

建筑电气节能技术与方案若干问题的探讨



工程师与制造商伙伴们的观点

Opinion of Engineers & Factory Partners

焦点议题

电能的分项计量在绿色建筑中的应用

楼控系统在空调设备节能中的应用

绿色照明技术在体育场馆中的应用

特约嘉宾（排名不分先后）

陈健弘 高级工程师/杭州市城建设计研究院有限公司

韩 宁 教授/教育部建筑电气专业指导小组副组长

杨 波 技术总监/玛斯柯照明设备上海有限公司

编者按：

随着建筑业的迅速发展其消耗的能源也在迅速增长，而建筑中消耗的能源大部分都是以电能的方式消耗的，因此在能源日益短缺的今天关于建筑电气的节能问题显得尤为重要。如何实现绿色照明？如何使空调系统做到节能？变压器、风机、水泵及电梯等其他电气设备在建筑物中应采取何种节能措施？如何通过治理谐波降低线路损耗等电气节能问题受到相关电气设计人员、制造商及用户技术人员的普遍关注。本期栏目将重点关注电能的分项计量、空调设备的节能和绿色照明相关问题，邀请各设计院的专家、高校教授和生产企业的技术总监对上述问题进行交流、探讨。EA

策划编辑：史海疆

E-mail: shihaijiang@cage.com.cn

焦点议题 电能的分项计量在绿色建筑中的应用

电能分项计量是进行节能监测与管理的有效手段



陈健弘 / 高级工程师
杭州市城建设计研究院有限公司

电能分项计量是三星级绿色建筑认证的重要指标。绿色建筑评价标准GB 50378—2006第5.2.5

条：新建的公共建筑，冷热源、输配系统和照明等各部分能耗进行独立分项计量。该条是绿色建筑评价标准的控制项。

建筑物用电的分项计量是指对建筑的机电系统安装分类、分项能耗计量仪表，从而得到建筑物的总能源消耗量和不同能源种类、不同功能系统分项消耗量。根据《公共机构节能条例》第十四条要求：公共机构应当实行能源消费计量制度，区分用能种类、用能系统实行能源消费分户、分类和分项计量，并对能源消耗状况实行监测，及时发现、纠正用能浪费现象。

电能计量仪表可作为内部管理电表单独使用，取代大量传统的模拟仪表，亦可作为电力监控系统的前端设备，实现远程数据采集与控制。符合工业标准的RS485通信接口，使得组网轻松便捷，是SCADA系统集成的理想选择。

大型公共建筑电能管理系统可以根据现场情况，采用现场总线以光纤环网、以太网或无线等组网方式实现电能集抄与电能分项计量功能。系统以计算机、通信设备和现场电力仪表计量装置为基本工具，为实时数据采集、远程管理与控制提供了基础平台，它可以和检测、控制设备构成复杂的电力监控与电能管理系统。该系统主要采用分层分布式计算机网络结构，分站控管理层、网络通信层和现场设备层。

电力仪表用屏蔽双绞线相互连接起来，与通信服务器、交换机和工业级计算机等组成一个后台监控管理系统，实现对配电系统的监控以及电能分项计量的管理。系统实现的主要功能如下：

1) 实时采集与显示运行参数，如电压、电流、功率、功率因数和有功电能等，为正常运行时的计量管理、事故发生时的故障原因分析提供依据。

2) 监视电气设备运行状态，如高、低压进线断路器等各种类型开关当前分、合状态，是否正常运行，如发现故障自动报警。

3) 对建筑物内所有设备的用电量进行记录与统计，包括动力用电、照明与插座用电、空调用电和特殊用电等电能分项计量以及分时复费率计量等，并可生成电能计量报表供用户查询使用。

为了能准确掌握各种用电设备的用电情况，最好对各种用电设备均设置计量表计。但是这样做会增加项目的投资，而且，有些设备单独设置计量表也不是很有必要。在电能的分项计量设计中，对各种用电设备回路设置计量仪表，可由监控系统监视各种电气参数和状态量。

对空调系统的地源热泵机组、地下水循环泵、热泵煤水循环泵和新风机组用电，动力设备中的电梯设备、排水泵设备等的用电均单独设置计量表进行电能计量，而对照明用电、插座用电则采取分层分区设置计量表计。对各级配电箱，设计中一般采用数值加减的形式设置表计，即在配电箱中分二级设置计量表，将主要的设备如热泵机组等单独设置计量表，而对于一些小容量的辅助设备采用减法的形式来设置计量表，这样可以适当减少表计的数量。

选用的计量仪表应为智能多功能仪表，具有电流、电压和功率的显示以及电量的测量、分析和记录等功能，数据可以通过通信线传输给后台监控系统。监控系统对各功能单元的实时用电情况进行监测、分析、计量和统计，用以掌握各种用电负荷电耗的实时状况。

电能的分项计量的本身并不能达到节电，但可以详细了解项目中各类设备的电耗，通过实时监测各种用电设备的用电情况及量化管理，并经与同类建筑进行横向的比较，可以发现运行管理上存在的问题。实践证明电能分项计量是进行节能监测与管理的有效手段，通过分项计量，有助于分析公共建筑各项能耗水平和能耗结构是否合理，发现问题并及时提出改进措施，从而有效地实施建筑节能。EA

焦点议题 楼控系统在空调设备节能中的应用

对空调设备进行智能化调节能显著提升效率

韩宁 / 教授
教育部建筑电气专业指导小组副组长



楼宇自动化是利用自动控制技术、通信技术以及计算机技术把大楼内部独立、分散的各个智能化子系统结合起来，通过构建人机交互管理界面，采用

计算机网络技术以实现整体、全面地控制设备。其实质就是将建筑内的各种机电设备连接到一个局域控制网络上, 组建一个自动化的综合控制和管理系统, 为提高设备利用率、优化设备运行状态及运行时间提供有效的方案。楼宇自动化致力于创建安全、便捷、舒适、经济和高效的生活工作环境, 同时实现节能减排的要求。

统计资料显示, 空调系统消耗的能源约占建筑总能耗的60%, 夏季将室内温度下调1℃将增加9%的能耗; 冬季将设定温度上调1℃将增加12%的能耗。当前大部分建筑物的空调系统由人工进行手动控制, 不能实时地根据室内温度变化来调节风机的速度、起停以及水阀开度, 室内空气温度处于手动控制超调状态(夏季温度过低, 冬季温度过高), 采用自动控制手段的节能潜力很大, 对空调设备进行智能化监控调节能够显著提升效率, 降低能耗。

空调自动化控制系统将完全建立在开放架构和集成管理平台上(支持当前国际主流技术LonWorks、Modbus TCP、BACnet和OPC), 方便集成任何能源管理分析系统, 利于日后进一步优化能源监控管理、二次开发工作。系统组网的方式是利用协议转换器将LonWorks总线的Lontalk协议转换为TCP/IP协议与上位机通信。控制网络连接到LAN网络中, 采用浏览器/服务器(B/S)结构, 信息通过Web服务器发布到Internet上, 用户可以使用网络浏览器去访问Internet上的数据、文本、图像和动画等信息, 通过设定权限可实现远程监控。

楼宇自动控制管理系统对空调系统的监控包含了新风机组自动起停控制、风机盘管自动起停控制、风机盘管温度控制、新风机组CO₂浓度控制与自然采风控制、室内空气品质检测、室内温度趋势图和DDC控制器参数优化配置等, 系统实现集管理、监视和控制于一体, 给管理者提供综合节能技术平台。

(1) 风机盘管温度控制

风机盘管机组内部的电动机采用单相电容调速电动机, 可以通过调节电动机输入电压使风量分为高、中、低三档, 进而相应地调节风机盘管的供冷量。

当空调系统由人工手动控制时, 风机盘管为全工作时间运行, 每天运行时间段为8:00~21:30, 共计13.5 h不间断运行。采取节能优化控制策略后, 在系统中增加温度传感器, 当室内温度高于27℃时风机盘管开始工作, 当室内温度低于25℃时则停止工作, 可避免一直处于工作状态, 室内温度控制在25~27℃。风

机盘管由人工控制改造成自动控制后, 可设置在低档自动起停运行, 每天可停止工作约6 h, 在保持室内舒适度的同时节能约40%。

(2) 新风机组CO₂浓度控制

根据实际系统运行试验得知, 新风机组降温能力很弱, 空气制冷还是靠风机盘管, 系统中的新风机组可主要用来改善空气质量。在空调系统中增加CO₂浓度传感器来监测CO₂浓度, 当CO₂浓度高于1 000 μL/L时启动新风机组, 当CO₂浓度低于800 μL/L时关闭新风机组。经新风机组运行试验可知, 室内空气质量良好, 达到了预定目标。

(3) 新风机组自然采风运行控制

新风机组自然采风运行控制就是在制冷机没有运行的情况下, 借助室外自然空气来实现室内降温和降低CO₂浓度的方法, 此种节能策略在过渡季节期间应用效果最佳。当室外温度低于25℃且室内温度高于26℃, CO₂浓度高于1 000 μL/L时启动新风机组, 当CO₂浓度低于800 μL/L时关闭新风机组。

采用这种控制方式的好处是低碳、绿色环保, 完全利用室外的新风来改善室内的空气质量。

空调设备智能化控制系统采用了LonWorks现场总线技术, 提高了系统内部的通信速率、实时性和准确性, 降低了误码传送率。实现了LonWorks网络与Internet网络互联, 可以远程监控管理设备, 通过优化节能控制策略节省运行与管理费用, 使先进的综合节能技术得以实现。空调设备通过自动控制在保障室内舒适度和空气质量的前提下, 大幅提高设备工作效率, 降低冷水机组的冷负荷, 与人工控制相比可节省系统能耗约40%, 并为空调设备的智能化管理提供了有效的途径。EA

焦点议题 绿色照明技术在体育场馆中的应用

应根据工程的实际需要来选择合适的光源及配套灯具

杨波 / 技术总监

玛斯柯照明设备上海有限公司



“绿色照明”是20世纪90年代初期提出的概念, 它是从节约能源, 保护环境的角度提出来的。实施绿色照明的宗旨, 是要在我国发展和推广高效照明器具, 节约照明用电, 建立安全可靠、经济舒适和优

质高效的照明环境,提高工作效率,保护人民身心健康,减少环境的污染,满足国民经济各部门和人民群众对照明质量、照明环境的更高要求。

绿色照明是要在满足照明质量和视觉环境的条件下来进行节能,因此不能靠降低照明标准来降低能耗,而是要提高整个照明系统的能效。

在体育照明领域中,灯具的效率以及在项目中合理应用合适类型的产品对节能问题显得尤其重要。

(1) 光源型号的选择

在体育场馆经常应用的灯具包括卤钨灯、金属卤化物灯、高压钠灯和HMI灯,每种光源的特性及适用的范围各不相同,被广泛应用到不同领域以及体育场馆的不同区域。卤钨灯被广泛应用于观众席照明和应急照明,金属卤化物灯和HMI灯被广泛应用于场地照明。

常见的卤钨灯的功率有150 W、300 W、500 W、1 000 W和1 500 W,其外形小巧,安装简单,光效维持性能好。为了达到更好的性能价格比,在体育场馆更倾向于使用大功率的卤钨灯,如1 000 W或1 500 W。

常见的金属卤化物灯的功率有400 W、1 000 W、1 500 W、1 800 W和2 000 W。观众席照明及安装高度低于7 m的室内场所照明广泛采用功率为400 W的金属卤化物灯;室内体育场地照明通常采用功率为1 000 W和1 500 W的金属卤化物灯达到所需的照明效果;当场地安装高度在15 m以上时,选用1 500 W的金属卤化物灯性能价格比更高,节能效果更加明显;1 800 W和2 000 W的金属卤化物灯则广泛应用于室外体育照明。

HMI灯是在汞和稀有金属的卤化物混合蒸汽中产生电弧放电发光的放电灯,有单端和双端两种安装方式。目前HMI灯的功率为125~18 000 W,用于临时体育照明的6 000 W HMI灯输出达到570 000 lm,色温5 600 K,显色指数为90,具有良好的显色性,缺点是大功率灯具的光源寿命偏短。

(2) 光源参数的选择

在体育场馆照明常用的金属卤化物光源中,按显色指数通常分为65、90两种,按色温则分为3 700 K、5 600 K两种。后者通常应用于国际性的转播、奥林匹克运动会、世界杯和高清电视转播中,前者用于日常的训练、比赛和电视转播中。在全球不同地区如北美和欧洲,其执行标准会有较大差别。

不同显色指数和色温的光源其光通量有明显差别。以功率为1 000 W的金属卤化物灯为例,显色指数为65的光源光输出为105 000 lm,显色指数为90的光源光输出为90 000 lm,前者的光效高出后者约16%,也

就意味着在同样照度水平和照度均匀度要求下,前者约能节能16%。

(3) 单端和双端金属卤化物灯的性能分析比较

在现有的金属卤化物灯的结构设计中有单端和双端两种,分别应用于不同的灯具设计中,比较其产品特性,双端金属卤化物灯有以下特点:

1) 允许灯具系统的设计更加简洁,精确的照明系统具有较高的效率、良好的光束控制能力和最低限度的溢出光。

2) 双端电弧管结构有助于热再启动性能,在工作时,灯的封装部位将暴露在空气中,因此必须控制灯具温度。

3) 在实际使用中,光在没有遮挡的情况下直接进入人的眼睛,这在眩光控制方面有一定困难。

单端金属卤化物灯同样具有自己的特色,特别在对眩光、外溢光的控制以及灯具的精确配光方面有非常明显的优势:

1) 由于其更加复杂的反射器设计,通常能获得更高的光线利用率,更为精确的对光线的控制,更多的配光选择,良好的外溢光及眩光控制。

2) 保持与水平方向 $\pm 15^\circ$ 内的燃点位置,以最大程度地减小金属卤化物灯所固有的色差。

3) 初始及燃点寿命期间均具有较高的光效,灯具寿命比双端金属卤化物灯长,灯与灯之间的颜色差异容易控制。

从以上比较中可以看出,在进行光源选择时要根据工程应用的实际要求选择最适合的光源产品及配套灯具。

根据金属卤化物灯具的特性,当灯管处于水平和垂直状态时被点燃,灯具的燃点效率最高。一般灯具安装在灯杆或者马道上时,灯具瞄准角度与水平方向会有一个 $25^\circ\sim 45^\circ$ 的夹角,此时灯具的倾斜系数较低,总的光失系数降低,灯具的利用率下降,必须使用更多的灯具才能达到照明效果。

当使用Z型光源时,通过灯管Z形的校正,可使灯管基本处于水平状态,提高灯具的倾斜系数,提高了灯具的利用效率,减少灯具的使用数量,节约能源。

采用Z型光源后,结合灯具的设计,部分本来投射到空中的外溢光,通过反射器反射被重新投射到场地中,从而提高灯具的效率,使场地内可供利用的光能提高25%左右,并且减少了对周边环境的外溢光污染和场地内眩光。在没有配置外置眩光控制器的情况下,减少外溢光约50%;选用外置眩光控制器后,外溢光减少90%~95%。**EA**