

国产MWORKS融入信号分析与系统仿真课程的教学改革与实践

甄小琼*, 王丽娟, 徐梓欣

成都信息工程大学电子工程学院, 四川 成都

收稿日期: 2026年9月16日; 录用日期: 2026年10月16日; 发布日期: 2026年10月22日

摘 要

国产工业软件进入信号分析与系统仿真课程, 不能停留在软件名称和代码形式的替换, 还需要处理语言规则、函数接口、专业任务与评价证据之间的关系。本文以课程由MATLAB转向MWORKS.Syslab的教学实践为对象, 在成果导向教育和主动学习理论基础上, 引入技术、教学法与学科内容协同的分析视角。比较两种软件在程序组织、数组运算、信号处理函数参数与返回值、调试方式以及文档支持方面的教学差异, 并结合periodogram等函数归纳迁移中的典型错误; 结合主动学习理论, 在讲授过程中安排即时计算、结果比较与交流讨论, 形成边讲边练的课堂组织方式。从软件环境与案例适配、随堂实践设计及考核评价三个方面阐述改革安排, 并以频谱分析单元说明理论判断与数值验证相结合的教学过程。课程实施资料表明, 教学改进仍需着重解决图表比较条件不一致、方法论证不足及个人操作能力评价不充分等问题。据此, 本文提出完善Syslab案例运行说明、加强参数变更任务与个人解释环节的改进措施, 为国产软件在同类课程中的教学应用提供参考。

关键词

国产工业软件, MWORKS.Syslab, 信号分析与系统仿真, 教学技术迁移, 互动教学, 成果导向教育

Teaching Reform and Practice in Integrating the Domestically Developed MWORKS Platform into the Course Signal Analysis and System Simulation

Xiaoqiong Zhen*, Lijuan Wang, Zixin Xu

College of Electronic Engineering, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

Received: September 16, 2026; accepted: October 16, 2026; published: October 22, 2026

*通讯作者。

文章引用: 甄小琼, 王丽娟, 徐梓欣. 国产 MWORKS 融入信号分析与系统仿真课程的教学改革与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(10): 1547-1557. DOI: 10.12677/ae.2026.16102260

Abstract

The integration of domestically developed industrial software into the course Signal Analysis and System Simulation should extend beyond merely replacing software platforms and rewriting code. It also requires careful coordination among programming-language conventions, function interfaces, disciplinary tasks, and assessment evidence. This study examines the transition of the course platform from MATLAB to MWORKS.Syslab. Drawing on outcome-based education and active learning theory, it adopts an analytical perspective that integrates technology, pedagogy, and disciplinary content. The teaching-related differences between the two platforms are compared in terms of program organization, array operations, the parameters and return values of signal-processing functions, debugging approaches, and documentation support. Typical errors encountered during software migration are also identified using functions such as periodogram. To promote active learning, real-time computation, result comparison, and classroom discussion are incorporated into lectures, forming an interactive approach that combines instruction with immediate hands-on practice. The reform is described from three aspects: software environment and case adaptation, in-class practice design, and assessment and evaluation. The spectral analysis unit is used to illustrate a teaching process that combines theoretical judgment with numerical verification. Evidence from course implementation indicates that further improvement is needed to address inconsistencies in the conditions used for graphical comparisons, insufficient justification of analytical methods, and inadequate assessment of students' individual software-operating competence. Accordingly, this study proposes refining the execution instructions for Syslab cases, incorporating more parameter-variation tasks, and strengthening individual explanation and assessment activities. The findings provide a reference for integrating domestically developed software into comparable engineering courses.

Keywords

Domestically Developed Industrial Software, MWORKS.Syslab, Signal Analysis and System Simulation, Instructional Technology Migration, Interactive Teaching, Outcome-Based Education

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

信号分析与系统仿真课程承担着将信号处理理论转化为分析方法和计算程序的教学任务。学生在先修课程中已经学习卷积、傅里叶变换和数字滤波等知识，但在处理具体信号时，还需要确定采样条件、选择计算参数，并解释数值结果与理论预期之间的差异。因此，课程教学既涉及软件操作，也涉及建模和判断：频谱能够生成，并不意味着频率轴和幅值标度正确；滤波程序能够运行，也不意味着设计指标与信号特征相匹配。如何在软件实践中保持对这些专业问题的讨论，是本课程教学设计的基本出发点。

自 2025 年起，成都信息工程大学电子信息工程专业根据培养方案调整，将本课程设为本科四年级上学期选修课，教学软件由 MATLAB 转为苏州同元软控信息技术有限公司开发的国产 MWORKS。由此，课程组需要重新处理软件学习与专业应用的关系。一方面，学生需要掌握新的编程环境、工具箱和调试方法；另一方面，有限学时内仍应完成频谱分析、数字滤波及综合应用等教学任务。原有案例的程序表达、参数约定和运行说明也需随软件环境调整。本文将国产软件应用落实到具体教学任务，重点讨论这些调整如何服务于学生独立分析信号问题的能力培养。

成果导向教育强调依据预期学习结果组织教学[1], 建构性对齐要求教学目标、学习活动和评价任务相互一致[2]。主动学习研究则为讲授过程中引入学生操作与讨论提供了依据[3] [4]。国内已有研究将 MWORKS 应用于计算智能课程, 讨论了算法学习、软件操作与案例教学的结合[5]。对于本课程, 还需进一步回答: 原有信号处理内容如何在国产软件环境中组织, 随堂操作如何与理论讲授衔接, 以及考核中如何识别学生对计算过程的理解。

在教学技术融入方面, Mishra 等提出的技术、教学法、学科内容知识的框架指出, 技术知识只有同教学法知识和学科内容知识相互作用, 才能形成情境化的教学设计[6]。Kirkwood 等对高等教育技术增强学习研究的综述进一步认为, 采用新工具并不等同于学习获得改进, 改革主张需要有学习活动和学习证据加以说明[7]。从教师教学改变的角度看, 知识、信心、观念及组织文化会共同影响技术使用[8]; 本科 STEM 教学改革研究也表明, 仅提供课程材料或作出行政要求, 通常不足以形成持续的课堂改变[9]。这些研究把软件迁移从单纯的工具替换, 扩展为教师知识、学习任务和课程评价的协同调整。

基于上述研究, 本文将本课程改革定位为面向国产工业软件的教学技术迁移: 技术层面处理语言和函数接口差异, 教学层面重构边讲边练的互动任务, 学科层面保持信号分析中的参数含义和理论判据, 评价层面收集能够反映建模、调试与解释的学习证据。本文的主要贡献在于, 一是从课程高频函数出发给出 MWORKS.Syslab 与 MATLAB 的教学应用比较及错误排查方法, 二是把软件差异转化为课堂任务和评价要求, 三是依据一个教学班的实施资料提出可供后续检验的实践框架。

2. 课程教学要求与改革依据

2.1. 课程定位与国产软件应用要求

本课程为 2 学分、32 学时, 其中讲授 20 学时、上机 12 学时。学生已修读信号与系统、数字信号处理等课程, 教学重点是运用已有知识完成分析任务。课程大纲设置数字滤波与多采样频率信号处理、不同信号的频率成分分析、音频信号采集与频谱分析三项上机任务, 每项 4 学时。这些任务构成本轮软件应用的基本范围, 也限制了程序语言教学的深度。Julia 基础应围绕任务所需的数组运算、函数调用、控制流程和绘图展开, 使软件学习与信号处理问题保持联系。

本课程采用边讲授、边实践的互动式课堂, 学生随知识点在 MWORKS 中进行计算与观察。本文所讨论的理实一体化, 是将概念讲解、软件操作和结果分析安排在同一问题的学习过程中。20 学时讲授中的随堂实践主要用于验证概念、辨析参数含义; 12 学时上机实验则要求学生完成较完整的任务, 包括数据组织、方法选择和报告撰写。两类活动在难度和独立完成程度上有所区别。这样的安排保留了原有学时结构, 也为国产软件的持续使用提供了课堂条件。

2.2. 成果导向的能力要求与任务设计

成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)强调以学生能够完成的工作确定教学要求[10]。在本课程中, 国产软件应用能力应体现为学生能够将问题表述为信号或系统模型, 选择合适的分析方法, 在 MWORKS 中完成计算, 并依据理论解释结果。软件界面熟悉程度和函数记忆量只能反映其中一部分。本文将能力要求细化为建模、计算、验证和工具使用反思, 并与课堂任务及考核内容对应, 具体见表 1。

上述要求需要通过具体任务体现。例如, 频谱分析任务除提交曲线外, 还应说明采样率、有效记录长度、变换点数和幅值归一化方法; 滤波任务应交代设计指标, 并比较处理前后的信号特征。教师据此判断学生是否掌握方法的适用条件。若评价仅检查程序是否运行或报告是否齐全, 就难以识别学生在参数选择和结果解释上的差异。因此, 本课程在保留原有考核构成的基础上, 重点细化与国产软件应用有关的评分依据, 使随堂练习、上机实验和期末任务采用一致的专业要求。

Table 1. Correspondence among the course competency objectives, teaching tasks, and assessment requirements
表 1. 本课程能力目标与教学任务及考核要求的对应关系

能力目标	MWORKS 学习任务	考核内容与评价依据
信号与系统建模	生成信号或建立系统模型；说明采样与边界条件	模型表达正确；参数选择有依据
计算与方法选择	完成 FFT 分析、重采样及 IIR 或 FIR 滤波	脚本可运行；方法与问题相符
验证与结果解释	对照理论结果及不同参数下的曲线	坐标与单位一致；能够解释差异
工具应用与反思	调试程序；记录环境依赖与适用条件	个人操作说明；问题定位与修正记录

2.3. 主动学习视角下的课堂互动

主动学习关注学生在学习过程中的操作、思考和表达[3]。互动 - 建构 - 主动 - 被动(Interactive-Constructive-Active-Passive, ICAP)框架进一步区分不同活动所涉及的认知参与方式[11]。这一框架对本课程的启示在于，观看演示、修改程序与解释结果所提出的认知要求不同。学生改变参数并运行脚本，可以获得新的计算结果；只有进一步说明变化原因、回应同伴的不同判断，才可能把操作经验与理论认识联系起来。因此，课堂互动的设计应围绕需要解释的现象展开，并为学生保留表达判断依据的机会。本文据此梳理课堂组织过程，如图 1 所示。



Figure 1. Classroom teaching mechanism linking instruction and practice under an outcome-based approach
图 1. 成果导向下讲授与实践相衔接的课堂教学机制

在具体组织上，教师先提出可以通过计算检验的问题，学生作出初步判断，再在 Syslab 中修改参数、观察输出，最后比较不同结果并修正解释。对于共性错误，教师补充相关理论或示范排查方法后，再组织验证。图 1 用于明确各环节的教学意图，是对既有授课方式的细化；其中各类认知活动的发生频次与学习收益，尚需在后续课堂中通过连续记录加以考察。

3. 国产 MWORKS 的教学应用与课堂实施

3.1. 软件环境与教学案例适配

本课程使用 MWORKS.Syslab 开展教学，编程实践主要围绕 Julia 展开。Julia 的数值计算语言设计已有专门研究[12]，但本课程的教学重点是利用相应语言和工具完成信号处理任务。现有课件包括工具箱加载、脚本构建、断点调试及结果后处理，并使用 TySignalProcessing 和 TyPlot 组织相关案例。初始学习内

容应与首个信号分析任务结合，使学生在生成波形、检查数据维度和绘制结果的过程中熟悉软件环境。遇到运行错误时，教师还需区分环境配置问题、语法错误与算法理解偏差，分别给予指导。

案例适配应同时处理程序表达和计算含义。本课程课件中的 `fft`、`periodogram` 用于频域分析，`butter`、`fir1` 用于滤波器设计，`findpeaks` 用于峰值检测及相关传感器案例。对这些函数的教学，需要交代输入数据、参数单位、输出含义及后续处理方法。尤其在滤波器设计中，应明确当前接口使用的是模拟角频率、数字角频率，还是相对于奈奎斯特频率的归一化频率，并按照所用版本核对说明。采用相同理论方法时，参数约定和结果标度仍需逐项检查，才能使原有教学案例在新环境中保持正确的专业含义。

软件应用还涉及教学资源的整理。现有课件中保留的 MATLAB、Python 介绍可以用于说明计算工具的背景，但实际练习应明确以 Syslab 为运行环境，避免学生混用代码和操作说明。本文提出按照实验任务整理案例文件：将所需数据、工具箱依赖、关键参数及结果说明与脚本一并提供，并注明软件版本。案例核验可从单频信号等具有明确理论结果的简单任务入手，再过渡到滤波和音频分析。对于尚需调整的接口或功能，应保留问题记录和处理说明，便于后续课程资源修订。

3.2. MWORKS.Syslab 与 MATLAB 的教学应用差异

为避免把软件迁移简单理解为换一种语法重写程序，本文以本课程实际使用的 `fft`、`periodogram`、`butter`、`fir1` 和 `findpeaks` 为对象，逐项比较程序组织、输入形式、参数口径、返回值和结果检查方式。比较以课程所用版本及相应函数说明为边界，不据此判断两种软件的一般性能。两种软件均能完成本课程规定的频谱分析和数字滤波任务，但相同的数学方法在语言规则和接口约定上并非完全对应。表 2 列出对课堂影响较大的差异。

Table 2. Key differences between MWORKS.Syslab and MATLAB in teaching-oriented software migration and recommended practices

表 2. MWORKS.Syslab 与 MATLAB 教学迁移中的关键差异及处理建议

比较维度	MATLAB 常见教学用法	MWORKS.Syslab (本课程版本)	典型错误与处理建议
程序组织与模块加载	通常以.m 脚本组织；安装相应工具箱后调用函数。	采用 Julia 脚本；信号处理和绘图案例需加载 TySignalProcessing、TyPlot 等模块。	函数“未定义”时先核对模块与版本，不立即归因于算法。把模块加载和版本信息写入案例文件开头。
数组运算与广播	矩阵运算和逐元素运算分别使用*、^与.*、.^；sin(x)等函数可直接作用于数组。	同样区分矩阵与逐元素运算；部分标量函数作用于数组时采用广播写法，如 sin.(x)。	机械复制.m 代码可能产生类型或维度错误。先用标量、短向量和矩阵三个最小例程核对运算对象。
频谱估计的返回值	[pxx,f]=periodogram(x,...)接收多个输出，并使用名称-值参数。	多个输出可写为 pxx,f=periodogram(...; nargout=2); 关键字参数置于分号后。	沿用方括号或忽略 nargout 会造成语法错误或缺少频率向量。课件应列出输入-输出对照并固定示例版本。
滤波器参数口径	butter、fir1 在未给出采样率时通常使用相对奈奎斯特频率的归一化截止频率。	本课程所用接口同样需要先确认归一化频率、数字角频率或实际频率的口径。	直接把 Hz 数值填入归一化参数，程序可能运行但通带错误。要求显式写出 Wn=fc/(fs/2)并核对频率响应。
峰值检测与关键字	findpeaks 常以名称-值对设置 MinPeakHeight、MinPeakDistance 等参数。	Julia 调用采用分号后的关键字参数，如 MinPeakHeight=h；返回值个数需结合当前版本说明。	混用名称-值写法，或照搬旧版本输出个数。课程案例注明版本，并在升级后重新运行基准数据。
调试与结果核验	断点、单步执行、工作区和调用栈可用于定位程序问题。	同样可进行断点和单步调试；迁移时还需检查模块、数据类型、数组形状和关键字接口。	将错误分为环境、语法/类型和算法/物理含义三类，按“能否调用-能否运行-结果是否合理”逐级排查。
文档与社区支持	官方文档、教材和社区案例积累较多，检索同类问题较为方便。	官方文档和迁移说明提供函数级信息；课程实施更依赖经过版本核验的本地案例。	网络代码与当前接口可能不一致。保留最小可运行例程、理论基准结果和版本变更记录。

结合本课程课堂巡查和程序检查,迁移中需要重点防范三类典型问题。第一类是环境性错误,如未加载 TySignalProcessing 便调用 periodogram,报错位置在函数名,但原因不在信号处理方法。第二类是接口性错误,如沿用 MATLAB 的方括号多返回值写法,或把名称-值对直接移入 Julia 脚本,程序在进入算法前即中止。第三类是语义性错误,如把实际截止频率直接作为归一化频率输入,或补零后按变换点数解释观测时长;此类程序往往能够运行,因而比显性报错更容易进入实验报告。

针对上述问题,本文在案例文件中增加迁移检查单:先确认软件版本、模块加载和数据维度,再核对函数参数、关键字及返回值,最后用单频信号、已知截止频率或人工设置峰值等理论基准检查结果。教师课堂调试也按这一顺序展开,并要求学生在报告中写明错误类型及修改依据。由此,调试不再只是排除语法故障,而成为辨析参数物理含义和验证计算结果的学习活动。

3.3. 边讲边练的课堂组织

边讲边练的实施需要控制随堂任务的规模。本文将随堂实践限定为与当前概念直接相关的计算活动,原则上通过少量参数或程序语句的修改完成。讲授采样时,可讨论采样条件与谱线位置、频率轴之间的关系;讲授滤波时,可比较通带设置与信号保留成分之间的关系。教师先说明必要的理论和输入条件,再让学生操作,避免课堂讨论被大段程序编写占用。Syslab 中的即时运行与绘图为这一安排提供操作条件,而问题本身应由当前教学内容确定。

课堂讨论宜从结果差异进入。例如,两组频谱的峰值不同,教师可先要求学生说明各自的数据长度、窗函数和幅值标度,再判断差异来自信号本身还是计算处理。滤波后波形出现时移时,则需检查滤波器相位响应、处理方式和边界段。讨论过程中,学生不仅报告观察到的现象,还应指出判断依据及可能的检验方法;教师根据回答补充概念或调整操作提示。这样的互动能够使程序中的默认设置和参数选择成为可讨论的教学内容,减少学生仅依据图形外观作出结论的情况。

随堂实践与独立上机还应保持适当的难度差异。前者提供必要的初始脚本,侧重单一概念及其计算表现;后者逐步减少提示,要求学生自行组织数据和方法。在具体设计中,可为尚不熟悉软件的学生提供含注释的程序框架,对完成较快的学生增加噪声、改变观测时长或调整滤波指标。各组最终仍围绕相同的专业问题交流。对于课堂内无法排查的环境问题,可通过问题记录在上机环节集中处理,使全班讨论保持必要的连贯性。

3.4. 频谱分析单元的教学设计

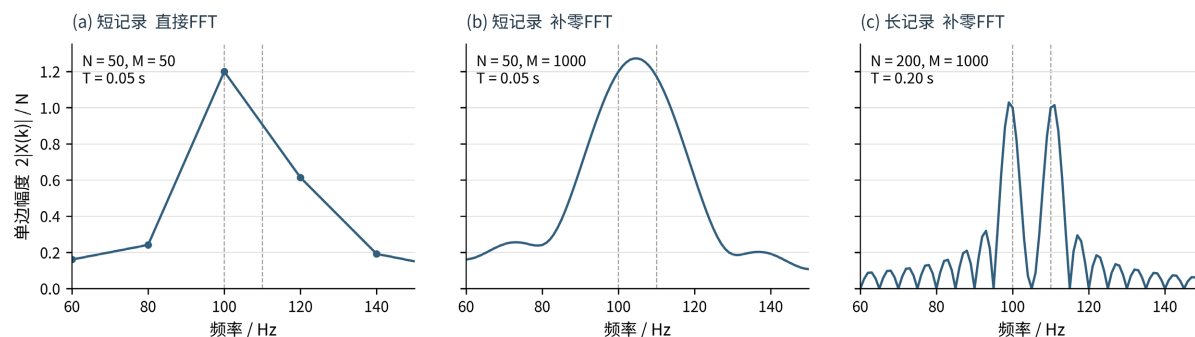
本文以频谱分析为例,说明国产软件操作如何服务于概念理解。该单元选择“增加快速傅里叶变换(FFT)点数能否提高频率分辨能力”作为讨论问题。设采样频率为 1000 Hz,信号由 100 Hz 和 110 Hz 两个等幅正弦分量构成,分别截取 50 点和 200 点数据,并对短记录作补零变换。教学设计中,先让学生依据观测时长判断两个分量是否容易区分,再在 Syslab 中生成信号、计算频谱。这里的参数组合是本文对既有教学内容的细化,用于展示随堂实践的组织方法。

在操作前,需要区分实际观测样本数 N 、变换点数 M 和有效观测时长 T 。离散傅里叶变换的频率栅格间隔见式(1),其中 f_s 为采样频率。补零增加 M ,但不增加实际观测数据;当 $M=N$ 时,频率栅格间隔为 $1/T$ 。学生应先明确程序中被修改的变量及其物理含义,再比较谱线。

$$\Delta f = f_s/M, T = N/f_s, \Delta f(M=N) = 1/T \quad (1)$$

图 2 给出上述参数下的数值结果。50 点记录对应 0.05 s 观测时长,直接进行 50 点变换时,频率栅格间隔为 20 Hz;补零至 1000 点后,栅格间隔变为 1 Hz,曲线获得更密的采样,但短记录下较宽的主瓣仍使两个邻近分量不易区分。200 点记录将观测时长延长到 0.20 s,两个分量的频谱结构更容易辨认。三个

子图采用相同坐标范围，并按实际样本数归一化幅度，从而把比较集中在观测时长和补零的作用上。



注：作者按给定模型数值绘制的教学示意，非学生实测或软件界面截图。采样率为 1000 Hz，分量频率为 100 Hz、110 Hz，采用矩形窗；各图幅度均按实际样本数 N 归一化，虚线表示真实分量频率。

Figure 2. Effects of observation duration and zero-padding on the spectrum of a dual-tone signal

图 2. 观测时长与补零对双频信号频谱的影响

据此，课堂讲解应把曲线是否平滑、频率栅格是否加密与两个分量是否能够分开讨论，避免将补零后的细密曲线直接解释为分辨能力提高。学生可提交坐标一致的对照图，说明改变了哪个参数、观察到什么差异，以及理论上如何解释。教师还可将其中一个分量频率或记录长度改变，要求学生先预测再验证，以考查能否把解释用于新的参数条件。该例同时需要说明，实际频率分辨能力还受窗函数、信噪比及分量幅值比影响，不能仅由变换点数作出判断。

3.5. 上机实验与综合任务的衔接

三项上机实验为课堂练习提供了进一步应用的情境。数字滤波与多采样频率处理强调处理顺序及参数约束；不同信号的频率成分分析要求学生联系时域特征解释频域结构；音频采集与分析则引入真实数据中的背景噪声、片段差异和幅值波动。本文据此将上机任务的检查重点放在计算条件和结果依据上：采样或重采样后应说明时间轴与频率轴的变化，滤波后应对照原信号分析保留和抑制的成分，音频比较则应说明所选片段及比较条件。

现有课件还包含手机传感器数据处理、步数估计和运动姿态分析等案例，可作为基本任务完成后的拓展。此类案例的教学价值在于引入采样不均匀、异常值和阈值选择等实际问题，使学生检验所学方法的适用条件。考虑到本课程仅有 32 学时，拓展内容应围绕学生已经掌握的分析方法选择，不宜以功能数量增加任务负担。对变音等音频拓展，也应交代处理目标和判断效果的依据，使作品展示能够回到信号处理本身的专业讨论。

4. 国产软件应用能力的考核评价

4.1. 过程评价与期末考核的衔接

本课程大纲规定，平时成绩占总评 60%，期末成绩占 40%。平时评价包括出勤、课堂表现、上机表现和实验报告，各占总评 15%；期末考核包括方案设计 10%、小组答辩 20% 和个人报告 10%。实验报告从格式、原理、内容、结果和分析五方面评分。现有构成覆盖了学习过程和任务完成情况，后续改进重点在于细化各项目对国产软件应用能力的考查要求。例如，课堂表现可关注参数判断和解释，上机表现可关注独立调试及结果核验，报告分析则应说明误差来源和方法适用条件。

形成性评价强调通过反馈帮助学生判断当前表现与学习目标之间的差距，并据此改进后续工作[13]

[14]。据此，本文建议在程序和报告检查中保留具体问题及修改说明，使学生能够追溯错误产生的条件。评分标准也需用可观察的表现加以表述，例如是否说明频率单位、是否保持对照图坐标一致、能否解释关键参数调整后的结果。相关研究表明，明确的标准和表现描述有助于提高评分的一致性[15]。教师可选取典型作品校准评分尺度，并在小组答辩中设置个人解释或现场参数调整，以补充小组作品难以反映的个体能力信息。

4.2. 教学资料与分析方法

本文以 2025~2026 学年第一学期本课程为教学案例，分析资料包括课程大纲、配套课件、期末答辩记录及成绩登记表。课程大纲和课件用于梳理软件应用任务、教学内容及考核安排；答辩记录用于识别学生在知识应用、结果解释和任务表达方面的具体表现。分析时保留记录中已经确认的事实，将教师提出的建议与学生实际完成情况区分，涉及未确认功能的疑问性批注不作结论依据。各类资料按匿名方式汇总。

成绩分析仅用于检查现有评价的分布特点。本文核对平时、期末与总评成绩的加权关系，并计算均值、样本标准差、中位数和取值范围。答辩记录按小组整理，成绩按个体统计，两者不作未经核实的对应。本文据上述资料讨论课程实施中暴露的问题，并说明相应的教学调整；现有材料尚不足以比较不同软件环境下的学习效果。

软件差异分析以课程实际脚本和当前教学版本的函数说明为材料，记录两种环境中输入形式、参数单位、输出组织、报错位置及图形结果。本文仅报告能够由课程案例复现的差异；对于社区支持和版本变化的判断，则用于说明资源建设要求，不作为软件性能优劣的评价依据。

5. 课程实施分析与教学反思

5.1. 答辩表现及其教学启示

答辩记录中，与本课程目标联系最直接的是学生能否把课堂知识用于解释任务结果。第 3 组在答辩中应用了课堂内容，第 4 组分析了频谱差异的原因，并开展了声音变换拓展；第 6 组展示了算法及工作流程。这些表现说明，部分小组的展示已经涉及方法应用和结果分析。第 2 组由不同成员回答问题，第 4 组由成员分工讲解，也为了解小组参与情况提供了信息。上述材料支持对具体任务表现作出判断，但不能据此推断每名成员均能独立完成相同工作。

记录中发现的问题具有明确的教学指向。第 1 组对照图的横坐标范围不一致，使结果比较的条件不够统一；第 2 组和第 6 组分别被建议加强方法比对和不同滤波效果的比较，反映出方案论证仍需补充。多个小组被建议提供任务分工表，说明现有展示对个人贡献的呈现还不充分。由此可见，后续教学需要把比较条件、方法依据和个人完成情况写入任务要求，而不能只在期末展示时提出。表 3 据此归纳了答辩资料与教学调整之间的对应关系。

Table 3. Typical performance identified from oral defense records and corresponding teaching improvement requirements
表 3. 答辩记录中的典型表现与教学改进要求

观察维度	答辩记录中的表现	后续教学调整
知识应用	第 3 组应用课堂内容；第 4 组解释频谱差异并拓展声音变换	保留理论解释要求；增加参数变更后的迁移题
结果论证	第 1 组比较图横坐标不一致；第 2、6 组被建议加强方法比较	统一图表规范；设置基准方法与量化指标
协作与贡献	第 2 组多人回答问题；第 4 组分工讲解；部分组需补充分工表	记录角色与个人工作；增加个人解释环节
技术表达	第 6 组展示算法流程；部分组存在字号、控时或呈现完整性问题	用流程图表达计算过程；进行限时技术汇报

对上述问题的处理可以安排在已有教学环节中。随堂练习先统一图表坐标和单位，上机报告要求交代采用某种方法的理由，答辩则结合任务分工追问个人负责部分的计算依据。例如，对滤波方案的评价，可在相同信号和显示条件下比较不同处理结果，再讨论其适用性。这样能够使教师反馈对应到学生可以修改的程序、图表或解释，避免评价意见仅停留在“分析不够深入”等笼统判断。

5.2. 考核成绩反映的评价问题

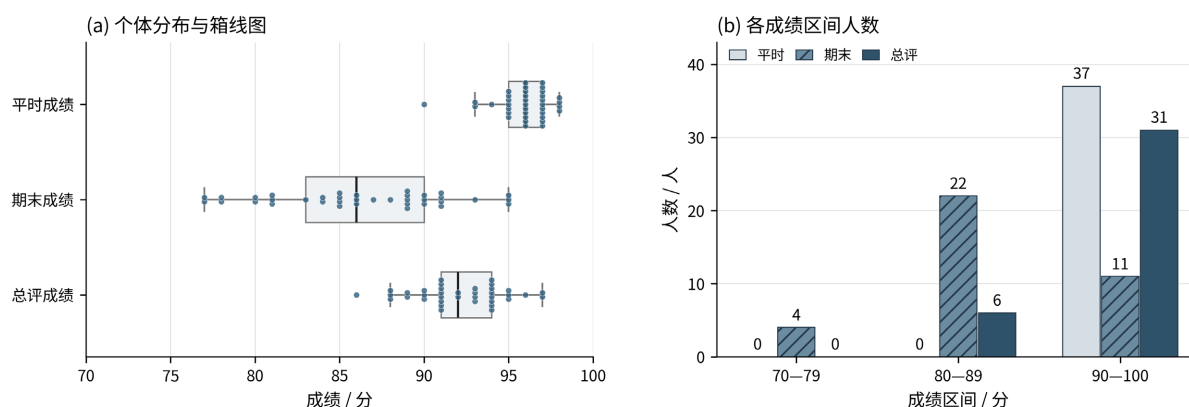
表 4 和图 3 给出本轮成绩的分布。平时成绩均值为 95.95 分，样本标准差为 1.60 分，取值集中在 90~98 分；期末成绩均值为 86.32 分，标准差为 5.12 分，分布相对分散。总评由两部分加权形成，均值为 92.14 分。这些统计主要提示评价环节的区分程度存在差异，应进一步检查平时考核是否充分反映了参数选择、程序调试和结果解释等能力要求。

Table 4. Descriptive statistics of course grades for 37 students

表 4. 37 名学生课程成绩的描述性统计

成绩类型	均值/分	标准差/分	中位数/分	范围/分
平时成绩	95.95	1.60	96	90~98
期末成绩	86.32	5.12	86	77~95
总评成绩	92.14	2.64	92	86~97

注：标准差按样本标准差计算；统计以成绩登记表记载的整数分值为准。



注：数据来自课程成绩登记表， $n = 37$ ；散点表示个体成绩，横向箱线表示四分位区间及中位数，须线采用 1.5 倍四分位距规则。图 3(a) 显示 70~100 分范围；70 分以下人数均为 0。

Figure 3. Distributions of continuous assessment grades, final assessment grades, and overall course grades

图 3. 平时成绩、期末成绩与总评成绩的分布

平时成绩的集中可能与任务完成情况、参与性评价及评分尺度等因素有关，现有材料不能区分其各自作用。又因平时成绩权重较高，总评中的差异也受到压缩。因而，下一轮考核应优先检查评分内容与课程能力要求是否对应，增加能够由学生独立完成的简短任务，并保留其参数说明和操作过程。这类调整有助于获得比总分更具体的评价依据；其效果仍需结合后续教学资料检验。

5.3. 教学资源完善与后续评价

国产软件进入课程后，教师需要同时维理论内容与程序案例。现有教学已将 MWORKE.Syslab 用于主要信号处理任务，但案例的持续使用还取决于运行环境、工具箱接口及说明文档的完整程度。本文

建议优先整理课堂和上机反复使用的基本案例,为每个案例保留输入条件、关键参数、理论参照及已知限制;对综合案例则说明其所增加的专业问题和工作量。教师据此安排讲授深度,学生也可沿相同条件重复计算,为后续课程和毕业设计积累使用国产软件的经验。

课堂评价资料应服务于具体教学调整。针对学生在参数和结果解释上的困难,可保留初次回答、修改后的程序与补充分析,观察其判断发生了什么变化。评分标准用于形成性评价的研究也强调对后续学习的支持[16]。本课程可将这些过程材料与上机任务、个人答辩结合,逐步形成较稳定的评价记录。相较于单次成绩汇总,连续的任务材料更便于识别学生在哪一类操作或概念上反复出错,也便于教师判断案例提示是否需要增减。

本研究的资料来自一个教学班,且课程性质、软件环境与课堂组织同时调整,因而尚不能分离各因素对学习表现的影响。现有答辩记录缺少统一观察量表,成绩也不能完整反映国产软件的独立使用能力。后续研究可在开课和结课时设置难度相近的个人任务,持续记录建模、调试与解释表现;待任务要求和评分标准相对稳定后,再比较不同教学轮次的资料,以检验改革措施的适用性。

6. 结语

本文通过课程实践形成了三点认识。第一,教学软件迁移的主要难点并非逐一替换同名函数,而是识别语言组织、函数接口、参数口径和结果表示中的差异。其中,能够运行但物理含义错误的程序,比显性的语法报错更需要教学干预。第二,国产软件只有进入学科任务才形成可观察的教学价值。本课程把采样、频谱分辨率和滤波指标组织为先判断、再计算、后解释的微任务,使边讲边练由操作演示转向概念检验。第三,改革效果应由学生的建模、调试和解释证据来判断;软件采用本身和单次总评成绩均不足以说明学习改进。

据此,本文将本课程实践提炼为差异辨析、任务重构、课堂验证、证据评价四个连续环节。差异辨析确定软件迁移中需要显性教学的接口和参数问题;任务重构把这些问题嵌入信号分析的专业情境;课堂验证通过即时计算、结果比较和师生讨论修正理解;证据评价再以程序、图表、解释和个人答辩识别学习困难,并反向修订案例。四个环节构成一个可迭代的课程改进闭环,其关键不是增加软件操作课时,而是使技术选择、教学活动和能力评价保持一致。

新工科建设强调工程教育面向产业技术发展和人才培养成效作出调整[17]。本文提出的框架对控制、通信、测量及建模仿真等同样依赖计算工具的课程具有一定参考价值:选择少量高频专业任务作为迁移载体,以理论基准约束数值结果,按版本维护案例,并保留个体化学习证据。由于本研究仅涉及一个教学班,且课程性质与软件环境同期调整,上述认识仍属于基于课程实践的初步提炼。后续研究将采用前后测个人任务和统一观察量表,连续比较不同教学轮次,以检验该框架的稳定性和适用边界。

基金项目

成都信息工程大学高等教育教学研究与改革类校级重点项目(本科教育教学综合改革研究)“基于国产自主软件 MWorks 的信号处理类课程群建设与改革”(项目编号:JYJG2024044)。

参考文献

- [1] 李志义,朱泓,刘志军,等.用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革[J].高等工程教育研究,2014(2):29-34,70.
- [2] Biggs, J. (1996) Enhancing Teaching through Constructive Alignment. *Higher Education*, **32**, 347-364. <https://doi.org/10.1007/bf00138871>
- [3] Prince, M. (2004) Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, **93**, 223-

231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- [4] Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H., *et al.* (2014) Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **111**, 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- [5] 李宏, 高卫峰, 武燕. 基于 MWORKS 软件的计算智能课程设计与建设[J]. 创新教育研究, 2025, 13(8): 318-325.
- [6] Mishra, P. and Koehler, M.J. (2006) Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, **108**, 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- [7] Kirkwood, A. and Price, L. (2013) Technology-Enhanced Learning and Teaching in Higher Education: What Is “Enhanced” and How Do We Know? A Critical Literature Review. *Learning, Media and Technology*, **39**, 6-36. <https://doi.org/10.1080/17439884.2013.770404>
- [8] Ertmer, P.A. and Ottenbreit-Leftwich, A.T. (2010) Teacher Technology Change: How Knowledge, Confidence, Beliefs, and Culture Intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, **42**, 255-284. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>
- [9] Henderson, C., Beach, A. and Finkelstein, N. (2011) Facilitating Change in Undergraduate STEM Instructional Practices: An Analytic Review of the Literature. *Journal of Research in Science Teaching*, **48**, 952-984. <https://doi.org/10.1002/tea.20439>
- [10] 李志义. 成果导向的教学设计[J]. 中国大学教学, 2015(3): 32-39.
- [11] Chi, M.T.H. and Wylie, R. (2014) The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, **49**, 219-243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- [12] Bezanson, J., Edelman, A., Karpinski, S. and Shah, V.B. (2017) Julia: A Fresh Approach to Numerical Computing. *SIAM Review*, **59**, 65-98. <https://doi.org/10.1137/141000671>
- [13] Nicol, D.J. and Macfarlane-Dick, D. (2006) Formative Assessment and Self-regulated Learning: A Model and Seven Principles of Good Feedback Practice. *Studies in Higher Education*, **31**, 199-218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>
- [14] Hattie, J. and Timperley, H. (2007) The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, **77**, 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- [15] Jonsson, A. and Svingby, G. (2007) The Use of Scoring Rubrics: Reliability, Validity and Educational Consequences. *Educational Research Review*, **2**, 130-144. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.05.002>
- [16] Panadero, E. and Jonsson, A. (2013) The Use of Scoring Rubrics for Formative Assessment Purposes Revisited: A Review. *Educational Research Review*, **9**, 129-144. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.002>
- [17] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.