

工业 4.0 时代世界一流大学的 本科教育如何变革?

——来自南洋理工大学的经验及启示

陈 玥¹, 王 灵 菁¹, 田 娇 娇²

(1. 陕西师范大学 教育学部, 陕西 西安 710062; 2. 华东师范大学 教育学部, 上海 200063)

摘 要:工业 4.0 不仅意味着一场技术革命, 更意味着一场教育革命。以第四次工业革命为契机, 重塑教育系统的结构和体系, 推动人类工作方式与学习技能向智慧化阶段转型, 成为当今世界一流大学本科教育变革的重要导向。为有效应对工业 4.0 所引发的经济社会转型、工作世界变化以及机器伦理危机等问题, 南洋理工大学积极探索本科教育变革的路径——推行跨学科教育以培育复合型人才, 推动知识赋能以激发创新活力, 共建智慧校园以深化学习体验, 建立全球联盟以拓宽国际视野。新时期我国本科教育改革应以综合能力为导向, 注重跨学科教育模式开发; 以科研创新为重点, 整合育人功能与社会服务职能; 以学生体验为核心, 探索满足现代学习需求的教学方式; 以国际合作为媒介, 搭建跨界协作的终身学习平台。

关键词:工业 4.0; 南洋理工大学; 本科教育; 智慧化; 数字化

中图分类号:G521 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-9841(2022)01-0152-09

21 世纪以来, 全球科技革命呈现出“互操作性、虚拟化、模块化和服务导向”的特征^[1], 推动着人类社会走向以大数据、云计算、人工智能为技术支撑的工业 4.0 时代(Industry 4.0 Era), 这使各国重新站在科技革命的同一起跑线上。为更好地把握时代发展机遇, 许多国家在其教育发展战略中将工业 4.0 的建设与发展提升到了前所未有的高度, 我国亦不例外。教育部于 2018 年印发的《关于推进新时代智慧性和复合性创新人才培养体系建设的提案》答复函中提出, 要加快培养适应和引领新一轮科技革命和产业变革的卓越工程科技人才, 发展新兴工科专业、改造升级传统工科专业, 推动形成科学合理的人才培养结构, 主动应对第四次工业革命挑战^[2]。“十三五”期间, 我国为建设一流本科教育已深入实施“六卓越一拔尖”计划 2.0、“双万计划”“燎原计划”等^[3], 但在新技术革命背景下推动本科教育发展的策略仍亟待创新。以第四次工业革命为契机, 重塑教育系统的要素与结构, 推动人类工作方式和学习技能向智慧化阶段转型, 已成为当今世界一流大学本科教育变革的重要导向。近年来, 新加坡南洋理工大学(Nanyang Technological University, 以下简称南大)顺应工业 4.0 时代需求, 推行了卓有成效的本科教育变革, 形成了富有特色的教育理念与实践。那么, 南大的本科教育变革究竟如何回应工业 4.0 时代? 本文将重点

作者简介:陈玥, 教育学博士, 陕西师范大学教育学部, 副教授。

基金项目:国家社会科学基金“十三五”规划教育学青年课题“世界一流大学本科教育质量保障体系的比较研究”(CDA190256), 项目负责人: 陈玥。

关注工业 4.0 时代南大本科教育变革的动因及特征,汲取其教育智慧化转型的成功经验,以期为深入推进我国本科教育改革提供些许经验借鉴。

一、工业 4.0 时代南大本科教育变革之动因

工业 4.0 加速了物理、数字和生物世界的融合,推动着社会以前所未有的速度转型,并将深刻影响人类生活世界及未来社会的发展走向。为有效应对工业 4.0 时代所引发的经济社会转型、工作世界变化以及机器伦理危机等问题,南大积极开展本科教育变革,探索未来教育发展的新动向。

(一)经济社会转型亟需教育支持

新技术引发的产业革命正在重塑 21 世纪的人类社会,发达国家纷纷加入以智能制造为核心的军备竞赛中,推动社会经济发展模式进入全新的 4.0 时代。为在大国竞争中脱颖而出,新加坡积极开发与部署未来社会,依托科技力量推动国家智慧化转型,抢占未来发展先机。新的发展战略依旧延续新加坡长期坚持的科技创新路径,通过振兴数字经济为国家发展注入新机遇,巩固其作为亚太地区研发中心的地位^[4]。2020 年 12 月,新加坡政府发布“RIE2025 计划”(Research, Innovation and Enterprise 2025 Plan),承诺在 2021—2025 年间,投入国家 GDP 的 1%(约合 250 万新元)用于“制造、贸易与互联”“人类健康与潜能开发”“解决城市问题与可持续发展”以及“智慧国家与数字经济”四大领域的建设,致力于发展智力资本、提升研发能力,将新加坡打造为全球研发投入强度最大、创新能力最佳和企业家精神最强的经济体^[5]。推进创新型经济体建设,亟需学术研究、高素质人才和创新型国家体系等后备力量的支持。南大汇集了一流的科研人员和优质的资源平台,在物联网、区块链、虚拟现实、人工智能等领域取得了卓越的成就。作为新加坡“智慧国家 2025”最大的试验基地,南大率先响应国家战略的号召,通过研发智能基础设施、打造智慧校园,实地践行工业 4.0 浪潮中孕育的新技术和可持续发展方案,为智慧国家建设提供技术和政策支持。

(二)工作世界变动呼唤教育革新

工业 4.0 将深刻地影响未来的工作世界,加大劳动力市场的两极分化:一方面,市场对具有高知识水平和技能的劳动者的需求越来越多;另一方面,市场对具有中初级知识和技能水平的劳动者的需求逐渐减少,传统的操作工人甚至将因生产自动化而被裁员^[1]。劳动者只有通过教育培训不断提升自己的知识技能,才能适应瞬息万变的未来社会。为帮助年轻一代适应更具复杂性、创新性的工作世界,世界经济论坛(World Economic Forum)于 2020 年发布的报告《未来学校:为第四次工业革命定义新的教育模式》(Schools of the Future:Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution),总结并提出了工业 4.0 背景下未来教育发展的特征与方法以及教育 4.0 的全球框架,用以指导各国教育系统更好地对接未来工作需求^[6]。未来工作世界要求从业者具备多项重要能力,如复杂问题解决能力、批判性思维能力、人际协调能力、判断和决策能力、管理能力、谈判能力、创造力等^[7]。为此,新加坡政府制定“技能创未来计划”(Skills Future),通过一系列高质量的教育和培训,营造终身学习的社会文化氛围,帮助每个新加坡人充分发挥其热情与潜能^[8]。在此背景下,南大积极转变教育模式,引导和支持本科生转变学习和生活方式,以实现教育 4.0 转向,满足工业 4.0 时代的人才需求。

(三)机器伦理危机尚待教育解决

纵观人类历史,新技术在给人类社会带来巨大福祉的同时,也伴随着一定的风险与挑战。技

术将人类置于究竟是利用技术发展以获取福利抑或抑制欲望以规避风险的道德抉择困境中。工业 4.0 背景下,如何应对由新技术应用带来的道德、治理等问题,引发了新加坡各界的关注与讨论。2019 年,新加坡个人数据保护委员会(Personal Data Protection Commission,PDPC)发布《人工智能模型治理框架(第二版)》(Model Artificial Intelligence Governance Framework Second Edition)^[9],从原则和实践两个层面部署 AI 治理方案,如建立开放透明的数据问责制,促进公众对人工智能的理解和信任等。同时,PDPC 还为私营企业提供了详细而易于实施的《人工智能时代工作重设指南》(A Guide to Job Redesign in the Age of AI)^[10],帮助企业 and 员工重新定义 AI 的工作角色与潜能。尽管这些举措在一定程度上对新技术引发的伦理道德问题进行了澄清,但要真正实现人机的友好协作,仍需诸多行之有效的技术方案支持。南大校长苏布拉·苏雷什(Subra Suresh)认为,工业 4.0 时代到底是带来正面还是负面的结果,不仅取决于人类如何开发和应用新技术,也取决于人类与技术协作的方式^[11]。如何规避人类因技术滥用而造成的恶果,应对人工智能时代的机器伦理(Medicine Ethnic)危机是未来五年南大关注的重要议题。为此,南大将工业界、政府和学术界召集起来,共同探讨智能技术与人类社会交互的关键问题,制定新技术革命下本科教育变革的策略。

二、工业 4.0 时代南大本科教育变革之特征

工业 4.0 进一步将虚拟的互联网推向实体化的物理世界,不仅极大地改变人们的生产方式,提升生产效率和生活水平,也要求人们突破现有的生产、生活理念来适应和发展这种生产模式^[12]。有鉴于此,南大校长苏雷什于 2021 年 1 月发起“NTU2025 战略计划”(The NTU 2025 Strategic Plan),提出依靠“教育、科研、创新和社区”四大核心支柱打造一所全球性研究型大学的愿景,并绘制了今后五年南大本科教育发展的蓝图^[13]。未来,南大将持续推进未来学校形态的创建、教学方式的创新、学校与社会子系统的合作及未来学校形态的创新,通过创新人才培养模式、配备相应的制度和资源等举措,培育工业 4.0 时代积极的行动者、思想者和有影响力的全球公民。

(一)推行跨学科教育以培育复合型人才

工业 4.0 时代是极具复杂性与多元性的时代,充斥着因机器、物理、生物与人类社会相互交织而造成的复杂问题。如何使学生深刻理解新技术革命下人与社会的关系,在人机共融的社会形态中运用道德和治理能力,形成人类独有的解决复杂问题的方案,这是南大在制定“NTU2025 战略计划”时关注的主要问题。由于跨学科教育整合了多学科的知识体系,有利于培育善于整合各种生产和创新要素资源的复合型人才。因此,南大设计了跨学科导向的人才培养方案,为本科生提供超越学科界限的知识与技能,帮助其从多维度理解、解决复杂问题,更好地适应瞬息万变的未来社会。

跨学科理念渗透于南大本科生的“筛选-培养-产出”过程中。就筛选机制而言,南大十分重视对学生综合能力的整体评估,重点选拔具备跨界潜能的优质生源。学校基于能力导向招生(Aptitude-Based Admissions),在充分考虑学生的热情、兴趣和优势的前提下,招收在领导力、创业精神、艺术文化和体育等领域表现优异的申请^[14]。同时,南大还关注到成人学习者的工作与生活经验在本科课堂中发挥的价值,并制定了“成人学习者计划”(Adult Learners Scheme),为在职成年人提供全日制本科学习的机会,从而丰富生源结构,形成聚力效应。就人才培养而言,南大成立了人文科学技术研究院(NTU Institute of Science and Technology for Humanity,

NISTH),开展多个项目推进跨学科教育,如建立 NISTH 社会影响研究员网络,加强不同学科科学者间的对话与合作;设立 NISTH 种子基金,资助跨学科合作研究等。此外,南大还基于品格(Character)、创新(Creativity)、能力(Competence)、交流(Communication)和公民意识(Civic-Mindedness)的“5C”人才培养理念^[15],为本科生搭建了跨学科的专业体系和课程框架。就人才产出而言,南大为本科生提供了跨学科的行业实习机会,通过开设工读学位课程,引入学徒制、创新创业辅修机制等举措,实现学习与实习间的轮换。在帮助学生发展软技能、技术技能和可迁移技能的同时,加深其对新技术方案和行业动向的理解。

(二)推动知识赋能以激发创新活力

工业 4.0 是知识赋能的时代。伴随数字技术与智能系统的发展,越来越多的领域、产业、行业和主体将运用知识为自身赋予某种能力和能量。知识经济推动着知识服务走向凸显个体价值的“后”时代,使组织中的成员越来越追求个人发展和自我价值的实现^[16]。南大关注到了这种内生性驱动力在社会经济转型过程中所发挥的巨大作用,呼吁师生共同推进科技创新,用知识造福未来社会。除鼓励师生发现和创造新知识外,学校还与工业界一同推进人文与科技的融合,生成灵活适应第四次工业革命的智慧方案,改善人类社会。

为激发本科生的科研潜能和创新活力,南大基于“3I”学习理念,即互动学习(Interactive learning)、启发学习(Inspirational learning)与制度学习(Institutional learning),设置了多样化的激励机制,鼓励学生投身科学研究,推进科研成果转化。第一,启动“博雅精英工程课程项目计划”“杨振华学者计划”等高水平研究项目,鼓励本科生与高水平研究者合作并参与学校举办的科研竞赛和本科生国际学术会议,提升其创造力、学术写作能力和沟通能力;第二,设置专门奖项表彰创意作品,如 NTU 数字艺术奖,用于奖励全日制本科生充满想象力与创造力的作品及具有批判性和严谨性思维的新技术方案;第三,设立专项基金支持科研创新,如创造力与卓越基金、人工智能社会公益研究基金等,培育未来“游戏规则”的改变者;第四,搭建技术创新试验台,吸引利益相关者参与合作研究,共同推动科研成果转化。近年来,南大与惠普(HP)联合建立“数字制造企业实验室”^[17],与阿里巴巴合作成立人工智能合作研究院^[18],力图通过跨组织、跨领域的研究性合作,为本科生提供与行业变革者接触和交流的机会,使其能够参与到创新性研究项目中。综合来看,知识赋能不仅促成了学校与其他组织之间平等互助的合作关系,也形成了敏捷的市场反应能力,助推科研价值最大化。

(三)共建智慧校园以深化学习体验

工业 4.0 时代是大数据与有机体交互的时代。智能技术加速了人、机器与自然的融合,使人类生产、生活与生态的联结更加紧密。2018 年,南大宣布了其“智慧校园”的愿景,旨在将学校打造成知识创造、创新研究与产业融合的智慧中心,为工业 4.0 时代的科学技术发展和生态系统建设提供学术支持。南大的智慧校园建设以智能基础设施建设和生态建设为支撑,借助智慧技术(Smart Technologies)、智慧学习(Smart Learning)、智慧生活(Smart Living)和智慧设计(Smart Design)^[19],将智慧优势转化为可行的具体路径,推动自动化和信息化的不断融合,智能化和服务化的相互渗透。智慧校园转型的目标,引领了一场关于数字、绿色及创新的教育革命,在提升全体成员生活质量的同时,推动教学模式向自动化、数字化、定制化和个性化方向转变,使身处其中的本科生获得更为深刻的学习体验。

作为智慧校园建设的重要组成部分,南大将智能技术融入教学模式与生活方式中,为本科生提供全方位、沉浸式的学习体验。一是利用新技术打造智慧学习空间。学校相继建立“蜂巢”

(The Hive)与“天穹”(The Arc)学习活动中心,并为其配备了最先进的技术与教学设备。智能技术与翻转课堂的结合,颠覆了传统课堂的生态文化和结构形态。教师可运用 VR 和 AR 技术开展泛在教学,这不仅增强了空间与教学的交互性,也有利于沉浸式学习体验的生成。信息技术将数字化资源与知识创造工具相联结,有助于构建以数字技术为基础的教学资源、教学活动和教学评价的体系,改写教学的结构和生态。二是依靠享誉全球的师资力量和强大的产业联系,为本科生开发高质量的新兴课程。数字核心素养、人工智能和工业 4.0 智能制造等新兴课程采用体验式、协作式的教学方法,能够激发学生探索和创造的意愿,提升其数字素养、情绪智力和终身学习的能力,使其能在竞争日益激烈的经济和工业格局中紧跟技术变化的步伐。三是鼓励学生利用新技术推广智慧校园的建设经验。南大创办数字化学生杂志《HEY!》,招募学生加入编辑团队,开创性地运用 AR 技术和移动终端传播学生故事和校园资讯。新杂志不仅延伸了传统的阅读空间,丰富了读者的感官体验,还将“完美的设计、出色的写作与智能技术完美融合”,赢得了国际新闻传播界的高度赞誉^[20]。

(四) 建立全球联盟以拓宽国际视野

工业 4.0 时代是全球紧密相连的时代。5G 通信、数字供应网络极大地提升了通讯与传输的速率,加速了全球资本、劳动力和信息的流动,有助于形成更加灵活、高效的国际关系网^[21]。为使学生适应工业 4.0 时代复杂的国际网络社会,南大建立了广泛的全球联盟,拓展本科生的国际视野。南大首先与世界知名研究型大学在清洁能源、学习科学和抗菌素耐药性等领域建立强大的研究网络;其次成立全球产业联盟(The Global Alliance of Industries),同 200 多家公司开展行业交流和交叉合作;最后借助校友会同海外校友共享最前沿的科学知识和最新的技术解决方案。

依托其全球联盟,南大拓宽了国际交流项目的广度和深度,并制定了系列海外项目(Outbound Programmes),培育能被国际社会广泛认可的全球公民。该项目为本科生提供了在 40 多个国家/地区的 350 多家合作机构从事海外项目与活动的机会,主要包含如下三方面内容:一是科学习方面,南大为本科生提供变革型的学习机会,使其能在全球顶尖大学开展学期交换和短期交流项目。约十分之七的本科生可通过交流、实习、实地考察和竞赛等方式进行海外探索,如文艺复兴工程项目(Renaissance Engineering Programme)、语言沉浸项目(Language Immersion Programme)等。这些跨文化交流项目使南大学生能够更好地了解全球事务和问题、提升处理文化差异问题的能力,获得文化智慧。二是校外实践方面,南大与全球大型雇主和非政府组织(NGOs)紧密合作,为本科生建立有意义的海外关系网,拓宽其工作世界的视野。譬如,海外创业项目(Overseas Entrepreneurship Programme)为本科生提供了技术型初创公司的实习岗位。学生通过与创始人的紧密合作,在为公司贡献价值的同时发展自身的创业技能,并形成关于业务和市场的全球视野。海外社区参与项目(Overseas Community Engagement Programme)每年派出 30 多支学生团队前往东盟或亚洲其他邻国开展社区服务,鼓励本科生通过少量但持续的努力,创造可持续的社会影响。三是校友合作方面,南大积极推进 oneNTU 社区建设,为本科生提供与海外校友交流的平台。学校与来自 155 个国家的 20 多万海外校友建立了终身联系,并欢迎全球各地、各界的校友在线上学习最新、最前沿的课程。各具特色的海外活动有利于本科生全球公民身份的建构,在发展学生终身学习能力的同时,提升其全球竞争力,最终助力联合国可持续发展目标的实现。

三、工业 4.0 时代南大本科教育变革对我国的启示

通过上述分析可以发现,工业 4.0 时代南大本科教育变革对内强调搭建新的课程体系,融合

新的教学方法,提升学生的数字素养、科研能力和跨学科视野;对外重视吸纳全球资源,加强学校与社会各界的交流与联结,为本科教育发展提供有力支持。这些举措对于我国当前的本科教育改革具有较大的借鉴价值。

(一)以综合能力为导向,注重跨学科教育模式开发

未来社会对劳动力有了更高的标准和要求,尤其对创新型、技能型、复合型人才有更加强烈的需求^[22]。南大的人才培养主要得益于其“跨学科”教育的实践与探索,尤其是新开设的核心必修课程,围绕着气候变化和全球健康等重大挑战和全球问题进行设计,能够有效帮助本科生构建跨学科思维,发展跨学科的知识 and 技能。跨学科的边境越大,融合的张力也就越强,学生也就越容易融入工业 4.0 时代。然而,我国现阶段的本科专业是依据专业目录来设置的,在某种程度上桎梏了人才培养规模与结构的多元化发展。实践证明,寄希望于学生专业对口,按照专业需求来培养人才的教育模式已无法适应不断变动的工作世界^[23]。尽管我国于 2018 年已全面实施“六卓越一拔尖”计划 2.0,在制度层面搭建了融合型的学科体系框架,但要实现“跨学科”的目标,仍离不开多学科培养方案与教学模式的创新。有鉴于此,高校可创新学科体系,推动多学科发展。一方面大力培养具备良好沟通能力、数字素养和创造力的优质人才;另一方面重点提升学校整体研究实力,为新兴学科、交叉学科的发展奠定良好的知识基础。核心举措可包括:鼓励教师团队协作开发跨学科课程、专业和项目,结合教师的个人兴趣与科研需求持续推进教育创新,发挥本科教育的内生力和创造力;推动多元主体共同参与跨学科课程的研发,充分发挥相关利益者的主观能动性,鼓励企业、行业协会以第三方身份为跨学科课程建言献策;设立专项资金,支持跨学科项目开发,同时建立专门的多元资助体系,向其他学术机构、私人基金和非营利组织募资。

(二)以科研创新为重点,整合育人功能与社会服务职能

为迎接新技术加速发展带来的挑战,南大结合学校传统资源,积极求变,果敢创新,与政府和企业建立研究合作关系,实现了从国家政策的配合者和执行者到教育与科技服务的设计者和提供者的转变,充分发挥了自己在国家和区域经济中的创新主体地位^[24]。南大采用独具特色的激励机制,通过搭建科研实验创新平台,调动本科生参与科研创新的积极性,激发科研潜能。我国教育部于 2019 年发布的《关于深化本科教育教学改革,全面提高人才培养质量的意见》中也强调了“科研反哺教学”“早进课题、早进实验室、早进团队”的重要性^[25]。有鉴于此,可借鉴南大的有益经验,探索我国高校激励本科生科研创新的可能路向:其一,创新学习范式,搭建优质科研平台。通过开展项目式教学,为本科生提供参与具有创新性与技术性的科研项目的机会,由此既能使学生与高水平研究员紧密合作,又能为其展示科研成果提供机会和平台。其二,设立专项资金,资助学生团队应用新兴技术。鼓励和支持学生自主创新,有利于学生充分发挥其主体作用,孵化创新创业意愿。学生在自主运营科研项目的过程中,不仅能掌握多方位筹措资源的方法,也能够锻炼其与多主体进行沟通的能力。其三,改革传统的思维方式和管理体系,打破高校与企业间的人事壁垒。合理的高校管理机构设置能让治理体系的作用发挥得更充分、更彻底^[26],学校可从组织创新的角度出发,积极谋求行政部门对大学科研创新战略的理解和支持。其四,突破“大学的围墙”,加强学校与社会其他子系统的联系。教师广泛地参与校企合作,全方位地担任新技术开发与应用的重任^[27],有利于统整学术资源和社会资源,进而提高我国本科教育阶段科研成果的转化率。综合来看,要实现育人功能和社会服务职能的整合,需重点统合内外两方面的要素,使高校成为城市大脑的中枢,搭建产学研协作的平台,最终实现跨界育人、协同育人。

(三)以学生体验为核心,探索满足现代学习需求的教学方式

伴随着智能技术的应用,新的教育形式不断涌现。南大以建设智慧校园为契机,充分利用网络平台和技术工具开展教学,将泛在教学理念渗透到现实的教育空间之中,推动翻转课堂、数字教学等新型教学形式逐步走向成熟。可见,探索多样态的本科教育发展模式,需超越课堂,全方位调动资源,使师生真正参与到数字化转型、技术创新与教育相结合的实际行动中。借鉴南大智慧教学的经验,我国本科教育可在实践中寻找满足学生现代学习需求的教学方式,朝着沉浸式、跨学科、应用性、协作式和创新性的方向转变。首先,加强师生的数字素养,提升其熟练使用数字技术和先进技术的能力,使其遵守数字时代的伦理道德规范,更加全面地理解机器伦理、法律问题以及社会责任。其次,转变传统课堂的过程结构和生态场景,由知识授受转向个性化和自适应的做中学,从陈旧的“插秧式”陈设变为智能中控设备、智能可穿戴设备、机器人助教等智能设备^[28];进一步挖掘现代数字资源,将人工智能、虚拟现实等前沿技术融入课程与教学管理,实现智慧教学、智能学习、智慧管理和智慧评价。再次,补齐学科短板,吸纳优质资源。南大之所以能汇集全球范围内尖端技术的研发资源,是因其在互联网、人工智能、生物医学等领域拥有大量的人才和基础设施储备。考虑到当前的现实情况,未来我国需继续加强智能领域相关学科的建设,提升学术实力和国际影响力,从而高效引育前沿科技领域的顶尖人才及团队。最后,在以技术为核心的智能研究中融合以人为中心的哲学,使智慧革命更具包容性和人文性,更好地满足多元化社会的需求。

(四)以国际合作为媒介,搭建跨界协作的终身学习平台

如前所述,南大与海外的研究型大学、企业和校友保持着长久的伙伴关系,并致力于创建一个向所有人开放、具有包容性的 OneNTU 社区。终身化、全球化的教育导向不仅能帮助本科生收获良好的学习体验,也能使其在未来更具竞争优势。因此,我国本科教育可继续推进国际化进程,培养学生终身学习的意识与能力,帮助其适应动态变化的工作世界。一是创新互联网平台互动形式,加强国际研究和全球参与。通过与不同国家、不同学科背景的师生共同参与线上教学或研讨,促进国际理解。同时,打造国际化的专业集群、拓宽学科外延,加强专业互通与多学科融通,发现科研协作的“新增长点”。二是加强与海外企业的合作,开展跨国实习计划项目。通过与海外企业签订实习合作协议,为本科生提供海外企业实践的机会,以此拓宽其国际化视野,提升其跨文化交流的能力。三是加强与海外校友的互动,构建支持终身学习的新型教育管理机制。南大的本科生毕业后可与学校保持终生联系,不仅可以参与学校提供的继续教育和培训获得微证书(MiniMasters),也能加入到 oneNTU 社区的建设与发展中。有鉴于此,我国高校可继续加强与海外校友的交往与合作,并助力各地、各界的校友提升其学习技能和再就业技能,使校友关系从以往主要依赖情感的“学缘关系”阶段提升到基于合作的“伙伴关系”阶段^[29],构建国际化的新型教育生态。最终,利用新技术为学生提供相互融通的学习场景、灵活多元的学习方式和富有弹性的学校组织,巩固大学内的继续教育和培训能力以及专业知识,有效推动“人人皆学、处处能学、时时可学”的学习型社会的建设,实现本科教育质量的“内涵式”发展^[30]。

四、结 语

在迈向人类社会第四次科学技术革命的进程中,南大扮演着开拓者、探索者、先行者的角色。作为开拓者,南大开发了多元融合的跨学科教育模式,塑造和提升本科生的数字素养、跨学科学习能力和创新能力等,帮助其更好地应对瞬息万变的未来世界;作为探索者,南大积极寻求应对

当今全球挑战及重大社会变革的解决方案,呼吁师生为人类利益、社会发展、生态平衡而变革;作为先行者,南大引领工业 4.0 背景下的本科教育革命,通过建设智慧校园、推动知识赋能等方式,吸引更多相关利益者参与到新兴学科、专业和课程的开发中,形成了跨学科、个性化、智慧化、跨文化的办学模式与人才培养模式。我国本科教育要适应工业 4.0 时代的人才培养新模式,既要向外部开放,融合国内外企业、学者、工程师、校友和非政府组织等异质群体,更要推进高校内部系科专业的开放与融合,引领不同领域的学者在学科交叉点上共同努力,激发师生推进科研成果转化的愿望和热情。在外发型与内生性需求的共同作用下,推进“一流专业、一流课程、一流拔尖创新人才基地建设”,实现创新赋能课程改革、科研反哺教学及产学协同合作育人^[31]。

参考文献:

- [1] 杨进. 工业 4.0 对工作世界的影响和教育变革的呼唤[J]. 教育研究,2020(2):124-132.
- [2] 中华人民共和国教育部. 关于政协十三届全国委员会第一次会议第 4108 号(社会管理类 378 号)提案的答复函[EB/OL]. (2018-09-18) [2021-05-26]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/xxgk_jyta/jyta_gaojiaosi/201901/t20190131_368688.html.
- [3] 中华人民共和国教育部. 教育部高教司司长吴岩:“十三五”高等教育实现突破性进展[EB/OL]. (2020-12-03)[2021-05-26]. http://www.moe.gov.cn/fbh/live/2020/52717/mtbd/202012/t20201203_503290.html.
- [4] The singapore economic development board. Singapore's advanced manufacturing avatar "Industry 4.0" [EB/OL]. (2017-07-10) [2021-04-27]. <https://www.edb.gov.sg/en/business-insights/insights/singapores-advanced-manufacturing-avatar-industry-4-0.html>.
- [5] Government of singapore. RIE2025 plan [EB/OL]. (2020-12-11) [2021-03-14]. <https://www.nrf.gov.sg/rie2025-plan>.
- [6] World economic forum. Schools of the future: defining new models of education for the fourth industrial revolution [EB/OL]. (2020-01-14) [2021-04-14]. <https://www.weforum.org/reports/schools-of-the-future-defining-new-models-of-education-for-the-fourth-industrial-revolution>.
- [7] World economic forum. The future of jobs report 2020[EB/OL]. (2020-10-20) [2021-03-20]. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>.
- [8] Government of singapore. About skills future [EB/OL]. (2021-04-09) [2021-07-25]. <https://www.skillsfuture.gov.sg/AboutSkillsFuture>.
- [9] The personal data protection commission. Model artificial intelligence governance framework 2nd ed[EB/OL]. (2021-01-21) [2021-05-25]. <https://www.pdpc.gov.sg/-/media/Files/PDPC/PDF-Files/Resource-for-Organisation/AI/SGModelAIGov-Framework2.pdf>.
- [10] The personal data protection commission. AI guide to job redesign[EB/OL]. (2020-12-04)[2021-05-25]. <https://file.go.gov.sg/ai-guide-to-jobredesign.pdf>.
- [11] SURESH S. Technology and humanity for Industry 4.0 and Learning 4.0[EB/OL]. (2020-06-30) [2021-04-20]. <https://glimon.org/technology-and-humanity-for-industry-4-0-and-learning-4-0>.
- [12] 盛莉. 工业 4.0 时代高校创客、创新教育探究[J]. 学校党建与思想教育,2016(13):90-92.
- [13] Nanyang technological university. The NTU 2025 strategic plan[EB/OL]. (2021-01-31) [2021-04-05]. <https://ebook.ntu.edu.sg/ntu-2025.html>.
- [14] Nanyang technological university. Aptitude-based admissions[EB/OL]. (2020-10-14) [2021-04-27]. <https://www.ntu.edu.sg/admissions/undergraduate/admission-guide/Aptitude-based-Admissions>.
- [15] 龚成,邹放鸣. 新加坡南洋理工大学“5C”人才培养理念的实践及启示[J]. 中国高等教育,2018(10):61-63.
- [16] 张翠娟,柯平,姚伟. 后知识服务时代的知识管理:从数字赋能到知识赋能[J]. 情报理论与实践,2020(9):17-23+6.
- [17] Industrial automation asia. HP,NTU corporate lab a boost for Singapore manufacturers in Industry 4.0 era. [EB/OL]. (2020-01-22) [2021-04-20]. <https://iaasiaonline.com/hp-ntu-corporate-lab-a-boost-for-singapore-manufacturers-in-industry-4-0-era>.
- [18] Nanyang technological university. Alibaba-NTU singapore joint research institute[EB/OL]. (2018-02-28) [2021-04-20]. <https://www.ntu.edu.sg/alibaba-ntu-jri>.
- [19] Nanyang technological university. Smart campus[EB/OL]. (2021-04-15) [2021-04-20]. <https://www.ntu.edu.sg/about-us/>

smart-campus.

- [20] Nanyang technological university. Augmented reality magazine by NTU Singapore earns international recognition with brand new reading experience [EB/OL]. (2020-04-28) [2021-05-25]. <https://www.ntu.edu.sg/news/detail/augmented-reality-magazine-by-ntu-singapore-earns-international-recognition-with-brand-new-reading-experience>.
- [21] WASLO R, LEWIS T, HAJJ R. Industry 4.0 and cybersecurity: managing risk in an age of connected production [EB/OL]. (2017-03-22) [2021-05-25]. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/cybersecurity-managing-risk-in-age-of-connected-production.html>.
- [22] 陈潭, 刘成. 迈向工业 4.0 时代的教育变革[J]. 南京社会科学, 2016(9):131-137.
- [23] 李立国. 工业 4.0 时代的高等教育人才培养模式[J]. 清华大学教育研究, 2016(1):6-15.
- [24] 刘鹏. 大学创新转型路径研究——基于新加坡南洋理工大学的案例[J]. 中国高等教育, 2018(Z1):77-79.
- [25] 中华人民共和国中央人民政府. 教育部关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见 [EB/OL]. (2019-10-12) [2021-04-10]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-10/12/content_5438706.htm.
- [26] 葛信勇, 王荣景. 高校内部管理机构改革及其治理现代化的路径选择——基于国内五所“双一流”建设高校机构改革实践的调查[J]. 西南大学学报(社会科学版), 2021(3):152-161.
- [27] 沈剑光, 叶盛楠, 张建君. 多元治理下校企合作激励机制构建研究[J]. 教育研究, 2017(10):69-75.
- [28] 蔡宝来. 人工智能赋能课堂革命: 实质与理念[J]. 教育发展研究, 2019(2):8-14.
- [29] 罗志敏, 马浚锋, 刘俊仁. 大学—校友伙伴关系建构机制研究[J]. 高教探索, 2020(5):23-30.
- [30] 胡钦太, 刘丽清, 郑凯. 工业革命 4.0 背景下的智慧教育新格局[J]. 中国电化教育, 2019(3):1-8.
- [31] 教育部高等教育司. 关于印发《教育部高等教育司 2021 年工作要点》的通知 [EB/OL]. (2020-04-28) [2021-02-04]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/202102/t20210205_512632.html.

How the World-Class Universities Reform Their Undergraduate Education in Industry 4.0 Era: Enlightenment from Nanyang Technological University's Experience

CHEN Yue¹, WANG Lingjing¹, TIAN Jiaojiao²

(1. Faculty of Education, Shaanxi Normal University, Shaanxi Xi'an 710062, China;

2. Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai 200063, China)

Abstract: Industry 4.0 means more than a technological revolution but an educational revolution. Seizing the opportunities of the Fourth Industrial Revolution, reshaping the structure of the education system and upgrading human work and study to a smarter stage have become an important orientation of world-class universities' undergraduate education. In order to deal with the problems caused by the Industry 4.0 era effectively, such as the transformation of economic and social, work world changes, and machine ethics crisis, Nanyang Technological University has explored the way to reform undergraduate education actively—taking advantages of interdisciplinary education to cultivate compound talents, making the power of knowledge stimulate creative energy, jointly building Smart Campus to deepen the learning experience and establishing a global alliance to broaden international horizons. In the new era, the reform of Chinese undergraduate education could cultivate students' comprehensive capabilities through interdisciplinary education, pave the way for scientific research and technological innovation by integrating higher education and social service, and explore student-centered learning methods and modern teaching approaches to meet undergraduates' needs. Besides, we need to build lifelong learning platform on cross-border collaboration with international cooperation as a medium.

Key words: Industry 4.0; Nanyang Technological University; undergraduate education; intelligence; digitization

责任编辑 曹莉

网 址: <http://xbjbj.swu.edu.cn>