

# 电子与自动化实践新课程建设和探究

钟 芸, 刘媛媛

(上海大学 工程训练国家级实验教学示范中心, 上海 200444)



**摘 要:**新一轮科技革命给工程教育带来了新的挑战,培养具有多学科交叉融合和工程能力、创新精神和团队协作能力的高素质复合型工程技术人才成为高校当务之急。掌握基本的科学和技术内涵,保持技术的严谨性,又有“融合”的思维方式和创造性思维能力,将是未来工程师所必备的核心能力。通过对于“电子与自动化实践”新课程体系的建设和探索,研究适合未来需求的卓越工程师的培养方法,构建模块化、层次化、融合性的教学课程设计,开发学生多维度思考 and 创新能力。采用传统模式和创新路径并存的方法,重视“工匠精神”的培养。通过基于项目驱动和问题解决的综合实践,培养学生的团队协作能力,促进混合式学习,培养更多符合先进制造业产业升级和发展需求高技术人才。

**关键词:**多学科交叉融合; 创新精神; 团队协作; 模块化; 层次化

中图分类号: TP 391; G 642.0

文献标志码: A

文章编号: 1006-7167(2017)05-0170-04

## Research on Innovative Curriculum Design of Electronic and Automation Practice

ZHONG Yun, LIU Yuanyuan

(National Demonstration Center for Experimental Engineering Education, Shanghai University, Shanghai 200444, China)

**Abstract:** A new round of technological revolution brought great challenges to the engineering education. The capability of integration across the boundaries, strong engineering, innovation and team working has become the top priority. Future engineers need to be the technical expert of their professional areas, and be able to develop as an integrator who can synthesize, operate and manage across boundaries, be technical or organizational in a complex environment. Through the research and innovative design of “Electronic and Automation Practice” curriculum, the article is to aim to discuss the education method on developing the “Excellent Engineer”. The modular and hierarchical curriculum are designed to help the students to develop multidimensional thinking and innovation ability and craftsman spirit. The practice driven by project and problem solving can build up the student’s team working ability, and make them be more suitable to the development of the advanced manufacturing industry.

**Key words:** integration across the boundaries; innovative spirit; team working; modular method; hierarchical method

## 0 引 言

新一轮科技革命和产业变革使得世界范围内产业竞争格局正在发生重大调整, 美欧等发达国家和其他

一些发展中国家纷纷将“再工业化”作为重塑其制造业竞争新优势的重要战略, 力图振兴其本土工业和解决全球性挑战。德国于 2013 年提出了“工业 4.0”战略, 在制造业中引入物联网和服务概念, 采用以智能制造为主导的革命性生产方法, 在工业自动化基础上, 通过贯穿整个价值链的端到端工程数字化集成, 实现从机器到互联网通讯的无缝链接, 将传统工业生产与现代信息技术相结合, 更好地满足客户的个性化需求, 实

收稿日期: 2016-08-08

作者简介: 钟 芸(1983-), 女, 上海人, 工程师, 主要从事工业自动化、运动控制、电子电工教学及研究工作。

Tel.: 13917287106; E-mail: zhongyun@shu.edu.cn

现灵活生产,优化企业决策,提高资源利用效率。我国于2015年发布了《中国制造2025》计划,提出:加快推动新一代信息技术与制造技术深度融合,着力发展智能装备和智能产品,推进制造过程智能化,培育新型生产方式,全面提升企业研发、生产、管理和服务的智能化水平<sup>[14]</sup>。先进制造业计划的推进和实施需要大批适应产业需求的高素质专业技术人才。因此,制定和实施人才培养计划,培养产业急需的具有多学科交叉融合知识和工程能力、创新精神和团队协作能力的高素质复合型工程技术人才成为当务之急。

## 1 飞速的工业发展给工程教育带来的挑战

### 1.1 工程人才培养面临的挑战及存在的问题

制造业是国民经济的主体,是立国之本、兴国之器、强国之基。目前我国制造业还存在着“大而不强”、自主创新能力弱,质量缺乏核心竞争力,长期处于全球产业链和价值链中的中低端层次。而我国工程人才培养也面对着同样的问题——“多而不优”,数量与质量之间存在明显不相称。中国有210万名工程师,现役和后备的工程师数量占世界第一,在校大学生中有35%的比例是工科学生,然而,在2012年瑞士洛桑国际管理学院发布的世界竞争力报告中,中国合格工程师的数量和总体质量在参加排名的55个国家中却排在了第48位,这是一个非常靠后的位置<sup>[5]</sup>,的确需要令人反思!我们的工程教育到底出了什么问题?我国的工程教育还没有形成独立的培养体系,许多高校并没有明确地将工程人才的培养与传统人才的培养加以区分。目前的教育体制落后于社会 and 产业的发展,导致学生毕业后的实践能力、创新能力和团队能力较弱,缺乏具有高技能、创新性、实用型的复合人才。

### 1.2 新工业革命对教育改革的要求

新工业革命时代,以设计驱动创新,新一代信息技术与制造业加快融合创新发展,物联网、大数据、云计算、人工智能等新技术持续演进,更广泛的产业融合以集成与协同方式实现,人才培养的质量直接关系到国家核心竞争力的提升和战略目标的实现。由于未来的工业要服务于一个变动的复杂环境,要为社会提供个性化和多种多样的服务,从而对于人才供给的类型、层次的要求必须顺应经济环境与产业结构的变化所产生的需求变化,要在新工业革命中处于不败之地,培养多层次满足多领域需求的人才是非常必要的。因此工程教育必须改变原来单一的培养模式,来满足我国社会发展战略转型的需要,面向未来,实施分层次培养,发扬工匠精神、增强创新意识和团队合作能力,从而将科学与技术、技术与管理、管理与服务有效地融为一体<sup>[6-8]</sup>。

## 2 培养未来的工程师

### 2.1 掌握基本的科学和技术内涵

在20世纪,知识就是核心能力。未来的工程师不一定要记住他们在学校学习到的所有知识,未来尖端技术信息的半衰期可能不超过5年,学生们现今学到的知识可能几年后就过时了。学生们需要学会利用数字技术,成为知识与信息的“吸收者与收集者”。教育应该改变以往向学生头脑中灌输大量专业知识的做法,应该教会学生如何在信息海洋里搜索、识别和利用对自己有用的信息,掌握基本的科学和技术内涵,保持技术的严谨性,知道“如何做”<sup>[9]</sup>。培养学生时,应采用启发式、研究式的教学方法,注重让学生学会用系统的观点全面地思考问题而不局限于对某一具体技能的掌握,培养学生独立思考问题的能力,教会学生学习方法,让学生自主学习和研究。

### 2.2 培养“融合”的思维方式

对于未来的工程师来说,创造性是最重要的领导者品质。创造性是要将不同的知识点融合在一起,不仅依赖于个人,还依赖于合作。我们应该教育学生更广泛地思考,融合不同的观点和学科。事物瞬息万变而且情况复杂,学生必须学会超越知识、专业和逻辑分析,并且敢于创新和表达不同的想法。科学和工程的进步往往源于意想不到的想象。思维能力和构思新想法是计算机不能完成的,有关“做什么”的工程,是一种很难复制、自动化或者外包的能力,因此关于“做什么”的工程将会成为未来工程师的核心能力。

## 3 教学创新,开展面向未来的工程教育

### 3.1 探索卓越工程师的培养方法

教育部于2010年启动了“卓越工程师教育培养计划”,旨在培养造就一批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才。卓越工程师教育培养计划的核心是以社会需求为导向,以实际工程为背景,以工程技术为主线,强化学生的工程意识和实践能力<sup>[10-11]</sup>。“工程实训”一直是工程教育中非常重要的一环,我校的工程训练中心,是全国最早成立工程训练中心的学校之一,作为国家综合实验教学示范中心,每年承担着40多万人时数的实践教学任务,以这种思想为指导,积极探索,勇于创新,研究制定各种办法与措施,以适应当前发展需要。作为中心的实验技术人员,结合企业的工作经验,通过平时上课和实习带教对学生的指导和沟通,以及工程研讨会上与同行的交流学习,在与美国通用电气校企共建项目的基础上,积极探索课程的“教”“学”与“实践”相结合的方法,研究和设计了新的“电子与自动化实践”的课程体系,使之更加符合学校的教学理念与培养模式。

### 3.2 模块化、层次化、融合性的教学课程设计

学生进入现实社会生产中,所面对的往往是电子、电工、自动化、控制技术有机结合在一起的“大工程”环境,毕业后突然进入这样的环境,大部分的学生往往会显得无所适从。因此,缩小高校电子实习课程与现实工程应用之间的差距,促进知识创新、技术创新,就需要突破目前相对传统的教学模式,将电子、电工、自动化和控制技术多种内容融合在一起,体现各学科间的交叉互联。

课程设计注重电子技术发展历程,着眼当下电子产品设计的需求及内涵,顺应当前学科交叉与融合日益深入的趋势,在内容编排上充分考虑电子、电工、自动化、控制技术等相关学科间的联系与区别,以期促进通识教育与实践实训教育的充分融合,充分激发学生的创新意识。课程设计顺应当前学科交叉与融合日益深入的趋势,在内容编排上,①既保留了传统电子实习的核心教学内容,又根据电子技术的发展历程,补充了单片机、嵌入式系统设计与实践技术等内容,以期为学生全面了解当今电子产品的设计需求及内涵提供基础指导;②从当前电类相关学科的发展趋势出发,有选择性地补充了自动化系统设计与实践的内容,以期为学生全面展示电子、电工、自动化、控制技术等相关学科间的联系与区别,从而有助于通识教育与实践实训教育的充分融合,也利于充分激发学生的创新意识。

电子与自动化实践课程采用模块化设计,增加灵活性,扩大受众,课程内容构架如图1所示。内容安排注重层次性,在给出的每一类实训专题内容中,都有基本课程和高级课程内容,知识点逐步深化,并按照由易到难的原则设计了多组实验,既能让学生循序渐进的接受知识,又能够方便电类和非电类学生进行选择学习。基本课程部分,一般普遍适合大部分的理工类学生进行选择,而对于有特殊需求需要进一步加深其专业知识的学生,如基础好、接受能力强、有考研或者出国意愿的学生我们会安排更适合于他们的高级部分的教学内容。美国心理学家布卢姆(B. S. Bloom)教学目标的分类理论对教育界的影响很大,他将认知目

标分为:知识、领会、运用、分析、综合、评价六级层次,从低层到高层,认知要求与水平不断提高。这种分类对于教学设计的启发是,教师在教学中应该更注重提高教学认知目标的层次,使学生获得探究与创新及知识应用的机会,并发展学生的认知评价能力;通过对于学生情况的细分,了解学生的不同背景、能力和技能差异,因材施教,合理地为他们安排合适的课程<sup>[12-14]</sup>。按需模块定位于高级课程的内容,一般情况下相对于基本课程来说,开课频率会低一些。这也有助于提高教师工作效率,更合理的安排教师的教学任务。构建模块化、层次化的教学内容库,可以使学习的过程更加灵活和更具延展性。

课程设计的目的,还可以让学生学习如何从电子、电工、自动化、控制技术有机结合在一起的整体角度出发去解决复杂的问题,凭借多方面的知识,通过融合来自不同方面的信息、数据方法、工具、概念及理论,使不同的观点和方法无缝衔接。融合的思维方式是21世纪最宝贵的财富,通过教学、实验、实训多维度、交叉融合、螺旋式全面提升学生的应用能力。在课程的不同模块的学习中,可以通过让学生接触不同的方面的信息,培养多方面融合性的思维途径。尽管绝大多数毕业生都不会成为学科领域里的专家,然而最有价值的创新就是在精深专长的交汇处产生的。

### 3.3 重视“工匠精神”的培养

可以看到课程设计,在内容编排上,保留了传统电子实习的核心教学内容,实现传统模式和创新路径并存的教学理念。“收音机的安装和调试”仍然被安排在了电子实践的内容中。可能有部分人认为这个内容已经“老掉牙”,不“与时俱进”,应该把它删除掉。然而,这恰恰是很多企业在招聘毕业生时最看重的对于基本电路的理解能力,收音机是“电子之母”,其核心电路由二极管、三极管组成。而“集成电路”的概念却来自于无数二极管三极管的组合。现在甚至还出现很多研究生不会修收音机,不会写实验报告的局面,着实令很多电子企业感到无奈。“厚学术轻应用”一直是我国高等工程人才培养存在的最大问题之一,过度学术化,对于基础的工程实践教学意识相对薄弱,工程实践教学往往只强调“加强工程研究、设计、提出解决方案等‘技术’能力培养”,而忽视对于基本实践操作的“工匠精神”的基本素质的提高。在电子实习带教的过程中,常常发现很多学生最后没有成功调试出收音机的原因,是由于其焊接的技术没有掌握好,很多焊点虚焊,漏焊,导致电路短路或者断路。而在练习焊接技术的时候,学生往往是觉得无聊而匆匆焊完,觉得“差不多”焊好就行了。这种浮躁的态度,往往是导致最后实验失败,做出废品的根本原因。

相比德国,坚定执着的“工匠精神”成就了“德国

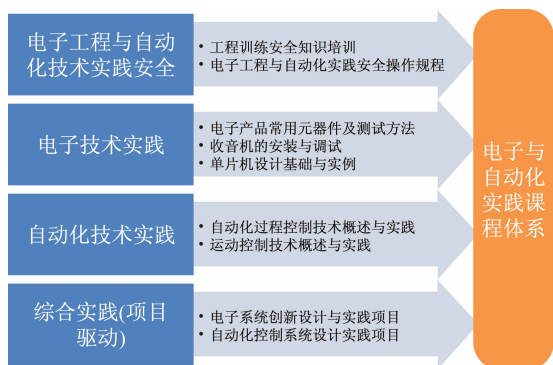


图1 电子与自动化实践课程体系构架设计



制造”,德国人重视每个生产技术细节,追求生产一流产品。这种精神不仅成就了他们的强国地位,更塑造了其社会文化,成为其国家民族生生不息的源泉。亚力克·福奇(Alec Foege)曾说过工匠精神是缔造伟大传奇的重要力量<sup>[15]</sup>。因此,我国要建设成为制造强国,工匠精神不可或缺。当前,我国制造业生产实践中,在一些生产加工环节上常常出现擅自改变技术要求,甚至根本不按技术规程要求做的乱象,觉得“差不多就行了”。这种“差不多”的工作态度正是造成“中国制造”与“德国制造”的差距的根本原因。要实现中国制造向中国创造转变、中国速度向中国质量转变、中国产品向中国品牌转变,我国高等工程教育应注重工匠精神的培养,用“工匠精神”塑造未来的工程师,用“工匠精神”筑“制造强国”。

### 3.4 基于项目驱动和问题解决的综合实践

教学心理学家加涅认为,问题解决(problem solving)属于学习的较高层次,问题解决涉及言语知识、智力技能和认知策略的综合应用,它在教学中有着重要意义。在课程的综合实践部分,我们将学生分成若干小组,完成对应的项目任务,解决项目中的问题。在项目实践的过程中,学生需要综合运用所学过的知识去进行创新设计,并且在团队全体成员的合作之下完成整个项目。在综合实践训练中,丰富学生的实践经验,提高学生的工程能力,培养学生的创新意识、项目管理能力、沟通能力以及团队协作能力。在综合实践课上,也可以根据学生在实践过程中出现的几种典型的设计案例为题材,让学生以小组的形式进行项目讨论,各抒己见,充分发挥学生们的主观能动性,真正成为学习的主人。在应对和超越新的挑战中,不断增加学生的自信,激发他们的好奇心和想象力,找到创新的“燃点”。与此同时,在与同学一起学习的过程中,相互之间可以分享最佳实践经验,获取更大收获。

## 4 结 语

实践能力、创新能力、学习能力和团队协作能力是我国对于工程教育在学生能力培养方面提出的根本要求。在工程教育上,应重塑教育观念、转变教育思想、改革教育方法,通过模块化、层次化、融合性的课程设计,结合案例或设置合理的项目教学来提高学生解决

问题的能力,教会学生学习方法。不断总结教学过程中成功经验,改进不足并加以完善,真正发挥教师在教学过程中的主导地位,从而更好地激发学生主动学习意识,提高学生学习能力和创新能力,培养符合先进制造背景下产业升级和发展需求的工程人才。相信通过本次课程建设的实施,既很好体现了传统电子技术实训内容与自动化、控制,嵌入式系统,机电一体化等相关学科知识点间的关联性,又注重将工程能力通识教育融入传统电子技术实践教学中;从而能更好地适应学科发展趋势,满足社会对综合素质人才的需求。

### 参考文献(References):

- [1] 《国务院关于印发“中国制造 2025”的通知》[Z]. 中华人民共和国国务院公报,2015(16):1-2.
- [2] 把握德国制造业的未来. 实施“工业4.0”攻略的建议[M]. 德国联邦教育研究部,2013:7-10.
- [3] 愿景. 工业4.0作为智能、网络化世界的一部分. 实施“工业4.0”攻略的建议[M]. 德国联邦教育研究部,2013:14-18.
- [4] Ulrich Sendler 主编. 工业4.0:即将来袭的第四次工业革命[M]. 邓 敏,李现民译. 北京:机械工业出版社,2014:2-3.
- [5] 倪 军. 好的工程教育是教学生解决问题[J]. 教育与职业,2012(7):115.
- [6] 赵晓闻,林 健. 工程人才培养模式的国际比较研究[J]. 高等工程教育研究,2011(2):37-39.
- [7] 王孙禺. 国家创新之路与高等工程教育改革新进程[J]. 高等工程教育研究,2013(1):15-17.
- [8] 王永生. 高水平特色大学卓越工程人才培养模式的研究与实践[J]. 中国高等教育,2011(6):15-17.
- [9] Aldert Kamp. Engineering education in a rapidly changing world [C]//Rethinking the mission and vision on engineering education at TU Delft, 2014. 10:16-17.
- [10] “卓越工程师教育培养计划”[Z]. 中华人民共和国教育部,2010.6:1-2.
- [11] 戴 波,纪文刚,刘建东,等. 以工程能力培养为主线建构专业人才培养模式[J]. 高等工程教育研究,2011(6):136-140,168.
- [12] 孙时进. 心理学概论[M]. 上海:华东师范大学出版社,2009:165-167.
- [13] 李爱莲,崔桂梅,梁 丽. 面向“卓越计划”的自动化专业人才培养模式[J]. 实验室研究与探索,2015,34(8):182-185.
- [14] 许 茜. “把脉”中国工程教育规模世界第一如何实现量质齐升[N]. 科技日报,2016-04-13:05.
- [15] 亚力克·福奇. 工匠精神:缔造伟大传奇的重要力量[M]. 陈劲译. 杭州:浙江人民出版社,2014:8-10.
- [7] 王富伟. 基于3dsmax和VRP—Builder平台的数字校园虚拟漫游系统的设计与实现[J]. 中国科技信息,2009(24):95-96.
- [8] 陈 莉,赵一鸣. 基于VRP的研究性虚拟实验系统设计与实现[J]. 中国教育信息化,2014(7):68-71.
- [9] 王正盛,陈 征. VRP10/3ds Max虚拟现实制作技能实训教程[M]. 北京:科学出版社,2010:12-18.
- [10] 郝筱松. 虚拟现实中三维模型简化技术[D]. 西安:西安电子科技大学,2007.
- [11] 杨崇源,张继贤,林宗坚. 虚拟地形场景绘制中的LOD实时算法[J]. 测绘学报,2001,30(2):133-139.
- [12] 臧新锐. 虚拟环境中大范围三维地形模型简化方法研究与实现[J]. 遥感信息,2007(1):81-82.
- [13] 唐小惠. 基于3dsMax和VRP的虚拟校园技术研究[J]. 农业网络信息,2015(7):46-50.
- [14] 马思群,李莎莎,杨 巍,等. 基于3Ds Max及VRP的高速列车VR系统设计[J]. 计算机仿真,2013,30(1):1-4.

(上接第87页)