

团体标准

T/CICEIA/CAMS 29-2021

汽油机消声器 排气被动阀

Gasoline engine muffler - Exhaust passive valve

发布稿

2021-11-15 发布

2021-11-18 实施

中国内燃机工业协会

发布

中国机械工业标准化技术协会

目 次

前言	II
汽油机消声器 排气被动阀	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	3
5 检验规则	5
6 标志、包装、运输、贮存	6
附录 A (规范性) 被动阀弹簧工作刚度试验	7
附录 B (规范性) 被动阀流量-开度曲线试验	9
附录 C (规范性) 开闭噪声试验	11
附录 D (规范性) 台架异响试验	13
附录 E (规范性) 热冲击试验	14
附录 F (规范性) 开合耐久性能试验	16
图 1 被动阀 Q- θ 曲线	4
图 2 被动阀开度	4
图 3 被动阀 Q- θ 曲线	5
图 A.1 被动阀刚度测试	7
图 A.2 被动阀刚度测试	7
图 B.1 流量流量开度曲线测试系统	9
图 C.1 被动阀开闭噪声测试系统	11
图 D.1 安装被动阀的消声器异响测试示意图	13
图 E.1 被动阀热冲击测试布置	14
图 E.2 热冲击循环示意图	14
图 F.1 被动阀开合耐久测试安装示意图	16
表 1 检验项目	5
表 A.1 弹簧刚度数据计算表	8
表 B.1 被动阀流量-开度曲线数据表	10
表 C.1 开闭噪声数据记录	12
表 E.1 热冲击工况设置	14

前 言

本文件按GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国内燃机工业协会提出。

本文件由中国内燃机工业协会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：无锡威孚力达催化净化器有限责任公司、天津索克汽车试验有限公司、温州科博达汽车部件有限公司。

本文件主要起草人：陈增响、温任林、冯曦、柯炳金、汪海燕、何伟娇、彭鹏、杨纯。

本文件为首次发布。

C I C E I A

汽油机消声器 排气被动阀

1 范围

本文件规定了汽油机消声器排气被动阀的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存等。

本文件适用于车辆用汽油机消声器机械弹簧式排气被动阀。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 3241-2010 电声学 倍频程和分数倍频程滤波器

GB/T 3785.2-2010 电声学 声级计 第2部分：型式评价试验

GB/T 10125-2012 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验（eqv ISO 9227：2006）

GB/T 14762-2008 重型车用汽油发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法

GB/T 18297-2001 汽车发动机性能试验方法

JB/T 7796-2017 弹簧拉压试验机

JJG 176-2005 声校准器

QC/T 631-2009 汽车排气消声器总成技术条件和试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

双模式消声器 dual-mode muffler

安装在汽油机排气系统中，能够通过改变气流路径，实现两种工作模式，从而达到较低的排气背压和噪声的消声器。

3.2

排气被动阀 exhaust passive valve

安装在双模式消声器内部或者外部，通过排气气流推力开启阀门，改变消声器气流路径，降低排气噪声，平衡排气背压的装置。本文件所述的排气被动阀指机械弹簧式排气被动阀（以下简称被动阀）。

3.3

被动阀弹簧工作刚度 working stiffness of passive valve spring

在发动机正常工作的排气温度和流量范围内，被动阀弹簧的刚度。扭转弹簧的扭转刚度和弹簧片的弯曲刚度。

3.4

被动阀开度 passive valve openness

被动阀门绕旋转轴打开的角度，用 θ 表示。

3.5

被动阀开闭噪声 opening and closing noise of passive valve

被动阀在正常使用过程中，阀门开启或闭合过程而产生的气流脉动、机械撞击、阀门及弹簧元件开合等各种非正常噪声，例如气流的啸叫声、阀门的敲击声等。

3.6

被动阀异响 abnormal noise of passive valve

双模式消声器在其正常工作范围内，因阀门异常抖动导致气流波动而产生的噪声。

3.7

双模式消声器排气背压 back pressure of dual-mode muffler

按 GB/T 18297-2001 设置排气背压测量点，对应双模式消声器和空管的测点处的相对压力值之差。

$$\Delta P = P_{ex1} - P_{ex2} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

ΔP —压力差，单位为千帕(kPa)；

P_{ex1} —带消声器时测点的相对压力，单位为千帕(kPa)；

P_{ex2} —不带消声器时测点的相对压力，单位为千帕(kPa)。

3.8

被动阀额定压力损失 rated pressure loss of passive valve

按GB/T 18297-2001设置排气背压测量点（离发动机排气管出口或涡轮增压器出口75mm处，在排气连接管里测量，测压头与管内壁平齐），发动机额定工况下，对应安装被动阀和不安装被动阀的消声器排气压力差值。

$$\Delta P_f = P_1 - P_2 \dots \dots \dots (2)$$

式中：

ΔP_f —被动阀额定点压力损失，单位为千帕(kPa)；

P_1 —安装被动阀的双模式消声器额定点排气背压，单位为千帕(kPa)；

P_2 —不安装被动阀的消声器额定点排气背压，单位为千帕(kPa)。

3.9

双模式消声器峰值背压 peak back pressure of dual-mode muffler

被动阀门最大开启角度范围内，双模式消声器入口至出口位置的最大压力损失。

3.10

被动阀最大开度 maximum openness of passive valve

指被动阀安装在特定的发动机排气系统中，排气气流推动阀门所能打开的最大角度。

3.11

被动阀最大允许开度 maximum allowable openness of passive valve

被动阀门正常工作而不破坏被动阀弹簧性能所允许开启的最大角度。

3.12

流量-开度曲线 flow-openness curve

被动阀门开度随排气流量变化而变化的曲线，即 $Q-\theta$ 曲线。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 被动阀应按规定程序批准的产品图样和技术文件制造，并符合本文件要求。

4.1.2 原材料、外协件和外购件的质量应有供方签发的符合标准要求的出厂合格证或质量保证书并经本单位复验合格方可使用。

4.1.3 结构形位尺寸应符合产品图样的要求。

4.2 外观

4.2.1 被动阀所有焊缝应均匀规整，不允许有脱焊、夹渣、裂缝、烧穿等缺陷。

4.2.2 被动阀表面不允许有毛刺、焊接飞溅物，外表面应平整、无压坑、无碰伤和划痕。

4.2.3 被动阀上的文字、符号等标志应正确、清晰、耐久。

4.3 防腐蚀性能

被动阀零部件及总成应采取防腐蚀措施，按照 GB/T 10125-2012 规定的方法进行盐雾试验，48h 试验周期内应无明显锈蚀。

4.4 被动阀弹簧性能

被动阀弹簧应能够满足 500℃ 高温下正常工作的要求，按照附录 A（被动阀弹簧工作刚度试验）测试不同样件（ ≥ 3 件）在不同温度下的弹簧工作刚度，相同温度下的弹簧工作刚度波动应 $\leq 3\%$ 。

4.5 压力损失限值

4.5.1 被动阀导致的压力损失应 $\leq 10\text{kPa}$ 。

4.5.2 双模式消声器的峰值背压不应高于 QC/T 631—2009 规定的压力损失限值。

4.6 多样件流量开度差值限值

按照附录 B（被动阀流量-开度曲线试验）的方法进行多样件（建议 ≥ 3 件）测试，获得被动阀的 $Q-\theta$ 曲线并比较 $Q-\theta$ 曲线和理论开度曲线的一致性，如图 2 所示，要求流量开度差异 $\Delta\theta \leq 3^\circ$ 。

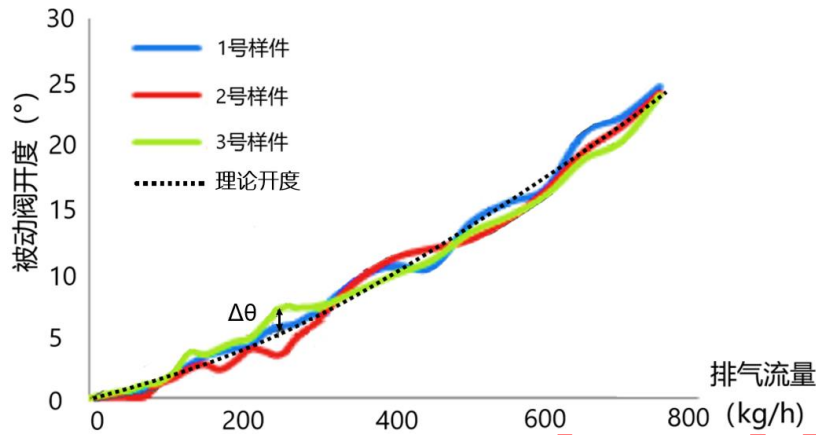


图1 被动阀 $Q-\theta$ 曲线

4.7 被动阀开度

被动阀开度 θ 为阀门碟片绕阀门转轴开启的角度，如图 2 所示。发动机正常工作过程中，防止被动阀开度过大导致开闭噪声过大，被动阀开度 θ 应 $\leq 30^\circ$ ，且小于等于被动阀最大允许开度。

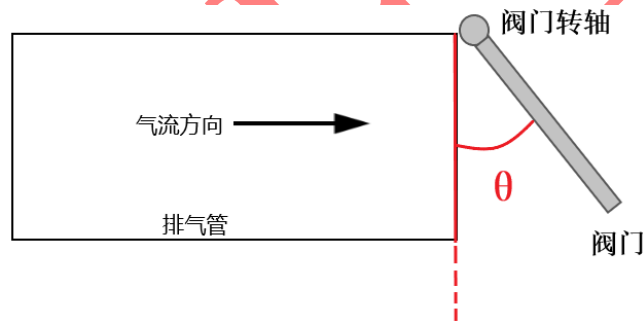


图2 被动阀开度

4.8 噪声性能

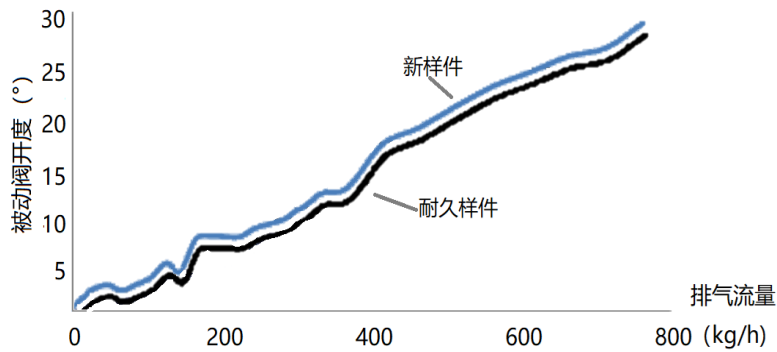
4.8.1 被动阀新样件在打开和关闭过程中，按附录 C（开闭噪声试验）测试，不应有明显的被动阀开闭噪声；按照附录 E（热冲击试验）及附录 F（开合耐久性能试验）要求进行耐久性能试验后，被动阀开闭噪声增压应不大于 1dB。

4.8.2 按附录 D（台架异响试验）测试，被动阀新样件在发动机不同工况下不应有明显的排气异响；按照附录 E（热冲击试验）及附录 F（开合耐久性能试验）要求进行机械性能试验后，排气噪声增加应不大于 1dB。

4.9 耐久性能

4.9.1 双模式消声器总成按照 QC/T 631-2009 规定的振动试验方法进行振动耐久试验后，双模式消声器内部及被动阀任何部位不应出现开裂、脱焊等损坏。

4.9.2 按照附录 E（热冲击试验）及附录 F（开合耐久性能试验）要求进行试验，被动阀弹簧无断裂、裂纹、变形等损坏，相同温度下被动阀弹簧工作刚度变化应 $< 5\%$ 。耐久前后的流量开度最大差值应 $\leq 4^\circ$ ，如图 3 所示。

图3 被动阀 Q- θ 曲线

5 检验规则

5.1 检验类型

被动阀的检验分出厂检验和型式检验两类。

5.2 出厂检验

5.2.1 每个产品出厂前均应进行出厂检验，由单位质检部门检验合格，并出具合格证明。

5.2.2 出厂检验项目按表 1。

5.2.3 出厂检验全部合格为合格品。

5.3 型式检验

5.3.1 型式检验项目按表 1。

5.3.2 型式检验方法采用随机抽样，从出厂合格的产品中随机抽取 5 个，抽样基数不少于 100 个。

表1 检验项目

序号	检验项目名称	技术要求 (条)	试验方法 (条)	出厂检验	型式检验
1	原料、材料和外购件	4.2		—	—
2	外观	4.4	目测	√	—
3	结构尺寸	4.3	尺寸检测	√	—
4	防腐蚀	4.5		—	—
5	压力损失	4.7		√	—
6	噪声性能	4.10		—	—
7	耐久性能	4.11			—

“√”表示全数检验；“—”表示抽检。

5.3.3 发生下列情况之一时，应进行型式试验。

- a) 新产品定型或鉴定；
- b) 产品转移生产场地时；
- c) 正式生产后，如结构、材料、工艺等有较大改变，可能影响产品性能时；

- d) 产品长期停产后, 恢复生产时;
 - e) 国家质量监督机构提出型式检验时。
- 5.3.4 任一检验项目不合格, 应加倍抽样复检, 如仍有不合格项目, 则判定为型式检验不合格。

6 标志、包装、运输、贮存

6.1 标志

被动阀上应有名称、型号、制造厂名、生产日期等永久标识。

6.2 包装

6.2.1 产品应妥善包装, 包装应保证产品在运输和贮存期内不受损害。

6.2.2 包装箱(袋)外应标明。

- a) 产品名称和型号;
- b) 制造厂名、地址、邮编和电话;
- c) 产品执行标准编号;
- d) 出厂编号(批号)或出厂日期;
- e) 产品数量;
- f) 总质量和净质量;
- g) 包装箱(袋)外形尺寸;
- h) “防淋雨水”或相应标记。

6.2.3 包装箱(袋)内应随同产品附以下文件。

- a) 产品合格证;
- b) 产品安装使用说明书;
- c) 产品保修卡或质量跟踪卡。

6.3 运输

运输中应防止磕碰、变形、损伤、雨淋。在长途运输中应有防锈蚀措施。

6.4 贮存

被动阀包装后应置于干燥通风、无腐蚀的环境下贮存, 贮存过程中不应接触地面, 并定期检查。

附 录 A
(规范性)
被动阀弹簧工作刚度试验

A.1 试验目的

测试不同温度下被动阀弹簧的工作刚度。

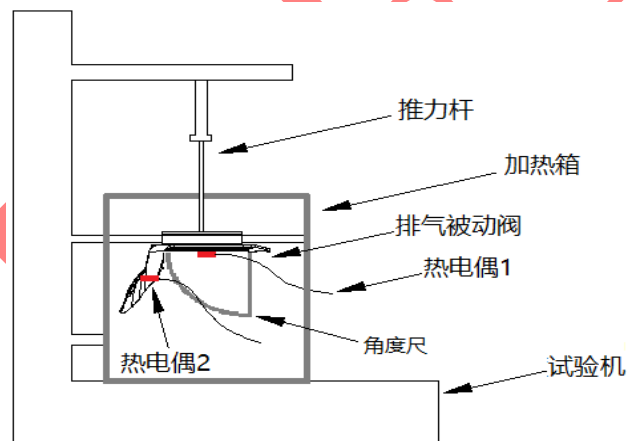
A.2 试验要求

A.2.1 弹簧刚度试验机应满足JB/T 7796-2017 的技术要求。试验拉压力满足100N内误差在 $\pm 0.01\text{N}$ 以内，1000N~5000N时，拉压力误差中 $\pm 0.1\text{N}$ 范围内。

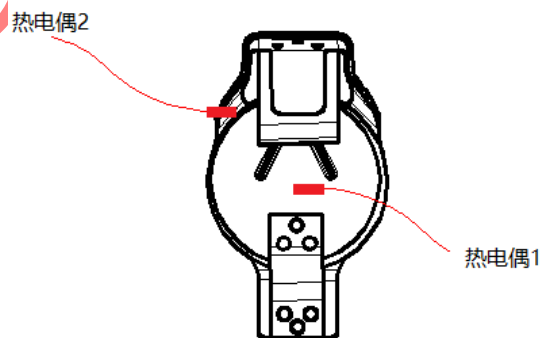
A.2.2 弹簧刚度试验机要求在稳固的基础上放置，周围无振动，无强磁场干扰的清洁的环境中。

A.3 试验步骤

A.3.1 按照图A.1所示，将被动阀固定在高温刚度试验机上，固定方式和整车安装方式保持一致。



图A.1 被动阀刚度测试



图A.2 被动阀刚度测试

A.3.2 在被动阀上布置2个热电偶，分别布置在被动阀阀门背面和阀架上，如图A.2所示。热电偶布置应不影响被动阀的正常开闭和使用。

A.3.3 测试常温下的被动阀的刚度。保持被动阀处于 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 温度下，用细长顶针顶住被动阀门中心位置，匀速推动阀门至最大开度，顶力每增加20N，按A.1表格记录顶力、弹簧位移及阀门开度。

A.3.4 预热被动阀至 $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 并保持10min，按照上述方法测试并记录顶力、弹簧位移和阀门开度。

A.3.5 按照上述测试方法，温度增量 100°C ，依次测试至 400°C ，记录相应温度下的顶力、弹簧位移及阀门开度。

A.3.6 根据记录数据形成顶力—弹簧位移曲线，曲线中稳定直线段部分的斜率即定义为刚度。

表A.1 弹簧刚度数据计算表

样件号	温度 $^{\circ}\text{C}$	顶力 N	弹簧位移 mm	阀门开度 θ $^{\circ}$
01	20 ± 5			
	100 ± 5			
	200 ± 5			
300 ± 5				
400 ± 5				
500 ± 5				
02	20 ± 5			
	100 ± 5			
	...			
...				

附 录 B
(规范性)
被动阀流量-开度曲线试验

B.1 试验目的

检测被动阀的开度随排气流量变化的程度，获得被动阀流量-开度曲线。

B.2 试验要求

B.2.1 燃烧器最大排气流量应在1000kg/h以上，流量在500kg/h以上时，最大可控排气温度800℃以上。最小排气流量50kg/h，达到最小流量时，最小可控排气温度100℃~110℃。

B.2.2 采用万能角度尺进行开度测量，角度尺精度 $\leq 2'$ 。

B.3 试验步骤

B.3.1 按图B.1所示的方式安装固定被动阀。

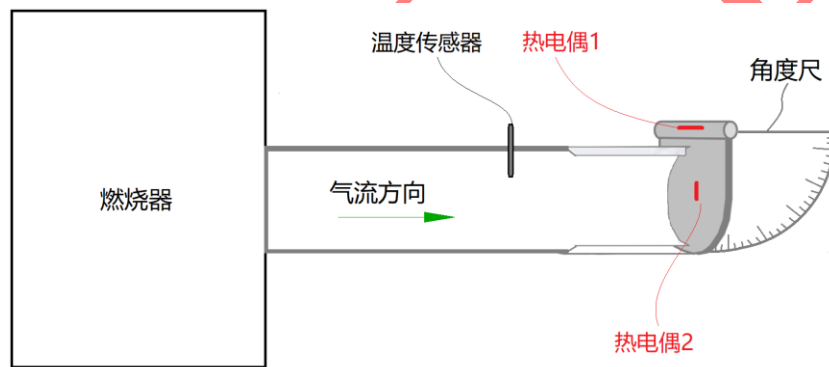


图 B.1 流量流量开度曲线测试系统

B.3.2 按附录A的图A.2安装布置热电偶。

B.3.3 燃烧器预热不少于10min，根据发动机外特性曲线调节燃烧器状态至初始状态（对应发动机怠速工况）直至被动阀上的温度达到稳定状态。记录该工况的排气流量、排气温度、阀门开度以及阀门温度。

B.3.4 缓慢升温至 $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 稳定2min。

B.3.5 保持温度不变，缓慢增加排气流量，分别测试200kg/h，250kg/h，300kg/h，350kg/h，400kg/h...，直至额定工况（对应发动机额定转速满负荷状态）的排气流量，每个工况稳定2min，且2min内流量波动在 $\pm 10\text{kg/h}$ 以内。按照表D.1记录对应的排气流量，排气温度、阀门开度以及阀门温度（热电偶1及热电偶2的温度）。

B.3.6 根据表B.1记录的数据，获得被动阀在 100°C 下的排气流量-开度曲线。

B.3.7 按照B.3.4至B.3.6所述方法分别测试 200°C ， 300°C ， 400°C 及 500°C 下的 $Q-\theta$ 曲线。

表 B.1 被动阀流量-开度曲线数据表

排气温度 (°C)	排气流量 (kg/h)	阀门开度 (°)	热电偶1温度 (°C)	热电偶2温度 (°C)
100±5	200			
	250			
	300			
	350			
	400			
	...			
...				

CICEIA

附录 C (规范性) 开闭噪声试验

C.1 试验目的

检测被动阀在正常使用的开闭过程中的噪声。

C.2 试验要求

C.2.1 应采用符合GB/T 3785.2-2010 规定的1型或2型的声级计或其他声学测量仪器测量声压级。2型仪器仅适用于简易法。

C.2.2 燃烧器最大排气流量应在1000kg/h以上，流量在500kg/h以上时，最大可控排气温度800℃以上。最小排气流量50kg/h，达到最小流量时，最小可控排气温度100℃~110℃。

C.2.3 每次连续测量前后，应使用声校准器对测量仪器进行校准。声校准器应符合JJG 176的有关规定。测量仪器两次校准值相差应 $\leq 0.3\text{dB (A)}$ 。

C.2.4 背景噪声应比排气噪声低15dB(A)以上，若背景噪声不能满足上述要求，应对背景噪声源采取消减、阻隔等措施，满足条件后方可进行试验。

C.2.5 测点位置的风速超过2m/s时，应使用防风罩。当风速超过5m/s时，应停止测量。

C.3 试验步骤

C.3.1 如图C.1所示，将被动阀按照实际使用状态安装在排气管末端，并将排气管组件连接到燃烧器平台设备上。

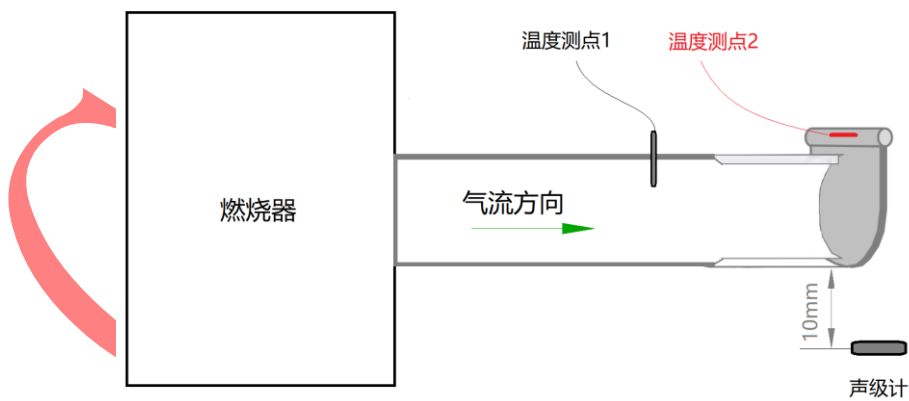


图 C.1 被动阀开闭噪声测试系统

C.3.2 声级计测点位于被动阀正下方10mm \pm 2mm位置。

C.3.3 缓慢开启关闭被动阀噪声测量。

被动阀处于关闭状态，缓慢调节燃烧器至测点1及测点2温度均值达到设定温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，稳定燃烧器状态并维持10min。缓慢（2min）调节排气流量至被动阀最大开度，测试被动阀在快速开启过程中的测点处噪声。

被动阀处于最大开度状态，缓慢（2min）调节排气流量至被动阀关闭，测试被动阀在快速关闭过程中的测点处噪声。

C.3.4 快速开启关闭被动阀噪声测量。

被动阀处于关闭状态，缓慢调节燃烧器至测点1及测点2温度均值达到设定温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，稳定燃烧器状态并维持10min。快速（20s）调节排气流量至被动阀最大开度，测试被动阀在快速开启过程中的测点处噪声。

被动阀处于最大开度状态，快速（20s）调节排气流量至被动阀关闭，测试被动阀在快速关闭过程中的测点处噪声。

表 C.1 开闭噪声数据记录

开启方式	温度测点1温度 ($^{\circ}\text{C}$)	排气流量 (kg/h)	阀门最大开度 ($^{\circ}$)	温度测点2 ($^{\circ}\text{C}$)	异响描述
缓慢开启	20 \pm 5				
	500 \pm 5				
快速开启	20 \pm 5				
	500 \pm 5				

附录 D (规范性) 台架异响试验

D.1 试验目的

检测使用被动阀的双模式消声器使用过程中有无异响。

D.2 试验要求

- D.2.1 试验用发动机台架和测量仪器应符合GB/T 18297-2001的有关规定。
- D.2.2 测量声级计应使用1型或者2型的声级计或其他声学测量仪器测量声压级。2型仪器仅适用于简易法。
- D.2.3 进行频谱分析使用的1/1倍频程或1/3倍频程滤波器，应符合GB/T 3241-2010 的有关规定。
- D.2.4 每次连续测量前后，应使用声校准器对测量仪器进行校准。声校准器应符合JJG 176-2005 的有关规定。测量仪器两次校准值相差应 $\leq 0.3\text{dB (A)}$ 。
- D.2.5 背景噪声应比排气噪声低15dB (A) 以上，若背景噪声不能满足上述要求，应对背景噪声源采取消减、阻隔等措施，满足条件后方可进行试验。
- D.2.6 测点位置的风速超过2m/s时，应使用防风罩。当风速超过5m/s时，应停止测量。
- D.2.7 若测点位于半消声室内，则测点布置应满足QC/T 631-2009 的要求。

D.3 试验步骤

- D.3.1 按GB/T 18297—2001，发动机分别在不同工况下稳定运转1min，进行噪声测量。
- D.3.2 被动阀应按照整车装车边界安装在双模式消声器中，连接管、排气尾管等布置和整车安装一致，如图D.1所示，声级计麦克风测点位置布置在排气尾管出口水平线上，和排气出口成45° 夹角的两侧边位置，距离排气出口尾管中心点500mm。
- D.3.3 按照QC/T 631-2009 中5.5.3.2的要求测量消声器尾管在额定转速（满负荷）、怠速、三挡全油门加速工况下的尾管噪声。

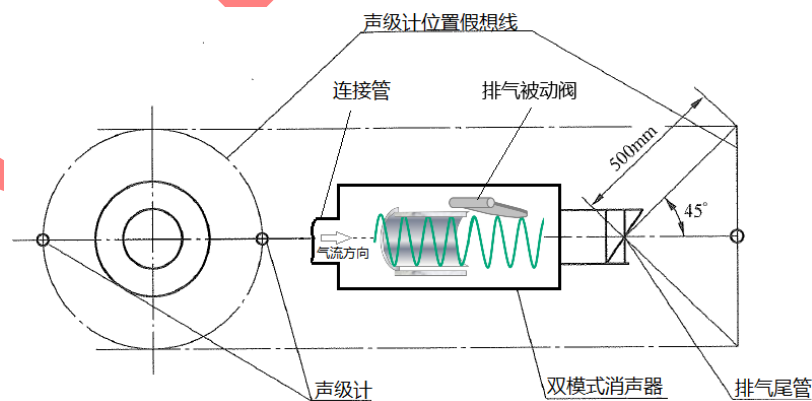


图 D.1 安装被动阀的消声器异响测试示意图

附录 E (规范性) 热冲击试验

E.1 试验目的

检验被动阀在长期冷热冲击下的可靠性及对Q-θ曲线的影响。

E.2 试验要求

E.2.1 如图E.1所示，待测被动阀安装在消声器内，将装有被动阀的消声器安装在燃烧器排气管末端。在燃烧器出口、消声器入口布置温度传感器，在燃烧器出口布置流量传感器。

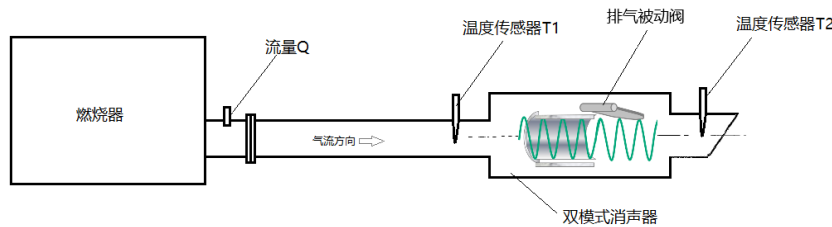


图 E.1 被动阀热冲击测试布置

E.2.2 采用的燃烧器最大排气流量应在1000kg/h以上，流量在500kg/h以上时，最大可控排气温度800℃以上。最小排气流量50kg/h，达到最小流量时，最小可控排气温度100℃~110℃。

E.2.3 采用温度传感器应符合GB/T 14762-2008 的有关规定。双模式消声器入口和出口温度测量点布置在消声器筒体的进出气连接管上，距离消声器筒体75mm处。

E.3 试验步骤

E.3.1 热冲击工况

表 E.1 热冲击工况设置

工况	排气流量	排气温度
高温高流量工况	800kg/h ± 10kg/h	550℃ ± 3℃
低温低流量工况	80kg/h ± 5kg/h	350℃ ± 3℃

E.3.2 热冲击试验循环

热冲击测试按高温高流量工况和低温低流量两个工况进行，如图E.2所示。

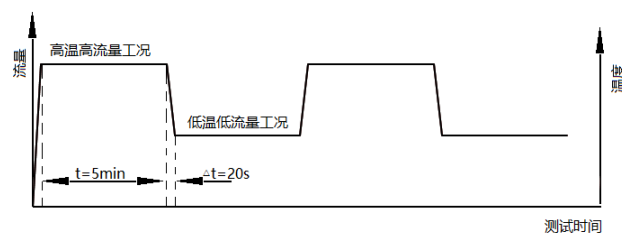


图 E.2 热冲击循环示意图

运行燃烧器至高温高流量工况，稳定运行5min后转至低温低流量工况，工况转换时间20s，然后在低温低流量工况继续运行5min，完成一个循环。

E.3.3 测试温度取温度传感器T1和T2的平均值，以保证被动阀上温度满足工况要求。

E.3.4 依次循环1000次，共1000个循环。

E.3.5 试验完成后检查被动阀是否完好，再次测试被动阀 $Q-\theta$ 曲线，确定 $Q-\theta$ 曲线是否满足要求。

CICEIA

附 录 F
(规范性)
开合耐久性能试验

F.1 试验目的

检验被动阀热开合耐久性能及开合耐久对 $Q-\theta$ 曲线及降噪性能的影响。

F.2 试验要求

F.2.1 如图F.1所示,在液压疲劳试验台上安装固定被测被动阀。被动阀安装在上端管壁开口的消声管下端,消声管通过隔板焊接在消声器总成内,高温气流可通过消声管上端管壁开口进入消声管内并冲击被动阀。

F.2.2 消声器上靠近消声管上端开口处布置温度计,检测被动阀入口气流温度。

F.2.3 通过燃烧器提供高温气流,并监控燃烧器出口流量 Q 。

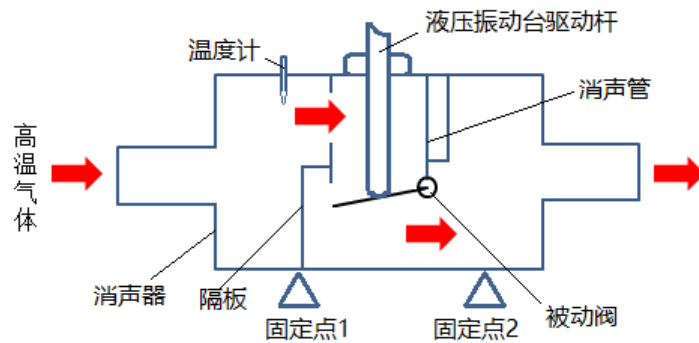


图 F.1 被动阀开合耐久测试安装示意图

F.2.4 采用的燃烧器最大排气流量应在1000kg/h以上,流量在500kg/h以上时,最大可控排气温度800℃以上。最小排气流量50kg/h,达到最小流量时,最小可控排气温度100℃~110℃。

F.2.5 采用温度计应符合GB/T 14762-2008的有关规定。双模式消声器入口和出口温度测量点布置在消声器筒体的进出气连接管上,距离消声器筒体75mm处。

F.3 试验步骤

F.3.1 通入 $550\text{℃}\pm 5\text{℃}$,100kg/h的高温气流并稳定10min。

F.3.2 液压疲劳振动台的液压缸针头模拟阀体开度0至最大开度之间开合,振动频率5Hz,振动次数(即被动阀开合次数)130万次。

F.3.3 被动阀每开合20万次,测量一次 $Q-\theta$ 曲线。并与试验前的 $Q-\theta$ 曲线比较,偏差合格继续试验。

F.3.4 试验完成后检查被动阀是否完好,阀门、弹簧等关键元件及焊缝是否有开裂、变形等失效。

F.3.5 检验 $Q-\theta$ 曲线偏差是否合格。