

国家自然科学基金资助项目

桂林工学院科技专著出版基金资助

从地壳演化规律看 层控矿床的成矿学

柳淮之 钟自云 姚 明 著



地质出版社

国家自然科学基金资助项目

桂林工学院科技专著出版基金资助

从地壳演化规律看层控 矿床的成矿学

柳淮之 钟自云 姚 明 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书认为热液化学沉积作用是层控矿床形成的主要方式,特别是与裂谷等拉张构造有关的海底热水沉积矿床尤为重要,并列举了丹池、秦岭等著名层控多金属成矿带,加以论证。

从地壳演化角度来看,随着大地构造背景的发展,层控矿床的形成也相应地发展具时控特征。早元古代是大面积热液化学岩形成时期,巨型铁硅建造广布。中元古代,新地阶段 Neogitum 开始,裂谷出现并制约着层控矿床成带出现。古生代以来,特别是晚古生代,随着板块格局的改组,又出现众多裂谷,我国很多金属矿带与此有关。中生代印支运动改变了我国东部大地构造特征。在地洼(地台活化)背景中,原裂谷与镶嵌地体边界等断陷区,再次活动,矿质活化、运移,形成又一批层控多金属矿床。

图书在版编目(CIP)数据

从地壳演化规律看层控矿床的成矿学 / 柳淮之等著. - 北京:地质出版社, 2002. 8

ISBN 7-116-03609-1

I. 从… II. 柳… III. 层控矿床-矿床成因论 IV. P618

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 033273 号

责任编辑:祁向雷

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:850×1168 1/32

印 张:2 图版:5 页

字 数:62 千字

印 数:1—500 册

版 次:2002 年 8 月北京第一版·第一次印刷

定 价:10.00 元

ISBN 7-116-03609-1/P·2273

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

序

柳淮之教授等完成的本项研究成果，既综合了华南地区地质矿产大量资料和近年研究成果，也开展了实地深入研究，体现了微体古生物学、沉积古地理学、构造地质学、岩石化学和矿床学等多学科渗透结合以及重视成矿作用大地构造背景分析的正确选题方向。作者结合华南地区（尤其是桂西、川西地区）地质条件，着重分析了海西—印支期陆块裂解、向北漂移和增生过程中的裂谷拉张构造及其与海底热水层控矿床形成背景的关系。也从宏观角度正确论述了地史不同阶段中层控矿床形成条件的不可逆演变过程。学术思想较为新颖，反映了当代大地构造学和成矿学的研究前沿方向和水平。

据上述思路和实际资料分析，作者明确指出扬子地块边缘一系列晚古生代裂谷是层控金属矿的找矿远景区，并具体指出右江裂谷和炉霍、道孚裂谷中的找矿方向和找矿标志。立论、分析均有一定根据，对于指导找矿有一定参考价值。

中国地质大学教授 刘建忠

前言

矿床是一种地质体，是正常地质演化的部分产物。矿床的形成决不是偶然事件，而是长期地质演化的结果，成矿与地壳性质，大地构造体制息息相关。这里所讲的“成矿学”是从大地构造即构造演化，成矿背景角度来研究矿床的形成与分布规律，即把矿床学这个相对较窄的领域同大地构造学结合起来，以探索成矿理论（陈国达，1982）。

近几年，人们对中国大地构造格局及发展的认识，已经大为改观。用活动论的观点看中国大陆已是大势所趋。多数人认为中国大陆乃大大小小的块体（成地体）和若干小洋盆由南半球赤道附近向北漂移、镶嵌而成的复杂体系（任纪舜，1989；刘雪亚，1986；Mizutani, 1988；柳淮之，1989）（图1）。从根本上动摇了固定论的槽台体系及其制约的成矿传统概念。因此，成矿学

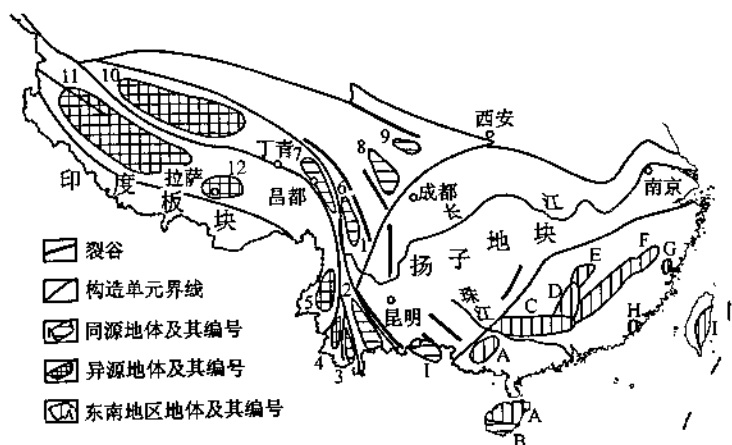


图1 扬子地块及其附近地体构造分布略图

也相应地应从活动论地壳演化的观点，结合近年来矿床学的新材料、新观点来加以研究。

组成中国大陆的众多块体（地体）以龙木错-双湖-丁青-北湖-柯街-孟定缝合带为界，西南属冈瓦纳相，其石炭纪—二叠纪冰水碎屑岩含冷水型动物群落。此带东北的地体，如昌都、阿坝等以拥有华夏植物群及太平洋型笔类的扬子型上古生界为特色（郭福祥，1989）似属古太平洋相。诸多地体北移聚合的过程很复杂，当今中国南海小洋盆的几次扩张脊与地体聚合（Taylor et al., 1983；何廉声，1987）就是这一复杂过程的缩影，有待于将今论古地详加论证。

在这样动态的、以水平运动为主的大地构造演化过程中，成矿过程（主要指金属矿）作为一种地质作用也在逐步发展与形成。现代洋底的热液、热卤水盆地成矿作用的报导，特别是1978年东太平洋洋脊成矿热液喷口以及其形成的块状硫化物矿墩 Mounds 的发现，人们第一次看到现代形成的层状金属矿床（李志峰，1989）。近年来，某些著名特大层控金属矿床、矿带，如广西丹池、秦岭、祁连、白云鄂博以及国外的沙利文、莱茵等地古海底热液活动陆续被肯定，给研究者以极大的启发（吴健民等，1987）。

注重成矿作用的大地构造背景的分析，结合我国大地构造的演化，即地史上各陆块的裂解、漂移北上与增生的过程，来讨论层控矿床的成矿作用，是当前研究者们值得深思的课题。



作者简介

柳淮之，1930年生，男，山西人，桂林工学院教授，硕士生导师。1952年毕业于清华大学地质系，致力于地质科技教育与研究40年。对地层古生物学、区域地质及大地构造学等学科有较高造诣。先后任全国高校地史学课程及区域地质课程指导委员会委员。主持了国家自然科学基金项目 NO - 4840023号，“从地壳演化看层控矿床的成矿学”。

主要论著有：《滇西北的三叠系》(1984)、《右江裂谷带初探》(1986)、《中国西南部构造古地理与地壳演化》(英文，1989)、《桂林深水沉积地层及其大地构造》(英文，1996)、《中国大陆的演化及其动力学》(1998)《华南微型裂陷》(英文，2002)等。

封面地史演化图

据自然杂志1979年7
月期稍作修改。

封面洋脊扩张成矿图

据 Garrison, 1974,
Davies和Gorsline, 1976,
改绘

目 录

序

前 言

第一章 中国南部地壳的大地构造演化…………… (1)

第二章 成矿作用的将今论古…………… (5)

第三章 我国南部与西南部的裂谷、微型裂陷与成矿作用
…………… (10)

第四章 结语…………… (41)

后记…………… (45)

主要参考文献…………… (46)

英文摘要…………… (48)

照片及说明…………… (49)

附件：中国大陆的演化及其动力学…………… (59)

第一章 中国南部地壳的 大地构造演化

前已述及，中国大陆地壳的众多地块或地体最初游离于南半球或赤道区，海西—印支期它们随着扬子地块向北漂移并拼贴在欧亚大陆与扬子地块的边缘（Liu等，1989）。其论据主要有：

1. 古地磁资料

笔者采自桂林市尧山中泥盆统信都组（ D_2x ）的红色细砂岩样品经广东省地矿局研究所（邢玉荻等，1987）测试，其古纬度为北纬 5.47° 。另据刘椿等 1984 年研究云南曲靖地区下志留统玉龙寺组（ S_3y ）及下泥盆统翠峰山组（ D_1c ）界线的磁性地层学结果表明，前者 S_3y 的古纬度为南纬 0.10° ，后者 D_1c 的古纬度为南纬 0.64° 。此外，粤北地区中一下泥盆统的沉积（砂岩）古纬度为北纬 9.11° （邢玉荻，1985）。广西横县六景下泥盆统的红色细砂岩、泥质粉砂岩与紫红色砂岩的古纬度为南纬 2.8° （吴治等，1987）。从曲靖、六景、粤北三地泥盆纪早期的区域地质、大地构造环境分析，三地属一个地块，居干古特提斯海域，并逐步向北移动。闽粤沿海地体的莆田东庄一带上二叠统的古纬度为北纬 10.45° 及 12.44° ，相当于现在菲律宾南部^①。而海南岛的数据则更靠南，其崖县地体大茅群（ ϵ_2dm ）古纬度为南纬 6.7° 、 4.0° ，平均 5.40° ，且其地质内容与澳大利亚乔治娜盆地相同。琼中地体的峨查组（ P_1l ）紫黑色泥质砂岩之古纬度为南纬 4.9° （杨树峰等，1989）。还有很多来自华北、东北、日本、台湾等地的古地磁数据，都支持活动论镶嵌构造的观点。看来亚洲东部大陆边缘大地构造格架及其增生过程，类似于北美西部的情况。

^① 吉雄，闽粤沿海地体大地构造特征及碰撞活化作用，1989（中南工业大学博士论文）。

2. 古生物、古气候的资料

从晚古生代的生物群面貌来看，华南广布暖水浅海底栖生物群，特别是大量窄盐度喜暖动物，如珊瑚、筳类、腕足类、层孔虫、菊石、棘皮类及藻类等。它们大量繁殖，多处成礁，如：广西大厂龙头山珊瑚-层孔虫礁、环江北山蓝绿藻-层孔虫礁，桂林唐家湾层孔虫-腕足类礁滩、泗顶层孔虫礁、钟山石梯层孔虫礁、象州大乐珊瑚-层孔虫礁、横县六景珊瑚-层孔虫礁、贵县石龙蒙公珊瑚礁、北流大风门珊瑚-层孔虫礁。另外在湖南、贵州等省也发现不少泥盆纪礁，如城步、赫章、独山等地。广东凡口、云南建基等地也有生物礁滩报道。现代的珊瑚只能生活于不低于 20°C 的热带、亚热带的正常海洋中，成礁则更要接近赤道地带。这些化石具极高的分异度，单就腕足类、珊瑚、筳、菊石等几个主要门类而论，能够辨认的常见属就有60个以上，称为特提斯暖水生物区（王乃文，1984）。此外，广西的泥盆系，局部地区有石膏层及含白云岩。据此分析，华南在晚古生代属于热带及亚热带气候，这与古地磁资料所指出的低纬度是一致的。

这些当初位于南半球的诸地体是先后逐步向北漂移的。现在已经发现一些地体大规模向北离散的地质证据，例如：沿加利福尼亚混杂带（CB）的东界，走向 $\text{NW}25^{\circ}$ 的陡倾断层截断了Yolla Bolly（YB）古缓倾断层和以东的Picket地体。这条走向 $\text{NW}25^{\circ}$ 断层将东面这些地体的板片以及海岸山脉蛇绿岩和Elder溪地体（EC）的大谷岩系从Clear湖附近向北远远推移到约300km以北的Orick区。此外，依照古生物和古地磁之研究，板片、玄武岩块、放射虫燧石以及中央带西部的深海石灰岩（Laytonville型）往北移了上千公里，在中心带内可能至少运移了该距离的一部分（毛恒年，1986）。据1979年“维玛号”调查船在中国南海调查所获磁异常资料，盆地东部5D-11号东西向磁异常条带表明，海盆的半扩张率为 2.2cm/a 至 3.0cm/a ，如果认为南海盆地的大地构造演化，可以比拟东特提斯洋盆及其所含地体的演化，就能够推论晚古生代诸地体漂移的速率了（Taylor, 1983）。有人认为：

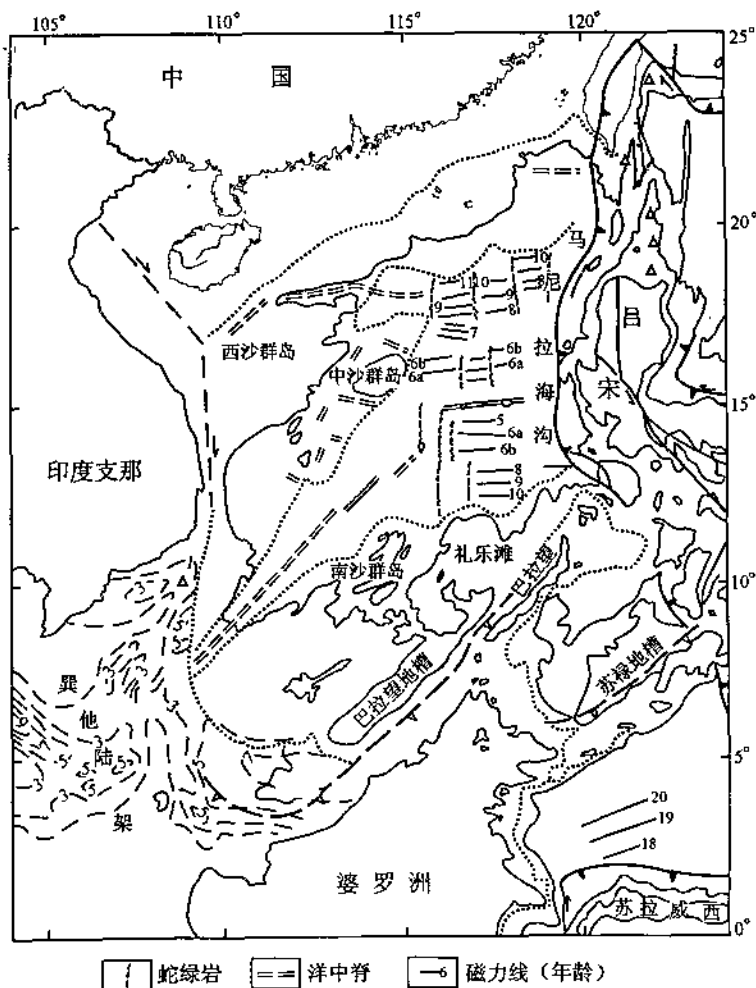


图2 在测深基础上推测的南海盆地构造单元简图

(据 B. Taylor, D. E. Hayes, 1983)

图中点线表示了200m及2km的等深线；带刺的虚线和实线分别表示不活动和活动俯冲带；平行虚线画出了残留裂谷的位置；发现于南海盆地和苏拉威西海盆地的磁条带都编了号；虚线等值线为巽他陆架之下沉积物的等厚线 (Hamilton, 1979)。海盆中黑线表示正常洋壳的边界，三角形表示历史上活动火山的位置，阴影区表示蛇绿岩套

华南地块从晚古生代以来，自南半球以 5cm/a 的速度北漂。在北美²⁴，D. Jones, E. Irwing 等人根据古生物、古地磁等指出兰格利亚、阿拉斯加、温哥华岛等地体是由南半球或赤道附近漂移来的。因此我们可以推论：显生宙以来，地体群的动向是自南而北，南半球的冈瓦纳古陆及古太平洋古陆处于分崩离析之中。同时也可以推论：显生宙初期或隐生宙末期全球的大陆与地体群曾集中在南半球，即所谓冈瓦纳与古太平洋等，这就意味着隐生宙地体的动向曾一度是自北而南，那段时间里向南半球集中。而自印支运动以来，大西洋打开，特提斯洋消失，地体和大陆的动向似乎是东西向。

我国南海盆地位于欧亚大陆东南缘，是一个发展中的晚中生代—新生代板块扩张、地体聚合的复杂构造区。笔者认为：在这个意义上它是环太平洋（包括中国）复杂镶嵌地体增生带的缩影。其构造格局可概括为，西北部的华南、印支元古宙—古生代陆壳微板块区，其中西沙群岛永兴岛一号钻井资料：新第三系之下为一套强烈变质的花岗片麻岩和混合岩，同位素年龄为 627Ma 。盖层新第三系为厚达千来的珊瑚礁灰岩。地壳厚度 $31\sim 33\text{km}$ ，属大陆型地壳。中部是白垩纪—中新世洋壳或过渡壳扩张区；东及东南部是晚白垩世以来过渡壳或陆壳复杂聚合区等三个大地构造区域。这三大区域经历了7个板块构造发展旋回。（何廉声，1987）。

南海的大地构造演化实质上是各地质时期地块的内部张裂、聚合及相互作用，并导致三次海底扩张的过程，其盆地半扩张速率为 $2.2\sim 3.0\text{cm/a}$ 。这样产生了新洋壳及边缘海盆，并导致岩浆活动、俯冲带的形成、地体旋转等，从而描绘出复杂的裂开、聚敛的历程（图2）。

第二章 成矿作用的将今论古

20世纪70年代中后期，法美合作潜水考察、研究海底(FAMOUS)，不但发现了若干处富含金属的沉积物，而且直接看到了海底热液喷溢的现象。沿东太平洋脊发现长达7km，宽约100m的金属沉积物带，温度高达350℃的热液从深2600m的海底喷出，单个硫化物小丘或“墩”被称为“黑烟囱”(Black chimney)可具有多到6个“喷管”，喷口上方可见到羽毛状硫化物悬浮，喷口周围海底沉淀有黑色粉末沉积物，主要由金属硫化物组成。这是人类首次直接看到了块状金属硫化物矿床正在洋脊裂谷中生成，是矿床学的一个突破；海底板块机制的成矿作用及其普遍性，开始受到重视。

沿海底洋脊裂谷及弧后扩张带，海底热液、喷气活动是一种常见现象，见于红海、东太平洋隆起(East Pacific Rise)、加拉帕戈斯裂谷(Gala Pagos Rift)、鲍尔洼地(Bauer Deep)、大西洋中脊(Mid Atlantic Ridge)、太平洋西缘及地中海的火山岛弧带、中国东海和陆内弧后盆地等。近来琉球、日本岛弧区亦有报道。J.R.Cann(1979)，曾估计沿洋脊贱金属硫化物沉积出现频度是每百公里一处。资料表明：沿大洋中脊裂谷及岛弧张裂带，海底热液、喷气活动是一种相当普遍的地质现象。达种作用，有的研究者叫作“热水沉积成矿作用”、“热卤水沉积成矿作用”及“热液喷流成矿作用”。

在研究较详细的红海中，北段约1000m距离内已发现海底热卤水洼地16个，如果把整个沿物心裂谷分布的整个热卤水活动带看做是一个“成矿带”，把单个洼地(面积长达几十平方公里)看做是“矿田”，则其规模和相互关系，完全可以与当今大陆上的成矿带、矿田相对比。

洋中脊裂谷带热液沿动的普遍性，是由于达里具有形成热液

循环体系的有利条件，如热源、玄武岩的渗水性和裂隙等构造。海水顺着新生洋壳玄武岩的众多裂隙下渗到几公里深处，裂谷带

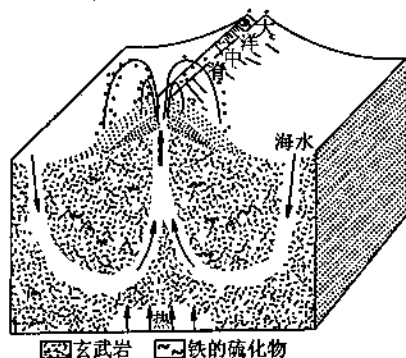


图3 大洋中脊轴部发生的海水循环作用
(据金性春, 1983)

岩浆房与侵入体使这里具有很高的热梯度,使下渗的冷海水受热,海水温度不断上升,最后作为热泉又从海底冒出来。这样冷水不断渗入,热水不断排出,从而使洋底玄武岩与热海水之间发生元素交换,热海水获得了丰富的金属元素、盐类及岩浆中的残留

液体,这就构成了所谓成矿热液。这样过去含矿热液来自岩浆分异的传统说法就被上述大对流论 (Large-scale convection cells) 所取代。洋脊或其他类型裂谷的巨大热能,也就是板块的运动机制,强有力地驱动着热液大对流的循环活动 (图3)。

海底热液作用的强度与规模也是惊人的。大陆上全部火山及其热液活动如温泉等散失的热量仅为其 2.5%。据 T.J.Wolery, N.H.Sleep (1976) 资料,在海底扩张中心通过单位岩石的海水流量是 $(1.3 \sim 9) \times 10^{17} \text{ g/a}$,这足以使所有海水在 5~11 年里全部循环一次。看来,这种大对流论,足以提供足够的金属成矿热液。这种海水-玄武岩反应无疑是成矿金属的不尽之源。

从地壳演化的角度考虑,在地球形成的初期,火山作用更为强烈,这可由太古宙与古元古代的大量绿岩火山岩来说明。大量的热流体倾泄到当时还原性的原始大洋之中,其规模应当极其宏大(当时的水圈与火气圈都是还原性的)。从古到今,水圈与大气圈经历了许多不可逆的演化,氧气从无到有,由少到多。大气圈由还原性的变为氧化性的。原始的大气成分说法不一,主要有水蒸气,甲烷、氨、氢等,而不含游离氧,看法则基本上一致。结合天文资料,太阳系任何行星大气圈中都没有游离氧和氮。现

代大气中及其相关的水圈中的游离氧是在地壳的演化中，由于光解作用（水蒸气在当时某些波长的紫外线照射下分解）和光合作用逐步积累起来的^①（图4）。

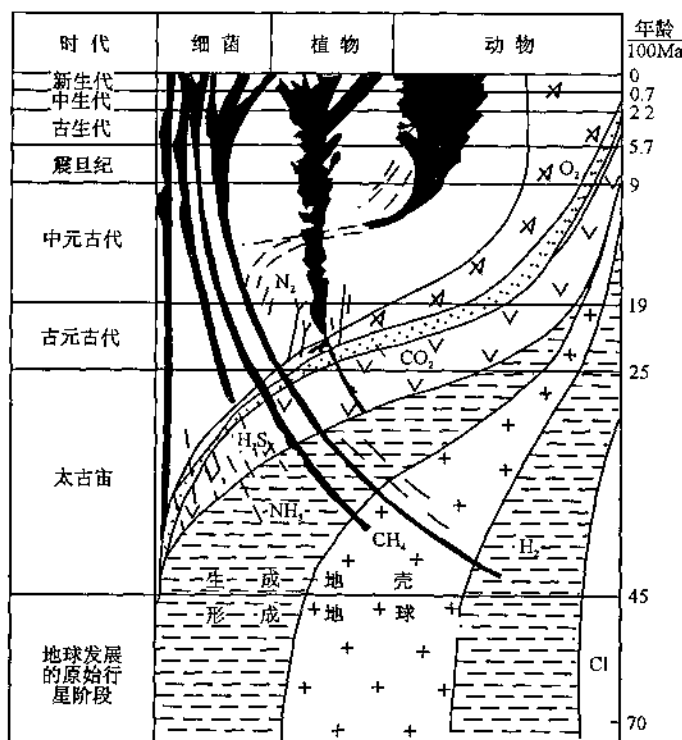


图4 地球上环境与生命的演化

（据沃洛格金，略经修改）

当时地表温度与海水的温度也较高，氧同位素资料显示太古宙海水温度为 80°C ^②。条带状铁硅建造（鞍山式铁矿）在全球范围的广泛分布，即代表了游离氧的逐步积累阶段（大气圈的过渡

② 国外前寒武纪铁硅建造富铁矿。冶金部情报所编，1976。

② 涂光灿，1989，超大型矿床的理论，矿山地质（工总28）1。

阶段)。低价铁便可作为氧的接纳者，氧化为高价铁沉淀下来。
“其间，铁细菌（铁硅岩中有其化石）起了不小作用，将铁摄入体内，经过酶的催化作用，变为三价铁。当水圈中的铁大量沉淀之后，继续产生的游离氧将在大气圈中积累起来^①（图5）。

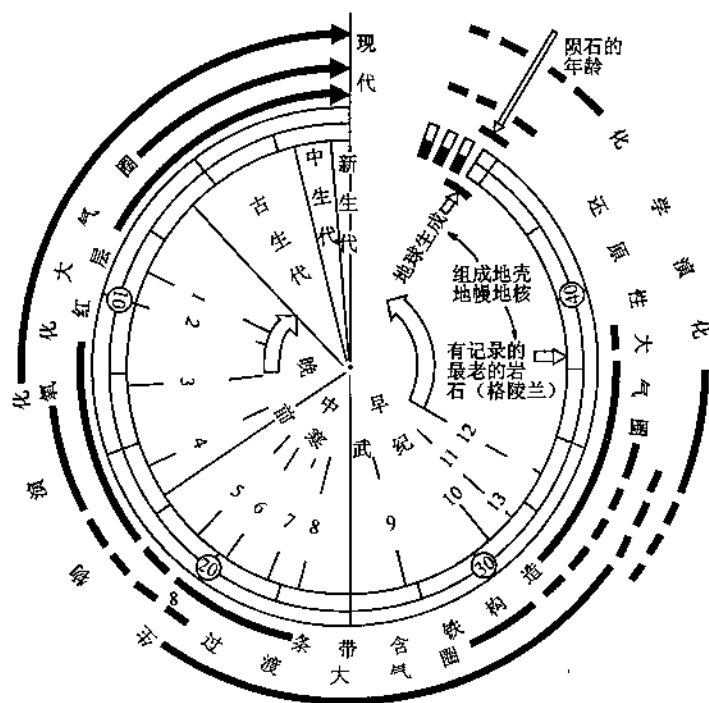


图5 “地质钟”——地球演化的示意图

顺时针向代表由古至今

- 1—倍特斯普嫩斯建造；2—诺内萨奇页岩；3—倍特斯普嫩斯白云岩；
- 4—麦克明建造；5—岗弗林特含铁建造；6—德兰士瓦超群；7—威特瓦特斯兰超群；8—波克加马石英岩；9—苏丹含铁建造；10—布拉瓦超群；11—非格特里群；12—斯威士兰超群；13—昂威瓦特群

规模巨大的铁硅建造是在这种还原性热海水中的化学沉积

① 国外前寒武纪铁硅建造富铁矿。冶金部情报所编，1976。