

关于“运动的量度”

关 洪

(物理学系)

提 要

恩格斯在文稿《运动的两种量度》里，对达兰贝尔，亥姆霍兹，以及汤姆生和台特等关于动量和动能的论述，做了一些批评。本文通过对那些作者的原始文献的考查，讨论了这些批评的合适性。

一、引 言

恩格斯留下的论及自然科学的资料当中，有一份题为“运动的两种量度”的手稿，即后来被编入著名的《自然辩证法》一书里，题为《运动的量度——功》一文^{〔1〕}。

在这篇文稿里，恩格斯进一步发挥了他在《导言》等文稿里关于“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”^{〔2〕}的思想，着重指出“质变、形式变换是物理学上的一切功的基本条件。”^{〔3〕}1885年，他在为《反杜林论》撰写的序言中，对这一问题又作了精辟的总结：“如果说，新发现的、伟大的运动基本规律，十年前还仅仅概括为能量守恒定律，仅仅概括为运动不生不灭这种表述，就是说，仅仅从量的方面概括它，那末，这种狭隘的、消极的表述日益被那种关于能的转化的积极的表述所代替，在这里过程的质的内容第一次获得了自己的权利，对世外造物主的最后记忆也消除了。”^{〔4〕}一百年来自然科学的多方面的发展，充分证实了这一辩证唯物主义哲学论断的正确性。

恩格斯在《运动的两种量度》里，还通过对历史上有名的关于“运动的量”和“活力”的论争的回顾，对于动量、动能和功等物理学概念，做出了自己的分析；同时，恩格斯对十八、十九世纪的几位自然科学家在这方面的有关著作，做了一些批评。马克思主义创始人之一的这些论述，对于物理学史和物理学哲学问题的研究，无疑都是非常有意义的。

由于这篇文稿的论题牵涉到的范围比较广，而恩格斯生前又未来得及把它整理成供正式发表的形式，所以，对今天的读者说来，阅读和理解都会存在一定的困难，对于有关的问题恐怕还需要进行一系列的学习和研究。

本文于1982年10月收到。

作为初步的探讨,本文先从科学史的角度,考查恩格斯文中对达兰贝尔,亥姆霍兹,汤姆生(凯尔文勋爵)和台特等人的批评。结果表明,恩格斯对于所引用的上述作者的原始文献,可能会有误解之处。下面第二节介绍笛卡儿派和莱布尼兹派争论的由来;第三、四、五节分别征引上述作者的有关文献,并同恩格斯的评论做比较;最后,在第六节里,做一些简单的讨论。

二、历史背景

伽利略的著作里已经出现了“动量”这个名词,指的是运动物体的重量乘以速度,用来描写运动物体遇到阻碍时所产生的效果。但伽利略有时也把它叫做“力”或“冲量”,并没有固定的名称,也没有建立有关的动力学定律。

笛卡儿继承了伽利略的说法,并且把物体的大小(当时还没有明确的质量概念)与其速度的乘积定名为“运动的量”,并且在1644年发表的《哲学原理》一书中,提出了宇宙间运动的量的总和不变的原理。有关文字摘译如下:^[4]

“我们已经考查了运动的本性,现在再来考查它的原因。事实上这里存在着两方面的原因。首先是那根本和普遍的原因,即宇宙间一切运动的一般原因;其次是使得任意给定的一块物质得到它前所不具有的运动的特殊原因。

关于那普遍的原因,在我看来很清楚,只能是上帝自己。他凭藉其全智全能创造物质,一开始赋予物质各部分以运动和静止;并且嗣后通过他平常所起的作用,使得物质世界中仍然保持着他当初创造世界时所给予的那么多运动和静止。尽管运动确实不过是运动着的物体的一种状况,但它仍然有某种确定的数量,并且不难设想,整个宇宙间运动的量是恒定不变的,虽然在任何给定的部分中它可以时大时小。于是,设一块物质运动得比另一块快一倍,同时后者又比前者大一倍,我们就必须把这两块物质的运动的量算做相等;并且,如果一块物质的运动减慢了,我们必须认为会有另外一块同样大小的物体得到等量的加速。而且,我们还想得出,归于上帝的尽善尽美的,不但是他本身禀性不移,而且他起作用的方式也必定是永恒不变的。因而,除了我们由于明显的经验或者神的启示而确信的那些变化,以及我们可以看到或者相信并不伴随着造物主的任何改变而发生的自然界的自然变化之外,我们皆不得将任意其他变化归诸上帝的工作,唯恐那些变化会显出上帝的哪怕一点点不恒定性。结果,由于上帝起初创造世界时赋予一块块物质以不同的运动,并且由于后来上帝又使所有物质保持在他起初创造它时同样的情况和条件之下,我们就完全有理由认为,上帝必定总使它保持着同样的运动的量。”

笛卡儿的这一番话,虽然常被尊为“运动不灭原理”或惯性定律的最早表述,在我们看来,却很难认为是一种科学上的论证,毋宁说它主要是一种信仰,一种神学思辨的产物。事实上,笛卡儿崇尚理性,忽视经验;因而,他的物理学理论里总是充满着先验和空想的色彩。例如,笛卡儿曾经提出一组(七则)碰撞定律。但由于他未区别弹性和非弹性碰撞,又只计及速度的绝对值而未考虑其方向,因而这些定律的结论都缺乏一般性,如果不是完全错了的话。

可是,由于笛卡儿的巨大声望,他的门徒们接着将运动的量解释为质量乘速度(mv),并坚持将它当做运动的唯一量度,

1686年,莱布尼兹公开向上述观念发出挑战。在题为“对笛卡儿等学者所声言上帝总保持同一运动的量的自然定律(而此定律会使力学误入歧途)中一处显著错误的简要论证”的短文^[6]里,他批评笛卡儿“由于对自己的才智过于自信而失误,而别人也由于对他的迷信而失误。”在这篇文章里,莱布尼兹从“将一磅重的物体举起四尺(ell)高度所需的力,与将四磅重的另一物体举起一尺高度相同。”的假设,加上伽利略已经采取的“从某一高度下落的物体获得足以使它回升到同一高度的力”的假定,断定这种“力”应当与物体凭藉其运动速度所能达到的高度成比例,而同笛卡儿定义的与速度成比例的运动的量相矛盾。

莱布尼兹通过计算得出,他的这种“力”是用物体的大小与其速度平方的乘积来量度的。在1695年发表的另一篇文章里,莱布尼兹把运动物体的这种“力”称为“活力”(vis viva),以同简单的压力(vis mortua,即“死力”)相区别,并且指出,只有接受他的这种力的量度,才能避免永动机的可能性。^[6,7]

由此可见,莱布尼兹实际上是从功的角度(力乘距离)出发,得出他对运动物体的效应,即所谓“力”的量度。这样就很自然地以能量的表象来考察问题,得出了他的“活力”,虽然他和笛卡儿一样没有明确的质量概念。莱布尼兹的追随者们很快就弥补了这一缺陷,将活力定义为 mv^2 。后来,科里奥利又改称 $\frac{1}{2}mv^2$ 为活力,以同功的单位一致,它就是今天的动能。

从十七世纪末起,欧洲许多学者都卷进了这场活力与运动的量的著名争论。笛卡儿派和莱布尼兹派各执一是,互不相让。讨论集中在碰撞问题上。今天看来,一方坚持动量守恒,一方咬定动能守恒,这本来是并不相排斥的两个方面。可是,笛卡儿派长期把动量当做标量处理,而莱布尼兹派又未能把讨论局限于弹性碰撞;应当说,双方都掌握了部分真理,但都未达到全面和准确的认识。

惠更斯早在牛顿之前就解决了一维弹性碰撞和复摆问题^[8]。他所使用的基本假设,本质上就是莱布尼兹文献[6]的出发点。因而,人们常说,惠更斯早就运用了“活力”守恒原理。虽然那时候还没有这种叫法。惠更斯对笛卡儿的著作一贯头疼,他自己的工作并没有明显出现动量守恒的命题。然而,惠更斯采用了相对性原理;而在经典力学里,能量守恒、动量守恒和相对性原理这三者不是互相独立的。因而,惠更斯的工作等价于同时假设了动量守恒和动能守恒,而他正是成功地从理论上解决了质点系问题的第一人。

三、关于达兰贝尔

1743年,达兰贝尔在《动力学论》一书的序言里,对这场争论作了评述。我们比较完整地把有关内容摘译如下^[9]:

“当我们说起运动着的物体的力时,或则我们对这一名词的含义并无明晰的概念,或则我们仅能一般地指运动物体藉以克服它所遭遇或使它受阻的那些障碍的一种性质。因而,不能由做匀速运动的物体所通过的距离,或由它通过这段距离所费的时间,最后或者由关于它的质量和速度的一种简单、唯一和抽象的考虑,就立即推算出力来;而仅能由物体所遭遇的

障碍和这些障碍对物体所施加的阻抗来估算，物体所能克服或抵御的障碍愈大，则我们可以说它的力愈大……

了解这点之后，我们在物体的运动面前明显有三种类型的障碍：不可穿透的障碍，它把不管什么样的运动都完全消灭掉；或者那些在平衡情况下具有正好消除物体运动所需的阻抗，并且是在瞬间消除运动的障碍；最后或者是在减速运动的情况下逐渐消除运动的障碍。因为不可穿透的障碍把各种运动都消灭掉，所以它们无助于我们去发现力是什么，因此我们应当只在平衡或减速运动中寻找力的量度。如今每人都同意，当两物体的质量与其虚速度（即它们趋向于运动的速度）的乘积相等时，两者便处于平衡。因而在平衡的情况下，质量和速度的乘积，亦即运动的量，可以代表力。每人也都同意，在减速运动中，所克服障碍的数目与速度平方成比例；因而，例如一物体具有某一速度时压缩了一个弹簧，当它具有两倍速度时，可以一下子或者一个个地压缩的不是两个而是四个与前相同的弹簧，具有三倍速度时可以压缩九个弹簧，等等。由这一事实，活力的拥护者们断言，实际运动着的物体的力，一般与质量和速度平方的乘积成比例。我们考虑问题时，在平衡和减速运动两种情况下存在两种不同的力的量度，这又会有什么不便呢？因为，如果我们仅限于使用明晰的观念来构思时，力这一名词只应当用来表示当克服或抵御障碍时所产生的效果。尽管如此，如果在减速运动的情况下，我们不用障碍的绝对数量，而用同样一些障碍的阻抗之和去量度力的话，仍然认可那些认为不仅在平衡情况而且在减速运动情况下，力都应该是质量和速度的乘积的人的意见。这是由于此阻抗之和无疑是同运动的量成比例的缘故；因为，每人都承认，一物体在每一瞬间所丧失的运动的量，同阻抗和此瞬间的无限短的时间间隔的乘积成比例，并且这些乘积之和显然就是总阻抗。全部困难在于如何决定我们应当用障碍的绝对数量还是用它们的阻抗之和去量度力。看来更自然的是用后一种方式去量度力，因为一障碍仅当它阻抗运动时才成其为障碍，并且可以恰当地说，阻抗之和就是所克服的障碍。此外，在用这种方式去估算力时，我们有在平衡和减速运动两种情况下力的一种共同量度的好处；尽管如此，如果我们没有关于力这名词的一种清楚而明晰的概念的话，除非我们限制使用这一名词来表示一种效果，我相信应当让每一个人自由作出他的选择，那么在这问题上留下来的不过或者是一场徒劳的形而上学讨论，或者是在哲学家们看来更无价值的一场字面上的争论。”

从达兰贝尔这番话，可以归纳出以下几个要点：

(1) 达兰贝尔正确地指出，运动物体的“力”，即运动物体在遇到障碍时所表现出来的效果，从来没有明确定义过。争论的双方使用了不同的标准，因而并不构成一种实质性的矛盾。

达兰贝尔的原文是在“如果我们没有关于力这名词的一种清楚而明晰的概念”和“除非我们限制使用这一名词来表示一种效果”的前提下，而不是无条件地断定“这只是一场毫无结果的形而上学的争论，或者甚至是一场更加没有价值的纯粹咬文嚼字的争吵”^[1]的。文献[1]在引用达兰贝尔的论述时，似乎未能确切地反映原作者的本意。

达兰贝尔的这种说法，实际上承认两种量度都含有合理的成分。从那时起过了一百年之后，能量守恒定律的发现才在这方面揭开新的一页。

(2) 达兰贝尔指出，活力(mv^2 或 $\frac{1}{2}mv^2$)量度的是运动物体所能克服障碍的总数，它的效果只有在减速运动中才表现出来。这样，就从能量的角度给出了量度运动物体效果的一个很好的标准。并且，它至今仍然是一种有效的测量手段。例如，现代的气泡室、核乳胶等探测技术中，就可以通过计数粒子径迹上电离颗粒的总数算出其初始能量。

注意到达兰贝尔所说用可以压缩的弹簧的数目来量度时,对于多个弹簧,可以“一下子”也可以“一个个”地(ou tout à la fois, ou successivement)压缩,明显含有压缩弹簧的数目与所花费的时间无关的意思。这是符合能量守恒的观点的。如果只计及压缩弹簧的数目,那么这些弹簧不论是分开的,串联的还是并联的,结果都一样。

如果我们的理解不错,在这里达兰贝尔并没有规定过程所需的时间,因此,似乎引伸不出文献[1]所批评的“调和的建议”,即“如果我们用所需要的时间去除效果,我们就又从 mv^2 回到 mv 了”。

(3)达兰贝尔又指出,运动的量(mv)量度的是障碍对物体所施加的阻抗,它的效果在平衡和减速运动中都表现出来。

上面引文里“一物体在每一瞬间丧失的运动的量,同阻抗和此瞬间的无限短的时间间隔的乘积成比例”这句话,看来可以理解成动量的变化等于阻力乘时间间隔,即冲量。这样,达兰贝尔已经触到了动量与力的时间积分相联系这一特点。

还有,达兰贝尔所说的平衡运动,是指简单机械的平衡。我们知道,平衡条件的满足,是以机械各部分的运动速度——确切地说是速度变化很小为前提的。莱布尼兹早就指出:“在如象杠杆、轮轴、滑车、尖劈、螺旋之类的普通机械里,由于机械的装置,使得当一物体的大小由另一物体的速度抵偿时,即当其大小(假定是同一种物体)与速度成反比时……就达到了平衡。因而,由于偶然的因素,在这种情况下,力可以用运动的量来估算”⁽⁶⁾。

在上述前提下,动能的变化是可以忽略的。活力在这里之所以不起作用,完全是受到近似条件的限制,而不能被认为是普遍性的结论。事实上,如果施力于机械,使其不同部分产生可观的加速度时,那就需要同时考虑动量和动能的变化,才能得到问题的解。

我们认为,达兰贝尔关于这场争论的总结,尽管在今天看来存在着一些不够清楚之处,但在历史上,在能量守恒发现之前的一段长时间里,仍然不失为一份中肯的和有价值的评论。

四、关于亥姆霍兹

(1)文献[1]引述了亥姆霍兹1847年发表的论文《论力的守恒》第三节“力学定理中原理的应用”里的第二个例子⁽¹⁰⁾:

“既无摩擦亦无撞击发生时,通过不可压缩的固体和流体的运动传递。在这种情况下,我们的普遍原理表现为下述熟知的事实,由机械装置所传递和改变的运动,力总按速度增加的比率而减少。让我们设想运用一台均匀施加机械力的无论什么机械,将重量 m 以速度 c 提升起来,而由另一台机械装置,可以提起重量 nm ,但仅以速度 c/n 上升。因而,在两种情况下,由机器在单位时间内所得出的张力(即势能)的量,都可用 mgc 表示,这里 g 表示重力的强度。”

我们认为,这里讲的是在功率 N 固定的情况下,从机械得出的力 F 与速度 v 成反比的关系。这就是我们常用的公式 $N = Fv$,亥姆霍兹把它作为机械能守恒的例子,无疑是很恰当的,

文献[1]对此的评论是：“这里又是一个矛盾，简单地和速度成正比而增减的‘力的强度’，不得不用来作为和速度平方成正比而增减的力的强度守恒的证明。”

在这里，我们认为，文献[1]把亥姆霍兹所说“力总按速度增加的比率而减少”（即“在力的强度方面的减少同速度方面的增加总是按同一比例的”^{〔1〕}）这种反比例关系，误认成正比关系。此外，亥姆霍兹这里讲的力就是我们今天讲的相互作用力，而不是和速度成正比的活力。在这点上恩格斯似乎也误解了亥姆霍兹这段话的原意。

（2）亥姆霍兹同一篇论文第一节“活力守恒原理”里有一段话^{〔2〕}：

如若我们问到这一原理的数学式子，我们就将发现它表现为熟知的活力守恒定律。如所周知，所产生和消耗的功，可由一升起到某一高度 h 的重量 m 来表示，它就是 mgh ，这里 g 表示重力。物体 m 需要速度 $v = \sqrt{2gh}$ ，才能垂直上升到高度 h ，并且它可通过下落同一高度而获得相同的速度。于是我们有 $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ ，并且因此我们可以让在力学里以活力的名字著称的乘积 mv^2 的一半对应于功的数量。为了同量度力的强度的习惯方式更好地取得一致，我建议称呼量 $\frac{1}{2}mv^2$ 为活力，这样就使得它同功的数量相同了。对于活力一向的应用讲来，这一改变是无关紧要的，但我们在下文将由此得到很大的好处。

文献[1]对这段话的评论是：“这是难于置信的。亥姆霍兹在1847年还这样弄不清活力和功的相互关系……他仅仅考虑到方便，就推荐 $\frac{1}{2}mv^2$ 来代替 mv^2 ！”

从前述引文看来，亥姆霍兹正是通过重力场中功和动能的对应关系这一特例，提出他的建议的。他已经说明，用 $\frac{1}{2}mv^2$ 代替 mv^2 表示活力，是为了“对应于功的数量。为了同量度力的强度的习惯更好地取得一致。”但是，这一点在文献[1]的引述里得不到反映。事实上，亥姆霍兹这段话是在他的论文第一节“活力守恒原理”里写的。这节讲的就是今天的动能守恒定律。在这范围内，用 mv^2 还是 $\frac{1}{2}mv^2$ 表示活力或动能，结果当然一样。亥姆霍兹所说将要显出好处的，是指论文第三节“力的守恒原理”。这一节讲的是今天的机械能守恒定律。他在这一节里计算出在有心力情况下，系统的张力（即势能）的损失同活力（即动能）的增量满足下一形式的公式

$$-\Sigma\left[\int_{a_0}^{a_1}\phi_{ab}dr_{a_0}\right]=\Sigma\left[\frac{1}{2}m_aQ_a^2\right]-\Sigma\left[\frac{1}{2}m_aq_a^2\right],$$

并由此得出结论说：“因此，所存在的张力和活力之和总保持不变。以此最普遍的形式表示，我们可以把我们的定律认做是力的守恒原理。”^{〔10〕}

这样，亥姆霍兹就从能量守恒的角度比较普遍地论证了用 $\frac{1}{2}mv^2$ 表示活力的好处。文献[1]只引用了亥姆霍兹文章第一节里的内容，没有顾及下文的进一步说明。似乎是欠全面的。

（3）文献[1]还针对亥姆霍兹1862年所做通俗讲演《论力的守恒》里“摩擦和非弹性碰撞是机械功消失而热代之产生的过程”^{〔11〕}这句话，批评说：“正好相反。在这里机械功并没有消灭，在这里是作了机械功。”

我们觉得，在这里，亥姆霍兹的观点，同文献[1]的观点是不矛盾的。物理学上讲做功，总得规定是谁对谁做的功。例如，是系统对外界做功，还是外界对系统做功。上述恩格斯那句话，实际上指的是在摩擦过程中，外界对系统做了机械功。而亥姆霍兹的

原话,可以理解成在这过程中,系统对外界做了负功,即吸收了机械功,同时对外界放热。这两种说法都对,因为说的是一回事。如果不规定做功的正负号,就没有理由和办法判定哪一种说法对,哪一种说法错。

其次,亥姆霍兹在这一段讨论的紧前面,举了三个例子。第一个是在光滑水平面上滚动着的弹丸的速度,因受摩擦而逐渐消失。第二个是振动着的摆,因受周围空气的阻力而终归停止。第三个例子是^[11]:

“从一高度落下的一石块,在坠地时得到一定的速度,我们知道它同一定数量的机械功是等当的;只要速度仍然如此持续下去,我们就可以通过适当的装置把它引向上升,并且利用它来使石块重新升起。最终石块会撞击地面并趋于静止,冲撞已使速度消失,并且此速度本来可以做出的机械功显然也随之消失了。”

由此看来,亥姆霍兹所说摩擦过程中的机械功消失,也有可能指这里所说,具有一定速度的物体所可能做出的机械功(实际上是与此机械功等量的动能)也通过摩擦而消失了。

总之,按照上述两种理解,亥姆霍兹的话和恩格斯的说法,都是正确而不相矛盾的。

五、关于汤姆生和台特

文献[1]还对汤姆生和台特进行了批评。从开始的“在这两个苏格兰人的著作中,思维是被禁止的,只有计算才被容许”,到最后“在这两位第一流的苏格兰力学家那里,不仅思维已经停顿,而且计算的能力也停顿了。”

恩格斯的批评,针对的是他们所著《自然哲学》第一部“导言”第二章“动力学定律与原理”里,一开始对物质,力,质量等概念作出规定之后,在第210节和213节里分别对动量和动能所下的定义^[12]:

“§ 210.无旋转地运动的刚体的运动的量,即动量,正比于其质量和速度的乘积。因而双倍的质量或双倍的速度,都对应于双倍的运动的量……”

“§ 213.运动物体的活力,即动能,正比于其质量和速度平方的乘积。如果我们采用与前相同的质量单位和速度单位,则将动能定义为质量和速度平方的乘积的一半是特别有利的。”

首先,我们注意到,在汤姆生和台特的书里,这两节只是对动量和动能这两个概念的初步介绍。书中接着讨论了惯性,力和力矩等概念,再引入功(§ 238)和势能(§ 241),并在叙述了牛顿三定律等问题之后,回头再进一步论述动量守恒(§ 267),功率(§ 268)和能量(§ 269开始)等问题。

关于能量守恒,他们着重谈到,过去认为由于摩擦而绝对丧失了功,实际上变成了等当的热。例如,在§ 278里他们写道^[12]：“直到我们能够考查在§ 275里提到的每一种阻抗[指摩擦、粘滞、电阻和磁滞]中伴随的能量损失时,才能完成能量的理论。于是我们将看到在每一种能量由于阻抗而损失的情况里,产生了热;并且我们将从焦耳的研究得知,这样产生的热量是能量损失的一种完全确定的等价物。”这些话同恩格斯所说的“机械运动也同样会因摩擦而消失,并以热的形式重新出现”^[1],实质上指的是同一回事。

关于动量守恒,汤姆生和台特在§ 267里写道:“以任何可能方式相互影响的两个刚体,它们的运动的量之和,不因其间的相互作用而改变,”〔12〕注意这里的“以任何可能方式相互影响”,当然包含了摩擦等情况。这就明确了与动能守恒不同,动量守恒是无条件的。不论过程里是否发生动能、势能的互相转化或者热的现象,动量守恒总是成立的。

由此可见,汤姆生和台特并不是简单地把动量和动能“这两个相互矛盾的运动量度并列在一起,一点也不打算解释这一矛盾,”〔1〕而是在书里做了相当详细的解释。

其次,文献〔1〕最后对汤姆生和台特书中§ 213用 $\frac{1}{2}mv^2$ 定义活力的评论“这种特别的有利,即公式的方便,妙不可言地解决了一切”,同样是不适当的。因为,如上所述,文献〔13〕里到§ 238才引入功的概念,又到§ 270叙述了动能原理,把动能的变化与功联系起来,从而完全说清楚了这样定义动能为什么是“方便”和“有利”的。

其实,在§ 210的动量定义里,汤姆生和台特就写道:“如果我们取以一单位速度运动的一单位质量所具有的动量为动量的单位,则以速度 v 运动的质量 M 所具有的动量为 Mv ”〔12〕这里谈的纯粹是单位选择的问题。本来,定义每个物理量时都可以随意乘上任何数值因子。可是实用上,人们总希望与这些物理量相关的公式或定律,具有尽可能简洁的形式。上述动量定义就与动量定理的最简单形式(即公式中每个物理量前不含有非1的数值因子)相对应。同样,汤姆生和台特在§ 213关于动能的定义中, $\frac{1}{2}$ 因子的选择,也完全是一个单位制的具体问题。从这一角度看,比例系数的选取,本来就是任意的。只是为了得到一种简单的(“一贯”)单位制,即为了运算上的“方便”和“有利”,我们才做了现在的选择。从这种意义上说,汤姆生和台特在文献〔12〕§ 213里关于动能单位选择的讲法,实在是无可厚非的。

六、结语

综上所述,恩格斯在《运动的两种量度》这份文稿里,对达兰贝尔,对亥姆霍兹,以及对汤姆生和台特等科学家的具体批评,有多处出自对所引用文献内容的明显误会或不够全面的理解。

应当强调,这篇文稿同其他在恩格斯身后被收辑在取名为《自然辩证法》的文集里的许多手稿和札记一样,都不能被看成恩格斯自己认为已经成熟了而可供发表的意见,宁可说是他为了进一步研究而写下的一些初步看法或准备材料。因此,其中某些论述未必能够代表他一贯的思想和见解。另一方面,我们相信,假使恩格斯生前有机会继续研究这些问题的话,也很可能会作出某些必要的修改。因而,我们也不应当把恩格斯未完成的文稿当做定论。

参 考 文 献

- 〔1〕恩格斯,自然辩证法,人民出版社,1971,70—84页。原稿写于1880年或1881年,最初发表于1925年。
- 〔2〕文献〔1〕,22页,原稿写于1876年。

- [3] 马克思恩格斯选集, 第三卷, 人民出版社, 1972, 53页。
- [4] 笛卡儿, 《哲学原理》第二部分第36节全文, 据 *Descartes Philosophical Writtings*, transl. and ed. by E. Anscombe and P. T. Geach, Nelson's University Paperback (1954), pp. 215—216 英译文转译; 参照了 W. F. Magie, *A Source Book in Physics*, Harvard University Press (1963), pp. 50-51.
- [5] 据 W. M. Magie, 文献[4], pp. 52—55 英译文转译。
- [6] E. Mach, *The Science of Mechanics*, Open Court Pub. Co., (1974), Chap. 3, § 2.
- [7] R. Dugas, *A History of Mechanics*, Routledge & Kegan Paul Ltd. (1957), Pt. 2, Chap. 7.
- [8] 参看文献[6], Chap. 2, § 2; 文献[7], Pt. 2, Chap. 5.
- [9] 据 W. M. Magie, 文献[4], pp. 56—57 英译文转译; 参照了法文本 J. d'Alembert, *Traité de Dynamique*, Paris (1921); 和俄译本 *Динамика*, Москва (1950)。
- [10] 据 S. G. Brush, *Kinetic Theory*, Vol. I, *Selected Readings in Physics*, Pergamon Press (1965), pp. 89—110 英译文转译。
- [11] H. Helmholtz, *Popular Lectures on Scientific Subjects*, D. Appleton and Co. (1900), pp. 346—347.
- [12] W. Kelvin, P. G. Tait, *Treatise on Natural Philosophy*, Pt. I, Cambridge University Press (1912)。

On "The Measures of Motion"

Guan Hong

Abstract

In Engels' posthumous work «The two measures of motion», D'Alembert, Helmholtz, Kelvin and Tait were subjected some criticisms concerning their remarks about the concepts of momentum and kinetic energy. Through the studies of the original literatures of those authors, the reasonableness of these criticisms is discussed.