



中华人民共和国国家标准

GB 16897—XXXX
代替 GB 16897-2010

制动软管的结构、性能要求及试验方法

Brake hose — Structure, performance and test methods

征求意见稿

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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 一般要求	2
5 液压制动软管总成	2
6 气压制动橡胶软管总成	10
7 真空制动软管总成	14
8 气压制动塑料软管总成	19
9 标识	27

前 言

本文件全文强制。

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。

本文件主要参考FMVSS 106—2018《制动软管》。

本文件代替GB 16897—2010《制动软管的结构、性能要求及试验方法》，与GB 16897—2010相比，除编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 修改了公称内径的定义（见3.7，2010年版的3.7）；
- 增加了公称外径的定义（见3.8）；
- 增加了液压制动软管总成20.0 MPa最大膨胀量技术要求及试验方法（见表2及5.3.2）；
- 增加了液压制动软管总成快速抗拉强度技术要求及试验方法（见表1及5.3.6）；
- 增加了液压制动软管总成耐动态臭氧性技术要求及试验方法（见表1及5.3.10）；
- 修改了缩径后内孔通过量的试验方法（见5.3.1，2010年版的5.3.1）；
- 修改了制动液相容性试验温度（见5.3.4.2，2010年版5.3.4.2）；
- 修改了耐寒性试验温度（见5.3.8，2010年版的5.3.8）；
- 修改了耐臭氧性的臭氧浓度试验条件（见5.3.9，2010年版的5.3.9）；
- 增加了气制动橡胶软管总成屈挠疲劳技术要求及试验方法（见表6及6.3.3）；
- 删除了塑料制动软管爆裂强度计算公式（见2010年版的表6）；
- 删除了气制动橡胶软管总成耐氯化锌性技术要求及试验方法（见2010年版的表6及6.3.12）；
- 修改了气制动橡胶软管总成公称尺寸系列（见表9，2010年版的表8）；
- 修改了真空制动软管耐热性技术要求及试验方法（见表10及7.2.6，2010年版的表9及7.2.6）；
- 修改了真空制动软管耐寒性技术要求及试验方法（见表10及7.2.7，2010年版的表9及7.2.7）；
- 修改了真空制动软管耐燃料性技术要求及试验方法（见表10及7.2.9，2010年版的7.2.9）；
- 修改了真空制动软管表10注1说明（见表10，2010年版的表9）；
- 增加了真空制动软管表10脚注说明（见表10）；
- 增加了气压制动塑料软管总成性能要求和试验方法（见第8章）。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1997年首次发布为GB 16897—1997，2010年为第一次修订；
- 本次为第二次修订。

制动软管的结构、性能要求及试验方法

1 范围

本文件规定了汽车（含摩托车）及挂车用制动软管、制动软管接头和制动软管总成的结构、性能要求、试验方法及标识。

本文件适用于汽车（含摩托车）及挂车使用的液压、气压、真空制动软管及制动软管接头和制动软管总成。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范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 1690—2010 硫化橡胶或热塑性橡胶耐液体试验方法

GB/T 7129—2001 橡胶或塑料软管 容积膨胀的测定

GB/T 10125—2012 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB 12981—2012 机动车辆制动液

GB/T 14905—2009 橡胶和塑料软管各层间粘合强度测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

制动软管 brake hose

制动系统中除管接头之外用于传输或存储供制动器加力的液压、气压或真空的柔性导管。

3.2

制动软管接头 brake hose end fitting

除卡箍外，附加在制动软管端部用于连接的附件。

3.3

制动软管总成 brake hose assembly

装有制动软管接头的制动软管。

注：制动软管可有护套，也可无护套。

3.4

护套 armor

装在制动软管外部的用于提高制动软管抗刮伤或耐冲击能力的保护装置。

3.5

自由长度 free length

在制动软管总成处于垂直状态时，管接头之间外露制动软管的直线长度。

3.6

爆裂 rupture

导致制动软管与管接头脱离或泄漏的故障。

3.7

公称内径 nominal inside diameter

用毫米为单位表示的制动软管内径的尺寸规格，允许正、负偏差值存在，为了便于参考可采用整数。

注：液压制动制动软管及其他橡胶制动软管用公称内径表述。

3.8

公称外径 nominal outside diameter

用毫米为单位表示的制动软管外径的尺寸规格，允许正、负偏差值存在，为了便于参考可采用整数。

注：气压制动塑料软管及真空制动塑料软管用公称外径表述。

4 一般要求

4.1 用于试验的制动软管总成应是至少 24 h 以前制造的且未经使用的产品。试验前，制动软管总成应在 15 °C~32 °C 温度下至少放置 4 h。

4.2 用于屈挠疲劳试验和耐寒性试验的制动软管总成，在安装到试验设备上之前应拆除全部附件，如钢丝护套、橡胶护套等。

4.3 液压制动软管总成使用的试验介质应为 GB 12981-2012 规定的 HZY3 级或 HZY4 级制动液。有特殊要求时，也可采用其它型号的制动液进行试验，但应在试验报告中注明其型号。

4.4 除有特殊要求外，试验应在室温为 15 °C~32 °C 的条件下进行。

5 液压制动软管总成

5.1 结构

制动软管总成由制动软管和制动软管接头组成，制动软管和制动软管接头间是永久性连接，该连接依靠接头部分对软管的压皱或冷挤变形来实现的。

5.2 性能要求

制动软管总成或相应的零件试验应按 5.3 进行，其试验结果应满足表 1 中规定的各项性能要求。

表1 液压制动软管总成性能要求

序号	试验项目	单位	性能要求	数量 根	试验方法
1	缩颈后内孔通过量 ^a	—	量规在3 s内不施加外力情况下全部通过	44	5.3.1

表1 液压制动软管总成性能要求（续）

序号	试验项目		单位	性能要求		数量 根	试验方法
2	最大膨胀量		mL/m	见表2		4	5.3.2
3	爆裂强度 ^b		MPa	≥35			5.3.3
4	制动液的 相容性	缩颈后内孔通过量	—	量规在3 s内不施加外力情况下全部通过		4	5.3.4
		爆裂强度 ^b	MPa	≥35			
5	屈挠疲劳 ^c		h	≥35		4	5.3.5
6	抗拉强度		N	慢速	≥1446	4	5.3.6
				快速	≥1646	4	
7	吸水性	爆裂强度 ^b	MPa	≥35		4	5.3.7
		屈挠疲劳 ^c	h	≥35		4	
		抗拉强度	N	慢速	≥1446	4	
				快速	≥1646	4	
8	耐寒性		—	无裂纹		1	5.3.8
9	耐臭氧性		—	无龟裂		1	5.3.9
10	耐动态臭氧性		—	无龟裂		1	5.3.10
11	耐高温脉 冲性	爆裂强度 ^b	MPa	≥35		4	5.3.11
12	接头耐腐蚀性		—	金属基体无腐蚀		1	5.3.12
^a 如须切割总成进行缩颈后内孔通过量试验，试验样品数量为52根，其中8根制动软管总成进行缩颈后内孔通过量试验。 ^b 公称内径不大于3.2 mm的制动软管总成爆裂强度应大于49 MPa。 ^c 只对用于车架与轮轴有相对运动部位的制动软管总成进行此项试验。							

表2 最大膨胀量

公称内径 mm	试验压力 MPa	最大膨胀量 mL/m	
		正常膨胀的软管（HR）	低膨胀的软管（HL）
≤3.2	6.9	≤2.17	≤1.08
	10.3	≤2.59	≤1.38
	20.0	≤3.96	≤2.00
3.2~5.0	6.9	≤2.82	≤1.81
	10.3	≤3.35	≤2.36
	20.0	≤5.48	≤2.98
>5.0	6.9	≤3.41	≤2.69
	10.3	≤4.27	≤3.84

5.3 试验方法

5.3.1 缩颈后内孔通过量

5.3.1.1 量规要求

量规如下：

a) 普通量规

结构、尺寸应满足图 1 要求，质量应满足表 3 的规定。

b) 扩展量规

如不切割软管而使量规从制动软管总成接头端完全进入软管，可将普通量规加长。可去掉手柄，标距 76 mm（最小）可再延长。结构应符合图 1 要求，质量应符合表 3 的规定。

c) 钢球

钢球直径应符合表 3 的规定。

5.3.1.2 试验程序

试验程序如下：

- a) 保持制动软管总成轴线处于铅锤状态；
- b) 应选用图 1 所示普通量规、扩展量规或钢球三种量规的一种，在制动软管总成上端接头入口处沿制动软管总成轴线垂直释放量规，量规应在自重作用下自由下落；
- c) 如选用普通量规不能进行试验，可在距制动软管总成一侧接头 76 mm 处进行切割，应在制动软管总成切口处进行该项试验。

单位为毫米

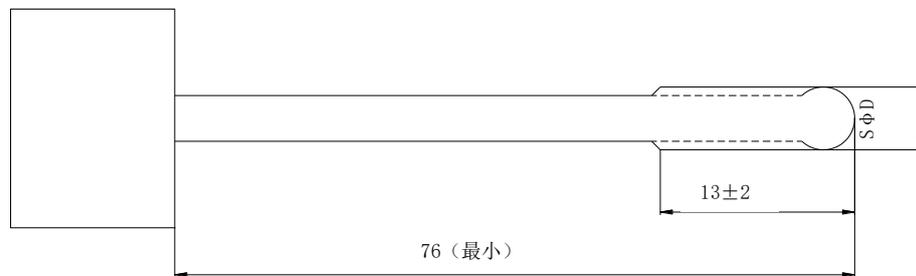


图1 普通量规

表3 量规尺寸及质量

公称内径 mm	直径 $S\phi D$ (最小) mm	质量 g
3.2	2.03	57±3
4.8	3.05	57±3
6.3	4.19	57±3

5.3.2 最大膨胀量

按照 GB/T 7129-2001 规定进行试验，试验压力应为 6.9 MPa、10.3 MPa 和 20.0 MPa，试验介质为

蒸馏水，或者为制动液。

5.3.3 爆裂强度

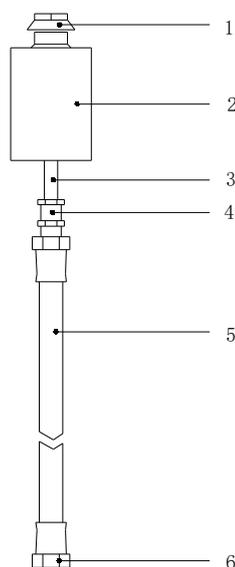
将制动软管总成试样一端连接到压力系统上，注满 5.3.2 规定的试验介质，排出所有空气封堵另一端。应以 $100 \text{ MPa/min} \pm 20 \text{ MPa/min}$ 速率施加压力至 $28 \text{ MPa} \pm 1 \text{ MPa}$ ，保持 $120 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$ ，检查制动软管总成有无泄漏与局部膨胀现象。然后仍以同样的升压速率，直到试样接头脱落、泄漏或软管爆裂，记录最大压力和破坏类型。

5.3.4 制动液的相容性

5.3.4.1 试验准备

试验准备如下：

- a) 应将制动软管总成试样从下面连接到容量为 500 mL 的储液罐上，在储液罐中注入 100 mL 制动液，如图 2 所示；
- b) 应将下端封闭的试样内注满制动液后，将试样垂直放入高温箱内。



说明：

- 1——盖子；
- 2——储液罐；
- 3——铜管或不锈钢管；
- 4——管接头；
- 5——制动软管总成；
- 6——旋塞。

图 2 制动液相容性试验装置

5.3.4.2 试验程序

试验程序如下：

- a) 将制动软管总成试样应在 $120 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 的温度下放置 $70 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ ；
- b) 将制动液从试样中排出，拆下制动软管总成，在室温下应冷却 $30 \text{ min} \pm 5 \text{ min}$ ；
- c) 按 5.3.1 进行缩颈后的内孔通过量试验；

d) 在 3 h 内按 5.3.3 进行制动软管总成爆裂强度试验。

5.3.5 屈挠疲劳

5.3.5.1 试验设备

试验设备主要由转动部分和固定部分组成，设备示意图见图 3。转动部分由可动水平连杆及转盘组成，可动水平连杆的两端通过轴承垂直安装在转盘上，转盘的中心与轴承的中心相距 101.60 mm，固定部分为可调的非动水平连杆，非动水平连杆平行于同转盘中心在同一水平面内的可动水平连杆，两个水平连杆上都装有可平行安装制动软管总成的若干个接头。转盘以 $800 \text{ r/min} \pm 10 \text{ r/min}$ 的速率旋转时，固定在可动水平连杆上的制动软管端部也以此速率转动，形成 $203.20 \text{ mm} \pm 0.25 \text{ mm}$ 的圆形轨迹，而制动软管总成的另一端则固定不动。可动水平连杆上的接头是封闭的，而非动水平连杆上的接头应与液压源连通，试验设备的液压源容积及管路设置应不影响试验结果，试验中当制动软管损坏而压力下降到设定值时，试验设备应能够自动停机，同时记录运转时间及停机时管路中的系统压力。

5.3.5.2 试验准备

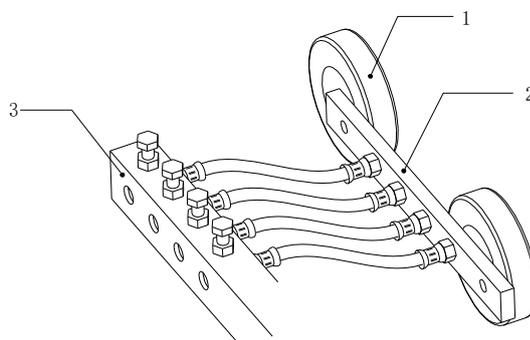
试验准备如下：

- 拆除制动软管总成试样外部的附件，如护套、安装支架和日期环带等；
- 将试样置于垂直状态，在试样的下端应悬挂 $576 \text{ g} \pm 3 \text{ g}$ 的砝码，用一游标卡尺或量尺测量试样自由长度并记录，精确到 0.02 mm ；
- 将试样安装在屈挠疲劳试验机上，用如图 4 松弛量调整装置按表 4 的规定调整试样松弛量，并测量如图 4 所示平行于转盘轴线的投影长度。

表 4 自由长度及松弛量

单位为毫米

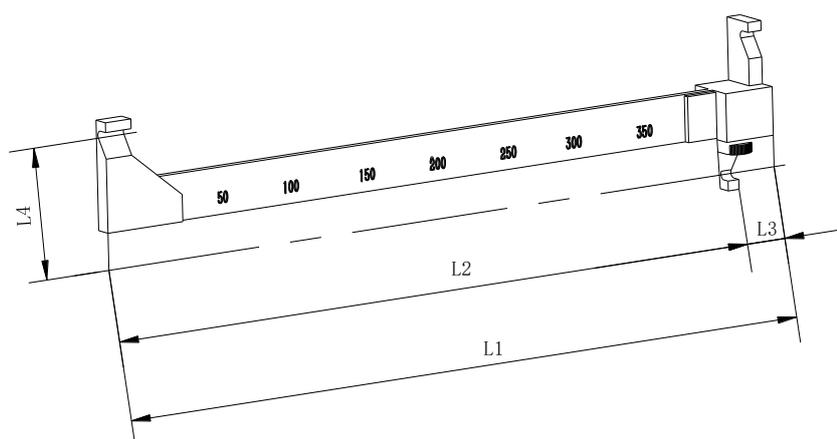
公称内径	自由长度	松弛量
≤ 3.2	200~400	44 ± 0.4
	$> 400 \sim 480$	32 ± 0.4
	$> 480 \sim 600$	19 ± 0.4
> 3.2	250~400	25 ± 0.4



说明：

- 1——转盘；
- 2——可动水平连杆；
- 3——非动水平连杆。

图 3 试样安装示意图



说明:

L1——自由长度;

L2——试验长度;

L3——松弛量;

L4——100 mm。

图 4 松弛量调整装置

5.3.5.3 试验程序

试验程序如下:

- a) 对管路系统施加静压应为 $1.62 \text{ MPa} \pm 0.10 \text{ MPa}$ 的压力, 注满 5.3.2 规定的试验介质, 并从系统中排出所有气体;
- b) 驱动转盘, 使其以 $800 \text{ r/min} \pm 10 \text{ r/min}$ 的速率旋转;
- c) 当制动软管总成试样因泄漏引起压力下降时, 应终止试验, 此时记录试样运转时间和压力, 该运转时间为屈挠疲劳寿命时间。

5.3.6 抗拉强度

5.3.6.1 试验准备

将制动软管总成试样垂直安装在拉力机上, 应使试样轴线与拉力方向一致。

5.3.6.2 试验程序

分别应以 $25 \text{ mm/min} \pm 3 \text{ mm/min}$ (慢速) 和 $50 \text{ mm/min} \pm 3 \text{ mm/min}$ (快速) 的拉伸速度进行试验, 直到试样接头脱落或软管损坏。记录最大负荷和破坏类型。

5.3.7 吸水性

按 5.3.5.2b) 测量并记录制动软管自由长度, 将试样浸入温度应为 $85 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 蒸馏水中保持 $70 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$, 试样从水中取出后, 应在 30 min 内分别按 5.3.3、5.3.5、5.3.6 进行爆裂强度、屈挠疲劳和抗拉强度试验。

注: 每项试验均使用不同的制动软管总成。

5.3.8 耐寒性

拆除护套，将制动软管总成试样以自由状态与表 5 规定的芯轴一同放置在温度应为 $-45\text{ }^{\circ}\text{C}\sim-48\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中保持 $70\text{ h}\pm 2\text{ h}$ 。在此温度下，以均匀的速度，应在 5 s 内将试样绕芯轴至少弯曲 180° ，在室温下用肉眼检查试样内外表面有无裂纹并记录。

注：检查内表面时应将制动软管沿纵向切开。

表 5 公称内径及芯轴直径

单位为毫米

序号	公称内径	芯轴直径
1	<3.2	63~65
2	3.2	76~77
3	>3.2~6.0	89~90
4	>6.0	100~102

5.3.9 耐臭氧性

5.3.9.1 试验准备

拆除护套，将制动软管总成试样绕芯轴 360° 进行捆扎，芯轴直径应为制动软管公称外径的 8 倍。

5.3.9.2 试验程序

试验程序如下：

- 将绕有试样的芯轴在室温下应至少放置 24 h ，再放入臭氧浓度为 $(100\pm 10)\times 10^{-8}$ 、温度为 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的臭氧试验箱中，保持 $70\text{ h}\pm 2\text{ h}$ ；
- 应在 7 倍放大镜下检查试样外表面是否出现龟裂，带箍部位及其附近位置可忽略不计。

5.3.10 耐动态臭氧性

5.3.10.1 试验准备

试验开始前，拆除护套，在大气环境下，制动软管总成试样应在无应力状态下、 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度条件下，至少放置 24 h 。

5.3.10.2 试验工装

如图 5 所示，该工装有一个铅垂方向的不能移动固定销，制动软管的一端安装在该固定销上，并有一个可移动的可动销，其向固定销倾斜并与水平面成 30° 角，可固定制动软管的另一端。固定销与可动销直径介于 $\Phi 3.6\text{ mm}\sim\Phi 5.4\text{ mm}$ 之间，长度为 14 mm ，确保试验过程中试样不应出现脱落现象。

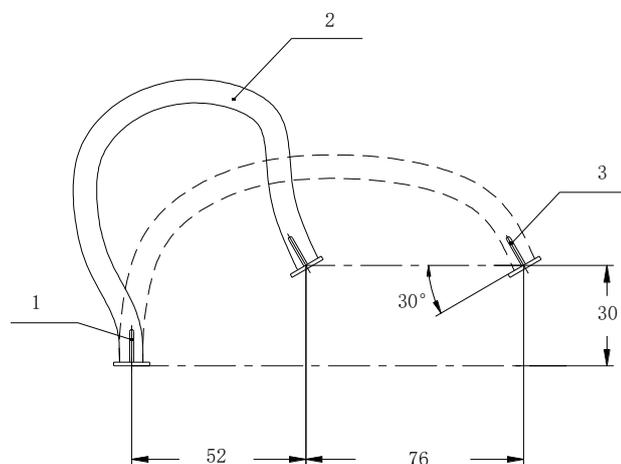
5.3.10.3 试验程序

试验程序如下：

- 去掉制动软管总成接头，制取长度为 $218\text{ mm}\pm 3\text{ mm}$ 制动软管试样；
- 应将试样两端插入到固定销和可动销上，直至试样接触到固定销根部为止，用带箍将试样固定在固定销上。
- 调整试验箱臭氧浓度为 $(100\pm 10)\times 10^{-8}$ ，温度为 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。当臭氧试验箱达到规定的臭氧浓度且时间应不超过 1 h 开始进行动态试验。可动销移动频率为 $0.3\text{ Hz}\pm 0.05\text{ Hz}$ ，匀速移动行程为 $76\text{ mm}\pm 2.5\text{ mm}$ ，试验时间为 $48\text{ h}\pm 2\text{ h}$ ；

- d) 试验完成后, 在如图 5 安装状态下, 用肉眼观察试样有无龟裂和裂纹现象, 带箍部位及其附近位置忽略不计。

单位为毫米



说明:

- 1——固定销;
2——制动软管;
3——可动销。

图 5 安装试样工装示意图

5.3.11 耐高温脉冲性

5.3.11.1 试验装置

试验装置如下:

- 压力循环装置应能施加 11 MPa 压力, 并能自动控制加压和泄压周期;
- 一个具有合适的恒温控制的加热系统并能保持 $143\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的试验箱。

5.3.11.2 试验程序

试验程序如下:

- 将制动软管总成试样连接到能产生 0 MPa~11 MPa 的压力循环装置上;
- 将压力循环装置和试样充满符合 4.3 规定的制动液, 并排出空气;
- 将试样放置在试验箱内, 在 30 min 内使其达到 $143\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 对试样施加压力, 应在 2 s 内从 0 MPa 升压至 $11\text{ MPa} \pm 0.1\text{ MPa}$, 保持 $60\text{ s} \pm 6\text{ s}$; 再以同样的时间从 $11\text{ MPa} \pm 0.1\text{ MPa}$ 泄压至 0 MPa, 保持 $60\text{ s} \pm 6\text{ s}$, 完成一次压力循环。试样压力循环应至少进行 150 次;
- 从试验箱上拆除试样排出液体, 在室温下放置至少为 45 min;
- 按 5.3.3 规定对试样进行爆裂强度试验。

5.3.12 接头耐腐蚀性

按 GB/T 10125—2012 规定进行中性盐雾试验, 试验时间 24 h。试验后用不高于 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的清洁流水轻轻清洗, 除去盐沉积物, 然后在 2 min 内用空气吹干, 检查制动软管接头表面是否出现金属基体腐蚀产物, 但褶皱或标记信息的部位出现的腐蚀现象不包括在内。当涂装过的铁制连接件上出现红锈或铜制

连接件上出现腐蚀痕迹时，记录盐雾腐蚀试验结果。

6 气压制动橡胶软管总成

6.1 结构

气压制动软管总成由两端金属基制动软管接头（或夹箍）和中间的制动软管组成。

6.2 性能要求

制动软管总成或相应的零件试验按 6.3 进行，其试验结果应满足表 6 中规定的各项性能要求。

表 6 气压制动橡胶软管总成性能要求

序号	试验项目	单位	性能要求	数量根	试验方法
1	缩颈后内孔通过量	—	量规在3s内不施加外力情况下全部通过	20	6.3.1
2	气密性	—	无气泡发生、无局部膨胀	3	6.3.2
3	屈挠疲劳	—	无泄漏	4	6.3.3
4	长度变化率	%	-7~+5	3	6.3.4
5	爆裂强度	MPa	≥5.5		6.3.5
6	抗拉强度	N	见表 7	3	6.3.6
7	粘合强度	kN/m	≥1.5	1	6.3.7
8	耐热性	—	无裂纹、碳化或热降解	1	6.3.8
9	耐寒性	—	无裂纹	1	6.3.9
10	耐 IRM903 标准油体积变化率	%	≤100	1	6.3.10
11	耐水后抗拉强度	N	见表 7	1	6.3.11
12	耐臭氧性	—	无龟裂	1	6.3.12
13	接头耐腐蚀性	—	金属基体无腐蚀	1	6.3.13

表 7 抗拉强度

公称内径 mm	抗拉强度 N	
	用于车架与轮轴有相对运动部位	用于无相对运动部位
<6	≥1100	≥220
6~12	≥1450	≥660
>12	≥1450	≥1450

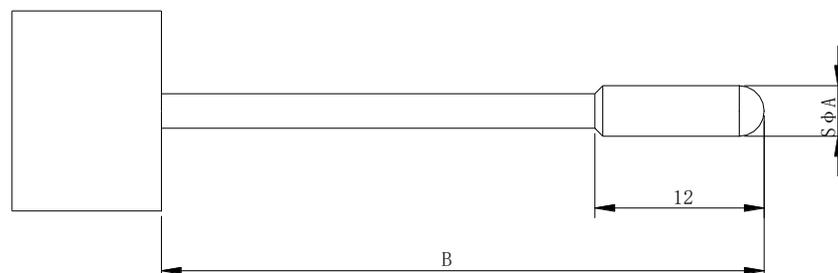
注：试验样品未进行特别说明时，均视为其用于车架与轮轴有相对运动的部位。

6.3 试验方法

6.3.1 缩颈后内孔通过量

按 5.3.1.2 试验。采用图 6 所示的普通量规，量规在自重作用下全长 B 插入制动软管总成。

单位为毫米



说明：

- 1—— $S\phi A$ 为软管公称内径的 66%；
- 2—— $B \geq 62$ mm；
- 3——量规的质量为 60 g~100 g。

图 6 普通量规

6.3.2 气密性

将制动软管总成试样一端连接到压力系统上，另一端封堵。充注空气至压力应为 1.4 MPa 时，将试样浸入水槽中保压 5 min 后，观察试样是否出现气泡产生、局部膨胀现象。观察过程不切断气源一直保持试验压力。

6.3.3 屈挠疲劳

6.3.3.1 试验装置

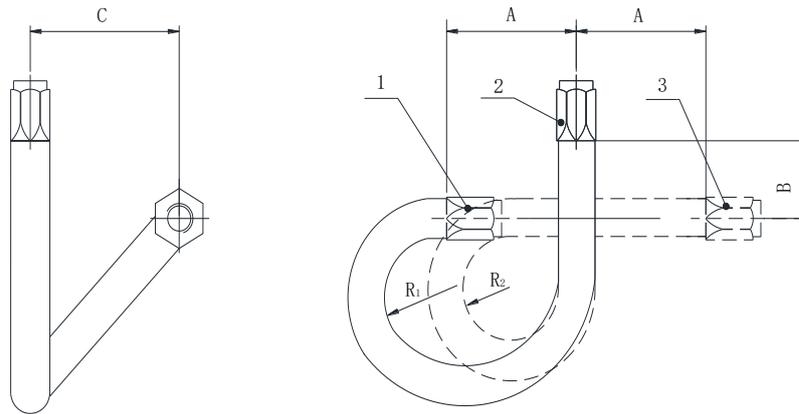
试验装置如下：

- a) 试验装置由屈挠循环和压力循环两个部分组成；
- b) 屈挠循环部分由移动和固定两个部分组成。移动部分可控制试样一端水平往复移动，移动频率为 $1.7 \text{ Hz} \pm 0.1 \text{ Hz}$ 。固定部分应能固定试样另一端，安装状态如图 7 所示；
- c) 压力循环部分对试样施加空气压力，在整个试验期间应实现连续加压和泄压的循环交替；
- d) 压力循环部分与连接试样的管路之间应安装一节流孔，其孔径为 $\Phi 1.60 \text{ mm}$ ，厚度为 0.8 mm；
- e) 能够测量试样内部压力及节流孔前端的压力，应能调整气压源到节流孔的压力为 $1 \text{ MPa} \pm 0.1 \text{ MPa}$ 。

6.3.3.2 试样预处理

试样预处理如下：

- a) 按表 8 规定的软管自由长度准备制动软管总成试样；
- b) 将试样两端接头封堵，应按 5.3.12 进行接头耐腐蚀性试验；
- c) 耐腐蚀性试验完成后，该试样应在七天内，以自然垂直状态放置在 $100 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 高温箱中保持 $70 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ 的耐热性试验；
- d) 耐热性试验完成后，试样在室温下冷却 2 h，应在七天内完成屈挠疲劳试验。



说明:

- 1——移动端极左位置;
- 2——固定端;
- 3——移动端极右位置;
- A——固定端往复行程;
- B——固定端与移动端 Y 向空间位置尺寸;
- C——固定端与移动端 Z 向空间位置尺寸;
- R_1 ——软管固定端极左位置曲率半径;
- R_2 ——软管固定端极右位置曲率半径。

图 7 试样安装状态示意图

表 8 公称内径、自由长度及安装位置

单位为毫米

公称内径	自由长度	安装位置							
		移动端极左位置				移动端极右位置			
		A	B	C	R_1^a	A	B	C	R_2^a
5、6	255	75	70	95	34	75	70	95	30
8、9、10	280	75	90	115	43	75	90	115	33
12、12.5、16	355	75	100	125	56	75	100	125	46

^a 参考值，软管弯曲的平均半径。

6.3.3.3 试验程序

试验程序如下:

- a) 将预处理后试样的固定端固定在屈挠疲劳试样台上，并连接气压源。试样的移动端连接在屈挠疲劳试验台可移动的工装上并封堵。试样安装应按其自然弯曲状态进行连接，不应出现任何外力下的扭曲，试样安装位置尺寸见表 8;
- b) 设定气压循环，升压从 0 MPa 升至 1.0 MPa 保持 $60\text{ s} \pm 5\text{ s}$ ，泄压从 1.0 MPa 降至 0 MPa 保持 $60\text{ s} \pm 5\text{ s}$;
- c) 启动屈挠循环部分，试样的移动端从如图 7 所示极左位置水平移至极右位置，再从极右位置水平移至极左位置完成一次往复屈挠疲劳运动，往复位移均为 $150\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ ，试验频率为 1.7

Hz±0.1 Hz，累计进行 100 万次屈挠疲劳试验；

- d) 试验结束后，应对试样施加 1.0 MPa±0.07 MPa 空气压力，保持 120 s±10 s，观察试样是否泄漏。

6.3.4 长度变化率

将制动软管总成试样一端连接到压力系统上，充满水排出所有空气后封堵另一端。当压力达到 0.1 MPa 压力时，在试样的中部标记 300 mm 间隔标线并进行测量，继续升压至 1.4 MPa，保持 5 min 后，再次测量间隔标线间的距离，按式（1）计算长度变化率，结果取整数。

注：该项试验不适用螺旋制动软管总成。

$$\Delta L = (L_2 - L_1) / L_1 \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

ΔL ——长度变化率，%；

L_1 ——压力 0.1 MPa 时的标线间的距离，单位为毫米（mm）；

L_2 ——压力 1.4 MPa 时的标线间的距离，单位为毫米（mm）。

6.3.5 爆裂强度

将制动软管总成试样按 5.3.12 完成耐腐蚀试验后，将试样一端连接到压力系统上，充满水排出所有空气后封堵另一端。应以 6.2 MPa/min±0.7 MPa/min 加压速率施加压力，直到试样接头脱落、泄漏或软管损坏，记录最大压力和破坏类型。

6.3.6 抗拉强度

按 5.3.6 进行试验，拉伸速率为 25 mm/min±3 mm/min。

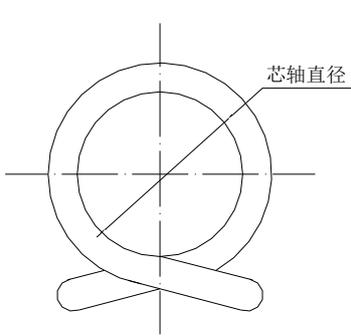
6.3.7 粘合强度

按 GB/T 14905—2009 规定进行试验。试样类型为 8 型试样，速度为 25 mm/min±5 mm/min。

注：该项适用于外胶层与增强层之间的粘合强度试验。

表 9 公称内径及芯轴直径

单位为毫米

公称内径	芯轴直径		弯曲状态
	耐热性	耐寒性和耐臭氧性	
5	51	102	
6	76	127	
8	89	152	
9	89	178	
10	95	178	
12	102	203	
12.5	102	203	
16	127	229	

6.3.8 耐热性

GB 16897—XXXX

如表 9 图所示, 应将制动软管总成试样绕芯轴 360° 进行捆扎, 芯轴直径应按表 9 规定。将捆扎试样的芯轴放置在 100 °C ± 2 °C 高温箱中保持 70 h ± 2 h 后, 将其冷却到室温。从芯轴上取下试样并将其伸直, 肉眼检查试样内外表面是否有裂纹、碳化或热降解现象并记录。

注: 检查内表面时应沿纵向将制动软管剖开。

6.3.9 耐寒性

按 5.3.8 进行试验。试验温度为 -40 °C ± 2 °C, 芯轴直径应按表 9 规定。

6.3.10 耐 IRM903 标准油体积变化率

6.3.10.1 试样制备

从制动橡胶软管总成试样的内胶层上制取长度 50 mm、宽度 8 mm、厚度不大于 1.6 mm 的长方形试样, 试样表面应平滑。

6.3.10.2 试验程序

按 GB/T 1690—2010 中 7.3 进行试验。试验温度为 100 °C ± 2 °C, 试验时间为 70 h ± 2 h, 试验介质应符合 GB/T 1690—2010 表 A.3 规定的 IRM903 标准油。

6.3.11 耐水后抗拉强度

将制动软管总成试样浸入室温蒸馏水中保持 70 h ± 2 h 后取出试样, 应在 30 min 内, 按 5.3.6 进行抗拉强度试验。

6.3.12 耐臭氧性

按 5.3.9 进行试验。芯轴直径应按表 9 规定。

6.3.13 接头耐腐蚀性

按 5.3.12 进行试验。

7 真空制动软管总成

7.1 性能要求

制动软管总成或相应的零件试验按 7.2 进行, 其试验结果应满足表 10 中规定的各项性能要求。

表10 真空制动软管总成性能要求

序号	试验项目	单位	性能要求	数量根	试验方法
1	缩颈后内孔通过量 ^a	—	量规在3 s内不施加外力情况下全部通过	10	7.2.1
2	耐负压后外径变化量	mm	≤1.6	1	7.2.2
3	爆裂强度	MPa	≥2.4	1	7.2.3
4	耐弯曲后径变化量 ^a	mm	见表11	1	7.2.4
5	粘合强度 ^a	kN/m	≥1.5	1	7.2.5

表 10 真空制动软管总成性能要求（续）

序号	试验项目		单位	性能要求	数量根	试验方法	
6	耐热性	重载软管	外观质量	—	无裂纹、碳化或热降解	1	7.2.6
			外径变化率	%	≤10		
			密封性	—	无泄漏		
		轻载软管	外观质量	—	无裂纹、碳化或热降解		
			外径变化率	%	≤15		
			密封性	—	无泄漏		
7	耐寒性	外观质量		—	无裂纹	1	7.2.7
		密封性		—	无泄漏		
8	耐臭氧性		—	无龟裂	1	7.2.8	
9	耐燃料性	缩颈后内孔通过量		—	量规在3s内不施加外力情况下全部通过	1	7.2.9
		耐负压后密封性		—	无泄漏		
		粘合强度 ^a		kN/m	≥1.0		
10	耐变形性 ^a	重载软管	第一次	N	≤310	1	7.2.10
			第五次		≥178		
		轻载软管	第一次		≤222		
			第五次		≥89		
		外径保持率			%		
11	接头耐腐蚀性		—	金属基体无腐蚀	1	7.2.11	
注：配置真空泵的真空系统用软管为“重载软管”，其余真空系统用软管为“轻载软管”。							
^a 塑料制动软管不进行第 1、4、5、10 项试验。							

表 11 耐弯曲后外径变化量

单位为毫米

公称内径	5	6	7	8	9	10	12	16	19	25
软管自由长度	178	203	230	279	279	305	356	560	711	914
外径变化量	≤4.4	≤2.4	≤5.0	≤5.2	≤5.2	≤4.0	≤6.7	≤5.6	≤5.6	≤7.1

7.2 试验方法

7.2.1 缩颈后内孔通过量

按 5.3.1 进行试验。对于重载软管总成，量规的外径为制动软管总成公称内径的 75%；对于轻载软管总成，量规的外径为制动软管公称内径的 70%。

注：该项试验须拆除制动软管总成内置或外置单向阀、消音管等附件。

7.2.2 耐负压后外径变化量

取一根自由长度为 $300\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 制动软管总成试样并封堵一端。试验前测量并记录试样外径作为施加真空度前的尺寸。将试样另一端连接到真空压力源上，应向其施加 $85\text{ kPa} \pm 3\text{ kPa}$ 的真空度，保持 5 min 后。在该真空度下测量试样变形最大部位的外径。计算试样施加真空度前、后外径变化量即为耐负压后外径变化量。

7.2.3 爆裂强度

取一根制动软管总成试样，拆除连接件、内置或外置单向阀体、快插接头等。将试样一端连接到压力系统上，充满水排出所有空气后封堵另一端。应以 $6.2\text{ MPa/min} \pm 0.7\text{ MPa/min}$ 加压速率施加压力，直到试样接头脱落、泄漏或软管损坏，记录最大压力和破坏类型。

注：该项试验只适用管体。

7.2.4 耐弯曲后外径变化量

取一根自由长度符合表 11 规定的制动软管，在 A 处做好标记，测量并记录标记处的外径，然后以自然曲率弯曲制动软管至两端接触，如图 8 所示，再次测量标记处外径，弯曲前后外径的差值即为耐弯曲后外径变化量。

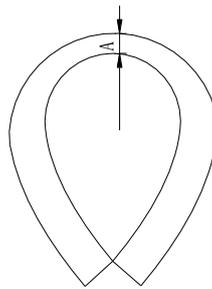


图 8 耐弯曲后外径变化量

7.2.5 粘合强度

按 6.3.7 进行试验。

7.2.6 耐热性

试验程序如下：

- 取一根制动软管总成试样，软管自由长度按表 12、表 13 的规定，测量软管外径并记录；
- 将试样放置到温度为 $125\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温箱中保持 $96\text{ h} \sim 98\text{ h}$ ，期间应保持试样真空度为 $85\text{ kPa} \pm 3\text{ kPa}$ ；
- 取出试样在室温下放置并卸除压力，应在 5 min 内完成试样变形最大部位的外径的测量，按公式 (2) 计算外径变化率，结果取整数；
- 测量外径后的试样在室温下放置 $5.0\text{ h} \sim 5.5\text{ h}$ 后，将其绕芯轴 360° 弯曲，肉眼检查外观质量。橡胶软管用芯轴直径为其外径的 5 倍，塑料软管用芯轴直径按表 12 规定；
- 将弯曲后的试样一端连接到压力系统上，充满水排出所有空气后封堵另一端。应以 $6.2\text{ MPa/min} \pm 0.7\text{ MPa/min}$ 速率施加压力至 $1.2\text{ MPa} \pm 0.07\text{ MPa}$ ，保持 $60\text{ s} \pm 10\text{ s}$ ，观察试样是否泄漏。

$$\Delta D = (D_2 - D_1) / D_1 \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

式中：

ΔD ——外径变化率，%；

D_1 ——试验前外径，单位为毫米（mm）；

D_2 ——试验后外径，单位为毫米（mm）。

7.2.7 耐寒性

取一根制动软管总成试样，软管自由长度按表 12、表 13 的规定。试样以自由状态与表 12、表 13 规定的芯轴一同放置在温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中，保持 $70\text{ h}\pm 2\text{ h}$ 。在该温度下，以均匀的速度，在 5 s 内将试样绕芯轴弯曲至少 180° ，在室温下用肉眼检查试样外表面有无裂纹并记录。然后将试样一端连接到压力系统上，充满水排出所有空气后封堵另一端。应以 $6.2\text{ MPa}/\text{min}\pm 0.7\text{ MPa}/\text{min}$ 速率施加压力至 $1.2\text{ MPa}\pm 0.07\text{ MPa}$ ，保持 $60\text{ s}\pm 10\text{ s}$ ，观察试样是否泄漏。

表 12 塑料软管耐热性、耐寒性

单位为毫米

序号	公称外径	耐热性		耐寒性	
		自由长度	芯轴直径	自由长度	芯轴直径
1	8.0	270	76	483	178
2	9.0	270	76	483	178
3	10.0	270	76	483	178
4	11.0	430	128	520	203
5	12.0	430	128	520	203
6	12.5	430	128	520	203

表 13 橡胶软管耐热性、耐寒性

单位为毫米

序号	公称内径	耐热性	耐寒性	
		自由长度	自由长度	芯轴直径
1	5	200	445	152
2	6	230	445	152
3	7	230	483	178
4	8	230	483	178
5	9	230	483	178
6	10	250	483	178
7	12	280	520	203
8	16	300	560	229
9	19	350	610	254
10	25	400	725	330

7.2.8 耐臭氧性

按 5.3.9 进行试验。

7.2.9 耐燃料性

试验程序如下：

- a) 取一根自由长度为 300 mm±5 mm 的制动软管总成试样，在试样中充满符合 GB/T 1690—2010 中表 A.1 规定的试验液体 B 后，在室温下放置 48 h±2 h；
- b) 试样排出试验液体 5 min 后，按 7.2.1 进行缩颈后的内孔通过量试验；
- c) 试样排出试验液体 10 min 后，将试样连接到真空压力源上，向其施加真空度应为 85 kPa±3 kPa 保持至少 5 min，观察试样是否泄漏；
- d) 按 6.3.7 进行粘合强度试验。

7.2.10 耐变形性

试验程序如下：

- a) 按表 14 规定的试样尺寸制取制动软管试样，并选取相应通过试样全长的量规，测量并记录试样试验前外径；
- b) 将试样放置在加压装置上；
- c) 如图 9 所示，向试样逐渐施加负荷 F，使试样变形后尺寸达到表 14 中规定的数值；
- d) 保持压缩状态 5 s 后卸去负荷，记录第一次施加的最大负荷；
- e) 再重复 c)、d) 操作四次，每两次之间允许有 10 s 的间隔；
- f) 在室温下放置 60 s 后，测量并记录试样试验后外径；
- g) 试样外径保持率按式 (3) 计算，结果取整数。

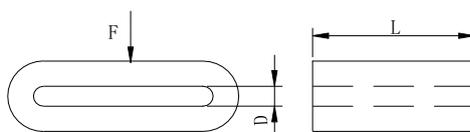
$$\Delta D = D_2 / D_1 \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

式中：

- ΔD ——外径保持率，%；
- D_1 ——试验前外径，单位为毫米 (mm)；
- D_2 ——试验后外径，单位为毫米 (mm)。

表 14 试样和量规 单位为毫米

公称内径	试样		量规	
	D	L	宽度	厚度
5	1.2	25.4	3.2	1.2
6	1.6	25.4	3.2	1.6
7	1.6	25.4	3.2	1.6
8	2.0	25.4	4.8	2.0
9	2.0	25.4	4.8	2.0
10	2.4	25.4	4.8	2.4
12	3.2	25.4	6.4	3.2
16	4.0	25.4	6.4	4.0
19	4.8	25.4	6.4	4.8
25	6.4	25.4	6.4	6.4



说明:

F——施加的负荷;

D——试样变形后的尺寸;

L——试样长度。

图9 耐变形性

7.2.11 接头耐腐蚀性

按 5.3.12 进行试验。

8 气压制动塑料软管总成

8.1 结构

塑料气压制动软管总成由两端接头和中间塑料软管组成。

8.2 性能要求

塑料制动软管总成及相应的零件试验按 8.3 进行,其试验结果应满足表 15 中规定的各项性能要求。

表 15 气压制动塑料软管总成性能要求

序号	试验项目		单位	性能要求	数量根	试验方法
1	缩颈后内孔通过量		—	量规在3s内不施加外力情况下全部通过	68	8.3.2
2	耐高温后尺寸稳定性		mm	见表 16	1	8.3.3
3	耐水煮后尺寸稳定性		mm	见表 16	1	8.3.4
4	爆裂强度		MPa	见表 17	4	8.3.5
5	耐湿热后	爆裂强度	MPa	见表 17	4	8.3.6
		吸水率	%	≤2		
6	耐紫外线后爆裂强度		MPa	见表 17	4	8.3.7
7	耐高温弯曲后爆裂强度		MPa	见表 17	4	8.3.8
8	耐高温后爆裂强度		MPa	见表 17	4	8.3.9
9	耐高低温后爆裂强度		MPa	见表 17	4	8.3.10

表 15 气压制动塑料软管总成性能（续）

序号	试验项目		单位	性能要求	数量 根	试验方法	
10	耐水煮后爆裂强度		MPa	见表 17	4	8.3.11	
11	耐油后爆裂强度		MPa	见表 17	4	8.3.12	
12	耐高低温后弯曲性		—	无裂纹	1	8.3.13	
13	耐氯化锌性		—	无裂纹	1	8.3.14	
14	耐甲醇性		—	无裂纹	1	8.3.15	
15	耐高温后塌瘪率		%	≤20	1	8.3.16	
16	耐臭氧性		—	无龟裂	1	8.3.17	
17	抗拉强度		N	见表 18	4	8.3.18	
18	耐水煮拉伸性		—	伸长率≥50%或抗拉强度满足表 18 规定	4	8.3.19	
19	耐寒-水煮交变后拉伸性		—		4	8.3.20	
20	耐振动性	-40℃	外观质量	—	4	8.3.21	
			泄漏量	ml/min			≤10
		室温	外观质量	—			无爆裂
			泄漏量	ml/min			≤5
21	接头耐压保持性		—	接头无脱落及泄漏、管体无爆裂	4	8.3.22	
22	耐高低温后接头耐压保持性		—	接头无脱落及泄漏、管体无爆裂	4	8.3.23	
23	接头重复使用密封性	外观质量	—	无爆裂	4	8.3.24	
		泄漏量	ml/min	≤5			
24	接头耐腐蚀性		—	金属基体无腐蚀	1	8.3.25	

表 16 尺寸及公差

单位为毫米

序号	公称外径	外径公差	壁厚	壁厚公差
1	6	±0.10	1.00	±0.10
2	8	±0.10	1.00	±0.10
3	10	±0.13	1.25	±0.10
4	12	±0.13	1.50	±0.10
5	16	±0.13	2.00	±0.13

表 17 爆裂强度、试验压力及芯轴直径

序号	公称外径 mm	爆裂强度 MPa		试验压力 MPa	芯轴直径 mm
		室温	环境试验后 ^a		
1	6	≥7.6	≥6.0	4.0	40
2	8	≥6.2	≥5.0	3.0	64
3	10	≥6.0	≥5.0	3.0	76
4	12	≥6.2	≥5.0	3.5	90
5	16	≥6.0	≥5.0	3.0	140

^a 为表15中第5、6、8、9、10、11和16项性能指标。

表 18 抗拉强度

公称外径 mm	用于车架与轮轴有相对运动部位 N	用于无相对运动部位 N
≤10	≥1100	—
>10	≥1450	—
6	—	≥220
8	—	≥330
10	—	≥670
12	—	≥890
16	—	≥1450

注：试验样品未进行特殊说明时，均视为其用于车架与轮轴有相对运动的部位。

8.3 试验方法

8.3.1 样品要求

8.3.1.1 试验用塑料软管试样的尺寸与公差应满足表 16 技术要求；

8.3.1.2 除非特殊规定，所有塑料软管试样自由长度均为 300 mm±5 mm。

8.3.2 缩颈后内孔通过量

按 5.3.1 进行试验。量规的外径为制动软管总成公称内径的 66%。

8.3.3 耐高温后尺寸稳定性

将塑料软管试样放置在温度为 110 °C±2 °C 高温箱中保持 4.0 h~4.5 h，取出在室温状态下放置 30 min±2 min 后，测量塑料软管壁厚、外径。外径应在塑料软管剖切面的两个垂直方向进行测量，两个方向测量数据的算术平均值作为塑料软管外径单个试验结果，取三个剖切面测量数据算术平均值为最终试验结果，结果精确到小数点后两位。

8.3.4 耐水煮后尺寸稳定性

用不锈钢丝绳将塑料软管试样固定在充满蒸馏水的容器中，容器大小应使塑料软管与容器内壁不接触。加热容器至水沸腾持续 2 h，容器内蒸馏水不足时需要缓慢加入，以确保容器内蒸馏水保持沸腾状态。试验完成后将试样从容器中取出，在室温下放置 30 min±2 min。用干净抹布擦除试样表面蒸馏水后，按 8.3.3 测量试样尺寸。

8.3.5 爆裂强度

将塑料软管总成试样一端连接到压力系统上，充满水排出所有空气后封堵另一端。应以 20 MPa/min±4 MPa/min 速率施加压力，直到试样接头脱落、泄漏或软管爆裂，记录最大压力和破坏类型。

8.3.6 耐湿热后

应将塑料软管试样放置在 110 °C±2 °C 的高温箱中保持 24 h~25 h。取出后 30 s 内称量重量，精确到 0.01 g。封堵试样两端，将其放置在相对湿度 95%、温度为 24 °C±2 °C 的高温箱中保持 100 h±2 h。取出试样用干净抹布擦除表面的水渍，在 5 min 内再次称重并记录重量，精确到 0.01 g，按公式 (4) 计算试样吸水率，结果取整数。称重后的试样两端安装接头，按 8.3.5 进行爆裂强度试验。

$$\Delta W = (W_2 - W_1) / W_1 \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

式中：

ΔW ——吸水率，%；

W_1 —— 试验前重量，单位为克 (g)；

W_2 —— 试验后重量，单位为克 (g)。

8.3.7 耐紫外线后爆裂强度

8.3.7.1 试验装置

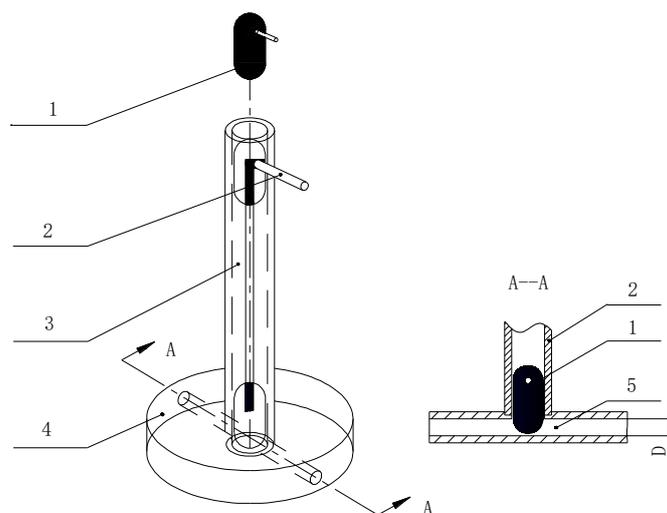
冲击试验装置如下：

- 冲击装置主要由冲击锤、冲击锤导向管及底座三部分构成，如图 10 所示；
- 冲击锤技术参数：重量（含手柄）为 450 g±5 g，直径为 32 mm±0.25 mm，冲击锤球面头部半径为 16 mm±0.10 mm；
- 冲击锤自由下落高度（球面头部最低点至试样安装孔内壁的行程）为 305 mm±5 mm。

8.3.7.2 试验程序

试验程序如下：

- 将塑料软管试样两端用耐紫外线且不透明遮蔽物遮蔽，遮蔽长度为 25 mm~30 mm；
- 用无水乙醇擦除试样外表面的残留物，将试样固定支架上，然后一同放置在紫外线试验设备中，试样与灯管距离约为 50 mm；
- 启动紫外线试验设备，灯管辐照强度 0.85 W、波长 340 nm、箱内温度 45 °C，持续时间 300 h；
- 从紫外线试验设备取出试样并移走遮蔽物；
- 将试样贯通插入到冲击试验装置试样安装孔中，试样公称外径及对应安装孔直径按表 19 规定；
- 搬动手柄使冲击锤在导向管内自由下落，下落高度应为 (305±5) mm 再减去试样公称外径；
- 受冲击后的试样两端安装接头，按 8.3.5 进行爆裂强度试验。



说明:

- 1——冲击锤;
- 2——手柄;
- 3——冲击锤导向管;
- 4——底座;
- 5——试样安装孔“D”。

图 10 冲击试验装置

表 19 公称外径及试样安装孔直径

单位为毫米

序号	公称外径	试样安装孔直径
1	6	6.80
2	8	8.80
3	10	10.80
4	12	12.80
5	16	16.80

8.3.8 耐高温弯曲后爆裂强度

应将塑料软管试样至少弯曲 180° 固定在表17规定芯轴上，一同放置在 $110\text{ }^\circ\text{C}\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 的高温箱中保持70 h~72 h。取出试样后在室温下放置2.0 h~2.5 h，以均匀的速度，应在4 s~8 s内在芯轴上将试样伸直，接着在同一芯轴上，应在4 s~8 s内将试样反方向至少弯曲 180° 。弯曲后的试样两端安装接头，按8.3.5进行爆裂强度试验。

8.3.9 耐高温后爆裂强度

应将塑料软管试样放置在 $110\text{ }^\circ\text{C}\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 的高温箱中保持70 h~72 h，取出试样后在室温下放置30 min \pm 2 min。将试样两端安装接头，按8.3.5进行爆裂强度试验。

8.3.10 耐高低温后爆裂强度

应将塑料软管试样放置在 $110\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温箱中保持70 h~72 h。取出试样后在室温下放置 $30\text{ min}\pm 2\text{ min}$ ，再将试样与如图10所示试验装置一同放置在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中保持4.0 h~4.5 h，在此温度下按8.3.7.2中从e)到f)顺序进行冲击试验。受冲击后的试样室温下放置1 h~1.5 h，将试样两端安装接头，按8.3.5进行爆裂强度试验。

8.3.11 耐水煮后爆裂强度

应将塑料软管试样按8.3.4进行水煮试验。取出试样后在室温下放置 $30\text{ min}\pm 2\text{ min}$ ，再将试样与如图10所示试验装置一同放置在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中保持4.0 h~4.5 h，在此温度下按8.3.7.2中从e)到f)顺序进行冲击试验。受冲击后的试样在室温下放置1.0 h~1.5 h，将试样两端安装接头，按8.3.5进行爆裂强度试验。

8.3.12 耐油后爆裂强度

按GB/T 1690—2010，7.3进行试验。将塑料软管试样放置在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温箱中保持70 h~72 h，试验介质为GB/T 1690—2010表A.3规定的IRM903标准油。取出试样后在室温下放置 $30\text{ min}\pm 2\text{ min}$ ，擦除试样外表面油渍。将试样两端安装接头，按8.3.5进行爆裂强度试验。

8.3.13 耐高低温后弯曲性

应将塑料软管试样放置在 $110\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温箱中保持24 h~25 h。取出后在室温下放置 $30\text{ min}\pm 2\text{ min}$ ，再将试样与直径6倍于塑料软管公称外径的芯轴一同放置在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温箱中保持4.0 h~4.5 h。在该温度下，以均匀的速度，应在4 s~8 s内将试样绕芯轴至少弯曲 180° ，检查软管外表面有无裂纹情况。

8.3.14 耐氯化锌性

应将塑料软管试样两端封堵，然后将试样至少弯曲 180° 固定在表17规定的芯轴（为非反应材料制成或表面涂层）上，一同浸泡在浓度为50%氯化锌（化学纯）溶液中保持200 h~202 h，将固定试样的芯轴取出，在此状态下用7倍放大镜检查试样外表面裂纹情况。

8.3.15 耐甲醇性

将塑料软管试样两端封堵，然后将试样至少弯曲 180° 固定在表17规定的芯轴（为非反应材料制成或表面涂层）上，一同浸泡体积比浓度为95%甲醇溶液中保持200 h~202 h，将固定试样的芯轴取出，在此状态下用7倍放大镜检查试样外表面裂纹情况。

8.3.16 耐高温后塌瘪率

8.3.16.1 塌瘪率试验装置

试验装置如图11所示，固定销钉直径为塑料软管的公称内径、长度为25 mm。

8.3.16.2 试验程序

试验程序如下：

- a) 按表20规定的自由长度制取塑料软管试样，在试样自由长度二分之一处做好标记A，在该标记处测量软管外径；
- b) 按表20规定的固定销距离L，将试样两端按自然弯曲方向插入塌瘪率试验装置的销钉全长，使试样弯曲 180° ；

- c) 将装配好试样的塌瘪率试验装置放置在 110 °C ± 2 °C 高温箱保持 24 h ~ 25 h 后，取出试样在室温下放置 30 min ± 2 min；
- d) 试样在装配的状态下，再次测量并记录如图 11 所示标记 A 位置的外径；
- e) 按公式 (5) 计算耐高温后塌瘪率，结果取整数。

$$\Delta A = (A_1 - A_2) / A_1 \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

式中：

- ΔA ——耐高温后塌瘪率，%；
- A_1 ——试验前外径，单位为毫米（mm）；
- A_2 ——试验后外径，单位为毫米（mm）。

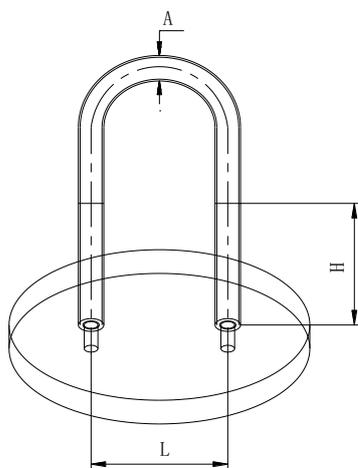


图 11 塌瘪率试验装置

说明：

- A——测量位置；
- H——固定销高度；
- L——固定销距离。

表 20 自由长度及塌瘪率试验装置相关尺寸

单位为毫米

序号	公称外径	自由长度	固定销距离 (L)	固定销高度 (H)
1	6	190	56	25 ± 3
2	8	260	84	25 ± 3
3	10	280	86	25 ± 3
4	12	380	140	25 ± 3
5	16	470	168	25 ± 3

8.3.17 耐臭氧性

按5.3.9进行试验。

8.3.18 抗拉强度

按 5.3.6 进行抗拉强度试验。塑料软管总成试样自由长度为 $150\text{ mm}\pm 3\text{ mm}$ ，试验速度为 $25\text{ mm/min}\pm 3\text{ mm/min}$ 。

8.3.19 耐水煮拉伸性

8.3.19.1 试验装置

在拉力机上下接头之间安装一个能够加热的容器，其下部装置应能同拉力试验机的下端头连接，容器上部的装置保证塑料软管总成在水煮 $5\text{ min}\sim 6\text{ min}$ 之后快速进行拉伸试验。

8.3.19.2 试验程序

将自由长度为 $150\text{ mm}\pm 3\text{ mm}$ 的塑料软管总成试样通过容器下部装置垂直安装在拉伸试验机上，在容器内加入浸没试样自由长度 $100\text{ mm}\pm 3\text{ mm}$ 的蒸馏水，然后加热容器至水沸腾 $95\text{ }^\circ\text{C}\pm 5\text{ }^\circ\text{C}$ ，保持 $5\text{ min}\sim 6\text{ min}$ ，试样上部接头快速连接在拉力试验机上。按 5.3.6 进行抗拉强度试验，试验速度为 $25\text{ mm/min}\pm 3\text{ mm/min}$ 。

8.3.20 耐寒-水煮交变后拉伸性

将自由长度为 $150\text{ mm}\pm 3\text{ mm}$ 的塑料软管总成试样放置在 $-40\text{ }^\circ\text{C}\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 的低温箱中保持 $30\text{ min}\pm 5\text{ min}$ ，取出试样在室温下放置 $30\text{ min}\pm 5\text{ min}$ ，按 8.3.4 进行水煮 $15\text{ min}\pm 2\text{ min}$ ，取出试样在室温下放置 $30\text{ min}\pm 5\text{ min}$ ，前述为一个试验循环。总计应完成 4 个试验循环后，按 5.3.6 进行抗拉强度试验，试验速度为 $25\text{ mm/min}\pm 3\text{ mm/min}$ 。

8.3.21 耐振动性

8.3.21.1 试验设备

试验设备如下：

- a) 振动试验机应能调节振动频率和振幅；
- b) 振动试验机应具有提供气压给试样的气源；
- c) 振动试验机应保持平稳，避免出现共振现象；
- d) 振动试验机应具备测量试样泄漏量的仪器仪表；
- e) 振动试验机试验箱温度应在 $-40\text{ }^\circ\text{C}\sim 150\text{ }^\circ\text{C}$ 内进行调节；
- f) 试样安装装置应能调节试样松弛量；
- g) 试样安装装置前后固定工装应趋近水平。

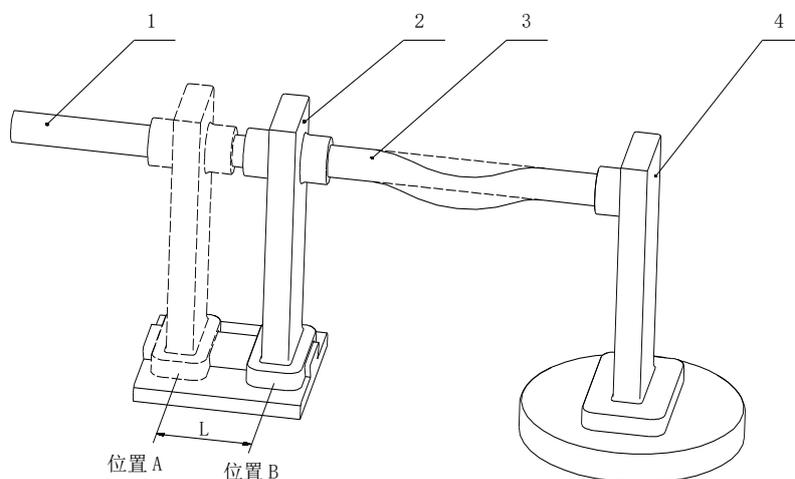
8.3.21.2 试验程序

试验程序如下：

- a) 将自由长度为 $460\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$ 塑料软管总成试样安装到如图 12 装置的前后固定工装上；
- b) 调节前固定工装从“位置 A”到“位置 B”，使试样松弛量 (L) 达到 12.7 mm 后，锁紧前固定工装；
- c) 施加气压使试样压力达到 $0.8\text{ MPa}\pm 0.07\text{ MPa}$ ；
- d) 调节振动试验机振动频率为 10 Hz ，上下等幅振动 $\pm 6.35\text{ mm (P-P)}$ ；
- e) 调节振动试验机试验箱温度为 $104\text{ }^\circ\text{C}\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ，开始振动 25 万次；
- f) 完成 25 万次试验后，再调节试验箱温度为 $-40\text{ }^\circ\text{C}\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ，继续振动 25 万次；
- g) 完成 25 万次试验后，再调节试验箱温度为 $104\text{ }^\circ\text{C}\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ，继续振动 25 万次；
- h) 完成 25 万次试验后，再调节试验箱温度为 $-40\text{ }^\circ\text{C}\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ，最后振动 25 万次；
- i) 完成全部 100 万次振动试验后，在 $-40\text{ }^\circ\text{C}$ 环境下对试样施加气压为 $0.8\text{ MPa}\pm 0.07\text{ MPa}$ ，进行

泄漏量试验并检查试样是否爆裂:

- j) 试样持续保持压力为 $0.8 \text{ MPa} \pm 0.07 \text{ MPa}$ 的气压, 将试样在室温下放置 $60 \text{ min} \pm 5 \text{ min}$ 后, 进行泄漏量试验并检查试样是否爆裂。



说明

- 1——连接气压源的管路;
2——前固定工装;
3——塑料制动软管总成;
4——后固定工装;
L——松弛量;

图 12 试样安装装置

8.3.22 接头耐压保持性

将塑料软管总成试样一端连接到压力系统上, 充满水排出所有空气后封堵另一端。应以 $20 \text{ MPa/min} \pm 4 \text{ MPa/min}$ 速率施加压力, 直至达到表 17 规定试验压力保持 $30 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$, 检查接头有无脱落、泄漏现象。再以同样速率升压, 直到达到表 17 规定室温下爆裂强度数值, 检查试样有无爆裂。

8.3.23 耐高低温后接头耐压保持性

试验程序如下:

- 将塑料软管总成试样一端连接到压力系统上, 充满标准油排出所有空气后封堵另一端。标准油应符合 GB/T 1690—2010 表 A.3 规定的 IRM903 标准油;
- 将试样在 $93 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 高温箱保持 $24 \text{ h} \sim 25 \text{ h}$ 后, 在此温度下应以 $20 \text{ MPa/min} \pm 4 \text{ MPa/min}$ 速率施加压力至 $3.0 \text{ MPa} \pm 0.07 \text{ MPa}$ 保持 $5 \text{ min} \pm 1 \text{ min}$;
- 将试样卸压后在室温下放置 $1.0 \text{ h} \sim 1.5 \text{ h}$;
- 将试样放置 $-40 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 低温箱中保持 $24 \text{ h} \sim 25 \text{ h}$ 后, 在此温度下应以 $20 \text{ MPa/min} \pm 4 \text{ MPa/min}$ 速率施加压力至 $3.0 \text{ MPa} \pm 0.07 \text{ MPa}$ 保持 $5 \text{ min} \pm 1 \text{ min}$;
- 试验后检查试样接头脱落、泄漏现象及爆裂情况。

8.3.24 接头重复使用密封性

GB 16897—XXXX

将塑料软管总成试样一端连接到压力系统上,另一端接头反复拆装3次,第4次重新安装接头后封堵。应以20 MPa/min±4 MPa/min速率施加压力至0.8 MPa±0.07 MPa,进行泄漏量试验,检查塑料管体是否爆裂。

注:该项试验只适用接头可重复拆卸的塑料软管总成。

8.3.25 接头耐腐蚀性

按5.3.12进行试验。

9 标识

9.1 制动软管

9.1.1 标识条带

标识条带应位于制动软管的外表面上且平行于制动软管的纵向轴线,其宽度应不小于1.6 mm且清晰可见。标识条带上应标有9.1.3规定的标识内容,其标识要求应符合9.1.2的规定。使用石油基制动液的液压制动软管应用绿色标识条带。

9.1.2 标识要求

每根制动软管的标识,从一个标识的尾端到另一个标识的首端的间隔应小于152 mm,以印刷体英文字母或数字表示标识内容,字体高度应大于3.2 mm。

9.1.3 标识内容

标识内容如下:

- a) 标准编号“GB 16897”;
- b) 制造日期;
- c) 制造商或其简称;
- d) 公称尺寸,例如:“Φ9”表示橡胶制动软管的公称内径为9 mm,“Φ12×1.5”表示塑料软管的公称外径为12 mm,壁厚为1.5 mm;
- e) 液压制动软管,“H”表示指定用于液压制动系统,其中“HR”表示标准膨胀软管,“HL”表示低膨胀软管;
- f) 气压制动软管,“A”表示指定用于气压制动系统;
- g) 真空制动软管,“V”表示指定用于真空制动系统,其中“VH”表示重载软管,“VL”表示轻载软管。

9.2 制动软管接头

除用压皱、冷挤、热粘结、压配工艺使接头相对于制动软管有装配变形的制动软管总成外,制动软管接头中至少应有一个管接头上有以腐蚀、压纹或粘贴方法表示的标识。该标识以印刷体英文字母或数字表示,字高应不小于1.6 mm,标识内容为制造商简称或可追溯的制造商标识。

9.3 制动软管总成

9.3.1 用压皱、冷挤、热粘结、压配工艺安装接头的制动软管总成,应按9.3.2或9.3.3的规定进行标识。

9.3.2 按总成装配厂商推荐的位置,在制动软管总成上加一环带标识。环带标识应沿制动软管总成纵向轴线的管接头两端之间自由移动。环带标识应用腐蚀、压纹或粘贴的方法用字高不小于3.2 mm的印

刷体英文字母或数字进行表示，标识内容如下：

- a) 标准编号“GB 16897”；
- b) 制造日期；
- c) 制造商或其简称。

9.3.3 用压皱、冷挤、热粘结、压配工艺安装接头的制动软管总成，至少应在制动软管总成一端的接头上有标识，标识应用腐蚀、压纹或粘贴的方法用字高应不小于 1.6 mm 印刷体字母或数字标示出制动软管总成制造商简称或可追溯的制造商标识。
