

# 强化 FPGA 在电气工程中的应用 课程实践的探索<sup>①</sup>

吕常智,董晓虎,范迪\*,赵洪亮,苏涛

(山东科技大学,山东 青岛 266590)

[摘要] 紧跟技术发展,把 FPGA 技术平台引入山东科技大学电气工程专业中,开设 FPGA 在电气工程中的应用课程并对之进行设计。课程框架压缩理论教学,突出实验和实践,结合专业特点设计了丰富的基础实验和应用综合实验,应用 Xilinx 公司产学研协同育人项目式综合实验的教学方法,以培养应用型、技能型人才为目标,锻炼学生的实践动手能力,提高创新意识和综合素质,弥补 FPGA 技术相关课程在教学过程中传统的单纯课堂讲解模式的不足,积极探索实践教学模式,培养学生的实践创新能力,以满足现代企业对实践型人才的要求。

[关键词] FPGA;电气工程;实践教学;应用综合实验

[中图分类号] G642

[文献标志码] A

[文章编号] 2096-0603(2019)22-0019-03

## 一、引言

FPGA 称为现场可编程门阵列,是在 PAL、GAL 等可编程器件的基础上发展起来的,凭借其高度的硬件并行结构、流水线架构、分布式内存及可编程等特性,在电子信息、通信工程、自动化等领域中广泛应用。

FPGA 属于弱电,电气工程属于强电专业和领域,因此,FPGA 与电气工程专业结合并应用其中的情况目前还很少,也缺乏针对电气工程领域的 FPGA 教材和实验装置。实际上,FPGA 的高精度脉冲时间捕捉、高密度数字 I/O 以及 PWM 信号发生器等强大数据运算能力、积木式设计结构及快速的响应速度,可实现驱动控制电路进行高效集成,在电力电子技术应用中有明显的优势。其中 ARM 具有流水线设计方法、硬件乘法器、PWM 模块等丰富的资源,具备并行处理、设计可重构、设计流程直观等优点,可快速地实现复杂算法,并根据需求可在 FPGA 内部重构出 SVPWM 波输出接口以及 ADC 接口,在工业多电机控制领域优势突出。因此,把 FPGA 课程引入并应用于电气工程专业是非常必要的。

然而 FPGA 涉及的知识技能很多,需要掌握理论,更需要扎实的实践锻炼,它包含 VHDL 语言、软件开发平台、FPGA 内部硬件结构及外围电路。器件的基础结构、内部硬件结构等内容的教学难度大,其描述语言语

法规则较多,给 FPGA 技术课程理论与实践结合带来了困难,因此,目前国内不少高校都在对 FPGA 教学进行改革。比如,有的直接把 FPGA 融入数字电子技术课程,在其中设置了一定量的 FPGA 实验内容;有的投入大量资金建设 FPGA 实验室,为提高学生 FPGA 应用开发能培养提供有力支撑;有的将 FPGA 创新开发实验教学平台融入现代电子技术、通信技术、计算机技术、EDA 技术及硬件描述语言,在教学体系上提供一个理论与实践结合的实验平台。

本文结合目前教学现状,把 FPGA 技术引入电气工程学科中,专门开设了 FPGA 在电气工程中的应用课程,根据我校 FPGA 实验室和电气实验中心的教学条件和实验设备,结合赛灵思(Xilinx)公司 ZynqPynq 设计验证平台和开发板等硬件条件,开设基于 FPGA 在电气工程应用的实践教学课程,设计教学计划、实验模块与实验教案。教学设计突出以 FPGA 为应用对象,以 VERILOG 语言为主要描述逻辑手段的电子电路设计方法,进一步增加实验课学时,提高综合设计性实验和创新研究性实验的比例,并对实验内容及时更新,有意识地将验证性实验、综合设计性实验和创新研究性实验与课程设计、实训、实习和毕业设计等实践环节密切联系起来,结合 FPGA 在电气工程中实际应用的工

<sup>①</sup>本文系山东省研究生教育创新计划与导师能力提升计划(编号:SDYY16002,SDYY17035);教育部高教司产学研协同育人项目(编号:201801145003,201801015006,201801017022,201701065008、201702185063、201702111012);山东科技大学 2014、2016 研究生教育创新计划项目的研究成果。

作者简介:吕常智(1971—),男,江西兴国人,博士,副教授,主要从事电力系统及其自动化、检测技术与自动化装置、自动控制技术方面的教学与研究。

\* 通讯作者:范迪(1976—),女,河南南阳人,博士,副教授,硕导,主要从事检测技术、信号/图像处理、机器视觉等方面的研究。  
(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net 19 -