

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2010.01.026

本科生课程教学中的互动

——“航天器轨道力学基础”课程教学法简述*

郝晓宁¹, 王威²

(国防科学技术大学 1. 航天与材料工程学院; 2. 机电工程与自动化学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 本科生课程“航天器轨道力学基础”的内容涉及空间多个天体相对运动轨迹的形状、瞬时的位置及其长期的变化, 对学生的空间想象力要求较高, 因此普遍认为该课程的教与学有一定的难度。多年来, 我们在该课程教学的课上讲授和课后作业两方面探索了几点有效的教学法, 具有较强的互动教学特点。本文结合一些实例, 介绍了这些教学法, 并论述其蕴含的朴素互动特性, 为教师的互动式教学提供借鉴, 也为学生的自主式学习提供参考。

[关键词] 互动教学; 本科生课程; 作业; 网络教学

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874 (2010) 01-0082-03

On Interaction in Teaching Undergraduate Course

—Teaching Methods of Fundamentals of Spacecraft Orbit Dynamics—

XI Xiao-ning¹, WANG Wei²

(National University of Defense Technology, 1. College of Aerospace and Material Engineering;
2. College of Mechanism Engineering and Automation, Changsha 410073, China)

Abstract The undergraduate course, Fundamentals of Spacecraft Orbit Dynamics, involves relative motion in orbit, instantaneous position, and the variations in the orbital elements, which require rich spatial imagination of the students. Therefore, this course is considered difficult to learn and teach. However, during recent years, we have found several effective methods of teaching in class and for homework assignment, which involves the interaction between teachers and students. These methods, together with some instances, are introduced. Furthermore, the interactive characteristics of these methods are discussed. They can be used by the teachers engaged in interactive teaching, and the self-study students for reference.

Key words: interactive teaching; undergraduate course; homework; network teaching

本科生课程“航天器轨道力学基础”是我校航空宇航科学与技术学科本科生的一门重要的专业基础课, 也是航天测控、航天器应用等领域需要了解或掌握的基础知识。

该课程内容包括三部分: (1) 描述天体运动的时间系统、坐标系统; (2) 航天器动力学模型的微分方程的建立及其求解 (包括摄动力长期影响); (3) 航天器相对地球的和航天器之间的相对运动。这些内容涉及空间多个天体相对运动轨迹的形状、瞬时的位置及其长期的变化和大量相应的空间图形, 对学生的空间想象能力要求较高, 因此普遍认为该课程的教学有一定的难度。

多年来, 对该课程课堂讲授和课后作业的教学方法进行探索和实践, 体现出较强的互动教学特点, 保证了教学工作的顺利进行, 也培养了学生自主学习、创新思维和提出并解决问题的能力, 受到教学专家、教务人员和学员广泛的好评, 该课程于 2006 年、2008 年被评为校本科优秀课程, 本人于 2003、2006 和 2008 年获校教学优秀评价。本文

结合该课程教学的一些具体实例, 介绍了这些教学法情况, 并论述其潜在的朴素的互动特性。

一、课堂讲解方法的互动性

(一) 以提问方式开讲第一节课

对课程的兴趣是学习好每一课程, 尤其是有一定难度的课程的关键之一。针对本课程实际情况, 通过对问题的设计和采用提问的方式开讲第一节课, 能有效激发学生的学习兴趣、增强学习信心, 帮助学生迈出本课程学习的关键的第一步。所提问题应该是看似简单, 但其中隐含本课程知识, 又为学生所普遍接受的问题。

例如以常见生活现象设问: 早晨看见的月亮哪边亮、傍晚看见的月亮又是哪边亮? 或以我国航天新闻设问: 杨利伟乘坐的“神舟 5”载人飞船绕地球飞行多少圈? ...等等。

毫无疑问, 每个学生都常见月亮的圆缺, 但可能并未

* [收稿日期] 2009-02-08

[作者简介] 郝晓宁 (1962), 女, 江苏南京人, 国防科学技术大学航天与材料工程学院教授, 博士, 博士生导师。

注意过其早晚圆缺的区别。借助于空间想象进行分析，学生们一般自己就能得出“月亮早上西边亮、晚上东边亮”的正确结论。电视新闻多次报道“神舟5”载人飞船绕地球飞行14圈，那么15圈有可能吗？经过对地球自转周期、航天器绕地运动周期以及“神舟5”发射场、回收场的位置等简单提示，借助已有的几何知识，学生初步掌握了航天器星下点轨迹的特点，理解了“神舟5”载人飞船轨道的设计要求。

这些贴近学生生活的问题不仅与本课程讲授的时空系统以及轨道运动密切关联，而且使学生初步尝到互动的和利用空间想象分析问题的乐趣，感受作为航天人的自豪感，增强学好该课程的使命感和信心。

另外，值得一提的是：以提问方式开讲第一节课，也鲜明地表现出教师将以互动式教学开展该课程教学的态度，同时也对学生积极参与课堂互动教学提出明确要求。

(二) 注重提高听、说、看、写和做的艺术，促进自然互动

听、说、看、写和做这些动作组成了教师课堂教学中最基本动作要素。为了更好地保证课堂教学的质量，我们需要深刻体会更要注重提高这些方面的讲授艺术。具体做法包括：

听：善于耐心倾听学生的发言。一方面，从众多的回答声中听出不同的（那怕是微弱的、转瞬即逝的）观点；另一方面，探明每次（可能是断续的、模糊的，甚至是幼稚的、肤浅的）发言意图。

说：在讲解的过程中，要注意停顿，以便留给学生思考的空间；有些时候也可以自问自答。针对某些重要概念理解上的模糊或片面之处，故意提出诘难，挑起争论，以促进更深入地分析与思考问题。对于那些习惯于按教材语言回答问题的学生，可以逐渐引导他们用自己的语言表述。

看：对于性格内向、不敢举手的学生，要注意观察其表情，尽量创造机会令其发言。有可能学生什么话都不说，但通过点头、摇头，亦能体现出他们的互动。

写：运用黑板和彩色粉笔，注重边问边写。

做：第一点强调利用手势（或其他肢体语言）辅助讲解，第二点特指做好课件辅助讲解。针对该课程涉及大量空间图形的特点，以互动地方式在黑板上逐渐绘出图形增加讲解图形的层次感，通过地球仪、天文望远镜等辅助教具增加讲解运动的直观性，特别是将卫星工具软件包SIK (Satellite Tool Kit) 与课件有机链接，利用其强大的交互功能增加讲课的互动效果。

由于在课堂讲解过程中注意提高这些讲授艺术，创建良好的交互环境，锻炼学生发言的胆量和语言表达及概括能力。学生很自然地进入交互的状态，交互能力逐步提高。

(三) 教师创设互动话题

在课堂教学过程中，受讲授内容和时间的限制，需要合理控制师生间互动的次数以及互动的广度与深度。当课程教学进入后期时，教师可精心创设较大、较深入和较全面的互动话题，通过研讨课的方式，实现对整体教学内容的概括，开阔学生的视野，锻炼和提高学生的思维能力。

教师要创立对于学生有一定挑战性和探究价值的问题，并在课前围绕主题预先进行资料梳理和全面思考，充分分析课堂交互可能呈现的发展趋势，设立预案以进一步提示，激发学生间的思想交锋。

例如，为了使掌握相关的时空系统基础知识，理解了航天器受力，了解了航天器对地及其相对运动的规律，我创立了“请同学们设计并优化航天器轨道，实现对某区域（如台海地区）的观测”的互动话题。很快就有同学提出采用利用单颗地球静止轨道的方案并登台作图讲解和给出了对地观测载荷的要求；随后有同学发言提出对这个单颗地球静止轨道方案改进，建议采用倾角、椭圆地球同步轨道方案，使“8”字型的星下点轨迹包围该观测区域，实现对其多角度观测；还有同学针对轨道偏高不利观测的问题提出了低轨卫星方案，以及为增加观测时间采用具有相同星下点轨迹的星座方案...等等。应该说以上方案可行且是一个不断优化的过程，教师只运用“点化”的教学艺术进行简单评价，并在回答中不断渗透各种学习方法与技巧。整个交互过程流畅进行，超出了预想的教学效果。

(四) 以学生的提问为互动话题

著名科学家李政道曾指出：求学问，需学问；只学答，非学问。这句话充分说明了注重培养学会提问的重要作用。

教师应该鼓励学生提出问题、帮助学生提炼出高质量问题，并最终将这些问题作为课堂互动话题。后者是对学生勇于提问行为的高度肯定。

以学生的提问为互动话题后最常见的现象是：同学们争先恐后地发表自己的看法，观点千奇百怪，涉及的信息丰富多彩，课堂气氛热烈。有些同学提出的问题难度大、挑战性强，涉及的知识背景相当复杂。例如：较新发展的数学和力学方法的应用。此话题与“航天器姿态动力学与控制”和“飞行器试验统计学”等相关本科生课程的紧密结合，与国内外航天发展的现状紧密结合。

实际上，相对教师创设互动而言，学生创设互动对教师的挑战性强得多。通过此方法可令教师深刻体会到自己不仅要打牢专业功底和拓广知识背景，还要具有对新信息、新问题极强的分析能力。

其实由学生作为主体创设问题，难免出现教师回答不出的时候。此时应该本着求实的态度、以学生为师的态度，放下教师的架子，课上诚恳地与学生交流、课下积极地寻求答案，重过程、轻结果，适当地“仰视”学生，这样亦能保证以后的师生交互的正常进行。

二、作业环节中的互动性

互动式教学必须面向所有的学生，必须尽可能让每个学生参与体会到学习和探究的快乐。但是，课堂上往往很难满足与所有学生的互动。发言的往往是少数，有同学只是甘于做听众。这就导致互动范围较小，不能充分显示此教学方式的威力所在，发挥其作用。

作业是所有学生都需完成的。教师布置作业——学生完成作业——教师批改作业，这是一种师生之间必然存在的，但属于传统的、间接的和静态的互动。

该课程中我们布置的作业有两类，即章节后作业、课程后期完成的综合性大作业。针对这两类专业，如何利用

深化互动,并实现与所有同学的互动,我们进行了一些探索。

(一)以章节后作业反应的问题为互动话题,与各学生面对面交流

这类互动方式源于在平时批改章节作业时发现的一些现象:有疑似抄袭作业(对真正的抄袭应该严厉的遏制的),有独特的思路和创新苗头的,还有思想不明了的,可能还有一些作业本中没有反映出的。针对这些现象,很难仅仅用对错给予评判,也难以通过在作业本上批写寥寥数语进行评述,其中的有些问题也不是共性问题(可以课堂上集体评说)。这就促使产生以章节作业为交互的话题与每个同学面谈一次的想法。

然而,航天器轨道力学课程是一门专业基础课,上课的学生较多(几十人,甚至上百人),如果采用与每个学生的面谈的方式,需要花费很多时间。为了不影学生的正常学习,可事先通过学生队干部和学生干部,了解并分析每个学生的情况(学习与情感等方面),并根据学生存在的问题将他们分组,明确谈话的主题,并将面谈时间安排在实习课中。当学生们在专人指导下进行实习操作后分批进行。

作业话题一般都易于引起交互,所以同学们可以谈得较深,还可以对作业以外的学习问题进行交流。虽然完成这项工作花费的时间、精力较多,但通过这样深入的工作后,严整了抄袭学风,发掘了学生的潜力,得取得的效果超出了预先的设想,非常有效地促进了本课程的教学工作,特别是交互式教学的顺利进行。

(二)充分利用网络教学平台,实现对学生完成大作业的及时指导

目前,网络教学受到重视,我校大力投资进行网络教学平台的建设,鼓励广大教师积极开展网络教学研究。我们也体会到:通过课堂与作业的互动,为利用网络顺利进行交互打下良好的基础,即由现实的交互环境过渡到虚拟的交互环境中,提高了交互的广度和及时性。

在课程后期,通过布置一份大作业作为对学生考核的一部分(占考分的25%)。要求学生运用多年所学的知识,自拟开放性题目,探索性地开展与本课程相关内容的研究。网络互动平台在我们及时指导学生完成大作业这一方面发挥了有效的作用。

在完成该大作业的过程中,有的学生通过编辑网络上

搜寻的资料形成论文,看起来很丰富,但实际上缺乏自身的想法和积极的探索,其做法将养成不良的学风,应尽早阻断;有的学生因初次开展探究性学习,缺乏经验,需要教师及时的指导。因此要求学生通过网络定期进行研究情况汇报。利用网络平台,教师指导学生在个人自主探索的基础上进行讨论与协助学习,进一步完善和深化对主题意义的构建,并通过不同观点的交锋、补充、修改,加深对问题的理解。此阶段网页的点击率大大提高。例如:有同学研究利用霍曼转移发射探测器,接近拉格朗日平动点。实际上,拉格朗日平动点是在三体假设理论下产生的轨道解,而霍曼转移仅是二体假设下的理论的轨道转移方法。应该说该学生的研究具有一定的创新,但概念的模糊,使所采用的方法不适应。通过网络平台交互,可使该学生认识到理论方法存在的不严密的问题,并使其得到及时的修正;另有创新思想较强的一名同学拟仿200多年前天文学界的先驱者——开普勒,结合“飞行器试验统计学”课程的相关知识,研究行星轨道的测量。这是一个极富创新的想法,探索性强,同时工作量较大。通过网络平台,及时地对该学生的研究工作跟踪指导,使该项研究顺利地按时完成。

实践证明,网络教学平台更加适用于大作业布置和批改,其辅助教学效果明显,互动特色鲜明。

三、结束语

多年来,在提高本科生课程“航天器轨道力学基础”的教学质量思想指导下开展教学工作,尝试采用的几点教学法,蕴含朴素的交互教学特点。亲身体会充分说明只要认真对待教学工作,互动教学法自然会引入其中。

如今,在高校教学改革中,互动式教学在增强学生的综合素质和创新能力方面显示出的优势越来越引起重视,并已明确成为一项考核指标。

伴随着航天器轨道理论的应用领域不断扩大,对其教学方法也应不断探索和创新,将互动式教学实践不断深入。

本文仅结合教学实践,介绍了所采用的教学法,并论述其互动性,希望为教师的互动式教学提供借鉴,也为学生的自主式学习提供参考。

(责任编辑:胡志刚)