

|                                                                                   |                    |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|
|  | 地面车辆<br><br>推荐实施规范 | SAE J2044 2009年8月 |
|                                                                                   |                    | 发行 1992年6月        |
|                                                                                   |                    | 修订 2009年8月        |
|                                                                                   |                    | 替代 J2044 2002年9月  |
| 燃油及蒸汽 / 挥发系统的快速接头规范                                                               |                    |                   |

## 说明

本修订主要为反映燃油及挥发系统上技术方面的变更，及对测试流程的澄清。

## 目录

|                                                |   |
|------------------------------------------------|---|
| 1. <a href="#">范围</a>                          | 2 |
| 2. <a href="#">引用</a>                          | 3 |
| 2.1 <a href="#">适用的出版物</a>                     | 3 |
| 2.1.1 <a href="#">SAE出版物</a>                   | 3 |
| 2.1.2 <a href="#">ASTM 出版物</a>                 | 3 |
| 2.2 <a href="#">相关的出版物</a>                     | 3 |
| 2.2.1 <a href="#">SAE 出版物</a>                  | 3 |
| 3. <a href="#">定义</a>                          | 4 |
| 3.1 <a href="#">未装接头( Unexposed Coupling )</a> | 4 |
| 3.2 <a href="#">批次</a>                         | 4 |
| 3.3 <a href="#">尺寸</a>                         | 4 |
| 4. <a href="#">尺寸规格</a>                        | 4 |
| 5. <a href="#">测试温度</a>                        | 4 |
| 6. <a href="#">功能性要求</a>                       | 4 |
| 6.1 <a href="#">泄漏测试( 在线测试 )</a>               | 4 |
| 6.1.1 <a href="#">低压泄漏测试流程</a>                 | 4 |
| 6.1.2 <a href="#">低压泄漏测试合格判定</a>               | 5 |
| 6.1.3 <a href="#">高压泄漏测试流程( 仅流体燃料 )</a>        | 5 |
| 6.1.4 <a href="#">高压泄漏测试合格判定</a>               | 5 |
| 6.1.5 <a href="#">真空泄漏测试流程( 仅客户要求时的蒸汽系统 )</a>  | 5 |
| 6.1.6 <a href="#">真空测试认可判定</a>                 | 5 |
| 6.2 <a href="#">插接力( Assembly Effort )</a>     | 7 |
| 6.2.1 <a href="#">测试流程( 新零件 )</a>              | 7 |
| 6.2.2 <a href="#">测试流程( 第7节装接后的接头 )</a>        | 7 |
| 6.2.3 <a href="#">认可判定</a>                     | 8 |
| 6.3 <a href="#">拔脱力( Pull-Apart Effort )</a>   | 9 |
| 6.3.1 <a href="#">测试流程</a>                     | 9 |
| 6.3.2 <a href="#">认可判定</a>                     | 9 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.4 侧向受力能力.....                                                        | 10 |
| 6.4.1 <a href="#">测试流程</a> .....                                       | 10 |
| 6.4.2 <a href="#">认可判定( 侧向受力泄漏测试 )</a> .....                           | 10 |
| 6.4.3 <a href="#">认可判定( 侧向受力破坏测试 )</a> .....                           | 10 |
| 6.5 <a href="#">电阻</a> .....                                           | 10 |
| 6.5.1 <a href="#">测试流程</a> .....                                       | 11 |
| 6.5.2 <a href="#">认可判定</a> .....                                       | 11 |
| 6.6 <a href="#">耐蒸汽逸散( Resistance to Evaporative Emissions )</a> ..... | 11 |
| 7. <a href="#">设计验证/有效性测试</a> .....                                    | 11 |
| 7.1 <a href="#">腐蚀</a> .....                                           | 11 |
| 7.1.1 <a href="#">测试流程</a> .....                                       | 11 |
| 7.1.2 <a href="#">认可判定</a> .....                                       | 11 |
| 7.2 <a href="#">抗氧化锌</a> .....                                         | 11 |
| 7.2.1 <a href="#">测试流程</a> .....                                       | 11 |
| 7.2.2 <a href="#">认可判定</a> .....                                       | 11 |
| 7.3 <a href="#">耐外部化学和环境性</a> .....                                    | 12 |
| 7.3.1 <a href="#">测试流程, 流体或介质</a> .....                                | 12 |
| 7.3.2 <a href="#">认可判定</a> .....                                       | 12 |
| 7.4 <a href="#">燃油相容性</a> .....                                        | 12 |
| 7.4.1 <a href="#">测试流程</a> .....                                       | 12 |
| 7.4.2 <a href="#">测试用燃料</a> .....                                      | 12 |
| 7.4.3 <a href="#">测试要求</a> .....                                       | 13 |
| 7.4.4 <a href="#">认可判定</a> .....                                       | 13 |
| 7.5 <a href="#">生命周期测试</a> .....                                       | 13 |
| 7.5.1 <a href="#">测试流程</a> .....                                       | 13 |
| 7.5.2 <a href="#">振动频率</a> .....                                       | 13 |
| 7.5.3 <a href="#">加速度</a> .....                                        | 13 |
| 7.5.4 <a href="#">振动持续时间</a> .....                                     | 13 |
| 7.5.5 <a href="#">流体压力</a> .....                                       | 13 |
| 7.5.6 <a href="#">流体流量( 仅液体燃料快速接头 )</a> .....                          | 14 |
| 7.5.7 <a href="#">测试持续时间</a> .....                                     | 14 |
| 7.5.8 <a href="#">测试循环</a> .....                                       | 14 |
| 7.5.9 <a href="#">认可判定</a> .....                                       | 15 |
| 7.6 <a href="#">高温爆裂测试</a> .....                                       | 16 |
| 7.6.1 <a href="#">测试流程</a> .....                                       | 16 |
| 7.6.2 <a href="#">认可判定</a> .....                                       | 16 |
| 8. <a href="#">设计验证/有效性及在线测试交叉参照表</a> .....                            | 17 |
| 9. <a href="#">注释</a> .....                                            | 17 |
| 9.1 <a href="#">页边标记</a> .....                                         | 17 |
| <a href="#">附录A</a> <a href="#">测量配套管路端头的凸缘宽度的流程</a> .....             | 18 |

## 1. 范围

本SAE推荐实施规范适用于燃油供给、回流、蒸气/挥发系统连接的快速接头，定义了其最低功能性要求。文档中也定义了标准公头管端的端头尺寸，以保证所有同样公头端头大小的接头在设计上的互换性。本文档适用于工作在汽车及轻卡的以下工作条件中的快速接头：

- a. 汽油和柴油输送系统，或其蒸气排放或挥发逸散控制系统。
- b. 运转压力高达500 kPa， 5 bar，（72 psig）。
- c. 运转真空度低至-50 kPa， -0.5 bar （-7.2 psi）。
- d. 运转温度范围 -40℃（-40°F）至115℃（239°F）。

把快速接头连到配套的管路端头上，然后回拉，确保安装到位，这样快速接头才起到作用。除非另有说明，本文档中阐述的要求适用于装配操作中的新接头。维修时，相配合的管端在重新接上前应使用SAE 30号重油润滑。

本SAE文档的规定是通用性的，车辆主机厂（Vehicle OEM）的燃油系统规范可在此范围上另行添加要求。此种情况下，OEM厂的规范高于本文档。

## 2. 引用

### 2.1 适用的出版物

下面的出版物，按其指定的内容成为本文档的一部分。除非另行规定，应采用其最新的SAE出版物。

#### 2.1.1 SAE 出版物

可从SAE International得到。（地址：宾夕法尼亚州.....，电话：.....，网址：[www.sae.org](http://www.sae.org)）。

|           |                                   |
|-----------|-----------------------------------|
| SAE J526  | 焊接低碳钢管                            |
| SAE J527  | 双层卷铜焊接钢管                          |
| SAE J1645 | 燃油系统及其组件 ——静电消减                   |
| SAE J1681 | 材料试验用汽油、酒精、以及柴油替代品                |
| SAE J1737 | 通过反复流动测定燃料管、软管、接头、和燃料管路总成烃损失的试验流程 |
| SAE J2045 | 燃油系统管路总成的性能要求                     |
| SAE J2587 | 优化的燃油箱输油端盖                        |

#### 2.1.2 ASTM 出版物

可从ASTM International得到。（地址：宾夕法尼亚州.....，电话：.....，网址：[www.astm.org](http://www.astm.org)）。

|            |        |
|------------|--------|
| ASTM B 117 | 盐雾试验方法 |
|------------|--------|

## 2.2 相关出版物

下面的出版物仅用于信息提供，不是本规范所要求的一部分。

#### 2.2.1 SAE 出版物

可从SAE International得到。（地址：宾夕法尼亚州.....，电话：.....，网址：[www.sae.org](http://www.sae.org)）。

|         |        |
|---------|--------|
| SAE J30 | 燃油及油软管 |
|---------|--------|

## 3. 定义

### 3.1 未装接接头（Unexposed Coupling）

自制造出来后还没有使用过或破坏的接头。

### 3.2 批次

一组可以追溯到同一个组装批次或原来批次的接头。超过一周生产出来的不能归入同一批次中。

### 3.3 尺寸

除另行规定外，尺寸单位均为毫米（mm）。

## 4. 尺寸规格

本档中，用三组数字来标明快速接头的规格大小，如图 1 所示，用  $\epsilon \times \beta \times \alpha$  表示。尺寸  $\epsilon$  表示公头端头的名义直径。 $\beta$  表示与接头的接柄端（the stem end of the coupling）匹配的管路或软管的大小。 $\alpha$  表示位于公头端头的凸缘后面，管路名义直径部分的最小直线长度，用于正确安装和拆除接头。

示例：9.5mm×8mm×12mm 接头与 9.5mm 的公头管端搭配，接入 8mm 的软管，并要求公头凸缘后面的管路留有 12mm 的净长。

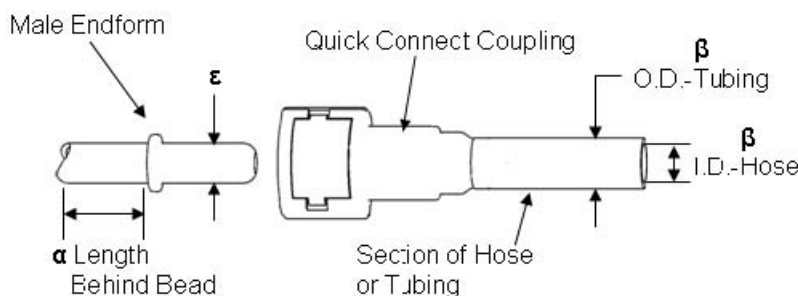


图 1 – 接头的命名

标准配合尺寸的细节和标准管路端头的尺寸见表 1 和图 2。

注意：金属或塑料管采用外径（OD）来指定大小。软管采用内径（ID）来指定大小。

## 5. 测试温度

除非另有指定，所有的测试均在室温  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  ( $73.4^{\circ}\text{F} \pm 4^{\circ}\text{F}$ ) 下进行。

## 6. 功能性要求

本节定义用于燃油系统软管的快速接头连接器的最低功能性要求。

注意：新设计的接头使用与先前测试过的接头一样的原料时，此前的测试结果可以借用为 7.1 腐蚀，7.2 抗氯化锌，7.3 耐外部化学和环境性，和 7.4 燃油相容性的测试的数据。

### 6.1 泄漏测试（在线）

为符合最严格的挥发物法规，包括 CARB PZEV，以及安全法规，快速接头必须无泄漏和微渗漏。进行批量生产泄漏测试就是为了确保与这些要求一致。压缩空气泄漏试验是经过验证的技术，可以提供所要求的泄漏探测，以及耐压验证测试。按用途的不同，试验条件分为低压（蒸气），高压（液体），和真空系统，分别详述如下。

**注意：**本档中，泄漏测试认可判定的单位采用惯常的流量单位（cc/min）或质量流量单位（scf/min）。在燃油系统行业中，有一个替代的泄漏测试标准，采用的单位是等效通道尺寸（equivalent channel dimension）而不是流量。例如，SAE J2587 中燃油泵模块箱的接口连接头的泄漏指标。等效通道标准尤其适用于燃油箱之类的部件，内部体积大，低压压力或真空时变形大。对于此类部件，泄漏测试的方法有真空、加压和累加法。不同的方法测得的泄漏速率之间很难比较，因此建立起了一种等效通道标准。等效通道的尺寸标准基于试验数据，这些数据表明燃油系统的微渗漏（micro-leaks）会随着时间发生堵塞。微渗漏可以有效的达到接近零碳氢排放的水平。6.1.3 条中定义的高压泄漏测试，实验和分析的结果显示所对应的等效通道规格是直径 15 微米长度 3mm。不建议进行进一步的测试来验证此等效通道。标准的泄漏速率测试是在压力 101.325kPa（14.696 psig）和温度 293 K（20°C）的条件下定义的。

（译注：关于等效通道的定义以及测试，详见 SAE 的论文“Simplifying the Approach to Specify and Measure Product Seal Integrity and Leak Tightness”，论文编号：2006-01-0379，作者：Venu Gorti, Hemi Sagi）

#### 6.1.1 低压泄漏测试流程

a. 将图 3 所示的泄漏测试柱塞插入快速接头中。

- b. 使用合适的空气泄漏测试设备, 向封闭起来的空间施加  $69 \text{ kPa} \pm 7 \text{ kPa}$ ,  $0.69 \text{ bar} \pm 0.07 \text{ bar}$  ( $10 \text{ psig} \pm 1 \text{ psig}$ ) 的压力 (对于单边封闭的接头, 其接柄 (stem) 必须盖住或密封)。

### 6.1.2 低压测试认可判定

数据稳定后最大的泄漏速率  $2 \text{ scc/min}$  ( $1.10 \text{ cc/min}$ )。

### 6.1.3 高压泄漏测试流程 (仅流体燃料)

- a. 将图 3 所示的泄漏测试柱塞插入快速接头中。  
b. 使用合适的空气泄漏测试设备, 向封闭起来的空间施加  $1034 \text{ kPa} \pm 35 \text{ kPa}$ ,  $10.34 \text{ bar} \pm 0.35 \text{ bar}$  ( $150 \text{ psig} \pm 5 \text{ psig}$ )。

### 6.1.4 高压测试认可判定

稳定后的最大泄漏速率  $5 \text{ scc/min}$  ( $0.45 \text{ cc/min}$ )。

注意: 用高压空气进行测试时, 应采用适当的安全预防措施。对于蒸气/挥发系统上用到的快速连接件, 就无此必要, 因为这种接头一般不会用于高压管路。

### 6.1.5 真空泄漏测试流程 (仅客户要求时的蒸气系统)

- a. 将图 3 所示的泄漏测试柱塞插入快速接头中。  
b. 使用合适的真空泄漏测试设备, 产生  $7 \text{ kPa}$  ( $-1.02 \text{ psig}$ ) 的负压。

### 6.1.6 真空测试认可判定

稳定后的最大泄漏速率  $2 \text{ scc/min}$  ( $2.14 \text{ cc/min}$ )。

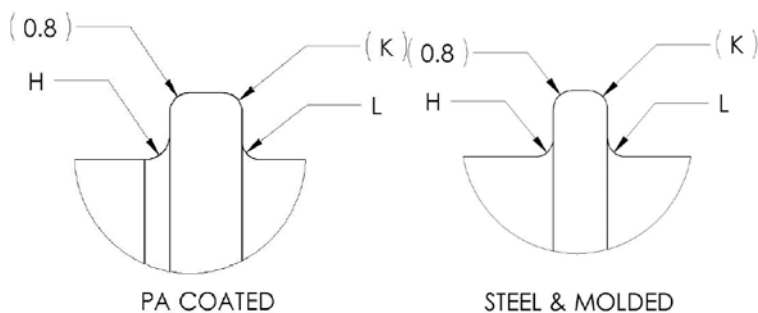
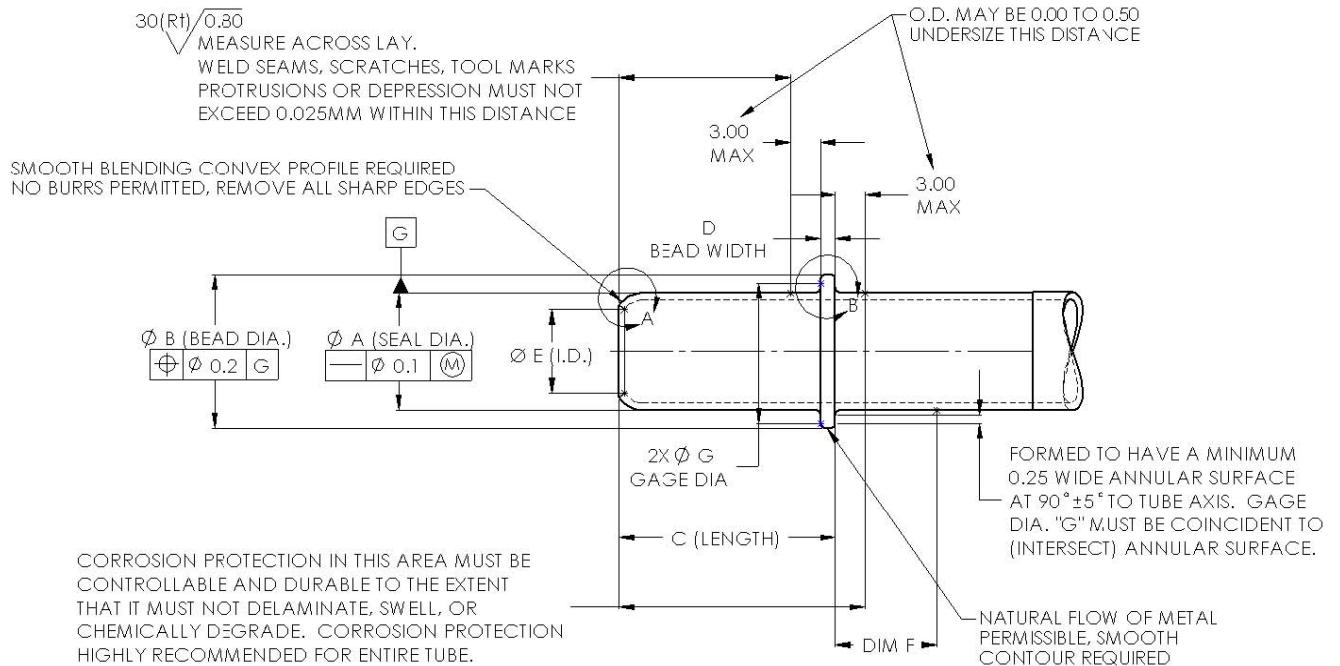
可以通过观察实际泄漏速率的输出曲线来确定状态是否已经稳定。实际泄漏速率随接头的大小和测试方法的不同而有变化。渗漏和泄漏不是同一现象。渗漏测试测量的是渗漏速率。

表 1 标准管路端头尺寸

| (名义)<br>基本管路直径       | A<br>套封直径   | B<br>凸缘直径   | C<br>长度     | D<br>凸缘宽度<br>*** 见注释 | E<br>内径     | F<br>净长度 | G<br>公称直径 | H<br>相切半径 | (K)<br>混合半径<br>(参考) | L<br>相切半径 |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|-------------|----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|
| 3/16", 4.78±0.08     | 4.63 ±0.06  | 7.10 ±0.15  | 19.93 ±0.25 | *1.57/1.93           | 2.20/2.70   | 6.9      | 6.08      | 0.5/1.0   | 0.5                 | 0.3/0.5   |
| 1/4", 6.35±0.08      | 6.30 ±0.06  | 8.75 ±0.15  | 20.91 ±0.25 | *1.57/1.93           | 3.60/4.10   | 9.5      | 7.75      | 0.5/1.0   | 0.6                 | 0.4/0.8   |
| 5/16" 8mm, 7.94±0.08 | 7.89 ±0.06  | 10.98 ±0.15 | 21.12 ±0.25 | *1.57/1.93           | 4.70/5.20   | 12       | 9.39      | 0.5/1.0   | 0.9                 | 0.4/0.8   |
| 3/8", 9.53±0.08      | 9.49 ±0.06  | 12.94 ±0.21 | 21.12 ±0.25 | *1.57/1.93           | 6.30/6.80   | 14.3     | 10.92     | 0.5/1.0   | 1.1                 | 0.4/0.8   |
| 10mm ±0.08           | 9.89 ±0.06  | 13.42 ±0.21 | 24.74 ±0.25 | ** 2.34 / 2.74       | 6.60/7.10   | 15       | 11.34     | 0.5/1.0   | 1.2                 | 0.4/0.8   |
| 7/16, 11.11±0.10     | 11.05 ±0.10 | 14.80 ±0.25 | 26.62 ±0.50 | ** 2.34 / 2.74       | 7.00/7.50   | 16.5     | 12.5      | 0.5/1.0   | 1.3                 | 0.4/0.8   |
| 12mm ±0.10           | 11.80 ±0.10 | 16.51 ±0.25 | 26.62 ±0.50 | ** 2.34 / 2.74       | 7.50/8.00   | 18       | 13.25     | 0.5/1.0   | 1.6                 | 0.4/0.8   |
| 1/2", 12.70±0.10     | 12.61 ±0.10 | 16.51 ±0.25 | 26.62 ±0.50 | ** 2.34 / 2.74       | 8.10/8.60   | 18       | 14.1      | 0.5/1.0   | 1.3                 | 0.4/0.8   |
| 5/8", 15.88±0.10     | 15.82 ±0.10 | 19.18 ±0.25 | 26.62 ±0.50 | ** 2.34 / 2.74       | 11.10/11.90 | 24       | 17.27     | 0.5/1.0   | 1.1                 | 0.4/0.8   |
| 3/4", 19.05±0.10     | 18.90 ±0.10 | 22.33 ±0.25 | 26.62 ±0.50 | ** 2.34 / 2.74       | 13.20/14.00 | 28.5     | 20.35     | 0.5/1.0   | 1.1                 | 0.4/0.8   |
| 7/8", 22.23±0.15     | 22.70 ±0.15 | 25.7 ±0.5   | 29.50 ±0.50 | ** 2.34 / 2.74       | 16.00/16.80 | 33       | 24.15     | 0.5/1.0   | 1.2                 | 0.4/0.8   |
| 1", 25.40±0.15       | 25.50 ±0.15 | 28.2 ±0.5   | 29.50 ±0.50 | ** 2.34 / 2.74       | 19.00/19.80 | 38       | 26.95     | 0.5/1.0   | 0.7                 | 0.4/0.8   |
| 1 1/8", 28.58±0.15   | 28.42 ±0.15 | 32.3 ±0.5   | 42.50 ±0.50 | ** 2.34 / 2.74       | 22.70/23.70 | 43       | 29.87     | 0.5/1.0   | 1.3                 | 0.4/0.8   |
| 尼龙包覆端头               |             |             |             |                      |             |          |           |           |                     |           |
| 1/4", 6.35±0.08      | 6.30 ±0.06  | 8.75±0.15   | 21.31 ±0.25 | *2.15 ±0.17          | 3.60/4.10   | 9.5      | 7.75      | 0.5/1.0   | 0.6                 | 0.4/0.8   |
| 5/16" 8mm, 7.94±0.08 | 7.89 ±0.06  | 10.98±0.15  | 21.12 ±0.25 | *2.15 ±0.17          | 4.70/5.20   | 12       | 9.39      | 0.5/1.0   | 1.1                 | 0.4/0.8   |
| 3/8, 9.53±0.08       | 9.49 ±0.06  | 12.94±0.21  | 21.12 ±0.25 | *2.15 ±0.17          | 6.30/6.80   | 14.3     | 10.92     | 0.5/1.0   | 0.9                 | 0.4/0.8   |
| 10mm ±0.08           | 9.89 ±0.06  | 13.42±0.21  | 24.74 ±0.50 | *2.15 ±0.17          | 6.60/7.10   | 15       | 11.34     | 0.5/1.0   | 1.2                 | 0.4/0.8   |
| 12mm ±0.10           | 11.80 ±0.10 | 16.51±0.25  | 26.62 ±0.50 | *2.15 ±0.17          | 7.50/8.00   | 18       | 13.25     | 0.5/1.0   | 1.7                 | 0.4/0.8   |

注释: \*对于成型端头, 凸缘宽度基于壁厚 0.028" (0.71±0.08mm) 的钢管。\*\*凸缘宽度基于壁厚 0.042" (1.07±0.102mm)

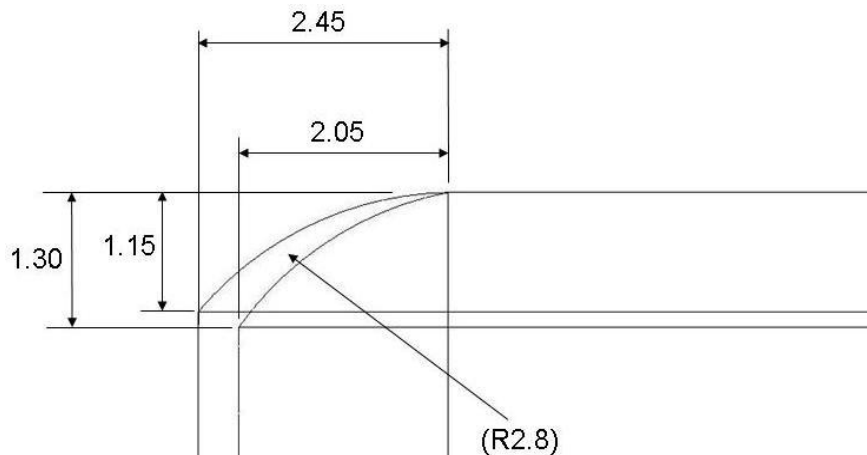
的钢管。成型的金属管路凸缘，其宽度取决于管路壁厚。对于壁厚未列在表 1 中的成型金属管，推荐凸缘宽度  $D=2\times$ 壁厚  $+0.5/-0.0$ 。钢管的名义尺寸按照 SAE J526 和 SAE J527。表 1 中未列出材料厚度的，需要和快速接头供应商检查装配的匹配性。塑料端头与不同类型接头的适配及使用，应与接头制造商确认。凸缘宽度的测量方法见附录 A。



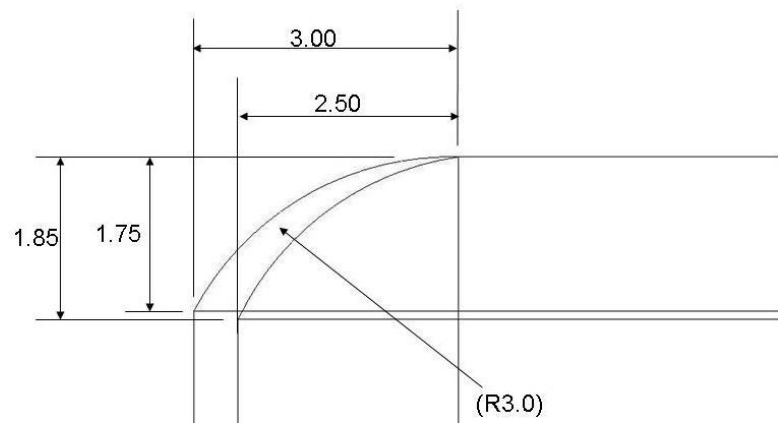
注意：带尖角 (K) 的模塑端头需要确认其适用性。

注释：尺寸“F”是从凸缘后端面（保留曲面的一侧）到交接相切处，或到不偏离管路名义直径的曲面终点处的距离。其值可由连接件制造商进行调整，以紧密扣合，并为松脱工具和多重扣合提供足够的空间，也可应对客户所要求的任何情况。

图 2 – 接头的术语



10mm 及以下的管路（用于包覆检查（for overlay check））



10mm 以上尺寸的管路（用于包覆检查（for overlay check））

图 2 – A 处详图

注意：鼻端外形光滑，插接时不会影响密封。而且它还必须符合表 1 中所要求的最小内径。

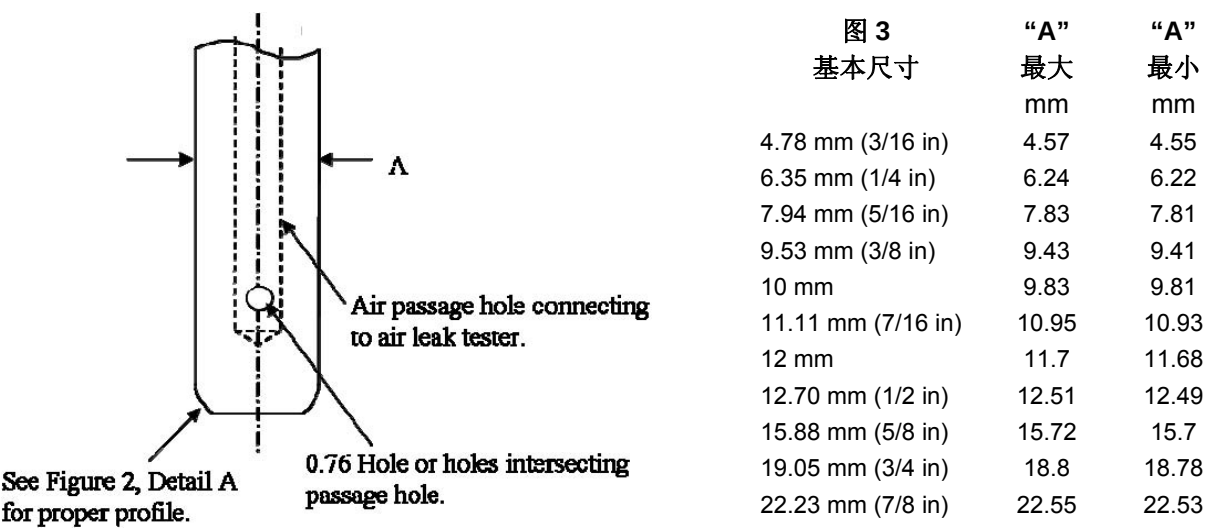


图 3 – 泄漏测试柱塞

注意：可以使用 2002 版 SAE J2044 中的测试柱塞。

6.2 接插力（Assembly Effort）

快速连接件的接插力，是把配对管端完整的装配（紧扣或锁止）到接头中的峰值力。使用一套合适的拉/压力测力计来验证其是否符合本标准的要求。

6.2.1 测试流程（新零件）

- a. 最少测试 10 套连接件。
- b. 进行测试。快速接头或测试柱塞上不要再涂抹润滑剂。
- c. 把快速接头固定于合适的测试夹具上。
- d. 每次测试前，用一块干净的不起毛的布擦拭测试柱塞，防止润滑剂聚集。
- e. 测试柱塞如图 4 所示，以 51mm/min±5mm/min（2in/min±0.2 in/min）的速度插入快速连接件中，并测量插接力。（模拟最大管道端头）

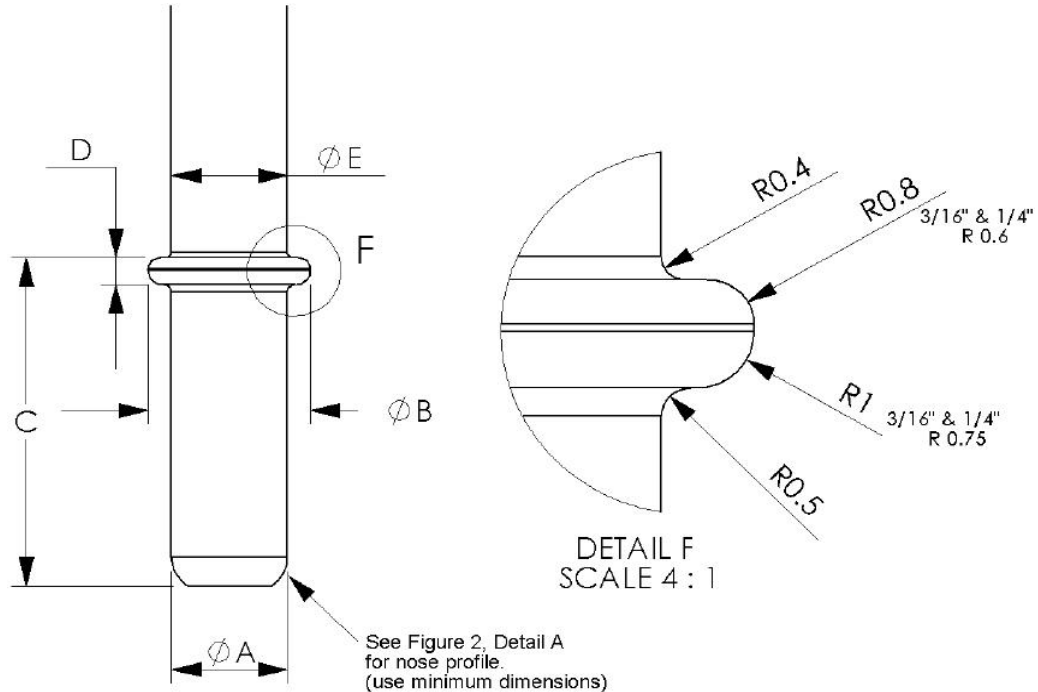
6.2.2 测试流程（第 7 节装接后的接头）

- a. 插接测试前，样品宜干燥 48 小时；
- b. 润滑时，把测试柱塞端头浸入 SAE 30 号重油至凸缘处。
- c. 测试柱塞如图 4 所示，以 51mm/min±5mm/min（2in/min±0.2 in/min）的速度插入快速连接件中，并测量插

接力。

### 6.2.3 认可判定

- 对于，第一次插接的最大力不超过 67N (15 lb)， $\geq 11\text{mm}$  的公管头，这个最大力不超过 111N (25 lb)。
- 用第 7 节装接后的接头测试，最大装接力 $<11\text{ mm}$  的公管头不超过 111N (25 lb)， $\geq 11\text{mm}$  的公管头不超过 156N (35 lb)。



|                     | A     | B     | C     | D     | E     |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | +0.00 | +0.00 | +0.00 | +0.00 | +0.00 |
|                     | -0.01 | -0.01 | -0.05 | -0.02 | -0.05 |
| 4.78 mm (3/16 in)   | 4.69  | 7.25  | 20.18 | 1.93  | 4.76  |
| 6.35 mm (1/4 in)    | 6.36  | 8.90  | 21.16 | 1.93  | 6.35  |
| 8 mm (5/16 in)      | 7.95  | 11.13 | 21.37 | 1.93  | 7.94  |
| 9.53 mm (3/8 in)    | 9.55  | 13.15 | 21.37 | 1.93  | 9.53  |
| 10 mm               | 9.95  | 13.63 | 24.99 | 1.93  | 10.00 |
| 11.11 mm (7/16 in)  | 11.15 | 15.05 | 27.12 | 1.93  | 11.11 |
| 12 mm               | 11.90 | 16.76 | 27.12 | 1.93  | 12.00 |
| 12.70 mm (1/2 in)   | 12.71 | 16.76 | 27.12 | 1.93  | 12.70 |
| 15.88 mm (5/8 in)   | 15.92 | 19.43 | 27.12 | 2.74  | 15.88 |
| 19.05 mm (3/4 in)   | 19.00 | 22.58 | 27.12 | 2.74  | 19.05 |
| 22.23 mm (7/8 in)   | 22.85 | 26.20 | 30.00 | 2.74  | 22.23 |
| 尼龙包覆端头              |       |       |       |       |       |
| 6.35 mm (1/4 in) PA | 6.36  | 8.90  | 21.16 | 2.32  | 6.35  |
| 8 mm (5/16 in) PA   | 7.95  | 11.13 | 21.37 | 2.32  | 7.94  |
| 9.5 mm (3/8 in) PA  | 9.55  | 13.15 | 21.37 | 2.32  | 9.53  |

图 4 – 插接测试柱塞

注释：尺寸均表示最大轮廓时的尺寸。表面粗糙度必须在 30 Rt 或更光滑。可以使用 SAE J2044 2002 版中的测试柱塞。

### 6.3 拔脱力 (Pull-Apart Effort)

快速连接件 (quick connect coupling) 的拔脱力是把相配的管道端头从快速接头中的拔出时所要求最大力。使用合适的拉力计来验证其是否符合本标准。软管的拔脱, 请见 SAE J2045。

#### 6.3.1 测试流程

- 把快速接头主体的接柄部分固定于夹具上, 使其能沿着快速接头的中心线轴向拔脱。
- 使用如图 5 所示的拔脱测试柱塞。(模拟最小端头)
- 以  $51\text{mm/min} \pm 5\text{mm/min}$  ( $2\text{in/min} \pm 0.2\text{in/min}$ ) 施加一个拉力载荷, 直至完全分离。

#### 6.3.2 认可判定

- 把未装接过的液体燃料快速接头与测试柱塞拔脱, 所需要的最小力为 450N。
- 把装接过的液体燃料快速接头 (第 7 节测试后的) 与测试柱塞拔脱, 所需要的最小力为 297N。
- 把未装接过的蒸气/挥发系统快速接头与测试柱塞拔脱, 所需要的最小力为 222N。
- 把装接过的蒸气/挥发系统快速接头 (第 7 节测试后的) 与测试柱塞拔脱, 所需要的最小力为 75N。

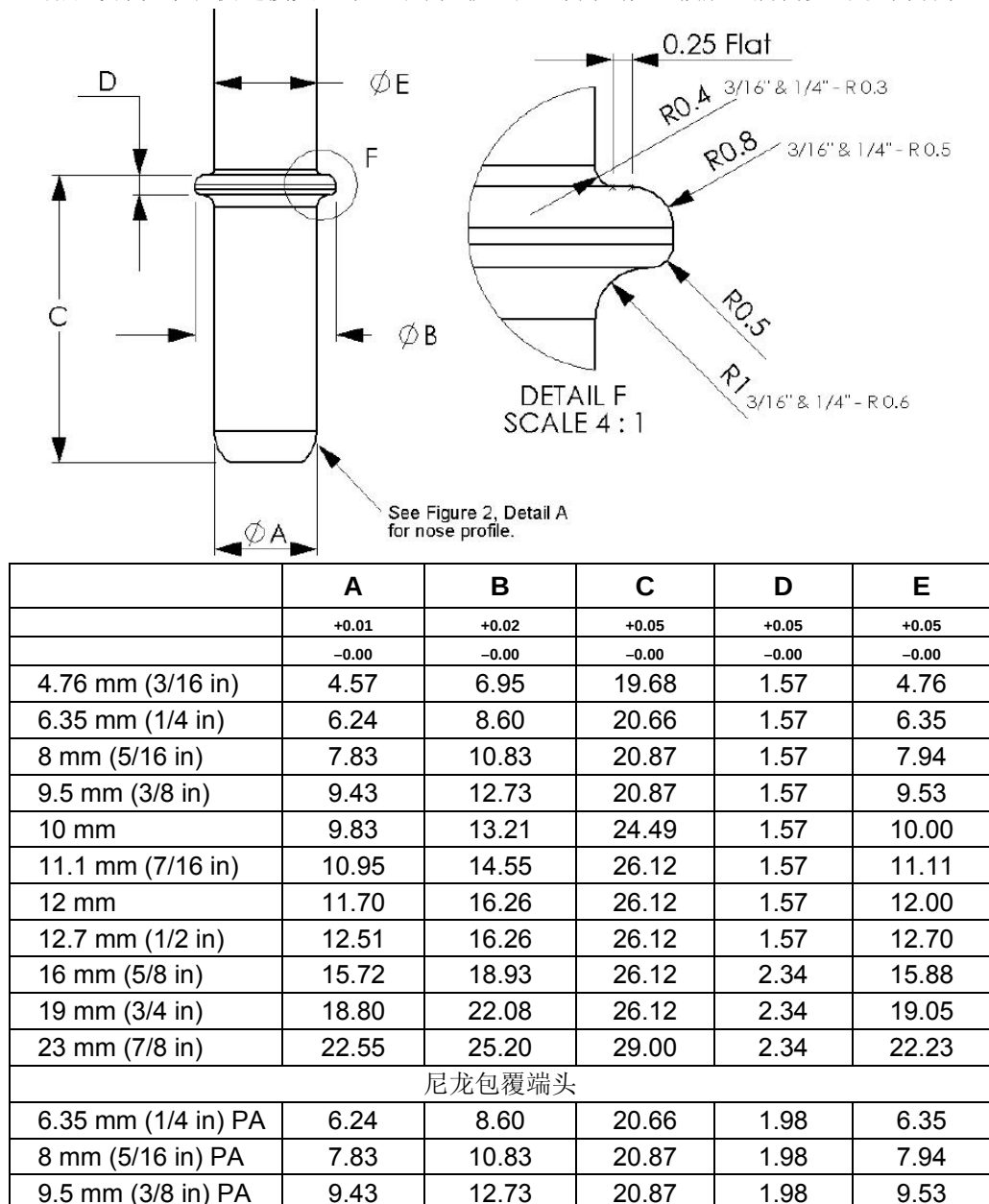


图 5 – 拔脱柱塞

注释: 尺寸均表示最小轮廓时的尺寸。表面粗糙度必须在 30 Rt 或以上。可以使用 SAE J2044 2002 版中的测试

柱塞。

## 6.4 侧向受力能力

快速连接件必须能够承受诸如在车辆中布置软管，以及在检修过程中拨拉软管腾出空间时所受到的侧向力。接头侧向受力能力是通过测量侧向受力泄漏试验和侧向受力破碎试验来衡量的。

### 6.4.1 测试流程

- 把快速接头插入一段可弯折的管道或软管中，软管另一端密闭。
- 把待测试的样品安装在夹具上（见图 6），以  $12.7\text{mm/min} \pm 5\text{mm/min}$  ( $0.5\text{in/min} \pm 0.2\text{in/min}$ ) 的速度对快速接头施加侧向载荷，直至达到指定的力，或快速接头破碎。允许软管扭曲。
- 对液体燃料快速连接件，通入  $1034\text{ kPa} \pm 35\text{ kPa}$ ,  $10.34\text{ bar} \pm 0.35\text{ bar}$  ( $150\text{ psig} \pm 5\text{ psig}$ ) 的压缩空气。
- 对蒸气/挥发系统快速连接件，通入  $70\text{ kPa} \pm 7\text{ kPa}$ ,  $0.7\text{ bar} \pm 0.07\text{ bar}$  ( $10\text{ psig} \pm 1\text{ psig}$ ) 的压缩空气。
- 对连接件施加  $152\text{N}$  的侧向载荷然后停止，并开始泄漏测试。（公管端头小于  $8\text{mm}$  ( $5/16''$ ) 的，施加侧向载荷到  $44.5\text{N}$ ，然后开始泄漏测试。）
- 持续施加侧向载荷直至破碎（必须超过最低要求，测试装置无损坏）。

### 6.4.2 认可判定（侧向受力泄漏测试）

- 对于液体燃料快速接头，稳定时的最大泄漏速率是  $8\text{ scc/min}$  ( $0.71\text{ cc/min}$ )。
- 对于蒸气/挥发系统快速接头，稳定时的最大泄漏速率是  $2\text{ scc/min}$  ( $1.19\text{ cc/min}$ )。

### 6.4.3 认可判定（侧向受力破坏测试）

接柄规格  $5/16''$  及以上的快速接头，承受最低侧向载荷  $200\text{N}$  ( $45\text{ lbf}$ ) 时无破碎，开裂，或弯曲。接柄规格  $5/16''$  以下的，按接头供应商和主机厂（OEM）的协议进行。

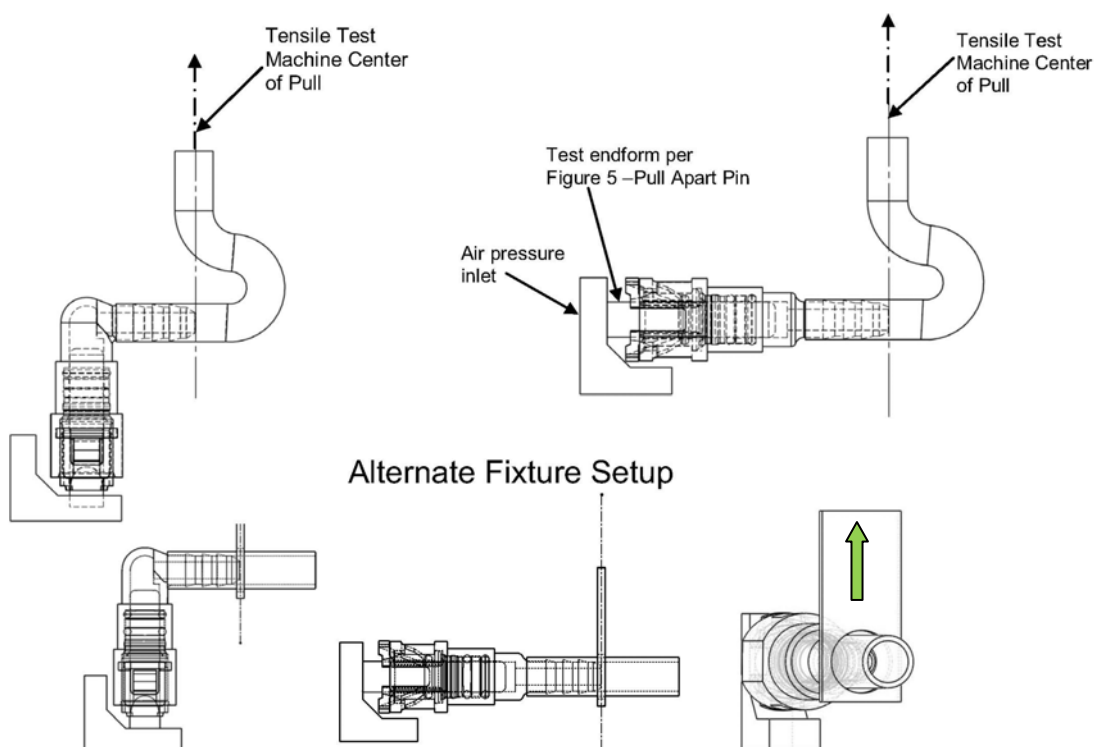


图 6 – 侧向受力测试夹具

## 6.5 电阻

如果主机厂要求，所有应用于燃料系统中，涉及到流动的液体燃料的快速接头，都必须有足够的导电性，能与接插上的软管，以及插入其中的管道端头形成电路连接，以防止产生有害的静电放电。

### 6.5.1 测试流程

- 测试样品包含模拟车辆中实际安装使用状态的连接件。连接件位于样品的中间位置。软管和硬管的长度都必须是 250mm 长。
- 按本文档中 7.4 节燃油相容性的要求，只选用燃料 C 使样品暴露于其中，然后充分干燥其外表面（不同于燃油浸泡的样品）。
- 按 SAE J1645，测试样品两端内表面间的电阻。

**警告：**测试仪器可能产生危险的放电，取放物品时采取绝缘措施。

### 6.5.2 认可判定

SAE J1645 中规定了认可判定。

## 6.6 抗蒸气逸散（Resistance to Evaporative Emissions）

燃油管路连接件是燃油系统中阻止蒸气逸散不可或缺的一部分，被视为是系统中潜在的逸散或泄漏点。单个连接件的蒸气逃逸量通常太小而不能准确测量。当通过同时测量 10 套或更多的连接件来计算接头的逸散量时，建议按照 SAE J2045 的规定，连接件作为燃油管路总成的一部分来进行测量。

## 7. 设计验证/有效性测试

### 7.1 腐蚀

进行腐蚀测试是为了确保测试后，快速接头部件能够满足燃油系统的功能性要求。

#### 7.1.1 测试流程

- 把如图 2 所示的验证用配套管端插入快速接头中。
- 盖住配套管端和快速接头接柄的开口端，使接头的内表面没有水进入，并不会受腐蚀。
- 依据 ASTM B 117 进行盐雾喷射试验，持续时间 500h。
- 功能性测试前用水冲刷干净。

#### 7.1.2 认可判定

盐雾暴露试验后，快速连接件应能满足 6.1 泄漏测试，6.2 插接力，和 6.3 拔脱力各节的功能性要求。外观不是功能性要求。

注意：新的接头规格采用与先前测试过的接头一样的原料和结构设计时，可以借用此前的测试结果作为替代测试数据。

### 7.2 抗氯化锌

氯化锌是一种环境应力开裂剂，某些吸湿性的聚合物对此比较敏感。本测试是为了确保快速接头暴露于氯化锌之后，还能够满足其功能性要求。

#### 7.2.1 测试流程

- 把如图 2 所示的配套管端插入快速接头中。
- 盖住配套管端和快速接头接柄的开口端，使接头的内表面没有水进入，并不受腐蚀。
- 23℃ 下（室温）把连接件浸入浓度 50%（质量）的氯化锌水溶液中，时间 200h。浸泡期间，容器须盖住以防止浓度的显著变化。如果不确定氯化锌的浓度是否变化，可在测试结束时测量。
- 浸泡结束后，取出快速连接件，不用冲洗或清洁。
- 然后在室温下保持 24h。
- 每次浸泡过程后，检查快速连接件是否有开裂现象。
- 功能性测试前用水冲洗干净连接件。

7.2.2 认可判定

- a. 快速接头或其组件不允许有开裂或破裂。
  - b. 在氯化锌暴露试验后，快速连接件应能满足 6.1 泄漏测试，6.2 插接力和 6.3 拔脱力中的功能性要求。
- 注意：新的接头规格采用与先前测试过的接头一样的原料和结构设计时，可以借用此前的测试结果作为替代测试数据。

7.3 耐外部化学和环境性

处在典型的汽车环境下，快速连接件可能会接触一系列的化学品。耐化学性测试是为了确保在暴露于典型的汽车燃料后，快速连接件能够满足其功能性要求。

7.3.1 测试流程，流体或介质

- 见表 2。
- a. 把如图 2 所示的配套管端插入快速接头中。
  - b. 盖住配套管端和快速接头接柄的开口端。
  - c. 将快速连接件组件完全浸没。
  - d. 在 60 天结束的时候，将接头在室温下干燥 48h。
  - e. 功能性测试前冲洗干净。（见表 2）

7.3.2 认可判定

耐外部化学和环境性测试完成后，快速连接件应能满足 6.1 泄漏测试，6.2 插接力，和 6.3 拔脱力各章节的功能性要求。

注意：新的接头规格采用与先前测试过的接头一样的原料和结构设计时，可以借用此前的测试结果作为替代测试数据。

表 2 – 流体或介质<sup>(1)</sup>

| 流体或介质               | 浸泡时间 | 流程    | 冲洗  |
|---------------------|------|-------|-----|
| 自动传动流体              | 60 天 | 室温下浸泡 | 石油醚 |
| 发动机润滑油              | 60 天 | 室温下浸泡 | 石油醚 |
| 制动油（Dot 3）          | 60 天 | 室温下浸泡 | 水   |
| 乙二醇（50%水）           | 60 天 | 室温下浸泡 | 水   |
| 丙三醇（50%水）           | 60 天 | 室温下浸泡 | 水   |
| 柴油                  | 60 天 | 室温下浸泡 | 石油醚 |
| 发动机去污剂（皂基，与 50%水混合） | 60 天 | 室温下浸泡 | 水   |

（1）：表 2 中的流体应视为普通的或工业上通常使用的化学品。

7.4 燃油相容性

燃油相容性测试是为了确保快速接头暴露于特定的混合油料后，能否满足燃油系统的功能性要求。

7.4.1 测试流程

- a. 把如图 2 所示的配套管端插入快速接头中。
- b. 将样品的燃油接触面暴露于表 3 中指定的油料。用在燃油箱中的接头，必须整个浸没于油料中。
- c. 每 7 天更换一次燃油。
- d. 每次测试时，必须使用新的样品。

7.4.2 测试用燃料

见表 3（参照 SAE J1681）。

表 3 – 测试用流体

| 测试用燃料                      | 暴露时间 | 流程     |
|----------------------------|------|--------|
| ASTM 燃油 C                  | 60 天 | 40℃下浸泡 |
| SAE CE10 (燃油 C 添加 10%乙醇)   | 60 天 | 40℃下浸泡 |
| SAE CP (汽车-含 50 微摩尔/升过氧化物) | 60 天 | 40℃下浸泡 |

注意：主机厂（OEM）可能会指定其他的油料。

### 7.4.3 测试要求

一半的样品从测试油料中取出后需要马上进行测试，剩下的样品在经过 48h 干燥后进行测试。

### 7.4.4 认可判定

经过燃油相容性测试的快速连接件应能满足 6.1 泄漏测试，6.2 插接力，和 6.3 拔脱力各章节中的功能性要求。注意：新的接头规格采用与先前测试过的接头一样的原料和结构设计时，可以借用此前的测试结果作为替代测试数据。

## 7.5 生命周期测试

生命周期测试是为了确保快速接头经过暴露于压力、振动、循环温度等汽车应用中严苛的使用条件后，能够满足燃油系统的功能性要求。

### 7.5.1 测试流程

- 将接头插入一段 500mm (19.69 in) 长的合适的软管（5 根管子/质检装配件）的两端。
- 除不使用图 2 中的配合端头外，按 6.1 节对此组装件进行泄漏测试。
- 按图 8 所示，把组装件接到测试工装上，端头为用于生产的管道端头。
- 测试用流体（适用于液体燃料系统上的快速连接件）——美孚 Arctic 155 冷冻油或同等流体。
- 测试用流体（适用于蒸汽/挥发系统上的快速连接件）——空气。

注意：不推荐使用易燃流体。不过，低温时使用燃油或燃油替代流体可以得到更好的结果。

### 7.5.2 振动频率

从 7 Hz 无级调频到 200 Hz，每小时调频 3 次。

### 7.5.3 加速度

见表 4。

表 4 – 加速度<sup>(1)</sup>

| 加速度                       | 从    | 到     |
|---------------------------|------|-------|
| 18 m/s <sup>2</sup> (2 G) | 7 Hz | 25 Hz |
| 90 (10 G)                 | 25   | 50    |
| 182 (20 G)                | 50   | 75    |
| 163 (18 G)                | 75   | 100   |
| 145 (16 G)                | 100  | 125   |
| 127 (14 G)                | 125  | 150   |
| 109 (12 G)                | 150  | 175   |
| 90 (10 G)                 | 175  | 200   |

(1): 因为周末的原因，测试可以在每一段结束的时候中断或停止。

### 7.5.4 振动持续时间

按 7.5.8（循环测试）的规定保持持续振动。

### 7.5.5 流体压力

- 对于液体燃料系统中的快速连接件, 在本测试的压力测试部分, 调节压力使在 0 和  $1034 \text{ kPa} \pm 35 \text{ kPa}$ ,  $10.34 \text{ bar} \pm 0.35 \text{ bar}$  ( $150 \text{ psig} \pm 5 \text{ psig}$ ) 之间变动。每分钟变动一次压力 (例如, 每个压力值下保持 1 分钟)。
- 对于蒸汽/挥发系统中的快速连接件, 在本测试的压力测试部分, 调节压力使在 0 和  $69 \text{ kPa} \pm 2 \text{ kPa}$ ,  $0.69 \text{ bar} \pm 0.02 \text{ bar}$  ( $10 \text{ psig} \pm 0.3 \text{ psig}$ ) 之间变动。每分钟变动一次压力 (例如, 每个压力值下保持 1 分钟)。

注意: 压力的转换速率尽可能的接近方波曲线, 但压力过渡坡形不能过于陡峭, 以免加压过头。中间可以有几秒的过渡。见“压力循环周期参考图”。

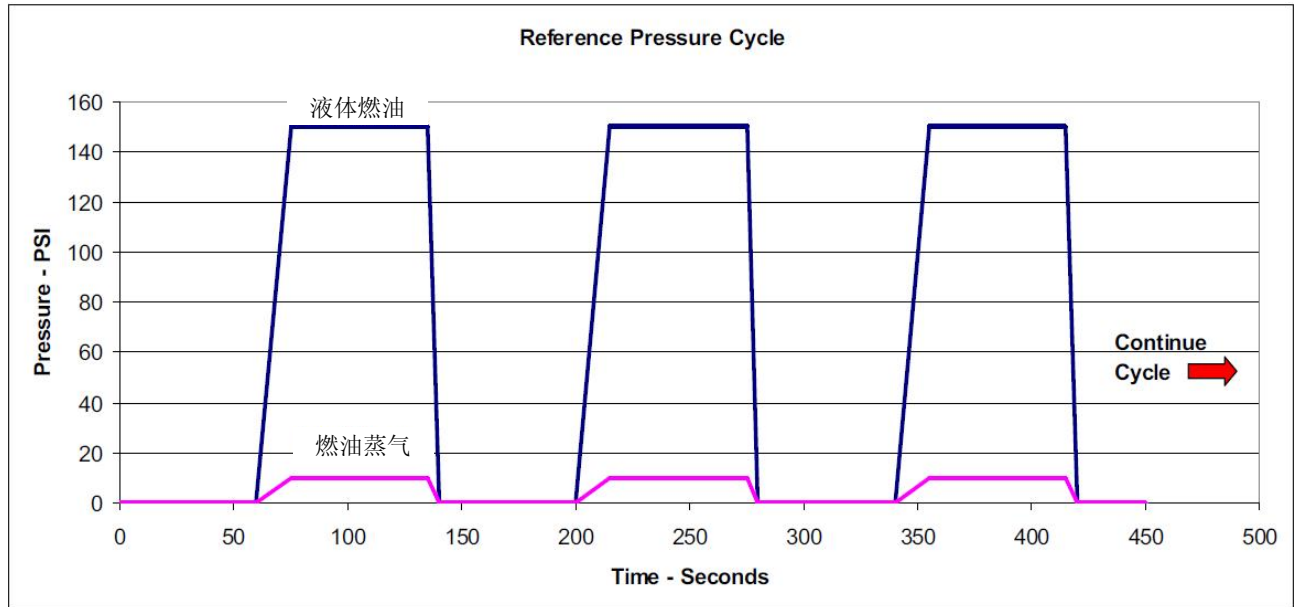


图 7 – 压力循环周期参考图

注意: 为显示压力变动曲线, 建议记录 10 次压力变动循环周期。压力循环周期参考图的描述, 请参见 SAE J343 图 1。

### 7.5.6 流体流量 (仅液体燃料快速接头)

指定的测试循环周期中, 通过每个快速连接件的流体流量为  $1.33 \text{ Lpm} \pm 0.2 \text{ Lpm}$  (升/分钟) ( $0.46 \text{ gpm} \pm 0.07 \text{ gmp}$ ), 或为为维持一定的温度和压力所要求的流量。

### 7.5.7 测试持续时间

336h (14 次测试循环) (14 天)

### 7.5.8 测试循环

一个测试循环周期由 5 段组成, 以模拟热运转, 热浸润, 热浸润后的热运转, 冷浸润, 和冷运转。见表 5。  
注意: 在热和冷测试段的起始阶段, 涵盖了 1h 内温度转变的最大次数。

#### 7.5.8.1 热运转测试

- 时间跨度 ——7h
- 舱室温度 —— $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $257^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$ )
- 流体温度 (仅液体燃料快速连接件) —— $66^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $151^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$ )
- 流体压力 ——Yes
- 流体流量 ——Yes
- 振动 ——Yes

#### 7.5.8.2 热浸润

- 时间跨度 ——2h
- 舱室温度 —— $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $257^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$ )

- c. 流体温度（仅液体燃料快速连接件） ——加热到舱室温度
- d. 流体压力 ——Yes
- e. 流体流量 ——No
- f. 振动 ——No

#### 7.5.8.3 热浸润后的热运转

- a. 时间跨度 ——7h
- b. 舱室温度 —— $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $257^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$ )
- c. 流体温度（仅液体燃料快速连接件） —— $66^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $151^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$ )
- d. 流体压力 ——Yes
- e. 流体流量 ——Yes
- f. 振动 ——Yes

#### 7.5.8.4 冷浸润

- a. 时间跨度 ——7h
- b. 舱室温度 —— $-40^{\circ}\text{C}$  ( $-40^{\circ}\text{F}$ )
- c. 流体温度（仅液体燃料快速连接件） ——冷却到舱室温度
- d. 流体压力 ——Yes
- e. 流体流量 ——No
- f. 振动 ——No

#### 7.5.8.5 冷运转

- a. 时间跨度 ——1h
- b. 舱室温度 —— $-40^{\circ}\text{C}$  ( $-40^{\circ}\text{F}$ )
- c. 流体温度（仅液体燃料快速连接件） ——冷却到舱室温度
- d. 流体压力 ——Yes
- e. 流体流量 ——Yes
- f. 振动 ——Yes

### 7.5.9 认可判定

- a. 测试中或测试完成后，不允许有流体泄漏。
- b. 生命周期测试完成后，接头应满足 6.1 泄漏测试，6.2 插接力，和 6.3 拔脱力各章节的要求。
- c. 检视接头及其配件，无破碎、开裂、或异常磨损。

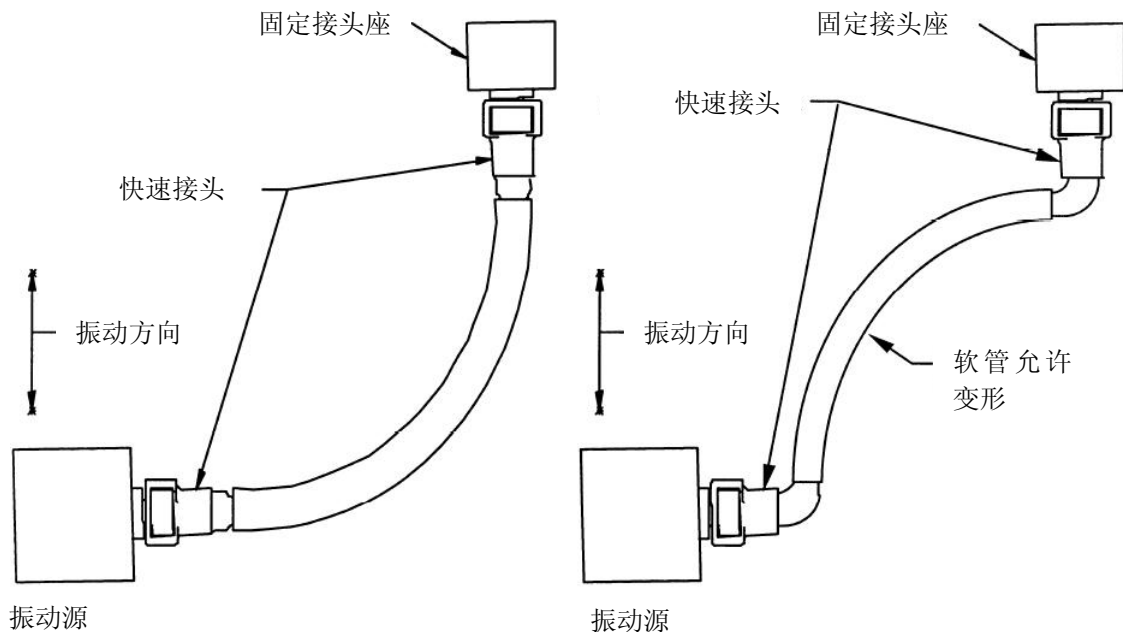


图 8 – 生命周期测试装置

表 5 – 生命周期测试时间表

| 章节      | 小时 | 舱室温度 (°C)          | 流体温度 (°C)          | 流体压力 | 流体流量 | 振动  |
|---------|----|--------------------|--------------------|------|------|-----|
| 7.5.8.1 | 1  | 125 <sup>(1)</sup> | 125 <sup>(1)</sup> | Yes  | Yes  | Yes |
|         | 2  | 125                | 66                 | Yes  | Yes  | Yes |
|         | 3  | 125                | 66                 | Yes  | Yes  | Yes |
|         | 4  | 125                | 66                 | Yes  | Yes  | Yes |
|         | 5  | 125                | 66                 | Yes  | Yes  | Yes |
|         | 6  | 125                | 66                 | Yes  | Yes  | Yes |
|         | 7  | 125                | 66                 | Yes  | Yes  | Yes |
| 7.5.8.2 | 8  | 125                | 125 <sup>(1)</sup> | Yes  | No   | No  |
|         | 9  | 125                | 125                | Yes  | No   | No  |
| 7.5.8.3 | 10 | 125                | 66 <sup>(1)</sup>  | Yes  | Yes  | Yes |
|         | 11 | 125                | 66                 | Yes  | Yes  | Yes |
|         | 12 | 125                | 66                 | Yes  | Yes  | Yes |
|         | 13 | 125                | 66                 | Yes  | Yes  | Yes |
|         | 14 | 125                | 66                 | Yes  | Yes  | Yes |
|         | 15 | 125                | 66                 | Yes  | Yes  | Yes |
|         | 16 | 125                | 66                 | Yes  | Yes  | Yes |
| 7.5.8.4 | 17 | -40 <sup>(1)</sup> | -40 <sup>(1)</sup> | Yes  | No   | No  |
|         | 18 | -40                | -40                | Yes  | No   | No  |
|         | 19 | -40                | -40                | Yes  | No   | No  |
|         | 20 | -40                | -40                | Yes  | No   | No  |
|         | 21 | -40                | -40                | Yes  | No   | No  |
|         | 22 | -40                | -40                | Yes  | No   | No  |
|         | 23 | -40                | -40                | Yes  | No   | No  |
| 7.5.8.5 | 24 | -40                | -40                | Yes  | Yes  | Yes |

(1): 可以是过渡温度。

## 7.6 高温爆裂测试

高温爆裂测试的目的是为了确保快速连接件能够满足燃油系统在最高运转温度时的压力要求。本测试可以作为 SAE J2045 中管道和软管总成要求的一部分进行，或者按如下步骤。

### 7.6.1 测试流程

- 把快速接头插入长度为 500mm (19.69 in) 的一段管道或增强燃油软管 (5 根管子/质检用组装件) 的两端。  
如果需要，可以用软管夹对每端进行紧固，以防止接头的连接柄与软管接触不良。
- 把图 2 所示的公管端插入快速连接件中。
- 将组装件连接于压力管道，该管道连接气压或液压的爆裂压力源。
- 组装件置于一合适的腔室中，在 115°C (239°F) 下均热 1h。
- 以 7000kPa/min (1000 psig/min) 的均匀速率，向组装件中通入无脉动的压力，直至爆裂或开裂。

### 7.6.2 认可判定

- 对于液体燃料系统上用的快速连接件，最小爆裂压力 2000 kPa (290 psig)。
- 对于蒸气/挥发系统上用的快速连接件，最小爆裂压力 138 kPa (20 psig)。

注意：爆裂试验仪对快速接头进行测试，软管的泄漏或开裂不算失效。如果软管在低于最小爆裂压力时就破裂，测试必须在更换能经受更高压力的软管后重新来过。

## 8. 设计验证/有效性及在线测试交叉参照表

(见表 6。) 本章表述了对快速连接件、适配的管端头以及连接头的最低要求。

表 6 – 设计验证/有效性以及在线测试交叉参照表

| 测试        | 章节  | 样品规格<br>(质检用) | 设计验证认<br>可判定 | 生产验证认可<br>判定 | 在线测试最小样<br>品数 <sup>(1)</sup> | 在线测试认可<br>判定 |
|-----------|-----|---------------|--------------|--------------|------------------------------|--------------|
| 泄漏测试      | 6.1 | 10            | No Failures  | No Failures  | 100%                         | No Failures  |
| 插接力       | 6.2 | 10            | < Maximum    | < Maximum    | 5/批次                         | < Maximum    |
| 拔脱力       | 6.3 |               |              |              |                              |              |
| - 液体燃料系统  |     | 10            | > Minimum    | > Minimum    | 5/批次                         | > Minimum    |
| - 蒸气/挥发系统 |     | 10            | > Minimum    | > Minimum    | 5/批次                         | > Minimum    |
| 侧向受力能力    | 6.4 | 10            | > Minimum    | > Minimum    | 10/年**                       | > Minimum    |
| 电阻        | 6.5 | 10            | < 106 Ohms   | < 106 Ohms*  | N/A                          | N/A          |
| 抗蒸气逸散     | 6.6 | N/A           | N/A          | N/A          | N/A                          | N/A          |
| 腐蚀        | 7.1 | 10            | No Failures  | No Failures* | 对金属连接件<br>10/年               | No Failures  |
| 抗氯化锌      | 7.2 | 10            | No Failures  | No Failures* | N/A                          | N/A          |
| 耐外部化学和环境性 | 7.3 | 10 each       | No Failures  | No Failures* | N/A                          | N/A          |
| 燃油相容性     | 7.4 | 10 each       | No Failures  | No Failures* | N/A                          | N/A          |
| 生命周期测试    | 7.5 | 10            | No Failures  | No Failures  | N/A                          | N/A          |
| 高温爆裂测试    | 7.6 |               |              |              |                              |              |
| - 液体燃料系统  |     | 10            | > 2000 kPa   | > 2000 kPa   | 10/year**                    | > 2000 kPa   |
| - 蒸气/挥发系统 |     | 10            | > 138 kPa    | > 138 kPa    | 10/year**                    | > 138 kPa    |

1. N/A 表示不要求年度复测。材料变更，模具更改，过程变动需要重新检测。

\*新的接头规格采用与先前测试过的接头一样的原料时，可以借用此前的测试结果作为 7.1, 7.2, 7.3 和 7.4 章节的替代测试数据。

2. 如果已经按照 2002 版 SAE J2044 制作了测试柱塞和（生产）线上测试端头，已经证明可以继续使用。

3. \*\*相同的接头设计和规格，采用的原料和制造工艺与先前测试过的接头一样时，可以借用此前的测试结果。

## 9. 注释

### 9.1 页边标记

左侧页边的变更条 (I) 便于读者定位本文档相对于上一版的技术性修订，不是编辑性改动。文档标题左边的(R) 表示本文档时完整的修订版，包括技术性修订。原版中没有变更条和(R)，仅有编辑性改动的文档中也没有这两项。

## 附录 A – 测量配套管路端头的凸缘宽度的流程

### A.1 测量配套管路端头的凸缘宽度的流程

#### A.1.1 设定

- 由套封直径 (A) (见图 2) 确定端头的中心线。
- 在凸缘的任意一面, 从中心线出发找到 1/2 基准直径 (G) 的点。

#### A.1.2 测量

- 在指定的基准直径上, 沿周长均布的四点上测量并记录凸缘的宽度 (D)。

#### A.1.3 认可判定

- 在指定的基准直径 (G) 处, 必须符合表 2 指定的凸缘宽度尺寸 (D)。

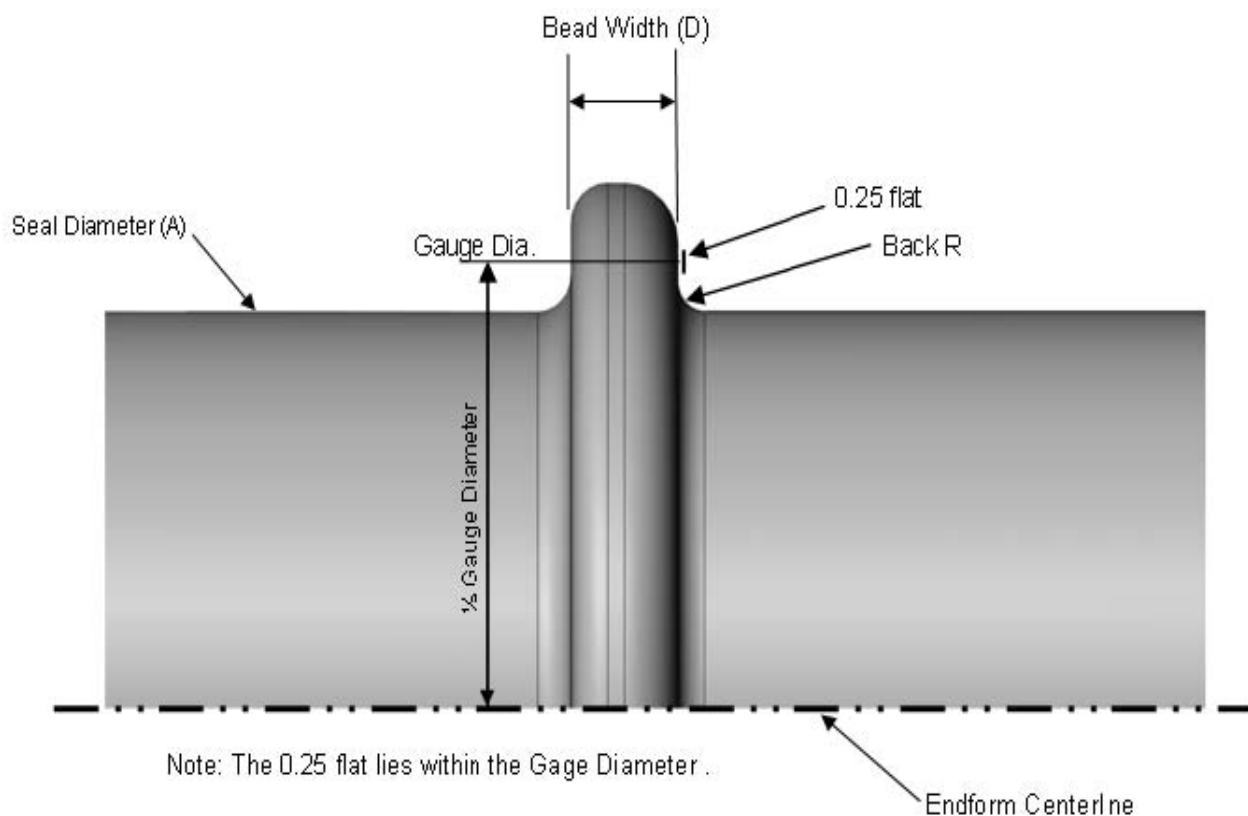


图 A1 – 凸缘宽度测量