

着眼培养工程素养的控制类课程设计研究

刘淑波 张 园 邓加川

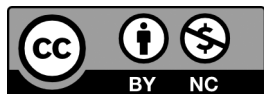
大连舰艇学院基础部，大连

摘 要 | 为了在控制类课程中培养工程素养，本文从控制类课程视角定义的宽泛工程素养出发，着眼培养工程素养来对控制类课程进行课程设计，在控制类课程教学计划中从课程目标、教学策略、学习方法和教学实施四个方面明确培养工程素养的路径，力图推进以培养工程素养为目标的该类课程的教学改革。

关键词 | 工程素养；控制类课程；课程设计

Copyright © 2024 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



培养学生的工程素养是当前工程教育改革的一个重要方向。教育部在“卓越工程师”培养计划和工程教育专业认证中都把培养学生的工程素养作为专业培养的重要环节和考核点。全美娟等学者认为，工程素养指的是工程师应具备的基本知识、基本理论和基本技能、一定的工程实践训练和严格有素的工程习惯及综合能力。具备高工程素养的学生能敏捷地发现问题，并将理论应用于实践，能够综合运用各种资源，将思维构思变成实际产物^[1, 2]。

在上级“宽口径、厚基础，全素质”培养要求下，对我院控制类课程培养学生工程素养提出了新要求。从知识层面看，宜“以工为主”，夯实学生工程基础，学科基础模块积极对接国家高等教育质量标准，设置工科通用基础课程，实施宽口径专业教育，强化学生工科基础，注重学科基础和工程实践的有机结合。

我院作为学科基础模块的控制类课程“自动控制原理”“自动控制元件”对培养学生的工程素养起着至关重要的作用。作者认为从控制类课程角度出发定义的宽泛的工程素养为科学的“工程辩证思维”，重视事物的普遍联系和相互作用；理论和实践的融会贯通；以系统论的视角综合全面地思考、处理工程问题，始终做到“心中有系统”等。

如何借助控制类课程来培养学生的工程素养呢？就要着眼培养工程素养来对控制类课程进行课程设计。在课程教学实施的纲领性文件——控制类课程教学计划中明确了培养工程素养的路径。具体来看，在课程总体目标和分类目标中明确培养工程素养的要求；在教学策略中设计培养工程素养的方法；在学

习方法中建议培养工程素养的习惯养成；在教学实施中把工程素养培养要求落地。

1 课程目标明确培养工程素养要求

“自动控制原理”课程通过对贯穿案例的探究学习，“自动控制元件”课程通过对舰载装备随动系统中各控制元件的比较探究学习，养成工程思维和辩证思维习惯，初步具备工程实践能力。

2 教学策略中设计工程素养培养方法

2.1 “自动控制原理”课程通过案例贯穿和理实一体实现

案例贯穿：用三个典型舰载装备随动控制系统故障案例，贯穿整个教学内容和所有教学环节。两个示范案例（示范案例1——某火炮随动系统和示范案例2——某火箭深弹发射炮随动系统）用于课堂教学，随教学进度逐步推进；一个练习案例——随动操舵系统用于课后作业和实验，随示范案例同步推进。案例贯穿全部教学内容和所有教学环节。通过始终不断线的案例探究，在解决系统局部问题的时候，始终面对的是整个系统，实现知识到能力的转化，形成系统论和负反馈的思想。

理实一体：每次对案例的探究，首先是理论分析，然后是 Matlab/Simulink 软件仿真，最后是实验箱硬件仿真，理论和实践始终不脱节，通过理实一体提高实践能力，从而达到理论和实践的融会贯通。

2.2 “自动控制元件”课程通过启发工程辩证思维来实现

每种控制元件学完，引导学生将其传递函数放回到舰载装备随动控制系统中去，并与前面元件的传递函数相连，最终得到整个控制系统的传递函数方块图。在此过程中深化系统论的观点。在主反馈元件（测量比较元件）、局部反馈元件（反馈校正元件）的分析中深化负反馈的思想；通过引导学生分析典型元件电磁相互转化、相互影响的过程，结构与功能的辩证关系、量变到质变转化过程等，启发学生的工程辩证思维，加深对教学内容的理解和思考。

3 学习方法中建议工程素养培养的习惯养成

3.1 “自动控制原理”课程建议

能力层面：注意仿真实践能力的培养。首先思想上要重视实践环节；其次，软件仿真时要学会单步调试的方法；硬件仿真时，在预习环节要注重硬件电路图，以便提高实作效率。

思维层面：注意工程思维习惯的养成。注意思维的“整体性”，即科学的“辩证思维”，重视事物的普遍联系和相互作用。比如：能够意识到没有一个性能指标是完全孤立的，在改善一个的同时，必然会影响其他；以系统论的视角综合全面地思考、处理工程问题，始终做到“心中有系统”。比如：频域分析时，能够意识到幅值和相位是同一系统的不同方面，不能割裂开来。

3.2 “自动控制元件”课程建议

以课堂思考题为主要牵引进行深层次思考。注意采用辩证分析方法，加深对教学内容的理解，并养成辩证思维习惯，深化系统论的观点和负反馈的思想，养成用系统论和负反馈的思想分析问题的思维习惯。

4 教学实施中把培养工程素养要求落地

4.1 理论课中实施

(1) “自动控制原理”课程

第三章控制系统时域分析中通过典型输入信号体现的“最不利”原则，以及对时域性能指标之间相互制约关系的分析，培养工程思维和辩证思维，深化系统论的观点。

第四章控制系统频域分析中对同一系统，引导学生注意幅值和相位是同一系统的不同方面，不能割裂开来，培养辩证思维；对同一系统，引导学生建立频域性能与时域性能指标的联系，将时域分析与频域分析进行对照，以系统论的视角综合全面地思考、处理工程问题，始终做到“心中有系统”，深化系统论的观点。

(2) “自动控制元件”课程

第二章电压器中通过对变压器主磁通形成过程的总结，引导学生体会电磁相互转化、相互影响的过程，启发学生思考事物的普遍联系与相互作用，培养辩证思维。

第三章直流电机中通过分析换向器与电刷的作用，启发学生思考结构与功能的辩证关系。

第四章交流异步电动机中通过分析三相异步电动机转子的转动原理，启发学生对“结构与功能”的辩证关系进行深入思考；通过对不同种类单相异步电动机的结构和原理进行分析，启发学生对“结构与功能”的辩证关系进行深入思考。

第七章执行元件中通过对交流伺服电动机机械特性的特点均源于“较大的转子电阻”的分析总结，引导学生体会“量变到质变”的转化，并思考量变与质变的分界线。

第八章反馈校正元件中通过分析反馈校正元件的局部反馈作用，引导学生体会“量变到质变”的转化。

4.2 实验课中实施

(1) “自动控制原理”课程

一个练习案例——随动操舵系统的分析和设计问题贯穿整个实验的始终。实验课课前通过雨课堂预习练习案例各次课后理论探究的结果，课上先是 Matlab/Simulink 软件仿真，然后是硬件实验箱仿，使用舰载装备随动系统远程虚拟实验平台探究参数变化对系统性能的影响，真正做到线上线下理实一体，理论和实践始终不脱节，从而达到理论和实践的融会贯通。

(2) “自动控制元件”课程

针对“自动控制元件”课程中自整角机实验部分学生错误接线现象，在原有硬件仿真的基础上，增

加了利用舰载装备随动系统远程虚拟实验平台探究力矩式自整角机接线故障的各种现象的仿真实验，从而在不损伤原有设备的基础上，一方面让学生体会实际工程仪器仪表操作按规按纲操作，另一方面也让学生体会到仿真实验的真实性和沉浸感。

5 结论

本文结合上级对我院控制类课程培养工程素养提出的新要求，作者从宽泛的工程素养出发，着眼培养工程素养来对控制类课程进行课程设计，并且在控制类课程教学计划中明确培养工程素养的路径。

本论文的研究方法可推广至控制类其他课程的培养工程素养的课程设计教学改革中，也可为其他自动化专业课程相关教学研究提供理论借鉴。

参考文献

- [1] 李涛, 陶晶, 修云. OBE视角下应用型高校大学生的工程素养培养模式[J]. 湖北理工学院学报, 2021, 37(5): 64-67.
- [2] 申欣. 大学新生技术与工程素养研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2021, 12.

Research on the Design of Control Courses Focusing on Cultivating Engineering Literacy

Liu Shubo Zhang Yuan Deng Jiachuan

Dep. of Basic Sciences of Dalian Naval Academy, Dalian

Abstract: In order to cultivate engineering literacy in control courses, this paper starts from the broad definition of engineering literacy from the perspective of control courses, focusing on cultivating engineering literacy to do the curriculum design for control courses, and clarifies the path to cultivate engineering literacy from four aspects: course objectives, teaching strategies, learning methods and teaching implementation in the teaching plan of control courses, trying to promote the teaching reform of this kind of courses with the goal of cultivating engineering literacy.

Key words: Engineering literacy; Control courses; Curriculum design