

# 认识惯性定律的历程

韩春柏

(上海出版印刷高等专科学校基础部 上海杨浦 200093)

一般认为,惯性定律是伽利略奠定基础,牛顿精练而成为经典力学运动第一定律的,其实,人们对惯性定律的认识,可以追溯到遥远的古代。

## 古代的认识

牛顿在他的手稿《惯性定律片段》中写道:“所有那些古人知道第一定律,他们归之于原子在虚空中直线运动,因为没有阻力,运动极快而永恒”,古希腊的德谟克利特、伊壁鸠鲁都有这样的看法。例如,伊壁鸠鲁就说过:“当原子在虚空中被带向前进而没有东西与它们碰撞时,它们一定以相等的速度运动。因为当没有东西与它们相遇时,重的原子并不比小的和轻的原子运动的更快;而当没有东西与它们相撞时,小的原子也不会比大的原子更快,它们的整个行程是等速的”。即无数的原子在无限的虚空中像下雨一样,用同等的速度平行运动。这就是古人所认识的“惯性定律”。

尽管这种“定律”比亚里士多德的“强迫运动”学说更为先进,但由于这些古希腊学者和他们的信徒们都无法证实这条定律,因此,只能看成是猜测、思辨或推想的结果。

## “冲力说”的作用

六世纪初,亚历山大的学者菲洛波诺斯为批判亚里士多德关于运动必需由接触力持续推动的学说,提出:“投掷者授给抛射体某种无形的推动力,而投入运动时空气对抛射体的运动或者根本不起作用,或者只有微弱的影响……于是,在真空中比任何介质中箭矢或石块将更容易获得等量的强制运动,并且抛射体将不再需要任何外界实体的推动。”尽管菲洛波诺斯还认为抛射体所获得的这种外界力在空气中进行也会逐渐自动衰竭,因而并不等于后来的惯性概念。但是,重要的是他在这里明确地提出了:“物体一旦发生运动以后,就可以凭自身继续运动下去”。从历史的观点来看,可以认为这是对惯性的初步认识。

菲洛波诺斯的看法到14世纪发展成了“冲力说”,代表人物是英国牛津大学的学者奥卡姆的威廉。他认为,运动并不需要外来推力,一旦运动起来就要永远运动下去。例如,关于抛射体运动,他解释为:“当运动物体离开投掷者后,是物体靠自己运动,而不是被任何在它里面或对它施加的力量所推动。”

(上接56页)

境,是指建设各项硬件设施为实施 STS 教育服务。如逐步建立、完善实验室和各种活动场所,配备并合理配置和有效使用教学仪器和设备;编写或开发教学材料、实验方案、教学论文、CAI 课件、图片、录像带、幻灯片,收集和整理学生的优秀作业和小论文等,形成资源库,实现资源共享;建立稳定的信息交流渠道,如科学讨论会,校园墙报,广播站,学生科学刊物等。

物理教育中的 STS 教育资源也来源于大众媒体、家庭、街道、商店、田野、森林、河流等,这些环境资源是现成的,需要我们积极利用。

STS 教育的软环境是指营造实施 STS 教育的良好体制和舆论环境。其中对 STS 教育资源的管理体制和 STS 教育评价模式是开展 STS 教育的软环境的重要内容之一。其中,STS 教育的评价包括了解学生对知识与技能的学习情况,重过程与方法,评价学

生的观察能力、提出问题、作出猜测的能力、收集信息处理信息及交流能力,了解学生在情感、科学态度对科学、技术、社会问题的认识,及对这个问题的投入程度,促进学生对科学技术与社会之间关系的关注。评价的形式:提倡用记录卡片记录学生的学习参与状况,描述学生在活动中的表现,笔试应开卷与闭卷相结合的形式考察,对成绩不宜按权重评价“综合”分数或评定等级。

总之,在物理教育中加强对 STS 教育资源的开发和利用,使物理教学与科学技术和实际相结合,学校、家庭、社会相结合,这样会有力的促进学生综合应用知识,解决实际问题的能力,科学决策的能力的形成,以全面提高学生的综合素质。

## 名人妙语

社会一旦有技术上的需要,则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。

——恩格斯

当然,“冲力说”并不等于惯性定律,但它勇敢地拒绝了运动的物体时刻需要一个与其相接触的推动者这一传统教条,倾向于物体自身能够运动,所以,可以说“冲力说”是走向惯性定律的重要步骤。

### 伽利略的工作

伽利略在他的著作中多次提出类似惯性定律的说法,其中最典型的体现在他大约在1609年做的对接斜面实验。当小球从某一高度的光滑斜面滚下,继而滚到另一个斜面(对接斜面)上时,不论对接斜面坡度如何,它总会滚到相同的高度上。他认为,只是因为摩擦力,球才没能严格地达到原来的高度。他设想若将对接斜面放平,球永远不能达到同一高度,即球要永远滚下去。

伽利略把以上结论概括为:“只要除掉使物体加速和减速的外部原因,运动物体必将严格地保持它一旦获得的速度。而这种条件仅在水平面上可以得到;因为在向下倾斜的平面上已经存在加速的原因;而在向上倾斜的平面上存在着减速的原因。由此得知,沿水平面的运动量是永恒的。因为,如果速度是均匀的,就不可能减小或变慢,更不可能消失掉。”这一段陈述连同以上所引述的论证,常常被当成是伽利略首先发现惯性定律的证据。

但是,伽利略所说的速度不变的永恒运动,是指在地球水平面上的圆周运动。他说:“一个既不向下也不向上的表面”即水平面,“它的各部分是和地心等距离的”。他还明确主张:“只有静止和圆周运动适用于维持宇宙秩序”,“直线运动天然不能持久”以及“直线运动的本质不是永恒的”,“运动物体永远作直线运动是不可能的,因为直线运动,无论向上或向下……都受圆周和中心的限制”。即使在伽利略晚年出版的《两种新科学的对话》中,也把匀加速运动叫做“自然的”加速运动,而且把产生加速度或者减速度的原因,归之于靠近或者离开地球中心的倾向,并没有形成关于物体间相互作用的清晰概念。这表明,伽利略对于运动的研究还没有完全摆脱亚里士多德关于自然运动和强迫运动的影响,因此他不可能提出一条真正彻底的惯性定律来。

### 托里拆利等人的认识

伽利略的学生们受旧观念的束缚就小得多,他们在讨论匀速直线运动的基础上,把重量作为外部原因来研究,认为如果没有重力作用,抛射体就作匀速直线运动。这里显然已不是地球的水平面了。其中最值得注意的是托里拆利,他突破了伽利略惯性

定律的局限,将它作为一般规律来使用,论述了具有任意方向的初速度的抛射体的运动。他还超过当时一般水平正确地掌握了力学的抽象性质,他强调指出,力学是以数学角度来处理自然现象的,正是这种以数学方法来加以处理的理想现象才是接近现实现象的最好方法。正是他自觉地运用了数学,才构思出一般化了的“惯性定律”。

但是这还不能说惯性定律已被确立了,因为托里拆利虽然在论述中实际上已经应用了惯性定律,但是他没有对它所具有的基本意义进行归纳、总结,而正是在这一点上才能使它成为占据整个力学核心地位的定律。

### 开普勒的贡献

开普勒在《行星运动的原因》中,认为惯性是一种与重量类似的东西,天体没有它就不会有一种力量使它们从所在的地方运动,他又认为凡物质必须有惯性,只有惯性才能说明运动的差异。他写道:

“惯性或对运动的反抗是物质的特性,它越强,在既定体积中的物质之量就越大”。

开普勒的惯性概念显然来自伽利略,但是比伽利略讲得更明确,如伽利略虽然也通过运动阻力的大小认识到惯性,但是从物质质量即惯性质量去理解物质的惯性,确是开普勒的首创。

### 笛卡儿的论述

1644年笛卡儿出版了他的重要著作《哲学原理》,关于惯性定律他是这样描述的:“每一单独的物质微粒将继续保持同一状态,直到与其他粒子相碰被迫改变这一状态为止”。“所有的运动本身都是沿直线的”。在1629年他给友人麦森的信中说:“运动一旦加于物体,就会永远保持下去,除非受到某种外来手段的破坏。换言之,某一物体在真空中开始运动,将永远运动并保持同一速度。”一般认为笛卡儿的上述文字是近代惯性定律的最早正确表述。

但是,进一步考察笛卡儿对上述论述的阐述时,可以看到其惟一的依据是对上帝的信念,这种建立在宗教原则基础上的论述,很难被认为是一种科学的论证。

### 伽桑狄的表述

真正最早提出惯性定律科学表述的是笛卡儿的同时代人、法国科学家伽桑狄。他在1642年发表了1641年写给一位朋友的信,在信中明确写道:“设想把石块投入虚空之中,在那里没有东西吸引它,也没有东西使它返回或者对它有丝毫的阻碍,那么它的

运动将会是均匀的和永恒的。……这块石块将由自身的运动而沿着原先投入的方向无止境地向前运动”。这里清楚地描述了物体没有受到任何相互作用的条件,从而做出了自由运动的科学抽象,而且,这一结论的取得不依赖于什么“自然运动”,也不仰仗上帝的旨意,免除了伽利略和笛卡儿有关论述的局限性。研究表明,伽桑狄的这些工作对包括波义耳和牛顿在内的一批学者,曾产生过不可磨灭的影响。

### 牛顿的精练和提高

牛顿对惯性定律的认识也经历了一番曲折,直到1687年撰写《自然哲学的数学原理》之际才摆脱了旧观念的束缚,把惯性定律提炼和概括到前所未有的高度,作为运动第一定律提了出来,使之成为力学理论的出发点。

从内容上看,运动第一定律和惯性定律没有什么不同,但是,严格地说,发现惯性定律并非等同于发现运动第一定律。因为运动三定律是一个整体,它们作为牛顿力学的一个基础是紧密联系在一起的,正是在这种意义下才产生了“运动第一定律”这个名称。

牛顿大约从1665年开始研究惯性运动,约到1668年才开始将注意力从惯性运动的阐述转向研究惯性运动的本质,提出惯性是由物体内在的属性——质量决定的。质量概念的建立,才使人们有可能深刻地科学地理解和认识惯性的含义,才能找出它与其他运动定律的内在有机联系,才能作为运动第一定律提出来:

“每一个物体继续保持它的静止或直线匀速运动状态,除非被加予它上面的力所迫改变这个状态。”

必须指出,在《原理》写作之前的手稿中,牛顿将匀速运动分为直线的和圆周的两种,后来在《原理》中删去了圆周运动,可见这里也经历了一个认识的转变。

### 现代的表述

牛顿运动第一定律中含有尚未精确定义的“力”的概念,或者说它既是定律又是定义,存在着所谓“逻辑循环”。为了避免这一问题,将不受外力的物理条件说成不受外界影响要妥当一些。用较为现代化的说法来表述惯性定律,则为:

“处在自由运动状态的物体,必定作匀速直线运

动,或者静止。”

所谓“自由运动状态的物体”是不受任何外界影响的物体(质点)。它应该是完全孤立的,或者是宇宙中惟一的。显然,实际上我们不可能真正观察到这样的物体。但当其他物体都离它非常远,从而对它的影响可以忽略时,或者其他物体对它的作用彼此抵消时,我们可以把这个物体看成是自由的。

爱因斯坦曾多次这样描述过惯性定律:“物体离其他物体都足够远时,一直保持静止状态或匀速直线运动状态。”

这样表述的好处是使惯性定律具有了更普遍的意义,它的有效性超出了经典力学的范畴,不论是质点、刚体、电磁场还是基本粒子,当它们不受外界干扰时,都必定不改变原来的运动状态。

综上所述,可以看出,惯性定律经历了逐步发展、逐步完善的过程,他是几代人持续不断、相继努力的结果。这实际上也是物理学历史发展的一个缩影,因为物理学就是永远不会停顿,永远不断发展、不断完善、逐步接近真理的一门科学。

### 科学家发现

**超强度大颗粒对称晶体**  
美国雷塞列综合研究所专家发现具有超强性能的大颗粒对称晶体,这一意外发现是在试图利用简单方法研制超导纳米管时作出的。该研究所普利克尔·阿扎扬和加纳帕蒂拉曼·拉马内特博士在加热碳化硼后,在灰渣中发现了大粒规则五面晶体,新发现物的价值在于,五面纳米晶体十分常见,但是大到微米级这样的五面晶体在自然界中几乎没有,因为它们的组分无法形成大粒的均匀晶体。表面张力会随着晶核的生长而增大,会使晶体变成普通的体积大小。

阿扎扬指出,“碳化硼特有的五面结构使晶体在达到很大体积时有可能保持这一形状,这种晶体具有自己独特的对称性,因为强度为它们的晶体结构所特有。我们认为,这将是机械制造尤其是覆盖物的理想材料,但是还需要作进一步研究,以便弄清楚它的潜在能力。”

(周道其译自俄《机器人技术与工程控制论》2002/11/1)