

# “计算机控制技术”新型教学平台的构建

王强, 孙坚

(三峡大学 电气与新能源学院, 湖北 宜昌 443002)

**摘要:**从大专业政策导向和培养创新型人才出发,从系统层面把握不同专业及课程内在联系,以“一纲、两体、四化”作为“计算机控制技术”新型教学平台创建基本原则。理论教学采用从上到下教学模式,实践环节构建“两条途径,三种层次”的实验体系,既保持课程统一性、又体现不同专业对立性。采用面向对象编程方式、Matlab 下 GUI 和电力系统工具箱等功能,开发计算机控制技术教学仿真演示系统,推进新型教学平台构建。

**关键词:**教学平台; GUI 界面; Matlab/Simulink 工具箱; 教学仿真演示系统

**中图分类号:**G642.0      **文献标志码:**A      **文章编号:**1674-5884(2014)02-0104-03

## 1 构建新型教学平台的背景和意义

教育部于1998年7月颁布的《普通高等学校本科专业目录》,把504种专业调整到249种,这一政策导向要求教育工作者必须淡化小专业意识,树立大专业思想。“计算机控制技术”是工科类电气相关专业主干课程之一,存在概念抽象、数学理论强、难于理解等基本特征。随着计算机技术的发展和多媒体设备的广泛运用,借助多媒体设备、充分挖掘数字仿真软件在教学中的优势是当前教学手段主要改进方法之一<sup>[1]</sup>。由于Simulink是MatLab下的面向结构图方式的仿真环境,其与用户交互接口是基于Windows的图形编程方法<sup>[2]</sup>,使用灵活,容易掌握。MATLAB的GUI不仅可用于设计监控演示系统功能模块,而且还可以制作界面,调用MATLAB里的任何工具箱函数,甚至可用M语言很方便地编写用于实现不同功能的函数。课程教学组利用Matlab/Simulink仿真软件开发了一个较为完善的教学系统,实现仿真教学和传统教学方式的相互补充。可满足不同专业学生的教学需求,达到预期教学效果。

## 2 平台构建基本思想——“一纲两体四化”

“一纲”,说的是1门课程1份教学计划大纲,即对原按专业设置的教学大纲,打破专业差异,采取就高不就低原则,推行统一的教学大纲和教学要求。对理论课程教学目的、深度及知识体系、教学进度和教学方法进行统一规定,并整合教师资源完善课程建设与实施。

“两体”,即理论教学主体和实践环节主体。在理论教学主体方面,打破过往按章逐节,条块分割的讲解,把计算机控制课程视为一个完整的系统,引导学生用系统的观念去认识和把握该门课程,对课程采用从上到下模块化分解模式。实践环节主体,着力构建集验证性、设计性实验和

特色性综合设计实验为一体的物理与仿真综合实验体系<sup>[3]</sup>。专业导师在理论课程接近尾声时,根据专业设置情况开设专业导论课,介绍各专业最新发展动态,以帮助学生了解各专业知识内容及研究方向,使其结合自身兴趣爱好和能力,合理选择后期实践性教学内容。

“四化”即教学过程的数字化、全程化、全员化和个性化。数字化,是借助多媒体设备、充分挖掘计算机仿真技术,使复杂、抽象的控制系统在分析、参数设计和系统组成方面变得简单而具体。全程化,指的是在整个教学环节、每个工作日都安排老师进行答疑。全员化即课程教研组成员人人参与,建立面向全体学生服务意识和健全答疑制度。个性化指导,主要以提高学生专业技能和创新意识培养为目标,对每一专业、每个实践小组进行“综合设计一对一,指导服务一对一”培养模式。

## 3 课堂教学数字仿真平台构建

### 3.1 教学仿真平台设计方案

在计算机控制系统教学实践中,开发一个基于Matlab软件的“计算机控制技术”教学仿真演示系统和开放的教学平台。平台采用Matlab图形用户界面(GUI: Graphical User Interfaces)功能和面向对象进行编程的主流编程方式。其不仅可以调用MATLAB里的任何工具箱函数,很方便地设计人机交互界面(HMI);而且不会由于可能“过程”的变化导致无法重复调用这个“过程”,保证了“对象”相对于“过程”是一个稳定的单位。依据平台构建基本思想,即理论教学从上到下的教改思路,“计算机控制技术”理论教学数字仿真平台将“对象”和“类”按层次方式进行组织,图形对象层次结构如图1所示。第一层为根对象,其功能是保存系统状态和信息的相关设置。为其它对象的父窗口。第二层用于整个图形的窗口化,为

图形窗口对象。第三层用于 MATLAB 与用户之间的可视化操作界面,该交互式界面由“对象选择区”、“工具栏”、“状态栏”和“布局区”四部分组成。对象选择区中由 Push Button、Radio Button、Edit Text 等组成;工具栏用于对象对齐、属性查看等;状态栏用于显示 GUI 对象的标示符和位置大小,鼠标所在窗口坐标值等;布局区用作查看 CALLBACK 函数、编辑 M 文件等功能。第四层为组对象及核心对象,用来绘制图形基本元素,系统自动为对象返回标识此对象的数值(对象的句柄),通过句柄查看、修改对象的属性。经编译后,整套教学仿真演示系统人机交互界面及主框架如图 2 所示。

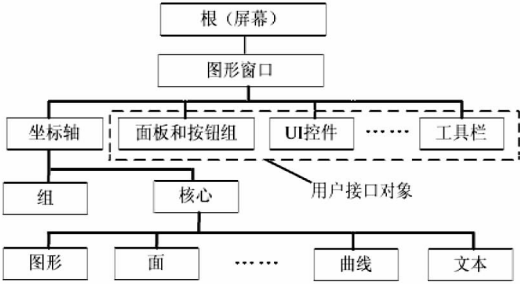


图 1 图形对象层次结构图

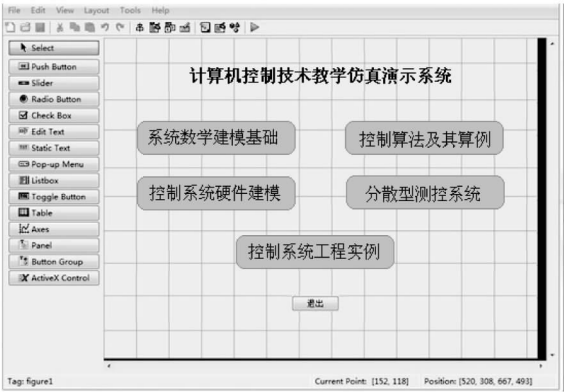


图 2 计算机控制技术教学系统主界面

为使用按钮打开 GUI 主界面对应的子界面时,可在按钮“Callback”的属性中键入“子界面的文件名(\*.fig)”和“close”,这样通过点击每个模块对应的按钮实现关闭当前界面,同时打开一个新的子界面,直接跳转到相对应的具体模块中。具体模块将“计算机控制技术”教学内容中的系统数学建模、控制算法和系统工程实例等,可通过利用 Matlab 软件的 M 文件、S-Function、工具箱等方法来建模、仿真并调试。

3.2 教学实例

在图 2 计算机控制技术教学系统 GUI 主界面中,所用的控件有 1 个静态文本框、6 个按钮。当使用“计算机控制技术仿真演示系统”进行实际教学时,如:教授控制算法,只需单击主界面上对应的“控制算法及实例”按钮,就可以打开图 3 所示的“控制算法及算例—经典控制”子界面。以数字 PID 控制算法为例,在讲授数字 PID 控制器设计时,可使用 Simulink 中的 Subsystem 构造功能,对数字 PID 控制器完成构造与封装,如图 4 所示。

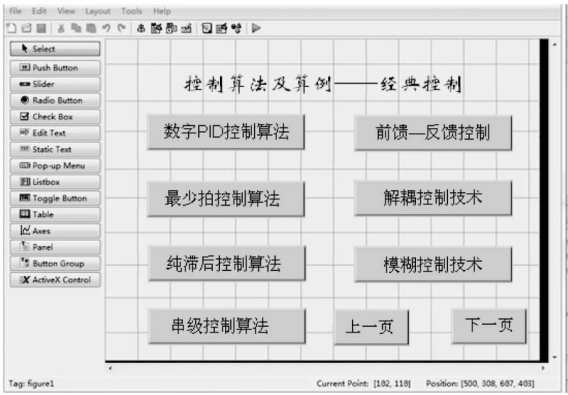


图 3 经典控制教学子模块界面

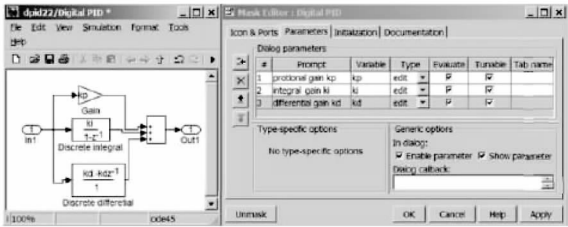


图 4 数字 PID 控制器设计与封装

当点击图 3“下一页”按钮,则关闭图 3,打开与形式上和图 3 类似的“控制算法及算例—现代控制”GUI 子界面。不过,需要说明的是,在“控制算法及算例—现代控制”子界面中和图 3 界面的区别除了教学知识点的名称不同外,最重要的区别是“关闭”按钮代替了图 3“下一页”按钮。如点击“关闭”按钮,就直接返回到 GUI 主界面。

本文设计的教学仿真演示平台,摒弃了 Matlab 进行计算机仿真以控制系统传递函数为基础的传统方法,采用 Matlab 提供的动态仿真工具 Simulink 电力系统工具箱(Simpower System Blockset),面向控制系统电气原理结构图,对图 2“控制系统工程实例”模块的控制系统进行仿真。下面以单闭环直流调速系统为例说明电力系统工具箱在教学仿真演示系统中的应用。

首先,点击图 2 中的“控制系统工程实例”按钮,建立仿真模型新文件,以存放仿真系统模型。其次选择相应器件模块,在仿真窗口的菜单栏上调出模型浏览器,提取合适的模块放在仿真平台上。再次,按系统的电气原理结构将各模块连接起来。最后对系统各环节进行参数设置,生成图 5 所示的单闭环直流调速系统仿真图。当设置不同的控制参数时,便可观察到转速、电流和转矩多种不同状态下的仿真波形图,非常方便观察和比较分析。图 6 为单闭环、无扰动调速系统控制性能和稳定性较好的转速图形。

学生通过结合某一工程实例,经过“系统—理论教学模块—系统”螺旋式循环教学过程,潜移默化中不仅对整个系统的硬件组成比较熟悉,且对控制器参数调整所引发的控制性能变化也有一个较精确认识。

4 实验平台构建

4.1 实验体系构建思想

一方面,在大专业教改原则下的“计算机控制技术”

实践教学,构建一个对立统一的实践体系是保证课程连续性和区别性,以满足不同专业特点的内在需求。另一方面,受制于教学资金、场地等各因素制约及得利于 Matlab 软件仿真功能的强大,教学团队在实际操作中,把握“一个基本点,两条途径,三种层次”的从下到上教学思想<sup>[3]</sup>。一个基本点是指以培养学生应用创新能力为中心;学生从物理实验和仿真实验两条途径获取互补学习的方法;三种层次是指实验教学体系包含有验证性实验、设计性实验和特色性综合设计实验三个层次的递进。

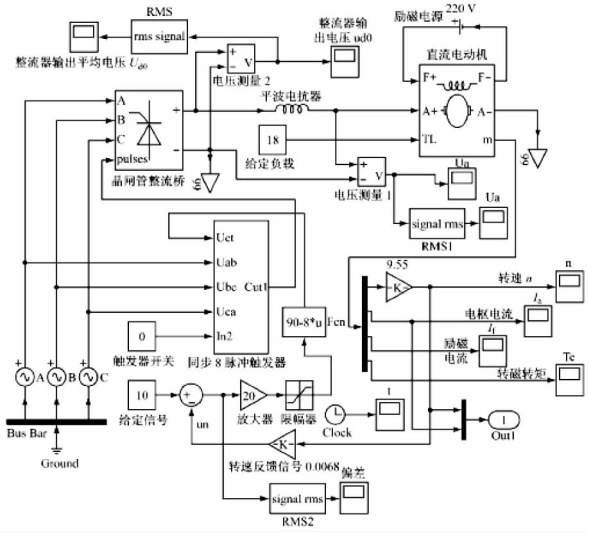


图 5 单环直流调速系统仿真模型

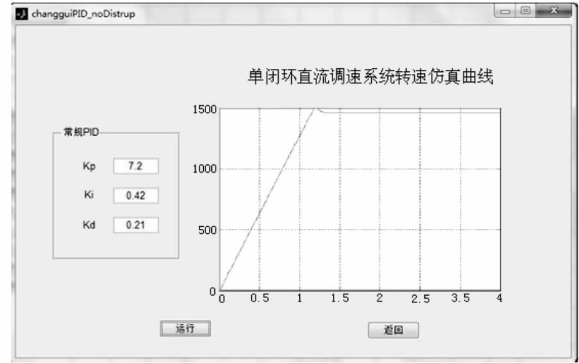


图 6 调速系统较好情况下转速曲线

4.2 实验教学案例

第一层次验证性实验又分为限选项目和自选项目。限选项目主要定位为通识教育,主要有“数字量输入输出通道”、“模拟量输入输出通道”、几类“经典控制算法”等。学生通过物理和仿真性实验,有助于理解课堂所学知识,对课程重点加深认识和把握。而对于复杂控制系统,如“PC + Fieldbus、DCS、PC + PLC、PC + SLC”4 种典型控制系统的组建、复杂控制算法归为自选项目,这部分内容主要由学生自主在开放实验室仿真平台上完成。

第二层次设计性实验主要有“交流电动机速度控制”、“水塔水位控制”、“彩灯控制系统”等。学生可根据自身爱好和能力,进行自主选题和难易取舍,初步要求学生能查阅相关专业文献,培养学生运用学过的知识和方法,发挥自己的思考和想象,自行编制控制算法程序来实

现性能指标。如某学生选择精确型“交流电动机速度控制”,在进行辅导时,指出交流电动机是一种非线性、多变量、强耦合的控制对象,其数学模型较难精确建立,为克服常规模糊控制器隶属函数不变的缺陷,可考虑设计一种改进型免疫算法 PID<sup>[4]</sup>或具有自我学习功能的控制器,详细内容可通过查找相关文献获取。

特色性综合设计实验为第三层次,一般在完成第一层次和相关理论课程教学后,以兴趣爱好或专题形式进行。经过学生报名和教师筛选,让一部分有能力、有潜力的本科同学进入实验室学习和研究。在这一过程中,教给他们科学的工作方法,使他们学会利用图书馆、网络等资源查阅资料,提出解决方案并进行论证。每个特色性综合设计实验题目均以工程实际需求为背景,如:设计题目“程控型高稳定输出交流电压源研制”,教师组织兴趣组学生对方案的总体设想和技术路线进行引导;在系统装置控制策略把握上,提醒同学使用输出电压瞬时值反馈可提高输出的稳态精度满足性能指标要求,但这可能带来系统的不稳定,用并联微分校正——引入滤波电容器电流反馈可达到改善系统稳定性的目的。这种启发式、互动式教学方式,有利于培养学生思维缜密的科学方法,达到创新型人才培养目的。

5 结 语

本文从教育部要求的树立大专业思想政策导向出发,挖掘利用现代教育设备潜能,对计算机控制技术课程新型教学平台进行创建与实践。其主要改进点是:

一是从系统层面上有效把握和认识不同专业及课程的内在联系,实现了认识层面从孤立到系统的转变,有助于知识的融会贯通。

二是利用 Matlab 图形用户界面 GUI 功能及其面向对象进行编程的主流编程方式,完成教学仿真演示系统开发。利用电力系统工具箱对计算机控制系统进行仿真建模和分析应用。能摆脱课程学时少的制约,为学生从物理实验和仿真实验“两条途径”获取互补学习奠定基础;使学生在潜移默化中熟悉系统的硬件完整组成,对控制器参数调整所引发的控制性能变化有一较为精准的认识。

三是计算机教学仿真演示系统基本上包含了“计算机控制技术”主要典型教学内容,可满足日常教学需要。通过仿真过程,既可以看到数学模型的变化(本质上产生了什么),又可以感观到虚拟的“结果”(表面上发生了什么)。直观、生动的再现控制系统结构和控制性能,激发了学生的学习兴趣 and 主动性。

参考文献:

[1] 孙 坚,王 强. 数字环境下“电力电子技术”教学方式的改进[J]. 电气电子教学学报,2011,33(5):115-116.  
[2] 胡异丁,甘俊英. MatLab 软件在信号与系统实践教学中的意义[J]. 实验室科学,2008(3):106-108.  
[3] 王 强,孙 坚.“电力电子技术”教学的改革与实践[J]. 中国电力教育,2011(6):177-178.  
[4] 王 强,钱 敏,等. 改进型免疫算法 PID 设计及在调速系统中的应用,电气传动,2009,39(2):56-60.

(责任校对 龙四清)