

基于BIM的装配式建筑设计与施工一体化研究

何沛隆

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：装配式建筑建造链条较长，设计输出直接约束构件加工与现场装配作业，传统图纸模式容易引发信息传递偏差。本文分析一体化模式的形成逻辑，阐释建筑信息模型（Building Information Modeling, BIM）支撑一体化实施的技术条件，梳理数字化环境下各阶段的主要作业内容，从模型输出、信息流转、业务协作与模型维护等方面提出优化路径，为推进装配式建筑数字化建造提供参考。

关键词：BIM；装配式建筑；设计与施工一体化；构件信息；数字化协同

引言：装配式建筑将大量现场作业转移至工厂完成，各建造环节存在紧密的传导关系。传统作业划分方式造成设计与施工相互割裂，错漏问题向后传导，增加项目整改成本。BIM模型改变了信息的存储与传递形式，可将构件几何信息与加工属性关联集成。理清技术适配逻辑与作业运行模式，提出可行的优化路径，有助于提升装配式建造各阶段之间的协同水平。

1 装配式建筑设计与施工一体化的形成逻辑

1.1 装配式建筑设计与施工的流程关联关系

装配式建筑设计工作不局限于建筑空间布局与外观形态的绘制。构件拆分、尺寸划定、节点构造处理，都属于设计环节需要落实的内容。设计成果是预制构件生产的重要输入依据。加工完成的预制构件运输至工地，构件形态、接口构造需要匹配现场吊装与拼接条件。设计阶段形成的构件拆分方案会直接影响工厂加工难度和现场装配作业。整个建造链条通常按照设计、构件生产、现场装配的顺序推进^[1]。前序环节的输出内容会对后续作业形成约束。若设计环节忽略生产与施工条件，后续加工和装配环节可能出现障碍。设计既要保证构件生产的可行性，也要考虑现场装配的可实施性。前期设计遗留的问题可能沿建造流程向后传递，在施工阶段集中暴露出来。

1.2 传统作业模式下设计施工衔接存在的矛盾

传统作业模式下，设计与施工往往划分为相对独立的工作阶段。设计人员完成图纸编制输出，设计工作即告一段落。生产与施工团队接收图纸后，再开展构件深化及现场实施相关工作。信息传递依托二维图纸与文字说明完成，二维载体对复杂构件信息的关联表达存在局限，部分细部构造容易出现描述模糊。信息传递一旦出现偏差，可能导致构件加工尺寸错误。构件运送至施工现场，可能出现拼接对位困难。传统流程下，施工现

场发现的问题缺少便捷渠道反馈至设计端并完成图纸调整。问题在施工阶段暴露后，往往需要通过现场修整或设计变更处理。现场修整可能打乱既定进度，并增加人力和物力投入。设计端与施工端之间信息交互渠道不畅通，问题发现滞后，修改成本随之增加。

1.3 BIM技术介入装配式建筑业务的适配缘由

二维图纸信息承载能力存在上限，难以在单一图面中完整关联装配式构件复杂的几何参数与加工属性。BIM可依托数字化模型集成项目所需的多类建造信息。构件外形尺寸、节点构造和加工制作要求等信息可在模型中关联管理。在满足模型深度、数据标准和接口要求的前提下，模型可向构件加工环节输出可复用的数据。施工端发现现场问题后，可按变更流程反馈并更新相应模型版本。数字化模型重构信息传递方式，摆脱单纯依靠纸质图纸传递信息的作业习惯。装配式建造对信息交互提出较高标准，构件参数变动需要快速传递至上下游业务环节。结合统一的数据标准与协同平台，数字化模型可支持信息集中管理和受控更新，改善不同环节之间的信息衔接。

2 BIM支撑装配式建筑设计与施工一体化的技术条件

2.1 BIM模型信息承载与传递能力

BIM模型不仅描述几何形体，还可将构件尺寸、材质、连接构造和生产参数等属性信息关联到模型构件。模型中的每类预制构件均可配置相应属性，构件型号、加工参数和装配要求可集成于模型^[2]。经审核确认的设计信息可依托模型向下游传递，减少纸质图纸离散记录带来的信息割裂。二维图纸主要承担几何与构造表达，不少非几何参数需要依靠文字附注补充，容易出现信息遗漏。BIM模型将形体数据与非几何属性整合在一起，在建立参数关联与变更管理机制后，构件改动可同步更新相关属性。信息传递可减少对零散图纸和变更单的依赖，

模型本身充当信息传递的主要媒介。设计端完成调整,更新后的模型经校核、审批后向下游发布,减少人工转录带来的信息偏差。

2.2 BIM多专业协同作业的实现方式

装配式建筑涉及建筑、结构、机电各个专业,预制构件内部需设置预留孔洞和管线预埋点位。不同专业的作业内容会在预制构件层面发生交叉,传统作业模式下各专业独立出图,后期才开展核对,容易出现点位冲突。BIM可为多专业协同提供统一的信息载体和沟通基准,各专业人员可在统一协同环境中分别建模并汇总协调。各专业完成本专业模型后,可在汇总模型中开展交叉核对,提前定位管线、预埋件、构件边界之间出现的矛盾。各类空间冲突可以在设计阶段提前识别并协调处理,降低其延至构件加工或现场装配阶段才暴露的风险。协同作业依托模型完成交互,减少以大量纸质文件往返传递核对意见。问题标记、修改调整都围绕模型开展,变更记录可留存并追溯。各专业的作业输出统一归集到模型载体,减少不同图纸版本混杂带来的混乱。

2.3 BIM面向建造阶段的信息输出路径

BIM模型生成之后,不仅可作为设计阶段的成果,还可按需转化为适配下游环节的各类信息。针对构件加工环节,可从模型中提取预制构件的加工尺寸、预埋点位和材料规格,输出可供构件生产环节使用的数据内容。现场施工层面,可从模型提取装配顺序、节点处理要求和构件定位相关内容,用于指导现场吊装与拼接作业。模型信息可按需拆分与筛选,保留建造环节所需的内容,剔除设计阶段留存的冗余数据。信息输出可以适配不同作业环节的应用需求和数据接口,既可以导出可视化模型用于现场查阅,也可以转化成表格类数据供给构件加工使用。通过面向建造端组织和输出模型信息,可使设计信息更有效地服务于构件生产与现场装配。

3 BIM环境下装配式建筑设计施工一体化作业内容

3.1 BIM驱动下装配式建筑设计环节作业开展

设计环节以BIM模型作为核心作业载体,从项目前期就把预制装配的建造逻辑纳入设计思考范围。设计人员搭建建筑整体模型,划分各类预制构件边界,确定构件拆分形式。构件拆分过程需要兼顾运输条件、吊装能力以及现场装配的实际条件,拆分结果应记录于模型及相关交付数据中^[3]。建筑、结构、机电各专业可在统一协同环境中分别完成本专业模型,针对预制墙板、楼板内部的预埋管线、预留孔洞开展排布。空间干涉问题可借助汇总模型进行排查与协调,减少后期变更。模型完成搭建之后,构件尺寸、材料规格、节点连接构造应在受控

模型中形成一致记录。设计输出不再仅依靠二维图纸,模型本身成为重要交付物。图纸由模型直接派生生成,图纸和模型保持对应关系。模型变更后,应同步更新并校核派生图纸。这种作业模式有助于减少图纸错漏问题,为后续生产与施工提供较完整、可校核的源头信息。

3.2 BIM模型向构件生产环节的信息流转

设计模型完成校验之后,相关数据向构件生产环节传递。从完整BIM模型当中提取单块预制构件对应的几何形体与属性信息,形成构件加工所需的几何和属性数据。构件的外形轮廓、预埋件位置、钢筋排布、混凝土强度等级等信息可从模型及其关联数据中提取。数据应按约定格式转换,并经校核后适配车间加工设备的读取要求。车间依据解析得到的数据开展模具制作、钢筋布设以及混凝土浇筑。模型中的构件唯一标识贯穿构件加工全流程,用于构件识别与追踪。设计端作出调整后,经审批的更新数据应及时发布至生产端,以减少人工转录图纸导致的数据偏差。构件生产完成后,构件质检信息也可反向关联至施工模型或项目数据平台。双向信息流转有助于加强构件生产与设计源头的衔接,并保持加工成品与设计意图一致。

3.3 BIM对接装配式建筑现场施工的作业过程

预制构件运抵施工现场,BIM模型继续发挥信息支撑作用。现场作业人员调取模型内部存储的装配顺序、构件定位要求、节点处理细则,指导吊装就位、拼接密封等工序开展。模型可以直观展示构件之间的搭接关系,帮助现场人员读懂复杂节点构造。构件进场之后,现场人员可将构件唯一标识与模型记录进行比对,核对进场构件是否匹配施工区段的使用需求。施工过程中产生的现场调整内容应形成记录,并按变更流程反馈、更新相应模型,使模型逐步反映建筑实体的实际建造状态。模型输出内容可根据现场不同使用场景进行组织。设计阶段沉淀的信息持续服务现场建造,缩小设计信息与现场操作之间的差距,支持一体化作业模式在建造现场实施。

4 BIM实现装配式建筑设计与施工一体化的优化路径

4.1 设计端模型输出逻辑的调整完善

设计阶段生成的BIM模型,部分内容主要服务于方案推演,不完全适配下游构件加工与现场建造的使用要求。调整模型输出逻辑时,需要在建模阶段就把构件生产、现场装配的现实条件纳入考量范围。构件拆分和节点构造设计不能只满足建筑结构计算层面要求,还应考虑模具加工、运输限制、吊装作业带来的约束。模型中录入的属性内容需要筛选梳理,剔除仅用于设计内部推演的冗余信息。明确构件编号、材料参数、预埋点位、

连接构造这类面向下游的关键信息,确保每个预制构件关联完整、可用的业务数据。应明确模型交付标准,规定模型几何精度与信息深度。设计输出不应将未经筛选的完整原始模型直接移交给下游。根据构件生产和施工的不同应用需求,筛选并组织相应内容后再交付。派生的二维图纸与模型数据源应保持一致,图纸与模型变更应保持同步。调整模型输出逻辑,从源头减少无效信息向下游传递,为后续环节提供可靠的数据基础。

4.2 构件生产与施工环节信息流转方式改良

信息流转障碍会削弱一体化模式带来的实际价值。应改进构件生产端的数据接收方式,建立模型数据与加工设备之间的数据接口,减少图纸二次录入导致的人为差错。模型导出的数据格式应适配车间加工设备读取条件,降低格式转换过程产生的数据丢失。针对构件加工阶段形成的实测与质检数据,如构件尺寸偏差、预埋件实际位置等,应建立回传通道。构件加工记录应关联至相应模型版本或项目数据平台,并经审核后更新。施工现场的信息接收方式应由仅接收静态图纸转向同时应用模型与图纸,充分利用模型提供的三维信息开展技术交底。现场形成的变更记录和构件装配偏差,同样需要经整理、审核后关联至相应模型版本。应打破单向信息输出模式,建立设计、生产与施工之间的双向数据通道。通过改进信息流转方式,使各阶段产生的实际建造数据能够受控归集到项目数字化平台。

4.3 各业务环节交互协作模式的调整

传统作业模式下不同业务单元边界相对封闭,信息交互依靠文件传递,问题发现存在明显滞后。一体化作业需要重新调整各业务单元的交互逻辑。构件生产、现场施工相关人员适度前置介入设计阶段,针对构件加工难度、装配实操难点给出反馈意见。问题沟通可减少对接线下会议和纸质变更单的单一依赖。围绕BIM模型开展问题研判,以模型作为沟通参照,定位构件冲突、节点处理难点。可将修改意见绑定至模型相应位置,并保留变更原因和可追溯记录。协作过程中应划定各环节的工

作边界,明确不同岗位的模型相关职责,避免信息处理责任不清。调整交互协作模式,减少不同阶段相互脱节带来的各类问题,推动各参与方围绕统一建造目标协同工作。

4.4 一体化作业过程中模型信息维护方式

BIM模型不应在设计交付后冻结,在建造周期内仍需持续维护。模型维护需要跟随项目推进节奏,并在构件加工、进场和现场装配等阶段及时更新内容。构件发生设计变更时,除调整几何形体外,还应同步更新关联属性。应建立基于角色的修改权限与审批流程,明确各岗位的编辑边界,防止未经授权的改动造成数据混乱。定期核对模型信息与实体建造状态,及时修正两者之间出现的偏差。模型维护不是无限制堆砌各类数据,还应及时清理冗余、失效信息,保证模型数据的有效性与可用性。完善模型信息维护方式,使数字化模型与建筑实体的实际状态保持一致,维持BIM模型在一体化全流程中的应用价值。

结束语

装配式建筑设计与施工一体化依靠数字化手段打通建造各环节的信息链路。BIM凭借信息承载输出能力,推动信息交互由图纸主导向模型与数据协同转变。模型输出规则、数据流转渠道、跨环节协作机制以及全周期模型维护,都会影响实际落地效果。针对实施过程中存在的标准、流程与协同障碍,持续完善数字化作业流程,有助于减少跨阶段信息错漏,提升装配式项目建造过程的协同水平。

参考文献

- [1]夏青青.基于BIM的装配式建筑设计与施工一体化研究[J].陶瓷,2025(5):186-188.
- [2]平涛,黄琪林.BIM技术在装配式建筑设计及施工管理中的应用[J].建筑与装饰,2025(13):121-123.
- [3]陈静,陈海明.BIM技术在装配式建筑施工组织设计中的应用[J].建筑安全,2024,39(8):53-56.