

青海盐湖集团一期工程采卤现状 综述及可持续发展探讨

杨廷敖, 哈占芳, 张跃东

(青海盐湖钾肥股份有限公司 青海 格尔木 816005)

摘要:综合论述了青海盐湖集团一期工程采卤生产现状及存在问题,提出了一种“转卤补水溶钾”的盐湖补水方式,以引导盐田生产持续发展。

关键词:一期工程;采卤现状;补水;持续发展

中图分类号:TS38

文献标识码:A

文章编号:1008-858X(2005)03-0046-06

0 前言

青海盐湖集团经过40多年的发展,现已发展成一个年产上百万吨氯化钾的大型企业。随着国家经济战略转移,西部大开发首批十大项目之一的青海盐湖年产百万吨钾肥项目也落户青海盐湖集团,集团总生产能力达到 $150 \times 10^4 \text{t}$ 。一期工程开采察尔汗和达布逊区段盐湖晶间卤水,百分吨钾肥项目开采别勒滩区段晶间卤水。由于近年来,一期工程开采原卤存在一定问题,生产现状不太乐观。本文就目前一期工程采卤生产现状进行综述,并就一期盐田生产的可持续发展提供一点个人看法。

1 一期工程采卤生产现状综述

1.1 一期工程生产开采资源情况

察尔汗盐湖作为我国目前已探明储量最大的钾盐湖,以液体矿开采为主,批准的表内KCl储量为 $1.45 \times 10^8 \text{t}$ (液体矿),占全国已探明储

量的97%,是以石盐沉积为主的现代干盐湖,其边缘分布有几个表面卤水湖泊。察尔汗盐湖自东至西分为四个区段,即:霍布逊、察尔汗、达布逊、别勒滩。一期工程钾资源开采区位于察尔汗至达布逊区段,表内KCl储量为 $3\ 670 \times 10^4 \text{t}$,其中一期工程早期开采的达布逊湖是最大的并具有工业开采价值的表面湖。湖水面积为 $150 \sim 300 \text{ km}^2$,卤水埋深 $0.4 \sim 1.0 \text{ m}$,湖水动态主要受格尔木西河、东河的注入水量及湖表卤水的蒸发量控制。

一期工程首采区及二采区地理位置及资源情况:

首采区位于察尔汗盐湖中部的局部区域,地下为 S_4 石盐层,石盐晶间赋存卤水,为潜水含水层。西靠达布逊卤水湖东侧,东临青藏铁路及215国道—敦格公路,南部与大盐田毗连,北部以 $0I_1-0I_2-0I_3-SK_2$ 孔线为界。以青海省第一地质队的勘探报告为据,大体介于察尔汗168~200勘探线之间,总共面积约 $84 \sim 91 \text{ km}^2$,占察尔汗盐湖总面积的1.8%。

二采区位于首采区西北区域,东起200勘探线、西止勘探144线、南起186/CK820钻孔、

收稿日期:2004-12-27

作者简介:杨廷敖,男,工程师,现任盐湖钾肥股份公司采卤车间主任。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

北止 144/CKI243 钻孔,采区面积 138 km², 卤水水质较好,但是 CaCl₂ 含量也较高,属于典型的高 CaCl₂ 型水质。采区内液体、固体钾矿的储量:察尔汗、达布逊区段一期设计范围内 200 勘探线—勘探 144 线的液体储量分布(以给水度计)为:

Ia 晶间卤水: 60 934 × 10⁴ m³; 达布逊湖水: 7176 × 10⁴ m³。其中首采区 KCl 储量为 174.6 × 10⁴ t; 达布逊湖水 KCl 储量为: 256 × 10⁴ t; 二采区晶间卤水 KCl 储量为: 1023.4 × 10⁴ t。

《青海省格尔木市察尔汗盐湖钾镁矿床地质综合报告》中察尔汗、达布逊区段固体钾矿储量为: 察尔汗: 3409.16 × 10⁴ t; 达布逊: 6716.49 ×

10⁴ t。根据察尔汗达布逊区段的固体钾矿的分布特点,推算二采区内固体钾矿的储量在 3 000 ~ 4 000 × 10⁴ t (盐湖集团技术中心提供)。

1.2 一期工程现原卤开采情况

一期工程早期盐田生产小规模开采晶间卤水,由于初期采卤工程开采的晶间卤水不能满足生产,从 1991 年 8 月开采达布逊湖水作为补充。随着生产规模的不断扩大,2001 年 4 月份建成宽渠工程(支渠采卤,宽渠输卤),开始大规模开采晶间卤水。尽管如此,盐田生产仍远远满足不了钾肥生产装置的需要,2002 年起又开辟了二采区。一期盐田现采卤图示如下:

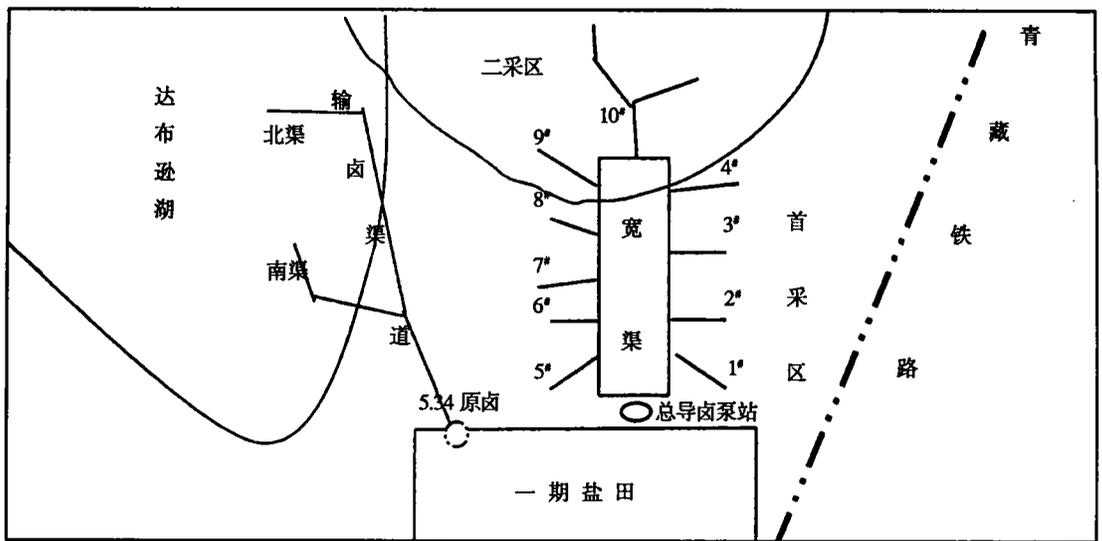


图 1 一期盐田采卤图

Fig.1 Schematic plan for exploiting raw brines of the first phase

1.3 一期工程采卤生产中卤水数量与质量的变化情况

由于达布逊湖水水位变化及湖水中各组份含量变化受气象条件及人为因素的影响很大,这些年来其水位及组份一直波动较大。期间还受到三次大规模洪水的影响(1967 年 12 月、1983 年 10 月、1989 年 9 月), KCl、NaCl、MgCl₂ 含量变化很大。近两、三年中主要表现为: 2000 年及 2001 年上半年湖水较丰富,湖水总体浓度较低,平均化学组成如下(%) : KCl 1.42、NaCl 10.29、MgCl₂ 15.24、CaSO₄ 0.27、⁰Be' 26.5。2000

年及 2001 年下半年度中由于蒸发量较大,湖水浓缩程度较高,湖水总体浓度较高,平均化学组成如下(%) : KCl 1.80、NaCl 4.45、MgCl₂ 20.81、CaSO₄ 0.20、⁰Be 28.4, 部分阶段浓度甚至高达 30⁰Be' 以上。达布逊湖水靠北渠部位浓度较高,而靠南渠以南部位则浓度较低,基本上为淡卤水。这几年来,钾肥公司基本一直在采用北渠输卤,而将南渠堵住,等浓度上升到一定要求后才挖开引用南渠水。由于南渠卤水较淡,曾多次冲开堵口向 5.34 原卤渠中涌入,2000 年 9 月 24 日及 2002 年 3 月 26 日至 5 月中旬,2003 年 5 月至今三次冲开南渠堵口,大量淡卤水进

入到 5.34 原卤渠中,导致整体浓度下降很多,5.34 原卤泵站被迫停止生产。2001 年下半年受百万吨项目盐田晒池板截流,加之蒸发强劲,曾一度萎枯。2003 年 5 月份又因昆仑山融雪化水等气象因素影响,达布逊湖水水量较丰富,经表面溶盐后,湖水含 NaCl 量很高,溶钾量很低,淡卤水进入到 5.34 原卤输卤渠及宽渠 5[#]、

6[#]、7[#]支渠中,因浓度低(24~25⁰Be['])、NaCl 含量很高(高达 17%以上)(钾含量很低,0.5%左右),迫使 5.34 原卤泵站及宽渠 5[#]、6[#]、7[#]支渠泵站停止抽卤近三个月,使产量受到部分影响。

达布逊湖水经输卤渠道进入到 5.34 原卤泵站(见图 1 所示),各年度抽卤取样平均组成如下表。

表 1 卤水的平均组分(%)

Table 1 Average compositions of the brines from Dabuson Lake(%)

时间	KCl	NaCl	MgCl ₂	CaSO ₄	⁰ Be [']
2000 年度	1.85	5.27	19.68	0.20	27.8
2001 年度	1.38	6.03	19.18	0.18	27.16
2002 年度	1.69	6.05	17.45	0.22	27.1
2003 年上半年	1.44	8.19	14.94	0.20	26.0

宽渠使用后第一年晶卤平均质量如图 2 所示,从宽渠总导卤导出去的卤水由于宽渠泵站运行不正常,加上自身浓度偏高,使其平均浓度很高,大部分盐类和光卤石已结晶在宽渠内,导致 KCl 只有 0.76%,MgCl₂ 却高达 28.36%左右。

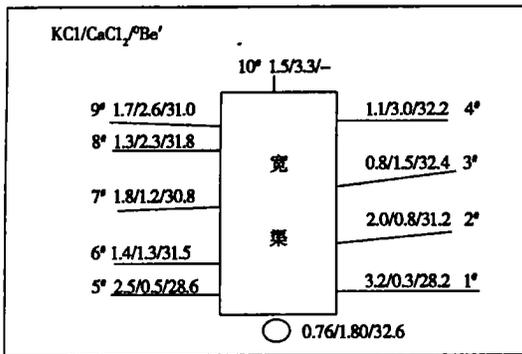


图 2 2001 年度宽渠各支渠晶卤部分组份质量

Fig. 2 Partial quality indices of the intercrystalline brines from the branch canals in 2001

2002 年宽渠各支渠晶卤质量平均组成如图 3 所示,由于 1[#]~3[#]支渠取样时按晶卤表层及底层取样,故数据按取样情况记录,其余支渠均以出水口混合样记录,图 2、图 4 数据均为混合样。从图 3 中 1[#]~3[#]支渠取样数据,也说明了察尔汗区域晶卤垂直分异现象较显著。2003

年上半年质量如图 4 所示。从宽渠各支渠晶卤浓度来看,宽渠靠北部区域各支渠晶卤(包括二采区)浓度均较高,CaCl₂ 含量越靠近二采区,其含量也越高。宽渠北部及二采区区域为高 CaCl₂ 型卤水。从 2003 年上半年宽渠各支渠晶卤中 CaCl₂ 上升明显的情况来看,可能由于宽渠大规模抽卤后,盐湖北缘深大断裂上升的 CaCl₂ 型深部水进行运移造成的。

KCl、NaCl、MgCl₂ 质量的论述:

从宽渠运行至今总体情况来看,总导卤受各种原因影响,这几年运行中质量变化较大。宽渠各支渠浓度基本上一直较高,这几年 KCl、NaCl、MgCl₂ 平均质量变化相差并不十分明显,间断质量波动主要受清渠(开挖新渠)及抽卤时供电不正常造成晶卤在渠道内滞留时间长短的影响。另外,渠道在较长时间内没有进行清渠时,由于晶卤在出水面形成的结晶物质阻碍了部分晶卤的渗出,使渠道出水量逐渐变小,同时也加剧了渠道内晶卤浓度的上升趋势,甚至部分支渠产生晶卤老化问题。二采区自 2001 年 9 月份正式使用后,从新开挖的渠道渗水处取样发现,该晶卤 KCl 含量可高达 2.5%以上,但从 10[#]支渠泵站出水口总体来看,浓度较高,KCl 含量在 2.0%以下,相对于渠道而言,表明 KCl 含量较高的表层晶卤量

还是很少。

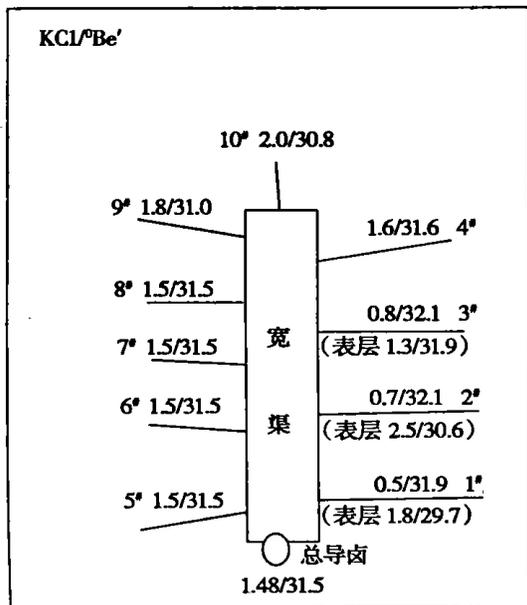


图 3 2002 年度宽渠各支渠晶卤组分

Fig.3 Compositions of the intercrystalline brines from the branch canals in 2002

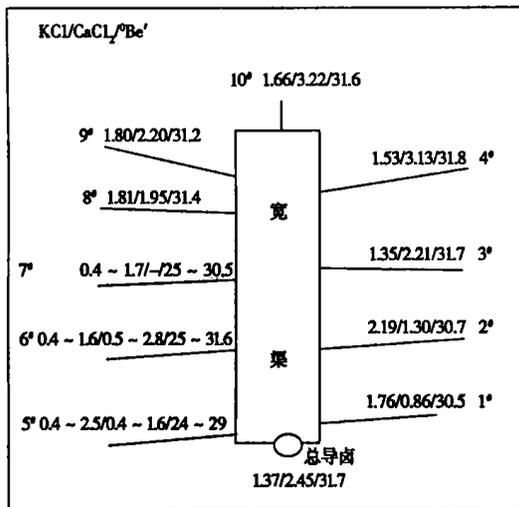


图 4 2003 上半年度宽渠各支渠晶卤组分

Fig.4 Compositions of the intercrystalline brines from the branch canals in first half of 2003

从宽渠总导卤导灌的数字与宽渠 1#~10# 支渠实际抽卤总量比较发现, 宽渠总导卤数字均比各支渠抽卤总量少出 $600 \times 10^4 \sim 700 \times 10^4 \text{ m}^3$ 左右, 这减少的抽卤量一方面由于宽渠远距离输送中, 沿途滩晒造成晶卤蒸发及析盐引起量的减少, 宽渠为 $14 \text{ km} \times 0.1 \text{ km}$ 的长条形输卤渠道, 另一方面由于宽渠自身渗漏造成

晶卤的损失。支渠今年与去年同期相比, 出卤量也相应减少较多。同时因为支渠抽卤本身浓度较高, KCl 在宽渠远距离输送中沿途衰减较明显。5.34 原卤今年上半年由于受达布逊洪水的影响, 使卤水淡化而被迫停止抽卤, 使同期抽卤量减少较多。

表 2 宽渠导卤量

Table 2 Statistics of brine transported

原卤名称	2002 年上半年实际	2003 年上半年
	抽卤量/ (10^4 m^3)	实际抽卤量/ (10^4 m^3)
宽渠 1#~10# 支渠	2320.56	2004.08
宽渠总导卤	1630.45	1421.71
5.34 原卤	906.15	433.19

1.4 一期工程采卤目前生产现状

综观目前一期工程盐田采卤生产现状, 所开采的晶间卤水向高浓度发展, 原卤在数量、质量上逐年产生下滑趋势, 宽渠各支渠及二采区因开挖支渠过多, 使晶卤暴露面积过大, 晶卤浓缩程度加大, 导致晶卤在数量上、质量上(以 KCl 有效组份而论)越来越差。另外宽渠工程中曾采用塑膜铺底的方式, 作为宽渠晶卤防渗措施, 由于晶卤结晶不规则的盐矿阻碍及塑膜随使用年限的增加而老化严重, 形成多处破损, 造成一部分晶卤在宽渠的巨大渗漏损失, 使宽渠的正常运行受到严重挑战。为了满足生产需要, 钾肥公司不得不支付大量资金来购买二期开采的别勒滩区段高钾优质晶卤(2002 年 9 月份以后)。面对原卤严峻的现实, 钾肥公司领导层也开始于 2002 年起实施“引水溶钾工程”, 将达布逊湖淡卤水引入北岸富钾地带进行溶钾。但由于开挖渠道深度较浅, 仅 $2 \sim 3 \text{ m}$ 深度, 其溶钾效果很差, 仅溶去盐湖表面晶体盐, 干盐湖形成的致密的结晶矿质又阻碍了淡卤水向深层晶间卤水层的补给。

2 如何维持一期工程钾肥生产的持续发展

2.1 合理开采现有卤水资源

目前一期盐田生产已经开辟了首采区及二

采区。近年来,由于淡水补给不足,开发大于补给,导致一期采卤区内的晶卤水位明显下降,采卤量也在下降,同时卤水水质变化也很大,卤水中有效组分 KCl 含量下降。同时由于开挖支渠众多,无形中增大了晶卤的暴露面积,使晶卤浓度上升较快。为了避免此类问题,我们开辟的采区及开挖的支渠还需按一定要求进行。为了保证晶卤有一定的恢复期,有必要实施两个采区的轮采作业,使一个采区作业期间,另一个采区得到充分的调息阶段。实施采区轮采,可以有效的使晶卤水位逐渐得以恢复。这一点可以从宽渠东片区支渠今年上半年短期停止抽卤中就可以看出。

2.2 实施人工补水,维持采补平衡

①一期工程盐湖开采存在问题及进行人工补水的意义

从达布逊湖水的不断退缩干涸及晶卤浓度的增加,可以看出,察尔汗盐湖在向干盐湖阶段发展较快,并且随着晶卤大规模的开采,盐层表面暴露面积的增大,晶卤水质和水位的变化将会更加显著。众所周知,察尔汗地区的降水量小(24.24 mm),蒸发量却特别大(3564.4 mm)。从盐湖的地理位置看,南部昆仑山降水和冰雪融水,其地表水和地下水作为柴达木盆地水资源的重要补给源(15 条主河流),格尔木河作为最大、最长的达布逊湖水的补给源(达布逊湖水的 90% 以上补给来源于此河),年均总径流量为 $7.82 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,占全区周边径流量的 2/5,北部却基本没有河流补给(仅只有一条全集河)。然而湖区周边地下水无论进入晶卤还是表面湖中,之后大都消耗于蒸发排泄中。

宽渠首采区外围地下水卤水力坡度很小,地下水侧向补给量有限,所开出来的大量卤水,主要取自含水层的储存量,卤水源属于消耗静储量型,加之东部私人厂家大量采卤,使该区域水位降落漏斗范围不断扩大。综上所述,为了盐湖资源的有效利用,为了钾肥事业的持续发展,进行人工补水势在必行。

②人工补水的目的和补水方式

进行人工补水的主要目的是通过加入一定浓度适量淡卤水,促使孔隙度卤水最大限度地

转变为给水度卤水,并溶解部分固体钾矿,使固、液矿体重建新的动态平衡,获得含钾量较高的卤水,以提高盐湖矿床资源的回收率。

补水中固液转化主要为盐矿中光卤石的溶解,进而转溶入液相之中。这些作用一方面使介质性质发生改变,另一方面使运移于其中的卤水浓度发生变化,这是一个十分复杂的动态平衡物理化学过程。它与介质中含钾矿物的存在形式、钾的含量、卤水饱和程度、化学组成、流动速度、外界温度变化、人为开采状况等都有密切的关系。

人工补水的方式方法目前很多,可针对性的选择使用,如管道注水、沟槽补水,转卤补水溶钾,湖边开渠补水和采区直接喷灌补水相结合等等方法。

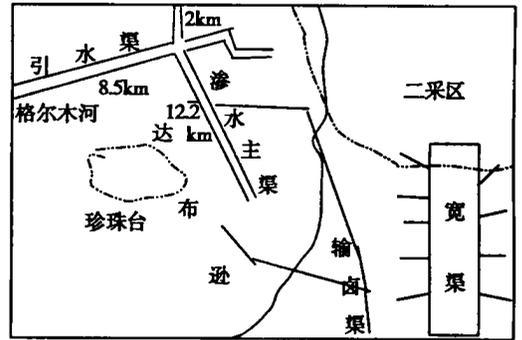


图 5 “引水溶钾”工程平面图

Fig. 5 Plan for the water conveying and potassium dissolving project

由于目前宽渠已经运作,所以可选用“转卤补水溶钾”方法较好。从宽渠运行发现,由于宽渠北部区域无淡水河流补给,晶卤浓度普遍高于南部,所以引用淡水补水溶盐时尽可能考虑从北部注入。宽渠未运行前,晶卤流向一般从东向西向达布逊湖汇流(达布逊为盐湖最低处)。宽渠大量采卤后晶卤流向发生变化,宽渠周围晶卤水位稳定下降而形成一定范围的下降漏斗,因此在宽渠靠北部周围远离各支渠的抽卤半径数公里以上处布置相应弧形渠道补水,则达到漏斗区渗流溶钾目的。

补水期间要随时观测晶卤水位、浓度、组分及盐层溶蚀程度,调节补水流量与各支渠采卤达到平衡。调节的标准为:最大转卤量以卤水

浓度不低于 $27.5 \text{ } ^0\text{Be}'$ 为限,最大注水量以不溢出渠道表面为限。

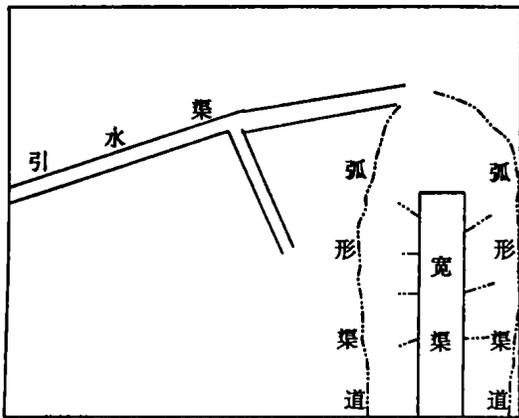


图6 转卤补水溶钾渠道布置图

Fig.6 Arrangement of the channels for water replenishment of brine conversion and potassium dissolution

③实施“转卤补水溶钾”的试验设计方案

结合目前已实施的“引水溶钾”工程,相应进行布置。试验考虑从渗水主渠北头至围绕宽渠西侧数公里半径处开挖深度在6m以上,宽为2m左右(挖掘机斗宽)的弧形渠道,将格尔

木西河水从引水渠引进,从宽渠北头直接将淡水注入弧形渠道,补水流量由取样化验组份及其效果控制,宽渠东侧补水则由西侧试验效果及西侧补水流量大小对盐层的溶蚀程度等情况决定是否进行,由于“补水工程”在盐湖集团尚属于初次进行,设计具体方案时需全方面认真考虑,同时要有系统性,注意与总体规划配套,与设计总体吻合。

3 结 语

盐湖补水是一项新的工作,它为盐湖资源的合理开采提供了途经,目前已列为盐湖采卤研究项目中的主要工程之一。鉴于盐湖补水涉及的因素较多,所以必须根据盐湖的地质特点及系统总体规划进行全面的综合研究,加强盐湖动态观测,掌握它的变化特征和规律,作为补水适度和均衡调节,不断改进和完善补水工艺方法,提高溶钾制卤效率,使之更好的为盐湖生产服务。

On the Status of Brine Exploitation and Its Sustainable Development of the First Phase Project Of Qinghai Salt Lake Group Company

YANG Ting-ao, HA Zhan-fang, ZHANG Yue-dong
(Qinghai Salt Lake Stock Co. Ltd, Golmud 816005, China)

Abstract: The status of brine exploitation and problems regarding the first phase project of Qinghai Salt Lake Group Company were discussed in detail. Meanwhile, a plan for water replenishment to the salt lakes characterized of brine conversion and potassium dissolution was put forward by the authors. The aim is to guide the orientation of the sustainable developments of salt pan productions.

Key words: First phase project; Brine exploiting status; Water replenishment; Sustainable development