

OBE 教育模式下的系统思维能力培养

——以数字电子技术实验为例

蓝波 张晓燕 晏涌

(北京石油化工学院信息工程学院, 北京 102617)

[摘要]系统思维能力和工程素养是基于学习产出的 OBE 教育模式最为关键的评价指标之一,实验教材作为实践教学体系的重要组成部分,在培养学生上述能力方面应发挥其不可或缺的作用。数字电子技术课程教材《电子电子基础实践教程》的编写突出了学生系统思维能力的建立和培养,可将数字电子技术全部实验内容构建成若干个具有一定实际功能的综合性实验项目,每个项目分解为相互关联的不同单元模块,每个模块包含相应的知识点。试用结果表明,使用该教材使学生的系统性思维得到了有效训练,使其对知识的理解和掌握更加稳固。

[关键词]系统思维能力;OBE;以学生为中心;数字电子技术;实验教材

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2095-3437(2018)08-0006-03

0、引言

受高等教育质量问责运动以及工程人才国际流动性增强等影响,基于学习产出的 OBE (Outcome Based Education) 教育模式已得到国内外越来越多的高校的认同。OBE 理念强调教育者必须对学生毕业时应达到的能力及其水平有清楚的构想,然后寻求设计适宜的教育结构来保证学生达到这些预期目标。各个国家对工科专业毕业生的知识、能力和职业素养的制定标准不完全一样,但大致相同,可分为专业知识、工程能力、工程背景、个人素质和职业能力等几大类。课程是教育结构中最为基础却又最重要的组成部分,OBE 模式明确了每门课程都应进行“反向设计”,以实现其应承担的对毕业能力的贡献。与此同时,“以学生为中心”(Student-centeredness, SC) 的学习范式开始逐渐取代传统的传授范式在课程教学中得到推广和应用。“以学生为中心”的学习范式与传统范式最大的不同就是把学生作为教学的“主体”,课程设计者需要重点关注的是为学生的后续学习建立稳固的知识架构,并让学生学会从系统性思维的角度思考学科相关的内容并解决实际问题。系统性思维能力是一种运用系统论理论及成果,来创造新概念、新思路、新事物,发现问题和解决问题的能力。用系统性思维思考解决某一问题时,并不是把它当成一个孤立的问题来处理,而是将其放在一个有机关联的系统里进行观察与分析。从本质上说,系统性思维是思考者以系统的观点,从整体与部分、部分与部分、整体与环境的相互联系和作用的关系中,综合地进行分析、考察和认识事物的思维方法。

数字电子技术是电气信息类专业的专业基础课,在专业培养方案框架中占据着非常重要的位置,课程包括理论教学和实践教学两个环节,二者相互支撑,同等重要。实践教材是实践教学的载体,对于培养学生的系统性思维能力和工程实践能力来说必不可少。传统的实践教材编写思路通常将实验分为验证性、设计性、综合性几个类别,并以知识点设置实验项目,这就导致学生掌握的是一个割裂的知识碎片,当他们面对实际应用性问题时,仍无法从既有知识库中构建有效的知识框架。《电工电子基础实践教程》(以下简称《教程》)是国家级规划教材和北京市精品教材,迄今已累计发行逾二十万册,在全国具有一定的影响力。《教程》第三版的修订工作于 2013 年 4 月启动,2017 年完成出版。本文作者负责其中的数字电子技术实验的编写,基于 OBE 模式和“以学生为中心”的理念,以能力素质为导向设置实验项目,将系统思维能力的建立和培养融入教材中。

一、总体编写思路

现代脑科学和神经科学的研究结果表明,学习是大脑神经网络接受和加工外部信息并改变自身结构从而造成行为变化的过程,记忆是信息存储和提取的过程。初级认知模型形成的知识是碎片化的,只有经过思维整理之后形成更大的知识框架,知识才是整体性的,位于其中不同层次、不同环节的知识点才更便于理解和记忆。现有的实验教材通常由若干个分散的、独立的实验内容构成,因此,学生在做完全部实验之后,在大脑中形成的知识大多是散乱的、片段的,难以形成体系性的知识架构,故在以后的学习或实践中很难有效地利用

[收稿时间] 2018-01-25

[基金项目] 1. 校重点教改项目,“以学生为中心”数字电子技术课程教学改革研究与实践,项目号:ZD20160301。2. 校重点教改项目,以工程教育专业认证为导向的电工电子课群综合改革,项目号:ZD20150301。

[作者简介] 蓝波(1973-),男,四川隆昌人,硕士,副教授,电工电子教学与实验中心主任,研究方向:电工电子新技术。

已有的知识,更难形成有效的系统思维方式。因此,如何帮助学生有效地建构和整理知识,培养学生系统性思维能力,是“以学生为中心”的教学范式改革研究的核心内容之一,也是本文作者编写教材时重点思考的问题。教材总体编写思路如下:

首先,进行顶层设计,从系统性思维和能力培养出发,考虑如何设置实验项目能够让学生通过实验预习、设计和实际操作,在大脑中构建完整的知识体系架构,并从系统的角度去理解单元模块和知识点的功能,进而对实现这些功能的电路和器件有更深刻的认识。例如教材修订之后的内容只保留了“基本逻辑门逻辑功能测试”和“触发器、锁存器逻辑功能测试”两个基础验证性实验,增加了组合逻辑、时序逻辑以及模数混合综合设计实验项目,每一个综合设计实验项目都是由若干个单元电路实验有机构成的(单元电路实验均可独立进行),指导教师可根据具体情况灵活安排实验内容。

其次,知识记忆代表着大脑对知识的基本认知,知识提取则表明大脑在后期学习及实践中对记忆知识的灵活拓展应用。因此在培养学生从系统的角度理解知识的基础上,实验教材更侧重于在实验的过程中通过不断强化学生对知识的系统性思维和整理,提高学生对已学过知识的灵活及拓展应用的能力,从而使学生真正具备数字电子技术的初级实践能力。

第三,考虑到实验教材的定位是实验教学,不是电子课程设计或电子设计创新,因此教材中实验项目的选择原则是系统性、应用性、设计性、完整性,不追求功能强大、指标高精尖。

二、具体实施

下面以组合逻辑综合设计实验项目为例介绍编写的具体实施过程。

(一)设计任务及要求

1.完成两个1位十进制数相加并显示其结果;2.采用常用中规模集成电路;3.被加数和加数通过按键输入,结果通过数码管显示;4.设计思路要清晰,单元电路的功能定位准确,整体电路的稳定性强,可扩展性强。

(二)设计要点

1.逻辑思维的建立

数字逻辑电路处理的对象是用两种不同电平表示的0和1这两个离散量,而要解决的实际问题在现实生活中的表现形式却多种多样,如何将二者有机地联系起来,这需要电路设计者建立正确的逻辑思维。

2.准确理解设计任务,完成顶层设计

具体而言,就是确定整体系统架构中输入量、输出量、中间处理环节三者之间的联系,以及各个模块电路的功能。顶层设计的成功与否在很大程度上将决定知识架构的完整与否。

3.按照最优原则,完成各模块电路的设计

所谓最优原则,是指在保证完成各项设计要求的前提下,设计的可靠性、经济性、可扩展性、工艺性等诸方面的平衡统一,即最适合性。模块电路的设计侧重具体

的知识点应用,应在理解整体知识架构的基础上完成此项工作。

4.功能模块电路互联、测试、统调

此环节非常容易出现新的问题,并由此带来原设计方案的调整和再设计,循环往复,直至完成所有的设计要求。也正是基于此环节,可以实现知识的反复性记忆、提取和应用。

(三)设计原理及参考电路

1.题目分析

十进制是日常生活中大家最常用也最熟悉的数制,其构成的个体从0至9,需要十→四编码器得到加数和被加数相应的4位二进制数,然后用二进制加法器完成相加运算,再通过译码显示电路将结果显示出来。其顶层设计框图如图1所示。

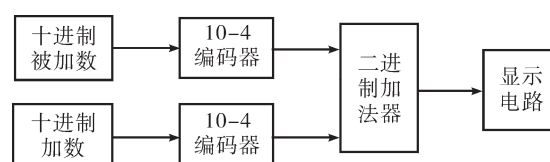


图1 两个1位十进制数相加顶层设计框图

2.单元功能模块设计

(1)10-4编码电路:十进制数包含0至9十个个体,根据编码的要求,需要4位二进制数加以区分,可采用74LS147优先编码器来实现此设计目标,它能够将输入的十进制数转换成对应的8421BCD码。

(2)二进制加法电路:查阅资料可知,能够完成两个4位二进制数相加的常用集成电路是74LS283,它有一个低位进位输入端 CI_0 ,有一个高位进位输出端 CO_4 ,所以,很容易利用这两个端口实现多个加法器的级联,以此实现多位二进制数的相加。

(3)显示电路:包括数码管和译码电路。数码管内部一般由8个发光二极管组成,包含7个段划和一个小数点,位置排成“一”形,有共阴和共阳两种不同的类型。一般而言,发光二极管的导通压降为1.5~2.0V,工作电流为10~20mA,电流过大会损坏器件,使用时必须查阅器件的参数手册并选择合适的限流电阻。显示译码电路的功能实质上是将输入的8421BCD码转换成输出的7段码以点亮数码管,其实质是一种代码转换电路,和共阴数码管配合使用的有74LS48,和共阳数码管配合使用的有74LS47。代码转换电路属于译码器的一种,常用的译码器还有2→4译码器74LS139、3→8译码器74LS138、4→10译码器74LS42等。

3.系统电路

按照上述分析,将各个单元电路综合起来,构成系统电路,进行实验接线验证。

4.问题分析

当两个十进制数相加的结果小于等于9时,系统功能一切正常,但当结果大于9时,就会显示错误的字符,原因在于一个数码管能显示的最大数字就是9。解决方法是增加一个数码管,分别显示个位和十位。接下来需

要思考的是,如何用电路完成对74LS283输出结果是否大于9的判断。

5. 故障解决

可将相加后的结果和9进行比较,查阅资料可知,能够完成两个4位二进制数比较的常用集成电路有74LS85。

至此,我们对该综合设计实验项目题目有了新的、更深入的认识。两个1位十进制数A和B分别通过10→4编码器得到两个4位二进制数,送到加法器完成加法运算,其结果送到比较器与9进行比较,当结果小于等于9时,通过控制端有效直接进行显示;当结果大于9时,其与6相加后再通过相应控制端显示。修改后的设计框图如图2所示。

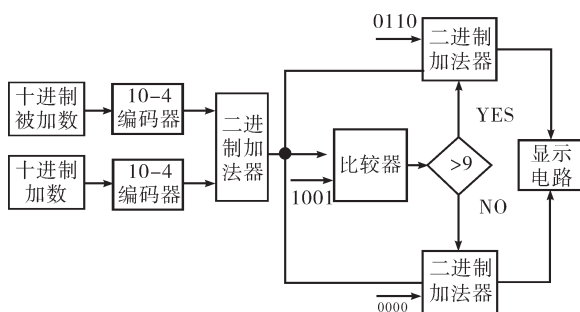


图2 两个1位十进制数相加顶层设计修改后框图

6. 完成最终设计

可先通过multisim等仿真软件对总体电路进行逻辑功能测试,如果满足设计要求,再连接实际电路验证。

(四)设计拓展

如果设计题目改为完成两个1位十进制数相减并显示其结果,那么又该如何完成设计任务呢?通过分析可知,两个1位十进制数相减,同样要先转换成两个4位的二进制数,再利用补数的概念将减法转换成加法,即先将两个数A和B进行大小比较,如果 $A \geq B$,就进行 $A + (B)_{\text{补}}$ 的运算,如果 $A < B$,就进行 $B + (A)_{\text{补}}$ 的运算,再通过选通电路将结果输送给显示电路,设计框图如图3所示。

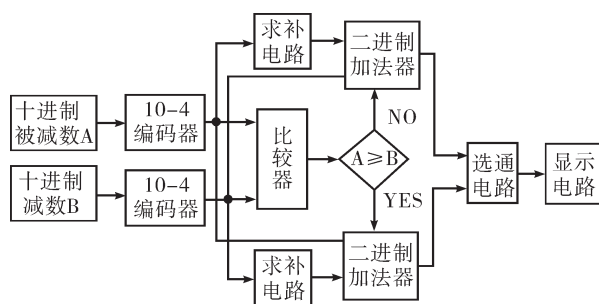


图3 两个1位十进制数相减顶层设计框图

这里A和B的比较结果决定了是选择 $A + (B)_{\text{补}}$ 操作还是选择 $B + (A)_{\text{补}}$ 操作,数字电子技术中的数据选择器的工作原理也是如此,只是执行的工作是从若干路输入

端数据中将满足条件的一路数据选出来。常用的有4选1数据选择器74LS153,8选1数据选择器74LS151等。

(五)总结

根据以上介绍的内容可知,上述综合设计实验项目涵盖了数字电子技术所有常见和典型的中规模组合集成电路,包括编码器、译码器、加法器、比较器、显示器和数据选择器,更为关键的是,这些集成电路是相互关联的,它们构成了系统的各个功能模块。学生通过完整的实验实施过程,系统性思维将得到有效训练,对知识的理解和掌握必将更加稳固。限于篇幅,上述集成芯片的管脚图、功能表和单元电路的实验接线图、数据记录表格均略去不表。时序逻辑电路综合实验同样设计了一个包含锁存器、计数器和555定时器等典型时序集成器件的项目,实施过程同上,在此不再赘述。

三、结语

本次数字电子技术实验教材的修订是在参编院校多年工程教育改革的基础上,不断总结、积累和创新的结果。基于OBE和“以学生为中心”的理念,将系统性思维能力训练融入基础实验教材中,是一次全新的尝试,修订力度非常大。修订后的教材已在北京石油化工学院试用了两轮,总体效果较好。下一步希望通过全国其他高校的使用得到相应反馈意见,且根据科学评价进而决定是否将基于系统思维能力培养的编写理念推广到教材的其他部分。

[参考文献]

- [1] Edward F. Crawley, J. Malmqvist, S. Ostlund, D. Brodeur, 著. 重新认识工程教育: 国际CDIO培养模式与方法[M]. 顾佩华, 沈民奋, 陆小华译. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [2] 顾佩华, 胡文龙, 林鹏等. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 27-37.
- [3] 姚威, 邹晓东, 胡珏. 美国工程教育的政策动向及其启示[J]. 高等工程教育研究, 2012(5): 28-33.
- [4] 朱泓, 李志义, 刘志军. 高等工程教育改革与卓越工程师培养的探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2013(6): 68-71.
- [5] 赵炬明. 论新三中心: 概念与历史——美国SC本科教学改革研究之一[J]. 高等工程教育研究, 2016(3): 35-56.
- [6] 刘献君. 论“以学生为中心”[J]. 高等教育研究, 2012(8): 1-6.
- [7] 滕菲. 以学生为中心, 以项目为载体, 实现工学结合一体化教学[J]. 中国电力教育, 2011(22): 67-68.
- [8] 蓝波, 王志秀, 徐文星. 电子工程设计综合课程改革与实践[J]. 实验室研究与探索, 2015(5): 203-206.
- [9] 蓝波, 曾建唐. 电工电子实践教学综合配套改革的探索与实施[J]. 高等理科教育, 2008(4): 120-122.

[责任编辑 刘凤华]