

GB/T《蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组》编制说明

(征求意见稿)

一、工作简况

1 任务来源

【编制依据】2024年12月3日，国标委2024年第九批推荐性国家标准计划项目（国标委发[2024]53号），计划号20243387-T-604。

【项目概况】计划项目名称：蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组；项目周期：18个月；计划下达时的主要起草单位：上海交通大学、上海诺通新能源科技有限公司、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。

2 主要工作过程

起草阶段：立项获批后，在冷标委秘书处的组织下成立了由上海交通大学牵头的标准起草工作组，起草组首先针对蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组最近几年的发展和技术的进步进行了仔细的分析和研读，同时查阅了大量相关标准、文献资料等，经过大量的研究分析、资料查证工作后，全面地总结和归纳，并编制完成了国家标准的草案。2025年3月19日，在冷标委秘书处的组织下，在上海市召开了第一次面向行业的标准研讨会议，对标准稿件进行充分、细致的讨论。会后，起草组依据讨论的结果对标准稿件进行了修改完善，形成的正式征求意见稿经组长审核后于2025年5月15日正式提交冷标委秘书处。

二、标准编制原则和主要内容

1 标准编制原则

本标准的编制严格遵照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》中格式和内容的规定，并结合目前蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组的设计和应用现状具体编写。

1) 与国内相关标准协调的原则

根据我国蒸气压缩热泵型蒸汽发生机组发展现状、技术特点和节能环保的要求，基于行业标准JBT 15213-2024《蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组》，参考现行标准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 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 25861-2010《蒸气压缩循环水源高温热泵机组》、JB/T 12840-2016《空气源热泵高温热风、高温热水机组》等的最新修订版本，充分吸取国内外相关标准、规范的精华，制定的标准体现了技术的先进性，切实可行便于操作实施。

2) 科学实用性原则

标准中技术设计参数，严格按照国家标准的指标，力求规范的实用性、成熟性和可靠性。标准紧密结合国内蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组的设计状况和应用现状，技术条文和规定具有较强的科学性、指导性、可行性和可操作性。

2 标准的主要内容

2.1 范围

本标准文件规定了蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组的术语和定义、型式和基本参数、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本标准文件适用于采用蒸气压缩循环、以热泵驱动液态水蒸发或利用较低压力的闪发水蒸气制备较高压力水蒸气的蒸汽发生机组(以下简称“机组”)的制造。机组制备的水蒸气温度不低于80℃。

有部分专家建议温度范围定在100℃以上,因为负压蒸汽不能输送。也有专家建议温度范围在60℃~150℃。起草组认为本标准立项名称为“蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组”,标准针对的是热泵。60℃~80℃的蒸汽,其技术原理大多为机械增压(MVR)的原理,起草组认为热泵闪发蒸汽实际应用场景很少,无需将此段温度列入;而80℃是高温热泵能提供的适宜的供热蒸汽温度,可以利用水蒸气压缩机可达到更高压力输送,负压蒸汽的输送问题不能作为热泵型蒸汽发生机组的限制条件。

2.2 规范性引用文件

本部分内容介绍了在标准的编制过程中,所参考和借鉴的相关的规范标准、导则规程等,对于本标准的制定及实施具有很重要的指导意义。

2.3 术语和定义

本部分内容包括文件中所涉及的术语解释,一共11条,其他没有录入进来的术语和定义参照GB/T 25861、GB/T 19409、JB/T 13964和JB/T 7249的规定。

本标准中对热泵型蒸汽发生机组的性能指标的评价有区别于其他型式热泵。特别提出单位产汽量功率指标:指在规定的工况条件下,热泵型蒸汽发生机组的消耗的总电功率与产汽量的比值,单位为千瓦每吨每小时(kW/(t·h⁻¹))。该指标便于用户直观理解吨蒸汽的成本,可以根据单位电价乘以单位产汽量功率即可得出单位蒸汽的成本。

2.4 型式和基本参数

2.4.1 本部分内容规定了机组的型式分类、名义工况等基本参数。

2.4.2 其中按机组热源类型分为两种形式,该分类涉及后续产品性能评价指标:

a) 空气源式:

——低环温式(温度范围≤7℃);

——常环温式(温度范围>7℃且≤43℃)。

参考标准JB/T 12840-2016 空气源热泵高温热风、高温热水机组中高温热水机组,热源侧空气温度≥5℃且≤43℃,结合实际情况,本文件中定义低环温式空气源热泵的热源温度在≤7℃,高环温式空气源热泵热源温度在>7℃且≤43℃。

b) 水源式:

——自然式(温度范围≤30℃);

——低温余热式(温度范围>30℃且≤50℃);

——高温余热式(温度范围>50℃且≤95℃)。

参考标准JB/T 25861《蒸气压缩循环水源热泵机组》中H5b名义工况下的热源侧进口水温度58℃,结合实际情况,本文件中定义自然式水源热泵热源温度在≤30℃,低温余热式水源热泵热源温度在>30℃且≤50℃,高温余热式水源热泵热源温度在>50℃且≤95℃。

2.4.3 机组的名义工况参考:

a) 空气源式:参考JB/T 12840-2016的规定;

b) 水源式:参考GB/T 25861的规定。

2.5 技术要求

本部分内容规定了机组的一般性技术要求、材料、水质、性能、部件、安全、噪音、气密性和压力试验等进行规范要求。其中性能要求的确定是根据现阶段国内市场已有产品的技术和性能水平，结合产品节能效益、促进技术进步来制定的，如表1和表2所示。

表1 蒸汽发生机组的名义工况

热源侧					使用侧		
热源侧类型	干球温度 ℃	湿球温度 ℃	进水温度 ℃	出水温度 ℃	进水温度 ℃	出口蒸汽饱和温度 ℃	
						蒸发型	闪发型
空气源(低环温式)	-12	-13.5	—		20	120	90
空气源(高环温式)	20	15			20	120	90
水源(自然式)	—		15	10	20	120	90
水源(低温余热式)			50	40	20	140	90
水源(高温余热式)			80	70	20	160	90

表2 蒸汽发生机组的名义工况性能指标

热源侧类型	制热性能系数 kW/kW		单位产汽量耗电量 kWh/t	
	蒸发型	闪发型	蒸发型	闪发型
空气源(低环温式)	1.3	1.5	580	500
空气源(高环温式)	1.5	2.1	500	360
水源(自然式)	1.5	2.1	500	360
水源(低温余热式)	1.7	2.6	440	290
水源(高温余热式)	2.0	5.5	380	140

有专家提出在标准文件中表1工作范围和表2蒸汽发生机组名义工况中对名义热源侧和使用侧增加更多的分类，但起草组认为：蒸汽的应用场景太多，很难在名义工况中定义明确。因此仅保留原有的工况作为性能指标判定的基准点。具体不同的应用及性能要求需要根据可以要求定制，标准中不做规定。

2.6 试验方法

本部分内容规定了对机组进行各项试验的试验条件、试验用仪器仪表、试验的一般要求、试验方法。规定机组的试验工况范围，以蒸发型和闪发型两种机组形式分别规定使用侧蒸汽温度的范围，如表3所示。

表3 机组试验工况

单位为摄氏度

机组类型		工况类型	热源侧				使用侧		
			干球温度	湿球温度	进水温度	出水温度	进水温度	出口蒸汽饱和温度	
							蒸发型	闪发型	
空气	低环	名义	-12	-13.5	—	—	20	120	90

机组类型		工况类型	热源侧				使用侧		
			干球温度	湿球温度	进水温 度	出水温 度	进水温度	出口蒸汽饱和温度	
								蒸发型	闪发型
源式	温式	最大运行	7	5.5			20	120	120
		最小运行	-25	-28			20	80	80
		变工况运行	≤7	≤5.5			20	80~120	80~120
	高环 温式	名义	20	15			20	120	90
		最大运行	43	36			20	120	120
		最小运行	7	5.5	—	—	20	80	80
		变工况运行	>7 且 ≤43	>5.5 且 ≤36			20	80~120	80~120
	水源 式	自然 式	名义			15	10	20	120
最大运行					30	25	20	120	120
最小运行					10	5	20	80	80
变工况运行					≤30	≤25	20	80~120	80~120
低温 余热 式		名义			50	40	20	140	90
		最大运行			50	40	20	160	160
		最小运行			30	20	20	80	80
		变工况运行			>30 且 ≤50	>20 且 ≤40	20	80~160	80~160
高温 余热 式		名义			80	70	20	160	90
		最大运行			95	85	20	180	180
		最小运行			50	40	20	100	100
		变工况运行			>50 且 ≤95	>40 且 ≤85	20	100~180	100~180

2.7 检验规则

本部分内容规定了对机组的检验规则，包括出厂检验、抽样检验、型式检验的方法和规范。

2.8 标志、包装、运输和贮存

本部分内容规定了机组的标志、包装、运输和贮存等的相关要求。

2.9 附录 A（机组构成与蒸汽发生的流程）

本部分提出了蒸发型蒸气循环热泵型蒸气发生机组和闪发型蒸气循环热泵型蒸气发生机组的构成和流程图。

2.10 附录 B（蒸发型和闪发型热泵蒸汽发生机组试验方法）

本部分规定了蒸发型和闪发型热泵蒸汽发生机组试验方法，其中包括试验条件的准备、蒸汽热量计算。考虑到蒸汽发生器出口蒸汽大多为饱和态，出口中会有液态水，而流量计对于两相态流量的测量非常困难，因此试验装置中要求在蒸汽后端加设管道加热器，让出口蒸汽为过热态，从而利

于流量计的测量，最终蒸汽的热量通过计算扣除管道加热的热量。

3 解决的主要问题

本标准项目解决了我国蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组产业发展初期产品质量评价基准的问题，有助于完善我国热泵产品标准体系（尤其是在高出水温度、高出风温度方向）。蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组可充分利用地热水、工业余热、废热等低品位的热源来获取高温蒸汽，广泛应用于城市供暖、畜牧业深加工、化工气体加热等重点领域。本标准的推出，可有效改善城市的生态环境，推动减少使用燃煤、燃油锅炉引起的有害气体的排放，提高大气环境质量，充分利用可再生资源 and 节约常规优质能源，尤其利于对工业余热资源的利用。

由于蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组设计研制涉及到制冷、供热、自动控制等多学科内容，机组运行条件苛刻、年均运行时间长，这些特点决定了产品运行效率及可靠性要求高。本标准的推出不但解决了相关技术要求缺失的问题，还为产品综合性能评价提供了统一依据，对相关技术的积累和产业的发展壮大具有十分重要的意义。

三、主要试验（或验证）情况

由于蒸气压缩循环式热泵型蒸汽发生机组在国内仍属于产业发展初期，产品的应用案例并不多。在调研国内现有的应用案例，确定了机组的性能评价指标为“单位产汽量功率”和“制热性能系数”。在综合考虑现在案例的性能之后给出评价指标的限定值。以下列举部分案例：

a) 酿酒行业：在山东某地酒窖，使用120℃、0.1MPa的蒸汽用于酿酒精馏工序，项目建成时间2019年12月。原有电锅炉耗电量752kW，使用蒸汽发生机组之后耗电量412kW，节约45%；

b) 中药蒸煮行业：在山东某地中药工厂，使用150℃、0.4MPa蒸汽用于中药引片加工，项目建成时间2021年7月。原制程使用燃气锅炉制取蒸汽380元/吨，使用蒸汽发生机组之后蒸汽270元/吨，节约30%。

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

蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组设计研制涉及到制冷、供热、自动控制等多学科内容，机组运行条件苛刻、年均运行时间长，这些特点决定了产品运行效率及可靠性要求高。但由于相关技术标准的缺失，机组产品综合性能评价尚无可依据的基准，因此标准制定需求迫切。

本标准项目将解决我国蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组产业发展初期产品质量评价基准的问题，有助于完善我国热泵产品标准体系，为进一步引导产业健康有序发展、避免不正当竞争、推动产业技术进步发挥重要作用。

六、与国际、国外对比情况

国外（尤其是日本）蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组技术成熟度高、实现产业化推广，国内这类产品的开发与应用虽属起步阶段，但市场空间大、推广前景广阔。目前国内外并无专门针对该类型产品的国家或行业标准。本标准项目将会成为推动本类产品未来技术发展的重要基础。

蒸气压缩循环热泵型蒸汽发生机组是高温热泵机组的细分产品，其性能评价区别于传统的蒸气压缩循环式热泵，侧重单位能耗可产生的蒸汽发生量；并且，《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 18430.1)、《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 18430.2)等现行标准规定的热泵机组主要针对常规温度提升以达到空间供暖目的而制定的。本标准规定的蒸汽发生机组其前端热泵可实现大跨度的温度提升。现有标准不能满足该类产品的需求。

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

本标准在冷冻空调设备技术标准体系中位于“设备装备类”部分,属于“工业热泵”大类中的“高温/蒸汽热泵”小类。本标准与现行法律、法规、强制性国家标准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国家标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准批准发布6个月后实施。

十一、废止现行相关标准的建议

本标准为首次制定。

十二、其他应予以说明的事项

无。

十三、公平竞争审查结论

经公平竞争审查,本标准不限制或者变相限制市场准入和退出、不限制商品要素自由流动、不影响生产经营成本、不影响生产经营行为等,因此本标准不影响公平竞争。

标准起草工作组
2025年5月15日