
FME 文章荐读 基于代理辅助遗传算法的高效光刻胶模型校准《ENGINEERING Mechanical Engineering》近期内容回顾

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/38434.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！

FME 文章荐读 基于代理辅助遗传算法的高效光刻胶模型校准《ENGINEERING Mechanical Engineering》近期内容回顾。论文标题：Surrogate-assisted genetic algorithm for efficient resist calibration

期刊：Frontiers of Mechanical Engineering

作者：Chunxiao MU, Lei CHENG, Zhiyang SONG, Shaopeng GUO, Ke LI, Song ZHANG, Hao JIANG, David H. WEI, Jinlong ZHU, Shiyuan LIU

发表时间：19 Sept 2025

DOI：10.1007/s11465-025-0850-6

微信链接：[点击此处阅读微信文章](#)

Surrogate-assisted genetic algorithm for efficient resist calibration

Chunxiao MU^a, Lei CHENG^a, Zhiyang SONG^a, Shaopeng GUO^a, Ke LI^b, Song ZHANG^b,
Hao JIANG (✉)^{a,c} , David H. WEI (✉)^b, Jinlong ZHU^a, Shiyuan LIU (✉)^{a,c} 

^a School of Mechanical Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

^b Yuwei Optica Co., Ltd., Wuhan 430070, China

^c Optics Valley Laboratory, Wuhan 430074, China

✉ Corresponding authors. Emails: hjiang@hust.edu.cn (Hao JIANG); david.hq.wei@gmail.com (David H. WEI); shyliu@hust.edu.cn (Shiyuan LIU)

© Higher Education Press 2025

随着半导体制造向精细特征尺寸发展，精准高效的光刻胶模型校准成为光学邻近校正（OPC）的关键，对保障图形保真度至关重要。但传统校准方法存在效率低、扩展性差且易陷入局部最优等问题，难以满足高精度制造需求。

发表于《Frontiers of Mechanical Engineering》（现已更名为《ENGINEERING Mechanical Engineering》）2025年第20卷第5期的研究论文《Surrogate-assisted genetic algorithm for efficient resist calibration》，提出一种代理辅助遗传算法（SAGA），通过融合基于克里金插值的代理模型与动态自适应机制，实现光刻胶模型系数、卷积核参数及空间像参数的联合优化，有效突破传统技术瓶颈。

Determine the resist model parameters $\theta = [\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_T]$ and their ranges, where each θ_i may correspond to k, b, n, s, p in Eq. (1)

Initialize the model parameter sets randomly or based on historical data

$$\theta \leftarrow \theta_0 = [\theta_1^{(0)}, \theta_2^{(0)}, \dots, \theta_p^{(0)}]$$



Feed the parameter sets into the $R(x, y)$ to obtain the fitness distribution

$$F = [f_1, f_2, \dots, f_p]$$

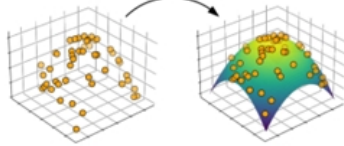
Optimal parameter set θ_{best}

Stop criteria

N

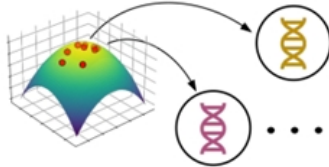
Select high-fitness individuals $\theta' = [\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_E]$ with corresponding fitness values $F' = [f_1, f_2, \dots, f_E]$

Build surrogate model $F' = M_{\text{surr}}(\theta')$



Predict elite individuals

$$\hat{\theta} = M_{\text{surr}}^{-1}(\hat{F})$$



SAGA

Selection



Crossover with dynamic p_c



Mutation with dynamic p_m



Classical genetic operations

Update the parameter sets $\theta \leftarrow \text{Update}(\theta)$



在核心算法设计上，SAGA以遗传算法（GA）为基础，构建多环节协同优化框架。首先通过随机生成或结合历史数据完成种群初始化，确定光刻胶模型参数可行域；接着借助Landweber算法优化模型系数，计算适应度函数完成个体fitness评估；随后引入克里金插值代理模型，通过逆插值预测高性能个体，降低计算成本；同时保留选择、交叉、变异等经典遗传操作，并创新加入动态自适应参数调整机制，依据个体fitness相对种群最优、最差值，动态调整交叉率（pc）与变异率（pm），平衡种群多样性与收敛效率；最终满足迭代次数、fitness阈值等终止条件后，输出最优参数集。

性能验证环节，研究在双Intel Xeon Silver 4316

CPU、80逻辑核心的设备上，针对248nm正性显影（PTD）光刻胶、193nm PTD光刻胶、193nm负性显影（NTD）光刻胶三类案例，将SAGA与传统遗传算法（GA）、网格搜索（GS）对比。结果显示，SAGA在所有案例中均实现最低均方根误差（RMSE）：248nm PTD案例中，SAGA的RMSE为2.6781nm，优于GA的3.0683nm与GS的3.9083nm；193nm PTD与NTD案例中，SAGA较GA的RMSE分别降低3.5%、4.2%，且显著优于GS。收敛曲线表明，SAGA收敛速度更快，种群fitness分布更集中；误差分布上，SAGA误差点更贴近零误差线，误差范围更小，在248nm PTD与193nm PTD案例中，误差符合率超95%，满足工业生产标准。

研究指出，未来需针对NTD光刻胶特性优化模型项，进一步提升其校准精度，并拓展算法在超高维参数空间的扩展性。该研究为计算光刻领域提供高效精准的光刻胶校准方案，推动半导体制造向更高精度发展。

关键词

光学邻近校正；计算光刻；光刻胶校准；遗传算法；代理模型；克里金插值

引用

Chunxiao MU（牟春晓），Lei CHENG（程雷），Zhiyang SONG（宋之洋），Shaopeng GUO（郭少鹏），Ke LI（李柯），Song ZHANG（张松），Hao JIANG（江浩），David H. WEI，Jinlong ZHU（朱金龙），Shiyuan LIU（刘世元）. Surrogate-assisted genetic algorithm for efficient resist calibration. *Front. Mech. Eng.*, 2025, 20(5): 34

<https://doi.org/10.1007/s11465-025-0850-6>

扫描二维码阅读原文

精彩推荐

- 1.新元启幕，刊名焕新 《工程·机械工程（英文）》祝您元旦快乐！
- 2.【重要】关于本刊将于2026年1月正式更名的公告
- 3.FME文章荐读 基于高压挤出系统的月壤基复合材料原位3D打印技术研究
- 4.FME文章荐读 扭转激励下螺栓连接系统的预测模型及松动特性
- 5.FME文章荐读 面向故障诊断的数字孪生辅助齿轮箱动力学模型优化方法

来源：Frontiers of Mechanical Engineering

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