



“地球的年龄是多少呢？”如果今天问这样的问题，大多数中学生都会脱口而出：“46 亿年！”可事实上，在这一问题上，那些“创世说”的忠实追随者们与自然科学家们已经辩论了数百年，直到现在，如果在 Google 网站上键入“地球的年龄”，仍然会搜索到 1 亿多条资讯在讨论这个问题。

## 地球的年龄

■文 / 王学勤 赵文忠 王非

和其他许多有关自然界的问题一样，人们对地球年龄的逐步认识，也是一部科学和神学的斗争史。《圣经》从一诞生就主宰了西方世界对宇宙、天地、万物的认识，其描绘的创世神话成为人们确定地球年龄的依据。在中国古代，也是从神话故事来推测“天地”的形成。这些“神来观点”一直统治着人们的认识，甚至在科学高度发达的今天，仍然有不少的人到处搜寻“科学”的证据为其辩护。中世纪的犹太学者们把创世的日期定在公元前 3760 年，至今犹太历仍从那个日期开始计算年代。1658 年，英国圣公会算出创世的日期为公元前 4004 年，后来又进一步确定在那一年的 10 月 22 日晚上 20:00。而希腊正教会的神学家们则将创世日定在公元前 5508 年。而当时的科学家们尚无确定地球年龄的任何手段，因此这些观点不但被一般大众普遍接受，也统治着学术界。在 18 世纪中叶前，西方地质学家公认的观点是，所有的沉积岩都是在诺亚及其部族遇到的大洪水期间形成的，地球所有的“体貌形态”都是在一些突发事件中快速形成的，不需要很长时间。他们最常用的证据是，那些含有各种化石的地层必然是快速堆积的结果，否则这些动植物的尸体如果暴露在地表的话，几天内就会被吃掉或腐烂，而不会保存下来成为化石，特别是那些直立于岩层中数米的树干化石，更成为了地层快速形成、地球年龄很小的“有力”证据。这显然是不值一驳的，因为一场普普通通的大雨造成的泥石流就可以将这

些大树掩埋并保存下来。

科学家们挑战神学家的地球年龄观点最早可追溯到 1715 年，当时英国物理学家哈雷提出根据海洋中的盐分测定地球的年龄。他认为，河流不断将盐分带入海中，海水由于蒸发而盐度逐渐增加。假设海洋一开始全是淡水，那么要使海洋有现代的 3% 的含盐量必须要有 10 亿年的时间。1785 年，苏格兰博物学家赫顿发表了《地球论》一书，提出均变论的概念，即地球表面上发生的自然过程，如高山的形成、河道的侵蚀、岩层的成型等，在整个地球史上都是以现在所发生的、缓慢的过程进行的，而且在将来还会这样继续下去。这意味着，现今地球的“体貌”特征必然是经过相当长的时间形成的，应该不止几千年，而是几百万年。他写道：“对地球来说，这种过程既没有开始的痕迹，也没有终止的征兆。”在神学观点统治年代，赫顿的“地球年龄有几百万年”的说法受到了嘲弄。虽然这一观点和我们现在的认知相差甚远，但在当时已经很了不起了，因为这是人们首次从地质现象“科学”地去探寻地球的年龄。

被称为“现代地质学之父”的 C·赖尔在 19 世纪 30 年代出版了巨著《地质学原理》，以强有力的证据，鲜明地支持了赫顿的观点。人们逐渐接受了均变论学说，相信那些厚达数千米的沉积地层需要很长的时间才能形成。到了 19 世纪中叶，尽管没有确凿的证据，但地质学家似乎有把握坚信，地球是很古老的。《地质

学原理》一书的出版，拉开了现代地质学的序幕，也标志着捧着《圣经》研究地球的时代结束了。

地质学面临的问题是地球的年龄到底有多大？回答这个问题，必须能准确地测定地球的年龄。地质学家注意到覆盖在地球表面的层层叠叠的岩层，它们可能记录了地球的历史。因此有人就以测量每年水作用产生沉积物的量（现代的估计是 0.35 mm/年）和岩层的厚度来计算地球的年龄。但人们后来很快就明白了，用这个方法根本无法计算地球的年龄，因为侵蚀、破碎、褶皱、变形和压实等作用，使得地层记录变得面目全非。即使如此，这种粗糙的估计也显示地球的年龄至少有 5 亿年，而不是几千年或几百万年。这一推测自然遭到了势力强大的教会的反对。地质学家和神学家展开了“古老地球”和“年轻地球”的拉锯战。更有意思的是，其他学科的科学学家们也参加了这场世纪论战，并有着有趣的表现。

首先介入的是生物学家。19 世纪后期，生物学家们试图了解生物从原始的单细胞生物发展到复杂的高等动物的缓慢进程，生物需要数亿年来完成这一过程，而“高龄”地球正好满足它们的要求。因此生物学家们坚定地站到了地质学家的一边。

出人意料的是，19 世纪中叶以来，物理学上的一些观测，以及一些当时很有影响的物理学家对地质学的介入，几乎颠覆了这场对决，并在以后大约 50 年内深深地影响了关于地球年龄的见解。19

世纪中后期,随着研究的深入,天文学上的一些问题突然变得复杂起来。首先,能量守恒定律提出了一个与太阳有关的问题:太阳不断喷出大量的能量,而且有史以来从没间断过。假如地球存在了数亿年,那么太阳的能量是从哪来的呢?假如太阳一开始就是在有氧的大气中燃烧的“煤块”,那么,按照它释放能量的速率来计算,在2 500年中就会全部消耗殆尽。德国物理学家克姆霍斯是提出能量守恒定律的科学家之一。他在1854年指出,假如太阳正在收缩,它的质量在向重心下落的过程中会得到能量,就像石块下落时得到能量一样。这种能量可以转化为辐射能。克姆霍斯计算出,只要太阳缩小万分之一,就能够提供2 000年释放的能量。英国当时最杰出的物理学家W·汤姆逊对此作了更多的研究,并据此推断地球的年龄不可能超过5 000万年,否则的话,根据太阳消耗能量的速率来看,太阳要缩小到今天这样大小,最初一定会和地球公转轨道一样庞大,而这是不可能的。在此后的研究中,汤姆逊根据太阳的发光、地球的冷却史和月亮潮汐对地球转动速度的影响进一步估计,假如地球开始时是一团熔融物质的话,那么,冷却到现在的温度所需要的时间只要2 000万年~4 000万年之间。

汤姆逊对地质学的介入,严重阻碍了地质学的发展,使地质学进入一个近50年的严冬期。从这个插曲应该汲取的教训,正如物理学家茜伯林总结的那样:“我们不应该被数学分析的严密性,以及那看似严谨的外表所蒙蔽,而应该看到整个事件错误的基础。”19世纪末,一些坚持己见的地质学家及生物学家与物理学家僵持不下。物理学家似乎已肯定地证明,地球以固态存在决不会超过几千万年,而地质学家和生物学家似乎也同样地肯定,地球以固态存在必定超过10亿年。

居里、卢瑟福、梭迪、汤普森等是我们从小就耳熟能详的名字,他们在放射性方面杰出的工作不但极大地推动了物理学的发展,对地质学也产生了深远的影响。放射性不仅在岩石中产生热量,而且也提供了测量岩石与矿物年龄的精确方法,这是卢瑟福和博尔伍德在1905年认识到的。卢瑟福还实际测定了几个铀矿物的年龄,得到了大约5亿年的年龄。这是首次精确地测定地质物质的年龄。他们的工作催生了地质学上一个重要分支——同位素年代学。正是放射性同位

素年代学的出现,使得地质学家“古老地球”观点在这场世纪论战中逐渐占了上风。但有点讽刺意味的是,一些地质学家认为根据放射性所测定的矿物的年龄似乎过长了,他们抱怨这些测定使得地球的年龄太大,因为这些年龄远远大于由剥蚀速率、大洋的盐含量和沉积速度得到的年龄值。

那么放射性同位素是如何测定物质的年龄呢?原来放射性元素以稳定的速率衰变,不受外界条件及其物理化学状态的影响。因此,在一定时间内,一定量的放射性元素,将产生一定量的新元素。例如,1 g 铀在10亿年后衰变剩下0.865 g,产生0.116 g的铅;20亿年后衰变剩下0.747 g,产生0.219 g的铅。因此,我们可以根据岩石中衰变剩下的铀和衰变产生的铅含量,以及衰变速度算出岩石的年龄。在现代同位素年代学中,有多种这样的元素对组成的测年方法,如铀-铅法、钾-氩法、铷-锶法、钐-钐法等等,可以根据不同的岩石类型或不同的目的选用不同的方法。

有了这种精确的测年方法,人们就可以探寻地球上最古老的物质到底有多老。到目前为止,地球上最老的岩石是加拿大西北部的阿科斯塔片麻岩,有40.3亿年。最近在澳大利亚的沉积岩中发现了形成

于44亿年前的锆石,因此可以断定,地球的年龄肯定大于44亿年。然而,最古老的岩石并不是地球诞生时留下的证据,这是因为婴儿时代的地球是一个炽热的熔融球体,最古老岩石是地球冷却下来形成的坚硬地壳,而随后地球上剧烈的构造运动和岩浆活动又毁掉了绝大部分古老地壳。因此,地球自身很难保留确凿的“档案”,告诉我们它有多大年纪了。

相对于地球,月球上的构造和岩浆活动要少得多,所以月球上的古老岩石分布很广泛。20世纪60年代末,美国的阿波罗飞船使人类首次获得了月球岩石标本,测定后发现月球的年龄在44亿年~46亿年之间。而坠落到地球上的各种太阳系物质的碎屑——陨石,年龄都在45亿年~47亿年之间。物质成分也揭示地球和太阳系的其他星球具有相同的物质来源。因此科学家推断,包括地球在内的太阳系成员,是由同种物质、在同一时期形成,也就是说,整个太阳系——当然包括地球的年龄大约为46亿年左右。

“46亿岁的地球”——虽然并不是直接测定获得的,但它是严谨的科学推断。关于地球年龄的世纪大争论,是一部科学战胜神学的历史,是一部去伪存真、探索真理的历史,更是一部现代地质学发展的历史。

