
复旦大学副校长、超表面领军科学家周磊

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36332.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！

复旦大学副校长、超表面领军科学家周磊。作为超材料与超表面领域的领军科学家，周磊教授在开发梯度折射率超表面、利用超薄各向异性超材料实现偏振调控等方面做出了开创性工作，被公认为对超表面领域具有奠基性贡献。尽管身兼复旦大学副校长、未来信息创新学院院长等重要职务，深度参与科研战略决策与政策制定，周磊教授仍深耕科研一线，对其研究工作的细节如数家珍，始终葆有最纯粹的学术热忱，并展现出对青年科研人员的高度责任感和前瞻引领力。本次访谈融贯科学哲思：从金庸武侠的隐喻，到学界挚友的智慧，处处可见举一反三的洞察力与见微知著的格局观。本期《Light人物》邀您共赴这场充满穿透力的对话，走近这位科学与人文交织的探索者——周磊教授。



Light

深度
专访

第
63
期

人物

人物简介

周磊，复旦大学副校长，国家WR计划科技创新领军人才、教育部CJ学者奖励计划特聘教授、国家杰出青年科学基金获得者，美国光学学会、美国物理学会和中国光学学会会士，获国家自然科学基金二等奖、上海市自然科学一等奖、全球高被引学者等重要奖项。周磊教授于1997年在复旦大学获得博士学位，并先后在日本东北大学和香港科技大学开展博士后研究。2004年，他加入复旦大学物理系，历任物理系主任、副校长。其研究涵盖超材料和纳米光子学领域，出版专著4部，并在Nature Materials、Nature Nanotechnology、Light: Science Applications、eLight、Physical Review Letters、Physical Review X等顶尖期刊发表论文230余篇，授权专利18项，个人总被引23000余次，H指数66。周磊教授是Photonics

Insights的创刊共主编，并于2019-2025年担任Nanophotonics的主任编辑。

「受访者」：复旦大学副校长周磊教授

「采访者翻译」：郭宸孜

「原文信息」：Guo, C. Light People: Prof. Lei Zhou spoke about metasurfaces. *Light Sci Appl* 14, 231 (2025).

<https://doi.org/10.1038/s41377-025-01893-z>

Q：作为超材料和超表面研究领域的领军科学家，最初是什么吸引您进入该领域的？

A：我的研究方向曾经历重大转变。在博士及早期博士后阶段，我专注于电子关联和磁性的理论研究，与电磁波领域并无交集。然而，我在香港科技大学做第二期博士后期间，2000年的一天，我们的实验合作者温维佳教授制备出一种密集排布的金属平面分形结构。令我们既困惑又着迷的是：光可以实现全透射，也能被该结构全反射。当然在此后不久，John Pendry爵士提出了完美透镜的概念而David Smith教授也基于超材料实验验证了负折射现象。但在当时，这是一个全新的现象，我们花了一段时间才意识到这是源于亚波长共振，并将成果刊发于《Physical Review Letters》。当时我们并未称其为“超材料”，但后来领域逐渐认识到：分形结构是激发亚波长共振并构建超材料的理想载体。沿着这一偶然发现，我和Jensen Li教授后来又将正负折射率的材料堆叠在一起，最终实现了零折射率带隙，进一步改变了我们对光子晶体的思考方式，并最终将我的研究方向引向了超材料领域。

Q：在超材料领域中，您认为最意外的发现和进展是什么？

A：坦率地说，最初我是被意外发现的新现象所吸引，偶然进入该领域。基于自身量子物理的研究背景，我起初并未对这一经典物理课题的发展抱有太高预期。然而，随着研究的深入和时间的推移，我逐渐意识到其中蕴含的巨大潜力。在超材料的诸多重要进展中，超表面是最令我意外和振奋的突破。一方面，超表面的界面特性带来了超越传统体材料的范式转变。尤其是，过往人们调控光场时，很自然的会去借鉴凝聚态物理中的既有知识进行类比。然而，超表面的界面行为展现出本质区别。另一方面，尽管我们的工作与Federico Capasso教授的研究共同开启了超表面领域，但在我最初涉足超材料领域时，我确实未能预见超表面的兴起。也正因如此，我认为超表面是超材料领域中最意外且最具突破性的进展。

Q：得益于您和诸多领军科学家的重要贡献，超表面有望通向实用。您认为超表面能在哪些应用领域发挥关键作用？

A：我个人认为有三个主要应用方向值得关注。首先，在军事应用领域。科学家们已在微波频段展示了频率选择表面的应用，但超表面凭借其亚波长特性以及对电磁波的主动调控能力，在微波军事应用中展现出巨大潜力，相关应用有望在短期内实现。其次，在消费电子领域。当前商用光学透镜（尤其是应用于手机摄像头的透镜）仍显笨重。因此，光学波段的平面超构透镜具有显著吸引力。然而，其大规模应用可能尚需时日。第三，在光子芯片领域。无论是光学计算还是信息处理，超表面的紧凑性、高效率与多功能性，对于将空间光高效耦合入光子芯片、从芯片中提取光信号、并在平面空间内实现光的调控与操控具有关键作用。我们近期的研究已经提出了将空间光耦合至芯片的可行方案。未来，随着对超表面理解的深化以及微纳加工技术的持续进步，我

相信光子芯片将成为超表面的主要应用领域之一。

Q：在超表面平台上，您和团队在光场操控方面实现了一系列重要突破，包括控制角度色散、实现圆偏振太赫兹波、生成复杂矢量光场等。您如何看待超表面与诸如二维材料等新兴平台在光场操控方面的优势对比？

A：我认为超材料和其它平台具有本质不同。二维材料提供了令人振奋的新材料体系，而超表面则提供了一种新范式，用以进一步设计这些材料。正如我此前所述，过往人们调控光场时，往往会借鉴凝聚态物理中的既有知识进行类比。然而，超表面并不符合这种类比，它代表了一种范式转变——使我们得以突破传统光学结构所依赖的全局有序性、周期性和对称性限制。这种开放性架构可以与任何材料平台（包括二维材料）结合，解锁全新光学功能，并提供前所未有的调控自由度。

Q：您是否有任何研究在最初被忽视，直到几年后才被人们重新关注？

A：的确有。早在2007年，我们发表了关于利用超薄各向异性超材料调控偏振态的研究。据我所知，这是首个利用各向异性界面相位来操控电磁波的工作——而这一原理正是后来引发超表面研究热潮的核心机制之一。然而，在发表后的几年里，这项工作受到的关注极为有限。直到工作[3]和[4]的出现，学术界才广泛认识到该原理的重要性。

Q：2020年，您从第一性原理出发，提出功能器件的快速设计理论，并发表在《Light: Science Applications》上。如今，随着复杂光子器件的发展和需求，该理论是否有望在器件设计中发挥更大作用，以降低计算成本？

A：我认为当前正是这一理论发挥广泛影响的恰当时机。传统的超材料（尤其是非均匀超表面）设计高度依赖经验积累和大规模的参数扫描。这一过程极其耗时，尤其对于厘米级或以上尺寸的器件，通过参数扫描来设计几乎不切实际。而我们基于第一性原理推导的理论框架，能够显著减小设计所需的参数扫描范围与计算成本。特别是随着人工智能工具的迅猛发展，该理论有可能与之相结合，颠覆复杂光子器件的设计范式。诚然，推导出的理论可能不像传统工具（如时域有限差分法）那样容易使用，我们也正在努力推广，使其更易于理解和应用。

Q：您的工作在理论物理和实验器件方面都有卓越的建树，当您构思创新性研究时，更多的是由好奇心还是应用驱动？

A：进入领域初期，我总是被好奇心驱使——尤其是作为一名物理学家，我始终致力于探索未知现象背后的机制与逻辑。然而，随着研究的推移，我逐渐认识到基础科学能力与实际应用之间的鸿沟。因此，我的研究逐渐演变为好奇心与应用需求的双重驱动，具体侧重则因研究阶段而异。以超材料为例：在我们刚进入该领域时，我们和领域同仁一起构建各类超材料，以深入理解其物理特性和潜力。随后，我们发现了梯度折射率超表面，并开始操控和利用偏振、波前及时域等新自由度。在这一阶段，我的研究主要源于好奇心，旨在探索超表面的能力与工具集。第二阶段，我们开始关注潜在应用。由于电磁波本质上是矢量波，其波前与偏振态可呈现非均匀分布，其相关的应用离不开按需生成和操控矢量光场。据此，我们提出了一种通用设计方法，通过构建非均匀、全矩阵琼斯矩阵分布的超表面，实现了任意矢量光场的高效生成。此后，我们又引入了级联超表面，解锁了时域维度的调控自由度。在这一阶段，我既受好奇心驱动，也被应用需求所牵引，而这类应用驱动的研究与纯粹的基础探索同等艰巨。就我个人而言，推动一项始于好奇心的研究最终形成应用的闭环，同样可以让我获得极强的满足感。

Q：您提到过您的研究方向经历过重大转变，您如何看待进入不同领域的过程？

A：正如我们此前讨论的，我研究方向的转变并非刻意为之，更多是好奇心驱动的自然演变。然而回顾这个过程，我深感幸运，因为在学习阶段探索不同领域的经历，极大地拓宽了我的知识背景与学术视野。基于此，我也常常建议有志于科研事业的青年学者：在博士和博士后阶段，主动涉足两到三个差异显著的课题，因为多学科交叉的积淀往往是创新的沃土。正如金庸先生《射雕英雄传》中的主角郭靖所示——他师从多位名家，融汇各派武学精要，终成一代武学宗师。许多资深科学家亦秉持相同理念并从中获益。例如，我的老友范汕洄教授，在2014年提出了亚环境日间辐射制冷。范老师作为光学领域的著名科学家，若无扎实的热力学根基，恐怕难以提出如此杰出的构想。就个人而言，多学科背景同样令我受益匪浅。如果没有凝聚态物理的理论背景，我断然不会联想到紧束缚模型并试图在光学领域寻找类比；同样，如果缺乏光学基础，我也很难萌生利用光散射的想法。简而言之，这些突破性工作，皆植根于跨学科的深厚土壤。总结来说，我希望援引中国的古训厚积薄发——唯有广博积累，方能孕育重大突破。当然，探索新领域必然伴随着风险与挑战。以我自身为例，我研究方向转型的最初两年没有任何论文产出。所以在学术生涯早期承担此类风险更为明智，因为那时试错的成本较低。

Q：作为复旦大学副校长，您肩负着繁重的行政职责，同时仍活跃于科研前沿。您如何平衡这两者？

A：平衡行政与科研的确颇具挑战，我的办法是善用碎片化时间和数字化工具来提升效率。一方面，我将团队例会集中安排在周末。此时环境相对安静，时间也相对充裕，便于深度思考。我由衷感谢我团队成员的理解与支持——他们愿意牺牲一部分周末时间来支持我。另一方面，我尽可能避免线下会议，转而通过高效的线上平台进行研讨。这让我更灵活的利用自己的碎片化时间，显著的提升了沟通效率。此外，幸运的是，我热爱科研——科研于我更像一种精神放松，而非工作负担。因此，时至今日，你仍能看到我主导或深度参与多项研究工作，持续产出具有个人鲜明印记的成果。此外，我始终秉持着积极的心态：把行政与科研视作互补，如水盐相融，彼此增益。事实上，行政经验也帮助我更好地引领和支持我的研究团队。

Q：随着您的角色变化，您的行政思维是如何发展的？

A：培养动态演变的行政思维是至关重要的。当你只需引领自己的研究团队时，你的核心职责在于规划团队方向，引领其发展。然而，当你肩负着统筹多个团队的责任时，你的角色就发生了转变——此时的关键，在于如何有效地支持每个团队的领导者。在我看来，这意味着：一、成为其坚实可靠的后盾，主动化解其顾虑；二、提供方向性指引，确保各团队行进在正确的轨道；三、赋予充分的自由度，鼓励其开拓发展。因此，行政管理需要明辨：何时需要把关、何时充分放权。唯有如此，才能充分激发个体优势潜能，进而凝聚集体智慧，实现共同目标。

Q：作为中国顶尖学府，复旦大学近期宣布将优化招生结构——缩减人文社科类招生规模，同时加强对科学、工程、医学及交叉学科研究的投入，引发了广泛的社会面关注。在复旦120周年校庆之际，您如何解读这一战略调整？

A：我认为这是一项富有远见的举措——它不仅将促进理科、工科、医科与交叉学科的发展，也将为人文社科领域注入新的活力。其战略内涵可以从两方面理解：一方面，正如金力校长所述，这一举措将重点强化理科、工科、医科和交叉学科。值得注意的是，这四大方向与人文社会科学共同构成复旦未来的学科支柱，每个领域预计在整体研究布局中的各占比20%左右。另一方面，这绝非是削弱人文社科这一复旦传统强项，反而是推动其向更高水平发展的重要机遇。在人工

智能的崛起下，传统人文社科亟需转型，重新思考知识传递和研究模式。将科学技术深度融入人文社科研究（例如，科学工具已在考古学中发挥重要作用），有望开辟极具前景的新方向。因此，该政策的核心要义是鼓励人文社科在坚守底蕴的同时，积极拥抱现代化转型，以契合时代发展。

Q：复旦大学最近成立了未来信息创新学院，由您担任院长。该学院的目标是什么？在您看来，与光学相关的最具前景的未来信息技术有哪些？

A：新成立的未来信息创新学院彰显了复旦建设新工科的战略雄心。过去十余年，复旦先后引进了多支顶尖科研团队，并为其营造了高度自主的发展环境。经过几代复旦人的共同努力，再加上国家和社会的需求，最终促成了这所新学院的诞生。未来信息创新学院将融汇三类创新力量：工程科学精英、应用驱动型的基础研究翘楚与多学科交叉人才，以聚焦发展信息科技，深空探测等未来核心产业。基于我在理论物理与应用光学的经验和背景，我很荣幸能够被学校赋予重责，引领这所新学院发展。我们期待通过协同创新，为光学工程、电子信息、空天信息科技等关键领域的颠覆性技术提供基础突破。在此，我也代表学院，诚挚邀请全球英才加盟！

Q：在遴选团队成员或学生时，您最看重哪些特质？

A：我看重的首要特质，是他们本人对科学的真挚热忱。科研的征途难免荆棘丛生，唯有发自内心的热爱——而非单纯对成功的渴求——方能支撑研究者跨越重重挑战。其次，我尤为珍视强大的心理韧性，即有效应对挫折与压力的能力，这是科研乃至人生的重要品质。完成重大课题往往需要接连攻克艰深任务，过程中很容易感到挫败。因此，学会管理负面情绪至关重要。第三，我欣赏具备清晰目标规划能力的学生，如果有学生能带着明确规划与我探讨，并能够高效管理时间，我会印象深刻且全力支持。而这一素养在绝大部分职业中都极具价值。当然，我的学生时期在这些方面也并不完美，因此我并不苛求学生在入学时即具有这些素养，更多的是希望引导学生和成员培养和发展这些品质。例如，我们在组会中设置一分钟汇报环节：每位学生都需要精炼总结本周进展与下周计划，从而帮助其锻炼目标设定能力与时间管理能力。

Q：对于面临经费、发表与竞争压力的青年科研人员，您有何建议？

A：我建议青年同仁减少对外部压力与竞争对手的关注，因为这些因素往往超越了你们的可控范畴。而过度忧虑不可控的事情，容易滋生长期焦虑、对不确定性的恐惧乃至非良性竞争。青年科研人员不妨将视角转向自身，聚焦于内在成长。如果你们能够专注于自身的进步，就会重新获得掌控感，随之而来的是更深层次的内心的平静。我的老友蔡定平教授常常打趣：幸福感等于收获除以期望值。如果暂时难以提升收获，那么适度降低期望值也不失为良策。我深感认同，同时认为提升心理幸福感无疑将为学术生涯注入积极能量。

采访人介绍

郭宸孜，博士，副编审。任中国科学院长春光学精密机械与物理研究所Light学术出版中心副主任、副总编，两期卓越计划期刊eLight编辑部主任、两期卓越计划领军期刊Light: Science Applications责任编辑。中国科学院青年创新促进会会员，中国科技期刊编辑学会国际交流与合作工作委员会委员、青委会委员，吉林省科技期刊工作者协会理事。入选中国科技期刊卓越计划优秀百人案例、中国科协和科技日报联合组织的一流期刊青年说专题人物，获第三届中国科技期刊青年编辑大赛一等奖、中国科技期刊卓越计划优秀编辑、中国科协优秀科技论文编辑表彰、中国科学院科技出版先进个人奖、中国科学院优秀编辑、长春分院青年先锋，长春光机所第二届先进个人等奖项。其授课的课程入选国家专业技术人员知识更新工程的公需科目课件，主持卓越计划项目等国家、省部级项目7项，在Nano Today、Science China Materials、Applied Optics、《编辑学报》等学术期刊发表论文30余篇，作为共同作者出版译著1部（《光学与光子学：美国不可或缺的关键技术

》，科学出版社），受邀在国内外学术会议作报告40次。（来源：中国光学微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-025-01893-z>

作者：郭宸孜 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