

# AI驱动《液压与气压传动》课程个性化学习路径构建研究

武历颖 徐同强

临沂大学 山东临沂 276000

**摘要:** 个性化学习的核心在于依照每一位学生独有的需求以及学习特性, 为他们专门定制契合的学习路线。利用AI技术可以细致剖析学生在学习液压与气压传动课程期间的各类表现, 基于此规划出个性化的学习路径, 使每位学生都能够按照适合自身的节奏与方式掌握这门课程。本文着重对液压与气压传动课程的知识体系进行分析, 深入探讨现阶段该课程教学模式所存在问题, 并针对AI驱动下液压与气压传动课程的个性化学习路径提出相关见解。

**关键词:** AI技术; 液压与气压传动课程; 个性化学习; 路径

在机械类相关专业领域, 液压与气压传动课程占据着重要地位。传统混合教学模式仍然存在局限: 统一的教学进度难以兼顾学生不同学习基础, 静态课程资源无法满足个体知识掌握差异, 教师难以及时追踪每个学生的理解盲区。这导致学生学习效率低下与知识吸收不均衡问题。教师需要把AI技术引入课程学习过程中, 为学生们量身定制个性化学习路径。如此才能更好地满足不同学生在学习上的需求, 提升学习效果。

## 一、课程知识体系分析

《液压与气压传动》是机械设计及其自动化、车辆工程等专业新工科改革的核心课程之一, 聚焦流体传动技术在现代工程机械、车辆等智能化、电动化中的应用。课程以流体力学为基础, 系统讲授液压与气压传动的工作原理、关键元件(泵/阀/缸等)结构与功能, 结合汽车底盘电子控制系统、新能源汽车制动能量回收系统、工程机械智能液压系统等典型工程案例, 解析系统设计与集成方法。融入数字化建模与仿真、智能控制(PLC编程与嵌入式技术)等新工科内容, 强化学生对机电液一体化系统的分析、设计及创新能力。

## 二、现阶段课程教学模式的局限性

### (一) 统一化教学难以适配个体差异

在《液压与气压传动》课程教学中, 传统的混合式教学模式和学生个性化学习需求存在三重矛盾: 一是线上教学视频采用统一录播课程, 难以适配不同基础学生; 二是固定教学节奏忽视个体认知差异, 接受能力强

者可掌握所有液压阀原理, 并能结合液压回路进行分析, 而基础薄弱者仍在消化基础知识; 三是标准化实验项目限制学生创新能力发展, 如偏好智能控制的学生在传统液压回路实验中无法拓展PLC编程应用<sup>[1]</sup>。

### (二) 理论与实践脱节严重

传统教学手段往往侧重于液压原理的公式推导以及功能图解方面, 即便进行案例分析, 也仅仅局限在设备处于静止状态时的参数推算上。如此固化的教学模式, 致使学生在对液压系统运行过程里各类动态响应特性的认知上出现了较为明显的断层情况<sup>[2]</sup>。

当课程内容涉及到存在多执行元件协同作业的复杂回路时, 因为缺少液压仿真软件所提供的实时工况模拟功能, 学生很难直观地观察到压力补偿阀的动态调节过程, 也无法看到流量分配装置的瞬态响应状况, 更难以在三维可视化的环境当中去验证在不同负载条件下系统性能的变化规律<sup>[3]</sup>。

### (三) 技术更新与行业需求脱轨

当下《液压与气压传动》课程的教学体系在与行业技术革新衔接方面存在明显欠缺。就教学资源的构成来说, 大部分院校的该课程主要还是局限于对传统工程机械液压系统的剖析, 没能及时跟上智能液压技术不断更新换代步伐。

比如, 在电液伺服系统的数字化改造教学中, 现有的教材基本上都没有对智能控制算法、数据驱动建模等关键知识进行系统的讲解, 对于人工智能技术在液压系统状态监测以及故障预警方面的应用场景更是极少提及。这种知识更新缓慢的情况, 直接致使学生在接触新能源汽车液压能量回收系统时, 缺少必要的认知架构, 难以领会能量流的动态管理、多模式协同控制等重要技术原理。

**基金项目:** 2023年临沂大学校级本科教学改革研究项目: 二十大精神视域下基于BOPPPS的《液压与气压传动》混合式教学研究与实践(编号: JG2023M31)

### 三、AI驱动液压与气压传动课程个性化学习路径

#### (一) 智能能力图谱诊断与分层教学

在液压与气压传动课程教学中，通过AI技术构建智能能力图谱诊断系统并实施分层教学，同时引入AI助教，构建动态知识图谱，成为构建个性化学习路径的一项极为重要的举措。该系统通过学情数据（测试正确率、实验操作路径）生成能力雷达图，精准定位学生薄弱点（如“液压阀选型”错误率 $>30\%$ ）并进行有效干预，可有效解决传统混合式教学模式的标准化教学困境。

例如，在学习液压系统设计这一单元时，教师察觉到学生普遍在理论应用方面存在困难。智能能力图谱诊断系统对学生提交的液压回路设计作业加以分析后，能够自动诊断出两类典型问题：一部分学生因液压元件选型方面的知识较为薄弱，致使所设计的系统功能无法达成。另一部分学生尽管掌握了元件参数的计算方法，但却忽视了管路压力损失对系统性能产生的影响<sup>[4]</sup>。

以学生张某的作业为例，其所设计的工件智能装卸系统存在执行元件速度不达标的问题。智能系统对作业文件进行解构分析后，发现其中存在液压缸压力参数设置偏差以及流量控制阀选型不当这两个关键问题，基于能力图谱评估，该生在液压元件工作特性曲线理解方面的得分偏低，且在工程系统整体性思维方面存在较为明显的不足。基于上述情况，教学平台自动向该生推送了具有针对性的学习资源包，里面包含液压阀动态特性虚拟仿真实验以及工程机械液压系统故障案例集等内容<sup>[5]</sup>。

在个性化学习中，张某针对液压阀压力-流量特性曲线分析模块展开补充学习。此后，其重新设计的系统选用了单向调速阀压力补偿型，并且合理规划设置了过载保护回路。经此改进，新方案达到了速度方面的要求，同时显著提升了系统的安全系数。经过三轮迭代学习，该生在系统优化设计这一维度所获评分由最初的62分提升至85分，元件选型的错误率也从37%大幅下降到8%。这种基于能力图谱的动态分层机制，使不同认知水平的学生均能在适配的学习层级中获得有效提升<sup>[6]</sup>。

#### (二) 动态知识推荐引擎

个性化学习支持体系有着显著优势，其既能维持知识体系的完整，又可依据个体差异给予精准辅导。推荐算法在持续跟进学生知识建构的过程中，成功弥补了传统教学中理论讲授和实践应用之间存在的脱节问题。

以“液压泵与换向阀协同控制”学习为例，部分学生在实践操作阶段经常出现系统压力不稳定的状况。教学平台实时收集学生于虚拟仿真系统中的操作数据，并

参照其前期测试里容积效率计算题的完成情形，精准判定出这部分学生群体对泵阀动态匹配原理的理解存在结构性不足。随后系统启动混合推荐机制，从知识本体库中提取相关概念节点，进而生成涵盖三维动态原理演示、压力补偿阀拆装动画以及典型故障排除案例的三维立体学习包<sup>[7]</sup>。

为了有效提升知识迁移能力，在推荐引擎中特意植入车辆转向系统的典型案例。此案例以车辆的实际工况作为背景设定，要求学生依据所给定的负载参数来对泵阀组合进行匹配操作。在学习界面方面，左侧会实时呈现液压系统原理图，而右侧则配备参数调节面板以及性能曲线对比区。当学生对变量泵排量作出调整尝试之时，系统便会同步生成压力-流量复合曲线，直观地将排量变化给系统稳定性带来的影响展示出来。这种把虚拟与实际相结合的学习模式可促使抽象的理论转化为具有可操作性的工程经验，进而助力学生构建起关于泵阀参数联动的整体认知体系。

#### (三) 虚拟孪生实验系统

传统课堂中难以复现的液压系统渐变故障，如密封件老化导致的压力缓降现象，在数字孪生模型中可通过参数渐变模块精准模拟。

以工程机械液压系统故障诊断为例，学校可以与企业合作，利用Unity3D和MATLAB/Simulink共同开发数字孪生平台，搭建出挖掘机液压系统的三维可视化模型。该模型将动臂油缸、回转马达等关键部件的实际工作状态完整地呈现出来。学生能够在虚拟场景当中，实时对液压泵排量、溢流阀设定压力等参数加以调整，进而观测到系统压力变化曲线与执行元件动作响应之间的动态关联情况<sup>[8]</sup>。

在实际教学开展环节，教师可以创设典型的故障场景供学生深入探究。比如，当回转马达出现异常振动这一情况时，学生要在虚拟操作界面调出液压原理图，查看压力传感器的实时数据，并结合Simulink所生成的压力-流量特性曲线来对故障加以定位。该系统配备的智能引导模块会依据学生的操作步骤给予即时反馈。要是学生错误判断了故障原因，系统便会自动呈现出油温异常升高、油管破裂等可视化的警示内容，以此提示学生重新去核查溢流阀调定参数和泵控信号之间的关系。这种虚实结合的诊断流程，使抽象的压力损失、流量控制等理论知识转化为可操作的实践认知。

在某次课堂实践活动中，学生小组着手对液压缸爬行现象展开排查。在对比数字孪生模型中不同油液黏度

参数下的压力波动相关数据时，学生们察觉到当系统温度的模拟值降至35℃时，液压油的流动阻力显著增加。这一发现使得他们能够更为深入地去理解环境温度对于执行元件运动平稳性所产生影响的内在机理，随后便自主对油箱加热装置的启停阈值参数做出了相应调整。与此同时，系统同步生成了一份关于参数优化效果的对比报告，该报告以较为直观的方式呈现出这样一个结果：当把油温控制在40-50℃这一区间的时候，液压缸速度波动的幅度能够得以减少，有效提升了学生将理论与实际相联系的能力。这种把设备全生命周期状态融入到教学范畴之中的设计思路，成功突破了传统实验装置在功能方面所存在的局限，为教学实践活动带来了新的活力与可能性<sup>[9]</sup>。

#### （四）学习路径自优化机制

在液压与气压传动教学实践中，基于AI驱动的学习路径自优化机制正展现出显著成效。教师可以围绕“液压系统故障诊断”这一模块设计具有代表性的教学案例，比如可选取车辆ABS防抱死制动系统作为研究对象。学生进入虚拟仿真平台后，需诊断某型号车辆在湿滑路面紧急制动时出现的车轮抱死与制动距离异常故障。平台同步加载真实工况数据，如制动主缸压力波动范围、轮速传感器脉冲频率及ECU控制电流，学生需独立开展系统原理图分析、压力检测点选择以及故障树建立等基础性任务。在完成这些任务的过程中，系统会实时对学生的操作路径以及思考所花费的时长予以记录，进而生成能够体现学生个性化能力的图谱。

在学生完成理论测试后，智能诊断系统察觉某生在进行分析制动压力曲线时，误将减压阶段异常压力斜率归咎于液压泵失效。智能诊断系统通过操作轨迹分析，发现其未建立电磁阀动态响应与制动液性能的关联认知，随即推送ABS阀体剖视微课，并启动制动液气蚀效应虚拟实验。学生在反复调整虚拟实验里的制动液黏度参数的过程中，能够直观地观测到压力脉动变化曲线，如此的多模态学习方式有力地促进了理论知识的转化。进阶训练阶段，系统依据前期学生的学习轨迹，针对性生成MATLAB/Simulink仿真任务，该生通过调整模糊PID参数，将虚拟测试中的轮速滑移率从35%优化至18%。最终在故障复现环节，其准确识别出蓄能器预充压力不足导致减压失控，并提出增加压力梯度监测逻辑的解决方案。学习闭环数据显示，经过三轮迭代，该生诊断

耗时有效缩短，正确率也大幅提升，达到分层教学的预期目标。

#### 结束语

总而言之，教师若能充分发挥AI的优势，便可突破传统教学模式的束缚，为各个学生量身定制专属的学习路径。借助智能能力图谱诊断与分层教学、动态知识推荐引擎、虚拟孪生实验系统以及学习路径自优化机制等，教师能够更精确地把握学生的学习状况，从而据此调整教学策略，达成教学相长的目标。

#### 参考文献

- [1] 韩芬. 基于数智创新的传统工科课程改革研究——以液压与气压传动课程为例[J]. 武汉冶金管理干部学院学报, 2025, 35(01): 54-58.
- [2] 崔勇, 王勇, 高慧, 等. 虚拟仿真实验在《液压传动技术》课程中应用的探讨与实践[J]. 中国设备工程, 2025, (05): 9-11.
- [3] 何丽娟. 液压气动技术运用课程教学改革研究[J]. 模具制造, 2025, 25(03): 108-110.
- [4] 王强, 王佳杰. “车辆液压与气压传动”课程思政建设探索与实践[J]. 林区教学, 2024, (09): 34-37.
- [5] 潘丰, 刘祺慧, 吴维. 纯液压驱动滑移转向车辆直驶转向协调控制[J]. 计算机集成制造系统, 1-15[2025-04-14].
- [6] 罗俊林, 吴维, 邹天刚, 等. 静液压驱动车辆加速过程动态特性研究[J]. 机械工程学报, 2023, 59(16): 254-262.
- [7] 柏宇星, 刘振, 辛江慧, 等. 流体力学与液压传动课程的课程思政探索研究[J]. 中国现代教育装备, 2023, (01): 130-132.
- [8] 韩寿松, 晁智强, 刘相波, 等. 基于联合仿真的全液压驱动履带车辆转速感应控制策略[J]. 装甲兵学报, 2022, 1(06): 79-83+100.
- [9] 柏宇星, 辛江慧, 王玉国, 等. 车辆工程专业STEM课程建设与探索——以流体力学与液压传动课程为例[J]. 中国现代教育装备, 2022, (11): 127-129.
- [10] 张袁元, 辛江慧, 赵振东. 《液压传动》课程在车辆工程专业的教学理解与设计[J]. 教育现代化, 2017, 4(04): 115-117+129.