



中华人民共和国国家标准

GB/T 18430.2—××××

代替 GB/T 18430.2—2016

蒸气压缩循环冷水（热泵）机组

第2部分：户用及类似用途的冷水（热泵）机组

Water chilling (heat pump) packages using the vapor compression cycle-

Part2: Water chilling (heat pump) packages for household and similar applications

（征求意见稿）

××××-××-××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..... 7

5 技术要求..... 8

6 试验方法..... 14

7 检验规则..... 22

8 标志、包装、运输和贮存..... 24

附录 A（规范性）带热回收功能机组的特殊要求和试验方法 29

附录 B（规范性）带蓄冷功能机组的特殊要求和试验方法 33

附录 C（规范性）风冷式机组制冷季节性能系数的试验和计算方法 34

附录 D（规范性）生活热水功能及联供性能试验和计算方法 38

附录 E（规范性）B 类检验项目对照表..... 50

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。

本文件是 GB/T 18430《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组》的第2部分。GB/T 18430 已经发布了以下部分：

——第1部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组；

——第2部分：户用及类似用途的冷水（热泵）机组。

本文件代替 GB/T 18430.2—2016《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 第2部分：户用及类似用途的冷水（热泵）机组》，本文件与 GB/T 18430.2—2016 相比，主要技术内容变化如下：

- a) 增加了风冷式机组制冷/制热季节性能的定义（见 3.1~3.7）；
- b) 增加了机组生活热水附加功能性能的定义（见 3.8~3.13）；
- c) 增加了机组蒸发冷却式、机组卸载方式、机组所具有的附加功能的分类型式（见 4.1.1、4.1.4~4.1.5）；
- d) 更改了机组的试验工况（见 4.3.1、4.3.2、4.3.3，2016 版的 4.3.1、4.3.2、4.3.3）；
- e) 更改了盐雾试验、涂层附着力试验的要求及试验方法（见 5.1.7、5.1.8、6.4.16、6.4.17）；
- f) 增加了有害物质含量检测的要求及试验方法（见 5.1.9、6.4.18）；
- g) 更改了强度与密封性能方面的要求及试验方法（见 5.2、6.4.1，2016 版的 5.3.1、5.3.2、6.3.1）；
- h) 更改了机组的能效评价指标、限值要求及对应的试验方法，风冷式机组由部分负荷性能评价改为季节性能评价，删除了与辅助电加热相关的内容（见 5.4~5.6，6.4.3~6.4.5，附录 C，2016 版的 5.6、6.3.6）；
- i) 更改了机组制冷/制热最大负荷、制冷最小负荷以及融霜的技术要求，更改了制冷最小负荷试验的时间，更改了融霜的试验方法（见 5.8~5.10，6.4.7~6.4.9，2016 年版的 5.7.1~5.7.3、6.3.7.1~6.3.7.3）；
- j) 更改了使用工况下（变工况）的性能要求及试验方法（见 5.11、6.4.10，2016 版的 5.7.4、6.3.7.4）；
- k) 更改了噪声和振动的技术要求及试验方法（见 5.12、6.4.11，2016 年版的 5.5 f）、6.3.5）
- l) 更改了电气安全的技术要求及试验方法（见 5.13、6.4.12，2016 版的 5.2）；
- m) 更改了试验条件方面的总体要求（见 6.1~6.3，2016 版的 6.1~6.2）；
- n) 增加了带热回收、蓄冷、生活热水功能机组的工况、性能评价和试验方法（见 5.14~5.16、6.4.13~6.4.15 以及附录 A、附录 B 和附录 D）；
- o) 更改了水侧压力损失试验的方法（见 6.4.6，2016 版的 6.3.4）；
- p) 更改了检验项目（见第 7 章，2016 版的第 7 章）；
- q) 更改了铭牌标识的要求（见 8.1，2016 版的 8.1）；
- r) 更改了包装、运输和贮存的技术要求（见 8.2、8.3，2016 年版的 8.2~8.4）；
- s) 删除了原标准的附录 A，新增附录 A、附录 B、附录 C、附录 D。

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这些专利的责任。

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/T238）归口。

本文件起草单位：合肥通用机电产品检测院有限公司、……。

本文件主要起草人：xxx。

本文件所代替的历次版本发布情况为：

——2001 年首次发布为 GB/T 18430.2—2001，2008 年第一次修订，2016 年第二次修订；

——本次为第三次修订。

蒸气压缩循环冷水（热泵）机组

第2部分：户用及类似用途的冷水（热泵）机组

1 范围

本文件界定了户用及类似用途的冷水（热泵）机组的术语和定义，规定了型式、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。

本文件适用于制冷量不大于 50kW 的户用及类似用途的冷水（热泵）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 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ka：盐雾

GB 2894—2008 安全标志及其使用导则

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 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 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 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

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/T 25127.1—2020 低环境温度空气源热泵（冷水）机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的热泵（冷水）机组

GB/T 25127.2—2020 低环境温度空气源热泵（冷水）机组 第2部分：户用及类似用途的热泵（冷水）机组

GB 25131 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组安全要求

GB/T 29044 采暖空调系统水质

JB/T 4330 制冷空调设备噪声的测定

JB/T 7249 制冷与空调设备 术语

NB/T 47012—2020 制冷装置用压力容器

3 术语和定义

JB/T 7249、GB/T 18430.1—2024中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

制冷季节总负荷 cooling seasonal total load
CSTL

在制冷季节中，机组制冷运行时从建筑物室内除去的热量总和。

注：单位为千瓦时（kW·h），且保留 2 位小数（作为过程参数时至少保留 3 位小数）。

3.2

制冷季节耗电量 cooling seasonal total energy

CSTE

在制冷季节中，机组制冷运行时所消耗的电量总和。

注：单位为千瓦时（kW·h），且保留 2 位小数（作为过程参数时至少保留 3 位小数）。

3.3

制冷季节性能系数 cooling seasonal performance factor

CSPF

在制冷季节中，机组制冷运行时从室内除去的热量总和与消耗的电量总和之比。

注1：以广州为典型城市的制冷季节性能系数用 $CSPF_g$ 来表示，以南京为典型城市的制冷季节性能系数用 $CSPF_n$ 来表示。

注 2：单位为千瓦时每千瓦时 $[(kW \cdot h)/(kW \cdot h)]$ ，且保留 2 位小数（作为过程参数时至少保留 3 位小数）。

3.4

制热季节总负荷 heating seasonal total load

HSTL

在制热季节中，机组制热运行时向建筑物室内送入的热量总和。

注：单位为千瓦时（kW·h），且保留 2 位小数（作为过程参数时至少保留 3 位小数）。

3.5

制热季节耗电量 heating seasonal total energy

HSTE

在制热季节中，机组制热运行时所消耗的电量总和。

注：单位为千瓦时（kW·h），且保留 2 位小数（作为过程参数时至少保留 3 位小数）。

3.6

制热季节性能系数 heating seasonal performance factor

HSPF

在制热季节中，机组制热运行时向室内送入的热量总和与消耗的电量总和之比。

注：单位为千瓦时每千瓦时 $[(kW \cdot h)/(kW \cdot h)]$ ，且保留 2 位小数（作为过程参数时至少保留 3 位小数）。

3.7

全年性能系数 annual performance factor

APF

在包含一个相邻制冷季节和制热季节的年度中，机组制冷时从室内除去的热量及制热时向室内送入的热量总和与消耗的电量总和之比。

注：单位为千瓦时每千瓦时 $[(kW \cdot h)/(kW \cdot h)]$ ，且保留 2 位小数（作为过程参数时至少保留 3 位小数）。

3.8

有效内能 useful energy content

在不低于有效水温和有效水流量时所产生的热水内能。

3.9

用水模式 water use models

模拟用户用水习惯的一系列给定有效水流量、有效水温、有效内能的组合。

3.10

有效水温 useful water temperature

T_m

在用水模式下放水时，对有效内能有贡献的最低水温。

3.11

有效水流量 useful water flow

在用水模式下放水时，对有效内能有贡献的热水最小流量。

注：单位为升每分钟（L/min）。

3.12

40°C混合水量 mixed water at 40°C

V_{40}

在规定的测试条件下，热水机能提供温度超过的40°C水量。

注：单位为升（L）。

3.13

用水模式能源效率 energy efficiency in water use models

热水机在特定用水模式下所供应热水热量与所消耗的一次能源之间的比率。

4 型式与基本参数

4.1 型式

4.1.1 户用及类似用途的冷水（热泵）机组（以下简称“机组”）按制冷运行时热源侧的热交换方式可分为：

- 水冷式；
- 风冷式；
- 蒸发冷却式。

4.1.2 按机组的功能可分为：

- 单冷型；
- 热泵型。

4.1.3 按机组制冷剂压缩机的类型可分为：

- 活塞式；
- 转子式；
- 涡旋式。

4.1.4 按机组容量的分级方式可分为：

- 定容型；
- 非定容型。

其中非定容型冷水机组按卸载的方式可分为：

- 连续卸载型（通过无级调节可至 25%负荷率或以下）；
- 部分连续卸载型（通过无级调节可至 25%负荷率以上）；
- 非连续卸载型。

注：定容型和非定容型的概念参照 GB/T 17758—2023。

4.1.5 机组也可按其所具有的附加功能进行分类，如：

- 全热回收型；
- 部分热回收型；
- 蓄冷型；
- 生活热水。

4.1.6 按机组结构型式分类：

- 整体式；
- 分体式。

4.2 型号

机组型号的编制方法可由制造商自行确定，但型号中宜体现机组名义工况下的制冷能力。

注：名义工况下的制冷能力可以是名义制冷量的近似值。

4.3 基本参数

4.3.1 一般性能试验的标准工况

机组一般性能试验的标准工况按表 1、表 2 和表 3 的规定。

表1 一般性能试验的标准工况（水冷式机组）

工况类型		使用侧		热源侧 ^a	
		出口水温 ℃	单位制冷量水流量 ^b m ³ /（h·kW）	进口水温 ℃	单位制冷量水流量 ^b m ³ /（h·kW）
制 冷	名义制冷 ^c	7	0.172	30	0.215
	制冷最大负荷	15		33	
	制冷最小负荷	5		19	
制 热	名义制热 ^c	45		15	
	制热最大负荷	50		21	
^a 在本文件中，热源侧仅与使用侧相对应，并不用于表述热量的实际转移路径。 ^b 水流量按机组名义制冷量的明示值来确定。 ^c 水侧温度应按 GB/T 18430.1—2024 附录 B 进行修正（使用侧污垢系数为 0.018 m²·℃/kW，热源侧污垢系数为 0.044 m²·℃/kW），并以修正后的温度设定试验工况。					

表2 一般性能试验的标准工况（风冷式机组）

工况类型	使用侧		热源侧	
	出口水温 ℃	单位制冷量水流量 ^a m³/（h·kW）	干球温度 ℃	湿球温度 ℃
名义制冷	7	0.172	35	—
制冷最大负荷	15		43	—
制冷最小负荷	5		21	—
名义制热Ⅰ	45		7	6
名义制热Ⅱ			-2	-3
名义制热Ⅲ			-7	-8

工况类型	使用侧		热源侧	
	出口水温 ℃	单位制冷量水流量 ^a m ³ /（h·kW）	干球温度 ℃	湿球温度 ℃
制热最大负荷	50		21	15.5
融霜	45		2	1
注：表中名义制热I、II为必测点，名义制热III为选测点。选测点用于制造商在必要时向用户传递机组的低温性能信息。				
^a 水流量按机组名义制冷量的明示值来确定。				

表3 一般性能试验的标准工况（蒸发冷却式机组）

工况类型		使用侧		热源侧	
		出口水温 ℃	单位制冷量水流量 ^a m ³ /（h·kW）	干球温度 ℃	湿球温度 ℃
制冷	名义制冷 ^{b、c}	7 ^b	0.172	—	24
	制冷最大负荷 ^b	15		—	29
	制冷最小负荷 ^b	5		—	15.5
制热	名义制热I ^c	45 ^b		7	6
	名义制热II ^c			-2	-3
	名义制热III ^c			-7	-8
	制热最大负荷	50		21	15.5
注：表中名义制热I、II为必测点，名义制热III为选测点。选测点用于制造商在必要时向用户传递机组的低 温性能信息。					
^a 水流量按机组名义制冷量的明示值来确定。					
^b 试验过程中，热源侧补充水的温度为 15℃~30℃。					
^c 水侧温度应按 GB/T 18430.1—2024 附录 B 进行修正（污垢系数为 0.018 m ² ·℃/kW），并以修正后的温度 设定试验工况。					

4.3.2 部分负荷性能试验工况

对于水冷式或蒸发冷却式机组，部分负荷性能试验的标准工况（针对 IPLV）以及使用工况（针对 NPLV）按表 4 的规定。

试验前，应按 GB/T 18430.1—2024 附录 B 的方法和表 4 中给定的污垢系数对水温进行修正，并以修正后的温度设定试验工况。

表4 部分负荷性能试验工况

项目			部分负荷性能试验工况	
机组部位	名称	单位	IPLV	NPLV
蒸发器	100%负荷出水温度	℃	7	选定的出水温度
	0%负荷出水温度	℃		同 100% 负荷的出水温度
	单位名义制冷量水流量	m ³ / (h·kW)	0.172	选定的水流量
	污垢系数	m ² ·℃/kW	0.018	指定的污垢系数
水冷式冷凝器	100%负荷进水温度	℃	30	选定的进水温度 ^a
	75%负荷进水温度	℃	26	依据 100%和 25%负荷点的进水温度通

项目			部分负荷性能试验工况	
机组部位	名称	单位	IPLV	NPLV
	50%负荷进水温度	℃	23	过线性插值获得 ^a
	25%负荷进水温度	℃	19	19 ^a
	单位名义制冷量水流量	m ³ / (h·kW)	0.215	选定的水流量
	污垢系数	m ² ·℃/kW	0.044	指定的污垢系数
蒸发冷却式冷凝器	100%负荷进风湿球温度	℃	24	选定的进风湿球温度 ^a
	75%负荷进风湿球温度	℃	21.9	依据 100%和 25%负荷点的进风湿球温度通过线性插值获得 ^a
	50%负荷进风湿球温度	℃	19.7	
	25%负荷进风湿球温度	℃	17.6	17.6 ^a
	污垢系数	m ² ·℃/kW	0	0
当需要通过内插法和衰减系数法计算确定 75%、50%或 25%负荷点对应的性能系数时，试验过程中冷凝器侧的进水或进风干/湿球温度应与所求对应负荷点的工况保持一致。				
^a 如果制造商推荐的冷凝器进水或进风湿球温度比表中规定的温度高，那么可使用推荐的温度进行试验。				

4.3.3 季节性能试验标准工况

风冷式机组的季节性能试验标准工况按表 5 的规定。

表5 季节性能试验标准工况

工况 类型	负荷率 ^a	测试点	使用侧		热源侧	
			出水温度 ℃	单位制冷量水流量 m ³ /（h·kW）	进风干球温度 ℃	进风湿球温度 ℃
制冷季节	173% ^b	—	7	0.172 ^c	43	—
	100%	A	7		35	—
	75%	B	7		32.25	—
	50%	C	9		29.5	—
	25%	D	11		26.8	—
制热季节	129%	A	45	0.172 ^c	-7	-8
	100%	B	45		-2	-3
	76%	C	43		2	1
	47%	D	41		7	6
	29%	E	39		10	8
当需要通过内插法和衰减系数法计算确定 75%、50%或 25%负荷点对应的性能系数时，试验过程中冷凝器侧的进风干球温度应与所求对应负荷点的工况保持一致。						
^a 试验时机组实际运行点的负荷率允差为表中规定负荷率的±2%（173%、163%、129%和 100%负荷点除外）。 ^b 只有当需要计算某个城市对应的典型建筑在 35℃～43℃之间制冷的各温度区间还有发生时间时，应增加该负荷率下的测试。请注意机组的实际负荷率可能达不到 173%。 ^c 水流量按机组名义制冷量的明示值来确定。						

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 机组应符合本文件的要求，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

5.1.2 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。

5.1.3 机组应选用无毒、无异味且具有阻燃性的保温隔热材料，材料应具有良好的隔热性能，机组正常运行期间隔热层不应有凝露产生。

5.1.4 机组可根据用户要求或实际用途配置冷（热）水循环泵，其流量和扬程应能保证机组的正常工作。

5.1.5 机组应具有电动机过载保护、断相保护（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。

5.1.6 机组的外观应符合以下规定：

- a) 黑色金属制件应进行防锈蚀处理。
- b) 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。
- c) 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。
- d) 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。

5.1.7 机组电镀件应具有足够的耐腐蚀性。机组经盐雾性试验后，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 个锈点或锈迹，小于 100cm^2 时，不应有锈点或锈迹。

5.1.8 机组涂装件的涂层应牢固，其附着力应达到 GB/T 1720—2020 中第 8 章规定的 2 级及以上的要求。

5.1.9 机组中的有害物质含量应符合 GB/T 26572 的规定。

5.1.10 机组的安全与环境要求应符合 GB/T 9237 的规定。

5.2 强度与密封性能

5.2.1 气密性试验

机组的制冷系统应具有良好的密封性，按 6.4.1 的 a) 进行气密性试验时，机组的制冷系统各部位不应有泄漏。

5.2.2 真空试验

按 6.4.1 的 b) 进行真空试验时，机组的制冷系统不应有泄漏，且压力回升不应大于 100Pa 。

5.2.3 压力试验

机组的水路系统应具有足够的强度，按 6.4.1 的 c) 进行压力试验时，各管路部件及连接处应无异常变形和渗漏。

5.3 运转

机组进行试运转试验时应能正常启动，且运行过程中无任何异常。

5.4 名义工况性能

5.4.1 名义制冷

5.4.1.1 机组的实测名义制冷量不应小于明示值的 95%。

5.4.1.2 机组的实测名义制冷消耗功率不应大于明示值的 110%。

5.4.1.3 机组的实测名义制冷性能系数不应低于表 6、表 7 或表 8 规定的限值，且不低于明示值的 95%。

表6 能效参数限值（水冷式机组）

名义制冷量 CC（kW）	能效参数	
	COP _c kW/kW	IPLV kW/kW
CC≤50	4.20	5.20

表7 能效参数限值（风冷式机组）

名义制冷量 CC（kW）		能效参数		
		COP _c kW/kW	CSPF (kW·h)/(kW·h)	APF (kW·h)/(kW·h)
CC≤50	单冷型	2.70	3.50（CSPF _a ）	—
	热泵型	2.70	— ^a	3.50
^a 热泵型风冷式机组 CSPF _b 应符合 GB 19577—2024 的要求。				

表8 能效参数限值（蒸发冷却式机组）

机组类型	能效参数	
	COP _c kW/kW	IPLV kW/kW
CC≤50	4.00	4.40

5.4.2 名义制热

- 5.4.2.1 机组的实测名义制热量不应小于明示值的 95%。
- 5.4.2.2 机组的实测名义制热消耗功率不应大于明示值的 110%。
- 5.4.2.3 机组的实测名义制热性能系数不应小于明示值的 95%。

5.5 部分负荷性能

- 5.5.1 对于水冷式或蒸发冷却式机组，综合部分负荷性能系数不应低于表 6 或表 8 规定的限值，且不应小于明示值的 92%。
- 5.5.2 对于水冷式或蒸发冷却式机组，非标准综合部分负荷性能系数不应小于明示值的 92%。

5.6 季节性能

- 5.6.1 对于风冷式机组，制冷季节性能系数、全年性能系数不应低于表 7 规定的限值，且不应小于明示值的 95%。

5.7 水侧压力损失

机组冷（热）水侧、冷却水侧和热回收侧（如果有）的水侧压力损失不应大于明示值的 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。

5.8 制冷/制热最大负荷

机组在制冷/制热最大负荷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，过载保护器不动作；
- c) 运行电流的最大值不大于机组最大运行电流的明示值。

5.9 制冷最小负荷

机组在制冷最小负荷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、防冻及过载保护器不动作。

5.10 融霜

对于风冷式机组，在融霜试验的过程中应满足以下要求：

- a) 机组不因安全保护元器件动作而停止运行；
- b) 融霜应自动进行、功能正常且融霜彻底，化霜水应能正常排放；
- c) 融霜总时间不超过试验总时长的 20%，有两个以上独立的制冷系统的机组，系统融霜总时间不超过系统试验总时长的 20%。

5.11 使用工况条件性能

5.11.1 制造商应结合产品的适用范围，依据表 9 或表 10 给出的使用工况条件合理规划测试方案，并利用这些测试结果编制机组的性能数据库，包括由产品所有者信息、产品信息、产品性能数据、版本信息等集合而成的计算机输出文档、电子图表或计算机选型软件。

注：实际使用工况的范围不要求包含表 9 或表 10 的所有范围（甚至可以超出），这完全取决于产品的能力或其匹配的应用场景。

5.11.2 在机组性能数据库能输出的任一使用工况下，机组 100%负荷时制冷（热）量和性能系数的实测值相对于性能数据库的输出值，其偏差不应超出±5%。

5.11.3 在机组性能数据库能输出的任一使用工况下，机组部分负荷下的制冷（热）量和性能系数实测值不应低于性能数据库输出值的（100—σ）%，其中极限偏差 σ（保留整数）按公式（1）进行计算：

$$\sigma = 10.5 - (0.07 \times \%load) + \frac{750}{\Delta T_{FL} \times \%load} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
%load——负荷率的 100 倍，如负荷率 75%时为 75；
ΔT_{FL}——使用侧换热器相同流量下对应的 100%负荷运行时的进出水温差，单位为摄氏度(℃)。

表 9 使用工况（风冷式和蒸发冷却式）

运行模式	使用侧		热源侧			
	冷、热水		风冷式		蒸发冷却式	
	进出水温差 ^a ℃	出口水温 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃
制冷	3~10	5~15	21~43	—	—	15.5~29
制热	3~10	35~50	-15~21	-15~15.5	-10~21	-10~15.5
^a 本文件仅给出参考范围，实际选定出口水温后，是采用定温差还是定流量进行测试，由制造商自行确定。						

表 10 使用工况条件（水冷式）

运行模式	使用侧		热源侧	
	进出水温差 ^a ℃	出口水温 ℃	进口水温 ℃	进、出水温差 ℃
制冷	3~10	5~15	19~33	3~10
制热	3~10	35~50	15~21	3~10
^a 本文件仅给出参考范围，实际选定使用侧出口水温和/或热源侧进口水温后，可参照 NPLV 的方法确定具体的测试工况，或按制造商的规定。				

5.12 噪声和振动

5.12.1 机组的实测声压级噪声不应大于表 11 规定的限值，且不高于机组明示值+2dB(A)。

5.12.2 机组的实测振动值不应大于其明示值。

表 11 噪声限定值（声压级）单位为分贝（A 声级）

名义制冷量 kW	整体式		分体式		
	风冷式/蒸发冷却式	水冷式	室外机		室内机
			风冷式/蒸发冷却式	水冷式	
			dB(A)	dB(A)	
≤8	61	60	59	58	44
>8~16	63		61		49
>16~31.5	65	62	63	60	54
>31.5~50	67	64	65	63	

5.13 电气安全

5.13.1 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2 MΩ。

5.13.2 电气强度

机组按6.4.12.2的规定进行电气强度试验时，应无击穿和闪络现象发生。

5.13.3 接地装置

5.13.3.1 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。

5.13.3.2 机组的保护接地端子和接地点等应满足以下要求：

- 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）；
- 保护接地端子和接地点应牢固，并有防止意外松动的措施；
- 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；
- 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

5.13.3.3 机组的保护接地电路应具有连续性。按 6.4.12.3 中 c) 的方法试验，测得的最大电压降不应超过表 12 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 12 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

5.13.4 耐湿性能

对于风冷式和蒸发冷却式机组，在经 6.4.12.4 的耐湿性能试验后，机组的绝缘电阻和电气强度仍应符合 5.13.1 和 5.13.2 的规定。

5.13.5 防护等级

5.13.5.1 机组的防护等级不应低于制造商声称的级别，且对于风冷式和蒸发冷却式机组至少应达到 GB/T 4208—2017 规定的 IPX4，对于水冷式机组至少应达到 IP20。按 6.4.12.5 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 5.13.1 和 5.13.2 的规定。

5.13.5.2 若机组自带水泵且置于室外，则水泵的防护等级应满足与客户达成的协议，无协议约定时应至少达到 IPX4 或以上。

5.14 带热回收功能机组的特殊要求

带热回收功能的机组还应满足附录 A 的相关要求。

5.15 带蓄冷功能机组的特殊要求

带蓄冷功能的机组还应满足附录 B 的相关要求。

5.16 带生活热水功能机组的特殊要求

带生活热水功能的机组还应满足附录 D 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在 (101 ± 10) kPa 的范围内，当超出时应考虑对测试结果的影响，并按有关标准进行修正或协商解决。
- 6.1.1.2 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 宜采用具有稳压功能的供电电源，除机组起动或停止瞬间外，电源应满足以下要求：
- a) 频率偏差不超出额定频率 ± 0.5 Hz 的范围；
 - b) 电压偏差不超出额定电压 $\pm 2\%$ 的范围。
- 6.1.2.2 提供给机组循环冷却水系统和循环冷水系统用水的水质均应符合 GB/T 29044 的相关规定。
- 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 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。
- 6.1.3.2 试验用流量计的安装及使用应符合 GB/T 18430.1—2024 附录 F 的规定。
- 6.1.3.3 振动测量仪的频率范围应包含 10 Hz~1000Hz。且在此频率范围内的相对灵敏度以 160 Hz 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 90%~105% 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 GB/T 18430.1—2024 附录 F 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 被试机组的安装平台或基础不应产生附加振动或与机组共振，机组运行时安装平台或基础的振动值应小于被测机组最大振动值的 10%。
- 6.2.3 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。
- 6.2.4 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。
- 6.2.5 机组如果使用侧或热源侧，或者二者的水系统带有循环水泵的，测试期间不通电运行。
- 6.2.6 分体式机组其室内、外机组的连接管应按制造商提供的全部管长、或制冷量小于等于 12500W 的机组连接管长为 5m、大于 12500W 的机组连接管长为 7.5m 进行试验（按较长者进行）。连接管在室外部分的长度不少于 3m，室内部分的隔热和安装要求按产品使用说明书进行。
- 6.3 数据处理
- 6.3.1 试验过程中，各工况参数的允差应符合表 13 和表 14 的规定。制热试验中出现非稳态时，工况参数的允差应符合 GB/T 18430.1—2024 表 G.1 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 13 和表 14 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 的规定。

表13 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					
	冷（热）水/液体		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
	进/出水温度 ℃	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	±0.3	±5%	±0.3	±5%	±0.3	—	—	±0.5
制冷最大负荷	±0.5		±0.5	±5%	±0.5	—	—	±0.5
制冷最小负荷								
名义制热	±0.3		±0.3	±5%	±0.3	±0.3	±0.5	±0.5
制热最大负荷	±0.5		±0.5	±5%	±0.5	—	—	±0.5
融霜 ^a	±0.5		—	—	±0.5	±0.5	—	—
部分负荷	±0.3		±0.3	±5%	—	—	—	±0.5
制冷季节性能	±0.3		—	—	±0.3	—	—	—
制热季节性能	±0.3		—	—	±0.3	±0.3	—	—
名义热回收	±0.3		±0.3	±5%	±0.3	—	—	±0.5
名义蓄冷	±0.3		±0.3	±5%	±0.3	—	—	±0.5
生活热水	±0.5		—	—	±1.0	±1.0	—	—
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。								
^a 适用于热泵制热模式，除了融霜过程和融霜结束之后的前 10min，开始融霜时满足表 15 规定的允差即可。								

表14 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					
	冷（热）水/液体		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
	进/出水温度 ℃	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	—	—	±0.5
制冷最大负荷	±1.0		±1.0	±5%	±1.0	—	—	±1.0
制冷最小负荷								
名义制热	±0.5		±0.5	±5%	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5
制热最大负荷	±1.0		±1.0	±5%	±1.0	—	—	±1.0
融霜 ^a	±0.5		—	—	±1.0	±1.0	—	—
部分负荷	±0.5		±0.5	±5%	—	—	—	±0.5
制冷季节性能	±0.5		—	—	±0.5	—	—	—
制热季节性能	±0.5		—	—	±0.5	±0.5	—	—
名义热回收	±0.5		±0.5	±5%	±0.5	—	—	±0.5
名义蓄冷	±0.5		±0.5	±5%	±0.5	—	—	±0.5
生活热水	±0.5		—	—	±1.0	±1.0	—	—

试验工况	使用侧		热源侧					
	冷（热）水/液体		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
	进/出水温度 ℃	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 ℃
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。								
^a 适用于热泵制热模式，除了融霜过程和融霜结束之后的前 10min，开始融霜时满足表 15 规定的允差即可。								

表15 融霜过程的读数允差

试验工况	平均变动幅				最大变动幅			
	使用侧		热源侧		使用侧		热源侧	
融霜 ^a	水流量	出口水温 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃	水流量	出口水温 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃
	±5%	—	±3	±1.5	±5%	—	±5	±5
^a 适用于热泵融霜过程和融霜结束后的前 10min。对于风冷式机组的名义制热以及蒸发冷却式机组的名义制热如果测试期间有融霜的参照本表要求。								

6.4 试验要求

6.4.1 强度与密封性能试验

机组的密封性能试验按以下规定进行：

- a) 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；
- b) 真空试验：机组抽真空至 266 Pa 以下，保压 10 min 以上，检查机组泄漏和回升压力等情况；
- c) 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 10 min 以上，检查机组水系统的变形、渗漏等异常情况。

6.4.2 运转试验

机组在额定电压和额定频率下进行开机试运转试验。单冷型机组在制冷模式下试运转，热泵型机组分别在制冷和制热模式下试运转。

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 GB/T 18430.1—2024 附录 F 的规定对进出水温度和流量进行测量，机组制冷量按公式（2）计算得出；热源侧换热量按公式（4）计算得出；为保证试验的有效性，通过公式（6）计算主辅偏差，不应大于 GB/T 10870—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。

- b) 风冷式机组：

使用侧按 GB/T 18430.1—2024 附录 F 的规定对进出水温度和流量进行测量，热源侧的进风干湿球温度按 GB/T 10870—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（2）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。

c) 蒸发冷却式机组：

使用侧按 GB/T 18430.1—2024 附录 F 的规定对进出水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（2）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。

6.4.3.2 制热性能试验

将机组能量调节装置调至适宜位置，在规定的制热工况下进行试验，机组实测制热量和制热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 GB/T 18430.1—2024 附录 F 的规定对进出水温度和流量进行测量，机组制热量按公式（4）计算得出；热源侧换热量按公式（2）计算得出；为保证试验的有效性，通过公式（6）计算主辅偏差，不应大于 GB/T 10870—2014 中 4.2.2 规定的允许偏差。

制热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。

b) 风冷式机组：

使用侧按 GB/T 18430.1—2024 附录 F 的规定对进出水温度和流量进行测量，热源侧的进风干湿球温度按 GB/T 10870—2014 附录 B 的规定布置空气取样装置进行测量，涉及融霜时按 GB/T 18430.1—2024 附录 G 的规定进行数据采集和计算，机组制热量按公式（4）计算得出。

制热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，还应包括热源侧风机的输入功率。

c) 蒸发冷却式机组：

使用侧按 GB/T 18430.1—2024 附录 F 的规定对进出水温度和流量进行测量，热源侧的进风干湿球温度按 GB/T 10870—2014 附录 B 的规定布置空气取样装置进行测量，涉及融霜时按 GB/T 18430.1—2024 附录 G 的规定进行数据采集和计算，机组制热量按公式（4）计算得出。

制热消耗功率的计算同风冷式机组，但对于淋水装置仍须运行的机组，其淋水装置用水泵的输入功率也应被纳入其中。

6.4.3.3 性能参数的计算

6.4.3.3.1 制冷剂-水换热器（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（2）计算，漏热量按公式（3）计算：

$$Q_{ec} = 1/(3600 \times 1000) C_{pe} \rho_e V_e (t_{e1} - t_{e2}) \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_{el} = \left(\frac{1}{1000} \right) K_e A_e (t_{atm} - t_{em}) \dots\dots\dots (3)$$

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，单位为焦耳每千克摄氏度[J/（kg·℃）]；

ρ_e ——蒸发器水（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/m^3 ）；

V_e ——蒸发器水（或乙二醇溶液、盐水等）的体积流量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

t_{e1} 、 t_{e2} ——分别为蒸发器水（或乙二醇溶液、盐水等）进、出口温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

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 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$]，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（ m^2 ）；

t_{atm} ——蒸发器周围平均环境空气温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

t_{em} ——蒸发器水（或乙二醇溶液、盐水等）进、出口温度的平均值，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

当载冷剂非纯水时，其物性参数应通过现场取样测量获得。

6.4.3.3.2 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（4）计算，漏热量按公式（5）计算：

$$Q_{cc} = 1/(3600 \times 1000) C_{pc} \rho_c V_c (t_{c2} - t_{c1}) \dots\dots\dots (4)$$

$$Q_{cl} = \left(\frac{1}{1000} \right) K_c A_c (t_{cm} - t_{atm}) \dots\dots\dots (5)$$

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，单位为焦耳每千克摄氏度 [$\text{J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$]；

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/m^3 ）；

V_c ——冷凝器水（或乙二醇溶液、盐水等）的体积流量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

t_{c1} 、 t_{c2} ——分别为冷凝器水（或乙二醇溶液、盐水等）进、出口温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

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 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$]，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（ m^2 ）；

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（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

t_{cm} ——冷凝器水（或乙二醇溶液、盐水等）进、出口温度的平均值，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

当载冷剂非纯水时，其物性参数应通过现场取样测量获得。

6.4.3.4 主辅偏差

主辅偏差按公式（6）计算：

$$\sigma = 2 \times \left| \frac{Q_{ec} + Q_{el} + P - (Q_{cc} + Q_{cl})}{Q_{ec} + Q_{el} + P + Q_{cc} + Q_{cl}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

σ ——主辅偏差，%；

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）；

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）；
 P ——机组制冷（或制热）时的消耗功率，单位为千瓦（kW）。

6.4.4 部分负荷性能试验

6.4.4.1 水冷式或蒸发冷却式机组的标准综合部分负荷性能系数应按表4规定的工况和GB/T 18430.1—2024附录H规定的试验方法获得。
6.4.4.2 水冷式或蒸发冷却式机组的非标准综合部分负荷性能系数应按表4规定的工况和GB/T 18430.1—2024附录H规定的试验方法获得。

6.4.5 季节性能试验

风冷式机组的制冷性能系数、全年性能系数应按表5规定的工况和附录C规定的试验方法获得。

6.4.6 水侧压力损失试验

6.4.6.1 机组按GB/T 18430.1—2024附录F规定的方法，在名义制冷、名义制热、名义热回收试验的同时分别测量冷（热）水侧、冷却水侧和热回收侧（若有）的水侧压力损失。
6.4.6.2 当进行机组制热状态下的水侧压力损失试验时，若测试空间的环境温度低于0℃，则可以按照表16规定的工况条件进行试验，且允许不开机测试。

表16 制热状态下水侧压力损失试验的工况

试验	水温条件 ℃	环境侧干球温度 ℃	水流量 m³/h
制热状态下的 水侧压力损失试验	名义制热试验时换热器出口 水温±1	0~21	同名义制热试验时的水流量

6.4.7 制冷/制热最大负荷试验

机组在表1、表2、表3规定的制冷/制热最大负荷工况下运行，达到稳定状态后再运行2h，对机组各零部件、过载保护器和运行电流等进行检查。

6.4.8 制冷最小负荷试验

机组在表1、表2、表3规定的制冷最小负荷工况下运行，达到稳定状态后再运行2h，对机组各零部件和低压、防冻及过载保护器等进行检查。

6.4.9 融霜试验

风冷式机组在表3规定的融霜工况下运行，从首次融霜（自动融霜或者手动触发融霜）结束后开始，再连续运行两个完整的制热融霜周期或连续运行3h为止，取其长者作为试验时长。对出现下述两种情况的，应按以下规定调整时长：

- a) 如果在连续运行3h期间没有出现融霜，则试验总时间应延长至3h后首次出现融霜结束为止；
- b) 如果在连续运行3h期间有一个制热融霜周期还没有结束，则试验总时间应延长至这一个制热融霜周期结束为止。

6.4.10 使用工况条件下的性能试验

试验按以下步骤进行：

- a) 依据机组性能数据库提供的使用工况条件范围，随机指定一负荷率或一组使用工况条件，输出该组条件下的性能数据（包括制冷/制热量、制冷/制热消耗功率以及 COP_c、COP_h、IPLV、NPLV、CSPF、HSPF 等指标值）；
- b) 按照 6.4.3、6.4.4、6.4.5 及附录 C 给出的方法进行试验；
- c) 按照 5.11.2 和 5.11.3 的规定验证机组性能数据库的输出结果。

6.4.11 噪声和振动试验

6.4.11.1 噪声试验

在进行各名义工况下（包括名义制冷、名义制热以及可能存在的名义热回收和名义蓄冷制冷）的性能试验过程中同时测量机组的噪声，并以实测的最大值为准。

整体式噪声按 JB/T 4330—1999 中附录 C，分体式的按 JB/T 4330—1999 中附录 D 规定测量机组噪声，并按 JB/T 4330 规定的平均声压级的计算方法得出。

6.4.11.2 振动试验

机组应在噪声试验的工况下进行振动的测量，并以各工况条件下实测的最大值为准。测量应符合以下规定：

- a) 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，通过调查测试选取一个相对最大振动的位置，并确保没有外部振动源的叠加；
- b) 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；
- c) 测量结果：取三个方向实测最大位移的均方根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。

6.4.12 电气安全试验

6.4.12.1 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），使用额定电压 500V 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 30 V 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。

6.4.12.2 电气强度试验

机组经 6.4.13.1 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。

6.4.12.3 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。

6.4.12.4 耐湿性能试验

机组在制冷最小负荷试验后或在融霜试验后,立即按6.4.12.1和6.4.12.2的规定分别进行绝缘电阻和电气强度试验。

注:经过6.4.12.5防护等级试验的机组可以免除该项试验。

6.4.12.5 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6.4.12.1和6.4.12.2的规定分别进行绝缘电阻和电气强度试验。

6.4.13 带热回收功能机组的特殊要求试验

带热回收功能机组的特殊要求试验按附录A的规定进行。

6.4.14 带蓄冷功能机组的特殊要求试验

带蓄冷功能机组的特殊要求试验按附录B的规定进行。

6.4.15 带生活热水功能机组的特殊要求试验

带生活热水功能机组的特殊要求试验按附录 D 的规定进行。

6.4.16 盐雾试验

机组电镀件应按GB/T 2423.17进行盐雾试验,试验周期为24h。试验前,电镀件表面清洗除油;试验后,应先用清水冲掉残留在表面上的盐分,然后再检查电镀件的腐蚀情况。

6.4.17 涂层附着力试验

机组涂装件涂层的附着力试验按 GB/T 1720—2020 中第 7 章的规定进行。

6.4.18 有害物质含量检测

机组有害物质含量检测应按 GB/T 26572 的规定进行,其结果应符合 5.1.9 的规定。

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 17 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验,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:

- 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17 检验项目

序号	测试项目		检验类型			技术要求	试验方法	
	名称	类别	出厂 检验	抽样 检验	型式 检验			
1	一般要求		A	—	—	√	5.1.1~5.1.6, 5.1.10	视检和验证
2	强度与 密封性 能	气密性试验	A	√	√	√	5.2.1	6.4.1 a)
3		真空试验	A	√ ^a	√	√	5.2.2	6.4.1 b)
4		压力试验	A	—	√	√	5.2.3	6.4.1 c)
5	运转		A	√	√	√	5.3	6.4.2
6	电气 安全	绝缘电阻	A	√	√	√	5.13.1	6.4.12.1
7		电气强度	A	√	√	√	5.13.2	6.4.12.2
8		接地装置	A	√	√	√	5.13.3	6.4.12.3
9		耐湿性能	A	—	—	√	5.13.4	6.4.12.4
10		防护等级	A	—	—	√	5.13.5	6.4.12.5
11	水侧压力损失		A	—	√	√	5.7	6.4.6
12	噪声和振动		A	—	—	√	5.12	6.4.11
13	名义制冷量		A	—	√	√	5.4.1.1	6.4.3.1
14	名义制冷消耗功率		A	—	√	√	5.4.1.2	6.4.3.1
15	名义制冷性能系数		A	—	√	√	5.4.1.3	6.4.3.1
16	名义制热量		B	—	√	√	5.4.2.1	6.4.3.2
17	名义制热消耗功率		B	—	√	√	5.4.2.2	6.4.3.2
18	名义制热性能系数		B	—	√	√	5.4.2.3	6.4.3.2
19	标准综合部分负荷性能系数		B	—	√	√	5.5.1	6.4.4.1
20	非标准综合部分负荷性能系数		B	—	—	—	5.5.2	6.4.4.2
21	制冷季节/制热季节/全年性能系数		B	—	√	√	5.6	6.4.5
22	制冷/制热最大负荷		B	—	—	√	5.8	6.4.7
23	制冷最小负荷		B	—	—	√	5.9	6.4.8
24	融霜		B	—	—	√	5.10	6.4.9
25	使用工况条件的性能		B	—	—	√	5.11	6.4.10
26	热回收 模式	名义制冷量	B	—	√	√	A.1.1	A.3
27		名义热回收量	B	—	√	√	A.1.1	A.3
28		名义热回收消耗功率	B	—	√	√	A.1.2	A.3
29		部分/全热回收综合能源利用率	B	—	√	√	A.1.3	A.3
30	蓄冷功	名义蓄冷制冷量	B	—	√	√	B.1.1	B.3

序号	测试项目		检验类型			技术要求	试验方法	
	名称	类别	出厂 检验	抽样 检验	型式 检验			
31	能	名义蓄冷制冷消耗功率	B	—	√	√	B.1.2	B.3
32		名义蓄冷制冷性能系数	B	—	√	√	B.1.3	B.3
33	生活热水	待机消耗功率	B	—	√	√	D.1.3	D.3.3
34		生活热水性能系数	B	—	√	√	D.1.4	D.3.4
35		能源效率	B	—	√	√	D.1.4	D.3.4
36		V ₄₀	B	—	√	√	D.1.5	D.3.5
37	盐雾试验		A	—	—	√	5.1.7	6.4.16
38	涂层附着力试验		A	—	—	√	5.1.8	6.4.17
39	有害物质含量检测		A	—	—	√	5.1.9	6.4.18
A 类测试项目所有机组均须检验；B 类测试项目按附录 E 的规定进行检验。 注：“√”表示需要检验的项目；“—”表示不需要检验的项目。								
a 对于批量生产的机组（如模块机）在进行出厂检验时，允许制造商采用等效的抽空工艺以缩短检验时间，但应确保按本文件的方法进行的抽样检验和型式检验获得通过。								

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。且包含表 18 的内容。当使用可燃性制冷剂时，铭牌还应给出符合 GB 2894—2008 规定的“当心火灾”的警告标志。

表18 铭牌内容

序号	标记内容		标记要求					
	名称	单位	水冷式机组		风冷式机组		蒸发冷却式	
			单冷型	热泵型	单冷型	热泵型	单冷型	热泵型
1	产品名称、型号	—	√	√	√	√	√	√
2	制造商名称、商标	—	√	√	√	√	√	√
3	生产日期、产品编号	—	√	√	√	√	√	√
4	额定电压、相数、频率	V、—、Hz	√	√	√	√	√	√
5	最大运行电流 ^a	A	√	√	√	√	√	√
6	制冷剂编号、充注量	—、kg	√	√	√	√	√	√
7	水侧压力损失 ^b	kPa	√	√	√	√	√	√
8	外形尺寸	mm	√	√	√	√	√	√
9	机组总质量 ^c	kg	√	√	√	√	√	√

序号	标记内容		标记要求					
	名称	单位	水冷式机组		风冷式机组		蒸发冷却式	
			单冷型	热泵型	单冷型	热泵型	单冷型	热泵型
10	名义制冷量	kW	√	√	√	√	√	√
11	名义制冷消耗功率	kW	√	√	√	√	√	√
12	名义制冷性能系数	kW/ kW	√	√	√	√	√	√
13	名义制热量	kW	—	√	—	√	—	√
14	名义制热消耗功率	kW	—	√	—	√	—	√
15	名义制热性能系数	kW/ kW	—	√	—	√	—	√
16	名义热回收量 ^d	kW	√	√	√	√	√	√
17	热回收模式名义制冷量 ^d	kW	√	√	√	√	√	√
18	名义热回收消耗功率 ^d	kW	√	√	√	√	√	√
19	部分/全热回收综合能源利用率 ^d	kW/ kW	√	√	√	√	√	√
20	名义蓄冷制冷量 ^e	kW	√	√	√	√	√	√
21	名义蓄冷制冷消耗功率 ^e	kW	√	√	√	√	√	√
22	名义蓄冷制冷性能系数 ^e	kW/kW	√	√	√	√	√	√
23	生活热水性能系数 ^f	kWh/kWh	—	—	√	√	—	—
24	能源效率 ^f	%	—	—	√	√	—	—
25	综合部分负荷性能系数	kW/ kW	√	√	—	—	√	√
26	制冷季节性能系数	kW/ kW	—	—	√	—	—	—
27	全年性能系数	kW/ kW	—	—	—	√	—	—
28	噪声（声压级）	dB(A)	√	√	√	√	√	√
注 1：“√”表示需要，“—”表示不需要标记，无相应功能的机组无需标记。								
注 2：除本文件规定的名义工况参数外，机组也可以标注指定使用工况条件下对应的性能参数。								
^a 机组在所有标准工况条件下和制造商允许的所有使用工况条件下所允许达到的运行电流最大值。 ^b 应分别标注冷（热）水侧、冷却水侧和热回收侧（若有）的水侧压力损失，其中冷却水侧应包括名义制冷和名义制热工况下的值。取 6.4.6 规定条件下的最大压力损失作为机组换热器的水侧压力损失；机组如果使用侧或热源侧，或者二者都是水系统且带有循环水泵的，应明示机组提供的机外余压。 ^c 以指引安全运输和吊装为原则，必要时机组总质量应包含制冷剂（或其它充注物）、吊装用附件等。 ^d 不带热回收功能的机组不需要标注；带热回收功能的机组需要标注，且还需要标注工况条件。 ^e 不带蓄冷功能的机组不需要标注；带蓄冷功能的机组需要标注，且还需要标注工况条件。 ^f 不带生活热水功能的机组不需要标注；带生活热水功能的机组需要标注，且还需要标注工况条件。								

- 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（如产品说明书、铭牌等）标明执行标准的编号。
- 8.1.4 若机组使用了可燃性制冷剂，则应按照 GB 2894—2008 表 2 中编号 2-2 警示标志“当心火灾”的颜色和样式在机组的显著位置上进行永久性标示，标示符号的垂直高度不应小于 30mm。

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 机组在包装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。
- 8.2.3 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。
- a) 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。
- b) 产品说明书的内容应包括：
- 产品型号和名称、工作原理、适用范围、执行标准、主要技术参数（见表 18）；
 - 产品的结构示意图、系统图、电气原理图及接线图；
 - 安装说明和要求（对于使用可燃性制冷剂的机组的安装应满足 GB/T 9237 的要求）；
 - 使用说明、维护保养和注意事项（对于使用可燃性制冷剂的机组的维修和保养除应满足 GB/T 9237 的要求外还应满足 GB 4706.32—2012 附录 D 的要求）。
- 8.2.4 机组应采取防尘措施（如外包热缩膜、缠绕膜等），其包装应符合 GB/T 13384 的规定。
- 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 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特殊要求和试验方法

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小于明示值的95%。

A.2 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。

表 A.1 名义热回收标准工况

使用侧				热源侧			
冷冻水		热回收热水		水冷式		风冷式	蒸发冷却式
单位制冷量 水流量 m³/（h·kW）	出口 水温 ℃	水流量 m³/h	出口 水温 ^a ℃	进口 水温 ℃	单位制冷量 水流量 m³/（h·kW）	干球温度/ 湿球温度 ℃	干球温度/ 湿球温度 ℃
0.172 ^b	7	^c	35	30	0.215 ^b	35 / —	— / 24
			45				
			50				
			55				
			60				
^a 应根据产品的具体应用由制造商指定一个或多个热回收热水的出口温度进行试验，当未指定时采用 55℃。 ^b 水流量按机组热回收模式时的名义制冷量明示值来确定。 ^c 热回收热水水流量根据进、出水 5℃温差来确定。							

A.3 试验方法

将机组能量调节装置调至适宜的位置，在表A.1规定的名义热回收工况下进行试验。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测试：

- a) 水冷式机组：
 - 1) 情况 I：机组仅包括 2 个制冷剂-水换热器：蒸发器和冷凝器（也是热回收换热器）（若机组制冷模式时的冷凝器为双回路换热器，对应 2 路水系统，制冷剂循环系统冷凝热经一路水系统部分回收利用，经另一路水系统通过冷却塔排入空气中，则其热回收模式的试验方法参照水冷式机组情况 II），热回收模式下制冷剂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(2)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。

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.4)计算得出。

2)情况II:机组换热器包括3个制冷剂-水换热器(若机组制冷模式时的冷凝器不运行时,则其热回收模式的试验方法参照水冷式机组情况I);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(4)计算机组冷凝器换热量;按6.4.3.1规定的方法和公式(2)计算机组制冷量;为保证试验的有效性,通过公式(A.5)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。

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。

b) 风冷式机组:

1)情况I:机组换热器包括3个换热器:空气-制冷剂换热器、制冷剂-水换热器和制冷剂-水热回收换热器,热回收模式下制冷剂循环系统的部分冷凝热经热回收换热器作为热回收量,按6.4.3.2规定的方法和公式(A.1)计算机组热回收量,其余冷凝热经空气-制冷剂换热器排给空气;按6.4.3.1规定的方法和公式(2)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,还应包括热源侧冷却风机的输入功率。

部分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。

2)情况II:机组换热器包括3个换热器:空气-制冷剂换热器、制冷剂-水换热器和制冷剂-水热回收换热器,热回收模式下制冷剂循环系统冷凝热全部作为热回收换热器热回收量(空气-制冷剂换热器不运行),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(2)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。

全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.4)计算得出。

c) 蒸发冷却式机组:

1)情况I:机组换热器包括3个换热器:蒸发冷却-制冷剂换热器、制冷剂-水换热器和制冷剂-水热回收换热器,热回收模式下制冷剂循环系统的部分冷凝热经热回收换热器作为热回收量,按6.4.3.2规定的方法和公式(A.1)计算机组热回收量,其余冷凝热经蒸发冷却-制冷剂换热器排给空气;按6.4.3.1规定的方法和公式(2)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,还应包括热源侧冷却风机、淋水装置用水泵(如使用)的输入功率。

部分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。

2)情况II:机组换热器包括3个换热器:蒸发冷却-制冷剂换热器、制冷剂-水换热器和制冷剂-水热回收换热器,热回收模式下制冷剂循环系统冷凝器的冷凝热全部作为热回收换热器热回收量(蒸发冷却-制冷剂换热器不运行),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(2)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GB/T 10870—2014中4.2.2规定的限值。

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。

全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.4)计算得出。

A.4 性能参数的计算与校核

A.4.1 热回收换热器（制冷剂-水换热器）换热量

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：

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

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

式中：

Q_{hr} ——热回收模式时机组产生的热回收量，部分热回收时用 Q_{phr} 表示，全热回收时用 Q_{thr} 表示，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（乙二醇溶液或盐水等）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·℃)]；

ρ_{hr} ——热回收换热器水（乙二醇溶液或盐水等）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_{hr} ——热回收换热器水（乙二醇溶液或盐水等）的体积流量，单位为千克每立方米（m³/h）；

t_{hr} 、 t_{hr2} ——分别为热回收换热器水（乙二醇溶液或盐水等）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（乙二醇或盐水等）溶液进、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.4.2 性能系数

部分热回收综合能源利用率按公式（A.3）计算：

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

全热回收综合能源利用率按公式（A.4）计算：

$$CEE_{thr} = \frac{Q_{ec} + Q_{thr}}{P} \dots\dots\dots (A.4)$$

公式（A.3）、（A.4）中：

CEE_{phr} ——部分热回收综合能源利用率，%；

CEE_{thr} ——全热回收综合能源利用率，%；

Q_{ec} ——蒸发器换热量，单位为千瓦（kW）；

Q_{hr} ——热回收模式时机组产生的热回收量，部分热回收时用 Q_{phr} 表示，全热回收时用 Q_{th} 表示，单位为千瓦（kW）；

P ——热回收消耗功率。

A.4.3 主辅偏差

部分热回收时的主辅偏差按公式（A.5）计算：

$$\sigma = 2 \times \left| \frac{Q_{ec} + Q_{el} + P - (Q_{cc} + Q_{cl} + Q_{phr} + Q_{hr})}{Q_{ec} + Q_{el} + P + Q_{cc} + Q_{cl} + Q_{phr} + Q_{hr}} \right| \times 100\% \quad \text{..... (A.5)}$$

全热回收时的主辅偏差按公式 (A.6) 计算:

$$\sigma = 2 \times \left| \frac{Q_{ec} + Q_{el} + P - (Q_{thr} + Q_{hrl})}{Q_{ec} + Q_{el} + P + Q_{thr} + Q_{hrl}} \right| \times 100\% \quad \text{..... (A.6)}$$

公式 (D.5)、(D.6) 中:

σ ——主辅偏差, %;

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);

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);

P ——机组制冷 (或制热) 时的消耗功率, 单位为千瓦 (kW)。

Q_{hr} ——热回收模式时机组产生的热回收量, 部分热回收时用 Q_{phr} 表示, 全热回收时用 Q_{thr} 表示, 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)。

附录 B
(规范性)
带蓄冷功能机组的特殊要求和试验方法

B.1 名义蓄冷技术要求

- B.1.1 机组的名义蓄冷制冷量不应低于明示值的 95%。
- B.1.2 机组的名义蓄冷制冷消耗功率不应高于明示值的110%。
- B.1.3 机组的名义蓄冷制冷性能系数不应低于明示值的95%。

B.2 试验工况

带蓄冷功能的机组其名义蓄冷工况按表 B.1 的规定。

表 B.1 名义蓄冷标准工况

工况	使用侧		热源侧					
			水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
	出水 温度 ℃	单位制冷量 水流量 m ³ /（h·kW）	进口 水温 ℃	单位制冷量 水流量 m ³ /（h·kW）	干球 温度 ℃	湿球 温度 ℃	干球 温度 ℃	湿球 温度 ℃
名义蓄冷Ⅰ	-5.5	a	28	a	29	—	29	22
名义蓄冷Ⅱ	4							
a 水流量同名义制冷试验时的水流量。								

B.3 试验方法

机组名义蓄冷制冷性能试验按表B.1规定的工况和6.4.3.1规定的方法进行。

附录 C
(规范性)
风冷式机组制冷季节性能系数的试验和计算方法

C.1 制冷季节性能系数的试验和计算

C.1.1 工况条件及各温度发生时间

制冷季节性能系数的试验工况条件按表5的规定。单冷型风冷式机组以广州市居住建筑为代表，制冷季节需要制冷的各温度区间的发生时间见表C.1；热泵型风冷式机组以南京市居住建筑为代表，制冷季节需要制冷的各温度区间的发生时间见表C.2。

表 C.1 单冷型风冷式机组制冷季节需要制冷的各温度的发生时间

温度区间 j	室外温度 t/℃	小时数/h	温度区间 j	室外温度 t/℃	小时数/h
1	25	338	9	33	51
2	26	550	10	34	37
3	27	579	11	35	4
4	28	433	12	36	1
5	29	264	13	37	0
6	30	122	14	38	0
7	31	136	15	39	0
8	32	71	合计		2586

表 C.2 热泵型风冷式机组制冷季节需要制冷的各温度的发生时间

温度区间 j	室外温度 t/℃	小时数/h	温度区间 j	室外温度 t/℃	小时数/h
1	25	277	9	33	20
2	26	205	10	34	11
3	27	180	11	35	4
4	28	110	12	36	0
5	29	94	13	37	0
6	30	61	14	38	0
7	31	25	15	39	0
8	32	20	合计		1007

C.1.2 房间冷负荷与冷负荷线

风冷式机组制冷工况下的房间冷负荷根据机组名义制冷量的明示值按公式（C.1）计算，房间冷负荷线见图C.1。

$$L_c(t_j) = \varphi_{fulc}(35) \times \frac{t_j - 24}{35 - 24} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$L_c(t_j)$ —室外温度 t_j 时的房间冷负荷，单位为千瓦（kW）；

$\varphi_{fulc}(35)$ —机组的名义制冷量明示值，单位为千瓦（kW）。

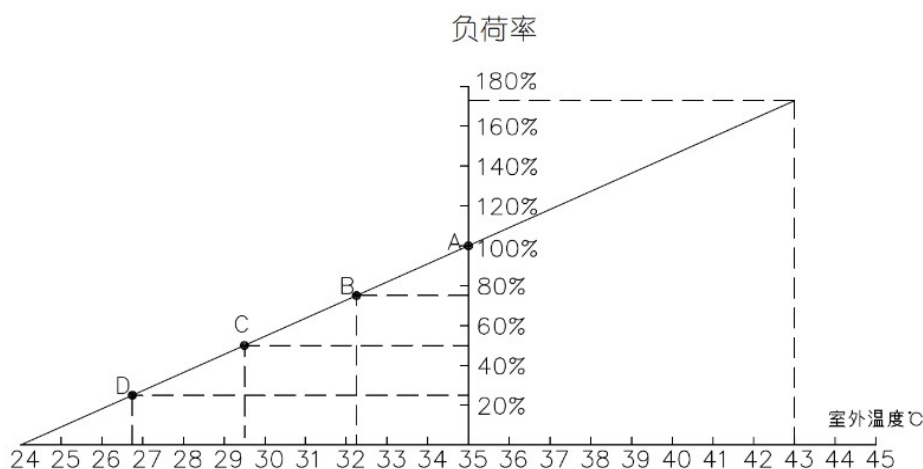


图 C.1 单冷型、热泵型风冷式机组冷负荷线

C.1.3 试验方法

单冷型、热泵型风冷式机组在额定电源和表 5 规定的试验工况下，按 6.4.3.1 规定的方法，分别测量机组在 A、B、C、D 四个工况点下的制冷量和制冷消耗功率，并按 C.1.4 的方法计算相应负荷点的制冷季节性能系数：

- 对于使用单台定频/定速压缩机的机组：在额定电压和额定频率下试验；
- 对于使用多台定频/定速压缩机的机组：通过机组的控制系统根据需要开启合适的压缩机台数，使机组稳定在表 5 规定的负载率；
注：如果机组控制系统未设置压缩机台数开启逻辑，按定频/定速机组进行试验。
- 对于变频/变容量机组：应将压缩机的运行频率或容量调至适宜值，使机组能够稳定运行在表 5 规定的负载率。

试验过程中，制造商应提供机组的调节或设定方法，必要时应在现场配合操作。

C.1.4 计算方法

C.1.4.1 制冷季节总负荷

制冷季节总负荷按公式 (C.2) 计算：

$$CSTL = \sum_{j=1}^n Q_c(t_j) \times n_j \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

CSTL——机组的制冷季节总负荷，单位为千瓦时（kW·h）；

$Q_c(t_j)$ ——机组各负荷下的制冷量，单位为千瓦（kW）；

n_j ——制冷季节中各温度下的制冷工作时间，单位为小时（h）。

当室外温度在 24°C（0 负荷点）至 35°C（A 点）之间时，机组各负荷下的制冷量 $Q_c(t_j)$ 按公式 (C.3) 计算：

$$Q_c(t_j) = L_c(t_j) \dots\dots\dots (C.3)$$

当室外温度在 35℃ (A 点) 至 43℃ 之间时, 机组各负荷下的制冷量 $Q_c(t_j)$ 按公式 (C.4) 计算:

$$Q_c(t_j) = \min(L_c(t_j), \varphi_c(t_j)) \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

$Q_c(t_j)$ ——机组各负荷下的制冷量, 单位为千瓦 (kW);

$L_c(t_j)$ ——室外温度 t_j 时的房间冷负荷, 单位为千瓦 (kW);

$\varphi_c(t_j)$ ——机组各负荷下的实测制冷量, 单位为千瓦 (kW)。

其中, 机组各负荷下的实测制冷量 $\varphi_c(t_j)$ 按公式 (C.5) 计算:

$$\varphi_c(t_j) = \varphi_c(t_A) + \frac{\varphi_c(43) - \varphi_c(t_A)}{43 - t_A} \times (t_j - t_A), t_A \leq t_j \leq 43 \dots\dots\dots (C.5)$$

C.1.4.2 制冷季节耗电量

制冷季节耗电量 CSTE 按公式 (C.6) 计算:

$$CSTE = \sum_{j=1}^n \frac{Q_c(t_j)}{COP_{bin}(t_j)} \times n_j \dots\dots\dots (C.6)$$

式中:

CSTE——机组的制冷季节总负荷, 单位为千瓦时 (kW·h);

$Q_c(t_j)$ ——机组各负荷下的制冷量, 单位为千瓦 (kW);

$COP_{bin}(t_j)$ ——各工作温度下的制冷性能系数;

n_j ——制冷季节中各温度下的制冷工作时间, 单位为小时 (h)。

其中, $COP_{bin}(t_j)$ 通过测试并按公式 (C.7) ~ (C.11) 计算获得:

a) 当室外温度在 43℃ 至 35℃ (A 点) 之间时:

$$COP_{bin}(t_j) = COP_{bin}(t_A) + \frac{COP_{bin}(43) - COP_{bin}(t_A)}{43 - t_A} \times (t_j - t_A), t_A \leq t_j \leq 43 \dots\dots\dots (C.7)$$

b) 当室外温度在 35℃ (A 点) 至 32.2℃ (B 点) 之间时:

$$COP_{bin}(t_j) = COP_{bin}(t_B) + \frac{COP_{bin}(t_A) - COP_{bin}(t_B)}{t_A - t_B} \times (t_j - t_B), t_B \leq t_j \leq t_A \dots\dots\dots (C.8)$$

c) 当室外温度在 32.2℃ (B 点) 至 29.5℃ (C 点) 之间时:

$$COP_{bin}(t_j) = COP_{bin}(t_C) + \frac{COP_{bin}(t_B) - COP_{bin}(t_C)}{t_B - t_C} \times (t_j - t_C), t_C \leq t_j \leq t_B \dots\dots\dots (C.9)$$

d) 当室外温度在 29.5℃ (C 点) 至 26.8℃ (D 点) 之间时:

$$COP_{bin}(t_j) = COP_{bin}(t_D) + \frac{COP_{bin}(t_C) - COP_{bin}(t_D)}{t_C - t_D} \times (t_j - t_D), t_D \leq t_j \leq t_C \dots\dots\dots (C.10)$$

e) 当室外温度在 26.8℃ (D 点) 至 24℃ (0 负荷点) 之间时:

$$COP_{bin}(t_j) = COP_{bin}(t_D) - 0.0289 \times COP_{bin}(t_D) \times (t_j - t_D), 24 \leq t_j \leq t_D \dots\dots\dots (C.11)$$

在 B、C、D 工况试验中,若机组的制冷量超过要求负荷的+2%时, $COP_{bin}(t_B, t_C, t_D)$ 的计算按以下规定进行:

a) 对于使用单台定频/定速压缩机的机组, $COP_{bin}(t_B, t_C, t_D)$ 按公式 (C.12) 计算:

$$COP_{bin}(t_B, t_C, t_D) = \frac{COP_{DC}(t_B, t_C, t_D)}{C_D} \dots\dots\dots (C.12)$$

式中:

$COP_{DC}(t_B, t_C, t_D)$ ——B、C、D 工况下连续制冷运行时测得的制冷性能系数;

C_D ——衰减系数,通过测试获得,按公式 (C.13) 进行计算。

$$C_D = (-0.13 \times LF) + 1.13 \dots\dots\dots (C.13)$$

$$LF = \frac{\left(\frac{LR}{100}\right) \cdot Q_{FL}}{Q_{PL}(B, C, D)} \dots\dots\dots (C.14)$$

式中:

LF ——负荷系数;

LR ——需要计算的额定百分比;

Q_{FL} ——名义制冷量明示值,单位为千瓦(kW);

$Q_{PL}(B, C, D)$ ——B、C、D 工况下连续制冷运行时测得的制冷量,单位为千瓦(kW)。

b) 对于变频/变容量机组和使用多台定频/定速压缩机的机组, $COP_{bin}(t_B, t_C, t_D)$ 按以下规定获得:

- 1) 若机组B、C、D工况试验下的制冷量满足要求负荷的±2%,测的B、C、D工况下的制冷性能系数即为 $COP_{bin}(t_B, t_C, t_D)$ 的值;
- 2) 若机组B、C、D工况试验下的制冷量超出要求负荷的±2%且机组还能继续卸载时, $COP_{bin}(t_B, t_C, t_D)$ 的计算采用相邻负荷点之间的插值获得;
- 3) 若机组B、C、D工况试验下的制冷量超出要求负荷的+2%且不能继续卸载时, $COP_{bin}(t_B, t_C, t_D)$ 通过公式 (C.12) 计算获得。

C.1.4.3 制冷季节性能系数

制冷季节性能系数按公式 (C.15) 计算:

$$CSPF = \frac{CSTL}{CSTE} \dots\dots\dots (C.15)$$

式中:

$CSPF$ ——机组的制冷季节性能系数,单位为千瓦时每千瓦时[(kW·h)/(kW·h)];

$CSTL$ ——机组的制冷季节总负荷,单位为千瓦时(kW·h);

$CSTE$ ——机组的制冷季节总负荷,单位为千瓦时(kW·h)。

C.2 制热季节性能系数的试验和计算

C.2.1 工况条件及各温度发生时间

制热季节性能系数的试验工况条件按表5的规定。热泵型风冷式机组以南京市居住建筑为代表,制热季节需要制热的各温度区间的发生时间见表C.3。

表 C.3 热泵型风冷式机组制热季节需要制热的各温度的发生时间

温度区间 j	室外温度 t/℃	小时数/h	温度区间 j	室外温度 t/℃	小时数/h
1	-7	5	13	5	248
2	-6	6	14	6	306
3	-5	7	15	7	281
4	-4	17	16	8	224
5	-3	23	17	9	180
6	-2	41	18	10	151
7	-1	53	19	11	131
8	0	97	20	12	137
9	1	166	21	13	105
10	2	201	22	14	72
11	3	253	—	—	—
12	4	275	总计		2979

C.2.2 房间热负荷与热负荷线

风冷热泵型机组制热工况下房间热负荷根据计算名义制热量按公式（C.16）进行计算，房间热负荷率曲线见图 C.2。

$$L_h(t_j) = \varphi_{fulh}(t_{fulh}) \times \frac{t_{oh}-t_j}{t_{oh}-t_{fulh}} \dots\dots\dots (C.16)$$

- 式中：
- $L_h(t_j)$ ——机组各负荷制冷量，单位为千瓦（kW）；
 - $\varphi_{fulh}(t_{fulh})$ ——机组的计算名义制热量，单位为千瓦（kW）；
 - t_{fulh} ——机组的热源侧名义工况，此处为-2℃；
 - t_{oh} ——使用建筑的制热 0 负荷点，取 15℃。

其中，机组的计算名义制热量应满足（C.17）式，名义热冷比HCR_n取1.0。

$$\varphi_{fulh}(t_{fulh}) = \varphi_{fulc}(35) \times HCR_n \dots\dots\dots (C.17)$$

$\varphi_{fulc}(35)$ ——机组的名义制冷量明示值，单位为千瓦（kW）。

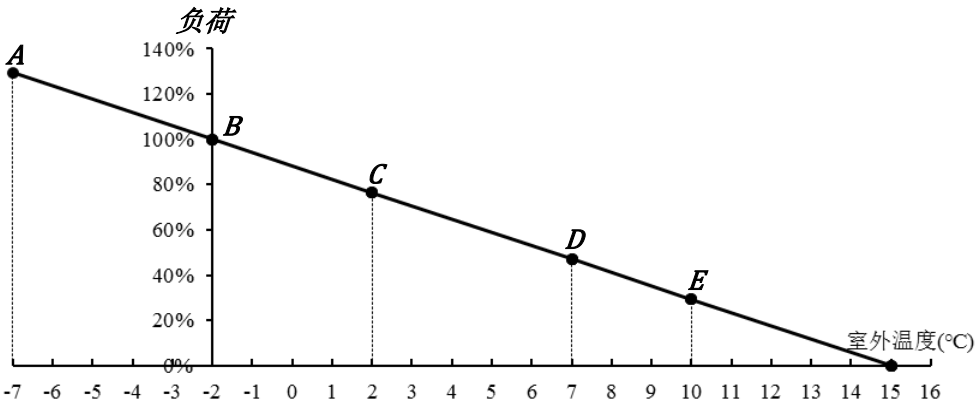


图 C.2 热泵型风冷式机组热负荷线

C.2.3 试验方法

热泵型风冷式机组在额定电源和表 5 规定的试验工况下,按 6.4.3.2 规定的方法,测量机组的 A、B、C、D、E 工况点下的制热量和制热消耗功率,并按 C.2.4 的方法计算相应负荷点的制热季节性能系数:

- a) 对于使用单台定频/定速压缩机的机组:在额定电压和额定频率下试验;
- b) 对于使用多台定频/定速压缩机的机组:通过机组的控制系统根据需要开启合适的压缩机台数,使机组稳定在表 5 规定的负载率;
注:如果机组控制系统未设置压缩机台数开启逻辑,按定频/定速机组进行试验。
- c) 对于变频/变容量机组:应将压缩机的运行频率或容量调至适宜值,使机组能够稳定运行在表 5 规定的负载率。

试验过程中,制造商应提供机组的调节或设定方法,必要时应在现场配合操作。

C.2.4 计算方法

C.2.4.1 制热季节总负荷 HSTL 按公式 (C.18) 计算:

$$HSTL = \sum_{j=1}^n L_h(t_j) \times n_j \dots\dots\dots (C.18)$$

式中:

$L_h(t_j)$ ——温度 t_j 时的房间热负荷,单位为千瓦 (kW);

n_j ——制热季节中制热的各温度下工作时间,单位为小时 (h)。

C.2.4.2 制热季节耗电量 HSTE 按公式 (C.19) 计算:

$$HSTE = \sum_{j=1}^n \left[\frac{L_h(t_j) - P_{RH}(t_j)}{COP_{bin}(t_j)} + P_{RH}(t_j) \right] \times n_j \dots\dots\dots (C.19)$$

式中:

$L_h(t_j)$ ——温度 t_j 时的房间热负荷,单位为千瓦 (kW);

n_j ——制热季节中制热的各温度下工作时间,单位为小时 (h);

$COP_{bin}(t_j)$ ——各工作温度下的 COP,通过测试和计算获得,单位为千瓦每千瓦 (kW/kW);

$P_{RH}(t_j)$ ——机组在温度 t_j 时,加入电热装置的消耗电功率,单位为千瓦 (kW)。

当 $L_h(t_j) > \varphi_h(t_j)$ 时,如果机组制热量不足,则需要补充其电加热, $P_{RH}(t_j)$ 由公式 (C.20) 确定:

$$P_{RH}(t_j) = L_h(t_j) - \varphi_h(t_j) \dots\dots\dots (C.20)$$

式中:

$L_h(t_j)$ ——温度 t_j 时的房间热负荷,单位为千瓦 (kW);

$\varphi_h(t_j)$ ——温度 (t_j) 时的机组实测制热量,单位为千瓦 (kW)。

热泵型机组 $COP_{bin}(t_j)$ 通过测试并按公式 (C.21) ~ (C.25) 计算获得:

a) 当室外温度在 -7℃ (A 点) 至 -2℃ (B 点) 之间时:

$$COP_{bin}(t_j) = COP_{bin}(t_A) + \frac{COP_{bin}(t_B) - COP_{bin}(t_A)}{t_B - t_A} \times (t_j - t_A), t_A \leq t_j \leq t_B \dots\dots\dots (C.21)$$

b) 当室外温度在 -2℃ (B 点) 至 2℃ (C 点) 之间时:

$$COP_{bin}(t_j) = COP_{bin}(t_B) + \frac{COP_{bin}(t_C) - COP_{bin}(t_B)}{t_C - t_B} \times (t_j - t_B), t_B \leq t_j \leq t_C \dots\dots\dots (C.22)$$

c) 当室外温度在 2℃ (C 点) 至 7℃ (D 点) 之间时:

$$COP_{bin}(t_j) = COP_{bin}(t_C) + \frac{COP_{bin}(t_D) - COP_{bin}(t_C)}{t_D - t_C} \times (t_j - t_C), t_C \leq t_j \leq t_D \dots\dots\dots (C.23)$$

d) 当室外温度在 7℃ (D 点) 至 10℃ (E 点) 之间时:

$$COP_{bin}(t_j) = COP_{bin}(t_D) + \frac{COP_{bin}(t_E) - COP_{bin}(t_D)}{t_E - t_D} \times (t_j - t_D), t_D \leq t_j \leq t_E \dots\dots\dots (C.24)$$

e) 当室外温度在 10℃ (E 点) 至 15℃ (0 负荷点) 之间时:

$$COP_{bin}(t_j) = COP_{bin}(t_E) + \frac{COP_{bin}(t_E) - COP_{bin}(t_D)}{t_E - t_D} \times (t_j - t_E), t_E < t_j \dots\dots\dots (C.25)$$

在热泵型机组的 C、D、E 制热工况试验中, 若机组制热量超过要求负荷的 +2% 时, 则与要求负荷相对应的 $COP_{bin}(t_j)$ 通过按公式 (C.26) ~ 公式 (C.28) 进行计算。

$$COP_{bin}(t_C, t_D, t_E) = \frac{COP_{DC}(t_C, t_D, t_E)}{C_D} \dots\dots\dots (C.26)$$

$$C_D = (-0.13 \times LF) + 1.13 \dots\dots\dots (C.27)$$

$$LF = \frac{\left(\frac{LR}{100}\right) Q_{FL}}{Q_{PL}(B, C, D)} \dots\dots\dots (C.28)$$

式中:

$COP_{DC}(t_C, t_D, t_E)$ ——热泵型机组的 C、D、E 制热工况及规定的负荷率下连续制热运行时测得的制热性能系数, 单位为瓦每瓦 (kW/kW);

C_D ——衰减系数, 由于机组无法达到最小负荷, 压缩机循环开停机带来的衰减;

LF——热泵型机组的 C、D、E 制热工况下的负荷系数, 等于相同温度条件下热负荷与机组实测制热量之比, 当实测制热量低于热负荷时, LF=1;

LR——需要计算的额定百分比;

Q_{FL} ——名义制热量明示值, 单位为千瓦 (kW);

$Q_{PL}(B, C, D)$ ——B、C、D 工况下连续制热运行时测得的制热量, 单位为千瓦 (kW)。

G.3.3 全年性能系数的计算

按公式 (C.30) 计算全年性能系数。

$$APF = \frac{CSTL + HSTL}{CSTE + HSTE} \dots\dots\dots (C.29)$$

附录 D
(规范性)
生活热水功能及联供性能试验和计算方法

D.1 技术要求

- D.1.1 机组生活热水功能与空调热水、空调冷水联供时，其性能试验方法和要求，按照 JB/T 10916 的规定。
- D.1.2 机组生活热水功能加热阶段实测制热量、制热消耗功率、性能系数和全年制热能源消耗效率的试验方法和要求，按照 GB/T 21362—2023 中静态加热式热水机的规定。
- D.1.3 机组生活热水功能待机消耗功率不应大于设计值。
- D.1.4 机组生活热水功能用水模式下生活热水性能系数、能源效率不应低于明示值的 95%。
- D.1.5 机组生活热水功能用水模式下 40℃混合水量不应低于设计值。

D.2 试验条件和要求

D.2.1 储水箱要求

储存生活热水用的储水箱容量、保温性能和使用性能应符合 GB/T 21362—2023 的要求。

D.2.2 试验工况及允差

- D.2.2.1 机组生活热水功能加热阶段的试验工况和试验允差按GB/T 21362—2023中静态加热式热泵热水器的规定。
- D.2.2.2 机组生活热水功能待机、用水模式试验、V₄₀试验阶段，机组环境温度为（20±1）℃。

D.2.3 用水模式和 V₄₀ 试验要求

机组生活热水功能用水模式和 V₄₀ 按照负荷等级标称为 XS、S、M、L、XL、XXL、3XL 和 4XL 共 8 个级别。不同标称负荷等级的机组生活热水功能，其用水模式见表 D.1。

表 D.1 用水模式

假设时刻	有效水温 ℃	有效水流量 L/min	有效内能 kW·h							
			XS	S	M	L	XL	XXL	3XL	4XL
7:00	≥40	4	0.135	0.630	1.155	1.155	1.155	1.365	1.365	9.240
12:00	≥40	4	0.105	0.315	0.630	0.630	0.630	1.365	1.365	5.040
18:00	≥40	4	0.105	1.155	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	9.240
20:00	≥40	10	—	—	1.900	3.800	5.700	7.700	—	—
		16			—	—	—	—	11.500	—
		48			—	—	—	—	—	19.000
注：“—” 为不适用。										

D.2.4 试验装置

机组提供生活热水性能试验管路连接示意图见图 D.1，其中混水设备应符合 GB/T 21362—2023 中 A.3.1.2 和 A.3.2 的规定。

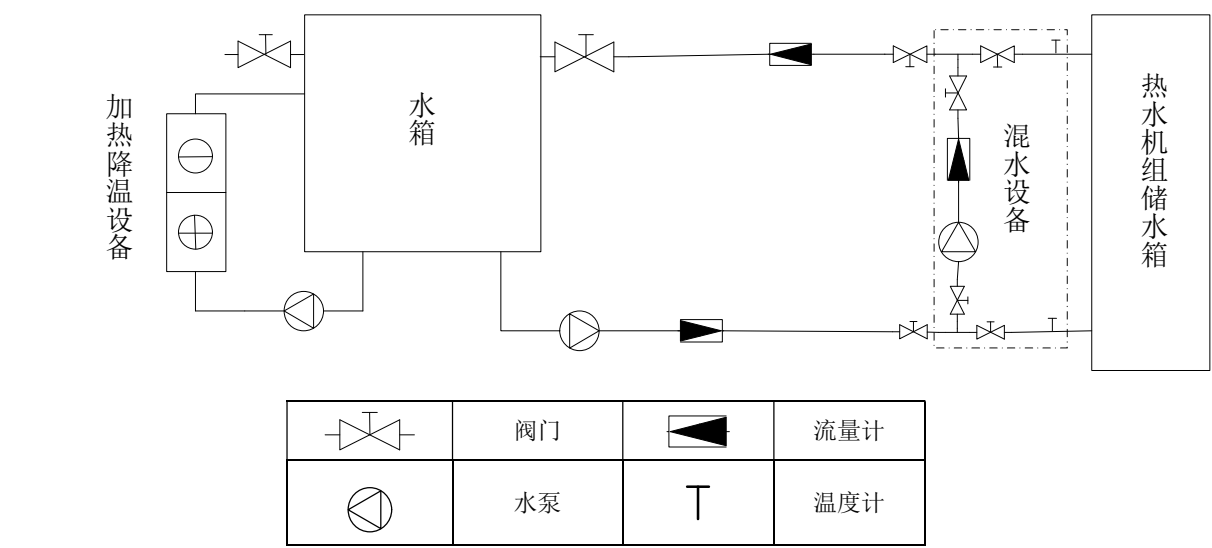


图 D.1 机组提供生活热水性能试验管路连接示意图

D.3 生活热水试验方法

D.3.1 生活热水试验周期

生活热水试验周期如图 D.2。

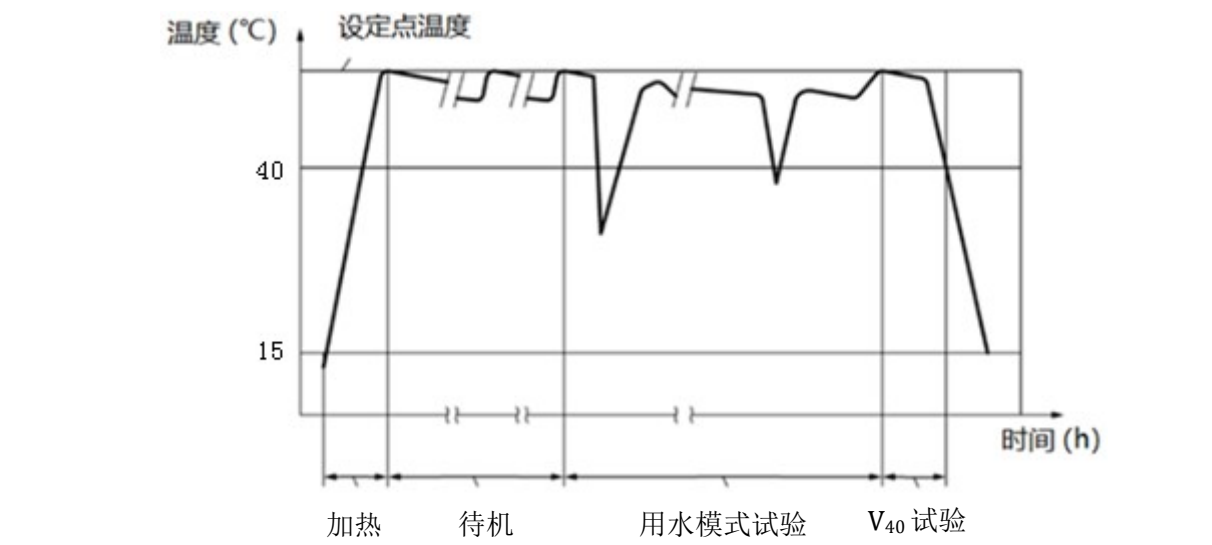


图 D.2 生活热水试验周期示意图

D3.2 加热试验及性能计算

向储水箱注满 D.2.2 1) 规定温度的冷水后，冷水通过图 D.1 的混水设备在储水箱内循环，直到进、出口温度差异不大于 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ，其平均值为储水箱冷水的初始温度，开启机组将储水箱中的水加热至规定的加热终止温度，开启图 D.1 的混水设备混水设备，直到进、出口温度差异不大于 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ，其平均值为储水箱热水终止温度。加热试验时间为储水箱内的水从初始状态开始加热，直到压缩机第一次被感测储水箱水温的温控器关闭所需的时间。

机组加热阶段制热量 Q_{sh} 按公式 (D.1) 计算, 制热消耗功率 P_h 按公式 (D.2) 计算, 性能系数按公式 (D.3) 计算:

$$Q_{sh} = \frac{C_{psh} \times G \times (t_{sh2} - t_{sh1})}{t_h} \dots\dots\dots (D.1)$$

$$P_{sh} = \frac{\int_0^{t_h} P(t) dt}{t_h} \dots\dots\dots (D.2)$$

$$COP_{sh} = \frac{Q_{sh}}{P_{sh}} \dots\dots\dots (D.3)$$

式中:

Q_{sh} ——机组加热阶段制热量, 单位为千瓦 (kW);

P_{sh} ——机组加热阶段制热消耗功率, 单位为千瓦 (kW);

COP_{sh} ——机组加热阶段性能系数, 单位为千瓦每千瓦 (kW/kW);

C_{psh} ——平均温度下水的比热容, 单位为焦耳每千克摄氏度 [kJ/(kg·°C)];

G ——被加热水质量, 单位为千克 (kg);

t_{sh1} ——初始水温度, 单位为摄氏度 (°C);

t_{sh2} ——终止水温度, 单位为摄氏度 (°C);

t_h ——加热时间, 单位为秒 (s)。

D3.3 待机消耗功率试验

机组加热结束时开始测试, 机组维持自然保温待机状态, 完成 1 次完整的启停时测试结束。待机消耗功率按公式 (D.4) 计算:

$$P_{es} = \frac{3600 \times W_{es}}{t_{es}} \dots\dots\dots (D.4)$$

式中:

P_{es} ——待机消耗功率, 单位为千瓦 (kW);

W_{es} ——测试期间的耗电量, 单位为千瓦时 (kW·h);

t_{es} ——待机消耗功率试验的时间间隔, 单位为秒 (s)。

D3.4 用水模式试验

待机消耗功率试验结束时, 以此为假设时刻 7:00, 按表 D.1 规定的用水模式负荷等级供应热水, 最后一次放水完成时测试结束, 热水机恢复到用水模式试验前的状态。测试期间记录冷水进水温度、热水出水温度、热水流量和每次放水的累积时间, 数据采集间隔不大于 5s, 每次放水的有效内能测量值在规定的有效内能参考值的±5%范围内。有效内能和总供热量分别按公式 (D.5) 和公式 (D.6) 计算:

$$Q_{tap} = \frac{1}{60 \times 1000 \times 3600} \int_0^{t_{tap}} C_{psh} \times \rho_{(T)} \times f(t) \times (T_h(t) - T_c(t)) dt \dots\dots\dots (D.5)$$

式中:

Q_{tap} ——特定用水模式下每次放水实测的有效内能, 单位为千瓦时 (kW·h);

t_{tap} ——有效内能的累计测试时间, 单位为秒 (s);

C_{psh} ——水的比热容, 取 $c_p=4.187$, 单位为千焦每千克摄氏度 (kJ/(kg·°C));

$\rho_{(T)}$ ——热水密度, 单位为千克每升 (kg/m³), 取 T_h 条件下的值;

$f(t)$ ——实测的热水流量，单位为升每分钟（L/min）。

T_h ——实测的出水温度，单位为摄氏度（℃）；

T_c ——实测的进水温度，单位为摄氏度（℃）。

特定用水模式期间总供热量 Q_{LP} 为：

$$Q_{LP} = \sum_{i=1}^n Q_{tapi} \dots \dots \dots (D.6)$$

式中：

Q_{LP} ——特定用水模式下实测的总供热量，单位为千瓦时（kW·h）；

i ——特定用水模式下的放水次数；

n ——特定用水模式下的放水总次数；

Q_{tapi} ——特定用水模式下第 i 次放水实测的有效内能，单位为千瓦时（kW·h）。

特定用水模式下机组耗电量为试验期间内实测的耗电量 W_{EL-M} ，特定用水模式下生活热水性能系数 COP_{DHW} 使用公式（D.7）计算：

$$COP_{DHW} = \frac{Q_{LP}}{W_{EL-M}} \dots \dots \dots (D.7)$$

式中：

COP_{DHW} ——特定用水模式下生活热水性能系数，单位为千瓦时每千瓦时（(kW·h)/(kW·h)）

W_{EL-M} ——特定用水模式下试验期间内总耗电量，单位为千瓦时（kW·h）。

机组生活热水功能用水模式下的能源效率按公式（D.8）计算：

$$\eta = \frac{Q_{LP}}{CC \times W_{EL-M} + (24 - t_{LP}) \times P_{es}} \times 100\% \dots \dots \dots (D.8)$$

式中：

η ——热水机的能源效率，用百分数（%）表示；

Q_{LP} ——特定用水模式下实测的总供热量，单位为千瓦时（kW·h）；

CC ——电与热值的转换关系，取 $CC=2.52$ ，单位为千焦每千焦（kJ/kJ）；

W_{EL-M} ——用水模式试验实测的耗电量，单位为千瓦时（kW·h）；

t_{LP} ——用水模式试验所消耗的时间，单位为小时（h）；

P_{es} ——待机消耗功率，单位为千瓦（kW）。

D3.5 V_{40} 试验

用水模式试验结束后，热水机维持自然保温待机状态，在进行 1 次启停后，关闭其加热功能并开始放水。连续放水直至热水出水温度降至 40℃ 以下时测试结束。不同标称负荷等级的热水机，热水流量为表 D.1 中所对应的最大有效水流量，放水过程中数据采集间隔不大于 5s。40℃混合水量按公式（D.9）计算：

$$V_{40} = \frac{1}{(40-10) \times 60} \int_0^{t_{40}} f_{max}(t) \times (T_h(t) - T_c(t)) dt \dots \dots \dots (D.9)$$

式中：

V_{40} ——40℃混合水量，单位为升（L）；

t_{40} —— V_{40} 试验测试的时间间隔，单位为秒（s）；

$f_{max}(t)$ ——实测的热水流量，单位为升每分钟（L/min）；

$T_h(t)$ ——实测的出水温度，单位为摄氏度（℃）；

$T_c(t)$ ——实测的进水温度，单位为摄氏度（℃）。

附录 E
(规范性)
B 类检验项目对照表

各类型机组是否需要 B 类检验项目的试验，按表 E.1 的规定。

表 E.1 B 类检验项目对照表

检验项目		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
		单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵
制冷	制冷最大负荷	√	√	√	√	√	√
	制冷最小负荷	√	√	√	√	√	√
	标准综合部分负荷性能系数	√	√	—	—	√	√
	非标准综合部分负荷性能系数	√	√	—	—	√	√
	使用工况条件的性能	√	√	√	√	√	√
制热	名义制热量	—	√	—	√	—	√
	名义制热消耗功率	—	√	—	√	—	√
	名义制热性能系数	—	√	—	√	—	√
	制热最大负荷	—	√	—	√	—	√
	融霜	—	—	—	√	—	—
	使用工况条件的性能	—	√	—	√	—	√
季节性能	制冷季节/制热季节/全年性能系数	—	—	√	√	—	—
	耐湿性能	—	—	√	√	√	√
	防护等级	√	√	√	√	√	√
热回收	名义制冷量	√ ^a					
	名义热回收量						
	名义热回收消耗功率						
	部分/全热回收综合能源利用率						
蓄冷	名义蓄冷制冷量	√ ^b					
	名义蓄冷制冷消耗功率						
	名义蓄冷制冷性能系数						
生活热水	待机消耗功率	—	—	√ ^c	√ ^c	—	—
	生活热水性能系数	—	—			—	—
	能源效率	—	—			—	—
	40℃混合水量	—	—			—	—

检验项目	水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
	单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵
注：“√”表示需要检验的项目；“—”表示不需要检验的项目。						
^a 不带热回收功能的机组不需要检验。 ^b 不带蓄冷功能的机组不需要检验。 ^c 不带生活热水功能的机组不需要检验。						