

DB52

贵州省地方标准

DB52/T 1423—2019

热源塔热泵系统

Heat-source-tower Heat pump system

2019 - 08 - 06 发布

2020 - 02 - 01 实施

贵州省市场监督管理局

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 分类、主要组成部分、型号与基本参数 3

5 技术要求 5

6 试验方法 12

7 检验规则 16

8 标志、包装和贮存 17

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由贵州合心慧能科技有限公司提出。

本标准由贵州省工业与信息化厅归口，由贵州合心慧能科技有限公司负责技术内容具体解释。

本标准由贵州合心慧能科技有限公司负责起草，贵州省建筑设计研究院有限责任公司、贵阳建筑勘察设计院有限公司、贵阳市建筑设计院有限公司、重庆大学、贵州大学、贵州省城乡规划设计院、贵州新基石建筑设计有限责任公司、贵州同盛建筑设计有限公司、贵州省计量测试院、江苏辛普森新能源有限公司、贵州鸿巨燃气热力工程有限公司等参加起草。

本标准主要起草人：肖定高、陈京瑞、卢军、罗力、杨露露、高亚锋、李永财、谢玲、向尊太、邱晓波、许健、王勇、苏鹰、苏平、毛瑞勇、罗为民、唐飞、罗颖、刘家林、吴姝、王志林、黄德祥、甘业康、冷小彦、李平锭、吕小洁、殷叔靖、李耀全、梁学运、石永、邓智。

热源塔热泵系统

1 范围

本标准规定了热源塔热泵系统的分类、主要组成部分、型号与基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存。

本标准适用于以室外空气为冷热源，以开式热源塔为排热和取热装置，采用蒸气压缩式热泵技术进行供冷、供热的热源塔热泵系统，适用于冬季空调室外计算温度高于-8℃的贵州省域的广大地区。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 191 包装储运图示标志
GB/T 4313 信息技术 办公设备 针式打印机用编织打印色带通用规范
GB 4706.1 家用和类似用途电器的安全第1部分：通用要求
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 10870 蒸气压缩循环冷水(热泵)机组性能试验方法
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 19409 水源热泵机组
GB 25131 蒸气压缩循环冷水(热泵)机组安全要求
GB/T 31962 污水排入城镇下水道水质标准
GB/T 34617 城镇供热系统能耗计算方法
GB 50015 建筑给水排水设计规范
GB 50189 公共建筑节能设计标准
GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB 50981 建筑机电工程抗震设计规范
JB/T 12839 一体式冷水(热泵)机组

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热源塔热泵系统 heat-source-tower heat pump system

以室外空气为冷热源，由热源塔热交换系统、热源塔热泵机组、输送系统组成的可为建筑物提供制冷、供热或供生活热水的系统。

3.2

热源塔热交换系统 heat-source-tower heat exchange system

传热介质在循环泵的驱动下，将空气中的显热能和潜热能通过热源塔加以利用的热交换系统。

3.3

热源塔 heat-source-tower

传热介质与空气进行热交换并为热泵机组提供连续冷、热源的塔式换热装置。按照传热介质和空气的接触方式，热源塔分为开式热源塔和闭式热源塔。

3.4

传热介质 heat-transfer fluid

在热源塔和热源塔热泵机组之间循环流动，在热源塔内与空气、在热泵机组内与制冷剂进行热交换的一种液体。

3.5

热源塔热泵机组 heat-source-tower heat pump unit

与热源塔相配套的低温型水源热泵机组。

3.6

热源塔热泵系统综合制冷性能系数 heat-source-tower heat pump system energy efficiency ratio (简称 EER_{sys})

设计工况下，热源塔热泵系统的总制冷量与热泵主机、源侧循环水泵及热源塔总输入能量之比。

3.7

热源塔热泵系统综合制热性能系数 heat-source-tower heat pump system coefficient of performance (简称 COP_{sys})

设计工况下，热源塔热泵系统的总制热量与热泵主机、源侧循环水泵及热源塔总输入能量之比。

3.8

溶液浓缩装置 solution concentration device

对传热介质进行浓缩的装置。

3.9

溶液浓度检测装置 solution concentration detection device

对传热介质的浓度进行检测的装置

3.10

飘液率 solution drifting ratio

热源塔冬季运行时，单位时间内从出风筒飘出的防冻溶液量（kg/h）与防冻溶液循环流量（kg/h）之比。

3.11

机外扬程 external pump head

机组水系统在克服自身阻力后，在机组的进出水处的静压差，单位为米（m）。

4 分类、主要组成部分、型号与基本参数

4.1 热源塔热泵系统的分类

4.1.1 开式热源塔热泵系统：空气与传热介质直接热交换的热泵系统。

4.1.2 闭式热源塔热泵系统：空气与传热介质间接热交换的热泵系统。

4.2 热源塔热泵系统的组成部分

热源塔热泵系统主要由开式热源塔、热源塔热泵机组、溶液浓缩装置、溶液添加装置、溶液浓度检测装置、传热介质、溶液贮存箱、自控系统、能耗计量装置和系统管路附件组成。

4.3 型号

热源塔热泵系统各设备型号的编制方法，可由制造商自行确定，但型号中应体现系统中热源塔型式、本标准名义工况下的制冷（热）量等。

4.4 基本参数

4.4.1 机组名称和功能见表1。

表1 系统的名称和功能

名称	功能
闭式热源塔热泵系统	闭式热源塔，低温水源热泵机组夏季制冷，冬季制热
开式热源塔热泵系统	开式热源塔，低温水源热泵机组夏季制冷，冬季制热

4.4.2 工况

4.4.2.1 名义工况

热源塔热泵系统的名义工况见表2。

表2 名义工况时的水流量/室外温、湿度条件

项目	使用侧		源侧			
	冷/热水		夏季工况		冬季工况	
	水流量/ m³/（h・kW）	出水温度 /℃	干球温度 /℃	湿球温度 /℃	干球温度 /℃	湿球温度 /℃
制冷	0.172	7	35	24	—	
制热	0.172	45	—		4.5	3.5
大气压力	101.3 kPa					

4.4.2.2 名义工况污垢系数

热源塔热泵系统名义工况时换热器的使用侧水侧污垢系数 $0.018 \text{ m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{kW}$ ，冷热源侧污垢系数 $0.044 \text{ m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{kW}$ ，新系统换热器的水侧应认为是清洁的，测试时污垢系数应考虑为 $0.0 \text{ m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{kW}$ ，性能测试时应按GB/T 18430.1中附录C规定的模拟污垢系数进行温差修正。

4.4.2.3 部分负荷工况

部分负荷工况的温度条件见下表3。

表3 部分负荷工况的温度条件

名称		单位	部分负荷规定工况
使用侧	100%负荷出水温度	$^{\circ}\text{C}$	7
	50%负荷出水温度	$^{\circ}\text{C}$	
	流量	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{kW})$	0.172
	污垢系数	$\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{kW}$	0.018
热源塔侧	100%负荷湿球温度	$^{\circ}\text{C}$	24
	75%负荷湿球温度		21.9
	50%负荷湿球温度		19.8
	25%负荷湿球温度		17.6
	污垢系数	$\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{kW}$	0.044

4.4.2.4 部分负荷工况的流量、机外扬程

使用侧部分负荷工况的流量、机外扬程规定为：

- a) 对于定流量机组，部分负荷时，机组的使用侧水流量和机外扬程同名义工况时使用侧的水流量和机外扬程。对于变流量机组，部分负荷时，机组的使用侧水流量按机组的进出水温度差 5°C 确定流量，如机组要求的最小流量不满足最小负荷要求时，进出水温度差可小于 5°C 。机组的机外扬程同名义工况时使用侧的机外扬程；
- b) 热源侧部分负荷工况时水流量不作规定，机外扬程要求同名义工况时使用侧的机外扬程。

5 技术要求

5.1 环境条件

5.1.1 适用环境条件

热源塔热泵系统在下列环境条件下，应能正常工作：

- a) 室外空气干球温度在 $-8^{\circ}\text{C}\sim 43^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 99\%$ ；
- b) 海拔高度：适用海拔高度小于 2000 m 。当使用地点海拔超过 2000 m 应对热源塔换热性能进行复核。

5.1.2 电源条件

5.1.2.1 交流：三相。

5.1.2.2 电压： $380\text{ V}\pm 5\%$ 。

5.1.2.3 频率： $50\text{ Hz}\pm 2\text{ Hz}$ 。

5.2 一般要求

机组应按经规定程序批准的图样和技术条件或按用户和制造厂的协议制造。

5.3 外观要求

5.3.1 热源塔外观

5.3.1.1 塔体外表面应有均匀的胶衣层，表面应光滑、无裂纹、色泽均匀。

5.3.1.2 塔体表面的气泡和缺损允许修补，但应保持色泽基本一致。修补后的塔体外表面上直径在 $3\text{ mm}\sim 5\text{ mm}$ 的气泡在 1 m^2 内不允许超过3个，不允许有直径大于 5 mm 以上的气泡。

5.3.1.3 下塔体内表面应为富树脂层。

5.3.1.4 塔体边缘应整齐、厚度均匀、无分层，切割加工断面应加封树脂。

5.3.1.5 热源塔与传热介质接触的壳体、换热填料或盘管、型材、紧固件等，应根据传热介质防冻溶液的腐蚀特性，进行有效的防腐处理。

5.3.2 热源塔热泵系统其它组成部分外观要求

5.3.2.1 热源塔热泵系统的热源塔热泵机组、溶液浓缩装置、溶液浓度检测装置的外表面应清洁，涂漆表面应光滑；热源塔热泵机组连接管路需要保温的部分应无裸露，保温表面平整无刮花和明显划痕。

5.3.2.2 热源塔热泵系统的管路附件安装应排列整齐、规范。热源塔热泵机组在充装制冷剂前，机组内与制冷剂和润滑油接触的表面应保持清洁、干燥，机组内与源侧水接触表面应保持洁净、无锈蚀。

5.4 可靠性要求

热源塔热泵系统的各硬件设备应有高可靠性,满足设计使用寿命要求。用户在遵守热源塔热泵系统的运输、保管、安装、使用和维护规定的条件下,从热源塔热泵系统安装调试之日起18个月内,本系统因为制造或安装质量不良而造成的损坏或不能正常工作时,供应商及制造商应免费修理或更换。

5.5 环保性要求

5.5.1 热源塔热泵系统所采用传热介质防冻溶液的排放应排入城镇市政污水管网,排放溶液应符合 GB/T 31962 的规定,PH 值范围 6.5~9.5 及化学需氧量(COD) <500 mg/L。

5.5.2 热源塔热泵系统需配备溶液浓缩装置,以避免或减少热源塔热泵系统冬季正常运转过程中传热介质防冻溶液的向外排放。

5.5.3 开式热源塔热泵系统的冬季传热介质防冻溶液不应采用有毒、易挥发、有刺激性气味的溶液。

5.6 电气及安全要求

5.6.1 按 GB 4706.1 中 8.1 进行防触电保护试验,机组防触电保护应符合 GB 4706.1 规定的 I 类器具的要求。

5.6.2 电压变化性能

热源塔热泵系统在变工况下运行,改变额定电压 $\pm 5\%$ 时,安全保护机构不动作,机组无异常现象并能连续运行。

注:电动机电器元件及安全保护机构等由相关质量监督部门进行检测并提供报告则可不进行此项测试。

5.6.3 绝缘电阻

热源塔热泵系统带电部位和可能接地的非带电部位之间的绝缘电阻值,额定电压单相交流220 V、三相交流380 V时应不小于1 M Ω ,额定电压三相交流3 kV、6 kV时应不小于5 M Ω ;额定电压三相交流10 kV时应不小于10 M Ω 。

5.6.4 耐电压

在绝缘电阻试验后,机组带电部位和非带电部位之间施加频率为50 Hz基本正弦波电压持续1 min,应无击穿和闪络。该试验电压值在单相额定电压200 V时为1.5 kV,在三相额定电压380 V时为1.8 kV,对地电压小于30 V的部位为500 V。

5.6.5 启动性能热源塔热泵系统做启动试验时启动电流值应小于规定启动电流值且电动机的启动试验应和电动机转子停止位置无关。

5.6.6 耐湿性能

热源塔热泵系统进行耐湿实验后,绝缘电阻应不小于1 M Ω 且应符合5.6.4耐电压实验规定。

5.6.7 水绝缘性能

机组淋水绝缘性能应符合JB 8654的规定。

5.6.8 采用微处理器的机组控制系统,应具有抑制无线电或其他通讯干扰信号的性能。按 GB/T 4313 进行测试,应符合标准中有关限制产生干扰影响的要求。

5.7 定压、排气和过滤要求

5.7.1 热源塔热泵系统设置定压和膨胀装置时，定压装置宜设在循环水泵的吸入口处，定压点最低压力应使管道系统最高点的压力高于大气压力 5 kPa 以上。

5.7.2 使用侧水系统应设置排气、泄水装置。

5.7.3 热源塔热泵系统各循环水泵、补水泵的入口管道上，应设置过滤器或除污器。

5.8 系统补水要求

5.8.1 热源侧的补水量应按系统的蒸发、飘逸、排污、泄漏损失之和计算确定，补水的总小时流量宜为系统水容量的 2%~5%，补水点宜设置在热源塔水盘处。

5.8.2 使用侧水系统补水点，宜设置在循环水泵的吸入口处，补水系统压力比循环系统补水点压力高 30 kPa~50 kPa；补水泵的小时流量宜为系统水容量的 5%~10%。

5.9 绝热和防腐要求

5.9.1 热源塔热泵系统管路，均应作保温处理。保温材料宜采用难燃 B1 级柔性泡沫橡塑材料，当管径 $DN \leq 40$ mm 时，保温层厚 28 mm~30 mm；当管径 $50 \text{ mm} \leq DN < 125$ mm 时，保温层厚 32 mm~36 mm；其余管径的水管保温层厚 40 mm~50 mm。热源塔热泵系统内部的保温管道及设备的保温层外宜增设厚度不小于 0.5 mm 的保护层。

5.9.2 防腐处理的要求如下：

- a) 热源塔热泵系统的金属设备与管路表面防腐，一般采用涂漆，漆层类别应能耐受环境大气的腐蚀。漆层的底漆与面漆应配套使用。有绝热层的管道应涂底漆，具体要求应符合 JB/T 12839 中 5.1.8 的规定；
- b) 各组成部件的防腐要求按各部件技术要求。

5.10 热源塔技术要求

5.10.1 热源塔的技术参数包括热源塔冬、夏季传热介质，热力性能及名义工况，电动机功率，噪声值，飘液率，安装尺寸，空塔重量，淋水塔重量等。

5.10.2 热源塔与传热介质接触的壳体、换热填料或盘管、型材、紧固件等，应根据传热介质防冻溶液的腐蚀特性，进行有效的防腐处理。

5.10.3 热源塔热力性能的名义工况见表 4。

表4 热源塔热力性能设计的名义工况

项目		冬季	夏季
传热介质	进塔温度/℃	-3	37
	出塔温度/℃	0	32
	设计温差/℃	3	5
空气	干球温度/℃	4.5	31.5
	湿球温度/℃	3.5	28
	大气压力/kPa	101.3	

- 5.10.4 热源塔在名义工况下的热力性能应不小于额定值的 90%。
- 5.10.5 热源塔空塔风量应不低于额定值的 90%，电动机输入功率应不大于额定输入功率的 110%。实测耗电比应不大于 0.06 kW/(m³/h)。
- 5.10.6 开式热源塔的飘液率应不大于 0.002%。
- 5.10.7 热源塔应设置防雨雪措施。
- 5.10.8 热源塔源侧应设置变流量装置来保证冬、夏季工况的流量变化及源侧水变流量运行时的热源塔均匀布水。

5.11 热源塔热泵机组性能技术要求

- 5.11.1 热源塔热泵机组性能应符合 GB/T 18430.1 相关规定的要求以及 GB 50189 相关规定的要求。
- 5.11.2 热源塔热泵机组正常工作的源侧传热介质的温度范围见表 5。

表5 机组正常工作的源侧传热介质的温度范围

制冷	制热
19 ℃～33 ℃	-12 ℃～21 ℃

5.11.3 热源塔热泵机组性能参数主要包括机组制冷量、制冷消耗功率、制热量、制热消耗功率、噪声、能效比（EER）、性能系数（COP）、蒸发器和冷凝器的流量及阻力。

5.11.4 热源塔热泵机组在名义工况下的性能

热源塔热泵机组在制冷和制热名义工况下进行试验时其最大偏差应不超过以下规定：

- a) 制冷量和制热量不应小于名义规定值的 95%；
- b) 机组消耗总电功率不应大于机组名义消耗电功率的 110%；
- c) 名义工况的性能系数应不低于表 6 的规定，并应不低于机组的额定值的 92%。如机组采用变频螺杆式热泵机组的性能系数不应低于表 6 中数值的 0.95 倍；

表6 名义工况下机组的制冷性能系数 EER 和制热性能系数 COP

类型	额定制冷量 CC (KW)	EER	COP
螺杆式	CC≤528	4.80	3.50
	528<CC≤1163	5.20	3.60
	1163<CC	5.60	3.80

- d) 冷热水、源侧水的压力损失不应大于机组名义规定值的 115%。

5.11.5 热源塔热泵机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）应不低于表 7 的数值。如机组采用变频螺杆式热泵机组的性能系数不应低于表 7 中数值的 1.15 倍。

表7 热源塔热泵机组综合部分负荷性能系数（IPLV）

类型	额定制冷量 CC (KW)	IPLV
螺杆式	CC≤528	5.55
	528<CC≤1163	5.90
	1163<CC	6.30

5.11.6 热源塔热泵机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）应按（1）计算：

$$IPLV = 1.2\% \times A + 32.8\% \times B + 39.7\% \times C + 26.3\% \div D \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- A——100%负荷时的性能系数(W/W)，源侧水进水温度 30 ℃；
- B——75%负荷时的性能系数(W/W)，源侧水进水温度 26 ℃；
- C——50%负荷时的性能系数(W/W)，源侧水进水温度 23 ℃；
- D——25%负荷时的性能系数(W/W)，源侧水进水温度 19 ℃。

5.11.7 与热源侧传热介质接触的热源塔热泵机组的换热器，应根据传热介质的腐蚀特性，进行有效的防腐处理。

5.11.8 热源塔热泵机组变工况温度范围见表 8 所示，机组按表 8 某一条件改变，其它按名义工况的温度和流量条件进行变工况试验，热源塔热泵机组应给出变工况的性能曲线或表格。

表8 变工况温度范围

单位：℃

项目	使用侧		热源侧(或放热侧)			
	制冷/制热工况		制冷工况		制热工况	
	进水温度	出水温度	进水温度	出水温度	进液温度	出液温度
制冷	—	5~15	19~33	—	—	
制热	—	40~50	—		-12~21	—

5.11.9 热源塔热泵机组应具备能量调节功能，且应具有防冻保护功能。

5.11.10 用于直接加热生活热水的热源塔热泵机组的生活热水换热器材质应符合 GB 50015 相关规定。

5.12 液浓缩装置技术要求

5.12.1 溶液浓缩装置的设计参数包括溶液进、出口浓度，溶液进、出口温度，单位时间处理溶液量，输入功率，噪声值，排放流量，排放浓度，排放温度，安装尺寸等。

5.12.2 溶液浓缩装置各接口不得有泄漏，溶液浓缩装置排放的传热介质防冻溶液或含传热介质防冻溶液的废水排放应符合国家 GB/T 31962 的规定，PH 值范围 6.5~9.5 及化学需氧量（COD）<500 mg/L。

5.12.3 溶液浓缩装置与传热介质接触的部件，应根据传热介质防冻溶液的腐蚀特性，采取有效的防腐措施。

5.12.4 溶液浓缩装置应采用高效的溶液浓缩技术或节能技术，不应采用电加热直接加热。

5.13 溶液浓度检测装置技术要求

5.13.1 溶液浓度检测装置的设计参数包括传热介质取样点要求，进、出口口径，输入功率，安装尺寸等。

5.13.2 溶液浓度检测装置各接口不得有泄漏。

5.13.3 溶液浓度检测装置与传热介质接触的部件，应根据传热介质的腐蚀特性，采取有效的防腐措施。

5.13.4 溶液浓度检测装置应能检测：传热介质的浓度、传热介质温度，传热介质的冰点温度等参数。

5.14 其它附件设备技术要求

- 5.14.1 热源塔热泵系统的膨胀和定压设备的选用应满足 GB 50736 的有关规定。
- 5.14.2 热源塔热泵系统应设置有溶液贮存箱且溶液贮存箱的总容积应不小于热源塔热泵系统中的溶液充注量，溶液贮存箱的材质应根据传热介质的腐蚀特性，采取有效的防腐措施。
- 5.14.3 热源塔热泵系统设置的溶液贮存箱均需要有顶盖，应设有上锁的检修人孔。
- 5.14.4 热源塔热泵系统设置的溶液贮存箱均需设置排污阀。

5.15 监测、智能控制与能耗计量系统技术要求

- 5.15.1 监测与控制内容可包括参数检测、参数与设备状态显示、自动调节与控制、工况自动转换、设备联锁与自动保护等。
- 5.15.2 热源塔热泵系统监测应包括下列内容：
 - a) 室外空气温度及相对湿度；
 - b) 空调侧供、回水温度；
 - c) 源侧供、回水温度；
 - d) 介质循环流量或制冷量（供热量）；
 - e) 电功率与耗电量；
 - f) 热源塔热泵机组、热源塔、循环水泵、溶液浓缩装置、溶液浓度检测装置等设备运行状态、故障状态和手自动状态参数。
- 5.15.3 塔热泵系统应能实现下列节能控制要求：
 - a) 系统能根据室外空气温度及相对湿度、末端供能能力和室内需求负荷进行回水（或供水）温度设定值的自动再设定；
 - b) 系统能根据季节、昼夜、房间使用状态变化进行室内温度设定值的自动再设定；
 - c) 系统和热源塔热泵机组均应能按使用时间进行定时启停控制，对启停时间进行优化调整；
 - d) 热源塔热泵机组应能远程控制启停和设定供回水温度；
 - e) 空调末端宜设置集中监测与控制系统。
- 5.15.4 热源塔热泵系统的控制功能应符合下列规定：
 - a) 应能进行热源塔热泵机组、水泵、阀门、热源塔等设备的顺序启停和连锁控制；
 - b) 应能进行热源塔热泵机组的台数控制，宜采用冷量（热泵）优化控制方式；
 - c) 应能进行水泵的台数控制，宜采用流量优化控制方式；
 - d) 应能对室外气象参数进行监测，并可进行热源塔风机的启停台数控制或进行风机变速控制；
 - e) 应能进行热源塔的自动排污控制；
 - f) 应能根据室外空气温度及相对湿度，进行溶液浓度检测，并根据检测的防冻溶液浓度及冰点温度，对溶液浓缩装置及热源塔热泵机组进行控制；
 - g) 能根据室外空气温度及相对湿度和末端需求进行供水温度的优化调节；
 - h) 能按累计运行时间进行设备的轮换使用；
 - i) 热源塔热泵机组数量在 3 台及以上的，应采用机组群控方式；当采用群控方式时，热源塔热泵机组自带控制单元应与控制系统建立通信连接。
- 5.15.5 热源塔热泵系统的能耗计算装置应符合 GB/T 34617 及 GB 50736 的规定。
- 5.15.6 热源塔热泵系统应安装监测、智能控制与能耗计量系统，以方便后期运营管理，提高系统运行效率。
- 5.15.7 热源塔热泵系统宜集成成套化、标准化。

5.16 热源塔热泵系统综合技术要求

5.16.1 热源塔热泵系统综合制冷性能系数 (EER_{sys}) 不应低于表 9 的数值。对多台热源塔热泵机组、源侧水泵和热源塔组成的热泵系统，应将实际参与运行的所有设备的名义制冷量和耗电功率综合统计计算，当机组类型不同时，其限值应按冷量加权的方式确定。热源塔热泵系统综合制冷性能系数 (EER_{sys}) 应按 (2) 计算。

表9 热源塔热泵系统综合制冷性能系数 (EER_{sys})

类型	额定制冷量 CC (KW)	综合制冷性能系数 (EER _{sys})
螺杆式	CC≤528	3.60
	528<CC≤1163	4.10
	1163<CC	4.40

$$EER_{sys} = \sum (Q_{l_i} / P_i) \geq \sum (w_i \cdot EER_{sys_i}) \dots\dots\dots (2)$$

式中：
Q_{l_i} ——第 i 台热源塔热泵机组的名义制冷量，kW；
P_i ——第 i 台热源塔热泵机组制冷名义工况下的耗电功率和配套源侧水泵和冷却塔的总耗电量，kW；
EER_{sys_i} ——查表 9，取对应制冷机组的系统综合制冷性能系数；
w_i ——第 i 台热源塔热泵机组的权重。

$$w_i = Q_{l_i} / \sum Q_{l_i} \dots\dots\dots (3)$$

式中：
Q_{l_i} ——第 i 台热源塔热泵机组的名义制冷量，kW；
∑Q_{l_i} ——热源塔热泵机组的名义制冷量总和，kW。

5.16.2 热源塔热泵系统综合制热性能系数 (COP_{sys}) 不应低于表 10 的数值。对多台热源塔热泵机组、源侧水泵和热源塔组成的热泵系统，应将实际参与运行的所有设备的名义制热量和耗电功率综合统计计算，当机组类型不同时，其限值应按热量加权的方式确定。热源塔热泵系统综合制热性能系数 (COP_{sys}) 应按 (4) 计算。

表10 热源塔热泵系统综合制热性能系数 (COP_{sys})

类型	额定制冷量 CC (KW)	综合制热性能系数 (COP _{sys})
螺杆式	CC≤528	2.70
	528<CC≤1163	2.80
	1163<CC	2.90

$$COP_{sys} = \sum (Q_{r_i} / P_i) \geq \sum (w_i \cdot COP_{sys_i}) \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- Q_{r_i} ——第 i 台热源塔热泵机组的名义制热量, kW;
- P_i ——第 i 台热源塔热泵机组制热名义工况下的耗电功率和配套源侧水泵和热源塔的总耗电量, kW;
- COP_{sys_i} ——查表 10, 取对应制冷机组的系统综合制热性能系数;
- w_i ——第 i 台热源塔热泵机组的权重。

$$w_i = Q_{r_i} / \sum Q_{r_i} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- Q_{r_i} ——第 i 台热源塔热泵机组的名义制热量, kW;
- $\sum Q_{r_i}$ ——热源塔热泵机组的名义制热量总和, kW。

5.17 热源塔热泵系统安装技术要求

- 5.17.1 热源塔热泵系统源侧的管路系统、阀门及附件应采取有效的防腐处理。管路机外切换时应采取完全物理隔断。
- 5.17.2 热源塔热泵系统的管道系统还应符合 GB 50981 的规定。
- 5.17.3 热源塔热泵系统的安装宜采用基于 BIM 数字技术的整体机房装配式组装方式, 以减少安装过程中对环境的污染, 缩短安装周期, 降低施工成本。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 热源塔性能试验工况见表 11 所示。

表11 热源塔热力性能试验工况

项目		冬季制热	夏季制冷
传热 介质	进塔温度/℃	-3	37
	出塔温度/℃	0	32
	设计温差/℃	3	5
空气	干球温度/℃	4.5	31.5
	湿球温度/℃	3.5	28
	大气压力/kPa	101.3	

6.1.2 热源塔热泵机组的试验工况见表 12 所示。

表12 热源塔热泵机组的试验工况

试验条件		使用侧	热源侧 (或放热侧)		
		冷/热水	制冷工况	制热工况	
		出水温度/℃	进水温度/℃	进液温度/℃	出液温度/℃
制冷	名义	7	30	-	
	变工况	5~15	19~33		
制热	名义	45	-	0	-3
	变工况	40~50		-12~21	-

6.1.3 热源塔热泵系统测试条件的要求

6.1.3.1 在热源塔热泵系统进行检测时，宜在具有检测能力的实验室进行，测试前宜先建立试验所需的热源塔热泵系统试验工况。

6.1.3.2 当热源塔热泵系统进行现场检测时，应对当地气象条件、周边环境进行勘查评估，以基本满足 6.1.1~6.1.2 热源塔热泵系统的试验工况要求。

6.1.4 测量仪器仪表的型式及准确度

测量仪器仪表的型式及准确度按GB/T 10870附录A的规定。

6.1.5 在进行制冷量和制热量试验时，试验工况各参数的读数允差应符合表 13 规定。

表13 制冷量和制热量试验读数允差

读数		读数平均值对额定工况偏差	各读数对额定工况最大偏差
使用侧水温	进口	±0.3℃	±0.5℃
	出口	±0.3℃	±0.5℃
源侧进口空气温度	进口	±0.5℃	±1℃
	出口	±0.2℃	±0.5℃
源侧水温	进口	±0.3℃	±0.5℃
	出口	±0.3℃	±0.5℃

6.1.6 在进行制冷量和制热量试验时，冷水（热水）流量、源侧水流量应在额定流量±5%以内。

6.1.7 被检测的热源塔热泵系统应按照制造商规定的方法进行安装，并且不应进行影响制冷量和热泵制热量的构造改装。

6.1.8 热源塔的环境应当充分宽敞，热源塔附近风速应减小到充分低的值，以免影响热源塔热泵系统的性能。

6.1.9 水质

热源塔热泵系统使用的水质应符合GB 50050的规定。

6.2 试验要求

6.2.1 电气安全试验

6.2.1.1 电压变化试验热源塔热泵系统分别在表 12 热源塔热泵机组的试验工况下使电源电压在额定电压值 $\pm 5\%$ 的范围内变化运行 1 小时,应符合 5.6.2 的规定。

6.2.1.2 绝缘电阻试验

额定电压 380 V 及以下热源塔热泵系统用 500 V 绝缘电阻计,额定电压 3 kV 及以上热源塔热泵系统用 10 kV 绝缘电阻计测量机组带电部位与可能接地的非带电部位之间的绝缘电阻应符合 5.6.3 的规定。

6.2.1.3 耐电压试验

6.2.1.3.1 该项试验继 6.2.1.2 试验之后,在热源塔热泵系统带电部位和非带电金属部位之间施加频率为 50 Hz 的基本正弦波电压持续 1 min,该试验电压值在单相额定电压时为 220 V,三相额定电压 380 V 时为 1.8 kV,对地电压小于 30 V 的部位为 500 V,应符合 5.6.4 的规定。

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

6.2.1.4 启动试验

启动试验包括启动电流试验和启动电压试验,试验方法按照 GB/T 18430.1 中 5.3.7 的规定,试验结果应符合 5.6.5 的规定。

6.2.1.5 耐湿试验

热源塔热泵系统在进行冬季变工况运行之后,立即进行 6.2.1.2 绝缘电阻试验和 6.2.1.3 耐电压试验,应分别符合 5.6.6 的规定。

6.2.1.6 淋水绝缘试验

淋水绝缘试验方法应符合 GB 25131 的规定,测试结果应分别符合 5.6.3 和 5.6.4 的规定。

6.2.2 热源塔性能试验

6.2.2.1 热力性能试验

热源塔的热力性能试验按 GB/T 7190.1 附录 A 或附录 B 的方法,试验结果应符合 5.10.4 的规定。

6.2.2.2 耗电比和不淋水塔风量试验

耗电比试验方法按 GB/T 7190.1 附录 D,不淋水时塔的风量采用微速风表、热球风速仪等测量热源塔的进风口或出风口的风速,然后根据进风口或出风口的面积换算成进塔或出塔空气量,即不淋水时塔的风量,试验结果应符合 5.10.5 的规定。

6.2.2.3 飘液率试验

飘液率试验方法按 GB/T 7190.1 附录 E,试验结果应符合 5.10.6 的规定。

6.2.3 热源塔热泵机组性能试验

6.2.3.1 运转试验

热源塔热泵机组出厂前应进行运转试验,机组应无异常。

6.2.3.2 热源塔热泵机组名义制冷量和消耗总电功率试验将机组的卸载机构等能量调节置于最大制冷量的位置,按制冷名义工况进行试验,按 GB/T 10870 的规定进行试验测定和计算制冷量和消耗总电功率,主要试验采用液体载冷剂法(实为使用侧蒸发器)进行试验测定和计算,校核试验采用机组热平衡法(实为冷凝器载热剂),试验结果应符合 5.11.4 的规定。

6.2.3.3 热源塔热泵机组名义制热量和消耗总电功率试验将机组的卸载机构等能量调节置于最大制热量的位置,按制热名义工况进行试验,按 GB/T 10870 的规定进行试验。测定和计算制热量和消耗总电功率,主要试验采用液体载冷剂法(实为使用侧冷凝器载热剂)进行试验测定和计算,校核试验采用机组热平衡法(实为热源侧蒸发器),试验结果应符合 5.11.4 的规定。

6.2.3.4 热源塔热泵机组性能系数

由 6.2.3.2 和 6.2.3.3 求得的制冷量(制热量) Q_n (kW) 和消耗总电功率 N_0 (kW),按式(6)的计算结果应符合 5.10.4 的规定。

$$EER(COP) = Q_n / N_0 \dots\dots\dots (6)$$

式中:

Q_n ——制冷量(制热量), kW;

N_0 ——消耗总电功率, kW。

6.2.3.5 热源塔热泵机组综合部分性能系数(IPLV)

按 5.10.5 的计算方法,分别测试热源塔热泵机组在不同工况点的 EER 值,再计算 IPLV 值,其计算结果应符合 5.11.5 的规定。

6.2.4 监测与控制系统部分

6.2.4.1 按 5.14.2 的规定,目测检查是否达到要求。

6.2.4.2 在模拟变工况下,进行温度设定范围和系统控制精度测试,自动启动功能,防止设备频繁启停、系统联动、远程控制等功能,均应符合 5.15.2 和 5.15.3 的规定。

6.2.5 热源塔热泵系统综合性能试验

6.2.5.1 热源塔热泵系统综合制冷性能系数(EER_{sys})

由单台或多台热源塔热泵机组、源侧水泵和热源塔组成的热泵系统,应将实际参与运行的所有设备的名义制冷量和耗电功率综合统计计算,当机组类型不同时,其限值应按冷量加权的方式确定,总制冷量与总消耗电功率的比值计算结果应符合 5.16.1 的规定。

6.2.5.2 热源塔热泵系统综合制热性能系数(COP_{sys})

由单台或多台热源塔热泵机组、源侧水泵和热源塔组成的热泵系统,应将实际参与运行的所有设备的名义制热量和耗电功率综合统计计算,当机组类型不同时,其限值应按热量加权的方式确定,总制热量与总消耗电功率的比值计算结果应符合 5.16.2 的规定。

6.2.6 试验报告

根据各项试验内容记录测试参数和结果,并根据相应标准的规定进行计算,试验操作人员审核人员签字。

6.3 试验方法

按照GB/T 19409的试验方法进行试验。

7 检验规则

7.1 检验项目

机组出厂检验、型式检验项目，技术要求和试验方法按表7.1的规定。

7.2 出厂检验

每个热源塔热泵系统均应做出厂检验，技术要求和试验方法按表7.1的规定。

7.3 型式检验

7.3.1 新产品或定型产品作重大改进对性能有影响时，第一台产品应做型式检验，检验项目和试验方法按表 14 的规定。

7.3.2 型式检验时间不应少于试验方法中规定的时间，其中名义工况运行不少于 12h, 允许中途停车以检查机组运行情况。运行时如有故障，在故障排除后应重新进行试验，前面进行的试验无效。

表14 检验项目

项目	出厂检验	现场检验	型式试验	试验方法	技术要求
外观	△	△	△	5.3	—
绝缘电阻	△	△		6.2.1.2	5.6.3
耐电压	△	△		6.2.1.3	5.6.4
运转试验	△			6.2.3.1	5.11.2
现场检验		△		6.3	5.16
电压变化试验	—	—		6.2.1.1	5.6.2
启动试验	—	—		6.2.1.4	5.6.5
耐湿试验	—	—		6.2.1.5	5.6.6
淋水绝缘试验	—	—		6.2.1.6	5.6.7
热源塔热力性能试验	—	—		6.2.2.1	5.10.4
耗电比和不淋水塔风量试验	—	—		6.2.2.2	5.10.5
飘水率试验	—	—		6.2.2.3	5.10.6
制冷量、耗电功率	—	—		6.2.3.2	5.11.4
制热量、耗电功率	—	—		6.2.3.3	5.11.4
性能系数	—	—		6.2.3.4	5.11.4
综合部分性能系数	—	—		6.2.3.5	5.11.5
监测与智能控制	—	—		6.2.4	5.15.2 5.15.3
系统综合制冷性能系数	—	—		6.2.5.1	5.16.1
系统综合制热性能系数	—	—		6.2.5.2	5.16.2
注：“△”应做试验，“—”不做试验。					

8 标志、包装和贮存

8.1 标志

8.1.1 产品表面应有中文标识。包括产品名称、产品型号、产品编号、制造商名称、制造日期、产品主要参数，产品使用工况环境等。

8.1.2 产品包装上应有标志，并符合 GB/T 191 的规定。

8.2 包装

产品包装上应采取防潮、防振措施，并符合GB/T 13384的规定。

8.3 防锈

产品外露的不涂漆加工表面应采取防锈措施，螺纹接头用螺塞堵住，法兰孔用盲板封盖。

8.4 产品随机文件

每台产品出厂时应随带产品合格证产品说明书和装箱单。

8.5 贮存运输

8.5.1 产品出厂前应充入或保持规定的制冷剂量，或充入 0.02 MPa~0.04 MPa 表压的干燥氮气。

8.5.2 产品应存放在库房或有遮盖的场所，根据协议露天存放时，应注意整台机组和自控、电气系统的防潮。

8.5.3 产品在运输过程中应有遮蓬，不应有剧烈振动、撞击等。

