

多学科交叉融合：探索光学工程专业研创实践新路

王健 贾红宝

辽宁科技大学理学院

DOI:10.12238/er.v8i9.6388

[摘要] 多学科交叉融合成为光学工程研创实践新趋向，它打破光学工程发展中技术阻碍、单学科限制和传统研创模式缺陷，与物理学、材料科学、计算机科学等深度交融，实现知识互补助力技术革新，拓宽应用范畴，激活研创新动能。在提高光学系统性能精准度、开辟新应用场景、推动产业升级等方面收获丰硕成果，完善人才培养体系，加强跨学科协作，推进产学研用协同创新，不断深化这种融合，能够推动光学工程产业迈向新高度，契合社会多元需求。

[关键词] 多学科交叉融合；光学工程；研创实践；学科融合

中图分类号：O439 文献标识码：A

Interdisciplinary Integration: Exploring a New Way of Research and Innovation Practice in Optical Engineering

Jian Wang, Hongbao Jia

School of Science, Liaoning University of Science and Technology

Abstract: The integration of multiple disciplines has become a new trend in the research and innovation practices of optical engineering. This approach overcomes technical barriers, single-discipline limitations, and the shortcomings of traditional R&D models, by deeply integrating with fields such as physics, materials science, and computer science. It facilitates knowledge complementarity, promotes technological innovation, broadens application areas, and stimulates new R&D momentum. Significant achievements have been made in enhancing the precision of optical system performance, exploring new application scenarios, and driving industrial upgrades. By improving talent development systems, strengthening interdisciplinary collaboration, and promoting collaborative innovation among industry, academia, and application, this integration can continuously deepen and elevate the optical engineering industry to new heights, meeting diverse societal needs.

Keywords: multidisciplinary integration; optical engineering; R&D practice; interdisciplinary integration

引言

光学工程在现代社会应用十分广泛，医学成像、光通信、航空航天、工业检测等领域都离不开它，但它也面临不少难题，技术上，光学成像、材料性能、系统集成存在障碍；知识层面，单学科研创局限突出；市场中，传统研创模式难以跟上需求变化。这种情况下，多学科交叉融合成为发展必然，光学工程与多学科知识、技术相结合已取得初步成果，其对光学工程发展的促进作用以及未来发展空间，都值得深入挖掘和探索。

1 光学工程研创实践面临的传统困境

1.1 技术瓶颈对光学工程发展的制约

光学工程发展路上，众多技术难题阻碍其前行，光学成像时，分辨率和质量总难尽如人意，受光学衍射极限束缚，难以精准捕捉更多细节。光学材料领域，特殊场景对其光学特性、稳定性和耐久性要求严苛，可现有材料性能存在短板，

无法充分满足需求，光学系统集成也困难重重，各类光学元件组合后难以高效稳定协同工作，使光学工程拓展应用受限。

1.2 单一学科知识在研创中的局限性

光学工程研创单靠单一学科知识，局限显著，从光学学科看，缺其他学科知识辅助，处理复杂光学系统设计，难综合考量多重要素，系统智能化控制时，单凭光学知识无法满足实际所需。材料科学领域，仅钻研材料光学性质，不结合光学系统应用需求及其他学科知识，研发材料难与光学系统契合，至于系统优化改进，单一学科知识难以给出周全解决办法，妨碍研创工作深入开展。

1.3 市场需求变化下传统研创模式的不足

市场需求的动态演变下，传统光学工程研创模式的缺陷愈发凸显，如今市场对光学产品的功能要求呈现多样化趋势，除了对卓越光学性能的追求，产品智能化交互体验、精巧的小型化设计以及便捷的便携性特征，都成为衡量产品竞争力

的重要维度，传统研创模式却陷入单一性能提升的窠臼，未能充分考量市场对产品的多元综合需求^[1]。在研发节奏把控上，传统模式流程冗长拖沓，难以紧跟瞬息万变的市场步伐，并且在与市场衔接环节，传统研创闭门造车现象严重，缺少与市场端高效的双向沟通和反馈机制，最终导致精心研发的产品与市场实际需求错位，造成人力、物力等资源大量浪费。

2 多学科交叉融合对光学工程的重要性

2.1 多学科知识互补促进技术创新

光学工程融合物理学知识，得以从物理本质剖析光学现象，为光学系统设计优化筑牢理论根基，材料科学知识的介入，促使科研人员探索研发具有特殊光学性能的新材料，显著增强光学元件的性能表现。计算机科学知识凭借算法与模拟技术，让光学系统精准建模与仿真成为现实，快速验证设计思路，大幅减少实际研发成本与时间投入，机械工程知识在光学设备领域发挥作用，助力优化机械结构，提升设备运行稳定性与可靠性，电子工程知识则实现对光学信号的高效处理与精准控制。

2.2 交叉融合拓展光学工程应用领域

光学工程与多学科深度交叉融合，广泛拓宽其应用边界，在医学领域融合创新，催生出高分辨率医学成像设备，助力疾病早期精准诊断与治疗全程监测；和通信学科交融，成就高速大容量光通信技术，契合现代信息社会海量数据传输需求^[2]。与航空航天学科结合，为卫星遥感、导航等配备先进光学系统，大幅提升该领域探测定位性能，借由与各学科的跨界融合，光学工程突破传统范畴，在众多新兴领域释放出巨大应用潜能。

2.3 多学科思维碰撞激发研创新活力

多学科思维的交汇给光学工程研创带来全新生机，各学科思维方式与研究路径各有特色，光学工程研创时，物理学家以严密理论推导展开思考，材料科学家聚焦实验与性能提升，计算机科学家精于算法构建与逻辑梳理，这些多元思维彼此交融碰撞，有力冲破传统研创的固有思维框架。

3 多学科交叉融合在光学工程研创中的具体实践方式

3.1 光学工程与物理学的深度融合

物理学的电磁理论可精准阐释光的传播、干涉及衍射等现象，为光学系统设计筑牢理论支撑，在激光技术范畴，依托物理学量子理论达成激光的产生与调控，增强了激光性能，光学工程里高精度光学元件的制造，得借助物理学精密测量技术保障其尺寸精度和表面品质。二者深度融合后，在光学成像、光学通信等方面收获斐然成果，如下表 1 所示，呈现了各类光学应用场景中，基于物理学理论和手段优化后光学系统部分性能参数的提升状况。

表 1 《光学工程与物理学深度融合下不同应用场景光学系统性能参数优化情况表》

光学应用场景	优化前某关键参数数值	优化后某关键参数数值	性能提升幅度（数值）	采用的物理学理论或方法
天文望远镜成像	视场角为 5°	视场角为 8°	3°	光线追迹理论与优化算法
医用光学成像设备	分辨率为 10 μm	分辨率为 6 μm	4 μm	量子光学对探测器的改进
光通信系统	传输距离为 100 千米	传输距离为 150 千米	50 千米	电磁理论对光纤结构优化

数据来源：相关光学工程与物理学融合技术研究报告。

3.2 光学工程与材料科学的协同创新

光学工程与材料科学协同创新极具价值，材料科学为光学工程带来众多新型光学材料，像具备高折射率、低色散特点的光学玻璃，可改善光学系统成像品质，新颖的光学晶体材料可用于制作激光晶体，增强激光输出功率与光束质量。光学工程对材料性能的特殊要求反向推动材料科学发展，催生出更适配光学应用的材料，在光学元件制备环节，材料加工工艺和光学性能息息相关，协同创新改进加工工艺，可充分释放材料光学性能优势，二者携手创新，为光学工程发展提供坚实材料保障。

3.3 光学工程与计算机科学的有机结合

光学工程与计算机科学有机融合为研创开拓新局，计算机科学算法助力光学系统优化设计，经模拟仿真迅速锁定最优方案，削减实验频次与成本支出，计算机图形学实现光学系统可视化呈现，方便研究人员洞悉、剖析系统性能^[3]。在光学数据处理领域，计算机科学的大数据与人工智能技术，可快速解析海量光学数据，挖掘其中潜藏信息。

4 多学科交叉融合在光学工程研创中取得的成果

4.1 提升光学系统性能与精度方面的成果

多学科交叉融合显著提升了光学系统的性能与精度。在光学成像领域，通过整合光学工程、物理学和计算机科学，采用新型材料（折射率突破 1.8）和计算机仿真技术，对光学镜头进行系统性革新。镜头像差控制达到行业领先水平，较传统设计降低约 30%。制造过程中，借助精密机械制造工艺，将元件位置误差控制在 0.01 毫米以内。例如，国内某科研团队研发的高端工业相机光学系统，分辨率从 2000×1500 像素提升至 4000×3000 像素，成像清晰度和细微结构捕捉能力大幅提升，满足了工业高精度检测需求^[4]。

4.2 在新应用领域开拓的具体成果

多学科交叉融合为光学工程开辟了广阔的新应用天地，

光学工程与医学的深度交融催生出光学相干断层扫描（OCT）这一前沿技术，广泛应用于医学诊断领域，将光学原理、生物医学知识与计算机图像处理技术有机结合，该技术实现了对生物组织的非侵入式高分辨率成像。在眼科诊断场景中，OCT设备展现出强大性能，能够精准呈现视网膜的细微分层结构，分辨率达到约10微米级别，可敏锐捕捉早期视网膜病变迹象，国内某顶尖医院引进基于此项技术的专业设备后，已累计为数千名患者完成精准诊断，为眼科疾病的早期筛查与治疗提供了关键技术支撑。

4.3 推动光学工程产业升级的成果

多学科交叉融合成为光学工程产业升级的强劲动力，在光学元件制造领域，新材料科学的深度应用促使光学玻璃、晶体等材料性能实现质的飞跃，一种创新研发的新型光学玻璃，其阿贝数突破60大关，较传统玻璃提升20%，有效攻克光学系统色散难题，显著优化成像质量。自动化生产技术与光学工程的有机融合，开启了光学元件高精度、规模化生产的新篇章，国内一家领先的光学元件制造企业，引入智能生产设备与先进质量检测系统，生产效率提升50%，产品良品率从80%跃升至95%以上，凭借技术革新优势，该企业成功跻身高端光学市场，为国内外知名光学设备厂商供应优质元件，有力推动光学工程产业朝着高端化、智能化方向迈进。

5 多学科交叉融合推动光学工程研创实践持续发展的策略

5.1 人才培养体系的优化与完善

优化人才培养体系是推动光学工程多学科交叉融合发展的关键。课程体系中增设多学科融合模块，整合光学工程、物理学、材料科学、计算机科学等知识，开设“光学与材料跨学科应用实践”“光学系统智能模拟与设计”等特色课程，构建学生多元知识架构。实践教学环节搭建跨学科平台，配备先进设备和前沿项目，邀请专家讲座指导，拓宽学生视野，培养复合型人才。设立专项创新实践项目，鼓励研究生自主选题、设计实验方案，在导师指导下开展跨学科研究，提升独立思考和解决问题能力。同时，组织研究生参加学术会议和创新竞赛，激发创新灵感，增强创新实践能力。

5.2 跨学科合作机制的建立与强化

建立并强化跨学科合作机制是驱动光学工程多学科交叉融合的核心要素，组建跨学科研究团队，广泛吸纳光学工程、物理学、材料科学、计算机科学等多领域专业人才。精准界定各成员职责与分工，构建科学合理的合作流程与沟通体系，保障信息高效流转与知识充分共享^[5]。设立专项科研基金，支持跨学科项目，激发联合申报积极性。通过团队会议和项目汇报，培养研究生团队协作与跨学科沟通能力，提

升其综合运用多学科知识解决问题的能力。

5.3 产学研用协同创新的深入推进

深入推进产学研用协同创新对光学工程发展意义重大。高校与科研机构聚焦前沿多学科交叉研究，筑牢理论根基并提供技术支撑；企业依据市场需求，将科研成果转化为实际产品，推动产业化应用。通过搭建联合实验室、工程技术研究中心等合作平台，实现各方资源深度整合与高效共享。在此过程中，安排研究生到企业实习，使其了解生产流程、市场需求和技术难题，增强理论知识的实际应用能力。企业为研究生提供实际研究课题和项目，使其在解决问题中锻炼创新实践能力，实现产学研用良性互动。

6 结语

多学科交叉融合为光学工程研创实践开创了全新路径，与物理学、材料科学、计算机科学等多学科的深度交融，成功突破长期存在的技术瓶颈，显著提升了光学系统的性能与精度，还开拓出众多新兴应用领域，有力推动了产业升级进程。在发展支撑层面，优化人才培养体系，系统构建跨学科知识架构；建立并强化跨学科合作机制，促进学科间深度合作；深入推进产学研用协同创新，加速科研成果转化。

[参考文献]

[1]钱希坤,洪行宇,王思予.基于多学科交叉融合的财经类院校工程管理专业硕士人才培养模式探索与实践[J/OL].工程管理学报,1-5[2025-04-30].

[2]张园园,庞杰.基于研究生创新能力提升的物流类与食品类学科交叉融合教学改革与实践[J].食品与发酵科技,2025,61(2):149-154.

[3]吕阳,唐丽娟,李宇.学科交叉融合视域下研究生创新能力培养模式研究[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2025(4):59-62.

[4]夏石头,肖浪涛,彭志红,等.多学科交叉融合的农业生物学“6C”人才培养模式探索与实践[J].高教学刊,2025,11(9):155-158.

[5]潘佳佳,郝文博,王月影.学科交叉融合视角下动物医学专业课程教学的探索[J].现代畜牧科技,2025(3):171-173.

作者简介：

王健（1982.02-），男，汉族，山东泰安人，副教授，博士，辽宁科技大学理学院副院长，研究方向为第一原理合金电化学。

基金项目：

辽宁省研究生教育教学改革研究项目（项目编号：LNYJG2024093），辽宁科技大学“数理之光，照亮研途”研究生学术论坛研究生教学教改项目。