

《磁气悬浮无油冷水（热泵）机组》编制说明

（征求意见稿）

一、项目背景和意义

国家发展改革委等七部委于 2019 年 6 月联合印发的《绿色高效制冷行动方案》提出，在 2017 年基础上，到 2022 年，我国制冷产品的市场能效水平提升 30%以上，绿色高效制冷产品市场占有率将提高 20%，实现年节约 1000 亿千瓦时。到 2030 年，大型公共建筑制冷能效提升 30%，制冷总体能效水平提升 25%以上，绿色高效制冷产品市场占有率提高 40%以上。该《方案》从强化标准引领、促进绿色高效产品供给和消费、推进节能改造、完善政策保障、强化监督管理等方面提出了任务要求。

近几年，磁悬浮、气悬浮等产品在国家政策支持、市场认可提升等有利条件下已成为多数厂商的一致选择。能效方面，磁气悬浮离心机组的 IPLV、COP 值均远高于国家一级能效标准规定值，相比传统机组节能效果优势明显。据产业在线数据，磁悬浮市场以每年 40%的增幅持续增长，已成为冷水机组产品中增长最快的品类。跟磁悬浮一样属于无油冷水（热泵）机组的气悬浮发展迅猛，磁气悬浮离心机目前仍然遵循常规冷水机组的标准，为引领磁悬浮离心机产品技术更新，规范磁悬浮离心机产品市场，加快产品替代、实现国家双碳目标，特提出《无油悬浮离心式冷水（热泵）机组》国家标准的立项。

二、任务来源

《磁气悬浮无油冷水（热泵）机组》是2022年双碳国家标准专项计划的标准制定项目，（国标委发[2022]23号），项目计划号：20220818-T-604，计划下达时的标准名称为《磁悬浮冷水（热泵）机组》。

三、工作简要过程

1. 收集了大量与无油悬浮离心式冷水(热泵)机组相关的文件和资料，主要包括：

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/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 18430.1 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 第 1 部分：工商业用&类似用途的冷水（热泵）机组、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、GB/T 19409-2013 水（地）源热泵机组、GB 19577-2015 冷水机组能效限定值及能效等级、GB 25131 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组安全要求、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、NB/T 47012—2020 制冷装置用压力容器。

标准起草组通过大量的文献检索、调研，总结分析了无油悬浮离心式冷水（热泵）机组在国内的应用现状，及生产制造和技术水平，系统地掌握了无油悬浮离心式冷水（热泵）机组的相关要求。根据编制的标准与国家标准体系协调一致的原则，并体现科学实用，便于实施的特点，讨论确定了标准的基本结构和编制原则。标准力求在我国法律法规、标准体系的框架下，使磁气悬浮无油冷水（热泵）机组的应用更为规范。

2. 召开了第一次起草工作会议。2023 年 3 月 28 日，由全国冷标委秘书处组织、青岛海尔空调电子有限公司承办，在山东青岛召开了标准启动会和初稿研讨会，与会单位有：合肥通用机电产品检测院有限公司、青岛海尔空调电子有限公司、珠海格力电器股份有限公司、广州美的楼宇科技有

限公司、乐金空调（山东）有限公司、麦克维尔中央空调有限公司、天津飞旋科技股份有限公司、上海柯茂机械有限公司、丹佛斯自动控制管理（上海）有限公司、青岛海信日立空调系统有限公司、特灵空调系统（中国）有限公司、江森自控日立万宝空调（广州）有限公司等。与会代表都表示积极支持这项工作，并对标准初稿提出了修改意见。会议决定成立标准起草组，由青岛海尔空调电子有限公司负责根据初稿完成工作组讨论稿，合肥通用机电产品检测院有限公司负责标准编写过程中的联络、协调和意见征求等。

3. 召开了第二次起草工作会议。2023 年底，冷水机组的母标准 GB/T 18430.1 完成修订并报批，起草组根据标准的最终稿对本标准项目进行了重新调整和完善。2024 年 4 月 19 日，由全国冷标委秘书处组织在合肥召开了标准的第二次行业研讨会。会议就标准的主要内容进行了深入细致的讨论，会后起草组依据讨论的结果对标准稿件做了进一步完善。

4. 2024 年 5 月，起草组完成了征求意见稿的编写工作，并就稿件与秘书处进行了多轮修改和确认。7 月 4 日，最终完成的征求意见稿及编制说明正式提交至冷标委秘书处。

四、编制原则

本文件的编制严格遵照国家标准 GB/T 18430.1 蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组、GB/T 19409-2013 水（地）源热泵机组和 GB 19577 冷水机组能效限定值及能效等级。

针对目前无油悬浮离心式冷水（热泵）机组现状，确定了以下编制原则：

1. 与国内相关标准协调的原则

和本文件密切相关的 GB 18430.1 蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组是针对所有采用电动机驱动的蒸汽压缩制冷循环的冷水（热泵）机组。无法体现磁悬浮和气悬浮无油冷水（热泵）机组特性。

- 1) 无油悬浮离心式冷水（热泵）机组除了标准单冷机组还有水地源热泵机组，将 GB/T 19409-2013 水（地）源热泵机组部分内容补充到此标准内；
- 2) 无油悬浮离心式冷水（热泵）机组无油且都是变频机组最大特点就是能效对比普通离心或者螺杆机组有很大优势，所以在此标准将大幅提高能效参数限值；
- 3) 为了无油悬浮离心式冷水（热泵）机组真正推广应用，为国家节能降碳做出贡献，标准里能效规定值无论满负荷、综合部分负荷性能系数还是非标准综合部分负荷性能系数全部要求不低于明示值的 95%；
- 4) 磁无油悬浮离心式冷水（热泵）机组具有小负荷能效高、由于无油，则机组具有低压比和高压比运行、等温启动/运行、逆温差启动/运行、启动电流小、快速启动、噪音和振动低特点，此标准针对上述特点增加了要求和试验方法；另由于机组属于离心机组，为保障可靠性，此标准增加了抗喘振要求和试验方法。

2. 科学实用性原则

标准紧密结合我国有关无油悬浮离心式冷水（热泵）机组要求，以及有关法律法规，具有较强的科学性、指导性、可行性和可操作性。

五、标准编制的主要内容

1. 范围

本文件适用于采用磁悬浮轴承、气悬浮轴承和制冷剂润滑轴承的离心式蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组，其他类似机组参照执行。

2. 规范性引用文件

按正文中的引用情况逐一罗列。

3. 术语和定义

本部分内容包括标准中所涉及的术语解释，其中包括无油悬浮离心式冷水（热泵）机组、磁悬浮轴承、气悬浮轴承、制冷剂润滑轴承、压比、快速启动、逆温差启动、逆温差运行、等温启动、等温运行、喘振、等参照相关现行国家标准和规范中的规定。

4. 型式和基本参数

本部分内容主要说明机组型式分类和参数要求，按照压缩机轴承类型可分为磁悬浮型、气悬浮型和制冷剂润滑型；气悬浮又可分为静压气浮型和动压气悬浮型；制冷剂润滑型又可分为正压液浮型和负压液浮型；按机组制冷运行时热源侧的介质分为水冷式、风冷式、蒸发冷却式和水（地）源式。按使用用途可分舒适型和工艺型。

5. 技术要求

本部分内容包括一般要求、强度与密封性能、试运转、名义工况性能、部分负荷性能、季节性性能、全年综合性能、水侧压力损失、制冷最大负荷、制冷最小负荷、极限最小负荷性能、最小压比运行、最大压比运行、等温启动/运行、抗喘振运行、逆温差启动/运行、低压比性能、启动电流、快速启动、使用工况条件下的性能、噪声、振动、安全要求、带热回收功能机组的特殊要求和带蓄冷功能机组的特殊要求。

6. 试验方法

本部分内容针对磁（气）悬浮无油冷水（热泵）机组要求，提出了相对应的试验方法。

- 1) 6.1 试验条件和 6.2 安装参考 GB/T 18430-2024 中的要求。
- 2) 6.3 数据处理试验工况的读数允差增加无油悬浮离心式冷水(热泵)机组要求的工况。
- 3) 6.4 试验步骤 6.4.1 和 6.4.2 参考 GB/T 18430-2024 中的试验要求。
- 4) 6.4.3 名义性能试验增加水（地）源式机组；名义制热试验增加水（地）源式机组。
- 5) 6.4.4 部分负荷性能试验、6.4.5 季节性能试验参考 GB/T 18430-2024 中的试验要求。
- 6) 6.4.6 增加全年综合性能试验。
- 7) 6.4.7 水侧压力损失试验参考 GB/T 18430-2024 中的试验要求。
- 8) 6.4.8 制冷最大负荷试验：机组在表 1、表 2、表 3、表 4、或表 6 规定的制冷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。
- 9) 6.4.9 制冷最小负荷试验：机组在表1、表2、表3、表4、或表6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。
- 10) 6.4.10 极限最小负荷性能试验：机组在表 1、表 2 或表 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，对机组各零部件进行检查，保护装置是否动作，记录制冷性能系数。
- 11) 6.4.11 最小压比运行：机组在表1、表2或表3 规定的制冷最小压比工况下运行，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。检查变频器及电机有无高温保护。
- 12) 6.4.12 最大压比运行：机组在表1、表2或表3规定的制冷最大压比工况下运行，达到稳定状态后再运行2h，对机组各零部件进行检查，过载保护器不动作，检查运行电流是否大于最大运行电流。
- 13) 6.4.13 等温（低温/高温）启动/运行：
 - a) 等温启动：机组在表 1、表 2 或表 3 规定的等温启动工况条件下静置 2 h，启动完成后正常运转 0.5 h，低温启动对机组各零部件进行检查，低压、变频器及电机高温保护不动作；高温启动对机组各零部件进行检查，高压、变频器及电机高温保护不动作，检测运行电流是否大于最大运行电流。
 - b) 等温运行：机组在表 1、表 2 或表 3 规定的等温运行工况下运行，达到稳定状态后再运行 2h，低温运行对机组各零部件进行检查，低压、变频器及电机高温保护不动作；高温运行对机组各零部件进行检查，高压、变频器及电机高温保护不动作，检测运行电流是否大于最大运行电流。

14) 6.4.14抗喘振运行：机组在表1、表2或表3规定的抗喘振运行工况下运行，控制机组目标温度以使机组减载，出现一次明显喘振噪音，并且较当次喘振前压缩机（组）的压比波动超过10%或电流波动超过30%记为发生喘振，在当前转速下增加100RPM运行，机组正常运行2h。

15) 6.4.15逆温差启动/运行：

a) 逆温差启动：机组在表5或表6规定的逆温差启动工况条件下静置2 h，启动完成后正常运转0.5 h，对机组各零部件和低压、防冻及过载保护器等进行检查。检查变频器及电机有无高温保护。

b) 逆温差运行：机组在表5或表6规定的逆温差运行工况下运行，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。检查变频器及电机有无高温保护。

注：此项仅适用于数据中心机组和工艺型高温。

16) 6.4.16低压比性能：机组在表1、表2或表3规定的制冷低压比性能工况下运行，达到稳定状态后再运行2h，对机组各零部件和变频器高温及电机高温保护器等进行检查。记录制冷性能系数。

17) 6.4.17启动电流：使用电流测试设备，在规定的额定电压和名义制冷工况下，测试压缩机开始运转一分钟内的最大电流。

18) 6.4.18快速启动试验：在名义工况下机组运行10 min，切断机组动力和控制电源后恢复供电，测试从恢复供电到压缩机开始运转所用的时间。

注：此项仅适用于数据中心和工艺性机组。

19) 6.4.19 使用工况下的性能试验：参考GB/T18430-2024中的试验要求。

20) 6.4.20 噪声试验：参考GB/T18430-2024中的试验要求。

21) 6.4.21 振动试验：参考GB/T18430-2024中的试验要求。

22) 6.4.22 电气安全试验：参考GB/T18430-2024中的试验要求。

23) 6.4.23 带热回收功能机组的特殊要求试验：参考GB/T18430-2024中的试验要求。

24) 6.4.24 带蓄冷功能机组的特殊要求试验：参考GB/T18430-2024中的试验要求。

7. 检验规则

检验项目增加无油悬浮离心式冷水(热泵)机组特殊要求工况。

8. 标志、包装、运输和贮存

铭牌增加无油悬浮离心式冷水(热泵)机组特殊要求工况。

六、试验验证情况

本文件在制定和征求意见的过程中，标准起草组选择了目前市场主流典型产品，委托合肥通用机电产品检测院进行测试验证。试验结果表明，本文件技术要求科学合理，依据充分，试验方法适用性好，可操作性强，能够模拟该产品应用的实际工况，可作为无油悬浮离心式冷水(热泵)机组生产、制造和应用的指导性文件。

七、预期效果

国家发改委2019年6月13日印发的《绿色高效制冷行动方案》，明确提出了绿色高效制冷逐步标准化，提升制冷节能效率，提升绿色制冷产品市场占有率的要求。国家对能源设备特别是制冷设备的绿色化和节能化要求不断提高，迫切需要市场发展新型能源设备替代原有使用效率低和环境污染大的能源设备。

其中以磁悬浮和气悬浮压缩机为核心部件的无油悬浮离心式冷水(热泵)机组由于系统无油且轴承无摩擦，在永磁同步电机和高速变频器的加持上，能效远超常规冷水（热泵）机组，整体全年节能50%以上。目前，我国磁悬浮机组已实现了产业化应用，在节能上得到普遍认可；在磁悬浮冷水机组领域海尔已占据了50%以上的份额。

八、与现行相关法律、法规、标准的协调性

本文件引用和参考的主要标准有 GB/T 18430.1、GB/T 19577、GB/T 19409 等，与目前国家现行的法律、法规、政策及相关强制性标准的规定和要求协调一致，无冲突。

九、其他

在标准的起草阶段，标准的名称由“磁悬浮冷水（热泵）机组”调整为“无油悬浮离心式冷水（热泵）机组”。随着行业的飞速发展，在磁悬浮技术广泛应用的同时，气悬浮技术和由制冷剂润滑的陶瓷轴承为代表的“液悬浮”技术都逐步走向成熟。因此，本着精简整合的原则以及体系优化的目的，理应将磁、气、液悬浮进行整合，同步制定在一个标准中，确保实施后标准的适用性上不会迅速打折。其次，考虑到磁、气、液悬浮的压缩机虽然轴承悬浮技术不同，但是同属于离心压缩机（无油悬浮离心式压缩机），纳入同一个标准对于整机产品的质量评价方法和评价指标体系基本没有影响。故经合肥的二次研讨会确认，对标准的名称做出了上述调整。

标准起草组

2024 年 7 月 4 日