

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2011.01.013

# 国际一流航空航天类专业人才培养体系特点分析

朱宪伟, 杨夏

(国防科学技术大学 航天与材料工程学院, 湖南 长沙 410073)

**[摘要]** 美国在航空航天类研究的大多数领域都处于遥遥领先的地位。俄罗斯、英国、法国、荷兰、印度、日本的航空航天类研究各有特点,且都属于国际一流水平。我国的航空航天类研究起步较晚,得益于国家的大力支持,其发展迅速,某些领域已经接近或者达到的国际一流水平。但是,总体说来,我国的航空航天类研究仍有许多地方需要向教育发达国家学习和借鉴。其中,航空航天类人才培养体系的建设就是最急需改进的方向之一。论文主要对国际一流大学航空航天类专业的设置、课程安排、学生培养特点等方面进行对比研究,从中汲取先进经验和方法,为国内航空航天类专业的教学教改提供参考。

**[关键词]** 人才培养体系; 专业课程设置; 航空航天专业

**[中图分类号]** G642.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2011)01-0043-03

## An Analysis of the Characteristics of the Cultivation System for the World First-class Professionals in Aeronautics and Astronautics

ZHU Xian-wei, YANG Xia

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

**Abstract:** The USA holds a safe lead in leads in most fields of aeronautics and astronautics research. Russia, UK (United Kingdom), France, Netherlands, India and Japan have their own characteristics in aeronautics and astronautics research. The research in this area started relatively late in our country, but it has already made huge progress, and reached the world first-class standard in some fields owing to the great support of our government. Generally speaking, we still have much to learn from the educationally developed countries. The building of professional cultivation system is one of the aspects that needs improvement most urgently. Many aspects of aeronautics and astronautics specialty such as specialty configuration, curriculum offering and student cultivation are compared with some world first-class universities in order to provide references for teaching reform of the colleges in China.

**Key words:** professional cultivation system; specialty curriculum arrangement; specialty of aeronautics and astronautics

### 一、国际一流航空航天类专业基本情况

#### 1、美国

美国是世界上航空航天类研究最发达,人才培养最成功的国家,人才培养主要依赖其国内的大学。《美国新闻和世界报导》在每年8月发布的美国大学排名,其公布的2011年美国大学航空航天专业排名情况如表1。

加州理工学院的航空实验室(CALCIT)是该校的航空航天类科研与教学机构,下设专业方向包括固体、流体、生物力学、燃烧、推进、材料、大规模计算等。

麻省理工学院的航空航天类教学与科研由航空航天系负责,主要研究方向为各种飞行器的设计、制造。该系下设三个部门,分别是信息部、航空系统部、飞行器技术部,每个教员在一个或者多个部内同时教授本科生和研究生课

程。信息部分主要研究航天系统有关的信息获取、处理、传输技术,如卫星通信、高空侦察、空中通信、集成防御系统等,负责教授导航、制导、控制、通信、网络、实时软硬件系统等课程。航空系统部门主要研究航空航天高复杂性系统的设计、制造、操作方法,教授最优化方法、故障诊断、系统容错等课程,建有人机实验室、空间系统实验室、国际空运中心、操控台研究中心、复杂系统研究实验室等。飞行器技术部门负责计算方法、流体力学、推进技术、材料科学、结构技术等研究和教学,建有宇航计算设计实验室、空气涡轮实验室、宇航微小结构协会、空间推进实验室、先进材料和结构技术实验室等。

斯坦福大学的航空航天系隶属于工学院,承担航空专业的教学科研任务。学生在这里可以学习结构、航空动力学、导航制导、飞船推进等方面的专业知识,并获得科学、

**[收稿日期]** 2011-02-16

**[作者简介]** 朱宪伟(1979-),男,江苏沛县人,国防科学技术大学航天与材料工程学院讲师,博士。

表1 美国大学航空航天类专业排名

排名	学院	分数
1	加州理工学院	4.8
2	麻省理工学院	4.8
3	斯坦福大学	4.7
4	佐治亚理工学院	4.6
5	密西根大学-安娜堡分校	4.5
6	普渡大学西拉法叶校区	4.3
7	普林斯顿大学	4.0
8	伊利诺伊大学厄本那-香槟分校	4.0
9	马里兰大学帕克分校	3.9
10	德州A&M大学	3.8
	德克萨斯大学奥斯汀分校	3.8

工程方向的硕士与博士学位。该系的研究领域包括下面这些方面:空气弹性变形及流体仿真、飞行器设计与控制、应用航空动力学、空气声学计算、流体动力学计算、动态系统计算、机器人控制、复杂材料与结构、湍流模拟、推进、高超声速流体、导航、控制系统辨识与优化、卫星工程、湍流与燃烧等。该系的本科生毕业可以获得工学学士学位,硕士可以获得航空宇航科学硕士或者工程硕士学位。

佐治亚理工学院下设的 Daniel Guggenheim 航空工程学院是美国国内历史最悠久,同时也是规模最大的航空航天类学院。学院分为多个学科专业,包括航空动力学与流体力学、空气弹性力学与结构动力学、飞行力学与控制、燃烧与推进、材料与结构力学、系统设计与优化。建有一批国际领先的实验室,如航空系统设计实验室、认知工程实验室、燃烧实验室、宇航系统设计实验室、振动与波动传播实验室、无人机研究中心等。

### 2、俄罗斯

莫斯科国立航空学院建于1930年,是专业航空工程大学。直到目前为止,大部分俄罗斯的航空航天科技成果出于此大学。俄罗斯图波列夫设计局、米格设计局、雅可夫列夫设计局的设计师曾经是航空学院的第一代教授。许多俄罗斯的著名国家院士、科学家及一些著名的宇航员都出自航空学院。莫斯科航空学院拥有12个学院,56个系,128个实验室,3个设计局,几个计算机中心,一个实验工厂,一套运动航空训练设施,一个莫斯科附近的飞机场。两个科研机构(应用力学和电气力学,低温研究)。该校下设12个学院,与我校类似,通常以数字编号代替学院名称。从一院到十二院分别为航空工程院、发动机院、控制系统院、信息与电力院、无线电电子学院、经济与管理院、航空航天院、机器人与智能系统院、应用数学和物理院、应用力学院、人文科学院、预科院。

### 3、西欧

英国伦敦帝国理工学院的航空系主要负责飞机设计制造方面的研究与人才培养,包括航空动力学与航空结构学两个研究方向。航空动力学方向包含流体基础,航空飞行器设计,控制,生物医学、环境与工业关系等方面的研究。航空结构学方向包括计算力学,冲击与损伤,复合材料等方面的研究。

布里斯托大学的宇航工程系是英国最负盛名的航空专

业,专注与航空动力学,航空结构学的研究。

法国国家高等航天航空学院已经有90多年的历史,在法国乃至欧洲航天航空业都有着举足轻重的影响。它位于欧洲航天业发展的中心地带,致力于培养顶尖的技术工程师,在研制协和式客机的工程师当中,有许多就是从法国高等航天航空学院毕业的。学院下设5个系和一个研究中心,分别是空气动力学、能源、推进系,结构与材料力学系,光电子与信号系,语言文化艺术系,航空宇航中心。

荷兰代尔夫特理工大学是世界上顶尖的理工大学之一,并被誉欧洲的麻省理工学院,其航空工程、电子工程等学科在世界上都具有领先地位和卓越声望,2005年出版的《EE Times》显示,荷兰的代尔夫特理工大学在最佳EE工程类大学排名中,位于全球第七。代尔夫特理工大学下设八所学院,其中就包括航空工程学院。航空工程学院主要包括航空动力学,航空材料,导航制导,卫星系统等专业。

### 4、亚洲

日本在航空航天研究领域最具影响的高校是早稻田大学。该校的基础理工学部(工学院)下设的机械工程航空学科是主要的航空航天类教学和研究单位。

印度理工学院是印度最好的工科院校,其航空工程系成立与上世纪40年代,主要研究领域包括气动力学,导航制导,燃烧推进,结构力学等。

### 5、专业设置情况对比分析

各国大学航空航天类专业设置都以本国国情为基础,密切联系国防和工业部门的需求。加州理工学院和佐治亚理工学院偏重航空方面的研究,在基础研究之上,更重视信息、电子、材料技术及交叉学科的研究。麻省理工学院在航空和宇航方面都有研究,与美国空军,美国宇航中心都建有紧密的合作关系。与美国高校相比,俄罗斯的高校偏重力学、材料、发动机等的研究,其电子与信息技术的研究明显落后与美国。英国、法国的高校密切联系国内的航空产业,偏重民用航空领域的研究。日本和印度则更加注重军事航天的发展。综合上面的调查结果可以看出,各所高校的专业设置的具有一些共同特点:

(1) 多学科交叉专业受到越来越多的重视,如生物物理学,材料和结构技术,宇航系统设计,系统设计与优化等。

(2) 高校以国防工业需求为基础进行专业设置,有针对性的培养航空航天人才。

(3) 与时俱进调整专业设置,对传统专业进行合并,并在前沿领域开设新的专业。

(4) 专业划分越来越模糊,许多教授同时在几个专业任职。各专业的课程重叠比例很高,更适合培养全面复合型人才。

## 二、国际一流大学航空航天类课程对比研究

### 1、航空航天类专业课程设置基本情况

美国四所学校的专业课程同时供本科生和研究生选修,学生根据自身能力选择相应难度系数的课程。在学位要求中,本科生只需选择1-3门高难度系数的课程,研究生需要选择较多的高难度系数课程,并要求这些课程综合成绩在B以上。

英国、法国、俄罗斯的高校中,本科生与研究生分别

有不同课程。其中本科生课程大多为基础课和必修课，研究生课程中多数为选修课。做课程对比时，国内某高校课程与美国高校对比时，将本科生和研究生课程组合一起进行对比；与欧洲高校对比时，将本科生和研究生课程分别进行对比。

## 2、课程设置特点分析

航空航天是一个多学科融合领域，需要用到力学、电子学、信息学、材料与化学、数学、控制论、管理学等多学科的知识和方法。由于知识体系过于庞大，想要在航空航天类高校开设所有需要的课程是不切实际的。各校在课程设置上都根据自身特点进行了选择，表2列出了各航空航天类高校的课程设置。

### (1) 研究生专业课程设置情况对比分析

在美国的高校中，课程设置较为灵活，上面列出的只是宇航专业开设的专业课。这些专业课可供本科生或研究

生选修，学生可根据课程难度级别进行选择。而公共课如数学、外语、体育以及与专业课无关的课程如摄影、演讲、历史等课程通常由其它系或学院承担，由于课程太多太杂，上面没有列出。下面对欧美高校航空航天类专业课程进行统计，并与国内某高校课程一起进行了对比分析。从课程数目上看，欧美高校其学校特点，会侧重某一研究方向。其中，加州理工偏重力学，麻省理工偏重控制与电子，斯坦福偏重系统设计，佐治亚理工偏重力学与控制，帝国理工偏重力学与数学，法国高等航天航空学院偏重电子信息，莫斯科国立航空学院偏重电子信息。在国内某高校的课程体系中，其它类占了最大比重，其中主要包括了材料、化学类课程。另外力学和推进方向的课程也较多，较真实反映了国内某高校的特色在于力学、发动机与推进等方向的研究教学。

表2 航空航天类高校专业课数量对比

	力学	数学	电子、信息、计算机	推进	控制、导航	飞行器设计	其它
加州理工学院(美国)	19	2	1	4	1	2	9
斯坦福大学(美国)	13	3	1	4	4	10	14
麻省理工学院(美国)	13	3	9	7	16	2	10
佐治亚理工学院(美国)	28	2	3	4	13	7	6
莫斯科国立航空学院(俄罗斯)	6	4	16	1	8	5	10
帝国理工学院(英国)	6	3	1	0	1	0	2
国内某高校	23	2	0	10	6	5	36

与世界一流大学航空航天类专业课程相比较可以看出，在课程绝对数量上，国内某高校的课程数目远远高于上述六所高校，从一个方面说明国内某高校的教育体制过分偏重于课堂上的知识传授，忽视了学生自主进行研究、实验及论文撰写。在美国几所学校中，都强调学生自主研究能力，如开设各种研究小组，鼓励学生写论文，开设学术讨论班等。

另外，在上述列举的美国高校课程中，大多数都是选修课程，不论本科生还是研究生，都可以根据需要自主选择。课程手册中明确说明高级课程所需的预备课程。将全部课程看成一张知识树，学生可以在入学之初就根据自己的爱好规划好自己要学习哪些课程。国内某高校的本科课程基本没有选择性，而研究生课程中的选修课也存在

一些问题，如选课前无法了解课程内容和授课老师情况，课程之间的依赖关系不明确，很多课程是照本宣科，没有联系实践，缺少实验和讨论。

### (2) 航空航天方向本科生课程设置

美国的高校中，本科生教育没有很强的专业性，工科的本科生所修课程基本相同，在高年级时才有少量的专业导论型的课程。而对于能力特别突出，想要学习更深入专业课的学生，学校鼓励他们选修研究生的专业课程。这与国内某高校本科就开设大量专业课程的情况有所不同。英法高校的本科生教育方式与国内某高校比较相似，因此本节只对英国帝国理工学院、法国高等航空航天学院与国内某高校的本科生课程进行对比，见表3。

表3 英法高校与国内某高校本科生课程数量对比

	力学	数学	电子、信息、计算机	推进	控制、导航	飞行器设计	其它
帝国理工学院(英国)	16	4	2	2	1	4	9
高等航空航天学院(法国)	12	7	16	1	2	5	16
国内某高校	12	5	7	4	5	6	29

从课程数目上看，国内某高校本科生课程相对较多，且在各个方向上课程数目较均衡，因此更适于培养全面应用型的工程师。

## 三、结论

从以上分析可以看出，世界一流大学的人才培养体系具有下面一些特点：

### 1、以培养学生综合素质为目的

与国内高校侧重灌输专业知识不同，世界一流大学更

注重培养学生对科研的兴趣，并开设大量的人文课程，促进人的全面发展。以斯坦福为例，该校的学生必须在九个领域完成必修课，其中包括文化与思想、自然科学、科技与实用科学、文学和艺术、哲学、社会科学和宗教思想。除此之外，学生的写作和外语必须达到一定标准。斯坦福大学最近还把非西方社会作家的作品加入到它全年的文化纲中。

### 2、开设丰富的课程供学生选择

美国的高校都开设大量课程供学生选（下转第50页）

此为平台培育国内外知名的专家学者。对后者需从学校和学院角度制定相应的政策,如设立基础研究基金、引进高水平科研人员、在职称等方面予以政策倾斜。

- 形成科学、灵活的学术队伍机制。我校目前教员具有博士学位比例很高,但是绝大多数都是“近亲”,学术思维、工作习惯等等都具有一定的局限性。同时,很多教员所从事的工作与博士期间的课题联系很紧,不利于发掘新的科研生长点,不利于新兴学科、新兴研究领域的发展。一方面建立人员的流动机制,做到“有进有出”;另一方面还是要加大优秀人才的引进力度,如长江学者、特聘教授等。但是可能受到军队政策、编制的影响。同时,加大教员的出国进修支持力度,通过赴国内外高水平大学的学习和交流,把大学建设、学科发展、科研学术、实验室管理等方面的先进经验引起来,为我校的建设和学科发展所用。还要大力提高知名学术带头人在国内外学术界的知名度和学术声誉,扩大我校的影响。

- 建立科学合理的人才培养模式。充分认识拔尖创新人才培养对学科发展的重要作用,从政策上使拔尖创新人才向基础研究、新兴交叉学科倾斜。扩充本科阶段已有的优异生制度,将优异生、研究生引导至理论性较强、更接近国际前沿的课题,提高论文的理论水平,撰写高水平论文和优秀学位论文,提高学校在国内外同行中的知名度。建立以导师为主的研究生招生模式,每个导师将自己的基本情况和感兴趣的研究领域、当前的研究任务等等一一列出,供学生报考时参考。同时建立导师和学生的交流沟通渠道,以利于师生双方能够有更多的了解。目前博士生的报考已经实现了按照导师报考,可以看到比硕士生的报考更为合理,同时也可以说明研究生的招生方向并不是必不可少的。

- 加强课程体系中基础理论方面的内容。由于现在已经取消了电磁场与微波技术的本科专业,在课程设置上学时大为减少并删减了大量内容,因此有必要在研究生专业

(上接第45页)

择,根据选课的情况对课程进行动态调整,使课程得到“优胜劣汰”。另外,邀请该领域内有影响的专家学者前来授课,增加学生的学科视野,使学生与专业领域内的大师直接对话,可以大大提高学生对专业研究的兴趣。

### 3、建立完善的课程体系

世界一流大学都具备非常完善的课程体系。如麻省理工学院的新生手册上列出全部课程的介绍及要求,明确每门课程所需的预备课程。学生能够在入学之初就规划好所有要学习的课程。与之相比,国内某高校课程体系略显粗糙,由于没有课程内容及授课教员的介绍,学生在选课之前只能通过课程名称猜测大致内容,常出现选错课的现象。另外,由于课程对预备知识要求不明确,极易出现选课后由于预备知识不足,上课听不懂的情况。

### 4、开设教学与科研相结合的课程

为了使研究生在学习的同时还能受到从事科研的基本训练,从而培养学生独立研究能力,麻省理工允许研究生搞“独立研究”,并给予技术、资金、政策管理方面的支持。另外还把学科研究方法论作为一门专业的必修课,规

课程中加大基本电磁理论方面的比重,并逐步增加课程的深度。在这方面俄亥俄州立大学的课程规划和教材可以提供一定的参考。其电磁场理论课程在整个课程体系中占了相当的比重,所讲授的内容涉及到了最为基本的电磁场理论到比较复杂的电磁问题,涵盖面非常广泛。

- 加强实验和实践环节及的要求。近年来由于大学扩张,学生人数增长很快。然而遗憾的是,大学的基本硬件条件和师资队伍建设都比较滞后,导致教学资源紧张,甚至连一些最基本的实验都无法保证。为了克服这方面的不足,必须在逐步完善基础条件建设的同时,充分利用现有资源,科学安排实验课程。另外实践性的教学环节对于学生实践和科研能力的培养至关重要,目前我们基本依托于研究生课题的研究,依托于学生参与导师的科研项目。这样面临的主要问题是,导师为了完成科研项目而忽视了对学生综合科研能力和素质的培养,而且培养过程多是随意性的。甚至有些学生没有机会参与具体科研项目研究。如果在课程体系中增加一些实践性的课程,则能够对学生的科学素质培养有一个整体的规划和培训。然后再通过具体的研究生课题研究,可以使学生的科研能力和综合素质得到很大程度的提高。

### [参考文献]

- [1] 国防科学技术大学研究生院.“国防科学技术大学2009研究生培养方案”[S]. 2009.
- [2] Department of Electrical and Computer Engineering of the Ohio State University. ECE Courses[S]. <http://ece.osu.edu/courses>.
- [3] Department of Electrical and Computer Engineering of the Ohio State University. Graduated Student Handbook[S]. [http://ece.osu.edu/default/files/uploads/grads/grad\\_handbook.pdf](http://ece.osu.edu/default/files/uploads/grads/grad_handbook.pdf).

(责任编辑:胡志刚)

定每个研究生必须学习各自专业的研究方法论,这样可以高效率地培养研究生从事独立科学研究的能力。

### 5、开设讨论班,鼓励学生思考和讨论

在讨论班上,学生可以提出对某些问题与教师不同的见解,教师对学生提出见解加以鼓励和引导,其中经常伴随激烈的学术争论,而学术争论为学生加深对专业的理解和创造新方法、新理论提供了良好的条件。学校通常把学生参加讨论班的表现作为学期评分的一个重要参考。

### [参考文献]

- [1] 英国帝国理工学院主页,<http://www3.imperial.ac.uk/ugprospectus>.
- [2] 麻省理工学院主页,<http://web.mit.edu>.
- [3] 佐治亚理工学院主页,<http://www.ae.gatech.edu/>.
- [4] 张喜梅. 美国理工大学研究生教育课程体系特点与启示[J]. 外国教育研究,2005,32(1):46-49.
- [5] 于歆杰,王树民,陆文娟. 麻省理工学院教育教学考察报告[J]. 电气电子教学学报,2004,26(5):1-5.

(责任编辑:卢绍华)