

装配式建筑施工技术在工程施工管理中的应用

赖群勇

赣州经济技术开发区住房和城乡建设局, 江西 赣州 341000

[摘要]装配式建筑是由建筑工业化演化而来。装配式建筑的生产、装配方式和施工建设过程改变着传统的建筑施工方式, 文章系统地研究装配式建筑施工技术在工程施工管理中的应用, 从施工准备管理任务执行、施工进度管控、施工质量管控、施工成本管理、施工安全管理五个要点来深入诠释装配式施工技术的施工管理要领的创新应用, 从研究得出装配式建筑的标准化设计方案、工厂化制造的生产方式、机械化施工过程方式等可在建筑项目施工中节省 30-50%工期、降低工人人工成本的 35%-40%、材料浪费降本达 60%、合格率可达到 99%、可提前一个月以上交工等优点。文章结合深圳某大型装配式住宅建设工程项目研究, 来验证装配式在工程施工中运用新技术协同应用的优势, 借助 BIM 技术、物联网技术以及项目方智能管理平台等辅助装配式施工作业的执行, 为进一步推进装配式建筑施工管理科学与精细化应用提供一定的理论基础与实践参考。

[关键词]装配式建筑; 施工技术; 工程管理; BIM 技术; 质量控制

DOI: 10.33142/ec.v9i8.20223

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Application of Prefabricated Construction Technology in Engineering Construction Management

LAI Qunyong

Ganzhou Economic and Technological Development Zone Housing and Urban Rural Development Bureau, Ganzhou, Jiangxi, 341000, China

Abstract: Prefabricated buildings have evolved from the industrialization of construction. Through the production, assembly methods, and construction processes of prefabricated buildings, traditional construction methods are being changed. This article systematically studies the application of prefabricated building construction technology in engineering construction management. It deeply interprets the innovative application of prefabricated construction technology in construction management from five key points: construction preparation management task execution, construction progress control, construction quality control, construction cost management, and construction safety management. The standardized design scheme, factory manufacturing production method, mechanized construction process method, etc. of prefabricated buildings can save 30-50% of the construction period, reduce labor costs by 35%-40%, reduce material waste by 60%, achieve a pass rate of 99%, and can be delivered more than a month in advance in construction projects. The article combines the research of a large-scale prefabricated residential construction project in Shenzhen to verify the advantages of collaborative application of new technologies in prefabricated construction. With the assistance of BIM technology, Internet of Things technology, and project intelligent management platform, the execution of prefabricated construction operations is carried out, providing a theoretical basis and practical reference for further promoting the scientific and refined application of prefabricated construction management.

Keywords: prefabricated building; construction technology; engineering management; BIM technology; quality control

引言

随着我国城镇化快速发展以及建筑产业不断成长, 传统的建筑模式已经拥有了资源需求大, 污染量大, 施工效率低等缺点, 在这样的背景之下装配式建筑作为新型建筑模式应运而生, 标准化设计, 工厂化生产, 装配化施工, 信息化管理等特点已经成为建筑的转型之路。

1 装配式建筑施工技术概述

1.1 装配式建筑的定义与分类

装配式建筑是指将建筑物部分或全部的构件在建筑制造厂房内制造好后, 运输至建筑施工现场, 然后通过可靠的拉结措施将构件进行连接建造而成的建筑。装配式建筑按照结构体系主要有: 装配式混凝土结构、装配式钢结

构、装配式木结构。其中装配式混凝土结构凭借着较好耐久性、防火性和费用经济性，成为了我国目前主要的装配式建筑种类。

1.2 装配式施工技术的核心特点

与传统现浇施工相比，装配式施工技术具有以下核心特点：

（1）标准化设计

装配式建筑模数化标准化设计，构件规格统一，工厂可以批量化生产；在设计阶段使用 BIM 技术做三维建模碰撞检查，提前检查设计冲突，减少现场变更。

（2）工厂化生产

构件在工厂有自动化的生产线，生产环境稳定，质量控制严格。工厂生产不受天气影响，可全天候作业，生产效率较现场施工高 2~3 倍。

（3）机械化施工

现场施工以吊装施工作业为主，使用塔吊、汽车吊等起重设备率高，作业人工减少，构件安装专用连接件和灌浆套筒，施工速度快，劳动强度低。

（4）信息化管理

利用 BIM 技术、RFID 技术、物联网技术对构件进行全生命周期的管理。从设计、生产、运输、安装各环节实时共享信息，管理透明高效。

1.3 装配式施工与传统施工对比分析

为直观体现装配式与其他建筑施工的差异，本文分别从施工周期、人工成本、材料浪费、质量合格率、环境污染五个指标展开对比分析。如图 1 所示。以传统建筑施工各项指标为参照（设定为 100），装配式建筑的施工周期仅为 60，意味着可缩短工期 40%；人工成本为 65，节约了 35%；材料浪费指标大幅压缩为 35，节约 65%；质量

合格率提升为 98，比传统施工的 85 高出 13 个百分点；环境污染指标仅 45，环保效益明显。

从图 1 的数据对比中我们可以非常清楚地看到装配式建筑在完成施工效率，节约资源以及环境保护三个方面所具有的巨大优势，其中施工周期降低是由工厂化生产和现场装配化施工两线作业同时进行的优势；人工成本下降是由于现场湿作业面减小同时机械化提升所带来的优势；材料浪费减小也是由于工厂化生产精准下料所产生的废料可回收利用的优势，这些优势使得装配式建筑在保障性住房、公共建筑、工业厂房等领域中都得到越来越广泛的拓展运用，是实现建筑业绿色发展转型升级的建设应用体系。

2 装配式建筑施工技术在工程管理中的应用

装配式建筑施工技术的采用，对工程的施工管理方面来说有新的要求，也是施工管理模式方面的一个改革。本节主要从施工管理中的准备工作、进度管控、质量管控、成本管控以及安全管理几个方面，对装配式施工技术采用下的工程管理策略进行分析。

如图 2 所示，装配式建筑施工管控按照设计阶段、生产阶段、运输阶段、安装阶段可划分为 4 个环节；环节与环节之间相互沟通，环环相扣，能够构造成业环节施工管控工作闭环。设计环节的工作包括：深化设计、BIM 建模、图纸会审、技术交底等；生产环节阶段的工作包括：模具准备、钢筋加工、混凝土浇筑、构件养护、质量检测、出厂验收等；运输环节的工作有：运输计划制定、运输沿线规划、构件装车、运输途中 GPS 跟踪、运输现场验收、运输现场分类堆放等；安装环节的工作包括：测量放线、定位复核、构件吊解、连接节点、质量验收、成品保护等工序。4 个环节环环相扣，要做到紧密勾连才能让装配式建筑在施工中平稳运行。

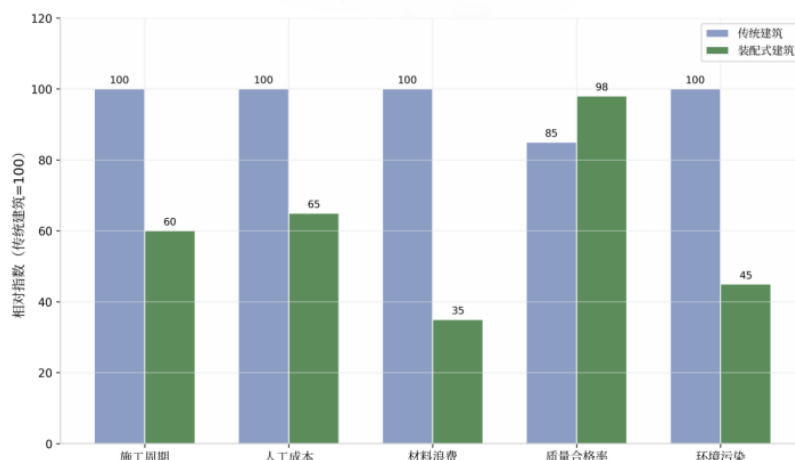


图 1 装配式建筑与传统建筑施工效益对比

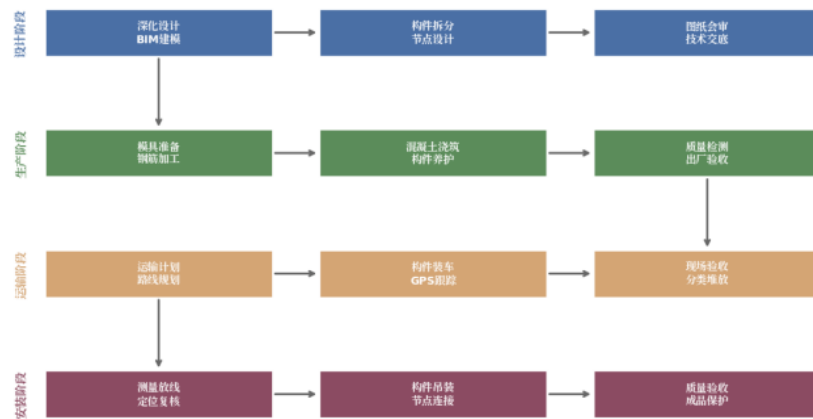


图2 装配式建筑施工管理全流程示意图

2.1 施工准备阶段管理

(1) 深化设计与图纸会审

装配式建筑的设计深化是装配式建筑施工准备工作的重要组成部分。设计单位对建筑进行装配式建筑设计的图纸深化工作,根据预制构件生产装配要求以及安装要求,对建筑、结构、机电等专业图纸将需要拼装的各个专业内容深化设计表达,表示清楚建筑专业图纸表达所需构件拆分的方案、各部件节点的连接方式、各预埋件布置要求等等。设计单位完成建筑深化设计表达后,建设单位应组织设计、施工、构件生产等单位开展图纸会审工作,着重审查装配式建筑具体涉及建筑构件拆分是否合理,构件节点连接是否可靠,各专业之间装配是否发生碰撞等一系列问题。

(2) 施工组织设计

装配式建筑的施工组织设计针对具体预制构件特点编制,编制专项施工方案,方案内容包括:构件吊装顺序,塔吊选型布置,临时支撑设计,节点连接工艺,灌浆施工方案等。预制构件的施工组织设计要进行专家论证,确保方案的科学可行性。

(3) 构件生产计划

施工单位要与构件生产厂家密切联系,根据施工进度计划制订构件生产计划,生产构件要考虑到构件生产周期,养护时间,运输时间等等,确保构件按时到场。同时建立构件的质量追溯体系,一板砖要有一个不重复的标识码,标识码上要记录生产日期、检验情况、使用部位等等。

2.2 进度管理

装配式建筑的进度管理更是特殊,涉及构件生产进度、运输进度、吊装进度等多个环节,进度一旦延误,影响范围很大。

(1) 进度计划编制

使用网络计划技术编制施工进度计划,确定进度计划中的关键线路、关键工作。进度编制应该精细化到每层、每个构件的吊装使用的时间,合理安排吊装次序,避免塔吊空转及塔吊逗留时间过长。并且要完成进度预警值设置,实际进度与计划进度偏差超过原计划 5%时,实施纠偏。

(2) 构件供应协调

建立“构件厂-项目部-施工队”的三方平台,实时共享,实时更新生产进度、共享现场需求数据,构件厂实时更新给现场供构件信息,构件运输采用“夜间运输+现场分区堆物”模式,按吊装顺序堆物,降低二次搬运成本。建立构件场缓冲库存,储存可满足 3~5 天周期的构件用量,应对异常生产延误情况。

(3) 施工组织优化

装配式施工以吊装为主序,要合理配备塔吊等起重设备,覆盖半径要满足吊装要求,并在吊装前进行吊点验算和模拟吊装,增加单次吊装有效性。穿插作业方面,构件吊装就位后要及时进入水电预埋、模板支护等作业,压缩工序间隔时间,通过流水施工程序间协同管理将层间施工周期由传统工艺形式的 7 天减少到 5 天。

2.3 质量控制

质量控制是装配式施工管理的核心内容,涉及构件生产、运输、吊装、连接等诸多方面,通过研究发现,装配式建筑的工程质量合格率可通过全过程质量控制达到 99%以上。图 3 为某装配式住宅项目 1~12 月施工过程中质量合格率统计,构件质量合格率逐渐由 92%升高到 99.8%,连接节点合格率由 88%升高到 99.2%,质量合格率由 90%升高到 99.5%,可见装配式建筑的施工质量会随着施工经验的积累、工艺的成熟而平稳提升。

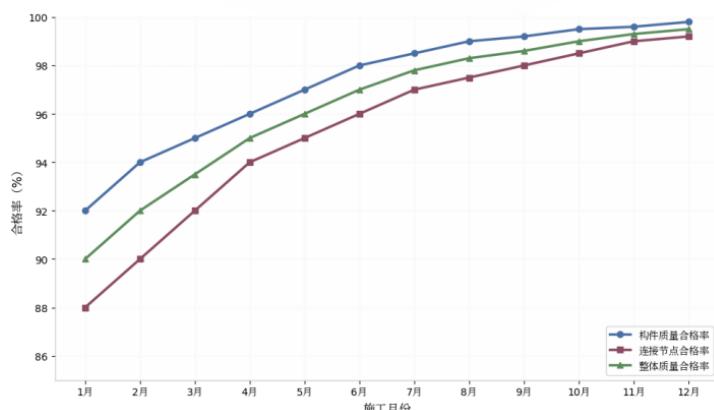


图3 装配式建筑施工质量合格率月度变化趋势

从图3来看三个质量指标演变规律：第一，构件质量合格率一直维持在较高的水平，工厂的构件生产工艺水平也同时保证了构件质量的合格率；第二，连接节点合格率涨幅最大，从88%增长到99.2%，连接节点质量的提高，也代表了现场施工工艺日趋成熟，工人的操作技术提升；第三，总体质量合格率稳步提高，说明全过程质量控制的运行体系稳定。数据为装配式建筑质量管理提供数据支撑。

(1) 构件生产质量控制

建立“原材料-生产-出厂”全覆盖追溯体系。原材料采取“进场双检”的方式，查验合格厂家证明及第三方检测报告；生产采用自动化生产线的方式，关键工序使用激光校准器，构件尺寸误差不超过 $\pm 2\text{mm}$ ；出厂端进行强度试验测试、外观检验，不合格率严格报废或返工；每块构件张贴包含有生产信息、质量参数的二维码，现场扫码可追溯到任何一块构件的全过程数据。

(2) 连接节点质量控制

连接节点是装配式结构的关键部位，其质量直接决定结构的安全。竖向构件连接采用套筒灌浆工艺，灌浆前对坐浆饱满度进行检查，允许偏差 $\leq 1\text{mm}$ ，灌浆过程采用压力注浆，压力控制在 $0.2\sim 0.4\text{MPa}$ ，留存影像。水平构件连接采用叠合层现浇，安装时设置标高控制线、临时支撑，控制接缝高差 $\leq 3\text{mm}$ 。对典型节点进行足尺试验，检验承载力、变形、防水性能。

(3) 施工过程动态监测

应用BIM+物联网，在预制构件关键部位植入传感器，实时监控温控、应变等变化情况，每周开展质量检查，抽检节点密封胶做法、防水构造等分项隐蔽工程的质量，建立质量问题库，对常见质量问题形成统计分析，不断改进施工工艺。

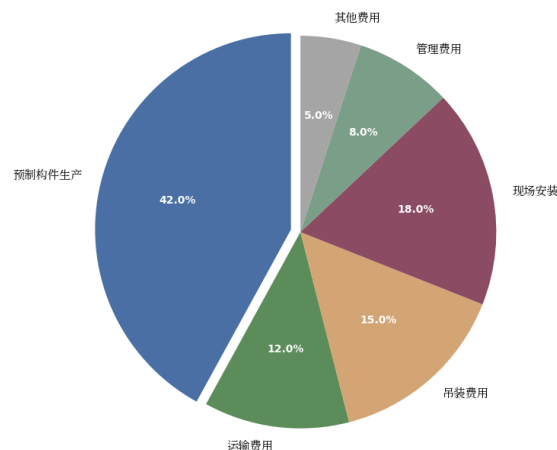


图4 装配式建筑施工成本构成分析

2.4 成本管理

装配式建筑的成本组成与传统建筑相比，其中预制构件生产费用占比大，现场人工费用、措施费用降低，科学的成本管理是实现装配式建筑工程经济效益的关键。

如图4所示，装配式建筑施工成本构成中，预制构件生产费用占比42%，是影响装配式建筑总成本的最主要因素。运输费用占12%，吊装费用占15%，现场安装费用占18%，管理费用占8%，其他费用占5%。这一成本构成说明控制预制构件的采购成本是成本控制的核心。同时运输和吊装费用共计占比27%，说明优化物流组织和吊装方案也有较大的降本空间。

从图4得到的成本构成可以看到，对装配式建筑的成本控制应着力于以下各项：排在第一位的预制构件生产费用，占比42%，这也是应当着力于控制成本的方面。要想降低单位构件成本，则可以从构件拆分方案优化、模具的周转率优化等多方面入手；排在第二位的运输费用，占比12%，应该对运输路线进行优化、对运输车辆的装载方案进行规划，提高运输效率；排在第三位的吊装费用，占比15%，应该合理配置起重设备，提高吊装效率，降低机械台班费用。与传统建筑施工相比，装配式建筑可以直接降低人工成本35%~40%，但是构件采购成本较高，综合成本基本平衡，后期是装配式建筑产业规模的扩张以及装配式技术不断优化，其成本优势才会越来越明显。

(1) 成本构成分析

从图4可以看出：预制构件生产费占施工总成本42%左右，是成本控制的重点；运输费占12%，吊装费占15%和现场安装费占18%、管理费占8%、其他费占5%。与传统施工相比，装配式建筑的直接人工费用可降低35%~40%，构件的采购成本较高，综合成本基本持平或降低。

(2) 成本控制措施

通过设计阶段对构件拆分方案进行设计,减少模具数量,提高模具周转率,降低构件生产成本;施工阶段中的吊装方案的优化,塔吊利用率的提高,机械台班费用的降低;材料的加强管理,减少构件破损和二次搬运,降低材料损耗;利用 BIM 技术碰撞检测,减少变更、返工的综合管理,从而降低管理成本等手段进行综合成本控制。

2.5 安全管理

装配式建筑的吊装作业多、高空作业多,对于安全管理尤为重要,应建立完善的安全管理体系,加强吊装作业、临时支撑、临边防护等过程中的安全管控。

(1) 吊装作业安全

吊装作业前编制专项安全方案、吊具验算和吊装模拟,吊装范围内设置警戒线和警告牌,非工作人员不得进入吊装区域;吊装作业中信号工、起重工、安装工协同配合,严格“十不吊”,遇大风大雨等不良天气,暂停吊装作业。

(2) 临时支撑安全

预制构件在安装后,在形成整体结构之前,应设置临时支撑,临时支撑设计应经计算满足承载力与稳定性要求,支撑拆除应在叠合层混凝土强度达到设计强度的 75%后进行,拆除顺序为“先支后拆、后支先拆”。

(3) 信息化安全管理

应用物联网技术在施工现场安装视频监控、人员定位、塔吊监测等一系列设备,实时监测各项安全风险,及时预警,建立安全隐患排查治理系统,发现问题及时整改闭环,开展安全教育培训,提高作业人员安全意识和操作能力。

3 工程案例分析

3.1 项目概况

深圳市长圳公共住房项目(一期)位于深圳市光明区,该项目是单体最大的装配式公共住房项目,总建筑面积约 40 万 m^2 ,建筑结构为装配式混凝土剪力墙结构,共 12 栋 33 层住宅,5760 户。预制率超过 50%,采用装配式结构,外墙板、叠合板、楼梯、阳台等构件在工厂预制。项目于 2020 年 3 月开工,工期 28 个月。

3.2 施工管理措施

(1) BIM 技术应用

项目全过程应用 BIM 技术,建立包含建筑/结构/机电专业三维信息模型;在设计阶段碰撞检测发现设计碰撞问题 300 多处,并全部予以解决;在施工阶段进行 4D 施工模拟,优化施工组织及进度计划;通过 BIM 模型与构件生产系统数据对接,实现构件信息自动提取、生产指令自动生成。

(2) 智能化管理平台

最后,项目搭建基于云的施工智能管理系统。结合进度管理系统、质量管理系统、安全管理系统、成本管理系统等系统,运用 RFID 技术及二维码,能对构件进行追溯,对项目安全、质量等问题可实现随时随地实时查看及管理,实现办公移动化,以此构建智慧工地。

(3) 构件供应链管理

项目与 3 家构件生产厂进行了战略合作,通过信息化手段共享生产进度,构筑了构件运输 GPS 跟踪系统,设置了构件运输最优路径和装卸运方案,对构件进行了库存细化设置,设置了安全库存,不存在缺件停工的情况,构件到场及时率 98%,因供应延误造成的停工累计仅 4h。

3.3 实施效果分析

如图 5 所示,通过雷达图可以直观地看到传统施工管理和装配式施工管理在管理雷达图的六个管理要素上的差异,装配式施工管理在进度管理(90)、质量控制(95)、成本管理(85)、安全管理(88)、信息化管理(92)、协同管理(90)六个维度都显著高出传统施工管理(70、75、65、80、50、60),其中信息化管理和协同管理提高最为显著,分别为 42 分和 30 分,充分说明了装配式建筑和信息化技术有效结合的优势。

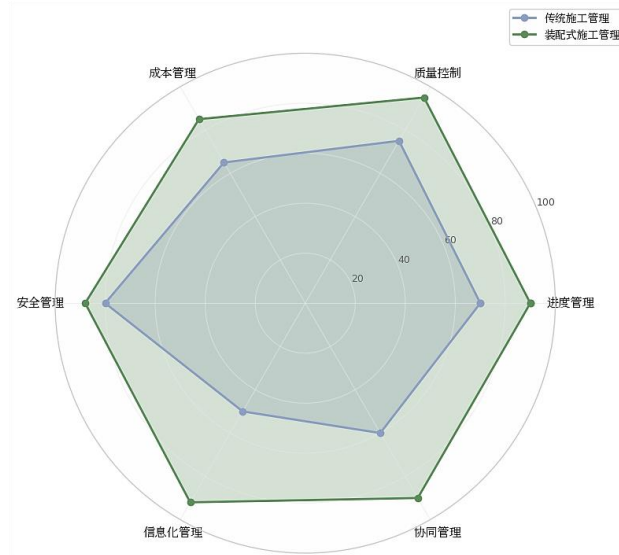


图 5 施工管理关键要素对比分析

图 5 的雷达图清晰地展示了装配式施工管理相对于传统施工管理的全面优势。在进度管理方面,装配式施工通过流水作业和并行施工,将每层施工周期从 7 天缩短至 5 天;在质量控制方面,工厂化生产和全过程追溯体系使质量合格率达到 99%以上;在成本管理方面,虽然构件采购成本较高,但人工成本的降低和工期的缩短使综合成

本基本持平；在安全管理方面，标准化作业和信息化监控使安全事故率大幅降低；在信息化管理方面，BIM 技术和物联网技术的应用实现了施工全过程的数字化管理；在协同管理方面，设计、生产、施工各方的信息共享和协同作业显著提升了管理效率。这些数据充分验证了装配式施工技术在工程管理中的优越性。

项目实施效果的具体数据如下：

（1）进度效果：施工采用流水施工，同时采用协同管理，工期 25 个月（实际），对比计划提前 3 个月；每层施工工期由传统工艺的 7 天降为 5 天，施工效率提升约 30%。

（2）质量效果：累计验收项目预制构件 1.2 万块，合格率 99.8%，主体结构验收竖向构件垂直度偏差 $\leq 8\text{mm}$ （规范限值 15mm），接缝防水合格率 100%，不出现渗漏。竣工质量评分 92 分，远超同类项目平均水平。

（3）成本效果：质量管控措施减少返工成本约 80 万元，预制构件采购成本较高，但降低人工成本约 35%，综合成本基本持平。工期缩短 3 个月，节约管理费用和资金成本约 500 万元。

（4）安全效果：项目施工期间无重伤及以上安全事故发生，轻伤事故率低于行业平均值 50%，安全隐患整改及时率 100%，安全管理达到预期效果。

4 结语

本文针对装配式建筑施工技术在工程施工管理中的应用情况进行了较为系统的探究，得到如下研究成果：

（1）装配式建筑标准化设计、工厂化生产、机械化施工和信息化管理可大量缩短施工周期 30%~50%，减少人工费用 35%~40%，降低材料消耗 60%以上，提高了工

程质量合格率（99%以上），具有良好的经济效益和社会效益。装配式建筑从施工周期、人工费用、材料浪费、质量合格率和环境污染五个方面的指标均大幅度优于传统建筑施工。

（2）装配式建筑的施工管理需要进行施工准备管理、施工进度管理、施工质量控制、施工成本管理、施工安全管理等方面的优化升级。其施工管理采用装配式结构建造方式，涵盖设计、生产、运输、安装 4 个阶段的全过程管理，运用 BIM 技术、物联网技术、智能管理平台等可对施工管理进行科学化精细化优化。其质量全过程管理通过施工质量管理，工程质量合格率可从 90%逐步提高至 99.5%以上。

（3）深圳长圳公共住房项目的实践已经证明，通过科学施工管理，通过信息化的手段，装配式建筑是可以完成“高效建造、优质交付”的。装配式施工管理在进度、质量、成本、安全、信息化、协同六个维度综合来看都比传统施工管理优异，为保障性住房建设树立了典范。

[参考文献]

- [1]侯媛媛,侯燕梅,王飞,等.探讨装配式建筑工程施工的质量控制与进度控制[J].工程质量与管理,2026(2):41-45.
- [2]郭靖.基于智能建造技术的装配式建筑施工管理研究[J].工程施工与管理,2024(2):62-66.
- [3]边小玲.装配式建筑施工技术在建筑工程中的应用研究[J].工程施工新技术,2025(5):16-20.
- [4]刘瑜,魏谱昕,李艳秋,等.基于智能建造技术的装配式建筑施工管理研究[J].工程施工与管理,2025(1):45-50.

作者简介：赖群勇（1986—），男，汉族，江西赣州人，本科学历，研究方向为建筑工程管理。