中国航天光学工程高等教育的知识谱系演化研究

江世凯，智喜洋，黄源欣*，张树青，陈文彬，胡建明
哈尔滨工业大学，黑龙江 哈尔滨 150009
DOI: 10.61369/ETR.2026300007

摘　　要： 作为支撑我国航天光学领域人才培养的载体，航天光学工程学科的知识体系始终伴随航天工程实践与光学技术发展而不断迭代演进。教师系统梳理航天光学工程知识谱系的演化脉络，进而提出适配新时代航天强国建设需求的知识体系优化路径，对完善航天领域高层次工程人才培养体系有重要意义。基于此，本文结合知识谱系理论，将我国航天光学工程高等教育发展划分为四个不同阶段，系统分析各阶段知识结构与育人体系演变特征；针对学科知识结构松散、航天特色缺失、产教融合层次不深等问题，提出重构结构化知识图谱、搭建航天特色课程集群、深化工程导向产教融合的可行路径。

关 键 词： 航天光学工程；高等教育；知识谱系；演化

Research on the Evolution of Knowledge Genealogy of Higher Education for Aerospace Optical Engineering in China

Jiang Shikai, Zhi Xiyang, Huang Yuanxin*, Zhang Shuqing, Chen Wenbin, Hu Jianming
Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang 150009

Abstract: As the carrier for talent cultivation in China's aerospace optics field, the knowledge system of aerospace optical engineering keeps iterating and evolving along with aerospace engineering practices and optical technology development. It is of great significance for improving the high-level engineering talent training system in the aerospace field for educators to sort out the evolutionary context of knowledge genealogy in aerospace optical engineering and further propose optimization paths of knowledge system adapted to the construction of a powerful aerospace country in the new era. Based on the knowledge genealogy theory, this paper divides the development of higher education for aerospace optical engineering in China into four stages, and systematically analyzes the evolution characteristics of knowledge structure and talent training system in each stage. Aiming at the existing problems such as loose disciplinary knowledge structure, insufficient aerospace characteristics and shallow industry-education integration, feasible paths are put forward, including reconstructing structured knowledge graph, building curriculum clusters with aerospace characteristics, and deepening engineering-oriented industry-education integration.

Keywords: aerospace optical engineering; higher education; knowledge genealogy; evolution

引言

知识谱系理论为学科演化与高等教育变革研究提供了重要视角。教师从知识谱系视角出发，对航天光学工程高等教育的整体演化脉络进行系统分析，明确学科知识结构优化的内在机理、实现路径，能够促进航天光学高等教育高质量发展，提升其与国家重大战略人才需求的适配性。在航天强国建设背景下，教师要面向航天领域需求重新梳理知识体系，探索当前人才培养供给侧与航天强国建设需求侧之间的结构性矛盾及其解决路径。

一、核心概念与理论框架

（一）航天光学工程

航天光学工程是基于太空极端环境，研究空间光学系统设计、光机结构研制、光电探测、在轨标定、空间成像与信息处理的工程学科。该学科具有多学科交叉特点，融合光学基础理论、航天环境适配技术、星载载荷研发等不同领域的知识，能够衔接基础光学理论与航天工程应用，为重大航天任务顺利推进提供支撑[1]。

（二）知识谱系演化

知识谱系源于学科演化理论，特指一门学科内部各类知识单元、理论范式、技术体系实现传承、衍生、融合、重构的动态过

项目信息：本文系2026年度黑龙江省高等教育（研究生）教学改革研究项目《能力图谱引导“光学+AI”交叉学科拔尖人才培养的探索与实践》。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

教育理论与研究26年30期-版权页：半月刊 第4卷第30期 2026年8月刊.indd 93 2026/10/13 16:03:36

程[2]。就航天光学工程学科而言，知识谱系包含基础理论层、技术应用层、工程实践层、前沿交叉层四大模块，各模块随外部需求变化、技术革新而不断调整。这种调整直接影响高校课程体系、教学内容、人才知识结构，具有重要的研究价值[3]。

（三）知识谱系演化驱动机制

中国航天光学工程知识谱系的演化驱动机制可以拆解为国家航天战略牵引、光电技术迭代驱动、高等教育改革推动[4]。首先，国家重大航天工程任务倒逼着学科知识体系更新；其次，微纳光学、人工智能、计算成像等新技术的发展与应用，不断拓展着学科知识边界；最后，新工科建设、产教融合、学科调整等政策，持续推进着人才培养知识体系更新。

二、航天光学工程知识谱系演化阶段与核心特征

（一）奠基初创期（1952–1977年）：传统光学奠基，航天知识依附生长

这一阶段为中国光学工程高等教育正式起步阶段。1952年院系调整后，浙江大学设立国内首个光学仪器专业，奠定了中国光学工程教育的基础。随后光学相关专业相继在各大高校扎根，形成以几何光学、物理光学、精密机械设计为核心的基础知识体系，但是面向航天领域的专门化知识尚未形成独立分支。当时，航天相关光学知识大都作为传统光学的附属分支依附生长，依靠高校与光机所的科研合作、联合培养进行碎片化传播。整体来看，该阶段航天光学工程知识谱系缺少完整架构与航天工程特色，仅能满足航天事业起步阶段的基础人才需求[5]。

（二）体系成长期（1978–1999年）：航天方向独立，知识谱系主干成型

中国航天事业快速发展，返回式遥感卫星、通信卫星的成功发射，为航天光学方向逐步从传统仪器光学中剥离，成为独立的知识分支提供了动力。这一阶段，航天光学工程知识谱系形成“通用光学基础 + 航天专项技术”的双轨结构。该结构在丰富几何光学、像差理论、光学设计等基础知识的基础上，新增空间光学系统设计、空间环境光学效应、航天光学载荷可靠性、遥感成像基础等具有航天特色的知识单元[6]。在育人层面，多所高校开设航天光学相关专业方向，形成了从本科到硕士、博士的完整人才培养链条，开始系统性培养航天光学领域专门人才，促使航天光学工程知识传递方式从碎片化传播向系统化育人转变[7]。

（三）交叉拓展期（2000–2015年）：多学科融合，知识谱系全域扩张

随着载人航天、嫦娥探月、高分专项等重大工程相继实施，中国航天事业发展呈现出多领域融合、规模化特征。这要求航天光学工程知识边界不断向外拓展，与电子信息、计算机科学、材料科学等学科交叉融合。该时期，航天光学工程知识谱系实现全方位拓展：基础层新增光电子学、红外物理、微纳光学等知识；技术层形成轻量化光学制造、自适应光学、在轨标定、热光学分析等核心技术体系；应用层覆盖深空探测、对地观测、空间激光通信等多场景航天应用知识。同时，高校通过跨院系开课、校企联合育人等方式更新教学体系，将科研院所工程案例融入教学内容。这种快速扩张，一方面强化人才培养与产业发展衔接性，另一方面也带来了课程逻辑关联性弱化、航天特色教学资源分布不均等问题[8]。

（四）智能跃迁期（2016年至今）：智能技术赋能，知识谱系范式升级

近年来，人工智能、计算成像技术的快速发展，推动航天光学载荷从传统硬件成像向“光学硬件 + 智能算法”一体化转型，学科知识谱系进入智能化跃迁新阶段[9]。该阶段，航天领域发展追求光学系统的智能化、小型化、高分辨率，要求航天光学工程人才具备星上智能解译、目标识别、计算成像重构等方面能力，航天光学工程知识谱系在原有框架基础上实现范式层面的升级重构。具体而言，这一阶段的航天光学工程知识谱系在保留经典光学、航天工程、光电探测核心知识的基础上，新增与航天领域发展前沿相关的知识模块（如深度学习、计算光学、智能遥感感知、星上人工智能处理等），形成“光学物理 + 航天工程 + 智能计算”的新型知识网络[10]。

三、航天光学工程高等教育知识谱系建设问题

（一）知识谱系结构松散，逻辑性不足

当前，航天光学工程知识谱系范式升级，知识单元快速增加，但是部分高校在专业建设中忽视知识体系顶层设计，仅通过简单增设新课程的方式拓展知识边界。这导致航天光学工程高等教育知识谱系中不同课程之间缺少衔接性，出现了知识碎片化问题。

（二）航天特色课程稀缺，辨识度偏低

部分高校的航天光学工程高等教育知识谱系仍以通用光电知识为主，缺少针对空间极端环境、星载载荷研制、航天系统工程等场景的特色课程；本科阶段航天光学知识供给不足，未能帮助学生打牢知识基础，导致学生需要在研究生阶段学习前置知识。这些问题是航天光学工程高等教育知识谱系中缺少航天特色课程、学科辨识度偏低的体现。

（三）产教融合深度不足，知识更新滞后

型号研制经验是航天光学工程学科知识谱系的核心组成部分，该学科教学具有极强的工程实践性。但是，由于保密机制、校企合作壁垒等原因，多数高校与航天院所的合作停留在较浅层次，院所的研发经验、最新型号工程案例无法及时转化为教学资源，知识谱系建设与产业发展相比明显滞后。

四、新时代航天光学工程知识谱系优化路径

（一）构建知识图谱，重构结构化谱系体系

为推进航天光学工程专业建设，教师可以构建“基础层 – 技术层 – 工程层 – 前沿层”四级结构化知识图谱，在教学体系增加前沿知识模块。其中，基础层保留经典光学知识，旨在夯实学生的理论功底；技术层整合航天光学特有技术，与通用光学形成

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

教育理论与研究26年30期-版权页：半月刊 第4卷第30期 2026年8月刊.indd 94 2026/10/13 16:03:36

明显知识边界；工程层融入系统工程方法、全流程研制规范等内容，旨在强化学生工程实践能力；前沿层保持动态更新，及时融入航天光学领域的最新研究成果。另外，教师要明确各模块课程的先修后续关系，梳理不同知识单元之间的逻辑关联，避免课程内容重复或断层。

（二）建设特色课程集群，强化航天学科辨识度

针对“光学物理 + 航天工程 + 智能计算”的新型知识网络，教师要整合不同院系教学资源，打造系统化航天光学特色课程群。该课程群中，针对本科阶段融入航天光学导论、空间光电技术概论等基础课程；针对研究生阶段增加高阶课程，比如星载光学系统设计、空间光学在轨标定、航天光机热控技术等。与学生学习规律、航天光学工程知识谱系演化所处阶段相适应的特色课程集群，能够强化航天学科辨识度。教师可以依托特色课程集群，将真实型号案例、工程难题转化为教学内容，丰富学科知识谱系，为学生航天工程思维培养提供载体。

（三）深化产教融合，补齐知识短板

新时代航天光学工程知识谱系建设，要重视产教融合，比如建设校企协同育人机制、丰富教学活动中的真实工程场景、建立双向师资流动机制。这需要加强高校与航天科研院所之间的合作，建立校企共建实验室、实践育人基地；在合规前提下，将航天型号项目、工程案例转化为双创项目、毕业设计选题；针对高校教师赴院所挂职实践、行业工程师担任校外导师的实际需求，建立人才流通渠道，促进工程知识向知识谱系的转化。这些措施在知识谱系建设中的应用，能够有效小教学内容与行业技术发展之间的差距，避免知识更新滞后于产业发展。

五、结语

经历多年发展，中国航天光学工程高等教育知识谱系依然完成了从依附传统仪器光学发展、航天方向独立成型、多学科交叉扩张到智能技术赋能跃迁演化。分析该演化过程发现，航天光学工程高等教育知识谱系建设始终与国家航天战略、光电技术革新、高等教育改革绑定；当前的航天光学工程高等教育知识谱系存在知识结构松散、特色不足、更新滞后等问题，对相关教学与研究工作提出了新的要求。作为教师，要以问题为导向、学科演化规律为遵循，探索构建结构化知识图谱、打造航天特色课程、深化产教融合层次的可行路径。随着中国在深空探测、对地观测、载人航天等重大工程领域取得重要成果，这些有益尝试将推动高素质创新型航天光学人才培养，转化为航天领域发展的动力。

参考文献

[1] 高昕 . 地基超大口径光学望远镜：技术体系、挑战与展望 [J]. 航天技术与工程学报 ,2025,2(6):1-11.

[2] 张磊 . 面向 " 工程教育 " 的物理类 " 光学设计 " 课程教学改革探索 [J]. 大学物理实验 ,2025,38(2):109-115.

[3] 吕焱 . 人工智能赋能光学工程基础课程教学改革探究 [J]. 科教导刊 ,2025,(32):4-6.

[4] 李文杰 , 何水龙 , 鲍家定 , 等 . 以测量与检测为目标的 " 工程光学 " 课程教学改革研究 [J]. 装备制造技术 ,2025,(11):79-82.

[5] 王鹏 , 赵胡笳 , 石慕真 , 等 . 大气气溶胶光学特性研究进展及展望 [J]. 气象与环境学报 ,2025,41(5):105-112.

[6] 邵晓鹏 , 魏士杰 , 吴腾飞 , 等 ."AI+ 光学 " 交叉学科体系的内涵与架构研究（特邀）[J]. 光子学报 ,2025,54(9):9-49.

[7] 屈苏平 , 曾爱云 , 周家峰 , 等 . 可视化教学在物理光学课程的应用实践 [J]. 巢湖学院学报 ,2025,27(3):113-116.

[8] 付雅帅 , 张文豪 , 金永涛 , 等 . 基于光学卫星遥感的云分类研究进展 [J]. 大气与环境光学学报 ,2025,20(1):1-17.

[9] 王玉强 , 葛德谨 . 商业航天高分辨率光学相机及应用 [J]. 卫星应用 ,2024,(12):44-48.

[10] 崔薇 , 傅雨田 . 高成本卫星载荷降本增效管理举措探索——以大型光学遥感相机为例 [J]. 军民两用技术与产品 ,2024,(9):26-39.

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

教育理论与研究26年30期-版权页：半月刊 第4卷第30期 2026年8月刊.indd 95 2026/10/13 16:03:36