

# 基于虚实结合的电子工艺实训课程体系建设与实施

蒋强<sup>1</sup> 高宏伟<sup>1</sup> 吴东升<sup>1</sup> 盖勇刚<sup>1</sup>

(1 沈阳理工大学 辽宁沈阳)

**摘要:**针对目前高校电子工艺实训课程内容单一,和先进电子制造理念和技术相对脱节的现象,将先进电子虚拟制造技术和电子工艺实训教学平台结合起来,建立虚实结合的实训教学体系架构,完善现有电子工艺实训课程体系,为培养全面的,具有创新意识和实践能力的高素质应用型人才提供支持保障。本文以沈阳理工大学实验技术基金项目为依托,辽宁省省级实验教学示范中心—电工电子实验中心为平台,对虚实结合的电子工艺实训课程体系进行了建设和实际运行检验,取得了良好的效果。

**关键词:**电子工艺实训;先进制造技术;虚实结合;课程体系

## 一、引言

随着电子制造业市场竞争的逐步加剧以及市场全球化的趋势,先进电子制造技术已经成为一个国家在经济对抗中获胜的重要因素之一。目前,中国已经成为全球最大的电子产品制造基地,对世界电子工业的新格局的形成起到了重要的推动作用。先进电子制造技术,尤其是电子 SMT 制造技术是一项集机械,计算机,自动控制以及检测等学科为一体的生产技术,具有很强的综合性。因此,培养满足科技和制造业发展需要的、掌握先进电子制造技术的、具有创新意识和实践能力的高素质专业人才已经变得十分迫切。

在我国,作为所有工科院校的一个传统专业,电子类专业一般覆盖了电子信息,自动化,电气工程,计算机及应用,通信,测控,机电一体化等相关专业,但在培养环节,学生在校期间学习的知识偏重理论,实践环节相对较少,而且在就业时,往往和企业实际需求偏差较大,甚至落后于产业发展。这不仅与教学安排及教材相对落后于实际技术发展有关,还与目前高校工程工艺实训环境和设备条件的现状有关,对于先进电子制造技术来说,有一些学校投入大量资金引进 SMT 生产线,但在实际课程开设时,受后期维护等相关费用的持续投入影响,无法开动生产线用于学生实训,只能停留在认识实习层次。在现行的教学模式中,学生的工程修养和实践能力与社会的需求差距很大。现在,我国已经进入世贸组织,不仅要求国家的宏观经济与国际接轨,我们培养的工程技术人才及从业劳动者的素质和技能也必须符合行业进步的需求。

近年来,教育信息化已经上升到国家战略。虚拟仿真实训承载着中国大学应用型教育实现现代化的重任,它是推动我国应用型教育内涵建设的重要突破口,也可以说是当前能够找到的有效的突破口之一。同时也符合教育部实施“中国数字教育 2020”行动计划的要求。

## 二、目前电子工艺实训现状

沈阳理工大学电工电子实验中心自成立以来,主要承担全校电工电子实验、电子、电气实训课程任务,就电子工艺实训课程来说,相关课程改革经历了以下三个发展阶段:

(一) 2006 年以前,相关课程名称为《教学实习》,内容不完全确定,以手工焊接技术训练为主,手工焊接训练器件为 THT(通孔技术)类,电子产品的安装与调试是以 6 管或 7 管(三极管)分立式器件为主的收音机;

(二) 2006—2012 年,根据培养方案的修订,课程已经更名为《电子工艺实训》,内容涵盖手工焊接技术, SMT 理论和视频教学, PCB 制版视频教学;电子产品的安装与调试开始多样化,学生电子工艺实践的产品和对象相对丰富,如音频功放、半分立器件电视机、报警器,以单片机为核心控制器件(直插式)的电子产品等;

(三) 2012 年至今,学校获批省级实验教学示范中心以来,在

实训设备上进行了投入,购入了手工 SMT 设备和 PCB 制版设备(化学腐蚀方法),由此可以在原有的手工焊接以及 SMT 和 PCB 视频教学的基础上,进行手工贴片、回流焊和化学腐蚀制版,同时为电子竞赛学生提供了一定的提升条件,但是由于设备台套数有限,面对每年约 35 个班级,1000 多人的实训任务来说,负担比较重。

电子工艺实训应当包括图 1 所示的各个环节。



图 1 电子工艺实训环节

其中,现有课程体系覆盖了化学腐蚀制作 PCB、元器件部分(以 THT 为主)、手工焊接、产品调试以及报告部分,对于电子 CAD 设计(EDA 部分)、电子 SMT 制造,以及工业焊接的部分没有涉及,这和现代电子制造技术的发展不相对应,因此,我们培养的学生对先进电子制造没有理性和感性的认知。

为改变目前电子类教学落后于实际需要的局面,按照教育部卓越工程师培养计划和推进虚拟实验系统的精神,建立虚实结合的电子 SMT 制造实训课程体系将会彻底改变传统的一把烙铁学电子的局面,解决已有 SMT 生产线不能很好用于教学的问题,解决了目前电子 SMT 制造教学困境。同时将实际电子工艺实训平台和虚拟制造相结合,建立虚实结合的实验教学体系架构,将电子工艺实训课程体系提高并完善。

## 二、课程内涵与课程体系建设与完善

### (一) 课程内涵建设

为实现虚实结合的目的,电子工艺实训课程内容在增加电子 SMT 虚拟制造训练项目的基础上,进行了总体的构造和完善,使得实训课程涵盖的内容和实训项目更为丰富。而且教学可以扩展到电子工艺实训以外的相关理论课程的课程设计等。图 2 为完善后的电子工艺实训课程内容。

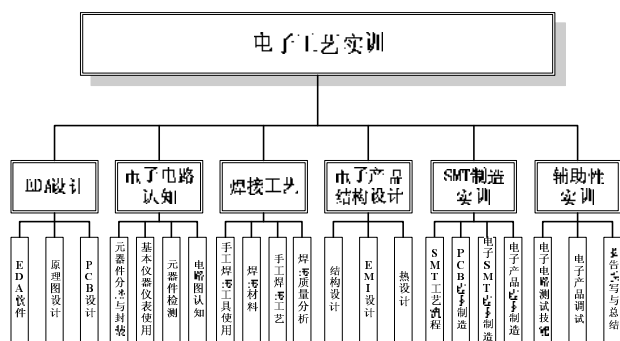


图2 电子工艺实训课程内容

总的来说，新的课程内容是针对电子工艺实训环节中的先进电子制造环节进行补充和提升，增加了EDA设计环节，电子SMT虚拟制造等环节，与现有的手工焊接工艺环节相结合，通过虚实结合的实践操作，提高学生对工业生产设备或者工业生产线的总体认知，从而为未来达到较高水平的就业能力提供前提保障。

(二) 课程体系趋于完善

在中心平台以及硬件环境的支持下，中心建立了一个针对电子产品制造的虚实结合的电子工艺实训教学体系，并将其融合进现有电子工艺实训课程结构。该体系由“基础层次”、“EDA应用层次”、“虚拟制造层次”以及“综合研究和创新层次”四大部分组成。各个部分既有自身的侧重，又相互联系支撑，总体形成虚实结合的电子工艺实训课程体系。如图3所示。

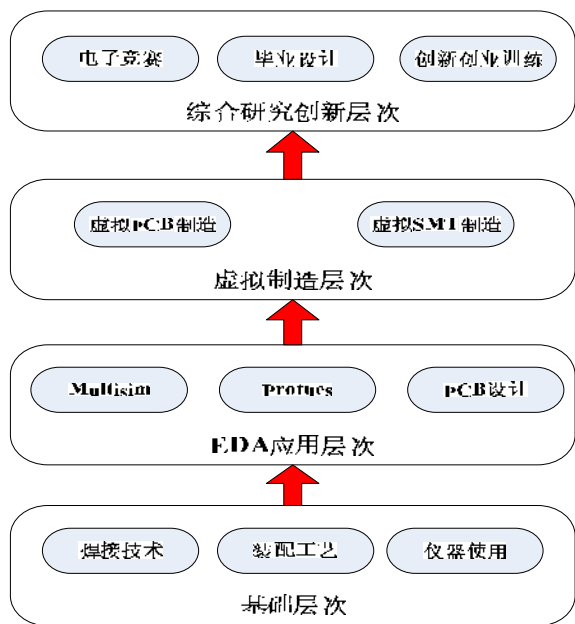


图3 虚实结合的电子工艺实训课程体系

在基础层次上对原有课程内容继续加强完善，同时通过虚拟和仿真技术、多媒体、网络通讯等技术手段，强化理论教学效果，提高工程实践能力和创新能力，与真实实验中专业基础实验层、EDA应用层、综合训练层和研究创新层相互呼应，互为补充，涵盖集成电路产业技术链的主要环节，兼顾工艺、器件、电路等多方面的培养要求，具有综合性、实用性和创新性等鲜明特色。

在EDA应用层次上，强调电路设计软件的实际操作与电路的原理图及PCB图的设计，目前我校电类相关专业课程中关于EDA设计软件的课程开设很少，导致在电路设计环节能力不足，因此，该层次的课程完善可以为虚拟制造打下良好的基础。

虚拟制造层次是整个课程体系中最重要的一部分，电子制造

工艺以及工业生产的各个环节都在这一部分展现和虚拟操作，结合手工SMT，化学腐蚀法制作PCB，手工丝印，回流焊接等实际操作，能够更深刻的理解工业生产设备的操作方法和工艺流程，

综合研究与创新层次的目的在于将之前三个层次的能力进行综合运用，集成创新，体现能力的活学活用。

三、实施与运行

首先对上述实验内容和项目的设置进行优化，对电子工艺实训课程大纲做出修改及完善。

在完成EDA设计层次以及SMT虚拟制造实训项目的开发的基础上，结合已有实训产品，以电子工艺实训课程为试点，开展实训效果测评。在项目实施过程中继续完善电子工艺实训教学大纲，找准虚实结合点。从课程设置上，有4-5个专业，在大二的下学期以及大三的上学期各有一次实训的课程安排，因此，从实训效果的延续性上，有较好的时间连续性，能够更好的评估课程体系建设后的实训效果。同时结合电工电子实验中心的基本功能，为竞赛、毕设、大创项目等科技创新活动提供该平台的成果应用。

经过两年多的运行，项目已有全校15个电类相关专业，10余个非电类专业共计3000多名学生受益，其中不乏参加各种电子类竞赛的同学。近两年，经过虚实结合的电子工艺实训教学体系的训练，参加全国大学生电子设计大赛学生数明显提升，共计500余人，获得省级以上奖项30余项，机器人竞赛获奖30余项，其中国家级奖项14项，帮助学生参加各种相关比赛200余项。

四、结语

通过对基于虚实结合的电子工艺实训课程体系的建设，形成了一个培养学生创新意识、创造性思维、系统思维和综合能力的先进实验教学平台。而且充分体现“虚实结合、相互补充、能实不虚”的原则，整合资源形成了学习训练与科研探索相结合的虚拟实验内容体系，培养了学生应用虚拟仿真技术和现代工具解决实际问题的工程实践能力。

参考文献：

[1]刘爱丽, 孙金平, 肖振国, 王索刚.“电子工艺实训”实验分级化教学模式的研究与探索[J]. 信息系统工程.2020(03).  
 [2]郭志雄. 电工电子实践教学改革的探索与实践[J]. 教育与职业.2013, 2: 155~156.  
 [3]胡晓华, 张禹, 张昊. 新工科背景下《电子工艺实训》课程创新与实践[J]. 科技资讯, 2020, 18(27): 89-91.  
 [4]刘悦芳. 企业模式的电子产品工艺实训改革与创新路径探讨[J]. 科技与创新 2020(22).  
 [5]薛桂娟; 赵文晶. 电子工艺实训创新实践教学探索与改革[J]. 创新创业理论研究与实践.2019, 2(22).  
 [6]马鹏举, 佟杰, 张兴华等. 工程训练课程体系的研究与实践[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2017.

基金项目：沈阳理工大学本科教学改革实验技术基金重点项目“基于虚实结合的电子工艺实训课程体系建设与实施”。

作者简介：蒋强，男，汉族，新疆伊宁人，沈阳理工大学自动化与电气工程学院，副院长，教授级高级实验师，辽宁省级教学示范中心主任，硕士，研究方向：智能控制。

高宏伟，男，汉族，辽宁沈阳人，沈阳理工大学自动化与电气工程学院，教授，院长，博士，研究方向：检测技术与自动化装置。

吴东升，男，汉族，河南淮阳人，沈阳理工大学自动化与电气工程学院，教授、副院长，博士，研究方向：智能控制、故障诊断、优化方法及教学管理工作。