

汽车行业标准

《汽车无内胎车轮密封性试验方法》

(征求意见稿)

编制说明

标准起草项目组

2023年03月

---

## 目 次

一、 工作简况.....	1
二、 汽车行业标准编制原则和确定汽车行业标准主要内容依据 .....	2
三、 主要试验（或验证）情况分析.....	3
四、 标准中涉及专利的情况.....	6
五、 预期达到的社会效益等情况.....	6
六、 采用国际标准和国外先进标准的情况.....	6
七、 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性.....	6
八、 重大分歧意见的处理经过和依据.....	6
九、 标准性质的建议说明.....	6
十、 贯彻标准的要求和措施建议.....	6
十一、 废止现行相关标准的建议.....	6
十二、 其他应予说明的事项.....	6

# 《汽车无内胎车轮密封性试验方法》 (XX稿) 编制说明

## 一、工作简况

### 1、任务来源

本标准的修改建议是在2018年11月天津全国汽车标准化技术委员会车轮分技术委员会(后简称轮标委)第五届五次工作会议后由与会成员单位提出。2020年7月27日轮标委召开的标准修订工作会议,根据车轮标准体系建设规划,确定了2020年计划修订QC/T 241-2011《汽车无内胎车轮密封性试验方法》标准。

2020年8月7日,轮标委成立工作组并组织召开工作组会议,确定标准修订的思路是优化原标准中检测方法,并针对钢车轮检测方法进行更新。自成立工作组以来,工作组对2家铝轮和4家钢轮的气密检测方法进行了调研。

2020年12月在随州,轮标委第五届七次工作会议对相关调研进行了讨论,由东风汽车车轮随州有限公司负责主持此标准的修订工作。

### 2、背景及意义

1) 现行的行业标准QC/T241-2011标龄过长,标准中内容和技术指标已无法满足实际使用需求,为更好地适应当前我国车轮行业的制造水平,需要修订该标准。

2) 修订中增加的检测方法,在国外的车轮标准中没有此方法;而在国内,有些方法已在生产中使用十年有余,效果明显。

3) 我国车轮产销量居世界第一,提升车轮质量水平,应当制定相应的先进和丰富的车轮技术标准。

### 3、主要工作过程和工作组成员及其所做的工作

#### 3.1 标准预研

2019-2020期间,由中信戴卡轮毂制造有限公司主导进行标准预研,收集了国内相关厂家的密封性试验方法,在2020年12月随州工作会议上对增加哪些钢车轮检测方法进行了讨论。

#### 3.2 标准修订起草

2021年2月,东风汽车车轮随州有限公司成立了标准修订工作组。主要对新增加的检测钢轮的三种方法进行论证;同时,对一项原拟增加的检测方法,此次修订暂不增加。对拟修订的标准内容又进行了相应的试验验证;与相关的行业同仁对拟新增加的检测进行了探讨。同时,对原标准中有不同建议的段落进行了充分的沟通。2021年5月,工作组起草了第一版初稿。

2021年6月29日,在徐州召开的标准审查会上,经讨论与会代表同意立项,并将这些方

法增加到标准中。并要求项目组按自动化及使用重要程度对检测方法重新排序。项目组根据要求于 2021 年 7 月 20 日之前将重新排序后的修改草案提交秘书处审核。

### 3.3 起草单位及分工情况：

2021 年 4 月项目组组织在线上召开了起草工作技术协调会，由东风汽车车轮随州有限公司牵头成立了 QC/T 241 标准制订工作组，参与单位有：中信戴卡股份有限公司、浙江金固股份有限公司、兴民力驰股份有限公司、东风汽车底盘系统有限公司、一汽富维汽车零部件股份有限公司车轮分公司。

工作组成员及分工：

王贤付：组长 负责规定标准范围，掌握进度，协调调研和实验，组织标准的编写。

游国祥：组员 负责对基本实验组织实施，对氢气检测的标准内容进行编写，并负责整体标准的全面修订；负责标准的修订说明。

李宏旭：组员 负责基本实验的实施和验证。

刘春海：组员 负责轻合金车轮的试验验证和标准正文的起草修订。

叶燕飞：组员 负责钢车轮的比对检测法的试验验证和标准正文的起草修订。

陈云经：组员 负责钢车轮的压差检测法的试验验证和标准正文的起草修订。

程小强：组员 负责规定标准范围，负责整体标准正文起草修订和审核。

张世江：组员 参与检测方法的搜集整理和起草修订。

## 二、 汽车行业标准编制原则和确定汽车行业标准主要内容的依据

### 1、 编制原则

1) 制定规则。本文件按照 GB/1.1-2020《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写》的规定和要求编写，在标准框架、结构和内容等方面符合要求。

2) 延续性和连贯性原则。本文件在 QC/T241-2011 的基础上进行修订，标准规定的范围和内容在原标准的基础上进行增加和删减，保证标准实施的连贯性。

3) 标准先进性适当。标准制定时要吸收国外标准中先进的试验方法，并充分研究国内外车轮标准技术水平和考虑我国车轮出口地位，制定适宜的技术指标。

4) 科学实用的原则。标准内容应全面，科学合理。方法经过验证，重复性好，便于规范作业，标准在车轮行业应具有较强的可操作性。

### 2、 标准草案中主要内容的说明和确定标准主要内容的依据

1) 标准名称进行了修改。结合车轮行业技术标准体系，考虑到行业现在的质量管理水平和行业实际作业状况，以及破坏性与非破坏性差异，本文件由《汽车无内胎车轮密封性试验方法》改为《汽车无内胎车轮密封性检测方法》（见本版封面，2011 版封面）。

2) 本文件扩展范围较 QC/T241-2011 有较大提升。

➤ 增加了术语和定义（见本版 3.1 和 3.2），便于对标准的理解。

- 对样品的定义进行了修改（见本版第 4 章，见 2011 年版第 4 章），明确轻合金车轮和钢车轮的实际状态。
- 增加了检测设备的简要说明和技术要求(见本版每一检测方法的检测设备条款)，以便相应的设备制造供应商的理解和设备使用厂家的重点管控。
- 重点对钢车轮检测方法进行了更新，增加了比对检测法、氢气检测法、压差检测法，补充一种压缩空气法(见本版第 1 章，2011 年版第 1 章)。这些检测方法已在钢车轮的生产中长期验证有效。
- 对原标准中压缩空气检测的充气压力和检测时间在试验的基础上进行了修改(见本版 5.6.2，原标准 6.1.1)，更符合实际过程控制，提升作业效率。
- 压缩空气法中，对乘用车、商用车车轮的检测条件进行了整合（见本版 5.6.2）。在实际验证中可用同一漏嘴进行比较，与轮辋厚度和轮胎容积无关。
- 对原标准附录中的与实际情况不符的部分进行了删减，删除了原标准附录 A.6,避免在指导实际生产和质量控制上产生歧义。（见本版附录 A ， 2011 版附录 A）
- 对原标准的架构格式重新调整，使其与新的检测方法在逻辑上联系更紧凑（见本版章节，2011 版章节）。

### 三、主要试验（或验证）情况分析

#### 1、标准漏嘴和泄漏率的说明：

1) 标准漏嘴大小实验摸底，其直径小于  $3\mu\text{m}$ ：在原标准中提及标准漏嘴，但未有更进一步的解释。在尚未确定标准漏嘴之前，我司对符合原附录 A.1 要素的轮辋加装了  $3\mu\text{m}$ （按我们的条件，更小直径的漏嘴做实验容易被堵塞）的漏嘴，按原附录（2011 版）A.1 的条件作实验，6 个月后压力下降  $0.04\text{MPa}$ ，大于原附录 A.1 中  $0.02\text{MPa}$  的标准泄漏量，初步证明标准漏嘴直径小于  $3\mu\text{m}$ 。

2) 标准漏嘴大小计算确定为  $D=0.86\mu\text{m}$ ，近似为  $1\mu\text{m}$ ：在新增的三种检测方法中（氢气检测法、压差检测法、比对检测法），均提及到由标准泄漏率  $3.2\times 10^{-5}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$  衍生出的标准漏嘴。因标准漏嘴的大小不因外界条件变化，但泄漏率会因外界条件而变化，所以，把泄漏率对应的漏孔进行确定。按标准泄漏率的定义，以提供相关漏孔的公司（此公司有 NIST 认证以及符合实验室 ISO 17025 要求）的算法，以其设计的漏孔结构形式，标准漏孔直径  $D=0.86\mu\text{m}$ 。根据工业生产工况，可近似为  $1\mu\text{m}$ 。

东风汽车车轮随州有限公司于 2021 年对此公司的漏嘴进行了相应的佐证，如下表，此数据与按其算法所得数据的误差小于 2%。

在 15psig(表显) 空气中，泄漏率与孔径的对应关系：

D ( $\mu$ )	34.99	30.79	24.25	20.44	19.16	19.64	15.54
Q (ml/min)	21.3376	16.5211	10.2481	7.2789	6.398	6.719	4.2081

推出： $Q=0.01743D^2$

3) 泄漏率的标定举例: 我公司以 10 $\mu$ m 的漏嘴对设备进行标定, 测出相应时间氢气泄漏的 PPM 值或其他的物理量, 再以此测算出 1 $\mu$ m 的标准漏嘴对应的物理量, 以其作为基准后加严检测。

## 2、冒泡实验的差异和建议:

我公司在水槽中做冒泡实验时, 观察到的现象与原标准附录 A 中 A.6 的内容有较大差异。在实际试验中, 我们以 3 $\mu$ m 的漏嘴联结到轮辋上, 装胎后充气压力到 0.2MPa, 浸入清水池。表现为直径约 1mm 的气泡, 每 3s 逸出一个, 非连续。如果用符合标准的 1 $\mu$ m 的漏嘴, 气泡逸出的速率更会大大降低。试验现象与原标准中所述“直径约 1mm 的气泡, 每秒逸出一个, 眼睛看到的是连续的气泡”有较大差异, 而且与整车厂反映的情况不一致。建议取消该条目。

## 3、压缩空气法中相关参数的调整:

压缩空气法中压力由 0.25 MPa 提高为 0.4MPa 后, 检测时间由 30s 调整为 20s。

参考依据:

1) 由公式  $q_2 = q_1 \times \frac{p_{2i}^2 - p_{2a}^2}{p_{1i}^2 - p_{1a}^2} \times \frac{\eta_1}{\eta_2}$  和  $q = V\Delta p/t$  可计算出, 压力由 0.25 MPa 提高为 0.4MPa 后, 检测时间由 30s 对等约为 15s。

2) 由提供漏嘴公司的算法, 压力由 0.25 MPa 提高为 0.4MPa 后, 检测时间由 30s 对等约为 21s。

3) 我们在实验中, 装 3 $\mu$ m 的漏嘴, 充气压力为 0.4MPa 时, 表现为约 2 秒 3 个气泡(每次渗出 1 个气泡)。1 $\mu$ m 的漏嘴易堵塞, 未能做实验比对。按推算, 1 $\mu$ m 漏嘴约为 3 $\mu$ m 漏嘴泄漏的 1/9(充气压力为 0.4MPa 时, 约 20 秒可检测到 3 个气泡)。

综合这三种情况, 提出压力和时间的调整建议。

## 4、氢气检测的技术说明:

1) 氢气检测的优点: 氢气分子量小, 有很好的扩散性, 更易于穿过微小漏孔。氢气粘性小, 易于脱附, 被测工件内残留量小, 大气中的本底很小(0.5ppm)。氢气通过工业生产很容易得到, 成本低, 不用回收。氢气(5%)和氮气(95%)混合后作为示踪气体, 依据 ISO 10156, 在空气中是安全气体, 无毒性, 无腐蚀性, 不会对环境和设备产生不利影响。

2) 氢气检测基本原理: 采用对氢气敏感的半导体式气体传感器进行泄漏检测。半导体气体传感器的特性是: 在周围的空气中没有氧存在的状态下, 让传感器保持在 400 度的高温, 自由电子就会穿过氧化锡粒子的粒界。在清洁的空气中氧化锡的表面附着氧, 氧气的电子亲和力和力会使在氧化锡中的自由电子聚集在粒界形成电位屏障, 此电位屏障阻止电子的穿过, 其结果是增大了电阻。传感器暴露于还原性气体 H<sub>2</sub> 中时, 氢气会在氧化锡表面与吸附的氧发生氧化还原反应, 其结果就是降低了附着于氧化锡表面的氧量从而降低了电位屏障使电子变得容易运动, 也就是说降低了电阻。利用这种机制, 通过测量电阻的变化可以检测出大气中所含气体的浓度。

3) 东风汽车车轮随州有限公司使用氢检的情况说明: 当检测时, 夹具上腔(装胎面)压力设定为 0.3MPa, 压进腔体的氢氮混合气体在稳定态时为 0.3MPa (绝对压力 0.4 MPa), 原腔体中的大气为 0.1MPa(绝对压力), 根据气态方程  $P_1V_1/T_1=P_2V_2/T_2$  可得出其体积为原来的 1/4, 亦即新进的氢氮气体占上腔的 3/4, 说明氢气浓度被稀释为原来浓度 (5%) 的 75%。(此含量的氢氮混合气体粘度与空气粘度相当)。2021 年, 我们做了如下试验:

(1) 以 20 $\mu$ m 的新漏嘴, 充气压力 0.3 MPa 下, 1 分钟内实测泄漏空气 14ml (大气) (按提供漏嘴的公司的算法计算值为 13.6ml)。假定下腔容积为 20ml, 而压力为大气压, 此漏孔 5s 后积累氢的浓度约为  $14 \times 5 / 60 / 20 \times 5\% \times 75\% = 0.002187 = 2187 \text{PPM}$ 。每 1 秒泄漏  $2187 / 5 = 437 \text{PPM}$ 。如果检漏仪的量程为 1---1000PPM, 在 1 秒内的泄漏量即可达到明显识别。

(2) 5 $\mu$ m 的漏嘴, 充气压力 0.3MPa 下, 15 分钟内实测漏气 15.5ml(大气)。5s 后积累氢的浓度为  $15.5 \times 5 / (15 \times 60) / 20 \times 5\% \times 75\% = 0.000161 = 160 \text{PPM}$ , 每 1 秒泄漏  $160 / 5 = 32 \text{PPM}$ , 在 1 秒内的泄漏量即可达到明显识别。

(3) 1 $\mu$ m 的漏嘴, 充气压力 0.3MPa 下, 按漏嘴公司的计算结果, 泄漏率为 0.04 ml/min。按上述, 5s 后积累氢的浓度为  $0.04 \times 5 / 60 / 20 \times 5\% \times 75\% = 6.25 \text{E-}6 \approx 6 \text{PPM}$ 。5 秒后泄漏量可达到明显识别。

因设备上腔充气压力达到 0.3 MPa 有一过程, 漏孔在此过程中已有泄漏, 而没计入泄漏计算中, 实际值大于计算值, 以计算值为基准, 实际是加严了检测。

实际作业中, 以 10 $\mu$ m 漏孔校定设备, 与上述值比较, 最后设定 1 $\mu$ m 漏孔的临界值 N, 以 N 值作为临界泄漏率设置报警点。

## 5、比对检测法的技术说明:

实验中漏孔孔径为 10 微米, 入口气压为 2.5 个大气压时, 在清水中气泡呈散射状; 当漏孔孔径为 5 微米, 入口气压分别为 2.5 个大气压、3 个大气压、4 个大气压时, 气泡均呈现出一个一个断续的排放状态。在比对设备中检测时, 10 微米的漏孔在入口气压为 2.5 个大气压时可报警; 5 微米的漏孔 2.5 个大气压入口压力时, 不能报警。重复多次, 结果一致。其原理分析为: 当气泡呈散射状时, 可使漏孔周围气体分子有可被检测到的微小运动; 当气泡呈断续的一个一个排放时, 几乎影响不了周围气体分子的运动, 传感器几乎无感知, 设备不报警。结论: 此种比对检测法可检测出 10 微米以上的漏孔。10 微米以下的漏孔, 由后续的涂装工序予以堵塞。

计算时, 入口气压 2.5 个大气压 (相对气压), 出口为 1 个大气压 (绝对气压), 以 10 微米漏孔的参数输入, 其泄漏流量为 0.05 ml/s, 换算为大气中的泄漏率为  $5 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{s}$ , 不符合车轮泄漏的定义。

## 6、压差检测法的技术说明:

按相关公司提供的参数, 当入口压力为 0.55MPa, 出口压力为(-90KPa), 目前可测出的泄漏量为 2ml/min 时, 经计算, 能检测出的漏孔孔径最小为 6 微米。当进出口压力不变, 其泄

漏量为 0.06ml/min 时，能检测出的漏孔直径为 1 微米，达到标准要求的换算值。目前在 1-6 微米之间的孔径由后续的涂装予以堵塞。

上述三种检测方法（氢气法、比对法、压差法）在实际检测中，涂装前以 10 微米的泄漏率为阈值，涂装后经过长期验证终端客户产品漏气率 PPM<1。

#### 四、标准中涉及专利的情况

无

#### 五、预期达到的社会效益等情况

本标准拓展了车轮气密性的检测方法，是车轮行业尤其是钢车轮行业重要的技术标准之一，使钢车轮的质量控制可信度得到极大提升。原各公司长期在实践中得到的气密检测的宝贵经验得以传承。

#### 六、采用国际标准和国外先进标准的情况

未有查询到与本标准相关的国际标准和国外先进标准。此标准为中国车轮行业所独有的标准。

#### 七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

本标准属于汽车行业车轮分体系中技术标准。车轮标准体系分为五大类，分别是：术语和标志、通用技术条件、尺寸及检测方法、性能要求和试验方法、维护及保养。本标准在体系中属于--性能要求和试验方法类，体系表中编号为：QC-102-202-302-403-504-009。

#### 八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准制定过程中未出现重大分歧意见。

#### 九、标准性质的建议说明

建议作为推荐性行业标准颁布实施。

#### 十、贯彻标准的要求和措施建议

本标准发布后，车轮分委会协调专家在我国车轮行业年会上宣讲。

建议通过全国汽车标准化委员会组织学习并实施。

建议国内各汽车厂直接使用本标准或在本标准基础上制定相应的企业标准。

#### 十一、废止现行相关标准的建议

无

## 十二、 其他应予说明的事项

无