

成人教育中数学素养的价值与培养

程登彪 韩登利

莱芜职业技术学院公共教学部, 山东济南 271100

摘 要: 成人教育中培养成人成为合格的创新型技术技能人才, 需要培养他们具备科学素质和数学素养。数学素养包括数学抽象、逻辑推理、数学建模、直观想象、数学运算、数据分析等 6 个方面。数学素养能有效锻炼成人的大脑思维, 有效锻炼成人的分析问题解决问题的能力。培养成人用数学的眼光看待这个世界, 培养成人用数学的思维思考这个世界, 培养成人用数学的语言表达这个世界。

关键词: 成人教育 科学素质 数学素养

一、引言

成人高等教育是我国国民教育的重要组成部分。截至 2023 年我国共有 252 所能够实施成人高等教育的高校。2023 年成人本专科入学人数为 445.49 万人。在 2020 年我国还实施了高职院校百万扩招行动对成人进行教育学习, 很多退役军人、下岗职工、农民工、新型职业农民等成人回炉再造, 补充学习技术技能和文化知识, 增强自身的就业能力和社会适应能力。

国务院 2016 年印发《全民科学素质行动计划纲要实施方案(2016—2020 年)》, 2015 年我国公民科学素质比例为 6.20%^[1]。2018 年是 8.47%^[2], 2024 年是 14.14%^[3]。但这个公民科学素质的比例相比发达国家, 还是比较低的。公民具备一定的科学素质, 是其具备优良的思维方式、行为方式的基础, 一个国家的基础就是千千万万的公民, 具备科学素质的公民越多, 创造发明创新创业也就越有源泉越持续, 星星之火可以燎原, 这个国家的综合国力才能越强大。

数学是一切自然学科的基础, 它不仅为自然学科的发展壮大提供了计算工具, 也为自然学科的发展成长提供了思维方法。科学素质的一个核心就是数学素养。数学素养指的是用数学的思维方式、数学的观点、数学的方法去观察、分析、解决社会生活中的客观事物的能力或者倾向性。数学课程从小学到中学、从中学到大学、从大学到成人教育都是一门必修的课程, 借助数学教育培养学生的数学素养, 借助数学素养提升学生的科学素质, 借助科学素质培养创新型技术技能人才, 不失为一个好的路径。

二、数学素养的演变和内容

数学素养在我国首次提及是在20世纪80年代^[4]，当时数学素养和数学能力、数学理解相混淆，概念不明确，内涵不清晰。直到21世纪之后数学素养的概念、内涵在我国逐渐变得清晰起来，张奠宙在1994年提出数学素养包含知识观念、创造能力、数学思维、科学语言等4个方面^[4]；王子兴在2002年提出数学素养指的是应用数学科学方面的素质^[4]；马云鹏在2015年指出数学素养是一种学生学习数学的知识方法后在头脑里达到的一种综合能力^[4]。其他还有很多学者对数学素养提出过概念和内涵的界定。

数学素养简单的说就是用数学来处理这个世界。2014年教育部《关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见》指出“学生应具备、能够适应终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力”^[5]。就数学方面来说就是必须具备数学素养。综合各方面的研究信息，现在数学素养包括6个方面：数学抽象、逻辑推理、数学建模、直观想象、数学运算、数据分析^[6]。这6个方面并不是互相孤立的，它们是互相联系互相辅助，共同交融构成了数学素养。

数学抽象指的是从事物中抽取共同的、本质的特征或属性，而舍弃其他非本质特征或属性的一种思维过程。这是一种深层次的思维。简单的说就是从事物的背景关系、数量关系、图形关系、空间关系内抽象出规律和结构，然后用数学概念和语言予以表达。历史上著名的七桥问题，背景是在普鲁士的格尼斯堡有一条河，河上有两个小岛，7座桥把这两个岛与河岸连接起来，当地居民提出了一个问题，就是一个人能不能一次走完这7座桥，并且不重复、不遗漏。欧拉听说这个问题后，就把这个问题抽象成了“一笔画”的问题，即把“岛和陆地”抽象成“点”、把“桥”抽象成“线”、把“走”抽象成“画”，这就是数学抽象。

逻辑推理指的是从一个或几个判断推导出另外一个新的判断的思维过程，逻辑推理能力是一个人基本素质之一，具备了逻辑推理能力，就能对事物的逻辑关系做出正确的判断，从而对自身的思想和行为做出正确的决策。数学是锻炼学生逻辑思维能力的有力工具，数学内的命题、充分必要条件、归纳法、演绎法、类比法、三段论等都可以培育学生的逻辑推理。李白有句诗，孤帆远影碧空尽，唯见长江天际流。这首诗是说，船帆距离越远船身越变小，最后消失在天和水交接的地方，为什么天和水会交接？古人通过天和水交接，以及船帆越远船身越小，推理出地球是圆形这一伟大的科学论断。

数学建模就是面对一个实际问题，在了解了实际背景和实际意义、掌握了问题的各种信息的深入调查分析的基础上做出一定的简化、给出适当的假设，然后用数学的

语言、符号、关系式建立数学模型求解问题, 获得结果。数学建模能有效培养学生用数学解决实际问题的能力, 这里面包括发现问题能力、创新能力、综合应用知识的能力^[6], 所以它是数学素养之一。

直观想象是指借助几何直观和空间想象感知事物的位置关系、形态变化与运动规律, 利用图形描述理解深化问题, 探索 and 解决数学问题的思维过程^[7]。直观想象不是数形结合。数形结合是数学关系和几何图形结合而解决问题, 它是一种解题思路, 它只是直观想象的一个特殊情况。直观想象重在想象, 直观是辅助, 当一个人面对一个问题的时候, 还没有确定的结果呈现, 那么先从这个问题的条件信息出发, 直观地想象这个问题的结果会是怎么样的, 这就是直观想象的通俗理解。例如一个人外出旅游, 他把自己要去的地方直观想一下, 沿途会遇到哪些困难, 需要怎么解决, 要准备什么物品, 等等, 虽然他还没有出发, 但是他已经在脑海深处直观想象准备好了。

数学运算指的是用数学计算出问题的结果数。数学运算主要表现为理解运算对象, 掌握运算法则, 探究运算思路, 选择运算方法, 设计运算程序, 求得运算结果等^[6]。小学的四则运算就是一种简单的数学运算, 它是我们每个人在社会中生活必须具备的起码技能之一。大学的极限运算、微积分运算就比较复杂了, 对于更复杂的科学研究、工程设计等方面的运算, 现在人们都借助专门的计算机软件来计算。在古代没有计算机, 古人计算只能手算, 著名的圆周率 π 被我国数学家刘徽通过割圆为 1536 边形计算到了 3.1416, 而现在利用计算机运算圆周率已经到了 31.4 万亿位。

数据分析指的是根据问题需要收集和整理数据, 用适当的数学方法 (一般是统计方法) 分析、理解、处理数据, 从数据中提取有用信息形成结论的研究过程。一般情况下数据分析要面对众多数据, 单靠手工运算很难计算出来, 所以 20 世纪之前虽然已经有了数据分析的数学基础, 但是数据分析的实际操作比较难以实现, 现在有了计算机工具, 数据分析慢慢变成了可操作的一般技能。可以说, 数据分析是数学和计算机相结合的产物。大众熟悉的电子表格 EXCEL 软件内含数据分析工具, 可以对数据简单分析, 获得数据的直方图、散点图、协方差、相关系数、线性回归等有用信息和结论, 更复杂的数据分析软件还有众多, 例如 SPSS、SQL、SAS 等。

三、成人具备数学素养的价值

(一) 部分国家对成人劳动力的数学素养的要求

成人是社会的劳动力资源, 社会的经济发展和科技创新完全依靠社会中处于各个阶层、各个行业的成人来实现, 那么是否具备足够的数学素养就是成人是否具备社会担当的起码要求。在很多国家, 具备数学素养已经被纳入共识, 成为成人教育的一条

基本准则。

在我国把职业能力分为任职资格能力、职业素质能力、职业生涯能力。不管哪种能力，学习能力、文字和语言运用能力、数学运用能力等是必须具备的能力。所以我国的大型招录考试，比如公务员招考、事业单位招考、大企业招考等，都要进行能力测试，其中数学运用与能力测试占四分之一。

新西兰教育部门有专门管理成人教育的第三级教育委员会^[8]，这个委员会于2002年发布了首个国家级《第三级教育战略(2002—2007)》，把成人素养教育提升为国家战略层面的重大事情，此后又接连颁布了《第三级教育战略(2007—2012)》、《新西兰技能战略行动计划(2008)》、《表达、语言及数学素养行动计划(2008—2012)》、《第三级教育战略(2010—2015)》、《表达及数学素养执行战略(2015—2019)》等^[8]。新西兰的成人素养教育包括语言、表达、数学等三个主要方面，每个方面还细分出几个层面，其中数学方面细分出数字理解与问题解决、统计推论、几何测量与说明^[8]等，基本等同于我们国家提出的数学素养的六个方面。经过成人素养教育，新西兰16-65岁的成人群体成人素养大幅提升，这为新西兰发达国家的地位夯实了基础。

美国很早就认识到缺乏职业能力是成人劳动力大军难以发展壮大的根本原因，所以美国国会于1994年通过了《国家技能标准法案》，并成立了美国国家技能标准委员会，负责实施劳动力职业能力标准制定、职业能力鉴定和评估，以此来约束各行各业的发展，从而增强美国的经济实力和全球竞争力。美国提出的职业能力标准包括工作导向部分(Work-oriented Component)和工作者导向部分(Worker-oriented Component)。工作者导向部分包括三个技能：学术知识与技能、就业知识与技能以及职业技术知识与技能。每个技能下又包含若干小分类，学术知识与技能包含了掌握必要阅读、写作和数学知识的要求，就业知识与技能包含了语言、表达、社交能力、收集分析数据、提出问题解决问题、决策和判断、组织和策划、适应能力、团队合作、领导能力等内容，这些内容有很多与数学素养息息相关，比如分析数据、解决问题、决策判断等。美国现在是世界第一大经济体，他们的经济实力、科技创新与他们的成人劳动力的科学素养息息相关。

德国2011年提出了ASCOT职业能力测评模型^[9]，旨在为雇主雇佣劳动力提供一套评测标准和框架。ASCOT将职业能力划分为一般认知能力、跨职业的相关工作能力和职业专业能力三种类型。一般认知能力包括阅读、写作、数学计算、问题解决能力；跨职业的相关工作能力包括理解组织和劳动市场的结构、团队合作、规划个人职业发展、个人工作计划安排等的的能力；职业专业能力包含概念理解能力、过程控制能力和

解释分析能力，每个能力下又分为三个内容学习、认知、建模，这三个内容下又各自分为若干等级，比如建模分为四个等级：不正确建模、不完整建模、正确建模和高级建模^[9]。这里的建模思想与数学建模类似，都是先对问题理解，然后对问题构建，最后解决问题，可见 ASCOT 职业能力评测对数学素养有很高的要求，它把对数学素养的要求分解在了各个能力要求之内。德国工业强大的原因是他们拥有一大批真正的创新型技术技能人才，这与德国重视成人的职业能力评价有重要关系。

透过这几个国家的职业能力的内容和要求来看，数学素养是成人劳动力必备的重要素质，可见数学素养对成人的职业能力有很大价值。

（二）数学素养对成人劳动力的深层影响

数学素养有效锻炼人的大脑思维。思维就是人脑借助语言、符号对外界信息和自身存处的信息进行认知加工、逻辑推导的一种高级能力和过程。很多人上学的时候最不爱学习数学，为什么不爱学习，就是因为学习数学特别需要动脑子，动脑子就是需要思维。常说的一人头脑聪明，其本质意思就是这个人思维能力强。数学思维包括观察、实验、类比、归纳、概括、抽象、逻辑、分析、猜想、演绎等类型。高等数学的函数、导数、积分、微分方程、级数、概率等模块知识丰富，内容复杂，都是锻炼思维能力的材料。

数学素养能有效锻炼成人的分析问题解决问题的能力。成人是社会的劳动者，既为自己谋取一片新生活，也为社会经济发展贡献一份力量。成人劳动者基本分为三种类型，即简单劳动者、操作劳动者、创新劳动者。简单劳动者不能分析解决问题，只能模仿，做重复性工作，处在劳动力的末端。操作劳动者能够进行一定的问题分析，能够按工序熟练操作机器，但没有创新意识。创新劳动者不仅能够熟练操作，还对前人的经验和技能有深刻的理解，在此基础上分析思考前人的办法还可以修正和改进，创新思路革新工艺，提出一套新的技术和知识。创新劳动者是学习能力、分析解决问题能力很强的人，而我们的社会正是需要这样的人，这就是我们社会提倡的创新型技术技能人才。2018 大国工匠李万君说，他学习焊接时只问师傅一次，然后他就自己琢磨，举一反三，自己的焊接技术不断提升，现在成立了全国第一个焊接工作室。

可见成人成才光有技术是不行的，更重要的是有一个好的学习能力、好的分析解决问题的能力，而要拥有这种深层次的综合能力必须通过深层次的思维训练，所以培养成人具备一定的数学素养是必不可少的。

四、培养成人具备数学素养的路径

成人的心智和心理已经发育成熟，他已经认识到什么是对的、什么是错的、我应

该怎么做等，所以成人教育不同于基础教育和大学教育，成人教育不能单靠课堂教学、做作业、求解问题、考试等带有“强制性”的教育活动来培养数学素养，应该从更高层次上引导培养数学素养，这个更高层次就是挖掘和激发成人内部的学习动机和学习活力。但是成人教育毕竟是直接与职业相联系的教育，所以成人教育数学素养不是把成人培养成数学家，而是以能够适应职业为目标。

首先培养成人用数学的眼光看待这个世界^[5]。这个世界就是由物质、事件和关系构成的，这三个方面可以抽象成数学上符号、数量、图形、关系式等内容，教育学生学会抽象思考，抽象是用数学的眼光看待世界的第一步。教师依据授课内容选用鲜活的社会实例或事件进行培养，引导学生用数学的眼光看待现实问题。数学优化是用数学眼光看待世界的具体例子。现实生活中，我们要面临各种各样的决策问题，比如规划旅行路线、分配资源、确定最佳的运输路径、制定最佳的投资组合等等。通过数学优化，达到利益最大化或风险最低化，解决实际问题，提高决策的效率和准确性。数学的眼光让人们对事物的理解从混沌逐渐变得清晰明确、严谨细致，这是用数学的眼光看待世界的最高境界。

其次培养成人用数学的思维思考这个世界。现实生活的方方面面，不论是自然科学还是社会科学方面，不论是工程技术还是艺术领域方面，都会用到数学的思维。用数学的思维思考这个世界，世间万物万象就具有了条理性 and 精确性。逻辑推理正是数学思维的具体展现。逻辑推理就是基于规则进行的推理，规则是逻辑推理的基础和前提。逻辑推理主要有演绎推理、归纳推理和类比推理。数学教师要借助数学教学教育成人学员善于用数学的逻辑推理来解决问题，帮助成人学员建立起用逻辑推理解决问题的惯性。数学的充分条件、必要条件是锻炼学生逻辑思维的章节之一。在这章节内，数学教师需要充分利用学习的内容，结合生活问题，给学生充分的锻炼和启迪。设计问题情景^[10]培养成人数学思维，例如以习总书记提出的“绿水青山就是金山银山”这个论断设计问题，绿水青山是金山银山的什么条件，金山银山是绿水青山的什么条件。通过讨论，既培养了成人学员的数学思维，又教育了成人学员的环境保护意识。

最后培养成人用数学的语言表达这个世界。现实世界纷繁芜杂，先用数学的眼光看，再用数学的思维思考，最后用数学的语言输出。数学的语言就是数字、常量变量、数量关系、几何图形等，用数学的语言对问题进行表达量化，锻炼了语言的精确性、思维的严谨性、认知的清晰性、处事的条理性。其一，数学教师授课要用数学语言精确表达，不能似是而非，对定理的条件和结论要清晰可辨，对学生以正确引导。

例如立体几何内的线面垂直定理, 如果一条直线垂直于一个平面内两条相交直线, 那么该直线垂直于平面。这里面, “相交”二字是重点, 不能随便说成“一条直线垂直于一个平面内两条直线, 那么该直线就垂直于平面”。其二, 数学教师可以结合一些现实问题对学生培养数学语言的运用, 例如现在电车和油车的竞争问题是社会热点, 到底谁好谁不好, 众说纷纭, 网络上有大量的量化对比文章。从养车费用方面来分析, 从操控性舒适性方面来分析, 等等。数学教师可以把它们借鉴为上课材料, 对成人学员培养精确使用数学语言。

参考文献

- [1] 国办发. 全民科学素质行动计划纲要实施方案(2016—2020年)[EB/OL]. (2016-02-25). http://www.gov.cn/zhengce/content/201603/14/content_5053247.htm.
- [2] 国际在线. 公民科学素质育[EB/OL].
- [3] 光明网. 第十三次中国公民科学素质抽样调查结果公布[EB/OL]. (2024-04-16). <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1796480547152002560&wfr=spider&for=pc>.
- [4] 王娅婷, 毛秀珍. 数学素养的测量及评价[J]. 数学教育学报, 2017(3): 73-77
- [5] 李红梅. 浅谈数学核心素养发展的教学实施[J]. 教学与管理(理论版), 2019(3): 84-86.
- [6] 于川, 朱小岩. 高中生数学学科核心素养水平调查及分析[J]. 数学教育学报, 2018(2): 59-64.
- [7] 金玉明. 例谈直观想象能力[J]. 新课程(下旬), 2016(11): 490
- [8] 马颂歌, 吴刚. 新西兰成人基本素养教育二十年[J]. 现代远程教育, 2016(6): 20-29.
- [9] 周瑛仪, 赵志群. 德国职业能力测评项目 ASCOT 述评[J]. 职教论坛, 2015(21): 10-14.
- [10] 姬梁飞. PISA 视野下的数学核心素养培育路径探究[J]. 教学与管理(理论版), 2019(8): 98-100.

The Value and Cultivation of Mathematical Literacy in Adult Education

Cheng Dengbiao Han Dengli

LaiWu Vocational and Technical College Public Teaching Department,
Jinan, ShanDong 271100

Abstract: In adult education, adults become qualified innovative technical and technical talents, and they need to cultivate them with scientific quality and mathematical literacy. Mathematical literacy includes 6 aspects: mathematical abstraction, logical reasoning, mathematical modeling, intuitive imagination, mathematical operations, and data analysis. Mathematical care can effectively exercise the brain thinking of adults and effectively exercise the ability to analyze problems to solve problems. Cultivate adults to look at the world with mathematics, cultivate adults to think about this world with mathematics thinking, and train adults to express the world in the language of mathematics.

Keywords: adult education, scientific literacy, mathematical literacy

版权所有 © 2024 本文作者和香港科技出版集团。本作品根据知识共享署名国际许可证 (CC BY 4.0) 获得许可。 <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access