试析高层建筑电气系统的节能技术方案

随着城市土地资源日益紧张和人口总量不断增加的矛盾日益凸显，高层建筑在我国城市建筑中所占的比例不断提升。在增加高层建筑舒适性和安全性的同时，如何提升内部电气系统的综合使用效率，降低高层建筑综合使用能耗已经成为我国缓解能源紧张的重要研究方向。然而现阶段高层建筑电气系统在节能方面的问题还比较突出（集中体现在照明系统、电动机拖拽系统、变压器、供配电线路及日常运维管理等方面），故就高层建筑电气系统的节能技术方案展开探讨。

许　威/北京城建设计发展集团股份有限公司
张　亮/中国城市建设研究院有限公司

许　威/工程师

关键词/Keywords
高层建筑·
电气系统·
节能现状·
节能技术·

高层建筑电气系统的节能问题

1. 变压器节能存在的问题

据统计，高层建筑供配电系统损耗中的10%是由变压器损耗造成的，这主要是由于很多变压器都是超龄使用，老化现象严重且缺乏有效的维护管理，难以满足现代高层建筑对变压器节能的要求。此外，一些电气设计人员在确定高层建筑配电变压器容量时，根据高层建筑所需计算负荷负载或接近满负荷负载来进行选择，没有综合考虑变压器运行方式、运行环境温度等因素的影响，导致变压器无法发挥其最高效率。

2. 照明系统节能存在的问题

照明系统要在满足用户对光线需求的基础上，通过必要的节能技术来降低电能消耗。但目前不少高层建筑为降低初始投资成本而仍然使用非节能型灯具（如白炽灯），这虽然能够降低初始投资，但由于白炽灯的使用寿命较短且能耗较高，因此从长远来看节能型灯具的经济效益更为优越。表1为白炽灯和紧凑型荧光灯的参数对比。

表1　白炽灯和紧凑型荧光灯的参数对比

内容	白炽灯	紧凑型荧光灯
额定功率/W	60	8
单灯总耗电/W	60	12
灯管寿命/h	1 000	3 000
3 000 h电费/元	54	10.8
电光源投资/元	3	37
3 000 h费用总计/元	57	47.8

3. 供配电线路节能存在的问题

供配电线路在高层建筑中使用较多且消耗的有功功率较大，因此其节能降耗就成为现代高层建筑电气系统节能的一个重要方向。然而目前不少高层建筑普遍存在布线迂回混乱，导线截面积选型不合理和绝缘老化严重等问题，致使供配电线路长期工作中增加线路损耗。

4. 高层建筑电气系统节能存在的其他问题

一方面，高层建筑的电动机拖拽系统存在着综合运维管理不到位、需求调度智能分配自动化水平较低等问题，使得电动机拖拽系统长期运行在低效工况下而增加大量不必要的电能消耗；另一方面，高层建筑中的用户节能意识比较淡漠，有的用户长期不关灯、空调器或计算机（24 h运行的情况比比皆是），这也在无形中极大地增加了电能的消耗。

高层建筑电气系统的节能技术方案

1. 变压器的合理选择

针对高层建筑变压器节能方面存在的问题，笔者认为可以从如下几个方面进行解决：

中国知网 https://www.cnki.net

1）变压器中的空载损耗主要是受到磁漏和涡流的影响，为此要尽量选择质量较好的钢片来使它们的磁场基本趋同，降低涡流的损失。

2）变压器在功率传输中发生的消耗主要是由于电阻高低数值的不同而对电流产生不同的影响，为此要尽量选用电阻小的绕组（以铜质材料的芯线为佳），此外将变压器的负载率调制到80%左右，就能够发挥良好的节能效益。

3）高层建筑中通常会使用较多的变压器来解决电力负荷的问题，却往往忽视了变压器自身的电能消耗，为此电气设计人员在设计之初不可盲目增加变压器的数量，要尽量选用效率高且容量大的变压器来解决高层建筑的用电问题。

2. 照明设备的合理布置

照明用电在高层建筑电能总消耗中所占的比例较高，笔者认为合理布置照明设备能够有效降低照明系统的总能耗，具体措施如下：

1）尽可能多地利用自然光源。在高层建筑楼层间构造的设计时，设计人员可以将门、窗等采光角度较好的位置进行面积上的增大，并尽量使用透光功能较好的建筑材料；对于自然光源相对较差的位置（如墙角），要适当增加辅助照明装置和亮度调节装置（根据一天中自然光源亮度的不同，或不同季节不同时间自然光源亮度的不同来对建筑空间内的光照强度进行自动调整），从而在满足用户照度需求的前提下节省电能。

2）使用高能效的电光源。白炽灯具有价格便宜且操作简单的特点，因此长期被应用于我国各类建筑的照明中，但随着技术的不断发展，越来越多高能效的电光源（如荧光高压汞灯、高压钠灯和金属卤化物灯等）进入到人们的视线中，这些高能效的电光源使用寿命长且综合能效高，具有非常显著的节能效果。表2为几种电光源的综合能效指标。

表2 几种电光源的综合能效指标

电光源	光效/（lm/W）	光效参考平均值/（lm/W）	平均寿命/h	综合能效/（lm·h/W）	综合能效参考平均值/（lm·h/W）
白炽灯	7.3～2.5	19.8	1 000～2 000	7.3～50	28.65
荧光高压汞灯	32～55	43.5	5 000～10 000	160～550	355
紧凑型荧光灯	44～87	65.5	5 000～8 000	220～696	458
金属卤化物灯	52～130	91	5 000～1 000	260～1 300	780
白光LED	25～60	42.5	10 000～50 000	425～2 125	1 275
高压钠灯	64～140	102	12 000～24 000	768～3 360	2 064
高频无极灯	55～70	62.5	40 000～80 000	2 200～5 600	3 900

3）各种照明方式的有机结合。高层建筑照明工程中，不同照明方式适合于不同的季节、区域及功能，大体上照明方式可以划分为局部照明、一般照明、混合照明、重点照明、应急照明、装饰照明、点缀照明和泛光照明等几种类型。根据高层建筑用途的不同，可以采取不同类型的照明方式来有机结合，从而在满足功能需求的基础上节约电能。例如，高层建筑底层商场内的一些商品需要点缀照明来吸引客户，此时可以将一般照明和点缀照明结合起来，在满足客户基本视觉要求的前提下突出商品的特征和品位，这样既能激发客户的购买欲望，又能够实现电源的总体节约。

3. 电梯拖拽系统的节能设计

（1）采用电梯群控呼梯分配节能技术

处于同一群控系统下分配调度管理的电梯群，在各层电梯门厅外使用一组公用呼电按钮来给电梯群控系统提供目标指向层。采用电梯群控系统后，监控上位主机会对厅外招呼信号进行实时扫描监控，如果存在相应的指向脉冲，那么分析判断后决定让处于最佳响应任务的电梯去执行该任务，利用智能合理的电梯分配跳读，从而确保电梯群处于比较优越的运行工况中，减少不必要的电能浪费。

（2）采用能量回馈技术

（下转第95页）

中国知网 https://www.cnki.net

逆变器电流调节方案研究 [J]. 电机与控制学报，2004，8 (2)：165-169.

[11] 陈玲，张兴，杨淑英，等. 带不平衡负载的三相四桥臂逆变器的研究 [J]. 合肥工业大学学报：自然科学版，2009 (4)：486-490.

[12] 陈宏志，刘秀翀. 四桥臂三相逆变器的解耦 [J]. 中国电机工程学报，2007，27 (19)：74-79.

[13] 闫士杰，冷冰，杜衡. 基于H_∞重复控制的三相四桥臂逆变器研究 [J]. 电机与控制学报，2012，16 (9)：39-47.

[14] 王斌，王凤岩. 提高重复控制逆变电源的负载瞬态响应特性 [J]. 电源技术应用，2008，13 (2)：6-9.

[15] 武健，何娜，徐殿国. 重复控制在并联有源滤波器中的应用 [J]. 中国电机工程学报，2008，28 (8)：2-6.

[16] Tomizuka M，Kempf C. Design of discrete time repetitive controllers with applications to mechanical systems [C]. Tallinn：Proceedings of IFAC 11th Triennial World Congress，1990：243-248.

[17] Tzou Yingyu，Ou Rongshyang，Jung Shihliang，et al. High-performance programmable AC power source with low harmonic distortion using DSP based repetitive control technique [J]. IEEE Trans. Power Electronics，1997，12 (4)：715-725.

（收稿日期：2015－04－05）EA

(上接第43页)

近年来变频调速节能控制技术已经在高层建筑垂直载客群控电梯系统中得到广泛应用，但电梯运行过程中难免会存在“重载下行”和“轻载上行”的特殊工况，此时电梯会产生一定量再生电能。如果采用能量回馈技术将这部分再生电能回馈到电梯供配电电网系统中，将极大地减少电能浪费。

4. 供配电线路的节能设计

（1）合理选用导线类型并增加线缆的截面积

电导率较小的新型材质导线具有较好的技术经济性，在实际工程中要根据建筑和负荷特点进行选择，一般负荷量较大的一类、二类建筑适合采用铜导线，其他负荷量较小的建筑适合采用铝芯导线。此外高层建筑电气设计时，在满足线路基本载流量、电压降、动热稳定及保护配合需求等功能的前提下，可以根据需求来选择大一级的线缆截面积。

（2）其他措施

减少输电线路的长度，将变配电所设置在靠近负荷中心位置，并且变配电所的低压配电室要尽量靠近建筑物强电竖井部位；如果电气设备离供电点较远且无功功率需求较大，应该就地安装无功补偿装置。

结束语

随着科学技术的不断发展，越来越多的节能技术方案被应用到高层建筑电气系统设计中，这对于降低高层建筑的能耗，促进我国可持续发展社会的构建是十分有利的。本文在分析高层建筑电气系统节能现状的基础上，从变压器的合理选择、照明设备的合理布置、电梯拖拽系统及供配电线路的节能设计等几个方面着手，就高层建筑电气系统的节能技术方案进行了阐述，以期能够为我国高层建筑电气节能的节能设计提供可行性建议。

参考文献

[1] 黄海燕. 高层楼宇建筑电气节能技术 [J]. 城市建筑，2013 (7).

[2] 吴雁波. 高层建筑的电气安全和电气节能 [J]. 电力安全技术，2013，15 (8).

[3] 李蔚. 在建筑电气设计中的节能技术措施 [J]. 电气应用，2007，2 (10).

[4] 林毅宏. 智能楼宇建筑电气节能现状及节能设计研究 [J]. 自动化与仪器仪表，2011 (5).

（收稿日期：2015－02－10）EA

中国知网 https://www.cnki.net