



# 中华人民共和国机械行业标准

JB/T 13725—2019

## 内燃机 废气再循环冷却器 (EGRC) 试验方法

Internal combustion engines—Exhaust gas recirculation coolers—  
Test methods

2019-08-02 发布

2020-04-01 实施



中华人民共和国工业和信息化部 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 试验项目 ..... 1

5 试验装置 ..... 2

    5.1 通用要求 ..... 2

    5.2 耐振性能试验装置、静压强度试验装置、耐压力脉冲性能试验装置 ..... 2

    5.3 耐热冲击性能试验装置 ..... 2

    5.4 气侧清洁度检测装置 ..... 3

    5.5 防冻性能试验装置 ..... 3

    5.6 综合性能试验装置 ..... 3

6 试验方法 ..... 5

    6.1 耐振性能试验、静压强度试验、耐压力脉冲性能试验 ..... 5

    6.2 耐热冲击性能试验 ..... 5

    6.3 气侧清洁度的检测 ..... 5

    6.4 防冻性能试验 ..... 5

    6.5 综合性能试验 ..... 6

7 试验报告 ..... 7

图 1 耐热冲击性能试验装置原理 ..... 2

图 2 综合性能试验装置原理 ..... 4

图 3 防冻性能试验循环试验曲线 ..... 6

表 1 测量仪器的测量准确度和精密度 ..... 4

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国内燃机标准化技术委员会 (SAC/TC 177) 归口。

本标准起草单位：浙江银轮机械股份有限公司、北京美联桥科技集团有限公司、泰州市龙腾散热器有限公司、浙江正信车辆检测有限公司、上海内燃机研究所、广西玉林达业机械配件有限公司、江苏和平动力机械有限公司、天津格特斯检测设备技术开发有限公司、上海汽车集团股份有限公司商用车技术中心、杭州特种纸业公司。

本标准主要起草人：夏立峰、汤俊洁、卞再荣、蒋平灶、沈红节、韦世宝、魏纲、蔡志雄、乔亮亮、吴安波、张文锋、陈渭伟。

本标准为首次发布。

# 内燃机 废气再循环冷却器 (EGRC) 试验方法

## 1 范围

本标准规定了内燃机用废气再循环冷却器 (EGRC) 试验的术语和定义、试验项目、试验装置、试验方法、试验报告。

本标准适用于内燃机用废气再循环冷却器 (EGRC) (以下简称冷却器)。

## 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 2423.22—2012 环境试验 第2部分: 试验方法 试验N: 温度变化

GB/T 3821 中小功率内燃机 清洁度限值和测定方法

JB/T 10408 内燃机 换热器 可靠性试验方法

JB/T 11327 内燃机 废气再循环冷却器 (EGRC)

JB/T 11798—2014 内燃机 换热器 风洞试验装置

## 3 术语和定义

JB/T 11798—2014 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**准确度 accuracy**

仪器指示或记录被测真值的能力, 以测量示值与真值之间的差值来表示。

### 3.2

**精密度 precision**

在相同条件下, 采用相同方法对相同的物理量进行重复测量时, 得到的示值接近一致的程度。

### 3.3

**气侧放热流量 air heat release rate**

冷却器热侧空气单位时间所能释放的热量。

### 3.4

**液侧吸热流量 cooling heat absorbing rate**

冷却器液侧冷却水单位时间所能吸收的热量。

### 3.5

**热平衡误差 heat balance error**

冷却水的吸热流量 (液侧吸热流量) 相对于热空气放热流量 (气侧放热流量) 的相对误差。

## 4 试验项目

本标准规定的试验项目如下:

- a) 耐振性能试验;
- b) 静压强度试验;
- c) 耐压力脉冲性能试验;
- d) 耐热冲击性能试验;
- e) 气侧清洁度检测;
- f) 防冻性能试验;
- g) 综合性能试验。

## 5 试验装置

### 5.1 通用要求

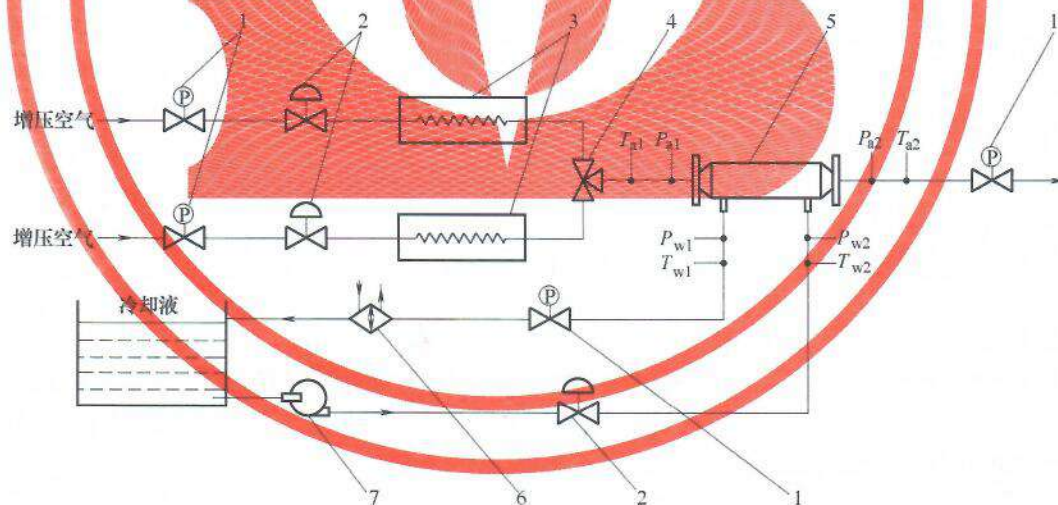
- 5.1.1 试验装置和所有仪表均需通过法定计量部门检定或校准合格并在有效期内才能使用。
- 5.1.2 所有试验装置都应配置在紧急情况下自动停机及安全保护的装置。

### 5.2 耐振性能试验装置、静压强度试验装置、耐压力脉冲性能试验装置

耐振性能试验装置、静压强度试验装置、耐压力脉冲性能试验装置应满足 JB/T 10408 的要求。

### 5.3 耐热冲击性能试验装置

- 5.3.1 耐热冲击性能试验装置原理如图 1 所示，但不限于图 1 所示形式。



说明:

- 1——调节阀;
- 2——流量计;
- 3——空气加热器;
- 4——换向阀;
- 5——试验件;
- 6——冷却器;
- 7——水泵。

图1 耐热冲击性能试验装置原理

5.3.2 耐热冲击性能试验装置的主体应按试验规范的要求对试验件进行加热和冷却，试验装置应能准确测量和记录试验件或试验介质的最高温度、最低温度、温度变化的周期和温度交变次数。试验装置至少应包括以下几个部分：

- a) 气侧“热”介质加热和输送装置；
- b) 气侧“冷”介质加热和输送装置；
- c) 液侧介质加热、冷却和输送装置；
- d) 介质流量调节和控制装置；
- e) 介质或试验件温度控制、测量与记录装置；
- f) 冷热循环次数测量与记录装置；
- g) 压力测量装置。

5.3.3 试验装置的控制精度应满足试验规范的要求。试验参数的测量准确度应符合以下要求：

- a) 试验介质或试验件温度测量准确度应为 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内；
- b) 试验介质流量测量准确度应为实际值的 $\pm 1.5\%$ 以内；
- c) 温度交变周期或频率测量准确度应为实际值的 $\pm 1\%$ 以内；
- d) 压力测量准确度应为实际值的 $\pm 1.5\%$ 以内；
- e) 温度交变次数计数准确度应为实际值的 $\pm 0.5\%$ 以内，次数累计计数准确度应为10次以内。

5.3.4 试验介质应使用与实际工况相同或相近的介质，本标准推荐使用以下试验介质：

- a) 气侧采用干燥压缩空气或燃烧气体；
- b) 液侧采用50%乙二醇+50%清水的混合液（体积比）。

5.3.5 试验工装应根据产品的实际情况进行设计，在试验件试验时尽可能模拟实际使用情况。密封材料应保证介质在测试过程中不发生泄漏。

## 5.4 气侧清洁度检测装置

气侧清洁度检测装置和试验室应符合 GB/T 3821 规定的要求。

## 5.5 防冻性能试验装置

5.5.1 防冻性能试验装置的主体包括能按试验规范要求的试验周期对试验件环境施加指定温度的环境仓、满足试验件温度要求的控温系统和满足测量需求的测量仪器，并满足 GB/T 2423.22—2012 中 Nb 规定的要求。其至少应包括以下两部分：

- a) 高低温环境试验箱；
- b) 计时装置。

5.5.2 试验装置的高温环境、低温环境和保存时间应满足试验规范的要求。

5.5.3 试验参数的测量准确度要求：

- a) 温度测量准确度应为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内；
- b) 时间测量准确度应为实际值的 $\pm 1\%$ 以内。

5.5.4 试验工装应根据产品的实际情况进行设计，确保工装有足够的刚性，密封材料的强度应保证介质在测试过程中不发生泄漏。

## 5.6 综合性能试验装置

### 5.6.1 试验装置原理

综合性能试验装置原理如图2所示，但不限于图2所示形式。

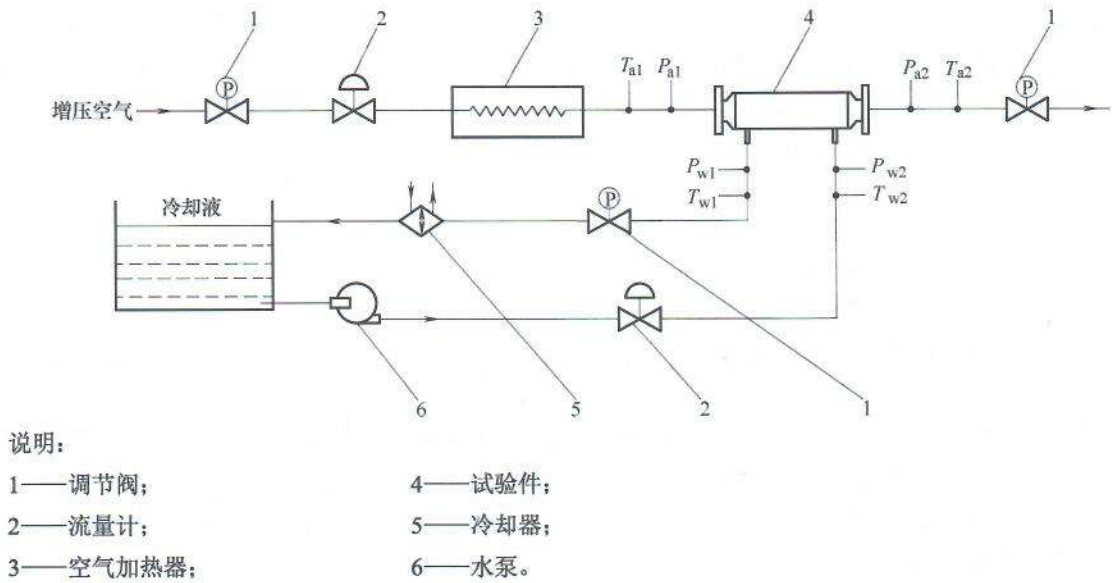


图2 综合性能试验装置原理

5.6.2 测量仪器的测量准确度和精密度

测量仪器的测量准确度和精密度应符合表 1 的规定。

表1 测量仪器的测量准确度和精密度

测量参数	准确度	精密度
进气侧温度	$\pm 1.5^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
出气侧温度	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.25^{\circ}\text{C}$
液侧温度	$\pm 0.1^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.05^{\circ}\text{C}$
压力	$\pm 1\%$	$\pm 0.5\%$
流量	$\pm 1\%$	$\pm 0.5\%$

5.6.3 试验介质

5.6.3.1 气侧介质为干燥压缩空气或燃烧气体，优先推荐干燥压缩空气。

5.6.3.2 液侧介质为 50%乙二醇+50%清水（体积比）或清水。

5.6.4 介质加热方式

冷、热介质优先推荐使用电加热方式，亦可采用其他加热方式。在整个加热过程中对温度的控制应采用无级调节装置。

5.6.5 气侧回路

气侧回路应能在规定的压力和温度下，在冷却器工作的额定流量 50%~150%范围内提供高温气体。气侧回路由气源、空气加热器、温度控制仪、空气流量控制装置和压力调节装置等组成。

5.6.6 液侧回路

用于试验的液侧循环回路中应装设排除气体的装置，水泵的最大供水流量应不小于冷却器额定水流量的 150%，流量、温度的控制应采用无级调节装置。

## 6 试验方法

### 6.1 耐振性能试验、静压强度试验、耐压力脉冲性能试验

耐振性能试验、静压强度试验、耐压力脉冲性能试验按 JB/T 10408 的规定进行。

### 6.2 耐热冲击性能试验

6.2.1 试验前应对试验件进行完好性检查，确认试验件完好。

6.2.2 将试验件上不是试验介质循环所需要的通道口牢固堵塞。

6.2.3 将试验件与试验装置的介质循环管路连接，起动液侧介质循环泵，使试验件内充满试验介质并排尽空气，之后气路通入一定流量的气体，分别检查气侧和液侧管路是否已完全密封。

6.2.4 试验件液侧持续通入试验介质，介质温度为试验规范要求的温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，介质流量为试验规范要求的介质流量。

6.2.5 试验件气侧交替通入高温介质和低温介质。高温介质的温度为试验规范要求的高温温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，低温介质的温度为试验规范要求的低温温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；介质流量为试验件工作时的介质额定流量。

6.2.6 试验过程分为温度控制和时间控制两种方式，但不限于这两种方式。试验时应根据 JB/T 11327 的要求或客户指定的技术要求进行设置。温度控制方式和时间控制方式的试验过程如下：

- a) 温度控制方式：先通入高温介质，运行到指定温度，当试验件的气侧出口温度变化梯度不大于  $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$  时，可以认为试验件的温度达到了稳定，然后将高温介质切换为低温介质，再运行到指定温度，并确保气侧出口温度变化梯度不大于  $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，以此过程为一个循环，连续运行直到完成规定的温度交变次数；
- b) 时间控制方式：先通入高温介质，运行指定时间，然后将高温介质切换为低温介质，再运行指定时间，此过程为一个循环，连续运行直到完成规定的温度交变次数。

6.2.7 在试验过程中，应监测试验件的完好性。每完成 100 次循环进行一次密封性检查，若发现试验件有规范不允许的任何形式的损坏现象，应立即停止试验，并记录已完成的温度交变次数和试验件损坏情况。

6.2.8 试验结束后，检查试验件的完好性。当发现试验件有损坏或泄漏时，应详细记录损坏或泄漏的部位和程度。

6.2.9 试验记录应包括以下内容：

- a) 试验设备的名称、型号规格及设备状况；
- b) 试验开始和结束时间；
- c) 试验件的名称、型号规格及试验时随带附件情况；
- d) 试验件在进行耐热冲击性能试验前经历过的试验项目；
- e) 试验前试验件完好性检查情况；
- f) 试验介质名称；
- g) 温度交变范围、交变频率或周期，介质温度和流量，完成的温度交变次数；
- h) 耐热冲击性能试验结束后试验件完好性检查情况。

### 6.3 气侧清洁度的检测

冷却器气侧清洁度的检测按 GB/T 3821 进行，最大金属颗粒尺寸  $W_m$  在分辨力不大于  $0.001\text{ mm}$  的显微镜上进行测量。

### 6.4 防冻性能试验

6.4.1 试验前应对试验件进行完好性检查，确认试验件是否完好。

6.4.2 冷却器的液侧注入容积 80% 的冷却液（冷却液的配比为 50% 乙二醇+50% 清水，体积比），并对液侧各端口进行密封。

6.4.3 将冷却器放在高低温环境试验箱中，在  $-40^{\circ}\text{C}$  环境温度下冷冻 3 h，在 1.5 h 内将环境温度加热至  $80^{\circ}\text{C}$  并保持 0.5 h，再在 1.5 h 内将环境温度冷却到  $-40^{\circ}\text{C}$ ，此为一个循环，如本标准图 3 所示。按 GB/T 2423.22—2012 中 Nb 的要求重复以上操作并完成 4 个循环，试验结束。

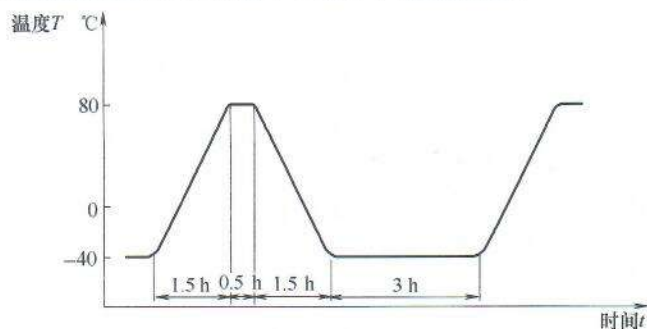


图3 防冻性能试验循环试验曲线

## 6.5 综合性能试验

### 6.5.1 试验条件

冷却器综合性能试验的要求如下：

- 进行试验的试验件为经检验合格后的冷却器成品；
- 试验装置应符合本标准 5.6 的规定；
- 试验参数按 JB/T 11327 或客户指定的技术要求。

### 6.5.2 试验前的准备

试验前按以下步骤进行准备：

- 检查工装情况，确认工装与试验要求一致；
- 将试验件与工装连接好，安装在试验台上，检查进出气管、水管、温度计、测压导管是否与要求一致；
- 检查并确认液侧、气侧无泄漏后，将试验件用适当方式进行保温。

### 6.5.3 试验方法

冷却器综合性能试验步骤如下：

- 检查阀门位置，电路是否正常，水箱液位是否正常。
- 开启主电源，起动水泵、气泵，检查系统有无泄漏。确认系统无泄漏后，开启系统循环，开启水、气加热装置，控制水、气的试验件进口温度。
- 调节试验参数到指定值：液侧进口温度控制在指定值  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  范围内，气侧空气进口温度控制在指定值  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  范围内；流量波动控制在设定值的  $\pm 10\%$  范围内，认为系统充分稳定，开始测量并记录试验数据。在试验过程中每一试验工况点每分钟采集的数据不少于 30 组。
- 先设定液侧其中一个工况点，依次变化气侧工况；待液侧工况稳定之后，逐次测量，每一工况点液侧的进口温度变化不超过  $0.2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，气侧空气进口温度变化不超过  $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，至少稳定 5 min，进行数据自动采集，采样周期不少于 30 s，30 s 内采样数量不小于 15 s 次，取算术平均值后录入。然后更换下一个液侧工况。再依次变化气侧工况，以此测得所有工况下的各参数。
- 试验结束后，依次关闭空气加热器、水加热器、气泵、水泵，关闭电源。待试验件冷却后拆下

冷却器及工装，检查试验件，清理场地及设备。

#### 6.5.4 试验数据的处理

冷却器综合性能试验按 JB/T 11798 的规定进行试验数据的记录、计算和整理。

#### 6.5.5 热平衡误差 $\Delta$ 可接受判据

##### 6.5.5.1 试验时的热平衡误差 $\Delta$ 按公式 (1) 计算。

$$\Delta = \left| \frac{Q_a - Q_w}{Q_a} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$Q_a$ ——气侧放热流量，单位为瓦 (W)；

$Q_w$ ——液侧吸热流量，单位为瓦 (W)。

##### 6.5.5.2 试验时热平衡误差 $\Delta$ 符合以下规定，试验数据方为有效：

- a) 型式试验、设备标定： $\Delta \leq 8\%$ ；
- b) 出厂试验： $\Delta \leq 10\%$ 。

### 7 试验报告

#### 7.1 产品试验结束后，应对试验结果进行汇总分析，并出具试验报告。

#### 7.2 试验报告应至少包含以下内容：

- a) 试验项目名称；
- b) 试验件型号或件号、数量；
- c) 试验件提供单位及抽样方式；
- d) 试验设备；
- e) 试验条件及依据；
- f) 试验记录和结果；
- g) 试验单位、日期、地点；
- h) 主要试验人员及审批记录。