

• 航天与材料工程学院 •

研究生专业课程体系优化的思考与实践*

唐国金, 谢 凯, 汤国建, 唐乾刚, 李九天

(国防科学技术大学 航天与材料工程学院, 湖南 长沙, 410073)

[摘要] 本文以国防科技大学航天与材料工程学院研究生专业课程体系为蓝本, 深入剖析了研究生专业课程体系面临的问题, 并在全面研究课程体系特点的基础上提出了科学优化研究生专业课程体系的思路, 有较强的借鉴意义。

[关键词] 研究生; 课程体系; 优化

[中图分类号] G643 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874 (2009) S0-0012-04

作为研究生培养的纲领性文件, 培养方案是实施研究生培养的主要依据, 也是保证和提高研究生培养质量的核心。适时根据实践反馈及学科发展更新培养方案, 以适应研究生教育迅速发展及新形势下国防科技高层次人才培养需要是十分必要的。研究生培养方案主要由培养目标、研究方向、培养方式、学习年限、课程设置及学位论文要求等内容组成。从对研究生培养工作的具体指导意义上而言, 在明确了培养方式和学位论文要求的情况下, 优化专业课程体系构成了研究生培养方案制订工作的核心。

创新, 作为国家发展和社会进步的原动力, 是高质量人才的根本标志, 创新意识及创新能力的培养也成为作为高等教育最高层次的研究生教育的首要目标。目前通用的研究生培养方式多为课程学习与科学研究相结合, 其中硕士研究生阶段为课程学习与科学研究并重, 博士研究生阶段则是课程学习和科学研究相结合、以科学研究为主。不论哪个阶段, 课程学习都是研究生培养必不可少的有机组成部分。因此, 如何立足完善研究生知识结构、构建科学性强的研究生课程体系, 通过合理的课程设置达到培养研究生创造性思维能力和创新能力的目的显得尤为重要。

不同于本科阶段的知识传承和储存式学习, 研究生阶段强调的是自主学习, 与此相适应的是自由度较高的选课制度, 即研究生根据知识结构培养需要选择课程组合。这种选课制度不但需要足够的课程总量来保障, 较高的选课自由度还大大提高了专业课程体系结构和内容的要求。这也就要求我们要深入研究课程设置内在规律, 合理优化、构建学科基础与专业教育比例协调的研究生专业课程体系, 使课程学习的指向更加靠近研究生创新能力培养。

一、研究生专业课程体系特点及局限性分析

我院目前实施的研究生专业课程体系是2001年论证, 2001年底制定完毕, 2002年开始实施的。当时的大背景是

航天领域发展迅猛, 相关专业技术人才需求量急剧增大, 我院研究生培养面临不同生源学员大量涌入、培养规模扩大等新情况, 教学改革势在必行。该课程体系带有鲜明的时代印记, 结合七年来专业课程教学实践, 可以发现其呈现如下特点:

1、强调航天技术与工程大背景, 课程设置紧密围绕学科建设的重点方向。以力学学科为例, 流体力学二级学科课程体系以航天领域中的空气动力学问题研究为中心, 而固体力学、一般力学与力学基础二级学科课程体系则分别以航天结构和机构问题研究为中心。

2、强调基本理论与技术。仍以力学学科为例, 各二级学科课程体系基本覆盖了学科重点发展方向的主要基础课程。通过与国内外一些著名大学研究生课程体系的比较, 如清华大学、北京航空航天大学、南京航空航天大学、上海交通大学、加州理工学院、华盛顿州立大学、爱荷华州立大学、伦敦大学、阿拉巴马大学等, 可以看出, 虽然优势研究方向各有不同, 但体现基本理论与技术的专业基础课程相似度很高。

3、严格按学科构建。除航空宇航科学与技术是按一级学科构建外, 其余全部是按二级学科构建, 事实上航空宇航科学与技术一级学科课程体系内部二级学科界限也很明显。

明确的大工程背景为研究生培养提供了清晰的目标支撑, 基础理论与技术的强化符合航天领域人才培养的基本规律, 而严格的学科界限较好地保证了各学科课程体系的自身完整性, 这种纵向深入、专业程度高的设置模式还有利于锻炼学生专业“技术”素养。应该说, 该课程体系较好适应了我国航天领域人才培养快速发展的需要。然而科学技术发展到今天对人才培养提出更高要求。重新审视七年前的专业课程体系, 在肯定其积极意义的同时, 我们也发现存在束缚着创新型人才培养的因素:

1、各学科分别构建课程体系, 全院专业课程体系庞大。各学科均强调自成体系, 体系完备性必然导致全院课程总量过大, 直接后果是: ①不同学科间相近课程冗余度

* [收稿日期] 2009-04-15

[作者简介] 唐国金 (1963-), 男, 湖南澧县人, 国防科学技术大学航天与材料工程学院军事航天系主任、教授, 博士, 博士生导师。

过高,如飞行器设计、兵器发射理论与技术、武器系统与运用工程等学科共开设仿真类课程共4门,主要内容重复。②课程平均选课人数过少,不但造成师资力量的浪费,还不利于课程建设,如导致部分课程未开设(或未能持续开设)、无力加强实践环节训练、课程建设水平上不去等。

2、培养对象不清晰。由于研究生教育发展迅速,生源结构复杂程度显著提高。为照顾不同基础、不同来源的学员,部分课程过于强调基础性,导致有相当一部分课程与本科阶段课程区分度不大。如“载人航天工程基础”与本科生课程“航天技术概论”有较多重复;“航天器姿态动力学与控制”总共七章,前六章内容与本科生同名课程“航天器姿态动力学与控制”完全一致。课程体系这一倾向不但使培养方案中跨专业学员“补修课程要求”等流于形式,还在很大程度上扰乱了课程体系结构,降低了综合培养效果。

3、各学科课程体系封闭,与多学科交叉融合的发展大趋势相背,不利于学员创新能力的培养。而且由于缺乏横向联系和贯通,课程体系结构不清晰,相互支撑作用不明显,课程训练的效果大打折扣,对后期研究工作的支撑作用不强。以力学学科硕士研究生培养为例,2004至2007年间,按2002培养方案培养的力学学科研究生共毕业107人,其中有5人获湖南省(或军队)优秀硕士学位论文奖励,该5人课程综合评定值平均为-0.32,即课程学习成绩在平均水平以下。这一不正常的现象也表明课程体系改革与优化势在必行。

二、研究生专业课程体系优化思路

着眼于复合型创新人才培养,我们深入思考了研究生课程设置自身规律,在充分吸收现行课程体系优点的基础上,针对不足,提出了本次专业课程体系优化与改革的基本思路:

1、借鉴学科群思想,扩大课程体系的学科边界。

现代科学技术的迅猛发展导致传统的学科界限日趋模糊,事实上边缘学科以及交叉学科日益成为高新技术的重要生长点,因此学科群的概念就应运而生。相比传统的细化的学科设置,如二级学科甚至研究方向,学科群更易于整合内部资源,学科功能作用的整体性更强。借鉴学科群思想,扩大课程体系的学科边界有利于克服原有课程体系的不足。具体到我院实际,由于现代武器装备是众多学科领域最新技术共同作用的产物,其复杂程度是以往任何时候都无法比拟的,相应地开发、研制、维护乃至使用各个环节都对实施主体提出很高要求,因此复合型、创新型军事航天领域高层次人才是我院研究生培养的必然指向。借鉴学科群思想设置课程体系,有利打破原体系的封闭性,有利于研究生个性的发挥,有利于按厚基础、宽口径培养创新型人才。

2、明确培养目标及对象,提高课程体系的针对性。

根据新一轮研究生培养方案的培养目标,明确研究生这一培养主体对象,并根据主体培养对象的特点将课程体系定位在较高起点上。高水平研究生培养鼓励跨学科生源,但同时也强调学员的专业基础。研究生阶段课程学习更多应建立在研究性学习基础上,定位于通过课程教学

的诱导与激发,促进学员创新思维的内在生成。如面面俱到于不同生源必备的专业基础知识,既降低效能又不现实。新的课程体系应充分着眼于完善“研究生”的知识结构,扩大有利于培养研究生分析问题、解决问题能力的研究型课程,提高课程体系的针对性。通俗的表达就是,“研究生”不但有基础,而且有能力完成好设定的培养任务,研究生专业课程体系应该有一定的难度来适应“研究生”这一对象。

3、尊重学科内涵,理清课程体系结构。

按借鉴学科群思想构建的课程体系涉及学科多,打破了原有的条块分割,强调课程的横向联系。体系结构不再是沿着某一专业方向的线性结构,而是呈现复杂的矩状结构。这种结构下如忽视体系结构建设,则易导致课程的无序化状态,使课程体系的基础性作用难以充分发挥。因此优化工作的一个重要方面就是根据学科内涵,理清课程体系结构,使之在体现“厚基础、宽口径”的同时,又能够体现学科渗透,适应多元化的培养要求。

三、研究生专业课程体系优化实践

根据上述优化思路,在充分吸收现行课程体系优点的基础上,我们进行了深入、细致的优化工作,具体体现在以下方面:

1、打破学科界限,按大学科思路构建课程体系。

我院学科众多,这是航天领域综合性的反映。现阶段我院共拥有16个二级学科的学位授予权。在深入研究各学科特点的基础上,我们梳理出学科间内在联系,其中力学作为基础学科独立性较强,航空宇航科学与技术 and 材料科学与工程是学院的优势学科,工程热物理、应用化学等二级学科与这些优势学科联系紧密,相互渗透、相互支撑。根据这些特点,我们吸收理学院的工程力学二级学科,连同我院流体力学、固体力学、一般力学与力学进展一起构建力学一级学科课程体系;以航空宇航科学与技术一级学科为主体构建航空宇航类课程体系,该课程体系兼顾工程热物理、兵器发射理论与技术、武器系统与运用工程;以材料科学与工程一级学科为主体构建材料和化学类课程体系,该课程体系兼顾应用化学、高分子物理与化学、军事化学与烟火技术。同时鼓励三大专业课程体系核心课程的互选,特别是力学学科核心课程,通过内容改造等方式,增强受益面,为航空宇航类和材料化学类课程体系提供有力支持。这种新的构建思路最大程度尊重学科内涵,又适当打破原有的学科界限,有利于促进学科间的交叉与渗透,符合学科综合化发展趋势。

2、通过删减合并,精简课程总量。

对起点偏低,与本科阶段课程区分度不高的课程予以删减,如载人航天工程、空间科学与工程、烟火学等;对与目前主要研究方向联系不紧的课程予以删减,如火箭导弹发射技术、Polymer Structure and Properties等;对兄弟学院的优势课程,本着优势互补、取人所长考虑,不再重复开设,如可靠性工程、线性系统理论、最优控制理论等;对于冗余度过高的课程,充分论证,合理合并,有效增加课程容量,如将仿真基础、武器系统性能仿真、可视化仿

真技术、飞行器系统建模与仿真分析等课程整合为飞行器系统仿真。

3、改造教学内容，提高研究生课程标准。

根据研究生培养特点，所有课程突出知识的运用与实践。除极少基础性强、容量大的课程外，所有课程不超过 36 学时，鼓励开设 18 学时或 28 学时的小学分课程，旨在促进专业课程更新教学理念，剔除现象罗列、易于自学的内容，切实从知识传递改变为能力培养，提高研究生课程标准。并借此引导广大教员探索新的教学方式方法，从传统的传授、讲解甚至灌输等教育方式向讨论式、启发式、实践式教学转型。如力学基础课程有限元方法，保留必要的有限元数学理论分析，大幅削减计算固体力学所占比重，增加有限元方法在热力学、流体力学、电磁场分析等方面的应用等章节，拓宽受益面的同时提高课程难度。又如航空宇航科学与技术学科专业课程飞行器系统辨识，源于动力学系统辨识与建模，改造后的课程内容紧凑，学科特色更加突出，而案例式教学的应用提高了课堂教学容量，辨识参数也得以从气动参数扩展到飞行器结构动力学、固体火箭发动机、液体火箭发动机、飞行试验测量、惯导系统误差模型等。

4、加强前沿性课程开设力度，抢占学科制高点。

研究生教育是目前高等教育的最高层次，研究生也必将成为不久的将来我国高新技术领域骨干科技人才的主要来源。针对我国航天领域重点发展方向，加强前沿性课程开设力度，从而扩大研究生学术视野、抢占学科制高点就显得十分必要且紧迫。事实上在后来的课程体系通信评议中，许多知名专家也强调了这方面课程的重要性。如李东旭教授建议增设“空间交会对接理论与技术”课程以满足

“我国载人航天及军事航天事业发展”需要。结合我院学科建设及科学研究，新的课程体系增设了新能源材料、智能材料与智能结构、分布式卫星系统理论及应用、空间对抗系统分析、航天器交会对接技术、临近空间飞行器技术、飞行器视觉导航等大批前沿课程，直接瞄准未来空间战略安全需要，以适应我国军事航天发展趋势。

5、加强实践能力培养，大幅提高实验课及实验环节比重。

实践是理论联系实际的有效途径，也是诱发研究生潜在创造能力的有效方法。作为研究生培养重要组成部分的课程教学理应提高实践环节的比重。本次课程体系优化根据学科特点，结合研究生创新实验室建设，大幅提高了实验课数量，每大类课程体系均设置有专门的基础性实验课程。如航空宇航类课程体系，我们从研究生动手能力培养的基本需求出发，研究了实验设置内容、实施方式等，开设出“飞行控制系统实验”，同时考虑到实验的难度，又增设了“实验指导课程飞行控制技术与工程”。除专门的实验课程外，鼓励其他课程根据需要结合现有的实验条件开展课内实验。新的课程体系无论是实验课程数量还是实践环节比重都显著提高，为完成好培养方案中的人才培养目标打下了良好基础。

6、梳理体系结构，进一步优化课程体系。

课程体系结构的重要性如前所述，而如何理清七、八十门课程的结构则不仅仅是工作量的问题。由于课程相互联系增强，新的课程体系呈现较复杂的矩状结构，为了更好地认识新体系的整体效能，在优化过程中我们深入研究课程关系，忽略两两弱关联，为每类课程体系梳理出一个平面框架图，并在该平面框架图的帮助下进一步优化了课程体系。以力学类课程体系为例，其体系平面结构图如下图所示：

国防科技大学力学类课程体系平面结构图

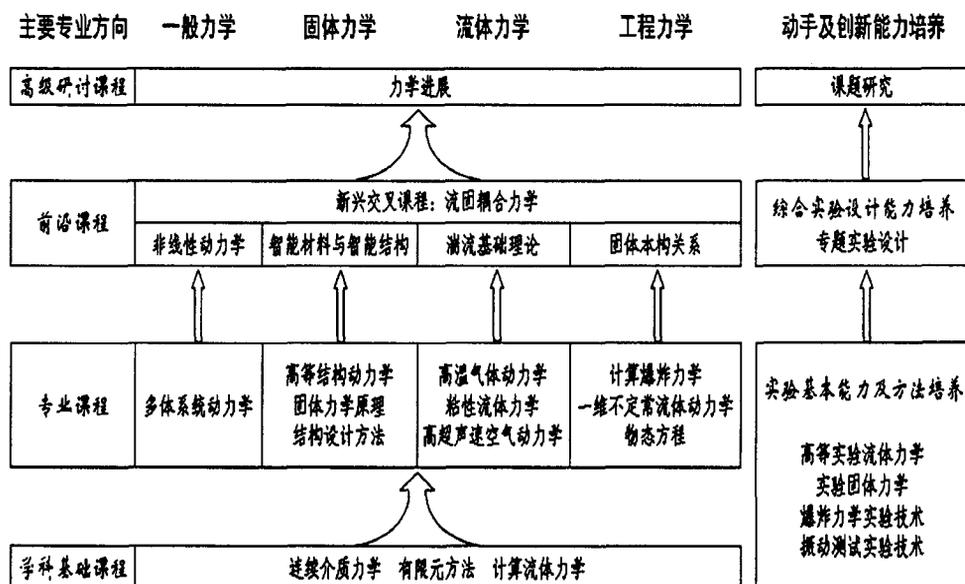


图 1 力学类课程体系平面结构示意图

事实上课程体系平面结构图只是课程体系结构一个粗略的反映,仅保留了最基本的纵向关系。但通过绘制平面结构图我们获得不少启发,也更易于把握课程体系一些深层次的问题,并对课程体系进行了进一步优化。仍以力学学科为例:①通过梳理平面结构图,课程体系得到进一步精炼。如最初并未设置连续介质力学,但通过上图我们发现,固体力学原理、计算流体力学、粘性流体力学、爆炸力学、计算爆炸力学、一维非定常流体力学等课程共同的基础理论相似度很高,且所占比重较大。经充分研究并与任课教员讨论,我们决定增设一门学科共同的基础课程,即连续介质力学。这样不但学生的基础部分更扎实,上述各专业课程更是显著“瘦身”,课程重心也转移至专业核心问题,学员扎实的基础还有利于研讨式及启发式教学,一举多得。②通过平面结构图,课程地位及作用一目了然。确定课程级号是一个比较头痛的问题,而通过梳理平面结构图,这一工作变得很容易,学科基础课程(含基础实验课程)至高级研讨课程四个层次自然对应500至800四个级号。而课程建设负责人关于课程的定位也更准确,确定课程教学大纲及教学实施也更有针对性,有利于充分发挥课程效能。③借助平面结构图,有利于理清下一步课程建设思路。借助上图的定位,学科基础课程及基础实验课程反映的是学科基本理论与技术,这部分课程多为经典内容,成熟度高,且适应面广,是高水平精品课程比较理想的建设对象,如有限元方法目前已建设成为湖南省精品课程;专业课程多为基础理论与技术上的应用与发展,这部分课程与我院重点方向及科学研究联系紧密,且内容相对较稳定,是最能体现我院优势和特色的部分,应结合课程教学大力推进高水平教材建设,如我院编著的教育部推荐研究生教学用书、军队级重点教材《高超声速空气动力学》,国家重点图书《高温稀薄气体热化学非平衡流动的 DSMC 方法》等均出自该部分课程;前沿课程反映的是学科近来及未来发展的方向和趋势,前沿性及可塑性强,适合依托科研成果出版高水平专著作为课程教学的参考书,逐步将科研成果转化为教学成果,事实上我院最有代表性的学术专著,如《航天员—航天器耦合动力学分析》、《大型挠性空

间桁架结构动力学分析与模糊振动控制》、《超声速流动中燃烧现象的数值模拟方法及应用》等均与这部分课程有密不可分的联系。

通过上述细致的工作,课程体系优化工作得以卓有成效地开展。航天背景明确、基础理论扎实等优点得到很好保留,同时课程体系更加精练,课程总门数由127门精简为现在的83门,精简幅度达到35%。课程总学时的精简力度更大,接近45%。实践能力培养得到加强,实验课程数量增加至9门,占课程总数的11.54%,全部课程实践环节比例也大幅提高。课程冗余度显著降低,课程标准明显提高,因人设课等现象也不复存在。新的课程体系结构清晰,课程横向联系得到加强,更易于发挥总体效能。

四、结束语

课程体系优化工作是一项系统工程,应该说上述工作还只是个开端。真正发挥科学的课程设置在研究生创新能力培养方面的作用还有大量艰苦的工作要做,如完善每一门课程的教学大纲,实施好每一门课程乃至每一堂课的教学等都非常重要。秉承科学的精神,踏踏实实完成好每一个环节的具体工作,一定能够将课程教学的基础性作用充分发挥出来。

[参考文献]

- [1] 许四海. 构建新建本科院校学科群课程体系的探索[J]. 高等教育研究, 2008, (05).
- [2] 许斌, 等. 加强课程体系建设 培养硕士研究生的创新能力[J]. 现代教育科学, 2008, (05).
- [3] 韩霞, 等. 面向创新人才培养的研究生课程体系[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2008, (09).
- [4] 侯加林, 等. 改革研究生课程体系 培养创新型人才[J]. 高教论坛, 2008, (12).

(责任编辑: 林聪榕)