

# 《自然辩证法》浅说

(下 册)



# 《自然辩证法》浅说

下 册

(讨论稿)

上海师大自然辩证法组

一九七七年七月

# 毛主席语录

你们学自然科学的，要学会用辩证法。

我说辩证法应该从哲学家的圈子走到广大人民群众中间去。

我们进入了这样一个时期，就是我们现在所从事的、所思考的、所钻研的，是钻社会主义工业化，钻社会主义~~改~~现代化的国防，并且开始要钻原子能这

！。

只要我们更多地懂得马克思列宁主义，更多地懂得自然科学，一句话，更多地懂得客观世界的规律，少犯主观主义错误，我们的革命工作和建设工作，是一定能够达到目的的。

## 目 录 (下册)

- 第一讲 只有辩证法能够帮助自然科学战胜理论困难(一)  
——学习《运动的量度。——功》……………(1)
- 第二讲 只有辩证法能够帮助自然科学战胜理论困难(二)  
——学习《潮汐摩擦。康德和  
汤姆生——台特》……………(16)
- 第三讲 只有辩证法能够帮助自然科学战胜理论困难(三)  
——学习论文《热》……………(31)
- 第四讲 只有辩证法能够帮助自然科学战胜理论困难(四)  
——学习《电》……………(51)
- 第五讲 运用对立统一观点正确认识自然  
——学习《辩证法》札记……………(77)
- 第六讲 生命的本质、起源和发展  
——学习《生物学》札记……………(98)
- 第七讲 数学是辩证的辅助工具和表现方式  
——学习《数学》札记……………(114)

# 第一讲 只有辩证法能够帮助自然 科学战胜理论困难(一)

## ——学习《运动的量度。——功》

在以下四篇论文中(《功》、《潮汐摩擦》、《热》和《电》),恩格斯通过几门主要学科领域中存在的自然科学理论问题的具体分析,一方面对辩证唯物主义运动观的基本原理进一步作了自然科学的论证;另一方面又深入批判了理论自然科学领域中的唯心论和形而上学以及自然科学家蔑视辩证法的错误倾向,从而有力地揭示了自然界物质运动的辩证法。同时,深刻地阐明了一个光辉的科学真理:只有辩证法才能帮助自然科学战胜理论上的困难。

恩格斯曾在论文《运动的基本形式》中,着重阐述了辩证唯物主义运动观的基本原理。《运动的量度——功》这篇论文,可以看作《运动的基本形式》一文的续篇,写作年代同是1880—1881年间。恩格斯在这篇论文中,对于欧洲科学发展史上关于机械运动两种量度的争论进行了深入的考察,根据运动不灭的思想正确而透彻地解决了长期争论不休的运动量度问题,同时也科学地揭示了物理学中关于“功”这一概念的本质意义。从而为我们树立了运用唯物辩证法考察和分析自然科学理论问题的光辉典范,充分显示了马克思主义哲学对自然科学研究的指导作用。

## 一、对运动的两种量度的历史考察

人们在研究机械运动时提出了一个问题：物体的运动量的大小如何衡量？一个物体的运动量究竟与运动物体的哪些因素有关？是什么样的关系？

对于物体运动量的问题，不论是自然科学家还是哲学家都认为是一个重要问题。他们从不同的角度都需要了解这个量，以解决运动的量度问题。自然科学家为了从量的方面去研究和比较各种机械运动的大小，试图找出一个普遍的物理量来作为运动的量度；哲学家为了阐明物质运动不灭原理，也需要从量的方面说明物质运动的永恒性。总之，运动的量度问题引起了各方面的注意。

人们对于运动的认识，首先是从物体的机械运动开始的。在对物体机械运动的研究中，发现一个物体的运动量总是通过相互作用表现出来并从而得以量度。比如，打夯时夯举得越高，下落的速度就越大，打击作用也就越大；夯越大越重，下落时打击作用也就越大。一个物体对另一个物体的作用越强，我们就认为它的运动量越大。

所以，从以上简单的例子中，我们大致知道，一个物体的运动量是由两方面的因素决定的：一是物体的速度( $v$ )；二是物体的质量( $m$ )。但是，运动量究竟与这二者是什么样的定量关系，在相当长时期中，人们是不知道的。要定量地确定运动量与这二者的关系，需要对大量的实践作科学的概括，需要从科学实验中得出结论。

历史上，正是通过不同的途径，不同的实验方式，在对

运动量这一概念作出理论概括时，出现了不同的看法从而出现了关于机械运动两种量度的长期争论。下面我们简要地介绍一下历史上关于运动量两种观点的争论。

### (一)笛卡儿派用“动量”(mv)表示物体的运动量

笛卡儿认为，运动物体的质量和速度的乘积就是该物体的运动的量度，称为运动量。笛卡儿的运动量概念是现成的从伽利略那里取来的。伽利略通过打击现象的研究提出了“动量”的概念，以表示物体运动的强度。他指出一个物体的动量由其质量(当时与重量混同)和速度共同决定，在质量不变时则和速度成正比。笛卡儿对物体碰撞问题的研究极为重视，他通过物体碰撞的研究提出了“运动量守恒”的思想，这是对伽利略动量概念的发展。笛卡儿还把“运动量守恒”的思想推广到整个宇宙，作出了宇宙的“运动量”守恒的哲学结论。(第54页)一六四四年，笛卡儿在历史上第一次明确提出了运动不灭原理：“物质有一定的量的运动，这个量是从来不增加也从来不减少的，虽然在物质的某些部分中有时有所增减。……每当一部分的运动减少时，另一部分的运动就相应地增加。”(笛卡儿《哲学原理》第二部，第36节)

十分明显，笛卡儿的“运动不灭原理”是建立在机械运动守恒的基础上的，他所说的“运动”仅仅是指机械运动。因此，还存在许多缺点和问题。但是，尽管有这些缺点，笛卡儿的运动量守恒思想，坚持从自然界本身来说明世界的观点以及他对哲学上关于物质运动永恒不灭思想的第一次有力的论证，这些仍然具有要大的意义。

此后，牛顿同样赞成用动量  $mv$  作为物体运动的量度，

并从科学上更确切地确定了动量的概念。由于牛顿力学在当时占绝对统治的地位，所以在十七世纪的前期，自然科学界普遍承认动量  $mv$  是运动的量度。

## (二)莱布尼茨<sup>①</sup> 主张用“活力”( $mv^2$ )表示物体的运动量

德国哲学家和数学家莱布尼茨通过对自由落体运动的研究，揭示了笛卡儿运动量与运动量守恒的矛盾。恩格斯指出，莱布尼茨“是看出笛卡儿的运动量度和落体定律相矛盾的第一个人。”(第70页)

一六八六年，莱布尼兹在他发表的题为《关于笛卡儿和其他人在自然定律方面所犯的显著错误的简短证明，按照这个定律，他们认为上帝使运动量守恒；这是他们把力学歪曲地利用了》的论文中，指出用  $mv$  去量度落体运动，运动并不守恒。而用  $mv^2$  去量度运动，运动量是守恒的。于是，他接受了荷兰物理学家惠更斯<sup>②</sup> 在一六六九年提出的以  $mv^2$  作为运动量的主张。但是，莱布尼茨也承认动量  $mv$  在一定场合(如：碰撞、杠杆、轮轴等简单机械装置中)用来量度运动是有效的。所以他进而主张把动力分为“死力” $mv$ (压力、拉力)和“活力” $mv^2$ (动能)两种，运动可以分别用死力和活力来量度，但强调只有活力 $mv^2$  才是“物体的真正的运动”的量度。

莱布尼茨从落体定律与运动量  $mv$  守恒的矛盾中所发现的新的量  $mv^2$  是很有意义的。这个量实际上已经超出了机械运动研究的范围，关系到机械运动和其它运动形式转化的问题。他所揭露的矛盾也促进了运动量问题的研究。莱布尼茨把动力分为“活力”和“死力”两种也是很有意思的，他承认笛卡儿提出的动量  $mv$  在简单机械装置中，在研究物体平衡条

件时都是适用的。只要继续前进，在一定的实践基础上，在正确的哲学观点指导下是可以得出正确结论的。

但是，实质上莱布尼茨并不了解他自己发现的运动量  $mv^2$  的本质意义，也不了解  $mv^2$  与  $mv$  的根本区别。他还不能摆脱当时机械论的桎梏，片面地认为  $mv^2$  才是物体真正运动的量度，不认识  $mv$  对运动的量度在一定条件下同样是完全正确的。另外，他还是用“力”来表示物体的运动量，称为“活力”与“死力”，不能从“力”这个有很大局限性的“避难所”中解放出来，而没有用“能”这个比较科学的概念来代替“力”。他对“运动不灭性”的理解，还没有冲破机械论的束缚，并没有认识到运动不灭应该从不同运动形式之间的转化中、从质与量两个方面来加以理解。莱布尼茨把活力守恒和笛卡儿的“运动量”守恒看成是不可调和的矛盾。其实，他们只是从不同方面去理解运动不灭性，莱布尼茨对活力的认识事实上还没有突破机械运动的范围。

### （三）十八、十九世纪一些自然科学家对这场争论的态度。

笛卡儿派和莱布尼茨派关于运动量问题的争论，使欧洲的数学家和物理学家分成了两大营垒，许多科学家都参加了这场争论，两派各执己见，论战了半个多世纪之久。

恩格斯着重分析了法国数学家和哲学家达兰贝尔<sup>③</sup>的态度与观点。达兰贝尔对这场争论抱相当蔑视的态度。在他的著作《动力学论》的序言中把这个问题只是简略地考察一下，他以纯粹数学实证主义的观点即把计算的结果直接看作为事物的本质，象“最后判决书”一样宣布，这是一场“毫无益处的咬文嚼字的争吵。”（第74页）

尽管达兰贝尔对这场争论十分蔑视，但他自己的解决办法实际上并不高明，也没有什么新东西。他的出发点是所谓达兰贝尔原理，就是将牛顿第二定律表示的动力学方程看作在一瞬间处于平衡状态的力系，提出了“惯性力”这一概念，即  $F_{\text{惯}} = -ma$ 。这样，牛顿第二定律  $F = ma$  就可改写成  $F + F_{\text{惯}} = 0$ ，就这样他把动力学问题化为静力学方法来处理。从这一原理出发，他认为根本不存在“运动物体的力”这样的概念。因为在达兰贝尔看来，任何物体的运动都可化为静止和平衡来处理。他认为“力既不能用  $mv$  去衡量，也不能用  $mv^2$  去衡量，而只能用障碍和这些障碍所表现的阻抗去衡量了”。

达兰贝尔又把所谓障碍分为三种：一是不能克服的障碍。实际指完全非弹性碰撞<sup>④</sup>，机械运动完全吸收转化了。他认为这种障碍“在这里不能加以考察”。二是足以立刻使运动停止的阻抗。实际指完全弹性碰撞，把运动完全转移给另一个物体；或者在杠杆等平衡的情况，这时  $mv$  可以作为力的表现，即抵抗障碍的效能与  $mv$  成正比。三是只能使运动逐渐停止的障碍，即减速运动的情形。实际指受重力或摩擦力作用使物体慢慢静止下来（不断作功的缘故）的情形。他认为在这种情形中，作用是由直到运动完全消失时为止所通过的那段距离表现出来，而这种作用与速度平方成正比，因为  $v^2 = 2as$ 。所以，这时  $mv^2$  就可用来作为“运动物体的力”的量度。因此，达兰贝尔说：“如果力的量度在平衡状态中和在减速运动中有所不同这又有什么不方便呢？”（以上引文转引自《自然辩证法》第72—73页）显然，这里达兰贝尔没有什么新东西，实际上是重复了莱布尼茨的“死力”与“活力”的观点。

接着达兰贝尔玩弄数学游戏，用时间去除  $mv^2$  得出在数值上与  $mv$  相同的结果，于是说  $mv$  也可以作为减速运动的量度。这样达兰贝尔把  $mv$  就作为平衡和减速运动两种场合的共同量度，这就完全有利于笛卡儿派的“判决”了。但这是偷换概念的把戏，因为  $\frac{mv^2}{t}$  的物理意义是功率<sup>⑤</sup>，尽管和  $mv$

数值上可以相等，但功率与动量是两个截然不同的物理概念。

恩格斯十分尖锐地批判了达兰贝尔的这一“判决”，认为这场争论“决不是纯粹咬文嚼字的争论”，(第 81 页)达兰贝尔企图用调和矛盾的办法，来解决这场具有原则意义的争论是绝对不行的，反而使人们满足于数学形式的处理与表述，阻碍了人们进一步展开讨论以弄清争论的实质。恩格斯接着指出，“达兰贝尔大可不必长篇大论地攻击其前辈的观点糊涂，因为他自己也是和他们一样糊涂的。事实上，只要人们不知道似乎消灭了的机械运动变成了什么，他们就一定还是糊里糊涂的。”(第 81 页)这就点出了问题的要害。

在批评达兰贝尔的同时，恩格斯又批评了象瑞士数学家苏特尔(1848—1922年)那样一些著名的科学家对这场争论所持的糊涂观念。苏特尔虽然身处能量守恒与转化定律发现以后的年代，但思想还完全是旧的。他还没有从机械论的旧观点下解放出来。因此，他一直到一八七五年还坚持  $mv$  才是运动的量度。恩格斯批评他说：“把  $mv$  这一公式拯救出来，作为运动的量的唯一量度；所以  $mv^2$  就必然要被牺牲掉，以便在数学的天国里转世投胎。”(第 74 页)

德国生物学家、物理学家赫尔姆霍茨(1821—1894年)，他对能量守恒定律在数学论证方面虽然有过积极贡献，但在

涉及概念的地方，他与其他一些人同样糊涂，根本搞不清力、能、动量的本质意义。一八四七年在他的《论力的守恒》这一著作中，虽然重视了“活力”的量度，但他却将一机械装置在功率一定时，用动量守恒来论证机械能守恒，概念之糊涂达到了十分可笑的地步。

英国物理学家汤姆逊（1824—1907年）和台特（1831—1901年）他们也不了解 $mv$ 与 $mv^2$ 的本质意义，把二者并列起来不打算解释这一矛盾，只满足承认它们各有所用。恩格斯讽刺他们说：“思维是被禁止的，只有计算才被容许。”（第75页）

以后的一些物理学家虽然对动量 $mv$ 与活力 $mv^2$ 的理解，又有了新的认识，认识到动量变化与力的时间积累有关，动能变化与力的空间积累有关。这种把动量与动能加以区别的认识，在机械运动范围内是够清楚的了，但还没有跳出机械运动的范围，还没有涉及运动形式之间的转化。

## 二、对运动量度的科学分析

恩格斯首先肯定，莱布尼茨和笛卡儿派的争论是一场很有意义的争论。恩格斯指出，阻碍科学家弄清运动量这个问题的关键不是缺乏“数理力学”，而是缺乏辩证的思维，满足于计算。这些人大多数不懂得辩证法而且蔑视辩证法，因此受到惩罚，而弄得矛盾百出。恩格斯进一步指出，弄清这个问题的关键在于，“必须弄清楚为什么运动会有两种量度”（第76页）。而要弄清这个关键问题，必须坚持辩证唯物主义的运动观，认识到物质运动形式是多样的，不单单是机械运

动；运动形式又是多样的统一，不同的运动形式之间是可以相互转化的；运动不灭不能归结为机械运动的不灭，必须揭示机械运动向其它运动形式转化过程中的守恒性。这才是分析这场争论的科学态度。

恩格斯通过对这场争论详尽的历史考察与科学分析，终于得出了两种运动量度的正确结论：“机械运动确实有两种量度，但是也发现，每一种量度适用于某个界限十分明确的范围之内的一系列现象。”“一句话， $mv$  是以机械运动来量度的机械运动； $\frac{mv^2}{2}$  是以机械运动转化为一定量的其他形式的运动的能力来量度的机械运动。”（第 80 页）

恩格斯这一结论的意义是十分明确的。对机械运动的量度可以用  $mv$ ，也可以用  $\frac{1}{2}mv^2$ ，但它们各有不同的适用范围， $mv$  适用于量度持续的机械运动， $\frac{1}{2}mv^2$  则适用于量度消失了的机械运动。所谓“持续的机械运动”，就是运动的变化只局限于机械运动的范围中，即已经存在的机械运动以保持机械运动的形式，由一个物体向另一个物体传递，并不发生运动形式的变化（包括动能向位能的转化）。所谓“消失了的机械运动”，即指机械运动不再保持原来的运动形式进行传递，它作为机械运动的形式是消失掉了，而以相当的其它形式能量（位能、热、光、电能等）出现。 $mv$  在这里就不能正确表示运动量，而只能以  $\frac{1}{2}mv^2$  来衡量运动形式转化了的运动量，所以， $mv$  与  $mv^2$  这两种量度是运用于不同条件的两种量度。二者并不互相矛盾。

恩格斯在研究解决这场争论中，对非弹性碰撞这个典型实验作了深入具体的剖析。所谓非弹性碰撞，即是碰撞物体

之间有内摩擦存在，机械运动有一定损失的一种碰撞。这种碰撞的实验结果是动量 $mv$ 的总和守恒，而活力 $mv^2$ 的总和是不守恒的，而有所损失。恩格斯认为，正因为实验结果动量是守恒的而动能不守恒，所以，“ **$mv^2$ 的总和正确地表现了运动的量，而 $mv$ 的总和却不正确地表现运动的量。**”（第78页）但当时人们认为，由于活力有损失（速度因而也就减小），所以 $mv$ 的总和在碰撞后就一定比碰撞前小。但这与事实是不符合的，实验事实确证动量是守恒的（必须指出动量是矢量）。恩格斯指出，产生这一错误看法的根源在于动量守恒定律“是这样一个时代的遗产，在这个时代，关于运动转化的观念还一点也没有，因而只是在别无其他出路的时候才承认机械运动的消失。”（第77页）因而就把碰撞前后动量总和不变与机械运动的量的不变联系起来，而一旦发现了机械运动的“消失”，就反过来认定系统的动量总和一定也应该有所损失。实际上，

**“ $mv$ 和 $\frac{mv^2}{2}$ 是用来规定两种完全不同的过程的”，**（第76

页）二者的守恒遵守的条件也不同。当外力的总和为零时，系统的总动量就守恒；当内力和外力做功的总和为零时，系统的总动能就守恒。二者并没有同时守恒的必然联系。

在非弹性碰撞情况下，动能不守恒正好反映了机械能的不守恒，即转化为其他形式的能了；动量守恒，即说明动量此时已不再能代表机械运动的运动量了，它的守恒不说明机械运动的守恒，只是说明：在相互作用中作用与反作用正好是大小相等方向相反。所以，恩格斯在分析这一问题时指出，全部问题的关键在于“**不是 $mv$ 在这里不正确地表示了运动的量，就是上述的论断是错误的。**”（第77页）这里所指的论

断就是碰撞前后总动量一样。由于实验事实完全支持这一论断，所以结论只能是  $mv$  在这里（有运动形式转化的场合）不正确地表示了运动的量。恩格斯这一对非弹性碰撞实验的分析很重要，值得我们认真学习。

随后，恩格斯进一步考察和分析了各种运动形式能量转化的情形，特别是机械运动与其他运动形式如热、电、光、化学运动的相互转化，深入地阐明了  $mv^2$  的意义并得出结论说，“ $\frac{mv^2}{2}$  是以机械运动转化为一定量的其他形式的运动的能力

来量度的机械运动。”（第 80 页）

恩格斯非常善于从重大科学成就中阐发新的思想，从而把哲学上的“运动不灭原理”提高到与最新科学成就相适应的水平。恩格斯对运动量及其不灭的认识和阐述远远超过了笛卡儿、莱布尼茨、达兰贝尔及当时许多著名的自然科学家，深刻地看到了运动的不灭性正是体现在各种运动形式的相互转化的规律之中。恩格斯指出：“运动的不灭不能仅仅从数量上去把握，而且还必须从质量上去理解”。（第 22 页）就是说，必须从运动形式的多样性、运动形式之间的相互转化及转化能力的不灭上去理解。

恩格斯还高瞻远瞩地指出：能量守恒及转化“这个定律使得自然科学的这一领域以及其他一切领域里的一整套传统的观点必须加以修正。”（第 125 页）恩格斯正是根据对运动不灭原理深刻和辩证的理解，科学地解决了机械运动的两种量度的长期争论，揭示了动量、动能的本质意义。从而有力地说明了：只有马克思主义才能帮助自然科学战胜理论上的困难。

### 三、关于“功”的意义

恩格斯在对机械运动两种量度的考察之后，很自然地进而揭示了“功”这一概念的本质意义。当时许多物理学家由于受形而上学机械论的支配，却怎么也弄不清楚功的本质是什么。

恩格斯指出：“**功是从量方面去看的运动形式的变化。**”（第81页）这是对功这一概念最本质的定义，也是历史上第一次最科学、最明确的阐述。这一科学的定义不象力学中所说，从机械运动到另一种运动形式的转变叫做功，而是只要任一运动形式向另一种运动形式转化的这种转变过程，就是作功过程。恩格斯又进一步指出了作功的基本条件：“**质变、形式变换是物理学上的一切功的基本条件。**”（第82页）现代自然科学的进步，从不同的角度和深度，证实了恩格斯关于功的本质意义的揭示，是极为深刻和无比正确的。

我们现在知道能量传递有两种形式：一是作功，包括机械功、电磁功等，功可以全部转化为热并遵守能量守恒与转化定律；二是传热，但热量不能全部转变为机械功而遵守热力学第二定律。不论什么过程，只要发生运动形式的转化就是一个作功的过程，并伴随着能量的转移及能量形式的转化。

在揭示功的本质意义的同时，恩格斯又批判了十九世纪一些物理学家们在运用“功”这一概念时的主要错误。

赫尔姆霍茨不认识功与运动形式转化的关系，说什么“摩擦和非弹性碰撞是机械功消灭而热代之产生的过程。”（转引自《自然辩证法》第82页）这实在是一派胡话，恩格斯指出：

“正好相反。在这里机械功并没有消灭，在这里是作了机械功。”（第82页）说明赫尔姆霍茨在功这一基本概念的掌握上是完全弄颠倒了。在功与能的关系上，赫尔姆霍茨也搞不清楚。说什么用  $\frac{1}{2}mv^2$  来代替  $mv^2$  只是计算上的方便，并无其他意义。但是，实质上正是从运动形式转化中来量度功必须以  $\frac{1}{2}mv^2$  来代替  $mv^2$ ，这决不是计算方便不方便的问题。

恩格斯指出：赫尔姆霍茨“完全没有觉察到，他是怎样把活力的先前的比例量度变为它的绝对量度；而且完全没有意识到，他由于自己的大胆的处理而作了多么重要的发现，他仅仅考虑到方便，就推荐  $\frac{mv^2}{2}$  来代替  $mv^2$ ！”（第83页）当时还有不少科学家也纷纷为了方便去作以  $\frac{1}{2}mv^2$  代替  $mv^2$  的数学论证而完全不了解它的意义。所以恩格斯说：在他们那里，“不仅思维已经停顿，而且计算的能力也停顿了。”（第84页）

恩格斯在这里又进一步指明了功与活力（动能）的关系：“活力无非是一定量的机械运动作功的能力，所以在我们看来，这一作功的能力和它实际作的功，用力学的量度来表示，自然是一定彼此相等的，因此，如果  $\frac{mv^2}{2}$  可以量度功，那末活力也一定可以用  $\frac{mv^2}{2}$  来量度。”（第84页）就是说，动能是机械运动的系统所具有的转化为其他运动形式的能量的能力，不管转化与否都可以用这个量来量度这个系统的机械能；而功则与实际转化有关，所谓作了功就是说实际已经发生了运动形式的转化，即一定数量的机械能已经转化成其他运动形式的能量或发生了相反的转变。