

趣味地球科学丛书

地球是个百宝箱

(日) 绵拔邦彦 著
简光沂 万永 译

地质出版社

趣味地球科学丛书

地球是个百宝箱

[日] 绵拔邦彦 著

简光沂 万 永 译

邓云舫 校



地质出版社

地球は宝 石 箱

——地球化学への招待

昭和五十六年十一月二十日初版発行

著者 綿拔邦彦

发行者 山本健二

発行所株式会社 培風館

趣味地球科学丛书

地球是个百宝箱

〔日〕 綿拔邦彦 著

简光沂 万 永 译

邓云舫 校

责任编辑：张 翥

地质出版社出版发行

（北 京 西 四）

峰妙山印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本：787×1092¹/₃₂印张：45.625字数：120,000
1988年11月北京第一版·1988年11月北京第一次印刷
印数：1—2380 册 国内定价：1.75 元
ISBN 7-116-00235-9/P·211

前 言

我们居住的地球，自诞生以来，已有四十六亿年的历史了。在这漫长的岁月中，地球不断发展变化，逐渐形成了今天的模样。

地球和我们的关系十分密切，它不仅孕育了人类，构成了人类的生存环境，而且向人类提供了各种资源和发展文明的物质基础；反过来，人类的生存和活动又影响和改变着地球的面貌与环境。

但是，你真的了解地球吗？你知道地球上都有哪些资源，这些资源又和人类社会发展，特别是和当前我国的四化建设有什么关系吗？你了解地球的历史吗？你知道地球的环境变迁对人类的影响，以及人类改造环境的前景吗？

大家知道，能源是发展国民经济的基础。煤、石油和天然气是目前广泛采用的主要能源。它们不仅仅是动力原料，而且是重要的化工原料，经过加工提炼可以制造出塑料、尼龙、橡胶、医药用品等多种工业产品。随着科学技术的发展，今天，原子能、地热、太阳能、潮汐能等新能源也开始为人类服务了。

除了能源，工业建设还需要各种矿产资源。炼钢离不了铁矿石、石灰岩、萤石、菱镁矿和耐火粘土；制造合金钢需要钨、锰、铬、镍、钒、钛、钴等；铷、铯、镓、锗、硅是发展半导体工业不可缺少的材料；铀、钍、锂等则是原子能工业的必要食粮。同样，矿产资源对于农业和国防现代化都

是密切相关的。可以说，离开了矿产资源，工农业就成了无源之水、无本之木，尖端技术和国防工业就无从发展，更谈不上实现四化建设了。

至于环境，那和我们的关系就更为密切了。人和动物、植物都离不开空气、水和土地。因此，大气污染，水质和土壤污染，自然界的生态平衡，以及化学元素的分布与人类和动植物生命的关系等，都关系到人类的前途和生存，是举世瞩目的重要问题。

这套“趣味地球科学丛书”将以生动活泼、通俗易懂的形式，向你介绍有关地球的科学知识，特别是矿产资源、能源和环境方面的基础知识、应用常识，以及有关新学科、新技术和新领域的发展情况。

尽管人类是地球上的“老住户”了，但对它的认识仍不全面，也不彻底。地球上还有许多未解之谜需要去探索，去揭穿！这套丛书还将向大家介绍地球科学有待探索的一些奥秘和问题。

本书译自日本培风馆1981年11月出版的“地球は宝石箱”，是一本关于地球化学方面的通俗读物。作者以其丰富的学识、洗练的文笔、生动的描述，寓知识于趣味之中，把人们带入了令人神往、妙趣横生的地球化学世界。它涉及到地球、大气、地下水、冰雪、矿物、岩石、元素生成的历史等方面的多种科学问题和地球化学领域近年来研究的最新情况，其中还包括一些耐人探索追寻的自然之谜，不仅适于对地球化学报有兴趣的青年读者阅读，对从事地球化学或地学专门工作的人员亦有一定的参考价值。

我们希望这套丛书能为普及地球科学知识，激发和培养广大青少年对地球科学的兴趣和爱好，帮助广大青少年开拓

视野，进而立志为探索地球的奥秘为发展地球科学研究事业贡献力量而提供一些有益的材料，这就是我们编写这套丛书的主要目的。

热情欢迎广大青少年读者能对这套丛书提出改进意见。

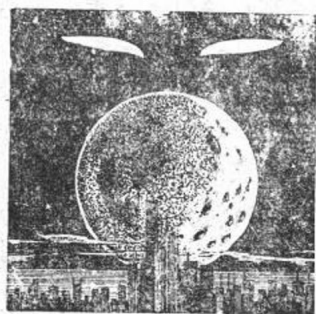
柯 普

1988年1月

目 录

1. 光阴似箭	(1)
光阴似箭	(1)
时光永远流逝	(6)
无尽头的旅行	(11)
水滴石穿	(17)
只要功夫深,铁杵磨成针	(22)
没有双亲的孩子和没有孩子的双亲	(26)
2. 宇宙来信	(31)
宇宙来信	(31)
来自月宫的使者	(36)
探索自然界的眼睛	(41)
地球的毯子	(44)
君如空气	(50)
过犹不及	(54)
3. 流水不腐	(59)
地球是水星还是水球	(59)
因地制宜	(64)
流水不腐	(69)
浓水与淡水	(74)
水中之泉	(79)
去而复返	(83)
4. 热水和冷水	(89)

美妙的温泉水 (之一)	(89)
美妙的温泉水 (之二)	(94)
海底之泉	(99)
狗儿挖宝	(104)
南极的冰	(108)
黑色和白色矿石的历程	(113)
5. 石也有志	(118)
安山岩和玄武岩	(118)
流岩飞石	(121)
石也有志	(125)
物以类聚	(130)
钻石及其兄弟	(135)
纯粹的物质	(139)
6. 探索自然之谜	(145)
氢的故事	(145)
海底常新	(149)
雷公之卵	(154)
鱼的不冻液	(157)
稟性难移	(162)
水的记忆	(167)



1. 光阴似箭

光阴似箭

时光有如流水，不知不觉就流逝了。人类就是在时间和空间中生活的，而且什么力量也改变不了时间的流逝。人们说宇宙的年龄大约有160亿年，太阳系的形成亦有50亿年之久。的确，岁月不留人，什么力量也阻止不住时光向前奔流。人类是怎么样，又是用什么尺度去记录时光流逝的呢？

据说古代埃及人为了预知尼罗河发生泛滥的时期，取天狼星为大致的目标。天狼星是天空中最明亮的恒星，人们以天狼星在太阳升起之前出现在正东的那一天，作为农历的基准。

从地球观测宇宙的运动，的确可谓是自然的钟表。早晨，太阳升起的时候，人们从睡梦中醒来，又在日暮时回到家中。这就是没有“灯”的时代的基本生活方式，这就是钟表，是以地球自转为基准的钟表和最简单明瞭的周期。把这个周期定为一日也许是最容易不过的了。第二个周期是月圆月缺。阴历（以月为基础的历法）中清楚地表明，月的周期对人类也产生过巨大的影响。第三个周期是地球绕太阳公

转，因此在温带地方有四季之分。这对于人类，尤其对于农业生产，无疑是事关重大的。显然，补正这种一日、一月、一年与实际情况的不一致，乃是古代天文学家的重要工作。格雷戈里历就是最初通过设立闰日、闰月的方法进行必要的调整，以适当地补正这种宇宙钟表的偏差。

这个曾被认为最精确的时钟有时亦会失常，因为人类找到了所谓的原子钟。人类最初制作出利用氨分子振动的钟表，后来又制造了利用铯分子的钟表。用这种钟表来测量地球的自转，就会发现地球每年自转似乎慢了万分之一秒。究其原因，可能是地球从宇宙获得各种物质（有人认为，每年可达百万吨之多）而逐渐变大增重之故。然而，时光千真万确地在流逝，它到底该怎样来决定呢？

姑且不管未来的事情，只想回顾一下已逝去的岁月。有史以来，已经记录了距今几千几百年前的事件。如果用太阴历、太阳历精确地换算，就能算出年代来。但是如何断定没有记录的年代呢？这就产生了年代学的问题。对这方面感兴趣的读者，可以阅读有关年代学方面的书籍。这里只想就其原理和某些问题，做为故事讲一讲。

人们找到了研究地球年代学的强有力的武器——放射能。地球和宇宙形成了放射性元素，并将这种元素作为钟表存留在地球之中。所谓放射能，就是放射性物质释放出射线（主要是 α 射线、 β 射线和 γ 射线）的能力。人们把具有放射能的原子叫做放射性核种。所谓放射能就是原子核裂变时释放出的放射线，其裂变方式完全遵循概率法则。图2的(1)式表明，单位时间内裂变的原子核的数量与那里存在的原子核的数量成正比，可以写成(2)式，该式表示原来 N_0 个原子核经过时间 t 后变成为 N 个原子核。(3)式最重要，由该

式可知，放射线核种减半所需的时间是 0.693 被放射裂变常数 λ 除得之数，它与原先存在的核种数无关。这种情况的确使人感到难以想象。在化学上被称作一次反应的半衰期。其中最典型的是放射性核种的裂变半衰期。

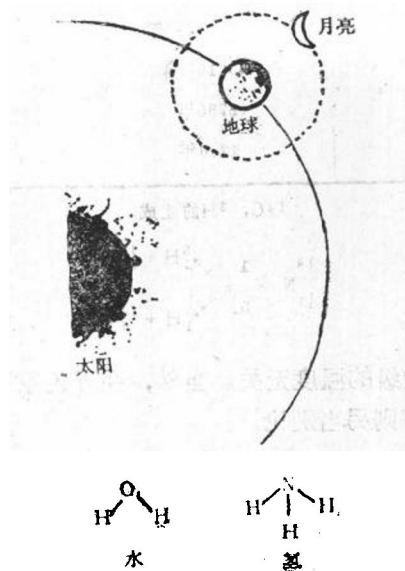


图 1 岁月不待人

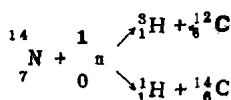
表1示出典型的放射性核种的半衰期。如前所述，所谓半衰期，就是原先存在的放射性核种减半所需的时间。治疗癌症使用的镭，其半衰期为1622年。也就是说1克镭经过1622年之后变为0.5克，再过1622年后又变为0.25克。

在化合物中，例如无论在碳酸镭中还是在硫酸镭中，镭的半衰期都是相同的。它并不取决于化合物中元素的氧化状态，完全由核种本身特有的性质所决定，而且同普通化学

表 1 放射性核种的半衰期

核 种	半 衰 期	最终生成物
^{238}U	4.51×10^9 年	^{206}Pb
^{40}K	1.25×10^9 年	^{40}Ar
^{232}Th	1.39×10^{10} 年	^{208}Pb
^{87}Rb	5×10^{10} 年	^{87}Sr
^{14}C	5730 年	^{14}N
^3H	12.6 年	^3He

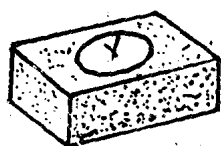
^{14}C , ^3H 的生成



反应那种数量级的温度无关。当然，在导致原子核发生变化的那种高温下则另当别论。

那么，这个半衰期就是最方便的钟表了。假设最初只有镭238而无铅206，而已知现在的岩石中铀238和铅206以相同数量的原子共存，那么该种岩石的年代就正好是45亿年。可是，当初岩石形成之时，究竟有多少铅206呢？谁也不知道。可以通过测定陨石中的铅的同位素来推测铅的最初含量。这种方法，讲起来并不那么简单，在此恕不赘述。

刚才说到岩石的年代，正确的说法应是岩石凝固之后的年代。因为固化之后不存在原子同外部的交换，只是内部已存在的原子发生裂变。在这种意义上，天然存在的0.0119%的所谓钾40将变为氩40，所以能够根据岩石中存在的氩的数量和钾40的值求得岩石的年代。



岩石的钟表

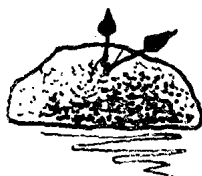


图 2 岩石年代学

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \quad (1)$$

$$t = 0, N = N_0, N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (2)$$

$$N = \frac{1}{2} N_0, T = T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} \quad (3)$$

对于考古学样品的年代测定，最有效的是碳14，其半衰期约为5700年，恰好可以用来测定几万年数量级的年代。如表1所列， ^{14}C 是宇宙线照射大气中的氮生成的，在大气中成为二氧化碳。生长中的植物通过光合作用与放射性二氧化碳相平衡。植物一死亡，就会造成放射性碳元素的减少。因此，只要测出放射性碳元素剩下的数量就能断定其年代了。

这里必须注意的是，用碳14方法测出的是植物死亡的年代。所以，用这种方法测定木制佛像的年代，结果，即使早于佛像的制作年代，也不足为奇。如今，雕刻家也常采用古旧木料刻制不走样的佛像。而且往往购买年代与材质同样的另一根木头保存起来备用。假若使用千年古木，制作时间就可能相差上千年。由于火山爆发等原因生成的天然木炭，当然与火山的活动时期极其吻合。但是，大气中放射性碳元素

的数量未必一定，常因地球磁场、太阳活动而异。需要使用屋久岛2000余年的古木年轮来加以修正。

另外，如果测定一下从深海中捕捞上来的鱼体内的放射性碳量，也可能会达到数千年之久，但这决不意味着此种鱼已在深海生活了数千年，而是数千年前的放射性碳固化以后，依靠食物链延续至今，而鱼又在深海吞食了数千年前的碳吧！

在自然科学中，正确地记述自然的数据是非常重要的。怎样解决这个问题，取决于人的辨别力和能力。我认为，只有把握住事实，着眼和解释至今人们尚未发现的问题，才会有科学的发展。

时光永远流逝

一说到“往昔”二字，人们就自然而然地想到10年以上的时光。过去人活到50岁就算作老迈了，而今人的平均寿命已达到70岁。然而，人类的历史充其量只有数百万年。对于人类来说，地球45亿年的历史，可以说是永恒的漫长了。在我们周围，有几种流动是并不以人们的意志而转移的。时光的流逝就是一种。它超越一切地，与我们毫不相干地流逝着。而地球上与之并存的能量的流动和物质的流动则常常沿着一定的方向无休止地进行着。在这些流动中，我们还是先来看看水的流动吧！在某种意义上说，水的流动也许是一种循环。但是在水流之中，化学物质往往发生局部的不可逆反应。弄清楚这种流动以怎样的一种力量和怎样的一种形式进行，是地球科学中非常重要的问题。

图3示出了地球上的风向和主要的海流方向。部分海流

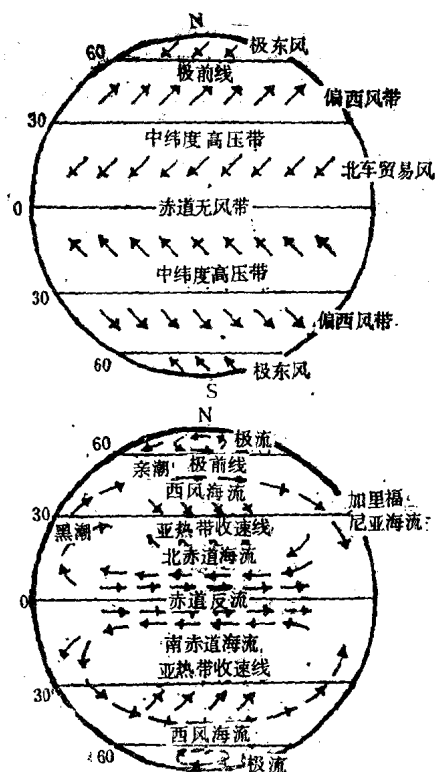


图 3 地球上风的流动与海流的方向

是非常复杂的。然而，纵观全球，就可以发现海流的流向是与地球的盛行风，即与贸易风是一致的。如果是这样的话，就可以认为风的作用导致了海流。沿一定方向劲吹的风起了很大的作用，确是事实。然而，空气的粘性对海水的作用力只不过是空气流速的百分之几。

在太平洋中部的赤道附近，有向西流的北赤道海流和南

赤道海流，其中央部分又有一条向东流的赤道逆流。一般认为，北赤道海流是由于东北贸易风而产生的海流，南赤道海流是由于东南贸易风而产生的海流。由于这种贸易风，海流汇集海水积存于西侧，从而使东、西两方产生60厘米的水位差。因此，在中央部分形成赤道逆流。贸易风是由于地球自转而形成的，只要地球上存在海洋，只要地球在自转，这种流动就会永不停息。

然而，在众多的海流之中，尚有未为人们所了解的海流，今后必须查明其原因，例如，图4上示出了赤道潜流和海水中重氢浓度的分布情况。由图4可知，在赤道稍南水深100米到200米之间存在着什么东西。

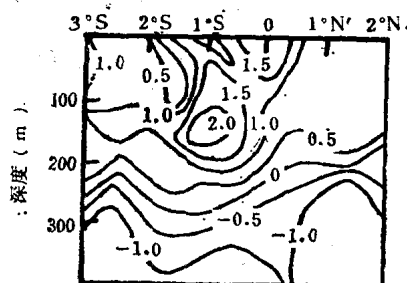


图4 赤道潜流和重氢浓度

表示赤道潜流存在的重氢浓度，据此可以知道存在着的重氢浓度比四周高的部分。

重氢即 ${}^2_1\text{H}$ 。关于其测定方法及其表现将在别处介绍

这就是克伦威尔在1951年发现的赤道潜流。他发现相对于上述洋面向西流的南赤道海流，从船上抛下的缆索在深水区域反而向东倾斜，便于1952年和1955年进行了详细调查。他发现在南赤道海流下面50米到100米处存在着向东流的海流。这条海流的厚度达200米，宽450公里，中心在100米附

近，流速为每秒150厘米左右，比洋面的南赤道海流快3倍。流量达每秒4000万吨。图4是西经170度、北纬2度到南纬3度的太平洋断面图。由图4可知，克伦威尔海流（赤道潜流）的中心位于140米处，重氢浓度为千分之二，比四周重。从这里的水比周围重的情况看，好象可以认为这些水是从某个蒸发激烈的地区潜入的。但是这种水是怎样生成，又是什么原因成为赤道潜流的呢？目前尚不得而知。

上面简单叙述了由于地球自转而产生的海流。地球自转的另一个结果是地轴相对于公转面的倾斜，并因此而导致南半球和北半球有相反的季节。所以贸易风劲吹，台风常接近北半球的日本。实际上，这是由于南半球和北半球季节之交时产生的气流形成漩涡，发展成台风的。由于季节的变化，在海上会发生什么情况呢？这里应该讲讲这方面的化学问题，即海水的化学问题和地球上海水的大循环问题。

海洋中的另一巨大的流动是密度流。也就是由于海水密度差异而产生的流动；或者说由于重水沉降而产生的流动。图6示出了沿东经155度，南纬63度到40度之间的海洋断面图。由图6可见，盐分浓度为34.6~34.7‰的海水从表层沉降。这是在南极海海水冻结时生成的高密度的水。

海水冻结时，必然形成冰，因为盐分很难进入冰中，所以盐分在-2℃的海水中可以析出。海水冰点下降，约在-2℃达到冰点，故在低温度下生成高密度、高盐分的海水。这种海水由于与四周围的海水存在密度差而开始沉降。图6示出这种流动的状况。不久前还处于海面上的海水，它所溶存的氧较多，与周围的海水是有区别的。

只要研究一下南极海的海水沉降情况就会发现，太平洋中的深层水实际上来源于南极海沉降的高盐分海水。这种高