

# MATLAB 软件在医学高等数学数字化改革的实践探索

王静<sup>1</sup> 顾锦裕<sup>1</sup> 陈唯贤<sup>1</sup> 丁有得<sup>1</sup>

(1.广州医科大学, 广东 广州 511436)

**摘要:** 医学高等数学具有抽象性和严密逻辑性特点, 作为理工科专业的公共基础课, 存在教学模式单一、学习过程枯燥、评价体系不均衡的特点。为了打破传统教学模式中的困局, 将 MATLAB 软件引入高等数学课堂, 探索使用软件辅助教学的实践, 将课堂理论和软件实验结合起来。软件辅助的实验教学能减少课堂理论讲解的压力, 有效改善学习枯燥的局面, 激发学习兴趣, 并且对于学生参与数模等课外活动产生积极的影响, 而且丰富了课程的评价体系。

**关键词:** MATLAB 软件; 实践教学; 评价体系

**基金项目:** 广州医科大学本科教学质量与教学改革工程建设项目 (2025JXGG017); 2025-2026 学年广州医科大学校级大学生创新训练计划项目 (20261131); 教育部产学合作协同育人项目 (240805211262351)

DOI: doi.org/10.70693/jyxb.v2i3.556

## Practical Exploration of MATLAB Software in the Digital Transformation of Medical Advanced Mathematics

Wang Jing<sup>1</sup>, Gu Jinyu<sup>1</sup>, Chen Weixian<sup>1</sup>, Ding Youde<sup>1</sup>

1. Guangzhou Medical University, Guangdong Guangzhou 511436, China

**Abstract:** As a public basic course for science and engineering majors, Medical Advanced Mathematics is highly abstract and rigorous logicality. The teaching process is characterized by a single mode, dull learning, and an unbalanced evaluation system. To break the dilemma in traditional teaching models, MATLAB software is introduced into the Advanced Mathematics classroom, exploring the practice of software-assisted teaching and integrating classroom theory with software experiments. Software-assisted experimental teaching can reduce the pressure of theoretical instruction in class, effectively alleviate the dullness of learning, stimulate interest, and positively impact students' participation in mathematical modeling and other extracurricular activities, while enriching the course's evaluation system.

**Keywords:** MATLAB Software; Practical Teaching; Evaluation System

**作者简介:** 王静(1986—), 女, 博士, 讲师, 研究方向为生物医学工程、医学大数据分析;

顾锦裕(2004—), 男, 本科生, 研究方向为可穿戴移动医疗设备、信号分析;

陈唯贤(2005—), 男, 本科生, 研究方向为医疗仪器设备;

丁有得(1981—), 男, 副教授, 研究方向为心电信号处理、医疗仪器设备研究。

通讯作者: 丁有得

在我国高等医学院校,《高等数学》是一门公共基础课,作为高等教育中一门重要的基础学科,其课程教学目标旨在培养学生的抽象思维能力和数值运算能力,提高其运用数学工具进行定量分析的水平,为学习后继基础医学课程及从事医学科学研究打下基础。高等数学课程在传统教学中存在教学目标偏重理论,教学模式单一,考试评价模式单一,技术应用不足,忽视对学生的个性化需求的问题<sup>[1][2]</sup>。传统模式教学导致学生认为该课程乏味、沉闷、学习意愿薄弱。并且多年以来本门课程主要以期末闭卷考试作为考核指标,教学和学习目标演变为做题和公式推导,更加减弱了学生对本门课程的兴趣。有很多学生在考前突击刷题,而平时出勤率不高,导致该课程评价体系有失公允。

在高等数学的教学过程中,如何能将抽象的内容变得生动,化繁为简地传授知识,激发学生的学习兴趣是所有高等数学教师需正视与探讨的课题。为了改善高等数学目前的教学现状,特引入使用 MATLAB 软件的实验课时,并将实验课时作为平时成绩纳入考核要求。将 MATLAB 软件融入高等数学的教学,已有很多高校进入实施<sup>[2]</sup>,这种尝试将知识和应用转化,软件辅助教学的方式还可以减少理论课堂的推导过程,提升课堂教学的效率,增强教学互动性。

MATLAB 软件将可视化、计算和编程功能集于一身,是一个交互式的、以矩阵计算为基础的科学和工程计算软件。在很多高等院校, MATLAB 已经成为基础课和电子信息、电器、自动化等专业课程的基本教学工具。它具备编程效率高、计算功能强、使用简便、易于扩充等优点。本文主要探讨如何将 MATLAB 软件与医科类院校高等数学教学有机结合起来,设置相关的实验课时,调动学生的学习积极性,提升学生动手能力,丰富课程评价体系,培养逻辑思维能力。

数学实验本质上是依托计算机平台开展的实践性学习活动——它以数学理论为底层逻辑框架,选取数学问题或模型作为具体研究对象,通过人机交互界面或编写程序代码实现操作交互,运用数值求解、符号推导、动态可视化等多元技术手段作为核心内容载体,采用案例剖析、虚拟仿真、规律提炼等系统性方法作为研究路径,最终目标聚焦于深化数学概念理解、强化数学应用能力或支撑数学创新实践,并以标准化实验报告作为成果呈现载体。这种实践模式将抽象数学理论与具体计算工具深度融合,在动态交互中实现知识建

构与能力提升的双重目标。因此数学实验是数学学科里十分重要的尝试和探索<sup>[3]</sup>。

## 1 MATLAB 软件辅助实验教学设计案例

高等数学主要内容包括函数与极限、导数与微分、不定积分、定积分、微分方程等。在设置实验时,按照章节分模块设置实验内容,主要通过绘图、MATLAB 集成函数演示、验证、求解具体问题,验证及分析极值、极限、积分、导数、微分等实例。

### 1.1 极限、间断点、极值的物理含义

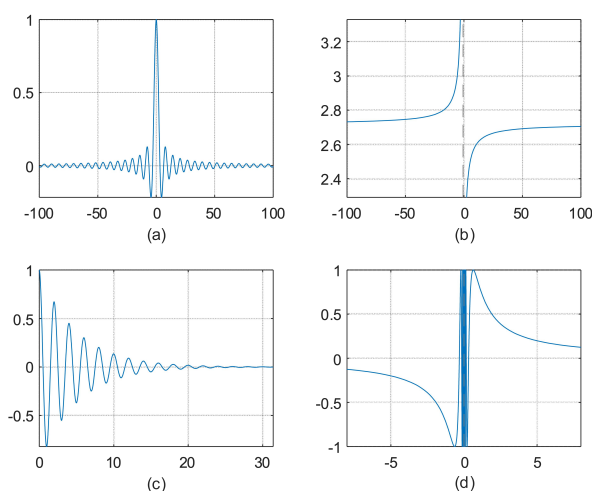
极限描述自变量的某个变化过程中,函数值的变化趋势。自变量的变化过程通常有两种:自变量趋于无穷或者自变量趋于有限常数值。函数连续的含义是,定义域内的某点处左右极限存在且相等,并且等于该点函数值。如果不满足该条件则是间断点。极值点是函数的某定义域内某一点处的函数值是其邻域内所有点的函数值中的最大或最小,该点称为极大值点或极小值点。为了验证这几个物理概念,设置以下演示题目。

图 1 中分别绘制四个常见函数的曲线,分别是(a) $y=\sin(x)/x$ , (b) $y=(1+1/x)^x$ , (c) $y=e^{-0.2x}\cos(\pi x)$ , (d) $y=\sin(1/x)$ 四个函数,在图 1 (a) (b) (c) (d) 四图中分别可以观察在自变量  $x \rightarrow 0$ ,  $x \rightarrow \infty$ ,  $x \rightarrow +\infty$ ,  $x \rightarrow \infty$  时四个函数的极限。

绘图的语句分别是:

```
fplot('sin(x)/x',[-100,100]);
fplot('(1+1/x)^x',[-100,100]);
fplot('exp(-0.2*x)*cos(pi*x)',[0,10*pi]);
fplot('sin(1/x)',[-8,8]);
```

图 1 四个函数的曲线



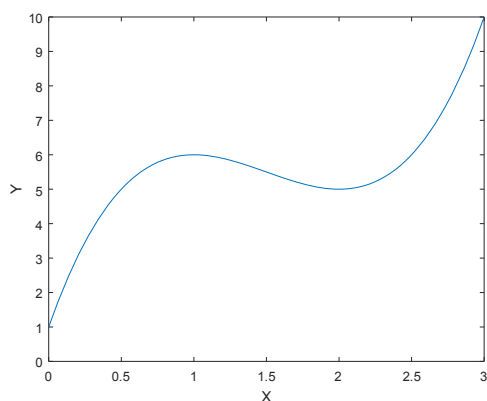
如果将本例中的变量  $x$  改变为  $n$ , 则函数变为序列, 可以通过图 1 看出序列的收敛性。并且

根据 (b) 图可以观察到 0 点是该函数的一个无穷间断点, 根据 (d) 图可以观察到 0 点是该函数的一个振动间断点。通过该实例的演示, 使同学们了解序列收敛性和函数极限的意义, 并且认识了两类间断点。

例 寻找函数  $y=2x^3-9x^2+12x+1$  在区间 $[0,3]$ 上的极值。

根据 MATLAB 绘图函数绘制函数的图形, 如图 2 所示。

图 2 函数  $y=2x^3-9x^2+12x+1$  在区间 $[0,3]$ 上的曲线



首先根据图 2 曲线观察, 函数在  $x=1$  和  $2$  附近取得极值, 选用 MATLAB 局部最小值函数 `fminbnd` 寻找函数的极值, 由于是局部最值函数, 寻找极值的区间必须在 1,2 点附近, 通过观察曲线, 选取两个极值区间:  $[0.5, 1.5]$  和  $[1.5, 3]$ , 注意区间选择不宜过大, 因为是采用最小值函数, 如果选用过大的区间, 可能在端点位置处取到最小值。由于函数 `fminbnd` 是最小值函数, 因此寻找极大值时, 将函数取负号, 通过寻找极小值的方式寻找极大值。

代码如下:

```
y=2*x^3-9*x^2+12*x+1';
```

```
fplot(y,[0,3])
```

```
[x1,y1]=fminbnd(y,1.5,3)
```

```
y=-2*x^3+9*x^2-12*x-1';
```

```
[x2,y2]=fminbnd(y,0.5,1.5)
```

返回值分别是  $[x1,y1]=[2,5]; [x1,y1]=[1,-6]$ 。

所以函数在 $[0,3]$ 区间上有一个极大值一个极小值点, 分别是 $(1,6)$ 和 $(2,5)$ 。

MATLAB 绘图带来的好处是使图像可视化, 学生不必根据公式想象曲线的走势, 将函数的间断点、极限、极点等都一一呈现, 这样的学习方式减少了难度, 增加了学生学习兴趣, 并且对于知识概念的理解更加深刻。

## 1.2 积分的求解以及积分的概念

积分包括多种积分, 如定积分、不定积分和重积分等, 积分常用的方法有第一换元法、第二换元法、分部积分法、有理函数的积分等。求解积分涉及很多技巧, 这些积分技能是需要大量的习题习得, 在练习中不断总结方法, 积分的学习过程比较沉闷, 一道题目可能要往返验证, 最终才能求得结果, 这样的学习过程比较呆板无趣。在 MATLAB 中, 利用 `int` 函数求解不定积分的解析解; 常用 `integral` 函数计算定积分, 这些函数的使用使积分看起来十分有趣而简单, 如果将理论课堂和软件积分函数联合使用, MATLAB 积分函数验证课堂理论推导, 辅助理论推导的学习理解, 可以降低学习难度, 提高学习兴趣。

例 计算不定积分  $\int x^2 \sin x dx$

使用积分函数时, 用到了符号变量 `syms`, 代码如下:

```
syms x;
```

```
int(x^2*sin(x))
```

```
ans =-x^2*cos(x)+2*cos(x)+2*x*sin(x)
```

用微分命令 `diff` 验证上述积分正确性,

MATLAB 代码为:

```
syms x;
```

```
diff(-x^2*cos(x)+2*cos(x)+2*x*sin(x))
```

```
ans =x^2*sin(x)
```

该例中, 联合使用 `int` 和 `diff` 函数, 验证了微分和不定积分是互为逆运算。

例 计算定积分  $\int_1^3 x^3 - 2x^2 + x dx$

```
f=@(x) x.^3 - 2*x.^2 + x;
```

```
result = integral(f, 1, 3);
```

```
result =6.6667
```

例 计算积分  $\int_0^{\infty} e^{-x^2} (\ln x)^2 dx$

仿照上述例子, 计算函数的定积分, 代码如下:

```
fun = @(x) exp(-x.^2).*log(x).^2;
```

```
q = integral(fun,0,Inf);
```

```
disp(['数值积分结果:', num2str(q)]);
```

```
数值积分结果: 1.9475
```

由于上面例子一个积分限是  $\infty$ , 因此也可以计算不定积分, 用符号积分计算上述实例, 代码

如下:

```
syms x;
f=exp(-x.^2).*log(x).^2;
result2 = int(f, 0, Inf);
disp(['符号积分结果: ', char(result2)]);
符号积分结果: (pi^(1/2)*((eulergamma +
log(4))^2 + pi^2/2))/8
```

eulergamma 直接表示 Euler-Mascheroni 常数 ( $\gamma$ )，其数值约为 0.5772156649015329。根据微积分基本定理 (Newton-Leibniz 公式)，可以根据函数  $f(x)$  的原函数，求出定积分的值。但在实际问题中，会存在的问题是，比如有些函数的原函数虽然存在，但却无法用初等函数表示；或者有些函数是用图表表示的，这样就不能直接运用 Newton-Leibniz 公式。

高等数学定积分常见的应用问题有曲边梯形面积和旋转体体积的求解。学生存在的问题是对旋转体缺少想象力，对于积分元没有深刻的认识。课堂授课时，对于旋转体的积分问题，如果预先采用 MATLAB 绘制旋转体的图像，将复杂抽象的旋转体体积模型 3D 展示，结合具体的旋转曲面问题逐层展示曲面的旋转过程，则定积分问题会更加容易分析，从而提高课堂的授课效率。

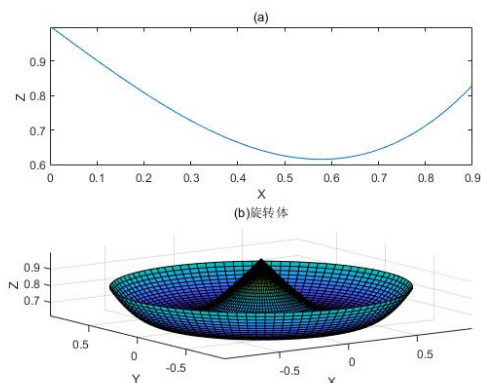
例 旋转体的绘图。绘制曲线  $z=x^3-x+1$ ,  $x \in [0,0.9]$  绕  $z$  轴旋转生成的旋转体。

绘图语句如下:

```
[theta, r] = meshgrid(linspace(0,2*pi,100),
linspace(0,0.9,50));
X = r.*cos(theta);
Y = r.*sin(theta);
Z = r.^3-r+1;
surf(X, Y, Z);
```

图 3 (a) 绘制的是  $[0,0.9]$  区间内曲线的图形，图 3 (b) 表示的是曲线绕  $z$  轴旋转一周而形成的旋转体。

图 3 旋转体的绘图



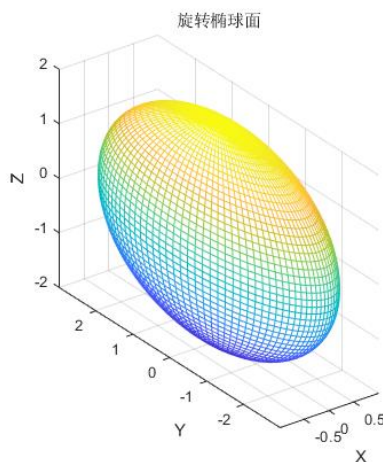
本例研究了一般曲线绕某一坐标轴旋转一周得到的旋转体，通过修改参数，可得到更多的旋转体绘图。MATLAB 绘图功能强大，可将枯燥的数学公式转化为 3D 图片，如果计算有关旋转体的体积，通过 3D 图片可以一目了然的展示并选取积分体积元，减少了同学们学习中的难度，增加了对旋转体的认识。强大的绘图功能可以绘制各种形状的旋转体，课堂理论讲解时配合讲解典型的异形曲面，如生物医学人体相容性曲面设计，采用双曲面、抛物面等异形曲面设计，以匹配人体解剖结构并优化生物相容性；工业设备异形曲面的选取，有美学表现、降低风阻系数等作用；3D 打印采用曲面设计，有提高内部强度，降低打印成本的需求等实际应用方面激发学生的学习兴趣 and 热情。

例 旋转椭球面 ( $x^2/a^2 + y^2/b^2 + z^2/c^2 = 1$ )，由椭圆  $x^2/a^2 + z^2/c^2 = 1$  绕  $z$  轴旋转生成，当  $a=b$  时形成标准椭球面。

绘图语句如下:

```
a = 1.0; % x 轴半轴长
b = 3.0; % y 轴半轴长
c = 2.0; % z 轴半轴长
% 生成球坐标系网格
[u, v] = meshgrid(linspace(0, 2*pi, 100),
linspace(0, pi, 50));
x = a * sin(v) .* cos(u); % 转换为笛卡尔坐标
y = b * sin(v) .* sin(u);
z = c * cos(v);
mesh(x,y,z);
```

图 4 旋转椭球面



本例研究曲线是椭圆闭合曲线，因此由闭合曲线旋转一周形成的旋转体是闭合的椭球体，椭圆围绕长轴和短轴分别旋转可得不同的旋转体。由于原始曲线函数是隐函数表达式，因此绘图时，采用了坐标系转换。

### 1.3 微分方程的建模与求解

微积分方程的学习核心在于掌握其求解的方法。然而，由于微分方程的求解复杂，学生常面临方法适配性判断的困境——面对具体问题时难以迅速锁定最优解法，在推导过程中又易陷入计算卡壳，导致学习动力衰减甚至放弃继续探索的心理倾向。微分方程的求解教学中急需降低难度，以及激发学习兴趣。

微分方程在医学中有非常广泛的应用。一个典型应用是传染病模型的建模，世界上存在各式各样传染病，传染病的传播模型往往可以用微分方程表达，根据传染模型预测感染人数，对于控制和管理传染病意义十分重大。常见的传染病有指数传播模型、SI 模型、SIS 模型、SIR 模型。SIR 模型是典型的系统动力学模型，突出特点是模型的形式是关于多个相互关联的系统变量之间的常微分方程组。

另一个应用模型是生物体生长或肿瘤发展的 Gompertz 数学模型<sup>[4]</sup>。考虑氧气浓度、温度、营养供应、各种酶的活性和化疗环境的变化引起的随机波动影响，癌细胞生长模型需要加上乘性噪声<sup>[5]</sup>。则含有随机波动影响的 Gompertz 数学模型是含有动态变量的常微分方程组。

医学微分方程建模的问题大多采用单变量模型，如果采用的是多变量，则这些问题很难求得解析解，但可以使用软件求解全局最优解。MATLAB 提供了符号函数 dsolve 求解常微分方程。

例 求解微分方程  $y' = -2y + 2x^2 + 2x$ ,  $y(0) = 1$

```
syms y(x)
y=dsolve(diff(y)==-2*y+2*x^2+2*x,y(0)==1)
y = exp(-2*x) + x^2
```

例 求解二阶线性微分方程  $y'' - 2y' + y = e^x$ ,  $y(0) = 1, y'(0) = -1$

```
syms y(x)
dy=diff(y)
y=dsolve(diff(y,2)-2*diff(y)+y==exp(x),y(0)==1,dy(0)==-1)
y = exp(x) + (x^2*exp(x))/2 - 2*x*exp(x)
```

例 求解微分方程  $y^{(4)} + 10y^{(3)} + 35y'' + 50y' + 24y = u$ ,  $y(0) = 1$ ,

```
y'(0)=-1, y''(0)=1, y'''(0)=1, u(t)=e^-cos(t)
syms y(t)
dy=diff(y); d2y=diff(y,2); d3y=diff(y,3);
u=exp(-t)*cos(t);
y=dsolve(diff(y,4)+10*diff(y,3)+35*diff(y,2)+50*diff(y)+24*y==diff(u,2),...
y(0)==0,dy(0)==-1,d2y(0)==1,d3y(0)==1)
y = -(exp(-4*t)*(70*exp(3*t) - 135*exp(2*t) + 84*exp(t) + 6*exp(3*t)*sin(t) - 19))/30
```

上述几个实例表明，使用微分方程求解函数求解单变量微分方程，可以很容易得到解析解。

## 2 实验教学的验收以及评价

实验通过提交实验报告以及典型题目的运算绘图，验收结果。每次实验课后，根据演示的内容，适当布置一些利用 MATLAB 求解的习题作业，有绘图类的，也有计算类的，让学生动手实践，提高学生动手能力以及运用数学软件解决实际问题能力。根据同学们完成度以及创新思维方面合理给分，并且作为平时成绩的给分项，激发同学对实验的完成积极性。

除了实验考评之外，我们还布置了在线作业，作业成绩也作为考评选项纳入成绩。在线作业也可以根据 MATLAB 软件提供的函数完成，使作业和实验相辅相成。

建立多种激励机制，助力每个学生不同方面发现自己所长。展开多种活动，如数模竞赛等，鼓励学生积极参与，使学生全面展示自身特长与所学知识，进而提高学习效果。

## 3 学习效果的提升

通过实验课，使学生能够在短时间内对极限，导数，积分等重要数学概念有更加深刻的认知，从理性认知到感性认知，提升了教学效率。实验教学 and 课堂教学互相辅助，减轻了课堂学习的压力，多模式教学同时改善了学生学习的积极性。

在高等数学 MATLAB 软件实操课堂中，多数学生展现出良好的学习适应性，他们会提前抵达机房完成课前准备事项，少数同学主动携带个人电脑并提前完成软件安装，利用课余时间进行自主练习。这种积极的学习行为充分表明，绝大多数学生对 MATLAB 软件的接受度较高，且在学习过程中表现出较强的主动性与探索热情，形成了良好的学习生态。

通过数学实验软件的实际操作，有效激发了学生参与数学建模竞赛的内在动力。这种实践模式不仅显著提升了学生对陌生编程环境的适应能

力——在接触新程序语言时表现出更强的学习效能,更在问题解决过程中凸显出计算效率的优势,最终转化为竞赛成绩的显著提升,形成“实践-能力-成绩”的正向循环,充分验证了数字化工具在数学建模教育中的赋能价值。

#### 4 总结

采用 MATLAB 软件进行医学高等数学的实践探索,有效促进了学生对知识概念的理解和消化,软件的可视化功能强大,而高等数学具有抽象的特点,可视化使一些难以理解的概念以图像的形式呈现,使同学们更加容易理解概念的意义。

在编写代码的过程中,提升了动手能力,一些概念参数的修改带来不同的结果。并且计算机语言的训练加强逻辑思维。实验实践可以给大学生参加数模等竞赛带来一些锻炼,提升了参加竞赛的积极性。

传统的课程评价单一而且单向,有时候造成

评价的不公平,实践探索丰富了课程的评价体系,从实践的结果能看出学生对于知识的理解和掌握的深度,使得评价结果更加科学合理。

参考文献:

[1] 粟一凡,陆汛,夏文华,田智鲲.六位一体创新式教学打造“高等数学”金课[J].大学,2025,S1:241-243.

[2] 王立雄,马迪.人工智能赋能的高校数学课程混合式教学探究——以《复变函数与积分变换》课程为例[J].中国现代教育学报,2026,2(2):237-240.

[3] 李瑞,但炜.数学建模思想在高等数学教学中的探究[J].高教学刊,2023,11:112-115.

[4] 王凤筵.周期随机 Gompertz 模型的最优收获策略[J].集美大学学报(自然科学版),2022,27(2):181-185.

[5] 姜翠翠.基于癌症治疗的动力学模型研究[D].西南大学博士学位论文,2021.11