

牛顿第三定律的内涵与适用条件

浙江省杭州第二中学 姚 笈

【摘要】作为经典力学的重要部分，牛顿运动三定律具有奠基性的作用。其中，牛顿第三定律阐明了物体之间的相互作用。首先介绍了牛顿运动三定律的提出历史及意义，阐释了牛顿运动三定律的表述方式、地位和相互关系，着重对牛顿第三定律的内容、表述方式进行了介绍，最后讨论了牛顿第三定律的适用条件及局限性。

【关键词】牛顿运动定律；牛顿第三定律；相互作用力

1 引言

1687年，艾萨克·牛顿归纳了万有引力和三大运动定律，并对其严谨地数学证明，刊登在《自然哲学的数学原理》一书中，这是经典力学发展史上里程碑式的事件，这极大促进了经典力学后续的发展。牛顿三定律的提出，在物理学史中具有划时代意义^[1]。

2 牛顿运动定律的内容及关系

牛顿所提出的运动三大定律，阐明了物体运动和力的基本关系，牛顿运动三定律的具体内容如表1所示^[2-4]。

表1 牛顿运动三定律的内容

定律	常用表述
牛顿第一定律	任何物体都要保持匀速直线运动或静止状态，直到外力迫使它改变运动状态为止。
牛顿第二定律	物体加速度的大小跟作用力成正比，跟物体的质量成反比，且与物体质量的倒数成正比；加速度的方向跟作用力的方向相同。
牛顿第三定律	相互作用的两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。

2.1 牛顿第一定律

牛顿第一定律的适用对象为不受任何外力的物体，指明了物体在无外力作用时的运动状态。与之相关的，定义了惯性的概念，物体具有惯性的性质。力的科学内涵也蕴藏在牛顿第一定律中，力是物体运动状态改变唯一原因，物体运动状态的维持无需力。需要指出的是，所选定的参考系决定了物体的运动状态，不同的参考系会赋予物体不同的运动状态。从牛顿第一定律定义中，惯性参考系的选定具有重要作用。

2.2 牛顿第二定律

牛顿第二定律的表达式如式(1)和(2)所示，其研究对象是受外力作用下物体的运动状态。在牛顿第二定律中，物体的受力、运动状态和自身质量三者关系得以确定，对加速度、外作用力和加速度三者进行了定量阐述。

$$F=ma \quad (1)$$

$$\vec{F}=\vec{m}\vec{a} \quad (2)$$

牛顿第二定律定性分析了力对物体运动状态的影响，在这一过程中确定了物体质量的涵义。质量作为一种固有属性，决定了物体的惯性大小。物质的质量与惯性成正比。质量涵义的明确具有重大的科学意义。

2.3 牛顿第三定律

牛顿第二定律和牛顿第一定律分别研究了物体在有无作用力条

件下的运动状态，而第三定律则对作用力的本质进行了定义。牛顿第三定律的表达式和示意图如式(3)和图1所示。

$$\vec{F}=\vec{F}' \quad (3)$$

式中F表示A受到的B的作用力，F'表示B受到的A的反作用力。

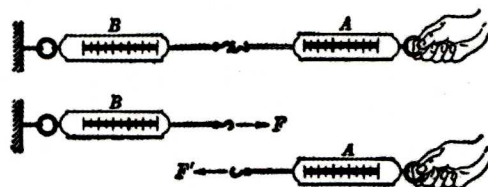


图1 牛顿第三定律示意图

牛顿第三定律中，改变物体运动状态的作用力的本质-具有相互作用，并对其进行了定量分析。第三定律则反映了物体相互作用过程中的联系，使人们能够更加全面地分析、认识力与运动的关系。

2.4 牛顿运动三定律之间的关系

牛顿第一定律、第二定律和第三定律不但适用于质点，同样适用于一般物体或质点系统。牛顿运动三定律既具有一定的独立性，同时三者之间也紧密联系。牛顿第一定律居于基础地位，牛顿第三定律是前二者的必要补充。三者结合起来，对物质的受力和运动状态进行了定性和定量阐释。作为动力学的基本规律，牛顿运动三个定律共同构成了整个力学的基础^[5]。

3 牛顿第三定律的内涵与应用

牛顿第三定律的性质包括相互性、一体性和同时性。所谓相互性，是指物体之间的作用力和反作用力具有相互联系；所谓一体性，是指作用力和反作用力是不可分割的，二者任意之一不能独立存在；所谓同时性，是指一对作用力和反作用力必须且只能同时存在，同时消失，不受其他外部因素影响。

根据牛顿第三定律，成对的作用力与反作用力作用在同一直线上，数值上大小相等，方向上相反。假设这样一种情况，惯性参考系中，物体做加速运动，根据牛顿第二定律我们断定必有一外力作用在该物体上，此时若我们无法找到改作用力，根据牛顿第三定律，我们还可以通过寻找它的反作用力，进而确定初始作用力^[7]。

牛顿第三定律在现代工程和现代科技中应用非常广泛，例如高层建筑中安装的电梯装置中，为了紧急情况下的安全问题，普遍安装一个紧急弹簧缓冲装置，当电梯意外降落至底部压迫弹簧时，电梯对弹簧的压力与弹簧对电梯的弹力是一对相互作用力，这两个力位于一条直线上，方向相反，数值相等。这一紧急弹簧缓冲装置是牛顿第三定律的直接应用，有效地保证了电梯的安全运行，避免了意外状况下乘客的安全。第二个例子关于磁悬浮高速列车，高速运

行时列车与轨道不直接接触,此时,列车对轨道的压力和轨道对列车的磁力是一对相互作用力,这两个力方向相反,数值相等。列车和轨道之间的空气层大大减小了列车运行的阻力,减小了能耗,提高了列车运行速度。类似地,在火箭发射中,火箭燃料燃烧对空气产生的压力,与空气对火箭的推力也是一对相互作用力,火箭得以获得足够推力,将载荷送入预定轨道。

4 牛顿第三定律的适用及局限性

牛顿第三定律所定义的作用力与反作用力对于电荷间作用力,磁极间作用力,通电导线间作用力,乃至超新星与光子间作用力均适用。从牛顿第三定律可以推导出动量守恒定律,动量守恒定律的适用范围既包括宏观物体,又包括微观粒子,其几何尺度涵盖了微观粒子到天体,运动速度范围涵盖低速到高速^[8]。

经典力学适用于宏观低速条件,而在宏观高速平直时空条件下则需要引入狭义相对论,在宏观高速有引力则需要引入广义相对论,类似的,量子物理学是微观低速,量子场论是微观高速。在限定条件下,相对论和量子场论的表述方式均可以转化为与经典力学等同的形式。需要指出的是,不是新理论把旧理论完全推翻否定,而是新的理论变成范围更大更实用的理论^[9]。

5 结论

牛顿运动三定律是整个力学的基础,牛顿第三定律阐明了物体间相互作用力的关系,牛顿第三定律是经典力学体系的关键部

分。牛顿第三定律在日常生活,现代工程学和现代科技中都有广泛应用。因此深刻把握牛顿第三定律的丰富内涵,不断拓宽其应用场景,具有重要意义。

参考文献

- [1]钟庆.论牛顿运动三定律的独立性与内在逻辑自洽一致性[J].四川教育学院学报,2012,28(01):108-111.
- [2]白少民.关于牛顿第三定律普适性问题的讨论[J].西安邮电学院学报,2011,16(S2):122-124.
- [3]谢国庆.牛顿运动定律中的基础定律[J].宜春学院学报,2009,31(S1):130-131.
- [4]陈爱琴.解读牛顿运动定律[J].高中数理化,2010,(Z2):66-67.
- [5]孙静,王建国,魏作余.浅谈牛顿运动定律的独立性和一致性[J].河北建筑工程学院学报,2006,(01):104-105+118.
- [6]刘慧英,朱文章,宋国利.电磁力与牛顿第三定律[J].集美大学学报(自然科学版),2003,(03):280-283.
- [7]Brown D E,Clement J.Misconceptions concerning Newton's law of action and reaction:The underestimated importance of the third law[C]//Proceedings of the Second International Seminar:A Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mechanics.1987,3:39-53.
- [8]蒋济雄.牛顿运动定律与经典力学的时空观[J].南宁师范高等专科学校学报,2000,(02):37-40.
- [9]Patrick Cornille.Review of the application of Newton's third law in physics[J].Progress in Energy and Combustion Science,1999,25(2).

(上接第82页)

5. 电气的接地设计

在变电站电气的一次设计过程中,施工人员的触电事故是最为严重也最为常见的一类,这通常与变电站电气的接地设计有关。良好的电气接地设计不仅是为施工人员的人身安全提供保障,也是有效保护机械设备、减少火灾等其他突发事件的重要方法。

一般情况下,接地体和接地线是组成变电站一次设备接地装置的主要构件。自然类的接地体是最为常用的一类接地体,多为角钢构造,直接将其埋入地中即可。接地线一般为角钢或圆钢。变电所的周围被接地体环绕,变电所内的高压配电室以及低压配电室再分别设置两处用以和接地体的相连接,高、低压配电室通过扁钢与变压器室连接成一个共同体。除此之外,接地电阻必须小于高压小接地系统的保护接地以及低压电气设备保护接地与工作接地电阻的最小值。

6. 结束语

变电站电气的一次设计是电网工程中不可或缺的一个重要部

分,其意义存在的重要性不言而喻,但这都与其自身设计的实用性、适用性、经济性、安全性息息相关,当变电站电气的一次设计同时满足实用性、适用性、经济性、安全性等要求时,变电站的质量也会因此而大大提高。因此,做好变电站电气的一次设计是一项必须要完成的任务,通过设计完美的建设方案,分析可能存在的不足或出现的突发事件并制定出相应的防护策略。同时,也要建立并健全一定的安全风险评估体系,努力将安全隐患出现的系数降至最低,从而促进我国电力事业的进一步发展。

参考文献

- [1]耿伟.变电站电气一次设计研究[J].科技致富向导,2014(11):272-272.
- [2]杨丽娟,杜元媛.数字化变电站电气一次设计研究[J].工业,2016(11):216-216.
- [3]张校生.110kV变电站电气一次设计研究[J].华东科技:学术版,2017(1):190-190.

word版下载: <http://www.ixueshu.com>
