
专访Henry Snaith教授（英国皇家学会院士）

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/31906.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！

专访Henry Snaith教授（英国皇家学会院士）。2012年，亨利·斯奈斯教授展示了首个效率为10.9%的固态钙钛矿太阳能电池（PSC），固态钙钛矿因其在光伏（PV）产业中革命性的应用潜力，引发了人们的浓厚兴趣和研究热潮。过去二十年，钙钛矿光电子学取得了长足发展，特别是在光伏和发光二极管（LEDs）领域。钙钛矿材料及器件在效率、稳定性和商业可行性方面均得到极大提升，使其从人们的科学好奇转变为广泛应用的领先平台。亨利·斯奈斯教授因其在高效太阳能电池中使用钙钛矿的开创性工作，被选为英国皇家学会院士（FRS）。

亨利合作创立并担任了两家衍生公司——Oxford PV Ltd.和Helio Display Materials Ltd.的首席科学官（CSO），这两家公司分别专注于金属卤化物钙钛矿光伏和发光应用的商业化。2012年以来，亨利的团队一直引领着全球研发机构推进钙钛矿相关的基础研究和实际应用。2024年9月5日，Oxford PV宣布了新一代钙钛矿叠层太阳能电池板全球首次商业销售，该电池板发电量比标准硅电池板高出20%。

在与《光：科学与应用》的深度对话中，作为金属卤化物钙钛矿光电子学的先行者，亨利·斯奈斯教授分享了他的故事，讲述了他偶然发现钙钛矿可以作为一种固体光吸收剂，以及实现高效率PSC的突破。亨利概括了从最初的科学发现，到实现令人兴奋的商业化成果的过程，及其对PSC技术进步的重要贡献，特别是叠层太阳能电池的开发，以及为提高稳定性对p-i-n结构的探索等。此外，他阐述了钙钛矿LED的未来，以及钙钛矿光电子技术对环境安全的影响。当被问及是否可能因此而获得诺贝尔奖时，亨利表示，鉴于PSC技术的进步以及对全球气候变化挑战的贡献，它值得这样的认可。

访谈还介绍了亨利从一名物理系本科生到著名科学家的历程。他职业生涯的成功归功于他对高效、低成本和可持续能源解决方案的不懈追求，为应对全球环境变化挑战的雄心。展望未来，亨利表示他希望为公共政策做出积极贡献，特别是在可再生能源和教育改革领域。



Light

深度
专访

第
61
期

人物

人物简介

亨利·詹姆斯·斯奈斯教授出生于1978年。2001年，他在布里斯托大学本科毕业，2005年在剑桥大学理查德·弗里德爵士教授的指导下获得聚合物太阳能电池专业的博士学位。博士毕业后，亨利在洛桑联邦理工学院（EPFL）跟随迈克尔·格拉齐尔教授做博士后研究。2006年，他回到剑桥大学卡文迪什实验室，担任克莱尔学院的初级研究员。他于2007年被任命为英国研究理事会（RCUK）研究员，随后晋升为牛津大学克拉伦登实验室的物理学讲师和教授。现在，他是可再生能源宾克斯教授。2010年，他联合创立了Oxford PVs，他也是 Helio Display Materials Ltd. 的联合创始人兼首席科学官。2012年，他被授予英国物理学会（IOP）克利福德·帕特森奖章和奖金；2014年，他被授予材料研究学会杰出青年研究员奖。2015年，他被选为英国皇家学会院士。2016年5月，他被授予欧洲材料研究学会的欧盟-40材料奖。2017年10月，他被授予英国物理学会詹姆斯·焦耳奖章和奖金。2020年9月，他被授予贝克勒尔奖。他获得了2021年路易斯维尔大学的利·安·康恩可再生能源奖和2021年兰克光电子学奖。2013年，他被《自然》杂志评为十大重要人物；2016年，在汤森路透知识产权与科学业务通过引文分析确定的在各自研究领域产生最重大影响的科学家中，他在全球最具影响力科学头脑名单中排名第二。

「受访者」：亨利·詹姆斯·斯奈斯教授

「采访者翻译」：夏瑞东、胡颖

Q：2012年，您展示了首个效率为10.9%的固态钙钛矿太阳能电池（PSC），这引发了人们对PSC的研究热潮。您为什么会选择钙钛矿用于固态染料敏化太阳能电池？您为什么会采用绝缘体Al₂O₃替代TiO₂、使用混合卤化物CH₃NH₃PbI_{3-x}Cl_x这样的器件制造方法？

A：2007年我在牛津大学担任教职后，我与我的一位非常好的同事和朋友村上卓郎（当时是东恩大学的讲师）获得了一项日英合作资助。我派了一名博士生去东恩大学，在我们的固态染料敏化太阳能电池中探索钙钛矿材料作为吸收剂。当时，我仍然认为多孔TiO₂结构对于固态染料电池是理想的，但我们需要更有效的光吸收剂。我们使用的染料吸收不够强，所以我们试图用像P3HT和其他半导体聚合物这样的光吸收聚合物渗入孔隙。不幸的是，我们无法用这些聚合物实现高电流密度。我们还研究了量子点，我个人在实验室合成了硫化铅量子点，但我们很难获得高的色比，导致效率只有几个百分点。在寻找新的光吸收剂的过程中，东恩大学的宫坂力于2009年发表

了一项关于在液体电解质染料电池中在多孔TiO₂上使用钙钛矿的研究。我认为我们可以在固态染料电池中尝试这些材料，但当时，我不知道它们的性能会有多好。我预计可能有1%或2%的效率。令人惊讶的是，我们第一批使用钙钛矿吸收剂和TiO₂的太阳能电池的效率已经达到了6%以上。

作为一名物理学家，我想了解这6%效率背后的物理原理，所以我们对器件进行了广泛的表征。一个关键的测量是电荷提取。我们用光照脉冲器件，用示波器测量电荷上升并流出器件所需的时间。我们观察到，在钙钛矿敏化器件中，电流衰减比染料敏化器件快得多，这表明钙钛矿的电荷提取速度更快；这让我想知道钙钛矿是否不仅吸收光，还促进电子传输。为了测试这一点，我们在一些测试电池中用多孔绝缘体代替多孔TiO₂，看看电荷传输是否仅通过钙钛矿发生。这些测试并不是为了高效太阳能电池，而是作为测量电荷传输的参考。在第一批材料中，我们制作了32个带有TiO₂的电池和两个带有绝缘体Al₂O₃作为参考的电池。当我们使用太阳能模拟器测量它们时，TiO₂电池的最佳效率为7.2%，但两个Al₂O₃电池令人惊讶地达到了10%的效率。开路电压（V_{oc}）从大约0.8V大幅增加到1.1V。V_{oc}的这个巨大跃升完全出乎意料。在那之后，我们研究了其他绝缘体，如氧化硅和氧化锆，它们与TiO₂具有相似的孔隙率和结构，但不导电。它们都很相似，但Al₂O₃仍然是最容易处理的。这是一个令人惊讶且完全出乎意料的结果。这个发现至关重要，因为它表明钙钛矿本身可以有效地作为光吸收剂和电荷载流子传输剂，减少了对单独电子传输层的依赖。

另一个突破发生在我们使用氯化物和碘化物的混合物，特别是CH₃NH₃PbI_{3-x}Cl_x时，这也是一个偶然的发现，当时我的一个学生十分擅长混合物研究，他尝试了各种铅盐和锡盐的组合--将碘化物、溴化物和氯化物与甲基碘化铵、甲基溴化铵和甲基氯化铵混合。他探索了所有可能的成分，以观察它们对薄膜性能的影响。进行这种全面比较的一个原因是我们在那个阶段对钙钛矿化学缺乏了解。我们不知道可以形成的卤化物混合物的范围。我们想确定碘化物是否可以与氯化物形成合金，或者是否只有少量的氯化物可以掺入碘化物中。结果发现只有少量的氯化物与碘化物混合，导致了两个显著的效果。首先，我们实现了缺陷钝化，得到了一种良好钝化且高发光的钙钛矿。这个意外的结果为许多后续发现奠定了基础。此外，我们的工艺——使用氯化铅和甲基碘化铵形成3D钙钛矿——需要过量添加大量的甲基碘化铵。这种方法导致了我们现在所说的前驱体相路线。当薄膜被浇铸时，它并没有立即形成钙钛矿。相反，最初形成了一种低维化合物，然后退火成钙钛矿。这种方法产生了具有高结晶度材料的大结晶区域。

当我们将用氯化铅和过量甲基碘化铵处理的材料与宫坂力使用甲基碘化铵和碘化铅的化学计量混合物在溶剂中处理的材料进行比较时，发现了显著的差异。宫坂力的材料有微小的纳米晶区域，充满缺陷，使其发光性差，在Al₂O₃上根本不起作用。相比之下，我们的材料高度结晶且被钝化，允许出色的长程传导和高载流子寿命。这一发展使我们能够摆脱Al₂O₃，仅依靠传输电子和空穴的薄膜钙钛矿。

总之，我们的发现是偶然的。如果我们当时是钙钛矿方面的专家，我们绝不会以这种方式制造这种材料，因为一开始这没有道理。只有当我们意识到少量的氯含量可以钝化缺陷并提高稳定性和性能，以及前驱体相工艺允许晶粒生长成大的结晶区域时，这才有意义。我们没有计划这些结果，但当它们发生时，我们认识到了它们的变革潜力。我们意识到钙钛矿不仅仅是光吸收量子点——是真正的半导体，在光致发光效率和载流子寿命方面与砷化镓具有相似的性质。我们仅通过这种配方旋涂而成的材料，改变了游戏规则。

Q：自首次成功以来，您发表了100多篇论文。请重点介绍一下，在过去20年中，您在钙钛矿太阳能电池研究方面取得的突出成绩？

A：我们于2009年首次在染料敏化太阳能电池（DSSCs）中使用钙钛矿材料时，效率仅为几个百分点，但这项作为未来的研究奠定了基础。自从发表了我们的发现，几乎所有从事有机光伏研究的人都将他们的重点转移到了平面异质结结构上，钙钛矿太阳能电池的效率迅速提高，在几年内就超过了20%。2014年还首次报道了高效的钙钛矿发光二极管。

在这二十年里，另一个重大发现是2017年我们得到更好的器件结构。我们发现p-i-n结构比n-i-p结构更稳定。最初，我们使用所谓的n-i-p结构，为了探索其他可能性，我们还创建了p-i-n电池，我们在p-i-n电池中使用的第一批材料是PEDOT:PSS和PCBM富勒烯，这在有机光伏中是熟悉的，尽管它未达到n-i-p结构的性能，但这种结构效果相当好。然而，在2017年，我们发现p-i-n结构比n-i-p结构更稳定。因此，我将我的研究小组大约90%的重心转移到了p-i-n电池上。这种结构还与多结电池高度兼容。

除了稳定性之外，另一个关键因素是效率，特别是在现有硅技术的背景下。该行业已经取得了重大进展，虽然钙钛矿现在在单层配置中已经达到了硅的效率水平，但引入一种仅仅与硅效率相当的新技术是不够的。为了真正竞争，我们需要提供更高的效率。因此我们将研究重点转移到了叠层太阳能电池上。事实上，我们的第一批专利在我们发表第一篇论文之前就提交了，确定了钙钛矿的高电压特别适合用于叠层太阳能电池。这些专利包括关于在叠层太阳能电池中使用钙钛矿的权利要求，从那以后我们一直在继续研究这个概念。

这个领域的一个主要挑战是调整钙钛矿的带隙，其中混合卤化物已被证明是非常相关的。通过调整碘化物和溴化物的比例，我们可以实现与硅配对的理想带隙。此外，通过从铅过渡到锡，我们可以降低钙钛矿的带隙，从而能够使用精确调整带隙的薄膜材料创建全钙钛矿叠层或三结电池。从2014年开始，我们的大部分研究都集中在优化这些材料和完善多结电池的器件堆栈上。

在过去的十年里，其他重大发展也已经出现。稳定性已经成为一个越来越重要的主题，特别是在理解如何减缓光致降解方面，这种降解是由于温度、光和电场引起的。早期，关于钙钛矿中离子的作用以及我们报告的效率是否准确存在很多问题。最初，我们报告了电流-电压扫描，但我们很快意识到需要报告稳态效率。因此，我们引入了钙钛矿的稳态测量以及最大功率点跟踪。今天，所有记录的效率都以最大功率点跟踪或稳态效率报告。

虽然我们现在对离子对效率的影响有了更好的理解，但移动离子对长期运行稳定性的影响仍然是一个热门的研究课题。当这些材料暴露于高温、阳光和不同的环境条件下时，钙钛矿中会产生更多的移动离子。这些离子会影响器件的电子性能和整体性能。虽然我们在这个领域已经获得了相当多的见解，但还有很多工作可以做。

Q：在展示了高效钙钛矿光伏后不久，您创办了一家名为Oxford PV的公司，致力于开发商业钙钛矿光伏产品。当时，您认为钙钛矿太阳能电池将在未来十年内实现商业化。那么，现在距离在市场上看到真正的钙钛矿电池板还有多远？如您所说，钙钛矿的稳定性是一个很大的挑战。那么，您认为商业钙钛矿太阳能电池的寿命是多少年？

A：（兴奋地）在本季度内，将会有重大进展。公用事业规模的太阳能电池板进展顺利。这些电池板由72个电池组成，每个电池板大约两米乘一米。它们是为一个太阳能农场设计的，所以它们将交付给一个真正的太阳能农场客户。这是真正的商业销售，并且已经支付了款项。目前我不能透露成本。Oxford PV可能很快就会发布新闻稿，也许在下周或几天内，但肯定在本季度，第三季度。这些电池板使用硅上钙钛矿叠层技术，非常高效。在实验室中，效率已经超过了33%，但对于实际的模块，认证效率约为26.9%。我们销售的第一个产品的整个面积效率约为24.5%。关于

产品的寿命，我不能透露确切的预测寿命，但它对我们的公用事业客户来说是可以接受的。目标是一旦全面生产线启动并大量生产，就为这些电池板提供25年的保修期。在这次首次部署之后，生产将大幅增加。该公司目前正在增加产量，并且在德国勃兰登堡有一条生产线。然而，这条生产线的最大产能为100兆瓦，所以我们正在筹集资金建设一条吉瓦级规模的生产线。



图1：亨利·斯奈斯教授在实验室里拿着一个钙钛矿叠层太阳能电池。

*在2024年9月5日（采访后两周），Oxford PV宣布了世界上第一个商业钙钛矿叠层太阳能电池板问世，其发电量比标准硅电池板高出20%。这些电池板由Oxford PV在德国哈弗尔河畔勃兰登堡的兆瓦级生产线生产的钙钛矿电池。

Q：这真是一个非常令人兴奋的消息！恭喜。这也意味着政府已经允许PSC被广泛使用了。到目前为止，铅一直是所有高性能钙钛矿太阳能电池的主要成分，这在器件制造、部署和处置过程中是否会引发毒性问题，您对此有何看法？

A：钙钛矿太阳能电池（PSCs）中的铅毒性问题确实需要考虑，特别是考虑到对环境可持续发展和公共健康的日益重视。我们的PSC模块完全符合关于所用材料的所有必要法规。它们符合现有的环境和安全标准。虽然钙钛矿层中含有极少量的铅，但重要的是要知道这些层非常薄，使得太阳能电池中的铅绝对量非常低。此外，这些模块是层压的，这意味着太阳能电池中的任何铅都不会渗出，在模块寿命结束时进行回收，这个过程很简单。铅和其他有价值的材料，如铟，可以很

容易地回收。测试表明，即使将模块粉碎，铅也不会渗出，因为它被牢固地固定在层压材料中。客户无需担心任何负面的环境影响。

至于制造，任何潜在的工业废物都必须被仔细收集并妥善处理。确保生产过程是安全的至关重要，这不仅是为了防止产品受到污染，也是为了保护工人。实际上，在生产过程中人们不会直接接触这些材料，因为这些材料是在与人类操作员分离的受控环境中沉积的。只要工厂在设计时考虑到人类健康，并且适当管理排放以防止有毒物质的释放，就无需担心。虽然铅对许多人来说是一个问题，但在这种情况下，由于其数量极少，实际上是问题较小的材料之一。在硅上钙钛矿叠层电池的生产中使用的最危险材料实际上是硅烷，它用于在异质结电池中生长非晶硅。硅烷需要严格的安全措施，而铅相对容易处理。

在可持续性方面，必须考虑模块的整个生命周期，包括原材料的来源、生产所需的能源以及废水和排放的管理。然而，在综合生命周期评估中，铅对总体生态毒性的贡献不到1%。因此，政府和政策制定者不应过分关注铅含量。相反，他们应该专注于确保在行业内安全和负责任地使用铅，因为在适当管理的情况下风险是最小的。

Q：鉴于钙钛矿太阳能电池已经商业化，您认为钙钛矿光电子学领域的学术研究应该关注哪些方面？

A：首先这只是钙钛矿发展的开始，有了多结电池甚至更先进的概念，太阳能电池的效率有可能朝着并超过50%不断提高。这将需要学术界进行大量的基础研究工作。其次我们对降解和长期稳定性仍然知之甚少，所以在研究和更多地了解金属卤化物钙钛矿和器件中可能发生的降解方面仍有很大的益处。对于太阳能电池，就像硅模块正在发生的情况一样，我们需要将使用寿命不断延长到50年。同时钙钛矿发光二极管的发展还远远不够，我们需要提高纯蓝色发光二极管的效率，其发射波长约为470纳米，并将工作稳定性提高两到三个数量级。对于这个引人入胜的半导体家族，还会有很多其他用途等待我们去研发。

Q：在高效钙钛矿太阳能电池实现后不久，钙钛矿发光二极管和激光器也得到了展示。与同类器件相比，例如与柔性且可溶液加工的有机发光二极管和成本非常低的氮化镓发光二极管相比较，钙钛矿发光二极管的主要优势是什么？

A：钙钛矿相较有机材料的一个显著优势是它们卓越的颜色纯度以及在活性层内重新吸收和再发射光的能力，这一过程被称为光子再循环。与有机材料相比，这种特性使钙钛矿能够在器件中实现更高的辐射效率。像氮化镓（GaN）发光二极管这样的材料可以实现非常高的量子效率，通常超过80%。这种高效率部分是由于发射光的损失极小。相比之下，有机发光二极管（OLED）通常量子效率限制在约30-35%。这种限制的主要原因是有机材料中的显著的斯托克斯位移，这导致很大一部分波导光被寄生吸收，而不是被发射层重新吸收和再发射。

另一方面，钙钛矿的斯托克斯位移要小得多。这意味着钙钛矿材料中的波导光更有可能被发射层重新吸收，然后再发射。这种光子再循环减少了寄生吸收，并导致更高的发光整体效率。因此，基于钙钛矿的器件有可能实现比基于有机材料的器件更高的效率。

对于发光二极管，虽然基于氮化镓的蓝色发光二极管非常高效，但红色和绿色发光二极管通常效率较低。这在像微型发光二极管显示器这样的应用中尤其成问题，在这些应用中，随着像素尺寸减小到只有几微米，效率损失变得更加明显。我们的初创公司Helio Display Materials主要专注于微型发光二极管的颜色转换。我们通过使用钙钛矿纳米粒子或量子点作为颜色转换器来应对这一

挑战。在这种设置中，蓝色氮化镓发光二极管提供光，然后被钙钛矿吸收并以不同颜色再发射。通过使用蓝色氮化镓发光二极管作为主要光源并使用钙钛矿进行颜色转换，我们可以在微型发光二极管显示器中实现更高的整体效率和亮度。这种方法有助于克服红色和绿色氮化镓发光二极管的效率限制，使基于钙钛矿的颜色转换器成为下一代显示技术的有前途的解决方案。

Q：您是否认为制造了钙钛矿太阳能电池，使用类似的方法制造钙钛矿发光二极管就会更容易？您从事钙钛矿发光二极管的研究时，研究重点有什么不同？

A：尽管钙钛矿太阳能电池（PSCs）和钙钛矿发光二极管之间存在明显的相似之处，但从开发高效太阳能电池过渡到开发高效发光二极管并不像人们想象的那样直接。虽然这两种技术依赖于类似的材料，但发光二极管有新的挑战，需要不同的方法和专业知识。在我们的研究经验中，用钙钛矿制造高效发光二极管与制造太阳能电池有不同障碍。例如，接触层、平滑度和层的完整性是两种类型器件不同的关键因素。这意味着即使是一个精通太阳能电池开发的团队也不能立即将相同的知识和技术应用于开发高效发光二极管，需要针对发光二极管的模式、结构和工艺做出努力。

然而，当使用溶液处理层与蒸发层结合时，情况可能会有所不同。我们拥有的工具，如牛津的大型集群工具，可以蒸发钙钛矿和有机物。一旦建立了高效发光二极管的工艺，它们更容易复制，因为这些工艺将更多地依赖于既定的配方，而不是单个研究人员的技能，使新研究人员能持续地制造高效且稳定的发光二极管。

关于叠层钙钛矿发光二极管，我赞成使用多结设计来提高发光二极管性能的想法。当今钙钛矿发光二极管的主要挑战是它们的长期稳定性，特别是在电场下。与有机发光二极管相比，它们降解得相对较快。多结发光二极管可以通过更小的驱动电压来实现相同的亮度，从而潜在地提高它们的稳定性和效率。

我们在叠层太阳能电池方面的工作，特别是具有多达四个结的太阳能电池的工作，为探索多结发光二极管提供了坚实的基础，使用这种方法在发光二极管中实现更低的驱动电压和更高的亮度，这是一个令人兴奋的研究方向。如果稳定性问题能够得到充分解决，它可能会导致发光二极管技术的重大进步。

Q：您现在是著名的能源研究科学家。谈到您的职业经历，您是什么时候开始对太阳能电池感兴趣的，您在剑桥攻读博士学位时为什么选择有机光伏（OPV）研究方向？您的博士研究工作对后来职业生涯有什么帮助？

A：我在本科学习物理学期间，就对科学产生了浓厚的兴趣。我想从事研究工作，但更重要的是，我想做有用的事情——能够对现实世界产生积极影响的事情。我认为可再生能源是我可以做出有益贡献的领域，所以我开始在风能、核聚变和光伏领域做职业选择。我觉得光伏似乎是一个我可以相对较快地有所作为的领域，是一个我愿意倾心投入并为之做出贡献的领域。

当我获得硕士学位时，最初想在工业界工作，因为我对创造能够影响世界的实际解决方案比纯粹的学术研究更感兴趣。当时我申请了几份工作，我收到了英国石油太阳能公司的回复。他们告诉我，要在他们的研发部门工作，需要有博士学位。这表明我需要继续深造。当我开始寻找可持续能源领域的博士项目时，我决定不做硅光伏，因为它已经工业化了，可能没有很多令人兴奋的学术研究机会了。我看到了剑桥大学理查德·弗里德的一个博士职位广告，是进行有机光伏研究，这听起来很有趣，也很有创新。这就是我在2001年选择剑桥攻读有机光伏博士学位的原因。我的

博士导师理查德·弗里德在有机光电子学领域已经是一位杰出人物，尽管我当时并不知道他多么有名。事实证明这是一个幸运的决定，因为他的影响力和人脉极大地丰富了我的经验。我惊讶地发现学术研究与工业可以直接联系在一起。理查德·弗里德与剑桥显示技术公司（CDT）和普莱西克逻辑公司的合作让我接触到了研究的实际应用。我与CDT科学家的交流让我理解学术研究通常是通过专利以及与初创公司或成熟公司的合作与工业产生交集。这种认识极大地增加了我对学术研究的热情。

博士期间，我增强了信心并提高了研究技能，这对我后来的职业生涯很重要。其实在攻读博士学位之初我不确定自己在学术界的潜力。然而，三年后，我发现自己作为一名科学家相当专业，并决定继续在这个领域工作。我在有机半导体、聚合物和小分子方面的知识和经验对我之后的固态染料敏化太阳能电池（DSSCs）的博士后研究也很有帮助的。

Q：显然，您在钙钛矿太阳能电池研究方面非常成功。您的博士研究是有机光伏。为什么您将研究重点从聚合物光伏转移到染料敏化太阳能电池（DSSCs）？又是什么让您决定在洛桑联邦理工学院（EPFL）迈克尔·格拉齐尔的团队中做博士后？

A：完成博士学位后，我渴望继续在太阳能电池领域进行研究，也对相近领域的其他方向感兴趣。我发现染料敏化太阳能电池，特别是固态变体是一个有前途的领域。有机太阳能电池的一个挑战是控制它们的微结构，这是我在整个博士期间一直在努力的事情。相比之下，染料敏化太阳能电池在金属氧化物中允许固定的微观结构，这可以提供更多的稳定性。有机太阳能电池经常面临畴生长和纳米结构粗化的问题，这会阻碍自由载流子的产生。染料敏化电池中的多孔阳极在结构上是稳定的，不太容易出现上述问题，使其成为一个潜在的更强大的长期稳定性平台。

我喜欢滑雪。瑞士洛桑的洛桑联邦理工学院是一个不错的选择。洛桑联邦理工学院以其拥有成熟的染料敏化太阳能电池（DSSCs）的研究团队而闻名，并且它靠近山脉。所以，这是我申请洛桑联邦理工学院的原因。染料敏化电池的主要挑战是高效的器件通常使用液体电解质。我在洛桑联邦理工学院的目标是使用有机空穴导体研究固态染料敏化太阳能电池，旨在解决这个问题并推进这项技术。



图2：亨利·斯奈斯教授作为早期职业研究员。

Q：基于您在钙钛矿太阳能电池研究领域的成功经历，您对年轻的科技工作者有什么建议？

A：我们的突破是偶然和敏锐观察的结合，当时我们的目标只是了解钙钛矿材料内的传输机制，当我们去除导体时观察到的意外改进完全是一个惊喜。事后看来，我们现在确切地知道为什么它会导致更好的性能，但在当时，这是一个惊人的发现。我认为这归功于我们对观察结果的执着和细致探究。世界上最聪明或最好的科学家可能不会进行我们所做的一系列实验。我认为大多数其他人可能会忽略钙钛矿敏化电池中更快的电荷提取。这正是我们密切观察得到的结果，然后探究它意味着什么。

在那个时期，关于钙钛矿太阳能电池使用介孔结构还是平面异质结在团队中存在重大争论。在我职业生涯的十年中，包括在牛津的那些年，我专注于开发纳米结构和介孔材料，包括努力创建理想的介孔TiO₂薄膜，甚至是大的单晶多孔TiO₂区域。我认为这是理想的多孔n型半导体。所以在那个时候，我的整个职业生涯都集中在介观和纳米结构上。后来，我们发现这种钙钛矿材料可以非常简单地处理，它只是作为一个薄膜起作用。我们不再需要任何介孔材料的事实是相当令人惊讶和震惊。我以前做的所有工作以及当时小组中进行的很多工作都不再需要或不相关了。当我们遇到钙钛矿时，我们不得不彻底转变。这种转变要求我们迅速适应并专注于固体、薄膜钙钛矿技术。考虑到过去十年对介孔结构的强调，这种转变是令人惊讶和具有破坏性的。

研究团队花了大约十年时间才完全接受这种转变。尽管一些小组仍在努力改进多孔TiO₂结构，但很明显平面异质结更有效。事实上，今年，钙钛矿太阳能电池效率的世界纪录由平面异质结设

计保持，这证实了固体、平坦层相对于介孔结构的优势。

回顾我的研究生涯，我想说这个旅程的特点是愿意尝试非常规方法并质疑现有范式。我们取得的快速进展，还有一部分原因是由于研究团队的协作和开放环境，在那里思想可以自由交流。

Q：回到您的早期教育，您在格雷沙姆学校接受教育，这是一所著名的私立学校，英国著名发明家和企业家庄姆斯·戴森爵士在1956-1965年期间在那里学习。为什么您的父母为您选择这所学校。

A：我早年在学校的日子并不如意。我很小的时候在学校表现很差。我并不淘气，只是不太集中注意力，也没有真正觉得学校很有趣。我对踢足球和跑来跑去更感兴趣，这意味着我的成绩在班上垫底。然而，在大约九岁的时候，当我们开始上真正的科学课时，事情开始发生变化。我发现科学很迷人，这激发了我对学校的兴趣，我在学业上也有所提高。我的父母在这个转变中发挥了至关重要的作用。他们优先考虑我们的教育。最初，我上的是当地的公立学校，但教育质量不足。我的父母决定让我和我的妹妹上私立教育，尽管他们没有很多钱——他们在诺福克经营一家酒店和餐厅。所以，他们对我教育的支持和投入对我的学业发展起到了重要作用。我大约在七岁的时候开始上私立学校。这个县最好的学校之一是格雷沙姆学校，我从11岁开始在那里学习，直到我的中学六年级结束。

Q：很多人相信由于您在钙钛矿太阳能电池方面的工作，而有可能成为诺奖获得者之一，您怎么看？

A：钙钛矿太阳能电池的发展不仅是一项科学成就，也是我们在应对全球气候变化挑战方面迈出的一步。我相信钙钛矿太阳能电池作为一种技术确实可能值得获诺贝尔奖。如果这种认可在技术完全得到证明并且其影响已经得到展示时，那将是合适的。如果发生这种情况，我将很荣幸成为受到认可的人之一。然而，我不想预先判断任何结果，我认为许多人也对钙钛矿领域做出了重大贡献。

Q：作为著名的科学家，您还很年轻。许多著名的科学家在其领域获得认可后会转到管理角色。除了从事研究和经营钙钛矿商业应用相关的公司之外，您是否也考虑担任管理角色？

A：我不知道未来的事情。然而，我希望我能在两个领域做些事情。未来十年对我们的星球至关重要。我们必须加速向可再生能源的过渡，以有效应对气候变化，我将尽我所能做出贡献。公众的参与和影响政策制定者也至关重要。我不知道我是否想成为议员，但我肯定会努力让我们的声音被听到，并影响公众、决策者和政治家做出向清洁、无碳社会过渡的正确决策。

关于公共教育，我认为改善国家教育体系将是有益的。获得高质量教育不应该取决于私立学校教育。作为一个可能有阅读障碍的人，我亲眼目睹了国家教育体系在特殊教育方面的不足。这是英国需要解决的一个重大问题。我们需要一个更好地支持认知多样性和神经多样性的体系，以创建更具包容性和有效的学习环境。我想帮助决策者制定有效的政策，以确保所有学生，无论他们的差异如何，都能接受优质教育。

Q：我注意到一些媒体报道有这样的描述，如既聪明又帅气的科学明星和爱笑的科学家运气不会太差。您认为您天生乐观吗？在研究和生活中的至暗时刻，您是如何克服困难的？您如何在学术研究、创新研发和家庭生活之间做好平衡？

A：一般来说，科学研究是一段充满挑战、挫折和怀疑的旅程。然而，发现新事物、为该领域做出贡献的潜质让我们很多人不断前行。我想说乐观对于任何从事研究的人来说都是一个好的特质。乐观意味着保持正确的视角，在过程中而不仅仅是在结果中找到快乐，每一次挫折都是学习和成长的机会。在研究的黑暗时刻，重要的是提醒自己当初为什么开始。我一直受到深深的好奇心和解决可能对现实世界产生影响的问题的愿望所激励。

现在，我有一个大型研究团队和两家研发公司。工作不可避免地带来压力。从技术上讲，我们已经取得了重大进展，突破了科学的界限，使这项技术接近商业成功。然而，我们仍然面临着在更大规模上证明其可行性的挑战。未来十年我们是否能够将钙钛矿生产扩大到数百吉瓦，以及该技术在25年的使用寿命内是否稳定且有影响力至关重要。我们需要展示的不仅是科学上的成功，还有对现实世界的影响，这既充满压力又令人兴奋。

在个人层面上，我们需要平衡工作和家庭生活带来了一系列挑战。作为三个孩子的父亲，我和其他父母一样关心孩子在学校的表现、对大学做出正确的选择以及应对他们的社交生活。这些日常担忧是生活的一部分。努力工作并追求事业成功固然重要。作为父亲和丈夫，我不能忽略我的家庭。设定界限并确保有时间充电很重要。事实上，拥有家庭可以很好地提醒自己不要过度工作。我相信工作之外的生活对我作为研究人员的效率和创造力有积极影响。

在紧张的研究工作中保持愉快的心情也需要一个支持性的环境，包括个人和专业方面。与同事合作、庆祝小胜利以及在需要时休息，都是其中的一部分。在研究之外拥有爱好和兴趣以保持平衡和幸福感也很重要。

Q：您知道《光：科学与应用》这个期刊吗？您对该期刊有什么建议？

A：老实说，在你们联系我进行这次采访之前，我并不知道这本期刊。其内容似乎与我工作的领域高度相关。看已发表的那些论文，它们似乎主要是关于光谱技术和光学现象的研究。如果发表更多基于光电子器件的研究，可能会扩大其读者群。

致谢

我们感谢中国国家重点研发计划（项目编号2023YFE0109600）。感谢莎拉·劳博士对学术访谈提供的宝贵建议，以及李小娥博士、牛巧丽博士和曾文进博士对访谈问题的意见和建议。（来源：中国光学微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01668-y>

作者：夏瑞东等 来源：《光：科学与应用》

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