

文章编号:1673-9469(2008)01-0068-03

暖通空调冷热源技术的 CO₂ 减排潜力分析

王丽辉,王侃宏,谷铁柱,白素芳
(河北工程大学 城建学院,河北 邯郸 056038)

摘要:从暖通空调领域冷热源方式入手,分析不同冷热源方式减少 CO₂ 排放的机理。根据减排机理给出计算减排量公式,得出相应条件下的减排量。结果表明,这些冷热源方式将有助于该领域的节能和减排,应大力推广使其得到广泛应用。

关键词:暖通空调;能耗;冷热源;减排

中图分类号: TU831

文献标识码: A

The CO₂ emission reduction potential analysis of cold and heat source in HVAC

WANG Li-hui, WANG Kan-hong, GU Tie-zhu, BAI Su-fang

(College of Urban Construction, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: The CO₂ emission reduction mechanisms of different forms of cold and heat source were analyzed basing on form cold and heat source in HVAC. The formula to calculate emission reductions was proposed by according to the emission reduction mechanism and emission reductions in the corresponding condition were obtained. The results showed that these cold and heat source forms will be useful to energy conservation and emission reduction.

Key words: HVAC; energy consumption; cold and heat source; emission reduction

气候变暖是国际社会普遍关心的重大全球性问题,政府间气候变化专门委员会(IPCC)第三次评估报告指出,近50年的全球气候变暖主要是由人类活动大量排放的二氧化碳、甲烷、氧化亚氮等温室气体的增温效应造成的^[1]。暖通空调冷热源的选择与 CO₂ 排放有密切联系^[2]。大多数研究暖通空调冷热源只研究其如何节能^[3],而不计算其 CO₂ 减排量。本文将对热泵技术、热电联产技术和冰蓄冷技术的减排机理进行分析,并计算这些技术的 CO₂ 减排量,以观其是否具有减排潜力。

1 暖通空调能耗和 CO₂ 排放状况

在国民经济总能耗中,建筑业能耗所占比例很大,发达国家一般在40%左右,我国也占25%以上。建筑能耗在建筑业能耗中占了80%以上,其中绝大部分能量用于采暖、通风与空调^[4]。

建筑能耗对温室气体的排放有着重要的影响。以日本为例^[2],在所有温室气体相当于 CO₂

的排量中,建设业占41.3%,其中建筑业占32.9%。根据我国当前空调冷热源的使用方式,文献[2]推算,暖通空调在我国温室气体排放中的贡献率约在15%以上。

文献[2]通过对某典型办公楼建筑物的寿命周期 CO₂ 排量可得出图1所示的结果。从图1中可以看出,空调设备运行中冷热源排放的 CO₂ 等温室气体量最多,占总量的54%,约在 5kgC/m²·a (18kgCO₂/m²·a)范围内,空调输送动力设备等耗电所引起的排放量占26%,这两项共计80%。而建设期 CO₂ 排放则主要是因原材料加工制造所造成的,其总量仅占5%。由此可知,抑制建筑物对环境负荷的压力,即温室气体排放,与空调冷热源方式关系很大。

2 暖通空调领域的冷热源技术

2.1 热泵技术

利用热泵,可以把不能直接利用的低品位热

收稿日期:2007-10-25

基金项目:河北省科技攻关资助项目(06276903D-2,07276712D-2)

作者简介:王丽辉(1982-),女,河北石家庄人,硕士研究生,从事暖通空调技术研究。

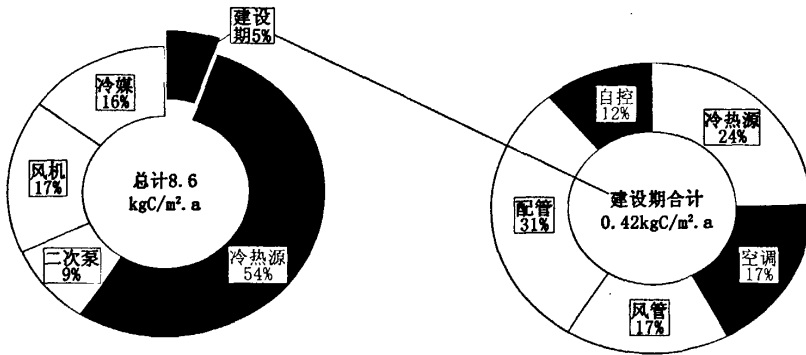


图1 空调系统与空调建设期年CO₂排放

Fig.1 The CO₂ emissions in air-conditioning systems and cinstuction period

能(如空气、土壤、水中所含的热能、太阳能、工业废热等)转换为可以利用的高品位热能。热泵系统可向建筑物供热、供冷,有效降低建筑物供热和供冷能耗,同时降低区域环境污染。

按热源主要可分为空气源热泵技术、水源热泵技术和以土壤为热源的 geothermal 热泵或地源耦合热泵。其中空气源热泵已在空调领域得到了较广泛的应用,但由于其性能受室外气象条件的影响较大,制冷量和制热量难以与建筑物的冷热负荷相适应;以及冬季室外换热器结霜等问题使其应用的领域和范围受到很大程度上的限制^[5]。地源热作为一项旨在解决空调冷热源问题的新技术,以其高效、节能、舒适,而且安装施工简单、运行维护方便等优点,近年来也得到广泛的应用。

2.2 热电联产技术

一般的火力发电厂,在发电过程中,大量的热能被循环水带走排放到大气中,白白地浪费掉。火电厂的能源利用率仅为 35% 左右。而热电厂则是在发电过程中将一部分热能通过热力管道输送到千家万户,因而燃烧同样数量、同样品质的煤炭,热电厂不仅可以提供电能,还能提供工业生产用的蒸汽和住宅暖气用的热水。热电厂的热效率一般都在 45% 以上。热电联产是利用发电过程中的余热进行集中供热,来取代大量的、分散的、除尘效率很低的小锅炉的供热方式,可大幅度减少大气污染物的排放,有效改善环境质量。

2.3 冰蓄冷技术

冰蓄能系统主要是利用水的相变来储存和释放冷量,制冷机在夜间用电低谷时运行,蓄存冷量;白天用电高峰时,用蓄存的冷量来供应全部或

部分空调负荷。这样就转移了制冷剂用电时间,起到了转移电力高峰的作用。该系统主机所耗的总能量变化不大,但能平衡电网峰谷负荷。目前,冰蓄冷空调在我国的应用还处于起步阶段,全国共有 200 多个冰蓄冷项目,转移电负荷总量 1.0×10^5 kW,相当于美国的 1/50 或日本的 1/30^[6]。

3 减排机理及减排量的计算

3.1 减排机理

1) 土壤源热泵技术的减排机理。土壤源热泵是以消耗电能为代价,将不可直接利用的低温土壤热能转化为高品位热能。衡量其性能的一个重要参数是土壤源热泵系统的 COP,它是热泵机组供热量或供冷量与热泵系统所消耗的电能之比,此值不同于热泵机组的 COP。与传统的空调和供热系统相比较,由于土壤源热泵系统的 COP 值较高,提供相同的冷量或热量,土壤源热泵机组消耗的电量相对较少。将消耗的电量折算成燃煤量,再以燃煤量计算得出 CO₂ 减排量。

以河北省为例计算土壤源热泵系统冬季运行时的 CO₂ 减排量。河北省供暖期一般为 4 个月,按 120 天计算,假定系统每天满负荷运行 16 小时。首先计算土壤源热泵系统单位面积的供热量和耗电量。住宅和办公楼的冬季供热面积热指标取 60 W/m^2 ^[7],则整个供暖季单位建筑面积建筑需要土壤源热泵提供热量为 115.2 kWh/m^2 ,再由 COP 的定义可以得出整个供暖季单位建筑面积土壤源热泵系统消耗的电量为 37.2 kWh/m^2 。其中的 COP 以河北工程大学城建学院实验室土壤源热泵系统的平均制热系数计算, $\text{COP} = 3.10$ ^[8]。据有关统计资料表明,2005 年整个华北电网的年均发电标煤

耗量 345g/kWh。此数值说明华北电网每产生 1 kWh 的电量所消耗的标煤量为 345g。因此将整个供暖季单位建筑面积土壤源热泵系统的耗电量转换为标煤耗量为 12.8kg/m²。

若以区域锅炉房供暖,假设燃煤区域锅炉房的平均供热效率为 65%,查 2000-2002 能源统计年鉴得河北地区燃料的热值为 29.330 kJ/g 标煤^[9],由此计算出,当热源形式为锅炉房时,供暖季单位建筑面积标煤耗量为 21.8kg/m²。可以看出,供暖季单位建筑面积锅炉房的耗煤量比热泵机组的耗煤量高 8kg,是热泵机组耗煤量的 1.7 倍。

2) 热电联产技术的减排机理。热电联产是将普通电厂原本废弃的热量加以利用,为工业和家庭提供廉价的取暖用热。热电联产的供电煤耗比单一的发电厂的供电煤耗低,供热煤耗也比常规的区域锅炉房供热煤耗低。热电联产技术通过减少煤炭的消耗量来实现减少 CO₂ 的排放。

常规的小工业锅炉和采暖锅炉的平均供热煤耗为 51.89kg/GJ^[10],近年来河北的平均供电煤耗为 404g/kWh,而河北省热电联产的供热煤耗为 40.14 kg/GJ、供电煤耗为 366g/kWh^[11]。供热和供电减少的耗煤量分别为 11.75 kg/GJ 和 38 g/kWh。以邯郸市热电厂年供热量 390 万 GJ,年发电量 37.05 亿 kWh 计算,则供热和供电年减少耗煤量分别为 4.6 万 t 和 1.4 万 t,每年将节约 6 万 t 标准煤。

3) 冰蓄冷技术的减排机理。冰蓄冷系统通过“移峰填谷”,从总体上提高了发电能源的利用率及发电、输电设备的使用效率。但就某个蓄冷系统来讲,它与常规空调系统相比并不节能。这是因为,蓄冷时制冷机的蒸发温度较低,制冷机的性能系数 COP 值较小,蓄存相等的冷量必然要多消耗能源;另外蓄冷系统也存在蓄冷设备的散热损失及二次换热损失。蓄冷系统的应用没有改变电网现有电厂的运行,而是通过其“移峰填谷”的作用,推迟了新建电厂。

3.2 减排量的计算

有关减排量的计算方程式如下:

$$ER = COEF \times F \quad (1)$$

式中 ER—减排量;F—标准煤耗量的差值,由以上计算得出;COEF—煤燃烧时的 CO₂ 排放系数(gCO₂/g 标煤),为简化计算,这里对任意装置都取为同样的值。

$$COEF = NCV \times EF_{CO_2} \times OXID \quad (2)$$

式中 NCV—煤的净热值(29.330kJ/g 标煤);EF_{CO₂}—煤的单位能量 CO₂ 排放因子,这里取 IPCC

国家默认值 95.26gCO₂/MJ;OXID—煤的氧化率,取 0.98(IPCC 1996 范例修正指南)。

将已知数据代入(2)式,计算得出标煤的 COEF 为 2.74gCO₂/g 标煤,将此数据代入(1)式可计算出土壤源热泵机组单位供暖面积的 CO₂ 减排量为 21.9kgCO₂/m²;热电联产技术的年 CO₂ 减排量为 16.44 万 t。若将供暖面积考虑进去,土壤源热泵机组的 CO₂ 减排量也是相当可观的。

4 结论

1) 冰蓄冷技术对电力起到“移峰填谷”的作用,可缓解电力的紧张局面,推迟了新建电厂,从容量边际看,也具有节能减排作用。这些技术的应用,可为减缓全球气候变暖做出贡献。

2) 土壤源热泵机组单位供暖面积的减少耗煤量约 8kg,单位供暖面积的 CO₂ 减排量为 21.9kgCO₂/m²;热电联产技术供热和供电减少的耗煤量分别为 11.75 kg/GJ 和 38 g/kWh,按年供热量 390 万 GJ、年发电量 37.05 亿 kWh 的热电厂计算,每年将节约 6 万 t 标准煤,年 CO₂ 减排量约为 16.44 万 t。

参考文献:

- [1] 中国国家发展和改革委员会. 中国应对气候变化国家方案 [EB/OL]. <http://www.dajun.com.cn/qihou.htm>. 2007.
- [2] 范存养,龙惟定. 面向地球环境时代的空调技术[J]. 制冷与空调,2001,(1):24-32.
- [3] 李红旗,马国远,刘忠宝. 制冷空调与能源动力系统新技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [4] 时真男,高旭东,张伟捷. 屋顶绿化对建筑能耗的影响分析[J]. 工业建筑,2005,35(7):14-22.
- [5] 王景刚,张子平,王侃宏,等. 资源环境可持续发展的热泵应用技术[J]. 河北建筑科技学院学报,2002,(4):7-9.
- [6] 庄友明,张建业,李莉,等. 冰蓄冷空调技术研究实验室的开发建议[J]. 暖通空调,2005,35(1):126-129.
- [7] 陆耀庆. 供暖通风设计手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1987.
- [8] 王景刚. 自然工质热泵循环和地源热泵运行特性研究[D]. 天津:天津大学,2002.
- [9] 国家统计局. 中国能源统计年鉴 2000-2002[M]. 北京:中国能源出版社,2003.
- [10] 张艳林,刘德顺. AIJ 试点项目评估方法研究——商丘热电厂热电联产试点项目[J]. 环境保护科学,2000,(26):42-45.
- [11] 王振铭. 热电联产要为节能降耗做出更大贡献[R]. 北京:电力产业峰会,2007.

(责任编辑 闫纯有)

暖通空调冷热源技术的CO2减排潜力分析

作者: [王丽辉](#), [王侃宏](#), [谷铁柱](#), [白素芳](#), [WANG Li-hui](#), [WANG Kan-hong](#), [GU Tie-zhu](#),
[BAI Su-fang](#)
作者单位: [河北工程大学, 城建学院, 河北, 邯郸, 056038](#)
刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)
年, 卷(期): 2008, 25(1)
被引用次数: 1次

参考文献(11条)

1. [中国国家发展和改革委员会](#) [中国应对气候变化国家方案](#) 2007
2. [范存养](#); [龙惟定](#) [面向地球环境时代的空调技术\[期刊论文\]-制冷与空调](#) 2001(01)
3. [李红旗](#); [马国远](#); [刘忠宝](#) [制冷空调与能源动力系统新技术](#) 2006
4. [时真男](#); [高旭东](#); [张伟捷](#) [屋顶绿化对建筑能耗的影响分析\[期刊论文\]-工业建筑](#) 2005(07)
5. [王景刚](#); [张子平](#); [王侃宏](#) [资源环境可持续发展的热泵应用技术\[期刊论文\]-河北建筑科技学院学报](#) 2002(04)
6. [庄友明](#); [张建一](#); [李莉](#) [冰蓄冷空调技术研究实验室的开发建议\[期刊论文\]-暖通空调](#) 2005(01)
7. [陆耀庆](#) [供暖通风设计手册](#) 1987
8. [王景刚](#) [自然工质热泵循环和地源热泵运行特性研究\[学位论文\]](#) 2002
9. [国家统计局](#) [中国能源统计年鉴2000-2002](#) 2003
10. [张艳林](#); [刘德顺](#) [AIJ试点项目评估方法研究--商丘热电厂热电联产试点项目\[期刊论文\]-环境保护科学](#) 2000(6)
11. [王振铭](#) [热电联产要为节能降耗做出更大贡献](#) 2007

引证文献(1条)

1. [王丽辉](#); [王侃宏](#); [桂林平](#); [谷铁柱](#); [张忠浦](#) [河北省电力行业CO2减排潜力研究\[期刊论文\]-河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2008(3)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200801018.aspx