

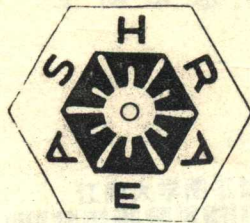
美国供暖制冷空调工程师学会标准

制冷用强迫对流和自然对流 空气冷却器的试验方法

METHODS OF TESTING

Forced Convection And Natural

Convection Air Coolers For Refrigeration



上海市制冷学会
上海市通用机械技术研究所

无锡市纺织工业职工大学图书馆	
总号	34699
类别	Z61-63 参考工具书
分类号	2066
书页	20

前 言

为满足国内制冷界的需要，配合各生产、教学、科研和设计单位加速消化和引用国外先进标准，使我国制冷技术早日赶上世界先进水平，我们在机械工业部合肥通用机械研究所的赞助下，组织了部分会员合作翻译了在国际制冷界有权威的美国供暖制冷空调工程师学会 (ASHRAE) 出版的一部分现行标准，共约30余种，分两册装订。

为了严格保证译文质量，我们成立了编审领导小组和建立了两校复审制度，对名词术语进行了统一，对原文中发现的错误之处亦在充分论证之后进行了修正和注释。

在翻译过程中，得到了各有关方面领导的关心和支持，在此深表谢意。由于水平有限，难免有不妥之处，希望国内同行专家指正。

上 海 市 制 冷 学 会
上海市通用机械技术研究所

一九八三年

江南大学图书馆



91281037

66016	号
	类
	类
	页

目 录

节		页 次
1.	范围和目的.....	1
2.	性能试验的基础	1
3.	试验方法.....	2
4.	仪表.....	3
5.	装置.....	5
6.	试验程序.....	9
7.	需记录的数据.....	11
8.	计算.....	13
9.	定义.....	17
	附录.....	18

1. 范围和目的

1.1 范围

1.1.1 本标准对制冷用强迫对流和自然对流的空气冷却器的性能试验规定制冷量和空气流量的试验方法。标准不包括一次液体制冷剂循环型的空气冷却器，也不包括空气调节机组，空气调节机组的试验方法由其他标准提供。

1.2 目的

1.2.1 制定获得性能数据的统一的试验方法。

1.2.2 列出和定义试验中所用术语。

1.2.3 规定需记录的数据和在计算中需用的公式。

1.2.4 规定试验时的限值和允差。

2. 性能试验的基础

2.1 盘管表面的结霜

2.1.1 本标准提供一种简便的试验方法，供在盘管上通常会结霜的运转工况使用。对于制冷剂温度低于 32°F (273K)的试验，试验箱体内不加入湿分。用常规方法除去盘管上的霜，然后在稳定工况下进行试验。

2.1.2 实际上，在冰点以下运行的盘管，要求每隔一定时间除霜，间隔时间取决于运行工况。严重的结霜工况要求对标准结果考虑一个应用系数。目前工业上在选择设备时是以减少运行时间到每天少于24小时来应用这一系数的。

2.2 性能确定

2.2.1 确定空气冷却器的性能必须包括：(a)对被冷却空间空气所产生的定量效果，例如，在规定工况下用 Btu/h (W)表示的制冷量(和在某些情况中的去湿量)以及用 ft^3/min (m^3/s)表示的计算空气流量。(b)属于设备使用方面的其它数据，例如，在规定工况下，用 W 表示的风机功率。

2.3 试验

2.3.1 按本标准进行的性能试验必须至少在一组规定的和保持的工况下进行，该工况必须包括以华氏温标(或 K)表示的进入空气的干球温度与制冷剂温度。对制冷剂温度规定在 32°F (273K)以上的试验，其保持的工况还必须包括进入空气的湿球温度(或相对湿度)。

2.3.2 对于强迫循环的空气冷却器，进入空气的干球和湿球温度是在空气冷却器的空气入口处测量的。对于自然对流的冷却器，应确定平均试验温度和湿度(如有需要时)。挥发性制冷剂的温度必须是在包括作为整体提供的热交换器^①的空气冷却器装置的回气管出口处测得的与制冷剂压力相对应的温度。对于非挥发性制冷剂(盐水或在压力下循环的挥发性制冷剂)，必须将进入空气冷却器装置的制冷剂温度作为应保持的工况。

^① 本标准中“热交换器”是指“制冷剂气-液热交换器”——译者注

2.3.3 标准工况下的制冷量必须以 29.92 inHg (101kPa) 大气压的空气为基础。如果试验室的大气压与 29.92 inHg (101kPa) 的差值大于 1.0 inHg 时, 则大气压较之 29.92 inHg (101kPa) 每低 1 in, 在试验中得到的制冷量就必须增加 0.8%。或者必须调整空气量使其质量流量与在标准大气压下相同体积的质量流量相同。

2.3.4 试验和记录测量数据应在盘管表面实质上不结霜时进行, 这在经过除霜循环恢复到稳定工况之后是能做到的。

2.3.5 试验箱体必须密封和调节以防止在试验时有明显的湿分积聚在盘管表面上。

2.3.6 使用挥发性制冷剂的被标定盘管, 必须用挥发性制冷剂进行试验。非挥发性制冷剂的盘管, 必须使用非挥发性制冷剂。

3. 试验方法

3.1 试验要求

3.1.1 对于所有的空气冷却器, 制冷量必须用两个完全独立的测量系统同时进行测量, 本标准有两种双测量系统可供选择:

方法1——制冷量可分别地用通过冷却器的制冷剂焓的变化和由 4.4 或 4.5 中的二种方法测得的制冷剂质量流量来确定, 4.4 用于挥发性制冷剂的流量测量, 4.5 则用于非挥发性制冷剂。

方法2——制冷量可分别地确定如下: (a) 测量通过冷却器的制冷剂焓的变化与制冷剂的质量流量。这一流量对于挥发性制冷剂用 4.4 或对于非挥发性制冷剂用 4.5 所述方法中的一种来确定。(b) 按 5.2 所述方法测量输入到校准箱中的热量。

3.1.2 如果用 3.1.1 中的方法 1 来确定制冷量:

3.1.2.1 可以使用任何试验箱体, 只要能把需要的试验工况维持在规定的允差内。

3.1.2.2 对于按 3.1.2 试验的强迫循环空气冷却器的空气流量可以用平均毛总制冷量减去 $3.41E(E)$ 或 $3.41eE(eE)$ 、空气焓的变化和进入空气冷却器的空气比容 (见 8.6.2) 来确定。

3.1.3 由每个独立的试验所确定的两个制冷量相差不得超过其中较小的制冷量的 6%。

3.1.4 作为报告的制冷量必须是两个同时确定值的平均值。

3.2 制冷剂侧的试验

3.2.1 在本标准指导下, 方法 1 (见 3.1.1) 可用来测量一切大小和型式的空气冷却器的制冷量。

3.2.2 对于挥发性制冷剂, 在用制冷剂侧试验法时, 制冷量必须由制冷剂焓差和经含油量校正的制冷剂流量来确定。

3.2.3 对于非挥发性制冷剂, 用制冷剂侧试验法时, 制冷量必须由制冷剂的温度变化、比热和质量流量来确定。比热的值必须根据试验或出版的资料确定, 并必须记录在试验报告中。

3.2.4 对于挥发性制冷剂, 油与制冷剂之比必须保持在小于百分之一重量比。必须进行足够次数的油浓度试验 (见 5.1.1.4), 以保证含油量不超过百分之一的限值。

3.3 空气侧试验

3.3.1 制冷量和空气流量的验证可使用空气侧校准箱的方法: (见 3.1.1 方法)。

3.3.1.1 校准箱: 使用这个方法, 总毛制冷量必须由输入到校准箱中的总的热量, (包括漏

热量、加热器和风机)和进出空气冷却器的空气的焓值来获得。

4. 仪表

4.1 温度测量仪表

温度测量与温度测量仪表除非下面另有说明,必须符合ASHRAE标准41.1-74,标准测量导则:温度测量部分。

4.1.1 温度测量必须使用下列仪表中的一种或几种:(a)玻璃棒温度计(b)热电偶(c)电阻温度计(d)热敏电阻。

4.1.2 用于以下目的仪表的准确度必须在以下的限值之内:(a)空气的干球、湿球温度与非挥发性制冷剂温度为 $0.2^{\circ}\text{F}(0.11\text{K})$ (b)其他所有温度为 $0.5^{\circ}\text{F}(0.28\text{K})$ 。

4.1.3 温度测量仪表的最小分格决不可超过规定准确度的两倍。例如,如规定的准确度是 $0.2^{\circ}\text{F}(0.11\text{K})$,则最小分格不得超过 $0.4^{\circ}\text{F}(0.22\text{K})$ 。

4.1.4 温度测量仪表必须同一个用国家标准局测量方法标定过的适当的仪表作比较来标定。

4.1.5 空气通过直径为 $1/4\text{in}(6.4\text{mm})$ 或更大些的湿球温度测量仪表的敏感元件的速度不得小于 $700\text{ft}/\text{min}$,空气通过直径小于 $1/4\text{in}(6.4\text{mm})$ 的湿球元件(例如热电偶或热敏电阻式干湿球温度计)的速度不得小于 $300\text{ft}/\text{min}(1.5\text{m}/\text{s})$ 。纱布套必须清洁、绷紧和完全包住敏感元件。必须使用蒸馏水,並要有足够的读数时间,以使蒸发过程达到平衡状态。

4.1.6 进入和离开空气冷却器的湿球和干球温度,至少必须用4个仪表来测量,而且对每 $2\text{ft}^2(0.19\text{m}^2)$ 的空气流动面积还要在其测量点上附加一个仪表。这些仪表必须按等面积安放。温度敏感元件必须屏蔽,且不得与设备接触。

4.1.7 如使用取样管,每个取样孔可以认为是一个温度测量点,只要该取样管的位置安排是合适的並进入每一取样孔的流量是均匀的。必须作温度分布测量,以确定是否符合本标准中所规定的温度变化的限值。

4.1.8 可以使用串联的或並联的热电偶来获得平均温度读数。並联热电偶的电阻必须是一致的。必须作温度分布测量,以确定是否符合本标准中规定的温度变化的限值。

4.1.9 在管道内非挥发性液体的温度必须由直接插在流体中的或插在伸入流体中的测套内的温度测量仪表来测量。测套伸入流体中的长度必须不小于10倍外径,在测套和温度测量仪表之间必须保持良好的热接触。如管道内压力大到足以影响温度计的准确度时,玻璃温度计不能直接插在流体中,除非经过专门的校准。

4.1.10 进入控制装置的挥发性液体制冷剂的温度可用4.1.9所述方法测量,或使用焊接在管道外表的热电偶来测量,而且热电偶的每一侧至少有6倍直径长的管道隔热和防潮。

4.1.11 过热制冷剂蒸气的温度可用4.1.9所述方法来测量,或使用不少于两个热电偶来测量各自焊接于隔热的水平管道的顶部及底部或垂直管道的相对侧面,而且热电偶的每一侧至少有6倍直径长的管道隔热和防潮。试验的温度必须取两个或更多个热电偶读数的平均值。

4.2 制冷剂的压力测量仪表

4.2.1 压力测量必须用下列仪表中的一个或若干个:(a)水银柱压力计(b)波登管或其他膜盒压力计。

4.2.2 测量吸入压力的仪表的准确度必须使确定饱和温度的误差在 0.2°F (0.11K)以内。

4.2.3 测量其他压力的仪表的准确度必须使测量误差在被测的量的2.0%以内。

4.2.4 膜盒压力计的校准必须使用静重压力校验器或与水银柱压力计作比较或与合格的基准仪表作比较。

4.2.5 压力测量仪表的最小分格不得超过规定准确度的2-1/2倍。

4.2.6 压力测量的取压接头必须是光滑的,并与内管壁齐平,而且位置离配件、弯头和其他障碍物的距离,在下游必须不少于6倍直径,在上游不少于2倍直径。

4.3 测量空气压力和流量的仪表

4.3.1 静压必须使用经过钩形水位计、微压计或相应的合格的基准仪表校准的液柱压力计或膜盒压力计来测量,并应校准到读数的1.0%或 0.002in 水柱(0.5Pa),以数值较大者为准。

4.3.2 其他的空气回路的压力必须使用液柱或膜盒压力计来测量,其准确度是2%读数或 0.005in 水柱(1.25Pa),以数值较大者为准。最小分格不得超过读数的4%或 0.010in 水柱(2.5Pa),以数值大者为准。

4.4 挥发性制冷剂流量的测量仪表

4.4.1 挥发性制冷剂的流量必须优先采用积算型液体流量计来测量,其准确度应在被测的量的2.0%之内。流量计的校准必须采用同被测量的制冷剂相同的制冷剂。

4.4.2 挥发性制冷剂的流量可以使用一个隔热的水冷式冷凝器来确定。使用这种方法时,制冷剂流量是由水的质量流量和温度变化(见4.5.1)与制冷剂的焓的变化(见5.1.1.3)计算得出。

4.4.3 指示型的液体或蒸气流量计可以使用于测量挥发性制冷剂的流量。它必须具有被测的量的2.0%之内的准确度,而且必须有足够的读数次数,以求得测量周期的平均值。

4.4.4 对于挥发性制冷剂液体流量的测量,必须采取措施以保证制冷剂在流量计的进口和出口都是过冷的。

4.5 液体流量测量仪表

4.5.1 非挥发性制冷剂,盐水或水的流量必须使用具有被测的量的2.0%之内的准确度的仪表来测量:(a)测量重量或体积的液体定量计。(b)指示型和积算型的液体流量计。如果使用指示型的仪表,必须有足够的读数次数以求得测量周期的平均值。

4.5.2 盐水的比重必须用准确度到比重读数1.0%的比重计或其他方法读得。

4.6 电气测量仪表

4.6.1 电气测量可使用积算型或指示型仪表。如果使用指示型仪表,必须有足够的读数次数以求得测量周期的平均值。

4.6.2 准确度必须在下列限度内:(a)用来测量输入到加热器中以提供显热或潜热负荷的供电量的仪表必须具有被测的量的1.0%之内的准确度。(b)用来测量输入到风机电机、泵电机或其他辅助设备的供电量的仪表,必须具有被测的量的2.0%之内的准确度。

4.7 其他的测量

4.7.1 转速测量必须采用具有被测的量的1.0%之内准确度的仪表。

4.7.2 时间测量仪表的准确度必须在被测量的极限时间间隔的0.5%之内或为0.2秒,以

较大者为准。

4.7.3 重量测量必须采用具有被测量的重量的0.5%之内准确度的仪表。

4.7.4 空气的相对湿度除了由测量湿球和干球温度来确定(见4.1.1到4.1.7)以外,也可用直接读数仪表,如电湿度计或露点指示器来测量或确定。这些仪表必须对照合适的标准器来校准(例如校准过的湿球和干球温度计,双压力标准器等等),使误差不大于由读数值确定的相对湿度的2.0%。

5. 装置

5.1 制冷剂侧

5.1.1 制冷剂流量计

5.1.1.1 积算型液体制冷剂流量计的测量结果必须按温度、粘度和油-制冷剂的体积比进行校正。液体制冷剂在流量计的进口和出口都必须是通过冷的,出口处最小的过冷度应为5°F(2.8K)。

5.1.1.2 浮子式指示型液体和蒸气流量计必须按温度、粘度和油-制冷剂的体积比进行校正。孔板式的指示型蒸气流量计必须经过校准,或者严格地按照设计标准进行制作,例如ASME动力试验规范中的标准,其中有公布的系数可利用。表的读数必须按温度、压力和粘度作校正。对于指示型仪表,如被测的是周期流量,则读数至少每个周期要有10次,而且每分钟不少于6次,以较大者为准,并取其平均值,以得到符合要求的流量值。

5.1.1.3 用于测量挥发性制冷剂流量的水冷式冷凝器必须隔热,使冷凝器外表面热交换量的计算值减少到小于在试验中的空气冷却器的制冷量的5%。制冷剂流量的计算必须包括对于冷凝器外表面热交换量的计算值和制冷剂中的含油量的校正。制冷剂的流量必须计算如下:

$$w_v = \frac{w_w (\Delta t_w) \pm H_L}{\Delta H + 0.44 w \Delta t_R}$$
$$(w_v = \frac{4190 w_w (\Delta t_w) \pm H_L^\ominus}{\Delta H + 1842 w \Delta t_R})$$

式中:

w_v = 挥发性制冷剂的重量, lb/h (kg/s)

w_w = 通过冷凝器的水的重量, lb/h(kg/s)

Δt_w = 进出水的温差, °F(K)

H_L = 冷凝器的漏热量损失, 得热为(-)或散热为(+), Btu/h(W)

ΔH = 进出制冷剂的焓差, Btu/lb (J/kg)

w = 制冷剂的含油量, lb/lb (kg/kg)

Δt_R = 进出制冷剂-油混合物的温差, °F(K)

0.44 = 油的比热, Btu/lb °F=(1842 J/kg · K)

⊖ 原文为+ H_2 , 似有误。

5.1.1.4 油-制冷剂比值必须由重量法来确定。在这方法中,制冷剂液体 油混合物的样品(建议样品重量最少为1 lb(0.5kg)以使称重系统的误差的影响达到最小程度)在稳定状态的试验条件下,从试验系统的液体管路抽入一个清洁的密封压力容器中(例如一个5 lb检修用钢瓶)。然后,使制冷剂慢慢地蒸发(建议最大蒸发量为0.1 lb/h(0.0000126kg/s)),并使排出的蒸气通过一个过滤器(制冷剂吸入管过滤器可以满足要求)以收集蒸气中带出的油。在全部制冷剂蒸发完毕后,容器和过滤器的重量和加入样品前的重量之间的差与抽出的样品重量相比如下:

$$\text{油-制冷剂混合物的重量百分比} = \frac{w_F - w_1}{w_G - w_F} \times 100$$

式中:

w_F = 在制冷剂蒸发完后,容器和过滤器的终重。

w_1 = 在加入样品前容器和过滤器的初重。

w_G = 容器、过滤器和样品的重量。

在称初重和终重时,容器应装有同样温度的,在大气压力下的制冷剂蒸气。称初重以后,容器可抽真空或者予以冷却(或二者都做)以帮助抽取样品。蒸发过程接近于结束时,整个装置应抽真空(到2 lb/in² abs(13.79kPa^(c))或更低)以除去溶在油中的制冷剂(这对于高沸点制冷剂来说是特别重要的)。在称终重之前,容器应再充以制冷剂蒸气至大气压力。0.1 lb/h(0.0000126 kg/s)的最大的蒸发量是考虑到使用内径不小于3.5in(88.9mm),并抽空到2 lb/in² abs,制冷剂为R12、R22、R500或R502的容器。在任何情况下,在作进一步的研究之前,建议(在Stokes的定律的基础上)在蒸发期间,蒸发容器中的垂直气体速度最大平均值在任何时候不应超过

$$V = \frac{138g \cdot a^2(\rho_1 - \rho_2)}{\mu}$$

$$= \frac{0.2226ga^2(\rho_1 - \rho_2)}{\mu}$$

式中:

V = 最大气体速度, ft/min (m/s)

g = 重力加速度, ft/s² (m/s²)

a = 油粒子半径(假设为 2×10^{-4} in)($5 \mu\text{m}$)

ρ_1 = 油的密度, lb/ft³ (kg/m³)

ρ_2 = 制冷剂蒸气的密度, lb/ft³ (kg/m³)

μ = 制冷剂蒸气的粘度, 厘泊(Pa·s)

5.1.1.5 对于非挥发性制冷剂流量的测量,根据所用的流量计的类型,必须作温度修正,必要时还应作压力、压力降与粘度的修正。

5.1.2 挥发性制冷剂的测量

5.1.2.1 压力测量仪表必须设置在(a)液体流量控制装置高压侧的液体管线上,或热交换

⊖ 原文 V_1 Pa 似有误

器的液体进口处(如果空气冷却器装置中包括热交换器)。(b)制冷剂液体或气体流量计的进口和出口处。(c)空气冷却器的回气接口处(或热交换器的出口处,如果空气冷却器装置中包括热交换器)。(d)用来测量挥发性制冷剂流量的水冷式冷凝器的制冷剂进口和出口接管处。

5.1.2.2 必须设置温度测量仪表,用于测量:(a)进入液体流量控制装置或热交换器(如果供有热交换器)的液体制冷剂的温度。(b)在测压点处测量的离开蒸发器盘管或热交换器的回气温度。(c)在蒸气或液体流量计的进口与出口处的温度。(d)用来测量挥发性制冷剂流量的水冷式冷凝器的制冷剂和水的进口和出口接管处的温度。

5.1.2.3 制冷剂管路在测温点和通过校准箱(当采用时)部分必须隔热和防潮。

5.1.2.4 在试验时用于制冷剂液体流量的控制装置必须能维持稳定的流量和保持过热度在6.3.5中所规定的范围内。

5.1.2.5 除了由于5.1.2.4中提到的制冷剂液体流量控制装置造成的波动以外,空气冷却器处的回气压力必须予以控制,以保持稳定的工况。

5.1.3 非挥发性制冷剂测量

5.1.3.1 本节涉及在盘管中不会气化的液体制冷剂或盐水冷却的盘管,並包括在足够高的压力下流经盘管不致气化的在正常情况下具有挥发性的制冷剂。

5.1.3.2 必须设置温度和压力(如有需要)的测量仪表,以测量进入和离开空气冷却器的液体制冷剂的温度和压力。温度测量仪表必须安装在弯头、三通、或其他混合器的下游,以提高平均测量值的准确度。

5.1.3.3 必须按需要在液体流量计的进口,出口或在进口和出口都设置温度和压力测量仪表。

5.2 空气侧——校准箱

5.2.1 在本标准中,校准箱法可用作属于本标准范围内所有型式的空气冷却器的空气侧的验证试验。

5.2.2 图1是校准箱法布置示意图。本方法是用测量输入到校准箱中的热量来确定空气冷却器的制冷量。校准箱的大小必须使得空气能在被试验的设备周围正常流动。校准箱的漏热量决不允许超过在试验中的空气冷却器的毛制冷效能的30%。校准箱必须装设在温度能维持在一个恒定值的试验室中。在试验室内能保持低的温度,可减少进入校准箱中的漏热量並在使用一个已有的校准箱的情况下能扩大空气冷却器容量的范围。试验室的大小必须使所有侧面、顶部和底部都有不小于18in(0.457m)的空隙。只有其中一个面的空隙可减少到不小于5-1/2 in(0.14m)。

5.2.3 测量校准箱外侧周围温度的仪表必须设置在每一壁面、天花板和地板的中心,並与校准箱有6in(0.15m)的距离。而在上面提到的那一个面的空隙减少到小于18in(0.457m)的情况下,在这一个面的外侧,测量温度设备的数量必须增加到6个,它们必须独立地测量並加以平均。而这一平均温度作为一个单独的温度与其它五个面的每一面的温度再进行平均。当空隙减少到小于12in(0.3m)(仅一个面)时,温度测量仪表必须设置在校准箱的外壁和相邻壁面两者的中间,同时6个温度测量仪表必须设置在6个相等面积的矩形断面的中心。在校准和试验期间,各测点之间温度波动不得超过5.0°F(3.0K),並且任何一点的温度波动不得大于2.0°F(1K)。

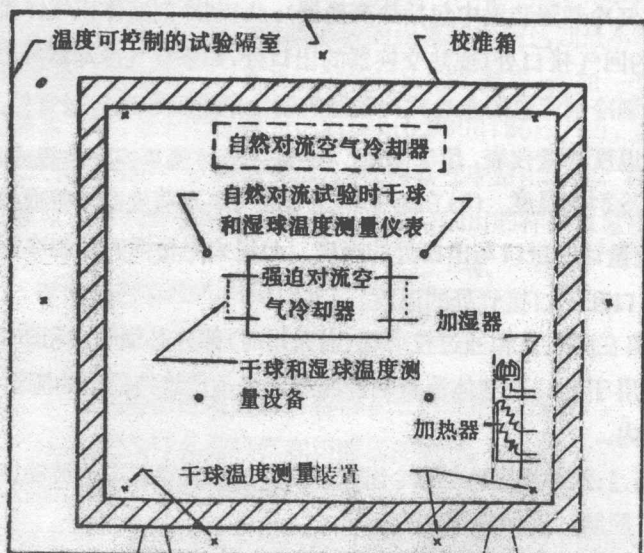


图1 校准箱法

5.2.4 在箱子内侧的加热设备必须进行屏蔽或安装成不致辐射热量给空气冷却器、温度测量仪表或箱子的壁面。加热设备的构造必须能避免温度的分层现象，并应装置适当的设备使温度分布均匀。对于自然对流的空气冷却器的试验，更要注意防止加热器热量辐射到冷却器的任何一部分或空气测量仪表或箱子的壁面上。不可用强制的方法使空气温度分布均匀，这会造成干扰，或在自然对流冷却器上引起不正常的对流流动。

5.2.5 如果在试验期间内供给加热器的电压波动不大于 $\pm 1.0\%$ ，则可用指示型仪表来测量加热器的输入电量，否则必须使用积算型仪表测量输入电量。^①

5.2.6 当有规定时潜热量可用任一种方法供给，只要能使湿度分布均匀，并能确定输入热量，其误差小于加湿装置总输入热量的2.0%。应该注意，空气冷却器的潜热容量是由进入和离开空气的性质来确定，而不是由供给到试验箱中的潜热来确定的，但是输入到加湿器里的热量是总输入热量的一部分。

5.2.7 在使用玻璃棒温度计处，必须装有观察窗以便读数时不必进入校准箱或移动温度计。

5.2.8 在空气冷却器的试验期间和校准箱的漏热量试验期间，在校准箱中的空气平均温度必须是8个温度测量仪表读数的平均值，这些仪表位于箱子的8个角上，与壁面距离2到4in (50到100mm)。除了不得对箱子的相邻壁面屏蔽外，这些仪表必须对任何冷的或热的表面屏蔽。被试验的空气冷却器的安装必须使温度测量仪表不直接处于空气冷却器的出口气流中。对于自然对流空气冷却器的试验，在校准箱中，标准的试验温度的平均值必须由8个测量仪表来确定。这8个测量仪表中的每一个应设置在被试验的空气冷却器外壳下面空间的每个角上，它们位于地板与冷却器外壳的1/4高度，距每一侧面1/4宽度，距前后壁面1/4深度。测试的干球温度必须取

^① 原文无“否则”，似有遗漏。

用这8个干球仪表的平均值。对于要求控制和测量湿度的自然对流空气冷却器的试验工况，可用取样管来测量相对湿度。如果是用取样管来测量相对湿度则必须也测量样品的干球温度，它与8个规定地点的干球温度测量仪表的平均值相差不得大于 0.5°F (0.3K)。这可由选择取样口的位置或采用多个取样口来达到。

5.2.9 在校准箱内的制冷剂管路必须充分隔热，以避免明显的耗热或得热。

5.2.10 对压力式的强迫循环空气冷却器，在空气冷却器的出口处必须接一个限流的排风管道，并必须提供措施以测量进入和离开空气冷却器的空气的静压。建议采用类似图2的装置。机外阻力必须用液柱压力计来测量。液柱压力计的一侧应与排风静压箱上的四个在外面汇合在一起的取压接口相接，这些取压接口位于每个静压箱表面的中心，它们离设备的出口处有两倍平均断面尺寸的距离。如果接有进口 \ominus 风道，液柱压力计的另一侧必须与四个在外面汇合在一起的取压接口相接，这些取压接口位于进口风道每个表面的中心。如不接进口风道，液柱压力计的另一侧必须开放到周围大气中。当采用进口风道时，其断面尺寸必须等于被试验的设备的进口断面尺寸，并有足够长度，以保证读数准确。

6. 试验程序

6.1 校准箱的校准

6.1.1 温度测点位置必须按照5.2.8所述。

6.1.2 校准箱内的平均温度的变化在试验过程中不得大于 1.0°F (0.6K)。

6.1.3 加热器的输入热量必须予以调节，以维持箱内温度的平均值高于箱外温度不少于 25°F (14K)。

6.1.4 必须取全部读数的平均值作为校准箱的温度。

6.1.5 校准试验必须是每小时一次连续11次都在本标准所规定限度内的读数的平均值。

6.1.6 必须做试验箱使用中要求的最大和最小的强迫空气流动量的校准试验。校准的漏热量必须标绘成这两种空气量的直线函数，同时必须用这个曲线作为箱子的校准值。

6.2 空气特性的测量

6.2.1 进入和离开冷却器的空气温度必须是各个测点读数的算术平均值。

6.2.2 在规定温度条件下进行的任何标准试验期间，制冷剂的温度必须维持在规定值的 0.5°F (0.3K)之内。制冷剂和进入空气的温差必须维持在规定值的 1.0°F 之内。

6.2.3 在整个试验过程中进入空气温度的平均值的变化不得大于 1.0°F (0.6K)。进入空气温度任意两个测点之间的最大的允许差，以 $^{\circ}\text{F}$ (K)计必须等于以 ft^2 (m^2)计的流体面积被2(0.33)除所得的数，且不论流体面积多大，这两点间的最大差值为 2.0°F (1K)。对于要求湿度控制的试验，任意两个进入空气的湿球仪表任何次读数间的最大温度差以 $^{\circ}\text{F}$ (K)计，必须等于以 ft^2 (m^2)计的流体面积被4(0.66)除所得的数，且其最大的差值为 2.0°F (1K)。在整个试验过程中，进入空气的湿球温度的平均值的变化不得大于 0.6°F (0.3K)。

6.3 挥发性制冷剂试验

\ominus 原文 "outlet", 似有误。

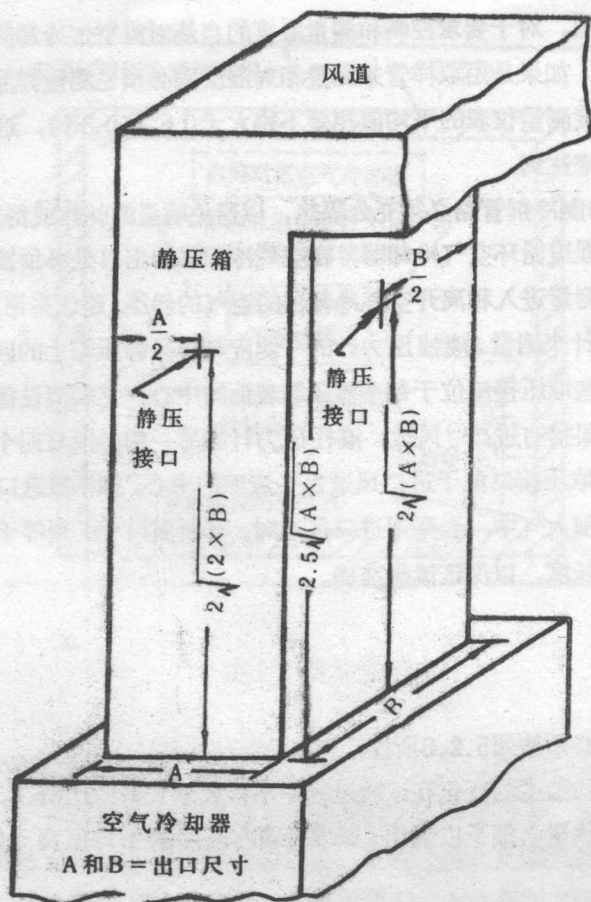


图2

6.3.1 进入液体控制装置或热交换器(如果随机组提供热交换器)的液体制冷剂的压力,必须与在100到110°F(311到316K)范围内的饱和温度相一致,同时在这点上的液体过冷度必须在10与20°F(5.5与11K)之间。

6.3.2 调整蒸发器出口或热交换器出口的压力,使它与所要求的制冷剂温度相对应。如使用热交换器,就必须用在热交换器回气管出口所测得的制冷剂回气的焓值。如热交换器作为标准设备提供,则规定的制冷剂温度必须与热交换器的出口压力相对应的值一致。

6.3.2.1 蒸发器和热交换器中的制冷剂饱和温度必须以绝对压力为基准。

6.3.3 如蒸发器或热交换器出口压力有波动,则该压力必须每隔10秒记录一次,延续最少5分钟或者完成二个完整的周期为止。出口压力必须取所记录的读数的算术平均值。

6.3.4 与上面所规定的蒸发器或热交换器出口压力相对应的饱和温度,不允许有大于±0.5°F(0.28K)的偏差,而且各个读数与规定的制冷剂温度不得有大于±3.0°F(1.67K)的偏差。

6.3.5 如果在蒸发器出口处观察到和指示出含有液体制冷剂,则在任何情况下试验是不合格的。在蒸发器出口处的过热度必须在 5.0°F (2.8K)和 8.0°F (4.4K)之间。在使用满液式蒸发器的场合,离开气液分离器的吸入蒸气的过热度往往小于 5.0°F (2.8K)。在气液分离器之后的吸气管中应加入一个加热器,以保证必要的 5.0°F (2.8K)的最小过热度。必须测量加热器的输入量,并从在制冷剂侧测得的盘管制冷量中扣去这一输入量的Btu当量。

6.3.5.1 当任一个别的吸入温度读数与上面规定的蒸发器出口处压力相对应的温度的差值小于 2.0°F (1.1K)时,表明有液体返流。

6.3.6 在应用瞬时指示的液体流量计的场合,应每10秒记录一次读数,直到完成两个或更多个完整的试验周期为止,同时应不少于5分钟。其流量值必须是全部读数的算术平均值。

6.4 非挥发性制冷剂试验

6.4.1 调整进入盘管的非挥发性制冷剂的温度到试验值,并调整由试验值所要求的流量。进入的制冷剂温度的变化与所规定的温度相差不大于 0.3°F (0.167K)。平均制冷剂流量的变化不得大于2%。

6.4.2 在喷雾型机组中的盐水浓度必须保持恒定。

6.5 试验运行的持续时间

6.5.1 一个试验过程应由四组连续的读数组成,每组开始时间的间隔不少于30分钟。一组内的全部读数必须在本标准所规定的温度和压力偏差的限度内。试验制冷量必须是全部四组读数的算术平均值。

7. 需记录的数据

7.1 一般性数据

- a. 冷却器制造厂——厂名和地址
- b. 试验地点——公司和地址
- c. 试验运行的日期
- d. 测试人员——负责工程师和全部数据记录者
- e. 冷却器的标志:
 - 型式
 - 大小(尺寸)
 - 额定值
 - 制造厂的容量
 - 制造厂的编号、代号或类型
- f. 使用的制冷剂
- g. 电动机数据(对每个电动机):
 - 用途
 - 型式
 - 额定马力(W)
 - 额定转速(rpm)

额定电压

额定电流

相数和周率

h. 制冷剂试验用的方法

i. 空气试验(如有时)用的方法

j. 预运行要求的时间

k. 试验运行的时间

注: 全部数据必须包括测量用的单位。

7.2 制冷剂侧的数据

7.2.1 挥发性制冷剂

a. 制冷剂控制装置进口处的液体制冷剂压力

b. 热交换器(如果供有时)入口处的液体制冷剂压力

c. 制冷剂控制装置进口处的液体制冷剂温度

d. 热交换器(如供有时)入口处的液体制冷剂温度

e. 离开空气冷却器的制冷剂蒸气压力

f. 离开热交换器(如供有时)的制冷剂蒸气压力

g. 离开空气冷却器的制冷剂蒸气温度

h. 离开热交换器(如供有时)的制冷剂蒸气温度

i. 按所使用的试验方法, 为确定制冷剂量所需要的数据

j. 油-制冷剂重量比

k. 制冷剂流量

7.2.2 非挥发性制冷剂

a. 进入冷却器的制冷剂温度

b. 离开冷却器的制冷剂温度

c. 按所使用的试验方法, 为确定制冷剂量所需要的数据

d. 制冷剂的流量

e. 在冷却器进口处的制冷剂压力

f. 在冷却器出口处的制冷剂压力

g. 制冷剂成份

h. 制冷剂密度

i. 制冷剂比热

j. 进入和离开的制冷剂压力(如需要时)

7.3 空气侧试验数据

7.3.1 一般性的

7.3.1.1 强迫循环型

a. 试验室的大气压力

b. 空气冷却器风机的转速

- c. 每个电动机的输入功率和使用的电压和安培数
- d. 冷却器进口处的空气干球温度
- e. 冷却器进口处的空气湿球温度(当需要时)
- f. 冷却器出口处的空气干球温度
- g. 冷却器出口处的空气湿球温度(当需要时)
- h. 喷雾型机组内循环液体的喷雾压力
- i. 喷雾型机组内盐水的成份。

7.3.1.2 自然对流型(限于校准箱法的试验)

- a. 试验室的大气压力
- b. 校准箱内的干球温度(8个角落的温度的平均值)
- c. 试验隔室内的干球温度
- d. 校准箱的漏热系数, Btu/h(°F)(W/K)
- e. 输入到校准箱的显热
- f. 输入到校准箱加湿器(如使用时)的热量
- g. 输入到其它辅助装置的功率(W)

7.3.2 校准箱法

7.3.2.1 强迫循环型

- a. 在7.3.1.1和7.3.1.2中的全部数据
- b. 冷却器进口处的静压(仅对压力型)
- c. 冷却器出口处的静压(仅对压力型)

7.3.2.2 自然对流型

- a. 在7.3.1.2中的全部数据
- b. 校准箱的干球试验温度[8个规定地点温度测量仪表的平均值(见5.2.8)]
- c. 校准箱的湿球试验温度或相对湿度(如需要时),(见5.2.8)

8. 计算

8.1 计算值

8.1.1 计算是以稳定条件下试验得到的数值为基础。箱子应该密封和调节,以减少湿分渗入。

8.2 符号

c = 液体的比热 Btu/lb °F (J/kgK)

E = 强迫循环型空气冷却器风机电机的输入总功率, W

e = 电机效率

E_c = 在试验时, 校准箱的加热器和辅助设备的输入总功率, W

E_k = 在校准时, 校准箱加热器和风机(如使用时)的输入总功率, W

H = 空气的焓: 对于要求湿度控制的试验, 焓值由湿球和干球温度的读数来确定

H = 空气的焓: 对于不要求湿度控制的试验, 它是由在一任意基准以上的空气比热和空

气温度所确定的显热

H_1 = 进入空气冷却器制冷剂液体的焓, Btu/lb * (J/kg)

H_2 = 离开空气冷却器制冷剂蒸气的焓, Btu/lb (J/kg)

h_1 = 进入空气冷却器空气-水蒸汽混合物的焓, Btu/lb (J/kg) 干空气

h_2 = 离开空气冷却器空气-水蒸汽混合物的焓, Btu/lb (J/kg) 干空气

K_c = 校准箱的漏热系数, Btu/h°F (W/K)

P = 实验室的大气压力, in Hg (kPa)

Q_1 = 进入空气冷却器的空气流量, ft³/min (m³/s)

Q_x = 标准条件下 [70°F (21K) 和 29.92 in Hg (101kPa) (0.075 lb/ft³), (1.2 kg/m³)] 的空气流量 ft³/min (m³/s)

q_t = 毛总制冷量, Btu/h (W)

$q_{t a}$ = 空气侧的毛总制冷量 Btu/h (W)

$q_{t r}$ = 制冷剂侧的毛总制冷量 Btu/h (W)

q_s = 毛显热制冷量, Btu/h (W)

$q_{s a}$ = 空气侧的毛显热制冷量, Btu/h (W)

q_L = 毛潜热制冷量, Btu/h (W)

$q_{L a}$ = 空气侧的潜热制冷量, Btu/h (W)

T_1 = 进入空气冷却器的制冷剂温度, °F * * (K)

T_2 = 离开空气冷却器的制冷剂温度, °F (K)

t_1 = 进入空气冷却器的空气干球温度, °F (K)

t_2 = 离开空气冷却器的空气干球温度, °F (K)

t_3 = 校准箱内平均干球温度, °F (K)

t_4 = 校准箱周围的空气平均干球温度, °F (K)

$t_{r f}$ = 通过风机或风机与电机时的温升, °F (K)

V_1 = 进入空气冷却器的空气-水蒸汽混合物的比容, ft³/lb (m³/kg) 干空气

$w_{n v}$ = 非挥发性制冷剂的重量, lb/h (kg/s)

w_o = 油与制冷剂的比率, lb/lb (kg/kg)

w_v = 挥发性制冷剂的重量, lb/h (kg/s)

8.3 制冷剂侧制冷量的计算

8.3.1 毛总制冷量 $q_{t r}$ 的计算如下:

* 对于挥发性制冷剂盘管, H_1 是进入制冷剂流量控制装置或热交换器(如有时)的制冷剂的焓。

* * 对于挥发性制冷剂盘管, T_1 是进入制冷剂流量控制装置或热交换器(如供有时)制冷剂的温度。