

基于MATLAB的根轨迹分析教学探讨

杨 玲

齐齐哈尔大学机电工程学院 黑龙江 齐齐哈尔 161006

摘 要: 针对自动控制原理课程教学中遇到的问题, 本文提出了一种首先从教学过程、理论性、实践以及线上线下结合方面分析自动控制原理课程的教学思路, 阐述在自动控制原理课程教学过程中存在的问题以及提出的改进思路; 然后从通过课程平台、动手实践等方面提出了教学分析; 接着叙述了自动控制原理教学考核的方式; 最后给出了教学改革的一些展望。

关键词: 自动控制原理; 教学方法; 教学改革, 课程建设

Teaching Discussion of Root Trajectory Analysis based on MATLAB

Ling Yang

College of Mechanical and Electrical Engineering, Qiqihar University Heilongjiang Qiqihar 161006

Abstract: Aiming at the problems in the automatic control principle course teaching, this paper proposes a first from the teaching process, theory, practice and the analysis of the combined online automatic control principle course teaching idea, this paper in the process of automatic control principle course teaching existing problems and put forward the improvement ideas; then it puts forward the teaching analysis from the aspects of course platform and hands-on practice. Then it describes the way of teaching examination of automatic control principle. Finally, some prospects of teaching reform are given.

Keywords: Automatic control principle; Teaching method; Teaching reform; Curriculum construction

1 引言

目前, 自动控制原理的应用可追溯到我国古代的自动计时器, 通过该课程的学习, 了解自动控制系统根轨迹分析, 目前自动控制原理理论性较强, 偏重于基础理论知识, 因此通过课程线上和线下教学同时融入理论与实践结合, 既解决理论性的枯燥性, 同时令学生能够在实践的过程中了解理论与实际案例当中的应用联系。

自动控制原理的学科具有交叉学科的特点, 同时也是学院专业的基础必修课, 对于国内企业以及国防事业, 同样占据着非常重要的位置, 自动控制技术知识点繁琐。随着科学技术的不断发展, 自动控制技术发展迅速应用也越来越广泛, 作为自动化专业的主要课程以及考研课程, 自动控制原理课程的重要性尤为突出, 而自动控制原理的学习较为抽象, 传递函数的根轨迹对于学生的理解也相对困难, 由于根的数量较多同时分布较为分散, 常用的理论知识教学不够利于学生的知识点的理解, 因此在教学过程中如何通过教学让学生能够扎实掌握理论之外更加能够拥有解决工程实践的问题, 由于目前高校高等教育背景下新工科教学方式对传统的教学方式形成新的思路。

2 教学内容安排

自动控制理论课程中控制系统的根轨迹法分析通常应用较为广泛, 也已成为经典控制理论当中基本分析的方法之一, 而根轨迹分析在自动控制原理的章节中在重要的部分, 但是根轨迹分析方法在教材中规则较多, 牢记繁琐,

学生在计算及学习过程中较容易因过程计算根轨迹分析出错, 同时该章节的根轨迹绘制规则较多, 分析较为复杂, 进行理论计算过程中容易计算失误, 因此在实际教学过程中融入MATLAB方法验证分析。通过理论与动手实践相结合的方式促进理论知识的学习, 首先令学生登录慕课的课程平台, 提前预习自动控制原理的讲解视频, 在播课单元当中预习根轨迹视频, 通过慕课布置根轨迹的计算习题以及MATLAB的仿真作业, 教学过程中发现学生在学习时存在理论和实践应用脱节, 理解知识点不够透彻, 加入MATLAB软件对根轨迹的图更加明显和直观地观察到传递函数的根轨迹, 同时分析根轨迹的函数, 对于自动控制理论当中的传递函数的多项式, 本文以线性连续系统为例进行分析: 根据自动控制原理教材中的闭环传递函数定义为:

$$\Phi(s) = \frac{M(s)}{D(s)} = \frac{b_0 s^m + b_1 s^{m-1} + \dots + b_{m-1} s^1 + b_m}{a_0 s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_{n-1} s^1 + a_n}$$

其中, $D(s)$ 为系统特征多项式的特征方程;

3 课程平台建设

对于课程平台选择慕课平台, 慕课平台的模块分类清晰, 种类较多, 适合学生在线上分类学习及时巩固所学知识, 同时在课程平台中加入课堂测试和线上作业。学生可线上使用老师的教学视频以及教学资源 and MATLAB 软件安装包。学生可用手机随时利用课余时间进行视频的观看方便简洁, 根据教学共享资源, 学生可更加直观的利用教师的课件资源以及教案资源, 促进学生对课程的理解。

表 1 “自动控制原理”慕课模块构成

作者简介: 杨玲 (1993-), 女, 黑龙江齐齐哈尔人, 助教, 硕士, 从事图像处理、智能控制等研究

序号	教学资源	平台
1	自动控制原理导学视频	慕课
2	MATLAB 软件安装包	慕课
3	自动控制原理作业布置	慕课
4	自动控制原理课件资源	慕课

4 根轨迹分析

根轨迹教学过程中闭环传递函数的根轨迹分析通常具有普遍性, 本文将结合实际例子对根轨迹分析的章节进行教学分析; 首先在线上慕课播客单元中上传 8-10 分钟的预习视频, 这样学生就可以提前对课程有初步的理解, 课上介绍理论知识过程中更容易发现知识难点和知识问题所在; 根据开环传递函数的定义, 例如: 设控制系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{2(s+1)}{s^2(s+a)}$$

本次例题涉及的MATLAB函数rlocus对系统的根轨迹进行仿真; 为了讨论某一类的根轨迹的图形, 分别对a的数值进行赋值。a=10时, 传递函数为:

$$G(s) = \frac{2(s+1)}{s^2(s+10)}$$

利用num与den得到传递函数, 输入num=[1 1]; den=conv([1 0 0], [1 10]), 然后通过rlocus(num, den)根轨迹函数可求得该数值所得到的根轨迹图具体图形, 当a=10的时候; 传递函数的分母赋值, 由根轨迹函数运行结果可得如下图形:

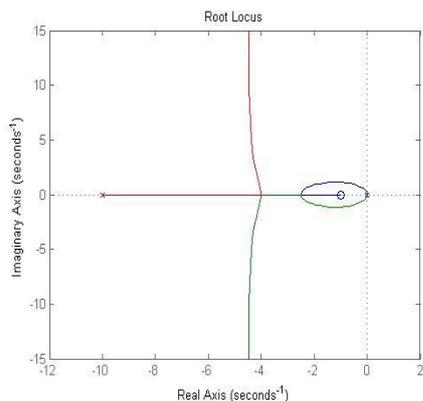


图 1 a=10 时根轨迹运行结果

当a=3的时候, 同理可在命令窗口中利用根轨迹函数运行结果的图形如下:

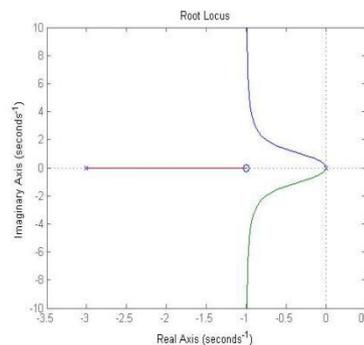


图 2 a=3 时根轨迹运行的结果

由图形分析可知, 根据传递函数的系数, 可得出不同的赋值根轨迹分布大不相同, 通过两个图形也可更加直观地看出根分布情况, 从而对理论绘制的图形有验证正确性的作用。

5 线上与线下结合的教学方式

5.1 课前导学

通过慕课线上的课前导学如下图 3 所示, 可在课上针对出现问题学生可有针对性的听讲, 学生课前预习遇到的问题可以得到解决, 在学习过程中对概念可加深理解, 如果出现新的问题课后在慕课的课程平台布置课后理论绘制根轨迹以及仿真的根轨迹图形, 学生从而在课程平台上传作业以及仿真示意图, 同时在慕课的课程平台设置模块讨论区, 学生可在该讨论区进行知识点问题的讨论, 增加学生与学生之间, 学生与老师之间问题的互动和交流, 学生互动情况如图 4 所示方便教师掌握学生的学习状态, 同时教师可针对较多疑问的问题点进行总结, 在与学生进行互动时专门的答疑。

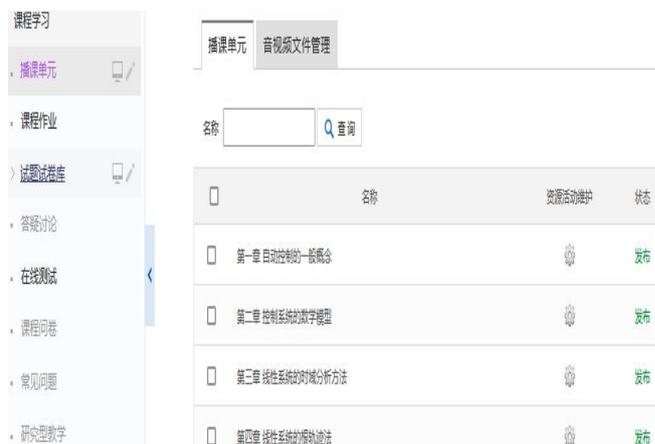


图 3 慕课播客单元



图 4 课程平台翻转课堂

5.2 学生分组讨论

学生通过线上与线下相结合学习有助于对知识点的理解,鼓励学生自由分组讨论,在教学过程中发现学生对于上课布置的课后作业完成兴趣不够高,完成的效果不如预期效果,因此组织学生分组对课后习题讨论完成,5-6人分为一组,提前让学生对该组的课后习题进行预习,课上随机点同学进行讲解和讨论,对教学进行分组讨论可以令同学对课程的习题增加理解的透彻性,对于课程线上学习学生的课程访问情况较好同时慕课的视频访问量也相对较高。

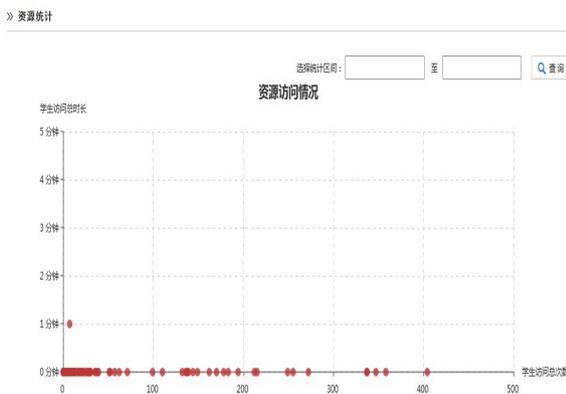


图 5 课程平台资源访问图

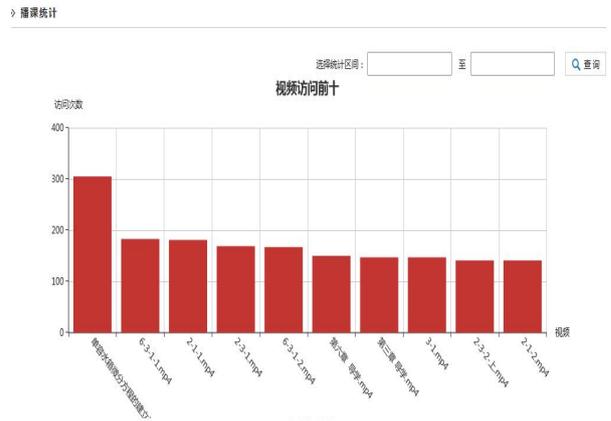


图 6 慕课的视频访问量

6 评价考核

以往自动控制原理考核的形式为平时出勤和期末成绩,学生对课程的融合应用的重重视度较少,偏重于对理论知识刻板的研究,课程结课的方式采用期末考核和平时软件应用以及讲解结合的考核方式,为此融入学生在慕课学习时长融入平时成绩的考核,与单一的考核方式相对比,融合式考核对课堂教学的效果有显著的提升,且考核点在慕课平台可自动完成,考核更加方便有效。

7 结束语

“案例教学与线上线下结合”的教学方法贯穿整个教学过程,由于学生在学习过程中“纸上得来终觉浅”因此提高实践工程能力改革尤为重要,其次,这种教学方法对于学生未来动手能力以及自主学习的能力的培养有更加进一步的特色,线上基于慕课教学,线下基于教师讲解和学生分组讨论,同时利用实践操作可视化的形式为同学们提供更好的理解,形成良好的学习氛围,上述教学分析提供了很好的教学效果。未来在教学改革的过程中学生可以受益良多。

参考文献:

- [1] 胡寿松.自动控制原理[M].科学出版社,2019.
- [2] 赵广元.MATLAB 与控制系统仿真时间[M].背景航空航天大学出版社,2016.
- [3] 周磊,王宇奇,乔贵方.工程教育专业认证背景下自动控制原理课程教学改革与实践[J].中国现代教育装备,2020,10(19):33-35.
- [4] 王健安,王银,孙志毅.项目式教学在自动控制原理课程教学中的应用[J].教育现代化,2017(10):251-25 2,268.
- [5] Dogan brahim.Engineering simulation with MATLAB:improving teaching and learning effective[J].Procedia computer Science,2011,3:853-858.