

# 江口盘坡钒矿床地质特征及成因分析

张太富, 谢兴友, 张伍林

(贵州省地矿局 103 地质大队, 贵州 铜仁 554300)

[摘要] 江口盘坡钒矿产于寒武系下统九门冲组底部, 矿体呈层状、似层状, 矿石矿物主要成分有炭质、有机质、石英、白云母、绢云母、粘土矿物等。矿体严格受层位、沉积环境的控制, 矿床成因为海相化学及生物化学沉积钒矿床<sup>[1]</sup>。

[关键词] 钒矿; 地质特征; 矿床成因

[中图分类号] P618.61 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2016)01-0044-06

## 1 引言

江口盘坡钒矿床位于江口县城南东平距 15 km 处的盘坡-麻阳湾一带, 辖属江口县坝盘乡。地理坐标: 东经 108°53'00"~108°56'00", 北纬 27°38'45"~27°40'00", 十九世纪七十年代, 贵州地矿局 108 队对该区锰矿开展过面上普查工作, 八十年代末至九十年代初, 103 队对该区开展的区域化探扫面覆盖本区, 2004—2005 年, 103 地质队对江口县坝盘镇、桃映乡境内各钒矿开展商业性勘查项目评价时, 对本钒矿作了矿点调查。

## 2 区域地质背景

区域大地构造位置地处扬子准地台黔北台隆遵义断拱贵阳复杂构造变形区次级的桃映-坝盘背斜的南西倾伏端, 区内先后经历了武陵、雪峰、加里东、燕山和喜山多次构造运动。褶皱、断裂发育, 总体构造线呈北东、北北东向, 主要发育的断层有张屯断层、牛角山断层(见图 1)。区域内出露地层有蓟县系、青白口系、南华系、震旦系、寒武系、奥陶系及志留系、二叠系。

## 3 矿床地质特征

### 3.1 地层

矿区出露的地层有南华系上统南沱组; 震旦

系下统陡山沱组、上统留茶坡组; 寒武系下统九门冲组、杷榔组及清虚洞组及第四系(见图 2)。各地层单元由老至新简述如下:

南沱组( $Nh_2n$ ): 为灰、灰绿色厚层块状含砾(冰碛)砂岩, 夹粘土岩(显层理构造)。砾石大小不一, 成分复杂, 砾石呈棱角状、次棱角状、浑圆状不规则分布, 粒径 1~10 cm, 泥质胶结, 该区未见底。厚度大于 200 m。

陡山沱组( $Z_1d$ ): 下部为灰-深灰色厚层状粉晶白云岩; 中部为灰色薄层条带状白云岩夹灰色页岩、粉砂质页岩; 上部为黑色炭质页岩。25~50 m, 向北增厚。与下伏南沱组呈平行不整合接触。

留茶坡组( $Z_2l$ ): 下部为灰黑、深灰色薄层硅质岩、含炭质硅质岩; 中部为灰黑色薄层硅质岩, 间夹少量炭质页岩; 上部为灰黑色薄层夹中层状硅质岩, 间夹极薄层炭质页岩, 局部含少量豆荚角状磷质结核。顶部见 0~50 cm 厚的灰、灰黑色含磷硅质岩或硅质磷块岩。为磷矿产出层位。厚度 38~70 m。

九门冲组( $E_1jm$ )分为两个岩性段:

第一段( $E_1jm^1$ ): 底部 5 m 厚的深灰-黑色炭质页岩中含少量云母碎片及细线状黄铁矿或结核, 为矿区钒矿的产出层位; 下部为黑色炭质页岩、含粉砂质页岩, 局部含磷质结核, 偶夹少量薄层硅质岩; 上部为深灰-黑色含炭质页岩、含粉砂质页岩。厚度 15~38 m。

第二段( $E_1jm^2$ ): 下部为黑色炭质页岩夹深灰色泥粉晶灰岩, 灰岩呈层状、似层状、透镜状、结核状产出; 上部为灰至深灰色薄至中层泥粉晶灰岩。上部灰岩自北向南逐渐变薄, 其厚度变化大。厚度 30~40 m。

变马冲组( $E_1b$ )分为两个岩性段:

第一段( $E_1b^1$ ): 深灰-黑色炭质页岩夹中层状含粉砂

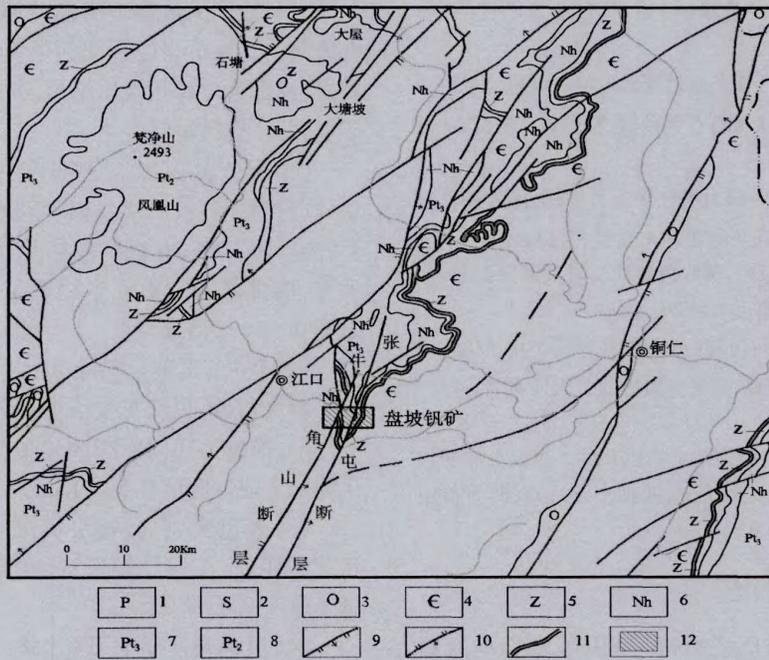


图 1 江口盘坡钒矿区域地质图

Fig. 1 Regional geologic map of Panpo vanadium deposit in Jiangkou

1—二叠系; 2—志留系; 3—奥陶系; 4—寒武系; 5—震旦系; 6—南华系; 7—板溪群; 8—梵净山群;  
9—正断层; 10—逆断层; 11—含钒岩系; 12—水系

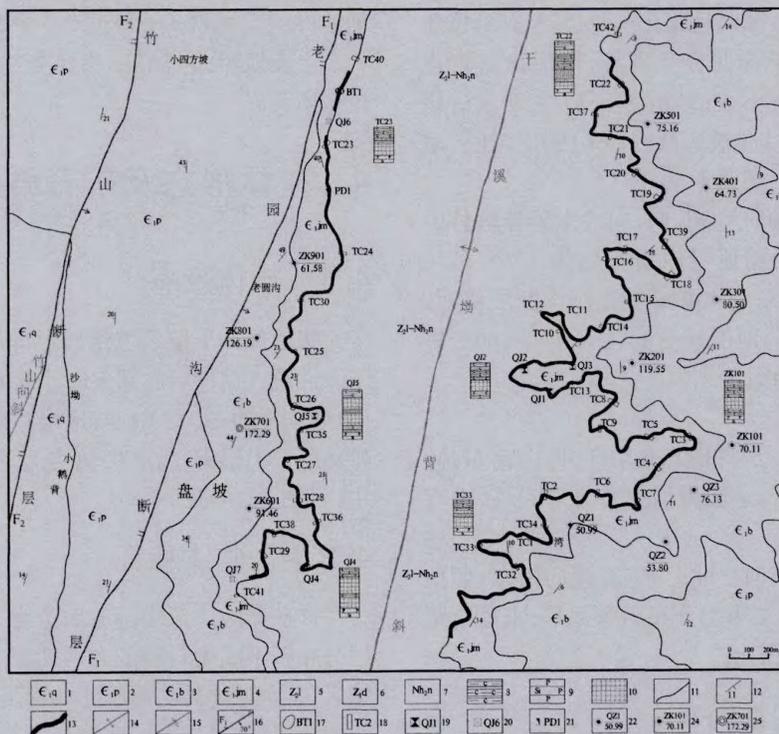


图 2 江口盘坡钒矿地质图

Fig. 2 Geologic map of Panpo vanadium deposit in Jiangkou

1—清虚洞组; 2—杷榔组; 3—变马冲组; 4—九门冲组; 5—留茶坡组+陡山沱组+南沱组; 6—地层界线; 7—地层产状;  
8—矿层露头线; 9—背斜; 10—向斜; 11—逆断层; 12—见矿探槽; 13—未见矿探槽; 14—见矿浅井;  
15—未见矿浅井; 16—见矿平洞; 17—见矿浅孔; 18—见矿钻孔; 19—未见矿钻孔

质粘土岩、少量薄层状浅灰色石英砂岩。厚度 55 ~ 118 m。

第二段( $E_1b^2$ )为黑色炭质页岩与黄灰色粉砂质页岩互层夹灰色中厚层状长石石英砂岩、粉砂岩。厚度 69 ~ 132 m。

杷榔组( $E_1p$ ):底部为黑色炭质页岩;下部为灰色粉砂质页岩;中部为灰、灰绿色粘土页岩、含白云质(灰质)粘土岩;上部为灰绿色、黄绿色钙质页岩夹薄层泥灰岩、薄层粉砂质灰岩。厚度大于 200 m。

清虚洞组( $E_1q$ ):为灰色至深灰色厚层至块状生物屑灰岩、白云岩、生物屑灰岩夹少量深灰色炭质页岩。厚度大于 200 m。

第四系(Q):为残坡积、冲击洪积物。主要分布于沟谷及缓坡地带。主要为粘土、亚粘土、砂、砾、碎石等组成,结构松散。厚度 0 ~ 20 m。

## 3.2 构造概况

矿区由于经历了雪峰、燕山等多期构造运动<sup>[2]</sup>,褶皱、断裂构造较为发育,其展布特征为:一是以北北东-南南西向的褶皱为主,二是发育有与区域构造格架相吻合的北北东向断层。

### 3.2.1 褶皱

干溪坳背斜:轴向呈北北东向,其东翼沿核部向东延伸 3 km 内未见断层破坏,地层出露较连续,地层倾角变化不大,倾角 5°~15°。西翼沿核部向西延伸约 1 km 被老圆沟(F1)断层错断,地层倾角变化较大,倾角 11°~53°。

竹山向斜:轴向呈 NE 向,向北东延伸被竹山断层错移。北西翼地层倾角变化为 11°~37°。南东翼沿轴部向东约 150 m 被老圆沟断层错断,地层出露不完整,地层倾角变化为 27°~66°,整体表现为北西翼缓,南东翼陡。

### 3.2.2 断裂

老圆沟断层:走向呈北北东向,倾向南东,倾角 65°~70°,两翼地层为均分布为寒武系,垂直断距大于 100 m。

竹山断层:走向呈北北东向,倾向南东,倾角 70°~75°,两翼地层为均分布为寒武系,垂直断距大于 50 m。为逆断层。

## 3.3 含矿岩性特征

矿区寒武系呈北东-南南向分布,为一套厚度不大、岩性较为稳定的碎屑-胶体-化学沉积岩,矿层赋存于下寒武统九门冲组底部,该地层由底到顶依次为:

下伏地层为留茶坡组黑色薄层硅质岩,层间夹极薄层炭质页岩。顶部为黑色薄-中层硅质磷块岩,局部为含球状磷质结核,该层为本区主要磷矿层,总体呈透镜状变化。

(1)黑色炭质页岩,上部为块状,下部为鳞片状构造,为主要钒矿层位(即下层矿), $V_2O_5$ 含量 0.55%~0.97%,有板状及鳞片状两种矿石自然类型,底部常含有数厘米之眼球状磷质结核层。厚度 0.5 ~ -2.5 m。

(2)灰黄、土黄色粘土岩,含炭质页岩、硅质岩等碎块角砾,局部见皮壳状褐铁矿。该层分布不稳定,推测为层间断裂破碎带与炭质页岩的风化物所形成。厚度 0.5 ~ 1 m。

(3)黑色炭质页岩,块状构造。含少量星散状黄铁矿,石英细脉较发育,并含有细片状白云母。厚度 0.5 ~ 2.1 m。

(4)黑色炭质页岩,鳞片状结构,节理发育,风化后大部份为鳞片状。 $V_2O_5$ 含量 < 0.50%,为次要钒矿层位(即上层矿)分布稳定。厚度 0.7 ~ 2.0 m。

(5)黑色炭质页岩,泥质结构、块状构造,含细粒(线状)黄铁矿。厚度 0.5 ~ 2.5 m。

上覆地层:为紫灰-黑色含粉砂质页岩夹黑色炭质页岩。

## 4 矿体形态及矿石结构特征

### 4.1 矿体形态

钒矿体产于留茶坡组黑色硅质磷块岩之上,下寒武统九门冲组底部 5 m 范围内黑色炭质页岩(含钒炭质页岩)之中,与地层产状基本一致,其矿体的产出形态:为层状、似层状、板状,以层状为主(见图 3)。

### 4.2 含矿体特征

该矿床因地形切割原因分为 2 个矿体,即分别分布于干溪坳背斜的东西两翼,根据取样分析结果,各个矿体的矿层厚度、矿石品位均能满足工业指标要求,具体指标见表 1、表 2。

东矿段位于矿区的东部,矿体走向近南北向,倾向近正东,倾角 5°~15°,矿体出露标高 325 ~ 491.28 m。矿层沿走向延伸长约 2 500 m,宽在 50 ~ 850 m。矿层厚度在 0.72 ~ 2.48 m,平均厚

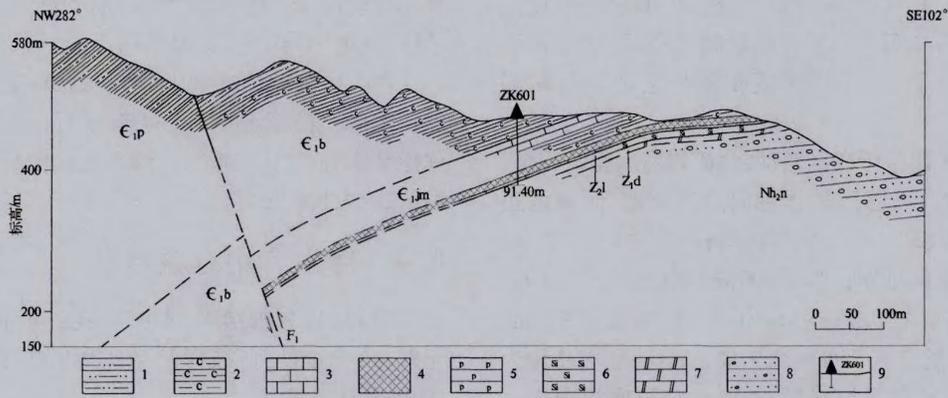


图 3 贵州省江口县盘坡钒矿床 6—6' 勘探线剖面图

Fig. 3 Profile of 6—6' prospecting line of Panpo vanadium deposit in Jiangkou

表 1 江口盘坡钒矿东矿段单工程厚度、品位统计表

Table 1 Statistics of single engineer thickness and grade of east Panpo vanadium deposit in Jiangkou

工程编号	矿层厚度/m	分析结果/%	工程编号	矿层厚度/m	分析结果/%
TC22	1.81	0.77	TC37	1.78	0.84
ZK501	1.13	0.59	TC21	1.46	0.89
TC20	2.04	0.74	TC19	2.22	0.71
ZK401	1.28	0.74	TC39	0.76	0.88
TC18	2.29	0.70	ZK301	1.40	0.73
TC17	2.48	0.78	TC16	1.76	0.82
TC15	1.25	0.73	TC14	1.29	0.71
TC11	2.36	0.87	TC12	1.87	0.98
TC10	1.75	0.73	QJ2	1.05	0.83
QJ3	1.47	0.62	ZK201	1.23	0.64
QJ1	1.43	0.70	TC13	2.24	0.78
TC8	1.68	0.89	TC9	1.20	0.72
TC5	1.84	0.88	TC3	1.47	0.80
TC4	1.41	0.81	QZ3	0.72	0.57
TC7	1.50	0.79	QZ2	1.06	0.59
TC6	2.25	0.79	TC2	2.58	0.78
TC34	0.82	0.77	TC1	1.95	0.80
TC33	1.85	0.81	TC32	1.99	0.79
ZK101	1.09	0.72	QZ1	0.73	0.70

表 2 江口盘坡钒矿西矿段单工程厚度、品位统计表

Table 2 Statistics of single engineer thickness and grade of west Panpo vanadium deposit in Jiangkou

工程编号	矿层厚度/m	分析结果/%	工程编号	矿层厚度/m	分析结果/%
TC23	1.78	0.91	PD1	2.94	0.78
TC24	2.04	0.92	ZK901	0.72	0.73
TC30	1.79	0.82	TC25	2.44	0.91
ZK801	0.81	0.67	TC26	1.87	0.97
QJ5	3.30	0.78	TC35	2.73	0.78
TC27	0.99	0.86	TC28	1.21	0.83
ZK601	0.96	0.55	TC36	2.65	0.72
QJ4	2.85	0.76	TC29	1.10	0.73
TC38	2.63	0.78			

1.59 m。 $V_2O_5$ 含量在0.59%~0.88%， $V_2O_5$ 平均品位为0.77%。矿体呈层状展布，产状与顶底板围岩一致，矿体厚度变化趋势呈地表向深部变薄。

西矿段位于矿区西部，含矿岩系出露较齐全，矿体连续性性好，矿体走向近南北向，倾向近正西，倾角 $12^\circ\sim 35^\circ$ ，矿体出露标高330~474 m。矿层沿走向延伸长约2 000 m，宽在50~350 m。矿层厚度在0.72~3.30 m，平均厚1.93 m。 $V_2O_5$ 含量在0.55%~0.97%， $V_2O_5$ 平均品位为0.80%。矿体呈层状展布，产状与顶底板围岩一致，矿体厚度变化趋势呈地表向深部变薄。

### 4.3 矿石质量

#### (1) 矿物成分

主要矿物组合为碎屑物质、黏土矿物、炭质及沸石；少量矿物有钙钒榴石、磷灰石、锆石、电气石、锐钛矿等重矿物以及黄铁矿、沥青、铜铀云母、沸石等<sup>[3]</sup>。

#### (2) 矿石的化学组分

矿石的主要化学成分为 $SiO_2$ 和 $Al_2O_3$ ，有机质总量一般为3.24%~10%，其次为 $TFe1.85\%\sim 3.25\%$ ，绝大部分 $V_2O_5$ 含量均在1.2%左右。伴生元素有Mo、Ag、Cu、 $TiO_2$ 、 $P_2O_5$ 、As、Ni、Co，其中Mo一般从0.005%~0.325%不等；Ag一般为 $5.5\times 10^{-6}\sim 18.5\times 10^{-6}$ ，平均为 $12.4\times 10^{-6}$ ；As一般为 $37.42\times 10^{-6}\sim 69.37\times 10^{-6}$ ，平均为 $52.93\times 10^{-6}$ ； $TiO_2$ 一般为0.14%~0.38%；Cu一般为0.002%~0.03%；Ni一般为0.002%~0.012%；Co一般为0.002%~0.004%<sup>[4]</sup>。

#### (3) 赋存状态

经光薄片镜下鉴定，未见到钒的独立矿物，经对矿石进行了重液离心分离、扩散分离及浸取试验说明钒主要以类质同象存于矿物中<sup>[5]</sup>。

#### (4) 品位

矿体赋存于九门冲组下部的炭质页岩的底部，下伏含磷硅质岩之上；钒矿体走向呈北东-南西向展布，总体钒矿体赋存于地表浅部的品位较深部要富。该区钒矿单件样品 $V_2O_5$ 品位为0.50~1.33%，均值0.78%，变化系数22.44%，属贫钒矿石。

#### (5) 矿石结构构造

矿石结构：主要矿石类型为炭质页岩型矿石，故矿石结构主要为显微鳞片变晶结构，也见有显

微变晶结构、残余砂状结构、纤状变晶-粒状变晶结构、变余泥质结构、斑晶结构等。

矿石构造：最主要的构造为层状构造，次有斑点状构造、瘤状构造、块状构造、平行构造、绕行或称揉皱构造、片状构造等。尚有土状构造、多孔状构造、粉末状构造等。

### 4.4 伴生有用有益组分

(1) 从各分析结果，本区与钒矿共生的有益元素Mo含量低，所取样品品位均低于工业要求(0.06%)<sup>[6]</sup>。

(2) 伴生磷矿位于留茶坡组顶部，黑色薄层状硅质岩顶部，呈薄层状、似层状、透镜状，矿石类型以粘板岩型磷块岩为主。

### 4.5 找矿标志

(1) 层位标志：钒矿体严格受地层层位控制，即必须是在下寒武统九门冲组底部黑层中才有钒矿的富集。

(2) 岩性标志：矿层底板为黑色硅质磷块岩，顶板为黑色炭质页岩。

(3) 岩相标志：浅海陆棚相。

## 5 矿床成因分析

新元古代末期-早寒武纪是泛大陆的解体时期，造成扬子海域地壳以及大陆内部强烈的拉张和火山作用，构造活动频发(刘光昭等，2008)，沿深大断裂带活动的热水溶液和陆源碎屑物等(梁有彬等，1995；李有禹，1997；鲍正襄等，2001；易发成等，2004)向新形成的断陷盆地、斜坡及陆棚(李忠雄等，2004；张伦尉等，2007；马莉燕等，2010)等地段扩散，在缺氧的环境下，形成了不同岩性组合的黑色岩系(张仕容，1987；舒多友等，2010)，为矿床的形成提供了物质基础。特别是由陆源带来的钒、镍、钼等金属离子在海水、生物等综合作用下(李胜荣等，1995；张应文等，2008)发生迁移、富集，以及化学作用等，在还原环境中(肖加飞等，2006)形成了钒矿床。

含钒岩系具有明显的水平层理、泥质结构，粉砂质泥质结构，薄层(页理)状构造，与上覆地层呈整合接触关系，未发现有岩浆作用的迹象和产物，无围岩蚀变现象，均为典型的沉积成因特征。

寒武纪早期，由于研究区处于滨海相环境，以

陆源为主的物源形成了富含 V、Ni、Mo 等元素次之的地球化学场。其中,含 V 载体有海水、浮游藻类、陆源泥质等。后因大规模的海浸作用,使该区沉积相从滨海相演变成了深水陆棚相,在相对封闭缺氧、水体宁静的还原环境下,以 V 为主在有用金属元素发生化学变化:来源于陆源氧化性水体中的部分 V 以钒酸根离子( $H_2VO_4^-$ )形式吸附于 Mn 或 Fe 的氢氧化物细颗粒而沉淀,在缺氧环境下,钒酸根离子被还原成带正电的半径很小的氧钒( $VO^{2+}$ ),形成有机络合物或水合物沉淀(Van *et al.*, 1985)。在深水陆棚相区,来自于海水中的钒及浮游藻类生物吸收的钒,在此陆棚地带、还原环境下得以大量沉淀,通过成岩作用,在泥质转化为伊利石(即水云母)时,钒进入伊利石晶格中置换铝而形成类质同象,藻类死亡演变为黑色碳质类,形成黑色碳质泥岩、页岩。后期虽进入浅水陆棚阶段,也形成了含碳质的页岩、泥岩等组合,但有用组分相对减少,未沉淀富集达到工业指标要求<sup>[7]</sup>。

## 6 结语

依据对该矿床地质特征的描述,以及对本区的工程取样化验结果进行充分分析研究,同时通过对该矿床的成矿成因进行了分析发现:

(1)江口盘坡钒矿床的工程取样单件样品  $V_2O_5$  含量最高为 0.97%,说明该矿床为贫钒矿石类型。

(2)通过工程取样化验分析表明,该钒矿床  $V_2O_5$  含量在空间上没有明显变化,但通过分析结果及工程的展布情况说明该矿床矿体的厚度存在呈向深部变薄趋势。

(3)从沉积岩性、矿床地质特征及矿石矿物组份及元素组合等研究表明,在该矿床相邻地区只要下寒武统九门冲组底部黑色页岩完整存在,均有可能找到新的钒矿床。

### [参考文献]

- [1] 鲍振襄,万溶江,包觉敏. 湘西北钒矿床地质特征及其成因[J]. 湖北地矿,1998,12(2):10-15.
- [2] 湖南地质局区测队. 1:20 万芷江幅区域地质调查报告[M]. 北京:冶金工业出版社,1974.
- [3] 陈建华,彭加强,龙启金,等. 黔东北地区钒矿物质组分研究[J]. 贵州地质,2008,25(3):194.
- [4] 张贵山,温汉捷,郑厚义. 千家坪钒矿床形成机制初步探讨[J]. 矿床地质,2002,21(23),351.
- [5] 陈毓遂. 贵州地质演化的基本轮廓[J]. 贵州地质,1984,24(1).
- [6] 全国矿产储量委员会办公室. 矿产工业要求参考手册[M]. 北京:地质出版社,1987.
- [7] 舒多友,侯兵德,张命桥,等. 黔东北地区钒矿床地球化学特征及成因研究[J]. 矿床地质,2014,33(4).

## Geological Characteristics and Genesis Analyses of Panpo Vanadium Deposit in Jiangkou

ZHANG Tai-fu, XIE Xing-you, ZHANG Wu-lin

(103 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development, Tongren 554300, Guizhou, China)

[Abstract] Panpo vanadium deposit located in the low Jiumenchong formation of lower Cambrian, the orebody is stratiform or stratiform like, the minerals include carbon, organic matter, quartz, muscovite, sericite, clay mineral and so on. The orebody is controlled by position, sedimentary environment, the deposit genesis is sea facies chemical and sedimentary chemical sedimentary vanadium deposit.

[Key words] Vanadium deposit; Geologic characteristics; Deposit genesis