基于多策略量子狼群算法的混合极性 Reed–Muller 逻辑电路多目标优化

陈成成[1]，周宇豪[2]，何俊才[3]，秦东阁[4]，施展辉[5]，
张威[6]，段继聪[7]，何振学[3]，肖利民[8]
[1]广州航海学院未来交通学院，中国广州市，510725
[2]临沂大学自动化与电气工程学院，中国临沂市，276000
[3]河北农业大学河北省农业大数据重点实验室，中国保定市，071001
[4]东南大学集成电路学院，中国南京市，210000
[5]浙江工业大学计算机科学与技术学院，中国杭州市，310014
[6]宿州学院人工智能与大数据学院，中国宿州市，234000
[7]江苏科技大学计算机学院，中国镇江市，212003
[8]北京航空航天大学计算机学院，中国北京市，100191

摘要：在集成电路设计的各个阶段，都需要考虑面积和功耗。混合极性Reed–Muller（MPRM）电路的面积和功耗协同优化旨在找到面积和功耗最小的Pareto非支配解集。现有的MPRM电路多目标优化方法运行时间长，且无法处理大规模电路。本文提出一种多策略量子狼群算法（MQWPA），该算法包含量子编码、双种群策略、动态逆向学习策略、变异策略和终止准则。此外，基于MQWPA，提出一种高效的面积和功耗优化方法（EAPOA），该方法用于搜索面向同或/或运算的具有Pareto非支配解集的MPRM电路。实验结果表明，与最新的进化算法相比，MQWPA能够在多目标测试问题中搜索到最优解。与常用的布尔最小化方法相比，EAPOA在面积和功耗方面具有优势。在分别采用现场可编程门阵列技术和标准单元映射后，以面积作为最优成本实现目标，实际面积平均分别改善了16.33%和2.27%。

关键词：协同优化；混合极性Reed–Muller；量子狼群算法；Pareto非支配解集
https://doi.org/10.1631/ENG.ITEE.2026.0146