

模块化施工模式下现场与工厂进度协同管理机制研究

王炯凯

上海森松制药设备工程有限公司 上海 201323

【摘要】：模块化施工凭借工厂预制、现场拼装的核心优势，成为工程建设提质增效的关键模式，现场安装与工厂预制的进度协同，是发挥其模式价值的核心前提。当前工程实践中，二者常因信息脱节、工序衔接不畅、资源调配失衡出现进度偏差，制约施工效率提升。本文立足模块化施工特性，结合上海森松制药设备工程有限公司的项目实践经验，探究现场与工厂进度协同管理机制，构建适配的管控体系，以期保障工程整体进度，推动模块化施工高质量应用。

【关键词】：模块化施工；现场进度；工厂进度；协同管理

DOI:10.12417/2811-0528.26.05.083

施工现场由于动态特性，以及大量资源和供应组件的同时参与，工作环境非常复杂，极易导致安全事故。为提升施工现场的安全水平，开展模块化施工模式下现场与工厂进度协同管理机制研究极为重要。

1 模块化施工模式的特性

模块化施工的核心特性体现在生产施工的拆分与重组，兼具工厂预制标准化、现场装配高效化的双重优势，其最显著特征是结合项目类型差异，将工程主体构件与核心功能模块拆分至工厂完成标准化预制，经精准加工、多轮质量核验后运输至现场进行组装拼接，实现工厂生产与现场施工的并行开展。以上海森松制药设备工程有限公司的某生物制药车间项目为例，该项目将发酵罐模块、纯化水系统模块、配液模块等核心设备组件拆分至工厂预制，工厂按照制药行业 GMP 标准完成模块的加工、焊接、抛光及性能测试，再通过专用运输设备转运至施工现场，与现场土建基础、管线铺设工序同步衔接装配。

该模式打破了传统施工现场集中作业的局限，具备工序前置化、生产集约化、质量可控化、施工高效化的鲜明特点，同时呈现出工厂预制与现场安装高度耦合、进度深度关联、工序精准衔接的核心属性。这一特性对工厂与现场两地作业的协同配合、信息互通、资源调配提出了严苛要求，也直接决定了进度协同管理是保障模块化施工效能于制药设备工程等精密项目中充分发挥的核心关键。

2 模块化施工模式下现场与工厂进度协同管理机制

2.1 全周期计划协同机制，筑牢进度协同基础

计划协同是进度协同的核心前提，需打破厂内与现场的分治模式，构建全周期一体化计划体系。结合上海森松制药设备工程有限公司的项目实践经验，在项目启动阶段，组建由建设单位、施工单位、上海森松（工厂预制方）、物流单位构成的四方联合计划小组，以项目总工期为基准，采用逆向拆解法拆

分预制与安装的关键节点，明确各节点的时间衔接关系与责任主体。例如，在某制药车间项目中，联合计划小组以“项目竣工投产”为最终节点，逆向拆解出“现场设备调试完成”“所有模块安装就位”“最后一批模块进场”“工厂完成所有模块预制”等关键节点，明确工厂预制进度需滞后于现场基础施工进度 15 天，模块运输周期需控制在 3 天内，确保模块进场即可对接安装。

在此基础上，分别细化工厂与现场的分批次计划及前置工作：工厂侧制定分模块预制计划，明确各模块的加工、检验、入库时间；现场侧制定分区域安装计划，明确各区域的基础施工、工位准备、吊装作业时间。在计划执行过程中，建立“周复盘、月调整”的动态复盘调整机制，每周由四方联合计划小组召开进度协同会议，结合双方进度实际情况分析偏差原因，及时制定纠偏措施。如 A 项目中，现场施工因政策手续问题滞后 2 天，联合小组立即调整工厂预制计划，将对应模块的预制工期顺延 2 天，同时优化运输路线压缩运输时间，确保双方进度精准匹配，从源头规避了模块积压或现场窝工问题，夯实了协同基础（如表 1 所示）。

表 1 全周期计划协同机制项目实施案例表

项目类型	计划协同实施要点	协同成效
生物制药车间项目	四方联合制定计划，按模块类型拆解节点，每周复盘调整；同步明确模块预制的 GMP 标准对接要求	预制-安装精准匹配，无工期延误；模块接口匹配率 100%，无返工
制药废水处理模块项目	同步规划预制与基础施工进度，动态联动纠偏；针对大型模块制定专项运输衔接计划	规避窝工积压问题，进度可控性提升 80%；运输环节无模块损坏，成本降低 12%

2.2 实时化信息共享机制，打通进度协同壁垒

信息不对称是造成工厂与现场进度脱节的核心症结，构建实时化信息共享机制是突破协同壁垒的关键。以上海森松制药设备工程有限公司的项目实践为基础，依托数字化技术搭建一体化信息管理平台，全面整合工厂生产、现场施工、物流运输等全链条信息资源，实现各类信息的实时传递、共享与可追溯。平台功能重点涵盖计划下达、进度上报、质量检验、问题反馈等核心模块，适配多主体高效协同需求：工厂侧实时上传各模块的预制进度、质量检验结果、入库状态；现场侧同步更新基础施工进度、安装工位占用情况、吊装设备调度信息；物流单位实时反馈运输车辆位置、预计到达时间。

同时，建立分级信息预警机制，根据项目重要程度预设不同的进度偏差阈值，当任一环节进度偏差超出阈值时，平台自动向相关责任主体推送预警信息，快速触发协同响应流程。例如：上海森松某疫苗生产车间项目中，平台设置“模块预制滞后1天”为预警阈值，当工厂发酵罐模块预制进度滞后1天时，平台立即向四方联合计划小组、工厂生产负责人、现场安装负责人推送预警信息，小组随即召开紧急协同会议，制定“工厂增派施工人员、现场调整安装顺序”的纠偏措施，24小时内解决进度偏差问题。（相关案例如下表2所示）。

表2 实际项目场景案例表

项目场景	信息共享实施举措	实施成效
化学制药车间项目	搭建一体化信息管理平台，实时同步模块预制、运输、安装全链条信息；每周召开协同复盘会，结合平台数据优化协同策略	解决信息滞后问题，进度偏差响应时间从48小时缩短至24小时；项目整体工期缩短10%
生物疫苗生产车间项目	平台嵌入分级预警功能，关联工厂预制与现场安装数据；设置专职信息协同专员，负责信息审核与偏差协调	精准预判协同风险，风险规避率提升90%；彻底破除信息梗阻，模块进场与安装衔接间隙压缩至4小时内

参考文献：

- [1] 张钧.智慧食品工厂现场工程师协同培养模式创新探究——基于中国特色现代学徒制的视角[J].食品工业,2025,46(11):205-208.
- [2] 唐林涛,董团.精益现场管理模式在汽车工厂的实践与创新[J].中国质量,2025,(04):11-16.
- [3] 冯裕山,王纯.特高压换流站插件现场工厂化检测技术研究[J].中国设备工程,2024,(20):170-171.

此外，每月组织跨主体信息沟通会议，结合平台数据开展进度协同分析，及时校准信息传递偏差、解决协同过程中出现的机制性问题，确保工厂与现场始终基于统一、准确的信息开展作业，彻底打通进度协同的“信息梗阻”。

2.3 动态化资源调配机制，保障进度协同支撑

资源配置的合理性直接影响工厂生产与现场安装的进度效率，需建立动态化资源调配机制，实现人力、物力、财力等资源在工厂与现场之间的优化配置。在人力资源调配方面，建立跨区域、跨岗位的人员共享机制，当工厂面临生产高峰期时，可从现场抽调具备相关技能的人员支援生产。当现场进入安装攻坚阶段时，工厂可调配技术人员到场提供模块安装指导，同时建立人员技能培训体系，确保人员具备跨环节作业能力。在物力资源调配方面，重点统筹原材料、机械设备等关键资源，建立原材料联合采购与库存共享机制。以上海森松某制药设备项目为例，由四方联合计划小组根据预制进度与安装需求，统一制定原材料采购计划，工厂与现场共享原材料库存信息，避免重复储备导致的资源浪费。对于吊装设备、焊接设备等大型机械设备，建立跨区域调度机制，根据工厂生产与现场安装的进度需求动态调整设备配置，如现场吊装设备闲置时，临时调度至工厂协助模块出库吊装，工厂专用焊接设备故障时，调度现场备用设备支援，确保设备资源得到充分利用。在财力资源调配方面，建立协同资金保障机制，根据一体化进度计划合理安排资金拨付节奏，确保工厂生产所需的原材料采购资金、人员薪酬及时到位，同时保障现场施工所需的设备租赁、场地整理等资金需求，如上海森松A项目中，根据进度计划设置“模块预制完成30%”“现场基础施工完成50%”等资金拨付节点，确保资金供应与进度需求精准匹配，避免因资金短缺导致任一环节进度停滞，为进度协同提供坚实的资金支撑。

总而言之，模块化施工模式下现场与工厂进度的协同管理，需构建全流程协同管理体系，实现工厂生产与现场安装的深度协同，推动建筑行业向工业化、数字化、绿色化转型发展。未来，需进一步融入先进技术提升协同管理的智能化水平，推动模块化施工进度协同管理机制持续优化升级。