

ICS 83.060
G 35
备案号: 56321—2016

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 5113—2016

热塑性弹性体 电线电缆用苯乙烯类材料

Thermoplastic elastomer—TPS Compound for wire and cable uses

2016-10-22 发布

2017-04-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国橡胶和橡胶制品标准化技术委员会（SAC/TC35）归口。

本标准起草单位：浙江三博聚合物有限公司、上海电缆研究所、中利科技集团股份有限公司、江苏亨通线缆科技有限公司、中华人民共和国宁波出入境检验检疫局、宁波市热塑性弹性体商会、慈溪市山今高分子塑料有限公司。

本标准主要起草人：周赞斌、冯震、胡栋栋、史建设、谢红国、邵海彬、崔久德、郑琳、黄海芬、岑建达。

热塑性弹性体 电线电缆用苯乙烯类材料

1 范围

本标准规定了电线电缆用苯乙烯类热塑性弹性体材料（以下简称材料）的型别，材料组成，要求，试验方法，检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于额定电压 2 kV 及以下电力电缆、通信光电线缆、消费电子线缆的绝缘和护套材料。

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 528—2009 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定
- GB/T 529 硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定（裤形、直角形和新月形试样）
- GB/T 1690 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法
- GB/T 1692 硫化橡胶 绝缘电阻率的测定
- GB/T 1695 硫化橡胶 工频击穿电压强度和耐电压的测定方法
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ka：盐雾
- GB/T 2547 塑料 取样方法
- GB/T 2941 橡胶物理试验方法 试样制备和调节通用程序
- GB/T 2951.21 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 21 部分：弹性体混合料专用试验方法——耐臭氧试验——热延伸试验——浸矿物油试验
- GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验
- GB/T 5470 塑料 冲击法脆化温度的测定
- GB/T 7759.1—2015 硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩永久变形的测定 第 1 部分：在常温及高温条件下
- GB/T 8323.2 塑料 烟生成 第 2 部分：单室法测定烟密度试验方法
- GB/T 9867—2008 硫化橡胶或热塑性橡胶耐磨性能的测定（旋转辊筒式磨耗机法）
- GB/T 10707—2008 橡胶燃烧性能的测定
- GB/T 11547 塑料 耐液体化学试剂性能的测定
- GB/T 16585 硫化橡胶人工气候老化（荧光紫外灯）试验方法
- GB/T 17650.1 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第 1 部分：卤酸气体总量的测定
- GB/T 20285 材料产烟毒性危险分级
- GB/T 20875.1—2007 电气绝缘材料水解稳定性的试验方法 第 1 部分：塑料薄膜
- JB/T 10707—2007 热塑性无卤低烟阻燃电缆料
- IEC 60684-2 柔性绝缘管套 第 2 部分：试验方法（Flexible insulating sleeving—Part 2: Methods of test）

HG/T 5113—2016

IEC 62321 电工产品 测定六种限制物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯、多溴联苯醚）的浓度 [Electrotechnical products—Determination of levels of six regulated substances (lead, mercury, cadmium, hexavalent chromium, polybrominated biphenyls, polybrominated diphenyl ethers)]

3 型别

3.1 型别的表示方法

材料的型别以主体材料材料代码、用途代码和耐热代码表示。

3.2 材料代码

苯乙烯类热塑性弹性体的材料代码为 TPS。

3.3 用途代码

用于绝缘的材料代码为 J；用于护套的材料代码为 H。

3.4 耐热代码

材料的耐热代码以电线电缆导体允许最高工作温度值表示。如：70℃表示为 70，90℃表示为 90，105℃表示为 105，125℃表示为 125 等。

3.5 材料型别表达示例

示例 1：最高允许使用温度 70℃的苯乙烯类热塑性弹性体绝缘材料，表示为：TPS-J70。

示例 2：最高允许使用温度 125℃的苯乙烯类热塑性弹性体护套材料，表示为：TPS-H125。

4 材料组成

本规范规定的电线电缆用苯乙烯类热塑性弹性体材料由苯乙烯类热塑性弹性体为主要柔性基材，添加其他聚合物及改性助剂，经过共混造粒制成。

5 要求

5.1 外观

材料为塑化均匀、表面光滑、无外来杂质的均匀粒状物。

5.2 性能

5.2.1 绝缘材料的性能应符合表 1 的要求。

表 1 绝缘材料的性能要求

性 能	要 求				试验方法
	TPS-J70	TPS-J90	TPS-J105	TPS-J125	
拉伸强度/MPa \geq	9.0	9.0	9.0	9.0	GB/T 528 2009
拉断伸长率/% \geq	250	250	250	250	GB/T 528 2009
耐热冲击试验					附录 A
130 ℃	无裂纹	无裂纹			
150 ℃			无裂纹	无裂纹	
体积电阻率/($\Omega \cdot m$)					
20 ℃ \geq	1.0×10^{11}	1.0×10^{11}	1.0×10^{11}	1.0×10^{11}	GB/T 1692
85 ℃ \geq	1.0×10^{11}	1.0×10^{11}	1.0×10^{11}	1.0×10^{11}	
介电强度/(kV/mm) \geq	20	20	20	20	GB/T 1695
冲击脆化性能(失效数) \leq	15/30	15/30	15/30	15/30	GB/T 5470
浸热水试验					GB/T 20875.1 2007
拉伸强度变化率/%	± 30	± 30	± 30	± 30	GB/T 528 2009
拉断伸长率变化率/%	± 35	± 35	± 35	± 35	GB/T 528 2009
耐热空气老化					GB/T 3512
拉伸强度变化率/%	± 25	± 25	± 25	± 25	GB/T 528 2009
拉断伸长率变化率/%	± 25	± 25	± 25	± 25	GB/T 528 2009
耐油性					GB/T 1690
拉伸强度变化率/%	± 30	± 30	± 30	± 30	GB/T 528 2009
拉断伸长率变化率/%	± 30	± 30	± 30	± 30	GB/T 528 2009
烟密度(有焰) \leq	150	150	150	150	GB/T 8323.2
燃烧释放酸性气体					
HCl 和 HBr 含量/% \leq	0.5	0.5	0.5	0.5	GB/T 17650.1
HF 含量/% \leq	0.1	0.1	0.1	0.1	IEC 60684-2
有害物质限量/% \leq					
Cd	0.01	0.01	0.01	0.01	IEC 62321
Pb	0.1	0.1	0.1	0.1	
Hg	0.1	0.1	0.1	0.1	
Cr ⁺⁶	0.1	0.1	0.1	0.1	
PBBs	0.1	0.1	0.1	0.1	
PBDEs	0.1	0.1	0.1	0.1	
燃烧性能 ^a					GB/T 10707 2008
毒性指数 ^b \leq	0.5	0.5	0.5	0.5	JB/T 10707 2007 附录 A

^a 燃烧性能的要求值由供需双方商定。

^b 毒性指数为可选项,由供需双方商定;当选用其他试验方法时要求值亦由供需双方商定。

HG/T 5113—2016

5.2.2 护套材料的性能应符合表 2 的要求。

表 2 护套材料的性能要求

性 能	要 求				试验方法
	TPS-H70	TPS-H90	TPS-H105	TPS-H125	
拉伸强度/MPa \geq	9.0	9.0	9.0	9.0	GB/T 528—2009
拉断伸长率/% \geq	300	300	300	300	GB/T 528—2009
撕裂强度/(kN/m) \geq	40	40	40	40	
耐热冲击试验					附录 A
130 ℃	无裂纹	无裂纹			
150 ℃			无裂纹	无裂纹	
压缩永久变形/% \leq	40	70	70	70	GB/T 7759.1—2015
体积电阻率/($\Omega \cdot m$)					
20 ℃ \geq	1.0×10^{11}	1.0×10^{11}	1.0×10^{11}	1.0×10^{11}	GB/T 1692
85 ℃ \geq	1.0×10^{11}	1.0×10^{11}	1.0×10^{11}	1.0×10^{11}	
介电强度/(kV/mm) \geq	18	18	18	18	GB/T 1695
冲击脆化性能(失效数) \leq	15/30	15/30	15/30	15/30	GB/T 5470
耐磨性能 $\Delta V_{rel}/mm^3$ \leq	300	300	300	300	GB/T 9867—2008 方法 B
耐臭氧性能(25 ℃ \pm 2 ℃, 24 h)	无开裂	无开裂	无开裂	无开裂	GB/T 2951.21
抗 UV 性能					GB/T 16585
拉伸强度变化率/%	± 15	± 15	± 15	± 15	
拉断伸长率变化率/%	± 15	± 15	± 15	± 15	
浸热水试验					GB/T 20875.1—2007
拉伸强度变化率/%	± 30	± 30	± 30	± 30	GB/T 528—2009
拉断伸长率变化率/%	± 35	± 35	± 35	± 35	GB/T 528—2009
耐热空气老化					GB/T 3512
拉伸强度变化率/%	± 25	± 25	± 25	± 25	GB/T 528—2009
拉断伸长率变化率/%	± 25	± 25	± 25	± 25	GB/T 528—2009
耐油性					GB/T 1690
拉伸强度变化率/%	± 30	± 30	± 30	± 30	GB/T 528—2009
拉断伸长率变化率/%	± 30	± 30	± 30	± 30	GB/T 528—2009
耐酸碱					GB/T 11547
拉伸强度变化率/%	± 30	± 30	± 30	± 30	GB/T 528—2009
拉断伸长率变化率/% \geq	100	100	100	100	GB/T 528—2009
耐盐雾					GB/T 2423.17
拉伸强度变化率/%	± 30	± 30	± 30	± 30	GB/T 528—2009
拉断伸长率变化率/%	± 35	± 35	± 35	± 35	GB/T 528—2009

表 2 (续)

性 能	要 求				试验方法
	TPS-H70	TPS-H90	TPS-H105	TPS-H125	
烟密度(有焰) ≤	150	150	150	150	GB/T 8323.2
燃烧释放酸性气体					
HCl 和 HBr 含量/% ≤	0.5	0.5	0.5	0.5	GB/T 17650.1
HF 含量/% ≤	0.1	0.1	0.1	0.1	IEC 60684-2
有害物质限量/% ≤					IEC 62321
Cd	0.01	0.01	0.01	0.01	
Pb	0.1	0.1	0.1	0.1	
Hg	0.1	0.1	0.1	0.1	
Cr ⁺⁶	0.1	0.1	0.1	0.1	
PBBs	0.1	0.1	0.1	0.1	
PBDEs	0.1	0.1	0.1	0.1	
燃烧性能 ^a					GB/T 10707 2008
毒性指数 ^b ≤	0.5	0.5	0.5	0.5	JB/T 10707 2007 附录 A
^a 燃烧性能的要求值由供需双方商定。					
^b 毒性指数为可选项,由供需双方商定;当选用其他试验方法时要求值亦由供需双方商定。					

6 试验方法

6.1 外观检查

在自然光下,1 倍放大目视检查。

6.2 试样制备

试样采用模压法制备,将材料颗粒在开炼机上塑化、出片,再在平板硫化机中不加压预热 10 min 后加压 5 min。开炼机及平板硫化机的加工温度应根据材料的塑化特征进行设定,确保材料在加工过程中能充分塑化并未分解,液压机的加压压力不应小于 15 MPa。然后加压冷却至室温。

试样应平整光洁、厚度均匀、无气泡。

试样尺寸应符合各试验项目的规定。

6.3 试样状态调节

所有试样都应按 GB/T 2941 的规定进行状态调节,状态调节的温度为 23℃±2℃,相对湿度为 50%±10%,调节时间不小于 4 h。

6.4 拉伸强度和拉断伸长率

按 GB/T 528—2009,取 5 个 1 型哑铃状有效试样进行试验。

6.5 撕裂强度

按 GB/T 529 进行试验。

HG/T 5113—2016

6.6 耐热冲击试验

按附录 A 进行。

6.7 压缩永久变形

按 GB/T 7759.1—2015，取 A 型试样进行试验。试验温度和时间见表 3。试验的压缩率按材料的国际硬度值选取，10 IRHD~85 IRHD 时压缩率为 25 %，80 IRHD~89 IRHD 时压缩率为 15 %，90 IRHD~95 IRHD 时压缩率为 10 %。

表 3 压缩永久变形试验温度和时间

材料使用温度/℃	试验温度/℃	试验时间/h
70	23	24
90	70	24
105	70	24
125	100	24

6.8 体积电阻率

按 GB/T 1692 进行试验。

6.9 介电强度

按 GB/T 1695 进行试验。

6.10 冲击脆化性能

按 GB/T 5470 进行试验。

6.11 耐磨性能

按 GB/T 9867—2008 方法 B 进行试验，结果以相对体积磨耗量 ΔV_{rel} 表示。

6.12 耐臭氧性能

按 GB/T 2951.21 进行试验，试样为 GB/T 528—2009 中 1 型哑铃状，臭氧体积分数为 $250 \times 10^{-6} \sim 300 \times 10^{-6}$ 。

6.13 抗 UV 性能

按 GB/T 16585，用 GB/T 528—2009 中 1 型哑铃状试样进行试验，并按 GB/T 528 进行拉伸试验。

6.14 浸热水试验

按 GB/T 20875.1—2007 用 GB/T 528—2009 中 1 型哑铃状试样进行试验，试片截面积应在浸热水前测量。将 5 个试样浸入 $70 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的蒸馏水中，试样间互相不接触，保持 168 h。随后，将试样连同蒸馏水一起冷却至 $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。将试样从水中取出，用滤纸将试样表面吸干，在 60 min 内测试试样的拉伸强度和断裂伸长率。

6.15 耐热空气老化

按 GB/T 1695 用, GB/T 528—2009 中 1 型哑铃状试样, 在下列温度下老化 168 h 后, 按 GB/T 528 测定拉伸性能:

- TPS-H/J70 型为 100 ℃±2 ℃;
- TPS-H/J90 型为 120 ℃±2 ℃;
- TPS-H/J105 型为 135 ℃±2 ℃;
- TPS-H/J125 型为 158 ℃±2 ℃。

6.16 耐油性

按 GB/T 1690, 用 GB/T 528—2009 中 1 型哑铃状试样, 在表 4 给出的试验条件下进行油浸渍试验后, 按 GB/T 528 进行拉伸试验。其中试验用油的选择由供需双方商定。

表 4 耐油性测试条件

试验用油	试验条件
IRM 903	23 ℃±2 ℃, 20 h
IRM 902	50 ℃±2 ℃, 20 h

6.17 耐酸碱

按 GB/T 11547, 用 GB/T 528—2009 中 1 型哑铃状试样进行试验, 按 GB/T 528 测定拉伸性能。试验介质分别为草酸溶液 (45 g/L) 和氢氧化钠溶液 (40 g/L), 试验温度为 23 ℃±2 ℃, 试验时间为 168 h。

6.18 耐盐雾

按 GB/T 2423.17, 用 GB/T 528—2009 中 1 型哑铃状试样进行盐雾试验, 按 GB/T 528 测定拉伸性能。

6.19 烟密度

按 GB/T 8323.2 进行有焰试验, 辐射照度为 25 kW/m²±1 kW/m²。

6.20 燃烧释放酸性气体

- 按 GB/T 17650.1 测定 HCl 和 HBr 含量。
- 按 IEC 60684-2 测定 HF 含量。

6.21 有害物质限量

重金属铅、汞、镉、6 价格的测定按 IEC 62321 的规定进行。

6.22 燃烧性能

按 GB/T 10707—2008 方法 B 进行试验。

6.23 毒性指数

如需要, 按 JB/T 10707—2007 附录 A 进行试验。如供需双方商定, 亦可按 GB/T 20285 或其他

HG/T 5113—2016

试验方法进行试验。

7 检验规则

7.1 检验分类和检验项目

7.1.1 型式检验

型式检验项目包括第 5 章规定的所有项目。

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 产品定型、转厂生产或停产半年以上重新生产；
- b) 原料、配方或工艺条件改变；
- c) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异；
- d) 正常生产，时间间隔半年。

7.1.2 出厂检验

出厂检验项目应包括：外观、拉伸强度、拉断伸长率、耐热冲击试验、体积电阻率、介电强度、耐热空气老化。

7.2 组批和抽样

7.2.1 组批

以同一牌号、同一班组、同一生产线上生产的数量为 1 t 的产品为一批，产品以批为单位进行检验和验收。

7.2.2 抽样

材料生产时可在贮料仓的取样口抽样。

包装后的产品应按 GB/T 2547 的规定进行抽样。

7.3 合格判定

所有检验项目符合第 5 章的规定为合格品。若检验结果有任何一项不符合本标准规定，应重新自该批产品中取双倍采样单元数，对该不符合项进行复验，复验结果符合要求则该批产品为合格品，复验结果仍不符合要求则该批产品为不合格品。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

每个包装袋正面应有明显的标志。标志内容包括商标、产品名称、牌号、标准编号、生产厂（公司）名称和地址、净质量、生产日期及生产批号等。

8.2 包装

产品出厂时，每批产品应附有产品质量检验合格证。合格证上应注明产品名称、牌号、批号、执行标准，并盖有质检专用章和检验员章。

产品应密封于内包装袋内，外包装袋用牛皮纸、聚乙烯与聚丙烯塑料编织布复合塑料袋，内包装

袋用聚乙烯内衬袋双层包装。每袋净重 $25\text{ kg} \pm 0.2\text{ kg}$ 。也可按供需双方协商的包装形式及计量包装。

8.3 运输

在运输和装卸过程中应避免雨水浸泡和日光直接照射。

8.4 贮存

产品应贮存在通风、干燥、清洁并保持有良好消防设施的仓库内。贮存温度不应低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。应远离热源，并防止阳光直接照射，不应在露天堆放。绝缘料或护套料自生产之日起贮存期不应超过 2 年。

附 录 A
(规范性附录)
耐热冲击试验方法

A.1 试验设备

- A.1.1 金属圆棒：直径为 $6.00\text{ mm}\pm0.05\text{ mm}$ ，试棒上配有固定夹以固定试样。
A.1.2 烘箱：符合 GB/T 3512 的要求。

A.2 试样

试样长约 127 mm 、宽 $6.0\text{ mm}\pm0.1\text{ mm}$ 、厚 $3.0\text{ mm}\pm0.1\text{ mm}$ ，每次试验取 3 个试样。

A.3 耐热冲击试验温度

试验温度见表 A.1。

表 A.1 试验温度

材料使用温度/℃	热冲击温度/℃
70	130 ± 2
90	130 ± 2
105	150 ± 2
125	150 ± 2

A.4 试验步骤

制备好的试样在温度为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 45 %~55 %的环境状态下放置不少于 4 h。
将直径为 $6.00\text{ mm}\pm0.05\text{ mm}$ 的金属圆棒按与水平面约呈 12° 倾斜角固定，以便试样在卷绕过程中形成紧密整齐的排列。
将试样的一端用试样固定夹固定，试样的另一端用强力夹夹住并挂上 2 kg 的砝码，转动金属棒使试样紧密地绕在金属棒上，卷绕圈数为 6 圈，并在负重条件下用固定夹固定好另一端，再拆除砝码。试样卷绕方式及卷绕后的试样如图 A.1 所示。

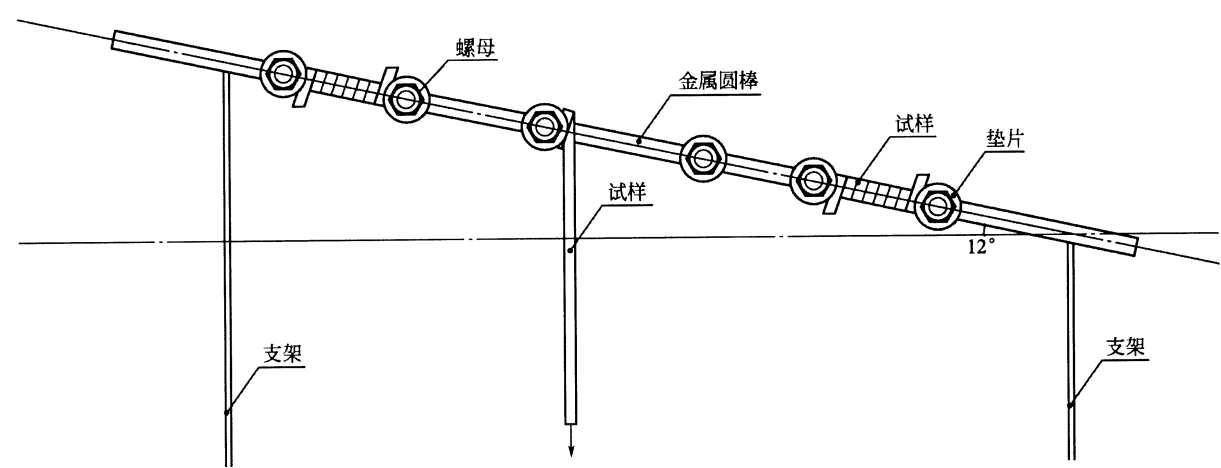


图 A.1 耐热冲击试验用试棒及卷绕方式

将卷绕后的试样条及试棒放入预热到规定温度的烘箱中，保持 1 h。之后将试样条及试棒从烘箱中取出，冷却至室温。

注：安装试样时，固定夹对试样的固定程度应适中，以恰好保证试样不松动为准。若过松，会导致试样松动；若过紧，可能会导致试样在夹口处开裂。

A.5 试验结果

1 倍放大，目视检查试样表面有无裂纹，并记录。