



2017 江西地学新进展

New Advancement
of Jiangxi Geoscience

江西省地质学会 编



江西科学技术出版社

2017

江西地学新进展

New Advancement
of Jiangxi Geoscience

江西省地质学会 编



江西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

2017 江西地学新进展 / 江西省地质学会编. —南昌:
江西科学技术出版社, 2018.5
ISBN 978-7-5390-6350-8

I. ①2… II. ①江… III. ①区域地质—江西—文集
IV. ①P562.56-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 094287 号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjcbbs.com>

选题序号:ZK2018177

图书代码:B18041-101

2017 江西地学新进展

江西省地质学会编

出版 发行	江西科学技术出版社
社址	南昌市蓼洲街2号附1号
	邮编:330009 电话:(0791)86623491 86639342(传真)
印刷	江西山水印务有限公司
经销	各地新华书店
开本	889mm×1194mm 1/16
印张	21.25
字数	514千字
版次	2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷
书号	ISBN 978-7-5390-6350-8
定价	75.00元

赣版权登字-03-2018-128

版权所有 侵权必究

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)

《2017 江西地学新进展》编委会

主 任:胡 宪

副 主 任:(以姓氏笔画为序)

韦星林 李重贵 何观生 余忠珍 林国尧

郑在邦 侯克常 高怀世 崔源发

委 员:(以姓氏笔画为序)

万昌林 王先广 龙 梅 叶景平 刘文民 刘建光 刘显沐

刘效贤 许建祥 孙占学 李正安 李国清 杨昔林 肖修武

吴三伧 吴耕云 何维基 邹茂卿 周锦中 胡树华 柳汉丰

洪文忠 祝平俊 夏 菲 唐维新 涂序保 黄 文 黄水保

黄金如 黄修保 龚 健 巢志众 程群喜 曾文乐 谢春华

赖亮光 裔 刚 管志炜 熊梨芳 颜 春

顾 问:包家宝 杨明桂

主 编:胡 宪

副 主 编:王先广

编 委:赖新平 叶景平 巢志众 白细民 付小仁

吴耕云 龙 梅 李华珍 谢嘉慧

英文校对:滑晓晖

文字排版:嵇书颖

出版说明

《江西地学新进展》自 2009 年出版首辑以来,已连续出版七辑,成为在江西省乃至全国都颇有影响的地学出版物。《江西地学新进展》收录论文涉及内容广泛,既有基础理论的最新研究成果,也有地质找矿突破方面的丰富实践,既有勘查技术与找矿工艺方面的最新进展以及江西省内乃至国内地质找矿与科学研究的丰硕成果,也有境外勘查工作所取得的良好成绩,反映了多年来江西省地质科技工作者的学术水平。《江西地学新进展》已成为江西省广大地质科技工作者的学术交流载体,展示地学成果的平台。本着继续为广大会员服务、为地质科技工作者服务的宗旨,为加强学术交流,促进江西省地质科学学术水平的提高,江西省地质学会继续组织编辑出版了《2017 江西地学新进展》一书。

《2017 江西地学新进展》汇编了《江西地质》杂志 2017 年 1~4 期发表的论文,共收入各类论文 45 篇,涵括基础地质、矿产地质、水工环地质、生态环境与新能源、技术与方法五个方面的内容,展示了江西省近年地质科技工作的最新成果。

由于时间紧,内容多,工作量大,在编写出版过程中差错难免,敬请批评指正。

江西省地质学会

2018 年 5 月

目 录

江西上犹花岗碎屑岩特征及源区讨论	张芳荣,王会敏 /1
赣北大湖塘钨(铜)多金属矿集区花岗岩微量元素特征及其地质意义	余振东,朱 菲,谭 荣,等 /10
江西省乌石山沉积型铁矿地质特征及成矿过程	李 胤,胡 立,许宏铭,等 /19
地源热泵监控系统的研究与实现	聂梦瑶,杨金岭,罗新梅 /24
南昌市地下水地源热泵适宜性区划及其潜力评估	万平强,程林辉 /33
江西省明月山风景管理区温汤地热田开发利用及保护规划研究	周国彬,辛田军,黄保荣 /39
景德镇市地下水特征及应急水源开发利用分析	杨永革,付检根,王 玺 /45
井—地磁测在杨家桥—长溪铁矿勘查中的应用	韩雪平,胡 芳,董继清,等 /51
物探方法在相山矿田深部找矿中的应用	应阳根 /57
哲学思维在江西大湖塘北区钨矿找矿突破中的实践	项新葵,詹国年,谭 荣,等 /68
智慧生态城市建设与地学哲学	陈建国 /81
江西横峰县篁村铅锌银矿床地质特征及找矿标志	罗文明,姚炳生 /85
赣东北高岭土矿成矿地质特征与找矿方向	胡金山 /95
金溪县仙鹤峰金多金属矿化地质特征及找矿远景分析	周先军,周丁根,戴华泉,等 /105
会昌淘锡坝锡矿床地质特征	唐 石 /113
矿产预测类型在 1:5 万矿产远景调查中的应用——以福泉山式岩浆热液型钨铜多金属矿为例	黄传冠,贺 彬,吕少俊,等 /119
钦杭成矿带江西段志木山—村前铜多金属矿成矿要素及找矿预测	赵运平,李毅翔,卢玉浪 /129
江西崇仁聚源钨矿床水文地质特征及涌水量预测	李身想 /140
手持式元素分析仪在水系沉积物测量工作的应用	刘俊生,陈 琪,袁钟池 /145
找矿哲学在朱溪钨铜矿找矿中的应用	尧在雨,徐飞龙,卢建华,等 /152
地质作用过程中的有序和无序	王 倩,胡宝群 /159
江西加里东期乐安岩体 LA-ICPMS 锆石 U-Pb 定年及地质意义	张芳荣,王会敏,滑 鑫 /165
鄱阳湖东南部地区全新统植硅体组合与古环境分析	马 超,顾延生,刘春根,等 /175
赣西七宝山矿集带地质构造控矿特征	黄 雷,周 辉,罗喜成,等 /182
驼背山铋矿硅化蚀变特征及与成矿的关系	汪国华,廖传茂 /191
江西宜黄地区石墨矿成矿地质特征及找矿方向	吴正昌,王会敏,程爱美 /196
西藏日土县垌增铜矿地质特征及成因分析	高 原,张密棕,张健仁 /204
赣东北甲路金矿地质特征与成因探讨	董宜勇 /211

江西崇仁聚源钨矿床水文地质特征及涌水量预	李身想 /216
河边煤矿 12 煤层底板突水危险性评价	张缓缓,叶永芳,邓秋林,等 /222
九江县岩溶发育特征及规律	黄建英,何景媛 /226
EH-4 电磁测深在瑞昌南阳矿区应用及该区找矿潜力分析	胡朗明,刘启智,陈后扬,等 /231
综合物探方法在城市地下空洞探测中的应用研究	王成楠,范 敏,梁 奔,等 /239
基于 Visual Modflow 对某厂区地下水污染预测	王 英,言显宽,杨 莉 /243
积极探索环境地质规律主动服务区域生态文明建设——《江西省环境地质志》概述	尹 斌,陈 莉 /251
江西德安培家垅锡铜矿床地质特征及找矿标志	孙团结,刘南庆,余振东,等 /267
江西永平二叠系热水沉积硅质岩特征及找矿意义	唐春花 /276
江西永平铜矿成因探讨及西部外围找矿前景分析	周先军,陈立泉,罗振辉 /283
兴国大源铜多金属矿地球化学特征分析	张芳寅,赵鹏坤,李 奇 /294
封闭酸溶—电感耦合等离子体发射光谱法测定矿石中的铌、钽含量	戴绪丁,肖 宁 /302
江西灵山地区遥感综合信息找矿预测	陈 艳,凡秀君 /307
浅谈绳索取芯钻机在复杂岩层中的施工方法	张芳寅,闻 义 /314
地热水混合比例估算探讨	叶海龙,樊柄宏,白细民,等 /317
新余市洞村矿区 F_3 断层导水性浅析	叶永芳,张缓缓 /323
南丰县汤尾温泉特征及成因探讨	谢晨光 /326
中国古代哲学思想对现代地球科学的启示	吴俊华 /330

Contents

Characteristics and source discussion of clastic rocks in Shangyou County, Jiangxi Province	ZHANG Fangrong, WANG Huimin(9)
Characteristics and geological significance of trace elements in granite at Dahutang tungsten copper polymetallic ore concentration area in north Jiangxi	YU Zhendong, ZHU Fei, TAN Rong, SUN Tuanjie, et al.(18)
On geological characteristics and metallogenic process of Wushishan sedimentary iron deposit in Jiangxi Province	LI Yin, HU Li, XU Hongming, et al.(23)
Research and realization of ground source heat pump on-line monitoring system	NIE Mengyao, YANG Jinling, LUO Xinmei(32)
On suitability division of ground source heat pump for shallow geothermal energy in anchang City and its potential assessment	WAN Pingqiang, CHENG Linhui(38)
On development, utilization and protection planning of Wentang geothermal field at the landscape management zone of Mingyueshan Mountain in Jiangxi	ZHOU Guobin, XIN Tianjun, HUANG Baorong(44)
Analysis on groundwater characteristics and emergency water resources development and its utilization in Jingdezhen City	YANG Yongge, FU Jianguo, WANG Xi(50)
Application of well-geomagnetic measurement at Yangjiaqiao-Changxi iron ore in Jiangxi Province	HAN Xueping, HU Fang, DONG Jiqing, et al.(56)
Application of geophysical prospecting method in deep prospecting at Xiangshan orefield	YING Yanggen(67)
Philosophizing practice in prospecting breakthrough of tungsten deposit in the north of Dahutang area	XIANG Xinkui, ZHAN Guonian, TAN Rong, et al.(80)
Smart-ecological city construction and philosophy of Earth Science	CHEN Jianguo(84)
Geological characteristics and ore prospecting indicators of Huangcun lead-zinc-silver deposit in Hengfeng County, Jiangxi	LUO Wenming, YAO Bingsheng(94)
On metallogenic characteristics and prospecting direction of kaolin deposits in Northeast Jiangxi Province	HU Jinshan(104)
On geological characteristics of polymetallic mineralization of Xianhefeng deposit in Jinxi county and its prospecting analysis	ZHOU Xianjun, ZHOU Dinggen, DAI Huaquan, et al.(112)
On geological characteristics of Taoxiba tin deposit in Huichang county	TANG Shi(118)
Application of the prediction type in mineral prospect survey at 1 : 50000 scale——take Fuquanshan style magmatic hydrothermal tungsten copper polymetallic ore as an example	HUANG Chuanguan, HE Bin, LU Shaojun, et al.(128)

On metallogenic factors of Zhimushan-Cunqian copper polymetallic mine in Qinzhou-Hangzhou metallogenic belt in Jiangxi section and ore prospecting prediction	ZHAO Yunping, LI Yixiang, LU Yulang(139)
Hydrogeological characteristics and prediction for ground-water inflow at Juyuan tungsten deposit in Chongren County of Jiangxi Province	LI Shenxiang(144)
Application of hand-type element analyzers in stream sediment survey	LIU Junsheng, CHEN Qi, YUAN Zhongchi(151)
The application of philosophy in prospecting W-Cu deposit in Zhuxi mine of Jiangxi	YAO Zaiyu, XU Feilong, LU Jianhua, et al.(158)
On order and disorder in geological processes	WANG Qian, HU Baoqun(164)
On U-Pb dating of the LA-ICPMS zircon of the Caledonian Leian pluton in Jiangxi and its geological significance	ZHANG Fangrong, WANG Huimin, HUA Xin(174)
Analysis on the characteristics of Holocene phytolith assemblage and Paleoenvironment in the Southeast of Poyang Lake	MA Chao, GU Yansheng, LIU Chungen, et al.(181)
On geological tectonic belt and ore controlling characteristics of Qibaoshan mine in West Jiangxi	HUANG Lei, ZHOU Hui, LUO Xicheng, et al.(190)
The characteristics of silicification alteration of Tuobeishan antimony deposit and its relationship with metallogenic properties	WANG Guohua, LIAO Chuanmao(195)
On metallogenic characteristics of graphite deposit in Yihuang area, Jiangxi and its prospecting direction	WU Zhengchang, WANG Huimin, CHENG Aimei(203)
Analysis of geological characteristics and genesis of the Tongzeng copper deposit in Ritu County, Tibet	GAO Yuan, ZHANG Miliang, ZHANG Jianren(210)
Geological characteristics and genetic analysis of Jialu gold deposit in northeastern Jiangxi Province	DONG Yiyong(215)
On hydrogeological characteristics of Juyuan tungsten deposit in Chongren County, Jiangxi and its groundwater inflow prediction	LI SHenxiang(221)
Evaluation on water inrush risk for No.12 coal seam floor of Hebian coal mine	ZHANG Huanhuan, YE Yongfang, DENG Qiulin, et al.(225)
On characteristics and laws of karst development in Jiujiang County	HUANG Jianying, HE Jingyuan(230)
Application of EH-4 and analysis on the ore-prospecting potential in the Nanyang ore district in Ruichang County	HU Langming, LIU Qizhi, CHEN Houyang, et al.(238)
Application of comprehensive geophysical prospecting method to underground cavity detection in urban area	WANG Chengnan, FAN Min, LIANG Ben, et al.(242)
Forecast of groundwater pollution in a plant by Visual Modflow	WANG Ying, YAN Xiankuan, YANG Li(250)
Explore the laws of environmental geology in order to offer the service to the original ecological civilization construction activel—Summary of Environmental geological chronicle of Jiangxi Province	YIN Bin, CHEN Li(266)

On geological characteristics and ore prospecting indicator of Peijialong tin copper deposit, Dean, Jiangxi	SUN Tuanjie, LIU Nanqing, YU ZHendong, et al.(275)
On Characteristics and significance of ore prospecting of Permian hydrothermally sedimentary siliceous rocks in Yongping, Jiangxi	TANG CHunhua(282)
Study on the genesis and the analysis of ore prospecting in its western periphery of Yongping copper mine, Jiangxi	ZHOU Xianjun, CHEN Liquan, LUO Zhenhui(293)
The analysis of the copper polymetallic ore geochemical feature in Dayuan of Xingguo city	ZHANG Fangyin, ZHAO Pengkun, LI Qi(301)
Determination of the content of niobium and tantalum in ore with Closed acid soluble-inductively coupled plasma emission spectrometry	DAI Xuding, XIAO Ning(306)
Remote sensing-based prospecting prediction in Lingshan area of Jiangxi	CHEN Yan, FAN Xiujun(313)
Discussion on the construction method of cored cored drill in complex rock strata	ZHANG Fangyin, WEN Yi(316)
Discussion on the estimation of the mixing proportion of geothermal water	YE Hailong, FAN Binghong, BAI Ximin, et al.(322)
Analysis of water conductivity of F3 fault in Dongcun mining area, Xinyu	YE Yongfang, ZHANG Huanhuan(325)
Discussion on characteristics and origin of hot spring in Nanfeng County	XIE CHenguang(329)
The Enlightenment of Chinese Ancient Philosophy Theory to the Modern Geo-science	WU Junhua(334)

江西上犹花岗碎屑岩特征及源区讨论

张芳荣,王会敏

(江西省地质调查研究院,江西南昌 330030)

摘要:江西上犹出露一套花岗碎屑岩,其研究程度较低。本文对该花岗碎屑岩进行了岩石学、地球化学研究。结果表明:花岗碎屑岩从下到上可分为碎解花岗岩、花岗碎屑岩,水解程度逐渐增强。花岗碎屑岩的 Rb、Sr、Ba、Cs、Zr、Hf、Nb、Ta、U 元素含量及稀土元素含量与上犹岩体相当,且花岗碎屑岩与上犹岩体具有基本一致的稀土配分模式。地球化学特征显示花岗碎屑岩来源于上犹岩体的风化剥蚀产物。

关键词:花岗碎屑岩;源区;江西上犹

花岗碎屑岩是花岗质岩体在古风化壳上形成的“假花岗岩”沉积地层。徐克勤等(1960)据此首次发现了江西上犹加里东期花岗岩,从而开拓了华南花岗岩地质研究蓬勃发展的新局面。作为华南首个被发现的加里东期岩体,上犹岩体受到不少地质工作者的关注。先后有地质工作者对其展开了年代学、岩石地球化学、同位素地球化学等方面的研究(如:江西省地质矿产局岩石室,1985;黄萱,1989;Mao J R et al.,2008;张芳荣等,2010;苏晓云等,2014),但对不整合于上犹岩体之上的花岗碎屑岩研究较少,仅对岩体中一粒二长花岗岩的同名矿物—钾长石进行过光轴角测量。本文通过对上犹花岗碎屑岩进行详细的剖面研究,并结合花岗碎屑岩与上犹岩体的地球化学特征对比,探讨了该花岗碎屑岩的物质来源。

1 地质背景

上犹岩体位于江西上犹县城西约 3km,由第一

次侵入的上犹岩体和第二次侵入的陡水岩体、赖塘口岩体、鸡笼罩岩体组成(陡水岩体、赖塘口岩体、鸡笼罩岩体以下简称为陡水岩体),出露总面积约 100km²(图 1)。上犹岩体呈小型岩基状产出,形态呈椭圆形。岩体东侧及东南侧侵入寒武纪地层,接触面较平直,倾向南东,倾角较缓,30°~45°不等。围岩外接触带所形成接触变质带宽度较大,最宽度有 2000m,一般为 1000~1500m。岩体边部零星分布着围岩捕虏体,岩体剥蚀程度中等。岩体北部被白垩纪上统沉积不整合覆盖,西侧与中泥盆纪地层呈沉积接触。在近花岗岩体接触处的泥盆纪地层无任何接触变质现象,在底部形成宽约 10m 花岗碎屑岩,其下部与上犹岩体中粒斑状黑云母花岗岩呈渐变过渡关系,上部与中泥盆世地层的石英砂砾岩呈明显的不整合接触关系。

陡水岩体累计面积约 9km²,岩体呈岩株、岩枝、岩瘤状产出,形态不规则状或等轴状。岩体均侵入上犹岩体中,接触面不平整,岩体边部见有上犹岩体的二长花岗岩捕虏体。围岩热蚀变不大明显,仅

在接触面的外侧黑云母二长花岗岩见有 2~4cm 的烘烤边或褪色带。

上犹岩体岩性较单一,岩性为细粒—中细粒斑状黑云母花岗岩;局部达到中—中粗。新鲜岩石呈浅灰白色或微带肉红色,色率较浅,多数具钾长石化而显肉红色。岩石具似斑状结构,块状构造,偶见有 1cm×2cm 的富云包体。陡水岩体岩性为细粒黑云母二长花岗岩,细粒等粒花岗结构,局部有斑晶,块状构造,相当于 Gobbing 等划分的补充期花岗岩 (Gobbing et al., 1972)。斑晶由钾长石、斜长石、石英组成,粒径 2~3.5mm,基质粒径 0.5~1.5mm。主要造岩矿物有斜长石、钾长石、石英及少量的黑云母,局部还见有白云母。副矿物有微量的锆石、磷灰石、磁铁矿。

2 花岗碎屑岩岩石学特征

在剖面上,花岗碎屑岩按其岩性大致可分为两层(图 2):下层为碎屑花岗岩,厚约 1.5m。斜长石水化成水云母,少数保留半自形晶;钾长石泥化,黑云母已绿泥石化(图 3b)。其岩石成分主要由钾长石(30%)、斜长石(30%)、石英(35%)、黑云母(4%)及少量的副矿物组成,矿物成分与花岗岩相似。上层岩性为花岗碎屑岩,厚约 8.5m,但岩性略有变化。上层下部的碎屑物由石英(45%~50%)、钾长石(5%~20%)、斜长石(0%~5%)、水云母(25%~33%)、水黑云母(3%)、白云母(1%~2%)、花岗岩屑(5%~8%)组成。碎屑物棱角状、次棱角状,少数略有磨圆,颗粒大小不等,粒径 0.01~13mm。石英含量明显增多,钾长石裂纹中充填有水云母,斜长石绝大部分已水云母化,个别保留半自形晶,黑云母全部黑水云母化,常见长石、石英连生的花岗质碎屑(图 3c)。上层上部厚约 3.5m,岩石为孔隙式胶结,微定向构造,填隙物为水云母。碎屑物主要由石英(56%~59%)、钾长石(3%~5%)、斜长石(2%~5%)、

水黑云母(1%~2%)、花岗岩屑(5%)、水云母(25%~30%)及少量的副矿物组成。粗碎屑物为棱角状、次棱角状,粒径多为 0.3~1.5mm。细碎屑粒径 0.02~0.2mm,多为次圆状,且有一定的分选性(图 3d)。从下到上,岩性呈现规律性的变化,碎屑物中石英含量升高,钾长石、花岗质岩屑含量减少,碎屑物磨圆度增强。

3 花岗碎屑岩地球化学特征

采样位置见图 1、图 2。供分析用的样品是在室内显微镜初步研究的基础上选取的。主量元素测试由地矿部江西省中心实验室采用湿法完成,精度优于 2%~5%;微量元素和稀土元素在南京大学内生

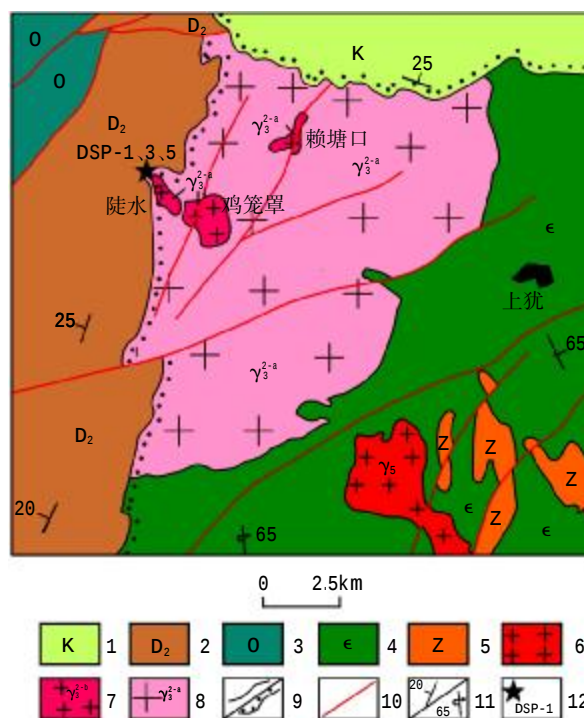


图 1 上犹岩体地质简图(据 1:20 万赣州市幅地质图简化)

Fig.1 Geological sketch of the Shangyou pluton(simplified according to the geological map of 1:20 million Ganzhou sheet)

1.白垩纪地层;2.中泥盆世地层;3.奥陶纪地层;4.寒武纪地层;5.震旦纪地层;6.燕山期花岗岩;7.上犹岩体;8.陡水岩体;9.地质界线/角度不整合界线;10.断层;11.地层正常/倒转产状;12.采样位置及编号

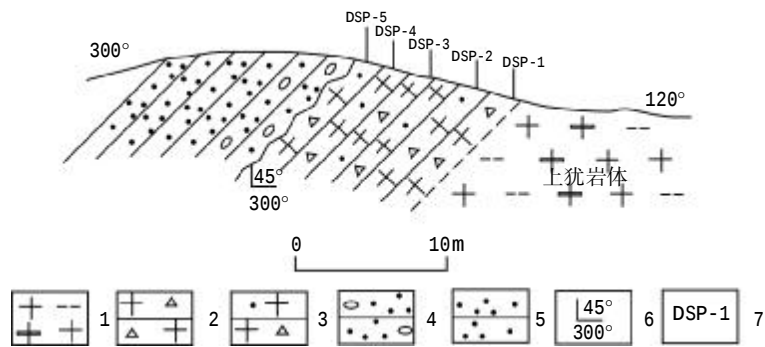


图 2 花岗碎屑岩剖面图

Fig.2 Profile of the granitic clastic rocks

1.中细粒斑状黑云母花岗岩;2.碎解花岗岩;3.花岗碎屑岩;4.石英砂砾岩;5.石英砂岩;6.产状;7.采样位置及编号

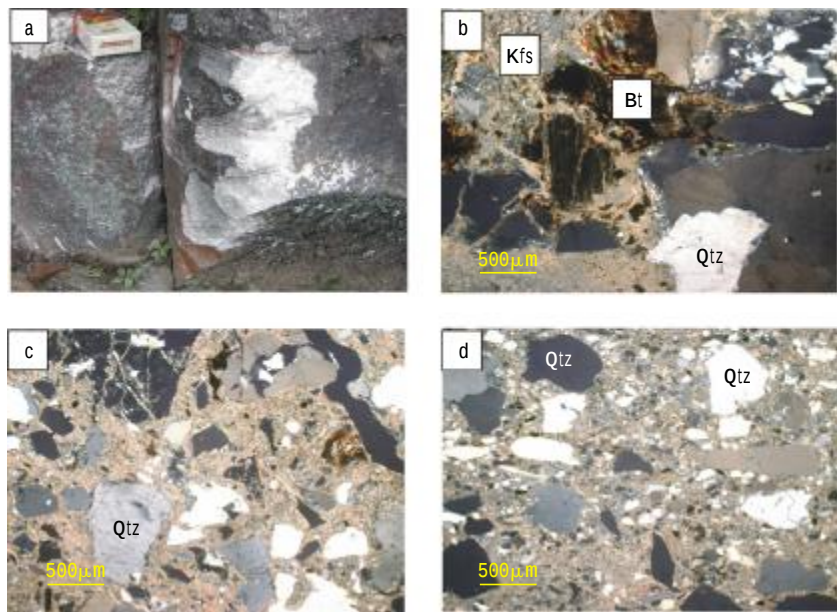


图 3 花岗碎屑岩特征

Fig.3 The characteristics of the granitic clastic rock

a.花岗碎屑岩外观;b.碎解花岗岩;c、d.花岗碎屑岩(正交偏光);Qtz- 石英;Kfs- 钾长石;Bt- 黑云母

金属矿床成矿机制研究国家重点实验室完成,采用 Finnigan Element II 型电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)测定,检测限优于 0.5×10^{-9} , 相对标准偏差优于 5%。分析结果见表 1。

花岗碎屑岩具有极高的 SiO_2 含量(为 76.28%~80.24%,平均为 78.59%)、低的全碱含量($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 为 3.90%~6.17%,平均 4.97%)、极低的 CaO

(0.054%~0.63%,平均为 0.057%)和 Na_2O (0.099%~0.18%,平均为 0.14%)、极高的 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ (33.28%~38.38%,平均为 35.08%)。花岗碎屑岩从底部到顶部, SiO_2 含量升高,而 Al_2O_3 、 K_2O 、 Na_2O 、 CaO 、 P_2O_5 含量及镁铁质组分逐渐减少,长石及黑云母的流失程度增强,石英含量相对增加,显示花岗碎屑岩经历过的风化程度加强。

表 1 花岗碎屑岩及上犹岩体的主量元素 (%),微量元素和稀土元素 ($\times 10^{-6}$) 分析结果Table 1 Analyzed results of major elements (%), trace elements ($\times 10^{-6}$) and rare earth elements ($\times 10^{-6}$) of granitic clastic rocks and Shangyou pluton

样品号	SY-1	SY-4	SY-5	SY-7	SY-9	DS-1	DS-2	DS-3	DSP-1	DSP-3	DSP-5
岩性	黑云母 二长 花岗岩	黑云母 二长 花岗岩	黑云母 二长 花岗岩	黑云母 二长 花岗岩	黑云母 二长 花岗岩	细粒 黑母 花岗岩	细粒 黑云母 花岗岩	细粒 黑云母花 岗岩	碎解 花岗岩	花岗 碎屑岩	花岗 碎屑岩
SiO ₂	73.91	74.6	74.67	70.67	71.51	77.33	77.82	76.49	76.28	79.25	80.24
TiO ₂	0.20	0.21	0.20	0.40	0.32	0.08	0.08	0.05	0.17	0.26	0.23
Al ₂ O ₃	13.41	12.96	12.74	14.21	15.07	12.06	11.99	12.61	12.5	12.29	11.9
Fe ₂ O ₃	1.68	1.68	1.58	2.69	2.29	0.52	0.62	0.23	2.18	0.76	0.97
FeO	0.11	0.13	0.13	0.11	0.048	0.19	0.14	0.19	0.05	0.06	0.08
MnO	0.03	0.048	0.042	0.07	0.05	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
MgO	0.37	0.49	0.48	1.15	0.88	0.13	0.18	0.17	0.88	0.62	0.53
CaO	0.88	0.60	0.74	2.35	2.18	0.18	0.35	0.19	0.063	0.056	0.054
Na ₂ O	3.33	3.65	3.36	3.50	4.08	3.82	3.42	3.37	0.18	0.14	0.10
K ₂ O	4.88	4.53	5.06	3.86	2.35	4.63	4.49	5.07	5.99	4.70	3.80
P ₂ O ₅	0.08	0.08	0.07	0.14	0.08	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03
LOI	1.1	1.01	0.92	0.85	1.14	0.98	0.84	1.58	1.66	1.82	2.06
Tol	99.98	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Na ₂ O+ K ₂ O	8.21	8.18	8.42	7.36	6.43	8.45	7.91	8.44	6.17	4.84	3.90
K ₂ O / Na ₂ O	1.47	1.24	1.51	1.10	0.58	1.21	1.31	1.50	33.28	33.57	38.38
Cr	8.49	13.71	18.40	25.77	16.89	6.43	10.83	35.88	14.85	34.34	12.15
Co	2.46	2.33	2.14	5.58	3.78	0.64	0.72	0.30	2.27	1.00	1.46
Ni	3.91	6.93	6.44	14.58	8.82	1.93	4.66	10.08	13.97	11.37	4.55
Rb	219.59	258.64	265.01	178.81	123.26	306.45	282.98	358.88	340.82	265.45	153.18
Sr	96.12	66.99	71.79	254.82	277.54	15.74	18.38	12.39	28.36	23.41	169.49
Cs	9.05	9.49	12.87	10.26	9.45	16.19	13.39	15.60	55.52	27.28	5.90
Y	21.57	34.07	38.71	21.24	10.72	48.73	45.55	51.13	41.26	39.96	8.53
Zr	150.86	133.67	133.33	177.37	130.13	67.11	56.96	71.62	128.34	195.10	131.03

续表 1

样品号	SY-1	SY-4	SY-5	SY-7	SY-9	DS-1	DS-2	DS-3	DSP-1	DSP-3	DSP-5
岩性	黑云母 二长 花岗岩	黑云母 二长 花岗岩	黑云母 二长 花岗岩	黑云母 二长 花岗岩	黑云母 二长 花岗岩	细粒 黑母 花岗岩	细粒 黑云母 花岗岩	细粒 黑云母花 岗岩	碎解 花岗岩	花岗 碎屑岩	花岗 碎屑岩
Hf	4.38	4.19	4.14	4.72	3.70	3.57	2.80	3.27	4.38	5.78	3.76
Nb	17.16	21.23	21.44	24.88	22.65	18.11	18.21	14.59	24.20	15.55	5.77
Ta	2.42	3.74	4.07	3.45	2.39	5.23	6.48	4.14	3.83	2.96	0.38
Ba	544.00	312.58	318.57	1116.1	481.71	64.93	57.63	18.74	408.05	214.38	1140.70
Th	16.58	27.92	30.78	22.27	26.03	16.24	19.38	15.45	31.55	18.97	17.98
U	4.95	6.73	7.46	9.78	4.57	5.53	9.53	9.37	4.38	3.15	1.81
La	30.27	38.67	41.53	52.55	31.36	13.07	20.22	8.27	31.80	31.11	43.61
Ce	55.52	73.53	78.74	97.50	58.57	24.86	38.07	15.61	67.81	53.69	89.94
Pr	5.60	7.64	7.92	9.51	5.78	3.04	4.60	1.89	7.30	5.72	9.08
Nd	19.65	26.99	28.59	32.28	20.17	11.50	17.38	7.39	24.52	20.65	32.51
Sm	3.81	5.57	6.09	5.44	3.44	3.47	4.71	2.44	5.39	4.59	5.45
Eu	0.81	0.60	0.52	1.13	1.08	0.13	0.15	0.06	0.41	0.52	1.00
Gd	3.80	5.89	6.34	5.00	2.99	4.82	5.42	3.96	5.43	5.37	4.30
Tb	0.56	0.86	0.97	0.66	0.37	0.91	0.94	0.81	0.90	0.89	0.43
Dy	3.99	6.03	6.79	4.04	2.15	7.72	7.53	7.08	6.70	6.40	2.20
Ho	0.83	1.28	1.51	0.87	0.44	1.86	1.74	1.80	1.60	1.52	0.38
Er	2.60	3.85	4.54	2.41	1.21	6.07	5.63	5.93	5.08	4.67	0.92
Tm	0.40	0.61	0.70	0.33	0.18	1.00	0.92	0.97	0.80	0.73	0.10
Yb	2.59	3.91	4.64	2.14	1.28	6.74	6.13	6.48	5.28	4.88	0.70
Lu	0.40	0.61	0.71	0.32	0.20	1.05	0.98	1.01	0.78	0.74	0.08
Σ REE	130.83	176.04	189.60	214.18	129.2	86.24	114.42	63.7	163.8	141.48	190.7
Σ LREE	115.66	153	163.39	198.41	120.4	56.07	85.13	35.66	137.23	116.28	181.59
Σ HREE	15.17	23.04	26.20	15.77	8.82	30.17	29.29	28.04	26.57	25.20	9.11
(La/Yb) _N	7.88	6.67	6.03	16.56	16.52	1.31	2.22	0.86	4.06	4.30	42.00
δ Eu	0.64	0.32	0.25	0.65	1.01	0.10	0.09	0.06	0.23	0.32	0.61

微量元素中,过渡金属 Cr、Co、Ni 含量较低,平均含量分别为 20.45、1.58、253;大离子亲石元素 Rb、Sr、Ba、Cs 变化范围比较大,分别为 153.18~340.82、23.41~169.49、214.38~1140.70、5.90~55.52,显示岩石中长石及黑云母矿物经历了很强的水解作用。而高场强元素 Zr、Hf、Nb、Ta、Th、U 含量相对变化较小,且含量较低。在剖面上,花岗岩碎屑岩从底部到顶部, Rb、Y、Nb、Cs、Ta、Th、U 有逐渐减少的趋势,其余元素变化趋势不明显。

花岗碎屑岩的稀土总量为 $141.48 \times 10^{-6} \sim 190.7 \times 10^{-6}$, 平均为 165.33×10^{-6} 。其中,轻稀土总量为 $116.28 \times 10^{-6} \sim 181.59 \times 10^{-6}$, 平均为 145.03×10^{-6} ;重稀土总量为 $9.11 \times 10^{-6} \sim 26.57 \times 10^{-6}$, 平均为 20.29×10^{-6} 。其 (La/Yb)_N 变化明显,为 4.06~42.00, δEu 为 0.23~61, 平均为 0.39。

4 讨论

为了观察上犹岩体、陡水岩体与花岗碎屑岩地球化学特征差异,本文将花岗碎屑岩与上犹岩体、陡水岩体的主量元素、部分微量元素及稀土元素进行对比(上犹岩体地球化学数据引用张芳荣等(2010))。从图 4 中可以看出,花岗碎屑岩主量元素与上犹、陡水岩体相比,有以下特征:

(1) 镁铁质组分 (MgO 、 Fe_2O_3 、 TiO_2) 含量明显降低;

(2) K_2O 含量与上犹、陡水花岗岩相当;

(3) Al_2O_3 、 CaO 、 P_2O_5 含量低于上犹岩体,但与陡水岩体含量基本一致;

(4) Na_2O 明显低于上犹、陡水岩体含量。显然,镁铁质组分及 Al_2O_3 、 CaO 含量的降低是由于花岗岩在风化过程中,铁镁质矿物及长石矿物容易水解并流失造成的。在微量元素方面(图 5),花岗碎屑岩 Sr、Zr、Ba、Hf 元素含量大于陡水岩体,而与上犹岩体相当; Rb、Y、Nb、Cs 等元素含量与上犹、

陡水岩体含量基本一致; Ta、U 等元素含量低于陡水岩体,而与上犹岩体相应元素含量基本一致。稀土元素方面,花岗碎屑岩的稀土总量、轻稀土总量、重稀土总量与上犹岩体大致相当,且其稀土配分模式(图 6)与上犹岩体的稀土配分基本一致,均富轻稀土,铕中等亏损,但与陡水岩体稀土配分模式明显不同。上述特征表明,尽管主量元素在风化淋滤过程中发生了变化,但花岗碎屑岩的大部分微量元素及稀土元素显示了与上犹岩体的亲缘性,表明花岗碎屑岩主要来源于上犹岩体的风化剥蚀。而陡水岩体由于面积少,剥蚀出的物源有限,花岗碎屑岩物源受其影响较小。

5 结论

(1) 江西上犹花岗碎屑岩从下至上大致可分为碎解花岗岩、花岗碎屑岩。从底部到顶部碎屑物中,石英含量升高,钾长石、花岗质岩屑含量下降,碎屑物磨圆度增强。

(2) 花岗碎屑岩的 Sr、Zr、Ba、Hf 元素含量与上犹岩体相当,但明显大于陡水岩体; Rb、Y、Nb、Cs 等元素与两上犹、陡水岩体含量基本一致; Ta、U 元素含量与上犹岩体大致相同,但低于陡水岩体含量。花岗碎屑岩的稀土总量、轻稀土总量、重稀土总量与上犹岩体基本相同,且两者具有基本一致的稀土配分模式,但花岗碎屑岩与陡水岩体稀土配分模式明显不同。

(3) 花岗碎屑岩地球化学特征显示与上犹岩体存在亲缘性,花岗碎屑岩主要来源于上犹岩体的风化剥蚀。

参考文献

- [1] 黄萱, DePaolo D J. 华南古生代花岗岩类 Nd—Sr 同位素研究及华南基底[J]. 岩石学报, 1989, 5(1): 28-36.
- [2] 苏晓云, 郭春丽, 陈振宁, 等. 江西加里东期陡水岩体的锆石 U—Pb 年龄、地球化学特征及其稀土含矿性探讨[J]. 大地构造与成矿关系, 2014, 38(2): 334-346.

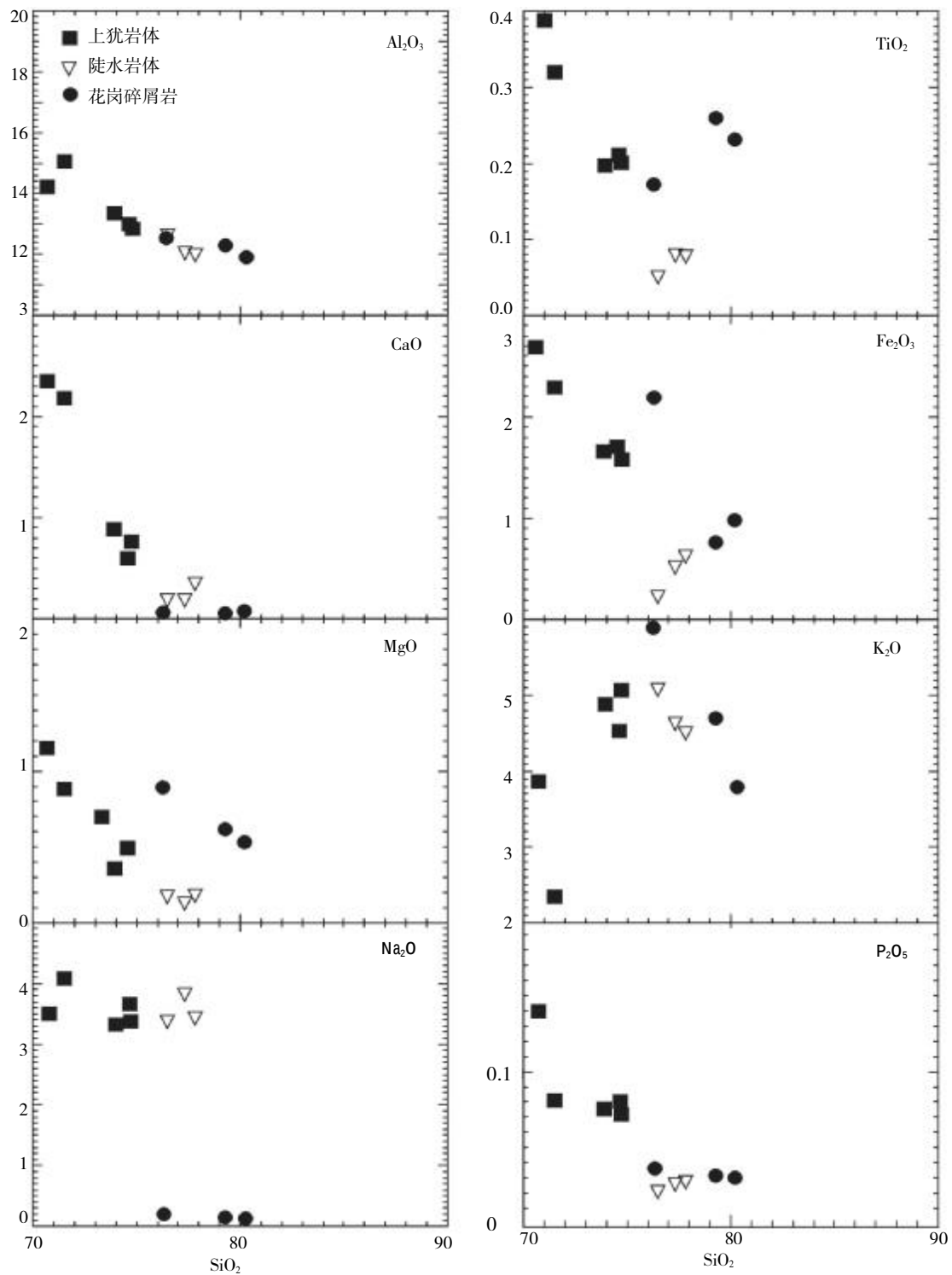


图 4 花岗碎屑岩及上犹岩体和陡水岩体主量元素 Harker 图解

Fig.4 Harker diagrams of major elements from the granitic clastic rocks and the Shangyou and Doushui pluton