

# 1 引言

近年来，随着全球对可再生能源的重视，北美光伏和储能市场实现了显著增长。北美，特别是美国和加拿大，正在大力推动绿色能源转型，光伏发电和储能技术成为了能源行业的重要组成部分。美国的《清洁电力计划》、加州的 Net Energy Metering 3.0 (NEM3.0) 政策、以及加拿大的可再生能源激励政策，都促进了光伏和储能产业的发展。根据行业数据，预计未来几年，北美光伏和储能市场将保持强劲增长，尤其是在家庭、商业和公用事业领域的应用场景中。

在这一背景下，产品认证成为企业进入市场的关键门槛。光伏和储能系统涉及电气安全、并网合规性、能效标准等多方面要求，因此必须通过严格的认证程序。认证不仅仅是技术合规的保证，更是产品能否合法销售并安全使用的前提。未经过认证的产品将无法进入市场或面临法律和安全风险。对消费者和监管机构而言，认证标志代表了质量和安全的保证，也提高了产品的市场竞争力。

本文主要分析北美光伏和储能产品的认证要求，涵盖主要的国际标准以及相关的认证流程、成本和市场合规性要求。

## 2 名词解释

### 2.1 UL 认证

UL 认证是由美国消费者产品安全委员会 (Underwriters Laboratories, UL) 颁发的一种认证，用于确认产品的安全性和性能。UL 认证涵盖了多个领域，包括电气设备、电子产品、消防安全、建筑材料等。

### 2.2 CE 认证

CE 认证是欧盟合格认证，是一种产品认证标志，表示产品符合欧盟相关的指令和法规要求，确保其在欧盟市场上可以自由流通。CE 认证主要适用于欧盟市场，但许多北美市场的产品也会获得 CE 认证，以便在全球范围内销售。

### 2.3 CSA 认证

CSA 认证 (Canadian Standards Association 认证) 是由加拿大标准协会 (CSA Group) 颁发的认证，用于确认产品、服务或系统符合特定的安全、质量和环保标准。

### 2.4 FCC 认证

FCC 认证（Federal Communications Commission Certification）是指美国联邦通信委员会（FCC）对电子设备进行的认证。这种认证确保设备符合美国的无线电波发射和接收标准，以避免对其他设备和通信系统的干扰。FCC 认证涵盖了多种设备，包括无线通信设备、广播设备、电子设备等。

## 2.5 ETL 认证

ETL 认证（ETL Certification）是由 Intertek Testing Services（简称 ETL）颁发的一种安全和质量认证，用于确认产品符合特定的安全、性能和质量标准，类似于 UL 认证。

## 2.6 光伏（PV）产品的认证要求

UL1703（或 UL61730）光伏组件安全标准：UL1703 是美国最早用于光伏组件的安全标准，主要涵盖了火灾、防护、机械强度等方面的要求。目前，新组件通常需要符合 UL61730，这是更为现代的国际标准（与 IEC617301/2 接轨），针对组件的电气、机械和火灾安全进行了更新的规定。

UL1741 逆变器及并网设备标准：该标准适用于并网逆变器和其他光伏电力转换设备。它确保逆变器等设备的并网安全性，特别是对与公共电网的连接部分进行严格规定。

IEEE1547 分布式发电并网要求：该标准规定了包括光伏系统在内的分布式发电系统如何与电网进行互操作，特别是并网性能和电力质量的要求。IEEE1547 是并网设备（如逆变器）必须满足的重要标准，通常与 UL1741 一同使用。

NEC690 国家电气规范（光伏系统）：这是美国国家电气规范（NEC）中特别针对光伏系统的章节，规定了光伏系统的电气安装要求，包括布线、接地、接线盒、防雷和逆变器安装等。

CEC（加州能源委员会）认证：在加利福尼亚销售的光伏产品需要满足 CEC 的认证和能效要求。它是确保产品达到能效标准的一部分。

## 2.7 储能产品的认证要求

UL1973 储能电池和电力系统的标准：该标准涵盖了用于储能系统中的电池（如锂离子电池和其他化学电池）的设计和制造要求，重点是电池的电气和机械安全性，以及系统的环境适应性。

**UL9540 储能系统和设备标准：**这是用于住宅、商业和工业用途的储能系统（包括电池储能系统）的整体安全标准。UL9540 涵盖了系统的设计、测试、构建和安装的要求。

**UL9540A 电池储能系统火灾测试：**该标准是 UL9540 的补充，用于评估储能系统的火灾蔓延特性，确保系统在出现热失控时不会引发严重的火灾风险。

**UL1741SA 储能逆变器并网标准：**这个标准是 UL1741 的扩展，尤其适用于带储能功能的逆变器。它需要符合智能逆变器功能，确保系统在多种电网条件下仍能安全运行。

**NFPA855 储能系统的安装安全标准：**NFPA855 规定了储能系统（尤其是电池储能系统）在建筑物内外的安装要求，特别关注火灾安全、通风、环境控制等因素。

## **2.8 其他相关认证和标准：**

**FCC Part15：**如果光伏或储能产品带有无线通信模块（例如逆变器、监控系统等），则需要满足 FCC 对无线电发射的要求，以避免对其他设备产生干扰。

**加州《标题 24》节能标准：**在加利福尼亚州安装的储能系统可能需要满足加州的节能法规 (Title24)，特别是当储能系统与住宅或商业建筑节能系统集成时。

**RoHS 和 REACH：**这些是环境相关的法规，虽然在北美不是强制性要求，但如果产品也销往欧洲市场，则光伏和储能产品需要符合欧盟的 RoHS（关于有害物质）和 REACH（化学品注册、评估、授权和限制）法规。

## **3 光伏和储能产品认证的必要性**

在北美市场，光伏和储能产品的认证不仅是进入市场的基本要求，也是确保产品安全性、电网兼容性和能效合规性的核心保障。随着光伏发电和储能系统的应用日益普及，这些系统面临的技术和环境挑战也在增加，包括电气安全、防火安全、并网兼容性问题。因此，确保产品在严格的标准下通过认证是至关重要的。

### **3.1 安全性要求**

光伏系统和储能设备通常需要长时间暴露在户外环境中，长期使用可能带来诸如过热、短路、火灾等安全风险。储能系统特别是电池部分，还可能面临热失

控、爆炸等风险。因此，产品必须通过诸如 UL61730（光伏组件）、UL9540（储能系统）和 UL1973（电池）等标准，确保其在各种工作环境下的安全性。这些认证通过严格的测试程序，例如机械冲击、热稳定性、电气过载和防火测试，来验证设备的可靠性和安全性。

### 3.2 电网兼容性要求

光伏和储能系统往往需要并入公共电网，这要求设备能够与电网安全兼容。未认证的设备可能会导致电网不稳定，甚至引发电力事故。为了确保并网安全，北美市场对光伏逆变器和储能逆变器要求通过 UL1741 和 IEEE1547 标准。这些标准确保设备能够安全地并入电网，防止孤岛效应、电压波动等问题，保障电网运行的稳定性和安全性。特别是在美国的加州和纽约等地区，电网兼容性要求越来越严格，认证逆变器已成为必要条件。

### 3.3 能效要求

随着全球对能源效率的关注，北美市场对光伏和储能产品的能效要求也越来越高。例如，加州能源委员会（CEC）对光伏逆变器的能效标准制定了明确的要求，制造商必须通过 CEC 认证，确保设备在能效方面达到市场预期。获得能效认证不仅能降低电力损耗、提高系统性能，还能帮助用户节约能源成本，增强产品在市场中的竞争力。

## 4 光伏产品认证

### 4.1 光伏组件认证

光伏组件是光伏系统的核心部分，必须通过严格的认证标准，确保其在长期使用中的安全性和可靠性。在北美市场，光伏组件的认证通常由 UL61730 或 UL1703 标准进行，涵盖了电气安全、机械安全和环境耐久性等多个方面。

UL61730 是针对光伏组件的最新安全标准，用以取代旧标准 UL1703。它结合了国际电工委员会的 IEC61730 标准，确保组件在全球范围内的统一性。

UL1703 是旧的光伏组件安全标准，主要适用于北美市场，但自 2019 年起，UL61730 已成为主要标准。

两者都涵盖了光伏组件的电气安全和机械安全测试，确保组件在日常运行中的安全性和长期耐用性：

### 1.电气安全:

确保光伏组件能够在各种电气负载下安全运行,不会引发短路、过热或火灾。

通过绝缘电阻测试、漏电流测试等,验证光伏组件在电气负载下的性能。

组件的电气接线、端子及连接部件也需要通过测试,确保它们能够承受电气应力而不会失效。

### 2.机械安全:

机械安全测试验证光伏组件在恶劣的物理环境下(如风、雪、冰雹等)是否具备足够的强度。

冲击测试确保光伏面板能够承受强风或冰雹撞击,而不会破裂。

扭曲测试确保面板在极端气候条件下不会发生形变或损坏。

测试光伏组件的机械固定部件,确保它们在实际安装过程中能稳固地固定组件,避免风吹或振动造成的安全隐患。

光伏组件通过 UL61730 或 UL1703 认证后,产品将获得 ULListed 标志。这一标志表明组件符合北美市场的电气和机械安全要求,是产品合法销售和安装的重要依据。

## 4.2 光伏逆变器认证

光伏逆变器是将光伏组件产生的直流电(DC)转换为交流电(AC)的核心设备,尤其是在并网系统中,逆变器需要满足一系列安全性和兼容性标准。北美市场对光伏逆变器的认证主要依据 UL1741 和 UL1741SA 标准,此外,还需满足并网标准 IEEE1547 的要求,以确保逆变器与电网的安全运行。

UL1741 是北美市场光伏逆变器最核心的安全标准,涵盖了逆变器、电力转换器及其他并网设备的安全性要求。该标准不仅要求逆变器在转换电力时的电气安全,还必须确保其在与电网并网时不会对电网造成任何危害。

### 电气安全要求:

逆变器必须通过一系列电气安全测试,确保在直流输入和交流输出时,不会出现短路、漏电、过载等危险情况。测试项目包括过压保护、绝缘电阻、温度上升等,以确保逆变器在高负载下长期运行的安全性。

UL1741SA 是 UL1741 的一个附加补充，针对先进并网逆变器提出了更严格的要求，特别是应对现代智能电网（SmartGrid）的需求。该标准要求逆变器具备更多的并网功能，如电压调节、无功功率控制、支持更稳定的并网运行。

UL1741SA 逆变器能够在电网电压和频率波动时，调整自身运行参数，以避免与电网不兼容或导致电网不稳定。这些功能对于加州等地区的新法规（如 NEM2.0 和 NEM3.0）至关重要，因为电网需要更智能的设备来应对可再生能源比例不断上升的挑战。

通过 UL1741 和 UL1741SA 认证的逆变器会被授予 ULListed 标志，表明产品符合北美的电气安全标准，并适用于与电网并网的应用。

除了 UL1741 和 UL1741SA，并网逆变器还需符合 IEEE1547 标准，这是北美光伏系统并网的技术规范，确保光伏逆变器与电网之间的兼容性和安全性。

IEEE1547 的核心要求包括：

**孤岛效应检测：**确保在电网停电或故障时，逆变器能够立即停止向电网供电，防止孤岛效应（即逆变器继续供电导致的电网安全问题）。

**电网支持功能：**逆变器需具备电压调节、频率控制等功能，帮助电网在负荷波动时维持稳定。

**同步并网：**要求逆变器能够平滑、稳定地与电网并网运行，避免电压或频率的剧烈波动，确保电网安全。

IEEE1547.1 是 IEEE1547 的测试实施指南，具体规定了如何测试逆变器的并网性能。符合 IEEE1547.1 的逆变器需通过一系列严格的测试，验证其在实际应用中与电网的兼容性和响应速度。

### **4.3 电气安装标准**

电气安装标准对于确保光伏系统的安全和可靠性至关重要。在北美，国家电气规范（National Electrical Code，简称 NEC）是所有电气设备安装的权威指南。NEC690 是 NEC 中专门针对光伏发电系统的部分，规定了光伏组件、逆变器、电缆、接线盒及其他电气设备的安装要求。

NEC690 确保光伏系统在设计 and 安装过程中符合安全标准，降低电气火灾、触电和其他电气故障的风险。以下是 NEC690 中一些关键要求及其对光伏系统安装的影响：

### 1.设备选择与配置

NEC690 要求在选择光伏组件、逆变器和其他设备时，必须考虑其额定电压、额定电流和功率，以确保系统在负载下安全运行。

所有设备必须标明适用的安全标准（如 UL61730、UL1741 等），确保使用的设备经过认证，并符合国家电气规范。

### 2.接线和布线

NEC690 对光伏系统中的电缆布线有明确要求，规定了适用于光伏应用的电缆类型和敷设方式。这些要求旨在减少电缆的过热、机械损伤和其他潜在风险。

安装人员必须使用符合 NEC 要求的电缆，如需要抗紫外线、耐腐蚀等性能的特种电缆，确保光伏系统在各种环境下的可靠性。

### 3.接地和防护

NEC690 强调光伏系统的接地要求，确保所有设备和电气部件都有良好的接地连接，以防止雷击和静电积聚带来的风险。

系统安装时需遵循规定的接地电阻值，确保接地装置的有效性，从而保护用户和设备的安全。

### 4.逆变器和电气组件安装

对逆变器的安装要求包括正确的连接方式、散热设计和通风，以确保逆变器在高温环境下仍能安全工作。

NEC690 还要求逆变器应远离易燃材料和液体，以降低火灾风险。

### 5.过电流保护和断路器

NEC690 规定了在光伏系统中必须使用的过电流保护设备，如断路器和熔断器，确保在发生短路或过载时能有效切断电流，保护设备和人员的安全。

具体要求包括正确选择断路器的额定值及其在电气系统中的布置，以确保其有效性。

### 6.标识和警告标志

NEC690 还要求在光伏系统的关键部位（如逆变器、配电箱和接线盒）清晰标识相关信息，包含电压、直流电流、接地要求等，确保安装人员和用户能够快速识别和处理电气设备。

## 5 储能产品认证

### 5.1 储能系统整体认证

随着可再生能源的普及，储能系统在北美市场变得越来越重要。储能技术不仅能有效平衡供需，还能提高电网的稳定性。为确保储能系统的安全性和可靠性，北美市场采用了一系列认证标准，其中 UL9540 和 UL9540A 是关键的储能系统安全标准。

UL9540 是专门针对储能系统的安全标准，涵盖了储能系统（包括电池组和相关设备）在设计、安装和使用过程中的安全要求。该标准的主要目的是确保储能系统在正常运行和潜在故障情况下的安全性，以防止对人员、财产和环境造成的风险。

UL9540 的主要要求：

1.电气安全：UL9540 规定储能系统必须具备足够的电气安全防护，以防止短路、过载、漏电等电气故障。这包括对电气组件的绝缘和接地要求，确保在各种工作环境下的安全性。

2.火灾和热安全：储能系统在工作过程中会产生热量，UL9540 要求设备具备有效的散热设计和防火措施，以防止因过热导致的火灾风险。

3.机械安全：设备必须能承受物理冲击、震动等外部压力，确保在正常和极端情况下的完整性和安全性。

4.系统集成：对储能系统的整体集成和性能进行评估，确保在与其他电力系统（如光伏系统、逆变器等）结合时，整体系统能够安全稳定运行。

UL9540A 是对 UL9540 的补充标准，主要关注储能系统的热失控和火灾风险。该标准通过系统性的方法评估储能系统在不同工作条件下（如充电和放电过程）可能发生的热失控现象。

UL9540A（热失控测试）的主要要求：



1.热失控测试：UL9540A 进行的测试旨在模拟电池在极端条件下（如过充、短路、故障等）可能产生的热失控情况，评估储能系统的防火能力和应急响应能力。测试包括对电池单体的逐步加热、短路模拟等，以观察电池在不同情况下的反应和安全特性。

2.火灾风险评估：通过对储能系统的热失控特性进行评估，UL9540A 可以为设计和工程师提供指导，帮助其采取措施降低火灾风险。

## 5.2 储能电池认证

随着储能技术的不断发展，储能电池作为系统中的核心组件，其安全性至关重要。UL1973 是针对储能电池的安全标准，规定了电池在电气安全、热管理和整体系统性能方面的要求。确保储能电池符合这些标准是保证其在实际应用中安全可靠的关键。

UL1973 标准适用于多种类型的储能电池，包括锂离子电池、铅酸电池和其他化学电池。该标准涵盖了以下几个方面：

### 1.电气安全要求

**短路保护：**储能电池必须具备有效的短路保护措施，以防止在意外短路情况下导致的过热或火灾。标准要求电池在短路情况下能迅速切断电流，从而保护电池及其周围设备。

**过充和过放保护：**电池管理系统（Battery Management System,BMS）应具备对电池进行监控的能力，防止电池在充电时过充或在放电时过放。UL1973 规定了在电池电压过高或过低时应如何采取保护措施，以确保电池的安全运行。

**漏电流测试：**标准要求对电池进行漏电流测试，确保在正常工作和故障情况下，电池不会发生过多的漏电流，避免电气安全隐患。

### 2.热管理要求

**温度监控：**UL1973 要求储能电池具备有效的温度监控机制，以防止在高温条件下发生热失控。电池管理系统应实时监测电池温度，并在达到安全阈值时采取相应的保护措施。

**散热设计：**储能电池应设计合理的散热结构，确保电池在充放电过程中能够有效散热，避免因过热导致的性能衰减或安全事故。标准强调了电池组之间的空间和通风设计，以确保散热效果。

**热失控测试：**UL1973 还要求对电池进行热失控测试，确保在意外情况下（如过充、内部短路等）电池能够有效地管理热量，避免引发火灾或爆炸。

### 3.机械安全要求

**结构强度：**储能电池应具备足够的机械强度，以抵抗外部冲击和振动。标准规定了电池外壳材料的抗压强度和抗撞击性能，以确保在运输和安装过程中不易损坏。

**防水防尘设计：**UL1973 还要求储能电池在设计上具备一定的防水和防尘能力，确保其在不同环境条件下仍能安全运行，特别是在户外或恶劣天气条件下使用的储能系统。

## 5.3 储能逆变器认证

储能逆变器是将储存的直流电（DC）转换为交流电（AC）的关键组件，确保储能系统能够高效、安全地与电网连接。UL1741 是北美市场储能逆变器的主要安全认证标准，涵盖了其设计、功能和安全性等多个方面。

UL1741 标准规定了储能逆变器在电气安全、并网兼容性和性能方面的要求，具体包括以下几个方面：

### 1.电气安全要求：

**绝缘与接地：**储能逆变器必须具备良好的绝缘和接地措施，以防止电气故障和漏电，确保用户的安全。

**过载和短路保护：**设备需配置过载和短路保护装置，以应对潜在的电流过大情况，防止设备损坏或引发火灾。

### 2.并网安全性：

**孤岛效应检测：**储能逆变器必须具备孤岛效应检测功能，确保在电网停电或发生故障时，逆变器能够迅速断开与电网的连接，防止对维护人员造成风险。

**电网支持功能：**逆变器需能根据电网的需求调整输出，包括电压调节、频率控制等功能，以确保其在电网波动时的稳定性。

### 3.性能要求

**效率与可靠性：**储能逆变器需达到一定的转换效率，并在长时间运行中保持稳定的性能，以提高整个储能系统的效率和可靠性。

**环境适应性：**设备应在不同环境条件下（如温度、湿度）正常工作，标准中规定了设备的环境测试要求。

#### 4. 监测与控制

**数据监测功能：**储能逆变器需要具备实时数据监测功能，能够反馈系统的运行状态，并支持远程监控和管理。

## 6 电磁兼容性和通信要求

在现代储能和光伏系统中，随着智能技术的广泛应用，电磁兼容性（EMC）和通信要求变得愈加重要。无线通信组件在这些系统中扮演着关键角色，使设备能够互联互通，实现智能监控和管理。为了确保无线通信的安全和有效性，相关组件必须遵循 FCCPart15 的要求。

FCCPart15 是美国联邦通信委员会（FCC）针对非授予频段设备的规范，主要涉及无线电频率设备的电磁兼容性和干扰问题。其核心要求包括以下几个方面：

1. **设备分类与类型：**根据 FCCPart15，设备分为 ClassA 和 ClassB。ClassA 设备主要针对商业环境，ClassB 设备则用于家庭和轻型环境。储能和光伏系统中的无线通信组件通常归类为 ClassB，因其可能在家庭环境中使用。

2. **辐射限制：**设备的无线电辐射必须在规定的限值范围内，确保不会对其他设备造成干扰。无线通信模块需通过测试，验证其辐射水平符合 FCC 的要求，避免对邻近的电子设备产生不良影响。

3. **抗干扰能力：**无线通信组件需具备一定的抗干扰能力，能够在存在其他无线信号或电磁干扰的情况下正常工作。测试结果需显示设备在不同电磁环境下的稳定性和可靠性。

4. **标识与文档要求：**所有符合 FCCPart15 要求的设备必须标识合适的认证标志，并提供相应的文档，说明其遵循的标准和测试结果。

在北美市场，满足 FCCPart15 的 EMC 要求是合法销售和使用无线通信设备的前提。通过认证的设备可以合法进入市场，降低因不合规导致的法律风险和经济损失。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/056024220112011003>