



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

报批稿

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 9

7 真空制动软管总成 13

8 气压制动塑料软管总成 18

9 标识 29

10 实施日期 30

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 更改了“制动软管”、“公称内径”术语的定义（见3.1、3.6，2010年版的3.1、3.7），删除了“爆裂”术语及其定义（2010版的3.6），增加了“公称外径”术语及其定义（见3.7）；
- 对液压制动软管总成，增加了“快速抗拉强度”、“耐动态臭氧性”等的性能要求及试验方法（见表1、5.3.6、5.3.10），“最大膨胀量”增加了压力为20.0 MPa的性能要求（见表2），更改了“缩径后内孔通过量”的试验方法（见5.3.1，2010年版的5.3.1），更改了“制动液相容性”、“耐寒性”、“耐臭氧性”的试验条件（见5.3.4.2、5.3.8、5.3.9，2010年版5.3.4.2、5.3.8、5.3.9）；
- 对气压制动软管总成，增加了“屈挠疲劳”的性能要求及试验方法（见表6、6.3.3），删除了“耐氯化锌性”的技术要求及试验方法（见2010年版的表6、6.3.12）；
- 对真空制动软管总成，更改了“耐热性”、“耐寒性”、“耐燃料性”的性能要求及试验方法（见表10、7.2.6、7.2.7、7.2.9，2010年版的表9、7.2.6、7.2.7、7.2.9）；
- 增加气压制动塑料软管总成的性能要求及试验方法（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、摩托车、轻便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、标识。

本文件适用于汽车、摩托车、轻便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。

本文件不适用于汽车用螺旋管 and 高温输气橡胶软管。

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的测定

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

制动系统中用于传输液能和气能给制动器或助力器的柔性管。

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

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。

3.7

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。

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℃ 温度下至少放置 4 h。
- 4.2 液压制动软管总成试验时使用的制动液应为 GB 12981—2012 规定的 HZY3 或 HZY4，也可采用其它的试验介质进行试验，但应在试验报告中注明。
- 4.3 除有特殊要求外，试验应在室温为 15℃~32℃ 的条件下进行。
- 4.4 公称内径和公称外径允许正、负偏差值存在，为了便于参考可采用整数；其中液压制动制动软管及其他橡胶制动软管用公称内径表述，气压制动塑料软管及真空制动塑料软管用公称外径表述。

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，允许包含护套和附件等。制动软管和制动软管接头间应是永久性连接，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

液压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
2	最大膨胀量		mL/m	见表2	4	5.3.2
3	爆裂强度	内径≤3.2 mm	MPa	≥49.0		5.3.3
		内径>3.2 mm		≥34.5		

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
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	内径≤3.2 mm	MPa	≥49.0		
			内径>3.2 mm		≥34.5		
5	屈挠疲劳 ^b			h	≥35	4	5.3.5
6	抗拉强度		快速	N	≥1446	4	5.3.6
			慢速		≥1646	4	
7	吸水性	爆裂强度	内径≤3.2 mm	MPa	≥49.0	4	5.3.7
			内径>3.2 mm		≥34.5		
		屈挠疲劳 ^b		h	≥35.0	4	
		抗拉强度	慢速	N	≥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	内径≤3.2 mm	MPa	≥49.0	4	5.3.11
			内径>3.2 mm		≥34.5		
12	接头耐腐蚀性			—	金属基体无腐蚀	1	5.3.12
^a 如需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 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	标准膨胀软管 mL/m	低膨胀软管 mL/m
≤ 3.2	6.9	≤ 2.17	≤ 1.08
	10.3	≤ 2.59	≤ 1.38
	20.0	≤ 3.96	≤ 2.00
$> 3.2 \sim 5.0$	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

量规的结构、尺寸应满足图 1 要求，其质量应满足表 3 规定。

如不切割软管而使量规从制动软管总成一端接头完全插入软管，可将量规加长，或去掉手柄，但其结构应满足图 1 要求，质量应满足表 3 规定。

如采用钢球，其直径应满足表 3 规定。

单位为毫米

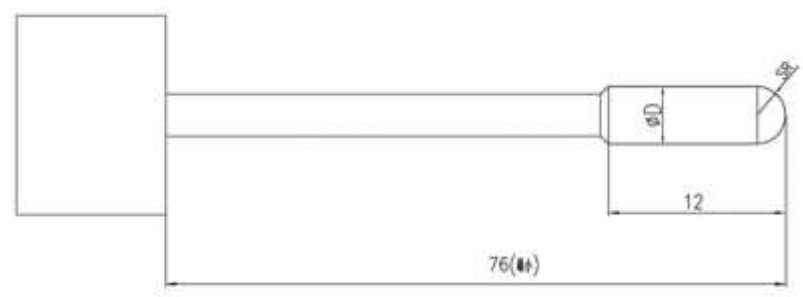


图1 普通量规

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	57±3
6.3	4.03	57±3
其他	公称内径×0.64	57±3

5.3.1.2 试验程序

- 5.3.1.2.1 保持制动软管总成轴线处于铅垂状态。
- 5.3.1.2.2 选用符合 5.3.1.1 规定的量规，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，记录量规在自重作用下自由下落情况。
- 5.3.1.2.3 也可在距制动软管总成一侧接头 76 mm 处进行切割，然后在切口端垂直释放量规进行试验。

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

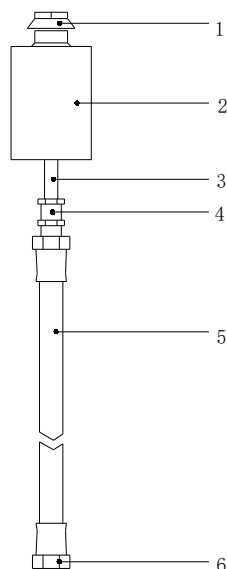
将制动软管总成试样一端连接到压力系统上，注满 5.3.2 规定的试验介质，排出所有空气后封堵另一端。以 100 MPa/min±20 MPa/min 速率施加压力至 28 MPa±1 MPa，保持 120 s±10 s，然后仍以同样的升压速率，直到试样接头脱落、泄漏或软管爆裂，记录最大压力和破坏类型。

5.3.4 制动液的相容性

5.3.4.1 试验准备

5.3.4.1.1 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。

5.3.4.1.2 将注满制动液的试样下端封闭，并将试样垂直放入高温箱内。



标引序号说明：

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

5.3.4.2.1 将制动软管总成试样在 $120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度下放置 $70\text{ h} \pm 2\text{ h}$ 。

5.3.4.2.2 将制动液从试样中排出并拆下试样，在室温下放置 $30\text{ min} \pm 5\text{ min}$ 。

5.3.4.2.3 按 5.3.1 进行试验。

5.3.4.2.4 在 3 h 内按 5.3.3 进行试验。

5.3.5 屈挠疲劳

5.3.5.1 试验设备

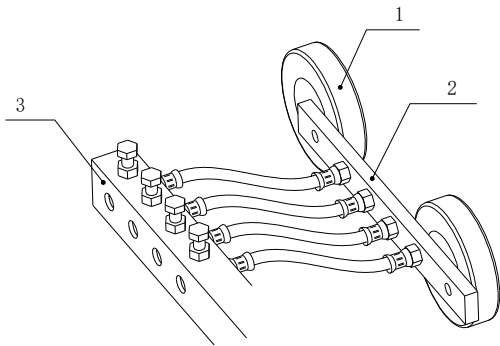
试验设备主要由可动部分和固定部分组成，设备示意图见图 3。可动部分由可动水平连杆及转盘组成，可动水平连杆的两端通过轴承垂直安装在转盘上，转盘的中心与轴承的中心相距 $101.60\text{ mm} \pm 0.12\text{ mm}$ ，固定部分为可调的固定水平连杆，固定水平连杆平行于同转盘中心在同一水平面内的可动水平连杆，两个水平连杆上都装有可平行安装制动软管总成的若干个接头。可动水平连杆上的接头是封闭的，固定水平连杆上的接头与液压源连通，试验设备的液压源容积及管路设置应不影响试验结果，试验中，当制动软管损坏而压力下降到设定值时，试验设备应能够自动停机，同时记录运转时间及停机时管路中的系统压力。

5.3.5.2 试验准备

- 5.3.5.2.1 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。
- 5.3.5.2.2 将试样置于垂直状态，在试样的下端悬挂 $576\text{ g} \pm 3\text{ g}$ 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 。
- 5.3.5.2.3 将试样安装在屈挠疲劳试验机上，用如图 4 所示的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。

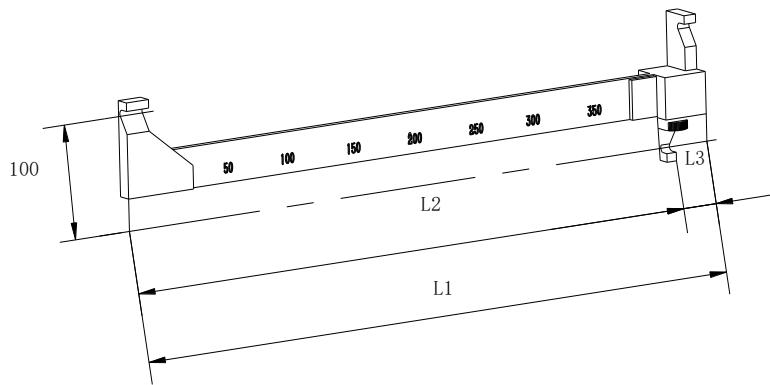
表 4 自由长度及松弛量 单位为毫米

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



- 标引序号说明：
- 1——转盘；
- 2——可动水平连杆；
- 3——固定水平连杆。

图 3 试样安装示意图



- 标引序号说明：
- L1——自由长度；
- L2——试验长度；
- L3——松弛量。

图 4 松弛量调整装置

5.3.5.3 试验程序

5.3.5.3.1 对管路系统施加 $1.62\text{ MPa} \pm 0.10\text{ MPa}$ 的静态压力，注满 5.3.2 规定的试验介质，并从系统中排出所有气体。

5.3.5.3.2 驱动转盘，使其以 $800\text{ r/min} \pm 10\text{ r/min}$ 的速率旋转。

5.3.5.3.3 当制动软管总成试样因泄漏引起压力下降时，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 5.3.5.2.2 测量并记录制动软管总成自由长度，将试样接头两端封堵后浸入温度为 $85\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 内使用不同的制动软管总成分别按 5.3.3、5.3.5、5.3.6 进行试验。

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，在 5 s 内将试样绕芯轴至少弯曲 180° 。将试样取出，在室温下将制动软管总成沿纵向切开，用肉眼检查试样内、外表面有无裂纹并记录。

表 5 耐寒性用芯轴直径 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	$>3.2 \sim 6.0$	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，芯轴直径为制动软管外径的 8 倍。

5.3.9.2 试验程序

5.3.9.2.1 将绕有试样的芯轴在室温下至少放置 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 $70\text{ h}\pm 2\text{ h}$ ；

5.3.9.2.2 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

去掉制动软管总成接头，制取长度为 $218\text{ mm}\pm 3\text{ mm}$ 的制动软管试样，然后将试样在 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度条件下，无应力至少放置 24 h。

5.3.10.2 试验工装

如图 5 所示，试验工装由一个铅垂方向的固定销和一移动销组成，移动销与向固定销倾斜，并与水平面成 30° 角。固定销和移动销长度为 14 mm，销的直径根据软管内径确定，应保证试验过程中试样不出现脱落现象。

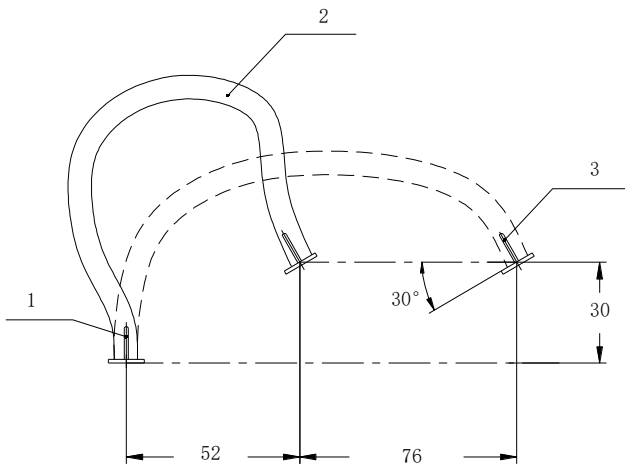
5.3.10.3 试验程序

5.3.10.3.1 将试样两端分别插入到固定销和移动销上，直至试样接触到销根部为止，然后用带箍固定。

5.3.10.3.2 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不超过 1 h 开始进行动态试验。移动销移动频率为 $0.3\text{ Hz}\pm 0.05\text{ Hz}$ ，匀速移动行程为 $76\text{ mm}\pm 2.5\text{ mm}$ ，试验时间为 $48\text{ h}\pm 2\text{ h}$ 。

5.3.10.3.3 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



标引序号说明：

- 1——固定销；
- 2——制动软管；
- 3——移动销。

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

5.3.11.1.1 压力循环装置应能施加 11 MPa 压力，并能自动控制加压和卸压周期。

5.3.11.1.2 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

5.3.11.2.1 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。

5.3.11.2.2 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。

5.3.11.2.3 在 30 min 内使试验箱内的环境温度达到 $143\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.3.11.2.4 开启压力循环装置，在 2 s 内使试样压力从 0 MPa 升至 $11\text{ MPa} \pm 0.1\text{ MPa}$ ，保持 $60\text{ s} \pm 6\text{ s}$ ，再以同样的时间使试样压力从 $11\text{ MPa} \pm 0.1\text{ MPa}$ 降至 0 MPa，保持 $60\text{ s} \pm 6\text{ s}$ ，此为一个循环，至少进行 150 个循环试验。

5.3.11.2.5 试验完成后，从试验箱上拆除试样，并排出液体，在室温下放置至少 45 min。

5.3.11.2.6 按 5.3.3 进行试验。

5.3.12 接头耐腐蚀性

按 GB/T 10125—2012 规定进行中性盐雾试验，试验时间为 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，检查并记录金属基体腐蚀情况，但褶皱或标记信息的部位出现的腐蚀现象不包括在内。

6 气压制动橡胶软管总成

6.1 结构

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

气压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	%	$-7 \sim +5$	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
----	-------------------	---	-----	---	--------

表 6 气压制动橡胶软管总成性能要求（续）

序号	试验项目	单位	性能要求	数量根	试验方法
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	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
≤6	≥1100	≥220
6~12	≥1450	≥660
>12	≥1450	≥1450
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，量规如图 6 所示，量规质量为 60 g~100 g，量规头部直径为软管公称内径的 66%。

单位为毫米

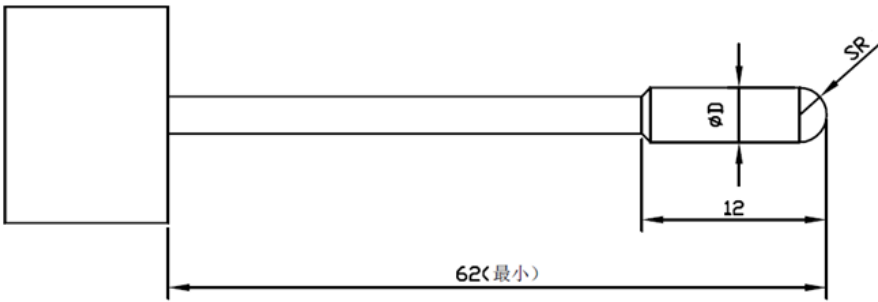


图 6 普通量规

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。充入压力为 1.4 MPa 压缩空气并保持，将试样浸入水槽中 5 min 后，观察试样是否出现气泡、局部膨胀现象。

6.3.3 屈挠疲劳

6.3.3.1 试验装置

6.3.3.1.1 试验装置由屈挠循环装置和压力循环装置两个部分组成。

6.3.3.1.2 屈挠循环装置由移动端和固定端两个部分组成。移动端可控制试样一端水平往复移动，移动频率为 1.7 Hz±0.1 Hz；固定端用于固定试样另一端，试样安装状态如图 7 所示。

6.3.3.1.3 压力循环装置在整个试验期间可实现对试样进行加压和卸压循环，加、卸压速率由孔径为 $\Phi 1.60\text{ mm}$ 、厚度为 0.8 mm 的节流装置控制。

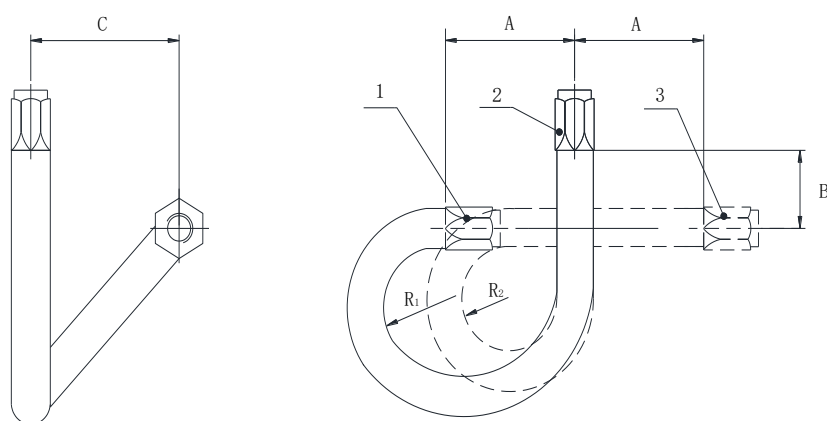
6.3.3.2 试样预处理

6.3.3.2.1 按表 8 规定的软管自由长度准备制动软管总成试样。

6.3.3.2.2 将试样两端接头封堵后按 5.3.12 进行试验。

6.3.3.2.3 耐腐蚀试验完成后，以自然垂直状态将试样放置在 $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温箱中保持 $70\text{ h} \pm 2\text{ h}$ 。

6.3.3.2.4 取出试样，在室温下放置 2 h 后，按 6.3.3.3 进行试验。



标引序号说明：

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
≤ 6	255	75	70	95	34	75	70	95	30
$> 6 \sim 10$	280	75	90	115	43	75	90	115	33
> 10	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

- 6.3.3.3.1 将预处理后试样的一端固定在屈挠循环装置的固定端，并连接至压力循环装置。试样的另一端连接在屈挠循环装置的移动端并封堵。试样安装后应处于自然弯曲状态，不应出现任何外力下的扭曲，试样安装后相对位置尺寸见表 8。
- 6.3.3.3.2 启动压力循环装置，使试样气压从 0 MPa 升至 1.0 MPa，保持 60 s±5 s，然后从 1.0 MPa 降至 0 MPa，保持 60 s±5 s。
- 6.3.3.3.3 启动屈挠循环装置，使试样移动端从图 7 所示位置 1 水平移至位置 3，然后再返回位置 1，此为一个循环，累计进行 100 万循环试验，试验频率为 1.7 Hz±0.1 Hz。
- 6.3.3.3.4 试验结束后，对试样施加 1.00 MPa±0.07 MPa 的空气压力，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（或软管自由长度），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。

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

式中：

ΔL ——长度变化率，单位为百分数（%）；

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

制动软管总成试样按 5.3.12 完成试验后，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。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 规定进行外胶层与增强层之间的粘合强度试验。试样类型为 8 型试样，速度为 25 mm/min±5 mm/min。

6.3.8 耐热性

将制动软管总成试样绕表 9 规定的芯轴 360° 进行捆扎。将捆扎试样的芯轴放置在 100 ℃±2 ℃ 高温箱中保持 70 h±2 h 后，将其取出，冷却到室温。从芯轴上取下试样并将其伸直，沿软管纵向将制动软管剖开，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。

表 9 公称内径及芯轴直径 单位为毫米

公称内径	芯轴直径	
	耐热性	耐寒性和耐臭氧性
4、5	51	102

6	76	127
8	89	152

表9 公称内径及芯轴直径（续）

公称内径	芯轴直径	
	耐热性	耐寒性和耐臭氧性
9、9.5	89	178
10	95	178
12、12.5	102	203
16	127	229

6.3.9 耐寒性

按 5.3.8 进行试验。试验温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，芯轴直径按表 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 中的 7.3 进行试验。试验温度为 $100\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，试验时间为 $70\text{ h}\pm 2\text{ h}$ ，试验介质为符合 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 $70\text{ h}\pm 2\text{ h}$ 后取出，在 30 min 内按 5.3.6 进行试验。

6.3.12 耐臭氧性

按 5.3.9 进行试验。芯轴直径按表 9 规定。

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	—	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

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
3	爆裂强度			MPa	≥2.4	1	7.2.3
4	耐弯曲后外径变化量			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	厚壁软管	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		
		薄壁软管	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		kN/m	≥1.0		
10	耐变形性	厚壁软管	第一次	N	≤310	1	7.2.10
			第五次		≥178		
		薄壁软管	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
软管壁厚大于等于 4.5 mm 的软管为“厚壁软管”，壁厚小于 4.5 mm 的软管为“薄壁软管” 塑料制动软管不进行缩颈后内孔通过量、耐弯曲后外径变化量、粘合强度、耐变形性试验							

表 11 耐弯曲后外径变化量 单位为毫米

公称内径	软管自由长度	外径变化量
5	178	≤4.4
6	203	≤2.4

7	230	≤ 5.0
8	279	≤ 5.2

表 11 耐弯曲后外径变化量（续）

公称内径	软管自由长度	外径变化量
9	279	≤ 5.2
10	305	≤ 4.0
12	356	≤ 6.7
16	560	≤ 5.6
19	711	≤ 5.6
25	914	≤ 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。对于厚壁软管总成，量规的外径为制动软管总成公称内径的 75%；对于薄壁软管总成，量规的外径为制动软管公称内径的 70%。如制动软管总成带有内置或外置单向阀、消音管等附件，试验时应拆除。

7.2.2 耐负压后外径变化量

将自由长度为 $300\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 的制动软管总成试样一端封堵，测量并记录试样外径。将试样另一端连接到真空压力源上，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

拆除连接件、内置或外置单向阀、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。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。

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。

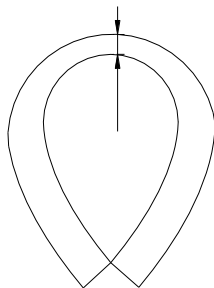


图 8 耐弯曲后外径变化量

7.2.5 粘合强度

按 6.3.7 进行试验。

7.2.6 耐热性

7.2.6.1 制动软管总成试样自由长度按表 12、表 13 的规定，测量软管外径并记录。

7.2.6.2 将试样放置到温度为 125℃±2℃高温箱中保持 96 h~98 h，期间应保持试样真空度为-85 kPa±3 kPa；

7.2.6.3 取出试样，在室温下放置并卸除压力，在 5 min 内完成试样变形最大部位的外径的测量，按式（2）计算外径变化率；

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

式中：

ΔD ——外径变化率，单位为百分数（%）；

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）。

7.2.6.4 将测量外径后的试样在室温下放置 5.0 h~5.5 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。

7.2.6.5 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。以 6.2 MPa/min±0.7 MPa/min 速率施加压力至 1.2 MPa±0.07 MPa，保持 60 s±10 s，观察试样是否泄漏。

表 12 塑料软管耐热性、耐寒性芯轴尺寸 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	≤10	270	76	483	178
2	>10	430	128	520	203

表 13 橡胶软管耐热性、耐寒性芯轴尺寸 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

7.2.7 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 $6.2\text{ MPa/min}\pm 0.7\text{ MPa/min}$ 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。

7.2.8 耐臭氧性

按 5.3.9 进行试验。

7.2.9 耐燃料性

7.2.9.1 取自由长度为 $300\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$ 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 $48\text{ h}\pm 2\text{ h}$ 。

7.2.9.2 试样排出试验液体 5 min 后，按 7.2.1 进行试验。

7.2.9.3 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 $-85\text{ kPa}\pm 3\text{ kPa}$ 的真空度，保持至少 5 min ，观察试样是否泄漏。

7.2.9.4 按 6.3.7 进行试验。

7.2.10 耐变形性

7.2.10.1 制取长度为 25.4 mm 制动软管试样，测量并记录试样外径。

7.2.10.2 按表 14 选取相应的限位块（长度 $\geq 25.4\text{ mm}$ ），将其插入试样全长。

7.2.10.3 将试样放置在加压装置上，向试样逐渐施加压缩负荷，如图 9 所示，使试样变形后尺寸逐渐达到限位块的厚度，保持压缩状态 5 s 后卸去负荷，记录压缩负荷。

7.2.10.4 重新向试样施加压缩负荷，使试样变形后尺寸达到限位块的厚度，保持压缩状态 5 s 后卸去负荷，共进行四次，每两次之间允许有 10 s 的间隔，记录最后一轮的压缩负荷。

7.2.10.5 取下试样，在室温下放置 60 s 后，再次测量并记录试样外径，试样外径保持率按式（3）计算。

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

式中：

ΔD ——外径保持率，单位为百分数（%）；

GB 16897—XXXX

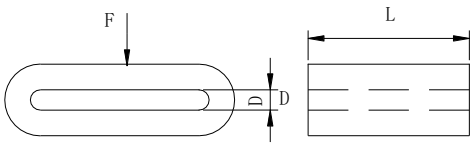
- D_1 ——试验前外径，单位为毫米（mm）；
 D_2 ——试验后外径，单位为毫米（mm）。

表 14 限位块尺寸 单位为毫米

公称内径	限位块宽度	限位块厚度
5	3.2	1.2
6	3.2	1.6
7	3.2	1.6
8	4.8	2.0
9	4.8	2.0

表 14 限位块尺寸（续）

公称内径	限位块宽度	限位块厚度
10	4.8	2.4
12	6.4	3.2
16	6.4	4.0
19	6.4	4.8
25	6.4	6.4



- 标引序号说明：
F——压缩负荷；
D——限位块厚度；
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

气压制动塑料软管总成由两端接头和中间塑料软管组成。

8.2 性能要求

气压制动塑料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 热性	爆裂强度	MPa	见表 17	4	8.3.6
		吸水率	%	≤ 2		

表 15 气压制动塑料软管总成性能要求（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
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			—	伸长率大于等于 50%，或抗拉强度满足表 18 规定	4	8.3.19
19	耐寒后水煮交变后拉伸性			—		4	8.3.20
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 软管外径和壁厚公差要求

序号	公称外径	外径公差 mm	理论壁厚 mm	壁厚公差 mm
1	1/8 in	±0.08	0.58	±0.08
2	5/32 in	±0.08	0.81	±0.08
3	3/16 in	±0.08	0.89	±0.08
4	1/4 in	±0.08	1.02	±0.08

表 16 软管外径和壁厚公差要求（续）

序号	公称外径	外径公差 mm	理论壁厚 mm	壁厚公差 mm
5	5/16 in	±0.10	1.02	±0.10
6	3/8 in	±0.10	1.57	±0.10
7	1/2 in	±0.13	1.57	±0.10
8	5/8 in	±0.13	2.34	±0.13
9	3/4 in	±0.13	2.34	±0.13
10	6 mm	±0.10	1.00	±0.10
11	8 mm	±0.10	1.00	±0.10
12	10 mm	±0.13	1.25	±0.10
13	12 mm	±0.13	1.50	±0.10
14	14 mm	±0.13	1.50	±0.10
15	16 mm	±0.13	2.00	±0.13

表 17 爆裂强度要求

序号	公称外径	爆裂强度 MPa	环境试验后爆裂强度 ^a MPa
1	1/8 in	≥6.9	≥5.5
2	5/32 in	≥8.3	≥6.5
3	3/16 in	≥8.3	≥6.5
4	1/4 in	≥8.3	≥6.5
5	5/16 in	≥6.9	≥5.5
6	3/8 in	≥9.7	≥7.7
7	1/2 in	≥6.6	≥5.0
8	5/8 in	≥6.2	≥5.0
9	3/4 in	≥5.5	≥4.0

10	6 mm	≥ 7.6	≥ 6.0
11	8 mm	≥ 6.2	≥ 5.0
12	10 mm	≥ 6.0	≥ 5.0
13	12 mm	≥ 6.2	≥ 5.0
14	14 mm	≥ 6.0	≥ 5.0
15	16 mm	≥ 6.0	≥ 5.0
^a 为耐湿热性爆裂强度、耐紫外线后爆裂强度、耐高温弯曲后爆裂强度、耐高温后爆裂强度、耐高低温后爆裂强度、耐水煮后爆裂强度、耐油后爆裂强度指标。			

表 18 抗拉强度要求

公称外径	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 mm	≥ 1100	—
> 10 mm	≥ 1450	—
1/8 in	—	≥ 156
5/32 in	—	≥ 178
3/16 in	—	≥ 222
1/4 in	—	≥ 222
5/16 in	—	≥ 334
3/8 in	—	≥ 667
1/2 in	—	≥ 890
5/8 in	—	≥ 1446
3/4 in	—	≥ 1557
6 mm	—	≥ 222
8 mm	—	≥ 334
10 mm	—	≥ 667
12 mm	—	≥ 890
14 mm	—	≥ 1000
16 mm	—	≥ 1446

8.3 试验方法

8.3.1 样品准备

除非特殊规定，所有塑料软管试样自由长度均为 $300\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 。

8.3.2 缩颈后内孔通过量

按 6.3.1 进行试验。

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 $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温箱中保持 $4.0\text{ h} \sim 4.5\text{ h}$ ，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, 取两个方向测量结果的算术平均值作为该剖切面外径测量值, 取三个剖切面测量值的算术平均值为最终试验结果。

8.3.4 耐水煮后尺寸稳定性

用不锈钢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, 并持续 2 h, 容器内蒸馏水不足时需缓慢加入, 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 测量试样壁厚、外径。

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。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 耐湿热性

将塑料软管试样放置在 110℃±2℃ 的恒温恒湿箱中保持 24 h~25 h。取出后 30 s 内称重, 精确到 0.01 g。封堵试样两端, 将其放置在相对湿度为 95%、温度为 24℃±2℃ 的恒温恒湿箱中保持 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, 按式 (4) 计算试样吸水率。称重后的试样两端安装接头, 按 8.3.5 进行试验。

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

式中:

ΔW ——吸水率, 单位为百分数 (%);

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 冲击装置

8.3.7.1.1 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。

8.3.7.1.2 冲击锤重量 (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。

8.3.7.2 试验程序

8.3.7.2.1 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。

8.3.7.2.2 用无水乙醇擦除试样外表面的残留物, 将试样固定在支架上, 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, 灯管辐照强度为 0.85 W、波长为 340 nm。

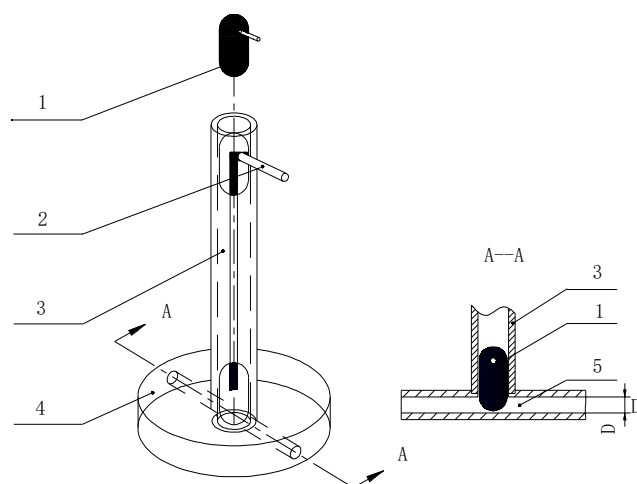
8.3.7.2.3 启动紫外线试验设备, 在箱内温度 45℃ 条件下持续 300 h。

8.3.7.2.3 从紫外线试验设备取出试样并移走遮蔽物。

8.3.7.2.4 将试样贯通插入到冲击装置试样安装孔中, 试样公称外径及对应安装孔直径按表 19 规定。

8.3.7.2.5 搬动手柄使冲击锤在导向管内自由下落, 下落高度为 (305±5) mm, 即球面头部最低点至试样安装孔内壁的行程。

8.3.7.2.6 试样两端安装接头后, 按 8.3.5 进行试验。



标引序号说明：

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 冲击试验装置

表19 冲击装置试样安装孔直径

序号	公称外径	试样安装孔直径
		mm
1	1/8 in	4.00
2	5/32 in	4.80
3	3/16 in	5.50
4	1/4 in	7.10
5	5/16 in	8.70
6	3/8 in	10.30
7	1/2 in	13.50
8	5/8 in	16.70
9	3/4 in	20.30
10	6 mm	6.80
11	8 mm	8.80
12	10 mm	10.80

表19 冲击装置试样安装孔直径（续）

序号	公称外径	试样安装孔直径 mm
13	12 mm	12.80
14	14 mm	14.80
15	16 mm	16.80

8.3.8 耐高温弯曲后爆裂强度

将塑料软管试样至少弯曲180° 固定在表20规定芯轴上，一同放置在110℃±2℃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，在4 s~8 s内在芯轴上将试样伸直，接着在同一芯轴上，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进行试验。

表 20 试验压力和芯轴直径

公称外径	芯轴直径 mm
1/8 in	20
5/32 in	26
3/16 in	40
1/4 in	50
5/16 in	64
3/8 in	76
1/2 in	102
5/8 in	127
3/4 in	152
6 mm	40
8 mm	64
10 mm	76
12 mm	90
14 mm	120
16 mm	140

8.3.9 耐高温后爆裂强度

将塑料软管试样放置在110℃±2℃的高温箱中保持70 h~72 h，取出试样后在室温下放置30 min±2 min。将试样两端安装接头，按8.3.5进行试验。

8.3.10 耐高低温后爆裂强度

将塑料软管试样放置在110℃±2℃的高温箱中保持70 h~72 h。取出试样后在室温下放置30 min±2 min，再将试样与如图10所示试验装置一同放置在-40℃±2℃的低温箱中保持4.0 h~4.5 h，在

此温度下按8.3.7.2.4和8.3.7.2.5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进行试验。

8.3.11 耐水煮后爆裂强度

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 min±2 min, 再将试样与如图10所示试验装置一同放置在-40℃±2℃的低温箱中保持4.0 h~4.5 h, 在此温度下按8.3.7.2.4和8.3.7.2.5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进行试验。

8.3.12 耐油后爆裂强度

按GB/T 1690—2010中的7.3进行试验, 试验温度为100℃±2℃, 试验时间为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 min±2 min, 擦除试样外表面油渍。将试样两端安装接头, 按8.3.5进行试验。

8.3.13 耐高低温后弯曲性

将塑料软管试样放置在110℃±2℃的高温箱中保持24 h~25 h。取出后在室温下放置30 min±2 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℃±2℃低温箱中保持4.0 h~4.5 h。在该温度下, 以均匀的速度, 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

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20规定的芯轴(芯轴材料不能与试验溶液产生化学反应)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。

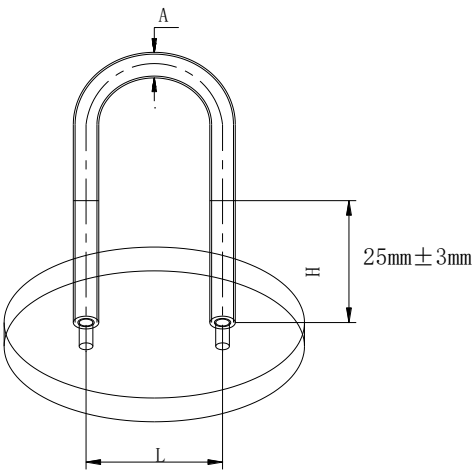
8.3.15 耐甲醇性

按8.3.14进行试验, 试验溶液为95%甲醇。

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, 固定销直径为塑料软管的公称内径、长度为25 mm, 固定销距离应符合表21规定。



标引序号说明：
A——软管外径测量位置；
L——固定销距离。

图 11 塌瘪率试验装置
表 21 软管自由长度及塌瘪率试验装置固定销距离 单位为毫米

序号	公称外径	软管自由长度	固定销距离
1	1/8 in	120	22
2	5/32 in	130	30
3	3/16 in	160	43
4	1/4 in	200	56
5	5/16 in	250	84
6	3/8 in	270	86
7	1/2 in	380	140
8	5/8 in	450	168
9	3/4 in	520	197
10	6 mm	190	56
11	8 mm	260	84
12	10 mm	280	86
13	12 mm	380	140
14	14 mm	410	154
15	16 mm	470	168

8.3.16.2 试验程序

- 8.3.16.2.1 按表 21 规定的软管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，在该标记处测量软管外径。
- 8.3.16.2.2 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°。
- 8.3.16.2.3 将装配好试样的塌瘪率试验装置放置在 110℃±2℃高温箱保持 24 h~25 h 后，取出在

室温下放置 30 min±2 min，测量并记录软管标记位置的外径。

8.3.16.2.4 按式（5）计算耐高温后塌瘪率。

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

式中：

ΔA ——耐高温后塌瘪率，单位为百分数（%）；

A_1 ——试验前软管外径，单位为毫米（mm）；

A_2 ——试验后软管外径，单位为毫米（mm）。

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进行试验，塑料软管总成试样自由长度为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

在拉力机上下接头之间安装一个能够加热的容器，其下部装置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

将自由长度为 150 mm±3 mm 的塑料软管总成试样通过容器下部装置垂直安装在拉力机上，在容器内加入能够浸没长度 100 mm±3 mm 试样的蒸馏水，然后加热容器至水温 95 °C±5 °C，保持 5 min~6 min，试样上部接头连接在拉力试验机上，以 25 mm/min±3 mm/min 的速度进行拉伸试验，直到试样接头脱落或软管损坏。记录最大负荷和破坏类型。

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 °C±2 °C的低温箱中保持 30 min±5 min，取出试样在室温下放置 30 min±5 min，按 8.3.4 进行水煮 15 min±2 min，取出试样在室温下放置 30 min±5 min，此为一个循环试验，共进行 4 个循环。试验完成后按 5.3.6 进行试验，试验速度为 25 mm/min±3 mm/min。

8.3.21 耐振动性

8.3.21.1 试验设备

8.3.21.1.1 振动试验机应能调节振动频率和振幅。

8.3.21.1.2 振动试验机应具有提供气压给试样的气源。

8.3.21.1.3 振动试验机应保持平稳，避免出现共振现象。

8.3.21.1.4 振动试验机应具备测量试样泄漏量的仪器仪表。

8.3.21.1.5 振动试验机试验箱温度应在-40 °C~150 °C内进行调节。

8.3.21.1.6 试样安装装置应能调节试样松弛量。

8.3.21.2 试验程序

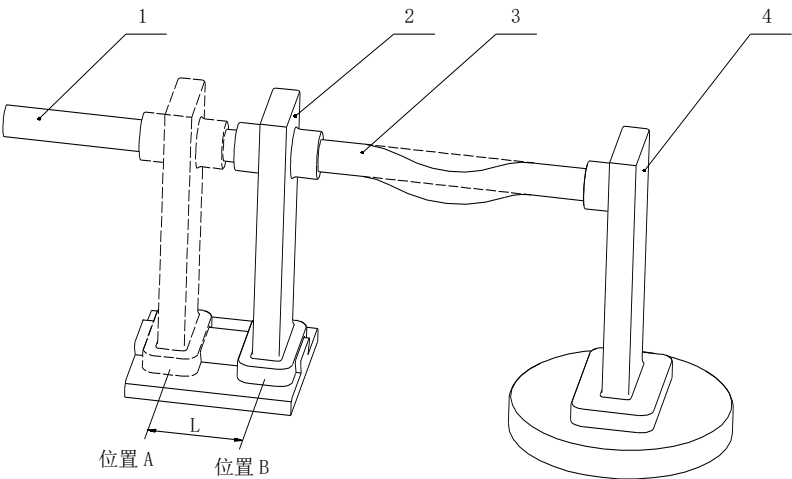
8.3.21.2.1 将自由长度为 460 mm±5 mm 塑料软管总成试样安装到如图 12 装置的前后固定工装上，

调节前固定工装从“位置 A”到“位置 B”，使试样松弛量达到 12.7 mm 后，锁紧前固定工装。然后将装置固定在振动试验机试验箱里，连接气源，并调整压力为 0.8 MPa±0.1 MPa。

8.3.21.2.2 以 10 Hz 的振动频率、±6.35 mm 的振幅，按下列条件进行两个循环的振动试验：

- a) 环境温度为 104 ℃±2 ℃，振动次数为 25 万次；
- b) 环境温度为-40 ℃±2 ℃，振动次数为 25 万次。

8.3.21.2.3 完成振动试验后，在环境温度为-40 ℃、压力为 0.80 MPa±0.07 MPa 条件下，测试泄漏量并检查试样有无爆裂现象。将试样同样的压力下在室温下放置 60 min±5 min，然后再次测试泄漏量并检查试样有无爆裂现象。



标引序号说明

- 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。以 20 MPa/min ±4 MPa/min 速率施加压力，直至达到表 22 规定试验压力，保持 30 s±5 s，然后仍以同样的升压速率，直到达到表 17 规定的室温爆裂强度限值。试验后，检查接头有无脱落、泄漏现象，以及管体有无爆裂现象。

表 22 接头耐压保持性试验压力

公称外径	试验压力 MPa
1/8 in	3.5
5/32 in	4.0
3/16 in	4.0
1/4 in	4.0
5/16 in	3.5

表 22 接头耐压保持性试验压力

公称外径	试验压力 MPa
3/8 in	5.0
1/2 in	3.0
5/8 in	3.0
3/4 in	2.5
6 mm	4.0
8 mm	3.0
10 mm	3.0
12 mm	3.0
14 mm	3.0
16 mm	3.0

8.3.23 耐高低温后接头耐压保持性

8.3.23.1 将塑料软管总成试样一端连接到压力系统上，充满符合 GB/T 1690—2010 表 A.3 规定的 IRM903 标准油，排出所有空气后封堵另一端。

8.3.23.2 将试样在 $93\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温箱保持 24 h~25 h 后，在此温度下以 $20\text{ MPa/min} \pm 4\text{ MPa/min}$ 速率施加压力至 $3.0\text{ MPa} \pm 0.07\text{ MPa}$ ，保持 $5\text{ min} \pm 1\text{ min}$ 。

8.2.23.3 将试样卸压后在室温下放置 1.0 h~1.5 h。

8.2.23.4 将试样放置在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温箱中保持 24 h~25 h 后，在此温度下以 $20\text{ MPa/min} \pm 4\text{ MPa/min}$ 速率施加压力至 $3.00\text{ MPa} \pm 0.07\text{ MPa}$ ，保持 $5\text{ min} \pm 1\text{ min}$ 。

8.2.23.5 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

对接头可重复拆卸的塑料软管总成，将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。以 $20\text{ MPa/min} \pm 4\text{ MPa/min}$ 速率对试样施加压力至 $0.80\text{ MPa} \pm 0.07\text{ MPa}$ ，测试泄漏量并检查试样有无爆裂现象。

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，橡胶制动软管及液压塑料制动软管，用公称内径加毫米单位符号表示；气压塑料制动软管及真空塑料制动软管，用直径符号“ ϕ ”后跟“软管公称外径” \times “壁厚”表示；

示例 1：公称内径为 3.2 mm 的液压制动软管，表示为“3.2 mm”。

示例 2：公称外径为 12 mm、壁厚为 1.5 mm 为塑料制动软管，表示为“ $\phi 12 \times 1.5$ ”。

- e) 软管类型，标准膨胀液压制动软管用“HR”表示，低膨胀液压制动软管用“HL”表示，气压制动软管用“A”表示，厚壁真空制动软管用“VH”表示，薄壁真空制动软管用“VL”表示。

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。

10 实施日期

对于新申请车辆型式批准的车型，自实施之日起开始执行。

对于已获得车辆型式批准的车型，自实施之日起第7个月开始执行。

参考文献

- [1] FMVSS 106-2018 法规，制动软管 (§ 571.106 Standard No. 106; Brake hoses)