**A 基于强化学习的倒立摆控制**

**案例背景**

小车-倒立摆（Cart Pole）是自动控制原理中经典的非线性系统控制案例，其目标是通过对小车施加水平力，使得杆子始终保持直立（向上），而不会因重力倒下。传统方法需建立复杂的动力学模型，涉及小车质量、小车受到的作用力、摆杆质量、摆杆长度、摆杆角速度等多个系统参数，建模和控制过程具有较大挑战性。

**AI 应用方式**

借助强化学习算法，智能体可以在模拟环境中自主学习控制策略。例如，使用OpenAI Gym工具构建CartPole环境，系统将小车位置、速度、摆杆角度及角速度作为状态反馈变量。通过设定奖励机制，如每次成功保持平衡（即采取左移或右移操作后杆子仍未倒下）获得正向奖励，一旦失败（摆杆偏离垂直方向超过15度，或小车移动超过轨道范围）则获得相应的负向惩罚。智能体在不断试错过程中逐步掌握合理的控制策略，实现稳定倒立控制。

**教学意义**

该案例帮助学生理解非线性系统的动态特性与控制难度，直观认识强化学习在解决复杂控制任务中的优势。通过观察智能体的学习过程，学生能够掌握强化学习的基本原理及其在智能控制中的实际应用，增强对AI控制方法的认知和兴趣。

**B 控制系统的智能辨识与参数优化**

**案例背景**

加热炉是过程控制中常见的对象，控制目标是将炉温稳定在设定值附近。传统系统辨识方法通常需预设模型结构，并结合输入输出数据进行参数拟合，其对数据量的依赖较低，这在数据获取受限的工业环境中是一大优势。然而，在控制器设计阶段，传统PID参数整定主要依赖经验法则或手动试凑，往往需要多次实验调整，不仅效率低下，也难以在复杂工况下实现理想的控制性能。

**AI应用方式**

该案例利用经典辨识方法，从加热炉的加热功率与温度响应数据中辨识出系统模型。随后，引入遗传算法或粒子群优化等智能优化算法，对PID控制器的比例系数、积分时间和微分时间进行全局搜索优化，目标是最小化超调、稳态误差与调节时间等关键控制指标。训练优化过程中，控制精度与鲁棒性不断提升，显著提高系统性能与参数整定效率。

**教学意义**

本案例融合传统辨识方法与AI驱动的控制参数优化策略，帮助学生理解建模与控制过程中的实际挑战。通过引入智能优化算法，学生可直观认识AI如何在参数调优中发挥作用，增强将数据驱动方法与传统控制理论融合应用的能力，提升其解决实际工程问题的综合素养。