

用于太阳能面板安装的屋顶结构设计

作者：赖玟璇博士 | 2023年10月28日

太阳能作为一种可再生能源，因其众多优势而日益受到青睐。它是一种清洁能源（绿色能源），不产生有害排放，也不对气候变化造成影响。太阳能面板是捕捉太阳能并将其转换为电力的主要组件。这些面板由光伏电池组成，可以将阳光转化为直流电（Direct current, DC）。随后，逆变器将直流电转换为交流电（Alternating Current, AC），以供家庭、企业和其他电气设备使用。随着技术的不断进步，新型更高效的太阳能面板不断涌现，使太阳能无论是对住宅还是商业用途，变得更加可及和经济。

太阳能面板可以安装在各种结构上，包括住宅、商业和工业建筑，无论每种应用采用何种类型的屋顶。在住宅建筑中，倾斜屋顶因其经典且美观的外观而被优先考虑。这些坡屋顶能有效排水，防止水分积聚。相比之下，平屋顶在商业建筑中因其成本效益和适合安装如空调设备（Heating, Ventilation, and Air Conditioning, HVAC）等屋顶设施而受到青睐。然而，平屋顶需要在中间或边缘有轻微坡度以确保适当排水，这需要更多的维护以确保密封良好。在工厂建筑中，平屋顶和倾斜屋顶各有其优点。平屋顶提供了广阔的屋顶工作空间和设备安装空间，而倾斜屋顶则提供了高效的通风和保温效果。

倾斜屋顶和平屋顶承受不同的荷载，在考虑太阳能面板的安装时必须充分考虑这些差异。设计荷载是指屋顶在不影响结构安全的情况下能够承受的重量。例如，坡屋顶承受重力荷载和风荷载，而平屋顶则需承受额外的活荷载，如空调设备（HVAC）或人员。特定屋顶的设计荷载可以通过咨询结构工程师来确定。

太阳能面板的荷载因其尺寸、类型和品牌而异。然而，通常情况下，标准的 60 块光伏电池面板（面积为 1.7 平方米）通常重约 18 公斤（约 0.10 kN/m²），而 72 块电池的模块（面积为 2.3 平方米）重约 23.5 公斤（约 0.10 kN/m²）。加上安装结构、直流电缆、电缆槽和其他组件，平均荷载通常为每平方米 16 公斤（约 0.16 kN/m²）。60 块光伏电池面板因其较小的尺寸，通常用于住宅单位，更便于在房屋屋顶上有效放置。相比之下，72 块光伏电池面板比 60 块的面板大约 35%，这使得在住宅屋顶上有效布置变得具有挑战性。它们还更重，其增加的高度可能会使操作和搬运变得更加复杂，导致更高的安装成本。因此，72 块光伏电池面板更常用于商业太阳能阵列或太阳能农场^[1]。

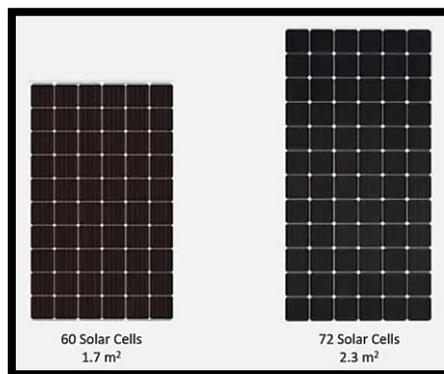


图 1：60 块光伏电池面板与 72 块光伏电池面板^[1]

由于在屋顶上安装太阳能面板会增加额外的荷载，如果不加以考虑，可能会导致结构问题。这些结构问题可能表现为屋顶下沉、弯曲、开裂甚至坍塌。因此，在安装太阳能面板之前，必须验证屋顶的结构承载能力，以确保它能够支撑面板的额外重量。

对于工业建筑，屋顶已经设计了承受静荷载和活荷载，而未考虑太阳能面板的风荷载和额外重量。屋顶上的静荷载大约为每平方米 25 公斤（约 0.25 kN/m²），包括钢板、金属锌、檩条、隔热材料和其他组件。根据《统一建筑条例》（Uniform Building By-Law, UBBL），活荷载也大约为每平方米 25 公斤，适用于平屋顶和坡度不超过 10°的屋顶，屋顶仅用于维护。太阳能电池板产生的额外负载高达 0.16 kN/m²，即使不会导致屋顶结构损坏，也肯定会损害基于 BS 规范 (BS Code) 或欧洲规范 (Eurocode) 的设计中规定的安全裕度。如果屋顶甚至无法支撑未修正的荷载，可能需要加固屋顶结构以防止结构失效。这可能涉及加固檩条或桁架，增加额外支撑，或甚至更换整个屋顶结构。

如果屋顶无法承受额外的重量，而又没有任何加固措施，那么尝试在屋顶上安装太阳能电池板可能会造成严重后果。屋顶可能会倒塌，导致财产损失、人员受伤，甚至危及生命。因此，必须咨询合格的结构工程师，以评估屋顶的设计荷载，并确保其能够在不影响建筑结构完整性的情况下支撑太阳能面板的额外重量。

综上所述，太阳能面板是为建筑物发电的经济实用且可持续的方法。然而，在安装太阳能面板之前，必须考虑建筑物的屋顶类型和面板的重量。同时，咨询结构工程师以确保屋顶能够支撑太阳能面板的额外重量是非常重要的。通过采取这些措施，您可以确保为您的建筑物（无论是住宅、商业还是工业建筑）安全且顺利地安装太阳能电池板。

赖玟樾博士

首席执行官/ 创始人

IPM 环球集团

参考文献:

[1] Solar Choice (2023). Solar panel sizes and dimensions?. Retrieved on 28th October 2023 from <https://www.solarchoice.net.au/solar-panels/sizes/>

**本中文译本仅供参考之用。如中文译本之文义与英文原文有歧义，概以英文原文为准。