

灼热丝测试和评估概述：提高家电安全性



molex

creating connections for life

奥地利标准协会近期的一项研究显示，全球约 60% 的火灾为住宅火灾，且大多数火灾伤亡事故都发生在家庭环境中。这些事实表明，家电行业的安全性和防火性能至关重要。国际电工委员会 (IEC) 制定了一套方法，用于评估家电电路过载或组件过热可能带来的风险。电路过载的主要威胁之一就是可能引发家庭火灾。

针对常无人值守的电器，委员会在 IEC 60335-1 中制定了具体的安全标准。此类应用中的电气连接器必须通过灼热丝测试，达到指定的标准。这项标准特别重要，因为现在智能家电越来越普及，很多产品都设计成具备更强的自主运行能力。

灼热丝测试简介

灼热丝测试主要评估两个关键指标：一是连接器塑料材质在其过载时的阻燃性，二是一旦被点燃，能不能自行熄灭，不波及电器的其他部分或组件。不论是塑料原材料（做成测试样本或样片）还是最终的连接器成品，都需要通过灼热丝测试。



那些安装好后可以自主运行、无人看管的电器，必须通过灼热丝测试，如以下最终产品：

- 洗衣机
- 烘干机
- 洗碗机
- 炉灶和烤箱
- 微波炉
- 抽油烟机
- 冰箱
- 冰柜
- 热水炉
- 空调

对于工作电流低于 0.2A 的无人看管电器，或属于有人看管类别的电器，其内部使用的连接器可采用要求相对宽松的测试方法。

有人看管的电器包括：

- 真空吸尘器
- 食品加工机
- 熨斗
- 烤面包机
- 咖啡机
- 吹风机

根据 IEC 60335-1，电器“有人看管”与“无人看管”的分类将直接决定其组件所需进行的测试等级。

IEC 标准提高安全性：灼热丝测试类型

2001 年以来，许多国家/地区已采用这些 IEC 标准，以降低家庭火灾的风险。在欧洲，终端产品和材料通常必须符合 IEC 60695-2-11 至 13 规定的灼热丝测试要求，这一要求在亚洲和美洲也日益普及。随着越来越多的电器平台被开发为全球通用，这些产品往往需要涵盖支持相应 IEC 标准的附加设计要求。

国际标准 EN 60335-1 第 6 版《家用和类似用途电器的安全第 1 部分》，在第 30 章“耐燃和耐热”中载明了相关安全要求。本节援引 IEC 60695-2-10 至 13 所述的灼热丝测试，具体包含以下内容：

- IEC 60695-2-10 灼热丝
设备和通用测试程序
- IEC 60695-2-11 灼热丝
最终产品阻燃性测试 (GWEPT)
- IEC 60695-2-12 灼热丝
原材料样本的阻燃性试验 (GWFI)
- IEC 60695-2-13 灼热丝
原材料样本可燃性测试 (GWIT)

需要注意的是，GWEPT 是针对最终成品（如连接器）在最终应用下的测试，而 GWFI 和 GWIT 是指对原材料执行的测试，而该原材料将作为家电整体设计的一部分。

无人看管家电的灼热丝测试程序和通过标准

对于电流大于 0.2A 的无人看管电器的部件，需符合 IEC 60335-1 第 30.2.3 节中的要求（概述如下，详情见该规范全文）。

测试级别	规格	测试	测试程序	通过标准
1	IEC 60695-2-12	GWFI	最低 850°C	材料样品 ≥ 850°C
或者				
1	IEC 60695-2-11	最终产品阻燃性测试 (GWEPT)	施加 850°C 灼热丝 30 秒，之后观察 30 秒	如果没有点燃，则为通过 如果点燃，则在以下情况下通过： • 移除加热元件后 30 秒内火焰或灼热燃烧熄灭，以及 • 试样下方层未点燃
结果				通过 1 级测试，进行 2 级测试
2	IEC 60695-2-13	GWIT	最低 775°C	材料样品 ≥ 775°C
以及				
2	IEC 60695-2-11	最终产品阻燃性测试 (GWEPT)	施加 750°C 灼热丝 30 秒，之后观察 30 秒	如果没有点燃，则为通过 如果点燃，则在以下情况下通过： • 发热元件移除后，测试过程中产生的火焰持续时间不超过 2 秒，以及 • 试样下方层未点燃
结果				符合 IEC 60335-1 阻燃性要求

在 750°C GWEPT 测试中，若火焰持续时间超过 2 秒：

产品	通过标准
根据 IEC 60695-11-10，验证电器内连接器周边组件* 火焰等级是否为 V1 或 V0	如果是，则符合 IEC 60335-1 阻燃性要求
替代测试	
根据 IEC 60695-11-5 对周边组件执行针焰试验*	如果通过针焰试验，则符合 IEC 60335-1 阻燃性要求

* 周边组件：以电器连接器为基准，上方直径 20.00mm、高 50.00mm 圆柱形空间范围内的所有部件

需注意，电器企业会针对 GWIT、GWFI 和 GWEPT 的具体测试结果制定自身标准，这些标准可能高于 IEC 60335-1 规范。例如，某些企业除要求通过 GWIT 和 GWFI 测试外，还要求必须完成并通过 GWEPT 测试。就 GWIT 和 GWFI 而言，通常由树脂供应商对树脂样片进行测试，并将结果公布在 UL 黄卡中。

连接器、电器及树脂制造商可在自有实验室，和/或通过外部实验室资源开展灼热丝测试。特定机构会对指定连接器部件或系列产品进行最终认证测试。此外，树脂供应商通常需完成 GWIT/GWFI 测试并获得相应等级认证。

Molex 根据 IEC-60695-2-11 标准中 GWEPT 测试方法对最终产品进行检测，并且每项测试都要重复做两次。将测试样品（例如，按实际应用方式装载触点的连接器外壳）固定住，其下方垫衬薄纸。首先将元件（如灼热丝）加热至 750°C，然后压在测试样品上 30 秒。如果样品被点燃，工作人员会记录下火焰的持续时间、高度及样品融化滴下的液体。换一个新的测试样品（带触点的外壳），在 850°C 条件下重复测试，随后将测试结果与上表规定的 GWEPT 标准进行比对。



用于评估不同树脂的灼热丝测试装置

特别注意事项

各灼热丝测试类别的材料性能

材料在不同测试类型中的表现可能不同。举例来说，即便树脂材料样品通过了 GWIT/GWFI 测试，其最终产品测试 GWEPT 仍可能不合格。这可能是由于空气间隙、样品摆放方向和/或某些部位太薄等因素，加剧了燃烧。而原材料试片测试不同于连接器测试，它作为实心材料块不受最终连接器产品的设计影响，测试过程中不会因额外燃料（氧气）而助长火势。

低卤素或不含卤素灼热丝树脂的可用性

目前可用树脂材料种类有限，但新型树脂正在开发中。到底哪些树脂适合做家电，还得结合不断变化的技术要求及进一步的测试和评估来确定。不同地区的行业因素和环保倡议，可能会推动低卤素及不含卤素解决方案的应用。

通过灼热丝测试的 UL 94V2 和 UL 94V0 产品

Molex 提供多款支持 UL 94V2 与 94V0 树脂规格的产品。这两个广泛应用的测试标准通过以下要素对塑料材料进行分级：抗引燃能力、高温下的稳定性，以及是否产生可燃滴落物。UL 94V2 等级要求垂直部件上的燃烧在 30 秒内自动熄灭，并允许存在可燃性塑料液滴；而 UL94V0 则要求燃烧在 10 秒内停止，且塑料液滴不得带有明火。OEM 主要着眼于要求 UL 94V0 及灼热丝测试的新平台。



满足日益增长的需求

如今的家用电器正变得越来越先进和自动化。随着技术创新与客户对多功能需求的同步增长，安全性将持续成为电器制造商关注的重点。这些因素共同决定了大多数家电需采用符合灼热丝测试标准的组件。

Molex 持续扩充的符合灼热丝规范连接器产品线，完全满足 IEC 60335-1 标准对家电行业的安全与环保要求。该系列多数连接器在优化消费者安全的同时，还提供先进特性与多样化选择，以应对快速变化的设计需求。

Molex 的优势

制造产品内置的电子元件越来越多，影响其构成和设计的法规也错综复杂，因此从起始阶段就咨询专家意见显得尤为重要。

Molex 在设计阶段就将灼热丝测试纳入考量，并能在初期就深度参与设计工程环节，确保产品不仅符合标准，更能实现高级别的安全性、可靠性和效率。无论是开发全新产品还是改进现有型号，Molex 都能协助集成客户所需的下一代电气电子连接器及用户界面功能。

如需了解更多信息，请查看我们的[灼热丝产品](#)。

术语表

有人看管：指在正常运行期间有人看管的电器。与无人看管相反。

GWEP T：灼热丝最终产品测试，根据 IEC 60695-2-11 对最终产品进行测试。

GWFI：灼热丝阻燃性指数，与最终产品中使用的原材料相关的属性。根据 IEC 60695-2-12 标准，GWFI 指材料在发热元件移除后 30 秒内，不起燃或火焰/灼热燃烧自行熄灭的最高温度。

GWIT：灼热丝引燃温度，与最终产品中使用的原材料相关的属性。按照 IEC 60695-2-13 标准，GWIT 是指：特定厚度的三个试样通过测试的最高温度加上 25°C（900°C 和 930°C 等级加 30°C），通过标准为无引燃现象，或火焰持续时间 ≤5 秒且试样未完全烧毁。

IEC：国际电工委员会。IEC 是一家非营利性、非政府国际标准组织，负责为所有电气、电子和相关技术编制和发布国际标准。
<http://www.iec.ch/>

针焰试验：用于模拟小火焰效果的测试。根据 IEC 60695-11-5，将 12.00mm 高的火焰以 45°角施加于试样底部，保持规定时长。

无人看管：指在正常运行期间无人看管的电器。与有人看管相反。

UL：Underwriters Laboratories（全球独立安全科学公司），在五大关键战略业务领域提供专业知识：产品安全、环境、生命与健康、验证服务及知识服务。