

“产、教、学、研”四位一体 研究生产教融合培养模式研究*

郭忠文 蒋若冰

中国海洋大学计算机科学与技术学院, 山东 266100

摘要 针对当前产教融合方案缺乏对计算机行业研究生调研评估的现象, 以及校企合作不充分等问题, 分析影响生产实践和科学研究有机融合的因素, 阐述当下产教融合面临的困境, 提出满足学生、高校和企业共同需求的“产、教、学、研”四位一体研究生培养模式, 构建产学深度协同机制和研学长效互促机制, 积极开展相关企业的合作, 充分发挥校企资源。为学生提供实践场景, 提高就业竞争力, 实现高质量就业; 为企业提供人才储备, 吸收优秀毕业生; 为学校更深入了解生产需求, 优化课程质量, 提高教学水平。从而实现三方优势互补, 促进高校、企业和学生协同发展。

关键字 研究生培养, 产教融合, 四位一体, 校企合作, 教学体系

The Study on the Integration of Production, Teaching, Learning and Research in the four-in-one Graduate Education and Training Model

Guo Zhongwen

Jiang Ruobing

School of Computer Science and Technology
Ocean University of China
Shandong 266101, China
guozhw@ouc.edu.cn

School of Computer Science and Technology
Ocean University of China
Shandong 266101, China
jrb@ouc.edu.cn

Abstract—This paper addresses the lack of research and evaluation of the current industry-university-research collaboration scheme in the computer industry, as well as the insufficient cooperation between universities and enterprises. It analyzes the factors that affect the organic integration of production practice and scientific research, and the difficulties faced by the current industry-university-research collaboration. To meet the common needs of students, universities, and enterprises, a "production, teaching, research, and innovation" four-in-one graduate education model is proposed. The paper also constructs a mechanism for deep cooperation between industry and academia and a long-term mutual promotion mechanism for research and study. Relevant enterprises are actively involved to fully leverage the resources of universities and enterprises. The proposed model provides practical scenarios for students, enhances their employ ability and achieves high-quality employment, while also providing enterprises with talent reserves and attracting outstanding graduates. It enables universities to have a deeper understanding of production demands, optimize curriculum quality, and improve teaching standards. Thus, it realizes the complementary advantages of the three parties and promotes the coordinated development of universities, enterprises, and students.

Keywords—Graduate education, industry-university-research collaboration, four-in-one, university-enterprise cooperation, teaching system

1 引言

研究生教育是培养高层次应用型人才的主要渠道, 在服务社会和推动地方经济发展等方面发挥重要作用。2020年由国务院学位委员会、教育部发布的《专业学位研究生教育发展方案(2020-2025)》中指出: 高校专业学位培养模式、管理机制仍需创新, 人才需求与就业状况的动态反馈机制不够完善, 产教融合育人机制需要健全。高等教育司司长吴岩也曾表明: 内外结合、产教融合是新工科发展的必由之路。根据教育部对于

研究生培养目标和质量的要求, 高校必须主动承担培养任务, 重视培养研究生的专业技术能力和实践创新能力, 全面提升计算机专业研究生培养质量。

目前国内外推行的产教融合方案缺乏对计算机专业的探索, 缺乏对计算机行业的调研和评估, 存在着校内外导师合作不足, 学生实践时间不够等问题, 因此我们设计了一种满足学生、高校、企业共同需求的“产、教、学、研”四位一体研究生培养模式。这一模式实现了校企之间的优势互补, 使学生形成“立足当下, 前瞻未来”的计算机研究格局, 促进了学生、高校、企业的创新研究能力协同发展。

*基金资助: 本文得到全国工程专业学位研究生教育指导委员会华北区域协作组 2022 年重点课题资助。

通过实施和推广“产、教、学、研”四位一体研究生培养模式，可以实现高校、企业和学生的三方共赢。首先，学生可以在企业实践中接触到最新的技术和 workflows，提升实战能力和实践经验；同时，学生也可以在高校系统和深入地学习理论知识，增强学术素养和科研实力。其次，企业参与教学过程，有助于吸收优秀的毕业生，来为企业发展提供有力的人才支持；高校也可以借此机会了解企业需求和行业发展趋势，优化课程设计和教学模式。最后，通过构建“产、教、学、研”四位一体研究生培养模式，可以促进学术研究的深入探索和实际应用的落地推广，为计算机领域的发展做出更加积极的贡献。

2 产教融合现行培养方案

通过产学研的方式来培养创新人才最早起源于美国，产教融合的教育模式将多种不同的教育环境和教学资源进行整合利用，通过多样化的培养模式培养人才。产学研联合培养已被越来越多的高校认同，提高了创新人才的培养水平。但是目前的产教融合现状还存在着教学内容与培养方案落后、研究内容与现实需求脱节和课题内容与能力培养割裂的问题。

(1) 教学内容与培养方案落后

计算机行业蓬勃发展，具有知识更迭快的特点^[1]，一些应用比较广泛的传统教育模式没有针对计算机专业的特点进行教育模式的设计^[2]，而现有产教融合背景下的计算机专业教育模式的导师制度也难以满足计算机专业的发展要求。

滑铁卢大学创立的带薪实习项目，将学生的学校生活分为上课学期和工作学期，上课学期和工作学期交叉进行^[3]。奥克兰大学回归自然项目^[4]是国家级商业科研项目，为科学研究提供资金支持和实践辅导。英国“三明治”模式^[5]使学生以“学习-实践-学习”的产学结合模式进行学习实践。这些模式都被广泛地进行效仿和应用，但是已经不能完全适应计算机专业的发展要求。这些模式都无法解决教材更新不及时、教学模式陈旧、相关案例演练缺乏及实践能力不足等问题^[6]。

西南科技大学计算机科学与技术学院将专业综合实验课程与科研项目实践结合、学生科技活动与企业科研需求结合、以及实习基地与企业人才储备目标结合等方式，在培养学生创新能力和综合素质方面，进行了有效的实践和探索^[7]。然而现有“一对多”导师制度无法满足研究生全面发展需求的问题。一名导师的项目、课题方向都是有限的，并且一名导师也存在缺少其他学科相关知识的问题。显然“一对多”导师制度限制了当前研究生多元化的发展^[8]。

(2) 研究内容与现实需求脱节

党的十九大报告提出“建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系”^[9]，对产教融合模式提出了新的要求。而目前高校的教育主要以理论教育为基础，与企业沟通不及时造成了研究生缺乏对现有市场需求的把握，同时也造成了研究生的研究成果与企业的需求脱节的问题。

福建技师学院提出建立计算机课程与职业标准紧密对接、教学过程与企业生产过程紧密对接、学历证书与职业技能等级证书紧密对接的产教融合培养模式，还提出对教师进行专业技能的培训，提高教师的专业水平^[10]。但是这样的培养模式却缺少和企业进行直接沟通的联合培养平台^[11]，不能及时地了解企业的生产需求，并没有解决研究生研究内容和现实需求脱节的问题。

(3) 课题内容与能力培养割裂

在研究生培养阶段，主要进行的是课题的研究，因此课题内容的选择十分重要^[12]，然而现阶段大多数培养方案并没有根据学生的能力和实际产业需求而制定课题内容。

北京邮电大学设计了双环联结的产学研模式^[13]，由具有企业研发经验的学校导师和相关公司技术人员联合管理和指导研究生的课题研究；河南大学通过建立科研导师团队机制、共享导师的课题与项目形成实践资源池、鼓励团队导师学科交流和研究方向交流等方式实现研究生的培养^[14]。但是以上教育模式并没有关注到研究生课题内容的选择问题上，忽视了课题设置的难度是否与学生能力相匹配的问题，同时也缺乏长效化监督机制来保证学生及时并且高质量地完成课题内容。

传统的产教融合培养模式显然不能满足创新型人才的需要^[15]，缺乏一种能够多元化对学生进行培养，与企业紧密沟通的同时又符合研究生学习能力和现实需求的产教融合培养模式。因此，建立一种特色综合的专业学位研究生实践创新能力培养机制成为产教融合可持续发展的关键点^[16]。

3 培养方案设计目标

我国专业学位研究生教育进入了新的发展阶段，但仍有亟待解决的问题，为了解决这些问题，培养方案应遵循以下设计目标：

(1) 更新教学内容，优化培养方案。

当前高校对研究生的培养难以因材施教，且计算机行业不同方向技术差异巨大，单一导师通常情况下无法满足学生的研究兴趣。另一方面需要注意的是，导师的研究层次存在差别，且各有所长，部分导师专注于横向项目，其余则专注于纵向深入研究。当下高

校迫切需要能够综合发挥不同导师的协同优势，满足学生教学需求的多元化多层次导师培养机制。

(2) 开展前沿研究，加强实践环节。

高校对研究生的培养更注重理论研究，部分研究内容与企业的实际需求脱节，或行业内已有广泛使用的低成本替代方案。故而在研究生培养过程中，常会出现科研成果无法落地的情况。因此，产学研同是大势所趋，高校应与企业深度联合，共同制定培养方案，以研究生科研方向为导向，融合企业最新生产需求，及时实现科研成果顺利转化^[17]。

(3) 制定合理计划，关注能力提升。

在研究生培养过程中，课题的设置缺乏有效性和合理性。若课题选取太过容易，则学生在完成课题的过程中难以得到能力的锻炼和提高，选取学生无法完成的困难课题同样影响个人发展。因此，高校应当设置难度合理且与学生能力匹配的课题，并建立长效化监督机制，保证学生能够充分进行课题研究，及时完成实验任务，还应通过多阶段检查，实时确认学生的研究进度和状况，积极指导学生进行研究，促进能力成长，从而实现研学互促。

4.1 研究生四层教学培养体系

目前企业在研究生培养中参与度较低，与高校在研究生培养过程中的方式方法割裂，产教融合联合培养研究生的职责划分不明确。其根本原因在于研究生四层培养体系配套的培养方案、师资队伍、课程体系建设等诸多方面准备不足，甚至直接沿用学术硕士的教学方式，没有体现出产教融合在培养目标上的明显差异。为了解决上述问题，本文提出了一种新型研究生四层教学培养体系，该体系分为教学体系的纵向贯通和校企间的横向融通两个方向。

教学体系的纵向贯通。梳理当今社会对计算机人才的内在要求，调整四层体系中每层对研究生实践创新能力的指导作用，将实践创新能力的培养融入全过程，贯穿各层次。首先通过走访调查等方式，明确社会对人才的实践能力、创新能力的要求。学位委员会按照社会要求制定培养目标，研究生培养指导委员会设计培养方案，导师组负责研究领域的资源整合，导师对研究生展开研究方向的指导。通过细化责任分工，学位委员会、培养指导委员会、导师组和导师能够各司其职，有助于学生在“产、教、学、研”四位一体研究生培养模式中充分获得发展资源，快速提高科研和实践能力。此外，各层次之间的联系和沟通可以确保学生在研究生期间得到全面的指导和支持，便于实现个人发展目标。教学体系的纵向贯通和各层次之间的充分协同，能够极大程度提高学校的教学能力和育人水平，是提高教学质量和学生的社会竞争力的关键。

校企间的横向融通。明确企业在每一层培养中的参与方式与职能作用，实现企业和学校之间的优势互补。调研各高校产教融合实施情况、企业学校在研究生培养中各自的优势，整合产教融合模式下的研究生四层培养体系，通过完善面向企业需求的研究生培养模式，反向激发企业参与研究生实践创新能力培养的热情。

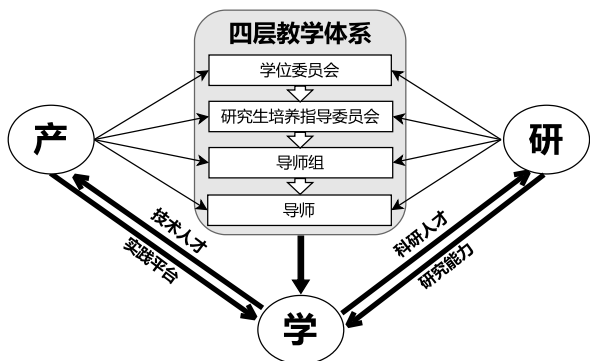


图1 “产、教、学、研”四位一体创新实践培养模式

4 构建“四位一体”创新实践培养模式

“产、教、学、研”四位一体是以学生为核心，企业提供实践平台、高校提供科研训练、校企深度融合共同培养学生的多主体一体化发展模式。在生产实践过程中，学生能够得到企业内导师和校内导师的双方指导，使得教育能够结合实际生产发挥作用，给予学生充分的实习实践经验。另一方面，通过校企合作，校内导师和企业内导师得以充分交流，有助于加快教学成果落地，提高高校科研实力。计算机研究生“四位一体”创新实践培养模式满足了学生、高校、企业三方的实际需求，相互之间取长补短，谋求了利益的一体化，以此实现三者的共同发展。

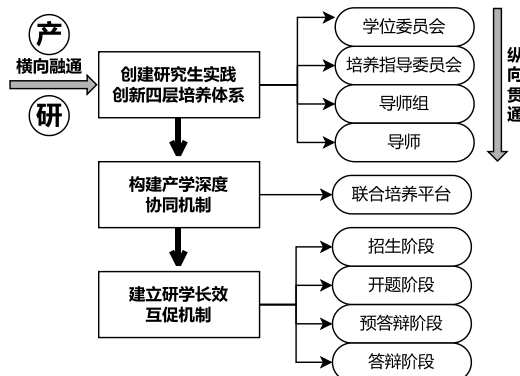


图2 “产、教、学、研”四位一体研究生培养模式实施方案

4.2 产学深度协同机制

当前计算机专业研究生就业面临前沿技术不精、缺乏实践平台两大难题，相关对口企业同样缺乏具备实践创新能力的高素质人才。这种恶性循环加大了学生的就业难度，阻碍了企业的高速发展，本质原因在于当前研究生培养机制没能将学生和企业有机结合。

针对这一现状，本项目拟探究产学深度协同机制，发挥学生、企业间的纽带作用，实现学生、企业间的精准对接。在产学协同过程中，企业将为学生提供实践平台，带领学生掌握前沿技术。

学生在相关企业内经过一段时间的学习，在掌握先进生产力后，可以作为专业技术人才引入企业内工作，同时具备科研能力的计算机研究生也将充分发挥优势，给企业带来技术攻关的新思路、新方法。

4.3 研学长效互促机制

现行的研究生培养方案通常由高校导师布置相关课题，学生针对该课题展开相关研究。计算机专业具有技术迭代速度快这一显著特点，科研工作地开展急需引入掌握新技术的科研人才。同时，学生也需要系统地掌握研究方向，提升创新能力。

本项目拟建立研学长效互促机制，打破单向研学格局，实现学生和科研工作的双向互通。高校重点培养研究生的创新思维、研究能力，为研究生长远发展赋能。学生结合学校所学，立足于相关企业实际情况，为高校科研工作带来新课题，同时作为掌握了前沿技术的科研创新人才参与到研究工作。

5 实施方案

计算机研究生培养方案包含修课、学术训练、开题、答辩等多个环节。“产、教、学、研”四位一体培养方案分以下三个步骤实施。

5.1 创建研究生实践创新四层培养体系

为了响应十九大报告中关于深化产教融合的要求，实现学校和企业间的横向融通和纵向贯通，统筹协调了校企在学位委员会、研究生培养指导委员会、导师组和导师四层级中的关系，创建了研究生实践创新四层培养体系。在横向融通方面，强化学位委员会在产教融合培养体系中的引导和监督作用；融会贯通企业的实践需求和学校的创新要求，并将其融入研究生培养指导委员会的每一步工作细节当中；建立由企业专家和学校教师共同组成的联合导师组，使研究生的实践能力和创新素养得到充分指导；完善导师培养质量反馈机制，从正、负两个方向落实激励措施，确保学位论文的质量和研究生的培养质量。在纵向贯通方面，由学校和企业共同形成合力，打通四层培养体系间的

联系，通过建立体系间的监督机制和反馈机制，形成内力驱动改革循环，实现研究生实践创新四层培养体系的持续进步。

5.2 构建产学深度协同机制

在我校计算机科学与技术学院的实践中，联合海尔、美的、澳柯玛等知名企业，进一步深化合作，共同构建产学协同机制。在企业方面，应结合科研需要与企业实际，积极建设产教融合培养平台，并引导各岗位职工把各自岗位的资源融入高校教学案例中，成为高校产教融合指导教师，同时指导研究生的企业实习实践；对于学生而言，应积极参与到合作企业的生产实践当中，深入企业一线，扎实学习、勤恳工作，在为企业创造价值的同时提高自身的创新能力和实践水平，最终实现产学双方在人才培养关键环节的协同配合。与此同时，应吸引更多前沿技术企业加入产教融合培养体系中，提供更多实践岗位和平台，以进一步提高学生的实践应用能力。

5.3 建立研学长效互促机制

“四位一体”研究生培养模式遵循产教融合教育体系，制定培养方案，深入改革研究生培养过程的各环节，完善研究生实践创新能力培养过程。在招生环节，应重视研究生的专业水平和综合能力考核，科学合理设计初试和复试的考核内容，保证录取研究生的生源质量；在开题环节，应严格按照预定比例对不合格开题内容进行淘汰，保证研究生取得合理的研究进度和研究成果；在预答辩环节，应严格遵循学院初审、材料检查和学校外审的预定环节，确保不合格毕业论文不进入答辩环节；在答辩环节，应充分评估研究生的研究成果和学术水平，给出合理答辩评价。在每个环节的实施过程中，应做到全过程记录，并完善反馈机制，形成研究生培养质量保障层层压力传导，最终实现研究生产教融合培养实践创新能力机制的提升。

6 推广实践效果

我校积极开展计算机专业与相关企业的合作，构建产教学研相结合的四层研究生教育体系，建立产学研深度合作机制和相互促进机制。充分提高研究生的实践技能和创新能力，保证研究成果产出和教育质量的稳步提升。

表 1 2017-2021 全校产教融合学生论文发表量及引用量

年度	SCI 发文量	总被引用量	一区和二区发文数量
2017	221	1355	104
2018	208	1055	104
2019	196	468	129
2020	225	74	153
2021	304	136	183
总计	1184	3088	673

在就业质量方面,2017-2021年间,我校成功入职500强企业的人数稳步上升。尤其在2021年,入职人数比例相较2020年上升了1.9%。学校的研究生培养政策有效提高了学生在就业时的竞争力。

从表1的数据可以看出,我校对研究生实施四层教学体系等政策后,从2017年以来在学术方面取得优异成绩。以SCI论文发表量为例,2017年至2021年,我校研究生共发表SCI论文1184篇,其中2021年发表量最高,为304篇;2020年次之,为255篇。从总被引量来看,SCI论文的总被引量为3088次,其中2017年至2019年的总被引量相对较高,分别为1355次、1055次和468次。

表2 2017-2021全校产教融合毕业生入职500强企业

年度	学生人数	入职500强企业人数	入职500强企业人数比例
2017	779	59	7.6%
2018	778	64	8.2%
2019	805	79	9.8%
2020	843	89	10.5%
2021	911	113	12.4%
总计	4116	404	9.8%

在实践方面,2017-2021年间,我校研究生在“全国水下机器人大赛”、“中国研究生电子设计竞赛”等全国性竞赛中获得一等奖4项、二等奖7项、三等奖7项、多项优秀奖。在“iCAN国际创新创业大赛”、“虚拟现实及应用创新大赛”等全国创新大赛中获奖7项。

综上所述,我校实施产教融合模式后,学术水平、就业竞争力和管理效率均有所提高,取得了一定的成果。

7 结束语

产教融合是工科专业发展的必由之路,我们构建的“产、教、学、研”四位一体研究生培养模式立足计算机行业实际情况,满足了学生、高校、企业三方的现实需求。本文层层展开,深入剖析了这一培养模式的组成部分,即校企融合的四层教学体系、产学研深度协同机制和研学长效互促机制。在推广实践中,本文提出的培养模式表现出了巨大优势,学生就业质量、高校科研水平、企业技术发展均得到快速提升。

参考文献

- [1] 唐新宇,郑志材,李根. “双融双赢”产教融合人才模式的改革与实践——以广东工商职业技术大学计算机专业为例[J]. 职业技术, 2021, 20(04): 35-41.
- [2] 蒋华伟,袁秀珍,李琳,等. 计算机专业产学研合作创新人才培养模式[J]. 计算机教育, 2011(14): 5.
- [3] 搜狐网 滑铁卢大学带薪实习coop项目 https://www.sohu.com/a/205785502_99933404
- [4] 教育部学校规划建设发展中心 产教融合“再上一城”,从欧洲走向了大洋洲 <https://www.csdp.edu.cn/article/4365.html>
- [5] 职业杂志社 典型国家新型学徒制:英国“三明治”模式 <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1701368038640624469&wfr=spider&for=pc>
- [6] 陈海燕,张海燕,骆小婷. 国内外产学研合作教育模式的现状、问题及对策[J]. 科技管理研究, 2007, 27(12): 3.
- [7] 吴亚东,宋丽丽,陈元松. “产学研用”模式下计算机专业“三创”人才培养方式[J]. 计算机教育, 2012(07): 43-44+64. DOI:10.16512/j.cnki.jsjyy.2012.07.006.
- [8] 许福,敖知琪,上官大堰,陈志泊,崔晓晖,佟博. 全日制工程硕士学位研究生产学研联合培养模式研究[J]. 计算机教育, 2018(11): 76-80.
- [9] 中华人民共和国中央人民政府习近平:决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告 http://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content_5234876.htm.
- [10] 林春雷. 基于产教融合的计算机专业技能人才培养模式创新与实践[J]. 就业与保障, 2022(08): 19-21.
- [11] 曾辉. 计算机专业实践教学体系的构建[J]. 中国成人教育, 2008(2): 141-142.
- [12] 唐爱平,许晓宇. 基于课程产教融合的高职育人模式的实践探索:以常州纺织服装职业技术学院数字媒体专业为例[J]. 职教论坛, 2019(9): 132-136.
- [13] 徐溟鲲,徐晓雅,薛薇. 基于信息系统研发的产学研一体化研究生培养[J]. 软件导刊, 2021, 20(12): 253-256.
- [14] 左宪禹,苏岳瀚,乔保军. 计算机类专业型硕士研究生团队培养模式探索[J]. 计算机教育, 2022(01): 38-41. DOI:10.16512/j.cnki.jsjyy.2022.01.010.
- [15] 李巧君,李伟,李金锁. 产教融合背景下计算机类专业课程体系改革研究与实践[J]. 微型电脑应用, 2021, 37(02): 4-7.
- [16] 李生林,樊友洪,张恒,等. 专业学位硕士研究生理实一体培养模式探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(05): 97-101.
- [17] 余波. 高职计算机基础课程产教协同育人教学改革研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(02): 36-39.