



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

微积分的创立者 及其先驱

第三版

李心灿 编



高等教育出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

微积分的创立者 及其先驱

第三版

李心灿 编

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

微积分的创立者及其先驱/李心灿编. —3版. —北京:
高等教育出版社, 2007. 10

ISBN 978 - 7 - 04 - 022493 - 1

I. 微… II. 李… III. ①数学 - 科学家 - 生平事迹 -
世界②微积分 - 数学史 - 世界 IV. K816. 11 0172 - 09

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第139888号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010 - 58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com
			http://www.landaco.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行 有限公司	畅想教育	http://www.widedu.com
印 刷	高等教育出版社印刷厂		
开 本	850 × 1168 1/32	版 次	1991年4月第1版
印 张	11.125		2007年10月第3版
字 数	290 000	印 次	2007年10月第1次印刷
插 页	3	定 价	14.80元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22493 - 00

微积分的创立者及其先驱业绩永存

微积分的创立
者及其先驱业绩
永存
柯召题
九零年春

中国科学院院士
中国数学会名誉理事长
柯召教授为本书的题词

展现微积分的创立
者及其先驱的光辉业
绩与灿烂风采

丁亥王元



中国科学院院士
中国数学会前理事长
王元教授为本书的题词

超级的数学大师
震撼的极限思想
学习它 研究它
心灵飞越
智慧无穷

王梓坤

2007.5.10.

中国科学院院士
北京师范大学前校长
王梓坤教授为本书的题词

内 容 简 介

本书用简练的文字,介绍了 70 位微积分的创立者及其先驱的简要经历、学术成就、治学态度、治学方法,概括性地论述了微积分的萌芽、创建、发展过程,其中还包含了一些科学家的名言和趣闻轶事。

本书可以作为学习数学史的选讲教材,也是“高等数学”课程的一本教学参考书,既可供各类高等学校师生参考,又可供广大数学爱好者阅读。

序 言

徐利治*

多年来,李心灿教授致力于世界著名数学家业绩、见解与风采的研究,曾出版了三部引人入胜的著作,其中《微积分的创立者及其先驱》一书是“三部曲”之一**。现今我应邀为此书的第三版作序,感到十分高兴,一是因为数年前我就读过第一版中所讲述的60多位数学家的历史故事,至今留有深刻印象,二是由于我早年曾教过多遍“微积分学”(后称“数学分析”),对微积分学发展史早有浓厚兴趣。

第三版书中的数学家人数已增加到70位。按出生年份排列,最早的一人是毕达哥拉斯,第七十位是鲁滨逊,年代跨越约两千五百年。这表明有关微积分的思想源流有多么深远和悠长!

不错,正如近、现代数学史书所介绍,微积分的创立者是英国的牛顿和德国的莱布尼茨;这是因为他们不约而同地发现了“微分与积分互为逆运算”的规律,即“微积分基本定理”,从而使得微积分成为一门独立的数学工具或学科。但是,如果没有众多先驱者一系列思想与著作的暗示、启发与诱导,那么他们的发明与发现也是根本不可能的。这里所说的“发明”是指微积分新学科的创立,“发现”是指对微、积分互逆规律的洞察及验证。

* 徐利治教授现任大连理工大学数学科学研究所名誉所长, *Analysis in Theory and Applications* 主编,《数学研究与评论》名誉主编。

** 另外两部是:《当代数学大师——沃尔夫数学奖得主及其建树与见解》,《当代数学精英——菲尔兹奖得主及其建树与见解》。

读了这本书中众多数学家的历史故事之后,读者就会知道牛顿和莱布尼茨是数学科学史上的“幸运儿”。事实上,就微积分发明的光辉业绩而言,牛顿应感谢他的恩师巴罗和沃利斯等先驱者著作的重要启示,而莱布尼茨要感谢的恩师是才高识广的自然哲学家惠更斯。当然,巴罗、沃利斯、惠更斯等又都各自从更早的先辈们那里继承了最珍贵的数学思想遗产,才使他们作出了难忘的成就和贡献。

李教授的这部书,显然不同于一般的微积分发展史著作。其特点之一是通过一系列历史人物业绩、思想、言行的描述,勾画出了整个微积分及其诸分支的来龙去脉及发展轨迹。特点之二是史料精选,文笔清新,书中许多历史故事颇有趣味性、启发性。一般说来,读人物传要比读学科史更令人感兴趣;所以这本书连出三版,可能说明它比一般数学史教程更多地受到大学师生们的喜爱和欢迎。

从阅读本书的过程中,读者们可以体会到微积分创立与发展过程中曾遇到的艰难之处:一是要克服“无穷小悖论”;特别是“贝克莱悖论”(Berkeley's paradox)带来的“ $0/0$ ”逻辑困难;二是要为“极限论”的创立铺平道路,这就首先要求建立实数理论;三是要不断澄清和改正极限计算与推理过程中出现的种种似是而非的误会和谬误。例如,“极限论”创立者之一柯西,就曾在他的名著中讲述了“由连续函数项作成的收敛级数和仍为连续函数”的错误定理。具有慧眼的后辈青年数学家阿贝尔改正了这条定理,其中首次用到级数一致收敛性条件。

正是在不断克服和解决诸如上述的各种困难中,微积分才不断获得了新的生机和生命,终于发展成为拥有众多分支学科的分析数学大厦。特别值得一提的是,20世纪60年代中期还从这座大厦的基础部分,延拓产生出一个富有生命力的重要新分支,即鲁宾逊创始的“非标准分析”。事实上,博学多才的鲁

滨逊正是从“单子论”老祖宗莱布尼茨那里继承发展了“无穷小单子”的重要思想,用模型论方法构造出了非标准数域 R^* ,才使得当初莱布尼茨想象的“无穷小分析”,终于能严谨地建立在 R^* 数域之上。

读者从阅读本书的过程中,还将能清楚地看到,微积分的创始与发展至少包括四个方面:一是直接或间接地涉及原始性问题的提出和原创性思想的萌芽;二是有关变量计算方法的引入与分析;三是关于基础理论问题的研究;四是应用方面的发掘与扩大。任何一个人物只要能对至少某一方面作出值得记述的贡献,就会进入微积分史的人物名单中。显然本书中的70位数学家,基本上就是符合上述标准的一批历史性人物,虽然各人的成就与贡献有大有小,有多有少。

我诚挚希望本书的使用者与读者们,将能采取欣赏、分析、评论的态度来读懂各位数学家的生平与贡献。特别对于有志于探讨数学分析学发展史的读者,如能利用本书题材,作出有独到见解的创造性研究,那就更能说明本书的学术价值了。最后,读者如有任何问题或建议,则希望与本书编著者直接联系为幸。

2007年6月于广州寓所

编 者 的 话

“如果我们想要预见数学的未来，适当的途径是研究这门科学的历史和现代。”

——庞加莱(Poincaré)

微积分是什么？请看下列一些杰出人物的精辟论述：

当代著名数学家柯朗(Courant)说：“微积分学，或者数学分析，是人类思维的伟大成果之一。它处于自然科学与人文科学之间的地位，使它成为高等教育的一种特别有效的工具……这门学科乃是一种撼人心灵的智力奋斗的结晶；这种奋斗已经经历了两千五百多年之久，它深深扎根于人类活动的许多领域，并且，只要人们认识自己和认识自然的努力一日不停止，这种奋斗就将继续不已。”

法国著名数学家傅里叶(Fourier)说：“数学分析与自然同样广阔，它定义了所有可理解的关系，它是一个慢慢形成的困难科学，它认真地保留了每一条既经获得的原则，它在人类思想的变迁与错误之中不断地长大并变得更强壮。”

恩格斯(Engels)说：“在一切理论成果中，未必再有什么像17世纪下半叶微积分的发明那样被看做人类精神的最高胜利了。”他还说：“只有微分学才能使自然科学有可能用数学来不仅仅表明状态，并且也能表明过程，即运动。”

英国著名数学家霍顿(Hutton)说：“微积分在任何时候都可能是最伟大、最精巧和最崇高的发明之一，它为我们开辟了一个新的世界。正如它已经做到的那样，它把我们的知识扩展

到无限,并使我们超越了那些似乎已给人类思维所规定的界限,至少已经无限地超越了古代几何所受到的种种限制。”

著名数学家雷波特(Report)说:“微积分是人类所建造的最宏伟的知识大厦之一。”

美国数学家休斯·哈雷特(Hughes Hallett)等人说:“微积分是人类智慧最伟大的成果之一。三百年前,受天文学方面问题的启发,牛顿(Newton)和莱布尼茨(Leibniz)阐发了微积分的诸多概念,自那时以来,每一世纪都证明了微积分在阐明数学、物理科学、工程学以及社会和生物科学方面问题的强大威力。由于微积分具有将复杂问题归纳为简单规则和步骤的非凡能力,迄今已获得相当大的成功。”

微积分的创立是数学发展中的里程碑,它的发展和广泛应用开创了数学学科向近代数学过渡的新时期,为研究变量和函数提供了重要的方法和手段。但是在多年的教学实践中,我发现很多学生在学完微积分之后,对微积分的形成、发展以及是由哪些数学家、在什么年代、分别做出了怎样的贡献,也就是说对微积分发生、发展的历史并不怎么了解。德国著名数学家外尔(Weyl)说:“如果不知道远溯古希腊各前辈所建立和发展的概念、方法和成果,我们就不能理解近五十年数学的目标,也不能理解它的成就。”事实确实如此。

为了给数学史教学提供一本选讲教材,给微积分教学提供一本参考书,在有关同志的建议和鼓励下,我参考了一些文献和书籍,编写了此书。试图用尽可能简短的篇幅,对微积分的创立者及其先驱的生平、业绩作梗概的介绍,从而使读者了解:微积分是一系列数学思想历经漫长岁月演变的结果,它深深扎根于人类活动的许多领域;微积分是两千多年来,许多数学家艰苦卓绝奋斗的集体成果,是一种撼人心灵的智力奋斗的结果,只要人类认识和改造自然的努力一日不止,这种奋斗就将

继续不已。

本书从公元前的毕达哥拉斯(Pythagoras)开始,直到20世纪的勒贝格(Lebesgue)和鲁滨逊(Robinson)为止,共介绍了70位数学家。早在毕达哥拉斯关于不可公度的发现以及关于数与无限这两个概念的定义中,就已孕育了微积分学的思想方法。经历了中世纪的黑暗与文艺复兴,直到17世纪,牛顿和莱布尼茨才创立起微积分。牛顿和莱布尼茨的最大功绩,是将微积分中两个中心问题联系了起来,即将求切线问题与求面积问题联系了起来,并且他们解决问题的方法不是特殊的,而是带有较大的普遍性。所以人们把牛顿和莱布尼茨看成微积分的发明者,但是这并不意味着作为今天这门学科基础的定义和概念仅仅是他们两人的工作。因为:一方面,在牛顿和莱布尼茨之前的许多杰出科学家,例如,古希腊时代的欧多克索斯(Eudoxus)、阿基米德(Archimedes),意大利的伽利略(Galileo)、卡瓦列利(Cavalieri),德国的开普勒(Kepler),法国的费马(Fermat)、笛卡儿(Descartes)、帕斯卡(Pascal),荷兰的惠更斯(Huygens),英国的沃利斯(Wallis)、巴罗(Barrow)、格雷戈里(Gregory)等,都对微积分的创立做了许多重要的准备工作,中国的刘徽和祖冲之在计算圆面积及圆周率等问题时,已包含有极限思想;另一方面,在牛顿和莱布尼茨创立微积分之后,18世纪在科学和数学问题中,应用了微积分所取得的辉煌成果,使人们把注意力首先放在应用而无暇顾及所依据的理论是否可靠,基础是否扎实,这就出现了谬误越来越多的混乱局面。所以在这个阶段,对于这门学科的逻辑基础仍然缺乏清晰的观念,因此,当时有人尖锐地批评:“微积分是数学的巨人,可惜它立于泥足之上。”特别是英国哲学家、主教贝克莱尖锐地抨击牛顿流数论在使用无穷小概念上的混乱。他讥讽地问道:“消失的增量究竟是什么呢?它们既不是有限量,也不是无穷小,又不是零,难道

我们不能称它们为消逝量的鬼魂吗？”贝克莱对莱布尼茨的微积分也进行了抨击，他讥讽莱布尼茨的微积分中一些正确结论是从错误的原理出发通过“错误的抵消”而获得的。贝克莱对微积分的攻击，主要是出于宗教的动机，但他的许多批评是切中要害的，在客观上揭露了早期微积分的逻辑缺陷。到了19世纪，人们力图为微积分的有关概念寻找一个令人满意的基础，这种坚持不懈的努力，带来了一种更富于批判的精神，直到经过柯西(Cauchy)、魏尔斯特拉斯(Weierstrass)、戴德金(Dedekind)、康托尔(Cantor)等很多大数学家的努力，填补了一个又一个的漏洞，才把微积分建立在牢固的逻辑基础之上。到了20世纪，微积分又从两个完全不同的角度作了推广：一是勒贝格把积分概念推广到适合更广泛的一类函数，且有更良好的性质，也就是所谓的勒贝格积分理论，从某种意义上来说，勒贝格的积分理论为现代分析奠定了基础；二是鲁宾逊的非标准分析，把17世纪和18世纪经常使用的无穷小概念置于严格的逻辑基础之上，为微积分提供了另一种描述方式。他们两人在这方面的贡献，使得本书有一较完善的结尾。

本书除了介绍微积分创立者及其先驱的生平、业绩外，还介绍一些他们的治学态度、治学方法、名言或一些趣闻轶事以及一些著名学者对他们的评论。因为这些内容往往能刻画出他们对事业的执著追求，刻画出他们的人品、个性、情趣等。

微积分的创立者及其先驱虽然都是一批杰出人物，在科学上作出了重要贡献。然而“金无足赤，人无完人”，“玉有瑕疵也斑斓”，因此本书无意隐讳他们的缺点或错误。我认为他们成功的经验和优秀的品质首先值得我们学习，而他们失败的教训和错误，不也是“前车之鉴，后世之师”吗？

我相信，作为一名教师，如果熟悉了微积分的创立者及其先驱的生平、业绩、治学态度、治学方法、名言、趣闻轶事等，一

定会把微积分讲授得更生动有趣和更富于哲理;而对于很多正在学习数学的学生或数学爱好者,一旦了解了这些数坛前辈们的学术成就和道德风范,也必将从中受到鼓舞,进而提高学习兴趣,激发刻苦钻研、勇往直前的奋斗精神。

本书第三版在修订版的基础上,作了如下较大的补充和修改:1. 对修订版的68位数学家中的66位都作了补充和修改,特别是对阿基米德、笛卡儿、费马、牛顿、莱布尼茨、欧拉、拉格朗日、拉普拉斯、高斯、柯西、阿贝尔、魏尔斯特拉斯、黎曼等十多位大数学家的业绩、贡献、治学态度、趣闻轶事、风采作了较多的补充;2. 增加了一些图片和照片;3. 增加了海涅和佩亚诺两位数学家。

本书在编写和修改过程中,得到了许多同志的热情鼓励 and 具体帮助:北京航空航天大学蒋正新教授、徐兵教授、邵鸿飞教授,华中科技大学王能超教授,南昌航空工业学院黄汉平教授,北京轻工业学院闵泰山教授,北京工业大学唐兢教授,北方工业大学宋瑞霞教授分别审阅了本书的初稿或部分初稿,提出了不少宝贵建议;中国科学史学会原副理事长、全国数学史学会原副理事长梁宗巨教授认真审阅了本书第一版全部书稿,提出了一些非常宝贵的建议,并为本书第一版写了序言;中国航空教育学会和航空航天工业部科学技术研究院对本书的编写给予了帮助;航空工业出版社对第一版的出版,高等教育出版社对修订版及第三版的出版,分别给予了热忱地支持,高等教育出版社的于丽娜、崔梅萍、张申申等同志对第三版的出版付出了辛勤的劳动。在此一并表示衷心的感谢。

本书主要是根据或参考书后参考文献中所列的书藉、文章里的有关文字、资料、照片、图片编写、编辑而成,更确切地说,本书实际上是编者在学习、研究数学史过程中的一本读书札记。在此,特向参考文献中的作者、译者致谢。由于本人水平

所限,本书所介绍的微积分的创立者及其先驱和他们的业绩可能是不完全的,若有遗漏、不当、错误之处,恳请读者批评指正。

编者诚挚地感谢著名数学家柯召教授、王元教授、王梓坤教授、徐利治教授先后为本书题词、作序。他们的题词和序言不仅对微积分的创立者及其先驱的业绩与风采给予了高度评价,而且对于学习微积分的读者寄托了深切期望,对编者也是鞭策、鼓励。

李心灿

2007年初夏于北京航空航天大学

第一版序言

梁宗巨

如果将整个数学比作一棵大树,那么初等数学是树根,名目繁多的数学分支是树枝,而树干的主要部分就是微积分。这只是一个粗浅的比喻,说明微积分的重要性以及它和各科之间的关系。学习微积分当然应该有初等数学的基础,而学习任何一门近代数学或者工程技术都必须先学微积分。因此在所有的理工科大学中,微积分总是一门必修课程。

微积分的创立,与其说是数学史上,不如说是人类历史上的一件大事。时至今日,它对工程技术的重要性就像望远镜之于天文学、显微镜之于生物学一样。它的出现并不是偶然的,它有一个漫长的成长过程。早在古希腊时代,阿基米德等人的著作就已含有积分学的萌芽。以后经过一千多年的沉寂,欧洲在文艺复兴以后对阿基米德的学说重新掀起研究的热潮,涌现出许多先驱者。而微积分真正的确立是在17世纪,从笛卡儿的解析几何开始,接着是微积分的创建,它将数学的历史带入一个新的时期——变量数学时期。

如果对微积分的发展历史有所了解,就会对这个学科有更深入更全面的认识。知道千百年来先辈们是怎样经过艰苦卓绝的奋斗才取得今天的成果,必然对他们肃然起敬。他们不但给人类留下了宝贵的文化遗产,也给后人作出了光辉的榜样。我们应该学习他们刻苦钻研、勇往直前的精神。当然,先贤是人而不是神,也可能有这样那样的缺点,有成功的经验,也有失败的教训。我们除了吸取经验之外,也要避免重蹈覆辙。