



中华人民共和国国家标准

GB/T 40286—2021

低温双循环余热回收利用装置 性能测试方法

The performance testing method of bi-circulation unit for low-temperature
waste heat recovery and utilization

2021-05-21 发布

2021-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号 3

5 测试规定 4

6 测试准备 4

7 测试 7

8 测试数据整理和测试报告内容..... 12

附录 A（资料性附录） 测试报告书模板 14

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电器工业协会提出并归口。

本标准起草单位：中节能工程技术研究院有限公司、天津大学、山东京博石油化工有限公司、鑫达源（天津）电力工程有限公司、山西常村大成节能科技有限公司、山东创佳新能源科技有限公司、中国船舶重工集团有限公司第七一一研究所、国家电投集团综合智慧能源科技有限公司、天津博帆科技发展有限公司、河北工业大学、天津商业大学、天津城建大学、天大环能（天津）工程科技有限公司。

本标准主要起草人：李云玉、张于峰、王耀伟、晋振东、朱彩飞、邓娜、于晓慧、董胜明、贺中禄、张彦、姚胜、林健、栾辉宝、栾波、王万惠、党伟、叶晶、张彦禹、郑家远、杨振瑞、穆永超、胡晓微、李龙、金靖、薛江云。

低温双循环余热回收利用装置 性能测试方法

1 范围

本标准描述了低温双循环余热回收利用装置性能测试方法,包括术语和定义、符号、测试规定、测试准备、测试、测试数据整理和测试报告内容。

本标准适用于低温双循环余热回收利用装置(以下简称“装置”)的性能测试,其他同类装置的性能测试可参照执行。

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 755 旋转电机 定额和性能

GB/T 2624(所有部分) 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量

GB/T 5773—2016 容积式制冷剂压缩机性能试验方法

GB/T 10870 蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组性能试验方法

GB/Z 18039.1 电磁兼容 环境 电磁环境的描述和分类

GB/T 18430.1—2007 蒸汽压缩循环冷水(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 37819—2019 低温余热双循环发电装置

GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范

GB 50588—2017 水泥工厂余热发电设计标准

DL/T 448—2016 电能计量装置技术管理规程

DL/T 5137 电测量及电能计量装置设计技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低温双循环余热回收利用装置 bi-circulation unit for low-temperature waste heat recovery and utilization

由蒸发器、膨胀机、冷凝器、工质泵等组成,且能够将低温热能转换为电能或机械能的装置(系统示意图见图1)。

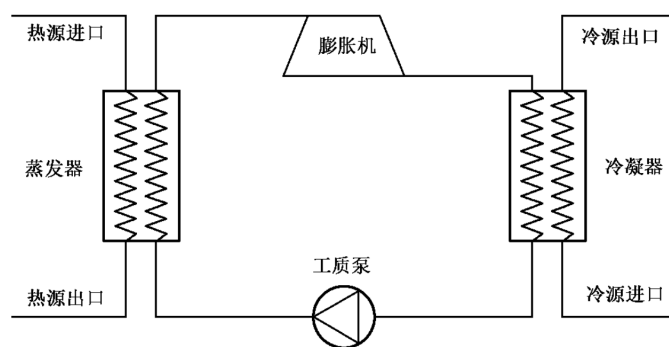


图 1 低温双循环余热回收利用装置系统示意图

3.2

有机工质 **organic working fluid**

装置内实现低温热能向电能或机械能转化的低沸点有机介质。

3.3

电能计量装置 **electric energy measurement device**

由各种类型的电能表或与计量用电压、电流互感器(或专用二次绕组)及其二次回路相连接组成的用于计量电能的装置。

3.4

输入功率 **electric power input**

装置运行时,所必需的电功率。

3.5

输出轴功率 **shaft power output**

装置运行时,膨胀机向外输出的轴功率。

3.6

发电功率 **electric power output**

装置运行时,向外输出的电功率。

3.7

吸热量 **heat power absorbed from low-temperature heat sources**

单位时间内,装置从热源介质吸收的热量。

3.8

放热量 **heat power released to cold sources**

单位时间内,装置向冷源介质放出的热量。

3.9

测试工况 **testing condition**

用于评估装置性能而设定的测试条件。

3.10

热功转化效率 **thermal efficiency**

在测试工况下和规定测试周期内,装置的输出轴功率与输入功率之差同装置吸热量之比。

3.11

热电转化效率 **thermoelectric conversion efficiency**

在测试工况下和规定测试周期内,装置的发电功率与输入功率之差同装置吸热量之比。

3.12

汽态余热 vapor waste heat

换热过程中存在凝结换热现象的余热。

4 符号

下列符号适用于本文件。

- A_c —— 冷凝器外表面积,单位为平方米(m^2);
- A_e —— 蒸发器外表面积,单位为平方米(m^2);
- A_f —— 蒸发器至膨胀机,膨胀机至冷凝器段的辅助设备外表面积,单位为平方米(m^2);
- c_p —— 平均温度下冷源或热源介质的定压比热容,单位为焦耳每千克摄氏度 $[\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})]$;
- h_a —— 蒸发器出口有机工质的比焓,单位为焦耳每千克(J/kg);
- h_d —— 蒸发器进口有机工质的比焓,单位为焦耳每千克(J/kg);
- h_1 —— 蒸发器侧热源介质的进口焓值,单位为焦耳每千克(J/kg);
- h_2 —— 蒸发器侧热源介质的出口焓值,单位为焦耳每千克(J/kg);
- K_c —— 冷凝器外表面与环境空气之间的传热系数,单位为瓦每平方米摄氏度 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$;
- K_e —— 蒸发器外表面与环境空气之间的传热系数,单位为瓦每平方米摄氏度 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$;
- K_f —— 蒸发器至膨胀机,膨胀机至冷凝器段的辅助设备外表面与环境空气之间的传热系数,单位为瓦每平方米摄氏度 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$;
- M_g —— 由流量计测得的气体有机工质和润滑油混合物的质量流量,单位为千克每秒(kg/s);
- M_l —— 由流量计测得的液体有机工质和润滑油混合物的质量流量,单位为千克每秒(kg/s);
- P_{in} —— 装置的输入功率,单位为瓦(W);
- P_{out} —— 装置的发电功率,单位为瓦(W);
- P_s —— 装置的输出轴功率,单位为瓦(W);
- Q_c —— 装置冷凝器侧的放热量,单位为瓦(W);
- $Q_{c,r}$ —— 冷凝器传入环境的热量修正值,单位为瓦(W);
- Q_e —— 装置蒸发器侧的吸热量,单位为瓦(W);
- $Q_{e,r}$ —— 蒸发器传入环境的热量修正值,单位为瓦(W);
- $Q_{s,r}$ —— 蒸发器至膨胀机,膨胀机至冷凝器段的辅助设备向环境空气放出的总热量,单位为瓦(W);
- q_v —— 体积流量,单位为立方米每秒(m^3/s);
- t_a —— 环境空气温度,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);
- $t_{c,m}$ —— 冷凝器侧冷源介质进、出口温度的平均值,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);
- $t_{e,m}$ —— 蒸发器侧热源介质进、出口温度的平均值,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);
- t_f —— 蒸发器至膨胀机,膨胀机至冷凝器段的辅助设备表面平均温度,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);
- t_1 —— 蒸发器侧热源介质的进口温度,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);
- t_2 —— 蒸发器侧热源介质的出口温度,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);
- t_3 —— 冷凝器侧冷源介质的进口温度,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);
- t_4 —— 冷凝器侧冷源介质的出口温度,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);
- α_f —— 辅助设备表面传热系数,单位为瓦每平方米摄氏度 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$;
- δ_f —— 辅助设备表面隔热材料厚度,单位为米(m);
- η_{out} —— 热电转换效率;
- η_s —— 热功转化效率;

- λ_f ——辅助设备表面隔热材料导热系数,单位为瓦每米摄氏度[W/(m·℃)];
- ρ ——平均温度下冷源或热源介质的密度,单位为千克每立方米(kg/m³);
- ω ——有机工质和润滑油的混合溶液中,有机工质与混合液的质量比。

5 测试规定

- 5.1 装置测试时应采用两种不同方法同时测量,分别定义为 X 法和 Y 法,X 法和 Y 法的选择原则见 7.3。
- 5.2 X 法和 Y 法测试结果之间的偏差应在±8%以内,并以 X 法和 Y 法测量结果的平均值为准。
- 5.3 装置测试时,系统应达到热平衡状态,测试时间应不少于 2 h。
- 5.4 装置测试时,应满足装置的冷、热源额定流量。
- 5.5 装置测试时应为装置提供满足表 1 规定的温度条件。

表 1 装置测试工况温度条件

测试工况		热源侧		冷源侧		
		类型	进口 温度 ℃	水冷式	风冷式	水-空气冷却式
				进口温度 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃
A	夏季	气态余热	150	27	35	24
	冬季			7	7	6
B	夏季	汽态余热	110	27	35	24
	冬季			7	7	6
C	夏季	液态余热	80	27	35	24
	冬季			7	7	6
D	夏季	液态余热	65	27	35	24
	冬季	汽态余热		7	7	6

- 5.6 测量数据的记录应在测试工况稳定 0.5 h 后,每隔 15 min 测量记录一次,直至连续三次的测量数据符合表 1 的规定为止,第一次测量至第三次测量记录的时间称为测试周期。
- 5.7 装置在测试工况下应能连续运转,各紧固件应无松动。

6 测试准备

6.1 测试环境条件

- 测试环境条件应满足:
- 海拔不超过 1 000 m;
 - 最高环境温度不超过 40 ℃;
 - 在海拔超过 1 000 m 或环境空气温度高于 40 ℃的条件下进行测试时,应按 GB/T 755 规定执行。

6.2 装置状态及要求

- 6.2.1 装置的一般性要求应符合 GB/T 37819—2019 中 5.1.2~5.1.15 的规定。

6.2.2 装置的安全性要求应符合 GB/T 37819—2019 中 5.3 的规定。

6.2.3 装置的气密性要求应符合 GB/T 18430.1—2007 中的规定。

6.3 测试系统要求

6.3.1 测试系统应使用合格的测量仪器,完成温度、压力、流量、电工、时间、质量、噪声、转速、功率等测量,测量仪表应符合 6.4 的规定。

6.3.2 测试系统的测试设备和仪表不应妨碍装置的正常运转和操作。

6.3.3 测试系统使用的热源和冷源介质的清洁度和腐蚀性应符合装置要求,且水质应符合 GB/T 50050 的规定。

6.3.4 测试系统应具备电力安全并网和解裂功能,其电力系统设计标准应符合 GB 50588—2017 中第 12 章的规定。

6.3.5 测试系统应配置电能计量装置,其设计应满足 DL/T 5137 的要求。

6.3.6 测试系统的周围不应有干扰测试的因素,测试场所的电磁环境应符合 GB/Z 18039.1 的要求。

6.3.7 测试系统在停用时应注意防冻。

6.4 测试仪表要求

6.4.1 一般规定

6.4.1.1 测试用的仪表类型,可采用一种或数种进行测量。

6.4.1.2 测试用仪表应在有效使用期内,由国家计量部门进行检测并校正合格。

6.4.1.3 测量仪表的安装和使用方法应符合 GB/T 10870 中的规定。

6.4.2 温度测量仪表及要求

6.4.2.1 温度测量仪表

温度测量仪表有:玻璃水银温度计、电阻温度计、热电偶和半导体温度计。

6.4.2.2 温度测量仪表精度

测量如下参数的仪器准确度为:

- a) 装置冷、热源的进、出口温度: $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 液态有机工质温度: $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 其他温度: $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.4.2.3 温度测量要求

温度测量时应满足下列要求:

- a) 温度计套管采用薄壁钢管或不锈钢薄壁管,垂直插入流体(温度计套管的尺寸不使气流受到明显影响),管径较小时可斜插逆流或用测温管,插入深度为 $1/2$ 管道直径;
- b) 在用于测量冷、热源的进、出口温差时,宜在每次读数之后,交换进、出口温度计进行测量,以提高测量准确度;
- c) 在管壁外测量温度时,应设置保温措施,以提高测量准确度。

6.4.3 压力测量仪表及要求

6.4.3.1 压力测量仪表

压力测量仪表有:弹簧管式压力表、压力传感器、U 型管压差计和水银柱大气压力计等。

6.4.3.2 压力测量仪表精度

所有压力测量仪表,其绝对压力读数或压差读数的准确度为 $\pm 1\%$ 。

6.4.3.3 压力测量要求

压力测量时应满足下列要求:

- a) 测量压力为绝对压力时,应按测试时当地大气压力值进行修正(用水银大气压力计测量大气压力时,读数应做温度修正,或以当地气象参数为准);
- b) U型管压差计的玻璃管内径不小于6 mm。

6.4.4 流量测量仪表及要求

6.4.4.1 流量测量仪表

流量测量仪表有:流量节流装置、液体计量容器和液体质量或体积流量计等。

6.4.4.2 流量测量仪表精度

测量如下参数的仪器准确度为:

- a) 液态流量: $\pm 1\%$;
- b) 汽态余热介质流量、气体流量: $\pm 2\%$ 。

6.4.4.3 流量测量要求

流量测量时应满足下列要求:

- a) 流量节流装置的设计、制造、安装与计算应按照 GB/T 2624(所有部分)的规定;
- b) 流量节流装置的压差读数应不小于250 mm液柱高度。

6.4.5 电工测量仪表和精度

6.4.5.1 电工测量仪表

电工测量仪表有:功率表、电流表、电压表、功率因数表、频率表、互感器、耐电压检验装置。

6.4.5.2 电工测量仪表精度

电工测量仪表应符合 DL/T 448—2016 中第5.3级准确度等级的要求。其中:

- a) 功率表:指示式0.5级,积算式1级;
- b) 电流表、电压表、功率因数表和频率表:0.5级;
- c) 互感器:0.2级;
- d) 耐电压检验装置:2级。

6.4.6 时间测量仪表精度

时间测量仪表的准确度为 $\pm 0.1\%$ 。

6.4.7 重量(质量)测量仪表精度

重量(质量)测量仪表的准确度为 $\pm 0.2\%$ 。

6.4.8 噪声测量仪表精度

噪声测量仪表的准确度为 $\pm 2\%$ 。

6.4.9 转速测量仪表和精度

6.4.9.1 转速测量仪表

转速测量仪表有：转速计数器、转速表、闪光测频仪等。

6.4.9.2 转速测量仪表精度

转速测量仪表的准确度为±2%。

6.4.10 轴功率测量仪表和精度

6.4.10.1 轴功率测量仪表

轴功率测量仪表有：转矩转速仪、天平式测功机、标准电动机等。

6.4.10.2 轴功率测量仪表精度

轴功率测量仪表的准确度为±1.5%。

7 测试

7.1 测试要求

装置的测试方法共有 4 种，测试时应选择其中的 2 种，记为 X 法和 Y 法，在每个测试周期内应测量报告（见 8.2）中所规定的的数据，以及每种测试方法所要求的附加数据。4 种测试方法如下：

- a) 方法 A：热源介质法（见 7.5）；
- b) 方法 B：装置热平衡法（见 7.6）；
- c) 方法 C：液体有机工质流量计法（见 7.7）；
- d) 方法 D：气体有机工质流量计法（见 7.8）。

7.2 测试方法 X 法和 Y 法的选择

方法 A、B、C 和 D 中任何一种均可作为 X 法使用。

除以下几点外，任何一种试验方法均可作为 Y 法使用。

- a) 被作为 X 法的测试方法；
- b) 测量的量与 X 法相同的任一种方法，例如：方法 C、D 不能同时作为 X 法和 Y 法。

7.3 测试方法 X 法和 Y 法的组合

表 2 给出了 X 法和 Y 法的组合方式。

表 2 X 法和 Y 法的组合

X 法	Y 法	
	可	宜
A	B、C、D	B、C
B	A、C、D	A、C
C	A、B	A
D	A、B	A

7.4 测试参数规定

7.4.1 测试时测试参数极限偏差按表 3 规定。

表 3 测试参数极限偏差

测试参数	测量值与规定值间的最大 允许偏差	测量值相对于平均值的最大 允许偏差
液体温度	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$
气体温度	$\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
液体体积流量	$\pm 4.0\%$	$\pm 2.0\%$
气体体积流量	$\pm 10.0\%$	$\pm 5.0\%$
压力	$\pm 2\%$	$\pm 1\%$
电压	$\pm 2.0\%$	$\pm 1.0\%$
电流	$\pm 2.0\%$	$\pm 1.0\%$
频率	$\pm 2.0\%$	$\pm 1.0\%$
轴功率	$\pm 1.5\%$	$\pm 0.75\%$
转速	$\pm 2\%$	$\pm 1.0\%$
转矩	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.25\%$

7.4.2 测试装置冷、热源的进、出口温差在标定或测试时,应不小于 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

7.5 方法 A:热源介质法

7.5.1 测试系统

测试系统(如图 2)应能满足热源的温度、流量、压力等测试条件,在测试装置热源侧进、出口处设置流量调节阀;气(汽)态余热回收利用装置测试时,还应能提供满足热源湿度(干度)测试条件的附加测试装置。

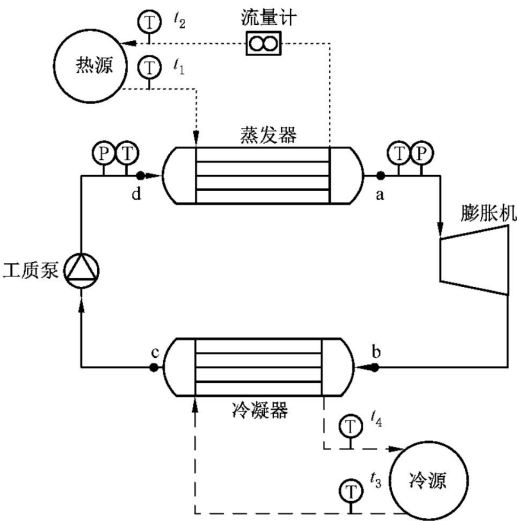


图 2 方法 A:热源介质法系统示意图

7.5.2 测试要求

7.5.2.1 热源侧进、出口温度及流量的允许偏差应符合表 3 的规定。

7.5.2.2 冷源侧进、出口温度及流量的允许偏差应符合表 3 的规定。

7.5.2.3 工质泵电源电压、频率及发电电压、频率应符合表 3 的规定。

7.5.3 装置吸热量的计算

装置蒸发器侧吸热量按式(1)计算：

$$Q_e = \rho q_v (h_1 - h_2) - Q_{e,r} \quad \dots\dots\dots (1)$$

对于液态余热,吸热量可按式(2)计算：

$$Q_e = c_p \rho q_v (t_1 - t_2) - Q_{e,r} \quad \dots\dots\dots (2)$$

其中：

$$Q_{e,r} = K_e A_e (t_{e,m} - t_a) \quad \dots\dots\dots (3)$$

7.6 方法 B:装置热平衡法

7.6.1 测试系统

测试系统(如图 3)在被测装置的冷源侧的进口处安装有流量测量装置,且进、出口管路设置流量调节阀门。

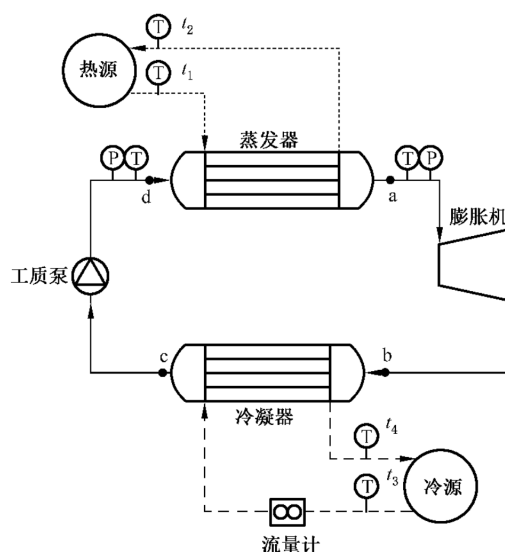


图 3 方法 B:装置热平衡法系统示意图

7.6.2 测试要求

7.6.2.1 热源侧进、出口温度及流量的允许偏差应符合表 3 的规定。

7.6.2.2 冷源侧进、出口温度及流量的允许偏差应符合表 3 的规定。

7.6.2.3 工质泵电源电压、频率及装置发电电压、频率应符合表 3 的规定。

7.6.3 装置放热量的计算

装置冷凝器侧的放热量按式(4)计算：

$$Q_c = c_p \rho q_v (t_4 - t_3) + Q_{c,r} \quad \dots\dots\dots (4)$$

其中:

$$Q_{c,r} = K_c A_c (t_{c,m} - t_a) \quad \dots\dots\dots (5)$$

对冷凝器有机工质侧进行隔热时,式(4)中的 $Q_{c,r}$ 可忽略不计;无隔热时,由式(5)确定。

装置蒸发器侧的吸热量按式(6)计算:

$$Q_e = Q_c + Q_{s,r} + W - P_{in} \quad \dots\dots\dots (6)$$

其中:

$$Q_{s,r} = K_f A_f (t_f - t_a) \quad \dots\dots\dots (7)$$

式(7)中,辅助设备无隔热时,取 $K_f = 7$,单位为瓦每平方米摄氏度 [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$];对辅助设备进行隔热时, K_f 由式(8)确定:

$$\frac{1}{K_f} = \frac{1}{\alpha_f} + \frac{\delta_f}{\lambda_f} \quad \dots\dots\dots (8)$$

7.7 方法 C:液体有机工质流量计法

7.7.1 测试系统

7.7.1.1 流量计安装在储液器或冷凝器(无储液器时)出口与工质泵之间的液体管道中,流量计的安装应符合 GB/T 2624(所有部分)。

7.7.1.2 测试系统(如图 4)在储液器或冷凝器(无储液器时)出口与工质泵之间应预留接口,供安装测量用设备。

7.7.1.3 测试时,应提供为测含油量而抽取有机工质-润滑油混合物样品的设备。

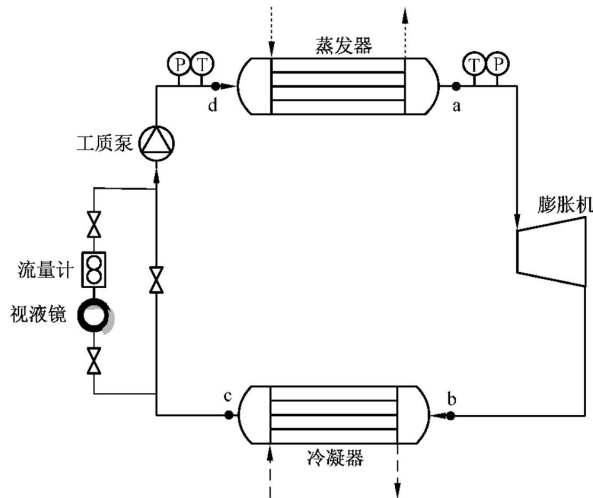


图 4 方法 C:液体有机工质流量计法系统示意图

7.7.2 测试要求

7.7.2.1 进入流量计的有机工质过冷度不小于 $3^\circ C$ 。

7.7.2.2 测试时应记录以下附加数据:

- a) 流量计进口有机工质温度;
- b) 蒸发器进口有机工质的温度、压力;
- c) 蒸发器出口有机工质的温度、压力。

7.7.3 装置的吸热量按式(9)计算

$$Q_e = \omega M_l (h_a - h_d) \quad \dots\dots\dots (9)$$

7.7.4 含油量的测定

有机工质-润滑油混合物液体含油量的测定按 GB/T 5773—2016 中附录 A 的规定。

7.8 方法 D: 气体有机工质流量计法

7.8.1 测试系统

7.8.1.1 流量计安装在蒸发器与膨胀机之间的管道上,为减少和消除有机工质气体流量的脉动,在相应管道上应装设脉动缓冲器,流量计的安装应符合 GB/T 2624(所有部分)。

7.8.1.2 在蒸发器出口与膨胀机之间应预留接口,供安装测量用设备,系统示意图如图 5。

7.8.1.3 测试时,应提供为测含油量而抽取有机工质-润滑油混合物样品的设备。

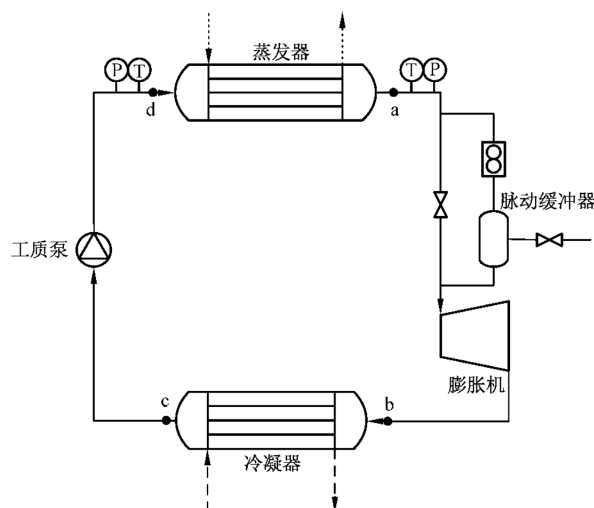


图 5 方法 D: 气体有机工质流量计法系统示意图

7.8.2 测试要求

7.8.2.1 测试时应记录以下附加数据:

- a) 蒸发器进口有机工质的温度、压力;
- b) 蒸发器出口有机工质的温度、压力。

7.8.2.2 测试时,为减少流量计的测量误差,应设置有效的油分离装置,使流经流量计的有机工质气体中含油量不超过 1.5%。

7.8.3 装置的吸热量按式(10)计算

$$Q_e = \omega M_g (h_a - h_d) \quad \dots\dots\dots (10)$$

7.8.4 含油量的测定

有机工质-润滑油混合物液体含油量的测定按 GB/T 5773—2016 中附录 A 的规定。

7.9 功率的测试方法

7.9.1 装置输入功率

装置输入功率 P_{in} 为工质泵的平均输入功率,可由电工测量设备直接读数得到。

7.9.2 装置输出轴功率

装置的输出轴功率 P_s 可由转矩转速仪或测功机直接测量得到。

7.9.3 装置发电功率

装置发电功率 P_{out} 可由测量周期内电工测量设备直接读数得到。

7.10 转化效率的评定

7.10.1 热功转化效率

装置的热功转化效率由式(11)确定:

$$\eta_s = \frac{P_s - P_{in}}{Q_e} \dots\dots\dots (11)$$

7.10.2 热电转换效率

装置的热电转化效率由式(12)确定:

$$\eta_{out} = \frac{P_{out} - P_{in}}{Q_e} \dots\dots\dots (12)$$

8 测试数据整理和测试报告内容

8.1 测试数据整理

8.1.1 有机工质参数值

有机工质物理性质参数值应采用现行的有机工质热物理性质表和图。

8.1.2 测试数据

所有测量数据应采用测试周期内连续三次测得的平均值,宜作不确定度分析。

8.2 测试报告内容

8.2.1 一般数据包括:

- a) 测试日期、地点、人员、启动时间、结束时间和测量时间;
- b) 装置型号和出厂编号;
- c) 装置额定发电功率;
- d) 冷、热源类型;
- e) 有机工质和润滑油;
- f) 环境温度。

8.2.2 测试工况为:

- a) 热源侧的进口温度;

- b) 冷源侧的进口温度。

8.2.3 测试方法为：

- a) X 法；
- b) Y 法。

8.2.4 测试结果及平均值包括：

- a) 热源介质的进、出口温度、流量；
- b) 冷源介质的进、出口温度、流量；
- c) 有机工质循环侧蒸发压力、冷凝压力和循环流量；
- d) 装置输入电压、电流和功率；
- e) 装置的发电机输出电流、电压、频率或输出轴功率；
- f) 其他数据(根据所用的测试方法,应需要一些附加数据)。

8.2.5 计算结果包括：

- a) 装置吸热量；
- b) 装置发电功率或输出轴功率；
- c) 装置热电转换效率或热功转化效率；
- d) X 法和 Y 法测试的偏差。

8.2.6 其他内容包括：

- a) 测试单位、测试负责人签章；
- b) 委托单位信息,包括名称和单位地址；
- c) 检测结论；
- d) 检测报告编号、页数；
- e) 测试数据后应有数据单位。

8.3 测试报告书

测试报告书宜采用“测试报告书模版”格式,测试报告书模版参见附录 A。

附 录 A
(资料性附录)
测试报告书模板

测试报告编号：第__页 共__页

低温双循环余热回收利用装置测试报告

测试执行人签字：_____

测试负责人签字：_____

测试地点：_____

测试日期：_____

测试单位名称（公章）：_____

测试报告编号							第 页, 共 页	
装置名称			装置型号					
			装置编号					
委托单位名称/地址								
装置额定发电功率/W			有机工质					
			润滑油					
装置热源/冷源	热源: 气态 <input type="checkbox"/> 汽态 <input type="checkbox"/> 液态 <input type="checkbox"/>			冷源: 水冷式 <input type="checkbox"/> 风冷式 <input type="checkbox"/> 水-空气冷却式 <input type="checkbox"/>				
测试方法	X 法	<input type="checkbox"/> 方法 A <input type="checkbox"/> 方法 B <input type="checkbox"/> 方法 C <input type="checkbox"/> 方法 D						
	Y 法	<input type="checkbox"/> 方法 A <input type="checkbox"/> 方法 B <input type="checkbox"/> 方法 C <input type="checkbox"/> 方法 D						
测试结果								
参数	X 法			Y 法			平均值 (X 法)	平均值 (Y 法)
热源介质进口温度/℃								
热源介质出口温度/℃								
热源介质体积流量/(m ³ /s)								
冷源介质进口温度/℃								
冷源介质出口温度/℃								
冷源介质体积流量/(m ³ /s)								
吸热量/W								
蒸发压力/Pa								
冷凝压力/Pa								
有机工质质量流量/(kg/s)								
输入电流/A								
输入电压/V								
输入功率/W								
输出电流/A								
输出电压/V								
输出频率/Hz								
输出轴功率/W								
发电功率/W								
热电转化效率/%								
X 法和 Y 法测试的偏差/%								
测试结论及单位公章								

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
低温双循环余热回收利用装置
性能测试方法

GB/T 40286—2021

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2021年5月第一版

*

书号: 155066 · 1-67834

版权专有 侵权必究



GB/T 40286-2021



码上扫一扫 正版服务到