

工科专业偏理科课程教学方法探讨

——以“机械工程控制基础”课程为例

韦进文,蔡敢为

(广西大学 机械工程学院,广西 南宁 530004)

摘要:由于工科学生的非理科思维方式,偏理课程在工科专业教学中常采用理科化的教学方法,导致课程难学难教。《机械工程控制基础》即是机械专业的偏理课程,需要采用工科化的教学方法,主要包括:合理安排教学内容,充分重视理论工具;教学中需建立新观念、扩展原概念、采用口诀化、图形化等方法学习、理解课程内容;教师除了规划好课程内容,还应了解学生的知识结构、思维方式,结合专业对象实施教学,并对教学内容、方法进行创新。

关键词:偏理课程;工科教学;机械工程控制基础;教学方法;教学创新

中图分类号:G642.3

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2016)11-0062-04

几乎每个工科本科专业都有几门这样的课程,学生觉得难学,教师也教得费力。对机械工程专业而言,《机械工程控制基础》就是这样的一门课。与本专业其它课程相比较,它是一门偏理科的课程,具有高度抽象、高度概括、涉及范围广等特点。若用理科专业的教学方式,或是要求学生采用数学的思维方式学习,这对机械专业多数学生实是免为其难。容易造成工科教育理科化的趋势,本文针对《机械工程控制基础》课程的工科化教学,认为偏理科课程的教学可以采用如下方法:

1 理清课程结构,设计合理的课程教学主线

本课程的主要内容的结构框架图如图1,每个教学模块及知识点在整个课程中的地位一目了然。在有限的学时中,应该分清主次,并根据各知识点的重要性合理安排教学进度。频率特性和稳定性分析是本课程的主要内容,是教学的重点。但这些内容又恰好是本课程的难点,理论性强,抽象,和其它模块具有千丝万缕的交织关系却又似断似连。可以说攻下频率特性和稳定性分析这两大“城池”就等于拿下这门课程。这就需要对课程数学工具的熟练掌握,并辅之以好的教学策略,对各模块内容取舍合理。

2 强调数学工具的基石作用

拉氏变换是一种函数映射变换,即把时域函数映射为一个复数域函数,实现了把系统时域的微分方程分析转化为复数域的代数分析。所以以拉氏变换为基础的理论是解决本课程问题的数学工具,用复变函数描述各种概念则是本课程的基本方法。对复变函数这一数学工具的掌握和熟练程度就决定了对各教学模块学习掌握的易难程度。

相比于信息类、数学类专业,普通机械类专业学生通常较少进行过数学思维能力的训练,即使学过相关课程,也缺乏数学概念和方法的实际应用能力。笔者经过教学工作观察,认为应将拉氏变换及相

收稿日期:20160613

基金项目:广西教育厅高校科学技术研究项目(2013LX015);广西教育厅科研项目(20130351);广西高校现代设计与先进制造重点实验室课题基金资助项目(2016xdsjxjzz002);广西自然科学基金项目(2014GXNSFDA118033)

作者简介:韦进文(1976-),男,广西来宾人,副教授,博士,主要从事机电一体化研究。

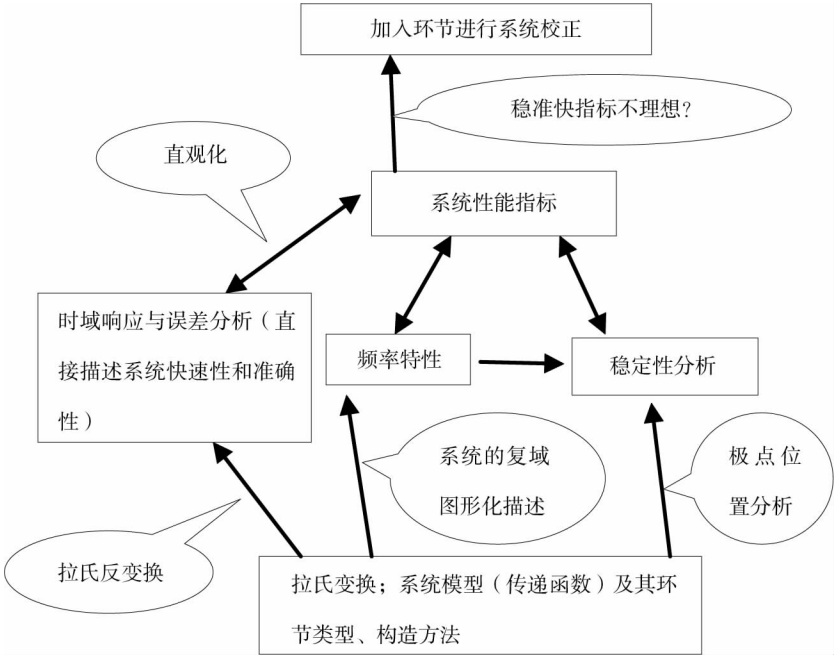


图 1 课程框架图

应的复变函数这部分数学工具的内容放在突出重要的位置上,在有限的学时中,宁可减少其它模块的学时数也要增加该模块学时数,在学生熟练甚至游刃有余掌握这部分内容后再进入其它模块的教学,取得了事半功倍的效果;其它模块得以顺利展开,实际所用学时虽被减少,学生学习效果反而更好,提高了效率。本文在《机械工程控制基础》理论基础工科化教学中的具体方法总结为几个观念和技巧。

3 用新观念和口语化图形化思维代替数学思维

3.1 建立信号与系统的观念

所谓系统是指时域中用(线性)微分方程、复域中则用传递函数为数学模型,描述了系统(机床)两个物理量之间的关系。与信息论不同,本课程把函数称为信号,即用一些典型函数作为输入,通过分析输入与输出的特点来评价系统内在的稳准快性能,如果在这些函数作用下取得好的性能,则可认为系统在实际的随机信号作用下也具有好的性能,这是经典控制理论的研究方法。

3.2 用数学式表示系统构造的观念

系统都可视为几种基本环节构造而成,构造方式有串、并联和反馈三种。传递函数是本课程的最基本概念,是系统高度抽象的数学模型,可理解为两个(复式)信号间的代数比或换算关系。传递函数可按代数法则写为三种:一般式、串联式和并联式,应熟练掌握这三种表达式间的转化方法。

3.3 时复域相统一的观念

概念上,时域与复域函数对是一种原/像函数对关系。既然时域函数称为信号,相应复域函数也称为同名信号,这样可以简化对信号的理解和记忆。

本课程涉及的函数颇多,给学生记忆及熟练掌握带来负担。标准信号只需分为两类:

标准幂函数包括单位脉冲、单位阶跃到一般形式的 n 次幂函数 $t^n/n!$,复数域则表示为 s^{n+1} 。各相邻次幂函数之间在时域存在导数/积分、复数域则为乘上微(积)分算子 $s(s^{-1})$ 关系。根据该规则及微分算子功能,可以对单位脉冲信号取各阶导数得到一个序列:0 阶脉冲信号 1、1 阶脉冲信号 s 、 $\cdots$ 、 n 阶脉冲信号 s^n 。所以幂函数序列形如 $s^k, k = -n, \cdots -1, 0, 1, \cdots n$ 。

三角函数为正、余弦函数两种,其复域式的分母均为二次多项式。

3.4 时复域运算相对应的观念

时域信号进行的是微积分运算,而复域进行的是相应的代数运算,这正是拉氏变换的价值。几种规

则:叠加——复域加减,时域亦加减;微积分算子——复域信号乘除 s ,时域信号微积分;更一般地,两个复域有理式(信号与传递函数)的乘对应时域卷积。

3.5 用口诀或助记图记忆拉氏变换公式。

1) 位移定理:将形如 e^{st} 的指数函数称为调制信号,则位移定理口诀为:时域平移复域调制,即 $f(t - \tau) \leftrightarrow e^{-s\tau} F(s)$,反之复域平移时域反调制,即 $e^{at} f(t) \leftrightarrow F(s - a)$;

根据这个观念,极点是复域位移量,对应一个时域指数衰减或递增的调制信号,所以很容易理解极点位置对系统响应的影响。

2) 微积分定理:微分定理表达式

$L[f^{(n)}(t)] = s^n F(s) - s^{n-1}f(0+) - \cdots - sf^{(n-2)}(0+) - f^{(n-1)}(0+) = [1, s, \cdots, s^{n-1}, s^n] [-f^{(n-1)}(0+), \cdots, -f(0+), F(s)]^T$,可用图 2a 作助记图。类似地,积分定理表达式 $= [s^{-1}, \cdots, s^{-n}, s^{-n}] [f^{(-n)}(0+), f^{(-n+1)}(0+), \cdots, f^{(-1)}(0+), F(s)]^T$,助记图为图 2b。图 2 中将 s^k 做为传递函数而将微积分初始条件等作为阶跃信号,亦可将 s^k 理解为幂函数信号而初始条件为比例环节,则也得到相应的助记图。

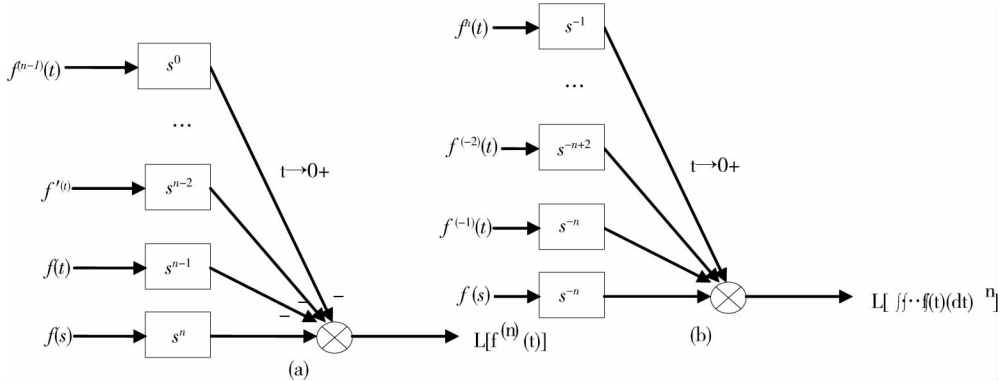


图 2 微积分定理助记图

3) 微积分对称定理,即 $t \cdot f(t)$ 和 $f(t)/t$ 的拉氏变换。 s 为复域微积分算子,则 t 对应时域负微分正积分算子,也可用助记图(图 3):

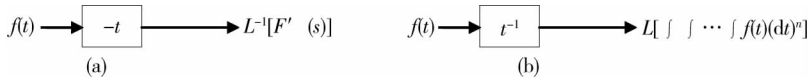


图 3 微积分对称定理助记图

4) 相似定理口诀:挤胀——时域横挤,复域横胀: $af(at) \leftrightarrow F(s/a)$,或者复域横挤,时域横胀 $aF(as) \leftrightarrow f(t/a)$;

3.6 适时介绍课本以外的简便方法,激发学生兴趣

以脉冲输入法求复杂框图传递函数的技巧为例:当输入为 1(即单位脉冲信号),输出信号刚好与传递函数相同。以下图求出前向通道的传递函数为例:以 1 为输入,求输出端 X。标注各关键点的信号值,在第三个相加点处建立方程

$G_1 - X G_1/(G_3 H_1) - X/H_2 = X/(G_3 G_2),$

得 X 即为局部传递函数,最后用反馈公式求得整个框图的传递函数。这个方法既加深了学生对相关内容的理解,也可鼓励学生自己去探索新的方法。

4 偏理科课程工科化教学对教师的要求

4.1 要对课程内容从整体上把握其架构

对内容进行宏观规划,理清脉络,必要时进行合理裁剪,分清主次,但无论如何都要把理论基础放在突出重要的位置。若出现学生学习困难的状况,可依次考察学生理论基础是否牢固?还是某个重点内

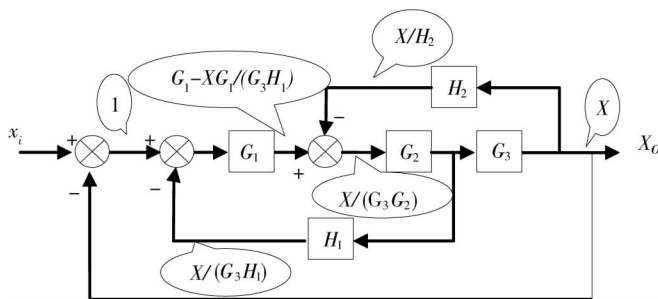


图 4 用新方法求系统传递函数的实例

容有断裂? 这样可容易地进行问题溯源,避免陷入学生未糊师先糊的境地;细节上要能深刻理解、非常熟悉具体知识点,能得心应手地运用,并具备本课程相关学科的丰富知识,以学生能够接受的方式用相近学科的知识解答问题^[1]。例如在本课程的频率特性分析中,学生可能会产生这样的疑惑:频域响应特性如何影响系统性能如快速性? 此时可以用信号频谱特性来解释:信号时域越陡峭,则频谱越宽。所以系统带宽越宽,则输出信号的频谱也越宽,意味着时域越陡峭,上升越快,即快速性能越好。

4.2 了解学生的知识结构和思维方式,培养学生运用理论知识解决工程实际问题的能力

理科和工科专业的思维方式是不同的,机械专业的学生比较易于接受对图形化、结构化的方法,能接受用文字语言描述的原理、少量环节的数学推理。但不擅长用数学语言的思维模式,尤其是纯粹的、多环节数学描述、推导。即使学过相关的数学课程,他们也难学以致用。因此要注重培养学生运用知识解决工程实际问题的能力。从教学而非实验角度看,可以从如下方面着手:1)需用工科教学方式把抽象理论专业化^[2],以本专业的具体对象为例子阐述理论命题,即案例教学。用少量固定的对象的不同方面阐述不同的理论命题,举一反三使学生了解自己专业的问题,掌握解决问题的方法;2)熟悉本专业常用元件、设备的传递函数及其信号传递关系,并形成专业常识。例如微积分环节对应输入输出的微积分运算,如电容、电感元件的电流电压关系;力学范畴的位移、速度、加速度间互为微积分运算;掌握其信号框图、Bode 图、奈氏图等系统描述方法;3)掌握一种仿真工具如 Matlab 对问题进行仿真分析。

4.3 需要一定的创造性思维

教学创新是大学教育永恒的主题和活力源泉^[3],但没有固定的模式和方法。本文认为偏理课程工科化教学创新可以从建立新观念、扩展原概念、采用新方法等方面入手,对相关知识总结、提炼、创新;应结合专业特点,突破教材的限制。建立新观念是指用非理科的观念去理解、应用课本知识。这些新观念可以把抽象(如系统、信号)转化为具体(机床及其各种物理量);或反过来把具体提升为理论抽象,以适应工科式思维方式;概念扩展既可以把原有概念范畴扩大,例如本课程把复域函数也视为信号并更进一步把 s^n 视为高阶脉冲信号,也可以把抽象概念范畴缩小到某个具体的专业对象;采用新方法包括用口诀式或图形化方法描述数学概念、公式,或者用新方法解决某个问题。

5 结语

《机械工程控制基础》常采用工科化的教学方法,导致课程难学难教。需要采用理科化的教学方法:合理安排教学内容,充分重视理论工具;教学中需建立新观念、扩展原概念、采用口诀化、图形化等方法学习、理解课程内容;教师除了规划好课程内容,还应了解学生的知识结构、思维方式,结合专业对象实施教学,并对教学内容、方法进行创新。

参考文献:

- [1] 罗辉. 课堂教学中激发学生学习兴趣的方法探讨[J]. 西北成人教育学报, 2010(2): 76-78.
- [2] 刘庆昌. 论教学理解的专业化[J]. 教育科学研究, 2009(9): 5-7.
- [3] 吴文秀. 《机械工程控制基础》教学中创新思维培养探讨[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2007(2): 52-55.