

优质锰矿成矿的某些地质 地球化学特征

姚敬劬*

(中南冶金地质研究所, 宜昌)

提 要: 本文阐明了我国优质锰矿分布的区域构造特征, 成矿的岩相和古地理环境, 磷锰和磷铁分离的地球化学机制及后期改造对优质锰矿形成的作用。

关键词: 优质锰矿 地质 地球化学

1 优质锰矿分布的区域构造特征

我国优质锰矿除新疆昭苏锰矿外, 几乎都分布在南方, 集中在扬子板块周边及其邻区(图 1)。扬子板块构造演化史、各构造阶段应力场特征是决定优质锰矿分布的最基本因素。

1.1 扬子陆块北缘与西缘锰矿带

扬子板块萌发于晚太古代, 成型于雪峰运动末期。其西缘与特提斯构造域过渡, 北澜沧江断裂、昌宁-双江断裂构成了西部边界。晚二叠世至早三叠世末, 冈瓦纳地块与扬子板块缝合, 形成了西部山弧带和东北前陆盆地。晚三叠世中期丽江断裂和军营福田断裂之间形成深水裂陷槽, 有“鹤庆式”优质锰矿产出(刘红军, 1991)。

扬子陆块北缘外侧, 中晚元古代为 NE 向洋壳构造活动带, 发育了含锰细碧岩建造, 有黎家营优锰矿产出。其内侧震旦纪板块增生边缘张裂带, 形成了含火山物质的碎屑岩、碳酸盐岩系, 在镇巴城口及勉县一带形成碳酸锰矿, 其中部分为优质锰矿。

1.2 扬子陆块南缘锰矿带

扬子板块南缘, 与华南加里东褶皱带和右江印支褶皱带有长达数千公里的边界, 锰矿主要分布在边界的中段和西段两侧, 早震旦世的锰矿受扬子陆块被动边缘裂谷带的控制, 其中湘潭、民乐、江口等锰矿中近年来都发现有优质锰矿。中奥陶世桃江锰矿产于陆缘斜坡的张裂盆地中, 是我国主要的优质锰矿类型之一。

锰矿规模、成矿作用强度和矿石物质组成与区域应力场性质有着内在的联系。区域应力场以挤压为主的岛弧边界即有成锰作用发生, 为变质型优质锰矿提供了物源。当应力场由挤压转化为拉张的早期阶段, 是成锰作用最为强烈的时期, 形成大型碳酸锰矿床和大型铁锰矿床, 但一般含磷铁较高, 在磷铁锰分离较好的部位也可出现优质锰矿。区域应力拉张最甚时, 成矿作用相对较弱。当进入拉张转为挤压的初期, 则出现另一次较强的成锰作用, 且形成优质锰矿。

* 姚敬劬, 男, 56 岁, 教授, 副所长, 从事矿床地质研究。邮政编码: 443003

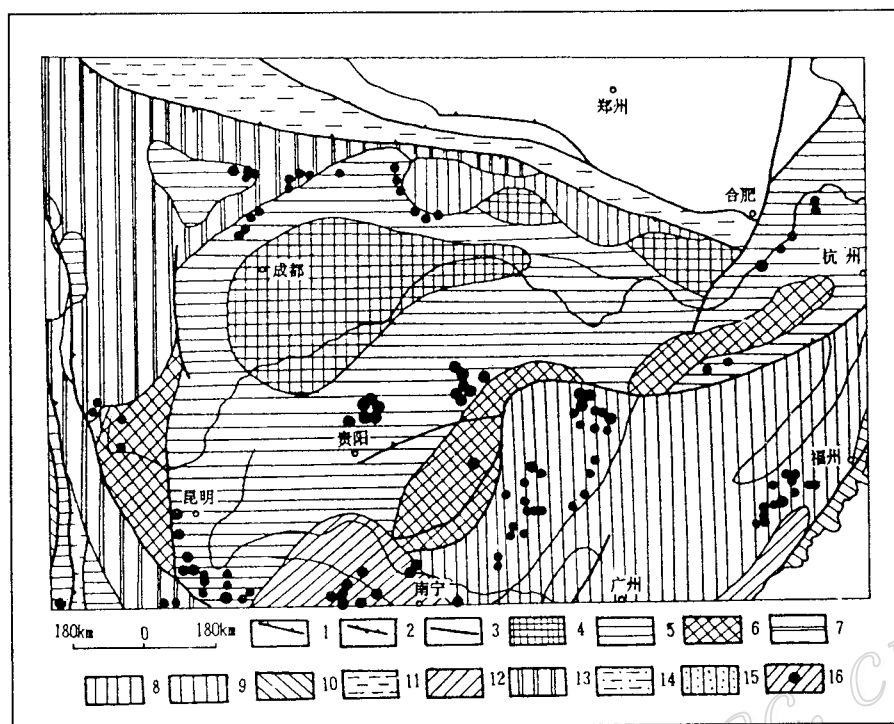


图1 锰矿分布与中国大地构造关系示意图

(构造据王鸿祯等, 1985)

1—地壳叠接消减带；2—地壳对接消减带；3—深断裂；4—吕梁阶段末固结陆核；5—晋宁阶段末固结地台；6—晋宁阶段末固结地台，隆起区；7—元古代固结中间地块及隆起；8—早加里东期褶皱带；9—中、晚加里东期褶皱带；10—海西期褶皱带；11—古生代褶皱带未分；12—早印支期褶皱带；13—晚印支期褶皱带；14—燕山期褶皱带；15—喜山期褶皱带；16—锰矿

2 岩相古地理特征

2.1 同沉积断裂与含锰岩相关系

优质锰矿产于成锰盆地的特殊岩相带中，成锰沉积盆地内的岩相分布受盆地内同生断裂的控制。湘潭、民乐、黔阳、桃江、宜山等成锰盆地内部都发育有一组近似等间距的同沉积断裂，这些同沉积断裂所在部位为深水凹陷区，并常与地壳深部沟通、海底有热水活动。盆地内沉积岩相与锰矿的关系见表1。由表可知，优质锰矿产于碳质页岩-碳酸锰亚相中，受盆地内凹陷带沉积中心的控制。

2.2 含锰岩系层序特征

优质锰矿含锰岩系属沉积层序中的凝缩段。湘锰组与磨刀溪组含锰岩系岩性组合自下而上以砂岩、砂质粉砂岩开始，依次出现页岩、碳酸锰矿层，以黑色碳质页岩夹白云岩或泥灰岩结束，代表自海进体系经凝缩段至高水位体系域的沉积层序，这一体系越发育，矿床的规模和矿石的质量也越好。

表 1 成锰盆地沉积相与锰矿关系

亚 相	碎屑岩亚相	含碳泥质碎屑岩亚相	碳质页岩亚相	碳质页岩-碳酸锰亚相
岩石组合	砂岩、含砾砂岩、粉砂岩、少量粉砂质泥岩	含碳泥岩、粉砂岩、泥质砂岩、夹白云质灰岩、硅质岩	碳质页岩、碳质粉砂岩、夹白云质灰岩、含锰灰岩	碳质页岩夹碳酸锰矿、含锰灰岩、含锰白云岩
颜 色	灰色、灰黄、灰绿	灰色、深灰色、灰黑色	灰黑色、黑色	灰黑色、黑色
矿物组合	石英、长石、玉髓、水白云母、伊利石	石英、玉髓、水白云母、伊利石、碳质、磷灰石、方解石、白云石	伊利石、水白云母、碳质、石英、玉髓、磷灰石、锰方解石、方解石、白云石、黄铁矿	伊利石、水白云母、碳质、石英、黄铁矿、磷灰石、菱锰矿、钙菱锰矿、方解石、白云石
结构构造	中粗碎屑结构，细碎屑结构，孔隙式胶结、水平层、交错层	泥质结构、细碎屑结构、泥晶结构、化学结晶结构，水平层理、斜层理	泥质结构、泥晶结构、藻球、藻鲕、藻凝块结构、晶质结构，水平层理、斜层理	泥质结构、泥晶结构、晶屑结构、藻丝、藻凝块结构，水平层、纹层、斜层、枕状构造
元素特征	Si、Al、K	Si、Al、K、C、Ca、Mg	Si、Al、K、C、Ca、Mg、Mn、Fe	Mn、Ca、Mg、C、Si、Al、Fe、S
化 石		少量微古植物	包球藻、粘球藻、隐球藻、石囊藻等	包球藻、粘球藻、隐球藻、石囊藻等
分布及含矿性	盆地边缘，不含矿	盆地内凹陷带外有含锰灰岩或含锰硅质岩产出	凹陷带内，主要控矿岩相	凹陷带中的沉积中心（洼地），锰矿定位岩相，含 1~3 层碳酸锰矿，厚 0~4 m，产优质锰矿

3 地球化学特征

形成优质锰矿的主要地球化学作用是磷铁锰的相互分离。

3.1 磷锰分离

热力学分析和实验研究表明，源区岩石的成分，以及“浸液”（热液、热水、海水、地表径流等）对源区岩石作用时的 pH 值，是决定磷、锰在源区分离的主要因素。源区岩石含可浸出的锰高、含可浸出的磷低，且“浸液”酸性强（ $\text{pH} \leq 5$ ），形成 P/Mn 值较低的成矿水溶液。在沉积区，存在着一个 pH 的“阈值”，即 $\text{pH} < 7.78$ 时，菱锰矿不可能发生沉淀，而磷酸钙却可以在 $\text{pH} = 4.46 \sim$ （或 $<$ ）7.78 时沉淀。由于沉积区海水 pH 值周期性的波动，造成磷锰沉淀的地球化学相位差，出现了优质锰矿和高磷贫锰矿相间分层的特征。

磷锰分离时的氧化还原电位（Eh 值）决定了两者的分离形式。因此在不同 Eh 条件下磷与不同的锰矿物共生。具有良好磷锰分离的各种锰矿物相的优质锰矿有庙前（硫锰矿相）、民乐（菱锰矿相）、鹤庆（黑锰矿相）、斗南（褐锰矿相）、平台（软锰矿相）。

3.2 铁锰分离

据 $\text{H}_2\text{O}-\text{Mn}-\text{Fe}-\text{CO}_2-\text{S}$ 系统中铁锰的状态及主要铁锰矿物之间的化学反应平衡方程可知，铁锰存在两个分离区：第一分离区在中酸性氧化至弱还原区， Mn^{2+} 与以 Fe_2O_3 形式存在的铁相分离；第二分离区为酸性弱氧化至弱还原区， Mn^{2+} 与以 FeS_2 形式存在的铁相分离。湘中磨刀溪与黑塘湾铁锰在第一区分离，遵义锰矿则在第二分离区实现分离。

4 后期改造特征

锰矿的后期改造(变质改造、热液叠加改造和表生氧化改造)对优质锰矿的形成具有重要意义。

4.1 变质改造和热液叠加改造

区域动热变质作用使含锰沉积或含锰火山沉积中的锰质进一步聚集,出现褐锰矿、黑锰矿及锰铝榴石、蔷薇辉石、锰橄榄石、腊硅锰矿等锰矿物。同时这些锰矿物呈粒状变晶结构,在表生氧化条件下沉积形成的微粒碳酸锰矿石更易风化,形成块状优质富锰矿石。主要优质富锰矿有城步、勐宋、黎家营等。

接触变质改造和热液叠加改造引入了大量 Fe、S、Pb、Zn、Ag 等成分,使矿石成分复杂化,如棠甘山、玛瑙山、庙前(4 号矿体)等矿形成了硫锰矿石或多金属铁锰矿。

4.2 表生氧化改造

表生氧化作用对优质富锰矿形成的主要贡献是提高锰含量,在表生氧化条件下锰磷和锰铁的分离是非常困难和非常有限的。因此只有原来为优质矿,风化后才能形成优质富矿,否则形成氧化铁锰矿或高磷氧化锰矿。风化条件的优劣决定了锰品位提高的程度和氧化带发育的深度。低纬度湿热气候、长期相对稳定且缓慢抬升的新构造运动环境,宽阔低缓的丘陵和山地是形成表生氧化型优质锰矿的有利的自然地理条件。

5 结 语

(1) 我国优质锰矿集中分布于扬子陆块边缘,岛弧边界形成沉积变质型优质锰矿,被动大陆边缘形成海相沉积碳酸盐型优质锰矿。区域应力场特征与成矿关系密切。

(2) 成锰盆地中平行等间距排列的次级同沉积断裂控制了锰矿的分布,其中凹陷最深处是大中型优质锰矿产出部位。

(3) 磷锰和铁锰分离是优质锰矿形成的两个重要地球化学过程。磷锰分离的主要原因是源区和沉积区 pH 值的周期变化,铁锰分离存在着两个不同的 pH-Eh 分离区。

(4) 区域变质使原含锰沉积中锰质进一步富集,并改变了锰的赋存状态,为表生氧化富集提供了有利条件。表生氧化改造对优质富锰矿形成的主要贡献是使锰由贫变富,矿源层或矿胚层成分优劣是是否能形成优质氧化矿的决定因素。

参 考 文 献

- 1 侯宗林等. 扬子地台周边锰矿. 北京: 冶金工业出版社, 1997, 253~289.
- 2 姚敬勋等. 扬子地台南缘及其邻区锰矿研究. 北京: 冶金工业出版社, 1995, 154~176.