地信网论坛
BBS.3S001.COM

东华理工学院“江西省重点学科建设经费资助出版”

赣中地区金成矿地质条件分析

刘成东　李建红　梁　良　杨吉根　李学礼　著

地质出版社
·北　京·

地信网论坛
BBS.3S001.COM

内 容 简 介

本书以金矿为主线,以地化普查、地质填图等为基础,辅以现代测试手段对赣中地区之金矿地质特征做了详细研究。论证了研究区有利于金源建造的形成与金成矿作用发育的地质背景和演化历史;采集和分析了大量样品,统计了各层位和各岩体的金丰度,为今后找矿提供了方向和依据;对已知矿床(点)进行了分类,确定了区内最有远景的金矿化类型;在该区首次系统地应用热发光光谱、电子顺磁共振、红外光谱、石英包裹体、晶胞参数、微量与稀土元素等现代测试手段,对获得的微观找矿信息做了总结。最后,从五个方面论述了区域的金控矿条件,并提出两片找矿靶区。

本书可供从事金矿地质工作的生产、科研与教学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

赣中地区金成矿地质条件分析/刘成东等著. -北京:地质出版社,2003.12
ISBN 7-116-04009-9

Ⅰ.赣… Ⅱ.刘… Ⅲ.金矿床-矿床成因论-江西省 Ⅳ.P618.510.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 124107 号

责任编辑:李凯明
责任校对:王素荣
出版发行:地质出版社
社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083
电 话:(010)82324508(邮购部)
网 址:http://www.gph.com.cn
电子邮箱:zbs@gph.com.cn
传 真:(010)82310759
印 刷:北京印刷学院实习工厂
开 本:787mm×1092mm 1/16
印 张:8
字 数:190 千字
印 数:1—600 册
版 次:2003 年 12 月北京第一版·第一次印刷
定 价:20.00 元
ISBN 7-116-04009-9/P·2453

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

地信网论坛
BBS.3S001.COM

前　　言

本书是核工业总公司控黄金地质科研课题“抚州-永丰断裂带两侧金成矿地质条件及远景靶区选择”的研究成果。该课题起止年限为1992～1994年。研究区范围包括抚州、临川、进贤、东乡、崇仁、乐安、宜黄、南城、金溪、峡江、新干、永丰等县市所辖全部或部分地区。该区已找到一些中小型金矿床、矿点，有的已地方开采或民采。该课题开展了如下野外工作。

1992年进行区域地质构造和全区的金矿床、矿点系统调研。对全区所发现的临川县云山乡荷叶岭、石巷、金山岭、石马岭；丰城市罗山乡黄金峰、临川展坪乡桐山庙、宜黄梨溪乡蛟塘、缪家、田西、尧家排等金矿点及东乡县虎圩乡虎圩金矿床及临川茅排乡茅排矿床等12个金矿床(点)进行研究。在各矿床(点)上做了区域路线剖面测量、取样、矿区矿化带追索、填简图、主剖面测量、主矿带(体)短剖面素描和系统取样、矿区外主要岩体(岩脉)追索、取样、主要钻孔岩心、坑道、采场的编录；对展坪乡桐山庙矿点还做了1∶1000地形地质测量(0.1km)。通过以上工作，共计采取样品250个，全部做了金单项分析，并选择部分矿石样品做了硅酸盐全分析(45个)、微量和稀土元素分析(42个，中子活化法)，石英矿物微量元素含量测定(24个)。

1993年着重进行与金成矿有时空关系的中基性岩体研究。选定东乡县赛阳关石英闪长玢岩岩体为重点，进行了1∶1万地质填图和找矿，填图面积18km^2。经过填图，发现两条含矿硅化带，每条长约0.2～0.6km，确定该区为进一步揭露和详细找矿的远景地段，此外，对矿区外围侏罗系火山碎屑岩中的金矿点也做了检查。除上述岩体外，还逐个调研了工作区西南部新干县和峡江县一带已发现的金矿点及其有关的中基性岩体，计有流源矿点、分界矿点、竹溪矿点、海元铜(金)矿点和铜罗洲岩体、马埠乡深圳岩体及潭丘乡寒水岩体等。通过野外调查和采样分析，掌握了这些金矿点和岩体的特征，认为该类金矿化主要为混合岩类型(围岩为震旦纪变质岩)，矿化规模小、品位低，目前尚未发现远景好的点(带)。采样154个，做金含量测定68个，硅酸盐分析10个。

1994年工作主要是区域金地球化学背景调查，主要做区域含金性取样，按地层(岩体)时代分别做了8条区域地层(岩体)剖面，采集样品304个，均做了金含量测定，并根据取样(共735个，其中矿区为343个)的测试结果和收集的金含量数据(1038个)，统计了本区各地层(岩体)金丰度值。

现将野外和室内工作量统计如表0-1。

通过三年的课题研究，获得如下认识和成果(图0-1)。

1)全面调研了全区金矿床、矿点和矿化点，分别按围岩时代，控矿构造与矿体形态以及矿床(点)成因对它们进行了分类和评价，为该区金矿普查选区与区域评价提供了有益的资料。

2)系统研究了区域含金性，发现了含金背景值较高的地层、岩性和岩体，发现了一些金矿化点(带)，为区域找矿提供了线索。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 0-1　野外和室内工作量统计表

项　　目	数量	单位	项　　目	数量	单位
地质填图1∶ 10000	15	km^2	单矿物石英样	29	个
1∶ 1000	0.5	km^2	石英稀土分析	24	个
地质实测剖面	200	km	石英微量元素分析	24	个
金矿床(点)调研	15	个	红外光谱分析	6	个
岩石薄片和矿相片	200	个	X 射线衍射分析	8	个
包裹体片	8	个	热释光分析	24	个
金分析	735	个	电子顺磁共振测定	24	个
另外收集金分析	1038	个	单矿物石英全分析	13	个
全分析	55	个	微量元素分析	42	个
稀土分析	42	个			

3) 深入研究了赛阳关石英闪长玢岩岩体和其中的虎圩金矿。确认该区有远景的矿床类型有两个, 即茅排型和虎圩型, 为此填制了 1∶ 1 万赛阳关岩体地质图。茅排型因 1992 年已有专题研究故未重新填图。

4) 通过金矿石和单矿物石英的金含量、稀土、微量、常量元素及石英热发光、电子顺磁共振、红外光谱与晶胞参数等项测定资料, 对该区金矿床(点)的元素地球化学特征有新认识, 获得了一批新的微观找矿信息。

5) 选定虎圩为一类找矿远景靶区, 梨溪为二类靶区, 建议对含金丰度高的乐安花岗岩岩体和前震旦系、震旦系部分层位开展深入研究。

该课题研究成果获得 1998 年核工业总公司部级科技进步二等奖。

本书初稿撰写分工: 第一章杨吉根、第二章刘成东、第四章李建红, 其余各章和前言由梁良撰写, 最后由刘成东、李建红统编定稿。在研究工作过程中得到虎圩金矿、核工业 261 队及原华东地质学院(现为东华理工学院)中心实验室和科研处等单位的支持和帮助, 原华东地质学院地质系 1989 ～1991 届毕业生贾四轩、李培鑫、向家林等 35 人分别参加了整个野外和部分计算、整理工作, 在此一并深表谢意。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

目　　录

前　言
第一章　赣中地区地层分布 …… (1)
一、概述 …… (1)
二、中元古界双桥山群 …… (2)
三、新元古界神山群 …… (6)
四、震旦系 …… (6)
五、石炭系 …… (9)
六、三叠系 …… (10)
七、侏罗系 …… (10)
八、白垩系 …… (13)
九、下第三系 …… (13)
十、第四系 …… (13)
第二章　赣中地区岩浆岩特征 …… (14)
一、岩浆岩基本特征 …… (14)
二、岩浆岩岩石化学、地球化学特征及成因探讨 …… (18)
三、岩浆岩与金成矿关系探讨 …… (25)
第三章　赣中地区主要构造特征 …… (27)
一、褶皱 …… (27)
二、断裂 …… (27)
三、深层构造 …… (29)
四、构造演化 …… (32)
第四章　金矿床、矿点 …… (33)
一、虎圩金矿床 …… (33)
二、茅排金矿床 …… (40)
三、云山地区金矿点 …… (50)
四、梨溪地区金矿点 …… (55)
五、黄金峰矿点 …… (63)
六、桐山庙矿点 …… (64)
七、流源矿点 …… (64)
八、分界矿点 …… (67)
第五章　地球化学特征 …… (68)
一、区域含金性述评 …… (68)
二、金与主成分的关系 …… (70)

地信网论坛
BBS.3S001.COM

三、金与微量元素的关系 …… (76)
四、金与伴生元素 Ag、Zn、Pb 的关系 …… (77)
五、金与稀土元素的关系 …… (90)
第六章 岩矿石测试结果获得的微观找矿信息 …… (100)
一、石英热发光研究 …… (100)
二、石英电子顺磁共振谱研究 …… (103)
三、石英红外光谱研究 …… (106)
四、流体包裹体研究 …… (108)
五、石英晶胞参数研究 …… (109)
第七章 区域金成矿条件分析 …… (110)
一、大地构造部位控矿分析 …… (110)
二、地层控矿条件分析 …… (110)
三、火山岩建造控矿条件分析 …… (111)
四、花岗岩建造控矿条件分析 …… (111)
五、断裂控矿条件分析 …… (111)
第八章 远景靶区选择 …… (113)
一、虎圩远景区 …… (113)
二、梨溪远景区 …… (116)
小 结 …… (117)
参考文献 …… (119)

地信网论坛
BBS.3S001.COM

第一章　赣中地区地层分布

一、概　述

赣中地区出露的地层岩性如表 1-1 所示，其中主要有中元古界双桥山群、新元古界神山群、下震旦统上施组和下坊组、上震旦统老虎塘组，它们的主要岩性是一套以千枚岩和片岩为主的变质岩。此外，主要地层还有下侏罗统林山组，其岩性为一套砂、砾和泥组成的陆源碎屑沉积岩；上侏罗统周家源组和花草尖组及鸡笼嶂组，其岩性为一套中酸性火山岩和火山碎屑岩；其上主要地层还有上白垩统南雄组，岩性上为一套由砂砾泥组成的红色陆源碎屑沉积岩以及广泛分布的第四系砾、砂、泥沉积物。其他时代的地层有下石炭统华山岭组和梓山组，上统黄龙组和船山组，以及上三叠统安源组和下第三系新余群，但它们均只有少量的零星分布。有关该区的地层分布见图 0-1 和图 4-1，另为简便计，有关第一章的图的图例见图 1-0。下面就该区的地层岩性按不同地质时代，结合课题组的工作重点在中新元古界和侏罗系地层情况，从老到新进行叙述，并附本组实测剖面图与含金量数据。

表 1-1　赣中地区地层岩性

地层名称			地层代号	主要岩性
新生界	第四系	组(群)	Q	砾、砂、粉砂及粘(红)土层
	第三系	下-中第三系新余组	E_{1-2}	砂岩、粉砂岩和泥岩，夹膏岩层
中生界	白垩系	上白垩统南雄组	K_2	砾岩、砂岩、粉砂岩及泥质岩
	侏罗系	上侏罗统鸡笼嶂组	J_3^2	流纹岩、安山质凝灰岩、熔结凝灰岩、凝灰质砂岩和凝灰粉砂岩
		上侏罗统周家源组、花草尖组	J_3^1	砂岩、含砂岩及泥岩、页岩夹煤线
		下侏罗统林山组	J_1	砾岩、砂岩夹页岩夹煤层
	三叠系	上三叠统安源组	T_3	砾岩、砂岩和页岩夹煤层
古生界	石炭系	下石炭统华山岭组、梓山组	C_1	砂砾岩、砂岩、粉砂岩及页岩
新元古界	震旦系	上震旦统老虎塘组	Z_2	千枚岩、片岩、少量板岩、变质砂岩及变细碧岩和变流纹岩
		下震旦统上施组，下坊组(周潭组)	Z_1	千枚岩、片岩、变质砂岩和砂岩
	神山群		Pt_3^1	千枚岩、砂岩、粉砂岩及变英安岩、变细碧岩、变角斑岩
中元古界	双桥山群上亚群		Pt_2^2	泥质千枚岩夹砂质浅粒岩及流纹岩、变英安岩
	双桥山群下亚群		Pt_2^1	砂质、粉砂质凝灰质千枚岩、变质砂岩和变质粉砂岩

地信网论坛
BBS.3S001.COM

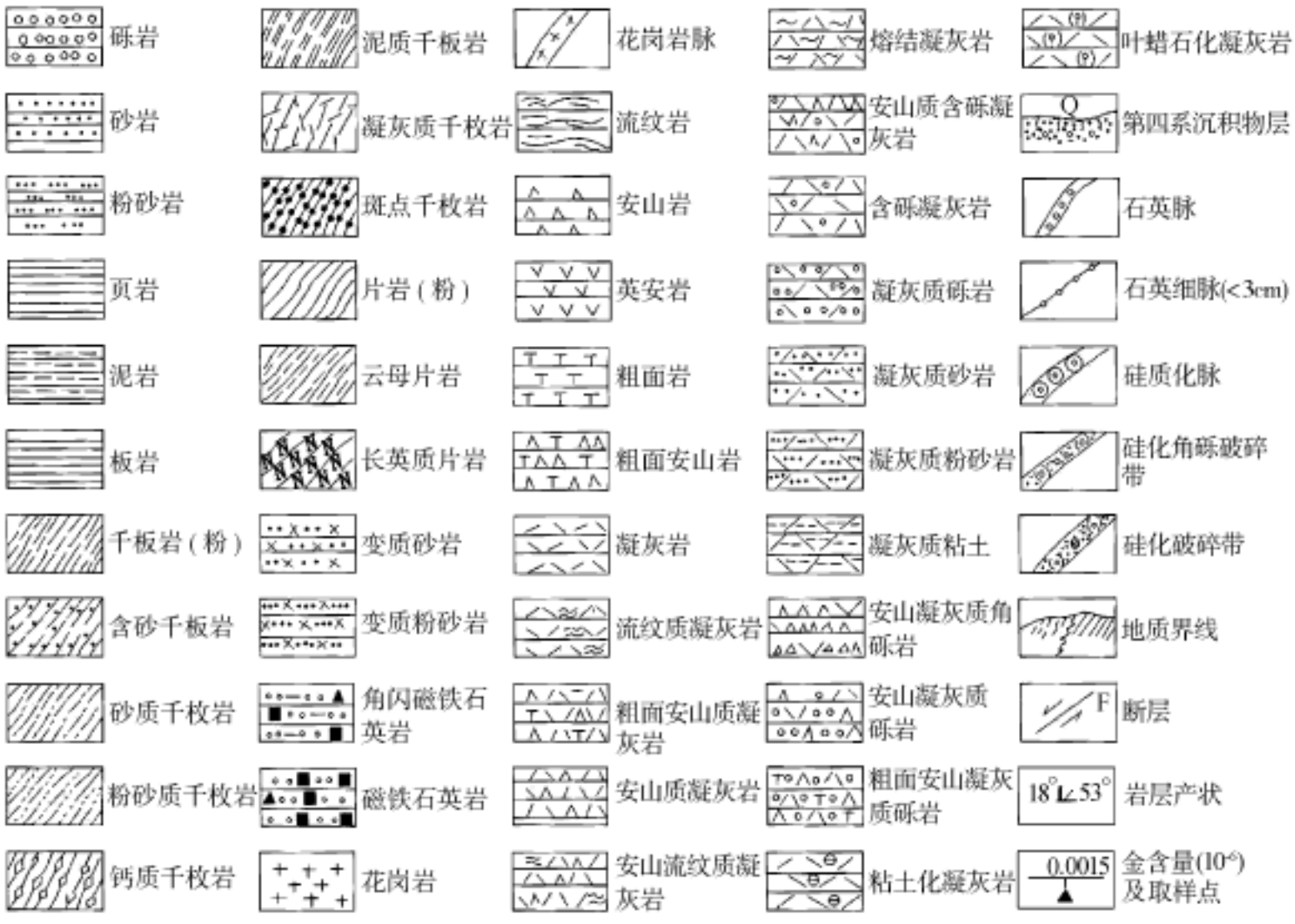


图 1-0　第一章图例

二、中元古界双桥山群

中元古界双桥山群(Pt_2) 主要分布于抚州永丰断裂带西北侧, 范围包括临川的云山、温泉、老桐源, 进贤县的长山晏, 丰城市的淘沙、杜家园及罗山等地。其岩性主要是千枚岩, 次为片岩和板岩以及变质砂岩和变质砾岩, 变火山岩和变火山碎屑岩。中元古界双桥山群可分为上下两个亚群, 现分述如下。

1. 双桥山群下亚群

双桥山群下亚群(Pt_2^1) 出露面积大、范围广、研究细、资料多、金矿化亦好。图 1-1 和图 1-2 分别为临川的云山、金山岭和进贤县的长山晏地区综合地质图和地质剖面图。双桥山群下亚群共分为 Pt_2^{1-1}、Pt_2^{1-2}、Pt_2^{1-3} 和 Pt_2^{1-4} 四个层段, 每个层段的主要岩性如下:

Pt_2^{1-1}: 灰紫、砖红色含砂千枚岩, 变质砂岩和变质粉砂岩

Pt_2^{1-2}: 灰、深灰色薄层状千枚岩和含砂千枚岩

Pt_2^{1-3}: 分为两小层, 即 Pt_2^{1-3-1} 和 Pt_2^{1-3-2}:

Pt_2^{1-3-1}: 褐红或灰色斑点千枚岩及凝灰质千枚岩, 该小层有金矿化

Pt_2^{1-3-2}: 杂色千枚岩, 砂质和凝灰质千枚岩, 该小层金矿化最好

地信网论坛
BBS.3S001.COM

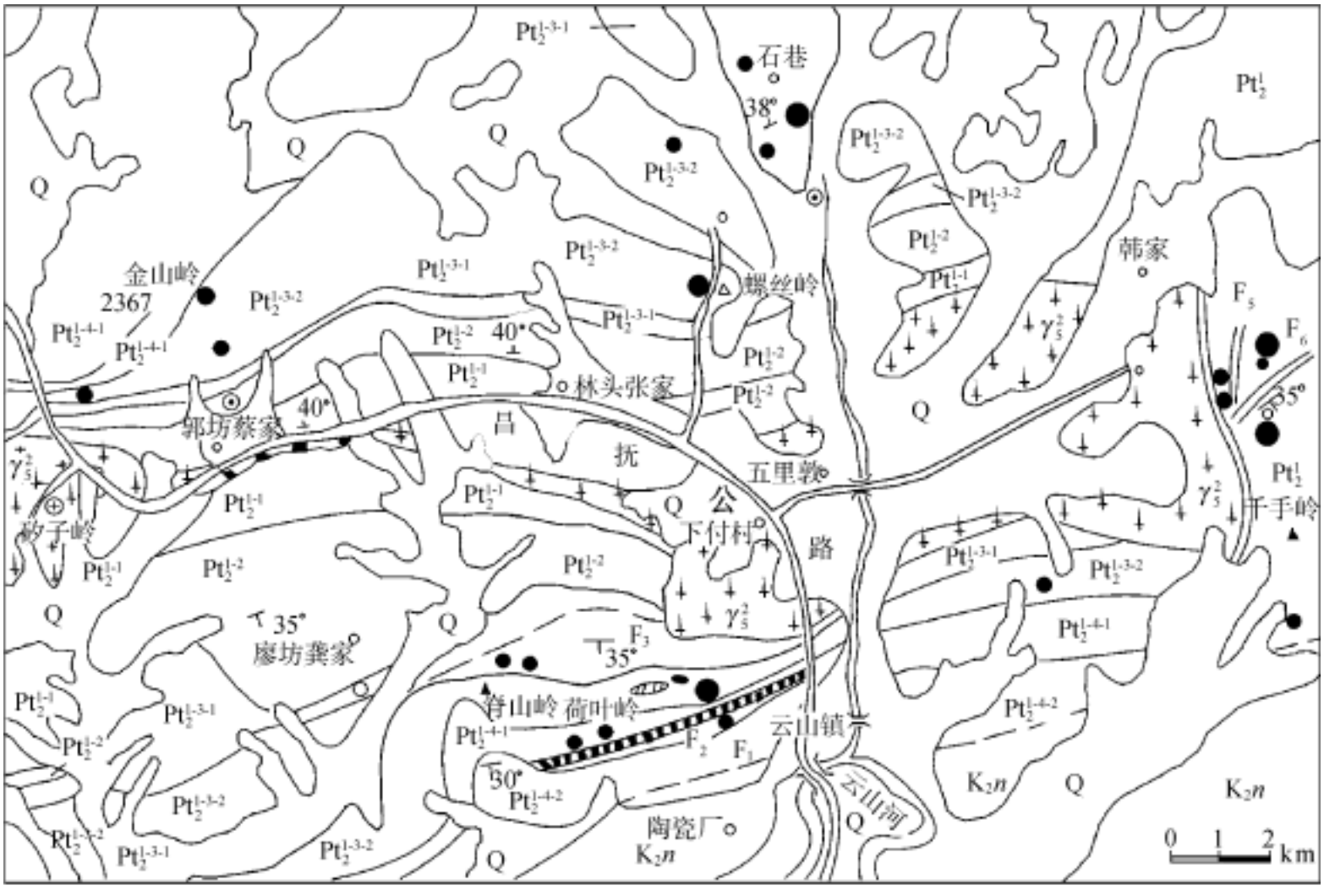


图 1-1　临川县云山地区综合地质图

(据核工业华东地勘局 261 大队资料和本课题组实测资料改编, 1993)

1—未分双桥山群下亚群千枚岩; 2—灰紫砖红含砂千枚岩、变质粉砂岩及变质砂岩; 3—灰、深灰薄层(片)状千枚岩和含砂千枚岩; 4—斑点千枚岩及凝灰质千枚岩; 5—杂色砂质和凝灰质千枚岩; 6—灰绿大斑点千枚岩及灰白变质砂岩; 7—灰白粉红色变质砂岩粉砂岩及含碳黄铁矿千枚岩; 8—上白垩统南雄组紫红砂岩粉砂岩夹砾岩; 9—第四系粉砂岩粘土沉积物; 10—燕山期白色粗粒花岗岩; 11—硅化破碎断裂带; 12—实测断层; 13—推测断层; 14—地质界线; 15—岩层产状; 16—金矿体; 17—金矿化点(1～3g/t); 18—金矿化点(0.1～1g/t); 19—砂金点; 20—瓷土矿

Pt_2^{1-4}: 分为两小层, 即 Pt_2^{1-4-1} 和 Pt_2^{1-4-2}:

Pt_2^{1-4-1}: 含黄铁矿灰绿色大斑点千枚岩, 灰白色变质砂岩和变质凝灰岩

Pt_2^{1-4-2}: 灰白、粉红色变质砂岩和变质粉砂岩及含碳黄铁矿千枚岩

此外, 中元古界双桥山群下亚群地层在临川的大岗一带也有出露。

2. 双桥山群上亚群

双桥山群上亚群(Pt_2^2)出露面积也较大, 分布范围也较广。图 1-3 和图 1-4 分别为丰城市杜家园、淘沙、临川老桐源、党溪和丰城市金桥水库、淘沙、邓圩、舍前两个地质剖面图。该两图表明双桥山群上亚群的岩性主要是千枚岩。总的来说, 双桥山群上亚群与下亚群相比, 既有相似之处, 如都以千枚岩为主, 地层中均出现较多的石英脉, 亦有硅化破碎带。但也表现出几点明显的不同: 首先, 上亚群岩性是以紫红色和灰绿色泥质千枚岩为主, 且未见有斑

地信网论坛
BBS.3S001.COM

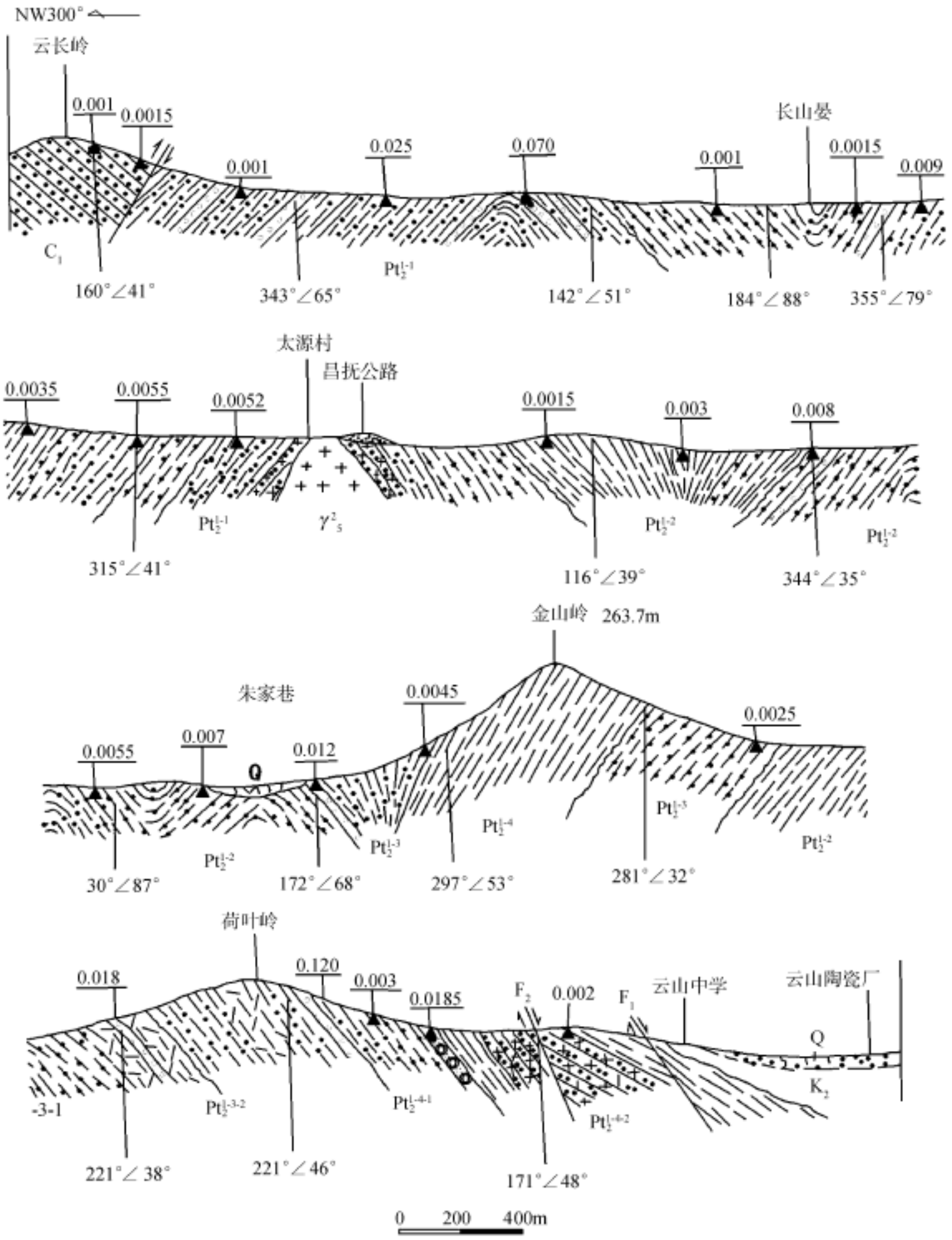


图 1-2　进贤县长山晏-临川金山岭-荷叶岭-云山镇地质剖面图

(注: 各岩性图例说明见图 1-0, 以下各剖面图同)

地信网论坛
BBS.3S001.COM

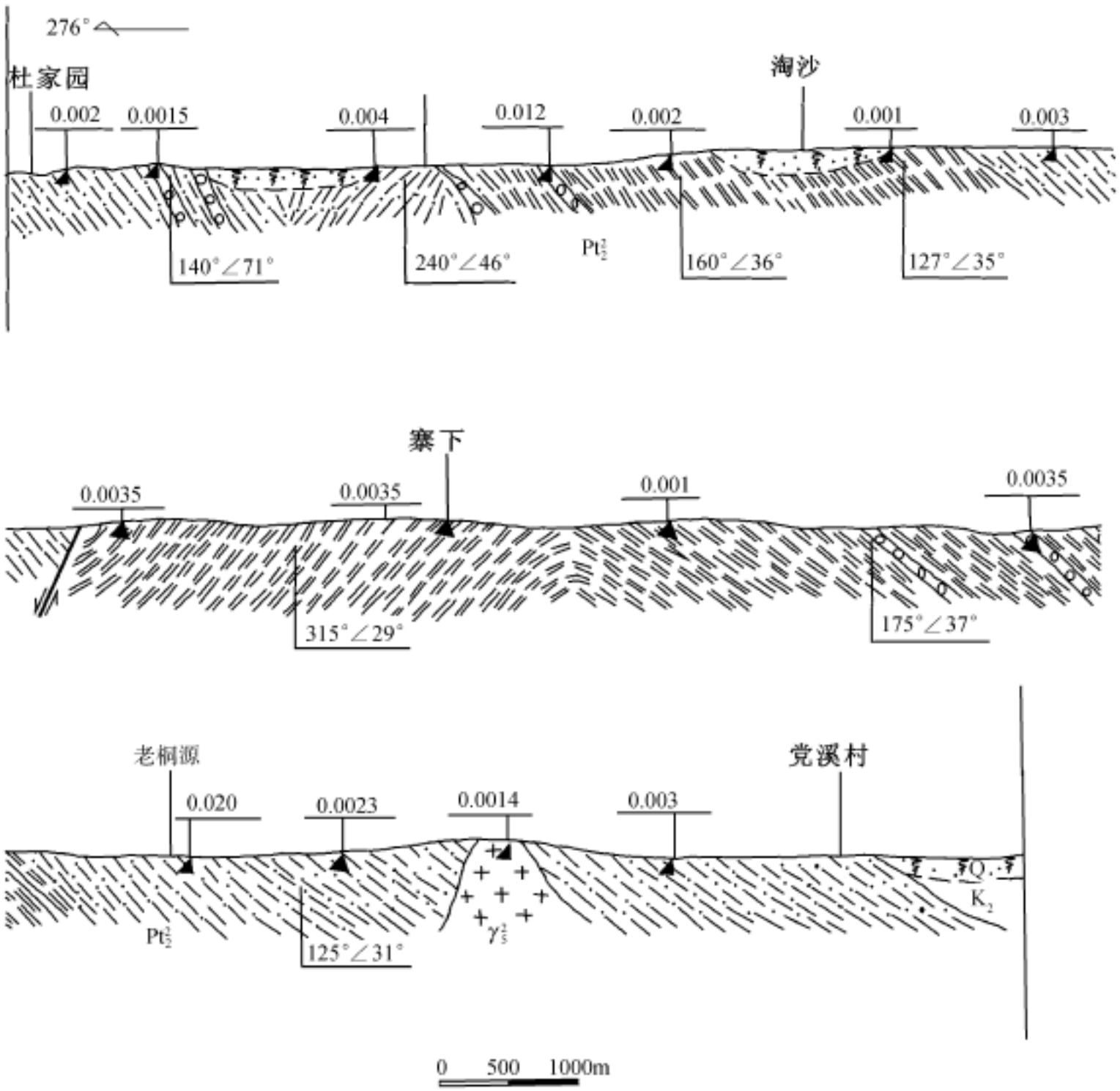


图 1-3　丰城市杜家园-淘沙-临川市老桐源-党溪村地质剖面图

点千枚岩;而下亚群岩性要比上亚群复杂一些,见有紫红、灰白和黄绿等多种色调的砂质、粉砂质、泥质和凝灰质等多种成分的千枚岩,且较普遍地出露斑点千枚岩为其显著特征。其次,石英脉和硅质脉、硅化破碎带在上亚群中出现范围和数量均比下亚群中出露的要小要少。再次通过上下两亚层各几十个样品分析,金的矿化情况不一样,上亚群地层金含量最高为 0.004× 10^{-6},一般为 0.002× 10^{-6}(图 1-3 和图 1-4)。而下亚群金含量最高达 n× 10^{-6},一般为 0.0n× 10^{-6} ~0.n× 10^{-6}(图 1-1 和图 1-2),表明两个亚群金丰度差异相当大。

在中元古界双桥山群中多处出露有燕山早期花岗岩体,其中出露面积较大的是临川云山地区(图 1-1)。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

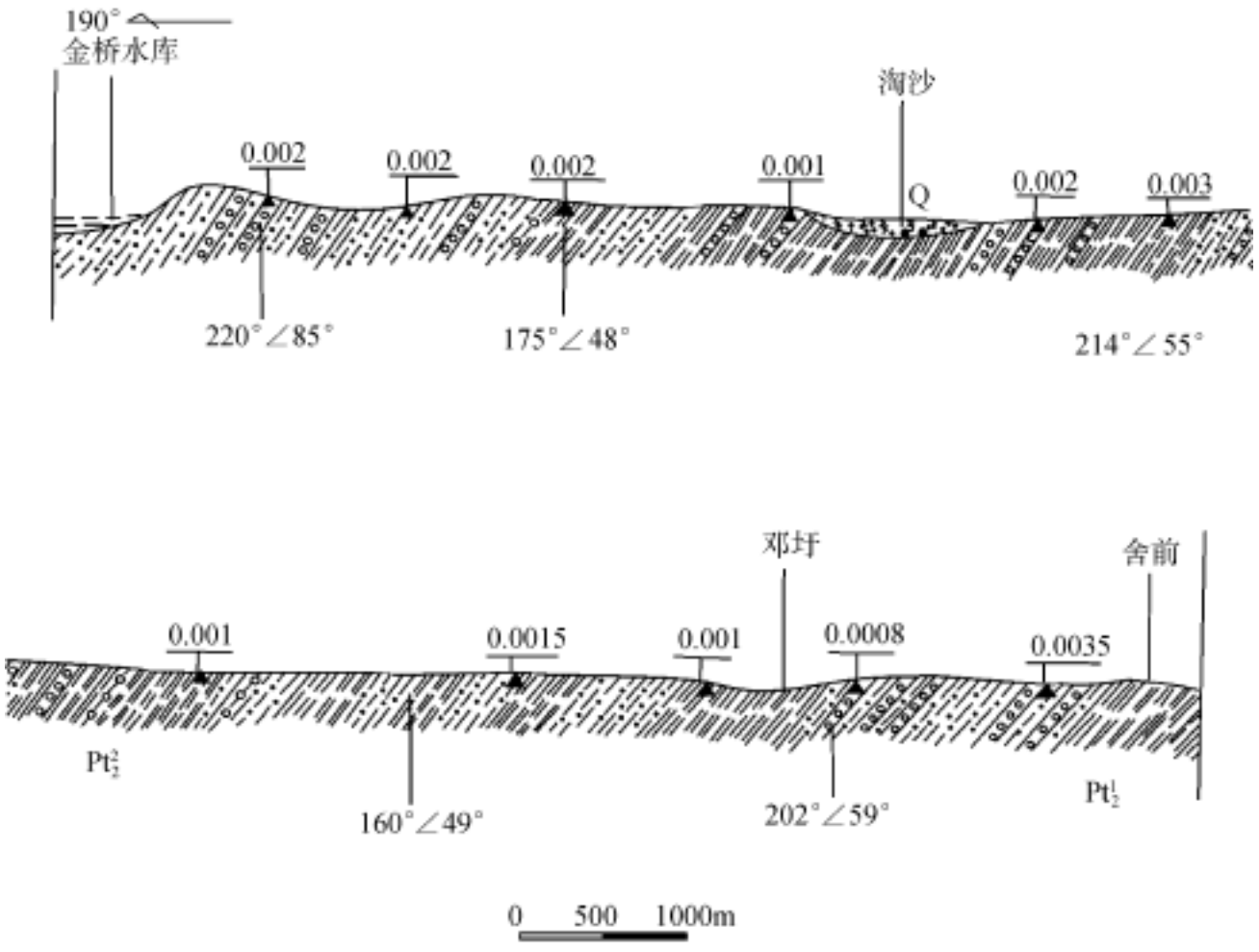


图 1-4　丰城市金桥水库-淘沙-邓圩-舍前地质剖面图

三、新元古界神山群

新元古界神山群(Pt_3^1) 分布于丰城市的罗山乡的黄金峰和洛市南部, 玉华山的西部, 樟树市南部的店下, 新干县的麦斜和潭丘, 峡江县的仁和。该地层分布虽然广泛, 但较零星, 出露面积也小。神山群的主要岩性为千枚岩, 其次为片岩(石英片岩、角闪片岩和云母片岩等) 、砂岩、粉砂岩、白云岩以及多种变质火山岩(变玄武岩、变英安岩、变细碧岩和变角斑岩等) 和变凝灰岩。该区的神山群岩性可用丰城市罗山黄金峰为例子, 该地岩性主要为千枚岩, 亦见有浅变质的火山碎屑岩以及砂岩和粉砂岩等碎屑沉积岩, 黄金峰神山群中发现有较好的金矿化。

新元古界神山群与下伏中元古界双桥山群关系不甚清楚, 可能为假整合关系, 但与上覆震旦系上墅组则呈整合关系。

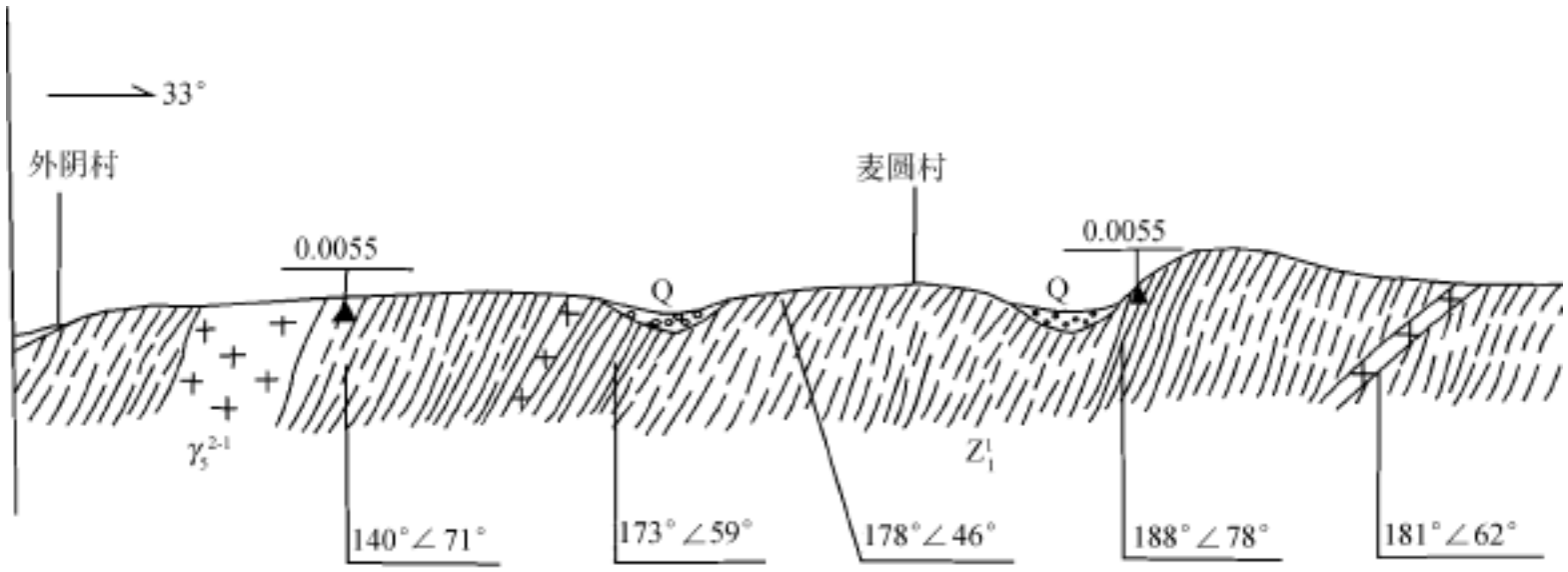
四、震旦系

震旦系主要分布于该区的东南一侧, 它分为震旦系上统和下统。下统(Z_1) 称为上施组和下坊组, 上统(Z_2) 称为老虎塘组。

1. 震旦系下统(上施组和下坊组)

震旦系下统(Z_1) 主要分布于临川的茅排, 宜黄的谭坊、梨溪(尧家排、蛟塘和缪家) , 崇仁县的高庄、段上、羊陂, 新干县的七琴、谭丘, 峡江县城巴邱和桐林, 永丰县北部的谭城及西部的坑田等。

1) Z_1^1: 岩性主要为千枚岩, 间夹片岩, 如宜黄外阴村-黄家村(梨溪) 地质剖面(图 1-5) 。



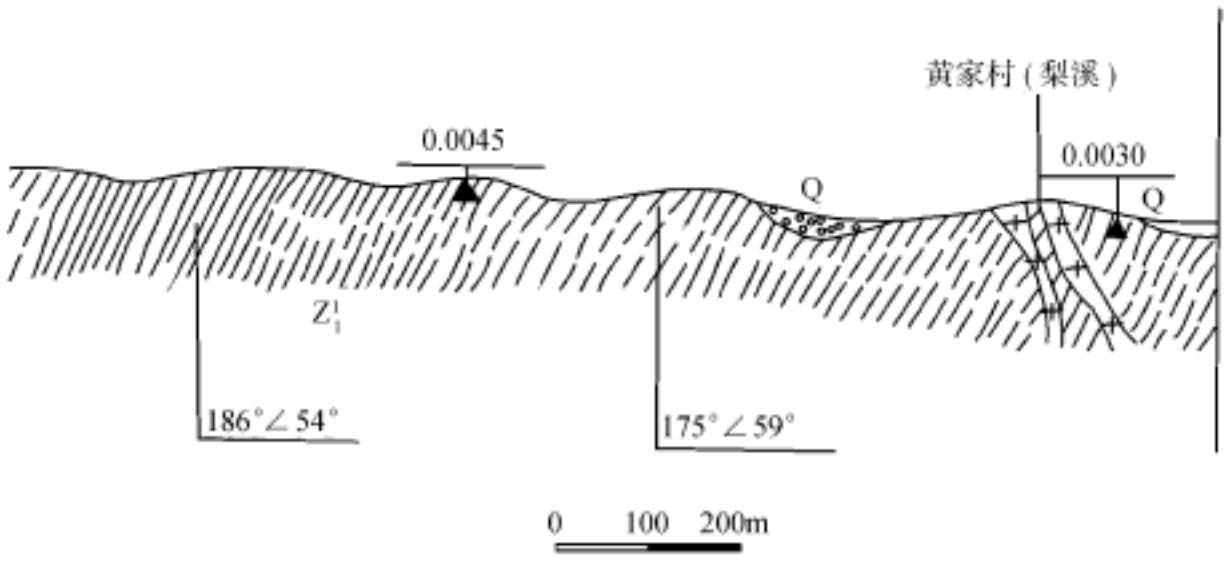


图 1-5　宜黄县外阴村-黄家村(梨溪) 地质剖面图

宜黄县前庄-岭下地质剖面(图 1-6) 所表示的地层岩性即为该段岩性的实例。

2) Z_1^2: 岩性比 Z_1^1 岩性要复杂一些, 在不同的地带, 其岩性有些不同。如在宜黄县陂下村一带为片岩(图 1-6) , 但在宜黄县六里铺谭坊一带(图 1-7) 主要为千枚岩, 亦出露有长英质片岩、变质砂岩、角闪磁铁石英岩。震旦系下统(Z_1) 地层在崇仁县的段上一带亦有分布, 其岩性以片岩为主, 间夹千枚岩(图 1-8) 。

震旦系下统与下伏地层神山群与上覆震旦系上统均为过渡整合关系。

2. 震旦系上统(老虎塘组)

震旦系上统(Z_2) 分布于宜黄的下杨村、棠阴、黄陂和岭下, 崇仁县的高庄、段上、桃源以及港下。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

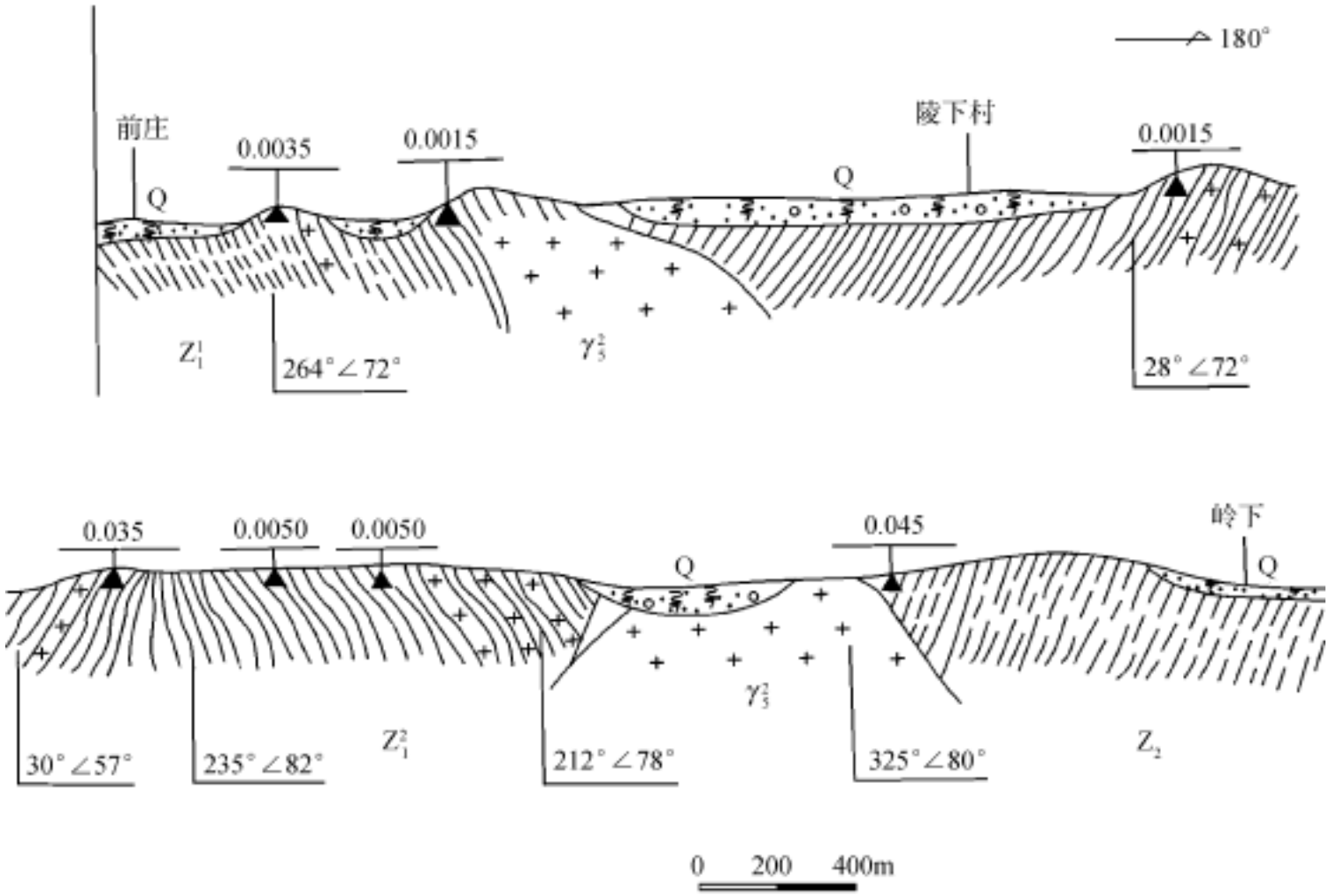


图 1-6　宜黄县前庄-岭下地质剖面图

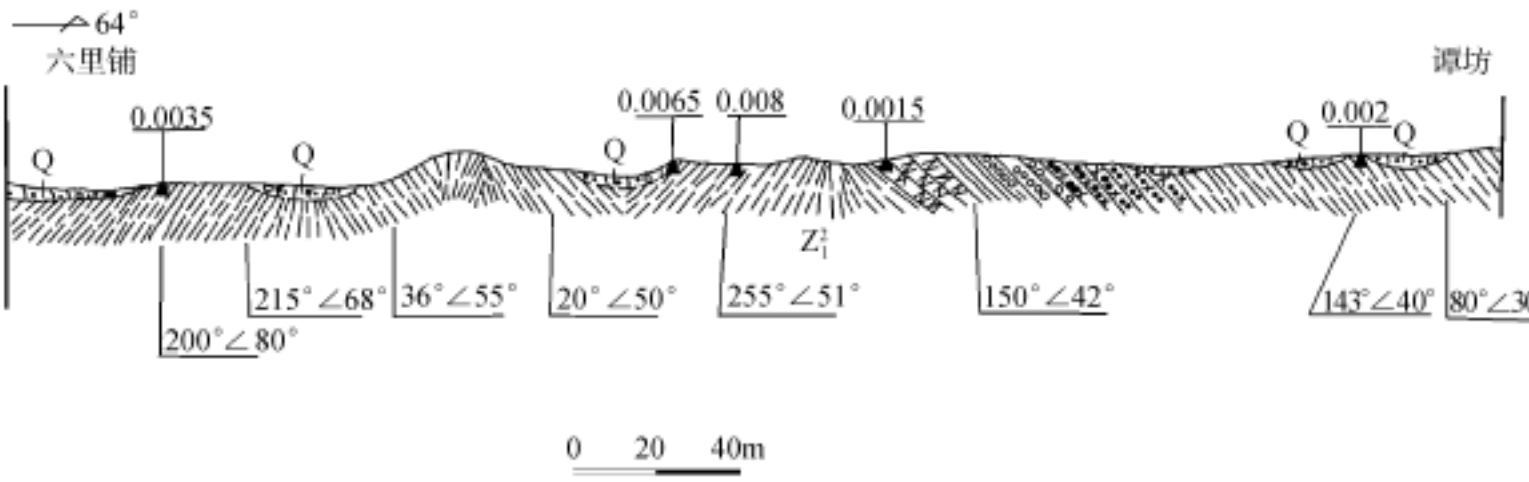


图 1-7　宜黄县六里铺-谭坊地质剖面图

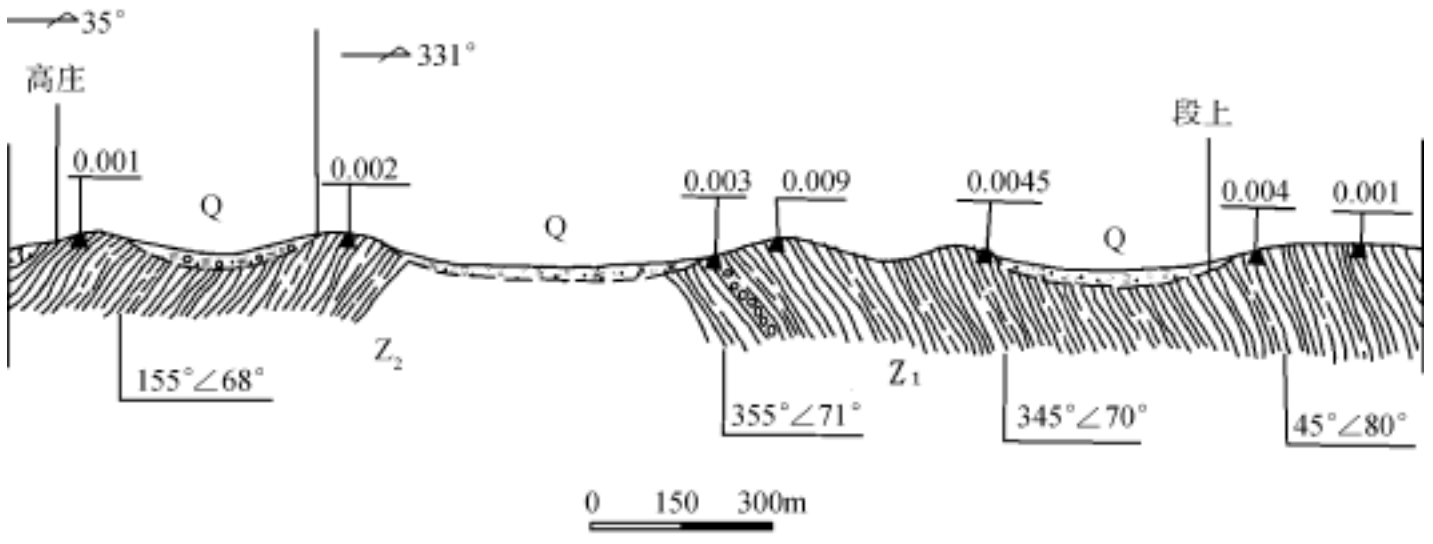


图 1-8　崇仁县高庄-段上地质剖面图

地信网论坛
BBS.3S001.COM

震旦系上统的岩性主要为千枚岩和片岩，但不同的地方岩性有所不同，如崇仁县高庄一带其岩性是以片岩为主，间夹千枚岩，而在宜黄县城食品厂-下杨村地质剖面（图 1-9）中，其岩性则以千枚岩为主，间夹板岩和磁铁石英岩。

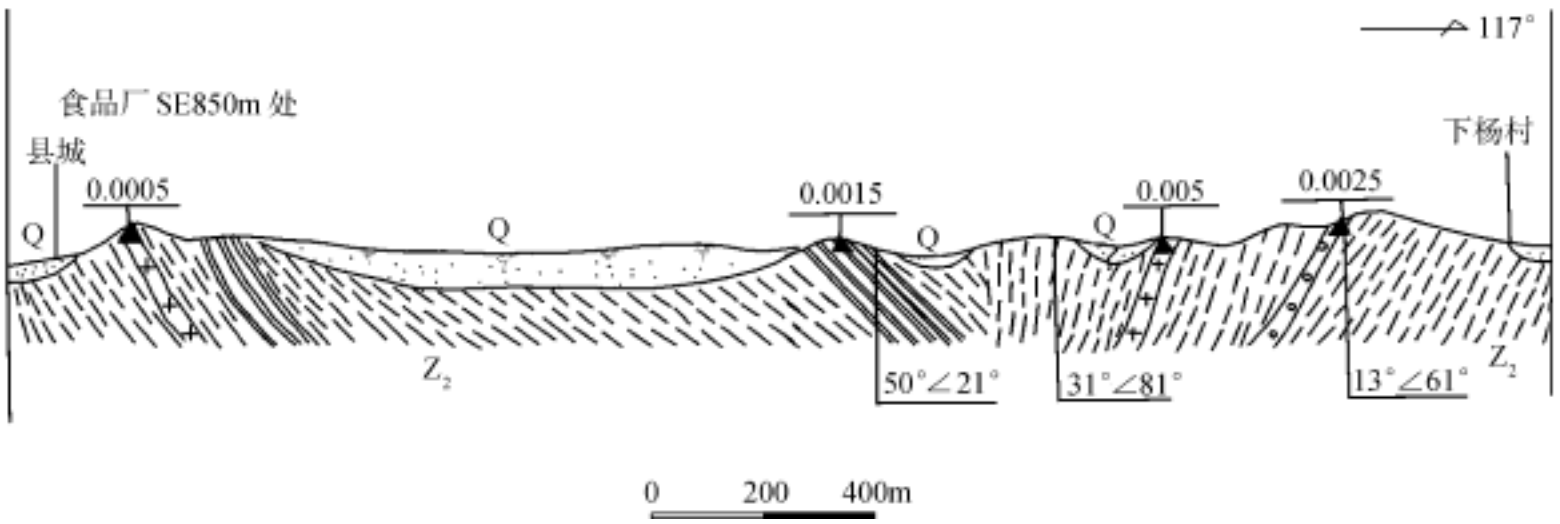


图 1-9　宜黄县城食品厂-下杨村地质剖面图

在震旦系中也有燕山早期花岗岩体和花岗岩脉侵入，例如宜黄县的外阴村和前庄及岭下（图 1-5 和图 1-6）的花岗岩体以及花岗岩脉。

综上所述，不难看出震旦系上下统的岩性主要是千枚岩，其次为片岩。而金矿化主要出现在震旦系下统（Z_1）中。例如临川的茅排金矿床、宜黄县的梨溪、尧家排金矿点以及峡江县桐林乡的流源金矿点即赋存于该统中。

震旦系上统（老虎塘组）与下伏震旦系下统（上施组）为整合关系，而与上覆石炭系下统呈不整合关系。

五、石炭系

石炭系主要分布在研究区西北一侧，该系出露零星，面积小，石炭系可分为下统（C_1）和上统（C_2）。有关岩性简述如下。

1. 下石炭统（华山岭组和梓山组）

下石炭统分布于进贤县的长山晏北部云长岭，丰城市的淘沙、白土、张巷，临川的展坪、温泉，宜黄县的桃陂，东乡的詹圩以及峡江县的水边周围。该统可分为华山岭组（C_1^1）和梓山组（C_1^2）两层段。

该统的岩性主要为砂砾岩、砂岩、粉砂岩及页岩，其中华山岭组以砂岩和砂砾岩为主，间夹粉砂岩及页岩。梓山组则以页岩为主，间夹碳质页岩和透镜状煤层，见有少量植物化石。其底部亦见石英砂岩和砾岩，上部则见海相动物化石（腕足类、海百合和苔藓虫等）。

该统与下伏震旦系呈不整合关系，而与上覆石炭系上统呈过渡关系。

2. 上石炭统（黄龙组）

地信网论坛
BBS.3S001.COM

该统在研究区分布面积很小,出露点也很少,只在进贤长山晏北部的云长岭见到该统下段(C_2^1) 黄龙组,其岩性主要为砂岩以及含砾砂岩。

石炭系中金矿化普遍不太好。目前只在临川温泉乡桐山庙的华山岭组(C_1^1) 层段中发现有金矿化。

上石炭统与下伏下石炭统呈过渡整合关系,而与上覆的三叠系呈不整合关系。

六、三叠系

三叠系在研究区均有零星小面积的分布,但其西北一侧比东南一侧出露的数量更少,面积更小。

该系在研究区只见有三叠系上统(T_3) 安源组。它主要分布在丰城市的洛市、老圩、潘桥水库和玉华山的西北部,宜黄县的北陂、袁坊和梨溪周围一带,乐安的午田周围一带。

三叠系上统安源组的岩性为砾岩、砂岩和页岩,但以页岩(炭质页岩,黑色页岩) 为主,产植物化石和煤层。

该统目前尚未发现有价值的金矿化。

该统与下伏石炭系呈不整合关系,与上覆侏罗系呈整合关系。

七、侏罗系

侏罗系主要分布在研究区的东南一侧,其出露面积和规模较大。该系可分为下、中、上三个统。下统(J_1) 称为林山组,中统(J_2) 称为罗凹组,上统(J_3) 称为周家源组、花草尖组(J_3^1) 和鸡笼嶂组(J_3^2) 。鸡笼嶂组是以江西安远县鸡笼嶂命名的,它在本研究区则分为打鼓顶组(J_3^{2-1}) 和鹅湖岭组(J_3^{2-2}) 。现将侏罗系各统岩性分述如下。

1. 侏罗系下统(林山组)

该统分布零星,面积很小,出露面积较大些的有临川的荣山、河埠一带和乐安县的午田镇。其岩性主要为砂岩、含砾砂岩、粉砂岩和泥岩,上部夹煤线或炭质页岩。

2. 侏罗系中统(罗凹组)

该统在研究区两侧出露极少。其岩性为杂色砾岩、砂岩、粉砂岩及页岩。

3. 侏罗系上统

(1) 周家源组和花草尖组

周家源组和花草尖组(J_3^1) 主要分布在东乡县的周家源、花草尖、赛阳关、王桥、瑶圩等地。其岩性为分布面积较大,并以凝灰岩为主的火山碎屑岩,其次是分布面积小,而以流纹岩和英安岩为主的中酸性火山岩。图 1-10 是东乡县杨家、王桥、大塘地质剖面图,在杨家、乐家、外坊和王桥等处出露的该地层岩性主要是棕红色和紫红色流纹质凝灰岩,间夹流纹岩。在外坊、章峰两地出露的该地层岩性则是粗面安山质含砾凝灰岩、凝灰质粘土和凝灰质粉砂岩。但在东乡县瑶圩一带则为紫色安山质凝灰岩夹石英细脉、粘土化和叶蜡石化凝灰岩(图 1-1) 。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

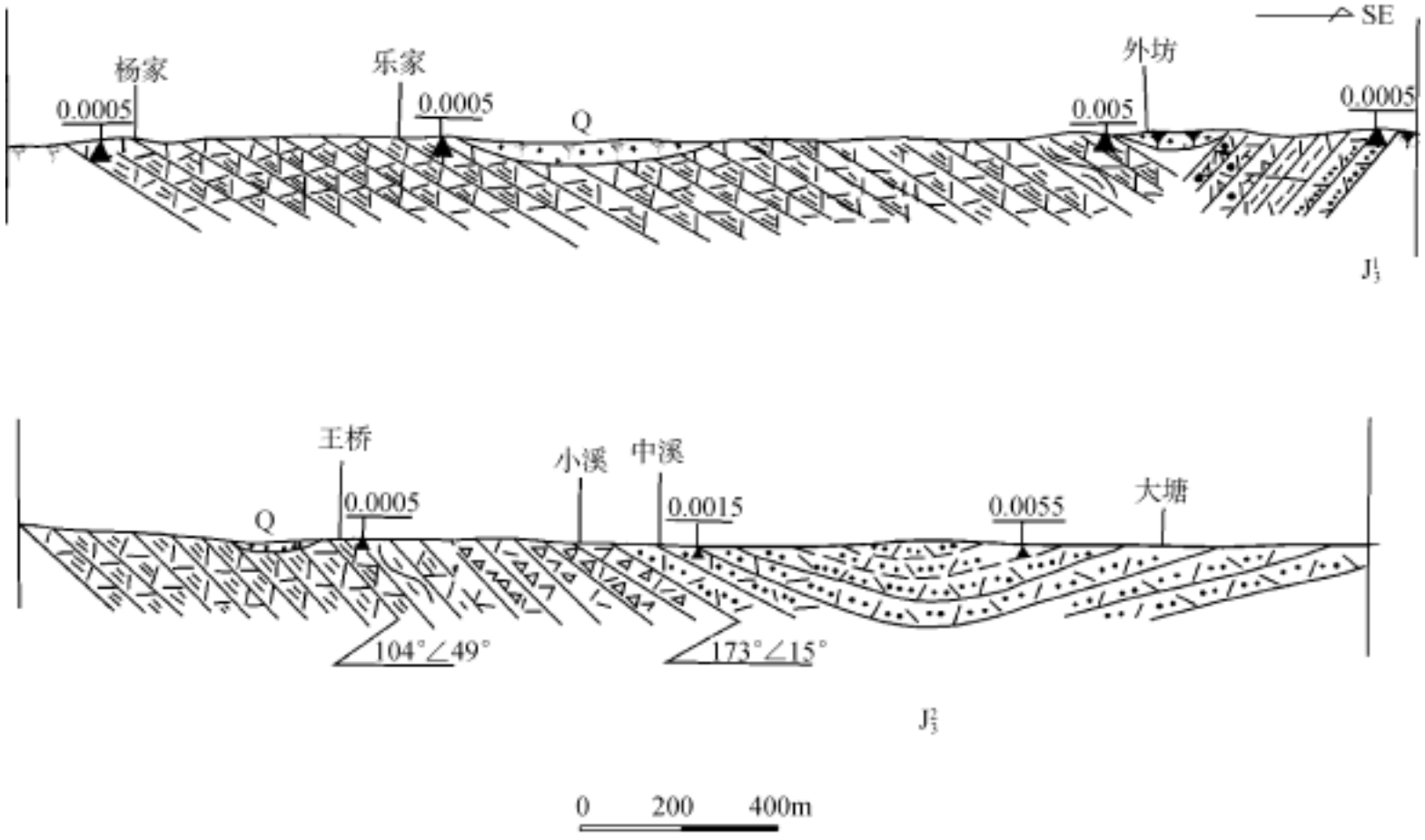


图 1-10　东乡县杨家-王桥-大塘地质剖面图

周家源组和花草尖组，经取样分析，金含量范围为 0.0005×10^{-6} ～0.0035×10^{-6}，一般为 0.002×10^{-6}。

(2) 鸡笼嶂组

该组主要分布在东乡县的王桥、查林、大塘、吴塘和安前等地，岩性是由含砾安山质、流纹质等凝灰岩以及凝灰质砾岩、角砾岩、砂岩和粉砂岩等火山碎屑和陆源碎屑组成的沉积岩。还有由英安岩、粗面安山岩等组成的火山岩。下面先以东乡县杨家-王桥-大塘地质剖面(图 1-10)中该组为例，在王桥、小溪山、中溪山和大塘等处其岩性有紫色安山质凝灰角砾岩和灰绿色及灰白色、灰色凝灰质砂岩。再以瑶圩-吴塘-红光垦殖场地质剖面(图 1-11)的

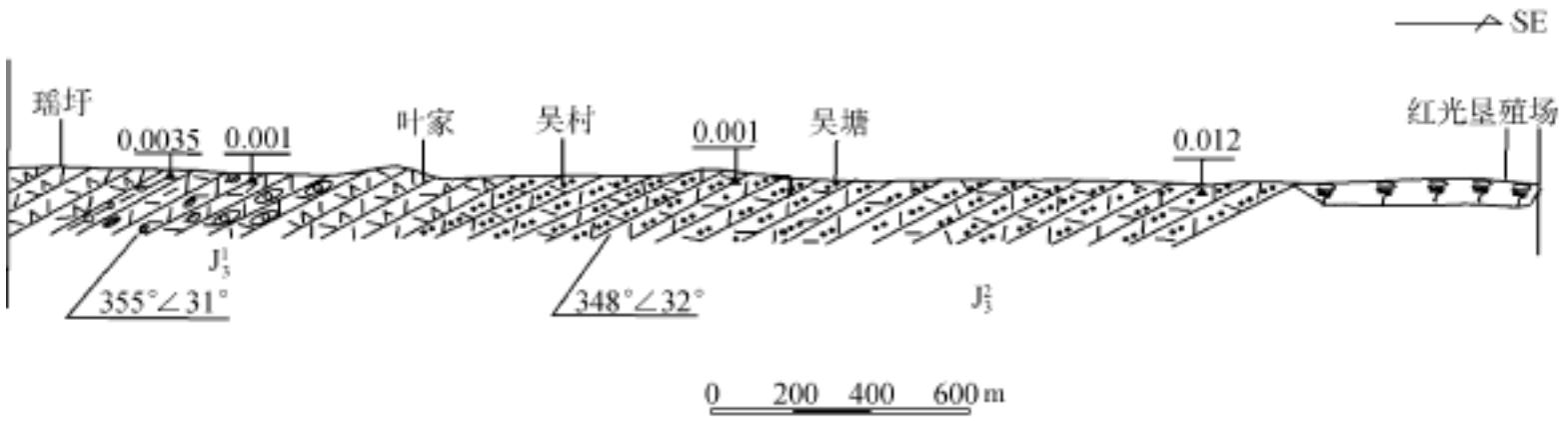


图 1-11　东乡县瑶圩-红光垦殖场地质剖面图

该组为例，在吴村和吴塘两处其岩性均为灰色和灰白色的凝灰质砂岩。然而在王桥-查林地质剖面(图 1-12)和安前地质剖面(图 1-13)中的该组的岩性与上述的地质剖面(图 1-10)和

地信网论坛
BBS.3S001.COM

(图 1-11)中该组的岩性却有不同,在地质剖面图 1-12 中的坳背和查林两处所出露的岩性为灰白色含砾凝灰岩、安山质凝灰岩、紫红色安山质含砾凝灰岩、粗面安山质凝灰砾岩、深绿色凝灰砾岩等。在地质剖面图 1-13 中的安前所出露的岩性为灰白色和浅红色粉砂岩,夹灰白色砂岩、灰绿色安山质凝灰岩、紫色流纹安山质凝灰岩。

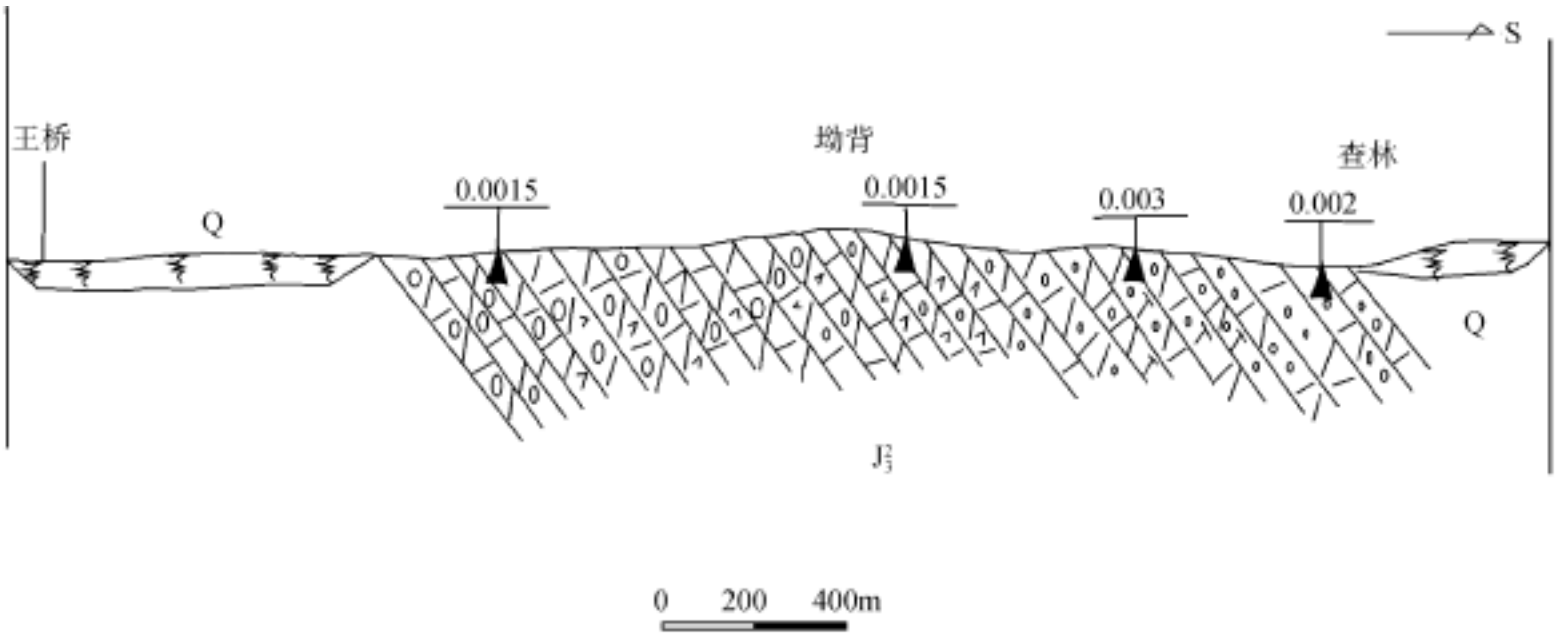


图 1-12　东乡县王桥-查林地质剖面图

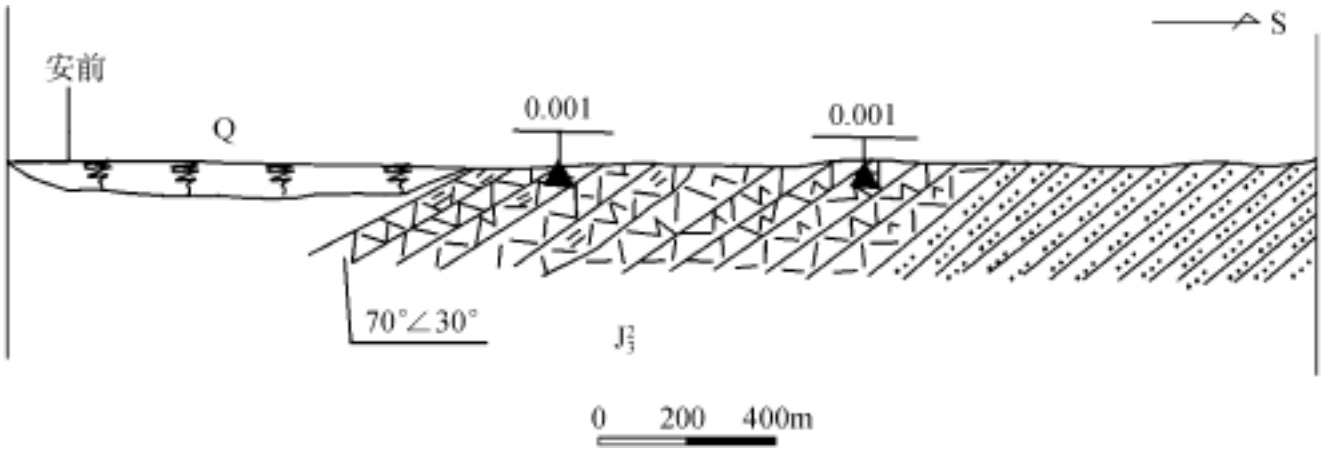


图 1-13　东乡县安前地质剖面图

经取样分析,鸡笼嶂组金含量范围为 0.001×10^{-6} ~0.0055×10^{-6},一般为0.001×10^{-6}左右,表明该地层金含量稍比周家源组和花草尖组要好。崇仁县的相山北部的打鼓顶组的岩性主要为英安岩、流纹英安岩、熔结凝灰岩、集块岩以及角砾岩、砂岩和粉砂岩。鹅湖岭组的岩性主要是碎斑熔岩、熔结凝灰岩、晶屑玻屑凝灰岩、凝灰角砾岩以及安山岩、英安岩和流纹岩。

综上所述,侏罗系从下统到中统和上统,其岩性是由陆源碎屑沉积岩过渡到火山碎屑沉积岩和火山岩。从分布面积、出露范围来看,上统比下统和中统要大得多。此外,燕山早期也是岩浆十分活跃的时期,除了在研究区两侧有多处出现花岗岩体外,在东乡县虎圩赛阳关则出露有石英闪长玢岩($\delta o\mu_3^2$)浅成侵人体。该岩体与金矿化关系十分密切,虎圩金矿即赋存于该岩体内,并且在该矿区的侏罗系中发现有金矿化。

侏罗系与下伏三叠系和上覆白垩系均呈整合关系。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

八、白垩系

在研究区只出露有白垩系上统南雄组(K_2n) 。该组出露面积大, 分布集中, 它沿东乡县城向南偏西经抚州到崇仁再到永丰一线, 呈北东方向展布。

该组的岩性主要为一套陆相红色盆地沉积的砾岩、砂砾岩、砂岩、粉砂岩以及泥质岩等碎屑沉积岩。它们属于典型的红色陆源碎屑建造。盆地基底主要为中新元古界和古生界。两者呈不整合关系。

该组目前没有发现有价值的金矿化。

九、下第三系

下第三系在赣中被称为新余群(E_{1-2}) 。该群主要分布在研究区西北一侧的最边缘一带, 范围包括丰城市的铁岗岩, 樟树市的芗溪和洋湖, 沿南偏西至新干县的溧江以南。该群的岩性主要为一套陆相沉积的砾岩、砂岩、粉砂岩和泥岩等, 间夹石膏和岩盐层。

目前该群还未发现有金矿化。该群地层与下伏白垩系呈过渡关系。

十、第四系

第四系(Q) 在研究区均有广泛分布, 但不同的地理环境可以表现出不同型式的沉积物和沉积层, 在山前和山麓等地带表现以冲积和洪积型式的砾和砂为主的沉积物; 在河、溪、湖、塘地带则表现以滞留, 冲洪积型式的砾砂、粉砂和泥为主的沉积物; 在平原和开阔低地地带则表现为以淤积和堆积型的粉砂和泥为主的沉积物; 在山坡和高地地带则表现为以坡积和残积型的块石、砾石、粗砂以及较坚密的红土为主的沉积物。然而最主要的第四系还是河湖和平原低地的砂、粉砂和泥以及砾石等沉积物。

在研究区的第四系中发现有多处以砂金形式富集而成的金矿点(床) , 例如临川云山地区的金山岭南麓山坡及沟道中, 石巷村南的水塘溪道中, 临川的桐源, 新干县的谭丘、城上, 峡江县的马埠等地的小河沟溪水道中以及峡江县的分界红土层中均有砂金的分布, 有的达到了工业矿化标准。例如临川的桐源砂金矿和峡江县的分界第四系红土型金矿。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

第二章　赣中地区岩浆岩特征

一、岩浆岩基本特征

本区岩浆活动强烈，具多期多阶段的特点。大致可分为晋宁期、加里东期、海西-印支期和燕山期四期。晋宁期主要出露超基性侵入岩，规模较小，呈岩枝，岩瘤状零星分布于西部一带。

加里东期岩浆作用较为强烈，早期主要为中基性、酸性火山喷发，晚期有酸性岩浆侵入，或经深熔作用形成花岗岩体。海西-印支期主要是中酸性侵入岩，分布于西部地区。燕山期岩浆作用最为强烈，早期以酸性岩浆侵入为主，形成一些花岗质岩体；中晚期则以岩浆喷发为主，形成一些火山岩；其次是浅层或超浅层侵入小岩体（图 2-1 和表 2-1）。

1. 晋宁期岩浆岩

这个时期火山喷发以海底火山作用为主，形成一套基性-中酸性火山岩。侵入岩体出露于抚州-永丰断裂以西，沿弋阳-萍乡深断裂南缘一线产出，岩体规模较小，岩瘤状产出，基本上都产于新元古界中。岩性主要是超基性岩，经后期热液蚀变已变成蛇纹岩。兹以古村岩体为例，叙述以下。

丰城罗山乡古村岩体产于新元古界中，岩体规模不大，呈岩瘤状产出。新鲜岩石呈黑色、墨绿色，细粒结构，块状构造。经镜下观察基本上已蛇纹石化（照片 1）。风化后呈黄色，其化学成分见表 2-2。SiO_2 含量较低，MgO、FeO、Fe_2O_3 含量较高，Na_2O、K_2O 含量很低，由于蚀变风化等作用，烧失量较高。其微量元素和稀土元素含量见表 5-5、表 5-10 中的 868、871 号样，由稀土配分曲线可知，该岩石为轻稀土富集、铕亏损型。

2. 加里东期岩浆岩

本区加里东运动强烈，在强烈的区域变质作用的基础上，经混合岩化、花岗岩化作用形成一些原地、半原地型混合花岗岩和异地岩浆型花岗岩。如乐安岩体、金溪岩体和永丰岩体等。

乐安岩体：分布于乐安县城附近，产于于山复式背斜北部，呈北北东向椭圆状产出。岩体与震旦系呈交代侵入接触关系，部分地段具明显的角岩化。主要岩性有混合斑状黑云母花岗岩，混合斑状黑云斜长花岗岩和混合多斑石英正长岩等。混合斑状黑云母花岗岩具斑状花岗变晶结构，主要由钾长石（33%）、斜长石（32%）、石英（25%）、黑云母（7%）、白云母（2%）等组成，副矿物有磁铁矿、锆石、磷灰石、独居石、金红石、绿帘石等。混合斑状黑云斜长花岗岩，同样具斑状花岗变晶结构，矿物组成：斜长石（60%）、石英（27%）、黑云母（13%），含少量钾长石，副矿物有磷灰石、锆石、独居石、石榴子石、金红石、绿帘石、黄铁矿等。混合多斑石英正长岩主要由钾长石（80%）、斜长石（10%）、石英（5%）、黑云母（5%）组成，副矿物有磷灰石、锆石、金红石等。

地信网论坛
BBS.3S001.COM



图 2-1　赣中地区岩浆岩分布图

1—花岗岩；$\gamma\sigma_3^3$ 加里东期斜长花岗岩；γ_3^2 加里东期花岗岩；2—$\gamma\delta_4^3$ 海西期花岗闪长岩；3—γ_5^2 燕山期花岗岩；$\gamma\mu_5^2$ 燕山期石英二长岩；4—$\delta o\mu_5^2$ 燕山期石英闪长玢岩；5—σ_2^3 晋宁期超基性岩；6—酸性喷出岩；7—古火山口；8—深大断裂

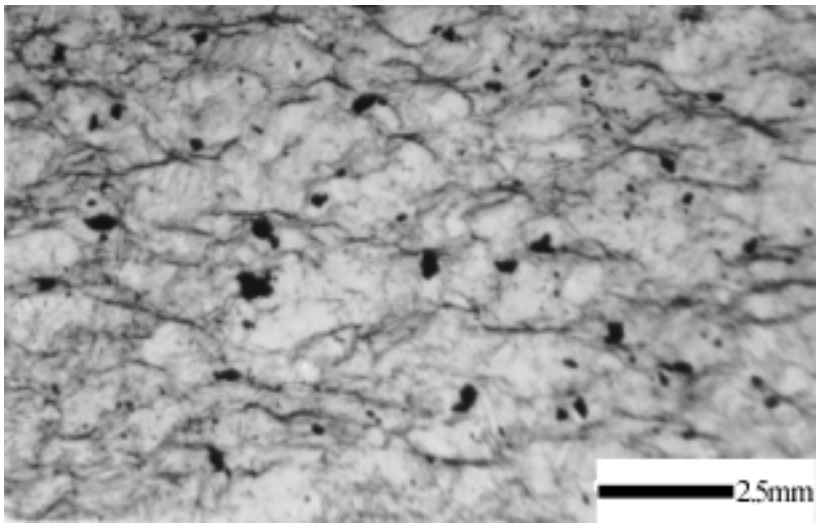
金溪岩体：产于金溪陆坊复式背斜轴部，呈岩基状产出。岩体东部、北部与震旦系呈渐变过渡，南部似呈侵入接触，西部被上侏罗统火山岩系所覆盖。主要岩性为混合黑云斜长花岗岩，混合二长花岗岩等。两种岩石都为斑状花岗变晶结构，片麻状构造，前者由钾长石(3%)、斜长石(54%)、石英(31%)、黑云母(8%)、白云母(2%)组成；后者由钾长石(29%)、斜长石(37%)、石英(29%)、黑云母(3%)、白云母(2%)组成。两者副矿物基本相同，主要有石榴子石、锆石、磷灰石、金红石、绿帘石、钛铁矿、独居石等。

永丰岩体：分布于永丰城东约 4km，其形态为梭形，呈岩株状产出，侵入于震旦系中，被下石炭统华山岭组所覆盖，外接触带宽 500 ～1000m，具角岩化和斑点板岩。岩性为中细粒斑状黑云母二长花岗岩。主要由钾长石(29%)、斜长石(35%)、石英(28%)、黑云母(4%)、白云母(1%)组成，副矿物有磷灰石、金红石、白钛石、锆石、独居石、磁铁矿等。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 2-1　赣中地区岩浆岩基本特征一览表

	期次	岩体代号	主要岩性	产状	岩体地名
侵入岩	燕山期	γ_5^2	黑云母花岗岩	岩基	大王山岩体
		γ_5^2	二长花岗岩	岩基	棠阴岩体
		γ_5^2	二云母花岗岩	岩基	进贤岩体
		γ_5^2	黑云母花岗岩	岩基	新丰街岩体
			黑云母花岗岩	岩基	招携岩体
	海西—印支期	γ_4^3	斜长花岗岩	岩基	金滩岩体
		$\gamma\delta_4^3$	角闪花岗闪长岩	岩基	麦斜岩体
	加里东期	γ_3^3	黑云母二长花岗岩	岩株	永丰岩体
		$\gamma\sigma_3^2$	混合黑云斜长花岗岩	岩基	金溪岩体
		γ_3^2	混合斑状黑云母花岗岩	岩基	乐安岩体
	晋宁期	δ_2^3	橄榄辉石岩	岩瘤	丰城罗山古村岩体
火山岩	晚侏罗世	J_3zh	周家源组英安岩凝灰质泥岩	近长方形近南北向展布	东乡南部
		J_3hu	花草尖组熔结凝灰岩,泥凝灰岩		
		J_3h	虎岩组集块岩含角砾凝灰岩		
		J_3e	鹅湖岭组酸性碎屑熔岩	椭圆形近东北向展布	相山
		J_3d	打鼓岭组熔结凝灰岩,粉砂岩等		
		J_3e	鹅湖岭组火山碎屑岩,熔岩	似纺锤形近南北向展布	玉华山



照片 1　单偏光 3.3× 8 蛇纹岩

主要由叶蛇纹石组成,有少量铁质不透明矿物

3. 海西-印支期岩浆岩

本期岩体主要出露于本区西部新干、峡江一带。如新干的麦斜岩体和峡江的金滩岩体。

金滩岩体: 分布于峡江县城之西城上、金滩一带, 呈北西向椭圆形岩基状产出 。侵入于震旦系, 被晚侏罗世西坑岩体所覆盖。可分为过渡相和边缘相。过渡相为黑云母花岗岩, 由钾长石(45%)、斜长石(23%)、石英(30%)、黑云母(8%)组成, 副矿物有磷灰石、锆石、磁

地信网论坛
BBS.3S001.COM

铁矿、石榴子石、榍石。边缘相岩性为黑云母斜长花岗岩，含钾长石(6%)、斜长石(53%)、石英(25%)、黑云母(8%)。副矿物基本上与过渡相相同。

麦斜岩体：分布于新干南东，呈北东向枝杈状产出，侵入于震旦系中，被早侏罗世上院岩体覆盖。岩性为花岗闪长岩，主要矿物由钾长石(10% ～6%)、石英(20% ～30%)、黑云母(5% ～15%)、角闪石(2% ～5%)组成，副矿物有锆石、磷灰石、磁铁矿、黄铁矿、金红石、褐帘石、独居石、榍石等。

4. 燕山期岩浆岩

(1)侵入岩

本区燕山期岩浆活动最为强烈，可分为燕山早期、燕山中期和燕山晚期。形成一系列中酸性火山岩和侵入岩。燕山早期花岗岩类分布较广，几乎遍布全区，构成花岗岩的主体，后来又有晚期岩体侵入，大多形成多期多阶段的复式岩体，中晚期侵人岩分布相对较少，主要呈岩枝、岩脉状产出，从中酸性—基性都有。

招携岩体：产于乐安南部，呈椭球形岩基状产出，北、东、南三侧侵入于早古生代乐安混合岩中；北西角云峰一带侵入于中石炭统及安源组中，接触带中有大理岩和斑点板岩。中心相和边缘相不太发育，过渡相广泛发育，有钨、锡、铀等矿化现象。

新丰街岩体：分布于宜黄、南丰两县交界处，岩体呈近椭圆形产出，岩基状。东南侵入于印支期司前岩体中，北部侵入震旦系中，西部侵入于带源岩体。中心相分布较广，边缘相和过渡相不发育。岩性为中粒斑状黑云母花岗岩，有钨矿化现象。

进贤岩体：产于进贤县城以东，呈纺锤状东西向延伸。东端侵入中石炭统，其余部分侵入双桥山群，形成宽数百米 ～1km 接触变质带，分相不明显。

棠阴岩体：分布于宜黄城东，呈长圆形岩基状产出。侵入震旦-寒武系浅变质灰岩中，西侧与下白垩统呈断层接触。岩体分相也不明显。

大王山岩体：分布于宜黄县西南，北东向展布，岩基状产出。主要侵入于震旦系中，岩性为黑云母花岗岩，为燕山早期第二阶段的产物。

(2)火山岩

本区位于赣杭构造火山岩带的西南端，在晚侏罗世至早白垩世即燕山中期，有强烈的火山喷发活动。在东乡南部，相山、玉华山等地发育一套陆相火山岩和次火山岩。

东乡火山盆地由周家源组、花草尖组和虎岩组等组成，岩性主要有中酸性熔岩类、火山碎屑岩类、火山沉积岩类及正常沉积岩类。并发育有次火山岩类，主要岩性为石英闪长玢岩、英安玢岩、橄榄玄武玢岩、角闪安山玢岩、花岗斑岩等，呈岩枝、岩脉产出。虎圩金矿就产于石英闪长玢岩体中。

相山火山盆地为东西向稍长的椭圆形，出露面积约 300km^2，主要由打鼓顶组和鹅湖岭组组成，其主体岩石为一个中心巨厚向外侧逐渐变薄的蘑菇状地质体，主体岩性为碎斑熔岩，可分为边缘相、内部相和中心相三个相。也有花岗斑岩和闪长玢岩等次火山岩呈环状分布于盆地边缘。著名的相山铀矿田就产于其中。

玉华山火山盆地空间上呈近南北向略长的椭圆形，面积约 240km^2，主要岩石也是由碎斑熔岩组成，目前未发现有矿床。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

二、岩浆岩岩石化学、地球化学特征及成因探讨

1. 侵入岩

表 2-2 列出了本区部分侵入岩的岩石化学成分。序号 1、2 样为晋宁期超基性岩，其 SiO_2 含量很低，MgO、Fe_2O_3 和 FeO 含量较高，镁铁比(m/f) 分别为 3. 00、1. 28; 氧化程度(h) 分别是 58 和 56，为铁质超基性岩，并且氧化程度中等。将岩石化学成分 CIPW 标准矿物计算结果矿物成分主要是橄榄石和辉石，投影点落在辉石橄榄岩区，这与镜下所观察鉴定结果基本相符，镜下所见虽然大部分都已蛇纹石化，但也不乏辉石矿物的残余。

表 2-2　赣中地区主要侵入岩化学成分表(w_B /%)

序号	岩性	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	产地
1	墨绿色蛇纹岩	40. 38	0. 25	6. 73	9. 38	6. 05	0. 17	24. 66	丰城古村
2	风化蚀变超基性岩	26. 72	2. 75	17. 46	14. 74	10. 61	0. 18	17. 14	丰城古村
3	斜长花岗岩	73. 06	0. 14	14. 14	0. 90	1. 19	0. 15	0. 66	金滩
4	角闪花岗闪长岩	61. 20	0. 65	15. 41	1. 69	4. 41	0. 13	3. 63	麦斜
5	花岗岩	72. 16	0. 12	15. 98	0. 57	0. 51	0. 022	0. 23	宜黄梨溪
6	黑云母花岗岩	73. 22	0. 11	13. 98	0. 70	1. 78	0. 11	0. 45	招携
7	黑云母花岗岩	72. 56	0. 28	13. 93	0. 42	1. 85	0. 09	0. 49	新丰街
8	二云母花岗岩	74. 14	0. 12	14. 08	1. 00	1. 03	0. 22	0. 47	进贤
9	二长花岗岩	68. 49	0. 53	15. 81	0. 15	3. 22	0. 06	1. 14	棠阴
10	黑云母花岗岩	73. 75	0. 16	13. 82	0. 42	1. 47	0. 07	0. 28	大王山
11	黑云母花岗岩	71. 34	0. 30	14. 03	2. 00	0. 32	0. 013	0. 35	抚州温泉

序号	岩性	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	烧失量	$K_2O + Na_2O$	K_2O/Na_2O	产地
1	墨绿色蛇纹岩	2. 08	0. 12	0. 034	0. 014	9. 64	0. 154	0. 28	丰城古村
2	风化蚀变超基性岩	0. 15	0. 026	0. 034	0. 021	9. 94	0. 06	0. 62	丰城古村
3	斜长花岗岩	0. 63	2. 12	4. 30	0. 11	2. 11	6. 42	1. 40	金滩
4	角闪花岗闪长岩	4. 99	3. 23	3. 08	0. 35	1. 46	6. 31	0. 63	麦斜
5	花岗岩	0. 45	2. 77	5. 43	0. 096	1. 36	8. 20	1. 96	宜黄梨溪
6	黑云母花岗岩	0. 75	3. 39	4. 87	0. 12	2. 13	7. 54	1. 61	招携
7	黑云母花岗岩	1. 41	3. 39	5. 08	0. 10	0. 52	8. 47	1. 50	新丰街
8	二云母花岗岩	1. 37	3. 30	3. 68	0. 04	0. 60	6. 98	1. 12	进贤
9	二长花岗岩	1. 90	3. 64	3. 76	0. 25	1. 30	7. 40	1. 03	棠阴
10	黑云母花岗岩	0. 69	3. 54	5. 36	0. 14	0. 76	8. 90	1. 55	大王山
11	黑云母花岗岩	0. 19	0. 11	9. 70	0. 046	1. 40	9. 81	88. 18	抚州温泉

注: 1, 2, 5, 11 为本书样，由江西物化探大队实验测试所测定，其余数据据江西地质矿产局，1984。

3、4 号样为海西-印支期岩体。3 号为金滩岩体，SiO_2 含量较高，Fe_2O_3、FeO、MgO 含量较低，属铝强烈过饱和系列，求得 Q: 40. 19%、Or: 23. 71%、Pl: 17. 51%，还有少量的云母和一些副矿物，为典型的花岗岩。4 号为麦斜岩体，经计算，属正常类型，Q: 17. 89%、Or: 6. 80%、Pl: 50. 88%，投影点落到花岗闪长岩区(图 2-2) ，与薄片鉴定结果相一致。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

5 号样采自宜黄县黎溪乡上游水库, SiO_2 含量较高, $K_2O + Na_2O$ 高, K_2O/Na_2O 较大, 求得, Q: 31. 06%、Or: 34. 76%、Pl: 19. 28%, 属典型的花岗岩。

6 ~10 号样为燕山期花岗岩, 其全碱在 7% ~9% 之间, 都较高, 且 $K_2O > Na_2O$, 都属铝过饱和型, 6 号样 Q(31. 04%)、Or(30. 66%)、Pl(24. 93%), 7 号样 Q(28. 76%)、Or(34. 11%)、Pl(30. 56%), 8 号样 Q(35. 24%)、Or(21. 14%)、Pl(30. 09%), 9 号样 Q(27. 14%)、Or(14. 99%)、Pl: (40. 76%), 10 号样 Q(29. 23%)、Or(36. 71%)、Pl(26. 95%), 基本上都投在花岗岩区。

11 号样品采自抚州温泉, 也属燕山期花岗岩, 它的特点是 $K_2O + Na_2O$ 较高, $K_2O \gg Na_2O$, 这可能与钾质交代有关。附近有断层通过, 热液蚀变强烈, 有重晶石矿脉。岩体与围岩中, 发现有铜、金矿化现象。

将标准矿物计算结果的 Q, Or, Pl 投影至 Winxler 和 Vonplaten 图中(图 2-2), 燕山期花岗岩基本上落在低温槽中或附近, 说明可能是岩浆成因, 11 号样由于强烈钾长石化, 所以投影点偏离低温槽。

2. 火山岩

本区火山作用强烈, 特别是晚侏罗世至早白垩世有大量的火山喷发, 例如, 东乡、相山及玉华山地区有大量的火山岩出露。东乡虎圩金矿与该区的火山岩有关, 特别是与次火山岩有更为密切的关系。下面以东乡火山岩特别是赛阳关石英闪长玢岩为例, 说明该区火山岩的特征。

(1) 石英闪长玢岩体地质特征

岩体产于晚侏罗—早白垩世火山盆地中, 呈不规则的三角形产出, 出露面积约 $18km^2$, 构成赛阳关火山穹隆的核部。围岩为一套陆相火山岩, 含上侏罗统周家源组和其上的花草尖组。周家源组岩性为沉凝灰岩、凝灰质粉砂岩、英安岩、流纹质英安岩、含集块(角砾)熔岩; 熔结凝灰岩(照片 2)及英安-流纹质熔结凝灰岩组成, 下部局部含集块、角砾; 底部由沉凝灰岩、含砾晶屑凝灰岩(照片 3)与下伏周家源组呈沉积-喷发不整合接触。

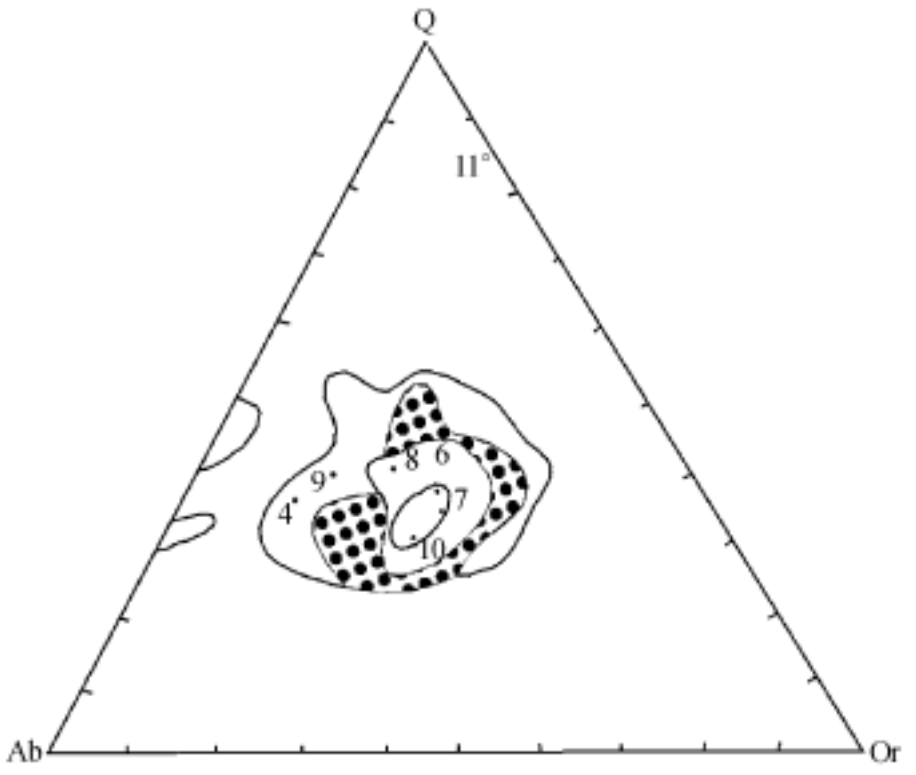
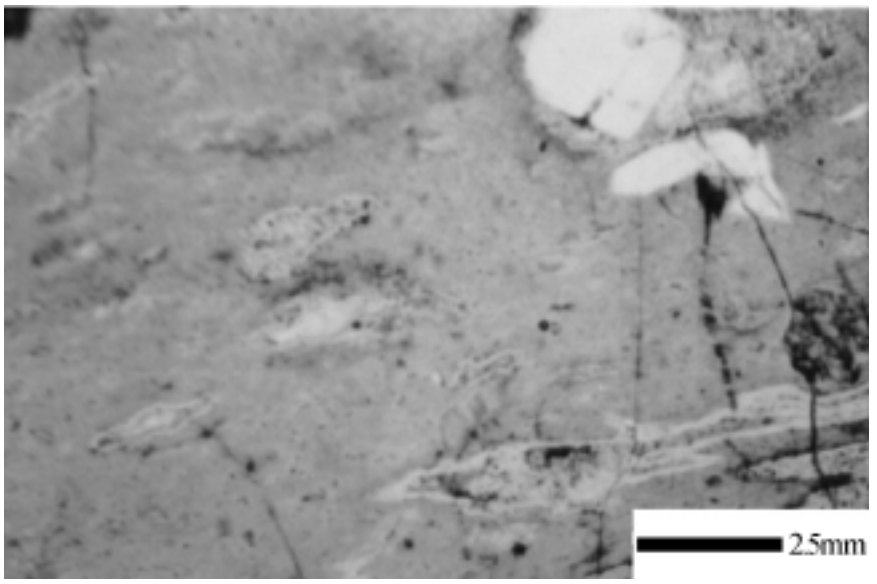
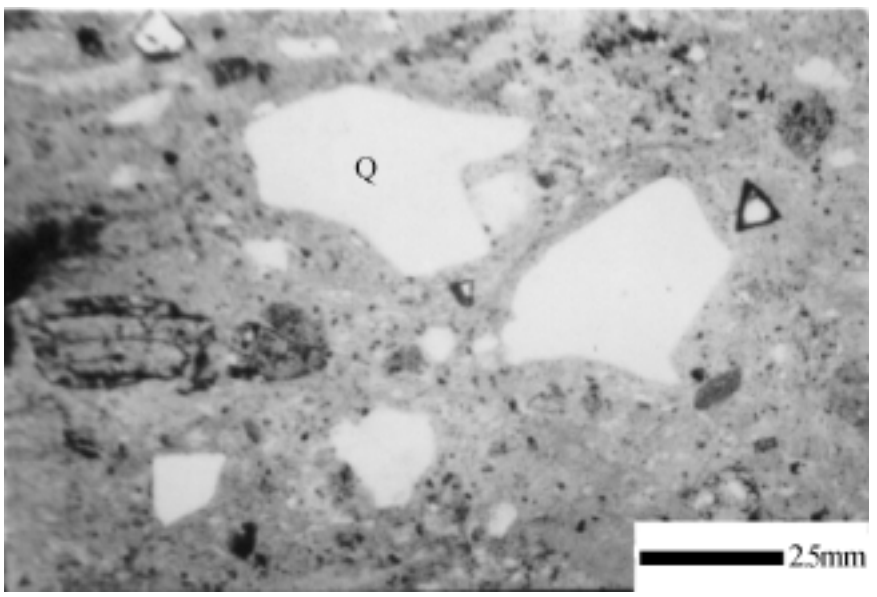


图 2-2 花岗质岩石标准矿物 Q, Ab, Or 投影图

地信网论坛
BBS.3S001.COM



照片 2　单偏光, 熔结凝灰岩, 凝灰结构, 有石英晶屑, 塑性玻屑, 玻屑呈枝杈状, 蝌蚪状



照片 3　单偏光, 晶屑凝灰岩, 具石英晶体, 有碎裂现象, 凝灰结构, 有少量岩屑

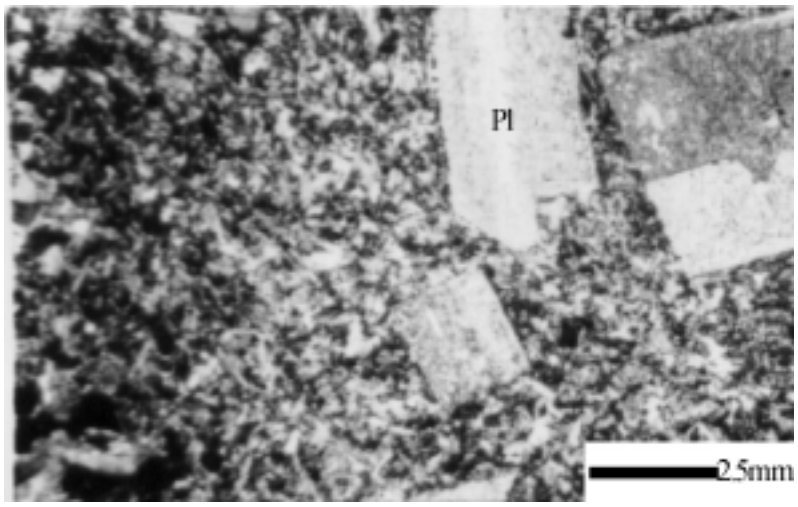
(2) 石英闪长玢岩岩相学特征

岩石呈灰-灰绿色, 斑状结构, 块状构造。风化后呈浅黄色、浅褐色等, 斑晶主要有斜长石及钾长石(约占 35%), 次为石英、角闪石、黑云母、辉石等, 钾长石斑晶大多呈半自形-自形晶, 多数粒晶在几毫米以上。斜长石斑晶多呈自形-半自形板状, An = 35 ~50, 即为中长石, 普遍具聚片双晶, 有的可见卡钠复合双晶, 具环带构造(照片 4)。石英为它形粒状, 具裂纹和熔蚀现象, 量较小。黑云母斑晶常见呈片状, 较自形(照片 5), 常见绿泥石化现象析出铁质(照片 6), 有时见有暗化现象。岩石中副矿物有磷矿石、磁铁矿、锆石、白钛石、钛铁矿、榍石、石榴子石等, 在虎圩矿区, 岩石蚀变强烈, 绿泥石化、绢云母化、黄铁矿化(照片 7)等呈面状展布, 还有碳酸盐化、硅化等。

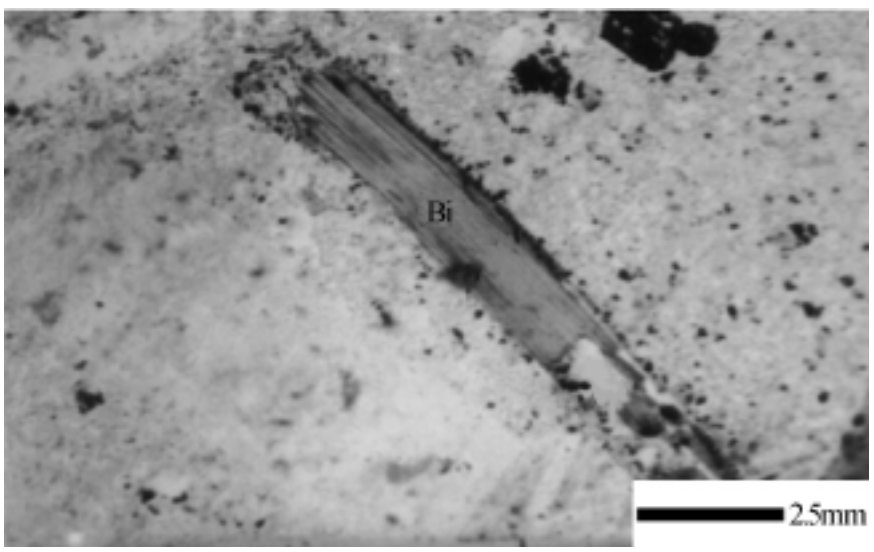
(3) 石英闪长玢岩岩石化学特征

表 2-3 列出东乡虎圩石英闪长玢岩岩石化学成分及一些参数, 其全碱较高, 多数在 8 ~ 10 之间, 而且 $K_2O/Na_2O > 1$, 与中国或世界中性岩相比, K_2O 明显偏高, 这是该区次火山岩的一个特点。大多数样品, CaO、MgO、FeO都偏低。$Fe_2O_3 > FeO$, 这可能与次火山岩形成

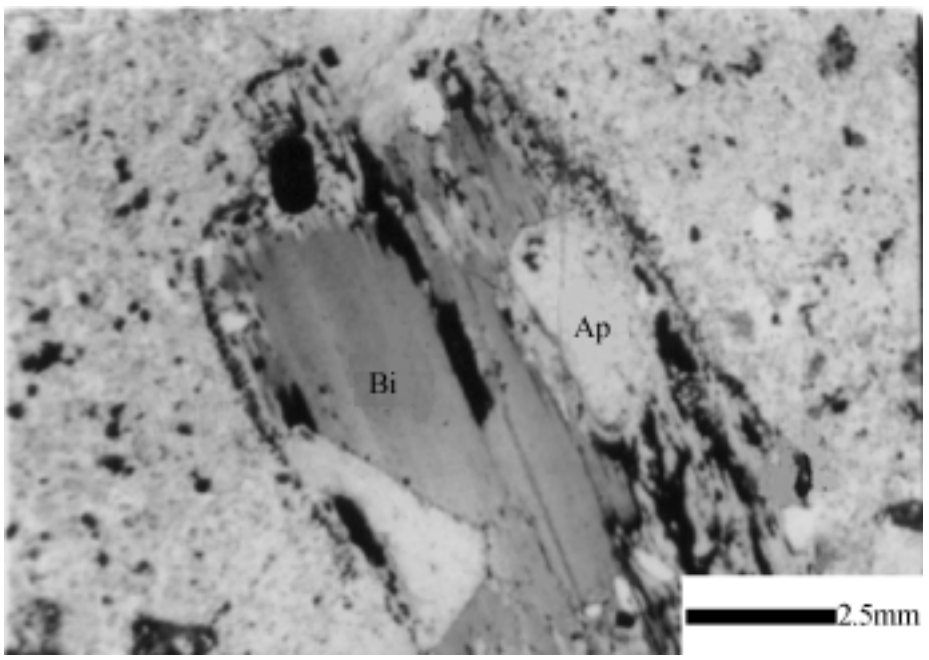
地信网论坛
BBS.3S001.COM



照片 4　正交偏光, 石英闪长玢岩, 自形板状斜长石斑晶, 长石斑晶, 基质长英质成分, 微晶结构

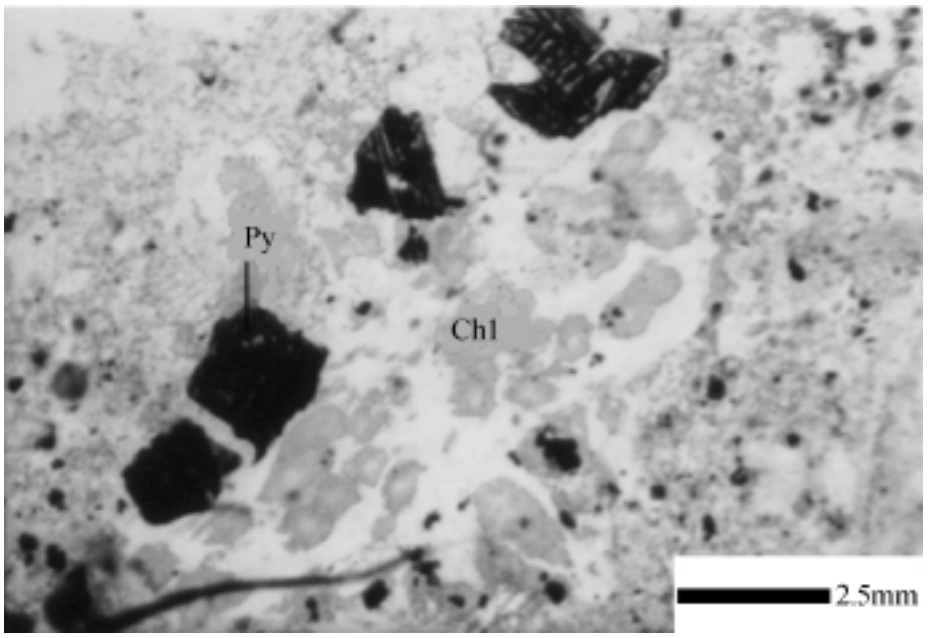


照片 5　单偏光, 石英闪长玢岩, 较自形的黑云母斑晶, 边缘略具绿泥石化, 略显暗化边, 有磷灰石等副矿物



照片 6　单偏光, 石英闪长玢岩, 黑云母沿边缘被绿泥石化, 析出铁质, 里边有磷灰石副矿物

地信网论坛
BBS.3S001.COM



照片 7　单偏光, 石英闪长玢岩, 黑色为黄铁矿, 呈星点状分布(略呈带状分布) , 此外还具绿泥石化

表 2-3　石英闪长玢岩岩石化学成分及部分参数表

序号	样号	化学成分(w_B /%)										
		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	FeO
1	832	58.18	0.95	21.89	6.29	0.067	1.06	0.058	0.06	2.89	0.16	51.0
2	833	75.12	0.52	11.87	4.65	0.067	0.61	0.12	0.048	3.08	0.12	0.32
3	835	58.98	0.75	18.36	5.58	0.180	1.31	0.46	0.36	7.51	0.069	0.26
4	836	64.48	0.65	15.01	5.93	0.089	1.04	0.37	0.93	8.02	0.12	0.45
5	405	61.60	0.78	17.35	4.33	0.120	1.21	0.99	2.60	5.60	0.27	1.68
6	432	61.40	0.75	16.49	3.81	0.120	1.38	3.11	3.40	4.80	0.28	2.15
7	506	58.68	0.70	16.23	2.73	0.110	1.32	3.93	2.85	5.15	0.27	2.72
8	524	62.66	0.65	16.29	4.00	0.110	1.46	3.43	2.98	4.83	0.24	1.35
9	601	63.10	0.72	17.28	4.71	0.100	1.19	0.34	2.85	5.47	0.23	0.80
10	607	61.88	0.75	19.27	5.60	0.090	0.91	0.57	0.12	4.75	0.069	0.36
11	625	61.86	0.93	18.01	4.91	0.111	1.24	0.63	2.50	3.87	0.03	1.34
12	GSl	62.24	0.70	16.48	3.79	0.160	1.113	0.60	3.00	7.00	0.00	1.77
13	GS4	60.58	0.70	15.85	1.89	0.150	1.21	2.91	3.40	5.60	0.00	3.54
14	GS5	61.88	0.65	16.19	2.74	0.110	1.34	2.74	3.63	4.80	0.00	3.03
15	GS6	61.64	0.67	16.33	2.47	0.100	1.37	2.45	3.68	4.93	0.00	3.32
16	GS8	62.21	0.73	16.83	4.27	0.060	1.34	0.38	3.20	5.75	0.00	1.35

序号	样号	扎氏参数表							其他参数		
		a	b	c	a′	m′	f′	n	δ	τ	全碱
1	832	4.16	31.36	0.07	76.29	5.51	18.20	3.06	0.66	22.98	2.95
2	833	4.27	15.35	0.14	67.23	6.30	26.47	2.31	0.44	22.73	3.56
3	835	11.79	19.37	0.57	61.40	11.56	27.04	6.79	3.88	24	7.87
4	836	13.56	12.77	0.45	42.94	13.68	43.38	14.98	3.73	21.66	8.95
5	405	13.82	14.42	1.20	48.34	14.19	37.49	41.37	3.62	18.91	8.20
6	432	14.98	8.10	3.93	0.80	29.90	69.29	51.85	3.62	17.45	8.20
7	506	14.77	8.65	4.29	9.80	27.77	62.43	45.69	4.08	9.11	8.00
8	524	14.02	7.58	4.26	0.70	33.72	65.58	48.39	3.10	20.48	7.81
9	601	13.94	14.72	0.41	54.02	13.43	32.55	44.19	3.00	20.04	8.32
10	607	6.95	23.37	0.68	71.87	6.41	21.71	3.70	1.26	25.53	4.87
11	625	10.89	18.75	0.75	59.90	10.97	29.14	49.54	2.15	16.68	6.37
12	GSl	16.82	10.88	0.73	35.54	17.65	46.82	39.45	5.20	19.26	10.00
13	GS4	16.30	8.26	2.93	9.28	25.92	64.81	48.00	4.61	17.79	9.00
14	GS5	15.45	7.91	3.45	0.72	29.66	69.62	53.48	3.76	19.32	8.43
15	GS6	15.70	8.58	3.07	7.88	27.84	64.35	53.15	3.96	18.88	8.61
16	GS8	15.29	13.40	0.46	46.17	16.82	37.00	45.83	4.17	18.67	7.95

地信网论坛
BBS.3S001.COM

于浅层或超浅层，氧化环境下有关。岩石的里特曼指数多数在 3 ~5 之间，据此，岩石应属钙碱性至偏碱性。

将岩石化学成分进行扎氏法计算并将结果投影于图 2-3。由图明显可看出，两个向量分别落在两个平面内，而且全部样品在碱性面内箭头都向左倾，说明属铝过饱和系列。大多数投影点位于 Sb 轴的中间部(b≌ 8)，说明暗色矿物含量中等，P_1 点离 Sb 轴较远，而 P_2 点离 Sb 轴较近，说明碱性长石含量较多，而斜长石含量较少。P_1 点箭头向左倾，并且较缓，说明含铝较高。

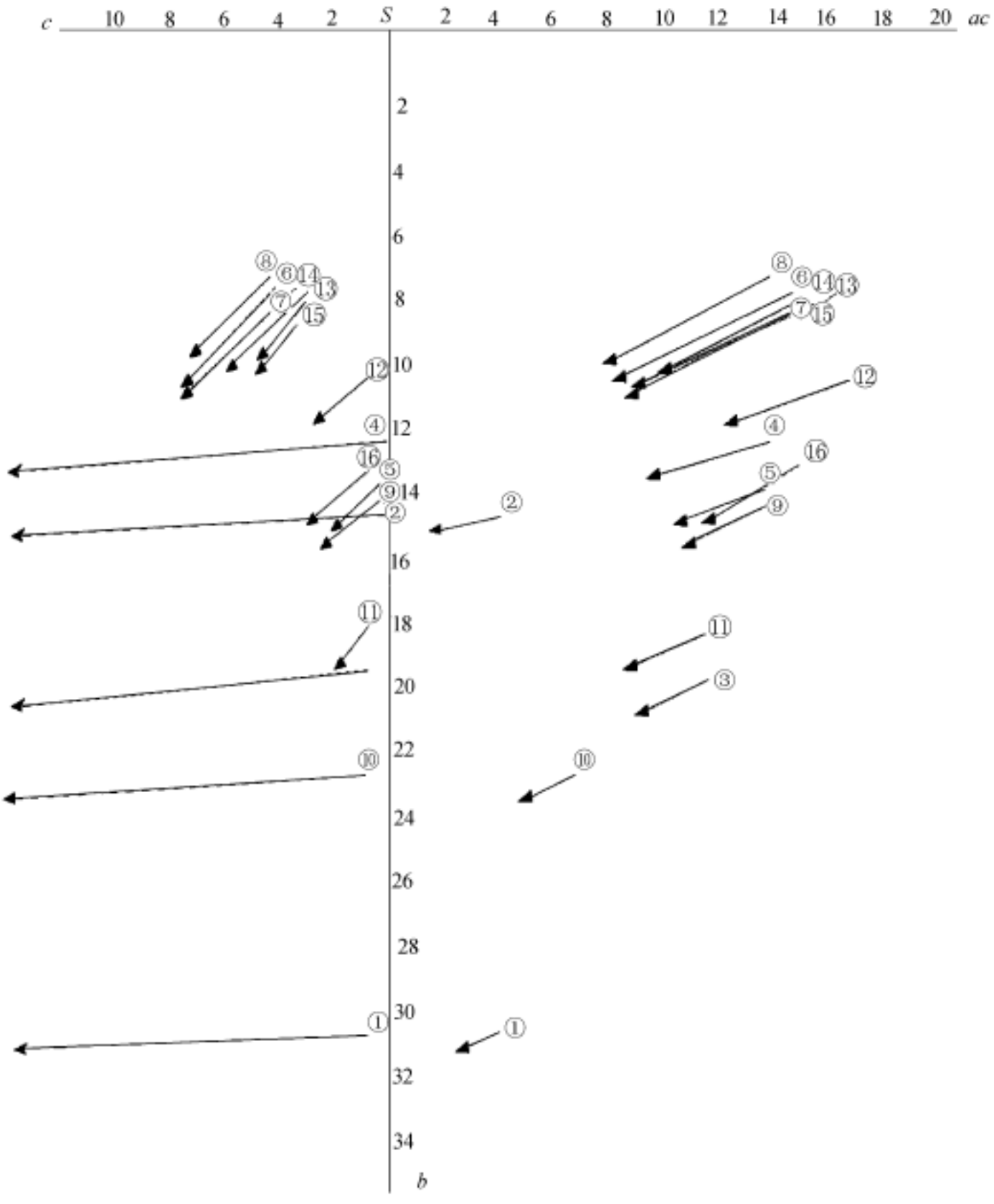


图 2-3　东乡虎圩石英闪长玢岩岩石扎氏化学图解

地信网论坛
BBS.3S001.COM

(4) 石英闪长玢岩稀土元素地球化学特征

表 5-10 中的 817、820、832、833、834、835、836 样为东乡虎圩石英闪长玢岩和部分矿石稀土含量及部分参数。石英闪长玢岩稀土总量较高, 最高达 294.3× 10^{-6}, 而矿石的稀土总量较低。LREE/HREE 基本上都在 10 以上, (La/Yb)n 也较大, 大多在 7 以上, 说明轻稀土富集, Sm/Nd 大多 <0.2, 也说明了这一点。δEu 在 0.83 ~1.26 之内, 多数为负弱的铕异常, 个别显示正铕异常, 可能跟岩石中含较多斜长石矿物有关。将稀土元素进行球粒陨石标准化(用 Boyton 数据), 得到模式图(图 2-4), 从图可看出, 曲线较为平直, 基本无铕异常, 曲线向右倾斜, 轻稀土富集, 重稀土亏损。与本区相山碎斑熔岩相比, 具鲜明差异, 相山碎斑熔岩具有较为明显的负铕异常, 铀矿石的重稀土元素大量富集。虽然两者主体岩石的岩石化学成分比较接近(相山更为酸性), 但铀和金矿石稀土元素含量却明显不同, 因为两种矿床的形成机制不同, 在成矿过程中稀土元素地球化学行为不同所致。总的看来, 岩石成因均属以壳源重熔为主, 可能有部分幔源物质的加入。

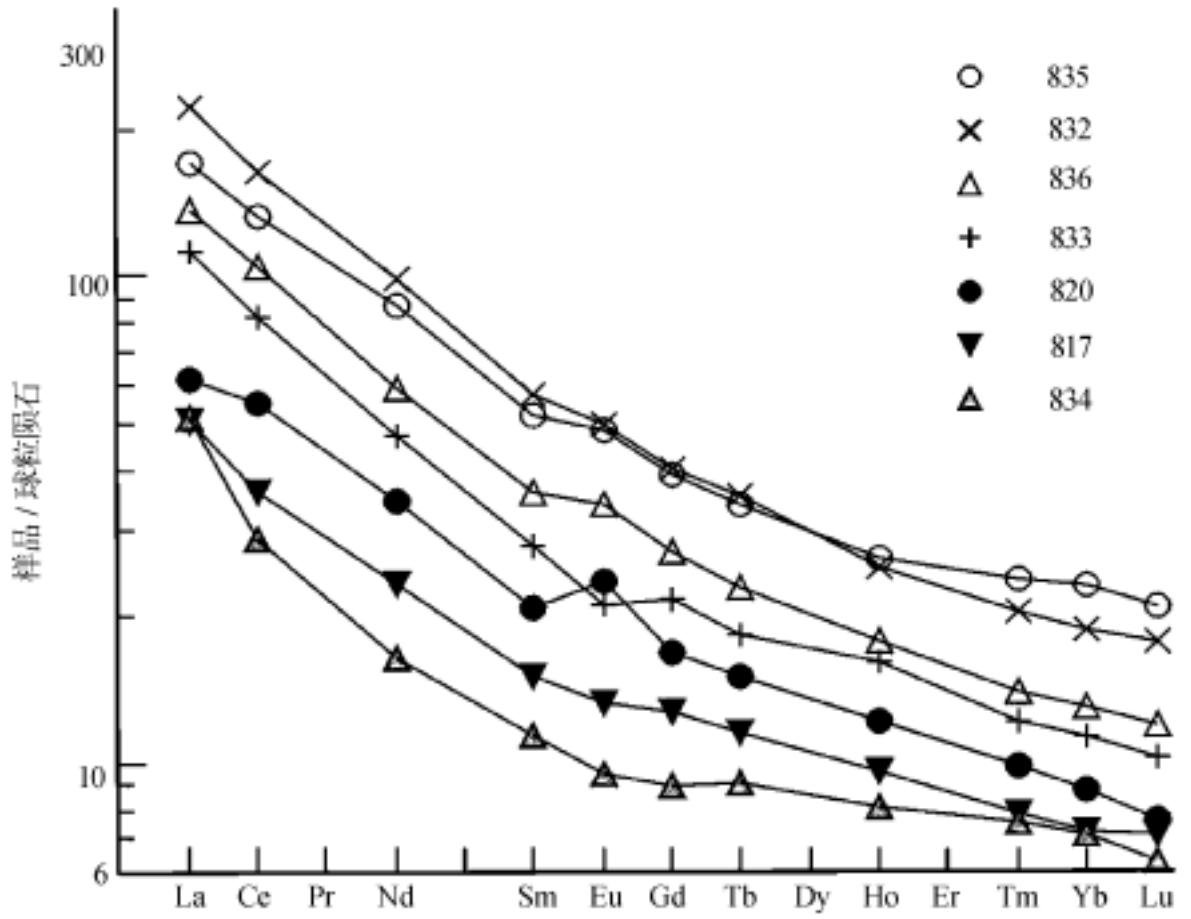


图 2-4　虎圩石英闪长玢岩和矿石稀土元素球粒陨石标准化模式图

(5) 石英闪长玢岩微量元素特征

表 5-5 中的 817、820、831、833、834、835、836 样品为虎圩石英闪长玢岩的微量元素含量。由表可见, 石英闪长玢岩中, Zn、As、Cs、Hf 等亲硫亲石元素与克拉克值相比有显著增高, Rb、Zr、Mo、Ba、Th、U 等亲石亲铁元素也有所升高, 而 Sr、Cr、Co、Sb 等亲石亲铁元素有所降低, K/Rb 比值较小, 在 77 ~140 之间, 而 Rb/Sr 比值较大, Zr/Hf 比值较小, 这说明岩浆原岩主要来自地壳, 石英闪长玢岩为岩浆分异较晚期的产物。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

3. 成因探讨

本区岩浆岩根据其地质特征、岩石特征、岩石化学、稀土元素和微量元素地球化学特征归纳, 共有如下成因类型:

晋宁期超基性岩应属幔源型成因系列, 这为大多数学者所公认。

加里东期花岗岩, 属陆壳改造型花岗岩系列。根据岩相学、矿物成分, 结合野外地质特征, 其成岩机制还有些可能属交代成因的, 即以混合岩化、花岗岩化作用形成一些原地、半原地型的混合花岗岩。但由于温度、压力的升高, 有些地方也可形成异地型花岗岩。本类岩体中没有发现像样的金矿化。

海西-印支期的金滩、麦斜岩体, 可能属混熔过渡型中酸性岩系列。

燕山期花岗岩则主要是壳源改造型成因, 有相应的火山岩存在。由图 2-2 可见, 大部分投影点都落在低温槽或其附近, 说明岩浆是壳源物质经部分熔融的产物。

本区燕山期火山岩从其化学成分、稀土元素和微量元素特征看, 主要应属壳源成因, 但也有可能有部分幔源物质的加入。与金矿成矿关系比较密切的赛阳关石英闪长玢岩应属与火山岩同源的次火山岩。

三、岩浆岩与金成矿关系探讨

本区已发现的金矿床、金矿点与岩浆岩关系最密切、最直接的就是虎圩金矿。茅排金矿虽然据遥感影像似有隐伏花岗岩体存在, 但矿化直接围岩是变质岩。根据金的地球化学性质, 它属亲铁、亲硫元素, 在岩浆作用阶段主要是分散在造岩矿物和副矿物中, 因此, 金的矿化富集主要是在岩浆期后热液阶段。在寻找与岩浆岩有关的金矿过程中, 除了要研究岩浆岩本身的特点外, 还应特别注意岩浆的演化和岩浆期后热液阶段的特征。

表 2-4 和表 5-1 列出本区部分岩体的金含量。由于上述原因, 在超基性岩体中, 金含量相对比较高, 但由于其规模小, 所以难以形成矿床。虎圩火山岩, 金平均含量较高, 加上岩浆的不断演化, 后期发育浅层次火山岩并且岩浆期后热液作用发育, 故形成矿床。乐安岩体, 其金含量较高, 岩体规模也较大, 应引起重视, 不过还需进一步研究其岩浆演化程度以及研究其小侵人体和晚期热液蚀变作用的发育程度等, 只有这些条件具备才能形成矿床。总

表 2-4　本区岩浆岩金含量统计表($w_B/10^{-9}$)

岩石类型	岩　性	平均含量(样数)
深成岩	花岗岩	1.7(310)
	花岗闪长岩	3.0(380)
	细晶岩	4.2(23)
	闪长岩、石英闪长岩、二长岩等	3.2(261)
	辉长岩	4.8(580)
	纯橄榄岩和蛇纹岩	6.6(149)
火山岩	酸性岩	1.5(188)
	铁镁质岩石及中性岩	3.2(696)

地信网论坛
BBS.3S001.COM

之，根据虎圩金矿形成的地质条件来看，其物质来源主要是壳源的，但也有部分幔源物质的加入，这些物质具有较高的金含量，同时经过多期次的分异、演化，晚期形成一些次火山岩。金矿床就产于次火山岩与火山岩的内外接触带中。同时，岩浆期后热液作用较为发育，使金不断活化、富集，从而成矿。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

第三章　赣中地区主要构造特征

该区处于扬子地块与华南地块的界区。因其分属两个不同的大地构造单元，故其褶皱基底形成时期、构造展布方向、构造发育程度等截然不同。扬子地块的褶皱基底形成于晋宁运动，由中元古界双桥山群组成，以近东西走向的褶皱线为主；华南地块的褶皱基底形成于加里东期，由新元古界—下古生界地层组成，发育着近东西向的向北或向南凸出的弧形褶皱轴线。

一、褶　皱

区内基底褶皱轴向多呈近东西向展布，后期的断裂和岩浆侵入使其支离破碎，目前仍能辨认的有临川北部的长山晏复背斜，南城宜黄的芙蓉山复向斜和峡江的城上复向斜等（包家宝，1987）。长山晏复背斜由中元古界双桥山群构成，近东西向展布；芙蓉山复向斜由震旦系与寒武系组成，也是近东西向展布；城上复向斜原为一较大复向斜，现仅残存北端一部分，轴线方向为北东向。区内构造变形据初步研究，大致可分三期：第一期变形为区域性复背斜形成期，近东西向；第二期变形为北北西向紧闭同斜褶皱群，常伴随香肠状、窗棂状构造，褶皱轴向倾向南西，倾角 20°～40°；第三期变形为叠加背斜或向斜形成期，轴向南北，伴随同向韧性剪切平移断裂。

进入中生代，经历燕山、喜马拉雅运动，本区以断块作用为主，形成著名雄伟的赣杭构造带，发育一系列断陷盆地，其褶皱微弱，仅有轻微拗曲或平缓短轴背向斜。该区的永丰-东乡盆地即属此时期的产物。该盆地东部北界为广丰-萍乡断裂，西部北界为遂川-德兴深断裂，这两条深断裂控制着盆地的形成和发展，盆地内发育上侏罗统和白垩系，地层向北西倾斜，倾角 10°～20°，东乡以南为一平缓的向斜构造。该盆地的形态和延伸方向受上述深断裂制约，盆地内以陆相红色、杂色碎屑或火山碎屑建造为主；盆地主体为北端的单斜断陷盆地；盆地沉积中心由南东向北西方向迁移，盆地两侧不对称，靠深断裂的北侧因受同生断裂活动影响，沉积物以粗碎屑为主；而另一侧比较稳定，沉积厚度小，以细粒沉积物为主，盆地内地层褶皱轻微，早中生代地层比晚中生代地层褶皱略明显，后者多呈单斜或轻微褶曲，地层向北西倾斜，倾角小于 20°。

二、断　裂

区内断裂极其发育，显示长期多次活动特征。按其力学性质有张性、扭性、张扭性、压扭性数种，并且多具张压扭交替和叠加现象，按其走向可归纳为近东西、北东、近南北、北西向四组（图 3-1）。按其规模可分为深断裂、大断裂和断裂三类，通过本区的深断裂有 6 条，即萍乡-广丰断裂（东安-晋宁期），婺源-丰城深断裂（晋宁期），遂川-德兴深断裂（加里东期），鹰潭-安远深断裂（加里东期），南城-大余深断裂（加里东期）和赣江深断裂（晋宁-加里东期）。通过本区的大断裂有 2 条，即南昌-黎川大断裂（加里东期）和宜黄大断裂（加里东期）（图 3-1）。

地信网论坛
BBS.3S001.COM



图 3-1　赣中地区断裂构造图

(据江西省 1∶ 50 万遥感解译断裂图及深大断裂资料合编)

1—深断裂与大断裂①萍乡-广丰; ②婺源-丰城; ③遂川-德兴; ④鹰潭-安远; ⑤南城-大余; ⑥赣江;
大断裂编号: ⑦南昌-黎川; ⑧宜黄; 2—一般断裂; 3—金矿床与金矿点

1. 广丰-萍乡深断裂

规模大, 大致沿浙赣铁路线延伸, 近东西向, 省内延伸约 400 km, 构成扬子地块和华南地块两大构造单元的分界线, 沿线断续发现数十米至数百米宽的硅化破碎带及一系列次级断裂或韧性剪切带或基性超基性小岩体(神山) , 南侧发育加里东期花岗岩、混合岩及印支、燕山期花岗杂岩带。该断裂自古以来就是一条长期活动的断裂带, 在新元古代早期是一条火山活动带, 在萍乡广寒、新余神山、丰城彭坊、聚星、弋阳铁砂街、广丰桃园、三家村等地也堆积了一套海沟型或火山岛弧型细碧角斑岩系, 从而构成了一条古火山岩带。以后又继承性地活动, 并控制了中生代晚侏罗世的火山产物。地震、重力资料显示, 它是一地幔隆起带, 也是重力高场区。

2. 遂川-德兴深断裂

中段即抚州-永丰断裂, 北东段即赣东北深大断裂, 那里发育 200 多个基性、超基性小侵入体, 为省内最大的基性、超基性岩带, 中段和南段发育硅化破碎带、片理化带和挤压透镜

地信网论坛
BBS.3S001.COM

体,局部宽达 250 ~300m。该深断裂斜贯全省境,走向北东,控制着中生代盆地的成生与发展和加里东期、燕山期花岗岩体的产出,也与赣东北著名的德兴铜矿和金山金矿的矿产有密切时空关系。沿线有温泉、震中分布。断裂形成早,历史长,经历了晋宁期、华力西-印支期的剪性、剪压性和燕山运动以来的压剪性的长期的力学性质交替的发展过程。因此它是一个控岩、控盆、控矿的深大断裂。

近几年,随着韧性剪切带研究的深入开展,在萍乡-广丰、遂川-德兴、赣江等断裂带中相继发现了韧性剪切带或韧性推覆剪切带,例如在本区的东乡王桥、丰城鼓坊、新余神山等地发现糜棱岩带或冲撞构造混杂岩块。索书田等直称这些深断裂为韧性剪切带,指出赣江剪切带在九江-湖口之间表现为 NNE 走向和十几公里的强烈应变带,并把它归属郯庐剪切带南延部分。朱训(1983)确定遂川-德兴深断裂北东段的赣东北深断裂的动力变质带性质,那里岩石强烈片理化、构造透镜体发育,断面走向 NE55°,向北倾斜,永平爆破测深资料证实,其深度切入上地幔,具右行性质,从四堡期开始活动,燕山期活动也很强烈,是一个长期活动的深大断裂带。

由于大裂谷带研究的兴起,本区内的深大断裂也有人称其为裂谷带,例如广丰-萍乡深断裂,杨森楠等(1986)厘定其为主裂谷带(陆间裂谷)的一部分,而遂川-德兴深断裂等,都是当时的支裂谷带(陆缘裂谷)。这些裂谷对成矿有很大控制作用,例如中新元古界的古裂谷(奥林匹克坝型)对江西省矿产的控制已引起研究者的极大兴趣。

上述深断裂对金矿化有明显控制作用,如茅排金矿位处安远-鹰潭深断裂与南城-大余深断裂交接部位,稍北的黄狮渡、乌源岭也有金矿化。

对一般断裂而言,经遥感解译四组断裂中与控矿关系紧密的主要是北西向和北东向断裂。北西向断裂本区有:新干-乐安、清江-宜黄、南昌-南城、东乡-资溪等,它们呈等间距展布。北东向断裂本区有丰城-新干、余干-永丰、东乡-相山、余江-茅排、鹰潭-南城、弋阳-南丰、铅山—洪门水库等。上述两组断裂相互组合严格控制一系列火山盆地的形成与展布方向,使盆地长轴沿北东向或北西向延伸,这两组断裂是沿深断裂上涌的深部岩浆通向地壳浅部或表层的通道,也是岩浆、火山盆地定位和展布的主要构造方向。值得指出的是,目前地表所见少数岩体或火山盆长轴并不呈北东或北西向,但据航放资料解释,在一些红层或覆盖区下有可能存在着这两组断裂所控制的火山岩层,例如相山—玉华山之间,抚河北西向断裂中段等地。

北东向和北西向断裂交汇部位是成矿重要场所,尤其是沿赣杭构造带南侧约 15km 范围内有此两组断裂通过之处对成矿更为有利,如相山矿田与茅排金矿区。其次,区内已知的金矿床(点),如黄金峰、梨溪等都处于近东西向,北西向与北北东(近南北向)断裂交汇部位,与其派生的次生断裂直接有关。

三、深层构造

1. 深层构造轮廓

据省区域重力布格异常,总体走向 NE,高重力异常中心在波阳-吉安盆地,周围为低重力区,与全省地貌(周边高中间低)上正相一一对应。由此划分为三个异常区:①波阳-吉安高值区;②修水-崇义、广昌-信丰、怀玉山三个低值区;③广丰-万安、九江-永新、湖口-上

地信网论坛
BBS.3S001.COM

饶和宁冈-上犹四个梯级带，这些重力异常区，分别与上地幔凸起区、凹陷区和幔坡带相对应。

本研究区北部毗邻波阳地幔隆起区，东南部毗邻武夷山地幔凹陷。区内以绍兴-东乡地幔隆起带（相当于赣杭构造火山岩带位置）为主体，该主体呈 NE 向延伸，由余江、赛阳关、抚州、临川南等隆起构成，其南部有相山、戴坊、永丰等凹陷，而该地幔隆起带两侧，东南角为南城地幔隆起，西北角为丰城-清江地幔隆起。绍兴-东乡地幔隆起与武夷山地幔凹陷之间为一 NE 向的地幔梯级带（图 3-2）。

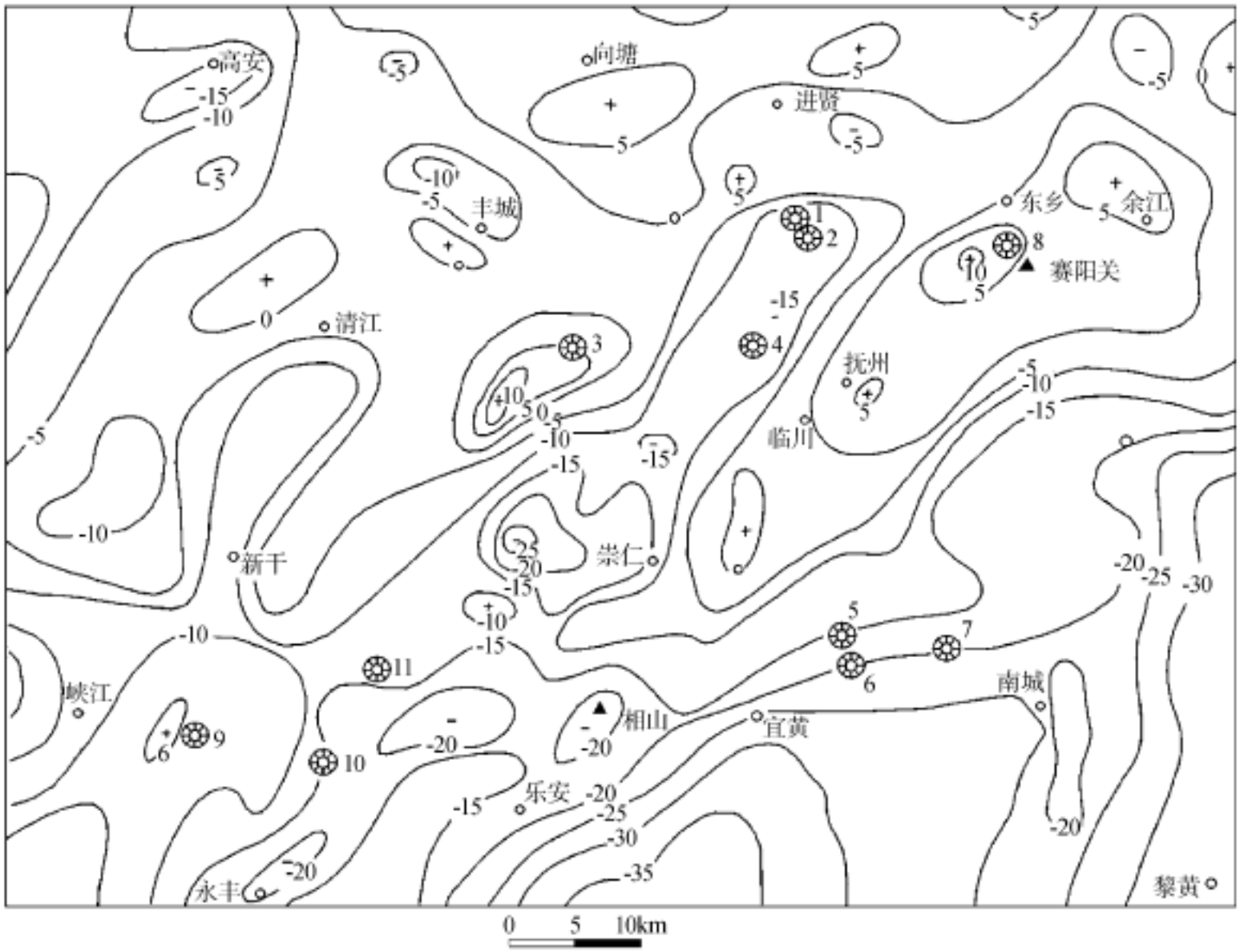


图 3-2　赣中地区布格重力异常图（单位：m/s^2）

（据江西省 1∶50 万重力异常图缩编）

金矿床矿点编号：1—金山岭；2—荷叶岭；3—黄金峰；4—桐山庙；5—蛟塘；6—尧家排；7—茅排；8—虎圩；9—分界；10—流源；11—竹溪

上述地幔隆起和凹陷的展布与深大断裂有如下关系：①加里东期的 NE 向东乡地幔隆起带或梯度带主体方向一致，即该区地幔带与断裂带主体方向均为北东向；②深大断裂位于重力梯级带（如安远鹰潭深断裂）、重力正负异常的负异常（遂川-德兴深断裂）、重力异常错动部位（NE 向断裂）、串珠状重力异常（萍乡-广丰深断裂，赣杭带）等部位。

在磁力异常图上，深大断裂表现为平缓正异常与正负交替杂乱异常的分界、串珠状磁异常、磁异常低值带。例如遂川-德兴深断裂，布格重力异常表现为一 NE 向梯级带，也是区域

地信网论坛
BBS.3S001.COM

正负异常过渡带,其西北侧为正值,东南侧为负值区。航磁异常特征表现为西北侧为正值平缓异常,东南侧为正负交替的杂乱异常。又如广丰-萍乡断裂,沿带有 12 个串珠状磁异常。

在地球物理特征上,花岗岩体展布与深层构造、浅层构造有关。幔隆区花岗岩体少(波阳隆起),幔凹区花岗岩体多(武夷山幔凹),花岗岩带处于重力梯级带上,梯级带外侧的呈线状延伸的重力低值区或重力负异常区为花岗岩集中分布区(武夷山西侧)。也可以说许多大片重力负异常的出现,是由这些低密度的花岗岩类和上地幔界面下沉双重影响的结果。岩浆岩区磁场强、变化乱,沉积岩区磁场平静。

刘学智根据地球物理资料(刘学智,1992),认为本区德兴-遂川深断裂是一条重要的构造单元界线,其以西地区主要为古生代碎屑岩建造和碳酸盐岩建造及中、新生代红层。航磁 ΔT 一般为 0 ~50nT 低缓平稳磁场。重力场布格值一般 5×10^{-5} ~10×10^{-5} m/s^2,相对较高。壳内 P 波平均速度偏低,为 6.10 ~6.20km/s。电阻率也低,为 n·10 ~n·100Ω·m;其以东地区,特别是鹰潭-安远断裂以东,主要出露震旦纪或新元古代早期变质岩系、混合岩、印支-燕山期花岗岩。航磁 ΔT 为 -200 ~200nT,重力场布格值为 -40×10^{-5} ~-50×10^{-5} m/s^2,属强磁场波动区和重力低值区。壳内平均速度偏高,不稳定,平均 6.20 ~6.30km/s。电阻率浅部高达 n·103 ~n·104Ω·m,中下部低,为 n·10 ~n·100Ω·m,上地幔的岩石圈部分电阻率值一般为 100 ~200Ω·m,多为较低阻的地幔块体或软体,其顶部(莫霍面附近)波速偏低,通常 <8.0km/s,软流圈电阻值 <50Ω·m,埋深一般 120 ~90km,较西部浅。

上述资料表明,德兴-遂川深断裂与鹰潭-安远深断裂之间的莫霍面埋深达 32km,比东西两侧地壳增厚 2km,反映两断裂间存在一条重要的异常构造带。

2. 绍兴-东乡-抚州地幔隆起带

张星蒲(1992)利用重力与莫霍面之间线性关系(Hm = 29.662 ~0.177 ΔG)等编制的莫霍面等深图,初步确定该地幔隆起带的存在,其特征是:沿赣杭构造带延伸,处于研究区的东乡-抚州以南部位;隆起带顶面距地表 29km,高出两侧约 4km 以上,一般相对高差 2km,隆起宽度 40 ~60km。

该地幔隆起带控制着区域构造、岩浆活动及矿化作用。具体说,由于该地幔隆起导致该区中生代地壳构造运动以垂直升降为主,其依据是:白垩纪及第三纪红层直接不整合覆盖在前中生代地层之上,以及火盆和红盆中存在许多沉积间断。这充分说明在红盆形成前上隆并引起地壳出现过一次带状上隆,地层遭受剥蚀,并紧接着发生裂陷,形成火盆或红盆,即使在红盆或火盆形成过程中,也有过这种频繁的小规模的垂直运动发生。这种分析的理论依据是现代裂谷研究成果:地壳垂直升降运动引起的地壳裂陷与其下方的地幔隆起总是呈镜像对称的。因为地幔上隆,先形成地壳上隆并为之张裂到一定程度,隆起核部到边部出现高角度到低角度的一系列张性断层,随着上隆地幔的萎缩、地壳降温收缩,地块在重力作用下下落而形成断陷。此外,地幔上隆,也给地壳向上传递热能,促使地壳局部重熔,导致本区中生代酸性岩浆岩和火山岩的广泛发育。由于受这一地幔上隆活动支配所引起的地壳构造运动和岩浆活动,在时间上和空间上都只能被控制在一定范围之内,因此,与燕山期岩浆活动有关的成矿作用都定位于距红盆不远的两侧。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

四、构造演化

袁学诚等 证实,扬子地台在太古宙就有原始硅铝壳组成的扬子古陆块。到古、中元古代时,就有华夏古陆和扬子古陆组成的统一的华南大陆。围绕着两古陆广泛发育着裂谷系。

本研究区和江西全省及邻区一样,地壳构造演化经历了 4 个发展阶段:①中-新元古代早期地壳扩张为主的阶段,表现为发育一系列裂陷槽,华南海范围逐渐缩小,本区此时仍为深海环境,发育大量的大洋火山岩,接受了巨厚的神山群堆积;②新元古代晚期—早古生代华南海收缩、松弛、封闭阶段。从震旦纪到寒武纪,海相火山岩类发育,并沉积了巨厚的类复理石冒地槽沉积,从寒武纪末开始,扩张减弱,华南海收缩,奥陶—志留纪末,华南海封闭;③晚古生代—早中生代拉张,坳陷挤压变形阶段。早期,全区处于拉张为主时期,形成大量隆起和坳陷,三叠纪时,因受太平洋板块向北西挤压的影响,全区遭受挤压变形,形成北东东向的印支构造带,至此,海水全部退出江西全省;④中新生代挤压断(坳)陷变形阶段。该阶段发育三个世代的盆地,即早中侏罗世,晚侏罗—早白垩世,晚白垩世—老第三纪盆地。早中侏罗世盆地以坳陷为主,区域上处于被动大陆边缘发展阶段,为稳定环境下的产物,如本区梨溪盆地。晚侏罗—早白垩世盆地,属火山盆地,以火山岩,火山碎屑岩为主,区域上处于安第斯型大陆边缘发展阶段,如相山断陷盆地,东乡黎圩积盆地。晚白垩世—老第三纪盆地,属断坳(陷)盆地,区域上处于岛弧型大陆发展阶段。它是挤压背景上的张裂环境,呈北东向带状分布,显示出主要受北东—北北东向压扭性断裂控制,主要是红层或含盐建造组成本区内赣杭带的主体。

袁学诚等,1990,台湾—黑水断面,中国地球物理学会年刊。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

第四章　金矿床、矿点

全区计有虎圩、茅排两矿床和云山地区的荷叶岭、金山岭、石巷、石马岭; 梨溪地区的蛟塘、缪家、田西、尧家排, 以及黄金峰、桐山庙、流源、分界等 12 个矿点(图 4-1) 。兹分述如下。

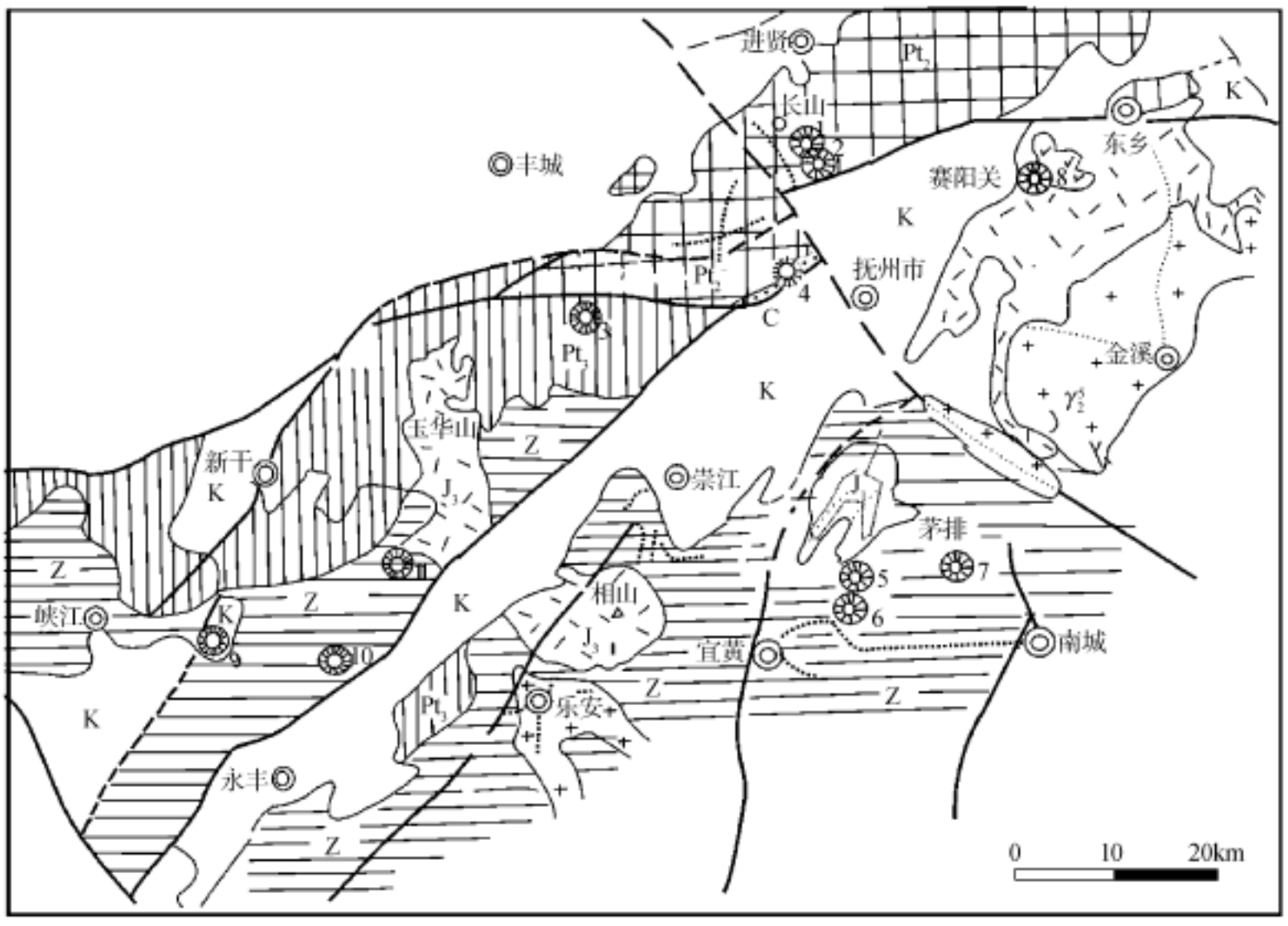


图 4-1　赣中地区地质构造与金矿床(点) 分布简图

金矿床(点) 编号: 1—金山岭; 2—荷叶岭; 3—黄金峰; 4—桐山岭; 5—蛟塘; 6—尧家排; 7—茅排; 8—虎圩; 9—分界; 10—流源; 11—竹溪; ……—地化取样路线

一、虎圩金矿床

该矿床位于东乡县城以南 9km 处, 属虎圩乡管辖, 有抚州-东乡公路与浙赣铁路连接, 交通方便。

1976 ～1977 年江西地矿局进行了普查、详查, 提交了“ 虎圩铅锌矿区详查地质报告 ”, 认为铅锌矿无工业意义。后来该局 912 队对前人所采副样补做化学分析, 发现了硅化石英脉

地信网论坛
BBS.3S001.COM

金矿化，并于 1978～1985 年进行了坑探、钻探等勘探工作，于 1986 年提交勘探报告，获金 C + D级储量约 2t。目前已由东乡县建矿开采。

1. 地层

该区位于赣杭中生代构造火山岩带中南部，在黎圩积（赛阳关）火山沉陷盆地北东的赛阳关火山侵入穹窿内（图 4-2）。

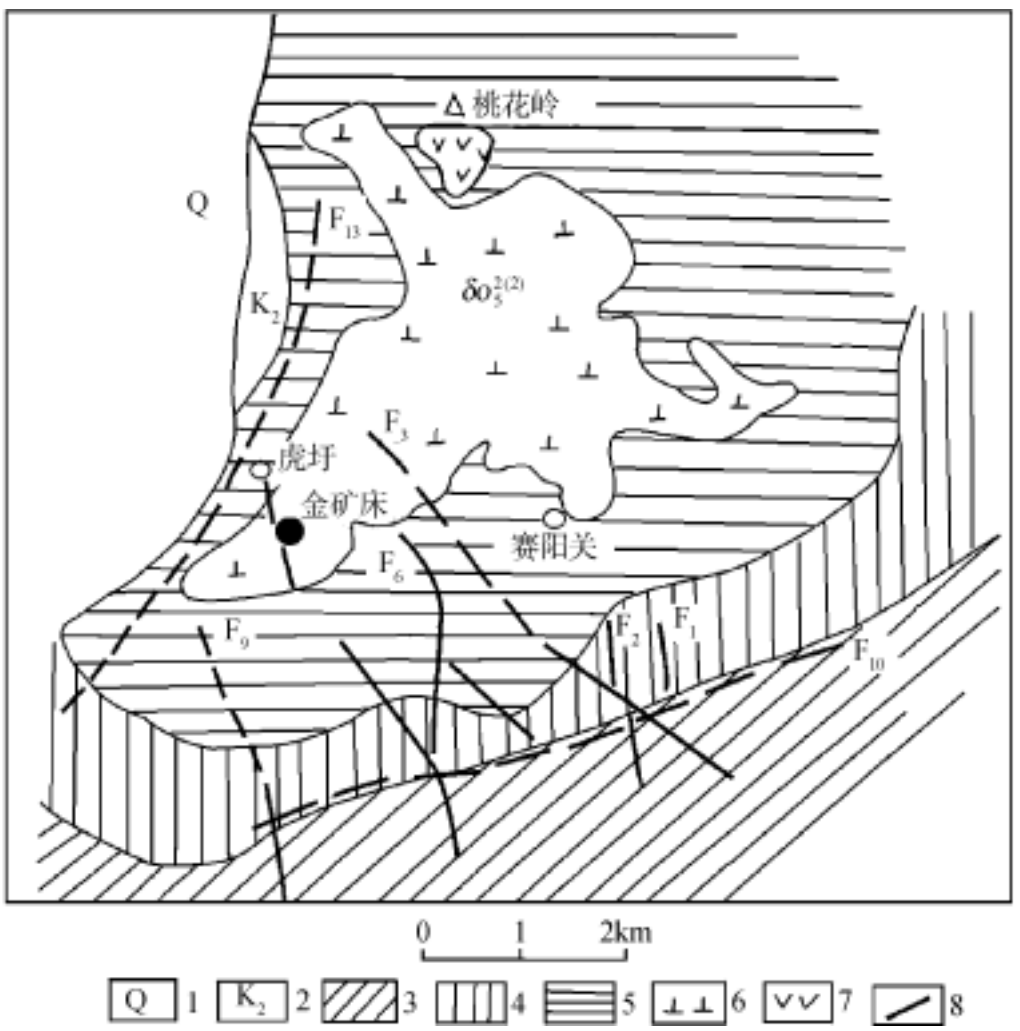


图 4-2　虎圩金矿区地质简图

1—第四系；2—上白垩统南雄组；3—上侏罗统虎岩组；4—上侏罗统花草尖组；5—上侏罗统周家源组；6—燕山中期赛阳关石英闪长玢岩；7—赛阳关英安玢岩；8—断裂

区内出露地层有上侏罗统周家源、花草尖和虎岩组中酸性熔岩，火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩；上白垩统南雄组紫红色砂岩、粉砂岩等（表 4-1）。

2. 构造

区内构造有虎圩单斜、笔架尖背斜和台鼓尖复式褶皱以及 NEE，NW、近 SN 向三组断裂。

NNE 向断裂带，规模较大，断裂带内岩石强烈挤压破碎，并常充填石英脉，如图 4-2 的 F_{13}，F_{10}，总体走向 50°～80°，倾向 NW，倾角 50°，呈舒缓波状延伸，断裂中有构造角砾岩，硅化破碎带或糜棱岩，表现多期活动特点。

NW 向断裂，走向 330°～340°，倾向 NE，倾角 50°～80°，延伸不等，由数十米到上千米，带内岩石破碎，局部充填石英脉或硅化岩石，如图 4-2 的 F_3、F_6、F_9 以及图 4-3 中的 F_{14}、F_{15}、F_{16}、F_{17}等断裂，沿走向分支复合，沿倾向变窄到尖灭，具张-张剪性断裂特点，断裂带中充填

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 4-1　矿区地层简表

系	统	组	代号	厚度/m	岩　　性
白垩系	上统	上部	K_2^2	>400	紫红色泥质粉砂岩、砂岩
		下部	K_2^1	>60	灰白色砾岩
侏罗系	上统	虎岩组	J_3^{3-2}	>150	含角砾凝灰岩，夹透镜状英安质熔结凝灰岩
			$J_3^{3-1(2)}$	>60	流纹质熔结凝灰岩
			$J_3^{3-1(1)}$	>160	流纹质集块岩，含集块凝灰角砾岩
		花草尖组	J_3^{2-2}	>315	流纹质强熔结凝灰岩，顶部局部夹角砾凝灰岩
			J_3^{2-1}	>110	流纹质熔结凝灰岩
				20～30	沉凝灰岩、凝灰质含砾泥岩及凝灰粉砂岩
		周家源组	$J_3^{1-2(2)}$	>46	块状英安岩
			$J_3^{1-2(1)}$	>215	似层状英安岩
			J_3^1	>500	紫红色凝灰泥岩、凝灰质粉砂岩、凝灰质含砾泥岩、凝灰质含砾砂岩

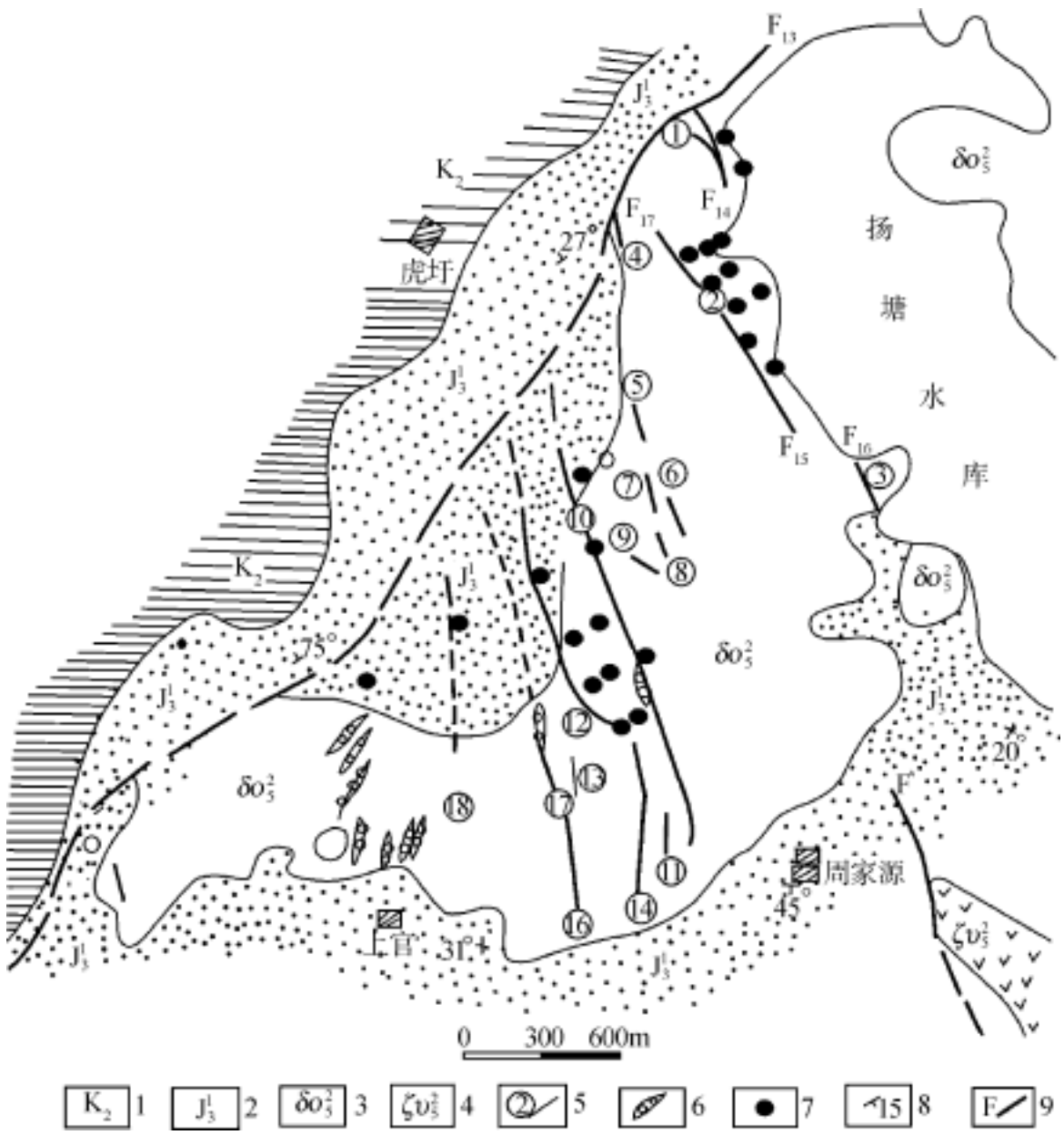


图 4-3　虎圩金矿床地质略图

(据 912 队资料编制)

1—上白垩统南雄组；2—上侏罗统周家源组；3—燕山中期石英闪长玢岩；4—燕山中期英安玢岩；5—矿带及编号；6—硅化破碎带；7—见矿钻孔；8—地层产状；9—断裂

地信网论坛
BBS.3S001.COM

的石英脉常常是金矿体, 如 F_{14}即 1 号金矿体, F_{15}即 2 号金矿体, F_{16}即 3 号金矿体, F_{17}即 4 号金矿体, 表现出断裂控矿和赋矿特征。

矿区内近 SN 向断裂, 如图 4-2 的 F_1、F_2, 规模较小, 长 350 ~650m, 带内岩石破碎, 具绢云母化、赤铁矿化, 未发现金矿化。

3. 次火山岩

本区晚侏罗世火山喷发作用和岩浆活动强烈, 形成石英闪长玢岩、英安玢岩等次火山岩体, 其中石英闪长玢岩与金成矿关系密切, 其岩性与地球化学特征已在第二章火山岩一节中作了叙述。

4. 金矿化特征

(1) 矿化规模与形态

虎圩金矿床已查明的金矿脉计 18 条(图 4-3) , 其中以 2 号脉和 1 号脉为主, 它也是钻探和开采的主要对象。金矿化赋存于断裂破碎带的石英脉或硅化脉中, 矿体展布受断裂构造控制, 其形态、产状随断裂的变化而变化, 金矿脉主要产于石英闪长玢岩体内, 也有的延伸到围岩中。自北东到南西金矿脉等间距侧列分布, 多呈单脉状、树枝状或扁豆状产出, 沿走向、倾向常有波状弯曲、分支复合、尖灭侧现与膨缩现象。

含金脉体长度 170 ~975m, 矿体厚度 0. 1 ~2m, 最厚 12. 02m, 平均厚度 1. 66m, 平均品位约 5×10^{-6}, 最高品位 304×10^{-6}。矿体赋存标高 95 ~- 50m 之间, 局部延至 - 104m, 金矿化深度 200m, 最深达 400m, 主要富集于近地表地段, 矿体厚度变化系数 53% ~91% , 品位变化系数 63% ~134% , 金银比值 1∶ 1。主要矿体规模如表 4-2。

表 4-2 主要矿体规模一览表

特征 / 矿体号	走向延长/m	倾向延伸/m	赋存标高/m	矿体形态	矿体产状	平均厚度/m	平均品位 /10^{-6}		矿石类型
							Au	Ag	
1	225	120	+17 ~- 30	脉状	60 °∠70 °	1.41	7.79	4.48	硅质型
2	975	230	+95 ~- 104	脉状	60 °∠50 °~70 °	1.66	5.12	3.02	硅质型 石英脉型
3	170	45 ~90		脉状	60 °∠60 °~70 °	2.73	2.37		硅质型
4	125	13 ~17		脉状	60 °∠50 °~70 °	0.73	3.14		硅质型

(2) 矿石矿物成分及金的赋存状态

矿床中矿石矿物成分较复杂, 矿石中已知矿物近 40 种, 其中金属矿物除自然金外, 还有方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、镜铁矿、赤铁矿、褐铁矿、铅黑土以及斑铜矿、辉铜矿、自然银、银金矿、赤铜矿、磁铁矿、铜蓝、针铁矿、白铁矿、辉铜矿等。脉石矿物为石英、紫水晶、绿泥石、方解石、绢云母、重晶石及粘土矿物等。

矿石中金主要以独立的自然金出现, 并有少量银金矿。自然金以不规则粒状、扁平粒状、树枝状、片状、棒状形态赋存于石英或石英粒间裂隙中, 少量赋存于石英与赤铁矿、镜铁

地信网论坛
BBS.3S001.COM

矿、磁赤铁矿、黄铁矿、方铅矿粒间。自然金粒径一般在 10 μm 以上。

(3) 围岩蚀变

该矿床的围岩蚀变具水平分带性, 由矿体向两侧依次为硅化-赤铁矿 (镜铁矿) 化-高岭土(泥化) 化-绿泥石化、绢云母化、叶蜡石化-黄铁矿化; 有的地段可见铅黑土化、钾化。蚀变带与控矿断裂产伏一致, 宽 0. 2 m 到数米, 与金矿化关系最密切的是硅化、赤铁矿化、铅黑土化。各种蚀变常相互交错、叠加。在近矿脉 1 ～2m 内蚀变带中, 普遍具 Au、Pb、Zn、Ag、Cu 的矿化, 蚀变越强矿化越高。

(4) 地球化学特征

a. 常量元素地球化学

为了解金矿带中常量元素的变化, 我们做了一些短剖面取样, 现以金矿化最富的 2 号带剖面(图 4-4) 为例。

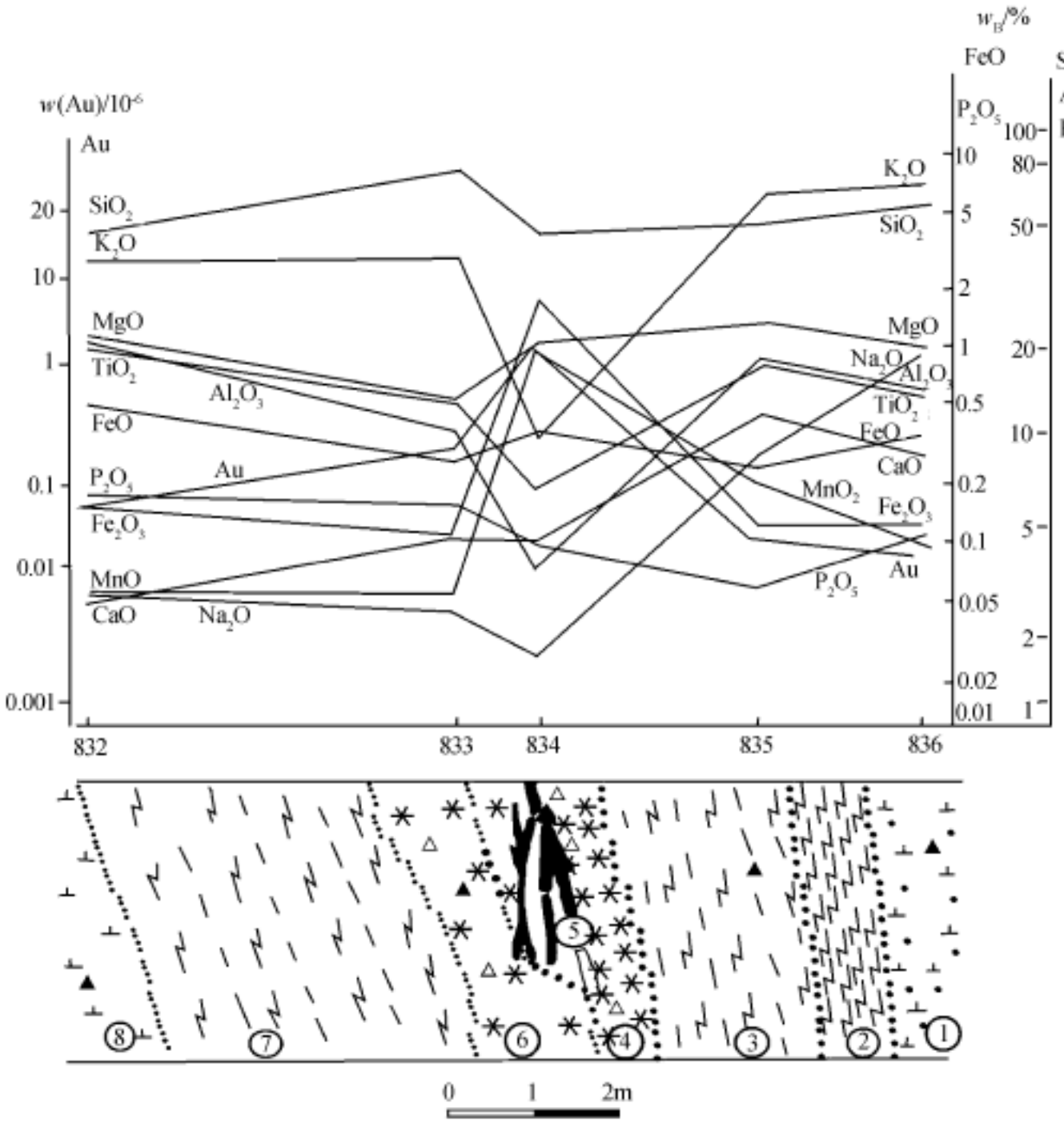


图 4-4　虎圩 2 号金矿化蚀变带主元素变化曲线

①绿泥石化石英闪长玢岩; ②叶蜡石化带; ③叶蜡石-高岭石化带: ④赤铁矿-铁矿化带; ⑤铅黑土矿带; ⑥弱赤铁矿-褐铁矿化带; ⑦叶蜡石-高岭石化带; ⑧风化石英闪长玢岩

地信网论坛
BBS.3S001.COM

由图可看出 Au 矿化与 Fe_2O_3、MnO 呈明显的消长关系，与 MnO 、P_2O_5 呈弱正向消长关系，而与 Na_2O、K_2O、Al_2O_3、TiO_2、CaO、SiO_2 呈负消长关系。这种元素的变化规律与我们对矿石的研究获知的成矿分两期的认识相吻合。第一成矿期为热液期，从热液期的硅酸盐阶段→氧化物阶段→硫化物阶段→含矿碳酸盐阶段→硫酸盐阶段→无矿碳酸盐阶段，热液是从酸性逐渐过渡到弱碱性。金富集于氧化物和硫化物阶段，并伴随 SiO_2 的增加，Na_2O，K_2O 的明显降低。第二成矿期为氧化期，有金的次生富集，且在铅黑土大量聚集的矿石中，SiO_2 降低(如 834 样品)。至于 Fe_2O_3 随金矿化增强而增加，这不仅是由于热液期的氧化阶段有赤铁矿的形成造成，而且，在氧化期，Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+}，形成针铁矿，也可使 Fe_2O_3 增高。MnO 随金矿比的增高，可能主要是氧化期出现了硬锰矿、软锰矿等的缘故。

b. 稀土元素地球化学

根据 2 号、12 号矿带的 7 个样品(817、820、832、833、834、835、836) 的稀土元素含量(参见表 5-10)，及其特征参数(表 4-3)，和稀土配分模式图(图 4-5)，可看出围岩的稀土元素配模分式一致都表现为富轻稀土的“右倾式”分配型式，但围岩的∑REE 和 HREE 明显高于金矿，显示出矿石∑REE 和 HREE 有明显亏损，另外，从 Eu 异常看，两者均为 Eu 弱正异常或无异常。以上稀土元素的变化规律显示了金矿化过程中，具有∑REE 降低，尤其是 HREE 亏损的特点，说明成矿作用导致了 REE 尤其是 HREE 的部分流失分馏。另外，矿化期和矿化阶段不同，稀土元素含量还有不同变化，如热液期早阶段硅质型矿石(817、820 号样) 和既有热液期晚阶段特征，又叠加有氧化期(铅黑土) 特征的矿石(如 834 号样) 其稀土元素特征明显不同，说明随成矿阶段的演化，金矿石的 LREE /HREE，La/Yb 有所增加，也反映了从早到晚成矿环境的碱度有所增强。

表 4-3　虎圩金矿床 2 号、12 号矿带稀土元素特征参数

样　号	名　称	∑REE /10^{-6}	LREE /HREE	δEu	La/Yb
817	硅质矿石	78.382	5.54	0.96	10.19
820	硅质矿石	110.475	6.29	1.26	10.27
832	石英闪长玢岩	324.37	8.61	1.02	17.32
833	石英闪长玢岩	163.715	7.33	0.85	14.62
834	硅质-铅黑土型矿石	89.686	6.23	0.82	11.72
835	叶蜡石-高岭土化石英闪长玢岩	275.43	6.84	1.06	10.90
836	绿泥石化石英闪长玢岩	204.903	7.92	1.07	15.40

c. 微量元素地球化学

将 2 号、12 号矿化蚀变带的 7 个样品(817 ～836) 也做了微量元素分析，其结果见表 5-5，从表中可见，随金矿化的增强，W、Sb、Co、Fe、Mn、Cr 也相应增高，而 Th、Ta、Hf、Ba、Cs、Rb、Se、Zn、Sc、K、Na 等明显降低。另外，其他几种元素在不同类型的矿石中有所不同，如 Mo 在硅质矿石中与石英闪长玢岩含量相差不大，而在氧化矿石明显升高，Sr 也类似；As 在硅质矿石中含量有所降低，到氧化矿石中又增高。与此相反，Zn 在硅质矿石中升高，而在氧化矿石

地信网论坛
BBS.3S001.COM

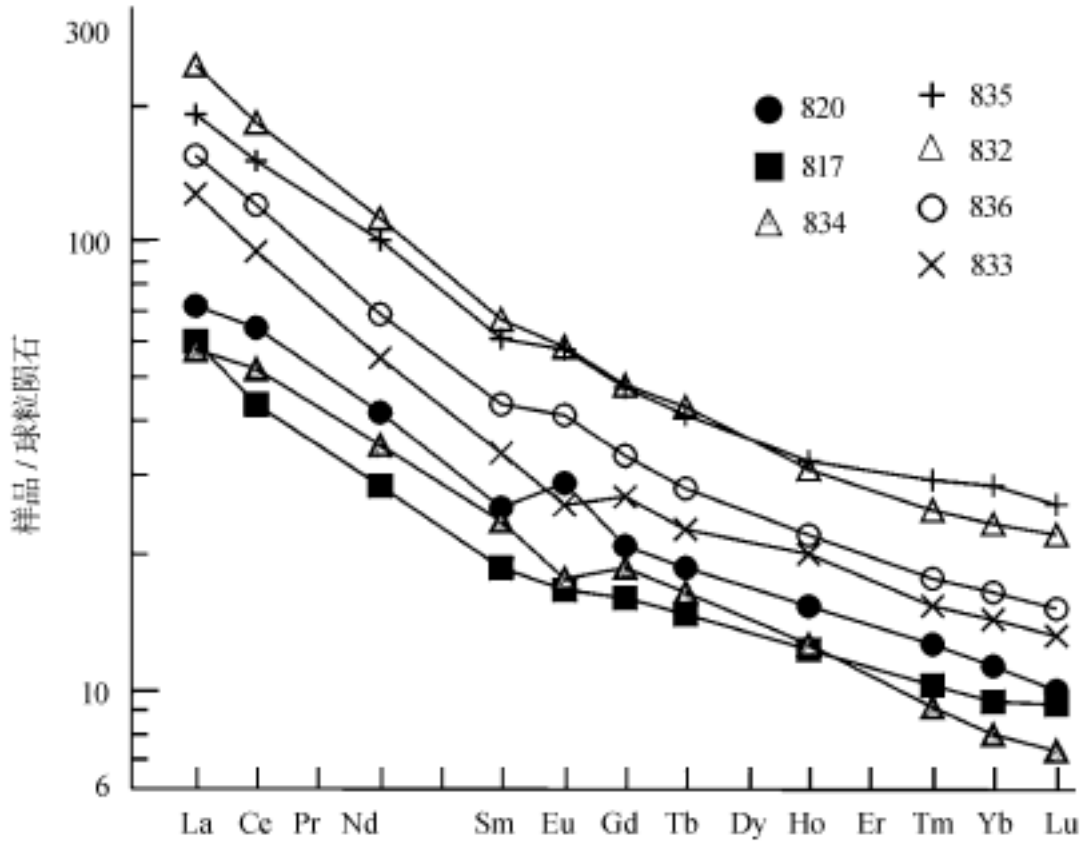


图 4-5　虎圩金矿床矿石稀土元素配分模式图

中反而降低。上述元素的变化趋势大体上可提供这样一种信息: 第一过渡族元素 Fe、Mn、Cr、C 以及 W、Sb 等随金矿化作用过程而发生同步迁移。活动性元素 K、Na、Rb、Sr、Ba 等, 在金发生沉淀之后仍可能有迁移能力, 故矿石中含量降低; 另一些非活动性元素 Ta、Zr、Hf 等却可能早期就不随含金溶液运移, 故金矿石中含量低。

(5) 矿石结构构造与矿石类型

矿石构造有栉状-晶洞状、土状、角砾状、细脉-网脉状、梳状、蜂窝状、条带状等。栉状-晶洞状构造发育于含金石英脉中, 晶洞较大, 大者达 $6\times 3cm^2$; 土状构造发育于硅质型矿石中, 由大量灰黑、黑、红褐色松散土状的赤铁矿(镜铁矿) 、褐铁矿富集而成; 角砾状构造主要由硅化石英脉及石英闪长玢岩等碎屑胶结而成; 细脉-网脉状构造由沿岩石裂隙充填的硅化石英脉、硫化物脉、碳酸盐脉组成; 蜂窝状构造主要发育于硅质矿石中, 其蜂窝和孔洞中充填有镜铁矿和自然金; 条带状构造由呈小脉状镜铁矿和梳状石英等条带交替而成。

矿石结构以糖粒状结构和镶嵌结构为主。前者是指自然金等矿物呈他形粒状充填于矿物颗粒间, 后者是指自然金以半自形晶镶嵌于石英、赤铁矿(镜铁矿) 、黄铁矿、方铅矿中。

矿石类型主要是依据矿石中主要矿物成分、矿物组合、结构构造等划分的, 可分为原生硫化物矿石和氧化物矿石两类。若按主要脉石矿物或硫化物的种类和结构构造特征又可分为硅质型、石英型、方解石型、重晶石型和硫化物型, 其中以硅质型和石英型为主, 前者是该矿床的重要矿石类型。

硅质型: 主要矿物为块状、栉状、粒状石英及少量微晶方解石, 晶洞发育, 此外还有赤铁矿(镜铁矿) 、磷酸氯铅矿、褐铁矿、铅黑土等, 常见自然金, 最高品位达 304×10^{-6}。根据矿物组合不同, 可分自然金-铅黑土亚型和自然金-赤铁矿亚型。

石英型: 主要金属矿物为方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、自然金、赤铁矿、镜铁矿等, 均呈不规则脉状、浸染状分布, 自然金嵌布于金属硫化物中。根据矿物组合可分自然金-方铅

地信网论坛
BBS.3S001.COM

矿-闪锌矿亚型,自然金-黄铁矿-镜铁矿亚型,自然金-黄铜矿-黄铁矿亚型和方解石石英脉中的自然金-方铅矿-闪锌矿亚型四类。

(6)矿化期与矿化阶段

该矿床划分两个成矿期:热液期和表生期,其中热液期又可分为六个成矿阶段:即硅酸盐、氧化物、硫化物、含矿碳酸盐、硫酸盐、无矿碳酸盐阶段(表 4-4)。金矿化主要发育于氧化阶段和硫化物阶段,但对金的富集成工业矿化而言主要是表生期,因地表和浅部金属矿物遭受强烈氧化和水解作用,部分硫化物流失,形成铅黑土磷酸氯铅矿、硬锰矿、软锰矿等次生富集带,使自然金残留原地得以相对次生富集成矿。

5. 矿床成因

根据该矿床金矿化受断裂构造控制,矿石中金属硫化物居多,中低温热液蚀变发育,矿石类型主要为硅质型和石英型以及上述的元素地球化学特征,金成矿作用主要形成于热液期,但表生期也是金的次生富集的重要时期。据我们采集的 3 个矿石样的包体测温资料(参见表 6-5),热液成矿期温度范围为 216 ~279℃,平均 251℃。依次生气液包体判别矿后期流体温度范围为 154 ~179℃,平均 165℃,因而该矿成因类型属与晚侏罗世次火山岩有成因联系的裂隙充填型中低温热液金矿床。

二、茅排金矿床

茅排金矿床位于江西省临川茅排乡。1985 年由华东地质学院师生发现,1986 年移交核工业 262 队进行勘探,1989 年徐海江等承担该区国家黄金管理局地质科研项目,1991 年提交“茅排金矿类型及远景预测”科研报告。目前已落实为中型矿床。

1. 地层

本区出露的地层从老到新有:震旦系下统周潭群,它是一套中浅区域变质岩系,主要岩性为黑云变粒岩、石榴黑云变粒岩、花岗片麻岩和条带状混合岩;震旦系上统洪山组,岩性是炭质板岩、石墨片岩、磁铁石英岩。此外,矿区外围还有寒武系、三叠系和侏罗系,在矿区东部的中新生代红盆中广泛展布着褐红色砾岩、含砾砂岩、砂岩与粉砂岩等陆相碎屑岩(表 4-5)。

2. 构造

该区处于赣西南坳陷所属的大湖山-芙蓉山隆断束与武夷山所属的宁都-南城坳断束的交接部位,也是南城-大余深大断裂与鹰潭-安远深大断裂斜接部位之西侧(参见图 3-1)。

据遥感图像解译和实地调研,通过矿区的主要构造有 NE 向鹿马标-全家排线性构造带与 NW 向的潭下-许家湾线性构造带(图 4-6)。金矿区处于两者交汇处,此外还有许家湾村环形构造和上保村环形构造,金矿区处于这两个环形构造之间的线性构造密集带中。

本节引用了原华东地质学院徐海江、彭人勇、赖绍聪、刘晓东、刘林清等(1991)有关资料“茅排金矿类型及远景预测科研报告”。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 4-4　虎圩金矿成矿期、成矿阶段及矿物生成顺序表

生成顺序 / 成矿阶段 / 矿物名称	热液期						表生期
	硅酸盐阶段	氧化物阶段	硫化物阶段	含矿碳酸盐阶段	硫酸盐阶段	无矿碳酸盐阶段	
绿泥石	———	———	———				
绢云母	———	———	———	———			
石　英	———	———	———	———	———		
赤铁矿	———	———	———				
镜铁矿	———	———	———				
磁铁矿	———	———	———				
钛铁矿	———	———	———				
黄铁矿		———	———	———			
黄铜矿		———	———	———			
辉铜矿		———	———	———			
斑铜矿		———	———	———			
方铅矿		———	———	———			
闪锌矿		———	———	———			
白铁矿		———	———	———			
自然金	———	———	———	———	———		
银金矿	———	———	———	———	———		
自然铁	———	———	———	———			
方解石				———	———	———	
重晶石				———	———		
磷酸氟铅矿							———
铜蓝							———
赤铜矿							———
针铁矿							———
硬锰矿							———
软锰矿							———
铅黑土							———

实地调研发现，上述的 NE **向鹿马标-全家排构造带全长约** 8km，**宽约** 0.5 ～1.6km，**走向** NE45°～55°，**呈舒缓“** S **”形展布，由一系列断续延伸的断裂、节理等组成，带内碎裂岩、糜棱岩发育，混合岩化作用强烈，具多期次活动特征，金矿体主要产于晚期次级断裂分支复合部位；** NW **向的潭下-许家湾构造带长** 10km，**宽** 1.2 ～2.5km，**走向** NW310°～340°，**由许多条互相平行的断裂组成，断裂中充填煌斑岩或辉绿岩。**

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 4-5　茅排地区地层简表

系	统	组	段	代号	厚度/m	岩　　性
白垩系	上统	南雄组		K_2n	>650	砖红色、浅红色、棕红色砂岩、砂砾岩、砾岩
侏罗系	下统	林山组	下段	J_1l^1	>400	长石石英砂岩、砂砾岩
三叠系	上统	安源组	下段	J_3a^1	>132	灰白色砂岩、砂砾岩
寒武系	中统	杨柳岗组		$_2y$	800	黑云变粒岩、硅质岩、含炭硅质岩夹粉砂岩和黑云片麻岩与其中的硅化破碎带炭质岩糜棱岩等互层，并有花岗岩脉、煌斑岩脉侵入
		红山群		$_2hn$	>350	硅质板岩、石墨片岩、云母石英片岩，底部为磷矿层，并有花岗岩脉、伟晶岩脉
震旦系下统		周潭群	上段	Z_1zh^2	800	硅质岩、混合花岗岩、黑云变粒岩、矽线石黑云母片岩、二云变粒岩，少量硅质层、糜棱岩等，为含金层位
			下段	Z_1zh^1	1538	条带状黑云变粒岩、眼球状变粒岩、黑云片麻岩、二云片麻岩及硅化破碎带互层，底部为黑云片麻岩

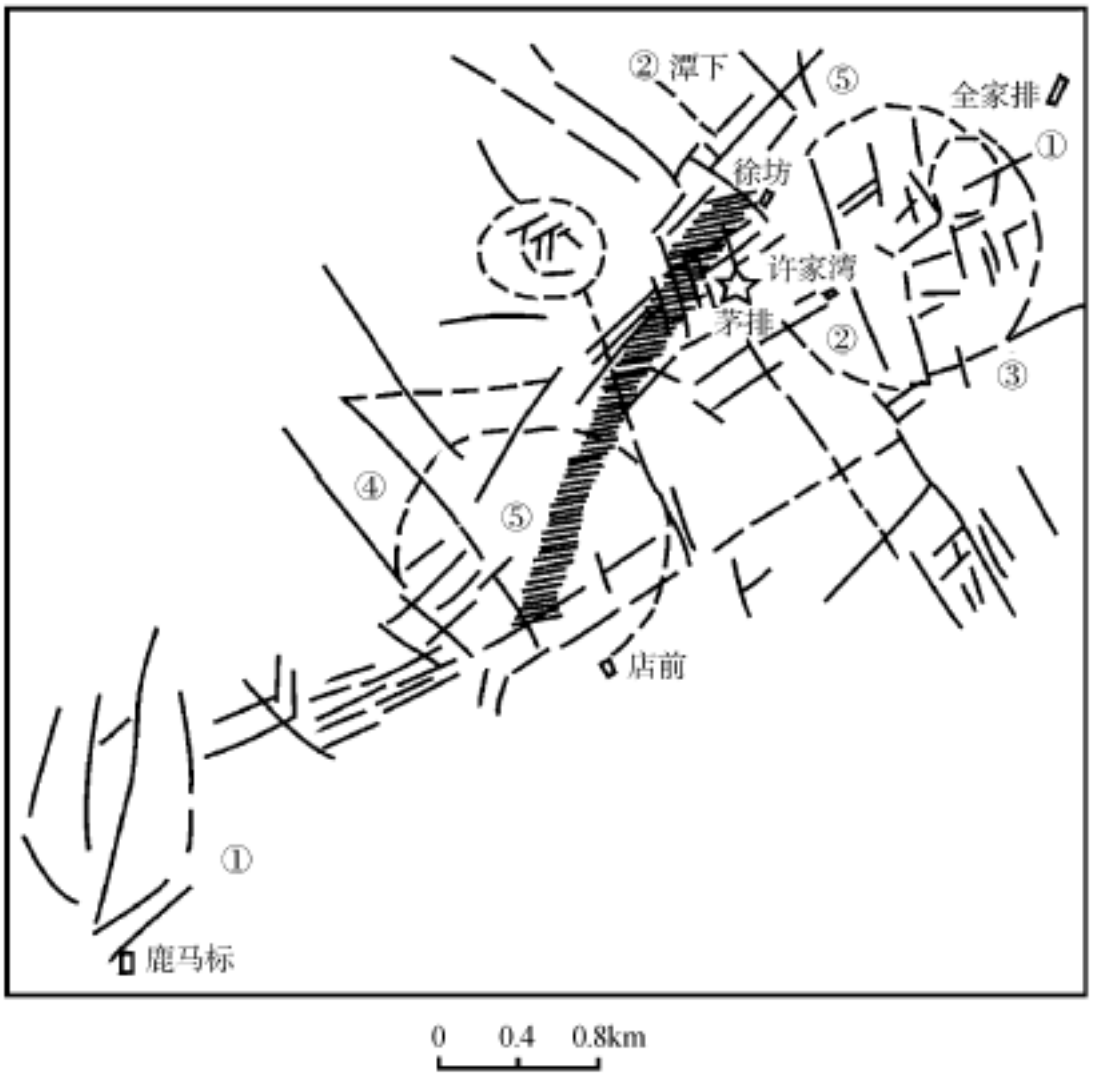


图 4-6　茅排地区构造略图

①鹿马标-全家排 NE 向构造带；②潭下-许家湾 NW 向构造带；③许家湾环形构造
④上保村环形构造；⑤徐坊-店前的茅排韧性剪切带

同 P40 脚注。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

矿区另一类重要构造是茅排韧性剪切带(图 4-6),该带南起店前,北至徐坊,长约 5km,宽约 1km,走向 NE30°~40°,剪切带内可见变形岩石的 Sc、Ss 组构,剪切褶皱、粘滞性石香肠等现象。

3. 脉岩

矿区内无岩浆岩体出露,但广泛发育斜云煌岩、斜闪煌斑岩、闪长玢岩、细晶岩和伟晶岩等各种脉岩。脉岩长十几米至上百米,宽 1~2m,呈 NE、NNE 或 NW 向延伸,岩石多具斑状结构或全晶质似斑状结构,金丰度值如表 4-6。由表可见,本区煌斑岩类金含量高,高于可作为找金标志的最低煌斑岩丰度值(10×10^{-9})的数倍至数十倍。

表 4-6 茅排地区脉岩金丰度值

岩性	样品数	w(Au)/10^{-9}	
		范围	平均值
斜云煌岩	9	0.012~0.48	0.25
斜闪煌斑岩	2		0.038
闪长玢岩	2	0.002~0010	0.006
细晶岩	1		0.004

4. 矿化特征

(1)矿带划分及矿体产状

茅排金矿产于震旦系周潭群上段(Z_1zh^2)变质岩中,赋矿围岩主要是矽线二云母片岩、变粒岩、片麻岩、混合岩,矿体主要赋存于石英脉、硅化破碎带和裂隙带中,据现有资料大致可划分为五个脉带(图 4-7)。五条脉带由大小不等,彼此靠近,大致平行的矿体组成,总宽度约 1km,长约 2km。各带平均宽度 50m,脉带总体产状 NE30°~35°。平面上略呈“S”形展布,延伸连续性较好,地表及深部有膨大收缩现象(图 4-8)。矿体形态主要呈脉状、透镜状和团块状产出,在平面上呈右列式排列,矿体长度和延深多为数米至数十米,最大长度 410m,最大延深 140m,最大厚度 6.7m,平均厚度 1.87m,最高品位 116.6×10^{-6},平均品位 8.65×10^{-6},个别捡块样金含量达 833.3×10^{-6}。

(2)矿石矿物成分与金的赋存状态

该矿床与自然金共生的金属硫化物主要有黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、褐铁矿、磁铁矿、辉钼矿和白钨矿等。脉石矿物有石英、石榴子石、矽线石和电气石等。金属硫化物在含金石英脉中的含量约为 5%~10%,其分配情况如表 4-7。据矿石矿物组合,确定矿石类型属硫化物含金石英脉型。

据彭人勇等研究[1],130 块光薄片中见到 280 粒金,其载金矿物及占总数的百分比分别为黄

表 4-7 茅排金矿床石英脉中的硫化物分配

石英	金属硫化物					
	5%~10%					
90%~95%	黄铁矿	磁黄铁矿	黄铜矿	方铅矿	闪锌矿	其他
	75~95	5~15	5	3	2	2

[1] 同 P40 脚注。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

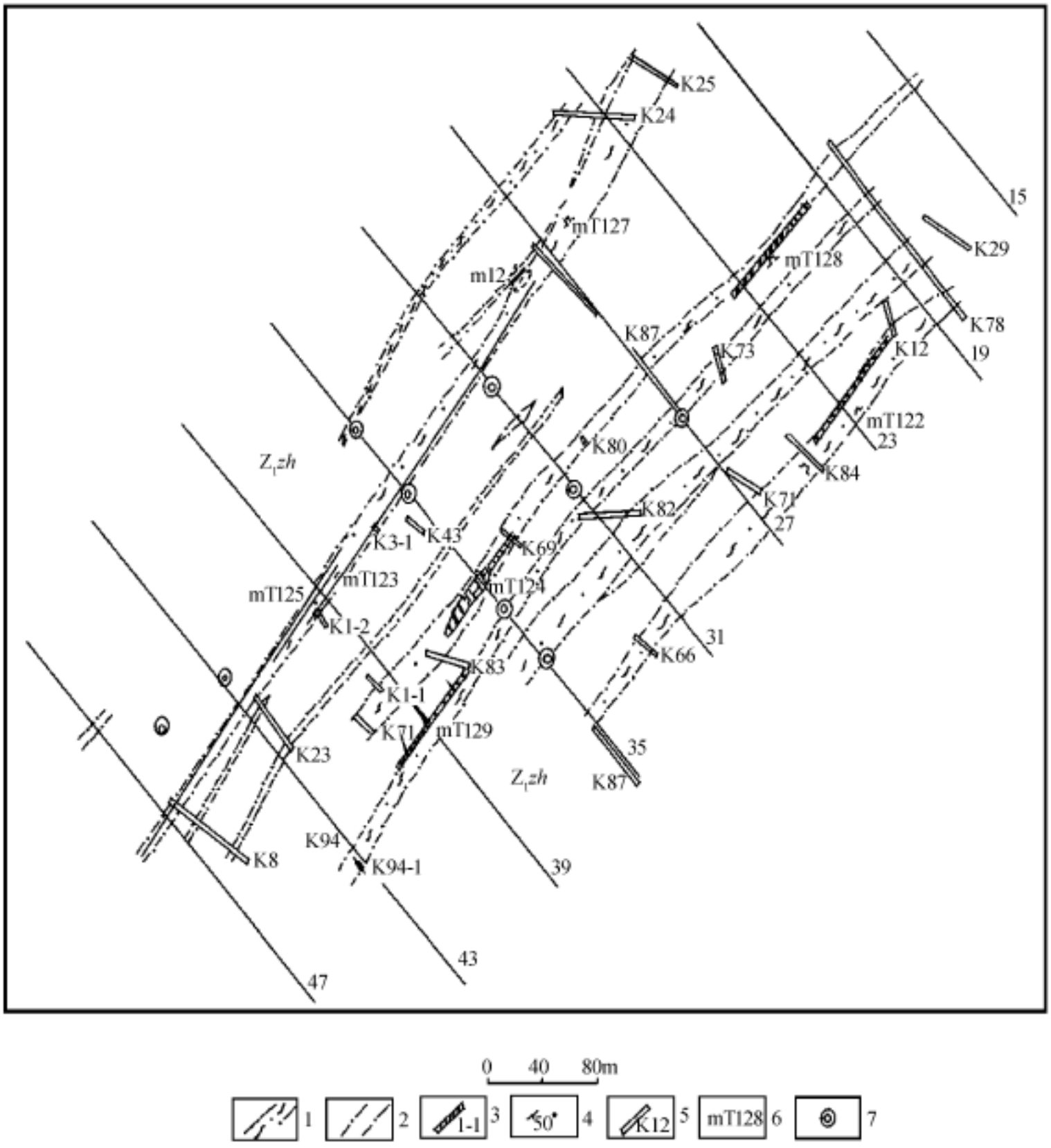


图 4-7　江西茅排金矿床南段脉带平面示意图

(据华东地勘局 262 大队 1 分队及华东地质学院彭人勇等　资料综合)

1—混合岩化硅化破碎带; 2—角砾岩带; 3—工业矿体; 4—产状; 5—探槽及编号; 6—浅井及编号; 7—代表性钻孔

铁矿(49)、**石英**(26)、**黑云母**(19)、**黄铜矿**(6)。**自然金的主要成分其百分比分别为** Au(97.55 ～100)、Ag(0.00 ～3.29)、Cu(0.08 ～0.24)、Fe(0.00 ～0.05)。**自然金分四类: 裂隙金、空隙金、晶隙金、包含金。其中裂隙金多赋存于碎裂状黄铁矿等硫化物裂隙中; 空隙金多赋存石英晶簇的空隙中; 晶隙金多沿黄铁矿、石英、黑云母的晶隙间呈片状或微脉状产出; 包含金是指金粒完全包含在黄铁矿等载金矿物中, 自然金粒状集合体者称粒状包含金, 呈微粒集合体者称雾迷状包含金。**

同 P40 脚注。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

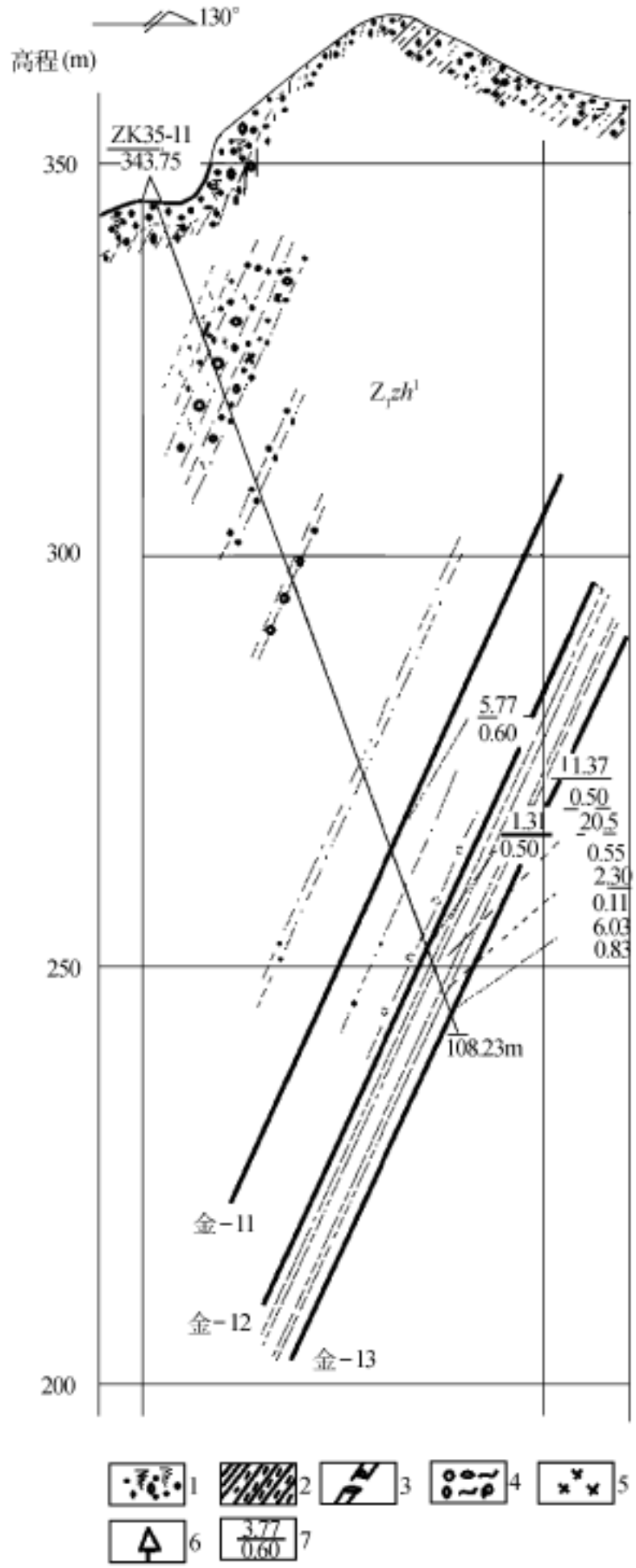


图 4-8　茅排金矿第 35 - 11 号钻孔剖面

(据华东地勘局 262 大队 1 分队)

1—表土;2—矽线石石英云母片岩;3—石英脉;4—破碎带;5—绿泥石化;

6—钻孔及编号;7—金品位/厚度(× 10^{-6}/m)

地信网论坛
BBS.3S001.COM

(3) 围岩蚀变

该矿床与金矿化密切相关的有硅化、黑云母化和黄铁矿化。其中显著的是黑云母化,它主要分布于含金石英脉两侧,与脉体大致平行,常组成数厘米宽的晶片大、颜色鲜亮的“黑云母线”,经 X 衍射测定,该黑云母结构为 1M 型。此外,矿区内还发育绢云母化、黄铁矿化、绿泥石化等蚀变,它们与金矿化关系不甚密切。

(4) 地球化学特征

a. 矿区围岩(周潭群)的金丰度

据矿区周潭群样品金含量统计(表 4-8),围岩金丰度值小于 1×10^{-9},80% 样品介于 $0.3\times 10^{-9}\sim 1\times 10^{-9}$ 之间,平均约 0.8×10^{-9},低于世界或全国变质岩背景值的下限($1\times 10^{-9}\sim 8.5\times 10^{-9}$)。

表 4-8 茅排矿区围岩(周潭群)金含量丰度统计表

w(Au)/10^{-9}	<0.5	0.5~1	1.1~2	2.1~3	>3	总数
样数	24	21	5	2	4	56
占总样数的百分率	42	38	9	4	7	100

据 262 队 2800 多个区域土壤样统计,该区土壤中金近似丰度为 2.56×10^{-9}。另据华东地质学院史维浚等 30 个水化样统计,该区水体中含量平均值为 70×10^{-12},此值接近 R.W 博伊尔总结的金矿床水体含量背景值($0.0048\times 10^{-9}\sim 0.15\times 10^{-9}$)。

b. 常量元素地球化学特征

据赖绍聪等(1991) 25 个矿石样品数据做 R 型聚类分析结果(表 4-9) 表明,金与 SiO_2 呈正相关关系,与 Al_2O_3、TiO_2、P_2O_5、MgO、CaO 等呈弱负相关,这与宏观所见,金与含杂质的石英脉共生一致。

表 4-9 茅排金矿床金与常量元素 R 型聚类分析相关系数表

成分	H_2O	n.n.n	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO
相关系数	-0.032	-0.052	0.393	-0.421	-0.48	-0.150	-0.22
成分	MgO	K_2O	Na_2O	TiO_2	MnO	P_2O_5	Au
相关系数	-0.22	-0.34	-0.16	-0.352	-0.186	-0.341	1

注: $n=25$, $a=0.05$, $R^0=0.1227$。 (据赖绍聪等, 1991)

c. 微量元素地球化学特征

该矿床 11 个矿石样品的 Au、Ag、Cu、Zn、Pb、Hg、Sb、Co、Ni、TFe 和 As 等微量元素分析结果,其相关系数矩阵列于表 4-10,表中显示 Au 与 Cu, Pb 和 As 的相关性较好,对 62 个 Au 含量在 $0.001\times 10^{-6}\sim 1.5\times 10^{-6}$ 范围内变化的样品的 Au、Hg、As、Cu、Zn 和 Ag 含量的分析结果进行相关分析,显示富矿和贫矿中 Au 与 As 和 Ag 的相关系数二者相差甚大。说明该矿床富矿段和贫矿带元素组合有所不同。

d. 稀土元素地球化学特征

图 4-9 为茅排金矿床岩矿石的稀土配分曲线,图中反映出如下特征:所有曲线均为右倾负斜率轻稀土富集型,轻稀土部分曲线较陡,负斜率较大,而重稀土部分曲线相对较平直,重

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 4-10　微量元素相关系数矩阵

	Cu	As	Hg	Sb	Pb	Zn	Co	Ni	Ag	TFe	Au
Cu	1	0.61	-0.08	0.38	0.79	-0.03	0.47	0.47	-0.20	0.20	0.85
As		1	-0.51	0.58	0.62	-0.08	-0.06	0.23	-0.11	-0.49	0.67
Hg			1	-0.25	-0.05	0.25	0.04	0.20	0.05	0.40	-0.02
Sb				1	0.51	0.43	-0.06	-0.06	-0.16	0.02	0.40
Pb					1	0.43	0.08	0.08	-0.20	0.07	0.72
Zn						1	-0.14	0.11	-0.06	0.44	-0.04
Co							1	0.88	-0.10	0.61	0.20
Ni								1	-0.06	0.78	0.04
Ag									1	-0.13	0.14
TFe										1	-0.04
Au											1

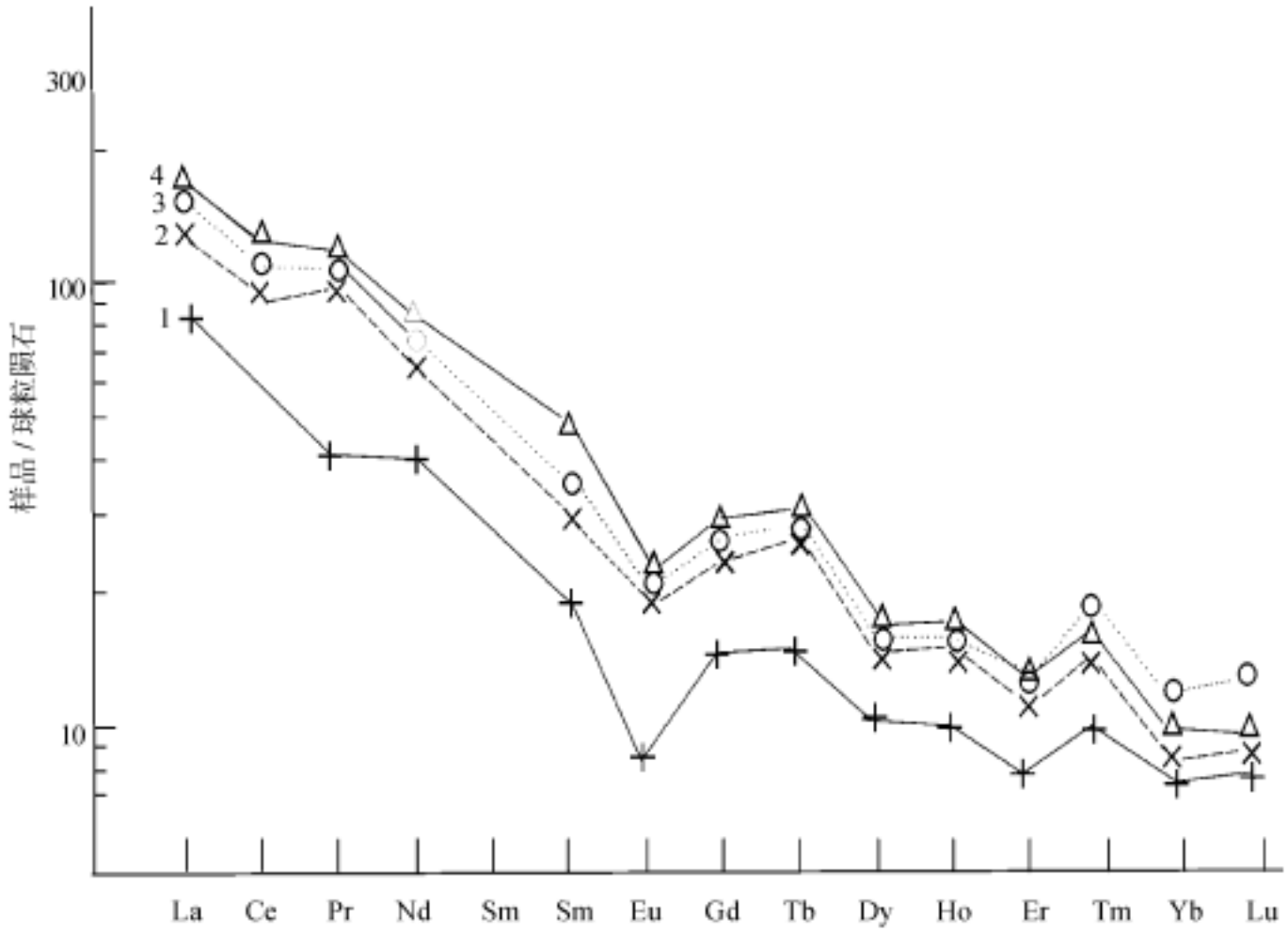


图 4-9　茅排金矿床岩石稀土配分曲线

1—糜棱岩; 2—硅化破碎带; 3—围岩(变粒岩、片麻岩); 4—石英脉

稀土变化较小,轻稀土的变化支配着稀土总量的变化;均有负 Eu 异常;矿石和围岩的配分曲线没有明显差异,说明该矿床稀土元素在金成矿作用过程中没有发生重大变化。

e. 氢氧同位素组成特征

该矿床含矿石英脉中石英的 H、O 同位素测定结果为: δD_{H_2O} = -60.49‰ ~71.68‰, $\delta^{18}O_{H_2O}$ = -9.733‰ ~18.963‰,将此结果投影到 δD_{H_2O} ~ $\delta^{18}O_{H_2O}$ 关系图上(图 4-10)。投影点落在典型的岩浆水和变质水热液之间,结合矿床地质情况,可以推断,茅排金矿床早期

同 P40 脚注。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

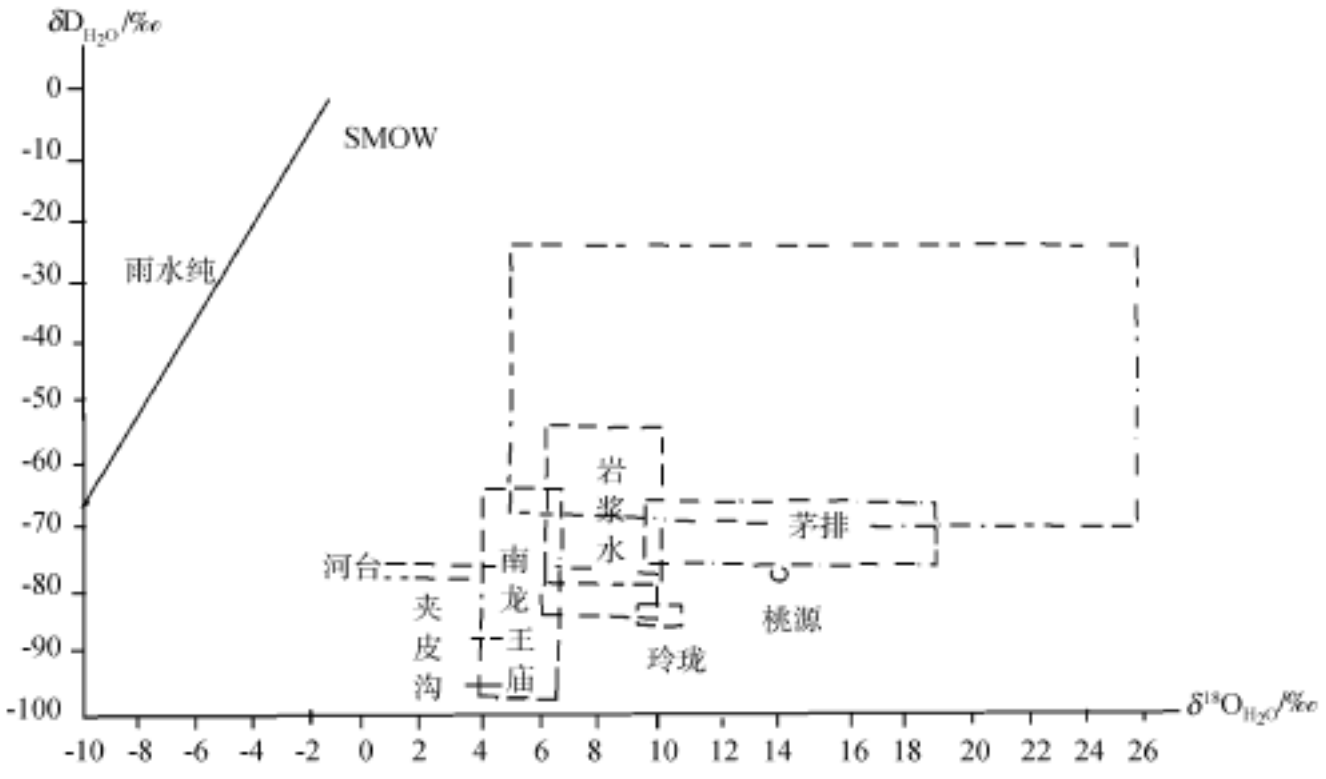


图 4-10　茅排金矿含矿石英脉氢氧同位素组成特征

(据赖绍聪等, 1991)

成矿作用中, 成矿热液主要来自地层(周潭群变质岩) , 为混合岩化(变质) 热液成矿; 晚期成矿阶段中, 成矿热液则与燕山期岩浆活动有关, 为岩浆热液成矿。

f. 硫同位素组成特征

该矿床六个含矿石英脉中黄铁矿 $\delta^{34}S$ = - 1.24‰ ～+ 4.3‰, 平均为 2.99‰, 变化范围不超过 6‰。周潭群变粒岩和片麻岩的 $\delta^{34}S$ = - 7.04‰ ～4.33‰。斜闪煌斑岩的 $\delta^{34}S$ 为 6.92‰, 闪长玢岩为 $\delta^{34}S$ = 5.56‰, 斜云煌岩 $\delta^{34}S$ = 0.5‰。而我国产于地台基底绿岩层中的变质热液金矿床, 以硫同位素组成接近陨石硫为特点, ($\delta^{34}S$ 为 - 3.1‰ ～+ 7.1‰) , 矿石比赋矿地层稍偏重 ^{34}S。矿石硫主要来自于赋矿地层。上述茅排金矿硫同位素特点与此相近似。

g. 成矿年龄

据徐海江等　3 个富金矿石石英样品 Rb-Sr 等时线法测定的石英中流体包裹体的年龄 t = 121 ±24Ma。另据围岩(黑云母片岩) K-Ar 法测定的岩石变质(混合岩化) 年龄为 376 ～391Ma, 围岩与矿体年龄时差约 270Ma。

h. 成矿物理化学参数

刘晓东在该矿床国家黄金局科研课题中, 用流体包裹体对成矿物理参数做了专门研究, 其结果列于表 4-11。

5. 成矿阶段

据研究, 可划分两个成矿期和三个成矿阶段, 第一期为加里东成矿期 (390Ma ±) , 成矿作用与混合岩化和韧性剪切带有密切成生和空间联系, 该期可分早晚两个成矿阶段; 第二期为燕山成矿期(120Ma ±) , 该期金矿化与岩浆热液活动密切相关(表 4-12) 。

同 P40 脚注。

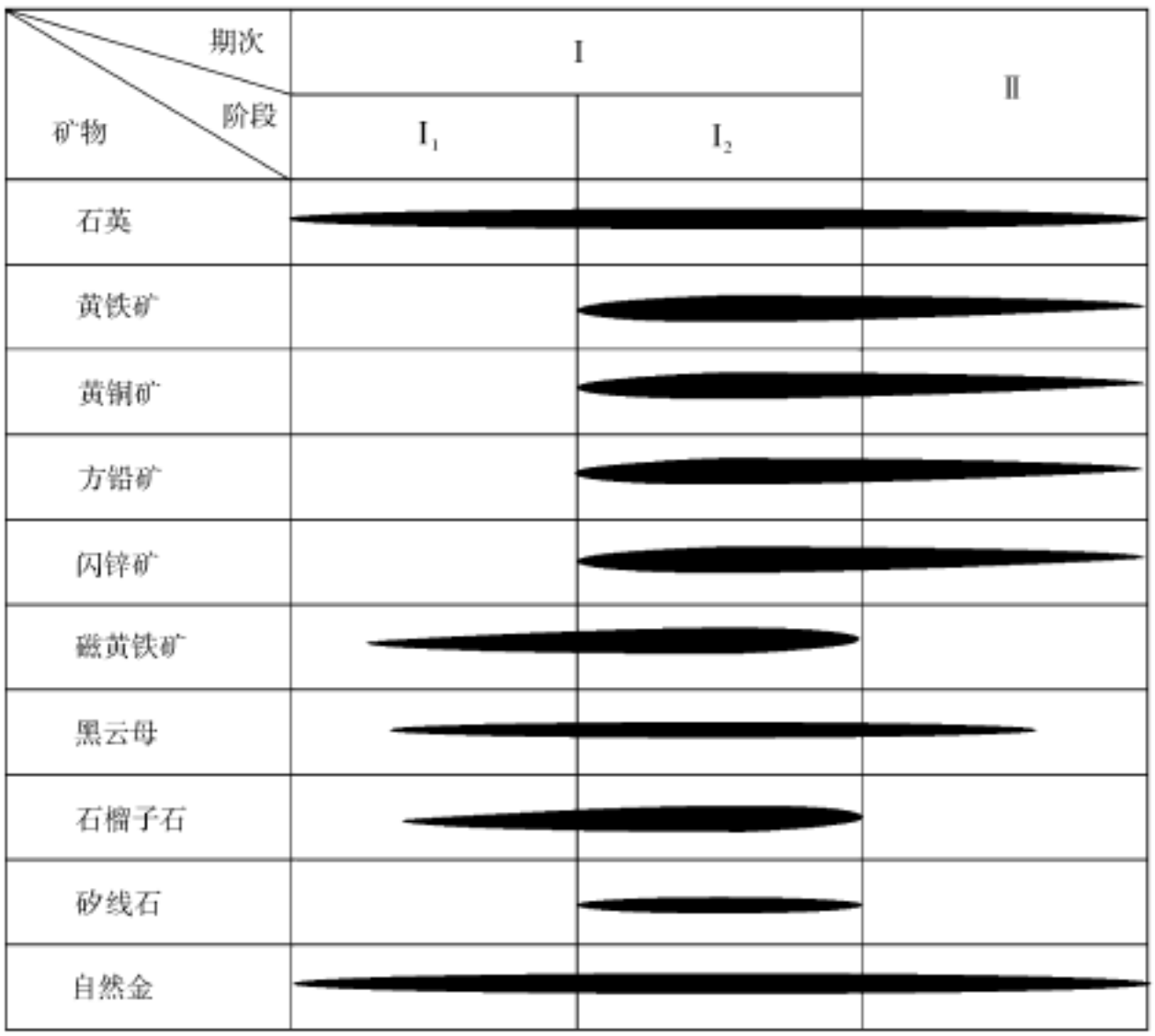
地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 4-11　茅排金矿成矿物理化学参数表

成矿期 / 物化参数	成矿早期	成矿晚期
t/℃	200～370	260～320
t_f/℃*	443～550	330～385
p/MPa	155～190	45～77
盐度/%	6.5～10.5	9.3～24.3
密度/(g·cm^{-3})	0.83	0.78
δD_{H_2O}/‰	-71.68	-50.49～65.03
$\delta^{18}O_{H_2O}$/‰	18.963	9.733～13.40
pH	5.4	5.97
E_h/V	-0.43	-0.42
$\log f_{O_2}$/10^5Pa	-30.1	-34.6
$\delta^{34}S$/‰	-1.24～4.3	3.8～4.0

* 压力校正后成矿温度。

表 4-12　茅排金矿床矿化期、矿化阶段表



同 P40 脚注。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

6. 矿床成因

茅排金矿床是一个多期多阶段多源复成因金矿床。其成矿作用经历了下列过程:

1) 区域变质作用形成震旦系周潭群富金层位;

2) 加里东中晚期(390 Ma ±) 混合岩化热液成矿作用形成早期的主体金矿化;

3) 燕山期(120 Ma ±) 岩浆热液叠加富集成矿作用形成晚期的多金属硫化物富矿体。

茅排金矿床类型属混合岩化(变质) 热液型少硫化物含金石英脉亚型金矿床。与国内同类矿床对比, 其特殊性在于: 矿床定位受韧性剪切带控制, 含金石英脉受韧性剪切作用具有不同程度的韧性变形; 早晚两期成矿特征不同, 时差较大; 硫化物少, 矿石矿物成分简单; 围岩蚀变强度低, 具有特色的黑云母线; 金以自然金形式产出, 成色高, 不含或少含砷。

三、云山地区金矿点

云山地区指抚州云山镇周围。该区早在解放前就发现有砂金, 近年核工业 261 队、265 队和地矿 912 队及华东地质学院先后进行过普查揭露和钻探工作。已发现荷叶岭、石巷、石马岭、金山岭等 4 个较好的矿点。其中荷叶岭排在首位。

1. 地质概况

云山区大面积出露的地层是中元古界双桥山群(Pt_2sh), 其次是上白垩统南雄组(K_2n) 和第四系沉积。金矿化产在双桥山群中(表 4-13)。该区还有一呈东西向哑铃状的燕山早期粗粒花岗岩体(γ_5^2), 在构造上主要为一个东西向的背斜。其核部为花岗岩体, 两翼向外分别为 Pt_2^{1-1} 至 Pt_2^{1-4} 的变质岩。区内断裂构造主要表现为硅化破碎带, 规模较大的有四条。其中荷叶岭一条(F_2), 呈东西向展布, 与千枚岩层理走向一致, 长约 2.3km。石马岭三条(F_4、F_5、F_6), 最大的一条 F_4 呈南北向, 沿花岗岩体与千枚岩层接触带展布, 长约 2.5km。F_5、F_6 分别呈北北东和北东向斜切千枚岩地层, 分别长 0.26km 和 0.83km。其次, 还有 Pt_2^{1-4-2} 和 K_2n 地层的走向断层 F_1 以及 Pt_2^{1-2-1} 地层中的走向断层 F_3(参见图 1-1)。

表 4-13　云山地区地层和岩性表

地层			岩性
第四系	Q		砾、砂、粉砂及粘土沉积物, 其上部多为耕作土、粘土粉砂及红土, 其下部则为砂和砾石层
上白垩统南雄组	K_2n		红色盆地沉积的红色砂岩、粉砂岩夹砾岩等一套碎屑沉积岩
中元古界双桥山群 Pt_2^1sh	Pt_2^{1-4}	Pt_2^{1-4-2}	灰白、粉红色变质砂岩、粉砂岩及深灰色含碳和黄铁矿千枚岩
		Pt_2^{1-4-1}	下部为含黄铁矿灰绿色斑点千枚岩, 上部为白色变质砂岩夹凝灰岩
	Pt_2^{1-3}	Pt_2^{1-3-2}	下部为深灰色含黄铁矿斑点千枚岩及凝灰质千枚岩, 上部为杂色千枚岩、砂质千枚岩和凝灰质千枚岩
			褐红色或灰色斑点状千枚岩
		Pt_2^{1-3-1}	灰色或深灰色薄层状千枚岩和含砂千枚岩
	Pt_2^{1-2}	灰色薄层状千枚岩和含砂千枚岩	
	Pt_2^{1-1}	灰紫色、砖红色砂质千枚岩, 变质砂岩和变质粉砂岩	

地信网论坛
BBS.3S001.COM

2. 矿化特征

(1) 荷叶岭金矿点

该矿点位于云山镇西北 2km 之 F_2 硅化破碎带附近, 围岩为双桥山群斑点状千枚岩、变质砂岩和变质凝灰岩。这些地层中发育有许多石英脉, 其中金矿化较好的石英脉有 14 条(图 4-11), 顺地层走向产出, 长几米至 97m, 厚 0.5 ~2.9m, 金含量约 1.61×10^{-6} ~14.61×10^{-6}, 最高达 20.42×10^{-6}(图 4-12)。矿脉形态豆荚状, 颜色混杂, 倾角 30°~60°, 脉中石英

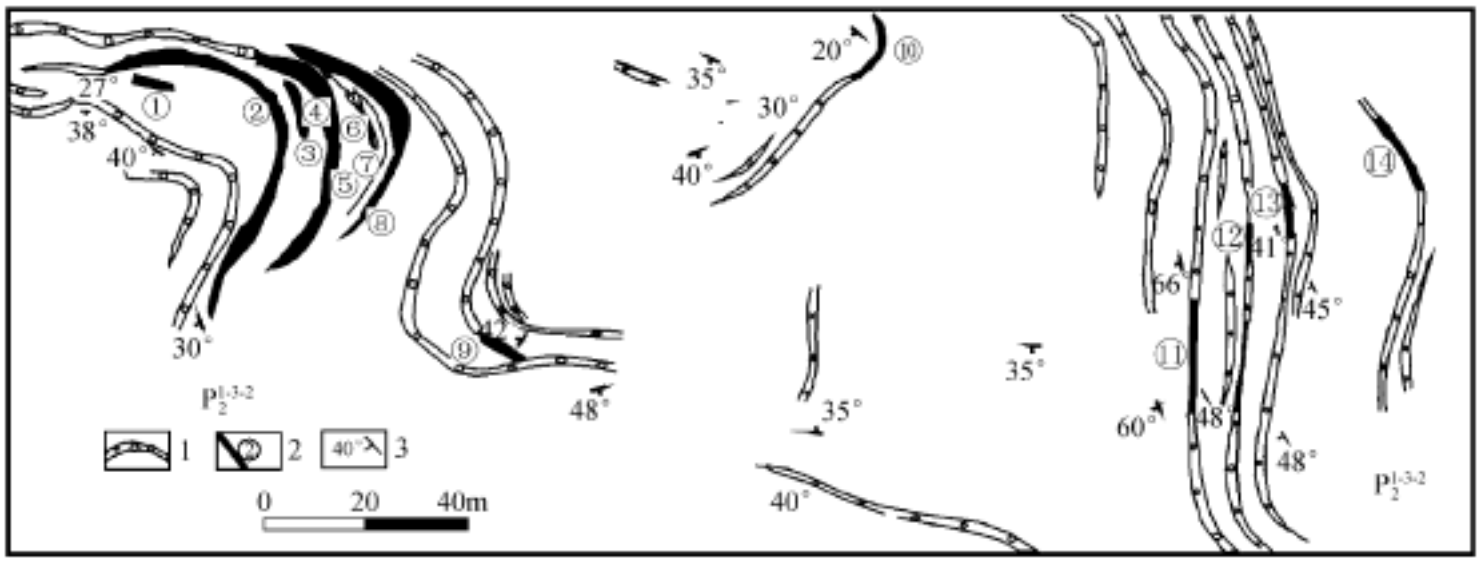


图 4-11 云山地区荷叶岭 Pt_2^{1-3-2} 千枚岩中含金石英脉分布示意图

1—石英脉; 2—含金石英脉及编号; 3—地层及石英脉产状

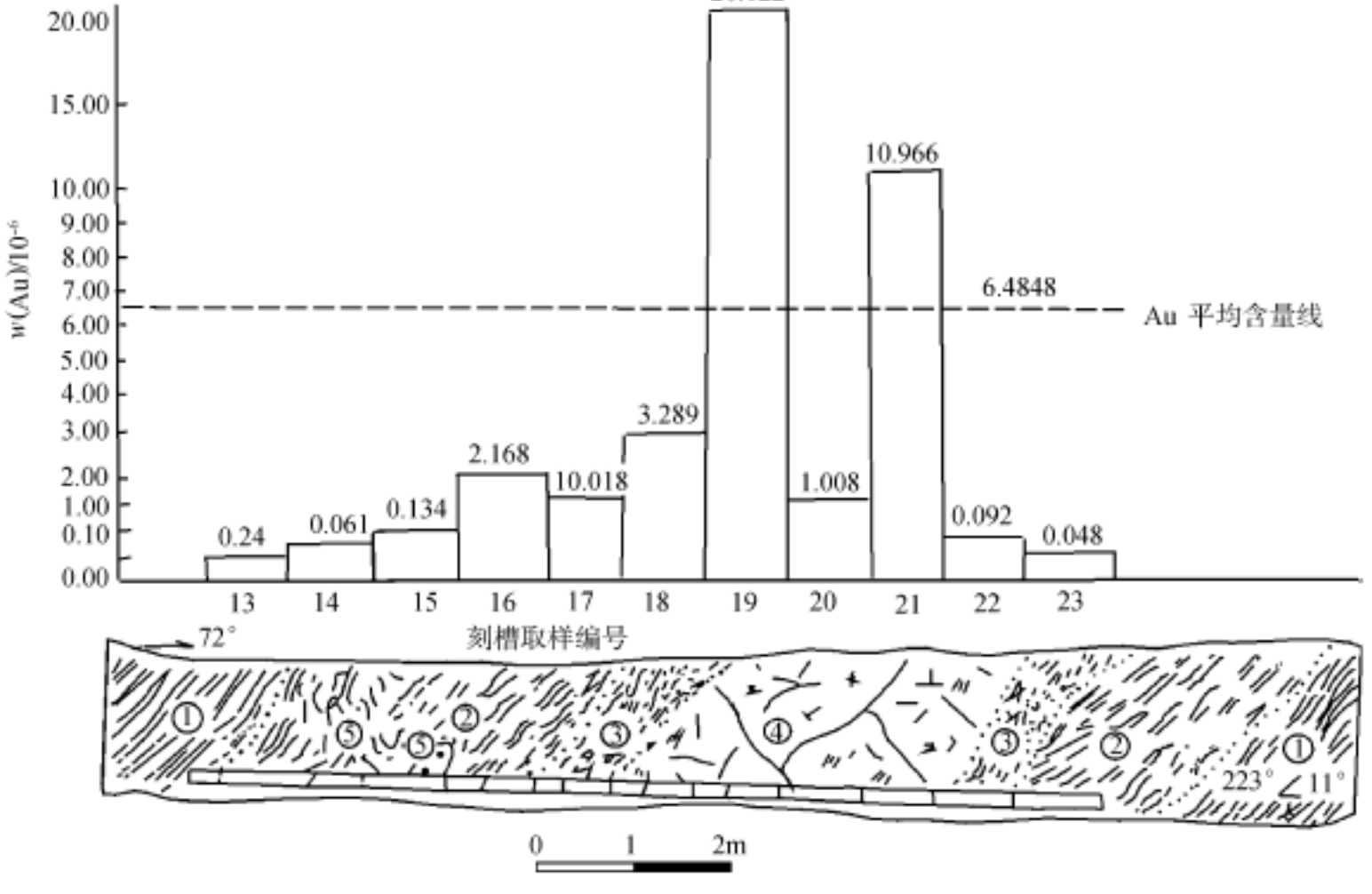


图 4-12 荷叶岭 TC201 槽壁 2 号金矿石英脉地质素描及金含量直方图

①较完整的千枚岩; ②破碎的千枚岩; ③破碎的石英脉和千枚岩的构造角砾带; ④绢云母化破裂的含金石英脉; ⑤千枚岩中的细石英脉及团块

图下面尺形数字 13 ~23 为刻槽取样编号

地信网论坛
BBS.3S001.COM

糖粒状。矿脉及围岩多有破碎,有时组成角砾岩。脉旁仅有弱硅化、弱绢云母化、弱绿泥石化等蚀变及表生褐铁矿化,极少金属硫化物。另外,据 261 队 5 个钻孔资料,深部矿化明显比地表差,最高金含量为 1.004×10^{-6}(厚 0.5m)。

根据 11 个样品的化学分析结果(参见表 5-2),云山地区剔除与金矿化关系不密切的 126 号花岗岩样品,作出 Au 与 SiO_2、Al_2O_3、$FeO + Fe_2O_3$ 相关曲线图(图 4-13)。图中显示,Au 与 SiO_2 成正相关,而与 Al_2O_3,$Fe + Fe_2O_3$ 成负相关,而且金含量在石英脉中最高,构造角砾岩其次,这说明金矿化与石英脉关系最密切,它们都可以用作找矿标志。

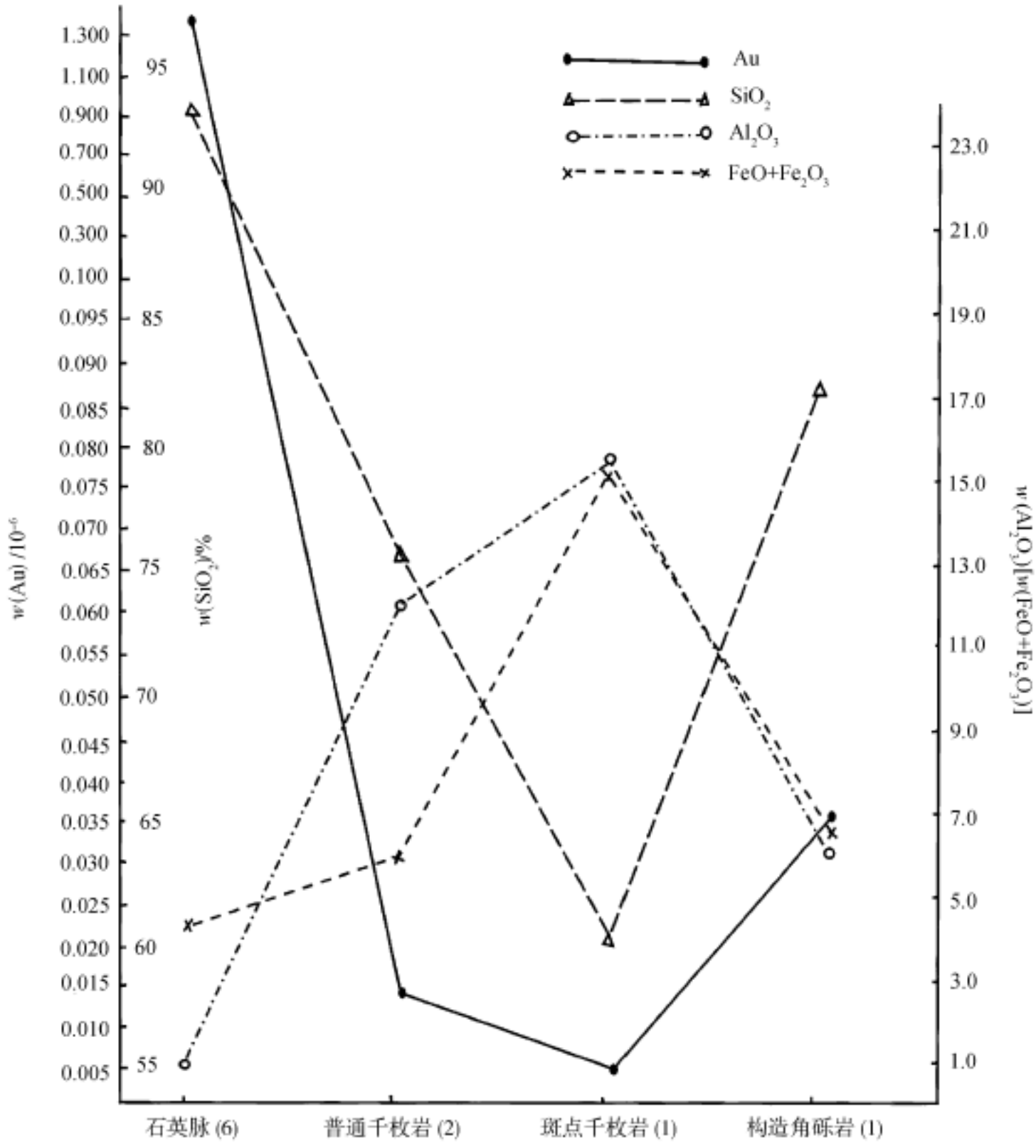


图 4-13　云山地区岩石 Au 与 SiO_2、Al_2O_3、$FeO + Fe_2O_3$ 相关曲线图

注:括号内数字均为样品数

地信网论坛
BBS.3S001.COM

(2)石巷金矿点

该矿点位于云山镇正北 5.6km,包括石巷和螺丝岭两地,261 队在该区施工了 20 多个槽井和数个钻孔。该矿点金矿化赋存于双桥山群的千枚岩及斑点状的千枚岩中,在这些地层中,未发现有大的硅化破碎带。金矿化主要发生在顺层展布的破碎带或硅质碎裂千枚岩中(图 4-14)。常见铁锰质氧化物,少见金属硫化物。在千枚岩层理面上有时有细粒状黄铁矿,无明显蚀变。金含量一般为 0.12×10^{-6} ~1×10^{-6},在硅化破碎带内构造角砾岩发育的地方金品位可达 2.0×10^{-6}。

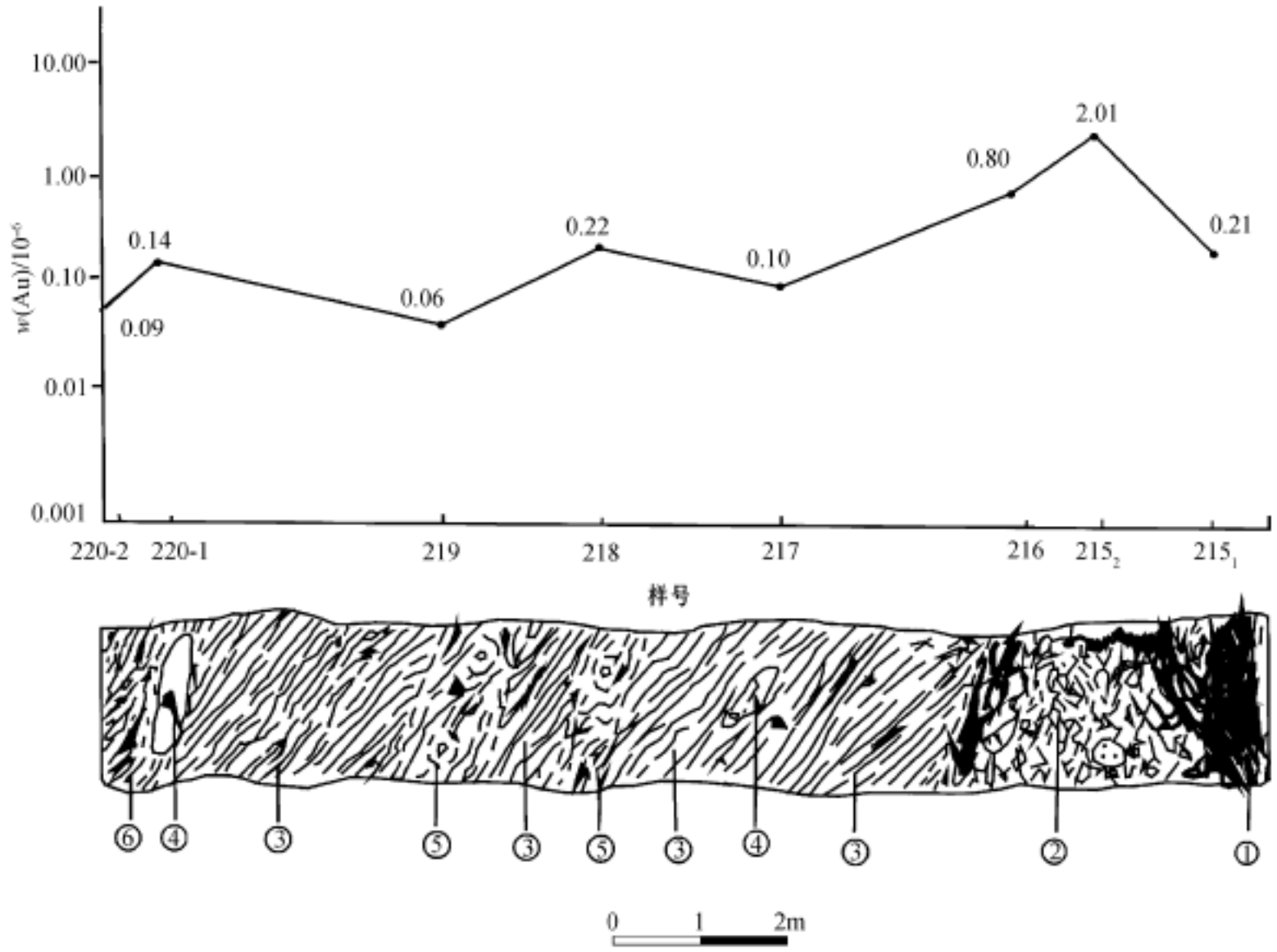


图 4-14 石巷 TC12 槽壁地质素描及金含量曲线图

①具棕红色铁质和泥质小断层;②由石英脉和千枚岩破碎后形成的构造角砾岩带;③较为完整的千枚岩;④硅质(石英)透镜体或团块;⑤硅化较破碎的千枚岩;⑥灰黑色含炭千枚岩

(3)石马岭金矿点

该矿点位于云山镇东南 5km。金矿化围岩为双桥山群千枚岩,硅质和碳质含量较高,致密坚硬。在这些地层中,发现有 3 条较大规模的硅化破碎带,最大一条呈南北向展布,长约 2.5km。金矿化主要发生在硅化破碎带本身及其近旁的石英脉和破碎强烈的千枚岩中。据 261 地质队地表和探槽取样,金含量一般为 0.012×10^{-6} ~0.12×10^{-6},但也有多处达 1×10^{-6},有一处为 2.958×10^{-6}。

(4)金山岭金矿点

地信网论坛
BBS.3S001.COM

位于云山镇西北 6.7km。核工业 265 地质队和 261 地质队做过槽探揭露。该矿点金矿化围岩为双桥山群变质砂岩,凝灰质千枚岩,斑点千枚岩,含金石英脉顺层产出,石英脉地表多为长几米至二三十米,宽几厘米至一二十厘米的小形脉体,呈层状、条带状或透镜状,单条或多条平行排列。金矿化主要富集在破碎石英脉和千枚岩角砾碎块混杂的部位。金含量一般仅为 0.0n× 10^{-6},高的也只有 0.533× 10^{-6},在民窿内金含量达 4.817× 10^{-6} 和 9.331× 10^{-6}。并发现明金。这表明地表以下 10 ~20m 内金矿化较好,附近沟溪中又有砂金,值得进一步探索。

3. 稀土与微量元素特征

在云山地区各矿点采集的岩矿石样品中筛选了 10 个做了稀土与微量元素分析,结果参见表 5-5,表 5-10 中的 63 - 1、66、67、68、71、73、74、78、81、126 等样品和图 4-15、4-16。

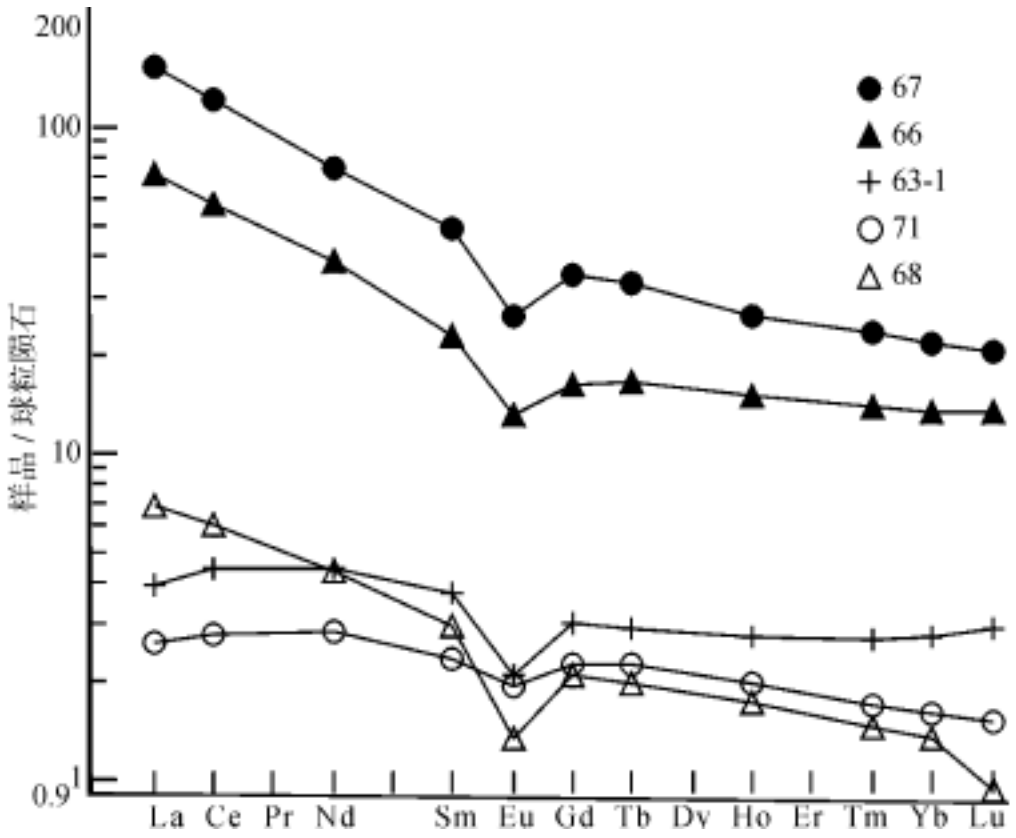


图 4-15　云山地区金矿点岩矿石 REE 配分模式

由上述图表可知,金与稀土元素相关关系不密切。例如金含量高的样品(63 - 1、73)和含量低的样品在稀土元素配分曲线上没有区别。从整体上讲随着金含量的增高 ∑REE、LREE 等相对降低,Eu 始终保持弱负异常。从微量元素上看,Au 与 Mn、Fe、As、Pb 等也看不出相关性,这与该区近矿蚀变微弱,金属矿物少是相符的。

综合上述四个矿点的矿化特征,得出以下认识:

1) 云山地区金矿化地层多为中元古界双桥山群 Pt_2^{1-3} 和 Pt_2^{1-4} 两层。有利于金成矿的岩性是千枚岩,尤其是含黄铁矿斑点千枚岩和凝灰质千枚岩。它们的金含量高于其他岩性,双桥山群千枚岩可能是金成矿的主要矿源层。

2) 四个矿点内金矿脉多为层间石英脉体和硅化破碎带。

3) 围岩蚀变不强烈,金矿化可能与较弱的硅化、黄铁矿化、绢云母化有一定成因联系。矿点内矿物共生组合较简单,少金属硫化物。

4) 金含量与稀土元素含量关系不明显;金含量与微量元素含量也不像火山热液矿床那样表现出的与铁及多种金属硫化物间的明显正相关关系。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

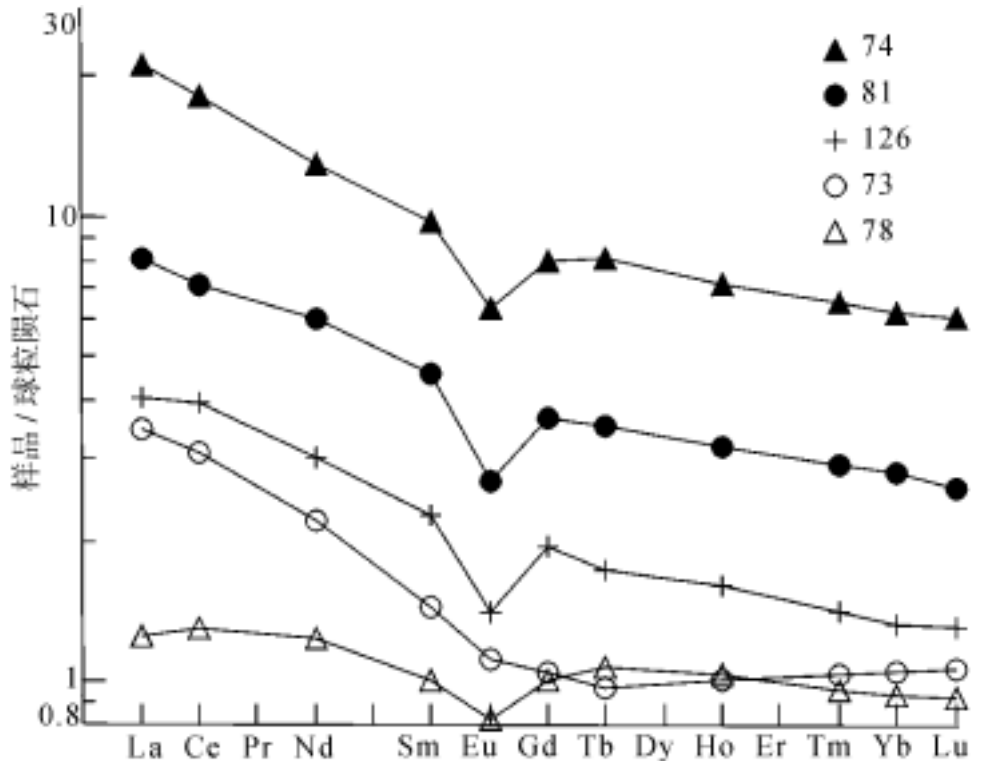


图 4-16　云山地区金矿点岩矿石 REE 配分模式

5) 金矿化成因属变质(热液) 含金石英脉型, 后生淋积作用导致金矿化的次生富集。

四、梨溪地区金矿点

位于宜黄县梨溪乡, 已发现三个矿点, 其中蛟塘-缪家矿点和尧家排矿点已进行槽井揭露, 田西矿点尚未进行揭露但有民采。

区内出露地层主要为震旦系下统周潭组弱混合岩化千枚岩、片岩、上三叠统安源组砂砾岩与炭质砂岩。下侏罗统林山组的长石石英砂岩、石英细砂岩。矿区北部 2.5km 出露有燕山早期花岗岩体。本区发育有三条北东向断裂, 其中两条分布在田西-蛇源一带, 为 J_1 与 Z_1 的界线, 表现为压扭性破碎带。另一条为尧家排断裂, 是尧家排矿点的主导控矿断裂。本区金矿化成因类型有两种: 一种为产于基底周潭组变质岩中的石英脉-破碎带蚀变岩型, 如尧家排矿点; 另一种为产于侏罗系砂岩中的硅化带-石英脉型, 如田西、蛟塘、缪家等矿点(图 4-17)。

1. 蛟塘和缪家矿点

蛟塘和缪家矿点分别位于蛟塘和缪家村北部约 1 ~2km。金矿化产于侏罗统林山组灰白色厚层状中粒砂岩的硅质破碎带中。硅质破碎带由白色梳状石英脉, 网脉状石英细脉和红色硅质脉与碎裂砂岩角砾组成(图 4-18), 宽 1 ~2m, 长 20 ~30m。整个矿带总长达 650m, 产状为 325°~350°∠80°~90°。据槽井揭露, 蛟塘矿点有 10 余条矿脉, 拣块样最高品位 32.1×10^{-6}, 据收集到 99 个探槽样品资料, 其含金量情况见表 4-14。上述样品水平长度为 30 ~50cm, 由它圈定矿体, 大于 3×10^{-6} 者最厚达 1.5m, 大于 1×10^{-6} 者可达 2m。在 Tc2 - 3 探槽中, 可见硅化、赤铁矿化砂岩、角砾岩和硅质细脉互相穿插, 其金含量较高(图 4-19), 局部有绢云母化、高岭土化及细晶黄铁矿。

缪家矿点有 4 条矿脉, 各长 10 ~50m, 刻槽取样最高金品位 3.7×10^{-6}, 其矿化特征与蛟塘矿点类似。

值得注意的是在蛟塘、缪家村大面积出露的周潭组混合岩化黑云母片岩中新发现有两

地信网论坛
BBS.3S001.COM

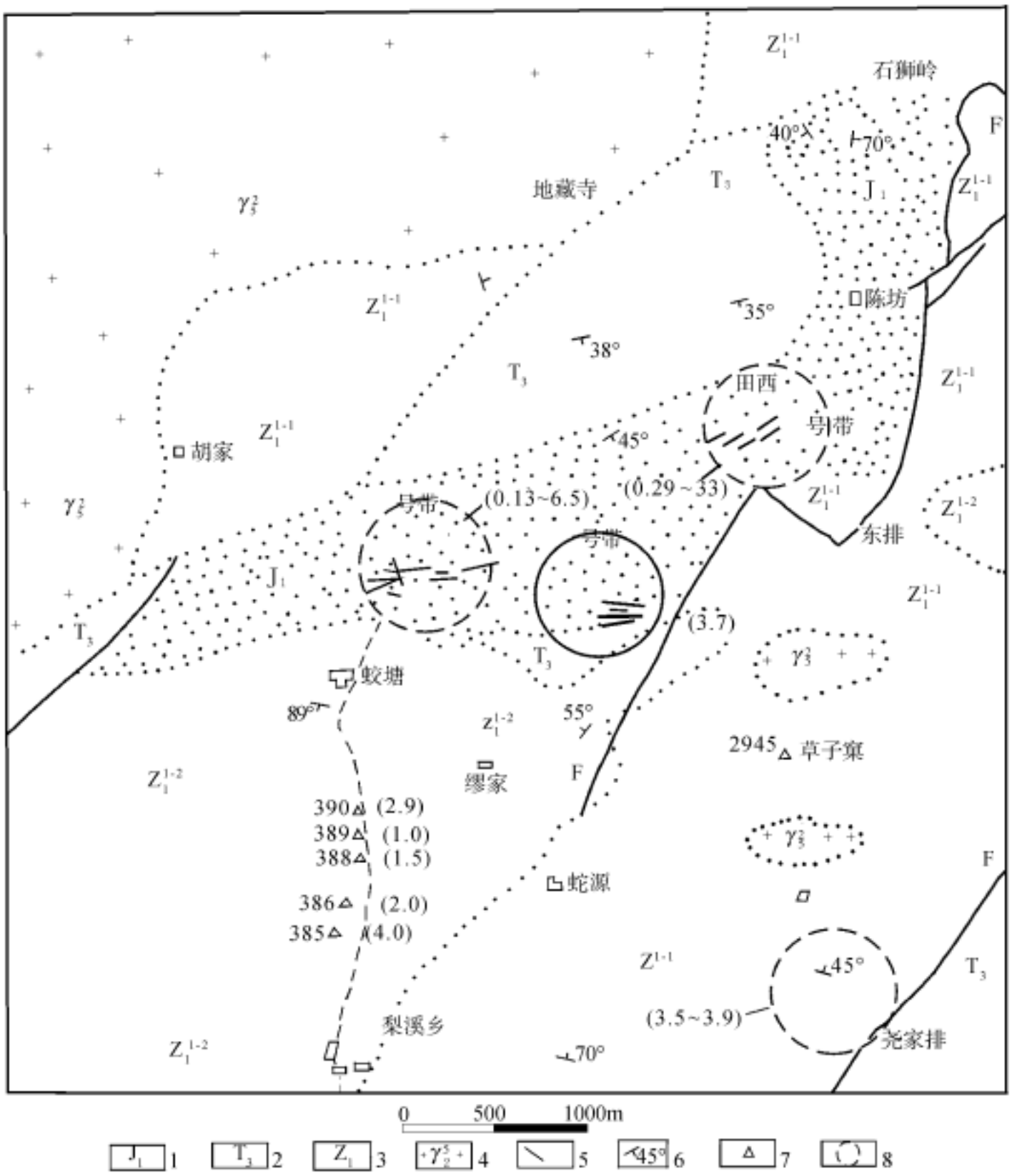


图 4-17　宜黄县梨溪地区地质略图

1—下侏罗统林山组砂岩细砂岩;2—上三叠统安源组砂砾岩、炭质砂岩;3—震旦系下统周潭组千枚岩、片岩;4—燕山早期二云母花岗岩;5—断层;6—地层产状;7—取样点编号(括弧内数字为金含量$\times 10^{-6}$);8—金矿点矿带(括弧内数字为金含量,$\times 10^{-6}$)

表 4-14　蛟塘矿点探槽样品金含量分布表

w(Au) /10^{-6}	样品数	百分比/%
>5	3	3
>1	6	6
0.1～1	10	10
0.01～0.1	29	29
0.001～0.01	54	55

地信网论坛
BBS.3S001.COM

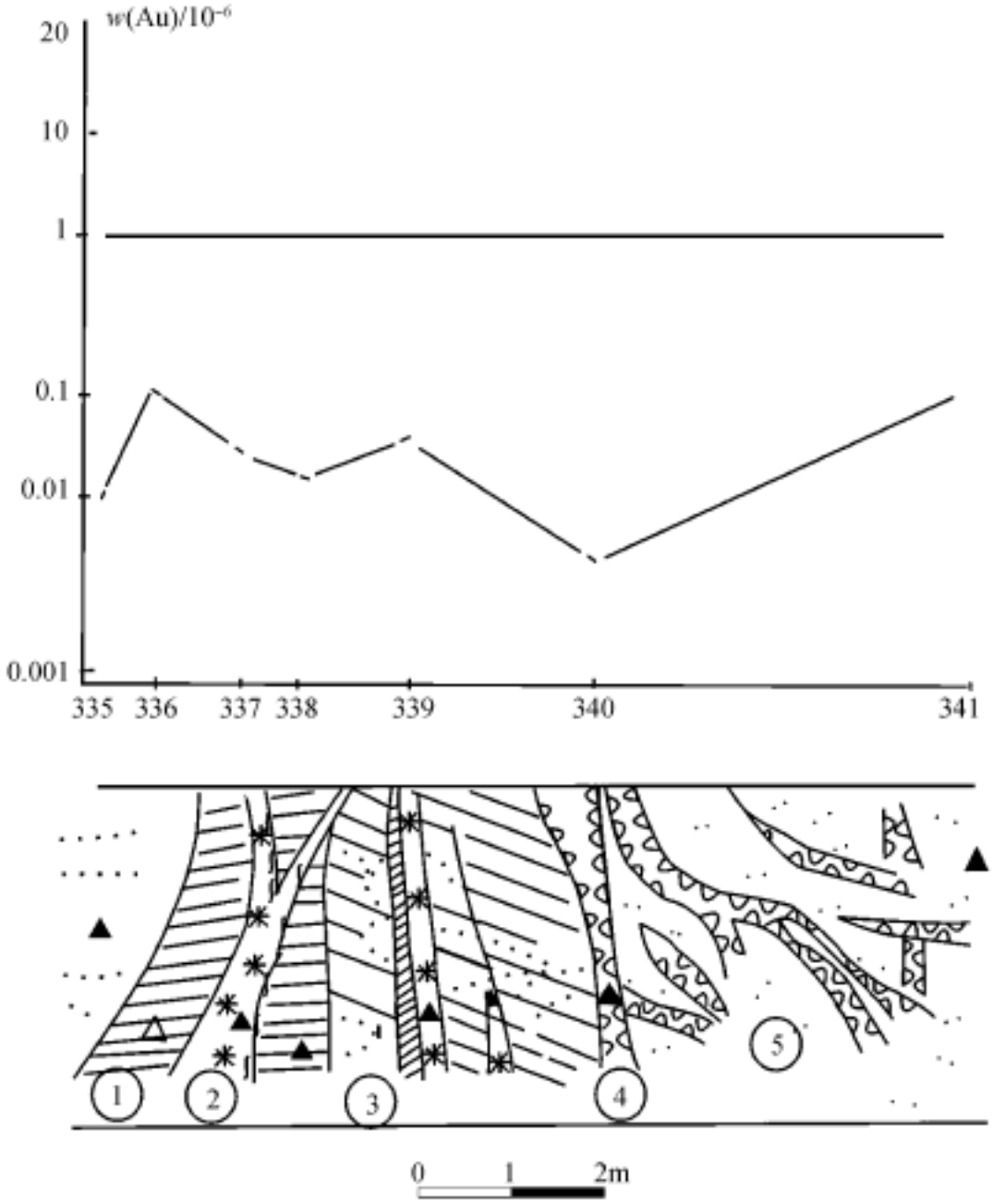


图 4-18　蛟塘矿点矿化特征素描图

①红色硅质脉;②褐铁矿矿化带;③白色网状石英细脉;④白色梳状石英脉;⑤下侏罗统灰白色中粒砂岩

处金异常带,宽约 1m,一处金含量 0.25×10^{-6} ~0.77×10^{-6},岩石中可见蜂窝状褐铁矿。另一处金含量达 1.0×10^{-6} ~4.0×10^{-6},这种矿化现象与下述的尧家排矿点类似。

取自蛟塘矿点中的 335 ~339 样品的硅酸盐分析数据参见表 5-2,从表中可看出,金矿化较好的是红色硅质脉(336)和褐铁矿化带(337、339)。红色硅质脉代表了早期的金矿化,金富集的过程伴有大量 SiO_2 和少量 FeO、Fe_2O_3 的带入。337 和 339 样品代表了金的表生富集阶段,Fe_2O_3 明显增高,SiO_2 大量减少。同时 Al_2O_3、K_2O、Na_2O、TiO_2、MgO、P_2O_5 略有增高。

上述的 335 ~339 样品也做了稀土和微量元素测定,其含量参见表 5-10 和 5-5。其稀土配分模式见图 4-20。从上述图表可知,围岩和矿脉稀土配分模式基本不变,只是围岩稀土元素含量比成分单一的矿脉高。围岩中的 K、Na 及一些大离子半径或活动性差的元素含量如 Ba、Rb、Hf、Ta 等含量较高,而矿脉中一些亲氧亲硫金属元素如 Fe、Co、Zn、As、Ag、Sb 等含量较高。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

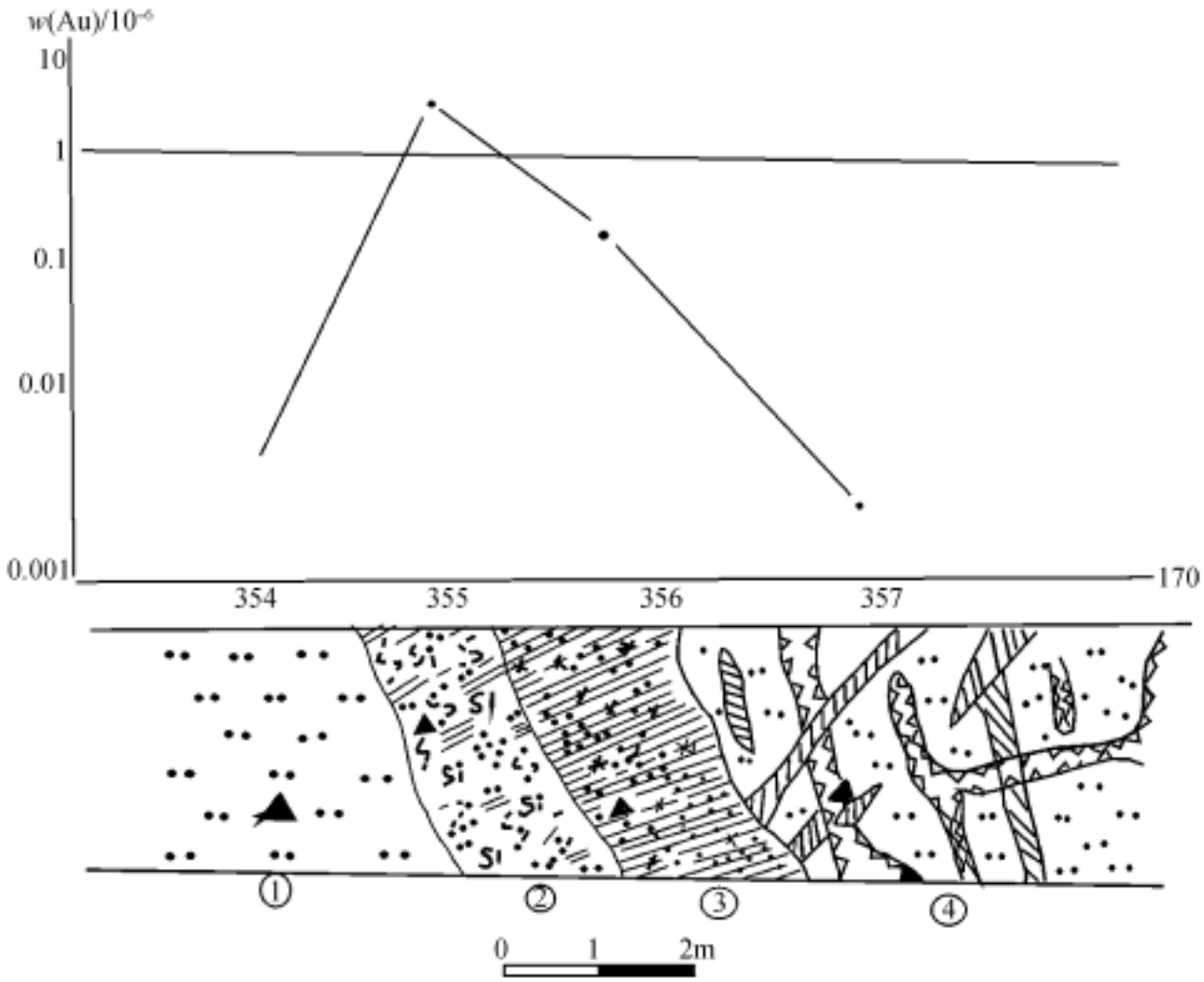


图 4-19　蛟塘矿点 Tc2—3 探槽矿化特征素描图

①砂岩；②硅化、红色砂岩蚀变带；③黑色 Fe、Mn 质蚀变带，并有明显黄铁矿化；④红色、白色石英脉与砂岩交织带

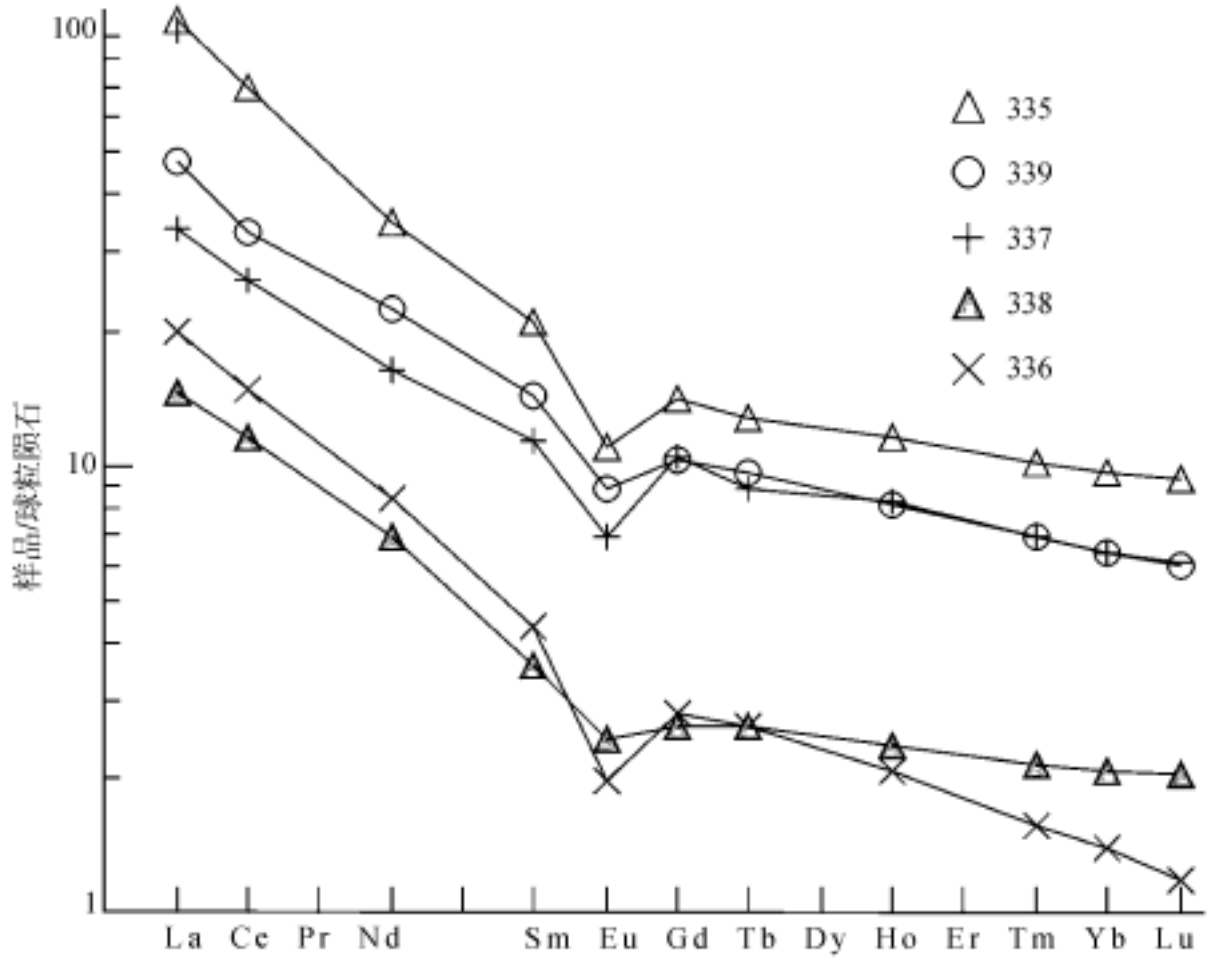


图 4-20　蛟塘矿点岩矿石 REE 配分模式

地信网论坛
BBS.3S001.COM

2. 田西矿点

位于田西村南约 0.5km(图 4-17) 。含矿围岩为下侏罗统林山组灰白色厚层状石英砂岩、细砂岩。已发现梳状石英、红色隐晶硅质脉和网脉状石英组成的含金破碎带约 50 条, 破碎带平行排列, 走向 NE 至近 SN, 倾向 N, 倾角陡, 宽度从几米至十多米, 延伸不稳定, 最长达 150m, 宽度变化也大, 常有膨胀收缩, 尖灭再现现象, 破碎带中的含金脉体单脉宽几至 20cm。长 10 至几十厘米, 金含量 $n\times 10^{-6}$ ~10×10^{-6}。破碎带膨胀部分可发现数条金矿脉体(图 4-21) 。民采坑中取黑色石英和含黄铁矿的页岩角砾分析, 金含量达 31.26×10^{-6}。上述的蛟塘、缪家、田西矿点民采时都可淘出明金, 据光薄片初步观察, 金矿物为自然金、银金矿, 以粒状、片状居多, 少量发丝状、蜂窝状。载金矿物为赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿、石英等。

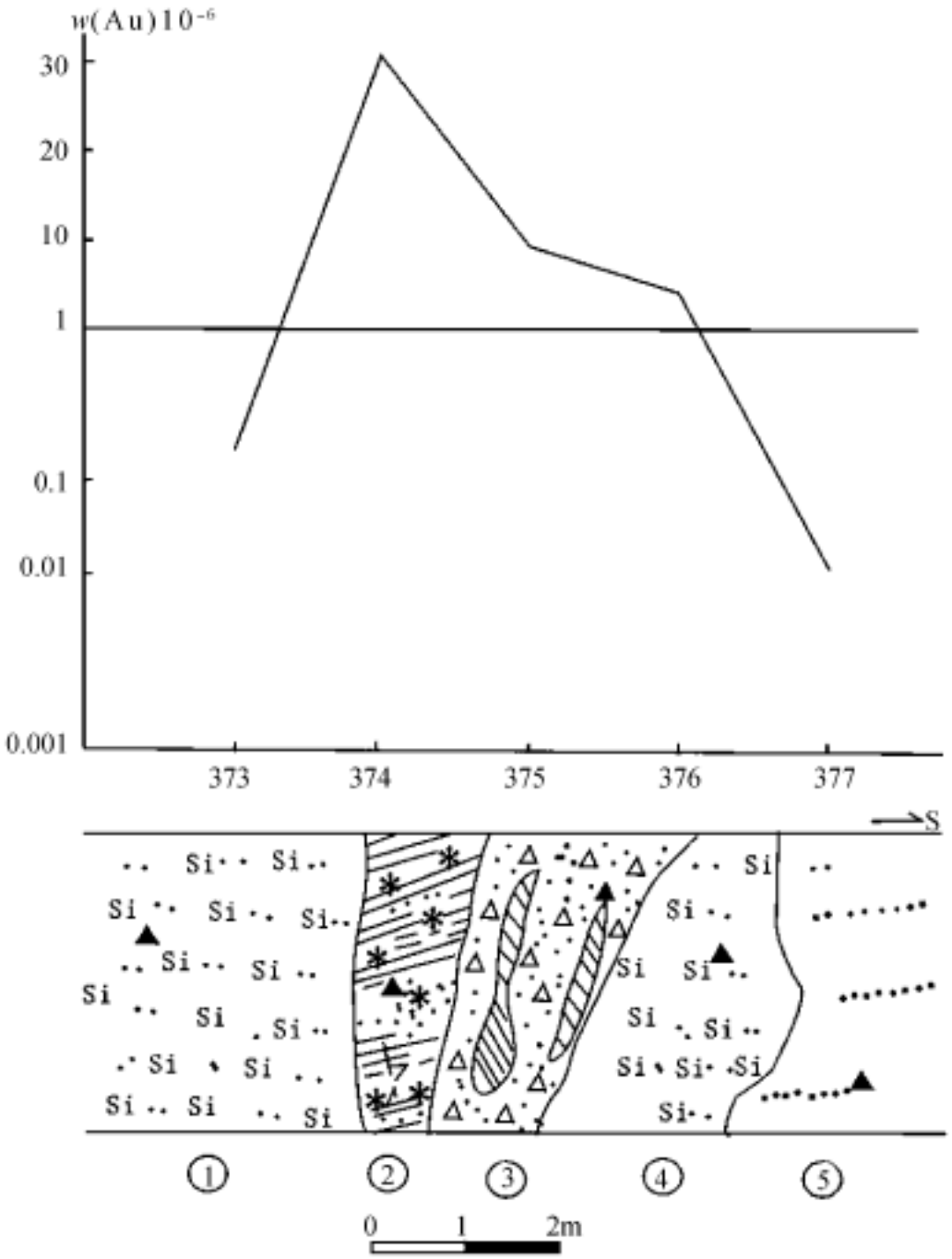


图 4-21　田西矿点矿化特征素描图

①硅化砂岩;② 含金蚀变石英脉(红化, 黄铁矿化及黑色铁锰质粘土) ;
③强烈蚀变破碎带(粘土含量高) ;④ 弱硅化砂岩 ;⑤无蚀变砂岩

地信网论坛
BBS.3S001.COM

3. 尧家排矿点

位于宜黄县梨溪乡官坪村上九湾自然村至江坊村旁。1984 年地矿 912 队在此进行槽井探和钻探, 打了 4 个钻孔和小坑道, 并有民采。

矿区出露地层为下震旦统周潭组(与其西 11km 的茅排矿床同一层位) , 岩性由底至顶依次为灰绿色片理化杏仁状安山玄武岩及其角砾岩; 灰绿、灰白、灰紫色绢云母片岩夹变余长石石英细砂岩; 深灰、灰黑色绢云含碳千枚岩夹灰绿色变余绢云长石石英细砂岩。含矿地段主要为千枚岩、片岩和变余细砂岩。

据野外观察, 金矿化发生在硅化破碎带中, 围岩为云母片岩, 破碎带内可见团块状、不连续脉状石英, 还有白云母、黄铁矿。破碎带两侧的滑动面上有厚约 0. 5cm 的铁锰质薄膜, 断面光滑, 弯曲不大, 旁侧可见挤压片理化带, 表明破碎带曾具剪压性特点(图 4-22) 。揭露此破碎带的坑道中见有黄铁矿脉, 黄铁矿矿石含金量达 7. 8× 10^{-6}, 黄铁矿晶形较差, 不规则粒状结构、块状构造, 较破碎。

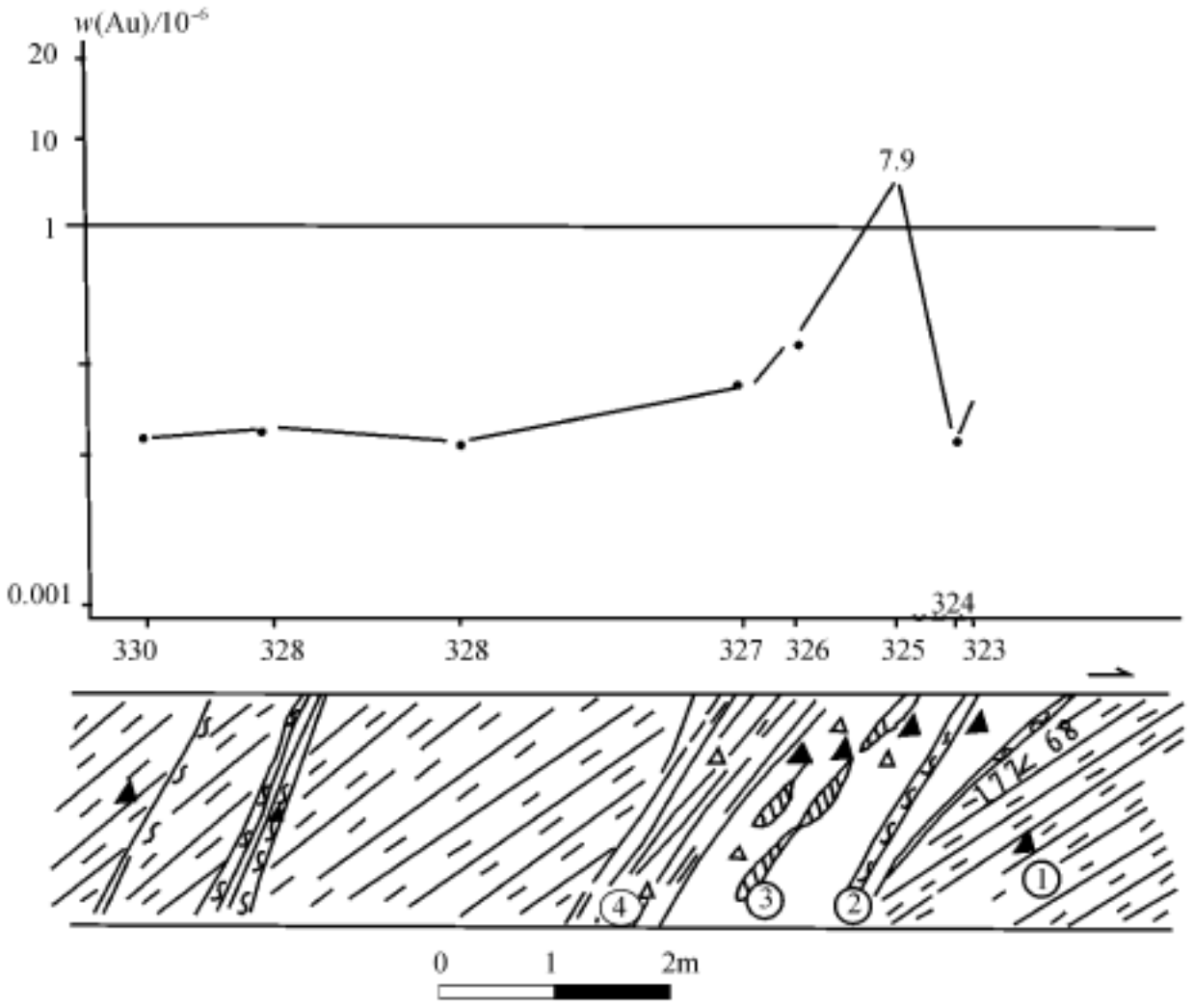


图 4-22　尧家排矿点矿化特征素描图

①片岩; ②断层滑动面; ③破碎带及其中的脉状石英; ④挤压片理带

将采自硅化破碎带的样品作了硅酸盐和金含量(参见表 5-2) 以及微量元素和稀土元素含量(参见表 5-5、5-10, 图 4-25) 测定, 由表 5-2 可知硅化破碎带中金含量普遍较高; 变化范围为 0. 027× 10^{-6} ~7. 9× 10^{-6}, 石英脉中含金最高达 0. 79× 10^{-6}, 将含金与不含金样品比较后发现, 随金含量增高, SiO_2、FeO、Fe_2O_3、P_2O_5 同时增高, 而 Al_2O_3、K_2O、Na_2O、MgO、TiO_2 等都相应降低, 这说明可能是在一种富硅、富铁、富挥发份的流体中富集成矿的, 矿化过程中伴随广泛硅化, 黄铁矿化蚀变, 324 和 327 号样品 K_2O 和 Na_2O 增高, 说明矿前期有碱质交代发生。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

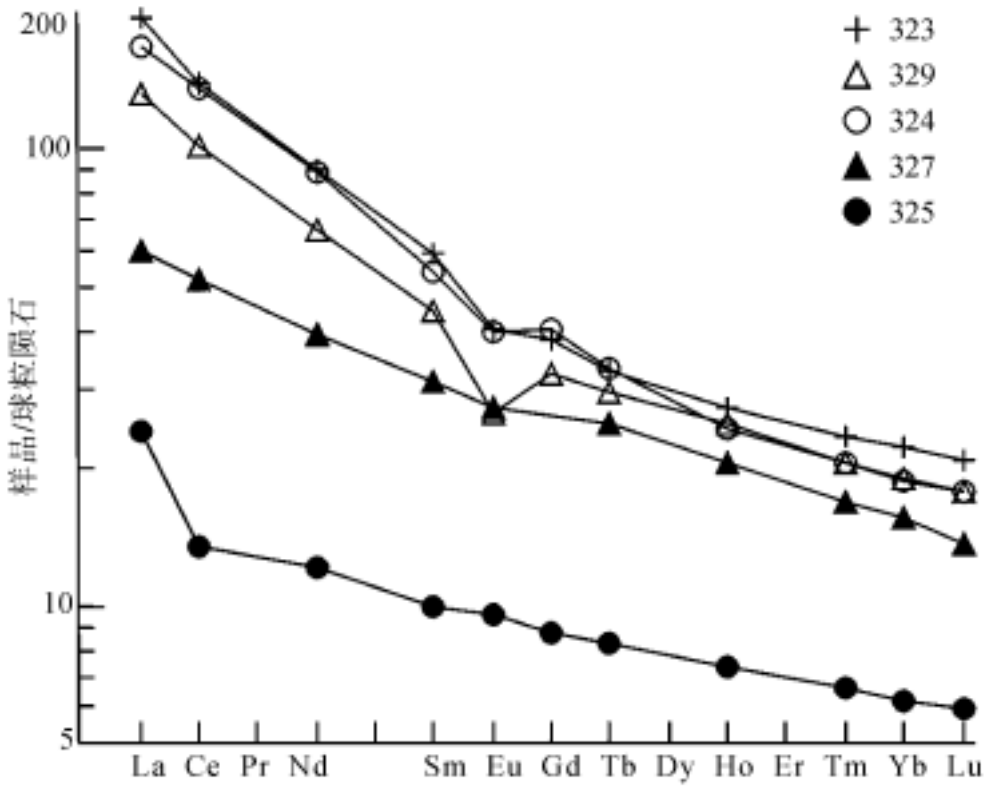


图 4-23　尧家排矿点岩矿石 REE 配分模式

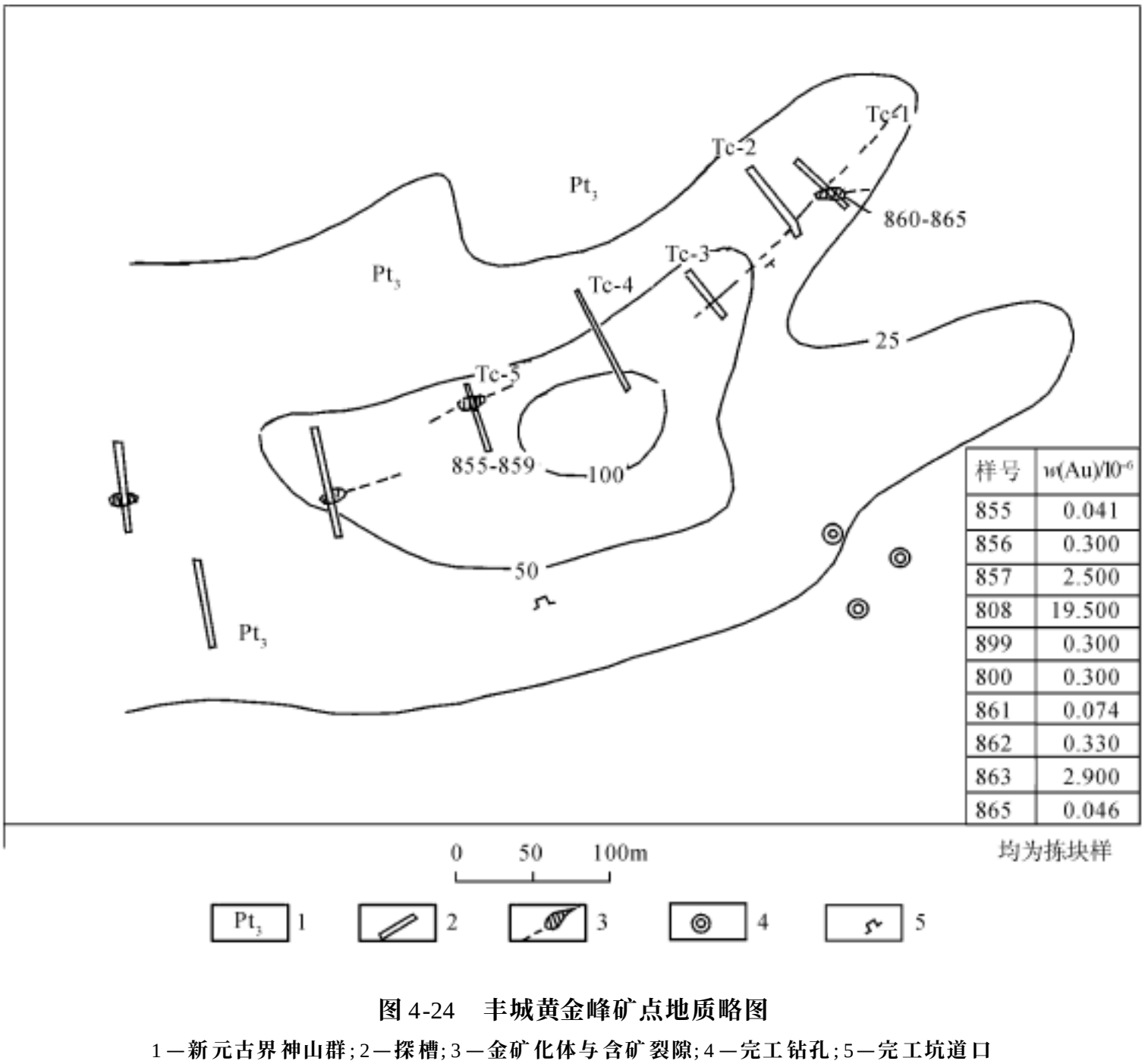


图 4-24　丰城黄金峰矿点地质略图

1—新元古界神山群；2—探槽；3—金矿化体与含矿裂隙；4—完工钻孔；5—完工坑道口

地信网论坛
BBS.3S001.COM

由第五章表 5-5、5-10 和图 4-23 可知，含金石英脉由于是成分单一，其稀土元素总量比围岩和断层岩偏低。断层岩基本保持围岩(片岩)稀土元素配分特点，物质的带进带出在这种构造带并不明显。从表 5-5 微量元素含量变化情况看，含金石英脉 Fe、Mn、Zn、As、Ag、Sb 等增高，Co、Ni、Se、Rb、Zr、Cs、Ba、Ti 等降低。表明金矿化与金属硫化物和铁锰等的富集密切相关，显示热液成矿的特点。

该矿点矿化层位，矿化特征与茅排矿床颇相近，可借鉴茅排矿床经验予以评价，初步认为是一个值得进一步工作的矿点。

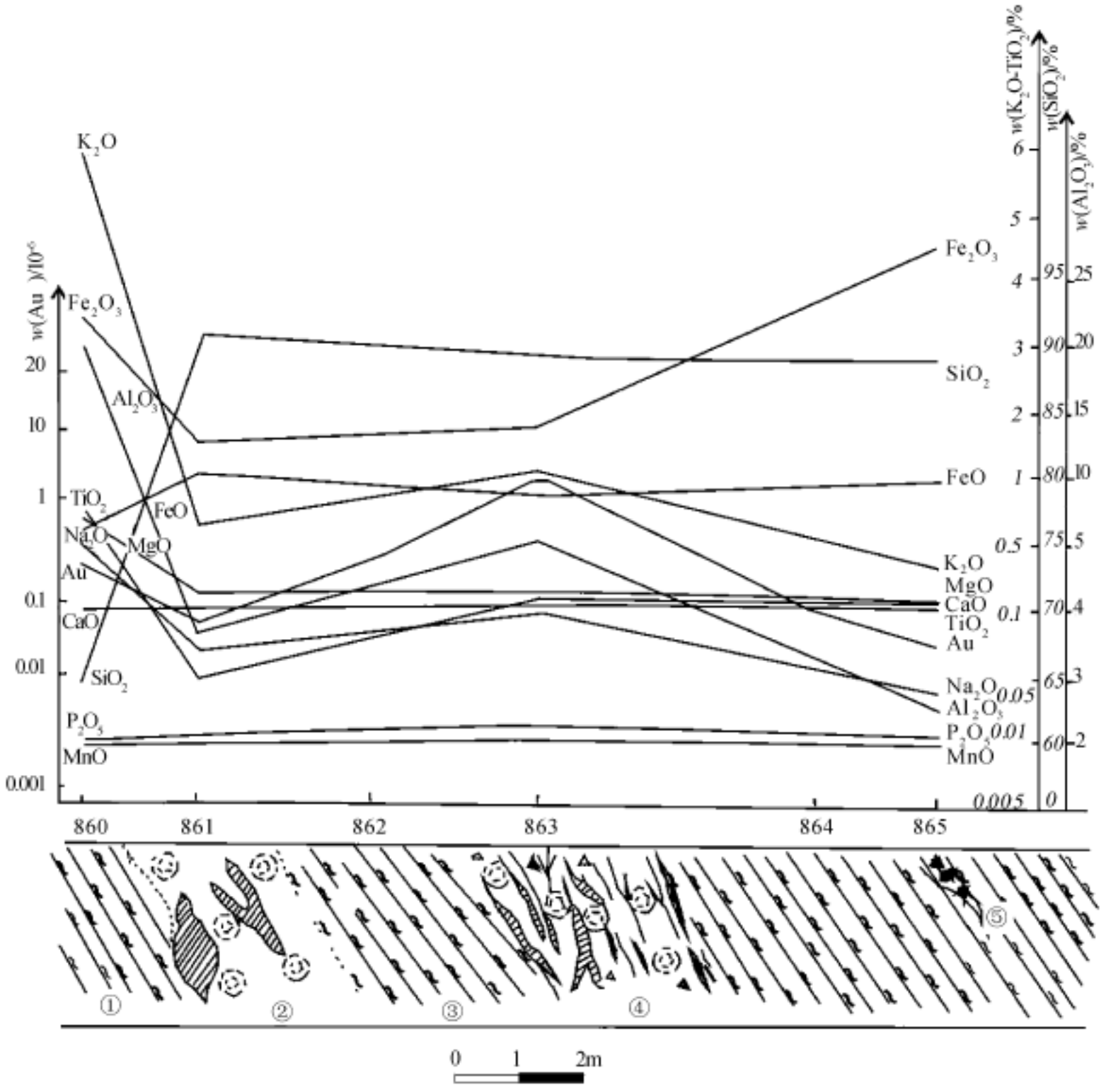


图 4-25　黄金峰矿点金矿化蚀变带主元素变化曲线

①浅灰色千枚岩；②灰白色硅化带；③千枚岩；④强硅化破碎带；⑤褐铁矿化裂隙

地信网论坛
BBS.3S001.COM

五、黄金峰矿点

位于丰城市罗山乡乡政府北东 1.5km(罗山的新村与堑坪村之间)处。

该区出露的地层为新元古界神山群千枚岩、板岩、粉砂岩。东部有一小于 $1km^2$ 的闪长岩体。金矿化赋存于神山群千枚岩硅化带中(见图 4-24)。含金硅化带最长约 200m,宽 1～2m,由白色石英细脉(单条宽小于 1cm)或网脉状石英细脉和硅化碎裂变质岩角砾组成。地表有 4 个 1 至数米长的含金硅化透镜体,但脉旁蚀变微弱,石英多为白色,质纯,仅个别地段显示强硅化、赤铁矿或褐铁矿化。

核工业 261 队在该点进行了槽井和小坑道揭露,打了六个钻孔(资料未收集到)。据他们口头告知,小坑道和钻井均未见工业矿化。

我们对该点做了调研,作了一些地质素描和取样(见图 4-25),样品做了金、常量、微量、稀土元素含量的分析,结果参见表 5-2,5-5,5-10 中的 860、861、863、865 号样品。

从图 4-25 可看出,千枚岩中 Al_2O_3、K_2O、Na_2O、MgO、TiO_2 等含量明显高于硅化带;硅化带中 SiO_2、FeO、P_2O_5、MnO 等含量高于千枚岩。

强硅化破碎带内 Au 含量最高,其中 Al_2O_3、K_2O、Na_2O、MgO、P_2O_5、MnO、TiO_2 等含量又高于灰白色硅化带,显然,构造蚀变作用促进了金的富集,形成硅化含金破碎带。

由稀土配分模式图(图 4-26)可知,围岩(千枚岩 860 号样品)和硅化破碎带岩石(863、860 号样)均为轻稀土富集,铕亏损型。稀土元素含量与金含量无相关关系。从微量元素含量看,金含量高的样品(如 863),其 Fe、Ag、Mo、Zn、Zr、Th 等含量略有增高,金的富集可能与硫化物有关。

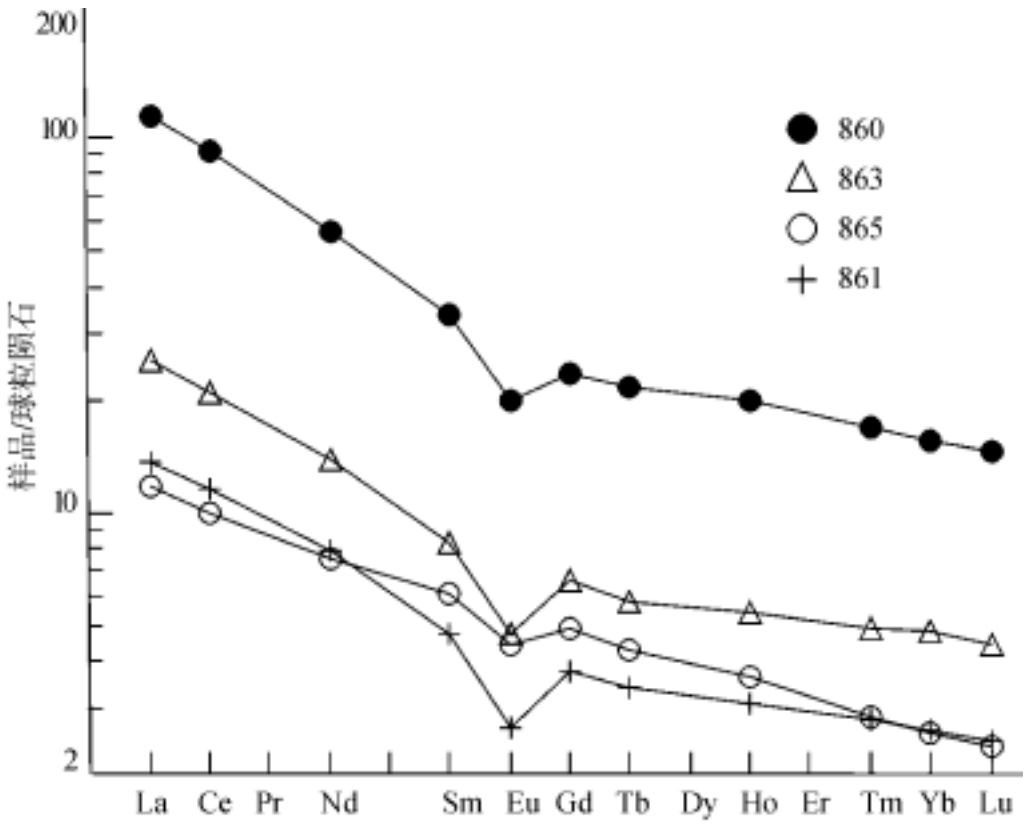


图 4-26　黄金峰矿点岩矿石 REE 配分模式

地信网论坛
BBS.3S001.COM

六、桐山庙矿点

位于临川展坪乡温泉疗养院西 1.5km 处。我们在该矿点进行了 1∶ 1000 地质草测和取样。

该矿点处于弋阳-萍乡深大断裂带上, 区内出露的地层为石炭系灰白色紫红色砂岩、粉砂岩和神山群千枚岩。沿该区域深大断裂广泛发育着硅质角砾岩带, 其厚度达百米以上, 出露长度达 1km, 金矿化就赋存于此角砾岩带中。

硅质角砾岩呈灰白色, 由粗晶或梳状石英、粒状石英、细脉状石英和少量岩屑组成。其中发育着棕红色铁质细脉(厚达 lcm 左右) , 因而岩石有时被染成红色, 这种红色的岩石常常是金矿化赋存部位。含金矿脉呈细脉伏, 团块状产出, 已知有 16 条, 长数米, 厚数厘米至 10cm(图 4-27) 。金含量据 32 个拣块样统计结果: $<0.1\times10^{-6}$(2 个) , $<1\times10^{-6}$(16 个) , 1×10^{-6} ~3×10^{-6}(6 个) , 3×10^{-6} ~10×10^{-6}(7 个) , $>10\times10^{-6}$(1 个) , 最高含量为 12.83×10^{-6}。据露头观察, 含金硅质角砾岩发育 5 期脉体, 从早到晚依次是白色梳状石英脉, 棕黑色铁质细脉, 白色粒状石英, 棕色铁质细脉和乳白色石英脉, 金矿化主要赋存于棕色铁质细脉中(图 4-28) 。

据岩矿石硅酸盐和金含量分析结果(参见表 5-2) , Au 与 Fe 呈明显的正相关, 而与 K_2O、Na_2O、Al_2O_3、P_2O_5 等呈弱负相关, 这与宏观所见红色铁质脉含量较高一致。据岩矿石 REE 配分模式(见表 5-10、图 4-29) , 金含量与其无相关关系, 即金含量较高矿石在稀土配分上无特殊表现。据表 5-5 中 885、887、888、889 及 894、895、895 号样品的微量元素含量可知, 金矿化样品 Fe、Mn、Co、As、Zn、Mo、Ag、Sb、U 等含量略增高, 而 Ba 等降低。因而可推测金矿化与邻近的重晶石脉矿没有直接联系, 即在重晶石脉矿中难发现金矿脉。

七、流源矿点

位于峡江县桐林乡流源村西南 1.5km。已做过地表揭露和民采。出露的岩石和脉体是斜长花岗片麻岩(混合岩) 、动力(碎裂) 变质岩和断裂破碎带中的石英脉、硅质脉。在脉体出现的地方, 往往也是金和铜富集的地方, 金矿化与硅化、金属硫化物、赤铁矿、褐铁矿等密切相关。根据样品分析, 金含量最高达 38.75×10^{-6}, 本组检查时在探槽的铁化带中取一样品, Au 为 2.83×10^{-6}, 从矿物共生组合及相互关系, 大体可分出四个阶段, 金矿化主要集中在第二阶段和第三阶段。第二阶段为石英脉-铁硫化物阶段, 以具有细粒浸染和细脉状黄铁矿大量产生为主要特征。第三阶段是金矿化最好的多金属硫化物阶段, 以具有自然金、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、磁黄铁矿以及赤铁矿、褐铁矿等矿物共生组合为特征。另外斜长花岗片麻岩(混合岩) 的金含量为 0.0035×10^{-6}, 高于一般片麻岩中金含量。该矿点成因类型属中低温热液石英脉和硅质脉型。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

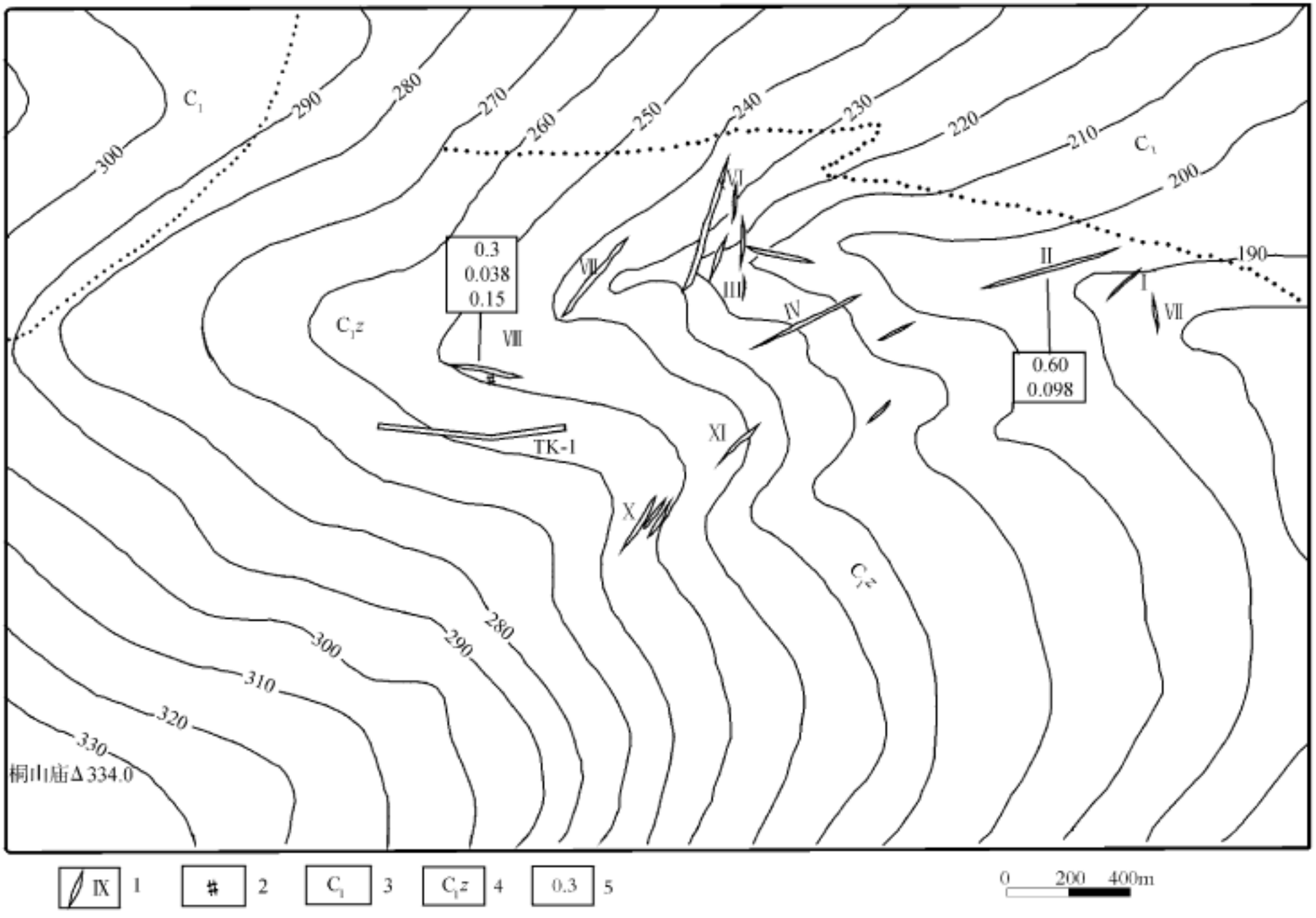


图 4-27　临川温泉桐山庙矿点含金脉体分布图

1—矿脉及编号;2—浅井;3—下石炭统砂岩;4—下石炭统硅质角砾岩;5—方框内数字为拣块样金含量(10^{-6})

地信网论坛
BBS.3S001.COM

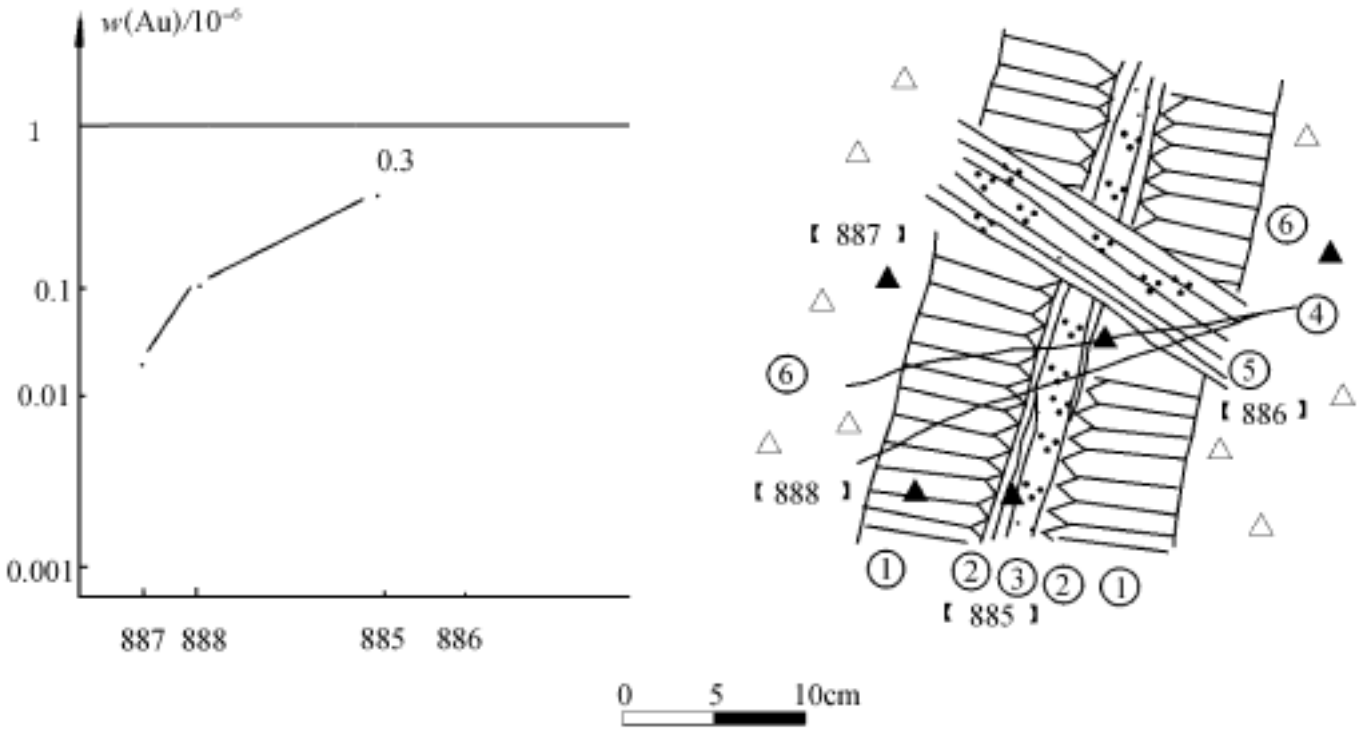


图 4-28　桐山庙矿点矿脉素描图

①白色梳状石英;②棕黑色铁质细脉;③白色粒状石英;④乳白色石英细脉;⑤棕色铁质细脉;⑥硅质角砾岩

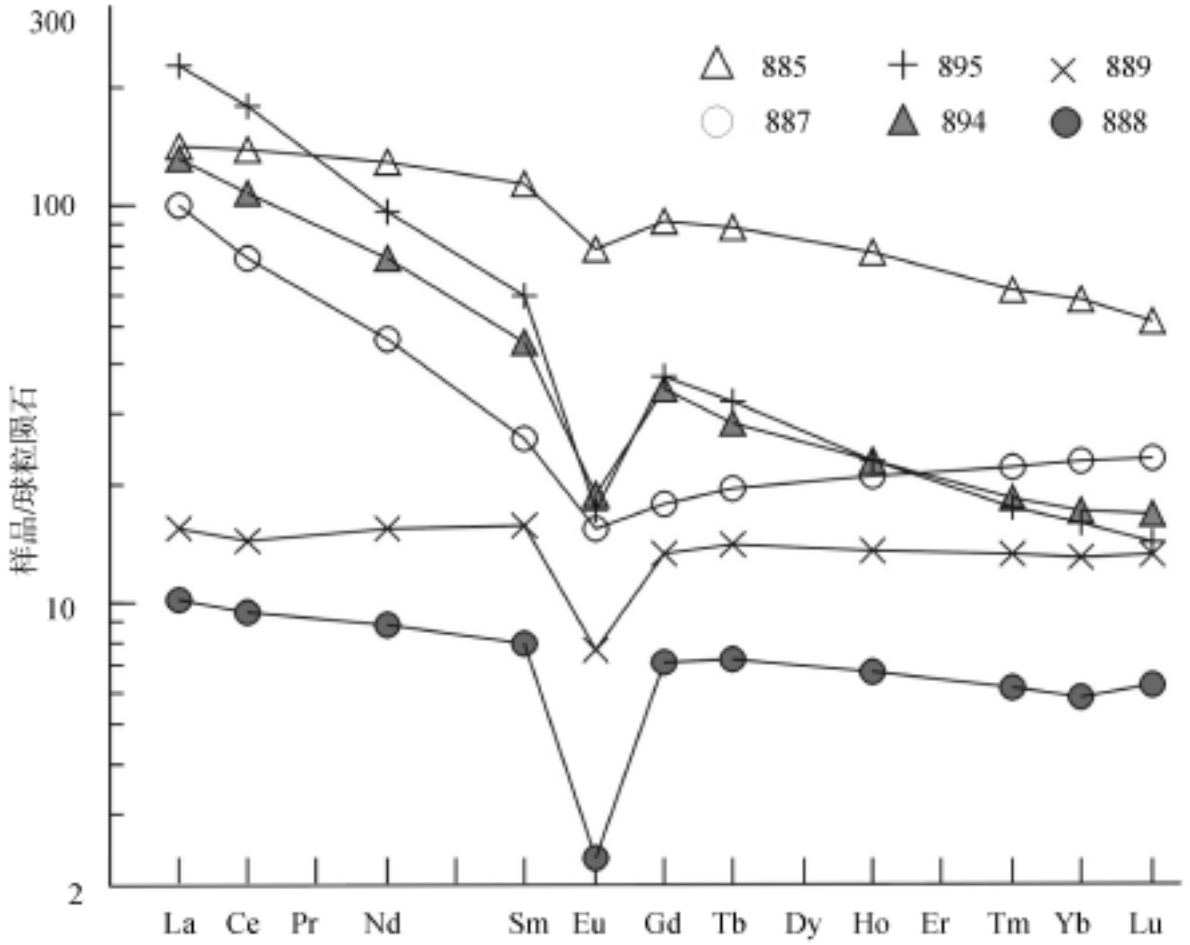


图 4-29　桐山庙矿点岩矿石 REE 配分模式

地信网论坛
BBS.3S001.COM

八、分界矿点

位于峡江县分界村东 2km 处, 过去有民采。

含金层为第四系全新统红色含砾亚粘土层。地表风化产物为颗粒大小不等的碎块、砾石和红色致密的粘土。碎块和砾石直径 3 ~10cm, 成分主要是石英、燧石和黑褐色铁块。红色致密粘土层是由母岩经过强烈化学风化而形成的高岭土、铁的氢氧化物和氧化物组成的。我们对红土层作了 3 个拣块样分析, 金含量分别 0.027×10^{-6}、0.654×10^{-6}、0.218×10^{-6}。前人曾在该点作过一些普查初勘工作, 初步确定含金层面积 $4.6km^2$, 最厚达 10m 左右, 金含量一般为 0.024×10^{-9} ~0.39×10^{-9}, 最高达 2.579×10^{-9}。除本矿点外, 外围从金坪至分界还有金子山、金子库、黄婆金等矿点, 总面积 $7km^2$, Au 含量 0.96 ~0.98g/m^3。

总之, 该矿点的金可能来自下伏震旦系变质岩, 变质岩经强烈化学风化后, 金富集在红土层中形成红土型金矿点。

赣中地区除上述矿点外, 还有新干县的孔源、海源、竹溪等矿点, 过去有过民采, 核工业 263 队, 地矿赣西队等作过初勘或地表揭露。本组检查时在海源金多金属矿点的乡办选冶场的黄铜矿等多金属硫化物粉末中取样分析其金含量为 0.11×10^{-6}, 可考虑作为副产品回收。在竹溪矿点取了两个拣块样, 金含量 0.33×10^{-6} 和 1.49×10^{-6}。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

第五章　地球化学特征

一、区域含金性述评

我们对区域金地球化学背景进行了初步调研，做了区域含金性取样，按地层（岩体）时代分别做了15条区域地层（岩体）剖面并采集样品304个，均作了金含量测定（金测试方法为化学光谱法（省地矿局物化测试所）和活性炭吸附-硫代米酮比色法（华东地质学院水化实验室）），加上我们在矿区及其周围所采集的样品，历年共采集和分析金样735个。根据上述样品的金含量数据和收集到的1038个金含量数据，统计出本区各地层（岩体）金丰度值（表5-1）。这15条区域地层（岩体）剖面的位置见第一章各剖面图及第四章图4-1上的地化取样路线。我们将5条地层剖面的样品，剔除矿体和异常样外，共计265个，用其作概率统计，得出金含量分布型式图（图5-1）。

通过上述图表我们可以看出：

1）本区金丰度值多数在世界或全国背景值以内，比背景值最低的小秦岭金矿田太华群显著增高。可以看出，时代越老，金丰度值越高，如前震旦系、震旦系、侏罗系金丰度平均值分别为3.13×10^{-9}、3.00×10^{-9}、2.0×10^{-9}。

2）各花岗岩体金丰度差别大，其中乐安岩体丰度值（8.04×10^{-9}）最高，大于全国花岗岩背景值（3.6×10^{-9}）。该岩体比产有金矿床的虎圩岩体丰度（3.10×10^{-9}）还高，且出露面积大，值得进一步调查。

3）金矿区地层金含量高于区域背景值，如侏罗系虎圩矿区（3.22×10^{-9}）高于区域（东乡区）背景值（1.25×10^{-9}），梨溪矿区（3.2×10^{-9}）高于区域平均值（2.00×10^{-9}）。前震旦系金矿点的地层金含量也比区域背景值高，如云山矿点（4.30×10^{-9}）高于区域平均值（3.13×10^{-9}）。

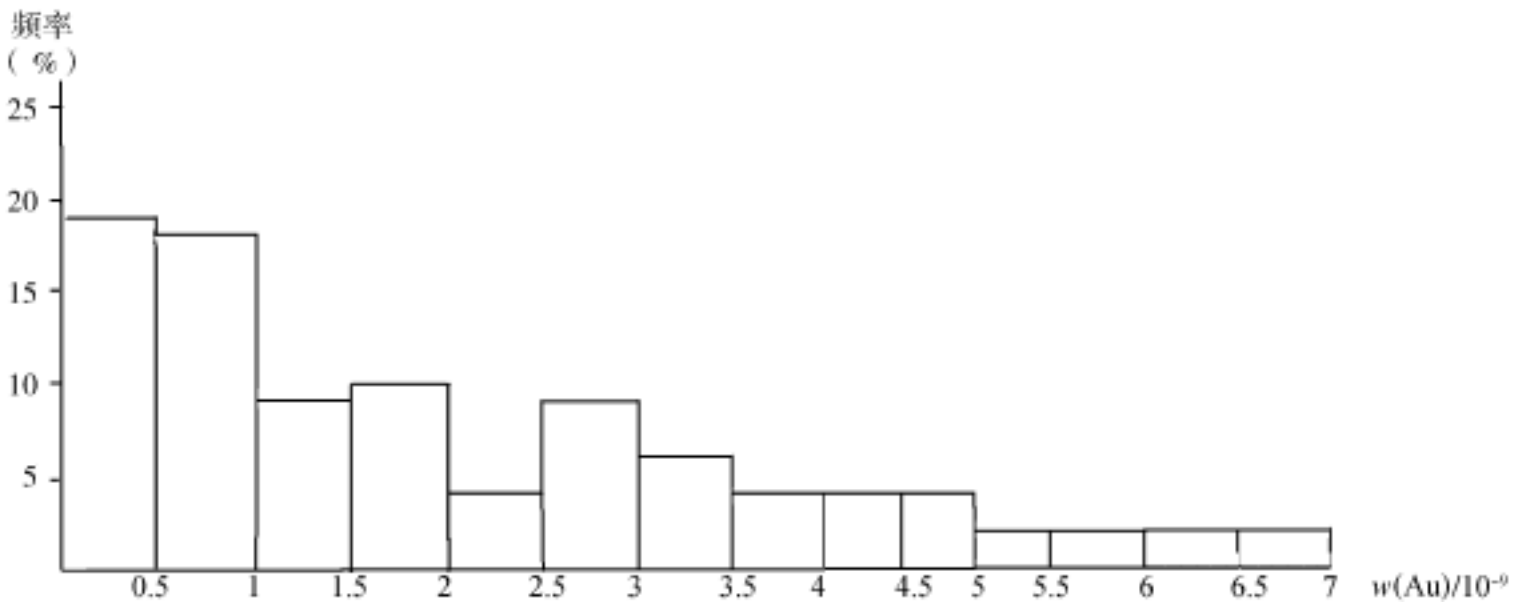


图5-1　赣中地区地层（岩体）金含量分布型式图

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 5-1　各地层(岩体)金丰度值统计表(w(Au)/10^{-9})

地层	取样地点	金含量(样数)	标准差	备注
白垩系	东乡	0.93(7)		
侏罗系	宜黄梨溪	3.2(10)	2.52	
	东乡	1.25(52)	1.22	
	虎圩矿区	3.22(9)	3.21	
	相山碎斑熔岩	4.78(6)	3.14	据孙占学(1991)
	平均值	2.00(77)		样数加权平均
三叠系	丰城罗山	3.4(20)		
震旦系	宜黄梨溪	3.12(59)	1.89	
	崇仁高庄	2.81(33)	2.06	
	平均值	3.00(92)		
	金溪和南城	0.83(176)		据梁荣斌(1991)
	金溪和南城	1.41(862)		据261队
	临川茅排	0.88(59)		据徐海江(1991)
前震旦系	临川长山和丰城杜市	2.59(109)	2.07	
	丰城罗山	4.96(10)	1.93	
	临川温泉	2.85(16)		
	临川长山	4.30(39)	1.83	
	平均值	3.13(174)		
花岗岩体	金溪岩体	0.50(4)		
	乐安岩体	8.04(12)	7.75	
	腾桥岩体	2.82(10)	2.44	
	虎圩岩体(石英闪长玢岩)	3.10(14)	2.04	
	古村辉长岩	4.87(4)	2.61	
世界或全国背景值	花岗岩	1.7～3.6		据文献资料
	沉积岩	2～3.4		
	变质岩	1～8.5		
小秦岭	金矿田太华群	0.55～0.91		

注:据华东地质学院孙占学(1991)提供的相山样品分析结果、梁荣斌及261队资料见华东地质学院梁荣斌(1991)硕士论文。

4)在上述区域地层剖面取样时发现金异常样计25个,占总样数的0.20%,其金含量为12×10^{-9}～8000×10^{-9}(异常样是指大于平均值加三倍均方差的样品),说明剖面上存在相当数量的金丰度高的地层或地质体。

5)从金含量分布型式图(图5-1)可知,金含量低于1×10^{-9}的样品总数占37%,低于2×10^{-9}的占56%。即是说,地层(岩体)的金含量以低于2×10^{-9}为多。仅个别地层(岩体)金含量高于此值。

从上面分析可知,如果以区域背景值高低作为圈定含矿远景区的依据之一的话,则前震旦系和震旦系等老地层以及乐安岩体、虎圩岩体的高场区和异常点应予优先考虑。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

二、金与主成分的关系

我们先后采集岩矿石硅酸盐样品55个。从中挑选出单矿物石英样13个,这13个石英样也作了SiO_2、$A1_2O_3$、CaO、K_2O、Na_2O等项分析,现将岩石和石英样结果分别列于表5-2和表5-3。其中,岩石Au为挑选石英单矿物的矿石样Au含量(化学分析法),Na+K为中子活化法分析的石英单矿物含量(%)。

将42个岩矿石样品作相关分析(表5-4),从表可见,Au与MnO_2、SiO_2、Fe_2O_3、H_2O呈正相关,与其他分析项目均呈负相关。严格地说,它们相关系数除MnO_2外均未达信度,显示不出它们与金之间的密切关系。

从硅酸盐分析结果结合野外宏观观察,Au与Mn质、硅化、赤(褐)铁矿化有关,考究原因,通常认为MnO_2具有吸附Au的性能,另外,Mn^{4+}离子半径0.52 ,和Au^{3+}离子半径(0.85)相近,因而Au与Mn相关是有道理的。Si^{4+}离子半径为0.39 ,Fe^{3+}为0.67 ,而Au^{3+}为0.85 ,Au^{+}为1.37 ,它们的离子半径不相近,难于进入晶格,可能Au多呈吸附或混合物形式存在。但从构造动力分异作用分析,Si^{4+}、Fe^{3+}离子半径小,离子比重大(Si^{4+}离子为0.39 ,离子比重为113.6),在应力场强度较高部位集中,相反,离子半径大,比重小者如K^{+}(1.46 ;3.95),Na^{+}(1.07 ;5.83),相对活泼,易于离散,故在含金石英脉含量低。由此可见,含金石英脉中的石英不都是热液带来的,有些是动力分异成因的。

用上述硅酸盐分析结果作聚类分析,也得出与相关分析相同的结果(图5-2),从图可知,Au与MnO最密切;其次是P_2O_5、Fe_2O_3、H_2O。Au与K_2O、Na_2O等碱性元素处于不同族丛(负相关),有金含量越高,K_2O、Na_2O越低趋势。与宏观所见金矿脉难见碱交代现象一致。即金矿化围岩蚀变碱性蚀变不发育,多为酸性蚀变。

我们从金含量高的样品中挑选出石英单矿物样(13个样品),用这些石英样品做部分硅酸盐项目测定(化学分析法,华东地院分析系),其结果已列于表5-3和图5-3。从上述图表可以看出:

1)火山岩金矿含金石英脉中的石英(如虎圩,蛟塘)Al_2O_3、Na_2O、K_2O略高,而变质岩金矿中的石英(如云山、黄金峰、尧家排)则Al_2O_3低,碱质含量也低。其原因是两者形成时物理化学条件不同,因为石英中的Al是作为结构Al型式的,结构Al含量决定于石英形成时的温度和介质酸碱度。据我们作的少数石英测温数据,蛟塘矿点平均温度308℃,云山矿点平均267℃,前者略高。随着结构Al增高,碱质也会略高,这是因为Al是石英中类质同象混入物,结构Al代替Si需Na、K、Li、H等加入才能平衡,Si^{4+}替代Al^{3+}+(Na^{+}、K^{+}、Li^{+}、H^{+}),因此石英在含结构Al时,还有Na_2O、K_2O增高,如蛟塘矿点,相反Al_2O_3低,K_2O、Na_2O也低,如云山矿点。

2)岩石(包括石英脉)金含量和同一样品挑选出来石英金含量有明显差异(见表5-3,图5-4),这取决于载金矿物种类和金的存在形式,即使同是石英单矿物,也取决于Au作为类质同象的数量。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 5-2　赣中地区含金岩石硅酸盐、金分析结果

序号	样号	取样地点	岩　性	分析结果(w_B/%)													
				SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	FeO	Fe_2O_3	P_2O_5	MnO	TiO_2	H_2O	烧失量	w(Au) /10^{-9}	总量
1	323	尧家排	板岩	59.88	17.84	3.78	0.084	0.097	1.21	0.90	9.01	0.096	0.32	0.85	1.58	5.80	0.066	101.447
2	324		断层岩	64.40	17.91	4.67	0.060	0.15	1.36	0.45	4.58	0.057	0.85	0.75	1.69	4.80	0.027	101.727
3	325		硅质破碎带	67.68	3.53	0.65	0.036	0.083	0.19	1.03	22.31	0.12	0.053	0.12	0.95	3.96	7.9	100.712
4	327		铁锰粘土	66.02	17.14	4.91	0.072	0.10	0.70	0.58	4.28	0.057	1.65	0.45	0.92	3.70	0.074	100.579
5	329		板岩	63.96	15.98	3.94	0.096	0.17	1.33	0.32	7.29	0.11	1.50	0.68	1.11	4.44	0.030	100.926
6	335	蛟塘	砂岩	83.94	10.14	2.43	0.084	0.083	0.25	0.32	0.14	0.011	0.018	0.35	0.62	1.78	0.010	100.166
7	336		石英脉	93.68	2.70	0.32	0.036	0.083	0.12	0.51	1.86	0.016	0.0089	0.025	0.31	0.82	0.13	100.4889
8	337		铁质粘土	26.04	8.02	0.73	0.048	0.067	0.24	0.71	52.27	0.63	0.027	0.35	2.23	10.96	0.044	102.332
9	338		石英脉	94.02	2.76	0.46	0.036	0.083	0.097	1.03	0.43	0.0069	0.011	0.075	0.22	0.46	0.021	99.6889
10	339		铁质硅质脉	34.98	8.66	0.76	0.048	0.083	0.20	1.20	43.14	0.49	0.018	0.35	2.48	9.82	0.058	102.229
11	395	梨溪	花岗伟晶岩	72.04	15.98	4.08	3.98	0.20	0.13	1.03	0.43	0.19	0.15	0.083	0.41	1.12	0.0014	99.848
12	396		花岗岩	72.16	15.98	5.43	2.77	0.45	0.23	0.51	0.57	0.096	0.022	0.12	0.61	1.36	0.0021	100.308
13	401		混合岩	67.74	17.01	1.73	4.34	1.55	1.34	2.19	1.22	0.018	0.053	0.52	0.40	1.82	0.0018	99.931
14	817	虎圩	硅质矿石	67.44	11.49	0.68	0.036	0.21	1.80	0.42	9.97	0.018	1.63	0.15	2.40	5.76	32.50	102.004
15	820		硅质矿石	83.42	6.87	0.30	0.036	0.083	0.19	0.32	4.08	0.10	0.54	0.12	1.24	3.46	11.40	100.759
16	832		金矿脉	58.18	21.89	2.89	0.060	0.058	1.06	0.51	6.29	0.16	0.067	0.95	1.69	7.38	0.072	101.185
17	833		金矿脉	75.12	11.87	3.08	0.048	0.12	0.61	0.32	4.65	0.12	0.067	0.52	0.99	2.90	0.30	100.415
18	834		金矿脉	56.50	4.81	0.43	0.036	0.097	1.02	0.45	32.53	0.096	0.92	0.22	1.05	2.38	2.1	100.539
19	835		金矿脉	58.98	18.36	7.51	0.36	0.46	1.31	0.26	5.58	0.069	0.18	0.75	3.08	5.60	0.038	102.499
20	836		石英脉	64.48	15.01	8.02	0.93	0.37	1.04	0.45	5.93	0.12	0.089	0.65	1.17	2.36	0.027	100.619

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续表

序号	样号	取样地点	岩性	分析结果(w_B/%)														
				SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	FeO	Fe_2O_3	P_2O_5	MnO	TiO_2	H_2O	烧失量	w(Au)/10^{-9}	总量
21	860	黄金峰	石英脉	63.82	20.39	5.90	0.48	0.11	0.72	0.64	3.43	0.018	0.011	0.80	0.26	3.48	0.30	100.059
22	861		千枚岩	91.72	3.43	0.68	0.078	0.11	0.20	1.03	1.43	0.023	0.012	0.050	0.24	0.76	0.074	99.763
23	863		硅化岩石	89.68	4.99	1.05	0.091	0.15	0.22	0.77	1.72	0.027	0.018	0.15	0.23	0.98	2.9	100.076
24	865		石英脉	89.60	2.56	0.37	0.039	0.11	0.18	1.03	4.60	0.025	0.015	0.10	0.39	1.18	0.046	100.199
25	868	罗山	石英闪长岩	40.38	6.73	0.034	0.12	2.08	24.66	6.05	9.38	0.014	0.17	0.25	3.32	9.64	0.0076	102.828
26	871		石英闪长岩	26.72	17.46	0.034	0.026	0.15	17.14	10.61	14.74	0.021	0.18	2.75	1.94	9.94	0.0023	101.711
27	878		角闪片岩	49.70	14.28	0.10	2.80	8.44	6.99	8.75	4.58	0.014	0.18	1.10	0.29	2.42	0.0052	99.644
28	885	桐山庙	金矿脉	57.16	2.00	0.27	0.039	0.15	0.28	0.39	35.61	0.018	0.97	0.25	0.77	2.24	0.30	100.14
29	887		金矿脉	80.14	10.10	2.68	0.17	0.15	0.54	0.51	2.72	0.037	0.27	0.45	0.63	1.96	0.038	100.735
30	888		石英脉	91.68	1.12	0.14	0.026	0.11	0.17	1.03	4.79	0.046	0.15	0.060	0.27	0.50	0.15	100.709
31	889		含铁质金矿脉	89.46	1.10	0.059	0.038	0.19	0.25	0.19	7.29	0.023	0.22	0.075	0.18	0.88	0.60	99.955
32	894		重晶石脉断层	77.16	11.35	3.41	0.063	0.23	0.46	0.51	3.07	0.069	0.013	0.75	0.69	2.72	0.0088	100.49
33	895		花岗岩	71.34	14.03	9.70	0.11	0.19	0.35	0.32	2.00	0.046	0.013	0.30	0.46	1.40	0.0015	100.525
34	897	虎圩	流纹质凝灰岩	71.90	14.03	9.41	0.46	0.19	0.30	0.39	1.93	0.023	0.017	0.10	0.53	1.31	0.0020	100.905
35	63-1	云山荷叶岭	变安山岩	88.54	2.56	0.059	0.038	0.12	0.30	0.39	6.79	0.011	0.089	0.10	0.070	0.83	6.2	99.9899
36	66		千枚岩	75.12	12.20	2.47	0.088	0.16	0.43	0.19	5.72	0.046	0.013	0.60	0.45	2.91	0.014	100.39
37	67		千枚岩	59.44	19.52	4.12	0.15	0.19	0.70	2.70	7.51	0.041	0.026	0.83	0.58	4.13	0.0050	99.7937
38	68		石英脉	93.22	1.10	0.088	0.013	0.078	0.40	1.29	3.22	0.011	0.017	0.050	0.090	0.21	0.0058	99.787

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续表

序号	样号	取样地点	岩性	分析结果(w_B/%)														
				SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	FeO	Fe_2O_3	P_2O_5	MnO	TiO_2	H_2O	烧失量	w(Au)/10^{-9}	总量
39	71	云山荷叶岭	石英脉	94.76	0.98	0.029	0.013	0.12	0.22	0.64	2.50	0.014	0.034	0.050	0.090	0.090	0.0078	99.539
40	73		石英脉	94.58	0.98	0.029	0.013	0.12	0.21	0.26	3.07	0.0092	0.059	0.050	0.12	0.15	1.80	99.749
41	74		构造角砾岩	81.94	6.34	1.50	0.063	0.16	0.36	1.54	5.08	0.057	0.35	0.25	0.45	1.91	0.034	100.200
42	78		石英脉	96.82	0.37	0.029	0.013	0.16	0.20	0.84	1.57	0.0092	0.11	0.025	0.31	0.040	0.080	100.49
43	81		石英脉	91.82	1.40	0.18	0.013	0.12	0.45	1.67	3.29	0.014	0.043	0.075	0.11	0.58	0.0052	99.5265
44	106	云山	变安山岩	59.00	10.86	0.94	0.063	0.12	0.60	1.22	19.09	0.092	0.052	1.80	1.35	5.79	0.0044	100.97
45	126		花岗岩	91.16	3.54	0.62	0.025	0.078	0.45	1.16	1.86	0.014	0.013	0.050	0.55	1.24	0.0737	100.76
46	405	虎圩	石英闪长玢岩	61.60	17.35	0.60	2.60	0.97	1.21	1.68	4.33	0.27	0.12	0.78	0.85	3.16	0.0016	95.52
47	411		石英斑岩	71.24	14.44	5.47	3.35	0.34	0.29	0.38	2.43	0.08	0.048	0.30	0.45	1.54	0.0012	100.36
48	432		石英闪长玢岩	61.40	16.49	4.80	3.40	3.11	1.38	2.15	3.81	0.28	0.12	0.75	0.37	1.90	0.0021	99.96
49	506		石英闪长玢岩	58.68	16.23	5.15	2.85	3.93	1.32	2.72	2.73	0.27	0.11	0.70	0.43	4.81	0.10	99.93
50	524		石英闪长玢岩	62.66	16.29	4.83	2.98	3.43	1.46	1.35	4.00	0.24	0.11	0.65	0.46	1.51	0.0032	99.97
51	538		英安玢岩	68.70	14.70	6.77	2.14	0.23	0.79	2.50	1.72	0.14	0.11	0.52	0.57	2.12	0.068	101.01
52	601		石英闪长玢岩	63.10	17.28	5.47	2.85	0.34	1.19	0.80	4.71	0.23	0.11	0.72	0.89	2.94	0.0053	100.13
53	607		石英闪长玢岩	61.88	19.27	4.75	0.12	0.057	0.91	0.36	5.60	0.069	0.09	0.75	2.05	1.69	0.0084	97.60
54	625		石英闪长玢岩	61.86	18.01	3.87	2.50	0.63	1.24	1.34	4.91	0.036	0.11	0.93	1.54	4.31	0.0024	101.29
55	632		石英闪长玢岩	78.18	6.03	1.52	0.07	0.095	0.095	0.36	9.10	0.16	0.021	0.28	0.83	3.52	2.38	102.64

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 5-3　赣中地区金矿石石英单矿物硅酸盐、金分析结果

序号	样号	地点	SiO_2	Al_2O_3	CaO	K_2O	Na_2O	Au	岩 Au	K_2O+Na_2O	$K_2O+Na_2O+Al_2O_3$	中子法 Na+K
1	63-1	云山	99.64	0.00	0.11	0.00	0.029	0.0042	6.2	0.128	0.128	0.224
2	081	云山	99.59	0.00	0.011	0.00	0.029	0.0037	0.0052	0.029	0.029	0.0133
3	325	尧家山	99.07	0.167	0.035	0.066	0.043	0.0235	7.9	0.109	0.210	0.0666
4	338	蛟塘	98.90	0.379	0.021	0.033	0.043	0.0025	0.021	0.077	0.456	0.0702
5	335	蛟塘	98.74	0.340	0.027	0.066	0.057	0.0037	4.00	0.123	0.463	0.0846
6	390	梨溪剖面	84.10	9.25	0.36	0.100	0.071	0.0442	2.9	0.171	9.421	4.7400
7	813	虎圩	99.35	0.116	0.015	0.033	0.057	0.4210	37.5	0.090	0.206	0.0186
8	830	虎圩	99.05	0.230	0.029	0.00	0.029	9.85	13.8	0.029	0.259	0.0493
9	831	虎圩	98.62	0.2218	0.019	0.00	0.001	17.2	17.8	0.001	0.219	0.0453
10	858	黄金峰	98.94	0.128	0.021	0.00	0.028	0.0902	19.5	0.028	0.156	0.2857
11	865	黄金峰	99.54	0.027	0.021	0.00	0.029	0.0049	0.046	0.029	0.056	0.393
12	889	桐山庙	98.83	0.318	0.056	0.033	0.043	0.0185	0.60	0.077	0.395	0.0758
13	895	桐山庙	97.16	0.808	0.024	0.850	0.050	0.0007	0.0015	0.90	0.858	0.5620

注：SiO_2-Na_2O(w_B/%)(化学分析法)；Au($w/10^{-6}$)(中子活化法)。

表 5-4　赣中地区金矿床(点)含金岩矿石主元素相关关系表(42 个样)

	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	FeO	Fe_2O_3	P_2O_5	TiO_2	H_2O	Au	MnO
SiO_2	1	-0.528	-0.177	-0.126	-0.252	-0.500	-0.477	-0.655	-0.559	-0.613	-0.732	0.025	-0.191
Al_2O_3		1	0.670	0.345	0.137	0.122	0.165	-0.060	0.151	0.576	0.373	-0.022	0.157
K_2O			1	0.175	-0.114	-0.170	-0.260	-0.245	0.019	0.123	0.105	-0.181	0.027
Na_2O				1	0.463	0.021	0.216	-0.021	0.022	0.017	-0.178	-0.106	-0.124
CaO					1	0.361	0.620	-0.075	-0.112	0.193	-0.003	-0.058	-0.041
MgO						1	0.791	0.048	-0.125	0.423	0.504	-0.037	0.010
FeO							1	0.039	-0.120	0.599	0.211	-0.112	-0.107
Fe_2O_3								1	0.738	0.132	0.473	0.051	0.152
P_2O_5									1	0.031	0.442	-0.065	-0.057
TiO_2										1	0.361	-0.160	0.017
H_2O											1	0.244	0.273
Au												1	0.464
MnO													1

注：$\alpha_{0.05}=0.304$；　$\alpha_{0.01}=0.393$；　$N=42$。

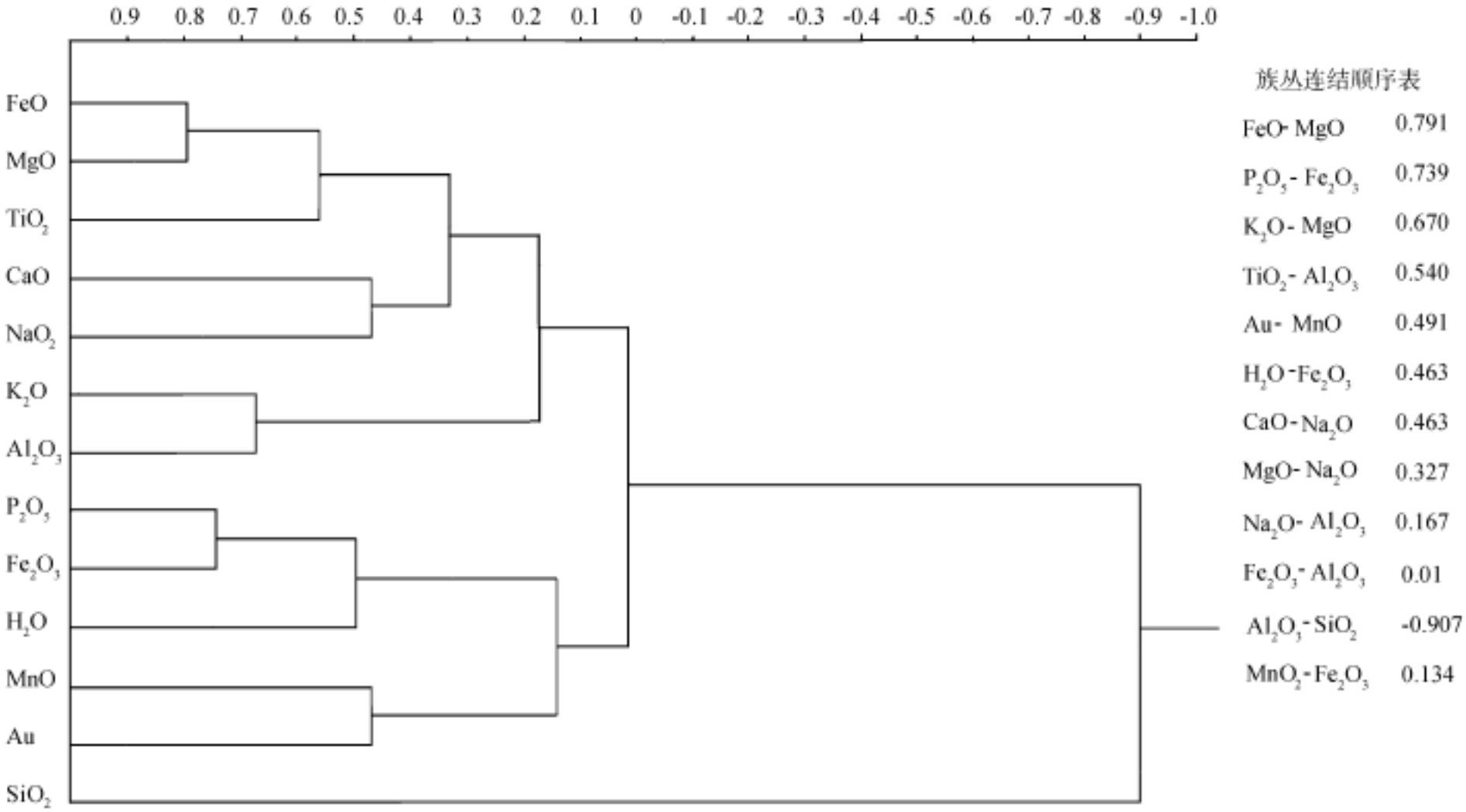
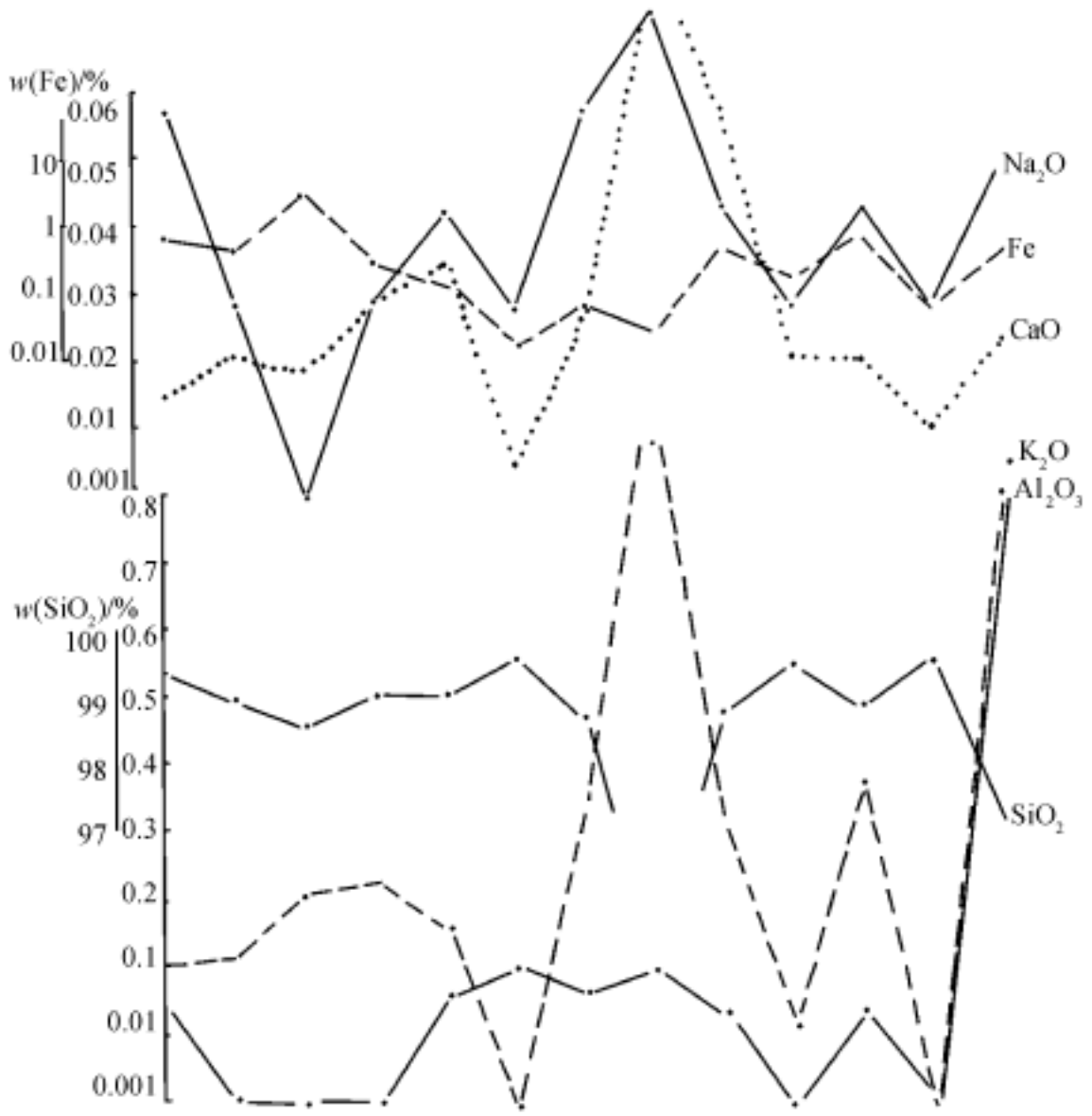


图 5-2　赣中地区岩矿石硅酸盐全分析值与 Au 谱系图（42 个样品）

地信网论坛
BBS.3S001.COM



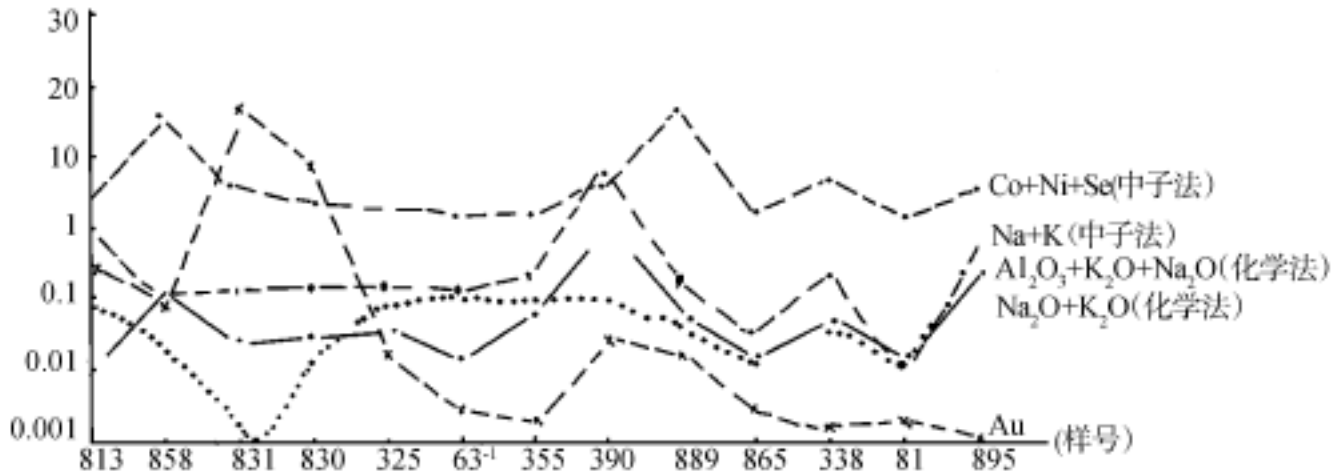


图 5-3　含金石英脉的石英单矿物硅酸盐含量曲线图

三、金与微量元素的关系

在全区的金矿床(点) 采集金矿石样品 42 个用于微量元素分析(中子活化法, 中科院高能物理所) , 其结果列于表 5-5, 将这些数据进行相关分析, 其相关系数列于表 5-6, 由这些图表可知:

1) 金与各微量元素相关系数均未达信度值, 这可能与金矿床(点) 类型多, 岩性各异及样品数少有关, 但相对而言, Au 与 Mn、Fe、As、Zr、As、Sb、Th 等呈弱正相关, 这与硅酸盐分析结果 Au 与 MnO_2、Fe_2O_3 正相关关系是一致的。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

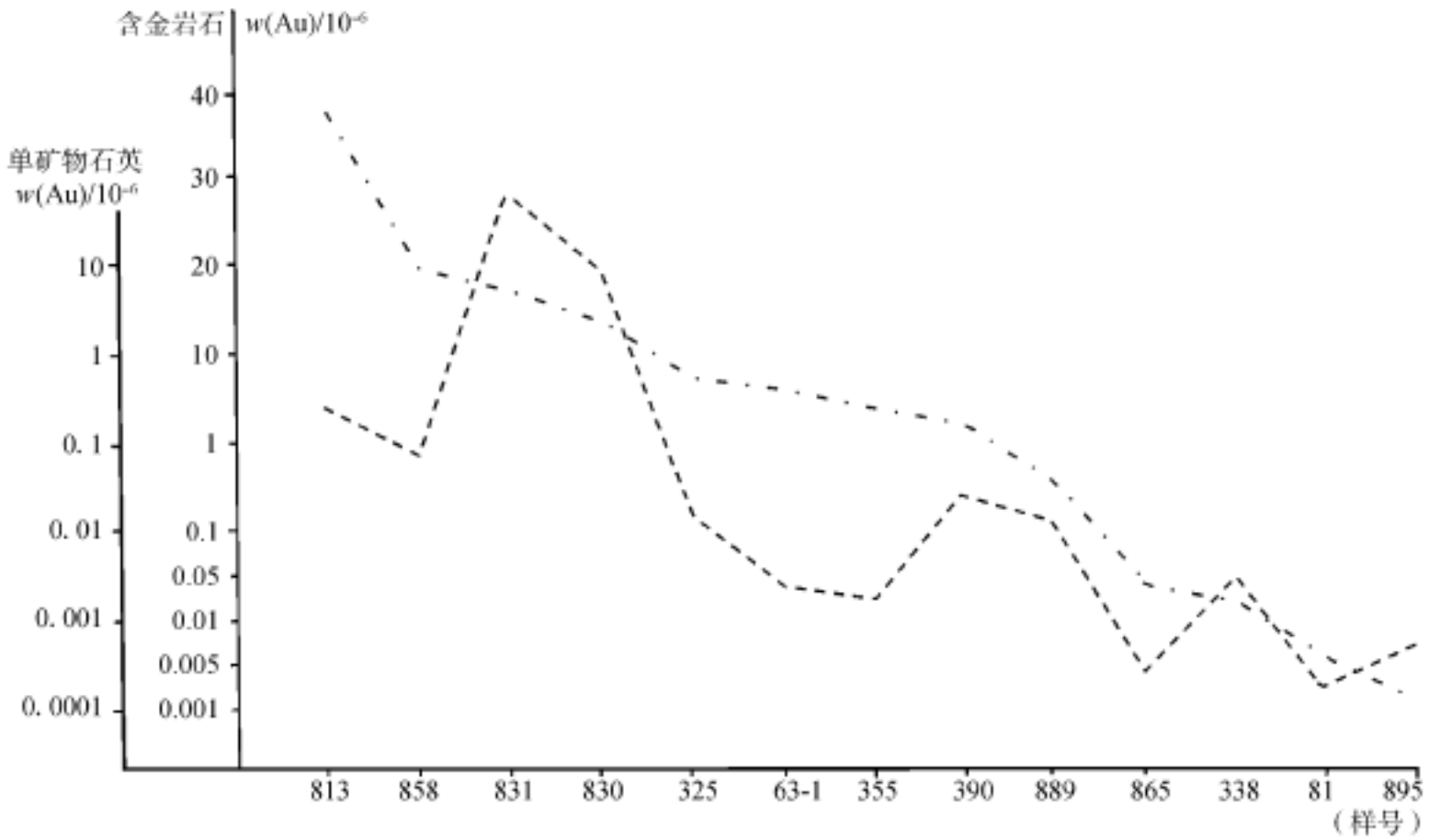


图 5-4　赣中地区含金岩石与矿石(单矿物石英)金含量对比图

—·—·— 含金岩石金含量　　– – – – 单矿物石英金含量

2)与 Au 相关系数较高的有 Sc、Zr(正相关)和 Ba(负相关),这三个元素的离子半径与 Au 离子半径相近,即 Ba^{2+}:1.42 、Sc^{3+}:0.83 、Zr^{4+}:0.87 、Au^{+}:1.37 、Au^{3+}:0.85 ,因此,出现这种关系绝非偶然。

3)从图 5-5 可见与 Au 同族有 Sc、Fe 等多金属元素,这与宏观见到的 Au 常与多金属共生或伴生现象一致。

4)有的金矿点(如尧家排) Au 含量高者 As、Sb、Ag 等元素也增高。

我们从金含量高的样品中挑选出石英单矿物样 24 个,用这些石英样品测定其微量元素含量(中科院高能物理所,中子活化法),其结果列于表 5-7,由表可见:石英中金含量有随 Fe、As、Se、Ag、Co、Ni 含量增高而增高的趋势,这与上述元素和金同是亲硫、亲铁元素相同的化学性质有关。由此可见,白色的、纯度高的石英常常含金低,而杂色的纯度低的石英常常含金高,就是这个缘故。此外,从物理性质上讲,Au 和微量元素是作为类质同象混入物填补于石英晶格缺陷中的,它们的含量也直接影响了石英的纯度。

综上所述,与 Au 有关的元素有两类,一类是大离子半径的元素,如 B^{2+}(1.42)、Sc^{3+}(0.83)、Zr^{4+}(0.87)等其谱系相近,显示微弱正相关,这可能是岩石中副矿物所含的微量金的含量;一类是 Mn、Fe、As 等与 Au 也有微弱正相关关系,这可能是由于表生带中 Au 被 Mn、Fe 等吸附造成的。

四、金与伴生元素 Ag、Zn、Pb 的关系

根据虎圩金矿床原地质队 1698 个取自地表、钻孔和坑道的样品,我们作了此项研究,在该金矿床 Ag、Pb、Zn 作为接近工业品位的伴生元素。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 5-5　赣中地区金矿床(点)含金岩矿石微量元素含量表

单位: $w_B/10^{-6}$　置信水平 90%

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
样号	323	324	325	327	329	335	336	337
岩性	板岩	断层岩	硅质破碎带	铁锰粘土	板岩	砂岩	石英脉	铁质粘土
Na	4.01E+02	3.41E+02	1.47E+02	4.26E+02	4.35E+02	3.94E+02	1.12E+02	2.95E+02
K	2.79E+04	4.38E+04	1.11E+04	3.07E+04	2.78E+04	1.75E+04	6.08E+03	3.88E+03
Sc	2.16E+01	1.82E+01	3.94E+00	1.01E+01	1.77E+01	5.56E+00	1.36E+00	1.45E+01
Cr	1.14E+02	1.10E+02	1.15E+02	9.22E+01	1.37E+02	1.07E+02	1.43E+02	6.68E+01
Mn	9.67E+02	4.97E+02	2.47E+03	5.09E+02	7.76E+02	8.77E+01	2.56E+02	4.85E+03
Fe	8.02E+04	4.08E+04	1.96E+05	4.17E+04	6.33E+04	7.36E+03	2.09E+04	4.13E+05
Co	3.26E+01	8.46E+01	5.05E+00	1.42E+01	2.68E+01	1.22E+00	1.51E+00	1.31E+01
Ni	8.90E+01	6.77E+01	<3.88E+01	<3.30E+01	6.56E+01	<2.04E+01	<1.35E+01	8.85E+01
Zn	2.10E+02	2.25E+02	4.09E+02	3.73E+02	2.94E+02	6.29E+00	1.08E+01	3.57E+02
As	1.60E+02	5.30E+01	7.16E+02	4.02E+01	5.38E+01	2.11E+00	2.61E+01	3.56E+01
Se	6.86E-02	7.73E-02	2.37E-01	5.27E-02	7.45E-02	9.17E-02	1.88E-02	7.14E-02
Rb	2.87E+02	3.56E+02	7.08E+01	3.16E+02	2.80E+02	1.33E+02	4.02E+01	8.04E+01
Sr	<5.79E+01	<5.48E+01	<4.54E+01	<3.81E+01	<4.80E+01	<2.56E+01	<1.57E+01	<4.87E+01
Zr	2.48E+02	2.15E+02	<6.45E+01	1.77E+02	2.78E+02	1.41E+02	1.67E+02	3.76E+02
Mo	<1.21E+00	<1.12E+00	<1.58E+00	<7.77E-01	<9.12E-01	1.28E+00	2.01E+00	<8.10E-01
Ag	5.61E-02	5.16E-02	6.12E-02	3.06E-02	4.80E-02	2.43E-02	2.79E-02	6.48E-02
Sb	5.09E-01	2.39E-01	1.52E+00	2.73E-01	3.20E-01	8.01E-02	8.03E-01	2.72E+00
Cs	5.94E+01	6.62E+01	8.69E+00	2.22E+01	3.18E+01	7.21E+00	6.80E+00	1.44E+01
Ba	3.09E+02	4.59E+02	6.29E+01	4.83E+02	4.71E+02	2.03E+02	5.41E+01	1.17E+02
Hf	6.65E+00	5.84E+00	1.60E+00	3.31E+00	6.19E+00	7.43E+00	5.52E-01	2.47E+00
Ta	1.17E+00	1.17E+00	2.28E-01	1.97E+00	1.92E+00	6.56E-01	7.88E-02	4.56E-01
W	1.37E+01	2.34E+01	1.21E+01	1.11E+01	1.22E+01	2.18E+00	<4.19E-01	3.57E+00
Au	7.53E-02	3.03E-02	6.47E+00	2.52E-02	2.12E-02	<1.50E-03	8.76E-02	3.48E-02
Th	1.42E+01	1.40E+01	2.77E+00	5.49E+00	1.16E+01	9.03E+00	9.88E-01	1.17E+00
U	5.66E+00	5.10E+00	1.25E+00	0.58E+00	6.68E+00	2.59E+00	4.33E-01	8.29E+00

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续表

序号	9	10	11	12	13	14	15	16
样号	338	339	395	396	401	817	820	832
岩性	石英脉	铁质硅质脉	花岗伟晶岩	花岗岩	混合岩	硅质矿石	硅质矿石	金矿脉
Na	1.49E+02	3.42E+02	2.78E+04	1.98E+04	2.92E+04	2.55E+02	2.10E+02	2.71E+02
K	6.52E+03	<5.06E+03	3.48E+04	4.01E+04	<1.21E+04	<6.91E+03	<6.40E+03	2.39E+04
Sc	1.39E+00	1.95E+01	6.86E-01	4.82E+00	8.84E+00	9.02E+00	4.84E+00	1.83E+01
Cr	1.98E+02	1.03E+02	1.94E+02	1.04E+02	8.20E+01	4.59E+01	1.09E+02	1.60E+01
Mn	1.50E+02	4.25E+03	2.01E+02	1.19E+02	3.79E+02	9.80E+02	5.56E+02	7.15E+02
Fe	1.20E+04	3.58E+05	1.68E+04	1.08E+04	3.02E+04	8.46E+04	4.12E+04	5.51E+04
Co	1.40E+00	7.70E+00	2.83E+00	2.53E+00	9.84E+00	4.90E+01	2.22E+01	7.24E+00
Ni	<1.18E+01	<4.80E+01	<2.25E+01	3.02E+01	<3.16E+01	<3.96E+01	<3.12E+01	8.12E+01
Zn	<1.69E+00	8.50E+01	9.06E+01	1.04E+01	5.51E+01	5.02E+02	2.67E+02	1.24E+03
As	1.66E+01	6.45E+01	2.17E+00	<8.37E-01	<8.42E-01	1.58E+01	8.17E+00	2.19E+01
Se	1.45E-02	6.73E-02	4.43E-02	3.24E-02	7.17E-02	4.68E-02	5.11E-02	2.15E-01
Rb	4.40E+01	7.56E+01	5.18E+02	2.45E+02	9.96E+01	8.96E+01	5.11E+01	2.28E+02
Sr	<1.43E+01	1.08E+02	<2.63E+01	9.07E+01	3.05E+02	<4.48E+01	<3.73E+01	<5.46E+01
Zr	1.24E+02	7.25E+02	1.04E+02	9.87E+01	2.04E+02	9.98E+02	7.72E+02	6.01E+02
Mo	2.20E+00	<8.71E-01	4.81E+00	<8.43E-01	2.32E+00	<2.63E+00	5.09E+00	4.25E+00
Ag	2.08E-02	1.26E-01	1.74E-02	1.71E-02	3.40E-02	1.73E-01	1.29E-01	1.01E-01
Sb	5.54E-01	6.24E+00	5.17E-02	6.69E-02	<1.71E-02	7.31E+00	3.81E+00	4.76E-01
Cs	7.06E+00	1.08E+01	2.37E+01	1.39E+01	1.02E+01	1.57E+01	1.39E+01	3.64E+01
Ba	8.19E+01	1.01E+03	9.65E+01	3.28E+02	5.30E+02	7.61E+01	7.11E+01	1.28E+03
Hf	1.23E+00	2.86E+00	3.59E+00	2.02E+00	5.45E+00	1.79E+00	1.15E+00	1.59E+01
Ta	1.99E-01	6.66E-01	4.64E+00	1.25E+00	1.35E+00	5.15E-01	2.67E-01	2.56E+00
W	2.59E+00	<1.30E+00	3.46E+00	3.70E+00	3.00E+00	3.09E+01	1.08E+01	9.15E+00
Au	1.42E-02	3.75E-02	3.01E-03	<2.06E-03	<2.99E-03	1.39E+01	1.15E+01	2.95E-02
Th	1.76E+00	9.99E+00	1.72E+00	6.14E+00	1.98E+01	5.93E+00	3.86E+00	1.87E+00
U	6.01E-01	8.64E+00	1.51E+01	6.70E+00	5.31E+00	6.13E+00	5.21E+00	8.47E+00

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续表

序号	17	18	19	20	21	22	23	24
样号	833	834	835	836	860	861	863	865
岩性	金矿脉	金矿脉	金矿脉	石英脉	石英脉	千枚岩	硅化岩石	石英脉
Na	2.37E+02	5.22E+02	2.13E+03	6.25E+03	2.85E+03	5.89E+02	6.18E+02	2.47E+02
K	2.43E+04	<9.42E+03	5.82E+04	5.68E+04	3.83E+04	<6.28E+03	<5.85E+03	<4.26E+03
Sc	1.75E+01	1.21E+01	2.66E+01	2.17E+01	4.06E+01	4.65E+00	7.76E+00	8.78E+00
Cr	3.76E+01	3.17E+01	1.46E+01	4.17E+01	1.41E+02	1.22E+02	5.74E+01	9.57E+01
Mn	5.35E+02	3.17E+03	5.12E+02	6.29E+02	4.02E+02	2.16E+02	2.26E+02	4.14E+02
Fe	4.22E+04	2.71E+05	4.67E+04	5.37E+04	2.84E+04	1.65E+04	1.79E+04	3.38E+04
Co	3.80E+00	2.75E+01	1.92E+01	3.37E+01	1.53E+00	1.08E+00	1.05E+00	2.89E+00
Ni	<3.46E+01	<5.20E+01	<4.12E+01	<4.07E+01	<4.29E+01	<1.94E+01	<2.17E+01	2.49E+01
Zn	8.95E+02	8.47E+02	3.18E+03	1.76E+02	<5.83E+00	<3.33E+00	6.50E+00	4.99E+01
As	5.24E+01	3.10E+02	1.95E+01	1.28E+01	1.15E+02	6.33E+01	1.87E+02	7.43E+00
Sc	1.16E-01	3.03E-02	1.49E-01	9.54E-02	6.65E-02	<1.11E-02	8.78E-02	<1.05E-02
Rb	2.52E+02	5.91E+01	4.13E+02	3.74E+02	3.50E+02	5.10E+01	7.91E+01	3.53E+01
Sr	<4.20E+01	<5.57E+01	<5.00E+01	<4.72E+01	9.23E+01	<2.61E+01	<2.86E+01	<2.87E+01
Zr	2.56E+02	2.40E+02	3.58E+02	2.79E+02	1.87E+02	1.20E+03	1.11E+02	3.56E+02
Mo	5.36E+00	8.18E+01	2.30E+00	3.18E+00	3.50E+00	<9.49E-01	<1.29E+00	8.26E-01
Ag	9.05E-02	5.85E-01	8.68E-02	1.12E-01	6.95E-02	2.39E-01	1.82E-01	7.09E-02
Sb	2.21E+00	2.73E+01	1.28E+00	1.61E+00	2.16E+00	8.13E+00	9.00E+00	2.51E+00
Cs	3.71E+01	2.07E+01	8.59E+01	3.14E+01	2.88E+01	5.11E+00	7.40E+00	4.67E+00
Ba	1.56E+02	1.38E+02	4.33E+03	2.95E+03	5.85E+02	1.30E+02	1.64E+02	9.20E+01
Hf	8.05E+00	1.87E+00	1.14E+01	9.44E+00	5.99E+00	7.13E-01	1.51E+00	6.65E-01
Ta	1.21E+00	3.26E-01	1.64E+00	1.35E+00	2.07E+00	3.00E-01	4.35E-01	1.60E-01
W	7.76E+00	1.31E+02	7.21E+00	8.44E+00	3.51E+00	<7.99E-01	<9.19E-01	<9.51E-01
Au	<2.87E-03	1.29E+00	2.36E-02	2.69E-02	3.58E-01	1.05E-01	2.84E+00	3.34E-02
Th	9.71E+00	3.64E+00	1.42E+01	1.12E+01	2.04E+01	2.16E+00	4.51E+00	2.89E+00
U	6.76E+00	2.15E+01	6.02E+00	5.49E+00	6.84E+00	9.50E-01	2.14E+00	1.91E+00

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续表

序号	25	26	27	28	29	30	31	32	33
样号	868	871	885	887	888	889	894	895	63 - 1
岩性	石英闪长岩	石英闪长岩	金矿脉	金矿脉	石英脉	含铁质金矿脉	重晶石脉断层泥	花岗岩	流纹质凝灰岩
Na	6.21E+02	<7.70E+01	3.89E+02	9.67E+02	2.62E+02	2.02E+02	3.49E+02	8.85E+02	8.94E+02
K	<6.39E+03	<1.26E+04	1.29E+04	2.72E+04	<4.17E+03	<5.81E+03	2.46E+04	6.59E+04	<3.60E+03
Sc	3.66E+01	5.66E+01	2.01E+01	1.84E+01	2.48E+00	2.39E+00	2.09E+01	1.04E+01	4.13E+01
Cr	3.06E+03	6.22E+02	5.33E+01	9.30E+01	1.69E+02	1.05E+02	1.19E+02	5.31E+01	1.87E+01
Mn	1.34E+03	2.31E+03	3.31E+03	2.81E+02	5.62E+02	7.56E+02	2.20E+02	1.57E+02	3.85E+02
Fe	1.15E+05	1.95E+05	2.78E+05	2.17E+04	4.44E+04	5.84E+04	2.12E+04	1.37E+04	2.98E+04
Co	1.67E+02	1.80E+02	2.76E+01	4.38E+00	3.67E+00	4.35E+00	4.83E+00	1.89E+00	1.31E+00
Ni	1.30E+03	6.64E+02	1.07E+02	<3.07E+01	<2.21E+01	<2.35E+01	<3.61E+01	<2.87E+0	4.23E+01
Zn	7.70E+01	4.38E+01	1.03E+02	2.31E+01	4.76E+01	3.22E+01	3.46E+02	1.79E+02	5.20E+01
As	2.82E+01	1.79E+01	6.90E+02	2.01E+01	7.16E+01	4.08E+02	1.93E+01	2.64E+00	1.35E+00
Se	<1.63E-02	1.03E-01	1.71E-01	7.68E-02	1.64E+01	3.33E-01	8.24E-02	6.57E-02	1.70E+00
Rb	<3.80E+01	<4.76E+01	5.13E+01	2.24E+02	2.45E+01	1.68E+01	4.43E+02	7.01E+02	1.63E+01
Sr	<5.42E+01	<6.83E+01	<6.07E+01	7.70E+01	<2.40E+01	<2.83E+01	<4.10E+01	8.47E+01	<2.42E+01
Zr	<6.20E+01	4.03E+02	2.36E+03	3.28E+02	7.77E+01	1.13E+02	1.69E+02	1.76E+02	8.00E+01
Mo	<1.20E+00	<1.49E+00	4.19E+01	4.23E+00	7.13E+00	1.16E+01	7.30E+00	6.42E+00	2.76E+00
Ag	1.96E-02	7.33E-02	4.30E-01	4.68E-02	5.21E-02	9.35E-02	3.07E-02	3.61E-02	1.60E+02
Sb	6.05E-01	2.47E-01	1.81E+01	3.95E-01	1.73E+00	4.40E+00	6.02E-01	5.55E-02	7.15E-00
Cs	1.53E+00	<6.20E-01	8.13E+00	2.06E+01	3.68E+00	5.85E+00	5.85E+01	1.98E+01	2.20E+01
Ba	<2.72E+01	2.60E+01	7.50E+02	7.20E+02	2.24E+02	4.93E+02	4.62E+03	1.78E+03	2.58E+02
Hf	6.70E-01	8.01E+00	7.66E-01	5.22E+00	3.47E-01	3.04E-01	5.61E+00	6.44E+00	2.97E-00
Ta	<1.18E-01	6.09E+00	<1.57E-01	1.43E+00	1.63E-01	<6.54E-02	1.86E+00	4.35E+00	1.16E-00
W	<1.75E+00	<2.36E+00	1.08E+03	2.51E+01	8.81E+01	3.70E+01	6.59E+00	5.05E+00	2.46E+01
Au	5.02E-03	1.10E-02	7.89E-01	5.49E-02	5.44E-02	4.17E-01	1.65E-02	5.76E-03	4.00E+00
Th	8.33E-01	6.01E+00	2.38E+00	1.28E+01	1.07E+00	1.12E+00	2.19E+01	4.19E+01	1.80E+00
U	<1.88E+00	2.31E+00	1.26E+02	1.11E+01	2.07E+01	3.25E+01	1.35E+01	2.34E+01	1.15E+00

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续表

序号	34	35	36	37	38	39	40	41	42
样号	66	67	68	71	73	74	78	81	126
岩性	千枚岩	千枚岩	石英脉	石英脉	石英脉	构造角砾岩	石英脉	石英脉	变安山岩
Na	5.91E+02	1.07E+03	1.14E+02	9.20E+01	1.01E+02	3.64E+02	4.44E+01	1.10E+02	7.39E+01
K	3.22E+04	3.94E+04	<3.48E+03	<3.75E+03	<3.93E+03	1.81E+04	<4.29E+03	<4.73E+03	1.29E+04
Sc	2.23E+01	4.55E+01	2.19E+00	1.61E+00	1.85E+00	1.71E+01	9.48E-01	4.11E+00	3.02E+00
Cr	1.16E+02	3.81E+02	3.03E+02	2.80E+02	2.12E+02	2.07E+02	1.75E+02	1.86E+02	1.39E+02
Mn	6.13E+02	8.20E+02	3.17E+02	2.46E+02	2.31E+02	7.05E+02	1.30E+02	4.29E+02	1.97E+02
Fe	4.56E+04	7.26E+04	2.50E+04	2.12E+04	1.78E+04	5.65E+04	1.04E+04	3.66E+04	1.54E+04
Co	6.11E+00	1.92E+01	5.14E+00	2.10E+01	1.04E+01	7.14E+01	4.98E+01	6.90E+00	1.68E+00
Ni	<3.60E+01	4.50E+01	2.36E+01	<1.80E+01	<1.63E+01	<3.68E+01	<1.79E+01	<2.18E+01	2.21E+01
Zn	<4.65E+00	3.49E+01	<2.57E+00	<2.98E+00	<2.51E+00	<5.59E+00	<3.50E+00	<3.02E+00	<2.36E+00
As	2.47E+01	3.79E+01	6.19E+00	4.11E+00	1.88E+01	2.90E+01	2.80E+00	1.38E+01	7.30E+00
Se	1.05E-01	8.10E-02	1.77E-02	<8.58E-03	1.54E-02	3.60E-02	<7.91E-03	<9.19E-03	<9.06E-03
Rb	2.05E+02	3.20E+02	1.37E+01	6.81E+00	7.00E+00	1.07E+02	<6.36E+00	1.82E+01	1.15E+02
Sr	<4.27E+1	<5.33+01	<1.94+01	<1.91E+01	<1.78E+01	<4.09E+01	<1.85E+01	<2.33E+01	<2.32E+01
Zr	2.19E+02	1.92E+02	<3.10E+01	4.27E+01	5.71E+01	8.94E+01	<2.20E+01	5.59E+01	<2.20E+01
Mo	<9.76E-01	<1.07E+00	<6.05E-01	<5.89E-01	<6.88E-01	<9.11E-01	<5.75E-01	<6.45E-01	6.18E+00
Ag	4.34E-02	3.49E-02	<4.39E-03	8.47E-03	1.14E-02	1.77E-02	<4.40E-03	1.11E-02	<4.34E-03
Sb	2.32E-01	2.27E-01	1.53E-01	1.17E-01	3.41E-01	1.82E-01	1.23E-01	1.86E-01	5.81E-02
Gs	2.47E+01	2.85E+01	1.41E+00	1.10E+00	1.10E+00	8.81E+00	6.09E-01	1.89E+00	3.55E+01
Ba	2.37E+02	4.50E+02	2.80E+01	2.19E+01	2.17E+01	2.22E+02	2.35E+01	2.95E+01	3.14E+01
Hf	7.34E+00	6.92E+00	1.80E-01	1.10E-01	2.34E-01	1.94E+00	1.13E-01	2.31E-01	4.30E-01
Ta	1.54E+00	2.20E+00	1.28E-01	9.12E-02	1.54E-01	6.75E-01	9.85E-02	1.20E-01	1.73E-01
W	7.46E+00	9.55E+00	2.30E+00	2.46E+00	1.53E+00	6.25E+00	1.78E+00	5.59E+00	1.71E+00
Au	4.35E-03	<2.93E-03	4.79E-03	2.81E-03	5.91E-01	7.66E-02	1.31E-02	3.82E-03	6.02E-03
Th	1.40E+01	2.19E+01	8.72E-01	4.00E-01	7.72E-01	6.42E+00	3.76E-01	1.09E+00	1.20E+00
U	4.84E+00	6.39E+00	5.60E-01	7.36E-01	1.11E+00	2.34E+00	3.71E-01	6.76E-01	5.93E-01

分析单位:中科院高能物理研究所,中子活化法。1993.4.2.取样地点和岩性同表 5-2。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 5-6　赣中地区含金岩矿石微量元素相关系数表(42 个样)

Na	K	Sc	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Zn	As	Se	Rb	Sr	Zr	Mo	Ag	Sb	Cs	Ba	Hf	Ta	W	Au	Th	U
Na1	0.232	-0.134	0.055	-0.167	-0.160	-0.126	-0.074	-0.024	-0.152	-0.051	0.272	0.606	-0.119	-0.054	-0.128	-0.135	0.007	0.013	0.084	0.318	-0.063	-0.103	0.112	0.003
	K1	0.383	-0.161	-0.232	-0.222	-0.043	-0.112	0.487	-0.166	0.050	0.914	0.180	-0.124	-0.082	-0.117	-0.229	0.679	0.574	0.678	0.574	-0.069	-0.022	0.713	-0.050
		Sc1	0.355	0.286	0.289	0.585	0.530	0.202	0.041	0.060	0.293	0.233	0.106	-0.002	0.070	-0.022	0.329	0.263	0.547	0.525	0.068	0.165	0.411	0.069
			Cr1	0.057	0.059	0.676	0.933	-0.146	-0.095	-0.069	-0.169	-0.018	-0.154	-0.102	-0.159	-0.130	-0.210	-0.150	-0.154	-0.030	-0.068	-0.020	-0.158	-0.099
				Mn1	0.998	0.219	0.213	0.063	0.464	-0.018	-0.232	0.147	0.367	0.418	0.503	0.518	-0.102	-0.067	-0.054	-0.033	0.381	0.041	-0.130	0.328
					Fe1	0.220	0.214	0.071	0.438	-0.024	-0.219	0.146	0.361	0.412	0.496	0.511	-0.091	-0.056	-0.049	-0.028	0.371	0.039	-0.125	0.320
						Co1	0.827	-0.013	-0.075	-0.066	-0.130	0.040	0.005	-0.168	-0.000	-0.038	-0.055	-0.105	0.063	0.280	0.016	0.006	-0.086	-0.052
							Ni1	-0.055	-0.039	-0.002	-0.142	0.059	-0.030	-0.035	-0.042	-0.054	-0.153	-0.099	0.006	0.171	0.006	-0.074	-0.104	-0.025
								Zn1	-0.017	0.263	0.358	0.003	0.052	0.129	0.203	0.097	0.630	0.675	0.591	0.108	0.030	-0.024	0.221	-0.035
									As1	-0.048	-0.208	-0.026	0.418	0.483	0.527	0.516	-0.107	-0.084	-0.211	-0.233	0.624	0.098	-0.172	0.595
										Se1	0.063	0.017	0.103	-0.011	0.033	-0.061	0.144	0.113	0.534	0.175	-0.022	-0.055	0.205	0.005
											Rb1	0.154	-0.135	-0.094	-0.155	-0.240	0.682	0.584	0.618	0.654	-0.123	-0.032	0.758	0.039
												Sr1	0.055	0.029	0.039	0.001	0.069	0.114	0.264	0.232	0.037	-0.046	0.445	0.070
													Zr1	0.290	0.650	0.591	-0.054	0.038	-0.021	-0.080	0.733	0.170	-0.054	0.687
														Mn1	0.867	0.885	0.004	0.006	-0.110	-0.107	0.524	-0.023	-0.077	0.414
															Ag1	0.997	-0.004	0.011	-0.057	-0.141	0.580	0.094	-0.090	0.459
																Sb1	-0.101	-0.065	-0.217	-0.241	0.558	0.092	-0.176	-0.433
																	Cs1	0.649	0.644	0.262	-0.080	-0.027	0.503	0.031
																		Ba1	0.525	0.238	0.019	-0.123	0.518	0.126
																			Hf1	0.597	-0.138	-0.043	0.658	-0.065
																				Ta1	-0.131	-0.041	0.543	-0.002
																					W1	-0.018	-0.112	0.945
																						Au1	0.098	-0.044
																							Th1	0.026
																								U1

分析单位:中科院高能物理研究所,中子活化法,1993。取样地点和岩性同表 5-2, $\alpha_{0.05} = 0.304$; $\alpha_{0.01} = 0.393$; N = 42。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

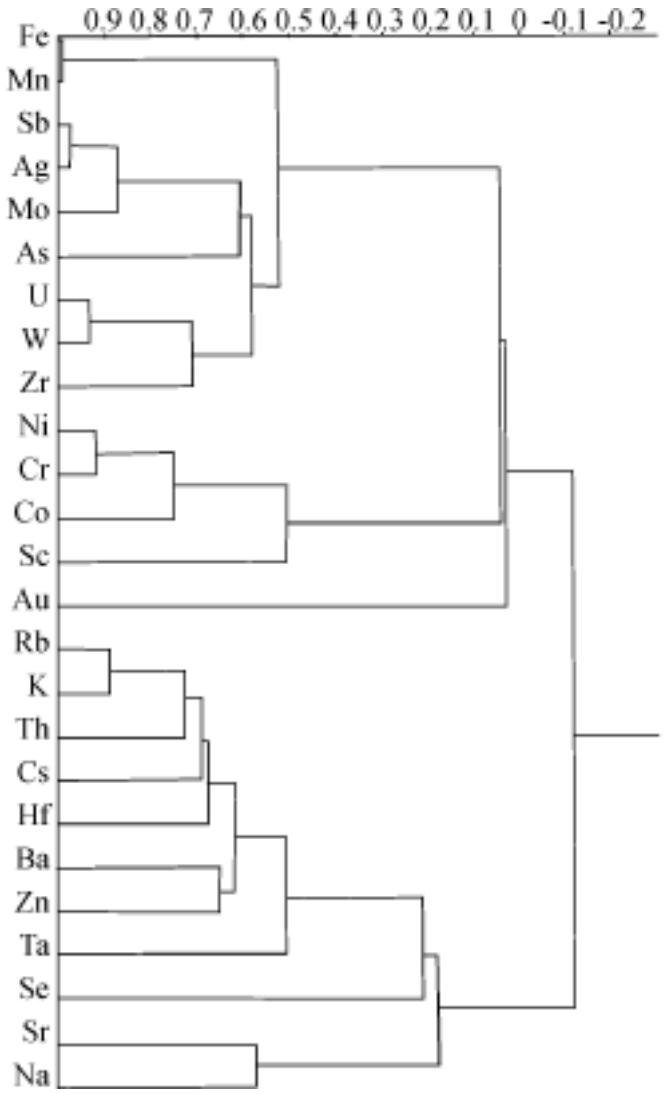


图 5-5　赣中地区金矿床(点)微量元素与 Au 谱系图(N = 42)

1. 样品分类

首先将 1698 个样品按取样深度分成三类,即地表样品 664 个,100m 以上样品 659 个,100m 以下样品 375 个。另外,我们又按金含量高低分为两类,金含量高的(大于 0.5×10^{-6})样品计 737 个。然后我们将上述四类样品分别进行数学处理。

2. 对应分析结果

四类样品作对应分析后得因子载荷复合图(图 5-6)和 R 型因子载荷总表(表 5-8)(Q 型因子载荷表因样品数太多故未列出)。图 5-6 上因样品数量多,未能附上散点图,仅表示出样品点的集中区,为了让读者对该集中区的代表性有进一步了解,故附上各类样品的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ区样品点的聚集程度表(表 5-9),由表 5-9 可知,所谓集中区,它集中了总数 10.93%～41.88%的样品,这个集中区基本上可以看出,样品数与 Au、Ag、Pb、Zn 等的相关程度。

3. 对应分析结果的地质解释

1)由表 5-8、表 5-9 中可以看出,对应分析结果中的四个主因子的前两个主因子,其累积方差贡献是:地表为 93.30%,100m 以上为 82.17%,100m 以下为 88.58%,大于 0.5×10^{-6} 样为 91.86%,它们均大于 80%,表明前两个主因子足以代表各类别中整个数据的变化。

2)在图 5-6 中,F_1 主因子轴是以 Au、Ag 元素为主的变量组合。正方向代表 Au 含量高,负方向代表 Ag 含量高,在此轴上,Au 与 Ag、Pb、Zn 互斥,表明 Au 与 Ag、Pb、Zn 呈负相关。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 5-7　赣中地区金矿床(点)矿石中石英单矿物微量元素含量表

单位: $w_B/10^{-6}$　　置信水平: 90%

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
样号	215-2	889	73	334	813	895	857	386
Na	1.14E+02	1.68E+02	6.77E+01	6.38E+01	6.87E+01	7.01E+01	1.44E+02	5.43E+03
K	7.54E+02	5.90E+02	1.98E+02	<1.06E+02	<1.18E+02	5.55E+03	7.38E+02	1.37E+03
Sc	1.69E-01	2.42E-02	1.30E-02	1.16E-02	2.44E-02	7.32E-01	9.81E-02	4.97E-02
Cr	1.20E+00	4.77E-01	3.32E-01	2.49E-01	1.39E+00	3.39E+00	3.57E+00	8.63E-01
Mn	1.21E+01	1.38E+01	5.86E+00	3.23E+01	2.10E+01	2.00E+01	7.98E+00	4.90E+00
Fe	4.22E+02	5.90E+02	2.57E+02	1.40E+03	7.83E+02	6.94E+02	1.18E+02	1.58E+02
Co	1.02E-01	3.72E+00	1.01E-01	1.11E+00	1.43E-01	1.07E-01	1.35E-01	6.85E-02
Ni	<3.10E+00	<8.62E+00	<1.75E+00	<2.91E+00	<2.70E+00	<5.04E+00	<3.77E+00	<1.94E+00
Zn	2.65E+00	1.73E+00	1.77E+00	1.09E+01	2.83E+01	6.78E+00	3.71E+00	2.15E+00
As	1.64E+01	5.37E+00	7.13E-01	1.14E+01	1.57E+00	2.19E-01	7.56E-01	9.21E-02
Se	2.64E-03	1.52E-02	<8.96E-04	<1.11E-03	3.79E-03	1.43E-02	<1.82E-03	<8.94E-04
Rb	2.88E+00	5.26E+00	6.96E-01	1.59E-01	8.55E-01	4.07E+01	2.18E+00	1.16E+01
Sr	<4.92E+00	<5.11E+00	<2.52E+00	<3.19E+00	<3.36E+00	9.22E+00	<5.47E+00	2.81E+01
Zr	<4.95E+00	1.85E+01	6.24E+00	<2.74E+00	<2.67E+00	2.25E+01	<3.80E+00	<2.17E+00
Mo	<8.89E-02	2.32E+00	3.96E-01	<6.03E-02	3.48E-01	4.35E-01	<1.34E-01	<7.97E-02
Ag	7.03E-01	4.91E-01	2.27E+00	2.34E-01	2.86E+00	1.77E-01	<5.51E-02	<2.89E-02
Sb	1.27E+00	1.94E+00	2.69E-01	2.10E-01	1.38E+00	9.02E-02	1.24E+01	4.34E-02
Cs	3.56E+00	3.71E+00	3.23EE-01	2.20E-01	2.23E+00	8.53E-01	1.95E+01	3.96E-01
Ba	1.79E+01	5.46E+01	6.64E+00	6.10E+00	3.59E+01	5.35E+01	5.57E+01	2.64E+01
Hf	6.61E-02	<1.55E-02	2.08E-02	2.35E-02	2.47E-02	1.24E+00	1.10E-01	3.44E-02
Ta	6.36E-02	<9.38E-03	<4.99E-03	9.52E-03	9.96E-03	3.90E-01	<1.33E-02	1.39E-02
W	7.54E-01	2.35E-01	3.68E-01	<1.19E-01	5.92E-01	<2.27E-01	<1.83E-01	<1.04E-01
Au	9.53E-03	1.85E-02	8.81E-04	2.27E-02	4.21E-01	7.59E-04	1.83E-02	2.37E-03
Th	2.30E-01	2.62E-02	5.22E-02	3.46E-02	2.12E-02	5.85E+00	1.17E-01	2.04E-02
U	7.35E-02	3.91E+00	9.31E-01	2.85E-02	4.28E-01	8.46E-01	6.53E-02	3.88E-02

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续表

序号	9	10	11	12	13	14	15	16
样号	338	831	389	81	390	320	325	826
Na	9.69E+01	1.46E+02	1.61E+04	1.94E+01	1.99E+04	6.80E+01	4.53E+01	1.37+02
K	6.05E+02	<3.07E+02	6.21E+03	<1.14E+02	2.75E+04	1.42E+03	6.21E+02	5.44E+02
Sc	7.50E-02	1.51E-01	9.11E-01	3.38E-02	1.18E-01	3.42E-01	1.35E-01	3.13E-02
Cr	2.07E+00	<2.96E-01	2.52E+00	3.52E-01	1.25E+00	3.40E+00	7.05E-01	2.76E-01
Mn	1.96E+01	8.75E+01	3.64E+01	4.31E+00	1.46E+01	2.63E+01	9.11E+00	1.30E+01
Fe	8.38E+02	4.07E+03	1.60E+03	8.71E+01	3.40E+02	1.30E+03	1.22E+02	3.80E+02
Co	<1.81E-02	8.68E-02	7.68E-01	3.16E-02	8.48E-02	<6.55E-02	3.09E-02	4.65E-02
Ni	<2.60E+00	<4.81E+00	<6.02E+00	<1.62E+00	<4.92E+00	<9.74E+00	<2.70E+00	<2.38E+000
Zn	7.38E-01	1.24E+02	3.46E+00	1.58E+00	3.16E+00	3.78E+00	2.19E+01	1.13E+01
As	4.52E+00	1.47E+00	9.24E-01	1.73E-01	<1.47E-01	1.51E+01	6.75E-01	9.47E-01
Se	2.18E-03	5.92E-03	3.84E-02	<9.36E-04	8.41E-03	1.22E-02	2.58E-03	<1.11E-3
Rb	3.68E+00	1.72E+00	4.33E+01	4.77E-01	1.37E+02	5.62E+00	4.15E+00	7.47E-01
Sr	8.74E+00	<6.12E+00	2.17E+02	<2.34E+00	5.80E+01	<1.72E+01	<3.38E+00	<3.48E+00
Zr	4.57E+00	7.56E+00	7.92E+01	3.55E+01	1.98E+01	2.31E+01	6.61E+00	<2.37E+00
Mo	4.36E-01	8.86E+00	5.98E-01	3.25E+00	4.29E-01	<1.61E-01	9.11E-02	1.18E-01
Ag	2.69E-01	1.13E+01	1.44E-01	<2.65E-02	<6.46E-02		1.09E+00	5.76E+00
Sb	1.25E+00	1.66E+00	2.46E-02	5.62E-02	4.82E-02	2.00E+00	1.11E-01	1.84E+00
Cs	1.94E+00	3.00E+00	1.69E+00	7.89E-02	5.00E+00		2.92E-01	2.77E+00
Ba	3.65E+01	1.96E+01	3.00E+02	2.70E+01	2.34E+02	2.40E+01	6.61E+00	1.58E+01
Hf	6.88E-02	<4.89E-02	3.84E+00	2.09E-02	9.09E-01	1.25E+00	9.74E-02	2.07E-02
Ta	<5.96E-03	<9.34E-03	4.23E-02	9.23E-02	2.99E-01	9.03E-01	3.28E-01	7.68E-02
W	<1.37E-01	2.88E+00	<3.22E-01	<1.06E-01	<1.75E-01	<7.64E-01	<1.75E-01	1.64E-01
Au	2.54E-03	1.72E+01	3.07E-03	3.76E-04	4.42E-02	1.38E-01	2.35E-02	1.18E-02
Th	9.66E-02	5.96E-01	4.74E+00	1.14E-01	7.78E-01	6.13E-01	6.79E-02	1.51E-02
U	4.00E-02	3.04E-01	1.17E+00	7.65E+00	8.38E-01	2.65E-01	1.21E-01	1.24E-01

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续表

序号	17	18	19	20	21	22	23	24
样号	355	858	830	834	63-11	865	863	801
Na	6.43E+01	1.47E+02	1.25E+02	2.50E+02	3.15E+01	5.55E+01	1.40E+02	2.49E+02
K	7.82E+02	2.71E+03	<3.14E+02	2.21E+03	<1.93E+02	<3.38E* 02	1.09E+03	7.76E+03
Sc	1.44E-01	7.24E-02	3.11E-02	2.00E+00	1.30E-02	3.36E-02	2.16E-01	1.38E+00
Cr	1.08E+00	7.74E-01	1.62E+00	2.09E+00	2.83E-01	4.34E-01	1.42E+00	1.25E+00
Mn	5.46E+00	1.98E+01	1.19E+01	4.57E+02	<2.15E+00	<3.84E-00	3.88E+01	1.32E+02
Fe	7.08E+01	6.13E+02	4.75E+02	2.08E+04	2.69E+01	1.21E+02	1.53E+03	5.71E+03
Co	7.20E-02	<5.34E-02	7.16E-02	7.87E-02	<1.30E-02	<2.83E-02	8.03E-02	1.69E-01
Ni	<2.28E+00	<4.09E+00	<2.74E+00	1.70E+01	2.00E+00	<2.94E+00	<4.18E+00	<7.40E+00
Zn	2.04E+00	2.00E+00	7.95E+00	2.78E+02	1.17E+00	2.04E+00	1.86E+00	1.27E+02
As	1.72E-01	1.11E+01	1.19E+00	1.96E+01	7.63E-02	3.96E-01	7.71E+00	9.67E+00
Se	5.22E-03	5.26E-03	<2.63E-03	3.95E-03	<3.55E-04	<1.29E-01	4.02E-01	2.03E+00
Rb	4.38E+00	1.16E+00	1.19E+00	1.40E+01	3.41E-01	7.10E-01	6.08E+00	2.96E+01
Sr	9.40E+00	<6.02E+00	<4.39E+00	<1.07E+01	<2.19E+00	<4.18E+00	1.05E+01	<7.90E+00
Zr	5.47E+00	<4.02E+00	<2.91E+00	8.77E+01	<1.65E+00	<2.82E+00	<4.24E+00	1.78E+01
Mo	<6.33E-02	<1.69E-01	<3.64E-01	3.71E+00	<5.73E-02	<2.09E-01	<2.30E-01	2.58E+01
Ag	1.02E-01	3.20E-01	7.49E+00	8.39E+00	6.19E-02	<4.49E-02	2.89E-01	5.72E+00
Sb	4.27E-01	1.63E+01	2.47E+00	4.51E+00	7.47E-02	3.22E+00	1.21E+01	5.25E+00
Cs	8.89E-01	2.52E-01	3.89E+00	5.24E+00	9.03E-02	6.32E+00	2.44E+01	1.01E+01
Ba	3.82E+01	5.08E+01	1.79E+01	7.25E+01	3.98E+00	1.03E+01	8.34E+01	3.26E+02
Hf	2.86E-01	4.07E-02	<1.39E-02	3.55E+00	<6.79E-03	<1.32E-02	5.69E-02	2.01E-01
Ta	3.43E-01	1.75E-01	9.40E-02	4.46E+00	4.38E-02	9.56E-02	<1.19E-02	1.98E-01
W	<1.56E-01	<2.62E-01	<2.13E-01	<6.49E-01	1.72E-01	<2.36E-01	<3.00E-01	2.64E+00
Au	3.77E-03	9.02E-02	9.85E+00	2.64E-02	4.15E-03	4.96E-03	5.44E-02	3.26E+00
Th	3.55E-01	2.98E-01	1.88E-02	3.54E+00	<5.31E-03	1.20E-01	1.70E-01	7.59E-01
U	1.06E-01	<4.23E-02	<5.29E-02	2.20E+00	<9.13E-03	8.23E-02	1.34E-01	1.60E-00

分析单位:中科院高能物理研究所,中子活化法,1993。**取样地点和岩性同表** 5-1。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

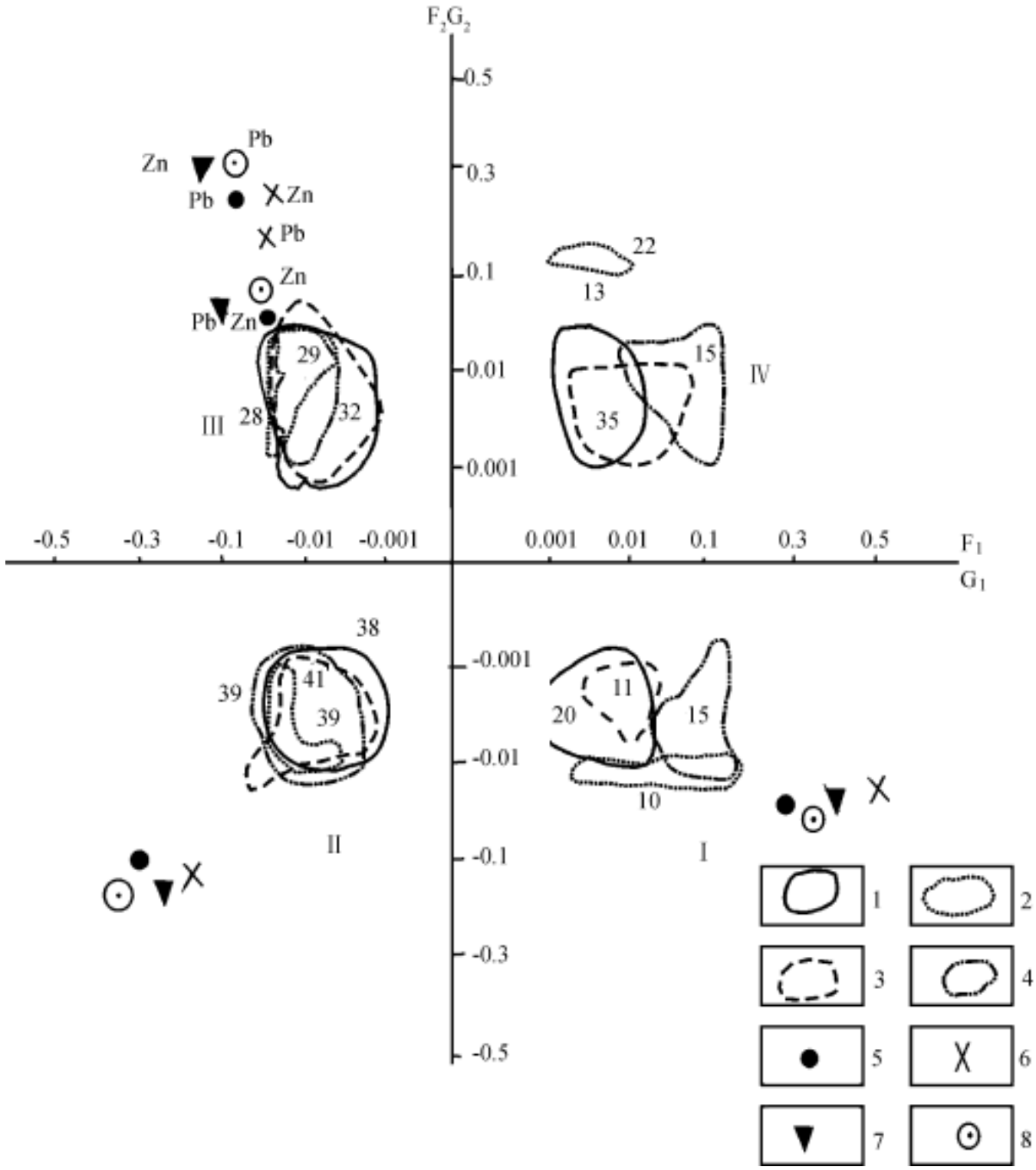


图 5-6　虎圩金矿床对应分析因子载荷复合图(1698 个样品)

各类样品点集中区界线和聚集程度(图中数字):1—金含量大于 0.5×10^{-6} 的样品;
2—100m 以下样品;3—100m 以上样品;4—地表样品;
各类样品在主因子轴上的投影点:5—金含量大于 0.5×10^{-6} 的样品;
6—100m 以下的样品;7—100m 以上样品;8—地表样品

3) F_2 主因子轴是以 Pb、Zn 元素为主的变量组合。Pb、Zn 都出现在正轴方向,表明 Pb、Zn 呈正相关。但 Pb、Zn 与 Ag 也呈负相关。100m 以下样品 Pb、Zn 距离系数最小为0.1128,表明 100m 以下 Pb、Zn 相关最密切,Pb、Zn 共生一起。而 100m 以上样品距离系数增大至 0.2630,表明浅部 Pb、Zn 受次生淋滤富集能力不同,两者有逐渐分离趋势。即 Pb、Zn 在硫化物带中密切共生,风化淋滤带出现微弱分化。

4) 有的样品 Ag 含量达综合利用品位(5×10^{-6} ～10×10^{-6}),但 Au、Ag 呈负相关关系,因而当金含量相对低时,Ag相应增高,这样便有可能提高矿石的综合利用价值(目前矿

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 5-8　R 型因子载荷总表

种类	变量	F_1	F_2	种类	变量	F_1	F_2
地表样品	Au	0.3827	-0.0470		Au	0.4922	-0.0266
	As	-0.3308	-0.1449	100m 以	Ag	-0.2393	-0.1291
664 个	Pb	-0.0801	0.3317	下样品	Pb	-0.0384	0.1992
	Zn	-0.0438	0.0771	375 个	Zn	-0.0325	0.3338
	方差贡献	0.2642	0.1391		方差贡献	0.3020	0.1543
	积累方差贡献	61.11	93.30		积累方差贡献	58.64	88.58
种类	变量	F_1	F_2	种类	变量	F_1	F_2
	Au	0.4087	-0.0362		Au	0.3082	-0.0275
100m 以上	Ag	-0.2498	-0.1425	大于	Ag	-0.2788	-0.1204
样品 659 个	Pb	-0.0874	0.0762	0.5×10^{-6}	Pb	-0.0833	0.2749
	Zn	-0.1299	0.3367	样品 737 个	Zn	-0.0381	0.0573
	方差贡献	0.2540	0.1408		方差贡献	0.1811	0.0941
	积累方差贡献	52.67	82.17		积累方差贡献	60.45	91.86

表 5-9　样品点聚集程度

样品类型		100m 以下样品 375 个	100m 以上样品 659 个	地表样品 664 个	含量大于 0.5g/t 样品 737 个
与 Au 相关	1 区样品点数(个)	41	73	0.5	150
	占本类样品点总数的比例	10.93	11.08	15.81	20.35
与 Ag 相关	2 区样品点数(个)	148	276	260	283
	占本类样品点总数的比例	39.47	41.88	39.16	38.40
与 Pb、Zn 相关	3 区样品点数(个)	108	216	194	221
	占本类样品点总数的比例	28.8	32.78	29.22	29.99

山没有综合利用 Ag)。

5) 从 Q 型对应分析聚集程度看, 100m 以上组样品点的聚集程度最高为总数的 46%, 地表组为 32%, 100m 以下组为 32%。由此可见, 金矿化在地表和深部(100m 以下) 都不如浅部(100m 以上) 富集, 这与钻探证实的矿体大多数处在 100m 以上的结论是一致的, 说明该矿金矿化在淋滤带中最富集。此项分析还表明, Pb、Zn 样品比 Au 样聚集程度高, Pb、Zn 样品聚集程度为 28% ~32%, Au 样仅为 11% ~20%, 即在矿化带所取的样品中多数出现 Pb、Zn 含量异常, 而出现 Au 含量异常者少, 因而可以认为 Ag、Pb、Zn 矿化范围比 Au 范围大, 前者的原生扩散晕可作为找 Au 的标志。

6) 从 F_1 主因子轴分析, 深部(100m 以下样品组) Au、Ag 两者之间距离最小, 表明深部 Au、Ag 互斥不像地表和浅部那样明显。Au 与 Ag 的负相关关系是在次生淋滤富集带各自富集程度不同而引起的。Au 比 Ag 易富集于硫化物矿床次生富集带。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

综上所述,从对应分析图表可以看出,虎圩金矿矿体主要赋存于 100m 以上,这与钻探资料一致。Au 与 Ag、Pb、Zn 呈负相关,Pb、Zn 两者为正相关。Au 和 Ag、Pb、Zn 在不同深度富集程度有所不同,Au 富集于浅部,Ag、Pb、Zn 在深部矿化仍不减弱。从分布范围上说,Au 比 Ag、Pb、Zn 矿化范围窄,在垂向和横向上 Au 的矿化范围都略小。

五、金与稀土元素的关系

测定稀土元素和测定微量元素、金与硅酸盐含量是同一样品。如前所述,在全区的金矿床(点)采集金矿石样品 42 个用于稀土元素分析(中子活化法,中科院高能物理所),其结果列于表 5-10,将这些数据进行聚类分析,其相关关系和谱系图见表 5-11 和图 5-7。由这些图表可知:

1) Au 与 REE 单个元素的相关系数均未达信度,且都呈负值,故认为它们为无相关或微弱负相关。

2) Au 与稀土总量(∑REE)也表现为弱负向消长关系,即 Au 含量高,∑REE 低。

3) Au 与 La/Lu 比值也显示弱负向消长关系(图 5-8),这表明含金岩石中不仅稀土总量发生变化,同时轻重稀土配分也随金含量高低而改变。相对而言,金含量高的岩石 LREE 含量降低。

4) 从上述资料可知中生代火山岩(如虎圩)含金岩石属壳源岩石类型;稀土配分曲线(参见图 5-9)右倾,属轻稀土富集型;(La/Yb)n 比值为 3.68 ~11.67,轻重稀土分馏程度中等;在 δEu 与 CaO 判别图、La/Yb-ΣREE 判别图(均未附上)上,多数样品点投在壳型岩石区,部分落入过渡区;据 Sm/Nd 比值小于 3 判断也应属壳源岩石。又据∑REE 平均值(201×10^{-6})和 LREE/HREE 值(5.33 ~7.70)与陆壳平均值(分别为 146.37 和 9.53)相近,因此认为上述金矿区的火山岩的岩浆原始物质主要是陆壳重熔成因的。

火山岩区金矿床(如虎圩)和铀矿床(如相山)对比有下列不同点:①∑REE 含量高,金矿区为 205×10^{-6} ~326×10^{-6},铀矿区为 133.94×10^{-6} ~168.53×10^{-6};②轻重稀土分馏程度高,(La/Yb)n 值前者为 7.34 ~11.67,后者为 3.68 ~6.05,这与金矿区火山岩(如石英闪长玢岩)比铀矿区火山岩(如碎斑熔岩)结晶分异完全直接相关;③δEu 值低,金矿区为弱异常或无异常(0.95 ~1.07),铀矿区为强负异常(-0.22 ~-0.24),以往人们认为金铀矿找矿判据之一的岩石酸度差异远没有 Eu 亏损表现出两者的差异性明显。

5) 火山岩区金矿石(如虎圩矿床)的稀土特征是:∑REE 比围岩低,矿石为 79.128×10^{-6} ~111.34×10^{-6},围岩为 205.19×10^{-6} ~326.012×10^{-6},有金含量越高,∑REE 越低的趋势;矿石和围岩的 δEu 均为弱异常或无异常(0.83 ~1.26),矿石的 REE 分配曲线低于围岩曲线,但两者同步增减,互相平行,表明矿石的 REE 与围岩有亲缘联系。

火山岩金矿石(如虎圩)与火山岩铀矿石(如相山,刘学智,1992)对比有下列不同点:①∑REE 低,金与∑REE 呈反向消长关系,铀与∑REE 呈正向消长关系,即铀越富,∑REE 越高,有的铀矿石可高于围岩 7 ~8 倍;②HREE 低,金与铀也正好相反,铀是 HREE 高,铀富矿石的 LREE/HREE 比值远小于 1,最小为 0.16,矿石与围岩相比,轻重稀土含量相应都增高,但 HREE 增高幅度更大;③铀矿石常常继承围岩的 Eu 亏损特点,且更为强烈,REE 分布曲线呈右高左低的不对称 V 字型,而金矿石不具上述这些特点。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 5-10　赣中地区金矿床(点)含金岩矿石稀土元素含量及其参数

单位: $w_B/10^{-6}$　置信水平: 90%

序号	1	2	3	4	5	6	7
样号	323	324	325	327	329	335	336
岩性	板岩	断层岩	硅质破碎带	铁锰粘土	板岩	砂岩	石英脉
La	6.06E+01	5.22E+01	7.48E+00	1.85E+01	4.12E+01	3.02E+01	6.15E+00
Ce	1.13+02	1.10E+02	1.09E+01	4.17E+01	8.22E+01	5.63E+01	1.19E+01
Nd	5.43E+01	5.35E+01	7.29E+00	2.36E+01	4.00E+01	2.10E+01	5.06E+00
Sm	1.15E+01	1.06E+01	1.95E+00	6.08E+00	8.69E+00	4.06E+00	8.49E-01
Eu	2.97E+00	2.92E+00	7.07E-01	2.00E+00	1.94E+00	8.05E-01	1.44E-01
Gd	9.97E+00	1.05E+01	2.26E+00		8.35E+00	3.65E+00	7.22E-01
Tb	1.56E+00	1.57E+00	3.94E-01	1.19E+00	1.40E+00	6.07E-01	1.23E-01
Ho	1.94E+00	1.76E+00	5.31E-01	1.47E+00	1.80E+00	8.29E-01	1.49E-01
Tm	7.63E-01	6.65E-01	2.13E-01	5.47E-01	6.65E-01	3.28E-01	5.06E-02
Yb	4.63E+00	3.93E+00	1.30E+00	3.28E+00	3.96E+00	2.00E+00	2.93E-01
Lu	6.93E-01	5.92E-01	1.98E-01	4.54E-01	5.89E-01	3.08E-01	3.93E-02
ΣREE	261.926	248.237	33.223	98.821	190.794	120.087	25.479
La/Lu	87.45	88.18	37.78	40.75	69.95	98.05	156.49
δEu	0.83	0.84	1.03		0.69	0.63	0.55
Au	0.0753	0.0303	6.47	0.0252	0.0212	0.0015	0.0876
	(0.066)	(0.027)	(7.4)	(0.074)	(0.030)	(0.010)	(0.13)
序号	8	9	10	11	12	13	14
样号	337	338	339	395	396	401	817
岩性	铁质粘土	石英脉	铁质硅质脉	花岗伟晶岩	花岗岩	混合岩	硅质矿石
La	1.04E+01	4.46E+00	1.47E+01	2.66E+01	1.25E+01	4.88E+01	1.57E+01
Ce	2.10E+01	9.26E+00	2.69E+01	4.79E+01	2.41E+01	9.00E+01	2.93E+01
Nd	9.72E+00	4.14E+00	1.34E+01	2.08E+01	1.12E+01	3.31E+01	1.40E+01
Sm	2.22E+00	7.00E-01	2.76B+00	4.02E+00	2.48E+00	5.44E+00	2.94E+00
Eu	5.09E-01	1.80E-01	6.52E-01	1.35E+00	6.68E-01	1.43E+00	9.86E-01
Gd	2.68E+00	6.73E-01	2.64E+00	3.73E+00	2.33E+00	5.11E+00	3.33E+00
Tb	4.17E-01	1.24E-015	4.55E-01	5.37E-01	3.56E-01	7.00E-01	5.53E-01
Ho	5.96E-01	1.70E-01	5.82E-01	6.22E-01	4.46E-01	6.99E-01	6.99E-01
Tm	2.22E-01	6.92E-02	2.22E-01	2.13E-01	1.62E-01	2.05E-01	2.59E-01
Yb	1.34E+00	4.34E-01	1.34E+00	1.20E+00	9.47E-01	1.08E+00	1.54E+00
Lu	2.00E-01	6.76E-02	1.97E-01	1.65E-01	1.34E-01	1.30E-01	2.41E-01
ΣREE	49.304	20.2778	63.848	107.137	55.323	186.694	69.548
La/Lu	52.00	65.93	74.62	161.21	93.28	375.38	65.15
δEu	0.64	0.79	0.73	1.05	0.84	0.82	0.96
Au	0.0348	0.0142	0.0275	0.030	0.0020	0.0029	13.900
	(0.044)	(0.021)	(0.058)	(0.0014)	(0.0021)	(0.0018)	(32.50)

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续表

序号	15	16	17	18	19	20	21
样号	820	832	833	834	835	836	860
岩性	硅质矿石	金矿脉	金矿脉	金矿脉	金矿脉	石英脉	石英脉
La	1.90E+01	6.91E+01	3.48E+01	1.50E+01	5.34E+01	4.25E+01	3.55E+01
Ce	4.43E+01	1.32E+02	6.66E+01	3.57E+01	1.08E+02	8.51E+01	7.48E+01
Nd	2.09E+01	5.92E+01	2.81E+01	1.74E+01	5.21E+01	3.52E+01	3.37E+01
Sm	4.06E+00	1.12E+01	5.45E+00	3.78E+00	1.01E+01	7.05E+00	6.51E+00
Eu	1.75E+00	3.65E+00	1.55E+00	1.05E+00	3.56E+00	2.50E+00	1.46E+00
Gd	4.39E+00	1.04E+01	5.68E+00	3.89E+00	1.02E+01	7.07E+00	6.08E+00
Tb	7.15E-01	1.69E+00	8.78E-01	6.28E-01	1.62E+00	1.09E+00	1.03E+00
Ho	8.85E-01	1.84E+00	1.16E+00	7.13E-01	1.91E+00	1.29E+00	1.42E+00
Tm	3.22E-01	6.65E-01	3.99E-01	2.31E-01	7.78E-01	4.58E-01	5.47E-01
Yb	1.85E+00	3.99E+00	2.38E+00	1.28E+00	4.90E+00	2.76E+00	3.25E+00
Lu	2.57E-01	5.97E-01	3.46E-01	1.86E-01	7.05E-01	4.02E-01	4.81E-01
∑REE	98.429	294.332	147.34	79.858	247.273	185.42	164.778
La/Lu	73.93	115.75	100.58	80.65	74.74	105.72	73.80
δEu	1.26	1.02	0.85	0.82	1.06	1.07	0.70
Au	11.5	0.0295	0.0028	1.29	0.0023	0.0026	0.3580
	(11.4)	(0.0072)	(0.30)	(2.1)	(0.038)	(0.027)	(0.60)

序号	22	23	24	25	26	27	28
样号	861	863	865	868	871	885	887
岩性	千枚岩	硅化岩石	石英脉	石英闪长岩	石英闪长岩	金矿脉	金矿脉
La	4.20E+00	7.83E+00	3.64E+00	5.65E+00	8.95E+01	4.35E+01	3.08E+01
Ce	9.28E+00	1.68E+01	8.03E+00	8.45E+00	1.85E+02	1.12E+02	6.02E+01
Nd	4.72E+00	8.28E+00	4.48E+00	6.84E+00	1.02E+02	7.68E+01	2.76E+01
Sm	9.27E-01	1.61E+00	1.19E+00	1.86E+00	2.20E+01	2.22E+01	5.13E+00
Eu	1.96E-01	3.50E-01	3.23E-01	5.75E-01	5.02E+00	5.70E+00	1.15E+00
Cd	9.78E-01	1.69E+00	1.27E+00	1.91E+00	2.04E+01	2.36E+01	4.61E+00
Tb	1.62E-01	2.73E-01	2.02E-01	3.26E-01	2.94E+00	4.17E+00	9.28E-01
Ho	2.20E-01	3.88E-01	2.62E-01	4.28E-01	3.18E+00	5.49E+00	1.50E+00
Tm	8.99E-02	1.59E-01	9.17E-02	1.65E-01	1.03E+00	2.08E+00	7.20E-01
Yb	5.45E-01	1.01E+000	5.38E-01	9.67E-01	5.85E+00	1.23E+01	4.79E+00
Lu	8.10E-02	1.48E-01	7.91E-02	1.44E-01	7.41E-01	1.70E+00	7.75E-01
∑REE	21.3989	38.538	20.6438	27.315	437.661	309.54	138.203
La/Lu	51.85	52.91	46.02	39.24	120.78	25.59	39.74
δEu	0.67	0.64	0.80	0.93	0.71	0.76	0.71
Au	0.1050	2.84	0.0334	0.0030	0.0118	0.7890	0.0549
	(0.074)	(2.9)	(0.046)	(0.0076)	(0.0023)	(0.30)	(0.038)

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续表

序号	29	30	31	32	33	34	35
样号	888	889	894	895	63-1	66	67
La	3.17E+00	4.77E+00	4.09E+01	6.97E+01	1.23E+00	2.21E+01	4.74E+01
Ce	7.78E+00	1.17E+01	8.70E+01	1.43E+02	3.59E+00	4.67E+01	9.84E+01
Nd	5.32E+00	9.39E+00	4.42E+01	5.85E+01	2.67E+00	2.32E+01	4.50E+01
Sm	1.55E+00	3.06E+00	8.86E+00	1.16E+01	7.28E-01	4.43E+00	9.49E+00
Eu	1.70E-01	5.70E-01	1.38E+00	1.27E+00	1.53E-01	9.64E-01	1.94E+00
Gd	1.85E+00	3.51E+00	9.00E+00	9.72E+00	7.75E-01	4.15E+00	9.05E+00
Tb	3.48E-01	6.74E-01	1.36E+00	1.54E+00	1.38E-01	7.83E-01	1.57E+00
Ho	4.85E-01	9.76E-01	1.65E+00	1.66E+00	1.94E-01	1.08E+00	1.87E+00
Tm	2.02E-01	4.32E-01	6.03E-01	5.69E-01	8.64E-02	4.49E-01	7.48E-01
Yb	1.23E+00	2.78E+00	3.64E+00	3.34E+00	5.65E-01	2.80E+00	4.50E+00
Lu	2.10E-01	4.48E-01	5.60E-01	4.78E-01	9.53E-02	4.40E-01	6.71E-01
ΣREE	22.315	38.31	199.153	301.386	10.1797	107.096	220.189
La/Lu	15.10	10.65	73.04	145.82	12.91	50.23	70.64
δEu	0.31	0.53	0.47	0.34	0.62	0.68	0.63
Au	0.0344	0.4170	0.0165	0.0037	4.0	0.0043	0.0029
	(0.15)	(0.60)	(0.0088)	(0.0015)	(6.2)	(0.014)	(0.0050)
序号	36	37	38	39	40	41	42
样号	68	71	73	74	78	81	126
岩性	石英脉	石英脉	石英脉	构造角砾岩	石英脉	石英脉	变安山岩
La	2.12E+00	8.17E-01	1.08E+00	6.52E+00	3.89E-01	2.49E+00	1.26E+00
Ce	4.82E+00	2.24E+00	2.49E+00	1.45E+01	1.05E+00	5.77E+00	3.19E+00
Nd	2.60E+00	1.69E+00	1.32E+00	7.70E+00	7.40E-01	3.58E+00	1.81E+00
Sm	5.79E-01	4.58E-01	2.80E-01	1.89B+00	1.94E-01	8.87E-01	4.39E-01
Eu	9.72E-02	1.41E-01	8.16E-02	4.64E-01	6.08E-02	1.98E-01	1.03E-01
Gd	5.36E-01	5.82E-01	2.68E-01	2.06E+00	2.59E-01	9.46E-01	5.03E-01
Tb	9.27E-02	1.07E-01	4.55E-02	3.83E-01	5.05E-02	1.66E-01	8.17E-02
Ho	1.24E-01	1.42E-01	7.18E-02	5.11E-01	7.37E-02	2.29E-01	1.15E-01
Tm	4.67E-02	5.47E-02	3.33E-02	2.09E-01	3.07E-02	9.35E-02	4.55E-02
Yb	2.76E-01	3.33E-01	2.17E-01	1.29E+00	1.94E-01	5.81E-01	2.74E-01
Lu	3.08E-02	4.93E-02	3.49E-02	1.99E-01	3.04E-02	8.59E-02	4.29E-02
ΣREE	11.3296	6.615	5.9921	35.726	3.0271	15.5204	7.8641
La/Lu	55.79	16.57	30.95	32.76	12.80	34.23	29.37
δEu	0.52	0.83	0.90	0.72	0.83	0.66	0.67
Au	0.0047	0.0025	0.5910	0.0766	0.0131	0.0038	0.0060
	(0.0058)	(0.0078)	(1.8)	(0.034)	(0.080)	(0.0052)	(0.0037)

分析单位:中科院高能物理研究所,中子活化法,取样地点和岩性同表5-2。金含量为中子活化法和化学分析法(括号内数字)。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 5-11　赣中地区金矿床(点) 含金矿石金与稀土元素相关关系表

(42 个样)

	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Ho	Tm	Yb	Lu	Au	ΣREE
La	1	0.944	0.953	0.545	0.804	0.920	0.793	0.428	0.697	0.688	0.294	- 0.132	0.982
Ce		1	0.976	0.560	0.838	0.911	0.845	0.445	0.754	0.744	0.323	- 0.136	0.995
Nd			1	0.634	0.905	0.882	0.929	0.470	0.849	0.837	0.365	- 0.132	0.992
Sm				1	0.545	0.680	0.527	0.157	0.393	0.371	0.123	- 0.064	0.584
Eu					1	0.707	0.925	0.542	0.875	0.863	0.340	- 0.074	0.876
Gd						1	0.678	0.405	0.563	0.554	0.242	- 0.086	0.899
Tb							1	0.475	0.973	0.963	0.420	- 0.105	0.891
Ho								1	0.486	0.499	0.207	- 0.077	0.462
Tm									1	0.999	0.471	- 0.104	0.808
Yb										1	0.480	- 0.107	0.798
Lu											1	- 0.089	0.345
Au												1	- 0.13
ΣREE													1

注: $\alpha_{0.05} = 0.304$;　$\alpha_{0.01} = 0.393$;　N = 42。

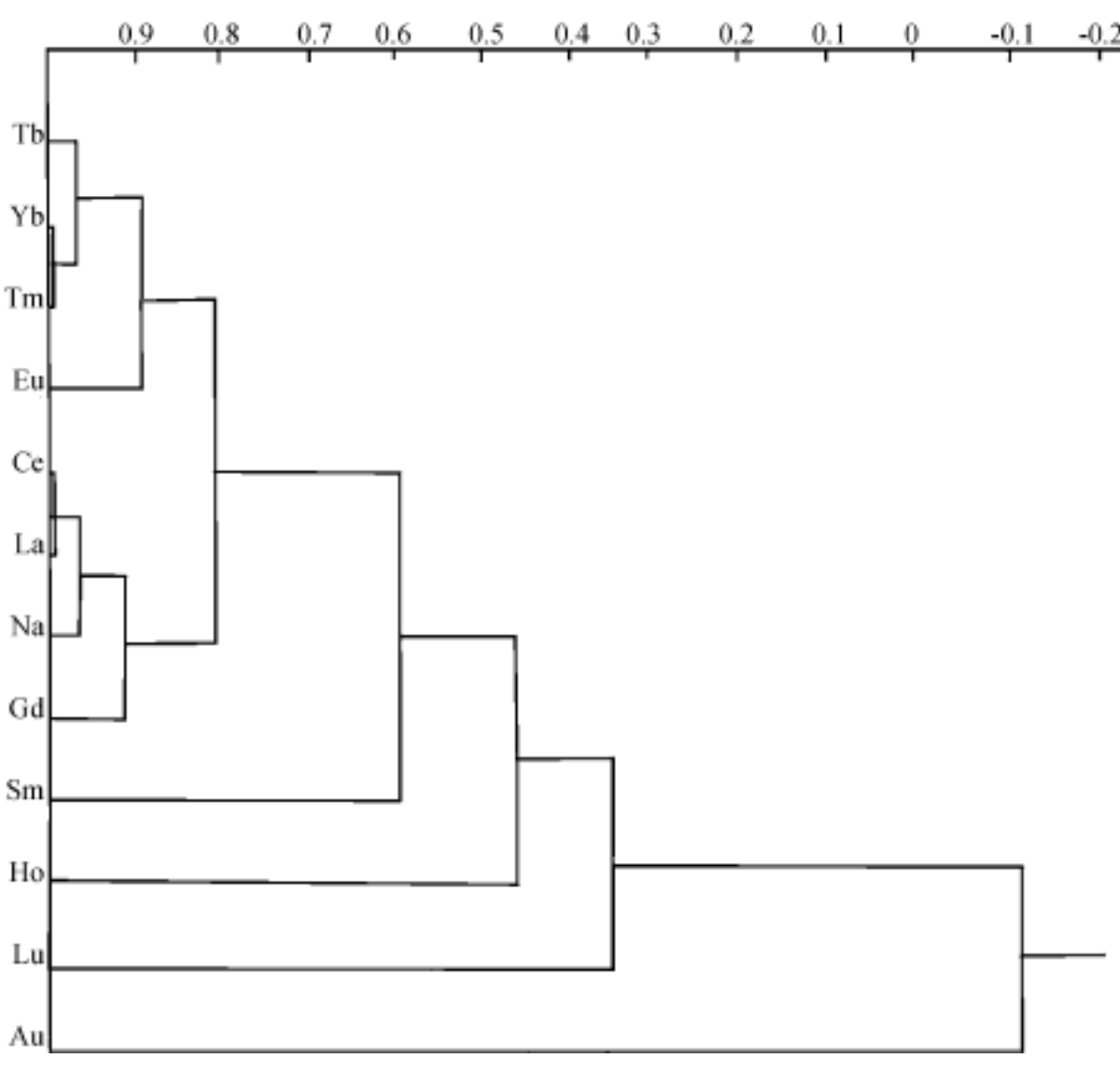


图 5-7　赣中地区金矿床(点) 含金岩矿石稀土元素与 Au 谱系图 (42 个)

地信网论坛
BBS.3S001.COM

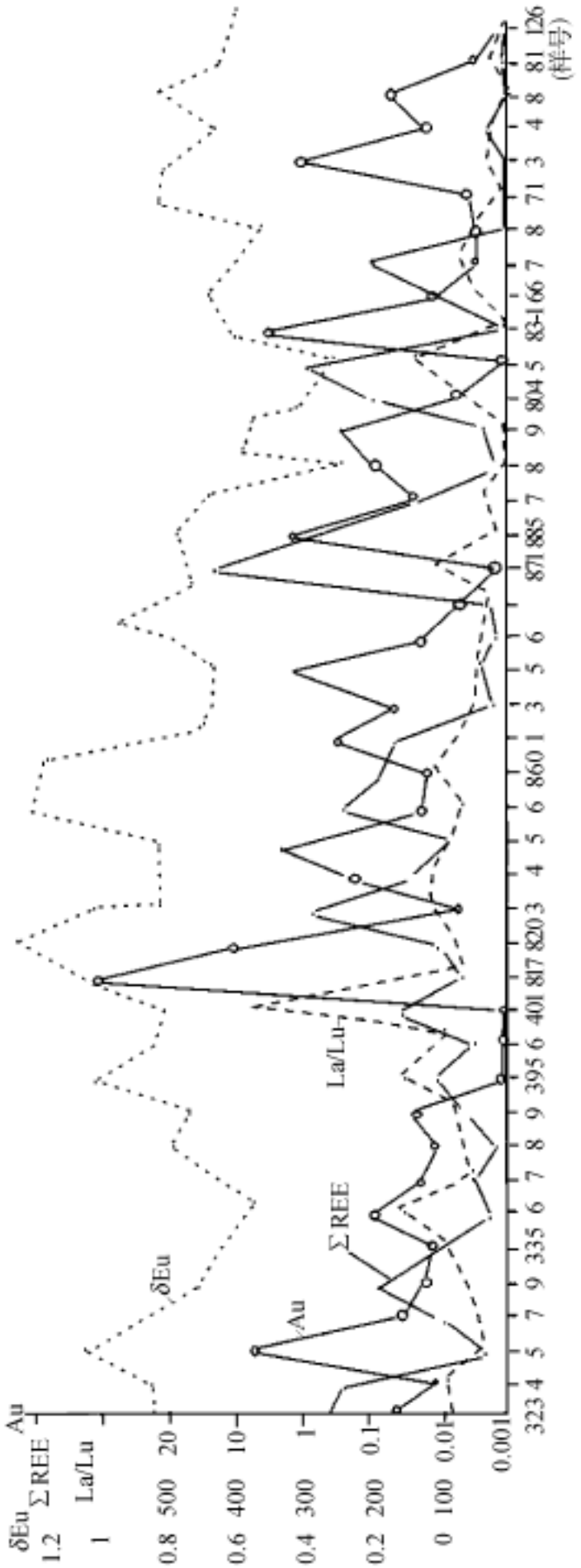


图 5-8 赣中地区金矿床矿点岩石样品 Au、ΣREE、La/Lu、δEu曲线

地信网论坛
BBS.3S001.COM

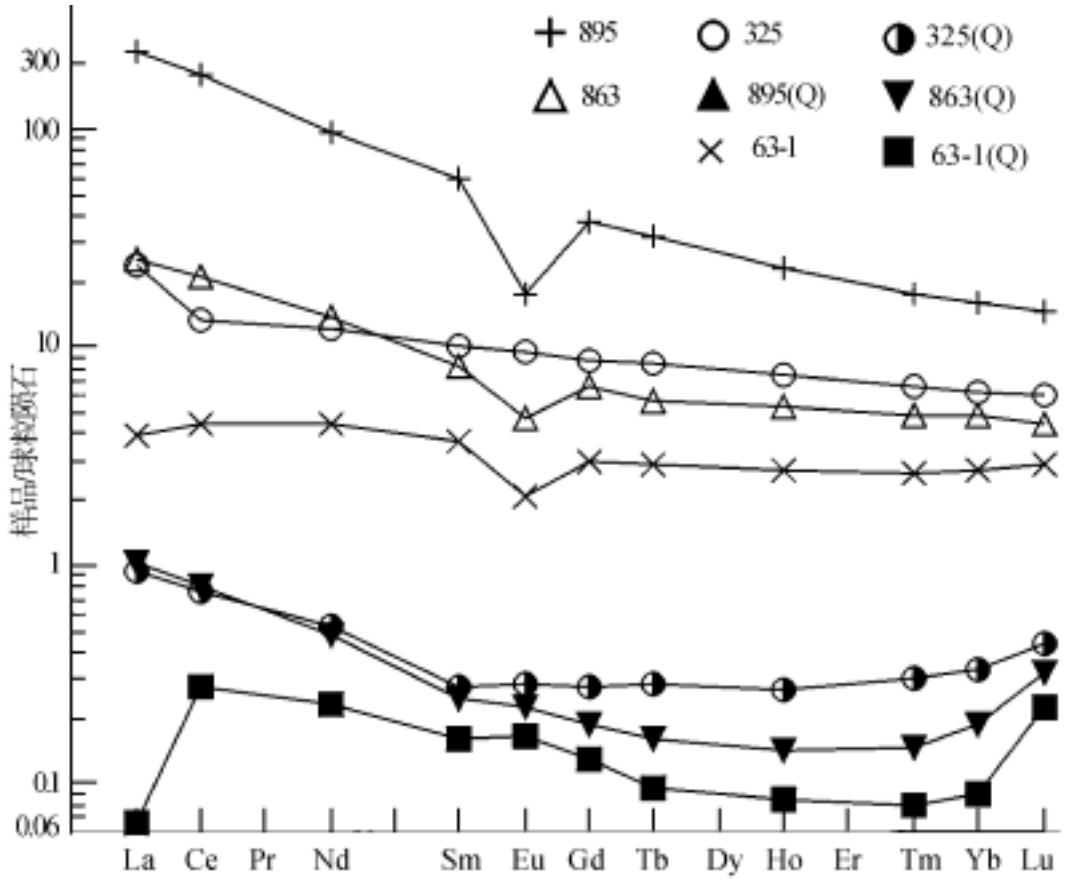


图 5-9　赣中地区金矿床矿点岩石与石英样品稀土元素配分曲线

(中子活化分析, 测试单位:中国科学院高能物理所, 1992, 1993 年)

造成金矿石∑REE 低、δEu 弱异常等特征的原因主要是①火山岩金矿石(如虎圩)主要是与铜、铅、锌等硫化物共生的金矿床, 据 Joseph · L 等研究, REE 亲硫力很低, 硫化物不是 REE 的携带者, 矿石的硫化物增多, REE 含量相应降低; ②与金矿密切相关的黄铁绢英岩化带发育, 此种蚀变反映含金热液呈弱酸性, 它常常导致 REE 相对原岩明显亏损, 尤其是 HREE; ③黄铁矿、石英等矿物增加而引起的稀释效应也导致 REE 浓度降低; ④有的矿床(如虎圩) 金矿体浅部淋滤带广泛遭受粘土化和风化, 这也是矿石 REE 含量降低的原因之一, 因为长石、云母的分解能释放大量除 Eu 外的稀土元素。

6) REE 含量增减程度与矿化强弱和矿床规模呈正向相关。如虎圩金矿矿化规模小、品位中等, 其∑REE 降低幅度小, 相山 622 铀矿床矿化规模大, 品位高, 其∑REE 大幅度增加, 约为中小矿化体的数倍, 因此, REE 的含量变化幅度可作为矿区评价因素之一。

上面 4)、5)、6) 点论述的火山岩金矿床∑REE 特征, 在沉积岩和变质岩金矿床(点) 中也基本相似, 如表 5-10 中和表 5-11 的 REE 含量与金含量也呈反向消长趋势, 即金含量增高, ∑REE 总量降低, δEu 呈微弱负异常(有的样品也呈较高正异常, 图 5-8)。

7) 单矿物石英中子活化法测定的 REE 和 Au 含量列于表 5-12, 其代表性样品稀土配分曲线见图 5-9, 其金与 REE 参数关系对比图见图 5-10。由这些图表可见: ①岩石的和石英的稀土配分曲线有明显差异, 岩石的曲线向右倾呈轻稀土富集型, 而石英的曲线平缓; 岩石有或弱 Eu 负异常而石英则无异常(图 5-9); ②岩石样品中呈现的 Au 与∑REE、La/Lu 成反比关系, 在石英样品中则表现有差异, 部分金含量高的石英样品, 其∑REE、La/Lu 略有升高, 其 δEu 值为正值; 少数样品则相反情况(图 5-10)。

由此推测, 岩石中 Au 与∑REE、La/Lu 呈反比关系是由非石英矿物各元素含量不同所致, 包括石英脉也是如此。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

表 5-12　赣中地区金矿床(点)单矿物石英稀土元素含量及其参数

单位: $w_B/10^{-6}$　置信水平: 90%

序号	1	2	3	4	5	6
样号	215 - 2	889	73	334	813	895
La	4.23E - 01	2.48E - 01	3.88E - 02	2.63E - 02	3.57E - 01	6.03E + 00
Ce	9.65E - 01	1.45E + 00	3.60E - 01	1.43E - 01	7.47E - 01	1.19E + 01
Nd	6.44E - 01	1.29E + 00	4.73E - 01	6.75E - 02	2.89E - 01	4.94E + 00
Sm	1.13E - 01	3.72E - 01	8.88E - 02	1.22E - 02	8.02E - 02	9.40E - 01
Eu	4.17E - 02	4.67E - 02	8.97E - 03	5.26E - 03	3.55E - 02	9.05E - 02
Gd	1.42E - 01	4.25E - 01	3.01E - 02	3.11E - 02	1.09E - 01	8.41E - 01
Tb	2.70E - 02	5.52E - 02	4.47E - 03	9.26E - 03	1.72E - 02	1.29E - 01
Ho	3.54E - 02	6.64E - 02	6.22E - 03	1.95E - 02	2.15E - 02	1.79E - 01
Tm	1.37E - 02	2.25E - 02	3.53E - 03	9.41E - 03	8.99E - 03	7.89E - 02
Yb	7.82E - 02	1.23E - 01	3.13E - 02	5.01E - 02	5.82E - 02	5.14E - 01
Lu	1.02E - 02	1.97E - 02	8.67E - 03	4.83E - 03	1.12E - 02	8.36E - 02
δEu	1	0.35	0.42	0.78	1.15	0.3
La/Lu	4.48	1.3	0.47	0.57	3.4	7.74
ΣREE	2.493	4.118	1.053	0.488	1.735	25.726
Au	0.0095	0.0185	0.00088	0.0227	0.4210	0.00075
序号	7	8	9	10	11	12
样号	857	386	338	831	389	81
La	1.70E - 01	4.93E - 01	4.48E - 01	2.05E + 00	1.31E + 01	3.25E - 01
Ce	5.76E - 01	5.26E - 01	8.39E - 01	4.34E + 00	2.41E + 01	2.66E + 00
Nd	3.70E - 01	3.19E - 01	2.58E - 01	1.94E + 00	1.21E + 01	2.13E + 00
Sm	5.46E - 02	7.81E - 02	5.61E - 02	3.88E - 01	2.03E + 00	6.36E - 01
Eu	1.94E - 02	5.28E - 02	1.94E - 02	1.64E - 01	8.83E - 01	4.10E - 02
Gd	4.89E - 02	1.06E - 01	7.05E - 02	4.46E - 01	1.88E + 00	1.31E - 01
Tb	7.25E - 03	1.83E - 02	1.30E - 02	7.83E - 02	2.92E - 01	1.85E - 02
Ho	1.02E - 02	2.21E - 02	1.55E - 02	1.24E - 01	3.59E - 01	2.09E - 02
Tm	4.89E - 03	8.31E - 03	5.95E - 03	6.07E - 02	1.33E - 01	8.53E - 03
Yb	3.83E - 02	5.04E - 02	3.83E - 02	4.50E - 01	8.15E - 01	4.85E - 02
Lu	9.11E - 03	7.81E - 03	6.73E - 03	1.05E - 01	1.18E - 01	7.78E - 03
δEu	1.1	1.8	0.93	1.29	1.35	0.29
La/Lu	2	6.76	7.1	2.1	11.9	4.4
ΣREE	1.308	1.682	1.77	10.146	55.81	6.027
Au	0.0183	0.0023	0.0025	17.2	0.0030	0.0037

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续表

序号	13	14	15	16	17	18
样号	390	320	325	826	355	858
La	2.64E+00	2.32E+00	2.87E-01	1.18E-01	7.41E-01	4.51E-01
Ce	4.69E+00	3.84E+00	6.22E-01	2.66E-01	1.55E+00	7.25E-01
Nd	2.38E+00	1.55E+00	3.16E-01	1.43E-01	5.62E-01	2.85E-01
Sm	4.78E-01	2.95E-01	5.38E-02	3.25E-02	1.15E-01	5.86E-02
Eu	2.72E-01	9.56E-02	2.07E-02	3.04E-02	3.77E-02	2.21E-02
Cd	3.94E-01	2.78E-01	7.28E-02	5.98E-02	1.42E-01	5.42E-02
Tb	5.60E-02	4.87E-02	1.35E-03	1.00E-02	2.83E-02	7.85E-03
Ho	6.64E-02	6.99E-02	1.95E-02	1.41E-02	4.48E-02	1.05E-02
Tm	2.63E-02	2.84E-02	9.72E-03	6.15E-03	2.08E-02	5.40E-03
Yb	1.75E-01	1.85E-01	6.98E-02	4.42E-02	1.29E-01	4.36E-02
Lu	3.03E-02	3.01E-02	1.47E-02	9.17E-03	2.23E-02	1.07E-02
δEu	1.88	1	1	2.1	0.91	1.24
La/Lu	9.4	8.2	2.0	1.4	3.56	4.5
ΣREE	11.228	8.74	1.499	0.733	3.392	1.673
Au	0.0442	0.138	0.0235	0.0118	0.0037	0.0902
序号	19	20	21	22	23	24
样号	830	834	63-1	865	863	801
La	4.06E-02	1.60E+01	2.05E-02	5.29E-02	3.23E-01	2.03E+01
Ce	1.94E-01	2.33E+01	2.24E-01	1.27E-01	6.42E-01	3.73E+01
Nd	1.48E-01	9.93E+00	1.39E-01	6.32E-02	2.85E-01	1.72E+01
Sm	4.47E-02	2.22E+00	3.17E-02	1.56E-02	4.82E-02	2.90E+00
Eu	1.76E-02	7.04E-01	1.21E-02	1.04E-02	1.64E-02	3.75E-01
Cd	7.05E-02	2.33E+00	3.32E-02	3.43E-02	4.76E-02	2.21E+00
Tb	1.35E-02	4.34E-01	4.57E-01	5.72E-03	7.59E-03	3.29E-01
Ho	3.76E-02	5.86E-01	6.02E-03	8.91E-03	1.02E-02	3.36E-01
Tm	4.10E-02	2.49E-01	2.54E-03	5.06E-03	4.73E-03	1.20E-01
Yb	4.30E-01	1.51E+00	1.88E-02	4.15E-02	3.87E-02	6.97E-01
Lu	8.71E-02	2.10E-01	7.40E-03	1.38E-02	1.06E-02	1.12E-01
δEu	0.97	0.94	1.1	1.3	1.02	0.45
La/Lu	0.04	8.1	0.3	0.4	3.2	19.4
ΣREE	1.125	57.473	0.499	0.378	1.434	81.879
Au	9.85	0.0264	0.0041	0.0049	0.0544	3.2

分析单位:中科院高能物理研究所,中子活化法,1993。取样地点和岩性同表 5-2。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

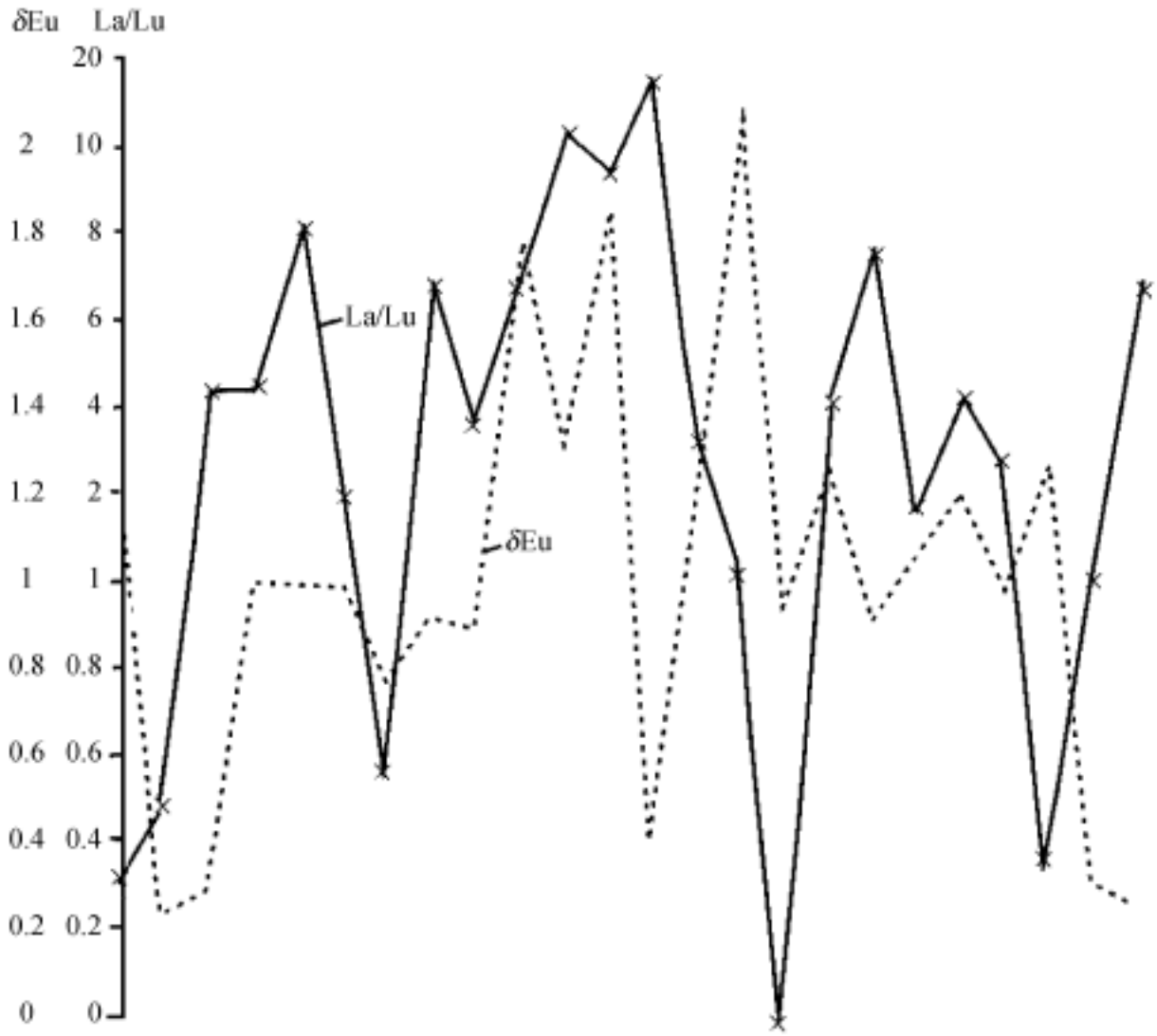


图 5-10　赣中地区金矿床(点) 石英样品金含量与 REE 参数关系对比图

(中子活化法)

地信网论坛
BBS.3S001.COM

第六章　岩矿石测试结果获得的微观找矿信息

采自全区各矿床矿点代表性的含矿标本和样品共 24 个，经进行金、硅酸盐、微量元素、稀土元素测定和样品加工与矿物分选后，又进行了石英热释光、石英电子顺磁共振、石英红外光谱、石英晶胞参数和包裹体测温等五项测试，现将测试结果叙述于后。

一、石英热发光研究

热发光(TL) 是热能使陷落在陷阱中的电子跃回稳定的基态时释放出的光能。石英是一种常见的磷光体，由于所形成的复杂地质环境，使其有复杂的组成和晶体结构缺陷，故其可产生热发光现象。石英的热发光是晶体内电子陷阱中激发态电子的释放，其发光强度与其电子心或 $Al^{3+}—O^{-}$ 与 $Ti^{3+}—O^{-}$ 等穴心的浓度关系密切，故产自不同环境中的石英具有不同的发光特征(如发光曲线和发光峰的温度和强度等参数不同) ，根据这些特征可以区分、评价不同环境的石英和石英脉的含金性，获取有益的找矿信息，以利于矿床(点) 评价。

将各矿床(点) 采集的 24 个石英单矿物样送至中国地质大学(北京) 成因矿物实验室用热释光仪测试。

实验条件为: 质量 2 ～6mg，纯度 99% 以上。粒度 200 目，升温速率为 2℃/s，测温区间为常温至 400℃。该测试仪对矿物加热后发出的蓝光进行选择性，并附带绘图仪画出热发光曲线。现将测量报告和曲线附于表 6-1 和图 6-1。分析这些图表可得出如下初步认识。

1) 石英热发光曲线有三种类型: 单峰、双峰、隐峰(双向曲线) 。石英金含量与峰型的关系表现为: 变质岩金矿(云山、尧家排) 含金石英表现为隐峰(双向曲线) ; 少数为单峰或双峰，曲线较缓较宽，属开阔型。火山岩金矿含金石英表现为双峰，贫金或不含金石英表现为单峰，曲线较陡较窄，属封闭型。

2) 双峰型曲线具有 210 ～250℃峰位的发光强度 I 峰，而单峰型或隐峰型曲线没有这个峰位，其峰位温度多在 300 ～350℃。变质岩金矿石英多为单峰型，火山岩金矿多双峰，即，变质岩金矿含金石英发光强度峰位温度高; 火山岩金矿含金石英多了一个 210 ～250℃的低温峰位。不含金石英缺少这个低温峰位。

根据 A·C·马尔富宁等国内外有关研究资料，在 200 ～220℃、280 ～300℃或 350 ～380℃之区间内石英的热发光峰与 Si^{3+} 取代 Si^{4+} 形成的 $O^{-}—Al—M^{+}$ 空穴心有关(M^{+} 为 K^{+}、Na^{+}、Au^{+}、Ag^{+}、Li^{+}、H^{+} 等) ，280 ～300℃区间的发光峰与 Ti^{3+}、Ge^{3+} 等电子心有关。即是说，石英热发光曲线的每一个峰都与一类性质的发光中心能级相对应，低温位多由 $O^{-}—Al—M^{+}$ 空穴心形成，高温峰位多由 Ge、Ti、Cr 等电子心形成。据 A·C·马尔富宁研究，所有的天然石英中都显示 $O^{-}—Al$ 心，都有杂质 Al 和补偿碱金属(Li^{+}、Na^{+}、K^{+}) 存在，所以石英发光曲线都应有低温峰，但导致石英发光的激活素为 Ti、Ge、Cr 等杂质元素含量和抑制石英发光的猝灭素为 Fe、Ni 等杂质元素含量都影响着热发光峰位和强度。由此分析，研究

地信网论坛
BBS.3S001.COM

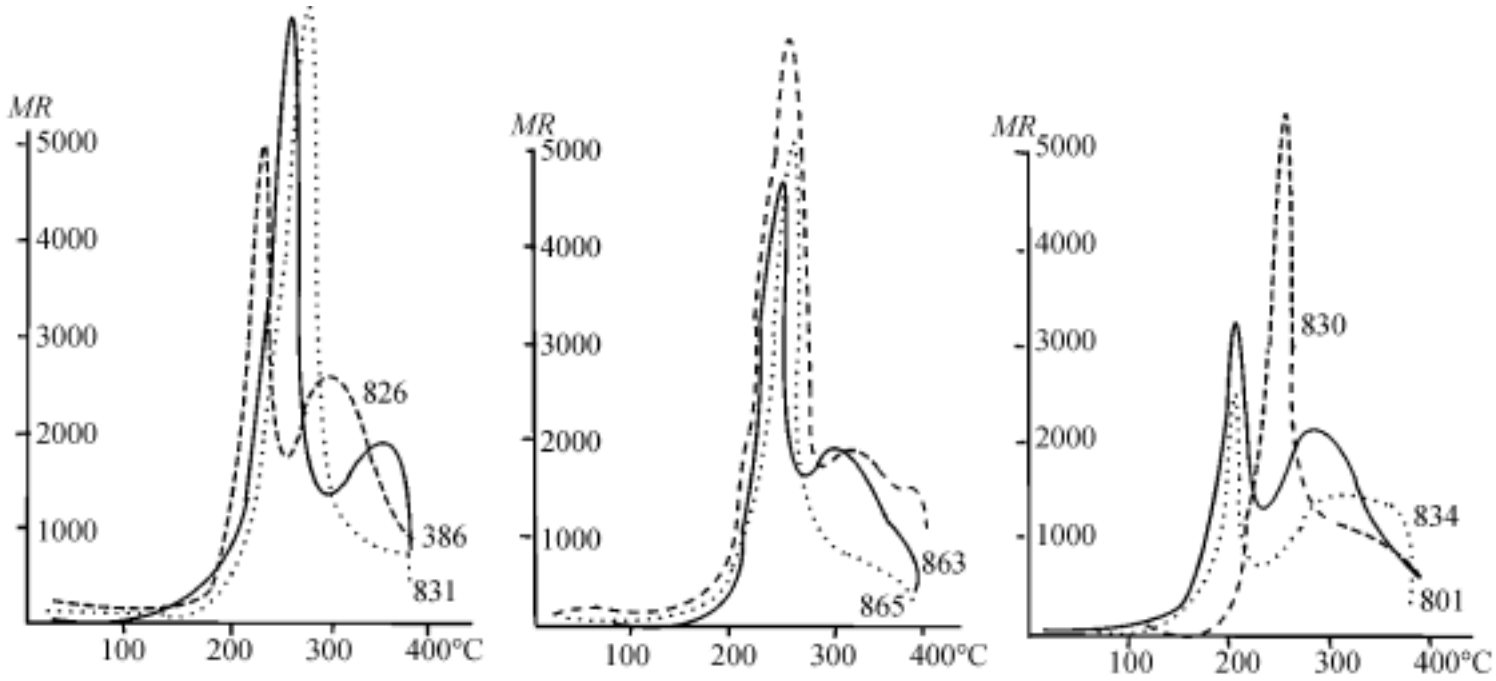
表 6-1　赣中地区金矿床(点)石英热发光特征参数

序号	样号	地点	峰类型	峰位 T ℃	半高宽 2δ	陷阱深度 E/10^{-13}	总积分强度(R)	石英含金量/10^{-6}	矿脉金含量/10^{-6}
1	63-1	云山荷叶岭	不明显	350	28		0.670	0.0041	6.20
2	73			300			0.852	0.00088	1.8
3	81			350			0.526	0.0003	0.0052
4	215-2	云山石巷	双峰	230,310	30	4.86	3.231	0.0095	2.0
5	320	尧家排	单峰	240	25	6.36	2.522	0.138	11.4
6	325		不明显	350			0.770	0.0230	7.9
7	334		不明显	300			0.593	0.0220	7.8
8	338	蛟塘	单峰	310	70	3.79	1.101	0.0025	0.021
9	355		单峰	280	40	5.41	2.145	0.0037	4.0
10	386		双峰	250,350	35	4.93	8.545	0.0023	2.0
11	389		单峰	250	120	1.43	18.2	0.0030	1.0
12	390		双峰	180,220	20	4.47	54.80	0.044	2.9
13	801	虎圩	双峰	210,290	30	4.05	4.106	3.28	32.0
14	813		双峰	250,330	30	5.75	3.786	0.42	37.5
15	826		双峰	230,300	25	5.84	4.407	0.11	2.4
16	830		单峰	270	35	5.75	2.377	9.85	13.8
17	831		单峰	280	40	5.41	1.922	17.2	17.8
18	834		双峰	210,300	30	4.05	3.697	0.026	2.1
19	857	黄金峰	双峰	210,270	25	4.87	15.5	0.011	2.5
20	858		双峰	210,290	20	6.08	11.7	0.09	19.5
21	863		双峰	250,300	30	5.75	3.333	0.054	2.9
22	865		单峰	250	40	4.31	1.743	0.0049	0.046
23	889	桐山庙	单峰	300	100	2.48	3.020	0.018	0.60
24	895		单峰	220	40	3.34	2.849	0.0007	0.0015

区变质岩含金石英热发光曲线低温峰位表现不明显,可能是 Fe 等含量高,Ti、Cr 等含量低(见表 5-5,Au 与 Fe 呈弱正相关,与 Cr 弱负相关),从而使含金石英热发光曲线峰上的发光强度降低成隐峰的曲线;火山岩金矿含金石英 Ti、Cr 等激活素含量较高而出现高温峰位,使曲线成双峰型。

3)金含量与石英热发光总积分强度(R)呈正向消长关系。实验证明,石英热发光总积分强度(总面积)即光子总计数。影响发光强度的主要因素有二,其一是发光中心的浓度,而浓度又与杂质元素(Al^{3+}、K^{+}、Na^{+}、Au^{+}、Li^{+}、Ti^{+}、Ge^{3+}、Cr^{3+}等)和石英组构有关。当石英中 Si^{4+} 被 Al^{3+} 类质同象置换时,晶格中电荷产生不平衡,导致晶体缺陷。如果石英含杂质元素高,则有利于形成发光中心浓度高;其二是发光强度取决于发光中心的电子数与周围电子数之差,而这个差值的大小又取决于捕获电子中心的频率系数 So[$So = \beta/\delta \times \exp(T/\beta)$],其

地信网论坛
BBS.3S001.COM



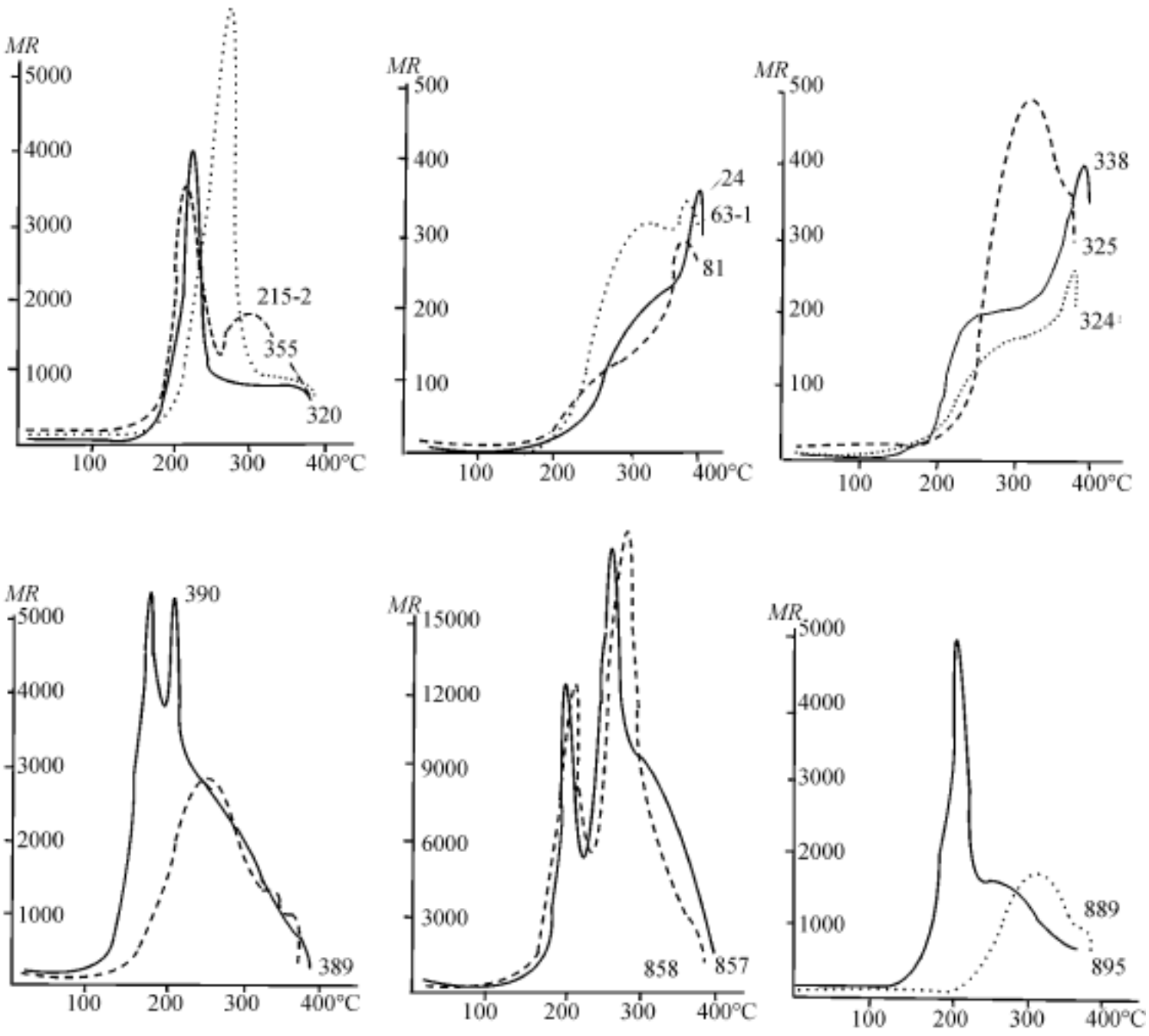


图 6-1　赣中地区金矿床(点)石英热发光曲线

测量单位: 中国地质大学(北京) 1993, MR 为热发光峰相对峰高(10^{-6})

地信网论坛
BBS.3S001.COM

中 β为加热速度,本次 β= 2℃/s,本文只进行少量 So 计算]。从上述分析得知,含金石英杂质元素比不含金石英高,So 值也大,故在没有其他干扰因素时发光总积分强度比不含金石英大。

4) 金含量和陷阱深度 E 大致成正相关。陷阱深度又称热离化能,由公式 $E = KT^2$ 计算,其中 K = 1.3806× 10^{-16} 尔格/度(玻耳兹曼常数)。它的形成原因主要是由石英中 Al 取代了 Si 形成的晶体缺陷一空穴心 O^- —Al—M^+ 形成的局部能级(陷阱),它能捕获导致能级跃进的电子,使之羁留在局部能级上,构造所谓陷阱,陷阱里的电子要吸收一定能量,才能跳越陷阱,转移到低能级呈现发光性。由表 6-1 计算 E 值结果可见,金含量高的石英陷阱深度 E 较大,表明此时石英出现晶格缺陷,金离子得以存在,故显示出两者的正相关关系。

5) 从我们采集热发光样品过程中了解到,虎圩矿床矿化规模较大,品位较高,其他矿点略逊色,尤以荷叶岭,其蚀变强度和品位都低。从表 6-1 的资料也印证了这一看法。即是说,矿化好的样品其热发光曲线多为双峰,总积分强度高,陷阱深度大,这些特点尤以在热液型矿床中表现得更明显,如虎圩、蛟塘的样品。因此,石英热发光特征也可作为鉴别金矿化的一个重要标志,可以帮助判别含矿与非含矿的石英脉。如前所述,虎圩、蛟塘、黄金峰等矿床(点)热发光参数高,反应矿化良好,对其矿化远景应予重视。尧家排样品陷阱深度大,也是个好矿化标志。云山和桐山庙样品热发光参数低与其矿化弱、品位低的实际情况相符,这从另一个侧面加深了我们对区域上这些矿床(点)的认识,从这个意义上讲,石英热发光特征对金矿普查和矿区评价都有一定指导意义。

二、石英电子顺磁共振谱研究

电子顺磁共振(e1ectron paramanetic resonance—EPR)是顺磁离子(或具有顺磁状态的电子-空穴心)的未偶电子的自旋亚能级间的跃进。研究表明,石英在形成时晶格中的 Si^{4+} 若被 Al^{3+} 取代,这种不等价类质同象的取代,便会形成结构缺陷,这时,在离这个 Al^{3+} 最近的 O^{2+} 离子上由于辐照而失去多余的一个电子,形成空穴心,或者捕获电子形成电子心,使缺陷变成顺磁中心,成为顺磁状态。利用电子顺磁共振波谱(EPR)即可测得这些顺磁中心的浓度。含金石英中这种 Al - O^- 电子-空穴心常常被 Au^+ 取代形成晶格金,故顺磁中心的浓度与石英金含量便呈现出相关关系,因此电子顺磁共振谱特征也可作为评价金矿的信息。我组将各矿床(点)采集的 24 个石英单矿物样送至中南工业大学测试中心 EPR 谱室测试。

实验条件为:仪器型号:日本 Jeo1、JES—FElXG 电子自旋共振波谱仪,X 波段微波。中心磁场强度 2500Gauss, 3360Gauss;扫场宽度 2500 ±2500, 3600 ±250Gauss;调制频率 100kHz,调制幅度 6.36Gauss;放大倍数 2× 100 ~4× 100;响应 1sec;扫描时间 4min;射频功率 4mW;微波频率 9.445GHz。

样品质量以在 3361Gauss 处 EPR 信号灵敏度较好为标准来增加或减少的,故不是选用同一质量的样品,EPR 信号强的用量少,而信号弱的用量多些。

由于在 3361Gausss 处的 EPR 信号在 24 个样品中均有,故以此信号的强度大小来表达各样品中自旋浓度的差别;以 HPP 表示实测样品的 EPR 信号的峰-峰高,单位为 mm,而以 100mg 样品对应的峰-峰高 hpp 表示其自旋浓度的相对值,以此值对 24 个样品进行比较。现将 24 个样品的测试结果列于表 6-2 并将中心磁场强度与扫场宽度为 3360 ±250Causs,放

地信网论坛
BBS.3S001.COM

大倍数为 1× 100 的曲线中的吸收峰绘于图 6-2(测试报告中有 2500 ±2500、4× 100、2500 ±2500、2× 100; 3360 ±250、2× 100; 3360 ±250、4× 100 及加 Mn^{2+} 标样的 3360 ±250、2× 100 等 5 种曲线。因受篇幅限制图 6-2 中只选择其中一条曲线的吸收峰绘于图上。)

根据表 6-2 和图 6-2 得出如下结论:

表 6-2　赣中地区金矿床(点) 石英电子顺磁共振谱(EPR) 特征参数

序号	样号	地点	峰高 HPP/mm		峰宽/mm	hpp/(mm/100g)		石英金含量/10^{-6}	矿脉金含量/10^{-6}
			a	b		a	b		
1	63-1	云山	14	41	20	8.7	25.5		6.20
2	73		8	21	14	3.9	10.4	0.0041	0.034
3	81		3	10	10	1.3	4.3		0.0052
4	215-2		40	117	22	34.8	101.7	0.0003	2.0
5	320	尧家排	45	124	22	34.5	96.2	0.0095	11.4
6	325		51	145	20	45.6	130.9	0.0230	7.9
7	334		6	12	15	5.4	11.9	0.0220	7.8
8	338	蛟塘	42	122	20	27.9	81.7	0.0025	0.021
9	355		57	178	20	37.9	118.2	0.0037	4.0
10	386		8	21	14	5.9	15.6	0.0023	2.0
11	389		11	31	21	6.5	18.4	0.0030	1.0
12	390		8	18	18	4.5	10.1	0.0440	2.9
13	801	黄金峰	64	185	24	64.1	185.6	3.2800	32.0
14	813		19	60	18	15.7	51.1	0.4200	37.5
15	826		27	76	24	21.4	59.6	0.1100	2.4
16	830		29	82	19	22.8	64.4	9.8500	13.8
17	831		36	105	24	27.8	81.1	17.200	17.8
18	834		63	196	23	122.6	384.3	0.0260	2.1
19	857	桐山庙	454	116	43	42.4	109.2	0.0110	2.5
20	858		38	96	20	72.8	183.9	0.0900	19.50
21	863		48	121	27	92.5	231.2	0.0540	2.9
22	865		232	67	20	12.7	65.3	0.0049	0.046
23	889		168	554	17	386.2	1273.6	0.0180	0.60
24	895		82	235	19	96.5	276.5	0.0007	0.0015

注:　a 为 2500 ±250Gauss, 放大倍数 2× 100; b 为 3360 ±250 Gauss, 放大倍数 1× 100。

图 6-2 为其谱图, hpp (mm/100mg) 指 100 毫克样品对应的单位峰高(自旋浓度的相对值)。测试单位: 中南工业大学测试中心。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

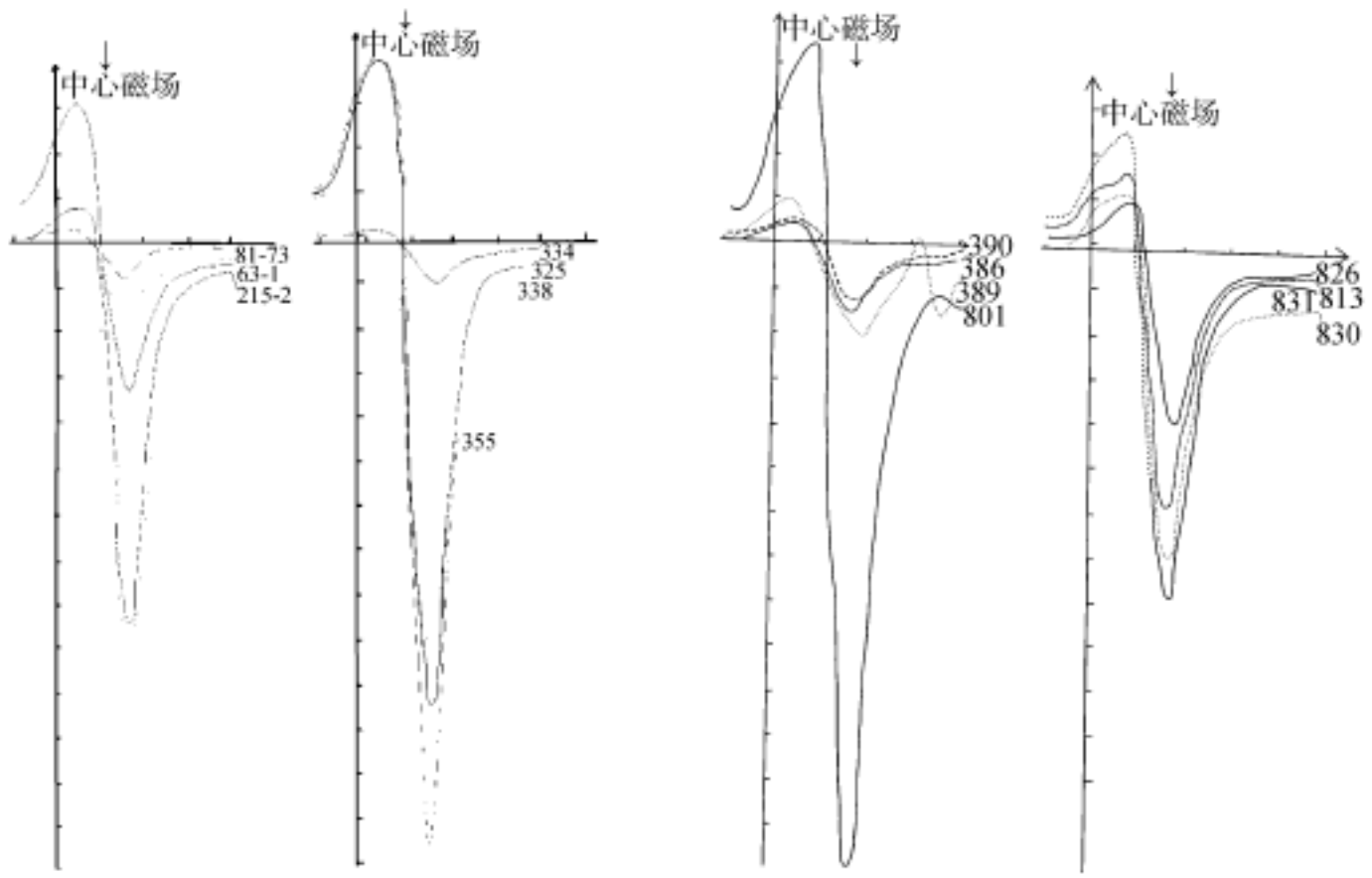


图 6-2　赣中金矿床(点) 石英电子顺磁共振(EPR) 谱图

中心磁场强度 ±扫描宽度为 3360 ±250Gauss; **放大倍数** 1× 100; **数字为样号**

地信网论坛
BBS.3S001.COM

1) 含金石英样的 EPR 谱其吸收峰形态, 峰宽极其相近, 很难在形态上、峰宽上找出其与金含量的关系, 这与湘西金矿、石湖金矿等研究成果不相同(图 6-2) 。但峰高(HPP, hpp) 值相差较大, 可作为判断金含量高低的因素。

2) 金含量与峰高(HPP, hpp) 有正消长的趋势, 但也有些样品例外。多数金含量高的样品, 其 hpp(b) 值在 50 ~200 之间。有的样品其 hpp(b) 特高, 如 889 号和 834 号, 而其金含量不高, 但从表 5-11 中得知其 K、Na 含量高, Co + Ni + As + Se 等亲硫亲铁元素含量高, 故认为除 Au^{+} 可进入晶格外, Na^{+}、K^{+} 等元素也可进入晶格缺陷中而导致 hpp 增高, 所以, 对金矿而言需要区别对待, 以判别 hpp 的真假异常。

3) 云山地区 hpp 较小, 这与该区实际存在的金矿化含量普遍偏低的情况相吻合, 意即一个地区 hpp 值普遍低, 其金矿化也较贫。相反, hpp 普遍高, 其金矿化含量较高, 如虎圩。从这个意义上讲, hpp 值对金矿化具有区域评价的指导作用。

4) 24 个石英样品的电子顺磁共振研究除上述所列的 3360Gauss 的信号外, 还有其他信号(曲线) , 有的信号如 hpp(a) 也可作为金矿的判别因素, 有的信号与微量元素含量相关, 有待进一步开发。另外信号 g 因子也可直接计算或由给出的 Mn^{2+} 标样 EPR 谱图间接计算, 以丰富金矿化判别信息。

三、石英红外光谱研究

红外光光谱是一种共振吸收波谱, 即当光量子照射某一些物质时, 引起分子中动能级(电偶极矩) 的跃迁而产生的一种吸收光谱。利用石英的红外光谱特征以评价石英的含金性, 主要根据频率 3400cm^{-1} 吸收带 (由 OH 族的波动引起, 分子水的吸收带也落在此段内, D_{H_2O}) 。频率 2325cm^{-1} 吸收带(气液包体中的二氧化碳吸收带, D_{CO_2}) 和频率 2230cm^{-1} 吸收带(石英晶格振动吸收带其强度与石英本身的结晶程度有关, D_Q) 来确定吸光度 D_{H_2O}、D_{CO_2}、D_Q 并计算相对吸光度(D_{H_2O}/D_Q、D_{CO_2}/D_Q) , 根据吸光度与金含量的正相关关系, 从而对石英含金性和矿床成因作出评价。

将各矿床(点) 采集的标本磨成厚 0.2 ~0.4mm, 面积大于 10× 15mm^2 的两面光薄片(不加盖薄片) 送东华理工学院中心实验室用红外仪测定。在薄片法测定的石英红外谱图上, 首先选择 3400^{-1} 水的吸收带, 2325^{-1} 二氧化碳吸收带和 2230cm^{-1} 石英的吸收带, 按基线法, 用公式 D = lgTo/T 计算上述三个频率吸收带的吸光度 D_{H_2O}、D_{CO_2}、D_Q, 然后计算相对吸光度 D_{H_2O}/D_Q、D_{CO_2}/D_Q。其结果列于表 6-3 和图 6-3。

由上图表获得如下初步认识:

1) 图 6-3 反映出相对吸光度(D_{CO_2}/D_Q、D_{H_2O}/D_Q) 与金含量呈正向相关趋势, 但 Au 特高品位(>10× 10^{-6}) 的样品有例外, 因而前人在夹皮沟和湘西金矿试验得出的相对吸光度随金含量增高而增高, 利用吸光度值作为石英含金性的评价标志的结论, 在本区也是可行的, 但需注意特高品位金样也会出现吸光度较低的情况, 要据其他标志加以判别。

2) 据原苏联 H. Б бapxyapH 等实验资料, 相对吸光度 D_{H_2O}/D_Q < 0.5 时, 石英不含金, 其石英是从熔融体或液态流体中结晶出来的, 吸光度 D_{H_2O}/D_Q > 1 的石英是从热液中结晶出 来的, 其含金量随吸光度增大而高。由表6-3可见, 本区的贫矿其相对吸光度D_{H_2O}/D_Q值

表 6-3　赣中地区金矿床(点) 红外光谱相对吸光度与金含量关系表

地信网论坛
BBS.3S001.COM

序号	样号	地点	吸光度			相对吸光度		石英金含量/10^{-6}	矿脉金含量/10^{-6}
1	63-1	云山	0.101	0.038	0.042	2.66	0.90	0.0041	6.2
2	334	尧家排	0.306	0.060	0.067	5.13	0.90	0.0227	7.8
3	386	蛟塘	0.056	0.017	0.044	3.29	0.39	0.0023	2.0
4	390		0.053	0.018	0.033	1.61	0.55	0.0442	2.9
5	830	虎圩	0.156	0.040	0.075	3.9	0.53	9.8500	13.8
6	865	黄金峰	0.238	0.028	0.053	8.5	0.53	0.0049	0.046
7	91-23	岗坑道	0.085	0.076	0.168	0.51	0.45		贫矿
8	29	毛坑道	0.109	0.043	0.133	0.82	0.3		富矿
9	51	茅排	0.084	0.062	0.160	0.53	0.38		贫矿
10	53		0.155	0.191	0.130	1.18	1.45		富矿
11	61		0.092	0.079	0.190	0.73	0.47		贫矿
12	66		0.109	0.060	0.112	0.98	0.53		贫矿
13	69	毛坑道	0.271	0.065	0.183	1.48	0.36		富矿
14	87-l	茅排	0.292	0.032	0.169	1.73	0.19		1.2
15	2		0.202	0.083	0.314	0.64	0.27		0.25
16	3		0.185	0.013	0.154	1.20	0.08		10.5
17	4		0.488	0.033	0.331	1.47	0.09		>0.15
18	5		0.854	0.044	0.261	3.27	0.17		富矿
19	6		0.197	0.160	0.235	0.154	0.015		0.11
20	7		0.119	0.085	0.278	0.43	0.19		<0.01
21	8		0.243	0.038	0.237	1.03	0.27		富矿
22	9	岳口	0.831	0.134	0.234	3.55	0.08		富矿
23	10		0.072	0.010	0.134	0.39	0.09		<0.01

1～6 样品测试单位为华东地质学院测试中心。7～23 号样资料来源同 P40 脚注。

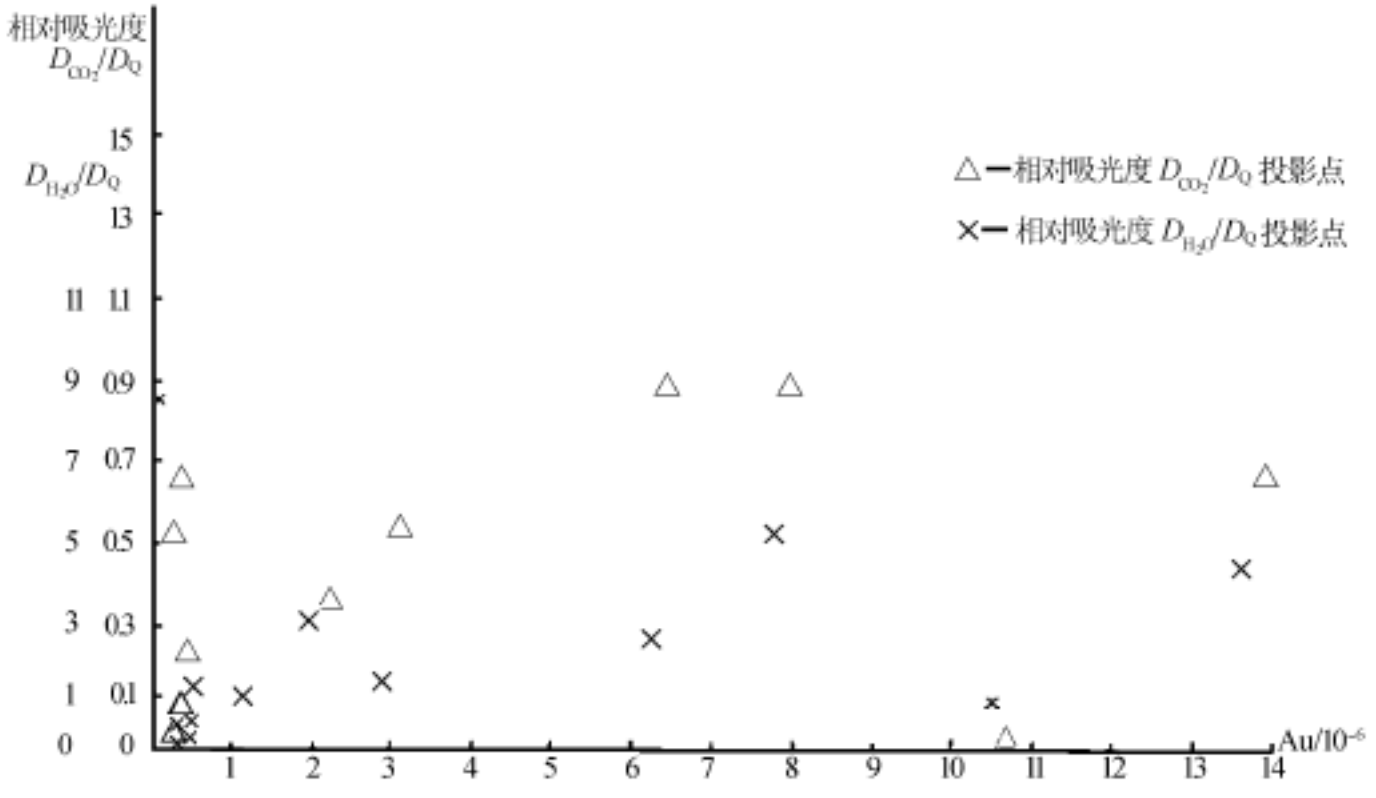


图 6-3　赣中地区金矿床(点)红外光谱相对吸光度与金含量关系图

都低,多数小于 1,含矿的石英相对吸光度 D_{H_2O}/D_Q 常常大于 1,因此,以相对吸光度 D_{H_2O}/D_Q

地信网论坛
BBS.3S001.COM

为 0.5 ~1 作为含矿石英和非含矿石英的标志在我区是可试用的。

3) 表 6-4 列举了我区与国内几个金矿的相对吸光度数据, 从中可见, 我区的相对吸光度 D_{H_2O}/D_Q 值偏低, 原因可能是我们很多样品取自变质岩中的金矿床(点) 中, 反映出变质热液金矿化深成贫水的特点, 但是 D_{CO_2}/D_Q 值较高, 与此值为 0 的团结沟金矿有明显差异, 表明我区含金石英普遍存在 CO_2 包裹体, 金成矿与热液(水) 溶液中含二氧化碳流体密切相关。

表 6-4　研究区与国内几个金矿床红外光谱相对吸光度对比

矿床名称	D_{H_2O}/D_Q	D_{CO_2}/D_Q	资料来源
玲珑	2.52 ~19.84	0.10 ~0.76	华东地质学院测试
修水土龙山	12.43	0.248	华东地质学院测试
团结山	0.68 ~32.1		吴尚全
夹皮沟	1.15 ~6.04	0.12 ~1.59	吴尚全
本区	0.39 ~8.5	0.05 ~1.45	本研究

4) 取自地表的样品其相对吸光度高而金含量低, 有的是地表金易于淋失造成的。因而地表露头和浅部的含金石英脉由于氧化淋滤作用致使金属矿物流失, 金含量偏低, 在这种情况下, 红外光谱的石英吸光度可作为找金的间接手段加以推广使用。

四、流体包裹体研究

我组将采自各矿床(点) 的矿石标本磨成两面抛光薄片送东华理工学院测试中心刘晓东测定成矿期及矿后期流体的均一温度等。测试条件: 室温 26 ~28℃, 仪器 T1350 型热台(升温速度 2 ~5℃/min) 和数字温度计; 温室测量误差: ±1.5℃。测试结果列于表 6-5。由表可见, 我区多属中温矿床, 个别矿床(点) 成矿温度在 200℃左右, 此外, 变质岩金矿(点) 如茅排比火山岩金矿床(点) 如虎圩成矿温度高, 这点值得引起注意和进一步探讨。

表 6-5　赣中地区金矿床(点) 包裹体测温数据

地　点	代表性样品号(含金量(g/t))	成矿温度/℃		矿后期流体温度/℃	
		范　围	平　均	范　围	平　均
虎圩	813(37.5) 826(2.4) 830(13.8)	216 ~279	251	154 ~179	165
梨溪 黄金峰 云山	386(2.0) 865(0.046) 63 ~1(6.2) 81(0.005)	288 ~328 158 ~249 242 ~295	308 191 267	117 ~142	200
茅排		260 ~370	350	160 ~220	

注: 金含量为薄片同一样品含量。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

我院刘晓东等对本区的茅排金矿床的流体包裹体作了深入的研究,通过不同类型包裹体的相变行为和成分测试,确定了茅排金矿的成矿温度,成矿流体的盐度,密度、氢氧同位素,pH、E_h 值和氧逸度等(见表 4-11),并根据上述成果对成矿流体的性质及其成矿意义作了探讨。以茅排金矿氢氧同位素值与泰勒所确定的各种标准水氢、氧同位素值比较,表明该矿床成矿流体具有多源性,主要来自变质热液(混合岩化热液)和岩浆热液,成矿早期 pH 值 5.4,中偏酸性,成矿晚期 5.97,近于中性;其 E_h 值和 f_{O_2}值均表明成矿主要处于不同还原性环境。包裹体成分分析还表明,成矿流体早期富钾(早期 K^+(21.97 ~59.27mg/10g),晚期(9.46 ~22.21mg/10g)),晚期富钠(早期 Na^+(±6.5 ~15.91mg/10g)。晚期(10.0 ~18.41mg/10g)),成分演化表现为钠转折型;包裹体中 CO_2/CH_4 含量高(分别为 20.2% ~95.5% 和 0.62% ~50.0%,摩尔数比),说明成矿流体富挥发份,表现出热液成矿作用的特征,并且 CH_4, H_2 等还原性气体也可作为还原剂使金沉淀富集,是金矿成矿的重要因素。通过该金矿流体包裹体的研究认为,包裹体成分演化的早期富钾、晚期富钠的钠转折(K^+/Na^+)、矿石比非矿石 CO_2/H_2O 高、含 CO_2 包裹体丰度高(数量越多金越富)等三项指标可作为判别金矿化贫富的标志,也可用于金矿的找矿评价工作。

五、石英晶胞参数研究

将各矿床(点)采集的石英单矿物样送至东华理工学院测试中心 X 射线衍射实验室由王平选择了部分样品进行石英晶胞参数测定。测试结果列于表 6-6 中,由表可见:

表 6-6 抚州-永丰金矿床(点)石英晶胞参数

序号	样号	地点	a(■)	c(■)	c/a	石英金含量/10^{-6}	矿脉金含量/10^{-6}
1	63—1	云山	4.91329	5.40505	1.1001	0.0041	6.20
2	81	云山	4.91306	5.40358	1.0998	0.0003	0.0052
3	325	尧家排	4.91310	5.40653	1.1004	0.0230	7.9
4	338	蛟塘	4.91641	5.42064	1.1025	0.0025	0.021
5	813	虎圩	4.91465	5.40514	1.0998	0.4200	37.5
6	858	黄金峰	4.91475	5.40508	1.0997	0.0900	19.5
7	865	黄金峰	4.91390	5.40801	1.1005	0.0049	0.046
8	895	桐山庙	4.91356	5.40480	1.0999	0.0007	0.0015

测试单位:华东地质学院测试中心 X 射线衍射室。

1)变质岩金矿床(点)如云山石英晶胞 a 棱长值小,火山岩金矿床(点)如虎圩、蛟塘,a 棱长值大,c 值也大,这可能与变质热液温度较高,火山热液温度较低有关(见表 6-5),这点与邵洁涟(1986)的研究结论相反,值得进一步探讨。

2)金含量高样品 a、c 值均较高,这是矿石的石英晶格中出现缺陷,发生 Al^{3+} 代替 Si^{4+},并有 K^+、Na^+、Au^+ 等杂质离子进入以平衡电价,致使晶胞体积增大,棱长也随之增大之故,杂质离子进入越多,金含量越高,a、c 值也越大,这也是石英含金性的评价因素之一。周学武等研究东北寨金矿床也得出相近的结论。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

第七章　区域金成矿条件分析

金矿床的形成受许多因素制约，诸如大地构造部位、地层岩性、褶皱断裂、岩浆与火山建造等，在地球演化的漫长历程中，金矿可以形成于整个地质历史时期，从太古宙一直延续到第四纪都可有金矿化产生。但据目前资料，全球金成矿时代主要有两个高峰期，即太古宙—元古宙和中新生代，大约相当 2710 ～2670Ma 和 240 ～100Ma（Kerrich 等，1994），同位素年代学研究得知，金成矿作用与赋矿地质体之间有一个时间间隔，因而金的后生成矿作用不容忽视。

一、大地构造部位控矿分析

本区位于扬子和华南两大地块的接壤部位，分属两个大地构造单元。区内发育着广丰-萍乡等 8 条深大断裂带（硅化破碎带或韧性剪切带或古裂谷带），从重磁资料得知，本区又是波阳幔隆和武夷山幔凹的过渡区。处于地幔梯级带，带内次一级构造以绍兴-东乡地幔隆起带（赣杭构造带）为主体，上述深大断裂带在磁力异常图上多表现为磁力异常带，花岗岩呈带状赋存于重力梯级带内。深层构造显示遂川-德兴深断裂和鹰潭-安远深断裂之间为一异常构造带，地壳增厚 2km。该异常构造带内的赣杭地幔隆起带，隆起高差 2km，宽 40 ～60km，严格控制着区域构造、岩浆活动和矿化作用。

对比金矿控矿因素，本区的大地构造条件极为有利，诸如古老地块边缘区域大断裂带、岩浆岩带、韧性剪切带等均甚发育，为金的深源浅成成矿创造了条件。

二、地层控矿条件分析

本研究区广泛发育前震旦系双桥山群（Pt_2）神山群（Pt_3）和震旦系上施组、下坊组（Z_1）与老虎塘组（Z_2）以及中生代晚侏罗世火山岩系（周家源、花草尖、打鼓顶、鹅湖岭组）。初步查明，这些地层存在绿岩带含金建造（双桥山群、神山群）和次火山-火山岩含金建造（晚侏罗世）。

本区的双桥山群广泛发育凝灰质与石英角斑质岩石及次凝灰岩、含炭板岩，局部具有深海火山碎屑夹变细碧石英角斑岩建造特征，可见浊积岩特点。神山组在丰城-攸洛一带发现变玄武岩、变英安岩及变流纹岩等，呈层伏，层厚数米至百米，具气孔、杏仁及流动构造。从上述特征分析，这些地层的原岩部分为富含铁镁硅酸盐岩系的中基性火山岩，一般可作金矿的矿源层，其中有的层位金含量颇高（表 5-1），是形成金矿的有利地层，此外，在上述地层中还有多层铁矿层，如新余铁矿层位。众所周知，Au 和 Fe 具有良好的亲和性，因而古老变质岩区地层中的条带状硅铁建造，也是金矿的有利地层。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

三、火山岩建造控矿条件分析

著名的赣杭构造带也是一个发育完好的中生代火山岩带，火山岩出露面积达 40%，据基底岩石和火山岩同位素 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值分析，这些火山岩是基底变质岩深熔作用形成的产物，本来金丰度较高的前震旦系，为火山岩金矿提供了物质基础。该带的火山活动具多旋回、多期特点，火山喷发至少在 28 次以上，这不但有利于形成多层矿源火山岩层，而且也产生了大量火山构造与火山热液，这些火山热液萃取了变质基底中的金、银，使之在热液中迁移富集，为成矿提供了充足的源、存、热等条件。

区内火山岩有熔岩、火山碎屑岩、火山碎屑沉积岩、次火山岩等几类，以酸性为主，也有中酸性岩石，属钙碱性系列。已知金矿既产于中酸性次火山岩体内，也产于火山碎屑沉积岩中，金背景值高的中酸性火山岩是形成金矿的基础，尤其是那些喷发次数多、火山岩厚度大、火山活动频繁的地区，火山活动提供的矿源充沛、热源足，对成矿更为有利。据初步研究，金矿有利火山岩为中酸性火山岩(石英安山玢岩) ，金与岩石中 MnO_2、SiO_2、Fe_2O_3、H_2O 呈正相关，含金岩石多属壳源岩石，为轻稀土富集型，轻重稀土分馏程度中等。与含铀火山岩对比具有 ∑REE 低，轻重稀土分馏程度低，δEu 值 ±1，Eu 为弱异常或无异常等特点。

四、花岗岩建造控矿条件分析

本区广泛发育着印支期与燕山期花岗岩岩体和一些中基性脉岩。花岗岩岩体呈带状展布，如南北向的乐安-寻乌岩体。扬子地块区岩体小，年代老(中新元古代) ，华南地块主要为燕山期花岗岩，是该区进入大陆边缘活动带发展阶段的产物。花岗岩体分布还与深层或浅层构造有关，幔隆区花岗岩体小，幔凹区岩体多。岩体定位受断裂构造控制也很常见，一些基性、超基性岩常赋存于深断裂带上。据统计，乐安花岗岩金含量较高(见表 5-1) ，此外，中基性脉岩金丰度值也较高。按成因类型，花岗岩岩体多属重熔型或混合岩化型，个别为同熔成因，其岩性有花岗岩、花岗闪长岩、混合花岗岩、角闪花岗岩等。上述条件与产金的花岗岩对比也极其相近似。因此本区广泛发育的花岗岩也是形成金矿有利的物源、热源、热场的基础，如果三者成为三位一体，就有可能形成金矿床，故寻找这些有利区段，也是远景预测的内容之一。

五、断裂控矿条件分析

本区多期多次、活动时间长的深大断裂极其发育，与之伴随的区域断裂、挤压破碎带、片理化带、多期脉岩带、韧性剪切带、裂谷带、层间构造等也屡见不鲜，此外还有中生代的火山构造和与之伴生的环状、放射状断裂和隐爆角砾岩筒。尤其是当区域断裂与火山构造交切时，对金成矿更为有利，如虎圩金矿。当韧性剪切带切过含金岩系，岩石具退变质特征，并有脉岩和石英脉伴随的区段，也有利于形成金矿床，如茅排金矿。

受断裂控制的热液金矿床常常发育中低温酸性蚀变，如硅化、绢云母化、黄铁矿化、绿泥石化、碳酸盐化、硫化物化、粘土化，这些蚀变相当于铀矿的灰绿色蚀变和红化，有时也有基

地信网论坛
BBS.3S001.COM

性蚀变。这些热液金矿床有一定的标型元素。标型元素主要有两种类型: 茅排金矿为 Au-Cu-Pb-As-Sb 型; 虎圩金矿为 Au-Cu-Pb-Zn 型, 前者标型矿物为金-石英-硫化物型; 后者为金-硫化物型。此外其他的一些金矿点多为金-硫化物或少量硫化物的单一石英脉型, 唯有梨溪地区几个金矿点硫化物数量多, 范围大, 从这个意义上讲, 该地区热液活动强度大、范围广, 为金成矿有利区。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

第八章　远景靶区选择

本区已发现金矿床两个: 茅排矿床和虎圩矿床; 金矿点 10 个: 荷叶岭、石巷、金山岭、石马岭、黄金峰、桐山庙、蛟塘、缪家、田西、尧家排。在金矿点中含三个矿点的集中区有两个: 云山地区和梨溪地区。

该区金矿床矿点按围岩时代划分有: 产于中元古界双桥山群变质岩中(云山地区荷叶岭、金山岭、石巷、石马岭) ; 产于新元古界神山群、尚源群、周潭群浅变质岩中(黄金峰、尧家排、茅排) ; 产于石炭系中(桐山庙) ; 产于侏罗系火山沉积岩或次火山岩中(虎圩、梨溪地区蛟塘、缪家、田西) 等四类。按控矿构造和矿体形态划分为: 石英脉型(顺层石英脉型有云山各矿点, 切层石英脉有黄金峰、尧家排、茅排) 和硅化破碎带型(虎圩、桐山庙、梨溪地区各矿点) 。按矿床(点) 成因可分为变质 + 淋积型(云山地区各矿点) , 火山-岩浆热液型(虎圩) , 热水热液型(桐山庙、梨溪地区各矿点) , 变质(混合岩化) 热液型(茅排、尧家排、黄金峰) , 淋积型(分界红土型) 等五类。

概括前述, 金矿化最有远景的是虎圩型和茅排型。本书将虎圩地区作为一类远景靶区(茅排金矿床因已详勘故未列入) , 梨溪为二类区。前面我们所说的尧家排矿点与茅排矿床属同一类型, 同一矿带, 因而应将它列入茅排型矿床之列, 放在远景区位置上进行地质工作和研究。此外, 乐安花岗岩体金丰度值高(见表 5-1) , 值得进一步探索。

一、虎圩远景区

1. 选择依据

虎圩金矿赋矿的岩体处于赛阳关火山侵入穹窿构造中, 中心部位称为赛阳关石英闪长玢岩体, 面积约 18km^2, 周围为上侏罗统周家源组、花草尖组和虎岩组, 岩性为中酸性熔岩、火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩, 总厚度大于 1300m。此外还有上白垩统南雄组砾岩砂岩层, 金矿化赋存于石英闪长玢岩和上侏罗统地层中(图 8-1) , 处于岩体中的虎圩矿床探明金储量 1817kg, 并由矿山开采。外围矿点未系统进行勘查, 但有民采。我们对该区进行了 1∶ 1 万岩体填图和矿点检查, 获得如下认识:

1) 该火山穹窿构造发育完好, 并保存有由英安玢岩组成的桃花岭火山颈, 围绕着岩体分布的上侏罗统依次由老至新出露, 表现出背斜构造地层层序特征(图 8-1) 。很明显, 石英闪长玢岩体侵入于穹窿核部, 盆地基底的新元古界和震旦系地层有零星露头, 说明该构造是有一定规模和一定深度的。

2) 石英闪长玢岩体内除虎圩矿床外, 还有 5 ~6 条含金石英脉(填图时新发现 3 条) , 上侏罗统地层中至少还有 3 个矿化点, 有的正在民采或揭露, 虽然目前虎圩矿床从储量上看是个小矿, 但从全区来看矿化是具有一定范围的。

3) 虎圩金矿控矿构造和热液蚀变明显、规模较大, 铜、铅、锌等金属硫化物发育, 显示出热液矿床的固有特征, 反映成矿作用是有相当的强度和规模, 外围众多的矿化点也可看作矿化

地信网论坛
BBS.3S001.COM

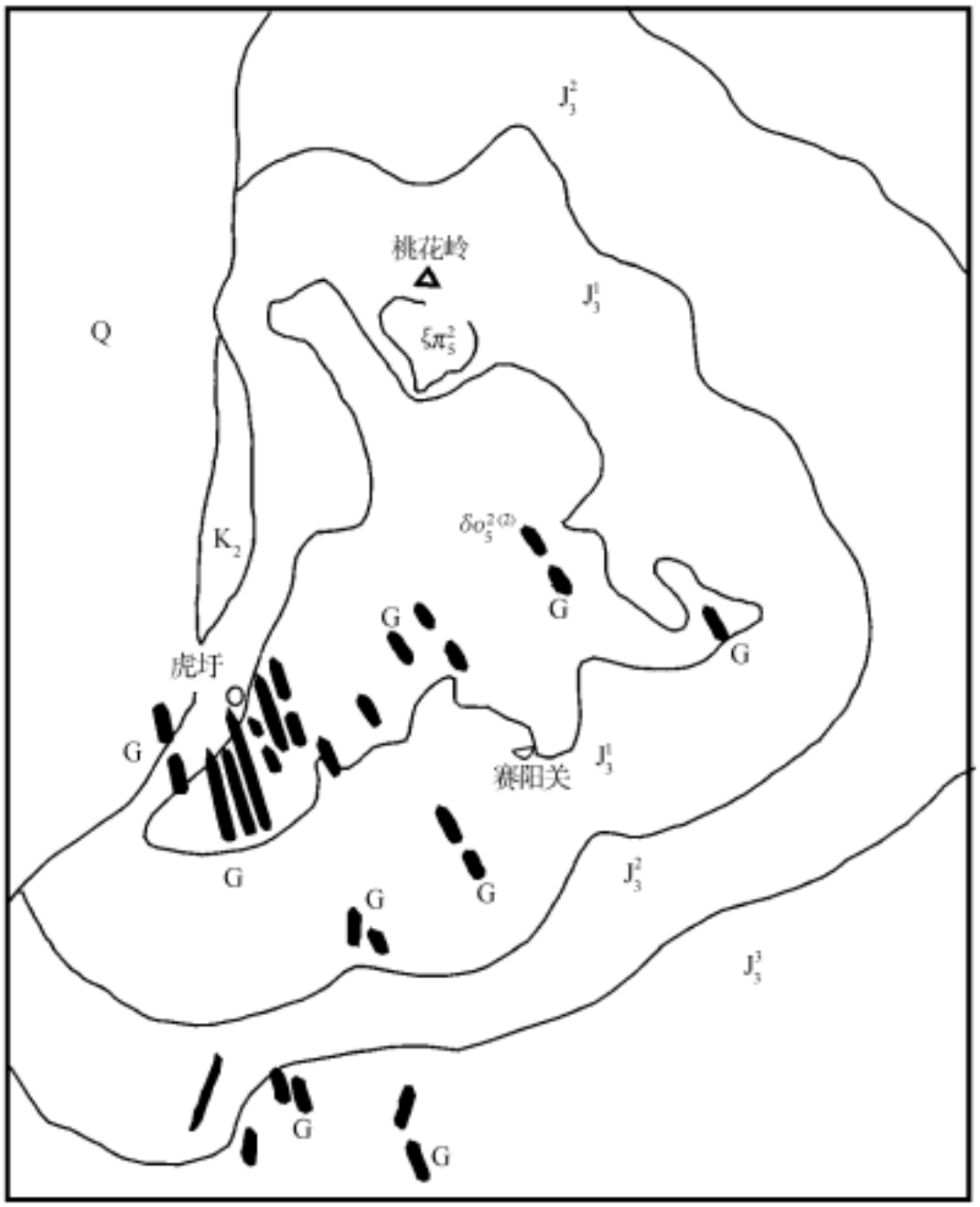


图 8-1　虎圩矿区岩体构造与金矿化分布略图

Q—第四系；K_2—上白垩统南雄组；J_3^3—J_3^1—上侏罗统虎岩组、花草尖组、周家源组；

$\delta o_5^{2(2)}$—燕山中期赛阳关石英闪长玢岩；$\xi\pi_5^{2(2)}$—英安玢岩；G—金矿脉

强度在横向上的表现，在纵向上金矿化有可能产生富集成矿的预测也应该是顺理成章的了。

4) 从区域地质分析，该火山构造是有基底的，老的基底是新元古界及震旦系，岩体的围岩是上侏罗统，因而金矿化既有同源性又具多层次富集的可能性。

5) 虎圩岩体处于德兴-遂川深断裂控制的加里东期、燕山期岩浆岩带上，该带有著名的德兴斑岩铜矿伴生大型金矿床，无疑，该带上的有利岩体和火山构造也应列为斑岩金矿的有利成矿区。

2. 理想找矿模式与预测

虎圩地区的找矿除面上继续详查和初勘外，深部找矿也应列为重点，为此可参照同类金矿床的地质特征，从中得到启示，例如日本菱刈火山岩型金矿床，围岩为上新世—更新世安山岩和英安岩，基底为白垩纪至老第三纪的复杂褶皱的页岩、砂岩交互层。主要矿化产于深部的背斜鞍部，是通过重力、电测深、电磁法、航磁异常等方法查找深部构造而找到隐伏金矿的(图 8-

地信网论坛
BBS.3S001.COM

2) , 又例如马来西亚中央金矿带的 Chindras 金矿矿化具有同源多层次多岩性特点(图 8-3) 。

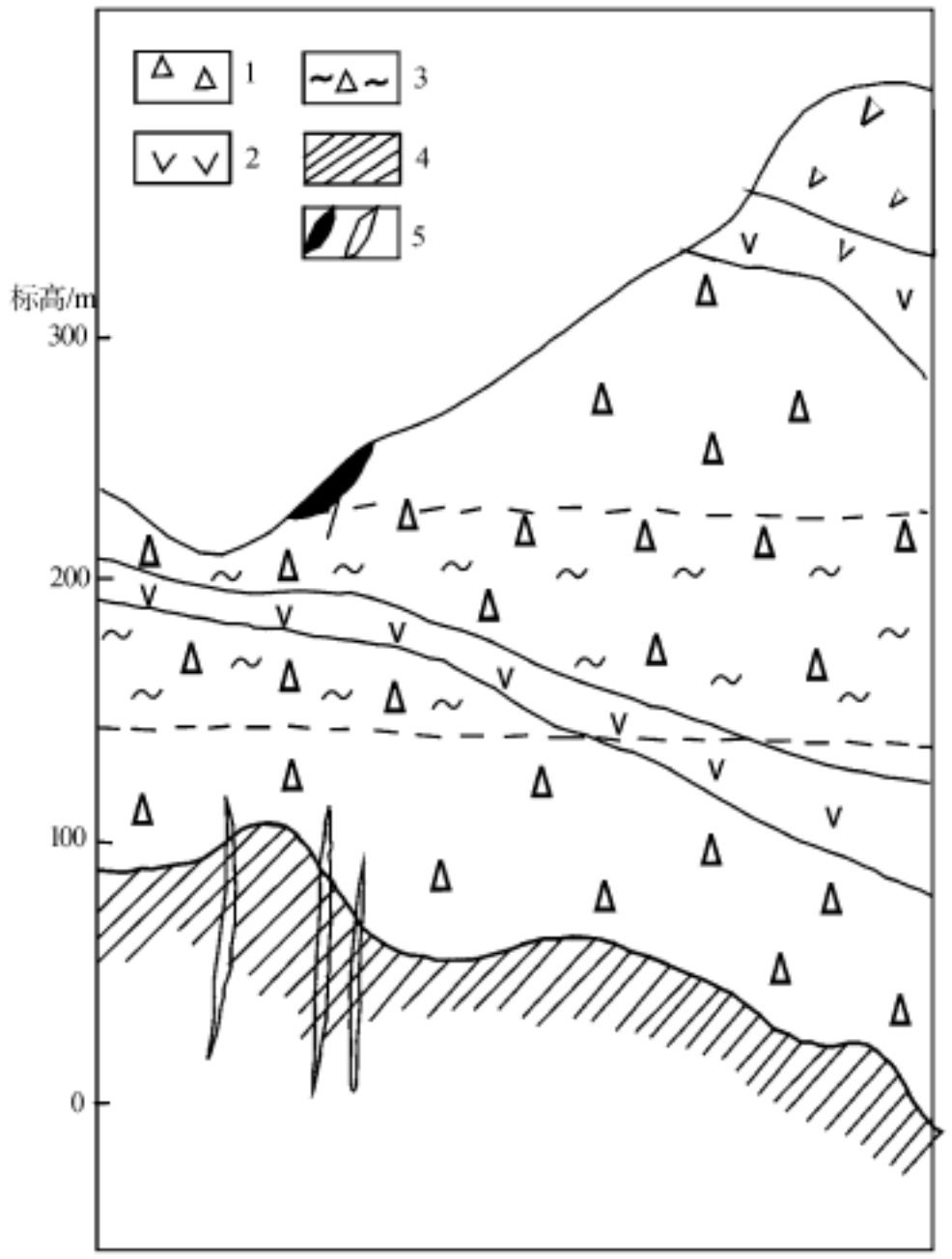


图 8-2　菱刈矿区理想地质剖面图

(据 Ryoichi suzuki 等, 1987; 吴美德等　)

1—英安岩; 2—安山岩; 3—蚀变带; 4—页岩砂岩交互层; 5—金矿体

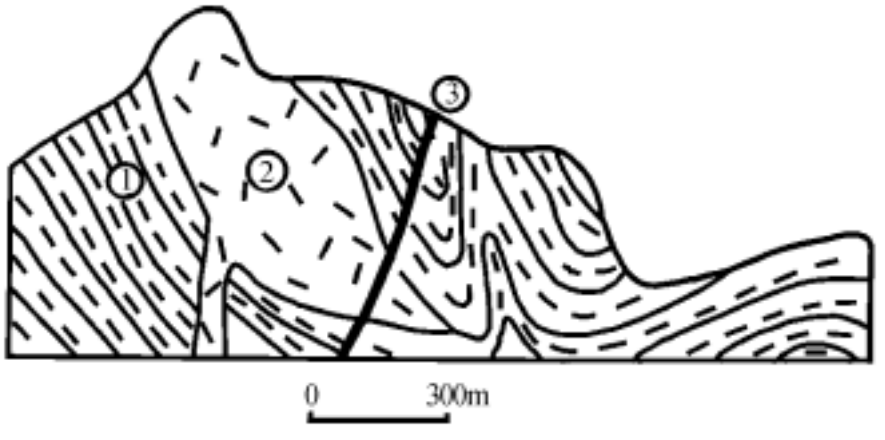


图 8-3　马来西亚 Chindras 金矿床示意剖面图■

①泥质岩; ②流纹岩(穹状杂岩) ; ③含金石英脉

吴美德等, 1991, 国外大小岩区金矿床, 地质矿产部情报研究所。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

根据上述的虎圩地区岩体与金矿化特征初步推测其成矿模式如图(图 8-4) , 图上反映了岩体和地层中的金矿化具有受大断裂及其分支断裂控矿, 而其中的矿化深度、岩性、蚀变、后生富集程度等有差异, 表现为同源多层次多样式的矿化特点, 因而借助地球物理、地球化学等手段寻找含矿构造、原生与次生扩散晕是寻找隐伏金矿的重要手段, 建议重新立项进行地表详细地质填图和地质研究, 继续查明构造、矿化、岩性等特征, 然后提出物、化探与深部重点地段和钻探可行方案, 致力于寻找深部隐伏矿体。

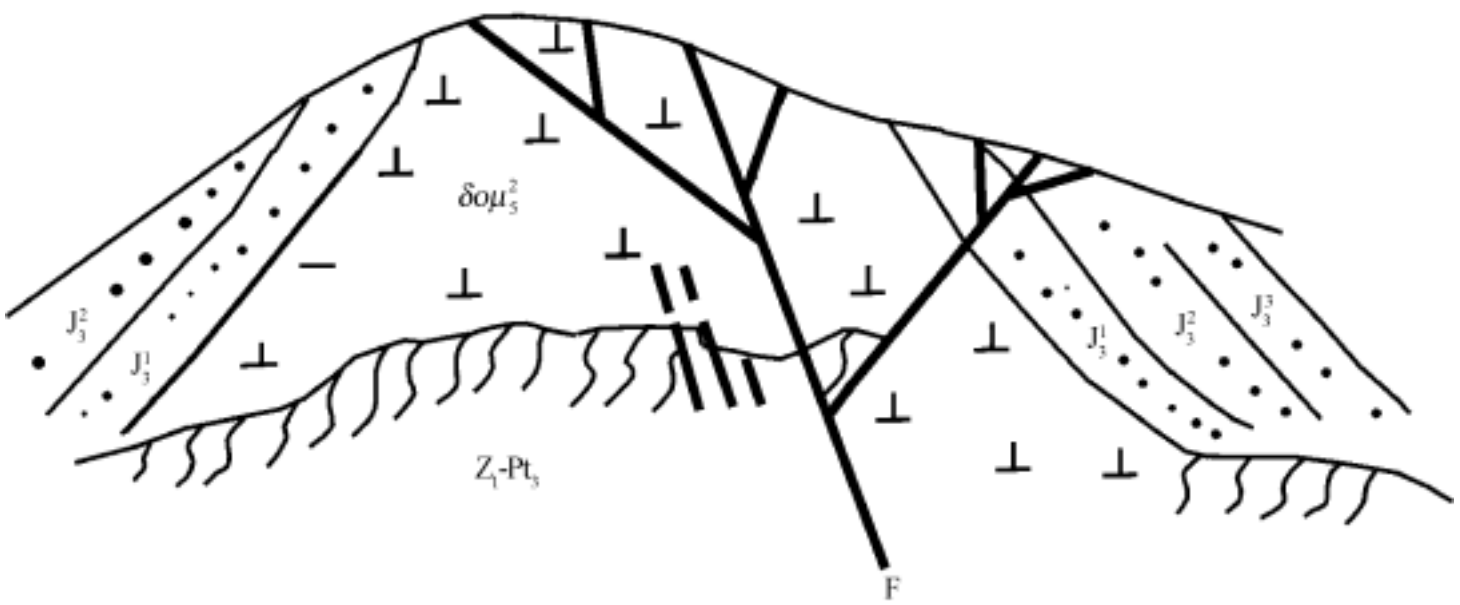


图 8-4　虎圩金矿理想找矿模式图

J_3^1 —J_3^3 —上侏罗统火山熔岩、火山碎屑岩与火山碎屑沉积岩; $\delta o\mu_5^2$ —石英闪长玢岩; Z_1 —Pt_3 —新元古界、震旦系浅变质岩; F—推测含矿构造

二、梨溪远景区

该区为一侏罗纪山间沉积盆地, 堆积了下侏罗统林山组砂页(泥) 岩建造, 盆地基底为前震旦系神山群, 金矿化产于砂岩的硅质破碎带中, 已发现蛟塘、缪家、田西等矿点, 进行过地表揭露和民采。矿化分布范围大(约 $4km^2$) , 个别品位高(31.26×10^{-6}) , 含矿构造和蚀变较明显, 但工作程度和地质研究程度太低, 须加强详细找矿和研究工作。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

小　　结

本研究区处于扬子地块和华南地块的接壤部位，分属两个大地构造单元，在重力布格异常图上，北部毗邻波阳地幔隆起，东南部毗邻武夷山地幔凹陷。区内以东乡-永丰地幔隆起带（相当于本区中生代赣杭构造火山岩带位置）为主体，该隆起带高出两侧 4km 以上，相对高差 2km，隆起宽度 40～60km。它控制着区域构造、岩浆活动及矿化作用。

本区在地壳演化历史上，分别经历了中、新元古代地壳扩张，出现裂陷槽，发育大量的大洋火山岩，接受具绿岩带含金建造和浊积层的双桥山群、神山群和震旦系巨厚沉积的时期和中新生代断（拗）陷变形时期，后者地壳运动以垂直升降为主，发育一批带状展布的拗陷盆地、火山断陷盆地和火山穹窿。火山岩、火山碎屑岩和次火山岩发育。上述两个时期形成的地层和岩石构成了本区重要的金矿源层（矿源体）和含矿层或赋矿岩体。

区内断裂极其发育，规模宏大的遂川-德兴等六条深断裂控岩、控盆、控矿特征明显，它们均位于重力梯级带，变异部位。花岗岩体展布受其及深、浅层构造制约，在重力梯级带上花岗岩类发育尤为良好。分布广泛的、呈等间距展布的北西向和北东向两组断裂相互组合，严格控制一系列火山盆地的形成与展布方向，使盆地长轴沿北东向或北西向延伸。这两组断裂也是深部岩浆通向地壳浅部或表层的通道，它们的交汇部位是金成矿的有利场所，如梨溪矿区；广泛发育的火山构造与区域断裂交切部位或韧性剪切带切过含金岩系的部位，也是金成矿的有利地段，前者如虎圩矿区，后者如茅排矿区。

本区的抚州-永丰断裂即遂川-德兴深断裂的中段，该深断裂是一条重要的构造单元界线，北东和南西两侧在地壳厚度、地层时代、航磁场、重力场、地震波速、电阻率等方面均有差异，它与鹰潭-安远深断裂之间比两侧地壳增厚，其深度切入地幔，反映它是一条重要的异常构造带，沿线有硅化破碎带、片理化带、挤压透镜体、温泉和震中分布。断裂形成早、历史长，经历了晋宁、海西-印支期的剪、剪压性和燕山期以来的压剪性和张剪性的长期的力学性质交替的发展过程，控制着该区岩体、盆地和矿产的成生与展布，它的北东段即赣东北断裂，那里发育省内最大的基性、超基性岩带，也与著名的德兴斑岩铜金矿、金山金矿等特大型矿产有密切的时空关系。本区的抚州-永丰断裂两侧也产有几种不同的金成矿类型，如东南侧的茅排-梨溪型。北西侧的云山-黄金峰-海源型以及断裂带中间的虎圩-桐山庙型。

对本区已发现的两个金矿床和十多个金矿点按围岩时代可划分为中元古界、新元古界、石炭系和侏罗系四类；按控矿构造和矿体形态分为石英脉（有顺层与切层之分）和硅化破碎带两类；按成因可分为变质＋淋积、火山岩浆热液、热水热液、混合岩化热液和淋积五类。其中最有远景的是产于浅变质岩中的茅排型和产于次火山岩和火山碎屑岩中的虎圩型。类似这两种类型的成矿地区还有尧家排、梨溪等多处尚须勘查，因此，从区域上讲，本研究区还有许多工作要做，找矿前景乐观。

地球化学研究表明，地层时代越老金丰度越高；金矿区地层比区域金丰度高，Au 与 SiO_2、Fe_2O_3、MnO、Ag、Pb、Zn、Sb 密切相关，即金矿化与硅化、赤铁矿化、表生富集作用等有关，这些反映金矿化与矿源层（体）、热液作用和表生富集作用有关，这些特点在具有巨厚矿

地信网论坛
BBS.3S001.COM

源层、构造、岩浆和蚀变都发育的本研究区，寻找到金成矿有利区的几率是很大的。

实验测试资料证实，含矿岩矿石的石英热发光曲线多表现为双峰、总积分强度高、陷阱深度大；电子顺磁共振谱表现为 HPP 和 hpp 峰高；红外光谱表现为相对吸光度大；流体包裹体表现为成矿早期富钾晚期富钠的钠转折，CO_2/H_2O 高、丰度高；晶胞参数表现为 a、c 棱长大；微量和稀土元素表现为 Au 与某些大离子半径元素和形成硫化物的金属元素相关；Au 与 REE 均呈负相关，具 ∑REE 高，轻重稀土分馏程度高，δEu 无异常等特点。从这些找矿信息的有无和强弱分析，我们初步判断虎圩、梨溪、尧家排等矿区远景好，而云山矿区远景较差。

综合分析区域和矿床资料后我们选定虎圩为一类远景区，该区断裂和火山构造有一定规模和深度，金矿化范围大、点带多、金属硫化物发育、蚀变带宽，矿化产于岩体内也产于外带，表现出成矿的同构造、同源、多层次、多岩性特点；此外，该矿区正处于遂川-德兴断裂带，是德兴特大型斑岩铜金成矿带延伸部位，因此，该区理应是寻找斑岩金矿床的远景区。

除虎圩地区外，梨溪地区划为二类远景区，其研究程度低，待进一步工作。还有，尧家排矿点与茅排矿床属同一类型，同一矿带，应引起重视。乐安花岗岩体金丰度值高，应加强普查找矿。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

参 考 文 献

包家宝. 1987. 对江西中部几个地质问题的看法. 江西地质, 1(1) : 27 ~30
陈梦熊, 张振儒. 1992. 热发光在湘西金矿外围找矿评价中的应用. 矿产与地质, (3) : 201 ~207
国外金矿地质研究新进展(第三集) . 1990. 兰州: 甘肃科技出版社
亨德林. P 著. 田丰等译. 1984. 稀土元素地球化学. 北京: 地质出版社
江西地质矿产局. 1984. 江西省区域地质志. 北京: 地质出版社
刘福来. 1992. 黑龙江平顶山金矿石英天然热发光特征. 长春地质学院学报, (3) : 310 ~314
刘学智. 1992. 江西及邻区地壳构造和矿化初步讨论. 江西地质, (3) : 235 ~246
梁良, 刘成东, 李建红. 1994. 铀矿床岩矿石的 REE 地球化学特征. 矿物学报, (2) : 181 ~186
邵洁涟. 1986. 石英的成因标型特征和找矿标型特征. 地质与勘探, (8) : 33 ~35
吴尚全等. 1987. 石英的红外光谱学研究及其含金性评价. 矿物岩石, 7(2) : 67 ~74
杨殿范等. 1992. 石湖金矿区中石英的找矿信息研究. 长春地质学院学报, (2) : 303 ~309
杨明桂. 1986. 江西地质, (1 ~2)
杨森楠等. 1986. 华南地区古大陆边缘构造史 . 武汉: 武汉地质学院出版社, 78 ~96
张星蒲. 1992. 绍兴-东乡深断裂中生代活动时特征探讨. 华东铀矿地质简讯, 2: 5 ~7
张振儒, 陈伟. 1988. 谱学找金矿的新方法. 地质找矿论丛, (2) : 59 ~61
朱训等. 1983. 德兴斑岩铜矿. 北京: 地质出版社, 11 ~18
Groves D I . et al . 1987. Craton-Scale Distribution of Archean Greenstone Gold Deposit: Predictive Capacity of the Metamorphic Model. Econ. Geol. 82(8) : 2045 ~2058
Izwa E J, Rashima Y. et al. 1900. The Hishikari gold deposit: high grade epithermal veins in Quaternary volcanics of southern Kyushu, Japan. Journal of Geochemical Exploration. 36
Ryoichi Suzuki 等. 1987. 见: 国外金矿地质研究新进展(第三集) . 兰州: 甘肃科技出版社
Tarylor R P 等. 1982. 稀土元素在矿床研究中的应用. 北京: 地质出版社