

ICS 27.200

CCS J73

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T XXXX—202X

跨临界二氧化碳冷热联供机组

Transcritical CO₂ combined cooling and heating packages

20XX 年 XX 月发布

20XX 年 XX 月实施

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.....9

8 标志、包装、运输和贮存..... 10

附录 A（资料性） 机组原理图..... 12

附录 B（资料性） 机组型号编制方法..... 13

附录 C（规范性） 机组性能试验.....14

前 言

本文件按 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、合肥通用机电产品检测院有限公司...

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

跨临界二氧化碳冷热联供机组

1 范围

本文件规定了跨临界二氧化碳冷热联供机组的型式、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、运输和贮存等。

本文件适用于以二氧化碳为工质，采用跨临界热力循环工作的工商业用冷热联供机组的制造。

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 150.4—2024 压力容器 第4部分：制造、检验和验收

GB/T 1576—2018 工业锅炉水质

GB 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 9237 制冷系统及热泵 安全与环境要求

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—2011 标牌

GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件

GB/T 17758—2023 单元式空气调节机

GB/T 18430.1—2024 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 25131 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 安全要求

GB/T 9068 制冷与空调设备噪声功率级的测定 声压法

JB/T 7249 制冷设备术语

TSG 21 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

跨临界二氧化碳冷热联供机组 transcritical CO₂ combined cooling and heating packages

以二氧化碳为制冷剂，采用蒸气压缩制冷循环，同时提供制冷与制热功能，且制冷侧和制热侧的二氧化碳分别处于亚临界状态和超临界状态的机组。

注：跨临界二氧化碳冷热联供机组主要由压缩机、气体冷却器、节流装置、回热器和蒸发器等组成，典型的机组原理图可参见附录 A。

3.2

制冷量 cooling capacity

在规定的试验条件下，跨临界二氧化碳冷热联供机组在单位时间内从被冷却的物质或空间中除去的热量。

注：单位为千瓦（kW）。

3.3

制热量 heating capacity

在规定的试验条件下，跨临界二氧化碳冷热联供机组在单位时间内向被加热的物质或空间（对象）中送入的热量。

注：单位为千瓦（kW）。

3.4

输入总功率 total input power

在规定的试验条件下，跨临界二氧化碳冷热联供机组运行时所消耗的总功率。

注：单位为千瓦（kW）。

3.5

制冷性能系数 coefficient of performance for cooling

COP_c

在规定的试验条件下，跨临界二氧化碳冷热联供机组制冷量与输入总功率之比。

注：单位为千瓦每千瓦（kW/kW）。

3.6

制热性能系数 coefficient of performance for heating

COP_h

在规定的试验条件下，跨临界二氧化碳冷热联供机组制热量与输入总功率之比。

注：单位为千瓦每千瓦（kW/kW）。

3.7

综合性能系数 integrated coefficient of performance

COP_i

在规定的试验条件下，跨临界二氧化碳冷热联供机组的制冷量和制热量之和与输入总功率之比。

注：单位为千瓦每千瓦（kW/kW）。

4 型式与基本参数

4.1 型式

跨临界二氧化碳冷热联供机组（以下简称“机组”）按功能分为：

- 冷水-热水型；
- 冷水-热风型；
- 冷液-热水型；
- 冷液-热风型。

注：冷液是指以乙二醇水溶液（冷冻液）作为载冷剂。

4.2 型号与编制方法

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名义工况下的制冷量和制热量。具体编制方法可参见附录B。

4.3 基本参数

4.3.1 机组的电源为额定电压 380 V，额定频率 50 Hz。

4.3.2 机组的名义工况参数见表 1。

表1 机组名义工况

单位为摄氏度

机组型式	制冷侧		制热侧	
	入口侧温度	出口侧温度	入口侧温度	出口侧温度
冷水-热水	12	7	15	85
冷液-热水	-5	-10	15	70
冷水-热风	12	7	35	85
冷液-热风	-5	-10	35	70

4.3.3 机组的极限工况见表 2。

表2 机组极限工况

单位为摄氏度

工况类型	机组型式	制冷侧		制热侧	
		入口侧温度	出口侧温度	入口侧温度	出口侧温度
极限高温工况	冷水-热水	25	15	29	90
	冷水-热风	25	15	43	90
极限低温工况	冷液-热水	-10	-15	9	70
	冷液-热风	-10	-15	20	70

4.3.4 特定用途机组的名义工况和运行范围可由制造商与用户协商确定，但应在铭牌和使用说明书中明确标注。

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制造，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 机组电镀件表面应光滑，色泽均匀，不应有剥落、露底、针孔、明显的花斑和划伤等缺陷。

5.1.4 机组的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。

5.1.5 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。

5.1.6 机组电镀件应具有耐腐蚀性，按 6.3.9 的规定，进行盐雾试验后，金属镀层上的每个锈点或锈迹面积不应超过 1mm^2 ，每 100cm^2 试件镀层不应超过 2 个锈点或锈迹，小于 100cm^2 时不应有锈点或锈迹。

5.1.7 机组涂装件的涂层应具有良好的附着力。按 6.3.10 的规定，进行涂层附着力试验后，其试验结果不应大于 0.30。

- 5.1.8 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，机组外表面应清洁。
- 5.1.9 机组各零部件的安装应牢固、可靠，管路附件安装应横平竖直，排布整齐，压缩机应具有防振动措施。
- 5.1.10 机组的隔热层应隔热良好，机组正常运行时隔热层不应有凝露现象。隔热层应无毒、无异味，且有自熄性能。
- 5.1.11 机组应配置二氧化碳安全泄压装置，且在使用和贮存时的静置状态下二氧化碳管路不应产生泄压。

5.2 安全

- 5.2.1 机组中零部件属于压力容器的，应符合 TSG 21 的规定。
- 5.2.2 机组的控制系统硬件中的有害物质含量应符合 GB/T 26572 的规定。
- 5.2.3 对于安装在室内的机组，应配置二氧化碳检测仪，室内环境中的二氧化碳浓度应符合 GB/T 18883 的规定。
- 5.2.4 机组的安全与环境要求应符合 GB 25131 和 GB/T 9237 的规定。

5.3 耐压

- 5.3.1 二氧化碳回路应具有足够的强度，按 6.3.1.1 的规定进行压力试验时，系统各部位及接头处应无异常变形和介质泄漏。
- 5.3.2 其他回路应具有足够的强度，按 6.3.1.2 的规定进行压力试验时，系统各部位及接头处应无异常变形和介质泄漏。

5.4 密封

机组的管路应具有良好的密封性能，按 6.3.2 的规定进行密封试验时，系统各部分不应有泄漏。

5.5 真空

按 6.3.3 的规定进行真空试验时，系统各部位应无异常变形，且压力回升应不大于 133Pa。

5.6 运转

机组在进行运转实验时应能正常启动，且运转过程中无异常。

5.7 极限运行

机组在进行极限运行试验时应能正常启动，且运行过程中无异常。按表 2 极限工况运行，各部件不应损坏，各种保护不应动作，机组应能正常运行。

5.8 性能要求

- 5.8.1 冷液型机组制冷侧最低供冷温度不应高于-15℃，冷水型机组制热侧最高供热温度不应低于 90℃。

5.8.2 名义制冷量

机组的实测制冷量不应小于名义制冷量明示值的 95%。

5.8.3 名义制热量

机组的实测制热量不应小于名义制热量明示值的 95%。

5.8.4 名义消耗总电功率

机组的实测消耗总电功率不应大于名义消耗总电功率明示值的 110%。

5.8.5 性能系数

5.8.5.1 名义制冷性能系数

机组名义制冷性能系数不应低于表 3 的规定值，且不低于明示值的 95%，其值保留两位小数。

5.8.5.2 名义制热性能系数

机组名义制热性能系数不应低于表 3 的规定值，且不低于明示值的 95%，其值保留两位小数。

5.8.5.3 名义综合性能系数

机组名义综合性能系数应不低于表 3 的规定值，且不低于明示值的 95%，其值保留两位小数。

表3 性能系数

单位为千瓦每千瓦

机组型式	COP _C kW/kW	COP _H kW/kW	COP _I kW/kW
冷水-热水	2.50	3.40	5.90
冷液-热水	1.70	2.60	4.30
冷水-热风	2.10	3.00	5.10
冷液-热风	1.70	2.60	4.30

5.8.6 噪声和振动

5.8.6.1 噪声

机组的实测声压级噪声值不应大于其明示值+2dB(A)。

5.8.6.2 振动

机组的实测振动值不应大于其明示值。

5.9 电气安全性能

5.9.1 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不应小于 2MΩ。

5.9.2 电气强度

按 6.3.8.2 的规定进行电气强度试验时，机组不应发生击穿和闪络现象。

5.9.3 接地装置

- 5.9.3.1 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、可导电的机械部件均应与接地装置可靠连接。保护接地电路应符合 GB/T 5226.1—2019 中 8.2 的规定。
- 5.9.3.2 机组的保护接地端子和接地点应符合 GB/T 18430.1—2024 中 5.13.3.2 的要求。
- 5.9.3.3 当机组安装及电气连接完成时，应通过回路阻抗测试检验保护接地电路的连续性。测试按 6.3.8.3 的规定进行，接地端子和各测试点间的实测电压降不应超过表 4 的规定值。

表 4 接地端子与测点间实测电压降限值

被测保护导线支路最小有效截面积 mm ²	最大的实测电压降(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
>6.0	1.0

5.10 防护等级

机组室外部分的防护等级应达到 GB/T 4208—2017 中规定的 IPX4。对机组进行溅水试验后，其绝缘电阻和电气强度应符合 5.9.1 和 5.9.2 的规定。

6 试验方法

6.1 仪表准确度和测量规定

6.1.1 试验用仪器、仪表的型式及准确度按表 5 的规定并经校准或检定合格。温度和压力等易受现场接线或安装影响的仪器、仪表，宜在测量现场对传感器、二次仪表和软件等进行整体校准。

表 5 试验用仪器仪表的型式及准确度

类 别	型 式	准确度
温度	电阻温度计	空气温度：±0.1℃ 水温及水温温差：±0.1℃ 制冷剂温度：±0.1℃
	热电偶	热电偶温度：±0.5℃
流量	记录式、指示式、积算式	测量流量的±1.0%
相对湿度	电阻式、电容式等	测量相对湿度的±5%
大气压力	气压表、气压变送器	大气压读数的±0.1%
电量	指示式功率表	不低于 0.5 级精度
	积算式功率表	不低于 1.0 级精度
质量	制冷剂质量	测定质量的±1.0%
振动	测振仪	测量振动的±5%
噪声	声级计	I 型或 I 型以上
压力	压力表	不低于 1.6 级，表盘直径不应小于 100mm
真空度	真空表	不低于 2.5 级

6.1.2 测量应按以下规定进行：

- a) 测量仪表的安装和使用按GB/T 10870—2014中附录C的规定；
- b) 机组的空气干、湿球温度的测量按GB/T 10870—2014中附录B的规定；

6.2 机组安装和试验规定

6.2.1 名义工况试验时，试验工况参数的读数允差应符合表 6 的规定。

表 6 试验工况参数的读数允差

试验参数	与测试工况的平均变动幅度	与测试工况的最大变动幅度
空气干球温度	±0.5℃	±1.0℃
空气湿球温度	±0.5℃	±1.0℃
进口水（液）温度	±0.3℃	±0.5℃
出口水（液）温度	±0.3℃	±0.5℃
流量	±5%	±5%

- 6.2.2 机组应在其铭牌规定的额定电压和额定频率下运行，电压偏差应不大于±5%，频率偏差应不大于±0.5Hz。
- 6.2.3 被试机组应按生产厂规定的方法进行安装。
- 6.2.4 热水型机组的进水水质应符合 GB/T 1576 的规定。
- 6.2.5 试验用的测试设备和仪器仪表不应妨碍机组的正常运转和操作。
- 6.2.6 机组的试验环境应充分宽敞，距离机组 0.5m 处的空气流速不应大于 2 m/s。
- 6.2.7 机组试验的其他要求应符合 GB/T 10870 的规定。

6.3 试验项目

6.3.1 耐压试验

- 6.3.1.1 二氧化碳回路的耐压试验，按 GB/T 150.4—2024 中第 11 章试验方法中的气压试验进行试验。
- 6.3.1.2 其他回路可采用液压试验，对于不适合液压试验的回路可采用气压试验，按 GB/T 150.4—2024 中第 11 章耐压试验的方法进行试验。

6.3.2 密封试验

密封试验在耐压试验合格后进行，二氧化碳循环回路应按 GB/T 150.4—2024 中第 11 章泄漏试验的方法进行试验。在现场进行泄漏试验时，应符合 GB/T 9237 中密封性试验的规定。

6.3.3 真空试验

真空试验应在气密性试验合格后抽真空至 50Pa（绝对压力）以下，至少保压 30min。

6.3.4 性能试验

6.3.4.1 试验方法

采用在役试验或实验室台架试验方式进行。

蒸发器的制冷量按GB/T 10870—2014 规定的液体载冷剂法进行。

对于热水机组，气冷器的制热量按GB/T 10870—2014规定的液体载冷剂法进行。对于热风机组，气冷器的制热量按GB/T 17758—2023附录A进行，具体可参见附录C。

在制冷量、制热量测试的同时测量机组的输入总功率，按GB/T 10870—2014附录D进行。

6.3.4.2 性能系数

制冷性能系数 (COP_C) 按 3.5 的定义, 利用 6.3.4.1 的试验结果计算得出。

制热性能系数 (COP_H) 按 3.6 的定义, 利用 6.3.4.1 的试验结果计算得出。

综合性能系数 (COP_I) 按 3.7 的定义, 利用 6.3.4.1 的试验结果计算得出。

6.3.5 噪声和振动试验

6.3.5.1 噪声试验

机组应按使用说明书进行安装, 噪声试验应在名义工况下进行。

噪声按 GB/T 9068 规定的矩形六面体测量表面布置测量点, 并按 GB/T 9068 规定的平均声压级的计算方法得出。

6.3.5.2 振动试验

机组应在噪声试验的工况下进行振动的测量, 并以各工况下实测的最大值为准。振动试验的测点位置、测量要求、测量结果处理应符合 GB/T 18430.1—2024 中 6.4.11.2 的规定。

6.3.6 运转试验

机组在出厂前应以额定电压和额定频率供电, 进行至少一次开机试运转。

6.3.7 极限运行试验

机组在型式试验时应进行至少一次极限运行试验, 极限高温或极限低温工况下, 试验时间不低于 1h。

6.3.8 电气安全试验

6.3.8.1 绝缘电阻试验

试验采用额定电压等级为 500V 的绝缘电阻计进行测量。测量应在机组带电部位与可能接地的非带电部位之间进行。

6.3.8.2 电气强度试验

机组进行的电气强度试验符合以下规定:

- 在机组带电部位和非带电金属部位之间应加一个频率为 50Hz 基本正弦波电压, 试验电压值为 $(1000V + 2 \times \text{额定电压值})$, 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 $(1000V + 2 \times \text{额定电压值})$;
- 已由制造商进行电气强度试验并出具检测报告的电机, 可不再进行该项目测试;
- 已进行电气强度试验的部件可不再进行试验;
- 在控制电路的电压范围内, 对地电压值为直流 30V 以下的控制回路中应用的电子器件可免去电气强度测试。

6.3.8.3 接地装置

机组的接地装置应按以下方法进行试验:

- 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;
- 对机组保护接地端子及保护接地螺钉的规定, 通过视检和手动试验判断其是否合格;
- 对保护接地电路连续性的试验, 从空载电压不超过 12V (50Hz 或 60Hz) 的 PELV (保护特低电压) 安全电源取至少 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并保持至少 10s, 记录最大电压降。

6.3.9 盐雾试验

机组电镀件的盐雾试验按GB/T 2423.17的规定进行，试验周期应为24h。试验前，电镀件表面清洗除油；试验后，先用清水冲掉残留在表面的盐分，然后再检查电镀件的腐蚀情况。

6.3.10 涂层附着力试验

在涂装件外表面任取10mm×10mm的面积，用新刀片纵横各划11条间隔1mm，深达底材的平行切痕。用医用氧化锌胶布贴牢划痕部分，然后沿其中一组划痕的方向快速撕下胶布。检查划痕范围内漆膜脱落的格数(每小格漆膜保留不足70%的视为脱落)，并以对100的比值评定附着力。

6.3.11 有害物质含量检测

机组控制系统硬件的有害物质含量检测按GB/T 26572的规定进行检测。

6.3.12 防护等级试验

按GB/T 4208—2017中IPX4等级进行溅水试验，结束后立即进行6.3.8.1的绝缘电阻试验和6.3.8.2的电气强度试验。

7 检验规则

7.1 检验类别

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

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	一般要求	√	√	√	5.1	目视检查
2	耐压试验				5.3	6.3.1.1 6.3.1.2
3	密封试验				5.4	6.3.2
4	真空实验				5.5	6.3.3
5	绝缘电阻				5.8.1	6.3.7.1
6	电气强度				5.8.2	6.3.7.2
7	接地装置				5.8.3	6.3.7.3
8	运转试验				5.6	6.3.6
9	极限运行试验	—	—	√	5.7	6.3.7
10	制冷量				5.8.2	6.3.4
11	制热量				5.8.3	6.3.4
12	输入总功率				5.8.4	6.3.4
13	制冷性能系数				5.8.5.1	6.3.4
14	制热性能系数				5.8.5.2	6.3.4
15	综合性能系数				5.8.5.3	6.3.4
16	噪声试验				5.8.6.1	6.3.5.1
17	振动试验				5.8.6.2	6.3.5.2

18	盐雾试验				5.1.6	6.3.9
19	涂层附着力试验				5.1.7	6.3.10
20	有害物质含量检测				5.2.2	6.3.11
21	防护等级				5.10	6.3.12
注：“√”表示需要检验的项目；“—”表示不需要检验的项目。						

7.2 出厂检验

每台机组均应做出厂检验，检验合格并出具合格证后方可出厂。

7.3 抽样检验

批量生产的机组应进行抽样检验。批量、抽样方案、检查水平及合格质量水平等应由制造商自行确定。

7.4 型式检验

7.4.1 检验项目

检验项目应按表7的规定执行。

7.4.2 检验条件

- 有下列情况之一，应进行型式检验：
- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
 - 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
 - 正式生产时，每两年进行一次；
 - 产品停产两年后，恢复生产时；
 - 出厂检验结果与上次有较大差异时；
 - 发生重大质量事故时。

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上设置永久性铭牌，铭牌应符合 GB/T 13306 的规定，且应包含表 8 的内容。

表 8 铭牌内容

标 记 内 容	单 位
型号	—
名称	—
额定电压、相数、频率	V、—、Hz
名义制冷量	kW
名义制热量	kW
输入总功率	kW
名义制冷性能系数	kW/kW
名义制热性能系数	kW/kW
名义综合性能系数	kW/kW

最大运行电流	A
噪声（声压级）	dB(A)
设计压力（高压/低压）	MPa
制冷剂代号、充灌量	—、kg
机组外形尺寸	mm
机组总质量	kg
制造厂名称和商标	—
制造年月及产品编号	—

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 跨临界二氧化碳冷热联供机组其外包装、机身及应用场所应有明确的“R744”符号标识和颜色标识。标识颜色宜使用绿色，且位置突出。

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/T13384 的规定。机组外露的不涂漆加工表面应采取防锈措施，螺纹接头应用螺塞堵住，法兰孔应用盲板封盖。

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

产品的合格证明，其内容应包括：

- a) 型号和名称；
- b) 产品编号；
- c) 制造商名称和商标；
- d) 本文件编号；
- e) 检验结论；
- f) 检验员；
- g) 检验负责人签章及日期。

产品的使用说明书，其内容应包括：

- a) 产品型号和名称，工作原理、本文件编号；
- b) 特点及用途、适用范围；
- c) 执行标准、主要技术参数（除铭牌标示的主要技术性能参数外，还应包括载冷剂和载热剂的流量等）；
- d) 安装说明和要求；
- e) 使用要求；
- f) 维护保养及注意事项；
- g) 结构示意图、系统图、电气原理图及接线图。

8.3 运输和贮存

8.3.1 机组在包机组在运输过程中，应防止剧烈震动，不应抛掷、碰撞等，应防止雨雪淋袭及化学物品的侵蚀。

8.3.2 机组出厂前应充入或保持规定的制冷剂量，或充入 0.02MPa~0.03MPa(表压)的干燥氮气。

8.3.3 机组贮存仓库应通风干燥，场所内应无酸、碱、易燃、易爆、有毒等化学物品和其他具有腐蚀性的气体及物品。

附录 A
(资料性)
机组原理图

A.1 机组原理图

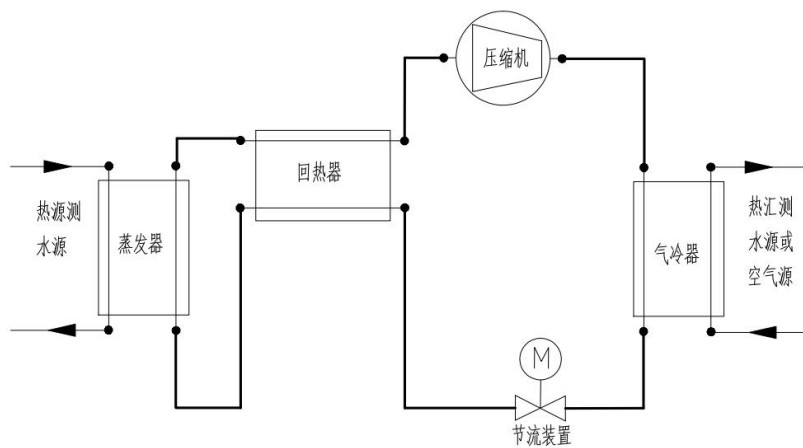


图 A.1 典型机组原理图

典型机组主要由压缩机、气体冷却器、节流装置、回热器、蒸发器等组成。压缩机多为半封闭活塞式容积压缩机，蒸发器的主要结构型式包括：钎焊板式换热器、套管式换热器，热水型机组气冷器的主要结构型式包括：钎焊板式换热器、套管式换热器、管壳式换热器，热风型机组气冷器多为翅片管式换热器。

附 录 B
(资料性)
机组型号编制方法

B.1 型号表示方法

机组型式-单台压缩机的电机功率/台数-机组制冷量/机组制热量。

B.2 型号示例

示例：LYRF-80HP/5-800kW/1050kW

- LYRF表示冷液-热风型冷热联供机组；
- 80HP代表单台压缩机的电机功率；
- 5表示机组的压缩机总台数；
- 800kW代表名义工况下的机组制冷量；
- 1050kW代表名义工况下的机组制热量。

附录 C
(规范性)
机组性能试验

C.1 适用范围

本附录适用于机组在名义工况和极限工况下性能的测定与计算方法。

C.2 试验目的

- C.2.1 确定机组名义工况性能。
- C.2.2 确定机组极限工况性能。
- C.2.3 试验并计算确定机组名义工况下制冷量、制热量、输入总功率、制冷性能系数、制热性能系数、综合性能系数。

C.3 一般规定

- C.3.1 机组的试验包括载冷剂侧试验和载热剂侧试验，两者应同时进行测量。
- C.3.2 被测试机组的水侧用水为洁净水，仅考虑板片热阻不考虑污垢热阻。
- C.3.3 被测试机组应用保温棉进行包裹，减少漏热。
- C.3.4 机组名义工况按表C.1规定测试；机组极限工况按表C.2规定测试。测试过程中，进入机组的制冷剂润滑油含量应≤1%。

表C.1 机组名义工况

单位为摄氏度

机组型式	制冷侧		制热侧	
	入口侧温度	出口侧温度	入口侧温度	出口侧温度
冷水-热水	12	7	15	85
冷液-热水	-5	-10	15	70
冷水-热风	12	7	35	85
冷液-热风	-5	-10	35	70

表 C.2 机组极限工况

单位为摄氏度

工况类型	机组型式	制冷侧		制热侧	
		入口侧温度	出口侧温度	入口侧温度	出口侧温度
极限高温工况	冷水-热水	25	15	29	90
	冷水-热风	25	15	43	90
极限低温工况	冷液-热水	-10	-15	9	70
	冷液-热风	-10	-15	20	70

C.4 测定系统

机组型式为冷水-热水、冷液-热水测试系统示例见图 C.1。

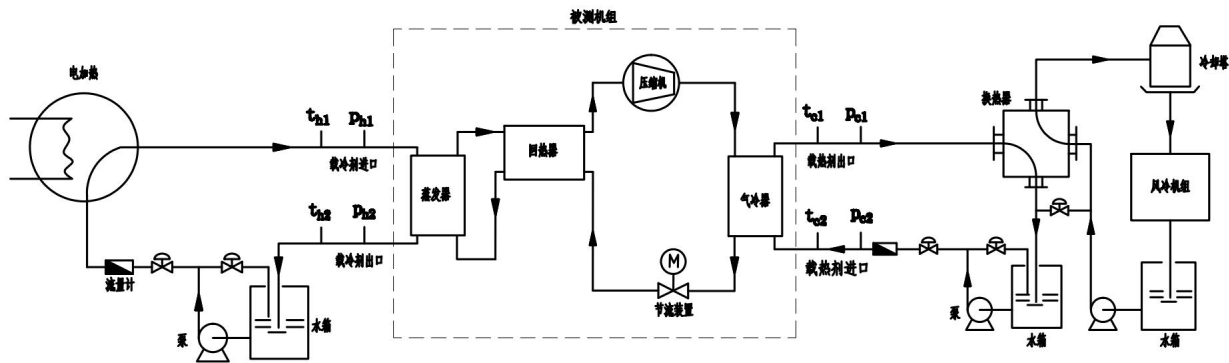


图 C.1 冷水-热水、冷液-热水型机组测试系统

机组型式为冷水-热风、冷液-热风测试系统示例见图 C.2。

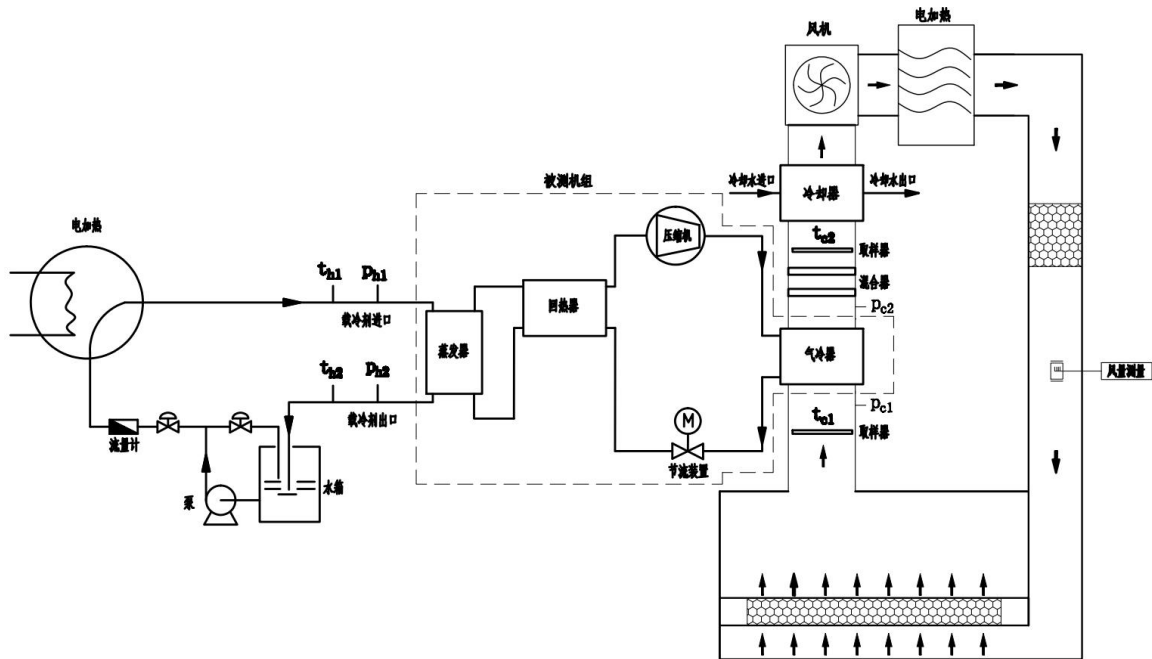


图 C.2 冷水-热风、冷液-热风型机组测试系统

C.5 测量仪表及测量方法

C.5.1 测量仪表

C.5.1.1 流量、温度、压力（压力降）、输入总功率测量仪表的精度应符合表C.3的规定。

表 C.3 仪器仪表的型式及准确度

类 别	型 式	准 确 度
温度测量仪表	电阻温度计	水（液）温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
		空气温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
		其他温度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
流量测量仪表	记录式、指示式、积算式	测量流量的 $\pm 1.0\%$
压力（压力降）测量仪表	压力表、压力变送器、差压变送器	测量压力的 $\pm 0.5\%$
输入总功率	指示式功率表	不低于 0.5 级精度
	积算式功率表	不低于 1.0 级精度

C.5.1.2 测定用的测量仪表均应按有关规定送法定计量机构检定，并在检定的有效期内使用。

C.5.2 流量测量

载冷剂和载热剂的流量计应按其使用说明书的规定进行安装，如果流量是波动的，应采用积分式流量计。

C.5.3 温度测量

C.5.3.1 水、液测量元件的感温点应位于管道中心，符合JB/T 10379-2022图1规定。

C.5.3.2 进风温度测量

C.5.3.2.1 应采用空气取样器采集进风气流，空气取样器的型式按GB/T 17758-2023 A.2.6.1.2的规定，温湿度测量装置按A.2.6.2的规定。

C.5.3.2.2 空气取样器位置距离室内机进风口150mm处。

C.5.3.2.3 空气取样器应至少覆盖室内机进风口面积的75%，若单个空气取样器覆盖面积不足，应增加取样器。空气取样器的下端面和上端面距离气冷器入口的下端面和上端面的距离不应超过10cm，否则应对取样器的进风孔封堵。

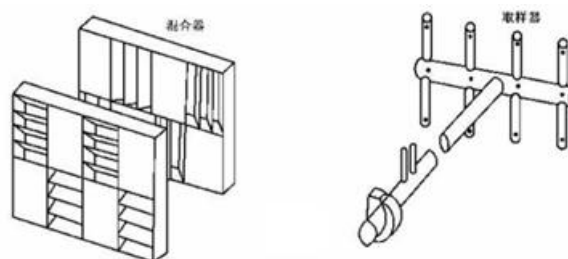
C.5.3.3 出风温度测量

C.5.3.3.1 应在出风温度测量截面前布置合适的混合器或导叶等其他合理的装置用于出风气流的混合，空气取样器不能代替混合器，典型的混合器如图C.3所示。

C.5.3.3.2 应采用空气取样器采集出风气流，典型的取样器型式见图C.3。一般由不锈钢、塑料或其他合适的耐久材料制成，其支管应带有适当间隔的孔，其尺寸应在远离干管时通过增加孔尺寸保证在所有孔中提供相同的气流，从而维持支管和干管中的静压恢复效应，通过取样器孔的设计平均最小速度应为0.75m/s。该取样器组件应有一个管状接口，用于连接取样软管。

C.5.3.3.3 气冷器出风气流循环的其他截面的温度可不使用空气取样器采样，可采用热电偶网格的方式测量温度。测量截面的热电偶数不少于5个，对测量截面进行等分，热电偶布置于每个等分截面的中心位置。

C.5.3.4 测量段（含仪器仪表）应采取保温措施，以避免漏热影响试验结果。



图C.3 典型的混合器和取样器

C.5.4 压力（压力降）测量

C.5.4.1 静压测量应在距离任何扰动件(变径、弯头、阀门等)下游至少5倍管径、上游至少2倍管径的直管段处，静压测管应与管壁面垂直。

C.5.4.2 液体介质压力（压力降）测量时需排净压力(压差)变送器引压管内的气体。

C.6 试验

C.6.1 测量项目包括：

- a) 载冷剂、载热剂的质量流量;
 - b) 系统图中标注各测温点的温度;
 - c) 系统图中标注各测压点压力和压力降。
- C.6.2 被测机组安装完毕后应进行密封性检查。
- C.6.3 机组试验名义工况和极限工况应按表C.1、表C.2的规定。
- C.6.4 名义工况和极限工况的测量应在稳定状态下进行。在测试开始前至少使工况稳定30min, 每个工况至少采集四组数据, 每组数据的采集间隔应相等且不少于3min。参数变化或波动达到表C.4的规定时可认为工况达到稳定。

表 C.4 试验工况参数的读数允差

试验参数	与测试工况的平均变动幅度	与测试工况的最大变动幅度
空气干球温度	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$
空气湿球温度	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$
进口水(液)温度	$\pm 0.3^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
出口水(液)温度	$\pm 0.3^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
流量	$\pm 5\%$	$\pm 5\%$

C.7 测定数据的计算

C.7.1 载冷剂侧试验测定的换热量按式 (C.1) 计算:

$$Q_c = C_{pc} m_c \left| (t_{c1} - t_{c2}) \right| \dots\dots\dots (C.1)$$

C.7.2 载热剂侧 (热水型机组) 试验测定的换热量按式 (C.2) 计算:

$$Q_h = C_{ph} m_h \left| (t_{h1} - t_{h2}) \right| \dots\dots\dots (C.2)$$

C.7.3 载热剂侧 (热风型机组) 试验测定的换热量按式 (C.2) 计算:

$$Q_h = M_h \left| (h_{h1} - h_{h2}) \right| \dots\dots\dots (C.3)$$

C.7.4 性能系数的计算如下:

a) 制冷性能系数 (COP_C) 按式 (C.4) 计算:

$$\text{COP}_C = Q_c / N \dots\dots\dots (C.4)$$

b) 制热性能系数 (COP_H) 按式 (C.6) 计算:

$$\text{COP}_H = Q_h / N \dots\dots\dots (C.5)$$

c) 综合性能系数 (COP_I)

$$\text{COP}_I = \text{COP}_C + \text{COP}_H \dots\dots\dots (C.6)$$

C.7.5 式 (C.1) ~ 式 (C.6) 中的符号及定义见表C.5。

表 C.5 符号及定义

符号	定义	单位(SI)
t_{c1}	载冷剂进口温度	°C
t_{c2}	载冷剂出口温度	°C
t_{h1}	载热剂进口温度	°C
t_{h2}	载热剂出口温度	°C
C_{pc}	载冷剂定压比热容	J/(kg·°C)
C_{ph}	载热剂定压比热容	J/(kg·°C)
m_c	载冷剂流量	kg/s
m_h	载热剂（水）流量	kg/s
M_h	载热剂（风）流量	kg/s
Q_c	载冷剂侧换热量	kW
Q_h	载热剂侧换热量	kW
p_{c1}	载冷剂进口压力	MPa
p_{c2}	载冷剂出口压力	MPa
Δp_c	载冷剂侧压力降	kPa
P_{h1}	载热剂进口压力	MPa
P_{h2}	载热剂出口压力	MPa
Δp_h	载热剂侧压力降	kPa
h_{h1}	载热剂（风）侧进口焓值	kJ/kg
h_{h2}	载热剂（风）侧出口焓值	kJ/kg
N	机组消耗的总电功率	kW
COP_C	制冷性能系数	kW/kW
COP_H	制热性能系数	kW/kW
COP_1	综合性能系数	kW/kW

C.7.6 测定结果应取稳定工况下各组测量点计算的平均值。