

# 《EDA 技术》课程基于目标差异的 层次化实践教学模式构建\*

张彩珍\* 汪再兴 吴小所 刘春娟

兰州交通大学电子与信息工程学院, 兰州 730070

**摘要** 从分析我国集成电路产业迅速发展对 EDA 从业人员的需求及目前《EDA 技术》课程的现状出发,本着以“能力培养”为核心的教学理念,构建了以“学习基础、学习兴趣、就业倾向”目标差异为基础,以“培养对象层次化、实践课程内容层次化、实践教学环节层次化及培养目标层次化”为主要内容的《EDA 技术》课程层次化实践教学模式。在电子科学与技术专业学生中连续三年的实践结果表明该实践教学模式对于承认并尊重学生的个性差异,提升学生学习兴趣,从工程实践方面提高学生核心竞争力,促进学生就业率增加有明显作用,是一种因材施教的有效教学模式。

**关键字** EDA, 目标差异, 实践环节, 层次化, 教学模式

## Construction of Hierarchical Practical Teaching Mode Based on Goal Differences for EDA Technology Curriculum

ZHANG Caizhen, WANG Zaixing, WU Xiaosuo, LIU Chunjuan

School of Electronic and Information Engineering, Lanzhou Jiaotong University  
Lanzhou 730070, China  
1656841641@qq.com

**Abstract**—Based on the analysis of the demand for EDA practitioners in the rapid development of China's integrated circuit industry and the current situation of the EDA technology courses, in line with the teaching concept of ability training as the core, a hierarchical practical teaching mode for EDA Technology Curriculum was constructed. The proposed practical teaching mode is based on the goal differences including learning foundation, learning interest and employment tendency, and takes the hierarchy forms of training objects, practical course content, practical teaching links and the training objectives, respectively, as the main content. The results of three consecutive years of practice in electronic science and technology students show that the practical teaching mode plays an obvious role in recognizing and respecting students' individual differences, enhancing learning interest, improving core competitiveness from the aspect of engineering practice and promoting the increase of employment rate, thus it is an effective teaching mode of talent teaching.

**KeyWords**—EDA; goal difference; practical link; hierarchical; teaching mode

## 1 引言

EDA 技术是集成电路芯片设计、制造、封装、测试企业间重要的合作桥梁。近年来,我国在人工智能、通信等领域的快速发展及“中国制造 2025”<sup>[1]</sup>等国家政策的出台,为我国集成电路产业创造了新的发展机遇,集成电路产业的迅速发展必将带动国内 EDA 产业市场需求的增加,进而会造成我国 EDA 技术从业人员的更大缺口<sup>[1-2]</sup>。

《EDA 技术》课程的开设可以帮助学生奠定良好

的理论基础,理解 EDA 的创新思维,是培养 EDA 技术人才的重要环节。

《EDA 技术》课程理论与工程实际联系紧密,重在培养学生工程设计能力和解决实际工程技术问题的能力,在高校电子、电信等专业学生知识结构体系和能力培养中有着重要地位,已经成为高校电子、电信等专业必修的一门专业基础课,学生普遍反映该课程的开设对就业有较大帮助<sup>[1,3-5]</sup>。

结合我国集成电路产业对 EDA 技术从业人员的技术需求,进行课程改革,尤其是实践环节课程改革对于提高课程教学质量,对提升学生学习兴趣,缩短学生从事 EDA 技术专业的培训周期有着重要意义,也是新工科背景下<sup>[6]</sup>专业建设的重要内容。

\* **基金资助:** 本文得到{国家级一流本科专业建设点,兰州交通大学教学改革项目(JGY202301),甘肃省自然科学基金项目(23JRR844)}资助。

## 2 “EDA 技术”课程现状分析

EDA 技术涉及的内容广泛,实践性较强,实践环节在 EDA 课程的教学中起着举足轻重的作用,而学生在学习的过程中普遍反应 EDA 技术由于涉及的内容太多太广,学生在学习过程中容易找不到突破口,这无疑加大了这门课程的学习难度,降低了学习的积极性<sup>[6-7]</sup>。

通过对我校电子科学与技术专业学生在校时学习《EDA 技术》课程的态度及毕业后就业情况的跟踪调查,发现:

(1) 学生学习该门课程的主观学习意愿有差距。调查的学生中有超过一半以上的学生学习兴趣浓厚,想努力学好该门课程,有 12.6% 的学生缺乏学习兴趣和自信心。

(2) 有 30% 的学生毕业后选择了公务员,铁路工程公司任职等工作,从事和电子设计领域不相关的工作。有 60% 的毕业生选择了从事集成电路工艺等电子技术领域相关工作,但这些工作和 EDA 技术基本不相关,仅有 10% 左右的学生选择了从事 EDA 技术的相关工作。

上述调查结果表明,部分学习兴趣浓厚,毕业后想从事 EDA 技术相关工作的同学会感觉 EDA 课堂教学内容,尤其是实践环节内容“吃不饱”,而部分缺乏学习兴趣,毕业后并不想从事 EDA 技术相关工作的同学又觉得课堂教学内容,尤其是实践环节太难,“消化不了”。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》明确指出“要坚持全面发展与个性发展相统一”,因此,充分考虑学生学习基础、学习兴趣及就业倾向客观存在的差异性,提出一种基于目标差异的 EDA 层次化、渐进式实践教学模式,为每个学生确定一个 EDA 课程学习的合理起点和目标,帮助学生实现个性化学习,以实现每一个学生的自我发展目标是非常有必要的。

## 3 层次化实践教学模式的建立

本着以“能力培养”<sup>[8-10]</sup>为核心的教学理念,构建了以“培养对象层次化、实践课程内容层次化、实践教学环节层次化及培养目标层次化”为主要内容的《EDA 技术》课程层次化实践教学模式。

### 3.1 培养对象层次化

根据学生学习 EDA 课程的学习基础,如数字电路课程知识掌握情况、学习兴趣及今后的就业倾向客观存在的差异性,将培养对象划分为三个层次,如表 1

所示。其中第一层次为学习基础较差,学习兴趣不高,不准备从事电子技术领域相关工作的学生;第二层次为学习基础较好,学习兴趣较高,准备从事电子技术领域相关工作,但不从事 EDA 技术相关工作的学生;第三层次为学习基础好,学习兴趣高,准备从事 EDA 技术相关工作的学生。

表 1 培养对象层次

培养对象层次	学习基础	学习兴趣	就业倾向
I	较差	不高	不从事电子技术领域相关工作
II	较好	较高	从事电子技术领域相关工作,但不从事 EDA 技术相关工作
III	好	高	从事 EDA 技术相关工作

### 3.2 实践课程内容层次化

首先结合理论教学内容和我校学生的实际前续课程的知识储备及相关 EDA 技术企业的技术需求,对实践教学内容进行层次化划分<sup>[11-14]</sup>。

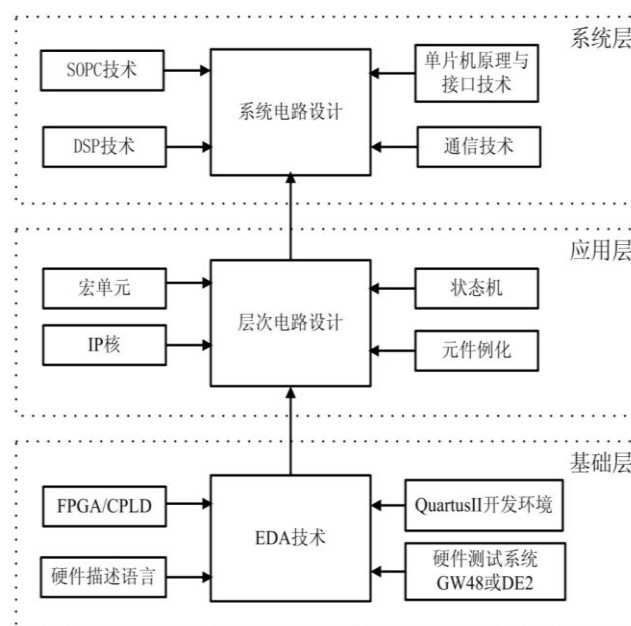


图 1 实践课程内容层次划分

图 1 所示为实践课程内容层次划分示意图,由图可见,将逻辑行为的实现作为最低层次,即基础层,利用硬件描述语言在 EDA 工具下完成数字电路实验中的部分内容,如红绿灯控制、数码译码显示、逻辑表决等;将包括 IP 核、宏功能模块的使用、利用状态机及层次化设计方法实现数字电路的设计实现作为第二层次,即应用层,如基于 FPGA 的频率计、UART 控制器、汽车尾灯控制器等的设计;第三层次为系统层,将“单片机原理与接口技术”、“嵌入式系统”、“信

号处理”等多门专业课程内容融会贯通,结合电子设计大赛题目及企业应用创新背景,完成电子系统的软硬件协同设计,如利用 FPGA/CPLD 解决信号处理和通信系统领域的实际问题。

层次一的实践课程内容以验证性和设计性实验为主,层次二的实践课程内容以设计性实验为主,层次三的实践课程内容以综合性设计为主。

在系统层,要求采用自上而下的设计方法进行系统设计,先分析设计要求,确定实现系统逻辑功能的原理和方法,画出系统的简易框图,将系统划分为控制子系统和数据处理子系统,利用基础层和应用层已经完成的设计作为系统层的子模块。

在层次化实践教学内容构建过程中,为了降低学生的学习难度,充分利用信息化教学方法,建立了线上层次化实践案例库,可节约板书时间,加大信息量,能挖掘出课本文字达不到的直观、动态效果,使难以理解的抽象理论形象化、生动化,达到提高教学效率、增强学生学习兴趣的目的。

### 3.3 实践教学环节层次化

依据教学大纲安排,将实践教学环节划分为三个层次:第一层次为课内实验,第二层次为课程设计,第三层次为开放实验及毕业设计。其中第一及第二层次的实践环节是所有学生都必须参加的,而第三层次的实践环节是按照学生自愿报名、老师选拔的方式安排部分学生参加,主要集中在属于第三层次培养对象的学生中。逐层渐进安排实践内容,在不同层次的实践教学环节中完成不同层次的实践课程内容,实现不同层次的培养目标。

### 3.4 培养目标层次化

设定层次化培养目标,第一层次以 EDA 基础技能训练为目标,在这一层次,要求学生通过基础知识的学习及完成基础层实践内容训练后,掌握 EDA 基本开发流程,了解 FPGA/CPLD 器件、学会一门硬件描述语言,具有分析、仿写程序的能力。

第二层次以 EDA 应用能力培养为目标,在这一层次,要求学生掌握包括 LPM、MegaCore (如 NCO、FIR 等)和 AMPP (如 PCI、DDS 等)在内的宏功能模块的开发流程,掌握状态机和元件例化的层次化设计方法,能将第一层次实践环节中实现的设计模块、IP 核及宏功能模块结合起来,合理划分功能组成,通过层次化设计完成面向应用的数字电路设计。

第三层次以基于 EDA 方法的电子系统设计能力培养为目标,在这一层次,要求学生能够将 EDA 技术与“单片机原理与接口技术”、“DSP 技术”等课程内

容结合起来,具有电子系统工作原理分析、方案论证、通过程序开发实现系统功能的能力。

表 2 培养目标与实践教学内容、教学环节及培养对象的关系

培养目标	I	II	III
实践教学内容	I II	II	III
实践教学环节	I	I II	III
培养对象	I、II、III	II、III	I、II、III III

表 2 所示为培养目标与实践教学内容、教学环节及培养对象之间的层次化对应关系。由表可见,第一层次培养目标的实现主要利用第一层次的实践教学环节(即课内实验)来完成第一、二层次的实践教学内容。要求在电子系统 EDA 课程学习结束后,所有层次的学生都应达到这一培养目标。第二层次培养目标的实现主要通过第一、二层次实践教学环节(即课内实验及课程设计)完成第二层次实践教学内容,要求在第一层次实践教学环节(课内实验)结束后,第二、三层次培养对象的学生能达到第二层次培养目标,在第二层次教学环节(课程设计)结束后,所有学生能达到第二层次培养目标。第三层次培养目标主要利用第三层次的实践教学环节(即开放实验或毕业设计)来实现第三层次的实践教学内容。要求在第三层次实践环节结束后,所有参加学生(主要为第三层次培养对象)都能达到这一培养目标。

## 4 实践教学环节的过程管理与考核

第一、二层次的实践环节属于每个学生的必修实践环节。在第一层次即课内实验的实践环节,共安排 16 个学时实验,其中 12 个学时针对第一层次实践教学内容,4 个学时针对第二层次实践教学内容,按照实践内容的层次设定每个实验的层次权重系数。要求 1 个学生 1 个实验台位,每个实验要求学生按照老师布置的题目预习仿写程序,在实验室完成从设计输入、编译查错到仿真分析直至编程下载,硬件测试的整个 EDA 开发流程。每个学生根据其预习情况、实验进行情况和实验报告撰写情况,6 次实验的总成绩按照 80% 的比例计入课程平时成绩。

在第二层次即课程设计的实践环节,教师针对第二层次实践教学内容,通过案例讲解,指明选题的层次化难度系数,对不同层次学生提出选题建议,要求学生根据自己对课程内容的实际掌握情况,合理选题,完成从查阅文献、方案论证与选择、程序分析与仿写、

仿真实验到课程设计报告撰写的整个过程。在成绩评定中,充分考虑题目的层次化难度系数,其中选题情况、设计实现情况和课程设计报告撰写情况分别占课程设计总成绩的20%、40%、40%。

第三层次的实践环节中开放实验属于部分基础较好学生的选修实践环节,通常由3-5人组成1个实验小组,由老师指定或学生自行选择电子系统设计的相关题目,要求学生自行查阅文献、交流讨论,确定实验方案,然后在开放实验室完成从模块划分、设计输入、程序调试、仿真分析、编程下载、硬件测试到设计报告撰写的整个过程<sup>[15]</sup>,这一过程在提高学生分析问题、解决问题能力的同时,培养了其创新能力和团队协作能力。根据参加学生的实验态度、实验完成情况给出开放实验成绩,将开放实验成绩按照10%的比例记入《EDA技术》课程的平时成绩,将开放实验成绩和课程成绩挂钩有利于激励对EDA课程学习兴趣浓厚的学生参加开放实验,同时,对开放实验实施过程性评价办法,加强过程监督和管理,控制开放实验成绩在课程平时成绩中所占的比例可以有效避免出现学生为提高成绩而一哄而上、争相选做开放实验的情况<sup>[16]</sup>。

## 5 教学模式的实践

将提出的EDA实践环节基于目标差异的层次化实践教学模式在我校电子科学与技术连续三届学生中进行了实践研究。

表3 三届毕业生部分信息统计

信息 毕业生	毕业生 就业率 (%)	毕业设计 EDA方向选 题所占比 例(%)	从事EDA技 术相关工 作的毕业 生比例 (%)
2020届	86.46	11.8	10.2
2021届	89.77	20.3	12.4
2022届	91.75	25.6	15.8

表3为三届毕业生部分信息统计,由表可知,毕业设计EDA方向选题所占人数比例从2020届的11.8%上升到2022届的25.6%,毕业生从事EDA技术相关工作的人员比例从2020届的10.2%提高到了2022届的15.8%。学生完成了简易信号发生器、图像处理系统等作品,参加各类电子竞赛、大学生科技创新项目及获奖人数逐年上升。可见,该教学模式对于提升学生学习兴趣、强化EDA课程学习效果及专业实践应用与创新能力,从工程实践方面提高学生核心竞争力,

促进学生就业率增加,缩短学生从事EDA工作的培训周期有着显著作用,是一种因材施教的有效教学模式。也是承认并尊重学生的个性差异,引导不同层次学生自主愉快地量力而学,实现基于各自个性特点的最优发展,同时促进不同学生之间的和谐交融、共同发展的差异化教学理念的有效实践。

## 6 结束语

探索了实践教学模式中各要素之间的强耦合关系,修订、完善了实践教学内容,对培养对象、实践课程内容、实践教学环节、培养目标及考核方法进行合理的层次化划分,从学生学习基础、学习兴趣和就业倾向的差异性出发,建立了基于“基础、兴趣、就业倾向客观差异性”的合理的层次化实践教学模式,针对不同层次的培养对象,提出层次化培养目标,将EDA课程实践教学内容进行层次化划分,利用不同层次的实践教学环节完成不同层次的实践教学内容,达到不同层次的实践教学培养目标。在三届本科生中的实践结果表明该层次化教学模式对因材施教、提高学生就业渠道有着显著作用。

## 参 考 文 献

- [1] 国务院关于印发《中国制造2025》的通知[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2015(16):10-26.
- [2] 吴迪,符策,李涛等.基于PBL模式的EDA技术实验教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(02):159-163.
- [3] 辛元芳.EDA技术课程教学研究[J]. 教育教学论坛, 2020(18):298-299.
- [4] 蒋磊,张丽.基于FPGA的数字系统原理与应用实践课程改革[J]. 教育现代化, 2019, 6(16):44-46.
- [5] 谭勇,朱斌.基于EDA技术的数字电路实验教学改革[J]. 中国现代教育装备, 2012(17):43-44.
- [6] 石娟.新工科背景下“大学计算机基础”课程教学改革研究与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(1):77-80.
- [7] 丁家峰,龙孟秋,尹林子,王会海,赵岩.基于口袋实验室的EDA课程教改实践[J]. 电气电子教学学报, 2022, 44(1):167-170.
- [8] 谢晓燕,谢晓巍,曹伟.面向能力培养的程序设计基础课程改革实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(3):90-93.
- [9] 秦国锋,丁志军,王力生等.立足能力建设,持续推进实验贯通[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(5):142-145, 162.
- [10] 赵炬明,高筱卉.关于实施“以学生为中心”的本科教学改革的思考[J]. 中国高教研究, 2017(8):36-40.
- [11] 郑兆兆.基于OBE模式的数字电路实验教学的探讨[J]. 实验科学与技术, 2016, 14(4):184-185.
- [12] 马驰,巢明,陈景等.基于多自由度创新实践的“数字逻辑实验”课程改革[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(3):173-176.
- [13] 魏继增,王建荣,李幼萌等.面向系统能力的数字逻辑与数字系统课程实践教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(10):179-183.

- [14] 王春荣, 夏尔冬, 熊昌炯等. 应用型本科办学的单片机原理课程改革探索[J]. 实验室研究与探索. 2017, 36(12):237-240.
- [15] 孙科学, 郭宇锋, 程勇, 等. 信息电子技术创新实践教学体系的研究与探索[J]. 实验室科学, 2019(22):128-130.
- [16] 曾华鹏, 邢媛, 汤莉等. 基于能力本位与 CDIO 的应用型本科实践类课程改革--以“工业控制网络集成”课程为例[J]. 高等工程教育研究. 2020, (01):181-188.