

国内外激光领域研究生暑期学校的建设与启示

刘 静, 姜 波, 钟海荣*, 姜 曼

国防科技大学前沿交叉学科学院, 湖南 长沙
Email: *13975148798@163.com

收稿日期: 2020年11月7日; 录用日期: 2020年11月21日; 发布日期: 2020年11月13日

摘 要

研究生暑期学校作为学生日常培养重要补充, 以公益性、创新性教育教学模式为特点, 具有师资队伍优质卓越、学生质量拔尖优秀、学科教育资源雄厚、教学内容聚焦凝练等优势, 是开拓研究生视野、激发创新思维、培养创新能力和促进学生之间、师生之间跨校、跨地区、跨国合作交流的有效途径。本文通过广泛调研国内外激光领域研究生暑期学校的建设情况, 并结合各暑期学校的办学特征进行了类别梳理和经验总结, 在此基础上对我校“先进激光技术”研究生暑期学校的未来工作提出了展望和建议, 以期对国内激光领域研究生暑期学校的建设提供有益的参考和借鉴。

关键词

研究生教育, 激光, 暑期学校, 人才培养

Investigation on the Constructions and Developments of Summer Schools in Laser

Jing Liu, Bo Jiang, Hairong Zhong*, Man Jiang

College of Advanced Interdisciplinary Studies, National University of Defense Technology, Changsha Hunan
Email: *13975148798@163.com

Received: Nov. 7th, 2020; accepted: Nov. 21st, 2020; published: Nov. 30th, 2020

Abstract

As an important supplement teaching model to ordinary education, graduate students' summer schools are characterized by public welfare and innovative education. Excellent teachers' team, outstanding students, top-rank discipline and essential contents compose the advantages of graduate students' summer schools. They also play as an efficient way to broaden students' horizons,

*通讯作者。

inspire and cultivate their innovative thinking and ability, as well as to promote communication between students and also between students and teachers from different colleges, areas and countries. Comprehensive study of both international and domestic famous graduate students' summer schools in laser is carried out. Based on their features, they are classified into several types and their experiences are summarized. Expectations and proposals are put forward to the Advanced Laser Technology Graduate Students' Summer School held by the National University of Defense Technology. We hope to give some reference to the development of other domestic graduate students' summer schools in laser.

Keywords

Graduate Students' Education, Laser, Summer School, Talent Cultivation

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国的研究生暑期学校(以下简称暑期学校)是在著名数学家陈省身先生倡议下,作为教育部提高研究生培养质量的重要措施和国家自然科学基金委培育创新科技人才的重要支撑,自1995年起由教育部和国家自然科学基金委共同主办、联合资助的项目[1][2][3]。项目承办单位都是在不同学科领域具有较大学术影响力的国内高校或科研院所。培养单位依托学科优势,面向全国招收在读研究生、青年教师以及获得研究生入学资格的高年级本科生,充分利用暑期时间,聘请海内外专家学者讲授若干门基础课程,并开设介绍本学科领域学术发展动态、最新研究成果的选修课程和前沿学术报告课程。2004年北京大学在国内率先开办暑期学校,此后各高校与科研院所积极承办不同学科和领域的暑期学校。暑期学校至今已有20多年的实践历史,形成了完善的制度和规范的管理模式,同时各培养单位在办学规模、课程设置、教师选聘和招生工作等方面也积累了宝贵经验。

自2011年起,湖南省人民政府学位委员会和湖南省教育厅共同主办和资助湖南省研究生暑期学校,由省内具有博士学位授予权的高校具体承办。作为湖南省研究生教育创新工程的重要组成部分,湖南省研究生暑期学校的宗旨是推进研究生教育优质资源共享,拓展研究生学术视野、加强研究生创新能力培养。

国防科技大学前沿交叉学科学院依托“光学工程”学科优势,聚焦激光技术,于2012年首次承办了“先进激光技术”全国研究生暑期学校。2020年,学院以“激光器发明60周年——先进激光技术”为主题申报湖南省研究生暑期学校,以全省排名第1的评审成绩获批湖南省研究生教育创新工程和专业能力提升工程项目。深入研究激光领域的国际著名暑期学校和细致梳理该领域国内暑期学校的基本情况,并结合自身办学经验,将为持续提升激光领域暑期学校办学水平,打造学术品牌和扩大影响力凝练思路。当前暂未见这方面的相关文献报道。本文首先从办学规模、师资力量、课程设置和品牌特色等方面详细介绍了激光领域较为知名的国内外研究生暑期学校,根据其办学特点作了分类,然后总结了其对激光领域高层次人才培养和学术交流的促进作用,最后对我校未来开展“先进激光技术”研究生暑期学校的品牌建设进行了展望和建议。

2. 国际激光领域暑期学校基本情况

2.1. 最著名激光国际暑期学校

Siegman 激光国际暑期学校(Siegman International School on Lasers)是美国光学学会(OSA)为纪念已故

的著名激光专家、OSA 前主席 Anthony E. Siegman 教授而设立的,旨在为全球光学专业的优秀研究生提供向国际前沿的领军科学家学习最新的激光领域的最新进展和促进光学界未来之星之间的国际化学习和交流平台[4]。每年3月 OSA 在全球范围内遴选约 100 名研究生,于夏季参与这项为期 1 周的深度学习激光知识和应用的活动,学生旅费和注册费由 OSA 与美国 IPG 公司共同资助。会议期间,激光领域的知名专家和行业领袖就研究进展和应用前景进行专题讲座,学生们对自己的研究内容和成果进行展示,承办方还会组织学生进实验室实地参观和开展实践。被邀请的授课教师均为该领域内的国际知名学者和行业先锋,所讲授的内容涵盖了激光技术和光子学的各个方面。表 1 列出了近 5 年 Siegman 激光国际暑期学校承办单位、举办时间和授课教师人数。

Table 1. General situation of Siegman International School on lasers in the past 5 years

表 1. 近 5 年 Siegman 激光国际暑期学校概况

| 数量 | 质量 | 周期 | 教师人数 |
|------|------------------|---------------|------|
| 2020 | 波兰华沙大学 | 2021.7.17~24 | 7 |
| 2019 | 美国罗彻斯特大学激光力学能实验室 | 2019.7.27~8.2 | 5 |
| 2018 | 丹麦技术大学 | 2018.7.28~8.4 | 7 |
| 2017 | 墨西哥里昂光学研究中心 | 2017.8.6~11 | 5 |
| 2016 | 西班牙光电科学研究院 | 2016.7.24~29 | 5 |

从表 1 可以看出,虽然主办方和资助方均来自美国,但承办单位并不限于美国国内,而是由全球范围的激光领域知名科研机构相继承办。其中,2019 年的承办单位是美国三大光学中心之一的罗切斯特大学激光力学能实验室(Laboratory for Laser Energetic, LLE),2016 年的承办单位是世界领先的五大石墨烯研究中心之一的西班牙光电科学研究院(The Institute of Photonic Science, ICFO)。此外,德国马克斯普朗克光科学研究所(Max Planck Institute for the Science of Light, Germany),美国斯坦福大学等机构都曾经承办过该项盛大的教育教学活动。

Siegman 激光国际暑期学校第二个特点是师资团队实力超群,且既有来自科研机构的专家学者也有来自产业界的研发和技术专家。

以 2019 年的师资团队为例,团队成员包括:美国普渡大学 Andrew Weiner 教授,是国际超快激光领域奠基人之一、美国光学学会伍德奖获得者(2019 年潘建伟院士获此殊荣)、美国光学学会阿道夫隆奖章(2020 年陆朝阳教授获此殊荣)获得者和 IEEE 光子学会量子电子学奖获得者、美国工程院院士、以及国际著名光学期刊《Optics Express》主编;德国帕德博恩大学 Christine Silberhorn 教授,是国际量子信息和量子光学领域的领军人物、德国科研最高奖—戈特弗里德·威廉·莱布尼茨奖获得者、德国利奥波第那科学院和美国科学院院士;美国康纳尔大学弗兰克·怀斯(Frank Wise)教授,是超快光学和量子点材料方向国际知名专家,已发表 630 余篇学术论文,引用超过 28,000 次,H-index 为 82。其余教师均是国际知名行业学会(如 IEEE、OSA 和 APS 等)会士。

此外,世界上通过实验手段首次实现激光制造分形图案的南非威特沃特斯兰德大学 Andrew Forbes 教授,非线性光学领域国际著名学者、英国帝国理工大学 Michael Damzen 教授,国际著名超快激光专家、美国新墨西哥大学 Jean-Claude Diels 教授,激光遥感领域专家、美国洛克希德马丁公司 Joseph Buck 教授等曾担任历次 Siegman 激光国际暑期学校的主讲教师。

2.2. 基于大科学装置的暑期学校

极端光学装置(Extreme Light Infrastructure, ELI)是当前激光领域最具世界影响力的大科学装置,是第

一个包含艾瓦(1018 W)量级激光器的研究装置, 2006 年被欧洲研究基础设施战略论坛(European Strategic Forum for Research Infrastructures, ESFRI)委员会选中, 成为 37 个主要研究基础设施计划之一, 总投资超过 8.5 亿欧元。ELI 是全世界第一套具备研究超相对论范围内最高强度激光脉冲与物质相互作用的基础设施, 将为拓展物理学新领域研究打开一扇大门, 同时还将极大促进相对论微电子学和小型激光粒子加速器等新技术的发展。ELI 将对材料科学、医学和环境保护等诸多领域产生重大影响, 是通过跨欧洲和全球科学界共同合作实现的第一台民用大型大功率激光研究装置, 基础设施全部建在东欧, 旨在刺激东欧地区的科学研究与发展[5]。

ELI 包含三个装置, 分别是: 1) 建在罗马尼亚的核物理装置(ELI Nuclear Physics Facility, ELI-NP)是一个国际用户装置, 13 个欧盟成员国的 40 个研究机构参与了该装置的筹划, 2012 年欧盟拨款 1.8 亿欧元开始建设, 2017 年开始运行; 主要任务是对学术和工业用户开放使用, 由 300 多名科学家与技术支持人员指导外部用户; 从 2020 年开始, ELI-NP 有望实现新的科学发现、产生新学科(如核光子学)和新的应用[6]。2) 建在匈牙利赛格德的阿秒装置(ELI Attosecond Light Pulse Source, ELI-ALPS), 旨在为欧洲和世界上的研究人员提供超短脉冲光源, 用于生物物理, 化学, 能源研究和医学方面的研究, 2017 年正式落成并投入使用。3) 建在捷克共和国布拉格的束线装置(ELI-Beamlines), 2011 年欧盟拨款 2.36 亿欧元开始建设, 2017 年开始运行。

自 2013 年起, ELI 大科学装置的三个运行单位每年 8 月轮流举办为期 1 周的 ELI 暑期学校(ELI Summer School), 招生对象主要是全球范围的博士研究生和年轻研究人员, 招生规模仅几十人[7]。活动内容包括几场学术讲座、几十个研讨会, 每天穿插在讲座和研讨之后进行的学生集中张贴海报展示活动(主要是介绍自己当前开展的学术研究内容和最新研究成果), 实验室参观及科研实践等环节。历届 ELI 暑期学校基本情况如表 2 所示。虽然名为暑期学校, 但从形式到内容都实际是一场面向青年研究群体的国际性学术会议。每个研讨会时长 1 个小时, 其中 50 分钟为专家讲座和 10 分钟为自由讨论。

2018 年在匈牙利赛格德依托 ELI-ALPS 装置举办的暑期学校招生规模为 30 人, 旨在介绍物理和高功率激光应用方面的最新进展, 主题包括高峰值功率超快激光、强太赫兹辐射的产生与应用、超短激光脉冲的产生与放大、超短脉冲激光产生强相干与非相干 X 射线脉冲、短 X 射线脉冲超快成像技术、粒子加速及应用、等离子体物理、超高强度激光与物质相互作用、阿秒脉冲产生与应用、强激光核物理等。

2019 年在捷克布拉格依托 ELI-Beamlines 装置举办的暑期学校旨在向年轻学者提供强激光脉冲产生和应用领域的综合介绍, 主题包括: 高功率超短激光、利用短脉冲激光产生强相干和非相干 X 射线、从红外到 X 涉嫌频段自由电子激光、短 X 射线脉冲超快成像技术等方面的最新前沿研究成果和展望。

Table 2. General situation of ELI Summer School

表 2. 历年 ELI 暑期学校概况

| 时间 | 承办单位 | 教师人数 |
|------|----------------------|------|
| 2020 | 匈牙利赛格德(ELI-ALPS) | 9 |
| 2019 | 捷克布拉格(ELI-Beamlines) | 14 |
| 2018 | 匈牙利赛格德(ELI-ALPS) | 30 |
| 2017 | 罗马尼亚(ELI-NP) | 11 |
| 2016 | 捷克布拉格(ELI-Beamlines) | 11 |
| 2015 | 捷克布拉格(ELI-Beamlines) | 10 |
| 2014 | 捷克布拉格(ELI-Beamlines) | 10 |
| 2013 | 捷克布拉格(ELI-Beamlines) | 12 |

2.3. 其他高水平暑期学校

德国非常重视国际化人才培养,作为欧盟重要的成员国,积极参与欧盟国家共同制定的伊拉斯谟计划与苏格拉底计划,鼓励学生到成员国从事研究和深造活动。

从2012年开始,德国德累斯顿工业大学(Technische Universität Dresden, 简称为 TU Dresden)每年举办以“激光技术的趋势和新发展”为主题,为期1周的国际暑期学校[8]。其招生对象包括本科生和研究生。2020年8月24~27日,该暑期学校由 TU Dresden 和德国弗朗霍夫材料与光束技术研究所(Fraunhofer IWS)以线上方式联合举办,主题包括:激光表面淬火技术、高速二维激光切割、激光焊接、增材制造过程、超短脉冲激光的应用、激光过程模拟仿真、激光微纳结构及激光干涉图案等。Fraunhofer IWS 隶属于德国弗朗霍夫学会。该学会成立于1949年,是欧洲最大的应用科学研究机构,总部在慕尼黑,在德国拥有69个研究机构,2万多名员工。

3. 国内激光领域研究生暑期学校建设情况

3.1. 综合性暑期学校

2012年7月2~12日,国防科技大学承办了第一届“先进激光技术”研究生暑期学校,中科院上海光机所楼祺洪研究员、清华大学柳强教授和电子科技大学刘永教授等10余位国内知名专家学者担任了授课教师。教学内容围绕高功率光纤激光技术、紫外激光器、中红外激光器、光腔技术物理及超窄线宽激光技术等方面。招生规模100人,主要从国内“985”和“211”高校与光学紧密相关专业中遴选学术成绩出众的研究生或具备攻读研究生资格的高年级拔尖本科生,也有部分高校和科研机构的青年科技人员旁听参加[9]。

2020年8月23~29日,国防科技大学第二届“先进激光技术”研究生暑期学校得到了湖南省教育厅的专项资助,邀请了来自中科院物理所、中科院半导体所、北京大学,中国科学技术大学,华中科技大学和澳门大学等学术机构激光技术领域知名专家学者担任授课教师。以纪念激光器发明60周年为主题,教学活动以激光器和激光技术应用两个方向为主线展开,内容涵盖不同类型的激光器(气体、半导体、固体、新型等)及其应用(光场调控、制造、通信、成像等),兼备学科基础知识和科学前沿动态。招生规模100人,面向国内高校和科研院所[10]。

3.2. 基于大科学装置的暑期学校

大科学装置已成为发达国家争夺21世纪科技至高点的高级科研设施,随着国内激光领域大科学装置的建立和光子学科的兴起,基于此的国内暑期学校也刚刚起步。有代表性的是由上海科技大学物质科学与技术学院承办的2020年“光子科学”暑期学校[11]。

上海科技大学物质科学与技术学院是上海科创中心建设的重要力量,牵头或参与建设硬X射线自由电子激光、软X射线自由电子激光、超强超短激光、上海光源二期、活细胞结构和功能成像等大科学装置。“光子科学”是一门以光子为核心探测手段的新兴交叉学科,核心科学内涵是研究、理解和利用光与物质的相互作用,并通过由此衍生的新光源、新实验手段、新理论和数据解析能力,解决国家重大科学问题。近年来,世界范围内大力建设的新型大型光子科学用户装置极大推动了“光子科学”这门学科的发展。

“光子科学”暑期学校为期1周,采用线上模式,由杨学明院士、杨培东院士和赵振堂院士等在内的20多位国内外知名专家、学者担任主讲教师,以主题课程、学术报告和交流研讨为主要教学方式,系统诠释大科学装置在能源、材料、化学、生物等科研领域的深刻意义和推动作用,以同步辐射和自由电子激光用户装置为重点,介绍国内已有和在建装置的性能与特色。招生对象为国内各高校和研究机构的

学生和科研工作者, 提供部分资助, 招生规模为 1000 人。

3.3. 专题暑期学校

国内有代表性的专题性暑期学校包括“强激光科学与工程”“激光智能制造”和“全国生物光子学”暑期学校等[12][13][14]。

2011 年, 为迅速提升我国在该领域的发展水平, 培养优秀的青年人才, 由国家重大专项的科学发展部举办的“强激光科学与工程暑期学校”应运而生。至今已由上海交通大学和中科院上海光机所及北京大学轮流成功举办 7 届, 部分历次情况如表 3 所示。日本大阪大学 Hiroshi Azechi 教授、德国德累斯顿工业大学 Dieter Hoffman 教授、日本电器通信大学的植田宪一教授、美国劳伦斯伯克利国家实验室的 Carl Schroeder 研究员、美国佛罗里达州立大学的曹建明教授等国际知名专家先后担任过“强激光科学与工程”暑期学校主讲教师。

Table 3. Part of the general situations of high energy laser science and engineering summer school

表 3. 部分强激光科学与工程暑期学校概况

| 时间 | 承办单位 | 学生人数 | 主题 | 师资 |
|----------------------|----------------------|------|--|----|
| 第六届 2018.8.13~17 | 中物院惯越实施管理中心、中科院上海光机所 | 100 | 激光聚变驱动器技术与工程、高功率激光材料(钹玻璃, 石英玻璃, 非线性晶体)、大口径强光学元件超精密及低缺陷制造、力学仿真模拟计算、超强超短激光装置及应用、超强超短激光关键挑战与创新突破等前沿科学 | 11 |
| 第四届 2014.7.27~8.3 | 上海交通大学 IFSA 协同创新中心 | 50 | 光纤相干合成放大激光科学与工程, 基于超短超强激光和光纤放大激光的粒子加速研究 | 9 |
| 第二届 2012.7.30~8.5 | 中科院上海光机所 | 40 | 国家大型激光装置及其前沿科学应用 激光学科发展与激光聚变、激光驱动器发展与展望、强激光技术、激光等离子体、激光粒子加速、高功率激光脉冲调控、强激光与等离子相互作用、强激光材料、激光薄膜等 | 14 |
| 第一届 2011.7.12~22 | 上海交通大学 | 110 | 强激光科学前沿、超快激光脉冲的传输、超快激光技术、激光与原子相互作用、激光聚变物理介绍、强激光材料、激光玻璃与光学玻璃、光机设计、非线性高功率激光技术、四维时空探测等 | 21 |

“中国制造 2025”引领并推动我国产业结构调整 and 转型升级, 新形势、新业态对高等工程教育和科技创新提出了全新的挑战, 与此同时“新工科”教育革命扑面而来。在此背景下, 2017 年江苏省“激光智能制造”研究生暑期学校由江苏省教育厅立项资助, 江苏大学主办, 苏州德龙激光股份有限公司与苏州天弘激光股份有限公司协办。招生规模 100 人(含 7 名外国留学生), 为期 10 天, 主要面向国内高校和科研院所本科生和研究生。教学活动注重理论学习和工程实践并重、前沿讲座和实验操作并重、课堂学习和考察交流并重, 还特别安排了企业实践的教学环节。

着眼于 21 世纪“生物光子学”这一新兴的交叉学科, 为加强交叉学科间的交流, 培养这一交叉领域的青年后备人才, 2010 年 8 月 1~10 日北京大学物理学院、人工微结构和介观物理国家重点实验室联合举办了北京大学“全国生物光子学 2010 年”暑期学校。招生规模 89 人, 授课团队包括美国俄亥俄州立大学仲冬平教授、宾夕法尼亚大学盖锋教授、华中科技大学骆清铭教授、解放军 301 医院顾瑛主任医生等国内外 16 位专家学者。

3.4. 中外合作暑期学校

2017 年 7 月 15 日~8 月 12 日, 华中科技大学光学与电子信息学院与英国南安普敦大学光电子研究中心(Optoelectronic Research Centre, ORC)和人文学院, 在南安普敦大学共同举办了为期 4 周的暑期学校。教学内

容包括激光原理, 光纤光学, 量子通信的 3 门课程、2 个共 6 学时的光学实验、3 门自选人文类课程和促进学生进一步了解英国文化与现状的游览。“掺铒光纤放大器 EDFA 之父”和“特种光纤之父”David Payne 爵士为学生们介绍了光电子研究中心的科研方向和学术成就, 并深情回顾了他与中国高校的合作经历[15]。

2012 年 8 月 4~6 日, 南开大学承办了第二届中俄激光物理、基础与应用光子学研讨会暨青年暑期学校。教学活动由短期课程、学术报告和学生论文交流组成, 招生规模 20 余人, 主要是博士研究生。学术内容聚焦在纳米和飞秒光子学基础与应用、量子与原子光学及量子信息科学、太赫兹辐射物理学的产生与未来应用、固体激光器和激光系统的现代趋向和优势、新型激光器的发展与非线性光学晶体等等诸多激光与光子学的科研前沿领域[16]。

4. 对人才培养和学术交流的促进作用

激光领域研究生暑期学校在国内外广泛开展, 已经成为高年级本科生、研究生和青年科研工作者在暑期一项重要学术活动。研究生日常教学活动以课程学习和课题研究为主要内容, 行业学术会议以与领域内全层次科研群体学术交流为主要内容, 研究生暑期学校作为介于二者之间的一种独特的教育教学和学术交流形式, 为刚刚迈入和起步的年轻科研力量提供了平台。暑期学校教学环境依托承办单位的学科优势和科研条件, 师资队伍来源于领域内多单位知名专家, 学生群体来自跨区域科研院校, 为后续开展科研学术合作交流奠定了基础。持续开办暑期学校责任重大。

激光领域国际研究生暑期学校办学历史长, 办学经验丰富, 行业学会参与度高, 依托领域内雄厚的国际学术资源, 连续性好, 制度完善, 师生国际化程度高, 形成了品牌效应。类似于面向行业内青年研究群体的国际学术会议, 其在促进各国研究生开展学术与跨文化交流, 培养和发现具有国际竞争力的高层次人才, 及吸引更多青年学子进入本行业领域等方面具有重要意义。被选中获得资助参加国际暑期学校对于学生是一次扩大学术视野、结识学术同行、触碰学术前沿和拜会学术大师的宝贵机会, 也是学术界对学生当前取得学术成绩的一次肯定, 国内高校将学生能够入选看作是一项学术荣誉。一流师资、充足经费、周密组织、严格选拔和实践保障是国际研究生暑期学校成功举办的基础, 高水平、国际化、主题鲜明、聚焦前沿的学术讲座、集中密集且有含金量的学习交流和紧凑有序的活动安排是其能够源源不断吸引学生并具备品牌特色的核心要素。

激光领域国内研究生暑期学校经过 10 年的建设和发展, 主要依托国内的师资力量, 以面向国内研究生培养为主, 也逐步积累了办学经验。然而, 随着全球化进程的不断加速, 发达国家普遍更加注重国际化人才培养, 且将其作为高等教育的改革方向。《国家中长期教育改革和发展规划纲要》对高校国际化发展和培养国际化人才提出了具体要求; 《全国教育人才发展中长期规划纲要》明确提出了要培养集聚具有国际影响的学科领军人才, 构筑青年人才国际交流和竞争平台, 提高国际化水平。作为研究生常规培养的重要补充, 暑期学校的国际化建设是办学发展的必然趋势。如何汇聚国际师资力量, 与国际知名的激光技术研发机构开展深度合作, 面向全球青年学子招生, 将我校举办的“先进激光技术”主题的综合研究生暑期学校打造成为领域内具有国际品牌效应的高端教育平台, 真正做到在招生、组织和办学方面与国际接轨是下一步我们将面临的重要问题。

5. 结论

持续关注国内外激光领域暑期学校的建设情况, 既能为学生对暑期活动做选择提供参考, 更能为国内举办暑期学校的人才培养单位提升国际化办学水平提供借鉴。特别是本领域国内暑期学校需要进一步树立品牌特色、明确学术定位和进一步发挥发现人才、吸引人才的桥梁作用。此外, 随着信息技术不断促进教育教学改革, 探索基于慕课平台扩大师生受益范围的国际暑期学校办学模式也是下一步值得探讨的内容。

基金项目

国防科技大学教育教学研究一般课题(U2019019)。

参考文献

- [1] 吴启迪. 办好研究生暑期学校, 营造良好的研究生教育创新氛围[J]. 学位与研究生教育, 2006(11): 1-6.
- [2] 张淑林, 裴旭. 立足学校特色和优势, 打造全国研究生暑期学校品牌[J]. 学位与研究生教育, 2006(11): 7-8.
- [3] 黄宝印, 陆敏, 程黎明, 等. 研究生暑期学校品牌建设的策略研究[J]. 学位与研究生教育, 2008(8): 48-51.
- [4] https://www.osa.org/en-us/meetings/topical_meetings/2021_siegman_international_school_on_lasers/program_agenda
- [5] Gerard Mourou. 极端光设施: 使命与挑战[J]. 光学与光电技术, 2012, 10(3): 8-12.
- [6] Tanaka, K.A., *et al.* (2020) Current Status and Highlights of the ELI-NP Research Program. *Matter and Radiation at Extremes*, 5, Article ID: 024402.
- [7] <http://www.eli-beams.eu/about/education/summer-school>
- [8] https://www.iws.fraunhofer.de/en/events/archive_2012/summer_school_2012.html
- [9] 国防科技大学“先进激光技术”暑期学校[EB/OL].
<http://www.opticsjournal.net/OEPNNews.htm?id=PT120912000350dKgNj>, 2020-07-20.
- [10] 2020年“先进激光技术”研究生暑期学校[EB/OL].
<http://htcis.net/MeetingMain/Index/summerschool>, 2020-07-20.
- [11] 2020年上海科技大学光子科学暑期学校报名通知[EB/OL].
<http://spst.shanghaitech.edu.cn/2020/0621/c2090a53230/page.htm>, 2020-06-22.
- [12] 上海交通大学第一届“强激光科学与工程”暑期学校[EB/OL].
<http://www.opticsjournal.net/Group/G11050300003.htm>, 2020-07-20.
- [13] <https://www.ujs.edu.cn/info/1062/15315.htm>
- [14] 北京大学“全国生物光子学 2010 年暑期学校”圆满结业[Z/OL].
<http://www.phy.pku.edu.cn/info/1023/3877.htm>, 2010-08-10.
- [15] 杜宇晗. 我院与英国南安普敦大学光电子研究中心合作暑期学校顺利结束[Z/OL].
<http://oei.hust.edu.cn/info/1216/4253.htm>, 2017-08-22.
- [16] 第二届中俄激光物理研讨会[Z/OL].
<http://www.diodelaser.com.cn/htm/fair/zhnews/2575.html>, 2012-08-07.