

中华人民共和国机械行业标准

JB/T ×××××—××××

直冷式冰场用制冰机组

Direct-cooling ice-making unit for ice rink

（征求意见稿）

××××-××-×× 发布

××××-××-×× 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

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 6

7 检验规则 10

8 标志、包装、运输和贮存 11

附录 A（规范性）带热回收功能机组的要求和试验方法..... 13

附录 B（规范性）制冷量试验方法 17

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。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

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：***。

本文件主要起草人：***。

本文件为首次发布。

直冷式冰场用制冰机组

1 范围

本文件规定了直冷式冰场用制冰机组的型式、基本参数和技术要求，描述了相应的试验方法，规定了检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于以 R134a、R404A、R407C、R407E、R410A、R507A、R744 为制冷剂的直冷式冰场用制冰机组（以下简称为“机组”）的制造，其他类似机组参照执行。

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 150—2011（所有部分） 压力容器

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

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/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件

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 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 10870—2014 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组性能试验方法

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 18430.1 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 第 1 部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组

GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范

NB/T 47012—2020 制冷装置用压力容器

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

TSG 21—2016 固定式压力容器安全技术监察规程

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

直冷式冰场用制冰机组 direct-cooling ice-making unit for ice rink

由一台或多台电动机驱动的制冷剂压缩机、冷凝器（气冷器）、节流装置及必要的辅助设备（不含蒸发器）所组成用于人工冰场制冰的压缩冷凝机组，该机组通过蒸气压缩制冷循环产生的低温制冷剂直接输送到人工冰场制冷层的管道中制冰，不经过中间换热环节。

3.2

制冷量 cooling capacity

在规定的制冷工况下机组吸入口制冷剂蒸气的比焓与排出口制冷剂液体的比焓之差乘以流经机组压缩机的制冷剂质量流量的值。

注：单位为千瓦（kW）。

3.3

制冷消耗功率 refrigeration consumption power

在规定的制冷工况下压缩机消耗功率加上机组中包括的其他辅助设备（如风机、泵等）所有消耗功率之和。

注：单位为千瓦（kW）。

3.4

制冷性能系数 coefficient of performance for cooling

在规定的制冷工况和试验条件下，机组制冷量与制冷消耗功率之比。

注：单位为千瓦每千瓦（kW/kW）。

3.5

热回收换热器 heat recovery heat exchanger

一种将蒸气压缩制冷循环系统的冷凝热转移到热回收介质（水）中去的热交换设备。

注：它可能是机组冷凝器或者独立于机组冷凝器（气冷器）之外的热交换设备。

3.6

热回收综合能源利用率 heat recovery comprehensive energy efficiency

CEE_{hr}

在规定的热回收工况下，当机组运行在热回收模式时，机组经热回收换热器产生的制热量与制冰产生的制冷量之和与总消耗功率的比值。

注：单位为千瓦每千瓦（kW/kW），且保留2位小数（作为过程参数时保留3位小数）。

4 型式与基本参数

4.1 型式

4.1.1 机组按压缩机结构型式可分为：

- 开启式；
- 半封闭式；
- 全封闭式。

4.1.2 机组按冷凝器冷却方式可分为：

- 水冷式；
- 风冷式；
- 蒸发冷却式。

4.1.3 机组按冷凝器是否具有热回收功能可分为：

- 单冷型；
- 部分热回收型；
- 全热回收型。

4.2 型号

机组型号的编制方法可由制造商自行确定，但型号中应体现机组的名义制冷量。

4.3 基本参数

4.3.1 机组的设计和使用条件按表 1 的规定。

表 1 设计和使用条件

单位为摄氏度

吸气露点温度 (相应的蒸发温度)	热源侧 ^a		
	风冷式	水冷式	蒸发冷却式
	干球温度	进水温度	湿球温度
-25~0	-7~43	7~33	≤29
^a 对亚临界循环的机组为冷凝器侧，对跨临界循环的机组为气冷器侧。			

4.3.2 机组的试验工况按表 2 的规定。

表 2 试验工况

单位为摄氏度

试验条件	蒸发温度 ^a	吸气温度		热源侧 ^b			
		R134a, R404A, R407C, R407E, R410A, R507A	R744	风冷式	水冷式		蒸发冷却式
				空气进入干球温度	进水温度	出水温度	空气进入湿球温度
名义工况	-15	10	-5	32	30	35	24
最大负荷运行	(制造商明示的最高温度)	—	—	43	33	— ^c	29
水冷式制冷量大于 1200kW 和风冷式或蒸发冷却式制冷量大于 360kW 的机组的现场试验，若试验中机组吸气温度不能满足表 2 要求，则按过热度 5℃进行试验。							
^a 对非共沸制冷剂为吸气露点温度。 ^b 对亚临界循环的机组为冷凝器侧，对跨临界循环的机组为气冷器侧。 ^c 按名义工况流量时的出水温度。							

4.3.3 水冷式机组中，冷凝器在名义工况下传热管水侧的污垢系数，钢管为 0.086(m²·℃)/kW，铜管为 0.044 (m²·℃)/kW。

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 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（或按用户和制造商的协议）制造。
- 5.1.2 机组的黑色金属制件表面应进行防锈蚀处理。
- 5.1.3 电镀件表面应光滑、色泽均匀，无剥落、露底、针孔现象，也不应有明显的花斑和划伤等缺陷。
- 5.1.4 涂漆件表面不应有明显的气泡、流痕、漏涂、底漆外露及不应有的皱纹和其他损伤。
- 5.1.5 装饰性塑料件表面不应有裂痕、气泡和明显缩孔等缺陷，塑料件应耐老化。
- 5.1.6 机组各零部件的安装应牢固可靠，管路与零部件不应有相互摩擦和碰撞现象。
- 5.1.7 机组的隔热层应有良好的隔热性能，正常运行时隔热层不应有凝露现象，并且无毒、无异味且有自熄性能。
- 5.1.8 机组制冷系统零部件的材料应能在制冷剂、润滑油及其混合物的作用下，不产生劣化，且保

证整机正常工作。

5.1.9 机组应有防振动的措施。

5.1.10 按 6.3.1 的方法进行电镀件耐盐雾性能试验后，金属镀层上的每个锈点锈迹面积不应超过 1mm^2 ；每 100cm^2 试件镀层不超过 2 个锈点、锈迹。

5.1.11 对于烤漆型的机组按 6.3.2 的方法进行涂漆件涂层附着力试验后，涂膜脱落格数不超过 15%。

5.1.12 机组所有零部件和材料应符合有关标准的规定，满足使用性能要求，并保证安全。

5.1.13 对于机组配置撬装启动柜的电气系统一般具有如电机过载保护、缺相保护（三相电源）等保护装置，电气元件的选择以及电器安装、布线应满足 GB/T 5226.1—2019 的要求。

5.1.14 机组可根据用户要求或实际用途配置循环泵，其流量和扬程应能保证机组的正常工作。对于自带循环泵的机组，泵的电气系统防护等级应达到 IPX4 或以上。机组冷凝水不应滴到泵电机与电控盒盖的连接处。

5.1.15 对于带热回收功能的机组，热回收换热器应根据设计运行条件合理地设置安全保护装置；若机组制冷循环系统设置 2 级冷凝器及以上的，制冷循环系统的冷凝热应合理分配，保证机组正常运行。

5.2 安全要求

5.2.1 制冷系统安全

5.2.1.1 机组制冷系统的安全性能应符合 GB/T 9237 的相关规定。

5.2.1.2 制冷系统内的压力容器应符合 NB/T 47012—2020、GB/T 150—2011（所有部分）和 TSG 21—2016 的相关规定。

5.2.2 安全控制器件

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

5.2.3 机械安全

机组的设计应保证在正常运输、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。

5.2.4 电气安全

5.2.4.1 绝缘电阻

按 6.3.3 的方法试验时，机组带电部位和易触及的金属部件之间的绝缘电阻值应满足以下要求：

- a) 额定电压单相交流 220V、三相交流 380V 时不应小于 $2\text{M}\Omega$ ；
- b) 额定电压三相交流 3000V、6000 V 时不应小于 $5\text{M}\Omega$ ；
- c) 额定电压三相交流 10000 V 时不应小于 $10\text{M}\Omega$ 。

5.2.4.2 电气强度

按 6.3.4 的方法进行电气强度试验时，应无击穿和闪络现象发生。

5.2.4.3 淋水绝缘

对室外使用机组应按 6.3.5 的方法进行淋水试验。试验后其绝缘电阻和耐电压应分别符合 5.2.4.1 和 5.2.4.2 的规定。

5.2.4.4 接地装置

- 5.2.4.4.1 机组应具有永久可靠的保护接地装置。机组上可导电的电气设备、电气控制柜的外壳、可导电的机械部件等均应与接地装置可靠连接。
- 5.2.4.4.2 机组的保护接地端子和接地点等应满足以下要求：
- a) 保护接地端子、接地螺钉等接地点除作保护接地用途外，不应兼做其他用途（如机械紧固用）；
 - b) 保护接地端子和接地点应牢固，并有防止意外松动的措施；
 - c) 保护接地端子、接地点、接地固定装置等应耐腐蚀，连接后也不应引起腐蚀；
 - d) 保护接地端子和接地点应采用图 1 所示的图形和（或）字母 PE（图形符号优先）进行标识。



图 1 接地的图形符号

5.2.4.4.3 机组的保护接地电路应具有连续性。按 6.3.6 中 c) 的方法试验，测得的最大电压降不应超过表 3 规定的值。对于名义制冷工况下的额定电流不大于 25A 的机组，或接地电阻测试设备能满足 1.5 倍额定电流的条件时，也可按 GB 4706.1—2005 中 27.5 的规定通过接地电阻的试验进行判定，此时测得的接地电阻值不应超过 0.1Ω。

表3 保护接地电路的最大电压降

被测保护导线支路最小有效截面积 (mm ²)	最大电压降（对应测试电流为10A的值） (V)
1.0	3.3
1.5	2.6
2.5	1.9
4.0	1.4
>6	1.0

5.2.5 安全标识

机组应在正常安装状态下，在明显部位用不易消失的方法标出安全标识（如接地标识、警告标识等）。

5.3 性能要求

5.3.1 制冷系统密封性能

- 按 6.3.7 的 a) 方法试验时，机组各部位应无渗漏。
- 按 6.3.7 的 b) 方法试验时，机组制冷剂泄漏量应不大于 14g/a。

5.3.2 制冷量

按 6.3.8 的方法试验时，机组的实测制冷量不应小于名义制冷量的 95%。

5.3.3 制冷消耗功率

按 6.3.9 的方法试验时，机组的实测制冷消耗功率不应大于名义制冷消耗功率的 110%。

5.3.4 最大负荷运行

按 6.3.10 的方法试验时，机组在最大负荷运行试验的过程中应满足以下要求：

- a) 机组应能保持正常工作；
- b) 机组各零部件不应有损坏，过载保护器不应跳开；
- c) 机组运行电流的最大值不大于机组最大运行电流的明示值。

5.3.5 部分负荷性能

配置能量调节装置的机组，其动作应灵活、可靠。具有卸载级机组，应按 6.3.11 的方法进行部分负荷运行试验，测量其名义工况下的制冷量及消耗功率。

5.3.6 变工况性能

机组应在表 1 的温度条件下按 6.3.12 的方法提供变工况性能曲线或图表。

5.3.7 制冷性能系数

机组实测制冷性能系数不应低于明示值的 92%。

5.3.8 噪声

机组应按 6.3.13 的方法测量噪声，噪声测定值应不大于明示值。

5.3.9 振动

机组按 6.3.14 的方法进行振动测量，测得的结果应不大于机组明示值。

5.3.10 水侧压力损失

水冷式机组冷凝器（气冷器）以及热回收换热器的水侧压力损失应不大于机组名义规定值的 115%。

5.4 带热回收功能的机组的特殊要求

带热回收功能的机组还应满足附录 A 的要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 场地环境

6.1.1.1 机组制冷量的试验装置见附录 B。

6.1.1.2 试验场地的大气压应保持在 (101 ± 10) kPa。

6.1.1.3 风冷式和蒸发冷却式机组的试验环境间应足够宽敞，试验前机组安装就位后（未开机状态下），在距离机组 0.5m 的任意处空气风速不应大于 2m/s。

6.1.2 试验资源

6.1.2.1 机组的供电电源应满足以下要求：

- a) 频率偏差不应大于 $\pm 0.5\text{Hz}$ ；
- b) 电压偏差不应大于 $\pm 10\%$ 额定电压。

6.1.2.2 水冷式机组使用的水质应符合 GB/T 50050 的规定。

6.1.3 仪器仪表

试验用仪器仪表的型式及准确度应符合表 4 的规定，并经计量检验部门检定或校准合格，在适用的有效期内。

试验用水侧流量计的安装及使用应符合 GB/T 18430.1 的规定。

表 4 仪器仪表的型式及准确度

类 别	型 式	准 确 度
温度测量仪表	水银玻璃温度计、电阻温度计	空气干湿球温度±0.1℃ 冷却水水温±0.1℃ 制冷剂温度±0.1℃
	热电偶	热电偶温度±0.2℃
制冷剂压力测量仪表	压力表、变送器	±1.0%
流量测量仪表	记录式、指示式、积算式	±1.0%
电量测量仪表	指示式	±0.5%
	积算式	±1.0%
质量测量仪表		±1.0%
时间测量仪表	秒表	±0.2%
注：大气压力测量用气压测量仪表，其准确度为±0.1%。		

6.2 试验要求

6.2.1 概述

- 6.2.1.1 试验装置的制冷系统应确保无制冷剂泄漏。
- 6.2.1.2 应对试验装置的液体管道与吸气管道采取隔热措施。
- 6.2.1.3 当使用贮液器时，贮液器内的制冷剂在运行时应保持正常的液面。
- 6.2.1.4 试验装置应设有能抽取制冷剂-油混合物的接头。
- 6.2.1.5 风冷式和蒸发冷却式机组的冷凝器（气冷器）进风温度应取自放在能表明平均空气温度位置上的至少四个温度测量仪表的平均读数，也可采用抽样装置测得。
- 6.2.1.6 风冷式机组的冷凝器进风的每一个温度测量仪表应避免热辐射。

6.2.2 数据处理

制冷能力试验名义工况参数的读数允差应符合表 5 的规定。

表 5 制冷能力试验名义工况参数的读数允差

试验参数	测量值与规定值间的 最大允许偏差	每个测量值相对于平均值的 最大允许偏差
吸气（绝对）压力 ^a （%）	±1.0（或 2 kPa） ^b	±0.5
吸气温度（℃）	±3.0	±1.0
风冷式冷凝器（气冷器）进风温度（℃）	±1.0	±0.5
冷凝器进出水温度（℃）	±0.5	±0.3
蒸发冷却式湿球温度（℃）	±0.5	±0.3

试验参数	测量值与规定值间的 最大允许偏差	每个测量值相对于平均值的 最大允许偏差
电压（%）	±3.0	±1.0
水冷式制冷量大于 1200 kW 和风冷式或蒸发冷却式制冷量大于 360 kW 的机组的现场试验，测量值与规定值间的最大允许偏差和每一个测量值读数相对于平均值的最大允许偏差为 5%。		
^a 应在机组吸入口前至少 150 mm 而且不小于 4 倍管径处的直管段上，测得的蒸汽压力来确定吸入的制冷剂蒸气饱和温度。温度和压力应在同一位置测量。 ^b 当最大允许偏差小于 2 kPa 时括号内的值适用。		

6.3 试验步骤

6.3.1 电镀件耐盐雾性试验

机组的电镀件应按 GB/T 10125 进行盐雾试验，试验周期为 24h。试验前，电镀件表面应清洗除油；试验后，用清水冲掉残留在表面上的盐分，检查电镀件腐蚀情况，其结果应符合 5.1.10 的规定。

6.3.2 涂漆件涂层附着力试验

在机组体外表面任取 10mm×10mm 的面积，用新刮脸刀每间隔 1mm 纵横各划 11 条、深达底材的平行切痕。用氧化锌医用胶布贴牢，然后沿垂直方向快速撕下，按划痕范围内漆膜脱落的格数对 100 的比值评定，每小格漆膜保留不足 70% 的视为脱落。试验后，检查漆膜脱落情况。

6.3.3 绝缘电阻试验

在确认机组断电的情况下（刚停机的机组应对地短路充分放电），按表6选取合适的绝缘电阻计，测量机组带电部件与易触及的金属部件之间的绝缘电阻。

注：在控制电路的电压范围内，在对地电压为直流30V以下的控制回路中应用的电子器件，可免去该项耐电压试验。

表 6 绝缘电阻计试验电压

输入电压 V	绝缘电阻计试验电压 V
$U \leq 500$	500
$500 < U \leq 3000$	1000
$U > 3000$	2500

6.3.4 电气强度试验

机组经 6.3.3 绝缘电阻试验后或 6.3.5 淋水试验后，电气强度按下述规定进行试验：

- a) 在机组带电部件和易触及的金属部件之间加上一个频率为 50Hz 的基本正弦波电压，试验电压值为 $1000V + 2 \text{ 倍额定电压值}$ ，试验时间为 1min；试验时间也可采用 1s，但试验电压值应为 1.2 倍的（ $1000V + 2 \text{ 倍额定电压值}$ ）；
- b) 电机已由生产商进行电气强度试验并出具检测报告的，可不再进行该项目测试；
- c) 已进行电气强度试验的部件可不再进行试验；
- d) 在控制电路的电压范围内，在对地电压为直流 30V 以下的控制回路中应用的电子器件，可免去该项电气强度试验。

6.3.5 淋水绝缘试验

淋水绝缘试验应按 GB/T 4208—2017 中 IPX4 等级进行溅水试验，试验结束后立即进行 6.3.3 规定的绝缘电阻试验和 6.3.4 规定的电气强度试验。

6.3.6 接地装置试验

机组接地装置按以下方法进行试验：

- a) 对机组保护接地装置的规定，通过视检和手动试验判断其是否合格；
- b) 对机组保护接地端子和接地点等的规定，通过视检和手动试验判断其是否合格；
- c) 对保护接地电路连续性的试验，从空载电压不超过 12V（50 Hz 或 60 Hz）的保护特低电压（PELV）安全电源取得至少 10A 的电流，让该电流轮流在接地端子与机组各个易触及金属部件之间通过至少 10s 时间，记录最大电压降。

6.3.7 制冷系统密封性能试验

机组在组装完毕以后，可采用如下试验方法之一进行试验：

- a) 试验介质采用干燥、洁净的空气或氮气，试验时先给被试机充入气体，缓慢加压至试验压力（不低于产品的设计压力），然后放入水池中或外部涂抹发泡液，保压 1min 再进行检查。
- b) 制冷系统在正常的制冷剂充灌量下，使用电子卤素检漏仪或氦检漏仪进行检漏。

6.3.8 制冷量试验

将机组能量调节装置调至适宜位置，在表 2 规定的名义制冷工况下进行试验，按附录 B 规定的试验方法进行试验。

6.3.9 制冷消耗功率试验

将机组能量调节装置调至适宜位置，在表 2 规定的名义制冷工况下进行试验，按附录 B 规定的试验方法在制冷量测定的同时，测定机组的制冷消耗功率、电流。水冷式不包括水泵的功率。

6.3.10 最大负荷运行试验

将机组的能量调节置于最大制冷量位置，在额定电压和频率以及按表 2 最大负荷工况下运行，达到稳定状态后再运行 1h。然后断开电源使机组停机（2~6）min，然后重新接通电源启动机组。

6.3.11 部分负荷试验

机组按配置的卸载机构级数，在表 2 规定的名义工况进行制冷量部分负荷性能试验；对于无级卸载调节的机组，在表 2 规定的名义工况进行制冷量的 75%、50%、25%部分负荷性能试验。

6.3.12 变工况试验

机组按表 1 某一条件改变，其他条件按名义工况时的流量和温度条件，即在不同的冷凝器进水（进风、蒸发冷凝器湿球）温度（不少于 3 点）及不同的蒸发温度（不少于 5 点）下的制冷量、制冷消耗功率等值。该试验应包括表 2 中相应的工况温度条件点。

6.3.13 噪声试验

机组的噪声试验按下述规定进行：

- a) 机组安装时，在空气吸入通道和排出通道周围，不应有阻碍空气流通的物体；
- b) 在接近名义工况的条件下进行测量；
- c) 按 JB/T 4330—1999 附录 C 的方法进行测量；
- d) 按 JB/T 4330—1999 表面平均声压级的方法计算声压级，其试验结果应符合 5.3.8 的规定。

6.3.14 振动测量

机组按如下方法测量振动：

- a) 测量仪器的频率范围应为 10~500Hz。在此频率范围内的相对灵敏度以 80Hz 的相对灵敏度为基准，其他频率的相对灵敏度应在基准灵敏度的-20%~+10%的范围以内；
- b) 机组安装在平台上，安装平台及其基础不应产生附加振动或引起机组共振，机组运行时安装平台的振动值应小于被测机组最大振动值的 10%；
- c) 机组应在输入电源的额定频率和额定电压的状态下进行测定；
- d) 测点应在机架下部压缩机正下方分别按轴向、垂直轴向和水平面垂直轴向配置；
- e) 测量时，测量仪器的传感器与测点的接触应良好，并应保证具有可靠的连结。机组的振动值系以各测点测得的最大数据为准；
- f) 试验报告中应写明机组型号、测定的工况、机组制造商名及产品编号，并应注明最大振动值的测点位置。

6.4 带热回收功能机组试验

带热回收功能机组试验按附录 A 的规定进行。

7 检验规则

7.1 机组的检验分为出厂检验、抽样检验和型式检验。检验项目、技术要求及试验方法按表 7 的规定。

7.2 每台机组应经制造商质量检验部门检验合格后方可出厂。

7.3 制造商的产品质量控制措施中应主动包含抽样检测，尤其是批量生产的机组，但具体的抽样方案、检查水平及合格质量水平等可由制造商质量检验部门自行确定。

7.4 型式检验应确保每四年进行一次。当有下列情形发生时，第一台产品应做型式试验：

- a) 新产品开发或定型产品进行了重大改进；
- b) 使用了全新的生产线；
- c) 生产线搬迁或生产线进行了重大改进。

表 7 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	一般规定	√	√	√	5.1.2~5.1.9、 5.1.12~5.1.15	视检
2	安全标识				5.2.5	
3	标志				8.1； 8.3.1	
4	包装				8.2	
5	制冷系统密封性能				5.3.1	6.3.7
6	绝缘电阻				5.2.4.1	6.3.3
7	电气强度				5.2.4.2	6.3.4
8	接地装置				5.4.2.4	6.3.6
9	制冷量	—			5.3.2	6.3.8
10	制冷消耗功率				5.3.3	6.3.9

序号	项 目	出厂检验	抽样检验	型式检验	技术要求	试验方法
11	性能系数				5.3.7	6.3.8;6.3.9
12	最大负荷运行				5.3.4	6.3.10
13	部分负荷性能				5.3.5	6.3.11
14	变工况性能				5.3.6	6.3.12
15	噪声				5.3.8	6.3.13
16	振动				5.3.9	6.3.14
18	淋水绝缘				5.2.4.3	6.3.5
19	电镀件耐盐雾性				5.1.10	6.3.1
20	涂漆件涂层附着力				5.1.11	6.3.2
21	热回收模式名义制冷量				B.1.2.2	B.2.2
22	名义热回收量				B.1.2.2	B.2.2
23	名义热回收消耗功率				B.1.2.3	B.2.2
24	热回收综合能源利用率				B.1.2.4	B.2.2
注 1：“√”表示应做的项目；“—”表示不做的项目。 注 2：水冷式制冷量大于 1200 kW 和风冷式或蒸发冷却式制冷量大于 360 kW 的机组，可在使用现场进行运转试验。 注 3：水冷式制冷量大于 1200 kW 和风冷式或蒸发冷却式制冷量大于 360 kW 的机组的现场试验，可以代替本表中序号 9～24 的抽样检验和型式检验相关项目。						

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 每台机组应在明显位置设置永久性铭牌，铭牌应符合 GB/T 13306 的规定，铭牌内容至少应包含（客户有特殊要求按协议）：

- a) 产品名称和型号；
- b) 制造商名称、商标；
- c) 产品出厂编号；
- d) 生产日期；
- e) 主要技术性能参数（至少应包括名义工况条件、名义制冷量、制冷消耗功率、性能系数、蒸发温度范围、制冷剂、电压、频率、相数、重量等）。

8.1.2 机组相关部位上应有运行状态标志，如冷凝风机旋向、制冷压缩机油位、水冷冷凝器（气冷器）的进出水口、电气控制等标志。

8.1.3 应在相应地方（如铭牌、产品说明书等）标注产品执行的标准编号。

8.2 包装

8.2.1 机组外露的不涂漆加工表面应采取防锈措施，螺纹接头用螺塞旋堵，法兰孔用盲板封盖。

8.2.2 机组包装应符合 GB/T 13384 的规定。

8.2.3 每台机组出厂时应随机携带产品合格证、说明书、装箱单等技术文件，其中：

- a) 产品合格证的内容至少应包含：

- 产品的型号及名称；
- 产品的出厂编号；
- 制造商名称；
- 检验结论；
- 检验员、检验负责人签章和日期。

b) 产品说明书的内容至少应包含：

- 产品型号、名称、适用范围；
- 产品结构示意图、电路图及接线图等；
- 主要技术性能参数；
- 安装说明和要求；
- 机组主要部件或备件数量、目录；
- 使用说明、维护保养及注意事项。

8.3 运输和贮存

8.3.1 有关包装、储运、收发货标志应符合 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定。

8.3.2 出厂运输前应充入规定的制冷剂，或充入适量的干燥氮气。

8.3.3 机组在运输和贮存过程中，不应碰撞、倾斜。

8.3.4 机组包装后应贮存在库房或有遮盖的场所，场地应通风良好、干燥，周围应无腐蚀性有害气体，根据协议露天贮存时，应注意自控、电气系统防潮。

附录 A
(规范性)
带热回收功能机组的要求和试验方法

A. 1 名义热回收性能要求

- A. 1. 1 机组的名义热回收量或和制冷量不应小于明示值的95%。
- A. 1. 2 机组的名义热回收消耗功率不应大于明示值的110%。
- A. 1. 3 机组的名义热回收综合能源利用率不应低于明示值的95%。

A. 2 试验方法

A. 2. 1 试验工况

机组在热回收模式下的名义工况按表 A.1 的规定试验。

表 A. 1 名义热回收工况条件

使用侧					热源侧					
制冷剂			热回收热水		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
蒸发 温度 ^a	吸气温度		水流 量	出口 水温 ^b	进口 水温	出口 温度	干球 温度	湿球 温度	干球 温度	湿球 温度
	R134a, R404A, R407C, R407E, R410A, R507A	R744								
-15	10	-5	^c	35 45 55	30	35	32	—	35	24
表中温度单位为 ℃，单位制冷量水流量单位为 m ³ /（h • kW）。 水冷式制冷量大于 1200kW 和风冷式或蒸发冷却式制冷量大于 360kW 的机组的现场试验，若试验中机组吸气温度不能满足表 2 要求，则按过热度 5℃进行试验。										
^a 对非共沸制冷剂为吸气露点温度。 ^b 应根据产品的具体应用或制造商的指定一个或是多个热回收热水出口温度进行试验，当未指定时采用 55℃。 ^c 热回收热水水流量根据进水、出水 5℃温差来确定。										

A. 2. 2 试验方法

A. 2. 2. 1 概述

将机组卸载机构等能量调节装置调至适宜的位置，在表A.1规定的热回收名义工况以及6.1～6.2规定条件下进行试验，机组实测热回收量和（或）制冷量、热回收消耗功率、热回收综合能源利用率按以下规定进行试验测定。

A. 2. 2. 2 水冷式机组

情况 1：机组仅包括 1 个换热器：冷凝器（也是热回收换热器），热回收模式下制冷循环系统冷凝器（气冷器）冷凝热全部作为热回收量，按 6.3.8 规定的方法和公式（A.3）计算机组热回收量；按附录 B 规定的方法和公式（B.5）或公式（B.6）计算机组制冷量；为保证试验的有效性，通过公式（A.6）计算主辅偏差，不应大于 5%。

热回收消耗功率应包括压缩机电动机、油泵电动机和操作控制电路等的制冷消耗功率（水系统自带水泵的机组不应包含该水泵的功率）。

全热回收综合能源利用率应由上述情况 1 的试验结果和按公式（A.5）计算得出。

情况 2：机组包括 2 个及以上换热器：制冷剂—水换热器，按 6.3.8 规定的方法和公式（A.3）计算机组热回收换热器的热回收量；按 A.2.3.1 规定的方法和公式（A.1）计算机组冷凝器换热量；按附录 B 规定的方法和公式（B.5）或公式（B.6）计算机组制冷量；为保证试验的有效性，通过公式（A.6）计算主辅偏差，不应大于 5%。

热回收消耗功率应包括压缩机电动机、油泵电动机和操作控制电路等的制冷消耗功率（水系统自带水泵的机组不应包含该水泵的功率）。

部分热回收综合能源利用率应由上述情况 2 的试验结果和按公式（A.5）计算得出。

A. 2. 2. 3 风冷式机组

机组换热器包括 2 类换热器：空气—制冷剂换热器和制冷剂—水热回收换热器，热回收模式下制冷循环系统冷凝热通过热回收换热器热回收量，按 6.3.8 规定的方法和公式（A.3）计算机组热回收换热器的热回收量；按附录 B 规定的方法和公式（B.5）或公式（B.6）计算机组制冷量。

热回收消耗功率应包括压缩机电动机、油泵电动机和操作控制电路等的制冷消耗功率（水系统自带水泵的机组不应包含该水泵的功率）。

热回收综合能源利用率应由上述试验结果和按公式（A.5）计算得出。

A. 2. 2. 4 蒸发冷却式机组

机组换热器包括 2 类换热器：蒸发冷却—制冷剂换热器和制冷剂—水热回收换热器，热回收模式下制冷循环系统冷凝器的冷凝热通过热回收换热器热回收量，按 6.3.8 规定的方法和公式（A.3）计算机组热回收换热器的热回收量；按附录 B 规定的方法和公式（B.5）或公式（B.6）计算机组制冷量。

热回收机组消耗功率应包括压缩机电动机、油泵电动机和操作控制电路等的制冷消耗功率，还应包括热源侧淋水装置用水泵和冷却风机的制冷消耗功率，对于使用侧水系统自带水泵的机组制热消耗功率不应包含该水泵的功率。

热回收综合能源利用率应由上述试验结果和按公式（A.5）计算得出。

A. 2. 3 关键参数的计算与校核

A. 2. 3. 1 制冷剂-水换热器（冷凝器或气冷器）

机组冷凝器或气冷器换热量的测试方法采用 GB/T 10870 中的液体载冷剂法。冷凝器换热量按公式（A.1）计算，漏热量按公式（A.2）计算：

$$Q_{cc} = 1/(3600 \times 1000) C_{pc} \rho_c V_c (t_{c2} - t_{c1}) \quad (A.1)$$

$$Q_{cl} = \left(\frac{1}{1000}\right) K_c A_c (t_{cm} - t_{atm}) \quad (A.2)$$

式中：

Q_{cc} ——冷凝器换热量，单位为千瓦（kW）；

Q_{cl} ——冷凝器与环境空气之间的漏热量，单位为千瓦（kW）；

C_{pc} ——冷凝器水（或乙二醇溶液、盐水等）进、出口平均温度决定的比热容，单位为焦每千克摄氏度[J/(kg·℃)]；

ρ_c ——冷凝器水（或乙二醇溶液、盐水等）的密度（由流量计处的温度决定的或由接近流量计处温度的进口或出口温度代替），单位为千克每立方米（kg/m³）；

V_c ——冷凝器水（或乙二醇溶液、盐水等）的体积流量，单位为千克每立方米（kg/m³）；

t_{c1} 、 t_{c2} ——分别为冷凝器水（或乙二醇溶液、盐水等）进口、出口温度，单位为摄氏度（℃）；

K_c ——冷凝器与环境空气之间的传热系数，单位为瓦每平方米摄氏度[W/(m²·℃)]，冷凝器有隔热措施的取0，没有隔热措施的取20，或根据实际情况评估调整；

A_c ——冷凝外表面积，单位为平方米（m²）；

t_{atm} ——冷凝器周围平均环境空气温度，默认与蒸发器的相同，单位为摄氏度（℃）；

t_{cm} ——冷凝器水（或乙二醇溶液、盐水等）进口、出口温度的平均值，单位为摄氏度（℃）。

当载冷剂非纯水时，其物性参数应通过现场取样测量获得。

A. 2. 3. 2 制冷剂-水换热器（热回收换热器）

热回收换热器换热量（热回收量）的测试方法采用GB/T 10870—2014中的液体载冷剂法。热回收量按公式（A.3）计算，漏热量按公式（A.4）计算：

$$Q_{hrc} = 1/(3600 \times 1000) C_{phr} \rho_{hr} V_{hr} (t_{hr2} - t_{hr1}) \quad (A.3)$$

$$Q_{hrl} = (\frac{1}{1000}) K_{hr} A_{hr} (t_{hrm} - t_{atm}) \quad (A.4)$$

式中：

Q_{hrc} ——热回收换热器换热量（热回收量），单位为千瓦（kW）；

Q_{hrl} ——热回收换热器与环境空气之间的漏热量，单位为千瓦（kW）；

C_{phr} ——热回收换热器水进、出口平均温度决定的比热容，单位为焦耳[J/(kg·℃)]；

ρ_{hr} ——热回收换热器水的密度（由流量计处的温度决定的或由接近流量计处温度的进口或出口温度代替），单位为千克每立方米（kg/m³）；

V_{hr} ——热回收换热器水的体积流量，单位为千克每立方米（m³/h）；

t_{hr1} 、 t_{hr2} ——分别为热回收换热器水进、出口温度，单位为摄氏度（℃）；

K_{hr} ——热回收换热器与环境空气之间的传热系数，单位为瓦每平方米摄氏度[W/(m²·℃)]，热回收换热器有隔热措施的取0，没有隔热措施的取20，或根据实际情况评估调整；

A_{hr} ——热回收换热器外表面积，单位为平方米（m²）；

t_{atm} 、 t_{hrm} ——分别为热回收换热器周围平均环境空气温度与热回收换热器水进、出口温度的平均值，单位为摄氏度（℃）。

A. 2. 3. 3 热回收综合能源利用率

热回收综合能源利用率按公式（A.5）计算：

$$COP_{phr} = \frac{Q_{ec} + Q_{hrc}}{P} \quad (A.5)$$

式中：

P ——热回收消耗功率。

A. 2. 3. 4 主辅偏差

主辅偏差按公式（A.6）计算：

$$\text{主辅偏差} = \left| \frac{Q_{ec} + Q_{et} + P - (Q_{cc} + Q_{cl} + Q_{hrc} + Q_{hrl})}{Q_{ec}} \right| \times 100\% \quad (\text{A.6})$$

附录 B
(规范性)
制冷量的试验方法

B.1 装置的构造

B.1.1 量热器由两个独立的彼此进行热交换的流体回路所组成。液体制冷剂走内层回路，使其蒸发与过热。供热介质走外层回路，提供蒸发与过热所需的热量。对于不同的供热介质：

- a) 当水蒸气作为供热介质时，量热器应制成同心管式；
- b) 当水和盐水作为供热介质时，量热器应制成一个带有一组直接蒸发制冷剂盘管的液体冷却器，而盘管浸在一个容器内的第二流体中。

B.1.2 制冷剂的流量由紧靠量热器安装的膨胀阀控制。膨胀阀和量热器之间的制冷剂管路应隔热。

B.1.3 量热器的漏热量应不大于机组名义制冷量的 5%。

B.1.4 二次流量量热器法试验装置的示意图如图 B.1 所示。

B.2 装置的校准

B.2.1 量热器的漏热量是由供热介质在量热器外层回路循环流量来确定。对于不同的供热介质：

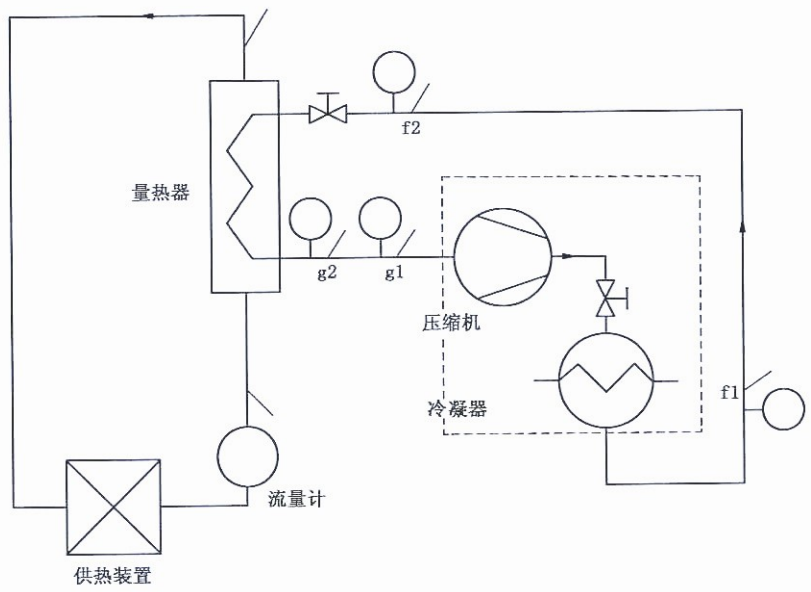


图 B.1 二次流量量热器法试验装置示意图

- a) 当以水或盐水作为供热介质时，则水或盐水的进口、出口温差应不小于 6℃。这时，环境温度应在 32℃ 以下的任意温度的 ±1℃ 之内。水或盐水的进口温度应比环境温度高 15℃。试验应持续进行，并维持流量不变。每隔 1h 测量一次，直至连续四次测得量热器的水或盐水进口、出口温度的波动都不大于 ±1℃。
- b) 当以水蒸气作为供热介质时，则用从供热介质回路中收集的凝结水来确定量热器的漏热量，水蒸气压力应保持在任意值的 ±4 kPa 之内。这时，环境温度应在 32℃ 以下的任意温度的 ±1℃ 之内。保持进入量热器的水蒸气过热度不小于 5℃，同时采用是凝结水过冷的办法，防止收集的凝结水由于蒸发而造成损失。同心管外表面的平均温度至少用 10 个等距分布的测温仪表来测量，试验应持续进行，每隔 1h 测量一次，直至连续四次凝结水量读数之差

超过±5%。

B.2.2 机组漏热系数的计算:

a) 当使用水或盐水时,按公式(B.1)计算:

$$K_L = m_L c (t_1 - t_2) / [0.5 \times (t_1 + t_2) - t_a] \quad (\text{B.1})$$

b) 当使用水蒸气时,按公式(B.2)计算:

$$K_L = (h_{s1} - h_{s2}) \times m_s / (t_c - t_a) \quad (\text{B.2})$$

B.2.3 机组试验时漏热量的计算:

a) 当使用水或盐水时,按公式(B.3)计算:

$$Q_a = K_L \times [0.5 \times (t_1 + t_2) - t_a] \quad (\text{B.3})$$

b) 当使用水蒸气时,按公式(B.4)计算:

$$Q_a = K_L (t_c - t_a) \quad (\text{B.4})$$

式中:

K_L ——漏热系数,单位为瓦每平方米每摄氏度 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$;

m_L ——循环水或盐水的流量,单位为千克每秒 (kg/s) ;

c ——在 20°C 时水或盐水的比热容,单位为焦每千克每开 $[\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$;

Q_a ——漏热量,单位为瓦 (W) ;

t_1 ——量热器进口的水或盐水的温度,单位为摄氏度 $(^\circ\text{C})$;

t_2 ——量热器出口的水或盐水的温度,单位为摄氏度 $(^\circ\text{C})$;

t_c ——同心管外表面平均温度,单位为摄氏度 $(^\circ\text{C})$;

t_a ——平均环境温度,单位为摄氏度 $(^\circ\text{C})$;

h_{s1} ——进入量热器的水蒸气的比焓,单位为焦每千克 (J/kg) ;

h_{s2} ——凝结水在出口温度的比焓,单位为焦每千克 (J/kg) ;

m_s ——凝结水的流量,单位为千克每秒 (kg/s) 。

B.3 试验工况的调节方法和要求

B.3.1 制冷剂饱和温度所对应的机组吸入压力由膨胀阀来调节。

B.3.2 制冷剂蒸汽的吸入温度由输入给二次流体加热量来调节。

B.3.3 当使用水或盐水为供热介质时,量热器进水、出水或盐水的温度波动值不大于 $\pm 0.1^\circ\text{C}$,通过量热器的循环水或盐水的流量波动量应不大于0.5%。

B.3.4 当使用水蒸汽为供热介质时,进入量热器的蒸汽过热度应不小于 5°C ,同时要防止凝结水因蒸发而造成损失。

B.3.5 试验工况确定后,应记录的数据包括:

- 量热器出口的制冷剂蒸气压力、温度;
- 膨胀阀出口处的液体制冷剂压力、温度;
- 量热器的环境温度;
- 当使用水或盐水时,量热器进水、出水或盐水的温度,循环水或盐水的流量;
- 当使用水蒸气时,量热器进口水蒸气温度,量热器中的水蒸气压力,量热器出口凝结水温度、流量和蒸汽管的表面温度。

B.3.6 每15 min测量一次,试验应持续进行,直至连续四次读数均在表6规定范围内。

B.3.7 试验期间供热介质压力和温度的波动量不应大到足以使机组制冷量的变化超过±1%。

B.4 制冷量的计算

B.4.1 当使用水或盐水时，制冷量按公式（B.5）计算：

$$Q = (h_{g1} - h_{f1}) / (h_{g2} - h_{f2}) \times [m_L c \times (t_1 - t_2) + Q_a] \times v_1 / v_{g1} \quad (\text{B.5})$$

B.4.2 当使用水蒸气时，制冷量按公式（B.6）计算：

$$Q = (h_{g1} - h_{f1}) / (h_{g2} - h_{f2}) \times [m_s \times (h_{s1} - h_{s2}) + Q_a] \times v_1 / v_{g1} \quad (\text{B.6})$$

式中：

Q ——机组的制冷量，单位为瓦（W）；

h_{g1} ——在规定工况下进入机组的制冷剂蒸汽的比焓，单位为焦每千克（J/kg）；

h_{g2} ——量热器出口的制冷剂蒸汽的比焓，单位为焦每千克（J/kg）；

h_{f1} ——离开机组的制冷剂液体的比焓，单位为焦每千克（J/kg）；

h_{f2} ——膨胀阀进口处的制冷剂液体的比焓，单位为焦每千克（J/kg）；

v_1 ——进入机组制冷剂蒸汽实际比体积，单位为立方米每千克（m³/kg）；

v_{g1} ——在规定工况下进入机组制冷剂蒸汽比体积，单位为立方米每千克（m³/kg）。