

介绍一种新的矿床工业类型——海底锰结核矿床

山东海洋学院海洋地质系海底矿产组

广泛分布于大洋底的富含铜、镍、钴的海洋锰矿床的发现，是近年来海洋地质研究的重大成果之一。这种矿床，矿层分布广泛，矿石中金属含量高，储量巨大。它不仅具有重要的工业意义，而且对于深入研究金属矿床的沉积机理，探讨矿产分布规律，同样是非常重要的。目前，一些国家正在中太平洋的某些矿区进行详细勘探和试采，并着手准备开采。

海洋锰矿是一种黑色、黄褐色、土黑色的铁、锰氧化物块状集合体，通常分布在深海盆中。在较浅的水域虽然也有产出，但具有工业价值的富集地段多见于4000~6000米水深处。含矿层主要产于红粘土、硅质软泥、放射虫软泥和抱球虫软泥等沉积速率极缓慢的远洋沉积物的顶部，而以沉积物—海水界面上含矿最富，向下含量显著变低，至5~6米深处品位甚低或不含矿。矿层中含铁、锰块体的密度最大可达10~20公斤/米²，最大可达26公斤/米²。纵横向变化较大，但常呈薄层状延伸很远，分布面积可达几十万平方公里。矿石为各种形态的铁、锰氧化物块状集合体，主要是呈结核状，其次是浑圆状、饼状、葡萄状、结壳状以及其他复杂形状，散布于松散沉积物中。矿石块体直径相差很大，从1米的巨型结核到1毫米以下的微型结核都有，而以0.5~25厘米者较常见，平均直径约8厘米。个别结核体的重量可达几十公斤乃至百余公斤。

矿石的组成矿物有锰矿物、铁矿物、粘土矿物和混入的碎屑矿物。主要金属矿物有硬锰矿，富钴、铅的钠水锰矿(Na,Ca)Mn₇O₁₄·3H₂O，富含铜、镍的钡镁锰矿(Mn²⁺, Ca, Mg)Mn₃⁴⁺O₇·H₂O，δ-MnO₂—(Mn, Ca)Mn₆O₁₃·nH₂O，γ-MnO₂—

Mn(O, OH)₂，α-针铁矿(HFeO₂)，β-针铁矿和纤铁矿(FeOOH)。非金属矿物主要是蒙脱石、高岭石，其次是石英、蛋白石、黑云母、磷灰石、辉石、角闪石、长石、重晶石、金红石和锐钛矿等。矿石一般含MnO₂30%，Fe₂O₃20%，Mn、Cu、Ni、Co含量约达到目前陆地开采的工业品位。另外，稀有分散元素和放射性元素含量也很高，如Be、Ge、Ce、Nb、Tl、U、Ra、Th的浓度要比海水高几千、几万乃至一百万倍(见表)。

海洋锰矿石的金属含量(%)

元素	最高	最低	平均
Fe	26.60	2.40	14.00
Mn	41.10	8.20	24.20
Cu	1.60	0.028	0.53
Ni	2.00	0.16	0.99
Co	2.30	0.014	0.35
V	0.11	0.021	0.054
Cr	0.007	0.001	0.001
Zn	0.08	0.04	0.047
Mo	0.15	0.01	0.052
Ga	0.003	0.0002	0.001
Sr	0.16	0.024	0.081
Zr	0.12	0.009	0.063
Y	0.045	0.016	0.033
La	0.024	0.009	0.016
Yb	0.0066	0.0013	0.0031
Ce	8 × 10 ⁻²	8 × 10 ⁻³	1.34 × 10 ⁻²
Be	5 × 10 ⁻⁴	2 × 10 ⁻⁴	8 × 10 ⁻⁴
Ge	6 × 10 ⁻⁴	5 × 10 ⁻⁴	6 × 10 ⁻⁴
Nb	1.5 × 10 ⁻²	8 × 10 ⁻³	8.5 × 10 ⁻³
Tl	8 × 10 ⁻²	1.5 × 10 ⁻²	1.7 × 10 ⁻²
U	5 × 10 ⁻¹	3.6 × 10 ⁻⁴	4.2 × 10 ⁻¹
Th	1.43 × 10 ⁻²	2.4 × 10 ⁻³	5 × 10 ⁻³

(据Mero J.L., 1973)

矿石比重为2.07~3.07, 硬度为3 (摩氏硬度), 具典型的海相沉积构造——结核构造, 由核心和金属矿物层壳两部分组成, 核心有一至数个, 常为各种岩屑、矿物和有机体 (如碳酸盐、磷酸盐、沸石、粘土团块、浮石、火山玻璃、鱼类牙齿、碎骨以及海绵骨针和有孔虫遗壳碎片等)。核外层是由厚度不到一毫米的微层状铁、锰氧化物层和粘土质软泥层相间构成的同心壳构造层。锰、铜、钴、镍等有用金属即赋存于铁、锰氧化物层之中。

海洋锰矿储量极为巨大, 据估计, 全世界大洋底的矿石蕴藏量为15000~30000亿吨, 其中以太平洋储量最多, 仅表层1米沉积层内的金属储量就有4000亿吨锰, 50亿吨铜, 164亿吨镍, 88亿吨钴, 相当于陆地总储量的几十倍至几千倍。按1970年世界锰、铜、镍、钴的消费量计, 可供利用1000年之久, 此外, 放射性年龄测定表明, 这种结核体以4毫米/10⁶年的速度生长, 每年可堆积1000万吨。

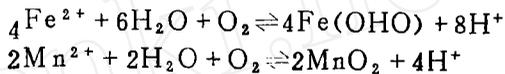
太平洋的主要矿区分布在夏威夷群岛西南到中美洲岸外的东西向海域, 其地理座标为北纬6°30'~20°, 西经110~180°, 而以北纬8°~10°30'、西经131°30'~145°最富集, 矿石中铜、镍含量均超过1%, 产于硅质放射软泥层中的结核平均含镍1.28%, 铜1.16%, 钴0.23%, 是目前试采的重点区。最近, 在大西洋和印度洋也发现了新矿区。

关于海洋锰矿床的成因及富集机制迄今尚不十分清楚, 但一般认为充足的锰、铁、铜、镍、钴等金属来源, 大量结核核心的存在, 足够的海水深度, 缓慢的沉积作用, 沉积物孔隙度高, 强氧化条件以及洋底海流和海洋生物作用等, 是控制锰矿形成和分布的重要因素。近年来, 生物作用受到了越来越多的注意。

研究表明, 矿石的金属组分具有多种来源。其一是大陆岩石风化后, 铁、锰以碳酸盐或重碳酸盐的形式, 部分呈细粒悬浮方式被带到远离大陆边缘的深海区。在沉积物与海水界面附近, 由于存在氧化条件和有氢氧化铁胶体起触媒作用, 海水中的Mn²⁺氧化为Mn⁴⁺, 形成锰矿物沉淀。由此生成的结核,

Mn/Fe比值为0.5~5, 并富含镍、铜、钴等元素。

另一种来源是海底火山作用或海底火山岩的海解作用。在大洋中脊和裂谷带, 如东太平洋海隆、印度洋中脊以及红海裂谷, 含Fe²⁺和Mn²⁺的海底火山热液, 在其溢出海底时与含氧海水接触, 迅速发生化学反应, 先后沉淀生成铁、锰氧化物:



大洋底的玄武岩质玻璃细屑与海水发生缓慢海解作用, 也能使玄武岩质玻璃中的锰溶滤出来, 在氧化条件下形成MnO₂沉淀。太平洋海解玄武岩的沸石、钙十字沸石和铁蒙脱石沉积中, 发现有微型锰结核和蚀变玄武岩的玻璃颗粒中的锰已被溶滤的证据。

第三种来源是沉积成岩作用。当沉积物被越埋越深时, 其中所含的氧终将被细菌耗尽而造成缺氧状态。这时沉积物中的难溶Mn⁴⁺被还原成易溶的Mn²⁺。一旦沉积物的孔隙度良好, Mn²⁺就会在沉积物中向上迁移到顶部, 重新氧化成MnO₂。有人认为太平洋赤道带的高生物生产力与锰矿的富集有关。放射虫和硅藻遗骸堆积形成的硅质软泥含有大量孔隙水, 具有良好的孔隙度, 是导致锰富集的重要原因。这种成因的矿石常含较高的铜和镍。

横拉切一块, 塔套免损坏

北京冶金地质机械厂的14.5米钻塔, 横拉手是角钢所制, 两端棱角突出, 常把塔套刚破。为了解决这个问题, 我们用乙炔把横拉手两端的棱角切除, 便成为弧形 (见图), 以保护帆布塔套不被刚破。实践证明, 这对钻塔强度毫无影响。

(赵廷方)

