

马海盐湖低品位固体钾矿溶解开采方法初步探讨

王有德

(青海省柴达木综合地质勘查大队, 青海 格尔木 816000)

摘要:马海盐湖经地质勘查提交的 KCl 品位在 8% 以下的固体钾矿达 486.73×10^4 t, 相当于一个中型钾镁盐矿的规模, 对于这部分资源目前尚未得到利用。我国从上世纪 90 年代后期在盐湖矿产的开发中运用溶解采矿的方法, 取得了显著的成效。文章主要通过和察尔汗盐湖的对比研究, 认为对马海盐湖低品位固体钾矿完全可以进行水溶开采, 并就水溶开采的必要性及其可行性进行了论述, 对水溶开采的方法进行了初步的探讨。综合分析马海钾矿区的地质条件, 包括固体钾矿的分布、厚度、品位以及埋藏深度等, 从溶矿的效果和成本对比考虑, 提出在矿区低品位固体钾矿厚度较小的东部进行沟渠式溶矿, 在低品位固体钾矿厚度较大的西部进行井—渠结合式溶矿, 在整个钾矿区根据固体钾矿层埋藏深度选用沟渠溶采和井—渠溶采相结合的溶矿方案, 最后指出了溶解开采需要注意的几个方面的问题, 这对于马海盐湖低品位固体钾矿进行工业化水溶开采具有重要的参考意义。

关键词:低品位; 固体钾矿; 溶解开采; 方法
中图分类号:TD871.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1008—858X(2006)01—0024—05

溶解采矿是采矿学的一门独立分支学科, 是以地质学、水文地质学、地球化学和化学工艺学等为基础形成的。溶解采矿由于在环境、矿物利用、经济战略方面都具有优越性, 很多国家都在致力于溶解采矿的研究和实践。我国从 20 世纪 60 年代起, 在岩盐溶解采矿方面发展较快, 进入 20 世纪 90 年代后在盐湖矿产的开发中也运用溶解采矿的方法, 取得了显著的成效。笔者通过对比研究, 认为马海盐湖低品位固体钾矿完全可以进行水溶开采, 本文就水溶开采的必要性及其方法进行了探讨。

1 水溶开采的必要性及其可行性

1.1 水溶开采的必要性

马海矿区的开发始于 1987 年, 前期直接开采 KCl 品位 8% 以上的地表固体钾矿, 利用热

溶法工艺生产钾肥, KCl 品位 8% 以下的固体钾矿因经济不合算至今尚未得到利用。近年来, 各钾肥生产企业采用盐田工艺利用卤水 KCl 晒制钾石盐和光卤石, 再利用热溶法、浮选法等工艺生产钾肥。

马海盐湖相继开展过的地质普查和地质详查表明, 马海盐湖固体钾矿具有工业意义的主要矿体分布于 58~79 勘探线北部(图 1、图 2、图 3)。按矿体产出的层位由浅向深划分为三个钾矿层, 分别编为 J_{IV}、J_{III}、J_{II} 钾矿层, 其中 J_{IV} 钾矿层埋藏浅, 品位高, 规模大, 是矿区内最主要的钾矿层, 共包括 7 个矿体。经地质勘查提交的 J_{IV} 钾矿层 KCl 品位在 3%~8% 之间的储量为 291.45×10^4 t, KCl 品位在 1%~3% 之间的资源量为 195.28×10^4 t, KCl 品位 8% 以下的共计为 486.73×10^4 t, 相当于一个中型钾镁盐矿的规模, 但这部分资源在目前没有得到利用。从合理利用和保护资源, 延长矿山服务年限, 缓

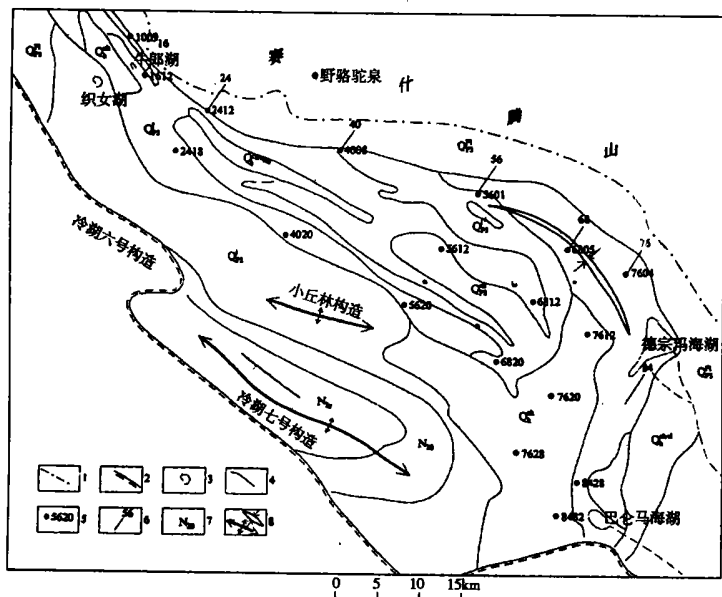


图 1 马海盆地地质略图

1.前第四系边界 2.公路 3.湖泊 4.地质界线 5.钻孔编号 6.勘探线号 7.地层代号 8.背斜、向斜

Fig.1 Schematic geological plot of Mahai Basin

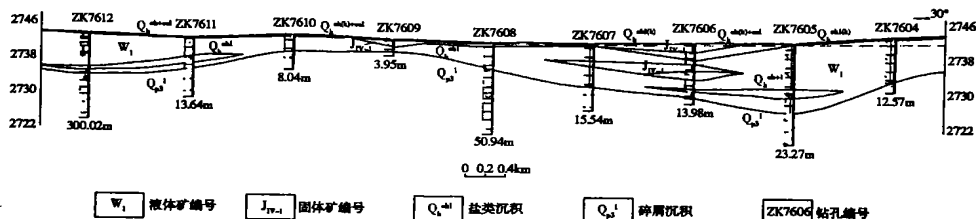


图2 马海钾矿区北部矿段76线剖面图

Fig. 2 Sectional plot of the 76th line in the northern part of Mahai potassium deposit

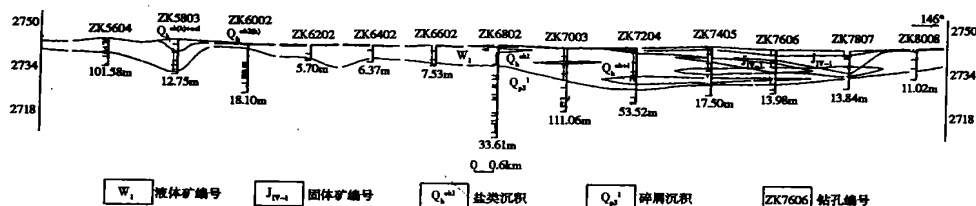


图 3 马海钾矿区北部矿段纵剖面图

Fig. 3 Lognitudinal cutaway plot of the northern part of Mahai potassium deposit

解我国钾肥紧张局面的角度出发,对这部分低品位固体钾矿的开发利用进行研究是非常必要的。

1.2 水溶开采的可行性

1.2.1 溶解开采的理论依据

有关现代盐湖的诸多地质及科学研究表

明,固液转化存在于盐湖发展演化的整个过程中。据研究资料,达布逊湖的新生光卤石层(K_7)在干旱年或平水年枯水季节产出于达布逊湖湖滨,但到丰水年时,新生光卤石又被部分或全部溶解。另有资料反映,在 1989 年察尔汗盐湖遭遇洪水之后,一些钻孔中固体 KCl 品位降低,但同一钻孔中卤水 KCl 品位却升高,也说明了由于洪水使固液钾矿发生了转化。

青海省柴达木综合地质勘查大队下属的青海省盐湖勘查开发研究院三室曾于 1991 年采用水溶法技术,在察尔汗开展了淡卤水溶解驱动 KCl 的试验,该试验采用室内静态和动态溶矿,并在野外进行了小规模封闭盐田溶矿,取得了较好的效果。尽管试验的规模较小,但这些成果对于指导溶解开采具有很大的参考价值。

1.2.2 察尔汗盐湖钾镁盐矿床的生产实例

察尔汗盐湖为固、液相并存的钾镁盐矿床,表面卤水和晶间卤水中富含钾、钠、镁、锂、硼、溴、碘、铷、铯等,共有三个石盐层,其中下石盐层(S_1)和中石盐层(S_2)产于上更新统地层(Q_3),上石盐层(S_3)出于全新统地层(Q_4)。察尔汗钾盐层的主体为含浸染状光卤石的石盐层,光卤石呈粒径 $0.3\sim 1\text{ cm}$ 的半自形晶或粒状集合体分布于石盐晶间,与不含光卤石的石盐层无明显的界线。按 $KCl>2\%$ 来划分,可大致圈出 $K_1\sim K_7$,共 7 个含光卤石的石盐层(即钾盐层),各钾盐层的 KCl 含盐量为 $2\%\sim 17.54\%$,平均含 $KCl\ 2\%\sim 4\%$ 。钾盐层中均含有薄层状石盐—光卤石互层,光卤石单层厚度 $<20\text{ cm}$,光卤石含量 $>50\%$ 。总体上,察尔汗盐湖光卤石矿矿体多,厚度小, KCl 品位低,在目前的技术经济条件下,无单独开采价值。

青海盐湖集团公司根据察尔汗盐湖固、液相钾矿的地质特征,在钾肥一期工程中以开采达布逊、察尔汗区段 S_3 晶间卤水为主,同时用卤渠引达布逊湖淡卤,用水溶法开采表层钾矿(K_7)。10 余年来,已生产 KCl 100 多万吨。开采过程中卤水 KCl 品位不但没有下降,反而较勘探时略有提高。生产实践证明,该盐湖在开采液体工业钾矿的同时,通过达布逊湖水的调剂,用水溶法开采不具备单独开采价值的固体钾盐矿(光卤石),使之转化为液体钾矿再开采,既为液体钾矿增加了

后续资源,又提高了液体钾矿的品位。

青海盐湖集团公司在钾肥二期工程别勒滩区段工业性试验中,对于有一定埋深的固体钾矿(光卤石),也采用水溶法开采。别勒滩试采区在水溶开采前,晶间卤水 KCl 含量为 $2.7\%\sim 2.8\%$ 。在开采晶间卤水的同时,用水溶法开采埋藏一定深的光卤石矿,溶矿后生成的卤水与晶间卤水混合,可提高晶间卤水的 KCl 含量。经过连续 3 个月的试生产,晶间卤水 KCl 含量上升到 3% 以上。试生产实践证明,察尔汗盐湖在开采液体钾矿的同时,用水溶法开采 S_3 盐层中的固体钾矿(光卤石)是可行的,是一项实用的水溶开采技术。

2 溶解开采的方法探讨

2.1 溶解开采的总体思路

在矿区开挖一定长度的渠道,引德宗马海湖的淡卤水进行溶矿,通过在采区的一边注入淡卤水,另一边进行抽卤的方式,形成一定的水力坡度,在水流的运动过程中溶解低品位固体钾矿,同时改变储卤层给水度,扩大涌水量。开采中采取卤水化学样品及时化验,对水质进行监测,并通过不断的调整注水量和抽卤量,研究合适的被溶面积,选择合适的溶矿速度,达到固体钾矿溶解到液体中而成为卤水 KCl 的目的,再利用盐田工艺晒制钾石盐,进而生产钾肥。

2.2 溶解开采的具体方法

目前在盐湖矿床溶解开采中通常采用两种方法,一种是沟渠溶矿法,就是在盐层中开挖沟渠,将淡卤水注入沟渠溶矿,生成富钾卤水,在集卤渠中抽取富钾卤水至盐田。这种方法适用于埋藏较浅的盐湖固相矿床开采,也适合盐湖固、液相矿床混合开采。

另一种是井—渠式水溶开采法,井—渠式水溶开采法就是同时用钻井(或浅井)和沟渠工程开拓,将淡水注入钻井(或浅井)溶矿,生成富钾卤水,用沟渠集卤,再从集卤渠抽取卤水,或经沟渠注入淡水溶矿,从相隔一定距离的浅井中抽汲卤水。这种方法适用于埋藏有一定深度

的盐湖固相矿床开采,特别是盐湖固、液相矿床混合开采。

综合分析马海钾矿区的地质条件,包括固体钾矿的分布、厚度、品位以及埋藏深度等,从溶矿的效果和成本对比考虑,笔者建议在矿区低品位固体钾矿厚度较小的东部进行沟渠式溶矿,在低品位固体钾矿厚度较大的西部进行井—渠结合式溶矿,在整个钾矿区根据固体钾矿层埋藏深度选用沟渠溶采和井—渠溶采相结合的方案。(图4)。

2.2.1 沟渠式溶解开采法

此法的主要工作是开挖沟渠,沟渠按用途可进一步细分为输卤渠、集卤渠和集液沟,另外还需要输水(卤)管及水泵等设备。将采区划分成若干个开采单元,输水渠的淡卤输入集液沟后,为加速溶解速度,在集液沟中放置小型自航式水力搅动船,创造动溶条件,产生富钾卤水,这部分富钾卤水通过开采单元北侧石盐矿层晶间孔隙渗入集卤渠,用泵将集卤渠中的富钾卤水泵入盐田中(图4)。

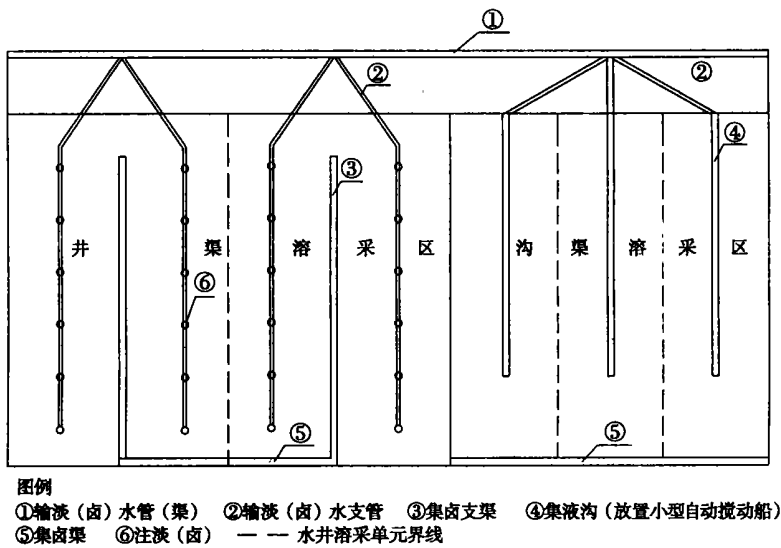


图4 马海钾矿区沟渠式溶采、井—渠式溶采工程示意图

Fig.4 Schematic engineering drawing of the ditch—trench mining manner and the well—trench mining manner

在平面上,为节省基建开拓工程量和减少淡水的蒸发损失,可采用滚动式开采,即先期开采西边的开采单元,然后由西向东,次序进行,直至东部开采单元。同一开采单元的溶采从北向南进行。在垂向上,自上而下进行,以利于有效的溶解浅层的固体钾石盐矿或光卤石矿。

2.2.2 井—渠式水溶开采法

这种开采方法与沟渠式溶矿的主要区别就是将注入淡卤水的方式由输水渠改为两排钻井(浅井),在两排注水井之间开挖集卤支渠,将溶出的富钾卤水通过支渠汇集到集卤渠抽取。所需的设备为输水(卤)管及水泵等,通过注水泵将淡(卤)水用管道输送至各排钻井,注入井下光卤石矿层,自下而上地溶解矿层,生成卤水后

与晶间卤水混合,渗入集卤渠,矿渣滞留原地;输卤泵将集卤渠内的混合卤水,经输卤渠输送至盐田晒制光卤石(图4)。

在平面上,为节省基建开拓工程量和减少淡水的蒸发损失,仍采用滚动式开采,即先期开采东边的开采单元,然后由东向西,次序进行,直至西部开采单元。同一开采单元的溶采从北向南进行。在垂向上,自下而上进行,以利于有效的溶解深部的固体钾石盐矿或光卤石矿和浅层的固体钾石盐矿或光卤石矿。

3 溶解开采需要注意的几个方面

1. 最初溶采单元的宽度及注水井间的井距

的确定,根据地质勘查时抽水试验所取得的影响半径(R)的地质资料,以 50 m 为好,后续溶采单元的宽度及注水井间的井距可依据溶解开采的实际结果作必要的调整。

2. 溶采中通过不断的调整注水量和抽卤量,控制合适的被溶面积,选择合适的溶矿速度,达到固体钾矿溶解到液体中而成为卤水

KCl 的目的,溶解开采过程中对卤水化学样品要及时化验;溶解开采的技术关键是要掌握淡卤水的加入量,不能使石盐骨架遭到破坏而产生工程地质灾害。

随着溶矿的持续进行,前一步的抽卤渠成为后一步的注水渠,如此实现滚动式溶矿。这样节约工程费用,又增加溶矿的有效面积。

Preliminary Study on the Method for Dissolution Mining of the Low Grade Solid Potassium Deposit in Mahai Salt Lake

WANG You-de

(*Qinghai Qaidam Geological Comprehensive Exploration Group, Golmud 816000, China*)

Abstract:The Mahai salt lake has a low-grade solid potassium deposit (KCl 8% wt/wt) of 486.73×10^4 t, which has not been put into exploitation up till now. Since the late 1990s, the dissolution mining method has been applied in the exploiting of salt lake resources and proved to be a very successful mining technique. The article discusses the necessity and feasibility of exploiting potassium in the Mahai basin using the dissolution mining technique. It presents a solution of a combination of ditch-trench mining and well-trench mining for the exploitation, based on comparisons the salt lake with Chaerhan Salt Lake, and geological and deposit statistics of the Mahai Salt Lake. In addition, it gives some advice on some problems for the mining.

Key words: Low grade; Solid Potassium Deposit; Dissolution Mining; Method