

智能建筑电气自动化系统节能控制技术及优化分析

高春桥

北京市化工职业病防治院

摘要:在建筑业快速发展的背景下,智能建筑随之增多。电气自动化系统作为智能建筑的重要组成部分之一,其能耗过高的问题应引起足够的关注与重视。基于此,从智能建筑电气自动化系统节能现状分析入手,论述了智能建筑电气自动化系统节能控制技术及优化,期望能够为节能降耗目标的实现有所帮助。

关键词:智能建筑;电气自动化系统;节能控制;技术优化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.24.087

能源紧缺现已成为全球性问题,节能势在必行。在智能建筑中,电气自动化系统是能耗大户,具备一定的节能潜力。因此,可以采取有效的方法和措施,对电气自动化系统节能控制技术进行优化,降低系统能耗,实现节能的目标。借此就智能建筑电气自动化系统节能控制技术及优化展开分析探讨。

一、智能建筑电气自动化系统节能现状

电气自动化系统是智能建筑的重要组成部分,与建筑的使用功能密切相关,其能耗相对较高,具有一定的节能潜力。下面分别从变压器、供配电线路、照明系统、电梯拖拽系统等方面,分析电气自动化系统的节能现状,为节能控制技术优化提供依据。

(一) 变压器的节能现状

在电能分配与调度中,变压器是核心设备,作为电网与供配电系统之间电能转换的媒介,变压器具有非常重要的作用。智能建筑中,变压器是以35kV的电压接入电网,并以10kV的电压向电气设备传输电能^[1]。由于变压器负载损耗量比较大,加之长期运行导致设备老化,增大了变压器的能耗。为此,应当采取有效的方法和措施,对变压器的运行过程加以控制,并优化运行方式,以此来达到节能降耗的目标。

(二) 供配电线路的节能现状

在智能建筑中,各种型号的供配电导线得到越来越广泛的应用。由于线路较多,加之电气自动化系统运行时,会消耗有功功率,从而导致线路损耗增大,能耗随之提高。电能浪费的现象在建筑中比较常见,之所以出现这样的情况,与以下因素有着密不可分的关联:绝缘老化、布线混乱、导线截面偏小等。为此,对供配电系统进行节能降耗已经势在必行。

(三) 照明系统的节能现状

照明系统在智能建筑中具有非常重要的作用,它的能耗相对较高。通过调查研究后发现,部分智能建筑按传统的方法设计照明系统,致使灯具配置的不合理、光源不适当、照度不达标、控制不到位,照明系统能耗随之增大。

(四) 电梯拖拽系统的节能现状

我国的智能建筑基本上都是高层建筑,由此使得电

梯成为不可或缺的组成部分之一。相关调查统计结果显示,电梯拖拽系统的能耗在智能建筑总能耗中的占比较高,这与该系统的运行特点有着极为密切关联。通过分析后发现,由于电梯拖拽系统在设计方面存在一定的不足,加之系统管理维护不到位,从而导致电梯使用期间消耗大量的电能。不仅如此,部分电梯拖拽系统长期处于低效的运行环境当中,在增大能耗的同时,还使设备的使用寿命随之缩短。

二、智能建筑电气自动化系统节能控制技术及优化

(一) 变压器节能控制技术优化

在智能建筑中,配变是不可或缺的电气设备,它的性能参数主要受运行环境的影响。因此,要按智能建筑的实际状况,选取适宜的参数,降低变压器的运行能耗,达到节能的目标。

1. 运行方式优化

(1) 当变压器的不变损耗与可变损耗相等,负荷系数取0.6,此时的变压器运行效率最佳。在多台变压器联用的情况下,根据铜耗与负载水平之间的关系,可以通过对变压器接入数量及容量增减的调整,来降低变压器的功耗,减少不必要的损失^[2]。需要注意的是,这种做法要以保证供电可靠性为前提。

(2) 通过优化变压器的运行方式,能够使其整体功耗显著降低。当变压器的无功功率损失、有功功率损耗以及综合运行功率损失全部达到最小状态,此时的变压器能耗最低。基于这一前提,可从上述方面研究变压器的能耗控制问题。智能建筑中电气设备的功率损耗,会在一定程度上影响电力系统的有功损耗,电气设备中无功功率的存在,会使整个电力系统的有功损耗增大。

(3) 假设某智能建筑中的变压器A为单独运行方式,或变压器A与变压器B为并列运行方式。在正常情况下,变压器A单独运行时的能耗水平最低。当单独运行变压器A无法满足建筑电气自动化系统的需求时,则应对变压器B进行投切,由此可降低能耗水平,达到节能运行的效果。

2. 负载率的确定

(1) 智能建筑在不同的时间段产生的负荷有所差别,换言之,随着时间的变化,智能建筑的负荷曲线会发生改变,据此可将负荷曲线视作为时间函数。在这一前提下,只有使平均效率与最小效率相贴合,才能降低能耗。相关调查统计结果显示,智能建筑中用电负荷最小的时间段为每天的凌晨。基于此,计算变压器的装机容量时,要确保所选的负荷率略高于最佳负荷率。当变压器负载率为50%时,能耗水平可以达到理想值,但铁损却并不会减少,由于只有线损减少,所以综合的能耗损失并未达到理想程度。在充分考虑各方面因素的基础上,如高低压柜、初装成本、运行维护费用等,70-80%的负载率对于变压器而言最为理想^[3]。

(2) 无功补偿是提升变压器负载能力较为有效的途径之一, 由此可使变压器的利用效率得到进一步提高。常用的无功补偿方式有集中补偿、分散补偿、就地补偿, 可结合实际情况加以选择。在无功补偿的基础上, 还应降低铁损, 并加大系统谐波的管理力度, 在降低变压器能耗的基础上, 延长其使用寿命。

(二) 供配电线路节能控制技术优化

供配电线路是智能建筑电能输送的载体, 由此导致线路中的电量消耗量比较大。基于此, 对供配电线路开展节能控制技术优化显得尤为必要, 具体的优化措施如下:

1. 优选线缆

电力电缆是供配电线路的重要组成部分, 确保供电可靠性是选择电力电缆的主要依据之一。除此之外, 电力电缆还应具备如下性能特征: 满足线路上的电压损耗要求, 最大限度降低电压损耗; 有足够的机械强度, 在各种外力作用下, 仍能保持可靠供电; 保证布线的经济性。

2. 缩短线路长度

在条件允许的情况下, 按照两点之间直线最短的原则, 对输电线路进行现场布线, 以此来缩短线路的总体长度。布置低压线路时, 要避免线路回头, 并尽可能在负荷中心处布置变压器。低压配电室与竖井之间的距离越近越好, 防止电能倒送造成不必要的能耗损失。

3. 增大截面

相关研究结果显示, 在其他因素不变的前提下, 随着电力线缆横截面的增大, 电能的损耗量会随之减小。如果增加一级截面的费用为N, 每年电能损耗节约的费用为n, 则N/n即为成本的回收年限。当导线截面积不足70cm²时, 以上方法在百米以上的电力线路中全部适用^[4]。需要注意的是, 当负荷线路具有季节性的特点时, 应在增加截面的基础上, 降低电阻。

(三) 照明系统节能控制技术优化

在智能建筑电气自动化系统中, 照明系统是较为重要的组成部分之一, 它的能耗在建筑总能耗中的占比较高。与照明系统耗电量有关的因素较多。因此, 设计智能建筑照明系统时, 要综合考虑多方面因素, 通过全面细致的分析与解读, 提高设计的科学性、合理性, 实现节能降耗的目标。具体的优化措施如下:

1. 选择适宜的照明灯具

(1) 照度是智能建筑照明灯具选择的主要依据, 除此之外, 还应重点考虑所选灯具的功率损耗情况。高效的光源与节能型灯具是建筑照明系统节能较为简单且有效的途径之一, 为实现照明节能的目标, 应选择适当的光源。同时, 可以用荧光灯替代白炽灯, 由此可达到节能的效果。智能建筑电气照明系统中, 比较常用的混光照明有白炽灯+荧光汞灯、高压钠灯+荧光汞灯、高压钠灯+金属卤化物灯以及高压钠灯+钨系金属卤化物灯, 具体的参数特性如表1所示。

敞开式灯具由于散发的光能多, 从而使其具备较高

表1 混光照明的主要参数

序号	混光种类	光通量混光区	色温 (K)	平均显色指数	灯的效率
1	白炽灯+荧光汞灯	37	3700	60	38
2	高压钠灯+荧光汞灯	46	3050	42	72
3	高压钠灯+金属卤化物灯	55	3100	54	98
4	高压钠灯+钨系金属卤化物灯	37	3200	61	115

的效率, 适用于开阔的空间。现行规范要求, 敞开式灯具的发光效率应达到75%以上, 在满足安全、美观、实用等需求的情况下, 可将敞开式灯具作为智能建筑照明系统的首选设备。

(2) 镇流器是灯具的保护装置, 当瞬时电压过载时, 镇流器通过限流, 可以防止灯具被过大的电压烧损。随着镇流器的不断改进和完善, 现在基本都是电子型的镇流器, 与传统的镇流器相比, 电子型除了更加节能之外, 可节约电能7%左右, 还能使灯具的使用寿命有所延长。同时电子型镇流器的应用, 为光通量的调节提供了便利, 节能效果更为显著。

2. 照明控制方式优化

常用的照明控制方法有两种, 一种安装智能照明设备, 另一种是光反射补充。前者是根据不同的应用场景进行调光, 满足光照要求, 通过对光照时间的控制, 可以达到节能的效果。后者利用光的反射原理, 对室内照明进行补充, 满足照度需要, 自然光的运用, 使照明能耗降低。

3. 合理配光

合理的配光能够在满足光照要求的基础上, 降低照明能耗, 达到节能的效果。为此在智能建筑电气节能中, 可利用不同的照明方法进行配光。具体如下:

(1) 降低室内的减光效应。建筑室内照明中, 减光效应与室内卫生状况有关, 受光面洁净, 能够削弱减光效应, 由此便可达到理想的配光效果。

(2) 选用不同的照明方法。区域不同, 对照度的需求有所差异, 采用相应的照明方法, 可以达到照度要求, 进而降低照明能耗, 实现节能的目标。在智能建筑中, 可应用的照明方法有很多, 比较典型且效果较好的有局部照明法、重点照明法、泛光照明法、应急照明法等^[5]。具体应用时, 可结合实际情况, 对照明方法进行组合搭配, 这样能够获得意想不到的效果。

4. 利用表面装修

智能建筑室内装修时, 可以选择浅色系作为房建的表面, 以此来增强光的发射性, 提升光的利用率。因房间大小各异, 房间不同, 受照明的影响程度也不相同,

针对面积较大的房间，照明对顶棚的影响比较明显，而面积小的房间，照明对墙面的影响程度更大，可按照这一特点，对室内表面进行装修，提升照明效果，降低能耗。

（四）电梯拖拽系统节能控制技术优化

在智能建筑电气自动化系统节能中，对相关的控制方案选择时，要综合考虑多方面的因素，如节能性、可靠性、经济性等。电梯拖拽系统作为智能建筑电气系统的重要组成部分之一，应在考虑上述因素的基础上，对相关的节能技术加以合理运用。

1. 电梯系统节能思路

（1）以变频调速技术取代继电器，根据具体的要求，对电源输入端的频率进行调控，达到调节电梯拖拽系统运行的目的，从而使其处于平衡的状态，由此能够降低电梯的运行能耗，达到节能的效果。

（2）对电梯拖拽系统中的电机驱动容量加以改变，在保证电梯运行安全性、稳定性的前提下，提高运行效率，避免因运行效率过低，导致能耗增加的情况发生。

（3）利用群控叫梯技术，减少电梯轻载和空载的概率，达到降低电梯系统总体能耗的目的。

（4）通过回馈技术，将电梯运行期间产生的部分能耗，重新转化成能量，输入至配电系统当中，实现电梯节能运行的目标。

目前，在智能建筑中，（1）和（2）相对比较成熟，可优化的空间不大。想要进一步优化电梯拖拽系统节能控制技术，就应当从群控叫梯技术和回馈技术两个方面着手，下面重点对此展开分析。

2. 群控叫梯节能控制技术优化

（1）在智能建筑电梯群控系统中，有两种比较常见的召唤信号，一种是轿厢内召唤，另一种是厅外召唤。前者是指电梯的使用者在轿厢内部，通过触动控制面板上的楼层按键所发出的信号；后者则是指用户在电梯外候梯时，用按键发出召唤电梯的信号。依托群控系统，对目标导向层进行设置，这样便可确定公共呼叫按键。

（2）电梯群控系统中，上位PC机会实时扫描厅外的召唤信号，当发现有脉冲信号时，便会启动智能分析功能，选取与需求相符的方式，完成操作。运用这样的方式，能够使建筑中的电梯系统运行效率得到显著提升，达到电梯节能的目标。

（3）在群控叫梯系统中存在诸多变量，如乘客所要抵达的楼层、电梯的运行状态及荷载、时序调度指令等，上述变量均可由系统接口发送给位于智能建筑中的调度中心，当中心接到变量后，会按照预先设定好的算法，给出调度决策，并将决策以指令的形式发送给电梯。通过这样的方式，使建筑中的电梯轻载及空载问题得到有效解决，能耗随之降低。不仅如此，群控叫梯系统会以最短的时长回应厅外的召唤信号，电梯的响应速度进一步提升，用户在厅外等候电梯的时间缩短，大幅度增强了用户的使用满意度。

3. 电梯回馈节能控制技术优化

（1）为满足市场需求，变频调速技术在电梯中得到越来越广泛的应用，由此使得电梯的运行能耗显著降低。智能建筑的出现，对电梯变频调速提出更高的要求，经过不断的优化改进，基于变频调速技术的智能客梯被提出，并在建筑领域中得到应用，为智能建筑电气自动化系统节能提供了强有力的支撑。但是，电梯是一类比较特殊的电气设备，它的运行能耗与工况有关。具体而言，就是当电梯处于轻载上行和重载下行的运行状态时，拖拽系统中的电机是在制动发电的条件下运行，这样会产生出再生电能。而受变频控制系统的限制，这部分再生的电能无法得到回收利用，只能白白浪费。由于智能建筑中电梯的使用比较频繁，所以经常会出现轻载上行或是重载下行的情况，再生电能的产生量比较大。对此，可以运用回馈技术，对这部分电能加以利用。

（2）电梯控制系统设计过程中，保证系统运行稳定、可靠是前提和基础，这样一来，就造成某些工况下产生的电能，在电阻发热保护措施下，被消耗殆尽。电阻发热保护技术的性能优势体现在结构简单、便于维护、价格低等方面。但在实际应用中发现，该技术会导致机房环境的恶化速度加快，并且还会使建筑空调系统的载荷增加。为解决这一问题，电梯厂家针对电能回收展开技术攻关，研究成果表明，在智能建筑中，电梯处于特殊工况下的年均产电量约为3万度左右，回收潜力非常巨大。

（3）对电梯特殊工况下产生的电能回收再利用，能够使智能建筑中电梯能耗下降20-45%左右。因此加大回馈节能控制技术的研究力度非常必要。电梯产生的再生能量为高压直流电，借助电能逆变技术，可将这部分电流转化和回收。但由于高压直流电转换过程中，涉及谐波、大功率逆变等技术问题，致使此项技术并未得到大规模的推广应用。随着技术难题的攻克，该技术在电梯节能方面的作用将会得到全面发挥。

三、结论

综上所述，智能建筑电气自动化系统的能耗相对较高，这与节能减排的理念相违背，不利于建筑业的持续发展。为此，应针对电气自动化系统节能控制技术开展优化，通过相应的方法和措施，对系统加以改进和完善，降低其能耗，达到节能目标。

参考文献

- [1] 宋立立, 孙妍. 基于云数据的智能建筑电气工程配电网运行管理方法[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(10): 129-131.
- [2] 沈弘. 光伏新能源技术在城市智能建筑电气中的应用[J]. 光源与照明, 2022(8): 75-77.
- [3] 闫峰. 民用智能建筑电气设计中的变压器节能技术与应用[J]. 低温建筑技术, 2022(1): 45-48.
- [4] 薛英杰. 基于智能建筑理念的建筑电气智能化设计研究[J]. 绿色环保建材, 2021(4): 71-72.
- [5] 刘建勋. 电气自动化技术在智能建筑电气工程中的应用分析[J]. 中国设备工程, 2020(17): 206-208.