

# MATLAB 在机械教学中的新探索

蒋 宇, 谢国秋, 杨咸启

(黄山学院 信息工程学院, 安徽 黄山 245021)

**摘 要:** 通过以傅里叶变换为切入点, 利用 MATLAB 建模仿真齿轮运转啮合过程, 极好地展现了 MATLAB 强大的数值计算和复杂的信息处理功能在多学科交叉中的应用价值, 为新的教学模式的探索提供了一种新思路、新方法。将 MATLAB 软件与机械教学有机结合起来, 不仅改善了课堂教学效果, 而且激发了学生的学习兴趣, 有助于学生创新能力的培养。

**关键词:** MATLAB; 傅里叶变换; 数值计算; 信息处理

**中图分类号:** TH122    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-447X(2010)03-0120-03

## 1 引 言

机械设计基础是高等学校工科专业的一门重要的技术基础课, 该门课程在学生的教学培养环节中占有极其重要的地位。传统的机械设计基础课程教学中, 课程安排内容以理论教学为主, 这对于当前综合素质能力的培养呈现出一定的局限性。结合先进的软件演绎教学, 不仅加深学生对理论的理解, 更使得学生有了实际动手的机会, 有助于创新能力的培养。

MATLAB 是 Matrix Laboratory(矩阵实验室)的英文缩写, 它是由美国 Math Works 公司于 1982 年推出的一个软件包。是当前最流行、功能强大的科技应用软件和编程语言之一, 它集数学计算、可视化和可编程等功能于一体, 并建立了涵盖航空航天、电力电子、计算机网络、信号处理、控制工程、机械工程等等学科的函数工具包及仿真模型库, 具有强大的数学建模与分析能力, 在很多科研领域以及教学工作中具有十分重要的作用。<sup>[1-4]</sup> 因此, 将 MATLAB 应用到机械类课程教学当中是可行的也是必要的。同时探索多学科的融合教学对生动学习内容, 活跃学生积极性有着积极的作用, 本文将详

细阐明 MATLAB 在以机械信号处理与机械设计基础知识交叉融合教学中的重要作用及重大意义。

## 2 机械教学模式的新探索

传统的机械设计基础课程主要涉及各种机械连接传动机构的设计与校核, 老师讲起来内容死板缺乏新意, 学生听起来也较乏味, 教学效果不高。由此, 探索多种学科的融合教学意义重大。作为机械类专业的另一门技术基础课, 机械信号处理技术涉及传感、微电子、控制、计算机、信号处理、数理统计、精密机械设计等多门学科, 受到国内外高校机械类学科普遍重视, 并将该课程列为本科教学中的主干课程和研究生的主要课程, 因此, 将其与机械设计基础结合起来进行教学, 对于培养学生及促进学科交叉发展等方面将会有显著作用。笔者利用 MATLAB 软件将这两门基础课程的教学有机地结合起来, 以强烈的视觉冲击力增进学生对课堂知识的理解, 充分调动学生学习积极性, 为学科教学建设创造良性影响力。

### 2.1 齿轮传动

齿轮传动是机械设计基础课程的基本内容也是重要章节。齿轮作为一种通用零件在金属切削机

收稿日期: 2010-01-26

基金项目: 黄山学院教学研究基金资助(2008hsujy012)

作者简介: 蒋 宇(1982-), 辽宁抚顺人, 黄山学院信息工程学院教师, 硕士, 研究方向为机械故障诊断、飞轮储能技术。

床、航空、电力系统、农业机械、运输机械、冶金机械等现代工业设备中得到了广泛的应用。然而在教学中,齿轮的基本公式虽然简单却繁多,学生听起来兴趣不高,更重要的是,仅仅书面的讲解并不能使学生感受到齿轮在实际中的应用情况,不能对齿轮有较深刻的理解。事实上,齿轮传动除了涉及齿轮参数上的设计与校核外,对齿轮运行状态的监测也十分重要,它可以使学生了解到齿轮啮合运动在不同状态下的数学表现形式,而这就涉及到了机械信号处理技术方面的内容。这样,就可以结合两门课程知识来较全面地介绍齿轮,让学生掌握知识更彻底,记忆更深刻。另外,齿轮运行状态分析中主要涉及齿轮啮合的各种时域和频域信息,需要应用到傅里叶变换(Discrete Fourier Transform,简称 FFT),但是 FFT 是一个复杂难懂的计算过程,学生往往十分畏惧,而且通过学生笔算也是不现实的,而利用 MATLAB 软件教学完全可以很好的解决这个问题。

### 2.2 MATLAB 在教学中的应用

在运用机械设计基础中的知识设计好了齿轮啮合的各个参数后,怎样表现这个齿轮运行情况对提高学生水平十分重要。由此笔者首先利用 MATLAB/SIMULINK 中的机构仿真库(SimMechanics)建立一对直齿轮啮合的仿真模型,如图 1 所示。仿真模型主要由驱动信号部分、执行器、齿轮传动机构以及示波器等元件组成,其中驱动信号部分是整个模型的驱动源,它包含了齿轮运转过程中的正常驱动信号、故障驱动信号以及噪声干扰信号;执行器将驱动信号传递给齿轮机构以进行啮合运转;传感器检测齿轮运行的旋转轴上的力矩信号;示波器用来显示并记录传感器传递来的数据信号。通过该模型的仿真实验,学生能够直接感受齿轮是如何啮合运动的,并可以较深刻地理解齿轮传动整个过程特点。

在实际教学中,傅里叶变换是一个基本且重要的教学点。它架起了时间域和频率域之间的桥梁,其所用的正弦波是所有线性时不变算子的特征向量,非常适合处理线性时不变信号。其表达式如下:

设  $f$  是系统的输入,  $f(t) \in L'(R)$ , 函数  $f(t)$  的连续傅里叶变换为:<sup>[9]</sup>

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\omega t} f(t) dt \quad (1)$$

在实际应用中,我们希望用计算机进行信号的频谱分析及其他方面的处理工作,所以要求信号在时域和频域上是离散的,且为有限长。离散时间傅里叶变换(Discrete Fourier Transform,简称 DFT)的应用更为普遍。

设给定实数或复数离散时间序列  $f_0, f_1, \dots, f_{N-1}$ , 设该序列绝对可和,即满足  $\sum_{n=0}^{N-1} |f_n| < \infty$ , 则序列  $\{f_n\}$  的离散傅里叶变换为:

$$X(k) = F(f_n) = \sum_{n=0}^{N-1} f_n e^{-i\frac{2\pi k}{N} n} \quad k=0, 1, \dots, N-1 \quad (2)$$

要计算傅里叶变换,需要用数值积分进行计算,计算量是较大的,学生在运算时需要掌握较好的高数理论和一定的推导能力,并且积分通常比较繁琐,人工计算和推导容易出错,而利用 MATLAB 软件可以有效避免较大计算量与高出错率。应用其自带的编程指令,在 MATLAB 环境下傅里叶变换最常见的调用格式为:<sup>[9]</sup>

$$Y = \text{fft}(x) \quad (3)$$

MATLAB 还有很多其它的数学运算指令,比如对矩阵的运算,其强大的数值计算指令,可以大大减轻运算量,提高运算能力。除此之外,傅里叶变换在机械教学中的信号处理中可以将信号分解成不同频率的正弦函数的叠加。利用傅里叶变换可以有效寻找出含有噪声的时域信号中所包含的特征频率分量,或者是非周期信号中的频率成分组成。

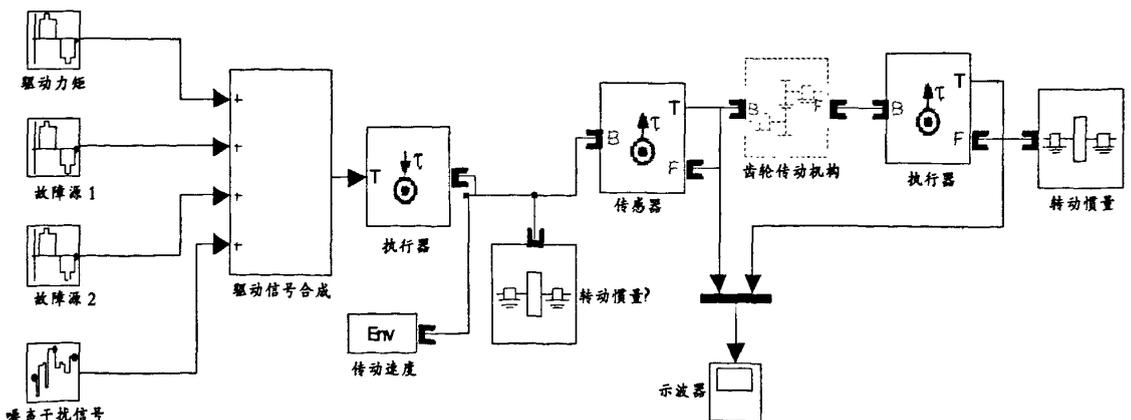


图 1 基于 MATLAB/SIMULINK 的齿轮啮合仿真模型

例如考虑在 500Hz 频率条件下所采集的信号数据,同时形成了包含频率分别为 10Hz、30Hz 和 60Hz 的周期信号,并夹杂进一些随机噪声,如图 2(a)所示。为了作对比,我们同时也仿真了含有单一频率 10Hz 的周期正弦信号,如图 2(b)所示。

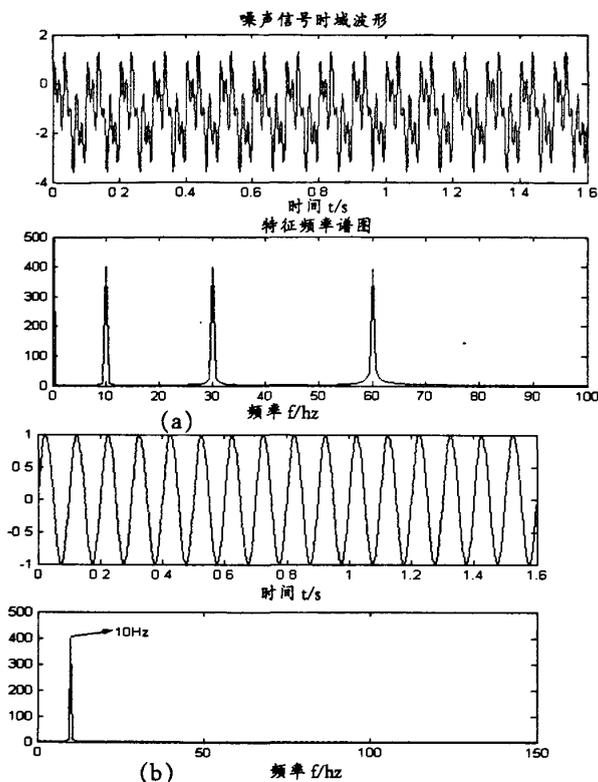


图2 信号的时域与频域图

在图 2 中,对于单一正弦信号,我们通过傅里叶变换很容易得到其周期频率,对于含有噪声的非周期信号,如果直接从原始数据图中识别出信号的频率组成成分会非常困难,此信号通过傅里叶变换在频域中能量主要集中在 10、30 与 60 的频率点上。同样,利用傅里叶变换可以有效地找出夹杂噪声信

号的特征频率分量,编程过程如图 3 所示。



图3 MATLAB 环境下编程运行过程

### 3 结论

综上所述,我们完全可以很好地利用 MATLAB 软件强大的数值计算与仿真能力,在课堂上由点及面、由单学科到多学科交叉的方式来进行教学,在提高学生水平与学习能力的同时,也提高了教师讲课质量与科研能力。

#### 参考文献:

- [1]方志.MATLAB 在控制理论教学实验教学中的应用[J].黄山学院学报,2007,9(3):115-117.
- [2]谢锋云.MATLAB 在机械工程测试技术中应用探讨[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2008,26(5):603-605.
- [3]赵柯.MATLAB 在机械类专业课教学中的应用[J].广西轻工业,2008(11):152-154.
- [4]王文娟.MATLAB/Simulink 在机械工程测试技术基础教学中的应用[J].农业科技与装备,2009(4):52-55.
- [5]郑君里,应启珩,杨为理.信号与系统[M].北京:高等教育出版社,2005:109-113.
- [6]李力,等.机械信号处理及其应用[M].武汉:华中科技大学出版社,2007:149-152.

责任编辑:胡德明

## The Application of MATLAB in Mechanical Teaching

Jiang Yu, Xie Guoqiu, Yang Xianqi

(School of Information Engineering, Huangshan University, Huangshan 245021, China)

**Abstract:** Taking the Fourier Transform as the starting point and modeling the gear mesh processing, the strong computation and information processing capacity of MATLAB in the application of the multi-disciplines have been fully exhibited. As a new methodology for the teaching mode exploration, the MATLAB based mergence of multi-disciplines can overcome the tediousness of traditional computation, greatly increase the calculation efficiency and arouse the students' interest in study. Hence, adopting the MATLAB into the school teaching procedure is an efficient and reliable way to promote the teaching effect and stimulate the students' creative ability.

**Key words:** MATLAB; Fourier Transform; numerical calculation; information processing

作者: 蒋宇, 谢国秋, 杨咸启, [Jiang Yu](#), [Xie Guoqiu](#), [Yang Xianqi](#)  
 作者单位: [黄山学院, 信息工程学院, 安徽, 黄山, 245021](#)  
 刊名: [黄山学院学报](#)  
 英文刊名: [JOURNAL OF HUANGSHAN UNIVERSITY](#)  
 年, 卷(期): 2010, 12(3)  
 被引用次数: 0次

## 参考文献(6条)

- 方忠 [MATLAB在控制理论实验教学中的应用](#) 2007(3)
- 谢锋云 [MATLAB在机械工程测试技术中应用探讨](#) 2008(5)
- 赵珂 [MATLAB在机械类专业课教学中的应用](#) 2008(11)
- 王文娟 [MATLAB/Simulink在机械工程测试技术基础教学中的应用](#) 2009(4)
- 郑君里, 应启珩, 杨为理 [信号与系统](#) 2005
- 李力 [机械信号处理及其应用](#) 2007

## 相似文献(10条)

- 期刊论文 [陈家祯, 郑子华, 陈利永](#) [MATLAB中二元傅里叶变换计算全息图的算法](#) -福建师范大学学报(自然科学版) 2003, 19(3)

介绍利用MATLAB语言实现二元傅里叶变换计算全息图的制作。相对于传统的编程语言, 该算法实现上更加简单和快捷, 并且在算法实现上采用一系列计算全息图的质量提高措施, 以减少再现像的失真。实验结果表明MATLAB是研究计算全息的有效工具之一。

- 期刊论文 [谢忠福](#) [基于Matlab 2009的信号频域分析](#) -凯里学院学报2010, 28(3)

论述了目前Matlab软件中最新版Matlab 2009的特性及应用, 介绍基于Matlab 2009对信号频域处理的工具和方法, 主要包括连续时间信号的傅里叶变换、傅里叶级数以及离散时间信号的傅里叶级数和傅里叶变换的分析方法, Matlab 2009傅里叶变换分析的相对误差比较。

- 期刊论文 [赵付丽, 章鹤龄, 邢敬婷, 冯秀梅, ZHAO Fu-li, ZHANG He-ling, XING Jing-ting, FENG Xiu-mei](#) [基于Matlab的计算全息图的制作与数字再现的研究](#) -应用光学2009, 30(6)

应用Matlab语言, 结合傅里叶变换的编码方法, 利用计算机分别绘制了菲涅耳全息图和傅里叶变换全息图, 实现了计算全息图的快速制作, 讨论了制作计算全息图的原理、方法和步骤。利用CGH技术和数字全息技术所生成的全息图再现出原始图像, 完成了全息图的数字重现, 实现了整个全息记录和再现过程的计算机模拟。与传统的编程语言和绘图方法相比较, 该算法在实现上更加简单和快捷, 并且带有一系列提高计算全息图质量的措施, 有效地消除了零级像和孪生像的影响, 获得了清晰的数字再现图像。

- 期刊论文 [崔祥霞, Cui Xiangxia](#) [圆孔圆环夫琅禾费衍射实验的Matlab仿真设计](#) -物理与工程2010, 20(5)

本文基于标量衍射理论, 利用Matlab软件编程实现了对圆孔和圆环的夫琅禾费衍射的计算机仿真。这为数字化仿真现代光学实验和教学提供了一种极好的手段。

- 学位论文 [曲伟娟](#) [基于Matlab的光学实验仿真](#) 2004

光学实验的计算机仿真不仅在科学与工程计算方面发挥着重要作用, 而且在光学教学方面也引起了广大教育工作者的广泛关注。使用不同工具编写的各种光学实验仿真应用软件大量涌现, 掀起了光学实验仿真的热潮。该文在仿真实验的基础上系统地探讨了利用Matlab实现光学实验仿真的理论和方法, 并详细给出了光学实验的各种仿真结果。具体内容有: (1) 光的干涉实验仿真。用光波波前叠加的方法实现了对两列球面波干涉、多光束干涉等实验的仿真; 用传播矩阵描述衍射光波前传播的方法对杨氏双缝和双孔干涉实验进行了仿真, 并具体详细地分析了单缝衍射对双缝干涉的影响; 另外还分析了光场的非涅耳衍射和夫琅禾费衍射图样强度分布, 为深入理解非涅耳衍射和夫琅禾费衍射及其内在联系与区别提供了理论依据。(2) 光学像差仿真。以相-幅转化理论为基础, 仿真光学像差, 得到了赛德尔像差和泽尼克多项式等多种像差的轮廓图与三维形状图等。应用金斯莱克(Kingslak)论述的方法对包含像差的典型双光束干涉图样进行了仿真分析。并在此基础上讨论了各类像差对干涉条纹的影响。(3) 光学4f系统仿真。讨论了利用光学4f系统进行光学信息处理的基本原理, 并据此提出了仿真光学4f系统的算法。用仿真的4f系统实现了网格滤波以及图像相加、相减等光学信息处理实验。(4) 设计制作光学实验仿真软件界面。针对Matlab应用程序无法脱离其运行环境的缺点, 结合Matcom4.5将Matlab的M文件转化成相同功能的C++代码, 然后在Visual C++环境下将其编译成外部可执行文件, 使整个软件可脱离Matlab环境运行。

- 期刊论文 [张淼](#) [傅里叶变换与反变换在点阵图像信息压缩处理中的应用](#) -中国校外教育(理论) 2009(4)

本文采用MATLAB软件编写程序, 利用一维或二维的傅里叶变换函数, 实现了对二维图像信息的傅里叶变换, 通过程序对其频谱结果进行处理, 利用傅里叶反变换函数, 实现了对二维图像信息的压缩, 进而展示了傅里叶变换与反变换在信号的时域、频域处理方面的作用。本文有助于对信号处理原理的学习与理解。

- 期刊论文 [张博夫, 梁凯琦, ZHANG Bo-fu, LIANG Kai-qi](#) [MATLAB环境下的数字图像处理实验入门](#) -实验科学与技术 2008, 6(1)

简述了数字图像处理、MATLAB软件及两者之间的关系, 针对数字图像处理技术的特点及MATLAB语言的应用环境, 选择二维离散傅里叶变换线性性质的MATLAB实现和直方图均衡化的MATLAB实现作为数字图像处理课程的入门实验, 实现了数字图像处理与MATLAB之间的有机结合。

- 期刊论文 [王亚男](#) [MATLAB在积分变换中的简单应用](#) -福建电脑2010, 26(9)

积分变换最初是由求解微分方程的需要而产生和发展起来的。现在, 其应用已涉及电学、光学、声学及现在统计学等多个领域。本文主要介绍了MATLAB在积分变换中的一些简单应用。

9. 期刊论文 [王永瑛, 张光明, 姜先策, 吴娜娜 用MATLAB制作二元傅里叶变换计算全息图 -商情2010\(18\)](#)

计算全息技术作为现代光学技术的一个分支, 目前已广泛应用于制作全息光学元件、全息干涉计量、光学信息存储和防伪加密等各个领域. 本文介绍了二元傅里叶变换计算全息图的基本编码方法, 并利用MATLAB软件进行了模拟仿真.

10. 学位论文 [黄永峰 真彩色计算全息术的研究 2007](#)

计算全息术是利用计算机实现全息图制作的一种技术, 与传统光学全息术相比, 具有独特的优点和极大的灵活性, 大大地简化了全息图的制作程序, 提高了制作全息图的效率. 本文提出了一种利用计算全息制作彩色全息图的方法, 并通过实验验证了方法的可行性.

本文参考国内外计算全息前沿技术, 给出了真彩色计算全息术的基本原理. 真彩色计算全息术的实现主要包括五个步骤: 一、真彩色图像的选取. 本文选择由计算机生成真彩色图像, 并依照编程要求用软件对其进行处理. 二、彩色分解. 根据三基色原理, 将真彩色图像分解成红、绿、蓝三基色图像. 三、编码. 采用罗曼III型编码和MATLAB语言, 对三基色图像进行傅里叶变换, 对其频谱进行编码. 四、成图. 将编码得到的计算全息图打印输出, 并经过缩拍处理得到真彩色计算全息图胶片. 五、再现. 本文分别对真彩色计算全息图进行了计算机模拟再现和光学再现.

本文的工作重点在采用罗曼III型编码和MATLAB语言来完成对真彩色计算全息图的编程设计, 以及利用三基色原理和傅里叶变换平移不变性原理解决再现图像的严格复位问题.

本文的主要内容包括: 第一部分, 前沿主要阐述了计算全息术的发展历史和现状. 第二部分主要讨论了计算全息术以及真彩色计算全息术的基本原理. 第三部分提出本次实验的实验方案, 计算出各项参数, 并具体说明了实验过程, 包括: 黑白计算全息图制作, 黑白计算全息图再现, 真彩色计算全息图制作, 真彩色计算全息图再现. 第四部分是对实验结果的分析 and 总结, 对真彩色计算全息术的可行性分析, 对实验中遇到问题的分析和相应改进方法的讨论.

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_hsxxyb201003036.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hsxxyb201003036.aspx)

授权使用: 黄山学院学报(qkhsxy), 授权号: 42e75bd1-e97c-4fab-9b12-9ebd00afeb80

下载时间: 2011年4月6日