

涵盖六个层面的大学工科专业课堂教学方法

安 琦

(华东理工大学 机械与动力工程学院, 上海 200237)

[摘要]大学工科专业课程具有枯燥、难学的特点,课堂教学效果往往不够理想。文章基于作者长期的教学实践,提出一种涵盖六个层面的大学工科专业课堂教学方法,深入解释了其内涵,并介绍了该方法在机械设计课程中的应用,以期与同行交流探讨。

[关键词]大学工科; 课堂教学; 六个层面; 机械设计

Classroom Teaching Method Covering Six Levels for University Engineering Specialty

An Qi

(School of Mechanical and Power Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237)

Abstract: The professional courses of engineering specialty in universities are often boring and difficult to learn. The effects of classroom teaching are often not perfect. With long-term teaching practice, the author puts forward a teaching method covering six levels for university engineering specialty course. In this paper, the author presents the teaching method and explains its connotation, then takes mechanical design course as an example to illustrate how to carry out the teaching with the method covering six levels, hoping to discuss with peers.

Key words: University engineering; Classroom teaching; Six levels; Mechanical design

本科学生在四年的大学学习过程中,除了经历课堂教育、实习教育、实践教育外,还要参加社会实践、撰写毕业论文等。毫无疑问,课堂教育是其中最重要的环节。学生主要在课堂上完成专业知识的学习,课堂教学质量在很大程度上决定了学生的学习效果,也在很大程度上反映了一所大

学的教学水平。因此,大学要提升办学水平,关键就是要做好课堂教学。

大学工科专业课程往往较为枯燥,因此教学存在难度。确定课堂教学目标并据此构建教学逻辑,是提高课堂教学效果的有效途径。笔者认为,课堂教学目标应是最大限度地提升知识的传授效

率和效果,同时实现育人。围绕这个目标,笔者提出大学工科专业的课堂教学应该涵盖六个层面,即:正确的授课,有逻辑的授课,化繁为简的授课,艺术的授课,上升到哲学层面的授课,实现教书育人的授课。本文将就上述六个层面的课堂教学的内涵展开分析,并以机械设计课程教学为例,介绍其应用方法。

一、涵盖六个层面的教学思想

笔者长期从事大学工科专业相关课程的教学工作,在多年的教学实践中深刻体会到,授课教师应将上述六个层面作为自己追求的目标。

(一)正确的授课

确保讲授内容的正确性是课堂教学的基本要求。为了做到这一点,教师要有扎实的专业知识,并对所讲授的知识点有深刻的理解。但是,大学工科专业课程内容有一定的难度,有些内容仍处于研究或发展过程中,因此教师在授课前要查阅相关文献,了解相关的前沿研究进展,通过分析和归纳做出自己的判断。如果实在无法判断,教师应将不同的表述方法实事求是地告诉学生,让学生了解这些知识点的研究现状,切不可盲目和武断地下结论。当然,教学中不小心讲错的现象也可能发生,教师一旦意识到讲错,就应该及时更正,坦诚面对学生,并引以为戒。

(二)有逻辑的授课

在实际授课中,有些教师因缺乏逻辑,讲解混乱,学生理解起来就会困难。有逻辑的授课要求教师深入掌握知识结构,厘清知识点的顺序和逻辑关系,构建出循序渐进的有逻辑的授课过程。如果授课逻辑清晰,学生就可以跟着教师的讲解顺畅地理解、思考和记忆。这样的授课无疑会提高知识传递的效率和效果,也会激发学生的兴趣。教师切忌仅仅依据自己的知识能力去构建授课逻辑,而是要从学生的知识能力出发。逻辑顺序由一个个逻辑节点构成,教师在构思教学方案时应每一个节点进行分析,思考知识传递过程中可能的阻断因素,并有针对性地寻找解决方法。

(三)化繁为简的授课

对于烦琐、深奥的内容,学生靠自学根本无法

弄懂,或者需要很长时间才能弄懂。这时,任课教师需要根据教学经验,找到一种讲解方式,通过几句话、几个示意图、一个简单的比喻或者生活中常见的现象,让学生理解、掌握并留下深刻的印象,这就是化繁为简的授课。这样的授课要求教师对教学内容有深入的思考,并智慧地表达出来。教师需要站在学生的角度,从学生的知识能力和理解能力出发进行思考,确定讲解的方式。化繁为简的授课需要教师全力投入、潜心钻研,这绝非一朝一夕就能做到。教师掌握了化繁为简的授课方法,可以让学生在较为轻松的状态下听懂、理解、掌握那些艰涩难懂的知识点,从而极大地提高教学效率和效果。

(四)艺术的授课

面对枯燥的专业课,学生在课堂上往往无法长时间集中注意力,有的人会开小差甚至做与学习无关的事情,这就导致他们跟不上教师的授课节奏,学习效果受到影响。原因之一就是授课缺乏感召力。因此,教师要有一定的文化修养,不断提升授课的生动性,换言之就是让授课产生艺术性,这样学生听起来才会津津有味、欲罢不能,从而紧跟教师的讲解思路,直至完成学习。教师必须在语言表达、授课技巧、节奏安排、课堂互动等多个方面深入研究,使教学过程具有节奏感、生动感、趣味感、艺术感,从而吸引学生的注意力,陶冶学生的情操。艺术的授课所追求的目标是:课堂氛围是活跃的,语言是智慧和幽默的,教学是生动的,学生的状态是全神专注且轻松愉快的。

(五)哲学层面的授课

当授课上升到方法论的层面,并融入哲学的思考,学生就能超越理解和记忆的层面,自觉对知识进行进一步思考,独立建构知识点学习的方法,具备延伸思考和探索的能力,学会举一反三,形成能力的延伸和放大效应,最终达到“授人以渔”的效果。教师可以将某些知识点与自然、社会、生活、历史融合起来,引导学生进行哲学思考,使学生在掌握专业知识的同时形成哲学思考能力。这样的教学是一种融合方法论和哲学内涵的教学,不仅要求教师熟记专业教学内容且具有高超的归

纳能力,而且要求教师在哲学、社会学、历史等领域有深厚的知识基础,尤其是要具备将专业课内容上升到哲学高度的能力。

(六)实现教书育人的授课

教书育人不仅仅是指把专业知识传递给学生,更重要的是培养学生的道德情操、家国情怀、健康人格、科学精神等。为了实现这一目标,教师不仅要具有扎实的专业知识基础,而且要具有良好的道德修养和高尚的情操,达到陶行知先生所说的“老师的一举一动、一言一行都要修养到不愧于人师的地步”。就专业课教学而言,教师应在保证完成知识传授任务的同时,结合教学内容巧妙引入育人成分,将思政教育融入课堂,在“润物细无声”的状态下,从思想、品德、修养、价值观等方面引导学生。为此,教师要具备高超的教学能力,投入巨大的精力,确保教学过程真实可信,用学生能够接受的语言将健康正确的思想和观点传递给学生。更重要的是,教师要严格规范自己的行为,决不能说一套做一套,否则任何语言都将苍白无力,无法达到育人效果。此外,育人不应局限于课堂教学环节,而是要贯穿作业、提问、互动、考试、实验等师生接触的整个教学过程。教师要认识到,这不是一个简单的过程,需要自己不断探索。

二、机械设计课程教学的实践与思考

机械设计是大学工科机械类专业的核心课程,主要包括:机械设计的一般过程和方法,常见机械零部件的强度分析、计算和设计方法,综合应用各种机械零件、各种机构的知识及其他相关专业知识进行机械传动装置和一般机械的设计。该课程涉及的知识面宽,内容多,且包含大量公式、图表、经验内容和设计规范,学生往往感到枯燥难学。笔者多年承担该课程的教学任务,在这一领域长期开展科研工作,深入理解和掌握了课程相关知识并形成了自己的见解,同时积累了较为丰富的教学经验,在此基础上,根据涵盖六个层面的教学思想展开了教学实践。

(一)关于如何实现正确的授课

机械设计课程是几百年来机械设计学科所积累的知识的总结,凝聚了前人的心血和智慧。但

同时,很多内容仍处于研究和发展状态。对于经过验证的经典知识,教师应该以确定的方式进行讲授,并确保内容及表达方式准确无误;而对于处于发展状态的知识,教师需要查阅大量的资料,了解相关前沿动态,用发展的思维进行讲解。

以“滑动轴承的性能计算”为例,目前的教材中均介绍了通过查机械设计手册中的图表计算滑动轴承性能的方法,计算要依靠经验数据、修正系数、经验公式进行。然而,目前国际上很多先进的轴承公司已经不再使用这种方法,而是采用精度更高的计算机数值编程方法来计算。因此,教师在讲解这部分内容时,除了将教材中的经验设计方法传授给学生,还要讲解数值模拟计算方法的应用。

另外,教师在讲授“滑动轴承数值计算”这部分拓展内容时一定要告诉学生,差分法求解只是一种计算方法,有限元法、变分法、遗传算法等也可以用于滑动轴承的数值计算。同时,教师可以介绍近年来的研究进展,如有些人正研究在考虑表面织构、表面形貌、形位误差、轴颈偏斜等因素的前提下对滑动轴承进行更加精确的性能计算。相比教材上的经验计算方法,数值计算方法更精确,实际应用中应根据现实条件选择适合的方法。

(二)关于如何实现有逻辑的授课

机械设计课程的知识点繁多,且关系复杂,为了保证教学效果,教师一定要按照知识点的逻辑顺序进行讲解。授课逻辑的建立包含教材内容的逻辑顺序安排、章节内容的逻辑顺序安排和知识点的逻辑顺序安排三个层次。前两个层次属于整体知识内容的宏观逻辑安排,教师可参照教材内容的编排顺序,结合自己的思考进行适当调整。知识点的逻辑顺序安排尤为关键,教师要通过深入思考,构建合理、科学的授课逻辑。

以“同时受预紧力和工作载荷的紧螺栓联接”受力分析为例,笔者在教学过程中构建了如下的授课逻辑:1.结合示意图讲解同时受预紧力和工作载荷的紧螺栓联接的工作场景;2.讲解螺栓在拧紧之后,其受力和变形发生了什么变化,并给出单独考虑螺栓变形的力学方程,画出变形曲线图;3.讲解被联接件在螺栓拧紧后的受力和变形发生

了什么变化,并给出被联接件单独变形的力学方程,画出变形曲线图;4.讲解螺栓拧紧后,螺栓与被联接件之间处于什么状态;5.讲解螺栓受工作载荷后,其受力和变形会发生什么变化,画出延伸变形曲线图;6.讲解螺栓受工作载荷后,被联接件的受力和变形会发生什么变化,画出延伸变形曲线图;7.讲解螺栓在受工作载荷过程中,螺栓与被联接件之间会发生什么样的变形协调,力学协调关系如何,画出变形协调曲线图;8.讲解在工作载荷不断增加直至被联接件完全不受力以及继续加载后会发生什么现象,画出变形延伸曲线图;9.结合曲线图和力学关系方程,推导出同时受预紧力和工作载荷的紧螺栓联接的受力计算公式。这样层层递进的讲解有助于学生跟随教师的思路逐步理解知识点,也有助于学生在头脑中建立螺栓和被联接件“松弛—拧紧—受载—再松弛”的关联过程,并据此画出对应的力学曲线,写出相关的力学计算公式。

(三)关于如何实现化繁为简的授课

对于一些难点内容,教师要通过化繁为简,帮助学生更好地理解。

以“蜗杆导程角及蜗杆传动效率”的教学为例,导程角 γ 是指蜗杆的分度圆柱展开简化形成的一条斜直线与水平面的夹角(见图1),它与蜗杆存在以下关系:

$$\tan\gamma = \frac{z_1 p_x}{\pi d_1} = \frac{z_1 m}{d_1} = \frac{z_1}{q} \quad (1)$$

其中 z_1 为蜗杆头数, m 为蜗杆模数, p_x 为蜗杆轴向齿距, q 为蜗杆的直径系数。

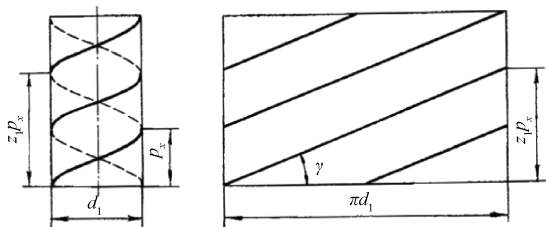


图1 蜗杆分度圆柱上的导程角

蜗杆传动的啮合效率计算公式为:

$$\eta = \frac{\tan\gamma}{\tan(\gamma + \rho_v)} \quad (2)$$

其中 ρ_v 为当量摩擦角($\rho' = \arctan f'$)。

对于上述内容,如果教师仅仅讲解公式推导过程,学生无法形成深刻的记忆。为此,笔者引入初中物理课程中的斜面原理(因为蜗杆的螺旋线展开之后就是一个斜面),再配以板书示意图进行讲解。学生只要理解了 z_1 、 m 、 p_x 、 q 等参数,就能利用初中所学知识写出式(1)。这样一来,式(1)的推导就不难了。同样,式(2)的推导过程中可以引入机械原理课程中螺纹传动效率的计算(因为蜗杆传动的啮合效率和螺纹传动效率的内涵完全一样,计算公式的推导方法也完全一样),学生根据螺纹传动的原理,结合蜗杆传动的特点回忆起当量摩擦角的概念,就能立刻写出式(2),并且形成牢固的记忆。这种化繁为简的授课方法有助于提升学生的理解速度,也有助于学生建立新知识与旧知识之间的连接,从而形成长久的记忆。

(四)关于如何实现艺术的授课

皮带绕过皮带轮会产生弹性滑动和打滑现象。如图2所示,带自 b 点绕上主动轮时,带的速度和带轮表面的速度是相等的。但当它沿弧 bc 继续前进时,带的拉力由 F_1 降至 F_2 ,带的拉伸弹性变形也相应减小,亦即带在逐渐缩短。带的速度落后于带轮,因此两者之间必然发生相对滑动。同样的现象也发生在从动轮上,但情况恰好相反。在带绕上从动轮时,带和带轮具有相同速度,但带沿前进方向却不是缩短而是被拉长,使带的速度领先于带轮。上述现象称为带的弹性滑动。接触弧可分成有相对滑动(动弧)和无相对滑动(静弧)两部分,两段弧所对应的中心角分别称为滑动角(α')和静角(α'')。静弧总是发生在带进入带轮的这一边上。带不传递载荷时,滑动角为零;随着载荷增加,滑动角逐渐加大而静角在减小;当滑动角 α' 增大到包角 α 时,达到极限状态,带传动的有效拉力达到最大值,带就开始打滑。

以上是对弹性滑动和打滑现象的文字介绍。教师在讲解这部分内容时,可以引导学生想象一下皮带从紧边到松边的情景:由于皮带工作时的载荷具有波动性,带轮存在振动,摩擦系数本身并不是恒定的,表面粗糙度也不是均匀的,带的材质

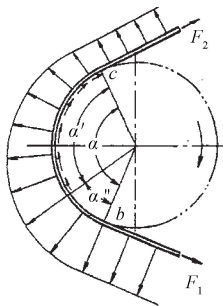


图2 皮带绕过带轮示意图

也不是绝对均匀的,这些因素加在一起就会导致动弧和静弧的分界点始终处于变化状态,这是其一;在动弧区域,皮带与带轮之间始终处于滑动状态,而这样的表面接触本身存在抖动现象,因此皮带与带轮之间始终处于若即若离的状态,这是其二。教师可以带领学生展开想象,享受这种奇妙状态带来的美学体验,同时提出问题:这种现象会带来什么问题?目前关于皮带传动的计算中,哪些因素还没有全面体现?教师可以配以板书示意图,让学生产生艺术的体验,感受愉快的教学过程。

(五)关于如何实现哲学层面的授课

以磨损曲线的讲解为例,磨损会改变零件的尺寸和形状,降低零件工作的可靠性,影响机械的效率,甚至导致机械提前报废,因此机械设计时应考虑如何避免或减缓磨损,以保证零件和机械达到预期的寿命。在一定的摩擦条件下,磨损过程可分为磨合、稳定磨损和剧烈磨损三个阶段,如图3所示。磨合是指机械使用前或使用初期以改善机械零件的适应性、表面形貌和摩擦相容性为特征的运行过程。稳定磨损阶段的磨损率曲线的斜率近似为常数,斜率愈小磨损率愈小。剧烈磨损阶段即零件表面的失效阶段。

在这部分内容的讲解过程中,教师可以介绍这条曲线的哲学意义:这条曲线上有两个节点,一是跑合结束、进入稳定磨损阶段的临界点,二是稳定磨损阶段结束、进入剧烈磨损阶段的临界点,两个节点之前的过程符合从量变到质变的哲学思想。同时教师也可以介绍这条曲线揭示的事物的普遍规律:世界上任何事物在状态发生某种剧烈变化之后,必然到达一个新的阶段。所有的机器

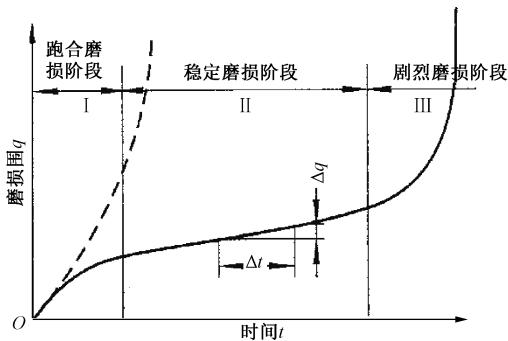


图3 典型磨损过程

和生命现象都会遵从这一规律,教师可以进一步举例说明。这样的讲解能够使学生自觉进入一种哲学思考的状态。

再以一台机器的开发过程为例,设计过程大致分为以下几个主要阶段:一是调查研究、制定开发计划书;二是进行初步设计;三是绘制装配图和零部件图;四是进行样机试制和技术经济评价;五是产品定型并投放市场。这是所有机械新产品设计开发的基本逻辑过程。教师在讲解时,一定要说明每个阶段的工作内容及时间安排建议,并指出安排错位可能导致的问题。这部分内容讲解完成后,教师应该上升到方法论的层面,告诉学生构建机械设计的逻辑方法过程,让学生形成对机械设计逻辑过程的理解,并引导学生在其他内容时自觉进行方法论的思考。

(六)关于如何实现教书育人的授课

课程育人包括社会责任、国情观念、历史文化、时代精神、科学思维、工程伦理、职业素养、逻辑思辨、价值取向、守法平等、诚信尽责、自强合作、理想塑造、意志品格、创新意识、耐挫能力等方面的内容。以滚动轴承设计的教学为例,笔者认为可以从以下几方面着手,在教书的同时实现育人。

一是在导课环节,教师可以回顾滚动轴承的发展历史,介绍我国高端轴承以进口为主的局面,分析作为摩擦学领域重要研究对象的轴滚动轴承的研究历程,引入目前滚动轴承研究的热点问题,适时对学生进行社会责任、国情观念、历史文化、时代精神、科学思维、守法平等、诚信尽责、创新意识等方面的教育。

二是在讲解滚动轴承的类型、代号及选型方法时,教师可以告诉学生轴承类型产生的过程就是实际应用驱动创新发展的过程,并借由标准化的历史及发展过程,进一步分析技术规范产生的背景和实际意义,进而对学生进行科学思维、工程伦理、职业素养、守法意识等方面的教育。

三是在讲述滚动轴承的失效形式和寿命计算方法时,教师可以通过一些实例分析滚动轴承失效所导致的问题(重大财产和生命损失),进而介绍如何提高滚动轴承在实际应用中的可靠性,强调精益求精的工艺作风在滚动轴承设计及加工中的重要性,并拓展讲解滚动轴承寿命研究的历史及主要理论、目前存在的问题及发展动态,对学生进行科学思维、工程伦理、职业素养、社会责任、国情观念、历史文化、创新意识等方面的教育。

四是在介绍滚动轴承的安装、润滑方法、特种新型轴承时,教师可以从安装过程中的注意事项、常见问题会导致的后果引申出工匠精神、规范性、精益求精、工程伦理、职业素养、耐挫能力的重要性。另外,教师可以通过应用实例讲解润滑过程产生的环境污染及防范方法,对学生进行工程伦理、社会责任、国情观念、时代精神等方面的教

育;通过介绍新型特种轴承的研究及应用现状,指出存在的问题,应用的局限性等,进而对学生进行时代精神、科学思维、逻辑思辨、理想塑造、创新意识等方面的教育。

三、结束语

笔者长期从事大学工科专业课教学,通过实践、思考和归纳,提出了一种涵盖六个层面的教学思想,分析了其内涵,并以机械设计课程教学为例,选取若干知识点和章节,对每个层面的教学方法进行了示范性说明。由于每门专业课或基础课的内容各不相同,任课教师要针对具体课程内容,结合自己的知识结构、人生经历等构建涵盖六个层面的课堂教学方法。

本文提出的教学方法是对工科专业课教学提出的更高要求,六个层面之间存在一定的递进关系,也存在并列关系。在化繁为简的授课、艺术的授课、上升到哲学层面的授课尤其是教书育人的授课层面,教师应不断努力,不断追求进步。课堂是培养学生的主要场所,课堂教学是大学教育的核心所在,高质量的课堂教学能保证学生获得高质量的专业教育。教师只有不断追求课堂教学效果的提高,才能成为一名真正称职的大学教师。

(文字编辑:李丽妍)