

柴达木盆地马海钾盐矿床沉积环境与开发

马金元^{1,2,3}, 胡生忠^{2,3}, 田向东^{1,2}

(1. 青海省柴达木综合地质矿产勘查院, 青海 格尔木 816000;

2 吉林大学环境与资源学院, 吉林 长春 130041;

3 青海中航资源有限公司, 青海 德令哈 817000)

摘 要:马海钾矿床是柴达木盆地内重要的盐类矿床之一。从盐类矿床沉积物的物相分析入手,着重揭示该成盐盆地沉积环境和古地理变迁特征,论述湖盆由形成、发展至老化衰亡的演变规律,反映了从上新世末期以来新构造运动在矿区地质构造上的典型表现,由这些成矿因素构建的矿床地质构造特征也得到总结。依照持续稳定发展的要求,就矿床开发过程中出现的急功近利局面,提出调整产品结构和重新布局开采对象的新策略,对企业生产实践具有指导意义。

关键词:马海钾盐矿;沉积环境;新构造运动;盐湖矿床开发

中图分类号: P619 211

文献标识码: A

文章编号: 1008 - 858X (2010) 03 - 0009 - 09

马海钾矿床位于柴达木盆地之北缘,属于现代盐湖大中型蒸发成因的钾镁盐矿床,发现于 20 世纪 50 年代,20 世纪 80 年代地质普查期间有过初步地学研究^[1],其后即转入生产开发,现已建成为生产钾肥规模位居青海省第 2 的矿山企业。经过对马海钾矿床的地层、构造和成因等方面进行长期调研,主要从以下 3 方面对马海钾矿床进行分析:1)地层与沉积环境分析;2)地质构造与新构造运动;3)矿床开发现状与前景。

1 矿区地层与沉积环境分析

马海矿区钻孔揭露的地层始自上部的全新统,向下穿过第四系并至新第三系上新统(ZK4012,孔深 613 m)。矿区内新生界诸层见图 1、图 2,湖盆超过 1 000 km²范围内地层分布有异,总体上表现为自西向东,自南向北第四系沉积物厚度由薄而厚,时代上由老到新。

以下从分析沉积物相入手,叙述在上述格

局下内陆盆地内的沉积环境特征及其纵横向变化状况,以期推知湖盆演绎的过程,探索矿床成因,并用以指导矿山开发。

1.1 沉积相和沉积时代分析

1)沉积相分析 马海盆地沉积物相可划分 4 个主要的类型:冲积相、滨湖相、浅湖相及盐湖相,反映了上新世晚期 2.5×10^3 ka BP 以来盆地形成、发展至衰亡的过程。

冲积相:马海盆地西部深度 200 m 以浅和盆地北缘及南缘地表部,见有以冲积扇相和冲积准平原相的厚层状至块状粗碎屑砂砾为主,分选和磨圆均很差,并夹薄层粉细砂及粘土等细碎屑物的沉积层,颜色为土黄色、棕红色,应属近岸边之冲洪积物。此沉积相在盆地的东部和南部中深孔内没有见到,反映了马海盆地西高东低、补给源自西北方向的古地理状况。

滨湖相:广泛分布于冲积相沉积物之上部,由一套砂、含砾的砂及粉砂、粘土组成。湖进、湖退的小沉积旋回频率高,厚度小。砂层内呈

收稿日期: 2010-06-07;修回日期: 2010-06-09

作者简介:马金元(1968-),男,高级地质师,主要从事盐湖地质勘探开发。E-mail: m jy681004@163.com.

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

颗粒支撑结构,胶结物多为钙质和石膏质,沉积物分选和磨圆均较好,常见含鲕粒、团粒、石膏屑及内碎屑。层理构造较薄且均匀,少见呈透

镜状的。沉积物颜色以土黄、黄褐、棕褐为主,夹灰绿色。偶见夹黑色粉砂质淤泥,已属短暂的滨湖沼泽相。

界	系	统	厚度/m	柱状图	岩性特征
新 生 界 (Kz)	第 四 系 (Q)	全新统 (Q _h)	0.20 17.35		化学沉积: 褐黄色含光卤石(钾石盐)粉砂之石盐, 粉砂石盐、含粉砂石盐等。厚度在2.27~17.35m; 湖积: 灰绿色、褐红色含粉砂的粘土、粉砂粘土, 局部含石盐和石膏, 厚度0.43~12.92m。
		上更新统 (Q ₃)	0.20 63.63		冲洪积、湖积、化学沉积: 灰-灰白色砂砾, 灰白色黄褐色含粉砂的石盐, 粉砂石盐, 含石膏粉砂之石盐。灰绿、黄绿色含石膏粉砂之粘土, 粉砂粘土。
		中更新统 (Q ₂)	>150		湖积: 黄褐色、灰褐色、灰绿色、褐红色粘土、含粉砂的粘土、粉砂粘土、粘土粉砂。 化学沉积: 灰白色、灰色、黄灰色含石膏粘土之石盐、含粘土的石盐、含石膏的粉砂石盐、粉砂石盐、含杂卤石的粘土石盐及含粘土芒硝之石盐。
		下更新统 (Q ₁)	>160		湖积: 灰绿色、灰色、褐色含粉砂的粘土、含石膏的粉砂粘土、含石膏的粘土、含石膏的粉砂、粘土粉砂及浅黄色粉细砂。 化学沉积: 灰白色、灰色、灰褐色含粉砂的石盐、含粘土的粉砂石盐、含石膏的粘土石盐。
	第三系 (E)	上新统 (N ₂)	>3000		黄绿、棕灰色泥岩、砂质泥岩、泥质粉砂岩夹砾岩、泥灰岩、岩盐、石膏。

图 1 马海钾矿区地层综合柱状简图

Fig 1 Layer histogram of potassium mining area in Mahai salt lake

浅湖相:在矿区次深部至浅部区域分布最广,断续、延续厚度较大,为灰、深灰、绿灰及棕褐色的粘土、粉砂粘土及粘土粉砂,间夹薄层细砂,含石膏,层理清晰,单层厚度常达数十厘米至数米,水平纹层理发育,由微晶碳酸盐、粘土粉砂、石膏及有机质等纹层交替组成,主要属静水浅湖环境之产物。在盆地的中、东部此层位上见到更多的是由粘土、微晶碳酸盐、有机质组成的微至纹层状黑色淤泥,其上下层多为绿灰、深灰色含石膏之粉砂粘土,应属广阔浅湖湖心相之产物。上述浅湖相与浅湖湖心相亦不乏交替出现的情况,反映了湖水水面涨落和湖盆振荡、湖心迁移演化的构造环境。此岩层透水差,常作为盐岩层之顶、底板产出,在湖盆淡化时期

发挥了屏蔽作用,部分地免去了再溶经历。

盐湖相:指狭义的有成层石盐等易溶盐堆积的层段。矿区内除主要的石盐及钾石盐之外,还有碳酸盐、石膏、芒硝及少量白钠镁矾、杂卤石等,局部出现干盐湖(萨勃哈)相光卤石及水氯镁石。

马海矿区由深部向上至地面,纵向上可大体划分成 5 个盐湖相岩组,而在平面上看盆地的不同地带,蒸发岩出现的早晚和多寡却有较大的差异。盆地东部的 76 线及 80 线一带,早在早更新世即有石盐层出现,中部 40 线一带中更新世中晚期才出现石盐层,西部至晚更新世才有薄层石盐出现;同时,东部盐层的累积厚度也数倍于西部,反映了当时沉积物的源区及古

早更新世中晚期至中更新世中期是马海次盆地发展的鼎盛时期。北侧赛什腾山前深大断裂活动频繁,山体不断隆升,而次盆地则下降并扩大,在现在宗马海湖西侧的滨浅湖内逐渐沉积了厚度较大的含石膏的细碎屑物,嗣后随着气候不断趋于干旱,湖水蒸发浓缩,面积也渐缩小,最后再演变为盐湖,在中更新世中期(7.5×10^3 ka BP)开始广泛沉积了石盐层(S_1)。

自中更新世晚期至今为马海次盆地的收缩衰亡期,也是马海盐湖由盛而衰的演变期,此时南侧中低山和北侧高山不断隆升,两侧距离也缩短,湖盆内沉降成为西北端高于东南端的狭长的凹地。 $1.5 \times 10^3 \sim 0.8 \times 10^3$ ka BP气候日趋干旱,湖水补给间歇性减少,湖水进一步浓缩,沉积了厚度稍大的多层石盐层(S_{II} 和 S_{III} 等)、细碎屑层及钾镁盐层(J_{II} 、 J_{III}),至全新世末期湖水退缩干涸前再沉积了矿区最上部的一层钠—钾—镁盐层(即 S_{IV} 石盐层和 J_{IV} 钾镁盐层),之后即演变成干盐滩,湖水只分布于东北部的宗马海湖、东南部的巴伦马海湖两个小型现代洼地内(S 、 J 分别为石盐、钾盐层之缩写,罗马数字I、II、III和IV为第四纪早、中、晚更新世和全新世之代号)。

沉积岩岩性和结构构造分析也是传统分析沉积环境的基本方法。在马海盆地中的盐岩沉积区域内,沉积物按盐类矿物含量的多少大致可划分为化学沉积的盐岩层、含盐的碎屑岩层及正常的碎屑岩层 3 个基本类型,它们呈单层厚度为大小不一的层状—微薄层状并且相间交替产出,表现为近水平状的密切交互层理构造。此种层理构造的显著特点是厚度变化很大,且交替变化频繁,其中薄层可以仅有 1~2 mm,而厚层则可达数米,常见者是数十厘米和 1~2 m。盐岩结构类型上也显现粗细不一的自形晶粒状、半自形镶嵌状、多种交代残余状及团粒状、斑块状、星点状等。这些结构构造的特征,充分表明沉积环境动荡不定和升降转换频繁的背景,这是与国外稳定环境下海相盆地盐类沉积的重要区别。

矿区内外大量孢粉分析及一些微体介形虫分析的成果^[10]也显示,上新世温暖的阔叶林植

被较发育,古气候温暖且较湿润,与更新世寒冷气候的界面明显。而更新世古气候演化的基本模式是复杂、频繁干冷与湿温的交替出现。这一特征与沉积物相分析中滨浅湖相与盐湖相互层,尤其是中晚更新世以来盐湖相的淡化与咸化反复转化的岩性记录是相互印证的,同时也符合当时古地理变迁的状况。进一步研究表明这些特征的形成均与区域新构造运动紧密相关。

岩层地球化学研究结果同样表明,寒冷干燥气候条件导致水源补给量减少,干燥蒸发体湖水浓缩,盐分增加,致使沉积盐层的厚度增加;相反,相对温暖略湿的古气候则导致湖水淡化,非盐类的碎屑物数量增加。区域资料对比分析表明,柴达木古湖在晚更新世之前,各地的成盐期是西北部较早而东南部较晚。然而,马海盆地由于相对封闭,东部沉降幅度较西部为大,晚更新世之后矿区东部的鱼卡河由东向西,通过宗马海湖及巴伦马海湖逐渐补给矿区;所以,矿区东部邻近宗马海湖边缘部位,盐层厚度远远地大于矿区西部,综合衡量成盐作用的强度,矿区东部远大于西部,这一结果对于部署矿山开发工作具有指导作用。

成盐盆地钾盐矿产特点。在充分研究总结马海盆地古沉积环境和古地理的基础上,摸清钾盐矿层的形成规律和分布特征,是矿山开发的直接目的。在矿区的北部矿带 76 km²范围内的地表浅部,分布有矿区中最大的固体钾矿层(即占全矿区固体钾资源总量 85%以上的 j_{IV-1} 矿体),其规模长度逾 100 km、宽度为 5~15 km 不等,该处是马海成盐盆地全新世至近代的浓缩中心。而矿区范围内的其他地段虽也见到十余个固体钾矿体,但均零散分布且规模甚小,而且埋深略大,因而无法单独开采。

2 矿区地质构造与青藏高原新构造运动

在青藏地区柴达木盆地的“高山深盆”大背景中,通过探究马海成盐盆地的构造运动经历,可以显露这个大背景中新构造运动的许多共同特征,这里简略叙述与矿区构造和矿床成

因相关的区域新构造运动的一些特征。

马海矿区位于柴达木准地台北缘之柴达木盆地台坳之中。从新生代初始起,此台坳以北的断褶区继承性挤压隆升,中、古生代地层被褶皱成高山并伴有中酸性侵入岩活动;台坳区则相继大幅不均一沉降,并堆积了巨厚的陆相碎屑层。第四纪初期,台坳内虽形成一些隆起,但尚未完全露出古湖面,直至早更新世晚期柴达木西部仍然呈现大一统的古柴达木大湖,区域地貌上则表现为高山深盆格局,现代地貌格局的柴达木盆地雏形正是此时大体成形的。嗣后,盆地内部继续承受挤压,早先形成的冷湖长垣、冷湖五号至七号背斜构造之类的宽缓褶皱中低山进一步抬升,柴达木古湖进一步退缩解体,次级成盐盆地(向斜)相继接受盐类沉积,如大浪滩、大盐滩、马海次盆地等,它们最终演变为完全独立的成盐盆地。

上新统顶部(图 1、图 2)。调查研究矿区第四系的产出和分布形态,可以揭示当地新构造运动的许多特征,现择其要点记述于下:

1)第四系碎屑岩组与盐岩组呈韵律状相间分布的沉积物表现,反映了新构造运动活跃期与其后宁静期在时间上频繁交替转换的特征;

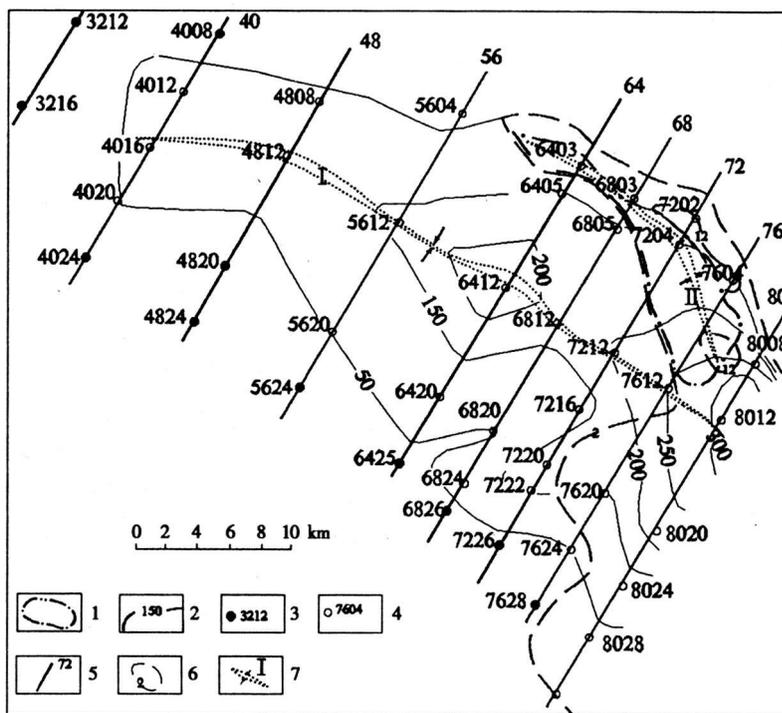
2)不同时期沉积物的厚度大体反映了新构造运动历经时间的长短,并显示新构造运动有日渐强烈的总趋势。时代越新,沉积物厚度越小;

3)同一时期不同小区沉积物厚度的表现,反映了该小区运动强度或沉降幅度的区别,表达了新构造运动的不均一性特征;

4)同一构造盆地内不同构造部位沉积物厚度的变化,也反映了各部位受构造应力的区别,向斜构造轴(底)部沉积物厚度明显大于向斜翼部(厚底薄顶),反映了侧向挤压应力小于垂向沉降力、构造运动以升降运动形式为主的特征。

2 1 矿区地质构造特征

矿区内钻孔中见到的地层最老属新第三系



1. 固体钾矿范围界线; 2. 石盐层低界埋深等值线; 3. 未见石盐矿工程与编号; 4. 见石盐矿工程与编号; 5. 勘探线及编号; 6. 钻孔中 Q₄ 石盐层低界埋深 (m); 7. 向斜轴与编号

图 3 马海矿区向斜构造纵轴北移示意图

2 2 新构造运动在矿区构造地质上的表现

矿区褶曲构造是最普遍的地层形变表现。矿区南缘的冷湖六号—七号为穹状背斜(图 2),其北侧“小丘林”则为其派生的低穹状背斜,它们开始形成的时代为上新世末—更新世初期。再向北即矿区的主体,为一宽缓的(复)向斜。由大量探矿钻孔揭示的从早更新世至全新世的不同时期的地层,它们的向斜轴是逐渐向北漂移的。从平面投影图(图 3)上可看出,全新统与早更新统的向斜轴(图 3 中两个向斜轴分别编号为 II 与 I)相比,前者向北东方向漂移了约 4~8 km。矿区众多勘探线横剖面图揭示了矿区南缘抬升和北缘沉降的掀斜状差异,因此,向斜南翼的倾角大于北翼,甚至北翼的上更新统至全新统岩层呈水平状,以至使向斜构造显得不完整和不明显。在纵向向斜轴的纵剖面图上则可发现,在 70 线、54 线等处明显存在着小隆起和连贯性差的表现,实质上也是构造运动不均一的特征。正是这一构造运动特征,造就了矿区最晚形成的规模最大的固体钾镁盐矿层,都集中分布于矿区的东北地段,即现在所谓的“北部矿段”。

断裂构造在矿区能够直接出露的以在冷湖六号—七号背斜轴部和翼部最明显,但对矿区形态起控制作用的则以矿区第四系岩层北缘至赛什腾山脉南麓隐藏的纵向(西北—东南向)深大断裂为最重要(其位置大致相当于图 2 中前第四系边界线),它是柴北缘断裂带的组成部分之一,它的形成的时代可能上溯到加里东运动之前的时期,甚至全新世也没完全停止活动(近年还有 4.5 级地震活动)。在矿区中南部还有一由冷湖背斜派生出的纵向逆断层,它圈闭了第四系马海盐类沉积的南部边界。与上述纵向断裂配套的横向断裂由于第四系掩盖而表现比较隐蔽,其中有通过牛郎织女湖、高泉煤矿沟、宗马海湖—巴仑马海湖等地的近南北向和东北—西南向横向断裂等。

2 3 新构造运动塑造的区域地貌与成矿物质来源

在区域地貌上的 3 个级别的夷平面和 4 个

河谷阶地的特征表现清晰^[4]。它们反映了始自第四纪初开始的新构造运动由相对宁静至激烈抬升的变化过程。

区域上每一次夷平和阶地抬升,都将大量风化分解产物中淋滤出来的 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 及 SO_4^{2-} 等可溶盐类成矿物质,携带到作为最低侵蚀基准面的封闭的马海成盐盆地,为成盐作用提供了丰富的物质来源。

以上矿区及周边地区的新构造运动,造就了新生代青藏地区北部柴达木盆地“高山深盆”独特的地质发展历史。通过研究可丰富现今“高山深盆”背景中大型内陆盆地蒸发盐类矿床的成因模式,也可以揭示形成此类型盐类矿床诸特征的内因。这些研究成果已经在矿山开发实践中起到了指导作用。

3 矿床开发现状与前景

如何面对矿床开发过程中出现的矛盾,以及适时调整产品结构和重新布局开采对象,是两个本文需重点讨论的内容。

3 1 矿床开发的现状

马海矿床是个固液形态并存、贫富矿石并存、矿层埋藏深浅并存的多种盐类组分的现代盐湖大中型矿床。经民营企业 20 年无序的、高强度的和低水平的开发后,矿床浅表部可以直接进入选矿车间的表内固体富矿石资源已经接近枯竭;剩下的表外固体贫矿石资源因为其 KCl 品位偏低,尚难直接进入选矿车间加工利用,必需经过“固转液”工艺才能实现其潜在价值。浅部富钾卤水资源迅速消耗过半;潜卤水水位大幅下降后,浅表部大量固体贫钾矿石被“架空”,置于潜水位之上,丧失了原有自然状态下固—液相互转化的良好条件,逐渐成为了难以开发利用的矿产资源。

为了摸清现有资源状况,矿山企业部署了补充勘查工作。根据 2004 年提交的详查地质报告(表 1)和近几年的开采资料,初略估算矿床现存的保有资源量。

根据近年采矿时追逐富矿、放弃贫矿和选矿工艺粗略、回收率低下实际状况,初略估算

现今矿床保有的资源储量。高品位富钾矿石所剩无几;贫钾矿石基本保留,其 KCl 储量在 2.5×10^6 t 左右, KCl 平均品位在 5% 左右;

新增可回收利用的“尾渣钾矿石”,估计有 0.5×10^6 t, KCl 的质量分数 $\geq 8\%$ 。以上合计固体钾矿 (KCl) 总量约为 3.0×10^6 t, 富钾卤水矿

表 1 KCl 保有资源量表

Table 1 Reserve of KCl resources

	122b类	2M22类	333类	三类不分
固体钾矿 (J_V) $Q=306$; $\bar{q}=12.34$; $\bar{m}=0.59$ $Q=244$; $\bar{q}=5.0$; $\bar{m}=0.80$ $Q=26$; $\bar{q}=6.23$; $\bar{m}=0.46$				
液体钾矿 (W_1) (孔隙度计)	$Q=203$	$Q=1.5$	$Q=36$	$\bar{q}=1.58$; $\bar{m}=5.91m$
KCl 含量为 1% ~ 3% 的固体表外资源量为 $Q=195$; $\bar{q}=1.52$; $\bar{m}=0.63$, 本文未计入。				

注: Q 为 KCl 组分资源储量 (10^4 t); \bar{q} 为平均品位 (%); \bar{m} 为平均厚度 (m)

(W_1) KCl (孔隙度计) 资源储量消耗逾半后的剩余保有量估计接近 1.0×10^6 t。如此, 整个北部矿段浅表部固体 (J_V) 和卤水 (W_1) KCl 资源储量合计接近 4.0×10^6 t。

按 1991 年地质普查报告资料, 较深部 (埋深 ≥ 20 m) 的 $W_2 - W_5$ 承压富钾卤水矿 KCl 资源储量原合计为 5.33×10^7 t (孔隙度计) 或 3.02×10^7 t (给水度计), 它们在前期开采活动中基本上未被触动。此储量数据与上述 4.0×10^6 t 数据相比较, 显示较深部的富钾卤水资源是占据了绝对重要地位的 (按孔隙度计占有为 93% 或按给水度计占有为 88%); 所以, 从宏观规模意义而言, 承压富钾卤水资源应该是持久稳定发展的基础, 是矿区开发利用新的最重要的对象。

浅部固体贫钾矿石和较深部承压富钾卤水矿的开发, 目前在开采技术上尚存在一些困难, 这不仅是柴达木盆地已开发诸盐湖普遍存在的难题, 甚至也是我国现代盐湖矿山企业发展过程中所面临的重大研究课题, 现分析如下:

1) 以马海固体贫钾矿石为例, 由于其 KCl 含量较低, 不能直接进入浮选车间加工, 必需通过“固转液”和在人工日晒盐田浓缩转化为“光卤石矿” (K^+ 的质量分数 $\approx 14\%$) 后, 才能进入浮选工序再去加工成 KCl 产品。由于挖掘运输等费用过大等原因, 不可能将固体贫钾矿石像贵金属矿石那样挖掘、装车、运输至异地堆浸溶出有益组分, 而只能在原地经淋浸和泡浸后溶出 K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等有益组分, 然后再泵往盐田日晒浓缩。该种矿石埋藏深度多为 -2 m 至

-8 m (以矿区原始地表面高程为 0 m 计, 下同), 其下赋存有数米至 10 m 厚的石盐和细碎屑含水层, 再往下才能见到粘土淤泥等隔水岩层。为了达到泡浸的效果, 需要注入大量的水溶剂, 将现有潜水位从 -6 m 的高度提高至 -2 m 的高度才能实现“固转液”。这对于地处干旱缺水的柴达木盆地内的矿区是比较难办到的。此外, 矿区内现有的采输卤渠等工程的分布密度较高, 注水溶矿不能不避开现有的生产工程, 因此需实行分区隔离措施, 从而增大“固转液”的费用。固体贫钾矿石开发利用的课题面临着自然生态环境、现有生产技术水平和经济费用等较多困难。

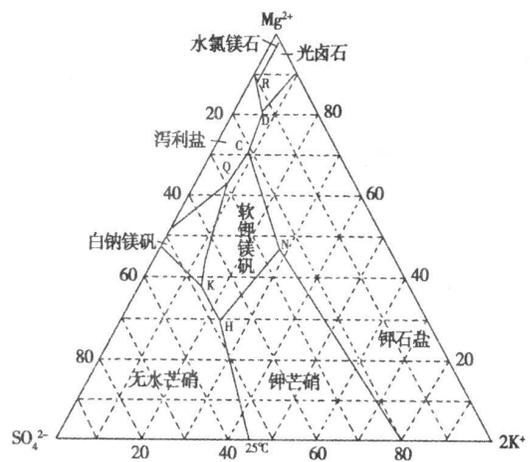


图 4 承压卤水层 (W_2) K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} // Cl^- 、 SO_4^{2-} - H_2O 体系介稳平衡相图 (25°C)

Fig 4 Equilibrium phase diagram of system K^+ , Na^+ , Mg^{2+} // Cl^- , SO_4^{2-} - H_2O at 25°C of pressure bearing brine (W_2)

2)关于承压卤水开采问题,至今尚没有研究试验出已投产的有效开采方法。由于成矿条件等原因,承压储卤层存在孔隙度小和富水性弱等特性,给开采工作造成了一定的困难,但已有一些科研人员着眼于其巨大的潜在价值,已设立专题潜心研究,并在探索和试验过程中已经取得了一些可喜的成果^[6],这些专利技术值得矿山企业借鉴或试验引进。

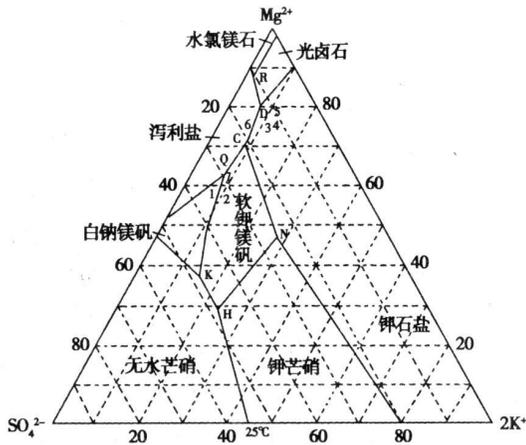


图 5 承压卤水层 (W_3) K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} / Cl^- 、 SO_4^{2-} - H_2O 体系介稳平衡相图 (25°C)

Fig 5 Equilibrium phase diagram of system K^+ , Na^+ , Mg^{2+} / Cl^- , SO_4^{2-} - H_2O at 25 °C of pressure bearing brine (W_3)

3 2 产品结构调整的前景

现需要从矿床卤水水化学类型的角度出发,重新审视矿山盐田生产工艺和主导产品。马海钾矿区浅部的 W_1 卤水水化学类型以硫酸镁亚型为主,氯化物型为次;较深部的 $W_2 - W_5$ 承压卤水则几乎全属硫酸镁亚型(图 4、图 5)。这种硫酸镁亚型的卤水,在日晒盐田中演化的过程,必然依次经历初期石盐阶段至硫酸盐(白钠镁矾、软钾镁矾、泻利盐等)矿物析出阶段,然后才是氯化钾(钾石盐、光卤石)析出阶段,最后至水氯镁石析出成为老卤终结。这合

乎卤水物理化学的一般原理,也被国内外硫酸镁亚型卤水矿区生产活动所验证;国内外一些知名矿区也都充分利用这一规律,生产多种硫酸盐产品(硫酸钾、钾镁肥、泻利盐等)及其他盐类产品。盆地内的东台吉乃尔湖、西台吉乃尔湖、大盐滩、大浪滩、新疆的罗北凹地及美国的大盐湖、智利的阿塔卡玛等盐湖矿区无不如此。马海矿区现行的只生产光卤石—钾石盐矿的盐田工艺和化工车间只生产氯化钾的加工工艺,是原有民营企业遗留下来的,不仅浪费了资源,而且降低了企业经济效益。近年来矿区开发生产条件已得到改善,在地方政府的支持下,国有中航集团收购整合了原有诸小企业,马海矿区钾镁盐开发迎来了新的机遇,采用以含钾硫酸盐为主导产品的生产模式,综合利用镁、钠等组分,以合理利用资源和提高企业经济、社会效益。

致谢: 本文在收集资料过程中得到了青海省柴达木综合地质勘查大队领导和专家的支持,在撰写过程中还接受了矿山技术专家组的指导和领导的鼓励,谨此一并感谢。

参考文献:

- [1] 刁炳然,张洪岩. 青海省大柴旦镇马海钾矿区普查报告(1987-1991) [R]. 格尔木:青海省柴达木综合地质勘查大队, 1991.
- [2] 王弭力,杨智琛,刘成林,等. 柴达木盆地北部盐湖钾矿床及其开发前景 [M]. 北京:地质出版社, 1997.
- [3] 沈振枢,程果. 柴达木盆地第四纪含盐系地层划分及沉积环境的研究 [R]. 西宁:青海省地矿局盐湖勘查开发研究院, 1990.
- [4] 朱允铸,钟坚华. 柴达木盆地新构造运动及盐湖发展演化的研究 [R]. 西宁:青海省地矿局盐湖勘查开发研究院, 1990.
- [5] 马金元、陈洪、马德仁. 青海省冷湖行委马海钾矿区北部矿段储量核算报告 [R]. 格尔木:青海省柴达木综合地质勘查大队, 2001.
- [6] 杨智琛,马金元. 盐湖承压储卤层卤水和固体盐类的采集方法:中国, CN200810088375.2 [P]. 2008-08-27.

Sedimentary Environment and Exploitation of Mahai Potash Deposits in Qaidam Basin

MA Jin yuan^{1, 2, 3}, HU Sheng zhong^{2, 3}, TIAN Xiang dong^{1, 2}

(1 Qinghai Provincial Institute of Qaidam Integrated Geology and Mineral Exploration, Golmud, 810008, China; 2 Environment and Resources Department of Jilin University, Changchun, 130041, China; 3 Qinghai AVIC Resources Co, Ltd, Delingha, 817000, China)

Abstract Mahai salt lake is located in the northwest margin of Qaidam basin. In the paper, the authors tried to reveal the sedimentary environment and paleogeographic evolution of Mahai basin through the phase analysis of saline sediments. Evolution rules of the lake basin for formation, development and disappearance are discussed, which reflects the typical neotectonics of the mining area since the Pliocene. Geological characteristics constructed by these ore forming factors are also summarized. In order to solve the problem of eagerness for quick success and instant benefit in the process of potash exploitation and industrial production, and to modulate the deposit exploitation guidelines in accordance with sustained and steady development way, positive and significant suggestions were also given.

Key words Mahai potash deposit; Sedimentary environment; Neotectonics; Saline lake deposit exploitation

《盐湖研究》2011年征订启事

《盐湖研究》是原国家科委批准的学术类自然科学期刊,由中国科学院青海盐湖研究所主办,科学出版社出版,1993年创刊并在国内外公开发行人。

《盐湖研究》是国内唯一的研究盐湖科学和技术的专业性期刊。面向国内外报导交流盐湖、地下卤水、油田水、海水等基础、应用、开发和技术及管理的研究报告、论文和成果,探讨其资源的分离提取技术与综合利用途径。

《盐湖研究》为季刊, A₄ 开本, 72 页, 每季末月 5 日出版发行。单价: 8.00 元/本, 全年订价: 32.00 元。中国标准刊号: ISSN1008-858X; CN63-1026/P。邮发代号: 56-20。全国各地邮局均可订阅, 也可直接与《盐湖研究》编辑部联系, 联系电话: 0971-6301683