

T/HNEE

河南省能效技术协会团体标准

T/HNEE 004—2024

冷藏车能效等级

Energy efficiency grade of refrigerated vehicle

2024 - 01 - 29 发布

2024 - 02 - 18 实施

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 型式和机械制冷装置基本参数	2
4.1 型式	2
4.2 机械制冷装置基本参数	2
5 能效等级	3
5.1 车厢能效等级	3
5.2 机械制冷装置能效等级	3
5.3 冷藏车能效等级	4
6 试验	5
6.1 车厢隔热性能试验	5
6.2 机械制冷装置性能试验	5
附录 A（规范性） 制冷量试验方法	7
A.1 试验方法	7
A.2 试验装置与要求	7
A.3 温度测量	10
A.4 测试条件	12
A.5 校准试验（漏热系数的标定）	12
A.6 制冷量的测定	13
A.7 试验记录及试验结果	14

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。

本文件由河南省能效技术协会提出并归口。

本文件起草单位：郑州凯雪运输制冷设备有限公司、郑州红宇专用汽车有限责任公司、河南科技学院、河南君铭环保科技有限公司、郑州轻工业大学、中原工学院、郑州计量节能检测中心、河南省现代农业规划设计研究院有限公司、河南卓越职业培训学校、河南奥承管理咨询有限公司。

本文件主要起草人：袁荣轶、全野、郭怀远、宋新洲、郭军伟、秦国伟、张振亚、孟照峰、牛金伟、宋丽、张晨瑞、何宁、刘帅、张默、郭亚欣、张二森、皇甫致远、沈天星、武艳云。

冷藏车能效等级

1 范围

本文件规定了冷藏车基本参数、能效等级、技术要求和试验方法等内容。
本文件适用于冷藏车能效等级的评价与确定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 5773 容积式制冷剂压缩机性能试验方法
GB/T 21145 运输用制冷机组
GB 29753 道路运输 易腐食品与生物制品冷藏车安全要求及试验方法
JB/T 7249 制冷与空调设备 术语
QC/T 449 保温车、冷藏车技术条件及试验方法

3 术语和定义

GB/T 21145-2023 和 GB 29753-2023 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机械制冷装置

一种用以温度控制的机械式制冷系统。

注：主要包括压缩机、动力装置、冷凝器组件、蒸发器组件、制冷管路及电气、控制系统等。

[来源：GB 29753-2023, 3.11]

3.2

量热计

由绝热性能较好的壁板围成，通过测量平衡内部温度和外部环境温度所需的热量，来测定制冷设备制冷量的试验装置。

注：内部通常有加热、通风和温度测量等设备。

[来源：GB/T 21145-2023, 3.2]

3.3

制冷量

在规定的制冷能力试验条件下，机械制冷装置从封闭的冷藏室内移出的热量。

注：单位为瓦特（W）。

[来源：GB/T 21145-2023, 3.3]

3.4

压缩机驱动功率

在规定的制冷能力试验条件下，驱动压缩机所消耗的有用功率。

注：单位为瓦特（W）。

[来源：GB/T 21145-2023, 3.4]

3.5

辅件耗电功率

在规定的制冷能力试验条件下，除压缩机外，机械制冷装置其他电气设备所消耗的功率。

注：单位为瓦特（W）。

[来源：GB/T 21145-2023, 3.5]

3.6

总输入功率

在规定的制冷能力试验条件下，机械制冷装置压缩机驱动功率与辅件耗电功率之和。

注：单位为瓦特（W）。

[来源：GB/T 21145-2023, 3.6]

3.7

性能系数

COP

在规定的制冷能力试验条件下，机械制冷装置制冷量与总输入功率之比。

注：单位为瓦每瓦（W/W）。

[来源：GB/T 21145-2023, 3.7]

3.8

总传热系数

K

在稳定传热下，冷藏车车厢内外平均温差为1℃，单位时间内通过单位面积传递的热量。

注：单位为瓦每平方米摄氏度（W/(m²·℃)）。

[来源：GB 29753-2023, 3.10]

3.9

车厢内外温差

冷藏车车厢内部平均温度和车厢外部平均温度差值的绝对值。

[来源：GB 29753-2023, 3.16]

3.10

冷藏车

装备有隔热结构的车厢及温度调节装置，用于冷藏运输的专用车辆。

[来源：GB 29753-2023, 3.3]

3.11

机械制冷冷藏车

装备机械制冷装置的冷藏车。

[来源：GB 29753-2023, 3.6]

3.12

非机械制冷冷藏车

装备使用液化气体、蓄冷板等作为制冷源的非机械制冷装置的冷藏车。

[来源：GB 29753-2023, 3.4]

3.13

机械制冷及加热冷藏车

装备机械式制冷装置、加热装置，或机械制冷和加热通用装置的冷藏车。

[来源：GB 29753-2023, 3.7]

3.14

能效等级

表示车厢、机械制冷装置或冷藏车产品能效高低的一种分级方法。

4 型式和机械制冷装置基本参数

4.1 型式

4.1.1 冷藏车的型式应按照 GB 29753-2023 中 4.1 的分类方法确定。

4.1.2 机械制冷装置的型式应按照 GB/T 21145-2023 中 4.1 的要求确定。

4.2 机械制冷装置基本参数

4.2.1 电力（电机）型驱动机组的供电电源应符合 GB/T 21145-2023 中 4.2.1 的要求。

4.2.2 发动机驱动型机组的辅件电源电压应符合 GB/T 21145-2023 中 4.2.1 的要求。

4.2.3 机械制冷装置的工作温度范围应符合 GB/T 21145-2023 中 4.2.2 的要求。

4.2.4 单温区机组机械制冷装置工况应符合表 1 的要求。

表 1 单温区机械制冷装置能效工况参数

试验条件	机械制冷装置类型	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
名义制冷工况	冷藏型	0	/	30	/
	冷冻/冷藏型	0			
		-20			

注 1：根据名义制冷工况测试时，发动机驱动型独立式机械制冷装置应按制造商推荐的压缩机高转速值 ± 50 r/min 进行；发动机驱动型非独立机械制冷装置应按 (2400 ± 50) r/min 进行；电力（电机）驱动型机械制冷装置应按铭牌上的额定电压和频率进行。

5 能效等级

5.1 车厢能效等级

5.1.1 车厢总传热系数在满足 GB/T 29753 中的 5.2.3 的高级隔热要求下，将车厢能效等级分为 3 级，由高至低分别为 1 级、2 级、3 级。

5.1.2 车厢各能效等级的总传热系数应符合表 2 要求。

表 2 车厢能效等级

车厢能效等级	1	2	3
车厢总传热系数 $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$	$K \leq 0.3$	$0.3 < K \leq 0.35$	$0.35 < K \leq 0.4$

5.2 机械制冷装置能效等级

5.2.1 机械制冷装置能效等级应按照实测性能系数（COP）对产品进行能效分级，可分为 3 级，由高至低分别为 1 级、2 级、3 级。

5.2.2 独立式机械制冷装置能效等级性能系数（COP）应不小于表 3 要求。

5.2.3 电力驱动机械制冷装置能效等级性能系数（COP）应不小于表 4 要求。

5.2.4 非独立式机械制冷装置能效等级性能系数（COP）应不小于表 5 要求。

表3 独立式机械制冷装置能效等级

类型	名义工况 ℃	柴油类型	性能系数 COP		
			1级能效（最小值）	2级能效（最小值）	3级能效（最小值）
独立式	0/30	0#柴油	0.52	0.45	0.40
	-20/30		0.30	0.25	0.20
	0/30	10#柴油	0.48	0.46	0.40
	-20/30		0.30	0.25	0.20

注1：独立机能效COP指每消耗一瓦功率产生制冷量，单位W/W；
注2：独立机根据油品类不同，分别列出0#和10#柴油能耗指标；
注3：0#柴油热值取 3.3×10^7 J/kg；10#柴油热值取 4.6×10^7 J/kg；
注4：机组名义工况的性能系数应不小于明示值以及表3规定数值的95%。

表4 电力驱动机械制冷装置能效等级

类型	名义工况 ℃	性能系数 COP		
		1级能效（最小值）	2级能效（最小值）	3级能效（最小值）
电力驱动	0/30	1.40	1.30	1.20
	-20/30	0.85	0.78	0.70

注1：机组名义工况的性能系数应不小于明示值以及表4规定数值的95%。

表5 非独立式机械制冷装置能效等级

类型	名义工况 ℃	名义制冷量 W	性能系数 COP		
			1级能效（最小值）	2级能效（最小值）	3级能效（最小值）
非独立式	0/30	$Q < 1500$	1.00	0.90	0.80
		$1500 \leq Q < 2500$	1.10	1.00	0.90
		$2500 \leq Q < 4500$	1.20	1.10	1.00
		$4500 \leq Q$	1.30	1.20	1.10
	-20/30	$Q < 1500$	0.75	0.68	0.60
		$1500 \leq Q < 2500$	0.85	0.78	0.70
		$2500 \leq Q < 4500$	0.95	0.88	0.80
		$4500 \leq Q$	1.05	0.98	0.90

注1：机组名义工况的性能系数应不小于明示值以及表5规定数值的95%。

5.3 冷藏车能效等级

5.3.1 机械式制冷冷藏车能效等级

机械制冷冷藏车能效等级按照表6进行分级。

表 6 机械制冷冷藏车能效等级

机械制冷 装置能效等级		车厢能效等级		
		1	2	3
机械制冷冷藏车 能效等级	1	I	II	II
	2	II	II	III
	3	II	III	III

5.3.2 非机械制冷冷藏车能效等级

非机械制冷冷藏车能效等级按照表7进行分级。

表 7 非机械制冷冷藏车能效等级

车厢能效等级	1	2	3
非机械制冷冷藏车能效等级	I	II	III

6 试验

6.1 车厢隔热性能试验

- 6.1.1 车厢隔热性能试验的试验条件应符合 GB 29753-2023 中 6.4.1 的要求。
- 6.1.2 车厢隔热性能试验的试验方法应符合 GB 29753-2023 中 6.4.2 的要求。
- 6.1.3 车厢总传热系数的计算应符合 GB 29753-2023 中 6.4.3 的要求。
- 6.1.4 试验结果的数据处理应符合本标准中 5.1 的要求。

6.2 机械制冷装置性能试验

6.2.1 试验条件

- 6.2.1.1 机械制冷装置制冷量试验的试验装置按附录 A 的规定。
- 6.2.1.2 试验条件应符合本标准中 4.2 的要求，按表 1 规定工况进行试验。
- 6.2.1.3 仪器仪表应符合 GB/T 21145-2023 中 6.1 的要求。

6.2.2 试验要求

机械制冷装置性能试验要求应符合 GB/T 21145-2023 中 6.2 的要求。

6.2.3 试验方法

- 6.2.3.1 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。

6.2.3.2 机械制冷装置总输入功率试验应符合 GB/T 21145-2023 中 6.3.4 的要求。

6.2.4 试验结果

试验结果的数据处理应符合本标准中5.2的要求。

全国团体标准信息平台

附录 A (规范性) 制冷量试验方法

A.1 试验方法

制冷量试验方法包括：

- 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 标定型量热计法是一种通过测定输入量热计的总热量（包括输入的电加热量与漏热量）来计算机组制冷量的方法。标定型量热计法的布置原理图见图 A.1。

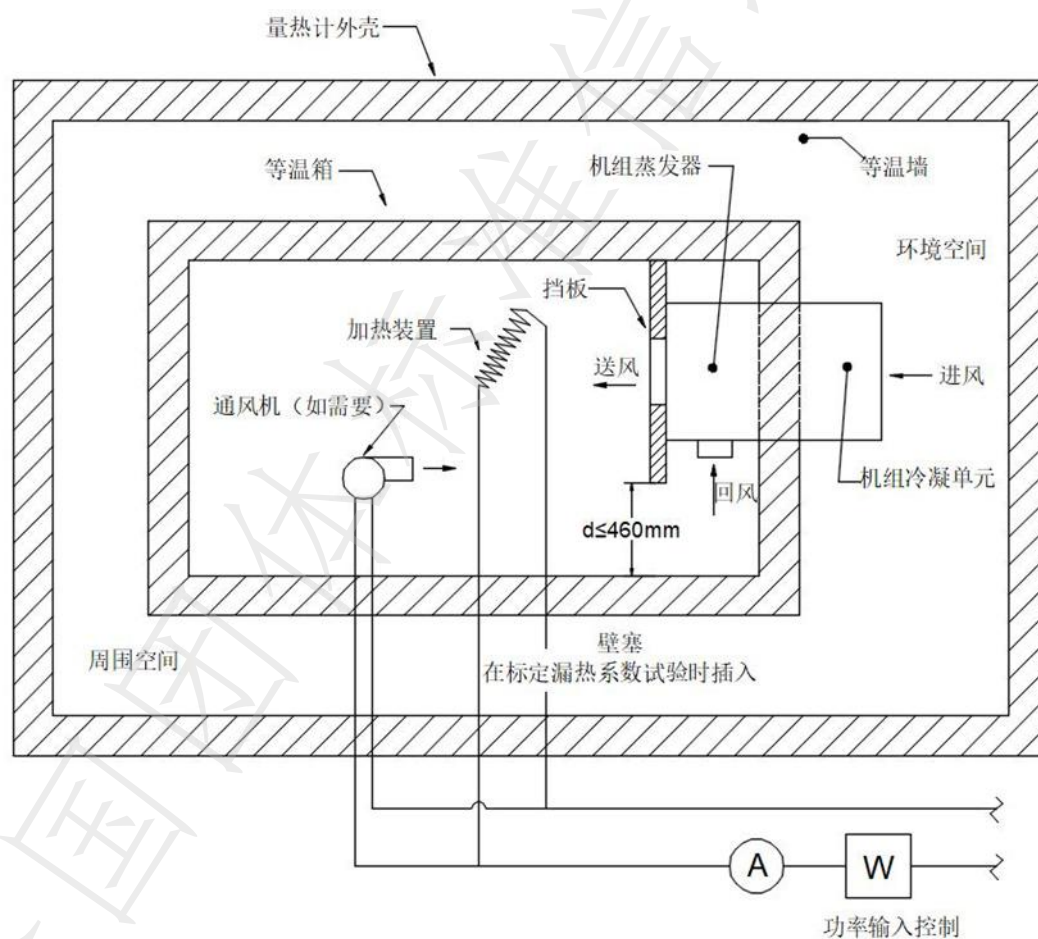


图 A.1 标定型量热计法原理图

A.2.1.2 标定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，使在标定箱的四面留有适当的空隙，确保空气的循环。试验时，通过标定箱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.4 和图 A5 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。应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 回风应用一块挡板导向, 以使送风和回风分开。挡板应在送风口处开孔, 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 460 mm 处(见图 A. 1)测量进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, 可用来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, 全部接缝应密封。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。

A. 2. 1. 8 采用标定型量热计法进行制冷量试验之前, 应按 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 平衡环境型量热计法是一种通过测定输入量热计的总热量（包括输入的电加热量与漏热量）来计算机组制冷量的方法。平衡环境型量热计法的布置原理图见图 A. 2。

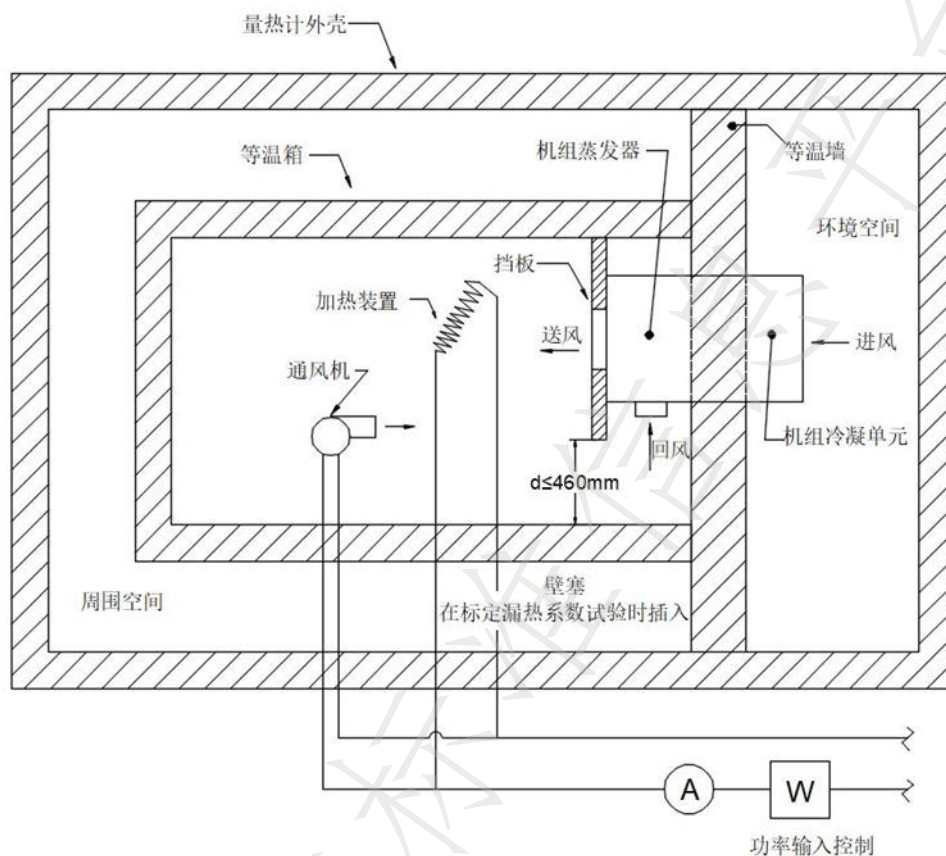


图 A. 2 平衡环境型量热计法原理图

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。试验时，通过等温墙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. 4 和图 A. 5 布置，测量时的温度要求见表 A. 1。

A. 2. 2. 5 回风应用一块挡板导向，以使送风和回风分开。挡板应在送风口处开孔，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 460 m 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，全部接缝应密封。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。

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，应按 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 基于标定型量热计法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。

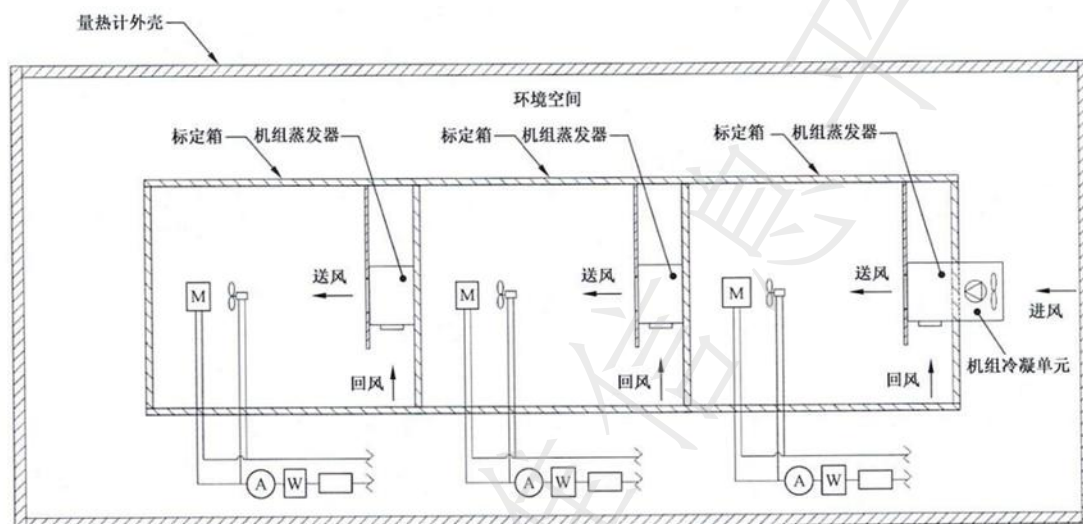


图 A.3 多温区机组标定型量热计法原理图

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。标定型量热计的漏热量应不大于被测机组制冷量的 30%。试验时，通过每个标定箱的漏热量应不大于该温区被测机组制冷量的 30%。

A.2.3.3 用来测量各个标定外四周环境空间以及标定箱内环间的仪表按图 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。应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。多温区中间隔板的材质应和标定箱材质相同。

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，应按 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.2.3.7 多温区机组也可以采用图 A.1 所示的多个独立的标定型量热计箱体进行试验，每个温区的蒸发器安装于独立的标定型量热计箱体内。

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：

- 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 150 mm，共布置 6 个测点，如图 A.4 所示。
- 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 150 mm，共布置 5 个测点，如图 A4 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 150 mm 处, 应至少在环境空间距离中心 150 mm 的距离设置一个温度点。

- c) 用以测量的温度敏感元件应予以屏蔽以防热辐射和防止潮气影响测量。

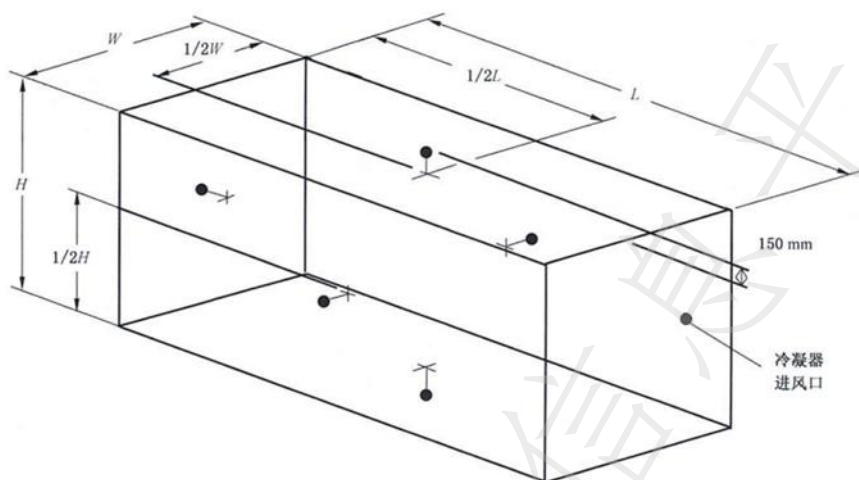


图 A.4 环境温度或周围空间温度测点示意图

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。

A. 3. 1. 3 使用标定型量热计试验时, 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; 对于底置式机组和分体式机组, 环境温度为标定型量热计图 A. 4 所示的标定箱外表面 6 个测点温度的平均值。应用平衡环境型量热计试验时, 周围空间温度为图 A. 4 所示的等温箱的外表面(不包括接触等温墙的箱体表面)5 个测点温度的平均值。

A. 3. 2 测量标定箱或等温箱内部温度

A. 3. 2. 1 测点的布置见图 A. 5, 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。

A. 3. 2. 2 用作测量的温度敏感元件应予以屏蔽以防热辐射和防止潮气影响测量。

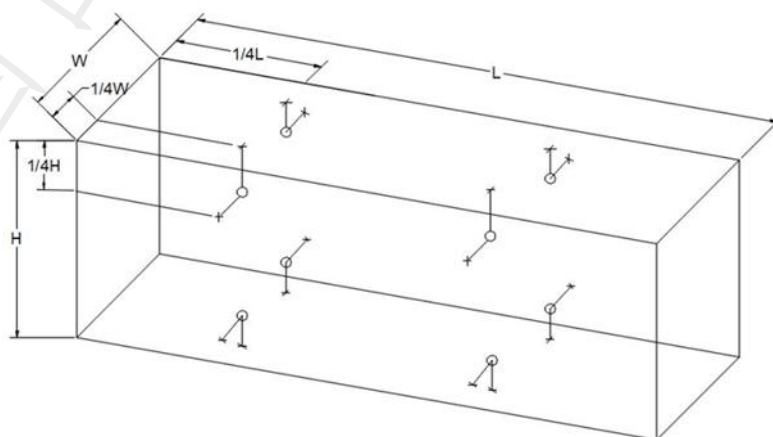


图 A.5 标定箱或等温箱内部温度测点示意图

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的试验工况。

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：

- 关闭所有量热计标定箱或等温箱的开口；
- 按本文件的附录 A 要求布置温度测点；
- 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 5h；
- 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 min 记录一次温度数据，并应在 2h 内连续完成 9 次温度数据测量；
- 在测量温度数据的 2h 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；
- 漏热系数由式 (A.1) 和式 (A.2) 计算得出：

$$U_A = \frac{Q_C}{\bar{T}_{C,I} - \bar{T}_{C,O}} \quad \text{(A.1)}$$

$$Q_C = \frac{E_C}{t_c} \quad \text{(A.2)}$$

式中：

- U_A —— 漏热系数，单位为瓦每摄氏度（W/℃）；
- Q_C —— 校准试验时，达到稳定状态后，数据采样周期内标定箱或等温箱加热量，单位为瓦（W）；
- $\bar{T}_{C,I}$ —— 校准试验时，达到稳定状态后标定箱或等温箱内平均温度，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平均温度，单位为摄氏度（℃）；
- E_C —— 校准试验时，达到稳定状态后，数据采样周期内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_c —— 校准试验时，达到稳定状态后数据记录时间，单位为小时（h）。

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：

- 关闭所有量热计标定箱的开口；
- 按本文件的附录 A 要求布置温度测点；
- 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，且各个标定箱间温度差不大于 2℃。系统应在此状态下运行和维护至少 5h；
- 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 min 记录一次温度数据，并应在 2h 内连续完成 9 次温度数据测量；
- 在测量温度数据的 2 h 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) 一式 (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,单位为瓦每摄氏度平方米 $[W/(^{\circ}C \cdot m^2)]$;
 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 (m^2);
 U_A —— 漏热系数,单位为瓦每摄氏度 ($W/^{\circ}C$);
 Q_C —— 校准试验时,达到稳定状态后,数据采样周期内标定箱或等温箱加热量,单位为瓦 (W);
 $\bar{T}_{C,I}$ —— 校准试验时,达到稳定状态后标定箱或等温箱内平均温度,单位为摄氏度 ($^{\circ}C$);
 $\bar{T}_{C,O}$ —— 校准试验时,达到稳定状态后外环境平均温度,单位为摄氏度 ($^{\circ}C$);
 N —— 标定箱数量;
 $E_{c,j}$ —— 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的电能,单位为瓦时 ($W \cdot h$);
 t_c —— 校准试验时,达到稳定状态后数据记录时间,单位为小时 (h)。

A.6 制冷量的测定

A.6.1 单温区机械制冷装置

单温区机械制冷装置制冷量的测定按照以下程序：

- 按图 A.1 或图 A.2 所示,安装好装置;
- 按本文件的附录 A 要求布置温度测点;
- 启动机械制冷装置、加热装置以及通风机等辅助装置,使机械制冷装置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,且至少稳定 4 h,采集数据前保证机械制冷装置蒸发器盘管处于无结霜状态;
- 应每隔 15 min 记录一次温度数据,直到 2h 内连续 9 次温度数据满足表 A1 规定的稳定状态要求;
- 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;
- 机械制冷装置制冷量由式 (A.6) 和式 (A.7) 计算得出:

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

$$Q_s = \frac{E}{t} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中：

- Q_n —— 机械制冷装置的制冷量,单位瓦 (W);
 Q_s —— 性能试验时,达到稳定状态后,数据采样周期内标定箱或等温箱加热量,单位为瓦 (W);
 E —— 校准试验时,达到稳定状态后,数据采样周期内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 ($W \cdot h$);
 T —— 校准试验时,达到稳定状态后数据记录时间,单位为小时 (h);
 \bar{T}_O —— 校准试验时,达到稳定状态后外环境平均温度,单位摄氏度 ($^{\circ}C$);
 \bar{T}_i —— 校准试验时,达到稳定状态后标定箱或等温箱内平均温度,单位摄氏度 ($^{\circ}C$)。

A.6.2 多温区机械制冷装置

A.6.2.1 采用图 A.3 所示的量热计箱体的多温区机械制冷装置,其制冷量的测定按以下程序:

- a) 按图 A.3 所示, 安装好机械制冷装置;
- b) 按本文件的附录 A 要求布置温度测点;
- c) 启动机械制冷装置、加热装置以及通风机等辅助装置, 使机械制冷装置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, 且至少稳定 4 h, 采集数据前保证机械制冷装置蒸发器盘管处于无结霜状态;
- d) 应每隔 15 min 记录一次温度数据, 直到 2h 内连续 9 次温度数据满足表 A1 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) 机械制冷装置制冷量由式 (A.8) 和式 (A.9) 计算得出:

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

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

式中:

- Q_j —— 机械制冷装置在温区 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, 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 (°C);
- $\bar{T}_{s,j}$ —— 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 (°C);
- $A_{o,j}$ —— 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 (°C);
- $A_{k,j}$ —— 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.6.2.2 采用图 A.1 所示的多个独立的量热计箱体的多温区机械制冷装置, 按 A6.1 规定的试验程序测定机械制冷装置每个温区的制冷量。

A.7 试验记录及试验结果

机械制冷装置制冷量试验应记录的数据见表 A.2

表 A.2 机械制冷装置制冷量试验记录数据

序号	记录项目	单位
1	试验日期	—
2	试验人员	—
3	测试方法	—
4	试验机械制冷装置的型号和出厂编号	—
5	试验机械制冷装置的额定参数	—

6	机械制冷装置驱动方式	—
7	压缩机型号	—
8	制冷剂类型	—
9	大气压力	kPa
10	电压和频率（直流电记录直流电压）	V, Hz
11	试验时间	h
12	压缩机转速	r/min
13	机组总输入功率	W
14	压缩机驱动功率	W
15	机组辅件耗电功率	W
16	标定箱内侧温度	°C
17	标定箱外侧温度	°C
18	机械制冷装置冷凝器进风温度	°C
19	机械制冷装置蒸发器送风温度	°C
20	机械制冷装置蒸发器回风温度	°C