

潍坊涌泉庄膨润土、沸石岩、珍珠岩 矿床矿层结构及其成因

李艳双

王玉玲

(山东省化学矿地质勘探队)

(山东省地矿局第一地质队)

摘要 本文阐述了涌泉庄火山-沉积型膨润土、沸石岩、珍珠岩三位一体矿床的矿层内部结构,将划分为 A、B、C、D、E 五种类型。提出了矿床的形成是成矿原岩在外界条件作用下连续去硅的过程,对三矿的共生在成因方面得到了一致的解释。

1 矿床地质背景

矿床位于沂沭断裂带北段,安丘-莒县断裂西侧的昌潍凹陷之南缘。地层主要为白垩系下统青山组陆相火山-沉积岩系,上统王氏组陆相正常沉积碎屑岩,以及上第三系牛山组玄武岩、砂砾岩和第四系残坡积物等。矿体产于白垩系下统火山-沉积岩系中。区内构造以 NNE 向断裂构造为主,矿区东部的安丘莒县断裂对矿区的构造格架起着明显控制作用。岩浆作用表现为燕山运动中晚期的脉动式火山喷发、喷溢活动形成了涌泉庄破火山机制。火山活动所形成的火山沉积岩系——白垩系青山组为后期成矿提供了物质基础。此期火山活动可分为两个旋回(图 1):第一旋回由中基性熔浆喷溢到酸性火山熔浆喷溢和爆发为主;第二旋回以中基性熔浆喷溢为主。

青山组火山-沉积岩是膨润土、沸石岩、珍珠岩(下简称“三矿”)的含矿岩系。包括三个岩性段:第一岩段下部以角闪安山岩、辉石安山岩、安山质凝灰角砾岩为主,夹有安山玄武岩、玄武岩及薄层状泥质粉砂岩;上部以紫红色泥质粉砂岩为主,局部夹有流纹质凝灰岩,顶部夹有透镜状薄层钠基膨润土(I Pu);第二岩段中上部以酸性火山碎屑岩和流纹岩为主,下部为安山质火山角砾岩、凝灰岩夹薄层粉砂质泥岩。自下而上含有四个膨润土矿层(I Pu, II Pu, IV Pu, V Pu),其中前两者为含沸石岩、珍珠岩的复合矿层,后两者发育局限,工业价值不大;第三岩段以辉石安山岩、角闪安山岩、安山质火山碎屑岩为主,局部蒙脱石化较强烈。

本文 1993-06 收到,1995-03 改回

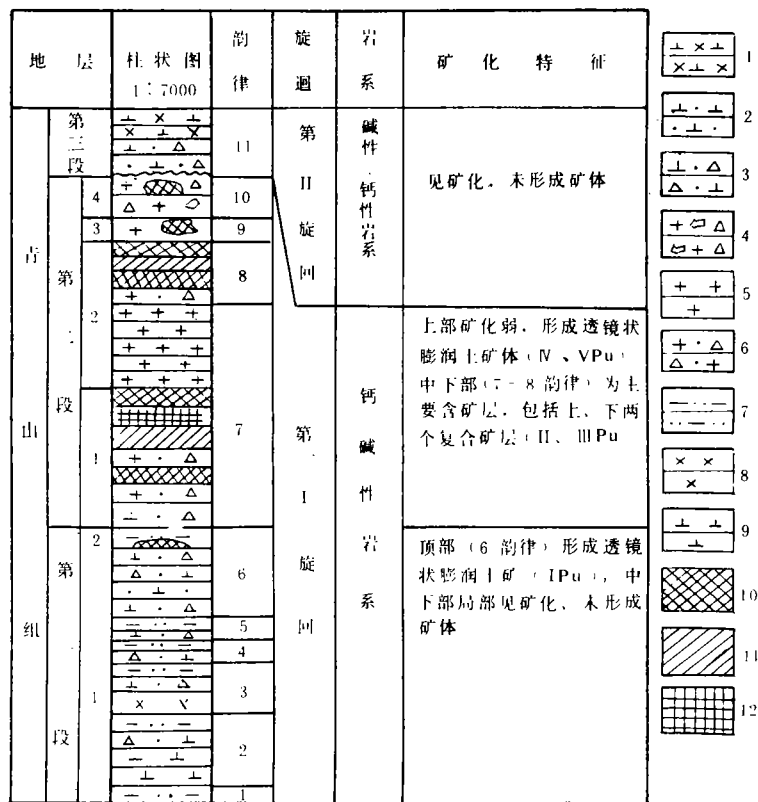


图1 含矿岩系特征

(据山东化工地质队, 1991)

1. 安山质玄武岩; 2. 安山质凝灰岩; 3. 安山质凝灰角砾岩; 4. 流纹质集块岩;
5. 流纹岩; 6. 流纹质凝灰角砾岩; 7. 粉砂质泥岩; 8. 玄武岩; 9. 安山岩;
10. 膨润土矿; 11. 沸石岩矿; 12. 珍珠岩矿

2 矿层结构

2.1 复合矿层的空间分布

由膨润土、沸石岩、珍珠岩构成的上、下两个复合矿层呈层状、似层状赋存于青山组第二岩段。三矿密切伴生。

两个复合矿层之间以流纹岩分开, 间距 20—120 米, 一般 60 米左右(图 2)。受原岩和矿化程度的控制, 复合矿层分枝、复合现象多见。上复合矿层沿走向长约 1400m, 沿倾向呈平缓波状延伸约 1100m; 厚度 0—45m, 平均 12m。下复合矿层沿走向长约 1800m, 沿倾向也呈平缓波状延伸约 2000m, 厚 10—40m。两复合矿层均在向斜翼部出露地表, 最大埋深分别为 160m 和 240m 左右。

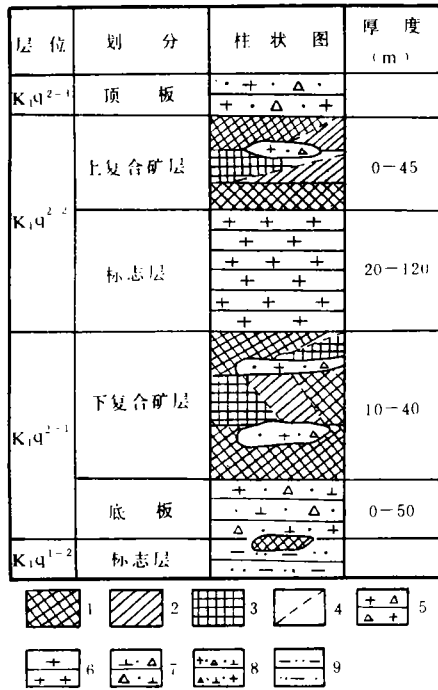


图2 复合矿层空间分布示意图

1. 膨润土; 2. 沸石岩; 3. 珍珠岩;
4. 矿化界线; 5. 流纹质火山碎屑岩;
6. 流纹岩; 7. 安山质火山碎屑岩;
8. 中酸性火山碎屑岩; 9. 泥质粉砂岩

2.2 复合矿层结构类型及变化规律

膨润土、沸石岩、珍珠岩矿层在复合矿层中一般以两者或三者复合形式出现, 单矿层间为渐变过渡关系。依各单矿层间的组合形式可大致归纳为五个结构类型(图3)。

A型和B型作为复合矿层的特殊形式, 出现的机率较小, 尤其B型更少见。复合矿层沿倾向的变化规律一般是A型(B型)→C型、D型→E型→A型变化, 沿走向的变化规律, 一般是由两端向中部出现A(B)型→C(D)型→E型, 呈现逐渐复杂的变化趋势。

另外, 膨润土矿层中的钙基膨润土和钠基膨润土具有自然分带现象, 一般界线在100m以下。在同一矿层中, 沿倾向的仰起端浅部为钙基膨润土, 向深部变为钠基膨润土, 二者之间为渐变过渡关系。

2.3 单矿种矿层的特征

2.3.1 膨润土矿层

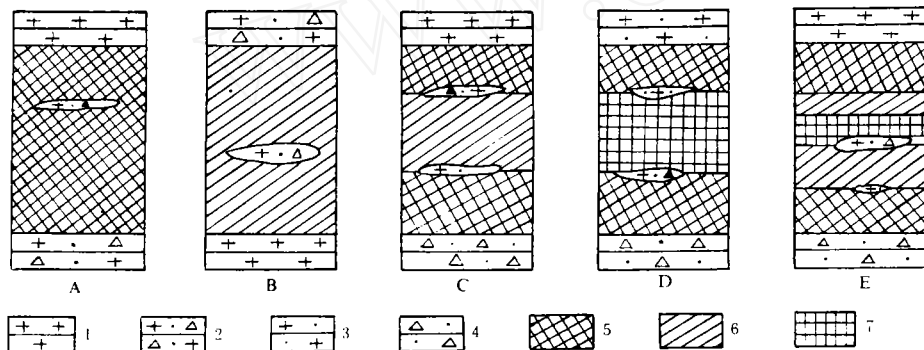


图3 复合矿层结构类型示意图

1. 流纹岩; 2. 流纹质凝灰角砾岩; 3. 流纹质凝灰岩; 4. 凝灰质角砾岩;
5. 膨润土; 6. 沸石岩; 7. 珍珠岩。A. 膨润土型; B. 沸石岩型; C. 膨润土+沸石岩型; D. 膨润土+珍珠岩型; E. 膨润土+沸石岩+珍珠岩型

含矿岩系中膨润土矿自下而上依次划分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ层,其中Ⅱ、Ⅲ两矿层为主矿层,分别赋存于下、上复合矿层中;Ⅰ、Ⅳ、Ⅴ三矿层规模很小,且呈不稳定的透镜状产出,工业价值不大。主矿层呈层状、似层状,浅部为钙基膨润土,深部逐渐过渡到钠基膨润土。矿层沿走向和倾向呈波状产出,倾角约 5° — 20° ,局部较陡。其中常夹有沸石岩和珍珠岩、火山碎屑岩,因此呈现复杂的分枝、复合现象。矿层中蒙脱石含量有由浅到深逐渐由高变低的趋势,一般 60% — 70% ,局部可高达 82% 。单矿层厚度一般在 4 — 12m 之间,向浅部变厚。

2.3.2 沸石岩矿层

沸石岩单矿层在上、下复合矿层中均有产出,往往夹于膨润土矿层之间,其间又常夹有珍珠岩矿层,局部可单独产出。由斜发沸石岩和丝光沸石岩构成,二者之间呈渐变过渡关系。丝光沸石岩矿体厚度一般为 14 — 15m ,丝光沸石含量约为 47% — 53% ;斜发沸石岩矿层厚度一般为 16 — 17m ,斜发沸石含量约 43% — 59% 。总的变化趋势是由深而浅沸石含量逐渐增加,矿层也随之变厚,这与膨润土矿层的变化是一致的。

2.3.3 珍珠岩矿层

珍珠岩呈透镜状产出,多夹于沸石岩或膨润土矿层中。下复合矿层的珍珠岩平均厚度 8m ,平均焙烧膨胀倍(K_0)为 10 左右;上复合矿层中珍珠岩平均厚度只有 5m 左右,平均焙烧膨胀倍(K_0)为 12 左右。矿层厚度存在着由深部到浅部逐渐变窄的趋势,这与上述两种矿的变化趋势恰好相反。

3 矿床成因讨论

矿床形成于中生代昌潍断陷火山盆地之白垩系下统青山组陆相火山岩建造中。其成因与酸性火山岩,特别是酸性玻璃质熔岩-碎屑岩有明显的关系,表现为严格的层控性。同时,盆地的发展和火山活动的特征对矿层的产出具有很强的控制作用。

膨润土、沸石岩在矿床中密切共生,据其变余结构、构造恢复其成矿原岩可归纳为三种类型:

- (1)珍珠岩、松脂岩等酸性玻璃质熔岩。
- (2)流纹质玻基熔岩及火山碎屑熔岩类。
- (3)由酸性玻璃质火山角砾、玻屑和火山灰组成的火山碎屑岩及火山碎屑熔岩。

这些酸性-中酸性火山玻璃物质,直接影响到膨润土、沸石岩的矿物类型及其生成速度。一般认为, SiO_2 含量低的中基性火山岩通常蚀变为菱沸石、方沸石等低硅沸石(如我国西沙群岛所见),而如涌泉庄矿区及我国多数沸石岩矿区的含 SiO_2 高的酸性、中酸性火山玻璃质岩石则通常蚀变为工业意义较大的高硅沸石,如斜发沸石和丝光沸石等。

膨润土和沸石岩与酸性火山玻璃的化学成分及密度都较为接近,成矿作用是“就地改造”完成的。但是它们之间的化学成分和密度又存在一定的差异(表1,2):从珍珠岩或酸性火山玻璃到沸石岩,再到膨润土, Si/Al 比值逐渐降低,密度逐渐减小。这种变化反应在成矿作用中是一个连续进行的过程,即火山玻璃(珍珠岩)→沸石岩→膨润土。笔者将

这一过程简称为 G-F-M 成矿作用。该过程正如美国学者 H·布拉特对沸石岩成矿模式所做的概括:火山玻璃+水介质→蒙脱石+沸石+二氧化硅+金属离子(溶液)。

表 1 岩(矿)石主要化学成分(wt%)

| 岩(矿) 石名称 | 主要氧化物含量(重量%) | | | | | | | 备 注 |
|-------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | |
| 珍珠岩 (8) | 68.89 | 13.82 | 1.32 | 1.16 | 1.29 | 4.03 | 1.97 | 除去岩(矿) 石中石英矿 物的影响 |
| 沸石岩 (10) | 68.68 | 13.79 | 1.23* 1.53** | 1.34 | 2.28 | 1.40 | 1.90* 2.26** | |
| 膨润土 (20) | 66.02 | 15.51 | 2.42 | 3.23 | 2.24 | 1.28 | 1.11 | |

注:括号中数系为样品数;*为斜发沸石岩;**为丝光沸石岩。

表 2 原岩与矿石主要化学成分、密度对比表

| 岩 矿 种 类 | 成 分 密 度 | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Si/Al (分子数) | 密 度 |
|---------|---------|------------------|--------------------------------|----------------|-----------|
| | | | | | |
| 原岩(珍珠岩) | | 70.89 | 13.82 | 12.01 | 2.10—2.24 |
| 沸石岩 | | 69.50 | 12.81 | 9.16 | 2.09—2.13 |
| 膨润土 | | 69.10 | 20.55 | 7.79 | 1.78—1.87 |

上述 G-F-M 成矿作用是火山玻璃物质的一个成岩作用及外界水介质参与下的水化蚀变过程,包括三个阶段(G,F,M),分别形成三种不同的矿产。在相同的条件下,岩石封闭早晚对水介质的活动、进一步沸石化和蒙脱石化起着决定性作用。G 阶段代

表火山玻璃(珍珠岩)成矿阶段,表明岩石过早封闭,没有充分的水介质活动,缺乏足够的水化条件。F 阶段,即沸石化阶段,其形成斜发沸石和丝光沸石,原来火山岩中的难以蚀变矿物,如部分长石、方英石、石英被残余下来。由 G 到 F,带入 Ca, Mg, Fe²⁺, (OH), 迁出 K, Na, Fe³⁺, Al 和 Si 则形成斜发沸石岩;带入 K, Ca, Mg, Fe³⁺, (OH), 迁出 Na, Al, Si 则形成丝光沸石岩。上述过程实质上是一个去硅的过程。M 阶段,即蒙脱石化阶段,是 G 阶段的继续,其形成膨润土矿,带入 Mg, Fe³⁺, Al, 迁出 K, Na, Fe²⁺, Ca, Si, (OH), 实质是一个再度去硅的过程。渐出的硅形成玉髓和蛋白石等。原火山岩中难蚀变矿物石英、方英石等仍残留于矿石间。另外,由于大气降水补给,在顺层下渗过程中,活动性小的、电负性大的 Ca²⁺ 先被蒙脱石层间所吸附,形成钙基蒙脱石;再向深部则随着 Na⁺ 浓度的相对增大,进而被吸附,形成钠基蒙脱石。局部由于层间承压水的向上渗透,在深部可能会形成上面为钠基蒙脱石,下面为钙基蒙脱石。总之,G-F-M 成矿作用实质上是一个连续去硅的过程,不同发育阶段将形成不同的矿种。

综上所述,该矿床的形成可概括为如图 4 所示的成矿模式。首先是盆地中发生火山喷发形成酸性火山玻璃质熔岩及碎屑岩。由于盆地内水体的骤冷作用,局部形成珍珠岩(G 阶段);然后是火山喷发间歇期由大气降水补给的地下水,在碱性(pH=9-11)条件下对酸性玻璃进行水化,即沸石化(下阶段)。玻璃物质(包括珍珠岩)可以全部转化为沸石岩,也可以因岩矿层的过早封闭而部分矿化;最后是蒙脱石化(M 阶段)。由于沸石化中碱金属离子的带入,造成水介质的 pH 值降低(pH=8-10),因而发生蒙脱石化作用。上面三个

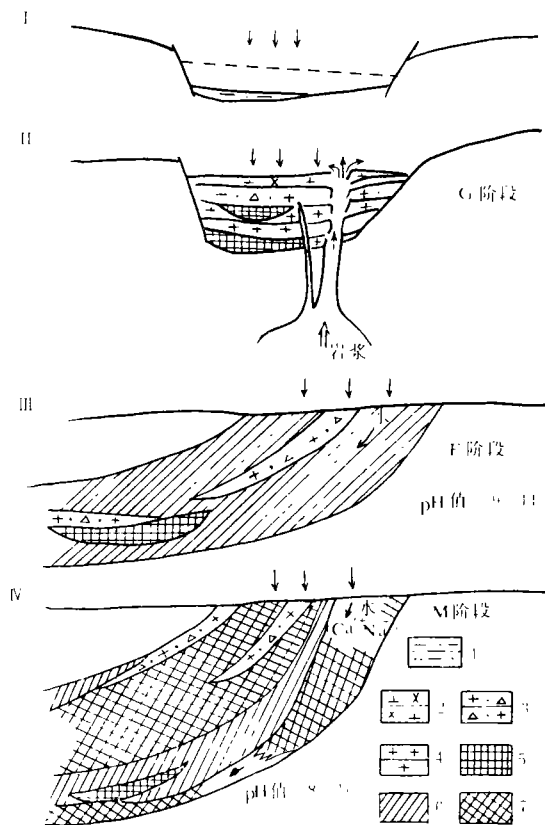


图4 成矿模式示意图

1. 粉砂质泥岩; 2. 安山玄武岩; 3. 流纹质凝灰角砾岩;
 4. 流纹岩; 5. 珍珠岩; 6. 沸石岩; 7. 膨润土。
 I. 陆相水盆地; II. 火山喷发形成中酸性玻璃物质
 (包括珍珠岩矿); III. 沸石化: 火山玻璃 + H₂O → 沸石
 + SiO₂ + 残余矿物; IV. 蒙脱石化: 沸石 + H₂O → 蒙
 脱石 + SiO₂ + 残余矿物(长石、石英、方英石等)

阶段是连续进行的,针对某个玻璃质岩层而言,从周围向内部依次进行。矿化前缘进行沸石化,后缘也开始了蒙脱石化,一旦岩矿层完全封闭,造成了三种矿的包卷式(E型)复合共存。

值得一提的是膨润土的形成与地表水下渗直接相关。富含 Ca²⁺ 和 Na⁺ 的地表水,顺层下渗过程中发生蒙脱石化。Ca²⁺ 的化学活动性较小,而电负性较大,首先被吸附于蒙脱石晶层间。当溶液中 Ca²⁺ 的浓度减小到某一极限时,蒙脱石就只能把 Na⁺ 作为吸附的对象了。这就造成膨润土矿属性的自然分带,即浅部先形成的蒙脱石为钙基,深部晚形成的为钠基。这一规律同时也解释了该矿床中局部出现(100 米以下)钠基膨润土在上,而钙基膨润土在下的现象,这与下渗水在层内承压向上运移以及蒙脱石化的先后有关。

本文在编写过程中得到矿区工作者方明工程师、张培东助理工程师的大力支持。成文后山东省地质科学实验研究院王万奎高级工程师几度审阅文稿,提出许多宝贵意见。在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] 张成基,1984,山东省沸石岩矿床地质特征及成矿条件初析,地质论评,第30卷,第3期。
 [2] 徐邦梁,1979,《沸石》,地质出版社。
 [3] 金隆裕,1992,山东省中生代玻璃质火山岩的岩石学和岩石化学特征,山东地质,第8卷,第1期。
 [4] R·L·海,1978,《沉积岩中的沸石及其成因》,地质出版社。

THE DEPOSIT STRUCTURES OF WEIFANGYONGQUANZHUANG BENTONITE, ZEOLITE AND PERLITE DEPOSIT AND ITS ORIGIN

Li Yanshuang

*(The Geological Exploration Brigade of
Chemical Deposits of Shandong Province)*

Wang Yuling

*(The First Geological Brigade Shandong
Bureau of Geology and Mineral Resources)*

Abstract

The paper elucidates the inner structures of the ore beds in the volcano — sedimentary bentonite, Zeolite and perlite three — combined in one deposit near Weifang Yongquanzhuang village and classifies them into five types of A, B, C, D and E. It is proposed that the formation of the deposit was the result of continuous desilicification of ore — forming original rocks under the action of exogenic forces. For the association of three kinds of deposits a consistent genesis explanation is given.