

建筑电气节能技术在工程设计中的应用研究

赛尔达尔

伊犁技师培训学院 新疆伊犁州伊宁市 835000

DOI:10.32629/ems.v8i6.20599

[摘要] 建筑电气节能技术是减少建筑运营能耗以及提高建设工程的设计品质的有效措施,在工程建设中对电气节能工程技术的应用进行研究,主要针对供电供配系统的节能、照明节电设计、动力设备节电器调速、智能节能管理系统等方面的技术措施进行讨论。通过对合理的负荷计算、节电产品选择、系统的联锁控制系统来达到节约电耗的目的,增加电力设备的工作效能,给建筑工程绿色化、低碳化的设计提供支持。

[关键词] 建筑电气; 节能设计; 供配电; 智能控制; 能源管理

引言:

随着“双碳”愿景以及绿色建筑设计理念逐渐深入人心,建筑电气系统节能程度影响着整体建筑耗电量及运维费用,相比于现场施工而言,工程设计更能在根本上对电气系统进行节能考量。目前一些建筑电气的设计还存在着负载过大、电器选用不合理、控制手段简单等缺陷,导致能源利用效率低下。所以探讨建筑设计中的电气节能措施的应用对于完善供电、照明、动力系统的设计同时也有助于推动绿色建筑的发展。

1 建筑电气节能技术应用的意义

1.1 降低建筑运行能耗

建筑电气系统包括照明、动力、空调末端控制、给排水设施还有弱电智能化等众多用电部分,而建筑电气系统的运行能耗占整个公共建筑能耗的比例较大,所以在设计时尽量优化变压器负载率、线路截面积以及供电距离可以有效的减少线损与空载损耗的情况发生,比如干燥变压器的负载量保持在60%-75%之间是比较理想的数值,低压配电线路电压降通常不得超过5%,还可以选择LED灯具,高效率电机、变频器等节能电器,这样就可以减少在日常工作中不必要的能量浪费,提升了建筑电气系统整体的能量利用率。

1.2 提升工程设计质量

建筑电气节电技术可以促使工程设计实现从仅考虑有电到既要满足用电又要兼顾安全及节约用电的转换。在负荷计算时,正确选择需要系数、同时系数以及功率因数等参数,从而克服大马拉小车的现象发生,节约不必要的开支与电能,在空转过程中的损耗。设计中把功率因数调整到0.9以上并且控制好三相负荷不平衡度,可以使整个供配电系统更可靠。而运用智能化分区照明控制、设备联控以及分项计能等方式,

也可以提高建筑电气系统的灵活性,使工程设计更详细。

1.3 推动绿色建筑发展

建筑电气节能的技术是绿色建筑评估以及低碳建筑发展的强有力的支持力量。自从2020年“双碳”战略提出之后,建筑行业对于节电减排以及能耗管控的需求越来越大。在工程设计方案使用能源管理系统、智能化传感器以及分项计费设备,可以做到对照明、动力、空调还有特殊用电器进行分类监控,仪表准确度一般能达到1.0或者0.5级水平。经过数据收集整理,能耗计算和控制计划调整后,建筑电气就可以从以往的被动供能转变为积极节约用能管控,进而推动着建筑工程项目走向绿色化低碳化道路。

2 建筑电气节能技术的主要应用内容

2.1 供配电系统节能设计

供配电系统节能设计应在负荷计算、变压器选择、线路布置以及无功功率补偿等几个方面进行考虑,在设计中要结合建筑物的功能,用电设备的大小及使用时长来计算出准确的负荷数值,防止变压器选取过大的造成其空载损耗的过大,一般来说,变压器最佳工作负荷应在60%-75%之间,低压配电线路长度应在250米之内,以达到降低损耗的目的,电缆截面的选择应符合载流量的要求的同时还要进行电压损失验算,低压分支末端的电压偏差不宜超过 $\pm 5\%$,并且可以采用集中补偿和分散就地补偿相结合的方式使功率因数达到0.90-0.95左右;针对变频器、电梯等非线性负荷较多的建筑物,应该配备有源滤波或谐波治理设备来保证供配电系统的高效、稳定工作。同时,配电线路要尽可能地减小供电半径,重要负荷与一般负荷要分开供电,避免互相影响。大体量公共建筑在低压处设置分项计量装置有利于了解其照明、动力及空调用电量的比例情况。

2.2 照明系统节能设计

照明系统节能设计需要考虑亮度等级、视觉舒适度以及运行功耗等指标。工程设计可首先选择 LED 灯具, LED 灯具发光效率一般可达 100lm/W 以上, LED 灯具使用寿命也可做到 30000h 到 50000 小时, 与传统的荧光灯及白炽灯相比有更好的节能效益。不同的功能区按照照明标准来合理设定亮标准, 例如办公室区域亮度可定为 300lx 到 500lx 之间、走道、机房等功能房间可以减少一些等等。设计时还需根据实际的自然光源情况布置分区开关控制、时间控制、人体感应控制、照度感应自动调节系统等, 使其照明功率密度符合绿色建筑的要求。针对地下停车场、公共走道等较长周期开启空间可以通过分区或者延时关灯等方式降低无人员情况下长时间光照功耗。灯具安装时还需要考虑房间净高、反射率以及维修系数等条件来综合确定灯具的数量以及照度情况防止出现灯具过多导致照度不足现象发生。公共场所可以布置一个集中的控制器来进行节假日、夜班、高峰期照明不同时间段的不同照度要求。

2.3 动力设备节能设计

动力设备节能设计主要是针对电梯、水泵、风机、空调末端设备这些经常启动的负载的设计, 在设计的过程中要依据实际的流量、扬程、风量以及运行状况来合理的选择设备的容量大小, 防止出现使用大功率驱动器带动小负载的情况发生。对于水泵、风机这类负载有比较大的波动性的设备, 可以加装变频调速系统使之随负载的变化而改变自身的运转速度, 当其转速下降了 20%左右的情况下, 理论上的轴功率也会随之减少大约 48 个百分点左右, 节能的效果相对比较明显。电机的选择应当尽可能的选用高效率或超高效率电机, 其额定效率会高于 90%, 电梯系统也可以通过群控技术和能量回收装置以及待机节能的方式来进行节能降耗。通过对设备联动控制及运行参数监控能提高整个动力系统的运行水平, 在多个水泵或者风机串联使用的系统中应当设定自动轮换、分级启停的操作程序以防止某一台设备长时间处于满载状态工作。同时, 设备控制箱可以预留通讯口方便引入楼宇自动控制系统, 进行实时监控以及接收警报信息等。

3 建筑电气节能技术在工程设计中的应用要点

3.1 科学进行负荷计算

负荷计算是建筑物电气节能工程的重要组成部分, 关系着变压器大小、配电室等级、导线大小以及保护电器的选择。设计过程中要结合建筑性质、用途、用电设备大小、用时长

短、同时工作概率等进行综合考虑, 科学选择需要系数、同时系数和功率因数。办公建筑、商场建筑、居民建筑负荷性质差别很大, 不可以直接相加; 通常情况下变压器满负荷运行时负载率达到 60%~75%比较合适, 既可降低不必要的空载损耗又可保留一定的备用容量; 对于一些季节性的负荷、消防负荷、重要负荷要分别计算以免由于容量过大导致设备长时间处于轻载状态或者容量不够无法满足供电需求等问题的发生。同时也要考虑建筑后期使用的变化为保证一定余量, 备用容量不能过分扩大, 一般控制在 10%-15%为宜, 对一些大体量公共建筑可以采用面积功率法和需要系数法联合校验的方法, 得到的结果会更符合实际情况。

3.2 合理选择节能设备

节能设备选型要综合考量其技术水平以及初期投资及全生命周期运行成本。变压器应选取节能型低损耗产品, 空载损耗、负载损耗需符合国家规定的节能标准, 电动机建议选择 IE3 及以上能效标号的产品, 效率一般可以达到 90%以上, 电缆的选择除了保证其载流量、短路热稳定的要求外, 还要考虑线路压降因素, 低压末端的电压允许波动范围为 $\pm 5\%$, 灯具可选用高光效 LED 光源, 发光效能大于等于 100lm/W, 功率因数不得小于 0.90, 在使用高效能产品与合理设置的容量配置下, 会减少设备运行期间的电费开支, 提高建筑电气系统的经济效益。对于设备采购及选型, 在考虑设备待机能耗、维护周期以及可靠度的同时, 也要注意设备的设计, 比如长时间工作的水泵、风机、排风机等, 在设备选型的时候可以选用高效电动机搭配上变频器的配置方案, 这样可以在一定程度上保证了这部分负载处于低负荷状态下也能有效提高系统整体性能水平, 降低了不必要的无效损耗。

3.3 加强智能控制设计

智能化控制系统的设计是开展建筑电气精细化节能管理的有效途径。在工程设计里可以布置楼宇自动化系统、能源管理系统、智能照明系统和分项计量设备, 对照明、空调的动力、给排水、电梯以及其他用电情况进行实时监控, 在电能计量装置方面可以选择 1.0 级或者是 0.5 级, 重要的回路可以设置多功能电力计量表计来获取电压、电流、功率因数以及谐波含量、电量等相关数据。照明系统可以采取人感、时控、照度联调的方式, 空调水泵与风机可以与变频器配合以达到按需启停的目的。通过数据采集、自动控制以及能耗统计分析能够解决设备空转、常开、低效运转的现象等问题。智能控制系统还应该区域划分、告警提示、耗能统计等功

能,可以每15分钟或者半小时或者一小时记录一次运行情况,对晚间的电量消耗以及尖峰平电量、超负荷等情况有所了解。针对一些人员流动量比较大的办公大楼、商厦和医院等地可以根据人流量大小、屋内光照强度、机器工作情况进行实时调节灯光亮度以及电器开关的时间,提高智能化系统的精准程度和灵活性。

4 建筑电气节能设计的优化策略

4.1 完善节能设计理念

建筑工程中的电气节电设计应在方案开始就着手,而不能在施工图上做被动的的设计。设计者要将节能指标同建筑的功能定位,用电负荷级别,设备使用年限以及运营维护管理模式相结合,做到全方位的设计意识。方案设计时,明确好供电配电系统的效能水平;照明用电功率密度标准;电器设备的能效级别;以及分项电能表计范围等问题;施工图设计时,着重控制好变压器容量,低压线路半径,电缆截面积,功率因素补偿以及智能化控制点设置等问题。比如:变压器额定负载率为60%-75%,低压线路末端电压允许偏差为 $\pm 5\%$,照明灯具的功率因素不应小于0.90等。对公共建筑还要留有能源管理系统的接口方便以后添加照明、动力、空调等以及特殊用电的数据,这样可以将节能指标前移到设计全过程中去,从而避免出现设备容量过大、系统控制较为简单化以及后期改造费用高的一些情况。

4.2 强化多专业协同配合

建筑设计不仅仅是电气工程的事情,还涉及到建筑、暖通、给排水、智能以及结构等多个领域。建筑专业的平面布置、窗户面积比、天窗位置和遮阳构造的设计都会影响照明负荷和空调负荷大小。暖通专业中的冷热源、水泵、风机及空调末端设备,又会影响到电气负荷计算、配电容量选择以及控制方式等。电气设计人员要在方案设计时与其他各专业进行核对主要设备功率大小、工作时间长短、控制程序以及联动控制等方面的要求,防止由于数据不同导致的重复设置或失效的问题。如:地下车库照明可以联控消防、安全防、人流量统计等系统,实行分区分层控制和夜间低照度运转等。空调水泵、风机可以接入楼宇自动化系统,对温度、压力、流量等指标实行变频控制;大型公共建筑利用BIM技术对管线综合及能耗模拟,把碰撞校核精确到毫米级别,提早规避桥架、母排、风管、水管相互间的空间矛盾,在施工过程中降低返工几率。多专业协作可以提高电气节能设计的一致性,让供电、控制系统以及运维系统相协调。

4.3 提高后期运行管理水平

建筑电气节电效益既与设计相关也与后期运营管理的不断完善有关,在项目的设计时就要同时考虑到用能检测、数据收集、报警提示以及运行控制等,为后期的维护管理工作提供技术支持。对于公共场所可以将照明插座类耗电量、空调耗电量、动力设备耗电量和重要负荷分别计量,主要线路安装电能表时建议使用1.0级或者0.5级,记录的时间间隔可以选择是15分钟或是30分钟以方便观察到用能情况的变化。楼宇的能源管理系统应当具备每天、每周、每年用能统计的功能并且有对功率因素、三相不平衡度、电压波动和谐波含量等做监控的能力。一旦遇到夜晚照明长时间亮着、水泵小电流运转、电梯空载耗电量高等现象,可以采取调整定时方案、调节变频器设定值以及采用分段启动等方式来节省电力资源消耗;在建筑物投入运营之后还可以依据2020年后绿色建筑与低碳管理的相关规定对每年进行一次能耗对比检测以及检修工作以维持电气设备处于高效率的工作区间。

结语:

建筑工程电气节能技术的应用,能够在最初阶段改善建筑物的能耗结构,节约了供电配电、照明、动力装置等能源消耗。设计上要根据不同建筑的功能特点以及负荷特性、运行要求进行合理的负荷计算,选择合适的高能效变压器、节能电动机、LED灯泡以及智能化控制系统;另外还应加强无功补偿、变频节电、分项计量、智能化管理平台的研发等提高电气系统的运行效率。在未来的设计中更要注重增强节能意识以及跨学科的合作来达到节能减排的同时保障建筑的安全稳定与经济效益最大化以及环境友好。

[参考文献]

- [1]杨健伟,绿色建筑节能观念和技术在建筑设计中的运用探究[J]. 电气工程和经济,2024,(06):135-138.
- [2]钱鸿.建筑电气节能节电技术研究[J]. 中国资源综合利用,2024,42(08):229-231.
- [3]刘佳亮.绿色节能技术应用到建筑电气设计分析[J]. 大众标准化,2024,(11):134-136.
- [4]朱国皓,别良友,朱军,等.智慧园区能源管理系统及能源区块链的研究[J]. 现代建筑电气,2024,15(11):7-12.
- [5]陈夕洋,张刘海,朱国皓,等.轨道交通车辆基地交直流混合微电网的应用模式研究[J]. 现代建筑电气,2024,15(01):13-20.