

ASTM Designation: D471-98<sup>E1</sup>

Standard Test Method for  
Rubber Property Effect of Liquids

橡胶特性关于液体的影响的标准测试方法  
范围

1.1 这个测试方法包括橡胶和类橡胶合成物抵抗液体的影响的要求程序的评价比较能力。设计用来测试：(1) 硫化橡胶剪下来的标准的片状样板（见惯列 D3182）；(2) 织物涂胶硫化橡胶切下来的样板（见测试方法 D751）；(3) 商业用成品（见惯列 D3183）。这种测试方法不适用于测试泡沫橡胶、多孔化合物和经压缩的片状垫圈，除了如 11.2.2 所描述的列外。

1.2 先前在这个测试方法中作为标准测试液体的 ASTM NO.2 和 NO.3 涂油，在商业上不再有效，在 1993 年已分别被 IRM902 和 IRM903 取代了。

1.3 这个测试方法包括以下几点：

质量的改变（沉浸之后）	Section 10
体积的改变（沉浸之后）	Section 11
对于不可溶解的液体和混合液体尺寸的改变规律	Section 12
液体仅在一个表面对质量的影响	Section 13
用这种液体来萃取可溶解物质而决定的质量	Section 14
抗张强度、伸长率和硬度的改变（沉浸之后）	Section 15
断裂抵抗力、爆破强度、撕裂强度和织物涂胶的吸附力	Section 16
测试结果的计算	Section 17

1.4 这个标准的数值规定用国际单位制，插入语中的数值仅仅是供参考用。

1.5 这个标准目的并不是致力于所关心的安全事项，即使要，都是联系它的使用而已。建立适当的卫生安全惯列和决定预先使用的调整局限的适用性是这个标准使用者的责任。

## 2. 参考文件

2.1 ASTM 标准：

D92 Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup<sup>2</sup>

D97 Test Method for Pour Point of Petroleum Products<sup>2</sup>

.....

2.2 SAE 标准

J 300 Engine Oil Viscosity Classification

## 3. 测试方法概要

3.1 这个测试方法提供一定的温度和时间的条件下影响液体的暴露测试样板的程序。这个退化结果是在测试液体沉浸之前和之后，通过测定物理性能的变化，诸如应力张力性能，硬度，质量、体积、尺寸的变化而确定的。

3.2 第 19 节的精确度综述依据 1981 年开始实行的多个实验室进行的测试程序，使用 6 个用了 ASTM 参考燃料 B,C,D 和 ASTM NO.1&NO.3 涂油的不同橡胶。

3.3 附录 X2 的精确度综述依据 1993 年为 ASTM NO.1&NO.3 涂油确立替代品而实施的多个试验室进行的测试程序。因为一起参加的实验室的名额有限，仅仅可重复性的能被评估，

同时必需用 4 个 NO.2 类型的涂油 (NO.2 附加 3 个候选代替涂油) 和 4 个 NO.3 类型的涂油 (NO.3 附加 3 个候选的代替涂油) 的共同值。在这个程序中将测试 12 个橡胶。

#### 4. 意义和使用

4.1 某些橡胶产品, 如: 密封圈、垫圈、软管、光圈和塞孔套, 可以在涂油、油脂、燃料和其他的流体中暴露工作。暴露工作可以是连续的也可以是断续的, 同时还可以在一个很大的温度范围内工作。

4.2 橡胶产品的特性暴露在这些液体中会恶化, 影响这些橡胶零件的性能, 会导致特别的故事。

4.3 这个测试方法试图通过模拟使用条件来加速试验进程, 但并没给出任何这些产品性能直接的关联, 因为使用条件变化太大的缘故。依据所期望的使用质量为判断基础来生成比较数据。

4.4 这个测试方法适用于测试服从说明、质量控制、参考目的和研究发展工作。

### 5. 测试条件

5.1 温度和沉浸周期——除了其他特殊的测试温度和沉浸周期将在表 1 中标出, 依赖预期的使用条件:

表 1 测试温度和沉浸周期

温度在 ° C (° F)	沉浸周期, 小时	
-75 ± 2 (-103 ± 4)	85 ± 2 (185 ± 4)	22
-55 ± 2 (-67 ± 4)	100 ± 2 (212 ± 4)	46
-40 ± 2 (-40 ± 4)	125 ± 2 (257 ± 4)	70
-25 ± 2 (-13 ± 4)	150 ± 2 (302 ± 4)	166
-10 ± 2 (-14 ± 4)	175 ± 2 (347 ± 4)	670
0 ± 2 (32 ± 4)	200 ± 2 (392 ± 4)	1006
23 ± 2 (73 ± 4)	225 ± 2 (437 ± 4)	2998
50 ± 2 (122 ± 4)	250 ± 2 (482 ± 4)	4990
72 ± 2 (158 ± 4)		

5.1.1 当测试环境的温度不同于标准的测试温度 23 ± 2° (73 ± 4° F) 时要报告。

5.1.2 沉浸周期的选择取决于所使用的硫化橡胶的种类、测试温度、液体等。为了获得恶化的速度的信息必需经几次沉浸周期后去测定。任何沉浸周期的公差必需在 ± 15 分钟或 ± 1% 个沉浸周期, 这是允许的最大的范围。

5.2 照明——沉浸测试必需在一个没有直接光照的地方进行。

### 6. 液体测试标准

6.1 为了达到测试目的, 通常最理想地使用液体是在即将进入接触在使用中的硫化橡胶。对于不知名的或可疑的化合物的比较测试, 相同集装箱或船期的液体样板将被使用。许多商品, 特别是石油起源, 已遭受充分的变异, 所以测试液体并不实际使用它。使用标准的测试液体是明智的, 如 6.1.1 和 6.1.2 所示, 包括在特殊业务中可能遇到的特性范围。

6.1.1 ASTM 和 IRM 油——测试将在操作如表 2 所描述 ASTM 或 IRM 油 (注意 1) 为石油基准之一它的苯胺点最接近油硫化橡胶所期望能达到的接触在使用中, 在 6.1.3 所指出的除外。

注意 1—石油的苯胺点出现表现在硫化橡胶的膨胀动作。一般来说, 低的苯胺点, 在石油中膨胀较严重。如表 2 所示的油包括在润滑油中发现的一般的苯胺点的范围。

6.1.2 ASTM 参考燃料——当汽油和柴油燃料在使用中相遇，测试将用如 3 表所示 ASTM 参考燃料中的一种（注意 2）6.1.3 所说明的除外。

注意 2——表 3 所示的 ASTM 参考燃料已经通过商业汽油去选择提供最大和最小膨胀影响的产品。参考燃料 A 对硫化橡胶有一个轻微的作用和作为一个低的膨胀直馏类型高地石蜡族的汽油。在同一命令下的产品结果。参考燃料 B、C 和 D 模拟多数的商业汽油的膨胀行为，参考燃料 C 导致最高的膨胀，在汽车用的汽油中那是一种典型的非常芳香的珍贵优质的商品。对于膨胀硫化橡胶，参考燃料 F（柴油机燃料）比参考燃料 B 的范围要小。参考燃料 G、H 和 I 是酒精混合燃料（酒精-汽油混合燃料），那些有较强的膨胀动作比相应的单独燃料（用甲醇混合多用过用乙醇混合的）。参考燃料 K，甲醇充分混合物，有一个重大的弱的膨胀动作比混合前所使用的燃料。参考燃料 I 和 K 将分别归类到 M15 和 M85。

表 2 ASTM 和 IRM 参考油的规范和典型特性

特性	ASTM NO. 1 油	ASTM NO. 5 油	IRM 902	IRM 903	ASTM 方法
指定的特性					
苯胺点, ° C (° F)	124±1 (255±2)	115±1 (239±2)	93±3 (199±5)	70±1 (158±2)	D611
动粘度					
(mm <sup>2</sup> /s [cSt])					
38° C (100° F)	...	...	...	31.9-24.1	D445
99° C (210° F)	18.7-21.0	10.8-11.9	19.2-21.5	...	D445
重力, API, 16° C (60° F)	...	...	19.0-21.0	21.0-23.0	D287
动粘度-重力常数	...	...	0.860-0.870	0.875-0.885	D2140
闪点化学耗氧量, ° C (° F)	243 (469) min	243 (469) min	240 (464) min	163 (325) min	D92
润滑油中粘度随温度急变的组分, C <sub>N</sub> (%) ...	...	...	35 min	40 min	D2140
链烷的, CP (%)	...	...	50 max	45 max	D2140
典型的特性:					
流点, ° C (° F)	...	-15 (5)	-12 (10)	-31 (-24)	D97
ASTM 颜色	...	L1.0	L2.5	L0.5	D1500
折射率	...	1.4808	1.5105	1.5026	D1747
紫外线吸光率, 260nm	...	...	4.0	2.2	D2008
芳族化合物, CA (%)	...	4	12	14	D2140

表 3 ASTM 参考燃料

燃料类型	成分, 体积%
参考燃料 A	异辛烷 <sup>A</sup> , 100
参考燃料 B	异辛烷 <sup>A</sup> , 70; 甲苯 <sup>A</sup> , 30
参考燃料 C	异辛烷 <sup>A</sup> , 50; 甲苯 <sup>A</sup> , 50
参考燃料 D	异辛烷 <sup>A</sup> , 60; 甲苯 <sup>A</sup> , 40
参考燃料 E	甲苯 <sup>A</sup> , 30
参考燃料 F	柴油, NO. 2 等级 <sup>B</sup> , 100
参考燃料 G	燃料 D, 85; 无水变性乙醇 <sup>C</sup> , 15
参考燃料 H	燃料 D, 85; 无水变性乙醇 <sup>C</sup> , 15
参考燃料 I	燃料 D, 85; 无水乙醇 <sup>C</sup> , 15
参考燃料 K	燃料 D, 15; 无水变性乙醇 <sup>C</sup> , 85

<sup>A</sup> 发动机燃料, 第一基, 测试方法 D2699.

<sup>B</sup> 测试 9975.

含无铅汽油的无水变性乙醇 (CDA NO. 20 公式), 从阿彻-丹尼尔斯-米德兰, 邮政信箱 47, 伊利诺斯州 62523 处可得到。

表 4 ASTM 使用液体

液体	成分
使用液体 101 <sup>A</sup>	两次乙基己基癸二酸盐, 含重 99.5%; 吩噻嗪, 含重 0.5%
使用液体 102 <sup>B</sup>	ASTM NO. 1 油, 含重 95%; 烃化合物添加剂, 含重 5% (硫磺含重 2.95-3.35%, 磷含重 1.5-2.0%, 氮含重 0.7%)
使用液体 103 <sup>D</sup>	三氮丁基磷酸盐, 含量 100%
使用液体 104 <sup>E</sup>	乙二醇, 50% 个体积; 蒸馏水, 50% 个体积
使用液体 105 <sup>G</sup>	ASTM 参考油 TMC 1006
使用液体 106 <sup>H</sup>	ARM 200 (航天参考材料 200)

<sup>A</sup> 使用液体 101 打算用来对合成二酯类润滑油进行模拟膨胀动作。

<sup>B</sup> 使用液体 102 液压油的近似膨胀动作

<sup>C</sup> 烃油添加剂是有用的 留勃里佐尔公司所产添加剂 99 系列: 美国俄亥俄州 (44092) 威克利夫市累克兰大街 (29400)。特性如下: 动粘度 ( $\text{mm}^2/\text{s}$  [cSt], 在 99° C 温度下 (210° F)) :  $-9.70 \pm 0.52$  (测试方法 D445); 闪点 COC ° C (° F)  $-45(113)\text{min}$  (测试方法 D92); 密度在 16° C (61° F)  $-1.065 \pm 0.015$  (测试方法 D1217)。

<sup>D</sup> 使用液体 103 模拟磷酸盐酯类航天液压油。

<sup>E</sup> 使用液体 104 汽车发动机冷却液的近似膨胀行动。

<sup>F</sup> 乙二醇, 试剂等级, 将被使用。

<sup>G</sup> 使用液体 105 是美国石油组织 SJ/ILSAC GF-2 SAE 5W-30 参考机器润滑油满足 ASTM D4485 和 SAE J 300 的要求。是有用的从 ASTM 测试监控中心佩恩大街 6555, PA15206-4489. 电话 (412) 365-1000, 传真 (412) 365-1047。

<sup>H</sup> 使用液体 106 是用来最后取代使用液体 101 的, 使用液体作为一种混合物不再容易购得。ARM200 从 SAE 是可得, 400 COMMONWEALTH Drive, Warrendale, PA15096。

6.1.3 使用液体——一些商业用油, 燃料和其他的使用液体 (见表 4) 不是非汽油就是从特殊汽油馏分馏出的化学成分或汽油馏分馏出的化学成分的混合物和它的成分由此引起的特性超出如表 2 和表 3 所列的参考油范围。硫化橡胶的沉浸测试接触这样的液体时将使用实际的使用液体。

6.1.4 水——自从纯净水变化遍及全世界, 所有的水的沉浸测试将使用蒸馏或去离子水来进行。

## 7. 样板的准备

7.1 除了其他在适用的规格中指定的, 样板的准备都要与惯列 D 3182 和 D 3183 中的要求相一致。

## 8. 设备

8.1 对于非易失的液体, 一个直径 38mm (1.5 寸) 和总长 300mm (12 寸) 并带有一个合适松紧的塞子 (见 8.2.1) 的玻璃测试管将被使用<sup>11</sup>。玻璃珠作为一个缓冲器在液体中将被使用, 同时分离样本。

8.2 对于挥发性液体，如 8.1 所描述的管子将使用一个很紧配合的塞子和回流冷凝器。用空气冷却的冷凝器将用在 ASTM NO.1 油<sup>12, 13</sup>、NO.5 油、IRM902<sup>12, 13</sup> 和 IRM903<sup>12, 13</sup>，测试温度为 125°C (257°F) 或者更高。这个冷凝器为一个玻璃管，大约 500MM (20 寸) 长或更长和 12MM (0.5 寸) 外径。沉浸管子依靠一个塞子达到紧的配合 (见 8.2.1)。冷凝管的底部在塞子的下面约 12MM (0.47 寸)。一个合适的 (水冷的) 回流冷凝器将用作在水或其它低沸点的液体上。玻璃珠将被使用，如 8.1。

<sup>11</sup> 测试管子可得到从 Edwin H. Benz 公司，73T MAPLEHURST 大街，罗德岛省 02908，产品型号 LGB24 和 LGB24C (容器 30) 或者从精密科学，2777 华盛顿大街，贝尔伍德，伊利诺斯 60104，产品型号 LG226。已证实适合这个要求。

<sup>12</sup> 关于 ASTM NO.1 油的信息包括在研究报告 D11-1004 中和关于 IRM902、IRM903 的信息在研究报告 D11-1069 中。所有的报告可以从 ASTM 总部得到。

8.2.1 塞子不要污染测试液体。如果有所怀疑，请用铝箔包住塞子。

8.3 维持测试温度——设备和方法的选择去维持指定的温度在沉浸测试间测试条件、要求和环境的变化。恒温槽，适当的温度传导油锅，干烤箱 (注意 3)，或者老化块<sup>14</sup> 可以使用。

*注意 3*— 当使用干烤箱时，要注意沉浸液体挥发成分的污染的发生。当相同的烤箱随后用在热空气老化中时，可能会影响到测试的结果。

8.3.1 高于室温首选的方法是用老化块，因为它们拥有较宽的温度性能。

8.3.2. 烤箱——在测试方法 E145 中指定的 IIB 类烤箱比较适用低于 70°C 的温度。对于更高的温度，必需使用 IIA 类的烤箱。

8.3.2.1 内部尺寸如下所示或用 一个等效容积：

烤箱的内部尺寸：

最小 300×300×300 MM (12×12×12in.)

最大 900×900×1200 MM (36×36×48in.)

8.3.2.2 准备将有利于将沉浸测试管放置在烤箱中与烤箱不相互接触或者不接触老化室的边缘，同时允许适当的空气循环在它们周围。

8.3.2.3 老化室的加热介质必需是在大气压力下的循环空气。

8.3.2.4 热源可以是随意的但必需位于老化室外面空气供给的适当位置。

8.3.2.5 记录温度计位于室的一部分的中心位置的上面，老化样板中心附近必需提供记录老化真实的温度。

8.3.2.6 自动温度控制意思是温度调节装置的校准必需使用。

8.3.2.7 紧接着的专门预防将被采用：为了准确地在老化室各个地方获得统一的加热。

8.3.2.8 热空气在烤箱中依靠机械搅动将充分地进行循环流动。当使用电动机驱动风扇时，空气不要形成接触风扇电动机刷形放电，因为有形成臭氧的危险。

8.3.2.9 挡板将用作来要求防止局部过热和死点。

8.3.2.9 恒温控制器将被定位去提供精确的加热介质的温度控制。首选的位置是接近温

<sup>13</sup> ASTM NO.1 油、IRM902 和 IRM903 可以从 PENRECO, 4426 东华盛顿大街, 洛杉矶, CA90023-4476 购得。ASTM NO.1 油、NO.5 油、IRM902 和 IRM903 经销为：R. E. Carroll, Inc., P. O. Box 5806, Trenton, NJ 08638-0806.

<sup>14</sup> 老化块，可用地型号为 NO. LGB9 (9 腔) 和 LGB28 (28 腔)，从 Edwin H. BENZ 公司，37T MAPLEHURST 大街，RI 省，02908 处可购得。已证实适合这个要求。

度记录器。

2.11 依靠最大限度的温度记录器的位置进行一个真实的检查，在烤箱中不同的位置检验热的均匀性。

## 9. 测试样板——质量和体积的改变

9.1 标准样板的形状是矩形的，尺寸为  $25 \times 25 \times 2.0 \pm 0.1 \text{MM}$  ( $1 \times 1 \times 0.08 \pm 0.004 \text{in.}$ )。来自商品的样板，可能所接受的材料厚度小于  $2 \text{MM}$  ( $0.004 \text{in.}$ )，但可以接受的厚度只能是  $2.0 \pm 0.1 \text{MM}$  ( $0.08 \pm 0.004 \text{in.}$ )。从不同原始厚度作为测试样板而获得的数据是不可比较的。

## 10. 质量改变的程序

10.1 测试三个单一成分的样板。计算三个样板的测试结果（见 17.1, EQ1）和平衡结果。每个样板在空气中的重量接近  $1 \text{mg}$ ，用  $M_1$  记下这个重量，沉浸在含有  $100 \text{cm}^3$  测试液体（见 10.1.1）的测试试管中（见 8.1）。从任何临近测试样板和大约  $6 \text{MM}$  ( $0.25 \text{in.}$ ) 的测试试管的壁中分离每个测试样板，比如，通过如图 1 所示的穿孔的玻璃珠。用来悬挂和分离样板的材料不要影响测试液体或者橡胶。

10.1.1 测试液体不可再使用。

10.1.1.1 对于非挥发性的液体，限制测试试管的安装在一个如 5.1 所给的指定的温度范围内，并在指定长的时间内。测试液体包括测试试管的真实温度的检查必需保证液体在指定的温度范围内。

10.1.1.2 对于挥发性的液体，测试试管的安装适合用一个逆流冷凝器（见 8.2）和在如 5.1 所给的指定的温度界限和指定的时间长度的条件下进行。测试液体包括测试试管的真实温度的检查必需保证液体在指定的温度范围内。

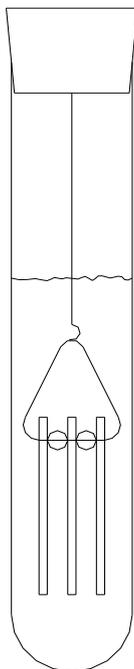


图 1 分离的方法

<sup>15</sup> 空心的打孔玻璃珠可以从费歇尔科学公司购得，地址是：福布斯大街，匹兹堡市，PA15291。已证实适合这个要求。

10.2 在沉浸测试进行到足够要求长的时间之后，请移开测试样板。如果沉浸是在一个较高的温度下进行的话，转移这些样板到一部分低温干净的测试液体中冷却 30 到 60 分钟，直至室温。在室温下快速把样板浸入到丙酮中，用无棉花和外来材料的滤纸轻轻吸干，立刻把它们放到已称过容器皮重的烧瓶中并塞住，测定测试后的重量  $M_2$ ，每个样板的重量大约 1mg。称重之后，如果期望数据进一步改变，那么多做几次沉浸测试，即在相同的测试液体中再次沉浸测试样板（见 11.2.1）。快速完成每个操作动作，尽量减少可能的时间损失，这是非常重要的。当所利用的液体在室温下趋向挥发，转移测试液体和塞住广口瓶的时间不要超过 30 秒。

10.3 用丙酮快速浸一浸和吸干样板上相关的粘性油可能会很困难，甚者，当测试样板在测试液体中沉浸后变冷，要用力去擦；这样会导致错误的测试结果。既然这些油不容易挥发，样板在测试温度下从沉浸液体中拿出来之后，可以在不通风的室温条件下，在空气中悬挂大约 30 分钟进行冷却。这样允许样板表面的大多数的油滴完。接着，继续进行如 10.2 所描述的丙酮浸泡和吸干。当使用这个供更换的样板冷却方法的时候要报告。

## 11. 体积改变程序

11.1 不可溶解的液体和混合液体的排水量方法——测试三个样板，计算每个测试样板的测试结果（见 17.2. EQ2），同时计算结果的平均值。在空气中每个样板（见 11.2.2）得到的重量为  $M_1$ ，接近 1mg，在室温下用蒸馏水浸泡的每个样板的重量为  $M_2$ 。快速用酒精（甲醇或乙醇）浸泡每个样板除去水分（见 11.2.3），用无棉花和外来材料的滤纸吸干，同时放到如 8.1 或 8.2 所描述的沉浸设备中。加 100cm<sup>3</sup> 的液体（见 10.1.1）到测试试管中同时结束沉浸测试如 10.1.1.1 或 10.1.1.2 所描述的这样。沉浸周期的最后要求是从测试试管中拿走每一个样板。转移这些样板到一部分低温干净的测试液体中冷却 30 到 60 分钟，直至室温。在室温下快速把样板浸入到丙酮中，用无棉花和外来材料的滤纸轻轻吸干，立刻把它们放到已称过容器皮重的烧瓶中并塞住，称重，把这个重量记做  $M_3$ 。从广口瓶中拿出每个样板，在蒸馏水的状态下称重，把这个重量记做  $M_4$ ，立刻连续有序地测定沉浸后的排水量（见 11.2.2 和注意 4）。如果期望数据进一步改变，用酒精（甲醇或乙醇）浸泡每个样板除去水分（见 11.2.3），用无棉花和外来材料的滤纸吸干，在相同的测试液体中再次沉浸测试样板（见 11.2.1）。快速地完成从测试介质中更换测试样板的操作动作，尽量减少可能的时间损失，这是非常重要的。当所利用的液体在室温下趋向挥发，转移测试液体和塞住广口瓶的时间只是 30 秒，同时移走称量瓶和在水中沉浸只是需要额外的 30 秒钟。

11.2 用丙酮快速浸一浸和吸干样板上相关的粘性油可能会很困难，甚者，当测试样板在测试液体中沉浸后变冷，要用力去擦；这样会导致错误的测试结果。在 10.3 中提及这个供更换的样板冷却方法。

11.2.1 对于某些测试方法或者规范如果使用新鲜的测试液体需要报告。

11.2.2 依附在测试样板上的所有气泡必需在蒸馏水中称重前去除，这是非常重要的。如果，在称重的过程中，气泡出现在样板的表面。或者在 5 分钟内计算体积改变了 0.5%，样板因为太多孔了以致不允许用这种方法来测定体积。如果是那样的话，样板的原始体积，如果后来的是个简单的几何固体，能通过使用一个适当的测量公式来测量所有的尺寸，同时，可以用相同的程序来测定沉浸测试后的体积；或者，如果体积增大主要在厚度尺寸上，厚度上的一个简单的改变将取代体积上的改变。如果，在测试样板称重期间，在测试液体中沉浸测试样板可以用 AISI NO. 316 不锈钢作为一个镇重物。在这种情形下，镇重物需要淹没样板，要用到接下来的程序。

11.2.2.1 在水中称带有镇重物的样板的重量。

11.2.2.2 单独称镇重物在水中的重量，和

11.2.2.2 确定这两个重量间的差异，同时进行计算。

2.3 当水用作测试介质时，沉浸之前和之后的丙酮浸泡将被忽略。

注意 4 用一个丰富的称，充分隔离空气流动，将用在这些测量上。当所利用的液体在室温下趋向于挥发时，除去测试液体和完成称重操作的时间不要超过 30 秒。

11.2.3 不溶性液体和混合液体的置换方法（除了水）— 对于沉浸液体，和水容易混合或者和水容易起化学反应，如 11.1 所描述的水的置换方法不适用。对于这些液体，在室温下不太粘和不太容易挥发，在沉浸液体中称重记做  $M_2$  和  $M_4$ ，取代水在沉浸液体新鲜的一部分中称得的重量  $M_4$ 。这些值用来计算体积的改变，使用在 17.2 中的 EQ2。如果这些不能实行，将使用水的置换方法，除了最终的重量  $M_4$  被忽略和体积的改变计算服从 17.2 中的 Eq。如果沉浸液体是混合物，这个公式仅仅是近似的，因为吸收液体的密度不同于吸收液体的容积。同时从橡胶提取出来的任何物质的密度都可能不同于沉浸液体。

## 12. 水不可溶解的液体和混合液体的尺寸改变方法

12.1 尺寸改变方法 — 测量如 11.1 所示三个测试样板最初的长度和宽度，结果接近 0.5mm(0.02in)，取这三个测量值的平均值，分别用  $L_0$  和  $W_0$  记录这些尺寸。用如在测试方法 D412 中 6.3 所描述的螺旋千分尺测量每个样板的厚度，并记做  $T_0$ 。把测试样板放置到如 8.1 和 8.2 所描述的沉浸设备中。加 100  $CM^3$  的液体(见 10.1.1)到测试试管中，同时参照 10.1.1.1 或 10.1.1.2 完成沉浸测试。在所要求的沉浸周期的末端，从测试试管中拿出测试样板，转移这些样板到一部分低温干净的测试液体中冷却 30 到 60 分钟，直至室温。在室温下快速把样板浸入到丙酮中，用无棉花和外来材料的滤纸轻轻吸干，如上所描述的那样，快速重新测量，分别用  $L$ ,  $W$  和  $T$  记录沉浸后的长度，宽度和厚度。如果所利用的液体在室温下趋向挥发，室温下，从液体中移走测试样板之后 30 秒钟内必需完成测量。依据 17.3 中的 Eq4 计算测试结果，同时记录 3 个测试样板的平均值。

## 13. 液体仅仅在一个表面上的重量的改变程序

13.1 范围 — 这个测试方法提供一个程序给在明确的时间和温度的条件下接触沉浸液体仅仅是一个表面的暴露的薄片材料（如橡胶织物涂层、光圈等等）。

13.2 测试样板 — 一个尺寸为 60mm(2.4in) 的圆盘和厚度为薄片或橡胶织物涂层的样板将被测试。

13.3 设备 — 基本的特征如图 2 所示的那样：一个底座 A，一个通过蝶型螺母 D 来紧固测试样板 C 的末端开口的圆柱室 B，装上螺钉 E。在测试过程中，室的上面的开口处，用一个合适的塞子 F 紧紧地堵住。

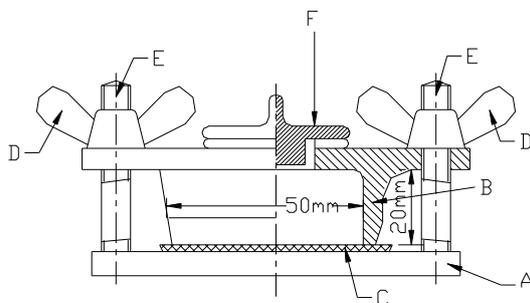


图 2 表面沉浸设备

13.4 程序 在大气中，对测试样板进行称重称得大约 1mg，记录为  $M_1$ ，同时放置设备如图 2 图示那样。在设备的室中充满 15mm (0.6in) 深的测试液体，用塞子 F 堵住，同时在如 5.1 和 5.2 所示的指定的条件下完成测试。在所要求的沉浸周期的末端，把设备拿到标准的室温，除去测试液体，释放测试样板。用无棉和外来材料的滤纸去除表面任何超额的液体，同时立刻把它们放到已称过容器皮重的烧瓶。测得的每个样板的重量大约为 1mg，并记录为  $M_2$ 。当所利用的液体在室温下趋向挥发，测试样板从测试液体中转移到称量瓶的时间不要超过 30 秒。用 17.4 中的 Eq5 去计算测试结果。如果不止一个相同成分的样板被测试，记录测试结果的平均值。

#### 14. 通过液体萃取可溶解物质测定重量的程序

14.1 这个测试方法适用于用挥发型的沉浸液体沉浸，诸如 ASTM 参考燃料（见 6.1.2）。沉浸操作如 10.1、10.1.1.1 和 10.1.1.2 所描述。测试 3 个单一成分的样板，同时记录测量结果的平均值。萃取物质能测定测试样板沉浸之前和沉浸之后不同的重量或者蒸发测试液体同时称量非挥发性的剩余物的重量（注意 5）。重量在空气中测定大约为 1mg。

*注意 5 — 两个方法都容易遭受失败。在沉浸过程中出现的材料的氧化可能会影响通过样板在沉浸之前和沉浸之后的不同的重量而获得的结果。在烘干过程中所丢失的部分挥发性萃取材料可能会影响通过蒸发测试液体所得到的结果。方法的选择将取决于测试和测试条件下所选用的材料。比如，如果进一步的测试是使用萃取物质的，将首选蒸发方法。*

14.2 绝对重量方法 — 在要求的沉浸周期的末端，从测试试管中移走测试样板并在大约 40°C (104° F) 的温度和绝对压力为 20KPA (150 毫米汞柱) 的条件下烘干到恒定的重量。记录沉浸前的测试样板的原始重量为  $M_1$ ，沉浸后的重量为  $M_2$ ，用 17.5 中的 Eq6 来表达原始重量的重量百分数变化。如果不止一个相同成分的样板被测试，记录测试结果的平均值。

14.3 蒸发方法 — 从测试试管中转移这些液体，3 个测试样板已经浸入到这个合适的容器中，用 25CM<sup>3</sup> 新鲜的液体在试管中清洗样板 3 次，同时把液体转移到同一个容器中。蒸发液体，在大约 40°C (104° F) 的温度和绝对压力为 20KPA (150 毫米汞柱) 的条件下把剩余物烘干到恒定的重量。把 3 个样板沉浸之前的原始重量的总和记录为  $\Sigma M_1$ ，烘干后的剩余物记录为  $M_3$ ，用 17.5 中的 Eq7 把  $M_3$  表达成  $\Sigma M_1$  的百分比。

#### 15. 抗张强度、伸长率和硬度的改变

15.1 原始特性—— 原始的抗张强度、极限伸长率（测四方法 D412, DIE C）和硬度（测试方法 D1415 或者 D2240）的测量，将用 3 个从薄片或邻近的产品中剪下来的样板沉浸到液体中。结果记录将依据合适的测试方法。

15.2 快速恶化特性—— 为了测定抗张强度、极限伸长率和硬度，准备三个厚度（见 9.1）为  $2.0 \pm 0.1\text{mm}$  ( $0.08 \pm 0.004\text{in}$ ) 的平整的硫化薄片的样板，并用测试方法 D412 中的模 C。测量每个样板的厚度，把样板放置到如 8.1 所示的测试试管中，加 150cm<sup>3</sup> 的液体（见 10.1.1）到测试试管中。依据 10.1.1.1 或 10.1.1.2 完成测试周期。在所要求的沉浸周期的末端，从测试试管中拿出测试样板，转移这些样板到一部分低温干净的测试液体中冷却 30 到 60 分钟，直至室温。快速把样板浸入到丙酮中，接着用无棉和外来材料的滤纸轻轻吸干，立刻运用水准基点。

15.2.1 用原始的未沉浸的厚度或有代表性的范围（见 17.6, Eq8,），依据测试方法 D412 来测定抗张强度和极限伸长率。依据测试方法 D1415 或 D2240 来测定每个未沉浸的样板的硬度。从冷的液体中移走到进行测试的时间间隔不得小于 2 分钟，但不能超过 3 分钟。

15.2.2 依据膨胀有代表性的范围来计算抗张强度是可行的。如果是那样的话，将使用

17.6 中的 F-9。当使用这种方法计算时，要记录。

15.3 当样板浸入之后在测试液体中冷却时，相关的粘性油用丙酮浸泡或大力的擦拭都可能很难去除。这可能会产生错误的测试结果。参考 10.3，这是个样板冷却的候补方法。

15.4 测试液体蒸发后的特性——这个测试方法很适合运用于挥发型的沉浸液体的沉浸，比如 ASTM 参考燃料（见 6.1.2）。为了测定在沉浸液体中蒸发的样板的抗张强度、极限伸长率和硬度，把样板沉浸在测试液体中，必需依据 15.2。在要求的沉浸周期的末端，移走样板，同时，如果有必要的话，用相同的新鲜液体冷却样板 30 到 60 分钟，直至室温。

15.4.1 对于室温干燥，在周围用精棉保护的的环境下，在空气中悬挂样板  $4 \pm 0.25$  小时。干燥周期之后应用水准基点，同时用未浸渍过的样板的原始的厚度或有代表性的范围，依据测试方法 D412，来测定抗张强度、极限伸长率；硬度服从测试方法 D1415 或者 D2240。

15.4.2 为了测定测试液体蒸发后的特性，室温下悬挂样板，在循环空气干化 4 个小时，接着在温度为  $70 \pm 2^\circ\text{C}$  ( $158 \pm 4^\circ\text{F}$ ) 循环空气烤箱中进行 20 小时  $\pm 15$  分钟加热。加热干燥周期之后，从烤箱中移开样板，让它们冷却至室温，同时测量如 15.4.1 所描述的要求到的物理性能。当使用这个加热干燥程序时要记录。

15.5 沉浸和蒸发之后的抗张强度和极限伸长率也可以运用 17.6 中的公式 10 来表示原始体积的百分比变化，同时硬度的原始单位体积的变化，可依据 17.6 中的公式 11。

## 16. 断裂抵抗力、爆裂强度、磨损强度、织物涂层的吸附力的改变

16.1 原始性能——断裂抵抗力、爆裂强度、磨损强度、吸附力的原始性能的测定，将依据测试方法 D751，使用将要在液体中沉浸的织物涂层中剪下指定数量的样板，或者，如果有必要的话，在用相同材料和相同条件下生产的织物涂层中选取样板。

16.2 快速恶化特性——为了测定断裂抵抗力、爆裂强度、磨损强度和吸附力，准备指定数量的样板，所有的参数在测试方法 D751 中。将样板放进如 8.1 所描述的测试试管中，接着加  $150\text{cm}^3$  液体（见 10.1.1）到测试试管中。依据 10.1.1.1 或 10.1.1.2 完成沉浸测试。在要求的沉浸周期的末端，从测试试管中拿出样板，同时，用相同的新鲜液体冷却样板 30 到 60 分钟，直至室温。快速把样板浸入到丙酮中，接着用无棉和外来材料的滤纸轻轻吸干。依据测试方法 D751 测量所要求的物理性能（见 17.7）。从冷的液体中移走到进行测试的时间间隔不得小于 2 分钟，但不能超过 3 分钟。

16.3 用丙酮快速浸一浸和吸干样板上相关的粘性油可能会很困难，甚者，当测试样板在测试液体中沉浸后变冷，要用力去擦；这样会导致错误的测试结果。参考 10.3，这是个样板冷却的候补方法。

16.4 挥发性的测试液体蒸发后的性能——为了测定用挥发性沉浸液体，如 ASTM 参考燃料（见 6.1.2）蒸发后的样板的断裂抵抗力、爆裂强度、磨损强度和吸附力，依据 15.2 在测试液体中沉浸样板。在要求的沉浸时间的末端，移走样板，室温下，在环境条件有保护的通风装置中悬挂 2 小时  $\pm 5$  分钟，接着在温度为  $70 \pm 2^\circ\text{C}$  ( $158 \pm 4^\circ\text{F}$ ) 循环空气烤箱中进行 2 小时  $\pm 5$  分钟加热。在加热期的后期，从烤箱中移走样板，让它们冷却至室温，同时依据测试方法 D751 测量所要求的物理性能（见 17.7）。从烤箱中移走到进行测试的时间间隔不得小于 1 小时，但不能超过 2 小时。

16.5 如果要求，沉浸和蒸发之后原始特性体积的百分比改变的结果要报告，如 15.5 所描述。

## 17. 计算

17.1 计算重量的百分比变化如下（第 10 节）：

$$\Delta M, \% = (M_2 - M_1) / M_1 \times 100 \quad (1)$$

其中:

$\Delta M$  = 重量的变化, %

$M_1$  = 样板在空气中的初始重量, g

$M_2$  = 样板在沉浸后的重量, g

17.2 计算体积的百分比变化如下(第11节):

$$\Delta V, \% = \frac{(M_3 - M_4) - (M_1 - M_2)}{(M_1 - M_2)} \cdot 100 \quad (2)$$

$$\Delta V, \% = (M_3 - M_1) / d (M_1 - M_2) \cdot 100 \quad (3)$$

其中:

$\Delta V$  = 体积的变化, %

$M_1$  = 样板在空气中的初始重量, g

$M_2$  = 样板在水中原始重量, g

$M_3$  = 样板沉浸之后在空气中的重量, g

$M_4$  = 样板沉浸之后在水中的重量, g

$d$  = 在标准实验室温度下沉浸液体的密度, Mg/m<sup>3</sup>

17.3 计算尺寸的百分比变化如下(第12节):

$$\Delta L, \% = (L - L_0) / L_0 \times 100 \quad (4)$$

其中:

$\Delta L$  = 长度的变化, %

$L_0$  = 样板的原始长度

$L$  = 样板沉浸之后的长度, mm

计算宽度百分比变化 $\Delta W$ 和厚度百分比变化 $\Delta T$ 一样适合以上公式。

17.4 计算单个表面暴露的重量变化如下(第13节):

$$\Delta M_A, \text{kg/m}^2 = (M_2 - M_1) / A \times 1000 \quad (5)$$

其中:

$\Delta M_A$  = 每单位表面积重量的变化, kg/m<sup>2</sup>

$M_1$  = 样板在空气中的原始重量, g

$M_2$  = 样板在测试液体暴露之后, 在空气中的重量, g

$A$  = 样板与测试液体真实的接触面积, mm<sup>2</sup>.

17.5 计算可溶解物质的萃取百分比如下(第14节):

$$M_E, \% = (M_1 - M_2) / M_1 \times 100 \quad (6)$$

$$M_E, \% = M_3 / \sum M_1 \times 100 \quad (7)$$

其中:

$M_E$  = 萃取可溶解物质, %

$M_1$  = 样板在空气中的原始重量, g

$M_2$  = 样板沉浸和干燥之后在空气中的重量, g

$\sum M_1$  = 三个样板在空气中原始重量的总和, g

$M_3$  = 三个样板在沉浸液体蒸发和烘干之后的剩余重量, g

17.6 计算样板断裂抵抗力, 包括快速恶化特性和如测试方法 D412 计算部分所描述的测试液体蒸发后的特性

17.6.1 依据原始的非伸长代表性的面积:

$$TS_0 = F/A \quad (8)$$

17.6.2 依据膨胀非伸长代表性的面积:

$$TS_s = F/A(1 + \Delta V/100)^{2/3} \quad (9)$$

17.6.3 为了表达沉浸之后原始特性的百分比变化对抗张强度、极限伸长的影响，使用以下公式：

$$\Delta P, \% = (P_i - P_0) / P_0 \times 100 \quad (10)$$

17.6.4 计算沉浸之后每硬度单位的硬度变化：

$$\Delta H = H_i - H_0 \quad (11)$$

其中：

TS<sub>0</sub> = 依据原始的非伸长代表性的面积的抗张强度

TS<sub>s</sub> = 依据膨胀非伸长代表性的面积的抗张强度

F = 观察到的力

A = 沉浸之前测试样板原始的非伸长代表性的面积

ΔV = 沉浸之后的体积膨胀，%

ΔP = 沉浸之后特性的变化（抗张强度和极限伸长率），%

P<sub>0</sub> = 沉浸之前原始的特性

P<sub>i</sub> = 沉浸之后的特性

ΔH = 沉浸之后硬度的变化，单位

H<sub>0</sub> = 沉浸之前原始的硬度，单位

H<sub>i</sub> = 沉浸之后的硬度，单位

17.7 计算断裂抵抗力、爆裂强度、磨损强度和吸附力，快速恶化特性和如测试方法 D751 所描述的挥发性测试液体蒸发后的特性。如果有要求，结果可以表达成沉浸之后的百分比变化，如 17.6.3 所描述的那样。

## 18. 记录

18.1 测试的操作情形服从测试方法 D471, 同时记录如下：

18.1.1 样板的说明和它的产地。

18.1.2 日期和测试室的温度。

18.1.3 持续时间，温度，测试样板硫化的时间

18.1.4 暴露的不同阶段的时间

18.1.5 所使用的沉浸液体

18.1.6 暴露的温度

18.1.7 暴露周期

18.1.8 所有的观察到的数据，包括要求记录的特性类型。

18.1.9 依据第 17 节计算的结果

18.1.10 通过视觉和手工的检查和暴露样板的财务状况计算书，

18.1.11 记录测定硬度所使用的测试方法

18.1.12 任何与标准测试方法不相符的。

## 19. 精度度和偏差<sup>16</sup>

19.1 这个精度度和偏差章节研究断裂抵抗力、极限伸长率、硬度和在测试液体中沉浸之后的体积的特性变化，同时服从惯列 D4483。参考这个惯列中的术语和其它的统计计算细节。

19.2 在这个精确度和偏差的章节里的精确度结果给了一个关于详细的多个实验室(进  
<sup>16</sup> 详情和精确度评价程序的支持数据可以从 ASTM 总部的研究报告中得到。研究报告申请：D11-1069.

行)的测试程序的评估,如接下来的段落所描述的那样。精确度参数不能用作承认或拒绝任何材料,除非有文件证明这个参数适用于这个精确的组的材料和指定的测试方法的测试草案组的材料的测试。

19.3 A类1个实验室(进行)的测试程序用6个不同的硫化橡胶化合物(材料)在1981年被评估。这些化合物在1个实验室里准备,同时测试样板将散布到9个一起参加的实验室。每个实验室准备从被允许的来源购买这次测试要用到的液体、燃料,或者这两种。测试结果(作为用作这些计算)是这三个单独测试样板测量值的平均值。每个实验室进行测试(更确切地说,获得一个测试结果)两天。所有地重复和重现都是短期的;几天的周期分离测试结果。

19.4 表5和表6给出了六个橡胶或如下所示沉浸测试条件下材料的精度评价的结果,(1)在 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ( $73\pm 4^{\circ}\text{F}$ )温度下,70小时,参考燃料B、C、D;(2)在 $150\pm 2^{\circ}\text{C}$ ( $302\pm 4^{\circ}\text{F}$ )温度下,70小时,ASTM NO.2和NO.3燃料。

19.5 所给出精确度术语 $S_r$ 、 $r$ 、 $S_R$ 、 $R$ 为4个要测量的物理特性:(1)抗张强度的百分比变化;(2)极限伸长率的百分比变化(换句话说,是伸长百分比的百分比变化);(3)硬度单位的硬度变化;(4)测试样板的体积百分比变化。 $(r)$ 和 $(R)$ 没有数值给出,标准精确度参数通常表达为相对精确度,因为特性(1)、(2)、(4)的许多平均值都接近零,因而导致 $(r)$ 和 $(R)$ 的值接近无穷大。当平均值接近零的时候,这些大的数值对精确度的比较基本上没有意义。

19.6 测试方法的精确度可以表达成如下运用了 $r$ 和 $R$ 适当的值的陈述。 $r$ 和 $R$ 适当的值,联合表中的一个平均的水平,这个水平是接近在考虑任何沉浸液体或橡胶下的一个平均水平,一个类似的材料在例行的测试操作中的测试结果。

19.7 重复率——重复率,这个测试方法的 $r$ 值,适当的值在表5和表6中列成表格形式已经确定。在标准的测试方法程序中得到两个单一的测试结果,与列表中的 $r$ 值(对于任何所给出的水平)不一致必需认为得自不同或不恒等的样板数目。

19.8 再生率——再生率,这个测试方法的 $R$ 值,适当的值在表4和表6中列成表格形式已经确定。在标准的测试方法程序中得到两个单一的测试结果,与列表中的 $R$ 值(对于任何所给出的水平)不一致必需认为得自不同或不恒等的样板数目。

19.9 偏差——在测试术语中,偏差在平均值和参考值之间是有区别的。自从这个值(测试特性的)用这个测试方法专门来定义,参考值就不存在于这个测试方法中。因此公差不能被确定。

## 20. 关键词

20.1 提升温度; 沉浸流动; 液体沉浸; 参考燃料; 橡胶商品; 橡胶产品; 使用液体;

## 附录 (非强制信息)

(略)

ASTM D471

表 5 一类精确度数据<sup>A</sup>

橡胶	抗张强度的变化, %					伸长率的变化, %					单位硬度的变化					
	试验室内		实验室之间			试验室内		实验室之间			试验室内		实验室之间			
	平均数	Sr	r	SR	R	平均数	Sr	r	SR	R	平均数	Sr	r	SR	R	
ASTM 参考燃料 B:																
CR	-48.0	3.12	8.8	3.26	9.2	-43.7	4.55	12.9	5.36	15.2	-16.0	0.76	2.1	1.87	5.3	
FKM	-7.9	1.94	5.5	3.55	10.0	-0.1	3.25	9.2	3.58	10.1	-2.3	0.90	2.6	1.68	4.8	
FVMQ	-30.6	4.17	11.8	6.08	17.2	-27.1	2.47	7.0	7.05	19.9	-9.6	1.12	3.2	2.16	8.1	
NBR-1	-63.6	2.90	8.2	4.27	12.1	-50.3	3.44	9.7	7.24	20.5	-9.8	0.87	2.5	1.32	3.7	
NBR-2	-11.8	2.59	7.3	3.75	10.6	-16.3	2.41	6.8	4.55	12.9	-12.7	1.15	3.3	1.73	4.9	
CO	-8.6	3.35	9.5	5.23	14.8	-26.0	4.19	11.9	3.04	8.6	-12.4	1.00	2.8	1.68	4.8	
组合值	...	3.07	8.7	4.47	12.6	...	3.52	10.0	5.38	15.2	...	0.98	2.8	1.76	5.0	
ASTM 参考燃料 C:																
CR	-57.4	2.70	7.6	3.49	9.9	-54.2	3.51	9.9	5.47	15.5	-17.7	1.58	4.5	3.36	9.5	
FKM	-11.1	3.32	9.4	6.34	17.9	-0.6	2.29	6.5	6.55	18.5	-2.8	0.80	2.3	1.64	4.3	
FVMQ	-30.9	2.74	7.8	7.20	20.4	-28.4	4.01	11.3	6.83	19.4	-9.7	1.76	5.0	2.87	8.1	
NBR-1	-68.9	2.77	7.8	4.17	11.8	-58.1	5.27	14.9	5.53	15.7	-10.7	1.33	3.8	1.22	3.5	
NBR-2	-14.8	3.78	10.7	5.15	14.6	-21.0	2.87	8.1	6.30	17.8	-18.3	1.12	3.2	2.95	8.3	
CO	-18.0	3.24	9.2	3.38	9.6	-33.9	4.52	12.8	2.64	7.5	-17.3	1.18	3.3	1.85	5.2	
组合值	...	3.10	8.8	5.16	14.6	...	3.89	11.0	5.73	16.2	...	1.35	3.8	2.43	6.9	
ASTM 参考燃料 D:																
CR	-54.8	2.69	7.6	2.36	6.6	-50.9	1.83	5.2	3.62	10.2	-16.9	0.60	1.7	2.57	7.3	
FKM	-9.2	2.26	6.4	6.00	17.0	-0.2	2.83	8.0	6.83	19.3	-1.9	0.85	2.4	2.46	6.9	
FVMQ	-33.2	3.45	9.8	5.90	16.7	-28.5	3.44	9.7	7.13	20.2	-9.6	1.39	3.9	2.48	7.0	
NBR-1	-67.4	2.01	5.7	4.00	11.3	-55.8	2.35	6.7	5.05	14.3	-10.9	1.06	3.0	0.98	2.8	
NBR-2	-12.4	3.05	8.6	2.56	7.2	-18.3	1.78	5.0	6.21	17.6	-15.1	0.79	2.2	3.39	9.6	
CO	-14.6	3.02	8.5	3.36	9.5	-30.0	3.08	8.7	3.31	9.4	-15.3	1.17	3.3	3.41	9.7	
组合值	...	2.81	7.9	4.29	12.1	...	2.63	7.4	5.63	15.9	...	1.02	2.9	2.67	7.6	
ASTM NO. 1 燃料:																
CR	-15.4	2.78	7.9	5.01	14.2	-31.3	1.94	5.5	5.20	14.7	-8.6	1.39	3.9	2.80	7.9	
FKM	-6.1	5.25	14.8	6.11	17.3	-9.3	4.38	12.4	5.74	16.2	-2.8	1.84	5.2	3.34	9.4	
FVMQ	-4.3	5.93	16.8	9.48	26.8	-11.9	4.89	13.8	4.34	12.3	-2.4	1.54	4.4	3.20	9.0	
NBR-1	-18.9	3.55	10.0	6.38	18.1	-12.5	5.07	14.3	10.49	29.7	-4.0	1.09	3.1	2.74	7.8	
NBR-2	-7.7	3.38	9.6	9.67	27.4	-70.7	3.67	10.4	7.17	20.3	-17.2	1.32	3.7	2.08	5.9	
CO	-20.2	4.81	13.6	7.25	20.5	-48.5	3.72	10.5	4.17	11.8	-8.6	0.67	1.9	3.24	9.2	
组合值	...	4.43	12.5	7.52	21.3	...	4.06	11.5	6.55	18.5	...	1.36	3.8	3.11	8.8	
ASTM NO. 3 燃料:																
CR	-42.5	3.43	9.7	4.19	11.9	-42.0	2.64	7.5	4.41	12.5	-19.1	1.72	3.6	4.46	12.6	
FKM	-11.3	4.27	12.1	17.20	48.7	-2.4	4.58	12.9	7.95	22.5	-2.9	1.15	3.3	3.67	10.4	
FVMQ	-18.2	2.84	8.0	10.65	30.1	-17.9	5.28	14.9	6.83	19.3	-1.9	1.25	3.5	1.74	4.9	
NBR-1	-37.2	5.32	15.1	12.82	36.6	-19.5	6.12	17.3	12.19	34.5	-12.7	1.44	4.1	4.67	13.2	
NBR-2	-27.0	5.67	16.0	14.64	41.4	-69.7	3.80	17.3	5.72	16.2	-10.6	1.39	3.9	2.22	8.3	
CO	-21.7	6.50	18.4	10.29	29.1	-39.7	5.42	10.7	4.40	12.4	-3.3	0.97	2.8	2.73	7.7	
组合值	...	4.85	13.7	12.33	34.9	...	4.76	13.5	7.55	21.4	...	1.25	3.5	3.61	10.2	

ASTM D471

<sup>A</sup>Sr=测量单位内，重复率的标准偏差；r=重复率=2.83X Sr； SR=测量单位内，再生率的标准偏差；R=再生率=2.83X SR。

表 6 精确度数据<sup>A</sup>  
体积的变化，%

橡胶	实验室之内			实验室之间	
	平均值	Sr	r	SR	R
ASTM 参考燃料 B:					
CR	66.2	0.94	2.7	5.40	15.3
FKM	1.5	0.36	1.0	0.34	1.0
FVMQ	5.1	0.48	1.4	0.92	2.8
NBR-1	46.9	0.38	1.1	3.96	11.2
NBR-2	12.0	0.73	2.1	0.63	1.8
CO	15.6	0.39	1.0	1.27	3.6
组合值	...	0.60	1.7	2.95	8.4
ASTM 参考燃料 C:					
CR	108.9	1.04	2.9	4.99	14.1
FKM	2.6	0.46	1.3	0.32	0.9
FVMQ	17.8	0.53	1.5	1.61	4.5
NBR-1	76.8	0.59	1.7	3.47	9.8
NBR-2	22.6	0.69	2.0	0.77	2.2
CO	25.3	0.51	1.4	0.59	1.7
组合值	...	0.64	1.8	2.60	7.4
参考燃料 D:					
CR	90.6	1.52	4.3	3.15	8.9
FKM	2.3	0.33	0.9	0.56	1.6
FVMQ	15.9	0.92	2.6	3.05	8.6
NBR-1	62.2	1.23	3.5	2.10	5.9
NBR-2	18.1	1.38	3.9	1.55	4.4
CO	20.4	0.89	2.5	1.25	3.5
组合值	...	1.11	3.1	2.26	6.4
ASTM NO. 1 燃料:					
CR	15.8	0.50	1.4	0.61	1.7
FKM	1.2	0.29	0.8	1.12	3.2
FVMQ	0.6	0.57	1.6	1.05	3.0
NBR-1	3.4	0.69	1.9	1.88	5.3
NBR-2	-11.2	0.45	1.3	0.47	1.3
CO	-5.2	0.42	1.2	0.64	1.8
组合值	...	0.50	1.4	1.67	4.7
ASTM NO. 3 燃料:					
CR	75.6	1.03	2.9	1.84	5.2
FKM	3.1	1.47	4.2	1.97	5.6
FVMQ	2.8	0.61	1.7	3.75	2.4
NBR-1	31.4	0.18	1.5	4.21	11.9
NBR-2	-2.1	0.14	2.5	0.67	1.9
CO	4.2	0.24	0.7	0.77	2.2
组合值	...	0.88	2.5	2.70	7.6

<sup>A</sup>Sr=测量单位内，重复率的标准偏差；r=重复率=2.83X Sr； SR=测量单位内，再生率的标准偏差；R=再生率=2.83X SR。