

---

# 逐点优化的光偏转技术

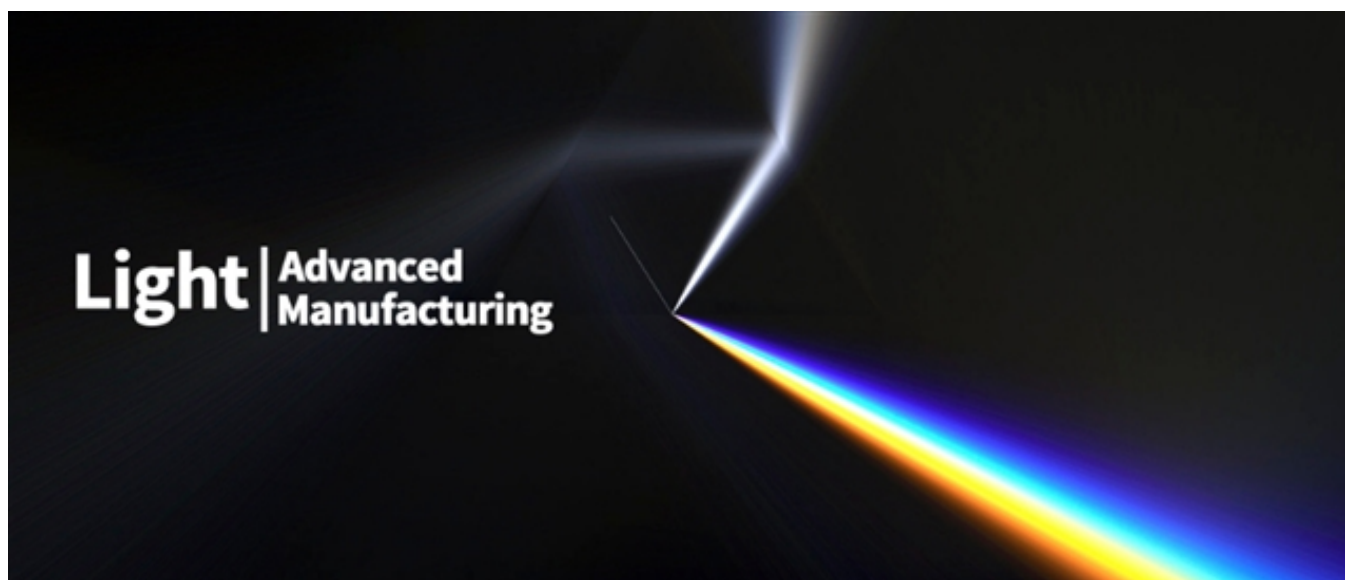
作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23060.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！

## 逐点优化的光偏转技术。

光束偏转技术因其不受惯性影响、响应度高等突出特点而受到了广泛的关注。其中，基于光波导相控阵的光束偏转技术在环境监测、无人驾驶、空间光通信以及国防军事等领域逐渐扮演重要角色。其中，精确而高效地对光波导相控阵进行相位校正，对于提升光束偏转质量具有至关重要的意义。



光束偏转艺术效果图。图源：LAM新媒体

基于光波导相控阵的相位校正原理是：光波导相控阵利用晶体材料(如铌酸锂)的电光或热光效应，依据空间光的衍射原理，调整相控阵阵元间的附加相位差，从而控制出射光束的偏转方向。然而，受到晶体的固有缺陷、微纳加工水平等客观因素的影响，引入的随机相位噪声极大地限制了相控阵的光束精度与偏转效率。

为了降低随机相位噪声对相控阵光束质量的影响，需要引入有效的波前相位调制方法，实现相控阵光束高效准确的扫描。

针对这一问题，以自适应光学算法为核心的相位调制方案在国内外涌现。这一类相位调制方案通

---

过多次相位迭代，无需实时波前数据即可调整相位差，达到优化远场光强分布的目的。

在自适应相位调制方案中，通常将优化远场衍射能量分布作为最终目标，以便评价调制效果。一类常见的自适应方案，如遗传算法，通过模拟自然规律，将相位调制问题分解为个体进化问题。另一类调制方法，如随机并行梯度下降算法，则依据神经网络学说，通过施加随机扰动逐步逼近优化目标。

尽管自适应相位调制方案降低了对相控阵光学系统光路精度的要求，且数学模型简单，校正方法灵活，但这类方案仍然难以应用于实际中。原因主要有以下两点：

- 1、目标函数收敛过程存在随机性，不能始终沿最优方向前进，造成迭代次数浪费，运算速率下降。
- 2、对于多极值目标函数，自适应相位调制方案易陷入算法早熟的困境，降低相位校正精度。

为了解决这两个问题，来自北京航空航天大学的孙鸣捷教授和学生提出了逐点优化的分段相位优化方法，实现对偏转光束的精确快速控制。

该成果以Fast and deterministic optical phased array calibration via pointwise optimization为题发表在Light: Advanced Manufacturing。

文章中的相位调制方案选取远场衍射效率作为评价函数，通过对全部阵元进行逐个相位遍历实现全局搜索，从而使评价函数逼近理想上限，达到相位精确校正的目的。同时该方案凭借分段搜索的方式，有效降低迭代规模，提高了计算效率，实现快速相位调制的效果。

---

光学相控阵相位调制系统(示意图)。图源：Light: Advanced Manufacturing / 图译：单婧雯

为了验证基于逐点优化的分段相位优化方法，孙鸣捷教授和研究组成员选取一类传统的自适应相位调制方案与之进行对比。与非全局遍历的自适应相位调制方案相比，逐点优化的相位调制方案目标函数收敛过程明确，显著提高了衍射效率。同时，在相同的迭代规模下，分段校正的优化方式缩小了相位搜索范围，从而提升了相位调制方案的收敛速率。

基于逐点优化的分段相位优化方法可以实现对光学相控阵相位精确快速的控制，对于提升光束偏转质量具有重要的研究价值。基于光波导相控阵的光束偏转技术不仅可应用于激光雷达领域，在目标识别以及光束相干合成方向同样具有广阔的应用前景。

---

相关论文信息：<https://doi.org/10.37188/lam.2023.010>

(来源：先进制造微信公众号)

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性;如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任;作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：孙鸣捷等 来源：《光：先进制造》

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