



中华人民共和国国家标准

GB/T 23641—2009

电气用纤维增强不饱和聚酯模塑料 (SMC/BMC)

Fiber reinforced unsaturated polyester moulding—
compounds (SMC and BMC) for electrical purposes

2009-04-21 发布

2009-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

中国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	2
4 分类命名	2
5 要求	5
6 试样制备	5
7 试验方法	12
8 检验、包装、标志、运输和贮存	13
附录 A（规范性附录）性能和试验条件	15

前 言

本标准修改采用 EN 14598: 2005 《增强热固性模塑料 片状模塑料 (SMC) 和块状模塑料 (BMC)》。EN 14598: 2005由如下三个部分组成: EN 14598-1 第1部分: 分类; EN 14598-2 第2部分: 试验方法和通用要求; EN 14598-3 第3部分: 规范要求。本标准将EN 14598: 2005的上述三部分整合成为一个标准。

本标准在编写格式及技术内容方面均与EN 14598: 2005有所不同, 主要差异如下:

- a) 将EN 14598各部分的“规范性引用文件”一章中所列有关引用标准转化成国家标准并增加引用标准“GB/T2547-2008 塑料 取样方法”;
- b) 将EN 14598-2中的表3“性能和试验条件”进行了重新编辑, 并将其做为规范性附录A;
- c) 删除了EN 14598-3中非电气用的六个SMC产品、四个BMC产品, 并将EN 14598-3中的表1.1~表1.4和表2.1~表2.4合并成表5.1~表5.3, 表3.1~表3.3和表4.1~表4.3合并成表6.1~表6.2;
- d) 增加了对材料 (SMC和BMC) “外观”和“温度指数 (TI)”的要求;
- e) 增加了对材料 (SMC和BMC) “浸水后绝缘电阻”、“耐电痕化指数”和“耐电弧”的要求;
- f) 增加了“检验、包装、标志、运输和贮存”一章。

本标准附录A为规范性附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国绝缘材料标准化技术委员会 (SAC/TC 51) 归口。

本标准负责起草单位: 桂林电器科学研究所。

本标准参加起草单位: 浙江省乐清树脂厂、浙江南方塑胶制造有限公司、无锡斯菲特电器有限公司、四川东材科技集团股份有限公司、国家绝缘材料工程技术研究中心、北京福润德复合材料有限责任公司、金陵帝斯曼树脂有限公司、镇江育达复合材料有限公司、宁波华缘玻璃钢电器制造有限公司、乐清市中力树脂制品有限公司、乐清市华东树脂电器厂、常州晨光玻璃钢复合材料有限公司、宁波奇乐电器有限公司、江苏常熟市宏业塑料复合材料有限公司、无锡新宏泰电器有限责任公司。

本标准起草人: 马林泉、徐贤开、陈永水、王井武、赵平、许自贵、张文波、祖向阳、鲁平才、张文武、林平、林文光、邹玉萍、冯嘉耀、徐林葆、夏宏伟。

本标准为首次发布。

电气用纤维增强不饱和聚酯模塑料（SMC/BMC）

1 范围

本标准规定了电气用纤维增强不饱和聚酯片状模塑料（SMC）和块状模塑料（BMC）的产品分类命名、性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于以不饱和聚酯树脂和乙烯基树脂为基体，以玻璃纤维为增强材料制成的电气用纤维增强片状模塑料（SMC）和块状模塑料（BMC）。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 1033.1-2008 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法（ISO 1183-1:2004, IDT）

GB/T 1034-2008 塑料 吸水性的测定（ISO 62:2008, IDT）

GB/T 1040.1-2006 塑料 拉伸性能的测定 第1部分：总则（ISO 527-1:1993, IDT）

GB/T 1040.2-2006 塑料 拉伸性能的测定 第2部分：模塑和挤塑塑料的试验条件（ISO 527-2:1993, IDT）

GB/T 1040.4-2006 塑料 拉伸性能的测定 第4部分：各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验条件（ISO 527-4:1997, IDT）

GB/T 1043.1-2008 塑料 简支梁冲击性能的测定 第1部分：非仪器化冲击试验（ISO 179-1:2000, IDT）

GB/T 1408.1-2006 绝缘材料电气强度试验方法 第1部分：工频下试验（IEC 60243-1:1998, IDT）

GB/T 1409-2006 测量电气绝缘材料在工频、音频、高频（包括米波在内）下电容率和介质损耗因数的推荐方法（IEC 60250:1969, MOD）

GB/T 1410-2006 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法（IEC 60093:1980, IDT）

GB/T 1411-2002 固体绝缘材料耐高电压、低电流电弧放电的试验（IEC 61621:1997, IDT）

GB/T 1447-2005 纤维增强塑料拉伸性能试验方法（ISO 527-4:1997, NEQ）

GB/T 1448-2005 纤维增强塑料压缩性能试验方法

GB/T 1449-2005 纤维增强塑料弯曲性能试验方法（ISO 14125:1998, NEQ）

GB/T 1634.2-2004 塑料 负荷变形温度的测定 第2部分：塑料、硬橡胶和长纤维增强复合材料（ISO 75-2:2003, IDT）

GB/T 1844.1-2008 塑料及树脂缩写代号 第1部分：基础聚合物及其特征性能（ISO 1043-1:2001, IDT）

GB/T 1844.2-2008 塑料及树脂缩写代号 第2部分：填料及增强材料（ISO 1043-2:2000, IDT）

GB/T 2035-2008 塑料术语及其定义（ISO 472:1999, IDT）

GB/T 2406.1-2008 塑料 用氧指数法测定燃烧行为 第1部分：导则（ISO 4589-1:1996, IDT）

GB/T 2547-2008 塑料 取样方法

GB/T 4207-2003 固体绝缘在潮湿条件相比电痕化指数和耐电痕化指数的测定方法（IEC 60112:1979, IDT）

GB/T 5169.12-2006 电工电子产品着火危险试验 第12部分：灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝可燃性试验方法（IEC 60695-2-12:2000, IDT）

GB/T 5169.16-2008 电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 50W 水平与垂直火焰试验方法（IEC 60695-11-10: 2003, IDT）

GB/T 5471-2008 塑料 热固性塑料试样的压塑（ISO 295:2004, IDT）

GB/T 6553-2003 评定在严酷环境条件下使用的电气绝缘材料耐电痕化和耐蚀损的试验方法（IEC 60587:1984, IDT）

GB/T 10064-2006 测量固体绝缘材料绝缘电阻的试验方法（IEC 60167:1964, IDT）

GB/T 11026.1-2003 电气绝缘材料耐热性 第1部分：老化程序和试验结果的评价（IEC 60216-1:2001, IDT）

ISO 1172:1996 纺织玻璃纤维增强塑料 预浸料、模塑料和层压塑料 纺织玻璃纤维和矿物质填料含量的测定 煅烧法

ISO 1268-8 纤维增强塑料 加工试片方法 第8部分：SMC和BMC的压制模塑

ISO 1268-10 纤维增强塑料 加工试片方法 第10部分：BMC和其它长纤维模塑料的注射模塑一般原则及多用途试样的模塑

ISO 1268-11 纤维增强塑料 加工试片方法 第11部分：BMC和其它长纤维模塑料的注射模塑小片试样

ISO 2577 塑料 热固性模塑料 收缩率的测定

ISO 3167:2002 塑料 多用途试样

ISO 11359-2: 1999 塑料 热力学分析（TMA）第2部分：线性热膨胀系数和玻璃化转变温度的测定

ISO 11667:1997 纤维增强塑料 模塑料和预浸料 树脂、增强纤维和矿物质填料含量的测定 溶解法

ISO 14126:1999 纤维增强塑料 平面方向压缩性能的测定

IEC 60296: 2003 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油

IEC 60707:1981 测定固体电气绝缘材料暴露在引燃源后燃烧性能的试验方法

3 术语和定义

GB/T 2035-2008确立的及下述定义适用于本标准。

3.1

片状模塑料（SMC） **Sheet moulding compound**（SMC）
热固性模塑料，片状。

3.2

块状模塑料（BMC） **Bulk moulding compound**（BMC）
热固性模塑料，块状。

3.3

UP-SMC 或 UP-BMC **UP-SMC or UP-BMC**
以不饱和聚酯树脂为基制成的增强热固性模塑料。

3.4

VE-SMC 或 VE-BMC **VE-SMC or VE-BMC**
以乙烯基树脂为基制成的增强热固性模塑料。

4 分类命名

4.1 总则

分类命名是基于纤维增强模塑料的形状描述、组成、加工/制造方法、典型性能或特殊性能进行的（见表1），并按上述顺序以字母代码组合而成，其中描述码与代码组1之间加“—”，其它各代码组之间加“，”。

表 1 纤维增强模塑料（SMC 和 BMC）分类命名方法

描述代码 (SMC或BMC)	代码组1 (组成代码)	代码组2 (加工/制造工艺代码)	代码组3 (典型性能代码)
-------------------	----------------	---------------------	------------------

4.2 代码组 1（组成代码）

共由4项组成，分别按下述顺序标识。

第1项：符合GB/T 1844.1-2008规定的基体树脂代号标识，例如UP或VE。

第2项：符合GB/T 1844.1-2008规定的增强材料和/或填料的种类代号标识（见表2）。

第3项：符合GB/T 1844.2-2008规定的增强材料和/或填料的形态代号标识（见表2）。

第4项：符合表2规定的增强材料和/或填料标称含量标识（见表2）。

混合材料和/或混合形态可通过用“+”将相关的代码组合在一起并整体放入括弧中来标识，例如由20%玻璃纤维（GF）和20%矿物粉（MD）的混合组成可标识为GF20+MD20或（GF+MD）20。

4.3 代码组 2（加工/制造工艺代码）

见表3，例如模压成型用Q表示，注射成型用M表示，传递成型用T表示。

4.4 代码组 3（典型性能代码）

共由2项组成，分别按下述顺序标识。

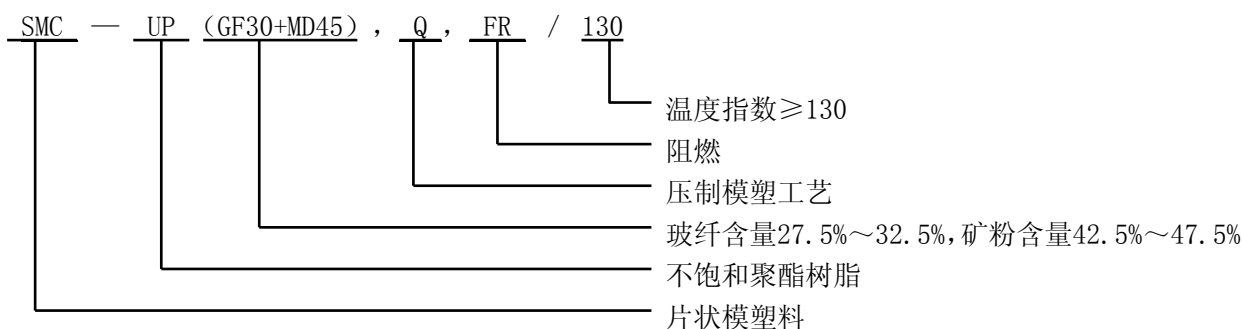
第1项：典型性能代码，见表4。

第2项：温度指数。

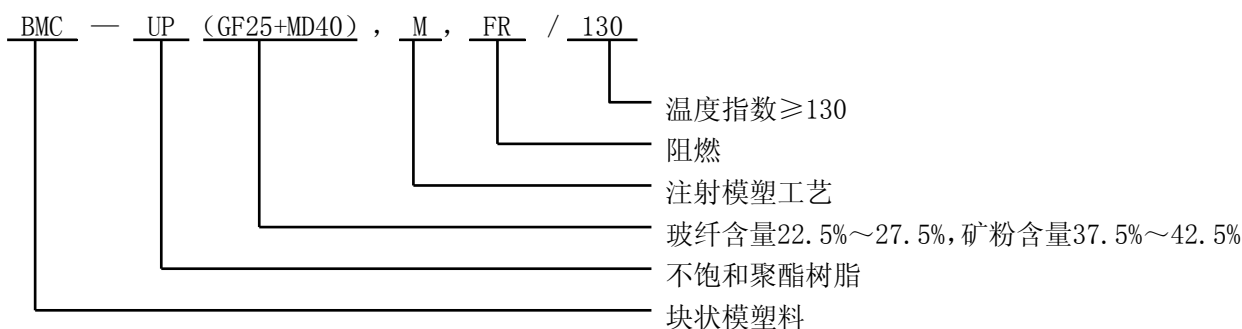
第1项与第2项按之间加“/”。

4.5 示例

示例1:



示例2:



示例 3:

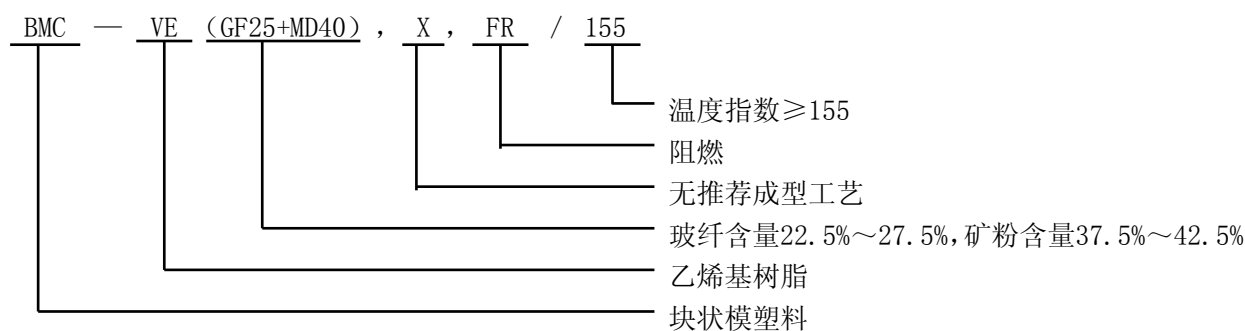


表 2 填料/增强材料的种类、形态、含量百分数代码

填料/增强材料的种类 GB/T 1844.2-2008		填料/增强材料的形态 GB/T 1844.2-2008		含量百分数代码	
A	芳香胺	B	球状; 空心珠状; 粒状	05	<7.5%
B	硼	C	碎片; 切片	10	(7.5~12.5)%
C	碳	D	粉状; 粉末	15	(12.5~17.5)%
D	三水合氧化铝	F	纤维	20	(17.5~22.5)%
E	粘土	F1	标准纤维	25	(22.5~27.5)%
G	玻璃	F2	短切纤维	30	(27.5~32.5)%
K	碳酸钙	G	谷粉	35	(32.5~37.5)%
L1	纤维素	K	编织品	40	(37.5~42.5)%
L2	棉	M1	机械法粘合连续毡	45	(42.5~47.5)%
M	矿物	M2	化学法粘合连续毡	50	(47.5~52.5)%
P	云母	M3	机械法粘合短切毡	55	(52.5~57.5)%
Q	二氧化硅	M4	化学法粘合短切毡	60	(57.5~62.5)%
R	再生材料	N	非织布	65	(62.5~67.5)%
S	合成有机物	P	纸	70	(67.5~72.5)%
T	滑石	S	鳞状、薄片	75	(72.5~77.5)%
W	木材	T	绳	80	(77.5~82.5)%
X	无表示	U	单向连续	85	(82.5~87.5)%
Z	其他	W	纺织品	90	(87.5~92.5)%
		X	无表示	95	(92.5~97.5)%
		Z	其他		

表 3 推荐的成型工艺方法代码

G	通用	T	传递模塑
M	注射模塑	X	无推荐成型工艺
Q	压制模塑	Z	其它

表4 典型性能代码

C	化学性能	FR1	自熄性
C1	耐化学性	FR2	自熄性
C2	耐水解	M	机械性能
D	密度	N	食品级
E	电气性能	O	光学性能
E1	表面电阻率	S	表面性能
E2	介质损耗因数	S1	低收缩 (LS)
E3	体积电阻率	S2	低轮廓 (LP)
E4	防静电性	S3	低轮廓, A 级表面 (LP-A)
E5	耐电痕化指数	T	耐温
E6	耐紫外线	R	含再生材料
FR	阻燃	UD	含连续纤维

5 要求

5.1 总则

符合本标准的片状模塑料、块状模塑料和成型后的试样应符合表5.1至表5.3和表6.1至表6.2中所列相关性能要求,其中带“*”者(共22项)为必需满足的性能要求,其余为可供选择的性能要求。

本标准在流变特性和工艺特性方面无特别的限定。但对于某些应用场合,为便于使用,应在合同中规定这方面相关的特性,例如固化时间、放热峰和流动性等,其试验方法及试验条件应由供需双方商定。

5.2 填料/增强材料的类型和含量

应与第4章规定的分类命名相一致。

5.3 再生材料的使用

所有的配方可包含再生的材料。值得注意的是当再生材料含量超过10%时,一些性能或许会发生变化。

5.4 外观

成型后的标准试样应表面平整、光滑、色泽均匀,无气泡和裂纹。

5.5 性能要求

5.5.1 片状模塑料 (SMC)

应符合表5.1~表5.3的规定。

5.5.2 块状模塑料 (BMC)

应符合表6.1~表6.2的规定。

6 试样制备

6.1 总则

无论采取何种制样工艺(注射模塑或压制模塑),同批试样均应采用相同的工艺条件。

制样前、制样时应有预防措施以防止苯乙烯从材料中挥发。

6.2 材料的预处理

对于注射模塑,材料在加工前通常不需要处理,若需处理时应按制造商的说明进行。

对于压制模塑,材料应按ISO 1268-8规定进行。

表5.1 SMC性能要求

性能	单位	要求					
		UP-SMC					
		GF15, G	GF20, G	GF25, G	GF25, G	GF30, Q	
1 机械性能							
1.1 拉伸弹性模量*	MPa	≥7000	≥8000	≥8500	≥9000	≥10500	
1.2 断裂拉伸应力*	MPa	≥40	≥45	≥50	≥55	≥70	
1.3 断裂拉伸应变*	%	≥1.2	≥1.5	≥1.5	≥1.4	≥1.4	
1.4 压缩弹性模量	MPa	≥8000	≥8500	≥9000	≥9500	≥10500	
1.5 压缩强度	MPa	≥140	≥140	≥160	≥160	≥165	
1.6 弯曲弹性模量*	MPa	≥7000	≥8500	≥9000	≥9500	≥10500	
1.7 弯曲强度*	MPa	≥100	≥120	≥145	≥150	≥165	
1.8 简支梁冲击强度 (无缺口)*	kJ/m ²	≥35	≥40	≥50	≥60	≥70	
2 热性能							
2.1 负荷变形温度 (T _{ff} 1.8)*	℃	≥180	≥180	≥180	≥190	≥200	
2.2 线性热膨胀系数*	10 ⁻⁶ /K	≤18	≤18	≤18	≤18	≤18	
2.3 温度指数 (TI)*	—	≥130	≥130	≥130	≥130	≥130	
3 电性能							
3.1 电气强度 (常态 油中)*	kV/mm	≥22	≥22	≥21	≥21	≥20	
3.2 相对电容率 (100Hz)*	—	待定	待定	≤4.5	≤4.5	≤4.5	
3.3 介质损耗因数 (100Hz)*	—	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.02	
3.4 绝缘 电阻*	常态	Ω	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³
	浸水后		≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²
3.5 体积电阻率*	Ω·m	≥1.0×10 ¹¹	≥1.0×10 ¹¹	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	
3.6 表面电阻率*	Ω	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	
3.7 耐电痕化指数 (PTI)*	—	≥600	≥600	≥600	≥600	≥600	
3.8 耐电痕化	级	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	
3.9 耐电弧*	s	≥180	≥180	≥180	≥180	≥180	
4 可燃性和燃烧特性							
4.1 燃烧性*	级	不次于 HB-40	不次于 HB-40	不次于 HB-40	不次于 V1	不次于 V0	
4.2 炽热棒*	级	不次于 BH2-95	不次于 BH2-95	不次于 BH2-95	不次于 BH2-30	不次于 BH2-10	
4.3 氧指数	%	≥22	≥22	≥22	≥22	≥28	
4.4 灼热丝可燃性 试验	℃	≥650	≥650	≥650	≥850	≥850	
5 理化性能							
5.1 密度*	g/cm ³	1.70~1.95	1.70~1.95	1.70~1.95	1.70~1.95	1.70~1.95	
5.2 模塑收缩率*	%	≤0.15	≤0.15	≤0.15	≤0.14	≤0.12	
5.3 吸水性	%	≤0.2	≤0.2	≤0.2	≤0.2	≤0.2	
6 流变和工艺特性							
6.1 玻璃纤维含量*	%	15±2.5	20±2.5	25±2.5	25±2.5	32±2.5	
7 附注							
7.1 特征		标准	标准	标准, E	LS, E, FR	LS, E, FR, M	

表5.2 SMC性能要求

性能	单位	要 求				
		UP-SMC				
		GF30, Q	GF30, Q	GF25, Q、M、T	GF25, Q	GF25, Q
1 机械性能						
1.1 拉伸弹性模量*	MPa	≥10500	≥10000	≥10000	≥9000	≥9000
1.2 断裂拉伸应力*	MPa	≥70	≥65	≥55	≥70	≥55
1.3 断裂拉伸应变*	%	≥1.4	≥1.5	≥1.4	≥1.5	≥1.5
1.4 压缩弹性模量	MPa	≥10500	≥10500	≥9500	≥10500	≥10000
1.5 压缩强度	MPa	≥160	≥160	≥145	≥145	≥160
1.6 弯曲弹性模量*	MPa	≥10500	≥9500	≥9500	≥9000	≥9000
1.7 弯曲强度*	MPa	≥165	≥155	≥140	≥160	≥155
1.8 简支梁冲击强度 (无缺口)*	kJ/m ²	≥70	≥55	≥55	≥70	≥60
2 热性能						
2.1 负荷变形温度 (T _{ff} 1.8)*	℃	≥200	≥190	≥180	≥200	≥200
2.2 线性热膨胀系数*	10 ⁻⁶ /K	≤16	≤16	≤17	≤16	≤14
2.3 温度指数(TI)*	—	≥130	≥130	≥130	≥130	≥130
3 电性能						
3.1 电气强度(常态 油中)*	kV/mm	≥20	≥20	≥20	≥20	≥20
3.2 相对电容率 (100Hz)*	—	≤4.5	≤4.5	≤4.5	待定	待定
3.3 介质损耗因数 (100Hz)*	—	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.02
3.4 绝缘 电阻*	常态	Ω	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³
	浸水后	Ω	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²
3.5 体积电阻率*	Ω·m	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²
3.6 表面电阻率*	Ω	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²
3.7 耐电痕化指数 (PTI)*	—	≥600	≥600	≥600	≥600	≥600
3.8 耐电痕化	级	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5
3.9 耐电弧*	s	≥180	≥180	≥180	≥180	≥180
4 可燃性和燃烧特性						
4.1 燃烧性*	级	不次于 V1	不次于 V0	不次于 V0	不次于 HB	不次于 V0
4.2 炽热棒*	级	不次于 BH2-30	不次于 BH2-10	不次于 BH2-10	不次于 BH2-95	不次于 BH1
4.3 氧指数	%	≥28	≥31	≥32	≥22	≥32
4.4 灼热丝可燃性试验	℃	≥850	≥960	≥960	≥650	≥960
5 理化性能						
5.1 密度*	g/cm ³	1.70~1.95	1.70~1.95	1.70~1.95	1.70~1.95	1.80~2.00
5.2 模塑收缩率*	%	≤0.12	≤0.07	≤0.07	≤0.06	0.0
5.3 吸水性	%	—	—	—	≤0.2	≤0.2
6 流变和工艺特性						
6.1 玻璃纤维含量*	%	32±2.5	30±2.5	25±2.5	25±2.5	25±2.5
7 附注						
7.1 特征		LS, E, FR, M	LS, E, FR	LS, E, FR	LS, C	LP, 高阻燃

表5.3 SMC性能要求

性能	单位	要求						
		UP-SMC			VE-SMC			
		GF25, Q	GF30, Q	GF35, Q	GF25, Q	GF50, Q	GF50, Q	
1 机械性能								
1.1 拉伸弹性模量(纵向/横向)*	MPa	≥10500	≥10000	≥18000 /9000	≥9500	≥13000	≥25000 /11000	
1.2 断裂拉伸应力(纵向/横向)*	MPa	≥60	≥60	≥200 /29	≥80	≥160	≥320 /50	
1.3 断裂拉伸应变(纵向/横向)*	%	≥1.4	≥1.2	≥1.7/0.8	≥1.4	≥1.8	≥1.5/0.9	
1.4 压缩弹性模量(纵向/横向)	MPa	≥10500	≥9500	≥17000 /8000	≥9500	≥12000	≥21000 /10000	
1.5 压缩强度(纵向/横向)	MPa	≥160	≥160	≥330 /150	≥150	≥250	≥450 /160	
1.6 弯曲弹性模量(纵向/横向)*	MPa	≥10500	≥9000	≥18000 /5500	≥9500	≥12000	≥24000 /9000	
1.7 弯曲强度(纵向/横向)	MPa	≥155	≥160	≥500 /75	≥160	≥280	≥450 /160	
1.8 简支梁冲击强度(无缺口, 纵向/横向)*	kJ/m ²	≥60	≥70	≥180/35	≥80	≥150	≥280/50	
2 热性能								
2.1 负荷变形温度(T _{ff} 1.8)*	℃	≥200	≥180	200	200	180	190	
2.2 线性热膨胀系数(纵向/横向)*	10 ⁻⁶ /K	≤18	≤16	≤12/25	≤16	≤14	≤11/25	
2.3 温度指数(TI)*	—	≥130	≥130	≥130	≥155	≥155	≥155	
3 电性能								
3.1 电气强度(常态油中)*	kV/mm	≥20	—	≥18	≥20	≥18	≥18	
3.2 相对电容率(100Hz)*	—	≤4.5	—	≤4.5	≤5.0	≤5.0	≤5.0	
3.3 介质损耗因数(100Hz)*	—	≤0.02	—	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.02	
3.4 绝缘电阻*	常态	Ω	≥1.0×10 ¹⁵	1.0×10 ⁶ ~ 1.0×10 ⁹	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³
	浸水后	Ω	≥1.0×10 ¹³	—	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²
3.5 体积电阻率*	Ω·m	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	1.0×10 ⁶ ~ 1.0×10 ⁹	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²
3.6 表面电阻率*	Ω	≥1.0×10 ¹⁴	≥1.0×10 ¹⁴	1.0×10 ⁷ ~ 1.0×10 ¹⁰	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²
3.7 耐电痕化指数(PTI)*	—	≥600	—	≥600	≥600	≥600	≥600	
3.8 耐电痕化	级	不低于 1A2.5	—	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	
3.9 耐电弧*	s	≥180	—	≥180	≥180	≥180	≥180	
4 可燃性和燃烧特性								
4.1 燃烧性	级	不次于 HB-40	不次于 V0	不次于 HB-40	不次于 HB-40	不次于 HB-40	不次于 HB-40	
4.2 炽热棒*	级	不次于 BH2-95	不次于 BH2-10	不次于 BH2-95	不次于 BH2-95	不次于 BH2-95	不次于 BH2-95	
4.3 氧指数	%	≥22	≥22	≥22	≥22	≥23	≥24	

表 5.3 (续)

性能	单位	要求					
		UP-SMC			VE-SMC		
		GF25, Q	GF30, Q	GF35, Q	GF25, Q	GF50, Q	GF50, Q
4.4 灼热丝可燃性试验	°C	≥650	≥650	≥650	≥650	≥650	≥650
5 理化性能							
5.1 密度*	g/cm ³	1.70~1.95	1.70~1.95	1.70~1.95	1.70~1.95	1.70~1.95	1.70~1.95
5.2 模塑收缩率*	%	≤0.03	≤0.14	≤-0.03/0.24	≤-0.05	≤0.03	≤-0.03/0.25
5.3 吸水性	%	≤0.2	≤0.2	≤0.2	≤0.2	≤0.2	≤0.2
6 流变和工艺特性							
6.1 玻璃纤维含量*	%	25±2.5	30±2.5	35±2.5	25±2.5	50±2.5	50±2.5
7 附注							
7.1 特征		LS, E3	LS, FR, E4	LS, M, UD	LS, M, T	LS, M, T	LS, M, T, UD

表6.1 BMC性能要求

性能	单位	要求					
		UP-BMC					
		GF10, G	GF15, G	GF20, G	GF20, G	GF20, G	
1 机械性能							
1.1 拉伸弹性模量*	MPa	≥10000	≥11000	≥12000	≥12000	≥10500	
1.2 断裂拉伸应力*	MPa	≥20	≥25	≥30	≥25	≥25	
1.3 断裂拉伸应变*	%	≥0.3	≥0.3	≥0.3	≥0.3	≥0.3	
1.4 压缩弹性模量	MPa	≥10000	≥10000	≥10000	≥10000	≥10500	
1.5 压缩强度	MPa	≥120	≥120	≥160	≥160	≥145	
1.6 弯曲弹性模量*	MPa	≥7000	≥8000	≥8500	≥8500	≥9000	
1.7 弯曲强度*	MPa	≥80	≥90	≥100	≥90	≥90	
1.8 简支梁冲击强度(无缺口)*	kJ/m ²	≥20	≥25	≥30	≥25	≥25	
2 热性能							
2.1 负荷变形温度(T _{ff} 1.8)*	°C	≥180	≥180	≥180	≥180	≥180	
2.2 线性热膨胀系数*	10 ⁻⁶ /K	≤18	≤18	≤18	≤18	≤18	
2.3 温度指数(TI)*	—	≥130	≥130	≥130	≥130	≥130	
3 电性能							
3.1 电气强度(常态油中)*	kV/mm	≥20	≥20	≥20	≥20	≥20	
3.2 相对电容率(100Hz)*	—	≤4.8	≤4.8	≤4.8	≤4.5	≤4.8	
3.3 介质损耗因数(100Hz)*	—	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.02	
3.4 绝缘电阻*	常态	Ω	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³
	浸水后	Ω	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²
3.5 体积电阻率*	Ω·m	≥1.0×10 ¹¹	≥1.0×10 ¹¹	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	
3.6 表面电阻率*	Ω	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	
3.7 耐电痕化指数(PTI)*	—	≥600	≥600	≥600	≥600	≥600	
3.8 耐电痕化	级	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	
3.9 耐电弧*	s	≥180	≥180	≥180	≥180	≥180	

表 6.1 (续)

性 能	单 位	要 求				
		UP-BMC				
		GF10, G	GF15, G	GF20, G	GF20, G	GF20, G
4 可燃性和燃烧特性						
4.1 燃烧性*	级	不次于 HB-40	不次于 HB-40	不次于 HB-40	不次于 V0	不次于 V0
4.2 炽热棒*	级	不次于 BH2-95	不次于 BH2-95	不次于 BH2-95	不次于 BH2-10	不次于 BH2-10
4.3 氧指数	%	≥22	≥22	≥22	≥22	≥40
4.4 灼热丝可燃性试验	℃	≥650	≥650	≥650	≥850	≥850
5 理化性能						
5.1 密度*	g/cm ³	1.85~2.00	1.85~2.00	1.85~2.00	1.85~2.00	1.85~2.00
5.2 模塑收缩率*	%	≤0.15	≤0.15	≤0.15	≤0.14	≤0.12
5.3 吸水性	%	≤0.2	≤0.2	≤0.2	≤0.2	≤0.2
6 流变和工艺特性						
6.1 玻璃纤维含量*	%	10±2.5	15±2.5	20±2.5	20±2.5	20±2.5
7 附注						
7.1 特征		标准	标准	标准, E	LS, E, FR	LS, E, FR, M

表6.2 BMC性能要求

性 能	单 位	要 求					
		UP-BMC				VE-BMC	
		GF25, G	GF25, G	GF20, G	GF25, G	GF25, G	
1 机械性能							
1.1 拉伸弹性模量*	MPa	≥12500	≥10500	≥11000	≥12500	≥11000	
1.2 断裂拉伸应力*	MPa	≥25	≥25	≥20	≥25	≥30	
1.3 断裂拉伸应变*	%	≥0.3	≥0.3	≥0.3	≥0.3	≥0.4	
1.4 压缩模量	MPa	≥10500	≥9500	≥10500	≥10500	≥9000	
1.5 压缩强度	MPa	≥160	≥145	≥130	≥120	≥100	
1.6 弯曲弹性模量*	MPa	≥10500	≥9000	≥9000	≥9500	≥9500	
1.7 弯曲强度*	MPa	≥100	≥90	≥80	≥90	≥155	
1.8 简支梁冲击强度* (无缺口)	kJ/m ²	≥25	≥25	≥18	≥20	≥30	
2 热性能							
2.1 负荷变形温度 (T _{ff} 1.8)*	℃	≥180	≥180	≥190	≥180	≥160	
2.2 线性热膨胀系数*	10 ⁻⁶ /K	≤16	≤17	≤10	≤18	≤17	
2.3 温度指数 (TI)*	—	≥130	≥130	≥130	≥130	≥155	
3 电性能							
3.1 电气强度* (常态油中)	kV/mm	≥20	≥22	≥25	—	≥20	
3.2 相对电容率* (100Hz)	—	≤4.5	≤4.5	≤4.5	—	≤4.5	
3.3 介质损耗因数* (100Hz)	—	≤0.02	≤0.02	≤0.02	—	≤0.02	
3.4 绝缘电阻*	常态	Ω	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹³	≥1.0×10 ¹⁴	1.0×10 ⁶ ~ 1.0×10 ⁹	≥1.0×10 ¹³
	浸水后		≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹²	≥1.0×10 ¹³	—	≥1.0×10 ¹²

表 6.2 (续)

性能	单位	要求				
		UP-BMC				VE-BMC
		GF25, G	GF25, G	GF20, G	GF25, G	GF25, G
3.5 体积电阻率*	$\Omega \cdot m$	$\geq 1.0 \times 10^{12}$	$\geq 1.0 \times 10^{12}$	$\geq 1.0 \times 10^{15}$	$1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^9$	$\geq 1.0 \times 10^{13}$
3.6 表面电阻率*	Ω	$\geq 1.0 \times 10^{12}$	$\geq 1.0 \times 10^{12}$	$\geq 1.0 \times 10^{12}$	$1.0 \times 10^7 \sim 1.0 \times 10^{10}$	$\geq 1.0 \times 10^{14}$
3.7 耐电痕化指数 (PTI)*	—	≥ 600	≥ 600	≥ 600	—	≥ 600
3.8 耐电痕化	级	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	不低于 1A2.5	—	不低于 1A2.5
3.9 耐电弧*	s	≥ 180	≥ 180	≥ 180	—	≥ 180
4 可燃性和燃烧性						
4.1 燃烧性*	级	不次于 HB-40	不次于 HB-40	不次于 V0	不次于 V0	不次于 HB-40
4.2 炽热棒*	级	不次于 BH2-95	不次于 BH2-95	不次于 BH2-10	不次于 BH2-20	不次于 BH2-95
4.3 氧指数	%	≥ 31	≥ 22	≥ 38	≥ 30	≥ 22
4.4 灼热丝可燃性试验	$^{\circ}C$	≥ 960	≥ 650	≥ 960	≥ 850	≥ 650
5 理化性能						
5.1 密度*	g/cm^3	1.80~1.95	1.80~1.95	1.75~1.90	1.75~1.90	1.85~2.00
5.2 模塑收缩率*	%	≤ 0.12	≤ 0.14	≤ 0.05	≤ 0.14	≤ -0.03
5.3 吸水性	%	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.15	≤ 0.2	≤ 0.2
6 流变和工艺特性						
6.1 玻璃纤维含量*	%	30 ± 2.5	25 ± 2.5	20 ± 2.5	25 ± 2.5	25 ± 2.5
7 附注						
7.1 特征		LS, C, M	LS, C2	LS, E, FR	LS, FR, E4	LS, M

6.3 注射模塑

注射模塑制样按ISO 1268-10和ISO 1268-11规定进行, 推荐制样工艺条件见表7。

6.4 压制模塑

压制模塑制样按ISO 1268-8规定进行, 推荐制样工艺条件见表8。

表7 注射模塑制样工艺条件

模塑温度 $^{\circ}C$	平均注射速率 mm/s	固化时间 s
130~180	50~150	(见注)
注: 可根据SMC和BMC的固化特性的函数关系, 选择固化时间, 并确保所有试样均匀地、完全地固化。试验证明: 当采用相同时间制备相同厚度样品时, 其试验结果大体相同。		

表8 压制模塑制样工艺条件

模塑温度 $^{\circ}C$	模塑压力 MPa	固化时间 s
130~180	4.0~20.0	每mm厚20~60 (见注)
注: 可根据SMC或BMC的预处理条件, 固化特性函数关系来选择固化时间, 并确保所有试样均匀地、完全地固化。试验证明: 当采用相同时间压制相同厚度样品时, 其试验结果大体相同。也可按ISO 1268-8规定, 将模塑片材进行机加工获得试样或按GB/T 5471-2008规定压制模塑成符合ISO 1268-10规定的通用A型试样。		

7 试验方法

7.1 试样预处理、条件处理及试验条件

7.1.1 试样预处理

除非另有规定，试样应在 (23 ± 2) ℃，相对湿度 $(50\pm 5)\%$ 的环境条件下处理24h。

7.1.2 条件处理

浸水处理应在 (23 ± 1) ℃蒸馏水中处理24h。

7.1.3 试验条件

除非另有规定，试验应在 (23 ± 2) ℃，相对湿度 $(50\pm 5)\%$ 的环境条件下进行。

对于高温试验，试样应在规定温度下至少处理30min，然后再进行试验。其它规定见附录A。

7.2 拉伸弹性模量、断裂拉伸应力及断裂拉伸应变

按GB/T 1040.1-2006、GB/T 1040.2-2006、GB/T 1040.4-2006规定进行，或按GB/T 1447-2005规定进行。采用长 (250 ± 1) mm、宽 (25 ± 0.2) mm、厚 (4 ± 0.2) mm的条状试样。应优先选用GB/T 1447-2005。

7.3 压缩弹性模量和压缩强度

按ISO 14126:1999或GB/T 1448-2005规定进行。

7.4 弯曲弹性模量及弯曲强度

按GB/T 1449—2005规定进行。

7.5 简支梁冲击强度

按GB/T 1043.1-2008规定进行无缺口贯层(f)冲击试验(即试样侧立)。

7.6 负荷变形温度

按GB/T 1634.2-2004规定进行A法平放试验。

7.7 线性热膨胀系数

按ISO 11359-2:1999规定进行，采用长 (10 ± 0.2) mm、宽 (5 ± 0.2) mm、厚 (4 ± 0.2) mm的条状试样。

7.8 温度指数

按GB/T 11026.1-2003规定进行。其中，评定性能为弯曲强度，终点判定标准为弯曲强度降至起始值的50%。

7.9 电气强度

按GB/T 1048.1-2006规定进行。其中，试验在常态变压器油中进行，升压方式为快速升压(2kV/s)，电极为 $\Phi 20$ 的球形电极。

7.10 100Hz 下电容率和介质损耗因数

按GB/T 1409-2006规定进行。其中，电极为三电极系统，试验电压为AC 1000V。

7.11 绝缘电阻

按GB/T 10064-2006规定进行。其中，电极为锥销电极，试验电压为DC 500V，电化时间为1min。此外，对于浸水后试验，试样应在 (23 ± 1) ℃蒸馏水中浸水24h，并在取出后的5min内完成试验。

7.12 表面电阻率和体积电阻率

按GB/T 1410-2006规定进行。其中，试验电压为DC 500V，电化时间为1min。

7.13 耐电痕化指数 (PTI)

按GB/T 4207-2003规定进行。其中，试验用污染液为A液。

7.14 耐电痕化

按GB/T 6553-2003中方法1：恒定电痕化电压法及判断标准A的规定进行。

7.15 耐电弧

按GB/T 1411-2002规定进行。

7.16 燃烧性

按GB/T 5169.16-2008规定进行水平或垂直燃烧试验。

7.17 炽热棒燃烧试验

按IEC 60707:1981的规定进行。

7.18 灼热丝可燃性试验

按GB/T 5169.12-2006规定进行。

7.19 氧指数

按GB/T 2406.1-2008规定进行。

7.20 密度

按GB/T 1033.1-2008中A法规定进行。

7.21 吸水性

按GB/T 1034-2008中方法1规定进行。其中，试验结果以%表示。

7.22 模塑收缩率

按ISO 2577规定进行。

7.23 玻璃纤维含量

按ISO 1172:1996或ISO 11667:1997规定进行。若采用ISO 1172:1996煅烧法时，试样为成型后的模塑件，其质量不小于20g。若采用ISO 11667:1997溶解法时，试样为成型前的模塑料。

8 检验、包装、标志、运输和贮存

8.1 检验

8.1.1 出厂检验和型式检验的规定

8.1.1.1 本标准表 5.1~表 5.3 与表 6.1~表 6.2 中 1.7 “弯曲强度”、1.8 “简支梁冲击强度（无缺口）”、3.1 “电气强度（常态油中）”、3.7 “耐电痕化指数（PTI）”、5.1 “密度”、5.2 “模塑收缩率”、6.1 “玻璃纤维含量”等七项为出厂检验项目。如经供需双方协商一致，可增加或减少出厂检验项目。

8.1.1.2 本标准表 5.1~表 5.3 与表 6.1~表 6.2 中除温度指数外的其余 21 项带“*”者为型式检验项目。有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 原材料或生产工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 停产半年以上恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 上级质量监督机构或客户提出进行型式检验的要求时。

8.1.2 取样与批的规定

8.1.2.1 正常生产时，对 SMC 而言，由同一配方、相同生产工艺连续生产的 SMC 料卷为一批，而对 BMC 而言，由同一配方、相同生产工艺生产的小于或等于五吨 BMC 为一批。

8.1.2.2 取样按 GB/T 2547—2008 的规定，其中，样本的抽取采用系统抽样法，取出的样品进行混合试验。

8.1.3 合格判定

全部检验项目合格方可判定批合格。若有不合格项目则加倍抽样，全部检验项目检验合格仍可判定批合格，否则整批为不合格。

8.2 包装

8.2.1 片状模塑料（SMC）

将 SMC 每一层用塑料薄膜隔开，并用塑料袋封装（防止苯乙烯挥发），再用硬质纸箱或纸桶或编织袋包装。每件包装重量应由供需双方商定。

8.2.2 块状模塑料（BMC）

将BMC用塑料袋封装（以防苯乙烯挥发），再用硬质纸箱或纸桶或编织袋包装。每件包装重量应小于50kg。

8.3 标志

在材料的外包装上应有下列标志：

- a) 制造商名称和商标；
- b) 产品名称和型号；
- c) 产品标准号；
- d) 每件包装的净重；
- e) “小心轻放”、“防潮”、“防热”、“勿压”等标志；
- f) 贮存条件及贮存期说明。

8.4 运输

纤维增强模塑料（SMC和BMC）在运输过程中应避免受潮、受热、挤压和其它机械损伤。

8.5 贮存

通常纤维增强模塑料（SMC和BMC）贮存在温度低于25℃（低温固化的模塑料除外）的干燥、洁净环境中。贮存期为自生产之日起三个月，若贮存期超过三个月则按本标准进行检测（不包括温度指数），合格者仍可使用。

附 录 A
(规范性附录)
性能和试验条件

性能和试验条件如表 A.1 所示。

表 A.1 性能和试验条件

序号	性 能	代 号	试样类型 mm	成型 工艺	试验条件及补充说明
1	机械性能				
1.1	拉伸(弹性)模量	E_t	哑铃状 1A 型(直接模塑) 或 哑铃状 1B 型(机加工) 或 板条 250×25×4(直接模塑)	Q/M/Z	GB/T1040-2006, 试验速度 2mm/min 或 GB/T1040-2006, 试验速度 5mm/min 或 GB/T1447-2005, 试验速度 5mm/min
1.2	断裂拉伸应力	σ_B			
1.3	断裂拉伸应变	ε_B			
1.4	压缩(弹性)模量		80×12×4	Q/M	ISO14126:1999, 采用支撑架
			或 $\Phi 12 \times 45$		GB/T1448: 2005
1.5	压缩强度		80×12×4	Q/M	ISO14126:1999, 采用支撑架
			或 $\Phi 12 \times 30$		GB/T1448: 2005
1.6	弯曲(弹性)模量	E_f	$\geq 80 \times 10 \times 4$	Q/M	试验速度 2mm/min
1.7	弯曲强度	σ_{FM}	或 $\geq 80 \times 15 \times 4$		试验速度 10mm/min
1.8	简支梁冲击强度	a_{cu}	$\geq 80 \times 10 \times 4$	Q/M	试样侧立(冲击方向平行于试样厚度方向)
2	热性能				
2.1	负荷变形温度	$T_{f1.8}$	$\geq 80 \times 10 \times 4$	Q/M	最大表面应力 1.8MPa, 试样平放
2.2	线性热膨胀系数	α_0	10×5×4(从按 GB/T 5471-2008 制备的 120×120×4 的 E4 型试样中制取)	Q	记录 23℃至 55℃范围的正割值
2.3	温度指数	TI	$\geq 80 \times 10 \times 4$	Q/M	试验速度 2mm/min
3	电气性能				
3.1	电气强度	E_s	$\geq 60 \times \geq 60 \times 1 \sim 2$	Q /M	采用 20mm 直径球形电极, 浸入符合 IEC 60296:2003 要求的变压器油中, 升压速度 2kV/s

表 A.1 (续)

序号	性能	代号	试样类型 mm	成型 工艺	试验条件及补充说明		
3.2	相对电容率	$\epsilon_r 100$	$\geq 60 \times \geq 60 \times 2$	Q/M	三电极系统, 1000V 下测		
3.3	介质损耗因数	$\tan \delta 100$					
3.4	绝缘电阻	R_{25d}	50×75×4	Q/M	施加电	“干燥”, 方法 1	
3.5		R_{25w}			压 500V , 1min 后测	“潮湿”, 方法 2	
3.6	体积电阻率	ρ_v	$\geq 60 \times \geq 60 \times 2$	Q/M	三电极系统, 施加电压 500V, 1min 后测		
3.7	表面电阻率	ρ_s					
3.8	耐电痕化指数	PTI	$\geq 15 \times \geq 15 \times 4$ (从按 GB/T5471-2008 制备的 120×120×4 的 E4 型试样中制取或从按 ISO 3167:2002 制备的 A 型试样中制取)	Q/M	采用 A 溶液		
3.9	耐电痕化		120×50×6		试样用 400 目砂纸打磨		
3.10	耐电弧		$\geq 60 \times \geq 60 \times 2$				
4	燃烧性						
4.1	燃烧特性	$B_{50/3.0}$	125×13×3	Q/M	施加 50 W 火焰	记录某一级: V-0、V-1、 V-2、HB 或无法分级	
4.2		$B_{50/x.x}$	厚度为 x.x 的试样				
4.3	灼热丝可燃性试验	°C	60×60×3	Q/M	550°C、650°C、750°C、850°C、 960°C		
4.4	炽热棒燃烧试验	BH	120×10×4	Q/M	BH 方法		
4.5	氧指数	Q/23	80×10×4	Q/M	采用方法 A: 顶部表面点火		
5	其它性能						
5.1	吸水性	$W_w 24$	60×60×1~2	Q/M	浸入 23°C 水中 24h		
5.2	密度	ρ_m	$\geq 10 \times \geq 10 \times 4$	Q/M	采用 A 法		
6	流变和工艺特性						
6.1	模塑收缩率	S_{M0}	按 GB/T 5471-2008 制备的 120×120×4 的 E4 型试样	Q	互相垂直的两个方向的平均值		
6.2	玻璃纤维含量 (煅烧法)		成型后的模塑件, 试样最少 20g	Q/M			
6.3	玻璃纤维含量 (溶解法)		成型前的模塑料	Q/M			