

装配式建筑电气设计关键设计要点

池媛

中国市政工程华北设计研究总院有限公司广西分公司

摘要：装配式建筑是指把传统建造方式中的大量现场作业工作转移到工厂进行，在工厂加工制作好建筑用构件和配件（如楼板、墙板、楼梯、阳台等），再运输到施工现场进行装配安装而成的建筑。这种方式产生较少的建筑垃圾，更加节能环保，而且通过使建筑用的构件和配件标准化，极大地降低了施工的造价，最终大大提升了施工的进度，使得整个流程更加高效。近年来，伴随着“碳达峰”“碳中和”理念的广泛传播以及技术水平的不断提高，我国各个省市都出台了大力发展装配式建筑的举措，并把其看做我国建筑行业未来的一个主要发展方向，同时装配式建筑也为整个行业带来了一场巨大的变革。本文主要针对装配式建筑中电气专业需要注意的一些关键设计要点进行探讨。

关键词：装配式建筑；电气设计；设计要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.18.086

引言

装配式建筑电气设计主要包括了预制内隔墙与管线、精装修一体化、管线分离比例控制要求、集成卫生间、厨房等。结合到具体的项目需增加工作内容，包括预制结构内设备点位、管线的预留预埋定位，管线分离需要考虑管线明敷及暗敷的比例控制等。传统建筑中电气设备相关点位及管线的预留，在施工过程中可根据现场的实际调整，而装配式建筑由工厂生产预制构件，施工现场仅负责安装拼接构件。在预制构件生产过程中，需提前规划电气设备点位及管线走向，构件生产中进行准确的预留预埋，是装配式建筑电气的关键。基于此，本文针对装配式建筑电气设计关键设计要点进行分析探讨，仅供相关人士参考。

一、装配式建筑概况

在传统的建筑中，总体的设计流程是确定总体方案；装饰设计、后期的精装、深化、调整原方案。装配式建筑的设计步骤主要是对工程设备进行科学的论证，以利于设备的合理配置；根据精装设计的要求，做好内部的精装布置；各方确定设计结果，并进一步深化，使方案得到最优；零件工厂按深化图进行加工。在电器总成设计中，电源线和预型件的连接应该在方案确定阶段进行；在设计阶段，根据精装设计的要求进行规范的设计，规范的安装；在进行深挖时，必须在预埋管箱内预留孔道，并按用户要求预留导线槽等。最后，经过室内设计、电气设计、PC设计及制造企业等各方的确认，由各个厂家进行生产与加工。装配式建筑由结构系统、外部维护系统、设备和管线系统以及内部系统的主体结构

和预制件组成。装配式建筑可划分为三种类型：混凝土装配式、木结构装配式、钢结构装配式。本文以预制柱、预制梁、楼梯、复合墙板、预制叠合楼板为研究对象。与电力有关的预制件，以墙体和地板为主。目前，预制件主要是半预型、现场浇筑，其具体做法是：在设计后进入厂房，按照拆分图制作预制件，预留线槽、线盒和孔洞，现场装配、线管连接，然后现场浇筑。在工程施工中，不得对构件进行重加工，如开槽、凿洞、变形等，均会影响工程的质量。在装配式建筑的设计中，为了避免构件的损坏，必须绘制施工图、深化图、拆分图，确保工程的顺利进行。

二、装配式建筑电气设计原则

装配式建筑是在工厂内组装构件，并将构件运至工地进行组装的建筑。在进行装配式建筑室内电气设计时，设计人员必须全面了解其特征及工艺方法，对电气设备安装和管线敷设等进行科学设计，以确保工程的顺利进行。设计人员要细致分析室内电气设计中的每一部分，以符合最终需求。在设备的铺设与施工中，应充分考虑现场的实际状况。例如，在安装基座和管道时，需要安装在天花板、装饰墙上，并尽可能地减少混凝土中的预埋管道，从而确保施工的稳步进行。

三、预制装配式建筑中电气设计标准

为了提升预制式装配建筑的应用效能，要按照设计标准落实具体工作，从而发挥电气设计环节的优势作用，更好地满足建筑需求。（1）要落实前期的调研工作，充分了解工程项目装配式建筑结构和混凝土预制件分布情况，以便于能制定更加科学合理的电气线路布设方案，维持良好的敷设方案，提升功能墙体结构的应用效果。（2）要践行预埋敷设管理机制，一般而言，非特殊性情况一般不会在预制混凝土中进行线路的预埋，电气设计人员要和土建设计施工人员进行良性沟通，保证相应结构参数定量定性分析配合的科学性，实现线路管理的整体性优化，并最大程度上减少预制操作和现浇楼板交叉处理的情况。（3）预制装配式建筑电气设计要进行精准定位，结合施工图纸完成校准处理，从而提升整体建筑电气设计效果。

四、装配式建筑电气设计基本流程

电气设计人员在装配式建筑电气设计过程中需要坚持完整性原则。装配式建筑的电气设计不同于传统住宅，需要进行深化设计和电气拆分设计。深化设计是指在施工图的基础上，结合各专业设计问题综合考虑，对各个强/弱配电箱、灯、开关、插座和洞口精准定位的同时进行尺寸标注。电气拆分设计是装配式建筑电气设

计的一大特点，同时也是难点。这一步需要设计、生产与施工三者之间密切配合。设计过程中结构专业设计人员对楼板和墙板进行结构拆分，电气专业设计人员在结构拆分图上进行电气拆分设计，主要设计任务是对每一块预制构件进行电气编号、预留线盒的精准定位、暗敷导管的具体定位、强/弱电箱的孔洞预留定位，确定线路大致走向，防雷接地线的型号及位置等。

五、装配式建筑的电气拆分设计

（一）复合墙板

首先，施工技术人员要对复合墙板内部的预制管线、线盒以及强电插座和开关位置进行准确定位，并结合装配式工程建设原始的电气拆分图纸，了解内部的线路分布及预制构件的分布情况。其中，配电箱、强弱电线盒以及弱电箱要放置在复合墙板内部硅酸盐砌块的固定位置。为避免引发工程质量问题，以上配电设备和预制构件严禁放置在复合墙板的肋柱和肋梁位置。其次，可根据工程建设需要，依据现场实际情况对电气拆分图纸进行适当修改。为实现管线分流，减少建筑施工方面的繁琐步骤，在电气设计时，可适当取消区域内管线交叉复杂的部位以及较大的配电箱，工程技术人员可合理修改图纸，减少建筑层面。如果相关设计图纸无法修改，那么工程技术人员也可利用全现浇楼板进行代替，满足建筑方面的需求，保证装配式建筑的整体质量和安全性。最后，在绘制复合墙板部位的电气拆分设计图时，工程技术人员要充分考虑复合墙板内部各管线、接线盒以及强电开关在设计图上的位置标注，可通过箭头等指示符号进行明确标注。例如，各设备和预制构件的安装方位、方向、正反面、是否穿墙以及管线的线路走向等，都要标注清晰，以备后期施工过程中能够明确区分。设计图绘制完成后，工程建设人员应检查各部位预制构件、零部件、电箱分布情况等是否与图纸相符；同时，查看复合墙板的肋梁和肋柱位置，避免各预制构件及设备位置与其发生碰撞或交叉现象。

（二）叠合楼板

预制楼板和现浇钢筋混凝土叠合楼板是装配式建筑楼板采用的主要方式。预制部分在生产车间生产，加工生产时根据电气拆分图来预留线盒、线管、洞口，加工完成的预制底板；然后运送至施工现场进行安装固定，将线管穿钢筋铺设在预制底板上方，线管连接；线管连接完成后进行现场浇筑，最后将叠合层抹平。

（三）电气设计与内部部品敷设

装配式房屋的内部构件可划分为整体构件和模块构件。部品的概念通常是指具有一定标准的工业化产品，在建筑行业中，就是利用现代工业技术制造的建筑构件，如挂墙板、保温墙、预制板、叠合梁、预制楼梯、叠合板等。而内部部件的概念则包含一体化与模块化，集成化的部件有隔墙、吊顶、地板等；整体厨房、整体卫浴、整体储物等。将电气设计与内部装设相结合，使电气设计与建筑物本体彻底分开，又称SI组装配式内部安

装系统，S是结构词的简称，I是管道的简称。在采用SI系统的装配式住宅中，房间内的水平导线和装置通常都布置在屋顶或地面上；垂直导线管通常布置在二次墙内，如果没有二次墙，它可以隐蔽在建筑物的装饰层中。

（四）预制装配式建筑管线分离

管线分离的专业包含强电、弱电、给排水、暖通等专业。对于裸露于室内空间以及敷设在地面架空层、龙骨类墙体和吊顶内的管线，以及地暖地面为干式工法的应认定为管线分离；而对于埋置在结构构件内部（不含横穿）或敷设在湿作业地面找平层、垫层内的管线做法应认定为管线未分离。例如：施工现场剔凿的条板类空腔中预埋管线，应认定为管线未分离。管线分离比例是指各楼层管线分离长度（包括裸露于室内空间以及敷设在架空层、非承重墙体空腔和吊顶内的电气管线长度之和）与各楼层电气管线的总长度的比值。电气专业管线分离比例会很低，想要达到更高的管线分离比例，水平管线尽量明敷设在吊顶内，或者干法地面内。干法地面是指在地面基层上设置支撑座、承载架、地面装饰层，通过模块组装，管线可以敷设在地面构造的管线层里面。同时若墙体选用带空腔的板材或者墙体有干法装饰层的，竖向管线也可以达到管线分离。具体可以根据不同项目核算管线分离比例。

（五）设计方案优化

BIM技术能够实现不同专业的平行设计，实时更新和交互的系统信息，并能够对不同专业的冲突进行自动检测，取代手工绘图时的冲突，使得安装式建筑电气智能化设计中的预留开关、线盒、管道、洞口等设计更加精确、合理。根据“检验、优化、再检验”的原则，对产品的设计进行改进，确保产品的装配和施工。同时，3D视图可以方便地进行建模，提高设计的准确性和工作效率。

（六）施工进度优化

通过BIM三维模拟施工，预留开关、线盒、管线、洞口与结构钢筋或其他专业设备等是否冲突都一目了然。完成现浇预制模型以及现浇节点深化后，利用BIM可视化技术提前模拟现场装配，避免预制构件与现浇连接节点位置碰撞问题发生。同时还可以综合各种碰撞结果，自动选取最优安装及施工方案。基于BIM模型，整合项目的所有参与者和所有级别数据信息发送至BIM数据库，后期运维人员访问数据库并利用BIM数据库的完整性性能和准确性，可掌握各种建筑设备的实际操作在此基础上，调整运行状态，维护专业设备实现运维工作的可视化和智能化，构建完整的系统装配式建筑的全生命周期控制系统。

（七）防雷和接地设计

为保证预制装配式建筑电气设计和配套工序效果，就要对建筑结构安全性予以控制，确保防雷操作和接地处理工作有序开展。依据设计方案进行建筑物使用性

质、雷电事故可能性等工作的评估，并依据防雷要求完成分类。一般而言，建筑物按照防雷设计规范可分为一类、二类和三类，在完成基础分类工作后，就要配合实际情况选取匹配的防雷装置，优先使用建筑物金属结构和钢筋混凝土结构钢筋作为导体结构。另外，在建筑防雷引下线处理工作中，则要优选钢筋混凝土中钢筋结构，或者是依据实际情况选取圆钢、扁钢等，保证相应控制结构的合理性。并优选钢筋作为防雷接地网，若是建筑结构的使用情况受限，则补充人工接地极。

（八）LEB端子箱位置预留及管线敷设

根据《住宅建筑电气设计规范》（JGJ242—2011），住宅中安装有淋浴、浴缸的卫生间必须采用等电（LEB端子箱）连接方式。卫生间会采用建筑防水施工方法，并在地面上铺设很多管道，地板的厚度比一般房间厚。因此，LEB端子箱的预留高度为实际使用高度加上施工实践高度，从地面至箱底的距离应不小于设计要求。LEB端子箱需要连接卫生间的金属排水管、金属浴盆、金属脸盆、金属加热管、金属散热器、卫生间电源插座PE线、钢丝网等，电缆出口数量多，预留管道数量多，可以在管道上留有孔洞。

（九）对于用户单元内的管线安装

根据《装配式住宅建筑设计标准》（JGJ/T398—2017）8.4.1条，装配式住宅套内的电气管线宜敷设在楼板的垫层、架空层、隔墙空腔以及吊顶内。由于管线的生命周期要明显小于墙体结构的周期，因此比起采用电气管线在叠合楼板内敷设，采用SI管线分离技术更方便设备管线的更新，而这也是未来装配式发展的一个方向。SI管线分离技术需要多个专业的协同配合，对于电气专业，要合理地规划路由，水平管线优先在吊顶内、空腔内、架空地板等处敷设，垂直管线可以敷设在轻钢龙骨内隔墙等二次墙或者局部装饰的面层内，并穿保护管，对于明敷在有可燃物的闷顶或者封闭吊顶的线路，要采用金属导管或者槽盒。

六、装配式建筑电气设计的发展趋势

装配式建筑在很大程度上改变了建筑的建造方式，能够在新型城镇化发展和供给侧结构性改革方面发挥重要作用，也更加重视形成相互协调与集成的技术体系。随着相关人员对科学技术和装配式建筑建设体系研究的不断深入，装配式建筑会向着智能化方向发展。装配式智能建筑的本质就是提升建筑的智能化和工业化水平。“互联网+”的背景下，装配式智能建造通过利用BIM技术能够实现设计、生产、施工全过程的可视化和可模拟化，实现全产业链的信息共享和信息传递，从而为电气设计提供便利，使电气设计更加科学合理。在进行设计时，利用BIM技术的优势教师可以同时进行设计工作，并可以实时共享和交换相关信息设计信息，可自动分析不同设计工作中存在的问题检验可以有效提高综合管道设计的准确性和科学性。通过设计模型，可以准确地

显示各种设计细节，从而提高了设计工作的效率和准确性。在生产过程中，每个预制组件的详细信息可以在BIM模型。工厂生产部件可以更直接、更完整、更准确地掌握每个部件的参数信息，以及标准结构零件生产过程可以有效地提高工厂生产的部件的质量。同时它还可以有效地使用3D打印技术来分析BIM模型中每个组件的参数最终实现预制件的大规模印刷生产。从而使它可以提高组件生产的整体质量，并提高组件生产效率，使这一比率得到了有效提高。

结束语

本文主要针对装配式建筑，结合当地的装配式建筑评价细则及设计各阶段设计文件编制标准的要求进行阐述。综上所述，作为一名电气设计人员，需熟知电气施工过程的同时也应了解装配式建筑的施工工艺及特点，在电气设计阶段对电气管线路由及电气设备用房进行合理规划，针对管线分离的比例要求提供合理的建筑精装修方案意见，针对项目土建专业对预制楼板、墙板的分布，精装修专业提供的家具布置图及天棚设备定位图提供精准的预留预埋设计，对电气设计人员的业务能力要求也越来越高。近年来，强调模块化、标准化的设计新理念的装配式建筑取得了飞速发展，为建筑行业在成本、周期、节能等多方面带来了巨大的效益。作为一项新兴技术，其技术做法还有待进一步的细化和提高，而这也对我们电气设计人员提出了更高的要求，从多角度出发进行更加积极的探索与研究。

参考文献

- [1] 白金彪. 装配式建筑电气设计关键技术研究[J]. 南方农机, 2021, 52(21): 139-141.
- [2] 吴旭辉, 王春燕. 装配式建筑电气设计关键技术分析[J]. 建筑电气, 2021, 40(07): 42-47.
- [3] 黄凌洁, 刘轶. 装配式建筑电气设计的探索与思考[J]. 智能建筑电气技术, 2020, 14(06): 121-123+132.
- [4] 吴羨. 装配式建筑电气设计要点探析[J]. 建筑与预算, 2020(11): 32-34.
- [5] 陈瑶. 浅谈装配式建筑电气设计[J]. 内蒙古煤炭经济, 2020(20): 145-146.
- [6] 黄景峰. 装配式建筑电气设计简析[J]. 现代建筑电气, 2020, 11(07): 54-56.
- [7] 王远方. 装配式钢结构高层住宅电气设计[J]. 智能建筑与智慧城市, 2020(07): 104-107.
- [8] 李国伟. 装配式建筑电气设计发展分析[J]. 住宅与房地产, 2020(15): 88.
- [9] 王圣杰. 装配式建筑电气设计要点及解决方案[J]. 江西建材, 2020(04): 72-73.
- [10] 范玉华, 鲍建宁. 装配式建筑电气设计要点解析[J]. 现代建筑电气, 2020, 11(02): 1-4.