# 论 惯 性

来源：网络 作者：落花无言 更新时间：2025-04-11

*摘要: 对经典力学范围内现行的惯性观提出了不同的看法，认为对于惯性要区分：个别研究对象的性质与存在的性质；保持某种状态的性质与改变某种状态的性质；物理学规律的动力学特性与审美性。关键词: 惯性；存在；时间；空间一、惯性的意义大家知道，惯性是...*

摘要: 对经典力学范围内现行的惯性观提出了不同的看法，认为对于惯性要区分：个别研究对象的性质与存在的性质；保持某种状态的性质与改变某种状态的性质；物理学规律的动力学特性与审美性。

关键词: 惯性；存在；时间；空间

一、惯性的意义

大家知道，惯性是物体保持静止状态或匀速直线运动状态的性质

（3）。一个物体，只要不受外力作用，原来静止的就会一直静止下去，而原来运动的则会一直作匀速直线运动。这里的问题在于：惯性是否是物体的性质？依据牛顿第一运动定律，任何物体均具有惯性。因而，看来惯性不是被研究物体的性质，因为这一性质是一切物体所具有的，也就是说它与物体的个别特征无关。因而，惯性只能是存在的一个特征，是被研究对象周围的环境在此对象上的表现。换一句话说，它是存在于物体周围的一种条件，一种约束。

二十世纪初，德国数学家诺特尔

（4）证明了：空间平移对称性导致动量守恒、空间转动对称性导致角动量守恒、而时间均匀性导致能量守恒。事实上，物体的惯性是时间均匀性与空间对称性的必然结果。因而它与个别的特殊研究对象无关。惯性不是个别存在物的性质，个别存在物只是惯性的显现者，惯性的本质与个别存在物的特性无关。从而我们就不能用反映个别存在物性质的量（例如质量）来测度惯性。因为惯性作为存在的一种显现，并无大小可言，它只是存在之状态的表达。

二、惯性与物体运动状态变化的难易程度无关

通常认为质量是物体惯性大小的量度是据于这样的理由：质量大的物体在相同的力作用下其运动状态不容易改变。这是由牛顿第二定律所得到的基本结论。而事实上物体运动状态是否变化，物体运动状态的变化是难还是容易是与惯性无关的。惯性所揭示出的物体之性质不在于其使（或抗拒）物体运动状态的改变或代表改变的难易程度的能力，而在于它的保持某种特定状态（静止或匀速直线运动）的本领：在最相似的物之间，错觉说着最巧妙的谎；最小的罅隙是最难度

（5）。因而惯性与物体的质量无关。倘若惯性与物体的质量有关的话，则我们也可以说力与惯性也有关系。因为对于相同质量的物体而言，力越小其运动状态就越难改变。因而，也即力越小物体的惯性越大。事实上，在惯性概念发展的最初时期，牛顿就将惯性与力进行等价的思考，当然现在大家知道牛顿的把惯性等同于力的思想是错的了。如果要说质量与惯性确有联系的话，作者以为也只能从这样的一个视角来看：惯性是由其表现物体周围存在着的与时空有关的天体质量分布情况决定着的性质。这是因为，根据广义相对论，空间的性质是由天体质量的分布所决定的。至于时间，自从奥古斯丁

（6）提出“什么是时间？”以来，人们还没有认清它的真面目，也因而从更深的层次上而言，人们只认识到什么是惯性而还没有搞清惯性是什么。

惯性不是一种由个别物体自身所具备的原因（诚然，所有物体均会表现出惯性），它不是我们的一种吃力的、需要支撑的、痛苦感的反映，事实上，它是存在之美感的绽开。因而“惯性是物体对任何改变其运动状态的外来作用的阻抗的性质”

（7）这样一种说法就是不当的。因为这一注释还是从对牛顿第二定律的基本分析而来的，在这一注释中已经隐藏了牛顿第二定律及对惯性与物体质量等价的认同感。其实，惯性是一种令人十分安全的、舒适的、和谐的存在之性质，它使物体的存在行为非常简单，而人们也往往由于常见到这种存在的简单性而忽视了它的深层含义。静止的永远静止，运动的永远作匀速直线运动，惯性就是将存在如此单调而重复地显现在人们眼前。凡是背离了这两种物体的存在情况而用惯性去解释其存在原因的，作者以为均属一种不当的诡辩行为。可是这种诡辩行为不仅麻木了人的脑神经而且充斥着各种各样的教科书

（8），我们来看一些下面的例子。

例1．惯性也有不利的一面，高速行驶的车辆因惯性而不能及时制动常造成交通事故。所以，在城市的市区，对机动车的车速都有一定的限制，以利于行车安全。

（9）

在这里，不能及时制动是由于惯性还是由于制动力不够大？略作思考，读者就可判断出是由于后者。将惯性看成一种破坏力是十分荒唐的。而发生交通事故的真正原因是，由于车辆质量较大，而相应的制动力在如此质量的物体上所产生的加速度很小，不能使车辆很快地减速，从而在短时间内停下来。倘若对于质量较大的车辆来说制动力也允许更大，那么作者认为还是可以在一定的时间内制动车辆的。

并且，这个例子中的“高速行驶的车辆”及“对机动车的车速都有一定的限制”的字句很容易使学生认为惯性和物体的运动速度有关。这对于初学者来说是一个很大的误导。

例2．把斧柄的一端在水泥地面上撞击几下，斧头就牢牢地套在斧柄上了，这是什么缘故呢？

（10）

通常标准答案是这样的：开始斧头和斧柄同时向下运动，当斧柄遇到障碍物时突然停止，而斧头由于惯性保持原来的运动状态，这样斧头就牢牢地套在斧柄上了。

事实上，斧头在斧柄上套牢是由于斧头克服了阻力相对于斧柄运动了一段位移，而惯性不是克服某种阻力使斧头运动的原因。在此问题中的一个效果是斧头相对于斧柄产生了某种（克服一定力的）运动，因而我们必须以斧柄为参照系来考察此种运动的实质。当以斧柄为参照时，实际上斧柄在撞击的过程中是一个非惯性系，它相对于惯性系有一个向上的加速度。因而斧头在此参照系中必受到一个向下的“惯性力”，正是此力与斧头的重力克服了斧头与斧柄之间的弹力与摩擦阻力使斧头相对于斧柄前进了一段位移，从而使斧头在斧柄上套牢。如果一定要以地面为参照系来看斧头在斧柄上套牢的问题，那么可以这样认为：虽然斧头在斧柄上向下套牢的过程中没有受到除重力以外的向下的另外力，但相对于地面而言斧头具有一定的动能和重力势能，正是这个能量克服了阻力作功从而转化为内能。所以从效果上看，一是斧头相对于斧柄向下移动了一段位移，二是斧头与斧柄的接触面上在发热。

如果仅从动力学的角度来看，斧头在斧柄上套得牢不牢是由其受到的作用力大小与作用时间（或所通过的位移）所共同决定的，也就是说它和斧头相对于斧柄的动能或动量变化有关。斧柄在“水泥地面”上“撞击”这两个条件只是使斧柄产生了相对于水泥地面的较大的动量变化率，从而也使斧头具有了相对于斧柄的惯性力。但是，虽然这个惯性力构成了斧头套牢在斧柄上的直接原因，可严格地说，斧头在斧柄上套得牢不牢的原因还和斧头的重力及斧柄的弹性和斧头与斧柄的摩擦力大小均有关系。并且斧头在斧柄上套得牢不牢和作用时间也大有关系，因而，撞击“几下”也是一个非常重要的条件。

例3．小车上竖直放置一个木块，让木块随小车沿着桌面向右运动，当小车被档板制动时，车上的木块向右倾倒。这是怎么回事呢？

（11）

教科书上的答案是这样的：小车突然停止的时候，由于木块和小车之间的摩擦，木块的底部也随着停止，可是木块的上部由于惯性要保持原来的运动状态，所以木块向右倾倒。

事实上，本例中小车上木块的倾倒是由于力矩作用的缘故。若以地面为参照物，小车对木块的摩擦力对木块的重心而言有一个顺时针旋转的力矩，从而木块向右倾倒。若以小车为参照物，小车被档板制动时已是一个非惯性系，作用在木块（重 心）上的“惯性力”对木块的底端也产生一个使木块作顺时针旋转的力矩。

需要指出的是，在上述例2和例3中，斧头在斧柄上套牢和木块在小车上倾倒已是一个涉及物体在非惯性系中的动力学的问题。其中例2是非惯性系中的质点动力学问题，而例3则是非惯性系中的刚体动力学问题。可是，在非惯性系中，我们通常意义上所论述的牛顿第一定律已不成立，从而也失去了此两例的代表意义。也就是说，这两个例子不仅是不准确的解释而且是不适当的例子。在涉及惯性的问题上我们必须分别那些是属于惯性现象，而那些则不属于惯性现象——即为动力学现象。牛顿的例子，毫无疑问是正确的

（12），但我们许多的物理学工作者却将惯性对事物的解释范围作了相当随意而并不恰当的扩展或扭曲。其实在讲述惯性时，用不着举更新鲜的特别例子，倒是需指出惯性使我们对事物常态的存在方式太熟视无睹了。这里问题的关键在于，惯性不是使物体改变运动状态（使火车制动、使斧头套牢在斧柄上、使小木块倾倒）的原因。严格地说，这些原因和物体的惯性无关，只和力有关，而至于火车制动得及时不及时，斧头套在斧柄上牢不牢，小木块倾倒得快不快，则不仅与力有关，还和物体的质量、形体、初速度有关。但即使如此地与质量和初速有关却也与惯性无关。

惯性，这个我们通常认为是由物体内在因素决定的性质，其实是物体存在方式的一种条件性：“试取汽车为参考系统来研究‘当汽车急剧刹车的时候，车中乘客有向前倾倒的倾向’这个问题，在汽车急剧刹车前，相对于汽车而言，乘客是静止的，在汽车急剧刹车时，乘客突然向前倾，这就是说，以汽车为参考系统，乘客由静止而突然向前倾，并不保持其静止状态，并不表现出惯性”

（13）。这个条件就是：物体要表现出惯性，它必须处于惯性参考系中。而“事物的存在顽强地延续维持不变,无论运动是快是慢抑或停止。”

（14）也只在惯性系中才成立。在研究物体的运动学与动力学问题时，惯性系总有着特殊的地位。可是，这个特殊地位的存在并不单单是人类抽象理性的功劳,并不是人类贪懒和间集化的一个报应，惯性系的存在有其形而上的基础：自然之美的呈现及人对自然之美呈现体认的同一性。如果没有了存在的时间均匀性与空间对称性，我们选取的相对于地面作匀速直线运动的参考系对研究动力学问题而言也就将成为一个畸形的怪胎。惯性系不仅在计算上向人类提供了联系物体的相互作用与相对运动的便利方式，其更根本的是它使人与存在的关系成为审美性的。惯性定律给我们的启示是：存在是美的。而惯性系则是自然对人的一个馈赠。也因而，我们应当从审美的视角来看待惯性，而不应当将它看成一个恶魔或一件便宜货。

所有的老师都要求学生不要把惯性与惯性定律混为一谈，可是当我们的老师用动力学的观点来看待惯性——也就是说，把惯性与牛顿第二定律混为一谈的时候，对学生的这一期望是合适的吗？其实这是一个误区：当教完一些物理学的基本概念与规律以后，就要求学生用它们解释自然现象。事实上，物理学中有些基本概念与规律不是要求我们去解释自然现象，它没有这个功能，它只是告诉我们要去感受些什么，它提供给我们的不是一种推理的方式，而是一个判断的原则 ：它促成我们的判断更接近于自然之美的呈现。

三、惯性定律与牛顿第二定律的关系

当物体所受的合外力为零时，从牛顿第二定律可知物体处于静止状态或作匀速直线运动。可是，仅依据这一点却不能认为牛顿第一定律是牛顿第二定律的一个特例。因为这两个定律的论述对象其实是不一样的。牛顿第二定律的研究对象是一个物体，而牛顿第一定律论述的是整个存在的性质。惯性——这个任何物体均具有的性质其实不是我们的个别研究对象所具有的性质，因为这个“任何物体”，包括了天地间的万物，而万物的总称

（15）即是宇宙：“四方上下曰宇，古往今来曰宙”.也即任何个别的物体都不可能无条件地具有惯性：惯性是存在的特性，是存在着的时空的特性，是宇宙的特性。

其次，牛顿第二定律是关于个别物体因果性的规律，而牛顿第一定律却与个别物体的因果性无关，它是存在之状态的表述，它的表述是与具体的特定的时间无关的、瞬时性的。正是这种非时间性

（16）构成了牛顿力学的本质特征。也正是牛顿第一定律所成立的时间均匀性与空间对称性构成了惯性系的特殊地位，从而使我们可以在牛顿第二定律的意义上来研究物体的动力学关系。因为毫无疑问，物体的运动性质和规律与采用怎样的空间和时间来度量有着密切的关系

（17）。由此可见，不仅牛顿第一定律不是牛顿第二定律和特例，恰恰相反，现行的动力学规律正是牛顿第一定律所揭示的存在之性在具体的个体事物上的展现。惯性定律比牛顿第二定律具有更强的基础性。也就是说，正是惯性现象，构成了牛顿动力学所以成立的操作平台。由于物体在不受外力作用下保持其速度不变，因而物体运动速度的变化才跟物体的受力相关。

最后，牛顿把惯性定律放在三个运动定律的首位也是与其对自然的信仰因素有关的。因为在文艺复兴之前的绝大部分思想家继承了亚里士多德关于物体运动内在决定论的观点。但在牛顿看来，基本的物质粒子完全是惰性的，没有任何自发的运动，而电、磁、光这些‘非物质’的力量则成为神在自然中的行动的载体

（18）。也就是说，惯性定律内隐含着牛顿否定亚里士多德运动观的内在目的论从而建立新力学的形而上基础。

四、惯性与具体物体的质量无关

从上面的讨论可以看出：“质量是物体惯性大小的量度”这个论题，在几个角度去看都是错误的。第一，质量不是物体惯性大小的量度。个别研究对象的质量与其所揭示的惯性毫无关联。因为这两者从数量上来看是一对无穷大的关系，从内容上来看是个体与存在的关系，在它们之间，人类的理性不可能找到逻辑上的因果链。第二，“物体（的）惯性”这样的说法缺乏依据，因为惯性不是物体的性质。物体只是作为惯性的表现者而存在的。第三，“惯性（的）大小”这样的说法也缺乏依据，因为惯性没有大小，惯性只是存在的一种表达方式，一种特定状态的显现。第四，既然惯性并无大小，我们也不可去进行量度，事实上，任何一本教科书上也没有指出惯性与质量的函数关系，因为这一函数关系并不存在，它只是人们的一个虚假的逻辑推测，谁也不能证明质量与惯性成正比或不成正比 ，更不能得出它们之间的比例系数，因为这些关系均是虚假的。因而，物理学界流传的物体的惯性等于它的质量

（19）只是人们一个随心所欲的错误言说。

由于物体质量与惯性无关，所以，将牛顿第二定律中的质量称为惯性质量就是不当的，质量的确对物体运动状态的改变有一种象力一样的阻抗作用，质量在改变物体运动的状态上而言似乎有一种“消解”、“抗拒”力的性质。因而作者认为可将现行的“惯性质量”改称为物体的“抗性质量”。正如牛顿所说：“物体只有当有其他力作用于它，或者要改变它的状态时，才会产生这种力。这种力的作用既可以看做是抵抗力，也可以看做是推斥力。

（20）”因为质量与物体运动状态的变化快慢有关，它事实上具有动力学特征，当一个物体的质量大时，它对运动状态改变的阻抗能力就越大。

从逻辑上而言，我们只有将惯性从物质的内在因素中解除出来，才能完全地克服牛顿时代的机械论自然观与牛顿第一运动定律之间存在着的深刻矛盾。也就是说，这样才能使牛顿第一定律恰如其分地建立在由文艺复兴所形成的机械论而不是亚里士多德的目的论的形而上学基础之上。

五、惯性定律的表述方式

牛顿第一定律是动力学定律的基础，但它本身并不表征物体的某种动力 学性质，它是关于人类体认自然之美、自然之和谐的陈述。据于上面的论述，对牛顿第一定律的陈述方式作以下的要求是并不过分的：反映时间的均匀性，空间的对称性，及自然之美对人的呈现。可是，现行的许多教科书中对牛顿第一定律的陈述是很不一致的。当然，这种不一致性用老眼光来看是无伤大雅的，但以今天的眼光来看，这种差异性就成为值得商讨的了。

例如：一个物体，如果没有受到其他物体的作用，它就保持自己的静止状态或匀速直线运动状态

（21）。这样的陈述可能离惯性定律的本义较远，因为这一陈述的方式是在动力学的维度上来进行的，陈述的对象是“一个物体”。这和牛顿第二定律的研究对象是一致的，这样方式的陈述毫无疑问地可以把惯性定律认为是牛顿第二定律的一个特例，因为“如果没有”这几个字就表达了陈述事件的某种特殊性。

另外一种常见的陈述方式是：一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，直到有外力迫使它改变这种状态为止。

（22）这样一种表述比前一种完整多了，它几乎就是牛顿的原义，但这里的“一切物体”应当换成“任何物体”

（23）。因为在此论述中的“任何物体”实际上是对一切物体的否定，而“有外力”应当换成“其它物体的作用”，因为惯性定律是不涉及力的，操作意义上的力这个动力学的基本概念与惯性无关。

作者试着这样来陈述惯性定律：存在着的宇宙有这样一种性质，它使任何物体在没有受到其它物体作用的时候总保持静止状态或匀速直线运动状态。或许，这样的一种陈述方式是较明晰的陈述方式，它强调了惯性与惯性的表现者（个别研究对象）的严格区分，这个陈述的主语是性质，这样的陈述才可称为关于“惯性”的定律。而我们也应当将惯性定义为：使物体保持静止或匀速直线运动状态的性质。

六、人们误解惯性的来源

人们在惯性问题上所犯的错误认识，既来源于历史上人们对于和惯性概念相联结的力与物体运动关系的一贯表达方式，又来源于牛顿的表述与对于牛顿力学理解上的偏差。“事实上，牛顿似乎注定要被人误解”。

（24）

在牛顿所陈述的第一定律中：

（25）“每个物体都保持其静止、或匀速直线运动的状态，除非有外力作用于它迫使它改变那个状态（Every body persists it\'s state of rest or of uniform motion in a straight line until it is

compelled by some force to change that state.）”。牛顿对“除非有外力作用于它迫使它”作出了对应的理解，即认为保持其静止或匀速直线运动状态的物体是由内部原因的，这个内部原因即称为惯性：“vis insita,或物质固有的力，是一种起抵抗作用的力，它存在于每一个物体当中，大小与该物体相当，并使之保持其现有的状态，或是静止，或是匀速直线运动”。

（26）在牛顿时代，作出这样的判断是无可厚非的：“一个物体，由于其物质的惰性（现称惯性——译者注），要改变它的静止或运动状态就极其不易。因此这种固有的力可以用一个最确切的名称‘惯性’或‘惰性力’来称它。”

（27）因为在牛顿时代是无法判定惯性的本质的。从牛顿的这一段话我们大致可以判断出，他几乎是在第二定律的意义上来领会惯性的，因而他才认为（惯性）大小与该? 锾逑嗟薄Ｕ饣蛐砭褪橇鞔两竦墓咝缘拇笮〉扔谖锾逯柿康脑濉？墒牵６俚恼庖欢卧桃夥岣坏乃枷肴词抢丛从谖鞣焦糯苎餍械墓赜谑挛锉旧淼膬仍诰龆ㄐ缘墓鄣悖骸罢鑫锾宓墓阊有浴⒓嵊残浴⒉豢扇胄浴⒛芏院凸咝裕丛从谄涓鞲霾糠值墓阊有浴⒓嵊残浴⒉豢扇胄浴⒛芏院凸咝裕灰虼耍颐强梢韵陆崧鬯担磺形锾宓淖钚∥⒘Ｒ簿哂泄阊有浴⒓嵊残浴⒉豢扇胄浴⒛芏裕⑶腋秤衅涔逃械墓咝裕馐钦稣苎У幕。?8）”。

这一观点可以追踪到亚里士多德，它影响了包括牛顿在内的一大批科学家的思维方式。在牛顿之前的开普勒也就惯性说过

（29）：“如果天体不赋有类似于重量的惯性，要使它运动就不需要力，最小的动力就足以使它有无限的速度，但由于天体公转需要用一定的时间，有的长些，有的短些，因此非常明显，物质必须具有能说明这些差别的惯性”；“惯性，或对运动的阻力是物质的一种特性，在给定的体积中，物质的量愈多，惯性愈强。”由此我们也可见，在开普勒那里已经有惯性等同于力与质量的观点了。

从上面的论述可以看出，人们对于惯性的错误理解主要是由历史原因所造成的，这个原因主要在于：人们普遍地认为事物外在的状态是有其内在原因的。当人们在物体之外找不到令人信服的可感觉的原因的时候，就只能把它归因于物体的内部。牛顿将惯性归因于物体的内部，把惯性看成阻碍物体改变其静止或匀速直线运动状况的内力，他假设的惯性非常接近布里丹的冲力——即：惯性作为一个内力，在缺乏外部动力或阻力时，会引起无定限的直线运动

（30），另一方面，牛顿的惯性观又来自于他对古希腊关于自然具有灵魂观念的继承，我们可以从他的著作中强烈地感到，他具有自然界的物体与人一样会在受到作用时产生反作用这样一种强烈的思想意向。显然，在现代人看来，自然界的物体是与人具有本质区别的。

参考文献：

邓昭镜.邓玉兰. 质量是惯性的量度,还是物质之量的量度. 物理教师，2000，12，33.

(5) 尼采文集．查拉斯图拉卷．青海人民出版社，1995，11，1版，163．

(8) 同

(3),65．

(9) 九年义务教育三年制初级中学试用课本,物理,第一册.上海科学技术出版社,1996,5,1版,109．

(10) 同

(9)．

(1

1) 同

(9),108．

(!

2)〔英〕伊萨克·牛顿. 自然哲学之数学原理.陕西人民出版社.2001,1,1版,18．

(1

3) 同

(8)．

(1

7) 同

(7),702 .

(1

8) 徐向东 伯特《近代物理科学的形而上学基础》译序

http://www.phil.pku.edu.cn/post/show.php?op=pap&sid=30 ;

(20) 同

(1

2),定义，6。

(2

1) 同

(3).

(2

2) 全日制普通高级中学教科书（试验修订本·必修），物理，第一册. 人民教育出版社．2000,3,2版46．

(2

3) 同

(7), 814.

(2

5) 同

(1

2).

(2

6) 同

(1

2)，6.

(2

7) [美] H. S. 塞耶. 牛顿自然哲学著作选. 上海人民出版社, 1974,11,1版,14.

(2

8) 谢帮同. 世界经典物理学简史，辽宁教育出版社.1988.3,1版.73.

(2

9)舒幼生 陈秉乾 惯性概念的认识及其影响

(30) [美] 爱德华·格兰特 .中世纪的物理科学思想,复旦大学出版社,2000,1,1版53.

(3

2) 埃德温·阿瑟·伯特 近代物理科学的形而上基础 第七章 牛顿的形而上学

五、牛顿的以太概念

http://zhenyuan.sdedu.net/Resource/GZ/GZWL/WLBL/WLS00006/6283\_SR.htm ;

ON Inertia

ZOU Rong

(No.6 Middle School , Changshu, Jiangsu , China, 215500)

Abstract: This paper puts forward a different viewpoint to current inertial view inside

classical mechanics scope and claims that we should distinguish the property of an

object of study from the property of existence,the property of keeping the kind of state

from the property of changing the kinds of states,and that we should also focus our

attention on the dynamic characteristic and the appreciation of the beauty of

physical law.

本文档由028GTXX.CN范文网提供，海量范文请访问 https://www.028gtxx.cn