

# 昆明地区钛资源分布及评价

沈强华<sup>1</sup>, 张宗华<sup>2</sup>

(1. 昆明理工大学 材料与冶金工程学院, 云南 昆明 650093; 2. 昆明理工大学 国土资源工程学院, 云南 昆明 650093)

**摘要:** 我国是钛资源大国, 储量占世界储量的 60% 以上, 但钒钛磁铁共生矿占了主导地位. 昆明地区钛资源主要分布在富民县、禄劝县、安宁县、西山区, 是以砂矿为主的钛铁矿, 矿物组合简单, 分选性能良好. 钛精矿钙镁杂质低是生产海绵钛的优质原料.

**关键词:** 钛资源; 分布; 评价; 昆明地区

**中图分类号:** TD983 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2003)05-0017-04

## Distribution and Evaluation of Titanium Resources in Kunming Area

SHEN Qiang-hua<sup>1</sup>, ZHANG Zong-hua<sup>2</sup>

(1. Faculty of Materials and Metallurgical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;  
2. Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

**Abstract:** China is rich in titanium resources, and it has more than 60 percent titanium resources of the whole world reserves, but the vanadic-titanomagnetite is the major mineral in the resources. Titanium resources of Kunming area are distributed mainly in Fuming, Luquan, Anning county and Xishan district, which mainly consist of titaniferous placer ore, and the ore contains uncomplicated minerals and has fine separation property. Titanium iron concentrates are high-quality material fit for producing sponge titanium because of their low content calcium and magnesium.

**Key words:** Titanium resources; distribution; evaluation; Kunming area

## 0 引言

据有关统计, 全世界已探明钛资源( $\text{TiO}_2$ ) 205 亿 t, 其中“经济”的探明储量( $\text{TiO}_2$ ) 11.2 亿 t. 我国的表内经济的储量, 略相当于美国、加拿大、澳大利亚等国的经济的探明储量的总和, 约 8.7 亿 t<sup>[1]</sup>.

我国探明的表内储量占世界经济的探明储量的 63%. 但我国的钛储量构成中, 属于钒钛磁铁矿的共生资源占了主导地位, 比例高达 97% 以上, 而砂矿所占比例却不到 3%, 且难采难选的多, 易采易选的少, 这又是我国资源优势中的劣势. 钒钛磁铁矿集中于四川攀西地区, 由于当前选冶技术受到资源特点的制约, 目前注重钢铁生产和钒的回收, 钛只有极少部分被回收利用.

近几年随着我国钛白粉生产的发展、遵义钛厂的扩产以及炼钢用铝钛等含钛合金的增长, 钛铁矿的需求出现增长势头. 昆明地区钛铁矿由于资源特点受到青睐. 本文就昆明地区钛资源的情况作一简要评价.

## 1 昆明地区钛资源的分布<sup>[2]</sup>

钛矿是云南省黑色资源中除铁、锰外居第三位的重要矿种, 主要分布在禄劝、武定、富民、禄丰、保山板桥、西双版纳的勐海及滇南的石屏、建水、华宁、蒙自、富宁等地区. 建水县曲江辉绿岩风化壳型钛铁矿床, 经过西南有色地质勘查局 308 队勘探, 矿带长约 20 km、宽 800~2 000 m, 矿体厚度(水冲采厚度) 一般约 10 m, 最厚约 20 m, 矿石含钛铁矿 60~200 kg/m<sup>3</sup>, 含钙镁低, 为优质富钛铁砂矿, 矿区钛铁矿远景储量超

收稿日期: 2003-03-17; 基金项目: 云南省自然科学基金资助项目(项目编号: 1999B0004Q); 云南省教育厅自然科学基金资助项目(项目编号: 9912114).

第一作者简介: 沈强华(1964.9~), 男, 副教授; 主要研究方向: 化工冶金.

过1 000万 t.

昆明地区钛资源主要分布在昆明市西山区、安宁县、禄劝县、富民县、禄丰县以及武定县. 据有关地质部门报告, 已探明的有禄劝 武定钛铁砂矿床、富民散旦钛铁砂矿床、大营钛铁砂矿床. 这一地区已有1 000万 t 以上的钛铁矿储量(见表 1).

表 1 武定、禄劝、富民三县钛铁矿储量

地 区	武定	禄劝	富民
钛铁矿储量/ 万 t	600(B+C+D)	250(B+C+D)	300(C+D)

禄丰某钛铁砂矿床经地质工作, 估计属于中型以上矿床. 另外, 未经地质部门勘探, 但农民进行土法开采的矿点至少已有 20 多个. 据专家估计, 这些民采矿点多数是具有工业开采价值的钛铁砂矿床, 只要经过地质勘探, 将获得可观的工业储量.

现以禄劝洒普山钛铁矿区干坝塘矿段和武定大奕坡钛铁矿床为例, 对这一矿带的钛铁矿品位、有益、有害组分作一简要介绍.

### 1.1 禄劝 武定洒普山矿区干坝塘矿段

干坝塘矿段位于禄劝县城 320°方向4.5 km、武定县城 28°方向6.5 km处, 为洒普山钛铁矿区延伸在禄劝县境内的一部分, 系含钛辉绿辉长岩为母岩的风化地壳型残坡积钛铁砂矿床, 并伴生可供利用的钒钛磁铁矿. 经云南省地矿局一大队勘探, 工程控制砂矿体面积1.79 km<sup>2</sup>, 砂矿体厚10.73 m, 平均钛铁矿品位为56.76 kg/m<sup>3</sup>. 储量见表 2, 原矿、精矿化学分析结果见表 3 和表 4.

表 2 干坝塘矿段钛铁矿储量

钛铁矿/ 万 t				磁铁矿/ 万 t							
C 级	89.5	B 级	60.7	总计	150.2	C 级	54.4	B 级	38.4	总计	92.8

表 3 原矿试样 化学多项分析结果

组 分	TiO <sub>2</sub>	TFe	FeO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pb	Zn	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cu
含 量/ %	5.71	14.82	4.41	0.078	0.40	1.22	38.99	18.94	0.00	0.02	0.014	0.001	0.000

表 4 原矿试样 化学多项分析结果

组 分	TiO <sub>2</sub>	TFe	FeO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pb	Zn	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P
含 量/ %	6.32	14.61	4.87	0.100	0.64	0.93	38.58	12.58	0.00	0.02	0.019	0.000	0.21

从表 5 和表 6 可看出, 钛铁精矿含 TiO<sub>2</sub> > 48%、SiO<sub>2</sub> < 3.0%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> < 0.08%、CaO + MgO < 3.0%、S < 0.5%, 达到部颁一级品要求, 可作为生产钛白粉及海绵钛的原料.

表 5 钛铁精矿试样 化学多项分析结果

组 分	TiO <sub>2</sub>	TFe	FeO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
含 量/ %	48.13	36.63	34.99	0.2315	0.18	0.78	1.28	0.63	0.012	0.073

表 6 钛铁精矿试样 化学多项分析结果

组 分	TiO <sub>2</sub>	TFe	FeO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
含 量/ %	48.86	36.6	34.92	0.214	0.18	0.75	0.63	0.44	0.016	0.062	0.04	0.003

从表 7 和表 8 可看出, 磁铁精矿达中矿要求, 可作为铁精矿使用.

表 7 磁铁精矿试样 化学多项分析结果

组 分	TiO <sub>2</sub>	TFe	FeO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
含 量/ %	19.76	53.60	18.59	1.082	0.45	0.34	2.28	1.39	0.013	0.098

表8 磁铁精矿试样 化学多项分析结果

组分	TiO <sub>2</sub>	TFe	FeO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
含量/ %	19.24	54.6	15.96	1.12	0.36	0.20	0.67	1.29	0.03	0.98	0.023	0.001

该矿距离昆明93 km,距成昆铁路的支线鹅头厂车站45 km,交通方便,水力、电力资源丰富,砂矿体平状平缓,结构单一,为单一层状结构,且直接裸露地表,水文地质条件简单,开采方便。

### 1.2 武定大奕坡钛铁矿床

武定钛铁矿资源主要在洒普山矿区。上述的干坝塘矿段正是洒普山钛铁矿段延伸在禄劝县境内的一部分,在1/20万武定幅区域地质调查报告中记有:“在武定附近,北端起于大风垭口上白龙井一带,南至近城乡小营一线,东至木裸甸、赵家庄一线,西止和尚庄,发现有钛铁矿扩散晕,分布面积达27 km<sup>2</sup>”。大奕坡矿床就属于这一区域。经过详勘,原矿含TiO<sub>2</sub>品位5%~7%,钛铁矿储量(B+C级)318万t,原矿经过重磁联合流程精选得到的钛铁精矿、磁铁精矿的化学多项分析结果见表9和表10。

从表9和表10知,武定大奕坡钛铁精矿中TiO<sub>2</sub>含量较高,达49.50%,有害杂质含量均低于部颁一级品标准,特别是钙镁杂质较低,质量较优,是生产海绵钛的优质原料。磁铁精矿中铁含量为58.30%,钒含量高达1.392%,既可作为铁精矿也可作为钒精矿使用。

表9 钛铁精矿化学多项分析结果

组分	TiO <sub>2</sub>	TFe	Sc	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
含量/ %	49.50	36.26	0.008	0.375	0.48	1.13	0.35	1.14	0.006	0.069	0.0036	0.0047

表10 磁铁精矿化学多项分析结果

组分	TiO <sub>2</sub>	TFe	Sc	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
含量/ %	17.58	58.30	0.004	1.392	<0.5	0.29	0.38	1.71	0.006	0.069	0.0023	0.0073

地质勘探仅针对少数几个矿段详查,获得钛铁矿储量近600万t,尚有十余个岩体未进行地质工作,本类型钛铁砂矿在该地区的成矿条件良好,预计远景储量可达2000万t以上。富民县大营矿区经过某地质队踏勘了解,确认具有风化壳型钛砂矿段5处,已经初步钻探普查3处,计算储量两处,获得的储量已构成中型矿床,预测整个矿区储量可达75万t以上。沙锅村矿段钛铁矿平均品位36.35 kg/m<sup>3</sup>,完家村矿段钛铁矿平均品位62.37 kg/m<sup>3</sup>,相差甚大,此现象说明,今后在大营区圈定富或特富块段的前提条件是基本具备的,该矿床的开发具有良好的前景。昆明地区钛铁矿床(点)对比见表11<sup>[21]</sup>。

表11 昆明地区钛铁矿床(点)对比一览表

矿床(点)	面积 /km <sup>2</sup>	平均厚 度/m	品位 /kg m <sup>-3</sup>	储量 /万t	矿床(点)	面积 /km <sup>2</sup>	平均厚 度/m	品位 /kg m <sup>-3</sup>	储量 /万t
禄劝干坝塘	1.79	10.33	66.98	150.22	武定红土田	2.08	10.68	63.94	144.0
武定大奕坡与白邑村		18.09	101.43	65.48	武定树德村	0.48	7.28	94.70	30.0
富民沙锅村	0.25	2~30	35.70	6.00	武定洒普大村	1.80	4.50	93.18	50.0
西山区禹都甸	1.03	4.0	182.82	75.00	武定分州	0.85	10.99	90.77	60.0
禄劝南甸	0.45	10.96	91.70	90.0					

## 2 昆明地区钛资源的评价

在昆明地区丰富的钛资源中,仅有少数矿床经过地质部门的勘探,但是这几个经过勘探的矿床很典型,由于分布广,范围扩展到禄劝、武定、富民、禄丰等县。因此,可以基本反映昆明地区钛资源的概况,归纳如下:

1) 矿床连成片,埋藏浅,有些直接裸露地表,开采容易。矿物组合简单,分选性能良好,用摇床和湿式弱磁场磁选机选别,可得到含TiO<sub>2</sub>48%~49%的钛精矿,若再加电选可得到含50%以上品位的钛精矿,总回收率为60%~65%<sup>[41]</sup>。

(下转第23页)

### 5.3 内河航运

许多钢铁企业,如武钢、马钢等都在长江沿岸,并且考虑到钢铁企业随着市场经济深入发展,可能向水运便利的沿海、沿江转移.因此长江航运、沿江港口建设也应特别加强.

### 5.4 铁路运输

首钢、济钢等内地型钢铁企业也在大量进口铁矿石,这无疑对铁路运输提出了挑战.一艘10万t级轮船的矿石,即使是现在加重型火车运量为5000t,还需要20辆,况且像首钢地处铁路运输繁忙地段,而济钢则要火车穿越几乎整个山东省,因此这些问题都急需解决.

## 6 结论

综合所述,我国有必要扩大进口铁矿石规模,调整进口结构,使之趋于更加合理.并且必需解决交通等问题.随着我国钢铁业的发展,进口铁矿石资源将变的更加重要.

### 参考文献:

- [1] 宋雄,余中平.中国铁矿资源利用现状及其保证程度[J].地质与勘探,1998,34(2):1~4.
- [2] 林幼斌,田毓龙.我国矿产资源开发利用形势分析及对策[J].昆明理工大学学报(理工版),1999,24(1):182~185.
- [3] 王义达,焦玉书.加入WTO对我国铁矿业的影响及对策[J].金属矿山,2000,(4):1~5.

(上接第19页)

2) 有用矿物品位高,矿中铁钛氧化物总量达96%~97%,非铁杂质特别是铝硅杂质含量很低,硫、磷含量也较低,钛铁精矿中 $P_2O_5 < 0.073\%$ 、 $CaO + MgO < 2.0\%$ 、 $S < 0.03\%$ ,与国内其它地区的矿比较属于较好的矿.磁铁精矿中含铁超过53%,具有利用价值.

3) 钛精矿可作为生产各种钛产品的原料,由于非铁杂质少,是熔炼高钛渣的原料,可以比较容易地获得 $TiO_2$  93%的高品位钛渣,以这种高钛渣为原料制备的粗 $TiCl_4$ 中硅、铝、钙杂质少,可减少氯化物和 $TiCl_4$ 精制过程的废渣量.

4) 以昆明地区钛精矿为原料可以生产 $TiO_2$ 含量为80%~85%的高品位酸溶性钛渣.对 $TiO_2$ 为83%的酸溶性钛渣采用标准酸解方法进行实验,钛渣酸解率高达96%以上,酸解残渣量仅为9.2%的指标,比加拿大魁北克铁钛公司(QIT)的钛渣的酸解残渣量少2.4%<sup>[4]</sup>.

昆明地区钛资源的开发要充分利用矿电结合的优势,研究以钛精矿为原料生产高钛渣,再用高钛渣为原料生产系列钛合金如铁钛合金和铝钛合金等高附加值产品;研究以钛精矿为原料生产高品位酸溶性高钛渣,满足硫酸法钛白粉厂的需要;云南省多家部门正在为把云南建成全国的钾肥供应中心进行工作.以氯化钾为原料用曼海姆工艺生产硫酸钾,副产的盐酸用来浸出钛精矿,制取人造金红石,可缓解我国氯化法钛白原料紧张的局面.

### 参考文献:

- [1] 段成龙.钛资源形势分析及评价[J].四川有色金属,2000,(2):31~34.
- [2] 薛步高.云南钛铁地质特征及开发探讨[J].化工矿山地质,2001,23(1):54~58.
- [3] 李志章.昆明地区钛铁矿粗精矿精选试验研究[J].国外金属矿选矿,1998,(7):22~23.
- [4] 邓国珠.云南钛铁矿资源的利用研究[J].钛工业进展,1999,(3):30~33.