聚合物超表面高功率辐射制冷膜

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/25026.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

聚合物超表面高功率辐射制冷膜。热管理在全球能源消耗中占据相当大的比例。传统的室内热管理往往通过空调实现，需耗费大量的能源，预计在2023年，全球年空调能源将消耗数千亿美元。这一数字将随着不断增加的大型数据中心冷却需求而进一步攀升。因此，迫切需要采用最小能源投入的可再生制冷技术。

辐射制冷技术因其可将热辐射发射到外太空的独特能力而备受瞩目，透过此技术可使物体冷却而无需提供外部能源。理想的辐射制冷器应在地球大气透明窗口内具有高发射率，并且还应强烈反射太阳辐射，以防止其被阳光加热。因此，能够在大范围内灵活准确地操纵光谱是实现高冷却性能的关键，但仍然具有很大的挑战性。

辐射制冷效应已在三种不同类型的材料和结构设计中展示：聚合物、多层薄膜和超材料。其中，聚合物薄膜展现出低太阳吸收率、在大气透明窗口内相对较高的发射率、低成本和可扩展性等优势，非常有望用于实际应用。然而，仅基于固有材料吸收特性而没有结构设计，其实现所需的宽带宽且高红外发射率和太阳反射率能力受到明显限制。尽管嵌入随机分布的粒子可以改善光谱可控性，但实现精确控制的光谱仍然具有挑战性。相比之下，基于周期结构的超材料已经展示出卓越的昼夜辐射制冷的光谱操纵能力。然而，超材料辐射制冷器通常是基于厚度较大的刚性衬底，无法与任意形状的物体集成。而且，由于大面积周期性微/纳结构的制造充满挑战，它们往往仅限于小面积，因此不适用于实际应用。

最近，在eLight期刊上发表的一篇论文Highly efficient flexible structured metasurface by roll-to-roll printing for diurnal radiative cooling介绍了一项由澳大利亚工程院院士、澳大利亚皇家墨尔本理工大学贾宝华教授领导的科学家团队开发的新技术。

这一新颖的技术是基于超表面概念，通过在聚合物薄膜的薄层上排列三维沟槽状结构（如图1左图）来精确的调制光谱以实现高效率辐射制冷。为了能够大量生产这种聚合物超表面辐射制冷薄膜，该团队开发了卷对卷聚合物薄膜纳米压印制备方法来大规模生产所设计的聚合物超表面制冷薄膜（如图1右图）。

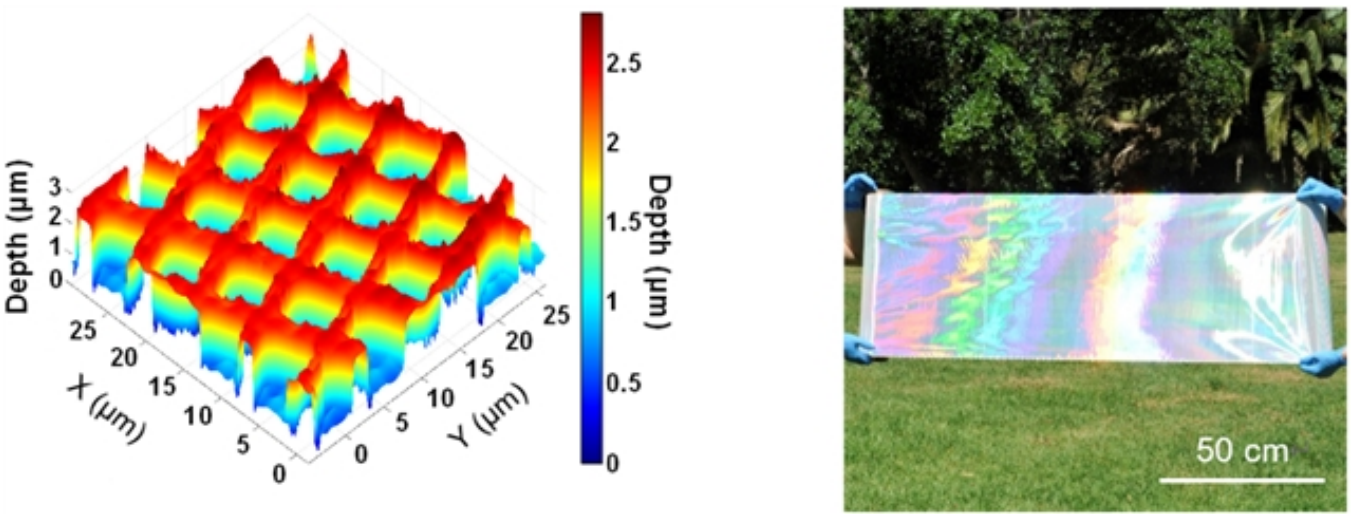


图1：左图、周期性沟槽状超表面结构。右图、大面积聚合物超表面制冷薄膜。图源：eLight

这种50微米厚的聚合物超表面辐射制冷（PMRC）薄膜几乎反射所有入射的阳光，同时，可强烈地在大气透明窗口中发射热辐射，故此薄膜表现了出色的全天候冷却性能，并通过超表面结构实现了超高的辐射制冷功率（高达140 W/m2），明显高于目前同类辐射制冷膜。此外，该薄膜可以轻松地集成到各种设备中，例如水箱、COVID防护服（如图2左图）和汽车遮阳罩（如图2右图），实现出色的冷却性能。

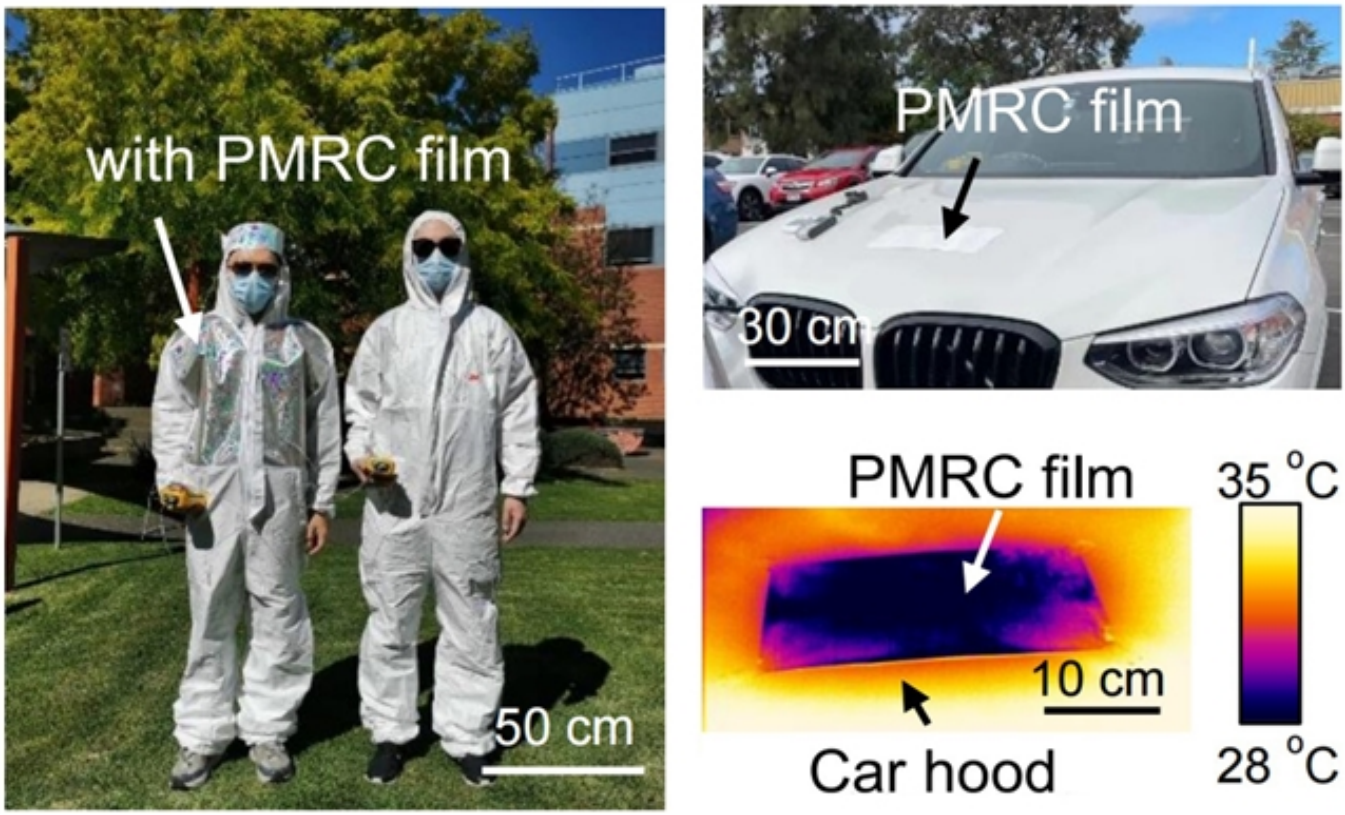


图2：左图、PMRC薄膜集成到COVID防护服。右图、PMRC薄膜集成到汽车遮阳罩及其温度分布热像图。图源：eLight

这种大规模卷对卷制造的PMRC薄膜具有成本效益，并且可以轻松附着在任何物体上，实现广泛的冷却应用，满足严格的冷却需求而无需能源消耗。PMRC薄膜具有全方位的吸收和发射能力，同时提供优越的冷却性能。它还具有可扩展性和良好的稳定性，在热管理领域有着广泛的实际应用前景。在可预见的未来，该PMRC可以进一步应用于移动基站，数据中心，电池箱以及冷柜车的制冷，来节省制冷能源损耗，贡献到节能减排中。（来源：中国光学微信公众号）

相关论文信息：https://doi.org/10.1186/s43593-023-00053-3

作者：贾宝华等 来源：eLight

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发