

前沿观察

【编者按】学科是人类知识体系中的基本组成部分,是知识体系不断发展和学科分化的结果。它既指知识的某个门类(subject),又指知识创造过程中某个研究领域(discipline)。在研究某类对象和传承知识的过程中,相应的知识被创造并逐步发展成系统化的理论与方法,成长为一个有特定范式的学科。任何一个学科都经历萌生、形成、成长、成熟的过程,一个学科成熟之后还可能发生一定程度的知识增长、更替或分化,乃至变革或螺旋式上升。学科体系的形成由于当时知识的局限性而存在不合理性,也随着知识的积累逐步演化重组。所以,开展学科发展战略研究,把握学科发展态势,前瞻思考科学前沿领域和发展方向,认识学科发展规律,从我国的学术能力和政策环境出发,制定学科发展战略,对推动我国学科的均衡、协调、可持续发展,进而实现科技事业健康发展、促进科技创新能力整体跨越,具有基础性意义。由中国科学院各学部和国家自然科学基金委员会各科学部组织广大院士和专家组建了19个学科发展战略研究组,深刻分析了各学科发展规律和趋势,以大跨度的历史视角阐释了战略性新兴产业与学科发展的关系,提出了面向培育战略性新兴产业的学科战略思路,对新科技革命的学科基础与准备作了论述,并对我国学科发展存在的主要问题提出了一些具有重要参考价值的意见和建议。本刊将陆续刊发涉及我校学科发展提升战略的相关学科的发展战略,旨在为进一步提升我校学科发展质量提供参考信息。鉴于数学学科在自然科学中处于基础性战略地位,是一切自然科学和一切重大技术发展的基础,本期推出数学学科发展战略。

未来10年中国数学学科发展战略

国家自然科学基金委员会, 中国科学院

一、数学学科研究特点与战略地位

数学是研究现实世界中的数量关系和空间形式的科学。作为一个庞大的科学体系,数学包含理论与方法以及与其他学科的交叉部分。数学是一切自然科学的基础,为其他科学提供语言、观念和方法;数学还是一切重大技术发展的基础,在社会科学中也发挥着越来越大的作用。数学也是一种文化,数学教育在人才的培养上有着不可替代的作用。

伽利略曾经说过,自然界这部巨著仅可以被那些懂得它的语言的人读懂,而那种语言就是数学。实际上,这个看法起源于古希腊时代,毕达哥拉斯就认为“万物皆数”。牛顿为了研究动力学,发明了微积分。现在,微积分已成为几乎所有

近代科学的基础。无论牛顿发现万有引力时是否真有一个苹果落地故事存在,引力所服从的平方反比律都是牛顿通过计算和论证而得到的。物理学和数学有着丰富的互动。麦克斯韦将法拉第等人有关电磁场的几个方程有机地结合在一起,将电学与磁学统一成电磁学。从这些方程出发,他推导出电磁波方程,并猜测光也是一种电磁波。后来无线电波的发现,证实了麦克斯韦的预言。发现电磁波的赫兹说:“人们无法回避这种感觉,这些数学公式是独立存在的,它们本身是有智慧的,这种智慧超过了我们,甚至比它们的发现者还要聪明。”我们从电磁波方程组所获得的知识比当初推导它们所依据的知识要多得多。长期以来,物理学与数学一直是相互促进的。

任何一门成熟科学的研究都需要用数学语言来描述,在相应的数学模型的框架下表达研究者解决问题的思想和方法。回顾科学的发展历史不难发现,几乎所有重大的科学发现都与数学的发展和进步相关,这使数学成为人类科学思维的一种表达形式。即使是在传统上更多注重经验而非抽象理论或概念的生命科学领域,从20世纪末开始的基因组测序的成功也与数学关系非常密切,测序技术与算法的进步是交替进行的。由于测序技术的飞速发展,人们积累了大量的生物学数据,如何管理这些数据、如何理解这些数据,成为一个新的挑战。随着后基因组时代的到来,生物学研究者的定量研究能力和知识,已不再是可有可无的了。研究细胞周期的诺贝尔生理学或医学奖获得者纳斯在一篇综述文章中写道:“我们或许需要进入一个陌生的、更抽象的世界,它不同于我们现在所想象的由细胞运动组成的世界,在那里利用数学可以很快地进行分析。”关于数学是自然界的语言,诺贝尔物理学奖获得者费曼也说过:“对于那些不了解数学的人来讲,要理解自然的美,那种深刻的美,是非常困难的……如果你希望理解自然,欣赏自然,那就必须理解它所说的语言。”时至今日,自然科学的各研究领域都进入了更深的层次和更广的范畴,更需要利用数学的理论与方法对它进行阐述,数学与现代自然科学研究的关系变得更为密切。

然而,数学同那些以具体的物质为研究对象、以试验为主要手段的自然科学的基础学科不同,它是一门集严密性、逻辑性、精确性、创造力与想象力于一身的学科。数学一开始来自于对现实世界的抽象,这种抽象的结果直接导致了现代科学的定量研究。随着人们越来越多地将注意力集中在这些抽象对象之上,数学

与现实世界的距离似乎也越来越远,大部分的数学定理是由假设演绎的。但有意思的是,产生于一个领域的数学常常可以在其他领域中找到应用范例,也就是说,研究一门科学中产生的数学模型可以与别的科学或者研究方向一起分享其中的思想方法,这充分显示了数学的高度概括性。作为科学的一种工具,数学本身是一种逻辑的演绎。一方面,19世纪中叶以后,数学,特别是基础数学是一门研究结构的演绎科学的观点逐渐占据主导地位。另一方面,一旦数学的概念形成之后,为了解决数学的内在矛盾,源自于人类思维的能动创造也极大地推动了数学的发展。这时的数学以理解自身、自我完善为目的,与前面从现实世界抽象不同,似乎完全独立于外部世界。但令人吃惊的是,数学家们创造出来的纯而又纯的理论和方法竟然会有一些预想不到、出乎意外的新用途,虽然有些数学理论要等到许多年之后才被发现其重要的应用价值。黎曼几何早于爱因斯坦的广义相对论60年就建立起来了,而目前一些最好的密码则是依据素数理论设计的。这种现象被诺贝尔物理学奖获得者维格纳称为“数学在自然科学中不可理解的有效性”。他曾以此为题目写过一篇文章,在文章中列举了一系列物理学理论中的数学结构常常可以帮助指出理论进一步发展的方向甚至是预言实验的例子,从而断言这种现象不是一个巧合,而是反映了抽象数学与物理学之间蕴涵的深刻联系。

电子计算机的发明及当今计算技术的发展都以数学为其理论基础。在整个信息革命中,数学处于十分重要的地位。随着计算机技术和计算数学的发展,计算机的应用领域也越来越广泛。特别是20世纪90年代以来,高性能计算得到了飞速发展,就今天的高性能计算的水平而言,计算机数值模拟已经可以与传统的理论及实验并列成为科学与工程研究的三种手段。对于那些用解析理论很难处理的复杂现象,或者实验过于昂贵、太危险,甚至根本无法进行实验的过程和现象,计算机模拟可以提供全过程、全时空的定性甚至定量的认识,极大地帮助我们了解和认识所研究的过程。高性能计算被认为是最重要的科学技术进步之一,重大科学突破将在其推动下产生,它也是21世纪一个国家发展和保持其核心竞争力必需的科技手段。

在现代的自然科学、工程技术和人文社会科学研究中,人们越来越多地利用观察和试验的手段获取数据,利用数据分析方法探索科学规律。统计学作为“定量分析”的关键学科,其理论与方法是当今自然科学、工程技术和人文社会科学

等领域研究的重要手段之一。统计学为各学科领域提供科学的数据分析工具,帮助人们发现、探索与掌握自然科学和人文社会科学中的规律,拓宽科学家的视野,提高科学家对科学理论的更深层次的理解和认知能力,推动各个学科领域的发展。

数学的作用不仅仅体现在自然科学中,也体现在众多技术领域和经济金融领域中。信息技术广泛应用于我们社会生活的方方面面,从计算机断层扫描诊断到飞行器的模拟设计,从因特网的搜索技术到指纹或签字的识别,从印刷排版的自动化到信息安全技术,这些形形色色的新技术中无不凝聚着数学研究的成果。1984年美国国家研究委员会的报告《复兴美国数学》中指出:“进入高技术时代的时候,我们也就进入了数学技术的时代”,可惜享用这些技术的人们往往意识不到蕴藏在这些技术背后的数学所做出的本质贡献。提交上述报告的委员会主席大卫是尼克松总统的科学顾问。他认为:“很少人认识到当今被如此称颂的高技术本质上是一种数学技术。”这样的见解是富有远见的。

数学在信息时代的重要意义正日益引起重视。报告《复兴美国数学》认为:“数学是推动计算机技术发展和促进这种技术在其他领域中应用的基础科学。”20世纪70年代之后,计算机技术和计算流体力学的发展使数值模拟在大型客机的研制中发挥了巨大的作用,计算流体力学与风洞试验、试飞一起成为获得气动数据的三种手段。一个典型例子是波音公司大型客机的研发:1994年6月首次试飞的波音777是世界航空工业史上首次完全采用计算机数字设计和模拟组装的民用飞机,设计过程中的许多试验都是通过数值模拟在计算机上完成的,研究周期从传统的10年缩短到3年多。2009年12月试飞的波音787梦想客机是有史以来第一款在主体结构上采用先进复合材料的大型民用飞机。计算流体力学技术被应用于分析和解决波音787研制中的技术难题,优化设计融合了先进的空气动力学技术,大大减少了阻力和燃料的消耗,极大改进了飞机的性能。相对于波音777采用的计算流体力学技术,波音787的设计中计算流体力学的计算量增加了60倍。同时,大量数值模拟也被应用于飞机的结构分析和复合材料性能的分析。由于大量采用数值模拟技术,机翼的风洞试验从波音767的77次减少到波音777的18次和波音787的11次,大大降低了研制费用和缩短了研制周期,增强了波音公司产品的竞争力。数学和各种技术及社会生活的密切结合,不仅体现

了数学与外部世界的统一性，而且向全社会展示了数学的重要实践价值。

数学在经济和金融研究中的地位同样不容忽视。通过对数学模型的构建，需要研究的问题被清晰地抽象出来，研究变得不再是一种随意的探索，经济学家也可以和自然科学家一样，通过“假设驱动”来研究经济问题。事实上，各种现代经济理论都以数学作为基本工具，力图以数学理论来描述宏观经济或微观经济的发展规律。诺贝尔经济学奖获得者中相当多的是数学家或是有数学研究背景的经济学家，其中几位就是由于成功地将数学应用于金融市场的分析而得奖的。银行雇佣了大量的金融分析师，他们建立模型来理解市场的行为，帮助银行盈利和保证银行的安全运行。2008年美国发生次贷危机从侧面说明数学在防范金融风险中的作用应当进一步得到加强。著名科学史家乔治·戴森就认为，面对这次危机“银行系统需要更多的而不是更少的科学家”。

数学在工业企业的管理中也起了重要的作用。人们在这方面最熟悉的例子要算统计质量管理了。在没有提出统计质量管理时，质量管理是通过事后检验把关进行的。这种方式的质量管理无法在生产过程中起到预防、控制的作用。可能造成不合格品大量形成，无法补救，而且每件产品都需检验。大大增加了检验费用。由于现代工业生产是按照同一设计、同样的原料在相同的设备和操作条件下进行的，产品的质量特征服从一定的概率分布，这使数理统计方法有可能应用到质量管理中去，从而产生了统计质量管理的理论和方法。这方面开创性的工作是20世纪20年代贝尔电话实验室的休哈特提出的统计过程控制理论和道奇的统计抽样检验方法。统计过程控制就是运用数理统计方法在发现有不合格生产的先兆时就进行分析改进，进而减少对最终产品检验的依赖；而抽样检验则是在一批产品中随机抽取少量产品进行检验，根据结果来推断整批产品的质量。包括贝尔电话实验室公司在内，当时还只有少数企业采用这样的统计质量管理。在第二次世界大战中，美国武器弹药生产的质量管理矛盾突出，政府开始在军工企业内强制推行统计质量管理标准，并收到了显著效果。随着复杂武器系统的研制以及电子设备的广泛应用，产品可靠性问题也越来越突出，以后又出现了可靠性理论与可靠性工程。第二次世界大战之后，美国许多企业都扩大了生产规模，不少企业也纷纷采用这一方法。接着许多其他国家也都陆续推行了统计质量管理，其效果得到了广泛的承认。目前普遍采用的六西格玛管理中使用的技术就是统计质量管理。

数学也是一种文化,在人类文明的进程中起着重要的推动作用。对人类认识世界、改造世界做出了重要的贡献。在数学的理论与方法的发展过程中,它的美学价值也具有重要的意义。许多优秀数学家能够充分理解数学的这种美学价值,并坚信优美的数学总是有用的。另外,作为人类知识的一个重要组成部分,“数学的思考方式有着根本的重要性”。数学教育在教育中一直占有特殊地位,对提高人的素质有重大影响,在提高人的逻辑推理能力、分析判别能力、想象力和创造力上的作用是其他学科所不能替代的。

综上所述,数学在科学研究、高技术、经济金融等领域的研究中占有重要地位并具有深远影响,正因为如此,发达国家常常将保持在数学研究方面的领先地位作为它们的战略需要。中国未来10年科技发展的总体目标是:自主创新能力显著增强,科技促进经济社会发展和保障国家安全的能力显著增强,基础科学和前沿技术研究综合实力显著增强,取得一批在世界上具有重大影响的科学技术成果,使科技发展成为经济社会发展的有力支撑。在这样的形势下,发展数学无疑是保持我国科技可持续发展的重要战略需求,具有重大的现实意义。

二、我国数学的发展现状

数学是中华民族所擅长的学科,我们民族在古代数学发展中做出过辉煌的贡献。由于我国传统文化重感性而轻理性,我们的整个科学在近数百年里落伍了。西方的现代数学在19世纪末和20世纪初传入我国,到20世纪30年代我国初步形成了自己的数学研究群体,随后出现了一些杰出人物,当时的青年数学家华罗庚与陈省身后来以其巨大的数学贡献,蜚声世界,成为世界一流的数学家。

新中国成立不久,中国科学院就建立了数学研究所,确立了数学和它的应用协同发展的方针。新中国百废待兴,为促进科学事业的发展,1955年国务院正式发布《中国科学院科学奖金暂行条例》,1956年中国科学院科学奖金共颁发3个一等奖。其中,华罗庚和吴文俊分别因《典型域上的多元复变数函数论》和《示性类及示嵌类的研究》获一等奖。同年,国务院开始编制《1956—1967年科学技术发展远景规划》,结合当时我国大规模地开展经济建设的实际需要,提出以任务为经、以学科为纬,经纬结合的规划方法,这在后来被称为“任务带学科”。对于数学的发展,提出继续发展基础数学中数论、代数、函数论、微分几何学、拓扑学等优势学科分支,优先发展计算数学、概率论与数理统计、运筹学和微分

方程等当时空白或薄弱的学科分支。

在当时的政治形势下,曾出现了片面强调应用、冲击基础理论的倾向。但这客观上也推动了一批优秀的数学家以不同方式走向生产实际的第一线,成功解决了一批重要问题,使数学在国家安全、国防建设和经济建设上发挥了重要的作用,使应用数学在我国有了一个较大的发展。一个例子是计算流体力学对我国核武器的研制起到了非常关键的作用。通过计算、模拟核武器物理模型,获得大量有用的数据,起到节省投资、优化设计方案、缩短研究周期的作用。在核武器研制过程中,我国仅以46次核试验的代价就达到了与美国、苏联两国基本相当的设计水平,其中数值模拟,特别是多介质流体力学计算扮演了重要的角色。不仅如此,在航天工程、武器弹药的可靠性和密码破译等问题上,数学也起了重要作用。另一个例子是与刘家峡大坝的设计相联系的,冯康在解决其中的计算问题过程中独立于西方发展了自己的有限元方法,它具有广泛的适应性,特别适合于处理几何物理条件复杂的工程计算问题。20世纪80年代后,冯康将其研究重点从平衡态和稳态问题转向哈密尔顿方程等动态问题。他注意到在这些问题的计算中保持物理结构的重要性,独立地提出了计算哈密尔顿系统的辛几何算法,为此冯康获得了1997年的国家自然科学奖一等奖。

这一时期,在数学基础理论研究方面我国数学家也获得一些重要的成果。最为公众熟悉的是陈景润关于哥德巴赫猜想的研究结果。1966年《科学通报》停刊前仅发表了这个结果的一页简报,直到《中国科学》复刊后,1973年陈景润才发表了全部证明过程,成为哥德巴赫猜想研究方面的里程碑。1982年国家自然科学奖的评审恢复,陈景润、王元和潘承洞因《哥德巴赫猜想研究》获一等奖,1987年廖山涛和陆家羲分别因《微分动力系统稳定性研究》和《关于不相交Steiner三元系大集的研究》获得国家自然科学奖一等奖。与国际上流行的研究动力系统的方法有所不同,廖山涛从1960年开始先后提出“典范方程组”和“阻碍集”两大基本理论,形成独具特色的研究体系,1973年他证明了 C^1 封闭引理。陆家羲是一位中学物理教师,他在非常艰难的条件下研究斯坦纳三元系,并取得了重要突破。1983年,陆家羲去世,当时他才48岁。

1966年“文化大革命”开始后,全国的数学理论研究工作几乎完全停滞,直到1978年全国科学大会召开后,数学基础理论研究工作才开始恢复。改革开

放以来的30多年是我国历史上数学事业发展最繁荣的时期。改革开放初期,一方面,国家派出一批年轻数学家到国外进修;另一方面,在陈省身等先生的倡导及组织下,一些国际著名数学家来国内讲授现代数学,使我国数学各个分支学科的研究内容与课题发生了深刻的变化,研究水平迅速提高。数学界从“八五”期间就开始关注学科的布局问题,注意加强一些薄弱分支,经过这些年的努力,过去一些空白的重要学科得到了填补,学科布局变得更加合理。

2000年国家设立国家最高科学技术奖,吴文俊先生由于早年拓扑学的成就以及后来关于数学与机器证明的交叉研究成果获得首届国家最高科学技术奖,2006年他还获得邵逸夫奖。2010年谷超豪先生由于在偏微分方程和数学物理方面的贡献获得国家最高科学技术奖。

早在1988年我国数学家就提出了“建设数学大国”的奋斗目标。20多年过去了,中国数学已取得了长足的进步。我们高兴地看到,数学的重要研究领域基本得到覆盖,我国数学学科的国际地位得到了很大提高。按照美国数学会编辑的数学文献检索刊物《数学评论》对世界128个国家的数学论文发表情况所进行的统计分析,中国内地数学家发表的论文数量近几年一直位居世界第二位,到2009年曾经发表过论文的数学研究人员已接近4万人。

在30年中,一批优秀的中青年数学家成长起来,他们在各分支领域崭露头角,以优秀的成果在国际上占有一席之地,受到国际同行的重视,成为我国数学事业繁荣发展的可靠保证。我国数学家的研究成果有了巨大增长,中国人的名字出现在世界重要数学杂志及专著上的频率和论文被引用率大大提高,以中国数学家命名的定理和方法已不再是个别情况。不少中国数学家被邀请在国际重要学术会议上作报告、担任国际学术刊物的编委。所有这些都充分说明,中国数学正在快速走向世界,我国的数学学科在国际数学领域已具有较大的影响,在国际数学界的地位有了明显提高。

2002年第24届国际数学家大会在北京召开,成功赢得了国际数学界的赞赏。这是首次在发展中国家召开的数学家大会,本身就是中国数学发展水平提高的标志。从1986年的国际数学家大会开始,中国内地已有吴文俊、张恭庆、马志明、彭实戈等23名数学家相继受邀作1小时和45分钟的报告。在历届国际工业与应用数学大会上,已有5位数学家应邀做大会报告,2011年国际工业与应用数学

大会上,还将有两位中国数学家被邀请作大会报告。一批中国内地到海外留学的学者,已经跻身世界一流水平行列。中国数学家在国际学术组织中也发挥着越来越大的作用。近年来,我国数学家出任许多国际学术组织的重要职务,其中包括国际数学联盟副主席、国际工业与应用数学联合会执行委员等。2015年将在北京召开国际工业与应用数学大会。这也是首次在亚洲、首次在发展中国家召开的国际工业与应用数学大会,将具有深远的意义和影响。

数学作为基础性很强的学科,政府各部门的资助构成支持我国数学研究的主要渠道。科技部、教育部、中国科学院和国家自然科学基金委员会分别通过《国家基础发展规划》项目、“211”工程和“985”工程、创新工程和国家自然科学基金项目对数学研究给予支持。近10年来,国家基础研究经费对数学的资助已经形成一定的规模,不少数学工作者都可以获得稳定的资助。中国数学的发展,印证了拿破仑曾经说过的一句话:“国家的兴盛与数学的进步和完善有着紧密的联系。”国运兴,则数学兴;数学兴,又会进一步促进国家的科技发达、繁荣昌盛。改革开放后的中国数学,已经走上了一个良性循环的发展轨道。

在我国的数学发展令人兴奋的同时,我们也不能不清楚地看到与世界数学强国的差距。这主要表现在:我国从事有重大创新意义、能引导学科发展工作的数学家人数与我国从事数学研究的人数相比极不相称;我国还缺少能够自己提出问题、解决问题、建立自己的理论体系、创立自己独特的方法并形成我国自己学派的数学家群体;相当数量的数学家仅仅在一个相对狭窄的范围内研究某个问题,对别的分支知之甚少,这样过于专门化的倾向对数学科学的健康发展不利,也限制了跨几个数学分支的研究活动。导致这种现状的相当重要的原因是,我国现在的科学研究环境还不利于取得重大的创新突破。科学发展史告诉我们:几乎所有重大突破都是自由探索的结果,需要科学家凭着他们对探索的兴趣和欲望献身科学,不为种种名利所诱惑,不怕失败,坚持不懈。现行的科研管理模式并不是完全有利于科学家进行这样的探索。在现行的管理模式和社会条件下,当科学家需要在科学和利益面前做出选择的时候,相当数量的科学家会放弃或者部分放弃对科学的追求,甚至将从事科学研究作为一种谋生手段,而不是为了追求真理。在模仿的基础上改进别人的工作,为前人的成果锦上添花,成为一些人应付以数量指标为主的种种考核的对策。在学科布局方面,虽然国内目前状况与改革开放初

期百废待兴的状况相比有了很大的改观,但还有薄弱环节,特别是那些需要比较多的准备知识、不易立刻取得成果的研究方向,队伍有萎缩的趋势。相当多的数学工作者不愿花费时间和精力学习新的东西,也将成为我国数学跟上世界数学发展脚步的重要障碍。

对于以偏向应用、面向实际为主旨的应用数学研究和数学与其他学科的交叉研究,理所当然地应当更多关注外部世界对数学的迫切需求,并在其中找到自己广泛的用武之地,充分显示数学自身的价值。但在这方面,我国不少的研究仍停留在文献驱动的状态,习惯于闭门造车,不了解实际和需求,也不关注数学模型和应用。不少计算数学研究人员还主要限于以从事数值分析为主,缺乏体现国家创新能力、具有国际影响的高水平研究型软件平台,计算机软件的研发跟不上计算机硬件的发展,这些限制了科学界共享高性能科学与工程计算进步的成果。从外部环境来看,不少企业对利用科技促进生产力和提高效益的认识不够,模仿与引进的劲头远远大于自主创新的劲头,寻求数学界合作的动力不足;其他领域的科学家或工程师也缺乏对数学的深刻了解,与数学家合作的愿望也不够强烈;政府和企业公开披露的信息中数据不完整,或者根本没有数据。这实际上割断了数学与实际生活、与外部世界的联系,限制了数学对科技发展、经济建设和社会进步可能发挥的作用。这是我国的应用数学,包括数学与其他学科交叉研究,与发达国家之间的明显差距,已成为我国数学发展的一个重要的瓶颈。目前我国社会经济正处于一个高速发展时期,这为数学的发展提供了一个极好的机会,数学家应该抓住这个机会,努力扎根于中国的土地,努力在国家的发展中发挥更大作用,同时推动数学自身的发展。

更为让人担心是在人才培养上的急功近利思想:初等教育的目的是为了能够考上一所好的大学,高等教育的目的是为了谋取一份收入不错的工作。学生早期接受教育的方式基本上还是应付各种各样的考试,过早地磨灭了他们的好奇心和创造力。整个社会的浮躁在数学研究和优秀人才培养上打下了深深的印记。2010年6月颁布的《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020年)》将“人才强国”作为一个国家战略。国际上学科发展的竞争归根结底是人才的竞争,而持续发展的竞争更表现为优秀青年人才的竞争。目前,我们培养数学专门人才的模式、知识体系和人员规模都不能完全满足发展的需要,形成人才培养的新模式,特别是

创立一些交叉应用人才的培养模式,对今后的发展至关重要。

从国家规划的角度看,对于数学的战略地位和其作为一门基础学科的特点考虑不足,多数的计划还是按照工程项目的组织方式来实现。在数学研究基地的建设方面,我国还缺乏发达国家那样的国家级的数学科学交叉应用研究中心,经费投入仍然有待于切实加强。

为了实现中国未来10年科技发展的总体目标,立足于本国的科研力量,加强原始创新,在数学科学领域达到世界先进水平,努力实现建设数学强国的奋斗目标,必须认识、重视并解决我国数学发展中的上述问题,只有这样,才能使我国数学科学在经济全球化和科技全球化的格局中自立于世界先进民族之林。

三、我国数学学科的发展布局

根据数学发展的总体趋势与需求,要将合理布局与重点支持相结合,奋斗10年,力争在若干领域取得重大突破,形成更多富有特色和国际影响的数学学派,切实提升我国数学研究的整体地位;不断深化数学与其他学科及应用领域的交叉融合,形成一些新的学科生长点或新的研究领域和方向,进一步提高服务国家战略需求的能力;培养一批青年拔尖人才和复合型人才,为实现数学强国的目标奠定坚实基础。

与改革开放之初相比,我国数学学科的布局已得到了很大改善,数学研究水平也有了惊人的进步。但从总体上看,我国的数学研究水平离国际一流水平还有差距。从基础研究的角度看,部分传统优势学科的研究兴趣过于狭隘,数学的各个学科分支的发展还不平衡,还有一些重要研究方向相对薄弱、研究队伍过小,特别是一些涉及数学中若干学科分支的重要研究方向仍显得薄弱。现代数学的发展趋势是内部各分支学科间的相互交叉和渗透融合,近年来所有的重大突破都集中反映了这种内部交叉的趋势,根据国际发达国家数学发展的经验,整个数学的均衡布局与协调发展是数学学科良好发展的基本保证,必须引起足够的重视。

我们要努力促进数学学科各分支和研究方向的协调发展,要兼顾与扶持那些涉及比较多数学分支知识的重要研究方向和领域。特别需要在年轻数学家的培养上多加努力,鼓励研究生和年轻教师注意拓宽知识面,努力打好基础。在研究生培养上要杜绝单纯“师傅带徒弟”的状况,不要将狭窄的数学研究兴趣一代一代地传下去。

在那些相对成熟的应用数学学科方面,要引导从事应用数学基础理论的研究人员开展独具特色与自主创新的原创性研究工作。同时,我们要认真提倡并大力鼓励从事实际问题驱动的应用数学研究,改变那种仅靠文献驱动的方式。特别需要引导应用数学工作者去关注数学模型的建立和背景学科的需求,从国民经济、社会发展和国防安全的需求中发现问题,提取一些具关键性及共性的数学问题进行研究,大力推进数学与其他学科和工程技术的交叉,在扩大数学应用范围的同时,寻找新的学科生长点。要鼓励更多的数学家投身于那些有着巨大发展潜力的应用课题和学科交叉领域,让数学真正扎根于中国。这样,在不太长的时间里,我们不仅会逐渐满足国民经济发展和国防安全对应用数学的巨大需求,而且有望成为国际应用数学强国,并为数学本身的发展做出应有的贡献。

我们是比较早地意识到科学计算的重要性的国家,“天河一号”和“曙光星云”超级计算机的研制成功,使我国也跨入了千万亿次量级的计算时代。但是相比发达国家,我们在建模、算法及应用方面相对落后的状况仍然相当明显,这种发展不平衡的状况将可能导致在科学计算领域上的落后,必须引起充分重视。计算数学和科学与工程计算学科的学科发展,应为推动国家经济建设、国家安全和重大科学技术的创新发展提供必不可少的基础支撑。要培养高素质科学与工程计算人才,满足国家科技发展对科学与工程计算的人才需求,促进我国科学与工程计算学科的进步与跨越式发展,除了坚持不懈地推动高性能科学与工程计算中基础科学问题的创新研究以外,特别需要针对国家经济建设、科学技术发展及国家安全密切相关的重大应用问题,进行实际的高性能科学与工程计算,以满足国家重大需求,推动科技进步。在此基础上,加速对具有自主知识产权的通用应用软件平台的开发。科学与工程计算学科建设要坚持研究工作的基础性,同时服务于应用领域的重大需求,使计算数学和高性能科学与工程计算在应用领域中发挥巨大作用,并带动相关领域的发展。

社会经济和科学技术的需要推动了统计学科的发展,而统计学科的发展又反过来推动社会经济的发展与科学技术的进步。近年来社会经济和科学技术的发展对统计学提出了新的需求。在具有复杂结构的海量数据中寻找和发现规律的统计分析方法,已成为当前许多科学研究取得关键性突破的瓶颈,这是统计学的布局中需要优先关注的方面。需要指出的是,在研究复杂数据的统计分析方法的同时,

要充分关注产生这些数据的背景。随着计算机科学的发展,统计学的分析方法也发生了改变,对此值得特别关注。除了统计学理论的发展之外,努力服务社会发展与经济建设应是统计学研究中需要特别关注的热点。

从更加广泛的意义上讲,数学的发展和学科布局应当放到社会经济和科学技术发展的大环境中去看。在以解决人类面对的紧迫问题为目标的学科交叉的大趋势下,数学作为一个重要参与者,在学科发展布局中必须考虑到解决重大实际问题的需要。要加强数学向国家重大战略需求领域的渗透,使数学成为解决重大科技问题和我国技术革新的核心力量,为我国社会、经济及国防建设做出更大的贡献。应当指出,在数学与其他学科的交叉研究和服务社会经济建设方面,我们的准备还很不足。我们首先需要做一些培育工作,在学科发展的布局上考虑设立交叉学科的研究生专业方向,有意识地训练一些同时具有其他学科专业知识的数学研究生,在课程设置、培养模式和发展目标上进行探索,总结出一条培养多学科复合型交叉人才的有效途径,以适应现在学科交叉的需要。在非数学专业的数学教育上也需要花大力气,对于不同的专业,要有不同的教材,不是简单地教会他们一些数学概念和理论,而是还要教育他们如何理解和使用这些方法,进一步提高理科和工科学生的数学能力。从长远的角度看,这样的做法将会大大改善数学与其他学科交叉的环境。

在进行新一轮学科发展布局的同时,我们还要重视国内数学杂志的建设,办好几本国际一流的数学杂志对推动我国数学发展和促进国际学术交流的作用不可低估。

根据当前我国数学与其他学科交叉的研究现状,建议按照“自由探索和面向国家重大战略需求”的原则,本着“立足于中国现状,强化优势领域,培植新兴增长点”的思路,合理而务实地对数学与其他学科的交叉进行学科发展布局,努力形成一些有自身研究特色的数学学派,在国际上进一步提升我国数学研究的整体地位;同时,深化数学与其他学科及应用领域的交叉融合,服务我们的国家战略需求。

四、优先发展领域与重大交叉研究领域

数学的发展虽有其内在的规律,但其研究探索性强,成果很难预见,因此也难以具体加以规划。历史上,数学的重大突破常常出现在一些人们事先根本没有

预料到的地方。数学学科的发展规划,只能根据目前数学发展的态势,勾画一些重要的发展趋势和方向。现在提出的重要方向是根据当前数学发展的态势所认定的,若干年之后,如果数学发展的态势发生了变化,其重要方向也应当随之变化。认识到数学学科的这一特征,就需要在规划设定的重要方向之外,继续大力鼓励自由探索。才能够加快我国数学发展的步伐,取得重大创新突破。注意到数学的这些特点,我们列出如下五个方面作为优先发展领域和重大交叉研究领域:①基础数学;②应用数学;③计算数学与科学与工程计算;④统计学与海量数据分析;⑤数学与其他学科交叉的若干重大问题。

围绕这些主要研究方向,我们提倡创造性的研究。注意新的生长点,逐步形成有我国研究风格的理论研究体系。

(一) 基础数学

基础数学包括数论与代数、几何与拓扑以及分析三大部分,这是整个数学科学的理论基础。基础数学的发展虽然也时常被其他科学中的深层次问题研究所推动,但主要是由数学本身发展的需要所推动的,数学家的“好奇心”是它发展的主要动力。面对着数学表现出来的各分支领域的互相交叉、互相渗透的发展趋势,有必要统筹兼顾,注意基础数学各个分支的均衡发展。好的数学终归会有应用的,基础数学各分支的自由发展也值得注意。

数学的统一性、各数学分支间的相互渗透和与理论物理学的交叉是近年来基础数学发展的一个大的趋势,这种渗透与交叉往往会产生新的学科生长点,给人意想不到的惊喜。另外,基础数学中也还有一些历史遗留下来的重大问题,如波奇和斯温纳顿-戴雅猜想、霍奇猜想、黎曼假设和杨-米尔斯量子理论等,估计这些问题的解决也一定需要引入新的思想、理论和方法。

(二) 应用数学

这里的应用数学指通过建立数学模型来理解、分析和解决自然科学、社会科学及工程技术中的实际问题所形成新的数学方法和理论,主要指的是常微分方程与动力系统、偏微分方程、概率论、组合论、运筹学。应用数学也有一些重大问题尚未解决,例如,对于流体运动,从微观到介观、再到宏观的数学建模及其理论基础都还没有搞清楚,现今很热门的纳维-斯多克斯方程解的光滑性仅仅是其中的一个问题;计算复杂性中最著名的问题“P与NP问题”也还没有解决。对

这些问题的研究同样会为应用数学的发展注入新的活力。

“与实际结合,问题驱动”是应用数学发展的不竭动力与重要特征,也是当前我国应用数学比较薄弱的方面。应用数学的发展更应当关注蕴藏在数学模型后面的背景,它不仅可以帮助我们理解这些模型,也可以告诉我们理论及方法应当向什么方向发展。理解并建立复杂系统的数学模型是目前应用数学面临的一个重大挑战,在没有中心法则指导的情况下,许多个体通过相互竞争出现了自组织,涌现了新的复杂现象,对这些现象的研究变得越来越重要。

(三) 计算数学与科学与工程计算

计算机科学的发展使得计算机模拟已经成为与实验和理论并列的科学研究的第三种手段,通过计算机模拟解决复杂过程中的问题,已成为保持一个国家的核心竞争力的重要科技手段。面对这样的重大需求,大力发展高性能计算的能力成为一个需要优先考虑的发展领域。

高性能计算中的一些瓶颈问题包括流体计算、电磁场计算、辐射物理计算、纳米计算和生物计算中的先进算法研究、多尺度模型的分析与计算,以及非平衡态的计算。算法要结合适合于计算的模型进行研究,特别是对适合高性能计算机的算法和模型的研究,将成为下一个10年中发展的重点。建立高性能并行计算的软件平台也将对推动高性能科学计算具有重要的意义。

(四) 统计学与海量数据分析

随着科技进步和社会经济的发展,我们面临的数据量正以指数量级的速度增长,产生了许多高维数据、缺失数据和复杂结构数据。对于这些复杂数据,人们已经很难依赖直观对现象进行判断,高维复杂数据的有效分析遇到了前所未有的挑战,这些挑战为统计学的发展创造了难得的历史机遇。

现在经常遇到一些由复杂现象所产生的海量数据,我们对这些复杂现象缺乏理解,需要从这些数据出发来寻找和发现规律,这就要求开展“数据驱动”的研究。这正在孕育着科学研究方式的一场新的革命。

(五) 数学与其他学科交叉的若干重大问题

现代科学的许多重大问题需要多个学科协同攻关,如蛋白组学、系统生物学、脑科学与认知科学、量子计算和量子调控、纳米材料、复杂系统的控制等。数学在这些研究中应当发挥应有的作用。在这些研究中首先应关心的是重大科学问题

本身,而不应是计较到底采用了什么数学方法。

上面提出的后三个方向(也包括第二个方向中的不少内容)主要关注的是数学与外部世界的联系,其发展主要由其他科学或技术发展的需求所推动,在制定规划时我们要充分注意到这些来自数学外部的迫切需求。由于强调的是关注其他科学或技术发展的需求,要着力改进或发展数学的方法,以求理解或解决科学技术中提出的相应问题。加强这些方面的研究,不仅对整个国家的科技发展有利,也是数学自身长期良好发展的需要。

下面我们列出曾为国家自然科学基金委员会“十二五”数学学科发展规划而建议的一些优先发展领域与重大交叉领域,供参考。

1. 数论与代数中的前沿问题

主要研究内容: Langlands 纲领、算术代数几何、Riemann 猜想、Diophantus 逼近、超越数论、模形式、代数数论、Lie 理论、群及其表示论、量子群和代数群表示论、Kac-Moody 代数和物理对称性、代数 K-理论、现代模论、微分算子代数、非半单代数的表示理论、群上的调和分析、多元自守形式和多元超几何函数、代数组合论、代数编码等。

2. 流形的几何与拓扑

主要研究内容: 整体微分几何研究流形上度量的局部不变量与整体性质的关系。近来,由理论物理学的影响而产生的微分几何问题备受关注,各种模空间的研究成为热点。几何分析依然活跃,除了在拓扑学、复几何与代数几何领域的应用外,它在图像处理上也有重要应用。低维拓扑学主要研究三维和四维流形的拓扑性质。低维拓扑学中也还有一些重要猜想需要得到解决,其中四维光滑庞加莱猜想及三维流形理论中的几乎纤维化猜想是两个极富挑战性的问题。另外,纽结理论与理论物理学、化学和生命科学之间存在的联系也引发了许多研究。

3. 现代分析及其应用

主要研究内容: ①复分析前沿交叉应用。复动力系统、拟共形映射与 Teichmüller 空间理论、值分布理论和正规族理论、共形不变量与 Schramm-Loewner-Evolution、调和拟共形映射理论、Klein 群理论、circle packing 与离散几何、多复变函数论与复几何、自守形式。②算子代数与泛函分析前沿交叉应用。不变子空间问题及其相关的算子代数、非交换几何及其在几何、拓扑和数学物理中的应用、自由概率论及因子分类、Banach 空间及算子空间理论、非

线性泛函分析中的大范围变分及拓扑方法及其在偏微分方程中的应用。③调和和分析前沿交叉应用。经典调和和分析、几何测度论、非交换调和和分析、度量空间上的调和和分析、小波分析、调和和分析在偏微分方程中的应用、应用与计算调和和分析及其在信息科学中的应用等。

4. 微分方程与动力系统的理论与应用

主要研究内容：非线性微分方程解的适定性、正则性和渐近形态，混合型及变型微分方程定解理论。高维双曲守恒律的激波理论，非线性(包含完全非线性)椭圆或抛物型方程的定解理论，非线性波动理论，自由边界问题，非可积系统，散射理论和弥散效应等。动力系统的各种重要运动形式和定性理论与分岔理论，运动轨道的拓扑结构及稳定性，不变集和 KAM 理论，吸引子及分形和混沌理论等。

5. 随机分析及其应用

主要研究内容：倒向随机微分方程与非线性期望理论及其应用，拟正则狄氏型与马氏过程位势论及其应用，无穷维空间上的马氏过程理论及其遍历论，随机微分几何与无穷维流形上的 Malliavin 分析及其应用，随机偏微分方程理论及其应用，随机微分方程与马氏过程理论在金融保险等学科中的应用，量子态的纠缠和量子不确定性的数学刻画，渗流、随机矩阵等模型的随机分析理论与 SLE 理论，马氏过程的大偏差理论，以及极限理论等。

6. 数据建模与分析

主要研究内容：因果网络构建、相依结构建模、数据采集新技术等，探讨各种复杂层次结构数据、时空数据等的统计分析及统计计算方法。在高维数据研究方面，着重研究降维与特征提取问题。探讨函数型、非参数降维和有效聚类与判别的新理论、新方法，探索大维随机矩阵的关键特征，寻求对模型维数进行惩罚限制的新的变量选择方法等。

7. 复杂系统中的优化与控制

主要研究内容：非线性规划理论和方法，凸分析与变分理论，网络流、排队论与系统可靠性理论，网络环境下的不确定性决策理论与方法，马氏决策理论与对策论，组合优化多项式算法与连续化方法及启发式方法，随机模型的优化与设计等；多个体系统集体行为及其干预与控制，复杂网络系统与复杂自适应系统，复杂系统的建模、随机层面的优化与方法以及安全控制，非线性、分布参数型与离散事件型复杂系统的优化与控制的理论和方法等；综合集成的理论及其系统建

模, 综合集成知识系统理论和支撑技术, 复杂系统的预测理论和方法等。

8. 科学与工程计算的算法分析与应用

主要研究内容: 多尺度建模、分析与计算方法; 流体力学高精度(自适应)计算方法的设计、分析和程序实现, 包括粒子输运问题的计算方法研究; 高维电磁场数值模拟的新型计算方法, 包括电磁散射问题和各向异性电磁热场(涡流)问题的数学建模; 生命科学中的计算方法, 成像技术的理论和方法; 适应于高性能计算机的并行计算方法、算法和软件实现技术, 基础计算方法的创新与发展, 包括新型有限元、自适应方法、谱方法、保结构算法、优化问题的计算方法以及计算几何方法等。

9. 复杂离散结构的数学方法与应用

主要研究内容: 代数组合学、组合数论、离散几何与构造性组合学; 代数图论、结构图论、拓扑图论和随机图论; 图的 Ramsey 理论和着色理论; 组合矩阵论; 自由概率论和随机矩阵论中的组合方法; 离散数学与物理学的交叉, 如角动量理论和 Dimmer-Monmer 问题; 离散数学与化学的交叉, 如化学分子结构的拓扑不变量研究; 离散数学与生物学的交叉, 如 RNA 和 DNA 的二级结构的组合学研究; 离散数学与计算机科学的交叉, 如组合数学机械化与网络图论研究; 离散数学在通信安全中的应用, 如组合设计与传感器网络研究。

10. 科学与工程中的反问题的理论分析及应用

主要研究内容: 具有重要应用背景的反问题的数学模型的研究与解释; 可测量的数据是否可以决定我们要求解的未知量, 即反问题的唯一性; 反问题的稳定性(条件稳定性), 尤其关注在符合实际条件的约束下的稳定性; 反问题的稳定算法(正则化算法等)以及数值实现。

11. 确定与不确定现象的数理逻辑与数学机械化

主要研究内容: 可计算性理论与证明论, 数理逻辑与计算机科学技术、数学机械化的交叉融合, 数理逻辑与人工智能、认知科学的交叉融合, 不确定性与不确定推理的数理逻辑, 不确定性数理逻辑与构造性数学, 不确定性数理逻辑的时空演化性质, 不确定性数理逻辑与自然语言逻辑、认知科学的交叉融合。通过数学机械化研究, 提高计算机处理数学问题的能力。研究重点包括符号计算, 自动推理, 代数、微分与差分方程求解的理论与高效符号算法, 基于几何不变量的高效几何计算与推理方法, 基于符号数值混合计算的可靠算法, 经典与量子计算复杂性, 计算数论及其在密码学中的应用, 数学机械化方法在信息技术中的应用。

12. 生命科学中的数学建模与方法

主要研究内容: 生物信息学中的数学问题。包括高通量生物工程技术中的数学问题和方法(如 SNP 芯片、下一代测序技术等)。利用系统生物学策略和数据进行生物信息挖掘的方法(如疾病基因的预测、药物靶标预测等), 生物信息学中的经典困难问题(如蛋白质结构预测和比对方法、蛋白质相互作用热点区域识别等)。系统生物学中的数学问题, 包括生物分子网络的建模与方法(如生物分子网络的构建、分析、比较、控制、设计等), 生命科学研究中涉及的复杂网络理论与方法, 多层次异源生物数据集成的数学模型与方法等。

13. 环境与能源科学中的数学建模与分析

主要研究内容: 清洁能源技术(特别如制氢、燃料电池、太阳能转换、风能转换技术)的数学建模与模拟, 运用数学建模与信息技术增强的石油、煤炭、考古等物探技术的数学基础, 能源设备制造与能源输运中关键技术的数学基础与方法, 转基因作物潜在生态学风险评估理论与数据分析, 能源消耗对大气环境影响的数学建模与分析, 水污染及其治理过程的定量描述与预测, 我国人口增长对生态环境影响的数据建模与分析, 化肥和农药对特定地区水体与土壤、特定生物影响的定量分析, 某些特定污染物在空气、土壤、水、生物体之间转化的数学模型及人体危害的建模分析, 基于数据建模的对濒危物种监测与保护技术基础等。

14. 管理科学与社会科学中的数学模型与方法

主要研究内容: 经济金融系统的建模、仿真、演化与危机的传导机理, 其风险的定价、度量与控制; 战略资源需求与价格的定量预测、评估和监测预警系统的数学建模与分析; 重大突发事件的非线性特征与数学描述; 供应链网络管理布局的数学建模与求解、协调机制的数学刻画与分析、中断时风险的分析与计算; 社会系统的协调管理机理与演化的数学刻画和分析; 社会系统中网络联系的数学模型的建立与机理分析; 社会科学研究中的大量数据处理方法及其所提供的对于我国国情的统计分析和决策建议与依据。

15. 传统支柱产业的改造更新与换代中的关键数学问题

主要研究内容: 针对钢铁、石油、航空、机械、建筑等重要工程领域中的关键技术问题开展相关的数学建模、分析及求解, 为产业的改造、更新或换代提供必要的数学支撑。

16. 复杂连续介质动力学中的数学机理及应用

主要研究内容: 复杂连续动力学方程整体解的适定性、正则性、渐近性态,

奇性分析和传播,非线性波的运动、相互作用及稳定性,辐射磁流体力学的典型问题和分析、多尺度近似模型及其动力学行为等。问题涉及非线性微分(及积分)方程、随机分析、数值模拟和科学计算、多相复杂流体、结构流变学、材料科学、环境科学、化工等学科,研究成果可以应用到高分子材料、生物力学与工程、辐射流体、能源科学、地球物理学、航空航天、相分离动力学等科学领域。

17. 信息与计算机科学中的数学问题与方法

主要研究内容:新型信息获取技术的数学基础,压缩传感的数学理论与方法,信息安全的数学理论与方法,稀疏编码与稀疏信号恢复的数学理论与方法,面向特定领域的数据处理新方法与新理论,非结构化数据处理的数学理论与方法,数据集配准技术的数学理论与方法,机器学习的数学理论,多元异构信息融合的数学理论与方法等。

18. 经济预测与金融安全中的数学方法

主要研究内容:非线性数学期望理论,随机控制与随机博弈理论,正倒向随机微分方程的统计和计算方法,随机分析及不确定环境下一般均衡理论。

专家论坛

刘道玉校长论大学本科课程体系的改革

刘道玉

大学负有多种职能,但培养人才则是其最主要的任务,而培养人才又是通过课程教学来实现的。一所大学往往要开设几千门课程,一个系至少也要开设几十门甚至上百门课程。我们应当怎样设计这开设几十门甚至上百门课程。我们应当怎样设计这些课程,它们彼此又是什么样的关系呢?这是我们应当认真研究的问题。改革陈旧的课程体系,以便建立更加科学、合理和适用的课程体系,这已是摆在我们面前的一项重要任务。

一、一个被忽视的重要问题

我历来认为,高等教育改革始终应当以教学改革为重点,它是大学的经常性的基本任务。基于这种认识,在上个世纪80年代,武汉大学紧紧围绕着教学制度进行了大胆的改革,创建了一系列的崭新的教学制度,营造了民主、自由的文化氛围,极大地调动了教与学两方面的积极性。在此基础上,我准备推行第二阶段的教学改革计划,重点放在课程体系的改革上,大体上准备用5年的时间完成这项改革。可惜的是,正当拟订这项改革规划时,我突然被免职了,致使这项改革未能实施。

整整20年过去了,遗憾的是至今没有见到有关课程体系改革试验的系统报道,整个高等教育改革也似乎偏离了这个重点。毋庸讳言,课程体系的改革似乎是目前高等教育改革中的一个盲点,为数不少的人并不了解课程体系改革的重要意义,也未能提出整体的构想。

什么叫课程体系?所谓体系就是一个系统,而课程体系是指诸多课程相互联系而构成的整体。从层次上来说,课程体系可以分为宏观、中观和微观三个层次。

宏观的课程体系是指一所大学,根据本校制定的培养目标而设计的课程整体。很显然,课程体系不是简单的指课程设置,而每所大学的课程体系也应当是不同的,这是创办富有特色大学的必要条件。中观课程体系是指一个系的课程体

系,它们不应当是相互割裂的,而是互相联系而构成的整体。不言而喻,微观课程体系是指一个专业或一门课程的结构体系。

那么,我国大学的课程体系究竟是什么样的呢?它又是什么时候形成的呢?这个问题恐怕很少人认真思考过。我之所以要提出这个问题,是想从历史的回忆中,发现我国大学课程体系的弊端,并借以说明课程体系改革的重要性和迫切性。

提起我国现行的课程体系,不能不涉及到1952年那次高等院校的调整。那次调整的指导思想是:“以俄为师,一边倒向苏联,实行全面苏化。”在学习苏联期间,苏方派出了754位专家到我国教育部和各大学担任顾问或任教。在他们的帮助下,按照培养专门人才的要求,修订了241种教学计划,几乎涵盖了全国各类大学的所有专业。

无可否认的是,那次调整对于满足当时经济建设对人才的需要,曾经起了某些积极的作用。但是,那次高等院校调整却违反了教育规律,所造成的不良后果是严重的,甚至是长远的。比如,把多学科的综合大学拆散,设立了许多单科独立学院,导致理工分家;撤销了私立大学和教会大学,否定了由它们创立的独立、自由、民主的大学精神,形成了集权制的教育体制,公办大学一统天下;废除了通识教育,代之以苏式的专业化教育,导致专业越分越细,学生的知识面越来越窄。

时隔50多年,前苏联的大学课程体系,一直沿袭到现在。这是一种什么样的课程体系呢?它是以培养专门化人才为目的,以专业知识为主线而构成的课程体系,是由基础课、专业基础课和专业课构成的,形象的说就是“三层楼”式或“金字塔”的体系。对于这样的体系,虽然不能说完全没有丝毫的改革,但那只是添枝加叶式的改良,根本没有触及到课程体系的本源。因此,我认为关于课程体系的改革,是一个至今仍然被忽视的重要问题。

为什么课程体系的改革未引起足够的重视呢?我认为有三个原因。

首先是领导不重视,没有从整体上认识到这个问题的重要性。与此形成鲜明对比的是,国外著名大学的校长始终把课程体系改革作为重点任务来抓。例如,美国哈佛大学从1872至1975年的103年时间内,先后有4位校长亲自推动课程体系的改革,直到博克校长时期,才形成了以通识教育和核心课程为特色的课程体系。这项改革不仅成为了哈佛大学的特色,而且其课程体系改革在美国处于领

先地位。

其次是思维方法问题。中国人的思维方法大多是“只见树木而不见森林”，即缺少系统或整体看问题的方法。一门课程是具体的，就如一棵树一样，而课程体系犹如森林，似乎显得很抽象，不容易引起人们的重视。其实，课程体系在整个教学中处于核心地位，它不仅决定了课程教学的有效性，而且也规定着大学生的合理知识结构。

再次是对课程体系的误解。现在，我们也常常看到一些关于课程体系改革的报道，细致研究后发现，那些改革都仅仅局限于一个专业或一门课程的体系的改革。当然，这些改革也是必要的，但它们仅仅只是局部的改革，是属于微观课程体系，与从总体上构建课程体系和知识体系是不同的。课程体系与一门课程的关系，犹如本与末的关系。如果只抓一门课程或一个专业课程体系的改革，只能是舍本逐末，不能从整体上设计培养大学生的规格。

二、关于课程体系的一场辩论

自新中国成立到现在，我国共经历了三次大规模的教育改革，其中有成功也有失败。第一次是1952年的高等院校调整，上面已经提到了，那次改革既有积极的作用又有较长远的负面影响。第三次教育改革是在十一届三中全会精神的指导下，自1978年开始的。在长达30年的时间里，教育改革涉及到很多方面，但课程体系的改革却一直是一个薄弱环节。

我要特别谈论的是第二次教育改革，它既是文化大革命的前奏，又是文化大革命重要的组成部分。这次教育改革正像发动文化大革命一样，由于指导思想是错误的，其结果必然以失败而告终。

自1966到1969年，大学停止了招生，学校里的各项教学活动也完全处于停滞状态。北京大学和清华大学是文化大革命中的“六厂二校”试点。自1970年秋季开始，北京“二校”按照“十六字”招生方针(自愿报名、基层推荐、领导批准、学校复审)开始招生，并按照与“十七年对着干”的指导思想，掀起了教育改革的高潮。

其中，在教学领域中，“二校”发明了“以典型产品带教学”的经验，还美其名曰是贯彻理论联系实际的原则。所谓“以典型产品带教学”，就是把整个课程教学分解为若干个典型产品，以产品为主线，凡是产品涉及到什么学科的知识

就学什么知识。例如,单晶硅是无机化学专业的一个典型产品,其中涉及到化学、物理、机械、结晶学、材料学等学科的知识,于是就边干边学。提出“以典型产品带教学”的思想基础是,把传统的“三基四性”(基础理论、基础知识、基本技能和科学性、系统性、逻辑性、严密性)斥责为修正主义的教学原则。

实际上,“以典型产品带教学”也是一种课程体系,是在那个特殊的年代形成的。那是左倾路线横行的时期,尽管广大教师对这个课程体系持有不同的看法,但他们是敢怒而不敢言,因为动辄就要扣上反对工人阶级的领导和坚持修正主义教育路线的帽子。

当时武汉大学是军代表掌握着领导权,虽然他们积极推广北京“二校”的经验,但是在对待知识分子工作上,还是比较注意政策的。在讨论“以典型产品带教学”时,化学系李培森教授明确表示反对。军宣队领导认为,像李培森教授那种观点,仍然是思想认识问题,只能以理说服,而不能以力压服,更不能乱戴帽子。于是,当时的学校领导决定,在全校开展一次“以典型产品带教学”的大讨论。在教师、干部中,坚持“以典型产品带教学”和维护系统教学两种观点是针锋相对的,前者自认为是革命的,斥责后者保守;而后者认为前者是违反教育规律的,是典型的实用主义的做法。

在群众性辩论的基础上,1971年5月中旬,学校和化学系共同组织了一次规模较大的辩论会。会议在四区大饭厅举行,大约有近千人参加。坚持“以产品带教学”的一方认为,旧的教学制度、教学内容和教学方法必须废除,“以典型产品带教学”是理论联系实际의必由之路。他们还引用毛泽东关于“读书是学习,使用也是学习,而且是更重要的学习”的观点,为他们的主张进行辩护。当时,公开反对“以典型产品带教学”观点的人是少数派,旗帜鲜明地公然站出来批评这种做法的人更是凤毛麟角。

但是,也有不怕鬼者,他们敢于说真话,挑战“以产品带教学”的课程体系,勇敢地维护“三基四性”的教学原则。这是一个真实的故事,我见证了这场关于课程体系的辩论。武汉大学化学系教授李培森是一位名师,他早年先后师从武汉大学校务委员会主任邬保良和北京大学傅鹰先生,无论是教学或是研究工作,他都是出类拔萃的。他一向敢于讲真话,对“以典型产品带教学”的做法,明确表示不赞成。

让人们感到惊愕的是，李培森先生胸有成竹地走上辩论会大厅的主席台，要求就辩论的问题发表自己的看法。得到允许后，他心平气和地说：“今天，我想就‘以典型产品带教学’问题，发表一点与众不同的观点。也许，有人会说我的发言是不识时务的，因为现在是‘工人阶级领导一切’，知识分子是接受工人阶级再教育的对象，搞不好我会被戴上反对工人阶级领导的帽子。但是，讲究实事求是的科学态度，是科学家的本色，我必须讲真话。”

接着，他继续说道：“我知道以典型产品带教学的经验是北京‘二校’发明的，得到了权威人士的肯定，既是如此，我也要提出不同的意见。以典型产品带教学是典型的实用主义思想的表现，是瞎指挥，是违反科学规律的。提出‘以典型产品带教学’的人，甚至还喊出了要‘火烧三层楼’、‘砸烂三层楼’，听到这些口号，我以为1958年浮夸风和瞎指挥风又来了，那时不也提出要‘破牛顿三大定律’和‘砸乱门德列耶夫周期表’吗？历史的教训值得注意。”

李培森先生解释道：“所谓‘三层楼’，是指一个系或专业的课程体系是由基础课、专业基础课和专业课这三个层次组成的，人们常常形象的把它们叫做‘三层楼’，这是由课程的科学性、逻辑性而决定的，是符合科学规律的，是符合循序渐进教学原理的”。他在发言结束时，更是慷慨激昂地说：“‘三层楼’是钢筋水泥建造的，是烧不垮、砸不烂的，即使人为的强行把它们烧毁了、砸烂了，它们也一定会重新建造起来！这是不以人的意志为转移的。”

李培森先生发言结束以后，全场一片沉寂，偶尔有些交头接耳的议论者。也许，有人为他捏着一把汗，有人说他胆大妄为。但是，无论如何他讲出了心里话，他是无私无畏的，展现了一个知识分子的良知。当时，我担任学校教改组组长，隐身在群众中听完了这场辩论，从内心佩服李先生的才智和勇气，他的精神对我产生了很大的影响。

从这场辩论中，我得到最深刻的体会是，教育改革必须遵循教育规律，必须依靠广大教师，尊重他们的积极性和创造性。大学的主要任务是培养人才，因而必须依靠广大教师，任何好的教学方案，都必须由他们去实施。

三、我们需要什么样的课程体系

根据我所见到的材料，到目前为止，国内外大学课程体系总体大概有三种：一是以专业知识为主线的“三层楼”课程体系，或称作“金字塔”体系，它是上世纪50年代初学习苏联的结果，我国现在基本上还是沿用这种体系。二是以“典

型产品”带教学为出发点的实用主义课程体系，这是文化大革命的产物，通过拨乱反正，已经彻底否定了这种做法。三是以“核心课程”为重点的通识教育课程体系，现在美国各大学大多是采用这种做法。以上三种课程体系的形成，都有其时代背景，与那个时期的政治形势和国情有着密切的关系。同时，课程体系是不断发展的，不同类型的学校，其课程体系也不尽相同。因此，我们在研究或是采用某种课程体系时，必须从建立本校的特色出发。正如美国卡内基促进教学基金会的波依尔博士所说：“每所大学和学院应为自己的特色而自豪，都应要求弥补其他学校的不足，而不是一味模仿。”

现在，人类已经进入到21世纪，大学应当为这个以创造为特征的知识经济社会培养和输送创造性的人才。那么，21世纪到底需要什么样的人才呢？波依尔博士曾指出：“为了迎接21世纪的挑战，教育思想必须实现5个转变。”其中之一是，“从把知识分割过细、缺乏联系转变为强调知识的整体性和综合应用知识解决实际问题的能力”。怎样才能从知识的整体性上培养学生解决实际问题的能力呢？这就涉及到课程体系改革的问题。如果继续按照传统的专业化课程教学，学生只能获得一些陈旧的、零碎的知识，而无助于提高他们的全面素质包括开阔的人生视野、思维与表达能力、成熟的人格和创新能力。

整体知识观是美国高等教育本科课程改革核心理念。哈佛大学经过四年的辩论推出新的课改方案，旨在让学生“认识世界”。总的来说，以核心课程为重点的通识课程体系，相对于划分过细的专业教育来说，是比较先进的。但是，我认为以哈佛大学为代表的通识教育课程体系存在两个问题：一是主修专业课占全部课程的50%，其比例太大，似乎没有摆脱专业化教育的窠臼；二是没有解决怎样整合知识，各类课程彼此依然没有内在的联系。

看来，不仅在中国，而且在美国也是一样，专业化的教育思想一直起主导作用。无可否认，专业化的教育确实赋予了学生不少专业知识，从中也出现了一批专家、学者。但是，过分地强调专业教育，又导致学生知识面狭窄。对此，爱因斯坦曾经提出了尖锐的批评。他说：“通过专业教育，他可以成为一种有用的机器，但不能成为一个和谐发展的人，要使学生对价值有所理解并产生热烈的感情，那是最基本的。他必须获得对美和道德上的善有鲜明的辨别能力。否则，他——连同他的专业知识——就更像一只受过很好训练的狗。”

与走专业化教育道路相反，大量的事例说明，更多的杰出的人才并不是从所学的专业成长起来的。这样的例子实在是太多了，如困扰国际数学界358年的费

马大定理的提出者是法国的皮埃内·费马，他在大学是学法律专业的，但他却成为“业余数学家之王”；法国的哲学家莱布尼兹，本是学法律的，但他却发明了最小算法，是数理逻辑的先驱，创立了微积分学，是“千古绝伦的大智者”；法国勒内·笛卡尔是学医学和法律的，但他成为著名的哲学家、数学家、物理学家和生物学家；英国哲学家、教育家阿尔弗雷德·怀特海，早年却写出了三本巨著《数学原理》；意大利画家达·芬奇是学画出身，但他却成为博学多识的艺术家、雕刻家、建筑家、工程师、科学家、发明家、哲学家、文艺理论家、音乐家等；电报发明人塞缪尔·莫尔斯是著名的画家、美国美术协会主席，但他却发明了第一台电报机；莱昂尼德·赫维奇是学法律的，他自学经济学，因发明了“机制设计理论”而获得2007年诺贝尔经济学奖；伊萨克·阿西莫夫是学化学的，但他却成为举世无双的科幻小说大师，一生创作了400多部科幻小说，几乎涵盖一切科学领域。这样的例子，在当代也是不胜枚举的，如比尔·盖茨是哈佛大学法律系二年级肄业生，“面谱”(facebook)引擎发明人马克·扎克伯格是哈佛大学心理学系二年级的肄业生，苹果机发明人斯蒂夫·乔布斯在三流大学只学了一个学期，等等。这些事例说明，一个人的成功与他们所学的专业没有因果关系，主要取决于他们的兴趣、好奇心、创造性的思维方法和执著的开拓能力。

在近现代科学史上，许多重大的科学发现本身就是科学思维、科学方法和科学工具的创新。例如，牛顿的《自然哲学的数学原理》不仅是近代科学奠基性著作，而且也是科学思维方法的经典著作。勒内·笛卡尔是西方近代哲学创始人之一，他的《谈谈方法》是1637年出版的。他在书中说，“最有价值的知识是关于方法的知识”，“凭着这种方法，我觉得有办法使我的知识逐步增长，一步一步提高我的平庸才智和短暂生命所能允许达到的最高水平”。其实，许多著名的科学家，如伽利略、赖尔、达尔文、爱迪生、爱因斯坦等，他们不仅做出了重大的科学发现，同时也归纳出了自己的特殊研究方法，成为科学方法创新的大师。

既然科学方法是如此重要，它们就应当成为大学生学习的核心科目。因此，大学的课程体系的设计，应当很好的总结科学发明创造的经验，使之更符合人才成长的规律。那么，我们怎样才能使知识整体化呢？在吸取通识教育的基础上，我试图设计一种新的课程体系，我姑且把它称作“以方法论为主线的四板块”的课程体系，以区别于以核心课程为主的三板块通识课程体系。

很明显，在我设计的课程体系中，特别突出了方法论的重要性。我认为，方法论本身就是知识整合的结果，它们既是从各门学科中抽象出来的，同时又可以

指导各门学科的研究和发展。不少人都读过恩格斯的《自然辩证法》一书,它就是一部知识整合的著作,其中涵盖了哲学、数学、物理、化学、机械、生物等学科的知识。他为我们如何设计整合知识课程与撰写此类教科书树立了榜样。

我所指的“四板块”的课程体系,是以方法论为主导,包括科学方法论;人文科学基础(分A、B两类课型,A型适用于文科学生,B型适用于理科学生);自然科学基础(分A、B两类课型,A型适用于理科学生,B型适用于文科学生);主修专业课(由各专业教师设计必修科目)。在课时比例上,方法论课占30%,通识课(包括人文和自然科学基础)占40%,主修专业课占30%。至于各类课程设置,应由各校制订,允许有自己的特色,科目和课时也可以有一定的弹性。由于我首推把方法论纳入大学本科课程体系,所以我愿意对方法论类课程提出自己的建议,供高校研究课程体系的同仁们参考。方法论是一个总的名称,具体开设的科目可以是:《唯物辩证法》、《思维科学》、《科学方法论》、《自然辩证法》、《创造思维方法》、《创造技法》、《科学发明简史》、《辩证逻辑方法》、《东西方思维模式比较》、《学习方法概论》和《大脑与学习的革命》等。这是从总体上说的,在各门学科中又有许多具体的研究方法,如数理逻辑方法、数学猜想方法与求证法、物理模型法、类比法、直觉与演绎法、观察描述法、逆向思维方法、化学中的哲学问题、仿生思维方法,等等。

但是,要把方法论纳入课程体系,必须转变教学指导思想。因为,专业化教学在高等教育界的影响深远,而开展方法论的教学必然会遇到阻力。其实,很多大学毕业生都有体会,在大学期间所学的大多数课程,毕业后基本上是用不上的,而工作中所需要的知识和技术又必须从头学起。这就从反面验证了学习方法论的重要性。如果掌握了科学的方法,不仅能够丰富他们的智慧,而且还可以指导他们去寻求所需要的知识,甚至创造新的知识。俗话说,提纲挈领、纲举目张。那么科学方法就是纲,而其他的课程就是目。我相信,如果把科学方法纳入到课程体系中,就可以使大学里的教学改革呈现出新的面貌,使大学培养的人才发生质的变化。因此,我吁请高等教育界的同仁们,以极大的热情和精力抓好课程体系的改革,希望在这个关系到培养人才的关键问题上获得重大的突破!

(本文作者刘道玉系武汉大学前校长,教授,湖北省刘道玉教育基金会会长)

同型比较

中国海洋大学教师教学发展中心的组织模式研究

宋文红

中国海洋大学是一所有着 80 多年办学历史的教育部直属重点大学,是“211 工程”和“985 工程”首批重点建设的高校之一,办学特色鲜明,社会声誉高,发展潜力好。中国海洋大学有着重视本科教学及其质量保障的优良传统,在这方面的探索先后两次获得国家 and 省级教学成果奖。在 2007 年教育部专家对学校的本科教学工作水平评估中,其质量保障的组织模式,特别是旨在促进教师不断提升教学质量的教师专业化发展组织架构及其实践探索,得到高度赞誉,被认为走在国内高校前列。参加过该校评估的两位专家也推动各自所在学校成立了具有学校自身特色的类似机构。

一、案例提出的背景

中国海洋大学教师专业化发展的组织模式研究开始于 2004 年。阿什比曾说,大学是遗传和环境的产物。大学里的任何一项改革及其探索也有其内外部的动因。

1. 大学的传统

中国海洋大学有着重视本科教学及其质量保障的优良传统,始于 1986 年的课程教学评估工作坚持至今 23 年从未间断;始于 2000 年的教学督导,加上曾以严格著称的教学检查和管理,形成了“评查导结合、点线面结合”的校内教学质量保障体系。进入 21 世纪以后,中国海洋大学教学评估和质量保障实践继 1993 年获得国家级教学成果奖励后,又获得省级教学成果奖。如何在学校原有教学及其质量保障工作的基础上进一步深化改革、制订相应的具体措施和办法,把教学质量提高到一个新水平,成为教学管理部门及全校上下的工作着力点。

2. 大学改革与发展的内在需求

2003 年 9 月,中国海洋大学在深入论证分析的基础上,开始学科专业调整

和教学计划的全面修订,实施了以有限条件的自主选课和毕业专业的识别确认制为核心的本科教学运行新体系。新体系的运行需要一系列的配套措施和改革,如本科生管理中的导师制度、教学中的因材施教和个性化培养、研究性教学方法和手段运用,等等。这些都要求教师不断提高教学水平和能力,以保证教学运行新体系的有效实施和教学质量目标的达成。为从制度上保障教学质量的不断提高,2003年,学校颁布实施的“关于本科教育教学工作的若干规定”,把课程评估结果与职称评定挂钩,把教学工作质量作为衡量教师工作的重要标准,也是考核教师工作和教师职务聘任的关键条件,与此同时制定了“本科教学优秀奖评选办法”。

3. 中国高等教育大众化进程的影响

进入21世纪后,大学开始扩招,虽然中国海洋大学追求着精英培养的宗旨,并没有大规模扩招,截至2007年也只有全口制在校生1.8万人左右(其中研究生6千人左右),但在规模上较以往仍然是有了大幅增加。扩招之后,大学师资短缺日益凸显,于是,学校连续数年每年引进百名左右的教师,青年人成为学校的教师主体。在大众化进程的背景下,2001年8月教育部为切实加强高等学校本科教学工作和提高教学质量,提出“充分认识教学工作的重要地位”“把教学工作质量作为教师职务聘任的重要标准”等12条具体意见,强调“把提高教育质量放在更加突出的重要位置,实现我国高等教育可持续发展”。2003年教育部开始实施五年一轮的普通高等学校本科教学工作水平评估制度,推动了高校教学建设和发展,并促使高校不断探索建立自我评价和质量保障的长效机制。我国高校正处在从注重数量规模向注重质量及内涵发展的转型阶段。

二、研究过程及研究的主要问题

2004年10月,中国海洋大学主管教学工作的副校长将考察美国纽约州立大学布法罗分校师资队伍建设情况的报告转给该大学高教研究机构负责人,委托其对布法罗分校“教学和学习资源中心”(University at Buffalo, Center for Teaching and Learning Resources, <http://www.Buffalo.edu/ctlr,ctlr@buffalo.edu>)及其相关机构的运行模式进行研究。于是,高教研究机构负责人召集部门全体成员进行讨论并成立了研究项目组,项目组成员包括高教研究机构、教育系、教务处、人事处、图书馆等从事教育研究、教学管理和服务的部门负责人与教师。

研究项目得到了学校的立项资助,所研究的主要内容有如下三个方面:国内外大学有关教学中心等机构的建设情况;教学中心建设的理论基础及其组织架构;中国海洋大学教学中心建设的可行性分析及其运行模式。

研究首先从搜集资料、全面了解国内和国外(主要是美国)高校的有关教学中心等机构的设置情况开始。通过网络搜集到大量的高校类似机构的信息资料,发现不仅美国数百所高校有这类机构,而且中国香港和中国台湾的大学几乎都有。然后,通过召开教师专业化发展专题研讨会、课题组成员的专题讨论会等,深入开展理论研究,从教师发展、教师专业发展等基本概念着手,着重对这类机构发展的历史、组织架构模式及其理论基础进行了深入研究和思考。最后,对中国海洋大学教学中心建设的可行性及其运行模式进行了分析。

为了进一步了解中国海洋大学广大教师对专业化发展需求的总体状况,在理论研究的基础上,对教师专业发展及继续教育需求情况进行了问卷调查,以进一步根据学校现状和教师的需求确定组织结构和运行模式。调查涉及的主要内容如下。

1. 教师基本情况

2007年中国海洋大学教师总数为1248人,调查问卷发放了800份,回收有效问卷622份,问卷调查涉及学校50%的教师,具有一定的代表性。其中,从教师职称结构上看:正高职称140人,占23%;副高职称173人,占28%;中级职称249人,占39%;初级职称55人,占9%。从教师学位结构上看:博士293人,占47%;硕士256人,占41%;学士与其他71人,占12%(中国海洋大学2007年具有博士学位教师的总体比例是47.2%,其中国家重点学科具有博士学位教师的平均比例达80%以上)。从教师年龄结构上看:45岁以上的96人,占16%;36~45岁的254人,占41%;35岁以下的272人,占43%。从教师的高校教龄结构来看:5年以下的251人,占40%;6~10年的128人,占21%;11~20年的152人,占24%;20年以上的85人,占8%。从教师在中国海洋大学的教龄结构来看:5年以下的278人,占45%;6~10年的156人,占25%;11~20年的129人,占21%;20年以上的52人,占8%。

2. 教师参加在职培训或学习的情况

从统计结果来看,中国海洋大学教师所了解的学校为他们提供的在职培训或

学习的最主要方式是岗前培训(73.5%),其次是研讨班或系列讲座(44.1%),其他方式很少。50%的教师参加的在职培训或学习是由学校自己组织的,其次是其他大学提供的(由于省教育厅确定的岗前培训教育学和心理学等课程的教学在另外一所大学进行,所以中国海洋大学参加岗前培训的教师还必须到其他大学学习),再次就是教育部留学基金委、高教司、社政司等部门提供的。38.4%的教师(239人)近三年未参与培训或学习,近三年参与培训或学习的教师(244人)占参加过培训的教师的比例接近60%,2000—2004年参与培训或学习的教师(90人)占参加过培训的教师的21%。

3. 教师对所参加的在职培训或学习的评价

认为不重要或完全不重要的占10%,认为重要或非常重要的占70%;认为质量较差或非常差的占13%(通过访谈了解到,由于教师参加岗前培训课程只通过考试拿到合格证,加上课时少,任课老师教学时只是划知识要点,因而对他们的指导帮助很少),认为较好和非常好的占51%;认为所提供培训活动的大多数内容与教师工作毫不相干的占5%,有些相关的占24.3%,部分相关和非常相关的近50%;认为学校曾提供的一些教师培训活动对教师改进课堂教学不重要或完全不重要的占12%,认为重要或非常重要的占57%;认为对教师所从事的专业的研究不重要或完全不重要的占22.5%,认为重要或非常重要的占43.6%。总体而言,教师的评价是肯定的。

4. 教师对培训或学习主题、内容和方式的看法

对给定的培训主题进行重要性排序:教学方法的介绍(498人,占80.1%)、学术研究方法的介绍(479人,占77%)、社会的发展变化对学生学习的影响(465人,占74.8%)、信息技术与教学的整合(436人,占70.1%)、可以提高所在专业方向的教学能力(416人,占66.9%)、学习英文学术论文写作方法(408人,占65.6%)、当前的教育研究结果对教学的启示(394人,占63.3%)、师生关系的课堂管理(394人,占63.3%)、教师职业生涯规划辅导(339人,占54.5%)、提高双语教学或用英语教授专业课的能力(326人,占52.4%)、与高等教育相关的法律(258人,占41.5%)。

认为学校进一步开展教师培训活动的重要方式依次是:系列学术讲座,大师级专家讲座,研讨会,教学示范、实践和观摩,出国进修培训,集中培训,网络

教育,到其他高校进修,假期定期培训、周末班或短期培训等。

认为进一步开展教师培训活动的重要内容依次是:教学理念、方法、技巧、经验、课堂管理、课堂互动等,学科前沿、发展动态(与专业有关、涉及专业内容与方法;内容要有针对性、面向一线教师、根据不同教师群体需要),多媒体教学、计算机网络应用技术、信息技术,双语、外语、语言表达,交流访问名校,出国学习国外教学模式,教学实践能力、教学观摩、优秀教师示范,写作(如英语论文、项目课题申请书的写作),学生心理、社会发展对学生的影响,对教师基本要求、师德、心理学问题,教师职业生涯规划等。

5. 教师对吸引和阻碍他们参加培训和学习的原因的陈述

关于教师乐于参加培训和学习的因素,50%以上的教师选择了时间安排的方便性、有一定的经费支持和学校政策的激励,多样性的教学方式和地点安排的方便性也是吸引教师参加培训的重要原因,还有部分教师希望减少一定工作量。

认为阻碍教师参加培训和学习的因素依次是:时间冲突,平时工作量太大,没有经费支持,没有政策支持,培训地点不方便,培训内容无吸引力或不是自己所需的,个人身体、精力、家庭因素等。

6. 教师对组织在职培训和学习建议

如果让教师本人负责筹划培训和学习,他们会采取的主要措施依次是:培训与学习内容的充实、新颖、多样和针对性,培训与学习时间和地点安排的方便性,经费上的支持,政策上的激励(与职称挂钩、对教学的重视、计入工作量或补贴),聘请专家或与国内外其他高校交流,讨论、讲座、网络学习与观摩、实践、实地考察等。

教师认为本次问卷调查还没有涉及的关键问题及建议如下:应针对不同职业生涯阶段、不同年龄阶段的教师组织不同形式的培训,采取不定期脱岗集中培训、老教师传帮带、加大交流环节、走出去到其他大学进修等途径,教师培训应该形成体系,将培训结果推向课堂,提高质量、加大培训与学习的力度,学校应有政策(评价与晋升挂钩、获得学术休假机会、获得经费)支持,尤其对青年教师要有倾斜,要关注教师和学生心理,进一步加强师德建设和相关培训。

三、研究的结论

研究项目组成员在广泛搜集国内外高校相关资料、认真分析调查问卷和访谈

资料、深入研读中国海洋大学有关教师培养和评价政策的基础上,得出了研究结论,力求回应教师专业化发展现实中的问题,为学校决策提供咨询依据。研究的主要结论如下。

1. 中国大学在从外延发展转向内涵发展和质量建设的今天,正迎来对大学教师专业化发展的日益关注

社会的进步,必然会推进职业的专业化,同时推进存在调节分工的组织化。因此,愈益精细分工的专家必将在愈益庞大复杂的组织中活动。教师职业也不例外。进入20世纪80年代,世界许多国家兴起了轰轰烈烈的高等教育改革运动,其中,高校教师教育成为关注的焦点和改革的核心。各国都在追寻着一个共同的目标——高校教师专业化。希望通过完整而科学的高校教师教育培养体系来提高高校教师专业化水平,以实现高校教师教育改革和高等教育改革的双重目标。今天的中国面临着同样的任务。如何通过高校教师教育改革推动高等教育改革并不断提高教育教学质量,使高校真正担负起培养具有创新精神和实践能力的高级专门人才的重任,是当前迫切需要解决的关键问题。高校教师专业化及高校教师教育培养体系的建立和完善这一全新理念为我们指明了方向。

从世界范围内高校教师发展的探索过程来看,高校教师经历了从专业化到反专业化再到更高层次的专业化的发展过程。我国高校教师专业化进程中所面临的问题,既有理念层面的问题,如教师是不是专业、教师可不可以替代等;也有制度层面的问题,如教师资格证书的不完善、教师发展机构缺乏鉴定标准等;还有实践层面的问题,如教育理论的科学化、教师专业化发展的组织机构问题等。高校教师专业化的实现与拓展需要在恰当理解其内涵与实质的基础上选择适当的途径,通过科学完善的高校教师教育培养体系加以实施。尽管我国高校教师的教育教学活动已经在一定程度上达到了专业化标准的要求,但是与发达国家相比,我国高校教师的专业化尚有不少差距。改革和完善高校教师教育培养体系,推进我国高校教师专业化进程,在终身学习思想指导下,按照高校教师专业化发展的不同阶段,对教师的职前培养、职业培训和在职研修通盘考虑、总体设计,从而大力推进高校教师专业化进程,提高我国教师教育质量,加强高校教师队伍的建设,对我国的高等教育事业的发展具有重要意义。

2. 广大教师有提升教学水平与质量的迫切需要

据2007年上半年的统计,中国海洋大学45岁以下教师1078人,占全部师资的86.4%;35岁以下青年教师602人,占全部师资的48.2%。中国海洋大学的教师有这样一些特征:①是一个非常年轻的群体,特别是近几年引进的教师,绝大多数毕业于名校、获得了博士学位、学术研究能力强;②为满足教学工作的需要,许多教师一入校即开始授课,没有经过助教环节,教学经验不足;③多数毕业于综合性大学,没有学习过“教育学”“心理学”“学科教学法”等课程或接受过相关培训。因此,教师有着继续学习以提高教学水平的迫切需要,期望的培训和学习内容则涉及方方面面,对教学方法与技巧、教学理念、教学经验、课堂管理与互动等内容极为关注。即便是工作多年的教师,由于面对的学生群体的变化、规模的增大,市场和社会对大学生需求的变化,传统教学方法的改变,学校教学管理以及运行模式的变化,学校在实现研究型大学发展目标的过程中所确立的目标和要求的变化,等等,也需要不断地学习。他们期望培训和学习的形式多种多样,而且更具有针对性,能够针对不同职业生涯阶段、不同年龄阶段教师进行。这也说明了大学教师总体而言呈非常专业而且敬业的一个群体,这是大学管理的重要基础。

3. 确立与学校“同成长、共发展”的理念,将教师发展作为管理的重要职责

如果以“铁打的营盘流水的兵”来形容大学的话,教师则是“铁打的营盘”的根基。做好教师管理工作是促进大学发展的重要主题。中国海洋大学的教师管理已经从过去注重教师学历提高、注重教师的选聘、引进,转向了教师在岗培训和各种形式的继续学习。因此,关注教师专业化发展问题是当前的重点。早在1966年,联合国教科文组织和国际劳工组织《关于教师地位的建议》,就首次以官方文件形式对教师职业作出了明确说明,提出:“应把教育工作视为专门的职业,这种职业要求教师经过严格的、持续的学习,获得并保持专门的知识 and 特别的技术。”教师专业化发展因此可以从两个方面理解:它是一种过程,教师职业在这种过程中逐渐符合专业标准,提升地位;它又是一种目标,就是使教师职业真正地成为一种专业。因此,教师专业化的标准也主要包括两大方面:教师素质和客观环境。前者为内部标准,包括长期专业训练、教育理论和实践知识的学习、

教育实践能力的培养、专业责任感和服务精神的塑造；后者为外部环境标准，包括创建完善的教师培养体系、多途径和形式的在职进修，为教师提供参与研究的机会，建立教师专业团体，制订严格的教师选拔和任用制，提高教师的经济和社会地位等。教师管理应当从以上两个方面着手，美国大学有许多可以借鉴的成功促进教师专业化发展的项目。美国学者伯格威斯特的研究早就肯定了这一点，他认为：成功的大学教师发展项目对大学校园影响深远；大学教师发展将最终与学术共同体的发展融为一体。因此，中国海洋大学应当既注重教师的个人发展，也注重组织发展，通过创设相关组织结构与环境，以与学校“同成长、共发展”的理念促进教师专业化发展文化氛围的形成。

4. 建立专门机构，促进教师专业化发展的制度化

就教师的专业化发展而言，实际上有着三方的责任：教师自身要有发展的愿望和需求；院系在教师的学科专业上负有责任；学校也有相关责任，如制定相关政策。从学校层面来看，中国海洋大学目前承担教师管理任务的主要是人事部门，教务处在教师教学改革和建设方面负有促进、提高的责任，高教研究和评估机构承担课程评估和教学督导工作，也对教师教学负有指导帮助的责任。如何促进教师专业化发展？应该谁来做？谁又能做呢？国外有着很好的经验。

为使教师发展制度化，美国高校在20世纪90年代普遍设立了教师发展中心(faculty development center)，1997年这样的中心达350个，现在就更为普遍了。制度化成为该项工作有效进行的重要保障，也得到了经费和政策上的支持。因此，中国海洋大学完全可以依托现有资源，建立专门机构，配备专业化的人员，制定教师专业化发展的策略。在学校现有的课程教学评估、教学督导工作的基础上，整合学校丰富的教学资源，为教师创造机会反省教学并分享经验，协助教师致力于教学方法的改进，并通过建立合理可行的教学指导制度与教学评价制度以创造良好的教学环境，提升学校教学质量，从而达到教师与学校共同发展的目标。这种机构的负责人可以由一位校领导担任，主持中心全面工作，以便于统筹规划和管理；中心的几位副主任可分别由人事处、教务处和高教研究与评估机构的有关负责人担任。这些与教师培养和教学管理密切相关的部门共同整合并呈现优秀教学资源，有助于相关培训项目的合作开展。

5. 需要制定相关引导政策和配套支持措施

中国海洋大学实施的课程教学评估是与教师晋升高一级的职称相关的，这是

一种自上而下的、依靠监控形式的评价教学质量的管理模式。而不为教师提供发展机会的教师评价则是不合理的。此外,还应创造一种积极的、和谐的气氛来激励教师主动地改进各方面工作的质量。这是两条不同的质量保障路线,尽管这两条路线在当前还不能各自完全独立地使用,但对于教师的创造性劳动来说,更要强调创造一种自我调节的气氛,而不是永无休止地强制,因为这将更具有激励性、建设性、发展性和较低的运行成本。而且,教师专业发展不仅仅是在职培训,也包括聘任、续聘、晋升、培训等一系列规章制度的组合。如哈佛大学采取措施将教师的教学水平与教师的聘任挂钩,激发了教师的自我约束能力;为避免淘汰,获得晋升,教师都能自觉审视自己的工作,根据自身发展目标,主动提高业务水平。

结合中国海洋大学教师的实际,需要有一系列引导性的政策出台,以起到激励和促进作用。例如,对首次开课教师的质量标准和指导政策,对教师继续学习和参加各类培训的要求和鼓励政策,院系在有效指导教师、保障教学质量方面的要求及措施,在大学国际化进程中的国际合作与交流方面的要求,等等。由于现代大学教师肩负着比先辈更多、更重的责任:不仅教学,还有科学研究、社会服务,以及参与大学的管理等。但是,在所有的作品中,要特别突出教学能力和水平在教师晋升和评价中的重要地位。因为这是教师的本职,也是“培养人”这一大学之为大学的意义体现。

四、决策与反馈

研究项目组通过研究形成了提交学校的2份报告和1份建议书:《中国海洋大学成立教学支持中心的报告》、《中国海洋大学教师专业发展和继续教育需求调研报告》和《中国海洋大学制定相关教师发展政策的建议》。

《中国海洋大学成立教学支持中心的报告》经校长办公会和学校党委常委会的多次讨论,最后在2007年7月同意了方案的主要内容,批准成立了相应机构,由中国海洋大学高教研究与评估机构的负责人担任主任,副主任由高教研究与评估机构的副主任、人事处师资办公室主任、教务处数字课程资源中心主任三人担任,根据教师发展项目需要可以聘用有关专家。关于《中国海洋大学教师专业发展和继续教育需求调研报告》中涉及的内容,中国海洋大学教学支持中心成立后正着手实施相关培训计划。关于《中国海洋大学制定相关教师发展政策的建议》,学校已经责成人事部门结合岗位聘任和机构改革、管理重心下移等改革工作进行综合考虑。

五、案例评析

中国海洋大学教学支持中心的成立经过了学校反复多次的讨论,有的人并不赞成另外成立机构。这主要是由于人们对教师发展的意义和作用的认知尚不到位。据说,1972年美国丹佛斯基金会曾组织60位专家讨论建立教学中心的可能性,结果同意者寥寥;当中心建起来之后,许多教师也持反对意见,因为他们觉得自己是专业人士,不需要“被发展”。一直到发展中心的项目做起来之后,教师们发现不仅有助于提高教学水平,而且可以增加与同事共同探讨教育问题的机会,才逐步表示赞同。中国海洋大学教学支持中心在我国高校中是个先例,需要在探索中不断发展,但也为综合性大学推进教师发展提供了可资借鉴的模式案例。它有这样几点启迪。

(1)中国高等教育的发展所走的不是依附型的道路,有着自己的特色,但始终是在借鉴教育发达国家的经验。再好的经验只有经过本土化后,才能在中国高校生根和发展。中国海洋大学结合高教研究与评估进行教学支持,目前是集服务、组织协调及管理于一身,不仅仅是服务于一线教学的部门,更重要的是发挥其组织协调作用,为教师发展提供一个支持平台。这是基于大学自身传统的内生机制。

(2)处于呈金字塔形中国大学组成结构顶端的研究型大学,在组织整合机制上是以文化机制为主的。中国海洋大学作为“985”重点建设院校,根据学校传统及战略发展目标注重文化机制为主的组织整合,将以往自上而下的教学管理模式与自下而上的教师发展模式结合起来,确保了学校的价值观和职责使命能够渗透到整个学校,形成了具有“共轭效应”的教学质量不断提升的长效机制。

(3)组织模式是指组织系统内各参与主体之间相互联结和影响所构成的一种一体化组织形态,往往是理念、系统、方法等的集合。通过组织模式研究,确立和分析高校教师专业化发展组织中的要素、结构、目标、机制等层面的内容及其内在关系,能获得对教师专业化问题更本质、更深刻的认识的方法。

(本文作者宋文红系中国海洋大学高等教育研究与评估中心、教学支持中心主任,教授、博士。)

专题研究

麻省理工学院的本科课程设置理念、 课程结构及特点

肖 鑫

一、麻省理工学院办学理念

麻省理工学院从1861年创立至今,已经有150年的历史。随着社会的不断变化发展,学校领导人在不同的历史时期也适时地调整学校的办学理念,贯穿整个麻省理工学院发展过程,并起到相当重要的指导作用的几点理念有:

1.政府、企业和学校三位一体

1861年,著名的自然科学家威廉·巴顿·罗杰斯创建了一个自由、开放的学院来适应正在快速发展的美国,这就是麻省理工学院。但是由于南北战争的持续进行,直到1865年麻省理工学院才迎来了第一批学生,随后在自然及工程领域迅速发展。罗杰斯认为在一个工业社会,科学和技术是更高知识的重要基础,学生应该从努力获得有用知识的激励中受益。1873年前后,因为美国需要铺设铁路、开凿隧道、修筑桥梁、兴建公共设施,必须训练大批工程技术人员,麻省理工学院开始致力发展土木工程与建筑工程。在一战期间,麻省理工学院广泛增设专业,开展与战争有关的科学研究,办起了专门培训陆军和海军飞行员、航空工程师、无线电工程师等人员的专业。一战后,为了寻求资金支持,学校成立了工业合作与科学研究室,学院派人帮助工业部门解决科研难题,获得工业部门的资金援助。后来,这个研究室逐渐发展成工业联络规划和协作办公室,加强了学校与企业的联系。在冷战期间,麻省理工学院受美国联邦政府委托,执行一项研究规划,并组建了国际研究中心。随着战争结束,联邦政府对大学的资金援助大大减少,麻省理工学院开始调整思路,通过科研成果市场化实现其价值,来争取企业的资金支持。1948年,麻省理工学院开始了产业联络计划(ILP),致力于建立与加强麻省理工学院与企业之间互惠互利的合作关系。

麻省理工学院是美国最早开始实行大学同政府和企业合作进行研究的大学。

在政府、企业和学校三位一体的办学理念的指导下,麻省理工学院鼓励把教师科研成果和实验室的技术创新通过追求利润的技术公司将其商品化,实现其经济价值。此举既提高了教师进行科学研究的积极性,也加快了科研成果造福人类社会的进程。麻省理工学院开始探索传统的政府企业与学校之间在知识创造和分享当中的角色演变,计划国家创新峰会,邀请政府、企业和学术界的人士来麻省理工学院展开开放性的讨论。

2. 开放式办学

麻省理工学院 1861 年创立之初只是一所单纯的工学院,到现在成为一所世界性的综合大学,这与其开放式办学理念的指导有着极大的联系。

在麻省理工学院,外国学生在本科生中所占比例为 9%,在研究生中所占比例达到了 38%。麻省理工学院也为本校学生制订了跨国交流的学习计划。

随着科学技术的发展,麻省理工学院的领导人意识到只有开放式的知识体系才是未来教育的发展趋势。2001 年 4 月,麻省理工学院开始实施“开放式课程计划”(MIT Open-Course Ware)。该计划是在教务长办公室的直接领导下,以项目组的组织形式开展的。整个计划的运行机制涉及项目组、教师、学校和基金会四个主要组成部分,通过基金会的资助,学校提供平台,项目组负责直接操作,由教师把代表自己最高水平的课程材料放到互联网上公开共享。开放式课程的网站不仅仅公布课程资料,而且建立了一个与全球用户沟通交流的平台。用户可以利用网站的反馈功能向计划的管理人员与课程主讲教师提出建议,帮助完善开放式课程计划,而其中对教学有价值的部分能直接帮助教师改进教学。此举形成了一个促进全世界知识共享、共同学习的网络体系,在全世界掀起了一股知识共享的风潮。

麻省理工学院还拥有网络实验室和数字图书馆,为学生远程教育提供学习材料和途径。

这些开放的办学举措带动了全世界的学习风潮,也对麻省理工学院不断加强和完善自身教育体系起到了促进作用。

3. 面向未来的创新精神

麻省理工学院一直处于世界一流大学的顶尖水平,与其面向未来的创新精神是分不开的。从第一任校长为学生设定“培养应对各种社会挑战的能力”的目标

开始,就奠定了麻省理工学院面向未来的创新之路。其着眼点不在于在校期间的知识掌握,而在于实现终身教育的能力。

创新精神一直是麻省理工学院极为重视的素质。首先,学院领导者的首创意识是麻省理工学院成功的关键因素。历任校长、学院院长们深刻的洞察力、卓越的战略眼光、独到的主张及实践,都是麻省理工学院不断发展的强大的助推力。比如工学院的教育目标就是“培养学生成为工业界、政府部门和教育机构的领航者,以影响整个工程教育及工业的未来方向”。正是这种高瞻远瞩的认识培育了适应时代发展的众多领先学术界、满足未来工程需要的创造性人才、专家和领袖。其次,创新的理念还引导了学校管理体制的革新。科学技术发展越来越成熟,设计的领域也越来越广泛,许多重大课题的研究,已不是个别科学家或研究小组所能胜任的,所以,国家级的中心实验室应运而生,也因此产生了许多重大的具有历史突破意义的发明。一直到现在,创新精神还是麻省理工院所坚持的办学理念。

二、学生培养目标和课程设置理念

1. 学生培养目标

麻省理工学院创建之初,罗杰斯校长就将“提供一般的教育,使学生在掌握数学、物理、自然科学、英语和其它现代语言以及心理学和政治学的基础上,为学生在毕业后适应任何领域的工作做好准备”这一方向作为学生的培养目标,一直沿用至今。

麻省理工学院十分重视本科教育,其本科教育旨在培养学生面对现代社会各种挑战的知识和能力,要求学生树立正确的人生观、价值观,具备良好的道德品质和社会责任感。另外它把培养学生毕业后的能力放在非常重要的位置,这种能力在现代体现为用“终身学习”的观念去获取自然科学和社会科学知识的能力、解决实际问题的能力、以及积极有效地与人交往的能力。

事实证明,麻省理工学院这一培养目标得到了很大程度的实现。麻省理工学院的毕业生在机械工程、生命分子等各个行业的探索起到了领军人的作用,科研成果涉及到人类社会的各个方面,带动了社会的发展进步。

这一培养目标的实现落在了学生培养方案上。麻省理工学院本科生培养分为三个模块,即学校基本要求、专业课程要求和非限制性选修课程要求。学校基本

要求即通识课程要求,包括自然科学课程、人文、艺术和社会科学课程、交流课程,贯穿本科生的四个学年,但主要分布在第一学年。专业课程要求包括各个专业所规定的必修课和限制性选修课程,主要分布在第二、三、四年,其中理论性的科目大多集中在低年级,而科研和实验课程相对分布在高年级。非限制性选修则给学生提供门类众多、可供自由选择的课程。

麻省理工学院的本科生培养方案中大约包含 45 门课程。其中通识课程 21 门,约占总课程数的 47%,专业课程约 20 门,占总课程的 45%,非限制性选修课 4 门或以上,占总课程 8%以上。

2.课程设置理念

(1)通识课程与专业课程相结合,培养全面发展的人

麻省理工学院一直坚持把学生培养成不仅仅是具有先进知识和操作能力的科学家,而且还应该是一名全面发展的人。因此,学校在发展理工科的同时十分重视人文学科的发展。首任校长罗杰斯早在 1865 年就提出了通识教育与专业教育相结合的理念。到了 21 世纪,第巧任校长维斯特更是明确表示把本科教育作为麻省理工学院的核心,在加强专业课程的同时,继续强调人文、社会科学等通识课程的重要性。

纵观麻省理工学院课程设置,通识教育贯穿本科生学习四年,学院规定,所有本科生在学习期间必须选修人文、艺术和社会科学方面的 8 门课程,包括外国语言和文学、艺术史与建筑史、哲学、电影与传播媒介、音乐、视觉艺术等。学校所开设的通识课程占据了所有课程比例的 47%。此外,学校还着力营造文、理、工等多学科相互交融的学术氛围,拓宽学生的知识面,达到人文与理工的有效的结合。在这种教育理念的指导下,这里的学生不管是主修文科还是理工科,都能接受到比较全面、平衡的基础学习,以构成综合的知识体系,实现终身的自我教育。

(2)理论课程与实践课程相结合,培养具有专业技能的人

作为一所以理工科著称的大学,麻省理工学院的专业课程一直领先于世界水平,是众多大学课程设置学习的对象。麻省理工学院致力于为学生提供“严谨而有效的教育”,十分注重理论与实践相结合,从专业基础课程开始,就同时为学生开设实验课程,将所学理论通过实际操作来进行论证,而且还将实验课程划分

为必修课程,规定了必修门数和要求达到的学分数,以此来培养学生的实际操作能力和严谨务实的学风。麻省理工学院还组织了多种研究、实践计划,如本科生实践机会计划,独立活动期,工程实习项目,媒体艺术与科学新生计划等,为学生自主研究和实践提供广阔的空间。

例如,机械工程专业有一门课程是这样进行的:学生们每人得到一个装满弹簧、电机等元件的箱子,没有教师讲解,没有课堂限制,课程要求简单明确——自行设计、装配一台机器。

正是由于这样的理论与实际相结合的课程设置理念,才使得这里的学生思维严谨敏捷,学术氛围活跃开放,科研成果丰富超前。

(3)必修课程与选修课程相结合,培养具有个性的人

麻省理工学院的必修课程包括通识课程和专业必修课程,学生必须按学院和各院系的学位要求学习。选修课程包括专业规定的限制性选修和非限制性选修课程,学生可以在选课导师指导下,根据自己的兴趣爱好和自身实际情况来选课。选课导师在新学期开始之前,对自己负责指导的学生进行多次选课指导,根据学生的不同情况,既保证达到专业培养目标的要求,又能发展学生的兴趣爱好。学生通过选课导师的签字后注册选课,提交培养方案。

麻省理工学院极其重视学生的个性培养。学生入校后可以自主选择专业。一般在第一学年末初步选择,第二学年末才做最后决定,期间可以调整。学校为每个学生安排一个导师,帮助其设计学习项目、选课、选专业。学生还可以申请双学位,或辅修专业。

这种选课和选专业的制度,给学生提供了机会,充分了解自身兴趣爱好并将其发展成为特长。经过这种培养模式成长的学生,不仅具备了系统的专业知识技能,更突出的是成为了具有鲜明个性和发展潜力的人。

三、麻省理工学院本科课程结构

1.基础型课程

这类课程注重培养学生的科学文化基础知识和基本技能,内容适应范围广,是学生必修的课程。麻省理工学院的基础型课程包括:

(1) 通识课程

通识课程是所有专业的学生都必修的课程,至少17门,180个学分,包括

自然科学课程、人文、艺术和社会科学课程、交流课程。

自然科学课程设置了6门自然科学基础课、2门限选科学技术课程和生物1门实验课,每门课占12个学分。自然科学基础课涉及到数学、生物、化学、物理等领域,科学技术限选课程共开设了47门,要求2门,一般在二年级学习,加深一年级的自然科学基础教育。实验课程共有49门,要求学生选修1门。实验课引导学生自主设置和实施处理自然界现象的实验,强调训练学生的主动性和科学的思维模式。学生通过这些课程的学习,能基本掌握科学研究的基本方法、实验基本技能、数学分析的思维模式,对已有知识进行整合,提高更好地解释自然现象和运用科学技术的实际能力。

人文、艺术和社会科学课程共有8门,每门课程9个学分。8门课中的3门必须从文学和名著研究,语言、思想和价值,视觉和表演艺术,文化和社会研究,历史研究这5大学科所开设的课程中选择。一般采用小班上课,每个学生都被要求参加讨论。另外的3-4门课程必须在第三学年之前从美国研究、古代和中世纪研究、人类学、考古学、黑人研究、比较媒体研究、东亚研究、经济学、种族研究、外语和文化(中国、法国、德国、日本、西班牙)、历史、艺术和建筑、工业社会的劳动、拉丁美洲研究、语言学、文学、中东研究、音乐、哲学、政治学、心理学、俄国研究、宗教研究、国际文学和文化研究、科学技术和社会、戏剧艺术、城市研究、视觉艺术和设计、妇女研究和写作这30门学科中选择。剩余的2门课程可以从人文、艺术和社会科学学院,建筑和规划学院及其他感兴趣的学院中选择,或者是哈佛和韦尔斯利学院(Wellesley College)的跨校课程,甚至还可以选择研究生课程。这些课程使学生对人类文化知识、思想观念和思维系统有一个大致的认识,并初步培养语言和写作技能以及对艺术的欣赏能力。

交流课程共设置了4门课程,其中2门在人文、艺术和社会科学课程中选择,2门在专业必修课中选择,主要训练学生一般的写作和语言交流能力。

(2) 选修课程

麻省理工学院鼓励学生以开放的心态去学习,初步了解学院内的所有专业,然后再确定自己的兴趣所在,以此为依据选择专业。麻省理工学院开设了门类众多、内容丰富的选修课程。每个新生进入麻省理工学院之后都会选择一名学习顾问,帮助自己设计一个有效的学习方案。选择选修科目是一个重要的考虑项,学

生通过与学习顾问进行深入地讨论并参加专业所提供的辅导计划,与教师和其他在该领域有丰富经验的专家进行交流,来选择对自己有帮助的选修课程。对于大部分学生而言,对某一领域了解得越多,就越有兴趣,因此通过选修课程来确定专业是大部分学生采取的途径。但是麻省理工学院对一些特定的专业设置了招生限制,以平衡学生的选择和教育资源之间可能出现的矛盾。具体课程设置见下表。

表 1: 麻省理工学院 2010 年秋季开设的选修课程

课程	学科	课程	学科
课程 1	土木与环境工程	课程 19	生物工程
课程 2	机械工程	课程 20	人文学科
课程 3	材料科学与工程	课程 21	核科学与工程
课程 4	建筑学	课程 22	语言学与哲学
课程 5	化学	CMS	传媒研究的比较
课程 6	电机工程与计算机科学	CSB	计算和系统生物学
课程 7	生物	ESD	工程系统部
课程 8	物理	HST	哈佛, 麻省理工学院
课程 9	大脑与认知科学		卫生科学与技术研究
课程 10	化学工程	MAS	媒体艺术与科学
课程 11	城市研究与规划	PBS	基于项目的主体
课程 12	地球、大气与行星科学	AS	宇航研究
课程 13	海洋工程	MS	军事科学
课程 14	经济学	NS	海军科学
课程 15	管理学	STS	科学, 技术与社会
课程 16	航空航天学	SWE	特别课程
课程 17	政治学		本科研讨会
课程 18	数学		妇女与性别的研究

麻省理工学院的本科生在四年的学习期间必须修满大约 45 门课程。其中基础课程就有 21 门,约占总课程的 47%;选修课程 4 门或以上,约占总课程的 8%。这些课程的设置,给学生提供了广阔的学习平台,为学生的专业学习和科学研究

打好了坚实的基础,是课程设置中不可或缺的重要一环。

2.专业课程——以电气工程和计算机专业为例

麻省理工学院共有6个学院31个专业,其中最知名、最多人申请、最具代表性的就是工程学院的电气工程和计算机专业,本文就以该专业为例,来分析麻省理工学院的专业课程。

(1) 电气工程和计算机专业概况

麻省理工学院自130年以前开始授予电气工程学位,这个专业自开设以来就具有划时代的意义。电气工程和计算机科学是建立在由数学、计算工程原理、物理和生命科学组成的基础框架上的深层次的知识体系。该专业的教育目的是通过学习研究、参与项目使学生学以致用,毕业以后能够在电气工程与计算机科学领域胜任领导职能。

该专业本科生期间开设广泛的基础课程,建立起基础知识框架,再通过实验室研究和独立科研项目,学习各种相关领域的原理、分析方法和设计技术。学生也有机会获得与麻省理工学院的合作伙伴公司合作的专业经验。麻省理工学院电气工程和计算机专业的学生在不同的行业都做出了贡献,如稳定计算机和通信网络的安全度,提高太阳能电池板效率,开发独特的算法来分析金融市场,设计具有人脑思考能力的机器人等。

麻省理工学院将近25%的本科生都就读于电气工程和计算机专业。该专业超过40名教师是国家工程学院的成员,10名是国家科学院成员,并有一些是国家技术奖章的获得者。

(2) 电气工程和计算机专业所设课程

电气工程和计算机专业共设230门课程,分为本科基础课程33门、本科实验室课程16门、本科高级课程153门和特殊课程28门。每门课程都有一个相应的编码,如6.035计算机语言工程。通过对课程编码的分析,可以得出,编码的第一位数为专业代码,后面的数字或字母为具体课程代码(详见附件1电气工程和计算机专业课程表)。

麻省理工学院电气工程与计算机专业的课程的分布由初级到高级,由浅显到深入,由理论到运用,要求学生基本上是从第一学年到第四学课程表)。

麻省理工学院电气工程与计算机专业的课程的分布由初级到高级,由浅

显到深入,由理论到运用,要求学生基本上是从第一学年到第四学年逐步修习。第一学年,学生主要学习本科基础课程,例如计算科学和编程导论课程,是一个理论学习打基础的阶段;第二学年基础课程与实验室课程同时进行,在充分了解理论知识的基础上开始进行实验研究,如模拟电气实验室、电路设计实验室课程等;第三学年和第四学年学生应该把主要精力放在高级课程和特殊课程上,进入到一个结合理论知识进行实际操作、解决问题的阶段。大致分布如下表:

表 2: 麻省理工学院电气工程与计算机专业课程分布

学年	课程模块
第四学年	专业本科高级课程+实验室课程+特殊课程
第二学年	专业本科高级课程+实验室课程+特殊课程
第二学年	专业本科基础课程+实验室课程
第一学年	专业本科基础课程

通过对麻省理工学院电气工程与计算机专业课程表和课程安排的分析,我们不难发现,麻省理工学院的专业课程设置具有广泛性、阶段性和自主性的特点。

(一)广泛性体现在,麻省理工学院专业课程内容丰富,不仅设置了数目众多的专业基础课程,连与之相关的理论知识和实验技术都有所涉猎,如电气工程与计算机专业基础课程中包含分子、细胞与组织生物力学课程,这对于学生充分了解和深入学习该专业的系统知识很有帮助,为以后的实际操作和科学研究打下良好的理论基础。

(二)在每学年的课程安排上,麻省理工学院十分强调专业学习的循序渐进,要求学生在一定的具体阶段修习相应课程,从基础课程到高级课程逐年深入,既体现了专业学习的阶段性,又充分考虑到了学生的学习能力发展过程。

(三)同时在专业选修课方面,给予学生自主选择的权利,不但能够使学生在学好专业课程之余发挥自己的特长,还能帮助学会说呢过更好的理解专业知识,从而达到专业与兴趣两不误的效果。

(3) 电气工程与计算机专业学位要求

电气工程与计算机专业授予本科生三种科学学位:电气科学工程学位、电气工程和计算机科学学位和计算机科学与工程学位。获得这三种学位的本科生必

须达到学院总体要求、交流项目、专业课程要求和非限制性选修课程要求这四类要求:

1、学院总体要求

必须修满6门科学课程,8门人文、艺术和社会科学课程,2门科学技术限制性选修,和1门实验室课程,共计17门,180个学分。

2、必须完成4个科目的交流项目

包括人文、艺术和社会科学的2个交流强化项目和2个专业课程中的交流强化项目。

3、专业课程要求

专业必修课程3门:电气工程与计算机科学导论工、电气工程与计算机科学导论II和本科生高级项目。共计36个学分。

限制性选修课程11-12门,具体包括:数学课程2门,即概率系统分析和计算机科学数学;专业实验室课程1门;基础理论课程3-4门;主要科目3门;本科高级课程2门;共计11-12门限制性选修课程,总计132-144个学分。

4、非限制性选修课程要求

学生可以根据自己的兴趣爱好进行自由选择,总计48个学分。由电气工程与计算机科学专业的学位要求不难看出,麻省理工学院的专业课程相当丰富,充分强调理论基础知识的系统学习,并注重通识教育和实际动手能力与科研能力的培养。这种人才培养模式是麻省理工学院成为一流的创新型人才培养基地的一个重要因素。

3.拓展型课程

拓展型课程注重拓展学生的思维与能力,开阔学生的知识视野。拓展型课程常常以选修课或活动项目的形式出现,比起基础型课程,具有较大的灵活性。麻省理工学院具有代表性的拓展课程有:

(1) 集合项目

集合项目(Concourse Program)的参与学生一般是大一新生,项目由大约60名新生组成,这个小团体与一支教师队伍一起进行为期一年的研究,内容涵盖了“学院基本要求”第一年的大部分研究工作。从结构和氛围上来说,集合项目类似于一个小的学校,而不是一个大的机构。集合项目作为一个针对新生的特别方

案,自1971年以来,一直是麻省理工学院常设课程的一部分,在本科教育教务处办公室指导下运作。

集合项目中的教师,来自不同专业学科,但相互在课程计划和教学中密切合作。所安排的课程都在特定的地点进行,通常有许多相对不太正式的活动,例如,某一个项目的主题是“和你的化学老师一起吃早餐。”学生每学期至少可以进行一个计划外的主题,以顺利完成学院基本要求第一年所需要获得的学分。此外,集合项目还有特殊的课程。除了推广学生和教师之间密切而持续的联系,这些特殊课程的安排还增加了研讨会和课外活动的参与机会。

随着个人和社会的关注度越来越高,学生通过积极参加学术团体,取得教师、员工、学生助理以及新生的支持,整合和统一一部分独立项目的可能性越来越大,这样不仅使得项目更加具有操作性,而且还可以通过整合达到鼓励学生互相帮助,沟通和支持的效果。

集合项目重在加强教师与学生之间的联系,而并非专业知识的学习。通过这样的活动,使得大一新生尽快地熟悉学院环境,融入大学生活,对以后的学习生涯形成初步的规划,并且开始接触课堂之外的研究和探索项目。

(2) 独立活动期

独立活动期(Independent Activities Period,简称IAP)是指在正常课程安排之外的,教师与学生进行相对独立和灵活的学习与研究活动的时期。一般是在一月份,为期四周。但是许多独立活动时期的活动早在前一年的十一月就开始筹备。

独立活动时期是学院课程计划的一部分。学院鼓励学生通过参与特别设计的科目,和教师单独筹备研究项目或组织参与独立活动时期的项目等方式来开发教育资源。

每年都有超过600种活动主题,包括学术性和非学术性的,范围十分广泛。此外,许多系还开设一些特殊主题,学生可以通过独立完成这些主题获得学分。非学术性的活动通常是由麻省理工学院社团的成员组织的。学生们可以在这段时间参与学术研讨、听特色讲座,或者自己联系公司实习。

学生组织这些活动是十分有意义的。对许多人来说,这是他们第一次将自己的想法付诸实践。通过这种锻炼,他们的组织和领导能力得到很大的提高,而这在他们的学习和工作生涯中都是极为有价值的。

(3) 本科生实践机会计划

本科生实践机会计划(Undergraduate Practice Opportunities Program, 简称 UPOP)在 2002 年开始实施, 主要针对工学院二年级学生, 旨在给学生提供一个更清晰地了解工程现状、当前经济、法律、机构以及商业现实的机会, 帮助学生得到更多有意义的暑期兼职工作, 有助于将所学的理论知识与实践结合起来。麻省理工学院基本上每个院系和大部分跨学科研究中心都有这样的计划。

本科生实践机会计划组合了校外师资和校内师资。该计划师资队伍由主讲教授和助教组成。主讲教授主要来自工学院和斯隆管理学院, 负责理论知识的传授。助教则由工程师、战略顾问、生产部经理、软件公司的前副总裁、工程总监、博士和硕士等组成, 主要负责指导实践。

本科生实践机会活动计划通常分为三个阶段: 培训期、实习期和反思期。在培训期间, 学生能够得到工学院和管理学院教师和企业相关领域专家的指导, 并参加一些富有挑战性的工程实践培训。这一阶段占 3 个学分。第二阶段为实习期, 占 1 个学分。在此期间, 学生要完成前、中、后三份实习调查报告, 本科生实践机会计划管理人员将通过电话、电子邮件或亲自到实习场地, 随时了解学生的实习进展。第三阶段为反思期, 实习结束后, 学生将与本科生实践机会计划管理人员面谈, 填写自我评价表和技术报告并作陈述。陈述完毕后, 教师将讨论学生自我评价、实习接待方评价以及与管理人面谈的结果, 并将讨论结果反馈给学生。完成这一阶段可获得 2 个学分。

本科生实践计划训练了学生的认知能力、操作能力和评价能力。这是三种在学习和研究过程中十分重要的能力。认知能力是批判性思维和创造性思维的统一; 具备操作能力使人能独立获取知识、进行科学分析、学会组织管理、妥善解决问题; 而评价能力指能够对所做出的行为进行正确的判断, 并加以改进的能力。通过参与实践计划, 学生不仅仅掌握了扎实的基础知识, 能力得到了训练, 更在实践活动中提高了品质, 在清楚地认识到自己的同时, 也意识到他人存在的意义, 更加了解社会的发展, 更好地融入社会当中。

通过以上这几种课程的分析, 我们可以看出麻省理工学院的拓展型课程最大的特点便是形式不限于课堂, 内容不限于书本, 角色不限于师生。这类课程的设置对拓展学生的知识面和思维能力起到了积极的作用。

4. 研究型课程

研究型课程注重培养学生的探究态度和能力。这类课程往往通过学生自己的探索和研究来锻炼动手能力、研究精神和创新意识等,注重研究过程甚于研究结论。麻省理工学院的研究型课程主要包括:

(1) 实验研究小组

实验研究小组(Experimental Study Group, 简称 ESG)是针对那些对大学学习生活有积极兴趣的新生的一种创新的学术项目。每年有 50 名新生, 12 名工作人员和 25 名曾经参加过实验研究小组的高年级导师组成实验研究小组。工作人员都是从生物学, 化学, 数学, 物理和人文, 艺术与社会科学等学院挑选出来的, 对团体教育有强烈兴趣并且有杰出的教学能力的人。

实验研究小组的学生参与小型的(通常只有不到 10 名学生)互动课程、研讨会和学习小组等, 并动手实验。在麻省理工学院, 除了一些人文, 艺术, 社会科学学科(尤其是写作和哲学), 几乎生物学, 化学, 数学和物理学科的所有的核心课程都有实验研究小组。实验研究小组通过大量的研讨会、辩论会、学生演讲等形式营造了积极热烈的学术氛围。研讨会有多种多样的主题, 包括摄影, 心理学, 恐怖和希望, 玩具和游戏, 数学, 药理学和勘探等等。学生可以按照自己的需要安排课程表, 选择适合自己兴趣的专题。

这种实验研究小组形式多样, 主题丰富, 提供了师生之间更多的交流机会, 促进了团体成员之间的感情交流, 是学生了解各方面知识的窗口。

(2) 实验室课程

麻省理工学院的实验室研究目标是通过与领先的研究机构和世界各地的财团之间创造性的合作, 解决目前世界上所面临的大部分科学方面的艰巨挑战。比如解决未来能源需求、改善癌症疗法等问题。

麻省理工学院开设了丰富的实验室课程(详见表 3)。实验室课程要求所有学生在第一学年和第二学年完成一到两门的实验室课程。实验室课程提供了学生对大自然的各种现象进行设计和动手实验的机会。在教师的指导下, 学生担任具体执行的角色, 在规定的时间内思考设计实验、选择测量技术、确定实验过程, 并亲自动手实验。学生在实验前设定一个可能的假设, 然后通过实验结果与之进行比较, 并和其他成员进行分析讨论, 形成书面报告。

实验室课程要求学生亲自参与解决一到两个实际问题, 尽可能强调操作, 而

不是流于形式。因为实验课的主要目的在于刺激学生的学习动机、培养科研能力。实验室课程不是为了教授学生一门具体的知识或技术,而是一门提供给学生机会,以专业人员的身份,通过动手实验和科学研究,发挥主动性和创造性,解决实际问题,以此来培养学生实际能力的课程。

麻省理工学院著名的林肯实验室是一个由联邦政府资助的研究和开发中心,致力于运用先进的技术,研究与发展长期的技术工程以及快速系统原型设计和示范项目。该实验室与工业界合作,其成就对一些关键领域起到了重要作用。

表 3: 麻省理工学院实验室课程

1. 101	土木与环境工程设计导论 I	8. 14	实验物理学 II
1. 102	土木与环境工程设计导论 II	9. 02	系统神经科学实验室
1. 106	环境运输过程和水文学实验室	9. 12	实验分子神经生物学
1. 107	环境生化实验室	9. 50	大脑和认知科学研究
2. 008	设计和制造 II	9. 61	高水平认知实验室
2. 017J	电装置机器人系统设计	9. 63	视觉认知实验室
2. 671	测量和仪器	10. 467	聚合物科学实验室
2. 672	工程实验室	10. 702	实验生物通信导论
3. 014	材料试验室	11. 188	城市规划和社会科学实验室
4. 411	建筑技术实验室	12. 115	地质实验室
5. 310	化学实验室	12. 119	研究环境和地质样本的分析技术
5. 35	实验性化学导论	12. 307	天气和气候试验室
6. 01	电气工程和计算机科学实验室 I	12. 335	大气化学实验室
6. 02	电气工程和计算机科学实验室 II	12. 410J	光学天文学观测技术
6. 101	模拟电子学实验室	14. 33	经济学研究和交流实验室
6. 111	数字系统实验室	15. 301	管理心理学实验室
6. 115	微型计算机工程实验室	16. 622	实验工程 II
6. 121J	生物电子学工程实验室	16. 821	飞行工具发展
6. 131	电力电子学实验室	16. 831J	空间系统发展 I
6. 141J	机器人技术: 科学与系统实验室 I	16. 832J	空间系统发展 II
6. 161	现代光学工程实验室	17. 871	政治科学实验室
6. 163	频闪观测器项目实验室	18. 821	数学项目实验室
6. 182	心理声学项目实验室	20. 109	生物工程实验室
7. 02	实验生物和通信导论	22. 09	核放射测量和保护实验室
8. 13	实验物理学 I	24. 909	语言学研究方法实验室

实验室课程是麻省理工学院课程体系重要的一部分。实验室课程的设置对于刺激学生学习动机,培养实际操作能力和科学研究能力产生了积极作用。

(3) 本科生研究机会计划

本科生研究机会计划(DROP)是麻省理工学院负责本科教学的院长麦克维加于1969年首次提出的,被认为是美国最早的,也是最为成功的促进本科生科研的学习计划之一。

该计划是以研究为基础的本科生与教师共同进行智力协作的计划。DROP向所有麻省理工学院的学生提供参与研究的机会,学生可以参与研究活动的每一个阶段:提出一项研究计划、提出申请报告、开展研究活动、分析数据和以口头及书面的方式形成研究结果报告。

该计划的实施不受学期或专业的限制,可以在学期或假期的任何时间开始,任何专业的实验室进行。每项计划可持续一个学期、一个学年或更长的时间。

在每学期结束时,学院要求对科研项目进行评估,由本科生研究机会计划办公室负责。每个院系都有一个这样的办公室,其职能还包括制定本本科生研究机会计划的相关政策和规定,介绍导师的科研领域和科研课题,并为学生提供与之有关的咨询服务。科研项目评估通过学生自己的评估报告和导师的评估报告来进行。学生评估报告内容包括学生在过去的一个学期中的个人情况和取得的进步,让学院了解学生获得的成功和所面临的挑战,在本科生科研机会计划中的收获,以及学生对科研项目的整体评价。教师的评估报告内容包括对学生进步情况的评价,指导学生的方式,资助学生的经费,是否建议所带的学生在另一项目中工作和对项目的整体评价。研究机会计划办公室通过评估报告了解和掌握项目进展情况,指导学院对参与项目的教师和学生提供支持。

参与本科生科研机会计划的学生都能够获得相应的学分。学生将建议书递交给办公室,将此项学业记录在学生学业档案上,并注明非学位学分的学业记录。本科生研究机会计划办公室不直接给予学生学分和成绩,而是由导师根据学生在项目中的具体表现和各院系的有关规定来决定。

本科生研究机会计划为学生提供了广泛的、深入的和教师交流以及进行科研的机会,主题丰富,形式多样,使本科生能够及早接受科研训练、锻炼动手能力。学生通过和教师一起进行某一项目的研究,直观地了解整个研究方式和过程,使

自身的思维方式、创新意识和科研能力都得到不同程度的提高。

开展这一计划对本科生具有重大意义:第一、和教师建立密切联系,双方进一步了解;第二,参与各种科研活动,为以后选择专业做准备;第三,培养科研精神,获得收集资料和实验室操作的技能;第四,提高动手能力,学会面对实际生活中的问题。

四、麻省理工学院本科课程特点

1.通识课程贯穿本科阶段

自1948年,麻省理工学院人文与社会科学学院创立以来,强调科学与人文的联系就成为了麻省理工学院重要的办学思想。1986年,麻省理工学院开始进行本科生教育改革,改革的指导思想便是实施通识教育。

纵观麻省理工学院课程设置,基础课程贯穿学生整个本科四年。而基础课程的设置,最好的体现了麻省理工学院的通识教育理念。早在1865年建校之初,第一任校长罗杰斯就把“提供一般的教育,使学生在数学、物理、自然科学、英语和其它现代语言以及心理学和政治学的基础上,为其毕业以后适应任何领域的工作做好准备”作为一项办学宗旨。通识教育与专业教育相结合,为本科生提供了一种平衡的教育。

合理的课程设置是保证通识教育质量的关键。麻省理工学院在通识教育方面实施了HAS S计划,即人文、艺术和社会科学教育计划。所有的本科生在四年学习期间必须选修8门人文、艺术和社会科学课程、4门交流课程和自然科学课程,共计17门,180个学分,约占总学分要求的50%。内容涵盖人类学、考古学、黑人研究、比较媒体研究、东亚研究、经济学、种族研究、外语和文化、历史、艺术和建筑、工业社会的劳动、拉丁美洲研究、语言学、文学、中东研究、音乐、哲学、政治学、心理学、俄国研究、宗教研究、国际文学和文化研究、科学技术和社会、戏剧艺术、城市研究、视觉艺术和设计、妇女研究和写作等方方面面。学院对这些课程的选择范围、学分规定和修习时间作了详细的说明。通识教育课程的重点不在于让学生学习某一学科的系统知识,而在于加强学生有关道德、文化和艺术等方面的修养。通过这些课程的培养,首先让学生成为一个具有广泛基础知识的、拥有自主学习能力的人,然后经过专业课程的训练使之成为专业人才。这样一种综合平衡的学科设置和课程体系不仅让学生在某一专业领域发

展所长,而且能够适应不断变化的不同领域的各种形势。

在麻省理工学院,通识教育和专业教育并驾齐驱,共同发展。学校培养了一大批卓越的人文艺术大师和学术权威,如经济学家萨缪尔森、语言学家乔姆斯基、汉学家内森·西文、文学家威廉·C·格林、音乐家克劳斯·李卜曼等都曾在麻省理工学院学习和工作过。对通识教育的重视使得麻省理工学院在人文领域取得巨大的成就,而这也正是麻省理工学院能够形成独具特色的课程体系的内在原因之一。

2. 实践研究课程多样化

研究报告指出,在美国研究型大学中,本科生的研究能力培养受到忽视,而导致本科生无法达到社会及其本人对本科教育的期望。为了解决这一问题,麻省理工工学院制订了形式多样的针对本科生的学习方案。例如,本科生实践机会计划(UPOP)、独立活动期计划(IAP)、工程实习项目(EIP)、实验研究小组(ESG)等。

本科生实践机会计划在2002年开始实施,主要针对工学院二年级学生,组合了校外师资和校内师资,旨在给学生提供一个更清晰地了解工程现状、当前经济、法律、机构以及商业现实的机会,有助于将所学的理论知识与实践结合起来。麻省理工学院基本上每个院系和大部分跨学科研究中心都有这样的计划。

独立活动时期是指在正常课程安排之外的,教师与学生进行相对独立和灵活的学习与研究活动的时期。一般是在一月份,为期四周。独立活动时期是学院课程计划的一部分。学院鼓励学生通过参与特别设计的科目,和教师单独筹备研究项目或组织参与独立活动时期的项目等方式来开发教育资源。

工程实习项目是麻省理工学院推出的一项旨在促进工程学院的本科生进行双向互动研究的实践性计划。工程实习项目通过让学生参与到校外公司或实验室的研究工作,将学校的学术项目与学生的实际工作经验相结合的方式实施。学生参与工程实习项目获得实践经验,

因此可以更明确地选择校学校开设的各科课程,确定专业,更好地理解职业,为将来的工作提前做好准备。同时,该项目也提供了本科生与研究生和专业权威一同进行实际工作的机会,使本科生可以更加便利地得到帮助和指点,这有利于本科生快速形成科学的研究方法和正确的研究态度。

实验研究小组几乎在所有学科都存在,主题丰富,形式多样,参与人数少,易于组织。实验研究小组通过的大量的研讨会、辩论会、学生演讲等形式营造了

积极热烈的学术氛围。

这些多种多样的以实践研究为基础的课程的开设,不仅丰富了麻省理工学院课程模式,而且使本科生的实践能力和科研能力得到很大程度的提高,这也形成了麻省理工学院课程值得借鉴的一大特点。

3.跨学科课程迅速发展

随着科学技术的发展,特别是微电子技术、生物工程、新材料、新能源等逐渐成为影响经济发展的主要技术领域,并突破了传统的专业界限,使得高等学校课程结构必须适应社会经济和科技发展的需要,改变机械单一的学科划分方法,重视各个学科之间基础理论与应用技术的互相交叉与渗透,发展跨学科的新课程,以培养学生综合分析解决问题的能力。

麻省理工学院采取了一系列的积极手段,有效地促进了学科间的渗透和交叉学科的发展,至今仍在跨学科研究方面保持着全美的领先水平。麻省理工学院目前有71个跨学科研究中心、实验室和研究项目,在六个学院内部以及学院之间构成不同形式、不同层次、相互交叉的跨学科研究体系。例如高级视觉研究中心、考古材料研究中心、生物医学工程中心、生物医学创新中心、集体智力中心、计算机研究和管理科学中心、教育估算创新中心、能量和环境政策研究中心、环境健康科学研究中心等。这些跨学科研究中心的运行形式包括传统的实体形式和类似于企业项目的虚拟形式两种。

麻省理工学院跨学科研究中心形成了有效地科研激励机制和完善的科研项目日财务管理制度,并有专业化的跨学科研究项目管理。学院的一部分管理人员专门从事跨学科研究的管理工作,每个科研项目都由专门的管理人员具体负责项目的日常运作。这些管理人员一般不参与科研,只负责日常管理和对内与对外的非学术交流。学术委员会、技术攻关平台、专业管理机构三者分工合作、相互制衡,共同保证了跨学科研究中心的正常运作。

跨学科课程的发展很大程度上培养了学生综合研究能力、独立思考能力和与教师团结协作的能力。

4.学年制与学分制相结合的课程实施形式

麻省理工学院规定本科生学制四年:第一学年,学生主要精力集中在基础课程和非限制性选修课程,为确定专业做准备;第二学年,学生在继续基础课程

学习的同时,开始学习专业必修课程,并在第二学年结束前确定好专业;第三学年和第四学年,学生们主攻专业限制性选修课程。除此之外,学生每年都可以根据个人兴趣爱好选择非限制性选修课程。每一学年都有很严格的要求,学生必须完成规定的课程,通过考试,获得学分才能进入下一学年的学习。

在学年制的基础上,学生拥有很大的自主选择专业和课程的权力。每一学年,学生在规定的范围内,选择相对应的课程,获得学分。达到学院总体要求和专业要求则可以获得学位。

麻省理工学院的“学院总体要求”(General Institute Requirements, 简称为GIRS)要求每位学生必须完成17门基础课程,包括自然科学课程、人文、艺术和社会科学课程与交流课程,约180学分。如果学院总体要求的课程与专业课程重复,只计一次学分。学生每年正常学习课程人约8门左右,四年期间至少需修32-34门课程才能申请到学士学位。学院总体要求重视传统基础理论课程的学习,注重培养理工科学生的人文、社科素质和语言表达能力,体现了课程内容的科技价值取向。

学院各专业的课程安排和学分要求都有所不同。其中专业必修课程和限制性专业选修课程学分理工科最高。航空学与太空学系的必修学分达186个学分,占总学分的94%;其次为核工程系177个学分。语言学和哲学系最低,为20个学分,占总学分的11%。非限制性选修课程学分人文、艺术和社会科学系最高。文学专业课程学分约87-117,占总学分的48%-65%。

学院还规定新生在秋季学期修习最多不得超过54个学分,春季不得超过57个学分。每学期不得低于32学分。45-48个学分每学期最为适宜。学生必须完成所在专业要求的所有课程,获得相应学分才能申请学士学位。

获取学分的方式不仅仅局限于校内。本科生可通过参加“高级考试”(C Advanced Examination)获得学分。只要得到P或C的成绩,该课程就可以以54或57分登记入册。另外,学生还可从与麻省理工学院共同开设课程的哈佛大学等选修课程,获得学分。

麻省理工学院的本科生必须在四年期间,修完应修习的课程,获得相应学分,才能顺利毕业。基本上不允许本科生提前毕业。

5.课程管理机构专业化

麻省理工学院所有学分科目和课程的设置都必须通过专门的管理机构进行

批准和审查。在本科阶段,这一专门机构即课程委员会(Committee on Curricula)。

课程委员会作为学院常设的咨询机构,成员一般包括6名教师和4名本科生。学生可以通过书面申请成为课程委员会的成员,审核过程相当严格,所有成员的确定必须通过投票选举,但最终结果以课程委员会的决定为准。这一规定在一定程度上保证了学生的意见在课程设置中得到体现。

课程委员会有专设的办公室,其主要职能和权力包括:

1. 拟定课程设置规划和安排;
2. 负责新课程以及学术项目的设置,修改和取消;
3. 提出创建和修改对象,对需要修改的课程停止开设;
4. 负责检测和评估各科课程实施情况,包括期中与期末考试的安排和评估、课程等级的评定等;
5. 及时向学生以及教师公布新的课程与学术项目的信息;
6. 处理学生关于课程或学术项目的咨询;
7. 课程委员会还负责审查各个院系之间的交流计划报告,处理学生双学位申请和实验室课题申请等事宜。

课程委员会在其网页上公布了成员名单,委员会一学期的工作安排,和提交申请所需的各种表格等信息,并定期更新课程参考信息,以便成员和学生查看和沟通。学生如果需要就某事提交申请,需在网上填写申请表格,打印好并签名交给课程委员会。课程委员会的成员定期召开会议(学期中是每周二下午,独立活动期则是每周二和周四下午),讨论申请事项和课程方面的各种问题,经共同研究决定后作出处理。

课程委员会作为专门的课程管理机构,它的存在是合理化、科学化、专业化的课程设置体系的重要保障。选举本利一生为课程委员会成员的举措使学生对的意愿在课程设置和实施中得到体现,促进了教师和学生共同为课程管理发挥积极作用。

麻省理工学院的这些课程特点,不仅完善了麻省理工学院的课程体系,更是麻省理工学院一直能够保持世界一流大学地位的重要原因之一,值得我们学习和借鉴。

(本文作者肖鑫系湖南师范大学硕士研究生。)