

新工科背景下智能制造 人才培养模式探索

苑恒轶 王涵

摘要：基于新工科背景与“中国制造 2025”重大战略，本文分别对新工科的人才需求和智能制造对人才的需求进行研究，并探索了两者各自的人才培养模式。以新工科人才培养模式与智能制造人才培养模式作为对象，进行分析对比，总结两者在人才需求上的异同点，并对两者共同适用的人才培养模式进行探索。

关键词：新工科 智能制造 人才培养

一、新工科对工程人才的需求

（一）新工科建设的时代背景与意义

当前，我国正处于向工程教育强国迈进的重要时期。教育部于 2017 年 2 月在复旦大学召开高等工程教育新工科发展战略研讨会，形成了“复旦共识”：我国高等工程教育改革已经到达了新的历史高度，已经成为世界最大规模的高等教育国家，国家陆续颁布了“中国制造 2050”“一带一路”等一系列重大战略，对新工科的建设和发展起到良好的促进作用；世界高等工程教育正处于新机遇与新挑战之中，我国高等工程教育应抓住对新兴学科发展的机遇，不畏惧并积极迎接新的挑战，努力在高等工程教育改革的世界舞台上掀起新的篇章；我国高校需要高度提高新工科建设和发展的速度，树立“新理念”，构建“新结构”，探索“新模式”，打造“新质量”，建立“新体系”，推进我国向高等工程教育强国迈进；工科优势高校要作为工程科技创新与产业创新的主体，加大对新兴工科的人才与创新型人才培养的力度，为人才需求提供坚实的保障；综合性高校引领未来的新技术与新产业的发展，积极促进学科的交叉融合，推动人文教育、科学教育与工程教育的有机融合，培养既具理论科学素养又具强工程实践能力的综合性人才。

根据 2017 年 4 月“新工科”建设行动路线（“天大行动”），到 2020 年，我国探索形成新工科建设模式，主动适应新技术、新产业、新经济发展；到 2030 年，形成中国特色、世界一流工程教育体系，有力支撑国家创新发展；到 2050 年，形成领跑全球工程教育的中国模式，建成工程教育强国，成为世界工程创新中心和人才高地，为实现中华民族伟大复兴的中国梦奠定坚实基础。目前，我国已经成为世界最大规模的高等工程教育国家。然而与西方发达国家相比，我国距离工程教育强国仍存在差距，我国正处于迫切需要新兴工程科技人才的阶段。

2017 年 6 月，教育部在北京召开新工科研究与实践专家组成立暨第一次工作会议，全面启动、系统部署新工科建设。会议审议通过《新工科研究与实践项目指南》，提出新工科建设指导意见：一，明确目标要求，把握工科的新要求、加快建设发展新兴工科，持续深化工程教育改革，培养德学兼修、德才兼备的高素质工程人才，探索形成中国特色、世界水平的工程教育体系，加快从工程教育大国走向工程教育强国。

二，更加注重理念引领，强化工科学生的家国情怀、国际视野、法治意识、生态意识和工程伦理意识等，着力培养“精益求精、追求卓越”的工匠精神。三、更加注重结构优化，加强工程科技人才的需求调研，掌握产业发展最新的人才需求和未来发展方向，优化学科专业结构。四、更加注重模式创新，完善多主体协同育人机制，突破社会参与人才培养的体制机制障碍，深入推进科教结合、产学研融合、校企合作。五，更加注重质量保障，加强工程人才培养质量标准体系建设，制定发布理工科专业类人才培养质量标准，作为专业设置、专业建设、教学质量评估的基本遵循。

复旦共识、天大行动和北京指南，构成了新工科建设的“三部曲”，奏响了人才培养主旋律，开拓了工程教育改革新路径。因此，为加快我国成为工程教育强国的节奏与步伐，促进“新工科”发展，基于“中国制造2025”“互联网+”“一带一路”等重大战略部署，有必要对新工程人才培养模式进行探索。

（二）新工科背景下工程人才的培养目标与方向

在新工科背景下，工程人才培养的核心是培养学生具备完整理论知识体系并将理论知识实用化；具备良好的工程技术实践能力，做到技术与科技发展同步，即能够运用现有知识与技术开发新技术，应对未来科技发展；除此之外，还需要具备较强理解能力、创新思维及综合素养，最终目标是培养一名具有创造力的卓越工程师。

良好的高校人才培养机制及教育教学模式与方法是工程人才培养的基础。根据新工科背景下对人才的需求，传统的教育方法与教学模式显然不能实现新工科人才专业理论结构、工程思维、技术实践能力等的大幅度提升，需要探索出新的、适于当前我国战略需求的新教学体系。

在新工科人才培养方面，杨若凡提出“主体协同、过程融通、动态调控”的高素质智能制造新工科人才培养新模式，提出学校、企业、政府“三位一体”、专业理论知识与技术实践能力“双线复合”和校企深度合作机制与教学质量保障机制以及教师专业发展机制的“三项机制”人才培养政策，实现高素质人才的培育^[1]；张锦提出“产教融合、校企合作”的多维人才培养模式，完善工科人才“创意—创新—创业”教育体系，努力培养具有国际视野的科技工程人才^[2]。姜晓坤认为，面向新工科的人才培养需要注意的是以品格、知识及智能作为研究对象的几个关键问题，努力将学生培养成为多维度全面发展的新工科人才^[3]；吴长伟提出了新工科人才培养目标的实现路径：校企、校校合作，构建工业化合格人才培养模式；建立多利益主体下共享实验室大型设备机制；基于OBE理念，进行新工科人才培养课程体系建设；培养、建设一支具有新工科背景的“双师型”教师队伍，建立可持续改进的培养目标评价机制^[4]。

无论是基于新工科背景亦是近几年工程教育改革带来的经验都说明，人才培养模式的研究终需以社会、学校与教师作为研究对象进行探索。工程人才培养的最终目的是服务于国家，也就是说人才最终是要回归社会。因而，不如将人才的培养融入社会，使其先适应当前的社会发展进程与速度，了解社会对人才的需求，即社会所需人才必备的重要能力与基本素养，使其在系统学习前先认识到“学什么”与“如何学”，给学生一个实际而非抽象的目标与方向，使其意识到实现这个目标的前提与重要性，进而激发学生的学习兴趣与动力。交叉融合是新工科背景下人才培养的重要路径，而我国高校学科设立多以单学科为主，往往忽视了学科之间的交叉融合。高校在学科设置上应紧紧围绕新工科理念，经过探论证分析，合理设立交叉学科，同时在授课方式上也进行改革，将学生视为学习的主体，引入PTM模式，促进学生自主探究^[5]，从

而推进学科与教学的交叉与融合。在新的教育模式下，教师的定义不再是传统的传道授业解惑，也不再是仅仅来源于高校，其任务更不能只是“教”。新兴的教育模式，需要原本的高校教师进入企业学习，提高教师的技术实践能力与实际操作水平。教师走进企业会第一时间获取市场对人才的需求信息，时刻把握市场走向。企业工程技术人员经过培训后走进高校担任教师，既为学校提供强有力的师资，保障对学生工程技术实践能力的培养，也为企业提供未来的人才储备，达到“双赢”效果（见图1）。

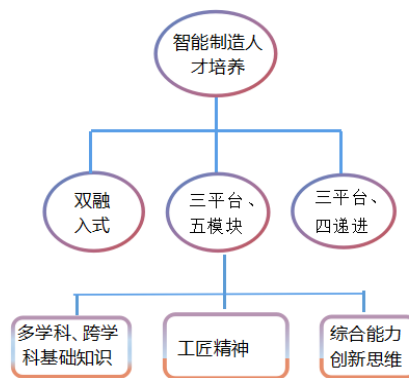


图1 智能制造人才培养

工程人才培养不能仅仅局限于校园，更应面向社会，这样才能保证在人才不流失的前提下引进更多的人才。由于现实社会对继续教育提出了更高的要求，我国在继续教育领域也逐渐扩大和深入研究。随着国际教育的整体改革，终身教育已经是大势所趋，国内也有越来越多的人开始接受终身教育思想。在新工科背景下，终身教育模式对“双创”型工程人才培养起到积极推动作用。习近平总书记指出，要“坚持实践第一的观点，不断推进实践基础上的理论创新”。这种教育模式即是对工程技术人员推进实践后在理论创新上的提高。除了直接设立继续教育学院，高校还可以在课程设置上做出改进。对于非全日制学生，可以为其专门开设网授课程。这样一来，已经具备工程实践能力的学生就可以通过这种机会完善更新专业知识。经过企业实践的学生也会对专业知识产生更深刻的理解，进一步提升自己的专业能力。对于全日制本科生的培养，可以在学校定期举办交流会，为学生创造一个交流平台。在专业知识的交流过程中，也能够使全日制学生进一步了解所学专业，加深对知识的理解。同时，依托非全日制学生具备的企业真实职业情景，接收更多来源于社会、企业的经验。

二、智能制造对人才的需求

（一）智能制造的时代背景与重要性

“中国制造2025”是全面提升中国制造业发展质量和水平的重大战略部署。李克强总理指出，通过“三步走”实现制造强国的战略目标，至2025年迈入制造强国行列，至2035年中国制造业整体达到世界制造强国阵营中等水平，至新中国成立一百年时，我国制造业大国地位更加稳固，综合实力进入世界制造强国前列。党的十九大报告再次强调，要推进制造强国的建设，加强先进制造业的发展，促进大数据、互联网、人工智能和实体经济深度融合。但当前我国制造业面临着多重问题，在国际上处于低中端位置。智能制造能够实现产品智能化、生产智能化、装备智能化、服务智能化以及管理智能化。并且，智能制造的去人力化，能够在有效降低人力成本的同时提高生产数量与质量，实现大规模高质量的输出。研究显示，2015年至2025年相关智能制造的十大重点领域人才需求总量逐年升高，人才缺口也逐年增多。与智能制造专业人才的需求逐年增长相比，智能制造专业人才的培养却处于相对滞后状态。目前，本科院校培养的智能制

（二）智能制造的背景下工程人才的培养目标与方向

2011 年德国最早提出工业 4.0 概念，到 2012 年美国提出工业互联网概念，再到 2015 年我国提出“中国制造 2025”发展战略。无论是德国、美国还是我国所提出的战略部署，都是以智能制造为核心，但与德、美相比，我国在智能制造方面当前还暂时处于弱势。在工程人才培养方面，目前全国高等职业院校有 1300 多所^[7]，但对智能制造人才培养不够重视。以“智能制造”+“人才”为关键词在“中国知网”进行检索，可以得到如下结果：2018 年 135 篇、2017 年 103 篇、2016 年 57 篇、2015 年 18 篇、2014 年 1 篇。从数量上看，研究成果不多，但研究热度呈上升趋势；从质量上看，核心及以上期刊论文仅占总数的 6.2%，且缺少代表性。我们需要就智能制造领域对人才应具备的条件及其人才培养模式的问题进行更多探索。

唐向红认为，在智能制造人才能力构成中，创新能力是最为关键的部分。可以从知识体系的交叉融合以及更深层的知识发现两方面去提高创新能力培养^[6]。周济认为：中国应同时推进数字化制造、数字化网络化制造、新一代智能制造。应用高速发展的信息制造融合技术创新，引领和推进中国制造业的智能转型^[7]。杨燕认为，让学生在本科阶段学习两个专业是具有一定难度的，因而就需要在培养计划中列出方向。在智能制造环境下，智能制造生产线所需人才需要具备对设备的应用能力、维护能力以及调试能力。通过应用实践，探索出适用于智能制造的全新训练模式^[8]。王光利指出，当前新一代信息技术产业、高档数控机床、机器人、大数据、新材料等人才缺口较大，已成为制造业发展的瓶颈。智能制造业人才短缺的原因，主要是我国智能制造产业发展技术路线不清，影响了人才发展规划^[9]。吴益峰提出，要完善智能制造人才培养及培训机制，提高师资队伍建设新水平，创新校企合作模式并建立开放的高技能人才评价体系^[10]。

研究数据表明，智能制造人才供给结构不平衡，我国智能制造业人才结构性过剩和短缺矛盾突出，专业人才和领军人物不足。随着智能制造的快速发展，传统岗位需求减少，造成传统岗位人员过剩；数字化建模、3D 打印、高精度测量等新型智能制造人才较少，难以满足智能制造的发展需要。我国高等教育专业划分过细，职业培训发展滞后，造成复合型人才稀缺，导致我国智能制造重要领域都存在严重的人才缺口。

为了改变人才缺失的现状，我们探索了如下人才培养体系：作为智能制造人才的培养对象，需要具备扎实的单科专业知识和具备多学科、跨学科的专业能力；在当前发展及更新迭代迅猛的行业背景下，人才快速适应行业变化的能力、对新事物的接受能力、反思能力和发散的创新性思维都是不可或缺的；同时需要将工匠精神落到实处，而不是喊口号，要使之成为工程实践的驱动力。人才培养模式的研究方向如图 2 所示。

构建多方协同育人的四维一体智能制造人才培养模式：一是加快高校教育改革，增加智能制造和先进制造相关专业、融合制造业和信息产业的交叉专业，加大智能制造人才培养力度；二是通过展示智能制造魅力，改变人们观念，吸引更多其他行业的人才从事智能制造；三是在中小学课程设置上，加大智能制造和信息产业相关选修课程的教学力度，让整个社会更加重视制造业；四是政府联合专业教育和职业培训机构，搭建全国性和区域性结合的智能制造人才平台体系。

依据智能制造相关政策，构建“双融入式”产学研用协同育人人才培养模式，将人才培养方向转向应用型、复合型人才，整体转型模式以专业人才定位、人才培养、课程内容、师资队伍等五大转型方向为驱

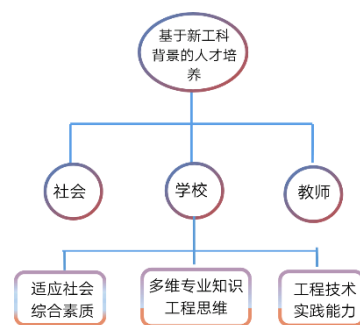


图 2 智能制造人才培养模式

动，即专业定位转至支撑和引领地方产业发展上，将人才培养由通才转向专才，再由专才转向复合型人才，将课程内容由单一的理论化转向理论、实践与“双创”精神相融合，由专业分割转向跨界交叉融合，将师资队伍由理论型转向“双师”“双能”型，将教学模式从传统第一课堂向第二课堂、网络课堂再到企业课堂全面延伸转变。以理念引领、制度保障、文化驱动为路径，开展多环境引领，用企业对人才的需求引领专业教学，以企业文化与学校文化的有机结合，将“工匠精神”“企业精神”引校入园，构建高校校园文化，用文化引领学生发展，最终达成深度产教融合，全面校企合作。由此进一步打破传统人才培养模式的局限性，深入优化教育教学改革理念，实现企业、学校与学生三方共赢。整体转型模式图如图 3 所示。

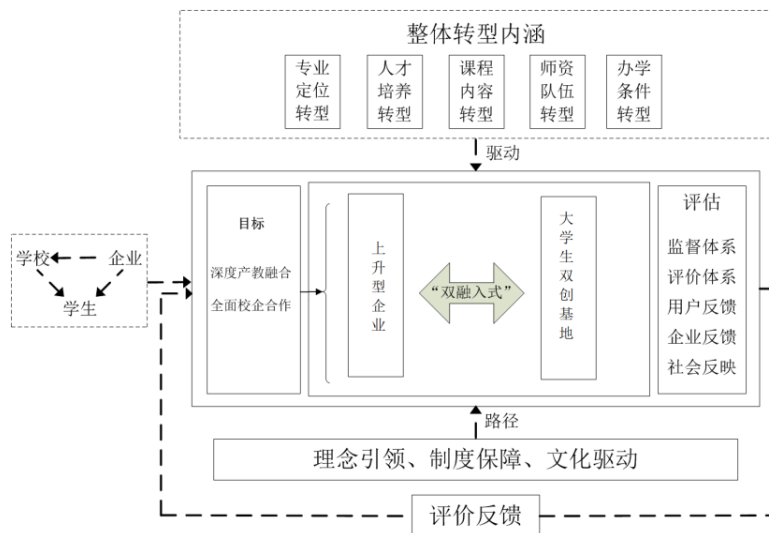


图 3 整体转型模式

三、新工科在智能制造领域对人才需求的比对

新工科与智能制造对人才的需求存在较高的相似性，都需要掌握扎实的专业基础知识，形成工程技术实践能力，并具备多维的、多学科的知识体系，同时拥有一定的学习能力、创新思维及社会综合素养，最终目标即培养一名卓越的高素质复合型工程人才。但不同的是，智能制造属于新时代的发展衍生出的新领域，而新工科是人文社科、理科与工科的融合，其人才培养不仅是开辟新的领域与跨交叉融合，同时也是对传统工科的加强与升级。

为推进国家战略的有效实施，应以新工科和智能制造对人才各自的需求为导线，开展对人才培养模式的探索。面对新工科与智能制造对人才需求的高度相似性，不妨将二者的人才培养模式相互融合，建立一个同时适于两者的学科专业结构与人才培养机制。

将本文所述的新工科与智能制造的人才培养模式相融合即要求社会、企业、学校、教师多方为人才培养提供资源：一方面将教师、学生送入企业，使师生能够站在科研的最前端，第一时间了解专业科研项目，并参与项目研究，这将拓宽学生视野，同时实地学习工程技术，提高实际操作能力；一方面，将企业的技术人员引入到学校中，充当教师角色，实现教师与企业技术人员双重教学。其中，在学校与企业的合作过程中，如企业发现优秀人才，也可以直接与学生签下合约，保证企业不流失自己培养的人才，充实企业精英队伍，员工的综合素养也得到提高。同时，企业发现优秀人才并与学生签约这一举动将会成为学生学习的动力，如此一来，学生进入企业学习，不仅专业技能得到了提升，还可以解决就业问题。在此过程中，

学校也充分了解了行业形势,有效提升了学校在各个专业的就业率。一方面,将社会中的人才再重新引入学校,引入学校的形式分为两种,一是针对已经脱离正规教育,一般指身处社会的人士,继续教育学院能够对其提供教育与学历的双重保障,进一步加强了对人才的培养,有效避免了人才流失,同时吸纳了校园之外的精英人士;二是针对已经具有一定工作经验或专业技术实践能力,普通高校为其提供非全日制教学,使其能够重新回到校园以更新增强其理论知识结构,也能够帮助工程实践经验不足的在校学生,积极推动应用型人才的培养。

深度推进产学研用结合,积极研究探索产学研用结合的新模式。课程教学体系应以同时具备理论知识与实践能力的培养目标,以专业素养为主旨和特征,构建相互独立又紧密联系的课程教学体系,体现课程体系的科学性、特色性、系统性及可操作性。在构建理论教学体系的过程中,可以邀请企业共同开发、设计课程,制定人才培养方案,使学生所学更贴近未来发展,课程内容更贴近未来职业需求,实现学校课程与企业应用技术的良好对接。教学模式采用“理实一体化”模式,以企业为载体,实践为导向,采用引导教学等专业教学方法,突出以学生为主体,以综合能力培养为目标的原则。增强学生的主动性、能动性和独立性,开发学生创造性潜能,提高创新素质和创造力。在此基础上,课程的设置还应该注重学生的创新创业能力,就业能力以及新工匠精神,将其引入到正式课堂中,树立学生的“双创”意识,为学生未来就业提供有力保障。

四、结语

新工科与智能制造都是我国近年来针对工程教育提出的重大发展战略,也是我国向工程教育强国迈进的重要途径。新工科与智能制造在人才需求和人才培养模式上都具有相似之处,因而人才的培养模式也相互适用,二者的相互融合会为工程人才的培养提供新的可能。社会、企业、学校、教师的多边培养制度是人才培养模式的多赢之路,是大规模、高质量、快速度地培养高素质高技能应用人才之路。经过我国的积极探索人才培养新机制,努力推进“合作办学、合作育人、合作就业、合作发展”,全力开创校企深度融合发展的新局面,必将为我国培养出一批适应企业发展需求的具有高素质、高技能型人才。

[特邀编辑:黄林军]

基金项目 吉林省教育科学规划重点课题“新工科背景下创新工程人才培养模式研究”(ZD18089);教育部产学合作协同育人项目“基于新工科导向的双创人才培养模式构建”(201802135005)。

作者 苑恒轶,男,1980年出生,吉林长春人,吉林技术师范学院机械工程学院副院长,工学博士,副教授,研究方向为仿生科学与工程,通信地址:吉林省长春市凯旋路3050号,邮政编码:130052,电子信箱:79508615@qq.com; <https://orcid.org/0000-0003-3646-335X>。王涵,女,1998年出生,吉林敦化人,吉林工程技术师范学院汽车工程学院,研究方向为汽车服务工程,通信地址:吉林省长春市凯旋路3050号,邮政编码:130052,电子信箱:873356715@qq.com, <https://orcid.org/0000-0001-8817-6980>。

参考文献

[1]杨若凡,刘军,李晓军.多方协同开展智能制造新工科人才培养的思考与实践

- [2]张 锦,朱小梅.基于国际工程教育视域的新工科人才培养模式研究
- [3]姜晓坤,朱泓,李志义.面向新工业革命的新工科人才素质结构及培养.中国大学教学, 2017(12).
- [4]吴长伟,黄成哲,齐丽敏.面向多利益主体的新工科人才培养目标闭环机制研究.才智——创新教育
Innovation Education
- [5]刘学文,王 旭, 罗素云.新工科视角下拔尖人才培养的探索与实践——以弹性力学有限单元法理论及工程应用课程为例
- [6]唐向红,刘国凯.面向智能制造的研究生人才培养研究,《课程教育研究》, 2016 (18)
- [7]周济在“2018 年粤港澳大湾区院士峰会暨第四届广东院士高峰年会”开幕式暨特邀报告会上的讲话
- [8]杨燕,刘重轩,李秋.新建本科高校新工科专业建设的人才培养探索与实践——以“智能制造与控制”专业为例,《劳动保障世界》
- [9]王光利.“中国制造 2025”背景下智能制造应用型人才培养模式研究——以浙江为例,《课程教育研究》
2018 (19)
- [10]吴益峰, 张振锋.论智能制造背景下的职业教育人才培养策略《河北职业教育》, 2017 (6)
- Received: 2019.05.15; Accepted: 2019.05.20; Published: 2019.06.30

Training Mode of Intelligent Manufacturing Talents under the Emerging Engineering Education

Yuan Hengyi Wang Han

Abstract: Based on the background of Emerging Engineering Education and the major strategy of “Made in China 2025”, this paper studies the demand for talents in Emerging Engineering Education and the demand for talents in intelligent manufacturing, and explores their respective talent training models. Through the analysis and comparison of the emerging engineering education talent training mode and the intelligent manufacturing talent training mode, this paper summarizes the similarities and differences between them in terms of talent demand and explores the talent training mode that they both advocate.

Keywords: Emerging Engineering Education; Made in China 2025

本文引用格式

苑恒轶,王涵. 新工科背景下智能制造人才培养模式探索[J].社会科学理论与实践, 2019.1(1):42-48.
DOI:10.6914/TPSS.201906_1(1).0005

Yuan Hengyi, Wang Han. Training Mode of Intelligent Manufacturing Talents under the Emerging Engineering Education [J]. Theory and Practice of Social Science,2019.1(1): 42-48. DOI:10.6914/TPSS.201906_1(1).0005