

## 前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 1432:1988《硫化橡胶或热塑性橡胶—低温刚性的测定(吉门试验)》，对国家标准 GB/T 6036—1985《硫化橡胶低温刚性的测定 吉门试验》进行修订。

与 GB/T 6036—1985 比较,本标准增加了在气体介质中的测量方法,规定了对传热介质的两种升温方法。此外,对试样个数和试验报告做了新规定。

本标准自实施之日起,代替 GB/T 6036—1985。

本标准由国家石油和化学工业局提出。

本标准由全国橡标委橡胶通用物理试验方法分技术委员会归口。

本标准由中橡集团沈阳橡胶研究设计院负责起草。

本标准主要起草人:刘鹏起。

本标准于 1985 年 5 月 24 日首次发布。

## ISO 前言

国际标准化组织(ISO)是各国家标准团体(ISO 成员团体)的世界性联合机构。制定国际标准的工作通常由 ISO 各技术委员会进行。凡对已建立技术委员会的项目感兴趣的成员团体均有权参加该委员会。与 ISO 有联系的政府和非政府的国际组织,也可参加此项工作。在电工技术标准化的所有方面,ISO 与国际电工技术委员会(IEC)紧密合作。

各技术委员会采纳的国际标准草案在由 ISO 理事会批准为国际标准之前,要发给各成员团体进行投票。根据 ISO 程序,要求至少有 75%投票的成员团体投赞成票,方可作为国际标准发布。

国际标准 ISO 1432 由 ISO/TC45 橡胶与橡胶制品技术委员会制定。

本标准第三版废除并代替第二版(ISO 1432:1982),其内容稍做改动。

# 中华人民共和国国家标准

## 硫化橡胶或热塑性橡胶 低温刚性的测定(吉门试验)

GB/T 6036—2001  
idt ISO 1432:1988

代替 GB/T 6036—1985

Rubber, vulcanized or thermoplastic—  
Determination of low temperature stiffening (Gehman test)

**警告:**使用本标准的人员应熟悉正规实验室操作规程。本标准无意涉及因使用本标准可能出现的所有安全问题。制定相应的安全和健康制度并确保符合国家法规是使用者的责任。

### 1 范围

本标准规定了静态下在室温至 $-150^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内,测定硫化橡胶或热塑性橡胶相对刚性特征的方法,又称吉门试验。

### 2 引用标准

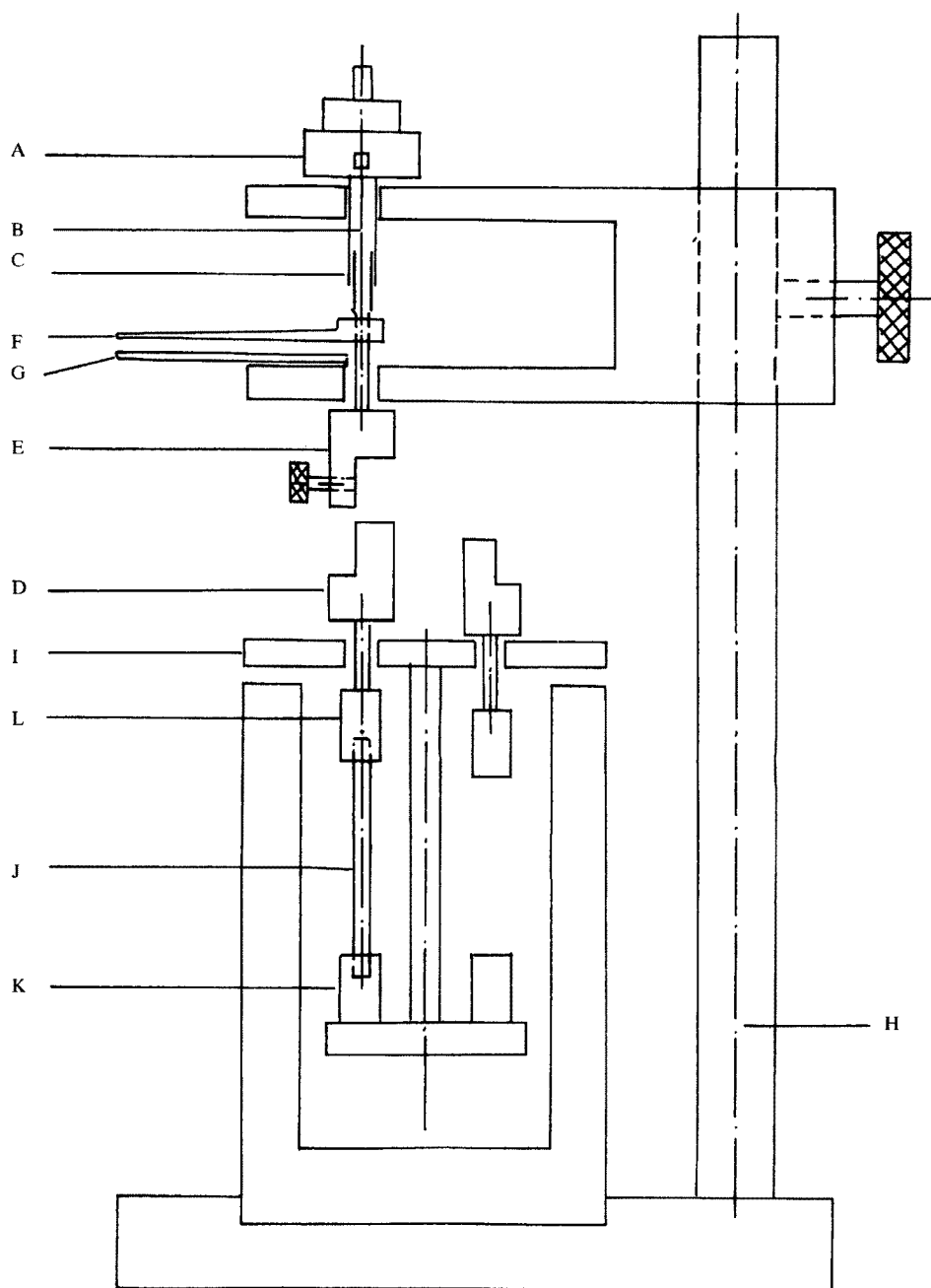
下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 2941—1991 硫化橡胶试样环境调节和试验的标准温度、湿度及时间(eqv ISO 471:1983)

### 3 试验仪器

#### 3.1 扭转装置

如图 1 所示,它是由能够在垂直于扭转钢丝(B)的平面内扭转 $180^{\circ}$ 的扭转头(A)组成。钢丝的顶端通过一动配合的套筒(C)固定在扭转头上。



A—扭转头；B—扭转钢丝；C—套筒；D—柱螺栓；E—螺旋连接器；F—指针；G—可动角度盘；  
H—支架；I—试样架；J—试样；K—下夹持器；L—上夹持器

图 1 低温刚性测定仪

钢丝的下端通过螺旋连接器(E)固定在与试样上夹持器相连的柱螺栓(D)上。

应提供一个用电或机械的方法，无摩擦地显示或记录角度的装置，以方便、准确地调节零点。图 1 中的指针(F)和可动角度盘(G)便可实现这些要求。显示或记录系统应允许读出或记录扭转到最近度数的角度。扭转装置夹持在支架(H)上。用导热性极差的材料做支架的垂直部分比较好。支架的底座应为不锈钢或其他耐腐蚀材料。

### 3.2 扭转钢丝(B)

该钢丝由回火弹簧钢丝制成，其长为  $65 \text{ mm} \pm 8 \text{ mm}$ 。钢丝的扭转常数分别为 0.70、2.81 和  $11.24 \text{ mN} \cdot \text{m}$ 。如有争议，应用扭转常数为  $2.81 \text{ mN} \cdot \text{m}$  的钢丝。

### 3.3 试样架(I)

该架由导热性极差且耐低温的材料制成,用于在传热介质中把试样(J)固定在垂直位置上。试样架的结构以能夹持多个试样为宜(通常采用备有五个或十个试样位置的试样架)。试样架被夹持在支架(H)上。

每个试样要有上下两个夹持器。下夹持器(K)固定在试样架上。上夹持器(L)是试样的延伸部分,它固定在与螺旋连接器(E)相连的柱螺栓(D)上,并且它不应触及试样架<sup>1)</sup>。

### 3.4 温度的测量装置

该装置应能在整个温度范围内测量温度,精确至 1℃。温度计温包或其他敏感元件应与试样中部处于同一水平位置。

### 3.5 传热介质

传热介质可以是液体也可以是气体。可使用任何一种在试验温度下仍保持流体状态,但对被试验材料无影响的介质。已发现,适合于在低温下使用的液体有丙酮、甲醇、乙醇、丁醇、硅醇流体和正己烷等。空气、二氧化碳或氮气是常用的气体介质。

对于特低温度下的试验,液氮是比较理想的介质。

应注意,在气体介质中进行试验时,可能与在液体介质中测试的结果不同。

### 3.6 温度控制器

该控制器用以将传热介质的温度变化控制在±1℃的范围之内。

### 3.7 低温容器

该容器用于盛放液体传热介质或气体传热介质。

### 3.8 搅拌器或风扇

用于搅拌液体或气体,以确保传热介质始终保持循环均匀。

### 3.9 计时装置

秒表或其他以秒来计量的计时装置。

## 4 试样

### 4.1 试样的制备

试样长为 40.0 mm±2.5 mm,宽为 3.0 mm±0.2 mm,厚为 2.0 mm±0.2 mm。试样可用模压或用裁刀从硫化胶片上裁取。

### 4.2 试样的调节

4.2.1 硫化和试验的时间间隔按 GB/T 2941 的规定执行。

4.2.2 在硫化和试验的时间间隔内,样品和试样应尽可能避光。

4.2.3 试验前,应将制备好的试样在标准温度下至少调节 3 h,对于指定进行比较的单一或一系列试验,自始至终都应采用相同温度。

## 5 试验程序

### 5.1 扭转钢丝的标定

把扭转钢丝(B)的上端垂直地插入一固定的夹持器中,钢丝的下端连接到已知尺寸和质量的连杆的纵轴中心线上(建议连杆的长度为 200 mm~250 mm,直径为 6.4 mm)。

将连杆扭转不小于 90°的角度,然后把它松开,让其在水平面上作自由摆动,以秒为单位记下摆动 20 次所用的时间。(一次摆动包括从一个端点摆到另一端点,然后返回原位置)。

1) 在试样架的顶部和试样夹持柱头螺栓之间嵌进衬垫,以保持两者的间隙。已经发现,用厚 1 mm,宽约 12 mm 开缝的层压塑料是令人满意的。在低温下,试样在应有的位置上变硬,这时可以去掉衬垫而不致于失去这个间隙。

连杆的转动惯量按式(1)计算:

$$I = \frac{mL^2}{12} \dots\dots\dots(1)$$

式中:  $I$ ——连杆的转动惯量,  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ;

$m$ ——连杆的质量,  $\text{kg}$ ;

$L$ ——连杆的长度,  $\text{m}$ 。

钢丝的扭转常数(即每弧度的有效转动力矩)按式(2)计算:

$$K = 4\pi^2 \frac{I}{T^2} \dots\dots\dots(2)$$

式中:  $K$ ——钢丝的扭转常数,  $\text{N} \cdot \text{m}$ ;

$I$ ——连杆的转动惯量,  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ;

$T$ ——连杆摆动的周期,  $\text{s}$ 。

扭转钢丝应标定在其规定扭转常数的 $\pm 3\%$ 以内。

## 5.2 试样的安装

将试样夹在上、下夹持器之间,试样的自由长度为  $25 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ 。使试样处于零转矩位置时,垫好试样架(I)和柱螺栓(D)间的垫片。

## 5.3 在液体介质中测量刚性

把装好试样的试样架(I)放入传热介质中,使试样处于液面下至少  $25 \text{ mm}$  深处。调节传热介质的温度到  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 。借助于螺旋连接器和标准扭转钢丝将第一个试样连接到扭转头(A)上。

当螺旋连接器连接到柱螺栓(D)上时,应注意不使柱螺栓离开零转矩位置。在连接器固定到柱螺栓上的同时,也应使扭转头(A)保持零位。对于在室温下的测量,试样架和柱螺栓之间无须使用垫片。

通过可动角度盘(G)调节指针的读数为零。然后迅速而又平稳地将扭转头转动  $180^\circ$ ,记录  $10 \text{ s}$  时指针读数。若在  $23^\circ\text{C}$  下读数不落在  $120^\circ \sim 170^\circ$  的范围内,则表明该钢丝不适用。若试样产生大于  $170^\circ$  的扭转角,则应用扭转常数为  $0.70 \text{ mN} \cdot \text{m}$  的钢丝试验。若试样产生小于  $120^\circ$  的扭转角,则应用扭转常数为  $11.24 \text{ mN} \cdot \text{m}$  的钢丝试验。

将扭转头返回起始位置并卸下试样。然后移动试样架进入到下一个试样的测量位置(现在通用装置的试样架是固定的,扭转头是可移动的并且能依次放在几个试样上面)。

试样架上的所有试样均应在  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  下进行测量。

将垫片插入试样架和柱螺栓之间,从传热介质中移出试样并将传热介质调节到所需的最低温度。将试样重新放入传热介质中并在此温度下保持  $15 \text{ min}$ ,去掉一个垫片并象在  $23^\circ\text{C}$  下所作的那样测量一个试样(移动垫片往往会引起指针相对于可动角度盘位置的变动,所以在移动垫片后应使指针调至零位)。试样作完测量后,将垫片放回到它的原位置。用此法测量试样架上的所有试样,但每个试样的测量时间不得超过  $2 \text{ min}$ 。

用下列两种方法之一进行升温:

a) 以  $5^\circ\text{C}$  的间隔升温,每次升温约用  $5 \text{ min}$ ;

b) 以  $1^\circ\text{C}/\text{min}$  的加热速度连续升温。

在逐级升温的情况下,试样要在每一温度下调节  $5 \text{ min}$  后进行测量。在连续升温的情况下,每隔  $5 \text{ min}$  测量一次。试验继续进行到这样一个温度为止,即在此温度下,试样的扭转角比在  $23^\circ\text{C}$  时的扭转角小  $5^\circ \sim 10^\circ$ 。

## 5.4 在气体介质中测量刚性

在空气、二氧化碳或氮气中的测量程序与在液体的不同之处仅仅在于:试样在介质中的冷却效率不同以及调节周期的不同。

### 5.4.1 逐级升温

将试样放入试验箱中,在约 30 min 内调节试验箱的温度至所要求的最低温度。然后,将此温度恒温 10 min,再按照与液体介质相同的方法进行测量,测量一个试样的时间不超过 2 min。

以 5℃ 之间隔给试验箱升温,每次升温历时约 10 min。待试样在每一个温度下保持 10 min 后进行测量。

5.4.2 连续升温

将试样放入试验箱,以 3℃/min 的速度将温度调至所要求的最低温度,再以 1℃/min 的速度升温,以 5℃ 之间隔进行测量。

5.5 结晶作用

如果研究结晶作用或增塑剂效应,则要延长试样在给定温度下的停留时间。

6 试样个数

每种胶料至少试验三个试样。根据试验的要求,可与具有已知扭转温度特性的胶料同时进行对比试验。

7 试验结果的表示

7.1 扭转角与温度的关系曲线

绘出指针示值(试样扭转角)与温度的关系曲线。

7.2 扭转模量

试样在任何温度下的扭转模量与角度因子成正比,角度因子如式(3)所示:

$$\frac{180 - \alpha}{\alpha} \dots\dots\dots (3)$$

式中:  $\alpha$ ——试样的扭转角,度。

7.3 相对模量

在任一温度下的相对模量是该温度下的扭转模量与 23℃ 下的扭转模量之比值,可由扭转角确定或由扭转角-温度关系曲线以及对应的角度因子  $\frac{180-\alpha}{\alpha}$  之比给出。

用表 1 和试样的扭转角-温度关系曲线确定相对模量分别为 2、5、10 和 100 的温度。表 1 的第一栏列出了 120°~170° 范围内的每一度扭转角,以便能够选择试样在 23℃ 下扭转角的相应数值。其余各栏分别给出了相应于相对模量为 2、5、10 和 100 的扭转角。相应于这些角度的温度可由试样的扭转角-温度关系曲线(7.1)上读取并分别记为  $t_2$ 、 $t_5$ 、 $t_{10}$  和  $t_{100}$ 。

表 1 指定相对模量值(RM)扭转角

23℃的扭转角 $\alpha$ /度	相对模量值的扭转角/度				23℃的扭转角 $\alpha$ /度	相对模量值的扭转角/度			
	RM=2	RM=5	RM=10	RM=100		RM=2	RM=5	RM=10	RM=100
120	90	51	30	3					
121	91	52	31	4	131	103	63	38	5
122	92	53	31	4	132	104	64	39	5
123	93	54	32	4	133	105	65	40	5
124	95	55	33	4	134	107	66	41	5
125	96	56	33	4	135	108	68	42	5
126	97	57	34	4	136	109	69	42	5
127	98	58	35	4	137	111	70	43	6
128	99	59	36	4	138	112	71	45	6
129	101	61	36	5	139	113	72	46	6
130	102	62	37	5	140	114	74	47	6

表 1(完)

23℃的扭转 角 $\alpha$ /度	相对模量值的扭转角/度				23℃的扭转 角 $\alpha$ /度	相对模量值的扭转角/度			
	RM=2	RM=5	RM=10	RM=100		RM=2	RM=5	RM=10	RM=100
141	116	75	48	6	156	138	102	71	11
142	117	77	49	7	157	139	104	73	12
143	119	78	50	7	158	140	106	75	12
144	120	80	51	7	159	142	108	78	13
145	121	82	53	7	160	144	111	80	13
146	123	83	54	7	161	146	113	82	14
147	124	85	55	7	162	147	116	85	15
148	126	87	57	8	163	149	118	88	16
149	127	88	58	8	164	151	121	91	17
150	129	90	60	9	165	152	124	94	18
151	130	92	62	9	166	154	126	98	19
152	132	94	62	9	167	156	130	101	20
153	133	96	65	10	168	158	133	105	22
154	134	97	67	10	169	159	136	109	24
155	136	100	69	11	170	161	139	113	26

7.4 表观刚性扭转模量

如果要计算各种温度下的表观刚性扭转模量,则应准确测量试样的自由长度。

表观刚性扭转模量,按式(4)计算:

$$G = \frac{16KL(180 - \alpha)}{bd^3\mu\alpha} \dots\dots\dots(4)$$

- 式中:  $G$ ——表观刚性扭转模量, Pa;
- $K$ ——钢丝的扭转常数,  $N \cdot m$ ;
- $L$ ——试样的自由长度, m;
- $b$ ——试样宽度, m;
- $d$ ——试样厚度, m;
- $\mu$ ——以  $b/d$  为基础的系数(查自表 2);
- $\alpha$ ——试样的扭转角, 度。

表 2 不同  $b/d$  比值的系数  $\mu$  值

$b/d$	$\mu$	$b/d$	$\mu$
1.00	2.25	1.70	3.38
1.05	2.36	1.75	3.43
1.10	2.46	1.80	3.48
1.15	2.56	1.90	3.57
1.20	2.66	2.00	3.66
1.25	2.75	2.25	3.84
1.30	2.83	2.50	3.99
1.35	2.91	2.75	4.11
1.40	2.99	3.00	4.21
1.45	3.06	3.50	4.37
1.50	3.13	4.00	4.49
1.60	3.26	4.50	4.59



表 2(完)

$b/d$	$\mu$	$b/d$	$\mu$
5.00	4.66	10.00	5.00
6.00	4.77	20.00	5.17
7.00	4.85	50.00	5.23
8.00	4.91	100.00	5.30
9.00	4.96		

注：表中的  $\mu$  值已被修约至小数点后两位

## 8 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 依据的标准；
- b) 样品的鉴定；
- c) 所用的传热介质；
- d) 相对扭转模量分别为 2、5、10 和 100 时的温度  $t_2$ 、 $t_5$ 、 $t_{10}$ 、 $t_{100}$ ；
- e) 室温下的表观刚性扭转模量；
- f) 如需要，其他温度下的表观刚性扭转模量；
- g) 如需要，表观刚性扭转模量为规定值时的温度；
- h) 试验者；
- i) 审核者。