

绿色输配电设备生命周期碳排放评估与优化

梅海东¹ 陈靓靓² 吴曦琛³

1 丽水宏盛电力有限公司 323000;

2 浙江中博电联企业管理服务有限公司云和分公司 323000; 3 浙江五路电力器材有限公司 323000

DOI : 10. 12238/j pm. v6i 3. 7803

[摘要] 在全球气候变化的大背景下, 实现能源生产和消费的绿色化已成为各国政府和国际社会的重要议题。电力作为能源系统的核心, 其低碳转型对于全球碳中和目标的实现至关重要。本文旨在探讨绿色输配电设备生命周期碳排放评估与优化策略, 以推动设备制造与运行的低碳化转型。通过对设备全生命周期的碳排放进行详细评估, 本文提出了针对性的优化措施, 旨在降低电力行业的碳排放强度, 促进能源结构的优化升级。

[关键词] 绿色输配电设备; 生命周期碳排放; 评估与优化

Life cycle carbon emission assessment and optimization of green power transmission and distribution equipment

Mei Haidong¹ Chen Liangliang² Wu Xichen³

1. Lishui Hongsheng Electric Power Co., Ltd. 323000;

2. Zhejiang Zhongbo Dianlian Enterprise Management Service Co., Ltd. Cloud and Branch 323000;

3. Zhejiang Wulu Electric Power Equipment Co., Ltd. 323000

[Abstract] Against the backdrop of global climate change, achieving green energy production and consumption has become an important issue for governments and the international community. As the core of the energy system, the low-carbon transformation of electricity is crucial for achieving global carbon neutrality goals. This article aims to explore the assessment and optimization strategies for carbon emissions throughout the lifecycle of green power transmission and distribution equipment, in order to promote the low-carbon transformation of equipment manufacturing and operation. Through a detailed assessment of the carbon emissions throughout the entire lifecycle of the equipment, this article proposes targeted optimization measures aimed at reducing the carbon emission intensity of the power industry and promoting the optimization and upgrading of the energy structure.

[Key words] green power transmission and distribution equipment; Lifecycle carbon emissions; Evaluation and Optimization

引言

随着全球气候变暖的加剧, 减少温室气体排放已成为国际社会普遍关注的议题。电力行业作为碳排放的主要来源之一, 其低碳转型对于全球碳中和目标的实现具有重要意义。绿色输配电设备作为电力行业的重要组成部分, 其生命周期碳排放评估与优化是实现设备制造与运行低碳化转型的关键。

1 绿色输配电设备生命周期碳排放评估

(一) 评估方法

生命周期评估 (LCA) 是一种用于评估产品、过程或服务在其整个生命周期内对环境影响的方法。本文将 LCA 方法应用于绿色输配电设备的碳排放评估中, 从原材料获取、设备制造、运输安装、运行维护到废弃处理的全生命周期阶段进行分析。

(二) 评估步骤

目标定义与范围界定: 明确评估对象、目的和范围, 确定评估的生命周期阶段和边界。

清单分析: 收集各生命周期阶段的数据, 包括能源消耗、物资消耗、废弃物处理等, 以量化碳排放量。

影响评估: 分析碳排放对环境的影响, 包括全球变暖潜势等。

解释与报告: 对评估结果进行总结和解释, 提出改进建议。

(三) 关键排放源识别

在绿色输配电设备的生命周期中, 关键排放源主要包括: 原材料获取与加工: 如金属冶炼、塑料生产等过程中的能源消耗和排放。

设备制造: 生产过程中机器设备的能耗、废弃物处理等。

运输与安装: 运输工具的能耗和排放, 以及安装过程中的能源消耗。

运行维护: 设备运行过程中的能耗和可能的排放源, 如绝缘气体的泄漏等。

废弃处理: 设备废弃后的拆解、回收和处置过程中的排放。

2 绿色输配电设备生命周期碳排放优化策略

(一) 原材料获取与加工阶段优化

推广使用可再生材料：在当今社会，可持续发展已成为全球共识，鼓励使用生物基材料、可回收材料等可再生材料具有极其重要的意义。生物基材料来源于生物质，如植物纤维、淀粉等，它们在自然界中可以快速再生，极大地减少了对有限的传统化石资源的依赖。例如，一些塑料制品开始采用生物降解塑料来替代传统塑料，这些生物降解塑料以天然高分子为原料，在自然环境中能够较快分解，不会像传统塑料那样造成长期的环境污染。可回收材料的使用也日益广泛，像废旧金属、纸张和玻璃等经过回收处理后，可以重新加工成新的产品。这不仅节约了原始资源的开采，还降低了因开采和提炼带来的巨大环境压力。

提高材料利用率：优化设计和精确制造是提高原材料利用率的关键途径。在产品阶段，运用先进的计算机辅助设计 (CAD) 和模拟技术，可以对产品结构进行精细规划，减少不必要的材料浪费。例如，汽车制造企业通过优化车身结构设计，在保证安全性能的前提下，大幅减轻了车身重量，从而降低了钢材的使用量。精确制造则借助高精度的加工设备和先进的制造工艺，实现零部件的精准加工，减少因尺寸偏差等问题导致的材料损耗。同时，企业还可以通过建立严格的质量控制体系，确保每一个生产环节都能达到最佳的材料利用效果，从源头上减少废弃物的产生。

优化加工工艺：随着科技的不断进步，节能高效的加工工艺不断涌现。例如，在金属加工领域，激光切割技术相较于传统的机械切割，具有更高的切割精度和更快的切割速度，同时能有效减少能源消耗。在热处理工艺方面，新型的感应加热技术能够快速均匀地加热工件，大大缩短了加热时间，降低了能源损耗。此外，一些企业采用数字化控制的加工设备，通过实时监控和调整加工参数，使整个加工过程更加高效稳定，进一步降低了能源消耗和污染物排放。这些节能高效的加工工艺不仅有助于企业降低生产成本，还为环境保护做出了积极贡献。

(二) 设备制造阶段优化

推广绿色制造技术：精益生产和清洁生产等绿色制造技术是设备制造阶段实现节能减排的重要手段。精益生产强调消除生产过程中的一切浪费，包括过量生产、库存积压、等待时间等。通过优化生产流程和供应链管理，企业能够实现生产的高效运作，减少不必要的资源消耗。例如，某电子产品制造企业采用精益生产模式，对生产线进行重新布局和优化，将生产周期缩短了 30%，同时降低了原材料库存成本。清洁生产则侧重于从源头减少污染物的产生，通过改进生产工艺、采用环保型原材料和清洁能源等措施，实现生产过程的绿色化。例如，一些化工企业采用无毒无害的原料替代传统的有毒化学品，从根本上消除了生产过程中的污染隐患。

提高设备能效：设备的能效水平直接关系到其在使用过程中的能源消耗。在设备设计阶段，工程师们通过优化设备的结构和控制系统，使其能够根据实际工作负荷自动调整运行状态，避免不必要的能源浪费。例如，一些工业电机采用变频调速技术，能够根据负载变化实时调整电机转速，从而显著降低

能耗。同时，采用高效节能部件也是提高设备能效的重要方法。例如，选用高效的变压器、节能型灯具等，这些部件在提供相同功能的情况下，能够消耗更少的电能。此外，企业还可以通过定期对设备进行维护保养，确保设备处于良好的运行状态，进一步提高设备的能效水平。

加强废弃物管理：建立完善的废弃物分类、回收和处理体系对于减少废弃物对环境的影响至关重要。在设备制造过程中，会产生各种废弃物，如金属边角料、废塑料、废渣等。企业应首先对这些废弃物进行详细分类，以便后续进行针对性的处理。对于可回收的废弃物，如金属边角料，可以通过专门的回收渠道进行回收再利用，重新加工成原材料用于生产。对于废塑料等难以直接回收利用的废弃物，可以采用先进的处理技术，如热解、气化等，将其转化为可利用的能源或其他有用的产品。同时，企业要严格遵守相关环保法规，确保废弃物的处理过程符合环保要求，防止二次污染的发生。通过加强废弃物管理，企业不仅能够减少对环境的负面影响，还能实现资源的循环利用，降低生产成本。

(三) 运输与安装阶段优化

优化运输方式：在全球化的今天，设备的运输距离往往较远，选择合适的运输方式对于降低能耗和排放至关重要。铁路运输和水路运输因其大运力、低能耗的特点，成为低碳、高效运输方式的首选。铁路运输网络覆盖广泛，能够承担大量货物的长途运输任务。与公路运输相比，铁路运输单位货物的能耗更低，二氧化碳排放量也显著减少。例如，将一批大型机械设备从内陆城市运往沿海港口，如果采用铁路运输，相较于公路运输，可减少约 30% 的碳排放。水路运输同样具有明显优势，尤其是对于大批量、长距离的货物运输。船舶利用水能作为动力，能源利用效率高，且单次运输量巨大。通过合理规划运输路线，充分发挥铁路运输和水路运输的优势，可以有效降低设备运输过程中的能源消耗和温室气体排放。

提高安装效率：标准化设计和模块化安装是提高安装效率、减少能源消耗的有效手段。标准化设计使得设备的各个部件具有统一的规格和接口，便于在不同项目中进行互换和组装。这不仅减少了安装过程中的现场加工和调试时间，还降低了因设计差异导致的安装错误和返工风险。例如，在建筑行业，预制装配式建筑采用标准化设计，将建筑构件在工厂预制好后运输到施工现场进行组装，大大缩短了施工周期，减少了施工现场的能源消耗。模块化安装则是将设备分解为若干个独立的模块，在工厂内完成模块的组装和调试，然后将模块运输到现场进行整体拼接。这种方式减少了现场安装的工作量和时间，提高了安装的准确性和可靠性，同时也降低了安装过程中的能源消耗。通过标准化设计和模块化安装，能够实现设备安装的高效、节能，为项目的顺利实施和可持续发展提供有力保障。

(四) 运行维护阶段优化

加强设备运维管理：建立完善的设备运维管理体系是确保设备正常运行、降低能耗和排放的关键。一套科学的运维管理体系应包括设备的日常巡检、定期保养、故障预警和快速维修等环节。通过日常巡检，运维人员可以及时发现设备的潜在问题，如零部件磨损、松动等，并及时进行处理，避免问题扩大

化导致设备故障停机。定期保养则按照设备的使用说明书和运行状况,对设备进行全面的检查、清洁、润滑和调整,确保设备各部件处于良好的工作状态,提高设备的运行效率,降低能耗。同时,利用先进的传感器技术和数据分析系统,对设备的运行数据进行实时监测和分析,实现故障预警。一旦发现设备运行参数异常,系统能够及时发出警报,通知运维人员提前采取措施,避免设备故障的发生,从而减少因设备故障导致的额外能源消耗和排放。当设备出现故障时,快速响应的维修团队能够迅速到达现场,准确诊断并修复故障,使设备尽快恢复正常运行,降低因设备停机造成的生产损失和能源浪费。

推广智能电网技术:智能电网技术是实现电力资源优化配置和高效利用的核心手段,对于降低碳排放强度具有重要意义。智能电网通过先进的信息技术、通信技术和自动化技术,实现电力系统的智能化运行和管理。一方面,它能够实时监测电力的生产、传输和使用情况,根据用户的用电需求和发电设备的运行状态,自动调整电力的分配,确保电力供应与需求的平衡,避免电力的过度生产和浪费。例如,在用电低谷期,智能电网可以将多余的电力储存起来,或者分配给对电价敏感的工业用户;在用电高峰期,通过优化调度,优先保障居民和重要用户的用电需求,提高电力资源的利用效率。另一方面,智能电网支持分布式能源的接入和消纳,如太阳能、风能等可再生能源。通过智能控制系统,能够将分布式能源产生的电力有效地并入电网,并根据能源的间歇性和波动性进行合理调配,提高可再生能源在能源结构中的占比,从而减少对传统化石能源的依赖,降低碳排放强度。

3 案例分析

案例一:某电力公司绿色输配电设备生命周期碳排放评估与优化实践

该电力公司针对其绿色输配电设备进行了生命周期碳排放评估,发现原材料获取与加工阶段和设备制造阶段的碳排放占比较大。针对这一问题,该公司采取了以下优化措施:

推广使用可再生材料:在设备设计中优先选用可再生材料,如生物基塑料、可回收金属等。

优化生产工艺:采用节能高效的生产工艺,降低设备制造过程中的能耗和排放。

加强废弃物管理:建立废弃物分类、回收和处理体系,实现了废弃物的资源化利用和无害化处理。

经过优化实践,该电力公司的绿色输配电设备生命周期碳排放强度显著降低,取得了良好的环境效益和经济效益。

案例二:智能电网技术在绿色输配电设备低碳化转型中的应用

某地区电力公司利用智能电网技术对其绿色输配电设备进行了低碳化转型实践。通过智能电网技术,该公司实现了电力资源的优化配置和高效利用,降低了碳排放强度。具体做法包括:

建立智能调度系统:通过智能调度系统实时监测电力负荷和供需情况,实现电力资源的优化配置。

推广分布式能源接入:鼓励分布式能源接入电网,提高能源利用效率,减少碳排放。

加强储能设施建设:建设储能设施,实现电力的储存和调节,提高电网的稳定性和灵活性。

经过智能电网技术的应用实践,该地区的绿色输配电设备碳排放强度显著降低,为电力行业低碳化转型提供了有益的借鉴。

4 政策与建议

(一) 加强政策引导和支持

政府应出台相关政策,鼓励和支持绿色输配电设备的研发、制造和应用。通过税收优惠、资金补贴等手段,降低企业成本,提高市场竞争力。同时,加强对绿色输配电设备的认证和监管,确保产品的质量和性能。

(二) 加强国际合作与交流

加强与国际社会的合作与交流,共同推动绿色输配电设备的技术创新和产业发展。通过技术引进、人才培养等方式,提高我国绿色输配电设备的研发能力和制造水平。同时,积极参与国际标准和规则的制定,提升我国在国际能源领域的话语权和影响力。

(三) 加强公众宣传与教育

加强对公众的宣传与教育,提高公众对绿色输配电设备低碳化转型的认识和支持。通过媒体宣传、科普教育等方式,普及绿色能源和低碳生活的理念,引导公众积极参与能源消费方式的转变。

结语

本文通过对绿色输配电设备生命周期碳排放的评估与优化研究,提出了针对性的优化措施和政策建议。实践表明,通过优化原材料获取与加工、设备制造、运输安装、运行维护和废弃处理等各阶段的碳排放,可以显著降低绿色输配电设备生命周期碳排放强度。未来,随着技术的不断进步和政策的持续推动,绿色输配电设备的低碳化转型将取得更加显著的成效。同时,我们也应认识到,绿色输配电设备的低碳化转型是一个长期而复杂的过程,需要政府、企业、社会等各方面的共同努力和持续推动。在全球气候变化的大背景下,实现能源生产和消费的绿色化已成为不可逆转的趋势。作为电力行业的重要组成部分,绿色输配电设备的低碳化转型对于全球碳中和目标的实现具有重要意义。我们相信,在政府、企业和社会的共同努力下,绿色输配电设备的低碳化转型将取得更加显著的成效,为构建清洁、低碳、安全、高效的能源体系作出积极贡献。

[参考文献]

- [1]自动化运行技术在电力企业输配电工程中的应用[J].王怡倩.自动化应用,2024(08)
- [2]输配电及用电工程中应用自动化运行技术的研究[J].张凯藤;杨潇.电工技术,2023(S1)
- [3]基于电力公司输配电及用电工程自动化运行的分析研究[J].赵彦斐.中国高新科技,2023(21)
- [4]自动化技术在输配电及用电工程中的应用分析[J].王孔晓;刘阳.电器工业,2023(07)
- [5]自动化技术在输配电及用电工程中的应用分析[J].童炳璋.技术与市场,2019(12)