

据高灵敏度航空伽玛能谱资料探讨 内蒙巴彦浩特盆地(腾格里沙漠) 第四系成钾远景

崔天秀

(化学工业部化学矿产地质研究院,河北涿州范阳路,072754)

摘要 巴彦浩特盆地自中生代至今一直是一自流水的构造盆地,其具有成钾的构造、气候、水文以及古盐释放等有利条件。该区存在着高灵敏度航空伽玛能谱测量发现的现代高钾异常区,由区内已知盐类矿床(点)的存在及铀、钍元素的地球化学的分布特点知,高钾异常与含钾的盐类物质密切相关。高钾异常的分布及其形态特征表明了本区可能存在较深层卤水,并高钾异常的形成是由于沙丘带与盐湖带间的风积作用、两者间的内循环作用以及两者对较深层卤水存在的蒸发作用的结果。根据统计及估算,本区可称之为具一定远景储量的钾盐远景区。它反映了钾盐富集的一种不同形式,实则体现了构造、气候、水文、盐湖、沙漠五者的密切相关和极好的统一,是沙丘(山)型钾盐成矿模式的代表。

关键词 高钾异常区 沙丘带 盐湖带 深层卤水

内蒙巴彦浩特盆地中的腾格里沙漠腹地约 2000km^2 的范围内,经航空伽玛能谱测量发现,是一个高钾异常区。该区钾的异常钾含量在 $0.8\sim 5.7\%$ 间变化,且其还具有高、低异常峰值间互、交替出现,并连续变化的醒目特征(图 1),与周围之低平背景场形成了鲜明的对照。

据地形地质资料:区内均为第四系全新统堆积,共分为两种类型:盐湖及各种风积沙丘(山)。

一、盐湖带与沙丘带

长条状或似串珠状的盐湖连接成带(长几十公里)与各种沙丘(山)组成的沙丘带,呈北东走向的、有规律的、近平行的相间排列是本区的重要特征。

盐湖约占全区总面积的 $3/10$,数量达数十个。单个盐湖一般宽 $0.5\sim 1.5\text{km}$,长 $1\sim 13\text{km}$,其大部份为地表卤水面积较小的半干盐湖或干盐湖;地表卤水分布于盐湖的局部洼地内(两头居多);湖内一般赋存有盐类物质(芒硝、盐或钾盐),其他沉积物为含盐的泥、砂、淤泥及盐渍化滩地;湖区边部可生长一些耐盐、碱类之植物,湖区外围均为风成沙丘所包围。代表性地质剖面为异常区西南部外围的查干池盐湖矿区之剖面,见图 2。

航空伽玛能谱资料显示:盐湖带(简称湖区,下同)钾含量在 $0.8\sim 4.7\%$ 间范围内变化,通常为 $0.8\sim 2.2\%$;它基本反映了湖区近地表沉积物中钾的含量。不同的盐湖视不同的部位钾含量有所不同:有时中间地带高,边部地带低;而有时靠湖的一侧含量较高,这取决于地形的影

响。少部份干盐湖区含量显示为 2.3—3.3%，它提示了钾离子的进一步累积；而个别干盐湖则显示为 4.7%，如英格图湖，它提示了有可能存在高钾卤水。

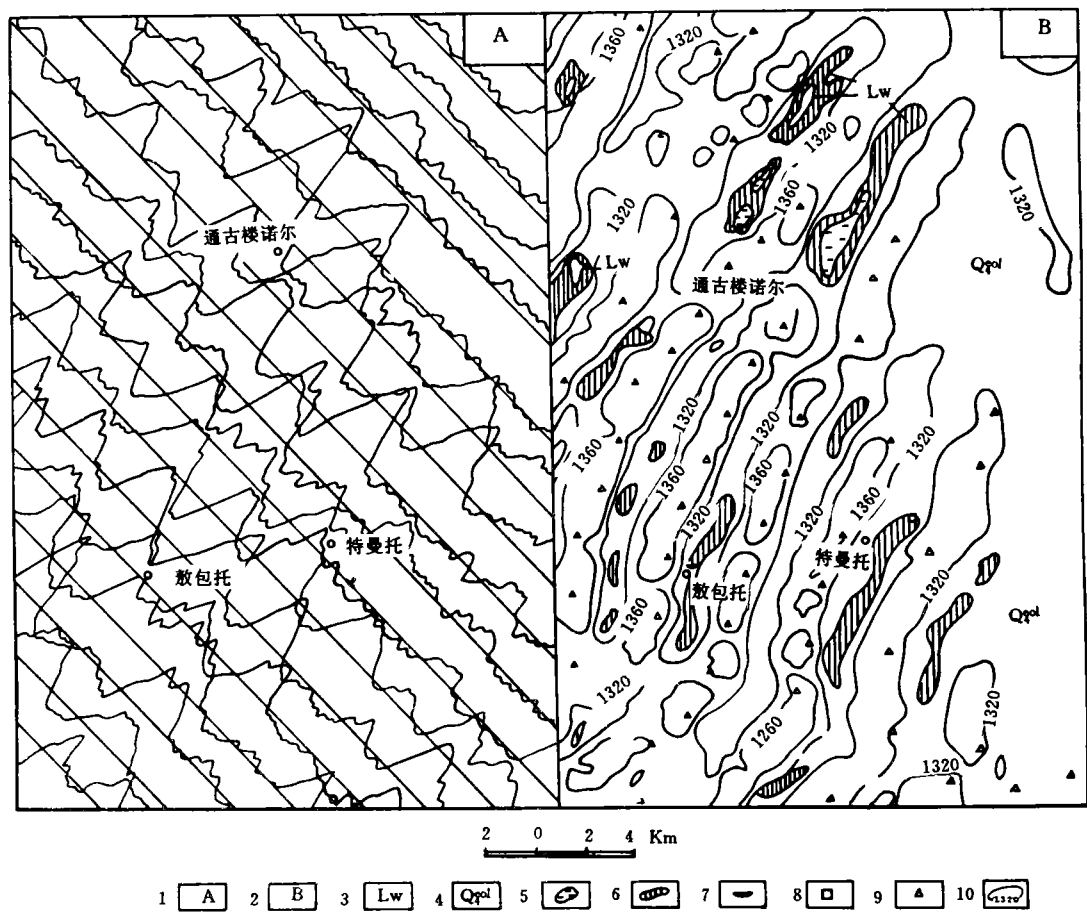


图 1 通古楼诺尔—敖包托钾异常分布图

1—钾含量平剖面 2—地形地质图 3—地表卤水 4—全新统风积层 5—盐沼、湖水
6—全新统湖积层 7—芒硝矿点 8—石盐矿点 9—钾异常位置 10—地形等高线及标高
A—B

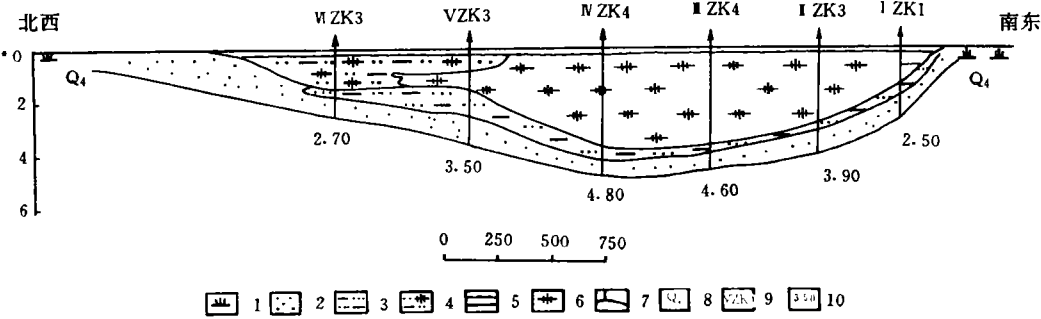


图 2 查计布鲁格湖盐矿床 A—B 地质剖面图

1—沼泽沉积；2—粉细砂层；3—泥质细砂层；4—含盐粒泥质砂层；5—化学沉积之卤盖；6—湖盐矿区；
7—地质及相变界线；8—第四系全新统；9—剖面及钻孔编号；10—钻孔深度（据区调报告）

本异常区仅东南部及南部边缘外围十余个小盐湖,已进行了地质调查工作。其中构成了三个盐类矿床(一个盐矿,已进行了开采;还有二个芒硝矿)。据化验资料表明,所有各湖区内,氯化钾含量接近或超过 1%(表 I),有的小湖地表卤水钾离子含量可达 3.84%(表 I),其下覆盐层(厚度仅 2cm)中氯化钾含量高达 20.52%。以上湖区数据,与航放资料所显示的数据基本相同,这亦是对航放资料的一个验证。

与盐湖带相间排列的沙丘带占据了全区近 7/10 的面积;它一般宽 2—2.5km,长 40—50km 左右;由于西北风向的影响,使得沙丘带走向多为北东 45°方向,并由湖区向沙丘带中部区地形逐渐升高(一般东侧较陡,西侧较缓);沙丘带类型变化依次为:较低矮的、数米高的,波状、鱼鳞状沙丘,十几米高的垅状、链状沙丘,到叠置其上的几十米,甚至百余米高的金字塔、新月型、复合型沙丘(山)等;其多为半固定及固定型沙丘(山)。

沙丘(山)的成份较简单,据“中国沙漠概论”一书,腾格里沙漠沙质沉积物的组成,最主要的矿物约 90%以上是石英和长石,云母含量仅为 0.34—2.51%,另外还含有少量的重矿物(以角闪石、绿帘石、金属矿物及石榴石为主)。其机械组成以细粒级(0.1—0.25mm)为主。也就是说,广大的沙漠背景区即由以上成份的沙质沉积物所组成。

航空伽玛能谱资料显示:广大的沙漠钾含量背景值<2%,而沙丘带之钾含量则在 1.5—5.7%间变化。对于区分氧化钾干扰异常较有代表意义的钍/钾比值,沙丘带上显示为 0.3—1.5 左右范围内,而大大的低于周围沙漠区 1—5 的背景值范围。表 I 表明了各种泥质岩石的通常钍/钾比值;可见,它们亦通常高于本异常区内之钍/钾比值。以上数据证实了本区钾含量影响的增强及其为非氧化钾物质所引起,即与钾的盐类物质密切相关的事实。据统计,本区钾含量>2.3%的异常共有 218 个,其中有 46%的异常钾含量达 3.3%;20%的异常钾含量为 4.4—5.7%(换算氯化钾含量为 6—8.5%)。

由以上叙述可知,盐湖带与沙丘带分别对应着区内钾异常的低值区与高值区。

二、高钾异常的形成

据目前研究:沙丘带钾异常的分布与相邻盐湖区的咸化程度有关。本区中北部、中西部等地,由于相对淡化之物源影响,致使相应湖区地表卤水相对淡化,而沙丘带钾异常的含量亦降低至 2.3—2.6%,甚至更低。如果去掉低值区,可以圈出几个钾异常高值区(图 3);由图可见,

表 1 已知盐类矿床(点)KCl 含量

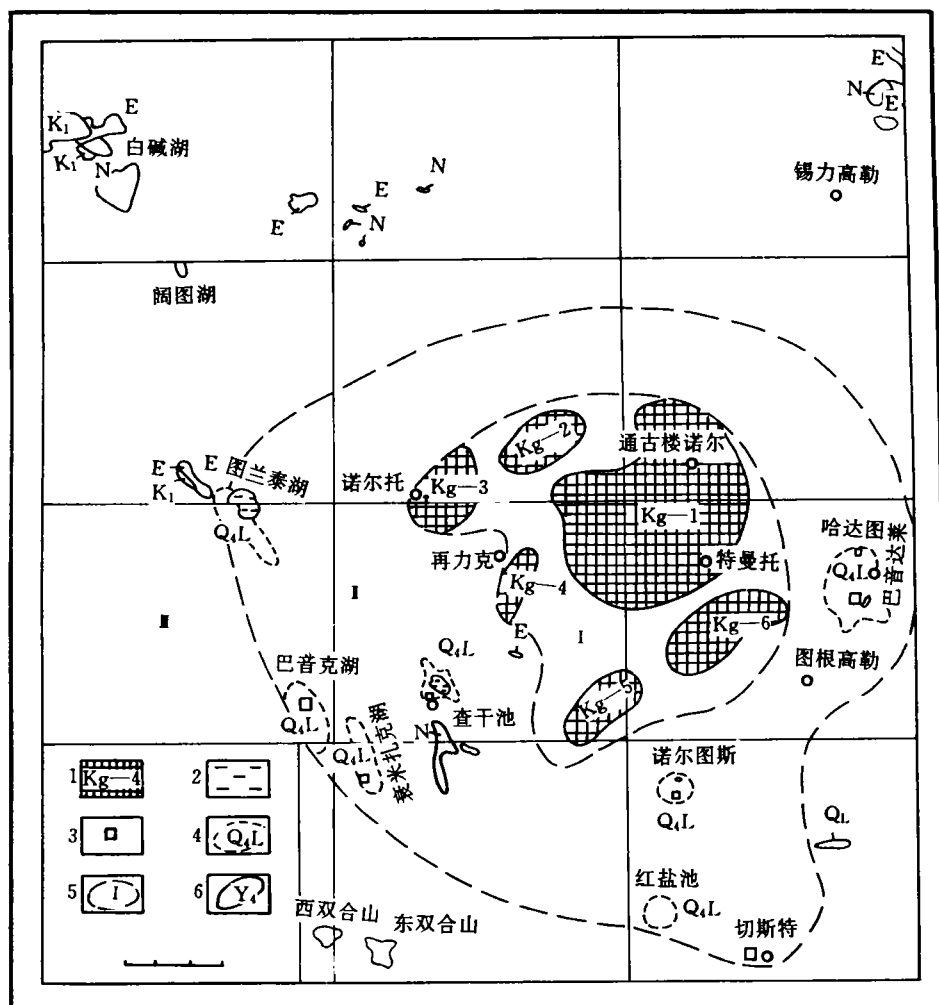
矿床(点)名称	KCl 含量(%)	提供资料时间
哈达图芒硝矿床	0.74	1978 年
巴音达来芒硝矿床	局部地段达 1%	1978
诺尔图湖芒硝矿点	2.02	1978
敖包托芒硝矿点	1.09	1978
特曼托盐矿点	0.22	1978
红盐池盐矿点	0.5—1.6	1978
雪里格盐矿点	表层水中 3.84%, 盐层中 20.52%	1976

(注:摘之巴伦别立幅 1:20 万区测报告)

表Ⅱ 粘土矿物与 K 、 Th/K 之间的关系

粘土矿物	$K\%$ 平均含量	Th/K
蒙脱土	0.22	3.7—8.7
伊利石	5.2	1.7—3.5
高岭土	0.63	11—30
绿泥石	0.2±	11—30
海绿石	4.5	0.66—1.3

几个小高值区构成一个浑园状形态,分布于盆地的中间地带,它恰似盆地的汇水区;这实则反映了本区可能存在着更深层的卤水。



(据地矿部航空物探技术中心)

图3 巴彦浩特盆地腾格里沙漠腹地高钾异常区分布图

- 1—高钾区范围及编号 2—地表水 3—盐类矿床(点) 4—湖相沉积层
5—中心成盐区(I)及浅盐洼区(II) 6—地层及岩体边界

另,经与地形资料对比知:钾异常的高、低与地势有关,钾异常通常是以沙丘带宽度为其宽度,而形成的中部高,两侧低的异常。往往地势高处,含量相对亦高;大部份钾含量 $>5\%$ 的异常,多为高出相邻湖区湖面 $60m$ 左右的沙丘带异常;尤其与相对高差变化较大的沙丘(山)地带关系密切,异常往往落在山脊附近,沙山间高差可达几十至百余米。

与地形图的对比还显示了,钾异常通常分布在湖区顺风向的旁侧区域内的这一事实。

钾异常的分布及与地势的关系证明:钾含量的增高,是蒸发与风积共同作用的结果。由“中国沙漠概论”一书知,由于风成沙丘乃是其周围下伏物质经过风力加工作用所形成,即沙丘之沙源就在附近不远。那么沙丘带间之盐湖区及其蒸发物质,理所当然地成为邻近沙丘带之部份物源;即湖区的盐类物质(包括含有钾离子的蒸发水汽)随风吹扬遇到沙丘(山)时,被阻隔而停滞、积累,沙山越高,阻隔作用越强。沙粒运动之路径的示意(图 4),说明了大风积的一般原理,亦证明了湖区物质作为沙丘带物源的必然性。而地势越高蒸发量越大,也是一种物质聚积含量增高的原因。

钾异常的宽度恰好跨越沙丘带,且其具有的相对均匀性及光滑性,证明了沙丘带对较深层卤水存在蒸发作用。做为古代湖盆中心地带的本区,第四纪沙漠化以来,一方面,在周缘山区地表径流补给下,湖区水体及两侧的沙丘潜水与下覆深层卤水相通,其水位在补给与干旱的交替中,随着沙丘的增高而增长;在强烈的沙漠干燥气候的蒸腾及周缘山区自流水头的压力下,有时沙丘下的深层卤水的水位可能升至较高的位置,而浸润了沙丘,增加了较深层卤水中盐类物质借助水份垂直向上移的高度。另一方面,大气降水及大气凝结水在降落、运移过程中,渗透到沙丘内部形成了一些通道,亦增强了下覆较深层卤水中盐类物质借助水份垂直向上移的能力;这深层卤水浸润面及浸润范围在沙丘中不断地积累而增高、增大,使得沙丘带对较深层卤水的蒸发成为可能;成为盐类物质(钾离子)进一步积聚的重要因素。

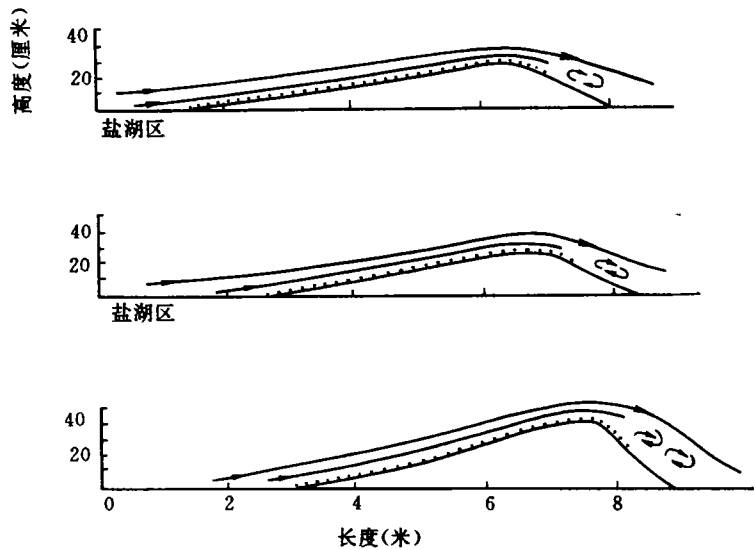


图 4 沙粒运动路线示意图 (据“沙漠概论”一书)

又据研究:盐湖带—沙丘带间的内循环作用是钾盐物质累积形成高钾异常最重要的因素之一。当大气降水来临时,沙丘带上被淋滤的盐类物质,被水流带到湖中及沙下,而又经蒸腾作用、风积作用聚积到沙丘带上来,这样往复以致无穷,使钾盐物质的含量越来越高。

综上所述,由于风积、蒸发以及盐湖带—沙丘带间的内循环等各种外力的长期综合作用,形成了该高钾异常区。同时,亦反映了沙丘带中可能不均匀的存在着多层钾盐物质的富集。

三、地质发展简史

本区四周被古老的隆起所环绕,北及西北为巴彦乌拉山隆起(海拔 1400—1800M)、东为贺兰山隆起(海拔 1700—2000M)、南为祁连褶皱系走廊过渡带之长岭山(海拔 2600—2900M),与区内形成 100—1300M 之地形高差。据物探资料,区内结晶基底埋深>5000M,之上沉积了巨厚的古生界(约 2000—4000M);燕山运动后,在断裂运动作用下,本区接受了巨厚的中生界及第三纪的内陆湖相夹盐湖相沉积,厚度达 3500—4000M,使本区成为一山间拗陷型自流构造盆地的中心地带。第三纪末,由于喜马拉雅运动的影响,本区产生了轻微的隆起而遭受剥蚀,异常区南部边缘及西北、北部 20—40km 处的白垩系、第三系残丘即是较好的佐证。

直至第四纪中期中上更新世,本区又开始了冲积—洪积物的堆积。南缘的长岭山及东部的贺兰山均形成了宽阔的山前洪积扇,构成了山前倾斜平面(图 5);其中长岭山山前倾斜平原范围达几千 km²(长约 100km,宽约 20—30km),它上面发育着数条深切的冲沟,其即为区内水源补给的通道之一。至全新世,由于强烈的大陆性气候的影响(自贺兰山向西,年蒸发量由 1400mm 递增至 2000mm 或更大,为年降水量的 4—12 倍以上),本区加快了沙漠化的进程;区内广大的中上更新世的洪积—冲积物及其间的湖积物质,即为沙漠之沙源;同时,湖区亦加快了咸化的进程。随着沙丘的增长,区内湖区、沙丘潜水及深层卤水层,不断地接受周边山区携带着老地层溶滤了的多种离子的地表经流的补给,与大气降水、大气凝结水构成统一的水体,沿着倾斜的地形向沙漠中心汇聚(图 5),经由盐湖带及沙丘带消耗于蒸发。

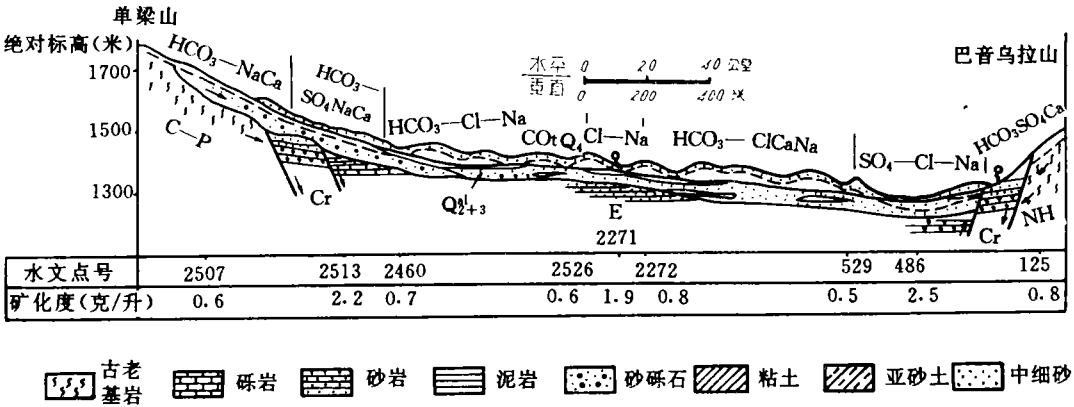


图 5 单梁山—巴音乌拉山综合水文地质剖面示意图(据“治沙研究”书)

综上述地质简史可知,本区第四纪具备了较有利的构造、水文、气候等成钾条件。

四、盆地物质来源概述

该区除周边老地层贺兰山区太古界—远古界之中—深变质岩系、古生界之海相碳酸盐岩、中生界侵入岩,巴彦乌拉山区前寒武系中—深变质岩系,走廊过渡带寒武系浅变质岩及石炭系下统石灰岩、白云岩、泥灰岩,新生界玄武岩、安山玄武岩含有一定数量的钾物质,可供风化、溶滤外,古盐释放亦是本区钾物质的重要来源。

据区调资料,本区下第三系埋藏较浅,在南部、东部山区及盆地中部均有出露;在南缘的五颗水地区,下第三系渐新统清水组石膏矿体,单层最大厚度达 2.1m,且稳定性好;地面放射性资料表明,露头测量之石膏层底板岩层放射性强度高达 120—130 伽玛(一般泥岩层放射性强度仅为 10—20 伽玛),推测钾含量较高。另,在南缘的头道湖一带,下第三系砂岩中含盐量高达 0.13%。据此,本区下第三系是个盐盆已确定无疑。

该区白垩系在东部、南部、北部山区及盆地中西部地区均有出露;位于高钾异常区西部外围的小青山中型石膏矿床及图兰泰山大型石膏矿床均为下白垩统庙沟群之产物,其氯离子含量为 0.1—0.5%,氧化钾含量 0.1—0.74%。

综上所述,下第三系的古盐释放应是盆地最重要的物质来源之一。

五、盆地钾盐远景预测

经对航空伽玛能谱资料整理,统计、换算知:本区氯化钾>2%的异常面积近 900km²,近 50%之异常氯化钾含量达 4%,20%之异常氯化钾含量>6%。如果借鉴“青海柴达木盆地中部地区利用高灵敏度航空伽玛能谱测量资料寻找钾盐的研究报告”一文的方法,按照大于钾盐边界品位(KCl>2%)的异常面积及方法的探测深度,根据经验公式:

$$V=S \cdot h \cdot d \cdot Q_k$$

式中:V—固体钾盐远景储量(吨),

S—大于钾盐边界品位的异常总面积,

h—有效探测深度,其值为 0.4m,

d—钾盐密度,1980kg/m³,

Q_k—以面积为权系数的平均 KCl 含量,其值为 0.4%;

可大致估算本区的固相钾盐远景储量,大约为几千万吨。

另外,前文已提到,异常区内盐湖众多,如果以该区南缘黑盐池盐湖为样板,大致估算盐湖中液相氯化钾远景储量为几十万吨。

综上所述,本区可称之为具一定远景储量的钾盐远景区。它反映了钾盐富集的一种不同形式,实则体现了构造、气候、水文、盐湖、沙漠五者的密切相关和极好的统一,是沙丘(山)型钾盐成矿模式的代表。

参 考 文 献

[1] 地矿部航空物探技术中心,巴彦浩特盆地航空物探(磁、伽玛能谱)勘查成果报告,1990。
[2] 中国科学院治沙队,治沙研究,北京:科学出版社,1964。
[3] 朱震达等,中国沙漠概论,北京:科学出版社,1980。

A Preliminary Study of Potash Potential Resources in the Bayinshaote Basin (the Tenggelii Desert) Based on Aerial Gamma (RAY) Spectrometric Data

Cui Tianxiu

*(Institute of Geology for Chemical Minerals, Ministry of Chinese Chemical Industry,
Fanyang Road Zhuo Zhou, Hebei Province, P • R China, 072500)*

Abstract

Even since Mesozoic era, the Bayinshaote basin, all the time, is an intermontane artesian water basin, potash minerogenetic advantage conditions that is the structure, climate, hydrology and material source (release of paleosaline) exist in the area. A modern higher K—anomaly area has been discovered in the basin by high—sensitive aerial gamma (ray) spectrometry survey. The distribution feature of the known saline deposits (point) and Thorium and Uranium element show that the K—anomalies is closely related with K—bearing saline substance. The distribution regular and morphological property of the K—anomalies illustrate that brine of deeper—layer may exist in the area. Forming of the K—anomalies is the result of aeolic processes, internal circulating and evaporating for deeper—layer brine between the sand dune zone and the saline lake zone. Based on statistics and estimation the area is a prospect region of potash resources, the area represents a different form of potash accumulating that reflects a good unification of five aspects which are structure, climate, hydrology, saline lakes and desert that are closely related each other. It is a representative model of minerogenetic of liquidus potash deposit of sand dune (hill) form.

Keywords Higher K—anomaly area, Saline lake zone, Sand dune zone, Brine of deeper—layer