

文章编号: 0258-7106 (2005) 06-0692-05

# 对土库曼斯坦钾盐资源及开发利用的考察\*

张永生<sup>1,2</sup>, 郑绵平<sup>1,2</sup>, 齐文<sup>1,2</sup>, 李浩<sup>3</sup>, 项仁杰<sup>4</sup>

(1 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2 中国地质科学院盐湖资源与环境研究重点开放实验室, 北京 100037;  
3 新疆罗布泊钾盐科技有限责任公司, 新疆 乌鲁木齐 830000; 4 国土资源部信息中心, 北京 100812)

**摘要** 土库曼斯坦位于中亚地区的西南部。主体分布于土库曼东部的高尔达克海相含钾盆地分布有多个超大型钾盐矿床, 资源总量近 200 亿吨。卡尔留克和卡拉比尔 2 个钾盐矿床按地下开采法测算的储量为 59.3 亿 t; 钾盐矿石按有用组分 KCl 含量的高低划分为极富矿石 (>30%)、富矿石 (25%~30%) 和贫矿石 (22%~25%)。文章对土库曼钾盐资源开发现状与投资环境及中国利用土库曼钾盐资源的必要性和可能性进行了分析, 认为中土两国已建立的友好关系以及土库曼工农业快速发展需大量引进外资的客观要求, 为中国公司在土库曼投资合作开发钾盐资源带来了难得的契机。

**关键词** 地质学; 海相; 钾盐矿床; 合作开发; 土库曼斯坦; 中亚

**中图分类号**: P619.21<sup>+1</sup>

**文献标识码**: A

土库曼斯坦 (Turkmenistan, Туркменистан, 以下简称土库曼) 位于中亚西南部, 介于北纬 35.08°~42.48°、东经 52.27°~66.41° 之间。土库曼境内地势低平, 80% 的国土被卡拉库姆大沙漠覆盖, 沙漠的东、南和西面为山脉所环绕, 固体矿产主要产于这些山区中。

土库曼拥有天然气、石油、碘、溴、钾盐、煤、岩盐、自然硫、重晶石、天青石、高岭土、膨润土、石蜡等多种非金属矿产 (Мудров, 2000)。油气是土库曼的主要资源, 油气资源总量按油当量估算为 350 亿吨 (Sergei, 2003), 天然气工业是其支柱产业, 占工业总产值的 40% 以上 (马建明, 2002)。除油气资源外, 在土库曼东部还赋存有资源总量约 200 亿吨的晚侏罗世海相固体钾盐矿床 (Олеков et al., 2001), 相当于中国已知钾盐资源总量的 15~20 倍。土库曼钾盐矿床陆续发现于 20 世纪六七十年代, 与东南亚地区 (如泰国、老挝、缅甸等) 不同的是, 这些钾盐矿床的储量在前苏联时期就已基本探明, 因而不存在勘探风险, 关键是如何抓住时机, 尽快占位, 争取合作开发权。

针对土库曼斯坦丰厚的钾盐资源, 按照中国工程院“中国可持续发展矿产资源战略研究”项目的总体计划安排, 以郑绵平院士为团长的 7 人考察团于 2005 年 5 月 27 日至 6 月 3 日对土库曼进行了为期 8 天的综合考察, 主要考察内容包括高尔达克含钾盆地固体钾盐资源的勘查、开发现状和合作开发的可能性以及巴尔卡纳巴德碘厂关于富碘溴地下油田卤水的综合利用技术, 加拉布嘎兹湾盐厂的生产情况, 土库曼矿业管理和环境保护的经验和教训, 引进外资的经济政策和投资环境等。此次考察主要取得以下 3 点收获: ①查明了土库曼东南部的卡尔留克和卡拉比尔等主要钾盐矿床的探明储量达 59.3 亿 t, 其采矿权归土库曼国家化学康采恩 (集团公司) 所有, 确定了下一步投资开发这些超大型钾盐矿床的可能合作对象; ②争取我国政府主管部门的支持, 设立开发前期预研性国际合作项目, 为下一步国内投资公司的实质性介入奠定了基础; ③在时机成熟时, 拟由新疆罗布泊钾盐科技有限责任公司或其他投资公司进行合作开发投资洽谈, 为建立中亚钾盐基地做好充分准备。

\* 本文是中国工程院“中国可持续发展矿产资源战略研究”项目“中国可持续发展化工、盐湖矿产资源战略研究” (2003-2005) 课题的部分成果

第一作者简介 张永生, 男, 1963 年生, 研究员 (博导), 博士后, 主要从事盐湖和沉积矿床研究。

收稿日期 2005-10-10; 改回日期 2005-11-10。张绮玲编辑。

# 1 土库曼钾盐矿床地质

位于中亚地区的高尔达克晚侏罗世海相含钾盆地横跨土库曼和乌兹别克斯坦,其主体位于土库曼的东部。该含钾油气盆地已探明的大型、超大型钾盐矿床共有 9 个,土库曼占 5 个,乌兹别克有 4 个。位于土库曼境内的 5 个钾盐矿床是卡尔留克、卡拉比尔、库吉坦格、加乌尔达克和秋别加坦,其中以卡尔留克、卡拉比尔 2 个钾盐矿床最具代表性,现分别简述如下。

## 1.1 卡尔留克钾盐矿床

该矿床发现于 1964 年,由侏罗系、白垩系的海相沉积岩层和第四系组成,高尔达克组的厚度为 370

~420 m,第四系覆盖层的厚度为 150 m 左右。在 924~1 000 m 深处揭示出上牛津阶的沉积岩为灰色泥质灰岩,沿剖面往上产有启莫里阶-齐顿阶高尔达克组含盐层系。该组分上、下 2 个亚组:上部亚组含氯化物,下部亚组含硫酸盐。上部亚组又划分成上、中、下 3 个岩段:下段由石盐组成,不含钾盐;中段由石盐和钾盐组成,含钾盐;上段是硬石膏层(图 1)。

矿床位于库吉唐背斜的西翼,构造上产于卡尔留克拗陷,组成矿床的岩层向南西倾斜,倾角 5~7°。巨厚的石盐岩层中夹有 11 层钾盐层和光卤石层,按开采条件可归并为 4 个钾盐组合层(5+6,6,7,7+8+9),80.6% 的工业储量与下部的 7+8+9 钾盐组合层有关,工业钾盐层的主要组分含量见表 1。

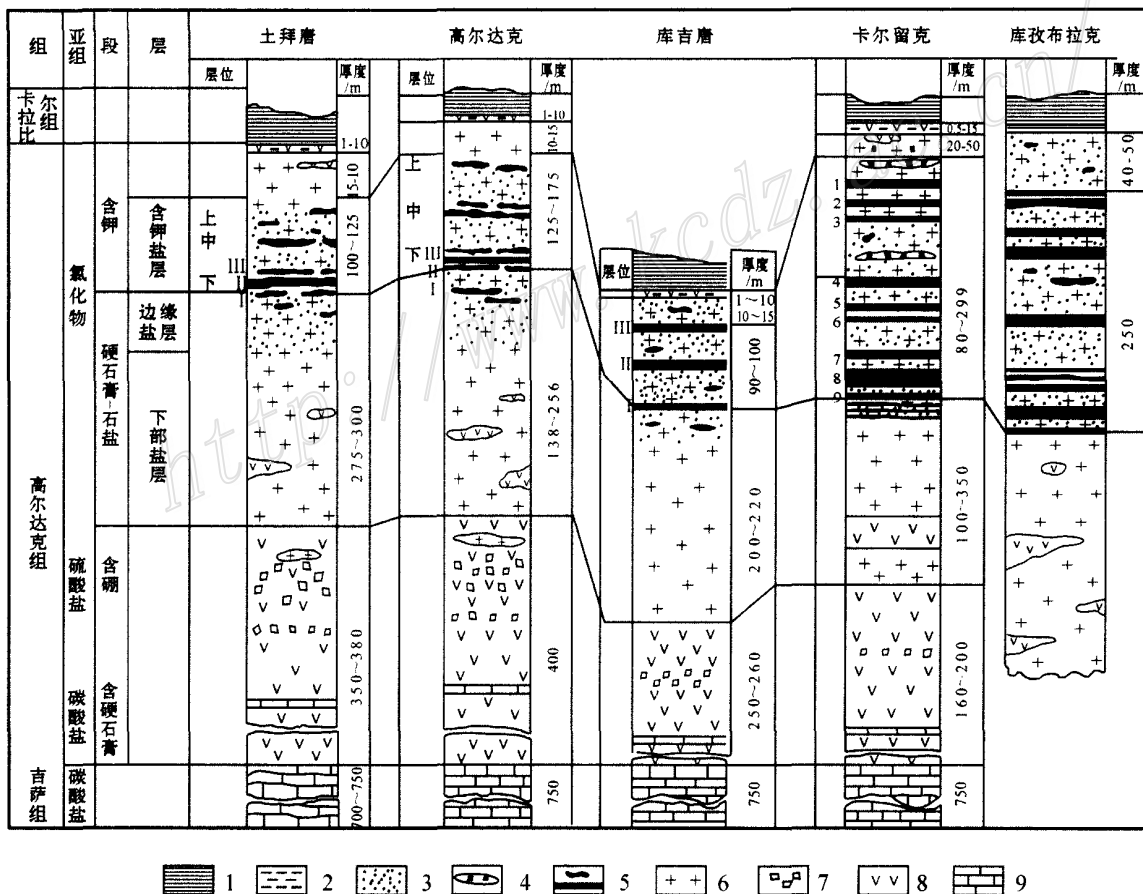


图 1 土库曼东部晚侏罗世钾盐矿床柱状剖面对比图

1—泥灰岩;2—粘土;3—砂;4—镁盐;5—钾盐;6—普通石盐;7—硼矿;8—石膏矿;9—白云质灰岩

Fig.1 Columns of the Late Jurassic potash deposit in eastern Turkmenistan

1—Marl; 2—Clay; 3—Sand; 4—Magnesia; 5—Potash; 6—Ordinary salt; 7—Boride; 8—Anhydrite; 9—Dolomitic limestone

表1 卡尔留克钾盐矿床工业钾盐层主要组分含量

Table 1 Contents of main constituents in industrial potash layers of the Karlyuk potash deposit

钻孔 编号	7#矿层				层间石 盐层厚 度/m	8#矿层				层间石 盐层厚 度/m	9#矿层				开采 总厚度 /m
	层厚/m	w(B)/%				层厚/m	w(B)/%				层厚/m	w(B)/%			
		KCl	MgCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O			KCl	MgCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O			KCl	MgCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	
2	6.94	34.87	2.20	0.74	0.86	1.45	22.45	1.86	1.12	2.85	4.22	19.72	8.05	2.78	13.47
39	7.00	34.80	0.36	1.75	0.41	9.59	33.04	0.52	4.60	-	-	-	-	-	16.92
44	8.06	19.08	3.32	4.48	5.03	20.94	28.04	13.36	3.75	-	3.85	16.16	12.34	3.72	32.85
48	3.77	29.91	1.92	7.75	8.30	2.95	30.39	0.04	1.23	-	2.56	14.38	0.32	8.76	9.28
60	2.90	18.07	3.73	0.97	-	5.0	23.11	3.85	0.72	-	5.0	21.35	13.97	3.35	12.90
63	3.95	30.34	5.02	2.77	-	10.75	39.83	3.29	0.56	2.40	1.45	46.71	7.25	0.37	18.55
64	2.7	14.65	11.16	2.48	-	8.31	20.56	16.45	2.14	1.66	1.85	18.49	16.5	2.75	12.86
65	4.54	19.00	4.20	5.80	3.72	4.0	38.13	9.97	1.23	-	-	-	-	-	8.54
66	9.69	32.57	0.36	1.75	-	7.53	17.55	8.68	6.53	-	4.78	19.15	8.32	8.77	22.0
71	7.87	33.68	0.65	4.80	-	4.59	32.89	8.97	2.04	2.0	4.15	31.61	16.35	1.80	18.61
72	5.31	41.07	5.03	1.05	3.61	4.47	24.81	17.87	1.78	-	4.10	17.62	13.73	4.57	18.88
75	8.75	40.29	3.36	1.13	-	20.10	26.13	10.33	1.02	-	2.50	22.04	9.28	3.25	31.35
80	6.27	39.27	4.27	0.51	-	3.72	22.34	9.50	4.21	1.46	1.20	16.20	13.69	3.12	11.9

“-”为未测试。

钾盐矿石按有用组分  $w(\text{KCl})$  的含量可分为贫矿石(22%~25%),富矿石(25%~30%)和极富矿石(>30%)。按矿物组成(取决于有害混入物  $\text{MgCl}_2$  的含量)可分为5种矿石类型:I型非光卤石质钾盐盐岩达1.5%;II型光卤石质钾盐盐岩达1.5%~5%;III型光卤石-钾盐盐岩达5%~10%,IV型钾盐-光卤石岩达10%~17%;V型光卤石岩>17%。除钾盐外,钾矿石中还含一些稀有元素(如溴、铷、铯、锶、硼),可作为综合利用考虑。卡尔留克钾盐区预测钾盐资源量达137亿吨。

早在1967年,前苏联全苏制盐科学研究所(ВНИИГ)对钾盐储量进行了计算,获得用于井下开采方法的原生钾盐储量见表2。

从表2中可以看出,井下开采法平衡表内储量:A+B+C<sub>1</sub>级203 656.4万t,C<sub>2</sub>级115 367.0万t;平衡表外储量:C<sub>2</sub>级50 166.6万t。可见其勘探程度已达到为开采服务的阶段。

## 2.2 卡拉比尔钾盐矿床

该矿床发现于1967年,矿床产于高尔达克钾盐盆地大型缓倾斜的卡拉比尔隆起上。钾盐层赋存于上侏罗统高尔达克组合盐层系中,高尔达克组下部产有厚达310m碳酸盐岩和硫酸盐岩层,其下伏地层为牛津阶海相碳酸盐岩,盐类沉积之上为卡拉比尔组、阿尔穆拉德组和克孜勒塔什组的红色沉积层(厚500m),其上又被厚度250~300m的下白垩统巴列姆组、亚普第组和阿尔巴组等沉积层所覆盖。上侏罗统含盐层系厚度为490~560m,层序结构和矿床地质特征同卡尔留克钾盐矿床。卡拉比尔钾矿主要工业钾盐层规模见表3。

由表3可以看出,卡拉比尔钾矿主要工业钾盐层的分布面积97.5~125.6km<sup>2</sup>,矿层厚度1.1~4.7m,与卡尔留克钾矿的矿层厚度相比明显薄。前苏联全苏制盐科学研究所(ВНИИГ)按地下开采法求得的钾盐储量见表4。

表2 卡尔留克钾盐矿床储量综合表

Table 2 Reservoirs of the Karlyuk potash deposit

储量级别	井下开采法		储量级别	地下溶解法		表外储量	
	钾盐储量/t	KCl储量/t		钾盐储量/t	KCl储量/t	钾盐储量/t	KCl储量/t
A	53 756 842	13 018 421					
B	111 964 717	27 451 956					
C <sub>1</sub>	1 870 842 525	552 831 729	C <sub>1</sub>	902 114 143	287 248 170		
A+B+C <sub>1</sub>	2 036 564 084	593 302 106					
C <sub>2</sub>	1 153 671 043	343 974 458	C <sub>2</sub>	652 004 793	206 734 625	501 666 250	137 239 833

表 3 卡拉比尔主要钾盐层规模

Table 3 Sizes of main potash layers in Karabil

矿层	平均长度 / km	平均宽度 / km	平均厚度 / m	深度 / m	占矿床比重 / %
1 <sup>#</sup>	13	7.5	1.1	536 ~ 1245	16
3 <sup>#</sup>	15.6	6.5	3.4	597 ~ 1272	10
5 <sup>#</sup>	15.6	8.05	4.7	589 ~ 1301	74

表 4 卡拉比尔钾盐矿床储量

Table 4 Reservoirs of the Karabil potash deposit

类型	表内储量 / 万 t			表外储量 / 万 t
	A + B	C <sub>1</sub>	A + B + C <sub>1</sub>	
钾石盐	37 207.5	108 075.0	145 282.5	78 095.6
KCl	10 165.7	28 566.0	38 731.7	15 206.0
K <sub>2</sub> O	6 424.7	18 053.7	24 478.4	9 610.2

由表 4 可以看出,钾石盐的平衡表内储量:A+B 级 37 207.5 万 t(KCl 品位 27.32%),C<sub>1</sub> 级 10 8075 万 t(KCl 品位 26.43%),总量为 145 282.5 万 t;平衡表外储量为 78 095.6 万 t(KCl 品位 21.32% ~ 19.16%)。卡拉比尔钾盐矿床预测钾盐资源量达数十亿吨。卡尔留克和卡拉比尔 2 个钾盐矿床累计探明储量(含表内和表外)为 59.3 亿 t,预测钾盐资源量约 200 亿 t。

### 3 土库曼钾盐资源开发现状与投资环境分析

#### 3.1 土库曼钾盐资源开发现状

上世纪 70 年代,前苏联全苏制盐科学研究所对位于土库曼境内的卡尔留克钾盐矿床进行了工业性开发试验,在矿床东南部钻了 9 个开采孔和 5 个观测孔,用房室法完成了盐的溶解和回收,每小时可获得 21 ~ 46.9 m<sup>3</sup> 卤水,卤水  $w(\text{KCl})$  达 76 ~ 114 g/L;用池塘化法得到含量为 98% 的固态产品,这种方法的采收率达 30%。用房室法和池塘法开采工艺进行投资估算,总投入需 33 740 万卢布(1990 年价),按生产基金收益率 4.5% 计算,投资回收期为 21.9 年,储量保证年限为 110 年。前苏联的解体导致卡尔留克钾盐开发试验中断,沉睡于土库曼地下极丰富的固体钾盐资源至今尚未开发利用。

#### 3.2 土库曼的矿业投资环境

(1) 基础设施与交通运输 土库曼作为能源出口型国家,其电力和燃料供应充足,但设备和线路严

重老化,供水系统仍旧是前苏联时期的基础,急需大规模更新。另外,通讯设施非常落后,停留在 20 世纪五六十年代的水平。近年来,土库曼加大基础设施建设的投资力度,修建多个水库、电站,铺设油气管道、输电线路、铁路和公路,更新改造机场、港口,加强了城市特别是首都阿什哈巴德(Ashgabat, Ашхабад)的城市建设和通讯设施的改造。土库曼境内铁路总长 2 312 km,公路总长 1.36 万 km,内河航运 654 km,国内天然气管线 1 131 km。土库曼首都阿什哈巴德至北京每周有一次不定期航班,同时与新疆乌鲁木齐市有不定期旅游包机航班。

(2) 改革方针与对外政策 土库曼独立后,始终将巩固国家政治经济独立和主权、保持社会稳定作为基本国策,主张走适合本国国情的发展道路(宋国民,2002)。2003 年,土库曼政府出台了《2020 年以前土库曼政治、经济和文化发展战略》国家纲要。该国家纲要的战略目标是把土库曼变成保证居民生活高标准,社会经济指标达到世界高水平的不断发展的强国,以经济高速发展、引入先进生产工艺和提高劳动生产率为依托,保持经济独立和安全;增加生产性建设项目,继续发展市场经济,提高对经济领域的投资,提高国家企业效率及在国内、国际市场上的竞争力。

在对华关系方面,1992 年 1 月 6 日,中土建立了大使级外交关系,1992 年—2005 年期间,双方高层进行了多次成功互访,极大地推动了两国间合作的全面发展。

### 4 中国利用土库曼钾盐资源的必要性和可能性分析

#### 4.1 必要性

中国利用土库曼钾盐资源的必要性主要表现在以下 3 个方面:第一,国内钾盐勘查特别是前第四纪固体钾矿勘查未获突破,中国严重缺钾的局面仍将持续。因此,一方面要着力加强国内钾矿勘查投入,促进前第四系海相找钾取得突破,另一方面须大力倡导和鼓励利用境外首先是周边国家丰富的钾盐资源,且势在必行;第二,土库曼属中国西侧近邻,除极其丰富的油气资源外,其资源总量约 200 亿 t 的固体钾盐资源已引起人们的高度关注;第三,土库曼主要钾盐矿床的储量在前苏联时期就已基本探明,不存在勘探风险,因此优于东南亚地区,目前中方当积极

寻找机会,尽早占位,打好与其合作开发的基础。

#### 4.2 可能性

中国利用土库曼的钾盐资源是完全可能的,主要原因有3个:第一,中土两国的友好关系是双方开展经贸合作的前提和保障。1992年以来,双方成功进行了多次高层互访,为双边经贸合作奠定了良好的基础;第二,自1999年以来,土库曼的经济增长接连保持两位数的增幅,2003年土库曼国内工、农业生产总值增幅分别达21%和18.8%,特别是农业的快速发展对钾肥的需求量将成倍增加,但可投入钾盐矿床开采的资金严重短缺;第三,土库曼基础设施落后,设备陈旧,亟待更新。20世纪70年代用于钾盐开发的试验设备和设施均已严重老化,弃置荒野,只有与外方合资或合作,取得资金和现代化的开采设备,土库曼国家化学康采恩方可将钾盐矿床的开采付诸实施,这为中国公司投资介入土库曼钾矿的开发带来了难得的契机。

**致谢** 此次土库曼钾盐资源考察之行,受到中国驻土库曼大使馆于立新参赞等经济商务参赞处同仁的热情接待和帮助,使得考察活动取得圆满成功,在此一并致谢!

#### References

- Мудров В. 2000. Камень Туркменистана [J]. Горный журнал, (10): 216 ~ 217 (in Russia).
- Ma J M. 2002. Turkmenistan [A]. In: The world's mineral resources yearbook [M]. Beijing: Geol. Pub. House. 304 ~ 311 (in Chinese).
- Одеков О А, Крайники Б А, Бушмакин А Г. 2001. Минеральные ресурсы Туркменистана [J]. Горный журнал, (10): 123 ~ 129 (in Russia).
- Sergei R. 2003. Turkmenistan's E&P projects achieve good pace [J]. World Oil, January: 48 ~ 50.
- Sergei R and Alexander R. 2003. Sustained growth is finally achieved [J]. World Oil, August: 42 ~ 45.
- Song G M. 2002. Invironment of Mining Industry Investment in Turkmenistan [J]. Information of Land and Resources, (9): 51 ~ 54 (in Chinese).

#### 附中文参考文献

- 马建明. 2002. 土库曼斯坦 [A]. 见: 世界矿产资源年评 [M]. 北京: 地质出版社. 304 ~ 311.
- 宋国民. 2002. 土库曼斯坦的矿业投资环境 [J]. 国土资源情报, (9): 51 ~ 54.

## Investigation on potassium resource and its exploitation and utilization in Turkmenistan

ZHANG Yong-sheng<sup>1,2</sup>, ZHENG Mian-ping<sup>1,2</sup>, QI Wen<sup>1,2</sup>, LI Hao<sup>3</sup> and XIANG Ren-jie<sup>4</sup>

(1 Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China; 2 Key Laboratory of Saline Lake Resources and Environment, CAGS, Beijing 100037, China; 3 Xinjiang Lop Nur Potash Co. Ltd., Urumqi 830000, Xinjiang, China;

4 Information Center of the Ministry of Land and Resources, Beijing 100812, China)

#### Abstract

Turkmenistan is located in southwestern part of Central Asia. Many superlarge potash deposits are distributed in the late Jurassic Gaurdak marine potash basin. The main part of the basin is distributed in east Turkmenistan, while a small part of it extends into Uzbekistan. The total potash resources are nearly 20 billion tons, being 15 to 20 times China's known total potash resources. According to the estimation of the resources to be obtained by underground mining, the Karlyuk and Karabil deposits have total resources of 5.93 billion tons. According to the content of the useful component KCl, potash ores are divided into three types: rich ore (> 30%), pay ore (25% ~ 30%) and base ore (22% ~ 25%). The friendly relationship between China and Turkmenistan and the demand of rapid development of industry and agriculture for the absorption of large amounts of foreign capital in Turkmenistan bring a rare opportunity for investment and cooperative development of potash resources in Turkmenistan.

**Key words:** geology, marine, potash deposit, cooperative development, Turkmenistan, Central Asia