

BIM技术在装配式混凝土建筑设计中的应用研究

南莉珍 周晶芳 项鸿 杨晓业
上海砣森建筑规划设计有限公司山东分公司

摘要: 随着我国装配式建筑的快速发展, BIM技术在装配式混凝土建筑设计中的应用越来越广泛。文章主要对 BIM技术在装配式混凝土建筑设计中的应用现状进行分析, 并结合具体工程案例对 BIM技术在装配式混凝土建筑设计中的实际应用进行分析, 以期对相关人员进行参考。

关键词: BIM; 装配式混凝土建筑; 结构设计

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2023. 12. 024

引言

随着装配式混凝土结构的不断发展, 该技术已逐步成为现代建筑工业化的发展方向。BIM技术是一种可以协同工作的数字化技术, 该技术的出现改变了传统建筑设计与施工分离开来的模式, 实现了建筑全生命周期数据共享、协同工作。BIM技术和装配式混凝土建筑相结合的方式不仅可以提高工作效率和质量, 还能降低成本和减少资源浪费。

一、装配式混凝土建筑发展现状

(一) 装配式建筑现状

当前, 我国装配式建筑还处于发展阶段, 装配式建筑的理念、设计、施工、管理等都在从现浇向预制装配转变, 都在向满足我国现代建筑工业化发展的方向不断推进。与传统混凝土结构体系相比, 装配式混凝土建筑可以减少施工过程中的现场作业量, 节约人力成本; 装配式混凝土结构体系中的预制构件可以在工厂进行生产, 有利于缩短施工周期, 并且可以有效避免建筑垃圾的产生; 装配式混凝土建筑通过采用标准化设计, 有利于提高建筑施工质量。

由于装配式混凝土建筑在国内发展时间较短, 因此在实践应用中存在一定的局限性。首先, 装配式混凝土建筑对于施工人员的综合素质要求较高。装配式混凝土建筑需要专业技能较高的施工人员才能胜任。其次, 我国当前装配式混凝土结构技术仍处于提升阶段, 在设计预制件的规格精度要求上需进一步提高。最后, 我国目前装配式混凝土建筑产业化程度较低, 生产效率较低。从以上实践过程中存在的问题来看, 装配式混凝土建筑在实际应用中还存在一些问题亟待解决。

(二) 装配式建筑与BIM技术结合的意义

BIM与装配式建筑的协同设计, 实现了设计与施工之间的协同工作和数据共享。在传统设计模式下, 设计人员通常采用二维平面图纸进行设计, 由于建筑构件种类繁多, 采用传统的二维平面图纸设计可能会出现数据信息碰撞的情况。而在 BIM技术下, 所有建筑构件均在 BIM模型中进行信息化管理, 利用 BIM技术可以实现建筑构件的信息集成, 通过三维模型对构件进行精确模拟, 减少因数据误差造成的设计与施工之间的信息不对称。BIM技术是一种整合了建筑工程项目全生命周期信

息的数字化管理技术, 其主要是将建筑工程项目中涉及的各项工程信息(如结构形式、材料等)进行统一化管理, 通过 BIM模型对信息进行整合, 实现建筑工程项目各阶段、各参与方之间信息交流与共享。

二、应用案例

(一) 工程概况

建筑工程项目类型为住宅, 抗震烈度为7级, 结构安全等级为二级。该建筑群均为剪力墙结构体系, 每栋装配式混凝土结构建筑层数为31层, 高度为92.15m, 单体建筑面积约为13533.8m²。预制构件包括预制楼梯、楼板、墙体。

(二) BIM技术在钢筋深化设计中的应用

1. 钢筋排布

利用BIM技术对预制件进行钢筋排布时, 需要建立预制件三维模型, 然后根据设计图要求钢筋进行布设。在Revit中导入钢筋形态, 并根据设计标准来摆放钢筋位置, 对钢筋进行深化设计, 从而达到在钢筋结构可视化设计目的。

在叠合板上安装5根桁架钢筋, 钢筋间距为500mm, 叠合板外露出桁架钢筋长度为90mm, 并且在端部附加连接钢筋。腹杆钢筋规格为A6, 上弦筋和下弦筋规格为C10, 采用焊接方式, 如图1所示。桁架可以进一步增强预制板刚度和抗剪能力, 减小预制板下的临时支撑, 另外也可以保证预制板在脱模、吊装、运输、施工的刚度要求。采用Revit分析方法建立装配式预制叠合板三维设计模型, 对预制叠合板进行位置排布, 并检查钢筋位置排布方案是否满足施工要求, 是否存在交叉情况。

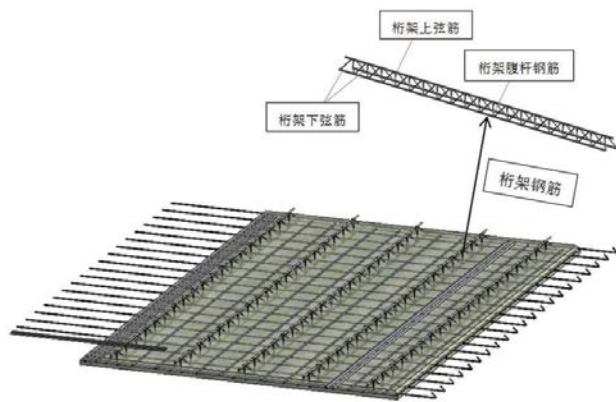


图1 预制叠合板三维模型

2. 钢筋碰撞检查

由于有大量的、多种类型、多种排列方式的预制构件需要连接, 就不可避免地在连接区段会存在一些“钢筋交叉”现象。特别是在布置预制块中的钢筋时, 很可能会忽视预制块和现浇块之间的接头处的钢筋会不会产生碰撞。因此建立结构骨架三维模型后, 需要利用 TeklaStructures软件的碰撞检验功能对钢筋排布位置

进行碰撞检查。在碰撞检验结束之后，软件管理器会显示出所有碰撞的部位，这样就可以以碰撞的结果为依据，对其进行检测和修正。

（三）BIM技术在预留预埋深化设计中的应用

在装配式结构设计过程中，要求部件与设备之间的连接采用标准化接口，这就要求在各结构构件上对设备管线进行预留和预埋设计，且要求准确无误。

1. 管道预留孔洞

通常情况下，建筑中卫生间和厨房预制叠合板需要预留较多的孔洞，以便于煤气、水管、电线等管道的布设。在结构设计过程中为避免管道穿过楼板造成二次开凿的情况，在预制叠合板预留孔洞时，需要根据排水管道设计方案，综合考虑排水管道出管方式、管径、位置等因素，利用Revit软件建立三维模型，并将建筑机电模型、钢筋模型和土建模型等导入BIM中整合，采用软件开洞技术，明确预留孔洞尺寸和位置等，同时可以将预留孔洞设计方案以图表、图形等方式导出，以供设计人员参考，如图2所示。

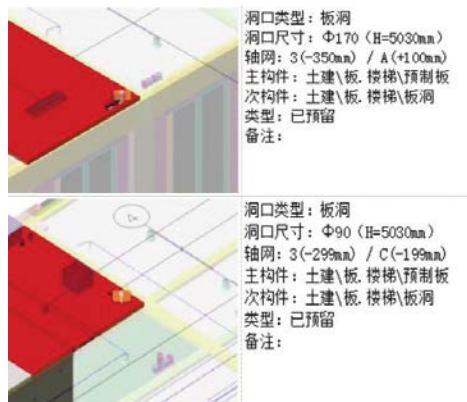


图2 预制板预留洞口

预制构件孔洞位置和形状会在一定程度上影响钢筋布置位置，在3D模型中，可以直观地看到孔洞预留位置与钢筋铺设的矛盾，并可以在BIM软件中进行相应的调整。图3是一块预制构件中的管线预留孔在深化设计之前和之后的比较，由于预制构件中的管线预留孔与钢筋的布置有一定的矛盾，所以在深化设计的时候，可以通过改变钢筋的外形来避开管线的预留孔，这样就可以在施工过程中不会与管线上的钢筋发生碰撞情况。

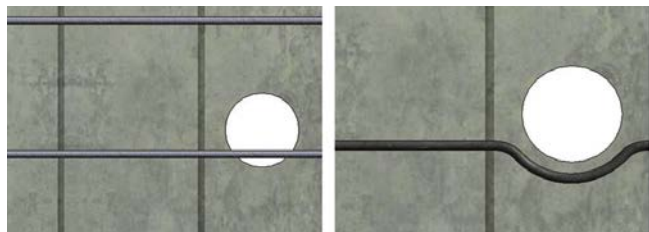


图3 预制板中管道预留孔洞设计

2. 预埋件

由于混凝土预埋件其自身断面大小的局限性，使得混凝土预埋件的深度设计需要更加精细，在设计完成并加工制造后，预埋件的位置就已经被确定，并且不能任意改变。因此，在使用预埋线箱时，要将其高度和预埋

深进行合理的安排，以防止预制层将线箱的出入口遮住，导致电缆不能穿设。在预埋件设计过程中，需要根据建筑装修装饰设计方案和机电设计方案合理设置预埋线盒位置，确保建筑装修装饰施工过程中设备管线可以正常接驳。

装配式建筑模块化设计时，采用Magicaad和MEP建模软件建立建筑电气、设备专业模型，并将其导入BIM结构模型中，通过模型互导功能，将三维模型转入TeklaStructures，根据建筑装修装饰施工要求，明确设备布设位置，建筑工程预制墙预留穿孔、螺母、线盒和管槽三维模型如图4所示。

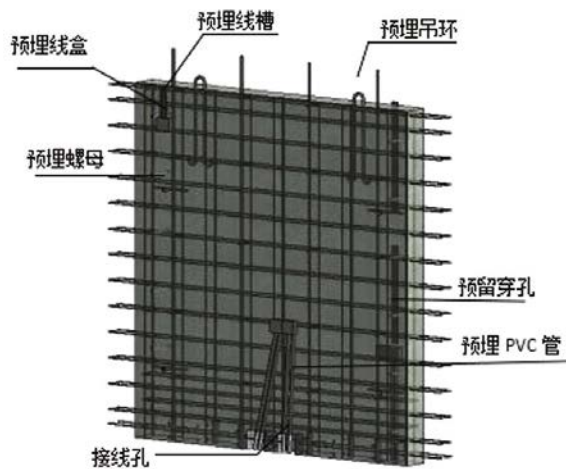


图4 预制墙预埋件布置三维模型

预制墙板在施工过程中应设置临时斜支撑，预制墙板内预埋临时支撑螺母或套筒，同时在楼板上设置支撑杆的预埋件，等混凝土强度达到设计要求后，施工单位吊装安装支撑杆。由于传统二维设计图纸无法直观反映预埋件与斜撑之间的连接情况，如果预制墙体斜撑套筒位置与平面布置图中斜撑预埋件位置出现误差，实际施工时会出现斜撑预埋件与套筒无法连接的情况。采用BIM软件建立三维模型，设计人员可以检查预埋件与斜撑设计位置，并对设计方案偏差进行修改和调整，以便于施工工作的顺利开展。

（四）BIM技术在构件连接节点深化设计中的应用

装配混凝土结构设计中，构件连接节点设计的准确性会直接影响结构的安全性和整体性。因此利用BIM软件对结构构件连接节点深化设计，建立构件节点实景模型，能更直观展示构件连接情况，以便于降低施工中不确定因素对节点性能的影响。在Revit建立构件三维模型时，应按照设计图纸、连接构造图集，同时要结合建筑施工要求整体分析考虑。使得构件节点设计在BIM技术的应用下更简洁明了。

1. 预制楼梯连接节点

在该项目中，梯段板上端支承处为固定铰支座，下端支承处为滑动铰支座，在梯段上通过预留孔洞将C级螺栓与梯梁进行连接，在螺栓的下端安装钢筋锚固板，并在孔洞边缘处设置加强筋，梯段与梯梁的界面处铺设水泥砂浆，在高、低端缝隙填充聚苯板，预制楼梯节点设计方案如图5所示。

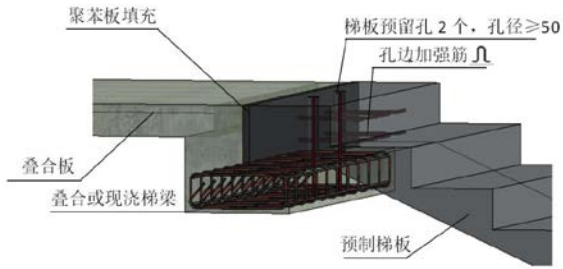


图5 预制梯段与梯梁高端连接节点

2. 剪力墙与叠合板连接节点

叠合板与剪力墙的连接方式很多，如栓钉连接、预埋件连接等，该项目预制板采用有外伸底筋叠合板，叠合板与剪力墙连接设计如图6所示。预制构件连接时布设构造钢筋，同时设置板底连接纵筋和纵向钢筋，剪力墙纵筋采用钢筋套筒灌浆连接方式。

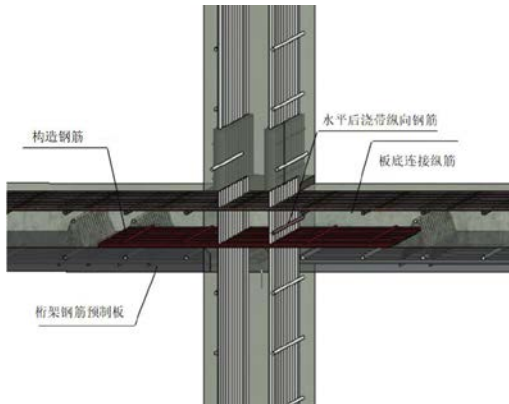


图6 剪力墙预制叠合板连接节点

(五) BIM技术在施工安装模拟中的应用

由于装配式建筑组合构件的数量多、安装精度高、工序交叉，各工序之间的衔接紧密，因此施工设计存在一定难度。使用 BIM技术，对混凝土预制件的吊装进行模拟，在BIM软件中对其进行场景的绘制、布局以及吊装的动画模拟，创造出一个更加贴近实际的施工环境，从而能够对各种吊装施工方案进行仿真，让施工单位能够基于仿真的结果来选择最佳的施工组织方案。同时，还可以通过 BIM可视化，让现场的建设人员对吊装工艺有更好的认识，从而在施工过程中，防止吊装顺序发生混乱。

1. 预制板吊装动画模拟

为了确保项目的建设和安装过程的正常进行，采用 BIM软件模拟预制件吊装施工流程。首先，根据图纸对构件进行分解，对每个构件的尺寸、重量等进行标注，最后将其信息录入到 BIM模型中。在对构件进行吊装时，要先对构件进行定位，确定吊装的方式。在本项目设计过程中，为确保构件吊装的安全性，选择塔式起重机作为吊装设备，并对吊装设备进行了相关设计。在对塔式起重机进行设计时，应按照相关规范要求确定其类型、质量等级、起重能力等信息。其次，建立预制叠合板和辅助设备组件集合，利用BIM软件建立叠合板吊装仿真动画场景。

需要注意的是，在对叠合板吊装时，要尽量减少在非预应力方向因自重所引起的弯矩；在进行吊装时，吊点要平均受力，确保构件能够顺利吊装，在距吊装位置 1.5m的时候，对叠合板的位置进行调整，确保吊装位置准确无误。图7所示预制板吊装施工流程。

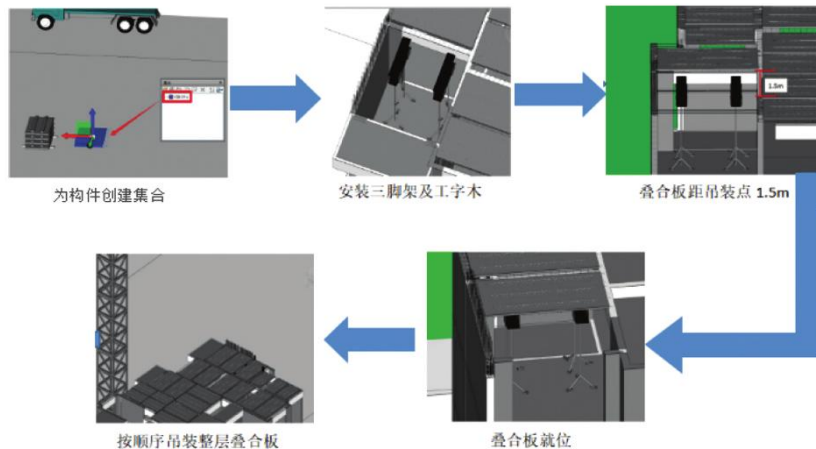


图7 预制板吊装模拟施工

结论

装配式混凝土建筑部分构件在工厂生产，在施工现场进行安装，建造速度较快，不仅可以减少现场施工人员的数量，而且有利于缩短施工工期。BIM技术是一种可以协同工作的数字化技术，可以用来对建筑工程项目进行信息化管理。BIM技术和装配式混凝土建筑相结合的方式不仅可以提高工作效率和质量，还能降低成本和资源浪费。在装配式混凝土建筑中应用 BIM技术可以使整个建造过程更加规范，能够提高生产效率和质量。BIM技术实现了建筑工程项目信息的高度集成化，通过

数据整合和共享，能够实现建筑工程项目全生命周期的数据信息集成管理。

参考文献

[1] 魏方. BIM技术在装配式建筑深化设计中的应用探讨[J]. 散装水泥, 2023 (02): 108-110.
 [2] 陈泉, 洪琦, 王以刚. 基于BIM技术的装配式建筑设计与建造研究[J]. 工程技术研究, 2023, 8 (06): 154-156.
 [3] 陈健. 装配式建筑结构设计中的剪力墙结构设计分析[J]. 佛山陶瓷, 2023, 33 (03): 107-109.