敏捷型新工科建设研究

胡文龙
（东莞理工学院　发展规划处，广东　东莞　523808）

摘　要：敏捷性是保障组织应对发展环境不确定性的高阶能力。新工科建设背景是新一轮科技革命与产业革命蓄势待发，颠覆性技术层出不穷。提高工程教育敏捷性，是构建新工科范式的基本内容，能够促进人才培养供给侧与产业需求侧对接融合。敏捷性是提升新工科建设成效的基本保障，本文从发展战略、专业建设模式、构建共同体、课程模块化等四方面提出路径举措，并指出产业学院是建设敏捷型新工科的可行方案。

关键词：新工科；敏捷性；产业学院

中图分类号：G640　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1672－8874（2021）01－0020－05

Enhancing the Agility of Emerging Engineering Education

HU Wen-long
（*Dongguan University of Technology*，*Development Planning Office*，*Dongguan* 523808，*China*）

Abstract：Agility is the core competence of any organization to deal with the uncertainty of development environment. The background of emerging engineering education is a new round of technological and industrial revolution and the emerging of cutting-edge technology. Improving the agility of engineering education is the basic content of building a new engineering paradigm，which can promote the integration of talent training supply side and industry demand side. The article argues that agility is an inevitable requirement for the development of emerging engineering education. The paper puts forward the path of enhancing the agility of emerging engineering education from the aspects of development strategy，module of discipline construction，community construction and course modules，and points out that the Industry College is the feasible solution.

Key words：emerging engineering education；agility；the industry college

20 世纪 90 年代，美国提高制造业应对复杂动态市场环境的能力，制定实施旨在振兴美国制造业的《21 世纪制造企业发展战略报告》。报告提出“敏捷制造”概念（Agile Manufacturing），提倡企业依托现代信息技术建立虚拟企业动态联盟，系统集成先进柔性制造技术和高素质人员，提高制造业响应客户需求并及时交付新产品的敏捷性，更好地应对技术变革、个性化需要和市场激烈竞争的形势[1]15。敏捷性概念的提出预示着制造业发展战略将由“质量竞争第一”转向“市场响应速度第一”[1]26。与此同时，软件工程领域兴起敏捷软件开发方法（Agile Software Development）。该方法以用户需求进化为核心，采用迭代、循序渐进的策略开发软件，大幅提高软件开发效率。

在技术迭代升级加速的信息化时代，组织能够及时察觉机遇并有效响应，是获取和保持核心竞争力的重要法宝。古典战略管理理论强调企业等组织通过掌握稀缺资源获取竞争力，当前组织理论重视提高企业的敏捷性和动态性等高阶能力，促进企业能够根据环境变化重组或改造现有的资

收稿日期：2020－11－15
基金项目：广东省创新强校重点项目（2019WZDXM032）；教育部第二批新工科研究与实践项目（E－GXHPY20200424）
作者简介：胡文龙（1981－），男，河南周口人。东莞理工学院副研究员，博士，硕士研究生导师，主要从事高等教育研究。

源、流程和惯例。新工科建设背景是新一轮科技革命和产业革命加速演进，培养能够引领发展、塑造未来的新型工程科技人才。提高工程教育敏捷性，既是新工科建设的内在要求，也是提升新工科建设成效的基本保障。

一、建设敏捷型新工科势在必行

（一）新工科建设环境具有高度不确定性

环境不确定要求组织提高敏捷性。美国学者邓肯主张从环境的动态性和复杂性这两个变量来衡量环境的不确定性程度[2]。就工程教育发展环境而言，一是动态性程度强。当前，创新周期越来越短，技术开发和产业化的边界日趋模糊，技术更新和成果转化更加快捷，产业更新换代不断加快，颠覆性技术层出不穷。新工科要应对变化和塑造未来，就是构建及时响应社会需求变化的体制机制，推进人才培养供给侧结构性改革，适应新经济的蓬勃发展。二是复杂性程度高。工程教育与国家创新驱动发展战略、区域产业结构、资源禀赋、文化传统等密切相关，改革与发展受到多因素制约和影响。此外，数字化革命将推进“教的范式”转向“学的范式”，要求教育服务由批量生产转向个性化定制。满足学生个性化发展需求，需要构建复杂的教学管理体系。总之，新工科建设与技术变革、区域创新能力和产业发展状态等因素联系，处于“超级不确定性”状态中，要求建立敏捷性战略、组织与结构。

（二）敏捷性是新工科建设的重要目标

新工科建设的目的是为了适应新经济快速发展需要，提高工程教育服务、支撑和引领产业发展的能力。就建设内容而言，通过分析新工科的系列文本，会发现敏捷性是隐含在新工科建设举措之中的内在逻辑。Sull 认为，组织敏捷性有三个维度：战略敏捷性、业务组合敏捷性和运营敏捷性[3]。结合教育组织特点，以专业为基本分析单元，把“战略敏捷性”对应于“专业方向敏捷性”，“业务组织敏捷性”涉及“最新教育资源整合能力”，而“运营敏捷性”主要指提高组织柔性的“管理协同度”。新工科建设“天大行动路线”“北京指南”和“新工科研究与实践项目指南”等政策文本都涵盖上述内容。需要指出的是，《新工科研究与实践项目指南》中的“新结构选题”部分，包括“面向新经济的工科专业改造升级路径探索与实践”“多学科交叉复合的新兴工科专业建设探索与实践”“理科衍生的新兴工科专业建设探索与实践”和“工科专业设置及动态调整机制研究与实践”等四个子课题，其内容都是针对建设符合产业最新发展需求的专业，并围绕专业建设开展动态调整、资源整合和管理协同。

（三）构建新工科范式亟待提高工程教育敏捷性

“新工科”建设行动路线提出要探索建立工科发展新范式，指出要根据世界高等教育与历次产业革命互动的规律，面向未来技术和产业发展的新趋势和新要求，在总结技术范式、科学范式、工程范式经验的基础上，探索建立新工科范式。提出建设新工科范式要以应对变化、塑造未来为指引，以继承与创新、交叉与融合、协同与共享为主要途径。由此可见，在变革加剧、信息化与工业化深度融合的新时代，敏捷性是建立具有中国特色、世界水平的工程教育体系基本要求。这意味着，构建新工科范式，实现新工科建设目标，既需要中国工程教育通过“回归工程”来解决“学科理论”与“工程实践”相割裂的传统难题，切实提高工程教育的实践性、综合性和创新性，还需要提高工科敏捷性以解决工程教育跟不上产业迭代升级加快、人才培养供给侧与产业需求侧相脱节、共性培养方案与个性化成长需求相矛盾等问题。双重任务相互叠加、渗透和交织，这是工程教育范式由技术范式转变到工程范式，再由工程范式演进到新工科范式的重要特征。把握此点，对于理解新工科范式的本质特征、任务要求至关重要。

二、增强新工科敏捷性的路径举措

（一）确立工程教育发展“先见战略”

产业先见战略源自于波特的名著《竞争战略》和《竞争优势》。书中指出，现代企业要想在市场上获得占先优势，首先要选择那些能够为企业提供长期盈利可能的产业，然后才是市场开发和企业资源如何整合的问题。在知识经济和信息化时代，企业要树立“为未来而竞争”的“产业先见战略”。战略核心不在于现有市场份额，而是最大限度地扩大未来的商业机会。

在新工科建设中树立先见战略，就要以“认知性劳动”为先导。奥地利学派把企业家对市场若隐若现机会的警觉和诠释，称之为“认知性劳动”[4]。转变以毕业生质量调查数据为根据，事后

被动调整专业方向和培养方案的思路，研究《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》《中国制造2025》《制造业人才发展规划指南》等国家产业发展规划，主动做好科技进步和产业发展预测，围绕敏捷性重塑组织结构、管理流程和资源配置模式，掌握学科专业布局先机，从而在新的人才培养领域完成弯道超车。本文设计了如图 1 所示的新工科建设流程。在图 1 中，“主动探索”和“机遇识别”是前置环节，“迅速决策”是枢纽，根据可行性与必要性分析，决定是否抢抓新机遇。“专业设计”是关键，根据办学条件决定采取“新建”“调整”“整合”或“衍生”等专业建设策略。

（二）实施项目化专业建设模式

工程教育是否具备敏捷性，主要取决于专业调整、专业交叉融合的灵活度和难易度。受前苏联办学理念影响，我国高校普遍采取“学校—学院—专业—教研室”的层级组织模式。专业是师资队伍、培养方案、教学设备、实验室等教学基本条件建设的基本单元，逐渐演变成为静态的、壁垒森严和利益集结实体，学科专业间普遍存在着文化、制度和资源壁垒，难以实质性开展专业快速重构以及资源共享。叶飞帆教授提出“学科为体、专业为用”的建设思路，主张专业要回归到课程组合的实质。这样学校才能充分利用学科资源，根据社会新需求快速地组合课程形成新专业或新方向，把专业做活[5]。

在专业建设中运用项目管理思想，就是要把专业视为培养特定方向人才、具有生命周期、临时性的教育资源集聚体。实施项目化专业建设模式，首先要转变观念。专业不是不可调整撤并的实体，而是依托学科资源、面向特定职业方向，临时性的课程及配套资源的排列组合。其次，借鉴项目矩阵式运行与实施方法，把专业建设作为面向特定产业需求，集聚跨学科、跨院系和跨部门资源的动态性人才培养项目。鉴于此，本文设计了面向敏捷性、借鉴项目管理思路、动静组织结合的专业建设组织模式，如图 1 所示。此模式是由职能部门和学科（学院）为组织和资源保障的静态组织结构和以专业为项目的动态组织结构并存的矩阵网络，专业是学科交叉融合的着力点和落脚点。

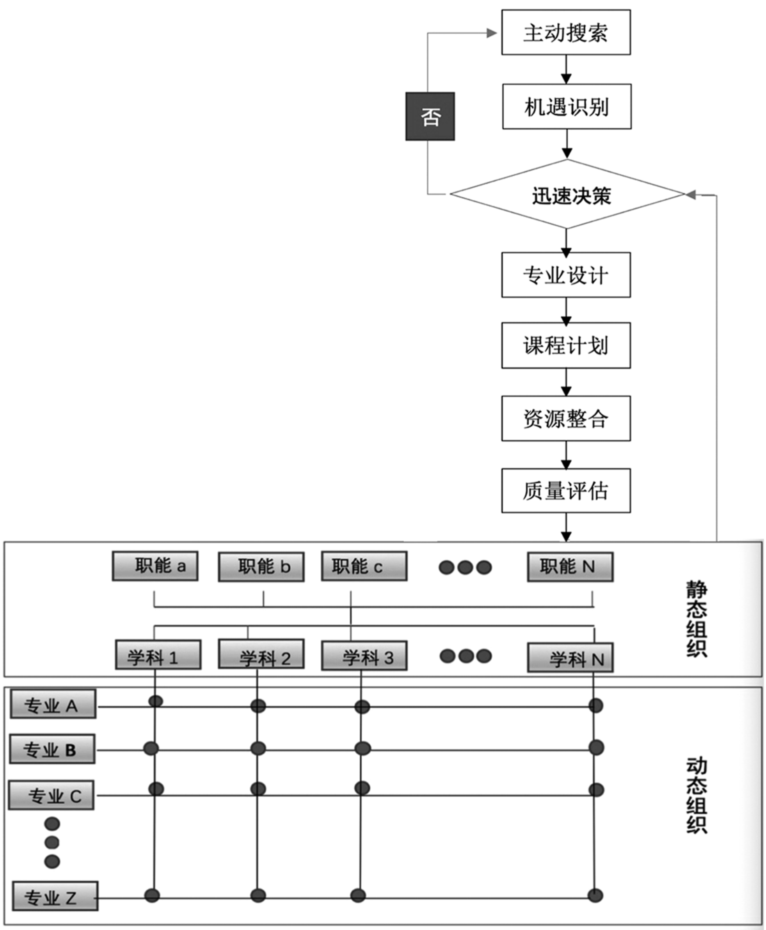

图 1　项目化专业建设的组织模式

动态结构确保专业方向和培养方案符合最新社会需求。它由学校学术委员会或教学指导会根据现实或潜在的产业需求新建专业或升级改造老专业，并及时更新课程内容、实验教学和实践条件。静态结构确保重组、整合、开发教育资源并投向新专业或新方向。高校教务、人事和资产管理等职能部门要从学校层面统筹人事调配、绩效考核、资源投入及质量监控，引导或调动相关学科或学院都为新专业提供课程服务。通过实施学分制、主辅修、弹性教学计划等方式，最大限度地允许学生自定修习计划、自定学习节奏。同时，要赋予专业负责人（相当于项目经理）相应的管理权限。唯有如此，高校才能结合区域经济发展战略和科学技术发展趋势，灵活地调整现有学科专业方向、设置新兴专业和改造传统专业，推进新工科专业建设由学科逻辑转向产业技术逻辑。欧林工学院有类似的做法，该校学院不设系，只设有工程学、电子和计算机工程，以及机械工程等三个主修的本科学位，没有独立的相应于某专业或者科目领域的预算[6]。这种做法打破了按照某学科或某学院来组织专业教学的惯例，培养交叉复合型人才，敏捷应对产业需求变化。

（三）组建新工科建设共同体

在知识高度分化和开放式创新环境下，任何组织都无法掌握创新发展所需要的全部资源。工程科技人才培养与产业界具有天然联系，离不开企业行业所提供的实践条件和创新文化。新工科建设主体要与企业行业、科研院所、政府机关组建人才培养共同体，快速有效集成分散的人力、技术、管理等资源。动态虚拟联盟是“互联网＋”和信息化时代企业构建的集柔性、敏捷性和临时性为一体的组织模式，旨在通过分工协调、优势互补，突破创新要素边界、推进能力重构而提高企业核心竞争力。它具有以下特征：对市场变化感知和响应敏捷、联盟随任务变化而动态调整、组织成员间互利共赢和组织边界模糊化等。

由于技术迭代升级加快，工科课程教材、实验设备、实践平台和教师知识存量会较快地变得陈旧。因此，提高工程教育敏捷性，推进人才培养供给侧结构性改革，高校一方面可以加强校校合作，共建共享精品在线课程。另一方面，高校要与占据市场和技术领先地位的企业行业建立动态联盟，实现校企之间的优势资源与核心能力互补。改革开放以来，以企业为主的创新主体日渐壮大，社会创新资源和知识存量爆炸式增长。根据《2017 年全国科技经费投入统计公报》显示[7]：2017 年，全国共投入研究与试验发展（R&D）经费 17606.1 亿元。其中，企业、政府所属研究机构、高等学校经费支出所占比例分别为 77.6%、13.8% 和 7.2%。以华为、阿里巴巴、腾讯等为代表的高新技术企业先后成立研究院，开始布局基础前沿领域研究。可见，高校不再完全是知识垄断者，而在商用技术、产品市场化等领域落后于这些领先企业，难以有效地培养学生的工程专业技术和创新实践能力，即“专用性人力资本”。这需要健全校企协同育人机制，推进共同研发课程教材、共同开发工程项目案例、共同建设实践教学基地，保障培养内容和培养质量与时俱进。

（四）推进课程结构模块化

模块化是实现敏捷企业和柔性制造的基本方法。模块化是对复杂产品进行功能分析和分解的基础上，划分并设计、生产出一系列通用模块或标准模块，然后从这些模块中选取相应的模块并补充新设计的专用模块和零部件一起进行组合，以构成满足各种不同需要产品的一种标准化形式[8]。通过模块化，敏捷企业可以实现组织规模的可大可小、动态可调、快速重构，从而敏捷响应市场机遇。

模块化课程结构由通用模块与专用模块组成。工科课程计划一般由人文素养、数理基础、专业理论、专业实践和个性拓展等功能模块组成。其中，“人文素养”“数理基础”和“专业理论”模块内容比较稳定，“专业实践”和“个性拓展”模块内容灵活且更新较快。通过调研产业和行业岗位群对于工科人才能力要求，把知识、技能和素质点细化后落实为课程内容。按照“目标引领、螺旋递进和知识能力素质一体化培养”的原则，对各课程模块进行并行或串行排列。清晰地界定每个课程模块的功能及模块之间衔接方式，一是可以精准发现陈旧的课程内容，及时用新模块替换掉陈旧和落后的模块，针对性地引入网络精品课程等资源以充实教学内容；二是便于把通用性强的课程模块做成标准化程度高的精品，建好学科专业大类平台；三是由于分工明确和责任清晰，有利于查漏补缺和资源协调，制定跨学科跨专业的人才培养方案；四是通过“搭积木”方式，学生可以通过“公共模块＋方向模块”和“必修模块＋选修模块”的方式构建个性化培养方案。

三、产业学院：提高新工科敏捷性的可行方案

产业学院是具有人才培养、技术研发、成果转移以及社会服务等综合功能的新型育人组织[9]。新工科建设“北京指南”中指出，推动大学组织创新，探索建设一批与行业企业等共建共管的产业化学院。有关产业学院概念、内涵、特征、功能的研究成果已较多，本文拟从敏捷性视角来阐述产业学院对于新工科建设的价值。

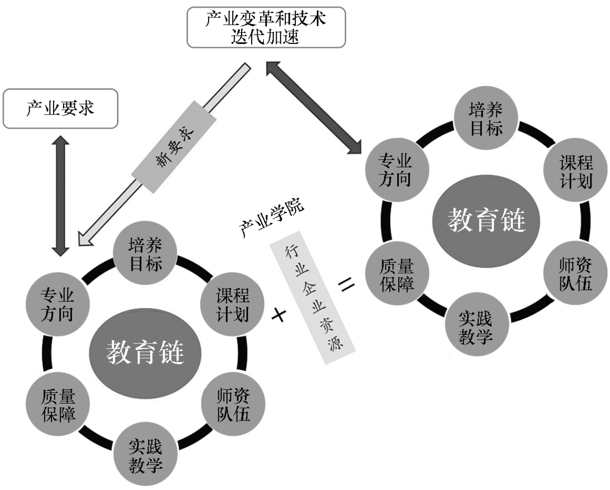

图 2　产业学院与新工科敏捷性

新时代工程教育面临的一个重要矛盾是：人才培养慢周期和静态性跟不上产业和技术动态升级速度。如图 2 所示，教育链（专业方向、培养目标、课程计划、师资队伍和质量保障等构成的人才培养活动链条）是根据当前产业技术发展需求和水平而设计的，专业方向和课程计划确定后，在四年之内会保持稳定性。然而，经济发展和科技变革加快，职业生命周期缩短，学校里的实验实训设施等装备折旧加快，人才培养质量与市场新要求相脱节成为常态。

骨干企业，特别是龙头企业是市场创新主体，掌握最先进和最前沿的成熟商用技术、管理经验、研发平台。在此情况下，高校如果依托特色和优势学科专业，与龙头和骨干行业企业、科研院所和专业镇街等多类型创新主体共建产业学院，整合利用行业企业最先进的商用技术、项目案例、设备场地和生产营销等创新要素（如图 2 所示），来及时地充实或更新专业方向、课程内容、教师知识和实训实习条件等，就可以促进教育链结构调整和转型升级，使工程教育保持敏捷性和先进性，动态地满足社会发展对人才的新需求。

典型案例是东莞理工学院。该学校充分利用粤港澳大湾区科技产业创新资源富集优势，创新体制机制，与华为、西门子、现代智慧谷、松山湖国际机器人产业基地、长安镇政府等龙头企业和专业镇“联姻”，建设七个集人才培养、技术研发与社会服务等功能于一体的产业学院。通过引入产业先进技术体系、生产设备、培训模式，与企业共同规划专业发展、开发项目化课程、组建教学科研团队、搭建实践教学平台、创办技术创新机构等，新增数据科学与大数据技术、智能制造工程、建筑环境与能源应用工程等 23 个专业（方向），改造 14 个传统工科专业。东莞理工学院创建现代产业学院，开辟了区域特色要素参与高等工程教育改革的新组织、新模式，成为国家新工科建设中“管用能用好用”的示范性成果之一。

从理论上分析，产业学院较好地体现了前文所提及的提升敏捷性的四种路径。学校确立“工程教育领先战略”，优先选择与占据领先地位的企业合作，组建虚拟动态联盟，洞察企业最先进的技术体系，推进高校科研优势与企业市场应用优势互补和资源共享，保障人才培养质量与规格的领先地位。高校保持人文素养、数理基础等通识性课程模块的相对稳定性，并将其做精做实。依托产业学院，学校通过引入市场领先企业的资源来更新实训实习等实践平台、校企组建混编教学团队、引入企业技改案例充实工程项目案例库等方式，及时淘汰高校落后的设备、技术和内容，保持专业技术课程模块和工程创新实践模块的先进性。产业学院强调人才培养要精准切入产业需求，即根据产业逻辑来设置专业方向和设计课程计划，这必然会导致传统的“学科—专业”闭锁型组织结构发生改变，促进专业成为产业逻辑导向的临时性人才培养项目，推动专业回归到课程组合和资源组合的本质。

参考文献：

[1] GOLDMAN S L. 21st Century Manufacturing Enterprise Strategy：Infrastructure[M]. Bethlehem：Lehigh University，1991.

[2] DUNCAN R B. Characteristics of organizational environments and perceived environmental uncertainty[J]. Administrative

（下转第 104 页）