
利用偏振组合正交矩阵的四通道全息记录和再现

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/32137.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！

利用偏振组合正交矩阵的四通道全息记录和再现

福建师范大学谭小地教授团队与日本和歌山大学野村孝德教授团队合作，提出了一种构造多维非方阵类型偏振组合正交矩阵(OMPC)的综合方法，为偏振调制提供了新的思路、工具和手段，使通过偏振调制策略增强全息存储容量成为可能。正交矩阵是一种基本的数学概念，在各种科学和工程领域都有广泛的应用。正交矩阵由行和列组成的方阵构成，这些行和列是相互正交的单位向量，它们被归一化为大小为1，并且相互垂直。常见的正交矩阵类型包括旋转矩阵和阿达玛矩阵。正交矩阵是一种强大的工具，具有特殊的性质，使其在一系列应用中不可或缺。这些矩阵代表着刚性变换，并在操作过程中保持重要性质的能力，使其在各种数学和计算应用中具有重要价值。已有的正交矩阵虽然适用于调制幅度或相位的自由度，但却无法用于调制偏振。这种限制在一定程度上阻碍了正交矩阵在偏振调制维度的应用。因此，急需一种新的专用于偏振组合的正交矩阵，以扩展正交矩阵的自由度控制，并为偏振调制的应用提供全新的视角。多路复用技术是增强全息技术巨大信息存储容量的理想方法，包括角度、移位、轨道角动量和偏振多路复用。在上述多路复用技术中，偏振多路复用由于能够基于偏振选择性地再现全息图，有效地保留每个偏振的存储信息而成为一种有吸引力的方法。在偏光全息领域，再现的特性对实现偏振复用起着至关重要的作用。然而，传统的偏振复用方法仅限于支持信号光或记录参考光的两种正交状态。尽管已经提出了四通道体全息复用，但仍然需要在两个正交通道内对再现光进行额外的正交态分离，以促进四个全息图的重建。值得注意的是，使用这种方法产生的四个全息图不能仅仅依靠参考光的照射直接区分。因此，提出一种不受偏振正交数目限制的矩阵，可以很大程度上解决偏光全息偏振多路复用的能力。针对上述问题，福建师范大学谭小地教授团队与日本和歌山大学野村孝德教授团队合作，提出了一种构造多维非方阵类型偏振组合正交矩阵(OMPC)的综合方法。通过从三维坐标系到正交偏振基坐标系的转换，该方法给出了在不同坐标系下遵循正交关系的偏振组合汇编。通过无限扩展偏振元，满足正交关系的极化组合的维数可以得到显著提高。为了证明所提出的OMPC的优势和有效性，该研究介绍了一个使用OMPC 2×4 （一个具有相互正交的双成分偏振组合的四维OMPC）的实验。OMPC能够在单个位置记录和单独或同时再现多重偏振全息图。在记录过程中，OMPC中的各种偏振组合矢量作为偏振通道的参考光，使得偏振干涉系统可以记录携带不同信息的多个全息图。在满足Bragg条件的条件下，在再现过程中，通过一束包含不同偏振组合矢量的偏振通道参考光照射全息图，可以单独或同时再现存储在全息图中的信息。

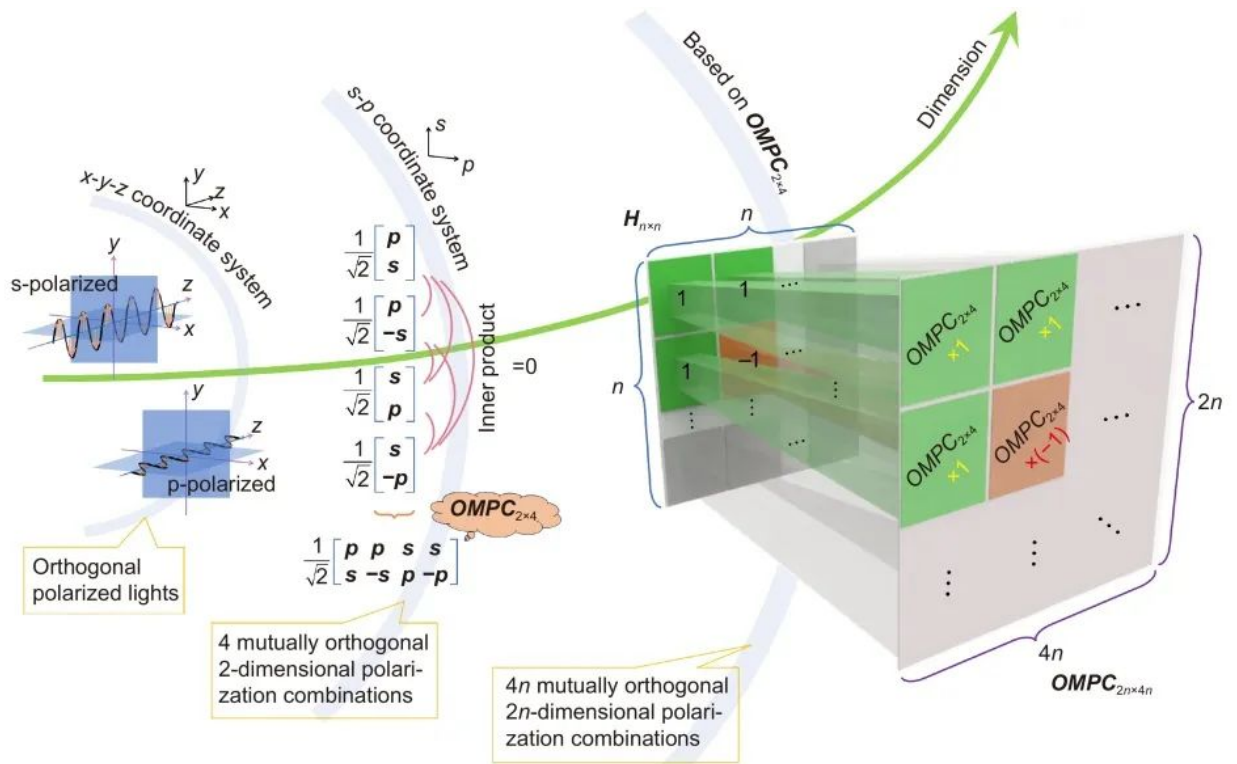


图1 任意偏振组合正交矩阵(OMPC)的构造原理。为了验证所提出方法的可行性，使用OMPC 2×4 进行了四通道实验并进行了全面分析。结果表明，该方法对菲醌掺杂的聚甲基丙烯酸甲酯(PQ/PMMA)材料具有鲁棒性和有效性。只有遵循OMPC 2×4 条件的参考光才能实现存储信息的自主和高对比度重建。偏离此标准将导致并发重建多个数据项。因此，这种方法保证了信息存储的安全性。该方法在大幅提高多通道全息图的多路复用能力方面显示出良好的潜力。

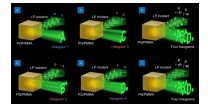


图2所设计的四通道偏光全息材料的再现示意图。所提出的OMPC为偏振调制提供了新的思路、工具和手段，使通过偏振调制策略增强全息存储容量成为可能。这一进展拓宽了偏光全息技术的应用范围，特别是在光存储和信息安全领域。因此，这种高效、可扩展的方法为使用偏振敏感材料实现多重偏振选择性全息图的多路复用提供了一种新的、前所未有的机会。该研究结果提供了推测的依据，即随着OMPC维数的增加，可以使用更多成分的偏振调制参考光在材料内的一个位置记录和再现多幅图像。该方法还可以与信号光的多维调制（相位和幅度）相结合，将大大提高光信息的存储密度。该研究得到国家重点研发计划(2018YFA0701800)，福建省科技重大专项(2020HZ01012)，国家自然科学基金(U22A2080)，国家留学基金委(202109107007)支持。该成果以Orthogonal matrix of polarization combinations: concept and application to multichannel holographic recording 为题作为封面文章发表在Opto-Electronic Advances (OEA, 光电进展) 2024年第10期。

研究团队简介



谭小地教授 谭小地，福建师范大学

教授，国际光学工程学会会士（Fellow），美国光学学会会士（Fellow），中国光学学会和中国光学工程学会理事。研究方向为同轴全息光存储技术、偏光全息理论及应用、高性能全息记录材料和信息显示技术与应用，发表论文300多篇、国际会议邀请报告70多次、合作著书2本、已公开专利30多项。曾获第48届日内瓦国际发明博览会金奖，国家科技进步三等奖1项，SONY研发总部部门长赏1次。现主持科技部重点研发计划1项，国家基金委区域合作基金重点项目1项，曾主持国家自然科学基金1项、863项目3项以及其它横向项目多项。信息光子学研究中心成立于2018年夏季，其前身是信息光学研究室（2012年9月成立于北京理工大学）。其宗旨是，用光子学的方法实现信息的时空转换。目前，该团队由8名在职人员、4名兼职人员、11名博士生、32名硕士生组成。信息光子学研究中心官网：<http://www.iprc.ac.cn/>



谭小地教授团队合照 相关论文 Zheng SJ, Tan JR, Liu HJ et al. Orthogonal matrix of polarization combinations: concept and application to multichannel holographic recording. Opto-Electron Adv 7, 230180 (2024). DOI:10.29026/oea.2024.230180
作者：谭小地等 来源：OEA

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