

空调除尘

棉纺织厂空调节能分析

狄育慧 梁才航 黄翔 顾群

(西安建筑科技大学)

(西安工程科技学院)

摘要: 从空调系统设计、系统运行和空调设备的选型等方面,根据棉纺织厂空调能耗的特点,提出了在空调设计中应推广采用冷负荷系数法计算冷负荷,合理确定温湿度基数、新风负荷,并认真作好冷冻水管的保温;在设备选型中注意选用流体动力式喷水室、蒸发冷却技术和喷雾轴流风机等有关降低空调能耗的节能措施。

关键词: 棉纺织厂;空调;节能;流体动力式喷水室;喷雾-轴流风机;蒸发冷却

中图分类号: TS108.6⁺¹

文献标识码: A

文章编号: 1001-7415(2003)11-0035-04

0 前言

空气调节是棉纺织厂必不可少的环节之一,空调用电约占成本用电的15%~25%,是用电量较大的一部分。我国的发电效率很低,电量和一次能源的比例为1:3.45,即使用一个单位的电量需要3.45个单位能量的一次能源。因此,空调系统的节能不仅可以降低能源消耗,增加经济效益,还可以保护环境,减少大气污染。空调系统节能是一项系统工程,笔者结合工作实践,分析了空调系统的设计、空调设备的选型、空调系统的运行等环节的能耗特点,并提出了空调节能的措施。

1 空调系统的设计

1.1 车间冷负荷的计算^[1,2]

采暖通风与空气调节设计规范规定,空调房间的夏季计算热量宜按不稳定传热计算。但在纺织厂,鉴于机器发热量为空调车间热负荷的主要部分,为了简化计算,目前,一直用稳定传热算法^[3]。稳定传热算法对热量与冷负荷不加区分,所计算出的空调冷负荷量往往偏大,造成设备容量选择过大,使设备在低效率低工况下运行,增加了能耗。文献^[1,2]提出了冷负荷系数法计算纺织厂车间冷负荷的建议,把热量与冷负荷加以严格区别,并且通过实例说明该方法的优越性和

在节能方面的意义。

1.2 温湿度基数的确定

空气的温湿度不但与棉纤维的性能(如强力、伸长率、柔软性、回潮率、摩擦因数等)有着密切关系,而且也影响到人体健康和工作效率,对空调系统的节能也有着很大的影响。当人们在风速为0.5 m/s~4.1 m/s,室温为27~30的环境下工作时,劳动的效率并没有多大的区别,当室温为32,风速为0.5 m/s时,人们仍能保持85%左右的工作效率。在夏季,车间温度每降低1,每万立方米风量约增加1 kW的冷源动力,相当于空调动力增加50%^[4]。在冬季,当基数从22降低到20时,加热负荷可减少约26%~31%。因此,从节能的角度来看,夏季的温度基数选取上限,冬季的温度基数选取下限。棉纤维是一种亲水性纤维,它的吸湿性能强,故相对湿度对其性能影响要比温度对其性能的影响大。夏季,大部分地方的相对湿度比较大,因此相对湿度的基数可以取较高值;冬天相对湿度较低宜取较低值,露点温度降低2,加湿负荷可减少5%。

1.3 新风量的确定

新风负荷在空调负荷中占有较大的比重。在满足卫生要求的同时,还要保持车间的正压。在一般情况下,新风量取系统送风量的10%即可。因为各车间的送风量一般很大,已经远远满足每人每小时30 m³的卫生要求。

1.4 气流组织

气流组织对于空调系统的性能起着重要的作用。棉纺织厂的供回风方式一般是上送风、侧墙回风和上送风、下回风两种。上送风、侧墙回风属于单风机系统,其投资及能耗均最小,但由于这种

作者简介:狄育慧,女,1964年生,副教授,西安建筑科技大学在读博士研究生,西安,710055

收稿日期:2003-06-28

回风形式其有效范围不会超过 30 m,会造成气流堵塞现象,导致车间的温湿度极不均匀,飞花很多,车间的环境差。上送风、下回风属于双风机系统,投资及能耗均比侧回风高。但这种回风形式温湿度比较均匀,可以减少车间的飞花,提高产品的质量。

1.5 冷冻水水管的保温

冷冻水供回水水管的保温,对冷水的输送效率有着极其重要的影响。目前,供水的温升一般以 1 计算,回水温升按 0.5 计算,冷冻水供回水的温差一般为 5,因此,管道的损失为 1.5 时,使用效率仅为 70%,损失 30%的冷量。因此,要选用好的保温材料和恰当的管道敷设方式,尽量减少管道的损失,提高冷水输送效率。假如管道的损失按 0.5 计算,对于一个 3500 kW 的制冷站,年节电可达 20 万 kW·h^[5]。

2 空调设备的选型

2.1 流体动力式喷水室的推广应用

喷水室能够实现对空气的多种热湿处理过程,热湿交换效率高,因此,仍然是纺织厂首选的空气处理设备。通过多年来的使用发现喷水室存在喷嘴易堵塞、维护管理工作量大、能耗高、调节不灵活等缺点。为了克服这些缺点,笔者在广泛吸收国内外先进技术的基础上,开发了一种新型流体动力式喷水室^[6~8]。

流体动力式喷水室采用撞击流技术,它的核心是采用了一种新型结构的撞击流式喷嘴,能大大增加空气与水滴的接触表面积从而提高热湿交换效率。试验研究和实际使用证明流体动力式喷水室比传统的喷水室具有以下显著的优点:(1)结构简单,投资少;(2)防堵性能好;(3)热效率高,雾化角为 180°,在喷嘴密度较小[2 对/(排·m²)~3 对/(排·m²)]的条件下,可防止气流短路,达到较高的热湿交换效率(高达 95%左右);(4)雾化压力较低(0.15 MPa~0.20 MPa),且喷嘴密度较小,从而所需喷水量也少,可大大减少风机和水泵的能耗;(5)调节灵活,维护工作量少。

2.2 蒸发冷却技术在纺织厂的应用

蒸发冷却技术利用干湿球的温差作为推动力,使空气和水进行热湿交换。蒸发冷却技术包括直接蒸发冷却(DEC)和间接蒸发冷却(IEC)。蒸发冷却技术在美国的民用建筑和纺织厂已得到

广泛的应用^[9],20 世纪 80 年代传入我国,现在新疆地区的民用空调中也得到广泛的应用^[10,11]。我国西北地区气候比较干燥,湿球温度一般低于 20,利用直接蒸发冷却技术,无需机械制冷,就可以使纺织厂车间温湿度达到控制的标准。在非干燥地区和转杯纺等高温干燥纺织工艺的排风纺织车间,可以采用 IEC+喷水室的空调形式^[12],将空气处理到规定的温度。其工作过程为室外的空气首先进入间接蒸发冷却器进行等湿冷却,然后进入喷水室进行热湿处理。在纺织厂中应用蒸发冷却技术,可以完全取代或减少机械制冷,节约能源,提高经济效益。如在一个具有 17 280 只纺纱头的转杯纺纱车间应用,可以减少制冷负荷 1956.5 kW。山东某纺织厂应用直接蒸发冷却技术处理空气,取得了较好的经济效益。

2.3 新型空调风机的选用

2.3.1 喷雾轴流风机的选用

喷雾轴流风机是在轴流风机的基础上,在轮毂中央设存水套,轮毂辐板上开出水孔并在叶轮与电机之间的轴上加装挡水盘。风机高速旋转时,水沿轮毂切线方向飞出,被叶片打击成细小的水雾。该风机运行状况稳定,雾化效果好,万立方米风量耗电指标和水汽比(0.1~0.4)均大大低于喷排方式,节水节电效果明显。春、秋、冬可不开水泵,夏季只保留一排喷淋,就可以达到冷却去湿的目的。喷雾轴流风机运行管理方便,大大减轻了原采用喷排的维护量^[13]。

2.3.2 新一代先进翼型节能轴流风机^[13]

利用航空高新技术为纺织空调设计的专用新一代先进翼型轴流风机,具有高效、大流量、低噪声、节能的特点。并考虑到纺织企业的现有经济条件,改造中采取只更换风机叶轮的方式,具有改造周期短、成本低、收效快的特点。许多棉纺织厂采用先进翼型叶轮改造原风机后,测试流量比原来增加 49%,全压增加 29.3%,效率增加 45.7%,噪声降低了 9 dB(A);经济效益好,三个月时间节省的电费就可收回改造所用的投资^[14]。

3 空调系统的运行节能

3.1 用变频器调节风机的风量

空调通风量是按照夏季空调计算参数来确定的,并按此风量再乘以一个系数(1.1~1.2)来确定风机的容量。由于室外条件的变化和生产工艺

的要求,风机在一年大约只有 2 个月需要满负荷运行,全年绝大部分时间则在部分负荷下运行。为了节约能源,必须对风机的风量进行调节。风机风量调节的方法一般有风阀调节、动翼调节、进出口叶片调节、转速调节,图 1 是风量调节方式的特性对比。

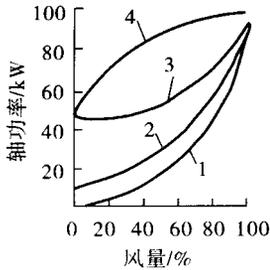


图 1 风量调节方式的特性对比

1-转速调节;2-动翼调节;3-进出口叶片调节;4-风阀调节。

轴流风机的流量 Q 、压力 H 、功率 P 等性能参数分别与转速 n 的 1 次、2 次、3 次方成比例,即:

$$Q_1 / Q_2 = (n_1 / n_2) \quad (1)$$

$$H_1 / H_2 = (n_1 / n_2)^2 \quad (2)$$

$$P_1 / P_2 = (n_1 / n_2)^3 \quad (3)$$

从理论和实践得知,调节风机的转速是改变风量调节范围最大、经济性能最省的一种调节方式。从公式 $n = [60(1-s)f] / p$ 中可以得出,调节电机的频率比调节转差率、极对数具有更加优越的调节范围和节能效果,操作上更简单,更具有可行性。在实际使用中,利用变频器调节风机的风量,节约能源在 30% ~ 35% 之间。近年来,随着微电子技术的迅速发展,变频器的价格已相当便宜,投资回收周期不到 2 年。

3.2 减少主机运行的总台时,让主机经常处于满负荷状态下运行

冷水机组在部分负荷运行时,它的制冷效率不高。一台 460USRT(1620 kW) 的 CET-46 型冷水机组,制冷量百分比与实际运行电流对应值如表 1 所示。

表 1 冷水机组制冷量与实际运行电流对应值

制冷量/ %	20	30	40	50	60	70	80	90	100
电流/ A	300	345	390	435	480	525	565	605	657

可见,若开三台机组在 60% 的状态下运行,合计电流为 1440 A;开两台机组在 90% 的状态下

运行,合计电流为 1210 A,差数为 230 A,以每 kW 按 1.67 A 计算,则每小时耗电减少 137.7 kW,节电率为 16%^[15]。棉纺织厂每年开冷水机组的时间一般是 6 个月左右,因此这种方法的节能效果是非常可观的。理论上和实际的使用中,可以知道冷水机组满负荷或接近满负荷运行对机组的使用寿命不会损害,而且还有利。

3.3 降低冷却水温度使冷凝温度降低

影响冷水机组性能的一个主要因素是冷凝温度,而冷却水的温度直接影响到冷凝温度。当蒸发温度不变时,冷凝温度升高,制冷循环的压缩比增大,效率降低,压缩机的功耗就增加。根据传热学原理,管内紊流时,表面传热系数按流速的 0.8 次幂增加,即水流量增加,冷凝温度降低。在实际运行中,冷却水进水温度降低 1℃,运行电流约减少 4%。

3.4 加强水系统的水质保养

我国大部分地区的水质盐分高,硬度大,空调系统运行久了,管道就会结垢、腐蚀、有生物粘泥。结垢、腐蚀、生物粘泥不仅影响空调系统的正常运行,而且严重影响用户的经济效益。研究表明:钢铁的导热系数为 30 kcal / m · h · °C ~ 40 kcal / m · h · °C,铜的导热系数为 260 kcal / m · h · °C ~ 340 kcal / m · h · °C,而水垢的导热系数仅为 0.7 kcal / m · h · °C ~ 2.0 kcal / m · h · °C。当冷却器水管结垢严重时,冷凝温度每上升 1℃,制冷量便下降 2%,且阻力系数增大,水压上升,压缩机排气温度升高,效率降低,能源增大,甚至造成冷凝器水管堵塞或高压断路。每附着 0.15 mm 的污垢,电费则增加 10%。显而易见,结垢带来的损失是相当大的。采用水质保养技术是节能降耗的有效技术措施。若以一台 100 万 kcal 机组为例,若结 0.9 mm 厚的垢,每天运行 10 h,一年运行 6 个月,每度电费按 0.55 元计,则一年节约的电费为:

$$100(\text{万 kcal}) \times 11.63(\text{kW/万 kcal}) \times 10 \times 6 \times 30 \times (1 - 92)\% (\text{热损失}) \times 0.55 = 92\ 109.60 \text{ 元}$$

采用水质保养技术减少管路结垢,就可以大大节约这方面的开支。

4 加强人员培训,提高操作水平

空调的维护及管理是一项专业性很强的工作,要求维护人员既要有丰富的知识,又要有高度

的责任感和熟练的技巧。在实际操作中需要空调工运用熟练的技巧和主观能动性,正确合理使用设备,稳定车间的温湿度又节约能源。由于历史上的原因,棉纺织厂的工人的素质较低,在某种程度上只是起到了一个空调设备“开关工”的作用。因此有必要加强空调工人的培训,提高他们的专业知识水平,增强他们的责任感和操作技能。

参考文献:

- [1] 黄翔. 纺织空调除尘技术手册[M]. 北京:中国纺织出版社,2003.
- [2] 黄翔. 对纺织空调负荷计算方法的讨论[J]. 纺织空调除尘技术,1998;(4).
- [3] 郁履方,戴元熙. 纺织厂空气调节[M]. (第二版),北京:中国纺织出版社,1997.
- [4] 潘大坤. 泛论发展中的纺织空调除尘技术(2)[J]. 纺织空调除尘技术,1999;(4).
- [5] 王锡章. 纺织厂空调节能与节能空调系统[J]. 纺织空调除尘技术,1996;(1).
- [6] 黄翔,武俊梅,狄育慧. 两种新型空调设备的开发[J]. 棉纺织技术,2000;28(12):27~29.
- [7] 黄翔,颜苏芊,武俊梅等. 流体动力式空调喷水室的理论与热工性能实验研究[J]. 制冷学报,2002;(3).
- [8] 黄翔,武俊梅,邹平辉. 流体动力式空调喷水室的实验研究[J]. 暖通空调,2000;(1).
- [9] 黄翔. 纺织厂气流纺车间间接蒸发冷却空调系统[J]. 纺织空调除尘技术,1997;(3).
- [10] 黄翔,宣咏梅,武俊梅等. 中国西北地区蒸发冷却技术应用状况的研究[J]. 制冷与空调,2001;(6).
- [11] 黄翔,刘鸣,于向阳等. 蒸发冷却技术在新疆地区纺织行业应用现状分析[J]. 棉纺织技术,2002;30(4)14~18.
- [12] 李刚. 流体动力喷水室的理论及其应用研究[D]:[硕士论文]. 西安工程科技学院,2003.
- [13] 黄翔. 西北国棉三厂喷雾风机使用情况看节能空调系统的优化问题[J]. 纺织空调除尘技术,1995;(2).
- [14] 陆森林. 纺织空调风机节能改造现场测试初探[J]. 棉纺织技术,1999;27(10):28~31.
- [15] 梁济豪. 高级酒店中央空调节电运行的几点体会[J]. 暖通空调,1993;(2).

Energy-saving Analysis of Air Conditioning in Cotton Mill

Di Yuhui

Liang Caihang Huang Xiang Gu Qun

(Xi'an University of Architectural and Technology) (Xi'an Engineering Science & Technology University)

Abstract According to the energy consumption characteristics of air conditioning in cotton mill, from the system design, system running and machinery selection aspects, the author proposes that the cooling load factor method should be adopted to count the cooling load in air conditioning system design as well as the moisture temperature base number and the wind load should be reasonable defined, the refrigerant pipe should be kept warm. And in selecting machinery, the optimum selection is hydrodynamic-water spray chamber. The author puts forward another effective energy-saving measures, which are evaporative cooling technology, spraying-axial fan and so on.

Key Words Cotton Mill, Air Conditioning, Energy saving, Hydrodynamic water Spray Chamber, Spraying axial Fan, Evaporative Cooling

书 讯

《精梳机及工艺技术创新》
《环锭纺纱及工艺技术创新》
《转杯纺纱及工艺技术创新》
《纺织浆料及浆纱工艺技术创新》
《棉纺织技术》编辑部发行处
邮政编码: 710038

地址: 西安市纺织城
电话: (029) 3553538

每册价: 30 元(含邮资)
每册价: 30 元(含邮资)
每册价: 30 元(含邮资)
每册价: 30 元(含邮资)
联系人: 宋贤坤
传真: (029) 3553537