

航空航天类本科专业专题研讨课程建设研究

朱彦伟, 黄 涣, 蔡伟伟

(国防科技大学 空天科学学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 面向高年级本科生的工科专题研讨课程在课程体系中具有“压顶石”作用, 有助于培养学员的实践能力、创新能力和团队协作能力。在分析工科专题研讨课程特点的基础上, 以“空天任务规划”课程为例, 介绍了国防科技大学航空航天类本科专业动力学与控制专题研讨课程的建设与实践经验。经过实践探索, 有效调动了学员学习积极性、主动性和创造性, 达到了较好的教学效果。

关键词: 工科专题研讨课; 课程建设; 教学实践

中图分类号: G642 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874(2022)04-0094-05

Construction of Seminars on Special Engineering Topics for Aerospace Undergraduate Majors

ZHU Yan-wei, HUANG Huan, CAI Wei-wei

(College of Aerospace Science and Engineering, National University of Defense Technology,
Changsha 410073, China)

Abstract: As a capstone in the curriculum, seminars on special engineering topics for junior and senior undergraduates help to enhance their practical ability, innovation and cooperation. After analyzing the characteristics of this type of seminar, the construction and practice of the seminars on dynamics and control for an aerospace undergraduate program in National University of Defense Technology are introduced, taking for example the course of “Aerospace mission planning”. It shows that the enthusiasm, initiative and creativity of students have been effectively improved, and better teaching results have been achieved.

Key words: seminar on special engineering topics; curriculum construction; teaching practice

推动研讨式教学模式改革, 是培养大学生创新能力的重要途径之一, 也是提高人才培养质量的有力举措。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》中强调: 倡导启发式、探究式、讨论式、参与式教学, 帮助学生学会学习^[1]。《2020年前军队院校教育改革和发展规划纲要》指出: 要建立以能力培养为导向的现代教学体系。国防科技大学在制定2012级本科培养方案过程中,

要求为高年级本科生开设一门专题研讨课程(“压顶石”课程), 以激发学员的学习动力, 提高学员的实践能力和创新能力, 帮助学员完成从被动学习到主动研究的转变, 为开展本科毕业设计奠定坚实基础。为此, 我们以研究性教学为理念, 面向空间工程、飞行器系统与工程等航空航天类本科专业建设了“空天任务规划”专题研讨课程, 通过六年的教学实践和反复迭代, 取得了良好的

效果,获国防科技大学本科课堂教学优秀评价。

一、工科专题研讨课程的特点分析

“研讨式”教学^[2]是由18世纪的德国教育家弗兰克首创的。其核心理念是以学员为中心,强调个体的认知主体作用。该模式有助于激发学员学习主动性,培养学员发现问题、分析问题和解决问题的能力。研讨课程深刻影响了西方高等教育理念和模式的发展,在西方高等教育教学体系中占有重要地位。进入新世纪,随着我国高等教育的深入改革,研讨课程教学模式成为研究性教学的一种有效手段。很多高校都开设了多种形式的研讨课程。依据课程定位与性质,研讨课程可分为新生研讨课和专题研讨课两大类^[3]。前者主要针对大一新生开设,旨在引导新生快速掌握大学学习的方法,培养探索问题的兴趣,养成探究学习的习惯;后者主要针对高年级本科生和研究生开设,目的是通过引导学员参与实际的科研工作,使其在掌握知识的同时,锻炼实际动手能力,为未来独立开展工作打下基础。

本文重点关注针对高年级本科生开设的工科专题研讨课^[4]。区别于文、史、哲等非工科专业专题研讨课程,工科专题研讨课^[5-6]以较为具体的某个或系列专业课题或问题为研讨对象。这里以航空航天类本科专业为例,梳理其主要特点:(1)工科专题研讨课程定位为某一系列课程的“压顶石”课程,强调系列课程知识的综合运用,突出学员实践能力、创新能力和团队协作能力的培养。通常在大四秋季学期开设,旨在变被动学习为主动研究,为学员开展本科论文毕业设计奠定基础。(2)工科专题研讨课程的研讨对象客观性强,通常针对某个具体工程问题进行分析,量化并建模为数学问题。比如:在某些约束条件下,设计某种算法、流程或实体,使得某些指标最优化等。因此,解决问题的流程方法和最终的研讨结论具有明显的客观性。(3)工科专题研讨课程具有“教研相长”的显著特点。为了激发学员兴趣,专题设置一般都结合领域最新进展,教员必须先有研究基础才能更好地指导学员开展研究和讨论;反过来,与学员的共同探讨也能启发教员的研究思路,有助于深化科学研究。(4)工科专题研讨课程需要课内外一体化模式。专题研讨课程学时有限,通常用于共性问题讲解、专题结果

展示和质询讨论。学员必须在课下花费大量的时间才能完成文献调研、文献综述、建模仿真、分析总结等,教员必须在课下与每个专题的每个学员多次交流,及时指导,确保每个专题都能够高质量完成,提高课堂研讨效果。(5)工科专题研讨课程考核必须多角度评价。针对研讨课程出现的考核压力不大、学员参与度不高和课堂气氛冷清等不足,必须采用“考试+考核+鼓励性加分”的方式优化考核设计,增加过程考核比例,确保压力持续传导到每一个学员,确保教学目的和教学效果的顺利达成。

二、“空天任务规划”专题研讨课程建设

国防科技大学航空航天类本科专业于1957年创建于中国人民解放军军事工程学院(简称“哈军工”),办学历史悠久,专业特色鲜明,旨在培养从事空天装备论证、设计、研发与应用等方面的实际工作能力和科学研究初步能力的工程技术人才。航空航天领域是一个工程性、实践性、系统性和协作性很强的领域,需要培养学员的工程素养、实践能力、系统思维和协作意识。动力学与控制系列课程是其核心专业课程模块。为了培养学员的综合实践能力,帮助学员完成从“学习”到“研究”的转变,设置了“空天任务规划”专题研讨课程,旨在让学员从动力学与控制视角了解航天装备发展的前沿领域,按照“从应用上提出问题、从技术上解决问题”的思路,激发和调动学员的学习兴趣与主观能动性,提升学员的创新思维能力、沟通交流能力和团队合作意识,为他们后续学习深造和从事有关航天装备的论证、研制、试验、维护和作战使用等实际工作奠定基础。

本课程预修课程为“空天工程导论”“空天飞行力学”和“飞行器导航制导与控制”等;学时安排为28学时,其中讲授10学时、实践(研讨)18学时。采用先讲授后研讨的方式,以研讨为主。讲授内容涵盖基本概念、技术基础、运用理论与方法等,为后续的研讨提供基本的知识背景和研究思路,为学员课下准备研讨提供指导;研讨内容按专题设置,每个专题均涵盖“问题—模型—算法—仿真—分析—总结”全流程。

(一) 课程教学目标

1. 知识与技能

本课程主要训练学员对所学飞行器动力学、制导与控制等知识的综合利用能力,使学员掌握空间飞行器的基本概念、原理和方法,能够运用定量手段分析典型空天任务过程,开展初步的任务规划。具体能力目标包括:能够处理空天任务中复杂的时空关系转换,进行轨道根数和轨道预测计算;能够运用标准弹道模型和初制导原理针对直接上升式拦截任务开展弹道设计和拦截窗口分析;能够运用比例导引原理分析拦截器近距离接近制导的实现方法,提出拦截方案;能够运用轨道机动理论分析航天器远距离轨道机动策略与方法,提出轨道机动方案;能够运用航天器相对运动理论开展航天器近距离相对运动的期望轨迹设计;能够基于六自由度动力学模型分析航天器交会逼近过程,提出近程导引和终端逼近的解决方案。

2. 过程与方法

本课程讲解紧密结合空天领域的最新研究进展,配合教学片和演示软件,使教学内容和形式形象、生动、直观,激发学员主动学习的兴趣。本课程研讨采用分组研讨方式,每组负责一个专题,准备研讨报告,同时兼顾其他专题,准备要讨论的问题。对每个专题,所有学员都要准备,研讨分为组内研讨和组间研讨。组内研讨在课外研讨准备阶段进行,由学员自己组织,教员参与指导;组间研讨在课堂进行,对每个专题,先由负责的组进行讲解,然后接受其他组和老师的提问,并进行讨论。对所提问题和讨论结果,负责的组要进行归纳整理,课后要对研讨报告进行修改完善。课程结束后,每组都要提交一份研讨报告,所有研讨报告收齐后统一下发给所有学员。

3. 能力与素质

本课程从应用视角探讨空天领域的前沿热点问题,有助于培养学员利用所学知识解决实际问题的能力,增强学员献身国防的责任感和使命感。此外,本课程采用的研讨式教学方法,有助于培养学员的创新思维能力、沟通交流能力和团队协作意识,对学员综合素质的培养和提升具有重要作用。

(二) 课程主要内容

课程主要内容分为讲授和研讨两部分。讲授

部分以空天飞行器为对象,从动力学与控制视角讲述空天任务规划的理论基础,具体内容如图1所示。绪论是导入,模型是重点,规划是方法。绪论部分介绍课程背景、发展演变、概念内涵、技术手段等;模型部分从应用视角,详细介绍绝对运动模型、相对运动模型和姿态运动模型,明确空天飞行器的动力学与控制约束;任务规划讲解任务规划的一般流程和相关的优化算法。

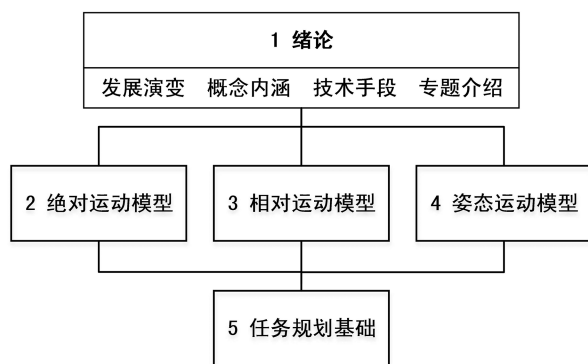


图1 课程讲授内容

课程研讨部分紧贴空天领域发展前沿,分为地对天、天对天和天对地三类任务。对每一类任务,按照复杂程度和掌握深度设置1~3个专题,如图2所示。对每个专题,指定3~4个核心知识点及具体实践要求,学员3~5人一组,查找相关文献,按照“问题—模型—算法—仿真—分析—报告”的步骤完成专题研究,进行课堂汇报,接受教员和其他组的质询,最终提交研究报告(论文)。

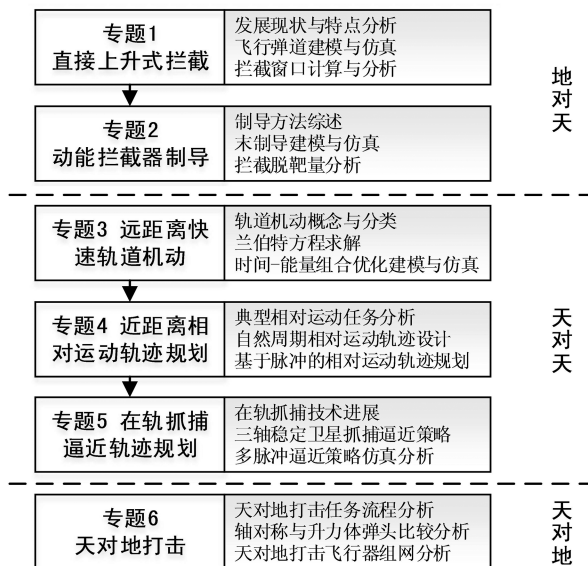


图2 研讨专题设置示意图

(三) 课程主要特色

在教学内容上, 兼顾装备现状和未来发展。以装备使用单位的岗位需求为牵引, 迭代优化教学内容; 以一流标准确定教学内容的深度和广度。

在教学设计上, 以问题为导向, 以学员为中心, 突出实践能力培养。对主要知识点, 安排仿真实现环节, 使学员既懂理论, 又会应用, 确保理论和实践不脱节, 帮助学员完成从“学习”到“研究”的转变。

在教学资源上, 科研反哺教学, 案例素材来源于实际的科研项目。依托专业教学实验室, 充分利用信息化教学手段进行教学资源的管理与服务, 并逐年迭代, 通过学员实践不断丰富教学资源。

在教学方法上, 倡导主动学习和研究性教学, 借助多媒体教学和思维导图, 少讲精讲, 突出思路方法, 变“授人以鱼”为“授人以渔”; 综合运用组内研讨、分组实践、课堂研讨等方式, 变知识传授为能力塑造。

三、“空天任务规划”教学实践

“空天任务规划”在大四秋季学期开设, 每周2次课, 每次课2学时。第一次课明确研讨专题, 课后学员自主完成分组和专题选择, 此后整个教学实施环节采用课内外一体化模式, 贯穿项目研究“问题—模型—算法—仿真—分析—总结”全流程。前期课上以教员讲授为主, 后期课上以分组汇报研讨为主; 课下教员参加分组研讨, 学员自主分组实践, 根据研讨情况修改完善研究工作, 撰写研究报告(论文), 如图3所示。

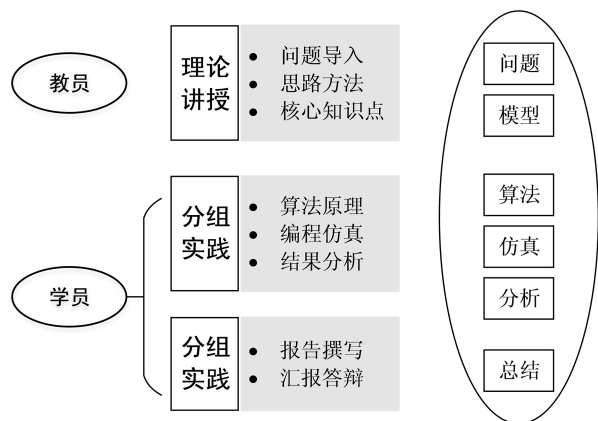


图3 专题研讨课程实施

(一) 学情分析

“空天任务规划”开课学期为考研学期, 教学对象为大四学员, 部分保研、部分考研、部分不考研(准备工作)。保研的学员有从“学习”到“研究”转变的需求, 时间足, 能力强; 考研的学员以考研为重心, 能投入的时间非常有限; 不考研的学员有提升素质的需求, 时间足, 潜力大。

(二) 过程管控

1. 学员分组与专题分配

所有专题任务及要求在第一节课上专门介绍, 专题数量即是学员分组数量。考虑到有三类学员, 在分组时, 要硬性要求“保研+考研+不考研”的合理搭配。在此约束下, 学员自主完成分组, 推举出各组组长(通常为保研学员)。学员完成分组后, 各组通过选择和协商, 实现各专题和组学员的一一匹配, 并确定课堂研讨顺序, 进而明确组号。研讨顺序越靠后, 研讨前的准备时间越长, 而研讨后的修改完善时间越短。第一组的课堂研讨准备时间为2周(由理论讲授学时确定)。

为确保教学效果, 必须采用小班教学, 且每组不超过6人。学员分组确定以后, 教员分专题将相应的教学资源(含历年学员提交成果)下发。

2. 组内研讨与仿真实践

每组学员的组内研讨与仿真实践由各组组长负责组织, 全部在课下进行。在此过程中, 教员至少要参加三次组内研讨。第一次研讨, 让每个学员谈对专题任务的认识和理解, 帮助学员把准努力方向, 了解组内成员的任务分工, 通常安排在课堂汇报前两周; 第二次研讨, 每个学员重点汇报工作进展, 提出在研讨准备过程中遇到的问题, 明确课堂汇报的PPT大纲, 通常安排在汇报前一周左右; 第三次研讨, 主要看课堂汇报PPT的准备情况和仿真实践进度(考虑到时间有限, 前面几组的仿真实践在研讨汇报时很可能未完全实现), 指出存在的问题, 确保课堂汇报效果在可控范围之内。此外, 教员要做好随时解答学员问题的准备, 做好多次参加学员组内研讨的准备。

3. 课堂汇报与质询答疑

每组课堂汇报一次课, 按照汇报—提问—总结三阶段进行, 教员要引导好。通常, 汇报阶段一个小时左右, 既可一人汇报, 也可多人汇报, 具体形式由各组确定。在学员汇报过程中, 鼓励其他学员提问, 教员要适时点评, 指出重要知识

点或不严谨不准确的地方。提问阶段半小时左右,其他组提问,汇报组解答,教员随时补充。为避免研讨冷场的情况出现,每次课堂汇报均要求其他组有针对性地准备问题,提问情况也作为考核评价依据。总结阶段5~10分钟,由教员依据研讨情况灵活把握,梳理该专题的主要知识点(考试内容),点评课堂汇报情况,指出课下需要进一步改进和完善的地方。

所有专题均完成汇报后,预留1~2次课开展综合研讨和课程总结。各组汇报相关问题的解决情况,展示获得的仿真结果及重要结论,并对专题研讨过程进行总结,交流收获体会和意见建议。

4. 研究报告(论文)撰写

研究报告(论文)撰写严格按照期刊论文的投稿格式要求,全部在课下进行,在课程结课后两周内提交。同时,还要提交参考文献、仿真程序等,作为课程教学资源存档入库。研究报告(论文)撰写过程中,教员至少安排两次交流,检查撰写情况,指出问题和不足,确保研究报告(论文)的质量。

(三) 考核评估

考核评估采用“考试40%+考查60%”方式。考试类似一般课程,考试内容涵盖理论讲授部分和各专题的重要知识点。考察采用综合评估方式,由组内自评30%、组间互评30%和教员评价40%三部分构成。组内自评成绩由各组组长对组内成员进行打分;组间互评成绩由其他组组长打分,取平均值,同一组学员的组间互评成绩相同;教员评价由教员依据各学员在组内研讨表现、课堂汇报表现和最终提交的研究报告(论文)质量进行打分。

按照上述教学流程,从2015年开始,“空天任务规划”经过六年的教学实践,得到了学员的高度认可,获得了学校本科课堂教学优秀评价。学员提交的成果越来越好。部分学员在此基础上开展了本科毕业设计。可以说,该任务在帮助学

员完成由学习到研究转变方面,起到了很好的作用,实现了“压顶石”课程的目标。

四、结语

“空天任务规划”是国防科技大学航空航天类本科专业动力学与控制专题研讨课程,在课程体系中具有“压顶石”作用。该规划通过深入分析工科专题研讨课程特点,精心设计教学目标、教学内容和教学环节,充分调动了学员的学习积极性、主动性和创造性,达到了很好的教学效果。主要建设和实践经验如下:(1)研讨专题设计紧贴空天领域发展前沿,最好从实际科研项目中凝练,要有充足的教学资源;(2)按照课内外一体模式实施教学,充分调动学员的主观能动性;(3)落实“问题—模型—算法—仿真—分析—报告”全流程训练,重过程、轻结果;(4)教员要全身心投入,既要对相关专题非常熟悉,又要投入大量的课外时间。

参考文献:

- [1] 陈文琪,张薇. 加强研究性教学改革,助推创新型人才培养[J]. 文教资料,2018(23):149-150.
- [2] 卢瑾. 国外高校研讨课程对我国高校教学改革的启示[J]. 新课程研究,2018(9):9-11.
- [3] 李沛,张鑫,郭滕达. 针对专题研讨课程建设的一点思考[J]. 计算机教育,2014,21(11):82-84.
- [4] 党建,张在琛,吴亮. 论工科专题研讨课程的特点及教师的施教策略[J]. 教学研究,2017,40(6):92-94.
- [5] 刘应科,周福宝,刘贞堂. 本科教学方法改革的系统化理念研究——以研讨式教学法为例[J]. 陕西教育(高教),2018(12):4-7.
- [6] 杨乐平,莫甲凤,朱彦伟. “问题作业教学”模式在军校研究生教学中的应用——以国防科学技术大学为例[J]. 学位与研究生教育,2014(10):26-30.

(责任编辑:赵惠君)