

# 中学和大学为何要重视数学建模教育

中国科学院院士 李大潜



最近在全国制订高中数学课程标准时，一位专家对数学的作用概括了三句话：用数学的眼光观察现实世界，用数学的思维思考现实世界，用数学的语言表达现实世界。

传统的数学教育往往从基本的概念或定义出发，以简练的方式合乎逻辑地推演出所要求的结论。这固然可以使学生在较短时间内按部就班地学到尽可能多的内容，并体会到一种丝丝入扣、天衣无缝的美感。但是，过分强调这一点，就可能使学生误以为数学这样的完美无缺、无懈可击是与生俱来、天经地义的，反而使思想处于一种僵化状态，在生动活泼的现实世界面前手足无措、一筹莫展，甚至使学生感到学了那么多据说非常重要、十分有用的数学知识以后，却不会应用或无法应用，甚至还觉得毫无用处。

从今年开始，数学建模的实践和活动内容也已首次列入全国高级中学的教学计划。

世间万事万物都有数和形两个侧面，数学就是撇开了事物其他方面的状态和属性，单纯研究现实世界中空间形式与数量关系的科学。数学是各门科学的重要基础，更是人类文明的重要组成部分和坚实支柱，现在，大学本科数学类的专业已经成了一个最热门的专业。

但是，要显示数学强大的生命力，需要将实际问题转化为相应的数学问题，然后对这个数学问题进行分析，最后将所求解答回归实际，看能否有效地回答问题，如果不能，再从调整，直到基本满意为止。这个过程，特别是其中第一步，就是数学建模，即为所考察的实际问题建立数学模型。

## 数学建模是联系数学与应用的重要桥梁。数学建模对培养创新型人才非常重要

“数学模型”和“数学建模”这两个名词出现得比较晚，在我国兴起并被广泛使用，不过是近三十多年的事，但数学模型的建立或数学建模，古已有之。

公元前三世纪古希腊数学家阿基米德的方法，利用古希腊时代积累的众多几何知识建立了一个完整的体系，一座宏伟的几何大厦，为现实世界的空间形式构建了一个数学模型。这个模型十分有效，在各方面都有成功的应用，并且在它的基础上发展出一整套几何学，以及以演绎推理为核心的数学研究方法，至今都发挥着巨大作用。

此外，开普勒根据第谷的大量天文观测数据总结出行星运动三大规律，后来牛顿利用与距离平方成反比的万有引力公式，从牛顿力学的原理出发，给出了严格的证明，同样是数学建模取得辉煌成功的例子。一些重要的力学、物理学的基本微分方程，如经典力学中的牛顿第二运动定律、电动力学中的麦克斯韦方程、流体力学中的欧拉方程与纳维-斯托克斯方程，以及量子力学中的薛定谔方程等，都是抓住学科本质的数学模型，并成为相关学科的核心内容和基本理论框架。

1998年菲尔兹奖得主、英国数学家高

尔斯(T. Gowers)认为：数学所研究的并非真正的现实世界，而只是现实世界的数学模型，即所研究的那部分现实世界的一种虚构和简化的版本。

按高尔斯的说法，数学研究的是现实世界的数学模型。作为数学研究对象的数学模型本质上来自现实世界，并要接受现实世界无情而公正的检验。

仔细思考，整数，实数，以及欧氏几何，线性空间，群论，微积分，集合论，乃至混沌，分形等等，有哪一个不是某一方面的数学模型呢？整个数学的发展历史就是不断建立数学模型并对其研究逐步深化的历史。

从事数学建模，好比构建一座房屋，一旦房屋初具规模，就成了一个数学模型。以后数学家们所做的工作，就是在这个基础上，对建筑进行内部整理与装修。不论应用数学还是纯粹数学，都是在数学建模基础上加以发挥和深化。

同时，数学教育本质上是一种素质教育。要真正使学生走近数学、学好数学并热爱数学，数学的教学不能和其他科学以及整个外部世界隔离开来，关起门来只在数学内部的概念、方法和理论中兜圈子。这样做不利于提高学生的数学素养。

## 我们的教学应该让学生身临其境地了解知识创造过程，否则素质教育就是一句空话

长期以来，数学课程往往自成体系，处于自我封闭状态，一直没有有效的方式，将数学学习与丰富多彩、生动活泼的现实生活联系起来，以致学生在学了许多据说是非常重要的、十分有用的数学知识以后，却不会应用或无法应用，有些甚至还觉得毫无用处。

数学建模以及数学实验等课程，为数学与外部世界的联系在教学过程中打开了通道，为提高学生的数学素质提供了一种有效的方式，并起到了积极的促进作用。这是数学教学改革的一个成功的尝试，也是对素质教育的一个重要的贡献。

不仅如此，任何科学，包括数学科学在内，在本质上都是革命的，是不断创新、发展，与时俱进的，可是传统的数学教学

过程与这种创新、发展的实际进程却不免背道而驰。

传统的数学教育往往从基本的概念或定义出发，以简练的方式合乎逻辑地推演出所要求的结论。这固然可以使学生在较短时间内按部就班地学到尽可能多的内容，并体会到一种丝丝入扣、天衣无缝的美感。但是，过分强调这一点，就可能使学生误以为数学这样的完美无缺、无懈可击是与生俱来、天经地义的，反而使思想处于一种僵化状态，在生动活泼的现实世界面前手足无措、一筹莫展。

其实，现在看来美不胜收的一些重要的数学思想，包括函数、微积分、集合论等等，从一开始往往是混乱粗糙、难以理解甚至不可思议的，但由于蕴含着创造性的思想，却又最富有生命力和发展前途，经过许多乃至几代数学家的努力，有时甚至经过长期的激烈争论，才逐步去粗取精、去伪存真，使局势趋于明朗，最终出现了现在为大家公认、甚至写进教科书里的系统理论。

要培养学生的创新精神，提高学生的数学修养及素质，固然要灌输给他们以知识，但更重要的是要使他们了解数学的创造过程。

这不仅要有有机地结合数学内容的讲授，介绍数学的思想方法和历史，更要创造一种环境，使学生能身临其境地介入数学的发现或创造过程；否则，培养创新精神，加强素质教育，不免是一句空话。

## 今年开始数学建模首次列入全国高中教学计划。总之，要让学生亲口尝尝梨子的味道

在数学教学过程中，要主动采取措施，鼓励并推动学生解决一些理论或实际的问题。这些问题没有现成的答案，没有固定的求解方法，没有指定的参考书，没有规定的数学工具，甚至也没有成型的数学问题；主要靠学生独立思考、反复钻研并相互切磋，去形成相应的数学问题，进而分析问题的特点，寻求解决问题的方法，得到有关的结论，并判断结论的对错与优劣。

总之，要让学生亲口尝一尝梨子的滋味，亲身体验一下数学的创造过程，取得

在课堂里和书本上无法代替的宝贵经验和切身感受。毫无疑问，数学建模课程的教学以及数学建模竞赛的开展，可以在这方面为学生提供有一个有益的平台，是值得引起充分重视的。

应该特别指出，通过数学建模将一个看来与数学无关的现实问题归结为一个合理的数学问题，并利用数学方法成功地予以解决，这是重要的能力与素质。这种能力和素质的培养与提高，对一个合格的数学工作者、特别是应用数学工作者来说，对不少将来走向各行各业的大学生来说，无疑是十分值得重视、应该着重加以培养。

但现在的大学生，由于在中学里受的多半是拼命刷题的训练，而大学的其他数学课程也都单纯着眼于知识的传播和理论上的完美，这是他们过去从未经历过的一种训练，他们在这方面的培养实际上极为欠缺，因而特别值得引起重视。这种培养和训练，绝不是可有可无的锦上添花，而是实实在在的雪中送炭。

这样，数学建模不仅是数学走向应用的必经之路，而且是启迪数学心灵的必胜之途。这样集知识、能力和素质的培养与考察三位一体，必将有力地促进创新型优秀人才的培养，得到学生的认真参与和欢迎，也是对素质教育的重要贡献。

数学建模对人才培养的重要作用和深远影响无疑值得我们大家高度重视。正因为这样，从今年开始，数学建模的实践和活动内容也已首次列入全国高级中学的教学计划。

最近在全国制订高中数学课程标准时，一位专家对数学的作用概括了三句话：用数学的眼光观察现实世界，用数学的思维思考现实世界，用数学的语言表达现实世界。

我举几个简单的例子对此稍加说明！希望广大同学能很好地体会这三句话，并且努力地实践这三个方面的要求。

### 生活中的数学①

为了严禁在高铁列车上吸烟，可以看到铁路公安的如下提示：“车内吸烟违法，处罚烟火报警，导致紧急停车，危及行车安全。对违法吸烟者根据《铁路安全管理条例》处500元以上2000元以下罚款；情节严重的予以拘留”。

这个告示大家自然是明白的。但从数学的角度来看，“以上”是“>”而不是“≥”，“以下”是“<”而不是“≤”。如果真正咬文嚼字，就不能罚500元，只能罚501元；也不能罚2000元，只能罚1999元，这就十分麻烦了。在数学上说，这涉及到开区间与闭区间的区别，实在是含糊不得的。这个告示的文字如果能改动一下，那就更好了。

这样的情况实际上多有所见。在升等升级或评优的很多场合，总有一个评审委员会来投票决定结果。如果委员会有12人，而规定“得票超过其总人数的2/3者当选”，若1人得8票，能当选吗？如果要此人当选，应将规定改为“得票大于、等于总人数的2/3者当选”。大家将来如果有机会主持投票选举，一定要注意。这样做，绝不是吹毛求疵，而是坚持数学的严格性，避免造成工作上的麻烦，这就是数学带来的好处。

### 生活中的数学②

在高速公路上，常有电子屏幕显示前面的路况，供驾驶员参考。好多城市的高速路上，提醒前方某一路口出现堵车，往往是“××路口车流量大”。然而，这不是一个确切而准确的堵车提示呢？车流量应该是单位时间（每小时）内行驶过的车辆数，车流量大，说明通过这个路口的车辆数多，怎么能说是“堵车”呢？如果这条道上一辆车都没有，其车流量为零，那这是堵车还是畅通呢？因此，单独用车流量的大小来刻画堵车，并不正确。

### 生活中的数学③

拐点，是微积分中的一个概念，说的是函数 $y=f(x)$ 的一阶导数的极值点。在日常生活中，我们也经常听到拐点这个词。股市中的“拐点”，其实是股市价格的转折点。股票的价格有涨有落，股民关心股票价格的发展趋势，股票的价格由升到升（或相反）的点就称为拐点，这与微积分中的拐点不同。新冠病毒防控的拐点是每天的增量开始减少的点，这时所说的拐点，和微积分中的拐点概念就是一致的。这说明，同一个名词，在生活中用于不同的场合，其意义可以是不同的。我们学数学的，要会分清其间的差别，才能有一个正确的认识。

题图视觉中国

# 大学里的宝藏博物馆，涵养校园育人文化

■ 庄瑜

大学是文化创造和传播的重镇，是坚定大学生文化自信的前沿阵地，大学博物馆虽然大多数“养在深闺”，却早已成为育人的重要阵地。

近日，教育部办公厅专门印发《关于加强高校博物馆管理工作的意见》，对高校博物馆建设提出了新的要求，首条即“提高认识，坚定文化自信”。高校博物馆要放眼社会，始终站在坚定文化自信的高度，着眼于中华文明和整个人类文明的发展，充分利用好馆藏资源，将培养学生的文化自信作为重要任务。

## 高校博物馆是大学发展的文化象征

世界上有很多著名的高校博物馆，如剑桥大学菲茨威廉博物馆、哈佛大学皮博迪考古学与人类学博物馆、柏林洪堡大学自然博物馆等。许多国家博物馆也都起源于大学。Museum一词本意是指“大学建筑”，是“用于追求治学和艺术的大楼或房舍”。埃及亚历山大

学院和大图书馆的一部分，被认为是世界上第一座博物馆的雏形，这是当时世界上最大的艺术与科学中心，被誉为“缪斯学园”。牛津大学的阿什莫林艺术与考古博物馆，被称为第一个现代博物馆，正是它，奠定了当代大学博物馆的基本组织体系。在中国，1862年开办的京师同文馆，既是中国最早的高校博物馆，也是中国人创办的首家博物馆。

新中国成立后，高校博物馆在中国博物馆界也享有许多“第一”的称号，中央美术学院馆是首座专业类美术展览馆，北京印刷学院中国印刷博物馆被认为是目前世界上规模最大的印刷专业博物馆，厦门大学人类博物馆是第一个专业的人类学博物馆。

高校博物馆的藏品也出乎意料的丰富，清华大学艺术博物馆1400多件藏品中不乏郑板桥、吴昌硕、齐白石等名家作品；中央美术院的博物馆镇馆之宝是李叔同名家的书画；四川大学博物馆中有大量三星堆的文物……在上海，大学博物馆同样是藏宝之地，上海海洋大学博物馆里有一条长达18.4米的抹香鲸标本；华东政法大学则收藏了“华人神

探”李昌钰的侦查工具；东华大学的学校博物馆是目前中国唯一一个综合反映中国纺织服饰历史文化和科技知识的专业博物馆……

这些博物馆矗立在大学校园，在丰富校园文化生活中起着重要作用。

## 源远流长的馆藏涵养校园人文价值

高校博物馆收藏的主题文物蕴含育人价值，对熏陶人、感染人、塑造人具有重要意义，在塑造大学精神、繁荣大学文化上扮演着越来越重要的角色。

高校博物馆收藏文物是中华文明结晶，是劳动人民智慧创造。西北大学历史博物馆馆藏包括从石器时代到明清时期的典型文物标本，丰富的文物展品通过科学性观赏性相结合的陈列语言，勾画出一条完整清晰的中国古代史的发展脉络，大学生参观文物、了解文物创作过程，追溯文明发展历史，不仅能激发大学生创造热情，开发自身创造潜力，更能传承中华文明，落实社会主义核心价值观国家层面倡导富强、民主、

文明、和谐的价值目标要求。

而且，高校博物馆中无论哪一种馆藏文物，其所具备感染力、影响力，都对大学生深入了解文化历史背景、坚守价值自信、培养艺术美感、传承和创新中华文化起到促进作用。比如，上海中医药大学上海中医药博物馆，是全国规模最大创立最早的中医历史博物馆，馆藏《黄帝内经》等医药典籍6000多册，更有包含上世纪20—30年代出版的3000多册医药刊物，反映五千年来的中医药学发展的重要史实和主要成就。这些具有重要史料价值的藏品让年轻人从另一个维度理解中华优秀传统文化。

高校博物馆同样能够激发大学生民族自豪感、文化归属感，激发大学生爱国之情、砥砺强国之志。东南大学的吴健雄纪念馆就是为纪念杰出女物理学家吴健雄而建，她与居里夫人、莉丝·麦特勒斯被物理学界公认为20世纪最杰出的女性物理学家，其中珍贵的馆藏之一是“探测弱作用中宇称情况的实验设备”，正是运用这套设备，吴健雄与其团队探测到了弱作用中的宇称不守恒。

## 线上线下丰富展览构筑学生文化自信

推动高校博物馆与学校教育紧密结合，发挥博物馆的美育功能，丰富文化育人体系，提升大学生文化自信。

高校博物馆馆藏文物可供大学生参观、学习、研究，起到以美育人、以文化人作用。陕西师范大学已在新生入学季期间，组织学生赴校教育博物馆进行参观，了解中国教育的发展历程；从中国早期教育的兴学设教、近代教育的西学东渐，到民国时期的中西合璧，再到改革开放前的承上启下。这都有利于激发学生的爱国主义情怀，感性认识中华优秀传统文化的精粹。

同时，数字化与大学博物馆的结合，使得线上线下形成育人的合力。清华大学数字博物馆、南开大学博物馆数字展厅已正式上线，无处不在的博物馆学习成为可能。尤其是在本次抗击疫情的阶段，线上博物馆更是需要成为高校博物馆存在的另一种形式，它不再是建筑里的博物馆，它可以从校园里的“馆

舍”走向线上线下“大千世界”，运用现代科技和考古现场，为学生呈现更生动的文物馆藏，从而激发学生的文化自信与民族自豪感。

不久前，全国高校博物馆育人联盟成立，借助平台力量做好馆校合作的育人课程开发、实践基地建设、联动展览策划等工作。联盟要联合各高校博物馆的优质馆藏资源、专业人力资源及社会实践育人平台。

高校是交流思想、传承文明、培养人才的主阵地，必须把增强大学生文化自信融入高校思想政治教育和人文社会科学教学的全过程。充分利用高校博物馆的平台资源，通过文物传递历史智慧，激发大学生的民族自豪感和文化自信，提升对于中华优秀传统文化、革命文化和社会主义先进文化的兴趣，使他们具有热爱和崇敬之心。高校博物馆内很多育人资源等待思想政治育人者去开发、挖掘，要让高校思想政治育人实践育人百花园增添一簇簇鲜艳花朵，使高校思想政治育人实践育人更上一层楼，结出更加丰硕育人果实。

（作者为华东师范大学副教授，上海市习近平新时代中国特色社会主义思想研究中心成员）