

# 西昌普格地区飞天山组( $K_1f$ )中首次发现 沉积砂岩型铼矿

郝雪峰<sup>1</sup>, 彭宇<sup>1</sup>, 唐屹<sup>1</sup>, 潘蒙<sup>1</sup>, 梁斌<sup>2</sup>, 杨荣<sup>1</sup>, 范俊波<sup>1</sup>

(1. 四川省地质调查院, 四川 成都 610081; 2. 西南科技大学环境与资源学院, 四川 绵阳 621000)

**First discovery of sedimentary sandstone-hosted rhenium deposit in the Fetianshan Formation ( $K_1f$ ) in the Puge area,  
Xichang**

HAO Xuefeng<sup>1</sup>, PENG Yu<sup>1</sup>, TANG Yi<sup>1</sup>, PAN Meng<sup>1</sup>, LIANG Bin<sup>2</sup>, YANG Rong<sup>1</sup>, FAN Junbo<sup>1</sup>

(1. Geological Survey of Sichuan Province, Chengdu 610081, Sichuan, China; 2. School of Environment and Resource, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621000, Sichuan, China)

## 1 研究目标(Objective)

重点以四川盆地及周边中生代陆相沉积建造地层中含铜砂岩为线索, 调查钼、铼等稀有稀散元素的富集规律、赋存状态等基本地质特征, 发现并检查区域内矿(化)点, 圈出成矿远景区和找矿有利地段, 确定钼、铼等稀有稀散矿产潜力区, 提出可供今后预查的钼、铼等稀有稀散矿产潜力区 2~3 处。

## 2 研究方法(Methods)

对成矿的有利部位采用地质填图、探槽等手段进行调查与控制, 对含矿岩石铜、铼、钼、银等元素的含量、矿体及矿石等矿床地质特征进行分析研究。样品送成都综合岩矿测试中心分析测试。

## 3 研究结果(Results)

遵循“以铜(钼)找铼”的指导思想, 在西昌市普格米市中生代陆相盆地米市向斜西翼的红莫依达、轿顶山、白庙子、薄日泥堡、二虎村以及东翼拉基乡一带的下白垩统飞天山组( $K_1f$ )发现了铼含量较高的沉积砂岩型铼矿床(图 1a)。

飞天山组( $K_1f$ )总体由长石石英砂岩-粉砂岩-泥岩多个韵律组成, 与下伏官沟组( $J_3g$ )为平行不整合接触。含矿层为该组中下部的浅灰白色中-细砂岩, 矿体呈似层状、透镜状产出, 长 100~500 m, 厚 0.50~2 m。在 6 处矿床(点)的含矿层位中, 采集了 78 件灰绿色含有机质(沥青)条带砂岩矿石样品。

分析结果(表 1)表明, Cu、Re、Mo、Ag 等元素的含量变化很大, Cu 含量 0.08%~39.10%, Re 含量  $0.01 \times 10^{-6}$ ~ $131.49 \times 10^{-6}$ 、Mo 含量  $1.35 \times 10^{-6}$ ~ $36.9 \times 10^{-6}$ , Ag 除 12 件样品含量低于检出限外, 其余样品含量为 2.37~384 g/t。在所分析的 78 件样品中, 除 14 件样品未达到铜矿床边界品位外, 其余含量为 0.23%~39.10%, 平均 7.23%; Re 元素有 29 件样品的含量大于伴生于铜、钼矿床中的铼工业指标  $2 \times 10^{-6}$ , 为  $2.76 \times 10^{-6}$ ~ $131.49 \times 10^{-6}$ , 平均为  $24.70 \times 10^{-6}$ ; Ag 除低于检出限的样品外, 其余 66 件均达到铜矿伴生 Ag 综合利用标准, 其中 38 件 Ag 含量为 41.4~384 g/t, 达到银矿床边界品位, 24 件样品 Ag 含量大于 80 g/t, 达到银矿床最低工业品位, 平均为 165 g/t。矿石 Mo 含量普遍很低, Ag 含量很高, 可称为 Cu-Re-Ag 砂岩型矿床。

矿石类型为碎裂状含铼、铜具有有机质条带(沥青)砂岩, 有机质条带宽一般 2~5 mm, 呈网脉状分布于含矿砂岩之中(图 1b、c)。矿石矿物主要为辉铜矿、斑铜矿等(图 1d), 少量(<1%)辉钼矿、黄铁矿、蓝辉铜矿、赤铁矿、孔雀石。辉铜矿含量 8%~15%, 粒径  $\leq 0.25$  mm, 在部分矿石中呈大小为 7~10 mm 的次椭圆状; 斑铜矿含量 1%左右, 粒径为 0.02~0.1 mm。

本次发现的沉积砂岩型铼矿成因为沉积-改造型, 所有矿石中均有呈网脉状分布的沥青条带, 其成矿过程可能与有机流体参与有关。相关性分析表明, Cu-Re、Re-Mo 之间具有极显著的正相关关系( $R=0.817$ ,  $R=0.628$ ,  $p<0.01$ ,  $n=78$ ), 结合矿石组成特征, 推测铼元素一部分可能以类质同象的形式分

表1 飞天山组含有机质(沥青)条带砂岩矿石铼等元素分析结果

Table1 Analysis results of rhenium and other elements in organic (bituminous) striped ore of Feitianshan Formation

样号	Re/10 <sup>-6</sup>	Cu/%	Mo/10 <sup>-6</sup>	Ag/(g/t)	样号	Re/10 <sup>-6</sup>	Cu/%	Mo/10 <sup>-6</sup>	Ag/(g/t)
S0121-H1	10.62	6.83	5.68	66.8	SKD02-8-0H1	0.21	0.08	2.67	<2.0
S0121-H2	131.49	39.10	36.9	271	SKD02-8-1H1	17.14	8.76	5.58	28.2
S0121-H3	1.22	1.01	3.02	6.6	SKD02-8-2H1	4.78	1.95	3.07	11.4
S0123-h1	1.16	3.42	9.52	117	SKD02-15-0H1	0.15	0.12	2.72	<2.0
S0123-h2	1.34	9.38	11.5	384	SKD02-15-1H1	57.60	11.54	9.95	67.8
S0124-h1	4.70	7.57	5.41	91.5	SKD02-15-2H1	16.04	2.10	4.24	12.6
S0125-h1	0.06	12.66	3.44	45.8	SKD03-5-0H1	0.24	0.05	2.41	<2.0
S0126-h1	3.85	6.83	5.58	48.3	SKD03-5-1H1	35.15	19.13	21.8	<2.0
S0126-h2	0.66	3.04	2.5	9.4	SKD03-5-2H1	7.73	1.10	4.25	4.84
STC01-0H1	0.03	0.13	2.26	5.8	SKD04-8-1H1	6.49	11.20	4.58	2.79
STC01-1H1	1.43	3.36	7.43	159	SKD04-8-2H1	0.33	3.68	2.22	14.2
STC01-2H1	2.97	18.80	10.5	136	SKD04-8-3H1	1.64	10.46	4.8	3.99
STC01-2H2	6.71	5.08	9.69	198	SKD04-8-4H1	0.02	0.14	2.14	<2.0
STC01-3H1	0.33	0.75	2.72	55.2	SKD04-14-0H1	0.02	0.01	2.73	<2.0
STC01-4H1	0.05	0.10	2.37	4.66	SKD04-14-1H1	0.04	9.33	2.81	113
STC02-0H1	0.03	0.06	2.45	2.37	SKD04-14-2H1	0.25	2.53	2.36	72
STC02-1H1	0.03	0.12	2.27	5.98	SKD04-14-3H1	0.10	11.29	3.09	88.7
STC02-1H2	0.03	2.11	3.17	55.5	SKD05-5-1H1	0.53	3.34	2.96	103
STC02-2H1	0.95	5.42	6.73	171	SKD05-5-2H1	1.50	1.22	5.01	34.4
STC02-2H2	3.43	5.69	8.7	220	SKD05-5-3H1	0.04	0.18	2.33	<2.0
STC02-2H3	0.63	7.86	4.32	155	SKD05-11-0H1	0.06	2.30	2.38	41.4
STC02-2H4	2.78	9.83	5.98	337	SKD05-11-1H1	0.02	0.11	2.25	<2.0
STC02-3H1	0.18	0.23	2.28	7.56	SKD05-11-2H1	0.30	3.24	2.49	101
STC02-3H2	0.13	0.28	2.55	8.62	SKD06-14-0H1	0.01	0.12	3.47	<2.0
SKD01-11-0H1	0.02	0.24	2.4	3.16	SKD06-14-1H1	0.57	0.29	12.5	11.8
SKD01-11-1H1	94.39	25.89	24.7	4.17	SKD06-14-3H1	0.159	3.13	24.2	38.2
SKD01-11-2H1	2.76	1.03	3.18	6.87	SKD06-25-0H1	0.01	0.1	2.87	<2.0
SKD01-11-3H1	43.62	26.66	18.1	145	SKD06-25-1H1	0.65	0.26	9.66	9.07
SKD01-11-4H1	0.29	0.38	3.14	<2.0	SKD06-25-2H1	0.14	2.28	15.8	49.4
SKD01-11-5H1	70.49	24.32	25	180	SKD06-25-3H1	0.15	2.83	35.1	149
SKD01-11-6H1	0.29	0.23	2.19	19.7	SZY01-H1	0.36	2.96	10.2	115
SKD01-11-7H1	7.99	5.88	6	48.3	SZY02-H1	0.02	3.96	3.68	76.8
SKD01-11-8H1	1.02	1.44	5.59	8.14	SZY02-H2	2.85	8.70	2.72	175
SKD01-Z-0H1	9.24	1.34	8.41	9.17	SZY03-H1	20.47	13.90	15.5	138
SKD01-Z-1H1	70.57	17.76	61.8	136	SZY03-H2	13.30	14.79	10.6	24.9
SKD01-Z-2H1	11.14	2.56	29.2	16.4	SZY04-H1	1.62	8.50	1.35	115
SKD01-Z-3H1	24.82	8.81	11.6	50.9	SZY04-H2	10.80	10.14	2.4	76.8
SKD01-Z-4H1	0.15	0.13	2.35	<2.0	SZY05-H1	0.48	11.03	2.64	175
SKD01-Z-5H1	22.46	10.34	13.1	75.1	SZY06-H2	0.14	0.74	38.7	24.9

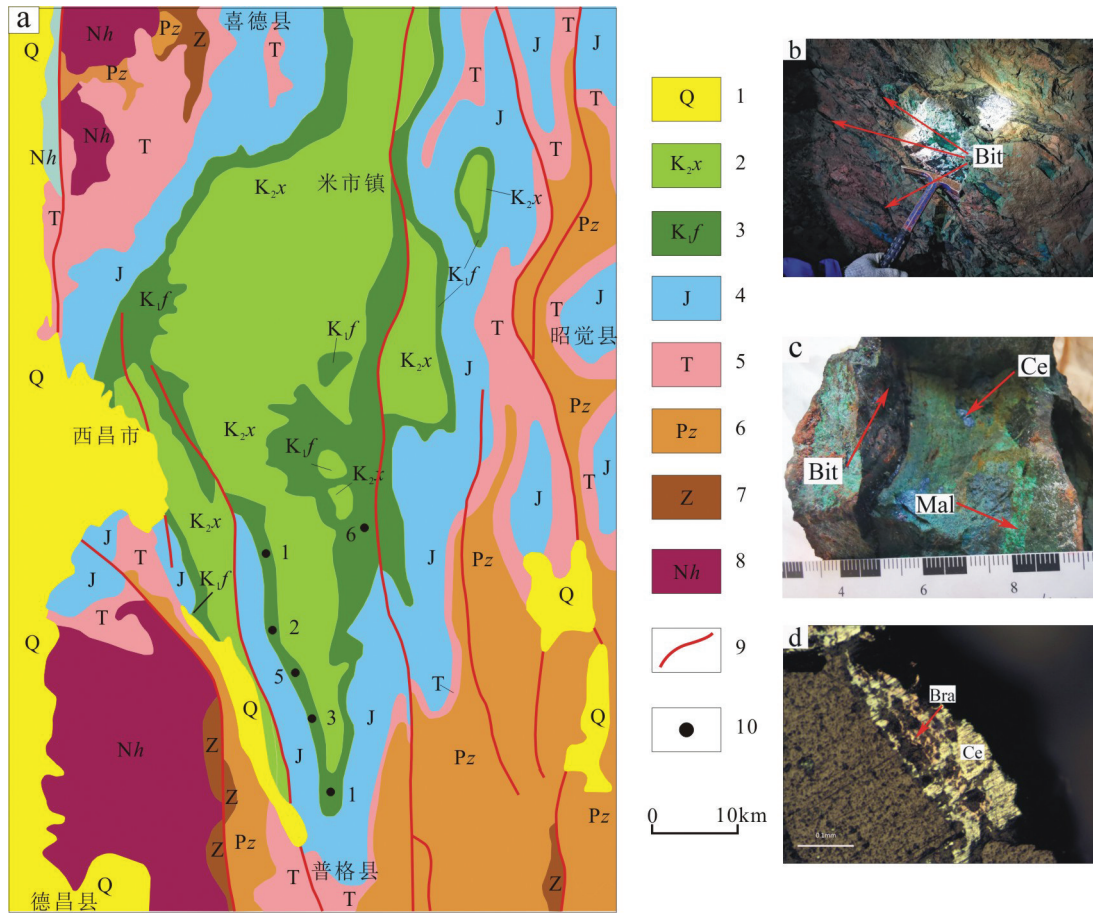


图1 米市盆地地质、铜-铼矿床(点)分布图(a)和矿石(b,c)及镜下照片(d)

1—第四系;2—小坝组;3—飞天山组;4—侏罗系;5—三叠系;6—古生界;7—震旦系;8—南华系;9—断层;10—铜-铼矿床(点)及编号(1—红莫依达矿床;2—白庙子矿点;3—薄日泥堡矿点;4—二虎村矿点;5—轿顶山矿床;6—拉基乡矿点);Bit—沥青;Ce—辉铜矿;Bra—斑铜矿;Mal—孔雀石

Fig.1 Geological map showing distribution of copper-rhenium deposit (spot)(a), ore (b,c) and microscopic photo (d) in Mishi Basin

1-Quaternary;2-Xiaoba Formation;3-Feitianshan Formations;4-Jurassic;5-Triassic;6-Paleozoic;7-Sinian strata;8-Nanhua system;9-Fault;10-copper-rhenium deposit(spots) (1-Hongmoyida spot; 2-Baimiaozi spot;3-Borinibao spot; 4-Tuomugou Erhu spot; 5-Jiaoding Mountain deposit; 6-Laji spot);Bit-Bitumen; Ce-Chalcocite; Mal-Malachite; Bra-Bornite

布于铜矿物、辉钼矿之中,一部分或被有机质(沥青)所吸附。

#### 4 结论(Conclusions)

(1)在飞天山组中首次发现的与砂岩型铜矿共生的铼矿,其铼元素含量较高,平均为  $24.70 \times 10^{-6}$ , 具有沉积砂岩型铼矿的特征,而且还含有较高含量的Ag,可称为Cu-Re-Ag砂岩型矿床。

(2)本次发现的沉积砂岩型铼矿成因为沉积-改造型,矿石中均有呈网脉状分布的沥青条带,铼元素超常富集成矿可能与有机流体参与有关。

#### 5 致谢(Acknowledgements)

感谢四川省自然资源厅对本项目的支持!

基金项目:本文为四川省自然资源厅2020年省政府性投资地质勘查(第一批)项目“四川盆地及周边中生代陆相沉积建造中钼、铼等稀有稀散元素资源富集规律基础调查”项目成果。

作者简介:郝雪峰,男,1979年生,高级工程师,主要从事稀有稀土资源勘查与评价研究工作;E-mail: 87483931@qq.com。