

中国金属学会 1979-1980年优秀论文选集



(第一分册)

中国金属学会 编

冶金工业出版社

75.083
144
:1979-80
1:3

中国金属学会

1979—1980年优秀论文选集

(第一分册)

中国金属学会 编

320.6.12

冶金工业出版社

1983.11.10

中国金属学会
1979—1980年优秀论文选集
(第一分册)
中国金属学会 编

*

冶金工业出版社出版
(北京灯市口74号)
新华书店北京发行所发行
冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 7 3/4 字数 178 千字
1983年7月第一版 1983年7月第一次印刷
印数00,001~3,100册
统一书号: 15062·3948 定价0.85元

编者说明

中国金属学会于一九七八年十二月召开第三届全国代表大会以来,建立了三十个专业学术委员会。在中国科协和冶金部的领导下,团结了冶金界的广大科技工作者,紧密结合冶金工业生产建设和冶金科学技术发展的需要,积极开展国内、国际学术活动,总结交流了冶金科研成果和生产技术经验,在双百方针的指导下,活跃了学术空气,提高了科学技术水平,对促进冶金科学技术的发展,做出了一定的贡献。

在一九七九年到一九八〇年几十次的学术活动中,广大冶金科技工作者提出了几千篇学术论文,在学会各专业学术委员会召开的一系列学术会议上进行交流和讨论。这些论文中有一些是科研成果,在冶金科学理论上有新的创见;有的在新技术新工艺上发现了一些新的规律;有一些总结了长期生产实践经验,提高到理论水平;还有些通过生产实践对我国资源开发提出了新的技术发展方针和具体措施。两年来,从这些论文中由各学术委员会评选推荐,又经过学会办公室组织复审,选出了较为优秀的论文七十四篇,编辑成《1979—1980年中国金属学会优秀论文选集》。

这套论文集共分为四个分册:第一分册包括冶金地质、采矿、选矿专业;第二分册包括轻有色金属、重有色金属、稀有金属、有色金属材料与加工、半导体材料、粉末冶金、炭素材料;第三分册包括炼焦化学、炼铁、炼钢、特殊钢、轧钢、铁合金、耐火材料;第四分册包括金属学及金属物理、冶金过程、物理化学、热工与热能、冶金建筑、冶金设备、自动化、安全、环境保护、无损检测、理化检验。

本书为《选集》的第一分册,包括冶金地质、采矿、选矿等方面的论文5篇。

此外,经审定的优秀论文中还有下列八篇因故未编入本《选集》:

1. 海相火山建造及其铁(铜)矿床的地质特征、评价标志和找矿方向
冶金部地质研究所 冶金部北京冶金地质研究所
2. 包头矿选矿综合利用新进展——浮选-选择性絮凝脱泥流程的研究与实践
冶金部矿冶研究总院 罗家珂
3. 根据我国铝资源特点走自己发展氧化铝生产技术的道路
冶金部沈阳铝镁设计院 陈岱等
4. 砂状氧化铝的分解及焙烧
郑州铝厂
5. 无筛板沸腾氯化新技术的研究
冶金部广州有色金属研究院 温旺光等
6. 提高钨铝丝质量的工艺研究
冶金部宝鸡有色金属研究所 李应泉
7. 超纯单晶锆的制备
冶金部有色金属研究总院
8. 对我国氧化铝生产节能问题的探讨
冶金部北京有色冶金设计研究总院 刘天齐

目 录

冶 金 地 质

两江铜矿卤素的某些地球化学特征及其应用效果

广西冶金地质勘探公司 272 队

.....冶金工业部地质研究所化探室 (1)

冶金工业部北京冶金地质研究所

三维重磁场“曲化平”的一个方法.....冶金工业部地球物理探矿公司 杜维本 (38)

采 矿

凿碎法岩石可钻性分级.....东北工学院采矿系岩石破碎研究室 (49)

EL系列乳化油炸药的研制.....冶金工业部矿冶研究总院 北京日用化学研究所 (86)

选 矿

在弱酸性矿浆中浮选铁矿物的研究.....冶金工业部马鞍山矿山研究院 董建钺 (106)

冶金地质

两江铜矿卤素的某些地球化学特征 及其应用效果

广西冶金地质勘探公司 272 队^①

冶金工业部地质研究所化探室

冶金工业部北京冶金地质研究所

一、引言

化探工作对两江铜矿的发现和勘探,起了重要作用。1972年以来,化探与地质工作配合,在“天窗”内寒武系地层出露区的浅部找矿工作中,以铜、钼、银、铅、锌、砷、钴等为指示元素进行找矿,取得了较好的效果。随着找矿工作的深入,为扩大矿区远景,在“天窗”外围泥盆系地层分布区寻找赋存于下伏寒武系地层中埋深100~200米的盲矿体,仍用上述指示元素找矿,仅发现有零星异常或无异常,其找矿效果不佳。1977年以来,我们研究了氟、碘和银的指示意义及其应用,结果表明,深部盲矿体在泥盆系盖层上具有明显的氟、碘异常。据此,在“天窗”外围开展了以分析氟、碘为主(同时分析铜、钼、银、砷、镍、铅、锌等元素)的面积性岩石和土壤地球化学找矿工作,取得了较好的找矿效果,打开了在厚层岩石覆盖区化探找盲矿的局面。为了进一步提高找矿效果,我们又进一步研究了两江铜矿区的地质和岩浆中氟、碘的分配特点,蚀变一成矿作用及表生作用下氟、碘的某些地球化学行为,总结出了两江铜矿床的地球化学分带模式及氟、碘的指示意义,为进一步应用氟、碘找矿提供了地球化学依据。

氟、碘是应用离子选择电极分析;铜、钼、铅、锌、银、砷、钴、镍等元素是应用光谱半定量分析,均由广西冶金地质勘探公司 272 队完成的。背景样、蚀变带样和单矿物样的多元素分析是应用大型光谱定量分析的, K_2O 、 Na_2O 是用原子吸收光谱分析的,硫是用化学分析,均由冶金部地质研究所化探室完成。单矿物分离和磨片工作是由冶金部地质研究所完成的。岩矿鉴定工作是由广西冶金地质勘探公司 272 队完成的。报告中除本专题资料外,还引用了广西冶金地质勘探公司 272 队一分队部分资料。

二、地质特征简述

矿区位于广西山字型构造前弧西翼与东西向复杂构造带复合部位的大明山背斜轴部中

^① 专题参加人员有广西冶金地质勘探公司 272 队林凡、苏树钧、蒋以聪、苏季生、李子华、罗永革;冶金部地质研究所化探室曾永超;冶金部北京地质研究所李惠。报告执笔:李惠。

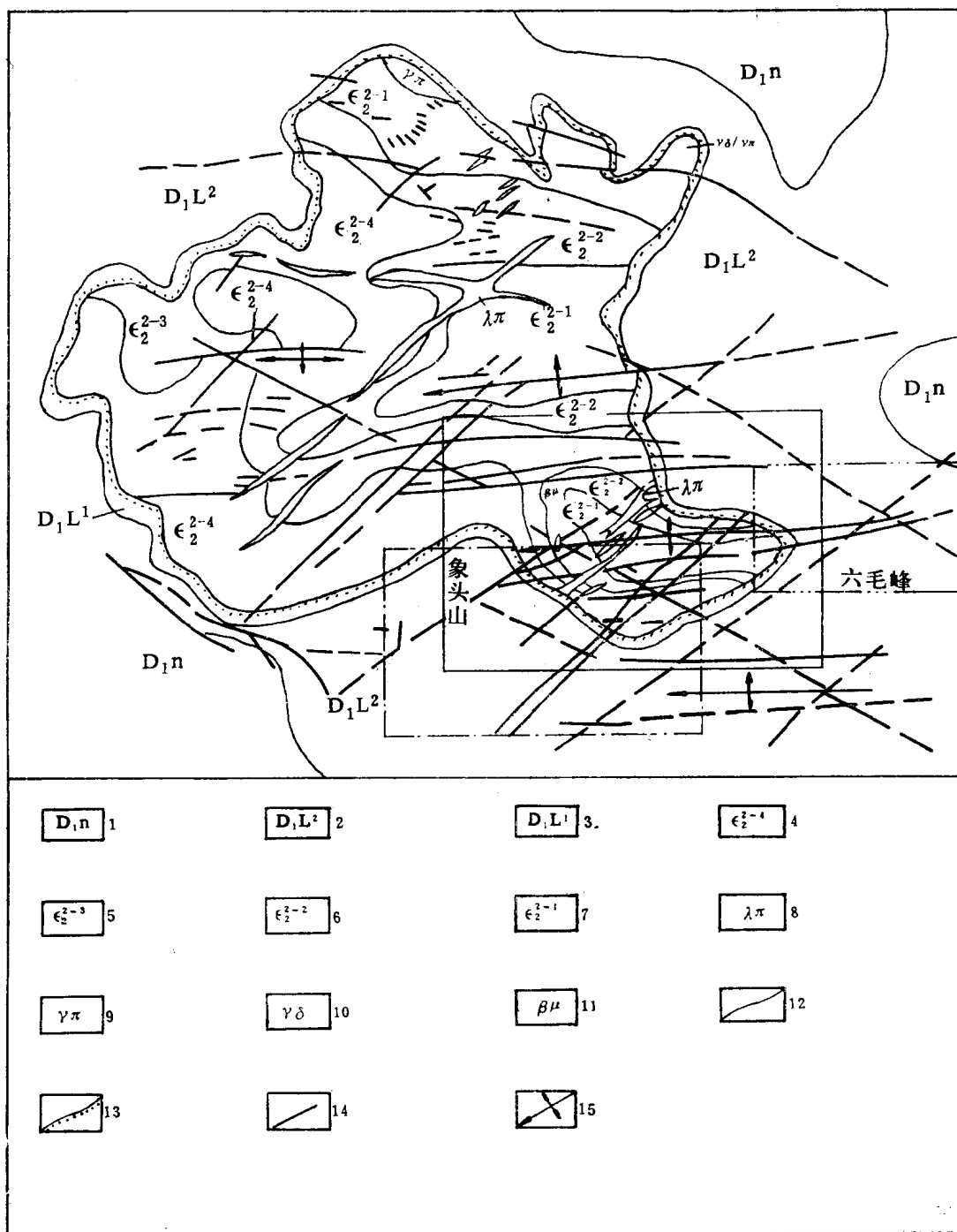


图 1 两江矿区地质图

1—泥盆系下统那高岭组页岩泥岩；2—泥盆系下统莲花山组泥质砂岩；3—泥盆系下统莲花山组含砾石英砂岩；4—寒武系中统砂页岩夹碳酸盐岩；5—寒武系中统砂岩夹页岩；6—寒武系中统砂页岩互层；7—寒武系中统厚层砂岩；8—石英斑岩；9—花岗斑岩；10—花岗闪长斑岩；11—变辉粒岩；12—地质界线；13—沉积角度不整合界线；14—断裂或断裂带；15—背斜轴

段的小“天窗”及其附近。区内出露的地层是寒武系浅海相碎屑岩和碳酸盐岩，其出露部位形成“天窗”。“天窗”四周为下泥盆统莲花山组 and 那高岭组砂页岩。区内主要构造形迹为断裂，次为紧密线状褶皱。断裂构造有东西、北东、北西和南北向四组，其中东西向构造属压扭性断裂，为区内主导构造，控制着铜矿带及部分石英斑岩的分布；北东向断裂是区内石英斑岩侵入的主要构造，东西-北东向构造交叉复合部位是成矿的有利部位；北西和南北向断裂规模小，控矿不明显(图1)。

矿区内岩浆岩主要为石英斑岩，次为变辉绿岩。石英斑岩呈岩墙、岩脉产出，北东走向，出露面积0.006平方公里，单脉长达数百米，厚几米~几十米。岩浆岩年龄为 236×10^6 年，侵入于寒武系地层。辉绿岩零星分布。

矿床主要赋存于寒武系地层中。矿体严格受东西和北东向构造控制，矿带与石英斑岩斜交，明显穿过石英斑岩，交汇处矿体膨大变厚。矿石矿物有20多种，金属矿物主要有黄铜矿，其次有闪锌矿、黄铁矿、方铅矿、磁黄铁矿、毒砂、黝铜矿等。脉石矿物有石英、方解石、白云石等。矿石构造有致密块状、细脉状和细脉浸染状。围岩蚀变有绢云母化、硅化、高岭土化、碳酸盐化、绿泥石化等。其中硅化、绢云母化、高岭土化与矿化关系密切。矿床类型属中-高温热液的破碎带石英-硫化物型矿床，但并不排除与石英斑岩同源于地壳深部的关系。

此外，莲花山底部含砾石石英砂岩，普遍有铜矿化，厚10米左右，含 CuO 0.1~0.5%。岩石中可见星点状黄铜矿、黝铜矿、黄铁矿等，并见有硅化。属沉积型，局部经受了热液改造。

三、两江铜矿区氟、碘的某些地球化学特征

(一) 区内地层中微量元素组合及氟、碘的含量特征

研究地层中元素背景含量，对于确定地球化学异常的下限以及研究蚀变-成矿作用过程中元素的带入、带出、活化和转移具有重要的意义。样品均采自远离矿带的岩石中，经镜下鉴定，未受蚀变矿化的影响。

1. 地层中元素组合特征

从图2和表1中可见：

(1) 与克拉克值相比：寒武系地层中高于克拉克值的有砷、铅、银、锌、氧化钾，其中砷为克拉克值的40倍，铅、锌、银为1~3倍，近于克拉克值的有铜、钼、钴，低于克拉克值的有氟、碘、镍、锰、氧化钠；泥盆系莲花山组中高于克拉克值的有铜、砷、银，其中砷为克拉克值的39倍，钼近似于克拉克值，其他元素均低于克拉克值。

(2) 与世界同类砂岩、页岩成分相比：寒武系砂页岩中铅、锌、银、钾、镍(砂岩)、钴、砷高，铜、钼相近；莲花山砂页岩铜、钾、银、砷和砂岩中铅、镍、钴高。

(3) 寒武系与莲花山组相比，前者高于后者的有Pb、Zn、Ag、Ni、Co、Mn、As、 K_2O 、 Na_2O 、F、I，Cu相反，As、Mo相近。

(4) 寒武系地层以Mo、Pb、Zn、Ag、As、Co、Ni、F组合为特征。莲花山泥质砂岩和页岩以Ca、Mo、Ag、As组合为特征。莲花山石英岩Cu、As高，F低。

(5) 本区页岩以F、I、Cu、Mo、Zn、Ag、As、Ni、K高为特点，泥质砂岩中

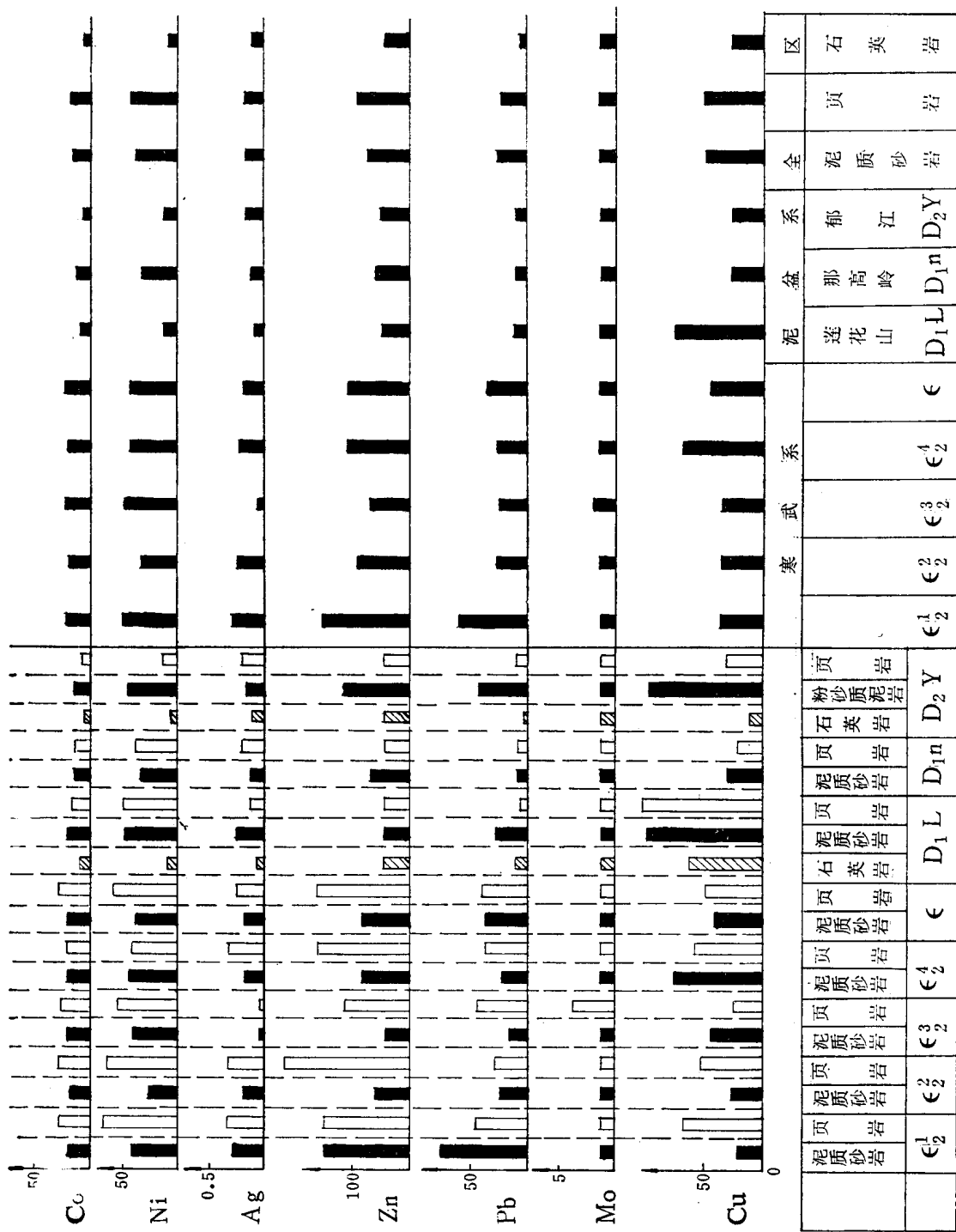


图 2 两江铜矿区地层中微量元素含量对比图

表 1 两江铜矿地层中微量元素含量 (几何平均值)

地 层	岩 石 名 称	Cu	Mo	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	K ₂ O	Na ₂ O	F	I	As
E ₁	泥质砂岩	22.4	<3	76.9	152.7	0.305	38.5	19.4	1103.6	4.97	0.097	292.6	0.427	82.5
	页 岩	69.5	<3	46.8	152.7	0.335	60.6	27.3	299.6	5.70	0.447	409.4	0.550	55.6
E ₂	泥质砂岩	29.0	<3	25.7	67.8	0.226	25.2	17.0	380.1	3.15	0.772	126.2	0.370	10.5
	页 岩	55.8	<3	31.0	222.0	0.359	61.0	28.8	622.6	4.50	0.910	261.5	0.345	86.6
E ₃	泥质砂岩	46.1	<3	18.4	<100	0.068	42.2	20.8	798.8	3.30	0.605	136.4	0.437	56.8
	页 岩	27.1	3.83	48.2	119.3	<0.1	53.9	24.5	316.4	6.53	0.398	432.9	0.363	45.2
E ₄	泥质砂岩	76.6	<3	24.7	86.9	0.192	40.9	18.7	937.6	2.76	1.006	159.8	0.209	51
	页 岩	60.5	<3	39.3	168.2	0.322	40.3	20.4	624.6	4.67	0.477	261.3	0.154	53.7
E	泥质砂岩	43.5	<3	36.4	89.3	0.198	36.6	19.0	805.0	3.53	0.620	179.2	0.336	72.1
	页 岩	53.2	<3	41.3	165.6	0.267	34.0	25.3	465.8	5.35	0.558	341.3	0.319	56.4
D ₁ L	石 英 岩	66.8	<3	13.5	<100	0.093	9.2	5.7	67.2	0.55	0.058	<50	0.151	69
	泥质砂岩	103.0	<3	29.0	<100	0.280	48.0	20.0	210.0	4.40	0.070	140.0	0.160	15.0
	页 岩	105.1	<3	8.9	<100	0.163	46.3	15.4	168.9	6.65	0.110	277.4	0.180	30.4
D ₂ n	泥质砂岩	34.0	<3	12.3	70.9	0.153	32.8	12.1	115.0	3.87	0.07	88.0	0.345	25
	页 岩	24.0	<3	11.0	<100	0.221	39.0	13.0	103.0	5.00	0.07	150.0	0.420	25
D ₂ y	石 英 岩	13.0	<3	<10	<100	0.140	<10	<10	143.5	0.53	0.055	<50	0.227	25
	粉砂质泥岩	100.0	<3	45.0	120.0	0.160	41.0	13.0	360.0	4.00	0.110	80.0	1.300	25
	页 岩	34.3	<3	12.2	53.5	0.186	12.3	5.7	50.7	6.04	0.145	195.8	1.493	25

续表 1

地 层	岩 石 名 称	Cu	Mo	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	K ₂ O	Na ₂ O	F	I	As
E_1^1		39.4	<3	60.0	152.7	0.319	48.3	23.0	575.0	5.33	0.272	346.1	0.485	67.8
E_2^2		39.1	<3	26.9	91.4	0.254	31.4	19.4	430.0	3.49	0.806	153.2	0.563	100
E_3^3		36.7	2.24	27.8	72.6	0.060	46.9	22.3	537.1	4.69	0.516	223.8	0.403	51.5
E_4^4		70.1	<3	29.4	111.3	0.233	40.7	19.3	805.1	3.48	0.808	192.1	0.186	52
E		46.3	1.69	36.0	107.0	0.215	41.8	21.0	586.8	4.25	0.600	228.8	0.329	65.7
D_1L		75.5	<3	13.4	<100	0.114	14.3	7.69	88.1	2.01	0.068	45.3	0.157	63.9
D_n		32.4	<3	12.1	67.4	0.160	33.6	12.2	113.2	4.03	0.07	94.9	0.355	25
D_2y		29.4	<3	10.8	55.1	0.173	10.7	5.8	71.2	4.71	0.123	117.9	0.974	25
涂 费	砂 岩		0.2	7.0	15.0		2.0	0.3	11×10	1.07	0.330	270.0	1.700	1.0
维 氏	页岩+粘土岩	57.0	2.00	20.0	80.0	0.1	95.0	20.0	670.0	2.28	0.66	500.0	1.000	6.6
	克 拉 克 值	47.0	1.10	16.0	83.0	0.07	58.0	18.0	1000.0	3.01	3.38	660.0	0.400	1.7
全	泥 质 砂 岩	50.2	<3	28.3	79.0	0.181	37.7	16.9	430.0	3.78	0.390	134.2	0.292	70.8
	页 岩	53.8	1.72	26.0	98.7	0.199	40.5	17.2	228.5	5.59	0.263	267.8	0.383	45.9
区	石 英 岩	29.5	<3	8.2	<100	0.115	6.8	5.4	95.0	0.54	0.056	<50	0.185	47

注：氟、碘为离子电极半定量分析，其余元素为光谱定量分析。

Cu、Pb、Zn、As、Mn高，石英岩中As、Ag稍高，其余很低。

2. 地层中氟、碘的分配及其存在形式

(1) 总体看，本区地层中F、I均低于其克拉克值(F的克拉克值为660ppm，I为0.4ppm)，低于同类砂页岩(表1)。

氟：含量范围<50~430 ppm。全区按岩性平均：页岩(268 ppm)>泥质砂岩(134 ppm)>石英岩(<50ppm)。页岩含氟是泥质砂岩的两倍，比石英岩高6倍。寒武系地层(平均氟含量：229 ppm)>泥盆系地层(45~117 ppm)。其中寒武系下部含氟最高(346 ppm)，莲花山组石英岩最低(F<50 ppm)。从早泥盆系地层至晚泥盆系地层，氟含量的平均值(45ppm→95ppm→118ppm)有增高的趋势，钾与氟同消长。

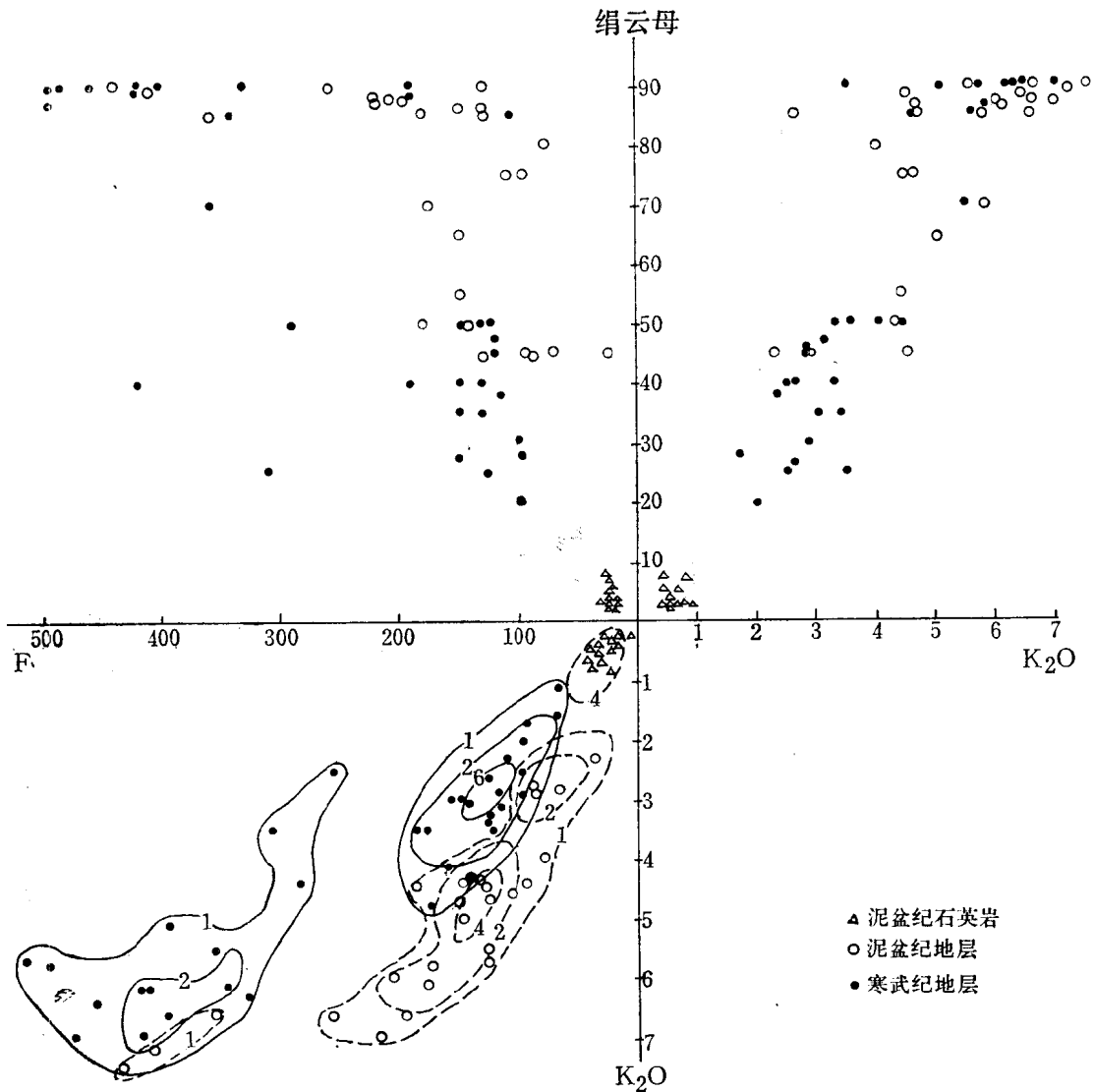


图 3 砂页岩背景样中绢云母—氟—氧化钾相关图

碘：地层中含量范围为 0.18~4.1 ppm。含碘量同样是页岩>泥质砂岩>石英岩。泥盆系郁江组砂页岩（分布于矿区外围）含碘量最高，范围是 0.22~4.1 ppm，平均 0.97 ppm，其中页岩平均 1.49ppm，高于克拉克值的两倍，高于同类页岩世界平均含量。从早泥盆系地层到晚泥盆系地层碘含量也有增高的趋势。区内寒武系地层中碘的含量高于泥盆系莲花山组。

（2）氟、碘背景含量在砂页岩中的存在形式。根据区内砂岩、页岩、石英岩的矿物成分，单矿物分析结果和氟、碘的地球化学特点可知：

① 氟：背景样中氟—绢云母—氧化钾三者有正相关的趋势（图 3）。反映了 F、K 在砂页岩中主要存在于绢云母中，F、K 是以绢云母为载体而建立的间接关系。由于氟亲石，外层电子有七个，极易获得一个电子而形成稳定的八电子壳层，呈 F⁻，加之 F 的负电性（4）大于氧（3.5），永远呈 F⁻。F⁻的半径为 1.33Å，[OH]⁻为 1.4~1.6Å，二者键性也相近，决定了 F⁻与 [OH]⁻密切类质同象关系。F⁻与 [OH]⁻类质同象进入含 [HO]⁻的矿物。本区泥质砂岩、页岩经区域变质形成了大量绢云母，泥质砂岩一般含绢云母 10~40%，泥岩、页岩含绢云母达 80% 以上。F⁻置换绢云母 KAl₂[AlSi₃O₁₀](OH)₂ 中的 [OH]⁻而存在于绢云母晶格中。背景样中绢云母（纯度达 80%）分析结果含氟 135 ppm、碘为 2.2ppm，局部区域绢云母含氟达 4900ppm。

此外，本区砂页岩中有含 [OH] 的矿物，还有少量电气石 Na(Fe, Mg)₃Al₆[Si₆O₁₈](BO₃)₃(OH)₄、黑云母 KAl₂[AlSi₃O₁₀](OH)₂ 和磷灰石 (Ca₅(PO₄)₃(F, OH, Cl)) 以及粘土矿物，氟可进入上述矿物，根据砂页岩中上述含 [OH]⁻矿物的含量特点，可得出本区地层背景中氟的携带矿物是区域绢云母（图 4）。

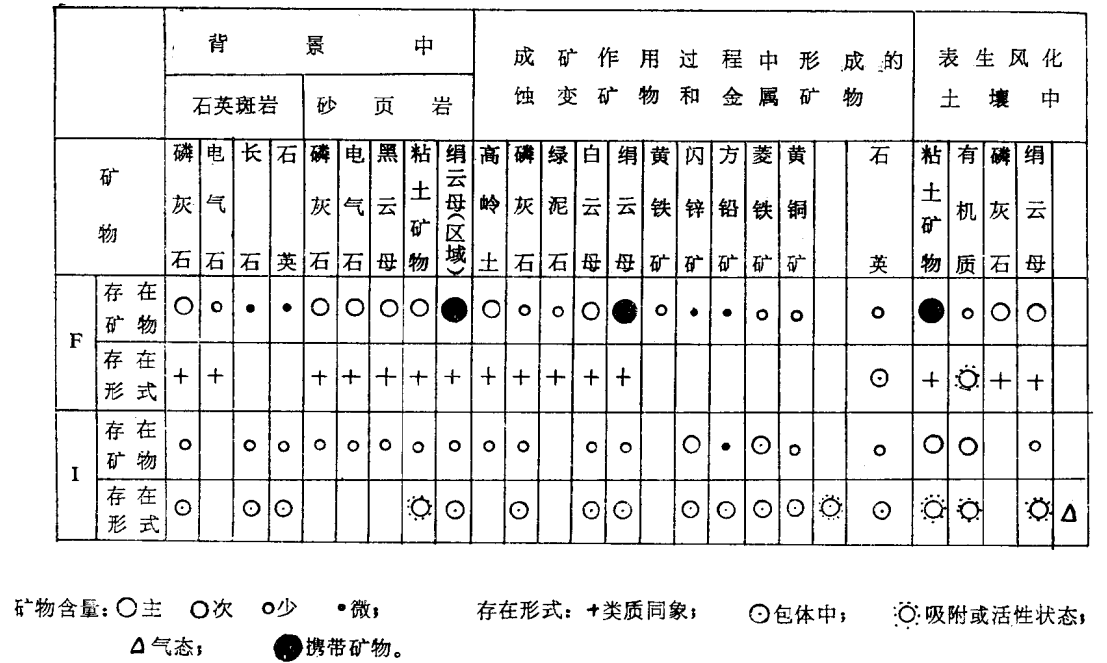


图 4 在两江铜矿区的矿物中氟、碘的分配及可能存在的形式

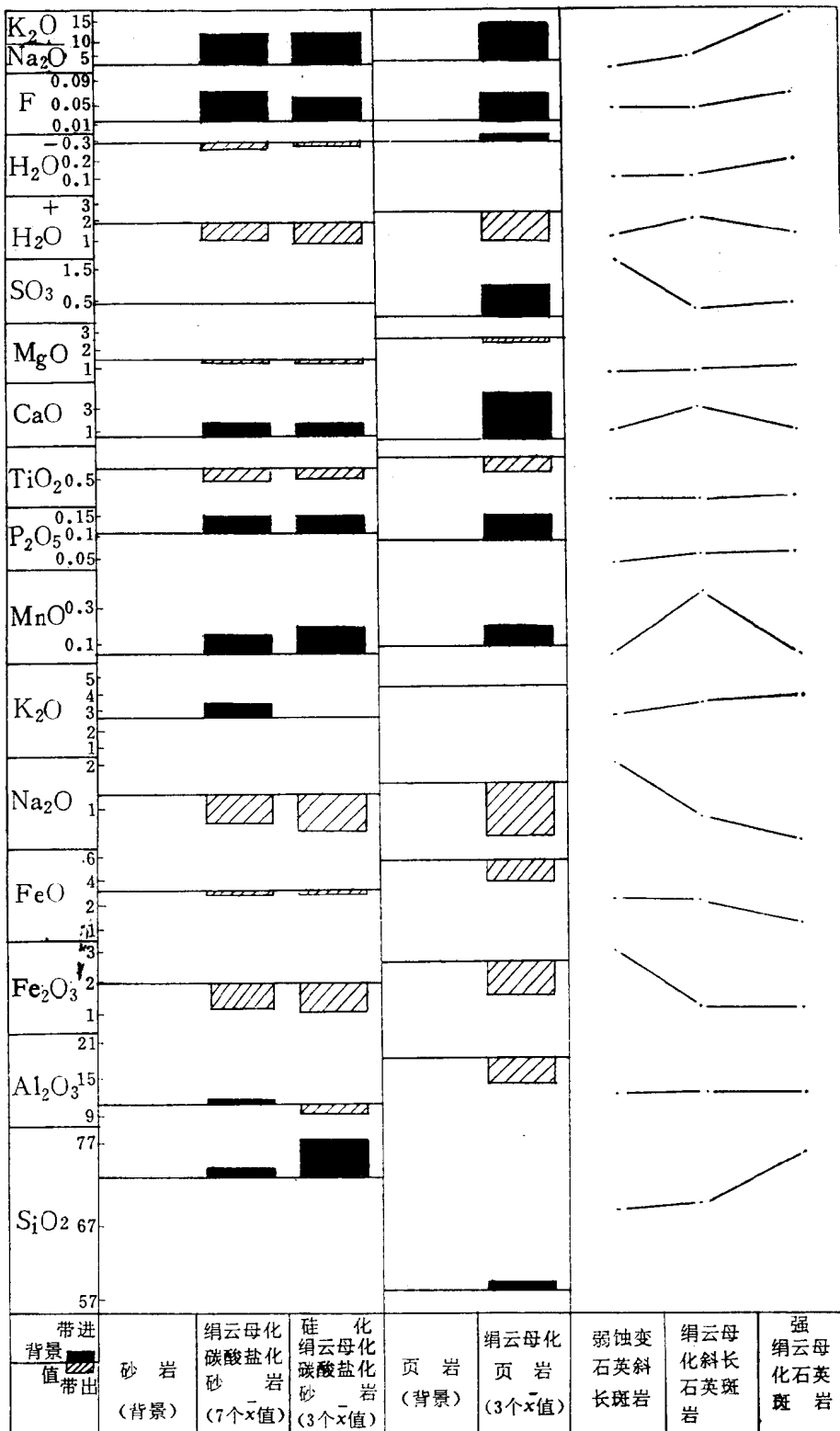


图 5 两江铜矿区不同蚀变

② 碘：本区砂页岩背景含 I 均很低，说明 I 是处于分散状态。区域绢云母含 I 为 2.9ppm，纯度 80% 的绢云母含 I 为 2.2ppm。据报导，磷灰石、电气石、黑云母都含 I 达 0.1ppm，其存在形式可能是吸附状态或活性状态（图 4）。

（二）蚀变作用过程中元素的带入、带出及氟、碘的行为

两江铜矿床的热液蚀变主要有硅化、绢云母化、高岭土化、碳酸盐化。具有指示意义的近矿围岩蚀变是绢云母化，远离矿体的围岩蚀变是高岭土化。与其对应的长石消失带是重要的找矿标志之一。

1. 蚀变过程中元素的带入和带出

从表 2 和图 5 中可见：

表 2 两江铜矿区不同蚀变带的岩石化学成分（%）

样数	岩 石 名 称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅
	砂岩（背景）	72	10.9	1.95	3.14	1.26	2.61	0.05	0.1
7	绢云母化、碳酸盐化砂岩	73	11.2	1.04	2.88	0.66	3.06	0.14	0.14
3	硅化、绢云母化、碳酸盐化砂岩	77	9.34	0.92	2.91	0.46	2.6	0.19	0.14
	本区页岩（背景）	58	18.1	2.58	5.5	1.51	4.4	0.08	0.08
3	绢云母化页岩	59	14.2	1.46	3.92	0.31	4.0	0.19	0.147
	弱蚀变石英斜长斑岩	69	12.3	2.86	2.4	2.0	2.80	0.05	0.02
2	绢云母化斜长石英斑岩	70	12.7	1.13	2.19	0.77	3.49	0.36	0.04
11	强绢云母化石英斑岩	73	12.4	1.13	1.37	0.26	3.9	0.04	0.05
样数	岩 石 名 称	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃ ²⁻	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	F	K ₂ O/Na ₂ O
	砂岩（背景）	0.65	0.75	1.29	0.43	1.92	0.29	0.02	2.07
7	绢云母化、碳酸盐化砂岩	0.44	1.62	1.17	0.35	0.90	0.25	0.07	10.9
3	硅化、绢云母化、碳酸盐化砂岩	0.45	1.6	1.03	0.39	0.74	0.28	0.06	10.7
	本区页岩（背景）	0.8	0.33	2.34	0.08	2.56	0.29	0.02	2.91
3	绢云母化页岩	0.56	4.15	2.15	0.89	0.92	0.32	0.07	13.2
	弱蚀变石英斜长斑岩	0.1	1.04	0.51	1.53	1.07	0.1	0.04	1.4
2	绢云母化斜长石英斑岩	0.1	2.93	0.55	0.31	2.14	0.1	0.04	4.5
11	强绢云母化石英斑岩	0.18	1.17	0.89	0.45	1.28	0.19	0.07	15.3

（1）砂、页岩经蚀变形成了硅化—绢云母化—碳酸盐化砂岩，绢云母化—碳酸盐化砂页岩带入了 SiO₂、Mn、P₂O₅、CaO、K 和 F。K₂O/Na₂O 比值增高。带出 Fe₂O₃、FeO、Na₂O、TiO，带入 Cu、Pb、Zn、Co 等微量元素。

（2）石英斑岩随着蚀变程度的增加，其中 SiO₂、Al₂O₃、K₂O、F 含量及 K₂O/Na₂O 比值增高，Na₂O、Mg 含量减少，Cu、Pb、Zn、Co、F 微量元素含量在近矿部位高于远矿部位。

2. 蚀变作用过程中氟、碘的特点

氟：从表 2 中可以看出，从未经蚀变的砂岩→绢云母碳酸盐化砂岩→硅化、绢云母化砂岩，氟含量由 200ppm→700ppm→600ppm，增加了两倍，绢云母化页岩与未受热液影响的页岩相比，F 含量增高了两倍多，石英斑岩由弱中蚀变到强蚀变，其 F 含量由 400ppm 增加到 700ppm。

碘：含量均低于 0.5ppm，在石英斑岩中，远矿地段碘含量稍高于近矿地段。