

《磁悬浮离心式压缩机能效测试方法》编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1、任务来源

本项目是根据工业和信息化部行业标准制修订计划《工业和信息化部办公厅关于印发2023年第三批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2023〕291号）计划号：2023-1448T-JB，项目名称：“磁悬浮离心式压缩机能效测试方法”。由全国风机标准化技术委员会（以下简称“全国风机标委会”）和工业和信息化部机械工业节能技术装备行业标准化工作组（以下简称“机械节能标准组”）联合归口，牵头单位为机械工业节能与资源利用中心（机械工业技术发展基金会）。

本项目为节能与综合利用标准，属于能源节约标准分体系中的节能监测与管理方面的标准。

2、主要工作过程

起草阶段：为落实工业和信息化部关于《工业能效提升计划》、《推动工业领域设备更新实施方案》等文件要求，加快战略性新兴产业磁悬浮电机系统能效提升和节能标准体系建设，推动磁悬浮动力节能装备推广应用和产业绿色发展，全国风机标委会于2024年3月8日在沈阳召开“全国风机标准化技术委员会第七届委员会换届会暨2024年标准化工作会议”，会上机械工业技术发展基金会有关负责同志介绍了《磁悬浮离心式压缩机能效测试方法》标准立项标准工作进展情况。2024年4月23日，机械节能标准组组织召开“磁悬浮电机系统能效提升和推广应用研讨会”，工业和信息化部节能与综合利用司相关负责同志、典型制造企业、行业协会与高校院所相关代表等参加会议。会上机械节能标准组秘书处单位机械工业技术发展基金会介绍了《磁悬浮离心式压缩机能效测试方法》立项背景和研制情况，与会专家针对标准技术内容开展研讨，会议明确了标准编制工作分工和标准工作进度安排。

2024年9月-10月，标准起草组分别于上海、北京召开了《磁悬浮离心式压缩机能效测试方法》第三次标准编制工作会，进一步细化标准适用范围、规定工况、试验方法和试验仪器等内容，确定了下一步编制工作的具体分工和进度安排。2025年1月，标准起草组于苏州召开《磁悬浮离心式压缩机能效测试方法》第四次标准编制工作会，讨论并明确了相关指标要求，针对磁悬浮技术特点调整完善了测试方法，并进一步细化了规定工况和实验仪器要求等内容。2025年5月，标准起草组于北京召开了《磁悬浮离心式压缩机能

效测试方法》第五次标准编制工作会，会议以线上方式召开，会上对磁悬浮离心式制冷剂压缩机、磁悬浮离心式空气压缩机的能效测试方法、计算公式等进一步讨论并明确了适合于磁悬浮技术下的指标内容。2025 年 5 月 16 日，标准起草组形成《磁悬浮离心式压缩机能效测试方法》征求意见稿和编制说明，2025 年 5 月 20 日，提交机械节能标准组审查并开始征求意见。

3、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本标准由机械工业技术发展基金会牵头，珠海格力电器股份有限公司、南京磁谷科技股份有限公司、沈阳鼓风机研究所（有限公司）、丹佛斯（上海）投资有限公司、鑫磊压缩机股份有限公司、重庆美的通用制冷设备有限公司、浙江飞旋科技有限公司、北京航空航天大学、南京航空航天大学、山东博诚电气有限公司、重庆高孚透平科技有限公司、山东硕源动力科技有限公司、浙江镕达永能压缩机有限公司等。

机械工业技术发展基金会负责总体编制和组织协调，进行能效指标的分析 and 确定，编写标准讨论稿、征求意见稿，制造企业负责测试方法与计算公式的调研和适用性分析及验证，检测机构负责检测方法 with 测试仪器合理性分析，科研院所负责指标的科学性和合理性分析调研。

二、标准编制原则和主要内容

1、标准编制原则

本标准要素的规定、编写结构以及各式按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。本标准是首次制定。

本标准在制定工作中遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出、及时修订、不断完善”的原则，标准制定与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合，统筹推进。起草工作组对国内外磁悬浮离心式压缩机的现状与发展情况进行了全面调研，同时广泛搜集和检索了国内外的技术资料。经过大量的研究分析、资料查证工作，结合实际应用经验，全面地总结和归纳，并组织行业专家对标准中的主要内容进行多次研讨和认真修改。本标准为了保证其有效性，满足生产需要，所采用的制定方法、数据均为一线厂家长时间生产过程中总结得出，具有广泛的指导意义，基本实现了产品全覆盖，实用性较高。主要技术内容与 GB/T 5773 《容积式制冷剂压缩机性能试验方法》、GB 19153 《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级标准》等相关标准协调一致。

2、标准的主要内容

(1) 本标准规定了磁悬浮离心式制冷剂压缩机和磁悬浮离心式空气压缩机的产品能

效测试方法。

(2) 本标准适用于磁悬浮驱动电动机功率为 110kW~630kW 且含尘量 $\leq 10\text{mg/m}^3$ 、输送介质为空气及其他无毒、无腐蚀性气体的排气压力为 0.2MPa~0.8MPa 的一般用磁悬浮空气压缩机和以 R134a 为制冷剂的磁悬浮离心式制冷剂压缩机能效的能效试验方法，其他制冷剂的离心式制冷剂压缩机能效的测定和能效等级分级参照使用。

(3) 本标准规定了磁悬浮离心式空气压缩机和磁悬浮离心式制冷压缩机的额定工况要求。其中磁悬浮离心式空气压缩机的额定工况为：吸气压力：0.1MPa（绝压）；吸气温度：20℃；吸气相对湿度：50~80%；额定排气压力：铭牌额定排气压力，单位为兆帕（MPa）。磁悬浮离心式制冷剂压缩机的名义工况应按表 1 的规定，部分符合工况应按表 2 的规定。

表 1 制冷剂压缩机名义工况/℃

工况	负荷	蒸发温度	冷凝温度	吸气温度	膨胀前的制冷剂液体过冷度 ^a
水冷低温制冷工况 ^b	100%	-8	35	-5	3
水冷名义制冷工况	100%	6	36	9	3
水冷数据中心工况	100%	14	36	17	3
水源热泵工况	100%	6	46	9	3
风冷机组工况	100%	6	50	11	5
注：					
a 对于配用闪发器的多级压缩机，以“级间补气压力对应的饱和温度+3K”作为闪发器补气回路出口温度参数，补气压力由制造商设计时规定，制冷量以第一级补气压力相对应的制冷剂饱和温度下制冷剂液体理论比焓进行计算。					
b 冰蓄冷机组应使用水冷低温制冷工况。					

表 2 制冷剂压缩机部分负荷工况/℃

工况	负荷	蒸发温度	冷凝温度	吸气温度	膨胀前的制冷剂液体过冷度 ^a
水冷名义制冷工况	100%	6	36	9	3
	75%	6	31	9	3
	50%	6	26	9	3
	25%	6	21	9	3
水冷数据中心工况	100%	14	36	17	3
	100%	14	31	17	3
	100%	14	24	17	3
	50%	14	18	17	3
风冷机组工况	100%	6	50	11	5
	75%	6	44	11	5
	50%	8	38	13	5
	25%	10	32	15	5

注：

a 对于配用闪发器的多级压缩机，以“级间补气压力对应的饱和温度+3K”作为闪发器补气回路出口温度参数，补气压力由制造商设计时规定，制冷量以第一级补气压力相对应的制冷剂饱和温度下制冷剂液体理论比焓进行计算。

(4) 本标准规定了磁悬浮离心式空气压缩机和磁悬浮离心式制冷压缩机能效测试中试验装置和仪器要求。磁悬浮离心式空气压缩机能效测试中试验装置和仪器应符合 JB/T 3165—1999、GB/T 2624、GB/T 1032—2023 的相关规定；磁悬浮离心式制冷剂压缩机能效测试中试验装置和仪器应符合 GB/T 5773-2016、GB/T 10870-2014 的相关要求。

(5) 本标准规定了磁悬浮离心式空气压缩机和磁悬浮离心式制冷剂压缩机能效测试方法。其中磁悬浮离心式空气压缩机能效测试方法包括性能试验测试项目、试验工况的要求、压力测量位置要求及时意图、温度测量要求、压力测量要求、流量测量要求、功率测量要求和工况测量要求。磁悬浮离心式制冷剂压缩机能效测试方法针对压力、温度测点布置提出总体要求，测试方法包括吸气管制冷剂气体流量计法、排气管制冷剂气体流量计法、制冷剂液体流量计法、水冷冷凝器量热器法、制冷剂气体冷却法和压缩机排气管道量热器法 6 种，同时特提出以水冷冷水机组为实验设备的能效测试方法。

(6) 本标准针对实验结果提出计算公式，其中磁悬浮离心式空气压缩机机组比功率计算公式见公式 (1)、(2)；磁悬浮离心式制冷剂压缩机能效计算按 GB/T 18430.1—2024 以及 JB/T 14962 中能效计算规定。

$$e_v = \frac{K_1 \times W}{q_v} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

K_1 ——机组比功率吸气温度修正系数，无量纲；

q_v ——规定工况下的机组容积流量，单位为立方米每分钟 (m^3/min)；

e_v ——为机组比功率；

W ——为试验条件下机组输入功率，单位为千瓦 (kW)。

$$K_1 = \left(1 + \frac{1}{n_t} \left(\frac{293 - T_1}{293}\right)\right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中

n_t ——为空气压缩机压缩级数；

T_1 ——为空气压缩机吸气温度，单位为开尔文 (K)。

(7) 本标准提出了实验报告要求，具体详见标准。

3、解决的主要问题

一是契合国家相关政策要求。《“十四五”工业绿色发展规划》、《工业领域碳达峰实施方

案》、《产业结构调整目录（2024 年版）》等文件中都明确提出了要大力发展磁悬浮电机系统，鼓励高效磁悬浮动力装备的快速发展。《磁悬浮离心式压缩机能效测试方法》正是契合了目前相关政策的要求，以标准为引领，推动磁悬浮电机系统的能效提升和技术升级，助力工业领域持续向着绿色低碳、高效节能的方向稳步发展。

二是解决标准配套需求。2021 年由工业和信息化部机械工业节能技术装备行业标准化工作组归口，机械工业技术发展基金会牵头，并联合行业内磁悬浮压缩机典型制造企业、科研院所等编制了行业标准《磁悬浮离心式压缩机能效限定值及评价等级》，该标准的实施亟需规范、统一的能效测试方法，以满足厂商和用户高性能磁悬浮离心式压缩机的设计、生产和选择的需要，但目前尚无相配套的能效测试方法。本标准的制定将填补我国磁悬浮离心式压缩机测试方法的空白，规范能效测试方法，给厂商及用户提供了对比的基础，亦可促进磁悬浮节能技术的推广应用。

三是推动产业发展。当前磁悬浮电机系统的相关标准还存在严重不足，这一问题对于磁悬浮电机系统产品的大面积推广应用和行业的健康发展都造成了不小的制约。制定本标准将填补我国磁悬浮离心式空气压缩机、制冷压缩机行业相关标准空白，对于完善和健全我国离心式透平机械类标准架构具有重要意义。制定本标准，对于磁悬浮动力装备行业持续长远的发展，以及提升行业竞争力都有着重要意义，对于磁悬浮电机系统的推广和应用打下了坚实基础。

三、主要试验（或验证）情况分析

1、标准中主要技术指标确定依据

本标准节能综合利用标准，标准编制过程中，起草单位对国内规模较大的磁悬浮动力装备企业的产品能效情况进行了广泛而深入的调研与数据的采集，所收集的数据均来源于这些企业长期的产品生产过程中测试和实际应用所得数据，本标准所采用的方法、数据均为这些企业通过长时间生产总结后形成的企业内部测试方法和标准数据，数据采集单位全部来自于行业内规模较大、技术先进的磁悬浮动力装备制造企业，代表了我国磁悬浮动力装备工艺的先进水平，基本实现了各类电动机的全覆盖，具有广泛的代表性。起草单位对收集整理的大量基础数据进行了统计分析与优化，最终形成了本标准。

起草单位对确定后的能效测试方法进行了验证。沈阳鼓风机研究所（有限公司）等检测机构对测试方法进行了可行性验证，珠海格力电器股份有限公司、南京磁谷科技股份有限公司、鑫磊压缩机股份有限公司、重庆美的通用制冷设备有限公司、丹佛斯（上海）投资有限公司、山东博诚电气有限公司、北京高孚科技动力有限公司等多家磁悬浮离心式空气压缩机与制冷剂压缩机厂家进行了产品能效测试的验证，北京航空航天大学、南京航空航天大学对能效计算公式和理论方法进行了理论验证。

经过这些生产测试和验证，证明了标准规定的能效试验方法、计算方法等内容合理可行，

对磁悬浮动力装备企业的磁悬浮离心式压缩机的发展和增强竞争性起到了推动作用。

2、对标国家标准和行业标准

本标准与 GB/T 1236《工业通风机 用标准化风道进行性能试验》、GB/T 2624.3《用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量第3部分》、GB/T 3853《容积式压缩机 验收试验》、GB/T 10870《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组性能试验方法》、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 19153《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级标准》、GB 19577《冷水机组能效限定值及能效等级》等相关标准协调一致。本标准针对磁悬浮技术特点提出了试验方法和计算公式，使得该标准更符合磁悬浮空气压缩机的工况特点。

3. 标准制定后验证情况

标准起草组对计算公式和泄漏量等指标要求进行了验证，详见附件1。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

目前我国压缩机行业还没有针对磁悬浮离心式压缩机能效测试要求，本标准的制定将填补我国磁悬浮离心式空气压缩机、制冷压缩机行业标准的空白，对于完善和健全我国离心式透平机械类标准架构具有重要意义。制定本标准，可以为磁悬浮离心式空气压缩机和制冷压缩机的能效测试提供设备要求和测试方法，促进磁悬浮离心式空气压缩机的节能技术升级，降低设备能耗，促进行业高效与绿色发展。

六、与国际、国外对比情况

本标准目前没有对应的国际标准或国外先进标准，故标准制定时不考虑采标。

本标准与 GB/T 1236《工业通风机 用标准化风道进行性能试验》、GB/T 2624.3《用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量第3部分》、GB/T 3853《容积式压缩机 验收试验》、GB/T 10870《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组性能试验方法》、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 19153《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级标准》、GB 19577《冷水机组能效限定值及能效等级》等国家、行业标准协调一致。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本领域的标准体系框架图见附件 2。

本标准属于节能与综合利用标准体系中能源节约标准分体系的节能监测与管理类标准。

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性行业标准。

十、其他应予说明的事项

无。

《磁悬浮离心式压缩机能效测试方法》标准起草组
2025 年 5 月 16 日

附件 1:



磁悬浮空压机测试方法

一、测试方法

1. 测试公式

在环境条件与名义测试条件不符时，应采用相似原理，将测试条件测试出来的性能数据折合到名义工况下。

具体应用公式如下：

$$\text{相似质量流量: } m \frac{\sqrt{T_1}}{p} = m' \frac{\sqrt{T_1'}}{p'}$$

$$\text{相似体积流量: } \frac{q_v}{\sqrt{T_1}} = \frac{q_{v'}}{\sqrt{T_1'}}$$

$$\text{相似转速: } \frac{n}{\sqrt{T_1}} = \frac{n'}{\sqrt{T_1'}}$$

$$\text{功率关系: } \frac{P}{P'} = \frac{p \sqrt{T_1}}{p' \sqrt{T_1'}}$$

m : 名义工况下质量流量

m' : 测试工况下质量流量

p : 名义工况下环境大气压

p' : 测试工况下环境大气压

T_1 : 名义工况下环境温度

T_1' : 测试工况下环境温度

n : 名义工况下额定转速

n' : 测试工况下折合转速

q_v : 名义工况下体积流量

$q_{v'}$: 测试工况下体积流量

P : 名义工况下气动功率

P' : 测试工况下气动功率

在测试时，依据环境温度与名义测试环境温度，在保证相似转速不变的前提下计算测试工况下的转速，转速确定下来以后，依据计算出来的转速再次计算后几级的进气温度。这样子可以保证测试时压缩机各级的工作状态与名义工况下是相同的。测试出来的结果再次依据上述式子将功率折合到名义工况下。

磁悬浮压缩机容量比例汇总				
序号	压力	压缩级数	功率段	泄漏量
1	2bar	2	<200kw	1.50%
2	2bar	2	>200kw	1.30%
3	3bar	2	<200kw	2.00%
4	3bar	2	>200kw	1.8%
5	5bar	2或3	<300kw	3.5%
6	5bar	2或3	>300kw	3.2%
7	7bar-8bar	4	<400kw	5.5%
8	7bar-8bar	4	>400kw	5.0%

功率验证计算

2级压缩

3bar磁悬浮压缩机计算验证（不同温度换算标况对比）				
名称	符号	数值		
温度补偿系数	K1	1.013		
机组比功率	e _v	3.329	kw/(m ³ /min)	
规定工况下的容积流量	q _v	48.08650136	m ³ /min	
为压缩机压缩级数	n _t	2		
压缩机吸气温度	t ₁	12.3	℃	
压缩机吸气温度（开氏温度）	T ₁	285.3	K	
试验条件下机组输入功率	w	158	kw	
机组在试验条件下达到额定排气压力下的进口容积流量	q _{1a}	47.2	m ³ /min	
吸气压力	p	100123	pa	
气体常数	R	287.058	J/(kg·K)	

3bar磁悬浮压缩机计算验证				
名称	符号	数值		
温度补偿系数	K1	1.000		
机组比功率	e _v	3.317	kw/(m ³ /min)	
规定工况下的容积流量	q _v	46.72359384	m ³ /min	
为压缩机压缩级数	n _t	2		
压缩机吸气温度	t ₁	20	℃	
压缩机吸气温度（开氏温度）	T ₁	293	K	
试验条件下机组输入功率	w	155	kw	
机组在试验条件下达到额定排气压力下的进口容积流量	q _{1a}	47.1	m ³ /min	
吸气压力	p	100123	pa	
气体常数	R	287.058	J/(kg·K)	

3bar磁悬浮压缩机计算验证				
名称	符号	数值		
温度补偿系数	K1	0.974		
机组比功率	e _v	3.318	kw/(m ³ /min)	
规定工况下的容积流量	q _v	44.63683339	m ³ /min	
为压缩机压缩级数	n _t	2		
压缩机吸气温度	t ₁	35	℃	
压缩机吸气温度（开氏温度）	T ₁	308	K	
试验条件下机组输入功率	w	152	kw	
机组在试验条件下达到额定排气压力下的进口容积流量	q _{1a}	47.3	m ³ /min	
吸气压力	p	100123	pa	
气体常数	R	287.058	J/(kg·K)	

同一台压缩机根据不同温度测试，计算的比功率基本吻合

功率验证计算

4级压缩

8bar磁悬浮压缩机计算验证（不同温度换算标况对比）				
名称	符号	数值		
温度补偿系数	K1	1.005		
机组比功率	e _v	5.428	kw/(m ³ /min)	
规定工况下的容积流量	q _v	67.92345454	m ³ /min	
为压缩机压缩级数	n _t	4		
压缩机吸气温度	t ₁	14.5	℃	
压缩机吸气温度（开氏温度）	T ₁	287.5	K	
试验条件下机组输入功率	w	367	kw	
机组在试验条件下达到额定排气压力下的进口容积流量	q _{1a}	67	m ³ /min	
吸气压力	p	100400	pa	
气体常数	R	287.058	J/(kg·K)	

8bar磁悬浮压缩机计算验证				
名称	符号	数值		
温度补偿系数	K1	1.000		
机组比功率	e _v	5.425	kw/(m ³ /min)	
规定工况下的容积流量	q _v	66.76236985	m ³ /min	
为压缩机压缩级数	n _t	4		
压缩机吸气温度	t ₁	19.5	℃	
压缩机吸气温度（开氏温度）	T ₁	292.5	K	
试验条件下机组输入功率	w	362	kw	
机组在试验条件下达到额定排气压力下的进口容积流量	q _{1a}	67	m ³ /min	
吸气压力	p	100400	pa	
气体常数	R	287.058	J/(kg·K)	

8bar磁悬浮压缩机计算验证				
名称	符号	数值		
补偿系数	K1	0.987		
比功率	e _v	5.430	kw/(m ³ /min)	
工况下的容积流量	q _v	64.1713461	m ³ /min	
缩机压缩级数	n _t	4		
机吸气温度	t ₁	35	℃	
机吸气温度（开氏温度）	T ₁	308	K	
条件下机组输入功率	w	353	kw	
在试验条件下达到额定排气压力下的进口容积流量	q _{1a}	68	m ³ /min	
压力	p	100123	pa	
常数	R	287.058	J/(kg·K)	

3bar磁悬浮压缩机计算验证（不同温度换算标况对比）				
名称	符号	数值		
温度补偿系数	K1	1.013		
机组比功率	e _v	3.329	kw/(m ³ /min)	
规定工况下的容积流量	q _v	48.08650136	m ³ /min	
为压缩机压缩级数	n _t	2		
压缩机吸气温度	t ₁	12.3	℃	
压缩机吸气温度（开氏温度）	T ₁	285.3	K	
试验条件下机组输入功率	w	158	kw	
机组在试验条件下达到额定排气压力下的进口容积流量	q _{1a}	47.2	m ³ /min	
吸气压力	p	100123	pa	
气体常数	R	287.058	J/(kg·K)	

3bar磁悬浮压缩机计算验证				
名称	符号	数值		
温度补偿系数	K1	1.000		
机组比功率	e _v	3.317	kw/(m ³ /min)	
规定工况下的容积流量	q _v	46.72359384	m ³ /min	
为压缩机压缩级数	n _t	2		
压缩机吸气温度	t ₁	20	℃	
压缩机吸气温度（开氏温度）	T ₁	293	K	
试验条件下机组输入功率	w	155	kw	
机组在试验条件下达到额定排气压力下的进口容积流量	q _{1a}	47.1	m ³ /min	
吸气压力	p	100123	pa	
气体常数	R	287.058	J/(kg·K)	

6.1 机组比功率

磁悬浮离心式空气压缩机机组比功率按照以下公式计算。

$$K_1 = \left(1 + \frac{1}{n_v} \left(\frac{293 - T_1}{293}\right)\right) \quad (1)$$

$$q_v = \frac{p_{1a} q_{1a}}{1.28 p_1} \quad (2)$$

$$e_v = \frac{K_1 \times W}{q_v} \quad (3)$$

其中：

K₁——温度补偿系数；

q_v——规定工况下的容积流量；

p₁——为压缩机压缩级数；

T₁——为压缩机吸气温度（开氏温度）；

e_v——为机组比功率；

W——为试验条件下机组输入功率；

q_{1a}——为机组在试验条件下达到额定排气压力下的进口容积流量；

p——为吸气压力；

R——是气体常数。

3bar磁悬浮压缩机计算验证				
名称	符号	数值		
温度补偿系数	K1	1.000		
机组比功率	e _v	3.317	kw/(m ³ /min)	
规定工况下的容积流量	q _v	46.72359384	m ³ /min	
为压缩机压缩级数	n _t	2		
压缩机吸气温度	t ₁	20	℃	
压缩机吸气温度（开氏温度）	T ₁	293	K	
试验条件下机组输入功率	w	155	kw	
机组在试验条件下达到额定排气压力下的进口容积流量	q _{1a}	47.1	m ³ /min	
吸气压力	p	100123	pa	
气体常数	R	287.058	J/(kg·K)	

3bar磁悬浮压缩机计算验证				
名称	符号	数值		
温度补偿系数	K1	0.974		
机组比功率	e _v	3.318	kw/(m ³ /min)	
规定工况下的容积流量	q _v	44.63683339	m ³ /min	
为压缩机压缩级数	n _t	2		
压缩机吸气温度	t ₁	35	℃	
压缩机吸气温度（开氏温度）	T ₁	308	K	
试验条件下机组输入功率	w	152	kw	
机组在试验条件下达到额定排气压力下的进口容积流量	q _{1a}	47.3	m ³ /min	
吸气压力	p	100123	pa	
气体常数	R	287.058	J/(kg·K)	

1. 解释一下马赫数的定义；

马赫数，又称为Ma数，指流体的速度与介质中的声速之比。

Mach number: the ratio of the speed of a fluid to the speed of sound in the medium.

参考：ANSI/ASHRAE Standard 225P-2019

3.23

某一点的马赫数 Mach number at a point

Ma

某一点的气体速度与声速之比，由下式计算：

$$Ma = \frac{v}{\sqrt{\kappa R_w \theta}} = \frac{v}{c}$$

式中：

c —— 声速， $c = \sqrt{\kappa R_w \theta}$ ；

R_w —— 湿气体的气体常数。

GB/T 1236-2017 工业通风机 用标准化风道进行性能试验

2. 解释一下“当选择静压测量时，马赫数应小于或等于0.13，否则应采用全压测量。”这里面的全压测量的方法和定义。

把上述描述改成如下描述：

当选择测量流体的静压时，测量压力点的马赫数应小于或等于0.13，否则应测量流体的全压。

全压（P_t）是指在介质流动或动态现象下所测得的压力，包括静压和动压之和。

分别测量介质的静压（P_s）和动压（P_d），通过公式 $P_t = P_s + P_d$ 求得介质的全压。

3. 给出额外增加基于机组测试性能的测试方法和需要满足的条件。

需要满足以下条件：

- 1、 机组应为水冷冷水机组
- 2、 机组吸、排气管路上的马赫数应小于或者等于0.13
- 3、 应可以测量压缩机吸气口的压力
- 4、 应可以测量压缩机排气口的压力
- 5、 应可以测量压缩机吸气口的温度
- 6、 应可以测量机组蒸发器饱和压力
- 7、 应可以测量机组冷凝器的饱和压力
- 8、 应可以测量冷凝器出口制冷剂液体的压力和温度
- 9、 应可以测量压缩机补气口的压力和温度
- 10、 机组性能试验应包含主要试验方法和校核试验方法，并且主要试验和校核试验结果之间的偏差应在±2%以内。

试验方法

参照GB/T 10870 容积式和离心式冷水（热泵）机组性能试验方法，在被测机组蒸发器和冷凝器水循环管路上分别安装流量计、进出水水温传感器、水压传感器。

压缩机吸、排气压力和温度测点应安装在直管段上。

1.1 压缩机的吸气压力通过机组蒸发器的进出水温度和机组的液体膨胀阀进行调节。

1.2 压缩机的排气压力通过机组冷凝器的进出水温度进行调节。

1.3 压缩机的吸气温度通过机组的液体膨胀阀和蒸发器的进出水温度进行调节。

1.4 冷凝器出口过冷度通过液体膨胀阀进行调节，过冷度应≥2K。

1.5 用功率计测量压缩机进线处的电压和电流。

附件 2:

标准体系框图

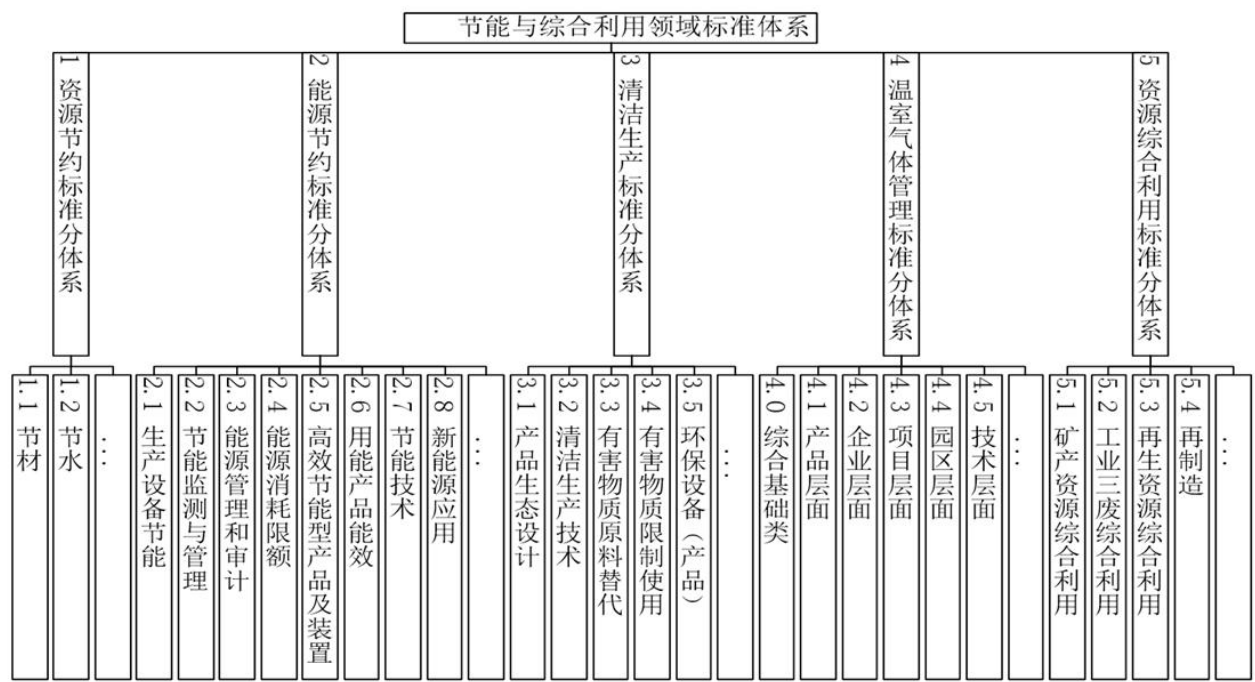


图 1 节能与综合利用标准体系框图

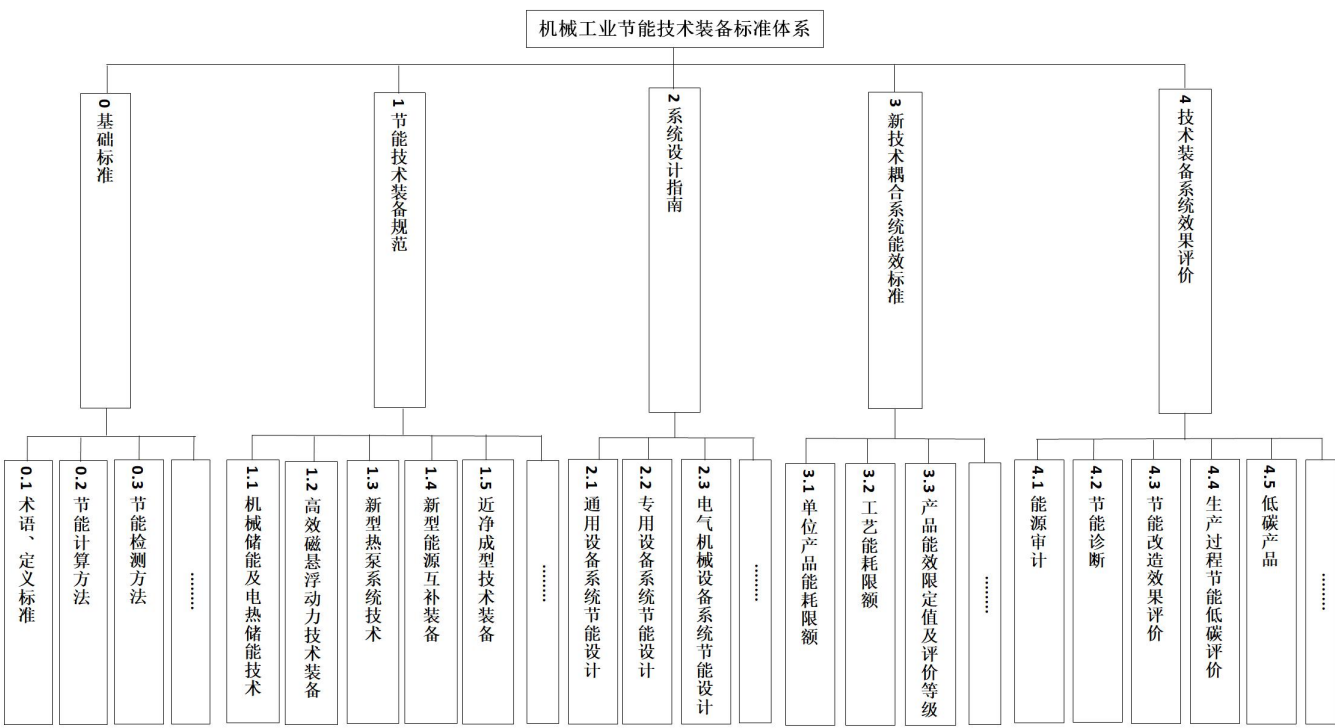


图 2 机械工业节能技术装备标准体系框架