

追溯生命足迹



探索生物密码

TANSUOSHENGWUMIMA

ZHUISU SHENGMINGZUJI

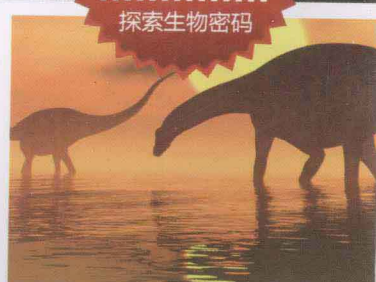
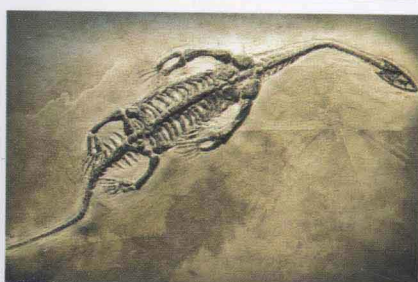
吴波◎编著

集知识、故事、欣赏于一体！
生物爱好者必备！



完全
典藏版

探索生物密码



中国出版集团



现代出版社

追溯生命足迹

ZHUISU
SHENGMINGZUJI

吴波 编著

集知识、故事、欣赏于一体！
生物爱好者必备！

完全
典藏版

探索生物密码



中国出版集团

现代出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

追溯生命足迹 / 吴波编著. —北京: 现代出版社,
2013. 1

(探索生物密码)

ISBN 978 - 7 - 5143 - 1035 - 1

I. ①追… II. ①吴… III. ①物种 - 青年读物②物种
- 少年读物 IV. ①Q111.2 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 292906 号

追溯生命足迹

编 著	吴 波
责任编辑	刘春荣
出版发行	现代出版社
地 址	北京市安定门外安华里 504 号
邮政编码	100011
电 话	010 - 64267325 010 - 64245264 (兼传真)
网 址	www. xdcbs. com
电子信箱	xiandai@ cnpitc. com. cn
印 刷	北京市业和印务有限公司
开 本	710mm × 1000mm 1/16
印 张	12
版 次	2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 5143 - 1035 - 1
定 价	23.80 元

版权所有, 翻印必究; 未经许可, 不得转载



前言

“进化”一词来源于拉丁文 evolution，原意为“展开”，一般指事物的逐渐变化、发展，由一种状态过渡到另一种状态。1762 年，瑞士学者邦尼特最先将此词应用于生物学中。

生物进化的基本单位是种群而非个体。生物界的历史发展表明，生物进化是从水生到陆生、从简单到复杂、从低等到高等的过程，从中呈现出一种进步性发展的趋势。

生物进化的道路是曲折的，除进步性发展外，还表现出种种特殊的复杂情况，例如特化现象。

特化不同于全面的生物学的完善化，它是生物对某种环境条件的特异适应。这种进化方向有利于一个方面的发展却减少了其他方面的适应性，如马足由多趾演变为适于奔跑的单蹄。

当然，在进化史上，还存在着一种可怕的现象——当环境条件变化时，一些生物类型往往由于不能适应而导致灭绝。

生物灭绝又叫生物绝种，它并不总是匀速的，逐渐进行的，经常会有大规模的集群灭绝，整科，整目甚至整纲的生物在可以很短的时间内彻底消失或仅有极少数残存下来，我们称之为物种灭绝。大规模的集群灭绝有一定的周期性，大约 6300 万年就会发生一次，但物种灭绝对动物的影响最大，而陆生植物的集群灭绝不像动物那样显著。



进入新生代，人类诞生以来，特别是人类进入文明社会以来，物种的灭绝大大加速了。美洲乳齿象等美洲的大型哺乳动物的灭绝可能与人类进入美洲有关。最近一二百年来生物灭绝的速度达到空前，并且是同时发生在动物界和植物界。北美的旅鸽从几十亿只到绝种只有几十年的时间，现在 9000 余种鸟中有将近 1000 种的生存状态受到严重威胁，有很多动物只剩下了几十或几百只，像白鳍豚等动物的绝种几乎是预料的事。

如今，生物受到有史以来最为严重的威胁。许多人都在思考着同样一个问题——我们能留给下一代什么？是尽可能丰富的世界，还是一个生物种类日渐贫乏的地球？也有不少人惊恐地自问：不曾孤独来世的人类，难道注定要孤独地离开？

答案也许可以从 150 年前一位印第安酋长的话中找到——“地球不属于人类，而人类属于地球”。

改变现实首先要回首过去。现在，就让我们一起翻开这本《追溯生命足迹》，用手拨开生物进化的历史积尘，回眸物种的进化历程，去了解那些曾经在地球上存在过、最终又走向灭绝的各种生物吧……

本书清晰明了，通俗易懂，并且配有精美的插图，我们相信，读者朋友一定会喜欢上这本书，并且在读完之后，会对我们生存的地球有一个更好的理解。



目 录

物种的进化与灭绝

地球的起源	1
地质年代的划分	7
生命的起源	12
化石：物种存在的直接证据	18
物种的起源	26
物种的形成	32
物种的进化	38
物种进化简史	43
物种灭绝简史	50

前寒武纪的物种灭绝

前寒武纪简介	55
前寒武纪的物种	59
震旦纪灭绝的物种	61

古生代的物种灭绝

古生代简介	67
-------------	----



古生代的物种进化	70
奥陶纪物种进化与灭绝	76
泥盆纪简介	80
泥盆纪的物种及进化	84
泥盆纪灭绝的物种	87
二叠纪简介	92
二叠纪灭绝的物种	95

中生代的物种灭绝

中生代简介	104
三叠纪的物种进化与灭绝	109
侏罗纪简介	112
侏罗纪的物种进化	115
侏罗纪灭绝的物种	120
白垩纪简介	130
白垩纪的物种进化与灭绝	133
白垩纪灭亡的物种	137
恐龙大灭绝的原因猜测	148

新生代的物种灭绝

新生代简介	155
新生代的物种进化	160
新生代灭绝的哺乳动物	166
新生代灭绝的鸟类	176

物种的进化与灭绝

地球是人类的摇篮，但是在 38 亿年前，茫茫大地还是一片荒芜，没有丝毫生机。后来在汹涌澎湃的海洋中，无机物开始合成有机小分子，闪电轰击和岩浆喷发使得有机小分子合成有机大分子，生物大分子之间的相互作用最终演化出原始生命。随后，原始生命向着不同的方向演化，出现了今天种类繁多的生物物种，使地球充满了活力，形成了如今多姿多彩的生物世界。

自人类诞生以来，人类从没有间断过对自己居住的这个星球的探索，尤其是在物种进化和生命起源问题上。人们总是在不断地问自己：地球上共出现过多少种生物？这些生物之间存在怎样的进化关系？物种是否发生过灭绝现象？

地球的起源

地球是怎样起源的？许多人都想揭开这个谜。有人说地球是上帝创造的；有人说地球是宇宙中物质自然发展的必然结果。这两种针锋相对的意见反映了唯心主义和唯物主义两种对立的宇宙观。

唯心主义认为，地球和整个宇宙都是依神或上帝的意思创造出来的。300



多年前，爱尔兰一个大主教公开宣称：“地球是公元前4004年10月23日一个星期天的上午9时整被上帝创造出来的。”在中国古代，人们认为远古的时候还没有天地，宇宙间只有一团气，它迷迷茫茫、混混沌沌，谁也看不清它的底细，在1.8万年前，盘古一板斧劈开了天地，才有了日月星辰和大地。

上帝创造了地球和盘古开天辟地这两种说法显然站不住脚。那么，地球究竟是如何起源的呢？要了解地球的起源，就必须了解太阳的起源，因为地球和太阳的起源是分不开的。

历史上第一个试图科学地解释地球和太阳系起源问题的是康德和拉普拉斯两位著名学者。康德是德国哲学家，拉普拉斯则是法国的一位数学家。他们认为太阳系是由一个庞大的旋转着的原始星云形成的。



拉普拉斯

原始星云是由气体和固体微粒组成的，它在自身引力作用下不断收缩。星云体中的大部分物质聚集成质量很大的原始太阳。

与此同时，环绕在原始太阳周围的稀疏物质微粒旋转的加快，便向原始太阳的赤道面集中，密度逐渐增大，在物质微粒间相互碰撞和吸引的作用下渐渐形成团块，大团块再吸引小团块就形成了行星。行星周围的物质按同样的过程形成了卫星。这就是康德—拉普拉斯星云说。

星云说认为地球不是上帝创造的，也不是以某种巧合或偶然中产生的，而是自然界矛盾发展的必然结果。恩格斯曾高度赞扬了康德的“星云说”。他指出“康德关于目前所有的天体都从旋转的星云团产生的学说，是从哥白尼以来天文学取得的最大进步。认为自然界在时间上没有任何历史的观念，第一次被动摇了。”

然而，由于历史条件的限制，这个星云说也存在一些问题，但它认为整个

太阳系包括太阳本身在内，是由同一个星云主要是通过万有引力作用而逐渐形成的这个根本论点，在今天看来仍然是正确的。

关于地球和太阳系起源还有许多假说，如碰撞说、潮汐说、大爆炸宇宙说等等。自 20 世纪 50 年代以来，这些假说受到越来越多的人质疑，星云说又跃居统治地位。国内外的许多天文学家对地球和太阳系的起源不仅进行了一般理论上的定性分析，还定量地、较详细论述了行星的形成过程，他们都认为地球和太阳系的起源是原始星云演化的结果。

我国著名天文学家戴文赛认为，在 50 亿年之前，宇宙中有一个比太阳大几倍的大星云。这个大星云一方面在万有引力作用下逐渐收缩，另外在星云内部出现许多湍涡流。于是大星云逐渐碎裂为许多小星云，其中之一就是太阳系前身，称之为“原始星云”，也叫“太阳星云”。由于原始星云是在湍涡流中形成的，因此它一开始就不停地旋转。

原始星云在万有引力作用下继续收缩，同时旋转加快，形状变得越来越扁，逐渐在赤道面上形成一个“星云盘”。

组成星云盘的物质可分为“土物质”、“水物质”、“气物质”。这些物质在万有引力作用下，又不断收缩和聚集，形成许多“星子”。星子又不断吸积、吞并，中心部分形成原始太阳，在原始太阳周围形成了“行星胎”。原始太阳和行星胎进一步演化，而形成太阳和八大行星，进而形成整个太阳系。我们居住的地球，就是八大行星之一。这就是现代星云说。

除星云说以外，苏联科学家施密特的“陨石说”也产生了很大的影响。

施密特根据银河系的自转和陨石星体的轨道是椭圆的理论，认为太阳系星体轨道是一致的，因此陨星体也应是太阳系成员。

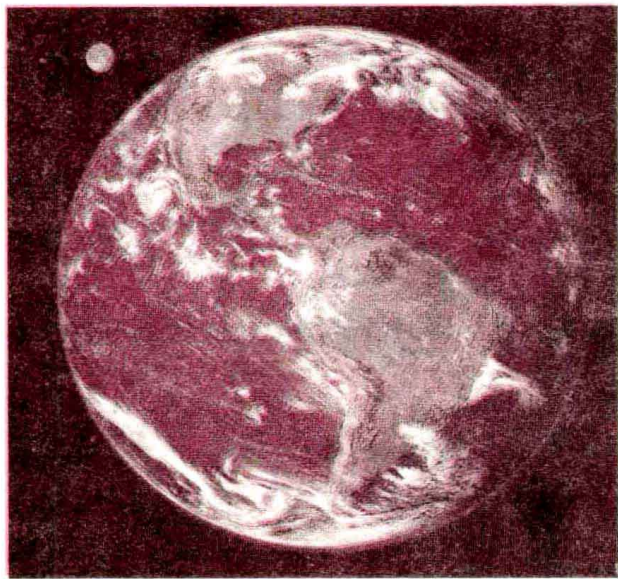
1944 年，施密特提出了“陨石说”的假说：在遥远的古代，太阳系中只存在一个孤独的恒星——原始太阳，在银河系广阔的天际沿自己轨道运行。在大约 60 亿~70 亿年前，当它穿过巨大的黑暗星云时，便和密集的陨石颗粒、尘埃质点相遇，它便开始用引力把大部分物质捕获过来。其中一部分与它结合，而另一些按力学的规律，聚集起来围绕着它运转，及至走出黑暗星云。这时这个旅行者不再是一个孤星了。它在运行中不断吸收宇宙中陨体和尘埃团，



由于数不清的尘埃和陨石质点相互碰撞，于是便使尘埃和陨石质点相互焊接起来，大的吸小的，体积逐渐增大，最后形成几个庞大行星。行星在发展中又以同样方式捕获物质，形成卫星。

这就是施密特的“陨石说”。根据这一学说，地球在天文期大约有两个阶段：

第一个阶段是行星萌芽阶段，即星际物质（尘埃，硕体）围绕太阳相互碰撞，开始形成地球的时期。



地 球

第二个阶段是行星逐渐形成阶段。在这一阶段中，地球形体基本形成，重力作用相当显著，地壳外部空间保持着原始大气。由于放射性蜕变释热，内部温度产生分异，重的物质向地心集中，又因为地球物质不均匀分布，引起地球外部轮廓及结构发生变化，亦即地壳运动形成，伴随灼热融浆溢出，形成岩侵入活动和火山喷发活动。

从第二阶段起，地球发展由天文期进入到地质时期。地质时期我们将在下一节中再详细介绍。

现在，我们知道了地球是如何形成的。那么，地球从形成到现在有多少年了呢？从远古时期开始，人类就一直在苦苦思索着这个问题。

玛雅人把公元前 3114 年 8 月 13 日奉为“创世日”；犹太教说“创世”是在公元前 3760 年；英国圣公会的一个大主教推算“创世”时间是公元前 4004 年 10 月里的一个星期日；希腊正教会的神学家把“创世日”提前到了公元前 5508 年。著名的科学家牛顿则根据《圣经》推算地球有 6000 多岁。而我们中华民族的想象则更大胆，神话故事“盘古开天地”中说：宇宙初始犹如一个

大鸡蛋，盘古在黑暗混沌的蛋中睡了 18000 年。他一觉醒来，便用斧劈开天地。就这样，又过了 18000 年，天地便形成了。

即便以“盘古开天地”的日子作为地球诞生之日，那么，它离地球的实际年龄 46 亿年仍是差之甚远。那么，人们是用什么科学方法推算地球年龄的呢？那就是天然计时器。

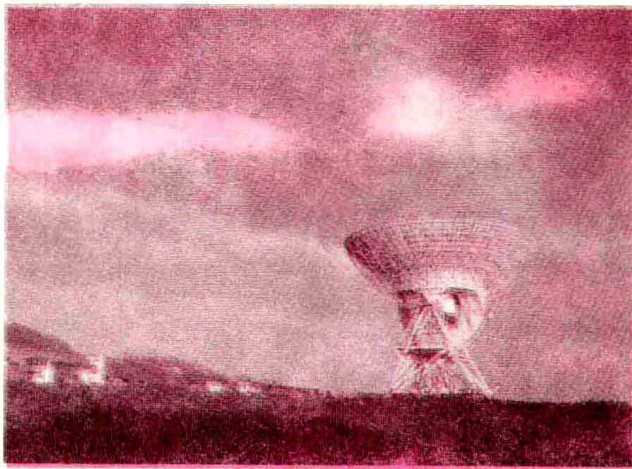
最初，人们把海洋中积累的盐分作为天然计时器。认为海中的盐来自大陆的河流，便用每年全球河流带入海中的盐分的数量，去除海中盐分的总量，算出现在海水盐分总量共积累了多少年，就是地球的年龄。结果，人们得出的数据是 1 亿年。显然，这个方法并不能计算出地球的年龄。

于是，人们又在海洋中找到另一种计时器——海洋沉积物。据估计，每 3000 ~ 10000 年，海洋里可以堆积 1 米厚的沉积岩。地球上的沉积岩最厚的地方约 100 千米，由此推算，地球年龄约在 3 亿 ~ 10 亿年。这种方法忽略了在有这种沉积作用之前地球早已形成。所以，结果还是不正确。

几经波折，人们终于找到一种稳定可靠的天然计时器——地球内放射性元素和它蜕变生成的同位素。放射性元素裂变时，不受外界条件变化的影响。如原子量为 238 的放射性元素——铀，每经 45 亿年左右的裂变，就会失去原来质量的一半，蜕变成铅和氧。科学家根据岩石中现存的铀量和铅量，就可以算出岩石的年龄了。

地壳是岩石组成的，于是又可得知地壳的年龄是大约 36 多亿年。岩石的年龄加上地壳形成前地球所经历的一段熔融状态时期，就是地球的年龄了。科学家据此测算出地球约 46 亿岁。

今天，通过天文观测以及星际的宇宙航行，特别是射电天文望远镜的日趋完善，



射电天文望远镜

人们对地球和太阳系起源的认识已经达到了相当深的程度，但是这种认识还很不完善，仍然存在着许多疑点和问题，有待我们进一步去探测和研究。

知识点

射电望远镜

射电望远镜是指观测和研究来自天体的射电波的基本设备，可以测量天体射电的强度、频谱及偏振等量。包括收集射电波的定向天线，放大射电信号的高灵敏度接收机，信息记录、处理和显示系统等。

经典射电望远镜的基本原理和光学反射望远镜相似，投射来的电磁波被一精确镜面反射后，同相到达公共焦点。用旋转抛物面作镜面易于实现同相聚焦，因此，射电望远镜天线大多是抛物面。

延伸阅读

太阳系简介

太阳系是以太阳为中心，和所有受到太阳的引力约束天体的集合体。

广义上，太阳系的领域包括太阳，2颗像地球的内行星，由许多小岩石组成的小行星带，5颗充满气体的巨大外行星，充满冰冻小岩石，被称为柯伊伯带的第二个小天体区。在柯伊伯带之外还有黄道离散盘面和太阳圈，和依然属于假设的奥尔特云。

依照至太阳的距离，行星依序是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星和海王星，8颗中的6颗有天然的卫星环绕着。

在英文天文术语中，因为地球的卫星被称为月球，这些卫星在英语中习惯上亦被称为“月球”，在中文里面用卫星更为常见。

在外侧的行星都有由尘埃和许多小颗粒构成的行星环环绕着，而除了地球之外，肉眼可见的行星以五行为名，在西方则全都以希腊和罗马神话故事中的神仙为名。

五颗矮行星是冥王星、柯伊伯带内已知最大的天体之一鸟神星与妊神星、小行星带内最大的天体谷神星和属于黄道离散天体的阋神星。

地质年代的划分

地质年代的划分是将地球上不同时期的岩石和地层，按形成的时间（年龄）先后进行的排序。地质年代可分为相对年代和绝对年龄（或同位素年龄）两种。

相对地质年代：是指岩石和地层之间的相对新老关系和它们的时代顺序。地质学家和古生物学家根据地层自然形成的先后顺序，将地层分为4宙8代16纪。在各个不同时期的地层里，大都保存有古代动、植物的标准化石。各类动、植物化石出现的早晚是有一定顺序的，越是低等的，出现得越早，越是高等的，出现得越晚。

绝对年龄：是根据岩石中某种放射性元素及其蜕变产物的含量而计算出岩石生成后距今的实际年数。越是老的岩石、地层距今的年数越长。每个地质年代单位应为开始于距今多少年前，结束于距今多少年前，这样便可计算出共延续多少年。例如，中生代始于距今2.5亿年前，止于6500万年前，延续1.2亿年。

地质年代的测定

如何测定化石的地质年代呢？现在主要运用放射性元素的方法。放射性元素以自己恒定的速度进行衰变，不受外界温度和压力的影响。在一定时间内，放射性元素蜕变的分量和生成的元素具有一定的比例。例如，1克 ^{238}U 在45亿年中生成0.5克 ^{238}U 和 ^{206}Pb ，也就是说，0.5克 ^{238}U 蜕变成 ^{206}Pb 需要



45 亿年。根据 ^{238}U 和 ^{206}Pb 的含量，就可以计算出岩石和化石的年龄。

地球形成的时期，也是用同样方法测定出来的。一般认为地球形成的时期距今 48 亿 ~ 45 亿年，因为用同样方法测出许多地球上的陨石，它们的年龄也是 48 亿 ~ 45 亿年。最近的测定大约是 46.6 亿年。据说，从月球表面取来的细砂和角砾岩的测定中，得出月球的年龄也是 46.6 亿年。这是一个很有意义的数字。

运用放射性碳 (^{14}C) 是测定化石年龄的重要方法。地球上分布着许多碳的同位素，像 ^{12}C 、 ^{13}C ……它们没有放射性质。还有一种数量不多的 ^{14}C ，它具有放射性。

^{14}C 很容易与大气中的氧化物变成具有放射性的二氧化碳，植物吸收二氧化碳时，利用了 ^{14}C ，动物又从植物那里获得二氧化碳，而当生物死后，就再没有 ^{14}C 加入了。

^{14}C 的半衰期为 5730 年，即经过 5730 年后，生物体内 ^{14}C 的含量减少为原来的一半，经过 11460 年减少到原来的 $1/4$ 。现在生活着的生物体中的 ^{14}C 的含量是已知的，据此，就可计算出化石的年龄了。

近年来，除了应用放射性元素外，人们还应用了古地磁法来测定地质年代。

地球的磁场在其发展历史中，方向和强度都在不断地变化。岩石和化石在其形成过程中，都受到地磁场的作用而获得磁性。这称为原生剩余磁性。这种磁性被保持至今，成为当时地磁场情况的记录。根据专门的仪器测定，可以用来进行地层原生剩余磁性的对比，确定它的年代。我国地质力学研究所、中国科学院地质研究所等单位正是应用这种方法确定了元谋组地层形成于距今 150 ~ 310 万年；再根据元谋人化石所在层位和它的极性，确定元谋人的年龄为 1.70 ± 0.1 百万年。人们常说的元谋人距今 170 万年左右，就是这样测出来的。

地质年代单位的命名

按地层的年龄将地球的年龄划分成一些单位，这样可便于我们进行地球和生命演化的表述。以生物的情况来划分，就把整个 46 亿年划成 4 个大的单元。

地球形成初期称为冥古宙；生命现象开始出现，并有原核生物出现称为太古宙；绿藻及真核生物出现称为元古宙，而将可看到一定量生命以后的时代称做显生宙。

冥古宙、太古宙、元古宙的下限为地球的初期形成阶段，其上限年代不是一个绝对准确的数字，一般说来可推至 5.7 亿年前，也有推至 6 亿年前的。从 5.7 亿或 6 亿年以后到现在就被称做是显生宙。

宙下划分有：古太古代、新太古代、古元古代、中元古代、新元古代、古生代、中生代、新生代 8 个代。

古太古代、新太古代一般指的是地球形成及化学进化这个时期，可以从 46 亿年前到 38 亿年前或 34 亿年前，这个数字之所以有数以亿计的年数之差是因为我们目前所能掌握的最古老的生命或生命痕迹还有许多的不确定因素。古、中、新元古代紧接在太古代之后，其下限一般定在前寒武纪生命大爆发之前，这个时期目前在 6 亿 ~ 5.7 亿年前。

太古代和元古代这两个名称是 1863 由美国人洛冈命名的，他命名的意思是指生物界太古老和生物界次古老，近年来地质科学家根据最新研究成果将太古代二分为古、新太古代，将元古代三分为古、中、新元古代。

自寒武纪后到 2.3 亿年前这段时间为古生代，这个名称由英国人赛德维克制定，他依照洛冈取了生物界古老的意思，此事发生在 1838 年。

从 2.5 亿年前到 0.65 亿年前为中生代，从 0.65 亿年后到现在为新生代。这两个代均由英国人菲利普斯于 1841 年命名，取意分别为生物界中等古老和生物界接近现代。

代以下的划分单元为纪。在中国，最古老的纪叫长城纪，然后是蓟县纪、青白口纪、震旦纪。震旦纪，由美籍人葛利普于 1922 年在中国命名，葛氏当时活动在浙、皖一带，他按照古代印度人称呼中国为日出之地而取了这个名字。

1936 年赛德维克在英国西部的威尔士一带进行研究，在罗马人统治的时代，北威尔士山曾称寒武山，因此赛德维克便将这个时期称为寒武纪。

33 年以后，另一位英国地质学家拉普华兹在同一地区发现一个地层，这



个与较早发现的志留纪与寒武纪相比有着诸多不同的地方，它介入上述两个层之间，显然是属于一个不同的有代表性的时期，因此他根据一个古代在此居住过的民族名将这个时期称为奥陶纪。

志留纪的名称的产生比寒武纪和奥陶纪都要早，大约是在 1835 年，莫企孙也是在英国西部一带进行研究，名称的意思来源于另一个威尔士古代当地民族的名称。

莫氏和赛德维克于 1839 年在德文郡将一套海成岩石层按地名进行了命名，中文翻译为“泥盆”。

石炭这个名称的出现可能是最早的，1822 年康尼比尔和菲利普斯在研究英国地质时，发现了一套稳定的含煤炭地层，这是在一个非常壮观的造煤时期形成的，因此因煤炭而得名。

二叠纪这个名称是我国科学家按形象而翻译的，最初命名时是在 1841 年，由莫企孙根据当地所处彼尔姆州（俄乌拉尔山乌法高原）将其命名为彼尔姆纪。后来在德国发现这个时期的地层明显为上，在白云质灰岩下是红色岩层，这也是我国后来翻译成二叠纪的根据。

中生代分为三个纪。第一个是三叠纪，1834 年阿尔别尔特根据德国西南部的三套截然不同的地层而命名。在德国与瑞士交界处有一座侏罗山，1829 年前后布朗尼亚在这里研究发现该处有非常明显的地层特征，因此以山命名。

两年后的 1822 年，德哈罗乌发现英吉利海峡两岸悬崖上露出含有大量钙质的白色沉积物，这恰恰是当时用来制作粉笔的白垩土，于是便以此命名为白垩纪。需要指出的是，世界上大多地区该时期的地层并不都是白色的，如在我国就是多为紫红色的红层。

莱尔曾经将古生代称第一纪，中生代为第二纪，新生代为第三纪，1829 年德努阿耶在研究法国某些地区的地质时按魏尔纳的分层方案从第三纪中又划分出来了第四纪，这样，新生代便由这两个纪所组成。

纪下面还有分级单位，如“世”，一般是将某个纪分成几个等份，如新生代依次分为古新世、始新世、渐新世、中新世、上新世、更新世、全新世等。