

装配式建筑变电站施工技术及质量控制研究

杜亚成

中国能源建设集团天津电力建设有限公司，天津 300171

[摘要]伴随电力系统不断发展，变电站建设对于施工效率以及质量的要求日益提升。传统施工模式存在着诸多问题，比如工期较长、现场作业较为复杂且质量难以实现统一等，这些情况使得其很难满足现代的需求。装配式建筑凭借自身所具备的模块化以及标准化的特点，在变电站施工当中得到了较为广泛的运用。就目前来看，预制构件的生产技术、吊装安装技术，还有BIM以及信息化管理手段都已逐步走向成熟。装配式建筑在变电站施工里所发挥的作用，主要表现在能够提高施工效率、保障工程质量、减少现场作业的量以及降低安全方面的风险，进而为工程的建设给予了一种高效且可靠的解决办法。

[关键词]装配式建筑变电站；施工技术；质量控制

DOI: 10.33142/ect.v3i11.18347

中图分类号: TU745

文献标识码: A

Research on Construction Technology and Quality Control of Prefabricated Building Substation

DU Yacheng

China Energy Engineering Group Tianjin Electric Power Construction Co., Ltd., Tianjin, 300171, China

Abstract: With the continuous development of the power system, the requirements for construction efficiency and quality in substation construction are increasingly increasing. The traditional construction mode has many problems, such as long construction periods, complex on-site operations, and difficulty in achieving unified quality, which make it difficult to meet modern needs. Prefabricated buildings have been widely used in substation construction due to their modular and standardized characteristics. At present, the production technology, lifting and installation technology, BIM, and information management methods of prefabricated components have gradually matured. The role of prefabricated buildings in substation construction is mainly manifested in improving construction efficiency, ensuring project quality, reducing the amount of on-site operations, and lowering safety risks, thereby providing an efficient and reliable solution for the construction of the project.

Keywords: prefabricated building substation; construction technology; quality control

引言

随着电力系统建设持续向前推进，变电站身为电网极为重要的节点，其建设的质量以及施工的效率，和电力供应所具备的安全性、可靠性紧密关联。传统变电站采用的施工模式，存在着诸多问题，比如工期偏长、现场作业情况复杂、施工质量很难做到统一，还有安全管理方面所面临的压力颇大等，这些情况使得其难以契合现代电力建设对于高效、标准化以及安全施工方面的要求。装配式建筑属于一种模块化、工业化且标准化的建筑形式，它有施工周期相对较短、质量能够把控、现场作业量较少以及对环境产生的影响较小等诸多优势，于是便逐渐在变电站建设当中获得了应用。与此伴随着BIM技术、信息化管理系统以及现代施工技术不断发展，装配式变电站施工在组织

管理、施工工艺以及质量控制手段等方面都得到了较为明显的优化，其施工效率以及工程质量也都得到了提升。不过在装配式变电站施工期间，依旧面临着预制构件的生产以及运输环节、现场吊装操作、机电设备安装事宜以及整个过程中的质量控制等一系列技术方面的挑战。鉴于此，本文从装配式建筑变电站施工技术以及质量控制这个角度出发，全面且细致地剖析施工组织与流程设计情况、关键施工技术要点、安全管理相关事宜以及BIM与信息化技术的应用状况，并且针对预制构件、现场安装以及电气机电设备安装的质量控制方法展开研究，目的是给装配式变电站施工给予科学层面的指引以及实践方面的参考，推动变电站建设朝着高效化、标准化以及智能化的方向不断发展。

1 装配式建筑在变电站中的应用优势

装配式建筑在变电站中的应用通过工厂预制和现场模块化组装，实现了建设模式的革新，其优势主要体现在效率、环保、成本、质量及技术集成等方面。模块化设计将变电站划分为独立单元，通过标准化接口快速拼装，大幅缩短现场施工时间，同时故障模块更换也更加便捷，施工效率显著提升。施工过程减少现场湿作业，建筑垃圾排放明显降低，能耗减少，全生命周期对环境的影响得到有效控制。规模化生产和政策支持降低了项目成本，同时通过绿色金融工具可以进一步缓解初期投入压力。工厂预制保证构件精度和一致性，减少人为误差，标准化接口和兼容性机制提升系统稳定性，数字孪生技术实现设备状态监测和故障预警，提高维护效率。此外，模块化设计便于与智能电网及数字孪生技术融合，实现设备数据交互和优化管理，完善的标准化体系推动产业链协同发展，进一步提升了装配式变电站的建设质量和运行可靠性。

2 装配式建筑变电站施工技术

2.1 施工组织与流程设计

在装配式建筑变电站的施工进程里，施工组织以及流程设计构成了保障工程可顺利推进并且施工质量得以维系的关键基石。装配式建筑自身有着模块化、标准化还有预制化的特性，所以在施工组织方面务必要全面考量预制构件在生产环节、运输环节、现场吊装环节以及安装环节等各个方面的衔接状况与协调事宜。要依据项目的总体进度情况以及施工规模大小，去合理地编制施工组织设计方案，把施工阶段、工序顺序以及关键节点都明确界定清楚，从而保证各个施工环节能够科学且顺畅地衔接起来。接着，需要对预制构件的生产计划和现场施工计划加以统筹安排，通过优化运输路线以及吊装顺序，防止施工现场出现堆放杂乱无章的状况以及施工资源遭到浪费的情况发生^[1]。与此还应当构建起完备的施工流程管理体系，针对施工流程展开标准化、可视化以及信息化的管理操作，以此达成对进度进行有效监控、对资源予以合理调配以及对风险实施妥善控制的高效目标。

2.2 关键施工技术

在装配式建筑变电站开展施工活动之时，关键施工技术可算得上是确保工程质量得以保障、施工效率得以提升以及结构安全得以维持的那个极为重要的核心环节所在。此项技术所涉及的范围颇为广泛，囊括了预制构件从生产阶段开始，一直到运输环节、吊装环节、安装环节乃至节点处理环节等诸多方面内容。就预制构件的生产进程来讲，务必要对钢筋加工这一工序、模板制作这一环节、混凝土

浇筑这一操作以及养护工艺这一流程加以严格的把控，从而切实保证构件的尺寸精度以及结构性能都能够契合设计方面所提出的要求。而在运输与吊装这两个环节当中，应当依据构件的具体规格情况、现场的实际条件状况以及吊装设备所具备的能力来合理地去规划运输的路线以及吊装的顺序安排，同时要采用那些较为科学的支撑方式以及固定办法，如此一来便能够有效防止构件在搬运的过程当中以及安装的过程当中出现受损的情况发生，并且还能充分保证施工期间的安全无虞。

2.3 施工安全与施工现场管理

在装配式建筑变电站施工期间，施工安全以及现场管理属于极为关键的环节，它们对于工程能够顺利开展以及人员与设备安全有着重要保障作用。因为装配式施工会涉及到数量众多的预制构件吊装工作、重型设备安装事宜以及多个专业的协同作业情况，所以施工现场往往存在着高空作业方面的风险、物体碰撞的风险还有电气安全方面的风险，这就需要建立起较为严格的安全管理体系并且制定出规范的操作流程。施工现场管理得从人员、设备、材料以及环境这四个方面来统筹安排，要清楚地明确各个工序的责任分工状况，合理地布置施工区域以及通道，设置像防护栏杆、安全网、警示标志以及应急通道这样的安全防护措施。与此还得强化施工人员的安全教育培训以及操作技能培训，保证他们能够熟练地掌握吊装操作的方法、设备使用的技巧以及应急处理的方式，并且要严格落实佩戴安全防护用品的相关制度。

2.4 BIM 与信息化技术在施工中的应用

在装配式建筑变电站施工环节当中，BIM 也就是建筑信息模型，还有信息化技术，在此方面的应用，可切实有效地提升施工管理的水平，让工程质量得以提高，施工效率也能有所提升。借助 BIM 技术，于施工正式开始之前，能够针对变电站的整体结构情况、预制构件的具体状况、机电设备的相关情况以及管线布置的实际情形展开三维可视化的模拟操作，如此一来，便能够达成对施工方案予以优化的目的，同时还能开展冲突检测工作，进而提前把设计以及施工过程中存在的潜在问题给找出来，以此减少现场出现返工的情况，避免资源出现不必要的浪费^[2]。与此 BIM 技术还能够把施工进度方面、材料管理方面、设备安装方面以及质量控制方面的诸多信息综合起来加以管理，实现对施工全过程的可视化呈现以及数据化的监控操作，从而使得施工单位可以精准地去调度人力、物力以及机械设备，进一步提高施工组织的工作效率。

3 装配式建筑变电站施工质量控制

3.1 施工质量控制体系与标准

在装配式建筑变电站开展施工活动之时，构建起较为完备的施工质量控制体系，并且严格依照相关的各项标准来行事，这无疑是保障工程质量以及运行安全极为关键的一个方面。这套施工质量控制体系务必要涵盖从设计审查环节开始，一直到预制构件的生产、运输环节，再到现场的吊装与安装环节，乃至后续的机电设备安装环节，直至最终的验收环节为止的整个过程，从而达成在质量管理上能够实现全方位、全阶段且全员都参与进来的这样一个状态。在整个体系构建的过程当中，需要清晰明确各个不同环节各自对应的质量责任人以及相应的质量控制要点，要制定出详尽细致的施工操作规程以及检查标准，而且要和国家层面以及行业层面的相关规范相互结合起来，像《建筑施工质量验收规范》《装配式混凝土结构技术规程》等等，以此来确保每一个工序都能够严格按照规定的标准去切实执行。与此还得建立起一套科学合理的质量监督以及检查方面的机制，借助自检、互检以及专职质量管理人员所开展的巡检等多种方式综合起来的方式，针对施工的整个过程展开持续不断的监控工作，以便能够及时察觉到存在的质量问题并且对其进行整改处理。

3.2 预制构件质量控制

在装配式建筑变电站施工期间，预制构件质量把控属于极为关键的环节，其对于确保整体结构的安全性、施工效率以及工程质量都有着十分重要的作用。一开始在预制构件生产阶段，务必要依据设计图纸以及规范要求来加工，这其中就涵盖了钢筋加工、模板制作、混凝土配比与浇筑以及养护等一系列工序，而且每一项工序都得开展严格的质量检验并做好相关记录，以此来保障构件的尺寸精度、结构强度以及表面质量均能够达到相应标准。在运输环节当中，应当结合构件的具体规格、重量以及现场实际条件来合理制定运输方案，并且要采取相应的防护举措，避免构件在搬运以及装卸的过程中出现损伤或者发生变形等情况。现场吊装与安装这一环节同样极为关键，得对构件吊装的先后顺序、支撑的方式以及固定的方法予以科学合理的安排，从而确保构件能够精准定位，并且和相邻构件实现良好的衔接效果。与此针对节点接口、连接螺栓、焊缝以及预埋件等部位也得进行严格的检查工作，进而保证整体结构具备稳固性以及耐久性。

3.3 现场安装质量控制

在装配式建筑变电站施工期间，现场安装质量控制属

于极为关键的环节，其对于保障整个工程的整体结构稳定、施工精准以及后期使用的安全性都起到重要作用。现场安装所涉及的范围比较广，既包含预制构件的吊装以及拼装操作，同时也涵盖了机电设备、管线还有辅助设施的定位与固定事宜，所以有必要建立起一套严格规范的安装质量管理制度。要依据设计图纸以及施工方案来针对现场施工展开详尽细致的规划工作，要清晰明确构件的安装先后顺序、吊装的具体方法以及相应的支撑举措，从而保证构件在整个安装进程当中能够始终处于正确的方位并且维持恰当的垂直度，防止出现偏差不断累积进而对整体结构产生不利影响的情况^[3]。对于安装过程里涉及到的连接节点、接口处理、螺栓紧固以及焊接质量等诸多方面需要着重予以检查，以此确保各个构件相互之间连接得十分牢固、其间隙设置得较为合理且受力分布也相对均匀。

3.4 电气与机电设备安装质量控制

在装配式建筑变电站施工期间，电气与机电设备安装质量控制属于极为关键的环节，其对于确保变电站能够安全运行、保障系统具备稳定性以及促使工程整体功能得以实现均有着重要意义。这一环节涵盖的内容较为广泛，既包含像变压器、断路器、母线、开关设备这类主要电气设备的安装事宜，又涉及到配电管线、控制系统、保护装置以及辅助机电设备的布置工作与调试事项。一开始，在正式开展设备安装之前，务必要依照设计图纸以及施工规范来仔细核对相关设备，要清楚明确每台设备的具体安装位置、连接的方式以及所采用的支撑方案，以此来保证设备在空间上的布局是合理的，并且方便后续的维护操作。在实施安装的过程中，需要针对设备基础、预埋件以及连接螺栓展开精准的定位操作并予以牢固固定，从而确保设备能够达到相应的水平度、垂直度要求，而且受力情况也需要保持均匀状态，避免因为安装时出现偏差而致使设备在运行过程中出现异常状况或者存在安全隐患。与此还要对电缆桥架、管线敷设、接地系统以及保护接线等方面进行全面且严格的检查，务必使得线路的布置是合理的，各类标识清晰可辨，绝缘性能良好，接地处理也足够可靠。在整个施工过程当中，还需借助精密测量工具以及BIM信息模型来对安装过程进行实时的监控与详细记录，一旦发现存在问题就要及时采取纠正举措，以此来确保安装精度以及各项技术指标都能够符合设计方面的具体要求。

3.5 施工全过程质量监测与验收方法

在装配式建筑变电站施工期间，施工全过程的质量监测与验收办法属于保障工程质量、施工安全以及运行可靠

性的关键环节。全过程质量监测包含了从预制构件生产、运输、吊装安装，一直到机电设备安装、管线布置以及系统调试等诸多阶段，需要针对施工的每一道工序、每一个环节展开实时监督并做好数据记录工作。要构建起科学的监测体系，这一体系涉及人员管理、技术标准、检测方法以及监测频次等方面，以此来保证施工活动能够在规范所规定的范围之内开展。接着，借助精密测量设备、BIM信息模型还有信息化管理系统，针对构件尺寸、位置精度、垂直度与水平度、节点连接质量、设备安装精度等这些关键指标实施实时测量以及动态跟踪，以便及时察觉到偏差以及潜在的问题，并且采取相应的纠正举措，避免质量问题不断累积进而对整体结构产生影响^[4]。在施工过程当中，还需开展定期的质量自检、互检以及由专职人员进行的巡检，进而形成多层次的质量监督网络，提升监测工作的科学性以及有效性。

4 结束语

经过对装配式建筑变电站施工技术以及质量控制展开研究后能够察觉到，装配式建筑在变电站开展建设工作的过程当中，是能够在一定程度上切实有效地提升施工的效率，并且对于工程质量的提高也起到了积极作用。其中，较为科学合理的施工组织安排以及流程方面的精心设计，关键施工技术得以切实应用，严谨细致的安全管理举措，

还有BIM以及信息化技术的引入运用，使得整个施工的过程变得更加规范有序，同时也更具高效性。与之针对预制构件、现场安装环节以及电气机电设备等方面实施全过程的质量控制与细致监测，切实保障了施工的精度以及结构的稳定状态，有效程度地降低了施工期间所存在的各类风险。装配式建筑施工技术与质量控制的相关应用情况，给变电站的建设工作给予了可靠的工程技术支撑，也为后续相关建设积累了宝贵的实践经验，进而为达成施工的安全性、快速推进以及高质量完成等目标打下了坚实的基础。

【参考文献】

- [1] 斯建东.变电站工程绿色施工技术与管理[J].中国水利水电出版社,2023(12):124.
 - [2] 志斌,徐坤,白宝峰,等.基于变电站装配式施工的AR技术应用[J].建筑施工,2023,45(4):764-766.
 - [3] 张肖峰,范绍有.装配式变电站的设计与施工技术研究[J].四川建材,2016,42(8):274-275.
 - [4] 陆晓雨.装配式钢结构变电站在全模块化施工中的关键技术应用[J].产品可靠性报告,2025(8):195-196.
- 作者简介：杜亚成（1981.5—），男，河北人，现就职中国能源建设集团天津电力建设有限公司，技术专家，长期从事新能源输变电工程技术管理工作。