

在教改实践中改进和完善新编教材

郭镜明 应明 朱晓平

同济大学应用数学系（上海 200092）

我们同济大学应用数学系编写的面向 21 世纪课程教材《微积分》由高教出版社正式出版已三年多了。在此期间，我们围绕新教材的使用坚持开展教学改革，广泛听取校内外教师和专家的意见和建议，对教材中存在的问题和不足之处进行修正，到今年初，完成了该书第二版的编写。新版已在七月份正式出版面世。

在这次修订中，除了对原书中存在的不当与错误之处作订正外，主要围绕提高教材的可教学性这个中心，就一些问题进行了再思考，并根据教改实践的经验及同行们的意见得出了自己的认识和结论，对教材作了修订。前几年，我们国家出版了一大批改革教材，经过一段时期的使用，都有一个进一步修订和提高的任务，大家所遇到的有些问题可能具有一定的共同性。因此我们不嫌浅陋，把我们的一些认识和做法写出来就教于同行和专家。

为了便于说明问题，我们先简单介绍一下《微积分》第一版的成书过程和编写原则。

1995 年末，原国家教委批准将《数学系列课程教学内容和课程体系的研究与实践》作为面向 21 世纪教改的工科类立项课题。经申请评审，同济大学被确定为主持单位之一。在课题组工作会议上，确定我校承担“工科数学基础课程模式(III)的改革研究与教材编写(既是改革创新的，又继承同济大学教材的优点，不含随机量基础)”，并明确模式(III)教材的定位是“在教学内容和深广度方面与国家教委颁布的现行教学基本要求大体相当，教学时数要适当减少，要渗透现代数学的思想，加强应用能力的培养，主要适应一般工科院校对改革教材的需要。”

以上这段话确定了编写改革教材《微积分》的基本指导思想。在此指导思想下，我们确定了如下的编写原则：

1. 改革教材要在培养学生的数学素质上多下功夫。为此，要努力改变工科教材重运算技巧、轻数学思想的倾向，突出微积分的基本思想和基本方法，适当渗透现代数学思想，加强实际应用的介绍，注重学生基本数学能力的训练。而做这一切的时候，要充分考虑微积分的内容特点，立足于内涵的开掘，控制外延扩张。

2. 改革教材要在与计算机的结合上有所突破。近年来计算机技术和数学软件功能的飞速发展，对数学本身和数学教育带来了很大影响。目前在国外的一些大学里，微积分教材的内容已有所调整，把计算机辅助教学和学生上机实验引进微积分的课

堂也已不是什么新鲜事。我们的教材应该体现这样的发展趋势。

3. 改革教材要为教学手段的革新构筑必要的平台。

教材是教学的蓝本。为了改变注入式的教学方式和呆板的传统教学模式，教材必需先行一步。对一些教学内容的处理要有利于多媒体教学；还要增加内容的选择性，给教师提供更多的余地。

4. **改革教材要继承传统教材的优点，并与传统教材有较好的衔接。**微积分的基本思想和基本方法仍是当代科技中的重要工具，在培养人的思维素质方面更具有不可替代的作用。传统教材所具有的严谨的系统也是长期教学过程中逐步形成的，对剔除陈旧内容，引进现代数学内容，需取慎重态度。教材的可接受性是不可忽略的，要考虑多数高校当前的教学实际，使改革教材便于使用。

考虑到改革教材的上述定位，我们把同济编《高等数学》作为基础，充分吸取了它的一些优点，诸如结构严谨、文字通畅、叙述详尽、例题较多、便于自学等。特别是这本教材经过多年教学实践的检验，证明它在深浅程度的把握上，适应当前多数工科院校的教学需要和学生实际，为改革教材选材的深广度提供了重要的参考依据。

应该说，就这本特定的教材而确定的上述编写原则，现在看来还是比较可行的。在此原则下写出的教材在教学中也有较好的适用性，因此几年来有了较大的出版量，对推动数学教学改革发挥了一定的作用。但由于缺乏经验和实践，新编的改革教材必然存在缺点和不足。通过几年的深入实践，特别是听取了国内很多同行试用后提出的宝贵意见。我们就如何面对当前的教学实际，更好地体现以上编写原则，着重对以下四个问题进行了再研究、再认识，并对教材作出了相应的修订。

第一个问题：如何处理好渗透现代数学内容与保持教材的可教学性之间的关系。

为了适应新世纪人才培养的需要，数学基础课教材必须充实现代内容，这一点已成为数学教育界的共识。根据这样的认识，我们在第一版的《微积分》中，也加强或新编进了一些相关内容。比如增加了向量在多元微积分学中的份量，介绍了一般的线性变换及三角级数的均方逼近等等。实践下来，有的教学效果较好，有的并不好。有的老师提出这样的意见：编写教材要去除“毕其功于一役”的做法。要根据每本教材的教学要求和使用对象，设定恰当的目标，注意教材的可教学性，亦即可接受性。对新加进的内容，要谨慎地加以鉴别和处理。这些意见是很有道理的。在这次修订时，我们根据以下三个方面对第一版中有关内容作了梳理：

(1)内容本身的需要程度，这主要根据学生数学素质的培养需要以及当前通行的教学基本要求来加以界定；

(2)与教材整体内容的联系的紧密程度，不能有太多的“外加性”或节外生枝；

(3)教学上的可行性, 这要综合考虑当前的学生、教师及教学条件的客观允许程度来加以判定。

根据这三个方面进行梳理的结果, 我们对新编进教材的内容作了如下的分类处理。

第一类是传统教材中较弱而又是当前迫切需要的内容, 比如向量及其相关内容。它们本应是高等数学中的重要组成部分, 但由于课程设置方面的原因(过去曾把这部分内容归入场论分析这门工程数学课, 而后来又把这门课程取消), 造成传统教材对这部分内容的处理较为薄弱, 使学生的数学能力上出现明显的缺陷, 很多学生学习物理和专业课时不习惯向量表示的有关公式, 造成学习困难就是例证。因此对这部分内容, 我们作为教材的有机组成部分继续予以加强。在多元积分学中, 第二类曲线积分和第二类曲面积分的定义和表示仍然突出向量的作用, 对场论的介绍也比传统教材有所加强, 还适当介绍了曲线的向量式方程和向量分析的初步内容。尽管这在教学中会带来一些困难, 但我们认为这主要是一个习惯问题, 特别是教师的习惯问题, 而习惯是可以改变的。与改革带来的效果相比较, 教学上多付出的努力是完全值得的。第二类内容是尽管需要, 但从当前的教学实际来说, 明显地要求偏高。比如三角多项式的均方逼近, 我们原来的处理比较详尽, 并作为傅立叶级数的前期知识来编写。实际试下来, 教学效果不理想。因此这次修订时, 把这部分内容进行了改写, 突出其要点, 单独成节, 不再作为傅立叶级数的前期知识, 而作为学完傅立叶级数传统内容后的选学内容。这样既能使学有余力的学生了解傅立叶级数表示函数的实质, 又不致妨碍多数学生达到教学基本要求规定的目标。第三类内容是原来编写时就作为开拓眼界的补充知识, 考虑到本书面临的读者群的实际情况, 这次作了一些精简, 并又重新划入了一些内容, 如用二阶方向导数的几何意义来证明二元函数极值的充分条件, 对多元积分学中几个积分公式的统一性的说明等, 均用小字排印, 以增加教学处理上的灵活性, 又能满足少数尖子学生的学习需要。

第二个问题: 如何处理好教材内容与计算机应用的结合问题。作为教材改革的一种尝试, 我们在微积分的第一版中编写了 14 个数学实验(上册 8 个, 下册 6 个)。这些实验可分为两类: 一类本身就属于传统的教材内容, 但现在采用了与计算机应用相结合的新的处理方式。比如有关函数作图、函数逼近、数值计算等实验; 还有一类是借助计算机来解决比较简单的微积分实际应用问题, 可以叫做数学建模的初步训练, 如生长模型、飞行降落曲线的确定等等实验。这些内容的写入是本书的一个重要特色, 对改革传统教材, 促进教学方式的改变, 培养学生应用计算机解决实际问题的意识和能力都有促进作用。但是在实践中我们也发现, 这部分内容能否起到其应有的作用, 从教材编写的角度来看, 应该做到内容简单, 要求适当和结合紧

密这三点，并充分体现其比传统处理方式的优越性。这次修订时，我们把第一类实验中与传统教学内容联系特别紧密的部分，即有关函数作图的两个实验，放到教材正文中适当介绍，作为对传统内容的更新与补充。从我们的实践经验看，这样做既不会增加学生的学习负担，又能提高学生的学习兴趣。对第二类实验，我们则作了精简和改写，数量上减少为上册 5 个，下册 3 个，内容上则更加简单并易于上手。同时，我们仍注意保持这部分内容的相对独立性，对那些因各种原因不在高等数学课程中开设实验环节的学校，舍去这部分内容也不会影响达到教学基本要求。

第三个问题：如何处理好习题的难度与适用性的关系，使习题更好地服务于教学要求。教材的编者往往较多地把注意力集中在教学内容的处理与编写上，而对习题的选取、次序和搭配等化力不够。实际上，作为数学教材，习题是十分重要的组成部分，习题选编得不恰当的教材不可能成为一本好的教材。我们在编写第一版时，选择习题时往往只考虑题目本身是否“好”，而忽略了每个题目的实际功能及习题之间的相互搭配。事实上，即使把所有的“好题”都拼到一起也未必是一套好的习题，而往往会使习题过难，要求过高，造成学生学习的困难，打击学生学习的积极性。这次修订时，我们围绕教学目的，对习题的量及难度作了较大调整，克服原来部分习题中缺乏基本题、概念题的不足。特别是对每章后面的总习题，都增加了基本题和各种题型的题，突出了它们的复习功能和综合练习功能。我们还从国外新编教材和国内的考研试题中，吸收了一些优秀题目加以适当改造充实到有关习题中，使全书的习题出现一点新的面貌。

第四个问题：如何处理好教材的严谨性与可读性之间的关系。作为一本数学教材，理论的严谨性是不可或缺的要素。但同时，作为一本基础性的微积分教材，又是主要面向一般工科院校的非数学专业学生的教材，如何使它易读、易懂、便于自学又是编写时必需努力实现的目标。由于工科数学教材内容的限制，好些结论的推导不能严格地进行，常常采取从略的方式处理。我们认为，这种处理方式不宜用得太多。如果学生学得的很多数学结论都是没有推导或证明的，那他们就不会真正理解和掌握这些结论，更谈不上灵活应用了。在第一版的《微积分》中，我们对如弧微分公式，多元函数极值充分条件等一些内容，在学生所学知识范围内作了严格的但又较易理解的推导。在教学实践中，我们觉得这种做法还是有利于数学教学的进行。这次修订时，我们又对其他一些内容作了一些新的处理。比如对第一类曲线积分和曲面积分的计算公式，我们在承认连续函数可积性的前提下，不依赖于函数的一致连续性的性质而作了完整的证明。这样做，既与对重积分计算公式的处理方式相一致，又避免引进新的采取“证明从略”方式处理的数学结论。

通过这几年的实践，我们深刻认识到，必需经过长期的教改实践，认真研究问

题，认真听取同行和专家的批评和建议，不断发现问题，反复加以修订，才能使一本新编的改革教材逐步改进，逐步完善。在这过程中，编者的主观努力固然是起决定作用的内因，但良好的客观环境也是必不可少的。我们的教材出版后，得到国内很多同行和专家的无私而深入的指教，也得到了高教出版社的大力支持和帮助，这是我们修订教材的力量源泉。当前很多新编教材都面临进一步修订的问题，如果我们能共同创造出一个有利于改革教材改进完善的大环境，那么经过若干年的努力，必然会涌现出一批更加优秀的教材来，那将是数学教学改革成功的一个标志。