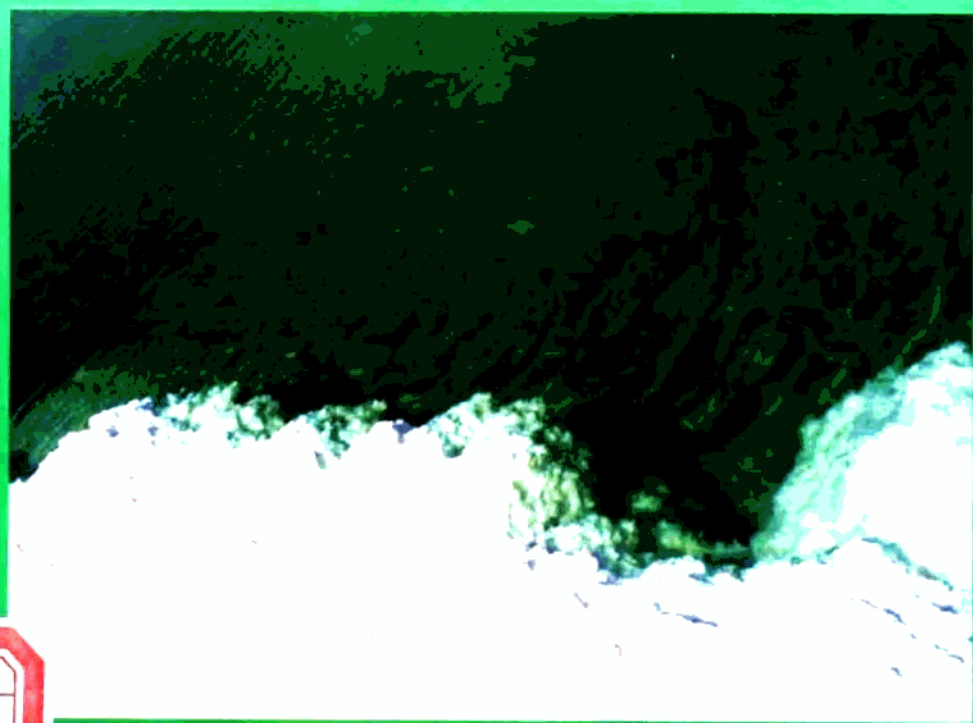


柴达木盆地北部 盐湖钾矿床及其开发前景

王弭力 杨智琛 等著



地质出版社

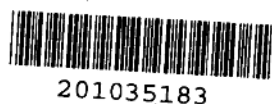
北京

登录号	100441
	P619.21
	001

柴达木盆地北部 盐湖钾矿床及其开发前景

(SY18/35) SY18/26

王弭力 杨智琛 刘成林 著
谢志超 焦鹏程 李长华



地质出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

昆特依、马海盐湖位于青海省柴达木盆地北部,是我国拥有表内储量仅次于察尔汗钾矿的第二个重要的钾盐矿区。本书从钾盐矿区的矿产地质、水文地质、水文地球化学、储卤层物性、水资源评价和液固体钾矿开发技术经济评价六个方面,对矿区的钾盐成矿规律和开发进行研究,其成果有较高的直接经济效益。该书系统地介绍了近期研究的新进展、新成果、新认识,资料翔实、图表丰富,既适合盐湖地质工作者参考,也可供矿山开采建设部门利用,并为他们带来可观的社会经济效益。

图书在版编目(CIP)数据

柴达木盆地北部盐湖钾矿床及其开发前景/王弭力等著.

北京:地质出版社,1997.3

ISBN 7-116-02367-4

I. 柴… II. 王… III. 盐湖-钾盐矿床-研究-中国-柴达木盆地 IV. P619.210.624.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 04583 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:邢瑞玲 王文孝

*

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销
开本:787×1092 1/16 印张:11 图版:4 页 字数:283000
1997 年 3 月北京第一版·1997 年 3 月北京第一次印刷
印数:1—600 册 定价:28.00 元
ISBN 7-116-02367-4
P·1776

序

我国是可溶性钾矿资源十分贫乏的国家,已探明储量 4.6 亿 t(KCl),仅占世界储量的 4.1%。目前,我国钾肥年产量约 30 万 t,而需求量为 300 万 t,缺口很大,须每年花大量外汇从国外进口。长期以来,钾盐找矿与科研一直被列为国家和地质矿产部重点攻关项目。迄今为止,我国已探明的钾盐储量绝大部分分布于柴达木盆地。位于盆地东部的察尔汗钾矿床已进行大规模开采,而在北部的昆特依、马海等地,已初步探明大—中型规模的钾矿床数个,其中昆特依液体钾矿超过亿吨,并伴有中—小型可溶性固体钾矿和规模巨大的石盐、芒硝,卤水中还富含 Mg、B、Li、Sr 等有益元素。但是,由于矿床可采性等问题不清楚,长期以来,昆特依钾矿一直被认为是不可开采的“呆矿”。值得庆幸的是,“八五”期间,作者获得了国家钾盐重点科技攻关经费,对昆特依、马海钾矿床富钾地下卤水及其开发前景立项研究,为柴达木盆地北部卤水钾矿资源的早日开发打开了局面。

基于昆特依等地的钾盐资源主要赋存于地下卤水之中,而该区淡水资源缺乏、储卤层给水度及涌水量偏低、液体钾矿赋存与开采条件尚不十分清楚等实际情况,为尽快尽可能合理地提出该区钾矿床的开发设想,作者在工作中注重基础工作的深入、细致、扎实,注意理论的提高与突破,注重新技术应用与多学科配合,更注重经济和社会效益的实现,取得了可喜的成绩。本书全面介绍了该项研究的主要内容,其突出成果表现为:

在矿床地质特征研究方面,对第四纪沉积环境、成盐成钾条件及矿床特征作了深入研究并获得了新的发现与认识;阐明了地下水补、径、排等水文地质基本特征及水文地球化学特征;首次发现储卤层内的孔隙以溶蚀孔隙为主,为查明盐层卤水资源的开采条件提供了科学依据;首次提出并论证了利用盆地周边第三系背斜上石油井中的油田水注入储卤层,进行溶蚀扩孔以提高采收率的设想,这对于昆特依盆地这类淡水资源缺乏地区卤水的开采,提出了切实可行的科学思路及方案;通过实验,确定了硫酸钠亚型和硫酸镁亚型卤水不同温度下的组成和降温析盐规律及影响因素,为设计开采方案打下了理论基础;运用氡同位素研究,掌握了地下卤水年龄及循环规律。

在开发利用与技术经济评价方面,利用更合理的方法重新计算了大盐滩表内 D 级储量(得到储委专家认可),新增 KCl 给水度储量相当于一个中型规模的钾矿床;提出了适合昆特依大盐滩卤水特征和生产硫酸钾产品的技术加工工艺流程;对未来开发进行了“拟建开发项目可行性”的经济评估,认为 20 年期限内至少可保证年产 10 万 t 硫酸钾资源量。

总之,作者通过对原有资料的二次开发,应用多种新技术手段及综合经济评价研究,将原认为是不可开采的“呆矿”变成可开采的大中型钾矿。他们的成果在同行专家评审会上被评为国际先进水平,并且对我国的钾盐紧缺状况将起到一定的缓解作用。此外,我国有许多盐湖与昆特依盐湖类似,因此该书的理论和经验可供其他盐湖的研究、开发借鉴,有一定推广应用价值。

本书是作者 5 年辛勤耕耘的结晶,衷心祝贺他们所取得的成就。

刘宝顺

1996年5月20日

— 1 —

目 录

前 言	(1)
第一章 地质和盐类矿产特征	(4)
第一节 自然地理概况	(4)
一 位置和交通	(4)
二 山川地势	(5)
三 气候	(6)
四 水文	(6)
第二节 地质特征	(8)
一 地层	(8)
二 构造	(8)
第三节 成盐盆地的形成和演化	(13)
一 昆特依盆地的形成	(13)
二 昆特依盆地形态演化	(15)
三 昆特依盆地沉积环境	(15)
第四节 盐类矿产特征	(18)
一 昆特依盆地盐类矿产	(18)
二 马海盆地盐类矿产	(24)
第五节 地质勘查工作评述	(27)
一 地质勘查工作程度和质量评述	(27)
二 关于储量计算方法的讨论	(27)
第二章 水文地质基本特征	(33)
第一节 区域水文地质概况	(33)
第二节 昆特依矿区水文地质基本特征	(33)
一 大盐滩矿床	(33)
二 俄博滩矿床	(44)
三 钾湖矿床	(45)
四 北部新盐带矿床	(46)
五 大熊滩矿床	(47)
第三节 马海矿区北部矿段水文地质基本特征	(47)
一 北部矿段水文地质	(47)
二 固体钾矿主采区水文地质	(50)
第三章 水文地球化学特征	(52)
第一节 卤水水文地球化学	(52)
一 W I、W II 层卤水水文地球化学特征	(52)
二 储卤层卤水地球化学	(55)

三	钾湖(群)湖表卤水地球化学	(63)
第二节	卤水同位素地球化学	(64)
一	氢氧同位素地球化学	(64)
二	锶同位素地球化学	(64)
三	硫同位素地球化学	(67)
四	氟同位素地球化学	(68)
第三节	油田水在采卤中的应用	(74)
一	油井的分布与油田水保证程度	(74)
二	油田水在扩大储卤层孔隙度中的作用	(74)
第四节	卤水降温析盐实验研究	(77)
一	实验 I	(77)
二	实验 II	(79)
三	小结	(81)
第五节	数据库及计算机辅助制图	(81)
一	基础数据及数据库结构	(82)
二	数据库管理程序	(83)
三	计算机辅助制图	(83)
第四章	储卤层特征	(84)
第一节	储卤层的结构、孔隙特征	(84)
一	储卤层结构	(84)
二	储卤层孔隙特征及成因	(84)
第二节	矿物组成	(86)
一	盐类矿物	(87)
二	碎屑矿物及碳酸盐	(87)
第三节	储卤层物性综合分析	(88)
一	W I 储卤层	(88)
二	W II 储卤层	(91)
第四节	最佳开采区段选择	(98)
一	W I 储卤层最佳开采区段	(98)
二	W II 储卤层最佳开采区段	(99)
第五章	水资源概略评价与开采方式的选择	(100)
第一节	昆特依大盐滩矿床首采区水资源概略评价与开采方式选择	(100)
一	大盐滩矿床首采区水资源概略评价	(100)
二	开采方式选择	(102)
三	开采预测	(104)
四	供水水源地选择	(108)
第二节	马海钾矿床北部矿段水资源概略评价与开采	(109)
一	北部矿段潜水资源概略评价	(109)
二	卤水矿开采	(110)

三 矿区供水水源地勘查·····	(111)
第六章 液体及固体钾矿开发的技术经济评价 ·····	(112)
第一节 钾盐资源和供求形势简析 ·····	(112)
一 钾盐资源形势·····	(112)
二 钾盐供求形势·····	(112)
第二节 昆特依液体钾矿开发总体布局 ·····	(115)
一 开发方案和生产规模的选定·····	(115)
二 主要开采技术环节的构想·····	(116)
三 储量保证程度和服务年限·····	(121)
第三节 选矿工艺流程的选取和技术经济指标分析 ·····	(123)
一 选矿工艺流程的选取·····	(123)
二 选矿工艺技术经济指标分析·····	(128)
第四节 未来矿区开发经济效益计算与评价 ·····	(131)
一 评价方案、方法·····	(131)
二 企业财务评价·····	(132)
三 国民经济评价·····	(142)
四 不确定定性分析·····	(142)
第五节 马海、昆特依固体钾矿的远景评价 ·····	(145)
一 马海固体钾矿远景评价·····	(145)
二 昆特依钾湖固体钾矿远景评价·····	(150)
三 大盐滩昆西固体钾矿远景评价·····	(151)
小 结 ·····	(151)
结 语 ·····	(153)
参考文献 ·····	(155)
图版及图版说明 ·····	(156)
附图目录 ·····	(164)
附图 I 马海钾矿区 58—79 线北部矿段固体钾矿层空间分布图	
附图 II 昆特依大盐滩第 I、II 储卤层卤水盐度空间分布图	
附图 III 昆特依大盐滩第 I、II 储卤层卤水中 KCl 质量分数空间分布图	
附图 IV 昆特依大盐滩第 I、II 储卤层卤水中 Na_2SO_4 质量分数空间分布图	
附图 V 昆特依大盐滩第 I、II 储卤层盐类矿物相空间分布图	
外文摘要 ·····	(169)

Potash Deposits And Their Exploitation Prospects of Saline Lakes of The Northern Qaidam Basin

Contents

Preface	(1)
Chapter I Characteristics of Geology and Salt Deposits	(4)
Section 1 An Outline of Physical Geography	(4)
1. Location and communication	(4)
2. Mountains and landforms	(4)
3. Climate	(6)
4. Hydrology	(6)
Section 2 Geological Characteristics	(8)
1. Stratigraphical characteristics	(8)
2. Structural characteristics	(8)
Section 3 Formation and Evolution of Evaporite Basins	(13)
1. Formation of the Kunteyi basin	(13)
2. Evolution of the Kunteyi basin	(15)
3. Depositional environments of the Kunteyi basin	(15)
Section 4 Characteristics of Salt Deposits	(18)
1. Characteristics of salt deposits in Kunteyi basin	(18)
2. Characteristics of salt deposits in Mahai basin	(24)
Section 5 Assessment of Geological Surveys	(27)
1. Assessment of quality and work extent of geological survey	(27)
2. Discussion of the method of reserve calculations	(27)
Chapter II Hydrogeological Characteristics	(33)
Section 1 An Outline of Regional Hydrogeology	(33)
Section 2 Hydrogeological Characteristics of Kunteyi	(33)
1. Dayantan deposit	(33)
2. Obotan deposit	(44)
3. Jiahu deposit	(45)
4. Northern newly-formed salt zone	(46)
5. Dashongtan deposit	(47)
Section 3 Hydrogeological Characteristics of the Northern Potash Section of Mahai	(47)
1. Hydrogeological characteristics of the northern potash section	(47)
2. Hydrogeological characteristics of the mainly-mining area of solid potash deposits	(50)

Chapter II Hydrogeochemistry	(52)
Section 1 Geochemistry of Brine	(52)
1. Geochemical characteristics of brine in W I and W II layers	(52)
2. Geochemistry of brine layer	(55)
3. Geochemistry of brine in the Jiahu Lake (group)	(63)
Section 2 Isotope Geochemistry of Brine	(64)
1. Hydrogen and oxygen isotopes	(64)
2. Strontium isotopes	(64)
3. Sulfur isotopes	(67)
4. Tritium	(68)
Section 3 Application of Oil Field Water in the Exploitation of Brine	(74)
1. Distribution of oil wells and degree of the supply guarantee of oil field water	(74)
2. Role of oil field water in increasing the porosity of the brine-bearing layers	(74)
Section 4 Experimental Study on the Salt Precipitation from Brine During the Lowering of Temperature	(77)
1. Experiment I	(77)
2. Experiment II	(79)
3. Summary	(81)
Section 5 Database and Computer Auxiliary Designing (CAD)	(81)
1. Basic data and structure of database	(82)
2. Management of database	(83)
3. CAD	(83)
Chapter IV Characteristics of Brine-Bearing Layers	(84)
Section 1 Structure and Pore Characteristics of Brine-Bearing Layers	(84)
1. Structure of brine-bearing layers	(84)
2. Characteristics and origin of pores in brine-bearing layers	(84)
Section 2 Mineral Composition of Brine-Bearing Layers	(86)
1. Salt minerals	(87)
2. Clastic minerals and carbonate	(87)
Section 3 Synthetic Analysis of Physical Properties of Brine-Bearing Layers	(88)
1. W I layer	(88)
2. W II layer	(91)
Section 4 Choice of the Optimal Exploiting Section	(98)
1. The optimal exploiting section of W I layer	(98)
2. The optimal exploiting Section of W II layer	(99)
Chapter V General Assessment of Water Resources and Choice of Exploiting Methods	(100)
Section 1 Water Resource Assessment and Choice of Exploiting Methods in the First Exploiting Area of the Dayantan Deposit of the Kunteyi	(100)
1. General assessment of water resources in the first-exploiting area of the Dayantan	

deposit	(100)
2. Choice of the exploiting methods	(102)
3. Prediction of exploitation	(104)
4. Choice of the water-supply sources	(108)
Section 2 Assessment and Exploitation of Water Resources in the Northern Part of the Mahai Potash Deposit	(109)
1. General assessment of groundwater resources in the northern part of the Mahai potash deposit	(109)
2. Exploitation of brine	(110)
3. Exploration of water-supply sources in the area	(111)
Chapter VI Technical and Economic Assessment for the Exploitation of Brine and Solid Potash Deposits	(112)
Section 1 Analysis of Potash Resources and Supply-Demand Relations	(112)
1. Situation of potash resources	(112)
2. Supply-demand relations	(112)
Section 2 Overall Plan of the Exploitation of Potash in Brine, Kunteyi	(115)
1. Scheme of exploitation and determination of the production scale	(115)
2. Design of the main links of exploitation techniques	(116)
3. Degree of guarantee of potash reserves and economic life-span	(121)
Section 3 Choice of the Technological Flow of Brine Processing and Analysis of Technical and Economic Indices	(123)
1. Choice of the technological flow of brine processing	(123)
2. Analysis of technical and economic indices of the technology of brine processing ...	(128)
Section 4 Calculation and Assessment of the Economic Return of the Future Exploitation of the Potash deposits	(131)
1. Assessing scheme and assessing methods	(131)
2. Assessment of enterprise financial affairs	(132)
3. Assessment of national economy	(142)
4. Analysis of uncertainty	(142)
Section 5 Prospective Evaluation of Solid Potash Deposits in Mahai and Kunteyi	(145)
1. Prospective evaluation of the solid potash deposit of Mahai	(145)
2. Prospective evaluation of the solid potash deposit of Jiahu, Kunteyi	(150)
3. Prospective evaluation of the solid potash deposit of Kunxxi, Dayantan	(151)
Conclusions	(153)
References	(155)
Plates and its description	(156)
Appended Maps	(164)
Map 1 Spatial distribution of solid potash layers in the northern potash section between lines 58 to 79 in the Mahai potash deposit	

Map II Spatial distribution of the salinity of brine in W1 and 2 layers in Dayantan, Kunteyi

Map III Spatial distribution of the content of KCl in W1 and 2 layers in Dayantan, Kunteyi

Map IV Spatial distribution of the content of Na_2SO_4 —in W1 and 2 layers in Dayantan,
Kunteyi

Map V Spatial distribution of saline mineral phases in W1 and 2 layers in Dayantan, Kunteyi

Abstract (169)

前言

长期以来,钾盐一直是我国紧缺矿种。钾盐找矿与科研也一直被列为国家和地质矿产部重点攻关项目。迄今为止,我国已探明的钾盐储量绝大部分分布于青海省柴达木盆地。其中,除位于盆地东部、我国目前最大的钾盐产地察尔汗钾盐矿床外,盆地西部及北部也具成盐成钾的有利条件。“七五”期间,地质矿产部在西部及北部地区开展了第二轮钾盐普查和科研攻关,初步发现了昆特依、马海、大浪滩等数个大型及中小型钾盐矿床,其中以储量(KCl)上亿吨的昆特依液体矿最重要,此外,还伴有中、小型可溶性固体钾矿和规模巨大的石盐、芒硝及天青石矿,卤水中富含Mg、B、Li、Sr等有益元素。这表明位于柴达木盆地北部的昆特依、马海地区具有开发钾盐及综合利用的良好前景。

通过“七五”期间对柴达木盆地的调研还认识到,“柴达木盐湖找钾就是找富钾卤水”。因为钾盐资源主要赋存于卤水之中,固体钾镁盐虽然可以沉积,但毕竟成不了“气候”。因此,“加强卤水地球化学、含水层物性、富水性、给水度等研究,是实现突破的关键”。

上述指导思想及研究成果,是“八五”期间在上述地区立项研究的依据。基于昆特依地区淡水资源缺乏、给水度及涌水量偏低、液体钾矿赋存与开采条件尚不十分清楚等实际情况,确定本项研究立项的主要任务是“继续深入研究昆特依等地钾镁盐矿床的基本特征,查明淡水资源分布状况,加强基础地质及储卤层物性研究。并在此基础上,对昆特依浅部第一、二含卤层可采性进行探讨”。低给水度条件下富钾卤水开发条件的探讨是本专著研究和探讨的重点。

由于昆特依地区存在水文地质条件差、储卤层涌水量偏小等不利因素,使储量巨大的液体钾矿的开发价值曾受到怀疑。5年来,研究组成员通过野外调研,收集了大量实际资料,并对测试结果进行综合分析,在基础地质和开发利用两方面均取得了显著成果,证实了昆特依钾矿不是“呆矿”而是可采矿床。

一、基础地质方面

1. 矿区地质和矿产

(1) 研究表明,昆特依凹陷的沉积环境由盐湖和咸水、半咸水环境交替构成。当凹陷处于盐湖环境时与外界无任何明显的水力联系,有利于湖水的蒸发浓缩及析盐。

(2) 对昆特依大盐滩矿床液体钾矿储量进行了更合理的计算后得出,KCl表内孔隙度储量14230.56万t,比原来增加2639.62万t,增长率为22.7%;给水度储量8127.49万t,比原来增加1394.32万t,增长率为20.1%。这些新增储量是本专题研究取得的重要成果之一,相当于增加一个中型钾盐矿床。

2. 矿区水文地质

通过对主矿床大盐滩的详细研究,对其地下水的补、径、排条件有如下认识:

(1) 大盐滩矿床地下水的补给主要途径为:①北部山区的地表、地下水,只可能补给北部新盐带,且就地蒸发排泄;西、南和东面第三系背斜上的补给很微弱;但通过遥感图像的分析,在大盐滩东部有一条NW向的张性断裂,有可能导通下部卤水上升补给上部含卤层;②降水,

由于在大盐滩地表发育有众多溶洞,大者可达数平方米。因此,集中降水通过溶洞补给潜卤水是可能的;③大盐滩各承压水层卤水向上逐层越流补给。

(2) 通过潜水位观察及卫星照片图像分析对比,可知十几年间潜水位基本保持不变,说明该区地下水的补排基本处于平衡状态。

3. 水文地球化学

(1) 第一、二层卤水物理化学平衡体系的研究显示,大部分卤水的演化处于中期阶段,即芒硝已大量析出,卤水中尚保留有大量钾。

(2) 第一层富钾卤水($KCl > 1\%$)主要分布于大盐滩中西部的 ZK3208 与 ZK4008 之间;第二含卤层的富钾卤水主要分布于 ZK3208 以北、以东地区,其南部卤水 KCl 质量分数^①多小于 1%。

(3) 浅层卤水同位素地球化学研究:氢氧同位素组成反映出,北部的钾湖卤水源于深循环大气降水,北部构造湖——“盐湖”卤水源于深部水,大盐滩卤水为蒸发成因;锶同位素显示了研究区有两个端元源,即地表来源及地表较深部补给;北部新盐带及钾湖区位于正断层(F_3)附近的卤水氟值较高,说明有时代很新的大气降水补给;卤水氟同位素测年,得到该区卤水年龄为 16—61a,说明潜卤水的更新速度快。

(4) 卤水降温析盐实验研究表明,因降温而析出的盐类主要是芒硝和泻利盐,而防止析盐堵井的最好途径是采取相应措施,即阻止井口附近气温下降。

(5) 首次提出和论证了利用大盐滩周边油田水于含卤层中,以达溶蚀扩孔提高开采率的设想。

4. 储卤层物性

(1) 对孔隙度在空间分布规律的研究发现,盆地上的储卤层孔隙度通常是缓坡大于陡坡。

(2) 储卤层的结构:在第一、二储卤层内尚存次一级的泥岩夹层,有的地方达 14 层之多。

(3) 首次研究并认识到溶蚀孔隙是储卤层中的主要孔隙类型。其意义在于使研究者得到启示:在采卤过程中适量加入较淡水可增强溶蚀作用,进而加宽晶间缝隙,形成喉道,将孔隙连通,增加渗透率。

二、开发利用方面

1. 水资源概略评价

(1) 大盐滩矿床首采区水资源概略评价计算结果:调节资源、补给资源和给水度储存资源分别为 190.82 万 m^3/a 、240 万 m^3/a 、48449.45 万 m^3 ,动态可采资源量为 1664.28 万 m^3/a ,静态可采资源量为 29069.68 万 m^3 。

(2) 资源保证程度:年产 1 万 t 硫酸钾产品的实际需卤量相当于潜水层补给量的 1/3;年产 5 万 t 硫酸钾产品,需卤量占动态可采资源量的 1/4,占给水度可采资源量的 1/66;年产 10 万 t 硫酸钾产品,需卤量占动态可采资源量的 1/2,给水度可采资源量的 1/33。上述可知,资源保证程度是较高的。

(3) 开采预测:对潜卤层中年产 1 万 t 规模进行开采预测,即第 10 年渠道供卤量为 99.21 万 m^3 ,仍能满足生产 1 万 t 硫酸钾所需卤 85 万 m^3/a 的要求。

① 质量分数系指质量百分含量,以下同。

(4) 供水水源选择:通过资料分析,认为冷湖及苏干湖东岸水源能保障矿区生产、生活用水。

2. 液体及固体钾矿开发方案和技术经济评价

(1) 分析研究了国内外钾矿、钾盐资源形势、钾肥质量指标、市场价格和供求关系,对钾肥市场前景进行了分析。认为研究区具有生产高附加值硫酸钾产品的资源优势,该种产品在市场上将更具有竞争能力,可以获得更高的经济效益。

(2) 提出昆特依液体钾矿开发总体布局设想:大盐滩矿床的向斜轴部具有卤水埋藏浅、储量较集中、渗透系数和涌水量较大等多方面有利开采的条件,是开发一期工程首采区的适宜地点。一期工程可以选择年产1万t、5万t、10万t不同规模,二期工程还可进一步扩大,谓之分期规划、滚动发展的开发方案。采用渠采和井采相结合的方式,采集WⅠ和WⅡ层浅部卤水,可以满足不同生产规模的需要。

(3) 在研究和借鉴国内外盐湖钾资源加工工艺流程的基础上,初步设计了利用研究区WⅠ、WⅡ矿层卤水生产硫酸钾产品工艺流程。分析了工艺指标、成本指标、基建投资指标和环境及工业安全指标。

(4) 对未来开发企业进行了财务评价和国民经济评价计算。认为拟建项目可以达到较高的盈利能力、较强的清偿能力和抗风险能力;计算可知,经济内部收益率为27%,远大于社会贴现率(12%),说明该项目对国民经济的净贡献超过了社会要求水平,如进一步考虑对支农、替代进口和推动地区民族经济发展的间接效益,本项目则应争取尽快实施。

(5) 对马海及昆特依固体钾矿作了远景评价。马海固体钾矿的开发可以扩大到年产钾肥10万t的规模。

本书是在专题成果报告基础上完成的,因此是专题组全体成员5年以来协同配合、共同努力的成果,各个章节都有他们的辛劳贡献。

各章编写及成果提供者:前言——王弭力、刘成林;第一章——杨智琛、刘成林、李廷祺;第二章——谢志超、焦桂芳、李廷祺;第三章——刘成林、焦鹏程、王弭力、李长华;第四章——刘成林、王弭力、宣之强、李长华;第五章——谢志超、焦鹏程;第六章——杨智琛、李文生、张幼勋;结语——王弭力、杨智琛。全文由王弭力审阅、修改、定稿,杨智琛、刘成林也参加了修改工作。参加本专题工作的人员还有:矿床所陈永志、李兴承担了部分室内化学分析测试工作;李松筠翻阅了大量外文文献;罗续荣、宋鹤彬参与了部分同位素分析及研究;中国地质大学韩蔚田、李亚文承担了该项研究中的钻井卤水析盐蒸发实验;石油勘探研究院魏宝和、何锦发承担了储卤层岩样扫描电镜分析。图件由王新清、张景华清绘。

专题立项以来得到了青海省地矿局章午生、金万福,盐湖勘查开发研究院李波、李剑铭等领导的大力支持。工作中还多次得到地质矿产部曲一华教授、矿床所吴必豪研究员、建设部勘察院总工王秉忱教授、中国地质大学李万亨和李慈君教授、石油天然气总公司生产开发司总工潘兴国教授、中心实验室主任陈丽华教授、原国家储委专家韩心鉴教授、中国盐业总公司齐兴梁高工、青海柴达木综合地质勘查大队(原总工)张勇、蔡石泉高工及中国地质矿产经济研究院技术经济评价研究室张应红等专家的咨询与指导。另外,中国地质大学蔡克勤教授、赵德钧高工还提供了部分实物及资料。在此,对各位给予的支持和帮助表示真挚的感谢。

第一章 地质和盐类矿产特征

第一节 自然地理概况

一、位置和交通

昆特依、马海盆地地处青藏高原柴达木盆地的北部,行政隶属青海省海西蒙古族藏族自治州管辖。昆特依为东经 $92^{\circ}46'$ — $93^{\circ}27'$,北纬 $38^{\circ}13'$ — $39^{\circ}01'$;马海为东经 $93^{\circ}30'$ — $94^{\circ}30'$,北纬 $37^{\circ}55'$ — $38^{\circ}39'$ (图 1-1)。

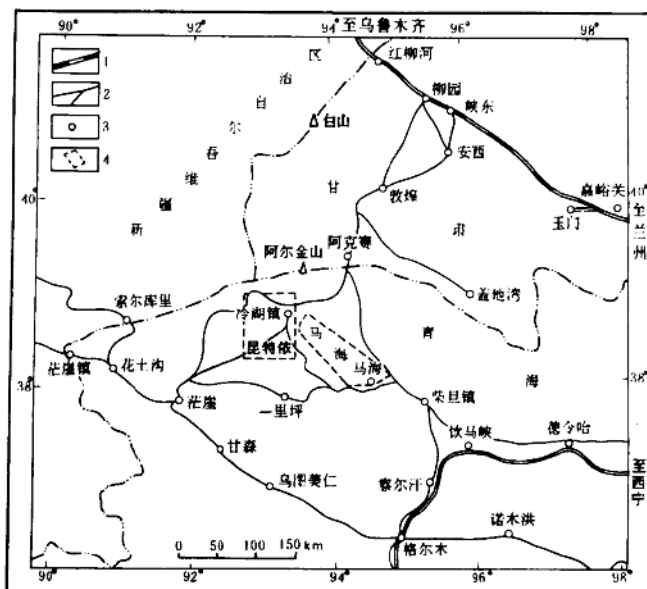


图 1-1 昆特依、马海矿区位置交通图

Fig. 1-1 Communication map of the Kunleyi and Mahai potash deposits

1—铁路;2—公路;3—城镇;4—矿区

昆特依盆地成盐面积达 1382km^2 ,矿区由大盐滩、俄博滩、大熊滩、钾湖及北部新盐带 5 个矿床组成。其主体大盐滩矿床的中心距冷湖镇 34km 。冷湖镇距北面兰新铁路线柳园站 377km ;距东面青藏铁路线饮马峡站 350km 。交通不够方便。

马海盆地成盐面积为 843km^2 ,其中北部矿段固体钾矿的分布面积达 76km^2 ,其中心距冷湖

镇 110km;东距饮马峡站 235km。交通也不够方便。

昆特依与马海两盆地之间被冷湖长垣所隔,其宽度不过数公里,但两盆地中心之公路里程却为 134km。交通联系亦属不便。

二、山川地势

昆特依、马海为两个相邻并相对独立、周边均为丘陵、低山、中高山和高山环绕的闭流盆地(图 1-2)。

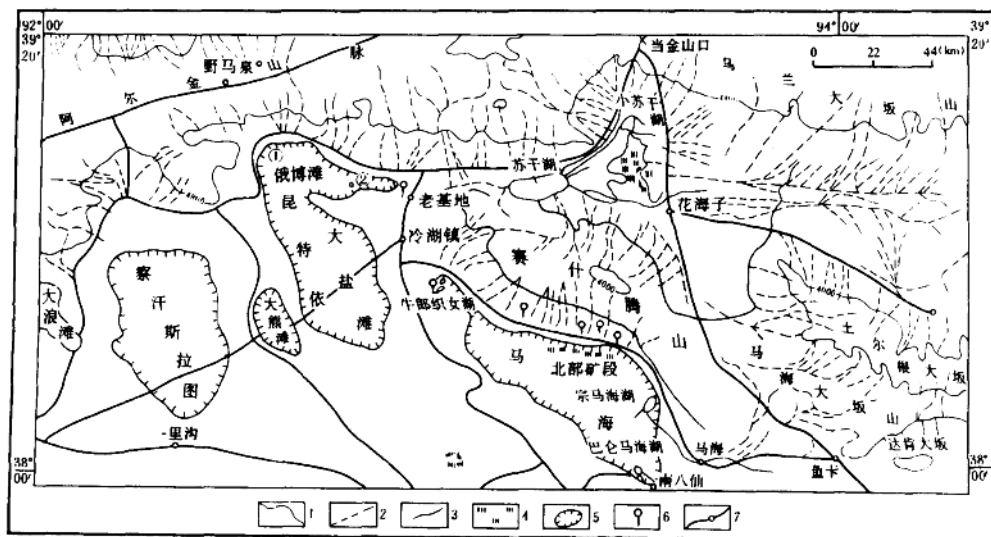


图 1-2 区域山系、水系分布图

Fig. 1-2 Distribution of the regional mountains and water systems around Kunzeyi and Mahai

1—地形等高线;2—季节性河流;3—常年性河流;4—沼泽;5—盆地;6—泉;7—公路;①北部新盐带;②钾湖

昆特依盆地南北较长,东西较窄,整个地势东高西低,南高北低,走向 NNW 西。盆地西北端和北部边缘为地势相对低洼的新盐带,有现代盐类沉积。东北部为相对较平坦的钾湖,其南面为第三系丘陵。中部的大盐滩为盐滩平原,海拔在 2735m 左右,它的西、南、东三面为中更新统形成的雅丹地貌,相对高差 10—20m。西部有俄博梁,南部有葫芦山,东部是冷湖Ⅲ号构造。冷湖 0 号、I 号、Ⅱ号构造组成大盐滩东北部屏障,将其与北面的俄博滩分开。这些低山的海拔高程 2800—3500m,高出盆地 100—800m。盆地北侧的阿尔金山,整个山势为东高西低,平均海拔高度约 4000m。东段的安南坝山主峰海拔 5154m,终年积雪,发育现代冰川。阿尔金山南坡山前为向盆地倾斜的戈壁砾石带,植被稀少,呈荒漠景观,并发育众多的冲沟,沟深 0.1—3.0m。近山体部位冲沟较深,至戈壁带的前缘逐渐消失,只有较大的雨洪才能到达盆地北部边缘。

马海盆地也呈 NW-SE 走向,南北长,东西窄,地势为北高南低,西高东低,其东南部是盆地最低的现代湖沼分布区,海拔高度在 2742m 上下;西北部是与牛郎织女湖相通的峡长谷地;东面、南面和西面均为低山和中高山环绕。西面的冷湖Ⅳ号、Ⅴ号构造和南面的南八仙海拔高 3000—3500m,高出盆地 200—700m。东面赛什腾山为中高山,海拔 3500—3800m,该山系的西

南山前为第三系丘陵,丘陵前缘为宽 2—3km 的台地。台地高出盆地 10—15m,台地上发育较多的冲沟,沟深 3—5m。山区雨洪一般能到达盆地东面的边部。在大小赛什腾山以东,有党河南山、土尔根达坂山和达肯达坂山,均为平均海拔大于 4000m 的高山,年降水 150—300mm,有的终年积雪,发育现代冰川。据花海子盆地和马海盆地水文地质普查报告,土尔根达坂山北坡有现代冰川 28 条,达肯达坂山南坡有现代冰川 22 条,储水量 986Mm³,为马海盆地和花海子盆地提供了丰富的地下水源(图 1-2)。

三、气候

本地区具典型的内陆寒冷干旱气候特点,夏季短而凉爽,冬季长且寒冷。据冷湖气象站资料,多年平均降水量仅 15.7mm,而蒸发量却高达 3095.9mm。有限的降水主要集中在 6 月份,占全年降水量的 40.13%,6、7、8 三个月的降水量占全年的 73.89%,历史上一次最大降水发生在 6 月份,达 11.7mm,占全年降水总量的 74.52%;7 月份的一次最大降水为 8.1mm;8 月份的一次降水为 6.7mm。全年不但降水总量少,降水次数也少,雨量相对集中。蒸发量随气温升高显著增加,最高气温出现在 7 月份,月均达 16.9℃,蒸发量也高达 519.3mm/月,1 月份气温最低,月均仅 -12.3℃,相应的蒸发量只有 50.9mm/月。5—6 月气温每升高 1℃,相应的蒸发量增加 14.85mm,7—8 月气温每升高 1℃,蒸发量增加 31.9mm。

据马海气象站 1957—1978 年的观测资料,马海盆地多年平均降水量 29.6mm,主要集中于 6、7、8 三个月,占全年降水总量的 30%以上。多年平均蒸发量 3040mm。春季风沙大,风向以西北为主,风速 3—4m/s。多年平均气温 2.1℃,一月份最低气温 -30℃,7、8 月份最高气温 33.1℃。

在干旱盆地的边缘地区,“降水、蒸发都有垂直变化规律,地势每升高 100m,降水量增加 13mm,蒸发量减少 190mm,以此推算,阿尔金山海拔 3800m 以上的山区,年降水量可达到 180mm 左右”^①。它是冷湖地区年降水量的 11.46 倍。马海以东的土尔根达坂和达肯达坂山区年降水量可达到 250mm 以上。

四、水文

由于干旱地区相对较少的降水和冰雪融水补给形成的河流,其流程一般较短(数公里至数十公里),流量小、水质差,大多为季节性的暂时性水流(洪水通道),常年性河流较少(表 1-1),且多数是戈壁带前缘地下水溢出形成的泉集河。

汇入昆特依盆地的河流除清水河外均为暂时性水流,只有较大的雨洪才能到达盆地北部的新盐带。清水河是发源于冷湖的唯一常年性河流,流量小(上游 0.04m³/s,中游和下游 0.025m³/s)、水质差,盐度 25.3—56.7g/L,消失于盐滩。

汇入马海盆地的常年性河流较多,除鱼卡河外,其余均为泉集河。主要河流有:鱼卡河、噉唠河、脑儿河、鲁西河和南八仙河等。鱼卡河流程 90km,中游流量 2.90m³/s(多年平均),在山前戈壁带大量渗失,成为下游平原地区地下水的主要来源,下游流量减少到 0.404m³/s,至终端入湖(宗马海湖)仅 0.10m³/s。

注入花海子盆地大苏干湖的河流均为泉集河,主要有:苏干河、绿草河、水鸭子河等。其中

① 中国人民解放军 00926 部队,冷湖西—索尔库 1:50 万水文地质普查报告,1970。