

房间热平衡法多功能试验台的研究

马最良 陆亚俊

(哈尔滨建筑工程学院)

朱林

(吉林建筑工程学院)

〔提要〕 本文主要介绍房间热平衡法多功能试验台的原理、功能、组成与调试,该试验可用以对9种暖通空调制冷设备进行热工性能的测试,实现一机多用。

一、前言

房间热平衡试验方法的基本原理是,将被测试的设备置于绝热良好的热卡室内,向热卡室提供可以测量的热量(通常是电加热量)来抵消被试设备的制冷量,或向热卡室提供可以测量的冷量(通常是冷冻水)来抵消被试设备的制热量,以维持热卡室内某一要求的气象条件,通过测量提供热卡室的热量或冷量来确定被试设备的制冷量或制热量。目前,许多国家的房间空调器国家标准和国际推荐标准规定的试验方法,就是房间热平衡法。我国于1980年在哈尔滨建筑工程学院建成了国内第一个房间空调器的标定型房间热平衡法试验台,1986年江淮仪表厂和宝成仪表厂先后引进了两套日本制造的房间空调器的平衡型房间热平衡法试验台。这些试验台的建造和引进,都是为了一个目的——测量房间空调器的性能。从其原理来说,它既可用于测量房间空调器的性能,也可用来测量其它暖通空调制冷或制热设备的性能,对此,在国外的标准中已有反映。如美国ASHRAE75—77标准规定,冷库用冷风机和自然对流冷却排管的制冷量可用房间热平衡法进行测量;民主德国TGL180—3201标准规定,要用房间热平衡法测量带全封闭式制冷压缩机的性能;美国ANSI/ASHRAE16—1983标准规定,房间空调器和空调

终端设备的制冷量都应采用房间热平衡试验法等。1982年,我们对房间热平衡试验方法应用于其它空调设备的性能试验进行了尝试,即先后对冷冻除湿机、水冷式低温空调机组和风机盘管的性能进行了测试。试验结果表明,房间热平衡试验方法用于其它空调设备的性能试验是可行的,并具有较高的精度。

国内外建造的类似试验装置绝大部分只供一种设备试验用;而产品的开发研究和生产检验,却需要有能对多种产品进行热工性能试验的手段。因此,我们根据房间热平衡试验方法的原理,拓宽它的应用面,研究建造了房间热平衡法多功能试验台,用以对多种暖通空调制冷制热设备进行热工性能试验。

二、试验台的功能

暖通空调设备实质上是一种热交换设备,它产生热量或冷量。这些设备原则上都可以用房间热平衡法来测量其制热量或制冷量。为实现一机多用,我们设计的试验台具有能测试以下设备制冷量、制热量或除湿量的功能:(1)风机盘管机组;(2)诱导器;(3)空气加热器;(4)水冷式空气冷却器;(5)直接膨胀空气冷却器;(6)冷库用冷风机或冷却排管;(7)冷冻除湿机;(8)小型制冷机组等。

试验台具有的测试能力,对制冷量为2500~12000W,对制热量为2500~10000W,对除湿量小于 $1.5 \times 10^{-3} \text{kg/s}$ 。

三、试验台的组成

验台分5部分：热卡室、冷冻水系统、热水系统、低温盐水系统、控制与测量系统。

图1为多功能试验台的原理图。整个试

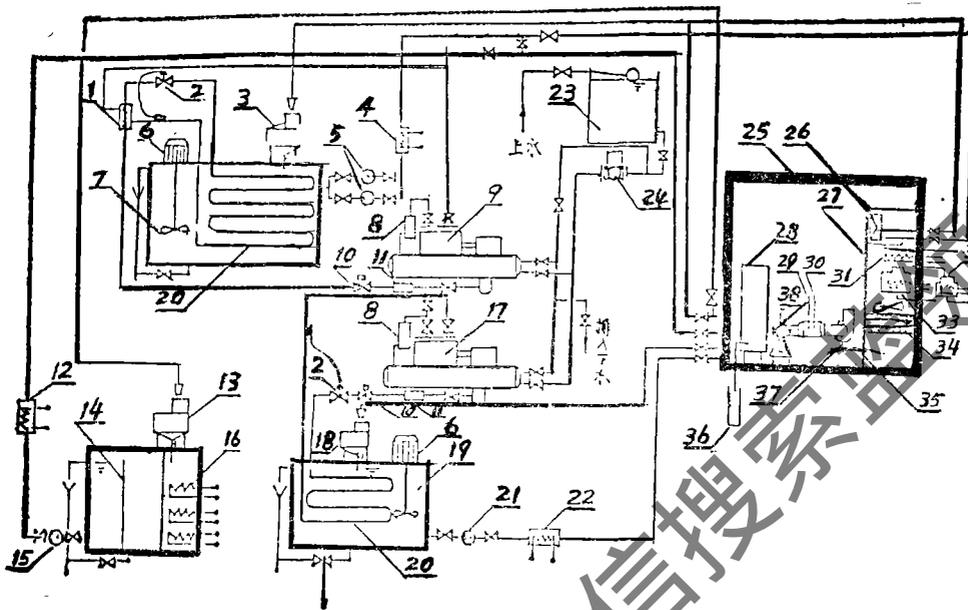


图1 房间热平衡法多功能试验台原理图

1—热交换器；2—膨胀阀；3、13、18—量桶；4、12—微调电加热器；5、15、21—水泵；6—搅拌器；7—冷水箱；8—油分离器；9—冷冻水系统压缩机；10—电磁阀；11—干燥器；14—热水箱；16—电加热器；17—盐水系统压缩机；19—盐水箱；20—蛇形管组；23—冷却水箱；24—管道泵；25—热卡计室；26—冷却器；27—空气再处理机组；28—被测机组；29、30—干湿球温度计；31—电加热器；32、33—室外、室内电加湿器；34—混流器；35—出风口；36—量筒；37—取样风机；38—取样头

热卡室是一间隔热隔汽良好的木结构小室，内部尺寸为 $3.2 \times 3 \times 2.4$ （高）m，六面均用150mm厚的聚苯泡沫塑料作绝热层，内壁为铝板，外壁为五合板，绝热层的两面均贴有塑料薄膜，小室内外壁均贴牛皮纸，刷清漆两遍，内部再刷油漆两遍，小室外壁贴墙纸。热卡室内设有再处理机组，外形尺寸为 $2.4 \times 0.82 \times 2.16$ （高）m。它的功能是向热卡室提供可以计量的热量、冷量或加湿量，并造成室内空气循环。再处理机组中设12kw电加热器、水冷式冷却器（制冷量为12kw）和电热式加湿器（加湿量为 1.5×10^{-3} kg/s）各1台，（另1台加湿器设在热卡室外，供低温工况时使用），轴流风机3台（风量 $3 \times 3500 \text{m}^3/\text{h}$ ），还有双层混流器

和双层百叶风口等。冷却器在再处理机组长度方向布满，并采用控制水温和流量来调节冷却器的制冷量。电加热器每根长2.2m，沿机组长度方向布置。加湿器设均匀配汽管。采用上述措施，目的在于使再处理机组出风的温、湿度达到均匀。

冷冻水系统的功能有二：既可为被试设备提供冷媒，也可为再处理机组中的空气冷却器提供冷媒。冷冻水由R12单级压缩制冷机组制备，供水温度可在 $5 \sim 10^\circ\text{C}$ 范围内调节。

低温盐水系统的功能是在冷库用冷风机或冷却排管试验时，提供 -17°C 以上的低温盐水。低温盐水由1套R12的JZ—1/3FV7B型双级压缩冷凝机组制备。

热水系统的功能是为被试设备提供 90°C 以下的水。热水用电加热器加热,电加热器直接装设在热水箱中。

试验台中要求控制的对象与精度为:(1)热卡室内的空气干球温度, $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$; 湿球温度, $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 。(2)冷冻水温度, $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。(3)盐水温度, $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。(4)热水温度, $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。上述参数控制方法的特点是:(1)自控与手动结合;(2)热卡室内的干球温度通过控制再处理机组的电加热器来实现,湿球温度通过控制加湿器的加湿量来实现;(3)冷冻水温度实现两级控制,冷水箱的水温用压缩机停开控制,最后供水温度通过控制水管上的微调电加热器来实现,(4)盐水温度的控制基本上同冷冻水,但增加压缩机旁路调节措施;(5)热水温度通过电加热器来实现;(6)所有温度自动控制都采用简易电子温度调节器。

试验台主要测量的物理量与测量仪表有:

(1)温度,分度值为 0.1°C 的玻璃棒水银温度计;(2)输入功率,0.5级瓦特表;(3)盐水、冷冻水、热水、凝结水、加湿水的流量,量桶加秒表。

四、调试与检验

试验台建成后,进行了调试与检验,以考核试验台的性能是否符合设计要求。

1. 标定热卡室的漏热量

标定的方法是维持热卡室内恒定的温度,测量输入的功率,从而计算出热卡室每 1°C 温差的漏热量。标定的结果是 $12.9\text{W}/^{\circ}\text{C}$ 。当热卡室内外温差为 10°C 时,热卡室的漏热量相当于最小被试设备容量(2500W)的 5.16% 。因此,这项值的测量精度对总体测量精度影响很小。

2. 再处理机组出风口温湿度分布的均匀性

为了检验再处理机组上所采取措施对保证出风温湿度分布均匀的效果,在出风口均

匀布置了8支干球温度计和4支湿球温度计,并启动加热器和加湿器,在同一时刻测定各点的温度。测定结果表明,各干球温度计的读值与平均值的偏差平均为 0.085°C ,最大偏差为 0.14°C ;各湿球温度计的读值与平均值的偏差平均也为 0.085°C ,最大偏差为 0.11°C 。可见,出风口的温湿度是均匀的。

3. 取样装置的标定

取样装置从被试机组的进风口处取样。为了验证取样装置测得的温度与取样处的平均温度的一致性,进行了如下试验,在取样处设8支 0.1°C 分度值的玻璃棒温度计,在同一时刻对取样处和取样装置中测量段的温度计进行读值,然后进行比较。测试表明,两者之差最大不超过 0.11°C ,从而说明了两者是基本一致的。

4. 热卡室的速度场

通过调整再处理机组出风口百叶的角度,使出风均匀,无论是1台、2台或3台风机运行,都能保证在被试机组前的风速小于 0.5m/s 。

5. 实际测试验证

在试验台上先后做了FP-5LM风机盘管的制冷量与制热量试验,水冷式表面冷却器的热工性能和空气加热器的热工性能试验。

风机盘管的制冷量共做了2种风量、4种冷冻水温度、变水量和定水量等多组试验。制热量做了2种水量的试验。表冷器的试验与焓差法结果进行了对照。该台表冷器曾在中国建筑科学研究院空调所用焓差法进行过测试,在本试验台上模拟已做过的工况进行测试,结果表明,两种试验方法的结果相差约 2.3% 。空气加热器进行了5种工况的测试,试验结果,两侧热平衡误差均在 4% 以内,一般在 $2\% \sim 3\%$ 之间。通过上述,测试初步验证了试验台的多功能性。

五、结语

房间热平衡法多功能试验台集多种暖通

浅谈多点除尘系统管路压力平衡 的等速算法

马世立

(重庆钢铁设计研究院)

〔提要〕 本文介绍的等速算法是一种快速近似算法,即根据全系统风速相等原则,确定各段风管的直径,计算系统压力损失值,选择风机等,计算结果能保证不平衡压差值小于15%。

在多点除尘系统的管路设计过程中,必须解决的一个重要问题,就是如何进行管路压力平衡计算。传统的计算方法多采用静压平衡法。这种计算方法较精确,但计算过程繁琐。为了平衡一条管路,往往要做大量重复计算工作,而且还很难达到真正的平衡。我们曾应用等速算法对除尘点多达数十点的大型除尘系统进行过管路压力平衡计算,结果表明,应用该方法可减少或基本避免多次反复计算。

所谓等速算法,就是在绘出除尘系统计算草图后,根据系统风速要求,按节点处各支管、分支管段风速相等的原则进行管径计算,并以最长管路为最不利管路,据此确定风机风压;个别管段进行适当的风速调整,各抽尘点上设置调节阀门。

上述计算方法虽是近似的,但能满足工程设计需要。具体做法如下:

第一,根据工艺布置和操作要求,正确确定各抽点位置和抽风量,绘出除尘系统计

算草图。系统的布置既要满足工艺要求,又不与其它设施发生碰撞,尽量做到各支管、各分支管的风量基本相同或相差不大。选定最不利管路,并进行编号,将各管段的风量标注于计算草图上。

第二,根据系统所输送的粉尘性质,正确选定风速值,按节点处各支管段风速相等的原则确定各管段管径,计算最不利管路的沿程阻力和局部阻力,求出风机所需风压。

第三,由于管径大小要符合标准,节点处各分支管段的实际风速难免会有较小差值,一般影响不大。对于靠近除尘设备的支管,管路长度较短,为便于与其它管路的压力平衡,其管径可按增加15%~30%的风速起进行调整。

用等速算法计算的除尘系统,各分支管段的阻力差值一般不会超过15%。为方便现场安装调试和保证等速计算后的除尘系统满足设计要求,各抽尘点均装设调节阀门。系统安装调试好后,即各抽风点抽风量达到设计要求时,固定各阀门开度。系统调试好后,实际风量与设计风量的相对偏差一般不会超过2%~5%。

由此可见,等速算法不需要进行各支

空调设备热工性能试验之大成,能够对多种暖通空调制冷设备进行试验,既节省了试验台的建造费用,减少了实验用房面积,又提高了试验台的利用率。这无疑是研究部门和

生产厂家理想的试验检测手段。

实践与理论分析业已证明,房间热平衡法是一种测试精度高的试验方法。