

## 山东省大汶口盆地盐类成矿模式讨论

朱猛, 谭现锋, 赵季初

(山东省鲁北地质工程勘察院, 山东德州 253015)

**摘要:**在阐述大汶口盆地区域地质背景和成矿特征的基础上,分析了矿物质来源、矿床成因、矿物质富集和蒸发沉积,建立了大汶口盆地成矿模式。认为大汶口盆地成矿是受区域背景控制的特定空域内的客观产物,区域盆地边缘地层是成矿的物质基础,成矿物质经水流迁移,从周边汇聚到盆地,后经干燥蒸发沉积,形成了盐类矿物。

**关键词:**盐类;物质来源;成矿模式;沉积建造;大汶口盆地;山东省

中图分类号:P586

文献标识码:A

**引文格式:**朱猛,谭现锋,赵季初.山东省大汶口盆地盐类成矿模式讨论[J].山东国土资源,2016,32(1):26-29.

ZHU Meng, TAN Xianfeng, ZHAO Jichu. Study on Metallogenic Model of Salts in Dawenkou Basin in Shandong Province [J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(1): 26-29.

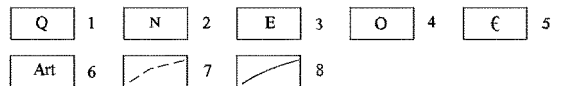
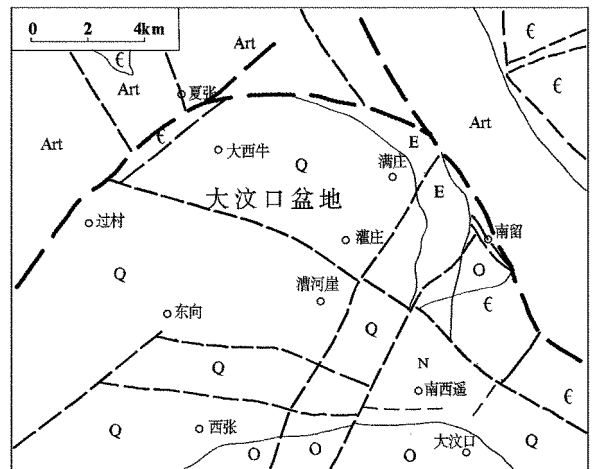
大汶口盆地是鲁西地区沉积矿产重要富集区,不同的研究者对该盆地矿床成因和成矿类型,提出了诸多不同的认识。成矿模式是用简明的图表、文字或数学公式对某类矿床的成矿地质特征、控矿因素及矿化标志进行的高度综合和理论概括。特别是图模式可以形象、直观地表述矿床相互之间的内在成因联系及形成、分布的时空特征等。根据以往工作中收集到的大汶口盆地的资料<sup>①</sup>,结合对沉积盆地形成的认识和理解。从大汶口盆地的区域背景及成矿特征,结合成矿物质来源、矿床成因和蒸发沉积综合分析,对大汶口盆地盐类成矿模式进行讨论。

## 1 区域地质背景及成矿特征

### 1.1 区域地质背景

大汶口盆地地处鲁西隆起区鲁中隆起的北部,泰山山脉的西南麓,北邻东(平)布(山)凸起,南接东(平)蒙(山)凸起,东与汶东凹陷相通。盆地内石膏、岩盐等盐类蒸发岩建造的形成,是鲁西旋卷构造和汶蒙断陷带构造演化的必然结果。

区域地层主要发育有新太古代泰山岩群,寒武—奥陶纪长清群、九龙群、马家沟群,古近纪官庄群,新近纪黄骅群及第四系(图1)。其中,大汶口组



1—第四系;2—古近系;3—新近系;4—奥陶系;5—寒武系;6—新太古代泰山岩群;7—断层;8—地质界线

图1 大汶口盆地区域地质略图

岩系是盆地主要组成地层,它控制盆地内主要盐类矿产的赋存与分布。在盆地边缘和盆地内次级凸起上沉积厚度较薄,次级构造洼地中沉积厚度较大。其次为官庄群朱家沟组,见于盆地东部边缘地带。上部地层为黄骅群明化镇组、第四系,基底为马家沟群<sup>[1]</sup>。

收稿日期:2015-04-24;修订日期:2015-05-22;编辑:曹丽丽

作者简介:朱猛(1978—),男,辽宁锦州人,高级工程师,主要从事地质勘查工作;E-mail:zhumeng28@163.com

<sup>①</sup>山东省地质矿产局,鲁西南地区古近系成钾条件研究,1984年。

## 1.2 成矿特征

大汶口盆地内发现的主要盐类矿物为石膏和岩盐,其特征如下:

断裂构造以盆地西北部、北部、东部边缘断裂规模较大,它们的不均衡活动,相互制约、改造了盆地的生成和发展。特别是盆地断裂构造对矿床起着明显的控制作用,在盆地沉降过程中的持续活动将盆地分割成若干洼地,在临汶洼地、北西遥洼地均不同程度的沉积有巨厚的石膏、硬石膏矿床。其中,东向洼地、满庄—大西牛洼地沉降幅度最大,形成洼地最深,近而导致了在沉降过程中卤水向该洼地聚集,形成了与硬石膏岩相伴生的多层岩盐、钠镁盐和钾镁盐等盐类沉积。

岩浆岩主要分布于盆地北部及中部的官庄群大汶口组中段、上段。岩浆呈岩床状贯入泥灰岩、泥岩与石膏之间的软弱结构面。岩性深部为橄榄辉绿岩,浅部为含橄榄辉绿玢岩、玄武岩,属于喜马拉雅期基性超浅层侵入岩<sup>[2]</sup>。

### 1.2.1 空间分布

(1)石膏赋存在古近纪官庄群大汶口组中段、上段的上下2个矿带内,矿带在平面上呈椭圆形分布,东西长约18 km,南北宽约14 km,面积约为160 km<sup>2</sup>。矿带产状与地层产状一致,因受控于盆地形态,矿带由盆地边缘向盆地中心倾斜;由于矿带最厚部位分布在盆地西偏北的部位,因此矿带在总体上向NW倾斜,倾角一般为3°~7°,最大为9°。

(2)岩盐赋存在古近纪官庄群大汶口组中段内,矿带在展布上呈现出“山”字形状,分布于东向洼地内及满庄大西牛洼地内。东西长约12 km,南部宽3~7 km,分布面积约50 km<sup>2</sup>。在剖面上含盐段(包括各层岩盐矿层及其夹层不同),总体上与地层一致,呈向NW缓倾斜的透镜体状,而每个单一岩盐矿体均呈层状。岩盐矿层总体倾向284°,倾斜较平缓,倾角在3°~7°之间。

### 1.2.2 矿石类型及其物质成分

(1)石膏:根据矿石矿物类型、结构构造特征,划分7种自然类型分别为:中细粒块状普通石膏、条纹条带状石膏、条纹条带状硬石膏、块状硬石膏、泥质石膏、透明石膏和纤维石膏。矿物主要为石膏和硬石膏;脉石矿物主要为粘土矿物、方解石、自然硫、氧化铁质、钙芒硝、有机质等。

(2)岩盐:根据矿石颜色、矿石的矿物成分、结

构、构造及其成因,将矿石的自然类型划分为3个,即块状石盐岩、含杂质石盐岩和脉状石盐岩;矿物种类以氯化物石盐为主,其次为硬石膏、钙芒硝、杂卤石等硫酸盐矿物及少量粘土矿物。

### 1.2.3 围岩类型及分带性

(1)石膏:矿层的顶、底板岩性以泥岩、页片状泥灰岩(页岩)为主,泥灰岩次之,含膏—膏质泥岩较少。

(2)岩盐:顶板为灰色硬石膏岩和泥灰岩、页片状泥灰岩互层,夹油页岩等;底板以灰色硬石膏岩为主,断续夹泥灰岩。含盐段内诸矿层顶、底板为灰色硬石膏岩、含膏泥灰岩,少量泥灰岩和油页岩。

## 2 成矿物质来源

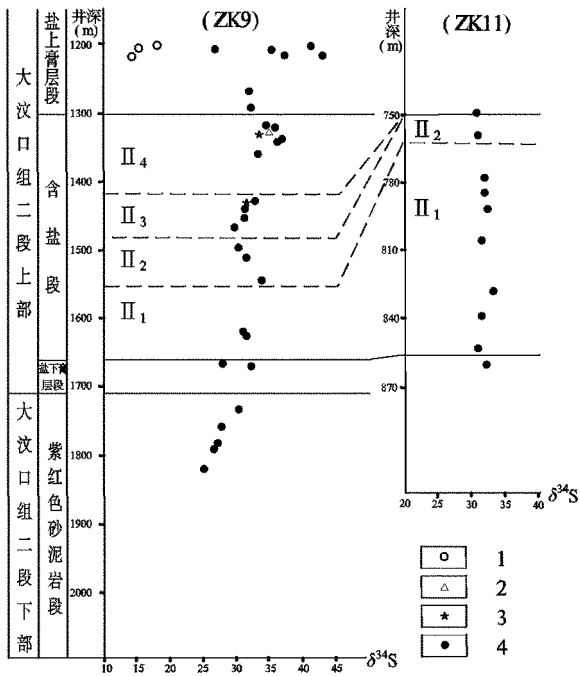
该区地质历史上存在着几个成盐时期,经历了海相海陆交替到陆相长期继承性沉积历史,这对陆相成盐物质的积聚是很有利的,凹陷周边广泛发育寒武、奥陶纪的白云岩、石膏、硬石膏岩,在长期淋滤风化的过程中,必然要把含Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>和SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>等风化物质随地表水带入到盆地中。

根据收集到的该区内的硫同位素样品数据,盆地内的蒸发岩和自然硫的同位素组成明显分为2个趋势:硫酸盐富集同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $(24\sim 42)\times 10^{-3}$ ,其差值较大,而且在分布上 $\delta^{34}\text{S}$ 值呈自上而下逐渐升高的趋势;自然硫的同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 值较低,只有 $(14\sim 20)\times 10^{-3}$ ,与其伴生的石膏 $\delta^{34}\text{S}$ 值则高达 $42.5\times 10^{-3}$ 。

根据图2上的硫酸盐 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化特征,总结出以下变化规律:

(1)在大汶口组二段下部紫红色砂泥岩中,硬石膏的 $\delta^{34}\text{S}$ 值是剖面上最低值,一般为 $(25\sim 27)\times 10^{-3}$ ,仅在顶部升高到30.1‰,这个数值于寒武—奥陶系溶解硫酸盐的 $\delta^{34}\text{S}$ 值相当(寒武—奥陶系中硫酸盐的 $\delta^{34}\text{S}$ 值在 $30\times 10^{-3}$ 左右)。因此, $\delta^{34}\text{S}$ 值主要取决于补给盆地的寒武—奥陶系溶解硫酸盐的同位素组成。

(2)在大汶口组二段上部的整个含盐系中, $\delta^{34}\text{S}$ 值一般都 $>30\times 10^{-3}$ ,盐下膏层段为 $(27\sim 31)\times 10^{-3}$ ,含盐段II1~II3韵律为 $(31\sim 33)\times 10^{-3}$ ,II4韵律为 $(33.5\sim 36.5)\times 10^{-3}$ ,而在盐上膏层段的下部则降低到 $31\times 10^{-3}$ 左右。整个含盐系的 $\delta^{34}\text{S}$ 值表现为由低—高一低的变化趋势。



1—自然硫;2—钠镁盐;3—杂卤石;4—硬石膏

图2 盆地内硫酸盐的重硫同位素组成分布图

盐下膏层段的卤水浓度是含盐系中最低的,只有硬石膏的沉积, $\delta^{34}\text{S}$ 值也最低,含盐段的II<sub>1</sub>~II<sub>3</sub>韵律卤水浓度在下部变化不大,到上部则缓慢上升;下部只有石盐和硬石膏的析出,到中、上部才有杂卤石的交替出现;到II<sub>3</sub>上部局部发育有钠镁盐薄层;其 $\delta^{34}\text{S}$ 值同样表现为缓慢地上升,其差值只有 $2 \times 10^{-3}$ 左右,到含盐段的II<sub>4</sub>韵律时期,卤水的浓度有较大的增加,不仅有杂卤石层,而且有大量钠镁盐层发育;其 $\delta^{34}\text{S}$ 值 $>33.5 \times 10^{-3}$ ,在II<sub>4</sub>的中上部第三盐韵律的时期 $\delta^{34}\text{S}$ 值达到最高值( $36.5 \times 10^{-3}$ ),表明卤水浓缩程度达到最高阶段。此后析盐阶段结束,全区出现淡化,沉积盐上膏层段,其 $\delta^{34}\text{S}$ 值降低到 $31 \times 10^{-3}$ 左右,卤水浓度明显下降。从 $\delta^{34}\text{S}$ 值在含盐系中的这种变化规律,反映了卤水的演化经历了淡化—浓缩—淡化的全过程<sup>[3]</sup>。

总之,盆地内的同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $(24 \sim 42) \times 10^{-3}$ ,远远大于海洋硫酸盐及海相成因蒸发岩中的 $\delta^{34}\text{S}$ 值(现代海洋硫酸盐以及海相成因蒸发岩的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $(19.0 \sim 24.3) \times 10^{-3}$ ,多在 $21 \times 10^{-3}$ 左右),加上含盐系中硫酸盐 $\delta^{34}\text{S}$ 值的研究结果,说明了该区属内陆物源补给关系。

### 3 矿床成因

盐类矿物的形成离不开外界环境,从古地理、古构造和古气候影响因素等方面分析得出:

(1)大汶口盆地沉积时古气候炎热干旱,适合盐类物质的沉积形成。

(2)大汶口组盐矿属于陆相断块隆起上准平原化的盐湖沉积,这种古地理严格控制了该区岩相分布,在凹陷带抬升的部位,堆积着始新世时期冲积相的碎屑岩,在相对低凹开阔的部位为湖泊相或咸化湖相沉积。

(3)汶口-蒙阴断陷带内部还发育更次级横向断裂,这些断裂形成多个次盆地,为成盐时期卤水分异作用提供了构造条件。盆地中由于同生断裂活动进一步将盆地分割成若干个洼地使洼地下降过程中在深洼中聚集浓缩卤水,沉积盐类物质。

(4)从相邻凹陷的补给、凹陷周边补给、古老泰山岩群变质岩风化补给问题上,物质来源具有多样性。

上述4个方面为盐类物质沉积提供了必要的条件,最终使盐类在次级凹陷中沉积,且集中分布在盆地中心部位。

### 4 大汶口盆地成矿模式

综合所述,建立图3所示的大汶口盆地成矿模式<sup>[4-5]</sup>,并说明如下:

(1)第I阶段为断陷初始( $E_1 - E_2$ )。由于太平洋板块向亚欧大陆板块挤压和俯冲,受燕山运动的影响,地层发生了广泛的褶皱和断裂,形成了南超北断的断陷带初始形态。

(2)第II阶段为断陷发展( $E_2^2 - E_3^1$ )。随着构造运动的不断演化,断陷带不断被分割成小的凹陷盆地,同时,大量水流带动砂岩、砾岩不断向断陷汇聚,沉积在盆地底部,形成河湖相碎屑岩沉积层。

(3)第III阶段为断陷萎缩( $E_3^2 - N$ )。断陷带内的构造随时间的变化,不断移动,断裂带的分割持续。同时,该期气候炎热干燥,蒸发量大于补给量,盐类矿物不断析出,形成化学岩、碎屑岩沉积层。

(4)第IV阶段为盆地平原化( $N - Q$ )。随着太平洋板块运动方向再次发生显著的变化,构造、剥蚀活动变缓,低洼处逐渐被新近系、第四系所覆盖填平。

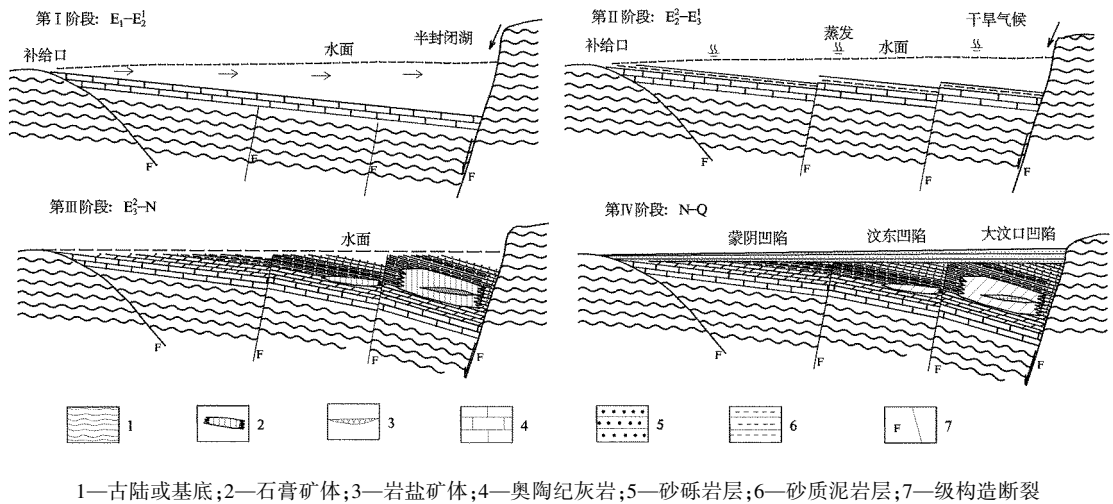


图3 大汶口盆地盐类成矿模式图

## 5 结语

通过对大汶口盆地的区域背景及成矿特征,结合成矿物质来源、矿床成因和蒸发沉积方面综合分析,取得以下主要认识:

(1)大汶口盆地形成演化和消亡是一个动态的过程,因受古地理、古构造及古气候条件的综合影响,盆地内充填结构和构造格架在这个动态构成中一直发生着时间、空间演变,构成了复杂的盆地内部构造。

(2)大汶口盆地演化经历的初始阶段、发展阶段、萎缩阶段和平原化阶段。其中,第Ⅲ阶段萎缩阶段是盆地蒸发沉积矿产重要的成矿阶段。

(3)盆地中心沉积的巨厚层的石膏、岩盐等主

要矿产与盆地的几何形态、古坡度、物质来源、流水体系、充填速率等多种因素有关。

致谢:在成文过程中得到了审稿人提出了宝贵的修改意见,在此向他们致以衷心的感谢!

## 参考文献:

- [1] 秦守萍,高明波,朱国庆,等.泰安汶口盆地吴家新庄石膏矿地质特征及成因分析[J].山东国土资源,2008,24(4):25-28.
- [2] 朱猛,梁进元,魏迎雨.山东省大汶口盆地侵入岩分布及岩性特征[J].能源与节能,2014,(5):78-90.
- [3] 朱忠德.山东大汶口盐矿盐类沉积的韵律特征和沉积阶段[J].矿床地质,1988,7(1):87-96.
- [4] 郜兆典,张妮.广西沉积矿床成矿系列成矿模式及控矿因素[J].广西地质,1998,4(11):15-23.
- [5] 刘鸣皋.试论同生断层对山东大汶口红层碎屑岩盆地盐类沉积的控制作用[J].山东地质,1986,2(2):1-13.

## Study on Metallogenic Model of Salts in Dawenkou Basin in Shandong Province

ZHU Meng, TAN Xianfeng, ZHAO Jichu

(Lubei Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Dezhou 253015, China)

**Abstract:** On the basis of studying regional geological background and mineralization characteristics of Dawenkou basin, analyzing minerals sources, the origin, minerals enrichment and evaporation deposition, metallogenic model of Dawenkou basin has been established. It is regarded that mineralization in Dawenkou basin is specific objective product controlled by regional background. Metallogenic ore-forming materials is region basin edge formation. The metallogenic substance collected in this basin by water migration and the saline minerals is formed after evaporation deposition.

**Key words:** Salts; material source; metallogenic mode; sedimentary evaporation; Dawenkou basin