

建筑工程施工中装配式建筑施工技术的应用研究

王正淮

滕州市中辉建设工程有限公司

摘要：装配式建筑是现代建筑行业常见的一种结构型式，其具有施工快速、节能环保等诸多优点，也正是因此，装配式建筑结构逐渐在建筑行业得到推广应用。当前无论是住宅、工厂、路桥对装配式建筑的使用力度都在不断加大。为了进一步提高装配式建筑施工技术水平，本文首先总结装配式钢结构常见类型和技术特点，然后对装配式建筑施工技术的关键环节进行探讨，最后以工程案例为对象，细致地探讨装配式建筑施工技术应用要点。

关键词：装配式建筑；施工技术；结构分类

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.23.023

一、装配式钢结构分类和技术特点

（一）装配式钢结构分类

1. 钢框架结构。钢框架结构主要组成结构为钢柱、钢梁、钢框架，其刚度和承载能力均较强，是当前常用的一种结构类型。当前我国民用建筑、工业建筑多采用该结构类型，比如工厂、仓库等建筑。

2. 钢筋混凝土框架结构。该装配式钢结构建筑主要组合了楼板、钢筋混凝土梁柱等结构，并填充有加固的混凝土墙。钢筋混凝土框架结构施工快捷、造价低廉、绿色环保等优点，同时该结构具有很高的刚度和稳定性，因此特别适用于商业中心，办公大楼及其他公共场所。

3. 钢管混凝土结构。钢管混凝土结构属于装配式钢结构中的一类，是以钢管为外模板，再浇注混凝土，提高结构刚度与承载力的一种建造方式。当前大跨径预应力钢管混凝土结构在我国已得到广泛应用，中小跨径钢-混组合梁桥和部分超高层建筑中应用较多。

（二）装配式钢结构建筑的特点

1. 工厂化生产。装配式钢结构建筑物中，大多数构件都是在工厂里生产出来的。装配式建筑通过采用工厂统一、规范、标准生产的方式能够将人为因素引发的施工误差降低，有助于加快施工速度，提高施工效率，进而提高工程综合效益。

2. 现场组装。作为工程施工中的主要环节，预制构件的装配和连接对于装配式建筑的稳定性、可靠性有着至关重要的影响，通过现场装配能够减少现场湿作业，控制传统建筑施工中的浪费问题，提高施工效率。

3. 轻量化设计。由于装配式钢结构采用了大量轻质钢构件，所以会显著降低建筑整体质量。装配式建筑采用轻质材料，优化结构，不仅可减轻建筑物整体重量及

地基承载力，而且可降低地基要求及造价，且可降低施工期间物料及能源消耗。

4. 环保节能。装配式钢结构可有效降低结构自重，提高建筑利用率，实现节能减排。装配式钢结构是一种可再生、可循环利用的建筑材料，既能减少对自然资源的依赖，又能减少对环境的负面影响。同时，装配式钢结构具有结构优化设计与现代建筑技术相结合的优势，可有效地提高建筑能耗，并对室内环境进行调控。

二、装配式建筑施工技术关键环节

（一）设计与制作

要使装配式建筑工程设计工作科学实施，规划设计人员先要对工程场地、气候、土壤等进行深入的调查与分析，掌握工程所在地的环境状况，并据此确定建筑设计的目标和要求。在整个设计阶段，设计师应当始终贯彻绿色建筑的概念，优先选择可以持续使用的材料，并利用节能技术来提高能效。此外，工作人员还可以借助建筑信息模型（BIM）等前沿设计工具来对建筑的结构、系统以及材料选择进行细致优化。技术团队需要考虑引入如预制构件等先进技术，以改进施工流程，并且科学地安排施工时间和预算。设计方案确定后，预制构件的生产必须严格遵循设计规范，确保最终产品的质量满足设计标准。

（二）起吊机械选型

起吊机械是装配式建筑施工中必不可少的机械配备，其工作水平决定了吊装效果。在装配式建筑施工中，合理选用吊装机械，不仅能保证预制场生产的安全稳定，而且能缩短施工工期。同时，施工单位可以优先选用智能化、自动化设备，实时监测调整设备运行参数，保证吊装高效安全。在选择起重机械时，技术人员需综合考虑预制件的质量、形状、尺寸、施工场地的空间约束等诸多因素。目前，国内使用的起重设备有塔式起重机、门座起重机、履带式起重机等。

（三）堆放预制构件

装配式建筑预制件的合理堆放是保证装配式建筑安全、高效使用的重要基础。为了确保预制建筑产品的质量和性能，施工人员应对其进行堆码处理。在进行堆码作业时，工作人员应充分考虑预制件的种类、尺寸及形状以及随后的吊装及运输要求，科学、合理地安排预制件的位置，合理的堆垛布置，不但要保证构件之间不发生冲突，还要保证能够按照顺序顺利高效地完成吊装和安装。报关人员在进行预制构件堆放和保管过程中应当详细地记录构件情况，清楚地标记构件的状态。

（四）验收

严格的验收有助于保证预制构件质量。在施工过程中，企业应根据不同类型的预制构件制定相应的验收方法及程序，严格按照相关规范操作。同时，企业还应保证构件具有一定的强度与刚度，避免服役阶段因局部破坏造成的承载力不足。工作人员通过验收能够及时发现预制构件存在的问题和隐患，并且及时采取应对措施，避免不合格品流入施工现场，从而提高装配式建筑施工综合水平。

（五）预制墙板吊装

为了保证装配式建筑施工安全、高效，工作人员应严格控制墙板吊装。技术人员在安排吊装作业过程中需要对墙板的重量、尺寸、空间约束因素等进行全面系统地分析，对吊装方案进行准确的规划，利用有限元软件对吊装方案进行分析，得出优化设计方案。为保证吊装作业的准确性和稳定性，技术人员应合理选用具有智能控制系统的起重设备，通过对吊装过程进行实时监测可以及时发现和解决吊装过程中可能出现的问题，提高吊装效率，降低事故风险。同时也要充分考虑到人体的安全和健康问题。

（六）叠合梁吊装

叠合梁是房屋建筑结构中重要的组成部分，其吊装涉及测量放样、构件编号、确定标高、安装梁架和支架、调整位置、安装就位，检查验收等诸多环节。在施工过程中，技术人员要严格按规范要求进行操作，做好安全防护措施，确保施工人员的人身安全。在吊装作业开始前，施工人员要对图纸有充分的了解，合理安排吊装步骤及吊装地点，安装时要保证主梁、次梁的位置正确，以免主梁出现倒位现象。

三、装配式钢结构建筑施工技术应用

某项目总建筑面积553666.26平方米，地上374928.8平方米，地下178737.46平方米，共建成90座独立建筑及配套的地下停车场。本项目拟采用装配式施工方法，保证单体预制率不低于40%。

（一）剪力墙结构

第一，校正钢筋的位置。测量工作结束后，现场技术人员还要检查并调整预留钢筋位置，保证其位置偏差不得超过3mm，长度偏差不得超过15mm。此外，钢筋表面应当干净无锈蚀、无杂物。

第二，放置垫片。施工人员可以采用硬质塑料垫片组合的方式进行墙板下部找平，做好预制墙体高度的精确调整。

第三，墙板构件吊装。保证施工安全，施工人员吊装前应先平整楼面，预留吊装空间，然后采用“慢起，快吊，慢放”的策略进行吊装，保证整个工艺的稳定。在达到设计要求水平位置后，施工人员可以按规范要求对每一根预埋件和钢筋网的间距进行调整。起吊1m后，

需停吊15-20秒以消除摆幅，检查吊点的水平度及吊点受力情况。在楼板下的插销孔中插入预埋件，并用螺栓锁住，以防脱落。下降至距离地面50cm时，暂停10-20s，从而确定安装方向。最后，检查墙板底面位置和控制线情况，确保其和图纸要求相符合。

第四，安装固定斜撑。斜撑由预制钢筋混凝土柱、水平钢梁构成，钢柱脚开有螺栓孔，待预制构件稳定后，对角撑板安装。对角撑条是用钢筋混凝土做成的。对角撑件的下端以机械方式连接到叠合板的预留套筒上，其上端位于墙板的三分之一处。对角撑条与垂直方向的角度为35-45°。对于6m及以内的墙板，设置两根斜撑，6m及以上长度的墙板设置3根斜撑。

第五，钢筋套筒灌浆。过长的分仓可能会造成灌浆过程中出现质量问题，为此，该工程技术人员按照不超过1.5m的长度进行墙体连接部位的分仓长度控制。在完成分仓后，施工人员保证基础硬化强度在30MPa以上后方可进行注浆。施工人员在进行剪力墙结构施工时应当安装同一层套管注浆的方法进行施工，换言之，在一层现浇混凝土灌浆完成后进行下一步灌浆，若连续无灌浆层，可采用同一层套管注浆法。

（二）框架结构

第一，预制柱安装。施工人员用不同厚度垫片进行预制柱高度调整，并借助反射镜精准地调整预留钢筋和套管的位置，用深度大约为10-15mm的优质浆液进行柱底部封边，待注浆达到一定强度后开始注浆。对于框架结构，宜采用同一层注浆，即这一层的顶板已浇完后再浇筑上面一层的柱子。

第二，安装预制梁。预制件的吊装作业要按照一定的施工计划进行，并按预先确定的顺序吊装主梁、次梁。首先，施工人员确认所有螺栓孔均能拧紧后才能开始吊装作业，在吊车缓慢地升起预制梁稳定后检查部件稳定性，吊具和钢索的状况。其次，将次梁吊入框架内，并用脚推车将次梁从主框架中分离出来。操作者要用手帮忙把预制好的横梁固定好，用撬棍把它精确定位，然后把它放在支架上，调整它的标高。最后，吊装预制梁到指定位置并且下放、微调其位置，精确安装后用U型钢筋加固，最后安装节点模板。

（三）转换层钢筋定位加固技术

在进行转换层的施工之前，施工人员应严格依据PC深化设计图，对插筋的定位图和构件套筒的定位图进行了详尽的对照核查，目的是保证图纸的精确度，并确保插筋的一次性合格率。由于转换层在结构中扮演着主要的传力角色，如果后期需要进行植筋施工，将会面临极大的难度，同时其耐久性和受力稳定性也无法得到有效保证。技术人员经过反复试验，形成了一套较为完善的工艺流程和工艺措施。最终该工程设计定位孔边2 cm钢筋短柱，并委托模具加工模具。如图1所示。



图1 钢板模具加工图

在转换层楼板吊装完毕后，技术人员应按预先确定的插筋尺寸排出墨线，然后在待吊装的预制墙板上放入钢板模具，调整其平面位置，提高其水平度。施工人员可以借助钢筋端头把钢板和预压板桁架筋焊接在一起，也可将结构主筋焊接在一起。在安装完毕后，定位模要比混凝土浇筑表面高出至少5cm。

具体安装中，施工人员应注意要在定位孔中插入插筋，并对其水平、竖向位置进行检查。此外，施工人员在安装中应当做好下部结构的焊接，或者用铁丝将钢筋和钢板固定，注意预留外露接头。

（四）PC 灌浆微重力补偿技术

套管灌浆是装配式建筑中竖向预制构件安装常用方法，如何提高上下层结构连接质量成为关键。但目前尚无相关标准规范指导装配式混凝土剪力墙与框架节点构造方法，导致工程施工过程中因操作不当而存在安全隐患。如果套管连接位置发生注浆不够、强度不合格的情况那么会导致工程整体性能降低。

目前住宅工程施工中，套筒注浆设备主要起到注浆、出浆的作用，其主要由贮浆管、堵头和压力弹簧组成。该系统利用水泥砂浆向待浇筑混凝土构件内灌注水泥砂浆，使其与周围介质隔离，形成密闭空间。注浆管上端装有透气孔及观测指示器，并配有带螺纹的注浆口。在施工前，技术人员先对设备进行检验验收，确定符合设计要求后，安装至地面即可使用。在套管注浆时，技术人员可通过观测透明注浆管及刻度，判断注浆情况。在注浆完毕后，施工人员要及时将漏孔堵上，防止漏浆。此外，技术人员还要利用压力弹簧实现补偿升压机制，观察注浆管中浆液流出情况，进而对注浆充填情况进行评价，以便判断是否需要及时补浆。

相对于传统的胶塞封堵法，注浆补偿器能明显提高注浆一次成型的效率。工程施工中采用微重力补浆装置可大幅减少浆液用量，将浆液贮存于储浆管内，避免漏浆，大幅减少物料浪费。微重力注浆技术在注浆作业中无须设置专用管路，可节约大量投资及操作成本，且可避免环境污染。

（五）PC 外墙防水节点优化

在传统建筑结构中，施工人员多采用专用高强度灌浆封堵料对顶板和 PC 垂直装配墙板的水平接缝进行封堵，并在封堵料外涂覆高分子水泥防水涂料，再铺设防裂网格布。高强度封堵材料及灌浆材料与基层结合面之间可能产生裂缝，从而形成渗水通道。目前，水泥基防水涂料在混凝土结构中的应用尚不成熟，而混凝土结构中的水平缝又是防水设计的薄弱环节。相比之下，一

体化预制墙板有着更好的防水效果。

预制外墙板是目前国内装配式建筑普遍采用的一种技术，该工艺能够保证外墙板表面更光滑，整体精度更高，并且可以直接在工厂内进行建筑外墙、外墙保温和装饰层的预制，极大地简化了现场施工过程。

（六）预制梁支撑体系优化

预制件支撑结构是装配式混凝土结构施工的关键。目前，在装配式混凝土框架房屋施工中常用的支撑体系有三种，即竖杆式、钢木混和现浇整体梁。传统的大型支撑排架方法存在时间长、效率低等问题。为此，本项目提出一种新型的组合梁支撑方案，即在立柱顶部四周添加槽钢，采用钢牛腿将其连接起来，保证预制梁可直接置于槽钢、牛腿上。该工艺可拆除整个框架柱顶部的模板，只保留底层钢筋网和钢筋混凝土层，不需再架设大型吊装设备，即可完成混凝土浇筑工作。这种创新的设计方法，不但提高了施工效率，而且缩短了工期。

该方法核心思想是在柱顶处设置槽道、牛腿等支撑面，进而提高柱顶混凝土强度等级，提高施工效率。具体施工中，技术人员在柱顶处放四根槽钢，用螺栓连接成抱箍。在槽缝中每隔15cm焊接5mm缝，将钢托梁插入缝外。

结束语

装配式建筑施工方法与技术的研究，对我国建筑业的发展具有显著的促进作用。装配式建筑施工技术的进步将为建筑工程学的发展打下坚实的基础，并为我们营造一个更加安全、高效、绿色的建筑环境奠定坚实的基础。在未来，装配式建筑的建造技术与方法具有很好的发展前景，能够推动我国建筑行业的不断进步与发展。

参考文献

- [1]程越,周双虎.论装配式建筑施工技术在建筑工程施工管理中的应用[J].中国住宅设施,2022,(10):49-51.
- [2]谢秉成.装配式建筑施工技术内容与应用策略探究[J].房地产世界,2022,(20):134-136.
- [3]史浩言,寇小勇,王舵,等.装配式建筑机电安装施工技术应用研讨[J].新型工业化,2022,12(10):177-179+235.
- [4]刘方旭.装配式建筑施工技术在建筑工程施工管理中的应用[J].佛山陶瓷,2022,32(10):99-101.
- [5]夏桂林,汪国东,苗克龙,等.铝模与装配式建筑施工技术分析[J].建筑技术开发,2022,49(19):27-29.
- [6]吕纯和.预制装配式建筑施工技术要点分析[J].建设科技,2022,(18):58-61.
- [7]开璇.浅析装配式建筑施工技术在建筑工程中的应用[J].房地产世界,2022,(18):133-135.
- [8]陈辉华.装配式建筑施工技术及质量控制研究[J].城市建设理论研究(电子版),2022,(27):69-71.