

团 体 标 准

T/CAAMTB XXXXX—XXXX

甲醇燃料喷射器可靠性试验方法 和评价规则

点击此处添加标准英文译名

(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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国汽车工业协会 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 可靠性指标..... | 1 |
| 4.1 平均故障间隔时间..... | 1 |
| 4.2 首次故障前平均工作时间..... | 2 |
| 4.3 无故障性综合评分值..... | 2 |
| 4.4 B_{50} 极限寿命..... | 3 |
| 5 可靠性测定或考核方法..... | 3 |
| 6 可靠性评定方法..... | 3 |
| 7 可靠性试验方法..... | 3 |
| 7.1 试验样品..... | 3 |
| 7.2 试验条件..... | 3 |
| 7.3 试验工况..... | 4 |
| 7.4 试验规范及阶段检测..... | 4 |
| 8 故障判定..... | 4 |
| 8.1 故障分类..... | 4 |
| 8.2 故障发生时刻..... | 4 |
| 8.3 故障判断规则..... | 5 |

前 言

本文件按照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。

请注意本文件中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。

本文件由中国汽车工业协会提出。

本文件由中国汽车工业协会甲醇汽车标准专业委员会归口。

本文件主要起草单位：XXX、XXX、XXX。

本文件主要起草人：……………。

本文件为首次发布。

甲醇燃料喷射器可靠性试验方法和评价规则

1 范围

本文件规定了甲醇燃料喷射器总成可靠性评定方法、台架试验方法、故障分类及判定规则。

本文件适用于喷射压力在150 kPa~550 kPa范围内的甲醇燃料喷射器（以下简称喷射器）可靠性测定和考核评定。

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，仅所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。

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

故障 Failure

故障指喷射器总成及其零部件不能完成规定功能或性能指标恶化到规定范围以外的一切现象。

3.2

本质故障 Essential Failure

本质故障指喷射器在规定的使用条件下，由于其本身内固有的缺陷而引起的故障。

3.3

从属故障 Secondary Failure

由某一本质故障导致产生的派生故障或外界偶然事故引起的故障。

4 可靠性指标

4.1 平均故障间隔时间

平均故障间隔时间(MTBF)是指喷油器相邻两次故障之间的平均工作时间，按公式(1)或公式(2)计算。

$$MTBF = \frac{1}{r_a} \sum_{i=1}^n t_{ci} \dots\dots\dots (1)$$

$$MTBF = \frac{nT_0}{r_a} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$MTBF$ —平均故障间隔时间, 单位为小时 (h) ；

r_a —在试验截止时间内出现故障 (IV类故障除外) 次数的总和；

t_{ci} —第 i 个样品的累计工作时间, 单位为小时 (h) ；。

n —可靠性试验样品数；

T_0 —可靠性试验截尾时间, 单位为小时 (h) 。

当 $r_a=0$ 时, 令 $MTBF=2nT_0$ 。

4.2 首次故障前平均工作时间

首次故障前平均工作时间 ($MTTF$) 指产品发生首次故障时的平均工作时间, 按公式(3)或公式(4)计算。

$$MTTF = \frac{1}{r_a} \left(\sum_{i=1}^{r_f} t_i + \sum_{j=1}^{n-r_f} t_j \right) \dots\dots\dots (3)$$

$$MTTF = \frac{1}{r_a} \left[\sum_{i=1}^{r_f} t_i + (n - r_f) T_0 \right] \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$MTTF$ —首次故障前平均工作时间, 单位为小时 (h) ；

t_i —第 i 台样本发生首次故障 (IV类故障除外) 的累计工作时间, 单位为小时 (h) ；

t_j —在可靠性试验截止时, 被调查样本中未发生首次故障 (IV类故障除外) 的第 j 台样本的累计工作时间, 单位为小时 (h) ；

r_f —被试验样本中发生首次故障 (IV类故障除外) 的样本数；

当 $r_f=0$ 时, 令 $MTTF=2nT_0$ 。

4.3 无故障性综合评分值

无故障性综合评分值 Q 是指产品在可靠性考核后给予的无故障型的综合评价, 按公式(5)计算。

$$Q = 100 - \frac{30}{n} \sum_{i=0}^{r_0} \left(K_i \sqrt{\frac{1}{T_0 + T_i}} \right) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

Q —无故障性综合评分值；

r_0 —在试验截止时间内样本出现的各类故障总数；

K_i —第 i 个故障的危害度系数。各类故障的危害度系数按表 1 规定；

T_i —第 i 个故障发生时样本累计工作时间, 单位为小时 (h) 。

表 1 各类故障的危害度系数

| 故障 | 故障的危害度系数 K |
|------------|------------|
| 严重故障(II类) | 40 |
| 一般故障(III类) | 30 |
| 轻微故障(IV类) | 10 |

4.4 B_{50} 极限寿命

B_{50} 极限寿命指产品在规定的使用条件下,使用到其中50%的产品达到极限状态¹⁾时的工作时间。统计时,按样本达到极限状态时的实际使用小时数由小到大顺序排列:

$$t_1、t_2、t_3\cdots\cdots\cdots t_n$$

当 n 为奇数时, B_{50} 极限寿命为 $t_{(n+1)/2}$;

当 n 为偶数时, B_{50} 极限寿命为 $[t_{n/2}+t_{(n/2)+1}]/2$ 。

5 可靠性测定或考核方法

喷射器的可靠性测定或考核应通过台架试验方法进行试验,并给予评定。

根据本文件的要求,生产厂还应进行用户可靠性调查。

用户可靠性调查可以采用到用户定点试验、跟踪或维修及用户信息反馈的方式,获得产品实际使用可靠性数据。

6 可靠性评定方法

产品可靠性考核结束后,计算其各项可靠性指标值,若各项指标大于或等于规定值,且不发生I类故障则判为合格;反之,则判为不合格。

7 可靠性试验方法

7.1 试验样品

7.1.1 进行可靠性试验的喷油器总成应符合产品图样和技术文件的规定,并经工厂检验部门检验合格。

7.1.2 在生产厂仓库或生产现场抽样,样本母体不少于90只;在用户或市场抽样,不限母体。

7.1.3 随机抽样8只,全部进行可靠性试验。

7.2 试验条件

7.2.1 试验介质:纯甲醇;

7.2.2 环境温度:21℃±2℃;

7.2.3 空气湿度:25%~65%;

7.2.4 大气压力:101.3 kPa±0.2 kPa;

7.2.5 试验介质压力:400 kPa±1 kPa;

7.2.6 工作电压:12 V±0.1 V;

7.2.7 工作频率:200 Hz;

1) 极限状态通常指喷油器总成主要件已损坏(如电磁铁等)到无修理价值的状态。

7.2.8 喷油器安装方式：垂直安装。

7.3 试验工况

喷射器安装在专用的可靠性试验台上，按照表2规定的工况进行：

表 2 试验工况

| 工况序号 | 工作压力 | 脉宽 | 时间 |
|------|---------|--------|------|
| 1 | 400 kPa | 2.5 ms | 834h |

7.4 试验规范及阶段检测

7.4.1 喷射器室内可靠性考核，是以定时截尾方式进行试验，试验循环总次数6亿次，试验总时长834h。

7.4.2 试验过程中，按表3时间间隔进行5次普通检测，在第1次、第3次和第5次增加特殊检测，检测项目按表4要求。

表 3 检测时间

| 检测次数 | 工作总时间 |
|------|-------|
| 第1次 | 166h |
| 第2次 | 332h |
| 第3次 | 498h |
| 第4次 | 644h |
| 第5次 | 834h |

在检测时，若未发现零部件损坏，则只检测表2所示的性能项目。若超差，则应将喷射器重新调到出厂要求，并记为性能参数故障。

在试验期间或检测时，若发现零部件损坏，应立即更换和修复，按出厂要求重新调整喷油器总成，并记为零部件故障。

表 4 特殊检测项目

| 序号 | 项目 | 超差界限（相对于首次调整值） |
|----|-----------|---------------------------|
| 1 | 动态流量 | 喷油量变化超过±4% |
| 2 | 静态流量 | 喷油量变化超过±4% |
| 3 | 喷嘴头密封性 | 密封性检测，喷孔处出现滴漏 |
| 4 | 喷射器中阀杆滑动性 | 喷射器出现常喷或断喷 |
| 5 | 电阻值 | 电阻值变化超过±5% |
| 6 | 喷雾质量 | 喷雾不雾化；喷雾出现偏斜和极易判别的浓稀不均匀现象 |

8 故障判定

8.1 故障分类

按故障严重程度分为四类，见表5。

表5 故障严重程度分类

| 类别代号 | 名称 | 定义 |
|------|------|--|
| I | 致命故障 | 危及安全、总成报废或造成重大经济损失的故障 |
| II | 严重故障 | 严重影响喷射器功能或规定的重要指标恶化至规定范围以外必须停机修理，在较短有效时间内无法排除的故障 |
| III | 一般故障 | 明显影响产品功能，在较短有效时间内可以排除的故障 |
| IV | 轻微故障 | 轻度影响喷射器功能，在日常保养中能用随机工具轻易排除的故障 |

8.2 故障发生时刻

8.2.1 能及时发现的故障，即记下其准确的发生时刻。

8.2.2 不能及时发现的故障，按公式（6）确定其发生时刻 T_{pm} 。

已知某台样本在 $[t_{p-1}, t_p]$ 时间间隔内有 n_p 个故障发生，则其中第 m 个故障发生的时刻按公式（6）计算。

$$T_{pm} = t_{p-1} + \frac{t_p - t_{p-1}}{n_p + 1} \times m \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- T_{pm} —第 m 个故障发生时刻，单位为小时（h）；
- t_{p-1} —故障统计起始时刻，单位为小时（h）；
- t_p —故障统计结束时刻，单位为小时（h）；
- n_p —故障统计期间发生的故障个数；
- m —所要计算的故障序号。

8.3 故障判断规则

8.3.1 在计算可靠性指标时，只统计本质故障，不重复统计从属故障，但应如实记入故障统计表中。

8.3.2 本质故障应以造成的最严重后果作为评价和分类的依据，一个故障只能判定为四类故障中的一类。

8.3.3 喷射器的故障及其类别，按表 6 判别。

表6 喷射器的故障及其类别

| 编号 | 故障模式 | 说明 | 类别 |
|----|---------------|---------|-----|
| 1 | 喷喷射器总成密封性变差 | 喷孔处出现滴漏 | III |
| 2 | 喷射流量变化 | 超过±8% | III |
| 3 | 喷射器常喷 | | II |
| 4 | 喷射器停喷 | | II |
| 5 | 电磁铁烧穿 | 短路 | I |
| 6 | 电磁铁线圈断裂 | 断路 | I |
| 7 | 电磁铁接插头断裂 | | I |
| 8 | 喷雾质量变差(可清洗恢复) | | IV |