

建筑电气节能设计及照明节能设计的探讨

对建筑电气节能设计以及照明节能设计方面的相关要点展开分析探讨,总结了建筑电气节能设计的工作要点,并对照明节能中光源的选择原则进行了阐述,最后结合某建筑项目实际案例,对照明节能设计的相关措施展开分析。

宋静艳/四川理工学院建筑工程学院



宋静艳/讲师

在我国社会经济快速发展的过程当中,除了实现各个行业与领域统筹兼顾的发展以外,做好对环境资源的保护与节约工作也是非常重要的。相关资料显示,建筑行业能源消耗量占据我国一次能源消耗总量的近1/3,这一比例在全世界范围内都属于较高水平,这也反应了我国当前建筑行业所肩负的巨大的节能环保压力。进一步从我国当前建筑行业能源使用情况的角度上进行分析,电气系统中照明用电的负荷是非常巨大的,若能够在这一过程中对不必要的能源消耗进行控制,就可以有效控制线路能量损耗,促进系统功率因数的提高,将电气照明中存在的巨大的能源节约潜力挖掘出来。同时,这对缓解当前电力系统能源供求失衡的问题也有重要意义。因此,作为建筑电气设计人员,必须积极开展探索,在建筑电气以及照明设计中采取可行且有效的节能措施,力图打造节约型的建筑系统。

关键词/Keywords

建筑·
电气·
照明·
节能·
设计·

建筑电气节能设计要点

1. 合理选择变压器

变压器运行期间内部存在阻抗,阻抗会造成大量电能的消耗与浪费。因此,为了实现对电能的节约,减少电路电能损耗,可以从变压器改造的角度入

手,适当降低其负载率水平,但采取这种措施整个电气工程初始投资又会有所增加。

有关研究认为,变压器节能的核心在于:通过对有功功率损耗的降低,促进运行效率的提升。配电变压器低压侧输出电网,形成环形网络,这样一来,变压器能够及时根据负荷的变化情况执行投切操作,计算需要投入运行的变压器台数,且不会对其他环节的电力供应造成影响。在这一思路下,可采取的节能措施有两个方面,分别研究如下:

1) 合理降低变压器有功损耗。变压器有功功率损耗与空载损耗以及变压器负载率有直接关系,具体计算方式为:变压器有功功率损耗=空载损耗+变压器线损 $\times$ 变压器负载率²。节能的关键在于从对变压器线损的控制入手,优先选择使用阻值较低的绕组(推荐选择铜芯变压器),这种节能变压器除了具有损耗低的特点外,还有较好的抗冲击性能,因此在当前实践工作中得到了广泛使用。

2) 合理提高变压器负载率。从微分计算的角度上来说,在变压器有功功率损耗计算式中,当变压器负载率取值为50%时,可确保变压器单位千瓦的负载能耗最低。因此,在以往的变压器节能工作中,多将变压器负载率按照50%的标准进行控制,半数变压器在实际中并未投入运行。这种做法仅仅从节能的角度出发,未对经济价值进行考虑。若需要兼顾节能与经济效益,则变压器的负

载率建议按照75%~85%标准控制。

2. 合理选择电线电缆

在整个建筑电气系统中，输出电能的损耗多发生在照明线路之上。会对照明线路损耗产生影响的因素有两个方面：其一是导线自身的截面积；其二是线路的供电方式。具体可采取的节能设计措施有以下两个方面：

1) 合理控制导线长度。首先，在线路布置上应当尽量去弯取直，多布置为直线线路。同时，对于低压线路而言，应当尽量避免走回头线。同时，线路上变压器的配置需要尽量缩短与负荷中心之间的距离。为了减少干线长度，当建筑物单层平面达到1.0万m²时，线路上至少需要配备2个变电所。

2) 科学增大导线截面积。已有研究中指出，对于电力线路，特别是电能传输距离比较远的线路而言，在满足载流量、热稳定以及热保护要求的基础之上，导线截面积可适当提高一个等级，这种做法对实现节能目标有重要意义。同时，在系统运行中可以利用一些具有季节性负荷特点的线路，在低载运行的状态下，提供给长期用户作为供电线路使用。

3. 电动机节能优化

对于民用建筑来说，水泵电动机以及风机是整个系统运行中最主要的动力负荷，因此有着非常大的节能潜力与空间。当前技术下，水泵电动机需要根据运行期间可能出现的最大负荷来选择其配置容量，水泵的工作特性是流量与转速成正比，扬程与转速平方成正比，轴功率与转速立方成正比。当流量减少一半时采用调速的方法将电动机的转速降低一半，则这时电动机的轴功率只是额定功率的1/8，对于需要变流量运行的水泵采用调速技术可大幅度降低能耗。目前变频调速是一种高效能的调速方式，可以在保持正常转差率下运转实现无级调速，可以在低速运行时使电动机输出最大转矩不变，起到了节能降耗的目的。

除此以外，电动机的节能优化还可以从选用软起动设备的角度入手。这种软起动设备的主

要特点在于其对于晶闸管导通角的条件是根据起动时间进行调节的，能够通过调控电压变化的方式，确保线路起动的平稳以及后期投入运行的全压性。除此以外，软起动设备还具有测速反馈的功能，能够根据反馈信息执行控制动作，从而在负载变化下对转速进行相应调整，在对电压稳定性有较高要求的场合中有较好的节能效果。

照明节能中光源的选择

照明节能目标的实现很大程度上需要从灯具选择的角入手。荧光灯作为一种用量最大的气体放电光源，结构简单，光效高，寿命长，照明期间无电磁辐射以及频闪问题，因此可将其作为照明系统灯具的首选方案，以达到满意的节能效果。除此以外，白炽灯、紧凑型荧光灯等光源也具有高效节能方面的优势，可以将其与荧光灯相互配合，在提高光效的同时实现节能目标。三者的技术参数对比如表1所示。

表1 三种常用光源的技术参数对比表

光源类型	功率/W	发光效率 / (lm/W)	显色指数R _a	使用寿命/h
白炽灯	15~1 000	7.3~18.5	95~99	1 000
紧凑型荧光灯	4~40	35~81.6	80~85	1 000~6 000
荧光灯	细管	18~36	58.3~83.2	70~80
	粗管	6~100	26.7~57.0	70~80
				1 500~5 000

除气体放电光源外，在照明系统节能设计中，还可以通过选择高强气体放电灯的方式达到节能效果。如高压钠灯，金属卤化物灯等，应用这些照明光源同样可达到满意的节能效果。

但除了需要满足照明方面的需求以外，在建筑照明方案的设计中还必须兼顾一定的美观感与装饰性。因此，在灯具当中，有些附件的作用可以改变光照的方向，其目的是减少眩光，同时增加装饰性。但这些附件装置（如保护罩、格栅等）的增加会直接导致光输出水平的下降，对节能有一定的不良影响。以常见的灯具为例，在增加相应附件的条件下，其所产生的光损失比例如表2所示。这种损失必须在光源选择以及节能设计中慎重考虑。

表2 常用灯具增加附件对光损失的影响表

灯具类型	附件	灯具效率 (%)	灯具效率比 (%)
嵌入式荧光灯	无	81.0	100.0
	棱镜板	65.0	80.0
	玻璃板	52.0	64.0
扩散性灯具	无	78.0	100.0
	保护罩	72.0	91.0
	格栅	60.0	75.0

照明节能设计实例分析

该项目为某医学院校新建园区，位于某市开发区内。建设用地总长为1 200.0 m，总宽度为840.0 m，整体建设面积为66.5万m²。项目建设所处地区地形条件比较复杂，区域内地势落差较大，土体利用率较低。为了能够在该项目电气系统的设计中体现节能环保的理念，将照明系统作为关键研究对象，在照明系统设计中进行节能优化。

1. 照明光源

该建筑工程项目在照明系统光源设计中分别设置正常条件、应急条件以及值班条件下的照明模式，其中应急以及疏散使用的指示灯为镍铬电池供电，时间达到0.5 h以上。正常灯具设置玻璃保护罩。照度标准分别为：管理室照度200.0 lx，办公室、公共区域照度300.0 lx，工作区域照度150.0~300.0 lx。

在光源的选择上，视情况选择三基色荧光灯以及节能灯，以确保公共区域内的照度达到要求，同时满足高显色性的要求。同时，光源设置中配备电子镇流器，以满足光源稳定、高效运行的要求。

2. 照明方案

根据我国当前节能环保在建筑领域中的应用规范来看，除了特殊装饰所使用的灯具以外，照明光源的设计应当优先选择能耗低且运行效率高的节能型荧光灯，也可使用高效金属卤化物灯。遵循这一基本要求，本项目中室内照明以荧光灯为主，公共区域考虑增设装饰性灯具，在节能的同时兼顾美观感的体现。同时，部分公共区域还需要严格按照民用建筑照明标准要求，设置相应的应急照明装置。

从理论上来说，照明系统的用电量可以通过如下方式进行计算：照明系统用电量=平均设计照度×地板面积×开灯时间/照明率×灯泡综合效率。

其中，灯泡综合效率的计算方式为：灯泡综合效率=每台灯具灯泡光束/保持系统。

从上述看，为了能够有效控制照明系统的整体用电量，其关键在于提高照明率和灯泡综合效率这一部分的取值。因此在灯具的选择上，若能够选择具有较高照明率的灯具，同时实现对灯具的高效使用，则对照明系统的节能意义重大。同时，照明节能目标的实现还可从减少平均设计照度、地板面积和开灯时间这一部分取值的角度入手，即合理控制开灯时间，维持合理照度，以及尽量使用局部照明。

3. 提高灯具光通过维持率

已有研究资料中显示，通过在灯具反射面以及保护罩上涂抹二氧化硅保护膜的方式，能够对提高灯具光通过维持率起到非常显著的效果。同时，在灯具反射面上进行改进，通过引入真空镀膜工艺的方式，能够较以往灯具提高近1/3的节能效果。除此以外，对反射材料的选择若能够尽量以蒸镀银多层透明反射材料为首选方案，除了有较好的节能效果外，还能够起到抗腐蚀，方便清扫的作用。

由此来看，在本工程照明灯具选择与使用时，荧光灯、防水防尘灯以及筒灯的反射面、保护罩均选择为蒸镀银多层透明反射材料，以保证照度相同的情况下实现节能。

结束语

对于我国而言，当前正处于国民经济建设发展的关键阶段，经济社会快速发展对能源供应提出了更为严格的要求，但这种需求决不能仅仅从加强能源资源建设的角度入手进行处理，更多还需要将节能环保的理念推广到能源利用环节当中。本文通过对建筑电气节能设计以及照明节能设计相关要点的分析探讨，总结实践工作中必须关注的几点问题，望为相关工作的开展提供一定参考。

(收稿日期：2015-03-05) EA