# 14．牛顿本人对牛顿第一定律的建立有哪些贡献？

伽利略及笛卡尔等，都没有建立科学的力的概念，他们说的都是“如果没有其他物体的作用”。牛顿把一切改变物体运动状态的作用定义为力，指出力是改变物体运动状态的原因，总结出了牛顿第一定律。

有相当一部分学生在学习了牛顿第一定律后，心里有两个疑问。一是亚里士多德的观点与牛顿第一定律不同，认为物体受力才运动，不受力就静止，摩擦以及空气阻力等因素也被他忽略了，为什么还说他是伟大的科学家呢？二是牛顿第一定律实际上是伽利略发现的，却被牛顿拿来作为他的第一运动定律，牛顿是否有剽窃他人成果的嫌疑？

## 一、古代对力的认识

力的概念古已有之，但与现代科学中力的概念有所不同。

在 20 世纪末我国使用的高中物理教科书中，有一段关于力的描述：人们对力的认识，最初是从日常生活和生产劳动中得到的，是和人力相联系的。用手推动小车，提起重物，拉长或压缩弹簧，肌肉会感到紧张，我们就说，人对小车、重物、弹簧用了力。后来人们把力的概念加以扩展，把凡是能和人力起相同效果的作用都叫力……

这段话明确了以下两点：

①**最初**，人们认识的力是与肌肉紧张相联系的，那时还没有把其他物体的作用也认为是力。

②**后来**，人们把力的概念加以扩展，把凡是能和人力起相同效果的作用都叫力。

在亚里士多德时代，人们对力的概念是最初的认识：车在人推它的时候就运动，在人不推它的时候就会慢慢停下来，而让它停下来的作用，人们并不认为是力。这样看来，在那个时代亚里士多德的说法并没有多大的问题。

在伽利略时代，人们仍然没有把力的概念加以扩展，伽利略通过理想实验和缜密的思考而得出的结论是：原来运动的物体，如果没有其他物体的作用，将会一直运动下去。注意，伽利略说的是“**如果没有其他物体的作用**”，并没有说到力的作用。

与伽利略同时代的物理学家、数学家笛卡尔在他的《哲学原理》一书中弥补了伽利略的不足，进一步完善了伽利略的观点，指出不受其他物体作用时，原来运动的物体将会做匀速直线运动。

## 二、牛顿扩展了力的概念

古代人们对力的认识，一直延续到了牛顿时代。

牛顿在他的著作《自然哲学之数学原理》（以下简称《原理》）的开头，给出了 8 个定义，其中定义 4 是：

外力是一种对物体的推动作用，使其改变静止的或匀速直线运动的状态。

后面紧跟着给出了三个运动定律，其定律 Ⅰ（即牛顿第一定律）是：

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。

把一切能改变物体运动状态的其他物体的作用定义为力，至此，人们才把力的概念扩展，成为现代的、科学的力的概念，这是牛顿的伟大贡献。

## 三、牛顿第一定律及众人的贡献

牛顿第一定律包含两句话，第一句说明了物体有惯性，即保持其原来静止或匀速直线运动的状态不变的性质，第二句话是只有力的作用才能迫使它改变原来的运动状态，即力是改变物体运动状态的原因。

对于第一句话，是牛顿之前的“巨人”们做的贡献。亚里士多德说明了原来静止的物体，在不受力的作用时，要保持静止状态。伽利略的贡献是：原来运动的物体，如果没有其他物体的作用，将一直运动下去。笛卡尔则把伽利略说的“一直运动下去”，改为确切的“做匀速直线运动”。牛顿站在这些“巨人”的肩膀上，将他们的观点概括为“每个物体都保持其静止、或匀速直线运动的状态”，从而明确了一切物体都有惯性，而惯性指的就是物体保持静止或匀速直线运动状态不变的性质。

对于牛顿第一定律的第二句话，则完全是牛顿本人的贡献，他指出：改变物体运动状态的只有力的作用。科学的力的概念就此诞生。

因此，说牛顿剽窃伽利略的成果是站不住脚的。

## 四、牛顿运动定律定义了科学的力的概念

《原理》书中的定义 4，只是力的概念的定性表述，完整的、科学的力的概念包含在牛顿三个运动定律之中。

定义 4 包含两句话。第一句话是：外力是一种对物体的推动作用，即是物体对物体的作用，牛顿第三定律则进一步明确说明了这种作用是相互的，并且总是大小相等、方向相反、作用在同一条直线上，用简捷的数学语言表示为 ***F*** = − ***F***ʹ。

第二句话是：只有外力作用能迫使其（受力物体）改变静止的或匀速直线运动的状态，即力是改变物体运动状态的原因，这是对力的定性的描述。牛顿第二定律则描述了力与运动状态改变间的定量关系，用数学语言表述是：***F*** = *m****a***，式中 ***a*** 是物体运动状态的变化率。

这样就全面地定义了力，即它是一种能够改变物体运动状态的物体间的相互作用。

牛顿第二定律还定义了惯性。牛顿第一定律定性地说明了惯性是物体保持原来运动状态的性质，但它并没有说明惯性的大小如何量度，甚至都没有说明惯性是否有大小之分。牛顿第二定律说明了力 ***F*** 与物体运动状态的变化率 ***a*** 成正比，即 ***F*** ∝ ***a***，也可以写作 ***F*** = *k****a***，其比例系数 *k* = ，它就是惯性大小的量度，该比值越大，说明该物体的远动状态越不容易被改变，即惯性越大。这个系数就是物体的质量（惯性质量）*m*，这就是我们说“质量是物体惯性大小的量度”的依据。

## 五、牛顿第一定律定义了惯性参考系

关于牛顿第一定律，还有一件事非常重要，那就是参考系的问题。并不是在所有的参考系中牛顿第一定律（还有牛顿第二定律）都成立，我们把牛顿第一定律成立的参考系，称为惯性参考系，简称惯性系，而牛顿第一定律不成立的参考系，称为非惯性参考系，简称非惯性系。例如，一个金属小球放在火车车厢内的水平桌面上，处于静止状态。当火车开始启动时，小球相对于桌面开始运动，但小球并没有受到外力的作用（它与水平桌面间的摩擦力可以忽略不计），这说明以加速运动的火车车厢为参考系，牛顿第一定律不成立。而对于地面参考系而言，小球仍然保持静止，因此地面参考系是惯性系而加速运动的车厢是非惯性系。

单纯的运动学问题，参考系的选择是任意的，但涉及力与运动关系的动力学问题时，在中学阶段必须选择惯性系，这点在物理教学中非常重要。

绝对的惯性参考系并不存在，在讨论地球表面附近小范围的运动及相互作用等问题时，常常把小范围的地面作为近似程度很好的惯性参考系来处理，它在一些大学物理教材中被称为“实验室参考系”，而在我们中学物理教学中常常称其为“地面参考系”，相对地面做匀速直线运动的参考系也是惯性参考系。在讨论有关地球卫星发射及运转等问题时，常把地心参考系作为惯性参考系；在讨论向太阳系外发射人造星体等更大空间的问题时，又常以日心为参考系。