

华南高等工程教育研究

编辑委员会

顾问：章熙春 张立群

主编：李 正

副主编：项 聪(常务)

李石勇 朱永东 文 宏

编 委：(以姓氏笔划为序)

王林格 王枫红 王应密 文 宏 吕晓芹

朱永东 许 治 李 正 李石勇 李胜会

李晓玺 李静蓉 余 皓 季 静 郑志军

项 聪 徐 枫 殷素红 曹小杰 蒋兴华

焦 磊 谢笑珍

封面题字：黄乃典

华南高等工程教育研究

目 录

· 理论研究 ·

我国高校跨专业硕士研究生的专业适应性研究——基于广东高校的调查	王应密 蔡承航(1)
粤港澳大湾区高等教育融合发展:国际经验与比较优势	李沐纯 李 璨 林嘉阳(6)
现代 3D 设计仿真技术在机械设计基础教学中的应用	胡广华 孙建芳 李 旻 李静蓉(14)
新商科专业课程项目式教学创新驱动因素评价及优化研究	李 刚(20)
新工科背景下交叉学科建设探索——以华南理工大学“软物质科学与工程”为例	代安娜 康德飞(28)

· 教学经验交流 ·

电磁型电压继电器特性实验中信号灯闪烁分析	邓丰强 王智东 章子扬 刘 畅 杨 玲 梁 梅(33)
高电压虚拟仿真实验设计	杨 玲 张子涵 王 硕 王智东 邓丰强(37)

· 政策译介 ·

加强美国人工智能创新生态系统:国家人工智能研究资源实施计划	(40)
美国联合大学微电子计划 2.0(JUMP 2.0)	(43)
英国 2030 科技发展框架	(45)
英国教育中的生成式人工智能	(48)
英国国家半导体战略	(50)
德国的未来战略——研究与创新	(53)
德国联邦教育与科研部“量子技术行动计划”	(55)

2024 年第 1 期(总第 110 期)

2023 年日本科技与创新白皮书	(57)
印度国家高等教育资历框架(NHEQF)	(59)
美国网络物理韧性战略:加强数字世界的关键基础设施	(61)
美国《国家智能制造计划(2024 年)的备选方案》(节选)	(63)
美国国家量子倡议再授权法案	(66)
2024 年美国教育技术计划:为消除数字访问、设计和使用差距而发起的行动呼吁	(68)
英国科学技术框架:最新进展	(71)
英国工程师 2030:重新思考工程与技术技能,共建人类与地球共同繁荣的世界	(74)
英国工程师 2030:重新定义 21 世纪工程师的未来技能需求	(76)
数字世界的高校课程——关于德国高校变革过程中课程开发的白皮书	(79)
 · AI 与人才培养改革 ·	
AI + 课程 提升拔尖创新人才核心素养	(82)
AI + 双创 擦亮“三创型”人才金字招牌	(86)

我国高校跨专业硕士研究生的专业适应性研究 ——基于广东高校的调查^{*}

王应密 蔡承航

(华南理工大学 高等教育研究所, 广东 广州, 510640)

摘 要:通过采用大学生专业适应性问卷对在广东高校的 588 名大学生进行调查,分析了跨专业硕士研究生专业适应性现状和问题。研究结果表明:广东高校跨专业研究生专业适应性的总体状况处于中等水平,没有达到理想状态;跨专业研究生专业适应性在性别、年级、所属学科上差异不显著,在报考原因、跨考原因、深造意愿上差异显著。基于此提出增强广东高校跨专业研究生专业适应性的对策:高校需要创设良好专业学习条件、导师需为学生制定个性化的培养方案、学生个人应做好专业发展规划等三个方面提出相关建议。

关键词:广东高校;跨专业研究生;专业适应性;

一、问题的提出

在我国高质量发展背景下,学科交叉融合、跨学科人才培养是创新型人才培养的必由之路。目前我国研究生教育正面临着从“增量式”发展到“提质式”发展的重大转变,培养跨学科、高层次的复合型人才,已成为研究生教育发展的必然趋势。近年来我国研究生报考人数与招生规模不断扩大,根据研招网 2019 年的全国硕士研究生招生数据报告显示,全国考研报名人数高达 290 万人,其中约有近 48% 的考生都是跨考^[1],可见越来越多的本科生选择进行跨专业深造,开展学科外的专业学习和学术研究。然而研究生的学习具有很强的专业性,他们分散在一个个具有很强“专业壁垒”的知识领域中,从本科转入研究生阶段的学习,学生必然面临诸如专业学习方法与要求的变化、学习理想与现实的落差、跨专业学习的压力、本科阶段养成的学习依赖情节等诸多问题^[2]。跨专业研究生在研究生阶段学习面临专业基础知识薄弱、专业素养不高和思维模式需要

转变等问题^[3],如果跨专业研究生不能够及时适应新专业,很可能会产生消极情绪影响正常的学习生活。

以往关于专业适应性的研究,对象主要是普通大学本科生^[4-5]、转专业学生^[6-7]、特殊专业学生^[8-9],但是随着研究生群体的不断扩大,尤其是跨考的研究生不断增多,跨专业研究生专业适应性问题变得突出,有学者^[10-11]发现研究生专业适应性总体水平一般,且跨专业研究生适应性显著低于非跨专业的研究生。部分学者开展的一些关于研究生专业适应性的调查所采用的指标体系普遍较为陈旧,且这些调查大都被限定在了某些特定学科领域,关于不同地区的研究生专业适应性研究较少。因此,系统开展研究生专业适应的研究,掌握研究生专业适应的现实状况及存在问题就显得尤为必要。为探究跨专业研究生的专业适应性,本研究将广东高校跨专业研究生作为研究对象,对广东高校研究生专业适应性现状开展调查,将系统研究和分析研究生专业适应在人口学变量和各个维度上的差异表现,并探索这些差异产生的原因,为改进和创新跨专业

^{*} 基金项目:2021 年广东省研究生教育创新计划项目(项目号:2021JGXM007);2022 年广东省人民医院院级教学质量工程类项目(项目负责人:王俊江);2023 年华南理工大学校级教研教改项目。

作者简介:王应密(1975—),男,博士,副研究员,硕士生导师,主要从事学位与研究生教育研究;蔡承航(1999—),男,在读硕士研究生,主要从事学位与研究生教育研究。

研究生人才培养模式提供参考。

二、研究设计与样本说明

(一) 研究设计

专业适应性^[12]是指大学生在基本能力素质和个性特征的基础上,通过与所学专业及专业环境相互作用,主动调整自己的专业认识和学习行为,达到自身在专业上和谐发展的心理和行为倾向。专业适应性的概念自提出以来也在不断地发展与完善,国内学术界在早期一般公认专业适应性包含专业承诺、专业学习动力、专业自我效能、专业学习行为等四个维度,后来在此基础上又增加了一项专业学习能力维度,专业适应性的内部构成演变成了五个维度^[13]。同时在性别、年级、专业选择的原因、继续深造的意愿、专业学习时间、专业课的出勤率、联系导师的频率等方面都影响着研究生的专业适应性^[14-15]。

因此本研究对专业适应的测量采用的主要是周玲燕编制的《专业适应性问卷》^[16],在此基础上进行的修改,共有两个部分,第一部分为学生的基本信息,第二部分是广东高校研究生专业适应性的现状调查,共 41 道题。基本信息包含年级、所属学科、报考原因、跨考原因、深造意愿等,共 8 道题。专业适应性调查的部分共有 5 个维度,分别为专业认同、专业学习动力、专业自我效能、专业学习行为以及专业学习能力,共 33 道题。问卷回收后,先剔除无效问卷,并对有效问卷的数据进行编码。通过采用 SPSS17.0 软件系统建立数据库并进行数据的输入与统计与分析,主要采用了描述性分析、相关分析与回归分析。问卷采用李克特五点计分方法,通过采用同质性信度来检验专业适应性问卷的内部一致性,结果表明其信度系数 $\alpha = 0.967 > 0.9$,并且各维度的 α 系数介于 0.800 - 0.925 之间,符合测量学的要求,表明此测量问卷有很好的内部一致性。同时研究生专业适应性量表的 KMO 系数为 0.965, Bartlett 球形检验 $p < 0.001$,这表明研究生专业适应性量表具有很高的结构效度。这说明研究生专业适应性量表具有良好的信度与效度,适合用来测量研究生的专业适应性。

(二) 样本说明

本研究的研究对象主要为广东高校的跨专业研

究生,由于该群体比较特殊,因而只能采取大范围取样,再筛选出研究对象的方法。本研究采用分层与随机抽样相结合的方法。在正式施测前,随机选取 60 名研究生进行问卷试测。在试测中,由学生根据个人实际情况作答,以确保数据和信息获取的真实性和有效性。根据试测结果判断问卷的信效度,随后进行问卷的正式发放进入问卷实测。笔者从广东省所有高校中随机抽取了 588 名硕士研究生,发放问卷 588 份,最后回收有效问卷 519 份,问卷回收率 88.2%。

笔者对所有回收的样本进行了描述性分析,有效样本的基本情况如下:在性别样本上,男性有 180 人(占 34.7%)、女性有 339 人(占 65.3%);在年级样本上,研一有 317 人(占 66.1%)、研二有 130 人(占 25.0%)、研三有 72 人(占 13.9%);在学科分布上,人文社科类有 297 人(占比例 57.2%)、理工科类有 222 人(占 42.7%);在专业背景分布上,跨专业硕士研究生 233 人(占比 44.9%)、非跨专业硕士研究生 286 人(占 55.1%)。由此可见,跨专业硕士研究生在研究生总数中占了很大的比例,跨专业考研的同学越来越多,这与前文提到的研究生招生报告的数据不谋而合,表明此类学生已经成为研究生队伍当中一个特殊而又重要的群体,因此对跨专业硕士研究生的关注应当成为一个新的着眼点。

表 1 跨专业研究生专业适应性调查样本基本信息

变量	类别	人数	比例
性别	男	180	34.7%
	女	339	65.3%
年级	研一	317	66.1%
	研二	130	25.0%
	研三	72	13.9%
学科分布	人文社科类	297	57.2%
	理工科类	222	42.7%
专业背景分布	跨专业硕士研究生	233	44.9%
	非跨专业硕士研究生	286	55.1%

三、研究结果

(一) 广东高校跨专业研究生专业适应性的总体状况

如表 2 所示,采用单样本 T 检验考察跨专业研

究生专业适应性各因子平均分和标准差,结果表明专业适应性总分及专业认同、专业学习动力、专业自我效能、专业学习行为、专业学习能力五个因子的平均分均高于中等临界值(3 分)。从总体上看,硕士研究生专业适应性处于中等水平,五个因子也是中等水平,且其平均分大小排序分别是专业学习动力 > 专业自我效能 > 专业认同 > 专业学习行为 > 专业学习能力。

表 2 跨专业硕士研究生专业适应性各因子总体状况

	N	M	SD
专业认同	233	3.649	0.741
专业学习动力	233	3.719	0.820
专业自我效能	233	3.674	0.714
专业学习行为	233	3.556	0.682
专业学习能力	233	3.285	0.685
专业适应性总分	233	3.576	0.633

(二)广东高校跨专业研究生专业适应性的差异情况

如表 3 所示,通过对调查数据采用独立样本 T 检验、单因素方差分析和事后多重检验对影响跨专业研究生专业适应性的因素进行分析,得出如下结论。

1. 采用独立样本 T 检验考察专业适应性在性别上的差异,结果显示在专业适应性上性别差异不显著。

2. 采用单因素方差分析考察专业适应性在年级、所属学科、报考原因、跨考原因、深造意愿上的差异。结果显示在专业适应性上,年级、所属学科差异不显著;报考原因、跨考原因、深造意愿差异显著。

3. 对不同报考原因学生的专业适应性进行事后多重检验,结果发现读研目的为对理想工作追求的同学专业适应性显著高于读研目的为逃避暂时的就业压力的同学,读研目的为对学术感兴趣的同学专业适应性显著高于读研目的为学历“情结”的同学,读研目的为受考研热影响而报考研究生的同学专业适应性显著低于因其他原因报考研究生的同学。

4. 对不同跨考原因学生的专业适应性进行事后多重检验,结果发现跨考原因为对研究生专业感兴趣同学的专业适应性显著高于跨考原因为对本科专业的不满、跨考专业热门就业好、无明确原因的同学。

5. 对不同深造意愿学生的专业适应性进行事后多重检验,结果发现愿意继续选择现在所读专业的同学专业适应性显著高于选择更换其他专业的同学和不读的同学。

表 3 跨专业研究生专业适应性的差异情况 (M ± SD)

变量		专业适应性(M ± SD)
性别	男	3.538 ± 0.682
	女	3.590 ± 0.617
	t 值	-0.543
年级	研一	3.567 ± 0.609
	研二	3.564 ± 0.525
	研三	3.655 ± 0.580
	F 值	0.240
所属学科	人文类	3.595 ± 0.547
	社科类	3.487 ± 0.679
	理科类	3.685 ± 0.792
	工科类	3.644 ± 0.669
	F 值	0.853
报考原因	对理想工作的追求	3.704 ± 0.617
	逃避暂时的就业压力	3.433 ± 0.390
	对学术研究感兴趣	3.706 ± 0.792
	对以前专业不满	3.584 ± 0.624
	受“考研热”影响	2.742 ± 0.472
	学历“情结”	3.202 ± 0.699
	其他	3.560 ± 0.447
	F 值	4.949 ***
跨考原因	对本科专业的不满	3.528 ± 0.661
	对研究生专业感兴趣	3.767 ± 0.601
	跨考专业热门、就业好	3.461 ± 0.684
	其他	3.288 ± 0.506
	F 值	6.649 ***
深造意愿	继续攻读本专业	3.703 ± 0.578
	换其他专业	3.350 ± 0.686
	不读	3.503 ± 0.628
	F 值	7.392 ***

四、结论与建议

(一)研究结论

第一,广东高校跨专业研究生专业适应性的总

体状况处于中等水平,没有达到理想状态。

从调查的结果看,专业适应性总分及各因子平均分高于中等临界值但是没有达到理想水平,这与以往的研究结果相一致,说明现在广东高校的跨专业研究生的专业适应情况一般,有待进一步提高。在专业适应性的各个因子上,专业学习动力>专业自我效能>专业认同>专业学习行为>专业学习能力,说明跨专业研究生在学习动力、自我效能方面表现较好,相对而言学习能力表现较差。由此可以看出,跨专业研究生专业适应性虽然没有达到理想水平,但学生的学习动机还是比较强,可能由于从本科到研究生学习方式的转变以及从一个专业到另一个专业的跨越,导致了跨专业研究生在学习能力方面有所欠缺,这是影响其专业适应性的最主要因素。

第二,广东高校跨专业研究生专业适应性在性别、年级、所属学科上差异不显著,在报考原因、跨考原因、深造意愿上差异显著。

关于性别在专业适应性方面差异是否显著,不同的学者结论不一,如周玲燕对跨学科研究生专业适应性的调查结果表明中男生专业适应性显著高于女生。而本研究发现跨专业研究生专业适应性在性别上的差异并不显著,可能由于周玲燕的调查是七年之前,随着时间的推移,跨专业的男研究生和女研究生的专业适应在性别上表现出了协调发展的特点。

影响大学生选择报考研究生的原因多种多样,可分为积极原因和消极原因两类,积极原因有对理想工作的追求、对学术研究感兴趣,消极原因有逃避暂时的就业压力、对以前专业不满,受“考研热”影响、学历“情结”等。不同目的读研同学的专业适应性差异显著,主要可分为三类:一是读研目的为对理想工作追求的同学专业适应性显著高于读研目的为逃避暂时的就业压力的同学。虽然读研原因都是因为工作,但一种是积极地追求理想的工作,一种是消极的逃避暂时的工作压力,这说明在读研动机上应该尽量使自己保持积极地动机,才能更好的适应研究生生活。二是读研目的为对学术感兴趣的同学专业适应性显著高于读研目的为学历“情结”的同学。在校园里我们可以看到两类极端的群体,一类人表现出对科研的极大热情,生活的重心就是学术研究,另外一类人并不关心科研,他们只是想要一个

研究生身份,拿到一个研究生的文凭。那么这两类人的专业适应性必然会产生很大差异,对科研抱有极大热情的同学即便在专业学习中遇到了困难也会想办法克服,但是仅仅想得到一个研究生文凭的同学遇到困难可能选择放弃。作为一个研究生,放弃工作选择继续留在校园深造,本身就是有一定机会成本的,学好专业技能,打好专业基础,拥有一定科研能力,不断提升自己学术水平才是弥补机会成本的做法。三是读研目的为受考研热影响而报考研究生的同学专业适应性显著低于因其他原因报考研究生的同学。不管是对学术或者理想工作的追求,还是对以前专业不满又或者只是为了学历,选择读研总会有不同的目的,但是有些人只是随大流,因为大家都去考研自己也去考,在考研之前并没有对自己进行一个全面的评估,读研的目标不明确,结果考上了才发现自己并不喜欢研究生生活,因此表现出不太适应的情况。

跨专业研究生跨考的原因有的是对本科专业的不满意,有的是因为对研究生专业感兴趣或者研究生所学专业比较热门就业好。不同跨考原因同学的专业适应性差异也十分显著:跨考原因为对研究生专业感兴趣同学的专业适应性显著高于跨考原因为对本科专业的不满、跨考专业热门就业好或其他原因的同学。这说明兴趣是影响专业适应性高低的一大因素,我们选择读研的时候不能只是对于本科专业不满就选择跨考,在选择跨考专业时候更不能只考虑某些专业是否就业好,还要考虑自己是不是真的喜欢这个专业,否则可能会出现专业不适应的情况,导致自己的研究生生活比较痛苦。

(二) 对策建议

与非跨专业的研究生相比,跨专业研究生一方面可能存在专业基础薄弱、专业学习能力较弱的劣势,另一方面又具有跨专业的思维方式与学科背景的优势。因此怎样扬长避短,增强跨专业研究生的自信心,从而提高其专业适应性,是学校、研究生导师以及跨专业研究生自身都需要思考的事情。

第一,高校要创设良好的专业学习条件。首先,目前大多数院校普遍采用传统的课程体系,并没有对跨专业研究生这一特殊的群体给予充分的关注,导致跨专业研究生在知识结构、能力结构的构建过

程中有所缺失^[17]。因此高校应该完善研究生课程体系,为跨专业研究生提供基础性选修课程,帮助其尽快熟悉新专业,掌握基本的专业知识与研究方法。其次,目前国家大力倡导复合型人才培养,对于高等教育而言,跨专业的研究生就是最好的培养对象,但是大部分高校的人才培养仍然沿用旧的人才培养模式,随着跨专业研究生群体的不断扩大,高校应该根据这一群体的特点,建立新的复合型人才培养模式,他们虽然专业基础薄弱,但是他们拥有不同专业的思维方式,高校通过设置跨专业的课程、构建跨专业的交流平台、组织各种跨专业的讲座论坛等来引导跨专业研究生发挥自己的优势。

第二,导师要为跨专业研究生制定个性化的培养方案。目前我国研究生培养制度主要采用的是导师负责制,导师是研究生专业学习的直接负责人,对于研究生培养质量负有重要责任。首先,导师应该对自己所带的学生有一个充分了解,尤其是要对跨专业研究生的学习以及心理状况进行重点的关注。其次,导师可以根据学生的不同情况,尤其是结合跨专业研究生的学科背景,对其进行个性化的培养。例如为跨专业的研究生定制书单、定期举行读书汇报会,帮助跨专业研究生尽快的熟悉新的专业新的领域。再次,导师要鼓励并且帮助跨专业研究生将本科所学知识以及跨专业的思维方式创造性运用到研究生阶段的研究学习当中,注重发挥跨专业研究生的自身优势,帮助其树立自信心,提升其专业适应性。

第三,研究生要做好专业发展规划。首先,学生应该对于自己的人生有所规划,对于是否要读研深造这一问题要进行深入的思考再做出决定,研究表明学习动机对学习情况具有显著的正面影响^[18],只是单纯的为了一个文凭而选择读研,学习情况必然不会太理想。其次,对于自己是否要跨专业读研更是要思考清楚并且谨慎选择专业,最好是基于兴趣而不是基于功利性的心态选择跨考的专业。再次,跨专业研究生要对自己的有信心,相信通过自己的勤奋与努力一定会取得一个好的成绩。前期除了规定学校的课程与导师布置学习任务外,自己更是要主动去利用各种条件弥补缺失的专业知识,后期要注重发挥自己的优势,将自己原专业与现专业基础知识与思维方式创造性结合,运用到自己的科研与生活当中。

参考文献:

- [1] 研招网 2019 年全国硕士研究生招生数据报告 <https://yz.chsi.com.cn/yzzt/fxbg2019>.
- [2] 韩萌,郑丽娜.文化休克视角下跨学科研究生适应性问题研究——以教育学科为例[J].教育学术月刊,2015,No.279(10):3-9.
- [3] 王金辉.跨专业研究生培养面临的问题及其对策[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2018(11):54-55.
- [4] 王敬欣;张阔;付立菲.大学生专业适应性、学习倦怠与学习策略的关系.心理与行为研究.2010.
- [5] 邹长华;胡传双;孙晓青.学业求助对大学生专业适应性影响的研究.中国卫生事业管理.2012.
- [6] 付丽;杜佳萱;李希琳;周素雅;蔺秀云.高校转系本科生适应状况及其影响因素.中国临床心理学杂志.2012.
- [7] 沈丽丽.高校调剂生专业适应性的现状研究[J].池州学院学报,2012,26(03):128-130.
- [8] 刘安诺;汪璐璐;宫娟;刘鸿雁;牛霞;邓雯睿;王辰辰;周小兰.护理专业学生专业适应性与团体依恋、学业求助的关系.解放军护理杂志.2018.
- [9] 徐娟;李志平.公立医院见习医学生专业适应性对学业倦怠影响研究.中国医院管理.2016.
- [10] 周玲燕.跨学科硕士研究生专业适应性研究[D].浙江师范大学,2012.
- [11] 刘楚珂.跨专业硕士研究生的专业适应性研究[D].广西大学,2016.
- [12] 唐文清.大学生专业适应性量表编制及其应用[D].西南大学,2007.
- [13] 周玲燕.跨学科硕士研究生专业适应性研究[D].浙江师范大学,2012.
- [14] 申世园,吴东红.影响高校学生专业适应性的因素分析[J].中国成人教育,2013,No.337(24):69-70.
- [15] 左建航,曾红权.跨专业硕士研究生专业适应性情况的个案研究[J].教育现代化,2018,5(14):306-312.
- [16] 周玲燕.跨学科硕士研究生专业适应性研究[D].浙江师范大学,2012.
- [17] 李青侠,吕一波.提高跨学科研究生培养质量的探讨[J].管理观察,2009(3):118.
- [18] 路平,刘聪颖,夏福斌.大学生学业自我概念、学习动机与学习成绩的关系[J].中国健康心理学杂志,2016,24(07):1089-1092.

(下转第42页)

粤港澳大湾区高等教育融合发展： 国际经验与比较优势^{*}

李沐纯 李 璨 林嘉阳

(华南理工大学 旅游管理系, 广东 广州, 510006)

摘 要:随着粤港澳大湾区建设的深入开展,粤港澳大湾区高等教育迎来了融合发展的新机遇。研究基于多元主体视角,通过分析世界三大湾区高等教育集群发展模式,借鉴其发展成功经验,并结合粤港澳大湾区高等教育政府政策、历史文化、人才资源、科创基础以及教学创新等优势,提出粤港澳大湾区高等教育融合发展的路径。政府做好顶层设计,规划湾区高等教育发展战略;更好发挥市场调节机制、竞争机制与利益分配机制的作用;湾区高校注重学科建设,提升教育水平,创新教育形式;高校联盟提高自组织形式,制定法规、制度以规范联盟发展。多元主体参与粤港澳大湾区高等教育协同发展,发挥各自优势有助于提升湾区高等教育质量和国际竞争力。

关键词:粤港澳大湾区;高等教育;世界湾区;融合发展

发展粤港澳大湾区是国家实施一带一路战略,新驱动发展战略的新举措,也是推动“一国两制”事业发展的新实践^[1]。2017 年签订的《深化粤港澳合作促进湾区建设协议》,明确指出粤港澳大湾区建设的目标和方向即“打造科技中心,提高科研成果研发效率与转化水平,形成以科技创新为引领的发展模式与经济体系”^[2]。二十大报告明确指出,推进粤港澳大湾区建设,支持香港、澳门更好融入国家发展大局,为实现中华民族伟大复兴更好发挥作用。世界三大湾区,即纽约湾区、旧金山湾区以及东京湾区,它们之所以有较大的全球影响力,离不开人才培养和科技创新。2019 年国务院印发的《粤港澳大湾区发展规划纲要》指出,要把粤港澳大湾区打造成教育和人才高地,推动湾区教育合作,建设国际教育示范区^[3]。与三大湾区不同的是,粤港澳大湾区拥有不同的社会制度、法律体系,因此,高等教育的融

合发展需考虑其独特性。当前,粤港澳大湾区的高等教育与国际三大湾区相比,在人均 GDP、高等教育机构数量、高校排名等方面还存在诸多劣势,同时也具有自己的潜在优势,分析国际三大湾区高等教育存在的优势与我们自身短板,有助于探索更具超越性的高等教育协同发展模式^[4]。同时,虽然粤港澳大湾区面积广大,但是高等教育资源主要集聚在广深珠及港澳区域,其他城市的高等教育资源非常有限,分散无法聚焦,且无法形成有效的合作契机,成为制约粤港澳大湾区发展的因素^[5]。粤港澳大湾区如何扬长避短,走向卓越,乃至超越? 本文归纳总结世界三大湾区高等教育集群发展模式,寻找其共性并发现差异,并通过对比分析阐述粤港澳大湾区高等教育发展现状和独特优势,基于多元主体视角,借鉴国际经验并结合自身优势,从政府、市场、高校以及高校联盟四大主体出发,构建推动湾区高等

^{*} 基金项目:2023 广东省研究生学位与研究生教育改革研究项目:交叉融合视域下旅游管理专业研究生产教融合培养机制与路径(2023JGXM006);2023 年华南理工大学校级教研教改项目:基于虚拟教研室的旅游管理类专业课程协同课程思政的机制与路径研究;2022 年度广东省本科高校在线开放课程指导委员会重点课题:在线开放课程推动课程思政建设。

作者简介:李沐纯(1977—),女,博士,教授,主要从事旅游管理与服务创新、粤港澳大湾区相关研究;李璨(1999—),女,在读研究生,主要从事旅游管理、粤港澳大湾区发展研究;林嘉阳(2005—),女,在读本科生,主要从事旅游管理、粤港澳大湾区发展研究。

教育融合发展的路径。粤港澳大湾区高等教育的发展问题亟待解决,本文的研究将为粤港澳大湾区高等教育发展提供启发,回答粤港澳大湾区高等教育发展如何走向超越的问题。粤港澳大湾区高等教育当凭借后发优势大有作为。

一、世界三大湾区高等教育集群发展

在经济学中,产业集群是指在某一地域范围内,存在着一群相互关联的公司、供应商、关联产业、专门化的制度和协会,它们在同一产业或相关产业中形成了一个紧密联系的网络。本文中出现的高等教育集群中各主体因作为同一类型而成为一个集群,集群发展是由经济社会多样化、集群化的需求和当代科学高度分化、高度综合的趋势所决定的,反映了高等教育发展在集群意义上的整体关联性与个体多

样性的高度一致^[6]。

(一) 纽约湾区高等教育集群发展

纽约湾区是以纽约为中心的美国东北部大西洋沿岸城市群,以金融服务为主要产业特征。据《全球四大湾区高等教育第三方指数竞争力评价报告(2020)》显示,四大湾区共有134所高校上榜,纽约湾区高等教育竞争力指数以100分排名第一,上榜高校数量共有70所^[7]。总的来看,其高等教育集群主要分为五个部分,即常春藤盟校集群、新常春藤盟校集群、小常春藤盟校集群、纽约公立大学系统以及纽约大湾区周边私立大学集群。纽约大湾区高等教育集群充分发挥整体优势,以实现不同类型大学形成功能互补的“共生”关系的目标^[8],见表1。

表1 纽约湾区高校集群发展

高校集群	定位	包含高校
常春藤盟校	由7所大学和1所学院组成的世界一流高校联盟	哥伦比亚大学、康奈尔大学、普林斯顿大学、哈佛大学、耶鲁大学、布朗大学、宾夕法尼亚大学、达特茅斯学院
新常春藤盟校	作为常春藤盟校的补充,因高教育质量和学术成就组成的新兴高校联盟	纽约湾区共有纽约大学、罗彻斯特大学、科尔盖特大学等8所新常春藤高校
小常春藤盟校	由14所顶尖级的文理学院组成,其盟校特点是办学规模小、学术标准高	威廉姆斯学院、艾姆赫斯特学院、卫斯理大学、斯沃斯莫尔学院、明德学院等14所院校
纽约公立大学系统	纽约州立大学由64所分校组成,包括26所大学学院、博士学位点等,8所技术学院以及30所社区学院	纽约州立大学布法罗分校、纽约州立大学宾汉姆顿分校、纽约州立大学石溪分校、纽约州立大学奥尔巴尼分校等
	纽约市立大学由11所四年制研究型学院和6所两年制社区学院组成。超过100万的大学生和研究生在纽约公立大学系统就读。	纽约市立学院、皇后学院、巴鲁克学院、亨特学院等11个四年制学院和6家两年制学院

(二) 旧金山湾区高等教育集群发展

美国旧金山湾区是位于美国加利福尼亚州北部的一个大都会区,旧金山湾区的高等教育集群由以加州大学为主的公立高等教育体系和以斯坦福大学为代表的私立高等教育体系构成,公立高等教育体系和私立高等教育体系并驾齐驱,促加州高等教育成为“世界上最杰出的高等教育系统”^[9]。旧金山湾区高等教育以旧金山、北湾、南湾和半岛等为中

心,其高等学校分布较为分散,每个中心城市都拥有一批高水平的院校,类似蛛网式分布^[5]。总体可分为五大集群,分别为旧金山湾区三大中心城市的世界一流大学集群、中心城市国内顶尖级大学集群、周边世界一流大学集群以及周边区域内著名大学集群。见表2。不同类型的大学又合理定位,分成了研究型大学集群、综合性大学集群、特色大学集群、社区学院集群^[10],实现了加州高等教育功能与结构在协同、战略、效率、责任以及统一等五个方面的最优化。

表 2 旧金山湾区高校集群发展

高校集群体系	分类	代表大学
公立高等教育体系	加州大学	加州大学伯克利分校、加州大学旧金山分校、加州大学洛杉矶分校、加州大学圣地亚哥分校、加州大学戴维斯分校等 10 所
	加州州立大学	圣何塞州立大学、圣地亚哥州立大学、旧金山州立大学、加州州立大学东湾分校、索诺玛州立大学等 23 所
	加州社区学院	伯克利城市学院、卡布里洛学院、卡纳达学院、旧金山城市学院、圣马特奥学院等
私立高等教育体系	私立高校	斯坦福大学、加州理工学院、南加州大学、金门大学等 71 所高校
	国家和国际机构分校	卡内基梅隆大学硅谷校区、宾夕法尼亚大学沃顿商学院旧金山校区等
	专业教育机构	加州艺术学院、普雷西迪奥研究生院、旧金山数字电影制作学院等

（三）日本东京湾区高等教育集群发展

东京湾区依托东京湾建成,包括“一都三县”,即东京都、埼玉县、千叶县、神奈川县。湾区内拥有多种类型、涵盖各类学科的大学集群,集聚了东京大学、早稻田大学、东京都市大学、横滨国立大学、庆应义塾大学等日本 120 多所大学,占日本大学总量的 20% 以上^[11]。

2014 年,日本文部科学省启动以培养国际化高素质人才和推动世界性研究为目标的“超级国际化大学计划”,筛选出 37 所超级国际化大学,并根据不同目标测重将这些高校分为两类,即顶尖型大学和国际化牵引型大学;筛选出 42 所牵引国际化大学,即推进型大学和特色型大学^[12]。见表 3。

（四）三大湾区高等教育发展比较分析

1. 相同的发展特性

（1）优势互补,协调发展

世界三大湾区依靠天然的地理区位优势 and 大批高校的智力支持,形成了世界一流的高水平大学创新集群地,并且这种大学集群的“扎堆现象”并非无序的而是有序聚集的。三大湾区内的大学类型多样、层次结构定位清晰,即便是同一类型的大学也各有千秋,从而形成了一个非均质的、在高等教育功能、结构、层次上呈分化格局的集群^[13]。集群内部既有竞争关系又有功能、资源互补关系。

纽约湾区有世界顶尖级大学的“常春藤盟校”集群、湾区周边的“新常春藤”大学集群、湾区及周边“小常春藤”大学集群、州立市立大学组成的公立大学集群以及著名私立大学集群等,包括研究型大

学、技术专科学院、社区学院等多种类型大学。旧金山湾区有世界一流大学集群、国内顶尖级大学集群、大湾区周边的世界一流大学集群、国内著名大学集群以及区域内著名大学集群,涵盖公立高校教育系统和私立高校教育系统,有以应用研究见长的大学,有专门进行职业教育的大学,也有艺术类学院等。东京湾区也不例外,湾区内有超级国际化大学集群、牵引国际化人才大学集群以及位于东京湾区的高水平大学集群等。东京工业大学、早稻田大学、东京大学等都有王牌专业。但需要强调的是,由于日本的大学分布过于集中,东京湾区的大学无论是从质量还是数量上来说都与美国两大湾区有一定的差距。总而言之,各类大学优势互补,形成良好的内部生态系统,同时源源不断的为社会输入专业人才,构建良好的大学与外部环境的生态系统。

（2）科技创新,技术变现

纵观世界三大湾区,高水平大学、研究所、研究机构林立,无一例外都是科技创新之地,科技创新是三大湾区的核心竞争力,而大学的参与带动是其中一个重要的保障。高等教育集群为湾区科技创新源源不断的输送科技人才,反哺湾区建设,此外,创新人才将科技成果和技术相结合从而形成数以千计的研究成果,这些研究成果也为湾区的发展提供专业的技术支撑。20 世纪初,资本之城纽约,以金融服务为核心的生产性服务业成为经济主导,纽约逐渐成为世界金融中心。正是得益于纽约湾区强大的金融实力和湾区内的高校集群,科技创新渐渐崛起。旧金山湾区高校不仅培养高端科技人才,其研究的领域较广而且始终处于研究前沿^[12]。旧金山湾区的发展经验表明科技创新和高等教育集群发展是湾

区经济发展的核心动力,对湾区经济发展起着重要的推动作用^[14]。

此外,湾区还关注社会问题,将科学技术和现实问题联系起来,高效运用在人类社会和自然社会。在政府和社会团体的援助和支持下,大学科技转让机构在科技成果转化过程中发挥着举足轻重的作用,贯穿科技成果转化全过程^[8]。科技创新作为三大湾区发展的共同特征,其发展都依托国家实验室且与区域产业发展和城市建设密切相关^[15]。

2. 不同的发展模式

高等教育集群是湾区发展的主要动力之一,世界三大湾区内高校集群发展有相同的特性,但因其地理位置、历史背景、经济水平、社会环境各不相同,形成了各具特色的高校集群发展模式和由不同主体主导的“产学研”模式。

(1) 集群发展模式的不同

纽约湾区高等教育集群形成以纽约为核心,北起波士顿、南至华盛顿的沿海岸线,呈现带状分布的“多中心——核心轴线”的高校集群发展模式^[8]。欧洲高等教育的发展多为先有城市,后有大学。而美国正与之相反,纽约湾区的大学并不是为了城市发展而规划的,多数高校先于城市存在,因而最开始的高校选址都是相对独立的^[7]。但随着美国工业化、城市化的不断加快,科学技术不断进步,产业结构由劳动密集型转变为资本密集型,政府、企业、高校之间的联系日益密切,纽约湾区的经济发展对高校的依赖程度越来越高。因此,大学改变最初边缘化、反城市化的状态,重新和城市结合,构成一个联系相对紧密的社会关系网。

旧金山湾区高等教育集群模式为多中心互补组团式。以旧金山、北湾、南湾和半岛等为多个中心,湾区内高校分布较为分散,每个中心城市都拥有一批高水平的院校,辐射带动周边地区的高校集群发展。这种多中心互补发展模式形成了跨区域的高等教育知识网络,拓宽了知识交流的广度和深度,也为湾区内科创发展提供了智力支持^[16]。

东京湾区高等教育集群模式为“中心+边陲”的辐射模式,指以东京为中心,同时帮扶周边地区高校集群发展^[8]。尽管日本早在20世纪70年代的发展规划中明确指出改东京的单极依赖的空间结构,

转向培养周围核心地区,形成分散的网状空间结构,促进多中心、多核心地域复合结构形成^[17]。但仅从高校集群发展上来看,东京湾区高校空间格局呈多心多核形态,更多呈现出“中心+边陲”的集群结构,东京大量聚集优质高等教育,周边地区高等教育集群的数量较少、影响力较弱,区域间高等教育发展不均衡问题较突出。

(2) “产学研”模式的不同

就湾区发展规划主体而言,纽约湾区和旧金山湾区更多是由市场和高校主导的产学研主体,东京湾区则是政府直接参与到产学研的过程当中,起到主导作用。就产学研发展参与主体而言,纽约湾区和旧金山湾区都注重协调高校和企业的关系,不同的是纽约湾区产学研模式发展注重高校、政府和企业之间的联系,政府在高校建设部分更多起到的是推进作用,而旧金山湾区则更注重高校和企业之间的联系^[18];东京湾区产学研模式更多是由政府主导的,侧重政府、高校和科研机构之间的联系。日本科教中心筑波科技城直接由政府垂直管理,政府出台的相关政策法规,明确指出其对产业区的服务义务^[12]。同时政府也注重研发投入,为高校和科研机构提供财政支持。通过对比三大湾区产学研模式的不同可知,其发展模式的不同主要在于高校、企业、科研机构等主体和政府之间的关系。以政府主导的产学研发展模式相较于以市场主导的产学研发展模式,具有更明显的导向性,但欠缺一定的灵活性^[19]。

二、粤港澳大湾区高等教育发展的比较优势

(一) 国家重大战略布局和政策支持

2019年《粤港澳大湾区发展规划纲要》指出,粤港澳大湾区是我国改革开放政策的重要先试区,其作用和优势只有当“自下而上”与“自上而下”的目标一致,从而形成“上”“下”协同转化,才能促进粤港澳大湾区高等教育合作发展,形成特有的功效和优势^[20]。自上而下的高等教育发展指的是由政府主导和地方政府主动而为,助力湾区高等教育集群发展;自下而上高等教育发展指的是各高校基于自

身发展优势,着眼于未来发展趋势,形成优势互补的高等教育集群发展。从粤港澳大湾区自上而下的高等教育集群发展来看,《规划纲要》将打造教育和人才作为粤港澳大湾区教育发展的战略目标,并对湾区高等教育发展提出明确要求和行动方案。当然自下而上的高等教育集群发展也不容忽视,由于粤港澳大湾区“一国两制”的区域特点,完全由政府主导的高等教育发展受到一定程度的限制。因此高校根据自身实际情况和现实需求积极主动地适应高教发展的发展趋势和需要。

(二) 粤港澳大湾区地缘文化和人才优势

从历史上看,地缘文化优势是区域文化发展的历史资源,一定程度上成为了粤港澳大湾区高等教育发展的驱动力^[21]。自新中国成立以来,受制于港澳地区尚不发达的高等教育,当地学生为接收更高水平的教育,首选则是与其拥有同根同源地缘文化的广东^[22]。另外,粤港澳大湾区高等教育本身资源丰富,以已有基础来看,人才储备与培育潜力都是巨大的,教育与科研力量强大。粤港澳大湾区拥有丰富的高校资源。粤港澳三地拥有最多高校的广东,其高校占比高达 82.14%,根据 2021 年 QS 世界大学前 100 名,中国一共有 12 所高校入围,其中内地高校有 6 所,香港高校 5 所,其中有 3 所大学排名跻身全球前 50 位^[23]。因此,广东凭借充足的土地资源、雄厚的产业基础、财政支持和优质生源,与港澳积极开展交流合作,以其为桥梁吸引国际资本的注入和高端人才进入,为广东教育注入新的活力。与世界三大湾区相比,粤港澳大湾区无论在地理面积还是在人口数量上都具有明显优势且正处在上升增长期,尚未出现拐点^[5]。再者,由于粤港澳三地高等教育各要素能够充分流通,优势互补,湾区内已经形成粤港澳高等教育合作联盟。联盟在高等教育人才培养、创新创业、教育教学融合、资源共享、文化传承等领域开展合作与交流^[24],为大湾区人才创新、创业创造了环境。

(三) 粤港澳大湾区科技创新资源优势

在新一轮产业革命的浪潮中,智能制造业和战

略性新兴产业正在兴起,成为湾区高等教转型发展的机遇。大湾区正在从工业经济向服务经济和创新经济转型^[1]。粤港澳大湾区拥有丰富的高水平实验室和科研机构。近年来,粤港澳大批新型研发机构相继落地,目前,共设立了 277 家新型研发机构,其中 6 所港澳高校在粤参与共建新型研发机构 9 家^[25]。此外,大湾区内聚集了大量的高科技企业和创新平台,拥有大量的发明专利,研发投入力度大。大湾区还培育出一批诸如华为、腾讯、中兴、大疆等一批世界顶尖的创新型企业,为湾区构建国际科技创新中心注入创新动能。

(四) 粤港澳大湾区合作办学,教学与科研系统性创新

《广东省教育发展十四五规划》指出,到 2025 年新建 3-5 所粤港澳合作办学机构,新设 3-5 所不具法人性质的合作办学机构和联合研究院^[26]。加快港澳高校来粤办学,深化粤港澳联合实验室建设。加强粤台教育交流合作平台建设,以深化大湾区教育合作发展推动粤台教育交流合作。2022 年国务院印发《广州南沙深化面向世界的粤港澳全面合作总体方案》以 2025 年和 2035 年为时间节点,明确指出要建设科技创新产业合作基地、创建青年创业就业合作平台、打造高水平对外开放门户、打造规则衔接机制对接高地以及建立高质量城市发展标杆^[27]。《方案》发布后的第一所合作办学高校——香港科技大学(以下简称为港科大(广州))已于 2022 年 9 月正式迎来首批硕博专业的学生。港科大(广州)与香港科技大学在学术能力、师资水平和学科质量等方面保持一致,并在教学方面做了很大的改革。港科大(广州)在人才培养方面,改变了传统的课程设计,采用全新的“模块式”课程超市,学生可以根据自身喜好和研究需求,自主制定培养方案。此外,港科大(广州)还创新性的建立新的学术架构,提出“枢纽”和“学域”的概念,代替传统大学的“学院”和“学系”。学校还将不同研究领域的教师组合在一个实验队伍中,鼓励学科之间的交流互补。港科大(广州)的建立融合了粤港优质教育资源,助力培养创新性人才,致力打造粤港澳合办示范高校。

三、粤港澳大湾区高等教育融合发展路径

世界三大湾区集群发展模式成熟,为我们提供了丰富的发展经验。同时,由于粤港澳大湾区高等教育发展的特殊性,融合发展的模式与粤港澳大湾区高等教育发展更契合。融合发展着重强调不同地区、高校的合作与协调,实现资源优化配置、互补发展与共同繁荣,不同于集群发展更偏向于形成集聚效应,提升整体竞争力的模式。这种模式更加注重兼顾多样性与协同性,推动各主体共同发展。

在粤港澳大湾区的发展中,借鉴世界三大湾区的集群发展经验,这些湾区已经形成了较为成熟的产业集群模式,取得了较好的经济效益。粤港澳大湾区可以借鉴其集群发展的经验,但同时也需要更加注重融合发展的理念,将区内的优势资源进行整合与共享,协同发展,实现区域经济的互补优势与合作共赢。这样可以更好地发挥各城市的特色优势,形成更加有活力和竞争力的大湾区经济体系。

(一) 加强顶层设计,打造有为政府

粤港澳三地高等教育治理运行存在自上而下垂直治理、多元平行共治和松散辅助监管的现实差异^[28]。大湾区高等教育融合发展首先需要清晰的战略定位和顶层设计。2020年印发的《推进粤港澳大湾区高等教育合作发展规划》明确指出:到2025年,大湾区高等教育规模、结构、布局更加协调,科教融合、产教融合发展特点更鲜明,资源要素自由流动机制取得突破,人才协同培养体制机制基本确立;区域高校协同发展格局基本形成,支撑国际科技创新中心建设的能力明显增强,在若干重要领域产出引领性原创成果^[29]。到2035年,大湾区建成若干所世界一流水平的高校,涌现出若干具有强烈的前瞻性、创新性和国际眼光的战略科学家群体,产出一批对世界科技发展和人类文明进步有重要影响的原创性科学成果,成为世界高等教育合作发展和创新发展的先进典范。

粤港澳大湾区经济发展快速,很可能导致高校与市场发展的脱节,这时需政府出面协调。政府是推动粤港澳大湾区高等教育发展的根本保证,在该

地区高等教育融合发展过程中起着统领全局的作用^[4]。借鉴纽约湾区的经验,纽约湾区主要采取“政府投资规划,联合金融资本”的模式建设,建设了全美首个政府投资规划的康奈尔大学科技园,投入20亿美元建设园区和企业孵化器;免费向大学提供土地的同时还投巨资进行基础设施建设^[14]。粤港澳大湾区依靠政府力量,遵循正确的市场规律,调整高校结构,以提高发展速度。尤其是涉及粤港澳三地制度机制协调的问题,需要发挥党和中央政府在大湾区建设的领导优势,协调中央与粤港澳三地的教育资源。

(二) 利用好市场调节机制、竞争机制与利益分配机制

粤港澳大湾区高等教育发展应遵循市场规律,及时对产学研等各方面进行调整,引领理论和实践研究,适应市场和社会的需求。市场参与大学治理,与高校进行广泛的合作,发挥市场的调节作用。市场竞争机制激励大学不断调整发展战略与人才培养模式,以提供符合市场需求的教育产品和高水平人才。在不改变教育公益性的前提下,可以借助市场开展营利性活动来补充教学、科研经费。但需要注意的是市场和高校之间的距离,避免产生功利主义^[29]。另外,在某一科学技术转化进程中,相关利益主体产生冲突可能会使其无法走向市场,完备的市场利益分配机制可以帮助其厘清利益分配关系,促使科技成果转化的顺利展开。

(三) 提升自身教育质量,优化人才培养模式

粤港澳大湾区当前的高校人才培养依然以传统教学模式、培养方案为主^[24],培养出的多为“应试型人才”而非“应用型人才”。高校转变教育模式,提升教育质量,培育符合社会和市场需求的应用型人才尤为重要。一方面,高校可以加强专业建设,根据社会经济发展的现实需要,逐渐减少甚至淘汰一些不符合社会需求的专业,有重点的加强学校特色专业的建设,提升自身教学质量。借鉴美国应用型高校人才培养方式,湾区高校可以开始创业课程,培养学生的创新创业意识和主动性,丰富创新创业知

识^[30]。另一方面,高校需要注重与产业之间的联动。搭建科研成果平台或学术讲座,供学生刊载和分享科研成果固然重要,但是大学积极寻求和产业合作更有助于研究成果转化。借鉴日本产学合作模式,日本高校加强和产业合作,设立了相应的“产学合作”专门机构与专设管理人员,产学合作已形成了知识产权基本归属大学、技术转让机构和科学技术振兴机构及协调者统一管理的新运营模式^[31]。粤港澳大湾区未能有效发挥民办高等教育的作用,借鉴国际三大湾区的发展经验提高民办高校的办学质量,能够更好构建“政产学研创”循环链,发挥体量优势,建立资源共享机制^[32]。同时,需要强化港澳特区学者民族认同和文化自觉,改变香港特区的人文社会科学学界只能产出“技术精英”的情况^[33]。

(四) 完善制度法规,强化高校联盟组织形式

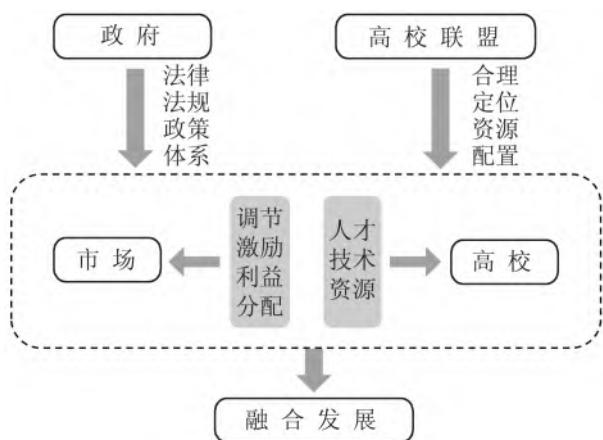


图1 粤港澳大湾区高等教育融合发展路径

粤港澳高校联盟是由中山大学率先倡议,并和香港中文大学与澳门大学共同发起的,于2016年11月15日正式成立,迄今已汇聚各具优势和资源的40余所高校^[34]。粤港澳高校联盟高校间以一定契约形式进行关系缔结、确立发展理念和目标及行为规范,以共商、共享、共建为基本原则,优化高等教育资源配置^[35]。通过前文对世界三大湾区高等教育发展经验的分析以及对粤港澳大湾区高等教育发展优势的归纳,不难得出科技创新和人才资源是湾区发展的重要动力,高校则是提供人才及技术资源

的重要保障。在教育部和地方政府的支持下,粤港澳高校联盟更有效的促使高校之间的资源共享,深化学校之间的科研合作程度,明确纵向合作关系中的权力边界,强化横向合作关系中的沟通协调,为粤港澳三地科研发展提供更广阔的平台^[36]。除了高校间合作之外,高校联盟还考虑增强非正式合作力度,通过学生互访共同合作项目或设立创新训练营等形式进行交流,进一步提升区域内高校整体办学水平和提高合作层次,打造“粤港澳一小时学术圈”,培养高质量人才^[37]。

目前,粤港澳大湾区高校联盟发展中还存在许多问题亟待解决。首先因“一国两制”这一客观条件,广东高校和港澳高校的管理体制、产权保护、教育经费等都存在一定差异。加之高校联盟仅依靠联盟章程,并没有制定规章制度来规范联盟的发展,导致粤港澳大湾区高校联盟协同性不足,合作项目难以推进,合作交流呈现表面化。师生跨境流动存在诸多问题与诉求,制约粤港澳大湾区协同发展^[38]。因此,高校联盟应重视交流合作的制度建设,借助法律法规的约束力,有序地推进高校联盟的发展。同时,高校联盟应该增强发展的独立自主性,强化联盟的组织属性,鼓励和督促湾区内科技成果转化,将合作落到实处。

参考文献:

- [1] 许长青,黄玉梅. 制度变迁视域中粤港澳大湾区高等教育融合发展研究[J]. 中国高教研究, 2019, (07): 25-32.
- [2] 卢晓中,武一婷. 粤港澳大湾区高等教育集群发展的战略选择与基本路向[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2021, 49(05): 9-15.
- [3] 卢晓中,陈先哲. 粤港澳大湾区高等教育集群发展: 理论审思与实践策略[J]. 大学教育科学, 2021(04): 12-19.
- [4] 陈发军. 比较优势与发展超越: 粤港澳大湾区高等教育融合发展路径探讨[J]. 教育导刊, 2022(01): 46-53.
- [5] 郑则炯,黄卓晔. 世界四大湾区视角下粤港澳高等教育资源集聚与经济长的研究[J]. 西部学刊, 2022, (24): 38-42.
- [6] 卢晓中,秦琴. 高等教育集群发展视域下粤港澳大湾区高校办学自主权研究[J]. 中国高教研究, 2021,

- (04):55-63.
- [7] 黄晨榕. 湾区建设与高等教育集群联动发展:以纽约湾区和东京湾区为例[J]. 世界教育信息, 2021, 34(02):45-51.
- [8] 欧小军. 世界一流大湾区高水平大学集群发展研究——以纽约、旧金山、东京三大湾区为例[J]. 四川理工学院学报(社会科学版), 2018, 33(03):83-100.
- [9] 薛新龙, 史薇, 霍鹏. 创新高地的教育组织变革研究——以美国旧金山湾区为例[J]. 中国高教研究, 2021(09):91-97.
- [10] 吴思, 卢晓中. 国际一流湾区高等教育集群发展的结构优化及对粤港澳大湾区的启示[J]. 北京教育(高教), 2022, (11):6-12.
- [11] 卓泽林, 罗萍. 日本东京湾区高校联盟建设的动力、运行机制及其启示[J]. 大学教育科学, 2021(04):32-38+96.
- [12] 沈润森, 潘苏. 探析东京湾区建设经验对粤港澳大湾区发展的启示[J]. 特区经济, 2021(02):32-35.
- [13] 许长青, 郭孔生. 粤港澳大湾区高等教育集群发展:国际经验与政策创新[J]. 高教探索, 2019(09):5-13.
- [14] 谢炜聪. 高等教育服务粤港澳大湾区国际科技创新中心建设研究:现状、启示与策略[J]. 广东开放大学学报, 2023, 32(05):30-35.
- [15] 成洪波. 粤港澳大湾区“产学研创”:内涵实质、需求背景与路径探索[J]. 中国高教研究, 2018(10):36-41.
- [16] 覃晓艳. 高等教育集群在旧金山湾区科技创新体系中的角色和作用研究[J]. 世界教育信息, 2021, 34(02):52-57.
- [17] 姚世谋, 周春山, 王德等. 中国城市群新论[M]. 北京: 科学出版社, 2017:130.
- [18] 黎友焕. 旧金山湾区政产学研协同创新对粤港澳大湾区的启示[J]. 华南理工大学学报(社会科学版), 2020, 22(01):1-11.
- [19] 张燕. 世界知名湾区科技创新协同模式及启示[J]. 合作经济与科技, 2022(15):32-34.
- [20] 王志强, 张海军. 粤港澳大湾区高等教育合作发展的实践逻辑与未来关切[J]. 大学教育科学, 2021(03):110-117.
- [21] 盛敦荣. 以文化认同推进粤港澳大湾区经济一体化合作[J]. 中国发展, 2017, 17(1):59-66.
- [22] 林青. 文化圈视角下粤港澳大湾区旅游一体化发展机制构建[J]. 经济管理文摘, 2021(05):1-2+5.
- [23] 曾一帆. 粤港澳大湾区高等教育协同发展态势研究[J]. 现代教育科学, 2019(03):48-51+73.
- [24] 孙清忠, 孙铁林, 黄方方. 自组织理论视角下粤港澳大湾区高校联盟研究[J]. 高教探索, 2021(10):119-122.
- [25] 张振刚, 户安涛, 叶宝升, 邓海欣. 粤港澳大湾区建设国际科技创新中心的思考[J]. 城市观察, 2022(01):18-33+159-160.
- [26] 《广东省教育发展十四五规划》[EB/OL]. [2021-11-01] <https://www.gd.gov.cn>.
- [27] 《广州南沙深化面向世界的粤港澳全面合作总体方案》[EB/OL]. [2022-06-06] <http://www.gov.cn/>.
- [28] 黄炳超, 符茂, 张庆晓. 法权理论视角下粤港澳大湾区高等教育治理结构法权特征及其优化[J]. 现代教育管理, 2023, (03):38-46.
- [29] 《推进粤港澳大湾区高等教育合作发展规划》[EB/OL] [2020-12-10]. <https://www.moe.gov.cn>.
- [30] 许长青, 黄玉梅. 协同共治:粤港澳大湾区建设中大角色的角色定位及其实现路径[J]. 公共行政评论, 2020, 13(02):109-124+197.
- [31] 常乔丽, 胡德鑫. 日本产学研合作助推创新生态系统建设的实践经验及其对中国产学研融合发展的启示[J]. 科技管理研究, 2024, 44(02):20-27.
- [32] 郭孔生, 薛慧丽. 世界一流湾区经验与粤港澳大湾区民办高等教育集聚发展探讨[J]. 浙江树人大学学报, 2022, 22(05):9-16.
- [33] 陶燕琴, 李柯柯, 赵章靖等. 打造南方教育高地推动高等教育融合发展——2021年第三届粤港澳大湾区高等教育合作发展圆桌对话会议综述[J]. 教育导刊, 2022, (01):89-96.
- [34] 百度百科, 2022. 粤港澳高校联盟[EB/OL]. [2016-11-15] <https://baike.baidu.com/item/粤港澳高校联盟>.
- [35] 焦磊. 粤港澳大湾区高校战略联盟构建策略研究[J]. 高教探索, 2018(08):20-24.
- [36] 董凌波. 法治推进粤港澳大湾区高等教育合作:现状、缺失与实施路径[J]. 中国人民大学教育学报, 2023, (06):98-109.
- [37] 何玮, 喻凯, 曾晓彬. 基于比较视角的粤港澳高校联盟发展建设研究[J]. 广东开放大学学报, 2018, 27(03):36-41.
- [38] 许长青, 周丽萍. 跨境流动视域中粤港澳大湾区高等教育协同发展的政策构建[J]. 高教探索, 2020, (08):5-13.

(下转第47页)

现代 3D 设计仿真技术在机械设计基础教学中的应用*

胡广华 孙建芳 李 旻 李静蓉

(华南理工大学 机械与汽车工程学院, 广东 广州, 510640)

摘 要:机械设计基础是近机械类本科生必修的一门专业技术基础课,是培养学生获得基础机械设计能力的重要课程。为支撑新工科建设背景下复合型、创新型人才的培养,针对当前课程教学中存在的弊病,提出将现代 3D 建模仿真技术融入教学实践的可行方案,从课程资源、教学模式、教学方法及满足学生个性化学习需求等多个方面入手开展教学改革创新实践。教学实践结果表明,在不增加现有课堂教学总学时、不显著增加学生学习负担的前提下,利用 3D 设计仿真软件辅助教学,有效缓解了课程理论知识抽象、学生理解困难的问题,增强了学生学习的积极性,激发了课堂活力,同时在项目式教学环节及学科竞赛中增强了学生的创新精神和团队合作意识,提高了学生解决实际工程问题的能力。

关键词:机械设计基础;3D 设计仿真;运动仿真;SPOC;混合式教学

机械设计基础是高等工科院校近机械类本科生必修专业技术基础课,为复合型、创新型人才的培养和学科发展提供了重要支撑^[1]。作为一门重要的专业技术基础课,机械设计基础课程肩负着引导学生从“理科”向“工科”、由理论到实践的“转型”重任。与其他纯理论课程相比,本课程内容的系统性、逻辑性、规律性不够突出,课程中众多的公式、标准、规则、参数、约束关系难免让学生眼花缭乱,目不暇接,极其考验学生的归纳能力和综合分析能力。

随着信息技术的发展,3D 设计仿真技术已成为机械设计的重要工具。将 SolidWorks、UG、Pro/E 等现代 3D 建模仿真软件融入教学实践,改变传统的单一教学模式,可极大地增强授课内容的可视化程度、激发学生的学习兴趣、促进学生对课程知识的理解、提高学生使用机械设计软件解决实际问题的能力^[2-6]。

考虑到授课学时缩减的教育发展背景,本文主要探讨在不增加现有课堂教学总学时、不偏离基本

授课内容、不显著增加学生学习负担的前提下,如何将 3D 建模仿真技术引入课程教学实践,以达到教学效果提升的目的。

一、问题分析

(一) 可视化教学资源建设滞后

机械设计基础课程涉及诸多概念抽象的原理及复杂的三维结构、装配关系、参数约束关系及复杂的机构传动运动,需要有效的可视化教学辅助手段。而传统的教学模式侧重于理论分析,所采用的多媒体 CAI 资源虽可满足基本的教学需要,但仍存在以下不足:

(1) 表现效果差

一是现有的许多素材为静态图片,不能从任意角度展示零部件对象的结构特征,不能直观表达参数变化引起的结构变化。二是许多机构的运行动画

* 基金项目:华南理工大学教研教改重点项目(x2jq/C9233054);教育部产学研合作协同育人项目(201901217012)。

作者简介:胡广华(1980—),男,博士,副教授,广东省本科高校机械基础课程教学指导委员会秘书长,主要从事机械设计基础教学研究。孙建芳(1973—),女,博士,副教授,机械学系党委副书记,主要从事机械设计基础教学研究。李旻(1974—),男,博士,教授,机械学系主任,主要从事机械设计教学研究。李静蓉(1973—),女,博士,教授,机械工程虚拟仿真(国家级)实验教学中心主任,广东省本科高校机械基础课程教学指导委员会主任,主要从事机械设计教学研究

仍基于传统的 Flash 技术打造,没有 3D 仿真效果,真实感差,也不支持拆装,可交互性差,不能充分展示对象的结构特点或其运行规律(如图 1(a)所示棘轮机构)。



(a) Flash 制作的 2D 动画

(b) 3D 运动仿真模型

图 1 棘轮机构运动仿真效果对比

因此,传统教学模式对学生的空间想象能力、抽象思维能力、综合分析能力要求过高,结果往往是教师讲得费劲,学生听得吃力,不能很好地适应新工科建设背景下课程教学发展的新要求。

(2) 涵盖面窄、更新慢

现有的多媒体教学素材数量有限,课程中包含的大量传动机构及机械零部件仍未被覆盖。随着教材改版及内容更新,该问题日益凸显。

(二) 理论与实践教学脱节

传统上,机械设计基础课程实践知识的学习主要体现在与该课程配套的课程设计教学环节。但课程设计通常安排在理论课考试结束后,一方面与理论教学时间跨度过大易导致所学知识遗忘,另一方面学生在理论学习阶段缺乏必要的实践体验,因而对相关教学内容理解困难或不深入。“实践是最好的老师”,对于综合性、实践性较强的机械设计基础课更是如此。因此,有必要转变这种理论与实践脱节的教学模式,突破时空限制,将实践活动充分融入到理论教学环节之中,让学生能够理论联系实际,在实践中学习、在学习中实践,二者相互促进,相互印证。

(三) 教学模式及方法有待改进

机械设计基础面向广泛的近机械类本科专业,覆盖面广、受众多。对于本课程学习所需的相关先导课程,各专业的开设情况不尽相同,如:土木与交通专业学习的是建筑制图而非机械制图,学生缺乏看图识图、规范制图的基础能力;工业设计专业未开设工程力学,学生对轴的受力分析计算不易理解;非

机械类学生普遍缺乏金属工艺学、互换性技术等先导知识,不了解尺寸公差、几何公差的设计方法。另一方面,学生参与的机械工程科研实践活动偏少,对常用机械缺乏必要了解。这意味着课程教学必须改变传统教学模式,充分考虑不同专业学生知识结构的差异,以学生为中心,尊重学生的个性化学习需求,穿插必要的引导性背景知识,增加实例讲解及研讨,让学生的新旧知识能无缝衔接,使学生理解起来没有断裂感、突兀感。

二、3D 仿真技术赋能 SPOC 混合式教学模式

SPOC (Small Private Online Course) 线上线下混合式教学模式由于既保留了传统课堂师生当面沟通的优势,又利于学生利用碎片化时间自主学习,实现了在线课堂与传统线下教学的优势互补和有机融合,近年来已逐渐成为高校的主流教学模式与发展方向之一。本课程利用学堂在线及自建作业网站搭建了学校专有 SPOC 平台 (URL: <https://www.xuetangx.com/course/SCUT08021000142/4231237>、<http://116.57.98.232/jxsjjc-a/>), 将 3D 数字资源用于教学实践,并开展了以教师为主导、以学生为主体的混合式教学,取得了良好的效果。

考虑到对初学者的界面友好性、操作便利性及其在本科生中的受欢迎程度,现以 SolidWorks 为例,说明在 SPOC 混合式教学中如何利用 3D 设计仿真技术提升教学效果。

(一) 引导学生共同参与 SPOC 3D 数字化教学资源建设

根据机械设计基础课程特点,可以将教学资源分成由低到高的 3 个层次,即:知识呈现、知识应用和知识拓展。用于课堂教学的教学资源侧重于知识呈现,既可由任课教师制作,也可在课程建设前期引导修课学生参与建设,以快速解决前述 3D 可视化数字资源匮乏、更新滞后问题;课后习题、课外研讨作业、课程设计环节涉及的资源可归为知识应用层面,包括教师提供的 3D 建模仿真教学视频、学生需完成的建模仿真分析作业,视频观看及建模作业均纳入考核体系;而课外竞赛、项目研讨相关资源则属于知识拓展层面,由参与竞赛或项目研究的成员为主体参与建设,用于满足部分学生的个性化学习需

求。这样,通过调动学生共同参与 3D 可视化资源建设的积极性,可有效提升学生的学习兴趣、增强自学能力,同时也提高其 3D 设计软件的应用水平。

就课堂教学资源建设而言,可按照各章节的特点与难度,结合学生的认知水平,利用 SolidWorks 中的参数化建模、运动仿真、虚拟装拆等功能,打造、升级 3D 可视化教学资源库,建立机构、零部件的 3D 几何模型及装配模型,让学生能多角度直观了解零部件的结构特征及传动机构运行规律(如图 1(b)所示)。

表 1 3D 数字化课程教学资源分配

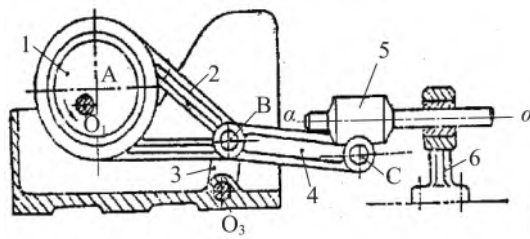
课程内容	3D 仿真功能		
	零件三维结构 动态演示	机械运动 仿真	装配体虚拟 装拆演示
平面机构运动简图及自由度、平面连杆机构、凸轮机构与其他常用机构		√	
齿轮传动与蜗杆传动	√	√	
轮系		√	
带传动、链传动	√	√	
螺纹连接与螺旋传动、键、销及其他常用连接	√		√
滑动轴承、滚动轴承、轴	√		√
联轴器	√		√
减速器(课程设计)	√		√

表 1 给出了各章节内容 3D 数字化教学资源建设所需的 3D 设计仿真功能。其中,零件三维结构动态演示重在展示各种零部件的三维几何结构、零件参数对结构的影响、剖面特征等;机械运动仿真主要展示各种机构、传动装置的运行原理及运动特性;装配体虚拟装拆则用于展示组合机械或机构中零件的装配关系、定位方式、结构特点等。

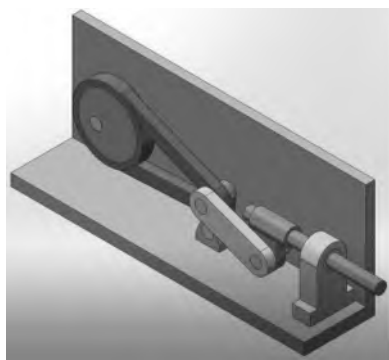
(二) 将 3D 交互技术引入线下课堂教学

利用所建立的 3D 可视化教学资源库,课堂上,教师可以更细致地为学生展示零部件的详细结构特点、机构运动过程,从而有效化解课程教学中理论知识抽象、学生不易理解的问题。如在讲解齿轮、轴承等轴系零部件时,可以使用 SolidWorks 生成相应的零部件模型,通过旋转、缩放、剖切、透明、隐藏等操作,让学生能多角度直观了解零部件的结构特征。

模型建立后,可以任意改变建模时所输入的特征参数,如齿轮的模数、齿数、螺旋角、齿宽等,使学生了解不同参数设置下模型的变化特点,理解各个参数的本质作用,从而学会在实际设计时合理选择、分配参数取值。在介绍常用机构的时候,可以利用三维设计软件的动画仿真功能,让机构进行仿真运动,使学生不仅能深入了解各个构件的结构特点及相互连接关系,更能直观地观察机构的动态运动过程,观察位移、速度、加速度等运动曲线,加深对机构工作原理及运动规律的理解。如绘制图 2(a)所示复合机构的运动简图时,学生往往因不理解该机构的运动原理而出错,如将构件 2、4 错误地理解成传动 V 带,构件 1、铰链 B 理解成带轮。通过给学生展示图 2(b)所示三维动态仿真模型工作过程,可帮助学生快速纠正理解偏差,领会机构真正的运动过程,从而顺利绘制出正确的运动简图。



(a) 复合机构、打孔机构图示



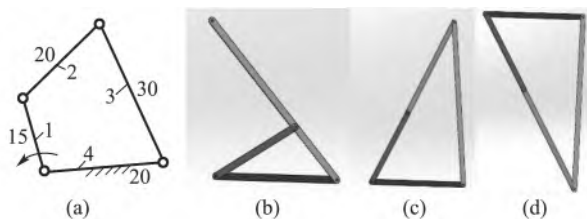
(b) 3D 运动仿真模型

图 2 机构运动仿真

(三) 利用 3D 仿真技术开展线上研讨作业

根据 SPOC 线上不受时间和地点制约的特点,可充分利用平台讨论区开展线上研讨互动来促进学习。例如,在学习连杆机构、凸轮机构及轮系等机构学相关知识时,由于涉及多个活动构件的运动及约

束,教学中发现学生经常不能很好地理解相关机构的工作特点。以平面四杆机构为例,可以参数化改变各个连杆的长度,让学生先用理论知识判断机构类型,再用 SolidWorks 运动仿真验证判断是否正确。



(a) 运动简图; (b) 死点位置; (c)、(d) 摆杆 2 个极限位置。

图 3 双摇杆机构运动特性分析

如图 3(a) 所示的机构运动特性分析课后研讨作业,要求学生以 3-5 人为单位、以 SolidWorks 为工具开展小组研讨,分析确定该机构从动件摆角 ψ 及机构的最小传动角 $\gamma_{\min}$ 。由于该机构为双摇杆机构,不同于曲柄摇杆机构,其极限摆角等运动特性分析需要分多种情况综合运用图解和解析法,比较繁琐复杂^[7]。而借助 SolidWorks 中的 Motion 运动仿真模块,学生可以清晰地观察到死点位置图 2(b),从而得出 $\gamma_{\min} = 0$ 的结论。同时,通过仿真可观察到如图 2(c)、(d) 所示的摆杆 2 个极限位置,再利用余弦定理算出 $\psi = 172.38^\circ$ 。

学生在学习过程中的疑惑可在答疑区提问,由教师进行启发式答疑。讨论区内容对参与本课程 SPOC 线上学习的学生均可见,因而为未参与讨论的学生提供了一条自学途径。

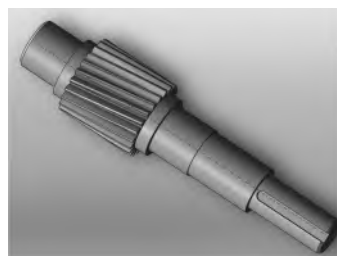
三、渐进式课程设计教学模式

减速器课程设计中,传统的做法是在理论课考试结束后集中安排 2 周时间用于完成课程设计。这种教学模式的弊端在于:(1) 理论教学与实践教学存在明显的脱节,学生在理论课学习阶段缺乏相关实践经验,结果理论基础打得不牢,进而影响课程设计的完成质量。(2) 所有设计工作集中在 2 周内,一方面与理论课教学时间跨度大易形成遗忘,另一方面设计工作量大、任务重,兼之其他科目考试的影响,没有充足的时间精力保证课程设计质量。(3) 缺乏 3D 可视化设计结果验证环节。由于涉及的环节多,各环节存在直接或间接的耦合关系,设计参数、计算结果过于抽象,学生在设计过程中不能准确

把握各参数的取值影响,也不清楚自己的设计是否无误。尤其是轴承的组合设计、轴的结构设计部分,需要综合考虑轴承或轴上其他零件的定位和固定、轴的加工和装配工艺性、轴的强度和受力要求、各段直径和长度等,初学时学生不好把握易出错。

表 2 课程设计任务分解

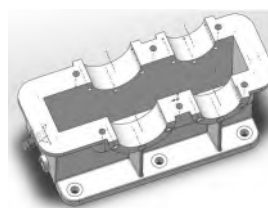
教学单元(内容)	同步设计内容
课程开始时	下发设计数据,下达任务
绪论	传动方案设计;电机选型计算;传动比分配;传动轴运动和动力学参数计算
齿轮	齿轮设计
带传动	带传动设计
连接件、轴承、联轴器、轴	高速轴、低速轴结构设计、强度计算;滚动轴承设计;键连接强度校核
课程设计周(期末 2 周)	设计综合;减速器结构设计;3D 虚拟装配校验;制图,撰写说明书



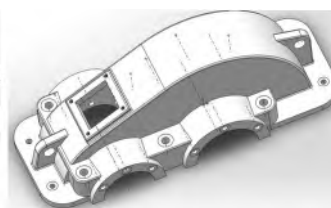
(a) 齿轮轴



(b) 大齿轮



(c) 箱座



(d) 箱盖

图 4 学生的课程设计建模作品

考虑到减速器课程设计所需知识分散在课程各相关章节中,各设计环节有一定的独立性。据此,可以将原来的集中式、整体式设计分解成若干前后相继的子设计任务,即采取“化整为零”办法,通过逐渐推进的方式,将子任务穿插到相关章节的单元化学习过程中去,如表 2 所示。具体地,可在当前学期理论课程一开始的时候即将课程设计数据下发给每位同学。在讲述相关章节的时候,要求学生基于自

己的设计数据完成与当前授课内容相关的设计。例如讲到齿轮的时候,学生同步完成课程设计中减速器高速级、低速级齿轮的设计计算,并根据计算结果利用 SolidWorks 建立齿轮三维模型对设计内容进行验证;类似地,讲到带传动时则完成带传动部分的设计,考虑到各设计环节尤其是轴系零部件设计部分并非彼此完全独立,最后的设计综合、箱体、箱座、轴承组合结构设计等仍可在专门安排的 2 周课设时间内进行。

与传统方式相比,学生在最后 2 周的工作量大大降低,有更多的时间将 3D 建模及装配仿真技术用于设计结果的检验。其优点是:当课程理论教学结束时,课程设计的主要内容也趋于完成,这种渐进式课程设计可以显著降低学生的设计负担,并且理论与实践相互促进有利于加深学生对授课内容的理解。利用 SolidWorks 的参数化三维造型、虚拟装配、干涉检验功能(如图 4 所示),可以直观地观察、检验设计结果正确与否,有问题可以及时修改,避免错误累积到最后造成大面积返工。考虑到学时有限及学生对建模软件的熟练程度,为了不显著增加学生的学习负担,也可允许学生仅完成轴系零部件的装配建模。

四、以赛促学满足学生个性化学习需求

由于学时、教学资源的限制,传统的机械设计基础课程教学中很少引入与课程相关的科研实践项目,学生无法通过问题探究的方式提高综合能力、自主学习能力和创新能力。为此,可以基于全国大学生机械创新设计大赛、大学生研究计划(SRP)或教师个人科研项目,结合学生的兴趣及知识结构,开展项目式实践教学,以更好地满足学生的个性化学习需求。

五、成效分析

如图 5 所示,自 2022 年开展基于现代 3D 建模仿真技术的机械设计基础课程教学实践以来,对比高分子与材料专业 2020-2023 年的成绩,发现平均成绩有了显著的增长。2020、2021 两年的平均成绩为 68.6 分,2022-2023 年较其增加了 9.52%,达到了 75.13 分,从侧面反映出课程改革的有效性。

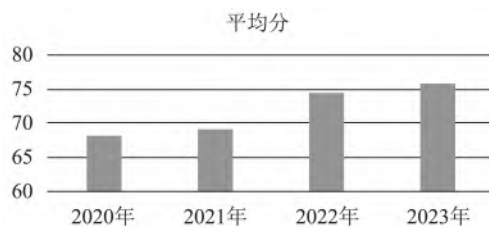


图 5 高分子与材料工程专业近 4 年平均分

表 3 课程设计成绩分布

学年	2020	2021	2022	2023
优良率	23.84%	35.88%	51.43%	48.94%
及格率	87.42%	88.82%	97.14%	97.87%
不及格率	12.58%	11.18%	2.86%	2.13%

表 3 为 2020-2023 年该专业的课程设计成绩分布情况。可以看出,2022-2023 年较 2020-2021 年在及格率、优良率方面均有显著提升。事实上,教学中也观察到,通过将课程设计任务进行合理分解,并在课程设计中引入 3D 可视化装配仿真校验,平衡了学习时间,增进了学生对设计对象的理解,减少了设计错误尤其是严重的结构错误,整体设计质量得以明显提升。



(a) 整机渲染图



(b) 关键零部件 3D 模型



(c) 实物照片

图 6 学生参赛作品

图 6 为学生设计的基于目标检测算法的沙漠自主导航灌溉机器人参赛作品。项目小组在查阅相关资料的基础上完成整机方案设计,利用 SolidWorks 对相关零部件进行设计建模仿真(如图 6(b)所示),并通过 3D 打印技术制作实物(如图 6(c)所

示),取得了省级二等奖,并获实用新型专利授权 1 项。实践表明,这类项目实践不仅培养了学生分析问题、解决问题的综合能力,也提高了他们的团队协作能力,较好地满足了学生主动融入机械工程实践的个性化学习需求。

机械设计基础课程教学必须充分考虑各选课专业知识结构参差不齐、课程知识抽象化程度高学生不易理解、理论与实践教学环节脱节、学生的个性化学习需求等现实问题。将现代 3D 建模仿真技术融入教学实践,依托 3D 建模仿真技术中的参数化驱动、虚拟装配、运动仿真等强大功能,可以大大增强课程资源的 3D 可视化效果,丰富课堂教学手段及课后研讨工具。通过渐进式课程设计实施理论与实践相融合的教学模式、引导学生积极参与 SRP 及学科竞赛,提升了学生的综合性设计创新能力。教学实践结果表明,在不增加现有课堂教学总学时、不显著增加学生学习负担的前提下,利用 3D 设计仿真软件辅助教学,有效缓解了课程理论知识抽象、学生理解困难的问题,增强了学生学习的积极性,激发了课堂活力,同时在项目式教学环节及学科竞赛中增强了学生的创新精神和团队合作意识,提高了学生解决实际工程问题的能力。

尽管如此,未来仍需进一步探索如何针对不同

类型学生设定差异化教学目标并配置多样化教学资源、如何将思政元素有机地融入课程资源、线上线下教学资源如何协同配置与实施、如何优化教学评价方式等现实问题。

参考文献:

- [1] 李旻. 项目驱动和混合式教学在机械设计课程中的应用[J]. 装备制造技术, 2023(11): 80-96.
- [2] 冯翠云. “新工科+智能制造”背景下“虚拟仿真技术”的机械设计基础课程的实践探索[J]. 广西教育学院学报, 2019(6): 193-196.
- [3] 顾艳红, 刘占民, 张建军, 等. 基于 SolidWorks 的机械设计基础课程设计的改革与实践[J]. 中国现代教育装备, 2015(1): 74-80.
- [4] 郭家伟, 陈华, 朱全. ProE 软件在“机械设计基础”课程教学中的应用[J]. 现代制造技术与装备, 2019, 276(11): 198-200.
- [5] 刘凯琳. Inventor 软件在机械基础课程教学中的应用设计[J]. 造纸装备及材料, 2022(12): 212-215.
- [6] 刘艳秋, 王蔓, 胡建忠, 等. 机械设计基础课程“三位一体”信息化建设及应用[J]. 中国现代教育装备, 2024(1): 34-36.
- [7] 高英敏, 马璇, 张丽萍. 双摇杆机构极限摆角的确定[J]. 机械设计, 2004(4): 51-53.

The Application of Modern 3D Design Simulation Technology in the Teaching of Mechanical Design Fundamentals

Hu Guanghua Sun Jianfang Li Min Li Jingrong

(School of Mechanical and Automotive Engineering, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong, China 510640)

Abstract: Fundamentals of Mechanical Design is a compulsory course for mechanical-related undergraduates, and it is an important course to cultivate students' ability to acquire basic mechanical design skills. In order to support the cultivation of compound and innovative talents in the context of new engineering construction, in view of the shortcomings existing in the current curriculum teaching, a feasible scheme to integrate modern 3D modeling and simulation technology into teaching practice is proposed, and teaching reform and innovation practice is carried out from many aspects such as curriculum resources, teaching modes, teaching methods and meeting students' personalized learning needs. The results of teaching practice show that under the premise of not increasing the total number of hours of existing classroom teaching and not significantly increasing the learning burden of students, the use of 3D design simulation software to assist teaching can effectively alleviate the problems of abstract theoretical knowledge and difficult understanding of students, enhance students' enthusiasm for learning, stimulate classroom vitality, and enhance students' innovative spirit and teamwork consciousness in project-based teaching links and discipline competitions, and improve students' ability to solve practical engineering problems.

Key words: fundamentals of mechanical design; 3D design simulation; motion simulation; teaching reform

(责任编辑:廖秀萍)

新商科专业课程项目式教学创新驱动 因素评价及优化研究

李 刚

(哈尔滨剑桥学院 工商管理学院,黑龙江 哈尔滨,150069)

摘 要:项目式教学在本科教学中应用多年,培养学生方面有很好的效果,对于新商科专业课程项目式教学,需要在原有的项目式教学基础上,结合目前新技术和新方法,对新商科专业课程项目式教学进行改革创新。已有文献资料,已经对项目式教学的运行机制,项目式教学模式进行了创新,提出了项目式协作学习。从目前新商科专业课程项目式教学状况,先识别创新驱动因素并进行后续改革创新,成为研究重点。为了找出新商科专业课程项目式教学创新内在机制,首先构建新商科专业课程项目式教学创新驱动因素评价指标体系,然后以黑龙江省民办高校新商科专业已实施课程项目式教学的相关数据作为分析对象,通过统计计量模型,分别从创新驱动因素,项目式教学变革和项目成果导向三个方面进行系统分析,利用投入产出模型,系统动力模型,拟合出新商科专业课程项目式教学创新的运行机制。利用该机制产生的传导效应,将该运行机制引入现有的专业课程项目式教学,提出符合黑龙江省民办高校实际的新商科专业项目式教学模式。

关键词:新商科专业,项目式教学,创新驱动

项目式学习是高校教学改革与创新的重要教学模式之一,被广泛运用于各种学科教学实践中。^[1]项目式互动教学是指基于具体项目,在课堂教学中以师生互动为前提,让学生在掌握专业知识的同时,将知识切实迁移到具体工程项目中去。^[2]起源于“做中学”实用主义教学理念的项目式教学,具有高度的跨学科性、实践性,为复合型人才的培养提供了有效的途径。以塑造学生“技术+管理”的复合型知识结构,提升其“工科+商科”的跨学科创新思维和能力。^[3]项目式教学因其具有学生中心、注重应用、成果导向的特点,越来越受到以教学为主的应用型高校的关注。

项目式教学模式突破了学科局限,将教学、产业和思政育人全面融合,有利于培养学生的创新思维、协作精神和实践能力,进一步培养创新应用型管理人才。^[4]项目式教学模式有助于培养学生的问题分析与求解、知识综合应用与决策、结果评价与趋势预

测及创新等高阶思维,提升学生在学习、实操、理论知识应用、独立思考、独立解决问题等方面的能力。^[5]项目式教学法能够将实践内容融入教学过程,通过学生团队合作和自主探究,完成相关教学目标。^[6]项目式教学同时让学生了解课堂当中各项任务要求的具体目的,从而实现以项目式教学方式强化课程的实际教学目标。^[7]项目式教学模式为学生搭建了真实的工作场景,以培养学生自主学习及创新能力为主线,企业真实项目为驱动,学生为主体,双导师为辅的形式实施运行。校企合作工作室的“项目式”教学模式在电子商务专业进行了具体实践,并取得了良好的成效。^[8]

一、新商科专业课程项目式教学研究价值

从教学价值产出角度,项目式教学与传统课堂

作者简介:李刚(1984—),男,硕士,副教授,研究方向:项目教学创新。

教学的对比分析:首先,项目式教学注重学生的主动参与。与传统的课堂教学相比,项目式教学更加注重学生的参与度。学生在项目学习过程中被赋予更多的主动权和责任,他们需要主动组织团队、制定计划、解决问题、进行实践操作等,从而培养了学生的自主学习和合作能力。其次,项目式教学强调实践与理论的结合。在新商科专业课题中,项目式教学能够将理论知识与实践操作相结合,使学生能够更加全面地理解和应用所学知识。通过实践项目,学生能够将理论应用到实际问题中,从而加深对知识的理解,培养实践能力和解决问题的能力。此外,项目式教学还鼓励学生的创新思维和创业意识。在项目学习过程中,学生需要积极思考和创新,寻找解决问题的新方法和新思路。项目式教学为学生提供了一个创新的平台,在实践项目中培养学生的创新意识和创业精神,激发学生的创造力和潜力。

在当今知识经济时代,商科教育一直处于不断创新和发展的前沿。新商科专业课题项目式教学作为一种教学方法的创新应用,逐渐引起了人们的关注。项目式教学是一种注重学生参与度、强调实践与理论结合、培养学生综合能力和实践能力、促进学生创新思维和解决问题能力的教学方法。项目式教学将学生置于实际的项目环境中,通过团队协作、问题解决和实践操作等方式,培养学生的综合能力和实践能力。项目式教学强调学生的主动参与和实际操作,通过解决实际问题 and 开展实践项目,培养学生的综合能力和实践能力。项目式教学作为一种创新的教学方法,在新商科专业课题中有着广泛的应用。在新商科专业课题中应用项目式教学,有助于激发学生的学习兴趣,提高他们的学习效果,培养他们的实践能力和创新思维,进而为他们未来的职业发展奠定坚实的基础。本文将探讨新商科专业课题项目式教学创新驱动因素,旨在为商科教育的改革和发展提供有益的经验。

二、文献综述

(一)项目式教学起源与发展

项目式教学起源于欧洲劳动技术教育思想,蓬勃发展于美国,二十世纪九十年代引入到中国,但未被广泛推广,2000年国内一些学校在核心素养推动

下又开始研究试点推行。国内关于项目式教学的研究大多引用欧美教学与实践相结合,产教融合等角度来探讨。学者观点集中在项目式教学是解决教学问题和提升教学质量的新路径;项目式教学为人才培养提供了新方式;项目式教学形成了产教融合新机制;项目式教学为教学模式创新提供支撑。具体文献梳理基本围绕上述四个方面。

关于项目式教学的研究,今后将从项目式教学创新角度研究。现阶段国内外对项目式教学的研究大多数是从项目式教学应用对传统教学的影响,变革角度出发,国内外也有越来越多的人关注项目式教学是否可以替代传统课堂教学模式,项目式教学创新程度的研究成为新的研究视角,传统课堂教学和项目式教学如何配置,项目式教学创新的方向。对项目式教学创新的研究方法与角度朝着量化方向发展。

从新商科人才培养对学生商务数据分析能力的具体要求着手,分析了商务数据分析课程“课岗对接”与“项目式教学”模式相结合的可行性和必要性,从课程内容、教学方法、考核方法三个层面分析“课岗对接+项目式教学”模式的具体运用。^[9]在阐述整合创新理念融入设计教育重要性的基础上,提出构建基于整合创新理念的项目式教学模式,再以课程为项目提出具有实际意义的实施方法。^[10]提出构建融合价值观塑造与创新能力培养的项目式教学模式。^[11]从课程目标、课程结构、课程评价、反馈与改进等要点着手,探索将SPOC混合式教学、实践项目驱动式翻转课堂、产教融合相结合的新教学模式。^[12]

(二)项目式教学未来发展趋势

综上所述,前人对项目式教学的应用过程认识较为深入。本文借鉴这些观点,认为项目式教学的应用过程基本符合当前新商科专业课题项目式教学应用需求。近些年,国内外对于项目式教学的应用过程有更为详尽的研究,分别用定性、定量等多种研究方法进行研究,得出项目式教学对专业建设,课程建设,人才培养都起到了重要的推动作用。

前人的研究比较重视项目式教学的应用过程,但是对新商科专业课题项目式教学创新分析较少,这就限制了研究思路的拓展。对于项目式教学创新影响,各学者的研究结论也有所出入,部分学者发现项目式教学创新可以集中在技术方面,而部分学者认

为项目式教学创新可以集中在过程方面,而文献中专门研究项目式教学创新可以集中在措施方面的较多。但是如何将项目式教学技术创新,过程创新和措施创新集合起来,研究较少。

本文以项目式教学创新为研究对象,以新商科专业课为样本,拟在项目式教学创新理论上,采用量化分析的方法对新商科专业课项目式教学创新进行实证研究,并建立新商科专业课项目式教学创新评价模型。本文研究所取得的研究成果,为我国新商科专业课项目式教学创新提供理论基础,有利于项目式教学创新各种协同效应的提高。

三、新商科专业课程项目式教学创新现状

(一) 项目式教学在中国大学的应用情况

随着教育改革的推进,项目式教学在中国大学得到了越来越多的关注和应用。许多大学在教学过程中已经尝试了项目式教学,并取得了一定的成果。首先,在工程类专业中,项目式教学得到了广泛应用。例如,机械工程、计算机科学等专业常常通过项目来培养学生的实践能力和工程实践经验。学生需要在团队合作下完成一个具体的项目任务,涉及到方案设计、实施计划、成果展示等环节,这种教学模式使学生能够更好地理解和应用专业知识。此外,一些高校和研究机构也积极进行项目式教学实践和研究。他们通过项目式教学的实证研究,探索适合中国大学教育的创新教学方式。通过研究项目式教学的实施效果,他们可以更好地了解项目式教学的优势和不足,并提出相应的改进措施。这些研究成果对于提升中国大学教育质量具有重要的指导意义。

(二) 新商科专业课项目式教学创新现状

新商科专业课项目式教学的兴起和推广,源于对传统商科教育模式的反思和改革需求。在传统的商科教育中,学生主要通过听讲、记忆和应试来获取知识,缺乏实际操作和实践能力的培养。然而,随着社会经济的快速发展和商业环境的不断变化,商科专业对学生的能力要求也发生了变化,强调学生的

综合素质和实践能力。因此,项目式教学作为一种新的教学模式应运而生。新商科专业课项目式教学创新现状是提供了一种贴近实际的学习方式,使学生能够更好地理解和应用所学知识。通过项目式教学,学生可以在实践中探索和发现问题,培养独立思考和问题解决能力。与此同时,项目式教学还能够加强学生与企业的互动与合作,为学生提供实习和就业的机会,提高他们的就业竞争力。此外,新商科专业课项目式教学的推广,推动商科教育的改革和发展。传统的商科教育更注重学生的理论知识和学科基础,而项目式教学能够培养学生的实践能力和创新思维,使他们更适应现代商业环境的需求。通过将项目式教学引入商科专业课堂,可以激发学生的学习兴趣,提高他们的学习成效,培养他们的综合素质和实践能力,从而为商科教育的改革和发展注入新的活力。

新商科专业课项目式教学创新现状体现了对传统商科教育模式的反思和改革的需求。通过提供真实的项目环境和培养学生的实践能力,项目式教学能够更好地满足商科专业对学生能力的要求。同时,项目式教学的推广也为商科教育的改革和发展提供了新的思路和方法。通过深入研究和应用新商科专业课项目式教学,可以进一步推动商科教育的创新与进步,培养更多具有实践能力和创新意识的商科人才。为了更好地提高新商科专业课项目式教学的效果,学校和教师们始终重视教学设计创新和项目实施创新,建立科学评价体系和完善的支持体系,为学生提供合适的学习资源和指导。同时,学生们也应积极参与项目学习,主动学习和思考,不断完善自己的综合能力和实践能力。通过教师和学生共同努力,项目式教学创新现状已经发挥出一定的效果,未来将是构建一个理论与实践相结合、创新与实践并重的商科教育体系。

(三) 新商科专业课项目式教学中存在的部分不足

教师运用项目式教学开展教学设计与实践时所存在的理念理解不深入、流程运用不熟练、项目评价关注不足等主要问题。^[13]解决传统实习不深入、实习条件不满足需要、学科交叉效果不佳、教学与生产相脱节等问题,提高了学生的创新能力、多学科交叉能力、系统思维能力和工程实践能力。^[14]

在项目式教学中,学科知识的传授往往是在实

际项目的背景下进行的,学生学习的知识可能会比较零散和碎片化。由于项目的多样性和复杂性,学科知识的讲解可能是有限的,学生可能只能学到项目所需要的一部分知识,而无法全面系统地掌握。这对于一些需要较为系统学习的学科来说是一个挑战。

由于项目式教学注重学生的主动参与和团队合作,传统的评价方式可能无法准确地评估学生的个体能力和成绩。现行的评价体系往往偏重于考核项目的成果,而忽视了学生在整个项目过程中的个人表现和学习成果。因此,需要探索和完善适合项目式教学的评价方法,以确保评价的客观性和准确性。

在项目式教学中,需要教师对项目进行合理的组织和管理,确保学生的学习进展和团队合作的顺利进行。然而,项目的设计与实施需要教师投入较大的精力和时间,对教师的能力和专业素养提出了更高的要求。同时,学生在项目中的分工和合作也需要教师进行有效的引导和监督,以确保项目的顺利进行。

四、新商科专业课项目式教学创新驱动因素分析

项目式教学方法通常包括以下几个步骤:确定项目的目标和范围、组织学生自主分工合作、选择适当的教学资源和工具、制定学习计划和时间安排、指导学生完成项目、评估学生的学习成果。在这个过程中,教师充当着学生学习的指导者和支持者的角色,引导学生在实践中获取知识、发展技能和培养品质。

项目式教学的创新要素是实施项目式教学的关键要点。首先,项目的目标应该明确、具体,并与学生的学习需求和实际生活相结合。项目的目标应该能够激发学生的学习兴趣 and 动机,并能够培养他们的实践能力和创新思维。其次,教师在项目中扮演着指导者和支持者的角色。教师需要根据学生的学习需求和实际情况,提供必要的指导和支持。教师应该关注学生的学习进展,及时解决学生遇到的问题,并对学生的学习成果进行评估和反馈。此外,学生的主动参与是项目式教学的重要要素之一。学生需要在项目中发挥主动性,积极参与到项目的实施中。他们应该能够独立思考和解决问题,并能够与他人合作和协作。最后,适当的教学资源和工具是

项目式教学的保障。教师需要为学生提供相关的教学资源 and 工具,并指导学生如何有效地利用这些资源和工具。这有助于学生在项目中获取必要的知识和技能,提高他们的学习效果和实践能力。综上所述,项目式教学的实施过程和要素是相互关联的。通过合理地组织实施项目式教学,教师能够激发学生的学习兴趣 and 动机,培养他们的实践能力和创新思维,并促进他们全面发展。因此,项目式教学被广泛应用于各级各类学校,受到学生和教师的普遍认可和欢迎。

(一)新商科专业课项目式教学创新评价指标体系构建

新商科专业课项目式教学创新评价指标体系,由指标和标准构成。一级指标按照项目式教学过程划分为:X1 项目式教学投入、X2 项目式教学转化、X3 项目式教学产出,3 类一级评价指标参考本科高校教学水平合格评估的 7 大类一级指标中,同时参考各个高校内的关于专业建设、课程建设、实践教学评价指标体系。各类一级指标下设二级指标,同样参考本科高校教学水平合格评估的 7 大类二级指标。每个指标均有相应评分标准,评分标准参考本科高校教学水平合格评估的标准,本科高校教学水平审核评估的标准。“表评价指标体系”的赋分依据是借鉴成熟量表,按照李克特 5 级量表法,进行二次加权赋分,首评为定性评价,划分为优良中差,次评为定量评价,根据定性进行赋分。首评为定性评价的依据是根据各类指标的具体数值情况,各大高校均进行年度数据汇总,具体数值可通过教育厅网站或教育部网站,及高校公开数据网站获取。

评价指标体系包括 3 个方面:X1 项目式教学投入,X11 教学经费、X12 教师数量、X13 实验室。X2 项目式教学转化,X21 课程状况、X22 教材状况、X23 产教融合。X3 项目式教学产出,X31 竞赛专利、X32 教学成果、X33 实习就业。3 类指标体系贯穿整个项目式教学全过程,各评价指标均可以进行量化分析,由于本研究仅仅针对新商科专业课项目式教学创新驱动因素,即识别出项目式教学驱动因素和能够进行创新的因素,对所有量化指标使用综合评分法赋分 1-10 分,对不同样本群体高校进行评分,如表 1。样本 1-50 为 211 高校、样本 50-100 为省属一本高校、样本 101-150 为省属二本高校、样本 151-200 为省属民办高校。

表 1 评价指标体系

		样本 1 – 50	样本 50 – 100	样本 101 – 150	样本 151 – 200
X1	项目式教学投入				
X11	教学经费	9	8	7	6
X12	教师数量	9	9	7	6
X13	实验室	9	6	6	5
X2	项目式教学转化				
X21	课程状况	9	9	6	5
X22	教材状况	9	8	6	5
X23	产教融合	9	8	7	6
X3	项目式教学产出				
X31	竞赛专利	9	8	7	5
X32	教学成果	9	8	5	5
X33	实习就业	9	8	7	5

(二)新商科专业课项目式教学创新因子分析

本文针对不同种类高校,根据以上评价指标体系选择了大约 200 个样本。满足小样本实验需要,对以上各类高校开展项目式教学进行初步评价。使用 spss 软件进行数据分享,初步评论后分析得出作者体现在以上 4 个层次方面能够概括样本 86. 28% 以上的评价结果。评价有效率为 0. 862, 累计方差贡献大于 50%, 对于各类高校开展项目式教学评价充分。由此以上 3 个层次的 9 个指标体系,能够有效概括出各类高校开展项目式教学评价的有效性水平为 0. 862。

表 2 解释的总方差

成分	提取平方和载入			旋转平方和载入		
	初始	方差 (%)	累积 (%)	初始	方差 (%)	累积 (%)
1	0	57. 57	57. 57	0	48. 75	48. 75
2	57. 57	11. 85	79. 42	48. 75	17. 44	77. 19
3	79. 42	10. 20	79. 71	77. 19	10. 04	77. 23
4	79. 71	7. 77	87. 28	77. 23	10. 05	87. 28

提取的 3 个主成分 X1 项目式教学投入、X2 项目式教学转化、X3 项目式教学产出与 9 个关键变量之间相关系数可以通过旋转成分矩阵求出。其中 X1 项目式教学投入、X2 项目式教学转化可以明显被影响因素解释,而影响因素可以 X3 项目式教学产出。且相关解释效果均达到 86. 28% 。

1. 达标分析

为了更好地辨析不同高校的项目式教学发展程度,本文根据项目式教学发展分类标准,对同等层次高校选择 10 个高校作为一个类别高校。然后利用以上指标,从项目式教学发展视角针对以上 3 个主要成分进行分类评价。形成旋转成分矩阵,即不论原属于哪类高校,在评价过程中如果某类指标达到标准,即可以认定该高校属于该类别高校。表 3 为进入某一类别高校的具体数值。

表 3 旋转成分矩阵

		1 类	2 类	3 类	4 类
X1	项目资源投入	0. 16	0. 96	- 0. 13	- 0. 06
X11	教学经费	0. 60	0. 44	0. 07	0. 02
X12	教师数量	0. 92	0. 10	0. 17	0. 06
X13	实验室	0. 93	0. 26	- 0. 06	0. 06
X2	项目转化	0. 69	0. 61	0. 26	0. 13
X21	课程状况	- 0. 46	- 0. 66	0. 13	0. 69
X22	教材状况	0. 74	0. 02	- 0. 04	- 0. 07
X23	产教融合	0. 21	0. 16	- 0. 24	0. 74
X3	项目产出	0. 07	- 0. 01	0. 93	- 0. 14
X31	竞赛专利	0. 71	0. 14	0. 20	0. 10
X32	教学成果	0. 79	0. 21	- 0. 27	- 0. 07
X33	实习就业	0. 71	0. 37	- 0. 01	0. 12

收集黑龙江省某个民办高校数据,结合评价指标体系,和旋转成分矩阵,对该高校项目式教学发展情况进行计算,通过 Spss 计算成分得分系数矩阵,能够有效发现在进行项目式教学时,哪些环节目前需要进行改进。表 4 为成分得分系数矩阵。

表 4 成分得分系数矩阵

		1 类	2 类	3 类	4 类
X1		0. 70	0. 04	0. 00	- 0. 27
X11		0. 12	0. 05	0. 05	- 0. 07
X12		0. 10	0. 02	0. 01	- 0. 04
X13		0. 10	0. 05	- 0. 05	0. 25
X2		0. 38	0. 16	0. 23	- 0. 02
X21		0. 16	0. 18	0. 19	- 0. 02
X22		0. 23	0. 19	- 0. 08	- 0. 22
X23		0. 23	0. 19	- 0. 04	- 0. 04
X3		0. 19	0. 05	0. 81	- 0. 05
X31		0. 20	0. 10	0. 21	- 0. 04
X32		0. 10	0. 10	- 0. 02	0. 06
X33		0. 09	0. 09	0. 07	- 0. 18

2. 聚类分析

收集黑龙江省9个民办高校数据,结合评价指标体系,和旋转成分矩阵,对该高校项目式教学发展情况进行计算,通过Spss计算聚类表,能够有效发现在进行项目式教学时,哪些环节目前需要进行改进。表5为成分得分系数矩阵。群集1、2为在相同指标评价结果下,能够进入同一群集的群体。系数表示在同一个群集内部,两个高校在同一指标的关联性。

表5 聚类表

变量	阶数	群集组合		系数	首次出现阶群集		系数
		群集1	群集2		群集1	群集2	
X11	1	3	5	0.892	4	5	0.792
X12	1	8	3	0.281	7	3	0.381
X13	1	7	9	0.567	8	9	0.547
X21	1	6	2	0.571	5	2	0.561
X22	1	2	1	0.491	2	1	0.421
X23	1	5	7	0.474	6	7	0.224
X31	1	1	8	0.069	9	8	0.089
X32	1	4	6	0.971	3	6	0.761
X33	1	9	4	0.534	1	4	0.214

3. 总体分析

通过整体的指标评价分析、分配到每个高校的具体达标分析以及高校之间的聚类分析,发现黑龙江省9个民办高校,在X1项目式教学投入,X11教学经费、X12教师数量、X13实验室,投入影响因素方面,基本达标,聚类基本保持一致。在X2项目式教学转化,X21课程状况、X22教材状况、X23产教融合,普遍不达标,与前一类高校也有差距,民办高校之间的课程、教材、产教融合也存在差异,总体解释是,虽然投入基本相同,但是转化速度并不一致,差异化系数比较明显。X3项目式教学产出,X31竞赛专利、X32教学成果、X33实习就业,达标程度更低,与前三类高校差距明显,在民办高校内部差异化系数更加明显。因此项目教学驱动和影响因素创新研究意义重大,特别是从可以拉近与前两类高校的因素进行研究,具体对策为从项目式教学的转化过程进行创新。

五、新商科专业课项目式教学创新对策

项目教学过程中项目开发过程中,可以将侧重

点放在项目教学的开发,将现有的新商科专业课程项目作为一项待开发的资源,项目式学习作为国际公认的促进学生深度学习能力发展的教学模式,有利于培养和提升学生的高阶思维。^[15]项目式学习与学习产出教育模式具有理论的兼容性,可作为在课程教学中促进学习产出的有效方法。^[16]在此背景下,项目教学过程中项目开发创新,可以从时空维度,对项目动态发展进行项目群分析,还可以从时点进行即兴项目教学。

(一)新商科专业课项目式教学—项目创新

根据脱口秀式的即兴发挥,或简短讲座即兴讲解,信手拈来的即兴项目引入课堂教学中,这种项目根据教学过程中实际情况进行实施。现有的新商科专业课程项目与实际经济社会贴合十分紧密,每个项目发展过程都伴随普通居民消费者原有生活、生产方式的改变,这种改变与原有方式之间的偏差常常会引发即兴的发挥,项目情景反转等效果。这些基于情景的即兴项目教学容易激发学生的学习兴趣,引发学生的思考,从项目研讨到知识兴趣,再到学生思考如何解决相关的问题,这一系列均是由即兴的项目教学触发。数字经济时代出现的共享经济模式,是由于消费者更加容易或得商品的试用权,这个共享模式的提出是由于所有权和使用权的分离,如果这样讲解下去,学生难免一头雾水。以即兴项目方式进行教学,共享单车模式是由于北京一所高校的学生一周内丢失了一辆新自行车,而他调查后得知,这种事情比较普遍,若要从源头避免自行车丢失,只需要进行共享即可。这个即兴项目直接引发学生对知识和解决问题的思考。

(二)新商科专业课项目式教学—过程创新

首先,在项目选择上,需要根据学科知识和学生能力的要求选择合适的项目。项目应该具有一定的挑战性和实践性,同时也要与学生的实际情况相适应。通过项目选择的巧妙安排,可以激发学生的学习兴趣 and 动力。其次,在项目组织上,需要合理分工和协作。项目式教学鼓励学生之间的合作学习和互助互补,需要学生在项目中扮演不同的角色,发挥各自的优势和特长。通过团队协作,学生可以相互促进,共同解决问题。再次,在项目指导上,需要引导

学生进行自主学习和探究。教师主要起到指导者和监督者的作用,引导学生进行学习和思考,帮助他们解决问题。通过鼓励学生思考,学生可以在项目中不断提出问题和寻找答案。最后,在项目评价上,需要综合考核学生的学习成果和过程能力。评价应该注重学生的实践能力和学科知识的应用,包括项目成果的质量、解决问题的方法和团队合作等方面。通过多样化的评价方式,可以全面了解学生的学习情况和能力水平。

(三)新商科专业课项目式教学—内容创新

以数据库技术作为支撑技术,将现有的新商科专业课程项目进行整合,编辑完善形成项目库,项目库中各类项目均会随着经济社会动态发展变化,不同的项目之间受到相互影响作用,形成促进或抑制关系,项目库功能逐渐向项目群转变,将原来静态的项目库,逐渐向动态的项目群转变。在电子商务普遍发展的初期,传统行业并没有受到明显的冲击,但随着头部大型电商形成的平台模式,传统行业以银行业,物流行业,通信运营商为代表发生了根本性变革,传统零售行业在数字经济的影响和带动下,也与电商平台形成了合作关系,这些项目在教学过程中会被新商科专业课程反复用到,如果从单一企业项目角度讲解,仍然重复原有的项目库教学,没有基于动态发展项目群开发,在动态数据挖掘技术下,可以对同时空项目进行动态分析。可以准确识别出在经济社会发生转型时,每个涉及的企业但是采取的应对措施和最终的实施效果,也可以利用一段时间动态分析一个企业的发展过程,这个过程中哪些是优势,哪些是误区。

(四)新商科专业课项目式教学—模式创新

在实施项目式教学时,需要教师具备较高的教学能力和学科知识,能够为学生提供必要的指导和支持。同时,学生也需要具备一定的自主学习能力和合作精神,主动投入到项目学习中。在具体的教学实践中,项目式教学可以与其他教学方法相结合,形成多样化的教学模式。例如,可以结合课堂讲授和实际操作,使学生在项目中学习理论知识并进行实际操作。也可以结合在线教育平台和实地实践,打破时间和空间的限制,提供更多的学习资源和

机会。

项目式教学的实施方式与具体的教学目标和学科特点有关。通过合理选择项目、合作学习和自主探究,可以提高学生的学习效果和能力培养。在实际操作中,教师和学生都需要积极参与,共同努力,才能够实现项目式教学的目标和效果。

随着经济社会环境的发展,项目教学法在培养学生应用能力方面需要进行变革,实际教学更加贴合的项目教学法。识别项目教学的创新驱动因素,这些创新因素不仅仅能驱动项目教学变革,也可以在项目教学过程中改善项目资源开发,最终确实提升新商科专业课程项目教学的效率。项目教学过程中项目开发创新研究目前偏少,因此提出了基于动态发展项目群开发和基于情景的即兴项目教学。本研究针对具体特定的项目研究偏少,同时与新商科专业课程结合偏少,对于项目教学法创新的结果达成度研究偏少,未来可以根据新商科专业课程在项目教学法实施过程中出现的新情况和新问题,继续深入研究。

参考文献:

- [1] 洪霞,刘子莹.高校基于项目式学习教学模式的有效教学评价[J].中国多媒体与网络教学学报(上旬刊),2022,(09):120-124.
- [2] 袁芳,孙海兵.论项目式互动教学对本科生创新思维的促进作用[J].创新创业理论研究与实践,2021,4(11):80-81+84.
- [3] 刘蕾,艾兴政,李世林.电子商务专业跨学科进阶项目式实践教学体系的构建[J].实验科学与技术,2021,19(02):58-62.
- [4] 隋丽莹,岳瑞波,刘俊琴.项目式教学模式下管理学课程思政教学策略研究[J].晋中学院学报,2022,39(06):96-100.
- [5] 李峰,朱红青,谭波.虚拟教研室“智能+”项目式教学模式与学生高阶思维培养[J].化工高等教育,2023,40(03):61-70.
- [6] 曹相东,王明明.项目式教学法在课程中的应用策略[J].教育艺术,2021,(10):66.
- [7] 冯瑜.项目式教学在市场调查与预测课程中的应用[J].老字号品牌营销,2021,(10):143-144.
- [8] 李艳.基于校企合作工作室的电子商务专业“项目式”教学模式研究[J].现代商贸工业,2023,44(03):226-228.
- [9] 王琳,苏航.新商科背景下基于“课岗对接+项目式教学”模式的商务数据分析课程教学的改革[J].山西青

- 年,2022,(16):10-12.
- [10] 李泽慧. 基于整合创新理念的项目式教学模式研究[J]. 黄山学院学报,2022,24(01):139-140.
- [11] 东为富,董玉明,倪邦庆,陆双龙,钮腾飞,丁玉强,陈明清. 融合价值观塑造与创新能力培养的项目式教学模式构建与实践[J]. 化工高等教育,2021,38(05):32-35.
- [12] 黄重谦,蒙丽莉,刘正奇,蓝海江. 基于成果导向的项目式教学改革[J]. 装备制造技术,2021,(05):199-203+206.
- [13] 强丹丹,雷雨. 项目式教学在应用型高校教学设计中的研究与实践[J]. 应用型高等教育研究,2023,8(01):58-64.
- [14] 孙志刚,张天宏,牛序铭,唐云冰. “四性四融”的项目式实习模式探索与实践[J]. 工业和信息化教育,2021,(07):61-67.
- [15] 卜彩丽,陈文静,李雯娜,宋佳音,吴茜. 项目式学习促进大学生高阶思维发展的实证研究[J]. 数字教育,2022,8(03):71-77.
- [16] 吴知凡. 指向学习产出的项目式学习模式研究[J]. 南京晓庄学院学报,2021,37(02):100-104.

Evaluation and Optimization of Innovative Driving Factors for Project based Teaching in New Business Majors

Li Gang

(School of Business Administration, Harbin Cambridge University, Harbin, Heilongjiang, China 150069)

Abstract: Project based teaching has been applied in undergraduate teaching for many years and has achieved good results in cultivating students. For project-based teaching of new business courses, it is necessary to reform and innovate the project-based teaching of new business courses based on the existing project-based teaching, combined with current new technologies and methods. There is literature available, and the operating mechanism and model of project-based teaching have been innovated, proposing project-based collaborative learning. Based on the current situation of project-based teaching in new business courses, identifying the driving factors for innovation and carrying out subsequent reforms and innovations has become a research focus. In order to identify the inherent mechanism of project-based teaching innovation in the new business major curriculum, the first step is to construct an evaluation index system for the driving factors of project-based teaching innovation in the new business major curriculum. Then, relevant data on project-based teaching implemented in the new business major curriculum in private universities in Heilongjiang Province are used as the analysis object. Through statistical econometric models, a systematic analysis is conducted from three aspects: innovation driving factors, project-based teaching reform, and project outcome orientation. Using input-output models and system dynamics models, the operating mechanism of project-based teaching innovation in the new business major curriculum is fitted. By utilizing the transmission effect generated by this mechanism, introduce the operating mechanism into the existing project-based teaching of professional courses, and propose a new project-based teaching model for business majors that is in line with the actual situation of private universities in Heilongjiang Province.

Key words: new business major; project-based teaching; innovation driven

(责任编辑:廖秀萍)

新工科背景下交叉学科建设探索 ——以华南理工大学“软物质科学与工程”为例

代安娜^{1,2} 康德飞^{* 1,2}

(1. 华南理工大学 前沿软物质学院, 广东 广州, 510640;

2. 华南理工大学 华南软物质科学与技术高等研究院, 广东 广州, 510640)

摘 要:伴随新一轮科技革命和产业变革的加速演进,发展新工科和交叉学科建设已经成为高等教育发展的重要任务之一,本文从新工科背景出发,总结了交叉学科建设中存在的共性问题,并以华南理工大学“软物质科学与工程”学科为例,提出了做好顶层设计、开展有组织科研、推进校企合作、深化学生培养模式改革等路径,同时探索了拆除学科壁垒、重视教辅和工程技术人才、优化学术资源整合等发展方向,为交叉学科的发展提供借鉴。

关键词:新工科;交叉学科建设;软物质科学与工程

新工科建设是国家在应对新一轮科技革命和产业变革、建设制造强国背景下作出的重大战略抉择。发展交叉学科,不仅是新工科教育教学深层次改革的重要举措,也是服务于国家高精尖产业发展战略的重要环节^[1]。“新工科”注重不同领域的交叉融合、协调共享,继承并同步创新以应对瞬息万变的形势和未来塑造^[2],而交叉学科作为学科交叉融合的产物,是综合性、跨学科的知识体系,有利于解决科技前沿、人类经济社会发展面临的复杂性问题。可以说,新工科建设和交叉学科建设目的是一致的,都是致力于提高高等教育的质量,交叉学科发展是新工科建设的重要支撑。

近年来,我国先后出台一系列政策有力推动了交叉学科的长远发展。2010 年教育部办公厅印发了《授予博士、硕士学位和培养研究生的二级学科自主设置实施细则》,规定学位授予单位可经论证备案程序,依托相关一级学科自主设置交叉学科。在政策推动下,我国二级交叉学科点建设规模持续扩大。2020 年 11 月,国家自然科学基金委成立了“交叉科学部”,统筹和部署面向国家重大战略需求和新兴科学前沿交叉领域的研究,建立健全学科交叉融合资助机制。同年 12 月,国务院学位委员会和

教育部新设置“交叉学科”门类(门类代码为“14”),并于 2021 年 11 月印发《交叉学科设置与管理办法(试行)》,规范交叉学科门类下一级学科的设置与管理,至此交叉学科能够通过升格一级学科获得独立发展的机会,争取更多的学术资源和更大的发展空间。这些制度保障为学科交叉融合奠定了坚实基础,为新工科背景下的交叉学科建设带来了重大机遇。

一、交叉学科建设面临的问题

截止到 2021 年 6 月底,我国已有 180 余所高校和科研院所向教育部完成了自主设置交叉学科的备案,这些机构设置的交叉学科数量共有 616 个。如此庞大的交叉学科建设态势在运行过程中也逐渐出现一些共性问题。

(一) 已有学科潜力未充分挖掘,交叉学科建设缺乏全局规划

交叉学科设置,要充分考虑对现有完整学科体系的冲击,充分挖掘已有学科的发展潜力,而不是相近学科的简单叠加或延伸。近年来,新设置的交叉

作者简介:代安娜(1992—),女,硕士,研究实习员,主要研究方向:高等教育研究; * 通讯作者:康德飞(1982—),男,硕士,助理研究员,行政副院长,主要研究方向:高等教育研究。

学科和相应的专业种类层出不穷,导致高校教师、报考学生和家长无所适从。一些交叉学科无论是在学科内涵、硬件和软件基础建设、社会认可度和接受度等方面都表现出前期调研和准备不充分的现象,在一定程度上造成滥竽充数的负面影响。同时,一些学校在交叉学科建设中过于关注眼前的需求和短期利益,而忽视了对学科长远发展的规划和考虑,相关的体制机制缺乏实操性和完整性,从而产生学科发展停滞、人才引进困难、研究动力不足等影响交叉学科可持续发展等问题。

(二)交叉学科缺乏多学科背景的高层次学科人才队伍

科技越发展,问题越复杂,需要用多学科知识解决复杂问题的情况越多。传统的旧工科是用方法学(研究工具)来划分定义专业,比如用化学方法来研究事物并应用到工业界,就是化工专业。用力学方法研究事物并应用到工业界,就是机械专业。这种学科或者专业的划分,与我们长期以来的学科设置有关系。新工科是以将来对人类的命运有重大变革和影响的课题方向来做研究,新工科的发展能促进学科交叉,打破传统学科知识体系之间的壁垒,对老师、对学生的要求更高,需要懂得许多交叉科学研究的知识。当下,有些跟风建立的交叉学科缺乏合适的学科带头人,聚集了一批在原学科难以冒进、不堪重任,在新学科难以彼此取长补短、强强联合的人。这类新成立的交叉学科往往也难以持久存在。^[3]

(三)交叉研究流于形式,交叉研究平台缺乏有效的考核

传统的高校科研工作往往是个人或某个课题组“单打独斗”式,不同学科背景和研究方向的老师之间合作科研的机会较少,这种模式不利于学科交叉。有的课题组为了拿大项目而临时拼凑团队,但开展真正的科研合作少,这显然不利于创新成果的产出和交叉学科方向的发展^[4]。此外,一些学校为了促进学科交叉,建立了虚体或者实体的交叉研究机构。但在实际运行中,往往存在实体机构交叉面不够广,虚体机构推不动发展且难以考核的情况,从而影响了交叉研究平台实际运行效果。^[5]

(四)重科研,轻教学,对学科交叉人才培养模式改革不够深入

交叉学科需要教育,特别是高等教育的配合,以确保有充足的、高质量的人才供应^[4]。交叉学科需要为党和国家培养堪当时代大任、具有跨学科知识和技能复合型拔尖人才。然而,目前在高校中仍普遍存在重视科研,轻视教学的情况。交叉学科专业课程设置相对不完善,有的学校只有在研究生阶段才能接触到跨学科研究项目。本科生的交叉学科课程体系大都是所涉及的传统学科课程的生搬硬凑,无法真正满足交叉学科方向学生培养的需求,导致学生在跨学科研究中存在知识断层、技能匮乏和无法将知识融会贯通等问题。^[6]

二、华南理工大学“软物质科学与工程”学科建设路径

针对以上交叉学科建设存在的普遍问题,以及聚焦科学前沿和关键技术领域,深化新工科建设需要,华南理工大学以“软物质科学与工程”学科建设探索为例,阐述了一个新兴学科从无到有过程中,学校在体制机制、学科平台、人才引育等多方面的创新做法及其取得的成果,相关经验措施和理论成果能为其它高校开展相关工作提供借鉴。

(一)做好顶层设计,多方协同推进交叉学科发展

华南理工大学是一所以工见长,理工医结合,多学科协调发展的综合性研究型大学。立足于国家亟待发展的功能和智能先进材料的开发与工程化的重大需求,同时基于学校在材料、工程、化学等学科方向的较好基础,华南理工大学瞄准世界科学发展前沿,成立了软物质领域专门研究机构——华南软物质科学与技术高等研究院,随后向教育部申请自主设立“软物质科学与工程”新兴交叉学科进行研究生培养(2018年)。在部省市校共建广州国际校区之际,华南理工大学依托华南软物质科学与技术高等研究院已有的师资力量和科研条件,率先在国内成立了软物质领域首个二级学院“前沿软物质学

院”(2018年),2023年向教育部申请增设同名专业,该专业属于工学材料类特设专业,2024年被列入专业目录,将软物质交叉学科从科研层面延伸到本科生培养,至此形成全国首家软物质领域具有在地国际化特色的本、硕、博贯通式人才培养体系,以“学院+高端研究院”的新型学科载体,为国家在软物质学科方向培养拔尖创新人才。同时为了破除传统学科壁垒和体制机制限制,学校建立全面的交叉学科建设方案,在人、财、物等方面给予软物质研究院相对独立的自主权,支持软物质学科快速发展。首先,破除传统教研岗位“终身制”,采用全新的“破五唯”原则吸引了一批深耕软物质领域的、具有多元化背景且高水平的优秀学者来校工作,不断提升软物质交叉学科的师资力量。其次,秉持“引进一位,成就一位”的引才育才理念,在学术头衔、启动经费、招生指标、科研场地等方面优先保障交叉学科研究需要,给人才提供良好的成长环境和条件,为其事业发展提供支持。最后,学科平台规划和运行方面,尊重大科学家的指导意见,通过持续经费投入和政策倾斜,支持学科开展自主创新研究。在平台考核方面,顺应新工科的发展需要,给学科发展提供开放和包容的环境。

(二) 开展有组织科研和推进校企合作,快速提升交叉学科学术实力

软物质学院(研究院)以交叉合作为科研重点。首先,在学院引进人才考核环节,设立“与学院专业方向的契合度”方面的评价指标,重点考察引进人才研究背景是否符合软物质学科的建设规划以及未来是否有交叉合作的可能性。其次,学院结合前沿科技,面向国家战略和区域经济发展的现实需求,在内部设立多个交叉研究平台,将科研人员编入相应的交叉研究平台,同时给予平台发展专项资金,激发科研人员间开展实质性的合作,促进学科交叉融合产生重大成果。例如2019年学院引进了高分子方向的H教授和物理方向的S教授,引进前两人学术背景不太相关,来校后,借助学院交叉研究平台和对科研人员开放包容的政策环境,两人自主探索了软物质学科交叉研究方法,在国内率先开发了“一类

新型变革性铁电向列型液晶材料”并取得了一系列原创重大发现,相关研究成果以共同通讯作者身份在包括Nature Physics在内的多个国际顶尖期刊陆续发表,并获批国家和广东省多个科技主管部门研发经费支持,2023年华为公司主动与团队对接,布局未来液晶工业竞争制高点。最后,学院重视软物质领域基础科学问题的同时,积极关注软物质材料及器件的应用基础研究、后续工程化和技术创新问题,以学科发展助力众多战略性新兴产业的发展。例如“光学显示和器件”交叉研究平台,团队从分子设计合成(微观尺度)、微观结构控制(介观尺度),到薄膜加工(宏观尺度)进行全链条、跨尺度系统研发,力图在先进光学膜的设计原理与薄膜加工制造关键技术上填补国家空白,支撑光学膜制备全面国产化。目前团队成员已先后牵头承担国家自然科学基金重大项目在内的多项国家和省级项目,并与广东省行业龙头企业共同推动相关核心技术和自主知识产权转化落地。开发的部分材料已经实现原料量产和成品膜材料在生产线上的成功试产,且正与下游光学显示器件生产企业洽谈进行最终商业化产品的应用。

(三) 深化学生培养模式改革,优化交叉学科人才培养体系

面对新形势,学校主动布局升级改造传统工科教育,面向新工科需求进行专业建设,自2019年以来先后出台《华南理工大学“新工科”F计划》、《华南理工大学“新工科”人才培养试验区2.0”实施方案》等多项制度,深化本科教育教学改革,以培养具备跨学科能力的拔尖创新人才,为新工科背景下交叉学科的发展厚植人才沃土。其次,学院重视交叉学科的课程体系建设,结合学科特点和新兴产业发展需求设置多学科背景的理论与实践课程,将学科融合的特色落到实处,打造模块化特色教学体系。例如“战略前沿材料与智造工程导论课”是学院本科生专业入门的第一课,分两部分,分别于入校第一学年上、下学期开设。《战略前沿材料与智造(一)》以理论知识的梳理和剖析为主,邀请多位覆盖不同学科方向的专业老师,以剖析深奥的课题研究展开讲授专业基础理论知识,培养本科生的科研兴趣;《战略

前沿材料与智造(二)》以研讨和实验为主,侧重学生自主探究和实验实践能力的锻炼。该特色课程通过理论和实验的相结合,帮助学生了解交叉性科学知识和诸多应用的关联性,为本科二年级进一步深入专业学习打下基础。第三,学院以现有的交叉研究平台方向延伸设置相应的本科“微专业”,在构建综合性的交叉学科课程体系基础上,通过“微专业”进一步分流,将优质科研资源转化为教学资源,深化产学研用结合,以培养理论知识扎实、实践能力突出的软物质领域工程技术人才。第四,在研究生培养上,为拓宽研究生知识面,满足交叉学科研究需要,实施研究生资格累积考试,即学生在满足毕业基本条件基础上,在读期间还需通过规定次数的交叉学科学业测试,以培养学生全面的科学素养和跨学科的研究能力。最后,学院与世界多所著名高校建立紧密的合作关系,通过学术讲座、短期讲学、暑期学校、国外研学以及开展学生联合培养项目等途径,借鉴融合中外高等教育体系所长,拓宽学生的学术视野和研究思路,助力学生成长为具有跨学科思维和国际竞争力的软物质领域复合型人才。

三、交叉学科建设发展方向探索

“软物质科学与工程”作为华南理工大学推进交叉学科建设的重要探索,产生了一定的示范效果。但未来不断适应科技变革和产业技术变革,增强学科服务国家战略能力仍需围绕如下五个方面持续努力。

(一)打破跨专业招生“壁垒”,培养具有跨学科研究视野的拔尖人才

尽管高校自主设置的交叉学科通常会涉及多个一级学科,但在未能跻身第14个学科门类成为一级交叉学科之前,前身都归属为某一级学科的下属二级学科方向。研究生导师的招生指标通常限定在具体的学科方向,而对于交叉学科方向的研究生导师,难以按照交叉学科所跨学科范围,跨专业招收其他学科方向的研究生,这在一定程度上限制了导师开展跨专业的研究活动,不利于培育新兴交叉学科生

长点。为此,我们可以通过深化体制机制创新推进交叉学科人才培养改革,如成立交叉学科的学位分会,理顺交叉学科学位授予的体制机制;实行交叉学科招生计划单列,保证交叉学科人才培养规模;制定导师跨学科招生相关制度,让跨学科招生成为可能,为交叉学科学生提供整合性跨学科的训练。

(二)提升仪器平台软实力,重视教辅和工程技术人才队伍建设

对于偏自然科学类的交叉学科,科研的过程通常会用到一些高精尖的科研重器,管理和使用这类仪器的专业人才配备很重要。对于偏工科或理科的专业,科研设备条件和运行效率直接影响了科研工作的进度。目前高校对于教学科研人员的引进非常重视,而对于教辅或工程技术人员队伍建设有所忽视,一些高校科研实验平台硬件条件过硬,而仪器后续管理和开放共享体制机制还比较滞后。如这类专业人才配备不足,会导致很多大型仪器无法发挥其应有的效果,这不仅限制了教学效果,同时科研人员也缺少了有力的技术支撑,影响了重要科学问题和关键核心技术的突破。

(三)优化学术资源整合能力,促进多学科交叉和合作

在交叉学科的发展中,学术资源的整合是非常重要的。交叉学科需要跨越不同学科领域进行深入研究,但目前学术资源的整合和共享不够充分。不同学科之间缺乏有效的合作机制和平台,导致交叉学科的研究难以得到全面支持和发展。因此,需要进一步完善学术资源整合的机制,促进不同学科之间的交流与合作,提升交叉学科的研究水平和影响力。

(四)加大科研经费支持力度,为交叉学科发展提供条件保障

科研经费是推动交叉学科发展的重要保障。交叉学科的研究通常需要投入较大的资金进行仪器设备购置、实验材料采购和科研项目开展。但是,现有的科研经费体系常常无法满足交叉学科的需求,导

致科研工作受限。因此,需要加大对交叉学科的科研经费支持力度,提供充足的研究经费,促进交叉学科研究的深入开展。

(五) 构建多元化的学术评价体系, 适应交叉学科发展

传统的学术评价体系主要以论文数量和发表刊物的影响因子为评价依据,这对于交叉学科的发展存在一定的制约。交叉学科的研究通常具有跨学科性质,其成果可能不仅体现在传统的学术论文上,还可能体现在专利、技术转化和社会影响力的认可和奖励等方面。因此,需要适应交叉学科发展的特点,充分考虑科研成果的创新性、实用性和影响力,构建更加全面、多元的学术评价体系,充分认可和激励交叉学科研究的成果和贡献。

参考文献:

- [1] 李鑫,顾良娜. 新工科建设背景下的交叉学科人才培养模式研究[J]. 高校学生工作研究,2023(01):15-22.
- [2] 曹笃霞,关瑞芳,赵松方等. 新时代背景下工科类学生综合能力提升培养模式改革探索. 2023 年第八届生活教育学术论坛论文集[C]. 出版地不详:中国陶行知研究会,2023:5-7.
- [3] 王义遒. 学科“交叉”比交叉学科更重要[N]. 中国科学报,2021-12-14(007).
- [4] 齐芳. 摆脱简单叠加 交叉学科如何真正融合[N]. 光明日报,2021-10-29(008).
- [5] 屈西西,李均. 高校学部制改革:交叉学科建设的“催化剂”[J]. 黑龙江高教研究,2023(09):72-76.
- [6] 林健. 多学科交叉融合的新生工科专业建设[J]. 高等工程教育研究,2018(01):32-45.

Exploration of Interdisciplinary Construction Under the Background of New Engineering: Taking “Soft Matter Science and Engineering” Discipline of South China University of Technology as an Example

Dai Anna^{1, 2} Kang Defei^{*1, 2}

(1. School of Emergent Soft Matter, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong, China 510640;

2. South China Advanced Institute for Soft Matter Science and Technology, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong, China 510640)

Abstract: With the acceleration of a new round of technological revolution and industrial transformation, the development of new engineering and interdisciplinary construction have become one of the most important tasks for the development of higher education. Under the background of new engineering and taking the discipline of “Soft Matter Science and Engineering” of South China University of Technology as an example, the paper summarizes the common problems existing in interdisciplinary construction, and puts forward effective methods including strengthening top-level planning, carrying out organized scientific research, promoting school-enterprise cooperation, and innovating student training mode. The paper also discusses the ways of dismantling discipline barriers, attaching importance to teaching and engineering talents, optimizing integration of academic resources and others, aiming to provide references for the development of interdisciplinary construction.

Key words: new engineering; interdisciplinary construction; soft matter science and engineering

(责任编辑:廖秀萍)

电磁型电压继电器特性实验中信号灯闪烁分析^{*}

邓丰强 王智东^{*} 章子扬 刘 畅 杨 玲 梁 梅
(华南理工大学 电力学院, 广东 广州, 510640)

一、实验目标

1. 了解继电器结构。
2. 学会调整、测量电磁型继电器的动作值、返回值和计算返回系数。
3. 测量继电器的基本特性,并学会用实验的方法分析、理解和验证实验过程中遇到的一些现象。

二、实验内容与思路

(一) 实验内容

1. 学生在做电磁型电压继电器特性实验过程中,发现表征继电器触点开合状态的信号灯有不同程度的闪烁现象。
2. 结合电磁型继电器结构和运行机理,深入分析电磁型电压继电器触点开合的状态信号灯闪烁的原因。
3. 对继电保护实验室现有的 8 台不同运行时间的电磁型电压继电器进行实验验证,分析和研究电磁型电压继电器分合时信号灯闪烁现象的本质。

(二) 实验思路

1. 我校继电保护实验室现有 8 台继电保护综合实验平台,让学生分别进行电磁型电压继电器特性实验,统计分析实验现象或规律。
2. 根据统计分析的实验现象,进行合理推断,并结合继电保护原理展开分析。
3. 电磁型电压继电器的分合理论上应该是“闭合”或“断开”两种状态,而不应该有这种处于分合闪烁的现象,深入分析电磁型电压继电器特性实验中信号灯闪烁现象的本质。
4. 通过分组分类实验验证,找到该信号灯闪烁的原因,消除学生实验过程中的困惑,使学生掌握实验现象的分析方法,加深对所学课程知识的理解 and 应用,提高分析问题和综合运用专业知识的能力。

三、实验过程

(一) 实验接线图

电磁型电压继电器主要有两个主要回路:线圈回路和分合回路。线圈回路接入交流电源,交流电源提供的电压与继电器的整定值相比较,比较结果决定将决定继电器的分合,由于分合过程不容易被

^{*} 基金项目:广东省本科高校高等教育教学改革项目(C9233013、C923026、C9223025),广东省研究生教育创新计划项目(C9238026),华南理工大学探索性实验项目(C9226480),华南理工大学教研教改项目(C9233060、C9213105)。

作者简介:邓丰强(1986—),男,硕士,实验师,从事智能配电网与能源互联网的教学与研究; * 通讯作者:王智东(1980—),男,博士,高级实验师,从事电气工程及其自动化教学与研究;章子扬(2003—),男,在读本科生,研究方向:电气工程及其自动化;刘畅(2003—),女,在读本科生,研究方向:电气工程及其自动化;杨玲(1981—),女,硕士,实验师,从事电气工程及其自动化的教学与研究;梁梅(1981—),女,硕士,高级实验师,从事电气工程及其自动化的教学与研究。

肉眼观察,因此,在分合回路接入了信号灯,信号灯的“亮”和“灭”即反映继电器的“闭合”或“断开”。

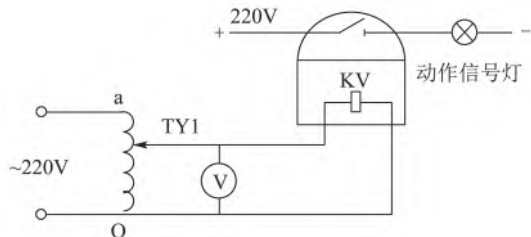


图1 电压继电器特性实验原理接线图

电压继电器特性实验原理接线如图1所示。外部交流电源直接接入到电磁型电压继电器线圈回路的端子,并电压表测量输出到电压继电器的电压大小。220V 直流电源经自身内部带有电阻的信号灯,接入到电磁型电压继电器的分合回路。

(二) 实验过程发现的闪烁现象

学生在开展电磁型电压继电器特性实验时,该继电器整定为指针指向的其中一个具体刻度 48V。

理论上,供给电压继电器线圈回路的电压增加到整定值,即 48V 附近时,电压继电器的分合触点将动作,从而将原先的“闭合”变成“断开”,具体表现在接入分合回路的信号灯由“亮”变为“灭”。

但该电磁型电压继电器的实验现象跟理论情况并不完全一致,表征该继电器分合状态的信号灯一直处于“亮”的状态,直至供给继电器线圈回路的电压增加到 49.6V,信号灯出现了理论上不应该有的“闪烁”现象。

继续增加供给继电器线圈回路的电压直至 50.4V,信号灯才不再“闪烁”而处于“灭”的状态,说明此时继电器才完全“断开”。也就是区别于继电器只有“闭合”或者“断开”两种明确状态的理想情况,对于该继电器来说,当该继电器线圈回路电压在 49.6V 到 50.4V 之间时,该继电器的信号灯处于“闪烁”。

进一步观察该继电器的分合状态由“断开”到“闭合”时,该继电器的分合是否也存在“闪烁”的现象。将供给该继电器线圈回路的电压由 50.4V 逐步缓慢减少,发现线圈回路的电压下降到当

45.4V 时,接入继电器分合回路的信号灯也开始“闪烁”,表明该继电器的分合也存在“闪烁”现象。该电磁型电压继电器触点分合实验过程如图2所示。

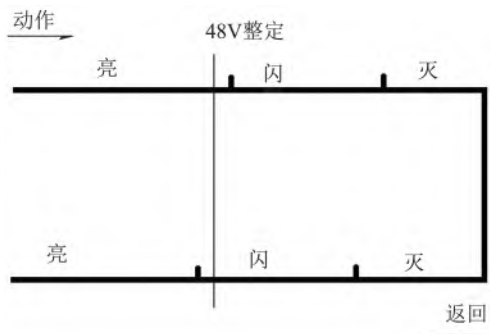


图2 电磁型电压继电器触点分合实验过程

为了尽可能避免实验误差,对该继电器进行多次实验。抽取其中 10 组数据如图3所示,10 次实验得到的现象几乎一样,说明该电压继电器的“闪烁”现象并非偶然。

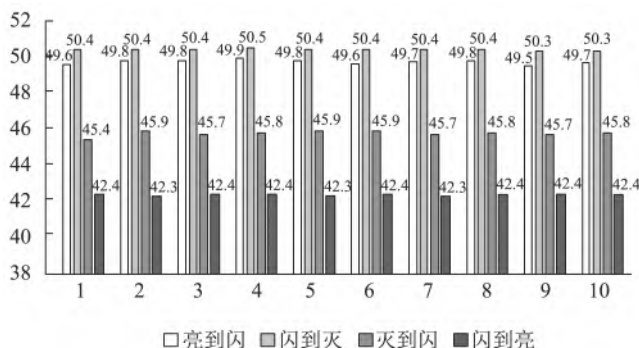


图3 电压继电器分合动作实验数组统计图

四、闪烁现象分析

(一) 电磁型电压继电器的结构

以经典的 DY 系列电磁型电压继电器为例子,首先分析电磁型电压继电器的结构。

DY 系列电磁型电压继电器的结构图如图4所示。电压继电器的线圈是经过电压互感器接入系统电压 U_s 的,其线圈中的电流为

$$I_r = \frac{U_r}{Z_r} \quad (1)$$

式中: U_r —加于继电器线圈上的电压,等于 $U_s/n_p T$

($n_p T$ 为电压互感器的变比); Z_r —继电器线圈的阻抗。

$$F_e = KI_r^2 = K'U_s^2 \quad (2)$$

继电器的平均电磁力如式(2)所示,因而它的动作情况取决于系统电压 U_s 。它的线圈是用温度系数很小的导线(例如康铜线)制成,且线圈的电阻很大。

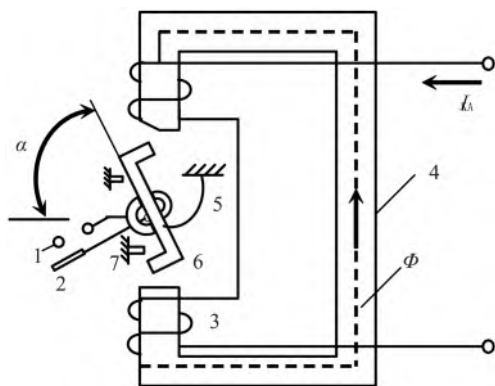


图4 DL系列电磁继电器结构图

(二) 闪烁现象的原因

结合电磁型电压继电器的结构,从电气回路分析,放置和使用时间长短对继电器的显著影响就是使继电器老化。而继电器上的触点不仅与空气接触,且由于使用过程中继电器频繁的接通和断开产生的电火花,极易使触点氧化锈蚀,使触点结构变得疏松,表面粗糙,触点处电阻急剧增大,相当于新式继电器的触点部分串联了一个大电阻,如图5所示。这个等效电阻由于阻值大,分压作用大,因此使得继电器完成动作时的电压提高了。由于生锈后表面粗糙,容易造成接触不良,因此继电器老化后闪烁现象十分明显,闪烁现象也从0.8V到3.4V之间不等。

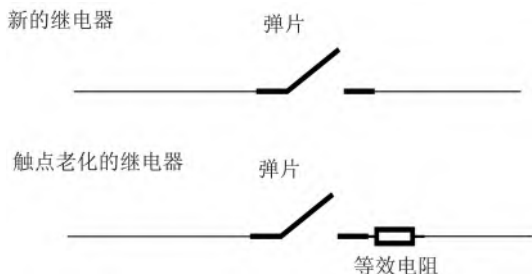


图5 附加电阻的电路

五、实验验证

我校继电保护实验室现有8台继电保护综合实验平台,每台继电保护综合实验平台配备了1个电磁型电压继电器。其中,3台为近两年新购置的实验平台,5台为运行10年左右的实验平台。

对3台新式的电磁型电压继电器和5台老式电磁型电压继电器做特性实验验证。

3台新的电压继电器分别在44.67V,43.77V,47.68V动作,其动作值稍微低于整定值48V;5台老式电压继电器实际动作值相对较大,分别在平均50.39V,49.87V,49.86V,49.52V,49.78V动作,且均发生了闪烁现象。因此,老式电磁型电压继电器由于使用时间较长,触点老化,产生了附加的电阻,其动作值全部高于整定值48V。

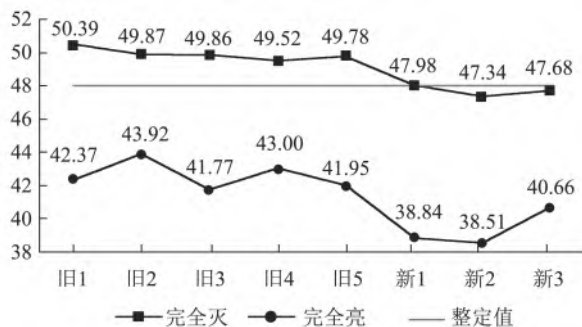


图6 各电压继电器的动作情况

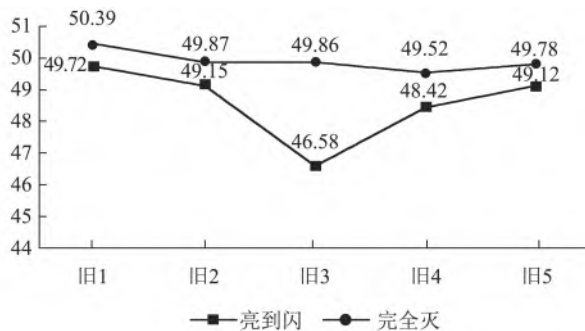


图7 5台旧式继电器的动作值闪烁现象

进一步分析5台旧式继电器的动作值的闪烁现象,如图7所示。实测动作值时,除了第3台电压继电器开始闪烁的电压(图中亮到闪对应的电压值)低于48V,其他4台继电器开始闪烁的电压都在整

定值的 48V 以上,完全动作的电压(图中闪到灭对应的电压值)则更高。

深入分析实测动作值闪烁现象的电压偏差,如图 8 所示。实测动作值的闪烁现象中,第 3 台继电器的动作值电压偏差较大,超过了 3V,说明该继电器的触点较为迟钝,驱动线圈的电流偏差较大;其他 4 台继电器动作值的电压闪烁现象基本都在 1V 左右,性能较为稳定。

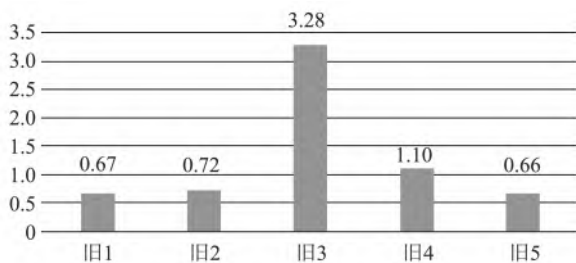


图 8 旧式继电器实测动作值闪烁现象的电压偏差

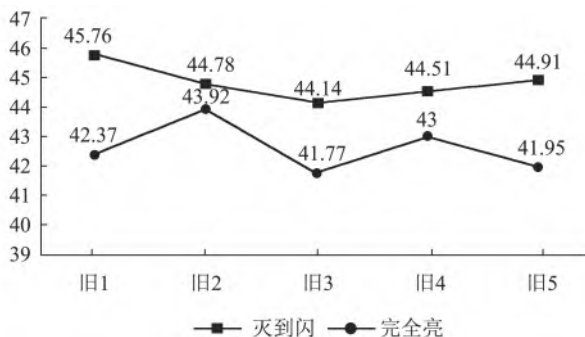


图 9 5 台旧式继电器的返回值闪烁现象

同理分析 5 台旧式继电器的返回值的闪烁现象,如图 9 所示。实测返回值时,5 台电压继电器开始闪烁的电压(图中灭到闪对应的电压值)均在 45V 左右,完全返回的电压(图中闪到亮对应的电压值)在 42V 左右。其中第 2 台继电器以及第 4 台继电器的闪烁比较小;注意到第 3 台继电器在实测动作值时,电压偏差较大,而在实测返回值时,电压偏

差较大的问题则不明显。

具体量化实测返回值时闪烁现象时的电压偏差情况,如图 10 所示。与图 8 动作值的闪烁现象相比较,动作值的闪烁现象,除了第 3 台电压继电器的动作值电压偏差较大,其他的偏差较为接近,偏差范围比较小;而返回值的闪烁现象则分化较为明显,偏差范围普遍较大。另外,细化到每台继电器的动作值和返回值的闪烁现象,两者之间没有明显的对应关系,如第 1 台继电器的动作值闪烁现象很小,但返回值的闪烁现象却很大。第 3 台电压继电器的动作值闪烁现象最大,而返回值的闪烁现象在 5 台继电器中只是中间值。

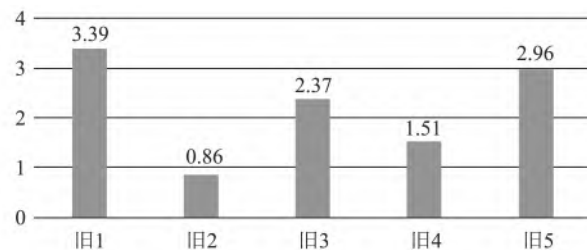


图 10 旧式继电器实测返回值闪烁现象的电压偏差

六、实验应用效果

电压继电器是继电保护实验的重要基础元件,电压继电器特性实验在高校本科教学实验过程中具有重要的学习意义。因此,通过观察电磁型电压继电器特性实验中的触点回路信号灯闪烁的差异现象,记录实验数据、分析实验数据,以此来研究电压继电器的触点回路信号灯产生闪烁现象及差异的原因,研究触点接触电阻对电压继电器闪烁的影响,解决学生进行电磁型电压继电器实验时因信号灯“闪烁”现象而产生的困惑,同时加深学生对课本理论知识的理解和掌握。

(责任编辑:廖秀萍)

高电压虚拟仿真实验设计^{*}

杨 玲 张子涵 王 硕 王智东 邓丰强

(华南理工大学 电力学院, 广东 广州, 510640)

一、实验目标

高电压技术实验作为《高电压技术》本科课程内容的一部分,在巩固学生理论知识,锻炼实践能力,以及理论与实践融合贯通方面有着重要的意义。目前高电压实验受实验设备的限制,存在因实验电压调节范围小而导致实验结果存在局限性、由于实验过程中电压击穿的声音过大而增加学生的心理压力等等问题,制约了学生自主学习的积极性、主动性和创新能力,不能充分培养学生的综合实践能力。随着教育信息化的发展,实验教学方式在不断地发生变化,在实验教学与信息化技术深度融合的趋势下,虚拟仿真实验应运而生。高电压虚拟仿真实验是在结合实验设备的基础上,利用仿真软件来搭建电路模型模拟各种实验过程,在这个过程中,实验电压可随意进行调节,得到理想的实验结果,同时学生在没有心理压力的情况下进行实验操作,并充分掌握实验的原理与方法,从而更好的达到从理论知识向实践过渡的实验教学目的。

本文采用了 Matlab 的 GUI 功能和 Simulink 结

合制作交互界面的方法,设计研究了高电压实验仿真实验系统。通过模仿各种击穿耐压及冲击实验,得出波形与数据,用以与现实高压设备数据做比较得出结论。学生无论是在课堂上还是在课后,都可以在电脑上实现实验的仿真,摆脱了无实物的困境,实验参数可以随意设置,解决了受实验设备调节范围限制的问题,为高电压实验教学提供了一种新的方法。

二、仿真实验系统设计思路

(一)仿真实验系统结构

仿真实验系统为工频放电实验系统,主要分为均匀电场气体间隙的工频放电实验和不均匀电场气体间隙的工频放电实验。在实验系统简介界面,显示系统的可实现功能模块,通过点击功能模块,进入各模块相对应的实验项目的“目的与要求”、“实验原理”、“实验内容”的说明界面,通过返回模块可进行界面间的自由切换,两个实验之间可以相互切换。如图 1 所示。

^{*} 基金项目:华南理工大学教研教改项目“面向电力新技术的高电压实验教学改革研究”(C9223091);广东省高等教育学会实验室管理专业委员会研究项目“高校实验教学模式改革与创新——以电气工程专业为例”(N5221290);华南理工大学探索性实验项目“设备绝缘耐压测试虚拟实验研究”(C9238130)。

作者简介:杨玲(1981—),女,实验师。主要从事电力系统及其自动化、高电压技术方面的教学与研究工作。王智东(1980—),男,工学博士,高级实验师,电力实验室主任,邓丰强(1986—),男,实验师,主要从事电力系统及其自动化方面的教学和研究工作。张子涵(1998—),男,电气工程及其自动化 2016 级本科生。王 硕(1999—),男,电气工程及其自动化 2017 级本科生。

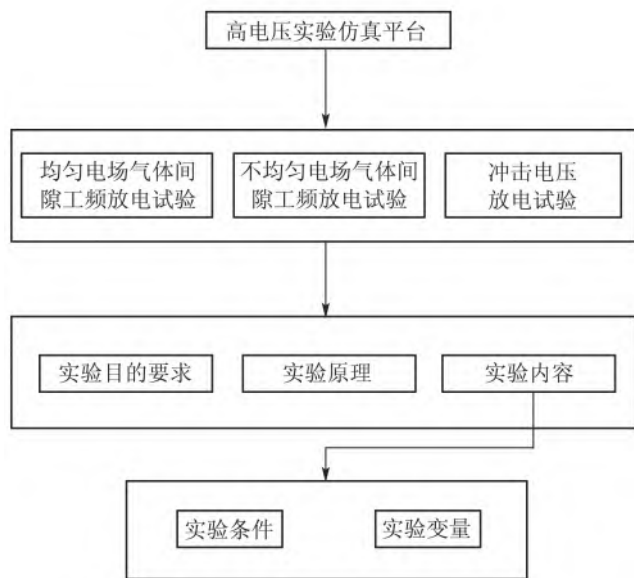


图1 系统结构图

(二) 系统界面设计研究

登录界面模块是用户进入仿真实验系统的入口,通过点击系统简介下面的“进入系统主界面”、“退出系统”和“实验选择”三个按钮控件来实现。

以均匀电场气体间隙工频放电实验为例,通过点击小标题,即可来到“目的与要求”界面。用户可以通过“实验目的”和“实验要求”文本框加深对实验的了解。同时界面下方设置了“选择其他实验”和“退出实验”按钮控件。

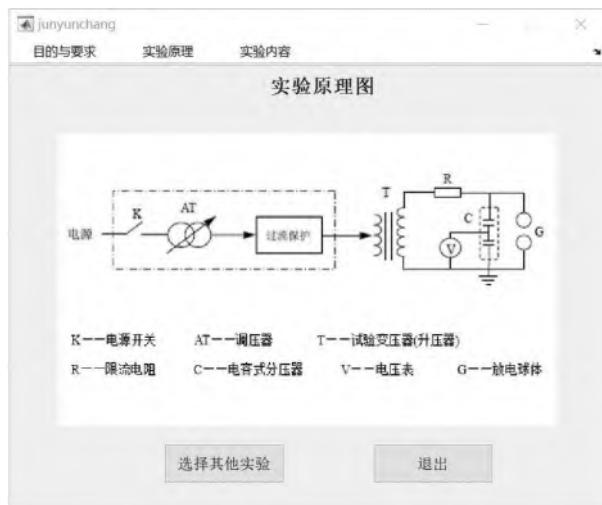


图2 实验原理图界面

点击“实验原理”模块,即可来到实验原理界面。用户可以通过界面的实验原理图来了解电路的仿真结构。同时在界面底部设置了“选择其他实验”和“退出实验”按钮控件。

点击“实验内容”模块,即可来到实验的操作界面。当学生依次输入“球半径 D”、“温度”、“压强”和“球气隙”数值后,系统通过“计算”按钮在坐标中显示标准大气情况下的击穿电压,可以通过绘制 Ub-d 曲线绘制击穿曲线。

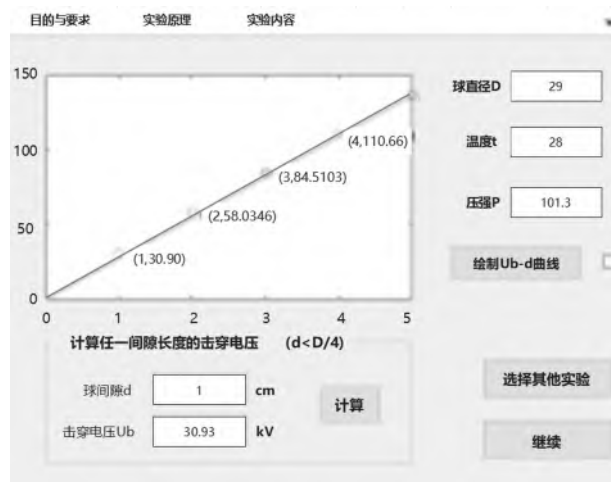


图3 实验仿真界面

此外,实验系统还辅助设计了以下功能:

1. 当 d 不满足 $d < D/4$ 条件时弹窗报警。
2. “绘制 Ub - d 曲线”的按钮可以变更曲线颜色,右侧的空格具有保存图形的功能。

在实现了两个个实验的仿真功能后,对整个交互界面进行了功能补充和美化,同时对平台的功能进行介绍说明。

三、实验应用

(一) 均匀电场气体间隙工频放电实验

球-球间隙的不均匀系数比较小,可以近似用均匀电场来分析,因此采用误差性小、科学性高的拟合函数:

$$U_b = 24.48d + 6.53 \sqrt{\delta d} \quad (1)$$

式中, U_b 为对应该间隙长度的击穿电压,单位为

kV; d 为间隙长度,单位为 cm;空气相对密度 $\delta = \frac{T_0}{P}$

$\times \frac{P}{T}$, 其中大气压 $P_0 = 0.1013\text{MPa}$, 温度 $t_0 = 20^\circ\text{C}$ 。

GUI 实验界面效果如下:

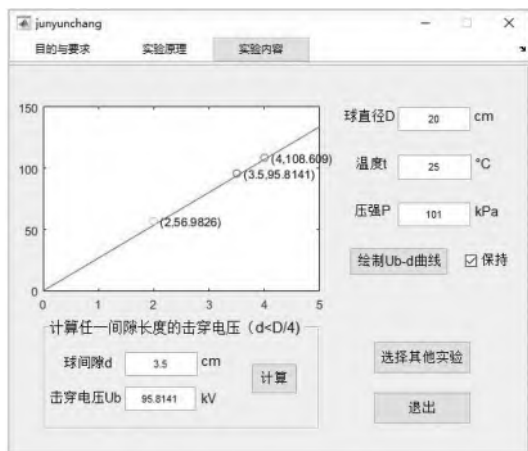


图 4 均匀电场气体间隙工频放电实验界面

实验结果显示,当温度设置为 25°C ,球的直径设置为 20cm ,球间隙设置从 $2.56\text{—}4.108\text{cm}$ 区间变化时,由各点击穿电压数据所绘制出的关系曲线,击穿电压和间隙距离呈线性关系曲线。

(二) 不均匀电场气体间隙工频放电实验

对于不均匀电场气体间隙工频放电实验,目前较为广泛接受的是流注理论,但是对于短间隙放电的研究还不完善,计算公式也非常复杂。为了实现符合实验设备的仿真功能,经过进行了多次现场实验,得到多组实验数据,进行修正后,通过对数拟合的方法,得到了标准大气条件下击穿电压的拟合函数:

$$y = e^{\frac{0.8324}{x^2}} \quad (2)$$

公式中, U_0 为标准大气条件下不均匀电场气隙的击穿电压,单位为 kV; d 为气隙长度,单位为 cm。

所以任一大气条件下的击穿电压由以下公式得到:

$$U_b = \delta U_0 \quad (3)$$

公式中, U_b 为任一大气条件下的击穿电压,单位为 kV;空气相对密度 δ 的定义与均匀电场相同。

GUI 实验界面效果如下:

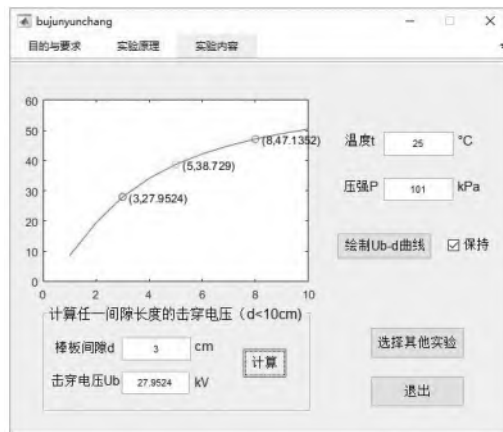


图 5 不均匀电场气体间隙工频放电实验界面

实验结果显示,当温度设置为 25°C ,棒板间隙设置从 $3.27\text{—}8.47\text{cm}$ 区间变化时,由各点击穿电压数据所绘制出的关系曲线,击穿电压和间隙距离呈非线性关系曲线。

四、实验效果

本文所提出的高电压虚拟仿真实验的设计与研究,通过高电压虚拟仿真教学系统实现,通过仿真实验,可以将理论知识和实际设备紧密联系,填充了目前本科实验教学中高电压仿真实验的空白。

利用 Matlab GUI 功能所搭建的高电压虚拟仿真实验教学系统能够满足实验的基本要求。该实验系统具有用户界面友好、使用直观的优点,同时它所仿真出来的数据具有较高的准确性,可以用于对实验教学进行补充;在缺乏实验平台和设备的情况下,甚至可以直接用于教学展示。并且经过后续的开发,它将拥有较高的移植性,因此具有较高的应用价值。

冲击实验的电路虚拟建模部分还有待开发与完善,进而实验平台中的冲击实验部分。此外, Matlab GUI 在功能和界面美化上都较为局限,可以考虑与 Flash 结合,在现有基础上添加实验动画效果,使实验学习更加生动有趣,也更符合老师的预期效果。

(责任编辑:廖秀萍)

加强美国人工智能创新生态系统： 国家人工智能研究资源实施计划

2023 年 1 月美国国家人工智能研究资源工作组发布《加强美国人工智能创新生态系统：国家人工智能研究资源实施计划》(Strengthening and Democratizing the U. S. Artificial Intelligence Innovation Ecosystem: An Implementation Plan for a National Artificial Intelligence Research Resource, 以下简称《实施计划》), 旨在建设美国国家人工智能研究资源 (NAIRR) 基础设施, 以保护隐私、公民权利和公民自由的方式加强美国人工智能创新生态系统, 扩大美国民众获取人工智能关键资源和教育资源的机会, 增加人工智能领域研究人员的多样性, 巩固美国在人工智能领域的竞争优势。该计划提出四个关键目标: (1) 促进人工智能研发领域的创新; (2) 增加人工智能研究人员的多样性; (3) 提高美国人工智能研究能力; (4) 推进可信赖人工智能的发展 (如图 1 所示)。

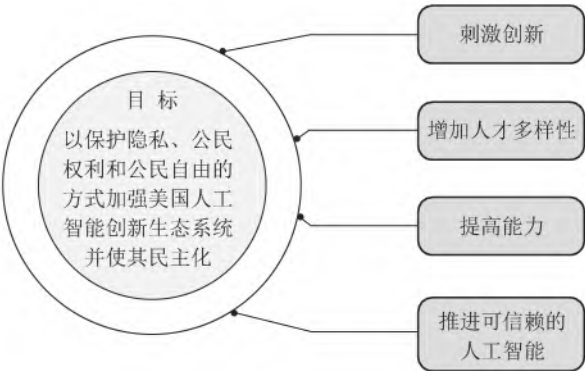


图 1 NAIRR 战略目标

《实施计划》提出了以下途径用以实现上述战略目标：

一、构建多方参与的合作治理体系

《实施计划》建议成立指导委员会、管理总部、项目管理办公室、运营实体、顾问委员会等责任机构, 以合作管理模式建设 NAIRR。其中, 指导委员会对 NAIRR 建设进行总体规划; 管理总部对平台运营实体进行指导, 并提供资金及资源支持; 项目管理办公室负责持续的业务监督和管理; 运营实体则管理 NAIRR 的日常运作, 更新 NAIRR 技术和能力, 推进资源分配的多样性、公平性、包容性和可及性, 建立评估机制; 由多领域专家组成科学顾问委员会、技术顾问委员会、道德顾问委员会和用户委员会, 为 NAIRR 建设提供决策支撑、技术指导及问题反馈 (如图 2 所示)。

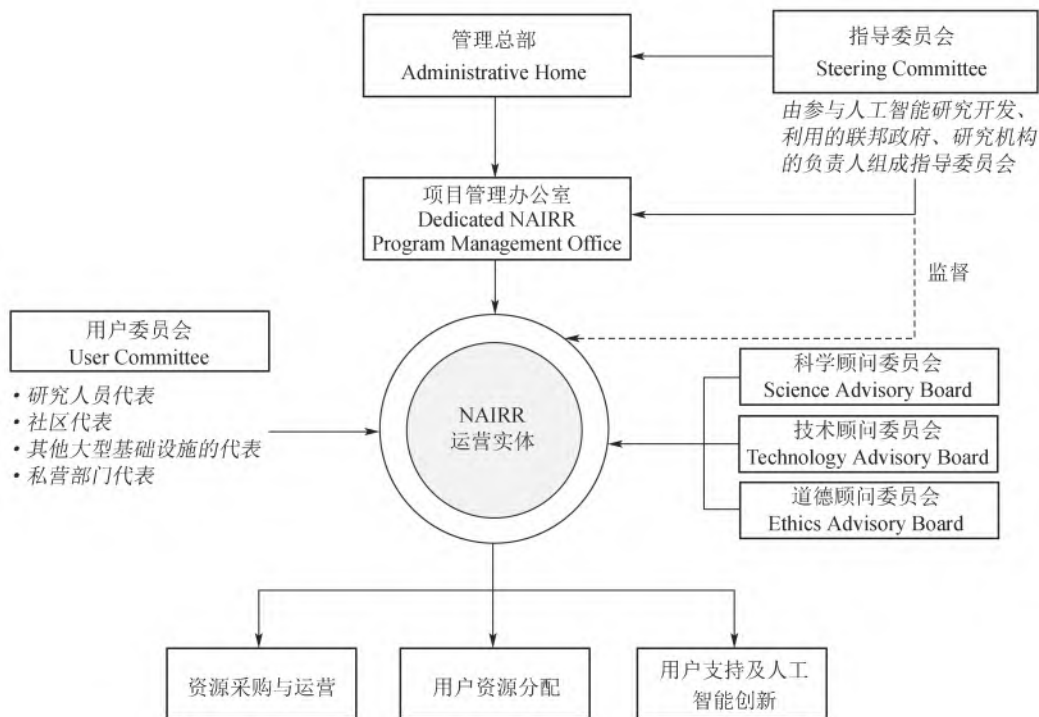


图2 NAIRR 治理结构

二、打造开放多元的人工智能创新生态系统

《实施计划》提出要开发适用于各类用户的资源要素,为其提供计算资源、数据、实验床(Testbeds)等多种服务和资源。

此外,NAIRR 应向用户提供教育工具和服务,以降低人工智能研发生态系统参与门槛,不断延伸人才“半径”,建立开放多元的人工智能创新生态系统。首先,提供分层技术培训及支持。运营实体应为不同技能水平(如初级、中级、高级水平)的用户提供相应的技术培训材料;其次,综合管理培训材料。为满足不同用户的需求,运营实体应建立统一可搜索的培训材料目录。同时该系统应及时跟踪用户高频使用的页面和教程,以帮助资源提供者了解用户获取所需信息的途径,从而改进其内容呈现方式。由于 NAIRR 用户的多样性,资源提供者需为不同受众提供最新的分层用户培训文档;最后,提供开展教育活动的平台。NAIRR 应向用户提供教育基础设施,例如 CloudBank 外部云访问实体能够为用

户提供访问伯克利数据栈(Berkeley Data Stack)的权限,该数据栈是工具与资源的集合,用以支持加州大学伯克利分校的数据科学研究和教育,为学生提供交互式学习环境。

三、实施全面的安全保障措施

在系统安全方面,使用美国国家标准与技术研究院(National Institute of Standards and Technology, NIST)安全指南以及“五个安全”框架(安全的项目、安全的人员、安全的设置、安全的数据和安全的输出)实施保障措施,保证系统安全。

在用户安全方面,实现透明和负责任的人工智能研发。NAIRR 运营实体应积极主动地解决隐私、公民权利和公民自由问题,并将其纳入运营实体的治理和审查活动。同时,用户应在获准访问 NAIRR 前签署安全协议并完成培训。

四、推进持续稳定的分阶段建设

NAIRR 平台建设分为项目启动、运营实体启

动、NAIRR 初始运行和 NAIRR 持续稳态运行四个阶段。第一阶段,国会授权并拨款建立 NAIRR,组织成立责任机构;第二阶段,运营实体监督 NAIRR 门户和用户界面的创建,并制定 NAIRR 建设战略、政策和程序;第三阶段,NAIRR 应具备初始操作能力;第四阶段,各项活动过渡到稳定状态,并不断实现功能更新,以满足 AI 研发需求。

五、推动符合自身发展利益的人工智能国际合作

NAIRR 全面运作后,指导委员会和运营实体应积极与世界其他资源基础设施展开国际合作,促进

信息交流与共享,进一步推进人工智能研究。运营实体也需遵循科技政策办公室(Office of Science and Technology Policy)制定的国际合作指导方针,遵守相关出口管制政策,避免将其基础设施的访问权分配给任何受制裁的国家、机构或个人。

(来源: National Artificial Intelligence Research Resource Task Force. Strengthening and Democratizing the U. S. Artificial Intelligence Innovation Ecosystem [EB/OL]. (2023 - 01 - 24) [2023 - 12 - 01]. <https://www. ai. gov/wp-content/uploads/2023/01/NAIRR-TF-Final-Report-2023. pdf>. 翻译: 陈静文; 校对: 项聪)

(上接第 5 页)

A Study on the Professional Adaptability of Cross disciplinary Master's Students in Chinese Universities

Wang Yingmi Cai Chenghang

(Institute of Higher Education, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong, China 510640)

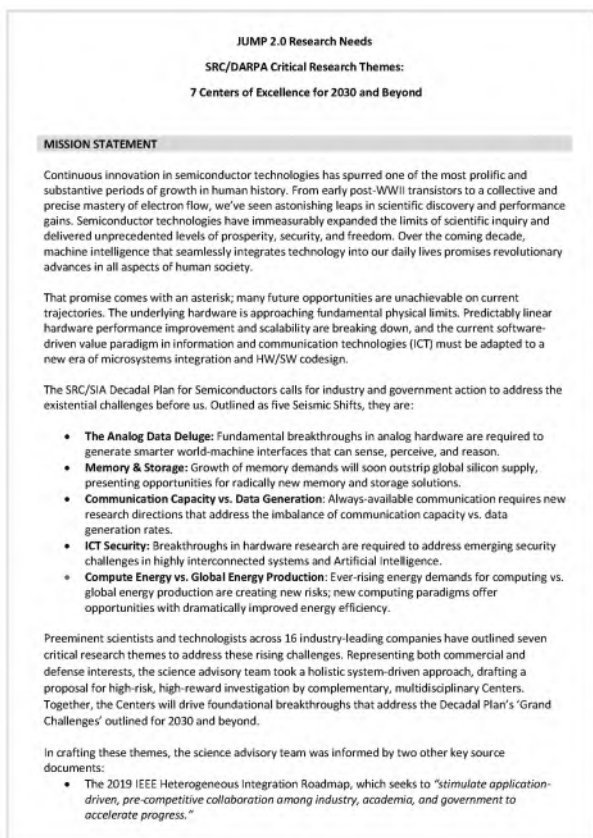
Abstract: A survey was conducted on 588 college students in Guangdong universities using a college student professional adaptability questionnaire to analyze the current situation and problems of professional adaptability among interdisciplinary master's students. The research results indicate that the overall adaptability of interdisciplinary graduate students in Guangdong universities is at a moderate level and has not reached the ideal state; There is no significant difference in the adaptability of interdisciplinary graduate students in terms of gender, grade, and subject, but there is a significant difference in the reasons for application, cross examination, and willingness to further education. Based on this, suggestions are proposed to enhance the adaptability of Guangdong's cross disciplinary graduate students in three aspects: universities need to create good professional learning conditions, mentors need to develop personalized training plans for students, and students should make good professional development plans.

Key words: guangdong universities; interdisciplinary graduate students; professional adaptability

(责任编辑:廖秀萍)

美国联合大学微电子计划 2.0 (JUMP 2.0)

2023 年 1 月,美国国防高级研究计划局 (DARPA) 与美国半导体研究公司 (SRC) 以及工业界和学术界利益相关者一起启动了“联合大学微电子计划 2.0” (Joint University Microelectronics Program 2.0, 以下简称《计划》), 旨在加速美国在信息和通信技术方面的进步, 以应对未来的五大挑战 (模拟数据洪流、内存和存储器、通讯能力与数据生成、信息与通信技术安全、计算能源与全球能源生产), 补足在芯片领域出现的人才缺口。《计划》拟通过集中资源开展 8 ~ 12 年的高风险、高回报的探索性创新研究, 在 2030 - 2035 年为美国国防和商业领域的发展创造机遇。



该计划具体包含如下内容:

一、计划执行主体为非营利性组织, 政府不直接参与管理

“联合大学微电子计划 2.0”将由 SRC 的控股子公司 (SRCco) 代表联盟和美国国防高级研究计划局共同推进和管理, 对外以“微电子高级研究公司 (MARCO)”的名义开展业务, 为《计划》的参与者提供支持, 并接受《计划》管理委员会的指导。

二、划定重点研究领域, 依托大学成立多学科研究中心

《计划》吸纳了英特尔、美光等大型信息技术公司的技术力量, 围绕新型材料、器件、架构、算法以及设计等下一代信息和通信技术的核心, 致力于通过政府与企业合作推动大学开展长期探索性研究, 大幅提升各类军用和商用电子信息的性能与效率, 从而实现微电子革命。《计划》面向大学研究团队, 设定了 7 个互补的重点研究领域, 并围绕这些领域在大学建立多学科学术研究中心:

1. 认知: 下一代人工智能系统和架构; 依托佐治亚理工学院, 建立认知系统协同设计中心。
2. 通讯与联结: 信息通信技术 (ICT) 系统的高效通信技术; 依托哥伦比亚大学, 建立泛在联结中心。
3. 行动智能感应: 传感功能和嵌入式智能, 以实现快速高效的行动识别; 依托佐治亚理工学院, 建立认知多光谱传感器中心。
4. 分布式计算系统与架构: 高能计算和加速器结构中的分布式计算系统和架构; 依托伊利诺伊大学厄巴纳 - 香槟分校, 建立面向下一代分布式计算机系统的可演化计算中心。

5. 智能存储:用于智能存储系统的新兴存储设备和存储阵列;依托加州大学圣迭戈分校,建立智能存储处理中心。

6. 高级单片和异构集成:新型光 and 电互连结构和先进封装;依托宾夕法尼亚州立大学,建立微电子系统异构集成中心。

7. 高性能节能器件:新型材料、器件和互连技术,以实现下一代数字和模拟应用;依托康奈尔大学,建立超高能效材料与器件中心。

三、采用项目制推进政策执行,并实施柔性管理

《计划》的推进采用的是项目制,由大学领衔组织开展研究,以自由申报的方式,由大学里的研究团队按照项目指南进行竞争性申请。全美高校的研究团队均可参与申报,鼓励大学间、学科间和行业间的联合,以提升《计划》的参与度。

在研究团队的遴选上,《计划》更注重优秀的想法和项目,参与者并不局限于顶尖大学。为了与大学人才培养的周期相适应,同时也为新领域的发现和进步提供足够的时间,《计划》为每个项目规定了最长为 5 年的研究周期,在项目进展到第 2.5 年时开展一次检查,并允许研究团队在规定的范围内调整研究内容或方向。

在研究经费上,《计划》为每个研究团队配备的项目资金可以达到每年 500 ~ 700 万美元,预计未来资助总计划将超过 2 亿 5 千万美元。高科技企业和国防部一起推动和资助研究开展,为研究人员提供指导、研究建议,并为他们开展设计、原型开发以及拓展合作提供支持。

四、项目要求

《计划》对项目提出了明确要求:

1. 从材料到系统,以及相关的信息表达和处理,价值链的每个阶段都需要彻底的抽象化和进一步改进;

2. 创新必须证明至少在一个领域有所改进,同

时不影响系统的整体性能。对拟议的改进和权衡进行系统级建模和演示至关重要;

3. 有机的、不断发展的跨主题合作将是决定《计划》成败的关键因素。

4. 基于对下一个主要的微电子创新浪潮将来自于通过先进封装集成异质材料、设备和电路能力的判断,3 DHI 技术将是项目需要关注的重点研究领域。

5. 经济和国家安全因素将是项目研究所应考虑的关键因素,提供安全可靠、与国家安全相关的半导体供应是《计划》的核心目标之一。

五、保障措施

为了更好地推进《计划》的实施,相关部门还配套了如下措施:

1. 提供培训课程:相关部门为《计划》的参与者提供各种培训课程,包括项目管理、团队建设、技能提升、创新思维等方面的培训。旨在帮助参与者提升自身能力和素质,从而更好地完成项目任务;

2. 建立网络和社区:相关部门将建立一个由《计划》参与者组成的网络和社区,以便于交流、分享经验和最佳实践,展示各自的成果和贡献,同时学习他人经验。

3. 建立合作机制:相关部门鼓励各个研究团队间的合作,积极推进已建成的各研究中心开展跨学科、跨机构和跨行业的协同研发。

4. 提供指导和支持:相关部门为《计划》参与者提供指导和支持,既包括项目实施过程中的指导和支持,也包括长期职业发展的指导和支持。帮助参与者更好地理解 and 掌握知识和技能,同时为他们的职业发展提供支持。

(来源: The Defense Advanced Research Projects Agency. SRC/DARPA Critical Research Themes: 7 Centers of Excellence for 2030 and Beyond[EB/OL]. (2023 - 01 - 04) [2023 - 12 - 10]. <https://src.secure-platform.com/a/page/2021-JUMP-2.0-Center-RA>. 翻译:胡东哲;校对:王应密)

英国 2030 科技发展框架

为确保英国科技战略优势,2023 年 3 月 6 日,英国政府发布《英国科技框架》(UK Science and Technology Framework),制定了推进英国科技进步的 10 大关键行动,引领英国到 2030 年成为科技超级大国。

《科学技术框架》是一项战略愿景,列出了到 2030 年实现这一目标的 10 项关键行动:识别关键技术;彰显英国的科技优势和雄心;确保研发投入;人才和技能;创新型科技公司融资;政府采购;国际合作与机会;物理和数字基础设施;法规和标准;创新公共部门。



行动一:识别关键技术

“识别关键技术”是选择英国应专注于开发哪些关键技术以建立战略优势。

我们应使用稳健且可重复的方法来确定对英国至关重要的关键技术。我们确定了以下 8 个评估标准:可持续环境;健康与生命科学;数字经济;国家安全与国防;国际比较;基础;市场潜力;威胁和复原力。根据这 8 个标准评估了 50 多项技术,最终确定了 5 项优先开发的关键战略技术:人工智能(AI);工程生物学;未来电信;半导体;量子技术。



行动二:彰显英国的科技优势和雄心

向全球展示英国在科技领域的优势和雄心,增强人们对英国科技战略优势的信心,吸引利益相关者共同投入时间、金钱和精力来支持我们的科技愿景,并让公众相信科技可以改善他们的生活。

到 2030 年,我们将实现:第一,向公众清晰阐述政府的科技优先事项和行动,让公众认识到政府有明确的发展科技的雄心;第二,让更多的公民了解科学技术对他们生活的积极影响,让 80% 人认识到科学可以创造更多的工作机会;第三,提升英国科技体系的实力和长期雄心。

行动三:确保研发投入

确保英国的研发投入适配科技大国目标。私营部门发挥主导作用,促进私营部门研发,推动企业创新,从而促进英国经济增长。

到 2030 年,我们将做到:第一,增加公共部门和私营部门的研发投入,计划在 2024/25 年投资 200 亿英镑用于研发;第二,确保英国的科技创新主体的

多样性,除了卓越大学,我们将优化现有的创新组织,如公共部门研究机构,并关注新模式;第三,公共研发投资至少提高 40%;第四,对地方创新集群提供针对性支持,促进成果转化、商业化和知识交流;第五,建立独立审查和官僚主义审查制度,将所有政府资助的研发计划纳入审查范围,遏制研究和创新基金中的官僚主义,鼓励投资者创新投资方式。

行动四:人才和技能

实现新的人才和技能战略,构建一个技能、技术和创业人才汇聚的多元化人才库,能够灵活、快速回应工业界、学术界和政府的诉求,包括 STEM、数字和数据、商业化和国家安全方面的人才。

到 2030 年,我们将实现:第一,基于学术界、工业界和政府三方预测关键技术的人才和技能短缺需求,建立一个灵活的、反应迅速的技能系统,打造推动经济增长的 STEM 领域一流的劳动力队伍;第二,录用并留住高素质人才和 STEM 相关学科的教师;第三,扩大学习 STEM 的机会,保障科技劳动力队伍多样化;第四,增强对国际人才吸引力,推行“高技能签证系统”(包括全球人才、创业/创新者、高潜力个人、毕业生等,并扩大规模),鼓励研究人员参加交流活动,建立国际联系,拓展合作;第五,提供人们接受终身培训、再培训和提高技能的机会,以应对不断变化的需求,我们将推出职业咨询计划,在 STEM 培训或 16 岁教育与高薪工作之间建立联系。

行动五:创新型科技公司融资

打造有利于培养、扩大具有全球竞争力的大型科技公司的环境,推动经济增长,创造高技能就业机会。

到 2030 年,我们将做到:第一,利用我们成熟、开放的金融市场,支持英国最具创新性的公司;第二,增加机构投资,丰富可用于扩大科技公司规模的国内资本库;第三,打造规模化金融生态系统,培养下一代有全球竞争力的科技公司。

行动六:政府采购

政府部门将技术需求购买力转变为经济增长,使企业有信心投资,政府将部分支出用于采购,支持创新。

到 2030 年,我们将做到:第一,明确指出政府采购技术的途径,各部门将阐明对创新的要求,有效地利用自己的开支和采购,以刺激创新,推进关键技术研发;第二,各部门将阐述技术需求,并聘请商业侦查专家,探查相关技术,与企业合作,引入采购;第三,各部门增加创新产品和服务支出,支持与创新采购支出相关的条例,帮助不同规模的企业更方便地申请公共资金;第四,政府各部门形成团队文化,成为支持创新和关键技术的智能协同客户。

行动七:国际合作与机会

与政府、工业界和学术界建立国际关系,提升英国的科技能力,塑造全球格局,并确保自身安全利益。

到 2030 年,我们将做到:第一,向全球各国政府、学术界、投资者和产业界,阐明英国的科技优先事项、优势和价值;第二,建立多样化的重点科技国际伙伴关系;第三,协调国际科技活动;第四,采用系统方法处理国家安全风险,权衡开放合作和投资的安全风险;第五,建立一个基于科技知识和国内网络的外交网络,增强国际技术领导力。

行动八:物理和数字基础设施

通过建设基础设施、吸引人才和投资,支撑创新集群建设。

到 2030 年,我们将做到:第一,制定与工业界和学术界合作的计划,以解决系统性挑战,尽可能为英国和全世界创造价值;第二,召集政府、学术界和工业界专家,识别关键技术中的科技基础设施,制定一个长期的建设研究和创新基础设施的国家计划;第三,在英国各地建立研究和创新基础设施;第四,建设与英国战略性技术投资相关的重要国际基础设施(如欧洲核子研究中心、欧洲分子生物学实验室),为英国开展公共部门、私人研究和创新合作提供机会;第五,建设完善的数字基础设施,包括国家统计局综合数据服务、数据共享协议和访问协议,满足学术界、政府和行业的数字需求。

行动九:法规 and 标准

监管有利于创新,刺激科技需求,吸引投资,同时还能体现英国的价值观,保护公民。政府利

用科技优势和国际关系,确保对法规和技术标准的影响力。

到 2030 年,我们将做到:第一,打造利于创新、易于操作并能够促进商业科技广泛应用的监管标准体系;第二,为关键技术制定规则,并酌情制定法规,为这些领域的创新者增加确定性,以加强我们的先发优势,使得关键技术的法规处于世界领先水平;第三,领导国际行动,设定关键技术标准和法规;第四,成为全球技术标准生态系统的倡导者,提升工业界和政府的能力,形成多方利益相关者联盟,建立技术标准;第四,探索新兴技术成为关键技术的路径。

行动十:创新公共部门

政府要遏制官僚主义,与企业和大学合作,建立

灵敏的支持和奖励创新的体系,同时消除系统性障碍,支持 STEM 学科建设。

到 2030 年,我们将做到:第一,提供 STEM 技能和素养教育,包括组建跨学科团队,高效决策,打造创新集群基础;第二,推进政府及公共部门、学术界和企业之间的知识、人才和资源共享,加强部门、专业和业界间的合作;第三,公共部门对创新服务方式给予奖励和支持;第四,将 STEM 毕业生在“快速升迁”中的比例提高到 50%,让世界级技术人才和经过审核的创新者进入政府部门;第五,培训政府领导人,使他们更加意识到科技的重要性,以及他们在科技系统中发挥的关键领导作用。

(来源:The UK Science and Technology Framework.
<https://www.gov.uk/government/publications/uk-science-and-technology-framework/the-uk-science-and-technology-framework>. 编译:谢笑珍)

(上接第 13 页)

Integrated Development of Higher Education in the Guangdong Hong Kong Macao Greater Bay Area: International Experience and Comparative Advantage

Li Muchun Li Can Lin Jiayang

(Department of Tourism Management, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong, China 510006)

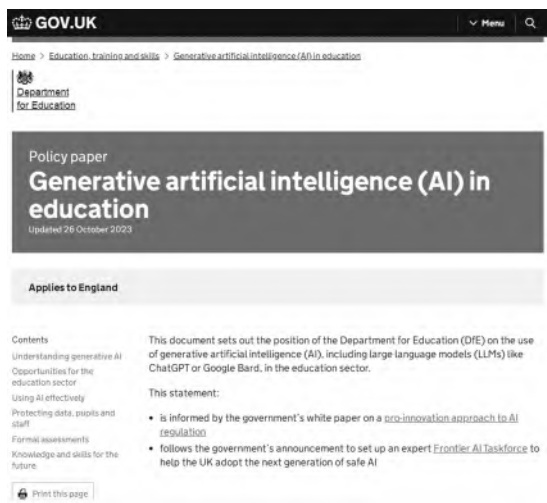
Abstract: With the deepening of the construction of the Guangdong Hong Kong Macao Greater Bay Area, higher education in the region has ushered in new opportunities for integrated development. Based on the perspective of multiple subjects, this study analyzes the development models of higher education clusters in the three major bay areas of the world, draws on their successful experiences, and combines the advantages of higher education government policies, historical culture, talent resources, scientific and technological innovation foundation, and teaching innovation in the Guangdong Hong Kong Macao Greater Bay Area to propose a path for the integrated development of higher education in the region. The government should carry out top-level design and plan the development strategy of higher education in the Bay Area; Better leverage the role of market regulation mechanisms, competition mechanisms, and profit distribution mechanisms; The universities in the Bay Area focus on disciplinary construction, improve educational levels, and innovate educational forms; The university alliance should improve its self-organization form, formulate regulations and systems to regulate the development of the alliance. Participating in the coordinated development of higher education in the Guangdong Hong Kong Macao Greater Bay Area with diverse stakeholders and leveraging their respective strengths can help improve the quality and international competitiveness of higher education in the Bay Area.

Key words: Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area; higher education; World Bay Area; integrated development

(责任编辑:廖秀萍)

英国教育中的生成式人工智能

在英国政府采取行动发展人工智能的背景下,2023 年 10 月 26 日,英国教育部发布了《教育中的生成式人工智能》,该政策文件中阐述了其对于在教育领域使用生成式人工智能的立场。该文件包括“了解生成式人工智能”“教育行业的机会”“有效利用人工智能”“保护数据、学生和教职员”“正式评估”和“未来的知识和技能”六大部分,对生成式人工智能在英国教育领域中的使用予以指导与规范。



一、了解生成式人工智能

生成式人工智能是一种利用大量数据生成新内容的技术,它可以应用于问题回答、书面任务完成、以类似人类的方式回应提示信息等方面,还能生成音频、代码、图片等内容。

人工智能并不是一项新兴技术,它已在垃圾邮件过滤、媒体个性化推荐、导航软件和在线聊天机器人等领域得到广泛应用。但最近的技术进步意味着我们可以使用人工智能工具如 ChatGPT 和

Google Bard 来生成新内容,这为教育部门带来了机遇和挑战。

二、教育行业的机会

生成式人工智能工具擅长快速地对文本进行分析、写作以及结构化处理,或将输入的提示转换为音频、视频和图像。如果使用得当,生成式人工智能将减少整个教育行业的工作量,并且能帮助教师减少教学以外的时间,使他们能专注于提供优质教学。但值得注意的是,生成式人工智能提供的内容有可能是不准确、不合适的,可能存在提供有偏见、断章取义或未经允许的、不可靠的内容的情况。

三、有效利用人工智能

教师的工作量是一个受到关注的重要问题,英国教育部正与专家合作,探索利用生成式人工智能改善教育并减少教师工作量的机会,减少教师花在非学生活动上的时间。然而,教育部指出,对生成式人工智能的使用并不能代替人所拥有的知识储备,为了使其充分发挥效能,我们仍需在使使用生成式人工智能时运用已有知识。例如,输入指令时,要将问题指令写清楚,并对正在询问的领域有基础的了解。

生成式人工智能虽然可以使书面任务变得更快、更容易,但它始终无法取代人类专家的判断力和深厚的学科知识。教育系统仍应重视使学生获取知识、专业技能和思维能力的任务。英国教育部将充分利用技术发展所带来的机会,安全高效地利用技术提供优质教育,培养学生为未来的工作做好准备,为社会做出贡献。

四、保护数据、学生和教职员

生成式人工智能的使用中存在一些安全问题,比如对输入的数据进行存储与学习,或创建看似可信的诈骗电子邮件要求付款等。对此,各院校应该采取以下措施,来避免不当使用生成式人工智能对学生造成危害:

1. 根据数据保护法对学生个人数据与特殊类别数据施加保护。
2. 在未经同意或版权豁免的情况下,不能允许或导致学生作品被用于生成式人工智能的模型训练。
3. 在生成式人工智能会增加攻击的复杂性和可信度的情况下,通过参考网络标准来审查和加强对生成式人工智能网络安全的监管。
4. 确保儿童和青少年不使用网络和生成式人工智能工具访问或创建任何有害或不适当的在线内容。
5. 参考监控标准,确保学校正采用合适的制度监管生成式人工智能。

特别地,在数据隐私方面,在使用生成式人工智能等新兴技术时,要充分意识到保护数据隐私的重要性。个人数据与特殊类别数据必须根据数据保护法加以保护,如果使用的人工智能工具规定必须输入此类数据,那么教育机构有责任确保其符合数据保护法和数据隐私政策,以保护学生的数据不被滥用或泄露。同时,教育机构应做到公开透明,让学生知晓他们的数据正被人工智能工具处理。

在知识产权方面,大多数生成式人工智能工具会将用户输入的数据用于对其模型的训练和改进。然而,学生拥有自己原创内容的知识产权,知识产权只有在经过权利人同意或版权豁免的情况下才能用于对人工智能的训练。在未经同意或版权豁免时,教育机构不得允许或导致学生的原创作品被用于训练人工智能模型。如果学生超过 18 岁,需要获得学生本人同意;如果学生未满 18 岁,则需要其父母或法定监护人同意。由于对版权的豁免是受法律限制的,教育机构可寻求法律建议,以确保能够在法律范围内行事。

五、正式评估

英国教育部要求学校、学院、大学和评奖机构采取合理措施,防止生成式人工智能的不当使用。英国资格认证联合委员会发布了关于《人工智能在评估中的使用》指南,以支持教师和考试中心确保资格认证的完整性。该指南包括以下内容:

1. 如何定义人工智能的滥用
2. 帮助教师和考试中心预防和检测舞弊行为的要求

六、未来的知识和技能

扎实的基础知识可确保学生掌握正确的技能,从而更好地利用生成式人工智能。为此,教育部门需要使学生做好准备以应对未来不断变化的工作环境,让学生学会如何安全、恰当地使用生成式人工智能等新兴技术。在不同的教育阶段,这种教学可能包括:

1. 了解生成式人工智能的局限性、可靠性和潜在偏差
2. 了解互联网信息是如何组织和归类的
3. 了解网络安全问题,防止有害内容或误导性内容的侵害
4. 理解和保护知识产权
5. 知晓如何安全、负责地创建和使用数字内容
6. 学习计算机运行原理以及有关计算机如何相互连接、遵守原则和处理数据的基本知识

英国人工智能办公室正在进行关于未来劳动力培训所需技能的研究,教育系统应予以配合,识别和使用适当的教育资源用于对学生的教育,鼓励有效使用与学生年龄相适应的教学资源(如生成式人工智能),但与此同时,要注意防止对单一教育资源的过度依赖。教育部承诺将继续与专家合作,支持中小学向 16 岁以下儿童开展丰富的计算机课程,并不断思考和回应生成式人工智能和其他新兴技术的影响。

(来源:Generative artificial intelligence (AI) in education, October 2023, Department for Education, UK. 翻译:黄嘉欣;校对:焦磊)

英国国家半导体战略

2023 年 5 月 29 日,英国科学、创新和技术部发布了《国家半导体战略》。该战略指出,英国旨在通过专注于本国在研发、设计和知识产权以及复合半导体方面的优势,确保其在未来半导体技术领域具有世界领先实力这一愿景的实现,该愿景可以具体化为发展国内半导体产业、降低半导体供应链中断的风险以及保护国家安全三大目标。



一、英国发展国内半导体产业的计划

英国政府发现,研发、基础设施、技能与人才是阻碍英国半导体产业发展的三个关键领域,因此战略围绕三个领域出现的主要问题提出了以下举措:

(一) 解决研发创新的相关问题

1. 在 2023 - 2025 年期间投资 2 亿英镑,专门用于支持英国半导体生态系统的干预措施。
2. 投资创新项目,以解决半导体人才技能短缺问题。
3. 通过以创新为主导的合作研发项目来鼓励半导体行业中具有创新制造能力的企业扩大规模。
4. 通过 EPSRC^① 和 Innovate UK^② 资助的公开征集,对新兴半导体技术创新能力进行投资。
5. 通过 EPSRC,继续并加强对半导体相关领域博士培训中心的支持。
6. 为研发密集型中小企业提供额外的税收减免。

(二) 解决研发成果转化和推广的基础设施相关问题

1. 发起英国半导体基础设施倡议,计划建立一个新的国家机构,以支持商业研发和中小企业增长。政府将与行业合作伙伴一起为英国半导体基础设施倡议路线图制定进行详细的范围界定,以确定英国行业对基础设施的要求。
2. 启动一项新的英国孵化器计划,在未来两年内试点支持英国新的半导体初创企业,并鼓励建立一个更有活力的商业生态系统。
3. 创建一系列投资区,以促进英国各地专注于推动知识密集型增长集群的发展。
4. 在秋季宣布进一步支持对英国科技生态系统或英国国家安全至关重要的半导体制造业竞争力的计划。

① 译者注: 全称为 Engineering and Physical Sciences Research Council, 即英国工程与自然科学研究委员会。

② 译者注: 即英国技术战略委员会的“创新英国”项目。

(三) 解决技能与人才相关的问题

1. 从 2022 至 2023 学年到 2024 至 2025 学年,在包括数学与物理等对半导体行业具有重要基础作用的学科上,将为教师提供价值高达 3000 英镑的“提高水平补助金”。这笔资金用于资助在职业生涯前五年选择在贫困学校工作的教师。

2. 支持教师获得物理学、工程学、电子学、数学方面的培训和资源。在 2022 至 2023 招聘周期,正在将“工程师讲授物理”初级教师培训课程在全国范围内扩大到 17 家供应点,使更多工程师通过接受培训从而能讲授物理。与此同时,政府将继续资助“科学”学习伙伴关系网络,确保教师能够获得高质量的持续专业发展,以提高科学教学水平。

3. 支持半导体行业的 STEM 外联活动,鼓励将行业与当地学校联系起来,让孩子们更深入地了解半导体行业的机遇,激发他们从事半导体职业的热情。

4. 支持学徒制多样性倡导者网络,该网络提供实用建议以提高劳动力的多样性,并鼓励未被充分代表群体的人们考虑在 STEM 中实习。

5. 成立了未来技能办公室,以提高与工作和技能有关数据资料的质量,提高对全国半导体行业当前技能不匹配和未来需求的认识。

在高等教育领域英国政府也采取了一系列措施,包括:

1. 提出十多年来最大规模的政府对高等教育部门的资助增长,在未来三个财政年度追加 7.5 亿英镑,用于支持高等教育部门的高质量教学和设施,其中包括工程学、物理学和电子学,从而为半导体行业培养更多人才。

2. 支持以行业为主导的学习。努力确保学徒制、更高技术资格和 T-Levels^①符合半导体行业雇主的具体要求。

3. 支持理工学院计划。这项计划将继续教育机构、大学和雇主联合起来,在雇主需求最大的

STEM 行业提供更高级别的技术技能。同时鼓励更多雇主参与理工学院的课程以通过这种新颖的教育提供机制确保该行业的专业性得到更好发展。

4. 支持数字技能委员会,该委员会将政府与产业界联合起来,共同推进行业主导的行动,解决行业当前和未来对数字技能的需求,包括对半导体特定技能的需求。

在国际人才方面,英国政府将:

1. 通过 GREAT 人才运动提供资源,鼓励高技能国际人才在英国生活和工作,从事技术工作。

2. 通过签证计划支持英国雇主从世界各地招聘优秀工程师。

3. 与国际盟友合作,鼓励来自海外的技术人才体验英国生态系统的独特优势,同时增强英国工程师在该行业新领域的实力。

二、英国降低半导体供应链中断风险的计划

战略指出半导体的复杂性与多样性决定了任何国家都难以实现供应链的自主性,与此同时国际环境的复杂性使半导体供应链始终面临着中断的风险。因此,英国将通过国内与国际行动以降低供应链中断对半导体相关行业的影响,并逐步提高半导体供应链的弹性。具体举措包括:

(一) 国内行动

1. 发布半导体供应链弹性指南,以提高英国中小企业对半导体供应链潜在风险的理解,使其为未来的供应链中断做好更充分准备。

2. 设立一个政府—行业论坛,以更好地识别和缓解供应链中断,建立对哪些特定行业可能更容易受到供应链中断影响的集体认识。

3. 开展危机和应急规划工作,吸引跨政府利益相关者、关键部门的代表和支持他们的制造商以考虑未来重大中断的影响和可能的缓解措施。

^① 译者注:T-Levels 中“T”指向 technology,是英国教育部推出的职业教育资格等级活动。

4. 与关键行业的外部供应商合作,了解并应对其芯片供应面临的风险,鼓励合作并提高透明度以提高供应链弹性。

5. 对英国国内未来半导体制造需求进行评估,以确定可为关键基础设施提供小批量芯片的基线制造水平,同时认识到批量制造是不可能的。

6. 与英国国防工业密切合作,努力开发、建立和确保用于国防目的的可持续和有保障的半导体元件供应链。

(二) 国际行动

1. 开展多边合作,在志同道合的国家之间制定和实施一种协调一致的供应链弹性方法。与此同时,加强现有包括英美技术合作伙伴关系、英韩供应链弹性协议以及英日数字合作伙伴关系在内的双边关系。投入部分资金用于支持国际半导体合作项目,以巩固英国在全球市场的地位。

2. 确定全球哪些关键行业的供应链最有可能受到与半导体相关供应链冲击的影响。

3. 重点关注英国在亚太地区数字贸易网络,以加强英国在这一关键地区的能力和专业知识,提高英国半导体行业的知名度,推动贸易和投资。

三、英国保护国家安全的计划

半导体可能涉及一系列国家安全问题,包括敌对国家通过收购敏感的英国半导体公司和技术以增强军事能力,以及由半导体漏洞引发的网络攻击等。在此背景下,政府通过两大方面的举措以防范半导体技术带来的安全风险。

(一) 保护英国资产

1. 提高《2021 年国家安全与投资法》在半导体运作方面的透明度,审查该法案中有关计算硬件和先进材料定义的范围并提供最新指导。

2. 与企业合作,评估出口管制制度,以及如何针对包括半导体在内的敏感新兴技术扩大该制度。

3. 继续支持研究合作咨询小组即 RCAT 为从事半导体敏感领域研究的英国学者提供建议。

(二) 利用硬件优势提高网络安全性

1. 世界领先的产品安全和电信基础设施(产品安全)制度将于 2024 年 4 月生效。

2. 在 2023 年召集政府、学术界和企业界的安全专家,确定政府进一步支持通过硬件改善安全的领域。

3. 确保与半导体相关的国际对话集中在支持安全的硬件问题上。英国将专注于面向大众市场制造业的安全,并确保芯片为敏感用例制造的产品也值得信赖。

4. 通过政府、工业界和学术界的专家合作,包括有针对性的学术研究计划、为参与 RISC-V^①开发的工业界和学术界组建英国利益共同体等,支持英国在 RISC-V 方面的优势,同时确保该技术在发展过程中考虑到安全性。

(来源: National Semiconductor Strategy, May 2023, Department for Science, Innovation & Technology, UK. 翻译: 蔡莽蔚; 校对: 焦磊)

① 译者注: RISC-V 是一种开放式标准指令集结构。

德国的未来战略——研究与创新

当今社会正在发生重大变化,起决定性作用的是技术变革,尤其是数字化。俄乌战争告诉我们,我们的社会繁荣取决于我们获得能源的渠道。我们必须采取行动。解决方案是:教育、研究和创新。这需要教师、科研工作者和企业的支持,包括学校、培训企业、高校以及研究机构里的教师,致力于研究新理论的科研工作者以及将科研成果在实践中转化的企业。他们都需要最好的条件。未来战略是我们的指南针,通过它我们可以以一种新的、更有针对性的方式调整联邦政府的研究和创新政策,以便提供最佳条件。



有三个重要的目标:

首先,我们必须捍卫自己的技术领先地位,并在一些区域重新赢得它。当今世界,谁制定今后的国际标准,通过创新盈利并促进全民的经济繁荣,谁就有决定权。为了实现这一目标,德国和欧盟必须要研发关键技术,并使之产业化。这样我们才更加独

立,才有使用技术的选择权。我们要确保我们的标准,如数据保护和可持续性。

第二,我们要加强科研向应用的转化。科学带给我们很多很好的解决方案。看看理论上可实现的东西,我们就不会再担心未来。因此,知识驱动的、自由的基础研究总是重要的。我们必须把所有的想法从科学的抽屉中翻出来,并应用到生活中。基础研究和应用研究是相辅相成的。所以,我们要通过未来战略优化和改进创新和转化结构。事实上,只有紧密连接技术创新和社会创新,我们才能克服多重挑战。只有加强社会科学和人文科学的连接,跨学科地思维,才能开启全新的可能性。

第三,我们要对新的技术保持开放的心态。如果我们想要增强社会凝聚力,并在当今严峻的全球竞争局势下实现经济现代化,我们就要自由地思考,并能包容所有的好的观点。这对代际公平(Generationengerechtigkeit)也很重要。因为技术的开放才能确保我们以及我们的后代的行动自由。相反,停滞不前将导致倒退,特别是在创新周期越来越短的情况下。

——以上是德国联邦及教育研究部部长贝蒂娜·斯塔克-瓦青格(Bettina Stark-Watzinger)的讲话

一、一起推进探索和创新

联邦政府的研究和创新政策基于对创新的整体理解,它指向一种广泛的创新,例如技术创新、新的商业模式和社会创新。从基础研究到创新的转移和发展,要着眼于整个研究和创新过程。联邦政府的研究和创新资金是其研究和创新政策的核心组成部分。这与对基础设施、培训和教育的投资,以及法律问题和其解决方案互相协调。

未来战略是一种学习战略,要将其与经济、科学与民间社会整合在一起,不断动态调整和进行优化。作为学习战略,未来战略要快速灵活地对变化做出

反应。该战略产生的所有措施都在宪法的框架内,并需要资金支持。

二、科学、研究与转移

强大、卓越的基础研究,与实践相关的应用研究,战略性的知识转移以及德国对外国学生、研究人员和公司有吸引力的科学布局计划(Wissenschaftsstandort),是德国提高竞争力和发展的重要先决条件。为了找到应对全球挑战的答案,需要国际性的、欧洲范围内的、国家之间的和区域内的合作,以及强大的欧盟作为国际层面的行动者。一项重大挑战是提前将拥有科学、经济和社会领域中的现有的专业知识的核心参与者聚集在一起,并使他们专注于共同目标。

促进创新和转移以及加强初创企业是研究和创新政策的核心任务之一。可持续性和创新实力在很大程度上取决于科学、经济、政治和社会之间的思想、知识和技术转化为应用的成功程度。科学的卓越成果与转移以及基础研究与应用型研究并不矛盾,因为应用研究和创新是由知识型研究实现和促进的。

为了保持和提高竞争力,履行责任,并为克服全球挑战做出贡献,对德国来说,至关重要的是,参与并塑造全球范围的知识流动(Wissenströme)和创新过程。实现这一目标的先决条件是建立强大的欧洲和国际网络作为科学研究基地,以及建立新的、有效的研究和创新伙伴关系,特别是与志同道合的国家建立伙伴关系。

想要确保社会未来的生存能力,就要创造教育机会,让人们有机会获得不同的经验和技能。这既关涉经济问题,也关涉社会问题和政治方面的参与。为了保障对技术工人的需求,我们要尽可能地充分挖掘国内、欧洲内部和国际技术工人的潜力。为了广泛地和高层次地选拔人才,我们需要持续发展教育体系、培训体系和继续教育体系。

三、积极设计转型过程

联合国2030年议程确定的全球可持续发展目标和《巴黎协定》气候目标蕴藏着巨大的创新潜力。我们希望在竞争全球中发挥这一潜力。我们的任务重点是渐进的和颠覆性的创新潜力的活动。我们希望通过有效的研究和创新政策来协调经济、社会和

生态利益。既要承担国际责任,又要避免片面依赖。

鉴于研究和创新政策的挑战,有六个涉及未来的领域:

一是促进以资源节约和循环经济为导向的优势产业和可持续交通体系

二是推动气候保护、气候适应、粮食安全和生物多样性保护

三是改善全民健康

四是保障德国和欧洲的数字和技术主权,开发数字化潜力

五是加强太空探索,保护和可持续开发太空和海洋

六是加强社会、多样性和凝聚力

(一) 促进以资源节约和循环经济为导向的优势产业和可持续交通体系

为了在2045年实现温室气体中和,就需要尽快掌握相关的技术和理念,具体包括:碳中和工业、资源的有效利用、循环经济、基于可再生能源的能源和热力供应以及未来的可持续交通。

(二) 推动气候保护、气候适应、粮食安全和生物多样性保护

保护人类、环境和自然,对于确保人类生命的自然基础至关重要。在这方面最大的挑战是气候变化和生物多样性的丧失。未来几年的研究重点将是,尽可能全面了解全球变暖和物种消失的全球关联以及区域影响,同时制定和实施战略措施和解决方案,以尽量减少负面后果。研究政策的重点在于如何可持续地养活世界人口,即如何在不危及生物多样性和气候保护的情况下创造粮食安全。健康的土壤是实现这一目标的根本基础。

(三) 改善全民健康

未来的医疗保障体系应该具有以下特点:无障碍的、高效的、高性能的、能抵御危机的、包容的、康复的、数字网络的、基于需求的、面向全体人民的。在整个创新过程中,未来的医疗保障应该更加注重预防性、个性化、精准化和参与性。其核心是护理领域的研究、开发和应用之间的密切联系,以患者为中心的方式推进医疗进步,同时将创新融入医疗体系。

(下转第65页)

德国联邦教育与科研部“量子技术行动计划”

2023 年 4 月 26 日,德国联邦政府通过了由联邦教育与科研部起草的“量子技术行动计划”。为了巩固德国量子技术的国际领先地位,确保技术主权,提高价值创造力,把握该技术在商业和社会中带来的巨大机遇,联邦教育与科研部提出,要在产品开发、人力培训、技术宣传等方面有序推进,采取一系列有效措施。联邦政府为这些措施的实施提供必要的政策框架,要求各部委分工协作,并通过易于衡量的目标和里程碑来检测诸项措施的实施效果。为迎接量子技术发展过程中将会带来的巨大挑战,联邦政府计划采取三大核心行动。



第一,让量子技术为企业、社会和国家机构所用。联邦政府希望德国到 2026 年能够全面拓展量子技术在所有技术领域的可用性和实际应用。扩大量子计算在德国和欧洲的应用面,实现其在商业、社会中的实际应用。在各个关键研究领域(如量子机器学习领域)增强量子算法的设计和开发能力。开发适合应用的量子通信组件并将其推向市场,在德国建立一个完善的量子通信产业网,确保技术产业化。将量子技术融入量子安全密码学(后量子密码

学),尤其是关键性基础设施相关领域。在量子传感器技术领域创造适销对路的灯塔型产品。为下一代伽利略系统开发光学时钟,并与欧洲合作伙伴一起推进下一代卫星重力场量子传感器的开发做好技术准备(TRL5)。采取适当措施,发掘量子技术在公共行政领域,特别是通信安全领域的影响力和可用性。

为了将上述计划落到实处,联邦政府将实施以下三个互补型资助手段:

1. 对于联邦政府十分关切的研究课题,将为公司、大学和科研机构的研究工作提供项目资助。优先资助以应用为导向的项目联合体,涵盖从技术开发到最终用户。

2. 有针对性地与市场化潜力较大的产品签订订单,使公共部门成为研发和生产相关硬件的企业核心客户群体。以德国航空航天中心(DLR)为例,通过经济刺激一揽子计划,签署价值约 6 亿欧元的订单合同,满足了 DLR 对创新型量子计算机的需求。由此证明,该方法是良好的融资渠道,能促进有赖于企业的量子计算机生态系统的发展。

3. 年轻企业要将新的研发成果推向市场,也可由公共部门直接提供资金支持。德国正利用作为未来基金(2021 年签署)一部分的深度技术与气候基金(DTCF)扩大对初创企业的融资,长期投资深度技术企业,其中也包含量子技术行业。DTCF 与已有的高科技基金(HTGF)并驾齐驱,同为公共部门直接参与风险投资的范例。

第二,以未来应用为目标,有针对性地推动技术发展。由于许多技术还处于早期开发阶段,必须采取高瞻远瞩的长效措施,以推动应用前景明朗的研发工作。通过一系列有针对性的措施使德国在 2026 年实现上述目标,确保并扩大德国在基础技术领域的强势影响力。为量子技术开发新一代芯片,用于量子计算机或量子传感器等。以应用为导向,开发基于不同方法的量子计算硬件。在此过程中,

将努力研制出一种通用量子计算机,以及至少 100 个可单独控制的量子比特,中期可扩展到 500 个量子比特。此外,还将开发在某些领域适用性较强的高性能专用硬件。在关键领域中加强量子算法设计和开发能力,如在算法优化方面或量子机器学习领域。开发符合太空标准且适销对路的,可应用于传感技术、导航和通信的关键部件,并推向市场。建造高质量的基础设施和可靠的量子计量学,用以实现量子技术的独立表征、鉴定和特殊组件的标准化。

为研发“德国制造”(made in Germany)量子计算机,德国政府计划采取以下具体措施:

1. 在竞争环境中,开发用于量子计算机的基础技术平台。在科研项目框架下,公开资助基于不同技术平台的演示装置的设计和开发,以及硬件组件的开发。

2. 与此同时,在订单策略的框架下,实现成熟技术的工业化,尤其可参照 DLR(德国航空航天中心)的模式。

3. 构建量子算法和量子软件网络。优先解决其在特定行业中的应用问题,尤其是算法优化和过程问题,以及大型数据池中的搜索问题。

4. 发展基础技术。除了量子计算机研发所需要的基础技术之外,还需要配以其他合适的技术装备等,用来控制敏感的量子态。

5. 发展用于量子计算机硬件可比性的计量学基础,例如为量子比特属性和关联时间等提供可靠的测量数据。

6. 为专业人才培养提供支持。通过外联活动,唤起中小学校对量子技术的兴趣,激发大学生对量子技术的热情,为学术研究和职业发展制定合适的资助形式。为研究生阶段量身定制的培养计划有助于为量子技术发展培养专门人才。

7. 支持高校和科研机构的衍生产业,旨在为量子技术构建具有国际竞争力的,整体性强的创业型生态系统。

第三,为构建强大的生态系统创造优越的框架条件。在激烈的国际竞争中,创造富有吸引力的框架条件对于德国和欧洲至关重要。德国政府希望 2026 年能够实现以下目标:确保科学、商业和政治领域的所有活动和参与者紧密联系。积极培育量子

技术领域的专家,向青年学者和技术人员等提供系列培养计划。营造积极的创业氛围,支持学术界的衍生产业。加强与欧洲合作伙伴在技术问题、统一标准的制定以及高质量基础设施应用等各个层面的融合。

为增强德国的量子技术生态系统,联邦政府计划采取以下措施:

1. 向经济和科学界的联合会提供直接资金支持。资助的项目范围应尽可能地覆盖价值创造链中的各个部分。通过联合研发,基础研究人员、开发人员和用户之间将建立密切联系,并提出针对性意见。从一开始,就要考虑到价值创造链中量子技术组件的特性、鉴定、标准化的发展,并纳入相关措施中。

2. 通过签订相关订单刺激创业型生态系统发展。正因如此,德国航空航天中心才能够通过签订订单来满足自己对创新型量子计算机的需求。在由德国政府参与资助的合作伙伴欧洲超算联合组织(EuroHPC)中,高斯超级计算中心也采购了量子计算机,但采购金额相对较低。通过这种方式,中长期内达到成熟的技术将会受到初创企业的青睐。对于欧洲经济体中的高度创新型企业而言,通过与德国航空航天中心的密切合作,也为其在德国开展研发和生产工作创造了有利条件。

3. 在技术开发和研究领域开展活动,辅以聚焦关键领域的联络会、研讨会和专题讨论会,使各项目主体之间的交流和协同成为可能。作为补充,将举办交流论坛和研讨会,提供生态系统的配套分析,并在联合工作坊中讨论交叉性主题,从而创建一个强大的生态系统。这些都可以确保协同作用的产生以及资源的有效利用。

“量子技术行动计划”有助于实现联邦政府“未来研究与创新战略”的目标,确保德国和欧洲在未来技术领域的技术主权。在具体实施方面,这将取决于技术成熟度和在专业计划中所突出的应用重点,以及联邦政府各部门的实施理念和具体措施。

(来源:Handlungskonzept der Quantentechnologien der Bundesregierung, Fassung von 26.04.2023. 作者: Bundesministerium für Bildung und Forschung. 翻译/校对:黄婷)

2023 年日本科技与创新白皮书

第一节 科技与创新计划背景下的地区科技与创新政策的变化

1995 年制定了科学技术基本法,然而在此之前,日本在产学合作方面的意识较为薄弱,鲜有促进合作的相关政策。根据该法制定的第一期计划(即 1996 - 2000 年)表明了地区科技振兴的必要性,并以此为开端,开展了派遣协调员至地方的联络处、联合地区研究开发部门等事业,构建地区产学官的共同研究体制。第二期计划(即 2001 - 2005 年)阐明了环境整治在地区科技振兴中的必要性,在助力地区集群的形成实施了集群政策的同时,也推进了全国部署协调员等工作。第三期计划(即 2006 - 2010 年)进一步完善了自第二期计划开始的集群政策,并在产学官合作下推动了相关事业,以打造开展世界性研究和人才培养的研究教育据点。



在第 4 期计划(即 2011 - 2015 年)中,为使 3·11 日本地震中(发生于 2011 年 3 月)的受灾地区早日得到重建与复兴,国家意识到必须优先推进发挥科技与创新的举措,同时,优先采取的新举措积极运用了具有地区特色和传统的科技创新,为了通过这些新举措来实现地区重建和复兴,并构建起开展具有地区优势和特色的自主科技与创新活动的机制,国家与有关部门展开合作,通过对软件领域实施重点援助,促进了地区创新生态系统的形成。此外,在 2013 年,针对以展望未来 10 年为基础的特别研发课题,政府通过产学合作,开启了“创新创业计划(COI STREAM)”,以此来援助这一具有挑战性和高风险性的研发课题。其成果不仅是得到了地方的积极响应,而且这些成果通过在社会上发挥作用,不断地为解决地区的社会问题提供帮助。

在第五期计划中(即 2016 - 2020 年),2014 年制定的“都市、人、工作创生法”(まち・ひと・しごと創生法)(創生:来源于汉字“创生”即:创造产生,生而成长之意)为地方创生迎来较好的机遇,在此情况下,政府不断推进相关工作以构建有助于地方创生的创新系统。在实施以核心技术为中心,促进地方发展和国家经济增长的事业型项目的同时,以地方公共团体和大学为中心组成团队,确立地方的“未来蓝图”。根据对该展望的构想,为通过科技创新解决特别社会问题的工作提供了帮助,促进了地方发展产学官金(金融机构)集聚的复合型创新推进基础(研究复合体),实施了推进地方创生等项目。

现在的第六期计划(即 2021 - 2025 年)在进一步完善前五期计划的基础上,根据 ICT(information and communications technology)等新技术发展促进社会数字化,以及新冠疫情的扩散加速了社会变化的情况,展开了智能城市等新工程。我们的目标是,在发挥地方可能性来解决城市与地区的问题时,全国各地也能不断涌现出能持续创造新价值,多样且

可持续的城市和地区,从而创造一个能让人最大限度地发挥活力,拥有持续性生活基础的社会。为使产学研合作在地方上扎根,希望能根据该计划,增强地方大学等的必要性功能,使其成为地方性专业知识的中心。

如此,从第一期到第六期,科技政策转变为科技与创新政策,地方科技创新政策的对象也从大学本科和研究单位扩大到大学、以大学为中心的地方公共团体、包含了企业的联合体、地方公共团体以及地方公共团体间的联合体等多种形式组成的团体。特别是第五期计划以后,对于运用地方科技创新促进地方创生的举措,政府一直在提升其重要性。

第二节 政府就地区的科技与创新所推出的多种措施

以下将展开介绍的几项措施与地区科技创新有关,以地方公共团体及公共团体间的合作为对象,主要旨在促进地方创生。

建设地区基地方面的相关措施可以追溯到国家与筑波市打造的研究学园都市,以及国家与京都府、大阪府、奈良县建设的文化学术研究都市。在筑波市,根据1970年制定的《筑波研究学园都市建设法》(1970年第73号法律),筑波研究学园都市的建设旨在打造日本高水平试验研究教育基地,缓解东京过度拥挤的状况,现在除了29个国家等主导的试验研究教育机关外,民间的研究机关和企业也即将入驻,促进研究交流和完善国际研究交流功能等的各项举措也正在推进。根据京都府、大阪府、奈良县1987年制定的《关西文化学术研究都市建设促进法》(1987年第72号法律),关西文化学术研究都市的打造旨在促进日本及世界文化、学术、研究的发展,助力国民经济增长,如今已规划的研究设施超过150项,多样化的研究活动等正在开展。

另外,在地方创生措施方面,包含秋田县、富山县、石川县、岐阜县、岛根县、广岛县、德岛县、高知县、熊本县、函馆市、神户市、北九州市在内的12个地区被纳入《地方大学和地区产业创生补助金》(内阁府管辖)。在肩负地区未来的年轻人大幅减少的情况下,这一举措从投资地区人才以提高地区生产率的观点出发,在地方长官的领导下,对以产业创

生、增加年轻人就业为中心的地方创生活动以及为促进地方创生,共同致力于组织性大学改革的地方公共团体予以重点援助。希望能通过该补助金项目摆脱“平均主义(平均分配)”“平均分(量化平均)主义”“独立经营主义”,推动建设驱动地区产业创生、具备某一领域压倒性优势的地方大学,促进地区年轻人的学习与就业,缓解“东京一极集中”的问题。

关于第一节介绍的智能城市工程的开展,政府正在推进能够实现“幸福生活”(Well-Being)和“环境、社会、经济可持续”(Sustainability)的数字化田园都市国家构想。所谓数字化田园都市国家构想的目的是,在保持地区多样性的同时,打造一个与城市同中有异,既便利又有魅力,充满吸引力的新地区。具体来说,在“生活”和“产业”等领域,通过数字化创建新服务和互助型商业模式的同时,将数字化的福祉带给各地区的国民。

此外,作为“数字田园都市国家构想”的先导,希望2022年4月划定的超级城市国家战略特区(茨城县筑波市及大阪府大阪市)和数字田园健康特区(石川县加贺市、长野县茅野市及冈山县吉备中央町)能在大胆的制度改革下通过实现数据互通和尖端服务来促进地区问题的解决。超级城市旨在通过推进地区数字化和制度改革,抢先实现多领域促进DX(数字化转型)的未来社会,而数字田园健康特区则以发挥数字技术,聚焦人口减少、少子化老龄化等地方问题,作解决地区问题的示范先导为目标。

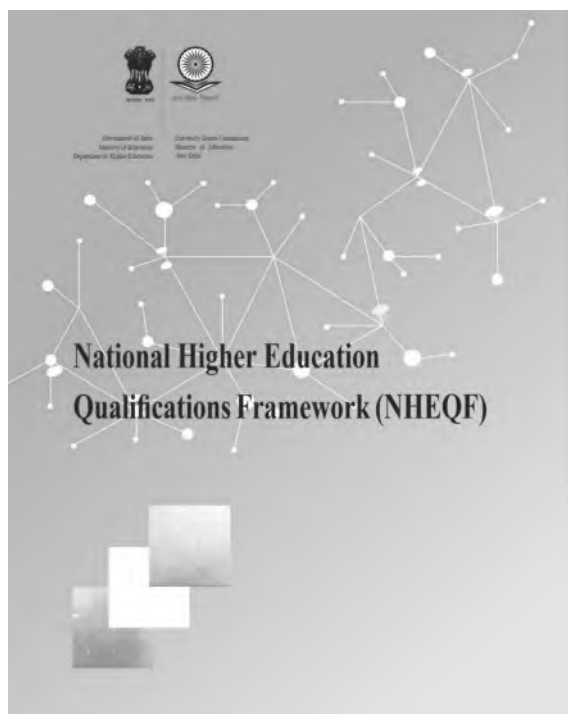
在援助公共团体间的合作方面,可以列举政府助力建设初创生态系统(Startup Ecosystem)基地的例子。在建设城市基地方面,为了融入全球市场、吸引海外投资,日本政府实施了“全球创业加速计划”等工程,通过政府、政府相关机构及民间赞助者的集中支持,以建设跻身世界前列的初创生态系统基地为目标指引,于2020年确定了4处全球基地城市、4处基地城市推进协会。

如第一、二节所介绍的,日本为推进地区科技创新,针对不同的对象,接连实施了各种援助措施,在日本全国范围内建设多个基地,创造了丰硕多彩的成果。

(来源: <https://www.mext.go.jp> 翻译: 颜静莹; 校对: 贾海平)

印度国家高等教育资历框架 (NHEQF)

印度国家高等教育资历框架(2023 年 4 月发布)是一个用于发展、分类和认可资历证书的工具,涵盖从 4.5 级(本科)到 8 级(博士)的一系列层次,每个层次的结构基于确定的学习成果,即在成功完成指定层次的学习计划/课程后,学习者应该了解、理解和/或能够做到的指标。



一、国家高等教育资历框架特点和目的

国家高等教育资历框架是一个全面的框架,根据一系列通过国家认可和与国际质量标准相媲美的绩效标准对资格进行分类,它规定了资格类型和框架级别以及与这些资格类型相对应的预期学习成果。该框架的主要目的是提供全国性的综合框架,以承认和认证印度不同类型高等教育机构所提供的

资格,包括职业教育和技术/专业教育;为高等教育机构提供参考点,以便它们设定和评估学术标准、设计课程、教学和学习评估策略以及定期审查课程;使潜在学生、家长、高等教育机构、雇主和其他利益相关者能够理解与高等教育相关的资格所期望的学习成果以及定义的毕业生特征/形象;帮助确定从一个教育水平到更高教育水平的潜在进展途径,包括通过多个进入、退出和重新进入点/选项,特别是在终身学习的背景下;通过帮助公众了解定义的学习成果、毕业生特征/形象和学术成就,确保公众对高等教育资格和学术标准的信心等 8 个目的。

二、国家高等教育资历框架范围

国家高等教育资历框架将每个教育和培训部门(除了与医学教育和法律教育相关的课程)的资历纳入一个单一的综合资历框架,反映了相关资历的持有者应展示的学习成果和学术标准。国家高等教育资历框架的目的不是推广学习计划或课程的统一课程表或全国共同教学大纲,也不是规定教学过程和学生学业水平评估的一组方法,目的是将所有高等教育机构提升到一个共同的基准水平,以确保所有机构都提供优质教育。该框架允许在以下方面具有灵活性和创新性:(i)学习计划和教学大纲的开发;(ii)教学-学习过程;(iii)学生学业水平的评估;(iv)在商定的预期学习计划/课程学习成果和学术标准广泛框架内定期审查学习计划/课程。

三、国家高等教育资历框架类型

国家高等教育资历框架是一个基于结果的不同类型资格的框架。如图所示:

资历类型	资历称号/命名和课程持续时间
本科证书	本科证书(专业/学科)。课程持续时间:本科课程的第一年(前两个学期),然后是4学分的增强技能课程。
本科文凭	本科文凭(专业/学科)。课程持续时间:本科课程的前两年(前四个学期),然后是4学分的增强技能课程。
学士学位	(专业/学科)学士学位的本科课程: · 文学学士、理学学士、商业学士、职业学士、工商管理学士、体育教育学士课程持续时间:三年(六个学期)。 · 教育学士课程持续时间:在完成本科学位课程后为两年(四个学期)。 · 教育学士课程持续时间:在完成学士学位(优等荣誉/荣誉研究)课程或硕士学位后为一年(两个学期)。
研究生文凭	(专业/学科)学士(荣誉/荣誉研究)学位。 · 4年双专业综合师范教育计划:课程持续时间:四年(八个学期)。 · 工程学士,技术学士:课程持续时间:四年(八个学期)。 · 建筑学士:五年(十个学期)。 · 药学士:四年(八个学期)。
学士学位(荣誉/荣誉研究)	(专业/学科)研究生文凭。课程持续时间:对于那些在2年硕士学位课程的第一年(两个学期)成功完成后退出的人,持续一年(两个学期)。
硕士学位	· 硕士学位:课程持续时间为两年(四个学期),适用于已获得3年/6学期本科学士学位、或成功完成4年本科学士学位或4年双专业综合师范教育计划并获得文学学士兼教育学士或理学学士兼教育学士或商业学士兼教育学士的学生。 · 硕士学位:课程持续时间为一年(两个学期),适用于已获得4年/8学期学士学位(荣誉/荣誉研究)的学生。
博士学位	博士

四、国家高等教育资历框架级别

国家高等教育资历级别代表一系列按照一定的学习成果范围排列位置的连续阶段。如图所示:

国家高等教育 资历级别	各级别中的高等教育资格
级别 4.5	学士学位证书,课程持续时间:本科学位计划的第一年(前两个学期),随后是4学分的增强技能课程。
级别 5	学士学位文凭,课程持续时间:本科学位计划的前两年(前四个学期),随后是为期两个月的4学分增强技能课程。
级别 5.5	学士学位,课程持续时间:四年本科学位计划的前三年(六个学期)。
级别 6	学士学位(荣誉/荣誉研究),课程持续时间:四年(八个学期)。
级别 6	研究生文凭,课程持续时间:一年(两个学期),适用于成功完成两年硕士学位计划的第一年(两个学期)后退出的学生。
级别 6.5	硕士学位课程持续时间:在获得3年本科学士学位后的两年(四个学期)。
级别 6.5	硕士学位课程持续时间:在获得4年本科学士学位后的一年(两个学期)。
级别 7	硕士学位课程持续时间:在获得4年本科学士学位后的两年(四个学期)。
级别 8	博士学位

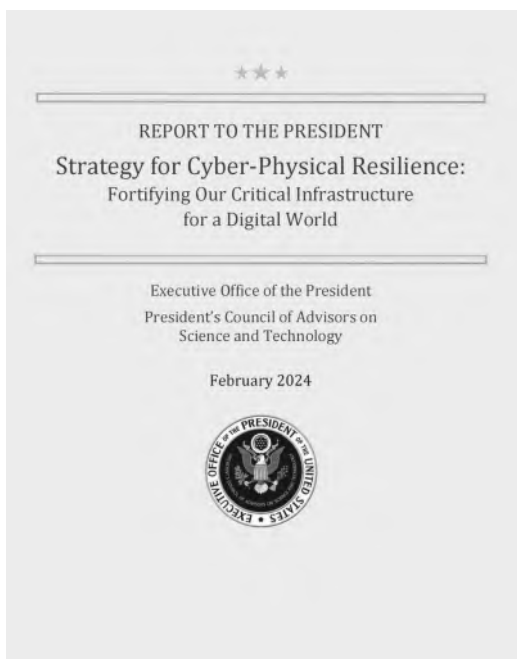
五、国家高等教育资历框架预期毕业特质

国家高等教育资历框架设想学生在完成学习计划后,必须具备并展示通过一个或多个学习方式获得的预期毕业特质,这些方式包括面对面教学、远程教育、在线学习以及混合学习。毕业特质指的是毕业生在学习计划中所具备的质量、特征或特点,包括与所选择学习领域相关的学科领域学习成果,以及预期毕业生完成学习计划后应具备的通用学习成果。毕业特质包括能够扩展当前的知识基础和技能,获得并应用新的知识和技能,独立进行未来的研究,在所选择的职业中表现出色,并作为负责任的公民在社会中扮演建设性的角色。毕业特质是逐步获得的,通过课程和学习经验、整个大学生生活和批判性反思的过程,培养毕业特质。

(下转第70页)

美国网络物理韧性战略： 加强数字世界的關鍵基础设施

2024 年 2 月 27 日,美国总统科学技术顾问委员会(PCAST)正式向美国总统拜登提交了《网络物理韧性战略:加强数字世界的關鍵基础设施》(Strategy for Cyber-Physical Resilience:Fortifying Our CriticalInfrastructure for a Digital World,以下简称《战略》),旨在通过加深公共部门与私营部门的合作,提高美国网络物理系统中关键基础设施的韧性(注:指受损后恢复原状的能力),使其能够减少来自恐怖组织、犯罪分子、自然灾害及其他事故破坏所带来的影响。《战略》中主要提出了四项重要建议:(1)建立绩效目标;(2)加强并协调项目的研发工作;(3)避免各自为政,加强政府网络物理系统的恢复能力;(4)建立更完善的行业、企业高管及执行人员的问责制度。



《战略》的具体内容如下:

一、建立绩效目标

《战略》建议美国政府需要为网络物理韧性制定能被普遍接受的绩效(GAP)目标,作为评估各部门在韧性建设工作中完成度的标准。

需设立各部门在维持基本运行和提供服务方面的最低能力标准。各部门应基于网络物理系统故障可能导致的最严重服务能力下降情况,协同制定这些最低目标,以制定在特定时间段内网络物理系统以降级模式运行的预案。



图 1 美国关键基础设施部门

必须建立兼具表达性和信息性的网络物理韧性的评估指标体系。通过确立并遵循指标所提供的指导,持续监测和改进网络物理韧性的水平,进而增强整体韧性。

需要建立各部门维持基本运行和提供最低服务能力的信息共享机制。通过提高工作透明度进而鼓

励各部门提高在建设网络物理韧性上的工作成效,同时方便公众及监管部门进行监督。

二、加强并协调各部门的研发工作

《战略》建议政府部门和私营部门应当通力合作,改善目前的研发工作,以提高国家的网络安全和网络物理韧性,具体举措如下:

1. 建立国家关键基础设施监测平台。国家关键基础设施监测台有助于政府更全面地掌握关键基础设施的信息和不同设施之间相互联系的情况。该机构将通过开发分类测绘系统以储存重要基础设施的信息,并识别重要集中风险和单点故障风险等风险。

2. 制定国家网络物理韧性计划。制定该计划需要协调和集中在研发机构、学术界和制造业界的科研工作。战略计划中的基础研究应包括运用最新的人工智能技术作为提升网络物理基础设施韧性的基础,以及潜在的利用人工智能对网络物理系统进行攻击的新型威胁。

3. 协调跨机构的研究工作。建议通过协调美国国防、情报、基础设施、卫生和国土的高级研究部门之间的研发工作,最大限度地提高研究工作成功的可能性。

4. 深度参与国际标准的制定。美国应当在制定标准方面发挥领导作用,这将有助于实现网络物理韧性提升的目标。

5. 将网络物理韧性技能嵌入工程专业和教育项目。建议国家和相关政府部门制定专门的工程教育计划,重点在于培养更多网络安全相关的专业人员。首先,应当在美国工程与技术认证委员会(ABET)的专业认证和跨学科的工程培训中提升工程师的网络物理风险和网络信息工程(CIE)能力。其次,需要对高等教育机构发出倡议,让高校在计算机科学、IT 工程等类似学位项目中增加网络安全和网络物理韧性能力的培养模块,这样能培养出更加全面和适应性更强的网络工程人才,确保未来的工程师具备应对网络安全挑战和维护系统物理韧性的

综合能力。此外,美国国家科学基金会(NSF)所推出的网络空间安全(SaTC)计划中的教育项目,更是致力于研发基于实践的教育方法,旨在优化从K-12 基础教育到本科、研究生及专业教育各阶段的网络安全教育,进而推动网络安全领域的人才发展。

三、避免各自为政,加强政府网络物理系统的恢复能力

1. 建立关键基础设施的优先级次序。建立关键基础设施的优先级次序有助于美国各政府部门理解他们在整体韧性系统中的角色重要性,也有助于推动基础设施系统一体化和不断更新的进程。

2. 提高各部门风险管理机构人员的配比和能力。

3. 明确并加强风险管理部门的权力。确定联邦和州、地方之间的责任差距,以确保立法者和监管机构全面理解各方关键基础设施的具体需求,进而实现最低限度的网络物理韧性。

4. 加强国土安全部网络安全审查委员会。

四、建立更完善的行业、企业高管及执行人员的问责制度

1. 加强协调机构的职能。该举措旨在协调推动私营部门的基础设施公司与政府部门的合作,共享网络物理系统的信息,以提高其网络物理韧性。

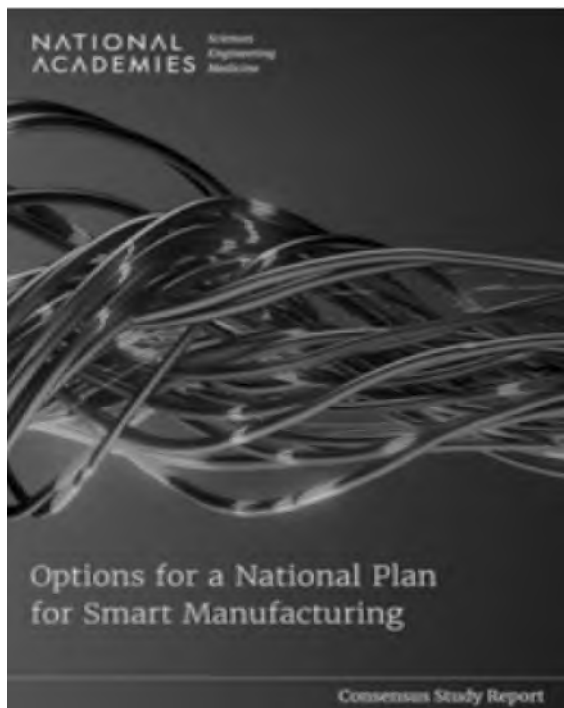
2. 通过设计改善供应链的关键节点和韧性。旨在综合多种行业的技术基础,提高服务提供商的网络物理韧性,做到识别 20% 的风险或事故,就能实现 80% 网络物理系统的恢复。

(来源: Strategy for Cyber-Physical Resilience: Fortifying Our Critical Infrastructure for a Digital World [EB/OL]. (2024-02-27) [2024-3-07]. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2024/02/PCAST_Cyber-Physical-Resilience-Report_Feb2024.pdf. 翻译: 汪泽宇; 校对: 项聪)

美国《国家智能制造计划 (2024 年) 的备选方案》(节选)

一、美国面对的问题以及解决问题的战略概述

制造业是国家福祉和安全的基石,它不仅为商品和服务提供了坚实的基础,也是经济稳定 and 高质量就业机会的来源。最近,受多种因素,尤其是 COVID-19 疫情初期引发的供应链挑战的推动,美国制造业开始出现复苏迹象。在全球制造业运营中,“成本”、“时间”和“质量”三者之间的权衡常常被提及,而供应链问题尤其严重地扰乱了这一权衡中的“时间”要素。这一挑战转化为了美国重振、激活及重构全球制造业生态系统的重大机遇,同时促进了本地化制造的复苏。



除了“时间”要素以外,为在全球和本土市场保

持竞争力,美国需要全面审视和优化“成本”和“质量”要素。这不仅意味着对现有制造业生态系统进行渐进性改良,更需要从根本上革新其运作模式。智能制造作为这一变革的核心,将通过大规模的数据利用和快速的技术采纳来推动行业进步。然而,实现这一目标需要对工作人员进行技能提升,并大规模扩充对数据驱动型工作有深刻理解的劳动力队伍。

为了达成上述目标,美国需致力于重塑其作为全球领先智能制造大国的地位,这一战略必须集中于三个关键领域:工人的积极参与和能力提升;数据的系统收集与高效利用;运营专长的深化,以促进制造业在韧性、敏捷性、可持续性和创新力方面的成果显著提升。

二、本报告所做的工作、希望达成的效果以及关键意见

本报告由美国国家科学院、工程院与医学院共同委托的临时委员会编撰,旨在为智能制造技术的发展与推广制订国家层面的策略。报告研究技术框架和流程如下:确定了实现智能制造持续成功的大致时间表和必要资源;并探讨了政府、产业界与学术界在应对短期、中期与长期挑战中的政策制定及其各自角色,以提高美国制造业的生产力和能源效率,并确保美国的竞争力。该报告特别关注系统集成问题,包括整合制造科学、材料科学、能源科学和其他关键领域。

三、推动智能制造计划实现的关键建议

1. 为了应对劳动力挑战,国家智能制造计划应当提出一套全方位、协同有力的国策,旨在整合和强化现有劳动力发展的基础架构、投资和体系。一种

有效的策略是创建一个独立的非政府机构或组织,如“智能制造教育与培训国家学院”,该机构或组织将被正式授权以推进与劳动力相关的各项举措,并支援美国智能制造领域的教育与培训工作。

2. 国家智能制造计划提议应建立国家变革性数据基础设施、工具和机制,在推动数据资源的培育、数据的选择性共享,并确保数据的实时性和规模化使用的安全的同时共享最佳实践经验,以促进行业内技术数据标准的普及。作为国家战略能力所开发的此类基础设施,可构建为一种安全的数字网络平台,以此促进数据的流通,并通过受控制及授权的方式进行访问,其功能类似于网络版的州际公路系统。该基础设施的设计和协调工作应当组织企业、政府部门、行业协会、联合体以及学术界的利益相关方共同参与,以确保全方位的合作与协同。

3. 美国能源部应与国家标准与技术研究院、国防部以及相关制造机构协作,共同构建一个集成了下一代安全制造架构的制造 CASE(校准、自主、安全、评估)数据库。

4. 智能制造领域的技术多样且复杂,特定专业领域内开发的技术可能并不适用于其他场景。因此,美国能源部及其他联邦机构应当资助那些聚焦于关键技术交汇点的研发项目和联合体,如人与人工智能协同合作、传感技术、AI/机器学习、平台技术、数字孪生技术以及不确定性量化等。同时,这些资助项目还应涵盖各种单元制造过程,如铸造、成型、模制、减材加工、增材制造及组装等,及其在不同行业部门中的应用,如半导体、航空航天、汽车、生物医疗及农业等关键行业。

5. 在美国能源部的资金支持下,结合其他相关联邦部门和机构的专业协商,制定一个综合性框架。该框架旨在定量评估实施安全智能制造所产生的广泛可持续性效益,这包括对三大核心领域——环境、经济和社会的全面考虑,并制定行业通用的可持续性评估指标。

四、智能计划的解决方案

为有针对性地解决美国实施智能制造时所遭遇的劳动力缺失的问题,国家智能计划针对不同的问题给出了相应的解决方案,具体如下:

1. 随着智能制造业的迅猛发展,亟需发展和优化覆盖从中学生到社区学院、大学生直至在职员工

各个层次的制造业劳动力培训体系。考虑到当前教育活动缺乏有效协调,建议在接下来的1至3年内,对所有现有及新兴的政府主导的智能制造教育活动进行评估,以确保其与不同利益相关者的沟通和合作能力。

评估标准应包括:(1)产业界的参与度;(2)与美国制造业机构的合作程度;(3)与国家组织和协会的合作情况;(4)工人中心组织的参与度;(5)对智能制造领域的公司、大学、社区学院及其他教育机构(包括继续教育部门)专家的聘用情况;(6)采用的包容性参与方法;(7)对不同行业和地区制造业差异性的应对策略。

2. 随着智能制造的快速演进,现行的劳动力培训和教育体系显得零散、不充分且反应迟缓。美国有必要采取大胆的策略和行动,以协调和构建资源,确保其当前及未来的制造业劳动力队伍及时更新、紧跟行业发展、具备竞争力和强大的适应性。为实现这一目标,国家智能制造计划提议建立一个独立的非政府机构,例如国家智能制造教育与培训学院(NASMET)。

3. 在制造业与劳动力市场之间,显现出一定的缺口。为缩减该缺口,尤其是在劳动力与教育层面,政府的直接投资显得尤为关键。

五、学术界、工业界和政府的作用

联邦政府在促进智能制造采用方面的作用可通过以下几点来实现:(1)构建新的数据和算法供应商以及相关的网络供应链;(2)行业部门联合投资高价值资产的数字孪生项目开发;(3)开放数据行业 and 学术联盟,应将算法应用视为中小型制造商发展战略的核心部分;(4)实施能够促进工厂和行业维护国家安全和推动全球可持续性的激励措施;(5)开发准确捕获小型、中型和大型制造商所需的指标和工具,以评估智能制造如何帮助实现其可持续发展目标;(6)学术界和工业界共同制定教育计划,以满足行业需求所需的技能和教育计划。

具体而言,国家智能制造计划提出了以下建议,帮助学术界、工业界和政府在推动智能制造的发展发挥其作用。

建议1:行业协会与企业应当共同出资支持试点项目,旨在通过创建案例研究,探索数据共享和知识产权的保留及保护机制,为处于智能制造初级阶

段的中小型企业提供实践参考和指导。

建议2:对智能制造感兴趣的机构,如能源部,应支持新计划,为中小型制造商提供资金和资源,通过部署智能制造技术来更新和维护其当前的运营和设备,可选择的方法包括但不限于税收抵免和贷款担保。

建议3:能源部等机构应与对智能制造感兴趣的大学和企业合作,支持新项目的开发,以提供轻松获得专业知识和设施的机会,并协助设计和开发原型系统和流程设计和开发。可行方案包括:(1)在大学、国家实验室和制造研究所开发共享的智能制造设施;(2)在制造业推广“伙伴关系”,创建新的合作计划,以提供获得智能制造专业知识的机会。

建议4:为了促进制造业发展,政府部门如能源部应授权并资助制造业“伙伴关系”计划、工业评估中心以及美国制造业研究所等机构。这些机构的主要任务是为中小型制造商提供智能制造的能力支持。在此过程中,这些伙伴机构需获得相应授权,以便与中小型制造商合作,实现数据共享和专业知识

的提供。

建议5:为了确保建议得以有效实施,联邦机构必须加强资源配置、议程设定和运营预期的协调一致性。各机构应在财务、行政和优先事项方面实现更紧密的协同,以最大化现有投资的效益。目前,亟需构建跨机构的国家战略一致性。本报告中提出的若干全国性建议,若缺乏联邦机构之间的战略性协调与执行层面的联合协议,将难以落到实处。因此,本报告重点建议成立一个由联邦机构组成的特别委员会,如通过国家科学技术委员会来组织实施,负责监督并支持跨机构在战略制定、财务管理和行政操作上的协调工作。同时,确保该委员会能得到相应的预算和资源配置,以支持其职能的有效发挥。

(来源:Options for a National Plan for Smart Manufacturing (2024). The National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/27260/options-for-a-national-plan-for-smart-manufacturing>. 编译:谢笑珍,张贇喆)

(上接第54页)

(四)保障德国和欧洲的数字和技术主权,开发数字化潜力

技术主权意味着,即使在地缘政治的危机和冲突中,亦或是在供应和价值网络中断和形成时期,仍能保持自己的主张和能力,同时在平等的基础上以及在符合本国的价值观的意义上,在国际上对关键技术和数字应用进行参与塑造并在经济上加以利用。我们要在这十年内通过追赶关键技术、占据国际领先地位并探索新主题来加强德国和欧洲的技术主权,其目的是为了可持续的和自由的未来,以及维护我们的价值观。

(五)加强太空探索,保护和可持续开发太空和海洋

海洋在全球气候和碳平衡中发挥着至关重要的作用,并且凭借其多样化的生态系统服务,对许多国

家具有重要的经济意义。太空探索的进一步发展是未来几十年的挑战,重点要关注自然资源的利用、环境保护、风险防范、灾害管理,以及新价值链的出现对地球的巨大影响。

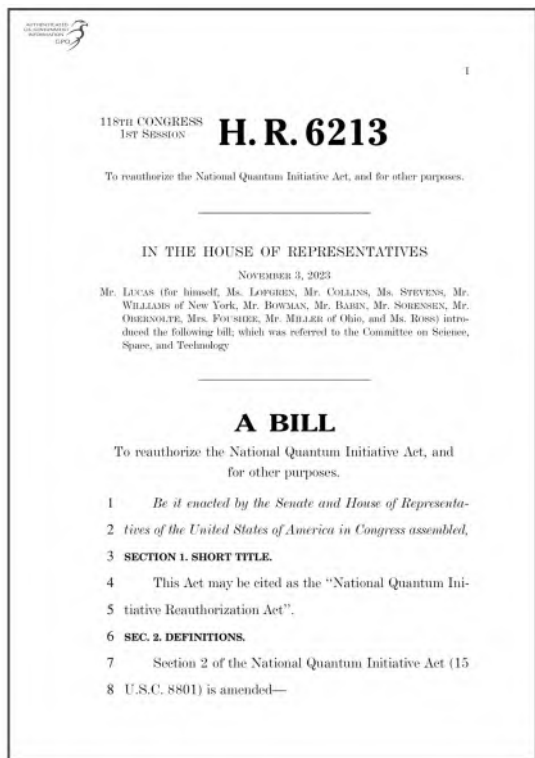
(六)加强社会复原力、多样性和凝聚力

在德国和欧洲,自由民主模式面临与极权体系和极端主义活动之间日益激烈的竞争,这反过来又助长了社会分裂和反民主的倾向。鉴于这些挑战,加强社会复原力至关重要。在这里,复原力并不意味着回到原来的状态,而是指进一步的发展:是面向未来的状态,这样的社会的特征是:高效的、抵御危机的和具有凝聚力的。

(来源:Quelle: Zukunftsstrategie Forschung und Innovation, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2023.02. 翻译:王玉静、黄婷;校对:黄婷)

美国国家量子倡议再授权法案

为了确保美国在量子技术领域的领先优势,应对即将到来的中国等国家量子技术挑战,美国国会通过了《国家量子倡议再授权法案》(以下简称《法案》)。《法案》新增了多项重要内容:



1. 要求白宫科技政策办公室制定一项战略,推进美国与盟国开展量子研究合作,确保美国参与双边和多边量子科学工作,以增强其相对于中国和俄罗斯的竞争力。同时,促进与量子信息科学、工程和技术有关的国际标准组织和进程的完整性、公正性,并确保量子信息科学、工程和技术的应用伦理。而且,需要充分考虑培养、吸引和留住国际人才。

2. 授权美国国家标准与技术研究院(NIST)建立最多三个新的、以目标为导向的量子中心,以加速

NIST 的研发、部署和标准化活动,并优先考虑量子传感、测量以及量子工程等领域的研究,推进量子信息科学、工程和技术的研究和标准化,强化技术转让,提升美国竞争力。2024 - 2028 的每个财年授权高达 5400 万美元,用于支持这些中心的运行。

3. 加强美国国家科学基金会(NSF)的学生培训、奖学金和其他劳动力拓展计划。要求 NSF 在其活动中开展质量与环境信息系统的基础研究和应用开发研究,并为其所面临的重大挑战探索解决方案。要求 NSF 提供基础设施,以支持量子信息科学、工程与技术的研究和活动,并通过如下方式修订和加强了 NSF 授权的劳动力拓展活动:

- (1) 在 NSF 现有的培训活动中增加研究经费;
- (2) 授权 NSF 主任通过新项目或现有项目设立研究基金和奖学金,以增加 STEM 本科生和研究生接触量子信息科学、工程和技术的机会,并增加 STEM 专业毕业生的就业机会;
- (3) 授权 NSF 鼓励将量子科学提案作为其本科生研究经历项目的一部分,以增加本科生的量子研究机会;
- (4) 要求 NSF 鼓励获奖者与行业、非营利组织及联邦机构合作,以促进劳动力获取途径和实践学习经验的扩展。

4. 授权国家科学基金会建立一个新的量子再培训、教育和劳动力协调中心(QREW),在教育机构与更大的量子产业生态系统之间建立新的劳动力输送通道。该中心的工作重点是:

- (1) 通过充当国家和区域信息交换所,确定并解决量子信息科学、工程和技术以及量子产业中跨领域的劳动力发展挑战;
- (2) 推进向高等教育机构和职业技术教育实体传播量子示范课程、最佳做法和教学材料的计划。

该中心必须以联合会的形式建立,其中至少包括两所社区学院、技术学校、非营利组织或私营部门实体。法案特别要求该中心通过各种活动,将量子信息科学、工程和技术内容更多地整合到各级教育的 STEM 课程中,包括职业和技术教育计划。保障 STEM 毕业生在接受量子相关行业教育后的就业机会和就业途径,如,通过建立和维护一个可公开访问的在线门户网站,提升实习、奖学金和中心主任确定的其他此类活动的机会。该中心应与量子行业和非营利实体协调,确保利益相关者的积极参与,并建立就业渠道。

5. 授权国家科学基金会(NSF)为量子技术应用研究与开发建立新的量子测试平台。测试平台旨在支持近期和中期“用例”^①(use case)的转化研究,向学术界和工业界提供可访问的研究资源,用于开发和测试此类“用例”,包括通过概念验证测试、演示、试点项目和原型设计。NSF 负责记录显著的技术成果,建立一个程序来识别具有重大实用潜力的量子技术,供政府使用,并向国会介绍试验台的活动和成果。NSF 必须与国家实验室、其他国家科学基金会中心和量子行业进行协调。NSF 主任应在 2024 – 2028 的每个财政年度为量子测试平台的建立和运行拨款至多 5000 万美元。

6. 要求能源部制定一项促进量子计算商业化的十年战略规划,以指导联邦计划、设计和开发以量子为中心的高性能计算系统并使其商业化。该计算系统的特点是能够整合各种资源,包括人工智能以及由量子超级计算机加速的机器学习,从而使能源部的计算设施能够不断推进计算资源的发展。能源部应通过以下方面支持量子技术行业,并促进应用的商业化:

(1)教育;

(2)加快美国量子计算、通信和网络、传感和安全能力的进步;

(3)推进相关的国内供应链、制造能力以及相关的模拟或建模能力;

(4)促进能源部国家实验室的量子技术商业

化,并与量子经济发展联盟和其他组织(如适用)合作,过渡组件技术,以促进量子供应链的发展。

法案授权在 2024 – 2027 的每个财政年度为能源部最多拨款 1.3 亿美元开展量子信息科学、工程和技术的研究、开发和示范计划。

7. 授权能源部支持量子代工厂的发展,以满足量子供应链对设备和材料的需求。法案授权能源部制定一项量子仪器和基础设施计划,以应对量子供应链所特有的技术挑战和基础设施需求。该计划旨在:

(1)保持美国在量子信息科学、工程和技术方面的领导地位;

(2)发展国内量子供应链;

(3)为更广泛的科学界提供资源。

要求能源部与学术界和工业界协调,以支持量子工厂的发展,重点是满足科学界和量子供应链的设备、硬件、软件和材料需求。并授权在 2024 – 2028 年的每个财政年度最多拨款 2500 万美元用于执行量子仪器和基础设施计划。

8. 正式授权美国国家航空航天局(NASA)开展量子研发活动,并在该机构设立量子研究所。要求美国航天局提交一份研究活动战略,明确支持实施该战略所需的资源,包括预算、劳动力和基础设施;描述与联邦政府机构的合作,并提出研究和应用的领域。量子研究所重点研究量子科学在空间和航空方面的应用,主要业务包括:

(1)重点支持开发量子信息科学、工程和技术及航空应用的基础和应用研究;

(2)支持量子信息科学、工程和技术教育和公众宣传。

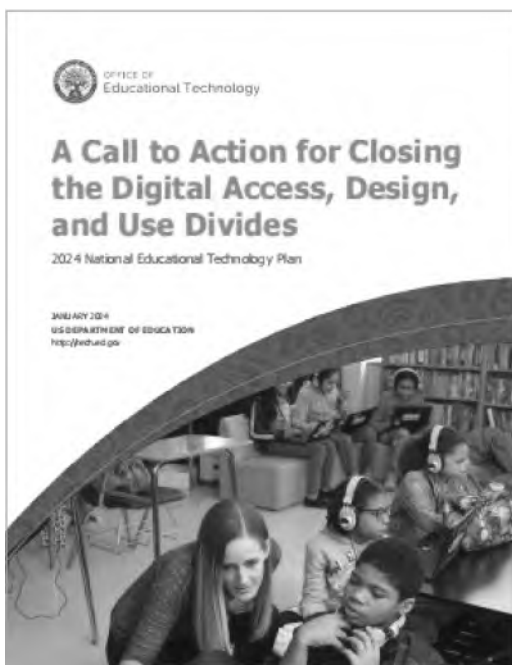
法案授权在 2024 – 2028 的每个财政年度拨款 2500 万美元以执行 NASA 的量子技术研发活动。

(来源:National Quantum Initiative Reauthorization Act[EB/OL]. (2023 – 11 – 03) [2024 – 02 – 28]. <https://www.congress.gov/bill/118th-congress/house-bill/6213/text>. 翻译:杨靖;校对:王应密)

^① 用例(use case)是指在不展现一个系统或子系统内部结构的情况下,对系统或子系统某个连贯功能单元的定义和描述。简单而言,用例就是对系统功能的描述,不过一个用例描述的是整个系统功能的一部分,这一部分一定要是在逻辑上相对完整的功能流程。

2024 年美国教育技术计划:为消除数字访问、 设计和使用差距而发起的行动呼吁

2024 年 1 月美国发布的《国家教育技术计划》把影响教育技术实现学习公平的障碍划分为三个差距:数字使用、设计以及访问差距,并提出了消除这些差距的建议,以促进技术的有效使用来支持教与学,每个部分的建议后面还标明了这些建议最直接面向的是州、地区、学校还是建筑级管理者(负责特定建筑物或建筑群管理和运营的人员,他们通常在学校、办公楼或住宅楼等建筑物中担任管理职位)。



一、数字使用差距

数字使用差距存在于那些被要求利用技术进行创作、探索和批判性分析的学生与那些没有这样要求的学生之间。在学习中,一些学生能够以

积极、批判和创造性的方式利用技术,如在整个学年都会进行关键媒体分析、视频和播客制作、真实世界数据收集、与远程领域专家的联系以及全球观众共享学习机会等;而其他学生在学习与技术的接触中仅限于更被动的使用,如整个学年都只是进行数字化作业。为了解决这种数字使用差距,确保所有学生都能通过技术获得变革、积极、创造、批判性思考。

消除使用差距的建议如下:

1. 制定“学习者/毕业生档案”,明确学生在年级升级和毕业时应具备的认知、个人和人际能力。(州、地区)
2. 设计和维持系统,包括需求评估、技术规划和评估流程,通过积极利用技术来支持学习,促进学生发展“学习者/毕业生档案”中概述的能力。(州、地区、学校)
3. 实施反馈机制,使学生成为学习经验的共同设计者。(地区、建筑级管理者)
4. 制定数字资源和技术采用的评分标准,以确保数字工具能够在更大的教育生态系统中得到访问和整合,支持通用设计学习原则,并能够根据残障学习者的适应或修改需求进行定制。(州、地区、建筑级管理者)
5. 审查各学科课程或项目范围和顺序,确保学生的学习经验通过积极使用技术进行学习,建立适合年龄的数字素养技能。(州、地区)
6. 与当地企业、高等教育机构和非营利组织建立公私合作伙伴关系,帮助学生获得借助教育技术的实践性学习和基于职场的学习经验。(州、地区)
7. 提供专业学习和技术支持,支持地区领导、建筑级管理者和教育工作者指导教育技术的使用。

(州、地区)

8. 制定新兴技术的准则,保护学生数据隐私,并确保与教育愿景和学习原则相一致。

通过有效和积极运用技术减少教学中的障碍,解决个体差异、学习偏好、能力和背景等问题,使学习对所有学生来说都具有可访问性和有效性,满足学生多样化的需求,提供平等的学习和成功机会,以最大程度地实现包容性并适应广泛的学习者群体,包括残疾学生和非英语母语学生。

二、数字设计差距

数字设计差距存在于教育系统中以及教育系统内部,区分的是能否为每位教育工作者提供时间和支持来培养他们运用数字工具设计学习经验的能力。缺乏教育愿景和持续支持,使用教育技术进行有效学习设计可能导致学校内相邻的教室、学区内的学校以及州内的各个地区之间存在差异。消除这种差距需要明确的愿景,重新构想支持系统,并将教师作为他们专业学习的共同设计者纳入讨论,并允许他们在资源的复杂生态系统中为所有学生积极设计学习体验。

消除设计差距的建议如下:

1. 制定一份“教育工作者画像”,概述教育工作者应具备的认知、个人和人际能力,以设计能够帮助学生培养毕业生素质中所概述的技能和特质的学习体验。(州级、学区级)

2. 设计和维持系统,支持新老教师和管理人员的持续学习,为他们提供设计与通用设计学习框架相一致的学习机会所需的时间和空间。(州级、学区级、学校级管理人员)

3. 实施反馈机制,赋予教育工作者成为专业学习经验的领导者和共同设计者的权力。(学区级、学校级管理人员)

4. 为教育工作者和管理人员提供支持数字素养技能发展的专业学习,以便他们能够为学生和更广泛的学校社区树立这些技能的榜样。(州级、学区级、学校级管理人员)

5. 在购买之前制定评估数字工具潜在有效性的流程,包括使用研究和证据。(州级、学区级、学

校级管理人员)

6. 培育一个包容性的技术生态系统,征求来自不同利益相关者的意见,合作决策技术购买、学习空间设计和课程规划。(州级、学区级、学校级管理人员)

7. 支持和促进一个系统性的文化,建立信任,赋予教育工作者增强和发展其专业实践以满足每位学生需求的能力。(州级、学区级、学校级管理人员)

8. 定期征求教育工作者的反馈,并评估专业学习工作,确保与“教育工作者画像”相一致。(学区级、学校级管理人员)

通过深入研究,发现以下几个方面对消除数字设计差距也有重要意义,如学校文化、计算成本、无障碍性、数字基础设施等。

三、数字访问差距

数字访问差距存在于那些能够公平、可持续地获取连接、设备和数字内容的学生和教育工作者与那些不能享有这些条件的人之间。为了让所有学习者都能享受到上述所描述的学习经验,各州和地区必须致力于消除另一个关键差距——数字访问差距。

消除访问差距的建议如下:

1. 制定“学习环境画像”,设定对习惯和能力的期望,无论处于何种空间中。(州、地区)

2. 建立一个内阁级别(能够制定和执行政策的高级别官员)的教育技术总监,确保教育技术资金的有效使用。(州、地区)

3. 定期进行需求评估,确保技术正确支持学习。(州、地区、建筑层面管理者)

4. 针对本地资金结构,制定设备更新政策的模型流程和指导方针。(州、地区)

5. 在采购教育技术硬件、软件和服务时,利用州级采购力量或地区购买合作机构的优势。(州、地区)

6. 与广泛的利益相关方协商制定学习技术计划,并按照既定的审核周期进行。(州、地区、建筑层面管理者)

7. 利用公私合作伙伴关系和社区合作,将宽带互联网接入之前连接不足的地区,确保学生能够实现“无处不学、时时刻刻学”。(州、地区、建筑级管理者)

8. 制定流程和结构,确保采购过程中纳入可访问性作为一个组成部分。(州、地区、建筑级管理者)

9. 在各个年级和学科领域中规划和整合数字健康、安全和公民意识以及媒体素养的技能和期望。(州、地区、建筑级管理者)

为了实现消除访问差距的最终目标,还需要制定学习环境的画像来建立共同的愿景。制定学习环境画像需要解决如何设计学习环境以适应当前和预期的技术需求,例如电源供应、投影能力、宽带速度和听觉辅助;如何灵活设计学习环境,以便教育者和学习者可以在整体小组、小组和个体学习经验之间切换;如何设计所有学习环境以适应不同学习者的需求和能力;制定学习环境的画像还涉及所有学习空间(物理和数字空间),帮助确保公平的访问、一

致的体验,同时确保满足所有学习者和学习目标需求的能力和资源。

四、结论

教育技术在改善美国每位学生和教师的教学和学习方面具有巨大潜力。近年来,学校拥有比历史上任何时刻都更多的设备和数字资源。全国各州、地区和学校可以努力地为所有教师提供设计真实学习体验所需的时间、支持 and 能力,它们可以制定新的目标,明确规定所有学生在学习过程中必须具备的技能、知识和经验。各州、地区和学校可以消除历史上限制创新和有前景的教育技术支持学习经验的做法中的障碍和偏见,国家可以消除数字接入、设计和使用差距。

(来源: A call to action for closing the digital access, design, and use devices-2024 national educational technology plan [EB/OL]. (2024-01). <http://tech.ed.gov>. 翻译/校对: 吕晓芹)

(上接第 60 页)

六、国家高等教育资历框架质量保证机制

国家评估与认证委员会负责对全国的大学和学院进行绩效评估、评估和认证,并设想每个获得认证的高等教育机构都应设立一个内部质量保证机构作为认证后的质量保持措施。内部质量保证机构主要目标是建立一个有意识、一致和催化性行动的体系,以改善机构的学术和行政绩效,并通过内化质量文化和制度化最佳实践来促进机构运作的质量提升措施。它的主要职能包括制定和应

用机构的各种学术和行政活动的质量基准/参数;安排学生、家长和其他利益相关者对与质量相关的机构流程的反馈;传播有关高等教育的各种质量参数的信息;组织内外机构的工作坊、研讨会,推动质量圈;记录各种项目/活动,以促进质量改进;担任机构的中央机构,协调与质量相关的活动,包括采用和传播最佳实践;通过管理信息系统开发和维护机构数据库,以维护/提高机构质量;以及培养机构的质量文化。

(来源: National Higher Education Qualifications Framework, April 20th, 2023. 网址: <https://www.ugc.gov.in/nheqf.aspx> 翻译/校对: 吕晓芹)

英国科学技术框架:最新进展

英国政府于 2023 年 3 月发布了《科学技术框架》,阐述了其在十个领域中的科技目标与愿景,并在其后的一年里不断采取措施来实施框架内容。2024 年 2 月,英国政府网站发布《科学技术框架》最新进展情况,此次更新记录了框架中十个领域所取得的广泛进展,并更新了未来 12 个月的政府优先事项,以进一步推动英国在科技框架的关键领域中实现更大的抱负。



一、开发和部署关键技术

英国政府将人工智能、工程生物学、未来电信、半导体和量子技术作为其开发和部署的关键技术,现已发布了针对每一项关键技术的雄心计划,将重点从技术识别转向了技术的交付、开发和部署。具

体如下:

1. 人工智能

英国政府将通过国家人工智能战略的实施,培养支持人工智能发展所需的人才和技能,推动人工智能在公共部门及其他领域的应用,以实现更好的政策制定和生产力增长。

未来 12 个月,英国政府将通过 AI 机遇论坛(AI Opportunity Forum)推动人工智能的广泛应用与生产力提升;联手人工智能安全研究所,开发社会技术基础设施,了解并支持先进人工智能的风险管理;制定人工智能监管框架,支持监管机构实施监管方法。此外,政府将鼓励运用人工智能推动行业创新和公共部门内部创新;与中央人工智能风险部门(CAIRF)合作,共同应对人工智能前沿风险与公益问题。

2. 工程生物学

英国拥有一个广泛且丰富的工程生物学生态系统,能够对该领域的技术及基础科学的众多机遇进行开发和商业化。

未来 12 个月,英国政府将建立新的工程生物学指导小组,支持工程生物学国家愿景的实现;通过工程生物学监管网络深入了解监管环境,为行业发展提供有力保障。同时,英国政府将实现其投资承诺,加强英国工程生物学的基础设施建设。此外,政府将举办工程生物学公司路演,广泛汇集各行业的投资者与企业,共同推动工程生物学领域的创新与发展。

3. 未来电信

英国在未来电信技术领域拥有实力雄厚的学术与工业生态系统,英国将保护其在全球经济中的地位,确保关键国家基础设施的安全,使未来电信为全国公民和企业服务。

未来 12 个月,英国政府将启动电信研究院的未

来电信技术任务基金,支持未来网络技术的创新,并提出未来电信愿景。同时,英国将深化并新建电信联盟国际伙伴关系,预测并加强未来电信与关键技术的新兴互动,推动英国未来电信技术的蓬勃发展。

4. 半导体

英国将巩固在研发、设计、知识产权及复合半导体方面的优势,引领未

来半导体技术,强化英国国际地位并保障国家安全。

未来 12 个月,英国政府将改善商业研究基础设施、建立国际合作伙伴关系,助力企业创新并参与全球竞争。为了提高半导体行业投资透明度和风险认知,政府将制定半导体复原力指南和投资安全指南。在此基础上,政府将审查融资方案,为半导体行业释放更多私人投资。此外,英国工业研究院(UKRI)将投资建立若干半导体技术创新知识中心,培养半导体领域专业人才,为行业发展提供强大的智力支持。

5. 量子技术

英国将成为量子经济领军国家,使量子技术深度融入英国数字基础设施与先进制造业,确立世界领先地位。

未来 12 个月,英国政府将携手产业界、学术界及投资者,制定实施量子任务战略计划,并国际伙伴深化合作,共同推进量子技术发展。英国量子研究所(UKRI)将投资 1 亿英镑用于量子技术研究与发展。同时,政府将发布量子基础设施审查报告,投资量子奖学金与博士培训,并制定量子技能行动计划。此外,政府还将提高对量子技术的采购,探索有利于量子创新的监管方法,并正式启用国家量子计算中心。

二、彰显英国的优势和雄心

在《科技框架》发布的基础上,英国将在国际上宣传英国科技系统的实力,阐述英国的优势和优先事项,为利益相关方提供在英国投资的信心。

未来 12 个月,英国政府将增加对“地平线欧洲”计划的参与,突显其对研发密集型中小企业的助力;同时,持续宣传英国科技强国历程,展现其优

势与成就。此外,政府还将利用“卓越人才”活动吸引优秀人才,将他们的技能引入英国科技领域,以支持经济增长。

三、研发投资

过去一年,英国的研发投资达到了创纪录的水平,建设和维护了一个更有效的研究体系。

未来 12 个月,英国政府将积极吸引海外投资进入关键研发领域,增加大东南以外地区的国内研发公共投资。同时,政府将履行《对英国研究、开发和创新组织架构独立审查的回应》中承诺,并实施研究风险投资催化剂计划,构建多样化、弹性且可投资的研发和创新架构。

四、人才与技能

英国正与产业界合作,了解对未来劳动力的要求,并制定支持每项关键技术的技能方法。

未来 12 个月,英国政府将与各关键技术的行业团体合作,了解和评估雇主技能需求和劳动力市场需求,监测关键技术的技能供需情况,吸引世界优秀人工智能研究人员、工程师和企业家来到英国。同时,英国将加快高等学徒制和学位学徒制发展,增加入学机会;为受资助的博士生提供资助和更广泛支持。

五、为创新型科技公司融资

英国通过增加机构投资供应等改革措施,缩小了科技公司的融资缺口,确保其在成长各阶段都能获得所需资金,同时发展更广泛的金融生态系统以培育下一代科技公司。

未来 12 个月,英国将释放养老金储蓄以助力科技公司发展,并建立跨学科研究资金池。政府将对私人投资领域程序进行评估,建立监管框架,改善私营公司进入资本市场的机会;就先进制造业融资渠道问题设立行业论坛。政府还将在鼓励企业设置风险管理部门的同时,加快风险资本投资者的培养。

此外,政府将汇聚科技生态系统的领军人物建立论坛,为重要科技公司扩充提供支持服务。

六、采购

英国的目标是通过阐明政府的创新需求和挑战来优化商业环境,使各种规模的企业都能更容易地申请公共资金。

未来 12 个月,英国政府将实施《2023 年采购法》,推行内部文化变革,简化供应商竞标流程。同时,选定试点部门和技术进行试验,制定创新方法,鼓励更多人参与创新采购计划,推动公共部门系统变革。政府科学办公室将与风险投资界就公共部门的创新解决方案开展合作。此外,政府还将支持提高人工智能供应链质量,纳入公共部门采购,为私营部门供应商展示最佳实践。

七、国际机遇

英国通过国际科技活动和多边参与的协调方法,加强了国际网络以及与其他国家的科技伙伴关系。

未来 12 个月,英国政府将通过协议加强英国与主要科技国家现有的科技双边伙伴关系,建立一套全面和长期的国际研究与创新伙伴关系模式,实施国际科学伙伴关系专项资助,重点资助能复原的地球,健康人类、动物和植物,变革性技术、未来人才四大领域。

八、使用物理和数字基础设施

研发基础设施是构建英国世界级研发基地的基石,过去一年,英国专注于升级与扩展研发设施,针对政府优先事项向合作伙伴提供战略建议。

未来 12 个月,英国政府将为研发基础设施制定

长期国家计划,明确投资战略重点。同时,寻求主导国际研发基础设施的机会,巩固英国全球研发基础设施领导地位,实施欧洲核子研究中心战略。英国将扩大数据安全访问,推动对政府数据的使用和了解,优化政府决策;进一步投资计算能力,确保研究创新生态系统充分利用政府投资,满足访问需求。

九、规制与标准

英国鼓励监管和标准方面的创新,为关键技术制定了标准和法规。

未来 12 个月,英国政府将积极落实并支持技术监管创新,发布量子技术和工程生物学部门的独立监管报告,开发针对科技公司的监管支持服务,政府还将发布关于人工智能和数据驱动工具在人力资源和招聘中的使用指南。此外,政府将确保《数据保护和数字信息法案》等关键立法顺利实施,保护数字市场,维护网络安全。

十、创新的公共部门

英国在 STEM 技能和素养、改善政府内外的人才和资源共享以及发展支持创新文化等方面取得了进展。

未来 12 个月,英国政府将发展人工智能项目以提升公共服务效率,实施数字卓越计划,招募技术人才,强化政府数字能力;通过审查和更新算法透明度标准和开发政府数据市场,更好实现政府数据的发现、访问与共享。

(来源:《Science & Technology Framework-Update on progress》, February 2024, Department for Science, Innovation & Technology and HM Government, UK. 翻译:黄嘉欣;校对:焦磊)

英国工程师 2030：重新思考工程与技术技能， 共建人类与地球共同繁荣的世界

在数字技术与人工智能飞速进步的时代背景下，人类正面对着以气候变化为代表的全球性挑战。在这一时期，如何培养能够引领去碳化发展、具备全球责任意识、发挥技术积极影响的工程师是工程学的重要使命。2024 年 2 月，英国皇家工程院颁布了“工程师 2030”项目的启动文件。这一文件旨在确定 21 世纪工程知识、技能和行为的变化情况，厘清英国吸引、招聘、教育和支持未来工程师和技术人员所需的条件，为革新英国工程教育框架提供参考。



一、未来 25 年，英国工程界在培养

工程师和技术人员方面的能力如何？人们普遍认为，工程学在应对挑战、塑造包容的社会和繁荣的经济方面可以发挥重要而积极的作用。然而，现实情况显示，英国工程界仍面临着工程技术人才短缺、大众对工程师职业的误解根深蒂固、工程教育与经济社会需求不匹配等一系列挑战。

在教育方面，现有本科及更高一级的学位为学生提供了进入工程专业的专业认证途径，使他们能够掌握各领域所需的基础和专业技能。然而，无论是各个学科领域还是更广泛的环境都在发生变化；数字化和人工智能正在改变工程领域的运作流程；气候变化和其他可持续发展问题也带来了新的挑战，这要求工程师具备新的技能与思维方式。通才和专才之间的平衡可能需要改变，工程师的核心技能一方面要包括人工智能和数据分析方面的技术能力，另一方面要包括沟通和协作等人际交往能力。

未来工程界的基础是在今天的学校里奠定的，因此学校教育也应考虑进行改革，以提供更好的途径来吸引所需的人才。与许多国家相比，英国目前的学历模式导致了过早的专业化，如 A-Level^① 学生通常选择人文学科或科学学科。那些选择人文学科的学生一般在 16 岁时就失去工科领域的竞争优势。相反，那些选择工科的学生则失去了接受更全面教育的机会，包括历史、地理等能够提供更广泛视角的学科。

① 译者注：A-Level 作为英国全民课程体系的一部分，是指英国两年制的大学入学考试课程。完成学习的学生可获得普通教育高级证书（General Certificate of Education, Advanced Level）。

英国学校在科学、技术、工程和数学(STEM)领域也长期存在教师短缺问题。2022-2023 年,英国在物理、设计与技术和计算机领域的初级培训教师招聘情况最为糟糕——这些领域的招聘人数不到目标人数的三分之一。

另外,由于传统上过于强调通过 A-Level 和学位等学术途径进入工程专业,而不是通过继续教育、学徒制或其它途径,使这些教育问题变得更加复杂。

二、需要进行哪些改革才能吸引和支持 2030 年的工程师?

随着工程技能在应对气候问题和塑造可持续未来中的核心作用日益凸显,如何最有效地利用工程技能解决 21 世纪的复杂问题已成为紧迫的挑战。这一挑战需要融合不同思维、专业知识和资源的合作。该文件旨在发起关于工程领域的新对话,并提出一系列关键领域的改革建议。

在感知层面,应当抓住机会重新向公众定义工程师的角色功能,展示工程师是如何在保护环境、塑造社会和支撑成功经济方面发挥重要作用的,以吸引更多不同背景的年轻人加入工程师行列。在行为与态度层面,工程师需要以新的方式工作与思考。工程师在创造过程中要始终将人和自然置于中心位置,同时要具备全球责任意识,确保其行为对全世界人民、社会和环境产生积极影响。在资源层面,为充分利用新的工程机会,我们需要保证在科技和工程领域投入充足的资源并合理分配。

在技能层面,工程师的教育和培训需要与时俱进。工程教育需要将关于净零经济(net zero economy)和人工智能等方面的知识有效地纳入课程中,同时重视教育过程中工程师系统思维、跨学科合作和人际交往能力的培养。在学校层面,英国现任政府已经采取了一些行动,以避免过早专业化,比如为 16-18 岁的学生创建更加均衡的课程,包括就“英国高级标准”(Advanced British Standard)^①进行磋商,这意味着大多数学生可以选择至少五门课

程,尽管其中一些是“主修”课程,另一些是“辅修”课程。然而这项改革可能需要十年的时间来实施,且如果不在学校明确宣传工程学的吸引力,可能仍然不会有更多的学生选择工程学专业。另一个问题是如何在 16 岁之前的教育中培育工程职业的种子:除了掌握越来越重要的核心技能,如数学和读写能力,培养保护自然系统的意识亦很重要。

三、工程师 2030 计划的目的是什么?

(一) 计划目标

该计划旨在就如何实现工程专业数十年来商定和追求但只取得部分成功的目标展开全国性讨论。这些目标包括:

1. 了解并认同工程学已经并将永远发生的变化,阐明工程师和技术人员应对挑战所需的核心知识、技能和行为,以建设一个人类和地球都能繁荣发展的世界。
2. 吸引更多的工程师和技术人员——并确保他们在职业生涯中不断提高技能,以满足不断变化的经济和更广泛的社会需求。
3. 建设一支更加多元化的工程师队伍。
4. 使人们对工程师的作用有更深刻、更准确的认识。
5. 更新和改革工程教育的教学方式和内容。
6. 通过增加相关学科的教师人数,将真实的工程背景引入课程和教学中,使所有学校都能鼓励学生学习工程学。

(二) 进展概况

通过“工程师 2030”,皇家工程学院将与专业工程机构合作,与工程领域内外的各界人士进行讨论。希望与工程教育和技能系统的各个部分共同创造解决方案。

(下转第 81 页)

^① Advanced British Standard(简称 ABS)是英国政府实施的一种新的资格证书考试。该考试旨在将 A-Level 和 T-Level 合并为一个新的单一教学和资格证书考试,以平等对待学术知识和技术技能的教学测评。

英国工程师 2030:重新定义 21 世纪 工程师的未来技能需求

一、“工程师 2030”项目的目标及基本概况

英国皇家工程院与国家工程政策中心 (NEPC) 的合作伙伴一起启动了“工程师 2030”项目,这是工程领域的一项重要政策项目,该项目重新定义 21 世纪工程知识、技能和行为,它将不断推动工程、工程教育和技能体系的变革,其目的是:

- 确定工程师和技术人员所需的基础知识、技能和行为,以创造一个人类和地球都能繁荣发展的 21 世纪世界。
- 了解英国目前为实现这一目标而实施的制度、文化和政策。
- 确定如何改变教育和技能体系的原则,以便有效地培养应对全球挑战所需的工程学知识、技能和行为。

该项目分为两个阶段。在第一阶段(2023 年 7 月至 2024 年 3 月)英国皇家工程院与国家工程政策中心的 40 多个工程专业机构合作,与更广泛的利益相关者共同商讨和制定变革。第二阶段(2024 年 4 月至 2025 年 3 月)更深入地研究技能生态系统中,变革在短期或中期内最有效的部分。该计划将为工程教育变革提供依据,并向政府、教育工作者和工程院校提供建议。

作为确定工程师和技术人员应对 21 世纪全球挑战所需的基础知识、技能和行为的重要一步,英国皇家工程院批判性的分析和综合了有关未来工程技能的现有建议,旨在回答以下问题:

当前社会对于我们未来的工程师必须满足哪些社会和经济需求,存在哪些共识?

与这些需求相对应的,哪些原则支撑着未来工程师的新知识与技能需求?

在共同认可的需求和原则中,是否存在任何隐含的矛盾或挑战战?

接下来需要进一步优先研究的问题是什么?



二、21 世纪工程师的未来技术需求

- 影响未来工程师活动的两大变化是数字化和数据化以及可持续性。
- 英国正面临着严重的数字技能危机。数字和数据技能是基础性的、交叉性的,也是日益普遍的需求,但这些技能的供应却跟不上需求,这给经济增长和生产力带来了巨大风险。

- 未来的工程师必须具有全球责任感。工程师越来越需要站在社会和环境挑战领域的前沿开展工作,因此工程师需要更好地了解其具体的操作和监管环境(包括其工作对环境和社会的更广泛影响),伦理和其他人文技能将日益成为工程设计和实施的重要组成部分。

- 难以对新出现的知识、技能和行为进行分类。在试图理解未来工程学知识、技能和行为这样一个范围广泛的主题时,所面临的主要挑战是如何理解和组织大量信息,这些信息包括:未来工程学的知识、技能和行为。当前常见的方法是首先对重大转型进行分析,对与转型相关的流程和技术进行分类,然后对相关的知识和技能进行思考。但是,这种方法往往会导致报告过于复杂,在这种情况下,人们将知识、技能和行为与"绿色技能"等宽泛、重叠、有时甚至含糊不清的分类联系起来。

- 传达技能需求的方式往往混乱或不连贯。这表现为毕业生和雇主之间对技能熟练程度的看法不一以及在如何定义和区分新出现的技能需求上缺乏协调和共识。这可能是由于已经开展工作的质量问题,也可能是由我们的机构中以技能为重点的活动的结构和分工方式所造成的。

- 在思考知识、技能和行为时,应当考虑其应用背景。我们并没有建立一个以技术为基础的理论框架来适应执业工程师的素质,而是从执业工程师的生活经验入手,在此基础上建立了一个以实践为导向的框架。研究的前半部分着眼于对生产力和增长至关重要的执业工程师的素质,后半部分着眼于工程师必须如何驾驭不断变化的运营环境。这种结构有其自身的局限性,但我们认为这种方法是一种有效的方式,可以跨越部门、学科和技术领域来讨论未来的技能需求。

- 我们需要彻底改变思考技能的方式。随着技术变革步伐的加快和复杂性的增加,工程师们需要以不同的方式思考他们的技能与职业的关系。许多技术领域的变革步伐在我们所研究的技能领域中,有许多领域是重要的,而且是相互影响的。因此,工程师需要不断寻求自身适应性、灵活性、多学科技能的发展,以及快速提高或重新掌握技能的能力。

- 我们需要彻底改变对技能部署的看法。技能分配和部署是本次研究的一个重要主题,这包括英国对工程师不同技能的需求及其供应的问题。这些问题的核心是如何正确治理和管理劳动力技能。

- 传统工程技能仍然非常重要。新出现的挑战和技术在所查阅的文献中得到了广泛关注。但同样明显的是,传统工程学知识与技能依然重要。传统的工程技能,包括解决问题、创新、创造力、基本概念的应用和学科专业知识,仍将是工程知识和技能的核心要求。

- 工程专业必须更好地定义和推广系统思维,将其作为工程实践的重要组成部分。系统思维作为 21 世纪工程实践的一个重要组成部分,正在得到越来越多的认可。

- 软技能对工程师来说依然重要。当前学术技能和创业/商业技能之间存在着巨大的技能鸿沟,而这些技能正在对英国的经济表现和生产力产生重大影响。此外,团队合作、项目管理和沟通都是使在职工程师能够成功驾驭以业务为中心的工作环境的重要技能。

- 要预测未来的技能需求,就必须了解技术与人与人之间是如何相互作用的。随着技术的发展我们有必要考虑技术因素与非技术因素相融合以及考虑人类技能如何与新技术相融合的问题。人工智能(AI)的出现就是一个突出的例子。尽管人工智能具有明显的优势,但工程师们也面临着许多挑战,例如批判性地获取信息的能力(既包括他们在工作中利用的信息和数据,也包括他们如何与团队成员、客户和更广泛的公众沟通),工程师必须了解新兴技术的现实情况才能够与外部受众交流和讨论。而无论是在公司内部,还是在公众面前,工程师都必须成为深入了解技术同时又具有良好沟通表达能力与语言技能的专家。

三、重新定义工程技能

21 世纪工程师需要发展的新技能:

1. 数字化和数据技能

数字化和数据技能的基础性,数字化技能是所有未来工程职业的基础,也是目前所有其他技能学

习和实践的基础,这些技能既包括使用计算机、远程工作和管理数字信息化所需的基本数字技能,也包括大数据和人工智能、机器人、先进电子和网络安全相关的高级技能,几乎涵盖了现代工程的各个方面。作为一套基本的技能,它们与影响工程技能要求的其他关键变革(零净值和全球可持续性)密切相关,通常被称为“绿色技能”。因为实现零排放的许多技术都是由数字控制的电气系统,如果没数字技能,就不可能实现零净排放。

2. 跨学科技术能力

技术技能被视为学科专长的实际应用,强调“实用技能”,即有效利用技术的能力(将技术作为目的和手段是大多数行业日常工作的主要方面)。不同部门和学科领域所应用技术的确切性大相径庭,这就要求工程师将其实践能力定位在更广泛的学科专业范围内,并且随着基础技术变得更加先进,相关的技术也会更加复杂。例如以过程为导向的专业,包括精益制造、持续改进过程、无损检测和质量保证,而质量保证又涉及在供应链中工作以及检查和审计过程等相关的技能。

3. 发现及处理问题能力

应用知识和技能来解决实际问题在整个行业中都是必不可少的。工程师在处理问题的时候还要求延伸到“发现问题”——发现未见的问题并进行预测的能力。处理问题是一系列工程角色的特征,批判性思维和解决问题的技能被认为是工程师的一个核心职责,由于进一步的自动化和数字化,预计到2030年,对体力和手工技能的需求将下降30%,而对技术和认知技能的需求将增加50%、解决问题的技能仍将是工程专业的优势。

4. 创意与设计能力

创造力是解决问题的一个重要方面,尤其是与分析性思维并驾齐驱,也是构思的一个重要组成部分。创造力还经常与创新联系在一起,通常是指新的和新颖的想法,在这方面,作为一种技能,创造力是一种独特的人类品质,并且在将来会变得更加

重要。

5. 整体/系统性思维

能够将我们的工作置于更广泛的背景中,并将我们的活动的影响作为整体系统的一部分,这是许多工程师的另一项关键技能,通常被称为“系统”思维。系统思维对于工程师的工作方式通常被视为一种行为而不是技能。它是一种在许多工程学科中普遍存在的技能,要求工程师具有识别、理解、构建互连并采取行动的能力。

6. 组合技能:优化和创新

虽然前面四节关于学科专长、处理问题、创造力和系统思维的内容单独拎出来都可以被定义为个人技能组合,但这些技能组合在一起的方式往往本身就是一种技能组合,而且随着技术变得更加复杂化和相互关联,所需的综合技能集也变得更加突出。

除了上述技能以外,与优化和创新相关的另一项技能是以发展为导向的研究的规划,随着公司的效率和增长越来越依赖于生产技术的改进,以发展为导向的研究也变得越来越重要。

7. 驾驭运行环境的技能

可持续性发展以及全球责任。工程师需要成为“对全球负责”的人。工程师应满足地球的需求,并通过负责任、有目的、包容和可再生的方式,在所有工程领域塑造公平的成果。这就要求我们掌握必要的技能,以了解全球挑战、如何应对和解决这些挑战。

由于工程师的工作以多种不同的方式影响着世界,因此“全球责任”这一术语这一定义较为宽泛,通常包括工程师在环境可持续性和气候变化、道德规范以及平等、多样性和包容性方面的知识、技能和行为。

(来源:Engineers 2030: redefining the engineer of the 21st century-Future skills needs a review of the literature. <https://raeng.org.uk/policy-and-resources/education-policy/engineers-2030>. 编译:谢笑珍,许璟怡)

数字世界的高校课程

——关于德国高校变革过程中课程开发的白皮书

高校数字化论坛是德国的一个全国性智库,其围绕高校数字化转型,集结了一个广泛的群体。其促进发展,并测试创新方案。来自高校、政界、商业圈和社会各个领域的参与者通过这一智库相互联系。

高校数字化论坛成立于 2014 年,由资助联合会 (Stifterverband)、高校发展中心 (CHE) 和高校校长会议 (HRK) 的联合倡议,并由联邦教育和研究部 (BMBF) 资助。



在数字化的背景下,高校必须要重新调整课程并加快数字化进程。因为技术变革给高校教学带来新的要求。一方面,新的要求包括新的能力或知识(例如人工智能、数字技术),另一方面,必须有面向所有学生的,比以往更广泛、更协同的,与社会相关

的主题(人工智能、可持续发展等)。尽管很多高校都将“未来技能”的可持续锚定列入议程,但改变学习课程仍然是一项艰巨而复杂的任务。然而并无其他办法,不符合课程大纲的变革通常无法超越个别教师的付出。因此,学生是否能够获得并证明必要的与未来相关的能力、技术或知识就成为偶然。这在人工智能时代是不能被接受的。

数字世界的课程发展给专业、院系和研究所的相关人员提出了许多问题和挑战。同时,要将数字技能和内容纳入教学课程,并调整相关的技能特征,使其适应整个高校范围内的变革。课程开发过程是一种文化变革,影响到每个参与者,并在教学文化,学习文化以及考试文化中有所体现。因此,课程开发也是高校组织和战略发展的问题,影响高校不同层面的参与者——从管理层到课程板块的负责人。

为了解决数字化背景下课程开发的复杂性,并支持各个层次的参与者参与课程开发,2023 年 1 月 19 日,“数字化高等教育论坛”与“人工智能 - 校园”共同组织了数字世界 Barcamp 课程计划。Barcamp 的目标是传播和交流课程开发方面优秀的经验,并阐明课程转型中的挑战和解决方案。最后,围绕课程开发主题创建一个共同的知识库。有超过 260 人就课程开发主题交流了他们的知识和经验,并展示了解决方案。2024 年 2 月,我们发布此白皮书,采纳了 Barcamp 的研究结果和示例,但内容也不限于文档本身。

一、课程开发的支持形式

有不同的形式可以支持高校推进课程开发。下面是 Barcamp 的一些示例。

(一) 进修和参与

1. 黑客松(Hackathon)让我们谈谈:未来技能

萨尔应用大学(HTW Saar)举办了旨在提升未来技能的黑客松活动。学生、教师和校外参与者共同参会,目的是共同致力于创建面向未来的大学。此次活动将黑客松的框架理念转移到高校教学的课题上。在一天之内,学生、教师和公司代表充分交流,为共同塑造未来大学提出教学方面的建议。

黑客松是一项限时活动,组织团队为现有问题提供解决方案。这项活动孕育出旨在有效应对特定挑战的想法。数字时代高等教育论坛制定了组织黑客马拉松的手册。

2. 课程讨论

在系统(重新)认证的指导下,奥德河畔的法兰克福欧洲大学(Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder))的教学质量管理部门对课程开发指南进行重大修订。此次修订的目的是确保课程讨论系统地融入教学过程,并整体简化教学过程。课程讨论是在课程设置或变更过程之初,教师、相关行政部门、核心机构、教学质量管理人员和学生都要参与其中。重点是课程、目标群体及其可操作性的框架。

3. 修订课程大纲的工作坊

奥德河畔的法兰克福欧洲大学开发了一个基于“学习成果”的目录。师生中心向课程主任提供这种形式,目的是修改具体的课程大纲。基本上有两种方法:

(1)一种以愿景为导向的方法。旨在制定专业教师的教学目标,并考虑如何借助学习成果或能力网络进行实践。

(2)基于当前形势的策略。工作坊要制定个人学习计划中的数字技能。这可以识别现有技能并促进其进一步发展。

4. 开发课程智库

柏林工业大学第五学院——机械工程与运输系统学院于2022年成立了一个智库,旨在通过参与式交流寻找教学方法。具体目的是,除了数字化和国际化之外,还纳入多样性、可持续性、道德和社会责任等主题,使之更强有力地融入学习计划。智库由各阶层人士组成,特别是学生,还包括其他院系的参与者,一年内召开了七次会议(大约每1-2个月一次)。这个智库开发和设计现有的和新课程的形式和策略。该智库在内部教师会议后举行会议,并讨论课程中包含的跨院系主题和相关要求。

(二) 门户与工具

1. AI 课程设计画布

人工智能课程设计是一种特殊工具,它可以支持教师和课程开发人员在高校层面构建和开发特定领域的人工智能课程。它建立在现有的课程规划框架的基础上,并根据特定领域的人工智能教育的独特需要调整流程。这一工具涵盖了课程设计的各个方面,包括与人工智能的使用、课程学习环境及其实践等相关的问题。目的是为那些不教授计算机学科的教师,提供一个可视化且实用的工具来收集、开发、规划和交流特定领域人工智能课程的想法。该设计可供个人使用,可以与人工智能和领域专家合作,也可以在工作坊使用,这样能够促进全面的课程设计。

2. 石勒苏益格-荷尔斯泰因州的未来技术平台

石勒苏益格-荷尔斯泰因州的公共国家平台为学生和教师提供有关未来技能和人工智能主题的数字教学/学习服务。该平台将不同高校的教师联系起来,重点提供与课程相关的基本数字技能的学习机会。教师可以将平台课程用作课程中的补充教材或课程作业。该平台不仅提供完整的在线课程,还允许教师交流并进一步开发学习内容和材料。

3. 课程结构门户

波恩的莱茵弗里德里希威廉大学(Rheinisch Friedrich-Wilhelms-Universität)的课程结构门户是一个基于网络的程序,其用于组织和可视化课程结构。

课程结构门户(CSP)由波恩高等教育中心(BZH)开发和维护,波恩高等教育中心是波恩大学的跨院系学习和教学服务机构。因为该校是混合的组织结构扁平化的层级管理,这一门户在必要的时候可以非常灵活、自由地响应去中心化的需求。

4. 人工智能校园

智能校园是一个全国性的人工智能学习平台,它提供免费的在线课程、视频和播客,以加强学习者对人工智能和数据技能。人工智能校园提供基础知识和跨学科问题以及人工智能各个领域(例如机器学习)的深入研究。此外,还有专门提供各个专业领域(例如医学人工智能)需求的特定学习资源。

二、优化课程开发的支持结构

用多种可能的形式用于支持高校的课程开发流程。然而,这需要足够的资源和经过培训的课程开发人员以及良好的网络。下面列出了 Barcamp 对大学的一些建议。

- 设立长期职位:应设立课程开发的长期职位,以确保专业知识的持续性。这也保证这些人的专业知识得到院系的认可。这些职位不应仅由项目资金临时资助,而应被设立为永久性职位。

- 制定“课程开发”职业概况:由于没有课程开

发方面的培训,因此必须建立(新的)职业道路。这使工作人员能够获得工作所需的技能,从而为院系和学科的课程开发提供专业支持。

- 发布授权:高校管理层必须厘清支持结构在战略和课程开发中的作用并使其合法化。

- 建立课程中心:促进课程开发的网络是协作和交流的空间。高校应参与跨区域课程中心,相互学习课程开发的方法和形式。

(来源:Quelle: Studiengänge für eine digitale Welt : Whitepaper zur Curriculumentwicklung als hochschulweiter Veränderungsprozess, Hochschulforum Digitalisierung, 2024. 02. 翻译:王玉静,黄婷;校对:黄婷)

(上接第 75 页)

我们希望这场对话能够以经验和证据为基础。因此,“工程师 2030”首先得到了皇家工程院院士以及来自 39 家英国专业工程机构的专业工程师和技术人员的专业知识支持。此外,我们还将听取工程界和其他方面的更多意见。

其次,该项目将通过研究新证据来支持了解工程师和技术人员的工作环境。一项文献综述(2024 年 2 月发布)已经综合了目前已知的英国未来工程技能的信息。两项新的研究将帮助我们更深入地了解 2030 年工程师和技术人员对知识和技能的需求。我们还将绘制英国四个联合国教育技能生态系统的功能图,以更好地了解每个系统内的功能是如何运作的,以及它们是如何相互影响的,从而确定任何可能有利于变革的领域。两个“未来”研讨会将联合体成员聚集在一起,共同探讨发展趋势和驱动因素,并提出我们的见解,以帮助应对不确定的未来。

(三)未来计划

在项目的第二阶段,我们将更深入地调查教育和技能系统的各个领域,这些领域已被确定为在中短期内应对 2030 年及以后工程师和技术人员所面临挑战最为有效的行动领域。2024 年初,我们将分享“工程师 2030”的愿景和一系列原则,并寻求全英

国利益相关者更广泛的参与,以审议、讨论和改进这些原则。

我们希望尽可能多的参与者告诉我们其关于项目愿景和原则、关于工程技能对社会和经济重要性以及关于我们现在和未来如何保护和增加工程人才

的看法。

我们将寻求但不限于以下各方的参与:工程界、培训机构、接受教育和培训的学生、教育系统各阶段的教育工作者、英国四个联合国家的政策制定者、执业工程师和技术人员、使用工程技术的专业人士、雇主。学生以及刚刚开始工程职业生涯的工程师和技术人员的意见尤为重要。

“工程师 2030”必须以年轻人的利益为核心——因为 2030 年、2050 年及以后的工程师和技术人员将是受益者。但我们知道,他们面临着全球经济、环境、政治和技术不确定性带来的诸多挑战。因此,我们将优先考虑年轻人与经验丰富的专业人员之间的接触。如果这种支持年轻工程师的变革是以跨代对话为基础的,那么它们将更成功。

(来源:ENGINEERS 2030 : Rethinking engineering and technology skills for a world in which both people and planet can thrive (Launch Paper), February 2024, Royal Academy of Engineering. 翻译:蔡莽蔚;校对:焦磊)

AI + 课程 提升拔尖创新人才核心素养

课堂是育人的主阵地,课程是育人的主要载体。人工智能带来的不仅是教学手段和工具的革新,更是教育理念的变革、课程设计和教学内容的创新。

华南理工大学恪守为党育人、为国育才的使命,积极适应人工智能给教育带来的“变”,与时俱进地修订人才培养方案、目标,升级人才培养模式,重构课程体系,打造通识课(General Education curriculum)+各学科(非人工智能专业)与人工智能的融合课程(Fused curriculum)+(人工智能专业)核心课(Core curriculum)的进阶式课程矩阵(简称GFC),培养适应未来社会发展所需要的“三创型”人才。

一、小白学 不白学 人工智能素养悄然提升

人工智能不是“工具”,是必备核心素养。随着人工智能技术的不断发展和应用,国家对掌握人工智能技术的人才需求将会持续增加。基于此,学校面向低年级本科生开设人工智能通识教育课程,让每一个华南理工学子皆有“人工智能+”素养,从容应对人工智能时代带来的挑战。实际上,早在2018年就开设了第一门人工智能通识课《小白学人工智能》,由计算机科学与工程学院李粤老师讲授,面向大一新生开设。这是一项具有前瞻性和创新性的举措,在全国高校具有一定的示范意义。

该课程旨在帮助学生掌握人工智能应用实践的基本技能。课程教学内容基于人工智能基本理论,结合学生的专业特点,将与专业相关、贴近生活的人工智能技术应用案例引入课堂内容中,用知识点讲解、案例导入、研讨交流等形式,构建人工智能+专业的“通专融合”课堂。

如何让小白学好这门课呢?李粤潜心钻研教法,创设了“四段式”。第一阶段“快速导入”,通过

富含人工智能硬核知识点的动画片生动有趣地展示或通俗易懂地描述,让人工智能抽象的知识具象化;第二阶段“体验学习”,让学生下场体验人工智能交互案例,亲身体验人工智能的发展程度;第三阶段是“边学边练”,让学生根据自身情况,利用可视化人工智能编程平台,安装Tensorflow、Keras、Pytorch等人工智能编程平台,搭建模型逻辑和收集数据,小刀初试;第四阶段是“人工智能+X”,利用小组作业,或引入相关行业专家,介绍人工智能在各行业的最新成果,激发学生“人工智能+行业”的学习兴趣。她认真总结教学经验,以“交互式人工智能体验教学设计”为主题,展现如何通过师生共同参与建设一个人工智能世界,荣膺2018年第二届卓越大学联盟(E9)高校青年教师教学创新大赛决赛一等奖。



《小白学人工智能》慕课

《礼记·学记》:“君子之教,喻也。道而弗牵,强而弗抑,开而弗达。”教学过程不能单一地知识传输,需要教师提供更多的引导启发。该课程采取线上线下混合式教学模式,具有场景灵活性高、学习资源丰富、支持各种形式的互动交流等特点。其中线上部分采用的是我校建设的省级一流本科课程《小白学人工智能》慕课,目前已有28964人学习。

精心打磨的课程深受学生喜爱,纷纷表示“学习AI未必是理工生特有。不懂代码,但懂AI”。土木与交通学院2023级本科生黄兆堃说:“以前对人工智能的了解仅限于电影和小说中的呈现,通过

课程学习,认识到人工智能的重要性和广泛的应用场景,学习时曾对复杂的神经网络结构和算法感到困惑,通过老师不厌其烦地讲解和与同学讨论后最终理解了计算方法和过程。”法学院 2023 级本科生卢慧嘉分享道:“课堂演示了在线性模型和非线性模型下运行的 AI 小恐龙游戏,并通过设定声音去控制小恐龙的跳起与俯身等,大家的学习热情都非常高涨”。



计算机科学与工程学院李粤老师讲授
《小白学人工智能》

这只是华南理工大学推动人工智能赋能课程改革的一个缩影。机械与汽车工程学院、自动化科学与工程等学院也积极开展人工智能跨学科研究,开设选修课,还总结教学经验,近三年编写出版了《人工智能与智能制造概论》《智能机器人学》等人工智能+教材 10 余本。计算机科学与工程学院陈俊龙教授主编的《口袋里的人工智能丛书》,涵盖机器视觉、自然语言处理、计算机博弈、智能驾驶、化学与生物、智慧城轨、医疗健康等领域的热点内容,走出国门,在第 29 届北京国际图书博览会上与蒙古国 ISD RUBY 出版社举行蒙古文版签约仪式。

二、跨学科 多学科联动 人工智能赋能专业课程

人工智能作为一种类似于内燃机或电力的“使能”技术,天然具备同其他学科研究进行交叉的秉性。且学生们对人工智能有很高的接受度,光普及基础知识显然是不够的。自 2018 年起,学校大力促进人工智能与各学科专业课程深度融合,系统规划设计“教什么”“如何教”等,促进双向融合。

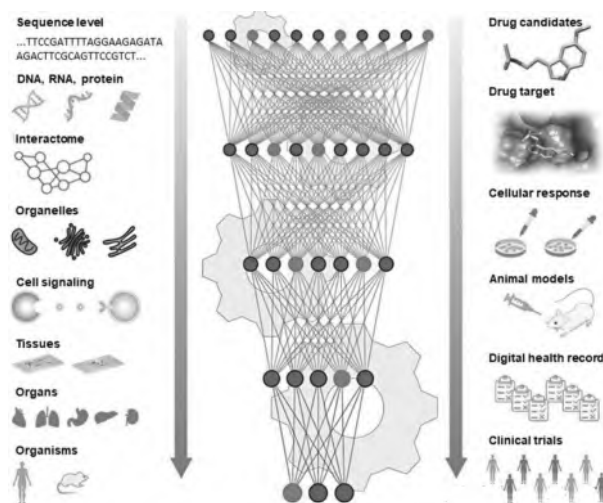
土木与交通学院智能建造专业实施以土木知识为基础、跨学科知识为增量的“建造+智能化”双主线课程,开设了人工智能与机器学习、数字化设计与

智能制造、工程大数据分析与处理等核心课程群。该课程体系的设置,旨在培养具备扎实的工程基础与新兴前沿技术的高水平“三创型”(创新、创造、创业)人才。



土木与交通学院“建造+智能化”双主线课程

广州国际校区立项建设一批“人工智能+”课程,开设了《人工智能与深度学习》《人工智能导论》《人工智能与神经网络》《人工智能技术及应用》等四门专业课,稳扎稳打提升学生的人工智能核心基础知识和应用实践能力。以生物医学科学与工程学院生物医学工程专业开设的《人工智能与深度学习》为例,课程引入人工智能及深度学习技术在医疗图像识别、药物研发、临床决策支持系统、制定个性化医疗方案等方面的案例教学。如利用深度学习模型来协助诊断癌症、糖尿病和其他疾病,算法可以在病变初期阶段发现微妙的异常,不仅更早,而且有时比医生更精准。



生物医学科学与工程学院《人工智能与深度学习》
课程引入人工智能等技术

食品科学与工程学院前瞻性布局并开展基于知识图谱的课程建设,建设了《食品微生物学》和《食品分析》等知识图谱课程,以图形化的方式展示知

识点之间的关联和层次结构,让知识“看得见”“看得清”。《食品微生物学》课程知识图谱涵括 68 个知识点,以图谱、思维导图和大纲三种形式为学生刻画教学内容,挂载了 187 个教学资源,AI 推荐资源 2176 个;《食品分析》课程知识图谱拆分 120 个知识

点,挂载 250 个教学资源,AI 推荐资源 3840 个。基于知识图谱的 AI 特定功能,通过智能分析学生的学习历史和兴趣偏好等,精准地推送相关知识和学习材料,有效地拓展知识边界,同时有助于教师精准研判学情,便于因材施教。



食品科学与工程学院的《食品微生物学》、《食品分析》知识图谱课程

三、抢先机 创“三融”模式 构建人工智能专业课程体系

学校瞄准未来前沿性、革命性、颠覆性技术,在广州国际校区设立未来技术学院,重点建设人工智能、大数据与数据科学技术两个专业。2021 年,教育部公布全国首批 12 家未来技术学院名单,我校未来技术学院成功入选。籍此试验田,学校精心培养一流的人工智能专业人才。

专业课程是培养人工智能人才的核心密钥。在人工智能主干课程基础上,深入推进学科交叉、着眼行业发展前沿、融入产业创新生态,突出智能硬件与学科交叉特色课程(智能硬件与交互设计、大语言模型与人工智能工程设计、神经科学等),是该校的一大特点。

实施跨学科人才培养方案,建立跨学科学业导师制度,构建前沿与交叉融合、产学研深度融合、课内与课外相融合的“三融”人才培养新模式。创新性采用“导论—元知识—关键技术课程—综合交叉实

践”的知识架构设置,突出前沿技术场景创新培养,强化跨学科交叉知识现场实践,推行“探究式”教学,将各种前沿技术场景应用到课堂、开展境外学术交流,赴百度、腾讯、科大讯飞、汇丰科技等知名企业开展形式多样的实习实践,以及参加未来技术学生科技作品展、未来探索院士论坛……让学生沐浴在智能化技术的氛围中,让学生为未来而来,向未来前进。



澳大利亚科学院院士、欧洲科学院外籍院士
陶大程教授在未来探索院士论坛给学生开设讲座

三年琢玉,已然小成。近期,AAAI (AAAI Conference on Artificial Intelligence) 2024、WWW (World Wide Web) 2024、CVPR (IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition) 2024 等多个人工智能领域顶级会议发布录用结果,未来技术学院人工智能专业、数据科学与大数据技术专业 21 级本科生的 4 篇论文均被收录。如李文豫的论文以大一项目课程成果“A chatbot for judging depression

tendency based on affective computing”为基础,沈鑫杰的论文受到了来自字节跳动 AI Lab 的企业专家的技术指导。得知论文 Scene Graph to Image Generation with Relation-aware Compositional Contrastive Control Diffusion 被 CCF-A 类会议 AAAI 2024 收录,刘锦绣同学分外开心,“非常感谢科研导师刘琦老师,教会了我做研究的方法论。也非常感激学院给予宽松开放的研究氛围,从大一开始就支持我们参与各类创新创业活动,今后我将倍加努力,勇攀科研高峰,积极参与到科技强国的伟大事业。”

人工智能专业还面向其他专业学生开设跨学院选修课程《人工智能与 3D 视觉》,教学团队由徐雪妙教授、张怀东副教授,以及奥比中光、OpenCV 企业专家组成。课程内容注重产教融合、竞教融合,在“用”中学,这也是华南理工一以贯之的教学传统。团队将机器人带入课堂,帮助学生沉浸式体验、理解人工智能与 3D 视觉在实际场景中的使用。还特邀了亚洲唯一具备 3D 视觉芯片量产化的上市企业奥比中光科技股份有限公司作为合作伙伴,开展校企双方导师指导下的实践性教学,让学生完成围绕项目的实训环节,最终通过项目考核学生学习成效,并从中筛选和培养各类学科竞赛的潜力项目予以重点培养,达到“以赛促学、以赛促练”。

课程改革初心不改,一直在路上。学校将夯实人工智能技术底座,利用技术手段有效辅助课程教学,促进智能技术与教学深度融合,为学生提供更加个性化的学习体验,为学生学业发展加速。



未来技术学院徐雪妙教授、张怀东副教授讲授《人工智能与 3D 视觉》

(来源:华南理工大学教务处)

AI + 双创 擦亮“三创型”人才金字招牌

早在 1999 年,华南理工大学在全国率先提出“三创型”(创新、创造、创业)人才培养目标,而后相继获得教育部“首批深化创新创业教育改革示范高校”、国家“大众创新万众创业示范基地”“国家级创新创业教育实践基地”等称号,创新创业教育已成为学校享誉国内外的“金字招牌”。

人工智能是引领未来的战略性技术。学校敏锐地意识到人工智能技术给大学生创新创业带来了前所未有的机遇,以变应变,以新促新,有组织地加强 AI 领域的项目与团队培育、教师指导、资源对接等工作,完善 AI 双创教育课程体系,搭建“一校三区”双创生态平台,依托学校总面积逾 10000 平方米的大学生创新创业孵化基地,为学生提供创新创业项目萌芽期、初创期、成长期、成熟期“全周期”一站式服务,促进创新链、人才链、资金链、产业链“四链融合”,激活 AI 创业“一池春水”。

应时代需要而创。学校鼓励学生大胆走出舒适区,增强自身复原力,将创业想法与人工智能技术结合,促进“人工智能+”各专业、“人工智能+”工业、交通、能源、教育、健康、法律等千行百业结合。一批围绕“人工智能+”的创业项目正在校内创新创业孵化基地悄然生长。

从“人工智能”到“人工智能+”,从创业到 AI+ 创业,进阶的背后是从技术到应用的深化拓展,是学校双创工作的持续革新,是一群又一群勇创新路华工学子的接力传承。

一、AI + 教育 乘政策东风创新智能教学

2016 年,坚信“知识与技能应当广泛传播与共享”的计算机科学与工程学院黄冠与陈劭,抓住知识付费、数字职业在线教育的春风,共同创办十方融海,发布首款产品——知识共享平台“荔枝微课”,当年 9 月用户数突破 100 万。连续两年产品获得了两轮大规模融资。2017 年,“荔枝微课”项目荣膺第

三届“互联网+”大学生创新创业大赛金奖。

短暂胜利只是浮光掠影,不如静心学习思考。他们学习研究“数字中国”等国家政策,注意到数字科技将成为教育行业特别是职业教育发展的重要引擎,并将推动在线职教培训行业朝“数智化”方向作为新战略定位。方向更明,创劲更足。引进云桌面、大数据、AI 等技术,打造出“全场景数字在线教育解决方案体系”,推出女娲云教室、DGClass 等一系列智能教学系统产品,推动数字职业人才“精准培养”,成为数字职业在线教育领域头部企业。

作为技术创新型企业,利用 AI 等技术提高在线教育教学能力与教学效率是十方融海的研发重点。2022 年,创新性地研发出 AI 人脸情绪识别系统、AI 交互课堂等黑科技教学工具,实现了 AI 技术与教育行业应用场景的深度融合,在大幅解放人力的同时提高了在线职业教培效率,极大地推动了智慧教育发展。AI 人脸情绪识别系统通过面部表情、语音、语调等特征,识别学员的情绪与学习状态,自动生成练习效果测评报告,精准给学员匹配个性化的点评指导,实现精细化教学服务,为教学内容优化提供参考。同时 AI 课堂的 AI 教师 24 小时在线,随时随地与学员进行沟通互动,解答学员在学习中遇到的问题,实现精细化教学服务。



技术创新无极限,AI 技术深似海。他们将 AI 大语言模型作为公司科研创新主要发力方向之一。2023 年上半年,领先业界推出了国内首个基于

Falcon 架构、可商用的中文跨语言模型—OpenBuddy-Falcon-7B,这也是全球第一个可免费使用开源的中文大语言模型。作为跨语言模型,在中文、日语、韩语、英语、法语、德语等多语言上具备优秀的问题理解和回答能力,能为全球的开发者、企业和研究者提供强大的支持。旗下威科未来联合OpenBuddy 团队推出多个大语言模型,其参与的Openbuddy-Llama2-13b 在 2023 年 8 月的全球 SuperCLUE 中文大模型开源排行榜中排名第四,威科未来亦获得中国人工智能年度评选“年度创业公司 TOP20”称号。与不同应用场景结合,不断训练调优,持续迭代升级,如今在开源的模型基础之上已经成功将多个模型应用诸多垂直领域和应用场景,十方 AI 技术产品应用进入 2.0 时代。

SuperCLUE 中文大模型开源排行榜 (2023年8月)

排名	模型	机构	总分	OPEN多轮开放问题	OPT三大能力客观题
1	Baichuan-13B-Chat(V2)	百川智能	60.02	60.55	59.49
2	Qwen-7B-Chat	阿里巴巴	48.14	36.43	59.85
3	ChatGLM2-6B	清华&智源AI	47.55	40.73	54.37
4	Openbuddy-Llama2-13b	Openbuddy	44.84	38.15	51.53
5	Llama-2-13b-chat	Meta	36.63	36.98	36.29
6	Chinese-Alpaca-2-13B	Yiming Cui	35.29	18.33	52.25

penbuddy-Llama2-13b 在 SuperCLUE 中文大模型开源榜排名

短短八年,十方融海被评为深圳 AI 智能教学领域企业 30 强、深圳市百强软件企业、重点互联网企业、潜在科技独角兽企业、深圳高成长 20 强等。不仅受到了国家发改委的关注,还多次接受 CCTV1、CCTV13 等主流媒体报道。

创业成功绝非偶然,他们本科期间就开始创业了,毕业后一直在闯,一直在积淀。回校为师弟师妹分享创业经验时说,“我们正处于一个非常好的创业时期,人工智能技术带来了新的创业机会,学校给学生创业提供了非常好的政策和帮助。人工智能时代创业关键是通过技术更好地为用户提供服务,创造用户和社会真正需要的价值。希望我们一同努力,实现更大的社会价值。”

二、AI + 健康 给技术“善能”服务社会

来自软件学院的学生陈国强,对新科技同样具有敏锐的嗅觉。早在 2016 年,他创办了广州音书科技有限公司,入驻了学校创业基地,愿景是利用人工智能技术帮助听障人士实现无障碍沟通。目前已成为全国最大的听力行业和言语康复行业的服务

平台。

问及创业初衷,陈国强说:“有一位大学同学是听障人士,通过他,我深刻体会到听障人士群体的沟通痛苦,很愿意去帮助听障群体‘看见’声音,‘听懂’世界。”他精通深度神经网络技术,曾获美国数学模型比赛一等奖,加上项目团队三人目标坚定、干劲足,终于在 2017 年初,“音书”APP 正式上线。

除了移动终端应用,音书还与政府服务大厅、银行、医院、机场、博物馆、图书馆等公共服务机构合作,开发了多套应用于不同场景的无障碍沟通系统。为帮助听障用户更高效和外界交流,陆续开发了智能眼镜“听镜”、智能解答等。目前已服务超 100 万听障用户,超 100 家公共服务机构,成长为国内助力听障者沟通的最大的互联网平台。



AI 技术生成实时字幕,音书科技助力老师开展线上教学

比技术更可贵的是品德! 作为一个公益型创业项目,音书面向聋人学校等推出“AI 无障碍教学”计划,为国内 100 多所特殊教育学院提供免费线上教学服务。2021 年 5 月,教育部组织召开“学习回信精神,勇担时代使命”全国高校毕业生基层就业主题座谈会,陈国强作为代表之一,在现场作了汇报发言。

药品对公众生命健康的重要性不言而喻,而药品临床是药物研究时间最长、成本最高的环节。软件学院 2020 级本科生张天宇关注到数据密集且处理流程尚待优化的药品临床研究领域,致力于提供量身定制的 AI 大模型解决方案,分担药学经理和法务经理在问题追踪和错误校正上的压力,提高药品 I 期临床试验的文档处理效率。

张天宇带领来自软件工程、工商管理、设计等 14 名同学组建寰宇智能团队。通过深入企业业务场景,了解企业的实际需求,与广州康启医药科技有限公司等多家医药企业建立合作关系,通过定制化的 AI 解决方案,帮助企业在临床试验方案设计、法

律参考文件撰写、实验数据分析等方面,实现了效率的大幅提升。他们为康启企业开发的 AI 模型,能够高效地处理和分析临床试验数据,缩短临床试验方案的设计周期,为企业节省了大量的时间和成本。



AI 手语视频智能回复,助力政务机构无障碍服务

三、AI + 巡检 上天入水逐心中梦想

在高空、偏远海洋等领域,怎么享受 AI? 空天地一体化技术消除了传统通信技术中由地理位置造成的局限性。自动化学院 2013 级学生郑子杰儿时常看到电网工人,脚踩千伏电压检查电缆,既辛苦又危险,迫切想实现“零接触”电缆巡检。大三时,看到校园空地上一学生熟练操作一架无人机,探索心更强,自此与无人机结缘。带着浓厚的兴趣,郑子杰在各个专业之中寻找队友、组建团队,成为学校最大的学生创新团队——机器人实验室最初的领队、“华南虎战队”的创始人之一,并夺得第十七届全国大学生机器人大赛冠军。



郑子杰接受中央电视台新闻直播间报道

2017 年,郑子杰在基地创办极臻科技项目。创业之初,便获得与南方电网合作的机会,成功研发一款适用于架空高压线路的智能巡检及清障的无人机。智能巡检传感器主要依赖激光雷达,而传统激光雷达容易受到太阳光干扰。为此,他头顶烈日,反

复测试,不断修改,确保在户外太阳光明确干扰的情况下,也能获取精确的定位信息。两年内迭代五个版本,终获成功。

在中国国际大学生创新大赛(2023),他以民用电空天地一体化自主巡检系统一举拿下高教主赛道金奖。该系统应用 AI 技术、协同算法技术等核心技术,用机巢代替人工手飞,实现远程无人机全自动数据采集控制,完成远程监管机巢运行、管理巡检任务、巡检航线以及巡检成果管理等工作。针对不同的应用场景,设计出十余个特征鲜明、实用性强的机巢产品,覆盖水务、违建、交通、电力、警务、环保等应用场景。



极臻科技无人机机巢系统产品

除了仰望天空,郑子杰还想用技术探索广阔的水面。从小在渔村长大的他,带领团队长期驻扎在鱼塘上,不断向当地渔民讨教经验,运用 AI 自主航行等技术,研发出人工智能渔业养殖无人船,实现了鱼塘路径规划、自动驾驶、24 小时精准投饵、水环境监测与处理等功能。

“利用人工智能等技术赋能电力、农业、渔业等传统行业,使从业人员更加舒适、便捷、安全、高效,是我们创业的价值。”郑子杰说。

四、AI + 电力 让智慧能源安全又低碳

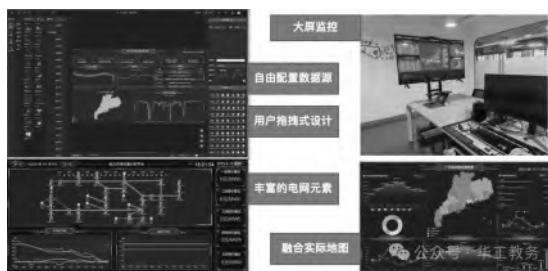
AI 浪潮势不可挡,耗电量急剧增长,以电力为主体的能源消耗成为必须同步应对的关键问题。电力学院学生潘湛华在本科阶段通过课堂知识积累,参加了数学建模、数学竞赛等比赛,培养了对科研的兴趣。大三时加入了荆朝霞教授的实验室,开始系统的科研与实践训练。2020 年,他带领团队成立广州智联聚能科技有限公司,钻研“基于 AI 的人机混合电力市场仿真”,对不同市场规则下的电力市场开展仿真和均衡分析,支持大量的 AI 智能体与人类专家共同参与电力市场仿真,为政府部门和电网公

司提供了决策建议,助力我国电力市场化改革。公司目前已经承接了十余个科技项目和咨询项目。



聚能 Lab 电力市场仿真系统

公司另一个拳头产品是基于 AI 的电量、电价预测系统,目前已被部署到南方电网中。基于机器学习集中集成学习的思想训练了预测系统的决策 AI,它会自动调用并组合预测算法库中的预测算法,提高预测精度。潘湛华表示:“电力学院的学生应该跳出毕业即国企的舒适圈,通过所学知识,借助 AI 技术,为我国的 AI 战场提供绿色低碳且源源不断的电力弹药。”



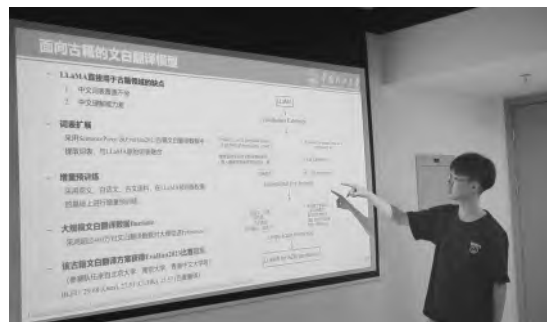
署在大学城校区双创基地的 AI 电量、电价预测系统

五、AI + 文字识别 用智能连接古今文化

文字识别技术被列入新一代人工智能重大科技项目,也是中国禁止出口限制出口的技术之一。中华文明五千年绵延不绝,海量文献典籍记载了先辈劈波斩浪、革故鼎新的历程,反映了经济、科技、教育、文化等面貌。电子与信息学院博士生罗灿杰带队项目“识古通今—文字识别(OCR)技术领航者”,

在金连文等教授指引下,致力于用技术慧眼识别文字。

团队针对金融、教育、办公、户外街景等多场景下,拍照文档文字方向多样、形状变形、笔迹潦草、文字模糊等文字检测及识别技术难题,构筑起数据壁垒,包括:提出了深度匹配先验网络任意四边形场景文字检测新方法,是国际上最早解决任意四边形不规则文本检测难题的方法之一;构建了世界上第一款公开的中英文曲线文本数据集 SCUT-CTW1500,开创了任意曲线文字检测与识别研究方向;提出了路径积分嵌入全卷积回归神经网络新方法,在国际上首次解决了手写潦草及任意方向书写识别难题。凭借系列硬核技术优势,团队荣获第六届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛金奖,9次荣获文字识别领域权威国际学术竞赛冠军,相关技术与谷歌、微软、阿里巴巴、腾讯等科技领域头部企业建立技术合作关系。



曹家欢讲解竞赛方案

文言文是中国传统文化的载体,但文言文识别与现代场景的文字识别存在巨大差异,文言文通假字、多义字、虚词等多,更难识别。2019 级本科生曹家欢接起了古文识别这一棒,他表示:“本科期间受创新班导师影响,对古籍和文言文的自动理解产生浓厚兴趣,在接触大模型技术之后,产生了将大模型的语义理解能力和文言文自动翻译结合的想法”。四年来,通过参加大学生创新创业训练计划等机会不断精进技术、累积科研经验,大四时在老师的指导下带领团队专攻古籍场景下 AI 文言文翻译技术。

该技术基于 LLaMA 的人工智能大语言模型(LLM),使用文言文数据来扩充词表,并创新性使用预训练模型的词嵌入对文言文词表进行融合扩充,同时整合现有文言文语料,构建一个大规模的文言文数据集,并使用该数据集对扩充词表后的模型进行增量式无监督预训练,最后训练了一个先进的文言文到白话文翻译大模型。项目以显著技术优势

斩获“机器翻译峰会 MTS2023”冠军。根据主办方报道,该技术方法在比赛测试集上的性能也明显优于国内的商业应用。

惟殷先人,有册有典。智能时代亟需“典”亮文化之光,“籍”取时代精华。华工学子在技术的钻研、应用的创新上求索笃行,努力让孤本不孤,泽被世人。古籍的薪火相传与重焕生机需要多方面的助力。

六、AI + 法律 为智能仲裁贡献华工经验

法学院 2018 级本科生何骁毕业后选择创业,2023 年,带着 L-code 智能法律项目入驻创新创业孵化基地,不到一年时间吸引软件学院、计算机科学与工程学院等 24 名学生加盟。为什么会想到“人工智能 + 法律”跨学科项目,何骁答道:“不同于一般文科生,以理工科见长的华工十分注重文理兼修,鼓励‘法律无闲书’。受学校创业氛围影响,大一便加入基地的一个项目团队,将法学与理工结合进行创业的想法更浓。专业课让我明晰了法律的应用场景,双创课、实验室教会了“+”的方法,基地提供了“+”的便利,将法学与 AI 结合的项目想法自然萌生。”



L-code 智能法律团队开展业务培训

L-code 智能法律项目创新性地采用法律智慧引擎驱动语言模型,深度融合法律专家业务逻辑和前沿人工智能技术,推进案件的多维度、深层次智能分析,提供法律问题智能咨询、诊断和法律意见、法律文书智能生成、全流程智能审判、仲裁等的全栈式法律服务方案,弥补了我国在法律人工智能技术领域的短板。在学校法律智能实验室、智能算法研究中心等支持下,项目发展迅速,项目技术已达到国内领先水平。

2023 年 11 月,项目团队与广州仲裁委达成合作意向,共同探索开发 L-code 仲裁智能辅助系统。2024 年 1 月,该系统情况及智能化发展经验在亚太经合组织(APEC)国际研讨会上作了交流分享。广州仲裁委表示该系统具有广阔的发展前景,未来将

与 AI 仲裁秘书共同应用于网上纠纷化解平台(ODR)平台。

2024 年 2 月,由 L-code 仲裁智能辅助系统主导的庭前调解首案在广州南沙落地,这是我国首例由人工智能主导的纠纷解决案例。此次案例成功实现了仲调联合与矛盾化解,达成了和美共赢的局面,彰显智能系统仲裁高效便捷的优势,为我国探索打造“枫桥式仲裁”贡献了华工经验。



L-code 智能法律团队的人工智能调解员调解现场展示

2016 年 AI + 教育、AI + 健康,2017 年 AI + 巡检……2020 年 AI + 电力、AI + 文字识别、2023 年 AI + 法律……步履铿锵、步步生花。基地已有超 20 支学生双创团队围绕 AI + 高端制造、交通、能源、教育、健康、法律、文旅文创等领域开展创新创业实践,AI 专题讲座等系列活动如火如荼开展,越来越多的华工学子踊跃探索 AI + 奥秘,一批批创新创业英才茁壮成长。



“智慧融合 创享未来”AI + 双创沙龙系列活动火热开展

习近平总书记明确指出:“教育数字化是我国开辟教育发展新赛道和塑造教育发展新优势的重要突破口。”随着教育数字化战略行动的深入推进,人工智能这一战略性技术的影响与日俱增。作为粤港澳大湾区高等教育发展的排头兵,华南理工大学将面向国家重大战略和区域经济社会发展需求,乘势而上,勇立潮头,先行先试,加快构建 AI + 创新创业教育生态圈,助力学生创新创业,让“三创型”人才培养的金字招牌更加熠熠生辉,散发智慧光芒。

(来源:华南理工大学教务处)