

腾格里沙漠地区盐湖钾盐资源特征

李博昀, 刘振敏, 徐少康, 刘国庆

(化学矿产地质研究院, 河北 涿州 072754)

摘要: 腾格里沙漠地区盐湖众多, 以沉积石盐和芒硝为主, 并赋存有丰富的晶间卤水, 卤水中 K^+ 含量较高, 在调查的 17 个盐湖中有 12 个盐湖 KCl 含量达到综合利用品位或工业边界品位。通过地质调查、遥感及航空 γ 能谱测量资料解译, 本区多数盐湖具有相似的成钾条件, 形成 4 个成钾远景区, 具有一定的找钾前景。

关键词: 腾格里沙漠; 盐湖; 钾盐资源

中图分类号: P619.211 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-858X(2002)01-0018-06

钾盐是我国短缺的矿产资源, 钾盐的科研与找矿工作一直是地矿部门的重要工作。我国的钾盐资源以现代盐湖类型为主, 分布于干旱的西北内陆地区。内蒙古是我国现代盐湖集中分布的地区之一, 腾格里沙漠位于内蒙古的西部, 区内盐湖众多, 但由于地处沙漠、工作程度较低, 随着新一轮地质大调查工作的展开, 我们完成了中国地质调查局《内蒙古腾格里沙漠地区第四系钾盐潜在资源评价》项目, 对本区遥感和航空 γ 能谱测量资料进行解译, 对 17 个盐湖区进行了钻探、浅井等调查验证, 发现有 12 个盐湖卤水中 KCl 含量达到了综合利用或工业边界品位。通过对本区盐湖分布规律、沉积特征及成钾条件的研究, 将该区划分了 4 个钾盐成矿远景区, 为进一步开展工作, 提供了可靠依据。

1 腾格里沙漠地区盐湖的分布

调查区地处内蒙古、甘肃、宁夏三省(区)交界的腾格里沙漠及周边地区, 东至贺兰山前倾斜平原, 西到民勤盆地, 南至祁连山东段的长岭

山, 北以雅布赖山—巴音诺尔公梁为界, 面积 4 万余平方千米。区内地势由南西向东北逐渐降低。沙漠内部沙丘、湖盆、山地残丘交错分布。根据遥感解译、野外验证, 解译出大小盐湖 122 个, 单个盐湖面积一般在 $10 \sim 30 \text{ km}^2$, 大者 272 km^2 (白碱湖), 小者仅 1 km^2 , 解译盐湖总面积 2355.5 km^2 , 占整个解译面积的 4.4%。根据该区盐湖的分布, 成因类型及构造和古地理环境, 分为 5 个盐湖分布区(图 1)。

1.1 头道湖——图兰泰盐湖分布区

位于阿拉善左旗头道湖乡西北部的沙漠腹地, 有大小盐湖 53 个。湖盆呈北西北向至近南北向平行展布。并以宽 $3 \sim 5 \text{ km}$ 的沙丘带相隔, 它们大部是在第三系湖盆基础上形成的残留湖, 受南部龙首山—红崖山东西构造带的影响, 湖盆自南向北倾, 化学沉积区一般位于湖盆的北部, 区内主要盐湖有图兰泰、呼尔木图、查汗池、黑盐池、哈克图、白芨芨湖, 以石盐、芒硝沉积为主。

1.2 白碱湖——西硝池盐湖分布区

位于沙漠区西北部民勤县东湖镇附近, 有

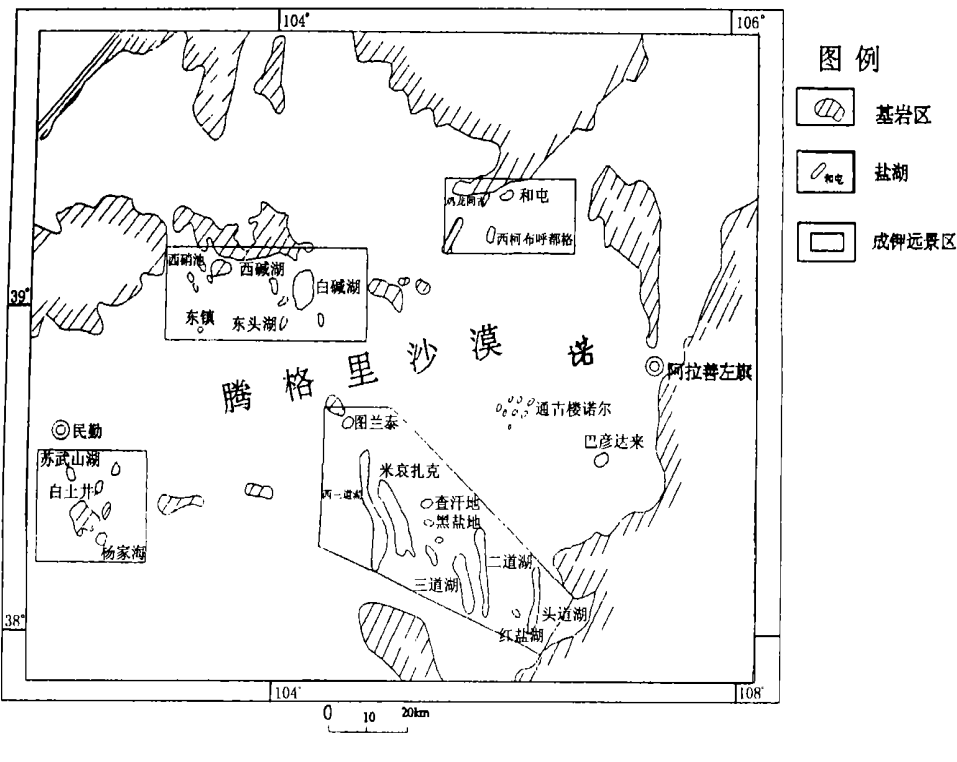


图 1 腾格里沙漠地区盐湖分布及钾盐成矿远景区图

Fig.1 Sylvine mineragenetic prospective areas and distribution of salt lakes in Tenggeri desert region

盐湖 9 个。本区盐湖受巴彦乌拉山—北大山弧形构造带的控制,面积较大,主要盐湖有白碱湖、西碱湖、西硝池、东硝池、马王庙湖等,以芒硝沉积为主。其中白碱湖与西碱湖、马王庙湖原为一个湖泊,为沙漠西部汇水中心,白碱湖中部有化学沉积。其它盐湖基本为风沙覆盖,但沙层不厚,能清楚分辨其轮廓。

1.3 沙漠西缘盐湖分布区

位于沙漠西部古冲积扇前缘凹地,为古石羊河水系的汇水场所。解译盐湖 21 个,盐湖形状不规则,且多为风沙覆盖形成沙下湖,主要盐湖有苏武山、白土井、汤家海和刀条湖等,盐类沉积为芒硝和石盐。

1.4 鸡龙同古——和屯盐湖分布区

位于沙漠东北部,本区盐湖受巴彦乌拉山两侧的断裂构造及吉兰泰断陷盆地的控制,盐湖规模较大,盐类沉积厚,是重要的盐湖区,包括鸡龙同古、和屯、西柯布呼都格和吉兰泰四个盐湖,主要为石盐和芒硝沉积。

1.5 通古楼诺尔——杭根高勒盐湖分布区

本区位于沙漠东部,解译盐湖 35 个。受龙首山—红崖山东西向构造,贺兰山前断裂及分布区北侧北西向断裂的共同控制,形成了准吉郎—通古楼诺尔和杭根高勒环形影像区。前者有盐湖 23 个,盐湖面积小,分布于北东向的沙丘凹地间,湖盆具风成特征;杭根高勒区为一古湖盆逐渐萎缩干涸、分解形成 12 个小盐湖,但仍能看出湖盆整体轮廓,湖区中心巴彦达来湖以芒硝沉积为主,有湖表卤水存在。

2 盐湖沉积特征

2.1 盐湖盐类沉积类型

通过地质调查及分析测试,本区盐湖主要盐类矿物为石盐和芒硝,个别盐湖有白钠镁矾沉积,根据主要盐类矿物的组合特点,将本区盐湖分为四种沉积类型:石盐类型,石盐—芒硝类型,石盐—白钠镁矾类型及芒硝类型。

2.1.1 石盐类型盐湖的沉积特征

在调查的盐湖中,有查汗池及和屯盐池两个,含盐系地层在 6m 左右,下部为碎屑、粘土沉积,上部为石盐沉积。在石盐沉积初期,石盐与碎屑呈很薄的互层出现,盐层厚十厘米左右,进入成盐期后,石盐连续沉积,根据所含粉砂、石膏及石盐结晶特征的不同,可进一步分层。如查汗池含盐系地层厚 5.95m,有一层石盐,厚 3.12m,下部有两层十几厘米的薄层石盐。

2.1.2 石盐——芒硝类型盐湖的沉积特征

该类型盐湖有红盐池和汤家海两个,含盐系地层厚 5m 左右,其沉积顺序为碎屑、淤泥、芒硝和石盐沉积。盐类沉积厚度较薄,芒硝层在 0.5m 左右,而上部石盐层仅数厘米。

2.1.3 石盐——白钠镁矾类型盐湖的沉积特征

本类型盐湖有黑盐池一个,该湖只施工了浅井,控制深度 1.1m,可将盐湖沉积分为三层,自下而上为:深灰色粘土质粉砂,厚 0.57m;青灰色细粒白钠镁矾层,厚 0.13m;中粒石盐层,厚 0.40m;该湖晶间卤水丰富。

2.1.4 芒硝类型盐湖沉积特征

本类型盐湖含盐系地层厚度一般 7~10m,下部为粉砂、粘土沉积,上部为芒硝。不同地区盐湖一般有芒硝层一至三层,单层厚 0.30~2.67m,含少量石膏、石盐、钾芒硝、粉砂等,本类型盐湖较多,有西碱湖、西硝池、苏武山、鸡龙同古盐湖等。

2.2 盐湖的沉积旋回

盐湖的沉积旋回是盐湖的发展演化和自然环境变化的综合产物。本区湖盆按成因可分为断陷、拗陷和风成三种,断陷成因的盐湖分布于沙漠周边的山前断陷盆地内,如鸡龙同古、巴彦达来、西硝池等,这类盐湖演化时间长,沉积厚度较大,一般有 2~3 个沉积旋回。如西硝池,有三个沉积旋回,均为正旋回,第 1 沉积旋回厚 3.51m,芒硝层厚 1.22m;第 2 沉积旋回厚 1.96m,上部芒硝层厚 1.07m;第 3 沉积旋回厚 1.44m,芒硝层厚 0.93m。从第 1 至第 3 沉积旋回,芒硝层与碎屑层比值依次为 0.53、1.20、1.82,呈递增趋势,表明气候总的变化趋势是由

湿到干。

拗陷型湖盆分布在头道湖——图兰泰地区,由新构造运动形成的一系列北北西向或近南北向拗陷,由于受物源补给条件的限制,只形成一个沉积旋回,亦为正向旋回。

风成湖盆分布于沙漠东部,从卫星影像看明显受沙丘带的控制,盐湖形成时间短,盐类沉积很薄,一般只有数厘米。

2.3 盐湖盐类矿物成分

经室内岩矿鉴定,红外光谱分析、X 衍射分析等多种测试手段,确定本区盐湖盐类矿物有碳酸盐、硫酸盐、氯化物三类 12 种(表 1),除石盐、芒硝可形成矿床外,其它均为伴生矿物。含钾矿物为钾芒硝,除在通古楼诺尔形成薄层沉积外,在其它盐湖与芒硝伴生。

3 盐湖中钾的赋存形式

分析表明,本区盐湖盐类矿物中钾含量普遍较低,只有哀米扎克、红盐池和头道湖表层薄盐壳中 K^+ 含量较高,分别为 2.48%、1.08%和 1.40%,在其它盐湖中 K^+ 在石盐和芒硝层中的含量均小于 1.0%,不能构成可供利用的矿层。而本区盐湖中赋存有较为丰富的卤水,按其赋存状态,可分为晶间卤水和孔隙卤水,并以晶间卤水为主,卤水中钾含量普遍较高,是找钾的主要对象。

表 1 腾格里沙漠第四系盐湖盐类矿物一览表
Table 1 Salt minerals of Quaternary salt lakes in Tenggeli desert

矿物类型	矿物名称
碳酸盐类	天然碱、苏打、水菱镁矿、方解石、白云石
硫酸盐类	石膏、芒硝、无水芒硝、白钠镁矾、钾芒硝、碳酸芒硝
氯化物类	石盐

3.1 储卤层特征

本区较大的盐湖中,均沉积有厚度不等的石盐或芒硝层,调查发现,盐层中孔隙发育,构

成了储卤层。储卤层分布范围与盐层的范围一致,面积多在数平方千米至十余平方千米,大者为白碱湖,面积为 32km²。储层厚度由湖岸向湖心逐渐增厚,一般 3~4m,最厚 5m 以上。

盐层孔隙可分为晶体间的原生孔隙和溶蚀孔隙,由于盐层胶结较松,孔隙度相对较大,同时较淡卤水流动时会对盐层进一步溶蚀,使孔隙度发育,并携带更多 K⁺ 汇入湖中,使 K⁺ 富集。通过对盐层孔隙度测试,查汗池为 36.17%,汤家海为 33.89%,红盐池为 27.61%,构成良好的储卤层。在盐层周边和下部的碎屑层中,赋存有一定的孔隙卤水,卤水量较小,但

边部的碎屑层是连接盐湖与周边地下水的通道,对晶间卤水的补给起重要作用。

3.2 盐湖卤水的化学成份及含钾特征

3.2.1 卤水的主要化学成份及含钾特征

本区调查的 17 个盐湖中有 15 个见有卤水,其化学成份见表 2。卤水密度为 1.009~1.224,矿化度 54.11~358.43g/L,pH 值 7.38~8.26,呈偏碱性。除哀米扎克、头道湖和西白碱湖之间矿化度较低外,其它盐湖卤水矿化度均在 200g/L 以上,其中石盐类型、石盐—白钠镁矾类型及石盐—芒硝类型盐湖,矿化度均大于

表 2 腾格里沙漠地区盐湖卤水平均化学成份(g/L)

Table 2 Average chemical composition of the brines of salt lakes in Tenggeli desert area

盐湖名称	卤水类型	密度	pH	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ³⁻	矿化度	KCl(%)	样品数
查汗池	晶间卤水	1.222	7.38	4.19	115.33	0.29	6.14	187.16	21.93	0.00	0.00	335.46	0.65	10
黑盐池	晶间卤水	1.224	7.47	6.31	104.34	0.28	10.83	176.82	34.04	0.00	0.37	332.80	0.98	4
哈克图	晶间卤水	1.135	8.08	2.79	66.98	0.35	2.51	87.82	38.79	0.00	0.28	199.42	0.47	1
	孔隙卤水	1.173	7.78	5.98	85.52	0.28	5.06	129.23	38.66	0.00	0.18	264.82	0.97	1
哀米扎克	孔隙卤水	1.009	8.20	0.57	3.39	0.21	0.41	3.53	4.36	0.00	0.30	54.11	0.11	2
红盐池	晶间卤水	1.218	9.52	19.14	79.73	0.11	0.76	85.83	54.7	8.30	5.31	251.90	3.00	3
头道湖	孔隙卤水	1.101	8.15	7.14	47.68	0.23	0.40	63.59	24.67	0.00	0.91	144.19	0.65	2
西硝池	晶间卤水	1.210	7.56	4.13	54.67	0.21	24.55	81.87	107.48	0.00	0.86	273.37	0.65	6
白碱湖	孔隙卤水	1.102	7.68	2.29	34.55	0.51	7.41	66.31	27.49	0.00	0.49	124.49	0.40	9
马王庙湖	孔隙卤水	1.079	7.74	1.26	29.42	0.64	5.22	49.75	18.39	0.00	0.34	104.97	0.22	1
西、白碱湖间	孔隙卤水	1.053	7.97	0.51	20.12	0.63	3.15	30.86	14.46	0.00	0.62	70.06	0.01	1
白土井湖	晶间卤水	1.128	8.26	4.59	61.15	0.44	2.72	74.15	48.47	37.61	0.36	229.2	0.78	3
苏武山湖	晶间卤水	1.154	8.20	4.62	69.83	0.40	2.56	67.10	75.48	0.044	0.36	220.40	0.76	1
汤家海	孔隙卤水	1.234	7.50	10.92	93.08	0.12	19.58	177.38	57.53	0.00	0.34	358.3	1.69	1
	晶间卤水	1.232	7.77	6.6	111.95	0.19	9.59	183.01	35.31	0.00	0.29	347.0	1.02	2
和 屯	晶间卤水	1.226	7.60	2.21	109.2	0.26	9.77	185.83	26.04	0.00	0.20	334.05	0.34	3
鸡龙同古	晶间卤水	1.188	7.92	2.48	82.60	0.36	10.46	148.83	25.01	0.04	0.39	270.26	0.40	1

300g/L,如查汗池等,其卤水化学组份以 Na⁺、Cl⁻ 为主,次为 SO₄²⁻、Mg²⁺ 及 K⁺;而芒硝类型盐湖卤水矿化度在 200~300g/L 之间,主要成份也为 Na⁺、Cl⁻,但含量比前者低,而 SO₄²⁻ 比石盐类型偏高,K⁺ 偏低。

本区盐湖卤水中 K⁺ 含量较高,有 12 个盐湖卤水中 K⁺ 含量大于 2g/L,其中 9 个盐湖 K⁺ 含量大于 3g/L,红盐池 K⁺ 平均含量达 19.14g/L,为本区最高。将卤水中 K⁺ 换算成 KCl 含量,有 12 个盐湖卤水 KCl 含量达到综合利用品位(0.3%),其中查汗池、黑盐池、哈克图、红盐池、

头道湖、西硝池、苏武山、白土井和汤家海 9 个盐湖达到工业边界品位(0.5%),显示了本区具有较好的找钾前景。

3.3 卤水的化学类型

按 M.Γ. 互利亚什科的分类原则,本区盐湖卤水分为氯化物型、硫酸盐型及碳酸盐型三种,并以硫酸盐型中的硫酸镁亚型为主,硫酸钠型次之,汤家海为氯化物型,白土井、红盐池为弱度碳酸盐型。说明卤水的演化阶段多处于硫酸盐阶段,另外,卤水组分及水化学类型也受物

源区岩区化学成份的控制,但总体上,卤水的矿化度和化学成份是与盐湖的演化阶段相吻合的。

4 钾盐成矿远景区划分及特征

4.1 远景区的划分

成钾远景区的划分,主要遵循以下原则:即盐湖的分布规律、规模、盐湖的成盐成钾条件和含钾情况。

盐湖分布集中,湖盆的封闭性及沉降性好,规模大,盐类物质特别是钾的补给较充分,成盐时间长,则具有较好的成钾远景。

根据以上原则,将本区划分为 4 个远景区,盐湖分布集中、规模大于 5km²,卤水中 KCl 含量达到工业边界品位的,划分为一级远景区,有 3 个;钾含量达到综合利用品位的,划分为二级远景区,有一个(图 1)。

4.2 各远景区钾盐资源特征

4.2.1 白碱湖——西硝池一级钾盐成矿远景区

该远景区范围与前述白碱湖—西硝池盐湖分布区相同,有盐湖 9 个。此次对白碱湖、西碱湖、马王庙湖和西硝池进行了调查。

从卫星影像分析,白碱湖、西碱湖和马王庙湖曾连为一体,总面积约 500km²,是本区最大河流——石羊河的汇水中心,由于持续的干旱气候,该湖分解,白碱湖地势低洼,形成最后的盐类沉积中心。对白碱湖边部进行浅井揭露,9 个浅井均见有孔隙卤水, KCl 平均含量 0.40%,湖区中部有 32km² 的芒硝沉积,地方曾在冬季进入采硝,故应赋存含钾更高的卤水。西硝池面积 12km²,芒硝层厚 3.34m,晶间卤水丰富、卤水中 KCl 平均含量 0.65%,达到工业边界品位。据综合分析,西硝池附近的东平湖、野麻湖具有相似的成钾条件。

4.2.2 白土井——汤家海一级钾盐成矿远景区

本远景区范围相当于沙漠西缘盐湖分布区。对白土井、苏武山、汤家海和东碱滩进行了

调查。其中前三个盐湖晶间卤水中 KCl 含量均达到工业边界品位。白土井为一芒硝湖,面积 16km²,芒硝层厚 3m 以上,卤水丰富, KCl 平均含量 0.78%;苏武山为一芒硝湖,面积 6km²,卤水中 KCl 含量 0.76%;汤家海面积 11km²,为石盐、芒硝沉积,卤水中 KCl 平均含量 1.36%。

本区特征是盐湖卤水中 KCl 含量高,盐层较厚,交通便利,芒硝、石盐均在开采,对钾盐的利用极为有利。

4.2.3 查汗池——头道湖一级钾盐成矿远景区

本远景区范围相当于头道—图兰泰盐湖区。本次对查汗池、黑盐池、哈克图、头道湖、红盐池、哀米扎克和骚羊湖进行了调查,发现前五个盐湖卤水中 KCl 含量达到了工业边界品位。查汗池面积 20km²,为石盐沉积,盐层厚 3.2m,卤水中 KCl 平均含量 0.65%;黑盐池面积 9km²,为石盐、白钠镁矾沉积,卤水中 KCl 平均含量 0.98%;哈克图湖面积 8km²,为一芒硝湖, KCl 平均含量 0.72%;头道湖面积 33km²,在边界钻探,未见盐类沉积,赋存有孔隙卤水, KCl 含量 1.24%;红盐池面积 2km²,为石盐、芒硝沉积, KCl 含量达 3.00%。

本区盐湖分布集中,规模中等,晶间卤水丰富,达到工业边界品位。另外,与已调查盐湖成钾条件相似的盐湖较多,如图兰泰湖、二道湖、三道湖、诺尔图湖等。查汗池、黑盐池等盐湖正在开采石盐,有利于钾盐的综合利用。

4.2.4 鸡龙同古——和屯二级钾盐成矿远景区

位于调查区的东北部,盐湖面积较大。和屯为一石盐湖,面积 18km²,晶间卤水丰富, KCl 平均含量为 0.34%;鸡龙同古位于和屯西北部,相距约 10km²,面积 26km²,为一芒硝湖,卤水中 KCl 含量为 0.40%。这两个盐湖交通方便,正在开采石盐和芒硝,卤水中 KCl 含量均达到了综合利用品位。另外本区的西柯布呼都格也有相似的成钾条件。

5 结语

本次调查工作是对遥感及航空 γ 能谱资料

初步解译, 并分析前人的资料, 通过野外地质验证, 再经详细解译而完成的。对本区盐湖成因、分布特征、沉积类型有了较全面的了解。

较深入地分析了盐湖的成钾条件、钾盐的赋存形式、品位变化, 划分了 4 个钾盐成矿远景区。认为钾主要以离子形式赋存于晶间卤水和孔隙卤水中, 且盐湖卤水中普遍含钾较高, 有 12 个盐湖达到了综合利用品位或工业边界品位, 还有一些盐湖具有相似的成钾条件, 有一定的找钾前景。

本区盐湖规模相对较小, 但有些盐湖在开采石盐和芒硝, 应重视对钾盐的综合利用。

参考文献:

[1] 郑喜玉, 等. 内蒙古盐湖[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
[2] 刘振敏. 腾格里沙漠区盐湖物质成分研究[J]. 盐湖研究, 2000, 8(3): 21—26.
[3] 刘振敏. 腾格里沙漠地区水化学特征[J]. 化学矿产地质, 1998, 20(1): 41—48.

Characteristics of Sylvine Resources of Salt
Lakes in Tenggeli Desert Region

LI Bo—yun, LIU Zhen—min, XU Shao—kang, LIU Guo—qing
(Geological Institute for Chemical Minerals, Zhuozhou 072754, China)

Abstract: There are a lot of salt lakes in Tenggeli desert region and the main chemical sediments are glauber salt and salt. In the salt lakes, the intercrystalline brine in which the content of K^+ is higher is rich. We investigated seventeen salt lakes in this region and the content of KCl in twelve salt lakes reaches the multipurpose use tenor the industrial boundary tenor. Through the geological investigation and the explanation of remote sense and aerial gamma—ray spectrum measurement, we find that many salt lakes have the similar sylvine mineragenetic conditions. four sylvine mineragenetic prospective areas are divided and more sylvine resources may be found in the areas.

Key words: Tenggeli desert; Salt lakes; Sylvine resources