

是第 29 届国际地质大会的主要内容之一。

板内地球化学主要研究大陆内部和洋盆内的火山,偏重于碱性玄武岩的研究,火山岩的包体研究可提取地幔内的信息。另外,大陆裂谷地球化学研究也是板内地球化学的重要部分。

板缘地球化学主要集中研究俯冲带、火山岛弧和缝合线及碰撞造山带等聚敛边缘的地球化学规律。在俯冲带火山岛弧主要研究对象是岛弧火山岩,利用稀土配分模式,尤其是同位素初始比值和极性指数分析。值得重视的是国内外近些年来利用 ^{10}Be 研究火山岛弧火山岩,进一步验证了在聚敛边缘物质循环的存在,这对于壳幔物质转化的研究有重大的理论意义。在缝合线和造山带,主要研究蛇绿岩套和花岗岩,分析花岗岩与构造应力场分布的关系。利用 Sr、Nd 同位素和不相容元素,结合稀土分配模式研究蛇绿岩套。

3、板块构造地球化学的研究方法 板块地球化学对于广泛深入研究新全球构造尤其是大陆地质构造有重要意义。首先要弄清大地构造背景和研究对象,在一定的构造部位随机采样,进行岩石矿物分析,进一步作地球化学模式分析,包括常量元素、微量元素、稀土元素和同位素地球化学分析。同时,注重同位素地质年代学,讨论板块构造多期次构造热事件,从物质和时空演化全面地研讨板块构造演化机制。

生物矿物学研究进展

陈文焕

(地矿部沈阳综合岩矿测试中心,沈阳 110032)

关键词 矿物学、生物矿物学、人体结石、有机矿物

“生物矿物学”一词是 1973 年马克·康尼尔提出的,它研究各种生物作用参与下产生的、具有一定组份的固结生成物,如骨骼、牙齿、软体动物中的耳石和外骨骼、珍珠、尿结石、胆结石、唾液结石等。它的研究对象很多方面与传统矿物学不同,首先是在其结构中总有有机物质存在,这些有机物与矿物部份是完全有规律的。它们的构造主要有放射状、同心环状、柱层状、枝叉状、交错层状等,具有韵律结构是其集合体与生物活动发生关系的一个证据。生物矿物集合体中有机物与矿物的含量比变化范围很大,从十分之几到近乎百分之百。定向生长在各种生物矿物集合体中普遍存在。在大多数情况下它们是在近大气圈条件下形成的,甚至生成非生物环境下要求高温高压条件下才能形成的矿物,如磁铁矿十分常见。

近年来对生物矿物的成因认识逐渐深化。一般将其分为正统生物成因、变质生物成因及埋藏生物成因。正统生物成因的生物矿物集合体特点是在活生物体中直接形成的。人和动物的骨骼、牙齿、血管壁上、肺内和肿瘤内的各种盐类沉积物,骨骼外的造骨产物,泌尿系统结石,胆结石,软体动物的外骨骼,珍珠等都属于这类集合体。正统生物成因的矿物分为动物石、植物石、细菌石及病毒石。变质生物成因是指由于生物体排出物与周围介质反应而产生的矿物集合体,如鸟粪石中的磷酸盐矿物。矿物质置换有机物而形成的生物矿物集合体属于埋藏生物成因。如硅化木及灰岩中的软体动物碳酸盐印痕。

迄今已在生物体中发现 80 余种矿物。其中碳酸盐类矿物有方解石、文石、球方解石、单水方解石、原生白云石、非晶含水碳酸盐、单斜钠钙石；磷酸盐类矿物有羟磷灰石、八面磷酸钙、细晶磷灰石、碳磷灰石、白磷灰石、鸟粪石、钙磷石、镁磷石、碳羟磷灰石、蓝铁矿、磷镁石、三斜磷钙石(?)、 $\text{CaMg}_3(\text{PO}_4)_4$ 、非晶焦磷酸钙、非晶磷酸钙、非晶磷酸钙+磷酸镁、非晶焦磷酸铁、 $\text{KNa}_3(\text{Fe}_{15}\text{Mg}_2)(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_3$ ；卤化物有萤石、氟硅钾石、石盐；硫酸盐类矿物有石膏、天青石、重晶石、黄钾铁矾、水白铅矿；氧化物有蛋白石、磁铁矿、针铁矿、纤铁矿、赤铁矿、水铁矿、钡钙锰矿、水钠锰矿、晶质铀矿、非晶氧化铁、非晶“钛铁矿”；硫化物类矿物有黄铁矿、水单硫铁矿、闪锌矿、纤锌矿、方铅矿、硫复铁矿、马基诺矿 $[(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8]$ ；自然元素类矿物有硫磺和自然金；钨酸盐类矿物有白钨矿，以及大量的有机矿物：水柠檬钙石、草酸钙石、二水草酸钙石、格卢申斯基石、草酸钙石、一水尿酸钠、二水尿酸钙、酒石酸钙、苹果酸钙、尿酸二水化合物、尿酸铵、黄尿环、次黄嘌呤、胱氨酸、草酸铁矿、无水胆固醇、草酸钾石、一水胆固醇、胆固醇-I、棕榈酸钙、硬脂酸钙等等。以上列出的仅是正统生物成因的矿物，也只是动物体内的矿物。其中一些非晶质体正在转变为晶质体。以上矿物中，方解石、文石和球方解石分布最广。已查明在某些软体动物贝壳的棱柱层中存在着方解石，而在片状层中为文石，这与有机物基质的特点有关。处在生长体系中的有机杂质，对某种碳酸钙变体的产生具有决定性作用，柠檬酸盐、苹果酸盐、动物淀粉有助于形成方解石，谷氨酰胺有助于生成球方解石，而牛胆氨基酸则有利于文石的形成。

人和动物的骨骼、牙齿，某些软体动物贝壳的组成部分，泌尿系的结石及牙垢中经常见到磷酸盐，构成一个完整的矿物族。骨骼中常出现羟磷灰石，牙齿中多是含氟或含碳酸根的羟磷灰石，牙结石和尿结石中则有多种磷酸盐矿物：钙磷石、白磷钙石、鸟粪石和镁磷石等。

生物矿物集合体中的有机矿物分布相当广泛。如尿酸及其盐类，草酸盐中的二水草酸钙石及草酸钙石、胆固醇、棕榈酸、苹果酸盐等是致病作用而成的常见有机矿物；有机矿物具结晶结构。

有些矿物的形成机理与在生物体中的作用很特殊，如磁铁矿。1962 年 H·洛温斯塔在软体动物牙齿中首次发现了磁铁矿。随后，在蜜蜂的肚节中，在鸽子的头中，水藻、乌龟、家猪体内都发现了磁铁矿晶体。磁铁矿颗粒不大，直径 $0.7 \sim 1 \mu\text{m}$ ，磁铁矿颗粒有时排成小链，时见相当标准的立方形状小晶体。已经分离出这样一类细菌，它们的大小约为 $3 \mu\text{m}$ ，薄膜中含有 20 个磁铁矿颗粒，每个颗粒直径大小为 $40 \sim 50 \text{nm}$ 。

生物矿物集合体中的矿物结构相当复杂，往往具有几个级别的组织单元。如在人牙齿的珐琅质(I 级)中有一些珐琅质棱柱体(II 级)，在棱柱体中又有许多微小的磷灰石单体和有机物薄膜(III 级)。耳石、尿结石、珍珠、贝壳等也具有类似的结构。不同级别单元的从属性是生物矿物集合体最具特色的性质。

有机物在生物矿物集合体中的含量变化很大。胰管结石经富集后发现一系列矿物，而在珍珠蚌贝壳珠母层中的有机质只有 $3.5 \sim 4.5\%$ ，鸡蛋壳中更少，不超过 1% 。在致病作用生成的生物矿物集合体中的有机物含量变化特别大，而生理作用形成的生物矿物集合体中的有机物含量较为稳定。

现已完全确定了各种成因的生物矿物集合体有机物成分。人和动物骨骼有机物为胶原，贝类和珍珠为甲壳素，尿结石为糖蛋白和酸性粘多糖，人的牙齿中也为胶原。生物矿物集合体中氨基酸成分变化很大。

有机物的结构有两种：呈拉长的原纤维的高分子有机物和非晶质有机物。它们在生物矿物集合体中起着巨大的作用，主要是使之具很高的牢固性，这对于提高牙齿、骨骼的硬度和承压性显然是十分重要的。