

Pre embedded construction technology for prefabricated building electromechanical installation conduit

Jingfei Li

China Mcc22 Group Corporation Limited East China Company, Shanghai, 201800, China

Abstract

This article conducts in-depth research on the pre embedding construction of prefabricated building mechanical and electrical installation line pipes. The article first analyzes the technical difficulties of pre embedding construction of prefabricated building mechanical and electrical installation line pipes, which are manifested in high precision requirements for construction, complex process coordination, high comprehensive difficulty of pipelines, and difficult maintenance in the later stage. Afterwards, based on the technical difficulties in construction, detailed technical points were proposed, including the application of BIM technology for comprehensive pipeline design, prefabricated component processing, standardized installation of composite panels and wall pipelines, reasonable laying and protection of cast-in-place layers, and so on. In addition, the article further elaborates on the quality control strategies for the pre embedded construction of mechanical and electrical installation conduit, including optimizing design schemes, selecting raw materials, conscientiously implementing acceptance work, optimizing personnel teams, etc. This article aims to provide comprehensive guidance for the pre embedded construction of mechanical and electrical installation conduit in prefabricated buildings, help improve the quality and efficiency of the pre embedded construction of mechanical and electrical installation conduit, and contribute to the good development of prefabricated buildings.

Keywords

Prefabricated buildings; Mechanical and electrical installation; Pre embedded conduit; Construction technology; Pipeline design; BIM

装配式建筑机电安装线管的预埋施工技术

李景飞

中国二十二冶集团有限公司华东分公司, 中国 · 上海 201800

摘 要

本文围绕装配式建筑机电安装线管预埋施工展开深入研究, 文章首先剖析了装配式建筑机电安装线管预埋施工的技术难点, 表现为施工的精度要求高、工序协同复杂、管线综合难度大及后期维护困难等几个方面。之后, 结合施工技术难点, 提出了详细的技术要点, 包括应用BIM技术进行管线综合设计、预制构件加工、叠合板与墙体管线规范安装、现浇层合理敷设保护等等。此外, 文章还进一步阐述了机电安装线管预埋施工的质量控制策略, 包含优化设计方案、选好原材料、认真落实验收工作、优化人员队伍等, 本文旨在为装配式建筑机电线管预埋施工提供全方位的指导, 助力提升机电安装线管预埋施工的质量与效率, 助益装配式建筑的良好发展。

关键词

装配式建筑; 机电安装; 线管预埋; 施工技术; 管线设计; BIM

1 引言

装配式建筑的机电安装线管预埋施工十分关键, 该工序起到连接建筑各功能系统的作用, 其施工质量直接影响装配式建筑的整体性能。相比于传统现浇建筑项目, 装配式建筑预制构件需要在工厂统一生产, 因此机电安装线管预埋施工的精度要求较高。然而, 从当前施工的情况来看, 从设计到生产, 从现场装配到后期维护, 均存在各种各样制约工程进展的问题。因此, 有必要深入探究其施工技术要点, 更需

加强对该工程项目的施工质量控制。

2 装配式建筑机电安装线管预埋施工技术难点

2.1 精度要求较高

装配式建筑预制构件需要由工厂统一制造并现场装配, 受建筑类型的影响, 机电预埋的线盒、套管、预留孔洞等相关配件, 均需在构件浇筑之前进行制造, 并精准定位, 其位置偏差必须要严格控制在 $\pm 3\text{mm}$ 以内。然而现阶段, 施工单位在施工设计时对数字化技术的应用有限, 而传统二维图纸并不能十分精准地表达预埋构配件与构件钢筋、模板的空间关系。如果机电管线坐标、标高和构件配筋冲突, 后续很可能会导致预埋错位的问题。如果剪力墙预埋套管和分布筋

【作者简介】李景飞 (1984-), 男, 中国安徽蒙城人, 本科, 高级工程师, 从事机电安装工程管理研究。

位置重叠,施工现场如果强行钻孔,很可能会给构件受力性能造成影响,最终甚至会造成更换整面墙板的结果。在生产环节,构件模具的定位精度、混凝土浇筑时的振捣位移、蒸养过程中的构件收缩等相关因素,均可能会导致误差增大。误差增加,可能会导致施工现场中部分构建无法顺利安装,增加返工成本。此外,装配阶段的容错空间较小。预制构件吊装后,预埋管线需要保证和现浇部分管线实现精准对接,如果线盒偏移超过允许范围,很可能会导致管线无法穿接,甚至还会出现接口漏浆的情况。而管线无法对准,后续就需要凿除混凝土重新修补,给结构整体造成严重破坏。

2.2 工序协同十分复杂

机电预埋需要在构件生产阶段完成,施工期间需要建筑、结构、机电、构件厂、安装单位等各个单位的多方协同,施工中的工序交叉和责任界定问题,给施工带来了系统性风险。首先,在设计阶段,传统设计流程中,各专业部门之间未能有效协同,机电工程师经常会根据现浇结构来布置管线,对预制构件的预埋的可行性考虑不够充分。在项目过程中,部分机电图纸未能清晰标注剪力墙预埋套管的具体规格,构件厂按过去经验预留,但在施工现场却出现了现场管道无法穿过的问题,最后不得不被迫重新开模生产,严重延误工期。其次,生产与施工的信息交流不畅。构件厂对施工现场的装配需求理解不够准确,这将导致预埋构配件遗漏或错位等问题。部分项目未能明确叠合板预埋管线的出筋方向,构件厂按常规进行生产,导致在现场安装时发现管线出口与主体结构梁存在冲突,不得不凿除构件边缘混凝土。此外,变更设计可能会引发严重后果。装配式建筑构件生产完成后,如果存在设计变更,则往往需要承担较高的成本。

2.3 管线综合难度较大

叠合板、预制剪力墙等构件的现浇层厚度通常为 60-80mm 左右,而机电管线需要在此空间内集成强弱电、给排水、消防等多个系统,施工人员将会面对管线交叉与空间争用的问题。一方面,竖向管线的贯通十分困难。预制剪力墙内预埋的竖向电管需要穿过叠合板现浇层,而如果管径过大,或管道弯曲半径不足,就很容易引发现浇层混凝土浇筑密实度下降的问题。剪力墙预埋电管与叠合板桁架筋之间存在位置冲突,施工人员只能被迫绕行敷设,进一步造成了穿线时导线卡顿的问题。另一方面,水平管线的交叉控制较为困难。施工人员在多根管线并行敷设时,如果累计高度超过了现浇层厚度,后续将很容易出现混凝土开裂的情况,导致管线裸露。

2.4 后期维护工作困难

首先,预埋管线嵌入预制构件后,后期维修中将可能会遭遇凿除混凝土的情况,如果处理不当,将很容易破坏结构受力钢筋,并引发渗漏、开裂等诸多问题。因此,该项目施工对预埋质量往往要求“一次成型”。其次,装配式建筑预埋管线施工隐蔽工程可能会出现检测盲区。传统现浇建筑

通常会在施工阶段由专人逐层检查管线是否畅通,而装配式建筑预埋管线需要随构件出厂,加入在生产阶段未能按照要求开展通球试验、绝缘测试等,那么将很容易导致隐蔽缺陷。比如说后续用户使用中发现户内插座无电,或者预制墙板内管线接头脱落等等,这些情况均需要施工人员凿开修复,进而对墙体保温层造成损伤,甚至引发渗水问题。

最后,维修方案存在局限。预制构件的工厂化的生产特性决定了其构造的整体性,而局部凿除将可能破坏构件预应力体系,甚至还会影响构建的防火、隔声性能。

3 装配式建筑机电安装线管预埋施工的技术要点

3.1 管线综合设计

相关单位可以应用 BIM 技术辅助开展管线综合设计工作。通过建立建筑、结构、机电全专业 BIM 模型,应用 Navisworks 等相关软件,将墙板、叠合板等预制构件和强弱电、给排水管线系统进行碰撞检查,通过技术手段来消除管线与构件钢筋、桁架筋、预埋件等之间的空间冲突。对于厚度 60-80mm 的叠合板现浇层,相关单位必须要进行线管单层布置,避免多层交叉。强弱电管线水平间距应控制在 300mm 以上,交叉处需要采用管线过桥件进行分隔,确保现浇层的有效厚度大于等于 50mm。在确定标准化预埋点位坐标时,工作人员应当以构件轴线为基准,线盒中心标高误差控制在 3mm 以内,水平位置偏差控制在 2mm 之内,要确保其与土建模数之间精准匹配,以免现场模数不符而出现切割调整。在预制构件节点设计方面,设计人员需要精心绘制预埋构件专项图纸,明确线盒、套管、手孔等的定位参数。其中,剪力墙预埋开关线盒边缘距结构边缘需控制在 50mm 以上,且要避开暗柱主筋。叠合板灯头盒中心和桁架筋腹杆水平距离也应控制在 50mm 以上,从而有效防止对构件受力体系的不良影响。

3.2 预制构件加工

预制构件加工过程中,通常会应用到以下工艺:第一,线盒固定技术。加工中需要应用焊接固定法,在预制墙板模具中,通常采用 $\Phi 4$ 钢筋或 2mm 厚的钢片和线盒耳片进行焊接,焊点间距应控制在 100mm 之内,要确保确保线盒和模具之间紧密贴合,在混凝土振捣时要注意控制位移。针对叠合板等水平构件,需要使用到磁吸定位法,即通过高强磁铁吸附线盒底座,同时配合激光测距仪来校准标高,此环节要注意控制误差。之后,需要工作人员在线盒内填充泡沫塑料,同时还要粘贴密封胶带,避免混凝土浆渗入。在出厂前,还要对成品进行通腔检查,确保成品无堵塞。第二,套管与孔洞预埋。首先,在钢制套管预埋过程中,对穿越剪力墙、梁的竖向套管需要采用壁厚超过 3mm 的钢管,钢管的长度应当比构件厚度长 50mm 左右,并且还要在钢管内壁涂刷防锈漆,周边还要焊接 $\Phi 8$ 止水环,提高防渗水效果。其次,

木盒模具预留孔洞环节中,工作人员针对较大尺寸预留洞,可以使用防水胶合板来制作模具,模具内部应当设置斜撑,从而防止变形。还要对模具和构件钢筋进行绑扎固定,待混凝土终凝后,及时拆除模具,保证规则洞口的行程。最后,挡水围堰设置。在卫生间、厨房等涉水区域的地漏、立管套管周围,需要工作人员在构件表面预埋高度 50mm、宽度 80mm 左右的混凝土围堰,围堰应当和构件同步浇筑,提升防水效果。第三,手孔预留与连接节点。在叠合板拼接缝、预制墙与现浇边缘构件交界处,需要预留 $150 \times 150 \times 80\text{mm}$ 的手孔,注意其位置应避开桁架筋与受力钢筋。此外,还应在手孔内壁预埋钢板或 PVC 套管,以便于后续现场管线接驳。手孔边缘应设置 45° 的倒角,以免损坏混凝土棱角,在正式出厂前,还应按照相关规定粘贴警示标识,提示现场施工重点处理。

3.3 叠合板线管安装

施工人员在桁架筋下方敷设管线时,线管应当沿叠合板桁架筋下的弦杆平行布置,其弯曲半径应大于等于 6 倍管径,注意应避免贴近板底预制层。可以采用“U 型卡+绑扎丝”固定的方式,将间距控制在 1m 之内,转弯处还需要加密至 0.5m,从而保证管线与桁架筋之间能够可靠连接,避免在混凝土浇筑出现上浮的情况。相邻叠合板预留线管需要通过手孔来进行对接,此时应采用同规格的 PVC 短管进行套接,短管两端应当用锁母和预制线管来进行固定,在接口处施工人员还应缠绕密封胶带,并在手控内填充防火密封胶,防止漏浆。在封堵手孔之前,施工人员还需要进行管线通测,可以穿入 $\Phi 2\text{mm}$ 铁丝作为引线,待确认无堵塞后,施工人员再用 C30 细石混凝土分层浇筑,振捣密实。

3.4 预制墙体与管线对接

在竖向管线衔接环节,施工人员应在预制剪力墙内预埋竖向电管顶端设置泡沫块,注意间距应控制在 50mm 左右,预留活动空间,避免电管和叠合板现浇层钢筋产生硬接触。电管出口应高出构件顶面 30mm 左右,施工人员应将其套入塑料保护帽,防止堵塞。对于上下层管线,施工人员可以采用“承插式”连接的方法,在下层电管顶端预埋接头套筒,待上层电管插入后,再用管箍固定,并在接缝处涂抹 PVC 胶水,以此有效保证电气通路的连续性。在进行防雷接地跨接处理时,预制剪力墙采用套筒灌浆连接,施工人员应在预埋电管附近的墙体钢筋上焊接圆钢跨接线,其中一端要与管接地端子紧密连接,另一端则应与套筒周边钢筋焊接,以此来形成贯通的防雷接地体系。在跨接焊接之后,还需要进行接地电阻测试,确保电气连通性能够符合规范要求。

3.5 现浇层管线敷设与保护

在叠合板吊装完成后,施工人员需要使用激光放线仪投射管线路径,并在板面上用彩色粉笔进行标注,要注意重点标识预埋线盒、手孔位置,其误差要控制在 5mm 之内。穿梁管线需要严格按照设计要求预留套管,禁止现场开洞。

如果不得不需要调整,施工人员可以采用水钻开孔,要注意避开梁主筋与箍筋。之后,施工人员需要对现浇层管线和桁架筋腹杆绑扎固定,弯头处还应当增设固定点,防止管位移动。在管线端口,施工人员应采用专用塑料堵头封堵,还要用胶带缠绕密封。在混凝土浇筑前,施工单位需要派专人进行巡查,如果发现破损问题,必须要及时更换。

4 装配式建筑机电安装线管预埋施工质量控制策略

4.1 优化设计施工方案

设计方案是开展线管预埋施工工作的依据和基础,为了保证线管预埋施工质量,相关单位必须要做好施工方案设计工作。相关人员必须要以机电安装设计流程为依据,对设计图纸的基本结构进行深入剖析。要以图纸为依据,充分明确线管安装的各项要求,确保在安装线管和预埋施工环节,始终有明确的要求和规范作为引领。施工人员应对图纸信息进行深入细致地解读,确定施工交叉关键点,对线管的走向、布置等关键环节有明确的认识,在后续施工中做到有的放矢,明确细节,从而取得更好的施工效果。

4.2 选择适宜的原材料

基于装配式建筑要求,施工单位应根据项目的实际需求,前期做好对基础原材料规格、性能的调查分析,明确线管安装的具体要求。比如说,个别项目对叠合板、横架经之间的缝隙具有特殊的要求,部分缝隙要求 35mm,缝隙十分狭小,如果此时存在多条管线叠合安装的情况,可能会给后续焊接钢管带来不便。对此,要求施工单位必须要结合项目实际需求,根据具体的工况来选择材料。

4.3 认真做好清理验收工作

在完成管线预埋作业之后,施工单位必须要按照要求及时地清理验收,应重点检查预留孔周围的位置,明确是否有积水,是否存在杂质,以及管道是否通畅。施工单位应根据规定要求,对管道的具体位置、尺寸、数量等各方面进行逐一检查,进行施工质量检测,保证位置、倾角等符合规定要求。此外,还要对管道表面进行检查,注意检查管道表面的平整度,以及管道之间连接的效果,保证管道表面无异物、裂缝等问题,确保管道连接紧密。

4.4 加强施工过程监督

施工过程监督是保障线管预埋施工质量的重要举措。在施工过程中,施工单位应建立专业的监督小组。小组成员应包括经验丰富的技术人员和质量管理人员。监督小组要对每一道施工工序进行实时监督。从预制构件加工阶段开始,监督小组应认真检查线盒固定、套管预埋等操作是否符合规范,确保施工工艺精准执行。在现场施工时,监督小组需重点监督叠合板线管安装、预制墙体与管线对接以及现浇层管线敷设等环节,及时纠正不规范的施工行为。除此之外,监督小组还需对施工设备的运行状况进行检查,确保设备正常

运行，避免因设备故障影响施工质量。例如，在混凝土浇筑前，检查振捣设备是否能正常工作，若设备振捣力度不足或过度振捣，都可能对线管造成位移或损坏。

4.5 建立质量追溯体系

施工单位可通过打造质量追溯体系的方式来提升线管预埋施工质量管控水平。施工单位应借助信息化手段，可以通过设置二维码的方式，对每个预制构件和预埋线管进行身份标识。在预制构件加工环节，施工单位应当详细、全面地记录原材料的批次、供应商信息、加工时间、操作人员等各方面数据。在施工过程中，施工单位必须要认真记录线管的安装位置、连接情况、施工时间等有关信息。施工单位应通过全方位的信息管理，搭建质量追溯体系，一旦发现质量问题，便可以通过扫描标识快速地追溯到问题源头，精准定位问题原因。具体而言，当施工单位发现某区域线管出现堵塞问题时，可以通过追溯体系，迅速定位到该线管所属的预制构件加工批次，进而排查同一批次原材料是否存在质量隐患，以此来总结问题原因，及时加以整改。

4.6 做好人员队伍优化建设

机械设备和人员是机电安装线管预埋施工的关键，只有保证设备和人员统筹协调，才能够确保施工流程衔接紧密，按期交工。对此，相关单位必须要做好人员和设备的安排工作。其中，技术专家团队负责运用 BIM 技术精心设计优化预埋方案，一线操作人员应划分为工厂预埋、现场装配、管线连接等各个小组，不同部门各司其职，做到熟练掌握相

应工序核心技能，从模具组装到构件吊装，再到管线接驳，均要实现精准操作。同时，有关单位应建立系统的培训机制，通过标准化作业手册与实地样板示范，提升技术人员整体的实操水平。企业还应对内部人员进行绩效考核，将施工质量、进度等指标与员工的个人收益挂钩，以此调动内部人员的积极性。

5 结语

装配式建筑机电安装线管预埋施工是一项难度较大、十分复杂的工作，文章对该工序施工的技术难点进行了细致的分析，并结合施工的实际情况，提出了具体的施工技术要点以及质量管控措施，希望通过本文的研究，能够为装配式机电预埋施工的高质量发展有所助益。

参考文献

[1] 高建.探究BIM技术在装配式建筑机电安装工程中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2025,(02):82-84.

[2] 王成行,蒋润萍,张必洪.基于BIM技术的装配式建筑机电系统应用与分析[J].云南水力发电,2024,40(12):167-170.

[3] 杜晓英,黄瑞,杨智明,陈斌.BIM技术在装配式建筑机电安装工程中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2024,(08):63-65.

[4] 潘笑豪.装配式建筑机电安装施工技术研究[J].中国设备工程,2024,(08):214-216.

[5] 张国圣,胥文锋,兰立春,潘泽源,朱明金.装配式高层住宅机电安装工程施工及管理要点[J].四川水泥,2023,(12):107-109.