

# 基于数学核心能力的工科类高职数学改革与实践

李运通 赵增逊

(陕西铁路工程职业技术学院基础课部 陕西渭南 714000)

摘要:从20世纪开始,数学核心能力研究和实践成为数学课程改革和数学教育研究的热点,本文结合现有研究成果和教学实践,探讨了基于核心能力培养的高职数学课程改革实践,为工科类高职数学改革提供了实践案例。

关键词: 高职数学; 数学教学; 核心能力

中图分类号: G642.0

## 一、工科类学生数学能力教育的必要性

### (一) 数学是工科学习的核心基础

工科的发展与自然科学的发展紧密相关,笛卡尔明确宣称:科学的本质是数学。在科学的发展史中,亚里士多德派和中世纪的科学家在科学的研究中坚持研究质的方面,即解释事情为什么发生,将现象的原因挖掘出来,以自由下落为例,降落最后原因为“物体找它的自然位置”;伽利略主张寻求量的公理,用公式描写自然现象,量的叙述  $v=30t$ ,牛顿全盘地接受了伽利略的方法,正如在《自然哲学的数学原理》的序文中所说“努力把自然现象放在数学的控制之下”<sup>[1]</sup>,数学的描写方法成就牛顿的巨大贡献,同时牛顿用公式描写自然现象的科学方法也为近代学科的科学化提供了范式,正是17世纪以来的科学的数学化过程奠定了数学在科学教育中的基础地位,成为了培养工科学生的核心基础地位。

### (二) 数学能力是重要的职业核心能力

20世纪后期,英国针对高等教育者就业难的问题,提出了“职业核心能力”(Core Professional Competencies)的概念,2000年确定为高等职业教育基本质量标准之一,2003年作为英国大学生毕业必须掌握的能力进行推广和执行。21世纪以来,科学技术升级迭代日新月异,职业岗位的此消彼长日渐突出,使得职业核心能力成为各国职业教育研究的重点。联合国教科文组织在《关于职业技术教育的建议》中将核心能力阐述为“使受教育者获得在某一领域内从事几种工作所需要的广泛的基本技能和技能,使之在选择职业时不致受到本人所受教育的限制、甚至在一生中可以从一个活动领域转向另一个活动领域”<sup>[2-3]</sup>。

Young 和 Chapman 对不同国家的职业核心能力要素进行梳理,归纳了六大类型58条,频次最高的两种能力为基本素养(听、说、读、写方面的能力)、数学、计算方面的能力以及应用技术的核心能力;认知理解能力(问题解决、推理、规划、信息管理、终身学习能力)<sup>[4-5]</sup>;数学能力的培养是职业教育中核心能力之一,对学生未来的职业发展起着重要作用。

### (三) 数学能力教育是我国高质量职业教育的内涵要求

随着“中国制造2025”(工业4.0)战略的推进实施,行业技术的持续升级迭代对高素质技术技能型复合人才的需求越来越紧迫,人才培养定位上,从培养掌握“现在进行时”单一技术型的专门人才向“将来进行时”多项才能和多种本领的技术技能型复合人才转变<sup>[6]</sup>,从市场需求层面对人才培养的“继续学习能力”提出了要求。2019年国务院发布国家《职业教育改革实施方案》(职教二十条)指出职业教育要“由追求规模扩张向高质量转变”、“完善高层次应用型人才培养体系”,从供给侧层面对职业教育人才培养质量和可持续发展能力提出了要求。以上要求高职教育在培养定位上,除了强调学生具备专业基本理论和技能外,更需提升学生自身跨职业、可持续发展的数学能力教育。

## 二、高职数学核心能力内涵

从20世纪开始,数学核心能力研究和实践成为数学课程改革和数学教育研究的热点,并从心理特征和数学活动特征界定了数学能力,数学活动特征指的是能在不同的数学背景与情景内外理解、判断和使用数学,其中能被清晰识别的主要的数学能力结构成分即

数学能力成分。徐斌艳在《数学核心能力研究》中针对国内外研究者提出的所有数学核心能力进行了梳理,其中问题解决、数学交流、数学思维、数学表征出现的频率较高,结合数学活动的三个阶段:经验材料的数学组织、数学材料的逻辑组织、数学理论的应用,提出了六大数学核心能力,即数学角度提出问题、数学表征与变换、数学推理与论证、数学地解决问题、数学交流和数学建模<sup>[7]</sup>。

### 三、培养学生数学核心能力对策探讨

#### (一) 提出数学问题能力和解决问题能力的培养

问题是事物发展的动力和源泉,只有在职业活动和生活观察中数学地提出问题,才会引出其它的数学活动。数学角度提出问题能力要求学生用自己的数学知识和生活经验把情景、人物、事件、数字、图形等建立关系并组织起来,提出一个数学问题。在教学改革实践中通过创设教学情境来实现,并提出了创设情境的三个原则:真实、相关和前沿,一是真实和真实的情境容易激起学生的兴趣和代入感,增强学生参与的积极性;二是真实的情境为日后数学知识在职业活动和生活中的迁移奠定了基础;三是前沿的中国科技情境更有利于在潜移默化中培养学生的爱国情怀,增强民族自豪感,这也是课程思政的内在要求。

教学实践中发现,高职学生的提出问题的能力普遍较为薄弱,原因在于中学考核偏重于考核数学的计算能力,导致对数学概念的理解不深入,数学表征缺失。以函数概念为例,函数是高等数学研究的主要对象,也是职业活动和生活中常常要面临的数学对象,作者创设了本市某日实时气温表的问题情景,问实时气温表是函数吗?在3届9个班的教学中发现每个班仅有3个以内的同学回答正确,即有94%以上的同学回答错误,因此要想培养高职学生的提出数学问题得到能力,首先要增强学生对概念的理解,这就要求教师充分挖掘专业教学和生活中的事例,创设教学情境,提高学生的兴趣,作者所在的教学团队经过多年的研究,通过收集和编撰真实案例,例如:个人所得税变化、商场折扣、峨眉佛光、“北斗”卫星发射、“蛟龙号”载人潜水器下海、干密度计算、压杆的折减系数计算、渐变体桥墩的砼方量计算等等<sup>[8]</sup>,在解决专业工程案例和身边生活事例的同时,让数学从抽象走向具体,从神坛走到了身边,增强了学生发现身边数学问题的兴趣,既培养了学生提出问题的能力,同时也培养了学生解决问题的能力。

#### (二) 推理与论证能力和数学表征与变换能力的培养

推理是由已知的判断,推出一个未知判断的思维形式,是人们获取新知识的重要手段,也是重要的职业核心能力之一;论证推理是指严格按照逻辑法得到新结论的推理过程,主要包括三段论推理、关系推理和数学归纳法。在教学中,教师一般通过数学命题和证明题的推理进行了大量的训练,高职学生具有了一定的基础。

数学具有高度的抽象性和形式化的特点,这既是数学学科区别于其他学科的重要特征,也是数学的难点,数学表征与变换包含非数学向数学的转化和数学结构内部的形式转化,后者属于形式上的数学操作,传统教学的重点内容,前者是多元表征的应用,建立抽象的数学知识与丰富的现实世界之间的联系,对加深数学概念的理解、发挥数学的应用性至关重要,属于非传统数学教学内容,同时也是高职学生数学应用的弱点。丰富案例,多样化的问题情境,有

助于学生建立数学概念的数学表征,当问题情境中有关线索被激活,学生会原有表征搜索和筛选,识别和精选一些起作用的经验为新情境提供服务。作者所在的教学团队通过研究构建了对数学概念进行通俗化的语言解释、公式符号的文化背景解释和情景案例的现实解释的“三维解释”原则。以定积分概念为例,一是根据定积分

的概念将  $\int_a^b f(x)dx$  通俗解释为和式的极限;二是对积分符号“ $\int$ ”和“ $d$ ”进行解释,积分符号“ $\int$ ”由德国数学家 Leibniz 首先创造使用,由“和”(拉丁字“summa”)的首写字母拉长变化而来,微分符号“ $d$ ”来自“差”(拉丁字“differentia”)即“分细”的首写字母[9];三是根据中小学教育情境和生活事例编写问题情境案例,如:变力的冲量计算公式、变速运动路程计算公式、交流电做功计算公式、供暖收费计算公式、洪水对大坝的静压力等;经过教学实践证明,学生对定积分的概念理解不再局限于求曲边梯形的面积,丰富了积分概念的表征,增强了学生对概念的理解,为后续定积分的应用做好了铺垫。

### (三) 数学交流和数学建模能力的培养

随着近代建构主义教育理论的深入研究和实践,教学模式从“以教师为中心”转化为“以学生为中心”,在“以学生为中心”的教学课堂中,交流的主体必然是学生,主要以听、读、说、写四种形式发生。听、读主要培养学生识别情境中的数学概念和关系,说、写不仅要培养学生的表达能力,更重要的在交流表达中具有反思和判断的能力。

随着数学在现代社会的广泛应用,数学建模在近三十年逐渐成为数学的中心话题之一,中国大学生数学建模竞赛成为学生竞赛中最大的赛事之一,数学建模是将非数学领域的事物或问题,映射到数学领域中,运用数学方法和思维求解答案,并检验和评估这些答案能不能解决非数学领域的问题,从而提升数学的应用能力,由于高职培养目标强调的“应用性”,使得培养学生的数学建模能力已经被高职教育改革的共识。

作者所在单位的学生正是正式通过数学建模选修课和数学建模竞赛培训,培养学生的数学交流能力和数学建模能力,在培训中

通过学习数学建模基础知识,读竞赛优秀论文,建模过程辩论观点,完成建模论文的写作来培养学生的数学交流和数学建模能力。

在教学的过程中,要做好学生数学核心能力的培养,不仅要求教师深入学习和研究教学理论,还要增强自身的数学核心能力自我培养,这要这样才能发现更多的教学素材,提高自身数学素养。

### 参考文献:

- [1] 莫里斯·克莱因. 古今数学思想(第一册)[M]. 上海:上海科学技术出版社,2014,270-279.
  - [2] 张燕如. 论职业教育背景下的核心能力及其培养策略[J]. 教育与职业,2007(12):159-161.
  - [3] 康卉. 高职学生核心能力:概念、要素与基本特征[J]. 职业技术教育,2020,41(10):24-30.
  - [4] Young J, Chapman E. Generic Competency Frameworks: A Brief Historical Overview[J]. Education Research and Perspectives,2010,37(1):1-24.
  - [5] 杜瑞军. 大学生能力模型建构:概念、坐标与原则[J]. 教育与研究,2017(6):44-57.
  - [6] 闫广芬,李文文. 新中国成立70年来职业教育人才培养目标的“中国特色”[J]. 中国职业技术教育,2019,36:27-33.
  - [7] 徐斌艳. 数学核心能力研究[M]. 上海:华东师范大学出版社,2019,4-36.
  - [8] 李运通等. 高等数学应用于拓展训练教程[M]. 北京:北京理工大学出版社,2016.
  - [9] 徐品方,张红等. 数学符号史[M]. 北京:科学出版社,2006,317-319.
- 作者简介:李运通(1982——)男,河南辉县人,硕士研究生,副教授,研究方向:单复变函数论  
通信地址:陕西省渭南市临渭区站北路东段1号 陕西铁路工程职业技术学院基础课部 邮编:714000  
基金项目:2019年课程思政教学改革计划项目(2019SZ-21)