

对工科专业课程教学方法的思考

朱颖心, 石文星

(清华大学 建筑学院, 北京 100084)

摘要:工科专业的专业课在整个人才培养过程中起着不可替代的作用。基础课程教学得到了各院校的普遍重视,课程质量基本都能得到保障,但专业课程建设往往关注度不够。文章从专业课程的教学目的入手,指出了专业课教学目的并不在于继续传授知识,而在于培养学生综合运用知识分析和解决专业问题的能力;同时论述了授课内容与教材内容之间的差别与联系,以及该如何设计作业、讨论题和考试环节才能达到培养学生的目的。

关键词:专业课程;教学方法;启发式教学

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2011)05-0078-05

基础课的重要性是公认的。各院校很多经典的精品课程也出自于基础课,相对来说,对专业课的关注度就少得多。究其原因,一是因为专业课往往只是面向一个专业的学生,影响面相对小;二是存在专业课的重要性不及基础课的看法。因此,在工科专业强调“重基础、宽口径”的大形势下,强化基础课、压缩专业课学时成为趋势^[1],从而导致专业课的课程建设未得到足够的重视。

笔者曾指出:如果把基础课教学看作是教学生如何制造砖石的过程,那么专业课就是教会学生如何用砖石盖房子的环节^[2]。好的专业课教学模式不仅不会冲击基础,反而还会促进理论基础的夯实。反之,如果工科专业没有好的专业课教学模式,学生在学校只得到了一堆建材,而且质量也是没有经过考验的,盖房子的技术只能等到毕业后的执业过程中才能学会。这样的工科教育效果是大打折扣的,而且也不能满足中国建设对毕业生的能力需求。可见,工科专业的专业课程讲得好与不好,对于教学质量的保证是至关重要的。

教学目的决定了什么样的教学方法才是合适的。专业课的教学目的主要是培养学生灵活、综合运用基础课程知识来解决专业问题的能力,而非继续传授知识。因此,专业课的教学目的就决定了启发式教学才是最合适的教学方法。

但是,旧的灌输型教育理念认为课堂没有讲到的内容学生就肯定不会,所以在设计教学计划时,几乎把所有与本专业有关的技术都作为专业课开设齐全,而且每门专业课都要配数个实验和一个课程设计,要求教材必须与讲义的知识模块顺序一致,甚至必修课要求闭卷考试、考试成绩占课程成绩的比例不得低于多少等都有行政部门的规定。如果不满足这些要求,则不能通过教学管理部门的审查。

由于公共基础课和专业基础课的课程体系比较完整,重点在于知识传授,因此,灌输型教学方法的缺陷尚不能充分体现,而专业课教学往往是凸显陈旧教学观念缺陷的最为明显的环节。

收稿日期:2011-08-06

作者简介:朱颖心(1959-),女,清华大学建筑学院教授,博士,主要从事建筑环境与设备工程专业教学研究,(E-mail)zhuyx@stinghua.edu.cn。

一、不同专业课教学方法辨析

灌输型教学方法和启发式教学方法到底有何不同?

最常见的专业课教学方法是面面俱到的知识点灌输型教学方法:教师将一条条内容罗列出来作为“知识点”讲授,课外也从“知识点”出发辅导学生,学生就针对这些“知识点”下功夫,结果把整个知识链条割裂成一块块知识碎片,而不是学习分析和解决问题的方法。学生遇到实际问题时,不知道如何将这些知识碎片拼接起来。也就是说,知识点灌输型教学方法只能使学生获得一块块砖头,但却不知道应该如何使用砖头盖房子。

以建筑环境与设备工程专业的专业课为例,一门传统的专业课往往是由基本原理、系统的结构特点、设计计算、校核计算、课程设计等部分组成的一个独立封闭的体系,与以前所学的基础理论课缺乏纵向联系,也与其它专业课缺乏横向联系,而且教材中有大量简化的工程经验公式和图表,很容易让学生觉得专业课没有深度,更无法促进他们基础理论水平提升,甚至还会使他们产生前面所学基础课没有用的错觉。

灌输型教学方法的典型特征是:只告诉学生某种技术的现状,罗列出技术和设备,对其特点、适用条件进行逐条概念化的介绍。此教学方法貌似条理清晰,却缺乏深入的分析。在做进一步的技术内容教学时,教学重点放在教学生如何做细致的设计、校核计算,很少涉及对解决问题的技术方案的方向性判断,更缺乏与基础理论课程的紧密联系。学生被动地接受这些信息,却不明白这个技术的发展历程和未来的发展趋势,以及为什么要开发出这么多花样翻新的设备和系统。在这种教学模式下,学生作为被动的接受者,只是增加了一些专业知识,而且只能靠死记硬背来记住这些信息以应对考试。很多内容考完了也就忘了,剩下的只是一些支离破碎的知识点,对能力培养的作用非常有限。

坚持灌输型教学方法,往往是陷入了以下两个误区。

(1)认为“扩招后生源条件不好,讲少了不行”,或者认为对二本学校的学生只能采用灌输型教学。但实际上,对重复繁琐、脱离实际的讲解,对基础较好的学生尚可勉强忍受,而基础较差的学生反而听不下去,甚至坐不住。很多基础较差的学生在自主学习、实践环节中反而表现得更为出色一些。

(2)认为“讲少了,学生得到的知识就少了”。

但教师头脑中的知识有多少是被自己的教师灌的?现代技术日新月异,课堂上又岂能讲得完?其实讲得少不是问题,关键是看讲什么。如果讲很多细枝末节的东西,淹没了重点,这样讲得多就等于得到的少。

因此,应该改变传统专业课面面俱到的知识点灌输型教学方法,而转向系统思维型启发性教学方法。中国的教育家们早就明确提出:“授人以鱼不如授人以渔。”“鱼”是知识,“渔”就是方法。教学强调“宽口径”,是要教会学生如何打鱼(“渔”)。鱼是打不完的,所以也不应教学生把所有的鱼都打一遍。应该以打上来的鱼作为教学生“渔”的载体和手段,而“渔”是可以举一反三、触类旁通的。盖房子的道理也是一样。不可能也完全没有必要将所有的技术都列入专业课,因为通过几门典型的专业课就能够做到“授人以渔”,即可在有限的学时内达到较高的教学效果。

那么,到底什么样的教法才是启发性的教学方法呢?下面以建筑自动化课程的“传感器”一讲为例进行分析。该讲可以有以下两种教学方法。

第一种讲法是给学生罗列出各种各样的传感器,利用多媒体详细展示各类传感器的图片,其中部分传感器可能是非常新的、高技术产品。教师介绍这些传感器采用了哪些高新技术,甚至细化到这些传感器的型号是如何定义的。

第二种讲法是以少数几个典型传感器为例,重点讲授传感器的工作原理、主要特性参数、为什么要有不同特性的传感器、这些传感器适用于何种场合、应用条件有哪些局限性等。然后利用课外作业或讨论题,让学生针对不同特点的应用案例来选择不同的传感器,并要求每个学生阐明自己做法的理由^[3]。

看上去,第一种讲法会显得教师知识很渊博,洋洋洒洒,很“高科技”,但学生听完后就好像听了一个泛泛的新技术介绍讲座似的,脑子里没有留下印象深刻的东西。表面上采用了现代的多媒体教学手段,但实质上的教学理念还是传统灌输型的。

而第二种讲法似乎没有那么多高新技术,但却把最基本的东西传授给了学生。学生马上就知道传感器的基本原理是什么、是如何演变到现在的状态的、在什么条件下应该选用何种类型的传感器等等。在今后的工作中,面对新的应用问题时,他们会想到传感器特性应有什么改进。这样讲课,不仅实用,而且蕴含了创新的动力。因此,这种启发式教学方法才是应该提倡的教学方法。

实际上到了专业课阶段,需要教的新知识已经不多,有些专业问题甚至利用高中的基础知识也可以进行判断、解决。专业课的难点在于如何培养学生综合运用不同门类的基础理论去解决专业问题的能力,因为常见的问题是都学过基础知识,但面对实际应用问题时却完全没有解决思路,这时需要教师的引导。

启发式的教学方法体现在课堂上就是:讲课强调基本概念、原理运用与宏观的技术分析,带着学生一起去思考、分析和讨论问题,让学生在主动思考中掌握新知识,同时锻炼运用知识的能力。也就是说,讲课不仅要联系基础课程知识,而且要联系工程案例。对于目前充斥专业课堂的大量技术细节与技巧性内容应该去掉,因为学生听了难以理解,也根本不可能记住,应该留待课程设计和实习等实践环节中,依靠学生亲身体验才能真正掌握。

二、讲课内容与教材的关系

还有一种观念,就是讲课内容应该跟着教材走,担心讲义如果与教材在知识模块、流程上不一致,学生很难进行预习和复习。这种观念走到极端就是照本宣科。

实际上,学生都识字,如果讲课内容与教材内容一样,学生还不如自己看书、教师负责答疑,最后参加期末考试即可。

讲课与教材的思路不同,但二者又相辅相成。讲课的目的是要为学生带一条易于入门的路,因此讲课阐述的逻辑顺序应该是:工程应用问题—引出解决方法—阐述基本原理—提炼概念。而一本好的教材可能会终身使用,是入门后巩固与复习的工具,因此具有完整性,使读者易于查阅。其体系一般是:基本概念—基本原理—基本方法—工程应用。因此,讲课与教材存在如下关系。

(1) 讲课不是教材内容的重现,而是教材的导读。

(2) 教材从抽象的概念、基本定义、基本原理入门,再落实到实际应用;而讲课要从实际问题出发,引出解决问题的方法,最后才形成普适性的抽象概念,二者的思路方向是相反的。

(3) 出于完整性需要,教材有很多技术细节甚至技巧性内容;而讲课着重系统分析、基本概念;或者说教材有很多定量计算,而讲课更注重定性分析。

(4) 教材多经典抽象内容,缺乏现代工程案例;而讲课则需与时俱进,用典型工程案例来反映抽象内容,做到深入浅出、灵活应用。

跟着教材走的讲法是把所有重要的知识点都教

给学生,然后再提出问题,让学生用学过的方法来解决。而更好的讲课方式是先提出欲解决的问题,再拿出各种可能解决问题的方法,之后才深入到方法的细节。这样讲课的好处是从宏观着眼,逐步深入到微观,这样学生对每一步的学习目标都是明确的。

在有限的学时内要完成教学内容,首先应该让讲课起到导读作用,为学生理出一条引导他们进入问题的主线;其次是把教师对实际问题与理论方法之间关系的实际体验传授给学生,这是教科书中缺乏的内容,也是最珍贵、最吸引学生的精华。

专业技术的讲授应从技术和设备产生的历史背景入手,以工程应用为依托来介绍现状、技术特点、工作原理、应用条件、局限性、可能的发展趋势。此外,还应注重技术组合方案的分析,即在某种条件下,如何选用更好的技术方案以达到某种目的。通过这样的方式,引导学生用分析和发展的眼光来看待现有的技术,掌握和使用技术,做到举一反三,从而激发学生的创新精神。所以说,讲课既需要密切联系基础理论,又需要密切联系工程实际,工程案例运用是必不可少的。

三、作业、思考题、讨论题的设计

既然课堂内容主要是讲主线,重点是技术的系统性和方案分析,那么细节部分就需要通过课外作业促使学生研读教材和参考书,综合课堂知识来解决。因此,作业、思考题的设计就十分重要。

以笔者讲授的“空调与制冷技术”一课为例来说明课外作业是如何配合课堂讲授的。教师讲完“绪论”之后就给学生留一道思考题:房间内有多余的热量和湿量,你们能想出什么办法来把它们搬到室外去?其实,这样的问题连高中生都能说出很多五花八门的办法来,而教材给出的那些系统与设备等只不过是这些五花八门的办法中进一步提炼、抽象出来的而已。如果一开始就先讲各种系统、设备的概念,学生的思路反而被封闭或禁锢了。所以给学生一个天马行空、异想天开的空间是十分必要的。

在第三次课介绍完不同类型的空调系统形式和应用特点之后,教师就用建筑学专业学生设计的一个星级酒店作为课外习题,让学生给酒店的群房和塔楼进行分区,并为各区确定空调系统形式,并给出充分的理由。教师在下一节课中抽出一定的时间,请已完成作业的学生上台讲解他是如何分区的,并说明理由,供大家一起讨论。这样的内容在绝大部分院校是要到毕业设计的时候才会涉及,但这样的“拔苗助长”的方式对于学生来说一点困难都没有,

而且学得立竿见影。

教师在讲授“空气处理设备”的喷水室和表冷器时候,课堂重点放在分析这类设备的空气处理过程、终状态可能落在哪些区域、要求的条件是什么、哪些区域是根本不可能直接处理到而需要与其它空气处理设备组合应用才可能达到的,而不讲这些设备的设计与校核计算。课外作业题就是在教材的设计计算例题基础上,假定处理风量减少一半(即负荷减少一半),要求学生回答“如何改变水温或者水量才能保持原来的送风状态”和“两种设备在负荷变化的时候冷冻水侧采用质调节还是量调节更有效”。用这样一个实际中常见的应用问题,使学生不仅能明白教材中例题介绍的设计计算方法,还要利用书中介绍的校核计算方法来计算水量或者水温应该怎样改变(可用 Excel 计算),而且还能够使学生清楚为什么喷水室多采用质调节,而表冷器多采用量调节的道理。这样的习题就不只是简单地要求学生学会计算过程,还要学会通过计算结果来分析判断问题。结论是学生自己得出的,比教师直接给出更加有效。

再如,在讲完“制冷机组”一章后,给学生留了一道讨论题(参见文献[4]第六章练习题1):“已知吐鲁番地区夏季室外计算干/湿球温度为 40.7/23.8℃,广州夏季室外计算干/湿球温度为 33.5/27.7℃;室内设计参数均为干球温度 28℃,相对湿度 60%,热湿比为 10 000 kJ/kg。(1)如果两地夏季均采用房间空调器进行制冷,试估算房间空调器在两地运行时的能效比,并评述其使用效果;(2)请给出两地采用何种空调方案更为合理的建议。”通过对该题的计算、分析与讨论,学生会得到几点收获:(1)一般情况下,制冷机本身就是一种空调系统,明确了空调与制冷的有机联系;(2)通过定量计算,明确了室外干球温度对制冷机运行性能的影响程度;(3)通过空气处理过程的分析,使学生清楚地认识到制冷不是空调的必要手段,当室外空气比焓低于室内空气比焓时,可通过循环水喷淋方式获得很高能效比的空调效果,强化了在实际工程中必须因地制宜地选择空调方案的理念。

综上所述,习题设计不能只训练学生的动手能力,还要训练学生的动脑能力,让他们充分调动自己已有的知识来解决问题。这类习题往往没有标准答案,考查学生给出的理由是否充分、推理是否严密。因为工程问题本来就没有唯一解,只有更适合的解。

四、应该如何考试

学习效果的考核方式和内容应该与讲课的理念

相一致。目前最典型的考卷往往由以下“三段式”考题类型组成。

(1) 名词解释或者填空题:考学生背书的能力,甚至考一些生僻的、枝节性的内容。

(2) 问答题:题目内容往往比较抽象,如:在进行某类系统设计时有哪些注意事项?标准答案是若干条注意事项,出自于教材或者教师在讲义中给出的条目总结,究其根本,依然是要求学生背熟书本或者讲义。

(3) 计算题:已知条件给得很充分,目的是考察学生背公式和计算能力。

笔者曾经见过类似“半集中空调系统的新风形式有多少种”的考题,标准答案是“3种”。但为什么只能是“3种”,而不能是“4种”“5种”?针对具体工程特点做出一种新方法就不对了吗?这样的题目即使是设计院的设备总工都难答对,更会把学生的脑子考僵化,导致出现一些普遍性问题:学生背定义、背优缺点、背书中的大段文字、抠一些细节,但碰到实际问题却不会应用。遇到一些涉及实际应用的问题时就出现思路混乱现象,盖因学生在课程学习中很少遇到过这种类型的提问,也从来就没有往这方面想过。

实际上,专业课最好的考试方法是开卷考试。考应用型问题,问题可大可小。学生到底有没有掌握书中的某些定义、原理、特性等,在解决应用型问题中就能一目了然。如果他们能很好地运用知识来判断、解决这些问题,说明已经把知识融入了自己的血液,即使某个术语的说法与书里的文字不一致也没有关系。实际上,教授、专家、总工们并不能把书上的定义、数据和公式都背下来,但他们更重要的是会正确地分析、判断问题,然后拿出解决问题的办法,必要时他们会去查阅工具书和文献。既然如此,为什么我们不朝这个方向去培养学生?一个典型的例子就是高年级的学生都做过噪声衰减计算和消声器选择,但遇到“回风机入口是否需要装消声器”的问题时,不少毕业班的学生却不假思索地回答“不需要,应该装在送风机出口”。这样的思维方式还不如完全不会做噪声计算,却只凭着中学物理知识就能够判断出“如果回风机入口的噪声太大,也应该装消声器”的高中生。

如果说需要背书的考题,目的是为了逼懒惰的学生看书,实际上学生就算把书背下来了,也跟背不下来没有太大的区别,反而会因背书而对学习心生厌倦。出应用型的考题更能刺激学生学习的积极

性,让他们知道为什么要去学这门课程。当然,学生平时的课外习题也应该是这种类型的,在平时就充分训练他们的思考能力,勿需考试前临阵磨枪。

还有一个需要注意的问题是:我们要考查的是学生对基本原理、基本概念和基本方法的掌握程度,而不是考查学生的计算能力。虽然当今有各种各样的应用软件可以用来处理工程应用中复杂的计算或者数值模拟问题,但这些工具用得对不对,取决于使用者对基本原理、基本概念掌握的水平。因此考题应以考查对概念的程度和分析问题的能力为主,需要的计算不能复杂,以免主次不分。

五、总结

工科专业课程是培养学生利用基础理论分析和解决工程问题能力的课程,是贯穿基础理论和工程应用的链条,是教学生用砖石(基础理论)盖房子(工程应用)的方法,在整个人才培养过程中起到不可替代的作用。作为教师,在专业课的各个教学环节中,应通过各种途径使学生明白以下道理。

(1)技术是与时俱进的。现在看到的只是从头发展过来的阶段性技术,是不完备的、有局限性的,需要他们在未来开展很多的创造性工作。

(2)没有包医百病的最优技术。所有技术的发

展和应用都必须具体问题具体分析,工程问题没有标准(唯一)答案,没有最好,只有更好。

(3)所有的“高新技术”不是为了“高”“新”而产生的,而是为了解决特定问题不得已而想出来的。能够通过简单技术解决的问题就不要复杂技术,专业技术的最高境界不是繁复的计算和高新技术的堆砌,而是对技术恰到好处的精妙运用——创新就来源于此!

“授人以鱼,不如授人以渔”是专业课程教学的精髓,更是专业课教师永无止境的追求。

参考文献:

- [1] 付祥钊,孙春华,蒋斌. 建筑环境与设备工程专业教学内容调查研究[J]. 高等建筑教育, 2009, 18(5): 57-60.
- [2] 朱颖心. 教育理念的更新是保持本科专业教育生命力的关键[C]//第三届全国建筑环境与设备专业负责人会议,武汉:[出版者不详], 2008.
- [3] 江亿,姜子炎. 以培养工程实践能力为目标的建筑自动化教学[J],暖通空调, 2011, 41(05): 32-35.
- [4] 彦启森,石文星,田长青. 空气调节用制冷技术[M]. (第4版). 北京:中国建筑工业出版社, 2010.

Teaching methods in professional courses of engineering specialties

ZHU Ying-xin, SHI Wen-xing

(School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, P. R. China)

Abstract: Professional courses play a very important role in students' cultivation of engineering specialties. Most colleges pay a great attention to the fundamental courses, so the quality of the courses is usually guaranteed. However, professional courses sometimes do not receive as much attention as fundamental courses do, and the quality is often out of control. We pointed out that the purpose of professional courses was to guide students to use their knowledge to analyze and figure out problems in the professional field rather than imparting knowledge. The relationship between lecturing and textbooks was analyzed in this paper. And the design of class discussion, exercises, and examination were discussed as well.

Keywords: professional course; teaching method; heuristic teaching

(编辑 詹燕平)