

# Research on Assembly Construction Technology of Prefabricated Reinforced Concrete Component Nodes

Xianbo Chen

Fujian Donglin Construction Engineering Co., Ltd., Quanzhou, Fujian, 362000, China

## Abstract

The construction quality of prefabricated component nodes is an important guarantee for structural safety. Choosing appropriate node construction technology based on different building characteristics is the key to reliable quality. This paper combines actual engineering projects to conduct in-depth design and innovative exploration and practice of construction technology for the construction of prefabricated column connections, prefabricated columns and frame beams, composite beam node connections, prefabricated beams and composite plate connections, and prefabricated ALC internal partition wall node structures. Through project case application and benefit analysis, it is shown that this construction technology effectively solves the problem of connecting steel bars at nodes, improves construction efficiency, shortens the construction period, reduces on-site construction waste, effectively reduces construction costs, guarantees project quality, and has certain application prospects.

## Keywords

prefabricated; prefabricated components; nodes; BIM

## 预制钢筋混凝土构件节点装配施工技术研究

陈贤玻

福建省东霖建设工程有限公司, 中国·福建 泉州 362000

## 摘要

装配式构件节点施工质量是结构安全的重要保障, 根据建筑特点的不同选择合适的节点施工工艺是质量可靠的关键。论文结合实际工程项目, 对预制柱与柱连接、预制柱与框架梁、叠合梁节点连接、预制梁与叠合板连接及预制ALC内隔墙节点构造的施工进行深化设计与施工技术的创新探索与实践。通过工程案例应用及效益分析表明, 该施工技术有效解决节点处钢筋连接难题, 提高了施工的效率, 缩短了施工工期, 减少了现场建筑垃圾, 有效降低施工成本, 保障了工程质量, 具有一定的应用前景。

## 关键词

装配式; 预制构件; 节点; BIM

## 1 引言

装配式混凝土框架结构是一种新型建造模式, 也在各种建筑工程中得到了推广使用。楼板、上下框架柱、框架梁交叉处是需要重点关注的地方, 直接决定着建筑物的抗震能力。一般通过加强配筋的方式处理, 这也导致节点上有着交错的钢筋结构<sup>[1]</sup>。而预制框架梁、预制框架柱、预制楼板等作为装配式混凝土框架结构, 都存在着相应的预留钢筋, 所以, 不管是工厂预制加工这些结构配件, 或者是在现场进行框架结构的吊运装配, 首先要解决的就是确保这些预留钢筋能够

无碰撞的集合在一起, 并且达到承力要求。另外, 虽然框架结构为预制结构, 但是在节点处在需要现浇混凝土作业来实现各类预制结构的连接, 如何选择模板, 采取何种方式加固以及如何浇筑混凝土, 这些都会直接影响着施工质量<sup>[2]</sup>。

现有的钢筋混凝土节点连接方式主要有螺栓连接、焊接、浇灌连接和预应力连接等方法。李惠<sup>[3]</sup>对比了这四种常用方法的优缺点, 并给出了各种施工方法的施工建议措施。邵建鹏等人<sup>[4-6]</sup>对叠合板后浇板带与拼缝细部节点的施工工艺进行了研究, 以实际工程为背景, 给出了一种避免出现漏浆或翘起现象的施工方法。邵志兵分析了主次梁节点连接做法, 对比了主梁或次梁预留后浇槽口的施工工艺, 给出了建议措施。

综合来看, 装配式构件节点施工质量是结构安全的重要保障, 根据建筑特点的不同选择合适的节点施工工艺是质量可靠的关键。为此, 论文结合实际工程项目, 对预制柱与

【基金项目】福建省住房和城乡建设行业科技研究开发计划项目(项目编号: 2022-K-161)。

【作者简介】陈贤玻(1979-), 男, 中国福建泉州人, 本科, 高级工程师、高级经济师, 从事建筑施工研究。

柱连接、预制柱与框架梁、叠合梁节点连接、预制梁与叠合板连接及预制 ALC 内隔墙节点构造的施工进行深化设计与施工技术的创新探索与实践。

## 2 施工工艺原理

论文研究装配式节点施工方法主要对预制柱、预制楼梯梁、预制叠合梁、预制叠合板等构件的节点开展深化设计,根据各节点类型提出相应的施工方法。

预制柱纵向钢筋在连接上为半灌浆套筒连接,并通过使用模具将钢筋定位锚固,根据柱钢筋尺寸来在模具上开孔,通常比柱钢筋大 2~3mm,并根据控制线调整模具的位置,在完成定位后,焊接固定,保证柱纵向钢筋处于设计要求的位置上;在钢筋精确定位后,开始吊装、校正,在坐浆强度达标后,高强灌浆料封堵,计算空腔体积,此即为理论上的灌浆料用量,然后以实际的使用量来对比,确保实际用量更大,才能够避免中间出现空洞。

通过 BIM 技术来模拟吊装,从模拟中获取相关的关键数据,如节点钢筋的规格、数量和位置,空间模型来模拟吊装中,各预制件在结合点处是否存在钢筋交叉碰撞的问题。如果发现框架梁和叠合板钢筋出现了交叉碰撞,则可以通过现穿入角部钢筋的方法,在安装并调整了叠合板的位置后再进行绑扎;而如果是预制梁和柱之间出现了钢筋交叉碰撞,水平偏移梁钢筋从而解决碰撞问题。

预制楼梯深化设计中,要结合现场楼梯所处的位置以及楼梯间尺寸来开展,需要精确地计算各种预留预埋及位置,以保证符合安装的要求。要结合深化图纸来进行制作预制楼梯的模板,模板是保证楼梯尺寸、各类预留预埋位置和表观质量的关键工艺所在。预制楼梯缝隙采用聚苯填充,在安装完每层楼梯段后,要以 C40 级 CGM 灌浆料及时封堵存在的预留孔洞。

在安装预制 ALC 内隔墙板时,以管卡进行固定,完成安装后,使用镀锌扁铁加强洞口,以避免墙体有裂缝产生,还需要加固上口横板,加固使用的是 4 根 M10 对拉螺栓,避免由于在后期的施工中带来横向位移。

## 3 各类构件节点的施工工艺

从对构件的深化设计,到施工完成,在整个装配整体式结构施工过程中,要对各施工工序进行合理安排,为保证能够优化工期,实现流水作业的要求和作业质量,下文给出了各类构件节点的具体施工工艺。

### 3.1 柱节点

预制柱连接是整个装配式结构的关键一步,直接影响到建筑物的抗震性能,是避免地震中建筑物倒塌的重要部分。为保证短时间完成预制柱吊装工作,柱定位模具是必需的环节,根据使用钢筋尺寸来对模具进行开孔,孔洞尺寸大上 2~3mm,确保精准定位。委托厂家以 5mm 钢板来加工成型模具。

在叠合板上使用经纬仪将楼层控轴线放出来,分出柱

边线,并在上面弹出柱边线,根据柱边线来调整吊装的模具,定位精确后,以钢筋焊接固定。

在抄平时,施工员按照  $2\text{cm} + 8d$  在外漏钢筋上标记,并通过红外线水平仪标记好所有钢筋,对于长度超出的钢筋,安排焊工切割掉,使用 PVC 管套在柱筋上,以确保核心区混凝土浇筑不会带来污染,减少清理工作。

连接面凿毛并清理干净表面,吊装梁垂直起吊,保证预制柱吊装时底部水平,确保预留钢筋插入灌浆套筒,安装柱临时支撑,在完成后还需要检查安装位置、垂直度和水平度,调节支撑紧固。在起吊时首先要进行试吊,试吊高度 50cm,确定平稳,没有任何问题后继续起吊,坚持慢起、快升、缓放的原则,垂直度调整到符合要求后,在柱子的四个角上分别进行加塞垫片,以专用封浆剂封堵接缝,封堵厚度要符合要求。在达到了要求的封浆强度后开始高强灌浆料注浆。

计算半灌浆套筒的空腔体积,并且对于所有的柱子,计算出它们所需灌浆料,在灌浆时要保证实际的用量比计算出来的数值只高不低,以确保不会出现内部漏灌的情况。

总结柱与柱连接的施工工艺流程为:叠合板上弹柱边线→安放套板→调整钢筋→现浇混凝土施工→凿毛清理→预制柱吊装→校验→坐浆→高强灌浆施工。

### 3.2 梁柱节点

工程梁柱节点主要有三类,分别是角柱(柱-2梁)节点、边柱(柱-3梁)节点、中柱(柱-4梁)节点,节点区钢筋的交叉情况复杂,增加施工难度,如果不能有效进行处理,则可能会带来安全隐患。针对这些问题,要在图纸设计时做好梁柱节点钢筋避让优化工作,在框架梁柱节点的深化设计上,要结合吊装顺序,并且遵循的首要原则是能够方便后浇节点区施工,见图 1。主要存在着两类常规设计节点,第一类是预制梁在框架柱内锚固,第二类是预制框架柱竖向连接。在框架柱内进行预制梁的锚固,主要面临着两种不同的情况,一类是同向/不同向梁筋的避让,另一类则是框架柱纵筋与多梁纵筋在相交处的避让。后一类处理比较简单,只要确保钢筋误差在要求范围内,并保证不会影响到混凝土浇捣即可。而对于前一类,如果是同向钢筋避让,一般是通过水平偏位的方式处理,而如果是不同向的,通常是以竖向偏位的方式来完成避让。

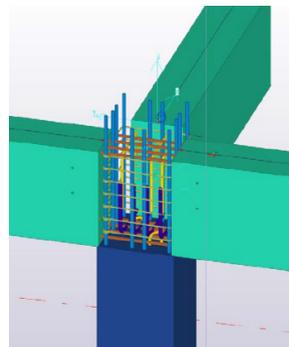


图 1 梁柱节点模型

具体施工工艺流程为：弹出控制线并复核→支撑体系施工→模板铺设→框架梁绑扎→梁侧模施工→叠合梁起吊、就位→叠合梁校正→钢筋隐检、验收→混凝土浇筑。

### 3.3 梁板节点

叠合板支撑一般选择的是顶托+木方模式。叠合板下支撑则一般包括了托座、木方、独立钢支柱。独立支撑安装完成后，放置木方，间距不大于1500mm，具体根据开间尺寸进行布置，立杆间距不大于1.2m；在进行校正叠合板的位置时，应该通过楔形小木块嵌入的方式来进行小幅度的调整，而不应该通过撬棍的方式粗暴地调整，确保不会损坏到板边。叠合板每边搁置10mm，图纸梁宽度300mm，在完成了吊装后，要确保板之间预留300mm，叠合板带锚固钢筋加一道分布筋绑扎搭接。在进行吊装叠合板前，已经基本完成了框架梁钢筋骨架的绑扎，而只留下了二排筋未绑扎，主要是方便锚固筋深入及二次调直。调直时，通过使用木方、钢管等，抬起梁后调直叠合板锚固筋，在完成调直后放下梁钢筋骨架，最后调整二排筋位置，绑扎固定。在钢筋绑扎时要确保按照设计要求进行，保证钢筋搭接的长度，以及钢筋的间距，而且将叠合板桁架钢筋作为上铁钢筋的马凳，确保其保护层达到要求。

施工工艺流程为：预制叠合板安装准备→弹出控制线并复核→顶板支撑体系施工→模板铺设→在接缝处贴双面胶→叠合板起吊、就位→叠合板校正→机电线盒、管线安装→板上铁钢筋绑扎→钢筋隐检、验收→混凝土浇筑。

其中，图2为利用BIM建模解决钢筋碰撞问题。

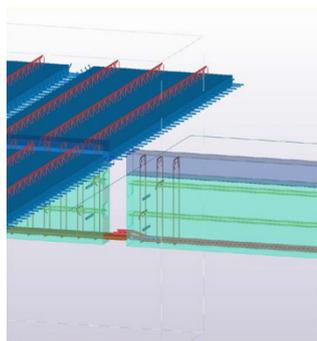


图2 钢筋碰撞检查 BIM 模型

### 3.4 预制 ALC 内隔墙

板材安装区域地面应清理干净、平整，不应有塌陷情况出现。结合图纸上的设计，弹出轴线和一道边线，并将板的位置标记出来。应严格按照排版图及节点图在结构上射钉固定。板材顶端采用管卡固定，底端用专用撬棍翘起用木楔子支撑。每块板的安装完成，都需要通过吊线和2m靠尺对安装的情况进行检查，确保平面和垂直度符合要求，如果出现偏差，则通过专用撬棍做出进一步的调整并检查，保证最

后符合要求。打紧木楔，并在其中进行1:3水泥砂浆的填塞。清理掉焊接地方的焊渣，并进行涂刷防锈漆。专用勾缝剂对板材拼缝修补。

ALC隔墙板门洞加固采用规格50×4扁铁进行强，锚栓间距300进行固定，上口横板采用4个M10螺栓对拉固定。接缝处应采取防裂措施，采用通长耐碱玻纤网格布压入聚合物水泥砂浆层，搭接长度不小于100mm。

总结预制ALC内隔墙的施工工艺为：清理基面→放安装线→预检→固定管卡→选板运输→板材就位→检查校正→填塞砂浆→防锈处理→勾缝。

## 4 工程应用及效益分析

某工程总建筑面积31572.55m<sup>2</sup>，由1栋11层写字楼、一栋1层门卫及一层地下室组成，其中写字楼建筑高度49.5m。本工程6~8层采用预制叠合板，2~11层外墙板采用预制外挂墙板，预制率为20.12%。

本项目采用装配式预制构件节点处理施工技术，有效解决节点处钢筋连接难题，提高了施工的效率，缩短了施工工期，减少了现场建筑垃圾，为保护环境作出了巨大贡献，有效节约了资源，取得了可观的利润收入，极大地方便现场施工，能确保施工质量并加快施工进度。施工全过程无安全事故发生，确保了本工程按业主节点工期完工。

## 5 结论

论文结合实际工程项目，对预制柱与柱连接、预制柱与框架梁、叠合梁节点连接、预制梁与叠合板连接及预制ALC内隔墙节点构造的施工进行深化设计与施工技术的创新探索与实践。通过理论分析、方案对比，结合工程特点和技术发展需要，总结出能够有效解决装配式建筑预制构件节点钢筋碰撞、抗震性能等问题，施工工艺合理、方法科学的装配式预制构件节点处理施工技术。该施工技术可为产业化整体装配式混凝土结构施工提供参考。

### 参考文献

- [1] 樊裕华,李伟杰.南通某21层装配式建筑预制墙板吊装施工新技术研究[J].科学技术创新,2021(35):134-136.
- [2] 艾列奇.装配式建筑施工技术创新研究及其实践[J].绿色建筑,2019,11(6):37-39.
- [3] 李惠.装配式建筑节点连接方法及其施工质量控制研究[J].城市建筑,2021,18(26):190-192.
- [4] 邵建鹏,刘志超,曹胜源,等.装配式叠合板后浇板带与拼缝细部节点施工技术分析[J].工程建设与设计,2023(23):195-197.
- [5] 付剑.装配式叠合板后浇带接缝处细部节点施工[J].价值工程,2023,42(2):123-125.
- [6] 向利康.装配式叠合板后浇带接缝处细部节点施工技术[J].城市建筑空间,2022,29(2):225-227.