



中文版本



朱茂雅克

用于加热的元件的技术

第6章

塑料的特性



金属外壳的完成表面

用在浸入式加热器和温度感应器外壳的塑料的电机特性

特性概要

材料	根据 ISO75, 在负载下的热变形温度 (数值是通过在我司实验室进行对比性测试而得出的)	根据 EN50102, 在 3mm 厚的板上在 25°C 的耐冲击	根据 ISO4892-1, 在进行 1000 小时紫外线测试后的机械强度损耗 *	根据 UL94 的可燃性	根据 ISO 572-2 的机械强度	根据 IEC 60695-2-12, 灼热丝可燃性指数 (GWFI)	在外壳里的主要用途
PC (透明的)	120°C (1.8 Mpa)	IK10**	平均值: 在 1000 小时后 11% 的机械强度的损耗	UL94-5V	70 Mpa	850°C	用于明亮的盖子, 因为其提供非常好的透光率 (85 至 90%)、卓越的抗震能力, 并且能承受高的周围环境温度。其良好的耐紫外线, 令它适合户外使用。对酸、油和燃料的抵抗力有限。
25% 玻璃纤维加强的 PA66 (黑色的)	226°C (1.8 Mpa)	IK10**	极佳的: 在 1000 小时后, 仅仅损耗 7% 的机械强度	根据厚度, 4 VO 和 UL94-5V	150 Mpa	960°C	耐冲击、耐温、耐火和抗耐紫外线之间的最佳的折衷方案。可使用在大部分的工业应用中, 包括暴露在阳光下的户外环境和恶劣天气。在高温负载下其高度耐变形的特性被推荐应用于浸入式加热器。对浓缩酸敏感, 对碳氢化合物有较好的抵抗能力。
PP (橙色的)	64°C (1.8 Mpa)	IK10**	17.53%	UL94V0	26 MPa	725°C	耐酸性的经济方案。在低温下易碎, 对碳氢化合物、溶剂、丙酮和油类敏感。不得用于高于 90°C 的周围环境。
PVDF (白色的)	80°C (1.8 Mpa)	IK09	24.78%	UL94V0	57 MPa	960°C	应用在浓缩酸情况下的最终方案, 但是在负载和温度下的耐变形性能低。不得用在高于 70°C 的周围环境。

*: 通过添加黑色的色粉 (炭黑色的) 来改善抗紫外线性能, 这也是大多数户外使用黑色盒子的主要原因。
 **: IK10 是耐冲击的最高等级。

塑料的耐化学性 (根据不同供应商所提供的数据的指引清单)

材料	对以下的化学品有良好的抵抗性	对以下的化学品没有抵抗性
PC (透明的)	乙酰胺, 乙酸戊酯, 乙酸乙酯, 乙酸甲酯, 丙酮, 乙炔, 丁酸, 石碳酸 (苯酚), 氯乙酸, 30-100% 盐酸, 50% 铬酸, 甲基苯, 一氯醋酸, 氟化氢从 20 到 100%, 苯磺酸, 硫酸 (75-100%), 丙烯腈, 苯醛, 丁胺, 胺类, 10% 氨, 液氨, 无水氨, 乙酸酐, 苯胺, 二甲基苯胺, 防冻剂, 王水 (80% 氯化氢, 20% 硝酸), 沥青, 苯, 不纯苯, 硫酸氢盐和亚硫酸氢钙, 二硫化碳, 丁二烯, 乙酸丁酯, 丁烯, 甲乙酮, 酮类, 一氯苯, 氯仿, 氯乙烷, 氯化亚铁, 甲酚, 氧化铜, 环己酮, 二乙酰乙醇, 二氯苯, 二氯乙烷, 二乙胺, 乙醚, 二甲基甲酰胺, 糠醛, 己烷, 酰肼, 氢氧化钡, 氢氧化锂, 次氯酸钙, 石油, 涂料, 其氧化钙, 氢氧化钾, 氢氧化钠 (50% 和 80%), 吗啉, 硝酸钡, 硝酸铜, 硝基苯, 硝基甲烷, 全氯乙烯, 邻苯二甲酸二异丁酯, 吡啶, 硫酸钡, 松节油, 四氯乙烯, 四氯化碳, 甲苯 (甲基苯), 二甲苯。	20% 乙酸, 砷酸, 碳酸, 柠檬酸, 铜酸, 氟硅酸, 甲酸, 硝酸 (5-10%), 磷酸 (>40%), 水杨酸, 硬脂酸, 硫酸 (<10%), 丁醇, 异丙醇, 氯化钡, 氰苯, 啤酒, 碳酸钡, 汽油, 氯化铁, 苹果酒, 洗涤剂, 汽油, 硝酸铁, 100% 甲醛, 40% 甲醛, 甘油引擎, 氢氧化钠 (20%), 航空燃料 (JP3, JP4, JP5), 润滑剂, 硝酸钙, 戊烷, 卤水 (饱和的氯化钠), 硫酸铅, 硫酸钙, 硫酸铜, 硫酸铁。

金属外壳的完成表面

材料	对以下的化学品有良好的抵抗性	对以下的化学品没有抵抗性
20% 加强的玻璃纤维 PA66 (黑色)	乙醛, 乙酰胺, 乙酸铅, 乙酸乙酯, 乙酸甲酯, 丙酮, 甲基丙酮, 乙炔, 碳酸, 柠檬酸, 五倍子酸, 马来酸, 苹果酸, 油酸, 水杨酸, 硬脂酸, 脂肪酸, 丙烯腈, 戊醇, 乙醇, 异丁醇, 苯醛, 阿伦丁基胺, 10% 氨, 氨, 无水亚硫酸钠, 无水醋酸, 碳酸酐, 苯胺, 二甲基苯胺, 沥青, 氯化钡, 苯, 啤酒, 二硫化碳, 亚硫酸氢钙, 硼砂 (四硼酸钠), 醋酸丁酯, 加尔贡硬水软化剂, 碳酸钡, 碳酸钙, 柴油, 甲乙酮, 酮类, 氯仿, 氯化苯, 氯化钙, 氯乙烷, 氯化铁, 苹果酒, 氧化钡, 环己烷, 洗涤剂, 双丙酮醇, 二氯乙烷, 二乙胺, 挥发性漆稀释剂, 碳酸水, 汽油, 乙醇, 乙醇胺, 乙醚, 丁基醚, 二乙醚, 乙基醚, 乙二醇, 硝酸铁, 燃料, 40% 甲醛, 二甲基甲酰胺, 明胶, 丙三醇, 二甘醇, 庚烷, 马达油, 矿物质和合成液压油, 马达油 (1, 2, 3, 5A, 5B, 6), 柴油 (20, 30, 40, 50), 矿物质和合成油, 亚麻子油, 氢氧化钡, 氢氧化钙, 氢氧化钠 (20% 和 50%), 氢氧化钠 (50%), 碘酒, 标准异辛烷, 蔗汁, 葡萄汁, 煤油, 番茄酱, 涂料, 氢氧化钙, 氢氧化钠, 润滑油, 糖浆, 石脑油, 硝酸钡, 硝酸钙, 一氧化碳, 戊烷, 石油, 磷酸三钠, 邻苯二甲酸二异丁酯, 卤水 (饱和的氯化钠), 砷盐, 硅胶, 液体甜菜糖, 硫酸钡, 硫酸铁, 硫化钡, 四氯乙烯, 甲苯, 清漆, 白酒, 二甲苯。	乙酸, 苯甲酸, 氢溴酸, 石炭酸 (苯酚), 氯乙酸, 盐酸, 氯酸, 氯磺酸, 铬酸, 甲苯基酸, 铜酸, 氟硼酸, 一氯醋酸, 氢氟酸, 氟硅酸, 甲酸, 氢氟硅酸, 硝酸, 高氯酸, 苯并硫磺酸, 硫酸, 丁醇, 异丙醇, 丙醇, 胺类, 防冻剂, 王水 (80% 氯化氢, 20% 硝酸), 不纯苯, 溴, 氯, 氯苯 (一), 氰化铜, 氯化亚铁, 甲酚, 氰化铜, 二氯苯, 乙烷, 氟, 甲醛, 次氯酸钙, 次氯酸钠 (100%), 次氯酸钠 (<20%), 硝酸铜, 发烟硫酸, 石磺酸, 硫酸钙, 硫酸铜, 硫酸亚铁, 四氯化碳, 三氧化硫。
PP (橙色)	乙醛, 乙酰胺, 乙酸铅, 乙酸乙酯, 丙酮, 乙炔, 乙酸 20 到 90%, 砷酸, 硼酸, 20% 溴化氢, 碳酸, 柠檬酸, 甲苯基酸, 铜酸, 荧光酸, 氟化氢 20% 到 50%, 氟硅酸, 甲酸, 五倍子酸, 乙醇酸, 氢氟硅酸 20% 和 100%, 马来酸, 苹果酸, 硝酸 5 到 20%, 磷酸 >40%, 水杨酸, 硬脂酸, 硫酸, 硫酸 <75%, 脂肪酸, 丙烯腈, 除锈剂, 甲醇 10%, 苯甲醇, 丁醇, 乙醇, 异丁醇, 异丙醇, 丙醇, 10% 氨, 液氨, 氨, 无水亚硫酸钠, 碳酸酐 (湿的), 二氧化碳 (干的), 苯胺, 氯化钡, 啤酒, 亚硫酸氢钙, 酸式硫化钙, 加尔贡硬水软化剂, 碳酸钡, 汽油, 氯溴甲烷, 氯化钙, 氯化铜, 氯化锂, 氯化亚铁, 氯化铁, 苹果酒, 氰化铜, 洗涤剂, 双丙酮醇, 二乙胺, 汽油, 乙醇, 乙醚, 乙二醇, 硝酸铁, 燃料油, 40% 甲醛, 二甲基甲酰胺, 明胶, 甘油, 二甘醇, 马达油, 苯胺, 亚麻子油, 柠檬油, 氢氧化钙, 氢氧化钠 (20% 到 80%), 次氯酸钙, 次氯酸钠 (<20%), 标准异辛烷, 航空燃料 (JP3, JP4, JP5), 番茄酱, 清洁剂: 氢氧化钙, 氢氧化钾, 氢氧化钠, 润滑油, 甲胺, 硝酸钡, 硝酸钙, 硝酸铜, 硝酸铅, 氧化钙, 一氧化碳, 磷酸三钠, 吡啶, 卤水 (饱和的氯化钠), 硅胶, 液体甜菜糖, 氨基磺酸铅, 硫酸钙, 硫酸铜 >5%, 硫酸铁, 青漆。	醋酸甲酯, 氯磺酸, 10% 铬酸, 铬酸, 浓硝酸, 苯磺酸, 苯醛, 顺丁烯二酸酐, 二甲基苯胺, 防冻剂, 苯, 二硫化碳, 溴, 无水液氯, 戊基氯, 氯乙烷, 甲酚, 氰化钡, 环己醇, 环己酮, 二氯乙烷, 挥发性漆稀释剂, 氯水, 乙烷, 乙醇胺, 乙醚, 丁基醚, 二乙醚, 氟, 糠醛, 矿物质和合成液压油, 芳香烃, 涂料, 发烟硫酸 25% 到 100%, 二苯醚, 戊烷, 全氯乙烯, 松节油, 四氯乙烯, 四氯化碳。
PVDF (白色)	20% 醋酸, 醋酸, 己二酸, 砷酸, 苯甲酸, 硼酸, 20% 和 100% 溴化氢, 丁酸, 石炭酸 (苯酚), 碳酸, 氯乙酸, 20% 到 100% 盐酸, 5% 到 50% 铬酸, 柠檬酸, 荧光酸, 20% 到 100% 氢氟酸, 氟硅酸, 甲酸, 五倍子酸, 20 和 100% 氟硅酸, 亚油酸, 马来酸, 苹果酸, 硝酸 (20%-90%), 油酸, 高氯酸, 水杨酸, 硬脂酸, 硫酸, 硫酸 (10 到 100%)。	乙醛, 乙酸乙酯, 丙酮, 甲基丙酮, 氯磺酸, 丁酮, 环己酮, 双丙酮, 二乙胺, 二甲基甲酰胺, 涂料, 氢氧化钠。

根据 ISO 75-2 在负载下的热变形温度

根据 ISO75-1 和 3, 在负载下热变形温度的测定, 是判定塑料原材料能承受升温而不失去其机械强度的重要参数。这数值是一些电气用具和商业标准所要求的。因为我们要对使用在外壳中的各种原材料进行比较, 所以所有的测试都是在相同的条件下进行的, 在 10mm 宽 80×10×4mm 的样品中间施加 1.8MPa 的负荷 (方法 Af), 之所以选定 4mm 的厚度, 是因为这是使用在塑料外壳上的最接近的厚度。温度每分钟上升 2℃。当变形达到 0.34mm 时, 记录最终的温度。

金属外壳的完成表面

根据 ISO 75，在负载下在我们实验室进行的热变形温度测试

			
测试设备		测试设备	
对比测试数值			
PP	PC	PA66 25% 玻纤	PVDF
63.6°C	119.6°C	225.6°C	80.4°C

根据 ISO4892-1 的抗紫外线性能

塑料盒子的主要问题是他们在接触紫外线辐射产生的老化。大多数材料当暴露于太阳中受到辐射时，会变色和丢失其机械强度。因此我们开发的盒子必须要考虑到这个参数。

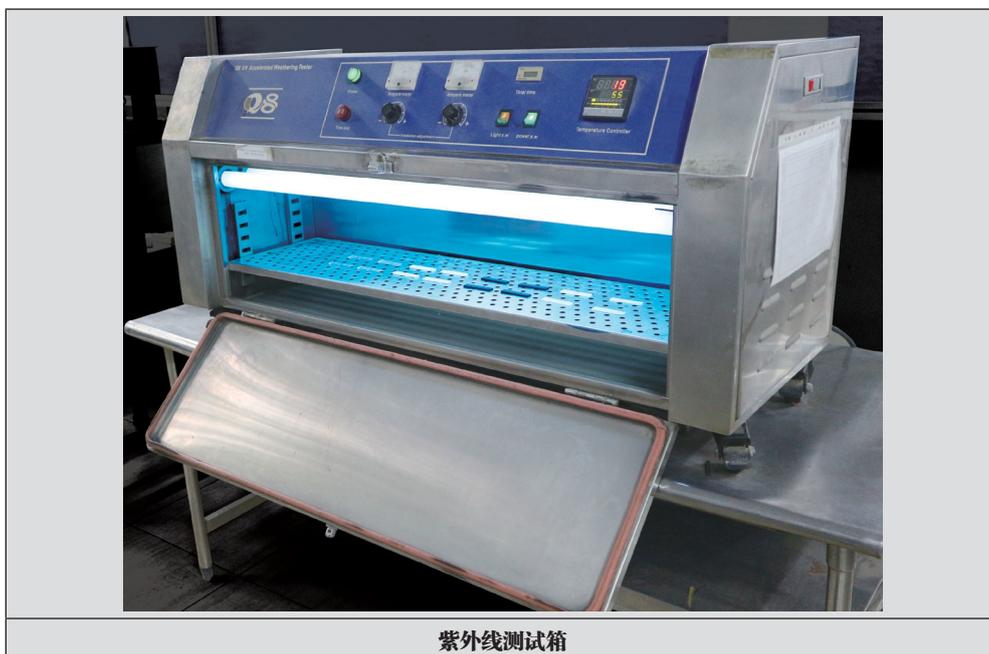
这些盒子的确认测试是让其处于一个紫外线通量，波长 315 ~ 400nm，在标准的样本上进行，温度为 55°C，持续 1000 小时，相当于几年的太阳日照强度。这些测试是根据 ISO4892-1 标准来执行的。

在 PA66 盒子上没有明显的变色，在聚碳酸酯盖子上有轻微的变黄。

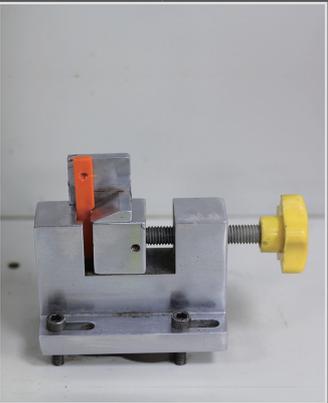
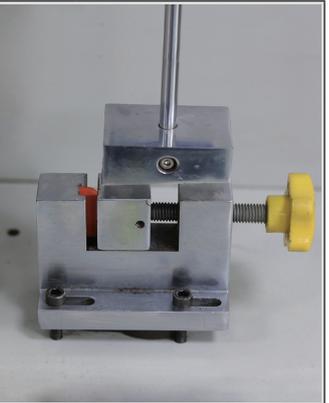
Izod 悬臂梁冲击测试机械拉伸强度的损耗是少于 15%，其进一步符合 UL 746C 关于抗日光照射的要求。

供您参考，在相同的条件下，目前的丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯盒子损耗了 18 至 20% 的强度。

在我们的实验室用塑料样本进行 1000 小时的抗紫外线测试



金属外壳的完成表面

			
夏比冲击强度测试设备	夏比冲击强度测试前的样板	夏比冲击强度测试后的样板	
机械强度损失对比值 (测试在我们的实验室进行)			
PP	PC	PA66 25% 玻纤	PVDF
17.53%	12%	11.7%	24.78%

紫外线变色检测 (在我们的实验室进行)

在已测和未测的样品上进行对比性的测试来检查颜色的变化。用一台电子测量设备来检查其颜色的褪变。当 ΔE 小于 2.5 的时候, 未训练过的观察员是看不出颜色的变化。这也是为什么我们选择一个 2.5 的 ΔE 作为这测试可接受的极限的原因。

供大家参考, 一名非训练有素的观察员很容易能看出 5 的 ΔE 的颜色差别。

一名训练有素的操作员能看到平均值为 $2\Delta E$ 的差异。

人的肉眼是看不到 $1\Delta E$ 的。

			
测量设备	在盒盖上测量的 ΔE 值		
电子色测仪 (在我们的实验室进行的测量)			
PP	PC	PA66 25% 玻纤	PVDF
$\Delta E: 4.58$	$\Delta E: 1.29$	$\Delta E: 3.19$	$\Delta E: 2.88$

耐氯腐蚀, 根据 ASTM G48 的标准, 在我们的试验室进行测试

耐氯腐蚀测试目的在于判定塑料外盒在与氯发生作用的介质中的反应, 例如游泳池和水娱乐场所。测试是根据 ASTM G48 标准来进行的: 它包含了在 5.25% 次氯酸钠 (漂白剂) 的浓溶液在 70°C 进行 96 小时的加速腐蚀试验。

- 在试验前后, 通过对一个夏比 V 形缺口样品进行冲击测试来观察机械强度的耗损。

- 检测重量损耗。

金属外壳的完成表面

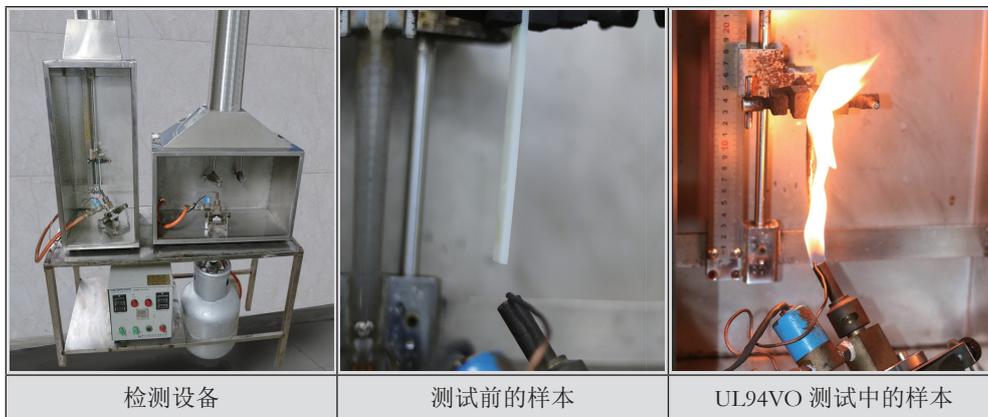
- 进行对比性的测试，检测颜色的变化。关于紫外线的，我们选择 2.5 的 ΔE 作为这测试可接受的极限。

在我们实验室进行的耐氯性测试

				
	PC	PA66	PP	PVDF
重量变化	+1.06%	+2.34%	+1.47%	0%
机械强度损耗	-10%	-12.9%	-10.6%	-11%
颜色变化	$\Delta E: 7.44$	$\Delta E: 30.67$	$\Delta E: 13.7$	$\Delta E: 7.96$

根据 UL94，在我们的实验室进行可燃性测试

外壳塑料的可燃性测试的目的是验证这些外壳意外点燃不会蔓延，燃烧会自行熄灭。认证实验室通常要求的等级是 UL94-VO，或者对于一些特殊情况，最高等级 UL94-5V。所有盒子的塑料所用的厚度至少为 UL94-VO。



用在外壳上的垫圈、电缆接头和配件

这些垫圈由人造橡胶制成的，因为它们柔韧性和弹性保证了闭合的密封性。作为标准使用的人造橡胶是硅树脂，因为它的柔韧性和耐久性能对抗紫外线和常见大气的污染物。接合处是模制成形的并应用于特殊设计的凹槽。

但是，硅树脂不是通用的，特别是在表面处理槽或在有酸的情况下。因此可配备大多数带 FKM（氟橡胶）含氟弹性体垫圈的外壳。

指示性的和非限制性清单及与硅胶密封件不相容的产品：丙酮、氢溴酸、丁酸、碳酸（苯酚）、盐酸、氟化氢、硝酸、磷酸、硫酸、丁醇、苯、燃料柴油、乙基甲基酮、汽油、四氯乙烯、四氯化碳，三氯乙烯、白酒、二甲苯。

非限制性的与 FKM 垫圈相容的产品：丙酮、乙酸、氢溴酸、酸、石碳酸（苯酚）、盐酸、铬酸、柠檬酸、盐酸乳酸、亚油酸、酸马来酸、油酸，磷酸、硫酸、甲醇乙醇、甲基、丙醇；苯、不纯苯、三氯甲烷、氯

金属外壳的完成表面

化钙、洗涤剂、醚、乙二醇、燃油、液压油和发动机润滑剂、汽车和飞机燃料、次氯酸钙、次氯酸钠、四氯乙烯、四氯化碳、甲苯（甲基苯）、三氯乙烯、二甲苯。

ROHS 和 Reach 环保指令

Rohs: 使用在盒子的材料符合欧洲指令 2015/863 附录二的修订指令 2011/65。

可按要求由外面公认的实验室进行认证。

Reach: 根据 2017 年 6 月的指令，于 2017 年 1 月 12 日在 ECHA 发布的清单中增加 173 种 SVHC（高度关注物质），使用在盒子的材料符合 REACH 欧盟指令，适用于指令 Reach 1907/2006。

可按要求由外面公认的实验室进行认证。