

---

# 二维单层钙钛矿的“前世今生”

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14198.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！**

二维单层钙钛矿的“前世今生”。

北京时间2021年6月10日晚23时，德国马克斯普朗克固体研究所杨胜博士，Jurgen H. Smet博士和达姆斯塔特工业大学的Antonio Gaetano Ricciardulli博士，Michael Saliba教授合作在Nature Materials《自然-材料学》发表了一篇题为Emerging perovskite monolayers的综述文章，详细介绍了二维单层钙钛矿这一新兴领域的前沿进展。

钙钛矿是一类特殊的离子型功能材料，具有丰富的化学多样性。其中氧化物钙钛矿大多为宽带隙半导体或绝缘体，被广泛应用于铁电、介电、压电、能量存储及转换设备中。而卤素钙钛矿是一类重要半导体材料，具有优异的光电性质，例如长的载流子迁移长度和寿命、强的光吸收、高的光致发光量子产率和可调谐的光学带隙等。自2009年作为吸收层应用于太阳能电池以来，卤素钙钛矿的研究迅速推动了光电器件的进步。目前大多数研究集中在如何将钙钛矿微晶颗粒或多晶薄膜集成到器件中提升性能，而对钙钛矿的本征物理性质了解相对较少。

从结构来讲，钙钛矿可以分为层状和非层状两类。层状钙钛矿由周期排列的单层或多层无机层板构成。其中最具代表性的是Ruddlesden-Popper (RP) 和 Dion-Jacobson (DJ) 两种堆叠构型。它们具有比非层状钙钛矿更好的环境稳定性和结构可调性。例如，在有机-无机卤素钙钛矿中，无机半导体层表面的有机分子引起强烈的量子限域和介电限域效应，此时无机层可作为量子阱形成超晶格，其中晶胞大小可以通过无机层板厚度及有机分子种类进行调节。结构的改变将影响整体的物理特性，例如带隙宽度和激子结合能。有意思的是，RP构型的卤化物钙钛矿中，两个相邻晶胞之间的有机分子通常通过范德华力等弱相互作用连接，因此可以像剥离石墨烯那样，将单个钙钛矿晶胞从层状晶体中分离出来。将钙钛矿的物理厚度减小到单层极限，可以更容易整合到电子器件中获取本征性质，并且可以更深入地研究结构与性质的关系，以及随着单元格数量的增加这种关系将如何变化。

因此，单层钙钛矿被定义为一类新型二维材料。与传统二维无机材料不同，单层钙钛矿由柔性可动态变化的晶格组成，这使它们特别容易受到外部刺激，例如界面形变、温度、压力和电场等的影响。它们的化学结构具有高度可调性，因此能够获得大量具有可定制特征的新型二维材料，这大大超越了层状钙钛矿的结构多样性。重要的是，在具有铁电性质的钙钛矿单层中，反转对称性的破坏可以增强Rashba自旋分裂，通过这个效应可以操控载流子寿命、材料磁性和电子结构。目前，卤化物钙钛矿的二维薄片已经通过剥离RP构型的晶体或小分子组装的方法（例如化学气相沉积和外延生长）制备。其中自下而上的合成路线也适用于生长单层氧化物钙钛矿。长期以来，氧化物钙钛矿的最小临界厚度被认为不能少于5个晶胞，低于该厚度时，薄膜的晶格会坍塌。然而最近，通过离子交换法成功从DJ构型的层状晶体中分离了氧化物钙钛矿单层，其中每个晶胞由三层无机层板构成。值得注意的是，多元氧化物钙钛矿甚至具有金属性和超导性。但是对二维

尺度下这些氧化物的电子态的研究仍处于起步阶段。

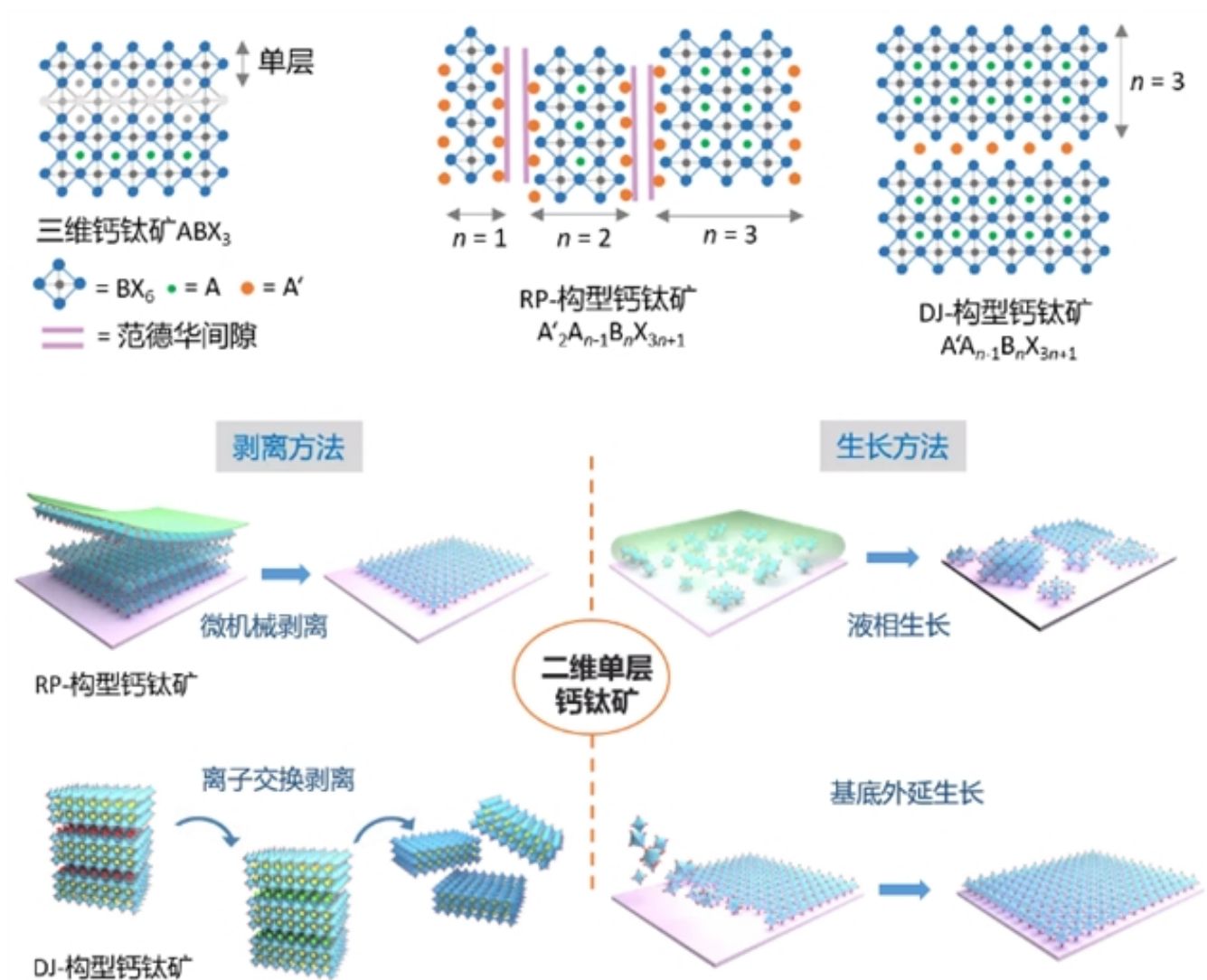


图1 钙钛矿材料的类型（包括非层状及RP-和DJ-构型的层状结构）及单层钙钛矿的制备方法（包括机械法剥离、离子交换剥离、液相生长及基底外延生长等）。

作者在这篇综述中详细介绍单层钙钛矿材料的研究进展，包括材料的合成、表征和基本物理性质。特别是，作者着重探讨了调控单层钙钛矿物理性质的方法，以及如何将其应用于未来的新器件制备、新性质探索和创新应用等。由于广泛可调的化学和物理特性，单层钙钛矿材料的发展将大大促进钙钛矿和二维材料这两个不同研究领域之间的交叉融合，为下一代二维多功能器件的发展带来机会。（来源：科学网）

---

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41563-021-01029-9>

作者：杨胜等 来源：《自然-材料学》

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](https://www.iikx.com)转发