

低压景观灯变压器ETL认证流程研究

曹长权^{1*}, 凌 研²

¹湛江科技学院智能制造工程学院, 广东 湛江

²岭南师范学院物理科学与技术学院, 广东 湛江

收稿日期: 2025年9月8日; 录用日期: 2025年10月29日; 发布日期: 2025年12月2日

摘 要

低压景观灯作为现代城市照明系统的核心组成部分, 其安全性与可靠性直接关乎公共安全和居民的生活品质。作为关键部件的低压景观灯变压器, 在将高电压转换为低电压以供灯具使用的过程中, 必须严格符合安全标准和性能要求。本文聚焦低压景观灯变压器的ETL认证, 深入探讨其认证流程、标准要求及认证后的市场影响, 旨在为相关企业和研究人员提供参考。

关键词

景观灯, 变压器, ETL认证, 应用开发

Guide to the ETL Certification Process for Low Voltage Landscape Lighting Transformers

Changquan Cao^{1*}, Yan Ling²

¹Department of Intelligent Manufacturing, Zhanjiang Institute of Science and Technology, Zhanjiang Guangdong

²Department of Physics, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

Received: September 8, 2025; accepted: October 29, 2025; published: December 2, 2025

Abstract

Low-voltage landscape lighting, as a core component of modern urban lighting systems, its safety and reliability are directly related to public safety and the quality of life of residents. As a key component, the low-voltage landscape lighting transformer must strictly comply with safety standards and performance requirements during the process of converting high voltage to low voltage for use by the lighting fixtures. This article focuses on the ETL certification of low-voltage landscape lighting trans-

*通讯作者。

文章引用: 曹长权, 凌研. 低压景观灯变压器 ETL 认证流程研究[J]. 电力与能源进展, 2025, 13(6): 255-262.
DOI: 10.12677/aepe.2025.136027

formers, delving into the certification process, standard requirements, and the market impact post-certification, aiming to provide a reference for related enterprises and researchers.

Keywords

Landscape Lamp, Transformer, ETL Certification, Application Development

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. 引言

随着城市化进程加速，景观照明作为城市夜间形象的重要组成部分，其应用规模持续扩大。低压景观灯变压器作为该系统的“心脏”，是专门为景观照明设计的电力转换设备，其核心功能是将北美地区常见的较高输入电压，如 120 V、240 V 或 480 V 交流电，安全转换为适合景观灯具使用的低压，典型值为 12 V、13 V、14 V 等。这类变压器不仅需要满足基本的电力转换需求，更需在复杂户外环境中确保绝缘性能、温升控制及短路保护等安全指标，其可靠性直接关系到整个景观照明系统的稳定运行与用户安全。ETL 认证(由 Intertek 公司提供)作为北美地区继 UL 认证之后最具影响力的第三方安全认证体系，其测试标准与 UL 高度一致，但认证流程更灵活、周期更短，被众多制造商视为进入北美市场的“高效通行证”。通过 ETL 认证，不仅意味着产品符合 ANSI/UL 1838 等核心安全标准，更是企业产品质量与安全承诺的权威证明。学术研究已在技术层面广泛探讨了确保系统稳健运行的方法：例如，通过分析低压断路器的过载保护来提升服务可靠性[1]；研究街道照明系统中的电气安全设计以防范触电风险[2]；以及制定低压系统的电涌保护标准[3]。此外，对整个低压配电网络的可靠性进行精确评估，并对关键组件的可靠性进行综述[4]，也一直是研究的重点。

2. ETL 认证的市场价值

为系统验证 ETL 认证对低压景观灯变压器市场表现的实质性影响，本文基于亚马逊平台真实销售数据(采集时间：2025 年 9 月；品牌：DEWENWILS)，选取同品牌、同功率的 ETL 认证与非认证产品进行横向对比(详见表 1、图 1)，从销量、销售额及消费者选择偏好等维度揭示认证的实际价值。

Table 1. Comparison of ETL certified and Non-Certified products for DEWENWILS brand low voltage landscape lights (Annual Sales Data)

表 1. DEWENWILS 品牌低压景观灯变压器 ETL 认证与非认证产品对比(年销量数据)

认证类型	ASIN	功率 (W)	销量 (台/年)	销售额 (美元)	单价 (美元/台)
ETL 认证	B0BXXFLRD6	300	3171	297,919	93.95
	B0BXXG9F76	200	3169	252,444	79.66
	B0BXXGN7GY	150	3190	199,473	62.53
无 ETL 认证	B0CTXW9R65	300	1851	197,334	106.61
	B0CTXXCZZD	200	1771	137,160	77.45
	B0CXCZ7K13	150	1833	153,765	83.89

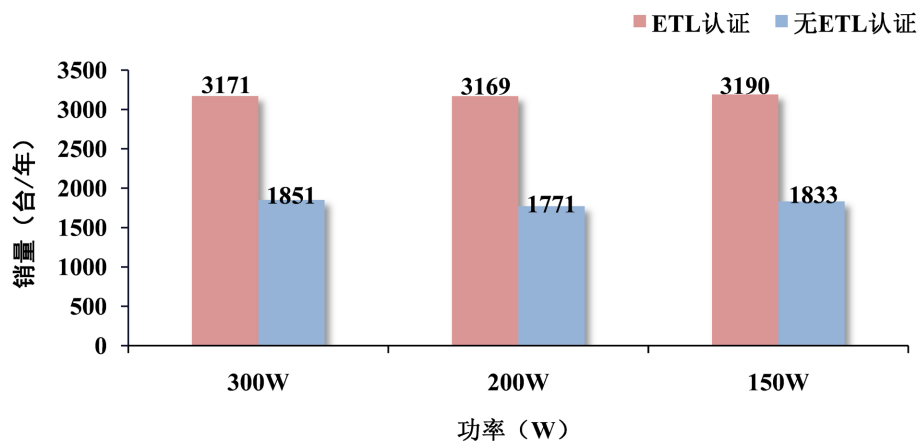


Figure 1. Comparison of annual sales with ETL certification vs. without ETL certification
图 1. ETL 认证与无 ETL 认证年销量对比

从同品牌、同功率产品的对比可见：

(1) 销量与销售额显著提升：ETL 认证的 300 W、200 W、150 W 变压器年销量分别为 3171 台、3169 台、3190 台，对应无认证同类产品的销量为 1851 台、1771 台、1833 台，(数据来源于亚马逊平台，采集时间为 2025 年 9 月，品牌为 DEWENWILS，ASIN 为 B0BXXFLRD6 和 B0CTXW9R65 等)销量增长率分别达 71.3%、78.9%、74.0%；销售额从无认证的 19.7 万美元、13.7 万美元、15.4 万美元，提升至认证后的 29.8 万美元、25.2 万美元、19.9 万美元，增幅达 51.3%、84.0%、29.2%。

(2) 市场竞争力强化：尽管 ETL 认证产品的单价(93.95 美元/300W、79.66 美元/200W、62.53 美元/150W)普遍低于无认证产品(106.61 美元/300W、77.45 美元/200W、83.89 美元/150W)，但凭借认证带来的安全信任背书，消费者更倾向于选择认证产品——同功率下 ETL 认证产品的销量占比均超 60%(如 300 W 功率段，认证产品销量占比 63.2%)，说明市场对安全认证的优先认可。

这些量化结果从市场交易层面验证了 ETL 认证的核心价值，通过建立消费者可感知的安全信任，ETL 认证不仅能直接推动产品销量与销售额的增长，更能强化品牌的市场竞争力，最终成为企业开拓北美高端市场的关键“通行证”。

当前，国内低压景观灯变压器企业正积极布局海外市场，但在 ETL 认证实践中普遍面临多重挑战：一方面，部分企业对 UL 1838 (景观照明专用变压器标准)等核心认证标准理解不深，在产品设计阶段未能系统考虑绝缘材料选择、防护结构设计及安全保护机制等关键技术要求，导致认证测试阶段因绝缘击穿、温升超标等问题反复整改，大幅延长上市周期；另一方面，ETL 认证涉及资料准备、样品测试、工厂审核等多环节协同，企业若缺乏对流程细节的把控，可能面临认证失败或证书失效的风险。

在此背景下，本文聚焦低压景观灯变压器的 ETL 认证实践需求，系统解读 ANSI/UL 1838-2014 版本认证标准的核心技术要求，并全面梳理 ETL 认证的申请流程，旨在为国内企业提供兼具理论指导与实操价值的认证指南，助力其高效通过认证、合规进入北美市场，进而推动产品技术创新与产业升级。

3. 标准的主要内容及技术要求

不要使用空格、制表符设置段落缩进，不要通过连续的回车符(换行符)调整段间距。

3.1. 应用范围

UL1838 是针对景观照明系统的认证标准[5]，涵盖了包括电源单元、灯具、灯具配件以及接线在内的

多个组件。电源装置是为景观照明系统的灯具提供电力和控制功能的设备, 其组成包括以下一个或多个部件:

- (1) 变压器或固态电路, 用于隔离输出电路与主输入电路, 降低电压并限制可用功率;
- (2) 用于对照明进行控制的定时器、开关、传感器或类似设备;
- (3) 整体过电流保护装置。

3.2. 安全要求

3.2.1. 触电

变压器输出的空载电压不得高于 15 V, 高于 15 V 被认为是有触电风险。带电部件与大地或任何其他可触的部件之间的交流电压不能超过 15 V。

3.2.2. 电路分离

规定了不同电路间的分离标准, 为了防范电气干扰及故障蔓延。每一路输出电路的额定电流上限为 25 A, 最大功率限制在 300 V·A。对于功率低于 300 V·A 的变压器, 可设计为单路或多路; 而功率超过 300 V·A 的变压器, 则必须采用多路设计方案。

3.2.3. 保护装置

要求电源单元配备必要的保护装置, 例如过流保护和短路保护等, 以确保在异常情况下能够迅速切断电源, 保障系统安全。

3.3. 产品标识

3.3.1. 名牌

产品名牌需明确展示制造商名称或代号、产品型号、认证编号、生产日期及电气额定值(如输入电压、输入电流、输出频率、输出电压、输出功率等), 以便用户准确识别和了解电源单元的性能。产品标识应以不易清除、牢固、清晰地在显眼位置标注。

3.3.2. 警告标识

依据 ANSI/UL1838-2014 标准的第 50 条, 应在电源单元上设置必要的警告标识, 以便提醒用户在使用过程中注重安全并严格遵守操作规程。

3.3.3. 安装说明

根据 ANSI/UL 1838-2014 标准的第 51 条要求, 在选择电源单元的安装方式时, 需综合考虑电源单元的重量、尺寸以及使用环境, 以确保其安装的牢固性和稳定性。

3.4. 机械结构

根据 ANSI/UL 1838-2014 标准第 10 至 14 条的规定, 在选择外壳材料时, 必须考虑其机械性能、绝缘性能以及耐热性能。外壳的厚度应基于电源单元的尺寸、重量以及使用环境进行合理设计, 以保证其结构强度和刚性。必须采取防腐措施, 以防止系统受到环境腐蚀的影响。此外, 螺钉扭矩测试要求确保紧固件的牢固性。

3.5. 电气结构

根据 ANSI/UL 1838-2014 标准的第 15 至 26 条要求。必须提供可靠的连接方式, 确保不会出现旋转或拉扯等机械应力。电气结构中的绝缘材料必须达到规定的厚度和强度, 以防止电流泄漏或短路现象。

3.6. 性能测试

3.6.1. 输入和输出测试

根据 ANSI/UL 1838-2014 标准的第 28 条要求，验证系统在额定输入电压下的输出性能是否达到规定标准。每个输出电路均需按照如下方法进行测试：

- (1) 当电源单元接入额定输入电压时，其测得的开路输出电压不得超过标准表 1 中规定的限值。
- (2) 当电源单元连接至额定输出功率和额定初级电压时，其输入电流不得超过额定输入电流的 10%。电流测量应在电源单元处于加热状态下进行。
- (3) 需将负载连接至电源单元的各输出电路，并调整负载，使电源单元向每个输出电路提供额定输出功率。电源单元应持续运行直至达到恒定温度。其中一个输出电路的负载应调整为 25 安培的 135%。为模拟最坏情况条件，其他输出电路的负载应设置为无负载、额定负载或两者兼有的状态。保护装置应在 1 小时内启动。

3.6.2. 过载测试

按照 ANSI/UL 1838-2014 的第 29 条内容，评估电源单元在过载条件下的稳定性和安全性。

将电源单元置于超过其额定负载的条件下，观察其输出电压、电流和温度的变化，以及是否有保护机制启动。电源单元应按照制造商的说明进行安装。在电源单元周围应放置一层纱布。将额定负载 1.15 倍连接到电源单元上。对于具有多个输出连接的电源单元，在实际可行的范围内，总负载应在输出之间保持平衡。

3.6.3. 耐压测试

按照 ANSI/UL 1838-2014 标准的第 32 条要求，验证电源单元在额定电压下的绝缘性能。

将变压器主开关置于打开状态，将主电路的两侧连接在一起，并连接至测试设备的一个端子；将测试设备的另一个端子连接到可触及的接地金属部分；测试电压设定为 1000 V 加上额定电压的两倍，持续时间为 1 分钟；对于具备双重绝缘的装置，测试电压为 $2 \times (1000 \text{ V} + 2 \text{ V})$ ，其中 V 代表额定电压。观察是否存在击穿或泄漏现象。

3.6.4. 温升试验

按照 ANSI/UL 1838-2014 标准的第 33 条，确保电源装置在正常工作条件下不会达到可能引发火灾或损坏材料的过高温度，同时检验装置中使用的材料在高温环境下的性能和耐久性。

将电源装置连接到额定输入电压和负载，使用热电偶或其他温度测量设备对关键点的温度进行监测。将电源装置通电，并持续运行直至达到稳定温度。在此过程中，需定时监测并记录各点的温度，每隔 15 分钟读取一次温度数据。当温度稳定时(即连续三次读数相差不超过 1℃)，记录最终温度。将记录的温度与标准中第 33 条规定的最高可接受温度进行对比。

3.6.5. 漏电流测试

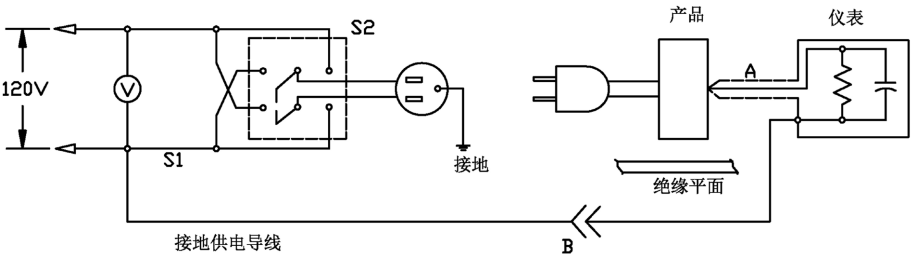


Figure 2. Leakage current measurement circuit
图 2. 漏电流测量电路

按照 ANSI/UL 1838-2014 的第 35 条内容, 评估电源单元的绝缘性能和安全性。

按照图 2 连接电路, 电源单元样品放在空气循环烘箱中加热至略高于 34℃ 的温度, 以降低调节过程中水分凝结的风险。将加热后的样品放置在相对湿度为 $(88 \pm 5)\%$ 、温度为 $(32 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的湿度室中 48 小时。将电源装置从湿度室取出, 冷却至室温, 仪表连接在可触及部分和接地电源导体之间, 施加额定电压监测漏电流直至热稳定, 记录并分析漏电流值, 确保不超过 0.5 mA。

3.6.6. 接地可靠性测试

按照 ANSI/UL 1838-2014 的第 34 条内容, 确保变压器的接地系统能够有效防止触电风险, 检查接地装置和需要接地的可触及死金属之间的电气连续性。

3.6.7. 天气测试

按照 ANSI/UL 1838-2014 标准的第 37 条要求进行, 需严格遵循该条内的相关规定。

确保变压器在各种天气条件下仍能保持其电气性能和安全性, 防止水分侵入装置内部, 引发电气故障或触电风险。

3.6.8. 短路实验

根据 ANSI/UL 1838-2014 标准的第 44 条要求进行, 需严格遵循该条的规定。

确保动力装置在输出电路短路的情况下能够安全运行, 防止引发火灾、电击或其他安全隐患。

4. 低压景观灯变压器 ETL 认证流程

4.1. 申请与受理

申请者需向 Intertek 提交申请, 并填写详尽的申请表格, 涵盖产品信息、公司信息等相关内容。Intertek 将受理申请, 并评估是否需进行样品测试。

4.2. 样品测试

申请者需严格按照要求提供样品, 这些样品将被送往 ETL 指定的实验室进行测试。测试内容将参照 1 标准的主要内容及技术要求进行。针对低压景观灯变压器, 测试将重点考察其耐压性能、温升情况以及短路保护等关键性能指标。

若测试过程中发现样品存在不符合项, 实验室将向申请者发出测试不符合通知, 明确指出不合格的项目、测试数据以及对应的标准条款。申请者在收到通知后, 需对产品进行相应的整改, 整改完成后可重新提交样品进行复测, 直至所有测试项目均符合标准要求, 方可通过样品测试环节。在样品测试合格后, ETL 将对生产工厂进行审查。

4.3. 工厂审查

工厂审查内容主要包括生产过程、质量管理体系等方面, 以确保工厂具备稳定生产符合标准产品的能力。工厂审查是 ETL 认证的重要环节之一, 有助于确保产品在整个生产周期中都能保持高质量水平。

工厂审核注意事项:

(1) 以最新版 ISO9001 认证规则为基础[6], 全面梳理和更新公司的质量管理体系文件。例如: 成品规格书、质量检验标准、将 ETL 标准转化为内部标准、质量控制工程表、工艺文件、生产记录、设备管理文件和记录[7]。

(2) 资材管理要特别注意: 材料表下发后如果要调整, 必须走正规流程报给认证机构审批。一定要拿到认证机构的书面或邮件确认才可以。

(3) 工艺标准要求, 每个工序的操作要求都要具体。重点是要让一线操作工人都能看懂、会操作。工艺文件和质量控制点要做得通俗易懂, 最好能配上图示说明。

(4) 质检团队能力也是重点, 例如: 质量检验、实验室测试、在线测试岗位人员的培训记录、现场测试操作能力、相关公式应用、设备应用等。

(5) 关键质量指标的现场测试必须严格执行, 结果不仅要符合 ETL 标准, 还要跟公司近三个月的检测数据对比。注意波动范围要控制在 $\pm 10\%$ 以内, 超出这个范围就要重点排查原因。

(6) 检测设备这块要确保两点: 一是设备台账和校准证书都要齐全有效, 二是所有 ETL 要求的检测项目我们都要有对应的设备能力。实验室出的测试报告要规范, 成品检验记录要完整可追溯。

(7) 客户投诉处理要形成标准化流程, 特别是对问题产品的批次追溯要快速准确。赔偿标准要明确, 从原因分析到整改措施要形成闭环。仓库的出入库记录要确保完整, 这是追溯的关键依据。

4.4. 认证结果评估与批准

根据样品测试及工厂审查的结果, ETL 将对产品进行全面评估。若产品符合相关标准, ETL 将授予认证证书。该认证证书的有效期通常为两年, 在此期间, ETL 将对产品进行持续监督和随机抽查, 以确保产品始终符合既定标准。

5. 结论与展望

低压景观灯变压器的 ETL 认证是确保其产品安全性与性能的重要手段之一。通过获得 ETL 认证, 企业不仅能够提升产品的市场竞争力和信誉度, 还能推动产品技术创新与产业升级。此外, ETL 认证为消费者提供了强有力的产品安全性保障, 有助于维护市场秩序并保障消费者权益。本研究仍存在以下局限性: 数据样本的单一性: 市场分析仅基于 DEWENWILS 品牌单一品牌、亚马逊平台单一渠道的 2025 年 9 月数据, 未覆盖其他品牌(如 GE、Hubbell)或销售渠道(如线下经销商), 可能影响结论的普适性; 技术标准的动态性: 研究依据的 ANSI/UL 1838-2014 版本为现行主流标准, 但北美安全认证要求可能随技术发展或法规更新而调整, 未来需关注标准迭代对认证要求的影响; 认证实践的复杂性: 虽然系统梳理了 ETL 认证流程, 但不同企业的产品类型、生产规模及供应链管理能力的存在差异, 可能导致认证难度与成本的不同, 本研究未对此进行细分讨论。

展望未来, 随着全球景观照明市场的持续扩张及用户对电气安全要求的提高, 低压景观灯变压器的 ETL 认证重要性将进一步凸显, 未来研究可从以下方向深化: 多维度数据验证: 扩展市场分析样本, 覆盖更多品牌、销售渠道及时间段), 更全面评估 ETL 认证的商业价值; 标准与技术的协同研究: 跟踪 ANSI/UL 1838 标准的修订动态, 并探索新材料、新设计对认证指标的影响, 为企业技术创新提供理论支撑; 认证优化策略: 针对不同类型企业的差异化需求, 研究“定制化认证路径”, 并探讨 ETL 与其他国际认证(如 CE、CSA)的互认机制, 降低企业全球市场准入成本。

未来需通过数据拓展、标准跟踪及策略优化, 进一步提升认证的科学与实用性, 助力企业在全球竞争中占据优势地位。

基金项目

广东省高等教育学会实验室管理专业委员会基金项目“地方师范院校大型仪器设备共享管理与效益评价体系研究——以岭南师范学院为例”(项目编号: GDJ20220280)。

参考文献

- [1] Li, K., Peng, X. and Hu, B. (2023) Service States and Reliability Analysis of Low-Voltage Circuit Breaker Overload

-
- Protection Considering the Safety Margin. *Applied Sciences*, **13**, Article 12626. <https://doi.org/10.3390/app132312626>
- [2] Raslan, H.M. (2025) Optimizing Street Lighting Design of New Cities to Enhance the Health and Wellness of Inhabitants. *Sustainable Transport and Livability*, **2**, Article 2413559. <https://doi.org/10.1080/29941849.2024.2413559>
- [3] Orellana, M. and Mercede, J. (2024) Grounding and Bonding of Separately Derived Outdoor Transformers Feeding a Building. 2024 *IEEE IAS Electrical Safety Workshop (ESW)*, Tucson, 4-8 March 2024, 1-2. <https://doi.org/10.1109/esw52258.2024.10752763>
- [4] Stone, T., Lindmark, S. and Hunter, L. (2023) An Investigation into Low Voltage Network Management. *27th International Conference on Electricity Distribution (CIRED 2023)*, **2023**, 2581-2585. <https://doi.org/10.1049/icp.2023.1115>
- [5] (2014) ANSI/UL 1838-2014 Standard for Low Voltage Landscape Lighting Systems.
- [6] ISO (2015) Quality Management Systems-Requirements. Vol SS-EN ISO.
- [7] 陈辉灿. LED 电源驱动韩国 KS 标准 KS C 7655: 2021 及 KS 认证申请浅析[J]. 中国照明电器, 2022(12): 45-49.