



中华人民共和国国家标准

GB/T 21145—20××

代替GB/T 21145—2007

运输用制冷机组

Mechanical transport refrigeration units

（征求意见稿）

（蓝色字体为本次修订后有变化的部分）

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言.....II

1 范围.....1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 型式与基本参数..... 2

5 技术要求3

6 试验方法5

7 检验规则8

8 标志、包装、运输和贮存9

附录 A（规范性）制冷量试验方法.....11

附录 B（规范性）振动试验方法.....20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的归口和发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件代替GB/T 21145—2007《运输用制冷机组》，与GB/T 21145—2007相比主要技术内容变化如下：

- 增加了标准的适用范围；
- 增加了“制冷量”、“压缩机驱动功率”、“辅件耗电功率”和“总输入功率”的定义；
- 修改了独立式和非独立式分类方式；
- 增加了高温型、低温型的分类方式；
- 修改了运输用制冷机组的工况参数条件，针对机组的适用温度范围分别给出了机组的名义工况条件（见 4.2.3，2007 版 6.1.2）；
- 修改了机组进行相关试验时，试验工况参数的读数允差应符合表 4 的规定（见 6.1.4，2007 版 6.1.3）；
- 增加了启动运行、最大负荷连续运行的技术要求和试验方法；
- 修改了机组电气强度试验（见 6.3.11，2007 版 6.3.8.1）；
- 增加了电驱动机组的性能系数要求；
- 增加对采用可燃性制冷剂的要求；
- 修改了附录 A 单温区机组的制冷量试验方法；
- 增加了附录 A 多温区机组的制冷量试验方法；
- 修改了附录 B 振动测试方法。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国冷冻空调设备标准化技术委员会（SAC/TC238）归口。

本文件起草单位：合肥通用机械研究院有限公司。

本文件主要起草人：

本文件所代替的历次版本发布情况为：

- GB/T 21145—2007。

运输用制冷机组

1 范围

本文件规定了运输用制冷机组（以下简称“机组”）的术语和定义、型式和基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于汽车、列车用，以发动机驱动或电力（电动机）驱动的运输用制冷机组。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 1771 包漆和清漆耐中性盐雾性能的规定

GB 2894—2008 安全标志及其使用导则

GB 4706.1—2005 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求

GB 4706.32—2012 家用和类似用途电器的安全 热泵、空调器和除湿机的特殊要求

GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术要求

GB 5296.1 消费品使用说明总则

GB/T 5773 容积式制冷剂压缩机性能试验方法

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 9237 制冷系统及热泵 安全与环境要求

GB/T 13306 标牌

GB/T 20651.1 往复式内燃机安全 第1部分：压燃式发动机

JB/T 4330—1999 制冷和空调设备噪声的测定

JB/T 7249 制冷与空调设备 术语

3 术语和定义

JB/T 7249 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

运输用制冷机组 mechanical transport refrigeration units

一种机械式制冷系统，用以运输途中货物的温度控制。主要包括，压缩机、动力装置、风冷冷凝器组件、蒸发器组件、制冷管路及电气、控制系统等。

3.2

量热计 calorimeter

由绝热性能较好的墙壁围成的试验装置，内部有加热、通风和温度测量等设备，通过测量平衡内部温度和外部环境温度所需的热量，来测定制冷设备的制冷量。

3.3

制冷量 refrigerating capacity

在规定的制冷能力试验条件下，机组从封闭的冷藏室内转移的热量。

注：单位为瓦（W）。

3.4

压缩机驱动功率 compressor power

在规定的制冷能力试验条件下，驱动压缩机所消耗的功率（W）。

注：单位为瓦（W）。

3.5

辅件耗电功率 accessory electric power

在规定的制冷能力试验条件下，除压缩机外，机组其他电气设备所消耗的功率。

注：单位为瓦（W）。

3.6

总输入功率 total electric power

在规定的制冷能力试验条件下，机组压缩机驱动功率与辅件耗电功率之和。

注：单位为瓦（W）。

3.7

性能系数 coefficient of performance

COP

在规定的制冷能力试验条件下，机组制冷量与总输入功率之比。

注：单位为瓦每瓦（W/W）。

4 型式和基本参数

4.1 型式

4.1.1 按冷凝器安装位置分为：

- 前置式：机组的冷凝器组件安装在冷藏室的前面；
- 底置式：机组的冷凝器组件安装在冷藏室的底部；
- 顶置式：机组的冷凝器组件安装在冷藏室的顶部。

4.1.2 按结构型式分为：

- 整体式；
- 分体式。

4.1.3 按驱动方式分为：

- 发动机驱动型；
- 电力（电机）驱动型。

4.1.4 按是否使用车辆动力驱动分为：

- 独立式：机组使用独立的动力作驱动，不使用车辆动力；
- 非独立式：机组使用车辆的动力驱动。

4.1.5 按温度控制分为：

- 单温区机组：机组只对厢体内的单个空间进行温度控制；
- 多温区机组：机组对厢体内多个相互隔离的空间进行不同温度的控制。

4.1.6 按冷藏室的温度范围可分为：

- 高温型：车辆的冷藏室中保持-4.0℃或更高温度；
- 低温型：车辆的冷藏室中保持-4.0℃以下温度。

4.2 基本参数

4.2.1 电力（电机）驱动型机组，其电源按额定电压 220V 单相或 380V/460V 三相交流电，额定频

- 率为 50Hz/60Hz，或直流相关供电电源。
- 4.2.2 机组在下列环境温度范围内应能正常工作：-25℃～49℃。
- 4.2.3 机组的工况参数按以下规定：
- a) 单温区机组的工况参数如下表 1；
 - b) 多温区机组的各温区的工况参数由制造商自行确定。

表 1 运输用制冷机组的工况参数

试验条件	机组类型	蒸发器回风空气状态		冷凝器进口空气状态	
		干球温度/℃	相对湿度/RH	干球温度/℃	相对湿度/RH
名义工况	高温型	0	—	30	—
	低温型	-20			
最大负荷连续运行 工况	高温型	21		49	
	低温型				
启动运行工况	高温型	38		38	
	低温型				
低温运行工况	高温型	-29		-20	
	低温型				
除霜空调	高温型	0	95%	30	95%
	低温型	-20			
机组名义工况测试时，发动机驱动型机组应按生产厂商推荐的压缩机高转速值±50 r/min 进行；电力（电机）驱动型机组应按铭牌上的额定电压和频率进行。					

- 4.3 型号
- 机组型号的编制可由制造商自行确定。

5 技术要求

5.1 一般要求

机组应符合本文件的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件（或用户与制造商的协议）制造。

5.2 零、部件及材料要求

- 5.2.1 机组所有零、部件和材料应分别符合各有关标准的规定，满足使用性能要求并保证安全。
- 5.2.2 机组的电气系统应具有电机短路、过载、缺相等保护以及高压、低压、逆相保护等必要的保护功能或器件。
- 5.2.3 机组的电器元件选择及安装应符合 GB 5226.1 的要求。
- 5.2.4 机组用电线电缆的外敷绝缘层应采用阻燃、低烟、无卤型材料。电线电缆的载流量应满足使用要求。
- 5.2.5 机组涂装件表面不应有明显的气泡、流痕、漏涂、底漆外露、皱纹和损伤。所用油漆应通过 GB/T 1771 中规定的耐中性盐雾性能的试验。

5.3 结构要求

- 5.3.1 机组的排水结构应可靠，在运行中凝结水和雨水不应渗漏到厢内，机组出风口不应喷雾带水。
- 5.3.2 机组蒸发器出风口如装有风门装置，其调节阀动作应灵敏、可靠。

5.4 装配要求

5.4.1 机组的制冷系统各部件在装配前应保持清洁、干燥。

5.4.2 机组内各管路、部件应定位牢固，确保在运行中不发生摩擦、撞击。各部件的电气线路、电器设备以及自控器件的安装布置应安全、牢固、整齐。电气线路要采取防护措施，防止摩擦和鼠咬。

5.5 安全要求

5.5.1 机械安全性能

5.5.1.1 机组制冷系统的安全要求应符合 GB/T 9237 的规定。

5.5.1.2 机组使用发动机驱动时，发动机的安全要求应符合 GB/T 20651.1 的规定。

5.5.1.3 机组应有防止运行参数（如温度、压力等）超过规定范围的安全保护措施或器件，保护器件设置应符合设计要求并灵敏可靠。

5.5.1.4 机组的设计应保证在安装和使用时具有可靠的稳定性。机组应有足够的机械强度，其结构应确保车辆正常运行时，零部件应不受损坏，紧固件无松动，性能符合要求。

5.5.1.5 机组应在明显位置设置永久性安全标识（如接地标识、警告标识等）。

5.5.2 电气安全性能

5.5.2.1 电气强度

绝缘应能承受电气强度试验，在 1min 内，应无击穿和闪络。

5.5.2.2 接地电阻

机组应有可靠的接地装置，其接地电阻应不超过 $0.1\ \Omega$ 。

5.6 性能要求

5.6.1 密封性

机组制冷系统和部件制冷剂泄漏量应不大于 14 g/a。

5.6.2 运转

机组应能正常运转、安全保护装置应灵敏可靠，温度、电器等控制元件的动作应正常，所有检测项目应符合设计要求。

5.6.3 制冷量

机组的实测制冷量应不小于名义制冷量的 95%。

5.6.4 总输入功率

机组的实测总输入功率应不大于名义输入功率的 110%，

5.6.5 低温工况运行

机组在低温工况下应能正常运行，机组出风口不应有冰屑或水滴吹出。

5.6.6 启动运行

机组在启动运行试验的整个过程应能正常运行。

5.6.7 最大负荷连续运行

机组在最大负荷连续运行试验的整个过程应能正常运行。

5.6.8 除霜

换热器的霜层应融化掉，除霜时间应不大于 90min；除霜完成后，机组应能自动启动并按设定温度运行。

5.6.9 噪声

噪声实测值应不大于明示值+3dB(A)，且非独立式机组测量值应不超过 72 dB(A)，独立式机组应不超过 80 dB(A)。

5.6.10 耐振动性

振动试验后，机组不应有破损、裂缝、渗漏。零部件应不受损坏，紧固件无松动。

5.6.11 性能系数

机组名义工况的性能系数应不小于明示值的 95%，且不小于表 2 规定数值的 95%。

表 2 机组名义工况性能系数的限定值

机组型式	机组类型	名义制冷量 Q W	发动机驱动型 COP W/W	电力驱动型 COP W/W
独立式	高温型	$Q<3000$	依据征求意见结果另 行讨论定夺	
		$3000\leq Q<4500$		
		$4500\leq Q<8500$		
		$8500\leq Q<20000$		
		$Q\geq 20000$		
	低温型	<3000		
		$3000\leq Q<4500$		
		$4500\leq Q<8500$		
		$8500\leq Q<20000$		
		$Q\geq 20000$		
非独立式	高温型	<1500		
		$1500\leq Q<2500$		
		$2500\leq Q<4500$		
		$Q\geq 4500$		
	低温型	<1500		
		$1500\leq Q<2500$		
		$2500\leq Q<4500$		
		$Q\geq 4500$		

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 机组制冷量试验的试验装置按附录 A 的规定。

6.1.2 试验工况见 4.2.3，按机组相应工况进行试验。

6.1.3 仪器仪表规定如下：

- a) 试验用仪器仪表应经法定计量检验部门检定合格，并在有效期内；
- b) 试验用仪器仪表的型式及准确度应符合表 3 的规定。

表 3 仪器仪表的型式及准确度要求

类别	型式	准确度	
温度测量仪表	铂电阻温度计 水银玻璃温度计	±0.1℃	制冷剂温度： ±1.0℃
	热电偶	±0.5℃	
制冷剂压力测量仪表	压力表、变送器	测量压力的±2.0%	
电量测量仪表	指示式	0.5 级精度	
	积算式	1.0 级精度	
空气压力测量仪表	气压表、气压变送器	静压差：±2.45Pa	
转速仪表	机械式、电子式	测定转速的±1.0%	
质量测量仪表	—	测定质量的±1.0%	
气压测量仪表（大气压力）	气压表、气压变送器	大气压读数的±0.1%	
时间测量仪表	秒表	测定经过时间的±0.2%	
噪声测量仪 ^a	声压计		
^a 噪声测量应使用I型或I型以上的声压计。			

6.1.4 机组进行相关试验时，试验工况参数的读数允差应符合表 4 的规定。

表 4 机组试验工况参数的读数允差

试验内容	项目	蒸发器回风温度/℃	冷凝器进口温度/℃
制冷量试验	最大变动幅	±0.5	±0.5
	平均变动幅	±0.3	±0.3
启动运行试验	平均变动幅	—	±1.1℃
连续运行试验	平均变动幅	±0.6℃	±1.1℃
注 1：平均变动幅度指实测的平均值与各试验工况的规定值的偏差。			
注 2：最大变动幅度指试验过程中实测的最大值和最小值与各试验工况的规定值的偏差。			

6.2 试验要求

- 6.2.1 分体式机组的冷凝器与蒸发器之间连接管应按以下推荐的最小长度或者设计推荐管长进行试验：
- 底置式、顶置式安装：7.5 m；
 - 前置式安装：2.0 m。
- 6.2.2 分体式机组的冷凝器与蒸发器之间连接管隔热和安装要求按产品说明书进行。

6.3 试验方法

6.3.1 制冷系统密封性能试验

制冷系统和部件在正常的制冷剂充灌量下，非工作状态置于环境温度为 16℃～35℃的室内，用灵敏度为 1×10⁻⁵Pa•m³/s 的检漏仪进行检验。

6.3.2 运转试验

机组应在接近名义制冷工况的条件下运行，检查制冷机组的运转状况、安全保护装置的灵敏度

和可靠性，检验温度、电器等控制元件的动作是否正常。

6.3.3 制冷量试验

按表 1 规定的名义制冷工况及附录 A 所规定的标定型量热计法和平衡环境型量热计法两种试验方法中的一种进行试验。

6.3.4 总输入功率试验

对于发动机驱动型机组，按 6.3.3 试验的同时，测定发动机驱动压缩机所消耗的功率，并测定机组辅件耗电功率。

独立式发动机驱动型机组，驱动压缩机所消耗的功率，按式（1）计算。

$$P_f = \frac{G_f \cdot q_f}{3600 \times t} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

P_f —— 发动机驱动压缩机所消耗的功率，单位为瓦（W）；

G_f —— 发送机驱动压缩机所消耗的燃油质量，单位为千克（kg）；

q_f —— 发送机所消耗燃油的低热值，单位为焦耳每千克（J/kg）；

t —— 稳态状态下的时间，单位为小时（h）。

非独立式发动机驱动型机组，用转矩转速仪直接测定压缩机轴的输入扭矩和转速，驱动压缩机所消耗的功率，按式（2）计算。

$$P_f = 6.28N \cdot n_a \dots\dots\dots (2)$$

式中：

N —— 压缩机轴扭矩，单位为扭米（N·m）；

n_a —— 压缩机的实测转速，单位为转每秒（r/s）。

对于电力（电机）驱动型机组，按 6.3.3 试验的同时，依据 GB/T 5773 的规定测定压缩机驱动功率，并测定机组辅件耗电功率。

6.3.5 低温工况运行试验

机组在表 1 规定的低温工况连续运转 4 h。

6.3.6 启动运行试验

启动运行试验，按以下程序进行：

- a) 将机组所有部件置于 $38.0 \pm 1.1^\circ\text{C}$ 的环境中不少于两小时；
- b) 按表 1 规定的启动运行工况下开启机组连续运行 1 小时，运行时蒸发器的进口空气温度应保持在 $26.5^\circ\text{C} \sim 38.0^\circ\text{C}$ 的范围内；
- c) 机组连续运行 1 小时后停机 5 分钟，然后重新启动机组，重启时蒸发器的进口空气温度应不低于 26.5°C ；
- d) 机组重新启动后，应再连续运行 1 小时，然后停机 5 分钟，并尝试第二次重启。如果设备第二次成功重启，则机组通过测试要求。

对于电力（电机）驱动型机组，整个启动运行试验应在机组铭牌电压的 90% 下进行。

6.3.7 最大负荷连续运行试验

按表 1 规定的最大负荷连续运行工况，至少连续制冷运行 1 小时。

在进行该试验时，允许机组自动限制输入功率。

6.3.8 除霜试验

- 6.3.8.1 除霜试验应在完成制冷量试验之后进行。
- 6.3.8.2 按表 1 规定的水蒸气应以机组名义制冷量每瓦每小时 0.2 g 左右的速率输向量热箱内，但应防止结雾。试验持续 8h 后，如机组还不能自动融霜，则手动停止试验。
- 6.3.8.3 在量热箱内，用来抵消机组制冷量及箱体漏热量的加热器功率，在融霜试验过程中应逐步减少，以避免当蒸发器结霜时机组制冷量的减少而可能使箱内温度升高。
- 6.3.8.4 对具有定时融霜装置的机组，应在 6.3.8.1 的条件下试验机组定时融霜装置的功能。

6.3.9 噪声试验

按 JB/T 4330—1999 附录 B 中 B1 的试验方法测量机组噪声。

6.3.10 振动试验

机组按附录 B 规定的方法进行振动试验。

6.3.11 电气强度试验

对于交流供电机组，在机组带电部分和非带电金属部分施加额定频率和表 5 规定的试验交流电压，开始施加电压应不大于规定值的一半，然后快速升为全值，持续时间应为 1min。

表 5 电气强度试验电压

绝缘方式	试验电压/V			
	额定电压			工作电压 <i>U</i>
	安全特低电压 SELV	≤150	> 150 且 ≤250	>250
基本绝缘	500	1250	1250	1.2 <i>U</i> +950
附加绝缘	—	1250	1750	1.2 <i>U</i> +1450

对于直流供电机组，电气强度试验按 GB 4706.1—2005 中 A.2 进行。

6.3.12 接地电阻试验

机组按 GB 4706.1—2005 中 27.5 的方法进行试验。

7 检验规则

7.1 出厂检验

- 7.1.1 每台机组须经制造商质量检验部门检验合格后方能出厂。
- 7.1.2 机组检验项目、技术要求和试验方法按表 6 的规定。

7.2 抽样检验

- 7.2.1 在出厂检验合格的机组中按制造商规定的抽样方法和要求的抽样数量抽样。
- 7.2.2 抽样检验的检验项目、技术要求和试验方法按表 6 的规定。
- 7.2.3 如抽样不合格时，应以双倍数量重新检验。如仍有一台不合格，该批产品应逐台检验。

7.3 型式检验

- 7.3.1 新产品或定型产品作重大改进，第一台产品应作型式检验，检验项目按表 6 的规定。
- 7.3.2 型式检验时间应不小于试验方法中规定的时间，运行时如有故障，在排除故障后应重新检验。

表 6 检验项目

序号	项目	出厂检验	抽样检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	一般检验	√	√	√	5.1~5.4	视 检
2	标志				8.1	
3	包装				8.2	
4	安全标识				5.5.5	
5	电气强度				5.5.6	6.3.11
6	接地电阻				5.5.7	视 检
7	制冷系统密封				5.6.1	6.3.1
8	运转				5.6.2	6.3.2
9	制冷量	—	—	√	5.6.3	6.3.3
10	总输入功率				5.6.4	6.3.4
11	噪 声				5.6.9	6.3.9
12	振动				5.6.10	6.3.10
13	低温工况				5.6.5	6.3.5
14	启动运行				5.6.6	6.3.6
15	最大负荷连续运行				5.6.7	6.3.7
16	自动除霜				5.6.8	6.3.8
注：“√”表示需要检验项目；“—”表示不需要检验项目。						

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 每台机组应在显著位置固定永久性铭牌，铭牌应符合 GB/T 13306 规定，铭牌内容至少应包括：

- a) 制造商名称；
- b) 产品名称和型号；
- c) 主要技术参数（制冷剂名称及其充注量、名义制冷量、额定电压、额定频率、相数、最大工作电流、质量）；
- d) 产品出厂编号；
- e) 执行标准；
- f) 生产日期。

8.1.2 机组上应标有运行状态的标志，如风机旋转方向的箭头、指示仪表和接地标志等。

8.1.3 每台机组应随带产品合格证、产品使用说明书、装箱单以及随机附件等。

- a) 产品合格证的内容应包括：
 - 产品型号和名称；
 - 产品出厂编号；
 - 检验员签字或印章；
 - 检验日期。
- b) 产品使用说明书应符合 GB 5296.1，内容包括：
 - 产品型号和名称、适用范围、执行标准和噪声；
 - 产品的结构示意图、制冷系统图、电气原理及接线图；
 - 备件目录和必要的易损件零件图；

- 安装说明和要求；
- 使用说明、维修和保养注意事项。使用过程中的安全要求；
- 对于使用可燃性制冷剂的机组的安装、维修、保养、回收以及处置除符合 GB 9237 中的要求外还应符合 GB 4706.32—2012 附录 DD 的要求。

c) 装箱单。

8.1.4 当机组使用可燃性制冷剂时，应在标牌上进行标识，该标识应满足 GB 2894—2008 中所示的 2-2 警示符号“当心火灾”标志要求，标志的垂直高度应该不小于 10mm，并且无须着色。

8.1.5 若机组使用了可燃性制冷剂，应在机组显著位置进行安全标识。应按照 GB 2894—2008 中所示的 2-2 警示符号“当心火灾”符号的颜色和样式在机组上进行永久性的标示，标示的符号的垂直高度应该不小于 30mm。

8.2 包装

8.2.1 机组在包装前应进行清洁处理。独立式机组应充注额定量制冷剂，分体式机组也可充入干燥氮气，压力可控制在 0.03MPa~0.1 MPa 表压范围内。各部件应清洁、干燥，易锈部件应涂防锈剂。

8.2.2 机组包装箱上应有下列标志：

- a) 制造单位名称；
- b) 产品型号和名称；
- c) 净重、毛重；
- d) 外形尺寸；
- e) “小心轻放”、“向上”、“怕湿”和“堆码层数极限”等。有关包装、储运标志应符合 GB/T 6388 和 GB/T 191 的有关规定。

8.3 运输与贮存

8.3.1 机组在运输和贮存过程中不应碰撞、倾倒、雨淋。

8.3.2 机组应贮存在干燥和通风良好的场所中。

附录 A
(规范性)
制冷量试验方法

A.1 试验方法

本文件规定的试验方法包括：
a) 标定型量热计法；
b) 平衡环境型量热计法。

A.2 试验装置与要求

A.2.1 标定型量热计

A.2.1.1 标定型量热计测定输入量热计的总热量，包括输入的电加热量与漏热量之和，来测定制冷系统的制冷量的方法。标定型量热计法的布置原理图见图 A.1。

A.2.1.2 标定箱应安装在有一定尺寸的量热计外壳内，使在标定箱的各侧面、顶面和底面留有适当的空隙，以确保空气温度的均匀性。在任何情况下，标定型量热计的漏热量应不大于被测机组制冷量的 30%。

A.2.1.3 用来测量标定箱外四周环境空间以及标定箱内环境空间的仪表按图 A.3 和图 A.4 布置，测量时的温度要求见表 A.1。标定箱外不要求模拟装有该制冷设备的车辆处于运动时的风或气流的状态。必须具备使空气循环的手段。

表 A.1 稳定状态的温度要求

温度读数		校准试验过程/℃	制冷量试验过程/℃
环境温度	测点间最大温差	2.2	3.3
	平均温度波动	±1.1	±1.1
箱内温度	测点间最大温差	1.4	3.3
	平均温度波动	±0.6	±0.6
周围空间温度 ^a	测点间最大温差	2.2	1.4
	平均温度波动	±0.6	±0.6
蒸发器回风温度	测点间最大温差	—	1.7 ^b
	平均温度波动		±0.6
冷凝器进风温度	平均温度波动	—	±1.1
^a 仅适用于平衡环境型量热计。			
^b 采用取样器测量时不适用。			

A.2.1.4 回风必须用一块挡板导向，以使送风和回风分开。挡板必须在送风口处开孔，从箱体的一侧延伸至另一侧，并从箱顶延伸至离开底面距离 d 不大于 460mm 处（见图 A.1）。测量进入被测机组蒸发器的空气温度测点不少于 8 个测点，并按面积在与适当靠近进风口的平行截面上均匀分布，或采用取样器在适当靠近进风口的平行截面上测温。这些温度传感器应加以保护，防止受潮和辐射。

A.2.1.5 在标定箱内应安装一台加热设备，既可用于校准量热计又可以用来平衡试验机组的制冷量。加热设备应予以屏蔽，或采用其他方法，以防止对试验机组盘管表面、量热计壁或任何测温仪表的热辐射。

A. 2. 1. 6 量热计室的内表面应采用无孔材料，全部接缝必须密封。在进行校准试验时，安装被试机的开口应使用与标定箱材料绝热值相同的壁塞来密封，空气温度测点状态各温度点的要求见表 A.1。

A. 2. 1. 7 如有需要，应在标定箱内安装通风机（如图 A.1 所示），使标定箱内空气循环并保持稳定状态。

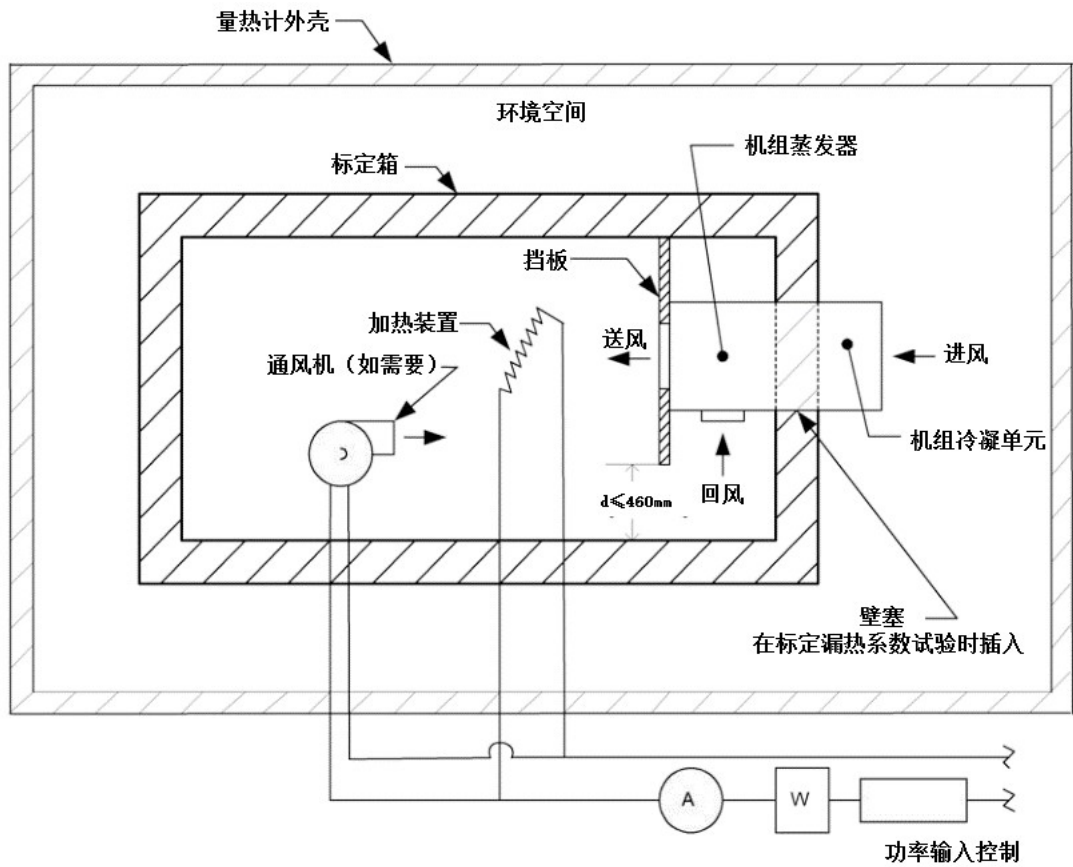


图 A. 1 标定型量热计法原理图

A. 2. 1. 8 采用标定型量热计法进行制冷量试验之前，必须按 A.5 进行校准试验，取得量热计的漏热系数。每年应进行至少一次校准试验。进行校准试验时，稳定状态各温度点的要求见表 A.1。

A. 2. 1. 9 采用标定型量热计法进行制冷量试验，按 A.6 进行，稳定状态时各温度点的要求见表 A.1。

A. 2. 2 平衡环境型量热计

A. 2. 2. 1 平衡环境型量热计测定输入量热计的总热量，包括输入的电加热量与漏热量之和，来测定制冷系统的制冷量的方法。平衡环境型量热计法的布置原理图见图 A.2。

A. 2. 2. 2 等温箱应安装在有一定尺寸的量热计外壳内，周围空间应足够大，使在等温箱的四面留有适当的空隙，确保空气的循环。在任何情况下，平衡环境型量热计的漏热量应不大于被测机组制冷量的 5%。

A. 2. 2. 3 机组的冷凝单元侧的周围空间为环境空间。环境空间应具有足够大的尺寸，使机组周围有足够的间隙进行空气循环和温度测量。

A. 2. 2. 4 用来测量等温箱外四周环境空间以及标定箱内环境空间的仪表按图 A.3 和 A.4 布置，测量时的温度要求见表 A.1。

A. 2. 2. 5 回风必须用一块挡板导向，以使送风和回风分开。挡板必须在送风口处开孔，从箱体的一侧延伸至另一侧，并从箱顶延伸至离开底面距离 d 不大于 460mm 处（见图 A.2）。测量进入被测机

组蒸发器的空气温度测点不少于 8 个测点，并按面积在与适当靠近进风口的平行截面上均匀分布，或采用取样器在适当靠近进风口的平行截面上测温。这些温度传感器应加以保护，防止受潮和辐射。

A. 2. 2. 6 在等温箱内应安装一台加热设备，既可用于校准量热计又可以用来平衡试验机组的制冷量。加热设备应予以屏蔽，或采用其他方法，以防止对试验机组盘管表面、量热计壁或任何测温仪表的热辐射。

A. 2. 2. 7 量热计室的内表面应采用无孔材料，全部接缝必须密封。在进行校准试验时，安装被试机的开口应使用与等温墙材料绝热值相同的壁塞来密封，空气温度测点状态各温度点的要求见表 A.1。

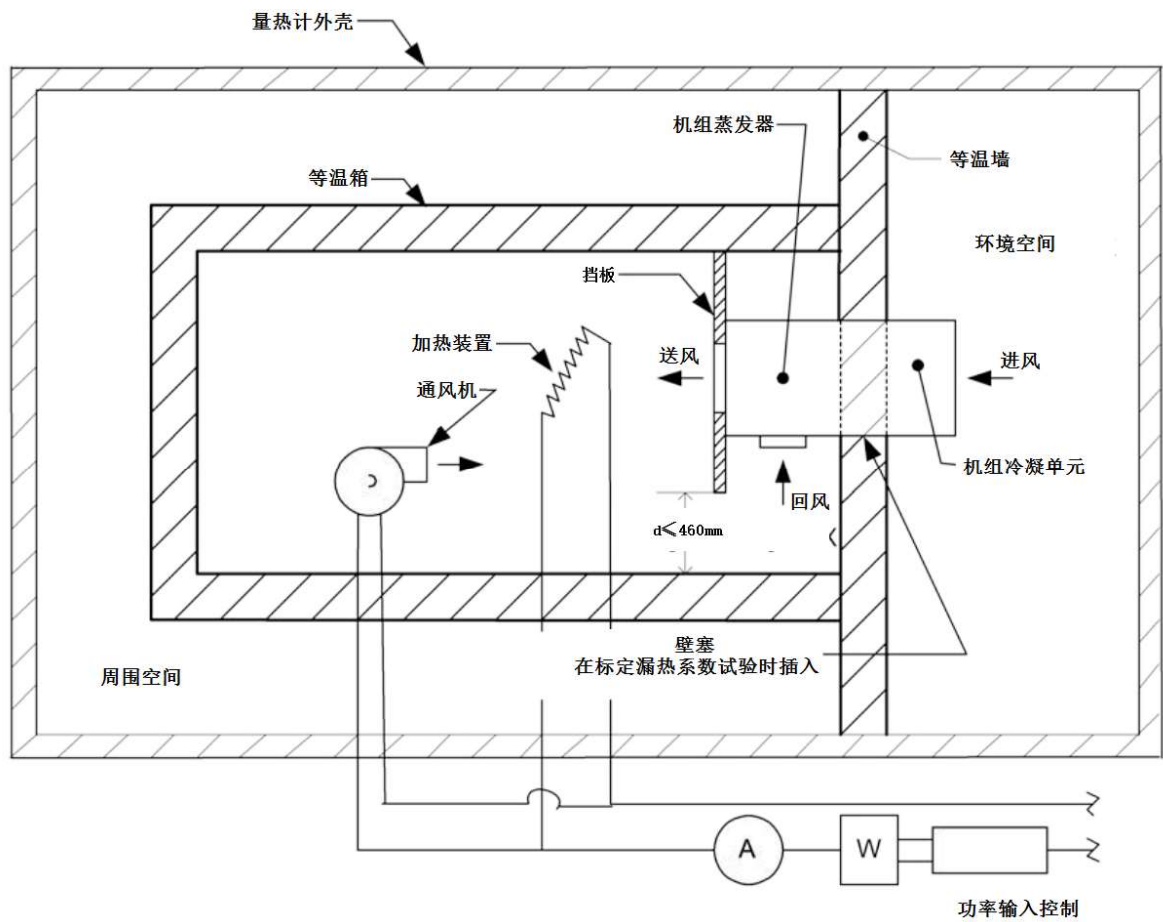


图 A. 2 平衡环境型量热计法原理图

A. 2. 2. 8 如有需要，应在等温箱内安装通风机（如图 A.2 所示），使等温箱内空气循环并保持稳定状态。

A. 2. 2. 9 采用平衡环境型量热计法进行制冷量试验之前，必须按 A.5 进行校准试验，取得量热计的漏热系数。每年应进行至少一次校准试验。进行校准试验时，稳定状态各温度点的要求见表 A.1。

A. 2. 2. 10 采用平衡环境型量热计法进行制冷量试验，按 A.6 进行，稳定状态时各温度点的要求见表 A.1。

A. 2. 3 基于标定型量热计的多温区机组试验方法

A. 2. 3. 1 基于标定型量热计的多温区机组试验方法的布置原理图见图 A.3。本方法用以测定多温区机组多个独立温区的制冷量的方法。

A. 2. 3. 2 多个标定箱应安装在有一定尺寸的量热计外壳内，使在标定箱的各侧面、顶面和底面留有适当的空隙，以确保空气温度的均匀性。在任何情况下，标定型量热计的漏热量应不大于被测机组

名义制冷量的 30%。

A. 2. 3. 3 用来测量各个标定箱外四周环境空间以及标定箱内环境空间的仪表按图 A.4 和图 A.5 布置，测量时的温度要求见表 A.1。标定箱外不要求模拟装有该制冷设备的车辆处于运动时的风或气流的状态。必须具备使空气循环的手段。

A. 2. 3. 4 各个标定箱内的结构尺寸、测点要求、密封要求按 A.2.1 中单个标定型量热计的规定。

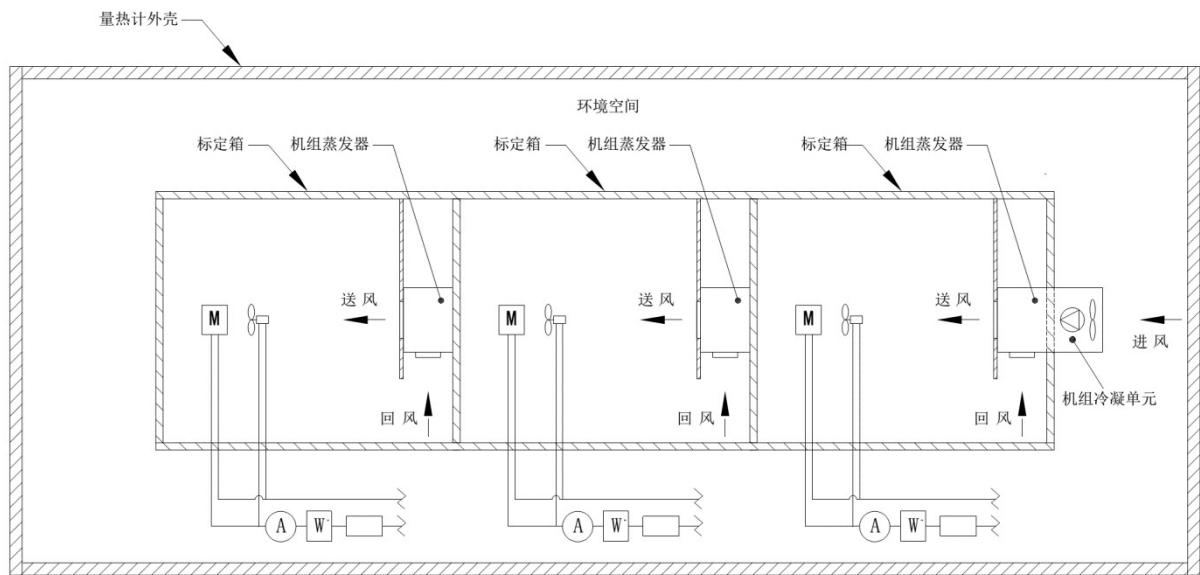


图 A. 3 多温区机组标定型量热计法原理图

A. 2. 3. 5 采用标定型量热计法进行多温区机组制冷量试验之前，必须按 A.5 进行校准试验，取得量热计的漏热系数。每年应进行至少一次校准试验。进行校准试验时，稳定状态各温度点的要求见表 A.1。

A. 2. 3. 6 采用标定型量热计法进行多温区机组制冷量试验，按 A.6 进行，稳定状态时各温度点的要求见表 A.1。

A. 3 温度测量

A. 3. 1 测量环境温度或周围空间温度

A. 3. 1. 1 校准试验应符合以下规定：

- a) 对于标定型量热计，环境温度测点分布在标定箱的外表面中心位置向外 150mm，共布置 6 个测点，如图 A.3 所示；
- b) 对于平衡环境型量热计，周围空间温度测点分布在等温箱的外表面（不包括接触等温墙的箱体表面）中心位置向外 150mm，共布置 5 个测点，如图 A.3 所示。环境温度测点分布在环境空间各内表面中心位置向内 150mm 处，应至少在环境空间距离壁塞中心 150mm 的距离设置一个温度点。

用以测量的温度敏感元件必须予以屏蔽以防热辐射和防止潮气影响测量。

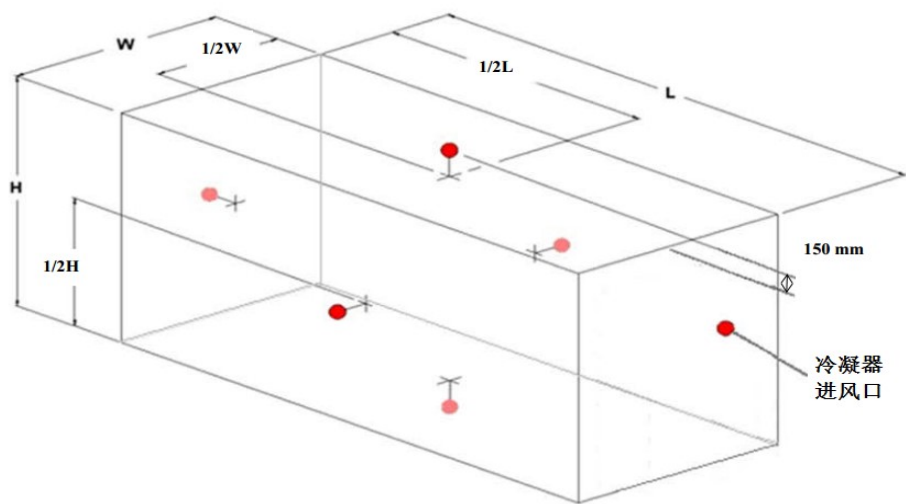


图 A.3 环境温度或周围空间温度测点示意图

A.3.1.2 制冷量试验时，测量进入被测机组冷凝器的空气温度测点应不少于 8 个测点，并按面积在与适当靠近进风口的平行截面上均匀分布，或采用取样器在适当靠近进风口的平行截面上测温。

- 对于前置式机组，使用上述 8 个测点的平均温度值代替冷凝器进风面的环境温度值来计算环境温度；
- 对于底置和分体式机组，标定型量热计图 A.3 所示的标定箱外表面六个测点的平均温度为环境温度。平衡环境型量热计图 A.3 所示的等温箱的外表面（不包括接触等温墙的箱体表面）五个测点的平均温度为周围空间温度。

A.3.2 测量标定箱或等温箱内部温度

测点的布置见图 A.4，共 8 个测点。对于标定型量热计，从标定箱的各个表面向内 1/4 长、1/4 宽、1/4 高的位置；对于平衡环境型量热计，从等温箱的各个表面向内 1/4 长、1/4 宽、1/4 高的位置。用以测量的温度敏感元件必须予以屏蔽以防热辐射和防止潮气影响测量。

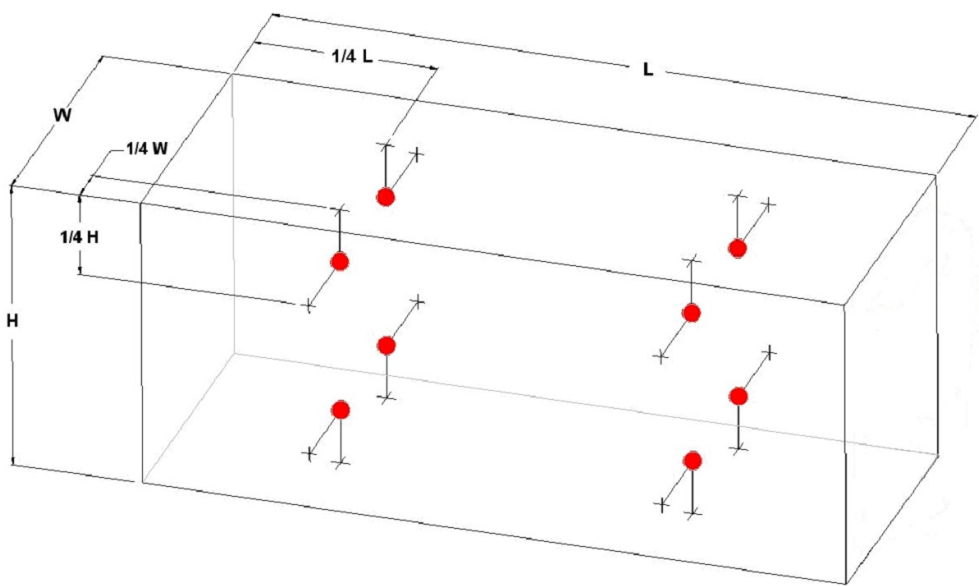


图 A.4 标定箱或等温箱内部温度测点示意图

A.3.3 回风温度测点与冷凝器进口温度测点的要求

A.3.3.1 标定型量热计法回风温度测点的要求见 A.2.1.4。

A.3.3.2 平衡环境型量热计法回风温度测点的要求见 A.2.2.5。

A.3.3.3 制冷量试验时，测量进入被测机组冷凝器的空气温度测点不少于 8 个测点，并按面积在与适当靠近进风口的平行截面上均匀分布，或采用取样器在适当靠近进风口的平行截面上测温。

A.4 测试条件

按表 1 试验工况。

A.5 校准试验（漏热系数的标定）

A.5.1 单温区机组校准试验用于确定标定箱或等温箱的漏热系数，试验程序如下：

- a) 关闭所有量热计标定箱或等温箱的开口；
- b) 按本附录 A 要求布置温度测点；
- c) 用电加热加热标定箱或等温箱，使标定箱或等温箱内平均温度至少高于环境平均温度（标定型量热计）或周围空间温度（平衡环境型量热计）42℃以上。系统应在此状态下运行和维护至少 5 小时；
- d) 当标定箱或等温箱内外温度达到稳定状态（各温度测点满足表 A.1 要求）后，应每隔 15 分钟记录一次温度数据，并应在两小时内连续完成 9 次温度数据测量；
- e) 在测量温度数据的两小时内，同时测量标定箱或等温箱内加热设备、风扇电机和其他杂项设备的总输入功耗；
- f) 漏热系数由式（A.1）和（A.2）计算得出：

$$UA = \frac{Q_c}{(\bar{T}_i - \bar{T}_o)_c} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$Q_c = E/t \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

UA ——漏热系数，单位为瓦每摄氏度（W/℃）；

Q_c ——标定箱或等温箱加热量，单位为瓦（W）；

E ——标定箱或等温箱加热器、风扇电机和其他设备所消耗的电能，单位为瓦时（W·h）；

t ——时间，单位为小时（h）；

$\bar{T}_i$ ——标定箱或等温箱内平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$\bar{T}_o$ ——标定箱或等温箱外环境平均温度，单位为摄氏度（℃）。

A.5.2 多温区机组校准试验用于确定标定箱的漏热系数，试验程序如下：

- a) 关闭所有量热计标定箱的开口；
- b) 按本附录 A 要求布置温度测点；
- c) 用电加热加热各个标定箱，使标定箱内平均温度至少高于环境平均温度 42℃以上。系统应在此状态下运行和维护至少 5 小时；
- d) 当各个标定箱内外温度达到稳定状态（各温度测点满足表 A.1 要求）后，应每隔 15 分钟记录一次温度数据，并应在两小时内连续完成 9 次温度数据测量；
- e) 在测量温度数据的两小时内，同时测量每个标定箱内加热设备、风扇电机和其他杂项设备的总输入功耗；
- f) 漏热系数由式（A.3）～（A.5）计算得出：

$$u_A = \frac{U_A}{A} \dots\dots\dots (A.3)$$

$$U_A = \frac{Q_c}{\bar{T}_{c,i} - \bar{T}_{c,o}} \dots\dots\dots (A.4)$$

$$Q_c = \frac{\sum_{j=1}^n E_{c,j}}{t_c} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

u_A ——标定箱壁面单位面积漏热系数，单位为瓦每摄氏度每平方米（W/℃/m²）；

A ——置于外环境间的标定箱的壁面的总表面积，单位为平方米（m²）；

U_A ——标定箱总漏热系数，单位为瓦每摄氏度（W/℃）；

n ——标定箱数量；

Q_c ——校准试验时，达到稳定状态后从 n 个标定箱泄漏到外环境间的总漏热量，单位为瓦（W）；

$\bar{T}_{c,i}$ ——校准试验时，达到稳定状态后标定箱内平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$\bar{T}_{c,o}$ ——校准试验时，达到稳定状态后外环境间内平均温度，单位为摄氏度（℃）；

t_c ——校准试验时，达到稳定状态后的数据记录时间，单位为小时（h）；

$E_{c,j}$ ——时间 t_c 内第 j 个标定箱内电热器、风扇电机和其他设备所消耗的电能，单位为瓦时（W·h）。

A.6 制冷量的测定

A.6.1 单温区机组制冷量的测定按以下程序：

- a) 按图 A.1 或图 A.2 所示，安装好机组；
- b) 按本附录 A 布置温度测点；
- c) 启动制冷机组、加热装置以及通风机等辅助装置，使机组蒸发器回风温度和冷凝器进口温度稳定在表 1 规定的名义制冷工况条件下；
- d) 应每隔 15 分钟记录一次温度数据，直到两小时内连续 9 次温度数据满足表 A.1 规定的稳定状态要求；
- e) 在测量温度数据的同时测量标定箱\等温箱内加热设备、风扇电机和其他杂项设备的总输入功耗；
- f) 机组制冷量由式（A.6）和（A.7）计算得出：

$$Q_n = Q_s + UA(\bar{T}_o - \bar{T}_i) \dots\dots\dots (A.6)$$

$$Q_s = E/t \dots\dots\dots (A.7)$$

式中：

Q_n ——制冷机组的制冷量，单位为瓦（W）；

Q_s ——稳态工况下的加热量，单位为瓦（W）；

E ——稳定状态下标定箱或等温箱加热器、风扇电机和其他设备所消耗的电能，单位为瓦时（W·h）；

t ——稳定状态下的时间，单位为小时（h）；

$\bar{T}_i$ ——标定箱或等温箱内平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$\bar{T}_o$ ——标定箱或等温箱外环境平均温度，单位为摄氏度（℃）。

A.6.2 多温区机组制冷量的测定按以下程序：

- a) 按图 A.3 所示，安装好机组；
- b) 按本附录 A 布置温度测点；
- c) 启动制冷机组、加热装置以及通风机等辅助装置，机组以制造商设定的运行模式运行，使机组每个蒸发器回风温度和冷凝器进口温度稳定在制造商规定的名义制冷工况条件下；
- d) 应每隔 15 分钟记录一次温度数据，直到两小时内连续 9 次温度数据满足表 A.1 规定的稳定状态要求；

- e) 在测量温度数据的同时测量每个标定箱内加热设备、风扇电机和其他杂项设备的总输入功耗；
- f) 机组制冷量由式（A.8）和（A.9）计算得出：

$$Q_j = Q_{s,j} + u_A(\bar{T}_{s,o} - \bar{T}_{s,j})A_{o,j} + u_A \sum_{k=1}^m (\bar{T}_{s,k} - \bar{T}_{s,j})A_{k,j} \cdots \cdots \cdots (A.8)$$

$$Q_{s,j} = E_{s,j}/t_s \cdots \cdots \cdots (A.9)$$

式中：

Q_j ——制冷机组在温区 j 的制冷量，单位为瓦（W）；

$Q_{s,j}$ ——性能试验时，达到稳定状态后标定箱 j 的加热量，单位为瓦（W）；

t_s ——性能试验时，达到稳定状态后的数据记录时间，单位为小时（h）；

$E_{s,j}$ ——时间 t_s 内标定箱 j 内电热器、风扇电机和其他设备所消耗的电能，单位为瓦时（W·h）；

$\bar{T}_{s,o}$ ——性能试验时，达到稳定状态后外环境间内平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$\bar{T}_{s,j}$ ——性能试验时，达到稳定状态后标定箱 j 内平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$A_{o,j}$ ——标定箱 j 与外环境间相连的壁面的表面积，单位为平方米（m²）；

$\bar{T}_{s,k}$ ——性能试验时，达到稳定状态后与标定箱 j 相邻的标定箱 k 内平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$A_{k,j}$ ——标定箱 j 与相邻的标定箱 k 共用的壁面的表面积，单位为平方米（m²）；

m ——与标定箱 j 相邻的标定箱的数量。对于置于外区的标定箱（如图示温区 1 和温区 n ）， $m=1$ ；对于置于内区的标定箱， $m=2$ 。

A. 7 试验记录及试验结果

制冷机组制冷量试验应记录的试验数据如表 A.2

表 A. 2 制冷机组制冷量试验应记录的数据

序号	记录项目	单位
1	试验日期	
2	试验人员	
3	测试方法	
4	试验机组的型号和出厂编号	
5	试验机组的额定参数	
6	发动机型号	
7	压缩机型号	
8	电动机型号	
9	制冷剂	
10	大气压力	kPa
11	电压和频率（直流电记录直流电压）	V，Hz（V）
12	试验时间	h
13	压缩机转速	r/min
14	输入功率（加热装置、通风装置等）	W
15	压缩机驱动功率	W
16	机组辅件耗电功率	W
17	标定箱内侧温度	℃
18	标定箱外侧温度	℃
19	机组冷凝器进风温度	℃
20	机组蒸发器送风温度	℃

序号	记录项目	单位
21	机组蒸发器回风温度	℃

附录 B
(规范性)
振动试验方法

B.1 试验条件

B.1.1 谐振频率

机组的谐振频率按表 B.1 的规定。

表 B.1 谐振频率

部件谐振情况	谐振频率/Hz
谐振	部件固有的谐振频率 ^a
无谐振	33 或 67
^a 按 B.3.1 谐振频率探测试验方法进行测试的结果。	

B.1.2 振动加速度

机组的振动加速度按表 B.2 的规定。

表 B.2 振动加速度

振动加速度类型	振动加速度/(m/s ²)
1 类车体安放	5
2 类车架安放	20
3 类车轴安放	30
注：车体安放是指设备安放在车身四周及车顶；车架安放是指设备安放在底盘支撑架、发动机舱；车轴安放是指设备安放在车轴固定架上。	

B.2 试验方法

B.2.1 谐振频率探测试验方法

机组的谐振频率应该在一定频率范围内选择与被测试部件一致的频率，按固定的速率连续递增和递减频率 5 Hz~200 Hz 的频率来探测。

B.2.2 振动耐久性试验方法

机组的振动耐久试验应该考虑设备在车辆中的安装位置按表 B.2 中对应的 3 个振动加速度类型来进行。原则上说来，表 B.2 通常应用于振动条件的分类。不过必要时，振动方向和测试时间可根据参与传输各方之间的一致性来决定。试验应分为有、无谐振两种情况来进行：

- a) 无谐波时振动耐久试验应参照表 B.3 来进行。
- b) 有谐波时振动持久性试验应先参照表 B.4 来进行，后再参照表 B.5 来进行。

表 B.3 无谐波时振动耐久试验要求

振动加速度类型	频率/Hz	振动加速度/(m/s ²)	测试时间/h
---------	-------	---------------------------	--------

			垂直	横向	纵向
1 类	33 或 67	5	4	2	2
2 类		20			
3 类		30			

表 B.4 有谐波时振动耐久试验要求（1）

振动加速度类型	频率/Hz	振动加速度/（m/s ² ）	测试时间/h		
			垂直	横向	纵向
1 类	谐振频率	5	1	0.5	0.5
2 类		20			
3 类		30			

表 B.5 有谐波时振动耐久试验要求（2）

振动加速度类型	频率/Hz	振动加速度/（m/s ² ）	测试时间/h		
			垂直	横向	纵向
1 类	33 或 67	5	3	1.5	1.5
2 类		20			
3 类		30			

B.3 路面试验

B.3.1 路面试验要求见表 B.6，该试验通过模拟振动在试验台进行测试。

B.3.2 振动频谱按图 B7 进行。

表 B.6 路面试验的试验要求

路面试验	路面要求	试验时间
试验要求	国家规定第二等级公路	连续运行 6h

表 B.7 振动目标谱

频率 Hz	能量 g ² /Hz
3	0.0005
6	0.012
18	0.012
40	0.001
200	0.0005
加速度均方根 Grms	0.59