

近代世界与先前各世纪的区别，几乎每一点都能归源于科学，科学在十七世纪收到了极奇伟壮丽的成功。意大利文艺复兴时期虽然不是中古光景，可是也没有近代气象；倒比较类似希腊的全盛年代。十六世纪耽溺在神学里面，中古风比马基雅弗利的世界还重。按思想见解讲，近代从十七世纪开始。文艺复兴时期的意大利人，没一个会让柏拉图或亚里士多德感觉不可解；路德会吓坏托马斯·阿奎那，但是阿奎那要理解路德总不是难事。论十七世纪，那就不同了：柏拉图和亚里士多德、阿奎那和奥卡姆，对牛顿会根本摸不着头脑。

科学带来的新概念对近代哲学发生了深刻的影响。笛卡尔在某个意义上可说是近代哲学的始祖，他本人就是十七世纪科学的一个创造者。为了能够理解近代哲学发源时期的精神气氛，必须先就天文学和物理学的方法与成果谈一谈。

在创立科学方面，有四个不同凡响的伟人，即哥白尼、开普勒、伽利略和牛顿。其中哥白尼是属于十六世纪的人，不过他在生前并没有什么威望。

哥白尼（1473—1543）是一位波兰教士，抱着真纯无瑕的正统信仰。他在年轻的时候旅居意大利，接受了一些文艺复兴气氛的熏陶。1500年，他在罗马获得数学讲师或教授的职业，但是1503年就回故国，作弗劳恩堡大教堂的僧侣会员。

他的时光有一大部分好像花在抗击德意志人和改革币制上面，但是他利用余暇致力于天文学。他很早就已经相信太阳处在宇宙中央，而地球则作双重运动，即每日间的自转和一年一度的绕日回转。尽管他也让大家知道他个人的意见，但由于害怕教会的谴责，他迟迟没有公开发表。他的主要著作《天体回转论》（*De Revolutionibus Orbium Caelestium*）是在他逝世那年（1543）出版的，附有他的朋友奥羡德写的一篇序，序里讲太阳中心说无非是当作一个假说提出来的。哥白尼对这点声明究竟有几分认可固然不确实知道，但他自己在书的正文中也作了一些类似的声明，所以这问题不大关紧要。这本书题献给教皇，在伽利略时代以前逃过了天主教会的正式断罪。哥白尼生存时代的教会，和土伦特宗教会议、耶稣会人以及复活的异端审判所发挥出作用后的教会相比，算是比较宽大的。

哥白尼的著作的气氛并不是近代气氛，也许倒不如说它是一种毕达哥拉斯哲学的气氛。一切天体运动必是等速圆周运动，这在他认为是公理；而且他也像希腊人一样，听任自己为审美上的动机所左右。在他的体系中仍旧有“周转圆”，只不过其中心是太阳，或说得确切一点，邻近太阳。太阳不恰在中央，这件事破坏了他的学说的单纯性。哥白尼虽然对毕达哥拉斯的理论有耳闻，他似乎并不知道亚里士达克的太阳中心说，但是他的理论当中没有丝毫东西是希腊的天文学家所不可能想到的。他的成就的重要处在于将地球撵下了几何学位置独尊的宝座。从长远说，这一来基督教神学中赋予人类在宇宙间的重要地位便难以归到人身上去了。但是他的学说所产生的这种后果，哥白尼是不会承认的；他的正统信仰很真诚，他反对认为他的学说与圣经抵触的看法。

哥白尼理论中有一些真正的困难。最大的困难是见不到恒星视差。假定位于轨道上任意一点的地球，和半年后的地球所在点距离一亿八千六百万英里，这应当使恒星的外观位置产生变动，正比如海面上的船只，从海岸某一点看来在正北的，从另一点看必不会在正北。当时未观测到视差现象，哥白尼下了一个正确推断：恒星一定比太阳遥远得多。直到十九世纪，测量技术才精密到能够观测恒星视差，而且那时候也只有少数最近的星可以观测。

关于落体，又生出另一个困难。假若地球自西往东转动不停，从高处掉落下来的物体不应当落在起始点的正下方一点，而该落在稍偏西一点才对，因为在下落时间内，地球要转过一段距离。这个问题由伽利略的惯性定律找到解答，但是在哥白尼的时代，任何答案还拿不出来。

有一本E. A. 柏特（Burt）写的饶有趣味的书，叫《近代物理学的形而上学基础》（*The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*）（1925），这本书论述了创立近代科学的那些人所作的许多难保证的假定，讲得非常有力。

他指出一点十分正确，就是在哥白尼时代，并没有既知的事实足以令人非采纳他的体系不可，倒有若干个对此不利的事实。“当代的经验主义者假使生在十六世纪，会头一个嘲笑这新宇宙哲学不值一谈。”这书总的目的是在表示：近代科学里的发现都是从一些和中世纪的迷信同样无稽的迷信中偶然产生的幸运事件，借此贬低近代科学的声价。我以为这表明对科学态度有误解。显出科学家本色的，并不在他所信的事，而在于他抱什么态度信它、为什么理由信它。科学家的信念不是武断信念，是尝试性的信念；它不依据权威、不依据直观，而建立在证据的基础上。哥白尼把自己的理论叫作假说是对的；他的敌派认为新的假说要不得，这是一个错误。

创立近代科学的那些人有两种不一定并存的长处：作观察时万分耐心，设假说时有大无畏精神。其中第二种长处最早期的希腊哲学家先前曾有过，第一种长处在古代晚期的天文家身上也有相当程度的表现。但是在古代人中间，也许除亚里士达克外，没有人同时具备这两种长处，而中世纪的时候，更无人具备任何一种。哥白尼像他的一些伟大的后继者，两种兼有。关于各天体在天球上的外观运动，用当时已有的仪器所能知道的一切他全部知道；他并且认识到，地球每日自转一周这种讲法和所有天体旋转这讲法比起来，是个较简便的假说。现代观点把一切运动看成是相对的，按这观点来讲，他的假说产生的唯一好处就是单纯；但这不是哥白尼的看法，也不是他的同时代人的看法。关于地球每年一度的公转，这里也有一种单纯化，不过不像自转的单纯化那么显著。

哥白尼仍旧需要周转圆，无非比托勒密体系所需要的少些罢了。新理论要等到开普勒发现行星运动定律以后，才获得充分的单纯性。

新天文学除了对人们关于宇宙的想像产生革命性影响以外，有两点伟大价值：第一，承认自古以来便相信的东西也可能是错的；第二，承认考查科学真理就是耐心搜集事实，再结合大胆猜度支配这些事实的法则。这两点价值无论哪一点，就哥白尼讲都还不及他的后继者们发挥得充分，但是在他的事业中，这两点都已经有了高度表现。

哥白尼向一些人传达了自己的学说，这里面有的是德意志的路德派信徒；但是当路德获悉这件事，他极为震愤。他说：“大家都要听这么一个突然发迹的星相术士讲话，他处心积虑要证明天空或苍穹、太阳和月亮不转，而是地球转。哪个希望显得伶俐，总要杜撰出什么新体系，它在一切体系当中自然是顶好不过的罗。这蠢才想要把天文这门科学全部弄颠倒；但是圣经里告诉我们，约书亚命令太阳静止下来，没有命令大地。”

同样，加尔文也拿经句“世界就坚定，不得动摇”（《诗篇》第九十三篇第1节），把哥白尼一口骂倒，他叫喊：“有谁胆敢将哥白尼的威信高驾在圣灵的威信之上？”新教牧师至少像旧教教士一样冥顽不灵；尽管如此，在新教国家不久就比旧教国家有了大得多的思想自由，这是因为新教国家中牧师的权力较小的缘故。新教的重要一面不在于树立异端，而在于分裂教派；因为教派分裂造成国家教会，而国家教会的力量够不上控制俗界政权。这点全然是一种好处，因为无论何处，几乎对一切有助于增进人世间幸福和知识的革新，教会只要能反对总要反对。

哥白尼提不出什么支持他的假说的确凿证据，因此长时期内天文学家否定这假说。其次的一个重要天文家是泰寇·布刺（Tycho Brahe, 1546—1601），他采取折衷立场：认为太阳和月亮环绕地球，但是各行星环绕太阳。至于理论方面，泰寇·布刺不大有创见。不过，他给亚里士多德所谓的月球以上万物不变这个意见举出了两点正当的反对理由。一个理由是1572年出现一颗新星，发觉这颗星没有周日视差，因此它一定比月球远。另一个理由是从观测彗星得到的，发觉彗星也很遥远。读者会记起亚里士多德讲的嬗变朽败限于月球下界的学说；这学说正像亚里士多德对科学问题发表的一切别的意见，到底还是对进步的障碍。

泰寇·布刺的重要地位不是按理论家说的，而是按观测家说的；他先在丹麦国王奖助下、后来在卢多勒夫二世皇帝奖助下从事天文观测。他制订了一个恒星表，又把许多年间各行星的位置记下来。在他死前不久，当时还是个青年的开普勒做了他的助手。对开普勒讲，泰寇·布刺的观测结果是无价之宝。

开普勒（1571—1630）是说明人假若没有多大天才，凭毅力能达到什么成就的一个最显著的实例。他是继哥白尼之后采用太阳中心说的头一个重要天文学家，但是泰寇·布刺的观测资料表明，太阳中心说按哥白尼所定的形式，不会十分正确。开普勒受毕达

哥拉斯哲学的影响，虽是个虔诚的新教徒，却有点异想天开地倾向太阳崇拜。这些动机当然让他对太阳中心说有了偏爱。他的毕达哥拉斯哲学又引动他追随柏拉图的《蒂迈欧篇》，设想宇宙的意义必定寄托在五种正多面体上。他利用这五种正多面体设想种种假说；最后仗好运，有一个假说正管用。

开普勒的伟大成就是发现他的行星运动三定律。其中有两定律是他在1609年发表的，第三条定律发表于1619年。

他的第一定律说：行星沿椭圆轨道运动，太阳占居这椭圆的一个焦点。第二定律说：一个行星和太阳之间的连结线，在相等时间内扫出相等面积。第三定律说：一个行星的公转周期平方与这行星和太阳之间的平均距离立方成正比。

下面必须略说几句，解释一下这几条定律的重要意义。

在开普勒时代，前两条定律只能按火星的情况来·证·明；

关于其它几个行星，观测结果和这两条定律也不抵触，但那种观测结果还不算明白确立这两条定律。然而不久以后就找到决定性的证据。

发现第一定律，就是说行星沿椭圆轨道运动，需要有的摆脱传统的努力是现代人不容易充分体会到的。所有天文学家无例外取得意见一致的唯有一件事，就是一切天体运动是圆周运动，或是圆周运动组合成的运动。遇到用圆不够说明行星运动的情况，就利用周转圆。所谓周转圆就是在圆上面滚动的另一个圆的圆周上一点所画出的曲线。举个例子：拿一个大的车轮平放固定在地面上；再取一个小车轮，轮上穿透着一颗钉，让小车轮（也平放在地上）沿大车轮滚动，钉尖接触着地面。这时钉子在地上的痕迹就画成周转圆。月球对太阳而言，它的轨道大致属这类轨道：粗略地说，地球围绕太阳画圆，同时月球围绕地球画圆。然而这不过是近似的讲法。随着观测精密起来，才知道没有一种周转圆组配系统会完全符合事实。开普勒发现，他的假说比托勒密的假说跟火星的记录位置密合得多，甚至比哥白尼的假说也密合得多。

用椭圆代替圆，从毕达哥拉斯以来一直支配着天文学的审美偏见就势必得抛弃。圆是完美的形状，天体是完美的物体——本来都是神，即便依柏拉图或亚里士多德讲，和神也有亲近关系。完美的物体必须作完美形状的运动，这似乎是明显的事。况且，既然天体未被推也未被拉，自由地运动，它们的运动一定是“自然的”。可是容易设想圆有某种“自然的”地方，在椭圆就不好想像。这样，许多根深蒂固的成见先须丢掉，才能够接受开普勒第一定律。古代的人连萨摩岛的亚里士达克在内，谁也不曾预见到这种假说。

第二定律讲行星在轨道的不同点上的速度变化。设S表示太阳，P1, P2, P3, P4, P5表示在相等的时间间隔——譬如说每隔一个月——行星的相继位置，开普勒的这条定律说P1SP2, P2SP3, P3SP4, P4SP5这几块面积全相等。所以行星离太阳最近时运动得最快，离太阳最远时运动得最慢。这又太不像话；行星应该威严堂堂，决不能一时急促，一时拖懒。

前两条定律单另讲每个行星，而第三定律把不同行星的运动作了比较，所以这条定律很重要。第三定律说：假设一个行星与太阳之间的平均距离是r，这行星的周期是T，那么 r^3 被 T^2 除得的商，在不同的行星是一样的。这条定律证明了牛顿的万有引力平方反比律（仅就太阳系说）。但是这点我们以后再讲。

可能除牛顿以外，伽利略（1564—1642）要算是近代科学的最伟大奠基者了。他大约就诞生在米凯兰基罗逝世的同一天，而又在牛顿诞生那年逝世。我把这两件事推荐给还信生死轮回的人，（假使有这种人）。伽利略是重要的天文学家，但他作为动力学的始祖，或许更重要。

伽利略首先发现·加·速·度在动力学上的重要性。“加速度”的意思即速度变化，不管速度大小的变化还是速度方向的变化；例如沿圆周作等速运动的物体时时有一个倾向圆心的加速度。用伽利略时代以前素来习惯的用语，不妨说无论是地上或天上，他都把直线上的等速运动看成是唯一“自然的”运动。早先一直认为天体作圆周运动、地上的物体沿直线运动，是“自然的”；但又认为地上的运动物体若听其自然，会渐渐停止运动。伽利略一反这种意见，认为一切物体如果听其自然，都要沿直线按均匀速度运动

下去；运动快慢或运动方向的任何变化，必须解释成由于某个“力”的作用。这条定律经牛顿宣布为“第一运动定律”，也叫惯性定律。后面我还要再讲到它的旨趣，但是首先关于伽利略的各种发现的详情必须说一说。

伽利略是确立落体定律的第一人。只要有了“加速度”概念，这定律单纯之至。定律说，物体在自由下落当中，若把空气阻力可能产生的影响除外，它的加速度是始终如一的；进一步讲，一切物体不问轻重大小，这个加速度全相同。直到发明了抽气机后，才可能给这条定律作完全证明，抽气机的发明是大约1654年的事。从此以后，便能够观察在几乎等于真空的空间里下落的物体，结果发现羽毛和铅落得一般快。伽利略当时所证明的是，大块和小块的同种物质之间没有测量得到的区别。直到他那个时代，向来以为大铅块总比小铅块落得快的多，但是伽利略用实验证明这不合事实。在伽利略的时代，测量技术并不是像后来那样的精密；尽管如此，他仍然得出了真实的落体定律。假设物体在真空中下落，它的速度按一定比率增大。在第一秒末，物体的速度是每秒32英尺；第二秒末是每秒64英尺；第三秒末，每秒96英尺；依此类推。物体的加速度，即速度的增加率，总是一样；每过一秒钟，速度的增加（大约）是每秒32英尺。

伽利略又研究了子弹飞行问题，这对他的雇主塔斯卡尼公说来是个重要的问题。向来认为水平发射出去的子弹，暂时间沿水平方向运动，然后突然开始垂直下落。伽利略证明，撇开空气阻力不计，水平速度要遵从惯性定律保持不变，不过还要加上一个垂直速度，这速度按照落体定律增大。要想求出子弹飞行一段时间以后某个短时间（譬如说一秒钟）内的运动情况，可采取以下步骤：首先，假令子弹不往下落，它会走一段和飞行的第一秒钟内走过的水平距离相等的水平距离。其次，假令子弹不作水平运动，只往下落，那么它就会按照与飞行开始后的时间成正比的速度垂直降落。事实上，子弹的位置变化正好像子弹先按起始速度水平运动一秒钟，然后再按照与飞行已经历的时间成正比的速度垂直降落一秒钟那时应有的位置一样。由简单计算知道，结果形成的子弹路径是一条抛物线，把空气阻力的干扰部分除外，这点可由观察证实。

以上所讲的是动力学中一条效用极广的原理的一个简单实例，那是这样一条原理：在几个力同时作用的情况下，其效果同假令各力顺次作用相同。它是一个叫作“平行四边形律”的更普遍的原理的一部分。举例说，假设你在一只进行中的船的甲板上，横穿甲板走过。当你走的时候船已往前进了，所以你对于水来说，你既顺着船运动的方向往前动了，也横过船行的方向动了。你假若想知道对于水面说你到达了什么位置，你可以设想起先在船进行当中你立定不动，然后在一段相等时间内，你横着走过船而船不动。同一个原理对于力也适用。这一来，便能够求出若干个力的总效果，并且若发现运动物体所受的几个力的各自的定律，便也可能分析物理现象了。创始这个极有效的方法者是伽利略。

在以上所说的话里，我尽量使用接近十七世纪的用语。现代用语在一些重要方面与此不同，但是为说明十七世纪的成就，宜暂且采用当时的表达方式。

惯性定律解开一个在伽利略以前哥白尼体系一直无法解释的哑谜。前面谈过，假如你从塔顶上丢落一块石头，石头落在塔脚下，并不落在塔脚略偏西的地方；然而，如果说地球在旋转着，那么在石头下落当中它本应该转过一段距离才是。所以不如此，理由就在于石头保持着在丢落以前和地面上其它一切东西共有的那个旋转速度。实际上，假使塔真够高，那就会出现与哥白尼的敌派所推想的恰相反的结果。塔顶因为比塔脚更远离地心，运动得快些，所以石头应该落在塔脚稍偏东的地方。不过这种效果太小，恐怕测量不到。

伽利略热心采纳太阳中心体系；他与开普勒通信，承认他的各种发现。伽利略听到有个荷兰人最近发明了一种望远镜，他自己也制了一架，很快就发现许多重要事情。他发现银河是千千万万颗单个的星集合成的。他观察到金星的周相，这种现象哥白尼原先知道是他的学说的必然推论，但是凭肉眼无法辨识。伽利略发现木星的各个卫星，为对他的雇主表示敬意，他给这些卫星取名“sideramedicea”（梅狄奇家之星）。据了解这些卫星遵守开普勒定律。可是有个难处。向来总是说有五大行星、太阳和月球七个天体；“七”乃是个神圣数字。安息日不就是第七天吗？过去不是有七枝灯台和亚细亚七教会吗？那么，还有什么比果然有七个天体会更得当呢？但是假若须添上木星的四个卫星，

便凑成十一——一个不带神秘性质的数目。根据这理由，守旧派痛斥望远镜，死不肯通过它看东西，断言望远镜只让人看到幻象。伽利略写信给开普勒，愿他们对这些“群氓”的愚蠢能共同大笑一场；

从信的其余部分看来很明白，“群氓”就是用“强词诡辩的道理，仿佛是魔法咒语”，竭力要把木星的卫星咒跑的哲学教授们。

大家知道，伽利略先在1616年受到异端审判所秘密断罪，后来又在1633年被公开断罪；在这第二次断罪时，他声明悔过改念，答应决不再主张地球自转或公转。异端审判所如愿以偿结束了意大利的科学，科学在意大利经几个世纪未复活。但是异端审判所并没能阻止科学家采纳太阳中心说，还由于自己的愚昧给教会造成不少损害。幸亏存在有新教国家，那里的牧师不管多么急切要危害科学，却不能得到国家的支配权。

牛顿（1642—1727）沿哥白尼、开普勒和伽利略开拓的成功道路，到达最后的完满成功。牛顿从自己的运动三定律（前两条定律该归功于伽利略）出发，证明开普勒的三条定律相当于下述定理：一切行星在每个时刻有一个趋向太阳的加速度，这个加速度随它与太阳之间的距离平方反比。他指明，月球向地球和向太阳的加速度符合同一公式，能说明月球的运动；而地面上落体的加速度又按平方反比律和月球的加速度沟通连贯。牛顿把“力”定义成运动变化的起因，也就是加速度的起因。他于是得以提出他的万有引力定律：“一切物体吸引其它一切物体，这引力和两个物体的质量乘积成正比，和其距离平方成反比。”由这公式他能够把行星理论中的全部事情，如行星及其卫星的运动、彗星轨道、潮汐现象等都推断出来。后来又明白，甚至在行星方面，轨道与椭圆形的细微偏差也可以从牛顿定律推求。这成功实在完满，牛顿便不免有危险成为第二个亚里士多德，给进步设下难破的壁障。在英国，直到他死后一个世纪，人们方充分摆脱他的权威，在他研究过的问题上进行重要的创造工作。

十七世纪不仅在天文学和动力学上成绩卓著，在有关科学的其它许多方面也值得注目。

首先谈科学仪器问题。复式显微镜是十七世纪前不久，1590年左右发明的。

1608年有个叫李伯希（Lippershey）的荷兰人发明望远镜，不过在科学上首先正式利用望远镜的是伽利略。伽利略又发明温度计，至少说这件事看来极有可能。

他的弟子托里采利（Torricelli）发明气压计。盖里克（Guericke, 1602—86）发明抽气机。时钟虽然不是新东西，在十七世纪时主要靠伽利略的工作也大大改良。因为有这些发明，科学观测比已往任何时代都准确、广泛得不知多少。

其次，除天文学和动力学以外，在其它科学里面也有了重大成果。吉尔伯特（Gilbert, 1540—1603）在1600年发表了论磁体的巨著。哈维（Harvey, 1578—1657）发现血液循环，1628年公布了他的发现。雷文虎克（Leeuwenhoek, 1632—1723）发现精细胞，不过另有一个叫史特芬·哈姆（Stephen Hamm）的人，好像早几个月前已经发现了。雷文虎克又发现原生动物，即单细胞有机体，甚至发现了细菌。罗伯特·波义尔（Robert, 1627—91）是“化学之父，寇克伯爵之子”，在我年幼的时候，是这样教小孩子的；现在他为人们记忆，主要由于“波义尔定律”，这定律说：处在一定温度下的一定量气体，压力和体积成反比。

到此为止，我还没谈到纯数学的进展，但是这方面的进展确实非常大，而且对自然科学中许多工作来讲，是绝对必需的。奈皮耳（Napier）在1614年公布了对数发明。坐标几何是由十七世纪几位数学家的工作产生的成果，这些人当中笛卡尔作出了最大的贡献。微积分是牛顿和莱布尼兹各自独立发明的；它几乎是一切高等数学的工具。这些仅仅是纯数学中最卓越的成就，别的重大成就就不计其数。

以上讲的科学事业带来的结果，就是使有学识的人的眼光见解彻底一变。在十七世纪初，托马斯·布劳恩爵士参与了女巫案审判；在世纪末，这种事就不会发生。在莎士比亚时代，彗星还是不祥朕兆；1687年牛顿的《原理》（Principia）出版以后，大家知道他和哈雷（Halley）已经算出某些彗星的轨道，原来彗星和行星同样遵守万有引力定律。

法则的支配力量在人们的想像当中牢牢生下了根，这一来魔法巫术之类的玩意儿便信不得了。1700年的时候，有学识的人思想见解完全近代化了；在1600年，除开极少数

人以外，思想见解大体上还是中古式的。

在本章的下余篇幅里，我想简单说说那些看来是十七世纪的科学所产生的哲学信念，以及现代科学不同于牛顿科学的若干方面。

第一件该注意的事就是从物理定律中几乎消除了一切物活论的痕迹。希腊人尽管没明白地讲，显然把运动能力看成是生命的标志。按常识来观察，好像动物自己运动，而死物只在受到外力强制的时候才运动。据亚里士多德的意见，动物的灵魂有种种功能，其中有一项是催动动物的身体。在希腊人的思想中，往往认为太阳和行星就是神，或至少是受诸神支配和遣动的。阿那克萨哥拉不这样认为，但他是不敬神之辈。德谟克里特不这样认为，但是除伊壁鸠鲁派的人以外，大家都轻视他而赞成柏拉图和亚里士多德。亚里士多德的四十七个或五十五个不动的推动者是神灵，是天空中一切运动的最终根源。如果听其自然，任何无生命物体很快会静止不动；所以要运动不停止，灵魂对物质的作用须继续不断。

这一切都被第一运动定律改变了。无生物物质一旦让它运动起来，倘若不被某种外部原因制止住，会永远运动下去。并且，促成运动变化的外部原因只要能够确实找出来，本身总是物质性的。不管怎样，太阳系是靠本身的动量和本身的定律运行下去的；不必要有外界干涉。也许仍好像需要有神使这个机构运转起来；据牛顿说，行星起初是靠神的手抛出去的。但是当神做罢这事，又宣布了万有引力定律，一切就自己进行，不需要神明再插手。当拉普拉斯（Laplace）提出，或许正是目前在作用着的这种种的力，促成行星从太阳中产生出来，这时候神在自然历程中的地位便再被压低一等。神也许依旧是造物主；但是因为世界有没有时间开端还不清楚，所以连这点也是疑问。尽管当时大多数科学家全是虔诚信仰的楷模，在他们的事业的感召下形成的见解对正统教义却有妨害，所以神学家心感不安是有道理的。

科学引其的另一件事就是关于人类在宇宙间的地位的想法发生了深刻变化。在中古时代，地球是太空中心，万事万物都有关联到人的目的。在牛顿时代，地球是一个并不特别显赫的恒星的一颗小小卫星；天文学距离之大使地球相形下不过是个针尖罢了。看来决不会，这个庞大的宇宙机构是全为这针尖上的某些小生物的利益有意安排的。何况，“目的”从亚里士多德以来一直构成科学概念的一个内在部分，现在由科学方法中被驱逐出去。任何人都可以仍相信上天为宣示神的荣耀而存在，但是什么人也不能让这信念干预天文计算，宇宙也许具有目的，但是“目的”不能在科学解释中再占有地位了。

哥白尼学说本来应当有伤人类自尊心，但是实际上却产生相反效果，因为科学的辉煌胜利使人的自尊复活了。濒死的古代世界像是罪孽感邪祟缠体，把罪孽感这种苦闷又遗赠给了中世纪。在神前谦卑，既正当又聪明，因为神总是要惩罚骄傲的。疫病、洪水、地震、土耳其人、鞑靼人和彗星，把若干个阴郁的世纪闹得狼狈无措，人感觉只有谦卑再谦卑才会避开这些现实的或将临的灾祸。但是当人们高奏凯歌：

自然和自然律隐没在黑暗中。

神说“要有牛顿”，万物俱成光明

这时候要保持谦卑也不可能了。

至于永罚，偌大宇宙的造物主一定还有较好的事操心，总不致为了神学上一点轻微过错把人送进地狱。加略人犹太可能要受永罚，但是牛顿哪怕是个阿利乌斯派信徒，也不会入地狱。

自满当然还有许多别的理由。鞑靼人已被拘束在亚洲地界，土耳其人也渐渐不成威胁。彗星让哈雷杀掉了尊严；至于地震，地震虽然仍旧令人恐骇，可是有趣得很，科学家对它简直谈不上遗憾。西欧人急速地富足起来，逐渐成为全世界的主子：他们征服了北美和南美，他们在非洲和印度势力浩大；在中国，受尊敬，在日本，人惧怕。所有这种种再加上科学的辉煌胜利，无怪十七世纪的人感觉自己并非在礼拜日还自称的可卑罪人，而是十足的好样人物。

有某些方面，现代理论物理学的概念与牛顿体系的概念是不同的。首先说十七世纪

时占显著地位的“力”这个概念吧，这已经知道是多余的了。按牛顿讲，“力”是运动在大小或方向上起变化的原因。把“因”这个概念看得很重要，而“力”则被想像成推什么或拉什么的时候所经验到的那种东西。因为这缘故，引力超距离起作用这件事被当成是万有引力说的一个反对理由，而牛顿本人也承认，必定存在着传递引力的某种媒质。人们逐渐发现，不引入“力”概念，所有的方程也能够写出来。实地观察得到的是加速度与方位配置间的某种关系；说这种关系是通过“力”作媒介造成的，等于没有给人的知识增添半点东西。由观察知道行星时时有趋向太阳的加速度，这加速度随行星和太阳之间的距离平方反变。说这事起因于万有引力的“力”，正好像说鸦片因为有催眠效能，所以能催人入眠，不过是字句问题。所以现代的物理学家只叙述确定加速度的公式，根本避免“力”字；“力”是关于运动原因方面活力论观点的幽魂发显，这个幽魂逐渐被祓除了。

在量子力学诞生以前，一直没出现任何事情来略微变更头两条运动定律的根本旨趣：就是说，动力学的定律要用加速度来表述。按这点讲，哥白尼与开普勒仍应当和古人划归一类；他们都寻求表述天体轨道形状的定律。牛顿指明，表述成这种形式的定律决不会超乎近似性定律。行星由于其它行星的吸力所造成的摄动，并不作·准·确·的椭圆运动。同样理由，行星轨道也决不准确地重复。但是关于加速度的万有引力定律非常简洁，牛顿时代以后二百年间一直被当成十分精确。这个定律经过爱因斯坦订正，依旧是关于加速度的定律。

固然，能量守恒定律不是关于加速度而是关于速度的定律；但在应用这条定律的计算中，必须使用的仍旧是加速度。

至于量子力学带来的变革，确实非常深刻，不过多少可说还是争论不定的问题。

有一个加到牛顿哲学上的变革，这里必须提起，就是废弃绝对空间和绝对时间。读者会记得，我们曾结合讲德谟克里特谈到过这个问题。牛顿相信有一个由许多“点”构成的空间，一个由许多“瞬刻”构成的时间，空间和时间不受占据它们的物体及事件影响，独立存在。关于空间，他有一个经验论据支持其个人意见，即物理现象令人能辨认出绝对转动。假如转动桶里的水，水涌上四围桶壁，中央下陷；可是若不让水转动而转动桶，就没有这个效果。在牛顿时代以后，设计出了傅科摆实验，大家一向认为这实验证明了地球自转。即便按最现代的意见，绝对转动问题仍然造成一些困难。

如果一切运动是相对的，地球旋转假说和天空回转假说的差别就纯粹是辞句上的差别；大不过像“约翰是詹姆士的父亲”和“詹姆士是约翰的儿子”之间的差别。但是假若天空回转，星运动得比光还快，这在我们认为是不可能的事。

不能说这个难题的现代解答是完全令人满意的，但这种解答已让人相当满意，因此几乎所有物理学家都同意运动和空间纯粹是相对的这个看法。这点再加上空间与时间融合成“空时”，使我们的宇宙观和伽利略与牛顿的事业带来的宇宙观相比，发生大大改变。但是关于这点也如同关于量子论问题，现在我不再多谈。

素心学苑 收集整理



[返回上页](#)