

面向应用型人才培养的案例教学实践 ——以汽车测试技术课程为例

庞 茂,李西秦,杨礼康,程 峰

(浙江科技学院 机械与汽车工程学院,杭州 310023)

摘 要: 针对应用型人才培养中学生跨学科专业基础知识较薄弱的问题,在综合性专业课程教学中引入案例教学,将基础理论讲授与知识应用案例相结合开展教学。以汽车测试技术课程中一阶测试系统动态特性等教学内容为例,运用 Matlab 对系统微分方程进行数值求解和仿真,通过对输入输出信号的分析,直观展示测试系统的动态特性,有效加强了学生对课程理论体系的理解及知识应用能力的培养。案例教学法在实际教学中取得了较好效果,对同类课程教学具有一定的参考价值。

关键词: 应用型人才培养;案例教学;汽车测试技术;跨学科

中图分类号: G642.3;U467

文献标志码: A

文章编号: 1671-8798(2015)04-0303-04

Practice of case teaching in automobile testing technology course for cultivation of application-oriented talents

PANG Mao, LI Xiqin, YANG Likang, CHENG Feng

(School of Mechanical and Automotive Engineering, Zhejiang University of
Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: In the course of cultivation for application-oriented talents, we find that students lack interdisciplinary knowledge. Thus we apply the case teaching based on Matlab to the comprehensive and professional course, combining teaching of basic theory with practical problems. Taking the teaching of first-order test system in automobile testing technology course as an example, we solve the differential equation by Matlab program, analyze the input and output signal serials and display the dynamic characteristic of test system, which make students strengthen the understanding on theory and application ability to the knowledge in the course. Case teaching is effective in the teaching of the course and provides reference to other similar courses.

Key words: cultivation of application-oriented talents; case teaching; automobile testing technology; interdisciplinary

收稿日期: 2015-04-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(51205360);浙江科技学院教学研究项目(2010 I A-a01)

作者简介: 庞 茂(1978—),男,内蒙古自治区包头人,副教授,博士,主要从事车辆检测、故障诊断研究。

应用型人才一般指从事产品设计制造的技术应用人才。对该类人才的培养,更多强调专业知识应用能力,而对学科体系完整性和前沿性知识掌握程度的关注相对较少,因此,在该类专业中,涉及多个学科知识的综合应用型专业课程的教学开展相对较难^[1-2]。考虑到工科类专业课程教学的特点,将基于 Matlab 的案例教学方法引入该类课程教学中,以汽车测试技术课程为例,结合课程实际应用背景设计教学案例,使学生通过自主求解案例,加深对理论知识的理解,提高其分析和解决问题的能力。

1 应用型专业课程特点

应用型专业课程是针对解决实际问题的知识综合应用课程,其在拓展学生知识面与培养学生实践创新能力方面具有良好的效果,但该类课程常涉及多个学科知识,譬如,汽车测试技术就是车辆工程和汽车服务工程专业的一门综合应用型专业课,其教学内容除涉及汽车构造、汽车原理等专业知识外,还涵盖复变函数、工程数学、信号与系统、测控技术、计算机科学及软件工程等多个学科知识的运用。而车辆工程专业学生几乎没有先修这类课程,他们对相关知识点的理解较困难,且课程理论知识与实际测试系统结合较少,课程讲解枯燥乏味,学生缺乏学习兴趣,教学效果不佳^[3-5]。另一方面,CAE(computer aided engineering)技术的发展使得基于计算机的案例设计得到广泛应用,尤其是针对理工类课程教学中的数值计算和仿真的应用更为广泛,而 Matlab 作为一个高性能的数学软件,被广泛应用于数据分析、算法开发、性能仿真等,其采用高级技术语言和交互式环境,编程简单、开放性强,因此,非常适合用于工程应用的数值计算和仿真^[6-7]。为此,根据课程特点及面向专业学生的知识结构,在汽车测试技术课程教学中有针对性地设计了多个基于 Matlab 的教学案例,以加强对基础理论的理解和知识应用能力的训练。

2 教学案例设计及实施

2.1 案例教学理论

案例教学是以典型案例为基础,引导学生参与问题分析、理论验证及方案解决,提升学生运用理论知识解决实际问题能力为目标的教学方法。案例教学既不同于教师课堂的举例分析,也不同于课程设计、毕业设计等实践类课程。案例教学主张“知识应用+学生主体”的教学理念,要求教师对案例的内容和任务进行精心选择和设计,同时,要求学生在案例执行前进行必要的知识准备,在案例执行中通过独立思考、自主探究、集体协作、密切互动等形式,强化知识应用能力,训练批判创新思维,激发好奇心和学习兴趣^[8-10]。案例教学的实施一般分为案例设计、案例呈现、案例求解和案例点评等环节。

2.2 案例设计

在工科类应用型人才培养中,教学案例的设计一般应考虑以下因素:

1)案例应紧密结合课程理论教学内容并具有一定的应用价值,案例应能帮助学生更好地理解理论知识,并能让学生对所学知识在案例中进行应用;

2)案例内容和难易程度应适宜,案例的内容应能激发学生的学习兴趣,同时,案例的难易程度应确保学生能在教师引导下独立完成案例求解;

3)案例任务应尽可能考虑与课程实验环节和学校现有实验设备相结合,以便让学生有机会通过实验进一步验证案例的求解结论。

本研究以汽车测试技术课程中测试系统动态特性教学为例,说明案例的设计过程。线性测试系统的动态特性一般由常系数线性微分方程描述,在给定的初始条件下求解该微分方程,得到任意输入 $x(t)$ 激励下测试装置的响应 $y(t)$ 。描述一阶系统特性的微分方程^[11]为:

$$\tau \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = Dx(t) \quad (1)$$

式(1)中: τ —系统时间常数; D —系统静态灵敏度。

传统课堂教学时,首先对上述微分方程进行拉氏变换,得到其传递函数:

$$H(S) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{D}{\tau s + 1} \quad (2)$$

再由传递函数得到系统频率响应函数,分析其幅频和相频特性。在分析典型信号(脉冲信号、阶跃信号、正弦信号等)对一阶系统的响应特性时,需对输入信号 $x(t)$ 进行拉氏变换得到 $X(s)$,进而求得 $Y(s) = H(s)X(s)$,然后对 $Y(s)$ 进行拉氏逆变换,得到输出信号 $y(t)$ 的函数表达式。求解过程中要多次运用拉氏变换,演算非常抽象繁杂,学生理解起来较困难,容易失去学习兴趣。而如果通过数值方法求解上述微分方程则非常直观方便,根据初始条件和输入信号进行数值迭代可直接得到输出信号序列。因此,针对该部分教学内容,笔者设计了专门的教学案例,案例包括以下三项任务:

- 1) 运用 Matlab 编程求解描述一阶系统微分方程的数值解(典型输入信号下的输出时间序列);
- 2) 分析时间常数 τ 与系统响应特性的关系;
- 3) 比较同一输入信号下,时间常数 τ 对系统响应特性的影响形式(按小组选用不同输入信号)。

通过对上述案例的求解,学生可以了解动态测试系统与静态测试系统之间的本质区别,动态测试中,系统特性对输入信号的影响方式,影响动态测试系统响应特性的因素及形式等,从而对动态测试系统有更透彻的理解和认识。

2.3 案例实施

案例实施是案例教学中的关键步骤,其实施情况直接决定该方法的效果。案例实施过程应强调学生的参与度,想方设法调动学生的积极性,激发他们的学习兴趣。案例实施一般分为以下几个步骤。

2.3.1 案例呈现

案例呈现即将教学案例的任务布置给学生。案例呈现的时机应与教学进度相适应,既可在理论知识讲授前呈现,让学生课前进行有针对性的预习,提高课堂教学效果,也可在理论知识讲授后呈现,让学生通过案例的实施对理论知识进行验证和应用。根据本案例的特点,在理论教学完成后向学生呈现该教学案例的任务,但在此之前学生需学习 Matlab 编程语言。

2.3.2 案例求解

案例的顺利求解能让学生获得成就感,充分激发其学习热情,因此,应尽量让学生独立求解,并可将学生完成情况作为课程成绩评价依据之一。首先,教师通过课堂讲授的形式引导学生明确案例求解的思路和步骤,然后,安排学生以分组形式在课后进行案例的求解。学生在案例求解过程中应积极查阅相关文献资料和运用网络资源,并通过与教师、同学的交流得到启示,培养学生自主获取知识的意识和能力。此外,要鼓励学生在求解案例过程中进一步优化软件功能,增强软件容错性,提高界面友好性和趣味性等,激发学生兴趣。求解本案例所述的一阶线性系统微分方程的 Matlab 部分代码如下。

%将一阶微分方程定义为一个独立函数:

```
function dy = Eq_order1(xt,y)
```

```
dy=0;
```

```
tao=0.6; %一阶系统时间常数取 0.6
```

```
if t<=5 %输入信号为单位阶跃函数
```

```
    xt=0
```

```
else
```

```
    xt=1;
```

```
end
```

```
dy=(xt-y)/tao;
```

```
end
```

```
%运用 ODE45 函数求解微分方程
```

```
[t, yt]=ode45('Eq_order1',[0:0.001:10],[0,0]);
```

运行该代码,即可得到一阶系统在阶跃信号输入下的输出序列。修改时间常数 τ 值,可观察输出信

号的变化趋势,具体曲线如图 1 所示。在 $t=5$ 时刻,输入信号 $x(t)$ 发生了一个单位阶跃,输出 $y(t)$ 随之开始上升,并逐渐达到平稳。如果将该响应曲线局部放大,如图 2 所示,在 $x(t)$ 发生阶跃后的 $\tau, 2\tau, \dots, 5\tau$ 的时刻(程序中 $\tau=0.6$),输出值分别达到输入值的 63.21%, 86.46%, \dots , 99.33%, 这与理论解析解的结果完全一致。图 3 所示为不同 τ 值下的输出响应曲线,可以看出,随着 τ 值的增加,系统响应速度明显变慢,达到稳态需要的时间变长。图形直观展示了 τ 值对一阶系统响应特性的影响。该案例的应用,让学生通过编程仿真从另一角度验证了课堂讲授理论知识的正确性,大大加深对理论知识的理解。同时,运用 Matlab 求解案例,编程直观简单,又不失灵活,与 C 或 Fortran 等编程语言相比,学生更容易掌握。

2.4 案例总结与点评

学生完成案例求解后,组织他们在课堂上对求解过程中遇到的问题及解决方案进行总结和交流,对完成的案例成果进行展示,教师根据学生完成情况进行点评。譬如对上述教学案例,在案例总结时,让各小组学生对所求解的案例结果进行展示,包括程序代码、运行结果生成的数据表格或曲线、软件操作界面等,让学生通过案例结果的展示获得成就感,同时进一步加深对理论知识的理解。案例总结点评后,要求学生对整个案例进行总结和完善,形成书面的总结报告,并作为课程成绩的评定依据之一。这样做既让学生对已学知识进行了复习,又使学生的主体性和主动性得到发挥。同时,在具备实验条件的前提下,鼓励学生通过开放实验等形式对理论知识进行验证和探索。本案例求解完成后,很容易推广到二阶系统的特性分析,如固有频率和阻尼对系统特性的影响形式,从而大大降低了该课程中教学难点的理解难度。

2.5 教学效果分析

除上述的一阶、二阶测试系统仿真案例外,还结合学校汽车技术实验室相关设备,对课程中的信号分类、滤波器设计、测试数据处理等教学内容开展了案例教学,

都取得了较好的教学效果。相对于传统的“理论讲解+课后习题”的教学模式,学生对基于 Matlab 的案例求解表现出更大的学习兴趣,学生的积极性、参与度及对课程的满意度都有较大的改善。从日常作业及期末考核等环节可以看出,学生对课程知识的掌握和应用能力较之前有明显的提升。此外,教学案例对部分学生后续的课程设计、技术实习、毕业设计等教学环节的实施都有一定的参考意义。

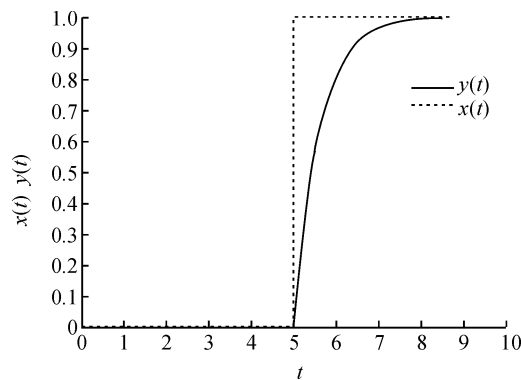


图 1 一阶系统对阶跃信号的响应

Fig. 1 Response of first-order system to step signal

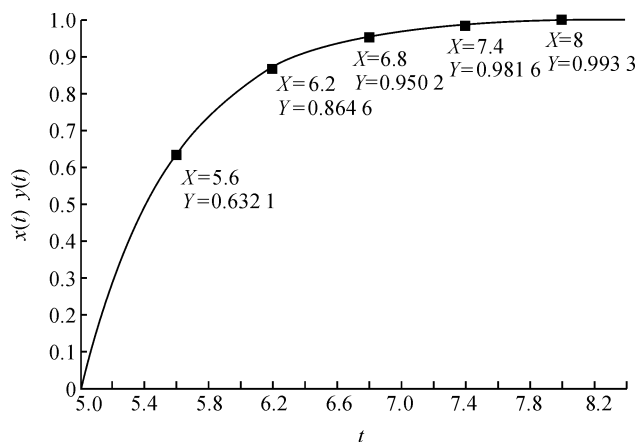


图 2 一阶系统对阶跃响应的放大图

Fig. 2 Partial detail of response of first-order system

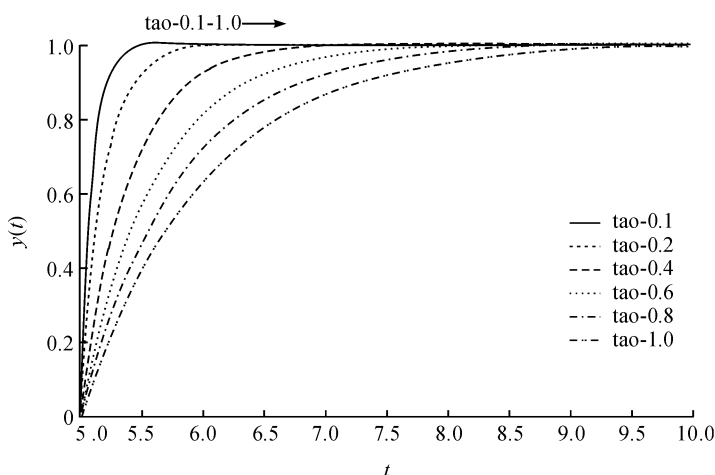


图 3 不同时间常数 τ 下一阶系统响应特性

Fig. 3 Responsive features of first-order system in different τ