

卓越工程师教育培养计划及其在合肥学院的实施

孙芹英 余国江*

一、“卓越计划”基本情况

教育部“卓越工程师教育培养计划”(简称“卓越计划”),是贯彻落实《国家中长期教育改革和规划纲要(2010-2020年)》和《国家中长期人才发展规划纲要(2010-2020年)》的重大改革项目,也是促进我国由工程教育大国迈向工程教育强国的重大举措。计划实施期限从2010年到2020年,主要目标是面向工业界、面向世界、面向未来,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才,为国家走新型工业化发展道路、建设创新型国家和人才强国战略服务。

“卓越计划”实施的层次包括工科的本科生、硕士研究生、博士研究生3个层次,培养现场生产服务型工程师、设计开发工程师和研究型工程师等多种类型的工程师后备人才。2010年6月23日,教育部在天津召开“卓越工程师教育培养计划”启动会,包括合肥学院在内的首批61所高校率先开始试点。

“卓越计划”主要完成五项重点任务:

(1)创立高校与行业企业联合培养人才的新机制。其目的是改变目前高校人才培养和行业企业需求脱节的现象,建立高校和行业企业间的制度化联系。

(2)创新工程教育的人才培养模式。其目的是要改革目前高校人才培养过程中以灌输式和知识传授为主的教学方法,改变学生被动学习的状态,扭转实践环节逐渐弱化的趋势。在教学方法上,强调要推进研究性教学;在学习方法上,强调学生要主动开展研究性学习;在实践环节上,强调要到企业学习一年左右的时间,面向工程实践完

成毕业设计。从而提高学生的实践能力和创新能力。

(3)建设高水平工程教育教师队伍。其目的是要改变高校教师队伍工程实践经验薄弱的状况,通过提高专职教师的工程经验,建设由企业高级工程技术人员组成的兼职教师队伍,提高工程教育教师队伍的整体素质。

(4)扩大工程教育的对外开放。其目的是要吸收国外的成功经验,为适应企业“走出去”的战略需要,培养一批具有跨文化交流、合作和参与国际竞争能力的工程技术人才。

(5)制定“卓越计划”人才培养标准。其目的是为了满足工业界对工程技术人员职业资格要求,建立衡量人才培养质量的依据和准则。

实施“卓越计划”,就是要进一步完善现行教育体制,形成高校和行业企业联合培养人才的新机制,建立社会主义市场经济条件下的现代高等工程教育体系,这是“卓越计划”最根本的目的和意义,也是“卓越计划”的突破之处。具体表现在行业参与管理、企业参与培养两个方面:通过行业参与管理,使我国的工程教育从目前中央、地方两级管理,转变为中央、地方、行业三方协同管理,学校按通用标准、行业标准及学校标准三级标准培养工程人才;通过企业参与培养,使工程技术人才培养从高校培养转变为高校和企业联合培养,强化培养学生的工程实践能力和创新能力。

二、合肥学院“卓越计划”实施情况

合肥学院2010年6月入选首批“卓越工程师教育培养计划”试点高校,首先在计算机科学与技术(软件工程方向)、机械设计制造及其自动化两个专业开始具体实施。2011年8月,自动化及化

* 孙芹英,女,合肥学院教务处实践教学与实验室建设管理科,实验师;余国江,男,合肥学院发展规划处副处长,副教授。

学工程与工艺两个专业又获教育部批准加入,开始实施计划。为推动“卓越计划”的顺利实施,学校做了大量工作:修订试点专业人才培养方案,重构课程体系,改革教学方法,创新工程教育人才培养模式;深化校企合作,建立校级工程实践教育中心,创立高校与企业联合培养人才的新机制;成立教师能力发展中心,加强工程教育教师队伍建设;加强国际合作培养,扩大工程教育的对外开放;制定具有学校特色的“卓越计划”人才培养标准等。

(一)深度开展校企合作,创立高校与企业联合培养人才的新机制

“卓越计划”的主要任务之一就在于建立高校和行业企业联合培养人才的新机制,行业企业深度参与培养过程是“卓越计划”最显著的特点之一。随着经济社会的发展,技术创新的速度越来越快,企业掌握着先进的技术装备和生产工艺,具有真实的工程实践条件和环境。工程技术人才培养如果没有企业的参与,就难以满足产业界对人才的需求,企业环境是培养工程人才的重要因素。《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高[2011]1号)中指出:“卓越计划”本科及以上层次学生,要有一年左右的时间在企业学习,学习企业的先进技术和先进企业文化,深入开展工程实践活动,参与企业技术创新和工程开发,培养学生的职业精神和职业道德。

作为一所地方高校,合肥学院在办学规模、硬件设施、名气等诸方面,皆处于劣势,因此很难与大型龙头企业建立稳定合作关系。然而“卓越计划”人才培养有不同层次,企业对工程型人才的需求也是多样的。为进一步发挥企业在工程人才培养中的作用,让学生真正融入企业,培养适应企业需求的工程人才,合肥学院合理确定“卓越计划”人才培养的层次和类型,找准定位,依据自身的特色优势,积极开展与企业的合作,通过与企、事业等用人单位建立人力资源共享机制,广泛开展产学研合作、技术合作等途径,与安徽科大讯飞信息科技股份有限公司、铜陵化学工业集团有限责任公司、合肥锻压机床有限公司、博西华家用电器有限公司等一批优秀企业建立了深度合作关系。

“卓越计划”要求高校依托企业建立工程实践教育中心来实现校企联合培养。合肥学院作为共

建高校,与北京中软国际信息技术有限公司联合申报的国家级工程实践教育中心已获得批准,使学院成为第一批国家级工程实践教育中心建设单位之一。目前,合肥学院正积极参与中软国际国家级工程实践教育中心的建设与运行工作,并以此综合平台为依托,落实试点专业企业培养方案,切实提升学生的工程素养,培养学生的工程实践能力。

合肥学院在“卓越计划”启动时,就从众多合作企业中选择了合肥锻压机床有限公司、安徽长江精工电工机械制造有限公司、文思创新软件技术有限公司、安徽科大讯飞信息科技股份有限公司、合肥荣事达三洋电器股份有限公司等作为联合培养单位,专业指导委员会由学校教师和上述合作企业中选拔的优秀工程技术人员共同组成。学校依托这些合作企业,建立校级工程实践教育中心。利用企业的设备、环境和先进技术作为培养条件,与企业联合制定“卓越工程师”人才培养标准,共同制定企业学习阶段的培养目标,共同建设课程体系和教学内容,共同实施培养过程,共同评价培养质量,学生在企业学习阶段的指导方案也由双方共同编制,与企业深度合作,初步形成了实质性的学校—企业联合培养人才的机制。2011年7月,软件工程专业首批35名学生已到科大讯飞信息科技股份有限公司进行企业阶段学习。

在具体实施过程中,摒弃了简单顶岗实习的做法,改以学生能力培养为主线,有针对性地制定企业培养方案并组织实施。以软件工程专业为例,其企业培养方案紧密围绕增强学生职业素质训练和提升软件测试能力、软件实现能力、软件分析与设计能力和工程综合能力四项专业核心能力,通过分阶段设置两个独立的企业学习学期和增设独立的专业认知实习学期,实行三段式企业实训(表1所示),实现学生专业能力分步进阶提升。同时,对于各个学习阶段内容的安排,按照由浅入深、由单项到综合的方式,层层递进的实现能力的逐渐培养。在企业学习阶段,学生直接进入企业项目组,承担实际软件开发工作。通过使学生置身于真实的企业场景、管理制度、竞争压力、团队协作等环境之中,来培养学生软件开发、团队合作以及项目管理能力。

表1 软件工程专业企业实训安排

学期	阶段	教学安排	周数
5	专业认知实习学期 (企业实训 I)	培养学生的软件测试能力,并对软件的工程化开发流程形成清晰的认知。同时使学生学习和实践软件企业的管理运作,熟悉业务流程及项目开发流程。	12
8	企业实训 II	学生直接进入企业项目组,强化其软件的实现能力和分析与设计能力。为了使学生能在特定的软件开发领域获得深入训练,形成个人的专业特长,该阶段应分不同的方向(如 Java、.Net 及嵌入式软件等方向)在相应的企业进行。	28
9	企业实训 III (含毕业设计)	与毕业设计相衔接。针对实际项目(产品),由学生组成项目组,负责整个项目(产品)开发的全过程,并按企业或用户要求对项目(产品)的完成情况进行评估并答辩,根据项目(产品)中每位学生完成情况确定其毕业设计等次。	20

(二)大力推进教育改革,创新工程教育人才培养模式

《合肥学院“卓越计划”学生选拔与管理办法》规定:参与“卓越计划”的学生,可从试点系各专业、各年级中遴选。采用学生自愿报名、试点专业项目组负责选拔的方式。因不适应“卓越班”教学模式而中途退出试验班的学生,转回原专业学习。参加“卓越工程师教育培养计划”试点的学生,实施学分制管理,并严格按照各试点专业“卓越计划”培养方案学习并进行考核。学校从2010级开始,在软件工程、机械设计制造及其自动化两个专业尝试成立“卓越工程师试验班”,每班30~45人,进行特殊培养,学籍实行单独管理。2011年,试点专业扩大到4个,在原有两个专业继续成立“卓越工程师试验班”的情况下,化学工程与工艺、自动化两个专业的“卓越工程师试验班”相继成立,进行特殊培养。

“卓越工程师试验班”的培养模式为:采取高校和企业联合培养的“3+1”模式,学生整个学习分为校内学习和企业学习两部分,其中在校累计学习3年,在企业累计学习1年以上。

在校3年主要是学习理论课程,在企业1年完成的培养环节主要包括:(1)认知实习。让学生在与自己相近或相关的岗位上,感受专业的职业素养和职业要求。(2)生产实践。学生在企业技术人员指导下,完成相关技能培训,着重提高学生的

操作技能。(3)工程实践。学生在学校教师和企业工程师指导下,参加生产全过程,对学生的工程实践能力进行系统训练,并积累实际工作经验。(4)毕业实习(设计)。试点专业学生的毕业论文(设计)全部来自企业实际问题,实行真题真做,由学校教师和企业工程师指导,完成专项技术工作,着重提高学生解决工程实践问题的能力。

试点专业围绕“卓越工程师”人才培养,大力整合教学资源;以模块化为手段,重新构建课程体系;以校企合作为依托,培养学生的实践创新能力;全面深化教学改革与实践,积极探索适于区域经济建设需要、特色鲜明的地方应用型高校的卓越工程师培养模式与方法。

1、以“卓越工程师”人才培养为目标,设计专业培养方案

在系统的市场调研和专业分析基础上,将“卓越计划”人才培养目标定位为:培养具有国际视野,服务于地方和区域社会经济发展,在生产、建设、管理、服务等关键岗位,直接从事解决实际问题的现场工程师。根据这一目标,各试点专业均成立了由本校教授和企业界人士组成的专业指导委员会,负责制订“卓越计划”人才培养方案及专业能力、素质实现矩阵(图1为机械设计制造及其自动化专业的能力、素质实现矩阵)。

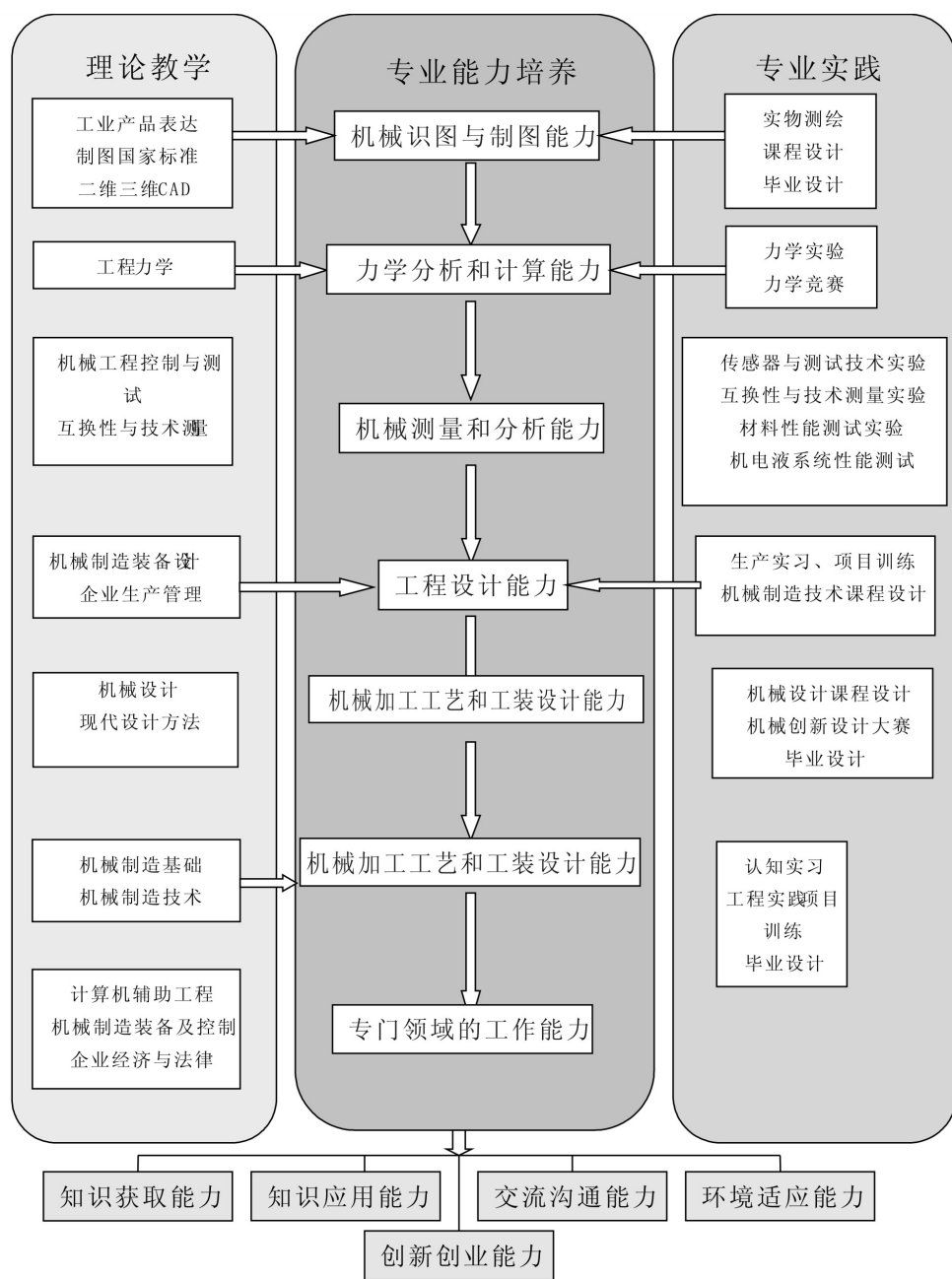


图1 机械设计制造及其自动化专业能力和素质实现矩阵

2、以模块化改革为手段,重新构建课程体系

在“卓越计划”实施过程中,合肥学院借鉴德国成功办学经验,结合实际,在软件工程、机械设计制造及其自动化等试点专业实施了模块化课程改革。按照模块化的方式整合教学内容,探索构建适合卓越工程师人才培养要求的课程体系,以期与国外先进教育接轨。

模块化教学围绕专业培养目标,打破原有课程体系,将教学内容重新组合,把一定的理论

教学与实践教学紧密结合在一起组成新的教学单位—模块。其构建思路可总结为:① 通过对定位的岗位群专业能力主流需求和最新技术趋势进行广泛深入调研,结合本科教学要求,确定本专业卓越工程师的专业能力;② 对抽象的专业能力进行梳理细化,并优化分解成能力要素;③ 确定能力要素对应的支撑知识点,由相关联的能力要素对应的知识点及知识应用组成模块;④ 通过若干个相关模块的有机搭配,构成培养卓越工程师所需

的模块化教学体系。

如机械设计制造及其自动化专业将机械制图、计算机辅助绘图、三维软件基础(UG)三门课程整合为机械产品表达 I、II 两个模块,培养学生具有空间想象和空间构思的能力、运用 CAD/CAM 应用软件建立三维实体模型的能力以及将三维模型生成工程图的能力。

试点专业在课程整合时,还注意根据工程学科和经济社会发展的需要以及行业企业对卓越工程师要求的变化,及时更新教学内容,将相关学科专业的前沿和最新发展以及对卓越工程师的新要求引入课程,从而保证教学内容的持续有效性。如软件工程专业参考行业领军企业认证课程,按照软件开发人员需要的知识和技能,优化整合专业模块教学内容,将 IBM DB2 认证课程内容整合到数据库原理与应用模块中,将 Oracle10g Certi-

fied Associate 和 Oracle10g Certified Professional 认证课程内容整合到 Oracle 数据库模块中。

“卓越计划”人才培养的本质特征是突出学生的能力培养。为了强化试点学生的能力培养,大学数学、大学英语公共基础课程也进行了相应改革。以大学数学教学为例,改变了过去统一的教学内容,根据试点专业的不同需求,构建不同类型的高等数学课程模块,供不同专业学生选择。同时,根据试点专业培养标准要求,增加了应用工具类教学内容,如 Matlab 等。

3、以学生工程能力提高为主线,全面改革教学方法

试点专业针对不同的模块特点,对传统的教学方法与手段进行改革,切实提高教学效果。以软件工程专业为例,具体如表 2 所示。

表 2 软件工程专业教学方法改革

模块类型	教学法	说明
程序设计类模块	现场编程陷阱法、融合比较法、任务贯穿分解法	通过“问题和任务”来吸引和启发学生,提升学生对知识和方法的理解及认识。如面向过程程序设计模块和面向对象程序设计模块,不再只是运用多媒体课件讲授基本知识,而更多利用多媒体技术的优势,随堂演示程序的建立过程、程序调试方法、多种运行环境的使用等内容。
应用系统开发技术类模块	项目驱动	如 Web 应用系统开发模块以一个完整的实际项目(电子商务网站)为主线,通过项目把握整体概貌,之后逐步深入局部细节,在应用教学知识点和教学内容的过程中系统学习理论,不断优化和扩展细节的同时加深对理论和思想的理解,完善整体框架和改进项目。通过实践驱动理论,理论完善实战,由整体到局部,再从局部到整体的反复学习,最终达到学生对于 Web 应用软件系统开发、设计能力的培养和构建。
综合设计类模块	工程案例研究	如面向过程程序综合设计模块,以宝贝车机器人的路线寻迹的需求分析和解决方案设计为工程案例,使学生在进行软件设计和程序编写过程中,不仅对面向过程程序设计中疑难知识点有很好的掌握,也了解了模块的具体应用。进而更好的掌握程序设计的基本思想和方法。
工程实习与实训类模块	项目组实战	如在认知实习学期。对于卓越计划专业统一组织,第 1 个月安排去合作企业做专业培训与实习,后两个月在学校实验室由双导师指导完成小规模项目开发,其主要形式是建立开发小组,强调协作和分工,完成给出的项目开发。在项目开发中使用和熟悉软件开发工具,将相关的理论知识整合,并得到项目规划、队伍组织、工作分配、成员交流等方面的相对真实的软件开发锻炼。成果需答辩并计 18 学分。

(三)强化提升工程能力,建设高水平工程教育教师队伍

教师是人才培养的基础,一支满足工程技术

人才培养要求的高水平教师队伍是“卓越计划”能否成功实施的关键。然而目前高校工科教师队伍普遍缺乏工程实践经历,原有的高校教师选择标

准和政策不利于引导教师工程素质和实践能力的提高,长期存在的“重理论轻实践,重研究轻设计”错误理念,使得绝大多数教师的实践能力和工程素质较弱;另一方面,企业技术人员进入高校的机制还未形成。为了保证“卓越计划”的成功实施,必须要建设一支高水平的工程教育教师队伍。

为此,合肥学院专门成立了教师能力发展中心,组织开展提升教师工程实践等能力的各项工作。学校专门制定了以下政策:①青年教师培养实施为期两年的“教学、科研、实践、管理”业务培训工作,将培养纳入教师考核和职称评聘,实施统一管理;②新进教师必须到企业单位顶岗工作一年,增强工程实践能力;③专任教师引进录用考核时,除对其理论研究和发表论文情况进行考核外,还要求参加过工程实践项目;④优先引进和录用具备“双师型”素质的教师,并在科研经费、津贴等方面给予倾斜,切实提高专业课教师中具备工程经历的教师比例;⑤职称评聘中,除科研项目 and 论文成果等有规定要求外,还要在聘期内至少参加一项工程实践项目或取得相关专利等成果;副教授以上还要求主持过产学研合作项目至少一项;⑥聘请企业的技术骨干作为兼职教师,使试点专业企业外聘教师占到教师总数的15%左右,通过设立“企业教授”岗位,从合作企业聘请优秀工程技术人员和高级管理人员作为兼职教授和指导教师,承担专业课程教学任务,在“卓越计划”实施的不同阶段,给予学生实践指导,保障企业学习阶段培养目标的实现。或担任联合导师,承担培养学生、指导毕业设计等任务,以满足“卓越计划”教学需要。

(四)积极开展国际合作,扩大工程教育的对外开放

工程教育的国际化是“卓越计划”的又一项重点任务,其目的在于提升学生的跨文化交流、沟通与合作的能力,以及今后参与国际竞争的能力。为开拓学生的国际化视野,保证教学方法和手段与国际接轨,我校在“卓越计划”实施过程中,积极开展国际化合作办学,参与国际交流的学生达10%以上,与多所国外友好学校签订了教师互访协议,派遣多名教师到国外高校进修访问,并聘请德国雅德大学工程科学院院长海勒·科斯特教授和韩国汉拿大学校长金星勳等14名国外专家为

我校客座教授,定期来我校访问讲学。

在教学环节方面,围绕“卓越计划”,多次与德国汉诺威应用科学大学教授、合肥学院客座教授Quass博士等交流探讨,改进人才培养方案,同时借鉴德国高校教学经验,开展丰富多彩的教学活动,以多种形式培养卓越工程师人才。如开展第二课堂活动;邀请德国专家做学术报告;在实践环节方面,邀请德国专家参与,以项目形式开展,培养学生的综合能力,包括实际问题的分析解决、知识的变通应用以及所需新知识的学习能力等。

同时,通过美国、德国、韩国等国家友好学校的推荐与联系,与国外企业进行合作,拟选派“卓越计划”试点专业学生到国外企业进行为期半年到一年的专业实践培训,以培养学生的跨文化背景合作能力,提高他们的国际竞争力。

(五)立足学校定位,制定“卓越计划”人才培养标准

当前经济社会迅速发展,行业和社会对工程人才的需求也在不断变化。合肥学院是一所地方性应用型本科高校,这就决定了学校在制定“卓越计划”人才培养标准时遵循的原则:培养本科层次的、服务地方经济发展的工程技术人才。在此基础上,试点专业以“卓越计划”的通用标准和行业标准为根据,制定了各自的专业人才培养标准。以软件工程专业为例,其“卓越计划”人才培养标准为:

(1)具有宽厚的专业知识。包括:①掌握电子电路的初步分析和设计的方法,具备解决实际电路中的常见问题的能力;②掌握微机的组成及工作过程,了解微机的常用总线标准、输入/输出、中断、DMA传送等基本接口技术,具备可编程器件的分析与设计能力;③掌握操作系统的基本概念、组成和各部分的功能,具备熟练操作Windows、Linux等常用操作系统的能力;④掌握计算机网络的基本概念、常用网络结构和协议,具备计算机网络日常管理和维护能力;⑤掌握线性表、树、图、索引等基本数据结构的逻辑结构、物理结构及应用,掌握常用的排序与查找的方法,掌握算法设计的步骤与分析方法;⑥掌握集合论、关系与映射、无限集、代数系统、图论、数理逻辑方面的基础知识,掌握处理离散结构所必须的描述工具和方法,具备抽象思维、缜密概括、逻辑推理的能力;⑦掌握

高级语言编译程序构造的一般原理和基本实现方法,掌握形式语言、自动机、词法分析和语法分析的基本方法与应用。

(2)具备扎实的专业能力。包括软件分析与设计能力、软件实现与测试能力、软件项目管理、嵌入式开发能力、数据库开发与管理能力等。

(3)拥有良好的综合素质。包括政治思想、道德法律、沟通交流、团队意识等。

由于计算机科学与技术行业标准尚未出台,因此在一年的具体实施中,结合 IT 产业界人才需求动向和 IT 技术发展趋势,通过企业调研,结合学校定位与区域优势,对原申报阶段所制定的专业人才培养标准进行了修订:

(1)技术标准与政策法规:让学生了解本专业

领域的技术标准,相关行业的政策、法律和法规。确定软件能力成熟度模型(CMM)及统一建模语言(UML)为学生必须掌握的专业技术标准规范,同时结合合肥市作为第一批“全国服务外包基地城市”这一区域优势,将软件外包的相关法律法规引入人才培养标准。

(2)危机处理能力:具有应对危机与突发事件的初步能力。结合专业特点,确定 IT 系统灾难分析与恢复技术、数据备份技术、故障调试技术及性能调优技术等作为新增的人才培养标准。

(本文摘自蔡敬民主编的《基于能力导向的模块化教学体系构建》,中国科技大学出版社,2012 年,第 108-118 页)