

一、课程概况

自动控制技术广泛应用于先进制造业、航空航天、国防军工等众多领域。自动化装置在我们的生活中也无处不在。自动控制原理是研究自动控制基本规律的科学，是分析和设计自动控制系统的理论基础。本课程介绍自动控制的基本理论及其工程分析和设计方法，使学生清晰掌握线性反馈控制系统的基本原理和基本概念，并了解非线性控制系统的基本概念。初步学会利用时域法、频率特性法以及根轨迹法等经典控制理论方法来分析、设计自动控制系统；掌握控制系统基本实验和实践技能，培养学生设计控制器、调整控制参数、分析和解释数据的能力。在达成知识目标的同时重视高阶能力培养，尤其是动手解决实际控制工程问题的能力。而这对学生的系统观、辩证观、创新意识等综合素质提出了更高要求。自动控制技术是先进制造业、航空航天、国防军工等领域的核心技术，因而课程特别强调培养学生的情感价值观。未来从事这一行业的学生必须具有高度的爱国情怀、探索求真和一丝不苟的工匠精神。

自动控制原理授课对象为自动化、电气工程及自动化等专业大二学生，学时为72学时，每学期选课人数超过500人。该课程多年来持续进行教学改革实践，取得了显著的教学成果。2014年出版“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《自动控制原理》，2020年被评为国家一流课程。

二、素质培养目标与思政元素融合

课程旨在培养具有高度的爱国情怀、探索求真和一丝不苟工匠精神的“治国、平天下”的大国重器制造者。因此在“授业”的同时更加重视“传道”，“格物致知，正心修身”是课程的座右铭。课程设置了以下明确的素质培养目标：

① 浙江省“十三五”第二批教学改革研究项目，编号PX-32191163。

- (1) 培养学生爱国精神与专业自豪感、精益求精的工匠精神、科学创新意识；
- (2) 培养学生的系统观、辩证观和科学研究思维方法；
- (3) 培养学生的工科人文情怀和团结协作精神。

课程注重结合教学内容和特点，充分挖掘其中蕴含的辩证哲学、创新思维、工匠精神等育人元素。对每一章节的教学内容和知识点，有针对性地设计了相应的思政元素，见表1。

表1 自动控制原理课程思政元素

项目	章节	课程思政元素
理论教学	自动控制一般概念	1. 工业 4.0 的机遇与挑战； 2. 控制论创始人钱学森的爱国和治学精神； 3. 大国重器激发爱国热情和专业自豪感、工匠精神
	控制系统数学模型	1. 辩证唯物主义中的认识论，阐述如何发现科学问题； 2. 数学变换所蕴含的诚信、友爱、平等的思想； 3. 卷积定理所蕴含的“不积跬步，无以至千里”的道理
	线性系统时域分析	1. 从系统的稳定性和稳态精度指标看待“矛盾论”； 2. 从系统快速性，阐述执行能力对个人在职场中的作用； 3. 从提高系统的抗扰动性，阐述加强自身能力的培养
	根轨迹法	1. 从根轨迹概念及绘图方法引申出科学研究中的化繁为简、主要矛盾与次要矛盾的关系； 2. 学会在科学研究中假设条件
	线性系统频域分析	1. 导引学生从哲学角度思考创新、科学研究方法； 2. 控制工程中反映的物质与意识的辩证关系，实事求是，树立正确的理念
	线性系统校正方法	1. 从 PID 控制器引申出数学中“最优美的一定是最简单的”大道至简的哲学道理； 2. 控制器设计中蕴含的辩证思维和矛盾论
	线性离散系统分析与校正	1. 从离散系统与连续系统的对应知识点引申出科学研究的借鉴和创新方法； 2. 从经典控制理论到数字计算机的发展引申出人类科学进步、数字浙江与人工智能未来
	非线性系统分析	1. 了解非线性普遍性原理； 2. 从非线性系统线性化引申出矛盾的辩证哲学原理； 3. 从“蝴蝶效应”引申出碳排放概念和环境保护意识
实验环节	典型环节时域响应和稳定性分析	1. 培养学生理论联系实际的动手能力； 2. 培养学生用电安全、工程素养和一丝不苟的精神； 3. 培养学生团队合作意识和社会分工的螺丝钉精神
	线性系统的频率响应分析	
	线性系统校正	
小组项目	电加热炉温度控制	1. 从实际工程抽象数学问题的能力； 2. 创新意识和工程实用意识；
	双容水箱液位控制	3. 系统观、矛盾观和辩证思维； 4. 一丝不苟和科学严谨的精神；
	直流电机转速控制	5. 合作意识、交流表达能力； 6. 追求完美的精神和认真态度

三、课程思政设计思路

课程注重知识点与育人元素的无缝衔接和自然结合,力求达到“盐溶于水”的无痕思政。通过对与知识点相关的工程案例、人物传记、科研前沿、教师自身科研经历的介绍实现拓展知识、引领价值观,培养学生的专业自豪感、爱国精神、工匠精神和责任担当。

(1) 在教学过程中将科学家们的典故传记融入理论和工程案例中,介绍他们的爱国情怀和感人故事。比如,中国控制科学的创立者、航空航天领域的奠基人钱学森先生冲破重重阻挠毅然回国投身祖国建设事业的故事就是对爱国精神的最好诠释。“嫦娥工程”探月活动、“天宫一号”空间站、“天问一号”火星探测、“北斗导航”等大国重器都是最好的控制工程案例,蕴含着丰富的控制理论与实践,通过将这样的案例引入教学过程,增加学生的专业自豪感,使学生坚定未来从事科学研究的志向(见图1)。

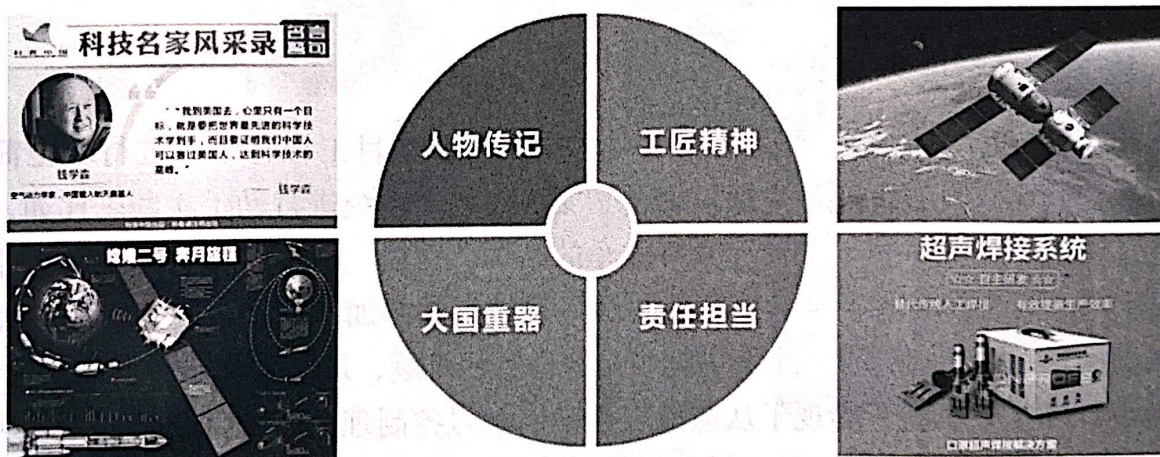


图1 课程思政设计思路1

(2) 将身边教师的科研经历融入工程案例中,通过亲身经历和感悟进行润物无声的思政教育。比如,赵晓东老师曾参加“神舟飞船”的预研工作,通过讲述飞船轨道舱模拟系统的环境控制系统研发与调试过程,传递“严谨、一丝不苟、精益求精”的工匠精神。2020年,自动化学院杨勇老师团队和孔亚广老师团队开展科技攻关,突破技术难点,使消杀机器人、方舱医院和超声焊接口罩设备先后投入抗疫前线,关键时刻老师们挺身而出的奉献精神和社会责任感是对学生最好的言传身教。

(3) 课程注重通过思考题和讨论题来增强学生探索、思考、发现知识点背后深层次联系和内在本质的能力,从而达到培养学生的辩证思维、全局观系统观、科学创新意识的目的。课程设置了20个主题讨论和100个思考题,让学生通过讨论和思考来深度挖掘理论背后的本质和内涵;学生通过课堂、MOOC讨论区、课程QQ群和

微信群对上述问题和课程疑难进行讨论和互动。课程注重通过翻转课堂、小组项目、汇报答辩、竞赛实践等多种形式，增加学生理论联系实际锻炼，培养学生的团队意识、工匠精神（见图2）。

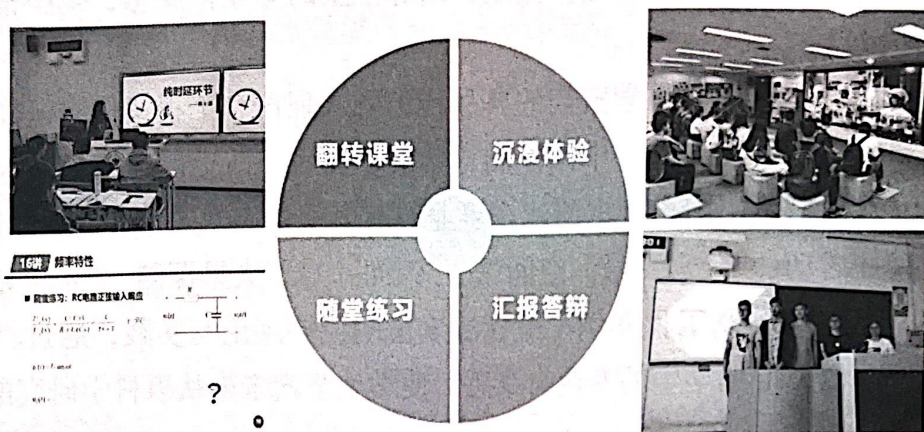


图2 课程思政设计思路2

四、思政实施案例

将反映学科前沿的工程案例引入教学中。介绍项目工程背景，进行理论简化分析和控制器设计，并让学生通过更易于实现的相似系统进行动手实践。比如，课堂上，详细介绍了中国“玉兔”号月球车的结构、性能、操控手段、自主运行原理（见图3）；课下，教师指导学生组装和调控智能车并参加智能车比赛，学生在编程和调试的过程中，遇到了一个个书本中未曾讲解的难题，通过查找资料、热烈讨论、创新设计和反复试验，实现了从前沿工程案例学习控制理论，到将理论应用于实际控制系统的高阶能力培养目标，同时培养了学生探求科学真理、团队合作、迎难而上的精神和意识。

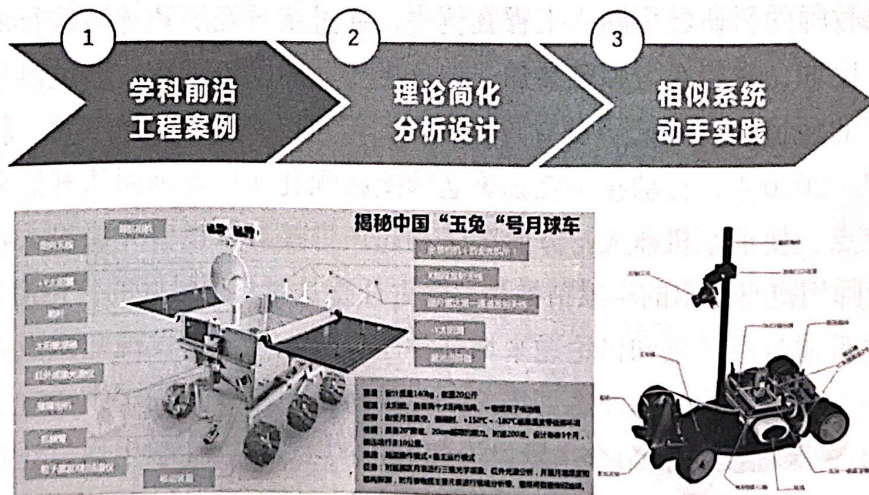


图3 课程思政实施案例1



课程注重通过思考题和讨论题来增强学生探索、思考、发现知识点背后深层次联系和内在本质的能力,从而达到培养学生的辩证思维、全局观系统观、科学创新意识的目的。比如关于系统的稳定性判别,学生在不同章节分别学习了劳斯判据、根轨迹法、奈氏判据、伯德判据四种方法,通过深入思考和主题讨论,明白这四种方法内在本质联系都是系统特征方程,而不再是割裂的单独的知识点。教学过程始终注意跟踪最新的学科前沿。2021年4月初讲到劳斯判据这一知识点时,恰好马斯克的星舰10成功发射并垂直回收,任课教师在第二天上课时播放相关视频,并引导学生进行分析。建立与此密切相关的钟摆和倒立摆的数学模型并对它们的稳定性进行比较。发起了独轮平衡车稳定性控制的主题讨论,加深了学生对劳斯判据的认知(见图4)。

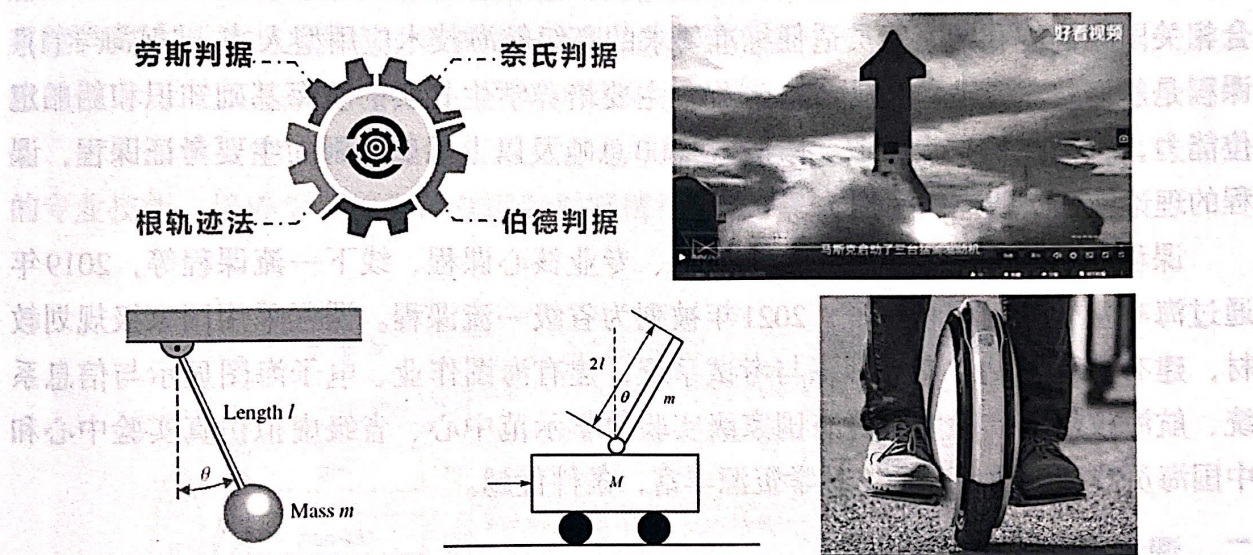


图4 课程思政实施案例2

五、结语

自动控制原理课程将思想政治教育贯穿于教学全过程,实现价值性和知识性的统一。课程针对理论教学、实验环节、小组项目的每一环节教学内容和知识点,有针对性地设计了相应的思政元素,通过工程案例、人物传记、科研经历、主题讨论等多种思政形式达到专业知识与育人元素深度融合。注重“实践—理论—实践”的理论联系实际思政育人,增加学生理论联系实际的锻炼,培养学生的团队意识、工匠精神,增强学生对矛盾论、实践论、辩证法等哲学思想的理解,内化社会主义核心价值观和哲学观,起到“随风潜入夜,润物细无声”的潜移默化、春风化雨效果,完成立德树人的根本任务。