

应加快培养支撑智能制造的新型软件人才

【内容提要】 软件是智能制造的重要基础和关键所在。支撑智能制造的新型软件人才是跨领域、融合型、国际化的人才，这就要求软件人才的培养打破独立、封闭、分割的传统模式，建立多主体协同推进的培养体系，构建开源共享的全员化生态，提升软件人才培养的国际化水平。对于培养支撑智能制造的新型软件人才，赛迪智库信息化研究中心在分析我国实际情况的基础上，提出四点建议：将实施软件人才工程作为制造强国建设的重要内容，支持制造企业和软件企业参与人才联合培养，将软件课程纳入中小学必修课，建立软件人才国际交流合作机制。

【关键词】 智能制造 新型软件人才 培养

当前，“软件定义”正从信息通信技术领域向制造业领域延伸，软件对制造业“赋能”、“赋值”、“赋智”的作用不断凸显，工业软件成为制造业“新四基”之一。据《制造业人才发展规划指南》预测，我国新一代信息技术产业 2020 年的人才缺口将达到 750 万人，其中最紧缺的是软件人才。支撑智能制造的新型软件人才是跨领域、融合型、国际化的人才，要提升软件人才培养的国际化水平，需多主体协同推进，构建开源共享的全员化生态。然而，目前我国工业软件人才培养存在政策滞后、产教脱节、基础教育缺失、开源生态尚未形成等问题，亟需创新培养模式，为制造强国和网络强国建设提供重要保障。

一、智能制造对软件人才培养提出新要求

（一）我国制造业转型升级要求软件人才培养多主体协同化推进

软件是制造业数字化、网络化、智能化转型的重要基础与关键所在。软件正在定义着制造业产品的结构与功能、制造企业的管理流程、生产方式和核心竞争力。越来越多的制造企业开始高度重视软件的开发与应用，以 F22、F35 战斗机闻名的全球知名

防务公司洛克希德·马丁，现已超越微软成为世界最大的软件公司，企业 16.7% 的员工从事与软件相关的产业，并为企业创造了约 50% 的收入。“软件化”是制造业转型升级的关键，需要既懂工业领域业务又掌握软件技能的跨领域、融合型人才，要求制造企业、软件企业与高职院校等多方联合培养、协同推进。

（二）智能制造的推广普及要求构建开源共享的全员化软件人才培养生态

随着《中国制造 2025》不断向纵深推进，软件逐渐迈入工具体普及的新阶段，每一位生产线员工都应具备基本的软件使用和开发能力。《制造业人才发展规划指南》提出，必须强化企业专业技术人员和经营管理人员在研发、生产、管理、营销、维护等重要环节的信息技术应用能力，提高生产一线职工对工业机器人、智能生产线的操作使用能力和系统维护能力。美国硅谷流行着这样一句话，“未来社会只有两种人，知道如何编程的人和只能遵从机器指令的人。”因此，软件人才培养应转变只在高等教育或职业教育阶段设立专门学科的精英模式，构建开源共享的全员化生态，夯实新型软件人才培养基础，实现人口

红利转化为人才红利。

（三）全球新的产业竞争态势要求提升软件人才的国际化水平

近年来，我国软件产业规模增长较快但国际影响力不大，安全可靠和自主可控水平偏低，尤其是基础软件、核心工业软件对外依存度较大。与此同时，新一轮国际角逐已经拉开序幕，世界各国纷纷在先进计算、人工智能等领域寻求突破，这些领域都离不开软件的支撑，未来工业之争也将是软件之争、平台之争。通用电气和西门子等制造企业正通过 **Predix**、**MindSphere** 等工业云平台打造新的生态系统，软件已成为全球竞争的焦点。我国必须抓住工业软件发展的窗口期，加快培养具有国际视野、熟悉国际标准和准则，具备先进开发技术、国际市场拓展能力的软件人才，以支撑软件产业发展，提升国际化发展水平。

二、我国软件人才培养的不足与难点

（一）软件人才培养政策滞后

我国对软件人才培养的重视程度、反应速度滞后于发达国家。一是政策制定未能与时俱进。2003 年教育部等九部委联合颁布《关于加快软件人才培养和队伍建设的若干意见》之后，

一直再未出台针对软件人才培养的新政策。显然，十多年前的政策已难以指导新型软件人才培养。2015年10月，美国时任总统奥巴马签署了《2015年STEM教育法案》，明确规定国家科学基金（NSF）要不断支持改善计算机科学教育，之后又签署了《每位学生都成功法案》，指出软件与阅读、写作等基础学科同等重要，应让学生尽早掌握软件编程等计算机技能。韩国在2013年10月制定了以“人才—市场—生态体系”为中心的《软件革新战略》，随后发布《软件中心社会实现战略》，根据全体国民的不同水平将软件体系化，便于个人和企业掌握熟练运用软件的能力，支撑韩国成为软件产业强国。二是我国软件人才培养缺乏专项资金投入。近年来我国在软件教育领域没有安排专项资金，而其它国家却在加大投入。比如，美国2016年1月宣布实行一个40亿美元的计划，用于推动计算机编程课程走进中小学。三是配套政策缺失。美国在制订软件人才培养政策的同时，还通过移民、就业等政策吸引软件人才，特朗普上台后的签证政策就倾向于计算机领域的专业人才，Infosys、Tata等印度软件公司是近两年获得美国工作签证最多的企业。

（二）软件人才培养产教脱节

我国软件人才培养落后于产业发展需求。从学校教育看，一是高校学科设置相对独立和封闭，重理论而轻应用。例如，软件工程与航空航天、自动控制等学科交叉融合不足。二是软件课程内容滞后，云计算、大数据等新的技术架构、计算方法没有及时纳入教学安排。三是师资力量不足，且多数教师毕业后直接任教，其教学内容很难符合市场需求。从企业角度看，制造企业缺位成为制约产教融合的症结所在。2001年和2003年，我国先后批准建立37所示范性软件学院和35所示范性软件职业技术学院，吸引了东软集团等一批软件企业积极参与软件人才培养，校企合作取得一定成效。然而，软件产业发展到现阶段，仅靠软件企业与高校合作已不能满足其与各领域渗透融合发展的需求。工业软件的开发仅依靠软件企业难以实现，更需要对制造领域业务有深刻认识的工业企业参与。调研发现，北京索为等公司已通过与中航工业联合招聘、共建团队等方式，进行了人才培养模式的初步探索，但这只是个案，目前在国家层面尚未形成产教融合的人才培养模式和长效机制。

（三）软件基础教育缺失

目前，我国对中小学软件基础教育重视不足，软件也没有纳入必修课程。一是对软件基础教育的目标定位与发展趋势不符。自 2000 年教育部发布《关于在中小学普及信息技术教育的通知》和《中小学信息技术课程指导纲要（试行）》以来，近 17 年未有更新，当时将中小学信息技术课程的主要任务定位为培养学生对信息技术的兴趣和意识等，与现阶段软件发展及其人才培养趋势不符。二是课程设置停留在初级阶段。中小学计算机课程包含基本模块和拓展模块，但内容以计算机使用、系统简介等为主，未涉及软件开发、编程等相关内容。相比之下，美国将软件编程纳入中小学必修课，从数据与信息、计算设备与系统、编程与算法等方面制定了软件课程标准。自 2014 年 9 月起，英国已将“电脑科学”列入小学、初中、高中的必修科目。韩国也在中小学开设了软件编程课程。

（四）开源生态短期难以形成

现阶段，我国围绕工业软件的开源社区建设发展还是一片空白，严重制约了工业软件人才的聚集和培养，软件开发群体

规模 and 专业化能力差距显著。在国外，领先平台企业均已建立开发者社区，形成了上万的开发者队伍。通用电气、西门子等跨国巨头围绕制造业数字化、网络化、智能化，持续推进自身的战略转型，通过兼并重组、业务转型、模式创新，推出工业互联网平台，并积极打造开源社区生态，聚集全球上万工业软件人才开发工业 APP，分别创建了 160 种和 50 种工业 APP。我国目前在协议转换、协议兼容和数据标准等基础软件领域还十分薄弱，建立软件开发者平台还存在较大障碍，从而制约了工业软件的开发、推广和普及，短期内还难以形成软件人才培养开源共享生态。

三、几点建议

（一）将软件人才工程作为制造强国建设的重要内容

一是加紧建设软件人才培养体系，坚持培养和使用相结合，坚持教育和培训相结合，坚持引进来和走出去相结合，强化软件人才培养、吸引和使用等环节的有机衔接，提升软件人才培养规模和层次。将软件人才工程作为落实《制造业人才发展规划指南》的优先行动，建议纳入《中国制造 2025》专项。二是

加大培训力度，重点开展面向制造领域的软件培训，提高政府主管部门领导干部、大型制造企业管理人员和一线生产职工的软件意识和软件技能。

（二）支持软件企业和制造企业参与人才联合培养

充分调动企业对软件人才培养的积极性，推动产业和教育深度融合。一是支持制造企业和互联网企业跨界联合，围绕工业软件开发需求，建设共性开源技术、代码和开发工具的开源社区，建立集体开发、合作创新、对等评估的研发机制，加强工业软件复合型人才培养。二是鼓励软件企业与制造业企业通过联合招聘、互派工作人员、共建项目团队等模式，加强对工业软件人才的合作培养。三是支持软件企业、制造业企业与高校或职业学校深化校企合作，共办软件学院或职业教育集团，共建实习实训基地。四是推动软件企业、制造企业深度参与相关专业教学标准和人才培养方案制定、教学资源开发、教学评估和认证等工作。

（三）将软件课程纳入中小学必修课

一是转变学生、家长、教师的观念。改变学生把学习软件当成负担的被动观念；消除家长把学习软件与游戏挂钩的抵触

情绪；转变教师和管理人员重视语数外忽略软件的轻视观念。二是设置与时俱进、符合需求的软件课程。编制软件编程、设计等方面不同阶段、不同层次的教学内容，合理安排小学、初中、高中的教学任务。三是制订中小学软件课程考核标准，定期开展教学效果评估。

（四）建立软件人才国际交流合作机制

一是建设一批海外高层次人才软件“双创”基地，吸引和集聚海外优秀人才回国（来华）从事软件行业的研究、设计和开发等创新创业活动。二是鼓励有条件的境内企业在国外设立软件研发机构，吸引海外优秀人才参与软件研发。三是加快建立政府和民间软件人才交流对话机制，鼓励高校、科研院所、软件企业举办国际交流活动，与境外开展多方位的合作。

本文作者：工业和信息化部赛迪研究院

刘若霞 杨春立

姚 磊 袁晓庆

联系方式：13693611371

电子邮件：liuruoxia @ccidthinktank.com

研究，还是研究 才使我们见微知著

信息化研究中心

电子信息产业研究所

软件产业研究所

网络空间研究所

无线电管理研究所

互联网研究所

集成电路研究所

工业化研究中心

工业经济研究所

工业科技研究所

装备工业研究所

消费品工业研究所

原材料工业研究所

工业节能与环保研究所

规划研究所

产业政策研究所

军民结合研究所

中小企业研究所

政策法规研究所

世界工业研究所

安全产业研究所

编辑部：赛迪工业和信息化研究院

通讯地址：北京市海淀区万寿路27号院8号楼12层

邮政编码：100846

联系人：刘颖 董凯

联系电话：010-68200552 13701304215

010-68207922 13910685050

传真：0086-10-68209616

网址：www.ccidwise.com

电子邮件：liuying@ccidthinktank.com

报：部领导

送：部机关各司局，各地方工业和信息化主管部门及
相关部门

编辑部：工业和信息化部赛迪研究院

通讯地址：北京市海淀区万寿路27号院南门8号楼12层

邮政编码：100846

联系人：刘颖 董凯

联系电话：010-68200552 13701304215

010-68207922 13910685050

传 真：010-68200534

网 址：www.ccidwise.com

电子邮件：liuying@ccidthinktank.com

