

基于 CDIO 模式的《控制工程基础》课程研究报告

吴雪花

(南昌工学院机械与车辆工程学院, 江西 南昌 330108)

摘要 本次研究针对《控制工程基础》教学创新设计的现状,对2022年江西省普通高等学校本科专业综合评价公示材料进行了调查研究,从调查数据可以看出,《控制工程基础》教学中实验设计有弱化的趋势。本文从理实一体化学教学的角度对实验设计弱化趋势的原因进行了详细的剖析,并提出基于CDIO模式的《控制工程基础》教学创新设计。所谓CDIO模式,即构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运作(Operate),基于CDIO模式,研究《控制工程基础》的实验教学设计,探讨有助于当代大学生掌握本课程的教学创新设计。

关键词 控制工程基础;教学创新设计;本科专业综合评价;CDIO模式

基金项目:江西省科技课题“无人机用航空发动机关键零部件精密加工工艺研究及应用”(课题编号:GJJ202514),课题参与人:吴雪花;南昌工学院校级科技项目“数字孪生智能生产线虚拟仿真实验室研究”(项目编号:NGKJ-23-10),项目主持人:吴雪花;南昌工学院校级一流本科课程线上线下混合课“工业机器人在线编程与调试”(项目编号:YLKC-XJ-20210134),项目主持人:吴雪花;教育部产学合作协同育人项目“基于赛教融合+OBE理念的教学改革研究与实践——以《工厂数据采集与监控》课程为例”(项目编号:202102573002),项目主持人:吴雪花。

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)05-0106-03

工业自动化是工业生产的主流模式,控制工程基础在工业自动化中起着重要的作用。在机械生产领域,控制工程基础得到愈发广泛的应用,控制工程主要采用传感器、执行机构通过电路设计、程序设计对机器人的制动、方向、速度等参数进行精确的控制,从而使机器人更加智能化、精细化。

1 材料与方法

《控制工程基础》是机械电子工程等机械类、电子类、控制类的必修课程。学生完成本课程学习后能够全面系统地获得自动控制系统的理论知识,掌握用分析方法建立物理系统数学模型的过程,掌握Matlab的基本知识、基本操作和运用Matlab软件完成控制问题的分析和计算,为今后从事控制系统相关职业提供专业基础理论知识的支撑^[1]。

为此,研究针对江西省普通高等学校本科专业综合评价公示材料进行了调查、取材及分析,对江西省16所普通高等学校的机械电子工程、机械设计制造及其自动化2个本科专业的《控制工程基础》教学大纲进行分析调研,以不记高校名称的形式进行汇总,共统计了20份教学大纲。本次调研了江西省本科高校的

《控制工程基础》的课程数据,数据真实可靠。从调研材料分析其教学模式、教学方法和教学手段。

2 结果与分析

2.1 调查结果

2.2.1 理论学时、实验学时分配,实验类型占比

《控制工程基础》是一门理论性极强的学科,实验比例小,学生不容易理解,通过文献调研和教学探索,《控制工程基础》可以通过实践教学模式提升学生专业综合素质和创新实践能力。教学大纲中实验学时占总学时的比例如表1所示。实验学时占总学时比例是>20%的只有25%,教学大纲中实验学时占比偏少。

表1 实验学时占总学时的比例

| 调查内容 | 选项 | 大纲个数 | 统计结果 |
|-------------|------------------------------|------|------|
| 实验学时占总学时的比例 | A. > 50% | 0 | 0% |
| | B. $\geq 20\%$ 且 $\leq 50\%$ | 5 | 25% |
| | C. > 20% 且 $\leq 10\%$ | 11 | 55% |
| | D. < 10% | 4 | 20% |

如表 1 的情况很不乐观，缩小实验学时的比例，明显不利于学生掌握《控制工程基础》这一学科^[2]。20 份教学大纲中，有 3 份教学大纲实验学时占比为 0，从其余 17 份教学大纲中各实验类型占比可以看出，教学大纲 7 份样本，实验类型单一，只有验证型实验、综合型实验、创新型实验这 3 种实验中的 1 种。实验类型的单一化，既不利于创新创业和学科竞赛的机械专业实验教学的探索，也不利于实验教学改革路径的研究^[3-4]。

实验类型不单一的教学大纲一共有 10 份，实验类型占比实验类型不单一的教学大纲实验类型占比所示，含 2 种实验类型比例较高，详细分析这 10 份教学大纲，如表 2 教学大纲中实验类型的统计所示，含实验类型 2 种占比 70%，含 3 种实验类型的教学大纲占比 30%，实验类型多对实验室硬件和师资水平有比较高的要求。实验类型的多样化，有利于实验教学资源体系建设的实践，也有利于“混合式理实一体化”教学模式的发展^[5-6]。

表 2 教学大纲中实验类型的统计

| 调查内容 | 选项 | 大纲个数 | 统计结果 |
|---------|-----------|------|------|
| 实验类型 | A. 含验证型实验 | 8 | 80% |
| | B. 含设计型实验 | 4 | 40% |
| | C. 含综合型实验 | 9 | 90% |
| | D. 含创新型实验 | 2 | 20% |
| 含实验类型个数 | A. 含 2 种 | 7 | 70% |
| | B. 含 3 种 | 3 | 30% |
| | C. 含 4 种 | 0 | 0% |

2.1.2 《控制工程基础》实验教学方法、手段的创新
《控制工程基础》的教学大纲中实验教学方法、手段总结有以下 3 种，如表 3 实验教学方法、手段统计。

如表 3 中方法 C 只有一所高校采用。只在计算机上面做实验或者只在控制设备上做实验，不利于课程闭环教学，而将现实的控制系统转换成计算机上的虚

表 3 实验教学方法、手段统计

| 方法 | 教学方法、手段 | 详细说明 |
|----|---------------------|--------------------------|
| A | 计算机模拟仿真 | 只在计算机上面做实验 |
| B | 设备上实验 | 只在控制设备上做实验 |
| C | 现实的控制系统转换成计算机上的虚拟仿真 | 同一个实验：先在设备上实验，然后在计算机模拟仿真 |

拟仿真的实验方式，显然更加符合《控制工程基础》课程教学改革理念。《控制工程基础》教学过程中要兼顾理实一体化的教学模式，兼顾虚实结合教学方法^[7-8]。

2.2 《控制工程基础》实验教学创新设计弱化的原因

2.2.1 教师对《控制工程基础》实验教学的观念有待更新

学生学习《控制工程基础》理论及应用靠教师在课堂上讲解是不行的，而是通过具体的事例，特别是通过《控制工程基础》实验创新设计在课堂教学实践逐步形成的。实验教学要达到实验教学的目的，要符合新课程理念，首先教师要剖析新课程的办学理念，采用自主、合作、探究的教学方法，以学生为中心，实验教学理念要不断更新，没有突出实验教学在《控制工程基础》中的重要特征。《控制工程基础》此类偏理论的课程，实验意义尤其重大^[9]。

控制系统数学模型这个章节是分水岭，如果学生理解掌握了数学模型这个章节，后续章节将迎刃而解，如果学生没有理解掌握数学模型如何 Simulink 仿真，后续章节的学习就困难了^[10]，因此，教师首先应从实践教学入手。

2.2.2 以理论知识点为主，导致实验偏少

教学大纲内容的编排应该是根据学生的学情认知规律，内容以阶梯式的学习方式提供，不必要求学生知识掌握一步到位。理论讲解过程中穿插实验教学。根据表 1 数据显示，实验学时占总学时的比例 $\geq 20\%$ 只占所有样本的 25%，比例偏小，这就导致学生对知识点的吸收和理解不到位。实验呈现的方式有多种形式，例如上述表 2 和表 3。可以增加实验的种类和数量，多样的教学方法、手段，提供更多的学习方式让学生自主选择。

2.3 《控制工程基础》实验教学创新设计的 CDIO 评价模式

部分老师在教学的过程中苦恼如何让学生消化理解，同时，部分学生在学习的过程中苦恼如何运用，

而将CDIO评价模式运用到《控制工程基础》实验教学中,可以达到知识转移的效果。从构思(Conceive)到设计(Design)再到实现(Implement),最后到运作(Operate),完成知识的转移。

2.3.1 《控制工程基础》实验教学创新设计的构思(Conceive)

《控制工程基础》课程目标从了解到熟悉,再到掌握,哪个目标没有达成,前一个目标理解不到位,可以找到其源头^[11-12]。

《控制工程基础》课程内容基于CDIO模式的知识转移,课程内容的呈进阶性,让学生一目了然,第一章和第二章是基石,打牢基石,才能循序渐进。所以第一章和第二章很重要,特别是第二章的理解,以往教学忽略第二章,开头成功,第三章以及以后就迎刃而解了。

由此可见,将CDIO评价模式运用到《控制工程基础》教学创新设计中,可提高学生的动手实践和解决实际问题的能力,可以更加全面地培养应用型本科人才。

2.3.2 《控制工程基础》实验教学创新设计(Design)

针对第三章典型输入信号、时间响应概述、瞬态性能指标、一阶系统数学模型、一阶系统时间响应、一阶系统瞬态性能指标的内容设计实验,实验类型从传统的验证型实验转为设计型实验或者创新型实验,提高本文表2中设计型实验或者创新型实验的比例,设计型实验不需要加深知识点的难度,而是增加知识点的广度,增加知识的应用价值,让学生感受到知识用得上,自己在现实生活中寻找一阶系统、二阶系统,自己尝试使用软件虚拟仿真建立相关模型。

2.3.3 《控制工程基础》实验教学创新设计的实现(Implement)

《控制工程基础》实验教学创新设计的实现,选用现有的设备搭建简单的控制系统,设计实验设备,让学生感觉控制系统就在身边,而不是遥不可及。例如自己制造一个简单的倒立摆,倒立摆数学模型可以使用计算机Matlab虚拟仿真,学生自己选择最简单的数学模型,然后使用计算机Matlab虚拟仿真,目的在于增加学生的成就感和自信心,完成自己搭建实验平台,在课堂上进行展示,拍摄视频用作教学。

2.3.4 《控制工程基础》实验教学创新设计的运作(Operate)

期末考试评价是展示这门课程学习的结果,对于老师来说,想倾囊相授,对于学生来说,想学有所用。

期末考试评价不仅是对学生的评价,也是对老师的评价。最后,从出题类型入手,出题类型是由知识点的要求来决定的。知识点的要求中掌握的部分是最难的,这部分可以通过让学生设计实验来考试,学生可选择自己擅长的实验进行分组考试,也可以自己设计实验进行分组考试,自己出题进行分组考试。

3 结论

江西省本科专业综合评价中,《控制工程基础》课程还存在以下问题:教材内容相对陈旧,教学方法较为传统,缺乏与实际应用的结合,实验环节薄弱,缺乏足够的实验设备和实验项目,影响了学生实践能力的提高。以学生为中心增加实验设备,对《控制工程基础》进行教学创新设计,有助于提高该课程的教学质量,培养出更符合社会需求的工程人才。

参考文献:

- [1] 杨叔子,杨克冲,吴波,等.机械控制基础(第7版)[M].武汉:华中科技大学出版社,2019.
- [2] 王晓梅,周传德,黎泽伦.机械电子工程专业实践教学体系内涵建设研究与实践:以重庆科技学院为例[J].教育现代化,2019,06(75):38-40.
- [3] 翟培培,孙晓芸,尤龙佳.基于创新创业和学科竞赛的机械专业实验教学探索[J].轻工科技,2021,37(12):187-188.
- [4] 赵旭,苗雨莹,王芙蓉.“新工科”背景下实验教学改革路径研究[J].工业和信息化教育,2021(10):66-70.
- [5] 赵鲁杭,霍朝霞,邹玲,等.基于教学大纲的线上实验教学资源体系建设、教学实践及思考[J].实验技术与管理,2021,38(06):226-229.
- [6] 焦勇.“混合式理实一体化”教学模式探索与实践[J].船舶职业教育,2018,06(02):51-53.
- [7] 高旭,石利霞,段洁,等.基于OBE理念的《控制工程基础》课程闭环教学系统设计[J].中国教育信息化,2019(22):54-57.
- [8] 陈曦,徐江海,李文彬,等.基于Matlab辅助的《控制工程基础》课程教学改革[J].湖南理工学院学报(自然科学版),2020,33(03):88-91.
- [9] 同[3].
- [10] 靳伟,宋玲,等.《控制工程基础》教学问题分析与改革探究[J].教育教学论坛,2019(15):120-121.
- [11] 白金花.以学生为中心的“控制工程基础”课程教学探索[J].中国设备工程,2023,04(上):230-232.
- [12] 唐伟杰.基于专业认证和课程思政的“控制工程基础”课程教学改革实践[J].科教文汇,2023(19):138-140.