

预制装配式建筑施工技术与发展趋势

马文祥

新疆北新路桥集团股份有限公司国际工程事业部 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：预制装配式建筑以其高效、质优、环保的特点成为建筑行业新趋势。通过技术创新，新型材料与应用不断提升建筑性能。标准化与通用化推动构件生产高效化，降低成本，提高资源利用率。同时，预制装配式建筑积极融合绿色建筑与智能建筑技术，实现节能减排与智能化管理。该建筑模式为建筑行业的可持续发展注入了新活力，展现出广阔的应用前景。

关键词：预制装配式建筑；技术创新；标准化与通用化；技术融合

引言

随着建筑行业的快速发展，预制装配式建筑作为一种新型建筑模式逐渐崭露头角。其凭借工厂化生产、标准化设计、高效化施工等优势，有效解决了传统建筑施工中存在的^[1]质量不稳定、工期长、环境污染等问题。本文将从施工技术要点、优势及发展趋势等方面，对预制装配式建筑进行深入探讨，以期^[2]为建筑行业的可持续发展提供有益参考。

1 预制装配式建筑施工的重要性

预制装配式建筑，作为一种现代建筑工业化生产方式，其施工技术在当前建筑行业中的重要性日益明显。这种建筑模式通过预先在工厂内生产建筑构件，随后运输至施工现场进行组装，实现了建筑生产的规模化、标准化与高效化。从建筑质量的角度来看，预制装配式建筑具有明显优势。在工厂内，构件的生产环境可控，严格按照标准流程进行，确保构件的质量稳定。相较于传统现场浇筑方式，预制构件在生产过程中减少了人为因素的干扰，有效降低了质量波动的风险。这种质量可控性提升了建筑的整体品质，还为后续的安全使用提供了坚实保障。在工期效率方面，预制装配式建筑同样表现出色。由于构件在工厂内预先生产，施工现场只需进行组合作业，缩短了施工周期。这种高效的生产方式有助于建筑企业快速响应市场需求，提升项目交付速度，增强企业的市场竞争力。预制装配式建筑还具备节能环保的特点。工厂化生产减少了施工现场的扬尘、噪音等污染，降低了对周边环境的影响。通过优化设计，预制装配式建筑能够实现材料的节约利用，减少建筑垃圾的产生，符合可持续发展的理念。预制装配式建筑施工技术以其质量可控、工期高效、节能环保等优势，在现代建筑行业中占据着举足轻重的地位。

2 预制装配式建筑施工技术要点

2.1 预制构件生产

预制构件作为预制装配式建筑的根基，其生产环节的质量管控极为关键。依据设计所规定的力学性能、使用年限及结构稳定性等严苛要求，精准筛选适配的原材料是首要之举。以混凝土预制构件为例，需选用品质上乘、强度等级契合设计标准的水泥，搭配级配优良且含泥量低的粗细骨料，同时合理添加外加剂，以此确保混凝土具备优异的抗压、抗拉强度以及良好的耐久性，赋予预制构件稳固的力学支撑。引入先进的生产工艺与精良设备是提升生产效能与构件精度的核心要素。自动化生产线的运用，能够对原材料的配比、搅拌、浇筑、振捣及养护等全流程实施精准操控，降低人为操作所带来的误差。高精度模具凭借其精湛的制造工艺，可将构件尺寸公差严格限定在极小范围，保障构件尺寸精准无误，为后续现场安装的顺利对接奠定坚实基础，有效规避因尺寸偏差引发的安装难题，提升施工整体效率与质量。

2.2 运输与存储

(1) 运输环节需细致规划。针对预制构件的几何外形、尺寸规格、重量分布及易损特性，必须精心选择适配的运输方式与工具。对于大型、薄壁且形状不规则的构件，定制化运输车辆成为首选，并需配备专业的减震与固定装置，以有效抵御运输途中的颠簸与震动，防止构件因碰撞、挤压而受损。全面的防护措施同样不可或缺，包括使用防护垫、包装材料对构件进行紧密包裹，以及借助紧固绳索将其稳固地固定于运输载体上，确保运输过程的安全平稳。(2) 存储环节亦需严格把控。理想的存储场地应具备干燥、通风良好的条件，以避免湿度、温度变化对构件造成不良影响，如受潮、霉变或变形等。依据构件的类型、规格及后续安装次序，应进行科学合理的分类存放。通过设置专用的存放架，使构件处于合理的受力状态，有效防止因不合理堆放导致的应

力集中,保护构件的结构性能,为后续顺利安装奠定坚实基础。(3)在整个运输与存储过程中,还需加强对构件的监控与管理。通过定期检查、记录构件的状态,及时发现并处理潜在问题,确保预制构件在整个物流链中的安全与完好,为预制装配式建筑的高质量施工提供有力保障^[1]。

2.3 现场安装

现场安装无疑是预制装配式建筑施工的核心与关键所在。安装工作开展前,针对施工现场开展细致入微的测量与放线作业至关重要。借助先进的测量仪器,如全站仪、水准仪等,精确测定各构件的安装基准点与控制线,确保构件安装位置精准无误,为后续安装作业构建可靠的空间框架。选用专业适配的吊装设备与工具,依据构件的重量、安装高度以及作业半径等参数,科学合理地配置吊车等起重机械。按照既定的设计方案与安装流程,将预制构件逐一组装到位。在此过程中,构件之间的连接与密封处理直接关乎建筑的整体性能表现。采用经过严格力学性能测试的连接节点构造,如高强度螺栓连接、套筒灌浆连接等,并搭配优质的密封材料,严格把控密封施工工艺,确保连接处防水、气密性能达标,使各预制构件有机融合为一个协同工作的整体结构,切实满足建筑在防水、保温、隔音等多方面的功能需求。

3 预制装配式建筑的优势

3.1 提高施工效率

(1)工厂环境为标准化、规模化的生产流程提供了有力保障。在工厂内,大量原本需要在施工现场完成的工作,如构件制作、部分装修工序等,都被前置到了工厂进行。工厂配备有先进的自动化生产设备,这些设备能够实现连续、高效作业,完全不受施工现场复杂多变的天气和场地条件的限制。以预制混凝土墙板的生产为例,自动化生产线可以在极短的时间内完成搅拌、浇筑、振捣、养护等一系列工序,其效率相较于现场手工支模浇筑有了数倍的提升。(2)预制装配式建筑的并行作业模式压缩了施工周期。在工厂内,各预制构件同步生产,然后根据施工进度有序地运输到现场进行组装。这种并行作业的方式,使得施工过程中的各个环节紧密衔接,减少了等待时间,有效缩短了整体施工周期。(3)预制装配式建筑在施工效率上的提升,为业主带来了显著的收益回报。据大量实际工程案例统计,相较于传统建筑方式,预制装配式建筑的施工周期能缩短30%-50%。这意味着建筑项目能够更快地投入使用,为业主带来更早的经济效益,尤其在商业项目中,这一优势尤为

明显^[2]。

3.2 保证工程质量

工厂内生产预制构件为实现高质量控制提供了理想条件。工厂能营造稳定、可控的生产环境,对温度、湿度、光照等影响构件质量的环境因素进行精准调节。在混凝土预制构件生产过程中,通过温控系统确保养护温度恒定,促进混凝土强度均匀增长,避免因现场温度波动导致的强度差异。先进的生产工艺与高精度设备的运用,使得构件尺寸精度极高。自动化钢筋加工设备能精确控制钢筋的弯折角度、长度,确保钢筋骨架的制作精度。高精度模具配合精密加工工艺,可将预制构件尺寸偏差控制在毫米级,远超现场施工精度水平。工厂内批量生产模式下,质量检测流程能够更为规范、严格地执行。从原材料进场检验,到生产过程中的工序抽检,再到成品质量全检,每个环节都有完善的质量把控体系。相比现场施工受人员技能水平差异、施工环境干扰等因素影响,预制构件质量稳定性显著提升,有效减少了现场施工中因质量缺陷引发的返工、维修等问题,为建筑整体质量奠定坚实基础^[3]。

3.3 环保节能

(1)从环保角度来看,预制装配式建筑的工厂化生产模式减少了建筑垃圾的产生。传统现场施工中,因模板拆除、材料切割及施工失误等原因会产生大量废弃材料,而预制装配式建筑则通过精确的工厂生产,大幅降低了这一比例。据统计,这种建筑方式可减少建筑垃圾排放约70%至80%,施工现场的噪音污染也得到了控制,工厂内的生产设备可采取有效的隔音、减震措施,避免对周边环境造成干扰。(2)在节能方面,预制装配式建筑同样表现出色。它大量采用节能型建筑材料,如新型保温隔热墙体材料、高效节能门窗等,这些材料具有优异的热工性能,能有效降低建筑围护结构的热传导,减少建筑的供暖与制冷能耗。(3)预制构件的精细化生产与精准安装,提升了建筑的气密性与水密性,增强了建筑的保温隔热效果,使得建筑的节能性能更加突出。以实际住宅为例,采用预制装配式技术的住宅与传统建筑相比,能耗可降低20%至30%,这实现了建筑的功能性,还有效减少了能源消耗与碳排放,为建筑行业的绿色可持续发展注入了新的活力。

4 预制装配式建筑的发展趋势

4.1 技术创新

在建筑材料领域,新型高性能材料的研发与应用正成为提升建筑性能的关键。如高强度、低密度的纤维增强复合材料,其具备出色的抗拉强度与耐腐蚀性,应用

于预制构件中,在减轻构件自重的同时,大幅提升建筑结构的承载能力与耐久性,为大跨度、超高层等复杂建筑结构的实现提供可能。新型保温隔热材料的问世,如真空绝热板、气凝胶材料等,凭借其卓越的隔热性能,降低建筑能耗,提升建筑的保温节能效果。在结构体系方面,创新型装配式结构不断涌现。如采用预制预应力混凝土框架结构,通过施加预应力,有效提高结构的抗裂性能与抗震性能,使建筑在应对自然灾害时更加安全可靠,智能化生产与管理技术正逐步渗透到预制装配式建筑全流程。在生产环节,借助人工智能、大数据与物联网技术,实现自动化生产线的智能控制。传感器实时采集生产过程中的各项数据,如原材料参数、设备运行状态、构件质量指标等,通过数据分析与智能算法,自动调整生产工艺参数,优化生产流程,提高生产效率,还能确保产品质量的稳定性。在项目管理方面,利用建筑信息模型(BIM)技术构建三维数字化模型,实现设计、生产、施工与运维的一体化协同管理,有效提升管理水平,减少沟通成本与错误率^[4]。

4.2 标准化与通用化

(1) 统一的设计标准是实现这一目标的基础。这包括建筑模数的协调、构件尺寸规格的统一以及连接节点形式的标准化。制定科学合理的建筑模数体系,确保不同项目、不同构件在尺寸上相互匹配,为构件的标准化生产与通用化应用奠定坚实基础。如明确预制墙板、楼板等主要构件的标准尺寸系列,设计时优先采用这些标准尺寸,减少非标构件的使用,降低设计与制造成本。

(2) 在生产工艺方面,需建立标准化的生产流程与操作规范。从原材料加工、构件成型到养护等各个环节,都要进行严格把控。标准化生产能提高生产设备的通用性和利用率,还能使工人更快掌握操作技能,减少质量波动,提升生产效率和产品质量。(3) 制定统一的验收规范至关重要。这包括明确构件的质量检验标准和方法,从原材料进场检验、过程质量抽检到成品验收,实施全过程质量管控。构件的标准化生产与通用化应用,使得不同项目间的构件可以互换和共享,降低模具开发成本和库存积压,提高资源利用效率,降低生产成本,推动预制装配式建筑产业的规模化发展。

4.3 与其他技术的融合

预制装配式建筑正积极与绿色建筑技术、智能建筑技术等先进技术深度融合,开拓全新的发展空间。在绿色建筑技术融合方面,太阳能光伏系统的引入成为建筑节能减排的重要举措。在预制装配式建筑的屋面、外墙等部位集成太阳能光伏板,将太阳能转化为电能,为建筑提供部分乃至全部电力需求,减少对传统能源的依赖。地源热泵系统通过地下土壤的恒温特性,实现高效的供热与制冷,相比传统空调系统,大幅降低建筑能耗。雨水收集与利用系统则收集屋面、地面雨水,经处理后用于建筑景观灌溉、冲厕等非饮用用途,提高水资源利用率。在智能建筑技术融合方面,物联网技术让建筑中的各类设备实现互联互通。通过在预制构件、建筑设备中嵌入传感器,实时采集建筑的温度、湿度、能耗、设备运行状态等数据,并上传至管理平台。利用大数据分析技术对这些数据进行深度挖掘与分析,实现建筑能源管理的优化、设备故障的提前预警与智能运维。根据室内外环境参数自动调节空调、通风设备的运行状态,实现节能舒适的室内环境控制;通过分析电梯运行数据,提前预测故障,安排维护保养,提高设备运行安全性与可靠性。

结束语

预制装配式建筑以其独特的优势和创新发展理念,正逐步改变着传统建筑行业的面貌。通过技术创新、标准化与通用化以及与其他先进技术的深度融合,预制装配式建筑不仅提升了建筑质量和施工效率,还实现了环保节能和智能化管理。展望未来,预制装配式建筑将继续发挥其独特优势,推动建筑行业向更加绿色、智能、高效的方向发展,为构建美好宜居环境贡献更多力量。

参考文献

- [1]张磊.住宅建筑施工中预制装配式技术的应用[J].中国建筑装饰装修,2025(2):78-80.
- [2]曾鑫.预制装配式建筑施工技术研究[C]//新技术与新方法学术研讨会论文集.2024:1-3.
- [3]聂建省,千绍玉,聂雅飞.装配式建筑预制外墙防水密封新材料与施工技术创新[J].粘接,2024,51(5):37-40.
- [4]孔现新.预制装配式建筑施工技术的研究与运用[J].装饰装修天地,2019(4):288-289.