塔里木盆地西部含盐系地层成盐 元素的地球化学初步研究

马万栋,马海州,谭红兵,张西营

(中国科学院青海盐湖研究所,青海 西宁 810008)

摘要: 钾矿是我国目前紧缺的矿种之一, 钾矿的寻找对我国有着十分重要的意义。塔里木盆地是我国第三系地 层的广泛发育区域,有一定的找钾远景,尤其是库车、莎车等地区。通过对塔里木盆地(坳陷)西部的区域地 质概况、成矿条件等的介绍,运用地球化学的分析测试手段,对塔里木盆地西部采集到的样品作了地球化学分 析。论述了该区成盐沉积的地球化学特征,并讨论了该区形成钾矿的可能性。

关键词:钾盐矿床:塔里木盆地:成矿条件:地球化学分析 中图分类号:P^{619.211} 文献标识码:A 文章编号:¹⁰⁰⁸⁻⁸⁵⁸X(²⁰⁰³)⁰²⁻⁰⁰³⁵⁻⁰⁶

0 前言

我国是一个农业大国,每年钾肥的需求量数 百万吨,而产量仅有数十万吨,绝大部分钾肥多 年来一直靠进口,因此大力开展钾盐普查找矿研 究是摆在许多地质工作者面前的一大难题。我国 已探明的钾盐矿床主要分布在青海柴达木盆地, 约占全国的 95%,次为云南的江城、勐野井和山 东的大汶口。此外还分散在云南、四川、甘肃、 新疆、内蒙等省区的现代盐湖、盐井及沿海一带 的盐田^[1]。世界已发现的大型钾盐矿床主要赋存 于寒武系、泥盆系、三叠系和第三系地层以及第 四系古盐湖或现代盐湖中。其中第三系钾盐矿床 分布较为广泛,如德法的莱茵盆地,西班牙的埃 布罗盆地, 意大利的西西里盆地、东喀尔巴阡盆 地,伊朗的马蛮地区,埃塞俄比亚的达拉基尔洼 地,从已有的资料来看欧亚大陆是第三纪大型钾 盐矿床的主要分布地区,具有广阔的找钾前景,

而新疆的塔里木盆地第三纪地层盐类矿物广泛发 育,具备成钾盐矿床的条件,尤其是库车、莎车 等地区。本文据塔里木盆地(坳陷)西部岩盐的 地球化学研究分析了该区含钾盐矿床的可能性。

1 区域地质概况及含盐地层的分布

塔里木盆地位于新疆维吾尔自治区境内, 总面积约56万平方公里,是我国最大的沉积 盆地。晚三叠世开始一直到中新世,发育了两 个巨大的前陆盆地,分别位于天山山前和昆仑 山山前,共以中央隆起作为他们的前陆隆。本 文所讨论的塔里木西部指的就是这两个前陆盆 地,塔西南坳陷和库车坳陷。

1. 1 **塔西南坳陷**

晚白垩世初到渐新世末,由于多次特提斯 海海水的入侵^[2],使塔里木盆地西南坳陷内发 育了一套滨海、浅海一泻湖相的碳酸岩、石膏

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

收稿日期: 2002-12-23

作者简介:马万栋 (1977-),男,硕士研究生,地球化学专业。

基金项目:国家 305 项目 (2001BA609A-07-16)。

第一作者通讯地址:青海省西宁市新宁路18号中科院青海盐湖研究所,邮编:810008. E-mail: mawdcn@sohu.com

岩、石盐岩和陆源碎屑岩建造。晚白垩世早期 发育两次海进和海退过程,形成了由台地相碳 酸盐岩及蒸发台地相的膏泥岩和石膏岩的沉积 旋回。白垩世末期以萨布哈膏泥岩沉积为主, 早第三纪初期形成泻湖海湾相的石膏岩、石盐 岩。早第三纪早期,海湾水体加深,与外海畅 通,盐度相对正常,发育浅海间台地相的灰 岩、泥岩几潮坪介壳灰岩沉积。始新世晚期, 海水缓缓退缩,潮坪泥岩相出现,沉积了泥岩 夹介壳灰岩,上部发育石膏团块及碎屑岩薄 层。进入渐新世,潮坪相的红色泥岩及碎屑岩 出现,同时发育萨布哈沉积。随后,海水全部 退出,中新世开始向陆相过渡。

1. 2 **库车坳陷**

库车坳陷位于塔里木盆地北部,北以南天

山为界,南以库尔楚---阿克苏公路一线为 界,东起库尔楚,西到阿克苏,长约2150km, 南北宽 20~60km,东窄西宽,呈东西向展 布^[3]。库车坳陷是一个以中新生代为主的生油 坳陷,由于受天山向南逆冲挤压作用,在坳陷 内形成了东西向展布的五排构造带^[4],自北而 南分别是北部单斜鼻状构造带、依奇克里背斜 构造带、拜城向斜构造带、秋立塔克背斜构造 带、亚肯背斜构造带。库车盆地的发展主要分 为以下几个阶段^[5]:自晚二叠纪起,由于南天 山褶皱带的构造负荷与挤压饶曲作用^[6],塔里 木盆地北部地区发育了库车盆地, 三叠纪----侏罗纪时, 库车坳陷为前陆盆地, 和阿瓦提 - 满加尔坳陷以沙雅前缘降起相隔。自早白 垩世起, 库车坳陷为沉降中心, 南部的阿瓦提 满加尔成为库车盆地的缓坡。



苦牙克东 2. 苦牙克西 3. 杜瓦 4. 塔什米里克 5. 乌恰 6. 乌克沙鲁 7. 盐山
 盐山口 9. 塔格拉克 10. 包孜墩 11. 察尔齐 12. 盐水沟 13. 米斯坎塔克 14. 吐孜玛扎
 图 1 塔里木盆地西部盐矿点分布图



1.3 **岩相古地理**

世界上超大型的钾盐矿床出现的时代多为 寒武纪、泥盆纪、二叠纪和第三纪^[7]。大型、 超大型钾盐矿床在地史上的分布与地壳运动和 板块构造活动有关。地壳运动和板块活动可营 造大型拗陷的断陷盆地。她錾和裂谷nal为钾盐。 成矿场所和物质来源提供条件。地壳运动的末 期又造就了钾盐形成有利的干旱气候条件和海 退的环境。塔里木盆地晚第三纪以来的沉积作 用是在侏罗纪——早第三纪断陷盆地沉积基础 上发展起来的^[8]。早第三纪塔里木盆地发生了 最后一次海侵事件。在侏罗——白垩纪板内伸 展背景上,描里木盆地的西南部进一步扩张。 沉降,新特提斯海的海水由西向东侵浸。塔西 南坳陷发育了 200~1300m 的海湾泻湖相膏盐 岩、泥岩、介壳灰岩和粉砂岩。海水侵入到库 车坳陷,发育了一套厚层达 600~1000m 的海 湾泻湖相膏岩盐、灰岩、砂泥岩互层沉积。库 车盆地在早白垩世是淡水沉积,到了晚白垩世 海水入侵进入库车盆地。从含海相地层的分布 和对比来看,古新世的海侵波及到库车前陆盆 地的广大地区,到中新世盆地一直是海水的分 布区^[9]。库车在早新生代基本上处于较深的坳 陷槽(志留纪以后局部为带状库车——库尔勒 塔北岛),中新生代一直是巨厚的陆相沉积,其 阿瓦提凹陷曾一度是塔里木盆地的最低洼陷 区。起源于天山、昆仑山的河流(阿克苏河、叶 尔羌河及和田河)带着大量的剥蚀风化物(包括 含钾盐类物质)贯入阿瓦提、塔里木盆地西部洼 地,为后来形成盐湖及含盐次级构造洼地奠定 了有利的地质环境,成钾的可能性较大。

鉴于以上理论及前人的研究成果,课题组 组织了野外考察,采集了大量样品(位置见图 1)。

现用地球化学的分析测试手段分析该区成 盐的地球化学特征,为钾盐矿床的寻找做初步 的探索。

表1 塔里木盆地西部部分地区岩盐离子含量 (%)

		Table 1	The conte	ent of ion in	the west pa	rts of Tarim	Basin (%)		
样品编号	\mathbf{K}^+	Na^+	${\bf Ca}^{2+}$	Mg^{2+}	Cl^-	$\mathbf{SO}_4^{\ 2-}$	HCO_3^{-}	Br^-	水不溶物
TSLK-03	0.00438	39.12	0.0808	0.009146	60.33	0.1701	0.02625	$2.17 \mathrm{E}^{-04}$	0
TSMLK-03	0.02320	28.79	0.8378	0.02218	44.48	1.978	0.01209	1.19 E - 03	23.39
YS - 02	0.00343	37.54	0.7207	0.003591	57.89	1.700	0.01211	0	0.96
TGLK = 03	0.00526	36.74	0.0489	0.006195	56.61	0.1043	0.07673	$1.63 \mathrm{E} - 04$	5.803
WKSL-02	0.00363	38.90	0.0645	0.006845	59.94	0.1948	0.004037	$3.27 \mathrm{E} - 03$	0.311
TSLK-02	0.00402	36.38	0.5380	0.006194	56.04	1.344	0.02019	3.66 _E -04	4.449
CRQ = 01	0.00622	37.58	0.0285	0.005217	57.9	0.0713	0.05654	$4.07 \mathrm{E} - 04$	3.953
WSYC = 03	0.00594	37.88	0.0258	0.003913	58.36	0.0768	0.04039	$2.71 \mathrm{E}{-04}$	3.248
TGLK = 02	0.00324	38.91	0.4064	0.006521	59.95	1.015	0.0101	$1.61 \mathrm{E} - 04$	0
YS - 01	0.00648	38.69	0.4354	0.007499	58.67	2.387	0.01111	$1.17 \mathrm{E}^{-04}$	0
DW - 01	1.975	34.83	0.3011	0.3044	50.93	8.020	0.08044	1.10 E - 04	0
LWQ = 01	0.01349	32.80	1.505	0.03716	50.62	3.665	0.008074	$4.55 \mathrm{E} - 04$	0
TSMLK-01	0.0151	37.74	1.155	0.007823	58.14	2.836	0.01615	$1.10 \mathrm{E} - 03$	0
DW - 02	2.267	34.96	0.6084	0.1987	51.34	7.912	0.6250	0	0
KSTS - 01	0.02011	36.92	1.595	0.01755	56.79	4.051	0.02013	$5.60 \mathrm{E} - 05$	0
DW = 03	0.8592	34.15	0.3305	0.02958	42.9	11.09	0.1402	$8.18 \mathrm{E} - 04$	0
WKSL-01	0.05954	38.70	0.4184	0.006181	59.62	1.114	0.02015	0.002335	0
WSYC = 02	0.01061	38.72	0.461	0.01089	59.65	1.189	0.02182	$5.52 \mathrm{E} - 05$	0
TGLK = 03	0.00041	39.27	0.0322	0.006518	60.52	0.085	0.04036	$9.12 \mathrm{E} - 05$	0
WSYC-01	0.0007	38.89	0.1914	0.007481	59.94	0.4681	0.04029	$6.07 \mathrm{E} - 05$	0
WKSL-03	0.00256	38.61	0.3271	0.005213	59.42	0.9047	0.03026	$5.62 \mathrm{E} - 04$	0
TGLK = 04	0.00075	38.22	0.2658	0.02892	58.94	0.7001	0.02415	0	0
DW = 04	0.1246	37.06	1.260	0.02439	53.21	8.542	0.0282	$3.03 \mathrm{E} - 04$	0
DWDB	1.154	30.59	3.033	0.3308	39.16	20.21	0.7681	0	3.914
DWQ = 1 = 01	0.00199	39.24	0.0269	0.00456	60.48	0.04110	0.05043	$1.51 \mathrm{E}{-04}$	1.067
DWQ = 1 - 02	0.04292	15.14	0.9945	0.008283	23.34	2.399	0.09052	0	57.71
DWDB - 05	0.06135	0.846	0.3874	0.01368	0.964	1.447	0.09075	0	94.30
DB - 2 - 01	0.0261	20.41	0.5326	0.007329	31.33	1.418	0.1172	$3.54 \mathrm{E}{-05}$	45.90
TSLK-01	0.0248	34.09	2.960	0.03624	52.36	7.427	0.1070	$1.29 \mathrm{E} - 04$	0.7270
TSMLK-02	0.04633	9.790	16.83	0.2097	13.79	41.94	1.299	0	14.26

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

2 样品分析

2.1 **样品前处理**

把从野外采集回来的样品经过矿物鉴定, 初步判断其岩盐类型,做好记录。然后把样品 研磨成粉末(以便于溶解),用四分法取样 (随机的分成4份取对角线,然后再随机的分 成4份,再取对角线,重复至少3次)称重, 以保证样品的普遍性、代表性。样品用2次去 离子水过滤,滤液做为待测样。

2.2 测试方法

根据不同的离子采用不同的分析方法: Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^{-} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^{-} 用滴定法; K^{+} 用原子吸收分光光度计测定; SO_4^{2-} 用重量 法测定; Br^{-} 用荧光素法在 721 型分光光度计 上测定; Na⁺用差减法计算(根据溶液中电荷 数守恒,依据是样品岩类矿物中主要是这⁹大 离子)获得。

2.3 分析结果

通过对来自塔里木盆地西部采集的样品的 地球化学分析,其结果见表1。

3 结果分析

3.1 塔里木盆地西部岩盐地球化学参数分析

对于固体石盐中 $K \times 10^3 / \Sigma$ 盐和含盐系或 卤水中 $Br \times 10^3 / Cl$ 是判别蒸发沉积阶段的重要 地球化学标志,可以作为钾盐找矿的重要地球 化学标志。固体石盐中 $K \times 10^3 / \Sigma$ 盐值在 2.6 ~15.7 之间、 $Br \times 10^3 / Cl > 0.2$ 是有钾盐沉积 的显示。表 2 是该区岩盐的地球化学参数。

表² 塔里木盆地西部岩盐地球化学参数

Table 2	The	geochemistry	parameters	of	halite	in	western	Tarim	Basin
---------	-----	--------------	------------	----	--------	----	---------	-------	-------

样品编号	K * 1000/∑盐	Br * 1000/Cl	样品编号	K * 1000/∑盐	Br * 1000/Cl
TSLK = 03	0.04388	0.003595	TSMLK-01	0.1511	0.01892
TSMLK-03	0.2331	0.02678	DW-02	23.14	0
YS - 02	0.03473	0	KSTS-01	0.2023	0.0009860
TGLK = 03	0.05287	0.002874	DW-03	9.599	0.01906
DW - 01	20.48	0.002152	WKSL-01	0.5958	0.03916
LWQ = 01	0.1522	0.008981	WSYC-02	0.1060	0.0009249
TSMLK-02	0.4720	0	TGLK-03	0.004068	0.001507
TGLK-01	0.5863	0	WSYC-01	0.006989	0.001012
TGLK = 02	0.03228	0.002692	WKSL-03	0.02573	0.009461
YS - 01	0.06461	0.002001	TGLK-04	0.007671	0
TSLK-01	0.2487	0.002471	DW -04	1.243	0.005701
WKSL-02	0.03647	0.05450	DWDB	11.64	0
TSLK = 02	0.04065	0.00653	DWQ-1-01	0.01970	0.002499
CRQ = 01	0.06246	0.007025	DWQ - 1 - 02	0.4304	0
WSYC = 03	0.05960	0.004647	DWDB -05	0.6253	0
DB - 2 - 01	0.2617	0.001131			

由表 2 现将 K× 10^3 / Σ 盐和 Br× 10^3 /Cl 值 较高的地区列表,见表 3。

由表³可见杜瓦东南——南一带的钾含量 异常高,但是实验表明其 Br×10³/Cl 值又特别 低,通过矿物鉴定及岩相古地理分析,认为该 区钾含量高的原因可能不是富含钾矿,而是可 能地质时期曾有富钾的卤水流经该区,从而造 成泥质岩盐(主要是粘土矿物、硅酸盐矿物) 吸附了富钾卤水中的钾,因此该区钾的含量异 常高,这一点可以从Br×10³/Cl值较低看出来 (钾盐沉积阶段同时也是溴的累积阶段),其次 是杜瓦地区的岩盐中水不溶物的含量特别高

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

(达 95%以上) 且不溶物主要是粘土类矿物, 粘土矿物吸附的钾不能指示海水的浓缩阶段, 合算起来,钾的实际含量也不高。 对于乌克沙鲁和塔什米力克地区其 $Br \times 10^3$ /Cl 值较高(虽未达到国内外一些钾盐矿床中石盐的 $Br \times 10^3$ /Cl 值: 勐野井 0.20; 江汉盆

	表 3	塔里木盆地西部地球化学参数较高的地区
Table 3	The areas	in the westerm Tarim Basin with high geochemistry parameter

			00 11	
野外编号	地点	岩盐名称	$_{ m K} imes 10^3 / \Sigma$ 盐	$Br \times 10^3/Cl$
DW - 01	杜瓦东南 15km 处	泥岩夹薄层石盐	20.48	0.002152
DW - 02	杜瓦东南 ¹⁵ km 处	泥岩夹盐晶	23.14	0
DW - 03	杜瓦东南 ¹⁵ km 处	粉砂质泥岩	9.599	0.01906
DW - 04	杜瓦东南 ¹⁵ km 处	表层结晶盐	1.243	0.005701
WKSL-01	乌克沙鲁盐矿	红色石盐岩	0.5958	0.03916
WKSL-02	乌克沙鲁盐矿	白微带红色岩盐	0.03647	0.05450
TSMLK-01	塔什米力克盐矿	泥质石盐岩	0.1511	0.01892
TSMLK = 03	塔什米力克盐矿	泥砾石盐岩	0.2331	0.02678

地 0.32; 四川盆地 0.35; 斯塔罗宾 0.30; 东 西伯利亚 0.38; 萨斯喀伽温 0.20), 对钾盐的 沉积阶段具有重要的指示作用,考虑该区可能 还未到达钾盐沉积的最后阶段或者虽达到钾盐 沉积的阶段,但是可能又有海水回灌或构造运 动使得富钾卤水富集到了某些小的盆地或洼地 中去了,或者由于构造运动作用阻止了钾盐成 盐的继续,因此钾的含量也不高。

3.2 塔里木盆地西部盐泉水地球化学参数分析

对于盐泉卤水,其水质类型分为氯化物型、硫酸盐型和碳酸盐型,氯化物型——特别是 Cl-Na 型水对找钾有意义,Na/Cl=1 是石盐矿床盐泉水的标志,1~2 是有芒硝或钾硫酸盐存在。对于盐泉水样其地球化学特征见表4。

表4 塔里木盆地西部盐泉水地球化学参数

of the conduit in the western Tarim Basin

样品编号	矿化度	K*1000/矿化度	(K+Na) /Cl
TSMLK-01	4.68E+01	1.12E + 00	0.6525
TSMLK-02	2.03E + 01	1.64 ± 00	0.6888
TSLK = 01	2.22E + 01	$4.01 \mathrm{E} + 00$	0.6477
TSLK - 02	1.85E + 01	6.99 ± 00	0.7131
XIAO-01	1.35E + 01	1.52 ± 00	0.6643

K) /Cl>1 的地区,本实验中没有这类的数据 或地区。然后对这些符合的数据结合其他卤族 元素分析资料进行重新采样分析。根据云南中 生代钾盐分布区盐泉水化学及青海察尔汗盐湖 水化学研究,当 K×10³/ Σ 盐>3.0 时是有钾 盐沉积标志,K×10³/ Σ 盐>10 时有可能有钾 盐工业矿层存在,由此再结合表 4,认为土斯 鲁克 (TSLK-01、TSLK-02) 可能有钾盐沉 积。

4 问题及讨论

通过以上分析,认为:杜瓦东南——南— 带钾含量高,不是因为该区富钾盐矿床,而是 可能地质时期曾有富钾卤水流经该区,然后顺 着地势又流向较低的洼地(盆地、坳陷、断裂 带,裂谷等),在某个构造条件及当时的地质 环境因素下,形成了钾盐矿床。因此,建议在 杜瓦东南——南一带周边地区结合该区的钾资 源遥感图、构造地质图、地形地势图、水文地 质图向地势较低的地方重新采样,结合γ能谱 分析,可望找到钾矿;对于乌克沙鲁和塔什米 力克地区,通过地球化学分析,认为该区可能 没有到达钾盐沉积阶段,或者虽达到钾盐沉积 的阶段但是可能又有构造运动作用使得富钾卤 水富集到了某些小的盆地或洼地中去了,或阻

(C我们首先对资料进行筛选,J剔除 (Natronic purf 钾盐成盐的继续rig因此钾的实际含量并不ww.

Table 4
 The geochemistry parameter

高,没有形成钾盐矿床,应该结合地质图再重 新采样进行分析以期找到钾盐;对于土斯鲁克 盐泉水样的分析结果表明,该泉水在上升出露 地表的过程中可能穿过富钾的矿层,说明该区 地层有钾盐矿床存在的可能性,有必要再对其 进行物探、化探及γ能谱进行进一步的研究。

值得重视的是,世界许多钾盐矿床都是在 找油过程中发现的。因此,油钾兼探可能对钾 矿的寻找更具有实际意义。

通过本文的研究论述,没有真正发现钾盐 矿床的存在,原因可能有:前人研究表明塔里 木盆地西部存在富钾异常区,本次野外采集的 样品基本都是踏勘性的随机采样,应该进行进 一步的勘察工作;其二是钾盐矿可能位于几千 米的地下,矿床埋层太深,没有进行钻探工 作。建议通过物探、化探对第三系地层的岩盐 作物探、化探方面的工作,其次应对杜瓦等周 边地区结合地质图、含盐系地层图等做进一步 的工作以期找到钾盐矿床。这里需要说明的是 塔里木盆地溴的背景值较低,因此溴氯系数并 不能完全反映海水的浓缩过程,因此今后应考 虑寻找其他的代用指标来揭示该区海水的浓缩 阶段,以期找到钾盐。

参考文献:

- [1] 李钟模.油钾兼探是寻找钾盐的必要过程 [J].中国 化工,1997,4:31-32.
- [2] 陈荣林,塔里木盆地第三纪含盐系地质特征研究 [J], 化工矿产地质,1996,18 (4):276-283.
- [3] 邓云山,康健,孟自芳.库车坳陷同沉积演化的古地 磁研究 [J].沉积学报,1998,16 (4):109-113.
- [4] 杨庚. 库车坳陷沉降与天山中新生代构造活动 [J].
 新疆地质, 1995, 13 (3): 264-273.
- [5] 邱芳强,丁勇,王辉.库车盆地的沉积物源分析 [J]. 新疆地质,2000,18 (3):252-257.
- [6] 陈发景.前陆(或扰曲)盆地分析 [M].北京:中国 地质大学出版社. 1992.
- [7] 魏东岩,试论钾盐矿床的成矿条件 [J] 化工矿产地 质,1999,21 (1):1-14.
- [8] 陈楚铭,卢华复,贾东,等,塔里木盆地晚第三纪一 第四纪沉积特征、构造变形与石油地质意义 [J].沉 积学报,1998,16 (4):113-116.
- [9] 郭宪璞,丁孝忠,何希贤,等.塔里木盆地中新生代 海侵和海相地层研究的新进展 [J].地质学报,2002, 16 (3): 299-307.

Geochemistry Study on Elements of Halite Stratum in Western Tarim Basin

MA Wan-dong, MA Hai-zhou, TAN Hong-bing, ZHANG Xi-ying

(Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China)

Abstract: At present, potash deposit is a kind of shortage mineral, so it is significant to find potash deposits. There is extensive foreground of potash deposits in Tarim Basin. because the area is the place which the Tertiary System Stratigraphy lies in, especially in Kuche Basin and Shache Basin. According to the description of geology, the author analyses the samples of the study area by geochemistry analysis methods. What 's more the writer illustrates the characters of geochemistry in this area. In the end he puts forward to the deposit probability of potash deposit in this area.

Key words: Potash deposit; Tarim basin; Ore-forming condition; Geochemistry analysis