



牛顿的力学 及其哲学思想

申 先 甲

牛顿的力学及其哲学思想

申 先 甲

人 民 出 版 社

牛顿的力学及其哲学思想

申 先 甲

人民出版社出版 新华书店发行

山东新华印刷厂潍坊厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 3.25 印张 64,000 字
1975 年 11 月第 1 版 1975 年 11 月北京第 1 次印刷

书号 2001·154 定价 0.21 元

前 言

伊萨克·牛顿(1643—1727年),是著名的英国物理学家、天文学家和数学家,是古典力学的创始人之一。

牛顿生活在英国资本主义迅速发展,并发生了资产阶级革命的社会大变动时期。在这样的时代条件下,牛顿在生产和科学实践的基础上,吸收了前人和同时代人的科学成果,提出了古典力学(即牛顿力学)的基本原理,包括机械运动的三个基本定律和万有引力定律,建立了地面物体和天体的基本力学体系。

古典力学原理是怎么产生的呢?资产阶级的一些学者,“惯于把科学看做是从天上掉下来的”^①,否定任何科学理论都是社会实践的产物。他们从唯心主义先验论出发,把古典力学原理的产生归之于牛顿“灵感的天才创造”。例如,意大利物理学家、数学家拉格朗日(1736—1813年)就吹捧牛顿是“人类历史上最高的天才”,而他的著作《自然哲学的数学原理》一书,则是“人类心灵的最伟大的产品”。他们甚至杜撰和散布了传奇般的“苹果树下”的故事,说牛顿在二十三岁时,有一天由于在花园里偶然看到一个苹果落地,因而领悟到地心

① 《马克思恩格斯书信选集》,人民出版社1962年版,第517页。

引力的存在，进而发现了万有引力定律^①。一些反动的科学家和哲学家，更是利用古典力学原理的局限性和牛顿哲学观点上形而上学和狭隘经验论的错误，歪曲物理学上的新发现，极力兜售唯心主义观点，散布悲观主义、虚无主义和神秘主义，疯狂地向辩证唯物主义进攻。

因此，用辩证唯物主义和历史唯物主义的立场、观点和方法，揭示古典力学原理产生的历史渊源和社会条件，把被资产阶级颠倒了这段科学发展史重新颠倒过来，并对牛顿的科学贡献和哲学思想作一分为二的分析与评价，这对于学习辩证唯物主义的自然观，批判唯心主义的先验论，划清两条不同认识路线的界限，在自然科学领域中清除资产阶级世界观的影响，是有一定意义的。

这本小册子，试图在这个方面作点工作。缺点和错误之处，恳切期望得到工农兵和广大读者的批评指正。

^① 这个故事的来源，据《琴伯斯科学家辞典》(1956年英文版)说，是法国资产阶级学者伏尔泰首先讲述出来的。而伏尔泰又说他是从牛顿的继侄女儿那里听来的。我们知道，伏尔泰比牛顿晚生 52 年，伏尔泰从事舆论宣传活动，是在牛顿逝世多年以后的事情。而牛顿在世时，就是科学界的显赫名人。当时，无论牛顿自己或是别人宣传其科学成果的演说、文章，尽管连篇累牍，但从未提到过这件事情。由此可以断定，这个故事完全是后人以讹传讹造出的。

目 录

前言	(1)
一 牛顿力学原理是怎样产生的	(1)
(一)生产发展的推动	(1)
(二)资产阶级思想革命的影响	(4)
(三)对人类长期科学实践的继承和发展	(8)
牛顿三定律的产生	(9)
万有引力定律的产生	(20)
万有引力定律的实践检验	(33)
(四)对牛顿科学贡献的评价	(38)
二 牛顿的哲学思想	(44)
(一)自发唯物主义的思想倾向	(44)
(二)由形而上学走向唯心主义	(48)
形而上学的自然观	(48)
狭隘的经验论	(64)
神的“第一推动”	(72)
(三)牛顿哲学思想的历史背景	(74)
三 牛顿的科学成果和哲学思想对科学发展的影响	(82)
结束语	(94)

一 牛顿力学原理是怎样产生的

自然科学是生产斗争知识的结晶，它是随着人们不断地向生产的广度和深度进军的过程，阶级斗争和科学实验的发展，从低级到高级地逐渐形成和发展起来的。古典力学原理是社会生产和科学实践长期发展的产物，特别是资本主义生产的巨大发展的产物，也是资产阶级通过革命，在世界观上冲破中世纪经院哲学统治的结果。

(一) 生产发展的推动

恩格斯指出：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”^①

古代人类为了打猎而从掷棒投石中逐步发明和掌握了飞矛、飞砣、弓箭的使用；通过运用工具又了解了杠杆、斜面和滑轮等简单机械的效用。从这些生产实践中，产生了初步的力学知识。

农业和游牧业对于掌握昼夜交替、季节转换和气候变化规律的需要，促使人们观察日月星辰的运行，从而促进人类建立和发展了实用天文学。

^① 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社 1971 年版，第 162 页。

服务于力学和天文学研究的需要，数学也较早地得到了发展。

十五世纪下半叶以后，资本主义生产关系在西欧各国封建制度内部逐步形成起来。为了实行资本的原始积累，资本主义发展较快的国家就极力开辟新的市场，向外扩大贸易，残酷掠夺殖民地，并进行了一系列海战，拚命争夺海上霸权。为了解决生产实践和战争活动中提出的大量问题，就特别需要探索自然物体的特性和自然力的活动方式，因而提出了对自然现象的各个领域进行分门别类的深入研究的要求。同时，也正是由于生产的发展，新技术的使用以及新航路的开辟，也为这种研究提供了丰富的事实材料和新的实验手段。只是在这个时候，真正系统的自然科学才有可能从古来浑为一体的自然哲学^①中逐步划分出来，各自作为独立的部门开始建立和发展起来。

为了促进科学技术的发展，从十七世纪下半叶开始，欧洲各国相继建立了第一批国立科学院，并有科学杂志刊行。这都促进了学术交流和科研成果的集中与发展。

在各门自然科学的发展中，居于首位的是对当时航海、战争和工业生产有直接关系的，以天体和地球上物体的最简单的运动形式——机械运动为研究对象的古典力学。这不仅因

^① 古希腊后期，把物理学称为自然哲学，包括对于自然界的一切研究，和现在所称自然科学的含义相同。

十七、十八世纪，自然哲学曾经流行起来。它以抽象的思辨去代替科学实验，用想象的联系去代替真实的联系，用假想的虚构去代替还不知道的事实。所以它虽有一些关于自然界的合理猜测，但却有不少荒唐的谬论。随着实验自然科学的发展，特别是在马克思主义哲学产生之后，自然哲学就宣告终结了。

为机械运动形式比较简单，它是研究较复杂的物质运动形式的基础，而且还因为对机械运动的研究符合当时社会生产和经济生活的迫切需要。以钟表和磨机在欧洲的广泛传播为前提的机器的采用，在当时起了非常重要的作用。正如马克思指出的：“机器在十七世纪的间或应用是极其重要的，因为它为当时的大数学家创立现代力学提供了实际的支点和刺激。”^①全部匀速运动的理论，就是在研究钟表的基础上发展起来的；在研究磨机动作的基础上，逐渐创立了关于摩擦、测量动力和机械传动（用齿轮）等方面的学说。“从十七世纪中叶以来，几乎所有的大数学家，只要他们研究应用力学，并把它从理论上加以阐明，就都是从磨谷物的简单的水磨着手的。”^②采矿和其它生产部门的需要，引起了关于打击和碰撞问题的研究；炮战关于弹道曲线的研究，推动了关于抛射体运动规律的研究；特别是关于航海问题的研究，有力地、决定性地促进了把较早发展起来的力学、天文学和数学的研究成果集纳在牛顿所完成的科学综合里。这就充分说明了古典力学科学体系不是凭空产生的，而主要是在十五到十七世纪机器的应用和航海事业的发展等生产条件下形成起来的。

所以恩格斯指出：“如果说，在中世纪的黑夜之后，科学以意想不到的力量一下子重新兴起，并且以神奇的速度发展起来，那末，我们要再次把这个奇迹归功于生产。”^③

① 马克思：《资本论》，《马克思恩格斯全集》第23卷，第386—387页。

② 《马克思恩格斯全集》第30卷，第319页。

③ 恩格斯：《自然辩证法》，第163页。

(二)资产阶级思想革命的影响

自然科学的发展，同哲学世界观上的革命有着密切的联系。十五世纪下半叶以后，在欧洲，随着社会经济基础的变化，西欧各国在世界观方面，包括认识论和方法论，也发生了深刻的革命。

在漫长的中世纪，西欧封建社会的统治思想是基督教神学的经院哲学。所谓经院哲学，就是在教会的学院里讲习的基督教哲学。经院哲学的主要工作，就是用一套抽象、烦琐的形式主义的推理方法去论证神学教条——世界是上帝意志的产物，整个人类和自然界受上帝意志的支配；经院哲学的阶级任务，就是使人们相信封建等级制度和阶级压迫都是上帝制定的，是神圣不可侵犯的。

经院哲学极端仇视客观的自然规律，极端仇视科学。公元390年，基督教僧侣们捣毁了当时的文化中心亚历山大城的图书馆；公元415年，一伙教徒又野蛮地杀害了女天文学家希帕提亚。经院哲学胡诌什么真理只有三个来源：宗教的教义，古代权威的（为宗教所选择和篡改了的）遗训和所谓“神的启示”。公然宣称，宇宙是受“永恒的神的规律”支配的，“我们不需要任何求知欲，不需要作任何研究”。他们所宣扬的完全是宗教信仰和神学目的论。

经院哲学完全抹煞实践经验在认识中的作用。经院哲学家们曾经长期争论的一个问题是“鼯鼠有没有眼睛”，争来争去，却从不想去捉一只鼯鼠观察一下。甚至抛物线是什么样

的形状，他们也从不想拣起个石子掷一下看看。被他们看作至高无上的，便是校勘古代权威的原著，并依据古人僵死的偏见去罗列所谓“自然定律”。数学，则被他们当作“魔鬼的艺术”加以禁止，提出要把所有的数学家当作异教徒驱逐出境。

可见，在教会的经院哲学的控制下，“科学只是教会的恭顺的婢女，它不得超越宗教信仰所规定的界限，因此根本不是科学。”^①

随着资本主义的萌芽，新兴资产阶级为了取得政治上的统治地位，促进资本主义生产的发展，就需要冲破封建统治和宗教神学的束缚，要求对自然界的客观规律有正确的认识和掌握。这就必须把科学由经院烦琐哲学的认识论、方法论的桎梏中解放出来，把认识建立在自然界、经验和实践的基础之上，并要求把自然界的客观规律性，用精确的数学方法定量地表达出来。因此，资产阶级就与科学的发展相适应，掀起了一场反对封建教会思想束缚的激烈斗争，于是，欧洲便进入了“文艺复兴”时代。自十五世纪末到十七世纪，短短的二百多年内，欧洲各国涌现出了很多杰出的力学家。他们代表着新兴的资产阶级，以大无畏的革命精神，投入了与没落的封建阶级及其意识形态的斗争之中；并且在亲身参加科学实验的活动中，不断集中劳动人民的实践经验，从理论上进行概括和总结。这不仅对力学理论的发展作出了贡献，而且使得从物质世界去探索客观规律的唯物主义的认识论和方法论得到了很大的发展。于是，和资本主义生产关系逐渐确立的同时，实验

① 恩格斯：《反杜林论》，人民出版社1970年版，第333页。

和计算也逐渐发展成为自然科学的主导方法。

意大利数学家和力学家伽利略(1564—1642年)是近代实验科学的创始人之一,他是哥白尼日心说的拥护者和宣传者,在科学研究中,他坚决冲破经院哲学的束缚,反对经院哲学,坚持唯物主义的立场,把那些盲目崇拜“权威”、反对观察和实验的“学者”斥之为“奴才”和“书呆子博士”;他把对自然界的科学研究同“圣经”对立起来,指出:神干涉不了世界上的事物,自然界的一切都是按照自然的必然规律发展的。伽利略坚决走上以实验和用数学方法来分析、总结实验数据为基础的新的物理学道路。在伽利略看来,科学真理应该在自然界中、在实践中、在独立思考中寻找;只有精密地观察和实验,并在观察、实验的基础上进行严密的数学分析,最后以数学和数量把物体及其运动情况表示出来,这才能认识自然现象的原因和规律。他说:“除了外界物体的大小、形状、数量、运动的快慢以外,我并不向它们要求任何其它东西。”

适应于这一社会思想的革命,被马克思、恩格斯称为“**英国唯物主义和整个现代实验科学的真正始祖**”^①的哲学家弗兰西斯·培根(1561—1626年)创立了唯物主义的经验论。他从资产阶级发展生产的思想出发,特别重视科学研究工作,要人们去研究自然,发现自然的固有规律。培根制定了完整的认识的归纳法。他认为,对于客观世界的科学认识,必须以经验、实践为基础,从研究自然本身和进行大规模实验中获取丰富的感性材料,然后再从这大量材料的分析中去揭示事物的

^① 《马克思恩格斯全集》第2卷,1957年版,第163页。

原因，从个别的事实上升为一般的原理。培根把蔑视经验的教条主义的“学者”比作蜘蛛，说他们只会用自己的脑子编织抽象论断的蛛网；而把只会收集个别事实的狭隘的实践者比作蚂蚁。他认为真正的科学家则应象蜜蜂一样，采集花汁即经验材料，并进行理论加工，然后酿成科学之“蜜”。培根通过对自然科学研究工作的哲学概括而制定的归纳法，致命地打击了经院哲学和唯心主义的先验论，对于当时实验科学的发展起了重大的促进作用。

总之，在当时的许多先进人物看来，一切科学的结论，不在古人的著作中，不在神学权威的言论中，也决不在宗教的教义中，而是在现实、客观自然界中；经验是从客观现实中获得一切答案的唯一途径。这样，在十六世纪中叶以后，重视实验，重视实践，重视感性材料的，把观察、实验和进行数学分析结合起来的具有唯物主义特征的自然科学研究的正确途径，就初步建立了起来。自然科学从此进入了实验科学的新阶段。

牛顿在认识论和科学研究方法上，深受这一自然科学自发唯物主义路线的影响。突出地表现在牛顿特别重视经验和实验这一特点上。早在青年时代，牛顿就曾自己动手雕琢了一具日晷，仿效风磨制造吹气推动的模型，制作漏壶時計，研磨透镜和棱镜等。在进行科学研究中，他不仅在力学的研究上作了大量的观察和实验，而且在光学的色散现象、干涉现象以及望远镜的改进制作方面也作了出色的科学实验。他还设计了第一支用亚麻油作测温质的温度计。牛顿还自发地把实践看作判明真理的客观标准。在发现了万有引力定律之后，

他首先以月球环绕地球运动的观测数据进行了严格的验证之后,才发表出来。

牛顿正确地认识到数学是自然界的现象和过程的抽象,认为数学是进行科学研究工作的重要工具。他说:“几何学是建立在力学的实践之上的,它无非是普通力学的一部分,能精确地提出并论证测量的方法。”^①他认为在抛弃了经院哲学关于“隐藏的本性”的错误理论之后,科学研究已进入“力图以数学定律说明自然现象”。^②因此,牛顿非常重视把数学方法系统地运用于科学研究,他把自己的研究成果称为“自然理论之数学的原理”。牛顿通过对于变速运动物理模型中位置、速度、加速度之间关系的考察,得出了微积分的运算方法;又运用微积分探讨了行星运动规律、摆的振动等一系列动力学问题。

可以看出,唯物主义经验论的产生,把观察、实验和数学分析结合起来的自然科学研究方法的发展,对牛顿的科学研究工作起了重大的影响。

(三)对人类长期科学实践的继承和发展

毛主席指出:“马克思主义者认为人类社会的生产活动,是一步又一步地由低级向高级发展,因此,人们的认识,不论对于自然界方面,对于社会方面,也都是一步一步地由低级

① 牛顿:《自然哲学的数学原理》,转引自 H.S. 塞耶编,《牛顿自然哲学著作选》,上海人民出版社 1974 年版,第 11 页。

② 同上书,第 10 页。

向高级发展,即由浅入深,由片面到更多的方面。”^①

任何科学发现,任何科学理论的建立,都是人类长期实践经验的总结和概括,是以往科学认识发展的继续和飞跃,都有一个搜集材料、积累事实,进而对感性材料进行综合、整理和改造而达到理性认识的过程。古典力学原理的建立也不例外。广大劳动人民长期的生产实践以及许多科学工作者在天文学、力学和数学上的长期工作,为古典力学原理的产生奠定了雄厚的基础。

牛顿三定律的产生

在人们的生活和生产实践中,接触最多的是最简单、最基本的机械运动。所以,古人就已积累了不少力学知识。例如,当人类学会了磨制石刀、石斧等工具时,实际上就自觉不自觉地运用了“尖劈原理”;弓箭的使用,说明人类实际上掌握了力的作用反作用原理以及势能转变为动能的知识。

我国春秋战国时期,由于奴隶起义的沉重打击和新兴地主阶级对奴隶主阶级的斗争,奴隶制迅速崩溃。一部分手工业奴隶在斗争中得到了一些自由,出现了私人经营的手工业和商业。代表新兴地主阶级利益的法家,主张变革,积极“变法图治”,提倡“耕”、“战”,改革旧的生产关系。生产关系的变革,促进了生产力的发展,迫切要求改进生产工具,这就推动了科学技术的发展。

杰出的法家代表荀况(公元前 298—238 年)提出了“制天

^① 《毛主席的五篇哲学著作》,1970 年版,第 3 页。

命而用之”的思想，热情地歌颂了人们借助于畜力、风力、水力、热力等自然力为人类服务的“善假于物”的能力。韩非（约公元前 280—233 年）也提出：“审于地形、舟车、机械之利，用力少致功大，则入多。”

法家的这种路线和思想，促进了农业、手工业的发展，同时也就促进了我国古代科学技术包括力学的发展。例如战国末期，经过商鞅变法的秦国，多次出兵伐蜀，终于在蜀废除了分封制而确立了郡县制。李冰在担任郡守之后，总结劳动人民长期治水的经验，率领群众建成了闻名中外的都江堰，使原来水旱灾严重的川西地区成为“沃野千里”的“天府”之国。这个水利工程的修建，需要切断整个山岭，开凿大量岩石，并在岷江河身中建筑分水嘴等，是十分艰巨的。在当时设备极其简单的条件下，竟能完成如此巨大的工程，充分反映出我国劳动人民的高度和智慧和当时的力学水平。秦始皇在实现了空前的统一事业之后，曾动用国家力量、组织了大量人力修筑了万里长城。长城的城墙高十至十五米，宽五至七米，所用的砖石，可以筑成高三米、宽一米、环绕地球一周的城垣。它起伏于险峻的山脊之上，绵延几千公里，雄伟壮观，是世界上最长最伟大的建筑工程。为了搬运大量、沉重的石块，当时已采用了杠杆、滑轮和斜面等简单机械，达到了以小力克服巨大抗力的目的。

汉武帝时任用桑弘羊等法家人物实行盐、铁官营，有力地促进了冶铁业和手工业的发展。到了东汉初年，适应于农产品加工和炼铁业发展的需要，公元 31 年，杜诗创造了由发动机（水力冲击的水轮）、配力机（旋转的轮轴）、工作机（排、碓）

三个部分构成的水排(水力鼓风机机械)和水碓(农产品加工机械)。这是世界上最早出现的水力工作机械。大科学家张衡(78—139年)运用齿轮传动原理制作了“浑天仪”,并根据振动原理制成了精密度很高的“候风地动仪”,利用地震纵波的运动来测量地震的方向,曾在洛阳测知了陇西的地震。适应于农业灌溉的需要,毕岚(108—189年)在民间应用滑车汲水的基础上创造了“翻车”(龙骨水车)和“渴乌”(唧筒),一千多年来一直被运用于灌溉中。到了三国时期,适应于战争的需要,诸葛亮曾创造了独轮小车(“木牛流马”)和可以连发十箭的“连弩”。魏人马钧运用惯性原理,创造了离心抛石机这种攻城器械。

南朝宋、齐时代的祖冲之(429—500年),适应于农产品加工和航运业的日益发展,制造了利用水力转动代替人力推挽的水碓磨,和运用分力原理用前后帆系统御风而行的千里船。隋代著名石匠李春设计建造了闻名全世界的赵州桥,这座单拱大石桥全长50.8米,宽9米,拱券净跨度达37.4米,而券高只有七米多,结构奇特,桥型美观,桥面平缓,便于车马通行。李春还从力学观点考虑,将桥的宽度从两端向中间逐渐减小,使两旁的各券向内倾斜,大大加强了桥的稳固性。这座桥建成之后,经受了一千三百多年洪水冲击、地震撼摇、车辆碾压的考验,至今仍然屹立在洺河上。到了唐代,为了提高农产品加工的工效,改进了利用齿轮系统的水磨,创造了一轮带动八、九个磨的“水连磨”。

北宋时代王安石的变法运动,为科学技术的进步创造了有利的条件。在力学方面,为了适应大规模建筑的需要,李诚