\text{mm}^2$ ，且超过28d抗压强度合格指标的数值不应大于 $10\text{N}/\text{mm}^2$ 与1.1倍合格指标二者的较大值。

5.0.7 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 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；

2 大变形反复拉压试验时前后反复 4 次的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的加载值计算长度 L_g 按下列公式计算：

全灌浆套筒连接

$$L_g = \frac{L}{4} + 4d_s \quad (5.0.7-1)$$

半灌浆套筒连接

$$L_g = \frac{L}{2} + 4d_s \quad (5.0.7-2)$$

式中： L ——灌浆套筒长度（mm）；

d_s ——钢筋公称直径（mm）。

5.0.8 接头型式检验的灌浆料抗压强度符合本规程第 5.0.6 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第 3.0.2 条的规定；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第 3.0.3 条的规定；

2 变形检验：对残余变形和最大力总伸长率，相应项目的 3 个试件实测值的平均值应符合本规程第 3.0.5 的规定；每个试件残余变形的最大值不应大于本规程表 3.0.5 规定限值的 1.5 倍，每个试件最大力下总伸长率最小值不应小于 4.0%；

3 灌浆料检验：灌浆料试件 28d、-7d+21d 抗压强度和灌浆料 30min 流动度应符合本规程第 4.0.3 条的要求。

5.0.9 接头匹配检验由提供接头的施工单位或构件生产单位委托，并应符合下列规定：

1 接头匹配检验时，送检单位应向检验单位提供有效的灌浆套筒和灌浆料型式检验报告，匹配检验的试件数量、试验方法、合格要求按本规程第 5.0.3 条、第 5.0.7 条和第 5.0.8 条接

头型式检验的规定执行；

2 匹配检验针对实际工程进行，且仅对具体工程项目一次有效；

3 灌浆施工中如单独更换灌浆料，则施工单位应作为接头提供单位在灌浆施工前重新委托进行涉及钢筋的接头匹配检验及有关材料进场检验，所有检验均应在监理单位（建设单位）、第三方检测单位代表的见证下制作试件并一次合格。

5.0.10 接头型式检验报告、匹配检验报告应符合下列规定：

1 接头连接钢筋的强度等级低于灌浆套筒规定的连接钢筋强度等级时，可按实际应用规格的灌浆套筒提供型式检验报告、匹配检验报告；

2 HRB400E 与 HRB400 钢筋以及 HRB500E 与 HRB500 钢筋的型式检验报告、匹配检验报告可互相替代；

3 对于预制端连接钢筋直径小于灌浆端连接钢筋直径的半灌浆变径接头，可提供两种直径钢筋的等径同类型型式检验报告、匹配检验报告作为依据，其他变径接头可按实际应用规格的灌浆套筒提供型式检验报告、匹配检验报告。

5.0.11 接头工艺检验应符合下列规定：

1 工艺检验应在构件生产前及灌浆施工前分别进行，当现场灌浆施工队伍与工艺检验时的灌浆队伍相同时，灌浆前可不再进行工艺检验；

2 对已完成匹配检验的工程，如现场灌浆施工队伍与匹配检验时的灌浆队伍相同，可由匹配检验代替同规格接头的工艺检验；

3 工艺检验应模拟施工条件、操作工艺制作接头试件，并按接头提供单位提供的施工操作要求进行；

4 每种规格钢筋应制作 3 个对中套筒灌浆连接接头，并应检查灌浆质量，变径接头应单独制作；

5 采用灌浆料拌合物制作的 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 试件不应少于 1 组；

6 常温型灌浆料的接头试件及灌浆料试件应按本规程第 5.0.5 条第 4 款的规定制作及养护；低温型灌浆料的接头试件及灌浆料试件应按本规程第 5.0.5 条第 5 款的规定制作及养护。

7 每个接头试件的抗拉强度、屈服强度应符合本规程第 3.0.2 条、3.0.3 条的规定，3 个接头试件残余变形的平均值应符合本规程第 3.0.5 条的规定；灌浆料抗压强度应符合本规程第 4.0.3 条规定的 28d 强度要求；

8 接头试件在量测残余变形后可再进行抗拉强度试验，并按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 规定的钢筋机械连接型式检验单向拉伸加载制度进行试验；

9 工艺检验不合格时，应进行工艺参数调整，合格后方可进行构件生产及灌浆施工。

5.0.12 施工过程中出现以下情况，应再次进行接头工艺检验：

1 更换钢筋生产单位或同一生产单位生产的钢筋外形尺寸与已完成工艺检验的钢筋有差异；

2 更换灌浆施工工艺；

3 更换灌浆操作队伍。

5.0.13 接头型式检验、匹配检验及工艺检验均应由专业检测机构进行，按本规程附录 A 的要求出具检验报告。

6 设 计

6.0.1 采用套筒灌浆连接的装配式混凝土结构，设计应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《钢筋套筒灌浆连接技术规程》JGJ 355 的有关规定。

6.0.2 采用套筒灌浆连接的构件混凝土强度等级不宜低于 C30。

6.0.3 当装配式混凝土结构采用符合本规程规定的套筒灌浆连接接头时，构件全部纵向受力钢筋可在同一截面上连接。

6.0.4 多遇地震组合下，全截面受拉钢筋混凝土构件纵筋不宜全部在同一截面采用钢筋套筒灌浆连接。

6.0.5 采用套筒灌浆连接的混凝土构件设计应符合下列规定：

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 全灌浆套筒两端及半灌浆套筒灌浆端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，且不宜小于灌浆套筒规定的连接钢筋直径规格一级以上，不应小于灌浆套筒规定的连接钢筋直径规格两级以上；

3 构件配筋方案应根据灌浆套筒外径、长度及灌浆施工要求确定；

4 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，构件钢筋外露长度应根据其插入灌浆套筒的锚固长度及构件连接接缝宽度、构件连接节点构造做法与施工允许偏差等要求确定；

5 竖向构件配筋设计应充分考虑灌浆孔、出浆孔的布置；

6 底部设置键槽的预制柱，应在键槽处设置排气孔，且排

气孔位置应高于最高位出浆孔，高差不宜小于 100mm。

6.0.6 混凝土构件中灌浆套筒的净距不应小于 25mm。

6.0.7 混凝土构件的灌浆套筒长度范围内，预制混凝土柱箍筋的混凝土保护层厚度不应小于 20mm，预制混凝土墙最外层钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 15mm。

7 施 工

7.1 一般规定

7.1.1 套筒灌浆连接应采用由接头提供单位确定的灌浆套筒、灌浆料及钢筋，并应符合下列规定：

1 灌浆套筒与灌浆料应在构件生产和施工前确定；

2 灌浆套筒、灌浆料生产单位作为接头提供单位时，应提交所有使用接头规格的型式检验报告，并提供接头制作、安装及现场灌浆施工作业指导书；施工单位、构件生产单位作为接头提供单位时，应完成所有接头的匹配检验；

3 型式检验、匹配检验报告均应合格有效。

7.1.2 套筒灌浆连接施工应根据施工条件选择灌浆种类并编制专项施工方案。

7.1.3 半灌浆套筒机械连接端的钢筋丝头加工、连接安装以及各类灌浆套筒现场灌浆施工等岗位的操作人员应经过相应的培训后上岗，且人员宜固定。

7.1.4 对于首次施工，宜选择有代表性的单元或部位进行试制作、试安装、试灌浆。

7.1.5 施工现场灌浆料宜储存在室内，并应采取防雨、防潮、防晒措施。在有关检验完成前应留存工程实际使用的灌浆套筒、有效期内灌浆料。

7.1.6 施工过程中，应有质量检验人员全过程质量监督，及时形成灌浆施工质量检查记录，并留存包含灌浆部位、时间、过程及检验内容的影像资料。如发生检查记录与影像资料丢失或无法证明工程质量的情况，应在混凝土结构子分部工程验收时委托具有相应资质的检测机构对此处施工质量进行实体验收。

7.1.7 首层装配式混凝土结构构件安装、灌浆施工应由监理单

位（建设单位）代表全程旁站见证，并对每个构件安装及套筒灌浆施工质量进行确认。

7.1.8 施工单位或监理单位代表宜驻厂监督预制构件制作生产过程。

7.2 构件制作

7.2.1 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，插入深度应满足锚固长度要求；

2 钢筋和灌浆套筒安装时，应将其固定在模具上，灌浆套筒与柱底、墙底模板应垂直，并应采用橡胶环、螺杆等固定件，避免混凝土浇筑、振捣时灌浆套筒和连接钢筋移位；全灌浆套筒与构件纵向受力钢筋间隙应采用橡胶塞等密封措施，并应采取保证钢筋与灌浆套筒同轴的措施；

3 与灌浆套筒连接的灌浆管、出浆管应定位准确、安装稳固，并应保持管内畅通，无弯折堵塞；

4 灌浆套筒的灌浆连接管和出浆连接管应均匀、分散布置，相邻管间净距不应小于 25mm 和管道直径的较大值。

7.2.2 半灌浆套筒机械连接端的钢筋丝头加工及接头安装应符合下列规定：

1 钢筋丝头加工应符合国家现行标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 第 6.2 节的有关规定；

2 安装接头时可用管钳扳手拧紧；

3 接头安装后应用扭矩扳手校核拧紧扭矩，最小拧紧扭矩值应符合表 7.2.2 的规定；

表 7.2.2 半灌浆套筒机械连接端接头安装时最小拧紧扭矩值

钢筋直径 (mm)	≤16	18 ~ 20	22 ~ 25	28 ~ 32	36 ~ 40
最小扭矩 (N·m)	80 (球墨铸铁灌浆套筒) 100 (钢质机械 加工灌浆套筒)	200	260	320	360

4 校核用扭矩扳手的准确度级别可选用 10 级。

7.2.3 构件制作浇筑混凝土之前，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。

7.2.4 预制构件混凝土应浇筑密实，浇捣过程应避免灌浆套筒移位和灌浆连接管、出浆连接管、排气管破损进浆。

7.2.5 预制构件拆模后，灌浆套筒的位置及外露钢筋的位置、长度偏差应符合表 7.2.5 的规定。

表 7.2.5 预制构件灌浆套筒外露钢筋的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
灌浆套筒中心位置		2	尺寸
外露钢筋	中心位置	2	
	外露长度	+10 0	

7.2.6 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、封盖措施。

7.2.7 预制构件出厂前，应对灌浆套筒的灌浆孔和出浆孔进行畅通性检查，并清理灌浆套筒内的杂物。

7.2.8 预制构件出厂时，应将满足灌浆施工过程检验要求数量的全灌浆套筒或已安装机械连接端钢筋的半灌浆套筒和检验用接头连接钢筋一并运至施工现场。

7.3 安装与连接

7.3.1 连接部位现浇混凝土施工过程中，应采取设置定位架等措施保证外露钢筋的位置、长度和顺直度，并应避免污染钢筋。

7.3.2 预制构件吊装前，应检查构件的类型与编号。当灌浆套筒内有杂物时，应清理干净。

7.3.3 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国家现行标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《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 7.3.3 的规定，超过允许偏差的应予以处理；

表 7.3.3 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	尺量
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，不应有锈蚀；

4 当外露连接钢筋倾斜时，应进行校正；

5 现浇结构的连接界面应清理干净。

7.3.4 预制柱、墙安装前，应在预制构件及其支承构件间设置垫片，并符合下列规定：

1 宜采用钢质垫片；

2 可通过垫片调整预制构件的底部标高，通过斜撑调整构件安装的垂直度；

3 垫片处的混凝土局部受压应按下式进行验算：

$$F_l \leq 2f_c A_l \quad (7.3.4)$$

式中： F_l ——作用在垫片上的压力值，可取 1.5 倍构件自重；

A_l ——垫片的承压面积，可取所有垫片的面积之和；

f_c ——预制构件安装时，预制构件及其支承构件的混凝土轴心抗压强度设计值较小值。

7.3.5 灌浆施工方式应符合设计及施工方案的要求，并应符合下列规定：

1 应根据施工条件、操作经验在连通腔灌浆施工工艺、坐浆法施工工艺中选择；高层建筑装配剪力墙宜采用连通腔灌浆施工工艺，当有可靠经验时也可采用坐浆法施工工艺；

2 钢筋水平连接时，灌浆套筒应各自独立灌浆，并应采用封口装置使套筒端部密闭；

3 竖向构件采用连通腔灌浆时，应合理划分连通灌浆区域；每个区域除预留灌浆孔、出浆孔和排气孔外，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大于 1.5m，连通腔内预制构件底部与下方结构上表面的最小间隙不得小于 10mm；

4 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。

7.3.6 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国家现行标准《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采用专用封浆料进行封堵；应确保连通灌浆区域与灌浆套筒、排气孔通畅，并采取可靠措施避免封堵材料进入灌浆套筒、排气孔内；灌浆前应确认封堵效果能够满足灌浆压力需求，方可进行灌浆作业；

3 预制夹心保温外墙板的保温材料下应采用珍珠棉、发泡橡塑或可压缩 EVA 等封堵材料密封；封堵材料伸入连接接缝的深度不宜小于 15mm，且不应大于套筒外壁；

4 构件安装就位后，应由质量检验人员采用内窥的方式检

查套筒内的钢筋插入情况并记入施工记录，其中首层装配式混凝土结构应 100% 检查，其余楼层应抽查 10% 且不应少于 30 个套筒。

7.3.7 预制梁现浇部分的水平钢筋采用灌浆套筒连接时，施工措施应符合下列规定：

1 连接钢筋的外表面应标记插入灌浆套筒最小锚固长度的标志，标志位置应准确、颜色应清晰；

2 对灌浆套筒与钢筋之间的缝隙应采取防止灌浆时灌浆料拌合物外漏的封堵措施；

3 预制梁的水平连接钢筋轴线偏差不应大于 5mm，大于允许偏差的应予以处理；

4 灌浆套筒安装就位后，灌浆孔、出浆孔应在套筒水平轴正上方 $\pm 45^\circ$ 的锥体范围内，并安装有孔口超过灌浆套筒外表面最高位置的连接管或接头；

5 灌浆接头在灌浆完成后，应避免扰动接头，待灌浆强度达到设计要求后，方可进行下道工序施工。

7.3.8 当进行灌浆施工时，应根据施工环境温度与灌浆部位温度选择相应灌浆料，并应符合下列规定：

1 常温型灌浆料灌浆施工及养护过程中 24h 内灌浆部位温度不应低于 5℃；

2 当日平均气温高于 25℃ 时，应测量施工环境温度；当日最高气温低于 10℃ 时，应测量施工环境温度及灌浆部位温度，测温宜采用具有自动测量和存储的仪器；

3 当施工环境温度高于 30℃ 时，应采取降低灌浆料拌合物温度的措施；

4 当采用常温型灌浆料且施工环境温度低于 5℃ 时，应采取加热及封闭保温措施，确保施工环境温度、灌浆部位温度在 5℃ 以上的时间达到 1d，之后宜继续保温 2d；如施工环境温度低于 0℃，不得采用常温型灌浆料施工；

5 当连续 3d 的施工环境温度、灌浆部位温度的最高值均低

于 10℃ 时，可以采用低温型灌浆料；低温型灌浆料灌浆施工及养护过程中 24h 内灌浆部位温度不应低于 -5℃，且灌浆施工时的环境温度、灌浆部位温度不应高于 10℃。

7.3.9 灌浆料、坐浆料、封浆料使用前，应检查产品包装上的有效期和产品外观。灌浆料使用应符合下列规定：

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，低温型灌浆料拌合用水温度不应高于 10℃；

2 加水量应按灌浆料、坐浆料、封浆料使用说明书的要求确定，并按重量计量；

3 灌浆料、坐浆料、封浆料拌合应采用强制式搅拌机搅拌充分、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、封浆料拌合物初始流动度不少于 1 次，灌浆料、封浆料指标应符合本规程第 4.0.3 条、第 4.0.5 条的规定，坐浆料指标和检验要求应符合本规程第 4.0.4 条的规定；

6 强度检验试件的留置数量应符合验收及施工控制要求。

7.3.10 灌浆施工应按施工方案执行，并应符合下列规定：

1 灌浆施工应及时形成施工记录；对连通腔灌浆方式，施工记录应体现灌浆仓编号及每个灌浆仓内所包含的套筒规格、数量、对应构件的信息；

2 灌浆施工宜采用压力、流量可调节的专用设备；施工前应按施工方案核查灌浆料搅拌设备、灌浆设备，施工中应核查灌浆压力、灌浆速度；灌浆施工中，灌浆速度宜先快后慢，并合理控制；灌浆压力宜为 $0.2\text{N/mm}^2 \sim 0.3\text{N/mm}^2$ ，且持续灌浆过程的压力不应大于 0.4N/mm^2 ，后期灌浆压力不宜大于 0.2N/mm^2 ；

3 对竖向构件钢筋套筒灌浆连接，灌浆作业应采用压浆法从灌浆套筒下灌浆孔注入，当灌浆料拌合物从构件其他灌浆孔、出浆孔流出后，应及时封堵；

4 竖向钢筋套筒灌浆连接采用连通腔灌浆时，宜采用一点

灌浆的方式；当一点灌浆遇到问题而需要改变灌浆点时，各灌浆套筒已封堵灌浆孔、出浆孔应重新打开，待灌浆料拌合物再次流出后进行封堵；

5 对水平钢筋套筒灌浆连接，灌浆作业应采用压浆法从灌浆孔注入，当灌浆套筒灌浆孔、出浆孔的连接管处的灌浆料拌合物均高于灌浆套筒外表面最高点时，应停止灌浆，并及时封堵灌浆孔、出浆孔；

6 灌浆料宜在加水后 30min 内用完；

7 散落的灌浆料拌合物不得二次使用；剩余的拌合物不得再次添加灌浆料、水后混合使用；

8 灌浆过程应采取有效措施对灌浆是否饱满进行检测控制，确保接头灌浆密实饱满。

7.3.11 当灌浆施工出现无法出浆或者灌浆料拌合物液面下降等异常情况时，应查明原因，并采取相应的施工措施，施工措施应符合下列规定：

1 对未密实饱满及灌浆料拌合物液面下降的灌浆套筒，应及时进行补灌浆作业；当在灌浆料加水拌合 30min 内时，首选在灌浆孔补灌；当已灌注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；

2 水平钢筋连接灌浆施工停止 30s，当发现灌浆料拌合物下降时，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进行检查。

7.3.12 现场灌浆施工采用埋置传感器方式检测套筒灌浆饱满度时，应符合下列规定：

1 首层装配式混凝土结构预制构件安装时，套筒灌浆饱满度应全面检测；每个采用套筒灌浆连接的构件均应埋置传感器进行饱满度检测，每个构件传感器的埋置数量不少于该构件套筒数量的 30%，且不宜少 3 个；

2 除首个装配楼层外，其余装配楼层的套筒灌浆饱满度检测应按层抽取，检测楼层抽取数量不应少于装配楼层总数的20%，每层传感器埋置数量不少于该层套筒总数的5%，且不应少于10个；

3 检测应在灌浆施工停止后5min、灌浆料初凝前进行，对检测饱满度有问题的套筒，按本规程第7.3.10条、第7.3.11条的有关规定进行补灌，对补灌过的套筒应进行灌浆饱满度复测；

4 灌浆饱满度检测数据和处理过程应形成存档资料。

7.3.13 当现场灌浆施工未采用埋置传感器方式检测灌浆饱满度时，也可采用局部破损的方法检测套筒灌浆饱满度，并应符合下列规定：

1 在施工现场可随机选择一个竖向预制构件上的已完成钢筋连接灌浆作业的套筒；

2 用钢筋位置扫描仪确定好预制构件内的钢套筒准确位置，再用电锤剥除钢套筒外侧壁混凝土保护层；

3 可用合金钻头对准外侧壁上套筒内钢筋连接需要的锚固长度位置直接钻孔，孔径为4mm~6mm，可用肉眼和手电直接检查套筒内灌浆的饱满状况；如有不饱满现象时，可采用注水或内窥镜等方式探明不饱满状态，做出该套筒灌浆饱满度的评价；

4 抽样检测数量根据检测情况综合确定。

7.3.14 灌浆料同条件养护试件抗压强度达到 35N/mm^2 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后续施工承载要求后进行。

7.3.15 当采用连通腔灌浆法施工时，构件安装就位后宜及时灌浆，不宜采用两层及以上集中灌浆；当采用两层及以上集中灌浆时，应经设计确认，专项施工方案应进行技术论证。

7.4 质量检查

7.4.1 灌浆料、灌浆套筒和钢筋进厂（场）前，应由接头提供单位对接头进行型式检验、匹配检验，检验报告应符合本规程第

5 章的规定。

7.4.2 构件生产及灌浆施工前，应对不同钢筋生产单位的进场钢筋进行接头工艺检验，检验合格后方可施工。检验报告应符合本规程第 5 章的规定。

7.4.3 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，检验结果应符合国家现行标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 及本规程第 4.0.2 条的有关规定。同一批号、同一类型、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。

7.4.4 灌浆料、坐浆料、封浆料进场时，应对所有性能指标进行检验，检验结果应符合国家现行标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 及本规程第 4 章的规定。同一成分、同一批号的灌浆料、坐浆料、封浆料，不超过 50t 为一批，每批随机抽取灌浆料制作试件并进行检验。

7.4.5 半灌浆套筒机械连接端的钢筋丝头加工及连接安装过程中，应按国家现行标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 及本规程第 7.2.2 条的规定对丝头加工质量及拧紧力矩进行检查，检查数量不少于 10%，检查合格率不应小于 95%。如丝头加工质量合格率小于 95%，应全数检查丝头并作废不合格丝头；如拧紧力矩合格率小于 95%，应重新拧紧全部接头，直到合格为止。

7.4.6 灌浆套筒进厂（场）时，应抽取灌浆套筒，采用与之匹配的灌浆料模拟施工条件并按施工方案制作对中连接接头试件，接头试件应在标准养护条件下养护 28d（或 $-7d + 21d$ ）后进行抗拉强度检验，检验结果应符合本规程第 3.0.2 条的规定。同一批号、同一类型、同一规格的灌浆套筒，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。

7.4.7 预制混凝土构件进场前应按国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定进行质量检查，并形成检查记录。

7.4.8 灌浆施工中，灌浆料的 28d（或 $-7d + 21d$ ）抗压强度应

符合本规程第 4.0.3 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。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 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 的标养试件和同条件养护试件各 1 组，标养试件标准养护 28d（或 $-7\text{d} + 21\text{d}$ ）后进行抗压强度试验，同条件养护试件放置于现场同条件养护。

7.4.9 用于连接上下层竖向预制混凝土构件的坐浆料的 28d（或 $-7\text{d} + 21\text{d}$ ）抗压强度应符合设计要求和本规程第 4.0.4 条的有关规定。用于检验抗压强度的坐浆料试件应在施工现场制作。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 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 的标养试件和同条件养护试件各 1 组，标养试件标准养护 28d（或 $-7\text{d} + 21\text{d}$ ）后进行抗压强度试验，同条件养护试件放置于现场同条件养护。

7.4.10 用于构件底部封仓、连通腔周围封缝的封浆料抗压强度应符合设计要求和本规程第 4.0.5 条的有关规定。用于检验抗压强度的封浆料试件应在施工现场制作。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 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 的标养试件和同条件养护试件各 1 组，标养试件标准养护 28d（或 $-3\text{d} + 25\text{d}$ ）后进行抗压强度试验，同条件养护试件放置于现场同条件养护。

7.4.11 灌浆完成后，应对灌浆接头灌浆情况进行全数检查并形成记录。

8 验 收

8.0.1 采用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 的有关规定，可划入装配式结构分项工程。

8.0.2 工程应用套筒灌浆连接时，应提交所有规格接头的有效型式检验报告、匹配检验报告及工艺检验报告。验收时应核查下列内容：

1 工程中应用的各种钢筋强度级别、直径对应的检验报告应齐全，报告应合格有效；

2 型式检验报告、匹配检验报告的送检单位符合本规程第 5 章的要求；

3 型式检验报告、匹配检验报告、工艺检验报告中的接头类型，灌浆套筒规格、级别、尺寸，灌浆料型号与现场使用的产品应一致；

4 型式检验报告应在 4 年有效期内，可按灌浆套筒进厂（场）验收日期确定；

5 匹配检验报告应注明工程名称，报告日期应早于灌浆施工开始时间；

6 报告内容应包括本规程附录 A 规定的所有内容。

8.0.3 当灌浆套筒进厂（场）时，灌浆套筒检验外观质量、标识和尺寸偏差应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 及本规程第 4.0.2 条的有关规定。

检查数量：同一批号、同一类型、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，尺量检查，检查质量证明文件。

8.0.4 当灌浆料、坐浆料、封浆料进厂（场）时，材料性能应

符合本规程第4章的规定。

检查数量：同一成分、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。

8.0.5 半灌浆套筒机械连接端应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107及本规程第7.2.2条对丝头加工质量及拧紧力矩的要求。

检验数量：不少于10%或全检。

检验方法：检查抽样检验报告。

8.0.6 当灌浆套筒进厂（场）时，应抽取灌浆套筒并采用与之匹配的灌浆料制作的对中连接接头试件，其抗拉强度应符合本规程第3.0.2条的规定。

检查数量：同一批号、同一类型、同一规格的灌浆套筒，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。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

8.0.7 预制混凝土构件进场验收应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定执行。

检查数量：按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。

检验方法：检查质量检验记录和检验报告。

8.0.8 灌浆施工中，灌浆料的28d（或-7d+21d）抗压强度应符合本规程第4.0.3条的有关规定。

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40mm×40mm×160mm的标养试件和同条件养护试件各1组。

检验方法：检查灌浆施工记录及抗压强度试验报告。

8.0.9 采用坐浆法进行施工时，坐浆料的28d（或-7d+21d）抗压强度应符合本规程第4.0.4条的有关规定。

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 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 的标养试件和同条件养护试件各1组。

检验方法：检查灌浆施工记录及抗压强度试验报告。

8.0.10 用于构件底部封仓、连通腔周围封缝的封浆料的抗压强度应符合本规程第4.0.5条的有关规定。

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 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 的标养试件和同条件养护试件各1组。

检验方法：检查灌浆施工记录及抗压强度试验报告。

8.0.11 灌浆应密实饱满，所有出浆口均应出浆。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查灌浆施工记录及检测记录。

8.0.12 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。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查处理记录。

附录 A 接头试件检验报告

A.0.1 接头试件型式检验报告、匹配检验报告应包括基本参数和试验结果两部分，并应按表 A.0.1-1 ~ 表 A.0.1-3 的格式记录。

表 A.0.1-1 钢筋套筒灌浆连接接头试件型式检验、匹配检验报告
(全灌浆套筒连接基本参数)

接头名称			送检日期				
委托送检单位			试件制作地点/日期				
灌浆施工人及所属单位			试件制作监督人				
工程项目名称		(仅适用于匹配检验报告)					
接头试件 基本参数		连接件示意图或 照片（可附页）：	钢筋牌号				
			钢筋公称直径（mm）				
			灌浆套筒生产单位及型号				
			灌浆套筒材料				
			灌浆料生产单位及型号				
灌浆套筒设计尺寸（mm）							
长度 （mm）		外径 （mm）	套筒设计锚固长度 （灌浆端）		套筒设计锚固长度 （预制端）		
接头试件实测尺寸							
试件 编号	标记	灌浆套筒外径 （mm）		灌浆套 筒长度 （mm）	钢筋插入深度 （mm）		钢筋 对中/偏置
					灌浆端	预制端	
No. 1							偏置
No. 2							偏置

续表 A.0.1-1

接头试件实测尺寸								
试件 编号	标记	灌浆套筒外径 (mm)		灌浆套 筒长度 (mm)	钢筋插入深度 (mm)		钢筋 对中/偏置	
					灌浆端	预制端		
No. 3							偏置	
No. 4							对中	
No. 5							对中	
No. 6							对中	
No. 7							对中	
No. 8							对中	
No. 9							对中	
No. 10							对中	
No. 11							对中	
No. 12							对中	
灌浆料性能								
每 10kg 灌浆料 加水量 (kg)	试件抗压强度量测值 (N/mm ²)							合格 指标 (N/mm ²)
	序号	1	2	3	4	5	6	
	龄期							
	试验时							
	28d							
评定结论								

注：1. 接头试件实测尺寸、灌浆料性能由检验单位负责检验与填写，其他信息应由送检单位如实申报；

2. 接头试件实测尺寸的外径量测任意两个断面；

3. 灌浆套筒材料是指机械加工套筒的材质，或按实际工艺填写球墨铸铁、钢管；

4. 连接件示意图可以使用注明套筒每一侧剪力槽或凸起的数量图示，也可不含灌浆料连接件实物的横、纵两方向的剖面照片。

表 A. 0. 1-2 钢筋套筒灌浆连接接头试件型式检验报告、匹配检验报告
(半灌浆套筒连接基本参数)

接头名称				送检日期		
委托送检单位				试件制作地点/日期		
灌浆施工人及所属单位				试件制作监督人		
工程项目名称		(仅适用于匹配检验报告)				
接头试件 基本参数		连接件示意图或 照片(可附页):		钢筋牌号		
				钢筋公称直径(mm)		
				灌浆套筒生产单位及型号		
				灌浆套筒材料		
				灌浆料生产单位及型号		
灌浆套筒设计参数						
长度 (mm)		外径 (mm)		套筒设计锚固长度 (mm)		机械连接端类型
机械连接端基本参数						
接头试件实测尺寸						
试件 编号	标记	灌浆套筒外径 (mm)		灌浆套 筒长度 (mm)	灌浆端钢筋 插入深度 (mm)	钢筋 对中/偏置
No. 1						偏置
No. 2						偏置
No. 3						偏置
No. 4						对中
No. 5						对中
No. 6						对中
No. 7						对中
No. 8						对中
No. 9						对中
No. 10						对中
No. 11						对中
No. 12						对中

续表 A.0.1-2

灌浆料性能									
每 10kg 灌浆料 加水量 (kg)	试件抗压强度量测值 (N/mm ²)							合格 指标 (N/mm ²)	
	序号	1	2	3	4	5	6		取值
	龄期								
	试验时								
	28d								
评定结论									

- 注：1. 接头试件实测尺寸、灌浆料性能由检验单位负责检验与填写，其他信息应由送检单位如实申报；
2. 机械连接端类型按直螺纹或其他实际工艺填写；
3. 机械连接端基本参数为螺纹螺距、螺纹牙型角、螺纹公称直径和安装扭矩；
4. 接头试件实测尺寸的外径量测任意两个断面；
5. 灌浆套筒材料是指机械加工原材的材质，或按实际工艺填写球墨铸铁、钢管；
6. 连接件示意图可以使用注明套筒每一侧剪力槽或凸起的数量图示，也可不含灌浆料连接件实物的横、纵两方向的剖面照片。

表 A.0.1-3 钢筋套筒灌浆连接接头试件型式检验报告、匹配检验报告
(试验结果)

接头名称			送检日期			
委托送检单位			钢筋牌号与公称直径 (mm)			
钢筋母材 试验结果	试件编号	No. 1	No. 2	No. 3	要求指标	
	屈服强度 (N/mm^2)					
	抗拉强度 (N/mm^2)					

续表 A.0.1-3

试验结果	偏置单向拉伸	试件编号	No. 1	No. 2	No. 3	要求指标
		屈服强度 (N/mm ²)				
		抗拉强度 (N/mm ²)				
		破坏形式				
	对中单向拉伸	试件编号	No. 4	No. 5	No. 6	要求指标
		屈服强度 (N/mm ²)				
		抗拉强度 (N/mm ²)				
		残余变形 (mm)				
		最大力下总伸长率 (%)				
		破坏形式				
	高应力反复拉压	试件编号	No. 7	No. 8	No. 9	要求指标
		抗拉强度 (N/mm ²)				
		残余变形 (mm)				
		破坏形式				
	大变形反复拉压	试件编号	No. 10	No. 11	No. 12	要求指标
		抗拉强度 (N/mm ²)				
		残余变形 (mm)				
		破坏形式				
评定结论						
检验单位					试验日期	
试验员		试件制作监督人				
校核		负责人				

注：试件制作监督人应为检验单位人员。

A.0.2 接头试件工艺检验报告应按表 A.0.2 的格式记录。

表 A.0.2 钢筋套筒灌浆连接接头试件工艺检验报告

接头名称				送检日期			
委托送检单位				试件制作地点			
钢筋生产单位				钢筋牌号			
钢筋公称直径 (mm)				灌浆套筒类型			
灌浆套筒生产单位、型号							
灌浆料生产单位、型号							
工程项目名称							
灌浆施工人及所属单位							
对中单向 拉伸试验 结果	试件编号			No. 1	No. 2	No. 3	要求指标
	屈服强度 (N/mm ²)						
	抗拉强度 (N/mm ²)						
	残余变形 (mm)						
	破坏形式						
灌浆料抗压 强度试验结果	试件抗压强度量测值 (N/mm ²)						28d 合格指标 (N/mm ²)
	1	2	3	4	5	6	
评定结论							
检验单位							
试验员				校核			
负责人				试验日期			

注：对中单向拉伸检验结果、灌浆料抗压强度试验结果、检验结论由检验单位负责检验与填写，其他信息由送检单位如实申报。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于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”或“可”，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 条文中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 2 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 3 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
- 4 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 5 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 6 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 7 《水泥基灌浆料应用技术规范》 GB/T 50448
- 8 《混凝土结构现场检测技术标准》 GB/T 50784
- 9 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 10 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
- 11 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 12 《建筑砂浆基本性能试验方法》 JGJ 70
- 13 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 14 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》 JGJ 355
- 15 《钢筋机械连接用套筒》 JG/T 163
- 16 《钢筋连接用灌浆套筒》 JG/T 398
- 17 《钢筋连接用套筒灌浆料》 JG/T 408
- 18 《装配整体式混凝土结构工程设计规程》 DB37/T 5018
- 19 《装配整体式混凝土结构工程施工与质量验收规程》
DB37/T 5019
- 20 《装配整体式混凝土结构工程预制构件制作与验收规程》
DB37/T 5020

山东省工程建设标准

装配式混凝土结构钢筋套筒灌浆连接
应用技术规程

DB37/T 5162 - 2020

条 文 说 明

目 次

1 总则.....	41
2 术语和符号.....	42
3 基本规定.....	43
4 材料.....	45
5 接头检验.....	47
6 设计.....	55
7 施工.....	57
8 验收.....	68
附录 A 接头试件检验报告	70

1 总 则

1.0.1 钢筋套筒灌浆连接主要应用于装配式混凝土结构中钢筋连接，其从受力机理、施工操作、质量检验等方面均不同于传统的钢筋连接方式。编制本规程的宗旨是为了规范装配式混凝土结构工程中钢筋套筒灌浆连接技术的应用。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度不高于 8 度的地区，山东省行政区域内最高设防烈度为 8 度，缺少 9 度区的工程应用经验。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 钢筋套筒灌浆连接涉及的应用技术面广、综合性强；在设计、施工及验收中，凡本规程有规定者，应遵照执行；凡本规程无规定者，应按照现行有关标准的规定执行。

2 术语和符号

本规程将钢筋套筒灌浆连接的接头称为套筒灌浆连接接头，简称接头。接头由灌浆套筒、硬化后的灌浆料、连接钢筋三者共同组成。“接头”在本规程中多次出现。在检验规定中多采用“接头试件”术语。

对预制构件生产时预先埋入的灌浆套筒，与预制构件内钢筋连接的部分为预制端，另一部分为灌浆端，也称装配端。半灌浆套筒为灌浆端（装配端）采用灌浆方式连接，预制端采用其他方式（通常为螺纹机械连接）连接。用于水平钢筋连接的灌浆套筒两端都是灌浆端。

本规程中对采用全灌浆套筒、半灌浆套筒的套筒灌浆连接，分别称为全灌浆套筒连接、半灌浆套筒连接。

钢筋连接用套筒灌浆料、坐浆料、封浆料均为干混料。灌浆料加水搅拌后具有良好流动性，在硬化过程中具有微膨胀、早强、高强等性能，填充于套筒与带肋钢筋间隙内，形成钢筋套筒灌浆连接接头。

坐浆料主要用于高层建筑围护墙体或低多层建筑墙体坐浆法施工时构件接缝的填缝材料。

封浆料用于连通腔灌浆施工的竖向构件接缝封堵，且主要用于向接缝内侵入的封堵。

坐浆料和封浆料加水搅拌后均具有可塑性好、不流动、早强、高强等性能。

根据施工及养护过程的环境温度，坐浆料及封浆料也分为常温型与低温型，其具体的温度适用范围及条件分别与常温型灌浆料和低温型灌浆料保持一致。

3 基本规定

3.0.1 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。

3.0.2 本条为钢筋套筒灌浆连接受力性能的关键要求，用钢筋极限抗拉强度的标准值来规定接头抗拉强度的合格条件，按连接钢筋公称截面面积计算。

根据本规程的有关规定，接头产品开发时应考虑钢筋抗拉荷载实测值小于标准值的 1.15 倍时不发生接头破坏，接头破坏指断于套筒、套筒纵向开裂或钢筋从套筒中拔出。钢筋拉断是指断于钢筋母材、套筒外钢筋丝头。对于半灌浆套筒连接接头，机械连接端也应符合本条规定。

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在实测极限抗拉强度小于 1.15 倍的钢筋极限抗拉强度标准值时应断于接头外钢筋的要求。

3.0.3 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、匹配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。

3.0.4、3.0.5 高应力和大变形反复拉压循环试验方法及加载制度行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107，具体规定见本规程第 5 章。

4 材 料

4.0.1 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。当采用不锈钢钢筋及其他进口钢筋时，应符合相应产品标准的要求。

4.0.2 灌浆套筒主要分为铸造灌浆套筒和机械加工灌浆套筒两种。对套筒灌浆端最小内径与连接钢筋直径差最小值提出要求是为了保证现场施工的可操作性。对全灌浆套筒，8 倍插入钢筋公称直径的锚固长度要求仅针对灌浆端，预置端长度可根据产品开发要求确定。

4.0.3 本条提出的灌浆料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。

本条规定的检验指标中，灌浆料拌合物 30min 流动度，泌水率及 3d、-3d 抗压强度，28d、-7d + 21d 抗压强度，3h 竖向膨胀率，24h 与 3h 竖向膨胀率差值是灌浆料进场检验项目，初始流动度为施工过程检查项目，本规程还提出了灌浆施工中按工作班检验 28d、-7d + 21d 抗压强度的要求。

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。根据行业标准《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国家标准《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 规定：取一组 3 个 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 试件得到的 6 个抗压强度测定值的算术平均值作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 $\pm 10\%$ 时，应剔除这个结果，而以剩下的 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 $\pm 10\%$ 时，则此组结果作废。

目前低温型套筒灌浆料适用的温度范围为 $-5^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ ，在冬季施工时要采取适当保温措施，确保温度不超过灌浆料的使用范围，影响灌浆料的强度。

氯离子含量的试验方法应符合现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077 的规定。

4.0.4 本条提出了坐浆料的各项性能指标要求。

4.0.5 根据工程应用需要，提出了封浆料应具有良好的触变性及初始流动度和抗压强度的要求，其中触变性亦称摇变，是一种可逆的溶胶现象，具体是指封浆料受到剪切时稠度变小，停止剪切时稠度又增加的一“触”即“变”的性质。本条所规定的指标中，常温型封浆料的 1d 抗压强度、3d 抗压强度、28d 抗压强度及初始流动度为本规程规定的常温型封浆料进场检验项目，低温型封浆料的 -1d 抗压强度、 -3d 抗压强度、 $-3\text{d} + 25\text{d}$ 抗压强度及初始流动度为本规程规定的低温型封浆料进场检验项目。

如有其他可靠施工方法，也可采用与施工方法配套的其他封浆材料。

5 接头检验

5.0.1 钢筋、灌浆套筒、灌浆料三种主要材料均应采用合格产品。本规程第4.0.2条提出了“灌浆端钢筋锚固长度不宜小于插入钢筋公称直径的8倍”的要求，如灌浆套筒的灌浆端锚固长度无法满足8倍钢筋直径的要求，应采用与之对应的专用灌浆料进行套筒灌浆连接接头型式检验及其他相关检验。

5.0.2 灌浆套筒、灌浆料产品定型时，均应按相关产品标准的要求进行型式检验。

当使用灌浆套筒的材料、工艺、结构（包括形状、尺寸），或者灌浆料的型号、成分（指影响强度和膨胀性的主要成分）改动，可能会影响套筒灌浆连接接头的性能，应再次进行型式检验。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 规定了我国热轧带肋钢筋的外形，进口钢筋的外形与我国不同，如采用进口钢筋应另行进行型式检验。

全灌浆接头与半灌浆接头，应分别进行型式检验，两种类型接头的检验报告不可互相替代。

对于匹配的灌浆套筒、灌浆料与钢筋，型式检验报告的有效期为4年，超过时间后应重新进行型式检验。

5.0.3 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，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，宜取屈服强度、抗拉强度差值不超过30MPa的2根钢筋。

5.0.4 型式检验的主要目的是检验产品质量及生产能力，故本条要求送检单位应为灌浆套筒、灌浆料生产单位。

半灌浆套筒存在机械连接端、灌浆端两个关键技术点，机械连接端的加工与安装质量直接影响接头受力性能，本规程第3.0.2条对接头提出了高于传统机械连接的受力性能的要求，由套筒生产单位送检更利于质量控制及责任划分。全灌浆套筒推荐由套筒生产单位作为送检单位，也是考虑了套筒生产单位更了解套筒内部构造及其与灌浆料的匹配性能。灌浆套筒、灌浆料由不同生产单位生产时，送检应同时得到套筒、灌浆料生产单位的确认或许可。型式检验试件材料确认单应作为型式检验报告的附件，表1的确认单格式可供参考。

表1 型式检验试件材料确认单

送检单位名称			
送检单位联系人		联系方式	
送检单位地址			
送检试件方式	套筒灌浆接头（ ） 钢筋、套筒、灌浆料散件（ ）		
送检日期			
送检试件数量			
接头试件 基本参数	连接件示意图（可附页）：		
钢筋牌号与生产单位			
灌浆套筒品牌、材料、型号			
灌浆料品牌、型号			
灌浆套筒生产单位意见	同意送检。 （盖章） 联系方式： 年 月 日		
灌浆料生产单位意见	同意送检。 （盖章） 联系方式： 年 月 日		

5.0.5 接头型式检验应以合格的灌浆套筒、灌浆料为基础，本条要求送检单位送检时应提供合格有效的灌浆套筒、灌浆料的型式检验报告，具体可为灌浆套筒、灌浆料生产单位盖章的符合本规程第4.0.2条和第4.0.3条要求的产品型式检验报告复印件。

为保证型式检验试件真实可靠，并且采用与实际应用相同的灌浆套筒、灌浆料、钢筋，本条要求试件应在型式检验单位监督下由送检单位制作。对半灌浆套筒连接，机械连接端钢筋丝头可由送检单位先行加工，并在型式检验单位监督下制作接头试件。接头试件灌浆与制作 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 试件应采用相同的灌浆料拌合物，其加水量应为灌浆料产品说明书规定的固定值，并按有关标准规定的养护条件养护。1组为3个 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 试件。

对偏置单向拉伸构件，偏置钢筋与套筒内壁剪力槽凸台接触贴紧。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不应大于套筒锚固深度，插入深度不允许有正偏差。

本条要求采用灌浆料拌合物制作不少于2组 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 的试件，主要是为了试验时检查灌浆料抗压强度是否符合本规程第5.0.8条的要求。考虑到根据5.0.6的要求，需预估灌浆料的抗压强度而提前试压、试验时达不到设计强度而要提供灌浆料28d抗压强度等因素，实践中宜多留置一些试件。

5.0.6 本条规定了型式检验时的灌浆料的抗压强度范围。型式检验试验时灌浆料抗压强度应满足本条规定，否则为无效检验。

本条规定的灌浆料抗压强度试验方法同本规程第4.0.3条，即按标准方法制作、养护的 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 试件的抗压强度。检验报告中填写的灌浆料抗压强度应为接头拉伸试验当天完成灌浆料试件抗压试验结果。

本条规定的灌浆料抗压强度范围是基于接头试件所用灌浆料与工程实际相同的条件下提出的。规定灌浆料抗压强度上限是为

为了避免灌浆料抗压强度过高而试验无法代表实际工程情况，规定下限是为了提出合理的灌浆料抗压强度区间（常规情况下为 15N/mm^2 ），并便于检验操作。

本条允许检验试验时灌浆料抗压强度低于 28d 抗压强度合格指标 5N/mm^2 以内，但考虑到本规程 5.0.1 条要求采用合格的灌浆料进行试验，故尚应提供 28d 抗压强度合格检验报告。对于 28d 达不到抗压强度要求的灌浆料，试验为无效试验。

本条规定了试验时的灌浆料抗压强度，实际上也是规定了型式检验的时间。本条提出的试验时灌浆料抗压强度指标要求以 28d 抗压强度为依据，只要灌浆料抗压强度符合本条规定，试验时间可不受 28d 约束。但试验时间不宜超过 28d 过长，以免灌浆料抗压强度超过上限要求。本规程第 5.0.5 条要求至少要留置两组灌浆料试件，即 1 组确定试验时的灌浆料抗压强度、1 组确定 28d 灌浆料抗压强度，如无法准确预估强度与试验时间，则需要留置更多的灌浆料试件。

5.0.7 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应按现行行业标准《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 的规定确定加载制度。

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。在测量标距 $(L+4d_s)$ 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 $(L+4d_s)$ 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的 $1/2$ 。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 - 2016 附录 A 中大变形反复拉压的加载制度为 $0 \rightarrow (2\varepsilon_{yk} \rightarrow -0.5f_{yk})_{\text{反复4次}} \rightarrow (5\varepsilon_{yk} \rightarrow -0.5f_{yk})_{\text{反复4次}} \rightarrow \text{破坏}$, 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 2 款规定的仅是大变形反复拉压试验的变形加载值, 变形量测标距仍按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中规定的变形测量标距 L_1 取值。

5.0.8 根据本规程第 3 章、第 4 章的有关规定, 本条结合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。

为避免接头变形检验的试验结果离散性较大, 提出了每个试件残余变形和最大力下总伸长率的极值要求, 即残余变形的最大值不超过 0.15mm (当 $d_s \leq 32\text{mm}$ 时) 和 0.21mm (当 $d_s > 32\text{mm}$ 时), 最大力下总伸长率的最小值不小于 4.0% 。

明确了灌浆料 28d 抗压强度应合格的要求, 即一组 3 个 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 试件按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 17671 确定的抗压强度不小于 28d 抗压强度合格指标 (f_g)。考虑到灌浆料流动度是直接反映施工性能的指标,

要求增加灌浆料 30min 流动度指标检测，检测单位应在按本规程第 5.0.5 条的规定监督制作试件时同时测试，也可带回同批灌浆料后另行检测。

5.0.9 接头提供单位是施工单位、构件生产单位，应进行接头匹配检验。

1 接头提供单位为施工单位，即施工单位独立采购灌浆套筒、灌浆料进行工程应用，此时接头质量与受力性能由施工单位负责，施工及构件生产前施工单位应按本规程要求完成所有接头的匹配检验。匹配检验试件数量、试验方法、合格要求与型式检验的规定相同，匹配检验针对实际工程进行，且仅对具体工程项目一次有效。

2 接头提供单位为构件生产单位时，构件生产单位应按本条规定确定灌浆套筒、灌浆料并提供施工操作工艺，且对接头质量负责。构件生产单位应按本条要求完成所有接头的匹配检验。

通常情况下，灌浆套筒早于灌浆料使用，但灌浆料是与灌浆套筒匹配使用的材料，在灌浆套筒进场检验时也要用到灌浆料。本条要求灌浆套筒与灌浆料在构件生产及现场施工前确定，即在采购灌浆套筒时同时确定与之匹配的灌浆料。

当构件生产单位作为接头提供单位时，如需在工程进行中更换接头提供单位，应按本条的有关规定执行，并在构件生产（套筒使用）前完成。如在灌浆套筒已使用的情况下再更换灌浆料，及灌浆施工中单独更换灌浆料情况，接头提供单位应变更为施工单位，不得将后换的灌浆料提供单位作为接头提供单位；应在灌浆施工前由施工单位委托重新进行接头匹配检验及有关材料进场检验，所有检验均应在监理单位（建设单位）、第三方检测单位代表见证下制作试件，并要求一次合格，不得复检；如发生不合格，只能再次更换灌浆料。

如构件生产单位在构件生产过程中更换灌浆套筒，应与施工单位达成一致，优先采用灌浆套筒、灌浆料整体更换并由其生产单位作为接头提供单位的方式，否则应确定施工单位或构件生产

单位作为接头提供单位，并按本条有关规定执行。如将构件生产单位变更为接头提供单位，应在构件生产前由构件生产单位委托重新进行涉及钢筋的接头匹配检验及有关材料进场检验，所有检验均应在施工各单位（或监理单位）、第三方检测单位代表的见证下制作试件并一次合格。

匹配检验的送检单位可为施工单位，也可为构件生产单位。匹配检验不要求同时得到套筒和灌浆料生产单位的确认或许可。

5.0.10 工程中允许接头连接钢筋的强度等级低于灌浆套筒规定的连接钢筋强度等级，即用 500MPa 级钢筋的套筒连接 400MPa 级钢筋，此时提供实际应用套筒与 500MPa 级钢筋的型式检验报告、匹配检验报告即可。对于牌号带 E 的 HRB400E、HRB500E 钢筋，可与不带 E 的 HRB400、HRB500 钢筋的型式检验报告、匹配检验报告互相替代。

变径接头有多种情况，仅预制端连接钢筋直径小于灌浆端连接钢筋直径的半灌浆变径接头需要单独加工灌浆套筒，此种变径半灌浆套筒的检验难度较大，本规程允许提供两种直径钢筋的等径同类型半灌浆套筒型式检验报告、匹配检验报告作为依据。对于全灌浆变径接头、预制端连接钢筋直径大于灌浆端连接钢筋直径的半灌浆变径接头两种情况，直接采用大直径钢筋对应规格的灌浆套筒即可，接头提供单位可按实际应用套筒提供型式检验报告、匹配检验报告。

5.0.11 灌浆套筒埋入预制构件时，应在构件生产前通过工艺检验确定现场灌浆施工的可行性，以便于通过检验发现问题，此条规定涉及检验的要求与时间点，对工程质量控制尤为重要。现场灌浆施工宜选择与工艺检验接头制作相同的灌浆队伍（单位），如二者不同，施工现场灌浆前应再次进行工艺检验。

对于施工单位或构件生产单位作为接头提供单位并完成匹配检验的情况，如现场灌浆施工队伍与匹配检验时的灌浆队伍相同，可由匹配检验代替同规格接头的工艺检验；如不相同，则应按本条要求完成工艺检验。

工艺检验应完全模拟现场施工条件，并通过工艺检验确定灌浆料拌合物搅拌、灌浆速度等技术参数，可与本规程第 7.1.4 条规定的“试灌浆”工作结合。对于半灌浆套筒，工艺检验也是对机械连接端丝头加工、连接安装工艺参数的检验。

对于 HRB400E、HRB500E 钢筋，工艺检验应用实际钢筋制作试件。对于用 500MPa 级钢筋的套筒连接 400MPa 级钢筋的情况，应按实际情况采用 400MPa 钢筋制作试件。对于变径接头，应按实际情况制作试件，所有变径情况都要单独制作试件。

根据行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定，工艺检验接头残余变形的仪表布置、量测标距和加载速度同型式检验要求。工艺检验中，按相关加载制度进行接头残余变形检验时，可采用不大于 $0.012A_s f_{stk}$ 的拉力作为名义上的零荷载，其中 A_s 为钢筋面积， f_{stk} 为钢筋抗拉强度标准值。

工艺检验是在构件生产前及灌浆施工前进行的，与验收批检验不同；因此，工艺检验不合格时，允许调整工艺参数后重新检验，而不必按复检规则对待。

5.0.12 不同单位生产钢筋的外形有所不同，可能会影响接头性能，故应分别进行工艺检验。

5.0.13 应按本规程附录 A 所给出的接头试件型式检验、匹配检验及工艺检验报告出具检验报告，并应包括检测结论。检验报告中的内容要符合附录 A 表格的规定，具体形式可改变。

6 设 计

6.0.1 本规程仅规定了钢筋套筒灌浆连接的接头设计及混凝土结构构件设计的一些基本规定。对于混凝土构件配筋构造、结构设计等，尚应执行国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《钢筋套筒灌浆连接技术规程》JGJ 355 的有关规定。

6.0.2 根据国家现行相关标准的规定及工程实践经验，本条提出了采用套筒灌浆连接构件的建议混凝土强度等级。

6.0.3 套筒灌浆连接应用于装配式混凝土结构中的特点即为在同一截面上 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。

6.0.4 对于多遇地震组合下的全截面受拉钢筋混凝土构件，缺乏研究基础与应用经验，本条规定不宜全部在同一截面采用钢筋套筒灌浆连接。

6.0.5 应采用与连接钢筋牌号、直径配套的灌浆套筒。套筒灌浆连接常用的钢筋为 400MPa、500MPa，灌浆套筒一般也针对这两种钢筋牌号开发。可将 500MPa 钢筋的同直径套筒用于 400MPa 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，在套筒产品说明书均有注明。工程中不得采用直径规格小于连接钢筋的套筒，但可以采用直径规格大于连接钢筋的套筒，但相差不宜大于一级，不应大于两级。

根据灌浆套筒的外径、长度参数，结合本规程及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，如灌浆套筒的锚固长度为 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。

钢筋、灌浆套筒布置还需考虑灌浆施工的可行性，使灌浆孔、出浆孔对外，以便为可靠灌浆提供施工条件。截面尺寸较大的竖向构件（一般为柱），考虑到灌浆施工的可靠性，应设置排气孔。根据工程经验，补充了排气孔高度的规定。

6.0.6 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（施工单位）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。

6.0.7 本条提出了预制构件中灌浆套筒长度范围内最外层钢筋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。

7 施 工

7.1 一般规定

7.1.1 本条要求采用由接头型式检验、匹配检验确定的相匹配的灌浆套筒、灌浆料及钢筋，并应检验合格后使用。施工过程中不宜更换灌浆套筒、灌浆料及钢筋，如确需更换，应按更换后的灌浆套筒、灌浆料及钢筋提供接头型式检验报告、匹配检验报告，并重新进行工艺检验及材料进场检验，具体可见本规程接头检验部分的相关规定。

7.1.2 本条规定了专项施工方案不是强调单独编制，而是强调应在相应施工方案中包括套筒灌浆连接施工的相应内容。专项施工方案应包括材料与设备要求、灌浆的施工工艺、灌浆质量控制措施、安全管理措施、缺陷处理等，采用连通腔灌浆方式时施工方案应明确典型构件的分仓方式。施工中应严格执行专项方案的要求，当实际施工与方案不符时，应通过重新确定后，及时调整施工方案。专项施工方案编制应以接头提供单位的相关技术资料、作业指导书为依据。

7.1.3 半灌浆套筒机械连接端的钢筋丝头加工、连接安装以及各类灌浆套筒现场灌浆是影响套筒灌浆连接施工质量的关键因素。操作人员上岗前，应经专业培训，培训一般宜由接头提供单位的专业技术人员组织，培训应包括理论及实操内容，并对操作构件（试件）进行必要的检验。操作人员宜固定，构件生产、施工单位应根据工程量配备足够的合格操作工人。

7.1.4 本条规定的“首次施工”包括施工单位或施工队伍没有钢筋套筒灌浆连接施工经验，或对某种灌浆施工类型（剪力墙、柱等）没有经验，如此规定是为保证施工方案、施工措施的可行性。

7.1.5 灌浆料以水泥为基本材料，对温度、湿度均具有一定的敏感性，因此在储存中应注意干燥、通风并采取防晒措施，防止其性态发生改变。灌浆料最好存储在室内。留存工程实际使用的灌浆套筒、有效期内灌浆料，主要目的是用于灌浆料试件抗压强度或接头试件抗拉强度出现不合格时的补充检测，具体的留存时间、留存数量需根据可能的检测需要确定。

7.1.6 本条强调灌浆施工过程管控，要求质量检验人员全过程监督施工，保证灌浆质量，并留存能够证明工程质量的检查记录和影像资料。影像资料应包括灌浆部位、时间、过程及有关检验内容，对于外伸钢筋长度检验、结合面粗糙度检验、构件就位过程及就位后位置检验等内容，如有条件也可尽量包括。

混凝土结构子分部工程验收时，应对关键部位的影像资料进行抽查。如发生影像资料丢失或无法证明工程质量的情况，应委托有资质的检验机构检验施工质量，具体可采用在出浆孔或套筒壁钻孔后用内窥镜方式观察、X射线法检测、直接破损观察或其他方法。

7.1.7 首层装配式混凝土结构是整个建筑灌浆施工的难点，故要求监理单位（建设单位）代表全程旁站见证，并在灌浆施工记录上签字确认。

7.1.8 埋入灌浆套筒的预制构件在进场时多属于无法进行结构性能检验的构件。根据国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2015、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231—2016的有关规定，均对所有进场时不做结构性能检验的预制构件要求可通过施工单位或监理单位代表驻厂监督生产的方式进行质量控制，此时构件进场的质量证明文件应经监督代表确认，且质量证明文件应根据灌浆套筒的特点增加隐蔽工程验收记录、半灌浆套筒机械连接端加工检查记录。

7.2 构件制作

7.2.1 本条规定了预制构件钢筋、灌浆套筒的安装要求。安装

工作应在接头工艺检验合格后进行。将灌浆套筒固定在模具（或模板）的方式可为采用橡胶环、螺杆等固定件。为防止混凝土浇筑时向灌浆套筒内漏浆，应对灌浆套筒可靠封堵，以确保钢筋与套筒的间隙密封牢固严密，可采用在全灌浆套筒中设置限位凸台或定位销杆、钢筋标识等措施，确保钢筋插入套筒深度符合要求。

灌浆套筒的灌浆连接管和出浆连接管如果过于集中，将直接影响该部位混凝土的密实性和强度，故本条对其净距给出相关规定。

7.2.2 半灌浆套筒机械连接端的钢筋丝头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。具体的加工要求按国家现行标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 第 6.2 节的有关规定报告，本规程中不再赘述。

为减少接头残余变形，表 7.2.2 规定了最小拧紧扭矩值。拧紧扭矩值对直螺纹半灌浆套筒机械连接端钢筋接头的强度影响不大，扭矩扳手精度要求允许采用最低等级 10 级。

7.2.3 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。纵向受力钢筋、灌浆套筒位置的检查包含了二者的混凝土保护层厚度检查。隐蔽工程检查的其他内容应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

7.2.4 混凝土布料时，确保混凝土浇筑密实的同时要避免振捣设备直接冲击灌浆连接管、出浆连接管以及排气管。在固定模台生产预制混凝土构件时，如采用振捣棒振捣混凝土，更应避免直接在钢筋套筒、灌浆连接管、出浆连接管以及排气管等位置直接振捣，以免造成套筒移位、管路破损进浆等问题发生。

7.2.5 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。

7.2.6 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。

7.2.7 畅通性检查和清理杂物可保证灌浆套筒内部通畅。

7.2.8 考虑到现场检验情况，构件厂采购的数量在考虑自身损耗基础上需要增加 3‰~5‰。

7.3 安装与连接

7.3.1 采用套筒灌浆连接的装配式混凝土结构与现浇混凝土部分相结合时，为保证后续灌浆施工质量，在连接部位的现浇混凝土施工过程中应采取设置定位架等措施保证外露钢筋的位置、长度和顺直度，并避免污染钢筋。

7.3.2 预制构件的吊装顺序应符合设计要求，故吊装前应检查构件的类型与编号。

7.3.3 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的内容。

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、尺寸允许偏差是与本规程第 7.2.5 条协调后提出的，仍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。

7.3.4 考虑到预制构件与其支承构件不平整，直接接触会出现集中受力现象。设置垫片有利于均匀受力，也可在一定范围内调整构件的底部标高。对于灌浆套筒连接的预制构件，其垫片一般采用钢质垫片。

垫片处混凝土局部受压验算公式是参考现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中的素混凝土局部受压承载力计算公式提出的。在确定作用在垫板上的压力值时，考虑一定动力作用后取为自重的 1.5 倍。

7.3.5 设计文件应提出灌浆方式建议。预制构件安装前应根

据设计及施工方案要求确定灌浆施工方式，并根据不同方式采取不同的施工措施。坐浆法施工工艺主要用于高层建筑装配围护墙、低多层建筑墙体，当用于高层建筑时应具有可靠经验。

竖向构件采用连通腔灌浆时，连通灌浆区域为由一组灌浆套筒与安装就位后构件间空隙共同形成的一个封闭区域，除灌浆孔、出浆孔、排气孔外，应采用专用封浆料或其他可靠的封堵措施封闭此灌浆区域。考虑灌浆施工的持续时间及可靠性，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大于 1.5m。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。

7.3.6 本条提出了预制构件安装过程中临时固定措施、连通灌浆区域封堵及检查要求。

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。预制夹心保温外墙板的保温材料下的封堵材料，当采用封仓用珍珠棉时，性能应符合现行行业标准《高发泡聚乙烯挤出片材》QB/T 2188 的有关规定，其他材料应符合有关标准规定。考虑到封堵效果，要求预制夹心保温外墙板的保温材料下封堵材料应向连接接缝内伸出一定的区域，考虑效果，条文提出了 15mm 的最小建议值，并要求封堵材料不得进入套筒内腔而影响灌浆。

保证灌浆端插入钢筋可靠存在是套筒灌浆连接的基础，条文提出安装就位后应由质量检验人员采用内窥镜检查套筒内的钢筋插入情况。首层装配式混凝土结构是检查的重点，故要求 100% 检查。

7.3.7 水平钢筋套筒灌浆连接主要用于预制梁等水平构件连接中。本条从连接钢筋标记、灌浆套筒封堵、预制梁水平连接钢筋偏差、灌浆孔与出浆孔位置等方面提出了施工措施要求。灌浆接头完成后，不应进行钢筋绑扎、支模等扰动行为，需待接头灌浆料强度达到设计要求后，方可施工。

7.3.8 本条主要与低温型灌浆料及低温灌浆施工的有关内容配

套，条文规定主要是明确了常温型灌浆料、低温型灌浆料的适用温度范围及必要施工措施。

常温型灌浆料、低温型灌浆料都有适用的温度范围。本条涉及的温度有大气温度、施工环境温度、灌浆部位温度。大气温度主要用来衡量是否采取测温措施，施工环境温度、灌浆部位温度则是灌浆料选择及采取施工措施的依据。施工环境温度主要包括灌浆现场温度；当施工环境温度较低而需要保温加热时，施工环境温度尚应包括灌浆料存放地温度，应保证未拌合的灌浆料温度符合施工环境温度要求。灌浆部位温度是指灌浆套筒内部空腔及竖向构件底部需填充灌浆料接缝内的温度。

当温度过高时，会造成灌浆料拌合物流动度降低并加快凝结硬化。本条要求日平均气温高于 25°C 时测量施工环境温度，此温度用温度计测量即可。当施工环境温度高于 30°C 时应采取降低水温甚至加冰水搅拌等措施降低灌浆料拌合物温度。

低温直接影响灌浆料选择、施工措施等关键因素，本规程要求日最高气温低于 10°C 时采用具有自动测量和存储功能的仪器测量施工环境温度及灌浆部位温度。如没有自动测量条件，则要求每天至少量测 4 次并可靠记录，每次时间间隔不多于 6h。

常温型灌浆料的灌浆施工及 24h 养护的温度不低于 5°C ，故本规程提出施工环境温度低于 5°C 时应采取加热及保温措施。考虑到施工操作性与可靠性，本规程规定施工环境温度低于 0°C 不得采用常温型灌浆料施工，采取加热保温措施也不可以。

低温型灌浆料灌浆施工的温度上限是 10°C ，故本规程将连续 3d 的施工环境温度、灌浆部位温度的最高值均低于 10°C 作为采用低温型灌浆料施工的条件。实际工程中，常温型灌浆料、低温型灌浆料的适用日期可能存在交叉，建议施工单位在正式采用低温型灌浆料施工前 30d 左右开始准备低温型灌浆料进场，在完成接头工艺检验后提前确定采用低温型灌浆料的日期。采用低温型灌浆料后，原则上应到冬季施工结束后的春季再改回常温型灌浆料。

7.3.9 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的比例确定，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。灌浆料搅拌宜采用强制式搅拌机，无应用搅拌机条件时可采用具备一定搅拌力的电动设备搅拌。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，封浆料在使用中没有明显的塌落变形，且初凝后不得使用。

7.3.10 考虑到灌浆施工的重要性，并根据实际工程经验，要求应有专职检验人员负责现场监督并及时形成施工检查记录。施工检查记录包括可以证明灌浆施工质量的照片、录像资料并能体现灌浆仓编号，每个灌浆仓内所包含的套筒规格、数量、对应构件的信息等内容。

灌浆压力与灌浆速度是影响灌浆质量的重要因素，本规程明确了灌浆压力的要求，根据工程经验，灌浆速度开始时宜为 5L/min，稳定后不宜大于 3L/min。

竖向连接灌浆施工的封堵顺序及时间尤为重要。封堵时间应以出浆孔流出圆柱体灌浆料拌合物为准。采用连通腔灌浆时，宜以一个灌浆孔灌浆，其他灌浆孔、出浆孔流出的方式；但当灌浆中遇到问题时，可更换另一个灌浆孔灌浆，此时各灌浆套筒已封闭，灌浆孔、出浆孔应重新打开，以防止已灌浆套筒内的灌浆料拌合物在更换灌浆孔过程中下落，待灌浆料拌合物再次流出后再进行封堵。

水平连接灌浆施工的要点在于灌浆料拌合物流动的最低点要高于灌浆套筒外表面最高点，此时可停止灌浆并及时封堵灌浆孔、出浆孔。

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，超过规定时间后的灌浆料及使用剩余的灌浆料只能丢弃。

灌浆过程中，除观察出浆口是否出浆外，还应有其他有效的饱满度检测控制措施确保接头灌浆密实饱满。

7.3.11 灌浆过程中及灌浆施工后应在灌浆孔、出浆孔及时检查，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。对灌浆不饱满、灌浆料拌合物液面下降等灌浆施工中的问题，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。

7.3.12 本条对现场灌浆施工采用埋置传感器方式检测灌浆饱满度进行了规定。按本规定要求进行实时检测控制，可有效地保证灌浆施工质量。因首层装配式混凝土结构灌浆施工质量比较重要，因此要求全面进行检测。

7.3.13 局部破损的方法对灌浆饱满度的检测方法对套筒接头操作较小，为保证灌浆施工的饱满度，可适当进行一定数量的局部破损检测。

钻孔的直径以不到套筒截面积的5%为原则。钻孔位置在出浆孔下方（灌浆孔方向）1倍的钢筋直径位置。

抽样检测数量可随机在每层抽取一个点进行检测，如果均没有问题，可认为套筒灌浆饱满；如果有不满的情况，可参考《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 第3章的有关规定选取样本容量进行抽样检测。

对于完成灌浆饱满度局部破损检测的套筒，可采用强度不低于60MPa的坐浆料填实。

7.3.14 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。

7.4 质量检查

7.4.1 本条规定了灌浆施工前型式检验、匹配检验的要求。

7.4.2 本条规定了构件生产及灌浆施工前工艺检验的要求。

7.4.3 考虑灌浆套筒大多预埋在预制混凝土构件中，故本条规定为构件厂生产企业进厂为主，施工现场进场为辅。同一批号按原材料、炉（批）号为划分依据。对型式检验报告及企业标准中的灌浆套简单侧灌浆端锚固深度小于插入直径8倍的情况，可采用此规定作为验收依据。

7.4.4 对装配式混凝土结构，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第7.4.6条规定的接头抗拉强度检验，本条规定的灌浆料进场检验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。

7.4.5 提出半灌浆套筒机械连接端的加工质量及力矩检查要求。

7.4.6 本条是检验灌浆套筒质量及接头质量的关键检验，涉及结构安全。

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7.4.9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 7.4.2 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。

本条规定检验的接头试件制作、养护及试验方法应符合本规程第 7.4.9 条的规定,合格判断以接头力学性能检验报告为准,所有试件的检验结果均应符合本规程第 3.0.2 条的规定。

考虑到套筒灌浆连接接头试件需要标准养护 28d,本条未规定复检,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,应核查该钢筋质量、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。

7.4.7 根据国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定,预制混凝土构件进场验收的主要项目为检查质量证明文件、外观质量、标识、尺寸偏差等。质量证明文件主要包括产品合格证明书、混凝土强度检验报告及其他重要检验报告等;如灌浆套筒进场检验、接头工艺检验在预制构件生产单位完成,质量证明文件尚应包括这些项目的合格报告。对于埋入灌浆套筒的预制构件,外观质量、尺寸偏差检查应包括钢筋位置与尺寸、灌浆套筒内杂物等项目。

7.4.8 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 7.4.4 条规定的灌浆料按批进场检验合格的基础上提出的,要求按工作班进行,且每楼层取样不得少于 3 次。

7.4.9 坐浆料强度是连接上下层竖向构件的关键指标,因此做出要求。

7.4.10 本条对封浆料的强度提出要求。

7.4.11 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 7.3 节的有关规定，并通过检查灌浆施工记录和灌浆饱满度检测记录等进行验收。

8 验 收

8.0.1 本章主要针对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装配式混凝土结构应按相关规范执行。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 的有关规定，本章规定的各项验收内容可划入装配式结构分项工程进行验收。

8.0.2 当灌浆套筒、灌浆料生产单位作为接头提供单位时，应匹配使用接头提供单位供应的灌浆套筒与灌浆料，则可将接头提供单位的有效型式检验报告作为验收依据。根据本规程第 5.0.4 条的有关规定，型式检验报告尚应附材料确认单。

当施工单位、构件生产单位作为接头提供单位时，此时应提供施工单位、构件生产单位送检的匹配检验报告。匹配检验应在灌浆施工前完成，检验报告应注明工程名称，报告对具体工程一次有效。

对于未获得有效型式检验报告（匹配检验报告）的灌浆套筒与灌浆料，不得用于工程，以免造成不必要的损失。

各种钢筋强度级别、直径对应的型式检验报告（匹配检验报告）应齐全。对于接头连接钢筋的强度等级低于灌浆套筒规定连接钢筋强度等级、牌号带 E 钢筋、变径接头等情况，可按本规程第 5.0.10 条的规定执行。

本条规定的核查内容在灌浆套筒、灌浆料、预制构件进场及工程验收时均应进行。有效的型式检验报告（匹配检验报告）为接头提供单位盖章的报告复印件。

8.0.3 本条提出对灌浆套筒进厂（场）时的检查验收。

8.0.4 本条提出了对灌浆料、坐浆料、封浆料进场时材料性能的检查验收。

- 8.0.5** 本条提出了半灌浆套筒机械连接端的检查验收。
- 8.0.6** 本条提出了灌浆套筒进厂（场）制作对中接头试件抗拉强度的检查验收。
- 8.0.7** 本条提出预制混凝土构件进场的检查与验收。
- 8.0.8** 本条提出灌浆料的 28d（或 $-7d+21d$ ）抗压强度检查验收要求。
- 8.0.9** 本条提出坐浆料的 28d（或 $-7d+21d$ ）抗压强度检查验收要求。
- 8.0.10** 本条提出封浆料的 28d（或 $-3d+25d$ ）抗压强度检查验收要求。
- 8.0.11** 本条对灌浆饱满度提出检查验收要求，
- 8.0.12** 灌浆施工质量直接影响套筒灌浆连接接头受力，当施工过程中灌浆料抗压强度、灌浆质量不符合要求时，可采取试验检验、设计核算等方式处理。技术处理方案应由施工单位提出，经监理、设计单位认可后进行。

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。

附录 A 接头试件检验报告

本附录给出了套筒灌浆连接接头试件型式检验报告、工艺检验报告的表格样式，实际检验报告的内容应符合本附录的要求，不能漏项，但表格形式可改变。

型式检验报告的基本参数表中，每 10kg 灌浆料加水量 (kg) 填写接头试件制作的实际值；灌浆料抗压强度合格要求应按本规程第 5.0.6 条的规定确定，一般为 $80\text{N/mm}^2 \sim 95\text{N/mm}^2$ 。

工艺检验报告中灌浆料抗压强度 28d 合格指标应按本规程第 4.0.3 条的规定确定，一般为 85N/mm^2 。