

装配式建筑工程检测关键技术研究

姚娜娜, 马洪生

武汉中和工程技术有限公司, 湖北 武汉 430312

摘 要 : 本文先概述了装配式建筑的定义、分类、优势与挑战, 强调了装配式建筑质量检测的重要性。接着, 详细介绍了装配式建筑工程检测技术, 包括检测技术概述和分类。文章还分别对装配式钢结构、外围护系统、设备与管线系统以及装饰装修系统的检测方法进行了阐述。

关 键 词 : 装配式建筑; 检测技术; 钢结构; 外围护系统

Research on Key Technologies for Inspection of Prefabricated Construction Projects

Yao Nana, Ma Hongsheng

Wuhan Zhonghe Engineering Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430312

Abstract : This article first outlines the definition, classification, advantages, and challenges of prefabricated buildings, emphasizing the importance of quality inspection in prefabricated buildings. Next, a detailed introduction was given to the inspection technology for prefabricated construction projects, including an overview and classification of inspection techniques. The article also elaborates on the testing methods for prefabricated steel structures, peripheral protection systems, equipment and pipeline systems, and decoration systems.

Keywords : prefabricated building; testing technology; steel structure; peripheral protection system

引言

随着我国建筑业的快速发展, 装配式建筑作为一种新型的建筑方式, 逐渐成为行业关注的焦点。装配式建筑以其高效、环保、节能等优点, 正逐步改变着传统建筑模式。然而, 装配式建筑在推广过程中也面临着一定的挑战, 如质量保障、技术标准等。为确保装配式建筑的质量安全, 加强工程检测技术的研究与应用具有重要意义。

一、装配式建筑概述

随着我国经济的发展, 装配式建筑逐渐进入人们的视野, 它是以预制混凝土构件为主体, 经装配、连接、结合部分现浇而成的混凝土结构, 因其具有区别于传统现浇混凝土效率高、工期短、质量可控的优点, 而成为目前行业发展的趋势^[1]。

(一) 装配式建筑定义及分类

装配式建筑, 简而言之, 是一种在工厂预制部品部件, 现场进行组装的建筑方式。它将建筑分解为若干标准化、模块化的部品, 通过工业化生产, 实现建筑的快速、高效、环保建设。按照预制程度的不同, 装配式建筑可分为全装配式、部分装配式和混合装配式三类。全装配式建筑几乎所有的构件均在工厂预制完成, 现场只需进行拼装; 部分装配式建筑则结合了预制和现浇两种工艺; 混合装配式则是将预制构件与现场施工相结合^[2]。

(二) 装配式建筑优势与挑战

装配式建筑以其高效的生产流程、缩短的建造周期、降低的现场施工量、提升的建造质量以及优化的环保特性, 展现出显著

的优势。尽管如此, 它也遭遇了一系列挑战, 包括设计的标准化程度不足、运输与安装成本偏高、市场供需不均衡, 以及技术规范与标准体系的不完备。应对这些挑战, 需要行业内外的协同合作, 通过技术革新和管理提升, 逐步突破困境。

(三) 装配式建筑质量检测的重要性

质量是建筑的生命线, 对于装配式建筑而言, 质量检测显得尤为重要。由于预制构件的生产与安装环节分离, 质量控制的难度相对增加。有效的质量检测不仅能够确保预制构件的出厂质量, 还能保障现场组装后的整体建筑质量。此外, 质量检测对于提升装配式建筑的市场信任度、推动行业健康发展具有不可替代的作用。因此, 建立健全装配式建筑质量检测体系, 是当前建筑行业亟须解决的问题。

二、装配式建筑工程检测技术

在装配式建筑的快速推进中, 确保建筑质量的关键在于全面而精准地检测技术。

（一）检测技术概述

装配式住宅建筑的检测技术，是对建筑的结构系统、外围护系统、设备与管线系统、装饰装修系统等关键组成部分进行细致入微地检验和评估。这些技术的运用，不仅能够及时发现和纠正生产及施工中的质量问题，还能够为建筑的长期性能和居住安全提供有力保障^[9]。检测技术的精准性和全面性，直接关系到装配式建筑的整体质量和使用寿命。

（二）检测技术分类

1. 结构系统检测：在装配式建筑中，结构系统的稳定性是其核心所在。为确保建筑的安全性，检测工作涵盖多个方面：预制构件的尺寸精度，确保其符合设计要求；材料性能的验证，包括强度等关键指标；接着是连接节点的质量检查，这关系到结构整体的稳固性；此外，还需评估结构整体的承载力和抗震性能。通过无损检测技术、加载试验等手段，我们可以全面评估结构系统在设计使用周期内的安全性和可靠性。

2. 外围护系统检测：外围护系统作为建筑抵御外界环境因素的关键屏障，其性能至关重要。检测工作重点在于外墙板的保温隔热性能、气密性、水密性以及耐久性等方面。利用热工性能测试、风雨模拟试验等方法，我们可以全面评估外围护系统的综合性能，确保其能够有效隔绝外界不利因素，保持室内环境的舒适。

3. 设备与管线系统检测：设备与管线系统的正常运行是建筑功能实现的基础。检测工作涉及给排水、电气、暖通等设施的安装质量和运行状态。包括但不限于管道的压力测试、电气系统的绝缘性能测试、通风系统的风量测试等，旨在确保这些系统在运行中既高效又安全，满足建筑的使用需求^[14]。

4. 装饰装修系统检测：装饰装修系统的质量直接影响到室内环境的质量和美观。检测内容主要包括饰面材料的物理性能、化学稳定性、环保性能以及室内空气质量等。通过取样检测、现场观察等手段，我们不仅能够保障装修效果的美观和谐，还能确保使用者的健康不受装修材料中可能存在的有害物质影响。

三、装配式钢结构检测

装配式钢结构以其优越的抗震性能、快速的施工周期和可回收性，在建筑行业中占据重要地位。

（一）射线检测方法

为确保检测的准确性与安全性，便携式 X 射线探伤仪的最大管电压应不低于 300kV，以确保足够的穿透力，同时控制器的最长延迟开启时间应不少于 90 秒，以便提供充分的安全操作时间。此外，X 射线胶片成像法的现场检测应在灌浆作业完成至少 7 天后进行，以保障检测结果的可靠性。

在进行检测前，必须对检测仪器的状态进行全面检查，并详细记录以下信息：工程名称、楼号、楼层、套筒所在构件的编号、套筒的具体位置、检测人员的资质及个人信息等，以确保检测记录的完整性和可追溯性^[15]。

运用 X 射线成像法检测套筒灌浆饱满度时，须遵守以下专业

规范：图像接收装置与便携式 X 射线探伤仪应分别放置于预制构件的相对两侧，确保图像接收装置紧贴构件，射线源正对被测套筒，且射线源与接收装置的距离满足测试要求；控制器与 X 射线探伤仪的连接线长度须符合安全标准，管电压、管电流和曝光时间等参数应根据试验结果预先设置；控制器的延迟开启时间应保证检测人员能在曝光前安全撤离；曝光完成后，控制器应自动停止测量。检测完成后，应对结果进行专业评定，并在必要时采用局部破损法对结果进行校核。

（二）构件涂装层检测

在执行目测检查时，需仔细观察表面涂层的状况，确保其表面光滑，无任何脱皮、返锈现象，并且涂层应均匀一致，不存在皱皮或气泡等缺陷。对于薄涂型防火涂料，其涂层裂纹的宽度不得超过 0.5mm；而对于厚涂型防火涂料，裂纹宽度则不得超过 1mm。这些检查将通过目测结合尺量方法进行。此外，涂层的附着力是衡量其质量的重要指标，必须确保至少有 70% 的涂层保持完整，不脱落。在涂层厚度的测量上，室外涂层的厚度应达到 150 μ m，而室内涂层则为 125 μ m，允许的偏差为 $\pm 25\mu$ m。为了准确测量涂层厚度，将使用涂层测厚仪在五个不同位置进行检测，并计算其平均值。对于厚涂型防火涂料，还需确保至少 80% 的涂层面积达到规定的厚度标准，同时在所有测量点中，最薄处的涂层厚度不得小于设计厚度的 85%。

（三）连接焊缝检测

在装配式建筑的焊缝检测中，以下项目需严格按照标准执行：先通过目测并结合低倍放大镜检查外观，确保无裂纹、咬边、根部收缩、弧坑、电弧擦伤等缺陷，必要时使用磁粉探伤或渗透探伤辅助检测。之后，依据标准，使用焊接检验尺检测焊缝的长度、焊脚尺寸和焊缝余高^[16]。对于对接焊缝，除了外观检查，还需关注接头不良、表面夹渣、焊缝饱满程度、表面气孔和腐蚀程度等问题。此外，焊缝内部质量的检测，包括裂缝、夹层、杂质等，需遵循《焊缝无损检测技术、检测等级和评定》标准进行超声波检测。

四、外围护系统检测

外围护系统是装配式建筑的重要组成部分，它不仅影响着建筑的外观，更是决定建筑能效和室内环境质量的关键因素。

（一）外墙面板检测

预制外墙在入库前，需严格审查其质量证明文件，确保其满足相关标准要求。同时，现场检测亦不可忽视，涵盖了一系列关键环节：先对外观进行全面检查，识别裂缝、破损等缺陷；之后，对内部结构进行细致的微观分析，以揭示潜在的内部问题；然后，对预制构件的位置与尺寸偏差进行精确测量，以确保构件的尺寸精度；接着，评估构件是否存在变形，这对于构件的整体稳定性至关重要；此外，还需对填充材料的质量进行严格检验，以及与主体结构的连接牢固性；最终，对接缝处的密封胶进行细致检查，以确保其密封性能符合标准^[17]。

（二）外门窗检测

外门窗作为建筑物的外围护结构，其性能直接关系到建筑的

舒适度、节能效果和安全性。气密性的检测至关重要，它确保了门窗在关闭状态下能够有效隔绝外界气流，防止室内外空气交换造成的能量损失。检测过程中，需采用专业的气密性测试设备，按照规定的测试程序进行，以确保结果的准确性。水密性的检测同样不可或缺，它验证了门窗在遇到雨水侵袭时能否保持内部干燥。通过模拟不同强度降雨的实验条件，检测门窗在风雨作用下的防水能力，确保其在恶劣天气中也能发挥保护作用。抗风压性能的检测则是对门窗在强风环境下的稳固性进行评估。检测时，需模拟不同风速下的风压，检验门窗结构是否能够承受相应的压力，防止因风力过大而导致的损坏。传热系数的测定是评估门窗保温隔热性能的重要指标。通过测量门窗材料的热传导能力，可以判断其在保温节能方面的表现，这对于建筑的能源消耗有着直接的影响。

对于外门窗的防水性能，必须进行现场淋水试验，以最直观的方式验证其防水效果。该试验应严格遵循行业标准，通过模拟实际降雨情况，对门窗进行全方位的喷淋，确保无水渗漏现象发生。

五、设备与管线系统检测

设备与管线系统是装配式建筑内部的重要组成部分，它们直接关系到建筑的实用功能、舒适性和安全性。在装配式建筑的检测过程中，对于给排水、电气、暖通空调和燃气系统进行全面细致的检查是至关重要的。以下是这些系统检测内容的综合概述：

给排水系统检测包括检查管道连接是否牢固、无泄漏，管道布局是否合理，给水压力是否满足要求，以及排水系统是否畅通^[9]。电气系统检测着重于导线连接的牢固性和绝缘情况，保护措施的完善性，电压和电流的稳定性，以及系统容量的评估。暖通空调系统检测涉及管道密封性、风机性能和温湿度控制能力的检查。燃气系统检测则关注管道安装的规范性、燃气压力的稳定性以及安全装置的灵敏性和有效性。这些检测确保了装配式建筑的安全、舒适和高效运行。

六、装饰装修系统检测

装饰装修系统是装配式建筑内外空间的最后修饰，它不仅关系到建筑的美观，还直接影响到使用者的健康和舒适度。在装配式建筑的装饰装修系统中，为确保材料质量和室内环境安全，以下是对饰面材料、涂料壁纸、地板地毯、门窗套踢脚线、室内空气质量 and 整体装修效果的检测内容的综合概述：

饰面材料的检测涉及材料的外观、尺寸、强度是否符合标准，化学性能包括耐酸碱性、耐腐蚀性，以及环保性能的检测，如挥发性有机化合物（VOC）含量的测定^[9]。涂料和壁纸的检测关注涂料的遮盖力、附着力、耐洗刷性、耐水性，以及壁纸的色泽、图案一致性、粘贴强度和耐久性。地板和地毯的检测包括地板材质的检测，如实木地板的木材种类、耐磨层厚度，复合地板的耐磨性、防潮性，以及地毯的绒头密度、抗静电性、阻燃性。门窗套和踢脚线的检测则侧重于尺寸精确性、形状符合设计要求，以及材料和工艺的质量。室内空气质量检测是检测甲醛、总挥发性有机化合物（TVOC）、苯、氨、放射性氡等有害物质的含量，确保不超过国家标准限值。整体装修效果检测则是对装修风格、色彩搭配和细部处理的综合评估，以确认装修成果是否符合设计意图和业主需求，达到美观、健康、耐用的标准^[10]。

结束语

随着装配式建筑技术的进步，质量检测变得尤为重要。全面探讨了装配式建筑的各个层面，从基本概念、类型、优势与挑战，到检测技术和应用，以保障建筑的质量与安全。每个环节的严格把控都是对品质的承诺和对安全的负责。展望未来，装配式建筑将凭借其高效、环保、节能的特点，继续推动建筑行业前行。检测技术作为质量保障的核心，也将持续创新以适应行业需求。

参考文献

- [1] 孟立基. 浅析装配式建筑施工质量管理措施 [J]. 砖瓦, 2023, (07): 94-96. DOI: 10.16001/j.cnki.1001-6945.2023.07.036.
- [2] 潘泳龙, 代朋, 林景辉, 等. 预制装配式建筑外墙板接缝质量现场检测技术分析 [J]. 工程技术研究, 2023, 8(15): 140-142. DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2023.15.046.
- [3] 陈乘. BIM 技术在装配式建筑工程管理中的碰撞检测与冲突解决 [J]. 工程与建设, 2023, 37(05): 1582-1584.
- [4] 李俊杰, 于伯和. 装配式混凝土结构质量检测与验收技术的探究 [J]. 中国建材科技, 2023, 32(05): 105-107.
- [5] 玉剑兵. 装配式建筑钢结构无损检测技术研究 [J]. 江西建材, 2023, (03): 102-103.
- [6] 王青. 基于 BIM 技术的绿色装配式建筑构建质量检测方法 [J]. 安阳工学院学报, 2023, 22(02): 83-87. DOI: 10.19329/j.cnki.1673-2928.2023.02.016.
- [7] 王磊, 田坤, 高润东. 装配式混凝土建筑防水设计、施工与检测研究进展 [J]. 建筑科技, 2023, 7(01): 17-19.
- [8] 徐栋. 装配式混凝土结构建筑质量检测技术的发展 [J]. 安徽建筑, 2022, 29(11): 179-180. DOI: 10.16330/j.cnki.1007-7359.2022.11.073.
- [9] 杨君奕, 李成真. 装配式建筑灌浆套筒现场饱满性检测方法分析 [J]. 四川建材, 2022, 48(11): 35-36+41.
- [10] 汤军儒. 超高层全钢结构装配式建筑施工技术 [J]. 建筑技术开发, 2022, 49(10): 43-45.