



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

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准与FMVSS 106—2018《制动软管》的一致程度为非等效。

本标准代替GB 16897—2010《制动软管的结构、性能要求及试验方法》。

本标准与GB 16897—2010《制动软管的结构、性能要求及试验方法》相比主要变化如下：

- 修改了公称内径的定义（见3.7及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1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及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及2010年版5.3.4.2）；
- 修改了耐寒性试验温度（见5.3.8及2010年版的5.3.8）；
- 增加了气制动橡胶软管总成扰曲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及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及2010年版的表9）；
- 增加了真空制动软管表10注2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）。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 16897—1997；
- GB 16897—2010。

制动软管的结构、性能要求及试验方法

1 范围

本标准规定了汽车（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。

本标准适用于汽车（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/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 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汽车制动器加力的液压、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。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。对于橡胶软管，用“Φ”和以毫米为单位的内径表示，如“Φ3.2 mm 橡胶软管”是指公称内径为 3.2 mm 橡胶软管。

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。对于塑料软管，用“Φ”和以毫米为单位的外径表示，如“Φ12 mm 塑料软管”是指公称外径为 12 mm 塑料软管。

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℃～32℃ 温度下至少保持 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 规定的 HZY3 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℃～32℃ 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联接，该联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。

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

a) 普通量规

结构、尺寸满足图 1 要求，质量满足表 3 的规定。

b) 扩展量规

如不切割软管而使量规从一接头完全进入软管，可将普通量规加长。可去掉手柄，标距 76 mm（最小）可以再延长。结构满足图 1，质量满足表 3 的规定。

c) 钢球

钢球直径为液压制动软管公称内径的 64%。

表1 液压制动软管总成性能

序号	试验项目		单位	性能要求		数量 根	试验方法
1	缩颈后的内孔通过量 ^a		—	3s内不施加外力的情况下量规全部通过		44	5.3.1
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	缩颈后的内孔通过量	—	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	≥1450	4	5.3.6
				快速	≥1650	4	
7	吸水性	爆裂强度 ^b	MPa	≥35		4	5.3.7
		屈挠疲劳	h	≥35		4	
		抗拉强度	N	慢速	≥1450	4	
				快速	≥1650	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 公称内径为 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					
	6.9 MPa		10.3 MPa		20.0 MPa	
	正常膨胀的 软管（HR） mL/m	低膨胀的软 管（HL） mL/m	正常膨胀的 软管（HR） mL/m	低膨胀的软 管（HL） mL/m	正常膨胀的 软管（HR） mL/m	低膨胀的软 管（HL） mL/m
≤3.2	2.17	1.08	2.59	1.38	3.96	2.00
3.2~5.0	2.82	1.81	3.35	2.36	5.48	2.98
>5.0	3.41	2.69	4.27	3.84	—	—

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 D （最小） mm	质量 g
3.2	2.03	57±3
4.8	3.05	85±4
6.3	4.19	120±6
其它	公称内径×0.64	57±3

5.3.1.2 试验程序

试验程序如下：

- a) 将制动软管总成垂直固定，保持制动软管总成中心线垂直地平面；
- b) 选用图1所示普通量规、扩展量规或钢球三种量规的一种，沿制动软管总成中心线垂直释放量规，量规在自重作用下自由下落；
- c) 如选用普通量规不能进行试验，可在距一侧制动软管接头 76 mm 处进行切割，在制动软管总成切口处进行缩颈后内孔通过量试验。

5.3.2 最大膨胀量

按照 GB/T 7129-2001 规定进行试验，试验压力为 6.9 MPa、10.3 MPa 和 20.0 MPa，试验介质为无空气或气体的蒸馏水，或者为 4.3 规定制动液。

5.3.3 爆裂强度

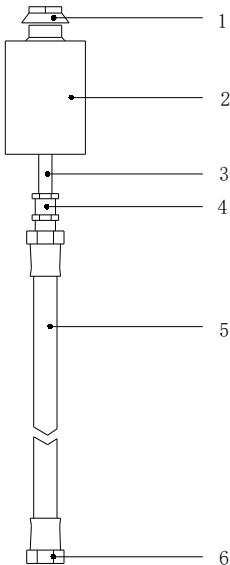
将制动软管总成连接到压力系统上，充满 5.3.2 规定的试验介质，排出所有空气，以 100 MPa/min $\pm$ 20 MPa/min 的速率加压至 28 MPa $\pm$ 1 MPa，并保持 120 s $\pm$ 10 s，软管无泄漏、局部膨胀等缺陷。保压后仍以同样的速率施加压力，直到超过表 1 规定的压力，检查制动软管总成是否损坏，记录最大负荷和破坏类型。

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) 将制动软管总成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 符合 4.3 规定的制动液，如图 2 所示；
- b) 将下端封闭的制动软管总成内注满制动液后，使制动软管总成垂直放入恒温箱内。



说明：

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

图 2 相容性试验装置

5.3.4.2 试验程序

试验程序如下：

- a) 将制动软管总成在 120 $^{\circ}$ C $\pm$ 2 $^{\circ}$ C 的温度下放置 70 h $\pm$ 2 h；
- b) 将制动液从制动软管总成中排出，拆下制动软管总成，并在室温中冷却 30 min $\pm$ 5 min；
- c) 按 5.3.1 检查缩颈后的内孔通过量；
- 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 101.6 mm,固定部分为可调的非动水平连杆，非动水平连杆平行于和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 r/min±10 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 mm±0.25 mm 的圆形轨迹，而制动软管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不允许影响试验结果，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。

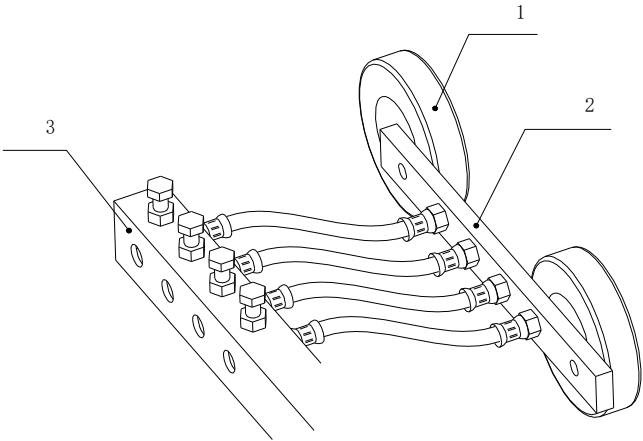
5.3.5.2 试验准备

试验准备如下：

- a) 拆除外部的附件，如护套、安装支架和日期环带等；
- b) 将软管总成置于垂直状态，在软管总成的下端悬挂 576 g±3 g 的砝码，用一游标卡尺或类似的量尺测量软管总成的自由长度，并予以记录，精确到 0.5 mm；
- c) 将制动软管总成安装在屈挠疲劳试验机上，其最小自由长度及松弛量应符合表 4 中规定的数值，并测量如图 4 所示平行于转盘轴线的投影长度。

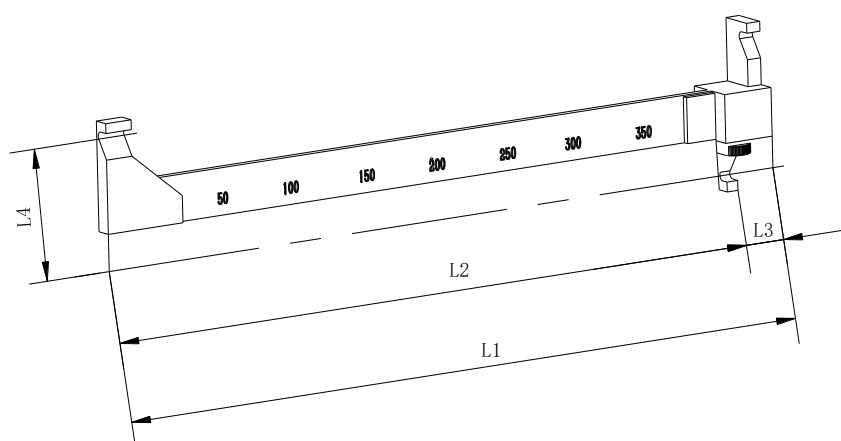
表 4 自由长度和松弛量 单位为毫米

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



说明：
1——转盘；
2——可动水平连杆；
3——固定水平连杆。

图 3 屈挠疲劳试验机示意图



说明:

L1——自由长度;

L2——屈挠疲劳试验长度;

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:

- 对管路系统施加静压力为 $1.62 \text{ MPa} \pm 0.10 \text{ MPa}$ 的 5.3.2 规定的试验介质, 并从系统中排出所有气体;
- 驱动转盘, 使其以 $800 \text{ r/min} \pm 10 \text{ r/min}$ 的速率旋转;
- 当制动软管总成因泄漏引起压力下降时, 应终止试验, 记录制动软管总成压力下降时的运转时间和压力, 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

将制动软管总成垂直安装在拉力机上, 使制动软管总成在同一直线上并与拉力方向一致。

5.3.6.2 试验程序

分别以慢速 $25 \text{ mm/min} \pm 3 \text{ mm/min}$ 和快速 $50 \text{ mm/min} \pm 3 \text{ mm/min}$ 的拉伸速度进行试验, 直到超过表 1 规定的数值, 直到超过表 1 规定的数值, 检查制动软管总成是否损坏, 记录最大负荷和破坏类型。

5.3.7 吸水性

测量记录制动软管总成自由长度。将制动软管总成浸入 $85 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 蒸馏水中保持 $70 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$, 将制动软管总成从水中取出后, 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, 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, 将制动软管总成以自由状态与表 5 规定的芯轴一同放置在温度为 $-45 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim -48 \text{ }^{\circ}\text{C}$

的低温箱中，保持 $70\text{ h}\pm 2\text{ h}$ ，接着在该温度下，用均匀的速度，在 5 s 内将制动软管总成绕芯轴弯曲至少 180° 。试验后，在室温条件下用肉眼检查制动软管内外表面有无裂纹并记录，检查内表面时应将制动软管沿纵向切开。

表 5 公称内径和芯轴直径 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	4.0~6.0	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，将制动软管总成绕芯轴 360° 进行捆扎，芯轴的直径为制动软管公称外径的八倍。

5.3.9.2 试验程序

试验程序如下：

- a) 在室温条件下将绕有制动软管总成的芯轴放置 24 h 以上，然后再放入臭氧浓度为 $(100\pm 10)\times 10^{-8}$ 、箱内温度为 $40\text{ }^\circ\text{C}\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 的臭氧试验老化箱中，保持 $70\text{ h}\pm 2\text{ h}$ ；
- b) 在七倍放大镜下检查制动软管外表面是否出现龟裂，带箍部位或带箍附近的部位可忽略不计。

5.3.10 动态臭氧性

5.3.10.1 试验准备

试验开始前，制动软管总成无应力条件下在 $15\text{ }^\circ\text{C}\sim 32\text{ }^\circ\text{C}$ 的温度下至少预调节 24 h 。

5.3.10.2 试验装置

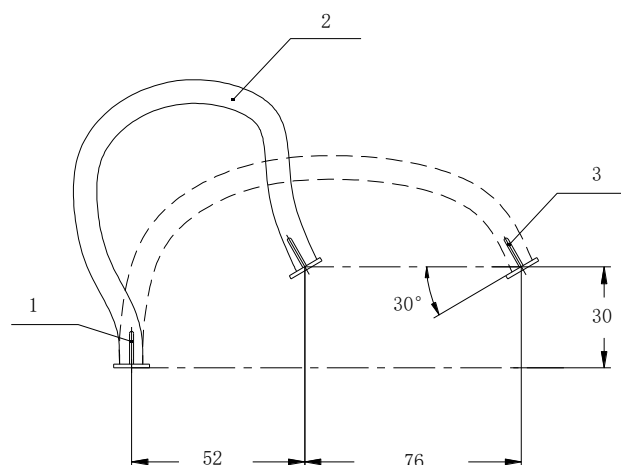
动态臭氧试验装置如图 5。该装置有一个铅垂方向的不能移动固定销，制动软管的一端安装在该固定销上。还有一个可移动的可动销，朝向固定销倾斜并与水平面成 30° 角，可固定制动软管的另一端。固定销与可动销直径为 $\Phi 3.6\text{ mm}\sim \Phi 5.4\text{ mm}$ ，长度为 14 mm ，试验过程中不得出现脱落现象。

5.3.10.3 试验程序

试验程序如下：

- a) 切割掉制动软管接头，取自由长度为 $218\text{ mm}\pm 3\text{ mm}$ 制动软管；
- b) 将制动软管两端插入到固定销和可动销上，直至制动软管接触到固定销根部为止，用带箍将制动软管固定在固定销上。如图 5 所示；
- c) 将装配好制动软管的动态臭氧试验装置放置臭氧箱内，臭氧浓度为 $(100\pm 10)\times 10^{-8}$ ，臭氧箱内空气温度为 $40\text{ }^\circ\text{C}\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ；
- d) 当臭氧箱内达到规定的臭氧浓度且时间不超过 1 h 开始进行试验。可动销移动频率应为 $0.3\text{ Hz}\pm 0.05\text{ Hz}$ ，移动行程应为 $76\text{ mm}\pm 2.5\text{ mm}$ ，屈挠时间为 $48\text{ h}\pm 2\text{ h}$ ；
- e) 试验完成后，从臭氧箱中移出动态臭氧试验装置。不拆除制动软管，用肉眼观察制动软管龟裂、裂纹现象，带箍部位及其附近的位置忽略不计。

单位为毫米



说明：

- 1——固定销；
2——试验软管；
3——可动销。

图 5 动态臭氧试验装置

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 $143\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的空气循环试验箱。

5.3.11.2 试验程序

试验程序如下：

- 将制动软管总成连接到能产生 0 MPa~11 MPa 的压力循环装置上；
- 将压力循环装置和制动软管总成注满符合 4.3 规定的制动液，并排出空气；
- 将制动软管总成放置在空气循环试验箱内，在 30 min 内使其达到 $143\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 对制动软管总成施加 11 MPa 的压力，保持 $60\text{ s} \pm 6\text{ s}$ ，然后降至 0 MPa，再保持 $60\text{ s} \pm 6\text{ s}$ 。应在 2 s 内达到规定的压力（从 0 MPa 至 11 MPa、从 11 MPa 至 0 MPa），制动软管总成的压力循环应至少进行 150 次；
- 从空气循环试验箱上拆除制动软管总成并排出液体，并在室温下保持至少为 45 min；
- 按 5.3.3 规定对制动软管总成进行爆裂强度试验。

5.3.12 接头耐腐蚀性

按照 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

序号	试验项目	单位	性能要求	数量 根	试验方法
1	缩颈后的内孔通过量	—	3s内不施加外力的情况下量规全部通过	20	6.3.1
2	气密性	—	无气泡发生或局部膨胀	3	6.3.2
3	挠曲疲劳	—	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

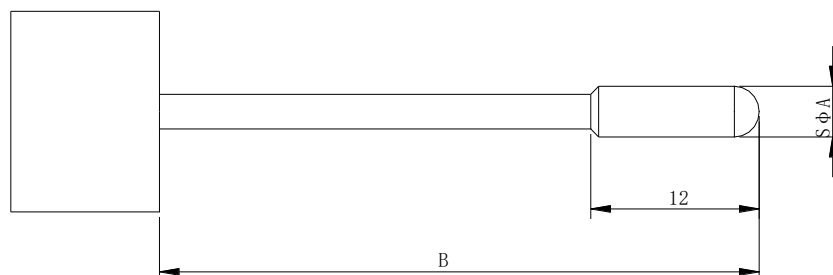
注：送检样品应明确在使用时是否有相对运动。如没有特别的说明，应认定其用于车架与轮轴有相对运动的部位。

6.3 试验方法

6.3.1 缩颈后的内孔通过量

按 5.3.1 进行试验。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。如普通量规不能进行试验，可采用加长量规或钢球进行缩颈后内孔通过量试验。

单位为毫米



说明：

1—— $S\phi A$ 为软管公称内径的 66%；

2——B 为接头全长加 50 mm 以上；

3——量规的质量为 60 g~100 g。

图 6 普通量规

6.3.2 气密性

将制动软管总成的一端封闭，从另一端充以空气或惰性气体至压力为 1.4 MPa，切断气源，浸入水槽中保压 5 min 后，观察有无气泡产生或局部膨胀。

6.3.3 挠曲疲劳

6.3.3.1 试验装置

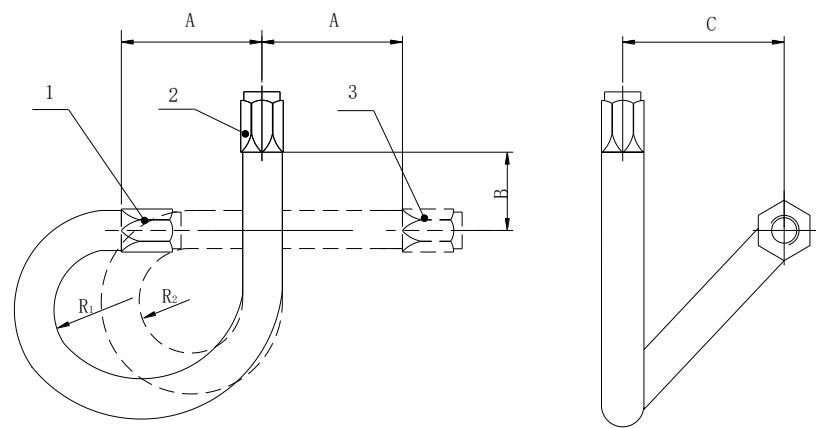
试验装置如下：

- 由挠曲循环部分和压力循环部分组成；
- 挠曲循环部分由移动部分和固定部分组成。移动部分控制软管总成“移动端”水平往复移动，移动频率为 $1.7\text{ Hz} \pm 0.1\text{ Hz}$ 。固定部分可固定软管总成的“固定端”，试验装置如图 7；
- 压力循环部分能够向软管总成内施加循环空气压力，可实现加压和泄压过程的交变进行，在整个试验期间保持连续的压力循环；
- 试验装置气压输出部分与连接软管总成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；
- 能够测量软管总成内部压力及节流孔前端的压力，同时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：

- 按表 8 规定的软管自由长度准备挠曲疲劳试样；
- 封堵试样接头，按 5.3.12 进行接头耐腐蚀性试验；
- 完成接头耐腐蚀性试验后的试样在 168 h 以内，按 6.3.8 完成耐热性试验；
- 完成耐热性试验后的试样在室温下冷却 2 h，应在 166 h 以内完成挠曲疲劳试验。



说明：
1——样件移动端极左位置；
2——固定端；
3——样件移动端极右位置。

图 7 软管屈挠疲劳试验装置示意图

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”固定在挠曲疲劳试样台上，并连接好气压源，试样的“移动端”连接在挠曲疲劳试样台可移动的工装上并封堵。软管总成安装时按其自然弯曲进行连接，不应出现任何外力下的扭曲，软管总成空间安装位置尺寸见表 8；
 - b) 调整设备输出气压，提供 1.0 MPa 压力至节流孔。开始对试样气压循环设定：加压从 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) 启动挠曲循环部分，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，“移动端”一个往复记为一次，累计进行 100 万次软管疲劳试验。“移动端”往复位移为 $150\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ ，试验频率为 $1.7\text{ Hz} \pm 0.1\text{ Hz}$ ；
 - d) 试验结束后，对软管总成施加压力为 $1.0\text{ MPa} \pm 0.07\text{ MPa}$ 气压，保持 $120\text{ s} \pm 10\text{ s}$ ，观察软管总成试样是否泄漏。

表 8 公称内径、自由长度及空间安装位置 单位为毫米

公称内径	自由长度	空间安装位置							
		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、 12	280	75	90	115	43	75	90	115	33
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。									

6.3.4 长度变化率

将制动软管总成内充满水，排尽管内空气。当压力达到 0.1 MPa 的情况下，在制动软管总成的中央

处划 300 mm 间隔的标线并进行测量 (L_1)，然后增压到 1.4 MPa，保压 5 min 后，再次测量标线间的距离 (L_2)，按式 (1) 计算长度变化率。该项试验对螺旋制动软管总成不适用。

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

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

按 5.3.12 进行耐腐蚀试验。然后将制动软管总成连接到压力系统上，充满水，排出所有空气。以 6.2 MPa/min $\pm$ 0.7 MPa/min 的速率施加压力，直到超过表 6 规定的压力，检查制动软管总成是否损坏，记录最大负荷和破坏类型。

6.3.6 抗拉强度

按 5.3.6 进行试验，直到超过表 7 规定的数值。检查制动软管总成是否损坏，记录最大负荷和破坏类型。拉伸速率为 25 mm/min $\pm$ 3 mm/min。

6.3.7 粘合强度

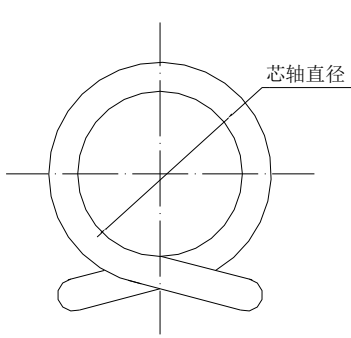
按照 GB/T 14905—2009 规定进行粘合强度试验，试样类型为 8 型试样，速度为 25 mm/min $\pm$ 5 mm/min。只进行外层胶与增强层的粘合强度试验。

6.3.8 耐热性

芯轴直径依据表 9 进行选取，将制动软管总成绕芯轴 360° 进行捆扎，如表 9 图示。然后在 100 ℃ $\pm$ 2 ℃ 的环境箱中放置 70 h $\pm$ 2 h，将制动软管总成冷却到室温后，从芯轴上取下制动软管总成并将其伸直，肉眼检查制动软管总成内外表面是否有裂纹、碳化或热降解现象并记录，检查内表面时应将制动软管沿纵向切开。

表 9 公称内径及芯轴直径

单位为毫米

公称内径	耐热性试验用 芯轴直径	耐寒性、耐臭氧性试验 用芯轴直径	弯曲状态
5	51	102	
6	65	127	
8	89	152	
9	89	178	
10	95	178	
12	102	203	
12.5	102	203	
16	127	229	

6.3.9 耐寒性

GB 16897—XXXX

按 5.3.8 进行试验，试验温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。芯轴直径依据表 9 进行选取。

6.3.10 耐 IRM903 标准油体积变化率

6.3.10.1 制样

从制动软管总成的橡胶软管内胶层上制取长度为 50 mm、宽度为 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

按照 GB/T 1690—2010 中 7.3 进行试验，在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的恒温箱放置 $70\text{ h}\pm 2\text{ h}$ ，试验介质为 GB/T 1690—2010 附录 A 中表 A.3 规定的 IRM903 标准油。

6.3.11 耐水后抗拉强度

将制动软管总成浸入室温的蒸馏水中 $70\text{ h}\pm 2\text{ h}$ ，然后从水中取出，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。芯轴直径按表 9 规定选取。

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

序号	试验项目			单位	性能要求	数量 根	试验方法
1	缩颈后的内孔通过量			—	3s内不施加外力的情况下量规全部通过	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	耐弯曲性外径变化量			mm	见表11	1	7.2.4
5	粘合强度			kN/m	≥ 1.5	1	7.2.5
6	耐热性	重载工况	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		
		轻载工况	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		
--	--	--	-----	---	-----	--	--

表 10 真空制动软管总成性能（续）

序号	试验项目		单位	性能要求	数量根	试验方法	
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	缩颈后的内孔通过量		—	量规全程通过	1	7.2.9
		耐负压后密封性		mm	无泄漏		
		粘合强度		kN/m	≥1.0		
10	耐变形性	重载工况	第一次	N	≤310	1	7.2.10
			第五次		≥178		
		轻载工况	第一次		≤222		
			第五次		≥89		
		外径保持率		%	≥90		
11	接头耐腐蚀性		—	金属基体无腐蚀	1	7.2.11	
注 1：塑料制动软管不进行第 1、4、5、10 项试验							
注 2：配置真空泵的真空系统为重载工况，否则为轻载工况。							

7.2 试验方法

7.2.1 缩颈后的内孔通过量

按 5.3.1 进行试验。对于重载工况的制动软管总成，量规的外径为制动软管总成公称内径的 75%；对于轻载工况的制动软管，量规的外径为制动软管公称内径的 70%。拆除软管内外置单向阀、消音管等附件。

7.2.2 耐负压后外径变化量

取长为 (300 ± 5) mm 且一端密封的制动软管，测量制动软管外径；将制动软管接到真空压力源上，向其施加真空度为 $85 \text{ kPa} \pm 3 \text{ kPa}$ 的压力并至少保持 5 min；在该真空度作用下，测量制动软管变形最大部位的外径尺寸。软管施加真空度前、后外径差值即为耐负压后外径变化量。

7.2.3 爆裂强度

拆除连接件、内外置单向阀体、快插接头等，只对管体进行爆裂强度试验。将制动软管总成连接到压力系统上，充满水，排出所有空气。以 $6.2 \text{ MPa/min} \pm 0.7 \text{ MPa/min}$ 的速率施加压力，直到超过表 10 规定的压力，检查制动软管总成是否损坏，记录最大负荷和破坏类型。。

7.2.4 耐弯曲性外径变化量

取长度符合表 11 规定的制动软管，以自然曲率弯曲该制动软管，直到制动软管两端如图 8 所示的

相接触；在 A 处测量制动软管弯曲前和弯曲后的外径尺寸，弯曲前后外径的差值即为制动软管耐弯曲性外径变化量。

表 11 耐弯曲性外径变化量 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

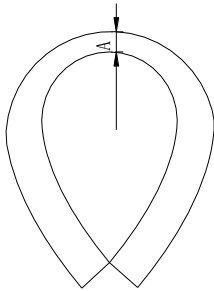


图 8 耐弯曲性

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：

- a) 软管自由长度按表 12、表 13 的规定，取一根制动软管总成，测量软管外径并记录；
- b) 将制动软管放置到温度为 125℃±2℃环境箱中保持 96 h~98 h，期间保持软管真空度为 85 kPa±3 kPa 的压力；
- c) 从环境箱中取出制动软管室温放置 5 min 内，无负压状态下测量记录软管塌陷最大外径，按公式（2）计算外径变化率，结果取整数；
- d) 将制动软管在室温下放置 5.0 h~5.5 h，将软管绕芯轴至少 360° 弯曲，肉眼检查外胶层表面外观质量。芯轴直径为橡胶软管公称外径的 5 倍，塑料软管按表 12 规定选取；
- e) 将制动软管总成连接到压力系统上，充满水，排出所有空气。施加压力 1.2 MPa±0.07 MPa，保压 60 s±10 s，观察泄露情况。

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

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

软管自由长度按表 12、表 13 的规定，取一根制动软管总成，以自由状态与表 12、表 13 规定的芯轴一同放置在温度为-40℃±2℃的低温箱中，保持 70 h±2 h 后，接着在该温度下，用均匀的速度，在 5 s 内将制动软管总成绕芯轴弯曲至少 180°。试验后，在室温条件下用肉眼检查制动软管内外表面有无裂纹并记录，然后将制动软管总成连接到压力系统上充满水，排出所有空气，施加压力 1.2 MPa±

0.07 MPa，保压 60 s±10 s，观察泄露情况。

7.2.8 耐臭氧性

按 5.3.9 进行试验。

表 12 塑料软管耐热性、耐寒性试验条件

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、耐寒性试验条件

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

7.2.9 耐燃料性

试验程序如下：

- 取长为 (300 ± 5) mm 的制动软管总成，在制动软管总成中注满符合 GB/T 1690—2010 中表 A.1 规定的试验液体 B；
- 将注满试验液体 B 的制动软管总成在室温下放置 $48 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ ；
- 液体排出 5 min 后，按 7.2.1 进行缩颈后的内孔通过量试验；

- d) 液体排出 10 min 后, 将制动软管总成接到真空压力源上, 向其施加真空度为 85 kPa±3 kPa 的压力并至少保持 5 min, 观察泄漏情况;
- e) 按 6.3.7 规定进行粘合强度试验。

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, 测量并记录变形试样外径尺寸 D_1 ;
- b) 将试样放置在加压装置上;
- c) 如图 9 所示, 向试样逐渐施加压力 P , 使试样尺寸 D 达到表 14 中规定的数值;
- d) 保持压缩状态 5 s 后卸去负载, 记录施加的最大负荷;
- 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, 测量并记录试样外径尺寸 D_2 ;
- g) 制动软管总成的外径保持率按式 (3) 计算。

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

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)。

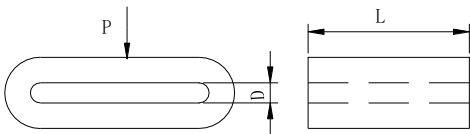


图 9 耐变形性

表 14 试样和量规尺寸 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
----	-----	------	-----	-----

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 进行时试验结果应满足表 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

序号	试验项目		单位	性能要求	数量 根	试验方法
1	缩颈后的内孔通过量		—	3 s内不施加外力的情况下量规 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	耐湿热性	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	耐高低温后弯曲性		—	无裂纹	1	8.3.8
8	耐高温弯曲后爆裂强度		MPa	见表 17	4	8.3.9
9	耐高温后爆裂强度		MPa	见表 17	4	8.3.10
10	耐高低温后爆裂强度		MPa	见表 17	4	8.3.11
11	耐水煮后爆裂强度		MPa	见表 17	4	8.3.12
12	耐氯化锌性		—	无裂纹	1	8.3.13
13	耐甲醇性		—	无裂纹	1	8.3.14
14	耐高温后塌瘪率		%	≤20	1	8.3.15
15	耐臭氧性		—	无龟裂	1	8.3.16
16	耐油后爆裂强度		MPa	见表 17	4	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

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
20	耐振动性	-40℃	外观质量	—	无爆裂	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	公称内径	壁厚	壁厚公差
1	6	±0.10	4.00	1.00	±0.10
2	8	±0.10	6.00	1.00	±0.10
3	10	±0.13	7.50	1.25	±0.10
4	12	±0.13	9.00	1.50	±0.10
5	16	±0.13	12.00	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	≥6.9	≥5.5	3.5	90

5	16	≥ 6.0	≥ 5.0	3.0	140
^a 用于表15中第5、6、8、9、10、11和16项试验。					

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

8.3 试验方法

8.3.1 样品要求

除非特殊规定，所有塑料软管试样自由长度均为 (300 ± 5) mm。

8.3.2 缩颈后的内孔通过量

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 $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 试验箱中保持 4.0 h~4.5 h，取出在室温状态下放置 $30 \text{ min} \pm 2 \text{ min}$ 后，测量塑料软管的壁厚、外径尺寸。直径需在塑料软管口两个垂直方向进行测量，两者的平均值为塑料软管直径试验结果。

8.3.4 耐水煮后尺寸稳定性

用不锈钢钢丝绳将塑料软管试样固定在足够大、内部充满蒸馏水的容器中，使塑料软管不与容器壁接触；然后加热容器至水沸腾持续至少 2 h。如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。试验完成后将塑料软管在容器中取出，在室温下冷却 $30 \text{ min} \pm 2 \text{ min}$ ，去除塑料软管表面蒸馏水，按 8.3.3 测量塑料软管的壁厚、外径尺寸。

8.3.5 爆裂强度

将塑料软管总成试样，一端连接介质为水的压力源，另一端排出空气后封堵，以 $20 \text{ MPa/min} \pm 4 \text{ MPa/min}$ 速率施加压力，直到超过表15规定的压力，检查制动软管总成是否损坏，记录最大负荷和破坏类型。

8.3.6 耐湿热性

将塑料软管试样放置在110℃±2℃的试验箱中保持24 h~25 h。取出后30 s内称量重量W₁，精确到0.01 g。封堵软管两端，将该塑料软管总成放置在相对湿度100%、温度为24℃±2℃的试验箱中保持100 h±2 h。取出塑料软管用干净抹布去除表面的水渍，在5 min内再次称重并记录重量W₂，精确到0.01 g。按公式（4）计算塑料软管吸水率ΔW，然后安装接头按8.3.5进行爆裂强度试验，塑料软管总成应满足表17中环境试验后爆裂强度的要求。

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

式中：

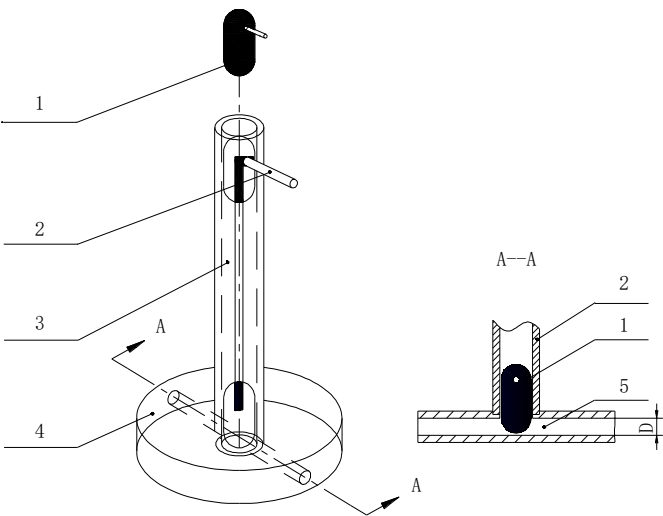
- ΔW——吸水率，%；
- W₁ ——试验前重量，单位为克（g）；
- W₂ ——试验后重量，单位为克（g）。

8.3.7 耐紫外线后爆裂强度

8.3.7.1 试验装置

试验装置如下：

- a) 冲击锤（含手柄）重量 450 g±5 g，直径为 32 mm±0.25 mm，冲击面球半径为 16 mm±0.10 mm；
- b) 冲击锤自由下落高度为 305 mm±5 mm，为图 10 所示冲击锤球面最低点自由下落到试样安装孔下表面高度。



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。

图 10 试验装置

8.3.7.2 试验程序

试验程序如下：

- a) 将塑料软管试样两端用耐紫外线的不透明遮蔽物遮蔽，遮蔽长度 25 mm～30 mm；
- b) 用无水乙醇去除样品外表面的残留物，将试样固定在紫外线试验设备支架上，将固定好塑料软管支架放置在紫外线试验设备里，使样品的中心处于接近灯管暴晒面积的中心，塑料软管与灯管距离 50 mm；
- c) 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 ℃，持续时间 300 h；
- d) 从紫外线试验设备取出塑料软管并移走遮蔽物；
- e) 将塑料管贯通插入到冲击装置试样安装孔中，塑料管公称外径及对应的试样安装孔直径按表 19 选取，冲击装置如图 10；
- f) 搬动手柄使冲击锤在导向管内自由落体，下落高度为 (305 ± 5) mm 减去塑料管公称外径；
- g) 冲击后的塑料管安装接头，按 8.3.5 进行爆裂强度试验，塑料软管总成应满足表 17 中环境试验后爆裂强度的要求。

表19 塑料管公称外径及试样安装孔径

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 耐高低温后弯曲性

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 $30 \text{ min} \pm 2 \text{ min}$ ，再将塑料软管与直径六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，然后在此温度下 4 s～8 s 内在芯轴上弯曲至少 180° ，检查软管外表面有无裂纹情况。

8.3.9 耐高温弯曲后爆裂强度

将塑料软管试样弯曲至少 180° 固定在表 16 支撑芯轴上，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。取出后在室温下放置 2.0 h～2.5 h，然后在 4 s～8 s 内在芯轴上拉直，再在 4 s～8 s 内在芯轴上反方向弯曲至少 180° ，然后安装接头按 8.3.5 进行爆裂强度试验，塑料软管总成应满足表 17 中环境试验后爆裂强度的要求。

8.3.10 耐高温后爆裂强度

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，取出后在室温条件下放置 $30 \text{ min} \pm 2 \text{ min}$ ，然后安装接头按 8.3.5 进行爆裂强度试验，塑料软管总成应满足表 17 中环境试验后爆裂强度的要求。

8.3.11 耐高低温后爆裂强度

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 $70\text{ h}\sim 72\text{ h}$ 。取出后在室温条件下放置 $30\text{ min}\pm 2\text{ min}$ 。再将塑料软管与如图10所示的冲击装置一同放置在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中保持 $4.0\text{ h}\sim 4.5\text{ h}$ ，在此温度下进行冲击试验，冲击高度为 $(305\pm 5)\text{ mm}$ ，取出后在室温条件下放置 $1\text{ h}\sim 1.5\text{ h}$ ，然后安装接头按8.3.5进行爆裂强度试验，塑料软管总成应满足表17中环境试验后爆裂强度的要求。

8.3.12 耐水煮后爆裂强度

将塑料软管试样按8.3.4进行水煮，取出后在室温条件下放置 $30\text{ min}\pm 2\text{ min}$ ，再将塑料软管与如图10所示的冲击装置一同放置在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中保持 $4.0\text{ h}\sim 4.5\text{ h}$ ，在此温度下进行冲击试验，冲击高度为 $(305\pm 5)\text{ mm}$ ，取出后在室温条件下放置 $1\text{ h}\sim 1.5\text{ h}$ ，然后安装接头按8.3.5进行爆裂强度试验，塑料软管总成应满足表17中环境试验后爆裂强度的要求。

8.3.13 耐氯化锌性

将塑料软管试样两端堵上，以防止溶液进入管内腔。然后将塑料软管总成试样弯曲至少 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，一同浸泡浓度为50% 氯化锌（化学纯）溶液中保持 $200\text{ h}\sim 202\text{ h}$ ，将塑料软管和芯轴一同取出，在此状态下用7倍放大镜检查软管外表面有无裂纹情况。

8.3.14 耐甲醇性

将塑料软管试样两端堵上，以防止溶液进入管内腔。然后将塑料软管总成试样弯曲至少 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，一同浸泡在体积比浓度为95%甲醇溶液中保持 $200\text{ h}\sim 202\text{ h}$ ，将塑料软管和芯轴一同取出，在此状态下用7倍放大镜检查软管外表面有无裂纹情况。

8.3.15 耐高温后塌瘪率

8.3.15.1 试验装置

测试装置如图11所示，固定销钉直径为塑料软管的公称内径、长度为 25 mm 。

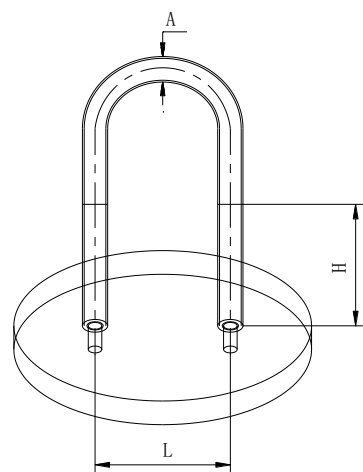


图 11 测量塌瘪率装置

表 20 塑料软管长度及固定销距离 单位为毫米

序号	公称外径	塑料软管长度	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

8.3.15.2 试验程序

试验程序如下：

- 依据表 20 选取塑料软管长度和固定销距离 L，按如图 11 所示 A 位置做好标记，测量 A 处塑料软管外径；
- 将软管两端按自然弯曲方向插入销钉全长；
- 将塑料软管放置 110℃±2℃试验箱保持 24 h~25 h，后取出在室温条件下放置 30 min±2 min；
- 再次测量图 11 所示做好标记 A 位置的外径；
- 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 ——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）。

8.3.16 耐臭氧性

按 5.3.9 进行试验。

8.3.17 耐油后爆裂强度

按照 GB/T 1690—2010 中 7.3 进行试验，在 100℃±2℃的恒温箱放置 70 h~72 h，试验介质为 GB/T 1690—2010 附录 A 中表 A.3 规定的 IRM903 标准油。取出后在室温条件下放置 30 min±2 min 并去除试样外表面油渍，然后安装接头按 8.3.5 进行爆裂强度试验，塑料软管总成应满足表 17 中环境试验后爆裂强度的要求。

8.3.18 抗拉强度

按 5.3.6 进行抗拉强度试验，直到超过表 15 规定的数值。检查制动软管总成是否损坏，记录最大负荷和破坏类型。塑料软管总成自由长度为 150 mm±3 mm，试验速度为 25 mm/min±3 mm/min。

8.3.19 耐水煮拉伸性

8.3.19.1 试验装置

在拉力机上下连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 min~6 min 之后快速进行拉伸试验。

8.3.19.2 试验程序

在容器内加入蒸馏水高度至 100 mm±3 mm，将长度 150 mm±3 mm 的塑料软管总成通过容器下部装

置垂直安装在拉伸试验机上，然后加热容器的水沸腾（95℃±5℃），保持5 min~6 min后，塑料软管总成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 mm/min±3 mm/min。

8.3.20 耐寒-水煮交变后拉伸性

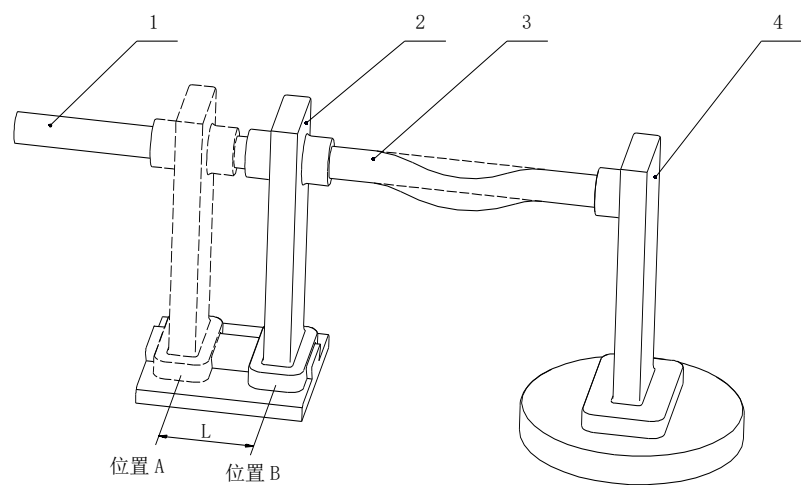
将自由长度为150 mm±3 mm的塑料软管总成试样放置在-40℃±2℃的试验箱中保持30 min±5 min，取出试样在室温条件下放置30 min±5 min，按8.3.4进行水煮15 min±2 min，取出试样在室温条件下放置30 min±5 min，上述为一个循环的试验条件，共进行4个循环试验。按5.3.6进行抗拉强度试验，试验速度25 mm/min±3 mm/min。

8.3.21 耐振动性

8.3.21.1 试验设备

试验设备如下：

- a) 振动试验机能够调节振动频率和振幅，环境温度应在-40℃~150℃内进行调节；
- b) 连接塑料软管总成的工装可调节，以便适应不同规格的塑料软管总成的安装；
- c) 运动机械保持平稳，避免共振；
- d) 安装塑料软管总成设备工装应趋近水平；
- e) 设备工装应能调节塑料软管总成松弛量；
- f) 振动试验机应能提供气源给塑料软管总成施加气压；
- g) 振动试验机应具备检测塑料软管总成泄漏量仪器仪表。



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。

图 11 振动试验安装装置图

8.3.21.2 试验程序

试验程序如下：

- a) 将自由长度为460 mm±5 mm塑料软管总成安装到振动试验机的前后固定工装上，如图11所

示；

- b) 调节前固定工装从“位置 A”到“位置 B”，调整松弛量 L 为 12.7 mm 后锁紧前固定工装；
- c) 施加气压使塑料软管总成压力达到 $0.8 \text{ MPa} \pm 0.07 \text{ MPa}$ ；
- 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) 设定振动试验机温度为 $104 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，振动 250000 次；
- f) 设定振动试验机温度为 $-40 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，振动 250000 次；
- g) 设定振动试验机温度为 $104 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，振动 250000 次；
- h) 设定振动试验机温度为 $-40 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，振动 250000 次；
- i) 完成 1000000 次振动试验后，立即对塑料软管总成施加 $0.8 \text{ MPa} \pm 0.07 \text{ MPa}$ 气压进行泄漏量试验，并检查塑料软管总成是否损坏；
- j) 塑料软管总成保持气压 $0.8 \text{ MPa} \pm 0.07 \text{ MPa}$ ，在室温条件下放置 $60 \text{ min} \pm 5 \text{ min}$ 后，进行泄漏量试验，并检查塑料软管总成是否损坏。

8.3.22 接头耐压保持性

将塑料软管总成一端封堵，一端接水压源，排除空气后以 $20 \text{ MPa/min} \pm 4 \text{ MPa/min}$ 施压速率直至达到表 17 规定试验压力保持 $30 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$ ，检查接头脱落、泄漏现象。再持续以 $20 \text{ MPa/min} \pm 4 \text{ MPa/min}$ 施压速率达到表 17 规定室温爆裂强度压力，然后检查塑料软管总成爆裂情况。

8.3.23 耐高低温后接头耐压保持性

试验程序如下：

- a) 将塑料软管总成一端封堵，充满符合 GB/T 1690—2010 附录 A 中表 A.3 规定的 IRM903 标准油，另一端接油压源；
- b) 将塑料软管总成在 $93 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 试验箱保持 24 h~25 h 后，在此温度下以 $20 \text{ MPa/min} \pm 4 \text{ MPa/min}$ 速率施压到 $3.0 \text{ MPa} \pm 0.07 \text{ MPa}$ 保持 $5 \text{ min} \pm 1 \text{ min}$ ；
- c) 将塑料软管总成卸压后置于室温条件下放置 1.0 h~1.5 h；
- d) 再将塑料软管总成置于 $-40 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 试验箱保持 24 h~25 h 后，在此温度下以 $20 \text{ MPa/min} \pm 4 \text{ MPa/min}$ 施压到 $3.0 \text{ MPa} \pm 0.07 \text{ MPa}$ 保压 $5 \text{ min} \pm 1 \text{ min}$ ；
- e) 试验完成后检查接头脱落、泄漏现象及塑料软管总成爆裂情况。

8.3.24 接头重复使用密封性

将塑料软管总成一端连接压力试验装置，另一端接头反复拆装 3 次，第 4 次重新安装接头后封堵，施加压力到 $0.8 \text{ MPa} \pm 0.07 \text{ MPa}$ ，进行密封泄漏量试验，并检查塑料管体是否爆裂。

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：“ $\Phi 3.2$ ”表示橡胶制动软管的公称内径为 3.2 mm，“ $\Phi 12 \times 1.5$ ”表示塑料软管的公称外径为 12 mm，壁厚 1.5 mm；
- e) “HR”表示标准膨胀的液压制动软管，“HL”表示低膨胀的液压制动软管；
- f) “A”表示指定用于气制动软管；
- g) “V”表示指定用于真空制动系统，其中“VH”表示重载工况的真空制动软管，“VL”表示轻载工况的真空制动软管。

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。
