

# 宁夏卫宁北山金场子闪长玢岩岩脉地质特征及 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄

刘 勇<sup>1</sup> 李廷栋<sup>2</sup> 王彦斌<sup>1</sup> 肖庆辉<sup>3</sup> 耿树方<sup>1</sup> 王 涛<sup>1</sup>

(1. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 2. 国土资源部咨询研究中心, 北京 100035;

3. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037)

**摘要:** 卫宁北山地区的金场子闪长玢岩岩脉分布较广, 在空间上与矿化带密切共生, 很可能与区域隐伏的中酸性岩体是同源、同期形成的, 而隐伏的中酸性岩体可能就是研究区多金属成矿的矿源和中心。因而研究其形成时代对研究区找矿具有重要意义。用 SHRIMP 锆石 U-Pb 法获得的闪长玢岩年龄为  $(147.2 \pm 2.3)$  Ma (MSWD=1.6), 形成时代为晚侏罗世, 属燕山期。燕山期中酸性岩浆活动的确认为深入理解中国西部中生代岩石圈的演化、构造背景及其对卫宁北山花岗岩活动与成矿作用的制约效应等提供了重要依据。

**关键词:** 金场子; 闪长玢岩岩脉; SHRIMP 锆石 U-Pb 定年; 卫宁北山

**中图分类号:** 文献标志码: A 文章编号: 1000-3657(2010)06-1575-09

宁夏中卫市卫宁北山地区是宁夏回族自治区境内有勘查前景的金属矿产成矿地区之一, 金、铜、铅、银、铁等矿点、矿化点众多, 构成面积近 700 km<sup>2</sup> 的成矿密集区, 其中, 最主要的成矿带为西段的二人山—金场子成矿带<sup>①②</sup>。二人山—金场子地区地表岩浆岩极不发育, 以发育中酸性岩脉为特征, 岩脉的岩性主要为闪长玢岩, 另外也有少量的辉绿岩脉、石英闪长岩脉、石英闪长玢岩脉分布<sup>[1-9]</sup>。根据 2009 年宁夏地质调查院在二人山—金场子进行的 1:1 万地面高精度磁测及反演结果, 结合电法剖面测量结果, 推测在卫宁北山西部, 与航磁和地磁异常对应的地段很可能存在隐伏中酸性岩体。这些隐伏的中酸性岩体可能就是本区多金属成矿的矿源和中心。地表出露的闪长玢岩岩脉与隐伏中酸性岩体构成一个统一的岩浆—侵入系统。而这一岩浆侵入系统与其上部特定的围岩地层—断裂系统的复合, 就可能构成岩

浆—地层—构造成矿系统。因而, 闪长玢岩岩脉的研究对了解研究区的地质演化和成矿具有重要意义。前人对闪长玢岩岩脉做了岩相学研究, 测定了其岩性为闪长玢岩, 但没有做年代学以及地球化学等方面的研究。梅建明<sup>[4]</sup>、徐国风<sup>[1]</sup>和宋新华等<sup>[10]</sup>推测其形成时代为华力西晚期。为此, 笔者采集了闪长玢岩岩脉样品, 用 SHRIMP 锆石 U-Pb 法首次确定了其形成时代。

## 1 区域地质概况

二人山—金场子地区位于宁夏中西部的中卫市北山地区, 行政区划属中卫市沙坡头区和中宁县。卫宁北山位于贺兰山南部, 西域岩石圈块体和青藏岩石圈块体的结合部<sup>[11-13]</sup>, 是中、新生代中国东、西部构造分界的贺兰山—六盘山南北向构造带的组成部分; 同时又位于新生代青藏高原东北边缘向北东突出的弧

收稿日期: 2010-11-20; 改回日期: 2010-11-25

基金项目: 全国重要矿产成矿地质背景研究项目(1212010733802)、中国东部中生代大陆岩石圈剧变过程、动力学机制与矿产资源的响应项目(1212010711814)和中国地质调查局地质大调查项目(1212010611803)资助。

作者简介: 刘勇, 女, 1982 年生, 博士生, 构造地质学专业; E-mail: liuyongfirst@163.com。

① 宁夏中卫市卫宁北山地区多金属矿整装勘查方案, 2009。

② 国土资源部宁夏回族自治区人民政府“513 协议”总体部署方案, 2009。

形构造带(三关口—牛首山—固原断裂之西南;西华山—六盘山断裂之东北),也是李四光所称“祁吕贺山字型构造”脊柱的顶部。大地构造位于秦祁昆造山系北祁连造山带东段与阿拉善地块南缘、鄂尔多斯地块西缘交汇部位的北祁连造山带一侧<sup>[5-6,8,13,14]</sup>。北面及东面与中朝准地台相邻,西南和北祁连加里东造山带接壤。地层区划属秦祁昆地层区祁连—北秦岭地层分区<sup>[7,15-16]</sup>。

### 1.1 地层

二人山—金场子矿区出露地层为晚泥盆世老君山组,早石炭世前黑山组、臭牛沟组、土坡组以及太原组<sup>[3,6-8]</sup>。自下而上为:

(1)泥盆系上统老君山组(D<sub>3</sub>l):主要分布于大沟沟矿区西段,呈EW向展布。岩性自下而上由紫红色铁钙质胶结的砾岩、砂砾岩、中粗粒长石石英砂岩、细砂岩,灰绿色薄层状粉砂岩、页岩等组成。

(2)下石炭统前黑山组(C<sub>1</sub>q):属瀉湖—潮坪相沉积环境,下部以碳酸盐岩沉积为主,岩性为浅黄色角砾状灰岩、浅紫灰—浅黄色砂质灰岩、微晶灰岩夹褐灰色厚—中层状钙质泥岩、粉砂岩;上部以细粒石英砂岩、砂砾岩、砂质灰岩透镜体为主,富含腕足类、瓣鳃类等化石<sup>[2]</sup>,与下伏老君山组呈角度不整合接触。

(3)下石炭统臭牛沟组(C<sub>1</sub>o):下部以灰白色石英砂岩为主,夹页岩、粉砂岩、泥灰岩;上部以海相页岩为主,夹泥灰岩、生物碎屑灰岩、炭质页岩,从岩性及碎屑物特征看,继承了前黑山组的沉积环境,属潮坪沉积。与下伏前黑山组呈连续沉积,整合接触。

(4)上石炭统土坡组(C<sub>2</sub>t):含矿岩性主要为石英岩状砂岩、泥质粉砂岩。该段岩层发育板状和槽状交错层理,小型斜层理,依据区域化石对比,主要为植物及海生动物化石,属浅海—海岸沉积。与下伏臭牛沟组呈平行不整合接触,接触面局部见古风化壳。

(5)上石炭统太原组:为本区主要含煤地层之一,为海陆交互相沉积。以灰白色中厚层中细粒石英砂岩与黑色页岩互层为主。

奥陶系中—上统香山群(O<sub>2-3</sub>X)由浅灰、灰绿色中厚层中细粒变质长石石英砂岩、千枚岩、绿泥绢云母板岩、泥灰岩、硅质岩组成,构成了本地区的褶皱基底,其上沉积了上泥盆统的陆相红色碎屑岩建造和石炭系下部的浅海—瀉湖相碳酸盐岩建造及中上部的海陆交互相含煤建造。各构造层之间均为角度

不整合接触。

### 1.2 构造

从大地构造位置上看,二人山—金场子位于北祁连造山带、阿拉善地块与鄂尔多斯地块的交汇部位<sup>[17-18]</sup>。早古生代为弧后盆地环境下形成的次深海斜坡相浊积岩系;海西早期演化为弧陆碰撞机制下的前陆盆地构造环境,形成泥盆纪磨拉石建造;海西晚期至印支早期,形成碰撞造山后的石炭—三叠系海陆交互的上叠盆地充填沉积。在碰撞造山构造环境下,除近南北向挤压形成近东西向展布的褶皱、断裂构造外,还伴随着碰撞造山期后的中酸性岩浆侵入,形成了较多隐伏和出露地表的花岗闪长岩—闪长岩体(脉)及岩浆热液蚀变岩。燕山期和喜马拉雅期构造—热液活动表现为对华力西—印支期形成的建造及构造形迹进行的适当改造,构造的多期活动,岩浆—热液的叠加作用,构成了本区多金属矿产成矿的有利环境。

## 2 采样位置和试验方法

卫宁北山地区岩浆岩极不发育,以岩脉为主,有闪长玢岩脉、少量重晶石脉及石英脉。二人山—金场子地区,以闪长玢岩岩脉为主,在二人山、黄石坡沟、金场子矿段和刀石圈一带地表均已发现数百米长,几米宽的闪长玢岩岩脉。其中主要的岩脉有8条(图2),沿二人山—金场子断裂带(前人命名为F18断裂带)近东西向断续分布。规模最大的闪长玢岩岩脉/岩墙(以下简称1号岩脉)就分布在二人山西北侧,黄石坡沟矿段东侧(图2),其余7条岩脉大小不等,呈不规则状侵入晚泥盆世老君山组红色砾岩中,围岩多具铁、硅化<sup>[2,3,5]</sup>。此外,在二人山—金场子矿区的几个钻孔中也见有闪长玢岩岩脉。地表和钻孔中,均见闪长玢岩和矿体伴生。

笔者这次采样点就位于二人山—金场子地区规模最大的闪长玢岩岩脉的东部,即1号岩脉的东部(图1~2)。具体采样位置为:150°16′31″E,37°40′17″N,高程1359 m。岩脉长约千余米,宽3~5 m,最大宽度6~7 m,走向90°,倾角75°。地表见闪长玢岩呈岩墙状侵入于晚泥盆世老君山组红色砾岩(砂岩)中。区域上的闪长玢岩有些很新鲜,有些蚀变强烈,笔者采集的样品没有矿化,没有蚀变,围岩蚀变不明显。

闪长玢岩呈灰色—灰绿色,具变余斑状结构,主要由长板状斜长石斑晶和基质组成。角闪石斑晶少

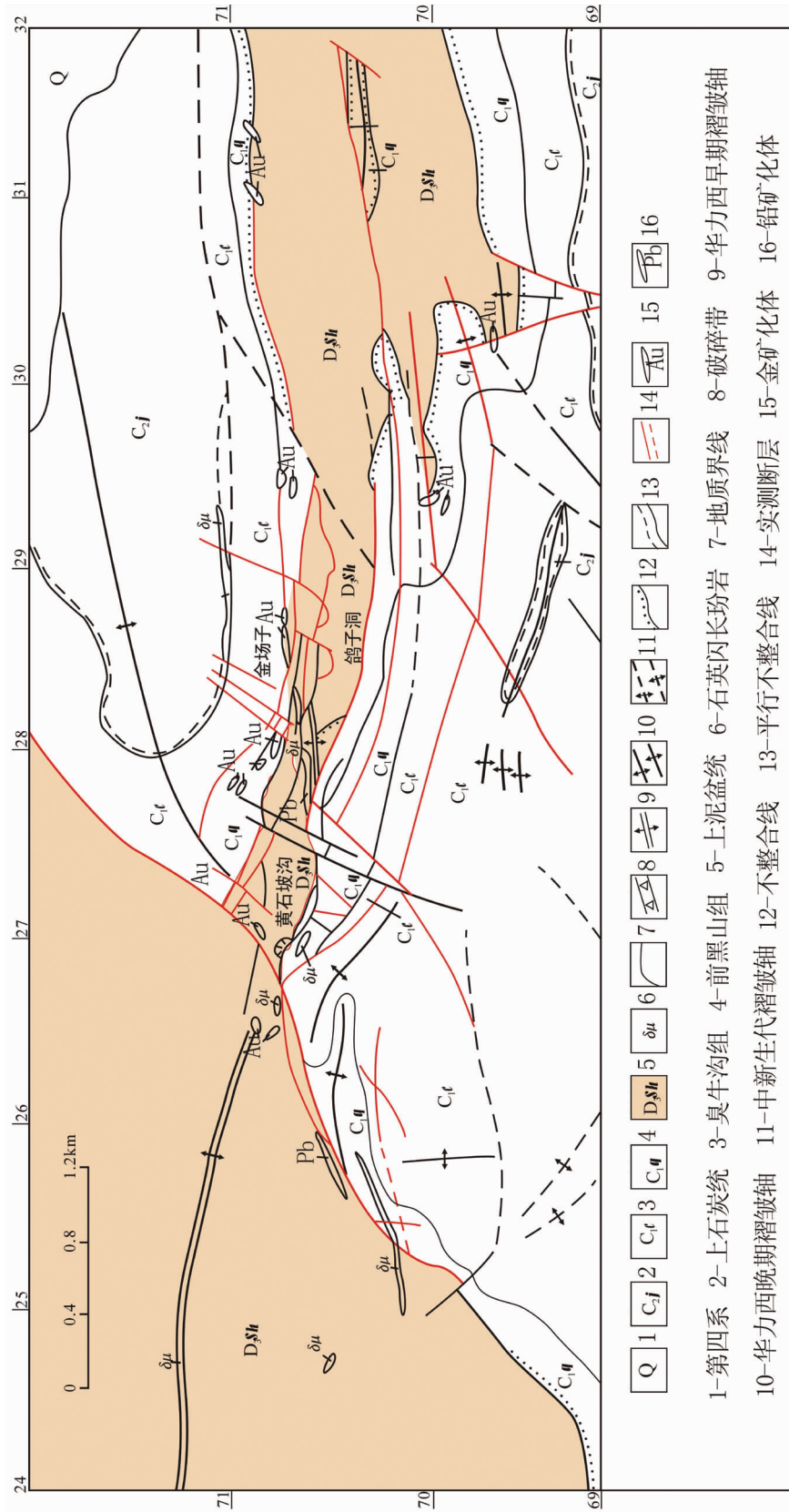


图 1 二人山-金场子矿区地质简图 (转绘自宁夏地质矿产勘查开发局“二人山-金场子矿区构造纲要图”)

Fig.1 Sketch geological map of Errenshan-jinchangzi ore district

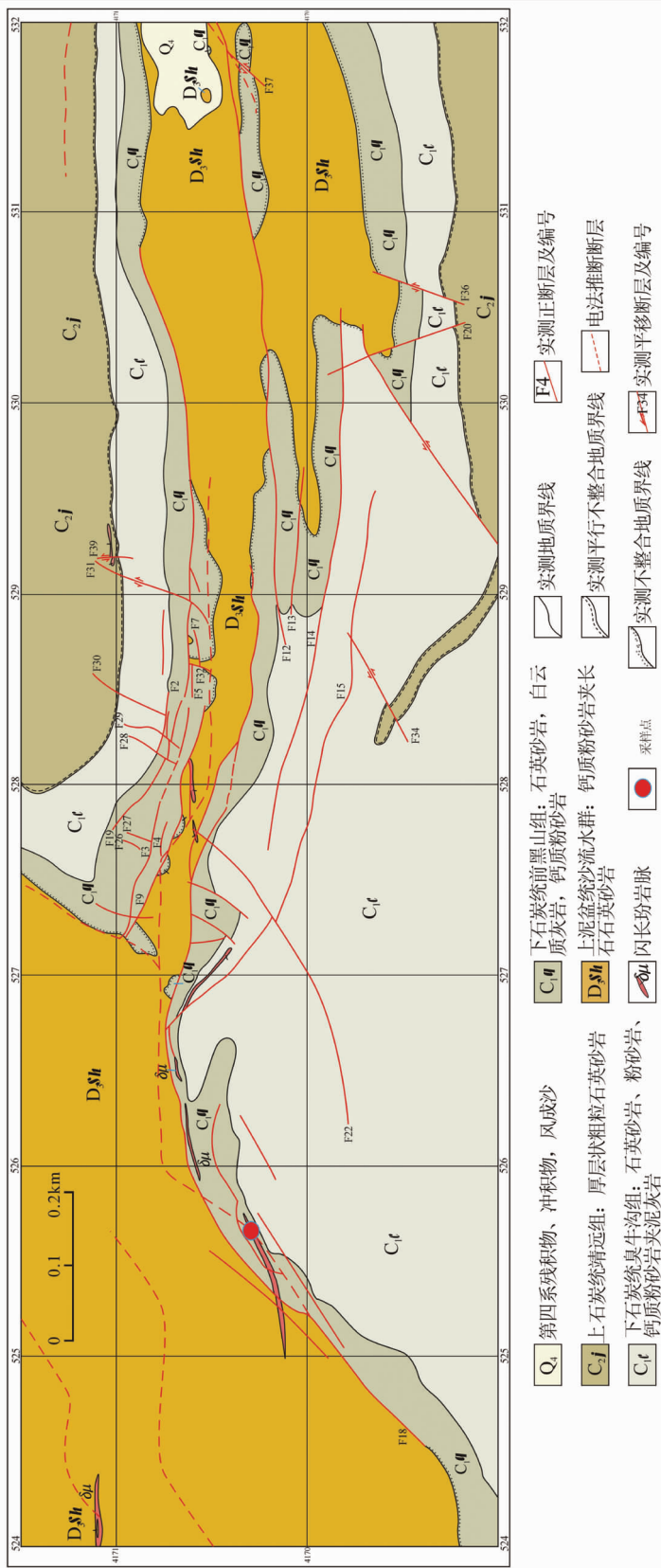


图 2 二人山—金场子冈长玢岩脉分布图(转绘自宁夏地质矿产勘查开发局“二人山—金场子物化探综合异常图”)  
 Fig.2 Distribution of dioritic porphyry in Errenshan-jinchangzi ore district

于斜长石。镜下鉴定斜长石为中长石( $An=36$ )<sup>[2]</sup>,长板状自形晶,含量 15%~20%,粒度大小为 0.5~1.5 mm。普遍遭受绢云母化和高岭石化,斑晶中的暗色矿物多蚀变为绿泥石和碳酸盐矿物。基质为中性斜长石、普通角闪石、黑云母等,微晶结构,粒度小于 0.2 mm。宁夏回族自治区地质矿产局测试了其主量元素,具体含量(%)见表 1。

在野外考察和样品采集的基础上,对闪长玢岩锆石样品(JCZ)进行了 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄测定和阴极发光观察(CL)。新鲜岩石样品经人工破碎后,按常规重力和磁选方法分选出锆石,在双目镜下挑选出测年用的锆石颗粒,并和标样一起置于环氧树脂做成样品靶,将靶上锆石磨至一半,以使锆石内部暴露,接着进行锆石透射、反射光、阴极发光的照像和分析;抛光、清洗、镀金,然后进行 SHRIMP 定年分析。前期工作中锆石的分选和 SHRIMP 定年分析在北京离子探针中心 SHRIMP II 进行的,按照标准测定流程完成<sup>[19-23]</sup>。使用的标准锆石为 SL13(U 含量  $238 \times 10^{-6}$ , 年龄为 572 Ma)和 TEM(年龄为 417 Ma),前者用于标定 U 的含量,后者用于校正年龄。TEM 和未知样品的分析按照 1:3 进行。数据处理及 U-Pb 谐和图绘制采用 Ludwing 编写的 Squid 1.01 和 ISOPLLOT 2.49 h。本论文所测锆石均为年轻(新元古代以来)的样品,取  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄。分析结果见表 2、图 3~4。表 2 中同位素比值的误差为  $1\sigma$ (相对误差),单个点的年龄误差为  $1\sigma$ (绝对误差),加权平均年龄具 95%的置信度。

### 3 锆石特征和测年结果

从闪长玢岩样品 JCZ 中分选出来的锆石呈浅褐色、褐色,透明到半透明,晶形完好。锆石多呈长柱状,锆石形态为简单的四方柱或四方双锥,柱面和锥面平直且发育完善。CL 图像上大多数锆石晶形比较完整,裂纹不发育,并呈现出明显的环带结构。也

有些锆石晶形较差,成分环带不清晰,略具熔蚀现象。锆石颗粒一般长  $100\sim 250 \mu\text{m}$ ,宽  $80\sim 150 \mu\text{m}$ 。锆石的 Th 含量  $79 \times 10^{-6}\sim 473 \times 10^{-6}$ ,U 含量  $1 \times 10^{-6}\sim 119 \times 10^{-6}$ ,Th/U 比值 0.01~0.67,显示出典型岩浆成因锆石的特点,与 CL 图像(图 3)的结论一致。因而,所测年龄代表了岩浆的冷凝固晶年龄。

闪长玢岩样品 JCZ 共测定了 12 个单颗粒锆石,12 个点。有两个锆石核部的分析点给出了相对较老的年龄,点 9.1 的年龄为  $(1614 \pm 18)\text{Ma}$ ,点 11.1 的年龄为  $(2434 \pm 34)\text{Ma}$ ,结合 CL 图像,这两颗锆石都略有熔蚀现象,有一定程度的磨圆,为捕获的锆石或源区残留锆石,该较老年龄指示出岩体源区有元古宙老基底的存在。另外一个分析点(点 12.1)的年龄为  $(995 \pm 11)\text{Ma}$ ,锆石 CL 图像上环带结构不明显,锆石的外围有层薄薄的白色边, $^{238}\text{U}$  偏高,Th/U 比值偏低,可能是后期叠加的变质事件所致。点 4.1 的年龄为  $(170.0 \pm 2.8)\text{Ma}$ ,其锆石颜色较浅,U、Pb 含量偏低(图 3,表 2),可能存在铅丢失,锆石的 CL 图像显示的是锆石表面部分微量元素(如 U、Y、Dy 和 Tb 等)的含量和/或晶格缺陷的差异,一般锆石中的 U、REE 和 Th 等微量元素含量越高,锆石的阴极发光强度越弱。上述 4 个数据没有参与最终的加权平均年龄计算。其余 8 个分析点比较集中,集中分布于  $144.6 \text{ Ma}\sim 157.5 \text{ Ma}$ ,且均落在谐和线上,可以代表闪长玢岩岩浆的结晶时间。8 个点的  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  加权平均年龄为  $(147.2 \pm 2.3) \text{ Ma}$ (MSWD=1.6)(图 4)。

### 4 讨论

岩浆岩是岩石圈演化的重要地质记录,蕴含了地壳形成和演化的丰富信息,其形成时代和成因演化对研究区域地质背景有重要意义。

在二人山—金场子矿区,闪长玢岩岩脉与矿化带、矿化点密切共生。地表可见闪长玢岩岩脉和矿体伴生,矿体或直接产于闪长玢岩两侧或其附近,金场子—黄石坡沟一带的钻孔(ZK9、ZK9101 等,均为前人施工的见矿钻孔)中也见矿体与闪长玢岩密切共生(表 3)。2009 年,宁夏地质调查院在卫宁北山金场子矿区开展了 1:1 万地质矿产详细填图、1:1 万岩石化学测量、1:1 万地面高精度磁测和电法剖面测量及槽探等工作,前期的地面详细填图和电磁法测量等综合研究也表明,闪长玢岩脉与矿化紧密相伴,至少地表、近地表是这样。磁异常表明研究区可能存在隐

表 1 宁北山地区闪长玢岩化学成分(重量%)  
(据宁夏回族自治区区域地质志<sup>[3]</sup>)

Table 1 Petrochemical composition of dioritic porphyrite in Weiningbeishan area

组分	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	
含量	59.60	15.53	4.30	3.00	4.63	3.81	
组分	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O	Total
含量	4.89	2.70	0.55	0.07	0.37	0.11	99.56

表 2 金场子闪长玢岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素定年结果  
Table 2 Results of SHRIMP zircon U-Pb dating of the Jinchangzi dioritic porphyrite

测点	$^{206}\text{Pb}_e$ / $10^{-6}$	U / $10^{-6}$	Th / $10^{-6}$	$^{232}\text{Th}$ / $^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*$ / $10^{-6}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ (Ma)	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Ma)	$^{207}\text{Pb}^*$ / $^{206}\text{Pb}^*$	$\pm\%$	$^{207}\text{Pb}^*$ / $^{235}\text{U}$	$\pm\%$	$^{206}\text{Pb}^*$ / $^{238}\text{U}$	$\pm\%$
JCZ-1.1	0.3	473	74	0.16	9.32	145.6 ± 1.8	171 ± 57	0.0495	2.4	0.1558	2.7	0.02284	1.2
JCZ-2.1	0.55	317	19	0.06	6.28	146.3 ± 2.3	225 ± 98	0.0507	4.2	0.1604	4.5	0.02296	1.6
JCZ-3.1	0.92	295	28	0.10	5.93	147.7 ± 2.0	201 ± 130	0.0501	5.5	0.1602	5.7	0.02317	1.4
JCZ-4.1	1.21	137	1	0.01	3.19	170 ± 2.8	-30 ± 250	0.0455	10	0.168	10	0.02672	1.6
JCZ-5.1	0.15	311	33	0.11	6.18	147.2 ± 2.0	359 ± 87	0.0537	3.9	0.1710	4.1	0.02310	1.3
JCZ-6.1	0.54	380	31	0.09	7.45	144.6 ± 1.9	149 ± 92	0.049	3.9	0.1534	4.1	0.02269	1.3
JCZ-7.1	0.86	339	21	0.06	6.85	148.6 ± 2.0	-47 ± 83	0.0452	3.4	0.1453	3.7	0.02333	1.3
JCZ-8.1	0.54	317	4	0.01	6.78	157.5 ± 3.9	-14 ± 120	0.0458	5.1	0.1561	5.7	0.02474	2.5
JCZ-9.1	0.02	223	108	0.5	54.6	1,614 ± 18	1,415 ± 87	0.0895	4.5	3.51	4.7	0.28450	1.2
JCZ-10.1	1.69	79	9	0.12	1.62	150.1 ± 3.0	711 ± 330	0.0631	16	0.205	16	0.02355	2
JCZ-11.1	0.07	134	86	0.67	52.7	2,434 ± 34	2,513 ± 15	0.1656	0.91	10.47	1.9	0.45880	1.7
JCZ-12.1	0.04	373	119	0.33	53.5	995 ± 11	857 ± 30	0.0676	1.5	1.557	1.9	0.16700	1.2

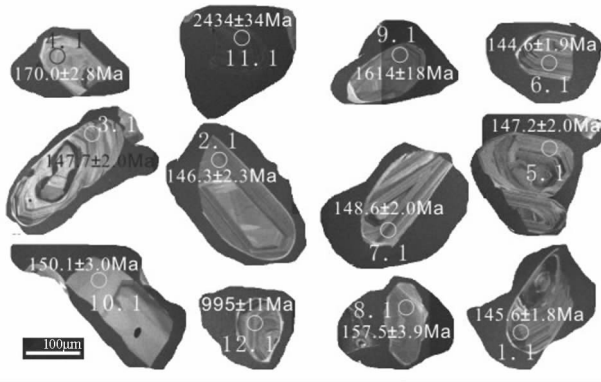


图 3 金场子闪长玢岩锆石的 CL 照片

Fig.3 CL images of zircons from Jinchangzi dioritic porphyrite

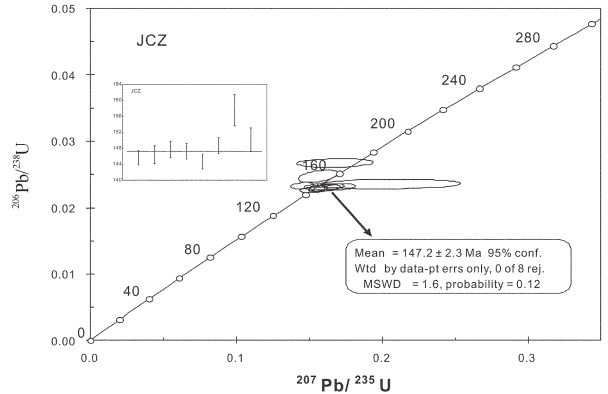


图 4 金场子闪长玢岩的锆石 U-Pb 谐和图

Fig.4 Zircon U-Pb concordia diagram of Jinchangzi dioritic porphyrite

表 3 黄石坡沟 91 线 ZK9101 柱状结构表

(引自宁夏中卫市中卫北山地区多金属矿整装勘查方案 2)

Table 3 Columnar section of ZK9101 along No. 91 line of Huangshipogou

取样位置 (m)			岩性	Au 品位 (g/t)
自	至	深度		
199.85	202.45	2.60	泥质粉砂岩	1.61
202.45	204.40	1.95	灰绿色闪长玢岩	
204.40	206.35	1.95	粉砂质泥岩	45.1
206.35	209.10	2.75	灰绿色闪长玢岩	
209.10	212.70	3.60	粉砂质泥岩	16.80
212.70	218.77	6.07	灰绿色闪长玢岩	
218.77	222.88	4.11	泥质粉砂岩	2.48

伏中酸性侵入体, 出露地表的闪长玢岩岩脉与隐伏中酸性侵入岩体构成一个统一的岩浆-侵入系统, 而隐伏的中酸性岩体可能就是研究区多金属成矿的矿源和中心。闪长玢岩岩脉很可能和隐伏的中酸性岩体是同源、同期形成的, 闪长玢岩的结晶年龄即为隐伏中酸性岩体的侵位年龄。隐伏的中酸性岩体是中卫北山地区多金属成矿最核心的要素, 因此研究区晚侏罗世燕山期中酸性岩浆活动的确认为中卫北山矿化带寻找多金属矿提供了新的方向, 对中卫北山花岗岩演化与成矿作用的制约效应等提供了重要依据。结合区域的地质构造背景, 中卫北山地区为中国西部北西向构造带(北祁连)与东部的近南北向构造(贺兰山)带转换交接部位, 具明显的活动性。研究区的闪长玢岩岩脉为燕山期岩浆活动的产物, 这表明中国西部中卫北山地区在燕山期也存在中酸性岩浆的活动。而现在的研究还没有在中卫北山地区及

其周围发现燕山期的岩浆活动, 笔者也希望借此为深入理解中国西部中生代燕山期岩浆活动与岩石圈的构造性质、构造背景研究提供新的思路。

宁夏中卫北山闪长玢岩的年代为晚侏罗世燕山期, 而这一岩浆活动的成因还有待于进一步研究。

**致谢:**在宁夏工作期间, 得到宁夏地质矿产勘查开发局局长徐占海、副局长-教授级高级工程师宋新华、总工程师程建华等的大力协助; 在野外采集样品和收集资料过程中, 宁夏地质调查院孟方、杨军宁、刘建兵 3 位高级工程师等给予了有益的指导和帮助, 在此深表感!

参考文献(References):

[1] 徐国风. 论宁夏金场子渗流热卤水-表生改造型金矿床的矿源[J]. 地球科学-中国地质大学学报, 1988, 13(2): 147-153.  
Xu Guofeng. Source of mineralized material of transmissive hot

- brine-supergene reformation type gold deposit from Jinchangzi in Ningxia, China [J]. *Earth Science—Journal of China University of GeoScience*, 1988, 13 (2):147–153 (in Chinese with English abstract).
- [2] 霍福臣, 潘行适, 尤国林, 等. 宁夏地质概论[M]. 北京: 科学出版社, 1989:18–149.  
Huo Fuchen, Pan Xingshi, You Guolin, et al. Introduction to Geology of Ningxia [M]. Beijing: Science Press, 1989:118–149(in Chinese).
- [3] 宁夏回族自治区地质矿产局. 宁夏回族自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990:331–332.  
The Geological and Resource Bureau of Ningxia Autonomous Region. Regional Geology of Ningxia Hui Autonomous Region [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1990:331–332 (in Chinese).
- [4] 梅建明, 邵洁涟. 宁夏金场子金矿床氧化带中针铁矿矿物学研究[J]. 矿物岩石, 1991, 11(3):1–6.  
Mei Jianming, Hao Jieliang. Mineralogic studies of goethite in the oxidized Zone Of Jinchangzi gold deposit, Ningxia [J]. *Mineralogy and Petrology*, 1991, 11(3):1–6(in Chinese with English abstract).
- [5] 周特先, 姚茂文, 王利, 等. 宁夏构造地貌[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1994. 1–113.  
Zhou Texian, Yao Maowen, Wang Li, et al. Tectonic landform in Ningxia [M]. Yinchuan: Ningxia People's Publishing House, 1994: 1–113(in Chinese).
- [6] 顾其昌, 沈玉玲, 范晋安, 等. 全国地层多重划分对比研究——宁夏回族自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996: 47–56.  
Gu Qichang, Sheng Yuling, Fan Jin'an, et al. Stratigraphy (lithostratigraphic) of Ningxia Hui Autonomous Region [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1996:47–56 (in Chinese).
- [7] 张韬. 宁南弧形构造带多金属矿产成矿环境分析与资源评价模型[D]. 中国地质大学(北京)博士毕业论文, 2002.  
Zhang Tao. The Mineralization Environment Analysis and Resource Evaluation Model of Multimetallic Minerals in NingNan Arc Structure Belt [D]. Beijing: China University of Geosciences, 2002 (in Chinese with English abstract).
- [8] 张珂, 刘开瑜, 吴加敏, 等. 宁夏中卫盆地的沉积特征及其所反映的新构造运动[J]. 沉积学报, 2004, 22(3):465–473.  
Zhang Ke, Liu Kaiyu, Wu Jiamin, et al. Depositional features of the Zhongwei Basin, Ningxia, and its implications for neotectonic movements[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2004, 22(3):465–473 (in Chinese with English abstract).
- [9] 褚小东, 刘建兵. 卫宁北山东部地区遥感异常特征与矿化点对比[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2009, 11(5):30–32.  
Chu Xiaodong, Liu Jianbing. Comparing the character of remote sense alteration anomalies with mineralization points in the East of Weining North Mountain [J]. *Jouranal of Chongqing University of Science and Technology*, 2009, 11 (5):30–32 (in Chinese with English abstract).
- [10] 宋新华, 李红宇. 宁夏中卫市大铜沟铜矿地质特征及控矿因素浅析[J]. 矿产与地质, 2009, 23(2):118–123.  
Song Xinhua, Li Hongyu. Geological characteristics and ore – controlling factors of the Da tonggou copper deposit in Zhongwei City of Ningxia [J]. *Mineral Resources and Geology*, 2009, 23(2): 118–123(in Chinese with English abstract).
- [11] 李廷栋. 中国岩石圈构造单元 [J]. 中国地质, 2006, 33 (4):700–710.  
Li Tingdong. Lithospheric units of China [J]. *Geology in China*, 2006, 33(4):700–710(in Chinese with English abstract).
- [12] 李廷栋. 中国岩石圈三维结构专项研究主要进展和成果[J]. 中国地质, 2006, 33(4):689–699.  
Li Tingdong. Main advances and achievements in the special – subject study of the 3D lithospheric structure of China [J]. *Geology in China*, 2006, 33(4):689–699(in Chinese with English abstract).
- [13] 耿树方, 易龙荣, 等. 1:250 万亚洲中部及邻区能源矿产成矿规律图[M]. 北京: 地质出版社, 2008.  
Geng Shufang, Yi Longrong, et al. Metallogenic Regularity Map of Energy Resources in Central Asia and Neighboring Areas(1:2500000) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2008(in Chinese).
- [14] 邵洁涟, 邱朝霞. 宁夏金场子渗流热卤水—表生改造型金矿床的找矿矿物学[J]. 黄金地质, 1988, 04:24–26.  
Shao Jieliang, Qiu Zhaoxia. Mineralogy of mineralized material of transmissive hot brine –supergene reformation type gold deposit from Jinchangzi In Ningxia, China [J]. *Gold Geology*, 1988, 04: 24–26(in Chinese with English abstract).
- [15] 张二朋, 顾其昌, 郑文林, 等. 西北区区域地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1998:141–146.  
Zhang Erpeng, Gu Qichang, Zheng Wenlin, et al. Northwest Regional Stratigraphy [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1998:141–146(in Chinese).
- [16] 张永庭, 张晓东, 刘建兵. 宁夏卫宁北山地区多元信息综合成矿预测[J]. 宁夏工程技术, 2010, 9(1): 71–74  
Zhang Yongting, Zhang Xiaodong, Liu Jianbing. Metallogenic prediction with Synthetic information at North Mountain region of Weining in Ningxia [J]. *Ningxia Engineering Technology*, 2010, 9 (1): 71–74(in Chinese with English abstract).
- [17] 徐学义, 何世平, 王洪亮, 等. 1:100 万祁连山及邻区成矿地质背景图及其说明书[M]. 北京: 地质出版社, 2005.  
Xu Xueyi, He Shiping, Wang Hongliang, et al. Atlas of Metallogenic Geological Settings Maps of Qi Lianshan and Adjacent Areas, 1:1000 000 [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2005(in Chinese).
- [18] 王士政, 廖华瑞, 顾其昌, 等. 宁夏回族自治区地质[M]//中国地质图集. 北京: 地质出版社, 2002:311–316.  
Wang Shizheng, Liao Huarui, Gu Qichang, et al. Geology of Ningxia Hui Autonomous Region [M]//Geological atlas of China, Beijing: Geological Publishing House. 2002. 311–316(in Chinese).
- [19] Compston W, Williams I S and Kirschvink J L. Zircon U–Pb ages



- for the Early Cambrian time scale [J]. *Journal of the Geological Society*, 1992, 149:171-184.
- [20] Compston W, Williams I S and Meyer C. U-Pb geochronology of zircons from lunar breccia using a sensitive high mass-resolution ion microprobe [J]. *Journal of Geophysical Research*, 1984, 89(Supp.): 325-534.
- [21] Williams I S and Claesson S. Isotopic evidence for the Precambrian provenance and Caledonian metamorphism of high grade paragneisses from the Seve Nappes, Scandinavian Caledonides:II. Ion microprobe zircon U-Th-Pb[J]. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1987, 97:205-217.
- [22] Williams I S. U-Th-Pb geochronology by ion microprobe[C]// McKibben M A, Shanks III W C, Ridley W I (eds.). *Applications of Microanalytical Techniques to Understanding Mineralizing Processes*. *Reviews in Economic Geology*, 1998, 7:1-35.
- [23] 宋彪, 李锦轶, 李文铅, 等. 吐哈盆地南缘克孜尔卡拉萨依和大南湖花岗岩基锆石 SHRIMP 定年及其地质意义 [J]. *新疆地质*, 2002, 20(4):342-345.
- Song Biao, Li Jinyi, Li Wenqian, et al. SHRIMP dating of zircons from Dananhu and Kezirkalasayi granitoid batholith in southern margin of Tuha basin and their geological implication [J]. *Xinjiang Geology*, 2002, 20(4): 342-345(in Chinese with English abstract).

## Geological characteristics and zircon SHRIMP U-Pb data of Jinchangzi dioritic porphyrite dykes in Zhongwei City, Ningxia

LIU Yong<sup>1</sup>, LI Ting-dong<sup>2</sup>, WANG Yan-bin<sup>1</sup>,  
XIAO Qing-hui<sup>3</sup>, GENG Shu-fang<sup>1</sup>, WANG Tao<sup>1</sup>

(1. *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China*; 2. *Consulting Research Center, MLR, Beijing 100035, China*; 3. *Development Research Center, China Geological Survey, Beijing 100037, China*)

**Abstract:** Jinchangzi dioritic porphyrite dykes widely distributed in the study area are spatially closely associated with the mineralized zone. These dykes were probably of the same source with the regional concealed acid intermediate-acid rocks and formed simultaneously with these rocks. These concealed acid rocks in the study area might have been the source and center of polymetallic mineralization, and hence a study of their formation epoch is of great significance for the ore-prospecting work in the study area. SHRIMP zircon U-Pb dating of the diorite yielded an age of  $(147.2 \pm 2.3)$  Ma (MSWD=1.6), indicating Late Jurassic of Yanshanian period. The confirmation of Yanshanian acid activity has provided an important basis for understanding the evolution of the Mesozoic lithosphere in western China, its tectonic setting and its constraints for Weiningbeishan granite and mineralization.

**Key words:** Jinchangzi; dioritic porphyrite dyke; SHRIMP zircon U-Pb dating; Weiningbeishan

**About the first author:** LIU Yong, female, born in 1982, doctor candidate, engages in the study of structural geology; E-mail: liuyongfirst@163.com.