



中华人民共和国国家标准

GB/T 20671.3—2020
代替 GB/T 20671.3—2006

非金属垫片材料分类体系及试验方法 第3部分：垫片材料耐液性试验方法

Classification system and test methods for nonmetallic gasket materials—
Part 3: Standard test method for fluid resistance of gasket materials

2020-06-02 发布

2021-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 20671《非金属垫片材料分类体系及试验方法》分为 11 个部分：

- 第 1 部分：非金属垫片材料分类体系；
- 第 2 部分：垫片材料压缩率回弹率试验方法；
- 第 3 部分：垫片材料耐液性试验方法；
- 第 4 部分：垫片材料密封性试验方法；
- 第 5 部分：垫片材料蠕变松弛率试验方法；
- 第 6 部分：垫片材料与金属表面黏附性试验方法；
- 第 7 部分：非金属垫片材料拉伸强度试验方法；
- 第 8 部分：非金属垫片材料柔软性试验方法；
- 第 9 部分：软木垫片材料胶结物耐久性试验方法；
- 第 10 部分：垫片材料导热系数测定方法；
- 第 11 部分：合成聚合物抗霉性测定方法。

本部分为 GB/T 20671 的第 3 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 20671.3—2006《非金属垫片材料分类体系及试验方法 第 3 部分：垫片材料耐液性试验方法》。与 GB/T 20671.3—2006 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 删除了 1.1 中“这些试验方法不适用于硫化橡胶，其程序在试验方法 D471 中描述。试验样品裁取自垫片材料或最终的成品垫片。这些试验方法也可以用于按试验方法 D3359 对多层钢垫 (MLS, Multi-Layer Steel) 或夹金属层垫片材料粘结性测试的预处理，MLS 或夹金属层垫片材料的这种预处理仅作为一个前奏从属于粘结性测试。本标准描述的其他物理性能试验不适用于 MLS 或夹金属层垫片材料”(见 2006 年版的第 1 章)；
- 删除了 1.2、1.3，将 1.4 调整至警示(见警示，2006 年版的第 1 章)；
- 删除了规范性引用文件中的“ASTM D412, ASTM D471, ASTM D3359, E691”，GB/T 20671.7 修改为注日期引用(见第 2 章，2006 年版的第 2 章)；
- 将“方法概论”修改为“原理”(见第 3 章，2006 年版的第 3 章)；
- 删除了“意义和用途”(见 2006 年版的第 4 章)；
- 将“分析天平”修改为“密度天平：精度不低于 0.001 g”(见 4.3，2006 年版的 5.3)；
- 将“ASTM 1 号油”修改为“ASTM 1 号油 (IRM 901)”(见 4.12，2006 年版的 5.12)；
- 删除了“试验温度”(见 2006 年版的第 7 章)；
- 删除了“试样调节”一章，将“试验调节”的内容调整至“试验样品”(见 5.3，2006 年版的第 8 章)；
- 将“水”修改为“蒸馏水”(见 6.1.2，2006 年版的 9.1)；
- 将试验步骤按照物理性能的试验项目重新进行分类和编辑(见第 6 章，2006 年版的第 9 章)；
- 将“Jolly 天平”修改为“密度天平”(见 6.7.3，2006 年版的 9.9 和 9.9.1)；
- 将“ASTM 1 号油”修改为“ASTM 1 号油 (IRM 901)”，“重复变化率”修改为“增重率”(见表 2)；
- 删除了 9.11(见 2006 年版的 9.11)；
- 增加了 ASTM 1 号油(见 8.1)；

- 修改了“试验报告”内容(见第 7 章,2006 年版的第 10 章);
- 删除 11.2、11.4.1 和表 4(见 2006 年版的第 11 章和表 4);
- 删除了“关键词”一章(见 2006 年版的第 12 章)。

本部分由中国建筑材料联合会提出。

本部分由全国非金属矿产品及制品标准化技术委员会(SAC/TC 406)归口。

本部分起草单位:舟山海山机械密封材料股份有限公司、咸阳非金属矿研究设计院有限公司、国家非金属矿制品质量监督检验中心、上海索拓密封材料有限公司、河北亨达密封材料有限公司、成都俊马密封科技股份有限公司、咸阳海龙密封复合材料有限公司、佛山市顺德区质量技术监督标准与编码所、无锡市祥健四氟制品有限公司。

本部分主要起草人:闫文刚、施中堂、石志刚、杜铭、潘洲、范景芳、马琼秀、祝海峰、余伟峰、王健。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 20671.3—2006。

非金属垫片材料分类体系及试验方法

第3部分：垫片材料耐液性试验方法

警示——使用本标准的人员应有正规实验室工作的实践经验。本标准并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法规规定的条件。

1 范围

GB/T 20671 的本部分规定了非金属垫片材料在试验液体中浸渍后其物理性能所受影响程度的测定方法的原理、仪器设备、试验样品、试验程序、试验报告及精密度。

本部分适用于 GB/T 20671.1—2020 描述的 1 型、2 型、3 型和 7 型材料的耐液体性能的测定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件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文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 20671.1—2020 非金属垫片材料分类体系及试验方法 第1部分：非金属垫片材料分类体系

GB/T 20671.2 非金属垫片材料分类体系及试验方法 第2部分：垫片材料压缩率回弹率试验方法

GB/T 20671.7—2006 非金属垫片材料分类体系及试验方法 第7部分：非金属垫片材料拉伸强度试验方法

GB/T 20671.8 非金属垫片材料分类体系及试验方法 第8部分：非金属垫片材料柔软性试验方法

3 原理

将适当的试样完全浸入试验液体中，试样在各种试验液体中浸渍后，其对物理性能的影响用浸渍后的拉伸强度、压缩率、柔软性，体积、厚度和质量等与未浸渍的原始试样相比较的变化率来表示。

4 仪器设备

4.1 循环热风烘箱：2 台，分别保持 $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $149\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；配有安放试管的铝框；或加热罩，保持 $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.2 干燥器：内盛无水氯化钙或硅胶。

4.3 密度天平：精度不低于 0.001 g 。

4.4 测厚仪：由自重载荷驱动，装有分度值不大于 0.02 mm 的千分表，压头直径 $6.40\text{ mm} \pm 0.13\text{ mm}$ ，砧板不小于压头直径。自重载荷见表 1。

表 1 载荷和压力

材料型号	压头总载荷(参考) N	试样上的压力 kPa
1 型	2.50	79.3 ± 6.9
2 型	1.11	35 ± 6.9
3 型	1.75	55 ± 6.9
注：在 IRM 903 油中增厚率在 35% 以上的 1 型和 7 型材料，在任何液体中浸渍后，在压头总载荷 0.83 N、试样上的压力 $26.4 \text{ kPa} \pm 6.9 \text{ kPa}$ 的条件下测量厚度。		

4.5 制样模具：模具为钢制，切口应锋利，无裂痕或毛边。其尺寸如下：

- 25.4 mm×50.8 mm 的矩形模；
- 直径 28.6 mm 的圆形模；
- 宽度为 12.7 mm 的哑铃形模(见 GB/T 20671.7—2006 附录 A)；
- 12.7 mm×152.4 mm 的矩形模。

4.6 调节箱或调节室：保持温度 $21\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 50%~55%。

4.7 试管：外径 38 mm、总长度 305 mm，配有铝膜包裹的可压缩的塞子。

4.8 浸液容器：根据试样尺寸要求配置。

4.9 带有冷凝回流装置的烧瓶：根据试样尺寸要求配置。

4.10 轻金属丝网：其大小可以放入浸液容器中。

4.11 表面皿或称量瓶。

4.12 ASTM 1 号油 (IRM 901)、IRM 903 油、ASTM 燃料油 B、蒸馏水、乙二醇、丙烯乙二醇和需要的其他试验液体(参见附录 A)。

4.13 吸附材料：具有吸油特性的快速滤纸或类似的吸附性材料。

5 试验样品

5.1 被测试样应模切，保持试样平整、清洁，无凸出的纤维、填料和颗粒等。

5.2 试样尺寸应符合下列要求：

- 用于测试浸液后厚度、质量和体积变化率的试样为单层，其尺寸应为 25.4 mm×50.8 mm 的矩形或直径 28.6 mm 的圆形；
- 用于测试浸液后拉伸强度减小率的试样应符合 GB/T 20671.7—2006 的要求；
- 用于测试浸液后压缩率的试样应为直径 28.6 mm 的圆形，层数应符合 GB/T 20671.2 的要求；
- 用于测试浸液后柔软性的试样应为单层的 12.7 mm×152.4 mm 的矩形。

5.3 试验样品在试验前应按 GB/T 20671.1—2020 的规定进行调节。

6 试验程序

6.1 试验条件

6.1.1 一般试验条件应按表 2 进行，除非供需双方另有约定。

6.1.2 本试验方法也适用于乙二醇、丙烯乙二醇、冷却剂及其加水混合液、蒸馏水、其他成品油和燃料油等试验液体。冷却剂及其加水混合物的典型试验应在沸腾回流条件下进行。

6.1.3 当取出在易挥发性液体(如 ASTM 燃料油 B)中浸渍过的试样时,应立即进行规定项目的测试。

6.1.4 应在同一浸液容器中盛放化学性质类似的试验样品,以避免相邻的试样因化学分解而被污染。如果相关信息不确定,则每种材料应在新鲜试验液体中单独试验。

表 2 物理性能试验条件

材料型号	物理性能	试验液体	试验持续时间 h	试验温度 ℃
1 型 7 型	压缩率	IRM 903	5	149
	拉伸强度	IRM 903	5	149
	增厚率	ASTM 燃料油 B	5	21~30
	增重率	IRM 903	5	149
2 型	柔软性	ASTM 1 号油(IRM 901)	70	100
	体积变化率	ASTM 1 号油(IRM 901)	70	100
		IRM 903	70	100
		ASTM 燃料油 B	22	21~30
3 型	增重率	ASTM 燃料油 B	22	21~30
		IRM 903	22	21~30
		蒸馏水	22	21~30
	增厚率	ASTM 燃料油 B	22	21~30
		IRM 903	22	21~30
		蒸馏水	22	21~30

6.2 浸液后压缩率的测定

6.2.1 将被测试样放入试管或烧瓶中,每个试管仅装入一种材料。将足量的新鲜液体注入试管,以完全浸没试样。塞上铝膜包裹的塞子,放在表 2 规定温度烘箱中的支架上。

6.2.2 到达规定的试验时间后,取出试样并立即浸入凉的(21℃~30℃)且未经使用的同种试验液体中,放置 30 min~60 min。然后从已冷却的试验液体中取出试样,立即用吸附材料吸去试样表面多余的液体。吸去多余液体时要小心操作,不应挤压试样。当试样厚度超过 0.79 mm 时,还应吸去其边缘多余的液体。

6.2.3 按 GB/T 20671.2 进行压缩率测试。

6.2.4 取五个平行试验结果的算术平均值作为报告值,并按 GB/T 8170 修约至两位小数。

6.3 浸液后拉伸强度的测定

6.3.1 按 6.2.1 进行。

6.3.2 按 6.2.2 进行。

6.3.3 按 GB/T 20671.7—2006 进行拉伸强度测试。

6.3.4 取三个平行试验结果的算术平均值作为报告值,并按 GB/T 8170 修约至两位小数。

6.4 浸液后增厚率的测定

6.4.1 缓慢地下降测厚仪的压头与试样接触,测五点读数,取平均值 d_1 。

6.4.2 将被测试样放入浸渍容器中,用轻金属网把一种材料的试样与另一种材料的试样及容器的底部单独分隔开,并确保试样仍然浸渍在试验液体中。向浸渍容器中注入足够的新鲜试验液体,保证试样被液体浸湿和覆盖。

6.4.3 到达规定的试验时间后,取出试样并立即用吸附材料吸去试样表面多余的液体。吸去多余液体时要小心操作,不能挤压试样。

6.4.4 按 6.4.1 再次测量在试验液体中浸渍后的试样厚度 d_2 ,然后计算出试样浸液前后的厚度变化百分率。

注:当压头下降速率变慢时(说明压头已在变软的试样上压坑),注意及时记录膨胀后的厚度。

6.4.5 增厚率 Δd 按式(1)计算:

$$\Delta d = \frac{d_2 - d_1}{d_1} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

d_1 ——试样浸渍液体前的厚度,单位为毫米(mm);

d_2 ——试样浸渍液体后的厚度,单位为毫米(mm)。

取三个平行试验结果的算术平均值作为报告值,并按 GB/T 8170 修约至两位小数。

6.5 浸液后增重率的测定

6.5.1 从调节箱或调节室中取出试样,立即放入称量瓶中,称其初始质量,并记录 m_1 ,精确到 0.001 g。

6.5.2 常温浸渍按 6.4.2 和 6.4.3 进行。

6.5.3 高温浸渍按 6.2.1 和 6.2.2 进行。

6.5.4 称量浸渍后试样的质量 m_2 ,精确至 0.001 g,计算出试样浸液前后的质量变化百分率。

6.5.5 增重率 Δm 按式(2)计算:

$$\Delta m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

m_1 ——试样浸渍液体前的质量,单位为克(g);

m_2 ——试样浸渍液体后的质量,单位为克(g)。

取三个平行试验结果的算术平均值作为报告值,并按 GB/T 8170 修约至两位小数。

6.6 浸液后柔软性的测定

6.6.1 按 6.2.1 进行。

6.6.2 按 6.2.2 进行。

6.6.3 试样在试验液体中浸渍后,按 GB/T 20671.8 测试浸液后试样的柔软性。

6.7 浸液后体积变化率的测定

6.7.1 常温浸渍按 6.4.2 和 6.4.3 进行。

6.7.2 高温浸渍按 6.2.1 和 6.2.2 进行。

6.7.3 按浸液后的体积变化率测定程序(参见附录 B)进行操作,对于相对密度小于 1.00 的材料,宜采用密度天平,按下列程序进行:

- a) 调零密度天平,并保证它完全不受气流影响。
- b) 挂一个小金属块(5 g 左右)在秤钩上,使试样完全浸入水中。
- c) 称量试样在空气中的质量。
- d) 然后称量试样在蒸馏水中的质量。

- e) 原始体积 V_1 数值为试样在空气中的质量数值减去试样在蒸馏水中的质量数值。
- f) 从试验介质中取出试样后,重复 c)、d) 和 e) 的操作,求得浸渍后试样体积 V_2 。

注: 试验过程中经常更换蒸馏水,使用同一金属块。

6.7.4 体积变化率 ΔV 按式(3)计算:

$$\Delta V = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- V_1 ——试样浸渍液体前的体积,单位为立方厘米(cm^3);
- V_2 ——试样浸渍液体后的体积,单位为立方厘米(cm^3)。

7 试验报告

- 试验报告应包括下列内容:
- 样品的编号、名称、规格型号、公称厚度;
 - 所用液体类型;
 - 试验温度、时间、试验结果、试验人员签字;
 - 试验日期。

8 精密度

- 8.1 精密度,共有 11 个实验室参与了试验。1 型和 3 型各取两种材料,1 型在 IRM 903 油中浸渍、3 型在 IRM 903 油、ASTM 1 号油、ASTM 燃料油 B 和蒸馏水中浸渍;2 型各取两种材料在 IRM 903 油和 ASTM 燃料油 A 中浸渍。
- 8.2 试验结果为 3 个试样测量结果的平均值。如果测量结果未超出表 3 所列的变异(绝对百分值),则认为在 95%的置信度水平上,不是可疑数据。
- 8.3 精密度和偏倚,6 个实验室参与测试了十种材料,全部采用 IRM 903 油。测试了 6 个 1、7 型,3 个 3 型,1 个 5 型材料浸渍 IRM 903 油的增重率和增厚率。

表 3 不同实验室间试验项目表

GB/T 20671.1—2020 材料类型		试验液体	同一操作者重复性 %	多个实验室再现性 %
浸渍液体后厚度变化				
1 型 ^a	1 类	ASTM 3 号油	5.02	25.7
	2 类		1.92	2.5
3 型		ASTM 3 号油	1.41	2.8
			1.41	2.8
		ASTM 燃料油 B	2.07	4.8
			1.39	4.0
		蒸馏水	1.34	4.9
			1.97	5.4

表 3 (续)

GB/T 20671.1—2020 材料类型		试验液体	同一操作者重复性 %	多个实验室再现性 %
浸渍液体后质量变化				
1 型 ^a	1 类	ASTM 3 号油	1.45	12.5
	2 类		2.78	5.7
3 型 ^b	材料 A	ASTM 3 号油	1.58	5.9
	材料 B		2.16	7.2
	材料 A	ASTM 燃料油 B	1.56	3.8
	材料 B		1.82	5.7
	材料 A	蒸馏水	3.35	8.8
	材料 B		1.63	6.2
浸渍液体后体积变化				
2 型		ASTM 3 号油	2.5	9.4
		ASTM 燃料油 A	2.07	9.3
^a 1 型 1 类——CA 材料,含有普通高膨胀性聚合物;1 型 2 类——BA 材料,含有普通低膨胀性聚合物。 ^b 3 型材料 A——含有丁苯橡胶聚合物的 3 类材料;3 型材料 B——含有丁腈橡胶聚合物的 3 类材料。				

附 录 A
(资料性附录)
试验用液体

A.1 ASTM 1 号油和 IRM 903 油的主要性能

ASTM 1 号油和 IRM 903 油的主要性能见表 A.1。

表 A.1 ASTM 1 号油和 IRM 903 油的主要性能

项 目	ASTM 1 号油	IRM 903 油
苯胺点/℃	124±1	70±1
运动黏度/(mm ² /s)	18.7~21.0(99 ℃)	31.9~34.1(38 ℃)
API 重度(16 ℃)	—	21.0~23.0
黏滞重力常数	—	0.875~0.885
闪点/℃	≥243	≥163
环烷烃,C _N /%	—	≥40
烷烃,C _P /%	—	≤45
凝固点/℃	—	—31
折光指数	—	1.502 6
紫外线吸收率(260 nm)	—	2.2
芳香烃,C _A /%	—	14

A.2 ASTM 燃料油组分含量

ASTM 燃料油组分含量见表 A.2。



表 A.2 ASTM 燃料油组分含量

ASTM 油品种	组分及体积分数
ASTM 燃料油 A	2,2,4-三甲基戊烷(异辛烷)100%
ASTM 燃料油 B	2,2,4-三甲基戊烷(异辛烷)70%, 甲苯 30%

附 录 B (资料性附录)

浸液后的体积变化率测定程序

B.1 排水法——适用于不溶水性试验液体

B.1.1 称量已调节好的试样在空气中的质量 m_1 , 精确到 0.001 g。

B.1.2 将该试样浸入室温下的蒸馏水中, 迅速称量其在水中的质量 m_2 , 精确到 0.001 g。

B.1.3 从蒸馏水中取出试样, 在甲醇或乙醇中迅速浸一浸, 以除去水分。并用滤纸吸干试样, 除去试样上的纤维屑和其他杂质。

B.1.4 将试样按规定的试验条件和试验程序在试验液体中浸渍后, 将其移入凉的、新鲜的同种试验液体中, 保持 30 min~60 min, 冷却至室温。

B.1.5 从试验液体中取出冷却后的试样, 迅速在室温下的丙酮中浸一浸, 用滤纸轻轻吸去试样表面的油, 除去试样上的纤维屑和其他杂质。

B.1.6 将试样放入称量瓶中, 塞上塞子, 称量其质量 m_3 , 精确到 0.001 g。

B.1.7 将已称量 m_3 后的试样再次浸入室温下的蒸馏水中, 立即称量其在水中的质量 m_4 , 精确到 0.001 g。

注: 每次称量用新鲜蒸馏水。

B.1.8 试样浸渍液体后的体积变化率 ΔV 按式(B.1)计算:

$$\Delta V = \frac{(m_3 - m_4) - (m_1 - m_2)}{m_1 - m_2} \times 100 \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

m_1 ——试样浸渍前在空气中的质量, 单位为克(g);

m_2 ——试样浸渍前在蒸馏水中的质量, 单位为克(g);

m_3 ——试样浸渍后在空气中的质量, 单位为克(g);

m_4 ——试样浸渍后在蒸馏水中的质量, 单位为克(g)。

B.1.9 如果试验液体在室温下挥发, 则试样从试验液体中取出到塞上称量瓶的塞子的时间不应超过 30 s, 将试样从称量瓶中取出到再次浸入蒸馏水中也不应超过 30 s。

B.1.10 如果试验液体是黏性油, 将试样从规定试验温度的试验液体中取出后, 不要再放在冷的试验液体中, 应直接悬挂在无流动气流的常温试验室中, 保持 30 min 左右, 让试样表面的大部分油自行流去, 然后再继续浸丙酮及其以后的操作。

B.1.11 在蒸馏水中称量时, 黏附在试样上的所有气泡应除去。如果在蒸馏水中称量过程中, 试样表面出现气泡或计算的体积 5 min 变化 0.5%, 则该试样太疏松, 不能用排水法测定体积变化率。改用下述方法:

a) 如果试样是简单的几何体, 直接测量其浸渍试验液体前后的体积, 计算其体积变化率。

b) 如果试样浸渍试验液体后的体积增加主要发生在厚度上, 可以用其厚度的变化率代替体积变化率。

B.1.12 如果试样在液体中漂浮, 可以使用一块不锈钢作为镇重物, 使试样浸没在液体中。可以采用下述程序:

a) 称量试样与镇重物一起在水中的质量;

b) 称量镇重物单独在水中的质量;

- c) 试样与镇重物一起在水中的质量减去镇重物单独在水中的质量即为试样在水中的质量,然后按式(B.1)进行计算。

B.1.13 当蒸馏水作为试验液体时,浸渍前后不需将试样在酒精和丙酮中浸。

B.2 排液法——适用于溶性试验液体(水除外)

B.2.1 如果试验液体在室温下既不太黏稠,也不易挥发,则用试验液体代替蒸馏水称量 m_2 和 m_4 。然后按式(B.1)进行计算。注意在称量 m_4 时应用新鲜试验液体。

B.2.2 如果 B.2.1 描述的方法不可行,则仍用排水法称量 m_2 ,而不再称量 m_4 。其体积变化率 ΔV 按式(B.2)计算:

$$\Delta V = \frac{m_3 - m_1}{d \times (m_1 - m_2)} \times 100 \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

d ——试验液体在实验室温度时的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

m_1 ——试样浸渍前在空气中的质量,单位为克(g);

m_2 ——试样浸渍前在蒸馏水中的质量,单位为克(g);

m_3 ——试样浸渍后在空气中的质量,单位为克(g)。

注:如果试验液体是混合液体,式(B.2)只是一个近似的计算公式。