



本刊
特稿

能源与能效——绿色设计中 暖通空调专业如何用能、用好能

空军工程设计研究局 罗继杰[☆]

摘要 从能源的储量和用能角度分析了我国能源开发和利用现状,针对暖通空调专业提出了加大新能源利用力度、被动优先降低暖通能耗、主动优化提高能源利用效率的应对措施及手段,突出强调了暖通空调专业应当重点关注设计理念、设备能效与能效标准、系统能效与监测控制、周期性成本及设计与施工等五方面的问题。

关键词 能源 能效 措施及手段 重点问题 绿色设计

Energy source and energy efficiency—How to use energy and improve energy efficiency for HVAC industry in green design process

By Luo Jijie[★]

Abstract Analyses the status of energy source development and utilization from the aspects of energy reserves and energy utilization in China. Aiming at the HVAC profession, puts forward the countermeasures and methods of increasing the utilization of new energy, reducing energy consumption of HVAC systems with passive priority and improving energy efficiency with active optimization. Urges that the HVAC researchers should pay more attention to five issues, i. e. the design concept, device energy efficiency and energy efficiency standards, system energy efficiency and monitoring control, life cycle costs and design and construction.

Keywords energy source, energy efficiency, countermeasure and method, key issue, green design

★ Air Force Engineering Design and Research Institute, Beijing, China

①

0 引言

能源,顾名思义就是能量的源泉,是指可产生各种能量或可做功物质的统称,是向自然界提供能量转化的物质,是人类活动的物质基础。能效从消费者的角度看,是指为终端用户提供的服务与所消耗的能量之比。提高能效,就是用较少的能源投入去提供同等的能源服务。在当今世界,能源的发展,能源和环境,是全世界、全人类共同关心的问题,也是我国社会经济发展的重要问题。

1 我国的能源现状

能源一般包括常规能源和新能源。常规能源是指技术成熟,使用普遍的能源;新能源是指正在开发和利用的、但相对常规能源来说还不够成熟的能源,一般也指在新技术基础上加以开发利用的可再生能源。

1.1 常规能源

我国现已探明的石油、天然气和煤炭的储量分别为 20 亿 t、31 000 亿 m³ 和 1 145 亿 t 油当量。石油可供开采 9.9 年,天然气可供开采 29.8 年,煤炭可供开采 63.6 年^[1]。

宏观上看我国常规能源蕴藏量还是比较丰富的,但是人均占有量偏低,石油、天然气的人均储量不足世界平均水平的 1/10,除此之外,在开发利用方面还存在许多问题^[2]:

一是能源开发难度较大。我国煤炭大部分需要井工开采,极少量可供露天开采。石油、天然气资源埋藏深,勘探开发技术难度大。

二是能源分布不均。我国煤炭、石油、天然气

①[☆] 罗继杰,男,1951年11月生,硕士,高级工程师,设计大师
100068 北京市永定门外洋桥 12 号
(010) 66711011
E-mail: luojijie001@sina.com
收稿日期:2013-11-25

资源分布不均衡,其开发供给区与消费需求区呈背离型,必须依靠运输来解决。其中70%的煤炭需要长距离运输,占铁路运输量的42.3%、水路的25%、公路的22%。

三是环境污染严重。煤炭在开发利用过程中会对土地资源、水资源、大气层造成严重破坏;石油及其制品在开发过程中还会产生光化学烟雾、硫及酸雨等,造成对环境的严重污染。

从发展的角度来看,常规能源从量和质的方面都难以满足我们国家对能源的需求,因此必须在寻求新的能源开发和利用上下功夫。

1.2 新能源

新能源包括多种。核能方面,目前我国正在运行的核电站有11个,核电占全国发电总量的1.92%;太阳能方面,我国2/3的国土光照充足,其中分布在西北荒漠地区的108万 km^2 土地光照资源丰富,如果开发利用1%的荒漠,其发电量就相当于我国2011年全年耗电量的34%;生物质能方面,我国约有4亿亩待垦荒地,如果种植非粮燃料或乙醇原料,加上部分不能种粮的低质农田,可形成替代1亿t以上石油的潜力;地热能方面,我国地热可采储量是已探明煤炭可采储量的2.5倍,预计到2015年全国地热能利用总量相当于6880万t标准煤^[1]。

通过以上数据可以看出,我国的新能源储量非常丰富,但是,我们也应该看到,我国新能源的开发利用还处于初始阶段,还受到很多条件的制约。

一是成本问题^[3]。目前我国各类能源的发电上网价格为:水电0.266元/($\text{kW}\cdot\text{h}$)、火电0.355元/($\text{kW}\cdot\text{h}$)、核电0.449元/($\text{kW}\cdot\text{h}$)、风电0.542元/($\text{kW}\cdot\text{h}$)、太阳能发电约1.5元/($\text{kW}\cdot\text{h}$)、新能源的发电成本明显高于常规能源。

二是技术问题。与常规能源相比,新能源的开发利用还有很多技术难题有待解决。核能的利用需要建立复杂的核反应堆及严密的安全措施,对各种核废料还要妥善处理;太阳能和风能在利用中具有很强的地域性、间歇性、随机性等特性;地热能、潮汐能的利用也受到地质、地域等条件的限制。

三是环境问题。所谓清洁能源的“清洁”只是相对的,新能源的利用依旧会带来多种环境问题。核能的放射性污染在前苏联切尔诺贝利、美国三里岛、日本福岛得到明显的体现;太阳能利用设备尤

其是太阳能电池板在生产过程中会对环境造成严重污染;风能在利用中存在噪声和生态保护问题;地热能利用有热平衡问题;潮汐能利用会带来动物生存受威胁的问题。这些问题都是新能源在开发利用过程中不可规避的。

所以说要大规模开发利用新能源还有很长的路要走,新能源在短时间内还不可能完全替代常规能源。

2 我国能源应用情况及特点

2.1 我国能源应用情况

2.1.1 工业方面

工业是我国国民经济的主导产业,也是主要能耗产业之一。工业能耗一直呈现增长态势,占全年能源消费总量的70%以上,2008年工业能耗为20.9亿t标准煤,到2011年增长为24.6亿t标准煤^[4]。工业生产过程中余热余压的巨大浪费,能源转换中技术水平的落后,生产过程中对环境的污染,节能与科学用能的研究和指导薄弱等,是当前我国工业能耗高的主要原因。

2.1.2 交通方面

交通运输是国民经济的动脉,也是我国主要耗能产业之一。近年来,我国交通运输业能耗增长率总体上高于全社会能耗增长率,2011年交通运输业能耗达到2.85亿t标准煤,占全社会总能耗的8.20%^[4]。由于我国交通运输能源需求在今后一段时间内依旧旺盛,因此能源消耗总量还将进一步攀升。

2.1.3 建筑方面

数据显示,我国现有建筑耗能已超过5亿t标准煤。从发展趋势来看^[5],每年城乡新建房屋面积接近20亿 m^2 ;农村约有240亿 m^2 建筑的供暖呈现出由常规能源替代的趋势;另外长江地区还有50亿 m^2 左右的建筑有供暖需求,仅这一项每年将新增1亿t标准煤。

2.2 能源应用特点

我国能源需求的特点除了用量大以外,在应用中还存在许多问题。

一是能源效率总体偏低。近年来,我国能源利用效率有所提高,但与发达国家相比差距仍然较大,能源在开采、加工转换、储运和终端利用过程中损失和浪费严重,占全社会能源消费总量的11%^[6],能源资源回采率和转化效率普遍低于国外

先进水平。

二是能源结构仍然以煤炭为主^[7]。在未来的几十年中,我国以煤炭为主的能源需求结构仍然无法改变,传统化石能源仍居绝对优势,这种能源结构形式对我国一次能源的开发利用及环境治理还会带来巨大的压力。

三是能源安全问题堪忧^[1]。目前我国东部大庆等主力油田已进入中后开采期,我国的石油海外依存度已超过 60%,天然气的海外依存度 2010 年就超过了 20%,2012 年煤炭进口量达到了 2.65 亿 t,这些能源运输的必须通道霍尔木兹海峡、马六甲海峡都被外国所控制,过高的海外依存度已向我国能源安全领域发出了“红色预警信号”。

面对当前日益严峻的能源形势和我国能源利用的特点,暖通行业应该如何面对呢?

3 暖通专业应对措施及手段

3.1 加大新能源利用力度

3.1.1 太阳能利用

太阳能是暖通空调常用的新能源之一,目前主要有被动式和主动式两种太阳能利用形式。

3.1.1.1 被动式太阳能热利用

被动式太阳能供暖主要是通过建筑朝向和周围环境的合理布置,内部空间和外部形体的巧妙处理,以及建筑材料、构件、构造的恰当选择,使建筑在冬季能够完成吸热、蓄热、放热功能,以达到供暖的目的。

3.1.1.2 主动式太阳能热利用

主动式太阳能热利用有供暖和制冷两方面。制冷方面主要有太阳能压缩式制冷、吸附式制冷、吸收式制冷和喷射式制冷等形式,供暖方面主要有太阳能热风、热水供暖和太阳能热泵供暖。

在太阳能资源丰富地区,采用主、被动式太阳能相结合的形式解决建筑供暖是一种较好的方式,最近几年笔者所在单位围绕高寒、高原特殊地区开展了点位供暖技术的研究,采用主、被动式相结合的太阳能供暖技术进行了多个项目示范,运行效果良好。

3.1.2 地热能利用

3.1.2.1 地下热水供暖、制冷

一是直接利用地下热水供暖。20 世纪 80 年代初,北京市在工程中就开始采用地下热水直接供暖,如空军某招待所从 1 460 m 的地下提取 57 ℃

的地下水直接供暖,温降后经过锅炉加热再送至用户供暖,最后进行洗浴后排掉。这种利用形式技术要求较低,所需设备也较为简易。

二是利用地下热水制冷。一般是以 75 ℃ 以上的地下水驱动吸收式制冷系统以制取低于 7 ℃ 的空调或生产用冷水,常用的设备有溴化锂吸收式制冷机和氨水吸收式制冷机。

我国藏南、滇西、川西及我国台湾省高温地热资源较为丰富,据专家透露,在我国东北沿火山岩爆发的流域——辽宁、吉林、黑龙江一带——也发现了高温地下水,2006 年在海林市已成功应用。这些地区采用地下水进行供暖和制冷是比较适宜的。

3.1.2.2 地埋管地源热泵技术

随着热泵技术的出现,温度等于或低于 20 ℃ 的地热能被广泛使用,目前地埋管地源热泵已成为我国地热能利用的主要形式,占到地热能利用的 56.5%。地埋管地源热泵市场年销售额已超过数十亿元,并以每年 20% 的速度增长。2008 年北京奥运会网球中心和 2010 年上海世博会世博轴都采用了地埋管地源热泵技术。

3.1.3 水能利用

水源热泵的工作原理与地埋管地源热泵类似,也是通过少量的高位电能输入,提取水资源中的热量用于建筑供热和供冷。根据水源的不同,通常有地下水地源热泵、地表水地源热泵、污水源热泵和海水源热泵等形式。在工程应用中要求水量充足、水温稳定、水质符合要求并要清楚季节水位变化等。

地下水地源热泵在应用过程中由于水资源浪费严重,很多城市开始限制其应用。如南京市从 2013 年 8 月 1 日起已禁止在城市、城镇等建筑物密集区直接取用地下水用于热泵系统;哈尔滨市对取用地下水也有严格限制。

地表水地源热泵系统利用江水、湖水作为冷热源,目前国内应用比较广泛。如重庆市大剧院、江北城 CBD 等项目都使用了地表水地源热泵。

污水源热泵系统主要利用城市工业、生活污水作为冷热源,这种系统初投资和运行费用都较低,加之城市污水源丰富,因此越来越受到有关部门和行业的重视。

海水源热泵是海洋资源应用的一种形式,我国

海岸线长达3万多 km,大部分海域的海水满足水源热泵的使用要求,可以说在沿海地区利用海水源热泵是一个很好的选择。

3.1.4 空气能利用

空气源热泵技术也是暖通空调行业广泛应用的技术之一,是一项极具开发和应用潜力的节能、环保技术。由于空气源热泵产品在实际应用中鼓励政策还体现不足,致使市场应用一般化,以空气能热水器为例,截止到2011年底,空气能热水器才突破50亿元的关卡,在市场估价约为546亿元左右的热水器市场中所占份额还不到10%^[8]。

我国幅员辽阔,地理环境多样,可再生能源丰富,作为暖通工作者有责任加大可再生能源应用力度,结合各地区实际特点,因地制宜、因源制宜地确定能源应用形式,把可再生能源应用落到实处。

3.2 被动优先降低暖通能耗

实现建筑节能可以说需要各个专业的集成,因为每个专业都在建筑这个平台上交融,因此这个平台就要优化,就要节能,也就是说建筑本身不能是一个耗能建筑,暖通专业人员在工程设计中有三点需要关注:建筑规划设计、围护结构保温及被动式节能技术。

3.2.1 优化建筑规划设计

建筑规划设计是建筑节能的重要方面,应以优化建筑的微气候环境,合理利用地形、地貌等自然因素优先为原则,从建筑物选址、分区、道路布局走向、建筑方位朝向、建筑物体型、建筑物间距、冬季主导风向、太阳辐射、建筑外部空间环境构成等多方面考虑,进行规划与设计。

3.2.2 加强围护结构保温

在整个建筑物的热损失中,围护结构传热的热损失达50%~60%,门窗缝隙空气渗透的热损失占20%~30%。围护结构的保温性能和窗墙面积比等决定了围护结构的冷热负荷。因此设计过程中必须注重提高建筑围护结构的热工性能,大幅度降低建筑的冷热负荷。

3.2.3 被动式节能技术

被动式节能技术是以非机械电气设备干预手段实现建筑能耗降低的实用技术。设计中重点需要考虑的是建筑朝向的合理布置、遮阳的设置、有利于自然通风的建筑开口设计、直接受益式太阳房及与可再生能源相结合的建筑一体化等被动式节

能技术。

3.3 主动优化提高能源利用效率

在建筑被动优先、降低能耗的基础上,再考虑如何提高设备能源利用效率的问题,主要有以下几个方面。

3.3.1 提升设备与产品的能效

3.3.1.1 压缩机能效提升

压缩机是制冷系统中技术含量最高、难度最大、生产过程最复杂的关键部件,是制冷系统的核心,也是空调设备的主要耗能元件,其能耗约占系统总能耗的88%以上^[9],压缩机能效的提升将直接带来空调设备效率的提高。

3.3.1.2 吸收机能效提升

吸收式制冷机能够实现对废热和余热的回收利用,可以形成能效的梯级利用,因此具有一定的推广前景。但由于热效率、天然气价格和市场认可度等原因,吸收式制冷机在我国的推广应用受到一定的限制,应该有针对性地进行改进。

3.3.1.3 泵与风机能效提升

泵与风机是常用的耗能设备,也是暖通空调行业必不可少的机械设备。资料显示,大型公共建筑中,输配系统消耗了供暖空调50%~70%的电力,建筑系统中风机、水泵的电力消耗占城镇建筑运行电耗的10%以上^[10],所以提高泵与风机的能效至关重要。

3.3.1.4 变频技术应用

暖通空调系统的负荷应该说是动态的,因此系统中的设备也要进行相应的调节,变频技术不仅能有效改良空调系统的工艺不足,还能使设备的调节过程更加节能。

3.3.1.5 高效散热末端研发

散热末端的散热效果直接决定了暖通空调系统需要的实际热量和冷量,因此高效散热末端的研发也是暖通空调系统节能的关键环节。通过各种技术优化,使单位面积散热最大化,争取达到“供热低温化、制冷高温化”的目的。

3.3.2 强化暖通空调节能设计

3.3.2.1 全力提升系统的合理性

全力提升暖通空调系统的合理性主要是实现三个转变^[11]:一是在进行暖通空调设计时必须实现由传统能源向可再生及清洁能源使用转变;二是由单一能源使用向多能源结合使用转变;三是由简

单设计向系统集成优化设计转变。

3.3.2.2 适应地域采用适宜技术

不同建筑物的外部气候条件、室内环境参数要求、使用模式等均有较大差异,不同的节能技术也有不同的特点和适用条件。因此在设计时要从节能角度出发,进行全面的技术经济分析,最后确定出最佳设计方案。

3.3.2.3 注重余热(冷)的再利用

所谓余热(冷)的再利用就是回收建筑物内外的余热(冷)或废热(冷),并把回收的能量用于供热(冷)或作为其他加热设备的热源加以利用,这是提高暖通空调系统能源利用效率的重要手段,也应当是设计师在设计过程中重点考虑的节能技术之一。

3.3.2.4 突出能源自控问题

自控系统的优化设计可以说是暖通空调设计中一个非常重要的节能环节,对于整个系统的节能运行起着至关重要的作用,它直接决定着整个系统能量的消耗和热(冷)量的输出,所以做好能源控制系统设计是降低系统能耗的关键环节之一。

3.3.3 关注施工与运行管理

3.3.3.1 从业人员要专职专业化

加强对施工、运行管理人员的培训,提高他们的专业水平和业务技能,实现运行管理及设备维护保养人员的职业化、专业化,使设计人员的节能设计落到实处。

3.3.3.2 完善设备的能量计量与管理

能量管理是暖通空调系统节能运行的一个关键环节,通过设备的计量、监测和管理,可以有效分析暖通空调水、电、气等能耗情况,进行成本核算,做到冷热源与负荷的最佳合理配置。

3.3.3.3 注重操作环节的细节能

比如开机时要按照机组的运行参数调节冷水和冷却水进出水压降,避免人为增加水泵的运行电流,造成电能的浪费。做好水处理工作,保证冷凝器、蒸发器的换热效果。

4 暖通专业工作者应当关注的重点问题

通观我国的能源形势,可以看出解决能源问题的两个途径:一是增加能源供给量,二是提高能源利用效率,两者相辅相成,而能源供给量的增加难以应对能源需求量的增长,所以笔者认为能效的提升才是解决能源问题的根本,眼下暖通空调专业工作者应当重点关注五个方面的问题。

4.1 树立基于系统能效与能耗的设计理念

目前设计人员对系统能效与能耗的认识不够,设计思路局限,设计思想保守,加上设计工期和经济效益等原因,设计成果普遍只满足于一般性的功能要求,节能效果不够。因此,设计师应当树立基于系统能效与能耗的设计理念,强化三个意识:一是沟通意识,二是能源的合理与高效利用意识,三是节能技术的优化集成意识,使整体设计达到最佳的节能效果。

4.2 提高设备能效与建立能效标准

高效的节能设备是暖通空调系统能效提升的基本保证。一方面,各企业、科研单位要不断研发更多的节能高效产品,提升设备的能效;另一方面,要完善各种设备的能效评价标准,制定科学的能效标识指标及检测方法,促进次品的淘汰和优品的推广。

4.3 关注系统能效及监测控制

暖通空调设计并非单个设备产品的应用,整个系统能效的提升才是节能设计的根本目标,设计时应当重视系统内部各设备的合理配置,提升系统整体能效。同时要注重系统运行的监测控制,使系统整体处于高效运行状态。

4.4 注重整个寿命周期内的成本

全寿命周期成本是可持续发展的体现,暖通空调的工程设计应当树立全寿命周期成本的概念,在能源、设备、施工、运行管理等方面都应核算成本效益,优化设备寿命,注重经济效能,力争在建筑全寿命周期内达到利益最大化。

4.5 规范工程设计与施工

规范工程设计与施工是造就精品节能工程的保证,设计人员要有严谨的工作态度,在方案制定、计算、选型等方面,要严格执行标准规范,注重实用软件应用,精心把握节能细节,做到工程细致完善。施工人员严格按图施工,使设计人员的节能设计切实落到实处。

5 致谢

本文在撰写过程中得到了方国昌、胡松涛、寿炜炜、潘彦钢、戎向阳、张杰、李先庭、王曙明等同志的指导和帮助,在此向他们表示衷心感谢。

参考文献:

- [1] 高甫生. 雾霾天气、环境与能源——暖通空调行业的对策[J]. 暖通空调, 2013, 43(9): 33-47

- [2] 李静,况明生. 中国能源特点和可持续发展战略[J]. 国土资源科技管理,2009,26(4):60-64
- [3] 吴疆. 新能源发展的基本动因与主要方向[J]. 中国能源,2010,32(6):14-17
- [4] 国家统计局能源统计司. 中国能源统计年鉴(2012) [M]. 北京:中国统计出版社,2012
- [5] 我国的建筑能耗现状与趋势[OL]. <http://wenku.baidu.com/view/bf81526d011ca300a6c390bc.html>
- [6] 吴吟. 在第十五届科博会中国能源战略高层论坛上的发言[OL]. <http://wenku.baidu.com/view/609a0ac5d5bbfd0a79567366.html>
- [7] 许红星. 我国能源利用现状与对策[J]. 中外能源,2010,15(1):3-13
- [8] 空气能热泵行业的发展前景分析[OL]. <http://wenku.baidu.com/view/01c9cf0876c66137ee061944.html>
- [9] 压缩机高效还应看工况[OL]. <http://wenku.baidu.com/view/450a9e3b0912a21614792971.html>
- [10] 江亿. 我国建筑耗能状况及有效的节能途径[J]. 暖通空调,2005,35(5):30-40
- [11] 罗继杰. 节能减排——暖通空调(设计)行业面临的机遇和挑战[J]. 暖通空调,2012,42(1):1-7