

数学理论与数学应用在大学数学教育中的关系与作用

张新建, 刘雄伟, 童照春

(国防科学技术大学理学院, 湖南长沙 410073)

[摘要] 通过分析数学理论和应用在大学数学教育中的作用和相互关系, 指出数学基本理论教学是数学教育的主体, 是实现数学教育一切目的的根本保障; 完整的高质量的数学理论教学必融合着数学应用的思想方法; 数学应用应该包括数学的外部应用和内部应用, 大学生数学应用能力的培养应该是分类别、分层次的; 工科学生数学应用能力的培养还应该体现在专业课的教学中。

[关键词] 大学数学; 数学理论; 数学应用; 数学教育

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)S0-0061-04

Relation and Function of Mathematical Theory and Application in University Mathematics Education

ZHANG Xin-jian, LIU Xiong-wei, TONG Zhao-chun

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

Abstract: The relation and function of mathematical theory and application in university mathematics education are discussed in this paper. We believe that the teaching of basic mathematical theories should be the main body of mathematics education and the fundamental guarantee to realize all mathematics education purpose. The complete mathematical teaching should integrate mathematical theory with idea and method of mathematical application. Mathematical application should include external and internal applications. The cultivation of university students' mathematics application ability should be different from each other and hierarchical and the mathematics application ability of engineering students should also be reflected in the teaching of specialized courses.

Key words: university mathematics; mathematical theory; mathematical application; mathematics education

通常认为, 我国传统的大学数学教育注重学生对数学基础理论和基本方法的掌握, 不注意培养学生数学应用的能力, 因而导致学生创新思维和应用数学解决实际问题的能力差。正因为如此, 大学数学教育改革大都将提高学生数学应用的能力作为重要目标之一。这些改革虽然在教学内容和教学手段的更新等方面做了一些工作, 但在整体提高学生数学应用能力上效果并不明显, 犹如潮起潮落, 终归平淡。其中的原因, 我们觉得除了受到考试内容与考试方式的制约外, 数学本身的固有特点、数学理论与应用的关系及学生是否真正掌握了数学基本理论和方法等, 都是值得探讨的。实际上, 数学理论和数学应用在数学教学中的作用不仅是相辅相成的, 而且是有主次之分的。数学理论是数学教育的主体, 让学生掌握数学基本理论和方法应该是数学教育的主要目的。

忽视数学应用的数学教育本身就不可能是健全的数学教育, 但不分层次、不分培养目标地片面强调数学应用能力的训练也是不恰当的。下面就数学理论和数学应用在大学数学教学中的关系与作用谈一些体会, 供商榷。

一、数学基本理论和基本方法的掌握是数学教育的根本

使学生掌握数学基本理论和方法是数学教育的主要目标, 是实现数学教育一切目标的根本保障。没有通过数学基本理论和方法的扎实系统的学习, 所谓数学创新思维的培养、数学应用能力的提高、数学素质的养成都只能是空谈。诚然, 数学应用和创新能力是数学教育的重要目的之一, 而且下面我们还要指出全面而完整的数学应用能力实际上是数学教育的最终目

[收稿日期] 2013-08-05

[作者简介] 张新建(1956-), 男, 湖南邵阳人, 国防科学技术大学理学院教授, 博士, 硕士生导师, 主要研究方向为再生核及其应用。

标,但这必须以较扎实和系统地掌握数学基本理论作为前提。^[1]

尽管一谈到数学教育改革,通常都认为我们过于注重了数学理论的灌输,忽视了数学应用能力和创新能力的培养,然而,需要指出的是,我们在大学数学理论教育上的现状真的就值得放心、值得乐观吗?实际情况是,受就业和实用主义的影响,占很大比例的理工科大学生不愿或不能静下心来学习数学,对数学理论存在畏惧心理。数学课程考试虽然通过了,但很难说真正系统地掌握了数学基本理论和方法。甚至不少数学专业的大学生也畏惧数学理论和数学证明,他们在做毕业论文时不愿选择侧重数学理论的课题。我们认为,如果是作为数学专业人才培养,则在本科阶段不应过早地急于追求数学应用,本科毕业论文应该做数学基本理论课题,否则,就是舍本求末。数学专业的本科生不把主要精力花在数学基本理论的扎实掌握上,今后不仅在数学理论上做不出像样的成绩,而且在数学应用上也不会有多大发展,因为你既无工科专业优势,又无数学专业优势。同样,工科学生如果对必须掌握的基本数学理论是一笔糊涂账,会严重影响专业知识的理解和掌握,妨碍今后在专业上的发展。因为整个自然科学、工程技术领域都渗透着数学理论和方法,目前,这些领域的深刻研究都需要具备较好的数学功底,不少工程技术人员在自己专业的发展中遇到的最大阻力之一是自己的数学知识不够。

数学理论功底的深浅直接影响着科技工作者的发现和创造能力,历史的经验也说明了这一点。例如,二十世纪英国著名物理学家狄拉克就是用数学科学完成了重大的具有创造性和前瞻性的物理科学发现。他用数学理论处理各种波函数,用对称波函数描述玻色子服从玻色-爱因斯坦统计法则,用反对称波函数描述费米子服从费米-狄拉克统计法则,并通过引入 δ -函数后统一了这两种理论。又例如,法拉第虽然通过高水平的实验得到了一些重要发现,但他缺乏系统的数学训练,不能将实验结果上升为理论,更不能从理论上做出预见。而麦克斯韦则应用他良好的数学知识将法拉第等人的大量定性实验上升到量化的理论高度,建立了著名的麦克斯韦微分方程,电场与磁场的变化规律终于以不可动摇的数学形式揭示出来,并从理论上预见电磁波的存在,开辟了电子技术的新纪元。不少类似的例子说明,系统完整的数学理论教育不可忽视,数学教育改革面临着的首要问题仍然是如何提高数学理论教学的质量,否则,加强数学应用能力和创新能力的培养仍然只能是一个美好的梦想!

数学教学不仅仅是向学生传授知识和技巧,数学是人类文化的重要组成部分,数学教育还应该对人

的世界观、科学精神和科学方法的完美发展起到很好的作用。我们的数学教育应该让学生受到数学精神的濡染,得到数学哲理的启示和数学思维的训练;应该使学生认识到数学抽象的思维、严密的演绎推理、对客观世界深刻精确的描述、对自身完美的不断完善等本质特征。这些认识可以使学生崇尚科学真理,树立正确的科学观,培养科学方法,这是大学数学教育的一个重要目的。^[2]仅就数学思维而言,数学思维是理性思维的典范,这种理性思维的训练,其作用是其他科学难以替代的。而这种理性思维的培养对大学生全面素质的提高,分析能力的加强,创新意识的启迪都是至关重要的。数学理论和方法是数学特征和数学思维的载体,只有对数学基本理论有较完整系统的掌握,才能理解数学及数学思维的特点,才能使数学教育真正达到对人的培养这一目标。

二、完整的数学理论教学应该融合数学应用的思想方法

大学数学教育的重要目的是培养大学生的数学素养,数学素养包括数学理论、数学思维方法、数学应用意识。数学理论和方法的发展动力来源于两个方面,一是为了解决科学技术和生产实践中的实际问题,二是受数学理论发展的自身规律的驱动。上节我们指出,数学教育改革的一个首要问题仍然是改进数学理论教学,而促使数学理论发展的这两个驱动力为我们改进数学理论教学提供了启示。下面简单谈谈这两个驱动力在数学理论教学中的作用。

研究表明,在1870年以前,应用数学与纯粹数学并没有分家,也就是说,1870年以前数学基本上是靠实际应用的推动在前进。数学的许多理论的形成和发展是为了解决那个时代遇到的实际问题,微积分的产生就是一个最生动典型的例子。大学数学的主体部分形成于1870年以前,难道我们可以忽视数学的应用来讲好这一时期的数学理论吗?必须结合数学的应用背景,才能让学生体会到数学是如何抓住具体问题的本质属性进行抽象、严谨、准确和统一的处理,是如何源于现实又高于现实;体会到数学的抽象不是为了将问题复杂化,而是为了将问题简单化,是为了所得结果的广泛适用性,是为了揭示自然规律的内在统一性。这些都显示了用数学解决实际问题的思想方法和数学的威力,这种威力曾唤起那个时代的人对数学的钦佩。如果我们能将学生带到这样的境界,他们就会感受到数学的魅力,真正理解数学的概念和方法,看到隐藏在抽象外表下的朴实和自然,唤起数学应用的意识。只有这样,才能说我们的数学理论教学是完整的,是成功的。

美国国家科学院院士、沃尔夫数学奖得主 P·Lax 指出：“在微积分里，学生可以直接体会到数学是确切表达科学思想的语言，可以直接学到科学是深远影响着数学发展的数学思想的源泉。最后很重要的一点在于数学可以提供许多重要科学问题的光辉答案。”姜伯驹教授指出：“要见识一些重要的数学思想、数学方法、以及用数学解决问题的著名事例。”如果在讲授数学理论和方法时，展现在学生眼前的是一幅“完美无缺”的“逻辑链”，已看不到这些概念和方法的形成、发展直至完善所走过的曲折道路，看不到生动形象的数学思维过程和解决实际问题的数学方法，于是这些数学理论的讲授，正如数学家哈代所说，变得“单调枯燥，令人厌烦，缺乏美学价值”。严士健教授曾指出：“我们现行的教材一开篇就是纯数学内容，很少说明这些内容是哪需要，从哪里来的……，应该尽可能地讲‘来龙去脉’，不能让学生感觉数学不过是一大套推理、计算和解题的技能和思维游戏而已。”这样的教学无法使学生明白为什么数学要变成这幅面目，也就理解不透数学理论的真谛。

另外，数学不少理论的形成和发展是缘于数学理论自身发展的需要，或者说是追求数学美的需要。^[3]“数学理论都来源于现实问题”，“数学是其它科学的工具”，这些说法至少是不全面的。尤其在 1870 年以后，数学出现了爆炸式发展，数学内部产生了独立发展的动力，数学成为了一门独立的科学，数学已不仅为其他科学提供工具，而是直接走到了科技的第一线。著名科学家钱学森认为：数学应该与自然科学和社会科学并列，称为数学科学。有位美国科学家说过：很难想象，美国当今的许多技术实际上是数学技术。因此，数学的发展不仅仅是为了解决其它学科遇到的问题，而且也作为一门独立科学为追求自身理论的完美和按照演绎思维的规律发展。数学在为研究自然规律发挥自己威力的同时，也在不断完善自身、不断在更高层次上追求自身理论的统一，也研究自己的局限性，在不断否认、反思自己的过程中开辟自己的前进道路。例如，为了完善和统一，建立了实数理论、集合理论、群论和公理化方法等。又例如，否认乘法必须适合交换律而产生了四元数理论，否认平行公理而诞生了非欧几何，这些数学的创造物导致了量子力学和相对论的建立。数学的这种“内部发展”也体现了数学的思维方法和数学的应用方式，可称为数学的“内部应用”，应该在数学理论教学中注意向学生展示。数学家 C·Report 指出：“应该把数学内部及外部的应用都教给学生，使他们对两个方面都明白：一是数学作为科学方法的效力，一是数学作为科学所应有的统一美。在某种意义上，把数学的思考方

式传递给我们智力工作的其余部分，就是数学的一个应用。”

总之，当我们所说的数学应用包括数学的外部 and 内部应用时，数学的理论学习和应用能力培养是不可分开的，如果说我们重视了理论教学而忽视了应用能力，这种说法本身就是有问题的，就达不到对数学理论和数学思想的真正理解，就不是完整的数学理论教学。

三、数学全面应用能力的培养是数学教育的最高目标

我们这里所说的数学全面应用不是单指数学在解决具体问题中的应用，那是狭隘的数学应用。数学应用，应该如数学家 C·Report 所指出的，分为数学的内部应用和外部应用。数学应用只有包括了外部应用和内部应用时，才能够说数学应用能力的培养是数学教育的最高目标。数学应用能力的培养应该根据培养对象和目标的不同而分类别、分层次。首先，大学数学教育所要培养的数学应用能力不只是学会使用数学解决一些日常实际问题，那是中学或职业学校的数学教育应该达到的目标。其次，大学数学应用能力的培养也应该根据学生的培养层次和培养目标而有区分，工科专业大学生和将来主要从事实际应用的数学专业大学生，应该提高利用数学外部应用的能力；将来从事数学研究的数学专业大学生，应该提高数学“内部应用”的能力。

有的人对数学理论和应用存在一种片面和肤浅的看法，认为数学的发展都是受实际问题的驱使，数学教育的目的就是学会用数学解决实际问题。这是一种狭隘的理论观和狭隘的应用观，不符合数学科学的内涵和文化特征，更不符合数学发展的历史事实。这种狭隘观降低了数学教育的功能，不利于学生形成正确的科学观和认识论，不利于学生全面掌握数学思想和数学知识，从长远看，反而不利于学生数学应用能力的培养。教育家张楚廷指出^[4]：“在近代中国教育的观念中，过分强调感性，强调学习的目的全在于应用，这与传统教育观念一脉相传。与这种观念相应，数学只被作为一种工具来学习和掌握。”有时，数学“似乎远离了应用，可正是这种特性，当它回到应用中来的时候，它几乎可以进入到任何领域。”“这正是那些急功近利、力求‘立竿见影’的观念下难以理解的辩证法，也正是在这种观念之下为什么难以产生重大理论成果的原因所在。”数学中不少重要的成果是从数学自身的需要出发经演绎建立起来的，而它们大都在后来找到了重要的应用，这些应用既有外部的应用，也有内部的应用。以数论为例，数学家开始研究它时并没有某种应用的目的，数学家哈代曾经

说,他看不出数论会派上什么用场。然而,事实是抽象的数论竟然在安全保密领域得到重要应用。数论不仅有外部应用,还有内部应用,被著名数学家华罗庚用于数值分析。华罗庚早年就在看不到应用的数论方面有深入的研究,后来华罗庚和他的学生王元将数论成功用于近似分析,创立了享誉国际数学界的华-王方法。张楚廷认为:“我们应当思考,在中国为何像华罗庚这样取得重大理论成果的科学家太少。这种现象与我国实际上存在着的极端狭隘的实用观点是并存的,这是远比实用主义还要低俗和肤浅的观点。”我们认为,不仅存在狭隘的实用观,还有狭隘的理论观。

数学应用能力的培养也不可能完全依靠数学课程教学来达到目的,在正常的数学教学时数内只能着重培养学生的数学应用意识和应用数学解决实际问题的思维方法。为达到对数学应用能力的专门培养,应该设立数学应用(或数学实验)课程。还有,数学应用能力的培养应该贯穿于大学理工科教育的整个过程,并体现在各种专业课的教学中,这就要求我们的专业课教师有较好的数学修养,熟悉数学在本专业学科中的应用。

综上所述,我们认为,数学基本理论和方法的教

学是数学教育的主体和基础,是达到数学教育目的的根本保障。完整的数学理论教学必须与数学应用背景和应用思想相结合。数学应用应该包含数学的外部应用和内部应用,数学教育的最终目的是提高学生的数学应用能力。不分培养层次和培养对象的狭隘的数学实用主义降低了数学教育的功能。数学教育不仅仅是让学生掌握数学理论、方法和提高应用能力,还要培养学生的科学和人文素质。最后我们还要指出,科技人员在一生的工作实践中所能到达的高度肯定不完全取决于他的学生时代,科技人员应该将理论提升和应用能力的提高作为一个终身的过程。当然,这也需要更加合理的对科技人员的管理体系和评价标准,让大学数学教育的成果发挥更大的社会效益。

[参考文献]

- [1] 刘俊,等. 数学教学概论[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [2] 让·迪厄多内. 当代数学为了人类心智的荣耀[M]. 上海:上海教育出版社,1999.
- [3] 高隆昌. 数学及其认识[M]. 北京:高等教育出版社,海德堡:施普林格出版社,2005.
- [4] 张楚廷. 数学文化[M]. 北京:高等教育出版社,2006.

(责任编辑:卢绍华)

(上接第50页)
的实验笔试机制。

三、结束语

本文提出大学物理笔试题库建设思路,并初步建设了自主研发开放型笔试题库,分析了笔试题库建设的必要性及应具备的特点,建设过程中立足现有基础,兼顾长远发展,开发了独具特色的题型以满足选拔创新型实验人才要求,同时根据笔试应遵循的客观规律制定了试运行规划,在改革考核方式的同时锻炼教学队伍,提高教学水平。

开放型笔试题库的建设是大学物理实验课程考核方式改革的根本保证,随着实验教学水平的不断提高笔试题库也需要不断完善更新,本文提出的开放型题库方案类似开源程序,为后续建设提供了良好平台。

当然,如何进一步提高笔试题库科学性,凝炼物理实验教学特点将在后续建设中继续探索。

[参考文献]

- [1] 袁长坤. 物理量测量第三版[M]. 北京:科学出版社,2013:前言.
- [2] 符晓四. 大学物理实验课程考试的研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2008:3-4.
- [3] 朱红,王伟. 大学物理实验课程考核方式的探索和实践[J]. 实验科学与技术,2011,9(4):108-111.
- [4] 黎珉,洪炜宁. 大学物理实验综合性考核方式的实践[J]. 大学物理实验,2011,24(2):104-105.
- [5] 罗乐,陈兴. 大学物理实验课程考试改革的探索[J]. 合肥工业大学学报:社会科学版,2008,22(2):103-105.
- [6] 陈晓莉,陈洪. 基础物理实验课程成绩评定方式的改革与实践[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2006,31(5):196-199.
- [7] 闫迎利,何军志. 高校学生实验课考评方法探索[J]. 实验室科学,2007(2):63-64.

(责任编辑:赵惠君)