

装配式建筑施工进度的控制研究

胡绮文

(中山市房屋管理事务中心, 广东 中山 528400)

摘要 本文深入探究装配式建筑施工进度控制问题。装配式建筑施工进度受预制构件生产、运输、现场装配等多环节影响, 如生产中模具设计、原材料供应及工艺设备, 运输中的距离、交通状况与运输工具选择, 现场装配中工人技能、施工工具及管理质量等。此外, 天气、设计变更等外部因素也不可忽视。为此, 本文提出控制策略与措施, 包括各阶段的进度控制方法及综合进度控制措施。同时给出优化建议, 如加强信息化管理、建立协同工作机制、提高预制构件质量与加强风险管理, 以期为确保项目按时完成提供借鉴。

关键词 装配式建筑; 施工进度控制; 预制构件

中图分类号: TU767

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0109-03

装配式建筑作为一种创新型建筑模式, 不仅能够提升建筑的整体质量, 缩短建设周期, 还能有效减少环境污染。因此, 装配式建筑在建筑行业中的应用日益广泛。在装配式建筑的建设过程中, 施工进度通常受到多种复杂因素的制约。例如, 预制构件生产中的模具数量、制造技术、工人技能水平, 以及运输过程中的距离、工具、路线选择等。此外, 现场组装时的施工流程、起重设备和工人之间的配合也会对进度产生影响。因此, 如何有效管理装配式建筑项目的施工进度, 已经成为建筑行业亟须解决的关键问题之一。

1 装配式建筑施工进度的影响因素分析

1.1 预制构件生产环节的影响因素

以中山市消防救援综合训练基地项目 2# 消防训练辅助用房的装配式构件为例, 如果模具设计存在偏差, 可能导致构件脱模困难, 进而显著降低生产效率。脱模时间增加将直接影响预制构件生产的整体进度。另一个关键因素是原材料的持续供应, 尤其是混凝土等建筑材料的供给是否稳定。一旦材料供应中断, 生产流程将不可避免地停滞, 进而影响项目的整体施工进度。

此外, 生产工艺和设备的先进性也是决定生产效率的重要因素。引入自动化生产线可以大幅提高产出效率。与传统的每日生产 50 件构件的方式相比, 自动化生产可以将产量提升至每日 65 件或更多, 从而显著加快施工进度。

1.2 运输环节的影响因素

通常情况下, 每增加 100 公里的运输距离, 运输时间可能会延长 2 至 3 小时。例如, 在从生产工厂到中山市消防救援综合实训基地的项目中, 随着运输距离的增加, 运输时间也随之增加, 这将进一步延缓项

目的施工进度。交通状况同样对运输时间至关重要, 交通拥堵和道路施工等因素可能显著延长运输时间, 从而导致预制构件无法按时抵达施工现场。

此外, 选择合适的运输车辆和设备也非常重要。合适的运输工具不仅可以确保预制构件在运输过程中的安全, 还能够大幅提高装卸效率。如果使用专门的运输车辆, 装卸时间将大幅减少, 从而避免由于装卸错误导致的施工进度延误风险^[1]。

1.3 现场装配环节的影响因素

施工人员的技能水平直接影响装配工作的速度和质量。在某些工程项目中, 经验丰富的工人每天可以完成 10 个预制构件的组装, 而技术不熟练的工人每天可能只能完成 6 个。此外, 不熟练的工人更容易出错, 且修正错误的整改耗时往往比正常施工耗时还长, 从而大大拖延施工进度。

使用高质量的施工工具和设备对装配效率也有显著影响。例如, 使用先进的吊装设备可以有效减少作业时间, 显著提高组装效率。在实际施工现场, 管理质量同样不可忽视。高效的管理策略能够确保施工按计划进行, 减少工人因核对图纸构件编号、明确安装顺序、寻找工具和物料而浪费的时间。如果由于管理混乱, 无法完成每天倒排的工程量, 将对整体施工进度产生不利影响。

1.4 其他影响因素

装配式建筑的施工进度不仅受到生产、运输和装配环节的影响, 还受一些外部因素的干扰。天气状况就是一个典型的影响因素, 如暴雨、强风等恶劣天气可能影响原材料供应链, 导致预制构件生产厂停工, 进而影响构件的运输和现场施工。例如, 在某工程项目中, 连续七天的暴雨导致装配式构件无法按时送达、

工地现场停工三天，对项目进展产生了明显的冲击。

此外，设计变更对施工进度也有重要影响。尤其是施工过程中出现的大型设计更改，可能需要重新生产预制构件或调整施工计划，这类变更产生的方案比选、造价审核、图审等流程，必然将导致施工延迟，可能使整个项目进度延后几周，甚至更长时间。

2 装配式建筑施工进度控制的策略和措施

2.1 预制构件生产阶段的进度控制

在预制部件的生产过程中，通过优化模具设计，采用标准化和模块化的方法，可以提高模具的通用性和重复使用率。以某项目为例，设定了一个通用模具框架，通过调整部分模块以满足不同尺寸的需求。假设定制化模具的总成本为10万元，而通用模具的成本则为80万元。这样一来，制作时间从十五天减少到十天，显著降低了成本并提高了生产效率。

在选择原材料时，确保其稳定持续的供应至关重要。需要与供应商签署明确的合同，以保障供应的时效性和质量^[2]。此外，构建一个库存管理系统也是必不可少的。以混凝土为例，如果项目每日需储备100 m³的混凝土，按照三天的储备计算，则需备齐300 m³。努力改进生产流程，融合自动化等先进技术，例如自动化混凝土混合系统，以确保准确控制混合比例和时间。人工搅拌混凝土的强度误差为±5 MPa，而自动化搅拌的误差则降低至±2 MPa，显著提升了混凝土质量，次品率也从10%降至5%。制定合理的生产方案，并通过以下公式计算每周需产出的预制部件数量：

$$n = \frac{N}{T \times m}$$

其中，n表示每周需生产预制构件数量；N表示项目需生产预制构件总数；T表示项目总月数；m表示每月周数。

如项目3个月内需生产1 000个预制构件，每月按4周计算，每周需生产1 000 ÷ (3 × 4) ≈ 83.3个，取80~100个，并根据实际情况动态调整。

2.2 运输阶段的进度控制

路线应根据预制构件生产地点和施工现场的实际位置进行规划，并利用交通地图软件选择最优路线。假设工厂与施工现场之间的距离为L公里，不同路段的平均行驶速度分别为V1和V2（其中V2大于V1），运输时间t=L/v，选择V2对应的路线可以减少运输时间，因此这是一种有效的方法。

此外，应强化运输车辆的管理，选择适当的运输工具和设备。例如，若需运输500个预制构件（尺寸为3×2×0.2 m），每个构件体积为1.2 m³，总重量为5吨。选择载重10吨、车厢尺寸为6×3×2 m的运输车辆，车厢体积为36 m³，每车可容纳36 ÷ 1.2 ≈ 30个构件。

若要运输500个构件，则需要约500 ÷ 30 = 16.7次运输，四舍五入为17次。通过合理安排车辆调度，可以有效减少运输时间和成本^[3]。

同时，应采取适当的防护措施，使用专业的包装材料和固定装置，确保预制构件在运输过程中的安全。

2.3 现场装配阶段的进度控制

按某些工程项目经验，为了提高施工人员的专业能力，建议在施工开始前安排为期一周的专业培训，内容包括但不限于图纸交底、预制件的安装技巧和安全教育。经过培训的作业人员装配时间普遍从1.5小时缩短至1.2小时。由此计算，效率提高了(1.5-1.2) ÷ 1.5 × 100% = 20%。

为了改进施工设备和工具，选择最先进的吊装设备进行优化。以传统吊装设备为例，每次吊装需要1小时，而现今某些智能设备仅需0.8小时。因此，每次吊装的时间减少了(1-0.8) ÷ 1 × 100% = 20%。

在现场管理方面，需要强化管理制度，明确责任和操作流程，采用连续操作模式。将建设任务细化为多个独立的工序，由专业小组来执行。假设某个项目共有1 000个工作单位，若不采用流水作业，每天只能完成50个单位；而采用流水线作业后，每天可以完成80个单位，施工效率提高了(80-50) ÷ 50 × 100% = 60%。此外，项目还加强了安全管理机制，确保安全事故不会影响施工进度。

2.4 综合进度控制措施

全面整合进度控制是确保施工进度稳定的关键。为此，各项目普遍构建了一个全面的进度监控系统，并拟定了详尽的建设进度计划。项目的总工期定为每T天，并按周细分，以便于跟踪每周的进度。每周召开一次监理例会，总结当前工作，计划下周的任务，并每日实施现场评估^[4]。

假设某周内，预定完成的工作量为W1，实际完成的工作量为W2，进度偏差为(W2-W1)/W1 × 100%，根据偏差及时调整。加强沟通协调，建立有效的沟通协调机制，包括建设单位、设计单位、监理单位、预制构件生产厂和施工单位等，定期召开协调会议解决问题。设某问题影响进度天数为D1，通过协调会议解决后可减少影响天数为D2，协调效率=D2/D1 × 100%。制定应急预案，针对恶劣天气、交通拥堵、设备故障等情况，如针对暴雨天气，设暴雨持续时间为t小时，正常施工速度为v，制定临时防雨和排水措施后施工速度为v'，通过计算(v-v') × t可得到因暴雨天气对进度的影响量，确保施工进度不受太大影响。例如，正常施工速度为每天完成10个构件安装(v=10)，暴雨天未采取措施时施工速度降为每天3个构件安装(v'=3)，

暴雨持续 2 天 ($t=2$), 则进度影响量为 $(10-3) \times 2=14$ 个构件安装量, 通过制定有效的应急预案可减少这种影响, 保障项目顺利推进。

3 优化装配式建筑施工进度控制的建议

3.1 加强信息化管理

建立施工进度管理平台, 确保预制部件在生产、运输和装配等各环节的实时监测和管理。通过应用 BIM 技术, 能够在建设前模拟施工过程, 优化施工步骤和资源配置。以装配式建筑项目为例, BIM 模型的模拟分析揭示了原定施工顺序可能导致某些区域的拥堵问题。通过调整施工顺序, 成功避免了延误, 提升了整体施工效率。同时, 通过在预制部件上安装传感器, 利用物联网技术获取部件位置与状态数据, 进一步提高了管理效率, 确保部件按时、按质送达现场。

3.2 建立协同工作机制

明确各参与方的职责和权益是关键。建设单位负责总体协调, 设计单位需提供高标准设计方案, 预制构件生产工厂确保按时生产合格构件, 施工单位则负责现场组装, 监理单位监管现场施工质量安全问题。通过合同, 各方执行职责, 推动项目实施。团队明确责任后, 沟通更加顺畅, 施工得以持续推进。建议每周召开一次监理例会, 各参建单位汇报工作、分享经验, 共同探讨施工中的挑战, 以确保工作进度稳步向前。此外, 建立奖励机制, 对按时完成任务的参与者给予表彰, 未能按时完成任务则进行相应处罚, 以增强各方的主动性和责任感。

3.3 提高预制构件质量

加大对原材料的质量监管, 严格选择供应商并对原材料进行全面检查。以混凝土为例, 对水泥、砂石等关键指标进行检测, 确保符合国家标准。通过优化制造流程、采用先进混凝土混合技术和维护技术, 增强部件强度与质量。引入蒸汽养护技术, 可在短时间内达到设计标准, 从而缩短生产周期。实施严格的质量检查, 全面评估预制部件的外观、尺寸和强度, 确保每次样品抽查中强度测试的不合格率不超过 5%。确保出厂构件质量合格, 避免因构件质量问题导致的返工和延误^[5]。表 1 列出了某次抽查不同原材料(如水泥、砂石)的质量检测标准及合格率。

表 1 原材料质量检测标准

原材料	质量检测标准	合格率 (%)	不合格原因
水泥	强度 ≥ 32.5 MPa	95	强度不足
砂石	颗粒级配标准	90	颗粒过大
钢筋	屈服强度 ≥ 400 MPa	98	镀锌不足

从表 2 可以看出, 原材料中钢筋的合格率最高, 砂石的合格率最低, 主要不合格原因分别为镀锌不足和颗粒过大, 表明砂石的质量控制需进一步加强。

3.4 加强风险管理

识别并评估施工过程中的各种风险, 包括技术风险、管理风险和市场风险。例如, 钢材价格的意外上涨可能显著影响施工进度。针对识别出的风险, 制定了相应的应对方案, 包括技术风险的专业培训、完善的管理制度, 以及与供应商签署长期合同以降低市场风险。建立专门的风险监测体系, 定期进行风险评估, 根据潜在情况调整应对策略。通过每季度评估潜在风险, 并及时调整应对措施, 确保建设进度不会因风险而受到影响。

装配式建筑施工进度的控制是一个复杂的系统工程, 需要从预制构件生产、运输、现场装配等多个环节进行全面控制。通过分析影响施工进度的因素, 提出了相应的控制策略和措施, 并给出了优化施工进度控制的建议。加强信息化管理、建立协同工作机制、提高预制构件质量和加强风险管理等措施, 可以有效提高装配式建筑施工进度的可控性, 确保项目按时完成。在实际应用中, 应根据项目的具体情况, 灵活运用这些措施, 不断探索和创新, 提高装配式建筑施工进度控制的水平。

4 结束语

装配式建筑施工进度的控制是一项复杂而关键的任务。通过对预制构件生产、运输、现场装配等环节的深入分析, 以及对外部影响因素的考量, 明确了有效的控制策略和优化建议。加强信息化管理、建立协同工作机制、提高预制构件质量和加强风险管理等措施的综合运用, 将极大地提高装配式建筑施工进度的可控性。这不仅有助于确保项目按时完成, 还能提升建筑行业的整体效率和质量, 为装配式建筑的可持续发展奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1] 王牡丹. 装配式建筑施工进度控制的要点探讨 [J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2019(11):164.
- [2] 董晓文, 周东明. 装配式建筑施工进度管理及优化研究 [J]. 低温建筑技术, 2024, 46(07):93-96.
- [3] 张国玲. 装配式建筑施工现场综合部署与进度控制 [J]. 陶瓷, 2022(02):143-145.
- [4] 陈墨. 基于 BIM 技术的装配式建筑施工进度控制方法 [J]. 黑龙江工业学院学报: 综合版, 2020, 20(06):71-75.
- [5] 刘英君. 基于 BIM 技术的装配式建设工程施工进度控制方法 [J]. 工程技术研究, 2024, 09(12):121-123.