



Task 15 支持BIPV发展的框架

S  
P  
V  
P

摘要

BIPV安装的多维评估

2024年7月

作者: Eder, G. C., Wilson, H. R., Frontini, F., Bonomo, P., Babin, M., Thorsteinsson, S., Adami, J., Maturi, L., Jing Yang, R., Weerasinghe, N., Martin-Chivelet, N., Boddaert, S., Frischknecht, R.

Task 15 经理:  
Helen Rose Wilson, Fraunhofer ISE, Germany  
Francesco Frontini, SUPSI, Switzerland



## BIPV安装的多维评估

建筑集成光伏（BIPV）将太阳能电池板无缝集成到建筑结构中，是可持续建筑设计中的一项关键技术。



BIPV安装的多维评估方法旨在促进横向比较，以增加BIPV的部署。

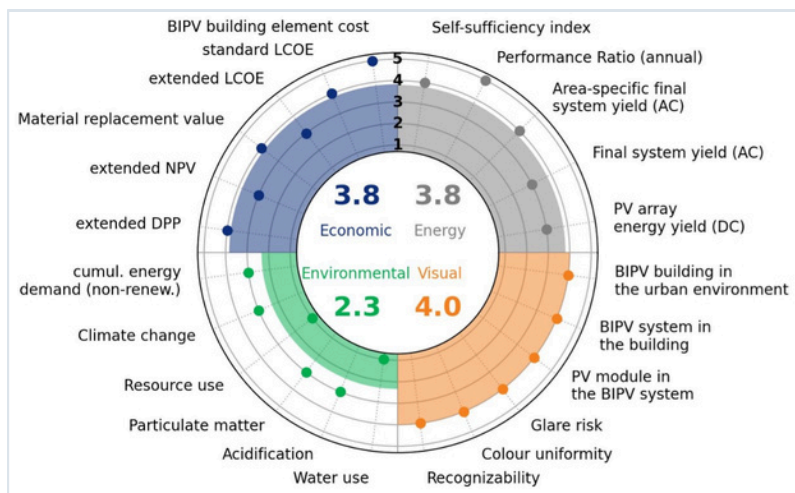
### 多维评估工具的开发

建立明确的研究目标，并在四个主要类别的性能指标（PIs）中定义变量和参数：

能源相关的性能指标 (PIs)	经济性能指标 (PIs)	环境性能指标 (PIs)	视觉性能指标 (PIs)
BIPV阵列的直流电产量	BIPV建筑构件成本（整个BIPV系统）	非再生资源的累计能源需求	可识别性
最终系统的交流电产量	标准平准化电力成本	气候变化 (GWP)	颜色 (均匀性)
特定区域的最终系统交流电产量	扩展平准化电力成本	资源使用，矿物和金属	眩光 (风险)
年性能比	材料替换价值	颗粒物	BIPV系统中的光伏组件
自给率指数	扩展净现值/成本	酸化	建筑中的BIPV系统
	扩展折现回收期	用水量	城市环境中的BIPV建筑



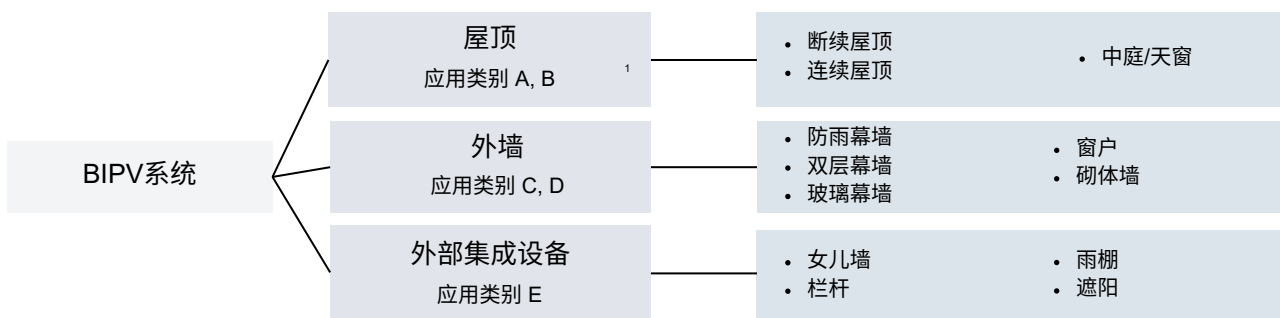
开发每个性能指标（PI）的数值评级系统，以便根据每个类别的多个指标对不同的BIPV安装进行定量和定性比较分析。对于视觉性能指标（PIs），采用半定量的方法。



多维性能比较评估的目的是从现有的BIPV项目中学习，并支持参与新BIPV项目规划的建筑师、系统开发人员和其他利益相关者。

\*\*图1：四个类别中的视觉性能评估结果，显示了评估的性能指标（PIs）的数值\*\*

开发统一的BIPV安装类型分类方案。该方案是一种优化的方法，用于作为BIPV建筑围护结构技术分类的参考。



<sup>1</sup> 应用类别 A、B、C、D 和 E 是 BIPV 标准 EN 50583 和 IEC 63092 中使用的类别。

## 多维评估工具的应用

选择代表不同建筑类型（例如，外墙、屋顶、外部设备）的多样化BIPV安装。每个安装作为比较分析的案例研究。评估可以针对以下项目进行：

- 规划中的项目，基于数据表、环境数据表、模拟和渲染的资料；
- 现有的BIPV安装，基于测量的性能数据、实际成本、已知的环境数据以及现场视觉和光学性能评估。

应用多维方法量化和评估每个安装在已定义的性能指标（PIs）中的表现。这包括使用标准化的评估方法进行数据收集，分析和解释。结果以结构化格式呈现，便于详细比较和评估。



## 案例研究

### 1 带有彩色BIPV模块的公寓楼改造（瑞士）



照片：© Vividén + Partner AG

- 公寓楼改造：在外墙上集成彩色光伏模块（导致约35%的性能损失）。
- 复杂的建筑设计导致严重的遮挡条件。
- 使用了18种不同尺寸的模块，其中只有四种是非活跃面板（假面板）。理论上约98%的玻璃幕墙是活跃的。
- 在最初几年中，不得不更换大量的功率优化器（超过7%），这导致了产电量损失和资源使用及能源需求的增加。

### 2 集成BIPV外墙和屋顶的办公楼（乌普萨拉，瑞典）



照片：© Nils Lindstrand/ Nordiske Medier

- LEED铂金认证的办公楼，在外墙和屋顶上安装BIPV，需要实施高效的能源系统和创新解决方案。
- 该建筑采用全木结构，设计为高性能，以最大限度地减少建筑材料和能源使用对气候的影响。
- 光伏面板集成在屋顶和外墙上（经过磨砂或缎面处理，与外墙其他部分融为一体，不隐藏电池）。

### 3 装有标准化BIPV屋顶产品的排屋BIPV屋顶的排屋（荷兰代尔夫特）



照片：Exasun ©Jan-Jaap van Os;  
<https://exasun.com/>

- Exasun使用预制的标准化产品替代传统的屋顶瓦片。
- X-Roof系统与老虎窗、天窗和屋顶不规则部分无缝集成。
- 整个屋顶由光伏面板组成，以实现最大能源产量。

### 4 装有BIPV窗台栏杆的公寓楼改造（意大利北部）



照片：© Eurac Research

- BIPV护栏：作为改造的一部分安装，使用了在EnergyMatching研发项目（Horizon 2020）中开发的多功能快速安装子结构。
- BIPV窗台栏杆：在“太阳能窗块”系统内开发，该系统是预制的，多功能的。它包括一个与电池集成的BIPV系统，为窗内的通风器提供电力。
- BIPV系统的尺寸和位置经过优化，旨在提高每小时电力生产与消耗之间的匹配，从而最大限度地提高系统的整体效率。



## 挑战与考虑因素

评估工具面临的几个挑战：

- **数据可用性：**数据的有限可用性和使用授权可能会阻碍全面评估。
- **标准化问题：**缺乏标准化定义来确定每个性能指标（PI），这在比较不同BIPV应用的性能时会导致重大问题，例如在计算经济效益时，不同研究使用了不同的成本和收益元素。
- **环境数据的变异性：**不同的环境数据生成方法可能会使环境性能指标的计算复杂化。
- **主观美学评估：**视觉性能评估本质上是主观的，需要采用半定量的方法来标准化评分。

## 展望

该工具最初是为不同BIPV安装的横向对比而设计的。然而，该方法也可用于其他类型的评估：

- **评估规划阶段特定项目的选项评定：**外部边界条件（位置、建设、运营时间）是固定的，经济条件（利率、资本提供）可以在BIPV不同选项之间保持一致，性能指标（PIs）的预定义评估方法可以一致使用。
- **对每个性能指标的单独评估：**这对于潜在的BIPV客户非常有用，他们可以根据自己的情况优先考虑相关指标。
- **分析先锋性安装（如案例研究1）：**这有助于确定成果、识别改进领域，并为市场发展做出贡献。
- **BIPV安装的生命周期纵向分析：**计划在Task 15的第三阶段进行。



正在进行的研究将探索BIPV安装的长期性能影响和进化趋势，支持可持续光伏集成到建筑结构中。



这种方法论在评估BIPV系统方面代表了一个重要的进步，促进了光伏在各种建筑环境中的有效和可持续集成。



## IEA PVPS Task 15

Task 15 旨在建立一个框架，以加速BIPV产品在可再生能源和建筑领域的全球采用，确保与BAPV和传统建筑组件的公平竞争。它将BIPV集成到电力和建筑技术中，强调对建筑美学、能源性能和多功能性的增值贡献。该任务涵盖新建筑和现有建筑、各种光伏技术、多种应用及规模，从住宅到商业和公共设施中的大型BIPV安装。

本数据表基于IEA PVPS Task 15专家的一篇文章，该文章已发表在《Energy and Buildings》杂志上。有关该方法的详细描述，请参阅论文：

Wilson, H. R., Frontini, F., Bonomo, P., Eder, G. C., Babin, M., Thorsteinsson, S., Adami, J., Maturi, L., Yang, R. J., Weerasinghe, N., Martin-Chivelet, N., Boddaert, S., & Frischknecht, R. (2024). Multi-dimensional evaluation of BIPV installations: Development of a tool to assess the performance as building component and electricity generator. Energy and Buildings, 312.