

# 热水沉积矿床刍议

雷良奇\*

(桂林工学院资源与环境工程系, 桂林)

**提 要:** 结合我国的主要矿例, 重点探讨了产于沉积岩系中的热水沉积矿床的成矿背景、产出特征及地球化学特征等, 并提出了该类型矿床的一些找矿标志。

**关键词:** 热水成矿作用 沉积矿床 矿床成因

## 1 热水及热水沉积矿床

热水(指水温在70~350℃之间, 或更高水温)一般被认为是在对流循环的开放体系中, 海水(大气降水)不断地下渗, 在地壳深部获得热能形成的。由于热水对于成矿元素具有较强的溶解能力, 因此在其对流上升循环的过程中, 可将大量的成矿元素从围岩中汲取出来, 并带到一个有利的构造部位(如封闭的聚矿盆地)成矿。这种成矿作用远比岩浆成矿、变质成矿这些在封闭、半封闭条件下成矿物质的供给更有利和充分。现代海洋深潜地质调查及深海钻探(DSDP)、大陆深水湖泊(东非基伍湖等)及地下热泉(索耳顿)地质调查等研究成果揭示: 热水沉积成矿作用是广泛存在的, 并且具有十分重要的成矿意义。热水沉积矿床是指由对流循环含矿热水在地表或近地表减压环境中通过沉积作用或交代作用所形成的矿床。它包括了过去所谓的火山喷气矿床、热泉矿床、SEDEX型矿床<sup>[1]</sup>等。根据容矿岩石类型可将其划分为火山岩系列(即产于火山岩及火山沉积岩中)和沉积岩系型两类。前者以铜-锌-铜铅锌组合及金、硼为特征, 属于火山成因矿床。后者则以铅锌多金属矿床为主, 其成矿与深循环含矿热水活动事件及沉积盆地的还原“障壁”聚矿作用有关。根据围岩岩性, 可将沉积岩系型热水沉积矿床分为以下3类<sup>[2]</sup>: ①砂、砾岩型(如云南金顶铅锌矿床); ②细碎屑岩-碳酸盐岩型(如广东凡口、华北高板河等黄铁铅锌矿床); ③硅质岩-碳酸盐岩型(如甘肃西成、陕西凤太、南京栖霞等铅锌多金属矿床, 广西大厂锡-多金属、泗顶铅锌以及象州重晶石矿床等)。

## 2 热水沉积矿床的成矿背景

热水沉积矿床通常产于: ①拉张性同生断裂或裂谷控制的断陷盆地。沉积盆地的最大拉张裂陷期是热水喷流成矿活动的最有利时期, 同生断裂的交汇部位是热水喷口发育的有利部位, 在热水喷口附近发育的滞流还原凹地所形成的地球化学还原障壁环境是热水沉积矿床产出的有利场所; ②长期不稳定的大地构造环境; ③高地热场环境, 在成矿背景区大多伴生火山(次火山)活动<sup>[3]</sup>; ④泥盆系(泥盆纪正是原始泛大陆和显生宙大陆分裂前地壳热

\* 雷良奇, 男, 1957年, 理学博士, 矿床学专业。邮政编码: 541004

点活动的时期<sup>[5]</sup>)。

### 3 热水沉积矿床的产出特征

(1) 除金顶铅锌矿产于砂岩、砾岩中外, 其它热水沉积矿床大多产于细碎屑岩(泥碳质页岩、泥岩)-碳酸盐岩-硅质岩组合中, 这种容矿岩石组合还具有特殊岩石组合及构造特征, 如礁硅岩套(如大厂、西成、凤太、栖霞及凡口等, 据陈先沛<sup>[2]</sup>)和碳酸盐岩热水溶洞(如凡口、栖霞、凤太及泗顶等)。

(2) 主要赋存在海侵岩系的中、上部位(典型的沉积矿床则主要产在海侵岩系的底部——铝、铁, 或中、上部——锰、磷), 即区域性不整合面上第一个沉积旋回的碳酸盐岩中。

(3) 以层状(似层状和透镜状)和脉状(细脉状、网脉状和不规则状)两种形式产出。一般在浅水沉积环境中(水体静压力较小)形成的矿床以脉状产出为主, 而在深水环境中(水体静压力较大)形成的矿床则以层状产出为主。产在碳酸盐岩中的矿体大多呈脉状或不规则状, 而产在硅质岩、细碎屑岩中的矿体则呈层状或似层状产出。层状矿体和脉状矿体在空间上通常密切共生(当海底地形变化不大时)或伴生(当海底地形变化较大时)。

(4) 矿石组构复杂多样, 具有同生/准同生(层纹状、韵律性条带状、斜层理、粒序层理构造: 滑塌-包卷、交代构造)一成岩(结核/团块状、“砖墙”状、草莓状构造)一后生(脉状、悬粒状、隐爆角砾状构造)成矿的矿石组构特征, 即反映沉积作用、成岩作用及后生充填交代等成矿作用的特点。一般黄铁矿矿石保留的同生/准同生构造较明显, 闪锌矿矿石较少, 而在方铅矿矿石中则很难见到。此外, 产于碳酸盐岩中的矿床多具充填交代构造, 矿物晶粒一般较粗, 而产于细碎屑岩和部分硅质岩中的矿床沉积构造清楚, 矿物晶粒较细。从总体上讲, 贫矿常保留较多的同生沉积组构。

(5) 层状矿体的蚀变常发育于矿层或矿石条带的底部, 形成清晰的底蚀边<sup>[4]</sup>。常见蚀变有硅化、重晶石化、(铁、锰)碳酸盐化、萤石化、硬石膏化等。“底蚀”是含矿热水与沉积盆地底部沉积物发生水热反应的产物, 它是鉴别热水沉积矿床的有利证据之一。研究“底蚀”作用有助于探讨含矿热水的性质、成分及热水活动的规律等。

(6) 矿物成分比较简单, 一般主要为黄铁矿、闪锌矿、方铅矿, 脉石矿物主要为钙镁碳酸盐矿物、石英、有机质粘土。

(7) 容矿岩石中常见热水沉积物伴生: 富镁电气石岩、富钡长石岩、钠长石岩、纹层状硅质岩、重晶石岩、深水相膏盐层、腐泥型高碳质层(页岩)等, 以及碧玉、萤石、细一中粗晶的菱铁矿、菱锰矿等, 是鉴别热水沉积矿床的重要标志。

### 4 热水沉积矿床的地球化学特征

(1) 成矿金属元素简单(Pb、Zn、Ba、Fe/Mn), 并且具有明显的分带性。一般浅海热水沉积矿床的元素分带规律(Large, 1981)为: Cu、Fe(硫化物)→Pb、Zn、Fe(硫化物)→Ba(重晶石)→Fe(氧化物); 深海(红海海渊)为: Cu、Zn(硫化物)→Ca、Ba(硫酸盐)→Fe、Mn(氧化物)→Fe、Mn(硅酸盐)。象州重晶石矿床元素分带(Cu→Pb、

Zn→Pb、Zn、Ba→Ba→Mo、U→Mn/Fe) 与前者相似。

(2) 根据 M Solomon<sup>[5]</sup>研究, 现代太平洋洋中脊各种类型热水沉积物中 Ag、As、Sb 含量较高 (Ag 平均值为 37 μg/g, As 为 252 μg/g, Sb 为 7 μg/g 左右), 而在远洋沉积物和成岩富集金属层中 As、Sb 含量则较低 (As 为 10 μg/g, Sb 为 2~3 μg/g)。在地史时期的热水沉积矿床及围岩中, Ag、As、Sb (Hg) 及 Ba 也显示出较高的丰度。

(3) 具有较高的 Fe/Ti 值及较低的 Mn/(Fe + Mn + Al) 值。现代海洋中的热水沉积物 (如产于 Galapagos 裂谷、Famous 区及 Bauer 海渊的热水沉积物等) 的上述比值都靠近东太平洋陆隆的热水沉积物端员<sup>[5]</sup>。

(4) 稀土元素总量较低, 轻稀土元素及铈元素明显亏损<sup>[6]</sup>。

(5) 黄铁矿 Co/Ni 值一般小于 1, 具有沉积成因黄铁矿的比值特征。

(6) 铅同位素以正常铅为主, 模式年龄值变化较大, 反映成矿物质多来源及含矿热液叠加改造作用的特点。硫化物的硫同位素变化范围大 ( $\delta^{34}\text{S}$  为 20‰~30‰), 而硫酸盐的硫同位素则较稳定 (柞水银硐子、西成、象州重晶石的  $\delta^{34}\text{S}$  变化于 +17‰~+32.7‰之间, 并与中—上泥盆统海相沉积硫酸盐的  $\delta^{34}\text{S}$  平均值 +23‰± 相近, 表明硫可能主要来自于海水硫酸盐)。

## 5 热水沉积矿床的找矿标志及研究意义

(1) 在拉张性沉积盆地中, 同生断裂交汇部位及其附近产出的深水滞流还原沉积“凹”地, 是寻找热水沉积矿床的主要靶区。在我国古陆边缘裂陷沉积盆地相区 (如江南古陆南缘的桂北—湘南泥盆纪裂陷槽盆相区) 是找矿的有望地区。

(2) 地球化学标志: ① 锰晕正异常 (锰元素为海水深度及热水活动的指示元素)、铷晕负异常 (铷为陆源元素, 其丰度变化与水体深度成反比) 是寻找滞流还原聚矿“凹地”的有益地球化学指示元素; ② Fe/Al、Mn/Al、Zn/Al 及 Cu/Al 值为确定热水沉积物和热水喷口的有用指标, Fe/Al 值反映热水沉积组分与陆源碎屑沉积组分的供给变化, 其余元素比值一般朝着热水喷口方向增加。

(3) 岩石学标志: 在深水沉积岩相中出现的富镁电气石岩、富钡长石岩、暗色硅质岩、黑色页岩及硅化、萤石化、重晶石化等热水沉积岩, 是寻找热水沉积矿床的有用岩石学标志。

热水沉积成矿作用的发现给传统的矿床沉积学无疑提出了一个新的研究课题 (如高温高压或高温常压条件下沉积成矿作用的研究等), 同时, 它也强烈地冲击着传统的矿床成因理论。现代海洋中喷气沉积含锡硫化物矿床 (化) 的发现 (Franklin 等, 1988), 冲破了传统的“唯花岗岩成锡论”的禁区, 为锡矿床的成因研究和找矿展示了广泛的前景。热泉成因金矿床 (化) 的发现, 也为金矿床的找矿打开了新的思路。此外, 对于许多产于太古宙和元古宙或其它时代的块状硫化物矿床, 以及许多层控型铅锌矿床等, 热水沉积成因的观点已被或逐渐地被广大地质工作者所接受。热水沉积矿床研究热潮的兴起, 在地学研究领域中具有划时代的意义, 可以预见, 一门新兴的学科——热水 (喷气) 沉积成矿学将被创立。

## 参 考 文 献

- 1 Russell M J. 沉积-喷气 (SEDEX) 矿床的成因模式. 李鹏九译. 国外矿床地质, 1987, (3): 1~35.
- 2 陈先沛. 热水沉积矿床地球化学. 见: 涂光炽等主编. 中国层控矿床地球化学, 第3卷第5章. 北京: 科学出版社, 1988, 87~120.
- 3 Sawkins F J. 与大陆内部热点和裂谷环境有关的金属矿床. 唐连江译. 国外地质科技, 1980, (2): 20~31.
- 4 雷良奇. 广西大厂矿田长城—铜坑超大型多金属矿床矿石组构与矿床成因. 广西地质, 1991, 4 (2): 36~45.
- 5 Solomon M. “火山”块状硫化物矿床及其容矿岩石——评论及解释. 见: K H 乌尔夫主编. 层控矿床和层状矿床. 第6卷第2章. 朱上庆译. 北京: 地质出版社, 1980, 153~192.
- 6 李文达编译. 稀土元素在矿床研究中的应用. 北京: 地质出版社, 1987, 58~115.

<http://www.kcdz.ac.cn/>