

建筑电气系统节能改造实用技术研究

刘兵勇

邯郸市邯一建筑工程有限公司，河北省邯郸市，056001；

摘要：随着能源问题日益突出，建筑电气系统节能改造成为建筑领域的重要课题。本文围绕建筑电气系统节能改造实用技术展开研究，详细阐述了照明系统、供配电系统、空调系统等方面的节能改造技术，并分析了节能改造效果评估方法。通过对这些实用技术的研究和应用，旨在降低建筑电气系统能耗，提高能源利用效率，为建筑行业的可持续发展提供技术支持。

关键词：建筑电气系统；节能改造；实用技术；能源效率

DOI：10.69979/3029-2727.25.06.007

在全球能源危机和环境保护意识不断增强的背景下，建筑行业作为能源消耗大户，其节能改造具有重要的现实意义。建筑电气系统能耗在建筑总能耗中占比较大，因此对建筑电气系统进行节能改造是降低建筑能耗的关键环节。目前，国内外在建筑电气系统节能改造方面已经开展了大量的研究和实践，取得了一定的成果。然而，仍存在一些问题，如部分技术的可操作性不强、节能效果评估不够准确等。本文将对建筑电气系统节能改造实用技术进行深入研究，以期为实际工程提供有效的技术指导。

1 建筑电气系统能耗现状分析

1.1 照明系统能耗问题

照明系统是建筑电气系统中使用最为广泛的部分，其能耗在建筑电气系统能耗中占有一定的比例。传统的照明灯具如白炽灯、荧光灯等，发光效率较低，大部分电能都转化为热能浪费掉了。同时，许多建筑的照明控制方式较为简单，往往采用手动开关控制，不能根据实际的光照强度和人员活动情况进行自动调节，导致在不需要照明的时间段或区域仍然开灯，造成能源浪费。

另外，照明设计不合理也是导致照明系统能耗过高的一个重要原因^[1]。一些建筑在照明设计时，没有充分考虑自然光的利用，过度依赖人工照明，使得照明功率密度过大。而且，灯具的布置和选型也不够科学，不能满足不同场所的照明需求，进一步增加了照明能耗。

1.2 供配电系统能耗问题

供配电系统是建筑电气系统的核心部分，其能耗主要包括变压器损耗和线路损耗。变压器是供配电系统中的重要设备，在运行过程中会产生铁损和铜损。如果变压器的容量选择不当，长期处于轻载或过载运行状态，会导致变压器损耗增加。此外，变压器的老化和性能下

降也会使损耗增大。

线路损耗主要是由于导线电阻的存在，电流在通过导线时会产生热量，从而消耗电能。线路的长度、截面积、材质等因素都会影响线路损耗。在一些建筑中，由于线路布局不合理，导线截面积选择过小，导致线路损耗较大。同时，供配电系统中的无功功率也会增加线路损耗，降低电能质量。

1.3 空调系统能耗问题

空调系统是建筑能耗的主要组成部分，其能耗受多种因素影响。空调设备的选型不合理是导致能耗过高的一个重要原因。如果空调设备的制冷量或制热量过大，会造成设备频繁启停，增加能耗；而如果选型过小，则无法满足建筑的空调需求。

空调系统的运行策略也会对能耗产生显著影响。一些建筑的空调系统没有根据室外气象条件和室内人员负荷的变化进行实时调节，导致空调长时间处于满负荷运行状态，浪费了大量的能源。此外，空调系统的维护保养不到位，如冷凝器结垢、风机滤网堵塞等，会降低空调设备的性能，增加能耗。

2 照明系统节能改造实用技术

2.1 高效照明灯具的应用

采用高效照明灯具是照明系统节能改造的重要措施之一。LED灯具具有发光效率高、寿命长、能耗低等优点，逐渐成为照明领域的主流产品。与传统的白炽灯相比，LED灯具的发光效率可提高数倍，能耗可降低80%以上。同时，LED灯具的显色指数高，能够提供更接近自然光的照明效果，有利于提高视觉舒适度。

在选择LED灯具时，应根据不同的场所和照明需求，合理选择灯具的功率、光通量、色温等参数。例如，在办公室等场所，可选择色温为4000K-5000K的LED灯具，

以提供舒适的视觉环境；而在商场等场所，可选择色温为5000K-6500K的LED灯具，以增强商品的展示效果。

2.2 智能照明控制系统的应用

智能照明控制系统能够根据实际的光照强度和人员活动情况自动调节照明亮度，实现照明的智能化管理。常见的智能照明控制系统包括红外感应控制、光照感应控制、时间控制等^[2]。

红外感应控制是通过检测人体发出的红外线来控制灯具的开关。当有人进入感应区域时，灯具自动点亮；当人离开感应区域后，灯具自动熄灭。这种控制方式适用于走廊、楼梯间等人员流动频繁的场合。光照感应控制则是根据环境光照强度自动调节灯具的亮度。当环境光照强度较高时，灯具自动降低亮度或熄灭；当环境光照强度较低时，灯具自动提高亮度^[3]。这种控制方式适用于办公室、教室等场所。时间控制是根据预设的时间程序来控制灯具的开关和亮度。例如，在白天可设置灯具自动关闭或降低亮度，在晚上可设置灯具自动点亮或提高亮度。

2.3 自然光的充分利用

在照明系统节能改造中，应充分利用自然光。可以通过优化建筑设计，增加窗户面积、采用透光性好的玻璃等方式，提高建筑物的自然采光效果。同时，还可以采用导光管、光导纤维等技术，将自然光引入到建筑物的内部深处，减少人工照明的使用。

在一些大型商业建筑中，可以设置采光中庭、采光天窗等，使自然光能够直接照射到建筑物的内部空间。在办公室等场所，可以采用百叶窗、遮阳帘等遮阳设施，根据不同的季节和时间段调节自然光的进入量，既保证了室内的光照需求，又避免了阳光直射造成的室内温度升高。

3 供配电系统节能改造实用技术

3.1 变压器的合理选型与运行

变压器的合理选型是供配电系统节能改造的关键。在选择变压器时，应根据建筑的负荷特点和容量需求，选择合适的变压器容量和型号。一般来说，变压器的负载率应控制在70%-85%之间，以确保变压器在高效运行状态。

同时，应采用节能型变压器，如非晶合金变压器等。非晶合金变压器具有低损耗、低噪音等优点，其空载损耗比传统变压器可降低70%-80%。此外，还可以采用变压器经济运行技术，根据建筑的负荷变化情况，合理调整变压器的运行方式，如采用变压器并列运行或单台运

行等方式，降低变压器的损耗。

3.2 线路损耗的降低

降低线路损耗可以从以下几个方面入手。首先，合理选择导线的截面积。在满足载流量、电压损失等要求的前提下，应尽量选择截面积较大的导线，以降低导线电阻，减少线路损耗。其次，优化线路布局。应尽量缩短线路长度，避免线路迂回和交叉，减少线路的阻抗。此外，还可以采用三相平衡技术，使三相负载尽量平衡，降低中性线电流，减少线路损耗。

对于一些老旧建筑的供配电线路，可以进行改造升级，更换老化的导线和电缆，提高线路的安全性和可靠性，同时降低线路损耗。

3.3 无功补偿技术的应用

无功补偿技术是提高供配电系统功率因数、降低无功功率损耗的重要手段。通过在供配电系统中安装无功补偿装置，如电容器等，可以向系统提供无功功率，减少系统从电网中吸收的无功功率，从而降低线路损耗，提高电能质量。

无功补偿装置的安装位置和容量应根据供配电系统的实际情况进行合理选择。一般来说，应将无功补偿装置安装在靠近负载侧的位置，以提高补偿效果。同时，应根据负载的无功功率需求，合理确定无功补偿装置的容量，避免过补偿或欠补偿。

4 空调系统节能改造实用技术

4.1 空调设备的优化选型

在空调系统节能改造中，应根据建筑的空调负荷需求，合理选择空调设备的类型和容量。对于大型商业建筑和公共建筑，可采用集中式空调系统，如冷水机组+风机盘管系统等。在选择冷水机组时，应优先选择能效比高的机组，如离心式冷水机组、螺杆式冷水机组等。

对于小型建筑或局部区域的空调需求，可采用分体式空调或多联机空调系统。在选择分体式空调或多联机空调时，应关注其能效等级，选择能效等级较高的产品^[4]。同时，还应根据建筑的朝向、面积、人员密度等因素，合理确定空调设备的容量，避免设备选型过大或过小。

4.2 空调系统的运行优化

优化空调系统的运行策略可以有效降低空调系统的能耗。可以采用智能控制系统，根据室外气象条件和室内人员负荷的变化，实时调节空调设备的运行参数，如温度、湿度、风量等。例如，在夏季室外气温较低时，可以适当提高空调的设定温度；在冬季室外气温较高时，

可以适当降低空调的设定温度。

此外,还可以采用空调系统的分区控制技术,将建筑物划分为不同的空调区域,根据不同区域的使用功能和人员活动情况,分别进行空调控制^[5]。例如,对于人员流动频繁的大堂、走廊等区域,可以采用定时控制或感应控制;对于办公室、会议室等区域,可以根据人员的实际使用情况进行实时调节。

4.3 空调系统的维护与保养

定期对空调系统进行维护与保养是保证空调系统高效运行的重要措施。应定期清洗空调设备的冷凝器、蒸发器、风机滤网等部件,去除污垢和杂物,提高设备的换热效率。同时,还应检查空调系统的制冷剂充注量,确保制冷剂的压力和温度在正常范围内。

此外,还应定期对空调系统的水泵、风机等设备进行检查和维护,确保设备的运行状态良好。对于一些老化或损坏的设备,应及时进行更换,以保证空调系统的正常运行和节能效果^[6]。

5 建筑电气系统节能改造效果评估

5.1 评估指标的确定

为了准确评估建筑电气系统节能改造的效果,需要确定合理的评估指标。常用的评估指标包括能耗降低率、节能率、能效比等。能耗降低率是指节能改造后建筑电气系统的能耗与改造前能耗的差值与改造前能耗的比值,反映了节能改造对能耗的降低程度。节能率是指节能改造后节省的能量量与改造前能源消费量的比值,体现了节能改造的节能效果。能效比是指建筑电气系统的输出能量与输入能量的比值,反映了系统的能源利用效率^[7]。

此外,还可以根据建筑的特点和节能改造的目标,选择其他评估指标,如室内环境质量指标、投资回收期等。室内环境质量指标可以包括温度、湿度、光照强度等,反映了节能改造对室内环境质量的影响。投资回收期是指节能改造的投资成本通过节能效益收回所需的时间,体现了节能改造的经济效益。

5.2 评估方法的选择

建筑电气系统节能改造效果评估方法主要包括实际测量法、模拟分析法和对比分析法等。实际测量法是通过建筑电气系统的能耗数据进行实际测量和统计,计算出各项评估指标。这种方法测量结果准确可靠,但需要耗费大量的时间和人力。

模拟分析法是利用计算机模拟软件对建筑电气系统的运行情况进行模拟分析,预测节能改造的效果。这

种方法可以在节能改造方案设计阶段进行评估,为方案的优化提供依据,但模拟结果可能存在一定的误差。

对比分析法是将节能改造前后的建筑电气系统能耗数据、室内环境质量数据等进行对比分析,评估节能改造的效果。这种方法简单易行,但需要保证对比数据的准确性和可比性。

6 结论与展望

6.1 结论

建筑电气系统节能改造实用技术的研究与应用,为降低能耗提供了有效途径。照明系统中,高效灯具与智能控制结合实现光资源智能切换;供配电系统通过合理选型、线路优化和无功补偿减少损耗;空调系统依靠设备优化、策略调整提升能效。这些技术在实际工程中操作性强、节能效果显著,为建筑节能提供可靠支撑,有力推动建筑行业向绿色低碳转型。

6.2 展望

建筑电气系统节能改造虽已取得阶段性成果,但仍面临智能化水平不足、评估体系不完善等挑战。当前系统难以实时感知环境变化与设备状态,导致自适应调节能力有限;评估手段多依赖经验,缺乏统一量化标准与动态监测机制。未来,需借助人工智能、物联网等前沿技术,构建智能控制系统实现精准调控;同时结合大数据分析,构建涵盖能耗、经济、环境效益的科学评估体系,为节能改造提供量化决策依据。通过持续技术创新与体系完善,建筑电气节能技术将为行业可持续发展注入更强动力。

参考文献

- [1]张齐鑫.关于智能建筑电气节能设计的探究[J].科技创新与应用,2016,(29):255.
- [2]卫邦强.智慧学习灯的功能设计[D].大连工业大学,2017.
- [3]王晓红.基于VPLC的工业智能照明控制系统设计[J].光源与照明,2023,(10):66-68.
- [4]郑春金.多联机空调系统的技术探讨及设计要点分析[J].福建建材,2015,(12):84-85+89.
- [5]孟祥彬.绿色建筑中节能施工技术应用[J].中国住宅设施,2025,(02):10-12.
- [6]陈祁,吴兆宇.建筑环境与暖通空调节能简述[J].智能城市,2016,2(11):267.
- [7]孟现峰.探析绿色施工理念下建筑电气安装技术[J].智能建筑与智慧城市,2025,(02):116-118.