

电气专业煤炭定单班“自动控制原理”的教学改革

王毅, 陈志巧, 张开如

(山东科技大学 电气与自动化工程学院, 山东 青岛 266590)

摘要:针对电气专业煤炭定单班的培养定位,进行“自动控制原理”授课内容和方法的改革,提出了在课程教学中,通过增加具有煤矿背景的实例来提升学生的学习兴趣,给出了矿井提升速度控制的实例应用。

关键词:自动控制原理;煤炭定单班;教学改革

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2015)02-0086-03

山东科技大学自2007年始招收电气工程及其自动化煤炭定单学生,每年招收4个自然班(160余人),培养面向山东煤炭企业的煤矿电气专业技术人才。在定单班的培养计划中设置了大量的具有煤炭行业特色的专业课程,如采煤概论、煤矿设备控制技术、煤矿固定设备控制、矿山供电和矿用传感器及检测技术等课程,突出培养定单班学生在煤炭电气化方面的工程素质。

1 “自动控制原理”教学中存在的问题

“自动控制原理”是定单班的专业基础课程,是正在建设中的山东省精品课程,是控制理论与工程技术相结合的一门课程,是学生掌握电气专业知识技能必修的重要课程。它作为衔接基础课和专业课的中间桥梁,不仅需要为学生提供学习专业课所必备的专业基础知识,而且承担着将学生由自然科学和人文社会科学的通识教育领域引向工程技术领域的任务。在“自动控制原理”教学中,教师的教学任务是:一是使学生掌握自动控制系统的基本概念和自动控制系统分析、设计(校正)的基本方法,初步掌握系统实验技能,为后续专业课程的学习提供所应用的系统分析、设计的基本理论和基本方法;二是通过对工程实例进行分析,培养学生的辩证思维能力,树立理论联系实际的科学观点,培养学生必要的专业基本技能,引导学生对所学专业产生浓厚的学习兴趣。

“自动控制原理”课程具有理论性较强、内容抽象、涉及数学基础知识较多、公式和图形多、推导复杂等特点^{[1],[2]}。目前,对于电气定单班来说,“自动控制原理”的教学存在一些问题。

1.1 授课理论性较强

授课理论性强不利于培养理论联系实际的科学观点,不利于提升学生对专业的学习兴趣。为保证控制理论的完整性和透彻性,若教师在授课过程中把过多时间和精力集中于原理讲解和公式推导上,就很难有充分的时间将理论知识与系统应用实例相结合,造成很多学生误认为该课程是一门应用数学课程,容易产生畏难心理。另外,定单班的学生面临毕业即就业,没有升学再深造的压力,他们所关心的是所学知识是否会用到将来的工作岗位中。因此,课堂上讲授过多或过深的理论知识不利于提升学生对专业的学习兴趣。

1.2 缺少煤矿电气背景的相关实例

通过与工作后的毕业生交流,发现有一条信息非常突出:大部分毕业生很难将自动控制原理中所学

的分析与设计方法应用到工程实践中。这主要是因为所学课程大部分实例与学生所学专业相关性不强,多数学生对案例中涉及的专业背景不熟悉,导致学生对学习课程的必要性、重要性和实用性认识模糊,学习兴趣不高,学习“自动控制原理”死搬硬套,应付考试的现象严重,缺少灵活运用和开拓创新的思路。上述这些问题直接弱化了“自动控制原理”作为专业基础课程的作用。

2 “自动控制原理”授课内容调整

为顺应煤炭电气化发展需求和人才培养定位,突出煤矿电气特色教学目标,从课程教学内容、教学实例等方面进行研究和探索,对课程的基础理论与实践教学进行优化^[3]。

2.1 优化授课的内容体系、深度和广度

研究各章节基本内容的联系,调整课程授课体系,以系统建模、分析和综合设计为主,突出煤炭行业背景,注重基础知识的灵活运用。

“自动控制原理”在传统教学上一直沿用自动化专业的授课体系,造成“自动化类”和“非自动化类”的界限模糊。对于定单班该课程学时数少的情况,若按“自动化类”体系授课,只能加大课时信息量,造成学生对教学内容难以及时有效消化,影响教学效果。研究如何在有限学时内让学生熟练掌握控制原理的基本理论,并突出煤炭电气工程实践能力培养,成为构建定单班授课体系的关键。

参照培养定位,结合后续的相关控制理论的专业课程,从课程体系出发,以系统建模、系统分析和综合设计为主线,调整授课知识点深度和广度。如在讲述建立数学模型基本内容时,应选取有一定煤矿工程背景的系统,给模型赋予形象的物理意义,使学生正确理解实际模型与抽象模型的区别与联系,并从不同的角度对系统进行建模,加深对实际系统建模的理解。系统分析方法是控制系统综合设计的基础,这部分内容主要包括时域分析法、根轨迹法、频域响应法,这些是控制理论教学的重点,应保留原有知识点的深度。抓住采用时域分析法、根轨迹法和频域响应法分析系统的稳定性、快速性和准确性的特点,加深学生对不同方法的理解,这是系统分析的关键。对于离散系统、非线性系统和现代控制理论,由于培养计划中后续课程相关性较小,可以降低这部分知识的深度和广度。

2.2 增加煤炭电气控制系统实例

系统设计对培养学生的分析、综合能力及创新能力十分重要,也是教学的难点。在授课过程中,要注意研究与选取煤矿电气工程中的典型范例,如矿井提升机控制系统、掘进机控制系统、通风机控制系统以及排水设备控制系统等,突出煤炭行业背景,从实例分析中去了解系统的结构特征、工作原理和设计要求。生动的工程实例可大大激发学生的学习兴趣,引导学生感受控制理论的魅力,深刻理解“学以致用”的意义,使学生对课程的学习达到知识和能力的双重提升。

3 实施案例

矿井提升机调速系统要求平滑调速且调速精度较高。提升机电气传动系统的加、减速过程要平稳(无超调)。控制系统应保证在额定速度时有 $\pm 1\%$ 的精度。

3.1 提升机系统建模

矿井提升机的直流调速系统原理如图1所示。

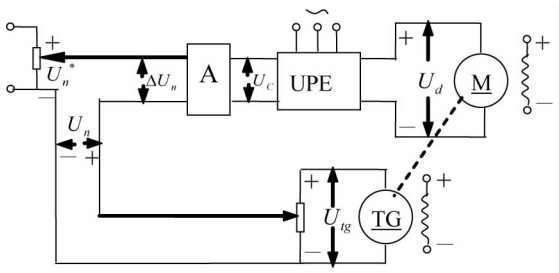


图1 矿井提升机速度控制系统

根据图1所示的矿井提升机的直流调速系统原理,绘制系统原理框图,如图2所示。

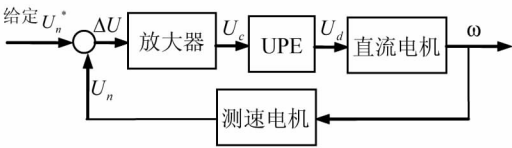


图 2 矿井提升机速度控制系统方框图

列写图 2 中各环节的传递函数(直流电机环节,忽略不计电枢电感),绘制系统结构图,如图 3 所示。

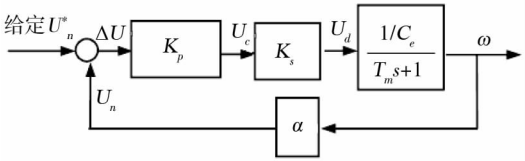


图 3 矿井提升机速度控制系统结构图

对图 3 所示的结构图进行化简,推出系统的传统函数,完成系统建模。

开环传递函数:
$$G(s) = \frac{\alpha K_p K_s / C_e}{(T_m s + 1)} \tag{1}$$

闭环传递函数:
$$\Phi(s) = \frac{\alpha K_p K_s}{C_e} \frac{1}{T_m s + 1 + \frac{\alpha K_p K_s}{C_e}} \tag{2}$$

学生结合在实验室测得的晶闸管直流调速和直流电动机的实际参数,确定传递函数中的结构参数, $T_m = 0.0419\text{ s}$, $\alpha = 0.004$, $C_e = 0.048$, 令 $K_p K_s = K$, 简化后系统的一阶数学模型为

$$\Phi(s) = \frac{80K}{4s + 100 + 80K} = \frac{20K}{s + 25 + 20K} \tag{3}$$

3.2 提升机系统性能分析

基于数学模型应用时域分析法,复域分析法和频域分析法来分析系统性能。

3.2.1 稳定性分析

因为该系统的闭环特征根为 $s = -(25 + 20K)$, 可知稳定的条件为 $K > -1.25$ 。

3.2.2 快速性分析

一阶系统的快速性指标为调节时间 $T_s = 3T$, 将数学模型变为尾 1 多项式

$$\Phi(s) = \frac{20K}{s + 25 + 20K} = \frac{20K}{25 + 20K} \frac{1}{\frac{1}{25 + 20K}s + 1} \tag{4}$$

可知 $T = \frac{1}{25 + 20K}$, 调节时间的大小 $T_s = 3T = \frac{3}{25 + 20K}$ 取决于 K 参数。

3.2.3 准确性分析

假设提升系统采用恒速控制,选单位阶跃函数作为典型的外作用。由一阶系统分析方法可知,一阶系统完全可以跟随阶跃信号,且稳态误差为零,所以提升系统 $\pm 1\%$ 的控制精度是可以保证的。

4 结 语

面向电气定单班的“自动控制原理”,采用以基础理论知识为主,突出有煤矿电气背景的工程实例,充分与后续专业课衔接,形成完整的煤矿电气电控类的课程体系,能有利于增强学生理论联系实际能力和工程实践能力,培养学生在煤炭电气化领域的探索兴趣。

参考文献:

[1] 胡寿松. 自动控制原理(第五版)[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
[2] 郭爱文, 周洪. “自动控制原理”课程教学改革探讨[J]. 电气电子教学学报, 2014(2): 35-36.
[3] 周兰, 周少武. Matlab 数字仿真在自动控制原理教学中的应用[J]. 当代教育理论与实践, 2014(6): 68-70.

(责任校对 莫秀珍)