

浅谈云南钛铁砂矿矿床成因特征及找矿前景探讨

邓海林

龙佰攀枝花矿产品有限公司, 四川 攀枝花 617063

[摘要] 云南地处中国西南地区, 其钛铁砂矿地质矿床规模大、分布范围广。云南钛铁砂矿地质矿床找矿标志明显、勘查成本低且矿物易开采易分选, 其含钛铁矿基岩为海西期基性岩。文中就云南钛铁砂矿地质矿床的成因特征及其深部找矿前景及利用进行了简要探讨。

[关键词] 钛铁砂矿; 地质矿床; 成因特征; 找矿前景

DOI: 10.33142/ec.v5i7.6366

中图分类号: P618.2

文献标识码: A

Brief Discussion on Genesis Characteristics and Prospecting Prospect of Titanium Iron Sand Deposits in Yunnan Province

DENG Hailin

Longbai Panzhihua Mineral Products Co., Ltd., Panzhihua, Sichuan, 617063, China

Abstract: Yunnan Province is located in southwest China, with large scale and wide distribution of titanium-iron sandstone geological deposits. The Titanium-iron sandstone geological deposit in Yunnan Province is characterized by obvious prospecting marks, low exploration cost and easy mineral exploitation and sorting. Its ilmenite-bearing bedrock is Hercynian bedrock. This paper makes a brief discussion on the genetic characteristics and prospecting prospects and utilization of the geological and geobed deposits of Yunnan Titanium-Iron Sand Mine.

Keywords: titanium-iron placer; geological deposits; cause characteristics; prospecting prospects

引言

我国是钛资源丰富的国家, 钛资源以钛铁矿为主, 钛铁矿可分为原生矿床(岩矿床)和砂矿床两大类, 砂矿床是由原生矿经风化(氧化)而产生的, 如氧化砂矿经自然风化, 钛铁矿结构被氧化破坏, 其中 Fe²⁺ 被氧化成 Fe³⁺, 氧化后部分铁已流失, 使 TiO₂ 含量富集。这种砂的特点是 TiO₂ 含量高、铁含量低。矿中铁以三价为主, 自然粒度粗, 结构松散, 密度小, 颗粒表面积大。钛铁砂矿中 TiO₂ 含量为 50%左右。我国已探明的钛资源储量中原生矿占 93%, 砂矿钛铁矿占 4.9%, 原生金红石矿占 1.9%。原生矿主要分布在四川攀西地区, 而钛铁砂矿主要分布在广东、广西、云南。

云南的寻甸县、富民县、禄劝县、武定县、禄丰市是云南钛铁矿矿产的主要产出区, 尤其武定县境内的钛铁矿风化矿资源最为丰富, 整个云南地区, 其探明的资源储量就有上千万吨以上。

1 钛砂矿床分布特点

风化壳红土型钛铁砂矿是云南最主要的矿床类型。近几年所查明的几十个矿床中, 几乎全部为风化壳型。它是富钛的基性岩体辉绿岩遭受到强烈风化后分解出来而形成钛铁砂矿床, 钛铁砂矿床分布有以下特点:

(1) 地域分布十分明显, 往往几个矿床在同一地质构造单元内成群分布, 形成钛铁砂矿矿集区。如滇中区的武定—禄劝片、昆明西山—富民片区的武定大奕坡矿床、

洒普山矿床、禄劝干坝塘、西山区禹都甸矿床等都分布在晚元古代南北向西昌—安宁河—易门岩石圈大断裂两侧次级断裂的基性岩体顶部的风化壳中(见图 1), 其区域地质背景是相对富含钛铁矿的基性侵入岩体分布的地区。

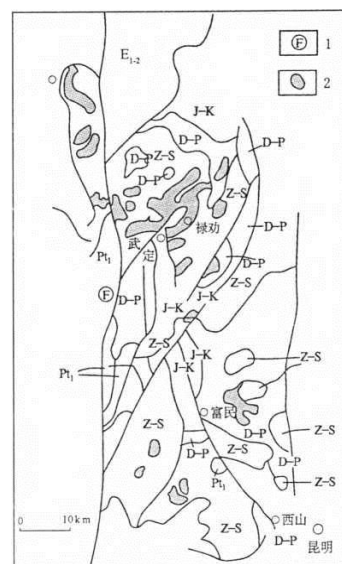


图 1 滇中区基性岩分布图

E₁₋₂—古新统一始新统 J—K 一侏罗系—白垩系 D—P—泥盆系—二迭系 Z—S—震旦系—志留系 Pt——中元古界 1—西昌—易门大断裂
2—海西期基性岩

(2) 分布在隆起构造带或其边缘深断裂带。矿床与背斜构造关系密切,多呈面型分布,矿体平面形态呈不规则等轴状、带状,与矿源岩出露形态大致吻合。

(3) 原岩以高铁富钛为特征,主要以钛铁矿与磁铁矿产出,有利于风化壳解离成矿,原岩(TiO_2) 3.72%~4.89%,比戴里值(0.97%)高4~5倍, ($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$) 14.68%~16.48%,比戴里值(9.11%)高38%~45%。

2 云南钛铁砂矿地质矿床成因及产出特征

2.1 钛铁矿地质矿床成因

2.1.1 主要成矿条件

表生风化作用形成的矿床,成矿母岩、风化作用、地貌条件是控制成矿的主导因素。

2.1.2 成矿作用及成矿阶段

通过众工程的揭露,尽管含钛基性岩体的风化壳的厚度不尽一致,以及风化壳型钛铁砂矿品位的贫富和钛铁矿矿体所处的地形地貌不同,但其含钛的基性岩体风化壳的垂直分带结构几乎一致,这表明,风化壳型钛铁砂矿床形成于相同的风化作用。

以武定县为例,在武定地区,地处亚热带高原季风气候,在湿热多雨的季节,干湿两季非常分明的特定气候条件下,在物理与化学风化作用下对裸露在地表的含钛铁矿辉绿岩基岩交替进行风化作用,形成红土型风化壳的特定产物。本区出露的含钛基性岩体也必然遭到同样的物理风化和化学风化的交替作用,并经氧化、水解、淋滤等不同的作用,使岩石中易溶物质不同的作用下溶解, Ca、Mg、Na、K、Si 等元素先后淋失,形成红土型风化壳的垂直分带;而作为副矿物出现的钛铁矿、磁铁矿在上述物理化学作用下,由于物理化学性能稳定,残留于红土型风化壳的各带,并相对富集,从而形成各种不同矿石自然类型的风化壳型残积钛铁砂矿床。

此后,由于流失冲刷剥蚀作用,导致风化壳物质的搬运及再堆积,则形成坡积钛铁砂矿床。

2.2 风化壳型钛铁砂矿地质总体特征

以“云南省武定县花乔钛铁砂矿床”为例,矿区内钛铁砂矿体呈面状分布于辉长辉绿岩体风化残坡积层及附近冲洪积层内,一般裸露于地表,矿体的顶底板随地形波状起伏,矿体地表界线一般与岩体的出露界线基本一致,受控于基岩的风化深度及残积层,其形态特征不规则、倾角多变。矿区矿体呈北西-南东向条带状分布于矿区中部,宽300~580m,控制长约3070m,分布面积约1.43km²;产状与地形一致,总体倾向北东,倾角一般在0°~10°;矿体出露标高2208.16~2083.09m,工业钛铁砂矿体厚1.90~26.0m,平均厚11.24m,厚度变化系数47.74%,总体变化较稳定;单工程工业钛铁矿品位15.08~38.41kg/m³,平均品位22.62kg/m³,品位变化系数21.90%。

矿区矿体属风化壳型钛铁砂矿,矿体一般具有三层结

构的垂直分带性,仅局部见少量的泥岩、粉砂岩出露。由上至下分别为:红土层、粘土层、粘土岩屑层至新鲜含钛辉长辉绿岩。各层特征如下:

(1) 红土层(I):以砖红色粘土为主,含有粉末状褐铁矿及少量石英砂,富含钛铁矿、钛磁铁矿等重矿物,属强氧化作用带的产物。该层厚度变化极不稳定,单工程厚度0.5~17.7m,平均厚2.92m,厚度变化系数97.97%;钛铁矿品位15.17~38.41kg/m³,平均24.80kg/m³,品位变化系数22.74%。局部地段受剥蚀直接裸露粘土层或其钛铁矿含量低于15.0 kg/m³,平面图上以天窗形式存在。为“红土型钛铁砂矿”的含矿层位。

(2) 粘土层(II):由次生粘土、高岭土夹石英砂、岩屑、碎岩块等组成,富含钛铁矿、钛磁铁矿等重矿物,斜长石均变成高岭土,暗色矿物变为绿泥石,主要为水解作用带的产物,总体颜色较浅呈杂色状;可见高岭土类物质不规则分布,并岩屑增多,干燥者手搓即呈粉末,常见辉长辉绿岩体风化残余结构,钛铁矿、钛磁铁矿常呈黑色星点散布其间。该层厚度变化较稳定,单工程厚度1.0~23.0m,平均厚9.15m,变化系数53.73%;钛铁矿品位15.08~34.84kg/m³,平均20.43kg/m³,变化系数13.51%。为“粘土型钛铁砂矿”的含矿层,下部与粘土岩屑层逐渐过渡。

(3) 粘土岩屑层(III):为半风化含钛辉长辉绿岩,原岩辉绿结构保存清晰,但岩石已变松软,铝硅酸盐矿物大部分已次生变化为高岭土和次生粘土矿物,主要属淋滤作用带与水合作用带的产物,其中钛铁矿、钛磁铁矿含量普遍降低,与上覆粘土层接近,钛铁矿、磁铁矿离解度差,能达到低品位矿要求。该层厚度变化相对稳定,单工程厚度0.6~8.0m,平均厚2.08m,变化系数62.13%;钛铁矿品位10.05~14.63kg/m³,平均12.55kg/m³,变化系数7.96%。为“粘土岩屑型钛铁砂矿”的含矿层。

下伏新鲜基岩为灰绿、灰黑色辉长辉绿岩,据件12件钻孔新鲜岩石化验分析结果(见表1): TiO_2 2.81~3.10%,平均品位2.97%;TFe10.09~10.88%,平均10.49%;Fe、 TiO_2 含量明显高于一般辉绿辉长背景值,说明钛铁砂矿由辉长辉绿岩的风化残积形成。

表1 辉长辉绿岩分析结果表

序号	样品编号	Fe/10 ⁻³	TiO ₂ /10 ⁻³	序号	样品编号	Fe/10 ⁻³	TiO ₂ /10 ⁻³
1	HZK1304-16	10.67	2.9	15	HZK1400-25	10.38	2.92
2	HZK1300-19	9.9	3.15	16	HZK1601-20	10.01	2.68
3	HZK0902-15	10.9	2.78	17	HZK1404-30	8.93	3.31
4	HZK1500-1-40	15.58	3.39	18	HZK1202-24	7.79	2.85
5	HZK0901-10	9.8	2.81	19	HZK1600-18	7.68	2.87
6	HZK1101-1-10	9.28	2.64	20	HZK1403-13	8.54	2.85
7	HZK0903-5	7.91	2.24	21	HZK1603-16	7.79	2.83

8	HZK2601-1-32	10.18	3.02	22	HZK1201-19	10.4	3.04
9	HZK3405-31	11.27	3.13	23	HZK1200-21	9.29	3.01
10	HZK3407-21	10.63	3.53	24	HZK1204-30	9.53	4.4
11	HZK2203-1-12	9.65	2.85	25	HZK1805-10	9.14	2.46
12	HZK1800-15	8.94	2.62	26	HZK1602-28	9.51	2.67
13	HZK1303-18	9.95	3.01	27	HZK1803-25	8.86	2.46
14	HZK1402-24	9.52	2.84	28	HZK1801-13	9.45	2.38
平均		9.70	2.92				

2.3 钛铁砂矿类型

据矿石的颜色、物质组分、结构、构造和含矿性的特点，可划分出为三种矿石自然类型。

2.3.1 红土型砂矿

该类砂矿外观上呈棕红色；由亚粘土、铁泥质、绢云母、及少量石英砂岩组成；疏松，土状结构；直接裸露地表，并土壤化作用明显，近地表植物根系发育；钛铁矿、磁铁矿呈星点状散布其中。该类砂矿石手碾即呈粉末，经自然风干后，遇水易液化，该类矿石均赋存在风化壳上部及风化壳斜坡下方的砖红~棕红色亚粘土层中。重砂矿物约占10%左右，含泥量达90%。重矿物主要由钛铁矿、磁铁矿（二者比例值为0.58:1）组成，微量矿物有金红石、锐钛矿、锆石、白钛石、磷灰石、辉石、电气石等。

该类砂矿裸露地表，为残积型砂矿体的表层或组成坡积型砂矿体。即矿区钛铁砂矿分布范围。本类矿石可选性良好，经选矿后的钛铁矿能达钛铁矿精矿要求。

2.3.2 粘土型砂矿

该类砂矿外观呈浅黄褐色、灰白、浅灰等杂色，总的以颜色较浅为其特征，并与上覆的红土型砂矿相区分，其物质组分与红土型砂矿相似，由90%的铁泥质、粘土、石英碎屑组成。重砂矿物约占10%，主要为钛铁矿、磁铁矿，其他矿物含量极少，有辉石、角闪石、电气石、金红石、锐钛石、锆石、磷灰石等。矿石疏松，呈砂土状结构，上部手碾即呈粉末状，往深部则由于风化程度稍差，则有少量基岩残核，伏于红土型砂矿之下，并于切沟及坳谷两壁可见。

钛铁矿、磁铁矿等重砂矿物呈粒状、星散状不均匀产于棕黄、黄灰色砂土层中。

该类矿石均伏于红土型砂矿之下。矿石可选性能尚好，经选矿后的钛铁矿能达钛铁矿精矿要求。

2.3.3 粘土岩屑型砂矿

该类矿石处于含矿岩体的半风化带，矿石呈褐色，岩石已次生变化，普遍变软，但尚有未完全风化的坚硬岩块。钛铁矿、磁铁矿等重砂矿物可以不经人工破碎而直接淘洗，粘土矿物以蒙脱石为主，原岩风化残余结构，构造清晰可见，但钛铁矿与磁铁矿的连生体较多，野外淘洗性能较差。

2.4 钛铁砂矿找矿标志

①含钛基性岩体是形成本矿区风化壳型残积钛铁砂

矿床的母岩，因此，要寻找与本矿床类似的风化壳型残积钛铁砂矿床，在本地区首先是要寻找含钛基性岩体的出露地段。

②由于含钛基性岩体风化壳的分布范围与风化壳残积钛铁砂矿的分布范围基本一致，所以含钛基性岩体平面分布的大小，大致可以确定砂矿床的大小。

③含钛基性岩体裸露地表者为砖红色亚粘土，植被较发育，宏观易见，但由于不同的岩石类型，在同一气候带内均能形成具有共同地球化学特征的风化壳，其区别，含钛基性岩体所形成的红土型风化壳中残留有多量磁铁矿、钛铁矿，具有磁性。而由其他岩石形成的红土型风化壳中没有磁铁矿及钛铁矿矿物，所以，所见的红土裸露地表，用永久性磁铁直接接触及风化壳物质，则能区别。虽有上述特点，红土型风化壳仍可作为宏观找矿标志。

④含钛基性岩体风化壳（风化壳型残积钛铁砂矿）基本裸露于地表，矿石结构疏松，经雨水在斜坡面洗刷后，粘土矿物及其他体重较轻的泥质等极易被水流带走，而留下来的钛铁矿、磁铁矿等重砂矿物则由于比重大，通常在斜坡的低凹处形成钛铁矿、磁铁矿颗粒富集层，坳谷中由于流水的减少，也常见有钛铁矿的富集产生。

山间的小沟小溪只要经过含钛基性岩体风化壳区域，往往会在小溪的缓流处，见有钛铁矿、磁铁矿的颗粒。

上述的钛铁矿、磁铁矿颗粒富集层若于小溪中见到，则可逆河追索，寻找含钛基性岩体风化壳地段；若系斜坡低凹处见到这类富集层，则可根据这些漂砾的分布范围大致圈定风化壳残坡积钛铁砂矿的分布范围。

⑤所找到的风化壳型残坡积钛铁砂矿，应注意有利的地貌条件，方可找到富矿、厚的钛铁砂矿体。

3 钛铁砂矿地质找矿深部远景探讨分析

云南地区的钛铁砂矿经过多年的生产开采，只要是一直在开采过程中的矿山在其矿区范围内剩余的钛铁砂矿储量已经很少了，因为钛铁砂矿传统的开采方式的限制，绝大部分的矿山只开采了上部的红土层及少部分的黏土层。以武定县马豆沟矿山为例来说，该矿区范围内资源已接近枯竭，采矿已推进至矿权边界。根据中国冶金地质总局昆明地质勘察院所做的《马豆沟钛矿2020年度储量年度报告》显示，剩余资源量（精矿量）仅有3万余吨。但区内还剩余大量粘土岩屑型钛铁砂半风化矿资源。据大量实地考察其他此类矿山发现，云南地区第四系残积层和坡积层的钛铁砂矿资源，只开采了上层的红土层及部分黏土层矿体，未对粘土岩屑型钛铁砂矿层进行开发利用，因为该层矿体中含有大量未风化及未完全风化的含钛铁辉长辉绿岩砾石。马豆沟矿山采矿使用水采水运或者机采水运的方式，开采此层矿体需进行破碎磨矿作业，所以无法对半风化矿进行开采利用。对于云南地区半风化矿暂未利用的这部分可开展一系列的选矿工业试验，确定其可开采性、

可选性、及经济性。

对于钛铁砂矿床的含钛辉长辉绿岩基岩,以花乔矿山对基岩取样分析结果来看,TF_e 平均品位 9.70%,TiO₂ 平均品位 2.92%,该部分的含钛辉长辉绿岩基岩类似于攀枝花地区钒钛磁铁矿低品位岩矿,以后这部分的矿石可经破碎磨矿后,掺配钛铁砂矿的红土层及黏土层上部矿石一起使用。

此类钛铁砂岩矿体在以后的地质找矿勘查中,可建议将钛铁砂矿半风化矿层及含钛辉长辉绿岩基岩的界线及可利用资源储量搞清楚,这样做的目的可为以后企业开发矿山提供更多可供利用的矿产资源。

4 结束语

钛铁砂矿矿体埋深一般较浅,多数矿体裸露于地表,矿床形态、矿体产状及矿体的厚度等特征受地形地貌影响较大。云南钛铁矿的矿山企业加强对矿区半风化钛铁砂矿勘查力度及选矿工艺的研究,提高选矿回收率,加强对半

风化钛铁砂矿及含钛辉长辉绿岩基岩的综合利用。矿床开发前或开采过程中都应加强勘探,选择时机补充控制工程控制含钛辉长辉绿岩基岩,提升资源储量及级别,为后续开发提供可靠资源量。

【参考文献】

- [1] 沈强华,张宗华. 昆明地区钛资源分布与评价[J]. 昆明理工大学学报(理工版),2003(5):17-19.
 - [2] 薛步高. 云南钛铁矿地质特征及开发探讨[J]. 科技园地,2001(1):53-58.
 - [3] 杨加庆,左琼华,朱婉明. 云南钛铁砂矿床基本特征及成因探讨[J]. 矿产与地质,2013(27).
 - [4] 吕世琨. 滇中钛铁矿的区域成矿条件和矿床类型[J]. 云南地质,1990(2):95-106.
- 作者简介: 邓海林(1988.7-)男,地质调查与矿产勘查工程师,从事地质工程管理、矿山地质的工作。