

ICS 91.200

山东土木建筑学会标准

P25

T/SDCEAS 1000X-2022

钢筋套筒灌浆连接微压充浆 施工技术规范

Technical specification for construction of reinforcing bar
sleeve grouting connection with micro-pressure grouting

(征求意见稿)

2022-X-X 发布

2022-XX-XX 实施

山东土木建筑学会 发布

山东土木建筑学会标准

钢筋套筒灌浆连接微压充浆施工技术规范

Technical specification for construction of reinforcing bar sleeve grouting connection with micro-pressure grouting

(征求意见稿)

主编单位：山东省建筑科学研究院有限公司

批准部门：山东土木建筑学会

施行日期：2022年XX月XX日

2022 济南

前 言

根据山东土木建筑学会鲁土建字（2021）44号文《关于公布2021年第二批山东土木建筑学会标准制定计划项目的通知》的要求，规程编制组经深入调查研究，开展系统的理论与试验，认真总结工程实践经验，参考国内外相关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程主要内容包括：总则、术语、材料与工具、施工、质量检验与相关附录。

本规程的发布机构提请注意，声明符合本规程时，可能涉及到相关专利的使用。本规程的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场，使用者可直接与专利持有人协商处理。

本规程由山东土木建筑学会负责管理，由山东省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容解释。在规程执行过程中如有意见，请各单位注意总结经验、积累资料，及时将有关问题、意见和建议反馈给山东省建筑科学研究院有限公司（济南市天桥区无影山路29号，电子信箱：Redkylin@139.com，邮编 250031），以供今后修订时参考。

主编单位：山东省建筑科学研究院有限公司

参编单位：济南市历城区城乡建设综合服务中心

山东华盛建筑设计研究院

淄博建衡工程检测有限公司

济南大学土木建筑学院

山东城市建设职业学院

山东建科特种建筑工程技术中心有限公司

山东省建筑工程质量检验检测中心有限公司

主要起草人员：宋双阳 崔士起 孙建东 李晓鹏

孙 波 黄振国 魏玉波 王 燕

王 戎 楼 昕 石 磊 刘文政

张学辉 沙宗国 崔振红

主要审查人员：

目 次

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 材料和机具.....	4
3.1 材 料.....	4
3.2 机 具.....	5
4 施 工.....	6
4.1 一般规定.....	6
4.2 预制竖向构件连接.....	7
5 质量检验.....	10
附录 A 套筒灌浆饱满度检查方法.....	12
附录 B 预埋灌浆管和补浆管的竖向构件.....	13
本规程用词说明.....	14
引用标准名录.....	15
条文说明.....	16

Contents

1 General Provisions.....	1
2 Terms.....	2
3 Materials and Equipments.....	3
3.1 Materials.....	3
3.2 Equipments.....	4
4 Construction.....	5
4.1 General Requirements.....	5
4.2 Prefabricated Vertical Member Connection.....	6
5 Quality Inspection.....	9
Appendix A Inspection Method for Grouting Plumpness of Sleeve.....	11
Appendix B Vertical Members of Pre-embedded Grouting Pipe and Filling Pipe.....	12
Explanation of Wording In This Specification.....	13
List of quoted standards.....	14
Explanation of Provisions.....	15

1 总 则

1.0.1 为规范装配式混凝土结构预制竖向构件钢筋套筒灌浆连接微压充浆施工，做到技术先进、经济合理、安全适用和确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建和扩建的民用与一般工业建筑的装配式混凝土结构预制竖向构件钢筋套筒灌浆连接微压充浆施工与检验。

1.0.3 本规程只适用装配式混凝土结构预制竖向构件采用连通腔充浆的施工环境。

1.0.4 装配式混凝土结构预制竖向构件钢筋套筒灌浆连接微压充浆施工，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 连通腔充浆 connected grouting technology

预制竖向构件吊装就位后,用封缝材料或模板将构件底端空腔四周密封(允许透气、透水但不能透浆),使构件套筒下口与同一个空腔相连通,充浆时通过构件底端空腔同时向多个灌浆套筒内充浆的施工工艺。

2.0.2 微压充浆 micro pressure filling slurry

在接缝灌浆层中预埋灌浆管及补浆管(灌浆管及补浆管外径不宜小于 32mm,与地面的高度差宜为 1m,在接缝灌浆层中压强约为 0.02MPa,与传统注浆压强 0.2MPa 相比小很多,所以称为微压),灌浆时接上灌浆器和补浆器;在灌浆器中倒入灌浆料拌合物,浆体通过不分仓的连通腔,自动充满灌浆套筒、接缝灌浆层和补浆器的施工方法。

2.0.3 补浆器 filling pulp machine

一种微压充浆后的补浆装置,该装置在灌浆料拌合物凝结前一直对接缝灌浆层微压补浆,同时兼做监视器。

2.0.4 专用封堵塞 Special seal plug

一种提前封堵预制竖向构件注浆口和出浆口的多孔锥形塞,该装置透水、透气但不透浆,并且可重复使用。

2.0.5 负压器 Negative pressure device

一种能抽取排气孔内气体和灌浆料拌合物的装置,该装置可在排气管(兼做补浆管)内形成负压。

2.0.6 接缝灌浆层 Joint grouting layer

预制竖向构件在安装时底部与现浇构件之间预留的空隙。

2.0.7 灌浆饱满度 Fullness of grouting

采用钢筋套筒灌浆连接时，灌浆结束且灌浆料拌合物凝结后，套筒内灌浆料拌合物上表面相对排浆孔最下沿位置的程度。

3 材料和机具

3.1 材料

3.1.1 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 和《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定。

3.1.2 微压充浆施工的相关材料应满足下列要求：

1 密封带可选用聚苯乙烯泡沫条等导热系数低、不吸水的弹性材料；

2 接缝灌浆层外封仓方式时，采用模板快速封仓或快硬封仓料；接缝灌浆层内封仓方式时，封仓料应具备早强、高强、干缩小和黏聚性好的性能特点，应与上预制构件和下现浇部分表面贴合牢固，且硬化后能承受一定的灌浆压力；

3 拌合灌浆料用水应符合行业现行标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

3.2 机具

3.2.1 灌浆器为漏斗形状，灌浆器和补浆器（兼做监视器）应有适当容积。

3.2.2 专用封堵塞应有多个通透小孔，应透气、透水、不透浆，且能重复使用。

3.2.3 补浆器（兼做监测器）应为透明硬质容器。

3.2.4 施工现场应配备手动灌浆设备、流动度检测设备、灌浆料试块模具。

3.2.5 灌浆料搅拌设备单次最大搅拌能力宜根据工人的熟练程度确定，且从加水拌合至搅拌完成的时间不宜超过 20min。

3.2.6 施工现场应至少配备一台备用灌浆料搅拌设备，相关易损配件应配备齐全。

4 施工

4.1 一般规定

4.1.1 从事钢筋套筒灌浆连接微压充浆施工作业的人员应经过专业技术培训后上岗，班组成员宜相对固定。

4.1.2 钢筋套筒灌浆连接施工应编制专项施工方案。

4.1.3 对于首次施工，宜选择有代表性的单元或部位进行试微压充浆。

4.1.4 微压充浆施工前，施工单位和监理单位应对微压充浆准备工作、实施条件和应急措施等进行全面检查，检查合格后方可进行微压充浆施工。

4.1.5 微压充浆施工过程中，施工单位和监理单位应对现场灌浆料拌合物制备、灌浆料拌合物流动度检验、灌浆料强度检验试件制作及灌浆施工进行全过程监督并记录。

4.1.6 灌浆料应存储在室内，并应采取有效的防雨、防潮、防晒措施。

4.2 预制竖向构件连接

4.2.1 预制竖向构件的连接宜按下列施工流程进行：

- 1 连通腔封缝；
- 2 灌浆前的准备工作；
- 3 灌浆料拌合物制备；
- 4 微压充浆施工；
- 5 构件灌浆质量检验；
- 6 灌浆后连接部位保护。

4.2.2 预制竖向构件的连接应采用连通腔充浆方式，连通腔边缘封缝应符合下列规定：

1 在连通腔边缘设置模板，利用快速封仓料或专用卡扣封紧模板；

2 未将注浆管和出浆管预埋的预制竖向构件，应在封缝时埋设注浆管和出浆管；按附录 B，将注浆管和出浆管预埋的预制竖向构件，可不必在封缝时埋设注浆管和出浆管。

4.2.3 预制竖向构件套筒灌浆施工前的准备工作应符合下列规定：

- 1 应在接缝灌浆层两端部设置小于 2mm 的小孔；
- 2 检查并确保灌浆料搅拌设备和灌浆设备运转正常和无故障；
- 3 准备好制备灌浆料拌合物和灌浆所需的各项材料、工具和配件；
- 4 准备好停电应急措施。

4.2.4 灌浆料拌合物的制备和使用应符合下列规定：

- 1 灌浆料使用前，应检查产品包装上的有效期和产品外观；
- 2 加水量应符合灌浆料使用说明书的规定，并按重量计量；
- 3 灌浆料拌合物应采用电动设备搅拌充分、均匀；
- 4 灌浆料拌合物制备完成后，任何情况下不得再次加水；散落的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；

5 常温灌浆料拌合物的温度宜为 5°C 以上；若温度超过 35°C ，宜采用冰水搅拌；低温灌浆料拌合物的温度宜为 $-5^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ ；

6 每工作班应检查灌浆料拌合物初始流动度不少于 1 次，性能指标应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的有关规定；

7 每工作班应至少留置一组灌浆料同条件养护试件。

4.2.5 微压充浆施工应符合下列规定：

1 灌浆施工全过程应有专职检验人员负责现场监督并形成施工检查记录；

2 灌浆施工时及灌浆料养护期间的环境温度宜为 $5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，当环境温度低于 5°C 或高于 35°C 时，应采取局部加热、保温等有效措施。

4.2.6 微压充浆施工应按下列步骤进行：

1 提前在构件的注浆口和出浆口安装专用封堵塞，同时放置灌浆器和补浆器；

2 灌浆器内倒入灌浆料拌合物，当补浆器内充满灌浆料时，取出灌浆器；灌浆器内灌浆料拌合物应充足，不得带入空气；

3 灌浆全部完成后，应及时冲洗灌浆器。

4.2.7 微压充浆施工期间及结束后应进行灌浆质量检查，检查方法应符合本规程附录 A 的规定。

4.2.8 微压充浆施工结束并经检查合格后连接部位的保护应符合下列规定：

1 灌浆后应加强连接部位保护，避免受到任何冲击或扰动，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；

2 临时固定措施的拆除应在灌浆料抗压强度能确保结构满足后续施工承载要求后进行。

4.2.9 当设计对接缝灌浆层内灌浆料拌合物的密实度有明确要求时，可补加负压器确保质量。补浆管流出灌浆料拌合物时，应启动负压器，吸取的灌浆料拌合物内无气泡时应停止负压器。

5 质量检验

5.0.1 灌浆料进场时，应对灌浆料拌合物初始流动度、30min 流动度、泌水率、1d 抗压强度、3d 抗压强度、28d 抗压强度、3h 竖向膨胀率、24h 与 3h 竖向膨胀率的差值进行检验，检验结果应符合行业现行标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的有关规定。

检查数量：同一成分、同一批号的灌浆料，不超过 50t 为一批，每批按行业现行标准《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。

5.0.2 微压充浆施工中，灌浆料拌合物的流动度应符合行业现行标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的有关规定。

检查数量：每个工作班取样不得少于 1 次。

检验方法：检查灌浆施工记录及流动度试验报告。

5.0.3 微压充浆施工中，灌浆料的 28d 抗压强度应符合行业现行标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 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：每个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，标准养护 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。

5.0.4 微压充浆施工结束后，应按照本规程第 A.0.1 条有关规定进行微压充浆质量检验。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查微压充浆施工记录。

5.0.5 当施工过程中灌浆料抗压强度和灌浆质量不符合要求时，应由施工单位提出技术处理方案，经监理和设计单位认可后进行处理。

经处理后的部位应重新检查。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查处理记录。

附录 A 套筒灌浆饱满度检查方法

A.0.1 观察监视器，监视器内有灌浆料拌合物时，应判定套筒内灌浆料饱满；监视器内无灌浆料拌合物且补浆管内无浆时，应判定套筒内灌浆料未满。

A.0.2 采用微压充浆施工且灌浆料拌合物未初凝的任何时间段，随机在构件的出浆口拔取专用封堵塞：灌浆料拌合物呈柱状持续流出时，应判定套筒内灌浆料拌合物饱满；灌浆料拌合物未流出或未呈柱状持续流出时，应判定钢筋套筒内灌浆料不饱满。

A.0.3 套筒内灌浆料拌合物固化后的任何时间段，在出浆口或该位置套筒筒壁处钻直径不大于 8mm 的孔洞，采用普通单目内窥镜检查；对不饱满的采用注水法或合金丝触探法进行估测缺陷深度，对有争议的缺陷深度在套筒估测深度位置再次钻直径不大于 4mm 的孔验证。

附录 B 预埋灌浆管和补浆管的竖向构件

B.0.1 将微压充浆工艺与预制竖向构件结合，灌浆管和补浆管应预埋进竖向构件。

B.0.2 预埋灌浆管和补浆管的竖向构件，可将套筒的注浆口用胶带密封，不用绑扎水平管。

本规程用词说明

1 为方便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：

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：

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：

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，采用“可”。

2 条文中指明应按其他标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 2 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231
- 3 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1
- 4 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 5 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355
- 6 《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398
- 7 《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408
- 8 《装配式混凝土结构现场检测技术标准》DB37/T 5106
- 9 《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
- 10 《钢筋套筒灌浆连接施工技术规程》T/CCIAT 0004

条文说明

钢筋套筒灌浆连接微压充浆施工技术规范

Technical specification for construction of reinforcing bar sleeve grouting connection with micro-pressure grouting

条文说明

2022 济 南

编制说明

本规程编制过程中，编制组进行了充分的调查研究，总结了山东省建筑科学研究院有限公司的研究成果及大量工程应用经验，与国内相关标准进行了协调。

为便于广大施工、监理、生产、检测、设计、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1 总 则.....	19
2 术 语.....	21
3 材料和机具.....	24
3.1 材 料.....	24
3.2 机 具.....	25
4 施 工.....	26
4.1 一般规定.....	26
4.2 预制竖向构件连接.....	27
5 质量检验.....	28
附录 A 套筒灌浆饱满度检查方法.....	29
附录 B 预埋灌浆管和补浆管的竖向构件.....	30

1 总则

1.0.1 目前我国已经颁布实施的钢筋套筒灌浆连接相关标准有《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/T 398、《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 和《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 等，上述标准对钢筋套筒灌浆连接接头的性能提出了明确的要求，并对应用钢筋套筒连接技术所涉及的灌浆套筒和灌浆料等产品作了详细的规定，提出了一系列质量保证措施。钢筋套筒灌浆连接施工是装配式混凝土结构预制竖向构件连接的关键环节，套筒灌浆饱满度不足和预制构件底部接合面有缺陷会严重影响整体结构的安全。本规程编制组吸收消化《装配式建筑钢筋套筒智能化灌浆技术研究》课题部分研究成果（山东省住房和城乡建设厅 2019 年科技计划项目，编号为 2019-K9-11）及十多项发明专利和实用新型专利，在实践的基础上，针对钢筋套筒灌浆连接施工过程中影响灌浆质量的主要因素提出了微压充浆施工工艺，弥补现有标准体系的不足，保证钢筋套筒灌浆连接套筒灌浆和预制竖向混凝土构件底部接合面的施工质量。

预制竖向混凝土构件钢筋套筒灌浆连接采用国家现行标准中的注浆工艺高压注浆时（为区分本规程灌浆新工艺，以下称传统注浆工艺），因为注浆速度快，形成有压管流；根据伯努利方程原理，接缝灌浆层的连通腔内灌浆料拌合物上表面会有暂时的负压区，形成不连续的大气泡。高压注浆完成后，接缝灌浆层内的负压区消失，封裹的空气慢慢排出腔外，套筒内的灌浆料对气体排出留下的空间进行填充，因而套筒内灌浆料慢慢回落。灌注速度越快，暂时封裹

的空气就越多，套筒内灌浆料回落的幅度越大，极端情况下套筒内全空。

以济南市某工程的外墙板套筒灌浆施工进行统计，该预制墙板灌浆套筒为 5 个， $\Phi 60\text{mm}$ 的补浆器内灌浆料拌合物 3h 后最终回落高度普遍在 $60\text{mm}\sim 100\text{mm}$ ，平均高度为 80mm 。以 $\Phi 14\text{mm}$ 钢筋及配套套筒（内径为 $\Phi 24\text{mm}$ ）粗略计算：

灌浆料拌合物回落体积： $3.14 \times (60/2)^2 \times 80 = 226080 \text{ (mm}^3\text{)}$

单个套筒内灌浆料拌合物面积：

$3.14 \times (24/2)^2 - 3.14 \times (14/2)^2 = 298.3 \text{ (mm}^2\text{)}$

单个墙板套筒内灌浆料拌合物回补总高度：

$226080 \div 298.3 = 757.9 \text{ (mm)}$

单个套筒回补高度： $757.9 \div 5 = 151.6 \text{ (mm)}$

套筒内钢筋锚固长度： $8 \times 14 = 112 \text{ (mm)}$

单个套筒回补高度大于套筒内钢筋锚固长度，假如不设置补浆装置，套筒内灌浆料拌合物全空。

1.0.4 装配式混凝土结构预制竖向构件钢筋套筒灌浆连接微压充浆施工仍属于套筒灌浆连接施工，尚应符合国家现行标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《钢筋套筒灌浆连接施工技术规范》T/CCIAT 0004、《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 等。

2 术语

2.0.1 编写本章术语时，主要参考了现行标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355、《钢筋连接用钢筋套筒》JG/T 398、《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408、《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 及《钢筋套筒灌浆连接施工技术规程》T/CCIAT 0004 等。

2.0.2 微压充浆工艺的接缝灌浆层压强相较传统注浆工艺的小很多，所以称为微；灌浆料拌合物将底部接缝灌浆层填满后开始向上慢慢长高，所以称为充。取名微压充浆比较形象的说明了此工艺的特点。

流动性较好的灌浆料拌合物为拟塑性流体。流体的特性是，只要有切应力作用在流体上，不论切应力的大小，都能使流体发生连续变形，即使流体流动。根据流体静力学，微压充浆系统可以看作连通器；出浆口和接缝灌浆层处有微小孔隙，形成一个滤气滤水的模压系统。模压系统内的压力可以加速将气体和水通过密封不好的封仓处排出，补浆器内灌浆料拌合物不断下降补充，套筒和接缝灌浆层内灌浆料形成密实浆体。

微压充浆利用伯努利方程原理，通过调节灌浆速度达到逐渐排气的过程。补浆高度可随意调整，一般情况下，补浆管高度定为 1m。

当补浆管高度为 1m，套筒灌浆料拌合物静止时，接缝灌浆层内的压强约为： $\rho gh=2.0 \times 10^3 \times 10^{-9} \times 10 \times 1000 \approx 0.02$ (MPa)。

利用微压充浆施工，可以在连通腔内提前注入适量的清水。在灌浆料拌合物低速充浆下，由于比重不同，清水与灌浆料拌合物不混合，一部分清水被混凝土吸收，一部分充当润滑剂，剩余的从封

仓的微小孔洞中慢慢排出。由于还需要大量的试验工作证明此方法的可靠性，本规程对提前注水不做具体要求；有大量实试验数据支持后，规程修订时列入再作要求。



图 1 微压充浆产品



图 2 微压充浆施工

2.0.5 负压器、专用封堵塞和补浆器可与传统注浆工艺结合，能确保套筒灌浆和接合层灌浆质量。



图 3 负压充浆试验

2.0.6 国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021 中“5.5 装配式结构工程”对预制构件连接节点的结合面做出了饱满密实的要求。传统注浆工艺由于压力大，流速快，形成有压管流，在接合层形成数量不等的大气泡，不能确保接缝灌浆层饱满密实的要求；微压充浆流速慢，在接缝灌浆层空腔内是明渠流，空气有时间充分排出，且后期有持续的微压补浆装置，能确保接合层灌浆料拌合物饱满密实。

2.0.7 有些标准也称灌浆饱满性。

3 材料和机具

3.1 材料

3.1.1 本规程主要是对预制竖向构件钢筋套筒灌浆连接的施工进行规定，与施工无关的钢筋和套筒不再规定。

灌浆料的泌水率为 0%。现场对灌浆料的泌水率有怀疑时，将按照灌浆料说明书的配比混合的灌浆料拌合物装满 500mL 的矿泉水瓶拧紧瓶盖静置 30min。一般经验，不合格的灌浆料拌合物，30min 内在瓶内会分为三层：清水、纯水泥浆和灌浆料拌合物；出现此情况应停止使用，送试验室进行复检。

3.1.2 本规程不建议用坐浆料内封仓，所以不规定坐浆料的要求。

密封带主要用于外墙的封仓。接缝灌浆层外封仓方式应作为首选，主要是考虑内封仓占用构件底端面积，且堵塞套筒的几率较大。

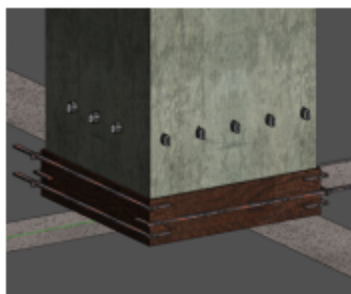


图 4 纯模板封仓



图 5 模板加砂浆封仓

3.2 机具

3.2.1 灌浆器为漏斗形状，灌浆料拌合物便于自然下泄。3m长预制墙板接缝灌浆层的体积约12L，因此，灌浆器容积不能太小，否则需要不停往灌浆器内倒拌合料。按照经验，7L灌浆器倒两次拌合料就能满足施工要求。建议采用半圆形漏斗，以便与竖向预制构件贴合。补浆器的容积应大于需要补浆的容积。根据经验，3m长墙板需要补浆的容积约为300mL，一个正常的500mL容器足够。

3.2.2 多个孔是因为防止气孔一开始就被阻塞，无法排气；重复使用是为了绿色环保。

3.2.3 补浆器高度一般为1m；若灌浆料拌合物终凝时及时拆除补浆器及补浆管并清洗，补浆器和补浆管也可重复使用，绿色环保。

3.2.4 为扩大使用范围，对内封仓堵住套筒底部的情况，采用手动灌浆设备补救。

3.2.5 灌浆搅拌设备可采用小型砂浆搅拌机。

3.2.6 由于灌浆料搅拌及灌浆作业的连续性要求较高，施工现场应配备备用的灌浆料搅拌设备、灌浆设备及相关易损配件，以确保在施工过程中相关机具出现故障可及时更换、修理，以免耽误灌浆时机。

4 施工

4.1 一般规定

4.1.1 从事钢筋套筒灌浆连接微压充浆施工作业的人员指接缝灌浆层封仓、灌浆料拌合物制备和微压充浆施工人员。微压充浆施工应由经过岗前专业培训的操作工人完成，培训宜由微压充浆技术产品单位或有微压充浆施工经验的单位组织委派专业技术人员执行。施工单位的班组成员宜为 2 人，保持相对固定，以便提高效率，责任分明。

4.1.2 本条规定的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。施工方案应包括灌浆料拌合、微压充浆施工、检查与修补等内容。

4.1.3 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微压充浆施工经验，或对某种灌浆施工类型（剪力墙、柱）没有经验，此时为保证工程质量，宜在正式施工前通过试微压充浆施工方案和施工措施的可行性。

4.1.4 理论上，在灌浆套筒均通透、连通腔外封仓牢固和接缝灌浆层高度满足设计的施工环境下，微压充浆施工能保证竖向构件每个套筒 100%饱满，保证接合层灌浆质量，可以不用影像记录全过程。施工单位和监理单位的检查可在灌浆料拌合物凝固前的任意时间，通过观察监视器检查或拔专用封堵塞直接检查，见附录 A。

4.1.6 灌浆料以水泥为基本材料，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，防止其性态发生改变。

4.2 预制竖向构件连接

4.2.3 接缝灌浆层两端部设置适量小于 2mm 的小孔是为了排水和排气，但不排浆。

4.2.4 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。灌浆料强度检验试件的留置数量除应符合验收要求外，尚应留置灌浆料同条件养护试件，以及时了解接头养护过程中灌浆料实际强度变化，明确可进行对接头有扰动施工的时间。

4.2.6 确保出浆口通透，提前在所有构件的注浆口和出浆口安装专用塞子并同时放置补浆器，可以提高效率。为节省成本，灌浆器可以根据情况放置适当的数量，当灌浆器取出后可以用于下一个构件。

4.2.8 为及时了解接头养护过程中灌浆料实际强度变化，明确可进行对接头有扰动施工的时间，应留置灌浆料同条件养护试件。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。通常情况下，环境温度在 15℃以上时，24h 内不可扰动连接部位；环境温度在 5℃~15℃时，48h 内不可扰动连接部位；环境温度在 5℃以下时，则视情况而定。如对构件连接部位采取加热保温措施，需加热至 5℃以上并保持至少 48h，期间不可扰动连接部位。

4.2.9 根据经验，接缝灌浆层内，不可避免的有数量不清的气体。这些气泡在接缝设计时已经考虑，一般情况下不用考虑它们的存在。采用负压抽取接缝灌浆层内的气体，可有效改善接缝灌浆料结合质量。

5 质量检验

5.0.1 对装配式结构，灌浆料主要在装配现场使用，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。

5.0.3 灌浆料强度是影响接头受力性能的关键。本规程规定的微压充浆施工质量控制的最主要方式就是检验灌浆料抗压强度和微压充浆施工质量。本条规定是在第 5.0.2 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。

5.0.4 灌浆质量是钢筋套筒灌浆连接施工的决定性因素。灌浆质量检查应符合本规程附录 A.0.1 的规定。

5.0.5 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、设计单位认可后方可执行。

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。

附录 A 套筒灌浆饱满度检查方法

A.0.1 监视器（兼做补浆器）与套筒、接缝灌浆层形成模压系统。当监视器内有灌浆料时，根据连通器原理，接缝灌浆层和套筒内灌浆料饱满；当监视器内无灌浆料时，根据多个工程实践经验，说明有漏浆的地方，应及时找出漏点进行堵漏。

A.0.3 钢筋套筒灌浆饱满度的检测方法主要有预埋传感器法、预埋钢丝拉拔法、X射线成像法、阵列超声成像检测法、双目内窥镜法、原位取样法等。相比普通单目内窥镜法，其他方法的应用范围窄或成本比较高，本规程建议采用普通单目内窥镜法。

不饱满深度估测：采用注水法或合金丝触探法进行估测缺陷深度，对有争议的缺陷深度在套筒估测位置打孔验证。

注水法：自钻孔处向套筒内注水，记录注入的水量体积，根据注入的水量体积换算成缺陷深度。

合金丝触探法：选取头部较圆润的合金丝，自钻孔处向套筒内触探；首先确定触探初始位置，然后合金丝向下触探，至不能推进时，在外露的合金丝处进行标记，拉出合金丝后丈量长度，估算缺陷深度。

该检测方法也适用于传统灌浆工艺的钢筋套筒内灌浆料的饱满度检查。

附录 B 预埋灌浆管和补浆管的竖向构件

B.0.1 将灌浆管和补浆管预埋进框架柱和剪力墙，充浆时可以直接安放灌浆器和补浆器，节省材料和时间，提高效率。



图 6 预埋管的预制墙板

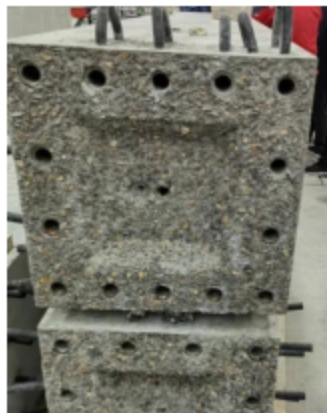


图 7 预埋管的预制柱



图 8 预埋管的预制柱微压充浆施工

B.0.2 预制构件不用绑扎水平管，可以节省材料和人工，节能环保。