

如何建设世界一流工程学科与高水平研究中心

——南安普顿大学光电子研究中心的经验与启示

张检发, 彭嘉隆, 朱志宏

(国防科技大学 前沿交叉学科学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 建设世界一流大学和一流学科是当前我国高等教育面临的一项历史性任务。英国南安普顿大学在光学工程学科建设方面享有世界声誉, 其光电子研究中心是公认的光学领域世界顶级研究中心之一, 长期引领世界光纤光学的发展, 具有鲜明的优势和特色。本文以英国南安普顿大学光电子研究中心为例, 分析其发展历程, 并探讨如何建设世界一流工程学科与高水平研究中心, 进而为我校光学工程学科建设提供信息参考。

关键词: 一流学科; 研究中心; 光学工程

中图分类号: G649 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874 (2022) 04-0048-06

Construction of a World-Class Engineering Discipline and a High-level Research Centre: Experience and Inspiration from the Optoelectronics Research Centre of the University of Southampton

ZHANG Jian-fa, PENG Jia-long, ZHU Zhi-hong

(College of Advanced Interdisciplinary Studies, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Building world-class universities and first-class disciplines is an unprecedented task faced by Chinese higher education. The University of Southampton enjoys a world reputation in the construction of optical engineering disciplines. Its Optoelectronics Research Centre is recognized as one of the world's top research centres in the field of optics. It has long led the development of fiber optics in the world and has distinctive advantages and characteristics. This paper takes the Optoelectronics Research Centre of the University of Southampton in the United Kingdom as an example, analyzes its development history, and discusses how to build a world-class engineering discipline and a high-level research centre in order to provide reference for the construction of optical engineering in National University of Defense University.

Key words: first-class discipline; research centre; optical engineering

建设世界一流大学和一流学科是当前我国高等教育面临的一项历史性任务^[1]。其中, 学科建设又是大学建设的基础和核心^[2]。对于研究型大学而言, 建设一批具有优势特色的高水平学科,

对于建设一流大学, 发挥人才培养、科学研究和社会服务三大社会功能具有极为重要的作用^[3]。欧洲是现代高等教育的发源地, 美国则是当今世界上高等教育最发达的国家。英、美、欧等在一

收稿日期: 2022-05-30

基金项目: 教育部高等学校光电信息科学与工程专业教学指导分委员会教育教学研究项目 (gdxgk29); 湖南省普通高等学校教学改革研究项目 (HNKCSZ-2020-0020)

作者简介: 张检发 (1985-), 男, 江西萍乡人。国防科技大学前沿交叉学科学院副教授, 博士, 学校光学工程学科建设专家组专家兼秘书, 主要从事光学领域教学研究。

流大学和一流学科建设方面积累了丰富的经验,为我国开展学科建设提供了宝贵的参考。近年来,国内学者以国外大学为参照,围绕一流学科建设的不同方面开展了很多有价值的研究。如武建鑫等以麻省理工学院电气工程与计算机科学系为例,从学科组织健康视域探究了世界一流学科的成长机理^[4];又以佐治亚理工学院航空航天工程学科为例,运用“学科成长史-学科系统结构-大学组织制度”的分析框架,从多个维度呈现了理工科大学世界一流学科的成长特征^[5]。陈新忠等人以农业与环境科学为例,探讨了加州大学戴维斯分校建设世界一流学科的经验及启示^[6]。陈伟斌等人基于麻省理工学院、斯坦福大学和华威大学的案例研究,研究了国外创业型大学一流学科快速发展的建设经验^[7]。

工程学科是“双一流”建设的重中之重,在教育部、财政部、国家发展改革委公布的第二轮“双一流”建设名单中,工程类学科为180个,占全部学科总数的一半以上。英国南安普顿大学(University of Southampton,简称UoS)是一所著名的以工程学科见长的研究型大学,在光学工程学科建设领域享有世界声誉,其光电子研究中心(Optoelectronics Research Centre,简称ORC)是公认的光学领域世界顶级研究中心之一,长期引领世界光纤光学的发展,具有鲜明的优势和特色。本文以英国南安普顿大学光电子研究中心为例,探讨如何建设世界一流工程学科与高水平研究中心,以期能够对我国的一流大学和一流学科建设有所启发和借鉴。

一、南安普顿大学简介

南安普顿大学创办于1862年,主校区位于英国英格兰汉普郡南安普顿,是英国“罗素大学集团”(The Russell Group,简称RG)创始成员之一,也是英国顶尖的研究型大学之一。在2014年英国大学官方排名“研究卓越框架”(Research Excellence Framework,简称REF)中位居第11位。其中,科研强度(Research Intensity)居英国第8位^[8]。在2022年QS世界大学排名(QS World University Rankings)中,名列全球大学排名第77位。南安普顿大学以工程学科见长,其电子与电气工程专业长期位列英国前三名。2013年5月,南安普顿大学与牛津大学、剑桥大学、帝国理工

学院和伦敦大学学院共同发起并创立了科学与工程南联盟。

二、南安普顿大学光学工程学科与光电子研究中心简介

南安普顿大学的光学工程学科在英国乃至世界上都处于领先水平,其光学研究主要集中在光电子研究中心。该中心是在英国工程与物理科学研究委员会(Engineering and Physical Sciences Research Council,简称EPSRC)资助下成立的一个跨学科研究中心,主要成员来自物理与天文系、电子工程与计算机系,成立时间为1989年^[9],其历史可以追溯到上世纪60年代初开展的激光器研究。经过三十余年的发展,ORC已发展为英国最大的光学研究机构,也是世界上最大的光学研究中心之一。

(一) 师资队伍

ORC现有固定研究人员100余人,其中包括25名教授、6名副教授、100余名专职研究人员、30余名员工(包括行政辅助人员等)和20余名来自世界各地的访问学者。ORC的教师中包括4名英国皇家学会院士(Fellow of the Royal Society,简称FRS)和英国皇家工程院院士(Fellow of the Royal Academy of Engineering,简称FREng)。ORC研究中心的主任是大卫·N·佩恩(David N. Payne)教授。Payne教授是国际公认的光子学研究先驱,被誉为“光纤放大器之父”。2013年,因其在光子学领域的卓越贡献,被英国女王授予骑士爵位。

(二) 科学研究

作为世界领先的光学研究机构,ORC是英国光学领域获得研究资助最多的研究机构之一,拥有多个国家级项目研究中心,如EPSRC未来光子学中心(Future Photonics Hub)、光子创新制造中心(Centre for the Innovative Manufacturing in Photonics)、光子超材料研究中心(Centre for Photonic Metamaterials)等,每年获得的资助项目约为1,500万英镑。目前,ORC研究领域涉及光纤通信、光纤激光器、特种光纤、光学传感、激光物理、光学材料、纳米光子学与超材料、硅光子学、光子芯片等。其中,光纤研究是ORC的传统优势领域。南安普顿大学是世界上最早从事光纤研究的大学之一,1966年开始致力于发展可用

于远距离光通信的光纤。1969年,南安普顿大学拉制了首根光纤。此后,南安普顿大学在光纤光学的发展中一直发挥着领导作用,取得了非凡的成就,包括掺铒光纤放大技术(Erbium Doped Fiber Application Amplifier,简称EDFA)、光纤激光器技术(广泛应用于现代制造、科学研究以及国防领域)、微结构光纤技术等。进入21世纪,随着纳米技术、互补金属氧化物半导体(Complementary Metal Oxide Semiconductor,简称CMOS)等技术的快速发展,ORC又发展了纳米光子学与光学超材料、光子系统、芯片与传感等研究领域,并迅速进入世界领先水平。

(三) 人才培养

ORC没有本科专业,其学生主要是研究生。博士研究生是ORC的重要研究力量,ORC每年招收博士生约20余人,现有在读博士生约80人。ORC从2012年开始招收硕士研究生,每年招生约10-20人。硕士研究生学制为1年,主要以课程学习为主,分三个学期。ORC的研究生来自世界各大洲的数十个国家,国际化程度很高。ORC的学生组织两次被美国光学学会评为最佳学生组织。ORC为国际光学界培养了大量的人才,在世界知名公司和院校中有超过650名杰出校友。国际光学领域最顶级期刊《自然·光子学》(Nature Photonics)的创始主编奥利弗·格雷顿(Oliver Graydon)博士就毕业于ORC光通信专业。值得指出的是,ORC也为我国光学领域培养了一大批优秀人才。原北京邮电大学校长林金桐教授,国家杰青、南京大学徐飞教授,武汉安扬激光技术有限责任公司总经理兼技术总监、创始人陈抗抗博士等皆毕业于南安普顿大学光电子学专业。江苏师范大学物理与电子工程学院院长沈德元教授,北京工业大学激光工程研究院院长王璞教授,国家杰青、深圳大学王义平教授等都曾在ORC工作过。

(四) 社会服务与学科声誉

ORC在科学研究领域和技术创新方面成绩斐然,在世界范围内赢得了声誉,是公认的顶级光学研究中心之一。ORC是掺铒光纤放大技术的发源地,该技术使得远距离光纤通信成为可能,奠定了全球光纤通信网络的基础,极大地促进了互联网的发展。同时,ORC也是光纤激光、微结构光纤、超连续谱光源等光学领域重要技术的发源地之一,并通过ORC孵化出来的公司得以推广。为表彰ORC在光子学和光纤光学技术领域的杰出

贡献,南安普顿大学在2017年被授予代表英国大学最高国家荣誉的女王高等教育和继续教育周年纪念奖(The Queen's Anniversary Prize for Higher and Further Education)^[10]。

南安普顿大学非常注重对公众的科学教育和光学知识的普及。ORC成立了“光波”(Lightwave)路演,组织老师和博士生定期到小学和幼儿园,通过一系列互动式的演示和实验开展光学科普教育。同时,由南安普顿大学物理与天文系负责的“光迅”(Light Express)路演,已经成为英国颇有名气的科普活动之一,每年会面向南英格兰地区的中学和大学生开展数十场科普活动,受益人数达到几千人。

三、南安普顿大学光学工程学科与光电子研究中心建设的经验与启示

南安普顿大学光学工程学科从激光器研究起步,因光纤研究方面的突破性贡献而迅速进入世界领先水平,通过组建跨学科研究中心,打造了具有国际声誉的高水平光学研究平台,进一步巩固了学科优势,在此后数十年中长期引领光学,特别是光纤技术的发展。其发展历程为我们开展优势特色学科建设提供了很好的经验和启示,在很多方面都值得借鉴和参考。

(一) 立足学科前沿,不断创新

20世纪60年代,光纤通信技术还处于萌芽阶段,光纤的光学损耗成为制约光纤通信技术发展的首要问题。由于玻璃的光学损耗远未达到光通信的要求,光纤通信曾被很多人认为是一个遥不可及的梦想。“光纤通讯之父”高锟首先意识到,提高玻璃的纯度能够允许光信号在光纤中以足够低的损耗传播,从而实现光纤通信^[11]。1966年,高锟博士发表题为《光频率介质纤维表面波导》的论文,提出了光纤在通信上应用的基本原理^[12]。同一年,南安普顿大学开展了基于光纤的远距离通信的研究,并在不久之后利用自制的拉丝塔成功拉制出了光纤^[13]。20世纪80年代,光纤通信技术方兴未艾,但面临着光学信号放大的难题,难以实现远距离通信。在此背景下,ORC首创掺铒光纤放大技术,为全球光纤通信提供了可能,也为现代通信网络的建立和互联网的发展奠定了基础^[14]。在此基础上,ORC又发展了光纤激光器技术,并于2004年在世界上首次实现光纤激光

器的 1kW 连续输出^[15],极大地推动了光纤激光器在工业加工和其他技术领域的应用。如今,面对互联网迅速发展对于大容量通信技术的需求,ORC 正在引领下一代超高速、超大容量光纤通信技术研究。进入 21 世纪以来,随着纳米技术、生物技术、硅光子技术的迅速发展,着眼于其在未来的巨大应用潜力,ORC 又发展了纳米光子学、光学超材料、生物传感、硅光子学等领域研究,并迅速进入世界领先水平。

(二) 吸引和培养一流人才,构建一流的研究队伍

一流的研究离不开一流的人才。ORC 极为重视人才引进,构建了以世界顶级科学家为带头人、以一流的青年科技人才和优秀的博士研究生为支柱的研究队伍。除大卫·N·佩恩爵士为中心主任之外,中心还有三名副主任,皆为国际顶级光学专家,分别为:光纤专家、英国皇家科学院院士、英国皇家工程院院士大卫·理查森(David Richardson)教授;纳米光子学和超材料专家、英国皇家科学院院士、美国工程院外籍院士尼科拉·泽鲁戴夫(Nikolay Zheludev)教授;硅光子学专家、国际硅基光子学先驱、英国皇家工程院院士格雷厄姆·里德(Graham Reed)教授。其中,尼科拉·泽鲁戴夫教授于 2006 年由南安普顿大学物理系加入 ORC;格雷厄姆·里德教授及其团队于 2012 年由萨里大学(University of Surrey,简称 UoS)加入 ORC。ORC 的其他教授和主要研究方向负责人,也大多为相关领域的世界知名专家学者。ORC 基本不从事课程教学,除了教授和副教授外,其他员工大多为研究员。博士研究生同样是 ORC 的重要研究力量。ORC 为英国和国际学生提供了丰厚的奖学金,用于吸引最优秀的学生。2008 年金融危机爆发后,英国在研究经费日益紧缺的情况下,ORC 依然每年为很多国际学生提供全额奖学金,这在英国大学中是比较罕见的。

(三) 基础研究与应用研究协调发展

ORC 致力于通过基础研究和技术创新改变未来。ORC 最早是由物理与天文系、电子工程与计算机系的科研人员一起组建的,基础科学与应用研究的结合和相互促进是 ORC 研究的一大特色。ORC 每年发表 300 篇以上的研究论文,在各种国际会议上完成 50 人次以上的特邀报告。我们通过科学论文索引网(Web of Science,简称 WoS),以“光学”为主题,对过去 10 年中公开发表的学术

论文进行统计,发现在论文总数上,南安普顿大学与同为世界著名的美国三大光学研究中心罗彻斯特大学(University of Rochester,简称 UR)、中佛罗里达大学(University of Central Florida,简称 UCF)、亚利桑纳大学(University of Arizona,简称 UA)不相上下,而在体现论文质量和影响力的论文被引频次、h-指数、篇均引用和高被引论文数等方面,南安普顿大学均明显超过上述三大研究中心。同时,ORC 每年申请 20 项以上的发明专利,并与众多的企业保持紧密的合作关系。在纳米光子学与光学超材料等新兴基础研究领域,ORC 每年获得 EPSRC 和欧盟数百万英镑的资助。在应用研究领域,ORC 在光纤传感、光纤激光器、光纤通信等领域有多个大型研究项目,致力于相关技术在石油探测、先进制造、下一代互联网通信网络等方面的应用。在 ORC,基础研究和应用研究彼此之间并不存在严格的界限,其大部分研究都是面向应用的前沿研究、基础研究,但很少有纯工程化的工作。一旦某项成果取得突破,具备了实用价值,工程化的工作就会通过相关的企业(如孵化公司)去完成。

(四) 重视平台建设和资源共享

现代科学研究很多都需要先进的实验设备。ORC 极为重视平台建设,具有世界一流的实验设施和公共基础研究平台。早在 20 世纪 60 年代,南安普顿大学就建造了自己的光纤拉丝塔,这也是世界上大学里面最早的光纤拉丝塔,在此后的数十年间为南安普顿大学的光纤光学发展发挥了巨大作用。南安普顿大学的超净间和纳米加工中心也是欧洲乃至世界大学里最先进的超净间设施之一。完善的研究设备为 ORC 的研究人员开展工作提供了可靠的保障。另外,大型研究设备非常昂贵,维护费用也很高,因此其有效的利用和合理维护就非常关键。通过建设超净间等光子技术公共实验平台,很多通用型研究设施得到了中心的统一维护和管理,因此 ORC 所有研究人员甚至校外人员都能够便捷地利用这些设备开展工作,不仅提高了设备利用率,也促进了相关研究及合作的展开。同时,ORC 的研究小组之间合作非常密切,资源共享方面也比较开放,从而形成了很强的协同优势,为一些大型研究项目的开展提供了可能。2009 年,以尼科拉·泽鲁戴夫(Nikolay Zheludev)教授为首席科学家的研究团队获得了英国 EPSRC 高达六百万英镑的资助,从事

纳米结构光学超材料的研究。Zheludev 教授评价自己的团队之所以能够获得这一项目的资助,与南安普顿大学超净间和纳米加工中心的建成是离不开的。而格雷厄姆·里德(Graham Reed)教授之所以离开自己工作了近二十年的萨里大学,带领自己的课题组来到 ORC,也是看中了这里一流的实验和加工设备。

(五) 重视科技成果转化,实现产学研良性发展

ORC 在科学研究领域和技术创新方面成绩斐然,在世界范围内赢得了声誉。在科技成果的推广和应用方面,ORC 同样取得了突出的成就,为推动经济发展做出了巨大贡献,实现了产学研良性发展。这里是很多世界光电领域知名高科技公司的诞生地,如分布式光纤温度监测系统供应商 Sensa 公司、特种光纤制造商 Fibrecore 公司、工业光纤激光器制造商 SPI 公司等,并创造了众多的就业岗位。众所周知,英国在自然科学研究领域实力雄厚,但由于各种原因,在成果转化方面却不尽如人意。近年来,随着英国经济形势的恶化,英国大学和科研机构在科技成果转化方面的不足饱受诟病。然而,与此相反,ORC 却得到了政府和媒体的广泛赞誉,被视为科技成果转化和科技创业方面的楷模。如今,ORC 仍然与 SPI、Fibrecore、Sensa 等公司保持着紧密的合作,为这些企业提供人才和科技支撑,而这些企业同时也在资金、设备、实践以及成果转化等方面给予了 ORC 大量的支持,双方不仅合作申报科研项目,还合作建立了研究实验室,共同培养博士研究生。ORC 也与奎奈蒂克公司(QinetiQ)、诺基亚西门子网络公司(Nokia Siemens Networks)、三星公司等世界知名跨国公司建立了合作关系,在全球拥有超过 100 个企业和学术合作伙伴。

2017 年,教育部、财政部、国家发展改革委联合印发《统筹推进世界一流大学和一流学科建设实施办法(暂行)》^[16],明确提出“双一流”建设要“面向国家重大战略需求,面向经济社会主战场,面向世界科技发展前沿,突出建设的质量效益、社会贡献度和国际影响力,突出学科交叉融合和协同创新,突出与产业发展、社会需求、科技前沿紧密衔接,深化产教融合,全面提升我国高等教育在人才培养、科学研究、社会服务、文化传承创新和国际交流合作中的综合实力”。当前,我国“双一流”建设取得显著成效,在论文

数量、引用等学术指标上更是发展迅速,但具备世界声誉、能够在某一个学科领域引领世界发展的学科和研究机构仍然十分匮乏,离国家的战略定位和需求也还存在较大差距。应该说,南安普顿大学光学工程学科和光电子研究中心的发展模式为我们的学科建设,特别是理工科建设,提供了很好的可供借鉴的范例。而这样的发展模式,也在过去数十年的发展历程以及不断变化的外部环境中,展现出了强大的生命力。2005 年 10 月,一场意外的大火将 ORC 大部分实验设备化为灰烬。虽然火灾使得很多研究遭受了难以挽回的损失,但 ORC 没有一个教授因此而离开,ORC 的研究也并未因此而中断。相反,火灾反而为 ORC 在纳米光子学等新兴学科的发展提供了契机。短短数年间,在英国政府、南安普顿大学和 ORC 所有教职员工的共同努力下,一座崭新的多功能大楼在旧址上重新建立,整个大楼造价超过 1 亿英镑,建成了一流的光纤塔和超净间。ORC 在灾难之后获得新生,并得到了更大的发展。他山之石,可以攻玉。当前,我国正在大力开展“双一流”和新工科建设,我们应该以此为契机,面向学科发展前沿和国家战略需求,找准发力点,突出优势和特色,提升学科核心竞争力,努力建设一批具有世界影响力的高水平优势特色学科和研究中心。

参考文献:

- [1] 国务院. 国务院关于印发统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案的通知[EB/OL](2015-11-05)[2022-05-17]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-11/05/content_10269.htm.
- [2] 李洋. 论我国高校学科建设的创新——以协同创新为视角[J]. 哈尔滨师范大学社会科学学报,2013(5):3.
- [3] 张曼平. 高校学科建设与促进国家经济社会发展实践研究——以郑州大学典型学科建设实践为例[J]. 郑州大学学报(哲学社会科学版),2010,43(5):162-165.
- [4] 武建鑫,蒲永平. 学科组织健康视域下世界一流学科成长机理探究——以 MIT 电气工程与计算机科学系为例[J]. 研究生教育研究,2021(3):76-85.
- [5] 武建鑫,胡德鑫. 理工科大学世界一流学科成长机理的多维透视——以佐治亚理工学院航空航天工程学科为例[J]. 学位与研究生教育,2020(10):61-69.
- [6] 陈新忠,康诚轩. 加州大学戴维斯分校建设世界一流学科的经验及启示——以农业与环境科学为例[J]. 现代教育管理,2021(7):46-53.

- [7] 陈伟斌,孙鋈,林键. 国外创业型大学建设一流学科的经验与启示——基于麻省理工学院、斯坦福大学和华威大学的案例研究[J]. 合肥工业大学学报(社会科学版),2021,35(5):125-132.
- [8] University of Southampton. Research excellence framework [EB/OL]. (2021-07-30) [2022-05-17]. <https://www.southampton.ac.uk/research/research-excellence-framework.page>.
- [9] Optoelectronics Research Centre, University of Southampton. History of the ORC [EB/OL]. (2021-07-18) [2022-05-17]. <https://www.orc.soton.ac.uk/history-of-the-orc>.
- [10] University of Southampton. Royal recognition for southampton's lead in bringing light to our lives [EB/OL]. (2017-11-30) [2022-05-17]. <https://www.southampton.ac.uk/news/2017/11/queens-prize-photonics.page>.
- [11] The Nobel Prize Organisation. The nobel prize in physics 2009 [EB/OL]. (2009-10-06) [2022-05-17]. <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2009/summary>.
- [12] KAO K, HOCKHAM G. Dielectric-fibre surface waveguides for optical frequencies [J]. Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, 1966, 113 (7): 1151-1158.
- [13] MEARS R, REEKIE L, JAUNCEY M, et al. Low-noise erbium-doped fibre amplifier operating at 1.54 μm [J]. Electronics Letters, 1987, 23 (19): 1026-1028.
- [14] Optoelectronics Research Centre, University of Southampton. History of the ORC [EB/OL]. (2021-07-18) [2022-05-17]. <https://www.orc.soton.ac.uk/history-of-the-orc>.
- [15] JEONG Y, SAHU J, PAYNE D, et al. Ytterbium-doped large-core fiber laser with 1.36 kW continuous-wave output power [J]. Optics Express, 2004, 12(25): 6088-6092.
- [16] 教育部,财政部,国家发展改革委. 关于印发《统筹推进世界一流大学和一流学科建设实施办法(暂行)》的通知 [EB/OL]. (2017-01-27) [2022-05-17]. http://www.gov.cn/xinwen/2017-01/27/content_5163903.htm#1.

(责任编辑:邢云燕)

(上接第41页)

- [8] GOULD M S, GREENBERG T, VELTING D M, et al. Youth suicide risk and preventive interventions: a review of the past 10 years [J]. Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 2003, 42 (4): 386-405.
- [9] 余若曦. 后疫情时代大学生自杀现状、影响因素及危机干预的思考 [J]. 襄阳职业技术学院学报, 2022, 21 (4): 112-115.
- [10] KONOK V, GIGLER D, BERECZKY B M et al. Humans' attachment to their mobile phones and its relationship with interpersonal attachment style [J]. Computers in Human Behavior, 2016, 61: 537-547.
- [11] BRENT D A, OQUENDO M, BIRMAHER B, et al. Familial pathways to early-onset suicide attempt: risk for suicidal behavior in off spring of mood-disordered suicide attempters [J]. Archives of General Psychiatry, 2002, 59(9): 801-806.
- [12] 李艳兰. 大学生自杀行为特征分析 [J]. 现代预防医学, 2014, 41(2): 263-266.
- [13] WOLFORD-CLEVENGER C, VANN N C, Smith P N. The association of partner abuse types and suicidal ideation among men and women college students [J]. Violence and Victims, 2016, 31(3): 471-485.
- [14] HE Yuqiong, ZHANG Yaru, CUI Xilong, et al. Epidemiology of major childhood adversities and its effect on depression and suicide attempts in Chinese college students [J]. Journal of Affective Disorders, 2021, 281: 331-337.
- [15] KABUGI PETERSON. An overview of the causes of suicide and preventive strategies in kenyan universities [J/OL]. African Research Journal of Education and Social Sciences, 2019, 6(3): 1-14 [2022-10-17]. <https://arjess.org/social-sciences-research/an-overview-of-the-causes-of-suicide-and-preventive-strategies-in-kenyan-universities.pdf>.
- [16] 陈思秋,吴为,许燕君,等. 从大学生自杀原因探讨大学生健康生活方式 [J]. 华南预防医学, 2015, 41(6): 549-552.
- [17] 李艳兰. 大学生自杀行为特征分析 [J]. 现代预防医学, 2014, 41(2): 263-266.

(责任编辑:赵惠君)