

老挝东泰钾镁盐矿床钾盐成生顺序成因探讨

元协全¹,成世才¹,宋永芬²,陈刚¹,马浩宁³

(1. 中化地质矿山总局山东地质勘查院, 山东 济南 250013; 2. 济南春旭化工设计有限公司, 山东 济南 250014; 3. 山东省核工业二四八地质大队, 山东 青岛 266600)

摘要:通过对钾盐成生四相体系图的推演,分析 Br 元素在钾石盐和光卤石中含量及变化规律的差别,结合光卤石晶体形态的研究,得出老挝东泰矿区出现钾石盐在上光卤石在下的层位顺序是钾盐矿(光卤石)在形成以后发生元素迁移和重结晶作用的结果。

关键词:钾石盐;光卤石;成生序列;元素迁移;重结晶作用;老挝东泰矿区

中图分类号:P619

文献标识码:A

老挝东泰矿区位于呵叻高原北部沙空那空盆地的东北缘,为以高镁为特征的呵叻高原钾盐沉积的一部分。呵叻高原是世界上最大的钾盐沉积矿床之一。关于呵叻高原钾盐成因、物源等问题已有相关研究,曲懿华等认为:构造运动控制成盐盆地形成,古海水作为钾盐来源,因此矿床成因为海源陆相成因^[1,2]。该文对东泰矿区矿层沉积次序进行分析,对研究矿床成生机理有一定指导意义。

1 区域地质概况

1.1 岩相古地理

侏罗纪晚期燕山运动使呵叻高原边缘隆起,而盆地中心则相对沉降,加之气候炎热、干燥,该区开始进入成盐阶段;古新世以后,该区结束盐类沉积;至始新世末发生区域性隆起,该区沉积历史结束^[3]。

1.2 区域构造

区域构造总体为一枢纽向北扬起的复式向斜构造^[4],研究区位于沉积盆地的东北缘,略具边缘沉积相,如图1。该区岩浆岩不发育,区域中新世代地层简述如表1。

2 矿区地质

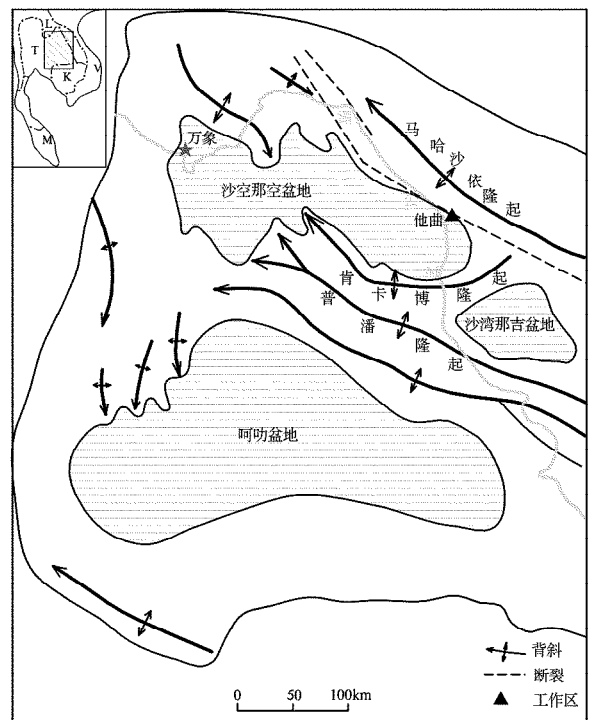


图1 呵叻高原构造略图

2.1 矿区地层

根据塔杜波 (Ta Duc Bon) 等的资料,将该区含盐系地层划分为3个泥岩层和3个岩盐层,一个岩盐层和一个泥岩层构成一个沉积旋回。由下而上简

述如表2^[3]。

表1 呵叻高原地区中生代地层

纪	世	群、组名称		厚度(m)	岩性特征
Q		未定名			未固结的粘土、砂和砾石、红土
E-K	上	未定名		50~590	砂岩、粘土岩、细砂岩和玄武岩
	下	上	马哈沙拉堪组 Maha Sarakham	377	泥岩、粉砂岩、砂岩、硬石膏、岩盐、光卤石、钾石盐
J	上		呵叻群	班纳尤组 Ban Na Yo	35~709
	中	普潘组 Phu Phan		82~183	砂岩、砾状砂岩、砂砾岩和粘土岩
	中	少夸组 Sao khua		404~720	钙泥质粉砂岩和砂岩
		普拉维汉组 Phra Wiham		56~136	砂岩、砂砾岩、页岩和细砂岩
	下	普坎东组 Phu Kradung		244~1111	砂岩、粉砂岩、泥岩和砾岩
T	上	下	南蓬组 Nam Pha	35~1465	钙质粉砂岩、泥岩、页岩和泥质砂岩
P		未定名			

表2 矿区地层划分

代	纪	世	组	代号	厚度(m)	岩性特征
新生代	第四纪湄公河组			Qmk	0~10.4	土黄色,含砂砾、砾石、结核粉质粘土
	古近纪	古新世	农波组	E ₁ nb ₃	0~68.13	红褐色、青灰色泥岩,含石膏
					2.19~21.50	灰黑色、灰绿色石膏-硬石膏,含泥质
					0~120.48	红褐色、青灰色泥岩,含石膏
				E ₁ nb ₂	2.45~180.59	白色、灰白色,透明粗中粒石盐晶体,偶见石膏、泥岩夹层,局部见钾石盐透镜体
					4.45~144.67	红褐色、青灰色泥岩,含石膏、光卤石
					18.91~269.66	白色、灰白色,透明粗粒石盐晶体,顶部为钾盐带,钾盐带厚度变化很大,由钾石盐、石盐、光卤石组成,局部夹石膏透镜体
中生代白垩纪参朋组			K ₂ cp	500~550	红色、青灰色砂岩、粉砂岩	

2.2 矿区构造

根据重力勘探推断,该区断裂以NW和NE两组断裂为主;SN向和EW向断裂很少^[3]。其中,NW向断裂形成较早,延深约250m以上;NE向断裂形成稍晚,延深较浅,约100m左右,多切割NW向断裂。

2.3 矿体特征

东泰矿区钾盐矿矿体分布较广,大致呈NW—SE方向展布,产状近似水平,主矿体产于古近纪农波组下盐层的顶部,呈层状、盐丘状产出,具加厚减薄现象,局部地段具分支复合现象(图2)。个别钻孔未见矿,说明矿层中间不连续。多数情况下,上为钾石盐矿层,下为光卤石矿层。中盐层顶部也存在小规模透镜状次要矿体,仅在局部地段具工业意义。

2.4 矿石特征

光卤石(MgCl₂·KCl·6H₂O):无色到浅粉红色、红色至肉红色,一般呈他形、不规则粒状集合体出现,粒度一般0.2~0.8cm,个别可达1cm以上。

镜下观察:单偏光下为无色透明、自形一半自形粒状晶体,粒径0.2~2mm。

钾石盐(KCl):通常呈浅红色、红褐色、砖红色、青灰色、无色等,该矿物一般呈粒状,粒度随产出位置不同而异,一般0.1~0.5cm,他形一半自形,少数为自形或不规则粒状,镜下观察:呈自形一半自形立方晶体。

3 成生序列

3.1 矿层理论成生序列

根据盐类矿物的沉积特征,理论上自下而上依次为:石膏—石盐—钾石盐—光卤石。

为了说明钾石盐及光卤石的理论成生序列,引入程怀德等^[5]盐类沉积四元体系相图的理论,如图3将ADEFGA区划分为3个区:ADI高钾低镁区、AIE高钾高镁区和AEFG低钾高镁区,具有这3个区体系点特性的母液组分分别为M₁、M₂和M₃。对于M₁组分的母液蒸发时,体系点由M₁→P₁,蒸发析

盐顺序:氯化钠→氯化钠 + 氯化钾→氯化钠 + 光卤石→氯化钠 + 水氯镁石。对于 M₂ 组分的母液

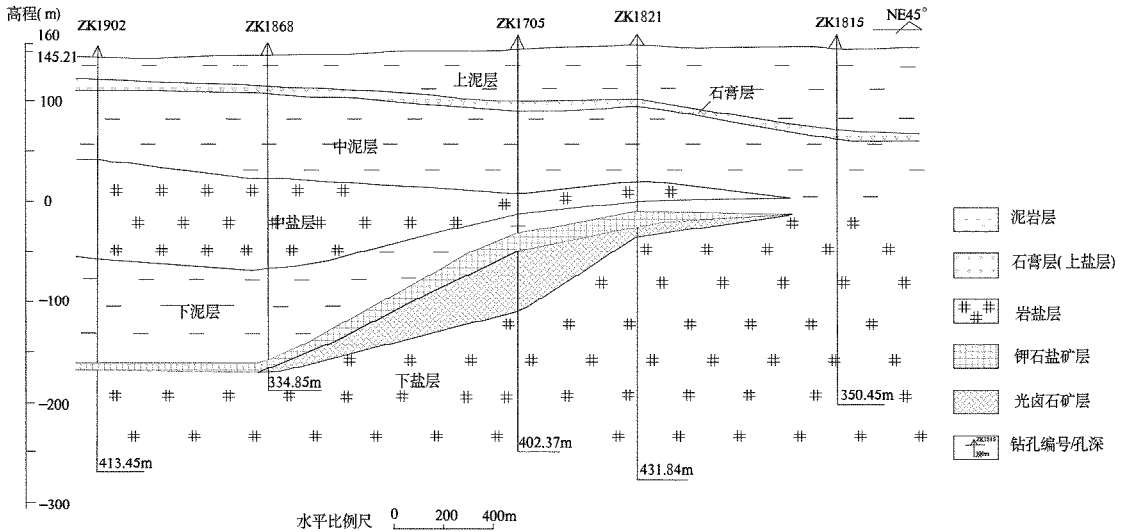


图 2 老挝东泰矿区某勘探线剖面图

蒸发时,体系点由 M₂→P₂,蒸发析盐顺序:氯化钠→氯化钠 + 氯化钾→氯化钠 + 光卤石→氯化钠 + 水氯镁石。对于 M₃ 组分的母液蒸发时,体系点由 M₃→P₃,蒸发析盐顺序:氯化钠→氯化钠 + 光卤石→氯化钠 + 水氯镁石。从这 3 种蒸发析出顺序可以看出,钾石盐始终较光卤石先析出,即钾石盐层在下,光卤石层在上。

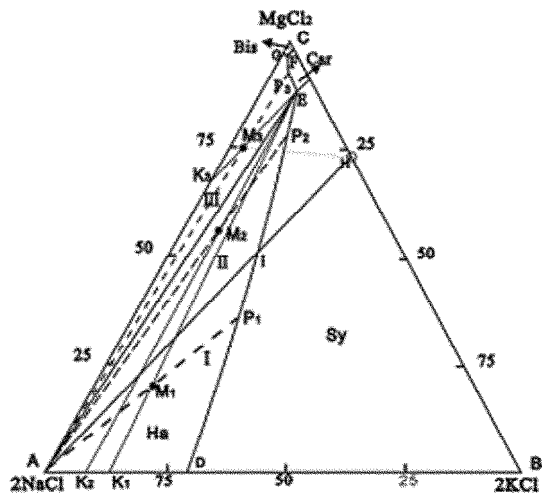


图 3 NaCl - KCl - MgCl₂ - H₂O 四元体系相图(25℃)^[5]

3.2 工作区实际矿层顺序

工作区及邻区实际矿层顺序与此理论序列恰恰相反,多数情况下钾石盐层位于光卤石层的上面,见图 2。

4 成因分析

4.1 Br 元素含量及变化规律

笔者试从地球化学的角度,从东泰矿区下盐层 Br 元素随深度的变化规律中分析该区形成钾石盐在上、光卤石在下的原因。

从图 4 可以看出,光卤石中的 Br 在剖面上的含量自下至上逐渐增大,到 303.31 m,当光卤石含量达到 55.43% 时,Br 含量达到最大值 0.334%。这是因为随着古海水的蒸发,卤水浓度越来越大,卤水中 Br 含量自然也越来越大,所以,作为与 Cl 同族的 Br 在蒸发析出的盐中的含量也越来越大。

从图 5 可以看出,钾石盐中的 Br 在剖面上的变化幅度很小 (Br 含量 0.05% ~ 0.1%),含量也很低,要比光卤石层低得多。笔者推测,钾石盐不是原生沉积形成,它是原生光卤石经水解和重结晶作用而形成的次生产物。

随着成盐卤水在演化过程中不断蒸发浓缩,Br 元素的含量是逐渐升高的过程,基本应表现为自下而上平缓增加的趋势^[6],图 4 中光卤石矿中溴在剖面上的含量自下至上逐渐增大的情况与这一推论是一致的,但在钾石盐矿中,溴含量在剖面的变化幅度很小,且含量很低,仅为在光卤石中的 1/5 ~ 1/3,两者差别十分明显,笔者推测,这是因为钾盐矿在形成以后发生过元素迁移和重结晶作用的结果。这一推

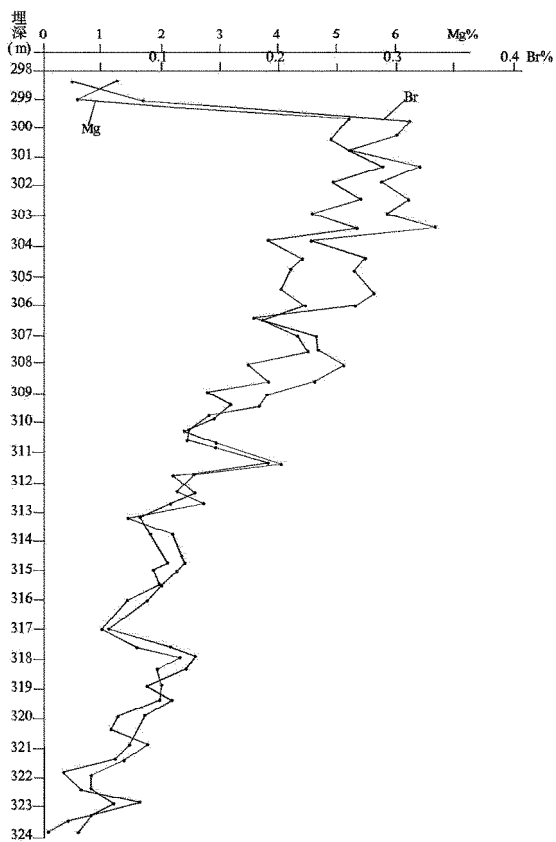


图4 东泰某钻孔光卤石中 Br 含量剖面图

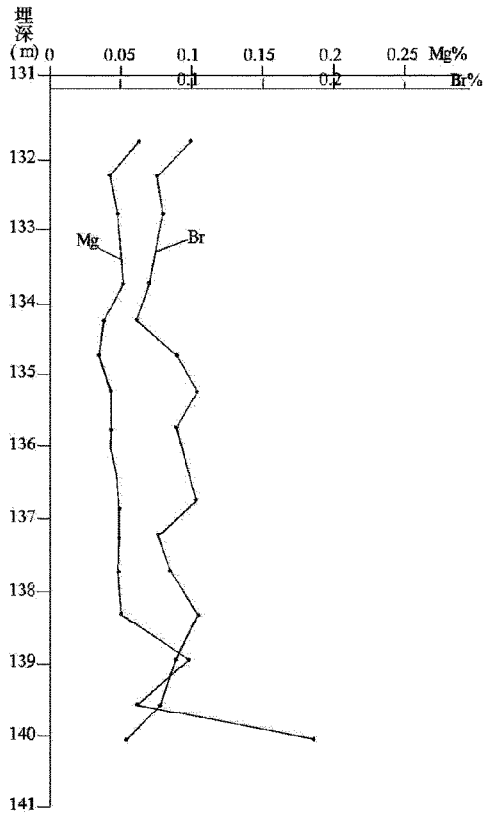


图5 东泰某钻孔钾石盐中 Br 含量剖面图

测从对老挝万象平原钾盐矿床的研究中得到验证。

4.2 光卤石晶体形态

在万象平原部分矿区光卤石矿石中,石盐晶体被光卤石包裹^[7,8],说明在石盐形成以后,高镁高钾的层间卤水沿石盐层的构造裂隙和晶间裂隙流动,并将其填充,后来在结晶作用下形成光卤石将石盐晶体包裹;相反,在光卤石矿体形成以后,层间卤水或沿上部裂隙流下的 K 饱和 Mg 不饱和的卤水,选择性地溶解了光卤石中的 $MgCl_2$ ^[9,10],同时带走部分光卤石中的 Br,而溶解度相对 $MgCl_2$ 较小的 KCl 被保留下来,形成了钾石盐在上光卤石在下,且光卤石中的 Br 自下而上逐渐升高,钾石盐中的 Br 含量基本不变且总体较小的情况出现。

5 结语

根据 Br 元素在钾石盐和光卤石中含量的差别及变化规律,结合光卤石的晶体形态可以得出,老挝东泰及邻区的实际层位顺序为钾石盐在上,光卤石在下这一现象的出现,是钾盐矿(光卤石)在形成以

后发生过元素迁移和重结晶作用的结果。

参考文献:

- [1] 曲懿华,袁品泉. 兰坪-思茅盆地钾盐成矿规律及预测[M]. 北京:地质出版社,1998:76-80.
- [2] 钱自强,曲懿华,刘群,等. 钾盐矿床[M]. 北京:地质出版社,1982:223-233.
- [3] 成世才,宋永芬,马洁宁,等. 老挝东泰钾盐矿区矿床控矿因素探析[J]. 山东国土资源,2012,28(4):15-18.
- [4] 王少华. 老挝万象平原钾盐矿床控矿构造研究[J]. 化工矿产地质,2011,33(1):41-45.
- [5] 程怀德,马海州,山发寿,等. 基于相化学研究老挝万象钾镁盐矿床形成的机制[J]. 地球学报,2010,31(2):194-202.
- [6] 张西营,马海州,谭红兵,等. 老挝东泰钾盐矿床地球化学及其沉积后变化初步研究[J]. 矿床地质,2010,29(4):714-720.
- [7] 朱延浙. 老挝万象平原钾盐矿床[J]. 地质与资源,2008,17(1):45-49.
- [8] 郭远生,吴军,朱延浙,等. 老挝万象钾盐地质[M]. 昆明:云南科技出版社,2005:200-220.
- [9] 石国成,路耀祖,徐新文,等. 试探盐背斜与固体钾盐矿的关系-以老挝农波盆地钾盐矿为例[J]. 青海大学学报,2010,28(6):70-72.
- [10] DZ/T0212-2002. 盐湖和盐类矿产地质勘查规范[S]. 北京:

地质出版社, 2002.

Study on Origin of Potassium Salt Formation Sequence in Dongtai Potassium and Magnesium Salt Deposit in Laos

QI Xiequan¹, CHENG Shicai¹, SONG Yongfen², CHEN Gang¹, MA Haoning³

(1. Shandong Geological Prospecting Institute of China Chemical Geology and Gine Bureau, Shandong Jinan 250013, China; 2. Jinan Chunxu Chemical Design Limited Corporation, Shandong Jinan 250013, China; 3. No. 248 Geological Brigade of Nuclear Industry in Shandong Province, Shandong Qingdao 266600, China)

Abstract: Through deduction of four - phase system digram of potassium formation, analyzing differences of Br element in the content of sylvite and carnallite variation, combining with research on carnallite crystal morphology, it is regarded that the appearance of potassium salt in the upper part, while carnallite potash (carnallite) in the lower part in Dongtai mine of Laos is caused by element migration and recrystallization role.

Key words: Sylvite; carnallite; formation sequence; element migration; recrystallization; Dongtai mine in Laos