

新加坡国立大学创新型人才培养模式及其启示*

徐剑波** 鲁佳铭 蒋雅静
(上海交通大学,上海 200240)

摘要:创新人才是推动社会进步和建设创新型国家的核心力量。新加坡国立大学在多年的实践和研究中形成了科学、系统的创新型人才培养模式,培养出了大量具有全球竞争力的拔尖创新人才。本文通过案例分析,深入剖析了新加坡国立大学的创新人才培养模式,归纳出“四位一体”模式,即搭建课堂内外双创新实践平台、实施项目式跨学科教学、构建系统化科教融合机制与创设“无墙化”国际教育环境。借鉴新加坡国立大学的创新人才培养模式,我国高校可以从三个层面进行重点实践改革:推动全社会协同育人,优化创新人才培养布局;构建多元互动平台,深化科教融合创新机制;激发学生主体意识,提升创新实践学习力。

关键词:创新型人才;培养模式;新加坡国立大学

DOI:10.16507/j.issn.1006-6055.2020.12.003

习近平总书记强调,“人才是第一资源,创新是第一动力。中国如果不走创新驱动道路,新旧动能不能顺利转换,是不可能真正强大起来的,只能是大而不强。强起来靠创新,创新靠人才。”2015 年国务院印发的《统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案》将培养拔尖创新人才作为五大建设任务之一,要求加强创新创业教育,大力推进个性化培养,全面提升学生的综合素质、国际视野、科学精神、创业意识与创造能力^[1]。在后疫情时代以及当前新的国际形势下,提升本土拔尖创新人才培养质量尤为重要。

新加坡是国际公认的创新型国家,自 2007 年全球创新指数(Global Innovation Index, GII)发布以来,其创新指数稳居全球前十,亚洲前二^[2]。尤其值得一提的是,在创新指数中的高等教育指

标上,新加坡近五年始终位于全球第一,充分反映出其高校在建设创新型国家中的重要贡献。新加坡国立大学(National University of Singapore)是新加坡的顶尖名校,在 2020 年 QS 世界大学排名中位列全球第 11 名、亚洲第 1 名,工程技术等 6 个学科进入全球前十^[3]。作为一所将“创新”作为办学核心价值观之首的高校^[4],该校专利技术授权和成果转化数量稳步提升、研究人员创建的大学衍生公司迅速增长^[5],为新加坡的创新发展培养了大量具有竞争力的高素质人才。新加坡国立大学隶属亚洲,与我国同属于汉文化圈,在地域及思想文化上与我国大学具有很多相似性,在不断的实践和研究中形成了科学的创新型人才培养模式,值得我国高校学习和借鉴。

* 2019 年度上海学校德育研究课题(2019-D-013),2020 年度上海市教育科学研究项目(C20029)

** E-mail:bojianxu@sjtu.edu.cn

1 新加坡国立大学创新型人才的培养模式

1.1 搭建课堂内外双创新实践平台

课堂内外双创新实践平台的搭建是新加坡国立大学创新人才培养的一大特色。在课堂内,新加坡国立大学为学生打造“手脑并用”的实践课堂,巧用信息技术创设学生自主探索学习空间;在课堂外,注重将学生所学延伸到实践之中,开发“学习-实践-反馈”闭环式项目活动。

1) 打造“手脑并用”的实践课堂

新加坡国立大学创新性地将传统课堂打造成“手脑并用”(Minds-on-Hands-on Classroom Activities)的教学课堂,将实践要素融入课堂教学,注重培养学生的创新实践能力。课堂上,教师注重将“手脑并用”理念贯穿于课堂教学的全过程中,比如,在设计并实施一个关于晶体结构概念的课堂讨论环节中,教师不是简单地就“晶体结构概念”这一问题让学生进行口头讨论,而是要求学生通过将网球堆叠到一个透明的盒子里来创造各式各样的晶体结构,从而让学生能够从不同的角度来观察晶体结构,更好地欣赏晶体每个侧面的不同外观,让学生在实践中对类似晶体结构、几何形状以及传统立方单元等知识有更直观的概念和理解。这使得学生在课堂学习过程中有更强的参与感和获得感,更能激发学生的创新潜力。该种教学设计深得学生的喜欢和推广,据学校的民主调查显示,本科生对于类似的教学设计都非常满意和容易接受。此外,在信息安全、商务分析等学科的课堂中还安排了企业实习实践环节,以学生在实习过程中遇到的难题来激发学生对学科课程的兴趣和探索欲,推动他们去进行自主探索,提升自身的创新实践能力。

2) 创设学生自主学习的信息化空间

新加坡国立大学积极推进科技教育的发展,运用 Coursera、EDX、iBloc、MOOC 等平台,为学生创设自主学习探索的信息化空间。在该空间中,学生成为了学习的主角,可灵活安排自己的学习内容和时间,并有很多的机会与同学、老师交流探讨,不断尝试探索解决遇到的难题。学生可以通过学校的学习管理系统“LumiNUS”报名注册 edX 的慕课(MOOCs),通过修习相关慕课来抵充部分非限制性选修课学分^[6]。相较于传统教学,这种创设自主学习信息化空间的方式,更加注重优化知识的组合化和内部化环节。组合化是指显性知识上升为复杂知识体系的过程,是知识创新的必要条件^[7]。学生首先通过网络平台快捷方便地获取教案、课件、大纲等显性知识,再通过在线讨论、模拟实践、场景再设等方式对显性知识进行内化和重组,形成自己的自主学习逻辑,实现知识的创新。

3) 开发“学习-实践-反馈闭”环式项目活动

新加坡国立大学注重为学生提供多样化实践项目活动,让学生将自己所学运用到实践中,再带着实践中所反馈的问题继续学习,以此不断提升学生的创新实践能力。比如该校实施的一项一直受到广泛好评的科学青年教育者项目(Young Educator in Science Programme, YESP)^[8]。该项目鼓励那些对教学和科普有兴趣的本科生在其学术生涯早期就参与科普展示实践,与项目成员互相关分享经验、互相促进,形成良性互动,将自己所学运用到科学传播实践中。为了让该项目能高质量开展,学校还规定大学生在参与 60 小时的科学知识传播之后,才可以获得校方一份认证证书,拿到毕业所需的创新学分。同时学校还专门为项目配备

了教师指导团队,设置了专门的培养计划,对学生的实践活动进行指导和及时的评价反馈,帮助学生了解自身专业知识和专业技能的薄弱之处,以此更好地促进学生下一阶段的课程学习。这一项目让大学生作为科普知识传播的主体,在传播知识的过程中,学生首先要熟悉相关知识并不断巩固和拓宽,最终达到理解科学知识,这极大地培养了大学生良好的科学沟通能力、锻炼表述能力以及动手操作的综合创新能力。

1.2 实施项目式跨学科教学

创新人才的培养,必须来源于知识结构的创新和复合^[9],新加坡国立大学注重从多面性的现实问题入手,以项目为牵引,在解决问题的过程中,将不同的学科相互联结、交叉融合,实施跨学科的教学。

1) 开发跨学科的学习项目

新加坡国立大学以现实问题为抓手,积极开发跨学科的学习项目。比如,新加坡国立大学科学学院于1996年成立并专门设立了面向本科生综合性科学教育的特殊科学项目(Special Programme in Science, SPS),这是一项面向21世纪知识经济的人才发展计划,目标人群是有志于科学、具有科学热情且具备科研资质水平的学生。该项目有自己的培养计划,会单独将遴选出来的学生组织起来进行四年的专业培养教育,实施严格的招生选拔,由教师与学生共同组成遴选委员会,重点考察学生的学习热情、对待科学的态度等,每年仅招收40~80名理工科学生;聘请了数学、物理等多个学科方向的专业教师来共同参与教学管理。被该项目委员会选中的学生将在老师的指导和实践中接受创新思维的训练,形成一种跨学科的思维方式^[10]。

2) 设计多学科融合的课程体系

学科交叉与创新有着本质的联系。新加坡国立大学在课程体系的设置上比较注重多种学科的交叉融合。学校专门开设了针对本科生的综合性科学课程。该课程主要分成两大模块,研究型课程模块和专题集成模块。在研究型课程模块,学生将从事综合性质的研究项目,所涉猎的学科范围比较广泛,会通过参加一系列讲座、小组讨论合作、文献检索综述等工作来进行探究。专题集成模块由4个特别设计的模块组成,每个模块都将使用数学和统计学作为探究课题的工具,集合了生物学、化学和物理学三个学科的内容。学生将在老师的指导和实践中形成一种跨学科的思考方式,而不是孤立地看待每一个学科,同时也在学习和探究的过程中了解生物、化学、物理学交叉融合的内容。以正在实施的一项全球科学项目(Global Science Programme, GSP)为例,该项目的教学内容是一个综合的学科体系,学生需要掌握和应用建模、仿真、数值分析、编程等技能,以小组形式写作完成。

3) 实施跨学科的朋辈导师计划

朋辈导师计划(Peer Mentor Program)是新加坡国立大学另一个跨学科教学特色计划,该计划会邀请同一跨学科项目中的高年级学生担任低年级学生的导师,旨在建立传帮带机制,不同学科背景的学生共同合作开展研究,拓宽学生的学科视野,激发其创新潜力。高年级学生需要指导低年级学生如何思考和开展科研活动,带领他们参加讨论,指导他们学会决策和决定项目的研究方向。通过导师制的朋辈学习,高年级学生向低年级学生解释和讲述相关知识,并成为低年级学生的学习榜样。这样的方式大大提升了参与学生的主人翁意识和自豪感,也让不同学科背景的学生在交流的过程中了解到了跨学科的知识,逐渐学会从

不同学科的视角出发看待和解决问题。

1.3 构建系统化的科教融合机制

新加坡国立大学多措并举构建了系统化的科教融合机制,实现了教学和科研之间的紧密结合、互相补充。在积极对接高中,分享科技资源,对创新人才进行早期培养的同时,还主动将科创活动嵌入到本科生培养计划中,搭建高水平科创训练平台,让学生在参与到实践探索的过程中,逐渐了解、熟悉科研,接受科研创新思维的训练,形成创新探索精神。

1) 对接高中形成人才全生命周期培养链

加强创新人才的培养,解决“卡脖子”的创新问题,需要从初高中起培养学生的创新意识,与大学联结,形成人才全生命周期的培养链。对此,新加坡国立大学本着“趁早开始,趁年轻开始”的理念,主动对接高中,每年招收约 100 位顶尖的高中人才,开展高中生科学研究项目(Science Research Project for High School Students),为其提前参与科学研究项目提供机会。这样一方面可以为学校赢得优质生源,另一方面也让高中生提前体验大学的科研生活,了解大学和科研工作者的工作生活状态,激发他们的研究兴趣,通过深入了解来决定自己以后是否要从事更高层次的研究工作,尽早规划未来职业生涯。此项目通常由博士后担任指导老师,在读本科生也有机会以研究者身份来指导高中生开展研究,以此更好地促进自身对科学的理解和实践能力的提升。

2) 提供丰富多元的研究实践活动

新加坡国立大学注重在实践活动中给学生提供科研探索的机会,激发学生对科学的兴趣,传授给学生专业的科学知识。比如,该校科学学院成立了科学展示实验室(Science Demo Lab,SDL),致力于实现“寓教于乐”的理念,为优秀的本科生

搭建科学交流平台,向同学们展示科学知识,意在激励他们“了解科学,理解科学,解释科学,最终用简单的语言解释科学”。学校为大学生提供了系列科学项目,让学生成为科学大使,通过更多实际操作的科普实验向公众推广科学,面向大众去解释科学现象,增进他们自身对科学概念理解的同时,也向大众进行科普教育。比如,自物理学院创设 SDL 实验室以来,共接待从小学到大学不同年龄段的学生超过 3.5 万名^[11],引导参观者动手实验,通过解释每个现象背后的原理概念,让学生更好地将抽象的概念与现实生活中的具体现象联系起来,从而更加投入到兴趣学习中去,在充满乐趣的实践活动和探索中收获知识,这极大地丰富了现有教学资源,又扩展了实验室对教学的重要意义,使得 SDL 实验室成为知识和资源的分享地和开展教学的关键场所之一。指导教师们会挖掘实验中发现的问题作为教学内容,引导学生进行讨论交流,使其在解决问题的过程中掌握扎实的学科专业知识和实践技能。

3) 搭建高水平科创训练平台

为了让本科生能较早接受到科研能力的训练和提升,新加坡国立大学开展了一项本科生研究项目(Undergraduate Research Opportunities in Science,UROPS),该项目采用小步子原则,循序渐进地带领学生认识科研、了解科研、尝试科研。学生在该项目的科研训练中,能够获得最新的科技前沿,提升他们的沟通交流、表达展示等能力,并能与有成就的科学家和团队成员建立起紧密联系,更快融入到本学科领域的科研共同体当中。在该项目中,教师会给大一的学生提供到实验室观摩和解决问题的机会,让他们尽早参与到课题组的研究和讨论中,深入了解科研的规范,掌握基本的科研技能,为之后的自主探究打下扎实的基础。

到第二或更高学年中,学生将会自拟题目、选择导师、组建团队进行科研项目研究,项目圆满完成且达到评估标准的可以获得相应学分。在该项目中,本科生能够在导师的指导下,完整地经历从确定研究问题、文献检索和综述、开展研究到研究结果呈现的全过程,在不断的实践中丰富自身的科研经验和锻炼创新实践能力^[12]。目前,UROPS项目已在新加坡国立大学的艺术和社会科学学院、计算机学院、工程学院、法律学院、科学等学院全面开展^[13]。

1.4 创设“无墙化”国际教育环境

2002年,新加坡国立大学校长施春风教授首次提出了自我重建的四个“无墙原则”,即思维不设墙、人才不设墙、知识不设墙、观念不设墙。多年来,在“无墙原则”的指导下,新加坡国立大学逐渐成长为一所全球化大学,培养出了一批批具有国际视野的创新型人才。学校积极举办和选派本科生参与国际竞赛,实现国际间思想的交流和碰撞,拓宽学生的国际视野;全面开展与世界一流大学的多维度合作,促进知识的迁移和创新;努力建设“大学城”和寄宿学院,为创新思维的产生营造宽松自由的校园氛围。

1) 举办和选派本科生参与国际竞赛

新加坡国立大学注重以国际竞赛为抓手,在解决学科难题的过程中激发学生的创新思维,在不同国家选手的竞技中促进国际间思想的交流和碰撞。每年,该校都会举办国际类竞赛,或给学生提供参加竞赛的机会,一方面鼓励学生创新性地使用本学科及其他学科领域的知识去解决难题,另一方面通过这种方式让本科生能够与不同国家的学生进行深入合作与交流。如商学院定期受邀参加海外知名大学和机构举办的年度商业和案例竞赛,以锻炼和提升学生能力^[14];此外,学校也会

承办一些国际竞赛,比如 Jessup 国际法律法庭竞赛就吸引了来自 80 多个国家的 500 所院校大学生前来参加^[15],这为学生提供了一个能够拓展自己国际视野的平台和创新应用所学知识的机会。新加坡国立大学每年还会举行物理竞赛和生物竞赛,并鼓励这两个学科的学生合作参加竞赛,利用物理知识协助解决生物学的相关竞赛难题,激发学生的创新思维。这样的方式使得参与国际竞赛的多个学生团队相继取得了优异成绩,比如 Chan Man Yan 团队荣获“国际基因工程机械竞赛金奖”;Kam Mao Quan 团队获“2016 国际自然科学大赛”第一名等。新加坡国立大学举办和参与国际竞赛的举措体现了“思维不设墙”的理念,引导学生在研发知识积累的基础上进行创新性实践检验,积极拓宽自己的国际视野。

2) 开展与世界一流大学的多维度合作

与世界诸多一流大学进行全面、多维度合作,将“引进来”和“走出去”相结合,是新加坡国立大学在全球创新型人才培养上的重要举措之一。一方面,新加坡国立大学遵循“人才不设墙”理念,面向全球引进优秀师生。新加坡国立大学设有专门的全球师资招聘部门,会奔赴全球各地招募优秀教师,除了用极具竞争性的薪酬和优质资源吸引海外教师,也会通过向教师们阐述学校的愿景和办学举措来招募志同道合的教师。目前该校约有 50% 的教师来自于全球 100 多个国家。除此以外,新加坡国立大学还大范围地面向全球招募优秀学生,并向外国留学生收取的学费只比本国学生高 10%,优秀的海外学生还能获得新加坡政府提供的“国际学生奖学金”。据统计,目前该校本科生中的留学生约占 20%,研究生中的留学生约占 60%。另一方面,学校也遵循“知识不设墙”的理念,努力将学生“送出去”,让他们感受国际

一流大学一流学科的学习和研究氛围,激发创新灵感,实现知识的贯通和迁移。在该理念的指导下,多年来新加坡国立大学和海外的一流高校建立了合作关系,培养具有竞争力的国际型人才。2001年,新加坡国立大学就在美国的硅谷建设了一所海外分校,与斯坦福大学建立合作,参考斯坦福的课程体系设置相关课程;与海外高校合作办学获取学位的项目,旨在让学生在跨文化的背景下进行学术学习,实现知识的迁移^[16];还有其他海外研修项目,旨在给学生提供去不同研究环境的大学进行学术研究的机会^[17]。学生可以从超过40个国家300多所合作大学中挑选自己想去交流的院校,在2017—2018年间,大概有2000名学生参与了交换^[18]。除在数量上为大学生提供了丰富的国际交流项目,在质量上也设置了全球关系工作室(Global Relations Office, GRO),监督和保障学生参与国际交流的质量,调查研究发现,90%的学生都很满意参与国际交换的经历,且来新加坡国立大学进行过交换的学生超过95%都会给其他学生推荐新加坡国立大学。

3) 创设观念分享自由的校园文化环境

新加坡国立大学坚持遵循“观念不设墙”原则,积极创设无墙化的校园文化环境,为各种思想观念、不同文化之间的交流创设了自由的空间。首先,其校园环境创设体现出“无墙化”的文化理念,设置了很多方便学生随时坐下来交流的桌椅,特别是醒目的圆形桌子,可以让更多的学生坐在一起交流讨论学习。此外,考虑到学生使用网络的便捷性,在每个教室和校园的很多地方都设置了随时可以上网的无线端口,供学生随时上网查找资料。其次,创设了寄宿学院(Residential College)。2013年时,其大学城由四所宿舍型学院组成,供来自30多个国家、不同年龄、不同院系

的学生一起住宿学习^[19]。在寄宿学院里,每6名不同背景的学生被随机分配在一起,组成一个小社区进行交流和學習。这与中国国内大多数按照专业相对集中分配学生住宿不同,为学生之间的交流提供了更加自由的平台,让学生在不同文化的交流和不同价值观的交锋中,拓宽自己的思想边界,提升独立创新思考的能力^[20]。

2 对我国高校创新型人才培养的启示

创新型人才的培养问题是国家创新人才培养的制高点,也是难点和堵点。近年来,我国高校进行了一系列探索改革,已经取得了一定的成效,但在教育教学方式、学科体系设置、科教融合等方面仍存在的问题^[21]。新加坡国立大学的特色实践和经验,为我国高校创新型人才培养提供了很好的启示和借鉴。

2.1 推动全社会协同育人,优化创新人才培养布局

首先,要优化学科专业顶层设计,做好市场需求与高校人才培养的衔接。新加坡国立大学一直秉承培养掌握解决实际问题的创新人才的目标,将高校的人才培养与现实的社会创新发展需求相联结。而我国当前高校的人才培养与现实的创新发展需求有一定的脱节,学科导向的教育和创新导向的教育未能有效衔接,彼此之间的壁垒未真正打通,使得真正服务于社会发展的创新教育无法落地生根。因而,要切实改变教育在创新人才培养过程中发挥不力的现状,相关教育、科技管理部门应联动起来优化学科体系的顶层设计,制定学科链和创新链相耦合的学科目录;放宽对目录外学科、专业的管控,加强产学研用合作,促使高校根据社会创新发展的需求灵活设置相应的学科专业;鼓励学科之间的交叉融合,形成以核心创新

问题为导向的学科集群。

其次,要更新创新人才培养理念,做好中学到大学的创新培养衔接。高等教育阶段是创新型人才培养的关键时期,但中学教育阶段起着重要的基础性作用。新加坡国立大学坚持“尽早开始,趁年轻开始”的理念,通过主动对接高中,邀请高中生参与大学科研项目,让他们认识和了解科研,形成创新人才全生命周期的培养链。我国目前高校和中学之间仍然缺乏有效沟通和合作,应积极鼓励中学和高校结对,组建中学和高校的教育联合体。放开对该教育联合体的管理权限,让高校和中学根据学生的特点和学校拥有的特色资源情况,开展创新实践活动,协同培养创新型人才。教育部门也应组织对相关高校及高中教师的培训,让高校教师了解高中生的特点,让高中老师了解科研融入教学的知识,从而建设一批专业的指导教师团队,提升人才培养的质量。

再次,要打造创新的社会文化,做好科学研究与科普服务的衔接。当前新的国际形势对我国本土人才的创新能力提出了更高的要求。这就需要在全社会形成一种勇于创新的文化氛围,提升全社会的创新能力,以快速应对国际形势的变化和国家发展的需要。大学承担着科学传播的任务,借鉴新加坡国立大学 SDL 等项目经验,政府应积极推动高校开展面向大众的科普工作,提高公众的科技创新意识,助推社会形成创新文化。大学生在面向公众传播科学知识的过程中,也能够检验自身学习效果,增强自身对所知识的领悟和理解,提高创新实践能力,提升服务社会的意识。

2.2 构建多元互动平台,深化科教融合创新机制

首先,要深入开展实践教学,探索在线教育新模式。新加坡国立大学积极变革传统的教育教学方式,打造“手脑并用”的实践课堂,使用多样的

信息技术辅助学习平台,为学生创设自主学习探索的空间。我国高校当前的教育教学仍然以传统教育模式为主,理论学习和实践应用有一定脱离。借鉴新加坡国立大学的实践经验,我国高校应进一步深入实施互动式实践课堂教学。一方面,借助信息技术,采用多样的互动式教学方法,比如导学式教学、探究式教学、翻转课堂教学等;另一方面,将实践要素融入课堂教学的全过程。以大学生能力培养为主线,在基础课程中穿插一些演示性、验证性、认知性实验,教师应根据具体的教学内容,精心设计课堂内外实践活动,实现课堂内理论教学与实践教学有机结合,如学生在课堂上的动手模拟实验,或是走出课堂进入企业中参观实习等。此外,可在新冠疫情期间在线教学经验基础上,进一步打造高质量慕课等学生自主学习平台,探索以慕课为基础的研讨教学模式,鼓励学生跨校、跨学科进行自主修读,提高学生自学能力。

其次,要有效促进交叉学科发展,优化学生知识结构。跨学科的多元知识结构有助于创新意识的形成。当前国内高校尽管已经通过选修课、第二学位等方式支持大学生跨学科修读课程,但尚未形成系统的培养模式。可以借鉴新加坡国立大学 SPS 项目的培养模式,通过科学的课程设置实现跨学科教育,为学生打下扎实的专业基础,不断提升研究实践能力,并通过对低年级学生的结对指导,反向检验知识和技能水平,实现知识的交叉融合和内化重组,促进创新精神的形成。2020年起我国部分高校试点开展的“强基计划”培养模式,就是对交叉学科人才培养的有益尝试。跨学科的人才培养,需要高校调动多学科优势资源,科学设计培养方案,以便整体实现科技创新项目与课程体系统一规划,注重基础学科整合和跨学科、跨领域学习,使其有机融入到人才培养方案和整

个教学体系中,确保学生接受到系统扎实的基础知识训练,同时提升学生的知识运用能力,培养其学会运用不同学科知识来解决实际问题。

再次,要扩大开放交流,拓展学生国际视野。借鉴新加坡国立大学的“无墙”文化,进一步扩大国内高校的对外开放和交流合作。一是要提升高校教师的国际化水平,在教师中树立创新人才培养理念,更新教学方法,打造充满活力和创造力的师资队伍。二是进一步扩大与国外知名大学和高水平学术机构的交流互动,加大对参加国际竞赛和交流的支持力度,让更多学生参与到国际竞赛、海外研修、短期访学等项目中,提升其国际视野。三是要依托学生生活园区、书院等生活空间营造创新文化氛围,促进不同年级、不同学科学生的互动交流,增进国内学生与留学生的学术研讨和文化交流,通过思维碰撞激发创新思维。

2.3 激发学生主体意识,提升创新实践学习力

首先,要充分发挥朋辈教育的作用,促进跨年级交流。将优秀的高年级学生作为育人队伍的重要组成部分,发挥其教育主体性,形成教育合力。新加坡国立大学非常注重发挥高年级学生在招生、人才培养、校园管理等方面的作用。我国高校可以借鉴这一理念,倡导学生组建跨年度的科技创新团队,发挥高年级优秀学生的引导和示范作用,以同龄人身份提供科研指导、经验分享等。既能激发高年级学生的获得感和学习动力,也能让低年级学生在更宽松的氛围中提升学习兴趣,启迪创新思想。

其次,要调动学生的主观能动性,增强学生的获得感。学生的主观能动性与教育活动的效果有着密切的正向关系。根据调查结果显示,新加坡国立大学的学生都很喜欢学校的实践课堂教学,也都能积极参与,课堂教学效果良好。我国高校

也应该充分调动学生的主观能动性,引导学生将自己看作是教育活动的主体,积极参与到教学活动中来。在课堂上,鼓励学生转变传统的学习方法,主动思考,积极参与讨论,及时说出自己的想法和问题,在与老师和同学们的互动交流过程中掌握专业知识,锻炼自己的创新思维能力。在课堂外,开设多样的课外科技创新活动,以大学生为主体,让其参与并体验感受,引导学生主动参与创新实践活动,多动手,多思考,在亲身实践解决问题的过程中锻炼自己的专业技能和创新能力。

再次,要鼓励学生自主开展科创活动,提升学生的参与度。科研创新活动为参与者们提供了一个进行创新思想交流的平台,在共同探讨解决问题的过程中逐渐融入到创新实践共同体中,共享资源、讨论交流、共同运用创新性方法解决难题。新加坡国立大学的学生积极组建科研团队,踊跃参与到国内外各项科研创新活动中,不但收获了丰厚的科研成果,拓宽了自己的国际视野,创新能力也得到了较大提升。当前我国高校学生自主参与国内外各项科研活动的积极性不是很高,部分学生也只是为了获得创新学分。应鼓励学生转变观念,将科研创新活动看作是进入本学科领域创新实践共同体中的一个重要途径。学生可以在日常课程学习和实践中养成发现问题、思考问题的习惯,将问题凝练归纳成探究主题,邀请不同学科背景的同学一起组建团队,在教师的指导下开展研究。同时,积极主动参加国际赛事,与国际前沿学者和学生开展深入的交流与合作,熟练掌握本学科的专业知识,并在此基础上进行创新。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 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(国发[2015]64号)[EB/OL]. [2019-08-31]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/201511/t20151105_217823.html.
- [2] WIPO. Global Innovation Index [EB/OL]. [2020-08-22]. <https://www.wipo.int/publications/en/series/index.jsp?id=129>.
- [3] QS. World Top Universities [EB/OL]. [2020-08-08]. <https://www.topuniversities.com/universities/national-university-singapore-nus#wurs>.
- [4] National University of Singapore. Vision, Mission and Values. [EB/OL]. [2020-08-22]. <http://www.nus.edu.sg/about>.
- [5] 卓泽林, 王志强. 构建全球化知识企业: 新加坡国立大学创新创业策略研究及启示[J]. 比较教育研究, 2016, 38(1): 14-21.
- [6] National University of Singapore. iBLOCs & MOOCs [EB/OL]. [2019-07-24]. <http://cit.nus.edu.sg/iblocs-moocs/>.
- [7] 曹衷阳, 李建英. 高校教师培养创新型人才的设计策略研究——基于“慕课与翻转课堂”的理性思考[J]. 当代教育论坛, 2018, 287(5): 95-102.
- [8] National University of Singapore. Young Educators in Science Programme [EB/OL]. [2019-07-26]. <http://science.nus.edu.sg/studentlife/student-development/yes>.
- [9] 李克武, 胡中波, 郑伦楚. 以学科交叉路径培养本科拔尖创新人才的探讨[J]. 中国高等教育, 2011(7): 36-37.
- [10] National University of Singapore. Special Programme in Science (SPS) [EB/OL]. [2019-07-23]. <http://www.science.nus.edu.sg/undergraduate-studies/ugenh/special-programme-in-science-sps>.
- [11] Department of Physics Faculty of Science. Physics Society [EB/OL]. [2020-08-22]. <http://phyweb.physics.nus.edu.sg/~physoc/beta/index.html>.
- [12] National University of Singapore. Undergraduate Research Opportunities Programme (UROP) [EB/OL]. [2017-07-26]. <https://www.comp.nus.edu.sg/programmes/ug/project/urop/>.
- [13] National University of Singapore. Undergraduate Education [EB/OL]. [2019-07-26]. <http://www.nus.edu.sg/registrar/education-atnus/undergraduateeducation/special-undergraduate-programmes/undergraduate-research-opportunities.html>.
- [14] National University of Singapore. International Case Competitions [EB/OL]. [2019-07-27]. <https://bba.nus.edu.sg/student-experience/value-programmes/international-case-competitions/>.
- [15] National University of Singapore. International-mooting-and-other-competitions [EB/OL]. [2019-07-27]. <http://www.nus.edu.sg/nusbuletin/faculty-of-law/undergraduate-education/special-programmes/international-mooting-and-other-competitions/>.
- [16] National University of Singapore. Undergraduate Education [EB/OL]. [2019-07-27]. <http://www.nus.edu.sg/registrar/education-at-nus/undergraduate-education/special-undergraduate-programmes/double-concurrent-joint-degree-programmes-with-overseas-universities.html>.
- [17] National University of Singapore. Research attachment. [EB/OL]. [2019-07-27]. <http://www.nus.edu.sg/registrar/education-at-nus/undergraduate-education/special-undergraduate-programmes/research-attachment.html>.

- www.nus.edu.sg/gro/research-attachments.php.
- [18] National University of Singapore. GLOBAL PROGRAMMES [EB/OL]. [2019-07-27]. <http://www.nus.edu.sg/global/programmes.html>.
- [19] 卢艳兰, 胡杨. 新加坡国立大学国际化人才培养的“无墙文化”理念探析[J]. 学校党建与思想教育, 2015(19):89-91.
- [20] 许心, 肖伟芹. 坚持全球化特色 培养国际化人才——访新加坡国立大学校长陈祝全[J]. 世界教育信息, 2015, 28(2):3-6.
- [21] 刘守新, 高振华, 韩世岩. 拔尖创新型人才教育培养中存在的问题与建议[J]. 教育与职业, 2015(18):36-38.

作者贡献说明

徐剑波:设计文章思路和框架,撰写和修改论文;

鲁佳铭:研究思路讨论,修改论文;

蒋雅静:收集资料,修改论文。

网络安全领域未来面临的十大网络安全挑战

《新兴趋势》是欧洲网络与信息安全局(ENISA)2020年10月发布的《ENISA 2020年威胁图景》(ENISA Threat Landscape (ETL) 2020)系列报告之一,该报告重点关注网络安全领域未来面临的机遇与挑战,其中系统归纳了网络安全领域未来面临的十大网络安全挑战:应对系统性复杂风险。网络风险的特征在于其传播的速度和规模,以及威胁执行者的潜在意图。各种系统和网络互相连接,使网络事件迅速而广泛地传播,让网络风险变得更难评估和控制。

对抗性人工智能检测技术的盛行。在未来的网络防御系统中,如何检测出利用人工智能发起攻击或逃避检测的威胁将成为一项重大挑战。

减少意外错误。随着联网系统和设备的不断增加,意外错误仍然是网络安全事件中最容易被利用的漏洞之一。以减少这些错误为目标的新解决方案将为减少网络安全事件做出重要贡献。

供应链和第三方威胁。当今技术行业的特征之一是供应链多样化,这些复杂系统以及第三方提供商的异构生态系统会引入多种漏洞,这可能被威胁行为者利用。

安全编排和自动化。随着流程和分析的自动化,网络威胁情报和行为分析将变得愈发重要。借助自动化和编排技术,网络安全专业人员可以设计出更可靠的网络安全策略。

减少误报。如何减少误报对于网络安全行业的未来和应对各种警报疲劳(即:暴露在大量、频繁的警报之中,被暴露者产生的去敏感化现象)至关重要。

零信任安全策略。随着新业务需求(例如远程办公、业务模式数字化和数据扩张)对信息技术系统施加的压力越来越大,很多决策者将零信任策略视为能够真正保障企业资产安全的解决方案。

企业云迁移错误。随着众多企业将数据迁移到基于云的解决方案,配置错误的数量将不断增加,使数据易遭受破坏。云服务提供商将通过实施可自动识别这类错误的系统来解决这一问题。

混合威胁。新的网络犯罪手法将虚拟世界和现实世界的威胁相结合。例如,虚假信息或虚假新闻的传播是混合威胁态势的一个关键点。

网络犯罪越来越多地将目标转向云基础设施。人们对公有云基础设施的依赖度越来越高,这将导致网络中断风险的激增。云资源的错误配置仍然是招致云攻击的头号原因,不过,黑客们现在越来越热衷于直接攻击云服务提供商。

徐婧(中国科学院成都文献情报中心)编译自

<https://www.enisa.europa.eu/publications/emerging-trends>