

引领绿色建筑的未来：上海中心节能技术剖析

访同济大学建筑设计研究院有限公司副总工程师夏林

■ 史海疆/本刊记者



夏林 教授级高工
同济大学建筑设计研究院有限公司副总工程师

超高层建筑一般来说能耗都比较大，因此在规划阶段，深化设计就应将绿色的理念渗透到每一个环节。

近年来，我国的超高层建筑发展迅速，在一些城市中成为地标性建筑。但是超高层建筑相对于一般的高层建筑能耗大，与我国提倡的绿色节能、可持续性发展相悖。在超高层建筑中亟需应用新能源、新技术向绿色建筑发展，正在建设的上海中心应用了多项量身定做的绿色技术，引领了超高层建筑未来的发展方向。为此，本刊特地采访了上海中心的电气负责人，同济大学建筑设计研究院有限公司副总工程师夏林先生，请他为大家深入剖析在上海中心应用的各项节能新技术。

电气应用：夏总您好！非常感谢您百忙之中接受本刊的采访！近年来，国家对于建筑物的节能、环保十分重视，请问夏总超高层建筑的电气节能设计与其他建筑相比具备哪些特点？

夏林：超高层建筑一般来说能耗都比较大，相对于一般高层建筑的能耗要多出20%~30%。因此在规划阶段，深化设计就应将绿色的理念渗透到每一个环节。节能技术在建筑中的大量应用可有效降低能耗，极大地减少或消除对环境的负面影响，而绿色建筑在节能技术应用的同时，更注重环境生态的保护和利用，注重可持续发展。

首先，将超高层建筑的设计目标定位为绿色建筑并采取相应的策略，例如可持续性基地规划，保护和节约水资源，实行节能设计，应用可再生能源和产品，节材和材料资源的应用，改善室内及环境的空气质量。

其次，通过细化设计提供绿色建筑的具体解决方案。

超高层绿色建筑的特点如下：①资源的合理利用。②高品质、低能耗和可再生材料的应用。③多能源形式的运用和管理。④可再生能源的合理利用。⑤生态环境的利用和保护。⑥可持续发展，提升品质。⑦制定良好的节能运行维护和管理措施。⑧高科技技术的应用，提高效率和舒适性。⑨城市标志性建筑的绿色节能示范引

引领作用促进环保理念。

电气节能设计配合上述特点应提供完善合理的设计方案,如三联供发电与市电的接入、多能源管理系统(CPMS)、能耗采集管理系统、节能光源和灯具的选择、照明控制系统、风力发电系统和接入、完善的建筑智能化系统配置、楼宇设备自动化管理系统(BAMS)及高速电梯的电能回馈等。

多项解决方案助力节能

电气应用:在超高层建筑设计工作中,需要采取哪些设计策略和解决方案来达到降低能耗的目的?

夏林:以目前正在建设中的上海中心为例,在设计工作中采取了多项方案来确保达到节能降耗的效果。为避免屋面热岛效应,至少75%的屋面太阳反射指数等于或大于规定值,在裙楼上尽可能多地设置景观花园和绿化屋面,至少50%的屋面为种植屋面,利用垂直绿化植被过滤空气,同时降低建筑物内温度。力争减少50%的灌溉用水,以限制或排除将饮用水用于景观灌溉。策略包括:植物种类的选择、灌溉效率和雨水收集。设计和落实雨水收集储蓄和处理设施,在塔楼屋面和地下室采用雨水阻延系统,设计能收集雨水在冷却塔补水和景观灌溉中回用的系统。收集、过滤和处理非冲厕水,再利用其冲洗管道设施,收集源包括酒店淋雨用水和洗衣用水,并调查在办公区洗手间设施中回收利用水的可能性。

上海中心有6个独立的办公区,每个办公区都有一个公用的中庭空间。这些中庭空间不仅可以观看美丽的风景也有利于自然采光,从而减少照明系统的能耗。但每个中庭高度在30 m以上,空调系统不好设置。经过反复斟酌,在设计中将空调设备设置在中庭底部,这样人们感觉比较舒适;而且中庭高敞的空间自然形成烟囱效应,高区设置通风热回收装置,能很好地将热空气经由中庭顶部排向室外。所有的办公楼层都会设有架高地板系统和地板送风系统,这样空气能更高效低耗地循环,形成一个更节能的办公空间。在提高人们舒适度的情况下,此系统将允许在个人工作站或办公室进行个人空气调节。对冷媒加强管理:冰蓄冷制冰机在晚上(电能低需求期)利用能源产冰,以备白天冷却之用。夜晚冰蓄冷缓解了白天能源消耗的高峰需求的压力,既降低了运行费用,又平衡了能源的使用率。对于用机械通风的空间通过对室内空气质量监测,调整新风量以确保最大限度的舒适度。控制公共空间的通风。

其他的节能设计解决方案还包括:过渡季节的自然通

风;冬季被动的太阳能加热;夏季遮阴和散热系统;热回收通风系统;可再生能源的应用;冷热电三联供技术等。

充分利用可再生能源

电气应用:利用可再生能源发电可以有效减少燃煤消耗及降低CO₂排放,请夏总再详细介绍一下在上海中心对可再生能源的应用情况。

夏林:在上海中心顶楼装有风力发电设施,共有54个垂直轴涡轮风力发电机组安装在565~569 m高空,利用高空风力大的优势,每年可提供157 500 kW·h时的电量。这对大楼总用电量来说虽然微不足道,但足够大楼顶部的景观照明了。

在上海中心还应用了地源热泵技术,结合裙房桩基设置地源热泵系统,充分利用地热资源。地源热泵是利用了地球表面浅层地热资源作为冷热源,进行能量转换的空调系统。地能温度较恒定的特性,使得热泵机组运行更可靠、稳定,也保证了系统的高效性和经济性。在同等条件下,采用地源热泵系统的建筑物能够减少维护费用。地源热泵非常耐用,它的机械运动部件非常少,所有的部件不是埋在地下便是安装在室内,从而避免了室外的恶劣气候。

上海中心采用的能源形式多,有电能、燃气、三联供产生的蒸汽和电力、地源热泵、冰蓄冷和风能等,在满足用户需求的前提下更合理地应用各种能源,使得耗资最低和充分利用自然资源、低碳环保。在建筑能源管理系统及控制系统中将采用最新技术,采集各类能耗数据,并进行汇总、分析,提高设备和系统的效率,从而降低能耗和运行费用。

电气应用:热电冷联产系统对能源能够高效利用,请您介绍一下其上海中心的应用情况。

夏林:生活中常见的发电厂,发电的同时产生的大量蒸汽和热水往往都白白浪费了,加上远距离输送的线损,能源利用率通常不到40%。上海中心的天然气热电冷联产系统(三联供)是以天然气为燃料,通过动力装置发电,利用其产生的余热通过余热锅炉、余热型吸收式冷热水机组为建筑供热、供冷,为建筑物提供所需各类能源的供应系统。

冷热电三联供技术是一次能源利用率非常高的一项技术。当建筑物实际的电力、供冷和供热负荷与建筑物所配备的三联供系统的供能能力匹配得较好时,冷热电三联供系统将产生可观的经济效益和社会效益。

三联供系统是一种高效、环保和先进的能源利用系

统。其高效性、环保性和先进性是建立在系统的配置和运行策略能很好地符合建筑物对能量需求的基础上。

国内外对热电冷联产（三联供）系统的评价基本上集中在一次能源利用率、环境影响以及经济性三个方面。

由于冷热负荷与电力负荷之间的耦合关系，使得冷热负荷与电力负荷的逐时对应关系直接影响到系统的配置与运行。因此，热电冷联产（三联供）系统要实现经济性的提高和排热的有效利用，其前提是对建筑的冷热负荷和电力负荷有比较准确的预测。

上海中心的三联供发电系统与大厦10 kV主母线并网运行，设置电力监测和控制系统，并设置系统同步的并列、解列等继电保护控制，避免向市电网的逆向馈电。

上海中心采取的是以热定发电量，采用的是2台1.06 MW燃气内燃机组，采取智能化管控技术，三联供技术可将能源综合利用率提高到80%以上。

上海中心的三联供系统由于受各种条件的制约，容量很小，利用率和经济价值较小，仅起到了充分利用能源的示范作用。

电气应用：在超高层建筑中电梯的能耗是相当大的，请问夏总在上海中心这个项目是如何解决这一问题的？

夏林：高速电梯的节能效果十分显著，上海中心的电梯均采用再生能源回馈控制技术，回馈效率高，回馈利用率超过30%。

电梯的电能回馈是利用其轻载上行和重载下行时的重力势能转化为电能的能量回馈技术，回馈质量高，将原来消耗在机房的无用能耗转化为电能，极大地改善机房的发热环境。

我们设计前期进行了调研，如上海某办公商业综合楼，建筑高度198 m、43层，38部电梯和6部自动扶梯全部采用再生能源回馈型电梯，实行多目标的优化的智能调度控制，测试一天实际用电和再生馈电量，节能率为25%~31%，具体情况如下表所示。

表 电梯一天实际运行情况统计

群组电梯	用电量 /kW·h	再生回馈电量 /kW·h	实际耗电量 /kW·h	节能率 (%)
低区电梯组 8部	1 045	330	715	31.57
中区电梯组 8部	1 495	375	1 120	25.08
高区电梯组 8部	2 140	605	1 535	28.27
顶层电梯组 8部	2 595	755	1 840	29.09

该项目一天再生电量达到2 065 kW·h，如果一年以300个工作日计算，一年节约电量可达到619 500 kW·h。如果考虑到机房空调的节约电能，可见采用节能型的群组电梯控制系统，具有非常可观的经济效益。

电气应用：请问夏总在上海中心中如何实现绿色照明？

夏林：上海中心将有90%以上的室内照明采用LED新型照明光源，其照明功率密度限值将远低于LEED和中国绿色三星的要求。

在上海中心的办公区域和酒店将全部采用DALI照明控制技术。DALI调光智能照明控制系统控制方法多样，可以选择触控面板控制、计算机集中控制、遥控器控制、人体感应和光线自动感应控制等。系统提供每盏灯的控制、群组控制、定时任务系统运行状态报告和镇流器工作状态报告。采用可调光电子镇流器，设定不同时段采用不同亮度，任务按照设定每天自动执行，合理配置可节省更多的电能。

优化设计 合理选型

电气应用：最后请夏总再谈一下在做电气设计时，还需要做哪些工作从而达到节能的效果？

夏林：电气的节能设计还包括以下几个方面。

(1) 电气产品的节能设计选型

选用节能型产品，如节能型变压器；选用质量可靠，使用寿命长的产品；在满足功能的前提下，使用能耗低的产品，如LED照明的应用；对非线性用电设备，如调频装置、荧光灯等，选型时控制其谐波参数，降低设备的谐波危害，延长寿命。

(2) 配电系统的节能设计

配电变压器应合理选址，有合理的供电距离，优化系统，以减少线路损耗；按经济密度选择电缆和导线截面积，减少常年损耗，使用寿命全周期投入最省；对大量产生谐波的源头，设置消谐装置；按系统、按用户、按用电设备组设置、按功能全方位设置能耗监察和管理系统；设置大楼设备和能源调度的综合管理系统，并建立最优优化分析和管理体系；充分利用应急发电机组，停电时可提供一般用户的备用电源，减少备用发电机的设置台数。

(3) 完善的智能化系统设计

在建筑中应用智能化系统能够有效提高设备利用效率，降低能耗。在前期电气设计环节应考虑充分，使建筑智能化系统和强电系统能够有效地对接，信息和数据做到互连互通，避免脱节，同时要考虑后期维护扩容问题。**EA**