

# “计算方法”课程“产教赛学”一体化教学改革与实践

杨流松

盐城工学院汽车工程学院, 江苏 盐城

收稿日期: 2025年12月26日; 录用日期: 2026年1月26日; 发布日期: 2026年2月5日

## 摘要

在新工科建设和汽车产业智能化、电动化转型背景下, 针对计算方法课程内容僵化、重理论轻实践等问题, 提出并实施了“本研贯通视域下‘产教赛学’四位一体”教学改革。该范式贯通本研教育, 融合地方汽车产业、方程式赛车项目与数学建模竞赛, 围绕五大核心模块, 通过“一心二用三评四法”路径重构教学内容、强化工程应用、多元评价, 将数值算法转化为解决车辆工程实际问题的工具。实践案例包括赛车悬架K&C数据处理、制动距离数值积分等, 显著提升了学生计算思维与实践能力, 形成了一套具有示范性与可推广性的教学改革范式。

## 关键词

本研贯通, 产教融合, 以赛促学, 计算方法

## Teaching Reform and Practice of the “Computational Methods” Course under the “Industry-Education-Competition-Learning” Model

Liusong Yang

School of Automotive Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu

Received: December 26, 2025; accepted: January 26, 2026; published: February 5, 2026

## Abstract

In the context of the construction of new engineering disciplines and the transformation of the

automotive industry towards intelligence and electrification, a teaching reform of “integrating industry, education, competition, and learning” has been proposed and implemented to address the issues of rigid content and over-emphasis on theory rather than practice in “Computational Methods” course. This paradigm integrates the local automotive industry, formula racing projects, and mathematical modeling competitions, with a focus on five core modules. Through the approach of “one mind, two uses, three evaluations, and four methods”, it reconstructs the teaching content, strengthens engineering applications, and conducts multiple evaluations, transforming numerical algorithms into tools for solving practical problems in vehicle engineering. The practical cases include the data processing of K&C characteristics of racing car suspension and the numerical integration calculation of braking distance, which significantly improve the students’ computational thinking ability and engineering practice quality, and form a set of exemplary and scalable teaching reform paradigm.

## Keywords

Undergraduate-Graduate Integrated Program, Industry-Education Integration, Learning from Competitions, Computational Methods

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

计算方法作为车辆工程专业的核心基础课，是连接高等数学、大学物理等基础理论与汽车设计、仿真、测试等专业课程的关键桥梁。其核心内容——误差分析、插值与逼近、数值积分与微分、线性与非线性方程求解——构成了现代汽车 CAE (计算机辅助工程) 仿真、性能分析、结构优化等技术的数学基石。然而，传统的教学模式普遍存在着与产业脱节、与学生兴趣割裂的问题。学生普遍对“为何需要学习这些复杂的公式与算法”存在认知困惑，导致学习过程趋于被动与枯燥，难以激发其内在学习动机，更难以有效支撑其未来在研究生阶段深入开展新能源汽车、智能网联汽车等前沿领域的科研工作[1]-[3]。

盐城工学院地处长三角北翼汽车产业重镇，与多家企业建立了紧密的合作关系。同时，汽车学院拥有活跃的大学生方程式赛车队(YCFSAE)，并在全国大学生数学建模竞赛中屡创佳绩。这些得天独厚的资源，为我们打破传统教学壁垒，构建一个“源于产业、用于竞赛、衔接科研、服务教学”的新型课程生态提供了绝佳契机。为此，立足于车辆工程专业人才培养目标，以本研贯通为长远视角，对计算方法课程进行了系统性重塑，旨在培养既懂理论、又能动手、更具创新精神的新时代汽车工程师。

## 2. “产教赛学”四位一体教学范式的顶层设计

### (1) 纵向贯通：锚定车辆工程领域本研一体化培养

对于有志于汽车轻量化设计、NVH 分析、智能驾驶感知算法等方向深造的学生，扎实的数值计算能力是其研究生阶段开展科研的关键基础。为此，课程教学目标被重新定位：在掌握误差分析、插值与逼近、数值积分与微分、线性与非线性方程求解五大核心模块原理与实现的基础上，更注重引导学生理解算法在车辆工程前沿问题中的应用逻辑与适用条件。例如，讲授大型线性方程组迭代法时，不仅要求能编程实现，还需理解在白车身有限元等大规模稀疏系统中，共轭梯度法为何比直接法更高效。此类工程导向、前瞻性的教学设计，有效激发学术志趣，夯实科研发展基础。

## (2) 横向融合：构建车辆工程特色的“产教赛学”生态

“产教赛学”四位一体是本范式的横向支柱，所有元素均紧密围绕车辆工程专业人才培养需求进行系统化设计与深度融合，形成了一个目标一致、资源互补、循环赋能的协同育人生态。

“产”为源，扎根地方汽车产业：课程主动对接盐城及长三角地区汽车产业发展的技术需求，特别是将我校大学生方程式赛车队(YCFSAE)的研发全流程作为最鲜活、最贴近学生的“微型产业”实践平台。YCFSAE 赛车的设计、仿真、制造、测试等环节，天然蕴含了大量数值计算的真实场景。例如，悬架系统的 K&C (运动学与弹性运动学)特性台架试验产生海量离散数据，亟需插值与逼近技术进行处理；整车轻量化设计中的拓扑优化问题，其核心是求解大规模线性方程组；制动、转向等子系统的性能标定，则离不开对实测数据的数值积分与微分分析。通过与 YCFSAE 指导教师团队建立常态化合作机制，课程组能及时将车队在研发中遇到的、适合本科生能力水平的计算难题转化为教学案例，确保教学内容始终源于真实工程、服务真实需求[4]。

“教”为核，聚焦五大核心模块：课堂教学是整个体系的中枢神经。课程内容严格限定于误差分析、插值与逼近、数值积分与微分、线性方程组求解、非线性方程求解五大核心模块，确保在 24 学时的理论教学内精练高效[5]。每个模块的教学设计均采用“问题导入 - 原理剖析 - 算法实现 - 案例应用”的四步法。例如，在讲授“非线性方程求解”时，首先抛出“如何根据轮胎侧向力 - 侧偏角实测数据反求魔术公式参数？”这一工程问题，激发学生兴趣；随后深入讲解牛顿法等算法的数学原理与收敛条件；接着指导学生用 Python/Matlab 编程实现；最后，让学生利用 YCFSAE 提供的真实轮胎数据完成参数辨识任务。这种闭环式教学，使抽象的算法变得有血有肉。

“赛”为翼，驱动高阶能力提升：以全国大学生数学建模竞赛(CUMCM)和 MathorCup 高校数学建模挑战赛为核心载体，将竞赛视为检验和提升学生综合能力的“练兵场”。课程组系统梳理近五年赛事中与交通、物流、制造、能源等领域相关的赛题，重点挖掘其中涉及数值计算的核心环节。例如，针对“城市区域交通组织优化”类题目，提炼出“大规模线性规划模型的求解”这一计算难点；针对“自动化生产线调度”问题，则聚焦于“非线性约束下的最优解搜索”。这些经过教学化改造的竞赛子任务，被设计为课程的综合性大作业或小组项目。通过“平时练赛题、赛时如平时”的模式，学生不仅掌握了算法，更培养了将复杂现实问题抽象为数学模型并求解的创新力，有效实现了“以赛促学、以赛促创、以赛促研”。

“学”为本，激发主体内生动力：整个生态的最终落脚点是学生的发展。通过将产业真题、竞赛挑战融入学习过程，学生从被动的知识接收者转变为主动的问题解决者。他们以“准汽车工程师”的身份参与到 YCFSAE 的数据分析工作中，或以“未来建模高手”的姿态挑战竞赛难题，其专业认同感、学习成就感和创新自信心得到极大增强。课程评价体系也相应地从“考知识”转向“评能力”，全过程关注学生在解决真实问题中所展现出的计算思维、工程素养与团队精神，真正实现了以学生为中心的教育理念。

## 3. 基于改进型“一心二用三评四法”的教学改革实施路径与典型案例

为确保改革落地生根，我们对图 1 所示“一心二用三评四法”进行了针对性升级，并融入丰富的车辆工程案例[6]。

### (1) 坚守“一心”：以车辆工程学子发展为中心

“一心”即始终将学生视为未来汽车行业的栋梁之材来培养。在课程伊始，教师便展示 YCFSAE 赛车在高速过弯时的动态仿真视频，并指出：“你们今天要学的每一个算法，都是让这辆车跑得更快、更稳、更安全的背后英雄。”这种身份代入感极大地提升了学习动机。此外，邀请已到吉林大学、合肥工业大学等车辆强校读研的优秀毕业生回校分享，讲述计算方法如何帮助他们在研究生课题(如车身结构拓扑优化、制动系统参数辨识)中攻坚克难，为在校生树立了榜样。

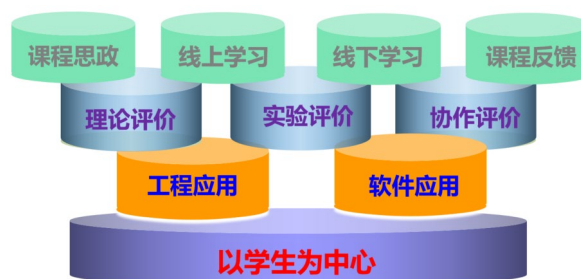


Figure 1. “One mind, two uses, three evaluations, and four methods” model

图 1. “一心二用三评四法”模式

## (2) 深化“二用”：融通车队项目与建模竞赛

“产用”案例一：YCFAE 赛车悬架 K&C 特性数据平滑

在“插值与逼近”模块，我们直接采用赛车队台架试验的真实数据。原始数据因传感器噪声和机械间隙而存在大量毛刺和不连续点。学生需使用三次样条插值或最小二乘曲线拟合，对车轮外倾角、前束角等关键参数随悬架跳动位移的变化曲线进行平滑处理。这项任务不仅训练了编程技能，更让他们深刻体会到“干净的数据”是后续所有动力学仿真的前提，真正实现了学以致用。

“产用”案例二：汽车制动性能分析中的数值积分应用

在“数值积分与微分”模块，课程引入企业提供的实车制动减速度-时间(a-t)数据，引导学生通过二次积分估算制动距离。为适配本科生能力，原始高维数据被简化为 15 组关键离散点，并剥离信号滤波等复杂环节，聚焦积分逻辑主线。教学目标设定为：掌握梯形法与辛普森法的适用条件，能完成从加速度到位移的数值推导，并理解算法误差对安全性能评估的影响。

实施中发现，学生普遍存在三类典型误区：一是忽略减速度的负号，导致制动距离计算结果为负；二是混淆积分阶次，误将一次积分当作位移；三是单位未统一(如时间以秒计、初速度以 km/h 给出)，引发数量级偏差。针对这些问题，通过绘制速度-时间曲线、设置物理意义追问(如“制动距离能否为负?”)和单位检查清单等方式进行针对性引导。课后反馈显示，92%的学生表示“通过亲手还原真实刹车过程，真正体会到数值方法的工程价值”，有效实现了从抽象公式到工程应用的认知跃迁。

“赛用”案例：数学建模竞赛中的生产线优化

在“线性方程组求解”模块，我们选取与汽车制造相关的优化问题。例如，模拟一个简化的汽车总装线，各工位之间存在物料流平衡约束，最终可形成一个线性方程组。学生通过编程实现高斯消去法和雅可比迭代法，并对比两者在求解效率上的差异，直观感受到算法选择对解决大规模工程问题的重要性。

## (3) 拓展“三评”：构建能力进阶的全过程评价

“三评”体系全面覆盖学生的能力成长。

**基础能力评(70%)**：包括闭卷考试(60%)和上机实验(10%)。上机实验直接采用上述案例，如“完成悬架 K&C 数据的样条插值并绘图”或“利用数值积分计算制动距离”。

**综合应用评(15%)**：小组期末项目。例如，一组学生完成了“基于实测数据的赛车轮胎侧偏刚度建模”，利用非线性最小二乘法，从有限的试验数据中反求出轮胎模型的关键参数，这涉及非线性方程组的求解。

**创新潜质评(15%，含在其他项中体现)**：鼓励学生在项目中进行算法对比或改进。一份优秀的项目报告，可成为其加入 YCFAE 核心团队或申请大学生创新创业训练计划项目的有力证明。

## (4) 赋能“四法”：打造沉浸式智慧教学环境

线下(深度研讨)：课堂变为“技术研讨会”。围绕“为何我们的悬架仿真结果与实车测试有偏差?”



展开讨论,引导学生从误差来源、数据质量、算法精度等多角度进行溯源分析。

线上(智慧互动):超星平台建立“YCFAE 技术社区”,共享历年赛车的设计报告、测试数据和仿真模型,供学生课外探索。

课程思政(价值引领):在追溯高斯消去法历史时,强调中国古代《九章算术》的“方程术”是世界最早的线性方程组解法,激励学生传承创新,立志攻克我国在高端 CAE 软件领域的关键技术难题。

持续反馈(迭代改进):每学期末,课程组与 YCFAE 指导教师、数学建模教练共同评审课程案例,确保其技术前沿性和教学适用性。

#### 4. 教学实践成效与反思

改革实施两年来,成效显著。学生对课程的满意度从 78%提升至 94%。更重要的是,能力的提升直接转化为成果:

YCFAE 赛车队在 2024 年中国大学生方程式汽车大赛中,其“数据驱动的赛车调校”方案获得“最佳技术报告”提名,其核心正是本课程所授的数值分析方法。

车辆工程专业学生在全国大学生数学建模竞赛中获奖数量同比增长 40%,多支队伍在赛后反馈中提到,课程中的编程训练和算法思维是其成功的关键。

近两年,共有 60 余名修读过本课程的学生成功考取或保研至国内知名高校车辆工程专业,他们在研究生面试中展现出的扎实计算功底获得了导师的高度评价。

反思未来,挑战依然存在。一是如何进一步将课程与研究生阶段的《工程建模与计算应用》《智能控制理论》等课程进行内容衔接;二是如何将更多盐城本地车企(如华人运通)的真实研发课题引入课堂。下一步,我们将探索建立“本科-研究生-企业”三方联动的项目库,让计算方法真正成为贯穿学生整个学术与职业生涯的“金钥匙”。

#### 5. 结论

本次课程改革立足地方产业需求与校本特色,构建了“本研贯通视域下‘产教赛学’四位一体”教学范式,并以优化的“一心二用三评四法”为实施路径,推动课程从知识传授向能力培养转型。改革有效破解了内容僵化、理论实践脱节等痛点,显著提升了学生的工程应用能力与创新意识,为其投身国家先进制造业高质量发展和智能网联汽车领域奠定坚实基础。该“源于赛车、融于竞赛、成于贯通”的融合型教学模式,为同类院校工科基础课程改革提供了可复制、可推广的实践范式。

#### 6. 局限性与展望

本研究提出的“本研贯通视域下‘产教赛学’四位一体”教学范式虽在提升学生工程实践能力与创新素养方面取得显著成效,但仍存在若干局限性。首先,该模式对高性能计算设备、专业仿真软件及真实工程数据等硬件与数字资源依赖较强,对资源条件有限的地方高校构成实施障碍;其次,其有效运行高度依赖兼具数学基础、编程能力和车辆工程实践经验的复合型师资,而当前部分院校在此类复合型教学力量的建设上尚处于逐步完善阶段;此外,该范式以大学生方程式赛车和高水平数学建模竞赛为关键载体,在缺乏相关平台或区域产业支撑薄弱的院校中,其可复制性受到制约。

面向推广,未来可从三方面优化:一是依托开源工具链(如 Python 科学计算生态)开发轻量化、模块化教学案例,降低技术门槛;二是推动区域高校协同,共建共享实验平台、竞赛资源与产业项目库;三是构建分层级、弹性化的实施方案,允许院校根据自身基础选择“全要素融合”或“核心模块嵌入”等适配路径,从而形成理念先进、结构清晰、可迁移可推广的工科基础课程改革范式。

## 基金项目

盐城工学院教育教改研究课题：本研贯通视域下“产教赛学”四位一体的《计算方法》课程教学范式改革与实践，编号 JYKT2025B074。

## 参考文献

- [1] 唐玲艳, 文军. 新工科背景下高等数值分析课程教学改革的思考[J]. 高教学刊, 2022, 8(24): 144-147.
- [2] 杨成顺, 李干林, 黄宵宁, 等. 工程教育认证背景下数值计算方法课程教学方法改革与实践——以电气工程及其自动化专业为例[J]. 科教文汇, 2023(4): 103-106.
- [3] 陈丽娟, 李明珠, 张蕾, 等. 新工科背景下计算方法课程实践: 融入数学建模思想[J]. 高教学刊, 2020(18): 74-76.
- [4] 朱海龙, 庄科俊. 基于数学建模思想的《数值分析》教学改革研究[J]. 白城师范学院学报, 2018, 32(2): 79-82.
- [5] 王建云, 田智鲲, 张发明, 等. 数学建模思想融入数值分析课程的改革与实践[J]. 当代教育理论与实践, 2018, 10(6): 50-53.
- [6] 杨流松. “新工科”背景下“一心二用三评四法”教学模式探索与实践[J]. 漫科学(中旬刊), 2025(5): 133-135.