

3. 惯性系

李学生 (Li Xuesheng)

山东大学副教授, 理论物理教师, 中国管理科学院学术委员会特约研究员, 北京相对论研究联谊会会员, 中国民主同盟盟员 (作者为中国科学院高能物理所研究员)

xiandaiwulixue@21cn.com, 1922538071@qq.com

摘要 (Abstract): 物理学是科学的基本学科。本文章分析探讨了现代物理学的重要问题, 惯性系, 供参考。
[李学生 (Li Xuesheng). 3. 惯性系. *Academ Arena* 2017;9(15s): 11-12]. (ISSN 1553-992X).
<http://www.sciencepub.net/academia>. 3. doi:10.7537/marsaaj0915s1703.

关键词 (Keywords): 质点; 电荷; 引力; 电力; 空间; 方程; 量子力学; 惯性系

对一切运动的描述, 都是相对于某个参考系的。参考系选取的不同, 对运动的描述, 或者说运动方程的形式, 也随之不同。在有些参考系中, 不受力的物体会保持静止或匀速直线运动的状态, 这样的参考系其时间是均匀流逝的, 空间是均匀和各向同性的; 在这样的参考系内, 描述运动的方程有着最简单的形式。这样的参考系就是惯性参照系, 也称为惯性参考系或惯性系。爱因斯坦在其《论运动物体的电动力学》一文中有这样的一个假设: “设有一个坐标系, 在此系统中牛顿力学方程有效。为了更确切表达我们的思想, 并和以后的其它系统在字面上有所区别, 我们称这个系统为“静止系统”。如果一个质点相对于这个坐标系是静止的, 它的位置应可以用刚尺测量与欧几里德几何学的方法相对地来确定, 并可用笛卡尔坐标来表示。”

牛顿为了建立自己的力学体系, 在牛顿定律之外还引入了绝对空间(还有绝对时间)的概念, 其定义为: 绝对的空间, 因其性质且无关于外物, 恒为等的且不动的!当然, 牛顿定律在绝对空间中成立, 这就是牛顿力学体系的基本框架。这个框架有两大疑难, 第一大疑难是: 谈论空间必须先指明参照物, 否则便无法确定被观测物体的加速度 a ; 绝对空间的参照物究竟是什么? 按绝对空间的定义, 绝对空间的参照物应是绝对不动的东西; 但绝对不动的东西是不存在的, 故绝对空间是不存在的。第二大疑难是: 无法确定被观测物体所受的力 F , 因为尚有很多未探明的星球和黑洞, 它们对被观测物体的引力当然是个未知数; 那种由于它们离得很远, 因此它们的引力可以忽略的说法是缺乏说服力的; 即使它们离得很远, 但由于它们极多, 且质量极大, 因此它们的引力可以是巨大的。牛顿定律的核心是第二定律 $F = ma$, 其中的 a 和 F 竟是无法确定的。

朗道《场论》(主要是相对论电动力学)给出的定义: 牛顿第一定律成立的参照系叫做惯性系。(原文没有用牛顿第一定律的字眼, 而是直接说在这样的参照系中, 一个不受相互作用的粒子将保持静止或匀速直线运动)。这个定义在牛顿力学和狭义相对论中均适用。这样, 我们可知: ①牛顿第一定律定义了惯性系。②牛顿力学在惯性系中成立。(在相对论中, 第二条只要修正为麦克斯韦方程组和相对论力学在其中成立即可), 这样就不存在逻辑循环的问题, 同时也可以说明, 牛顿第一定律不是牛顿第二定律在 $F=0$ 时的特殊情况。假设我们在月球上生活惯了, 在月球上做各种力学实验, 除了重力加速度小、没有空气阻力、温度变化大外, 实验结果与地球相同, 满足力学相对性原理, 我们会认为月球是足够好的惯性系, 因此会得出地球和月球都是足够好的惯性系, 可是它们之间存在万有引力, 方向相反, 而且地球和月球的质量不相等, 因此它们的加速度大小和方向都不相同, 必然存在着矛盾。

在空间内, 相对于任何参考点(静止中或移动中), 一个运动中的粒子的位移、速度和加速度都可以测量计算而求得。虽然如此, 经典力学假定有一组特别的参考系。在这组特别的参考系内, 大自然的力学定律呈现出比较简易的形式。我们称这些特别的参考系为惯性参考系。惯性参考系有个特性: 两个惯性参考系之间的相对速度必是常数; 相对于一个惯性参考系, 任何非惯性参考系必定呈加速度运动。所以, 一个净外力是零的点粒子在任何惯性参考系内测量出的速度必定是常数; 只有在净外力非零的状况下, 才会有点粒子加速度运动。问题是因为万有引力的存在, 并无任何方法能够保证找到净外力为零的惯性参考系。实际而言, 相对于遥远星体呈现常速度运动的参考系应是优良的选择。

在经典力学中惯性系是不存在自身加速度的“自由”参考系, 这是一种理想参考系: 由于宇宙空间中无处不存在引力, 实际的惯性系是不存在的。目前惯性系的认识情况是: 最好的惯性系——FK4 系是由 1535 个恒星平均净值位形为基准的参考系; 稍好点的惯性系——以太阳为参考点; 一般工程商可用的惯性系——地球(地心或地面)为参考系。在广义相对论中, 由于引力作用和加速度是完全等效的, 对于一个在引力场中作自由落体运动的参考系, 引力作用和自身加速度的作用抵消(即使考虑到二体问题, 只是加速度的数值进

行调整，仍然可以看作惯性系，分析从略)。这样的参考系，是一个真实的“自由”参考系。由于引力场在空间中的分布是不均匀的，惯性系只可能是局域的，也被称为局域惯性参考系，宇宙中不存在全局惯性参考系。

经典力学中一个参考系是不是惯性系，只能由实验确定，最基本的判据就是牛顿运动定律成立与否。根据伽利略相对性原理，和一个惯性系保持相对静止或相对匀速直线运动状态的参考系也是惯性系。在实践中，人们总是根据实际需要选取近似的惯性参考系。比如，在研究地面上物体小范围内的运动时，地球是一个很好的惯性系。在研究太阳系中天体的运动时，太阳是一个很好的惯性系。阿基米德曾经说过：“给我一个支点和一个杠杆，我能把地球翘起来。”我们姑且不去谈支点在哪里，杠杆哪里找，我们讨论另外的问题——他站在哪里？是否还考虑受到地球的重力？此时地球在太阳系中处于完全失重状态，不需要特别大的力就可以使地球的轨迹微弱改变，如果改为：“给我一个支点和一个杠杆，我能使地球明显改变轨迹。”会更有气势！爱因斯坦说：“科学没有永远的理论。”但是，“从希腊哲学到现代物理学的整个科学史中不断有人力图把表面上极为复杂的自然现象归结为几个简单的基本观念和关系，这就是整个自然哲学的基本原理”。在所有的物理学中，<<力学>>是研究物质运动中最简单又最基本的运动——机械运动以及其应用的一门学科，是物理学大厦的基础。<<力学>>发展中形成的研究方法，从观测、实验到分析、综合，从模型和假设的提出到理论体系的建立以至在实验中受到检验并不断发展，在历史上对其它学科的建立，曾起到过重要作用，并且仍然是今天科学研究的基本方法。

5/4/2017