

# Research on Construction Technology of Grout Sleeve

Yifei Chen

Shanghai Feishi Real Estate Co., Ltd., Shanghai, 200949, China

## Abstract

Grouting sleeve is a simple and convenient reinforcement field connection method, which is widely used in the construction of prefabricated structures. Combined with the actual engineering cases, this paper summarizes the basic process technology of grouting sleeve connection, as well as the common problems and disposal measures in the actual construction. The actual engineering experience shows that the grouting sleeve connection is simple and convenient with good connection effect, but its operation also needs to be further standardized in order to comprehensively improve the engineering quality of grouting sleeve connection.

## Keywords

grouting sleeve; grouting; supplementary grouting; quality control

# 灌浆套筒钢筋连接施工技术研究

陈逸飞

上海飞士房地产开发经营有限公司, 中国·上海 200949

## 摘要

灌浆套筒是一种操作简单、方便快捷的钢筋现场连接方式, 广泛应用于预制装配式结构施工中。论文结合工程实际案例, 梳理了灌浆套筒连接的基本工艺要点, 并对实际施工中常见的问题和处置措施进行总结。工程实际结果表明, 灌浆套筒连接简单便捷, 连接效果好, 但其作业也需要进一步的标准化, 以全面提高灌浆套筒连接的工程质量。

## 关键词

灌浆套筒; 灌浆; 补浆; 质量控制

## 1 引言

灌浆套筒是一种钢筋的现场连接方法, 20世纪60年代在美国发明, 以其操作简单、施工方便的特点, 在国外的预制构件受力钢筋连接和现浇混凝土受力钢筋连接中有广泛的工程应用。

灌浆套筒连接是将一个专门加工的金属套筒套在待连接的两根带肋钢筋两端, 套筒与钢筋之间有一定的空隙, 用快硬无收缩的高强度灌浆料注满空隙, 依靠灌浆料与套筒和钢筋之间的粘结力以及灌浆料与套筒内预留的凹槽、剪力键和钢筋的肋之间的咬合实现纵向钢筋的连接<sup>[1]</sup>。

近年来随着中国对节能环保和碳达峰的日益重视, 装配式建筑在中国得到了大力推广。装配式施工可以有效减少施工产生的粉尘、噪声和建筑垃圾, 大幅度提高建筑产业的工业化水平。对于装配式建筑而言, 纵向受力钢筋的现场连接是决定工程质量的最重要环节。由于预制构件的钢筋已经固定, 无法调整布置, 因此传统的钢筋连接方式不再适用于

预制构件, 而灌浆套筒以其独特的连接机理, 逐渐成为中国装配式建筑受力钢筋的主流连接方式<sup>[2]</sup>。

尽管灌浆套筒在中国装配式建筑工程中已经应用广泛, 但受中国当前建筑行业整体技术水平及工人素质等客观因素制约, 工程现场的套筒灌浆质量较难保证, 导致“理论上简单便捷且成熟的技术实施起来反而复杂而且效果很不理想”的怪象。针对这一现象, 论文梳理了灌浆套筒连接的基本工艺要点, 对施工作业细节进行补充和细化, 并对实际施工中常见的问题和处置措施进行阐述。

## 2 工程实例分析

### 2.1 工程概况

该项目为高层住宅社区, 总建筑面积139065.93m<sup>2</sup>, 地上建筑面积96586.82m<sup>2</sup>, 地下建筑面积40985.39m<sup>2</sup>, 由8栋18层住宅、9栋11层住宅及公共配套用房、单层地下室组成。住宅平均装配率40.46%。

### 2.2 施工流程

#### 2.2.1 浆液制备

灌浆料倒入搅拌设备→计算水量并精确计量→专用设

【作者简介】陈逸飞(1987-), 男, 中国上海人, 本科, 工程师, 从事土建施工研究。

备高速搅拌→浆料倒入灌浆机储浆斗。

### 2.2.2 试块制作

浆料拌制完成倒入灌浆机料斗→灌浆机出浆管打出浆料到40×40×160的试块模具中,每层制作3组,每组3块→凝固成型后取出放入标准养护室养护28d→到期后送检。

### 2.2.3 流动性测试

灌浆施工前,取拌制好的灌浆料倒入流动度测试工具,测试流动度是否达标。

### 2.2.4 灌浆施工

拼接面清理(吊装前)→预制构件吊装就位→充分湿润拼接缝表面→2cm高强浆料封堵拼接缝→养护达到施工强度→灌浆设备,拌合浆料准备→灌浆套筒注浆连接→封堵灌浆孔→拼接缝外侧防水涂料,内侧防水砂浆抹平。

### 2.2.5 补灌

浆料调配→接注浆软管→试出浆→软管安放就位→注浆、观测→拔除注浆管→封堵注浆孔。

## 2.3 灌浆的工艺要点

### 2.3.1 拼接面清理

预制构件吊装前,需要对构件底部灌浆套筒和座浆面进行清理,去除如海绵、碎石、泥灰等杂质,避免因松散骨料或其他杂质影响拼接面后期接合强度。作业现场有条件的,宜采用高压气枪清理拼接面。高温天气下还应对座浆面做洒水润湿处理,但不得积水。

座浆面预留钢筋如出现锈蚀,应在上层构件吊装前及时进行除锈处理,同时根据设计图纸核对钢筋的预留长度,对不合格的调整长度,避免钢筋过长或过短影响安装。

### 2.3.2 湿润灌浆套筒

灌浆前应使用手持式喷雾器对墙板的进出浆口进行水分润湿,但灌浆口不得残留有明水。同时洒水润湿构件灌浆面,保证构件灌浆表面处于润湿状态且无明显积水,以保证构件与模板和坐浆灰饼之间接缝严密不漏浆。

### 2.3.3 计算水量并精确计量

灌浆料应严格按照材料提供商的要求控制水灰比,不允许随意增加减少用量。用小铲铲取灌浆料,也可以用量杯计取,称量好正确数量的灌浆料,倒入搅拌容器内;取来砂浆拌合用水,用温度计测量水温(水温应符合灌浆料的要求,通常为室温),然后倒入容器进行称量,称量正确数量的拌合水;先将80%的水倒入容器,开始进行搅拌,搅拌3~4分钟后在加入剩余拌合水继续搅拌,直至浆料均匀,静置2分钟让浆液排气。

### 2.3.4 灌浆料拌合

拌合前测量灌浆料的料温,料温应达到产品使用要求。水灰比严格按本批产品出厂检验报告要求设置,建议先倒入

灌浆料再加水,在搅拌桶中加水采用手持式电动设备搅拌充分、均匀,搅拌完成后应静置2~3分钟后使用,以便排出浆液内的气体,搅拌完成的标志是灌浆料不泌水,流动度不小于270mm(不振动自流情况下)。搅拌完成后,不得再次加水。

灌浆料应在自加水算起应在30分钟内用完,未用完应丢弃,不得二次搅拌使用,凡是滴落在地上的浆料不建议再次使用。灌浆料施工时的环境温度夏季不高于30℃,冬季不低于+5℃。灌浆料中严禁加入任何外加剂或外掺剂。

### 2.3.5 流动度检测

灌浆料的流动性影响灌浆套筒各处接缝的密实度,如果流动性不够,则接头不够密实,无法达到设计的结构承载力,严重时会影响建成后的结构安全。因此灌浆料搅拌完成后需要检测流动度,如流动度不够,还需要重新配置。

首次开工时,应先取浆体,倒入放在玻璃板上的流动度试模内,检测砂浆的初始流动度是否符合要求(室温条件下应不小于250mm);后续施工时,灌浆液倒入灌浆设备后,应先打出一部分浆液肉眼观测稠度是否一样。流动度检测合格后,即可将浆料迅速倒入灌浆泵料斗中,由灌浆作业班组进行灌浆作业。每工作班应检查灌浆料拌合物初始流动度不少于1次,本组填写制浆记录表后,继续制浆;如需检测30分钟或60分钟流动度,应将被检测的砂浆倒入搅拌容器内再次充分搅拌后再倒入试模。

### 2.3.6 分仓

对于一些尺寸较大的竖向预制构件,应采用分仓的方式将连接面划分成若干较小的区间,避免因单块连接面长度过大导致灌浆不密实,影响灌浆套筒处结构安全。仓体的划分应根据规范合理设置,每个仓体不大于1.5m,一个仓体内至少有1个进浆孔和1个出浆孔。

### 2.3.7 灌浆

灌浆一般采用压力泵送的方式进行,通过控制泵送速度和泵送压力,灌浆料从灌浆口自下而上逐步填满灌浆套筒。灌浆操作前检测灌浆孔和出浆口是否通畅,如有异物,采用钢筋或高压气枪疏通。

竖向构件采用连通腔灌浆,并合理划分连通灌浆区域;每个区域除预留灌浆孔、溢浆孔与排气孔外,形成密闭空腔,不应漏浆;连通灌浆区域内,任意两个灌浆预留孔道间距离不宜超过1.5m,灌浆口与最远端预留孔道水平距离不宜超过1.5m。

灌浆时将搅拌好的灌浆料倒入螺杆式灌浆泵,开动灌浆泵,控制灌浆料流速在0.8~1.2L/min,待有灌浆料从压力软管中流出时,插入套管灌浆孔中使用。将仓体内所有灌浆孔和出气孔封堵,在仓体一端进浆孔灌浆,在最远端开启一

个出气孔，待出气孔出浆后封堵，再依次从远至近拨开塞子灌浆，出浆后封堵，必须保证在灌浆过程中只有一个出浆孔是开放的。应从构件的一侧灌浆，两侧以上同时灌浆会窝住空气，形成空气夹层。

灌浆过程中，不准使用振动器振捣，确保灌浆层匀质性。灌浆开始后，必须连续进行，不能间断，并尽可能缩短灌浆时间。灌浆料拌合物须在制备后 30min 内用完，未用完的作废料处理，散落的灌浆料拌和物不得二次使用；剩余的拌和物不得再次添加灌浆料、水后混合使用。搅拌容器壁如沾有较多残余砂浆时，应及时清洗掉，不得让陈旧的浆料混入新制备的浆料中。清洗搅拌容器的水不得用于砂浆的制备，必须予以废弃。

### 2.3.8 封堵

套筒灌浆施工时，出浆孔未流出圆柱体灌浆料拌合物不得进行封堵，待灌浆料从上面溢流孔中冒出来表示预制构件底 20mm 厚灌浆缝已灌满，立即用橡胶塞塞住上面的溢流孔。待上部的出浆孔连续流出柱状浆液后按照先封堵出浆孔，后封堵灌浆孔的顺序实施封堵。

预制构件外侧封堵采用专业封堵料封堵，在构件吊装校正完成后，利用 2cm 宽扁钢工具进行封堵，控制封堵深度。封堵砂浆使用封堵专用砂浆（25kg 一包商品封堵料），按使用说明配比加入适量水拌合，根据吊装进度来决定需要拌合的数量。为防止水分蒸发后封堵砂浆固化，封堵砂浆应做到随做随拌。

### 2.3.9 补灌

对于灌浆未密实饱满的竖向连接灌浆套筒，发现时

如尚在灌浆料加水拌和 30 分钟以内，应选择在灌浆孔补灌，当灌浆料拌合物已经无法流动时可以从出浆孔补灌并应采用手动设备结合细管压力灌浆，补灌的处理流程如图 1 所示。

补灌时将透明软管与灌浆机的注射口相连，确保连接紧固。将调配好的灌浆料倒入灌浆机内，检查软管是否能够正常出浆。如能够正常出浆，将透明软管放入钻孔孔道内，直至软管的端部接近竖向钢筋。缓慢进行加压注浆，检查出浆孔是否出浆，并观察灌浆机内的灌浆料液面是否有明显下降。保持边注射边拔出透明软管，同时用橡胶塞封堵出浆孔。

手动修复套筒灌浆缺陷时，可直接在套筒出浆孔通过注射器外接透明软管进行注射补灌。注射补灌的流程为：

- ①分两次用冲击钻钻通出浆孔；
- ②用吹孔器进行清孔，然后湿润出浆孔；
- ③向注射器内倒入灌浆料；
- ④将与注射器相连的细管通过出浆孔孔道放入套筒内；
- ⑤缓慢推动注射器活塞进行注浆，如果一次注浆量不足，可重复上述步骤；
- ⑥注射补灌至出浆孔灌浆料流出，边注射边拔出注射器，并及时封堵出浆孔。

### 2.3.10 季节性施工措施

套筒灌浆料使用温度不得低于 5℃，如必须灌浆应对灌浆部位采取预加热措施，保证使用时灌浆料的温度不低于 5℃，拌和用水适当加热，适当延长搅拌时间，冬季灌浆宜

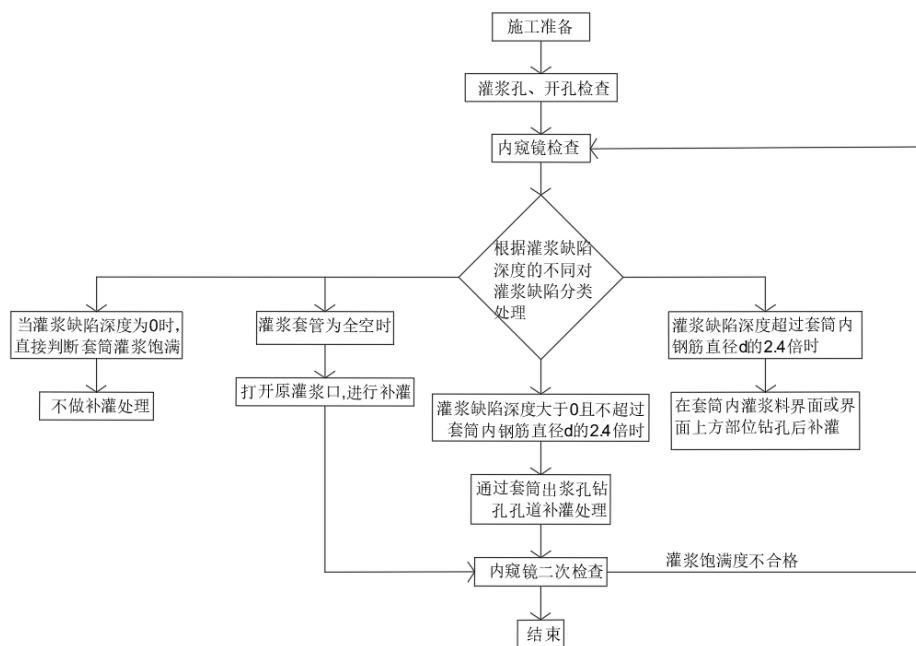


图 1 补灌的处理流程

选在上午 10 点以后，并采取加盖棉被等保温措施，温度低于 0℃。夏季温度高于 30℃时用水搅拌（可在水中添加冰块），加水前需对冰块进行过滤，搅拌用水温度为 8℃~15℃为宜。灌浆前对构件及邻近的地面进行洒水降温。夏季灌浆宜选在上午和晚上进行施工<sup>[3,4]</sup>。

## 2.4 质量控制要点

①严格把控对进场的套筒、螺栓、灌浆料、水泥、砂浆、钢筋等材料的检验和复试，符合国家有关规定的要求，检测合格方可使用。灌浆套筒还应配有供应商的检测报告。

②现场应对包括材料进场、拌合物制备、灌浆孔编号、灌浆、封堵、补浆等整个灌浆施工流程拍摄照片或影视资料记录，作为验收材料。

③灌浆料拌和时，应严格拌合物的流动度，超过 30min 的拌合物、散落的拌合物、剩余的拌合物不得二次使用，新旧浆料不得混合使用，清洗容器的水不得再次用于拌和砂浆。

④灌浆过程中泵送装置应保持一定压力，确保灌浆拌合物填充密实。灌浆结束后应检查灌浆料的液面高度，以及是否有不出浆、漏浆等现象，如密实度未达到要求，应及时补灌。

⑤现场作业应保留一定的冗余和应急手段，灌浆作业应在灌浆料规定的时间内完成，并给可能的补浆等作业留出足够的应急处理的时间。同时现场应配备备用电源，防止因灌浆在停电时中断导致灌浆作业不密实乃至灌浆设备管道封堵等问题。

## 3 常见异常，和常见问题解决

### 3.1 套筒顶部不出浆

套筒顶部不出浆可能由于构件生产安装过程中套筒内落入堵塞物，将底部连通腔堵塞，导致连通腔灌浆时套筒出浆口不出浆，尝试使用小钢丝从出气孔顶部进行疏导；如果疏导后未发现有堵塞物，则可能是连通腔灌浆时，由于分仓过大，加上灌浆设备压力不足，导致远端套筒出浆孔难以出浆，此时应适当调整设备参数重试<sup>[5]</sup>。

### 3.2 封堵部位爆仓漏浆

发现漏浆后及时在缝隙外部用灌浆料抹平并用木条进行机械加固，加固好后再次灌浆，加固操作时间控制在 10 分钟内。

### 3.3 套筒底部及顶部均未出浆

先用小钢丝进行疏导，如无效果，则砸开此套筒底部的封堵，查看是否是封堵料堵住套筒，如是，加固后继续灌浆；如不是，则将底部封堵清理掉后用高压水枪冲洗每个套

筒及板底，找到问题后再次封堵灌浆<sup>[6-8]</sup>。

### 3.4 拼缝宽窄不一

该问题主要由于预制构件安装时角度控制偏差引起，只要一块板存在角度偏差，导墙浇筑时标高未控制好，其周围边界便会出现接缝宽窄不一的现象。对于缝宽超过 20mm 的缝，采用高强度砂浆进行二次找平；局部接缝宽度太窄，需要人工用机械切割到符合设计标准的宽度（约等于 20mm）。

### 3.5 灌浆不密实

该问题可能由于灌浆料配置不合理，波纹管干燥、灌浆管道不畅通、嵌缝不密实、操作人员粗心大意未灌满等多种原因引起，应全数检查各号房灌浆饱满度，针对不同灌浆缺陷深度的套筒补灌整治方法。

### 3.6 套筒内浆体回流

该问题可能是由于以下三个原因导致：

①连通腔密封不严，特别是机电线管穿过的地方密封十分困难，很容易出现连通腔爆仓，导致套筒内浆体严重回流；

②连通腔灌浆结束时，如果灌浆设备拔出前持压不充分，浆体未充分填充各类缝隙，则灌浆结束后浆体继续流动填充缝隙，导致套筒内浆体回流；

③连通腔灌浆结束时，灌浆设备从灌浆口拔出，如果封堵灌浆口不及时导致漏浆较多，也会导致套筒内浆体回流<sup>[9]</sup>。

针对此问题应进行补灌处置，补灌准备前，在出浆孔外侧安装 L 型注浆回流器，如图 2 所示，填充完毕且浆料禁止 3 分钟状态下无回流情况为止，方可进行封堵。

### 3.7 出浆孔浆液高度未达到要求

对没有达到灌浆要求的孔道进行二次手动补浆。采用 U 型连通器连接在出浆孔，发现液面达到要求后再进行封堵。



图 2 L 型注浆回流器

## 4 结语

论文总结了钢筋灌浆套筒连接的施工要点,补充和细化了施工作业细节,并对实际施工中常见的问题和处置措施进行阐述,得出了结论如下:

①钢筋连接是预制装配式结构施工过程中最重要的环节,必须加强整个施工环节中对材料检验管理和过程把控,严抓过程质量。

②中国目前限于行业整体技术水平及工人素质等客观因素,钢筋灌浆套筒的标准化作业进程还需要大力推进。

③钢筋灌浆套筒是一种施工便捷、操作简单的钢筋连接方式,在装配式建筑施工中有广阔的推广前景。

## 参考文献

- [1] 刘霜,李超.装配式建筑中套筒灌浆连接技术的质量控制分析[J].江西建材,2021(10):275-277.
- [2] 李振东,黄鑫,孟丹,等.新型套筒灌浆连接技术研究进展[J].山西建筑,2021,47(21):92-95.
- [3] 洪光炎.关于装配式建筑中钢筋套筒灌浆技术的探讨[J].安徽建筑,2021,28(8):57-59.
- [4] 徐朋静,钟瑾,黄秋红,等.装配式建筑套筒连接灌浆施工工艺分析[J].江西建材,2021(5):73-74.
- [5] 陈旭.装配式建筑灌浆常见问题与防治措施[J].住宅产业,2021(5):47-51.
- [6] 詹霖伟.预制装配式竖向结构套筒灌浆施工技术研究[J].福建建筑,2021(4):47-51.
- [7] 刘涛.梅龙湖G05项目PC管控要点[J].江苏建材,2019(4):43-45.
- [8] 吴勇,钟志强,吴蔼冬.装配式PC剪力墙全灌浆套筒安装关键技术[C]//2018国际绿色建筑与建筑节能大会论文集,2018:910-913.
- [9] 方怡.探索高强灌浆技术应用PC结构综合施工[J].安徽建筑,2017,24(5):12-14+85.