

自然辩证法资料选辑

(一)

一九七五年十月

毛主席语录

无产阶级必须在上层建筑其中包括各个文化领域中对资产阶级实行全面的专政。

我们要求把辩证法逐步推广，要求大家逐步地学会使用辩证法这个科学方法。

说 明

为了配合学习自然辩证法，批判自然科学理论战线上的反动观点的需要，准备陆续收集报刊杂志上发表的有关文章材料，汇编分册，以供参考。

本辑收集了《红旗》杂志发表的部分文章。凡公开引用文中有关材料时请以《红旗》原文为准。

另外翻印兄弟院校内部材料《中国古代科学技术的主要成就》，公开引用时请仔细核对。

北京师范学院自然辩证法学习小组

一九七五年十月

目 录

科 学 史 研 究

微积分的理论是怎么来的?	舒 立 (1)
人类对宇宙认识的发展	肖 彤 (13)
从进化论看唯物论和唯心论的斗争	陈燕生 (30)
人类对地球的认识和改造	李之棣 (44)
人类在变革物质中认识物质	李 柯 (59)
人类认识和利用能源的历史	秦 华 (74)
对人体认识的两种世界观斗争	金 卫 (92)
实践是农业科学发展的源泉	金 枫 (109)
同位素年代学与人类对自然发展史的认识	朱炳泉 周新华 (124)

科 学 史 资 料

中国古代科学技术的主要成就	(139)
---------------------	-------

微积分的理论是怎么来的?

舒 立

微积分是近代自然科学与工程技术中一种基本的数学工具，是大学理工科必修的一门基础课程。微积分的产生在数学史上是一个有重大意义的创造，它产生以后，又经历了长期的发展过程。以马克思主义哲学为指导，研究微积分产生和发展的历史，从中考察一下理论与实际的关系，科学与生产的关系，将有助于我们更自觉地运用唯物辩证法来指导数学的教学和研究工作。本文对微积分的一些历史材料进行初步的分析，提出一些不成熟的看法，希望引起更深入的研究。

微积分的产生

正如恩格斯指出的：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”（《自然辩证法》）微积分产生于十七世纪后半叶，不是偶然的，这首先是由于生产实践的需要。曾有一些人，如杜林之流，把数学看作是与生产需要无关的，纯粹是悟性“自己的自由创造物和想象物”。微积分产生和发展的历史事实，有力地驳斥了这种唯心论的先验论。

十六世纪的欧洲，处于资本主义萌芽时期，适应资本原始积累的需要，在残酷剥削劳动人民的基础上，生产力得到很大的发展。工业方面有机械工场的建立和机械用于采矿、冶金等事业。美洲的发现，环球航行的成功，通商贸易的扩

大，促进了交通事业的发达。生产实践的发展，向自然科学提出了新的研究课题，开阔了人们的眼界，同时也为自然科学研究创造了物质技术条件。哥白尼（一四七三——一五四三年）的“太阳中心说”标志着自然科学从宗教神权统治下的解放。从此，自然科学便迅速发展起来。

当时，生产和技术的大量问题迫切要求力学、天文学等基础学科的发展，这些学科是离不开数学的，因而也就推动了数学的发展。航海事业需要确定船只在大海中的位置，这就要求精确地测定地球的经纬度和制造准确的时钟，于是推动了对天体运行的深入研究；船舶的改进，必须探讨流体及物体在流体中运动的规律；在战争中，要求炮弹打得准确，导致对抛射体运动的研究。此外，机械、建筑、水利等方面也提出了种种课题。在这些课题的研究中，通过大量的观察和系统的实验，人们逐步总结出一些基本的力学概念和规律。例如：开普勒（一五七一——一六三〇年）根据长期天文观测的资料，总结出行星运动的三大定律；伽里略（一五六四——一六四二年）系统地研究了落体速度变化的规律，并发现了惯性定律；他还把精密的物理实验与数学分析方法结合起来，第一次成功地用数学公式定量地描述了物理学的规律。在以落体和行星为典型的机械运动的研究中，提出许多问题，其中最基本的有两个：一个是已知路程求速度，另一个是已知速度求路程。在等速运动的情况下，这两个问题用初等数学就可以解决： $\text{速度} = \text{路程} \div \text{时间}$ ； $\text{路程} = \text{速度} \times \text{时间}$ 。但是，在变速运动，也就是速度随时间变化的情况下，只用初等数学的方法就无法解决了。因为速度成了变量，初等的常量数学无法描述时间、位置、速度之间的复杂

关系。这种矛盾要求数学突破研究常量的传统范围，提供能够用以描述和研究物体运动及变化过程的新工具——变量数学。微积分作为变量数学的主要部分，正是适应当时这些实际的需要，逐渐产生出来的。

历史事实还表明，微积分绝不是象某些资产阶级学者所吹嘘的那样，仅仅是一两个“天才”、“能者”灵感一来的发明创造。微积分的产生，是以广大劳动人民的实践经验为基础的，是与科学地继承和发展数学上长期积累的研究成果分不开的。在古代，已有微积分计算方法的萌芽。例如，在我国早就有“割圆术”，即把圆近似地割成边数很多、边长很短的正多边形，来计算圆面积。魏晋时代的刘徽就说过：“割之弥细，所失弥少，割之又割，以至于不可割，则与圆周合体而无所失矣”。他并且用这种方法计算过圆周率的近似值。到了十六世纪以后，面积计算的问题又从力学获得了新的动力和启发，产生了新的成果，求出了象由正弦函数及由单项式表示的曲线所围成的面积等许多公式；而且由原子论的启示，普遍地把一块面积近似地看成很多个细窄的矩形面积的总和，这就是微积分中积分概念的雏形。另外，笛卡儿（一五九六——一六五〇年）在他的《几何学》中研究透镜的聚光性能时，讨论了求曲线的切线的问题。费尔玛（一六〇一——一六六五年）在研究一个量的极大（极小）值问题时，借助运动的观点，提出了较好的确定切线的方法。这些都是微积分中微分计算的先导。应该指出，笛卡儿和费尔玛关于解析几何的工作，是数学的一个转折点。他们开始有了变量概念，并把描述运动的函数关系和几何中曲线问题的研究统一起来了。从此，力学中关于求速度与求路程的两个问

题，就分别化为求切线与求面积的问题。于是解决前述生产实践提出来的问题，就可以应用数学上长期积累的关于切线和面积的成果，使微积分的产生不但必需，而且也有了可能。

这样，由于生产实际的需要，力学和天文学的推动，在长期积累的大量数学成果的基础上，十七世纪后半叶，终于由牛顿（一六四二——一七二七年）和莱布尼茨（一六四六——一七一六年）总结、发展了前人的工作，几乎同时地建立了微积分。正如恩格斯指出的：微积分“是由牛顿和莱布尼茨大体上完成的，但不是由他们发明的”。（《自然辩证法》）

牛顿和莱布尼茨都是结合着力学或光学问题的研究，并且都是用几何学的方法达到微积分的。牛顿侧重于力学的研究，突出了速度的概念，考虑了速度的变化，建立了微积分的计算方法。他用这个方法从行星运动规律推论出万有引力，并根据万有引力解决了许多力学和天文学的问题。莱布尼茨关于微积分的工作，突出了切线的概念，并特别重视运算的符号和规则，至今尚袭用的微分和积分的符号，就是莱布尼茨首先提出来的。牛顿和莱布尼茨依据过去关于切线和面积的研究，得到一般的微分、积分的概念，使微分和积分成为两个新的数学运算。他们还揭示了这两个运算的内在联系，就如同加法与减法一样，是互逆的，由此得到了一系列简单易行的运算法则。从此以后，微积分就成为行之有效的一套数学方法。过去需要用特殊技巧分别处理的一些困难问题，这时就获得了一般性的解决办法。

微积分刚一形成，就在解决实际问题中显示成效。例如，在天文学中，能够精确地计算行星、彗星的运行轨道和

它们的位置。哈雷（一六五六——一七四二年）就通过这种计算，断定在一五三一年、一六〇七年和一六八二年出现过的彗星是同一颗彗星，并推断它将于一七五九年再次出现，这个预见后来果然被证实。又如，用微积分可以计算摆锤在受力情况下的运动和周期，这给当时设计精确的时钟提供了依据。牛顿曾根据摆锤周期与重力的关系，考察了地球各地摆锤运动的实验资料，在理论上作出了地球是扁圆的科学结论。这一切说明，微积分反映了自然界的客观规律，因而是人们认识世界和改造世界的一种有力的工具。但是，由牛顿和莱布尼茨大体上完成的微积分，还存在着严重的缺点，它的理论基础是很不完善的。

微积分的“神秘性”

在十七、十八世纪，微积分的应用愈来愈广泛，内容愈来愈丰富，取得了丰硕的成果。但是，当时微分和积分的概念虽然有力学和几何的直观背景，却没有确切的数学定义；特别是一些定理和公式的推导，在逻辑上前后矛盾，不好理解，因此使人感到可疑，然而导出的结论又往往是正确无误的。这样，微积分就具有了一种“神秘性”。

这种“神秘性”集中地体现在当时对无穷小量这个概念的理解上。无穷小量是微积分的基本概念之一。牛顿在一些典型的推导过程中，第一步，他要用无穷小量作分母进行除法；第二步，他又把无穷小量看作零，以去掉那些包含着它的项，而得到所要的公式。在力学和几何中的应用证明了这些公式是正确的。但是，推导过程本身却显示出那时的无穷小量概念在逻辑上是自相矛盾的：无穷小量究竟是零还是

非零呢？如果它是零，怎么能用它去作除法呢？如果它不是零，又怎么能把包含着它的那些项丢掉呢？这种逻辑上的矛盾，牛顿自己也意识到了，然而无法摆脱概念上的混乱。这个微积分理论基础的问题，在以后很长一段时间里，许多人都曾尝试解决。有的人试图弄清无穷小量的本质，有的人主张排除无穷小量，但是，都没有解决问题。这是由于数学的研究对象已从常量扩展到变量，而人们对变量数学特有的规律还不十分清楚，对变量数学和常量数学的区别和联系还缺乏了解，对有限和无限的对立统一关系也还不明确，习惯于处理常量数学的传统思想方法，就不能适应变量数学的新要求，仅用旧的概念说明不了这种“零”与“非零”相互转化的辩证关系。

马克思在评论这个时期的微积分时指出：“这样，他们自己就相信了新发现的算法的神秘性。这种算法就是通过数学上肯定不正确的途径而得出了正确的（而且在几何学应用上简直是惊人的）结果。这样一来，他们自己就把自己神秘化了，于是他们就越加重视这个新发现，越加引起一群旧式正统派数学家的恼怒，并且激起了敌对的叫喊，这种叫喊甚至发自对数学并不通晓的人们，这对于为新事物开拓道路是必不可少的”。（《数学手稿》）

在这里必须提到，在反对新生的微积分的大合唱中，反动哲学家、主观唯心主义的代表英国主教贝克莱，甚至担任了领唱的角色。当时，运用微积分作为工具揭示了太阳系的运动规律，从理论上论证了哥白尼学说的正确性，使得越来越多的人怀疑神学的荒诞教义。贝克莱为此在一七三四年炮制了《分析学者》一文，并公开挑衅，以“与一个不信神的

数学家的对话”作副标题，利用微积分的“神秘性”为神学辩护。他嘲弄无穷小量是“逝去的量的鬼魂”，攻击微积分的推导是“分明的诡辩”。他还恶意地攻击相信微积分而怀疑宗教的人们，说什么“一个人，认定说神秘的东西（按：指宗教）不能作为信仰的对象，而同时他自己却承认如此含糊的神秘的东西（按：指微积分）是科学的对象，那他表现出什么样的理性呢？”

列宁在《唯物主义和经验批判主义》一书中，论述了“唯心主义哲学家们怎样抓住著名的自然科学家们的极小的错误和表达得稍微模糊的地方来证明自己替信仰主义的变相辩护是正确的”。贝克莱正是抓住了微积分理论中出现的逻辑矛盾，加以渲染，为他的信仰主义进行辩解。这个事实表明，弄清无穷小量这样的概念，建立严格的微积分理论基础，不但为数学本身所需要，而且有着认识论上的重大意义。

微积分理论基础——极限论的建立

毛主席指出：“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。”（《人的正确思想是从那里来的？》）由牛顿和莱布尼茨大体上完成的微积分，一方面是把握住了变量数学中一些基本的概念和关系，并据此得到了一套比较完整的解决问题的方法；但是，另一方面，由于历史条件的限制，他们对这些基本的概念和关系，还不能突破力学和几何直观的局限，因而不能形成深刻的认识。当时数学的这个状况，正如恩格斯所描述的：“由于变数的应用以及

它的变化被推广于无限小和无限大，以前曾经是如此严格地合乎道德的数学也犯了原罪；它吃了智慧果，这为它开辟了获得最大成就但也造成谬误的道路。”（《反杜林论》）微积分自初步建立以后，始终是在反复实践、反复认识的过程中前进的。起初，微积分主要应用于力学、天文学和几何光学，其中出现的数量关系还比较简单，而且理论计算的结果又往往可以从实践得到直接的验证。因此，在那个时候，微积分理论基础的缺点，还没有成为严重的障碍。但是，到了十八世纪末，随着微积分应用的更加广泛与深入，遇到的数量关系也日益复杂，有些问题已超出了简单直观的范围。在这种情况下，明确的概念，合乎逻辑的推理就更加显得重要了。同时，在一些复杂的问题中，需要推广函数的概念，原有的算法已不够用，这些都对微积分理论基础的建立，提出了迫切的要求。

譬如，在微积分里，有一个典型的基本算法，就是把无穷多项加起来，叫做无穷级数。在微积分产生的年代里，无穷级数的应用已经非常广泛。无穷多项相加与有限多项相加是有本质的区别的。有限多项相加，总有确定的“和”。无穷多项相加，是加不完的，因此什么是无穷级数的“和”是不清楚的。但是，在很长一段时间里，人们认识不到这种区别，习惯地把有限多项相加的运算规则照搬到无穷级数中去，虽然解决了许多问题，但有时还得出象 $\frac{1}{2} = 0$ 这样一些荒谬的结论。这种情况使人们认识到，在运用无穷级数进行计算时，弄清楚无穷级数的概念及其运算的理论根据是很必要的。

又如，由长期的天文观测发现，土星的轨道在扩大，木

星的轨道在缩小。由此推想：长此下去，木星将会掉到太阳中去，而土星将会飞出太阳系。这个太阳系是否能够长久保持下去的大问题，受到人们普遍关心。拉普拉斯（一七四九——一八二七年）根据力学的原理，用微积分作工具，特别是大量地使用了无穷级数的运算，论证了这种现象源出于行星间的引力作用，轨道发生周期性的扰动，以后土星和木星的轨道还会变回去。他还计算出这个周期是九百二十九年。对太阳系作出的这个结论超出了人们的直观范围，而天文观测又得在几百年后才能直接验证这个结论的正确性。在这一类型的问题中，在所得到的结论获得实践的检验之前，人们当然首先要求它的理论推导和计算是可靠的，这就牵涉到对于无穷级数的“和”的正确理解。

十九世纪初，资本主义工业生产的发展，推动了科学技术特别是物理学的进一步发展。连续介质力学（流体力学、弹性力学）发展了起来，经典物理正在从积累资料的阶段向理论分析过渡，它们迫切需要相应的数学工具，微积分的应用自然地力学扩展到这些新的领域。这些新领域中的运动形式比起力学来要复杂得多。在力学中，弦的振动是一种周期性的现象，有人在研究这种现象时，曾把它分解成最简单的周期运动的叠加，这在数学上就是表示成为一串三角函数的和。把无穷多个三角函数加起来所成的无穷级数，称为三角级数。后来，富里叶（一七六八——一八三〇年）在研究热传导现象时也有效地使用了三角级数。但是，热传导和弦的振动不一样，缺乏那种力学运动的直观形象，为什么都能用三角级数表示出来？这个问题，引起了人们的注意。而三角级数的广泛应用又扩大了函数的概念。这些新情况在理论

上提出了一系列问题。归结起来，就是要求建立明确的无穷级数的“和”的概念及其运算法则。这个无穷级数“和”的概念，同无穷小量一样，都是要在数学上正确地用“无穷”来反映运动、变化的过程，这正是微积分的理论基础所要解决的。

在一百多年中，人们经历了一个漫长而艰苦的认识逐步深化的过程。直到十九世纪上半叶，在积累起来的大量成果的基础上，同时也是总结了许多人失败的尝试，微积分的理论基础——极限论，在无穷级数的研究中开始建立起来了。例如，在哥西（一七八九——一八五七年）的《分析教程》中，开始有了极限这个概念的基本上明确的叙述，并以极限概念为基础，得出了无穷小量、无穷级数的“和”等许多概念的基本上明确的定义。这样，就逐步建立了微积分的严格的数学理论，微积分的发展从此进入了一个新的阶段。

微积分理论基础的建立是认识上的一个飞跃。极限概念揭示了变量与常量、无限与有限的对立统一关系。从极限的观点看来，无穷小量不过是极限为零的变量。这就是说，在变化过程中，它的值可以是“非零”，但它变化的趋向是“零”，可以无限地接近于“零”。在早期的微积分中，对于无穷小量的认识，带有形象直观的局限性，没有极限的明确概念，因此不能认识它与有限的辩证关系，时而把它看作一个固定的有限的很小的量；时而把它看作孤立的似零非零的“无穷小”。总之，不能从变化趋向上说明它与“零”的内在联系，从而导致逻辑上的矛盾，所谓微积分的“神秘性”即由此而来。对无穷小量的认识，正如毛主席所说的：“感觉到了的东西，我们不能立刻理解它，只有理解了的东西才

更深刻地感觉它。”(《实践论》)极限理论的建立,体现了人们对于无穷小量认识的深化过程,在微积分的历史上,这个过程虽然是曲折的,但是人们的思想终于突破了形而上学的框框,掌握了无穷小量的辩证本质。这是唯物辩证法的一个胜利。

微积分理论基础的建立,在数学的发展上有深远的意义。一方面,它消除了微积分长期以来带有的“神秘性”,使贝克莱之流对微积分的攻击彻底破产,暴露了他们那种为神学信仰辩护的“理由”才是地地道道的“分明的诡辩”;另一方面,它加速了微积分的发展,使微积分能够更好地、更深入地解决更多的实际问题 and 理论问题,成为人们认识世界和改造世界的更加锐利的数学工具,而且在思想上和方法上深刻地影响了近代数学的发展。

从微积分的产生到极限论的建立,这个历史过程生动地表明了,适应生产需要而产生的数学方法,不能长期停留在形象直观的感性阶段上,必须在实践的基础上,从感性认识上升到理性认识,从不深刻的认识发展到比较深刻的认识,“造成概念和理论的系统”。(《实践论》)微积分的理论和其它科学理论一样,都是在积累了十分丰富和合乎实际的材料之后,经过整理和改造,也就是经过概念、判断和推理的阶段发展而成的。这样一个概念、判断和推理的阶段是重要的,否则,我们就不能作出科学的抽象,不能深刻地认识客观规律。人们对客观规律的认识只有在发展到概念和理论的系统以后,才能成为改造世界的更为有力的工具。但是,如果根本离开人们的实践,完全脱离从客观世界获得的十分丰富的材料,那么,一切概念、判断和推理就成了无本之木,

无源之水。在微积分的理论基础奠定以后，就有一些数学家和唯心主义的哲学家，利用数学上这个新的成就来片面地夸大抽象思维和逻辑推理的作用，把它们绝对化，否认数学研究的对象是客观世界的数量关系和空间形式，把数学说成是“纯粹的演绎体系”，或者说数学研究的对象不过是纯“形式的符号”。二十世纪初期出现的逻辑主义和形式主义就是这样一些唯心主义的流派。他们给数学以唯心主义的解释，又使它蒙上一层先验论的神秘色彩，企图把数学拉到脱离实际、摒弃形象直观的邪路上去。这种倾向对数学的发展是十分有害的。近几十年来，尽管这些唯心主义的思想已经受到马克思列宁主义的多次批判，但是他们的影响还是不可忽视的。我们必须对数学中的唯心主义进一步深入批判，以继续肃清其流毒。

回顾微积分产生和发展的历史，给予我们重要的启示：人们对客观世界中数量关系的认识是逐步深化的，需要从感性认识能动地跃进到理性认识，又要从理性认识能动地指导实践，并取得进一步的发展，这个过程，是符合唯物辩证法的规律的。“实践、认识、再实践、再认识，这种形式，循环往复以至无穷，而实践和认识之每一循环的内容，都比较地进到了高一级的程度。”（《实践论》）微积分的发展历史，从一个具体方面说明了这是人们认识世界和改造世界的普遍规律。所以，在数学教学和科学研究中，我们必须遵照唯物辩证法的认识论，坚持理论和实际统一的原则，在实践的基础上使认识不断深化，任何颠倒、割裂或偏废，都是应该反对的。

（原载《红旗》1973年第1期）

人类对宇宙认识的发展

肖 彤

自古以来，人类对宇宙的认识，存在着两种互相对立的观点。一种是唯物的，一种是唯心的；一种是辩证的，一种是形而上学的。人类对宇宙认识的发展史中，贯穿着唯物论同唯心论、辩证法同形而上学的斗争。研究天文学领域中两种宇宙观斗争的历史，从中考察一下人类的认识同阶级斗争、生产斗争和科学实验的关系，有助于我们学习马克思主义的认识论，提高识别真假马克思主义的能力。本文提出一些初步的看法，希望能引起更深入的研究。

一

“马克思主义者认为人类的生产活动是最基本的实践活动，是决定其他一切活动的东西。”（《实践论》）人类对宇宙的认识，主要的正是通过物质的生产活动，逐渐地了解了宇宙中的现象以及它们的规律性。例如，对原始的农牧民族来说，日出而作，日没而息，昼夜的交替成了天然的时间计量单位。放牧、耕种、收获这些农牧业生产活动，因寒来暑往、四季循环而随着变化，这是另一个天然的时间计量单位——“年”。天上的一些星星，成为他们确定方向的标志。经过长时间的经验积累，人们看到在不同的农牧季节、不同的地方出现不同的天象，就逐渐开始利用这些不同的天象来定季节、定方向、定位置。又如在我国，很早已经知道，每