

团 体 标 准

T/CAEPI □□—20□□

汽油车污染控制装置技术要求 第 1 部分： 三元催化转化器

Technical requirement for gasoline vehicle pollution control devices

Part 1: Three way catalytic converter

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

中 国 环 境 保 护 产 业 协 会 发 布

目 次

前 言 I

1 适用范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类 3

5 技术要求 4

6 试验方法 5

7 检验规则 11

8 包装、运输、贮存 12

附录 A （规范性附录） 储氧量测试台架安装及储氧量计算方法 14

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，规范汽油车污染控制装置-三元催化转化器的生产，制定本标准。

T/CAEPI XX-20XX《汽油车污染控制装置技术要求》分为如下几个部分：

——第1部分：三元催化转化器

——第2部分：汽油车颗粒捕集器

本标准为T/CAEPI XX-20XX第1部分。

本标准规定了汽油车污染控制装置—三元催化转化器的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准与《环境保护产品技术要求 汽油车用催化转化器》（HJ/T331-2006）相比，主要变化如下：

——修订了起燃温度特性试验方法，增加了起燃温度特性的技术要求；

——增加了储氧量试验方法；

——修订了快速老化耐久循环条件，增加了行业内现行使用的两种快速老化耐久循环；

——增加了贵金属含量测试要求；

——增加了涂层脱落率测试方法及技术要求；

——修订了机械性能振动试验条件，增加了耐温度冲击技术要求，修订了水急冷试验温度循环，修订了轴向推力试验条件。

本标准起草单位：中国汽车技术研究中心有限公司、天津索克汽车试验有限公司、昆明贵研催化剂有限责任公司、无锡威孚环保催化剂有限公司、浙江达峰汽车技术有限公司、优美科汽车催化剂（苏州）有限公司、NGK（苏州）环保陶瓷有限公司、奇瑞汽车股份有限公司动力总成研究院、浙江吉利汽车研究院有限公司、广州汽车集团股份有限公司汽车工程研究院、重庆长安汽车股份有限公司、上海汽车乘用车分公司技术中心。

本标准主要起草人：李伟、闫骏、刘悦、胡萌、李军、方茂东、杨冬霞、王秋艳、饶婷、范一博、伊原幸男、伊藤雅晃、李艳光、张凯、任向飞、廖康、王本超、高雪峰。

本标准由中国环境保护产业协会 2020 年□□月□□日批准。

本标准自 2020 年□□月□□日起实施。

本标准由中国环境保护产业协会负责管理，由中国汽车技术研究中心有限公司等起草单位负责具体

T/CAEPI □□—20□□

技术内容的解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送至中国环境保护产业协会标准管理部门（北京市西城区扣钟北里甲 4 楼，邮编 100037）。

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这些专利的责任。

汽油车污染控制装置技术要求

第1部分：三元催化转化器

1 适用范围

本标准规定了三元催化转化器的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于汽油车用三元催化转化器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准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标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 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（中国Ⅲ、Ⅳ阶段）

GB 18352.6-2016 轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）

GB/T 20890-2007 重型汽车排气污染物排放控制系统耐久性要求及试验方法

HJ 509 车用陶瓷催化转化器中铂、钯、铑的测定 电感耦合等离子体发射光谱法和电感耦合等离子体质谱法

QC/T 968 金属催化转化器中铂、钯、铑含量的测定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

汽油车污染控制装置 gasoline vehicle pollution control devices

安装在汽油车排气系统中，能够降低排气中的一种或多种污染物排放量的装置的统称。

3.2

三元催化转化器 three way catalytic converter (TWC)

安装在汽油车排气系统中，通过催化剂进行氧化还原反应，降低排气中一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC 化合物）和氮氧化合物（NO_x）排放量的装置。

3.3

封装单元 package part

污染控制装置的载体封装包部分，通常仅包含载体、垫层（如需要）和壳体，不包含消声器、混合器、进排气管等部分，一般以一个或者相同类型、位置紧密的多个载体与垫层（如需要）、壳体组成的柱形部分作为一个封装单元。

3.4

催化转化器总成 catalytic converter assembly

污染控制装置所有组成部分组成的结构整体，由各封装单元、连接管路、消声器、混合器等部分，以焊接、法兰、卡箍等型式连接组成。

3.5

转化效率 conversion efficiency

在规定工况下，TWC入口和出口处某种污染物浓度的变化率，用 η 表示。

$$\eta = \frac{Q_{\lambda i} - Q_{\text{出}i}}{Q_{\lambda i}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

η ——转化效率，%；

$Q_{\lambda i}$ ——TWC入口污染物的浓度数值， i 分别代表污染物CO、HC、NO_x；

$Q_{\text{出}i}$ ——TWC出口污染物的浓度数值， i 分别代表污染物CO、HC、NO_x。

3.6

入口温度 inlet temperature

TWC载体前端面上游中心线某位置处测得的排气温度。

3.7

床层温度 bed temperature

TWC载体内部测得的排气温度。

3.8

过量空气系数 excess air ratio

实际供给燃料燃烧的空气量与理论空气量之比，用 λ 表示。

3.9

空速 space velocity

在标准状态（温度为 25℃、压力为 100kPa）下，排气容积流量（L/h）与催化转化器载体体积（L）的比例，单位为 h^{-1} 。计算空速时，若污染控制装置只有一个封装单元，载体体积为封装单元内所有载体体积之和；若污染控制装置有多个封装单元，载体体积为最大封装单元内所有载体体积之和。

3.10

起燃温度 light-off temperature

TWC 对某种污染物的转化效率达到 50%时所对应的入口温度，用 T_{50} 表示。

3.11

完全转化温度 complete conversion temperature

TWC 对某种污染物的转化效率达到 90%时所对应的入口温度，用 T_{90} 表示。

3.12

空燃比 air fuel ratio

可燃混合气中空气质量与燃油质量之比，用 A/F 表示。

3.13

空燃比窗口 air fuel ratio window

污染物 CO、HC 化合物和 NO_x 的转化效率同时达到 80%以上时对应的空燃比范围。

3.14

储氧量 oxygen storage capacity (OSC)

TWC 的催化剂涂层材料在发动机排气浓稀切换条件下储存和释放氧气的的能力。

3.15

涂层脱落率 washcoat expulsion rate

经过涂层脱落率试验后，催化剂涂层质量的减少量占试验前催化剂涂层质量的百分比。

4 分类

4.1 催化器按照载体材质可分为：

(1) 陶瓷载体TWC

载体为堇青石（ $2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$ ）等陶瓷材质的TWC。

(2) 金属载体TWC

载体为铁铬铝等复合金属材质的TWC。

4.2 催化器按照壳体内载体数量可分为：

(1) 单级单载

封装单元内仅有一块载体。

(2) 单级多载

封装单元内有多块载体。

5 技术要求

5.1 密封性要求

泄漏量应小于0.25L/min。

5.2 起燃温度特性要求

起燃温度的测量结果应不高于生产企业规定值的10℃。

5.3 空燃比特性要求

表 1 TWC 空燃比特性要求

TWC状态	空燃比窗口
新鲜态	空燃比窗口宽度 ≥ 0.3
老化态	空燃比窗口宽度 ≥ 0.05

5.4 储氧量要求

储氧量的测量结果应不低于生产企业规定值的10%。

5.5 耐久性要求

耐久性试验后，装车按GB 18352.6-2016中附录C进行排放试验，耐久性应满足 GB 18352.6-2016中 5.3.1的要求。

5.6 载体体积及贵金属含量要求

5.6.1 型式检验

载体体积及各种贵金属含量的测量结果应在生产企业规定值的 0.90 倍~1.10 倍之间。

5.6.2 出厂检验

随机抽取的三套 TWC 的载体体积及各贵金属的测量结果均应不低于生产企业规定值的 0.85 倍，且其平均值应不低于规定值的 0.90 倍。

5.7 涂层脱落率要求

涂层脱落率应小于 1.0%。

5.8 机械性能要求

5.8.1 轴向推力试验后，各载体相对位移均不得大于3mm。

5.8.2 热振动试验、水急冷试验、温度冲击试验后，载体相对位移均不得大于3mm，载体相对于原始位置的轴向位移累积量不得大于6mm；泄漏量应小于0.25L/min；部件及焊缝不应出现开裂、裂纹或脱焊；载体网格不应有明显堵塞、开裂；垫层不应出现明显吹蚀等损坏现象。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 台架布置要求

对 TWC 进行测试时，布置方式应按照整车厂或后处理厂商的要求，并尽量与所应用的目标整车布置一致。

6.1.2 试验用汽油

试验用汽油应符合现行国家排放标准的汽油要求。

6.1.3 试验仪器和设备

6.1.3.1 排气的取样系统和分析系统应满足 GB 18352.6-2016 中的规定。

6.1.3.2 电子天平最小分度值应不低于 0.1 g；重复性误差应不超过±0.1 g。

6.2 试验程序

6.2.1 起燃温度特性试验、空燃比特性试验、储氧量试验、耐久性试验

抽取一套样件进行试验，依次进行起燃温度特性试验（初试）、空燃比特性试验（初试）、储氧量试验（初试）、耐久性试验、起燃温度特性试验（复试）、空燃比特性试验（复试）、储氧量试验（复试）。

6.2.2 载体体积及贵金属含量检测

抽取一套样件进行试验。

6.2.3 涂层脱落率试验

抽取一套样件进行试验。

6.2.4 机械性能试验

抽取两套样品进行试验。一套进行轴向推力试验，另外一套进行热振动试验、水急冷试验、温度冲击试验。

6.2.5 试验程序图

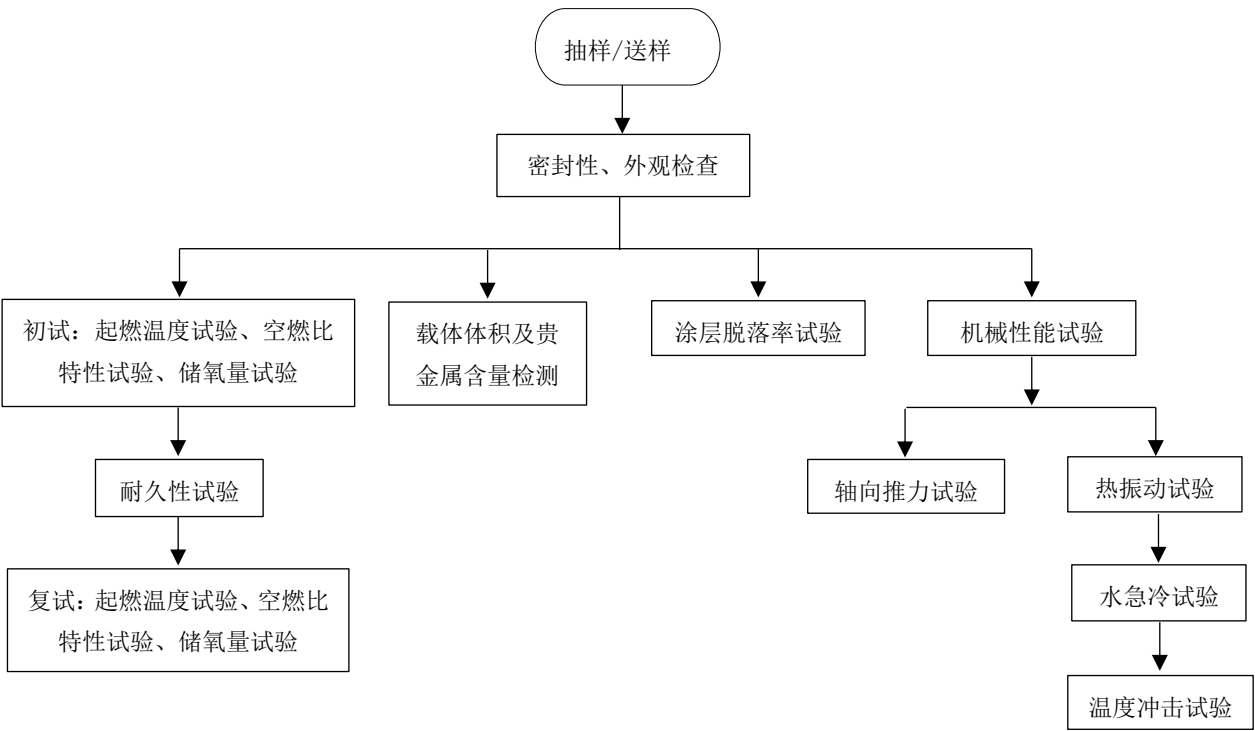


图 1 TWC 试验流程图

6.3 试验

6.3.1 密封性试验

在TWC内施加（30±1）kPa压力的空气，待空气流量计示数稳定后测定气体泄漏量。

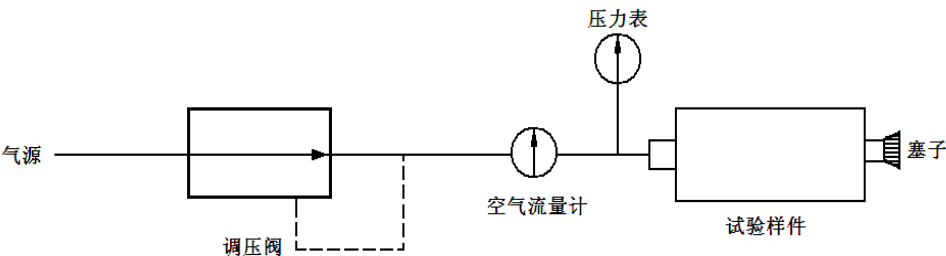


图 2 密封性试验示意图

6.3.2 起燃温度特性试验

6.3.2.1 预处理

新鲜态的TWC应先进行预处理。将TWC安装到发动机或燃烧器的排气管路中， λ 为（1±0.02），空速（60000 ~80000）h⁻¹，入口温度（700±25）℃，入口温度采集点距离载体前端面（100±10）mm，保持1h。

也可依据制造厂的要求进行预处理。

6.3.2.2 将预处理后的 TWC 安装到发动机的排气管路中， λ 为（1±0.02），空速为(40000±400) h⁻¹，入口温度在 200℃~450℃的范围内，进行稳态温度点测试或瞬态温度点测试，入口温度采集点距离载体前端面（100±10）mm。稳态温度点测试与瞬态温度点测试还应符合以下要求：

a) 稳态温度点测试

固定温度间隔（不大于 20℃）进行逐点升温，待 TWC 入口温度稳定到目标温度点 10s 后，测定各稳态温度点下 TWC 前后的污染物浓度。

b) 瞬态温度点测试

以（15±5）℃/min 的速率连续升温，实时测定升温过程中 TWC 前后的污染物浓度。

6.3.2.3 试验后以入口温度为横坐标，各污染物的转化效率为纵坐标绘制起燃温度特性曲线，按照直线插值法分别求出各污染物的起燃温度（T₅₀）和完全转化温度（T₉₀）。

6.3.3 空燃比特性试验

将 TWC 安装到发动机的排气管路中，空速为 $(40000 \pm 400) \text{ h}^{-1}$ ，入口温度为 $(450 \pm 10)^\circ\text{C}$ ，入口温度采集点距离载体前端面 $(100 \pm 10) \text{ mm}$ ，空燃比（A/F）从 14.00 开始逐步升高至 15.00，在不少于 7 个空燃比测点的情况下，测量各空燃比下 TWC 前后的污染物浓度值。在空燃比 14.50~14.70 之间适当增加测量点。以空燃比为横坐标，各污染物转化效率为纵坐标绘制空燃比特性曲线。求出 TWC 的空燃比窗口。

6.3.4 储氧量试验

在选定的发动机进气流量（推荐 40 kg/h ）和入口温度（推荐 $500^\circ\text{C} \pm 20^\circ\text{C}$ ）下，入口温度采集点距离载体前端面 $(100 \pm 10) \text{ mm}$ ，通过发动机控制调整使 λ 达到偏浓状态， $\lambda=0.90$ （或 0.95）。待测试条件稳定至少 10s 后，通过发动机控制调整，使 λ 向偏稀状态， $\lambda=1.10$ （或 1.05）时产生突变，并采集前后氧传感器电压信号的变化。利用采集到的前后氧传感器电压信号变化时间，以及突变过程中的进气流量、 λ 变化，计算 TWC 的储氧量数值。储氧量测试台架安装及储氧量计算方法见附录 A。

6.3.5 耐久性试验

6.3.5.1 将 TWC 安装在发动机台架或模拟装置的排气管路上，进行耐久性试验。快速老化循环可采用标准台架循环（SBC）或四工况老化循环（4-mode）。标准台架循环详见表 2，四工况老化循环详见表 3。

表 2 标准台架循环（SBC）

工况号	时间（s）	空燃比	二次空气喷射
1	1-40	理论空燃比（通过发动机转速、负荷、点火正时的控制来实现 TWC 床层温度为 $800^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ ）	无
2	41-45	“浓”（选择 A/F 比值，以实现 TWC 床层温度在整个循环内最高为 $890^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ ，或比较低控制温度高 90°C ）	无
3	46-55	“浓”（选择 A/F 比值，以实现 TWC 床层温度在整个循环内最高为 $890^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ ，或比较低控制温度高 90°C ）	氧气体积分数（ $3\% \pm 0.1\%$ ）
4	56-60	理论空燃比（通过发动机转速、负荷、点火正时的控制来实现 TWC 床层温度为 $800^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ ）	氧气体积分数（ $3\% \pm 0.1\%$ ）
注：可根据实际试验需求调整工况 1 中床层温度的设定值，相应的工况 2 至工况 4 中床层温度进行同幅值的调整。			

表 3 四工况循环与要求（4-mode）

工况号	时间（s）	工况描述	二次空气喷射	排气流量
1	1-40	标准混合气	$\lambda=1$ ，床层温度（ 925 ± 10 ）℃	（ 50 ± 2.5 ） g/s
2	41-46	浓混合气	$\lambda<1$	
3	47-56	浓混合气+补气	$\lambda<1$ ，氧气体积分数为（ 3 ± 0.1 ）%， 床层温度最高为（ 980 ± 10 ）℃	
4	57-60	标准混合气+补气	$\lambda=1$ ，氧气体积分数为（ 3 ± 0.1 ）%	
注：可根据实际试验需求调整工况 1 中床层温度的设定值，相应的工况 2 至工况 4 中床层温度进行同幅值的调整。				

6.3.5.2 台架老化时间按 GB18352.6-2016 附录 G 中的 BAT 方程式计算得出。计算台架老化时间所需的汽车道路催化器“时间—温度”数据应至少包括两个完整的标准道路循环（按 GB18352.6-2016 附件 GC 进行）全程数据，催化器温度应采自试验汽车上 TWC 的床层温度。床层温度测量的最低频率应为 1Hz。将测量的床层温度结果绘制成柱状图，该柱状图用不大于 25℃ 的温度组绘制而成。

6.3.5.3 对于无法按 6.3.5.2 计算台架老化时间的 TWC，推荐国 5 及国 6a 阶段的四工况老化循环台架快速老化时间为 160h，国 6b 阶段的四工况老化循环台架快速老化时间为 200h。

6.3.5.4 台架快速老化时床层温度传感器安装位置应与汽车道路催化器“时间—温度”数据采集时催化器温度传感器安装位置一致。推荐选用 TWC 前端面 25mm 轴线位置作为床层温度传感器的安装位置。

6.3.5.5 污染控制装置中如含有汽油车颗粒捕集器（GPF），也可以按照 T/CAEPI XX.2-20XX 的 6.3.5.2 含灰老化方法进行耐久试验。

6.3.6 载体体积和贵金属含量检测

根据TWC载体材质的不同，按照HJ 509或QC/T 968检测其载体体积和贵金属含量。

6.3.7 涂层脱落率试验

涂层脱落率试验可采用超声波震荡法或者压缩空气吹扫法。

超声波震荡法：将TWC的载体于200℃加热2h，取出后迅速称重记为m₁，结果精确到0.1g。冷却TWC至室温，将其置入超声波清洗机中，频率40kHz，水温（25±5）℃，用纯净水超声波震荡10min后，再

次将载体于200℃加热2h，取出后迅速称重记为 m_2 ，结果精确到0.1g。

压缩空气吹扫法：将TWC的载体于200℃加热2h，取出后迅速称重记为 m_1 ，结果精确到0.1g。冷却至室温后用经过去油去水的 (0.55 ± 0.05) MPa的压缩空气（气枪距离载体端面应不大于3 cm），均匀缓慢地吹扫每个端面至少3个循环，观察TWC载体无粉尘脱落为止。再次将载体于200℃加热2h，取出后迅速称重记为 m_2 ，结果精确到0.1g。

涂层脱落率 θ 的计算公式为：

$$\theta = \frac{m_1 - m_2}{m_3} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

θ ——涂层脱落率（%）；

m_1 ——初始质量（g）；

m_2 ——震荡后或吹扫后的质量（g）；

m_3 ——生产企业提供的催化剂涂层质量（g）。

6.3.8 机械性能试验

6.3.8.1 轴向推力试验

将TWC与发动机或燃烧器相连，在进气流量不小于300kg/h、温度 (550 ± 10) ℃气流下预处理3h，冷却至室温后，通过 $\Phi 30$ mm推杆对载体端面均匀缓慢施加轴向推力至 F_t （精确到N），稳定30s后停止施力，检测轴向位移。对同一封装单元内有多个载体的情况，若多个载体端面是直接接触的，则视为一个载体进行试验；若载体端面是不接触的，则各载体分别进行试验。轴向推力计算公式如下：

$$F_t = 150 \cdot V \cdot \rho \cdot g \dots\dots\dots (3)$$

式中，

F_t ——轴向推力（N）；

V ——载体体积（L）；

ρ ——载体密度常数，0.7 kg/L；

g ——重力常数，9.8N/kg。

6.3.8.2 热振动试验

6.3.8.2.1 将TWC按照装车状态安装在热振动试验台上，并使TWC与发动机或燃烧器相连，先后进行低温热振动试验和高温热振动试验。

6.3.8.2.2 低温热振动试验

试验时 TWC 进气流量不小于 300kg/h；入口温度（300±10）℃，入口温度采集点距离载体前端面（20～200） mm；振动加速度为（35±3）g、振动频率为（150±5）Hz；试验时间为 10h。

6.3.8.2.3 高温热振动试验

试验时 TWC 进气流量不小于 300kg/h；入口温度（900±10）℃，入口温度采集点距离载体前端面（20～200） mm；振动加速度为（35±3）g、振动频率为（150±5）Hz；试验时间为 20h。

6.3.8.2.4 试验结束后，检查载体完好情况和位移、密封情况。

6.3.8.3 水急冷试验

将 TWC 安装在水急冷试验台上，使其与发动机或燃烧器相连；入口温度（900±10）℃，入口温度采集点距离载体前端面（20～200） mm；试验时进气流量不小于 300kg/h；保持入口温度不变，喷水间隔 5 min，喷水持续时间 30 s，要求喷水均匀覆盖 TWC 外表面，在水流动情况下水压为（172±14）kPa，水量（10±0.5）L/min，水温（5~30）℃；试验总共进行 40 个循环。

6.3.8.4 温度冲击试验

将 TWC 与发动机或燃烧器相连，入口温度采集点距离载体前端面（20～200） mm；试验时高温段进气流量≥300kg/h 或采用装机最大排气流量，试验循环时间见表 4，共进行 300 个循环。试验结束后，检查载体完好情况和位移、密封情况。

表 4 试验循环

序号	温度(℃)	持续时间(min)
1	200 以下	5
2	200 以下升高到（925±25）	1
3	925±25	5
4	（925±25）降低到 200 以下	1

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验两类。

7.1.1 出厂检验

每件产品出厂前均应进行出厂检验，由厂质检部门检验合格，并出具合格证明。

7.1.2 型式检验

型式检验由产品认证部门、产品生产或使用企业根据需求自愿选择进行。

产品型式检验，适用于下列情况：

- a) 新产品投产；
- b) 正常生产时，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能；
- c) 产品停产一年及以上恢复生产或产品转厂生产。

7.2 检验项目

检验项目按表 5 所列。

表 5 检验项目分类

序号	检验项目	检验类别		标准章、条、号	
		型式检验	出厂检验	技术要求	试验方法
1	密封性	√	√	5.1	6.3.1
2	起燃温度特性	√	—	5.2	6.3.2
3	空燃比特性	√	—	5.3	6.3.3
4	储氧量	√	—	5.4	6.3.4
5	耐久性	√	—	5.5	6.3.5
6	载体体积和贵金属含量	√	—	5.6	6.3.6
7	涂层脱落率	√	—	5.7	6.3.7
8	机械性能	√	—	5.8	6.3.8

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

产品的封装单元外应有名称、型号、出厂编号（批号）或生产日期、制造厂名等信息的标识钢印。

8.2 包装

8.2.1 产品应妥善包装，包装内应附有产品质量检验合格证、产品安装使用说明书、产品保修卡。

8.2.2 包装箱外应标明：

- a) 产品名称、型号、出厂编号（批号）或出厂日期；
- b) 制造厂名、地址、邮编和电话。

8.3 运输

产品在运输中应防止磕碰、变形。在长途运输中应有防锈蚀措施。

8.4 贮存

产品应贮存于干燥、通风、无腐蚀的仓库内，不应直接接触地面。

附录 A
(规范性附录)
储氧量测试台架安装及储氧量计算方法

A.1 发动机台架安装

A.1.1 将 TWC 安装在发动机台架测试管路上。传感器安装位置如图 A.1 所示。

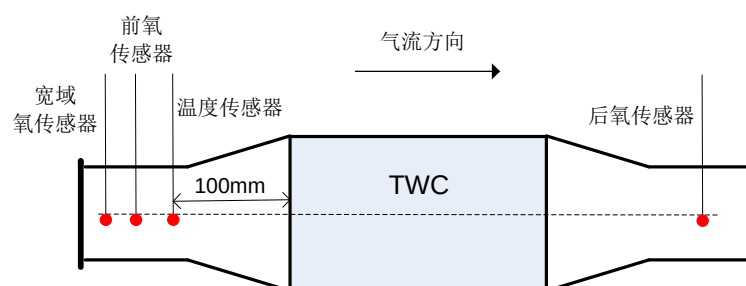


图 A.1 传感器布局示意图

A.1.2 将进气流量计连入发动机进气管路。

A.2 计算方法

储氧量计算公式如下：

$$OSC = \int_{t_1}^{t_2} (\lambda - 1) * Q * 0.23 * 1000 / 3.6 dt \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

OSC—TWC 的储氧量（mg）；

λ —宽域氧传感器测得的过量空气系数值（无量纲）；

Q—发动机的进气流量（kg/h）；

t_1 —前氧传感器电压信号开始突变（电压值为 0.45V）的时刻（s）；

t_2 —后氧传感器电压信号开始突变（电压值为 0.45V）的时刻（s）；

0.23—空气中氧气的质量含量。