

关于电气设备绿色设计与制造的思考

文 / 姜璐琦 浙江江山华宁电器有限公司

摘要: 电气设备设计及制造水平与电力行业发展进程存在密切关联。随着绿色节能理念深入人心,在电气设备设计及制造环节也需以节约能源、保护环境为目标,开创全新设备结构体系,优化设备制造流程。针对此,本文首先阐述电气设备绿色设计与制造重要性,分析设备绿色设计要点,提出设备绿色制造管控对策,以供参考。

关键词: 电气设备; 绿色设计; 制造

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.01.101

前言

现阶段电气设备设计制造环节需以绿色环保理念作为行业重要发展方向,在保证产品质量、提升产品生产效率的同时考虑环境因素。做好绿色设计工作,严格遵循绿色的设计原则。对制造流程、生产现场布置、供应链环节进行绿色化改进,加大制造全过程绿色化管控力度。

一、电气设备绿色设计制造重要性

在生产、制造电气设备过程中会产生较多的工业废渣、废气及固体废弃物,对周围大气环境、土壤环境造成严重污染。随着社会主义市场经济逐渐趋向于全球化发展,电气设备制造行业不仅面临着产品质量及成本的竞争,还面临着如何突破绿色壁垒的挑战。通过将绿色理念落实在设备设计制造环节,综合考虑环境影响及资源效率,打造现代化设计制造模式,可使电气设备从设计、制造、包装、运输及报废处理过程中对环境的影响程度较小,提升企业经济效益及生态效益。

二、电气设备绿色设计原则

在电气设备产品设计过程中,产品的技术属性应与环境资源属性、经济属性保持同种地位,充分考虑产品在废弃后的可拆性以及可回收性。明确产品设计与产品制造在环境保护、节约资源方面承担的重要职责,做好产品部分部件回收工作。电气设备绿色设计与传统设计工作的区分在于绿色设计需考虑产品结构、零部件选材、使用、回收利用环节对环境资源造成的影响,用最少资源、最小环境扰动度换取最大生产效益。电气设备绿色设计原则主要体现在以下方面:

第一,绿色低碳优先、数字智能化优先原则。在设计配电柜等电气设备过程中应充分认知绿色低碳、数字智能化优化工作重要性。严格控制电气设备物资绿色低碳入网,避免能耗量过高、对环境影响较大的材料及设备流入现场。传统配电柜在电力分配环节主要采用固定模式,难以根据负荷变化情况展开灵活调节,导致生产能源被浪费,企业经济利益受到不利影响。因此在绿色设计过程中还需积极使用数字智能化技术手段,对电力资源展开自动化及智能化分配,实时检测电气设备负荷

情况,结合负荷监测结果灵活调节电力分配。在数字智能设计过程中还应做好精准控制工作,借助精准算法及高效执行机构的方式对电力负荷展开精准控制,避免出现电力资源浪费问题。不仅如此,智能化控制模式还可根据企业实际需求设置不同节能模式,增强电气设备设计过程中的灵活性及可定制性。

第二,需求导向原则。在电气设备绿色设计环节还应遵循需求导向原则,明确电力行业发展需求,对电气设备进行绿色低碳、数字化、智能化升级,进一步提升电气设备物资供应链的专业化水平,确保电气设备能够快速响应客户需求,进一步缩短电气设备制造及上市时间,控制设备制造成本。

第三,全生命周期原则。对电气设备原材料获取、制造、使用、废弃等生命周期展开专项评估,找寻设备设计、制造期间存在的能源消耗、状态环境影响等因素,制定可视化、智能检测指标体系,构建绿色智能评估指标。

第四,标准领先原则。要求在电气设备绿色设计过程中还应遵循行业协会与电力企业、电气设备供应商建立起的完善设备绿色设计体系、相关管理标准规范,从根本上提升电气设备设计方案的科学性,确保电气设备制造全过程有序开展。

第五,信息交互原则。在电气设备设计过程中还应建立起设计、物资绿色供应及制造信息交互平台,集合电气设备生产经营期间的各项数据,定期组织设计、制造等部门交流工作,及时发现并解决存在于产品设计环节中的各类问题。

三、电气设备绿色设计要点

(一) 提升能源利用率

能源利用率是电气设备设计重要因素,可通过优化电路设计,采用高效能源传输及转换技术手段实现。例如在配电柜等设备设计过程中,可以使用节能型电子元件以及功率管理系统,实时检测设备热量变化,降低设备能源消耗量,控制设备碳排放量。使用先进控制算法、传感器等设施对电气设备进行智能调节与结构优化,实时监控电气设备能源供应情况,避免设备在后期

制造与运行环节出现能耗量过大问题。

电气设备还可以与智能电网、可再生能源系统结合起来，对能源展开协同管理。借助双向通信与智能控制手段，根据电网负荷情况、能源价格等因素优化能源使用策略。设计阶段也可使用模块化与可升级架构提高设备能源效率，结合用户需求及技术架构对部件进行升级与替换处理。进一步延长设备使用寿命。

（二）原材料选择

在电气设备原材料选择过程中应注重考虑设备的环保性能及可持续性能，着重使用可再生材料或者经过回收再利用的材料，尽量在保障设备生产质量的同时降低对有限资源的依赖。例如使用可降解材料代替传统塑料，使用再生纤维材料代替非可再生材料。

禁止在电气设备中使用有害物质，包括重金属、危险化学品等，满足现有绿色环保标准法规，尽量降低电气设备制造对人体及周边环境造成的不利影响。着重考虑原材料的耐久性与可循环利用性，尽量选择具有良好耐久性的材料，确保设备结构内部电缆、电线、铜牌、冷轧钢板、塑壳断路器等部件能够被有效回收。

（三）电磁辐射

在电气设备开发过程中，电磁辐射管理也是重要环保因素，设计人员应明确符合电磁辐射的标准与限值。不同国家及地区的电磁辐射标准、法规存在一定差异，但支持目标都是保障人体健康及环境安全。选择适宜的安全防护措施降低电磁辐射影响程度，例如在配电柜中使用能够屏蔽电磁辐射的材料，切断电磁向外传输路径。借助优化电气设备电路结构、减少电流回路的长度及布线手段，降低电磁辐射强度、控制电磁辐射影响范围。在电气设备设计过程中也应做好电磁兼容性的测试与评估工作，及时发现可能存在于电气设备运行环节的电磁干扰问题，避免电磁干扰对其他设备运行状态造成不利影响。

（四）噪声控制

电气设备设计过程中还需要做好噪声控制工作，首先选择能够降低设备运行噪声的材料以及组件，避免设备在运行环节产生较大噪声。着重优化设备结构及布局形式，防止电气设备因共振出现噪声。在配电柜安装散热系统，尽量减少风扇噪声，避免设备运行期间的温度过高出现损坏问题。

（五）绿色设计评估

为从根本上提升电气设备绿色设计水平，还应做好设备节能及环保评估工作，评估设备在不同工作状态下的能耗量。借助高效电子元件、优化电路结构，选择灵活性强的功率管理及睡眠模式等手段，降低设备运行环节的能耗量。

对电气设备的环境影响展开评估，分析设备全生命周期，明确设备材料选择、生产、使用及废弃等过程对

环境造成的影响。结合碳足迹、水足迹、资源消耗指标等改进设备的环境性能。

对电气设备运行过程中的安全性及合规性展开评估，确保电气设备符合国家及国际运行标准。落实先进的绿色设计指南，明确材料选择、循环利用回收等建议。引进资源标签与认证制度，向用户提供设备的能耗信息以及性能评级标准，借助节能标签及认证方式，使制造商、消费者更为重视电气设备的节能环保性能。

四、电气设备绿色制造要点

（一）明确电气设备制造要求

在制造35KV及以下高低压配电设备过程中，要明确设备制造工艺特征。配电柜的柜体多数为合金材料，保障柜体结构的强度，避免柜体在外界冲击下出现变形问题，延长柜体全生命周期。

柜体的连接尺寸应精准，开关灵活。配电柜对尺寸的要求较高，在制造过程中应结合设计方案严格测量柜体尺寸，做好柜门焊接工作，确保柜门能够灵活开关。

配电柜的外部喷漆需符合质量标准，为满足防腐蚀要求，应选择无毒害性的防腐蚀材料喷涂在表面，要求漆体颜色、漆膜厚度都应遵照客户要求及相关标准规定，确保柜体外观质量合格。

着重做好配电柜电路安装工作，在配电柜中安装电器元件时，应确保电路支撑板平整，进一步提高电气元件安装水平。依照图纸对配电柜进行布线，禁止出现乱改安装位置等问题。做好电路安装环节的绝缘与接地处理工作，为避免静电对电气元件造成损伤，导致设备后续维护成本增加、资源消耗量增大，还应当做好接地处理工作。



图1 配电柜内布线

（二）建立电气设备绿色智慧供应链

在电气设备制造过程中建立绿色智慧供应链，做好资源绿色智慧供应链管理工作，确保电气设备制造环节能够深入贯彻落实党中央就能源电力绿色低碳化、数字

化及智能化转型的举措，使建立起的新型电力系统能够实现绿色低碳、安全可靠、智慧灵活运行。以电力企业绿色低碳化、数字化及智能化转型为需求，通过电气设备物资供应链管理工作优化资源配置方案。

积极使用设备制造绿色工艺，着重考虑零部件加工制造转化环节的物资流动、物资能源消耗、物资生产及对环境造成的影响。在工艺规划环节尽量采用物料及能源消耗量小、环境污染较小的生产方案及生产路线。

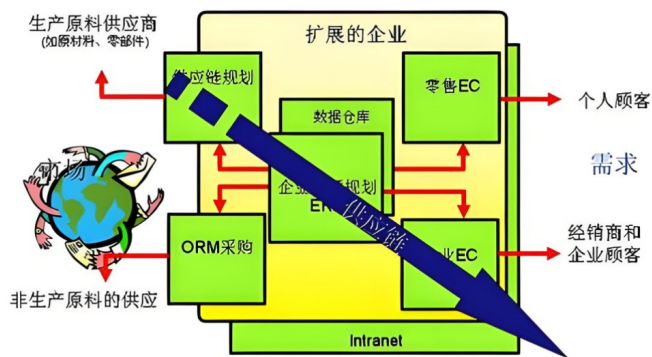


图2 绿色供应链结构

（三）做好绿色包装工作

电气设备生产环节也需要对电气设备包装进行绿色化改进，在避免电气设备在运输及销售环节出现损伤的前提下尽量简化包装，避免浪费生产资源，导致电气设备企业的生产成本上升。主动转变当前电气设备制造及包装工艺，在践行新时代节能环保原则过程中，还可对销售环节产生的废弃包装进行回收处理，实现重复使用目标。遵循电气设备包装废弃物管理、回收制度，尽量使用可回收包装材料。

（四）加大电气设备绿色制造管理力度

在电气设备制造环节涉及的信息种类较多，应做好信息化编码工作，提升数据利用效果。借助BIM技术手段，构建电气设备制造三维模型，分析存在于设备制造及运行期间的各类问题，完善信息传送路径。以三维可视化模型开展信息编码工作，将编码信息输入至零部件图纸设置环节，确保设计内容及现场具体情况相符。

建立电气设备制造模型，借助二维技术手段将电气设备制造现场实物及云平台模型信息结合在一起，增强工程管理全面性及准确度，把控工程整体质量。

电气设备制造完毕后可使用移动端设备扫码，将设备制造信息上传至管理平台备案，查询设备质量检查报告，填写质量表单。设备管理期间也可使用移动设备扫描二维码调出模型，将现场变更情况添加到设计方案中，增强设备制造管控全面性。因设备模型构件ID不会变化，借助二维码开展数据录入及采集工作，也能够提升设备装配水平，对设备实施全过程展开有效监管。

在电气设备制造信息化建设期间，现场、预制生产及运行管理系统开展，也能够提高设备制造质量。在后

台信息化控制环节建立BIM3D模型，对电气设备工程设备加工及制造现场展开实时监控及协调指导，有效处理设备预加工及制造现场各类异常情况，对设备制造全过程展开远程监控与技术指导。

在电气设备制造工作开展环节，信息收集与处理需经过一段时间。通过建立电气设备信息档案管理系统，明确设备参数、设备规格、设备数量等，为后续设备制造及运维管理工作提供重要参考依据。

结合设备使用情况，制定设备检查计划、奖惩制度，实现分级负责、责任到人目标，从根本上提升管理水平。结合各类电气设备档案管理系统内计量参数，明确设备故障发生概率。加强设备操作人员专业培训水平，确保操作人员能够积极参与电气设备故障防控环节，从根本上提升设备维护管控力度。

总结

总而言之，随着社会经济发展速度不断加快，大众生活水平进一步提升，对电气设备设计、制造期间的绿色性、节能性提出了更高要求。为最大限度节约电气设备制造与运行环节的各项能耗，应结合先进技术体系优化电气设备结构，加大绿色制造与包装全过程管控力度，实时监控设备运行环节的能源消耗量，推动电气制造行业可持续发展进程。

参考文献

- [1] 罗静. 电气设备自动化控制过程中PLC技术的应用[J]. 装备制造技术, 2024(06): 154-156+176.
- [2] 刘加琨, 张奇. 机械电气设备自动化调试技术研究与应用优化[J]. 中国设备工程, 2024(11): 211-213.
- [3] 杨明荣. 论变电站电气设备安装与检修问题[J]. 中国设备工程, 2024(11): 171-173.
- [4] 陈明谷, 高晗博, 田金平, 等. 减污降碳协同驱动的嘉兴市产业结构绿色转型[J/OL]. 环境科学: 1-17.
- [5] 张倩, 林啸, 李贺. “双碳”背景下的电力设备绿色采购模式研究[J]. 招标采购管理, 2023(07): 15-17+34.
- [6] 何焯. 积极践行绿色发展理念 扎实推进照明设备更新改造和回收利用[J]. 中国照明电器, 2023(03): 43.
- [7] 袁标. 基于数字孪生的光缆制造电气设备故障诊断研究[D]. 安徽理工大学, 2024.
- [8] 蒋昊松, 肖洋. 电气设备制造行业智能工厂研究[J]. 智能制造, 2022(03): 34-36.
- [9] 朱正伍. 面向智能制造的时代电气设备预测性维护管理优化研究[D]. 湖南工业大学, 2023.
- [10] 张盈盈, 李萌, 许林, 等. 缝制电控制造数据可视化平台的设计与应用[J]. 自动化仪表, 2022, 43(05): 71-74.