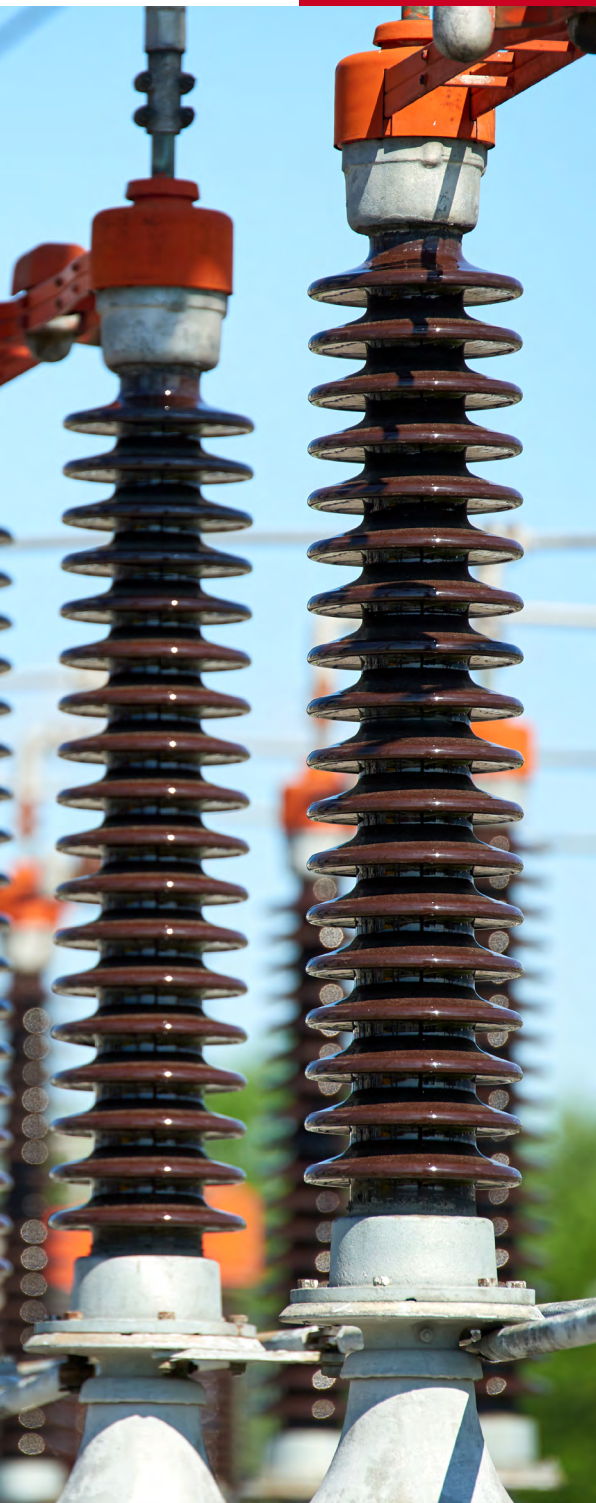


工程材料的测试和认证服务

绝缘系统及相关绝缘材料

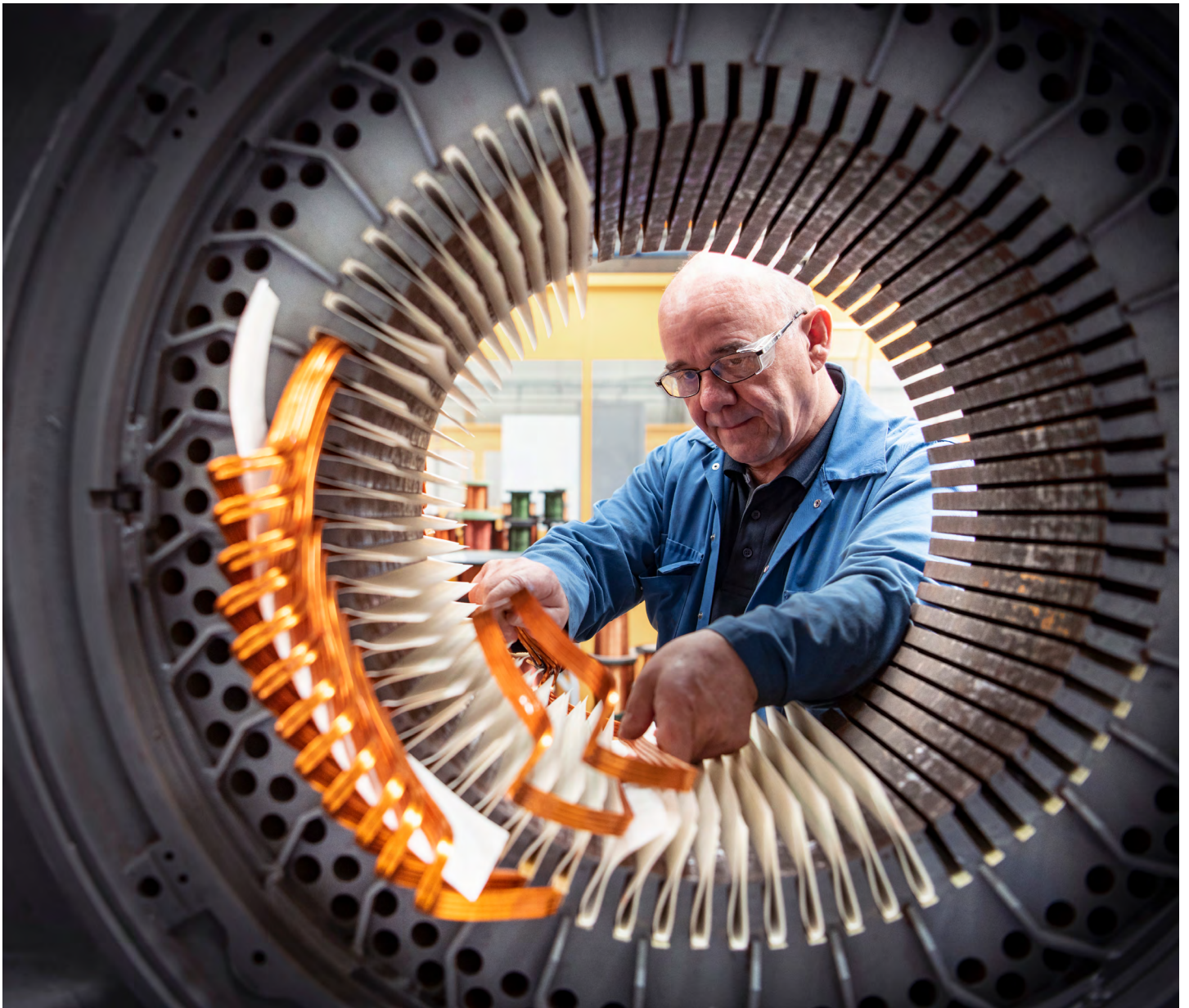


Safety. Science. Transformation.™



目录

前言	03
绝缘系统的测试与认证	04
高压绝缘系统评估与认证	06
漆包线与漆包线漆测试与认证	07
绝缘浸渍漆测试与认证	08
多层绝缘线测试与认证	09
绝缘胶带测试与认证	10
绝缘套管的测试与认证	11
玻纤套管的测试与认证	12
季节性和假日装饰制品用的套管	13
垫圈和密封件的测试与认证	14
线缆固定器的测试与认证	15



绝缘材料应用在电机中

前言

如今复杂的电气系统需要更大的投入来验证单个绝缘材料是否能够在共享环境中安全运行。电气绝缘系统 (EIS) 由多个材料组合而成，这些材料分为电气绝缘材料 (EIM) 和非电气绝缘材料 (NIM)。电气绝缘材料一般有漆包线、骨架、胶带、浸渍漆（凡立水）和多层绝缘线等；非电气绝缘材料一般有紧固胶带、扎带、垫片和机械应用中常用的其他材料等。这些材料组合经过组装形成电气绝缘系统，广泛地应用于电机、变压器、发电机和螺线管等产品中。

UL Solutions 拥有独特的方法来评估和认证电气绝缘系统。除了将绝缘材料作为单个组件进行评估外，我们还将适用的绝缘材料组合作为一个整体进行评估。我们优秀的技术团队为您提供一站式测试、检验和认证服务，助力您轻松跟上所在行业新技术的发展步伐。

绝缘系统的测试与认证

绝缘系统的温度等级需要经过标准 UL1446- Systems of Insulating Materials - General 要求的热老化等严格的测试来确定。测试并非仅对单个材料的性能进行考核，还要充分兼顾到整个系统中各种材料的兼容性或匹配性。因此系统里会逐一地把测试或评估合格的多种类及多规格的材料添加进去，系统也由此而建立起来。随着温度的升高，聚合物之间的反应会加速，这就加快了绝缘材料的老化，致使产品故障风险加大。这种化学兼容性问题无法以成品来预测，所以 UL Solutions 依据相关标准来验证电气绝缘材料在高温下的兼容性。

绝缘系统有明确的温度等级区分，以 UL 1446 标准为例，等级如下：

表 1

绝缘等级	最高温度点
Class A	105°C
Class E	120°C
Class B	130°C
Class F	155°C
Class H	180°C
Class N	200°C
Class R	220°C
Class S	240°C
Class C	Over 240°C

通用测试模型GPM



全新UL认证绝缘系统 – 完全热老化 (FTA)

本类测试适用于电气绝缘材料制造商组建的整套电气绝缘系统，通常包含可成型树脂、绝缘薄片、注塑片、浸渍漆及多层绝缘线等绝缘材料。绝缘材料因为使用环境复杂，老化因素众多等原因，其性能和产品安全性往往存在很大的隐患。一般情况下，我们将这些绝缘材料搭建成一个非功能性的测试模型，称为通用测试模型 (GPM)。采用比预估的绝缘等级温度更高的温度进行加速老化的试验，譬如预估绝缘等级为 Class B (130°C)，那么初始的测试温度点通常为 150°C、170°C 和 190°C。每个温度点各需要 10 个 GPM 进行热老化，热老化后再进行机械试验、低温试验、潮湿试验和耐电压诊断试验，模拟电机和变压器等产品在实际运行状况中影响其性能和寿命的热因素、机械因素和气候环境因素等。

通过加速热老化获得的测试数据，根据阿仑尼乌斯方程拟合成直线，推算出最高耐温，再按 (表 .1) 确定绝缘系统的绝缘等级。获得 UL Solutions 测试和认证的绝缘系统将被公布在 UL iQ 绝缘系统数据库 (<http://plastics.ul.com/systems/>) 里供终端产品制造商选用。

全新UL认证绝缘系统 – 设定寿命热老化 (DLTA)

作为绝缘系统标准的权威专家，UL Solutions 可以使用 IEC 61857-31 中所述的设定寿命热老化 (DLTA) 程序对电气绝缘系统 (EIS) 进行测试，以支持 UL Solutions 组件的认可。

简而言之，UL Solutions 的 DLTA 测试程序遵循类似于 UL 1446 下针对完全热老化 (FTA) 的组件认可的过程。测试是按照 IEC 61857-31 中规定的测试程序使用 GPM 进行的。成功完成 DLTA 评估和测试的 EIS 将获得 UL Solutions 认可，并有资格显示 UL Solutions 认可的组件标志。获得 UL Solutions 测试和认证的绝缘系统将被公布在 UL iQ 绝缘系统数据库 (<http://plastics.ul.com/systems/>) 供终端产品制造商选用。

UL Solutions 对 EIS 的测试还可以支持根据适用的 IEC 标准颁发适当的认证，包括标准 IEC 60085- 电气绝缘 – 热评估。这有助于避免世界其他法规辖区重复进行热老化测试，并为全球市场准入提供清晰的途径。

适用于电机的短期热老化 (STTA) 测试

快速获得认证上市是电机行业的关键，这就是为什么我们开发了电机的短期热老化 (STTA) 测试替代绝缘系统评估方法来助力您抢占市场先机。STTA 测试专门设计

用于加快 UL 1004-x 系列旋转电机标准的认证时间，将认证周期缩短为两个月。UL 1004-1 附录 A 涵盖了测试要求，涉及通过高温和潮湿暴露对实际电机绝缘进行 4 个循环，共 1000 小时，最后通过电气强度测试确定电机的绝缘是否满足要求。获得 UL Solutions 测试和认证的绝缘系统将和电机认证报告放在一起。

电机短期热老化测试的优势：

- 通过加速评估，缩短上市时间；
- 比传统的 UL 1446 的完全热老化费用更低；
- 通过实际在生产的电机来测试，降低样品制备成本和时间。

采用已有UL认证绝缘系统 (EIS Adoption)

电机、变压器、发电机和灯具等终端产品在获得 UL Solutions 认证时经常使用到各种等级的绝缘系统。如果该产品的绝缘等级为 Class A (105°C)，那么只要相关电气绝缘材料有 UL 认证并能接受；对于绝缘等级不低于 Class E (120°C) 的产品，就需要 UL 认证过的绝缘系统。

UL Solutions 允许电机、变压器、发电机等制造商只要获得绝缘材料制造商的授权，就可以直接采用其已通过 UL 认证的绝缘系统。可登入 UL iQ 绝缘系统数据库 (<http://plastics.ul.com/systems/>) 查找适合该产品的绝缘系统。采用已有 UL 认证绝缘系统的优势旨在为您节省时间和费用。

密封管兼容性测试 (CCT)

完成全热老化 (FTA) 认证后，您可能希望将新的非电气绝缘材料 (NIM) 添加到已有的电气绝缘系统 (EIS) 中。这些 NIM (以前称为次绝缘材料) 可能包括紧固胶带、扎带、平衡胶和机械应用中常用的其他材料。UL Solutions 的密封管化学相容性测试是帮助确保这些材料符合质量和安全行业标准的有效方法。

测试是通过将所有 GPM 测试材料和其他新材料密封在玻璃管中进行的。将所有材料在 EIS 温度等级加上 25°C 下老化两周。老化后，对漆包线绞线对进行介电强度测试，以确定新材料是否会引起任何额外的降解。该密封管化学相容性测试与国际电工委员会 (IEC) 61858 的类似规范一致。

密封管化学相容性测试的优势旨在为您节省时间和费用。密封管测试不是进行另一个完整的热老化测试来解决这些非电气绝缘材料的化学相容性，而是快速确定这些材料的气态降解副产物是否会对 EIS 的电气绝缘材料有害。这有助于加快上市时间，让您在竞争激烈的市场中占据优势。



高压绝缘系统评估与认证

高压电气绝缘系统 (HV-EIS) 的安全和性能至关重要。随着变压器和旋转电机行业不断创新, 新的供应商和新的绝缘材料进入市场, UL Solutions 所提供的服务可以助力缩小知识差距、测试新材料、并验证合规性, 提供 UL 认证报告。本测试程序适用于那些需要对额定电压超过 1000 伏的绝缘系统进行评估的绝缘材料供应商和终端产品制造商(电机、发电机和变压器)。

我们的 HV-EIS 认证让规范制定者和终端用户知道经过测试和认证, 可满足全球公认测试方法的要求, 以更精简高效的方式提供这一解决方案。

第一阶段: 项目评估

在项目评估阶段, UL Solutions 的专家将确认您的具体需求, 以明确了解您的优先事项。我们的专家将与您确定适用的技术要求, 并制定符合您需求和成功标准的测试程序和协议方案。该阶段通常还包括预测测试服务, 以帮助识别潜在的设计风险, 以促进认证项目的顺利进行。

第二阶段: 测试和认证

在测试和认证阶段, 我们将进行全面的施工检查并与实验室协调以进行全热老化评估, 并且随时通知您测试进展情况并根据需要进行调整。测试完成后, UL Solutions 的专家将审核数据以确定是否符合适用的测试方法要求。既符合 UL Solutions 要求又符合测试方法要求的绝缘系统将被授予 UL 认证标志, 并发布在一个或多个 UL 认证数据库 (UL iQ)。符合 IEC 60335-1 附录 C 要求的绝缘系统可列在 UL Solutions 的针对 IEC 标准的绝缘系统类别 (ODCA2) 中, 作为包括合规证书在内的补充认证。

测试方法

UL Solutions 采用以下行业认可的测试方法来确定适当的电气绝缘系统热力等级。在项目评估过程中, 我们的专家将帮助您识别并为您指引合适的测试方法。

旋转电机

- IEC 60034-18-31 或其他 60034-18 系列
- IEEE 1776

变压器

- 待颁布的 IEC 61857 第 41 部分
- IEEE C57.12.60

漆包线与漆包线漆 测试与认证

UL 1446 标准规定了漆包线和漆包线漆的具体认证要求。漆包线漆对应的 UL 产品类别号是 OBNT2, 测试的漆须涂在金属导线上, 制成漆包线样品, UL Solutions 专家推荐测试样品使用线径 18AWG-24AWG 铜导体的漆包线。测试主要包括短期测试、长期热老化测试和成分分析。其中, 对于长期热老化测试, 根据申请的温度等级 (见表 .1), 设定至少三个温度点进行高温加速老化, 每个温度点需要 10 个漆包线绞线对样品。如欲申请 200°C 等级, 那么测试温度点通常为 220°C、240°C 和 260°C。老化后的绞线对分别进行耐压测试来判定是否绝缘失效, 一旦 10 个对绞线全部失效后, 再取对数平均时间作为该温度点的测试寿命, 最后将各个温度点的测试寿命根据阿仑尼乌斯方程拟合成直线, 推算出其温度等级。

漆包线对应的产品类别号是 OBMW2, 样品和测试方法跟漆包线漆基本相同, 但是长期热老化测试部分可以分为单个温度点热老化或长期热老化 (至少需要三个温度点) 测试。值得一提的是, 如果待认证漆包线使用的为已经通过 UL Solutions 认证的漆包线漆, 则此漆包线认证做单点热老化即可, 可以减少漆包线的测试时间和费用。

表 2

测试项目
漆包线导体和绝缘层结构评估 Insulation Thickness Measurement
绝缘强度测试 Dielectric Strength Test
热冲击测试 Heat Shock Test
单个温度点热老化测试* One-temperature Thermal Aging Program*
长期热老化测试* Full Thermal Aging Program*
红外光谱分析 Infrared Analysis

* 客户可根据实际需要选择不同的完全的热老化方法, 通常客户会选用双绞线法或 / 和螺旋线圈法。





绝缘浸渍漆 测试与认证

UL 1446 标准中规定了绝缘浸渍漆(俗称凡立水)的 UL 认证的具体要求,对应的 UL 产品类别号是 OBOR2。绝缘浸渍漆的 UL 认证主要包括长期热老化和红外光谱分析测试,热老化测试是为了评估绝缘浸渍漆热老化之后的绝缘性能或机械性能,通常将漆包线做成对绞线或者螺旋线圈,然后进行浸渍将绝缘漆涂在对绞线或者螺旋线圈外面并进行测试,热老化方法和评估方式与漆包线的长期热老化类似,都是至少选三个温度点进行热老化。

通过 UL Solutions 认证过的绝大多数绝缘系统中都有绝缘浸渍漆,并且绝缘浸渍漆要加入到绝缘系统中的前提条件就是,必须先通过 UL Solutions 绝缘浸渍漆的单品认证。已经认证过的绝缘浸渍漆在满足一定要求的情况下,可通过做密封管兼容性测试(CCT)将其加入到绝缘系统中,不需要做成 GPM 进行绝缘系统的长期老化测试。

表 3

测试项目
绝缘浸渍漆所绑定的漆包线绝缘层厚度测量 Insulation Thickness Measurement
长期热老化测试 – 对绞线法* Full Thermal Aging Program – Twisted Pair*
长期热老化测试 – 螺旋线圈法* Full Thermal Aging Program – Helical Coil*
长期热老化测试 – 电极法 Full Thermal Aging Program – Curved Electrode*
红外光谱分析 Infrared Analysis

* 客户可根据实际需要选择不同的完全的热老化方法,通常客户会选用双绞线法或 / 和螺旋线圈法。



多层绝缘线 测试与认证

多层绝缘线的 UL 认证是依据标准 UL 2353 - Single- and Multi-Layer Insulated Winding Wire 进行的, 对应的 UL 产品类别号是 OBJT2。

- 根据绝缘类型分为三类：
 - 基础型绝缘
 - 辅助型绝缘
 - 加强型绝缘
- 根据绝缘层层数分为三类：
 - 单层绝缘线
 - 双层绝缘线
 - 三层绝缘线
- 根据绝缘层成型方式分为两类
 - 挤出成型
 - 绕包成型
- 根据绝缘层是否可分离分为两类
 - 可分离型绝缘线
 - 不可分离型绝缘线

表 4

测试项目
结构检查 Conductors Diameter & Insulation Thickness Measurement
直线样品上的电气强度测试 Electric Strength – Straight Sample
绞线样品上的电气强度测试 Electric Strength – Twisted Sample
柔韧性和附着力测试 Flexibility and Adherence
弯曲后电气强度保持力测试 Retention of Electric Strength After Bending
热冲击测试 Heat Shock
绝缘层的红外光谱分析测试 Infrared Analysis – IR

绝缘胶带测试与认证

绝缘胶带专指电工使用或工业生产中的用于防止漏电和起绝缘作用的胶带，由基材和压敏胶层组成，基材一般采用棉布、合成纤维织物和塑料薄膜等，胶层由橡胶加增黏树脂或者丙烯酸等制成。出于安全考虑，绝缘胶带具有良好的机械性能、绝缘耐压、粘合性、阻燃、耐候等特性。一般绝缘胶带进行 UL Solutions 的零部件认可服务，对应的 UL 产品类别号为 OANZ2，该认证包含绝缘胶带有变化的结构特征基材不限于热塑型 (PVC 和 PE) 和橡胶，还有类似 PET 胶带、编织胶带、不带黏合剂或者双面胶胶带等等，这些胶带作为部件应用在成套设备或绝缘系统中。

有些热塑型 (PVC 和 PE) 和橡胶为基材的绝缘胶带，通过 UL Solutions 列名认证，可以在商场和超市直接销售给终端消费者，对应的 UL 产品类别为 OANZ。

还有一些绝缘胶带只做燃烧认可认证，对应的 UL 产品类别号为 OANC2，该认证仅包含燃烧测试，不包含电性能、机械性能和其它性能的测试，完成该认证后 UL 网站公布内容仅为：FLAME RETARDANT - 符合阻燃的标准要求。

表 5.1

常用测试项目
未处理样和高温老化样的拉伸强度和伸长 Physical properties tensile strength and elongation/as received/after over aging
未处理样和潮湿环境放置后样品的电击穿强 Dielectric breakdown/as received/moisture absorption
高温老化后电击穿强 Dielectric strength after oven aging
未处理样和模拟储存后样品的粘附强度 Adhesion strength /as received /Roll storage
高温暴露 Exposure to heat
变形 Deformation
导体腐 Indirect measurement of conductor corrosion

表 5.2

实际使用情况可额外选择的测试
阻燃性 Flame Retardant
低温曝 Exposure to cold
耐日光 Sunlight
ASTM D3638 或 IEC60112 相对漏电起痕指数, 及CTI ASTM D3638 or IEC60112 CTI



绝缘套管的测试与认证

绝缘套管是一种复合了绝缘材料的新型的复合材料管，以树脂为基体和其他增强材料复合而成，作为电器设备和装置的内部电线的部件，可用于绝缘导体、母线、马达引线、变压器引线、端子或小型电子元器件上，具有耐腐蚀性能强、绝缘、非磁性、耐酸、耐碱、阻燃型、抗静电等作用。

UL 224 - Extruded Insulating Tubing 标准中涉及的套管材料，温度等级和电压等级如下：

表 6.1

绝缘套管材料	温度等级 (°C)	电压等级 (V)
聚氯乙烯 (PVC)	90 or 105	300 or 600
聚烯烃 (PO)	105 or 125	150, 300 or 600
聚四氟乙烯 (PTFE)	200	150, 300 or 600
聚全氟乙丙烯 (FEP)	200	150, 300 or 600
聚偏二氟乙烯 (PVF2)	150	600
含氟聚合物	150	600
氯化聚烯烃 (CPO)	75 or 90	600
硅橡胶	150 or 200	300 or 600

每种材料绝缘套管都应的满足一系列测试：

表 6.2

测试名称		
拉伸强度 Tensile Strength	热冲击 Heat Shock	限制恢复 Restricted Recovery
断裂伸长率 Elongation	冷弯曲 Cold Bend	压碎测试 Crushing
绝缘耐压和击穿 Dielectric Voltage Withstand and Breakdown	燃烧 Flammability	冲击测试 Impact
柔韧性 Flexibility	体积电阻率 Volume Resistivity	渗透测试 Penetration
裸铜腐蚀性 Corrosion of Bare Copper	纵向收缩率 Longitudinal Change	耐热性能 Heat-Resistance Properties
铜稳定性 Copper Stability	割线模量 Secant Modules	耐油等级 Oil Resistance
形变 Deformation	偏心率 Eccentricity	



玻纤套管的测试与认证

玻纤套管采用无碱玻璃纤维原纱或膨体纱编织而成，在空气中使用，用在干燥和潮湿的场所，具有防火、隔热、绝缘、阻燃等优良特性，可用于工业电子配线、线圈包裹、机电配套、端子连接、管道防腐、电脑周边、电器仪表、电力通讯、航海航天、光电通信、汽车、军工、冶金、石化、电力等领域。

UL 1441 - Coated Electrical Sleeving 标准中涉及的玻纤套管涂层材料，温度等级和电压等级如下：

表 7.1

涂层材料	温度等级 (°C)	电压等级 (V)
聚氯乙烯PVC	105	600
高聚物Polymer	130	600
聚氯乙烯PVC	取决于老化测试	300
丙烯酸酯Acrylic	155	600
高聚物Polymer	180	600
丙烯酸酯Acrylic	取决于老化测试	300
硅橡胶	200, 220, 240	600
硅橡胶	取决于老化测试	300

每种材料玻纤套管都应满足一系列测试：

表 7.2

测试名称		
击穿电压 Dielectric Breakdown	体积电阻率 Volume Resistivity	水解稳定性 Hydrolytic Stability
耐油 Oil Resistance	水平燃烧 Horizontal-Specimen Flame	冷弯曲 Cold Bend
垂直燃烧 VW-1/Vertical-Wire Flame		

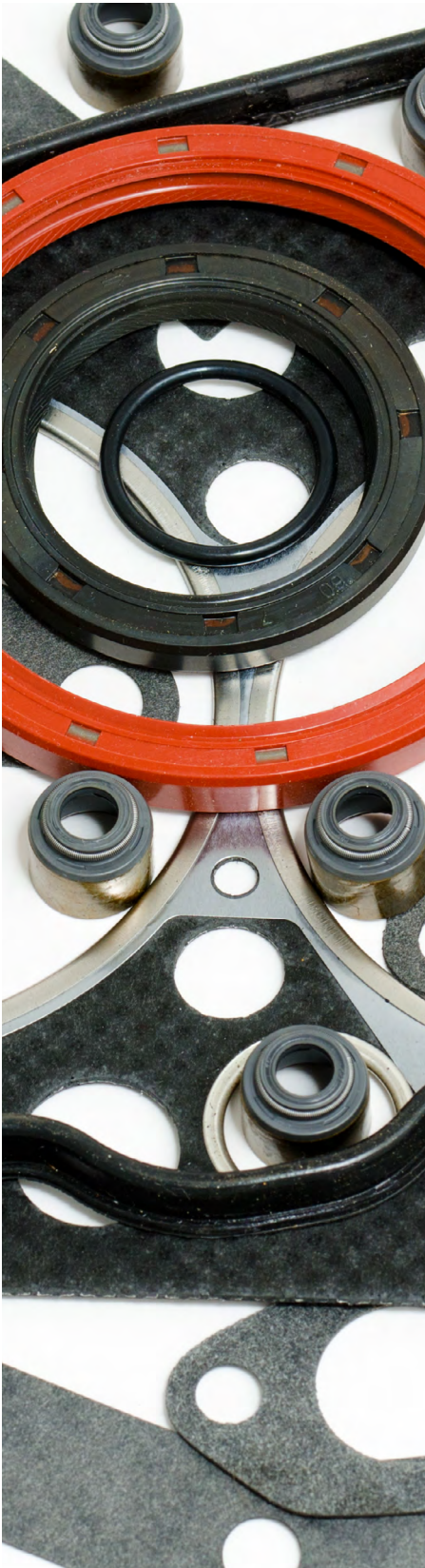
季节性和假日装饰制品用的套管

季节性和假日装饰产品上使用的套管，除了满足 UL 224 标准要求外，还需要满足终端产品相关标准，如 UL588 – Seasonal and Holiday Decorative Products 和 UL758 – Appliance Wiring Material 的要求。通过预先 UL 认可的套管，作为标准 UL588 所涵盖的串联灯串中传统模制灯座的替代品。

性能要求

- UL 224 - 挤出绝缘套管
 - 评估温度等级和 300V 电压等级根据 UL588 中确定的“CXTW”和“XTW”线的规格套管的额定电压将限制在 300 伏；
 - 符合 UL 224 表 1 中列出的所有要求的测试方法，除了“全管燃烧”测试（由小规模火焰测试代替）。
- 紫外线照射
 - 通过 UL758 中描述的“物理性能，耐阳光”测试；
 - 氙弧光照 720 小时；
 - 拉伸强度和断裂伸长率应大于等于未老化试样的 80%。
- 阻燃等级“SC-0”或“SC-1”
 - 通过 UL 1694 中概述的小型部件的易燃性测试
- 成分分析
 - 每个材料配方都需要 IR, TGA 和 DSC, 并且后续跟踪检验服务中的抽样测试需要比对成分，确保产品一致性。





垫圈和密封件的测试与认证

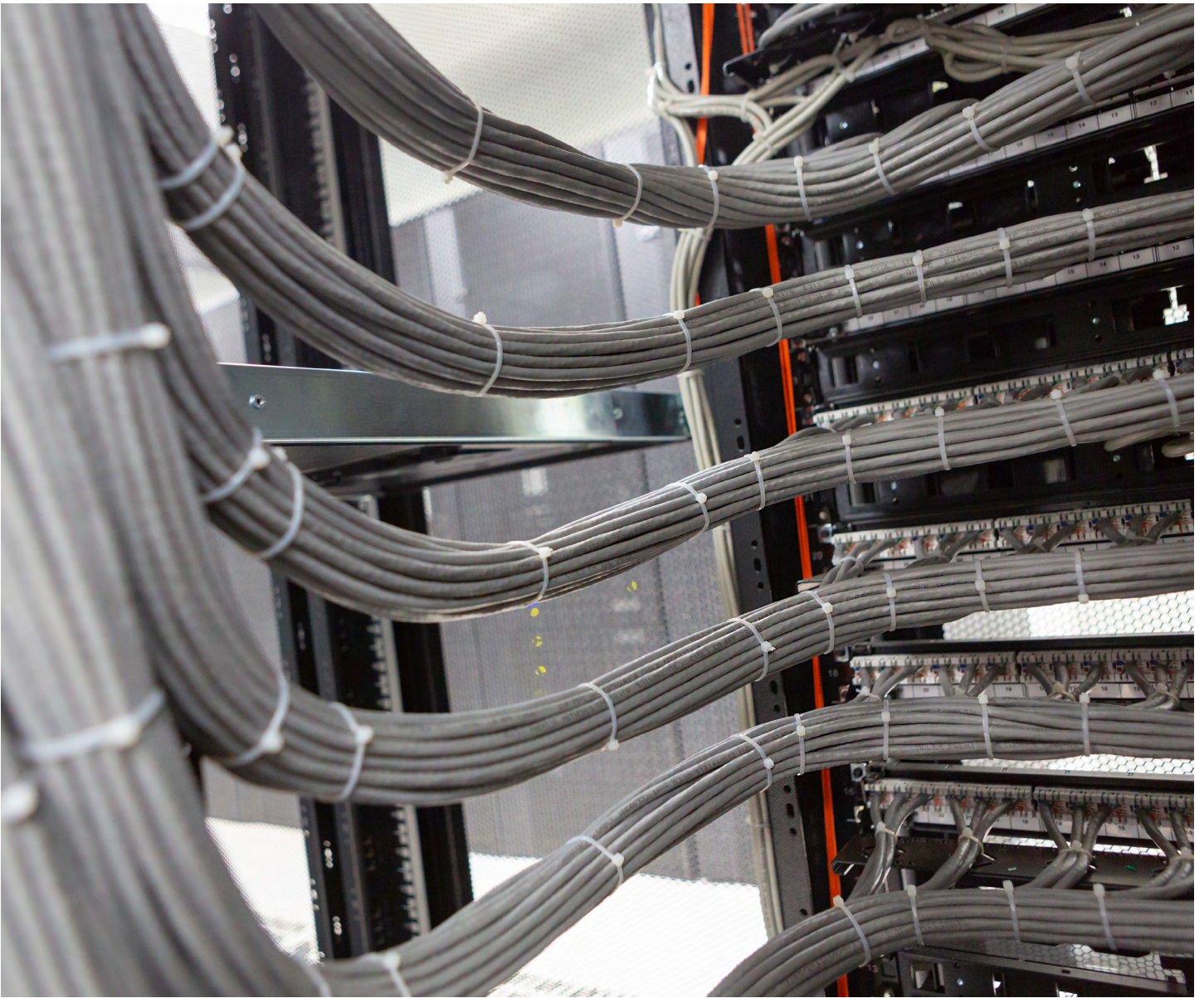
UL Solutions 的垫片和密封件认证计划涵盖评估非金属垫片和密封件材料的测试程序和性能标准,包括用作最终产品零部件的弹性体、复合垫片材料、柔性蜂窝材料、热塑性塑料和热塑性弹性体。这些材料的一般用途是将液体、气体或蒸汽保持在外壳内或排除在外壳外。

符合 UL Solutions 要求的垫片和密封材料可认证为 UL 认可组件并发布在我们的 Product iQ 数据库。这让 UL 认证组件的使用者能够通过更少的测试获得最终产品或设备的认证。

垫片和密封件可能需要针对特定最终应用的具体环境条件进行评估。表 8 列出了美国国家标准学会 (ANSI)/UL 157 垫片和密封件标准规定的一些环境条件。垫片和密封件还可根据最终产品标准中规定的额外环境条件进行评估。

表 8

代码	最终应用的具体环境
A	灭火剂
B	燃油
C	汽油/酒精混合物,酒精含量最高15%
D	石脑油或煤油
E	MPS燃气
F	人造煤气或天然气
G	柴油燃料、燃油或润滑油
H	加热燃油
I	无水氨
J	液化石油气(LP气)
K	干洗剂
L	衣用洗涤剂
M	餐具洗涤剂
N	大气臭氧
O	合成臭氧



线缆固定器的测试与认证

线缆固定器广泛应用于家用电器、工业设备和汽车等领域，涵盖广泛产品，如电缆绑扎带、绑扎带固定座、电线固定座、配线槽以及相似类型的硬件。它们旨在为设备 / 装置的工厂安装和现场安装提供机械支撑和线缆定位及固定，满足国家安装规范的要求。

我们提供与固定器相关的各种关键标准的测试和认证：

- 美国 ANSI/UL 62275 线缆定位系统用于电气安装用的扎带
- 美国 ANSI/UL 1565 定位装置
- 加拿大 CAN/CSA-C22.2 62275 线缆定位系统用于电气安装用的扎带
- 国际及欧盟 IEC/EN 62275 线缆定位系统用于电气安装用的扎带

联系 UL Solutions 中国

上海	上海市静安区南京西路 1717 号会德丰国际广场 29 楼 电话: 021-6137 6300 邮箱: pm.cn@ul.com
苏州	苏州工业园区澄湾路 2 号 电话: 0512-6808 6400 邮箱: pm.cn@ul.com
广州	广州市黄埔区科学城南云二路 8 号品尧电子产品园电子大楼 电话: 020-3213 1000 邮箱: pm.cn@ul.com
深圳	深圳市南山区高新科技园北区朗山二路 8 号清溢光电大厦 3 楼材料业务部 电话: 0755-2601 8625 邮箱: pm.cn@ul.com



ULSolutions.com.cn

UL Solutions 和 UL Solutions 标识是 UL LLC 的商标, 版权所有 © 2023。
未经允许不得复制或分发本手册。本手册仅提供基本信息, 不具备法律或其他专业建议。