

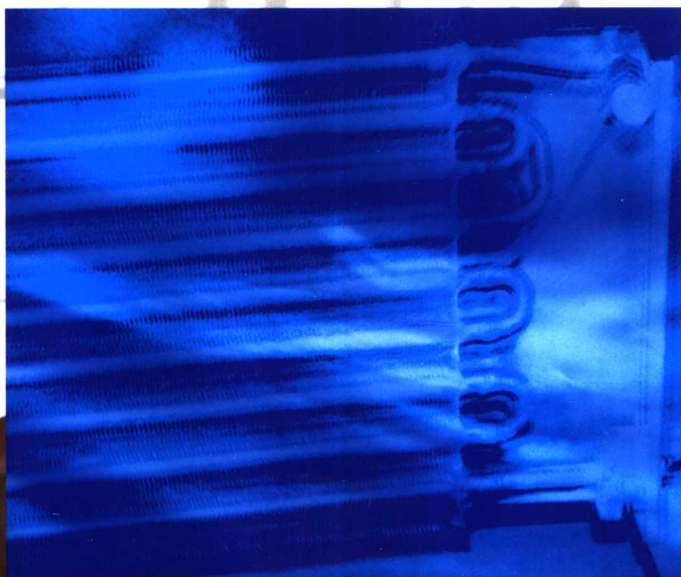


高职高专系列教材

空调系统调试与运行

王福珍 主编

哈尔滨工业大学出版社



831.3
79

高职高专系列教材

空调系统调试与运行

王福珍		主 编
邢玉林	夏喜英	主 审

哈尔滨工业大学出版社

哈 尔 滨

内 容 简 介

本书是为了满足供热通风与空调专业的教学需要,是根据空调系统调试与运行教学大纲进行编写的。本书较全面地叙述了通风与空调系统测定与调整常用测控装置、空调系统的测定与调整、空调系统的运行与管理、空调用制冷系统运行的常见故障分析等内容。

本书是高职高专院校供热通风与空调专业教材,还可供函授学生或专业培训人员使用,亦可供空调运行管理人员、施工人员、制冷设备维修人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

空调系统调试与运行/王福珍主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2002.11

ISBN 7-5603-1767-7

I.空... II.王... III.空气调节系统—高等学校:技术学校—教材 IV.TU831

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 054442 号

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区教化街 21 号 邮编 150006

传 真 0451—6414749

印 刷 地矿部黑龙江测绘印制中心印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 9.25 字数 214 千字

版 次 2002 年 11 月第 1 版 2002 年 11 月第 1 次印刷

书 号 ISBN7-5603-1767-7/TK·35

印 数 1~3 000

定 价 13.80 元

前 言

随着我国经济快速发展和人民生活水平的不断提高,空调技术在国民经济的各个领域中正发挥着越来越重要的作用,空调的普及率呈现出快速上升的势头,学习空调知识、掌握空调技术已经成为人们的共识。

本书是根据高等职业教育的特点,结合本专业和实际需要,理论联系实际,全面介绍了空调系统的常用仪表和空调系统的测定与调整,空调制冷系统的运行与管理,空调系统常见故障分析。

在教学大纲的范围内,本书又增加了对溴冷机组的工作原理及运行的介绍,因为在环境保护意识不断提高的今天,氟利昂作为制冷剂的使用范围越来越小,将被无污染的溴冷机等其他设备取代。

同时,书中对蓄冷空调系统作了介绍,重点对水蓄冷空调系统作了详细的阐述。因为,目前运行的普通空调系统只要用少量的资金,就可以改造成水蓄冷空调系统。经改造后的空调系统,可以使用户利用“谷电”降低空调系统运行费用。

本书由黑龙江省建筑职业技术学院王福珍主编,邢玉林、夏喜英主审,参编人员有苏德权、吕君、王桂香。

由于编者水平有限,书中难免有缺点和疏漏,敬请广大读者批评指正。

编 者

2002 年 7 月

目 录

绪 论	1
第一章 空调系统常用仪表	3
第一节 测量温度的仪表	3
第二节 测量空气相对湿度的仪表	5
第三节 测量风速与风压的仪表	7
第四节 泄漏探测器与真空泵	15
第二章 空调系统的测定与调整	18
第一节 空调系统试运转测定及调整内容	18
第二节 风量的测定、调整 and 风机性能的测定与风量的调整	22
第三节 空气处理过程的测定	32
第四节 空调区内空气参数的测定	35
第五节 噪声的测定与控制	39
第六节 洁净工程与含尘浓度的测定	49
第三章 空调系统运行	56
第一节 空调房间内的温、湿度的调节	56
第二节 空调房间内的风量和正压调节	67
第三节 洁净车间洁净度的保护措施	71
第四节 空调系统的运行管理	75
第五节 水蓄冷空调系统	78
第四章 空调用制冷系统的运行与管理	95
第一节 活塞式压缩制冷的操作原理	95
第二节 活塞式压缩制冷系统的运行	97
第三节 吸收式制冷的操作管理	102
第四节 吸收式制冷系统的运行	112
第五节 制冷系统的温度压力测定	120
第六节 制冷与空调的配合	122
第五章 空调系统常见故障分析	129
第一节 中央空调系统常见故障与排除方法	129
第二节 洁净空调系统常见故障与排除方法	131
第三节 柜式空调器常见故障与排除方法	133
第四节 房间空调器常见故障与排除方法	135
参考文献	141

绪 论

在科学技术和国民经济迅速发展的今天,空调在生产和生活中发挥的作用越来越大,应用的范围更加广泛。空调不仅在航天工业、电子工业、机械制造业,以及纺织、冶金、医药等工业生产中有着重要作用,同时在旅游业、饮食业、商业、公共娱乐场所和企事业单位、政府机关办公楼等方面也显示出其不可缺少性。尤其是进入 21 世纪后,在现代化农业生产中,对空调的利用方面也逐渐多了起来,如封闭式良种繁育基地,无公害绿色食品的种植,甚至大规模高级毛皮动物的饲养和珍禽动物的饲养,都采用了空调系统来调节温度和湿度,改善它们的生存环境,以达到模拟天然气候,适应动物的生活习性,提高毛皮的产出率和珍禽的出栏率,创造出更大的经济效益。

由于空调系统在国民经济发展中的作用不断显现,它所创造出的经济效益在国民经济发展总值中已占有一席之地。虽然空调的作用是间接的,但却是不可低估的。例如,在炎热的夏季,有空调的旅馆、饭店、火车和汽车的上座率、上客率和房间的利用率,远远超过那些没有空调设施的旅馆、饭店、火车和汽车,其二者的经济效益有着明显的差异。

管中窥豹,略见一斑。从上面的例子中可以看出空调的作用无所不在,人们在生产和生活中对空调的需求在不断地增加。可以说空调在各方面的作用也日渐突出,已成为人们不可缺少的设备和伙伴。

空调系统由五个部分组成:一是采风部分;二是空气的过滤部分;三是空气的热湿处理部分;四是空气的输送和分配、控制部分;五是空调系统的冷热源,这五个部分组成一个完整的空调系统。它包含了电子自动控制,制冷制热中所用的压缩机、热泵,以及输送空气所用的风机和其他设备。这些设备组合成为一个整体,任何一部分的失控和故障都会导致空调系统运行效率降低或不能正常运行。

对于新安装的空调系统,进行测定和调整的目的就在于及时发现问题、解决问题,看其是否达到了设计要求的效果。通过测试,找出设计、施工、设备安装等方面存在的问题。经过调整和采取其他改进措施,以求达到设计要求的效果,满足用户对空调系统的要求。

对正在运行的空调系统,应定期对其各个部位进行检查、测试、调整。因为空调系统在使用 的过程中,随着运行时间的延续,其性能将发生变化。如空调系统中的喷水泵或其他输水泵、送风泵、回风机由于其叶轮的腐蚀、磨损,其流量、压头都会有所降低;水冷式表面冷却器、加热器(或蒸汽加热器)等换热设备内部的结垢,散热器管及散热肋片被腐蚀脱落或粘连,以及表面的油污、积灰等,都会使其传热性能降低,空调器壁板的破损、检查门密封条的老化、断裂以及送、回风管道的腐蚀、法兰连接处密封垫的老化龟缩、松脱等都会造成系统送回风量的不足;系统中初、中、高效过滤器的积尘过多,不及时清理又会加大系统的阻力等。空调系统在运行中如果在供冷、供热系统工作正常的情况下,却发现空气处理参数严重超差,甚至无法保证空调房间内所需要的空气参数时,则应对空调系统进行一

次全面的测定,找出影响空调系统运行效果的原因,对空调设备进行鉴定,提出处理和解决问题的办法。

空调的应用尽管可以提高工业产品的质量,改善人们的生活和工作环境,但投资的昂贵,能量消耗的惊人,运行费用的居高不下,成为目前难于普及的障碍。

作为空调运行管理人员,首要的任务就是根据空调房间内工作人员的多少及活动量,设备的运转状态及生产过程中的热、湿、灰尘散发量的多少和稳定程度,通过房间门、窗及外围护结构的热量传递对房间空气参数的干扰,结合空调系统的特点和室外空气状态,制定科学合理的措施,选择最佳的运行调节方案。根据空调系统中各运转设备及换热设备、空气过滤设备等的状态制定维护、检修计划并付诸实施,监督和测试空调系统中的有关空气参数,以满足空调房间对空气参数的要求,是空调系统运行管理人员必须做到的。随着科学技术的进步,空调运行管理者应该把新技术、新设备作为提高空调系统工作效率、降低运行费用的一种手段,应用到空调系统中,以达到最大限度地发挥空调设备的能力。

综上所述,作为一名空调运行的管理人员,必须做到不断学习,更新知识,全面掌握空调系统运行管理技术,只有这样才能保证空调系统的正常运行。

第一章 空调系统常用仪表

在空调系统的测试调整过程中需要各种仪表,如测量温度、相对湿度及风速的仪表。对空气的参数和冷热媒的物理参数以及空调设备的性能参数等进行测定,将测定的数据与设计数据相对比,作为对空调系统进行调整的依据。因此,空调调试人员,必须了解各种常用测试仪表的使用性能和构造原理,掌握使用和校验方法,这样在测试中才能得出比较准确的数据。

第一节 测量温度的仪表

温度是空调系统测试中一项重要的参数,用于测量温度的仪表称为温度计。物体温度的测量是要通过观察某些测温物质(如水银、酒精、双金属、热电偶和热电阻等)在受热时物理性质的变化而确定的。测温物质的物理性质(如膨胀性、热电效应和电阻变化等)是随着温度的变化而变化,它不受其它因素的干扰,能精确地测试物体温度的变化。

根据测温物质和测温原理进行分类,温度计有多种类型。如根据物质受热膨胀性质制作的有液体膨胀式和固体膨胀式温度计,属于后者的为双金属温度计,这种温度计能直接读出被测介质的温度。根据物体热电效应特性制成的热敏温度计;根据导体和半导体的电阻随着温度变化而变化的特性制作的热电阻温度计,它们都要通过二次测量仪表才能反映出被测介质的温度。

一、玻璃管液体温度计

玻璃管温度计是利用管内液体(如水银、酒精)热胀冷缩的性质测量温度的。空调系统测试的温度范围一般为 $0 \sim 50^{\circ}\text{C}$,它的分度值有 1°C 、 0.5°C 、 0.2°C 和 0.1°C 等几种。另外还有 0.05°C 、 0.02°C 和 0.01°C 的温度计,见图 1.1 所示,可在高精度的测量中使用。使用液体温度计时应注意下列事项:

1. 应根据测量范围和精度选用相应分度值的温度计,使用前进行刻度检验。

2. 在测量温度时,人体要稍许离开温度计,读值时要屏住呼吸。

由于水银温度计热惰性较大,应提前 $10 \sim 15$ 分钟将温度计放到被测介质中去。读值时要尽量快,先读小数,后读整数,以防人体接近时温度上升产生读值误差,例如被测温度为

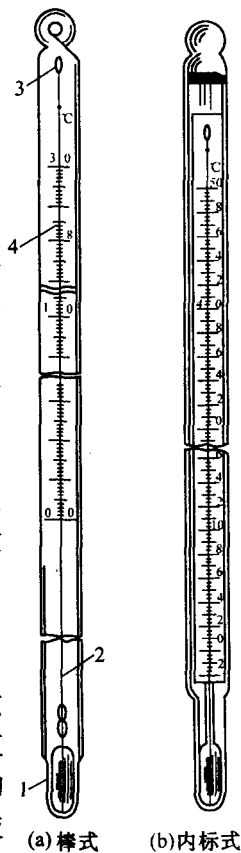


图 1.1 液体温度计

1-温包;2-毛细管;
3-膨胀泡;4-标尺

20.5℃,应先读 0.5℃,后读 20℃较好。

3. 读值时要使视线与水银面平齐,以免造成误差。

4. 如温度计的水银柱断时,可采用下列措施解决:

冲击法:手握空拳用大拇指夹住温度计的温包上部,用手掌下部在桌面上进行有节奏冲击,使断柱消除(注意温包部分不可受力)。

加热法:将温包逐渐地浸入温水中缓慢加热,使水银柱慢慢升高,并充到膨胀泡内,待断柱消除后,立即取出温度计,切勿使膨胀器内充满水银,以免温度计受损。

冷却法:将温包放在冰水里,使水银全部回到温包里,断柱可消除。

二、电阻温度计

电阻温度计是由对温度变化反映敏感的一次仪表和由指示或自动记录温度的二次仪表所组成。一次仪表是根据导体和半导体的电阻值随温度的变化而变化的特性制成,二次仪表是用来测量一次仪表反映出来的电阻值,刻度盘刻出与电阻值相对应的温度值,在仪表上可直接读出温度值,见图 1.2 所示。

空调恒温工程中的测温特点要求测温时间长,测温精度要求较高,测点多,测温范围变化较大,电阻温度计的一次仪表是自制的高阻微惯性铂电阻,二次仪表是小量程、测点较多的多量程温度自动记录仪。

热电阻的材料有铂、铜、镍、铁等,常用的是铂和铜。采用直径 0.05 mm 纯度 99.99% 的铂丝绕制在骨架上。对骨架的要求是温度系数小,不受相对温度变化的影响,绝缘性能好,机械强度高。常用电木板或专门制作的陶瓷品作为骨架。

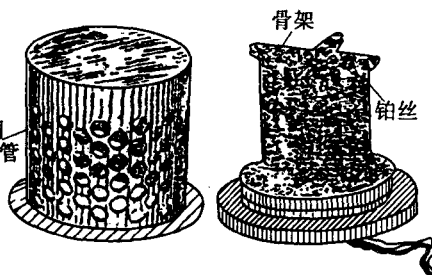
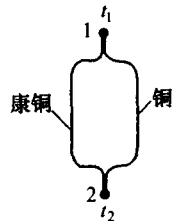


图 1.2 热电阻外形图

三、热电偶温度计

热电偶温度计测量范围广,便于远距离传送和集中检测。它的性能是热惰性小,能较快地反映出被测介质的温度变化,可在短时间内测出许多点的温度。只要正确地掌握与热电偶相连接的二次仪表的操作方法,就能准确的测出数值。

热电偶温度计测温原理:将两种不同性质的金属导体的两端焊在一起,构成一闭合回路,如图 1.3 所示。若两端点 1、2 的温度不同,在闭合回路中就会有热电势产生,这种现象称为热电效应。这两种不同导体的组合体称为热电偶。如果将一端点的温度恒定,另一端点置于被测的空气环境中,另接一个毫伏计,所测得的热电势即为被测空气温度的函数值。



热电偶的金属导线种类繁多,空调工程常采用铜-康铜热电偶,在常温下性能比较稳定。

图 1.3 热电偶示意图

四、双金属自记温度计

自记温度计是一种固体膨胀式温度计,它的测量精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,通常用来记录室外温度、恒温室技术夹层的温度和室温允许温度波动范围大于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的室内的温度变化,如图 1.4 所示。在室温允许波动范围等于或小于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的恒温室内,不能使用此种温度计。

使用调整时注意事项:

1. 使用时,仪器应水平放置,不能放在热源附近或门、窗处,应放在室内具有代表性的测点处。测室外温度时,不能让太阳光直接照射,最好放在百叶窗内或采取遮阳措施。

2. 记录纸要摆平摆正,用金属压条压紧在记录筒上。

3. 记录笔尖靠记录纸不宜过紧,避免由于摩擦力过大而使笔尖上下移动失灵,形成记录误差。在记录纸上填好测量的月、日、时,与此同时应上足自记钟发条。

4. 使用前需用 $1/10^{\circ}\text{C}$ 的液体温度计进行校对,若发现与液体温度计示值不符时,应调节可调螺钉使之相符。

5. 除可调螺钉外,仪器上的其它螺丝出厂时红漆封好,不得轻易拧动。双金属片应保持清洁,防止弄脏,切忌用手碰触。

6. 如自记钟走时不准,每天快慢超过 10 分钟时,应推开记录筒上的快慢调节孔,根据快慢情况拨动调节针进行调节。如走时快了应将针向“-”的方向拨;走时慢了向“+”的方向拨。

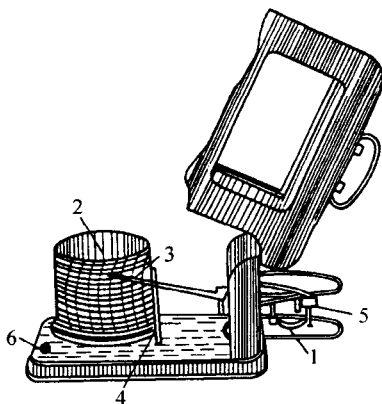


图 1.4 双金属自记温度计

1-双金属片 2-自记钟 3-记录笔;
4-笔挡手柄,5-调节螺钉 6-按钮

第二节 测量空气相对湿度的仪表

通常测量空气相对湿度的仪表有:普通的通风干湿球温度计、毛发湿度计、自记式温度计以及电阻湿度计等。

一、通风干湿球温度计

通风干湿球温度计(又称带小风扇的干湿球温度计)与普通干湿球温度计的主要差别是在两支温度计的上部装一个小风扇,使空气以不小于 2m/s 的速度通过干、湿球温度计的温包,同时在两支温度计的温包四周装有金属保护套管,以防止辐射热的影响,可大大提高测量的精度。见图 1.5 所示。

使用方法和注意事项如下:

1. 包裹湿球温度计的纱布力求松软,并有良好的吸水性,纱布要经常保持清洁。

2. 温包缠纱布时,将外套管、内管取下来,把单层清洁的布条缠在温包上,边缘搭接部分超过温包周长的四分之一,用细线扎紧温包上下两头纱布,下部留 5mm 左右,并剪

去多余的纱布,最后装好保护套管。

3. 在夏季测量前 15 分钟,冬季测量前至少 30 分钟,将仪器放置在测量点,目的是使仪器本身温度与测量点温度相同,避免发生测量误差。在夏季观测前 4 分钟,冬季观测前 30 分钟湿润纱布。冬季湿润纱布时须将纱布上的薄冰全部融化。湿润纱布时,将温包插入液管中 2~3 cm,挤压橡皮球待液面上升到纱布即可,注意不要将水溅到金属管内壁上,否则将会带来测量误差。

4. 用钥匙上紧发条,等 2~4 分钟后就可以读温度计的示值,先读小数,后读整数。若有风时人应站在下风侧向读数,以免人体散热影响示值的准确性。在室外测量时,如果风速超过 3m/s,必须将风挡套在风扇外壳的迎风面上,以免影响仪器内部的吸入风速。

5. 室外测量可将铁挂钩旋在树木(或墙)上,然后挂上仪器。在室内测量时,手持挂钩,使仪器远离人体。携带过程中,轻拿轻放,严防仪器从铁钩上脱落跌坏。

6. 经常用干净的布擦拭仪器,保持表面清洁光亮。上发条时要小心不要把它弄断,若发现风扇旋转速度显著下降,就必须修理。

另外,在空调工程测定过程中,还经常用热电偶来测量相对湿度球温度。特别是空调器性能测试时,应用更为普遍。其方法与湿球温度计相同,将热电偶测头包上一层纱布,将热电偶的读数换算出温度值后,通过查表或 $i-d$ 图,近似地查出空气相对湿度。

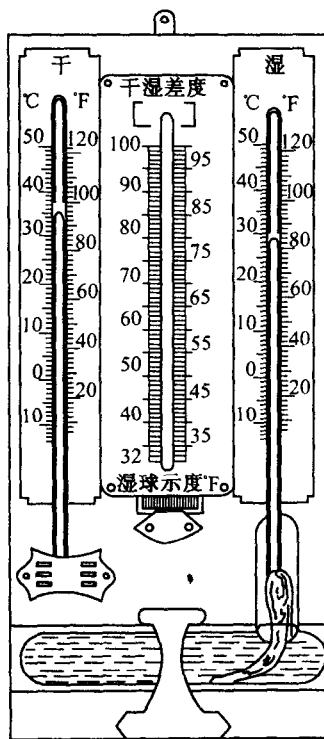


图 1.5 普通型固定式干湿球温度计

二、普通干湿球温度计

普通干湿球温度计的工作原理,是将两支相同的水银温度计(一支为干球温度计,另一支温包上包有湿纱布作为湿球温度计)固定在一块平板上,板上标有刻度,还附有供查相对湿度用的计算表(该表是针对一定的空气流速,如 $v \leq 0.5 \text{ m/s}$ 或 $v \geq 2.0 \text{ m/s}$ 编制的)。只要测出干球温度 t_g 和湿球温度 t_{sh} 后,根据干、湿球温度值,从 $i-d$ 图上直接查得。

三、毛发式湿度计

毛发式湿度计是利用脱脂毛发随周围空气湿度发生变化时,其本身长度伸长或缩短的特性来测量空气相对湿度。常见的有指示式和自动记录式两种型式。

指示式毛发湿度计:这种湿度计型式较多,有构造复杂一点的,也有简单的;有单根毛发的,也有毛发束的。毛发因空气中相对湿度的变化而伸长或缩短,杠杆受到牵动,带动指针沿着弧形刻度盘移动,即可指示出空气相对湿度的数值,见图 1.6。

使用前要进行校验工作,其方法是:用毛笔蘸上蒸馏水将毛发全部湿润。其指示值将

升高到 90% 以上,待一段较长的时间后,示值逐步降低,最后稳定下来。然后用通风干湿球温度计测量同一环境的相对湿度。如果毛发湿度计的指示值与通风干湿球温度计所测相对湿度不相符,可调节拉紧毛发的调整螺丝使之相符。经过这样校验后,毛发湿度计的指针若再有变化,就说明它能正确地指示出被测空气的相对湿度。

自记式毛发湿度计:这种湿度计的构造比较复杂,湿度感应元件为脱脂毛发束,能够自动记录空气相对湿度的变化。

仪器在使用前要用通风干湿球温度计进行校验,方法和指示式毛发湿度计基本相同。如有误差,可利用可调整螺丝改变毛发束的松紧程度,使记录笔尖指在正确的相对湿度位置上。

四、自记式温湿度计

自记式温湿度计实际上是自记温度计和自记毛发湿度计的组合物,所不同的就是记录筒和自记钟为两者共用。记录纸上半部记录相对湿度,下半部记录温度值,一台仪器可同时测量、记录温度和相对湿度的变化,使用起来比较方便。有关使用方法和注意事项与自记温度计、自记毛发湿度计相同。

五、电阻湿度计

电阻湿度计是利用氯化锂吸湿后电阻值发生变化的特性制成的,它是由测头和指示仪表两部分组成。测头是仪器的感应部分,使用时放在被测定的空间。空气中相对湿度的变化,引起测头电阻值变化,用电桥并通过表头的读数反映出相对湿度。需要各有不同量程的测头,而每个测头相应有一张校正曲线图,所以一台电阻湿度计就备有几个测头,几张校正曲线图。

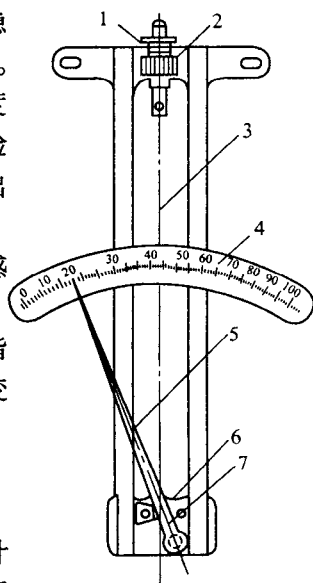


图 1.6 毛发湿度计

1-紧固螺母;2-调整螺钉;3-毛发;
4-刻度尺;5-指针;6-弧块;7-重锤

第三节 测量风速与风压的仪表

一、测量风速的仪表

直接测量风速的仪表在仪表盘上能直接读出风速值。这类仪表有叶轮风速仪、转杯风速仪和热球风速仪等。

(一) 叶轮风速仪

叶轮风速仪是由叶轮和计数机构所组成。目前最常见的是内部自带计时装置的,在仪表刻度盘上可以直接读出风速值,称为自记式叶轮风速仪,见图 1.7。

该仪表的灵敏度为 0.5 m/s 以下,可测 $0.5 \sim 10 \text{ m/s}$ 范围内的较小风速。空调测试中主要用于测量风口和空调系统设备的风速。

自记式叶轮风速仪的叶轮处于气流中,受到气流的动压力的作用而产生旋转运动,其

转速由轮轴上的齿轮传递给指针和计数器,便可测出风速的大小,而叶轮的转数与气流的速度成正比。

此种仪器的圆形框架 1 是用铝板制成,上面有提环 8,下面有座架 9。叶轮 2 是由薄铝片制成,加工精密,有良好的动静平衡性。表盘中间有长指针 3,每走一圈为 100 m;短指针 4 在表盘右上角,走一刻度为 100 m,走一圈为 1000 m。在表盘左面有一红色指针 5,走一周为 120 s(其中前 30 s 和后 30 s 分别为准备和收尾时间。实际计数时间只有 60 s)。此外,在右上侧有回零压杆 6,下部有启动压杆 7。

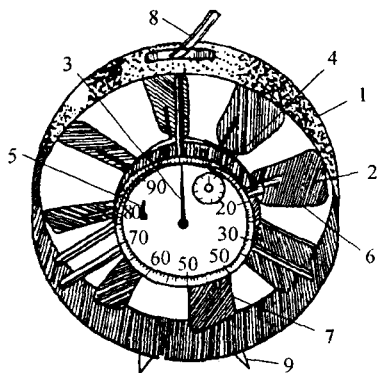


图 1.7 自记式叶轮风速仪

自记式叶轮风速仪在使用前应检查风速仪长、短指针是否在零位,若不在零位则可轻轻地顶回零压杆,使其回到零位。在测定时,可手提仪表或将它固定在其他测杆上,并且必须使叶轮平面垂直于气流平面。当其叶轮旋转正常后按动启动杆 7(手指应按下后即放开),这时指针开始走动。30 s 后听到“咔嚓”声时,内部脱离接触,风速指针停止走动(再过 30 s 红色指针也自动停止走动)。此时读取大、小指针的示值之和即为每分钟的风速,再除以 60 即可得所测的风速值了。测试完毕,按回零压杆 6,使指针归回零位,为下次使用做好准备。

叶轮风速仪在使用中,严禁用手触摸叶轮或与其他器物发生碰撞,并防止发生摔堕,用后擦拭干净轻轻放入专用盒内;同时还必须注意所测气流速度不能超过风速仪的测量上限。

(二)热球风速仪

热球风速仪是一种测定气体流速的仪器。它是由热球式测头和测量仪表两部分组成,其工作原理如图 1.8 所示。测杆的头部有一直径 0.8 mm 的玻璃球,球内绕有加热玻璃球用的镍铬丝线圈和两个串联的热电偶。热电偶的冷端连接在磷铜质的支柱上,直接暴露在气流中,当一定大小的电流通过加热线圈后使玻璃球的温度升高,升高的程度和气流的速度有关,流速小时升高的程度大,反之升高的程度小。升高程度的大小通过热电偶产生热电势在表头上指示出来,在经过校正后,即可用表头的读数表示气流的速度大小。

现以 QDF-3 型热球风速仪为例说明使用方法及注意事项。

QDF-3 型热球风速仪使用方法如下:

QDF-3 型热球风速仪分为两挡。一挡为 0~10 m/s,另一挡为 5~30 m/s。使用前应先熟悉仪表各个旋钮和开关的作用,按照一定的步骤进行操作,否则将带来测量误差或损坏仪器。

1. 使用前先检查风速指针是否在零位,如果有偏移可轻轻调整仪表盘上的机械调零螺丝,使指针回到零位。

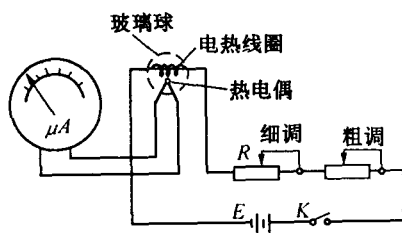


图 1.8 热球风速仪原理图

2. “校正开关”置于“断”的位置,“电源选择开关”置于所选用电源处。如使用外接电源,“电源选择开关”应置于“外接”位置,将两组直流电源(一组 1.5 V,一组 4.5 V)分别接在“外接电源”的接线柱上,且注意极性切勿接错,如使用仪器内部电源,则将“电源选择开关”置于通的位置上,同时将四节一号电池按正确位置装在电池盒内。

3. 将测杆的插头插在仪表的插座上,测杆垂直向上放置,螺旋压紧使测头密闭。“校正开关”置于“满度”位置,慢慢调整“满度”粗调和细调旋钮,使指针指于满刻度的位置。将“校正开关”置于“低速”位置,慢慢调整“零位”粗调和细调两个旋钮,使指针指于零的位置。

4. 将“校正开关”置于“低速”位置,慢慢调整“零位”粗调和细调两个旋钮,使指针指于零的位置。

5. 轻轻拉动螺塞,使测杆的端部探头露出(测杆拉出的长度可根据需要选择,如不够长也可采用其他棒类连接加长)即可进行 0.5 ~ 10 m/s 低速挡风速的测定,同时需注意测量时测杆探头上的红点应面对气流,根据指针的读数由校正曲线进行校正。

6. 如果要测 5 ~ 30 m/s 的风速时,可将“校正开关”置于“高速”位置,使探头上的红点面对气流即可进行风速的测定。

7. 如果使用干电池供电,每测定 5 ~ 10 min 需按 2 ~ 4 项的内容重新校正一次。

8. 测量结束后应将滑套顶紧,工作选择开关转到“断”的位置,拔下插头,整理装箱。

QDF-3 型热球风速仪使用注意事项:

1. 仪表在进行校正时,测杆必须垂直向上,且滑套向上顶紧。测定时探头的红点必须迎向气流方向。

2. 测定时,应先将仪表置于高速挡位置,如气流速度低于 5 m/s 时再转换为低速挡进行测定,以防止仪表置于低速挡,而气流速度较大使指针猛烈摆到 10 m/s 处,造成指针损坏。同时气流速度在 5 ~ 10 m/s 之间时,也应换到“高速”挡测定,以减少使用低速挡时 5 ~ 10 m/s 区间的测量误差。

3. 仪器在使用中,如被测风速比较稳定,而指针突然变化较大或测量误差过大时,则应使用万用表电阻挡测量探头上的敏感元件——热球中的热电丝与热电偶之间的电阻值应不小于 500 k Ω 。如小于此值说明敏感元件已损坏,则应进行修理。测量热电丝与热电偶之间的电阻值时,可按图 1.9 所示对插头 1、4 或 2、3 点之间进行测量。

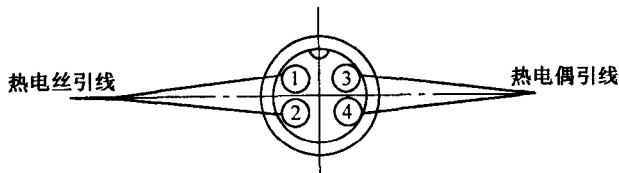


图 1.9 测杆插头

4. 测杆引线不能随意加长或缩短。

5. 时刻注意保护测头,禁止用手触摸,防止与其他器物发生碰撞。

6. 测定结束,如果有一段时间不使用时,须将电池盒内的电池取出,防止电池腐烂对仪器造成腐蚀。

二、测量风压的仪表

(一) 皮托管

皮托管又称毕托管,是与压力计配套使用的一种仪表,将其插入风管内即可将风管内气流的静压、全压传递出来,并通过压力计指示出数值的大小。

1. 普通皮托管

它是用一根内径 3.5 mm 和一根内径为 6~8 mm 的紫铜管同心套在一起焊接而成,内管为全压管,外管为静压管,其头部呈半球形,用黄铜制成。中间小孔为全压孔,在距测头不远处的外管上有一圈小孔(8个)为静压孔,其构造如图 1.10 所示。普通皮托管有 0.25 m、0.5 m、1.0 m、1.5 m、2.0 m 等几种。

皮托管在使用中,将量柱插入风管内,且皮托管的管身不得弯曲,同时使管身垂直于风管壁面,量柱平行于气流,且使全压孔迎向气流方向。由于皮托管是用铜制成的,材质较软,体形细长,因此易变形,尤其是量柱与管身之间的 90°角不易保持,因此在使用时必须小心注意,应轻拿轻放,防止挤压和弯曲变形,并保持静压孔、全压孔畅通无堵塞现象,使用结束后可使用塑料套管将测头套住,防止磨损和堵塞。

2. 测压环

测压环是利用皮托管原理制成,专门用来测定风管内全、静压(动压)、流速的一种测量工具。它由两个环组成,一个为静压测定环,另一个为全压测定环。静压测定环和全压测定环同时安装在一截短管上(一上一下),间距 50~100 mm 为宜,安装在同管径的风管上。静压引出管、测压管、外环管管径一般为 $\phi 4 \sim \phi 6$ 铜管制做。全压测孔一般为 $\phi 2 \sim$

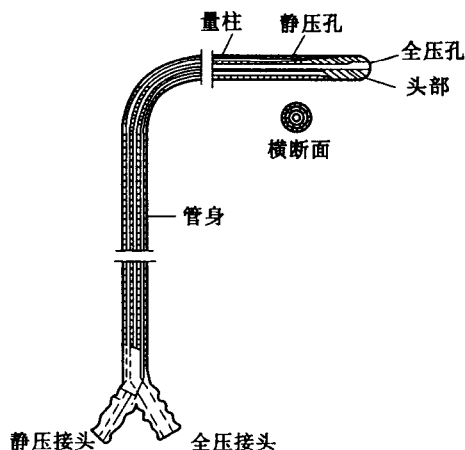


图 1.10 同心套接焊制的皮托管

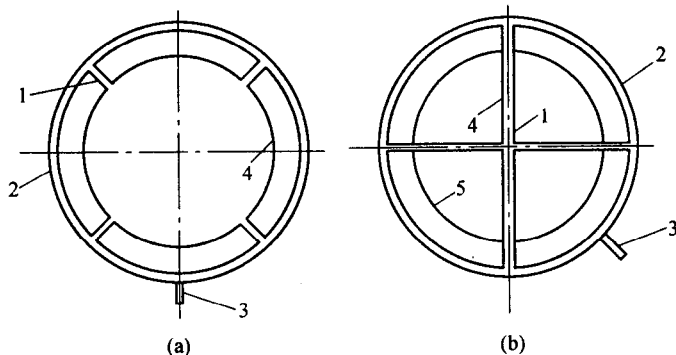


图 1.11 测压环

(a) 静压测定环
1-静压引出管;
2-外环管;
3-压力计接管;
4-风管壁

(b) 全压测定环
1-测压管;
2-外环管;
3-压力计接管;
4-全压测孔;
5-风管壁

$\phi 3$ 的小孔。安装时必须使测压孔迎着气流方向。使用时只要将压力计测压口用软管(一般用乳胶管)与测压引出管连接,即可测定通过风管内气流的全压和静压。图 1.11 所示为测压环。

测压环使用时可先用压缩空气吹除,以免气流中的尘土堵塞孔眼,测完后可用塑料软管将压力计接管封套。

(二) U 型压力计

压力计是将一根直径均匀的玻璃管弯成 U 型,固定在带有刻度标尺的底板上,刻度的零位在中间。根据使用场所不同,可在玻璃管内注入水、酒精或水银,使液面正好处于零位上,见图 1.12。

测量压力时,将被测压力经接头 5 与 U 型管接通,另一端与大气相通,如果测量压差时,可将被测压力分别接在 U 型管的两个管口上,这样玻璃管内两液面差所形成的压差与被测压差相平衡,于是被测压差即可求出。用 U 型压力计所测得的压力(或压差)一般习惯上用液柱高度来表示(如 mmH_2O , mmHg 等),也可以换算成以 Pa 为单位的压力值。读取测定数据时,应力求眼睛与液面相平,尽量减少视力造成的误差。

U 型压力计既可以用来测定正压,又可以用来测定真空度和负压,但精度由于标尺的刻度和人视力的限制而稍差一点。

(三) 杯形压力计

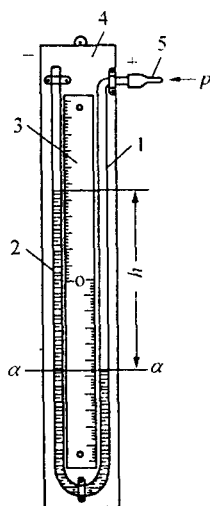


图 1.12 U 型压力计

- 1—U 型玻璃量管;2—刻度尺零位;
3—刻度尺;4—底板;5—接头

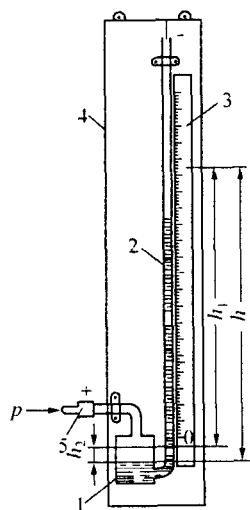


图 1.13 杯形压力计

- 1—容器;2—测量管;3—刻度尺;
4—底板;5—连接管

这种压力计如图 1.13 所示。它是在 U 形压力计的基础上,将一根量管用较大的容器代替,测量管与底部容器相连通,并固定在底板上,在它的一侧有一带刻度的标尺,其零位就在下部。容器内可注入水、酒精或水银,其注入液面到零位为止。被测压力由连接管 5 接入,测量管 2 的另一端与大气相通。

工作液面将在被测压力作用下,沿测管 2 上升,上升的高度即为被测压力值。可以用液柱高度(如 mmH₂O, mmHg 等)表示,也可以换算成以 Pa 为单位的压力值。

在测量压力时,由于容器内的液面将下降一高度 h_2 ,即实测压力值为 $h = h_1 + h_2$ 。但由于容器的截面远大于测量管的截面积,因此可认为容器内液面下降高度 h_2 很小,可忽略不计。

杯形压力计与 U 型压力计相比,不像 U 型压力计那样既可以测量正压,又可以测量负压,而是只能用于测量正值。

(四)倾斜式微压计

在空调系统压力测量中,为了测得较小的压力常采用倾斜式微压计,其测压范围一般在 0~200 mmH₂O 之间,最小读数可达 0.2 mmH₂O,使用方便。

倾斜式微压计实际上是由倾斜测量管和杯形压力计组成的,它将垂直放置的测量管改为可调不同倾斜度的斜管,对于同样的液柱高度,在微压计上可使液柱长度增加,因而使其灵敏度和精确度增加。

倾斜式微压计原理如图 1.14 所示。当被测压力 P 与截面积较大的容器接通时,容器内液面下降 h_2 ,容器内的液体沿倾斜管向上移动一段距离 l ,在垂直方向上升高度为 h_1 ,如果斜管与水平面的夹角为 α ,则液柱上升的实际高度为

$$h = h_2 + h_1 = h_2 + l \sin \alpha$$

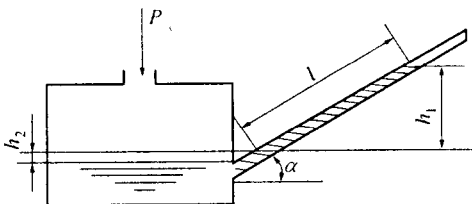


图 1.14 倾斜式微压计原理图

由于测管内径与容器内径相比小得多,也就是说下降高度 h_2 可略去不计,因此可以认为

$$h = l \sin \alpha$$

于是所测压力值为 h 液柱高度。

由于倾斜管上的读数比在杯形压力计上的读数放大了 $1/\sin \alpha$ 倍,因而提高了读数的精确度。

一般倾斜式微压计用无水酒精作为测压液体,酒精的密度为 $\rho = 0.81 \text{ g/cm}^3$,因此当斜管的倾角 α 为一定值时, $\rho \sin \alpha$ 也为一定值。根据一定的倾角 α 将倾斜微压计常数分为:0.2、0.3、0.4、0.6、0.8 等五挡,并直接标在数压计的弧形支架上。这样由斜管上的读数 l 乘以常数即为所测的压力水柱高度。

Y-61 型倾斜式微压计的构造如图 1.15 所示。

Y-61 型倾斜式微压计的使用方法如下:

1. 使用时首先将微压计放置于一平稳位置,调节定位角螺丝使之处于水平状态。
2. 将斜管固定在弧形支架上一合适位置(视被测压力大小而定)。
3. 将“多向阀手柄”置于校准位置,然后打开加液盖,加入无水酒精,调整“零位调节”

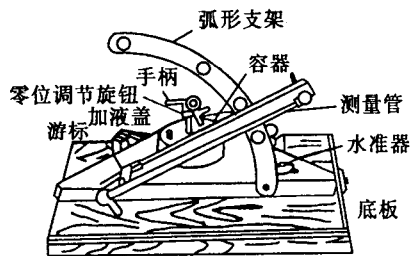


图 1.15 Y-61 型倾斜式微压计