

# “卓越计划”的宏观模型及评价体系构建

刘建东 戴波 纪文刚

**【摘要】** 构建实施“卓越工程师教育培养计划”宏观模型,对于全面理解实施“卓越计划”的本质内涵及实施方略具有重要作用。课程整合、教学方法和校企合作三者互相支撑,综合实施,是“卓越计划”的核心内容。完善“卓越计划”的评价体系,是实现“卓越计划”目标任务的重要保障。实施“卓越计划”这样一项高等工程教育改革的系统性工程,必须建立健全完善的反馈机制,才能使其良性发展,达到预期目标。

**【关键词】** 工程教育改革 卓越工程师教育培养计划 课程整合 校企合作 教学方法

**【收稿日期】** 2011年12月

**【作者简介】** 刘建东,北京石油化工学院信息工程学院副院长、教授;戴波,北京石油化工学院信息工程学院院长、教授;纪文刚,北京石油化工学院自动化系主任、教授。

实施“卓越工程师教育培养计划”(以下简称“卓越计划”),旨在以创新型工程人才培养模式改革为突破口推动高等教育新一轮改革,解决我国高等工程教育目前所面临的诸多问题,为提高自主创新能力、建设创新型国家、走中国特色新型工业化道路等战略部署提供人才支撑。本文拟用系统控制思想,来构建大学本科阶段实施“卓越计划”的宏观模型,从一个全新的视角来审视“卓越计划”,以助于全面理解“卓越计划”的本质内涵。文中结合北京石油化工学院自动化专业的实施案例,对实施“卓越计划”的关键要素进行分析,并对完善“卓越计划”评价体系的相关问题进行初步探讨。

## 一、“卓越计划”宏观模型之构建

“卓越计划”是一个重大的教改项目,是一个庞大的系统工程。因此有必要引入系统论、控制论的思想来进行分析研究。实施“卓越计划”应该是一个循序渐进、不断发现并解决问题、不断积累和不断完善的过程,这和工程控制论的闭环调节系统有许多相通之处。工程控制论描述的自动控制系统由控制器、执行机构和信息反馈装置三部分组成。该理论通过检测工作对象的状态变化以及输出目标的执行结果,并将这些状态反馈和输出反馈信息传送给控制器,后者则根据任务的初始目标和当前执行结果实施相应的控制措施,以期不断缩减实际输出结果和目标值之间的误差,继而形成系统的闭环控制模式<sup>[1][2]</sup>。

依据工程控制论的思想,高等院校实施“卓越计划”的整个过程可由驱动力、执行机构、输出目标、评价及调节等五个部分组成的宏观模型来概括,如图1所示。

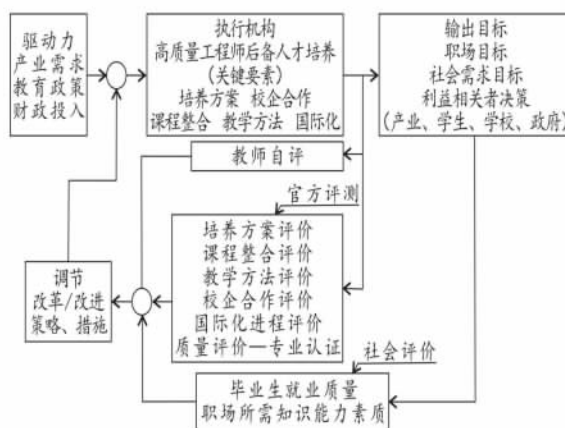


图1 实施“卓越计划”的宏观模型

驱动力包括产业需求、教育政策及财政投入等方面内容。高质量工程师后备人才的培养过程即系统的执行机构,在执行机构中,以培养方案、校企合作、课程整合、教学方法及国际化为主要状态量,应对其进行长期的跟踪、考察和分析。执行机构是实施“卓越计划”的主体和关键,牵涉到的问题很多,必须抓住主要问题,予以重点关注和解决。系统的输出目标主要包括职场目标及社会需求目标。实施“卓越计划”的“产品”是毕业生,毕

业生是否达到工程职场及经济社会发展对于高级工程技术人才所需的能力、素质、技能和知识的要求,要由产业界、学生、教师、教育认证机构等利益相关者确认。系统的评价体系应包括教师自评、教育主管部门评价(状态反馈)及社会评价(输出反馈)三个子部分。教师自评是提升工程教育教学质量的必然要件。教育主管部门评价既要重视过程性评价,又要重视对实施“卓越计划”总体效果的评价。过程性评价主要对高质量工程师后备人才培养过程的状态量进行监控,分阶段地对培养方案、校企合作、课程整合、教学方法及国际化等状态量做出评估;总体效果评价要通过专业认证方式来进行。社会评价则是对输出目标的评价,是更加重要的一种评价机制,还有待于教育管理部门及高等院校逐步建立与完善。系统将教师自评、教育主管部门评价及社会评价结果反馈传送给调节器,调节器实施相应的控制策略,以期矫正高等院校在高质量工程师后备人才培养过程中所出现的偏差。

“卓越计划”是自愿参加的项目。在实施“卓越计划”过程中,如果参加单位或合作企业的主观能动性欠缺,致使培养过程中所出现的偏差大于临界值,导致系统的调节机制失效,即调节机制无法使其回归到系统允许的误差范围内,则可要求参加院校退出“卓越计划”。

采取这种带多路反馈的闭环控制模型来描述“卓越计划”的实施过程,精确地展示出“卓越计划”试点工作的思路和程序,使实施“卓越计划”的整个流程更加清晰。该模型特别强调了质量评价和控制作为实现“卓越计划”“目标任务的保障机制的重要性。

### 二、宏观模型各主要环节的分析

#### 1. 驱动力。

##### (1) 产业需求。

我国现行的工程专业人才培养模式“科学化”的趋势越来越凸现,忽略了工程的系统性及其实践特征,不利于现代工程人才的培养。由于产学脱节,在人才培养和使用之间有很大的差距,很多工科大学毕业生要经过2~3年的时间才能独立从事技术工作,这就造成我国工程教育规模全世界最大,企业却难以招聘到合格的工程技术人才的尴尬局面<sup>[3]</sup>。

我国要实现创新型国家的目标,需要大量创新型人才,需要更多合格的、卓越的工程师。现行

工程教育模式显然不能满足这种要求。因此,产业需求成为实施“卓越计划”的源动力。

##### (2) 教育政策。

“卓越计划”是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(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,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,其跨度已经超出了教育领域。教育部及其它政府部门应积极创造“卓越计划”试点工作的政策环境和社会环境。教育政策是实施“卓越计划”的重要推动力。

##### (3) 财政投入。

从某种意义上说,工程技术人才的培养成本高于学术人才的培养成本。必须加大财政投入力度,才能确保工程技术人才的培养质量。要通过财政拨款、学校自筹、企业资助等形式建立一种长效的资金保障机制,保障“卓越计划”的长期有效实施。

#### 2. 执行机构。

系统的执行机构便是高等院校进行高质量工程师后备人才的培养过程。下面结合北京石油化工学院自动化专业实施“卓越计划”的具体案例,对培养方案、校企合作、课程整合、教学方法及国际化等五个关键要素进行初步分析。

##### (1) 培养方案制定。

“卓越计划”培养方案是参与高校从专业培养角度对卓越工程师后备人才培养提出的系统完整的具体要求和实施措施<sup>[4][5]</sup>。学院自动化专业在“卓越计划”培养方案制定过程中,打破传统学科知识体系的框架,以能力素质为风向标培养工程技术人才,真正实现从注重知识传授向更加重视实践能力和素质培养的转变<sup>[6]</sup>。将自动化专业人才应具备的工程能力概括为电子系统综合设计能力、工业控制计算机编程能力、控制系统数字仿真能力、自动控制系统的分析设计能力、过程控制系统的设计安装调试能力和过程控制系统的集成投运维护能力。以这六个方面的能力培养为主线,构建自动化专业课程体系。在企业与社会环境下构思、设计、实施、运行自动化系统。使学生接受社会和企业对自动化工程师的职业目标要求和规范,接受自动化工程师在企业运行过程中的角色地位和职责分工;使学生针对人类社会的多样性,尊重历史、文学、哲学和艺术传统与语言、思想和价值观,理解企业所处的社会环境;使学生认同企

业文化,了解企业的类型、发展阶段、战略目标、组织结构、管理模式、经营策略、运作方式、文化氛围等要素;使学生具有成功地在一个组织中工作的能力,明确自动化工程师在企业内的角色和相应责任,理解社会和企业对自动化工程师的要求和规范;使学生能够根据市场需求,找出并分析顾客需求,分析各种影响因素,确定系统目标和要求,能够进行系统建模和具有确保目标实现的初步能力,具有一定开发项目的管理能力和经验;使学生熟悉自动化产品与系统的设计过程,掌握设计方法,具有多学科综合设计和多任务多目标设计的能力;使学生掌握设计的实施过程和硬件制造过程,掌握硬、软件系统集成的方法和手段,具有系统测试、证实、验证及认证的能力,能够有效地对实施过程进行管理;使学生基本掌握自动化系统在运行过程中的维护、管理等知识,具有培训技术人员、维护系统正常运行、改进系统和系统报废处置等工程技术能力。最终目标是使学员全面提升就业竞争力,水平接近企业需求。

(2) 课程整合。

在原来的课程体系中,课程间内容的重复十分严重,要针对知识能力大纲来设计相关课程和教学环节,需要对原有课程体系进行改革、重组。因此,课程整合是“卓越计划”的必然要求。

学院自动化专业将专业基础及专业课程分解为计算机基础、电基础、计算机应用技术、控制理论、过程控制数字仿真及自动控制系统设计、集成、运行与维护六个部分<sup>[6]</sup>(见表1)。

计算机基础模块在大学一年级开设。学生在进入工程教育阶段之前普遍缺乏基本的、基于操作的实践经验,普遍缺少对工程文化的了解和认同,从源头上影响了在工程领域的成长。该模块将“计算机编程能力实训”这门课程开设成基于项目的早期工程体验课程,为学生构建工程科学、专业知识和工程能力的基础框架。结合“卓越计划”的基本要求和自动化专业的专

业特点,该课程的组织与实施采用工程对象教学法,采取项目学习方式,为学生提供工程实践环境和具体的任务要求,将各种工程素质与技能(单片机控制模块的使用和编程)融入到具体的操作任务中,学生能够在“做中学”,大大提高了学生对于工程的兴趣。

电基础模块主要在大学二年级开设。将电基础课程的部分实验、EDA技术应用、课程设计、电工电子实习等整合成跨度为2个学期的电子工程设计综合实践课程。要求每个学生在电基础课程的学习过程中,能够在教师指导下完成一个具有

表1 自动化专业“卓越计划”课程整合情况表(专业基础及专业课部分)

| 课程模块              | 原课程   | 整合后课程   | 能力培养                       |
|-------------------|---|---|----------------------------|
| 计算机基础             | 计算机基本技能训练<br>大学计算机基础<br>计算机程序设计基础<br>课程设计   | 计算机基础及技能训练<br>计算机程序设计基础<br>计算机编程能力实训  | 计算机编程能力                    |
| 电基础               | 电路分析<br>模拟电子技术<br>数字电子技术<br>电子技术实验<br>电子系统仿真<br>EDA技术应用<br>现代电子设计<br>电工电子实习<br>电子课程设计 | 电路分析<br>模拟电子技术<br>数字电子技术<br>电子工程设计(I)<br>电子工程设计(II)                                 | 电子系统综合设计能力                 |
| 计算机应用技术           | 微机原理<br>接口技术<br>接口技术综合实验  | 微机原理及接口技术<br>单片机工程实训  | 硬件系统开发能力                   |
| 控制理论              | 自动控制原理<br>现代控制理论<br>自控原理课程设计  | 自动控制原理<br>现代控制理论<br>控制系统综合设计  | 控制系统的分析设计能力                |
| 过程控制数字仿真          | 计算机建模与仿真<br>Matlab 实践<br>系统辨识<br>先进控制   | 计算机建模与仿真<br>先进控制技术<br>系统辨识  | 控制系统数字仿真能力                 |
| 自动控制系统设计、集成、运行与维护 | 检测技术及仪表<br>检测技术专题实验<br>集散系统<br>可编程控制器<br>现场总线技术及应用                                    | 检测技术及仪表<br>仪表技术专业实习<br>DCS/PLC/FCS原理与应用 A<br>DCS/PLC/FCS原理与应用 B                     | 过程控制系统的设计、安装、调试、集成、投运、维护能力 |
|                   | 过程控制工程<br>计算机控制系统<br>专业实习<br>综合课程设计<br>控制系统专题实验<br>毕业设计(论文)                           | 计算机过程控制工程 A<br>计算机过程控制工程 B<br>过程装置专业实习<br>过程控制系统运行及维护<br>设计规范实习<br>跟班实习<br>毕业设计(论文) |                            |

完整功能的实用电子系统的设计与制作。具体做法是结合课程进度及内容,将电子系统进行模块化分解,每学期完成其相应模块的设计,电基础课学完后,完成整个系统的设计与制作。目标是使学生具备电子系统设计能力,优秀学生通过中国电子学会电子设计工程师认证。

计算机应用技术模块要求学生完成一个实际应用系统开发,进一步突出工程实践能力培养。控制理论模块中,引入带反馈功能的机器人,学生在学习控制理论的同时在实物上实现控制;控制系统综合设计突出综合性、系统性,在小型控制装置上实现控制方案。过程控制数字仿真模块中,先进控制技术课程采用校内理论教学和企业实践教学相结合的教学形式,校企共同开发先进控制软件加流程模拟的仿真实践系统。自动控制系统设计、集成、运行与维护模块采用学校企业交叉教学形式,实现完整的工程实践教学过程。

### (3) 校企合作。

实践教学是目前高校人才培养过程中最薄弱的环节之一。高等工程教育改革根本出路在于由学校单一的人才培养向校企联合,共同培养人才转变。这是实施“卓越计划”的关键之所在。北京石油化工学院自从成立以来一直与燕山石化公司有着密切的联系,建立了以燕山石化厂区和教培中心为主体的校外实践教学基地。燕山石化实践基地的建设为“卓越计划”的实施奠定了良好的基础。实施“卓越计划”以来,校企双方明确思路,密切合作,采取有效措施,解决推进卓越计划中遇到的难点和问题。校企双方专家及教师共同构建起以能力素质培养为主线的自动化专业课程体系,根据自动化系统工程的内在要求对课程知识进行重新组合,为学生提供综合的知识背景,以利于自动化系统复杂工程问题的解决,培养学生的综合素质。校企双方共同努力,将职场环境引入教育全过程,将学校文化和产业文化相融合,以产业需求决定工程教育培养目标,形成完整的工程人才培养链,充分发挥燕山石化公司的技术资源、项目资源、人力资源优势,提高人才培养质量,增强办学活力及学生的就业竞争力。

校企合作的最原始的方式是学校组织学生到企业进行生产实习或专业实习。但实施过程中存在的主要问题是:学生仅限于对生产技术的参观了解,达不到在生产一线深入系统地学习专业技术知识,培养专业技术能力的目的。自动化“卓越

计划”试点专业所开展的企业课程学习不再是浅层次的走马观花,而是到企业完成校内学习所无法完成的培养任务,与校内学习形成优势互补。企业学习过程中,校企双方遵照“精细化教育”的理念,共同将培养人才做到“精细化”。校企双方精心落实每一项教学任务,实行每一个环节的质量控制,为学生的学习提供最可靠的保障,把校企合作工作真正做细、做精、做到位,使企业课程学习真正取得预期效果。

自动化“卓越计划”试点专业学生在燕山石化公司共完成企业课程学习、顶岗实习及毕业设计三个环节的学习任务<sup>[6]</sup>。在企业课程学习中,共完成“计算机过程控制工程 B”、“DCS/PLC/FCS 原理与应用 B”、“过程控制系统运行与维护”、“仪表技术专业实习”、“过程装置专业实习”及“先进控制技术”等 6 门课的学习任务。这 6 门课程不再单单是教师执鞭,而是将大学课堂延伸到企业车间进行,由具有丰富工程经验的企业工程技术人员与学校教师来共同讲授,为学生提供一流的真实的工程学习环境,并在先进的控制装置上进行实际操练,使工程教育真正回归其工程本质,使学生受到真正优质的工程实践教育。

校企合作是多层面的。在合作过程中,双方共建师资队伍。通过校企共建,打造出一支新型的“双师型”师资队伍,由企业推荐在企业工作的技术专家作为实施卓越计划的兼职教师,同时,由企业加强在职教师实践技能的培养。

校企双方共建课堂。走出去,积极与企业建立联系,企业为学校提供校外实习、实训基地,并由企业的业务骨干、管理精英担任指导教师;请进来,把企业工程技术人员请上学校讲台。自动化专业开展了企业专家进校园活动,组织开展“卓越计划”系列专家讲座,取得很好的效果。在“卓越计划”试点班中,对于一些实践性较强的课程,由具有丰富实践经验的企业兼职教师定期到学校授课,把来自生产管理一线的最新技术传授给学生。学院通过学生座谈、教师座谈等方式对教学情况进行了评估。评估结果是:学生普遍反映收获大,对专业技术的理解及应用能力明显优于其它班级,但学生也感到外聘教师要求高,课堂容量大,授课速度快,部分学生感觉压力大、不适应。解决措施:与外聘企业教师多交流,多沟通,使外聘教师更加了解学生;安排合讲教师,合讲教师每堂课都到课堂,每周由合讲教师上一次辅导课;实验室

向试点班学生全天开放。

校企双方共同开发教材。紧紧围绕企业的生产实际和企业对人才的需求规格标准,按照企业的工作流程、岗位技能和综合素质要求,确定课程结构、选择课程内容、开发专业教材,将企业最需要的知识、最关键的技能、最重要的素质提炼出来,融入课程之中。在合作开发教材过程中,可以很好地实现优势互补<sup>[4]</sup>。在课程标准方面,企业工程技术人员可以提出能力要求、实践要点及能力考核标准;学校教师则可以明确知识要点、理论要求及考核方式等方面内容。在教材内容方面,企业工程技术人员可以完成项目任务设计,提出项目训练要求;学校教师可以进行教材结构设计及理论部分设计。在教学方法及教学手段改革方面,企业工程技术人员可以制定项目教学案例;学院教师则可以进行教学设计等。

校企文化差异是校企合作中一个值得关注的问题。在价值观方面,在校学生以个人价值趋向为主,而企业人与企业有相同的价值观、认同企业文化;在金钱关系方面,在校生存交学费,学校有义务传授知识,而企业人依靠自己劳动所得来支付各种费用;在人际关系方面,在校生存和同龄人生活在一起,企业人和不同年龄、阶层、价值观的人共处;在学习方法上,在校生存以被动的接受老师安排好的课程为主,而企业人是在工作中学习;在安全意识方面,在校生存是被保护的对象,而企业人则具备危险预知、主动改善的意识。我们必须正视这种差异、通过校企文化融合来弥合这种差异,才能增强学生对未来工作的适应力。

#### (4) 教学方法。

实施“卓越计划”,教学方法改革是关键。我国高等教育用很短的时间实现了从计划经济到市场经济、从精英教育到大众化教育的转变。学生对象群体已发生了根本性变化,我们要用今天的眼光来认识今天的学生,认识新形势下的高等教育规律,改变从精英教育时代传承下来的教学模式,进行教学方法改革,以适应今天的学生。就高等工程教育而言,改革教学方法是确保学生的素质能力得到培养、训练、形成和提高,保证培养目标得以实现的重要手段。

“卓越计划”启动之后,我们在全院开展了一次工程教育教学法研讨活动。通过工程教育教学法的研究,提升教师对工程教育规律的认识,提高教学能力和水平,提高教师对课堂的控制力,增加

课堂教学的耦合度。通过教学法研讨交流,使教师们思维碰撞,从中感悟到思想的火花,总结、凝练出有推广价值的工程教育教学方法。

课堂教学法:问题教学法,多媒体网络互动教学法,数字化仿真演示法,小组合作学习法。

“微机原理与接口技术”课程中采用问题教学法。以问题为主线,以问题和项目为基础,贯穿课堂教学的整个过程;以问题为基础驱动教学过程,使学生带着问题思考,为解决问题进行学习,激发学生的兴趣,有效地养成工程师的认知和做事方式。教师以问题来“抓住”学生、“吸引”学生,引领学生去思考问题。充分调动学生的学习积极性,吸引学生的注意力,活跃课堂气氛。

“大学计算机基础”课程采用多媒体网络互动教学法。教师真正将“做中学”的理念贯穿在课堂教学中。集多媒体教室和网络机房功能于一体,能完成电子举手、师生对讲、屏幕监视、黑屏肃静等多种教学功能。使现代教育技术的应用与学生学习过程的组织和管理融为一体,让师生充分体验到现代化信息技术给传统的教学模式所带来的巨大冲击和震撼。

“自动控制原理”课程采用数字化仿真演示和小组合作学习法。数字化仿真演示法将抽象及有难度的概念用生动、形象的画面来演示和阐释。小组合作学习模式,使小组个人的成绩和的小组成绩密切相关,小组成员互相帮助,共同进步。运用个性化作业来锻炼学生的创新思维,通过有效的激励制度和科学合理的评价体系来强化成绩好的学生的积极性,增强学生的学习信心。

课程教学法:项目教学法,课题研究式教学法,广度优先与深度优先教学法。

“EDA技术应用”课程中采用项目教学法。以项目为载体、教师为主导、学生为主体。将“构思、设计、实施、运作”的理念贯穿于教学活动中。教学过程中学生主动参与、自主协作。

“计算机网络”课程中采用广度优先与深度优先教学法。所谓深度优先:就是在课内教学中,对重要的知识点要讲深、讲透;所谓广度优先:就是在安排学生课外学习时,指导学生用网络来学习网络,使学生接触到尽可能多的网络知识,跟上网络技术的发展。

“数字电子技术”课程中采用课题研究式教学法。课题研究教学法属于行动导向教学中的一种,强调以学生为中心,学生不是被动地接受知

## “卓越计划”的宏观模型及评价体系构建

识,而是积极地建构知识。教师是学生主动建构知识的帮助者、促进者。

实践课程教学法:工程对象教学法,超前准备法,启发诱导法,以点带面法,同学互助法。

“计算机编程能力实训”课程采用工程对象教学法。工程对象教学法是一种基于典型工程对象进行教学的创新型工程教学方法。其核心目标是帮助学生建立系统的工程世界观与方法论。该教学法使学生在大一的基础课中进行早期工程体验,为学生构建工程科学、专业知识和工程能力的基础框架,使学生在进入专业学习之前拥有初步的工程实践体验。成为基础课程中进行工程教育教改实践的经典案例。

“电子工程设计”课程中理论与实物相结合,使学生掌握工程设计的流程,进而提高学生的综合素质。教师总结出指导学生实践的十分有效的八种方法:超前准备法、问题讲解法、同学互助法、启发诱导法、以点带面法、经验积累法、仿真验证法及答辩总结法。

“卓越计划”推进过程中,要更加注重教学方法的总结、提炼和理论上的提升,要加强先进工程教育理论的学习和研究,做到用先进的工程教育理论去指导教学实践。

### (5) 国际化。

工程教育的国际化是“卓越计划”的一项重点任务<sup>[4]</sup>。实施“卓越计划”以来,我们努力营造国际化的办学环境,招收哈萨克斯坦等国的留学生来校接受工程教育,通过将留学生与中国学生混合编班的方式,形成多元文化交流、融合的良好氛围;选派学生到法国亚绵高等工程师学院、美国哥伦比亚州立大学、英国西苏格兰大学进行海外实习,拓展学生的国际视野,提升学生跨文化交流、沟通和合作的能力。

### 三、评价体系构建

“卓越计划”的实施过程是一个带多路反馈的闭环控制系统的动态调节过程,其反馈机制由教师自

评、教育主管部门评价及社会评价构成的评价体系来实现。

#### 1. 教师自评。

“卓越计划”培养方案制定时,依据高校自身特色,制定出培养目标及培养标准。将学校标准细化后的最低一级指标作为列标,将整合后的课程作为行标,课程与标准指标之间的纵横向相互关系构成了培养标准实现矩阵<sup>[4]</sup>。标准实现矩阵清晰地显示出落实培养标准的某一指标需要通过哪些课程来实现,为培养方案中的每门课程提出了具体的要求及目标。课程负责人及任课教师据此制定课程教学大纲,编写教学讲义或教材,完成课程教学方案设计,制定出课程实施计划。一门课程的教学过程实施后,效果如何?既定的目标是否达到?目标实现的程度如何?需要教师进行自我评价,进行科学合理的评估。

培养标准实现矩阵中,从横向看,将培养标准的指标落实到了具体的课程中。这是一个向课程下达指标的过程。反过来,课程的教学过程完成后,就要从纵向来看,来评估本课程在实现培养标准中的各种预设作用的完成情况。即将课程学习的结果与当初确定的培养标准进行比较,形成培养标准与课程学习结果的比较矩阵,如图2所示。为了准确评价每项指标的的实现程度,采取五级记分方式在比较矩阵的课程与标准指标相交元素中来标定课程学习结果。据此可得出本课程实施效

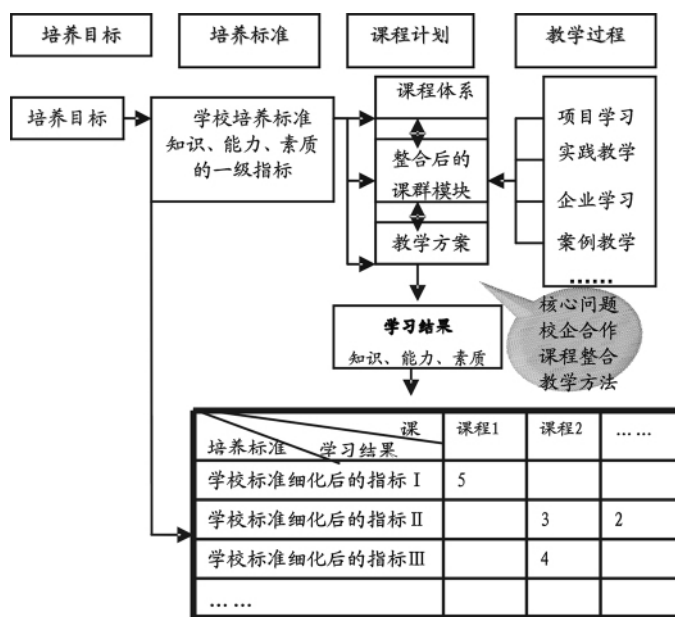


图2 培养标准与课程学习结果的比较矩阵

果的评价结果。

上述的课程评价应由课程组及任课教师来完成,即教师自评。这里所指的课程包括学校课程、企业课程、实习、实践等教学环节。教师是课程教学过程的主导者和组织实施者。教师依据课程评价中给出的反馈信息,对课程教学内容及教学方法进行动态调整,以确保培养标准的实现。

2. 教育主管部门评价。

在培养目标、培养标准、课程计划及教学过程四个阶段中(图2),前两个阶段制定方案,而后两个阶段是落实方案。培养目标及培养标准主要体现在培养方案中,各院校在申请加入“卓越计划”时,教育部要组织专家对专业培养方案进行论证,加入到“卓越计划”中的院校专业,其培养方案均是经论证合格的。加入到“卓越计划”后,落实好培养方案中既定的目标才是更加艰巨的任务。落实方案远比制定方案要困难得多。因此,在实施“卓越计划”过程中,要对课程计划及教学过程予以分阶段检查与评估。

课程计划制定过程中,要完成教学大纲制定、教学方案设计、教案编写等工作,核心问题是课程整合;课程实施过程中,重点问题是能否在教学中运用好项目学习、案例教学等具有先进工程教育理念的教学方法;而在落实整个培养方案的过程中,难点问题是如何顺利开展校企合作,将企业学习方案真正得以落实。课程整合、教学方法和校企合作三者互相支撑、融合、集成,综合实施,是推进高等工程教育改革的核心内容。教学内容整合、教学方法改革和开展校企合作三者支撑起“卓越计划”。

教育主管部门对各院校“卓越计划”实施过程中的课程整合、教学方法和校企合作三个状态量进行重点监控和检查。检查过程分阶段阶梯状递进式推进,如图3所示。

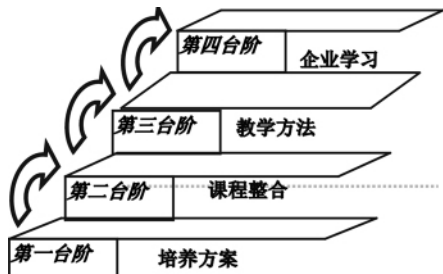


图3 “卓越计划”阶段检查

以上的阶段性检查属于过程性评价。更为重

要的是,在第一届学生毕业后,教育部要组织专家通过专业认证的方式,对参与专业的培养质量进行总体评价<sup>[4]</sup>。工程教育专业认证制度是一种衡量工程教育专业质量的可行的评定模式。参与“卓越计划”的专业要对培养出来的工程专业人才的质量负责,要达到既定的标准,以优异的成绩通过专业认证。工程教育专业认证成为实施“卓越计划”最为有力的保障及评价机制。

3. 社会评价。

高等工程教育改革最终成效如何,要看我们培养出的工程技术人才是否能够满足经济社会发展之需要,要看社会对从高校走出去的“预备工程师”的满意度。因此,最终的评价要由社会中的利益相关者说了算,社会评价才是最重要的评价。

建立社会评价机制要比教育系统内部的评价困难得多。我们可以通过建立毕业生信息反馈机制,构建毕业生就业和工作状况追踪系统来间接实现这一评价目标。校友数据库的建立和发展在西方发达国家的一些著名高校早已成熟应用,并且对高校发展起到了很大的促进作用。将校友数据库的建立纳入“卓越计划”闭环控制模型中,由其获得的对学校的反馈信息对于学校提高工程人才培养质量具有至关重要的作用。

四、结束语

用一个多路反馈闭环控制模型来描述“卓越计划”的实施过程,主要在于强调推进“卓越计划”过程中,反馈控制机制之重要。实施“卓越计划”这样一项系统工程,必须建立健全完善的反馈机制,才能使其良性发展。

文中仅对实施“卓越计划”的宏观模型中的显性的主要环节进行了初步的分析,但一些隐性的重要问题,限于篇幅没有去讨论,如提高青年教师的工程能力等。在此有必要强调,在实施“卓越计划”过程中,校企联合培养是成前提,建立人才培养标准是基础,创新人才培养模式是核心,学校整体政策配套是保障,工程型师资队伍建设才是关键。

文中对实施“卓越计划”过程的建模及分析还只停留在“宏观”层面,更多微观的、细节的问题有待在实践中进一步研究和探索。作者希望通过构建实施“卓越计划”的宏观模型,有助于加深人们对“卓越计划”实施过程的全面理解和关键要素的把握,有益于进一步探索高等工程教育教学规律,提高高等工程教育质量。(下转第76页)

- [11] Tuckman B H, Tuckman H P. The Structure of Salaries at American Universities. *The Journal of Higher Education*, 1976, 47(1): 51~64.
- [13] 庞青山、曾山金:《大学学科制度内涵探析》,《现代大学教育》2004年第4期。
- [14] 阎凤桥:《学术劳动力市场的特性与研究型大学的聘用制度》,《北京大学教育评论》2005年第7期。
- [15] 佚名:《高校教师收入为何贫富悬殊》,《知识经济》2003年第2期。
- [16] 殷忠勇、车玮:《南京地区部分高校教师人格特征现状研究》,《南京医科大学学报》2010年第2期。
- [17] 中华人民共和国教育网站。

## System Impact, Academy Selection and Discipline Attachment in the Segmentation of Academic Labor Market

*Li Zhifeng, Sun Xiaoyuan*

In a narrow sense, academic labor market consists of teachers from institutions of higher education, and the price is the center of this labor market for both the supply and the demand counterpart. The segmentation forms include gender division, subject division, title division and school type division. The segmentation of academic labor market is closely related with the changes of higher education systems. National system, school system, and discipline system have important influence on the labor market segmentation. System affects the forms and types of the academic labor market segmentation directly. Academy selection makes the division of different levels of teachers possible so that teachers can show their academic potential in different academic labor market. Academic labor market segmentation lead to Matthew effect concerning the discipline reputation, and so, discipline attachment to teachers comes into being.

(上接第 52 页)

### 参 考 文 献

- [1] 钱学森:《工程控制论(新世纪版)》,上海交通大学出版社 2007 年版。
- [2] 李欢等:《基于校友数据库的高校人才培养质量控制系统模型》,《高等工程教育研究》2011 年第 2 期。
- [3] 查建中、何永汕:《中国工程教育改革三大传略》,北京理工大学出版社 2009 年版。
- [4] 《“卓越工程师教育培养计划”专业培养方案再研究》,《高等工程教育研究》2011 年第 4 期。
- [5] 林健:《“卓越工程师教育培养计划”通用标准研制》,《高等工程教育研究》2010 年第 4 期。
- [6] 戴波等:《以工程能力培养为主线建构专业人才培养模式》,《高等工程教育研究》2011 年第 6 期。

## On Constructing the Macro Models of Implementing “A Plan for Educating and Training Outstanding Engineers” and Its Corresponding Evaluation System

*Liu Jiandong, Dai Bo, Ji Wengang*

Constructing the macro model of implementing the plan for Educating and Training outstanding engineers (PETOE) is very important for us to comprehensively understand the essence and strategy of implementing PETOE. Curriculum integration, teaching methods and the school-enterprise cooperation are the core of PETOE if they are mutually supported and can be implemented together. Perfecting the evaluation system of PETOE is an important guarantee to achieve PETOE's objectives and tasks. To implementing PETOE, which is a systematic project of higher engineering education reform, we must establish and improve the feedback mechanisms, so as to make it develop soundly and achieve the desired goals.