

DOI:10.19834/j.cnki.yjsjy2011.2025.06.04 CSTR:32289.14.yjsjy2011.2025.06.04

企业参与工科拔尖创新人才培养： 角色衍变与行动策略

——基于对北欧三国工业博士项目的考察

余静, 闫广芬

(天津大学教育学院, 天津 300350)

摘要: 设置工业博士项目是瑞典、芬兰和丹麦三国为培养工科拔尖创新人才以提升国际创新竞争力、抢占科技制高点而采取的重要战略举措。研发密集型、知识整合型、价值创造型企业是北欧工业博士项目的核心参与者,也是锻造未来科技领军者、知识服务者、社会变革者的主力军。在项目参与过程中,企业实现了从技术运用者向知识创新者、项目投资者向战略合作者、政策执行者向任务主导者的转变,进而推动了工科拔尖创新人才培养标准、内容及秩序的优化与完善。具体而言,北欧企业通过创建去中心化的协作知识共享环境,定制面向全球挑战的集群化项目方案,建构矩阵式企业互补资助网络并完善人才培养质量保障流程,真正打破了实验室与生产线之间的多重边界,为我国校企联合培养工科拔尖创新人才提供了有益参考。

关键词: 企业;拔尖创新人才;工业博士;北欧国家

中图分类号: G643

文献标识码: A

文章编号: 2095-1663(2025)06-0028-09

一、问题的提出

当下,我国面临日益激烈的全球科技创新竞争局势,培养工科拔尖创新人才已成为关乎国家发展战略的核心议题。习近平总书记在党的二十大报告中指出“教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑”,强调要“全面提高人才自主培养质量,着力造就拔尖创新人才”^[1]。遵循传统的以高校为主导的“学科逻辑”,难以培养出满足打好关键核心技术攻坚战所需的工科拔尖创新人才,企业作为科技创新的核心主体,理应深度介入工科拔尖创新人才培养。而在我国的产教联合培养活动中,始终存在“校热企不热”^[2]、中小企业被排除在

校企合作之外^[3]等困境。为此,如何促进企业参与工科拔尖创新人才培养,发挥企业主体作用,是当前培养高质量创新型人才亟须解决的问题。

世界知识产权组织发布的《2024年全球创新指数报告》显示,瑞典、芬兰和丹麦均在“全球创新指数”中位列前10^[4]。北欧三国凭借其高强度的研发投入、高水平的科技人才储备以及卓越的产业创新生态系统,率先探索出产学研深度融合的工科拔尖创新人才培养范式——工业博士项目(Industrial PhD)。工业博士项目作为一种融合学术研究与产业实践的培养模式,既在促进知识转移与技术溢出、提升研发效率与创新效能方面具有显著优势,又在培养具有深厚专业知识与技能、创新能力和社会责任感的工科拔尖创新人才方面卓有成效。北欧企业

收稿日期:2025-08-11

作者简介:余静(1998—),女,河南信阳人,天津大学教育学院在读博士。

闫广芬(1964—),女,河北沧州人,天津大学教育学院教授,博士生导师。

基金项目:中国高等教育学会重大课题“国际视野下的新工科改革实践与成效分析”(2023ZD01);研究型大学本研贯通人才培养体系建设的理论与实践探索(B231005628)

作为工业博士项目的关键责任主体,其角色随着时代背景与政策环境发生显著演变。本文基于对瑞典、芬兰、丹麦三国工业博士项目的考察,旨在揭示企业在参与工科拔尖创新人才培养中的角色衍变逻辑,探讨北欧企业如何通过深度参与协同育人活动以实现创新能力跃升与区域经济发展的双赢,以期为我国构建校企联合培养拔尖创新人才模式提供有益借鉴。

二、北欧工科拔尖创新人才培养中的企业组织

(一)北欧工科拔尖创新人才培养中企业的类型

1. 锻造“科技领军者”:引领科学前沿、开发原创技术的研发密集型企业

高研发密集型企业以解决“卡脖子”难题、攻克关键核心技术为宗旨,是研发投入强度高、技术迭代快、生产力强的企业,主要聚焦 ICT 与通信、绿色能源、生物医药等行业领域。参与北欧工业博士项目的研发密集型企业既包括瑞典沃尔沃汽车(Volvo)、丹麦诺和诺德(Novo Nordisk)、芬兰诺基亚(Nokia)等旨在推动核心技术研发的大型跨国公司,也包括丹麦优傲机器人(Universal Robots)、芬兰量子计算机(IQM Quantum Computers)等试图通过低成本获取研发资源或知识的中小企业。这类企业力求实现引领技术前沿的颠覆性技术创新,成为行业领域内世界领先的企业,因而总体研发支出高、对研发资金和技术人才的需求迫切。工业博士项目能够为企业丰富的研发资源与人力资源支持。同时,参与研发密集型企业发起的工业博士项目,要求博士生尽快熟悉并有效利用前沿技术以实现新产品与服务的开发,这将最大程度提升工业博士生的适应性、技术潜力与科技创新能力,为培养能够产出科研成果并实现成果转化的科技领军人才提供项目实践场域。

2. 培育“知识服务者”:善于系统集成与跨域协作的知识整合型企业

知识整合型企业以知识为核心生产要素,及时响应市场需求,其主要依赖智力资源(如经验、技能、专业知识等)进行知识的生产、加工,从而提供高附加值的产品与服务。这类企业长期与高校、研究机构等知识生产主体联系密切^[5],能够通过建立知识网络,系统化集成外部知识、企业内部软硬件设施与技术资源,为用户提供专门化、定制化的优质解决方案。知识型企业以“服务”为核心,其发起的项目大

多是由跨域团队协同执行。工业博士生通过参与这类项目不仅能够提升其调动与整合专业知识、熟练运用数据与软件等技术技能,还能锻炼其跨学科交流、团队协作、商业化思维等非技术技能。如哥德堡的斯凯孚(SKF)与林奈大学合作开展一个以人工智能实现工程设计和产品开发自动化的项目,该项目需要工业博士生与企业商业领袖、产品开发社区等共同合作,开发可增强设计流程和服务的 AI 解决方案^[6]。

3. 塑造“社会变革者”:着重关注解决社会问题的价值创造型企业

以关切社会问题为核心使命的企业,是以可持续发展为导向的价值创造型企业。这类企业超越了单一的经济利益追求,社会效益显著,主要聚焦国家能源与基础设施、医疗保健与教育保障等方面的技术研发与转化。诸如丹麦维斯塔斯(Vestas)企业以坚持可持续发展、改变全球能源系统为使命,旨在通过设计、安装和维护全球风能项目来塑造可持续发展的未来^[7]。由价值创造型企业发起的工业博士项目,要求博士生为全球面临的环境和可持续发展挑战提供解决方案。同时,该类企业也希望博士生更加关注政策要求和社会影响。如斯堪尼亚(Scania)工业博士生参与氢发动机尾气后处理项目^[8],必须以不造成负面的气候影响为前提,确保解决方案的可持续性。以促进社会价值创造为导向的企业能够帮助工业博士生培养良好价值观念,增强其社会责任感与使命感。

(二)企业参与北欧工科拔尖创新人才培养的动因

1. 政府提供契合差异化企业需要的梯度补贴

瑞典、芬兰、丹麦三国为加强学术界与工业界合作、推动工业博士项目发展提供了有力的政策优惠与资金支持。丹麦工业博士项目是丹麦技术与创新委员会创新促进计划的一部分,该项目的申请由私营与公共部门研究人员组成的委员会予以审批,获批的项目会获得丹麦科学、技术和创新局提供的相应补贴与资助,企业每月能够获得一定的工资补贴,补贴差不多覆盖博士生薪资的一半^[9]。同时,企业还可以申请相当丰厚的差旅津贴,为学生参与学术会议以及去国外访学等提供有益助力。与丹麦类似,瑞典与芬兰也分别由瑞典创新局(Vinnova)、芬兰教育部与国家创新局(Business Finland)为工业博士项目提供覆盖博士生薪资 30%~50%的补贴。具体而言,北欧三国会根据项目类型、企业规模等为企

业提供差异性补贴。一方面,面向国家重大发展需求的项目,如绿色能源技术、生成式人工智能、智能工作机器等,会获得更多的资金资助,而对于一般项目,资金投入则相对较少。另一方面,北欧三国始终致力于提升中小企业的创新潜力与竞争实力。为鼓励中小企业参与工业博士项目,除创新部门统一发放的补贴外,资金实力薄弱、研发实力不足的中小企业还会享受来自政府、行业组织及私人基金会等的额外补助津贴与研发帮扶^[10]。

2. 育人项目有效降低企业知识共享与技术研发成本

企业的研发周期与新企业进入市场,共同推动了不同企业研发资源的重新分配。发展势头迅猛的企业往往研发强度高,而研发强度越高的企业也往往发展越快。因而,无论是中小企业还是大型企业,其参与工业博士项目的重要原因之一是在培养工科拔尖创新人才过程中获取与创新相关的能力和核心业务领域的知识,尤其是开发产品或流程所需的定制科学知识^[11],从而降低企业知识共享与技术研发成本,提高创新效益。一方面,工业博士项目最终形成的论文、专利、科研报告等研究成果能够转化为企业所需的产品与服务。工业博士生在项目实施期间预计有50%的时间在企业,能够利用企业的良好研究环境进行数据收集与分析、知识迁移与运用、想法创新与验证。企业也能够在与博士生互动中吸收知识并形成适应企业需求的新见解,从而促进实际问题的创造性解决。另一方面,工业博士项目是大学与企业建构协作创新关系的纽带,该项目有利于推动企业、大学之间建立协同合作网络。工业博士生将科学前沿带入行业环境,使得企业共享高校科学知识和专业技能,并为未来促成新的合作、实现知识的延续发展打下基础。

3. 企业获取优先引育并留任工科拔尖创新人才的机会

工业博士项目为企业提供了培养与优先聘用工科拔尖创新人才的机会。一是企业有机会培养出符合企业战略发展需求的工业博士。工业博士项目通常是由企业方基于企业问题发起的创新研究项目,企业能为工业博士生提供将学科知识应用于现实问题的特定情境,帮助其习得多学科科学知识并积累技术技能运用经验,同时锻炼其沟通交流、团队合作等软技能。二是企业通过工业博士项目能够直接获得成本低、回报高的人才招聘机会。企业无需通过校园招聘、社会招聘等渠道进行复杂的人才招揽与筛选,而有机会直接留下已与企业建立深厚关系、熟

悉企业发展样态、紧跟企业成长步伐的优秀博士生。企业直接聘用参与本企业项目的工业博士生,不仅可招聘到与企业关键研发项目对口的专业人才,还可以减少培训成本与新人适应时间,确保其更快进入工作状态。三是该项目为中小企业解决人才紧缺难题提供了有效方案。对于中小企业而言,难以招聘到高质量人才是企业运营面临的重要障碍。拥有参与工业博士项目资格的中小企业能够以该项目为人才招揽渠道,以较低的成本招聘到能够参与企业研发与创新项目的高层次研究人员。

三、企业参与北欧工科拔尖创新人才培养的角色衍变

(一) 技术运用者向知识创新者迁跃:驱动培养标准的再定义

北欧工业博士生项目最早由丹麦于20世纪70年代发起,并于20世纪末得以广泛推广。然而,旨在促进校企协同推进知识创新与技术研发的工业博士项目,当时未能引起北欧企业的重视与关注。20世纪中后期,北欧的产业与研究创新政策正值摸索阶段。自由放任的经济市场导致了技术资源配置混乱、行业领域发展水平参差不齐、中小企业支持不足。而资金充足、规模庞大的大型企业则依赖从国外或高水平研究型大学引进前沿技术。由此,项目开启初期,参与企业数量不多,且大多企业扮演着技术运用者角色,未完全参与到知识链创新过程。企业对工业博士的培养要求,大多停留在博士生是否能够熟练运用技术技能并转化为工程难题解决方案,工业博士课题也大多为“技术改进”而非“技术突破”^[12]。

而后,随着20世纪末“知识经济”这一概念在欧洲国家的广泛传播,彼时北欧以资本、劳动力为经济增长驱动力的经济增长模式被以生产、创造与利用知识与信息的知识经济所取代,企业对依靠自己开发新知识、员工具备知识创新能力以及与知识机构合作的需求迅速增加^[13]。2003年,北欧政府(如丹麦、芬兰等国)相继发布《丹麦知识战略》《知识、创新与国际化》等政策文件,主张通过扩大研发投入促进以知识为基础的增长,为企业与知识机构合作创新提供有利的政策框架。工业博士项目将高校的研发创新主力与企业相联结,为北欧企业提供有益的知识转移框架与工科领域的高层次创新型人才,加速推进企业由技术运用者向原创性知识创新者转变,为抢占价值链最高端打下基础。与此同时,企业创新角色的衍变驱动了工科拔尖创新人才培养标准重

塑,工业博士生需由技术技能的习得者向原始创新的突破者进阶,成为“工业研究和创新知识研究者”^[14]以及“未来技术专家的核心力量”^[15]。

(二)项目投资者向战略合作者转变:助力培养内容的再优化

20世纪末,北欧企业将知识创新与科技研发任务寄托于高校,政府大力推崇的学术界与工业界的合作主要表现在企业向高校提供资金投入与高校向企业的单向知识转移。企业通过投资符合企业家兴趣与创新想法的研究项目以提升企业的社会声誉,抑或向高校购买专利或委托高校进行特定技术研发以增强市场竞争力^[16],由此,与高校建立起互利互惠的合作关系。早期校企间形成的短期交易合作模式延续到了工业博士项目之中,北欧企业最初在工业博士项目中扮演着项目投资者角色,企业以规避风险为核心,更倾向于开发风险较低、在有限时间内应用潜力较高且结果可预见的短期研究项目。诸如企业要求工业博士生为企业研发、制造或运营中出现的技术问题寻求解决方案,为改进或创造新产品设计标志与原型,或就企业的研发项目提供意见等^[17]。相较于短期项目对博士生能力提升的有限性,企业更在意博士生参与的项目能否为企业带来实质性回报。

21世纪初期,北欧三国为确立在全球科技竞争中的领先地位,发布《研究和企业相结合的新措施——从科技到企业行动计划》《创新瑞典——通过创新实现增长的战略》等创新政策,旨在创建从实验室到市场的创新链条,以推动形成产学研合作新格局。2010年,《欧盟2020年战略——为实现智慧增长、可持续增长和包容性增长的战略》中“创新联盟”这一行动计划提到,要“促进知识伙伴关系,加强教育、商业、研究和创新之间的联系”^[18]。诸多政策驱动北欧三国企业与高校进行知识传播与研发合作,企业开始由项目投资者向战略合作者角色转变,尝试介入工科拔尖创新人才培养过程,依据拔尖创新人才的成长周期与路径,筹备与启动应对未来挑战、更具复杂性的长期项目。一方面,长期项目的实施促进了培养内容的变更。企业开始投入一些具有风险性但有助于企业增强可持续创新能力并克服反复出现的技术障碍等原创研究项目,诸如Hyve公司通过工业博士生来开发基于云的诊断系统,期望学生能提供可扩展、高性能临床数据存储解决方案,构建数据集成和互操作性生态系统等^[19]。工业博士生需在项目过程中学习如何平衡多重身份、利用多

元关系、调度多来源知识资源以解决难度更大、对创新能力要求更高的复杂性难题。另一方面,企业深度参与助推培养内容的及时调整。企业既能培养工业博士生的实践创新能力,还能在与多学科学生接触中捕捉与预测未来雇主对特定技术技能的需求,并将这些需求反馈给高校。这为高校改革工科拔尖创新人才课程提供了有益参考,为解决高等教育系统人才供给与企业岗位技能需求不匹配问题贡献力量^[20]。

(三)由政策执行者向任务主导者变更:推动培养秩序的再调整

自北欧工业博士项目推行以来,高校、企业即项目开展的执行者。企业尤其是大型跨国企业率先响应政策号召参与到工业博士项目。诸如丹麦创新基金要求工业博士生申请工业博士资助的前提是与丹麦公司签订雇佣合同,并与企业主管共同开发与定义工业项目,最终与企业共同进行资金申请^[21]。由此,企业是工业博士项目开展过程中至关重要的一环。但在工业博士项目启动初期,企业尚未重视该项目以工科拔尖创新人才培养为核心的实施宗旨,更多是受外部因素影响(如政策补贴、税收政策等),驱动其对新项目进行探索与试错,导致项目整体数量不多且企业参与程度不深。

21世纪20年代前后,北欧企业普遍开始认识到工业博士项目在知识交流、人才供应等方面的巨大优势^[22],即能够依托高层次人才获得实质性的收获,如新产品与服务、增加专利申请与许可等。诸多企业开始设立工业博士奖学金、打造工业博士社区、主动发起工业博士项目^[23],以解决企业面临的实际问题为核心,聘请相关专业博士生参与,并为项目开展与拔尖创新人才培养提供了强有力支持,实现了由不对项目过多关注的政策执行者到对项目予以厚望的任务主导者转变。如在物质资源方面,企业不仅为博士生支付薪酬,还包揽了博士生项目实施中所需的研究费用、实验耗材以及完善的物质基础设施等。在智力资源上,企业为每个项目都配备了员工,其以导师身份协同博士生开展项目合作,通过开展项目研讨会、研究培训会等方式与学生建立密切联系,在项目全流程推进中给予博士生有效指导,此外,该项目普遍为博士生提供了访问高级研究人员网络的机会。企业以主导者角色规划项目实施方案,配置项目各个环节所需的资源要素,并定制完善的项目执行程序、人才培训体系与质量监督制度,形成秩序性工科拔尖创新人才培养生态。(见图1)

(二)深化育人主张,定制指向全球问题的集群化项目议程

北欧三国企业将工科拔尖创新人才培养嵌入全球创新价值链,不仅聚焦企业内部复杂技术难题的攻克,还致力于应对气候变化、能源转型等全球性挑战。这些企业通过构建跨国界、跨区域的集群式研究网络,形成了兼具能力培养与素质提升的工科拔尖创新人才培养模式。

一是应对全球挑战的跨国、跨学科工业博士项目开发。北欧企业热衷于在应对全球挑战相关的工业领域招聘工业博士生,并引进国外高技能专门人才开展具有全球性的跨文化博士生项目,如气候变化、水资源保护等,这些企业旨在追求可持续价值的创造,促进学生在跨文化交流中实现对未来可持续发展主题的深刻理解。例如,沃尔沃汽车工业博士计划以瑞典的“零伤亡愿景”为宗旨,在考虑环境的前提下专注于安全、发动机技术的项目研究。沃尔沃将影响安全出行的各个环节拆分为“碰撞规避路径预测与决策系统”“颈部生物力学与挥鞭伤防护”等涉及智能安全、人体工程学等多个学科领域的工业博士项目,并吸引来自多个国家顶尖高校博士生与导师参加^[15],从而实现覆盖顶尖机构的全球跨学科合作网络构建。

二是在区域产业集群中孕育工业博士项目。北欧企业以区域优势产业为发展重点,打造产业集群,形成企业、高校、公共部门紧密结合的创新协作网络。工业博士生在此网络下可进行跨地域的知识交流、跨机构的研发合作与跨企业的数据收集。他们既能深入专家集聚平台窥探全球研发趋势,也能体验与认知从基础研究到成果商业化的总体流程。丹麦-瑞典生物医药谷是北欧具有代表性的创新产业集群,医药谷内聚集了诸多医疗器械公司、药企、生物技术公司、研究机构与大学等^[25],覆盖生物医学领域的研发、生产、销售等产业价值链的全部环节。医药谷内的企业会根据产品管线短板,设计工业博士课题,确保研发成果直接服务产业升级,实现在地化创新与全球化应用相结合。企业主张凝聚多元主体合力,促进生命科学行业的蓬勃发展,为培养出具有社会关怀、创新能力与创业精神的工科拔尖创新人才打造独特集群环境。

(三)提供资金支持,建构矩阵式的企业项目资助网络

北欧国家工业博士项目受益于欧盟的玛丽-居

里行动(MSCA)和丹麦、芬兰、瑞典三国公共基金与私人基金的共同支持,形成了公共部门与私营部门协同资助的联合资助模式,为支持北欧工科拔尖创新人才培养提供了有力资金保障。

首先,企业为工业博士生提供定向补贴。项目参与企业兼有工程博士生雇主身份,需定期向博士生发放薪资报酬。丹麦的工业博士项目计划明确指出,公司必须在整个项目期间提供财务支持,支付博士生的工资以及部分研发费用^[14]。成本较低的项目在其运行期间大约需要企业支出60万克朗。而成本较高的项目费用在200万到300万克朗之间,这包含了学生工资、设备和材料的采购费等。每个项目的平均总费用约为150万克朗,除去公共资金资助部分,企业承担整体项目支出的50%~60%^[22]。同样在瑞典,工业博士生的薪水由企业予以发放,此外,企业还需承担企业导师学术指导的费用。

其次,企业通过基金会为工业博士项目提供专项资助。诸多大型企业、跨国企业直接以企业名义开办私人基金会,投资企业、高校、研究机构等开展研究项目并推进工科拔尖创新人才培养。如诺和诺德基金会向南丹麦大学提供5亿丹麦克朗,以建立国家博士学院^[26]。抑或企业协同知名高校开办以企业命名的工业博士学院,面向企业需求开展专门化的工业博士项目。如芬兰诺基亚公司捐赠种子资金,联合阿尔托大学及诺基亚贝尔实验室共建诺基亚量子技术工业博士学院^[27],该学院通过提供一流前沿的教育环境,将开创性研究与广泛量子知识网络相结合,致力于培养量子技术领域的高水平博士。

最后,企业为工业博士生提供附加支持,通过设立工业博士奖学金与知识产权共享等方式驱动工业博士生的研发热情。2025年,沃尔沃汽车为瑞典西部大学、乌普萨拉大学提供高额工业博士奖学金,旨在鼓励工业博士生专注于电动汽车牵引逆变器的多目标优化研究^[28],从而为电动汽车技术发展做出卓越贡献。同时,在企业发明专利的工业博士生能够与企业共享知识产权,并获得相应收益分成,这将有利于激发其发明潜力与创新动力。

(四)规划培养环节,完善面向未来员工的动态质量保障流程

作为北欧工业博士项目主导者,企业不仅关注技术突破与项目进度,更将工业博士生视为企业未来的储备职员,因而企业通过合理规划工业博士项

目实施环节、构建动态灵活的工科拔尖创新人才培养质量保障流程,以确保博士生培养质量与留任率的双重提升。

工业博士生不仅要完成企业任务,同时还需满足与学术型博士生同等的学术要求。因而,在项目开展早期,北欧企业需与学生、学术导师就初始项目提案及项目实施需求进行共同商定,根据博士生的拟修课程时间,安排项目执行环节,尽可能使得企业行业需求与高校学术期望协调一致^[29]。诸如,大多数瑞典大学的博士教育需博士生修完 90 个 ECTS 学分,预计要花费其一年半的时间进行全日制课程学习。尽管部分课程与企业特定研究项目关联性较小,但企业仍需支持工业博士生达成获得博士学位所需的知识广度要求^[30],并按照高校课程时间合理分配企业工作时间。在项目开展需求厘清后,由企业管理者、企业导师与工业博士生共同拟定项目开展的具体目标,并建立专门项目指导小组把控项目方向、解决项目难题、管理项目进程。对于项目结束的成果验收,企业会预先与工业博士生就研究成果公开、研究专利发布以及成果归属等内容达成一致,并写入项目合同,从而尽可能避免项目后期发生学术成果发表需求与企业知识产权保护等争议。在整个博士项目开展期间,企业导师与高校导师会持续监督项目进程,考虑与博士项目相关的所有学科部门的建议,确保博士生在项目参与中取得实质性进步^[11]。此外,企业对工业博士生的评估始终是以能够获得有价值的创新产品或是有益于企业长期发展的实践经验为标准。为确保企业对工业博士项目的长期投资与关注,工业博士生需通过定期汇报形式进行持续的知识转移,或通过设立与研究相关的影子项目,确保企业能够有效评估项目结果并生成新的研究问题^[31]。

五、结语

北欧三国的工业博士项目,不仅重塑了产学研协同的创新范式,更揭示了小国企业如何在全球化竞争中以工科拔尖创新人才抢占科技制高点的战略智慧。得益于北欧政府以风险共担机制降低企业参与成本的制度框架与企业对高层次人才知识迁移与能力变现的迫切需求,企业深刻意识到工业博士项目作为知识、技术、人才三位一体创新引擎的核心价值。

北欧工业博士项目的实施对于我国校企联合培养工科拔尖创新人才颇具借鉴意义。首先,我国推进校企联合培养工科拔尖创新人才需构建完善的政

策制度框架,赋予企业对联合培养工科拔尖创新人才的主导权,即人才雇佣、项目主题定义与成果优先转化等权利。同时建立完善的政府补贴基金,降低企业参与项目研发与人才培养的投入成本,减少企业的项目参与风险。此外,还要鼓励资金匮乏的私营企业、中小企业加入工科拔尖创新人才培养项目,扩大项目规模与数量。其次,我国企业可以其面临的技术瓶颈与攻关难题为核心发起项目,与高校建立长期稳定的深度合作网络,通过知识、技术、信息的流动与再生产重构校企重叠空间,打破校企协同培养工科拔尖创新人才的物理与知识边界。再次,企业要面向全球关切与社会问题,与全球尖端企业合作并构建产业集群,协同推进工科拔尖创新人才培养项目,培养具有国际视野与世界关怀的高水平创新人才。最后,企业要建立完善的资助体系与质量保障流程,以多类型的企业资金补贴激励工科学生的研发创新动力,同时建立多主体参与的项目指导小组,发挥高校导师与企业导师的协同作用,确保工科拔尖创新人才培养项目顺利开展与完成。

参考文献:

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[N]. 人民日报, 2022-10-26(01).
- [2] 储昭卫. 面向高技术产业的产教融合治理体系研究: 荷兰工程博士生培养改革及其启示[J]. 学位与研究生教育, 2024(11): 68-76.
- [3] 王世岳. 大学和企业如何联合培养博士: 欧洲四国工业博士培养的比较分析[J]. 教育发展研究, 2021, 41(17): 9-16.
- [4] WIPO. Global Innovation Index 2024, 17th Edition [EB/OL]. (2024-06-27) [2025-02-18]. <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4756&plang=EN>.
- [5] Thune T. The Training of “Triple Helix Workers”? Doctoral Students in University-Industry-Government Collaborations[J]. *Minerva*, 2010, 48(4): 463-483.
- [6] Linnaeus University. Wanted: Three Industrial Doctoral Students with a Focus on Data-Intensive Applications [EB/OL]. (2024-06-11) [2025-02-21]. <https://lnu.se/en/meet-linnaeus-university/current/news/2024/wanted-three-industrial-doctoral-students-with-a-focus-on-data-intensive-applications/>.
- [7] Vestas. The Global Leader in Sustainable Energy Solutions [EB/OL]. [2025-02-21]. <https://www.vestas.com/en>.
- [8] Scania. Industrial PhD Student: Exhaust Aftertreat-

- ment for Hydrogen Engines [EB/OL]. [2025-02-21]. <https://jobs.scania.com/job/S%C3%B6dert%C3%A4lje-Industrial-PhD-student-Exhaust-aftertreatment-for-hydrogen-engines-151-38/1181392901/>.
- [9] University of Copenhagen. The Industrial PhD Programme[EB/OL]. [2025-02-22]. <https://science.ku.dk/phd/studystructure/industrialphd/>.
- [10] Industrial PhD or Industrial Postdoc Project for SME Companies[EB/OL]. (2024-05-30) [2025-07-03]. <https://www.chalmers.se/en/centres/wacqt/industry-and-utilisation/sme-grants/>.
- [11] Compagnucci L, Spigarelli F. Industrial Doctorates: A Systematic Literature Review and Future Research Agenda[J]. *Studies in Higher Education*, 2024, 50(6): 1076-1103.
- [12] Assbring L, Nuur C. What's in It for Industry? A Case Study on Collaborative Doctoral Education in Sweden Industry and Higher Education[J]. *Industry and Higher Education*, 2017, 31(3):184-194.
- [13] Danmarks Forskningsrad. Danmarks Forskningsrads Årsrapport 2001[EB/OL]. (2002-10-01) [2025-07-04]. [https://pr-fivu01-ro.dav.rackhosting.com/publikationer/2002/danmarks-forskningsraads-aarsrapport-2001.html](https://pr-fivu01-ro.dav.rackhosting.com/publikationer/2002/danmarks-forskningsraads-aarsrapport-2001/danmarks-forskningsraads-aarsrapport-2001.html).
- [14] ADAPT. The Danish Industrial PhD Program [EB/OL]. [2025-03-14]. <https://old.adapt.it/adapt-index-a-z/wp-content/uploads/2015/12/introduction-to-the-danish-industrial-phd-programme-incl-q-a-3.pdf>.
- [15] Volvo Cars Global Newsroom. Industrial PhD Programme-the Volvo Car Corporations' Foundation for Tomorrow's Technical Experts[EB/OL]. (2002-10-22) [2025-07-03]. <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/5228>.
- [16] Ankrah S, AL-Tabbaa O. Universities-industry Collaboration: A Systematic Review [J]. *Scandinavian Journal of Management*, 2015, 31(3):387-408.
- [17] Ganzarain J, Markuerkiaga L, Igartua J I. *Lecture Notes in Management and Industrial Engineering*[M]. Springer, 2018:25-32.
- [18] European Commission. Communication from the Commission Europe 2020 — A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth[EB/OL]. (2010-03-03) [2025-07-03]. <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF>.
- [19] The Hyve. Industrial PhDs: Real World Research[EB/OL]. (2019-04-23) [2025-07-03]. <https://www.thehyve.nl/articles/industrial-phds-real-world-research>.
- [20] Germain-Alamartine E, Moghadam-Saman S. Aligning Doctoral Education with Local Industrial Employers' Needs; A Comparative Case Study[J]. *European Planning Studies*, 2019, 28(2):234-254.
- [21] Study in Denmark. PhD Programmes[EB/OL]. [2025-02-24]. <https://studyindenmark.dk/study-options/what-can-i-study/phd-and-research>.
- [22] Styrelsen for Forskning og Innovation. ErhvervsPhD-Ordningen-En Videnindsamling Oplevelser og Erfaringer Med ErhvervsPhD-Ordningen[EB/OL]. (2013-03-19) [2025-02-24]. <https://ufm.dk/publikationer/2013/filer-2013/erhvervsphd-ordningen-en-videnindsamling.pdf>.
- [23] Volvo. Volvo Group Accelerates Hydrogen Research with PhD Scholarships for the Internal Combustion Engine[EB/OL]. (2024-01-12) [2025-06-25]. <https://www.volvogroup.com/en/news-and-media/news/2024/jan/volvo-group-accelerates-hydrogen-research-with-phd-scholarships-for-the-internal-combustion-engine.html>.
- [24] FAST. Finnish Software Engineering Doctoral Research Network [EB/OL]. [2025-02-27]. <https://www.softwareengineering.fi/doctoral-positions/>.
- [25] MVA. Medicon Valley Alliance[EB/OL]. [2025-03-13]. <https://mva.org/about-mva/medicon-valley/>.
- [26] University of Southern Denmark. New National PhD Academy is an Investment in Future Research Talents [EB/OL]. (2025-01-22) [2025-03-14]. <https://www.sdu.dk/en/nyheder/dara>.
- [27] Alexandru Paler. Nokia Industrial Doctoral School in Quantum Technology [EB/OL]. (2024-01-23) [2025-03-15]. <https://www.aalto.fi/en/department-of-applied-physics/nokia-industrial-doctoral-school-in-quantum-technology>.
- [28] 2025 Industrial PhD Scholarship at Volvo Cars, Gothenburg[EB/OL]. [2025-03-16]. <https://mystudypals.com/scholarships/2025-industrial-phd-scholarship-at-volvo-cars-göteborg-study-in-sweden/>.
- [29] The Council of Rectors of Finnish Universities. The Future Direction of Doctoral Education in Finland[EB/OL]. (2024-08-19) [2025-03-17]. https://unifi.fi/wp-content/uploads/2024/08/Unifi_The_future_direction_of_doctoral_education_in_Finland_accessible.pdf.
- [30] WASP. WASP Industrial PhD Report 2019[EB/OL]. [2025-07-14]. https://wasp-sweden.org/wp-content/uploads/2019/12/IndustrialPhD_Final_print.pdf.
- [31] The Benefits and Challenges of an Industry-Funded PhD[EB/OL]. (2022-04-28) [2025-07-14]. <https://www.findaphd.com/blog/4650/the-benefits-and-challenges-of-an-industry-funded-phd>.

**The Role Evolution and Action Strategies of Enterprises in Cultivating
Top-notch Innovative Engineering Professionals:
Based on an Investigation of Industrial Doctoral Programs in Three Nordic Countries**

YU Jing, YAN Guangfen

(School of Education, Tianjin University, Tianjin 300350, China)

Abstract: The industrial doctorate program is an important strategic initiative of Sweden, Finland, and Denmark to cultivate top innovative talents in engineering in order to enhance international competitiveness in innovation and seize the commanding heights of science and technology. The enterprises that are research-intensive, knowledge-integrating and value-creating constitute the major force in Nordic participation in the industrial doctorate program, and become key figures in cultivating future science and technology leaders, knowledge service providers, and social changemakers. In the process of project participation, enterprises have realized the transformation from technology users to knowledge innovators, from project investors to strategic partners, and from policy implementers to task leaders, thus promoting the optimization and improvement of the standard, content and order of cultivating top innovative engineering talent. Specifically, Nordic enterprises have truly broken the multiple boundaries between the laboratory and the production line by creating a decentralized, collaborative, and knowledge-sharing environment, customizing clustered program-integrated solutions to global challenges, constructing a matrix network of complementary funding, and improving the quality assurance process of talent cultivation, which provides a useful reference for joint engineering talent cultivation by schools and enterprises in China.

Keywords: enterprise; top innovators; industrial doctoral students; Nordic countries

(上接第 27 页)

**The Current Situation of AI-Assisted Research by Doctoral Students and the
Disciplinary Differences Influenced Thereby:
An Analysis based on the 2024 National Survey of Graduated Doctoral Students**

CAI Fen¹, XIE Xin²

*(1. National Center for Health Professions Education Development / Graduate School of Education,
Peking University, Beijing 100871, China;*

2. School of Education, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

Abstract: Artificial intelligence (AI) is widely used in research activities across various academic disciplines. However, the differences in how doctoral students in China use AI-assisted research across disciplines warrant greater attention. Based on an analysis of 14,371 valid responses from a national survey of academic doctoral students, this study presents four key findings: first, AI-assisted research is more prevalent among doctoral students in the Sciences, Engineering, Agriculture and Medicine (SEAM), particularly in computer-related fields, but it is less popular among those in the humanities and social sciences; second, doctoral students in the humanities and social sciences are more likely to use AI in the early stages of their research. In contrast, those in the SEAM tend to use it in the later stages; third, factors such as gender, age, joint supervision by supervisors from different disciplines, and the need for interdisciplinary dissertation research significantly predict doctoral students' engagement with AI-assisted research; fourth, using AI in the early stages of research is beneficial to developing interdisciplinary competencies, particularly among doctoral students in the humanities and social sciences, whereas using AI directly for text writing may hinder academic training. Based on these findings, this study makes the following recommendations: construct interdisciplinary academic training modes that integrate "Humanities and Social Sciences + AI", enhance the normative guidance of AI-assisted research in the SEAM, and promote AI empowerment in doctoral education in ways that align with disciplinary cultures.

Keywords: doctoral students; artificial intelligence (AI); research activities; academic training; disciplinary differences