



International Energy Agency
Photovoltaic Power Systems Programme



PVPS

洞见

2025

光伏电力系统技术合作项目

光伏发电系统项目

洞见2025



免责声明

IEAPVSTCP是在国际能源署 (IEA) 的赞助下组织的，但在功能上和法律上是独立的。观点、发现和出版物由 IEA PVPS TCP不一定代表IEA秘书处或其成员国国家的观点或政策。

版权声明

此内容可自由使用、复制和重新分发，前提是必须给予适当的信用（请参阅“建议引用”）。例外情况是，某些受许可的图片可能不能复制，具体请参照各图片标题中的说明。

封面图片

中国日落前的光伏系统。图片来自：黄一飞通过istock提供。

ISBN

978-1-923734-01-2

目录

光伏发电系统计划3

国际能源署 3
IEA PVPS 任务和目标 4

2025年研究亮点 5

全球光伏市场及产业分析 6

实施不同环境和气候条件下的光伏系统 7

农光系统 7
浮动式光伏系统 8
光伏在不同气候条件下的表现 8
PV及极端天气事件 8

离网太阳能系统 9

锂离子电池 9
数字工具 9

太阳能资源与预报 10

太阳辐射监测站 10
概率预测 10
评估概率预测质量 11

退化与光伏组件损失 11

退化与故障模式 11
污染损失：监测、建模与缓解 11

交通用光伏发电 12

车辆集成光伏系统 (VIPV) 12
VIPV市场进入 12
车辆曲面屋顶对太阳能性能的影响 13
光伏电站用于电动汽车充电 13

Building-integrated PV 13

技术指南手册：面向建筑师、工程师、业主和政策制定者 14
比较七个国家的BIPV创新生态系统 14
降低集成光伏中的冷却需求 15

光伏回收 15

各国光伏组件回收现状 15

标准化 16

可持续性标准 16
BIPV 标准 16

UPDATESFROMOURTASKS 17更新自我们的任务 17

任务1：市场分析 18 任务 12：可持续性 20
任务13：可靠性与性能 22
任务15：BIPV 24
任务16：太阳能 26
任务17：光伏发电 & 运输 28
任务18：离网和边缘电网光伏系统 30
任务19：光伏集成 32
任务20：氢能中心 34
行动小组 农业光伏 36

参与矩阵 38



光伏发电系统项目



图1：2025年10月在潘普洛纳会议上，执行委员会成员和任务经理合影。

国际能源署

国际能源署（IEA）成立于1974年11月，是经济合作与发展组织（OECD）框架内的一个独立机构，负责在其成员国之间开展全面的能源合作计划。欧盟也参与了IEA的工作。在能源技术的研究、开发与示范（RD&D）方面的合作一直是IEA计划的重要组成部分。

国际能源署的研发与开发活动由研究与技术委员会（CERT）领导，得到IEA秘书处工作人员的支持，总部位于巴黎。此外，五个工作小组负责监测各种能源合作协议，确定新的合作领域，并在政策问题上向CERT提供建议，这些工作小组分别是：工业脱碳、建筑与交通、化石能源与碳管理、可再生能源技术与聚变能源。

可再生能源技术工作组（REWP）监督12项可再生能源协议的工作，并得到法国巴黎国际能源署秘书处能源市场与安全司可再生能源处的支持。

IEA PVPS（国际能源署光伏项目）

IEA光伏电力系统项目（PVPS）是IEA内部设立的技术合作项目（TCP）之一，自1993年成立以来，PVPS参与者一直在太阳能光伏转化为电能的应用方面开展各种联合项目。

总体项目由一个由各参与国家和组织的代表组成的执行委员会领导，而个别研究项目（任务）的管理责任由任务经理承担。

截至2026年初，PVPS项目下已设立二十项任务，其中九项目前处于运行状态。31个PVPS成员包括28个国家：澳大利亚、奥地利、比利时、加拿大、中国、丹麦、芬兰、法国、德国、印度、以色列、意大利、日本、韩国、立陶宛、马来西亚、摩洛哥、荷兰、挪威、葡萄牙、南非、西班牙、瑞典、瑞士、泰国、土耳其、英国和美国；以及欧洲委员会、欧洲太阳能协会和新加坡太阳能研究所。



使命与目标

IEA PVPS项目的使命是：

加强促进光伏太阳能作为可持续能源系统转型基石的国际合作努力。

IEA PVPS项目旨在通过以下与可靠光伏电力系统应用相关、有助于能源系统可持续性及其对二氧化碳减排贡献日益增多的目标来实现其使命。² 缓解：

太阳能技术发展

竞争性光伏市场

• 环境和经济可持续的太阳能光伏产业

政策建议和战略

不偏不倚且可靠的情报。

当前任期 2023-2028

在其2023至2028年的第7个任期内，IEA PVPS继续致力于推进光伏技术领域的国际合作。在过去33年中，31个成员国为它的成功做出了贡献，PVPS制定了一个旨在支持IEA能源安全、气候变化减缓和经济竞争力总体目标的战略方向。这一战略计划的重点是赋能光伏技术不仅实现，而且超越IEA“净零2050情景”中提出的目标。

光伏技术的意义稳步提升，已成为最具有成本效益的电力生产方式之一。其属性包括快速部署性、易于安装和极低维护成本，使其在全球向清洁能源系统转型的过程中成为关键参与者。此外，光伏的影响还超越了能源领域，渗透到建筑、交通、农业和工业流程等各个领域。

IEA PVPS参与者正在进行涵盖光伏发电系统相关的研发、示范、分析、信息交流等方面的协作努力。强调技术与非技术方面，目标是促进光伏的大规模和可持续部署与运行。这包括将其融入能源系统和基础设施，并接纳循环经济的新理念。

展望2030年之后的战略规划预计将应对即将到来的挑战，如物理、技术和经济一体化，以及政策、监管和社会接受度等方面的考虑。加强与来自不同能源行业、网络、储存和数字化领域的利益相关者的合作将加强，以促进创新并有效应对不断变化的需求。



2025年研究亮点

2025年，来自29个国家的350多名专家参与了IEA PVPS的全球协作研究活动。总计，他们在2025年发布了30份报告和7份事实说明书。以下是对IEA PVPS 2025年活动发布工作的关键信息的概述。

全球光伏市场及产业分析

2024年是太阳能光伏产业的又一创纪录年份，全球新增装机容量在553吉瓦到601吉瓦之间。这一增量相比2023年增长了29%，几乎是2022年的两倍，而2022年的数量本身就远高于2021年，这得益于对气候紧迫性采取的更多行动、组件成本的急剧下降以及中国吸收制造能力的举措。

中国仍然是主导市场，安装量在309吉瓦至357吉瓦之间，占有新安装量的近60%。欧盟以66吉瓦的安装量紧随其后，其中德国（17.2吉瓦）、西班牙（8.7吉瓦）、意大利（6.7吉瓦）、法国（6吉瓦）和波兰（4.2吉瓦）领先。美国安装了47吉瓦，比2023年增长了40%，而印度新增了32吉瓦。总计，现在有近35个国家运营着吉瓦规模的年度市场，超过40个国家的累计装机容量超过4吉瓦。

The [2025年光伏应用趋势 报告](#)（也可作为 [事实说明书](#)）突出了几个技术和市场因素：

- 模块效率持续提升，其中n型目前代表全球70%生产力的技术。
- 双面电池组件占据市场主导地位，占比超过75% of production（生产）的
- 大型系统占新增安装的约62%，而分布式和专业化用户市场仍在扩张，这得益于自主消费和新的商业模式推动。
- 双重用途应用，如农业光伏、漂浮式光伏和基础设施集成光伏，正变得越来越相关，有助于平衡土地利用、粮食生产和可再生能源发电。

深入分析特定国家的市场报告可以在[中国国际能源署光伏电力系统（PVPS）专家发布的《国家调查报告》](#)中找到。 [澳大利亚](#)，[奥地利](#)，[比利时](#)，[加拿大](#)，[中国](#)，[法国](#)，[意大利](#)，[瑞典](#)“并且”[瑞士](#)针对2025年初市场数据的最新分析，请关注IEA PVPS。 [全球光伏市场快照](#) 报告，每年四月发布。

→ [查看更多PVPSmarket报告。](#)

YEARLY PV INSTALLATION, MODULE PV PRODUCTION AND MODULE PRODUCTION CAPACITY 2014-2024 (GW)

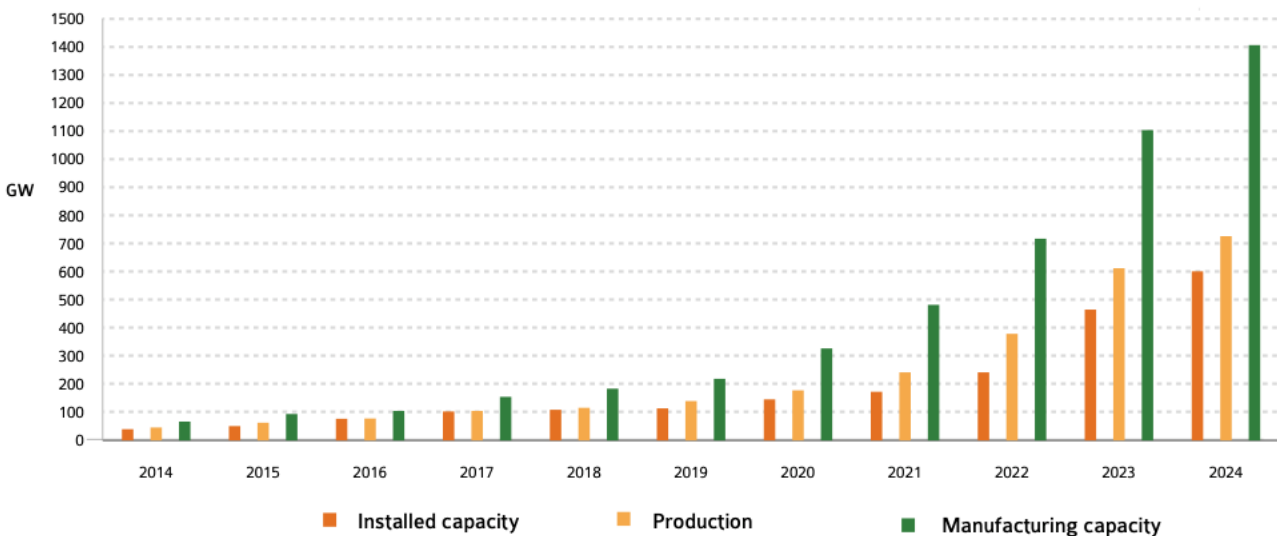


图3：2014-2024年光伏装机容量、组件光伏产量及组件产能（吉瓦）来源：《2025年IEA光伏应用趋势报告》。



实施不同环境和气候条件下的光伏系统

光伏电站的设计和运营根据安装类型和位置而异。光伏系统项目活动评估了漂浮式光伏电站和农光互补系统，以及分析了不同气候区的光伏系统，以及极端天气事件如何影响光伏系统性能。

需要统一的定义、可靠的性能建模和有支持性的政策框架，以实现全球农业光伏系统的成功部署。农业光伏系统的建模与仿真是可靠预测农业和电力性能以及优化系统设计的关键任务。

在市场普及的初期阶段，建立对农光互补的普遍理解似乎至关重要。农业应用的多样性对农光互补的定义构成挑战，这种定义在全球范围内存在差异，受到立法、历史和社会因素的影响。更狭隘的定义通常聚焦于生产性农业（例如，食品、纤维、乳制品），而更宽泛的定义也包括非生产性农业（例如，生态系统服务）。

农光系统



图4：羊群在光伏板旁放牧。图片版权：林赛·法兰斯/康奈尔大学。

与传统农业或光伏系统不同，农业光伏系统监测需要评估范围更广的一系列参数。这项任务之所以特别复杂，是由于农业和光伏相关因素之间的相互作用。就运营和维护而言，常见的挑战包括因农业活动和植物保护剂导致的PV组件污染、损坏加剧或腐蚀性增强。

最佳实践案例显示，法律和社会经济框架的关键因素在于农业光伏项目成功实施的早期利益相关者参与、支持性的政策环境及激励计划，以及透明的绩效标准。

随着能源转型加速和气候挑战加剧，农光结合提供了一种优化土地利用的很有前景的解决方案，将农业与太阳能发电相结合。这种趋势正在不断增长。

阅读报告“[农业与太阳能发电双重用途：农业光伏系统概述与性能](#)”（也提供以下版本：[事实说明书](#)）。

➔ 查看更多关于PV性能和建模的PVPS出版物。

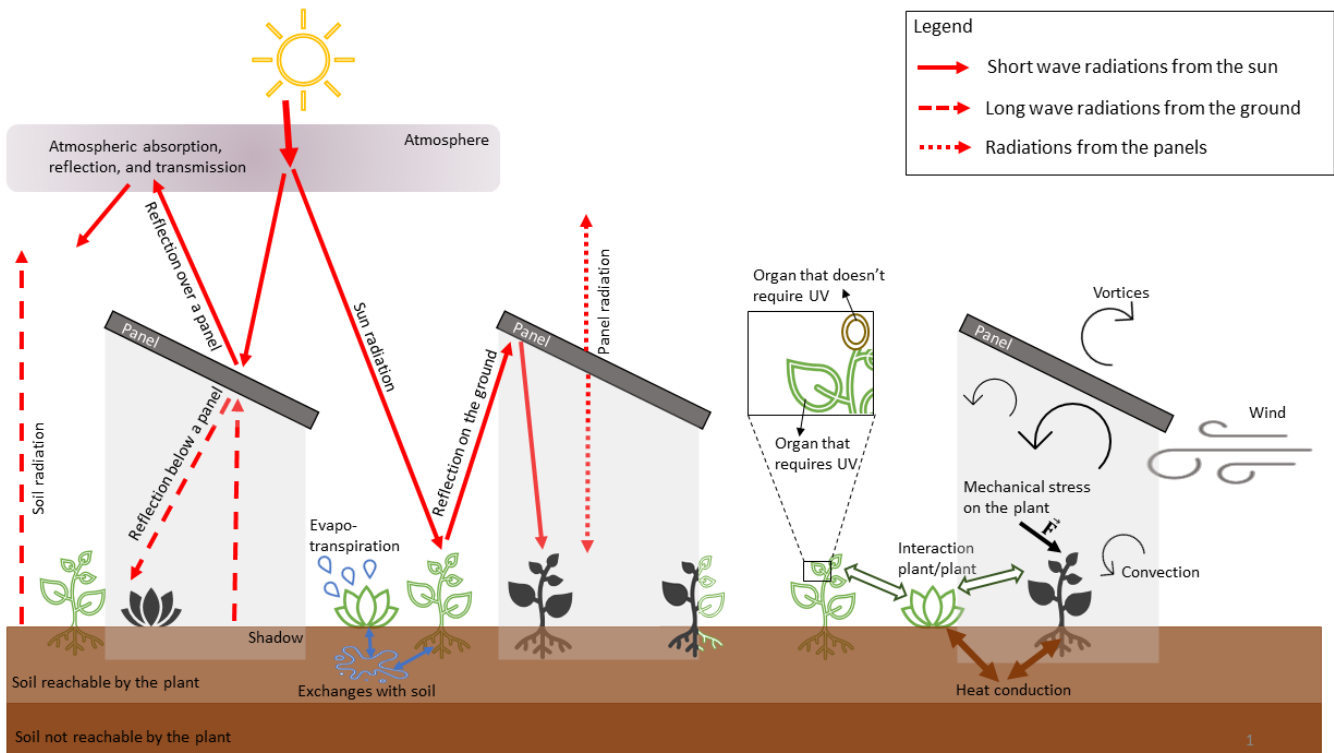


图5：农光互补系统中主要物理现象示意图及其相互作用。颜色代码：红色（照度）；蓝色（蒸散）；黑色（空气位移，显热）；棕色（土壤热传导）。注意，图中未展示相关气象现象，如雨水，或通过电缆去除的能量（Vermier, 2023）。



浮动式光伏系统



图6：2021年安装ZIM Float技术的荷兰利普河加布里埃尔斯普拉斯13.7兆瓦FPV发电厂。图片来源：BayWa r.e.

浮动式光伏系统代表了一种在土地受限区域增加太阳能容量的有前景的方法，使得水面可以双用途。然而，关于产量模型、退化机制以及开发成本效益高的运维策略仍存在不确定性。

FPV无土地限制扩大太阳能容量的潜力非常看好。为了加快FPV的采用，需要更多工作来评估环境影响、解决复杂或缺失的监管框架，以及降低成本障碍。

进一步需要提高工程判断在光伏发电产量评估（EYA）中FPV特定损失准确性的水平，例如通过填补气象数据缺口和获取更多损失机制及退化的量化知识。监测和维护（O&M）实践的改进和自动化，以及更多数据的开放共享，可以降低运营成本并支持对FPV特定压力源和可靠性的评估，最终导致扩展速度加快。

阅读报告“漂浮式光伏电站：能量产出、可靠性和维护的综述”。

查看更多PVPS出版物关于“浮动的光伏”，表现，可靠性“并且”模拟。

光伏在不同气候条件下的表现

随着全球光伏部署加速——受制于成本降低、技术进步以及迫切的气候目标推动——安装项目越来越多地布局于沙漠、热带地区、易受冰雹损害的地区以及寒冷多雪的领域。这些地区通常拥有优质的太阳能资源，但也给光伏系统的耐久性和性能带来独特风险，使得针对性的设计和气候专门方案变得至关重要。



图7：光伏系统特定的压力因素。

在了解场地特定要求有限和/或气候特定光伏组件不可用的情况下，标准产品是

经常投入使用。如今，恶劣环境中的故障率正在上升，这是由于推动便宜模块的趋势，从而推动了更大、玻璃更薄、封装材料和背衬材料更便宜、框架厚度更小的光伏模块的发展趋势。

在恶劣条件下，耐用性可以通过增强前挡玻璃、改进框架几何结构、抗微裂连接和先进的封装材料如POE或硅来提高。正在探索特殊的防污、防晒、防雪或防腐涂层，但需要进一步研究以确认其使用寿命和成本效益。

非常常见，针对某一问题的缓解措施可能会无意中加剧另一个问题，因此进行彻底的测试或深入了解实际负荷条件以确定最有效的解决方案至关重要。对气候优化型光伏组件的经验仍有限，需要更多的现场数据和光伏社区内的经验教训交流。

阅读报告“光伏系统对不同气候的优化”或相关的“事实说明书”。

➔ 了解更多PVPS发布的出版物“PV在不同气候条件下”“并且”表现。

PV及极端天气事件

随着极端天气事件越来越频繁和严重，以及全球光伏装机容量持续快速增长，理解和应对与天气相关的风险变得越来越重要。对光伏系统最相关的极端天气事件包括热带气旋、对流风暴和冰雹、降雪、沙尘暴、热浪、飓风和森林大火。这些事件不仅会造成灾难性的破坏，如组件或支架的损坏，还会导致灾难性的损害，这些损害可能不会立即显现，但会随着时间的推移加速性能退化。



图8：因极端天气事件而损坏的光伏系统。图片：劳里·伯恩哈姆，桑迪亚国家实验室。

大多数光伏发电场，如果选址适当、设计合理且维护得当，都能够经受住大部分极端天气事件。某些天气事件会有短期影响且零星发生，例如热带气旋、对流风暴（包括冰雹），而其他天气事件则会产生长期影响并呈现出周期性，例如雪、沙尘暴、热浪和野火。从影响角度考虑，光伏系统发生的损害可以分为急性和慢性。



从韧性和缓解的角度来看，场地规划至关重要。基于对历史气象数据和每个地点未来极端天气事件发生概率的评估进行风险评估至关重要，必须在设计阶段解决。一旦充分评估了威胁状况，项目开发商和业主必须做出明智的设计和采购选择。所有材料和结构组件必须符合法规；模块架构也很重要，即专门设计用于抵御冰雹的模块。此外，强烈建议由独立工程师对 racks/tracking 设计，包括硬件进行审查，建筑师应密切关注拟建场地的地形和地质条件。例如，在倾斜地面上安装光伏系统时，地基应包括防止滑坡的特征。

由热带气旋或洪水触发。

网站所有者和运营商应保存相关委托文件，尤其是与能源生产相关的文件，以便有基准来比较未来的性能。同样，任何电致发光 (EL) 和红外 (IR) 图像，以及目视检查和I-V测量的记录也应妥善保存。将电气性能数据与时间序列天气数据相结合可以帮助检测与天气相关的损坏。网站所有者和维护团队必须意识到收集和保存这些数据的必要性。

健壮的运营维护协议至关重要。在风暴暴露后遗留未解决的缺陷，在遭受额外的环境压力如高温、风和湿度的影响下，可能会随着时间的推移而恶化。主动的预防性维护同样重要，并且应根据风险的概率进行定制。例如，在热带气旋来临之前，应该检查紧固件的紧密度，并将可能成为空气中的漂浮物清理出工地。

若发生极端天气造成的损坏，应立即采取以下措施：

- 1) 通过与电网断开连接和开启所有闸刀确保现场的安全；
 - 2) 检查受影响的太阳能光伏系统中的电气和机械部分。
- 损坏的设备应留在原位，待保险或其他相关索赔检查，但所有损坏的光伏组件和电气部件在重新送电前必须被更换。

阅读报告“极端天气对光伏电站的影响：运营和经济效应”。

查看更多PVPS出版物关于“光伏在不同气候下的表现”并且“可靠性”。

离网太阳能系统

今天，全球约7.7亿人仍在缺乏电的环境中生活，离网和电网边缘的太阳能光伏系统已成为实现经济高效和可靠的电力供应的关键解决方案。PVPS专家评估了锂离子电池技术在离网系统中的适用性，并编制了一个包含超过60个数字工具的目录，这些工具可以支持离网系统的规划和运营。

锂离子电池

锂离子电池正在重塑离网光伏系统，并为偏远地区提供可靠、可持续的能源。PVPS活动已分析了技术性能、系统分类、模拟研究和操作建议。



图9：为海地一所医院提供24小时不间断可靠电力供应的锂离子电池储能系统。光伏发电是主要电力来源，辅以两台柴油发电机。

锂离子电池现在在经济上适用于兆瓦级的大型并网光伏系统，相较于铅酸电池，它提供更高的效率、更长的使用寿命和更低的总体成本。系统规模决定了最佳技术：锂离子电池在极小和极大系统中表现最佳，而铅酸电池在中型应用中仍可能更经济。

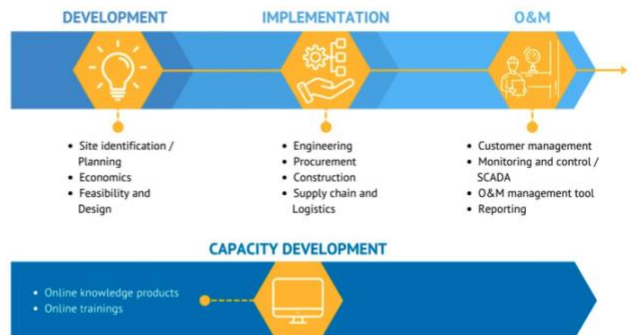
长期成功取决于适当的设计、监控和维护，包括受过培训的本地操作人员、远程系统监督和终身服务合同。从业者及项目开发者需要实用的工具来设计、运营和维护能够提供长期性能和弹性的系统。

查阅《离网应用中锂离子电池系统》报告以获取更多信息。

查看更多PVPS出版物关于“能源存储”并且“离网系统”。

数字工具

数字工具可以在整个离网项目的价值链中战略性部署——从开发和实施到运营和能力建设。数字化转型不仅是一种辅助工具，它还是将离网能源接入转变为更智能、可扩展和可持续现实的一个催化剂。



Graphic by Asantys Systems GmbH

图10：项目价值链的领域和类别。



数字技术对于提升离网光伏系统的规划、性能和可持续性至关重要。基于GIS的现场评估、物联网监测和远程故障排除等工具已开始改善系统设计和长期可行性。

PVPS专家创建了一个包含60多个数字工具的开放性目录，该目录按照四个阶段框架结构化：开发、实施、运营与维护以及能力建设。该目录旨在支持开发者、实施者和政策制定者做出明智的选择，以加速清洁能源的获取。

每个站点条目包括以下元数据：站点名称、位置、海拔、所有者、网络、运营期、数据可用性、仪器设备和气候区。站点目录和交互式地图可在www.SolarStations.org免费获取。截至2025年4月，目录包含808个站点的信息，其中440个目前处于活跃状态。只有一半的活跃站点免费分享数据，突显了数据可用性的普遍问题。目录和网站在GitHub上公开开发，欢迎社区贡献。

阅读更多，请参阅文章《[SolarStations.org——全球太阳辐照度监测站目录](#)》。

阅读报告“[数字化在离网系统中的应用](#)”。

查看更多PVPS出版物关于[数字化“并且”离网系统](#)。

了解更多PVPS发布的出版物 [太阳能资源，预测“并且”表现](#)

太阳能资源与预报

太阳资源正在为产量的评估带来最高不确定性的份额。提高光伏预测和资源评估的质量可以降低规划和投资成本，从而降低光伏并网障碍。

概率预测

一个概率预报提供一系列可能未来结果及其相关概率，而非单一的“点”预测，有助于决策者了解不确定性。近年来，概率预报在众多研究领域（如金融、气象学、银行等）中的重要性日益凸显。然而，关于如何有效使用这类预报的最佳实践，既没有得到充分解释，也未被充分理解。

太阳辐射监测站

地面测量仍然是确定太阳表面辐照度的最准确方法，尽管卫星衍生的和再分析模型持续改进。然而，由于可利用站点的信息不完整，识别和获取高质量辐照度测量数据具有挑战性。因此，许多研究使用低质量数据或地理覆盖范围有限，这降低了科学成果。

一种用于评估二元事件概率预测价值的方法已经存在。现在已开发出一种用于评估连续变量概率预测价值的方法，该方法适用于成本函数为分段线性的一类特定问题。所提出的方法基于一套视觉诊断工具。

为了解决这个问题，已经创建了一个全球多组件太阳辐照度监测站目录，简化了相关站点的识别。

特别是，一个名为EVC（“连续变量预测的有效经济价值”）的新图提供了预测的有效价值。

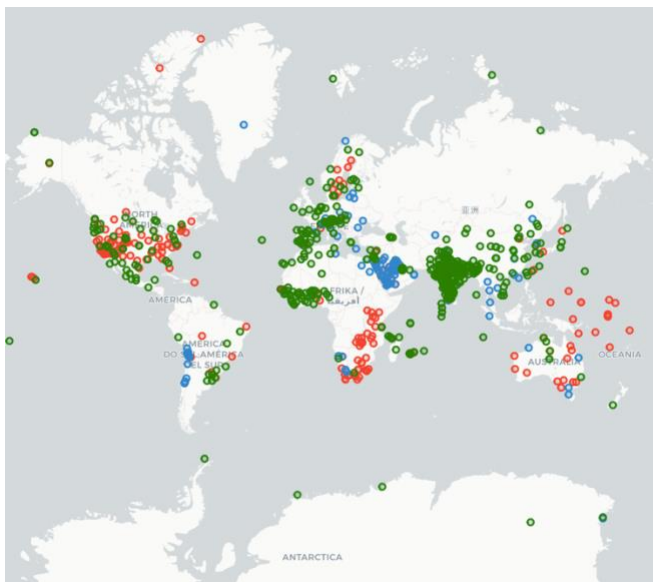


图11：Solarstations.org，全球多组件太阳辐照度监测站概述及其支持元数据。

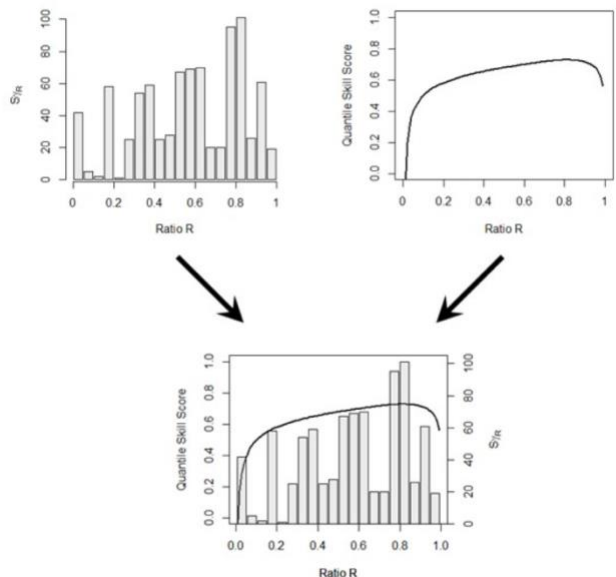


图12：EVC图绘制。

简单的案例研究表明，连续变量概率预测的价值高度依赖于一个称为风险比的关键变量。这导致了一个被称为OEV的价值的量化指标。



整体有效值。初步结果表明，典型的OEVs展示了概率预测相对于确定性方法的优点。

阅读更多，请参阅文章《[一套评估连续变量概率预报有效价值的新工具](#)》。

→ 查看更多关于预测的PVPS出版物。

评估概率预测的质量

概率预测越来越受到学术界和工业界的认可，因为它有望进一步促进变量光伏发电与电力电网的集成。因此，光伏功率预测专家们建立了一项基准测试，以评估小时内和日内的概率辐照度预测质量。

这项练习突出了使用不同方法时的预报质量差异，更重要的是，取决于输入模型的数据。特别是，基准测试程序显示，将地面、卫星和NWP数据结合统计技术进行点预报的关联可以产生高质量的概率预报。因此，在后续步骤中，进行了额外的研究，以评估这种混合点预报对预报质量的增值。

这些结果表明，为确保一致的高质量每小时或日内概率预报，有两个重要方面。第一方面是使用混合点预报，最佳地结合不同来源的输入数据。第二个方面是采用一种统计方法进行后处理，以产生分位数预报。

阅读更多，请参阅文章《[结合太阳辐照度数据和预测的增值：概率基准测试练习](#)》。

→ 查看更多关于预测的PVPS出版物。

退化与光伏组件损失

光伏技术正在迅速变化，因为新材料和新设计正在进入市场。这些变化影响了电池板和系统的性能、可靠性和使用寿命特征。同样，运营和维护方面发挥着重要作用，包括污垢管理。

退化与故障模式

光伏组件的可靠性和性能因模块类型而异。创新技术，包括钙钛矿技术，引入了一些挑战，同时也有潜在的缓解策略。

电池裂痕问题通过多线技术得到缓解。利用掺杂的晶圆和改进的制造工艺处理光照和温度导致的退化。通过针对电池、组件和系统级别的测试和调整，可以减少由电势引起的退化机制。例如，测试中的紫外辐照显示出最大程度减少退化的潜力。

特定细胞类型如TOPCon在部分光伏组件中会发生UV诱导退化，但可以通过使用UV稳定的结构和封装材料来管理。聚合物封装材料的退化仍然是一个主要问题，需要结合UV辐射、湿度和温度等应力因素的新测试标准。现代组件中的薄玻璃显示出更高的破碎率，因此需要在实际安装条件下进行多组件测试。接线盒中故障的旁路二极管连接存在安全和性能风险，因此建议在生产过程中进行100%的测试。至于基于钙钛矿的光伏组件技术，仍存在许多可靠性问题以及许多可能的解决方案，但当它们结合成一个单一过程同时解决所有挑战时，这些解决方案尚未在文献中得到评估。

	Understood and standard available	Understood or tests available	Not understood and no tests available
P⁺LeTID/LID	Standard for degradation. Recovery clear. Some effects not well understood. IEC TS 63342:2022	Embedment material	Mostly not covered by standards. Non standard tests are available. No recovery. Safety impact.
UVID	Standard for degradation. Recovery unclear. Effect not understood. IEC 61215	Unreliable connection in junction box	Fabrication failure. Production tests are available. No recovery, loose contact behaviour. Safety impact.
PID	Standard for degradation. Tests for recovery available. For SHJ no transfer of test results to field, yet. IEC TS 62804-1 (2025)	Thin glass breakage	Important origins unclear. Standard partly useful (more repetitions). No production tests are available. No recovery, safety impact.

图13：TOPCon和SHJ模块设计当前相关退化模式测试可用性和影响概述。

阅读报告“[新光伏电池和组件技术中的退化与故障模式](#)”以及附件中“[光伏故障信息表 2025](#)”面向光伏规划者、安装人员、投资者、独立专家和保险公司。

→ 了解更多PVPS发布的出版物 [表现](#)，[可靠性](#)“[并且](#)”[质量保证](#)”。

污染损失：监测、建模与缓解

光伏技术正在迅速变化，因为新材料和新设计正在进入市场。这些变化影响了电池板和系统的性能、可靠性和使用寿命特征。同样，运营和维护方面发挥着重要作用，包括污垢管理。



图14：不同类型的污染。来源：(1) Kim Verduyck；(2) Kim Verduyck；(3) 国家可再生能源实验室；(4) Tihomir Betti，斯普利特大学FESB。



污垢，由灰尘、污染和生物废物引起，是导致光伏发电性能下降的主要原因，被认为导致了全球平均4%至7%的能量损失，每年给全球带来数十亿欧元的损失。污垢降低了能量产出，提高了运维成本，加速了老化，并增加了光伏发电预测的不确定性。气候变化将对光伏系统的运行产生影响，由于干旱和沙尘暴的加剧，污垢可能成为一个更加严峻的挑战。

因此，污染数据应包括在产量评估中，以便选取适当的缓解措施。土壤测量往往不可用于项目感兴趣的地方，但如果管理好不确定性，可以根据可用的气象数据进行土壤建模。

污染可以通过比较设备功率、基于散布的非成像方法、基于显微镜的方法、基于灯的方法和基于模块图像的方法（例如使用无人机）来监控。可以通过气候学、多年再分析数据、基于最近土壤污染速率测量的持续预测、统计方法、机器学习方法，或气象数据预测作为土壤模型输入来预测污染。

缓解策略必须符合当地条件和系统/场地特征。清洁是最常见的解决方案，但在场地评估、组件选择和系统设计阶段，应实施最优策略。清洁技术应根据现场特定因素，如水资源、系统布局和预算进行选择。清洁计划必须优化，以平衡回收能源的收益和运营成本。随着市场条件变化，光伏系统设计和运营策略不断发展，极端天气加剧，污损损失和缓解方法变得更加复杂和重要。

阅读《事实说明书》了解更多。[理解、测量和减轻光伏系统中的污损损失](#)。

[查看更多关于性能和可靠性的PVPS出版物。](#)

交通领域光伏技术

车辆内置的太阳能技术可以显著提升电动汽车的可持续性。PVPS专家最近分析了将车用太阳能发电系统（VIPV）从细分市场应用扩展到更广泛交通市场所需的措施，并测试了曲面车顶形状对发电均匀性的影响。关于太阳能驱动充电站的工作仍在继续，将进一步分析技术、经济、环境和社会方面的因素。



图15：荷兰Lightyear太阳能汽车制造。

车辆集成光伏系统（VIPV）

VIPV通过船上发电减少对电网充电的依赖，减少二氧化碳排放，提高车辆自主性。高效的太阳能电动车可能实现每百公里9千瓦时的能耗，而类似Lightyear 0的车型仅依靠太阳能一年内可以行驶高达4500公里。成本降低推动着普及，VIPV太阳能电池板成本预计将低于每瓦1美元，使得车载太阳能具有经济竞争力。

卡车和公交车上的应用已经显示出有前景的回报，包括串联电池效率和柔性面板集成等技术创新，正在为更广泛的市场采用铺平道路。VIPV在减少基础设施需求方面发挥着关键作用，其潜力横跨多种交通方式，并通过持续的努力优化系统效率而得到增强。

在“光伏发电车辆 VIPV”事实表中阅读更多。[_____](#)

[查看更多关于车辆的PVPS出版物。](#) _____

VIPV市场进入

在过去的几十年里，VIPV吸引了工程师和先驱者的目光，但将VIPV成功推向大众市场仍然复杂。为了VIPV的成功，必须展示出其在成本、便利性或独特价值方面相对于竞争技术的明显优势。

以往的进入大众市场的尝试常常因为高昂的成本、技术挑战及客户优势不足而未能超越创新者及早期采用者的阶段。如卡车、公交车、recreational vehicles 和船只这类细分市场提供了机遇，可能为 VIPV 提供有利可图的早期市场。



作者

图16：现代公交车可以使用太阳能电池替代柴油。来源：coop.ch。

高效率的PV电池可以作为驱动因素，因为VIPV可以成为超过30%效率的尖端太阳能电池的出口，客户可能愿意支付溢价。此外，双向电动汽车、太阳能车棚和家庭PV安装创造了协同效应，这可以加强VIPV的论据。

阅读报告“挑战与车辆集成光伏系统市场进入相关的难题”：

→ 查看更多有关市场和车辆的PVPS出版物。

车辆曲面屋顶对太阳能性能的影响

弯曲型光伏屋顶可能会影响太阳能辐照度的均匀性和温度，从而影响车辆集成光伏系统（VIPV）的能量收集。通过矩阵方法，可以监测弯曲型光伏表面的辐照度和温度，提供了能源收集动态的精确和详细分析。

弯曲型光伏屋顶导致VIPV辐照度和温度不均匀，与平坦光伏表面相比，晴天能量损失17%，雨天损失6%。为了减轻曲率引起的损失，可以增加弯曲光伏表面的最大功率点跟踪（MPPT）通道数量，但这可能会增加成本。或者，可以使用更宽的光伏表面，但这会影响车辆的美观。

阅读报告“辐射和车辆顶棚VIPV温度均匀性”：

查看更多关于车辆的PVPS出版物。

光伏电站用于电动汽车充电

技术、经济、环境和社会维度上的电动汽车充电基础设施都非常重要。基于微网的站可以整合光伏电源，智能能源管理可以通过智能充电系统实现。然而，用户的接受度以及电动汽车充电的社会接受度却是挑战。

基础设施对电动交通解决方案的成功实施产生影响。

在白天使用光伏能源进行电动汽车充电可以减轻电网的压力和能量分配。然而，智能充电是必不可少的，必须超越常规减少充电终端可用功率的做法。根据用户预测的出发时间，实时控制能够完全充电电动汽车电池，同时最大化利用充电过程中的光伏能源。根据出发时间，大多数电动汽车可以用超过80%的光伏能源充电。与传统由电网电力供电的充电站相比，光伏充电系统的碳排放影响取决于电网中实施的能源组合，在1.5到10倍之间。

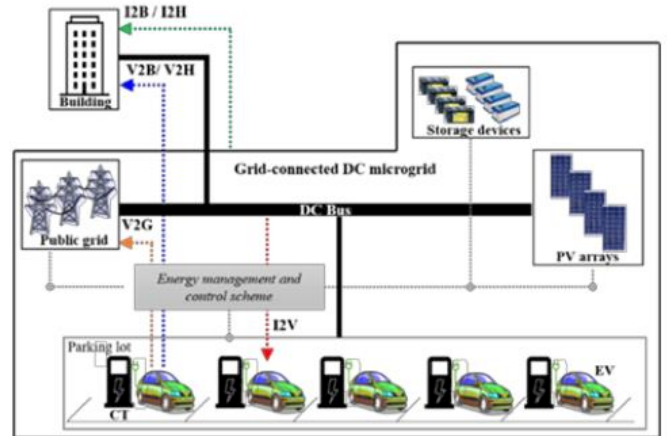


图17：电动汽车智能充电基础设施示例。

存在将光伏和电动汽车充电集成的重大机遇，但也面临着挑战。应用一致的标准对于确保系统可靠性和公众信心至关重要。

阅读报告“太阳能电动汽车充电站：要求、障碍、解决方案和社会接受度 VI PV”

→ 浏览更多关于车辆和基础设施的PVPS出版物。

Building-integrated PV

建筑物一体化光伏（BIPV）代表了建筑和能源领域的一次范式变革，通过将太阳能技术无缝集成于屋顶、外墙和外部结构，使建筑物成为可再生能源的生产者。

BIPV代表了一种将太阳能发电融入建筑物的有希望的方法，然而在大多数国家，它仍然是一个细分市场。识别推动BIPV向更广泛商业应用发展的关键挑战、优势和机遇至关重要。



技术指南手册：面向建筑师、工程师、业主和政策制定者

随着全球能源需求的增长和脱碳目标的实施，BIPV提供了双重解决方案：在推进清洁能源生产的同时保持高建筑和设计标准。然而，BIPV的广泛应用受到了技术指导和标准化不足的阻碍。需要一本全面的步骤指南，以提供最佳实践，并为决策者提供实施BIPV系统的实用工具。



图18：法国库尔布瓦一所学校使用的c-Si太阳能电池半透明BIPV天窗。版权：MT ECH & CSTB。

技术图纸提供了屋顶、幕墙、遮阳系统和基础设施中BIPV集成的细节。许多实际案例研究展示了不同气候和建筑环境中BIPV解决方案。最佳实践有助于决策，从场地评估到能源模拟、商业模式和可持续性分析。对BIPV系统性能的深入分析包括电力生成、热行为、自然采光、隔音和安全性方面。提供了长期运行和维护策略的指导，以确保系统耐用性和效率。

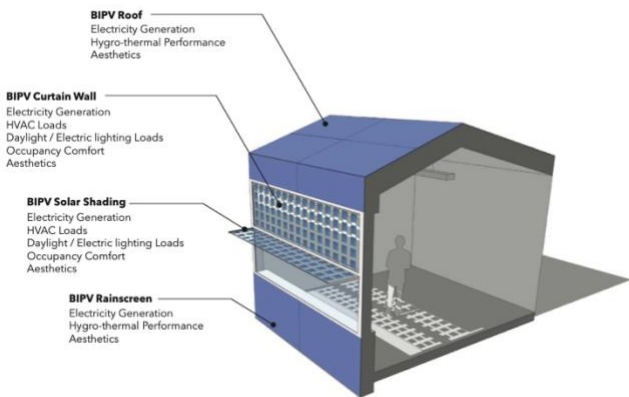


图19：应使用建筑性能模拟对BIPV应用、建筑系统和居住者之间的主要相互作用进行评估和优化。由NRCan改编。

阅读更多内容，请见《书名》一书。 [建筑一体化光伏：技术指南手册](#)。

比较七个国家的BIPV创新生态系统

奥地利、澳大利亚、芬兰、意大利、荷兰、西班牙和瑞典的BIPV市场仍然属于小众领域，除西班牙外，所有国家都将以常规尺寸的PV组件作为集成屋顶系统的主要应用。西班牙和奥地利在PV玻璃幕墙应用方面处于领先地位。

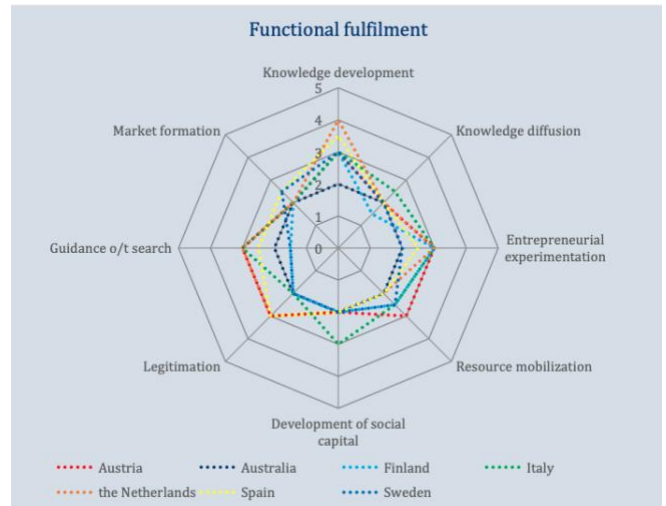


图20：TIS功能的履行评估结果。数字表示履行的程度：1 - 缺失；2 - 微弱；3 - 中等；4 - 强烈；5 - 优秀。

这些国家常见的障碍包括光伏产业和建筑行业之间薄弱的合作、有限的制度支持（经济、技术或文化方面），以及BIPV作为标准建筑产品的合法性感知不足。

为了克服这些挑战，建议在BIPV中引入新的参与者，以建立一个更加多元且稳健的创新生态系统。必须通过路线图、市场发展策略和知识共享项目的联合行动来加强价值链上的合作。例如，通过要求在投标和资金申请中实现跨行业合作来弥合太阳能和建筑行业之间的文化和运营差距。

各国应支持创新和技术进步，并完善法规、标准化和技术指导，以确保BIPV产品被视为合法的建筑材料。应制定针对性的激励措施和监管措施，以刺激对BIPV解决方案的市场需求。需要更多的教育、培训和知识转移，以使行业利益相关者具备有效整合BIPV所需的必要专业知识。

阅读报告“[技术革新系统对不同IEA国家BIPV的分析](#)”。

查看更多PVPS出版物关于 [政策](#)，[国家](#)，[产品创新](#) “[并且](#)” [建筑整合](#)。

➔ 查看更多有关PVPS发表的出版物 [产品创新](#) “[并且](#)” [建筑整合](#)。



降低集成光伏中的冷却需求

太阳能热得系数 (SHGC) 是衡量多少太阳辐射通过透明建筑外壳组件 (如窗户或幕墙) 并转化为热量的关键指标。BIPV模块的一个潜在优势是减少了被转换到室内空间中的接收到的太阳能，因此降低了冷却需求。需要方法来评估用作建筑玻璃的BIPV模块的SHGC，同时考虑到吸收的部分太阳能被转化为电能，这也应纳入国际标准。

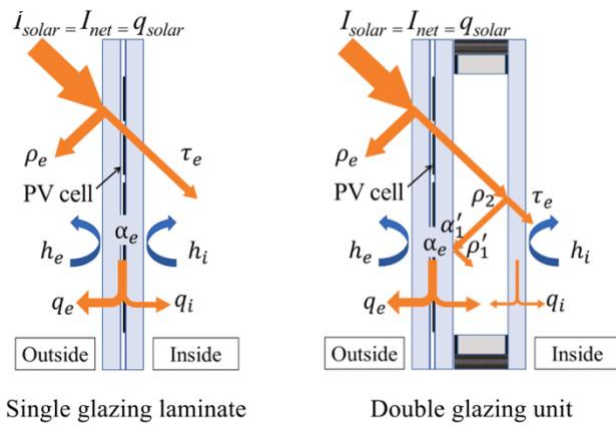


图21：单片和双片BIPV模块在开路 (OC) 状态下的表面涂覆配置。

两种现有方法由任务15的专家成功修改并提出，用于BIPV模块的应用：热计量测量和基于组件的计算方法。证实了当发电和提取电力时，太阳能热得率 (SHGC) 会降低，降低程度取决于光伏电池的覆盖率以及玻璃的热性能。将现有的国际标准针对传统玻璃进行了调整，以考虑BIPV的典型特征，从而提高了BIPV玻璃单元SHGC评估的可比性和准确性 (目前处于公众咨询阶段)。

阅读更多，请参阅文章《 BIPV组件发电幕墙的太阳能热得率系数 》。

查看更多PVPS出版物关于 [建筑整合“并且”标准化](#)。

光伏回收

随着全球光伏发电装机容量迅速增长，光伏组件生命周期末的管理正变得越来越重要。尽管光伏系统设计用于长期服务，但在未来几十年里预计将有大量生命周期结束 (EOL) 组件出现。

回收再利用在保障光伏产业的可持续性中扮演着关键角色，通过回收有价值的材料和减轻环境影响。然而，扩大回收能力并提升经济可行性仍然是主要挑战。

国际能源署光伏项目 (IEA PVPS) 专家对监管框架、技术发展及市场条件进行了评估，以支持有效光伏回收系统的扩展。

各国光伏组件回收状况

PVPS专家考察了全球各国光伏组件回收的现状、法规发展和新兴技术趋势。目标是提供扩大回收能力、提高经济效益和确保回收材料重新进入光伏供应链所需的事实依据和实践知识。随着未来几十年末生命周期 (EOL) 组件数量的增加，有效的回收对于确保光伏继续成为全球能源转型的可持续基石至关重要。

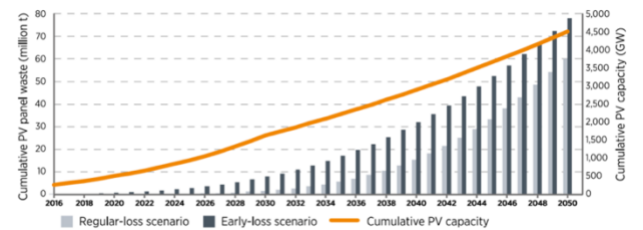


图22：2016年IRENA/任务12估计的全球EOL光伏组件累计总量

法规体系在全球范围内不断发展。欧盟已经通过 (此处应有具体法规名称或描述)。

《光伏废弃物指令》。在世界其他地区，光伏组件废弃物的立法和监管框架已设立或正在筹备中。无论是否存在专门针对光伏废弃物规定，许多公司都在对光伏组件废弃物进行适当的生命周期管理和回收，自从三年前调查以来，这些公司的数量有所增加。

当前的低产量、有限的回收技术、物流挑战以及回收材料市场的不发达，导致今天光伏组件回收成本高昂、收入低。需要进一步提高光伏回收能力和技术，同时考虑回收材料如关键矿物的价值。

技术发展正在扩大回收的范畴。光伏组件回收技术正从脱层技术扩展到金属回收，并探索更多回收材料的宝贵市场。在新的光伏电池/组件和其他高价值市场中使用回收材料是最终目标，而杂质和添加剂仍然是需要解决的问题。光伏组件废料中的回收材料在为光伏组件生产和其它行业提供材料供应方面可以发挥重要作用。

阅读报告“ [光伏组件回收在IEA PVPS任务12国中的状况](#) ”。

查看更多PVPS出版物关于 [回收利用，循环经济，可持续性“并且”国家](#)。



标准化

对于像光伏行业这样迅速增长和发展的行业，制定必要的标准以保持同步既困难又至关重要。PVPS专家们经常关注标准化程序的各种方面，包括最近对相关可持续性标准和BIPV标准的分析。

可持续性标准

光伏产业的可持续发展标准正在迅速发展，但存在重大差距。

机遇依然存在——特别是在生命结束管理以及纳入稳健的社会标准方面。PVPS专家们绘制了当前影响行业环境和社会表现的监管和自愿框架的现状图。从长期存在的欧盟法规到新兴的生态标签，其成熟度差异巨大，采纳程度有限。

简化并协调标准可以减轻报告负担并加快光伏产业链的可持续发展进程。标准可以分为三类——行业报告标准、与产品相关的标准和监管框架。政策制定者、行业利益相关者和研究人员必须合作，以确保光伏实践与联合国可持续发展目标相一致。

阅读更多内容，请参阅《2025年光伏可持续性标准评审报告》。

查看更多PVPS出版物关于 [标准化](#)，[政策](#)，[国家](#)，[循环经济](#) “并且” [可持续性](#)。

BIPV 标准

建筑一体化光伏 (BIPV) 行业的发展面临几个关键挑战，其中一些可以通过改善BIPV的标准化来降低。BIPV产品的测试程序在某些情况下可能非常复杂，存在一些多余的测试和认证。不明确的程序，加上更高的成本和漫长的时间线，阻碍了BIPV在某些市场的采用。存在监管空白，因为现有标准主要关注光伏或建筑，但不是BIPV的具体要求。

一项针对外墙或屋面条件 (热工、冲击、防水) 的统一性能测试，有助于更好地支持建筑领域BIPV的采用和实施。统一的流程和集成复测框架将减少不必要的重复，简化合规途径。

统一BIPV的标准可以确保全球市场上安全、可靠和性能的稳定。制造商的市场准入将变得简单，从而促进国际合作。BIPV的采用有望促进实现可再生能源和建筑效率目标。

阅读《事实说明书》了解更多。 [推动BIPV标准化——解决监管空白和性能挑战](#)。

查看更多PVPS出版物关于 [政策](#)，[标准化](#) “并且” [建筑集成](#)。

更新自我们的任务





任务1

战略分析与拓展

任务管理器：Melodie de l'Epine，贝克勒尔研究所，法国
Izumi Kaizuka，RTS公司，日本



图23：任务1成员在2025年柏林的会议中

引言

任务1持续研究IEA PVPS国家以及全球光伏发展的驱动因素和现状。它每年至少提供两份报告或特别活动，突出光伏行业的关键发展。

当前焦点话题

2025年，任务1主要关注支持稳健的太阳能光伏市场及行业情报报告，同时应对高光伏渗透率地区出现的经济和运营限制。在部署成熟且渗透率不断上升的国家，系统集成成为重点，特别是电网容量、灵活性需求、削峰驱动因素、负价格事件，以及分布式和公用事业规模储能及需求侧措施作为推动工具而非独立目标的角色。讨论了光伏部署、供应链和日益政治化的趋势。

制造定位，以及将技术证据转化为可执行政策和监管见解的沟通、存储库和利益相关者针对性产出也是重要的。

2025年主要成就

一张全球光伏报告的快照

《全球光伏快照报告》由所有参与IEA PVPS计划的国家每年提供的初步市场发展信息编纂而成。该报告于4月份出版，提供了对上一年光伏市场的首次可靠估计。任务1小组成员在报告中收集和分享数据，为上一年市场发展和政策驱动因素提供早期洞察。2025年的报告突出了电网拥堵和特定时刻的过剩供应导致削峰的影响，以及制造领域持续存在的过剩产能。



光伏应用趋势报告

整理自年度国家调查报告（NSR；下文提及）以及全球市场与产业专家网络提供的信息，《光伏应用发展趋势报告》呈现了关于全球光伏发展中当前状况和趋势的广泛视角。它提供了关于光伏市场演变和行业价值链的精准信息，重点关照支持政策和商业环境，同时进行深入分析光伏市场发展背后的驱动力和影响因素，并分析全球光伏市场和产业。

由国际能源署光伏产品计划（IEA PVPS Programme）资助，它由任务1内部的一个小型编辑组准备，并由任务1的参与者传达给他们

已识别国家级目标受众，并在选定的会议中发布，可在IEA-PVPS网站上下载所有之前的版本。概述发表在《PV杂志》上，其结果在行业内广泛传播。

全国调查报告

一个PVPS项目（光伏产品项目）的关键组成部分，国家调查报告（NSR）详细描述了在过去一年内特定国家所发生的事情。这些报告由各国团队撰写和资助，建立在关于有效数据收集的讨论之上，涵盖了从国家市场框架、公共预算、行业价值链、价格、经济效益、包括融资和电力公用事业利益在内的新倡议等多个主题。2024年共发表了九份报告。 www.iea-pvps.org
国际能源署光伏合作伙伴计划网站 网站超过2nd

学期，第一个从七月开始可用。

加拿大和柏林的会议

任务1会议于六月（蒙特利尔）和十月（柏林）举行。在这些会议中，成员们分享了当前市场状况，并就成员国和更广泛地区的日益增长的渗透率的影响进行了交流。在每个城市与当地利益相关者的富有成效的讨论突出了可转移的学习经验。特别是，与蒙特利尔T15成员的讨论集中在BIPV和其他光伏市场的发展不同方式，以及这些方式对建筑外层、安全、可靠性和保险期望的影响。当地利益相关者发现了加拿大和北欧国家在气候和能源混合/电网架构方面的相似性，并表示有兴趣进行后续交流以巩固所学。在柏林，重点议题包括不断增长的PV/储能联盟和不断发展的数据协调。当地利益相关者研讨会中的核心技术主题包括削减动态、负价格、电网容量限制、爬坡和市场需求时间步长效应、分布式光伏的可控性要求以及新兴的辅助服务和惯性市场安排；与国会议员的后续会议将讨论扩展到更广泛的社会接受度问题。

传播活动

2025年4月举行了一次网络研讨会，介绍了快照研究结果，并在同年6月的加拿大IEEE PVSEC-53上展示了结果。9月在西班牙举行的EUPVSEC上，展示了《光伏应用趋势》的主要发现，随后在2025年10月举行了一次网络研讨会。EUPVSEC上还举办了一个并行活动，旨在汇聚业界和研究视角，共同探讨电网拥堵、限电和负电价对当前和未来光伏发展的影响。

了解更多关于任务1的信息



任务12

PV可持续发展活动

任务管理器：加文·希思，NLR，美国 埃蒂安·德拉希，道达尔能源，法国



图24：2025年于德国弗莱堡举行的第12项任务专家会议。

自信并赢得政策制定者的支持，这一信息有助于推广光伏能源系统，从而推动全球能源转型。

当前焦点话题

在子任务1中，任务12目前正在尝试在循环经济中发展非回收活动。例如，专家们正在准备一份关于光伏组件维修的报告，以延长退化设备的使用寿命，同时，一份关于太瓦时代光伏关键材料需求场景的报告也在完成中，这将有助于更好地理解由于光伏部署的快速增长，材料供应链中可能出现的瓶颈。此外，正在研究几个国家光伏回收的现状和趋势。

关于生命周期分析，我们将在2026年中期左右发布生命周期库存的主要更新。这一生命周期库存将包含来自最先进电池和模块的新数据，以及基于新来源的新系统平衡数据。团队正在改变生成新生命周期库存数据的方式，以提供更快速的最先进生命周期库存，同时不降低质量。还有几个生命周期评估正在进行中（法国的太阳能电池回收途径、太阳能电池回收试点和工厂等）。

在生态系统集成光伏（EcoPV）主题上，需要提及我们团队在农业光伏行动小组中的积极参与，以及对农业光伏应用现场研究方法的报告正在完成。在法属波利尼西亚，一项关于浮动光伏对珊瑚礁环境影响的研究正在进行中，已经收集并处理了2年的数据。项目正在继续。

最后，关于更广泛的可持续性主题，我们愿意在公众接受度领域扩展我们的工作计划，而一篇关于西班牙和澳大利亚住宅光伏接受度的比较分析文章应在今年发表。

任务12总是渴望欢迎能够支持和补充我们现有工作计划的新专家。

2025年主要成就

在2025年，任务12发布了3份报告，也欢迎了5位新专家，增加了1个国家，使我们的全球专家人数达到35人（29位学术专家和6位产业研究员），10位候补专家，来自14个国家。

引言

在PVPS框架内，任务12致力于促进国际合作、推动信息交流和推动光伏可持续性领域的知识创造，涵盖环境和社会两个维度。它生成、整理和传播初级和次级信息，面向技术专家、公众和政策制定者。

准确的有关光伏技术环境和社会可持续性的信息对于各种目的至关重要，无论是进行尽职调查以应对光伏系统相关的风险和机遇，还是教育消费者和政策制定者了解其影响和益处。通过提高消费者对光伏技术可持续性的认识，我们可以促进更加环保、负责任的技术采用。



我们的任务12专家在2025年举行了两次会议，分别在3月的美国科罗拉多州丹佛和12月的德国弗莱堡。这两次会议都是与全球社区更广泛接触的机会。在丹佛，我们组织了由Rich Stromberg主讲的“太阳能光伏回收现场检验”实操培训；而在弗莱堡，任务12专家为Solaris项目做出了贡献。 [SOLARIS - 支持光伏资源效率优化和可持续性](#) 研讨会。

此外，我们还举办了“关于光伏可持续性和循环的最新工作”主题的平行会议，由任务12组织，于2025年在比利亚韦尔德举办的EUPVSEC上。这次会议吸引了大约50名对光伏循环经济、光伏回收流程和设施的生命周期清单以及光伏可持续性标准感兴趣的人士。

[了解更多关于任务12的信息](#)



任务13

可靠性及光伏系统性能

任务管理器：Ulrike Jahn，德国弗劳恩霍夫CSP研究所
Giosuè Maugeri，意大利RSE



图25：2025年，任务13专家在德国哈梅林的会议上。

引言

在PVPS框架内，任务13旨在支持市场参与者提高光伏组件和系统的运行、可靠性和质量。项目编制的不同气候区光伏系统运行数据将允许得出关于可靠性和产量的结论。此外，还将分析光伏组件和系统的合格性和使用寿命特性，并识别技术趋势。任务13将继续提供独特的光伏组件和系统的基本分析，包括浮式光伏、北极和高山地区的光伏系统性能和可靠性，以及灰尘对光伏电站的影响，这会影响光伏系统在其使用寿命期间在不同环境中的可靠性和性能。

当前焦点话题

在第四阶段（2026-2029年），IEA PVPS任务13关注市场引入新材料和创新设计推动的太阳能光伏技术演变。对于这些新兴技术中的许多，长期实地数据仍然有限，它们在多样气候和运行条件下的实际性能尚未完全理解。此外，新材料、电池结构和组件设计之间的相互作用可能会导致出现之前未观察到的退化机制和新类型的故障模式。这些关于新技术——以及这些新技术如何相互作用的——信息对投资者、制造商、电站业主、EPC公司和电站运营商非常重要。这些利益相关者热衷于获取更多有关此类技术创新的信息。



数字化和自动化在光伏电站的检验活动中正成为确保系统高性能的同时，保持运维成本具有竞争力的基本工具。这对于管理不断增长的电站组合、规模通常达到吉瓦级别的光伏运营商尤其重要。虽然现代监控系统已经能够收集高质量的操作数据，但当前的分析工具需要进一步发展，以有效地支持利用先进的数据分析和生成式AI方法进行运维决策。这些先进工具可以支持自动化报告、异常解释、预测情景分析、决策支持系统以及数字孪生的创建，从而增强故障诊断并加速纠正措施。任务13将专注于提高光伏电站的可靠性。

通过先进的数字化运维解决方案的系统。关键工作领域包括数据标准化、本体开发、快速故障定位和维护自动化。这还包括研究高级诊断与机器人解决方案相结合连续监控和针对性干预。此外，还将追求开发自动化运维管道——结合结构化数据框架、机器学习和生成式人工智能——以优化光伏电站的设计、运营和长期管理。

任务13的另一个当前重点是新兴光伏应用的性能和耐用性。这包括提供近岸和离岸浮动光伏（F-PV）系统，并进行准确的能量产出分析，研究F-PV对特定环境参数的影响，以及寻找加速老化测试光伏模块的优化设计。对于北极和阿尔卑斯地区的光伏系统，将通过收集北极地区和高原地区光伏系统的研究成果、实际经验和案例研究，提出提高可靠性和性能的建议。目标是最大限度地减少在北极和阿尔卑斯地区扩大光伏应用的风险，并实现准确的性能预测。此外，任务13将量化今天和未来情景中积尘对光伏能量产出的影响。总体目标是审查和比较当前的监测技术和模型，识别理论与实践之间的优势、局限性和差距。

随着光伏系统逐渐成熟并越来越多地与储能技术相结合，对强大的寿命管理及资产优化策略的需求变得至关重要。运营商们面临越来越多的关于如何维护、升级或改造老旧系统以保障安全、可靠性和长期经济可持续性的决策。任务13目前的工作集中在影响长期光伏性能的系统级促进因素，包括电池储能系统（BESS）和改造策略。任务13将分析这些组件的退化机制、运营挑战和权衡，为支持数据驱动的资产管理与投资决策提供可操作性的见解。

任务13在2025年组织了5场针对不同主题的专门研讨会和在线研讨会，与相关利益相关者共同参与。

任务13 工作坊：**双面跟踪系统**，罗马，意大利，2025年2月27日

任务13 工作坊：**策略应对当前模块类型重要退化及故障原因** 哥本哈根，丹麦，2025年4月29日

任务13 工作坊：**对光伏发电厂极端天气的影响** 慕尼黑，德国，2025年5月7日

- 任务13：研讨会 **可靠性及资格评估 生命光伏** 比利亚诺瓦，西班牙，2025年9月25日

任务13 工作坊：**光伏系统特性描述**，汉堡，德国，2025年10月23日。

除了在任务会议和活动中组织的研讨会外，任务13还在2025年会议与活动中进行了展示：任务13重点贡献。

- 瑞典约特布罗，ELMIA太阳能，2025年2月5日
- 西班牙巴塞罗那，太阳能品质峰会，2025年2月18-19日
- 美国科罗拉多州金矿，NREL PV可靠性研讨会，PVRW，2025年3月4-6日
- 英国牛津，硅PV 2025/nPV研讨会，2025年4月8-11日
- 丹麦哥本哈根，技术大学，Sophia可靠性研讨会2025，2025年4月28-30日
- 德国慕尼黑，Intersolar欧洲会议，2025年5月6-7日
- 美国新墨西哥州阿伯夸基，PVPVC研讨会，2025年5月13-15日
- 加拿大蒙特利尔，第53届IEEE PV专家会议，2025年6月9-13日
- 美国内华达州拉斯维加斯，RE+行业活动，2025年9月8-11日
- 西班牙毕尔巴鄂，第42届EU PVSEC，2025年9月22-26日
- 塞浦路斯阿亚纳帕，欧洲PVPVC研讨会，2025年10月29-30日
- 泰国曼谷，第36届国际PVSEC-36，2025年11月16-21日。

当前工作计划（2026-2029年）包括12项活动。共有来自23个国家的55个组织的66位任务13专家和54位贡献者参与任务13。

2025年主要成就

在2025年，任务13发布了5份技术报告，并准备了4份事实表格，这些可以从PVPS网站上下载。

了解更多关于任务13的信息 [_____](#)



任务15

enabling framework for the development of building integrated photovoltaic (BIPV)

任务管理器：

弗朗西斯科·弗伦蒂尼，瑞士，SUPSI

何塞·玛丽亚·韦加·德·塞奥内，西班牙贝克尔研究所



图26：2025年任务15专家的会议。

引言

建筑一体化光伏发电（BIPV）指的是将太阳能光伏板直接集成到建筑元素或部件中，例如窗户、屋顶瓦片或建筑立面系统。这种集成使得建筑能够在保持其主要作为建筑功能的同时，从太阳光中发电。第15项任务的前几个阶段的研究揭示了建筑皮肤在光伏能量转换中具有很大的技术和经济潜力，但是还应该采取一些进一步措施来加速这项技术在建筑中的应用。特别是，应该开发新的方法和程序，以更好地评估模块在不同环境条件（遮挡、风速、高温等）下的性能，并保证必要的技术耐久性。

系统。需要进一步探索新的数字解决方案和方法，以简化设计过程，并实现对涉及建筑师、工程师和材料科学家等不同方面的BIPV价值链的协调。此外，还需要新的培训模式和合作机会。

当前焦点话题

在其第三个阶段（2024-2027），IEA PVPS任务15致力于创造条件以促进建筑一体化光伏（BIPV）的广泛应用，通过解决限制市场推广的关键技术、社会、经济和安全障碍。这项工作建立在...



在前期阶段的基础上，采取整体方法，将BIPV视为既是能源技术又是多功能建筑围护结构组件。

任务15正在开发统一的市数据收集方法，以应对许多国家支持计划淘汰后统计数据的缺失。同时，该任务正在优化通过将技术潜力与经济、监管和社会驱动力相结合来评估BIPV市场潜力的方法。同时，还关注了将BIPV整合到能源和环境标签方案以及国际建筑认证系统，旨在更好地反映BIPV的多功能价值。特别是与EBC等IEA TCPs的合作已经建立。通过结构化案例研究来分析社会接受度。

用户感知、利益相关者互动和架构集成。

从技术角度看，任务15继续解决现有的标准和法规未充分适应BIPV的规范性研究空白。消防安全仍然是主要关注点，工作重点突出了集成光伏系统的具体风险、需要专门的测试方法以及更清晰的监管指南。另一个重要议题是BIPV安装的眩光问题，现行法规通常要求评估，但缺乏明确的指标或阈值。一份首份报告已编制完成，并将很快发布，介绍不同国家的眩光监管框架。其他活动还包括太阳能热量获得特性、彩色BIPV模块的性能和耐久性，以及复杂遮阳条件对能源产出和系统设计的影响。

数字化代表了另一个战略重点。任务15致力于将BIPV融入到数字建筑设计工作流程中，尤其是通过定义与BIM兼容的BIPV属性集，涵盖电气、建筑、机械、视觉和经济等方面。与开放BIM生态系统的合作旨在确保设计工具之间的互操作性和数据交换的一致性。

同时，任务15与真实产品和项目保持紧密联系，收集有关创新BIPV解决方案的信息并监测长期行为，特别是对于美学稳定性至关重要的彩色BIPV系统。最后，该任务越来越重视培训、宣传和利益相关者合作，认识到技能发展和跨行业理解对于广泛采用至关重要。

分析。建筑2025，15，3011。https://doi.org/10.3390/buildings15173011

M. Babin, G. Eder, 如何进行BIPV模块玻璃盖板的精确颜色测量：IEA PVPS任务15轮换测量活动，EUPVSEC 2025，毕尔巴鄂

M. Tobakovic, S. Thorsteomsson, M. Trampert, 《在环境标签背景下BIPV的应用》，EUPVSEC 2025，毕尔巴鄂

Aurrekoetxea-Arratibel, O.; Otano-Aramendi, N.; Valencia-Caballero, D.; Vidaurrazaga, I.; Oregi, X.; Olano-Azkune, X. Active光伏屋顶系统上的火焰蔓延。Fire 2025，8，105。https://doi.org/10.3390/fire8030105

任务15也引用于最近在《自然综述：清洁技术》的出版物中：Faes, A., Virtuani, A., Quest, H., Frontini, F. 等人。建筑一体化光伏。自然综述清洁技术1，333-350 (2025)。

<https://doi.org/10.1038/s44359-025-00059-9>

除了在全体会议期间与相关利益相关者共同组织的研讨会外，任务15还在多次会议上以不同的形式做出了贡献：

第53届IEEE光伏太阳能会议，蒙特利尔，6月8日至13日

- 太阳能建筑研讨会，瑞士，雷格斯多夫，9月2025年
- 第42届欧盟光伏展览会议，西班牙毕尔巴鄂，2025年9月22日至26日
- IPV会议，佛罗伦萨，2025年11月25-26日
- 先进建筑皮肤大会，瑞士伯尔尼，3-4月2025年11月

[了解更多关于第15项任务的内容](#)

2025年主要成就

总体而言，2025年取得的成就表明，任务15正在稳步推进，朝着建立具有技术稳健性、监管清晰、数字整合和专业能力相结合的连贯性支持框架这一目标迈进——这是BIPV成为建筑环境主流解决方案的关键前提。

2025年发表了四篇出版物（见研究亮点）——其中两篇属于第15项任务，一篇与第1项任务（光伏应用趋势）合作，还制作了一份关于推进标准化的资料。

此外，2025年还发表了4篇科学论文：

马丁-奇弗莱特, N.; 范诺德, M.; 蒂利, F.; 杨, R.J.; 维拉斯吉, N.; 道恩, E.; 巴吉尼, A. BIPV市场开发：国际技术创新体系



任务16

太阳能资源，适用于高渗透率和大规模应用

任务管理员：Jan Remund，Meteotest，瑞士

Manajit Sengupta，美国NLR



图27：2025年任务16专家的会议。

引言

任务16提供获取全面国际关于太阳能资源和预测的研究与经验的途径。它支持来自研究、仪器制造商以及私人数据提供商和公用事业的不同利益相关者。

任务16是一个与TCP SolarPACES（任务V）合作的任务。它还与太阳能供热与制冷（SHC）以及风能任务51进行协作。

当前焦点话题

如前两个阶段一样，Task16的第三个阶段的主要成果是对《太阳能资源手册》的更新。这个最后的版本（第四版）已于2024年10月发布。它包括了2020年至2024年合作期间的主要成果（Sengupta等，2024a和Sengupta等，2024b）。

该团队专注于以下主题：

1. 关于简单散射或直接辐射测量选项比较的科学论文。论文共有2nd 审阅并通过，预计于2026年春季出版。
2. 关于辐射参数变化的气候模型结果科学论文（状态：草案）。
3. 基于全天候成像仪、卫星数据和次日天气预报的三个太阳能预测基准正在进行中。这些基准将以论文和报告的形式于2027年发布。
4. 第一份固定电力生成报告（固定电力生成2026）更新。该报告于2026年2月发布。



2025年主要成就

2025年出版了四篇出版物——其中三项是在任务16内部发布的，还有一项是与任务13合作完成的（关于污染的简报）。

此外，2025年还发表了六篇科学论文：

Blum, Niklas 等人，2025年：“利用太阳和月亮位置进行全天摄像机几何校准的综合分析。”《太阳能295》（2025年）：113476。
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2025.113476>

Bonanno, R. 和 E. Collino, 2025：评估气候变化对意大利太阳能发电的影响，*Renewable Energy*。

环境变化，第25卷，第3期，第78页，2025年7月 doi: 10.1007/s10113-025-02417-6

• Honningdalsnes, Erlend Hustad, Erik Stensrud Marstein, Dag Lindholm, Helge Bonesmo, Heine Nygard Riise, 2025：《垂直农光互补中的风遮蔽可提高作物产量：针对北欧的建模研究》，*能源枢纽*，第19卷，2025年，100516，ISSN 2772-4271，
<https://doi.org/10.1016/j.nexus.2025.100516>

• Meddahi, A., Tuomiranta, A., & Guillon, S., 2025：基于技能驱动的数据采样和深度学习框架的分钟尺度天空图像太阳预报。*Solar RRL*，9，2400664。 <https://doi.org/10.1002/solr.202400664>

van Eldik, Ruben 和 Wilfried van Sark，2025年：《积极削减下的稳定风能和太阳能光伏发电：欧洲分析》，《能源转换与管理》第347卷，2026年，120399号，ISBN 0196-8904。
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2025.120399>

Sohani, Ali, Marco Pierro, David Moser, 和 Cristina Cornaro，2025：《双面光伏发电功率估算物理模型比较》。《能源转换杂志》第327卷，2025年，第119515号，ISSN 0196-8904。
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2025.119515>

两个研讨会作为春季和秋季任务研讨会的配套活动举行：

• 由LMD和巴黎大学帕莱索分校联合举办的公开研讨会，与任务会议同期举行。主题：“最佳太阳能数据日，助力光伏提升”（巴黎帕莱索，2025年4月4日）

• 一场关于“适用于独立发电公司的VRE补偿模式”的邀请工作坊在瑞士纽沙泰尔举行，由IEA PVPS任务19组（JRA-40）合作举办（2025年10月17日）。

在两个内部研讨会上，已经制定了2026年7月至2029年6月期间的新工作计划。任务16组的成员也开始更新和增强有关太阳辐照度的维基百科条目。一些更新已经成功：

• <https://zh.wikipedia.org/wiki/太阳辐照度>

• <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%9B%B4%E5%BE%84%E5%A4%AA%E9%98>

→ [更多了解任务16](#)



任务17

光伏发电与运输

任务管理员：小野健一，日本

Berk Celik，法国贡比涅科技大学



图28：2024年任务17专家的会议。

引言

任务17通过提供“光伏和交通”领域的全面研究和实践经验，促进了研究机构、产业利益相关者和政策制定者之间的协作。在交通行业——尤其是在客运车辆方面——电动汽车（EV）被广泛采用作为减少二氧化碳排放的关键解决方案。与这一趋势一致，许多国家和监管机构已经推出并实施了车辆排放目标和政策措施，以加速电动汽车（EV）的部署和使用。相比之下，重型车辆（如卡车、公交车和拖车）的电气化在技术和经济方面面临的挑战，比乘用车和轻型商用车要大。

随着交通运输越来越电气化，电动汽车充电的电力需求不断增长，光伏（PV）将在确保电动汽车普及转化为显著减少二氧化碳排放方面发挥关键作用。光伏发电的分布式特性为充电电池电动汽车创造了新的机会。低碳充电解决方案包括使用光伏或其他可再生能源供电的电网电力，专用充电设施和智能充电管理。

具有现场光伏发电的基础设施，以及集成到车辆中的直接车载光伏系统（光伏动力车辆）。每种方法的特点、技术要求和适用性均取决于具体的车辆类别和应用场景。

为了贡献于交通行业的脱碳，同时支持光伏市场扩张，第17项任务旨在评估和阐明光伏在交通应用中的潜力，并制定实用实施的策略路径。第17项任务的范围包括广泛的光伏动力车辆类别，包括乘用车、轻型商用车、重型车辆和其他专用车辆，以及光伏在电动移动系统和基础设施中的应用，例如光伏充电设施、电池集成和高级能源管理系统。



当前焦点话题

任务17的主要目标是加速和结构化运输领域光伏发电的部署，从而减少二氧化碳排放，同时促进可持续光伏市场扩展。

- **优化车辆集成光伏 (VIPV)**
解决将VIPV系统集成到乘用车、卡车、公交车和其他车辆类别中的技术优化和性能提升问题
- **市场介绍与VIPV的规模化** 旨在通过基于证据和具有经济可行性的途径实现VIPV解决方案的大规模商业化。
- **绩效指标与光伏充电站 (PVCS) 的智能运行** 定义光伏充电基础设施的技术、操作和用户导向的性能标准
- **环评与经济评价：聚氯乙烯 (PVC)**
评估贸易平衡和系统级影响相关
使用太阳能光伏充电基础设施
- **网格影响和系统集成** 检查互动
between PVCS and the electricity grid to ensure stability and
最优化的功率分配
- **PVCS重型运输用 (卡车和公交车)** 给予
战略上发展重型运输电气化的重要性
- **政策支持与系统级影响评估**
旨在为政策制定者和公众提供可靠证据
当局

2025年主要成就

除了在“研究亮点”中突出的报告外，2025年还发表了兩篇期刊文章：

Celik, B., Kassab, F. A., Locment, F., Sechilariu, M. & Hansen, T. M. (2025). 法国城市微电网规划中的区域洞察：综合最优能源管理和尺寸优化。数学与计算机模拟。
<https://doi.org/10.1016/j.matcom.2025.08.028>

Kassab, F. A., Celik, B., Locment, F., Sechilariu, M., Liaquat, S., & Hansen, T. M. (2025). 基于电动汽车灵活性的微电网规模优化：级联混合整数线性规划与嵌入式粒子群优化混合整数线性规划方法。应用能源, 396, 126273。
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2025.126273>

了解更多关于任务17的信息



任务18

离网型和边缘型光伏系统

任务管理器： 迈克尔·穆勒，德国OFRES



图29：2025年任务18的专家会议。

引言

任务18的目标是确定推动离网光伏技术发展和影响市场的创新。范围涵盖整个供应链，包括离网和边缘电网系统的规划、融资、设计、建设、运营和维护。重点关注最重要的创新领域，包括来自锂离子电池系统、LED照明、太阳能组件价格降低以及整个数字化领域的技术变革。任务特别关注跨国、市场和系统规模的共同挑战。旨在为可能从中受益的人提供解决方案、工具、指南和技术报告，免费分发。

锂离子电池基于光伏的离网系统创新是一个重要议题，关键关注点在于收集成员国中最佳实践案例研究。特别关注那些不仅配备了专业监控系统，而且与能提供实际年度监控数据的运营商相连的系统。此类系统已在澳大利亚、马来西亚、摩洛哥、加拿大、马达加斯加和海地被发现。所有系统都按照其规模、应用焦点和太阳能比例，根据其适合任务18范围的程度进行了分析和分类。可以在系统之间计算和比较性能指标和整体系统往返效率。具体而言，来自澳大利亚和马来西亚的系统已被选为最佳实践系统进行进一步研究。

当前焦点话题

任务18目前正致力于其二阶段工作计划，计划于2026年中完成。在此期间，有数个关键活动主导了任务18专家小组的合作工作。

全球已有13个岛屿采用100%可再生能源的光伏离网发电系统。已与这些岛屿建立联系，并正在分析关键成功因素。工作的重点是确定政治和框架条件，以使这些包括分布式发电、存储和消费的系统实现成功和可持续的运行。



针对非洲的特殊关注，任务18正在分析创新的移动解决方案。小型电动移动解决方案，如滑板车、小型摩托车、电动自行车以及许多其他应用，使偏远地区的人们能够提供各种移动和邮政服务。这些设备可以通过光伏离网系统或在城市中心运营期间充电。

特别是，我们关注坦桑尼亚的例子，在过去几十年里，那里安装了大量的小型离网光伏系统。为了使这些系统可持续和可靠地运行，几个组织已经为生活在偏远离网光伏驱动地区的居民建立了培训和课程框架，使他们能够执行系统的初级维护。正在分析这些培训框架，以识别和评估关键成功因素。

2025年主要成就

在2025年期间，任务18在工作计划方面取得了显著进展，不仅与技术话题相关，尤其是在分析和理解导致成功运作的边界条件方面。

系统。锂离子电池系统和小型电动出行解决方案等创新在此背景下发挥着关键作用。

任务18工作组由来自德国、澳大利亚和荷兰的专家团队领导，并得到了加拿大、摩洛哥和马来西亚提供的额外有价值的支持，这些支持反映了任务18所处理的离网光伏系统应用的全球范围。

2025年，IEA PVPS任务18发布了两份新报告：

- [锂离子电池系统在离网光伏应用中](#)

[光伏离网系统数字化](#)

在2025年6月，德国慕尼黑的Intersolar和Smarter-E展览期间，国际任务18的现场会议得以实现。

[了解第18任务的相关信息](#)



任务19

光伏在电力网络和市场中的集成

任务管理器： 里卡多·阿吉亚尔，葡萄牙，DGEG
Gerd Heilscher，清华大学，德国



图30：2025年，任务19专家在特内里费岛会议上。

引言

任务19的主要目标是倡导将并网太阳能光伏作为主要电源，并通过提供国际研究和知识来支持相关利益相关者。此外，我们将提供关于光伏并网对电网稳定性、数字化和能源系统管理方面的专业知识，同时促进可再生能源之间的合作。该倡议旨在为光伏在未来100%可再生能源电力系统中作为主要供应组成部分建立技术、经济和监管基础。

任务19于2025年1月启动，旨在专注于在高渗透率或完全可再生能源渗透率背景下将光伏发电（PV）融入电力网络和市场。

这一倡议涉及来自18个国家和地区以及欧盟的专家，强调跨境合作和最佳实践交流，以应对光伏并网的多方面挑战。

任务19通过联合研究活动（JRAs）实施其研究议程，代表了专注于特定技术挑战的专家小组之间的自组织团队合作。这些时间有限且具有量化成果的活动能够灵活应对新出现的问题，同时保持严格的研究标准。每个JRA都需要指定一名负责人，至少需要来自两个大洲的五位专家的参与，以及与任务19主题相一致的目标。

当前焦点话题

通过九个子任务和联合研究活动（JRAs），任务19解决了包括举办能力、消费者权益和义务、智能电网集成、调试流程、削减策略、逆变器功能、聚合器模式、本地能源管理和市场设计在内的关键挑战。



2025年主要成就

在2025年任务19期间，专家开始了以下五个JRA。

- 在“国家目标与电网容量”的子任务一，已经启动了对电网接纳能力规则和方法的国际比较。
- 子任务三“智能电网中的光伏”从解决网络安全问题开始。
- 子任务五“主动电力管理”开始比较处理极高光伏渗透率的国际方法。
- “聚合器和能源社区”子任务正在研究光伏在微电网弹性策略中的作用。
- 第九个子任务“将光伏系统整合到能源市场”开始分析光伏在能源、容量和平衡市场中的整合情况。

➔ [了解19号任务更多信息](#)



任务20

能源枢纽与绿色氢能

任务管理器：Veronika Vancheri，荷兰Stedin



图31：任务20是IEA TCPs风力、氢能和PVPS之间的联合活动。（照片由TNO提供）

引言

作为IEA TCPs风能、氢能和PVPS的联合活动，20号任务于2025年开发，旨在管理混合风能-太阳能-氢能植物的数据和设计信息，并考虑地域特定因素，提出全球整合的最佳实践建议。此外，它旨在识别当地的法律和社会挑战，以及开发解决各种潜在问题的工具，从而提高项目的可行性。

实施机制，以及与长期减碳目标的协调一致。我们的分析涵盖可再生能源部署趋势、能源需求模式、电力发电组合以及电网基础设施建设。

一个主要目标是评估如何从可再生能源产生氢气并将其有效整合到现有能源系统中。我们评估不同生产路径的技术可行性，以及氢气生产和电力系统运行之间的相互作用。此外，我们分析监管框架、市场设计、经济条件和社会接受度如何影响市场发展、投资决策和整体项目可行性。

当前焦点话题

任务20的主要重点是系统比较选定国家的能源战略、气候目标和政策框架。我们考察了各国在雄心方面的不同之处。

作品的第二部分对2030-2050期间氢在长期能源场景中的作用进行了详细的评估。特别关注了工业、氨产量、运输应用以及能源储存领域的细分需求。我们



调查氢如何在减少难以减排行业的碳排放和平衡基于可再生能源的电力系统中发挥作用。

此外，我们探讨生产路径、基础设施需求、储存和运输方案、成本发展趋势、技术成熟度水平以及实际部署项目的案例。

综合来看，这些报告将展示政策设计、基础设施投资和技术进步如何相互作用，塑造从基于化石的氢生产向可持续、低碳氢系统的转型。

2025年主要成就

2025年3月，首次任务会议在鹿特丹以混合形式举行，我们团队有五名成员参加。2025年9月，第二次任务会议在潘普洛纳举行，同样以混合形式进行，我们团队有六名成员参与。

[了解更多关于任务20的内容](#)



行动小组

农业光伏

经理：Alessandra Sognamiglio，意大利，ENEA；Jordan Macknick，美国，NLR



图32：在2025年德国弗莱堡农业光伏世界大会上的农业光伏行动小组协调委员会成员。

引言

农业光伏行动小组致力于探索农业与太阳能发电之间的协同效应的合作努力。通过国际合作和多学科参与，该小组旨在通过优化土地利用、提高农业对气候变化的适应能力以及鼓励广泛支持太阳能倡议，增强农业光伏的潜力。

当前焦点话题

行动小组分为三个阶段：

第一阶段：行动组组建。第一阶段的关键活动和成果包括：专家识别和承诺、董事会组建、角色和责任阐明与定义、工作计划和时间表的确定。

第二阶段：利益相关者研讨会。第二阶段的关键活动和成果包括：确定研讨会主持人、制定研讨会日程、举行研讨会和编写总结报告。

第三阶段：综合报告：第三阶段的关键活动和成果包括开发关于高优先级研究的公共文件



需要农光互补技术及其内部国际能源署光伏计划 (IEA PVPS) 下一阶段的建议文件。

工作坊的目标是在IEA PVPS背景下开发对农业光伏的普遍理解，确保IEA PVPS任务中有一套标准且一致的指标和方法，并培育一个能够促进研究成果改进的IEA PVPS社区。工作坊还将为吸引和包括与农业和社会科学专业相关的外部专家提供一个机会。来自这些学科的学者和实践者传统上并非IEA PVPS的一部分，但他们的贡献对于农业光伏研究至关重要。参与行动小组的工作坊将为这些外部专家提供一个更实质性贡献IEA PVPS活动的切入点。

研讨会的结果表明，IEA PVPS专家和其他全球农业光伏研究人员对某些跨学科主题的针对性出版物和资源有需求，这些主题能够惠及所有农业光伏研究人员。这些资源还将利用IEA PVPS在促进国际协作和就基础研究主题达成共识方面的独特地位。因此，我们正在推进以下面向公众的成果，这些成果在我们的利益相关者研讨会上被列为IEA PVPS追求的最高优先级主题：

在线视觉词汇表及配套报告，定义了利益相关者研讨会中确定和优先考虑的关键农光互补术语和研究概念。

动态数据库列表及提供现有农光互补建模工具及其相关数据集的关键信息

- 全球地理空间平台，实现联网与跨农业光伏研究人员之间的联系，这可能作为更大规模全球地理空间工具的基础。

2025年主要成就

行动计划组在2025年开展利益相关者研讨会和在规划面向公众的成果方面取得了显著进展。亮点包括：

- 2025年3月：国际能源署光伏与农业结合行动小组举办了虚拟研讨会。共有来自35个国家的152名参与者。互动研讨会涉及壁画板和与以下3个主题相关的参与者贡献：1) 农业光伏研究的标准术语和定义；2) 国际合作与协调机会；3) 未来IEA光伏与农业结合优先事项。

2025年5月：IEA PVPS行动小组协调委员会根据2024年和2025年利益相关者工作坊的反馈，为行动小组选择了面向公众的研究出版物进行推进。

2025年7月：国际能源署光伏电力促进工作组协调委员会召开并代表参加了在德国弗莱堡举办的2025年农光互补世界大会。

- 2025年9月：国际能源署光伏项目行动小组协调委员会在西班牙毕尔巴鄂举办的EUPVSEC 2025会议上举办了一个关于农光互补的研讨会。

➔ [了解关于行动小组农光互补的更多信息](#)

参与矩阵



请注意：

- 参与矩阵中呈现的信息反映了截至2026年2月的参与状态。
- 表格中的数字指的是IEA PVPS任务。
- “TM”方块表示列出的实体中的专家是任务经理。
- ExCo是执行委员会代表的缩写。

国家	实体	ExCo	1	12	13	15	16	17	18	19	20	AG
澳大利亚	澳大利亚光伏协会 (APVI)	ExCo	1									
	艾可斯特卡								18			
	全球可持续能源解决方案 (GSES)								18			
	IT Power Australia							17				
	RINA 咨询				13							
	可持续能源普及	ExCo										
	阿德莱德大学										20	
	墨尔本大学					15						
	新南威尔士大学 (UNSW)	ExCo	1	12	13		16	17				
	南澳大利亚大学 (UniSA)						16					
奥地利	奥地利技术研究院有限公司 (AIT)				13	15				19		
	奥地利光伏技术平台 (TPPV)	ExCo	1									
	奥地利化学与技术研究院 (OFI)			12	13	15						
	联邦创新、交通和基础设施部	ExCo										
	奥地利弗朗尼乌斯国际									19		
	聚甲醛能力中心列本股份有限公司 (PCCL)			12	13							
	维也纳应用科技大学					15						
	奥地利应用科学大学 (FH-OÖ)						16					
	维也纳科技大学 (TU Wien)					15						
比利时	贝克勒尔学院		1			15						
	能源城 - IMEC				13			17				
	能源城 - 列日鲁汶大学	ExCo	1							19		
	能源城 - 马尔梅迪大学	ExCo			13	15						
	能源城 - VITO			12								
	Lucisun.				13	15						
	PVCycle Association			12								
	比利时皇家气象研究所 (Bólíshì Huángguó Tiàoyù Yánjiūsù)						16					
加拿大	加拿大可再生能源协会 (CanREA)	ExCo	1									
	康科迪亚大学					15						
	麦吉尔大学			12								
	加拿大国家研究委员会					15						
	加拿大自然资源部 - 加拿大能源技术中心	ExCo	1		13	15	16					
	滑铁卢大学					15						
	育空大学研究中心									18		
中国	中国电力科学研究院									19		
	中国能效解决方案有限公司								18			
	能源互联网研究院, 清华大学							17				
	GoodWe.					15						
	中国科学院电气工程研究所 (CAS) - (美) 化学文摘服务社	ExCo		12	13				18	19	20	
	龙光新能源科技有限公司		1			15						
	公共气象服务中心 (CMA)						16					
	中国绿色供应链联盟 (ECOPIV) 光伏委员会	ExCo	1	12								
	西门子能源有限公司									19		
	尚能太阳能开发有限公司									19	20	
	Trinasolar Co., Ltd.					15						
	西安隆基氢能科技有限公司										20	

国家	实体	ExCo	1	12	13	15	16	17	18	19	20	AG	
	浙江晶科太阳能有限公司			12									
丹麦	丹麦防火安全技术研究院 (DBI)					15							
	丹麦气象研究所 (DMI)						16						
	EMD 国际									19			
	FKSol ApS	ExCo											
	Kenergy	ExCo	1										
	Sicon				13								
	太阳能城丹麦					15							
	丹麦技术大学 (DTU)				13	15	16						
欧洲创新联盟	欧洲委员会研究与总司	ExCo											
	联合研究中心 - 欧洲委员会		1				16			19		AG	
芬兰	阿尔托大学科学学院					15							
	福图姆可再生能源有限公司				13								
	创新资金机构 商务芬兰	ExCo											
	拉彭兰塔理工大学		1										
	图尔库应用科技大学				13					19			
	图尔库大学									19			
	芬兰VTT技术研究中心	ExCo											
法国	ADEME (法国生态过渡署)	ExCo						17					
	贝克勒尔研究所 法国		商标										
	太阳能技术部门 (CEA-LITEN)			12									
	巴黎综合理工学院						16						
	法国电力公司 (EDF研发部)						16						
	EnerBIM					15							
	欧洲航天局						16						
	法国替代能源和原子能委员会							17					
	HESPUL									19			
	National Solar Energy Institute (INES) Laboratoire des 太阳能系统 (L2S)				13								
	Laboratoire Piment University of Réunion						16						
	洛林大学									19			
	巴黎高等矿业学院			12			16						
	法国航空公司 SAS	椅子	1					17					
	电网传输公司 (RTE)						16						
	SAP实验室法国							17					
	科学建筑技术中心 (CSTB)					15							
	SOREN (PV Cycle 法国)			12									
	TotalEnergies		商标			13		16					AG
	科尚大学 (Compiegne University of Technology)								商标				
UPEC										19			
德国	非洲绿科								18				
	Asantys								18				
	CSP服务						16						
	生态研究所								18				
	能源宇航学有限公司									19			
	弗劳恩霍夫朱利希研究中心有限公司							17					

国家实体		ExCo	1	12	13	15	16	17	18	19	20	AG
	Jülich项目承担者 (PTJ)	ExCo	1									
	弗劳恩霍夫硅光伏中心CSP				商标							
	弗劳恩霍夫费尔IEE									19		AG
	弗劳恩霍夫太阳能系统研究所 (ISE)			12	13		16		18			
	德国航空航天中心 (DLR)						16					
	研究所太阳能研究公司 (ISFH)				13							
	OFRES.								商标			
	莱纳·莱莫因研究所								18			
	劳斯莱斯解决方案								18			
	德累斯顿工业大学 (THU)									商标		
	TÜV Rheinland 太阳能 GmbH					13						
Universal GmbH					13							
印度	喜马偕尔邦大学				13							
	国家太阳能研究所 (NISE)	ExCo					16					
	新德里规划与建筑学院					15						
以色列	能源与基础设施部	ExCo	1									
意大利	贝克勒尔研究院意大利 (BII)				13							
	欧洲博岑/博尔扎诺学院 (EURAC)				13	15	16					
	能源服务公司 (GSE S.p.A.)		1		13	15						
	绿马法律咨询服务		1									
	我-嗯						16					
	国家新技术、能源与可持续发展机构 经济发展 (ENEA)	ExCo	1	12			16			19		商标
	米兰理工大学						15					
	Ricerca Sistema Energetico (RSE S.p.A.)是一家意大利公司,专注于能源系统研究	ExCo				13		16				
	罗马萨皮恩察大学					13						
	罗马托尔·维加塔大学											AG
	卡塔尼亚大学					13						
那不勒斯费德里科二世大学						15						
罗马二大 - 托尔·韦尔加塔							16					
日本	Lixil						15					
	国家高级工业科学研究所 技术 (AIST)					13	15					
	新能源与工业技术发展 组织 (NEDO)	ExCo		12						19		
	光伏发电技术研究 协会 (PVTEC)						15					
	RTS公司											AG
	东京科学大学									19		
	宫崎大学			12					商标			
韩国	肯特克		T1									
	孔炬国立大学					15						
	韩国能源局 (KEA)	ExCo										
	韩国能源研究院 (KIER)	ExCo										
立陶宛	Protech	ExCo	1			15						
马来西亚	沙捞越能源有限公司								18			
	可持续能源发展局 (SEDA)	ExCo	1									
	马来西亚国家能源公司									19		

国家	实体	ExCo	1	12	13	15	16	17	18	19	20	AG
摩洛哥	绿色能源公园	ExCo			13					19		
	IRESEN	ExCo	1						18			
挪威	能源技术研究所 (IFE)				13	15	16			19		
	挪威气象研究所						16					
	挪威科技大学 (NTNU)				13	15						
	挪威水资源和能源局 (挪威水能局)	ExCo	1									
	挪威研究理事会	ExCo										
	RISE 火灾研究协会					15						
葡萄牙	能源和地质总署 (DGEG)	ExCo	1							商标		
	Finerge									19		
	葡萄牙可再生能源协会 (APREN)	ExCo								19		
	里斯本大学						16	17				
赞助商 成员	新加坡太阳能研究所 (SERIS)	ExCo			13	15						
	太阳能欧洲	ExCo	1									AG
南非 南非国	家能源发展研究所 (SANEDI)	ExCo	1									
西班牙	贝克勒尔研究所 西班牙					商标						
	能源、环境与技术研究中心 (CIEMAT)			12		15	16					
	Mactech						16					
	国家氢中心 (CNH2)										20	
	西班牙国家可再生能源中心 (CENER)	ExCo			13		16					
	纳瓦拉公立大学 (UPNA)						16					
	马德里理工学院							17				
	Tecnalia					15		17				
	Trama Tecno Ambiental								18			
	西班牙太阳能联合会 (UNEF)		1									
	阿尔卡拉大学									18		
	阿尔梅里亚大学							16				
	卡斯提利亚-拉曼查大学										19	
	雅文达大学							16				
	拉乌尼达瓜大学										19	
	拉斯帕尔马斯德格拉纳利亚大学							16				
	马拉加大学							16				
Murcia大学				12								
塞维利亚大学							16					
瑞典	贝克勒尔瑞典AB		1									
	查尔默斯理工大学			12								
	CheckWatt AB				13							
	达拉纳大学			12						19		
	IVL 瑞典环境研究机构			12								
	马尔默达伦大学 (MDU)				13							AG
	瑞典研究机构 (RI.SE)			12	13							
	瑞典能源局	ExCo										
	瑞典气象和天文研究所 (SMHI)						16					
	乌普萨拉大学						16					
瑞士伯尔尼	应用科学大学				13							

国家实体		ExCo	1	12	13	15	16	17	18	19	20	AG
	CSEM PV-Center EPFL光伏实验室				13							
	施普巴赫和蒙特维勒有限公司							17				
	Eastern Switzerland University of Applied Sciences (OST) ; 瑞士东部应用科学大学 (EST) 学院SPF						16					
	HES-SO 日内瓦 (HEPIA)					15						
	MegaSol					15						
	气象测试						商标			19		
	NET - 有限公司	ExCo										
	Planair SA		1									
	瑞士电子与微技术中心 (CSEM)								17			
	瑞士联邦能源办公室	ExCo										
	Treeze Ltd. 译为：特瑞斯有限公司			12								
	瑞士南部应用科学艺术学院 (SUPSI)					13	商标					
	维里登+合作伙伴						15					
	苏黎世应用科学大学 (ZHAW)			12								
泰国	替代能源发展与效率部	ExCo	1									
	泰国国王蒙库特科技大学东英分校，CES太阳能细胞检测中心 (CSSC)				13							
The. 荷兰	bear-ID熊编号					15						
	デルフト理工大学			12					18		20	
	Eindhoven科技大学									19		
	荷兰企业署 RVO	ExCo	1						18	19	商标	
	荷兰应用科学研究组织 (TNO)			12		15		17				
	智能绿扫描			12								
	特温特大学									19		
	乌得勒支大学					13		16				
ZUYD						15						
土耳其	中东技术大学								18			
	土耳其能源核与矿产资源研究所 (TENMAK)	ExCo	1									
联合王国	能源安全与碳中和部 (DESNZ)	ExCo										
	Northumbria University北安普顿里亚大学			12								
	牛津布鲁克斯大学			12								
	Peak Designs Ltd峰设计有限公司						16					
	英国电力网络									19		
美国	凯斯西储大学 (SDLE)					商标						
	清洁能源研究 (CPR)						16					
	大卫·雷内 可再生能源						16					
	电力研究机构 (EPRI)			12								
	First Solar第一太阳能			12								
	国家航空航天局 (NASA)						16					
	国家洛基山实验室 (NLR)				商标	13	商标		18			商标
	桑迪亚国家实验室 (SNL)					13						
	太阳能咨询服务						16					
	纽约州立大学阿尔巴尼分校 (SUNY Albany)						16			19		
	Univers Inc. → 大宇公司					13						
	中央佛罗里达大学					13						

国家	实体	ExCo	1	12	13	15	16	17	18	19	20	AG
	俄勒冈大学						16					
	华盛顿大学			12								
	美国能源部	ExCo	1									

