

电力工程中电气设备安装与供配电系统协同优化研究

毛文学¹, 赵建纲²

(1. 青岛东盛电力工程有限公司, 山东 青岛 266400;

2. 青岛雷霆重工股份有限公司, 山东 青岛 266112)

摘要 本研究着眼于电力工程中电气设备安装和供配电系统的协同优化, 在电力需求一直增长、对供电稳定性要求不断提升的背景下, 阐述了电气设备安装和供配电系统协同工作的重要性, 并分析两者间的相互联系, 提出协同优化策略, 旨在为提高电力工程整体的性能、减少能源消耗、提升供电的可靠度提供借鉴, 促进电力行业高效发展, 以应对现代社会对电力供应的高标准、严要求。

关键词 电力工程; 电气设备安装; 供配电系统; 协同优化; 供电可靠性

中图分类号: TM732

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.18.027

0 引言

电力作为重要的能源, 维持着各行各业的运行以及人们的日常生活。电力工程的建设与发展对国家经济增长和社会稳定起着关键作用。电气设备安装以及供配电系统是电力工程的核心组成部分, 其运转情况直接决定电力供应的质量和效率。在实际的电力工程中, 电气设备安装与供配电系统往往有协同方面不足的问题, 造成设备故障频繁出现、能耗增多等一系列不良影响。因此, 开展电气设备安装和供配电系统协同优化研究具有十分重要的现实意义, 有利于提高电力工程的整体水平, 保证电力可靠供给。

1 电气设备安装与供配电系统概述

1.1 电气设备安装的重要性

电气设备安装是电力工程建设当中的关键环节, 规范的安装可以保障电气设备正常运行, 使电气设备发挥应有的性能。若变压器安装不符合标准, 有可能造成绕组过热、绝缘毁坏等问题, 对电力传输的安全和稳定造成干扰。正确的安装布局可增强空间利用率, 利于后续开展维护和管理。优良的电气设备安装还会减少设备故障的产生概率, 降低维修方面的成本, 加大设备的使用年限, 为电力系统长久稳定运行奠定基础。

1.2 供配电系统的组成与功能

供配电系统主要是由电源、输电线路、变电设备、配电设施和用电设备等部分组成。电源是产生电力的

源头, 为整个系统提供电能。输电线路的工作是将电能从电源输送到各个变电站以及用户端。变电设备把高电压转换为适合用户所使用的低电压, 配电设备把电能分配到各个用电的设备。供配电系统的主要功能是安全、可靠、高效地将电能输送、配给到各个用户, 满足各类用户的用电需要, 同时让电力质量符合相关规范。

1.3 两者之间的相互关系

电气设备安装和供配电系统彼此依靠、相互影响。电气设备作为供配电系统的重要组成部分, 其安装质量直接影响供配电系统性能。若电气设备安装没有做好, 就有可能造成供配电系统出现短路、接地故障等状况, 使系统运行不能正常进行。供配电系统的设计以及运行的状况也会对电气设备安装提出要求, 供配电系统的负荷分布将影响电气设备的选型以及安装位置, 合理的供配电系统设计, 可为电气设备安装带来良好条件。

2 电气设备安装与供配电系统协同存在的问题

2.1 安装与设计的脱节

在实际的电力工程当中, 电气设备安装和供配电系统设计之间常有脱节的现象。设计人员在供配电系统设计时, 未深入现场做勘察, 也未考虑建筑结构布局、层高净空、通道宽度、吊装路径和基础承重等现实的约束状况; 对设备的尺寸、散热的需求、操作的间距

作者简介: 毛文学 (1987-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 电力工程施工 (配电设备及线路)。

以及后期维护的空间也没有综合考虑^[1]。在施工的时候,经常因图纸标注模糊、接口的界定不明确、系统预留不够而被迫临时做调整,难以及时反馈至设计端,设计与施工环节缺乏全过程协同机制,技术交底过于形式化,变更流程长且效率低下,造成返工时常发生、工期拖延,还降低了安装精度以及可靠性,造成运行隐患,影响到整个供配电系统安全稳定以及长期效能。

2.2 设备选型与系统不匹配

电气设备选型对于供配电系统协同运行意义重大。在一些电力工程中存在设备选型与供配电系统不契合的状况,选中的变压器容量过大或者过小,都会使电力系统的运行效率受到影响。容量过大可造成设备空载损耗上升,容量过小有可能无法满足实际负荷要求,造成设备负荷过大运行,降低设备的使用寿命。其他像断路器、接触器、互感器和电缆这样的电气设备选型出错,也会带来保护误动或拒动、接触发热、电压降超出预期、绝缘老化加快等问题,使系统整体的可靠性、安全性和经济性下降。忽视环境适应性、安装空间的限制以及未来负荷增长趋势,也会使设备无法长期稳定运行,进而影响整个供配电系统的协调运行以及可持续发展。

2.3 缺乏有效的协同管理机制

电气设备安装和供配电系统运行与多个部门和专业人员有关,如设计部门、安装小组、运行维护部门等,若没有有效的协同管理体系,各部门之间的沟通及协作会出现问题,造成工作效率不高,协同的效果不好。安装部门在安装过程中发现的问题,无法及时告知设计部门和运行维护部门,运行维护部门在设备运行当中发现的问题,无法及时与安装部门进行沟通解决,最终影响了整个电力工程的质量以及运行效率。

3 电气设备安装和供配电系统协同优化的相关策略

3.1 加强设计阶段的协同

在开展电力工程设计阶段,要加强电气设备安装与供配电系统设计的协同,设计人员要与安装人员进行充分的沟通,知悉现场真实情况和安装要求,使设计方案具有可行性和可操作性^[2],设计人员还应按照供配电系统的运行特征和要求,正确选择电气设备的规格和型号,保证设备与系统相契合。采用先进的设计软件与技术,对电气设备安装和供配电系统进行模拟及优化,预先找出并解决潜在的问题。

3.2 优化设备选型与配置

在进行电气设备选型时,要综合考虑供配电系统的负荷特性、运行环境、可靠性标准、节能指标和智

能化发展趋势等要素,优先选择技术成熟、运行稳定、维护容易、全生命周期成本合适的设备,要按照实际的负荷预测、运行具体工况和未来扩展需要,科学确定设备容量以及台数配置,兼顾经济性以及冗余储备,杜绝设备长期轻载或是持续过载的问题。另外,还应重视设备的兼容性与互换性,使不同品牌或批次设备间接口实现统一、通信顺利开展、保护逻辑协调一致,方便日常点检、故障隔离及迅速更换,最大程度保障系统长期安全稳定运行。

3.3 建立协同管理机制

为改良电气设备安装和供配电系统的协同效果,要建立有效的协同管理机制,明确各部门和各专业人员的职责及权限,加强部门相互间的沟通与合作。搭建信息共享平台,迅速公布和传送电气设备安装和供配电系统运行的有关内容,使各部门可以及时知晓工作推进情况和所存在的问题。建立健全的考核制度^[3],对协同工作成绩优秀的部门和个人给予奖励,对协同工作没做好的进行处罚,激发各部门和人员积极投入协同工作。

4 电气设备安装与供配电系统协同优化的技术手段

4.1 智能化监测与控制技术

利用智能化监测与控制技术,可以实时监测电气设备运行状态以及供配电系统关键参数是否有电压和电流的波动变化、温升的具体变化、功率因数的偏移数值、谐波含量的异常数值等,系统凭借边缘计算及智能算法不断分析运转的趋势,准确识别潜在故障,在异常开始出现阶段就触发分级告警以及预判性维护建议^[4]。同时支持无人看守下远程进行启停操作、负荷优化调度和保护定值动态更新,极大地提升响应速度以及调控精度。该技术深度融入运维流程中,可推动供配电系统朝着自主感知、智能诊断、协同决策以及自适应调节方向前行,全方位提供供电可靠性、能源利用效率和管理精细化程度。

4.2 节能技术的应用

在电气设备安装以及供配电系统协同优化中,要重视节能技术在系统方面的应用,优先选用高能效等级的变压器、电动机、LED照明产品和智能型低压电器,从根源上降低运行时的能耗,科学规划线路走向以及线缆截面,科学布置变配电所的位置,将供电半径予以缩短,抑制传输过程损耗。开展动态无功补偿和消除谐波工作,提高功率因数及电能质量,开展基于分时分区的负荷管理,防止轻载以及过载的运行现象,使系统响应的灵活度提高,按照当地条件接入分布式光伏和小型风力发电设施,通过源网荷储协同互动的绿色

供用电方式，全方位提高能源利用效率以及系统韧性。

4.3 仿真技术的应用

仿真技术可对电气设备安装的过程、供配电系统全周期运行状态进行高保真动态模拟和深度研究，助力设计人员准确了解系统响应特性、能量流动规律和多工况下的稳定性情况，技术人员可利用仿真平台直观观测短路故障、负荷突变、谐波干扰等异常场景的发展过程，准确识别设计薄弱点以及运行风险源。借助构建囊括变压器、开关柜、电缆、保护装置以及智能终端的完整数字模型，可多次验证不同拓扑结构、设备选型以及控制逻辑的适用性，有利于进行科学决策。在运维培训的过程中，仿真系统提供沉浸式操作的环境，使技术人员在无风险的条件中熟练掌握倒闸操作、故障定位、应急处置等关键技能，整体提升系统安全水平和人员专业素质。

5 电气设备安装与供配电系统协同优化的执行与评定

5.1 协同优化方案的实施

在做好电气设备安装与供配电系统协同优化方案的制定后，要严格按照方案的技术途径、工序逻辑和时间节点实施，实施过程中必须全面落实国家与行业现行的设计规范、施工验收标准以及安全操作规程，加大全过程质量管控及风险前期防控，施工人员必须持证上岗，关键工序做到旁站监督实施，隐蔽工程要通过联合验收这一关。建立问题闭环管理机制，对技术交底偏差、接口衔接疏漏、负荷匹配异常等予以及时研判和处理，积极和设计单位对接，将图纸细节进行深化，联合建设方统筹进度方面的资源，带动运维单位提前做好调试准备，保障系统功能健全、运行可靠、移交顺利进行。

5.2 协同优化效果的评估

为了检验电气设备安装和供配电系统协同优化的实际效果，需构建覆盖全过程、多方面的科学评估指标体系。该体系具备供电可靠性、反映持续不间断供电能力；留意电压偏差、谐波畸变和频率波动等主要特性；设备工作效率呈现变压器、开关柜及终端设备的负载匹配情况与响应灵敏程度；根据综合能耗的程度，测定单位的电能总量^[5]。另外，还需要兼顾运维的便利程度、系统可扩展性与故障自愈能力等隐性效能，凭借长期动态监测、趋势对比和关联分析，精确识别协同所存在的薄弱环节，基于评估结论不断迭代来优化设计参数、安装工艺及运行策略，推动电气设备和供配电系统深度整合、高效配合、长期合作。

5.3 持续改进的措施

电气设备安装与供配电系统协同优化是一个不断演进的系统工程，贯穿设计选型、现场施工、调试投运至后期运维的整个生命阶段，要打造一个覆盖运行状态监测、故障预警、能效评估的闭环反馈机制，借助一线运维人员日常的巡检工作、用户用电体验和调度平台运行日志等多源信息，精确识别设备匹配的偏差、负荷分配的失衡以及保护逻辑的冲突等隐性问题。同时，强化跨专业合作，促进安装工艺标准和系统保护定值、自动化策略深度融合，重点关注智能终端、数字孪生、柔性调控等先进技术领域，将成熟经验转换为标准化作业流程以及动态优化模型，有效增强系统安全性、可靠性和绿色低碳方面的水平，为电力工程高质量可持续发展打下根基。

6 结束语

电气设备安装与供配电系统协同优化是电力工程的关键所在，对提高整体性能、保障供电的可靠性以及降低能耗十分重要。当前，面对设计与安装分开、设备选型与系统不匹配、协同管理机制缺位等突出问题，要强化设计阶段多专业之间的协同，科学优化设备选型以及布局安排，并且创建全流程协同管理机制；借助智能监测控制、节能和数字仿真等技术保障优化落地。电气设备安装过程中应严格按照标准规范执行，做好跨部门的协调工作；建立包括可靠性、能效、经济性等方面的评估指标体系，动态评估成果并不断迭代优化。协同优化不是一次性任务，而要依托闭环反馈体系，关注技术发展以及行业需求，不断加强实践。只有做好统筹规划、依靠技术驱动、提供机制保障、坚持持续优化，才可以切实提升系统运行质量和韧性，为构建新型电力系统和社会高质量发展提供有力保障。

参考文献：

- [1] 黄泓溪. 电力工程中电气设备安装欠缺问题诊断与解决方案研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2024(08):17-20.
- [2] 葛磊蛟, 王英. “牵引供电系统与新型配电系统优化控制技术”专题特约主编寄语[J]. 电力电容器与无功补偿, 2025,46(05):I0001-I0002.
- [3] 刘金亭, 陈杰. 智能电网在输配电及用电工程中的应用研究[J]. 电气技术与经济, 2024(11):126-128.
- [4] 杜小龙. 输配电及用电工程中的智能计量与数据分析技术[J]. 自动化应用, 2025,66(S1):106-108.
- [5] 林立宁. 电气工程自动化及供配电系统节能控制研究[J]. 通讯世界, 2024,31(03):123-125.