

# 钢筋灌浆套筒连接技术在装配式结构 竖向钢筋连接施工中的应用

李含潇

中电建建筑集团有限公司 北京 100120

**摘 要:** 竖向预制构件的纵向钢筋连接是装配式施工的关键环节,可靠的连接确保结构整体稳定并满足抗震要求。本文结合武汉统建璟樾府项目工程实际,从灌浆套筒的技术原理与分类、灌浆套筒连接质量要求、施工流程、施工要点等方面介绍了钢筋灌浆套筒连接技术在装配式结构竖向钢筋连接施工中的应用。

**关键词:** 灌浆套筒连接; 质量要求; 施工要点

## 1 前言

装配式建筑在六十年代兴起于国外,近些年在我国逐渐引起重视,并在国家的推进下大力发展。装配式建筑因其节能环保、生产效率越高、成本低已成为最具前景的发展方向。灌浆套筒连接相对于其它钢筋连接方式,套筒内外的重叠区域增加了刚度,套筒间的灌浆料增强了结构吸收能量的能力,结构区相对较大,有效减小了应力集中,相比于其它连接方式,具有较大的优势。

## 2 工程概况

武汉统建璟樾府二标段建筑面积 122793.35 m<sup>2</sup>,地上建筑为 4#、7#、8#、9#、10#、11#、12# 楼、幼儿园、商铺、配电房等。其中 9#、12# 楼为高层装配式建筑,9# 楼共 20 层,建筑高度 62.5m,12# 楼共 33 层,建筑高度 100.2m。

9#、12# 楼预制构件包括预制外叶墙、预制承重墙、叠合楼板、叠合阳台板、预制楼梯、预制飘窗板、预制空调板,装配率为 56.25%,其中预制墙体的竖向钢筋连接采用灌浆套筒连接。

## 3 灌浆套筒

灌浆套筒作为钢筋连接的关键部件,主要通过两种制造工艺实现:铸造成型或机械加工。其工作原理是依靠高性能灌浆料的微膨胀特性,使套筒内腔的剪力键与带肋钢筋形成紧密咬合。这种结构设计能够产生强大的径向约束力,通过钢筋与套筒内壁之间的摩擦作用,实现钢筋应力的有效传递。

## 4 灌浆套筒施工工艺

### 4.1 工艺流程

灌浆套筒施工工艺流程见图 1。

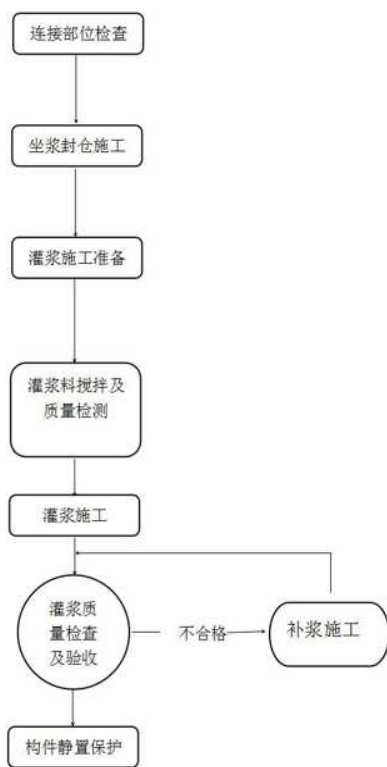


图 1 灌浆套筒施工工艺流程

### 4.2 连接部位检查

(1) 灌浆施工前采用便携式手持内窥镜需要注意灌浆套筒的出浆孔和灌浆孔是否有堵塞的情况,如存在堵塞需先进行疏通后做好记录。

(2) 在预制构件吊装就位前,技术人员需多次确认构件限位器高度、钢筋垂直度、钢筋预留长度等技术指标。在预制构件安装完成后,施工人员需全面检查所有灌浆通道的

通畅情况,重点核查钢筋插入端是否遮挡灌浆孔或出浆孔,并对存在堵塞风险的孔位进行明显标记;在实际灌浆作业时,应优先选择畅通的孔道作为主灌浆通道,尽量避免使用已标识存在堵塞隐患的孔位进行灌浆施工。

(3) 坐浆封仓前,清除拼缝间的垃圾、粉末、油污等不利于粘结的污垢,并确保连通腔内无水迹。

(4) 现浇楼板在施工过程中应严格控制板面标高,保证预制构件连接缝隙高度 20mm,小于 20mm 时打磨至 20mm 高度,大于 20mm 时采用与主体高一标号的混凝土进行填充至 20mm。

#### 4.3 坐浆封仓施工

(1) 坐浆封边施工安排在灌浆施工前,本项目坐浆砂浆设计强度为 C45,隔天可进行灌浆施工,坐浆封仓示意图见图 2。

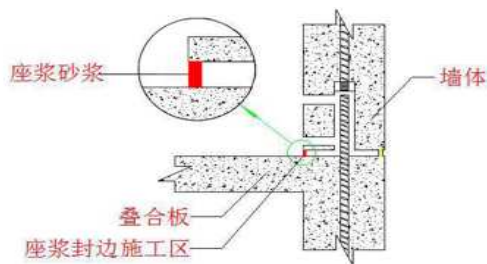


图 2 坐浆封仓示意图

(2) 接缝区域做好清理工作,确保基材表面清洁,并提前进行润湿处理,但不应有明水。

(3) 根据墙板长度进行分仓,璟樾府项目竖向预制构件长度为 1.8m~4.5m,按单仓长度不超过 1.5m 进行分仓,最多为 3 个仓室,分仓砂浆带宽度约 30~50mm。

(4) 将坐浆砂浆搅拌均匀,用抹刀均匀抹在施工部位,形成如坐浆图所示的封边截面。保证坐浆砂浆与构件墙体接触密实,并将表面抹平收光,坐浆料不应抹到构件墙体表面,以免影响美观。现场制作 70.7x70.7x70.7mm 坐浆料平行试件。

(5) 待坐浆砂浆初凝后检查坐浆砂浆与构件墙面接触是否密实、检查坐浆砂浆与构件墙面接触部位是否有收缩裂纹,若无以上情况发生则判定封仓合格,并及时清理构件墙面残余砂浆,保持施工部位清洁美观。

(6) 2h 后洒水进行润湿养护,温度低于 5℃时需采取保温养护,遇到大风天气,需进行覆盖保护。

#### 4.4 灌浆施工准备

(1) 灌浆料作为预制混凝土构件连接的关键材料,其

性能品质直接影响构件连接的可靠性和建筑结构的安全性。为确保工程质量,选用的灌浆料应具备优异的自流平性能、微膨胀特性、快速早强且后期强度稳定的特点。同时,该材料必须通过建设、监理、施工三方联合验收,并经专业实验室检测合格后方可使用。对现场使用的灌浆料及坐浆料进行检查,查看材料品牌、设计强度是否与图纸设计一致,观察包装有无破损,是否有部分沾水硬块。

灌浆料拌合用水使用现场临时用水,现场临时用水为普通自来水,大面灌浆施工之前对施工现场临时用水进行检测。经检测其 PH 值、氯化物、不溶物、可溶物等检测项均满足现行用水行业标准

对电动搅拌机、灌浆机、电子秤、量杯等设备进行检查,确保设备齐全,使用功能良好,重点检查线缆有无破皮漏电情况。

#### 4.5 灌浆料搅拌及质量检测

##### (1) 灌浆料搅拌

灌浆料搅拌全过程由项目管理人员、监理工程师旁站监督进行。灌浆料采用 CGM-1 通用型高强无收缩灌浆料,设计强度 C85,灌浆料按料水比 1:0.12 进行配制。

搅拌灌浆料前使用精确量杯、电子秤准确称量水和灌浆料,首先将全部所需清水注入搅拌容器,随后加入约 80% 的干料,启动电动搅拌设备充分混合;待浆料初步均匀后,再投入剩余 20% 干料继续搅拌,总搅拌时间应控制在 5 分钟以上;完成搅拌后需静置 3~5 分钟,使浆料中的气泡充分逸出。整个搅拌过程应连续进行,确保浆料达到最佳工作性能。

##### (2) 流动度检查

每班灌浆施工前进行灌浆料初始流动度检验。首先用湿润的棉布仔细清洁玻璃基板和截锥圆模的内表面,确保无灰尘和杂质;随后将截锥圆模准确放置在玻璃板的中央位置;最后立即将新拌制的灌浆料快速注入截锥圆模,直至浆料充满整个模腔内。垂直匀速提升截锥圆模,使浆料在不受外界干扰的情况下自然流淌至停止扩展。待浆料稳定后,使用钢卷尺准确测量其扩散面相互垂直的两个方向的最大直径,将两次测量结果取算术平均值作为流动度初始值。测试数据应精确至毫米单位,经四舍五入后以整数毫米值记录备案,流动度合格(初始流动度应 $\geq 300\text{mm}$ )后方可使用。灌浆料流动度试验见图 3。

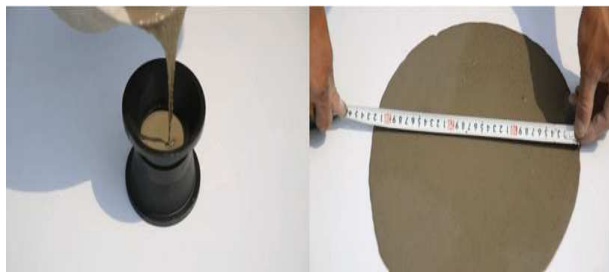


图 3 灌浆料流动度试验

### (3) 试件取样

**成型：**采用标准 40mm×40mm×160mm 三联胶砂试模进行取样。操作时，先将试模水平放置于稳固的基面上，内壁均匀涂覆脱模剂。将搅拌均匀的灌浆料缓慢注入试模，浆料应略高于模口约 2mm。静置 2-3 分钟后，使用水平刮刀沿试模上沿将多余浆料一次性刮除，确保试件表面平整。试件制作应与工程灌浆作业同步进行，每组不少于 3 个平行试件。

**养护：**试件成型后需立即覆盖塑料薄膜或湿布进行密封养护，防止水分蒸发和阳光直射。待试件达到终凝状态（约 6-8 小时）后，开始采用喷雾方式保持表面湿润。24 小时后可进行脱模操作，脱模时应双手平稳托持试块，严禁摔落或敲击。脱模完成后，将试块完全浸入（20±2）℃的恒温养护水池中，持续进行标准养护直至 28 天试验龄期。养护期间应定期检查水温并补充蒸发的水分，确保试块始终处于水养护状态。

### (4) 灌浆料使用规范

新拌浆料必须在加水搅拌后 30 分钟内使用完毕。施工过程中散落的拌合物应作废弃处理，禁止回收利用。对于灌浆后剩余的拌合物，不得通过添加新料或补水的方式进行再生利用。

## 4.6 灌浆施工

(1) 灌浆作业采用压浆法从灌浆套筒下方灌浆孔注入，并在最边缘出浆孔安装灌浆套筒出浆孔监测器，通过观察出浆孔和出浆孔监测器检查灌浆饱满度。出浆孔监测器见图 12。

(2) 灌浆机启动后，应进行管路排气作业：将灌浆枪头朝空处排出，直至排出浆体与料斗内浆料的流动性能完全一致，确保排出管内积水和杂质后方可正式灌浆。

(3) 在灌浆作业时，需保持稳定、连续的灌浆速度，确保浆体均匀缓慢地注入，有效防止气囊或气泡层的形成。整个灌浆过程必须一气呵成，除突发紧急情况外，不得随意中断施工。操作人员应实时监控灌浆料斗中的浆体余量，确

保料斗内始终维持足够的浆料储备，禁止设备在无浆状态下运转，以免影响灌浆质量和损坏设备。灌浆施工示意图见图 4。

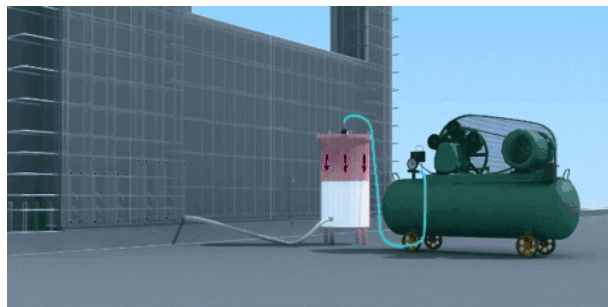


图 4 灌浆施工示意图

**出浆观察及封堵：**当灌浆料浆体从构件的其他出浆孔以圆柱状整股流出时，出浆孔监测器内出现浆液且端部红色标识上升稳定后及时使用橡胶塞进行封堵。为确保灌浆饱满度，封堵时将橡胶塞抵住出浆孔的下部，待上部空气排空后完全封堵，并用橡胶锤击打塞紧。当监测器红色标识上升且高度稳定表明灌浆料浆液液面稳定，判定为灌浆饱满。采用连通腔灌浆时，采用一点灌浆方式，当一点灌浆需要改变灌浆点或灌浆中途停顿时，保证已灌入的浆料有足够的流动性。

(5) 出浆孔监测液面高度稳定且进出浆孔全部封堵后，保压 30s 后拔除灌浆管，并立即完成灌浆孔封堵，避免灌浆腔内浆体溢出，导致灌浆不密实。

(6) 橡胶塞封堵时间维持 6-8 h，待灌浆料完全终凝后方可拔出橡胶塞。

(7) 漏浆检查：灌浆过程时，需注意坐浆封仓区是否有漏浆情况。因外墙外侧部位无结构楼板、上下楼层施工可能存在错台、外墙外侧封仓在外脚手架作业难度更大等原因导致外墙外侧封仓质量相对于内侧较差，容易出现漏浆，灌浆过程中需重点检查外墙外侧封仓区。若出现漏浆情况，立即暂停灌浆作业进行补浆施工。

### (8) 季节性施工措施：

针对夏季高温施工，应合理安排灌浆施工时段，灌浆应选在早上 6 点到中午 11 点和下午 15 点到晚上 19 点之间。当环境温度 30℃~40℃时，应采取降低灌浆料拌合物温度的措施，如：1) 用 20℃以下的水进行拌合；2) 灌浆料在搅拌时，搭置遮阳棚，避免搅拌机及其它搅拌设备，以及砂浆温度过高；3) 灌浆料初凝后，及时对灌浆部位进行洒水养护。当环境温度高于 40℃时，为保证施工质量和施工人员安全，应停止灌浆施工。

针对冬季低温施工,应合理安排灌浆施工时段,经统计项目所在地温度情况,灌浆选在上午9点到下午17点之间,并在灌浆施工前现场测量实际温度。当环境温度低于5℃高于0℃时,采取保温措施如:毛毡进行保温。当环境温度低于0℃时,应停止施工。

针对雨季施工,当下小雨或中雨时,使用防雨布遮盖已搅拌的灌浆料和灌浆机具,当下大到暴雨时,应停止施工。

#### (9) 资料留存

灌浆施工过程中留存灌浆料配制照片、有效封堵照片、灌浆过程照片、灌浆成型照片、灌浆施工过程视频,填写《灌浆作业施工质量检查记录表》并由施工班组、施工单位、监理单位签字确认。如遇补浆施工除留存照片及视频外,另需填写《补浆作业施工质量检查记录表》并由施工班组、施工单位、监理单位签字确认。

#### 5 结束语

武汉统建璟樾府项目9#、12#楼装配式建筑的预制外墙竖向钢筋均采用灌浆套筒连接,使得此技术得到了广泛应用。项目对目前已施工完成的9#、12#楼钢筋连接灌浆套筒

进行了灌浆过程中观测及完工后专业机构检测,灌浆套筒施工质量良好,灌浆饱满,未出现补浆或重新灌浆现象,完全到达了设计要求,确保了结构安全,同时良好的灌浆套筒施工质量也降低了外墙渗漏率,提升住宅使用品质。且应用此技术进行竖向预制构件安装能缩短预制构件安装工期,减少了吊装用重型塔吊的租赁费用和补浆重新灌浆的材料成本,经济效益良好。此技术具有施工简单,节约成本,节省工期,质量可靠的优点,因此,本施工技术预计在未来的施工过程中具有广泛的应用前景。

#### 参考文献:

- [1]《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355-2015
- [2]《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T398-2019
- [3]《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T408-2019
- [4]《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014
- [5]《装配式混凝土结构连接节点构造》G310-1~2
- [6]《装配式住宅检测技术标准》JGJT485-2019

**作者简介:**李汉潇,男,汉族,1993年1月,本科学历,四川省成都市,职称工程师,工业与民用建筑。