

中华人民共和国机械行业标准

JB/T7222—××××
代替JB/T 7222—2006

大型制冰低温盐水机组

Large ice making low temperature brine unit

(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 录

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	12
8 标志、包装、运输和贮存	13
附录 A（规范性）带热回收功能机组的要求和试验方法	15
附录 B（规范性）水侧压力损失、温度和流量的测量方法	18

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。

本文件代替 JB/T 7222—2006《大型氨制冰装置》，与 JB/T 7222—2006 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了机组的制冷剂类型，包括氨和氟代烃类物质（见第1章）；
- b) 增加了大型制冰低温盐水机组、制冷量、制冷消耗功率、制冷性能系数、热回收换热器和热回收综合能源利用率的术语和定义（见3.1~3.6）；
- c) 更改了机组名义制冷工况的基本参数，增加了高温制冷运行工况和低温制冷运行工况的基本参数（见4.3，2006年版的5.2.2）；
- d) 更改了机组的一般要求、零部件及压力容器要求（见5.1~5.2）；
- e) 更改了机组密封性能的技术要求和试验方法（见5.3和6.4.1）；
- f) 更改了机组名义工况性能和水侧压力损失的技术要求和试验方法（见5.5~5.6和6.4.3~6.4.4）；
- g) 增加了机组高温制冷运行工况、低温制冷运行工况、变工况性能、噪声和振动的技术要求和试验方法（见5.7~5.10和6.4.5~6.4.8）；
- h) 更改了机组电气安全的技术要求和试验方法（见5.11和6.4.9，2006年版的5.6）
- i) 增加了机组带热回收功能的机组的特殊要求的技术要求和试验方法（见5.12、6.4.10和附录A）；
- j) 更改了检验规则中的检验项目（见7.4，2006年版的7.4）；
- k) 更改了机组标志、包装、运输和贮存的要求（见8.1~8.3，2006年版的8.1~8.5）；
- l) 增加了机组水侧压力损失、温度和流量的测量方法（见附录B）；
- m) 删除了制冰装置型号表示方法和制冰桶的外形及基本尺寸要求（见2006年版的附录A和附录B）。

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：***

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1994年首次发布为 JB/T7222—1994；

——2006年第一次修订为 JB/T 7222—2006；

——本次为第二次修订。

大型制冰低温盐水机组

1 范围

本文件规定了大型制冰低温盐水机组的术语和定义、型式与基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于人工冰场用以 R717 或氟代烃类物质为制冷剂，以盐水或乙二醇等载冷剂进行间接冷却制冰，名义制冷量大于 50 kW 的制冰机组。其它类似用途的制冰机组可参照本文件执行。

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 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 5657 离心泵技术条件（Ⅲ级）
- GB/T 7190.1 玻璃纤维增强塑料冷却塔 第 1 部分：中小型玻璃纤维增强塑料冷却塔
- GB/T 7190.2 玻璃纤维增强塑料冷却塔 第 2 部分：大型玻璃纤维增强塑料冷却塔
- GB/T 9237 制冷系统及热泵 安全与环境要求
- GB/T 10079 活塞式单级制冷压缩机
- 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 19410 螺杆式制冷压缩机
- GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范
- GB 50072 冷库设计规范
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50316 工业金属管道设计规范
- NB/T 47012—2020 制冷装置用压力容器
- JB/T 4330 制冷和空调设备噪声的测定
- JB/T 7249 制冷与空调设备 术语
- JB/T 7658.2 氨制冷装置用辅助装置 第 2 部分：油分离器
- JB/T 7658.3 氨制冷装置用辅助装置 第 3 部分：立式蒸发器
- JB/T 7658.4 氨制冷装置用辅助装置 第 4 部分：卧式蒸发器
- JB/T 7658.5 氨制冷装置用辅助装置 第 5 部分：蒸发式冷却器
- JB/T 7658.8 氨制冷装置用辅助装置 第 8 部分：贮液器
- JB/T 7658.12 氨制冷装置用辅助装置 第 12 部分：紧急泄氨器

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

大型制冰低温盐水机组 large-scale ice making installation

以盐水或乙二醇为载冷剂进行间接冷却制冰，名义制冷量大于 50kW 的制冰机组。

3.2

制冷量 cooling capacity

单位时间内载冷剂流经制冰机组蒸发器内传递的热量。

3.3

制冷消耗功率 refrigeration power consumption

在规定的制冷工况试验条件下，机组运行时所消耗的输入功率的总和。

注 1: 消耗功率包括压缩机电动机、油泵电动机、电加热器和操作控制电路等的输入功率。

注 2: 对于风冷式机组，消耗功率还包括冷却风机功率；对于蒸发冷却式机组，总输入功率还包括淋水装置水泵功率及冷却风机功率。

3.4

制冷性能系数 coefficient of performance for cooling

COP_c

在规定的制冷工况试验条件下，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（或冷凝器的一部分）或者独立于机组冷凝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}

在名义热回收工况下，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取冷水产生的制冷量之和与总消耗功率的比值。

注 1: 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）。

注 2: 部分热回收能源利用率和全热回收能源利用率分别用 CEE_{phr} 和 CEE_{thr} 来表示。

4 型式与基本参数

4.1 型式

4.1.1 大型制冰低温盐水机组（以下简称“机组”）按制冷运行时冷凝器的散热方式可分为：

- 水冷式；
- 风冷式；
- 蒸发冷却式。

4.1.2 按机组功能可分为：

- 单冷型；
- 全热回收型。
- 部分热回收型。

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 机组的名义工况及其他试验工况按表 1 的规定。

表 1 名义工况及其他试验工况

项目	使用侧		热源侧（或放热侧）					
			水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
	进液温度℃	出液温度℃	进水温度℃	出水温度℃	干球温度℃	湿球温度℃	干球温度℃	湿球温度℃
名义制冷工况	-12	-15	30	35	32	—	32	24
高温制冷运行工况	— ^a	-3	36	— ^b	43	—	—	29
低温制冷运行工况	— ^a	-20	20	— ^b	5	—	—	15.5

^a 由名义制冷工况时的载冷剂流量决定。
^b 由名义制冷工况时的冷却水量决定。

4.3.2 机组的正常使用条件如下：

- 工作环境温度：不高于 43℃，不低于 0℃。
- 制冰用水温度：不高于 30℃。
- 人工冰场环境温度：不高于 30℃。

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条件（或按用户和制造商的协议）制造。
- 5.1.2 机组外表面均应清洁，涂漆表面应光滑。管路附件安装应横平竖直，排布整齐。
- 5.1.3 机组的黑色金属制件，表面应进行防锈蚀处理。
- 5.1.4 电镀件表面应光滑，色泽均匀，不应有剥落、露底、针孔、明显的色斑和划伤等缺陷。
- 5.1.5 机组涂装件表面应平整，涂布及色泽均匀，不应有明显的气泡、流痕、皱纹等瑕疵或损伤，也不应有漏涂、底漆外露等情况。
- 5.1.6 机组装饰性塑料件表面应平整光滑、色泽均匀，不应有裂痕、气泡和明显缩孔等缺陷，塑料件应耐老化。
- 5.1.7 充装制冷剂之前，机组内与制冷剂和润滑油接触的表面应保持清洁、干燥。
- 5.1.8 机组各零部件的安装应牢固、可靠，制冷压缩机应具有防振动措施。
- 5.1.9 机组的隔热层应隔热性能良好，正常运行时隔热层不应有凝露现象，并无异味、无毒且有自熄性。
- 5.1.10 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。
- 5.1.11 机组应具有电机过载保护、缺相保护（三相电机组），水系统断流保护、防冻保护，系统高、低压保护等功能。

- 5.1.12 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。
- 5.1.13 机组的安全与环境要求应符合 GB/T 9237 的规定。

5.2 零部件及压力容器要求

- 5.2.1 机组用制冷压缩机组应符合 GB/T 10079 或 GB/T 19410 的规定。
- 5.2.2 制冷系统附属设备应符合 JB/T 7658.2、JB/T 7658.3、JB/T 7658.4、JB/T 7658.5、JB/T 7658.8 及 JB/T 7658.12 的规定。
- 5.2.3 制冷系统内压力容器应符合 NB/T 47012—2020 的规定。
- 5.2.4 制冷系统管路的设计与安装应符合 GB 50072、GB 50235 及 GB 50316 的规定。
- 5.2.5 制冷系统中压力表、阀门及安全附件等应完好无损，管路连接应简单整齐，安装安全可靠；低温设备和管路保温良好，应无结露现象，符合 GB 50072 的规定。
- 5.2.6 冷却塔及水泵应与水冷冷凝器配套选用，冷却塔应符合 GB/T 7190.1、GB/T 7190.2 的规定，水泵应符合 GB/T 5657 的规定。

5.3 密封性能

5.3.1 气密性试验

机组的制冷系统应具有良好的密封性能，按6.4.1.1进行气密性试验时，机组的制冷系统各部位不应有泄漏。

5.3.2 真空试验

按6.4.1.2进行真空试验时，机组的制冷系统不应有泄漏，且压力回升符合以下规定：

- a) 对于制冷量 $\leq 150\text{kW}$ 的机组，压力回升不应大于 100Pa ；
- b) 对于制冷量 $> 150\text{kW}$ 的机组，压力回升不应大于 150Pa 。

5.3.3 压力试验

机组的水路系统应具有足够的强度，按 6.4.1.3 进行压力试验时，各管路及连接处应无异常变形和泄漏。

5.4 试运转

机组按6.4.2方法进行运转试验，机组应能正常启动，且运行过程中无任何异常。

对于需要现场组装的大型机组或其它不具备出厂运转试验条件的机组，出厂前可只进行机头运转试验以及电控系统的模拟试验。

5.5 名义工况制冷性能

- 5.5.1 机组的实测名义制冷量不应小于明示值的95%。
- 5.5.2 机组的实测名义制冷消耗功率不应大于明示值的 110%。
- 5.5.3 机组名义制冷工况下实测的性能系数不低于明示值的 95%。

5.6 水侧压力损失

机组蒸发器、冷凝器以及热回收换热器的水侧压力损失不应大于机组明示值的115%。

注：对于自带水泵的机组，相应水路的换热器压力损失不做考核。

5.7 高温制冷运行工况

机组在高温制冷运行工况试验的过程中，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，过载保护装置或其他保护装置不应跳开；
- c) 试验过程中运行电流的最大值不应大于机组最大运行电流的明示值。

5.8 低温制冷运行工况

机组在低温制冷运行工况试验的过程中，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，低压、防冻及过载保护装置不应跳开。

5.9 变工况性能

机组变工况性能温度条件如表2所示，并绘制性能曲线图或表。

表 2 变工况性能温度范围

单位为摄氏度

项目	使用侧		热源侧（或放热侧）					
			水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
	进液温度	出液温度	进水温度	出水温度	干球温度	湿球温度	干球温度	湿球温度
变工况性能	—	-20~-3	20~36	—	5~43	—	—	15.5~29

5.10 噪声和振动

5.10.1 机组的实测声压级噪声值不应大于其明示值+2dB(A)。

5.10.2 机组的实测振动值不应大于其明示值。

5.11 电气安全

5.11.1 绝缘电阻

机组带电部件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220 V、三相交流380V时不应小于2M Ω ；
- b) 额定电压三相交流3000V、6000 V时不应小于5 M Ω ；
- c) 额定电压三相交流10000 V时不应小于10 M Ω 。

5.11.2 电气强度

机组按6.4.9.2规定进行电气强度试验时，应无击穿和闪络现象发生。

5.11.3 接地装置

5.11.3.1 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。

5.11.3.2 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、接地螺钉和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

5.11.3.3 机组的保护接地电路应具有连续性。按 6.4.9.3 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

5.11.4 耐湿性能

风冷式或蒸发冷却式机组经6.4.9.4耐湿试验后，机组的绝缘电阻和电气强度应分别符合5.11.1和5.11.2规定。

5.11.5 防护等级

风冷式或蒸发冷却式机组防护等级不应低于制造商声称的级别，且至少应达到GB/T 4208—2017中规定的IPX4。按6.4.9.5进行防护等级试验后，机组的绝缘电阻和电气强度仍应符合5.11.1和5.11.2的规定。

5.12 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 的相关要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 场地环境

6.1.1.1 试验场地的大气压应保持在 (101±10) kPa。

6.1.1.2 风冷式和蒸发冷却式机组的试验环境间应充分宽敞，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±0.5Hz;
- b) 电压偏差不应大于±10%额定电压。

6.1.2.2 机组使用的冷却水质应符合 GB/T 50050 的规定。

6.1.3 仪器仪表

6.1.3.1 试验用仪器仪表的型式及准确度应符合 GB/T 10870—2014 的规定，并经计量检验部门检定或校准合格，在使用的有效期内。

6.1.3.2 试验用流量计的安装应符合附录 B 的规定。

6.1.3.3 振动测量仪的频率范围应包含 10Hz~1000Hz。且在此频率范围内的相对灵敏度以 160Hz 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-10%~+5%的范围内。

6.1.4 工装设备

6.1.4.1 机组空气侧干、湿球温度的测量应采用满足 GB/T 10870—2014 附录 B 要求的测量装置。

6.1.4.2 机组水侧压力损失和温度的测量应采用附录 B 规定的水侧压力损失和温度测量装置。

6.2 安装

6.2.1 被试机组应安装稳固，满足产品安装使用说明书的要求或符合制造商的有关规定。

6.2.2 必要时，按铭牌规定充注适量的制冷剂，试验过程中不应再调整制冷剂的充注量。

6.2.3 先完成机组与试验装置水系统的连接，确保测试装置各阀门的关闭状态正确，再布置好试验所需的各测量传感器，最后连接机组的电源。

6.3 数据处理

6.3.1 试验过程中，各工况参数的允差要求应符合表 4 和表 5 的规定。

注1：平均变动幅度——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——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。

注3：当机组平稳运行在各工况下，有关读数允差符合表4和表5的规定时，可认为机组达到稳定运行状态。

6.3.2 数据的采集和处理应符合 GB/T 10870—2014 的规定。

表 4 试验工况的读数允差（平均变动幅度）

试验工况	使用侧		热源侧					
	液体		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
	进/出液温度 °C	水流量	进/出水温度 °C	水流量	干球温度 °C	湿球温度 °C	干球温度 °C	湿球温度 °C
名义制冷	±0.3	±5%	±0.3	±5%	±0.3	—	±0.5	±0.5
高温制冷运行	±0.5		±0.5	±5%	±0.5	—	—	±0.5
低温制冷运行			±0.3	±5%	±0.3	—	±0.5	±0.5
名义热回收	±0.3		±0.3	±5%	±0.3	—	±0.5	±0.5

注：带热回收功能的机组，其热回收热水侧的要求按本表使用侧的要求。

表 5 试验工况的读数允差（最大变动幅度）

试验工况	使用侧	热源侧		
	液体	水冷式	风冷式	蒸发冷却式

	进/出液温度 ℃	水流量	进/出水温度 ℃	水流量	干球温度 ℃	湿球温度 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃
名义制冷	±0.5	±5%	±0.5	±5%	±0.5	—	±1.0	±0.5
高温制冷运行	±1.0		±1.0	±5%	±1.0	—	—	±1.0
低温制冷运行								
名义热回收	±0.5		±0.5	±5%	±0.5	—	±0.5	±0.5

注：带热回收功能的机组，其热回收热水侧的要求按本表使用侧的要求。

6.4 试验步骤

6.4.1 密封性能试验

6.4.1.1 气密性试验

气密性试验按 NB/T 47012—2020 中 7.8.2.1 或 7.8.2.2 规定的试验方法进行。

6.4.1.2 真空试验

真空试验按以下规定进行：

- a) 对单一系统制冷量 $\leq 150\text{kW}$ 的机组，抽真空至 266Pa 以下，保压 10min 以上，检查机组泄漏和压力回升等情况；
- b) 对单一系统制冷量 $> 150\text{kW}$ 的机组，抽真空至 300 Pa 以下，保压 30min 以上，检查机组泄漏和压力回升等情况。

6.4.1.3 压力试验

机组水路系统进行 1.25 倍设计压力的液压试验或者 1.15 倍设计压力的气压试验，保压 10min 以上，检查机组水系统的变形、渗漏等异常情况。

6.4.2 试运转试验

出厂前，机组在额定电压和额定频率下进行制冷模式下的开机试运转。

6.4.3 性能试验

6.4.3.1 制冷性能试验

将机组能量调节装置调至适宜位置，在规定的制冷工况以及 6.1~6.3 规定下进行试验，机组实测制冷量和制冷消耗功率按以下规定进行测试：

a) 水冷式机组

使用侧和热源侧按附录 B 的规定对进出液温度和流量进行测量，机组制冷量按公式 (1) 计算得出；热源侧换热量按公式 (3) 计算得出；为保证试验的有效性，通过公式 (5) 计算主辅偏差，不应大于 GB/T10870—2014 中 4.2.2 规定的允许偏差。

制冷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输入功率（水系统自带水泵的机组不应包含该水泵的功率）。

b) 风冷式机组

使用侧按附录 B 的规定对进出液温度和流量进行测量，热源侧的进风干湿球温度按 GB/T10870—2014 附录 B 的规定布置空气取样装置进行测量，机组制冷量按公式 (1) 计算得出。

制冷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输入功率，还应包括热源侧冷却风机的输入功率（水系统自带水泵的机组不应包含该水泵的功率）。

c) 蒸发冷却式机组

使用侧按附录 B 的规定对进出液温度和流量进行测量，热源侧的进风干湿球温度采用 GB/T 10870—2014 附录 B 的规定布置空气取样装置进行测量，测量期间机组的补水系统应自动运行，机组制冷量按公式（1）计算得出；

制冷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输入功率，还应包括热源侧淋水装置用水泵和冷却风机的输入功率（使用侧水系统自带水泵的机组不应包含该水泵的功率）。

6.4.3.2 性能参数的计算

6.4.3.2.1 制冷剂-载冷剂换热器（蒸发器）

机组蒸发器换热量的测试方法采用 GB/T 10870—2014 中的液体载冷剂法。蒸发器的换热量按公式（1）计算，漏热量按公式（2）计算：

$$Q_{ec} = 1/(3600 \times 1000)C_{pe}\rho_e V_e(t_{e1} - t_{e2}) \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_{el} = (\frac{1}{1000})K_e A_e(t_{atm} - t_{em}) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Q_{ec} ——蒸发器换热量，单位为千瓦（kW）；

Q_{el} ——蒸发器与环境空气之间的漏热量，单位为千瓦（kW）；

C_{pe} ——蒸发器乙二醇或盐水等溶液进、出口平均温度决定的比热容，单位为焦耳每千克摄氏度 [J/(kg·°C)]；

ρ_e ——蒸发器乙二醇或盐水等溶液的密度（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_e ——蒸发器乙二醇或盐水等溶液的体积流量，单位为立方米每小时（m³/h）；

t_{e1} 、 t_{e2} ——分别为蒸发器乙二醇或盐水等溶液进、出口温度，单位为摄氏度（°C）；

K_e ——蒸发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·°C)]，蒸发器有隔热措施的取0，没有隔热措施的取20，或根据实际情况评估调整；

A_e ——蒸发器外表面积，单位为平方米（m²）；

t_{atm} ——蒸发器周围平均环境空气温度，单位为摄氏度（°C）；

t_{em} ——蒸发器乙二醇或盐水等溶液进、出口温度的平均值，单位为摄氏度（°C）。

6.4.3.2.2 制冷剂-水换热器（冷凝器）

机组冷凝器换热量的测试方法采用 GB/T 10870—2014 中的液体载冷剂法。冷凝器换热量按公式（3）计算，漏热量按公式（4）计算：

$$Q_{cc} = 1/(3600 \times 1000)C_{pc}\rho_c V_c(t_{c2} - t_{c1}) \dots\dots\dots (3)$$

$$Q_{cl} = (\frac{1}{1000})K_c A_c(t_{cm} - t_{atm}) \dots\dots\dots (4)$$

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} ——冷凝器水进、出口平均温度决定的比热容，单位为焦耳每千克摄氏度[J/(kg·°C)]；
- ρ_c ——冷凝器水的密度（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_c ——冷凝器水的体积流量，单位为千克每立方米(kg/m³)；
- t_{c1} 、 t_{c2} ——分别为冷凝器水进、出口温度，单位为摄氏度(°C)；
- 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·°C)]，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，单位为摄氏度(°C)；
- t_{cm} ——冷凝器水溶液进、出口温度的平均值，单位为摄氏度(°C)。

6.4.3.3 制冷主辅偏差

$$\text{主辅偏差} = 2 \times \left| \frac{Q_{ec} + Q_{el} + P - (Q_{cc} + Q_{cl})}{Q_{ec} + Q_{el} + P + Q_{cc} + Q_{cl}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

6.4.4 水侧压力损失试验

机组按附录 B 规定的方法，在名义制冷、名义热回收试验的同时测得的各换热器的水侧压力损失。

6.4.5 高温制冷运行工况试验

机组在表1规定的高温制冷运行工况以及6.1~6.3规定条件下运行，达到稳定状态后再运行2h，对机组的各部件，过载保护器和运行电流等进行检查。

6.4.6 低温制冷运行工况试验

机组在表1规定的低温制冷运行工况以及6.1~6.3规定条件下运行，达到稳定状态后再运行2h，对机组各部件，低压、防冻及过载保护器等进行检查。

6.4.7 变工况性能试验

机组按表 2 某一条件改变时，其他条件按名义工况时的流量和温度条件。该试验应包括表 2 中相应的工况温度条件点，将试验结果绘制成曲线图或编制成表格，每条曲线或每个表格不应少于 4 个测量点的值。

6.4.8 噪声和振动试验

6.4.8.1 噪声试验

机组在名义制冷工况下进行噪声的测试。噪声按JB/T 4330规定的矩形六面体测量表面布置测量点，并JB/T 4330规定的平均声压级计算方法的得出。

6.4.8.2 振动试验

机组应在名义工况条件下进行振动试验，测试应符合以下规定：

- a) 机组安装在平台上。安装平台和基础不应产生附加振动或机组共振，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%；
- b) 测点位置：在压缩机机架上不同的 4 个位置或者机组底座最外侧的 4 个底角处，每一位置按 X、Y、Z 三个方向进行测量；

- c) 测量要求：传感器与测点间应确保可靠和良好的接触，每一位置均应在 X、Y、Z 三个相互垂直的方向上分别进行测量；
- d) 测试结果：取三个方向实测位移均方根值的最大值作为该点的实测振动值，测量过程中应记录机组的运行模式、工况条件和测点位置。

6.4.9 电气安全试验

6.4.9.1 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 绝缘电阻计额定电压

输入电压 V	绝缘电阻计额定电压 V
$V \leq 500$	500
$500 < V \leq 3000$	1000
> 3000	2500

6.4.9.2 电气强度试验

机组经6.4.9.1绝缘电阻试验后，按以下方法进行电气强度试验：

- a) 在机组带电部位和非带电金属部位之间加上一个频率为 50Hz 的基本正弦波电压，试验电压值为 $1000V + 2$ 倍额定电压值，试验时间为 1 min；试验时间也可采用 1s，但试验电压值应为 1.2 倍的 ($1000V + 2$ 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。

6.4.9.3 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 PELV (保护特低电压) 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。

6.4.9.4 耐湿性能试验

风冷式或蒸发冷却式机组低温制冷运行工况试验后,立即按6.4.9.1和6.4.9.2的规定分别进行绝缘电阻和电气强度试验。

注：经过 6.4.9.5 防护等级试验的机组可以免除该项试验。

6.4.9.5 防护等级试验

按GB/T 4208—2017的规定进行相应等级的测试，试验结束后立即按6.4.9.1和6.4.9.2的规定分别进行绝缘电阻和电气强度试验。

6.4.10 带热回收功能机组的要求和试验

带热回收功能机组的要求和试验按附录 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 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 型式检验应确保每三年进行一次。当有下列情形发生时，第一台产品应做型式试验：

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

表 7 检验项目

序号	测试项目	检验类型			技术要求	试验方法
	名称	出厂 检验	抽样 检验	型式 检验		
1	一般要求	—	—	√	5.1.1~5.1.13	视检和验证
2	零部件及压力容器要求	—	—	√	5.2.1~5.2.6	视检和验证
3	气密性试验	√	√	√	5.3.1	6.4.1.1
4	真空试验	√	√	√	5.3.2	6.4.1.2
5	压力试验	√	√	√	5.3.3	6.4.1.3
6	试运转	√	√	√	5.4	6.4.2
7	绝缘电阻	√	√	√	5.11.1	6.4.9.1
8	电气强度	√	√	√	5.11.2	6.4.9.2
9	接地装置	√	√	√	5.11.3	6.4.9.3
10	耐湿性能	—	—	√	5.11.4	6.4.9.4
11	防护等级	—	—	√	5.11.5	6.4.9.5
12	水侧压力损失	—	√	√	5.6	6.4.4
13	噪声和振动	—	—	√	5.10	6.4.8
14	名义制冷量	—	√	√	5.5.1	6.4.3.1
15	名义制冷消耗功率	—	√	√	5.5.2	6.4.3.1
16	名义制冷性能系数	—	√	√	5.5.3	6.4.3.1
17	高温制冷运行工况	—	—	√	5.7	6.4.5
18	低温制冷运行工况	—	—	√	5.8	6.4.6
19	变工况性能	—	—	√	5.9	6.4.7

序号	测试项目	检验类型			技术要求	试验方法
	名称	出厂 检验	抽样 检验	型式 检验		
20	热回模式名义制冷量	—	√	√	A.1.1	A.2.2
21	名义热回收量	—	√	√	A.1.1	A.2.2
22	名义热回收消耗功率	—	√	√	A.1.2	A.2.2
23	热回收综合能源利用率	—	√	√	A.1.3	A.2.2
注：“√”表示需要检验的项目；“—”表示不需要检验的项目。						

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 每台机组应在明显部位设置永久性铭牌，铭牌应符合 GB/T 13306 的规定。铭牌上应标出以下内容：

- a) 机组的型号、名称；
- b) 机组的名义制冷量、名义制冷消耗功率；
- c) 额定电压、相数、频率；
- d) 制冷剂类型及充注量；
- e) 制造商名称；
- f) 机组的出厂编号和出厂日期。

8.1.2 机组相关部位上应设有运行状态的标志（如转向、水流方向、指示仪表以及各控制按钮等）和安全标识（如接地装置、警告标识等）。

8.1.3 机组应在相应的地方标明（如产品说明书、铭牌等）执行标准的编号。

8.2 包装

8.2.1 机组在包装前应进行清洁处理，各部件应清洁、干燥，易锈部件应涂防锈剂。

8.2.2 机组应外套塑料罩或防潮纸并应固定在包装箱内，其包装应符合 GB/T 13384 的规定。

8.2.3 包装内应附随机文件，随机文件包括产品合格证、产品说明书和装箱单等。

产品合格证的内容包括：

- 产品型号和名称；
- 产品出厂编号；
- 制造商名称；
- 检验结论；
- 检验员、检验负责人签章及日期。

产品说明书的内容应包括：

- 制冰机组的应用范围；
- 制冰机组的主要技术参数；
- 制冰机组的结构及工作原理；
- 制冰机组的安装图样与调试；
- 制冰机组中主要设备的操作管理；
- 制冰机组的操作、运转及使用；
- 制冰机组的故障原因及处理方法；

——制冰机组的注意事项及安全技术说明。

8.3 运输和贮存

- 8.3.1 机组在运输和贮存过程中不应被碰撞、倾斜或遭受雨雪淋袭。
- 8.3.2 机组出厂前应充入或保持规定的制冷剂量,或充入 0.02 MPa~0.03 MPa(表压)的干燥氮气。
- 8.3.3 产品应贮存在干燥且通风良好的场所中,并注意电气系统的防潮。

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 名义热回收名义工况条件

使用侧				热源侧（或放热侧）					
载冷剂		热回收热水		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
进液温度	出液水温	水流量	出口水温 ^a	进口水温	出口水温	干球温度	湿球温度	干球温度	湿球温度
-12	-15	b	35	30	35	32	—	32	24
			45						
			55						
注：表中温度单位为℃，单位制冷量水流量单位为 m ³ /(h·kW)。									
^a 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℃。									
^b 热回收热水水流量根据进、出水 5℃温差来确定。									

A.2.2 试验方法

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6.1~6.3规定条件下进行试验,机组实测热回收量和制冷量、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。

——水冷式机组

情况I：机组仅包括 2 个换热器：蒸发器和冷凝器（也是热回收换热器），热回收模式下制冷循环系统冷凝器冷凝热全部作为热回收量，按 6.4.3.2 规定的方法和公式（A.1）计算机组热回收量；按 6.4.3.1 规定的方法和公式（1）计算机组制冷量；为保证试验的有效性，通过公式（A.4）计算主辅偏差，不应大于 GB/T 10870—2014 中 4.2.2 规定的限值。

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输入功率（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I的试验结果和按公式（A.3）计算得出。

情况II：机组包括 3 个换热器：制冷剂-水换热器，按 6.4.3.2 规定的方法和公式（A.1）计算机组热回收换热器的热回收量；按 6.4.3.2 规定的方法和公式（3）计算机组冷凝器换热量；按 6.4.3.1

规定的方法和公式(1)计算机组制冷量；为保证试验的有效性，通过公式(A.4)计算主辅偏差，不应大于GB/T 10870—2014中4.2.2规定的限值。

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输入功率（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II的试验结果和按公式(A.3)计算得出。

——风冷式机组

机组换热器包括3类换热器：空气-制冷剂换热器、制冷剂-载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6.4.3.2规定的方法和公式(A.1)计算机组热回收换热器的热回收量；按6.4.3.1规定的方法和公式(1)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输入功率（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.3)计算得出。

——蒸发冷却式机组

机组换热器包括3类换热器：蒸发冷却-制冷剂换热器、制冷剂-载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6.4.3.2规定的方法和公式(A.1)计算机组热回收换热器的热回收量；按6.4.3.1规定的方法和公式(1)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输入功率，还应包括热源侧淋水装置用水泵和冷却风机的输入功率，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.3)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（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.1)计算，漏热量按公式(A.2)计算：

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

$$Q_{hrl} = (\frac{1}{1000})K_{hr}A_{hr}(t_{hrm} - t_{atm}) \dots\dots\dots (A.2)$$

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，单位为焦耳每千克摄氏度[J/(kg·°C)]；

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（°C）；

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·°C)]，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（°C）。

A. 2. 3. 2 热回收综合能源利用率

热回收综合能源利用率按公式 (A.3) 计算:

$$COP_{phr} = \frac{Q_{ec} + Q_{hrc}}{P} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

P ——热回收消耗功率。

A. 2. 3. 3 主辅偏差

$$\text{主辅偏差} = 2 \times \left| \frac{Q_{ec} + Q_{el} + P - (Q_{cc} + Q_{cl} + Q_{hrc} + Q_{hrl})}{Q_{ec} + Q_{el} + P + Q_{cc} + Q_{cl} + Q_{hrc} + Q_{hrl}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (A.4)$$

附录 B
(规范性)
水侧压力损失、温度和流量的测量方法

B.1 水侧压力损失和温度测量装置

测量段、压力损失测量仪表和温度测量仪表应按图B.1布置，并符合表B.1的规定。

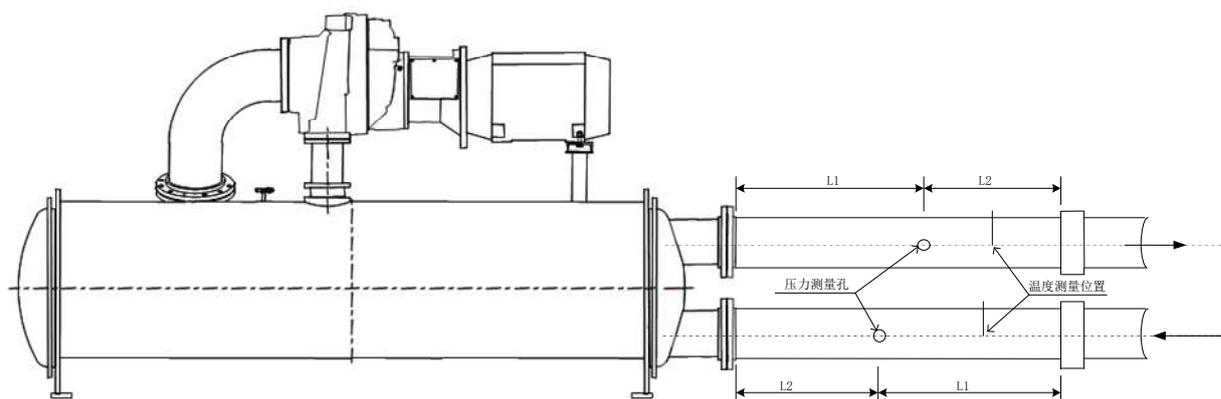


图 B.1 水侧压力损失和温度测量装置示意图

表 B.1 水侧压力损失和温度测量装置尺寸要求

机组连接管道的标称直径 d mm	直管段长度		温度设置位置
	取压点上游 L1	取压点下游 L2	
$d < 100$	$\geq 10d$	$\geq 3d$	取压点外侧，距离取压点至少 $0.5d$
$200 < d \leq 100$	$\geq 6d$	$\geq 2d$	
≥ 200	$\geq 3d$	$\geq 1d$	

B.2 压力测量

B.2.1 水侧压力测点的水平位置应能满足表B.1的要求。

B.2.2 应在垂直水流方向的管道圆周上均匀地布置3~4个压力测量孔，并将这些测量孔连成环状通路后进行测量。

B.2.3 测量孔开孔处的管壁内外表面应光滑平整，开孔应与管壁垂直，孔径2~6mm，孔内缘无毛刺。

B.3 温度测量

B.3.1 水路温度测点的水平位置应能满足表 B.1 的要求。

B.3.2 在垂直水流方向的温度仪表的布置平面上，管道周围 45 度角内布置 2 个温度测量孔。

B.3.3 温度测量可采用直接将仪表插入水中或设置测量套管两种方式，仪表插入深度应能达到管道直径的 1/2 至 2/3 处。当采用测量套管时，套管内应注入润滑油或其他导热介质。

B.3.4 当取样段管径较小时，温度测量可采用逆流倾斜插入的方法。

B.4 流量测量

B.4.1 流量计应按图 B.2 进行连接，流量计前、后直管段应分别不小于 5 倍和 3 倍管径，连接处的密封件不应伸入流束中。

B.4.2 试验通常采用电磁流量计来测量液体流量，流量计的安装位置应能避免强电磁场干扰，并保证流量计外壳、管道和液体按照规定做好接地措施。

B.4.3 试验前应进行管路排空处理，确保测量过程中液体满管通过流量计。

B.4.4 采用其他类型流量计时，应参照相关标准或说明书进行安装和测量。

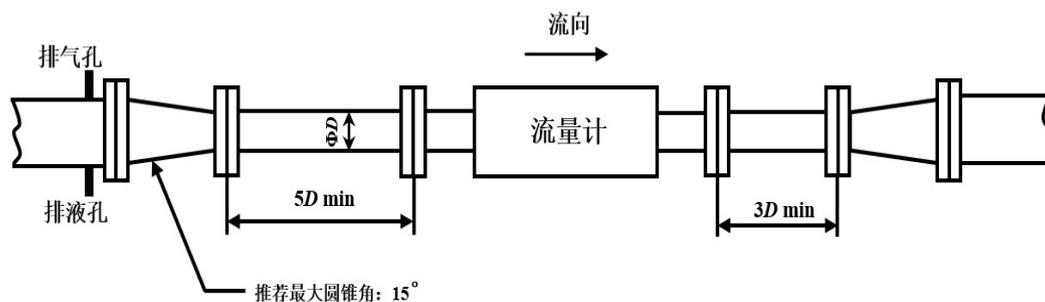


图 B.2 流量计连接示意图

B.5 其它

机组按本附录要求连接到测试设备，排除管道、仪表本身及连接管内的空气，达到标准规定工况条件和流量时，测量机组进口侧与出口侧的压力损失。