

工科专业复变函数与积分变换课程实践教学探析

杨润生, 欧阳文, 唐宝庆

(长沙理工大学 数学与计算科学学院, 湖南 长沙 410076)

摘要: 讨论了如何在复变函数与积分变换课程中引入实践教学的方法, 分析指出了目前工科专业复变函数与积分变换课程的教学内容存在的突出问题。提出在实际教学中应淡化理论推导及运算技巧, 注重复变函数与积分变换课程的思想方法介绍及应用实例; 压缩课堂教学时数, 增加实践教学内容。

关键词: 复变函数与积分变换; MATLAB; 实践教学

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2010)02-0102-04

Discussion on the Practical Teaching of Complex Variable Function and Integral Transformation for Engineering Specialty

Yang Runsheng, Ou Yangwen, Tang Baoqing

(School of Mathematics and Computing Science, Changsha University of Sciences and Technology, Changsha 410076, China)

Abstract: The practical teaching approach for Complex Variable Function and Integral Transformation is discussed, and prominent problems concerned with the teaching contents of the course are analyzed. A view is presented that in practical teaching it should dilute the theoretical analysis and computing skills, and pay much more attention to the introduction of thinking method of Complex Variable Function and Integral Transformation and its applications. And the class hours of theoretical teaching should be shorten while experimental teaching expanded.

Keywords: complex variable function and integral transformation; MATLAB; experimental teaching

0 引言

复变函数与积分变换课程是电气、电子、通讯、自动化、水利、测绘等许多工科专业的必修课, 也是物理、力学、港口工程等专业一些后继课程的必要基础, 长沙理工大学在很早以前就在不同专业开设此课程。该课程包括内容互不相同, 但又联系密切的“复变函数”和“积分变换”两部分内容。其中复变函数理论诞生于18世纪, 欧拉、达朗贝尔、拉普拉斯等都是这门学科的创建者。19世纪, 通过柯西、黎曼、维尔斯特拉斯等一些著名学者的大量奠基性工作, 这门学科得到了全面发展, 复变函数理论这个新的数学分支被

公认是19世纪最丰饶的数学分支和抽象科学中最和谐的理论之一。20世纪初, 复变函数理论又有了很大进展, 开拓了复变函数理论更广阔的研究领域, 复变函数的理论和方法在数学、自然科学和工程技术中有着广泛应用, 是解决诸如电磁学、流体力学、弹性理论中平面问题的有力工具, 其基础内容已成为理工科很多专业的必修课程。积分变换主要是傅立叶变换和拉普拉斯变换, 它是通过积分运算把一个函数变成另一个函数, 积分变换的理论与方法不仅在数学的许多分支中, 且在自然科学和工程技术领域中均有着广泛的应用, 已经成为不可缺少的运算工具。

收稿日期: 2009-09-08

基金项目: 长沙理工大学精品课程建设基金资助项目(KC0911)

通信作者: 杨润生(1955-), 男, 湖南湘潭人, 长沙理工大学副教授, 主要研究方向为偏微分方程及其应用,

E-mail: yiping168@yahoo.cn

1 课程存在的问题及改革措施

复变函数与积分变换学科独特的思维方法、抽象的理论基础、多种基础数学知识的融会、灵活而广泛的应用,使得学生在学习这门课程知识时存在着一定的困难,通过调研和多年的教学实践,发现复变函数与积分变换课程的教学内容存在两个突出问题^[1]:一是偏重于理论阐述、公式的推导以及繁琐的初等运算,缺乏工程应用实例,以致学生对统计方法的实际应用不知所措;二是只有数据处理的理论,没有数据处理的工具,缺乏与计算机语言的结合,当学生遇到大量数据需要进行繁琐计算和理论性较强的分析、推理、验证过程时,感到一筹莫展。

工科院校学生对数据处理方法的要求应偏重于以使用为主,注重实用性和先进性,不需追求理论的系统性和完整性,且能对相应问题直接套用现代工具替代繁琐计算,不需详细理论推导及分析过程^[2]。因此,课程组教师对复变函数与积分变换课程的教学内容进行改革,并进行了有益的实践教学研究与尝试。

1.1 课程设计

结合复变函数发展史中重要事件和人物及积分变换的重要应用,精心设计课程内容的引出、分析、解答等过程,通过抽象概念与具体实例结合、抽象思维与形象思维结合,渗透现代数学思想,提高学习兴趣,培养学生的数学思维能力和综合应用能力。

1.2 课堂讲授

复变函数与积分变换课程的主要教学方式是课堂教学,课程理论性强,内容较为抽象,如何培养学生学习兴趣,提高课堂效率,直接影响教学效果。为此,课程组教师一方面十分重视课堂教学,精选讲课内容,精讲重点和难点内容,并广泛采用多媒体教学手段,提高课堂授课效率;另一方面,还强调互动式教学,鼓励学生提出自己的思想和见解,克服学生被动学习的局面,挖掘学生的潜能^[2-3]。在内容编排上,淡化理论推导及运算技巧,注重复变函数与积分变换的思想方法介绍及应用实例。一是选取一些典型的实际问题,通过背景介绍、问题提出、建模方法与处理技巧的分析,介绍复变函数与积分变换的思想、方法和过程;二是充实了许多工程应用实例,让学生充分了解统计方法对解决实际问题的需要,感受学习和运用知识的重要性。

1.3 例题讲解与习题练习

要学习好一门数学课程,必须要通过例题学习一些方法,通过习题练习掌握运算技能。为了不使学生有过多的负担,必须精选例题与习题。课程组在备课时仔细讨论、精心挑选有代表性的例题讲解,老师根据实际情况布置习题由学生完成,最后再抽出专门时间来讲解习题中的难点和易于出现的错误。

1.4 答疑与多媒体教学

课程组任课教师每周安排固定时间答疑,及时解决学生学习中遇到的疑难困惑。学生可拷贝教师的多媒体教学资料,有利于学生在课堂集中精力听课,从而解决了课堂信息量大,学生难做笔记等问题。

1.5 实践教学

压缩课堂教学时数,增加实践教学内容。课程组教师在介绍复变函数与积分变换知识的同时给出了相应的实现工程数据处理的平台——MATLAB 例题文件、可执行文件的应用程序。作为数值软件的 MATLAB,对数学计算领域的一些问题类型,如数值线性代数、微分方程数值解、数值逼近、最优化方法、数值积分等进行求解,可以得到问题的离散解或近似的解析表达式。针对每一类问题的求解, MATLAB 都能给出该类问题的各种高效算法,任课教师还给学生提供了重要章节内容 (Fourier 变换、Laplace 变换) 的可执行程序,让学生体会到 MATLAB 的应用^[4]。

2 实践教学案例

以常见函数进行傅里叶变换,分析其时域与频域图形,了解傅氏变换的基本方法,认识其局限性。在介绍了傅里叶变换的原理、方法后,应用 MATLAB 对一些实际问题进行了如下处理。

傅里叶变换频谱分析的变换图形及分析:

1) 矩形脉冲信号。

表达式: $f(t)=U(t)-U(t-1)$;

程序实现:

$M=8$; $tend=1$; $T=10$; $N=2^M$;

$dt=T/N$; $n=0:N-1$; $t=n*dt$;

$w=zeros(size(t), 2)$;

$Tow=find((tend-t)>0)$;

$w(Tow, 1)=ones(length(Tow), 1)$;

$plot(t,w,'b','LineWidth', 2.5)$; $title('矩形脉冲信号')$;

$xlabel('t--->')$;

$cftbyfft(w, t)$;

矩形脉冲信号的傅里叶变换频谱分析变换图形见图 1 和 2。

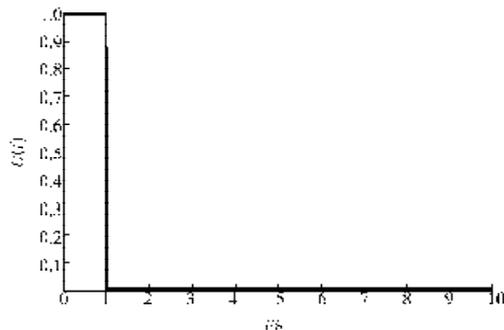


图 1 矩形脉冲信号时域图

Fig. 1 Time domain of rectangle pulse

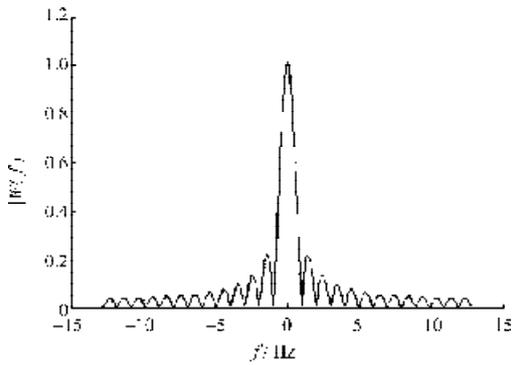


图2 矩形脉冲信号傅里叶变换图

Fig. 2 Fourier transformation of rectangle pulse

由图形对比可见，矩形脉冲函数的频率分量中，频谱成分较为单一。振幅为1的频率分量占了很大比重，而高次谐波分量比重不高于20%。

2) 频率突变信号。

表达式：

$$x(t)=\cos(12\pi t), \quad -10 \leq t \leq 0;$$

$$x(t)=\cos(18\pi t), \quad 0 < t \leq 10;$$

变换程序：

```
clear; M=8; N=2^M;
t=linspace(-10, 10, N);
s1=find(t<0);
x(s1)=cos(2*pi*6*t(s1));
s2=find(t>=0);
x(s2)=cos(2*pi*3*t(s2));
plot(t, x); title('频率突变信号'); xlabel('t-->');
cftbyfft(x, t)。
```

频率突变信号的傅里叶变换频谱分析变换图形见图3和4。

从图3~4可见，尽管前者的时域互不叠加，但后者的整个时域是重叠的。两者的傅立叶变换图形几乎没有差别，在频率3 Hz和6 Hz处都有很高的频率分量，却没有体现出两者在作用时域上的差异，说明傅立叶变换无法体现时域特点的缺陷。

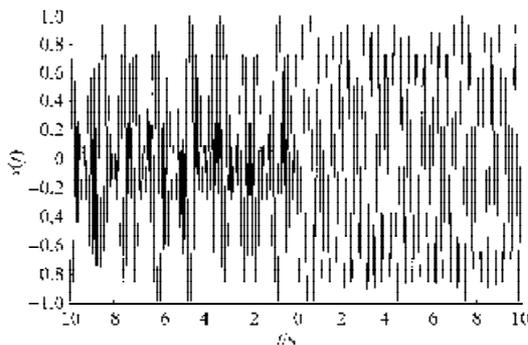


图3 频率突变信号时域图

Fig. 3 Time domain of mutant frequency

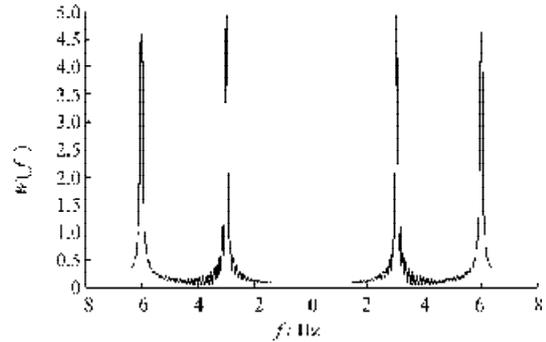


图4 频率突变信号傅里叶变换图

Fig. 4 Fourier transformation of mutant frequency

3) 太阳黑子200 a中活动情况函数。

变换程序：

load sunspot.dat % 系统提供的历史数据，为20*2矩阵

year = sunspot(:,1); % 分解所得年份数据

wolfer = sunspot(:,2); % 分解所得的活动数据。

Cftbyfft(wolfer, year);

太阳黑子200 a中活动情况函数图像的傅里叶变换频谱分析变换图形见图5和6。

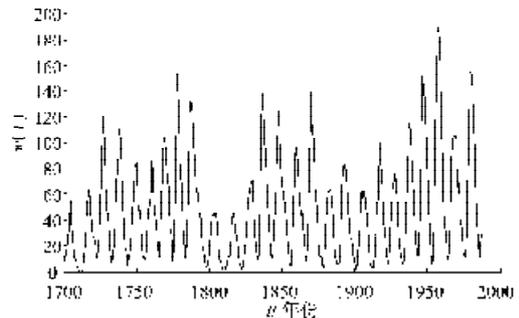


图5 太阳黑子活动情况时域图

Fig. 5 Time domain of sunspots pulse

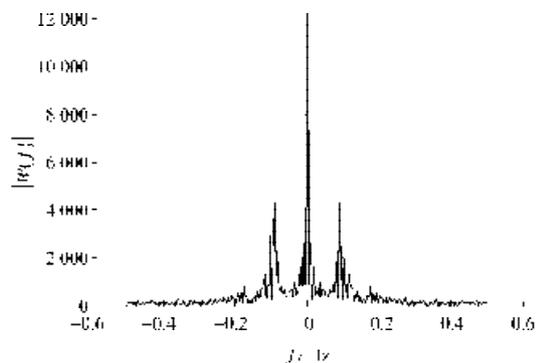


图6 太阳黑子活动情况傅里叶变换图

Fig. 6 Fourier transformation of sunspots pulse

从图5看，太阳黑子活动较为混乱，似乎没有规律，但从它的FFT (fast Fourier transform, 即快速傅立叶变换) 图上看，在(-0.1、0、0.1) Hz的幅值特别高，尤其是在0点，说明太阳黑子的活动还是有规律可寻

的, 其傅立叶变换体现了高度归中性, 在频率为 0 处, 太阳黑子活动有一个峰值。对于太阳黑子的活动, 在时域上没有十分明显的变化规律, 而在其频域上却呈现出良好的突变特性, 那么对其频谱的分析就可以很好地掌握太阳黑子活动的规律, 对于人类的研究起了非常大的作用。

3 认识与思考

复变函数与积分变换课程实践教学是在原来的计划学时内增设的, 将傅立叶变换方法与快速实现工程数据处理的平台融为一体, 既从理论层面上介绍常用复变函数与积分变换的基本原理和应用; 同时给出相应的实现工程数据处理的平台——MATLAB 例题文件、可执行文件的应用程序, 这不仅提高和完善了复变函数与积分变换方法的实用性, 还可使学生通过研究和学习相应的源程序代码来学会使用 MATLAB^[5]。通过复变函数与积分变换课程实践教学的尝试, 课程组教师发现学生不仅对复变函数与积分变换课程的学习有了积极性, 同时对 MATLAB 语言编程也产生了极大的兴趣。例题程序代码、可执行的应用程序主要是提供给对 MATLAB 不够了解或知之甚少的学生使用和学习。若能在学习复变函数与积分变换课程的同时开设 MATLAB 语言选修课, 让学生学会基本的编程方法, 能够进行图像处理, 效果会更好。这样不仅可使学生掌握解决工程数据处理中的常见方法, 也可培养学生运用 MATLAB 语言编程的能力, 当遇到新问题、新方法时, 学生便可模仿已有的程序, 自己编程处理。课程组教师通过此次试验, 发现学生不仅加深了对变换的理解, 同时了解了 MATLAB 这一数学软件的初步使用, 学会了运用软件来实现图形的变换。这不仅有利于学生的数学学习, 且对今后的信号分析等课程很

有裨益, 同时这次试验还使学生深刻理解了 MATLAB 软件在工程数学中应用的重大意义。

参考文献:

- [1] 邓英东, 吕彦鸣. 复变函数与积分变换课堂教学改革的探讨[J]. 南通工学院学报: 社会科学版, 2004(4): 36-38.
Deng Yingdong, Lv Yanming. Educational Research and Reform on the Course of Functions of Complex Variable and Integral Transform[J]. Journal of Nantong Institute of Technology: Social Science, 2004(4): 36-38.
- [2] 陈晓龙, 施庆生. 高等数学教学改革探索与实践[J]. 化工高等教育, 2008(2): 22-24.
Chen Xiaolong, Shi Qingsheng. Exploration and Practice of Teaching Innovation in Higher Mathematics[J]. Higher Education in Chemical Engineering, 2008(2): 22-24.
- [3] 韦兰英. 复变函数论课堂教学中创造性思维的培养[J]. 南宁师范高等专科学校学报, 2006(2): 80-82.
Wei Lanying. How to Train Creative Thinking in Classroom Teaching of Complex Function[J]. Journal of Nanning Teachers College, 2006(2): 80-82.
- [4] 周晨星, 姜淑珍. 复变函数论教学内容与教学方法的新探[J]. 长春师范学院学报, 2005(11): 134-135.
Zhou Chenxing, Jiang Shuzhen. The New Study on Contents of Complex Variable Function and Its Teaching Methods[J]. Journal of Changchun Teachers College, 2005(11): 134-135.
- [5] 谢娟, 邱剑锋. 复变函数与积分变换教学改革研究与实践[J]. 合肥师范学院学报, 2009, 27(3): 26-28.
Xie Juan, Qiu Jianfeng. Research and Practice Oil Teaching Reform of Functions of Complex Function and Integral Transformations[J]. Journal of Hefei Teachers College, 2009, 27(3): 26-28.

(责任编辑: 李玉珍)