

EN 建设特色化示范性软件学院·探索软件人才培养新模式

深化产教融合 培养特色化软件人才

南京理工大学计算机科学与工程学院
人工智能学院副院长 陆建峰

今年6月，教育部、工业和信息化部联合印发了《特色化示范性软件学院建设指南（试行）》（以下简称《指南》），为我国软件学院在“培养什么样的软件人才、怎样培养、为谁培养”的办学方略上指明了方向和工作重点。从高校人才培养的角度而言，可以用三句话简单概括：服务国家育英才，产教融合是关键，人才培养有特色。

服务国家育英才

我国一些关键基础软件领域始终面临发展瓶颈问题，因此，大力发展具有自主知识产权的软件行业已经成为国家战略。近20年来，国务院先后印发《鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》和《进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》，有力支撑了国家信息化建设，促进了国民经济和社会持续健康发展。今年7月，国务院又印发了《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》，明确提出，集成电路产业和软件产业是信息产业的核心，是引领新一轮科技革命和产业变革的关键力量。文件对专业化软件人才培养和特色化示范性软件学院建设，也提出了要求。

特色化示范性软件学院建设必须聚焦国家发展战略，坚持育人为本，全面贯彻党的教育方针，把立德树人成效作为检验学校一切工作的根本标准，通过课程思政，着力培养学生的人生观和社会责任感。简而言之，就是要培养又红又专的高端人才。所谓“红”，就是要培养“有理想、有素质、有能力、有担当”的人才，具有爱国奉献的精神，把国家的需要作为己任，具有提升国家软件核心竞争力的使命和担当，把软件写在祖国的大地上；所谓“专”，就是要具有扎实的自然科学和计算机专业基础知识，硬件基础知识也不可或缺，因为如果要设计和开发操作系统、编译系统之类的系统软件，仅有软件知识是远远不够的。所谓“高端”，就是指基础理论扎实、创新意识突出、工程能力显著、沟通能力很强的领军人才。

- 特色化示范性软件学院建设聚焦国家发展战略，把立德树人成效作为检验学校一切工作的根本标准。
- 可以通过课程内容融合、教学过程融合和实践体验融合等为抓手，构建创新育人平台。
- 产教融合是工程创新人才培养的必由之路，软件人才的培养也必须理论结合实际，学以致用。
- 可以结合每个学校的学科优势和特色，进行学科交叉，并基于此开展软件人才的培养。

产教融合是关键

《指南》明确提出，建设特色化示范性软件学院要以深化产教融合为途径。由此可见，产教融合是特色化示范性软件学院的强驱动，其中产业导向和产业需求是外在驱动力，而高等学校本身担负的培养高水平人才的职责是内在驱动力，两者相互融合，相互激发，能很好地解决软件人才培养存在的短板明显、价值失衡、产能脱节等突出问题。

（一）产教融合驱动的培养目标重塑和课程体系重构

按照产教融合的原则，需要对现有的培养目标和课程体系进行优化。以南理工的软件工程专业为例，我们瞄准关键基础软件、大型工业软件、行业应用软件和嵌入式软件等产业发展的战略方向，重点围绕行业需求，培养具备系统思维、创新思维的软件需求分析、架构设计、研发与质量保障等能力的专业人才。为了达成上述培养目标，我们对现有课程体系从课程思政、课程内容调整和课程实践环节等方面进行了重构，将思政育人素材融入专业课程教学内容中。在课程内容方面，我们在保留通用软件工程方

法学教学内容的基础上，结合南理工的优势，增加面向嵌入式系统的软件需求分析、设计、实现和测试方法相关的教学内容。在课程实践方面，探索链条式实践教学和企业实践相结合的方式。通过深入研究专业课程知识点之间的前趋与后继之间的关系，有机整合实践内容，建立关联式实践教学模型，并应用到教学实践环节中，形成链条式实践教学；引入行业企业的真实项目作为实践内容，提升实践环节的价值。

（二）产教融合驱动的师资队伍建设

在产教融合过程中，我们坚持走“请进来”与“送出去”相结合的策略，构建双师型的师资队伍。近年来，我们从中国电子科技集团第十四研究所、华为技术有限公司、中兴通讯有限公司、美国高通公司等知名企业引进了10余名软件研发人才作为专业教师以及产业教授，他们为课程体系重构、培养目标重塑提供了很多建设性的建议和想法。在卓越工程师计划的实施过程中，我们与亚信软件、江苏电信、中兴通讯等企业建立了紧密联系，邀请企业的专家来授课，使学生受益匪浅。同时，鼓励老师积极承担企业的横向课题，借助于江苏省“教授博士柔性进企业活动”等渠道，将专业教师送到优秀的软件企业，去了解真实的需求、了解软件行业的最新动态，使得专业教师不仅具备

扎实的理论知识，而且还具备良好的工程实践能力和综合能力。

（三）产教融合驱动的创新创业平台构建

可以通过课程内容融合、教学过程融合和实践体验融合等为抓手，构建创新育人平台。南理工在校内构建了创新创业教育教学体系，确立了校教务处、团委、大学生创业中心和学院“分工合作、协同推进”的工作机制。采取“校内+校外”双向协同的方式，构建了X·Space创客空间等创新育人平台，推进创新创业教育。校外形成“校、政、企、行”四方联动的协同育人机制，聘请优秀的创业者、企业家、科研项目负责人担任创新创业导师，参与创新创业教育规划、指导学生的创业项目，为师生定期分享优秀的创新项目和创业心得。近年来南理工在ACM程序设计大赛、蓝桥杯、中国软件大赛中取得优秀成绩。

（四）产教融合驱动的企业激励机制

毋容置疑，产教融合是工程创新人才培养的必由之路，软件人才的培养也必须理论结合实际，学以致用，这就更需要企业的大力配合。产教深度融合意味着企业需要进行大量的投入，包括人力、物力和财力。但是，经济效益是企业不得不考虑的问题，为了使得产教融合能够深入持久的开展下去，

必须充分考虑企业的利益，否则，产教深度融合很难做到可持续发展。

人才培养有特色

每一所高校都有自己的强项和特色，以及所重点服务的行业。同样，在软件人才的培养上，也要有特色。

首先，现在是“软件定义”时代，所有行业都离不开软件，因此，可以考虑结合学校的行业特色，把面向该行业的软件开发人才培养作为一个特色。其次，可以结合每个学校的学科优势和特色，进行学科交叉，并基于此开展软件人才的培养。再次，每个学校的人才都会有一些富有特色的做法，如科教融合、实践创新等，这些做法对于人才培养也起到润物无声的作用。最后，根据产教融合需求，把企业的优势融入到人才培养中，体现出校企结合的特色。

南理工人工智能研究在国内具有特色，因此，我们重点培养具有行业特色的软件技术专业人才。在夯实软件工程教学的同时，注重与人工智能的学科交叉，开拓学生视野；在日常的教学工作中，通过课程思政坚持立德树人，帮助学生了解产业发展趋势、产业发展瓶颈、增强使命担当意识；注重科研成果、产业需求与课堂教学内容的融合，把科研经验和产品开发经验融入专业教学，指导本科生科研训练和实践，培育高水平软件人才；引入CCF CSP作为面向全体学生的第三方测评手段，提升学生的软件基础能力；建立了“课程—科研—竞赛—实践”四元培养模式，着力培养学生的创新和工程能力。

建设特色化示范性软件学院并培养特色化软件人才，是个长期探索和实践的过程，是推动我国软件产业由大到强的一项重要举措，也是高等院校义不容辞的责任和使命。南京理工大学将深入贯彻落实《指南》和国发8号文精神，弘扬“团结、献身、求是、创新”的校风，以服务国家战略需求、推动社会进步为使命，秉持为党育英才、为国铸利器的宗旨，培养高水平的软件英才，为我国软件产业的跨越式发展提供有力支撑。

建设特色化示范性软件学院 助力打造上海全球科创中心

复旦大学软件学院副院长 韩伟力

2020年6月，教育部和工业和信息化部联合印发了《特色化示范性软件学院建设指南（试行）》（以下简称《指南》），为新时代建设示范性软件学院列出了十项任务。近日，国务院印发了《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》（国发〔2020〕8号，以下简称国发8号文），从研发、人才、知识产权、市场应用、国际合作等八个方面支持集成电路和软件产业发展。在目前激烈的国际贸易和技术争端大背景下，这些重量级文件的发布对于探索特色化软件产业人才培养，推动国内核心软件技术和产业的由大到强，降低国内新兴产业对于国外核心软件的依赖，显得尤为重要。

当前，上海市正加快向建成具有全球影响力的科技创新中心的目标进军，重点聚焦在集成电路、人工智能、生物医药三个方向，拟在2030年形成核心功能，对软件产业的发展，特别是核心软件的研发突破有着十分迫切的期待和需求。

以核心软件研发与人才培养为目标

突出软件学院学科建设特色

有别于传统的计算机一级学科，当前特色化示范性软件学院的学科建设需以核心软件研发为目标，据此为国家和重点产业培养系统软件高端研发和领军人才。

这一点与软件学院建院初期以培养软件开发，即工程类人才为主的状况有所不同。软件学院初期培养的毕业生大多进入了外企或者金融企业从事软件开发工作，但较少参与国产核心和基础软件系统的研发。这种状况与2000年年初我国加入WTO，软件开发人才恰是当时所急需的人才类型有一定的关联。

当前我们国家正把创新作为驱动产业的核心竞争，高校也以新工科为抓手加快推动创新人才培养。因此，软件学院需在《指南》的指导下，将核心软件研发与人才，即研发类人才培养作为目标，构建合理完备的课程和实践能力培养体系，探索产学研协同育人新模式，凝练示范性软件学院特色。

- 特色化示范性软件学院的学科建设需以核心软件研发为目标，培养系统软件高端研发和领军人才。
- 软件学院需将研发类人才培养作为目标，构建合理完备的课程和实践能力培养体系。
- 深化产教融合，联合成立研发实验室或者研究院，建立完善的校企合作组织架构和知识产权分享模式。
- 要邀请软件企业中从事核心软件研发的资深人士深度参与优秀人才培养。

以深化产教融合为手段

探索专业化软件人才培养新模式

要加强与重点软件企业的合作。深化产教融合，联合成立研发实验室或者研究院，建立完善的校企合作组织架构和知识产权分享模式。这样的机构既可以设置在学校，也可以设置在企业中。学院可以从这些重点企业中直接获取核心软件的研发需求，并组织研究团队攻关解决，实现从学术研究到企业应用的无缝对接，并在合作过程中培养核心软件领域的优秀学生和领军人才，达成双方共赢。

要正确评价教师在核心软件方面的研发贡献。可将自主研发的开源核心软件作为重要的代表性学术成果形式，引导学生和教师在核心软件研发方面探索实现理论结合系统应用。目前，借鉴国外高校研究人员较为成熟的研究模式，教师们已经形成了从论文开展演讲、再根据演讲获取项目、最后根据项目撰写发表论文的这种“轻量级”研究模式。而教师们对于长期围绕一个研究主题，将自己的学术观点和贡献写入核心软件中，并在产业中推广获得应用这种“重工业”模式的研究路线较为陌生，同时我们也缺乏合适的学术贡献评价方式。因此有必要将在核心软件上的贡献作为代表性学术成果形式，来评价软件学科中的优秀人才，以此引

导教师和学生们在核心软件方面的投入。

要邀请软件企业中从事核心软件研发的资深人士深度参与优秀人才培养。请这些专家通过做技术讲座和职业规划讲座、当兼职导师和联合申请项目等形式，深度参与学院的学生培养和核心技术研发，探索特色化示范性软件学院人才培养新模式。特别是借助这些资深人士的成功经验，帮助优秀学生建立个性化的长远职业道路。由于软件学院学生所从事专业的优势，他们很容易在起步阶段就找到高薪稳定的职业，而多数同学受限于视野，不愿意从事投入时间偏长、存在较大不确定性的核心软件研发和创新创业方面的工作。邀请行业资深专家分享从事核心软件研发的资深人士的成功道路，可以消除疑惑，帮助学生做出更为合适的职业道路选择。

以新型平台软件与服务为抓手

助力上海打造全球科技创新中心

上海正加快建设具有全球影响力的技术创新中心，这既是国家的发展战略，也是作为国家标志性城市上海市重中之重的发展战略。当前上海所建设的全球科创中心，重点聚焦在集成电路、人工智能、生物医药三个方向。这三个方向的创新推动，亟须新型平台软件特别是大数据管理分析平台，以及人工智能开发框架等的全方面支持。新

型平台软件已成为产业信息资源和产业应用之间事实上的“操作系统”，左右着甚至决定了新兴产业的发展方向和速度。

以大数据管理和分析平台为例，数据驱动的方法已经深入各行各业的创新，集成电路、人工智能、生物医药企业均需要大数据和分析平台软件来管理他们的日常数据、运营数据、研究数据，并通过数据驱动的方法，更新他们的智能模型，优化他们的分析结果，并推动技术、产品和产业的创新和迭代。同时，这三个方向产业的发展，同样可以为新型平台软件提供最前沿的产业应用需求，推动这些平台软件的快速迭代优化。

在上海建设特色化示范性软件学院，可以发挥区域优势，方便院校和产业的信息沟通，培养核心软件优秀人才，构建核心软件研发与转化功能型平台，推动包括新型平台软件在内的核心软件企业创新和成长。

以“三位一体”为宗旨

推进学院建设和发展

复旦大学软件学院成立于2002年，是全国37所国家级示范性软件学院之一。依托复旦大学充沛的办学资源，坚持以人才培养、学术研究、产业推进三位一体为宗旨，积极推动学院的建设和发展。为适应快速更新迭代的软件产业，学院长期探索核心软件

的教学实训培养模式，积极推进国际化办学，努力按照国际一流标准建设教学和科研体系，致力于为互联网时代培养优秀人才。

学院开展了软件学院卓越工程能力培养计划、本科生荣誉学位培养计划、本科生2+X培养计划等，培养了一批核心系统和开源软件方面的优秀人才。如学院2004届本科毕业生陈海波在复旦大学并行处理研究所硕博连读期间，研究成果屡次发表在系统软件领域的国际顶级会议及期刊上，于2019年获得国家杰青资助。曾在Oracle（美国）任高级软件工程师的2007届本科毕业生张海龙2010年回国创业，成为开源中国社区的共同创始人，并于2014年创办了面向开发者的云端开发平台扣钉网络（Coding），继2014年获IDG千万元A轮融资后，于2015年3月完成由光速安振领投、IDG资本跟投的千万美元B轮融资。

学院与微软、SAP等国内外知名企业在教学实习基地，在大四学年为学生提供半年到一年的企业实习机会。学院建立的复旦“六星”战队，结合激烈的系统安全对抗比赛方式，创新实践教学，革新核心课程内容；加强队伍思政建设，提高学生实践能力和综合素质，形成“发现—培养—转化”的人才培养模式，已为国家和企业培养了一批卓越系统安全专业创新型人才。今年，以复旦“六星”战队为主力组成的A★O★E战队于8月获得了世界顶级的极客对抗比赛、被誉为网络安全领域“世界杯”赛的DEF CON CTF全球总决赛冠军，实现了中国战队的历史性突破。

学院拥有一支学缘结构良好且富有学术活力的中青年教师为主体的教学科研团队。除聘请国外知名高校教师参与学院的教学工作，还聘请了若干具有业界领袖地位的行业高层技术与管理人员作为学院的客座教师，全方位推进学院建设和发展。

下一步，根据《指南》和国发8号文有关要求，复旦大学软件学院将深入挖掘特色化示范性软件学院学科建设的具体内涵，在新型平台软件等核心软件研发创新方面发挥重要作用，培养领域领军人才，推动软件产业发展，助力上海打造具有全球影响力的科技创新中心，完成软件学院在新时期所肩负的重要历史责任。