

# 北祁连山车路沟英安斑岩的年代学及地质意义

宋忠宝, 李智佩, 任有祥, 杨建国, 栗亚芝, 谢春林

(中国地质科学院西安地质矿产研究所, 西安 710054)

**摘 要:**车路沟英安斑岩产于北祁连山西段, 由大小不同的 12 个斑岩岩体组成, 属于钙碱性系列岩石。利用锆石 U-Pb 法测得车路沟英安斑岩的形成年龄为  $(427.7 \pm 4.5)$  Ma, 成岩时代属加里东晚期。从区域构造演化看, 北祁连山西段大部分花岗质岩体的形成都与祁连山造山作用中的俯冲造山作用和碰撞造山作用有关, 表现为多数同位素年龄都集中在 440 ~ 380 Ma 间。鉴于车路沟金矿床产于车路沟英安斑岩与凝灰岩的接触带, 属于石英脉型, 因此推断英安斑岩侵入体很可能是车路沟金矿床早期成矿作用的热源。同时北祁连山西段发育有较多的中酸性岩体, 车路沟石英脉型金矿床的确定对于该区金矿的进一步勘探具有重要的理论和现实意义。

**关键词:**英安斑岩; 成岩时代; 北祁连山; 车路沟金矿床

**中图分类号:** P588.142

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-7849(2005)03-0015-05

北祁连山西段山高入稀, 气候恶劣。车路沟石英脉型小型金矿床是北祁连山西段(图 1)最早发现的一种金矿化类型。早在 20 世纪 60 年代开展 1

20 万区域地质矿产调查期间, 就发现有前人开采的遗迹。然而有关车路沟金矿床的成矿时代、与矿体关系密切的车路沟英安斑岩的成岩时代却少有报

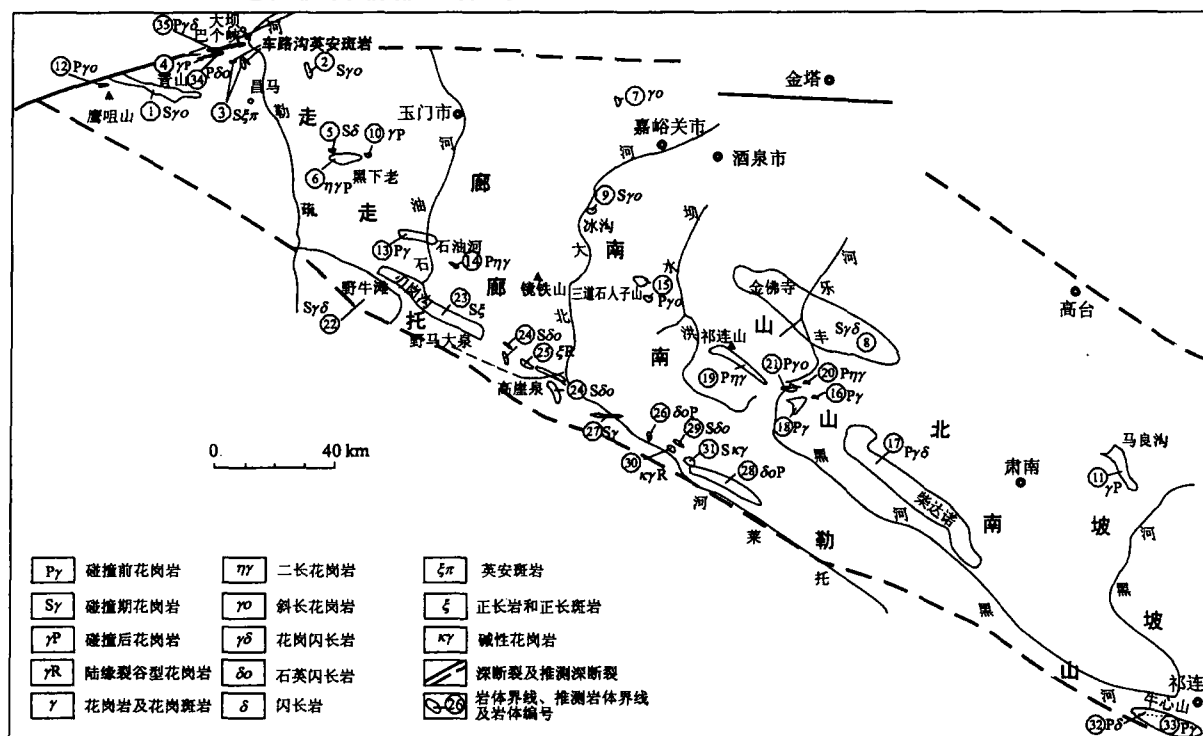


图 1 北祁连山西段岩浆岩地质略图

Fig.1 Geological sketch of magmatite in the western part of North Qilian Mountains

收稿日期: 2004-03-16

编辑: 刘江霞

基金项目: 原地质矿产部“九五”科技攻关项目“北祁连山西段黄铁矿型铜多金属矿床与构造蚀变岩型金矿床成矿模式及找矿预测研究”(95-02-004-03)

作者简介: 宋忠宝(1963—), 男, 副研究员, 主要从事岩石、矿产及同位素地质年代学研究。

道。

从区域上看,对车路沟英安斑岩成岩年龄的测定不仅可以明确北祁连山西段的一次重要地质热事件的时代,而且还可以确定金矿床的成矿时代,指导北祁连山西段的进一步找矿。

1 岩体产出的地质背景和岩石特征

车路沟英安斑岩岩体位于北祁连山西段(图1),行政区划上属于甘肃省玉门市。该岩体由甘肃省地质局区测队 在进行 1 20 万昌马幅区域地质调查时确定,其围岩为一套奥陶系的火山沉积岩系(图2)。

据夏林圻等<sup>[1]</sup>的研究,该区奥陶系火山岩属岛弧火山岩系,其年龄为 486~445 Ma。该岩体呈极不规则的英安斑岩岩株产出,面积约 10 km<sup>2</sup>,呈近 EW 向展布于疏勒河以西石人山—车路沟山—黑大

板一带,由大小不同的 12 个斑岩岩体组成,其边界明显受 NW 向、近 EW-NE 向和 SN 向等多方向的断裂构造控制,从而使岩体具有迷宫状产出特征。

岩石呈灰绿色,具斑状结构,斑晶有钠质斜长石和石英,有时出现钾长石和角闪石。钠质斜长石粒度为 0.5~10.0 mm,体积分数<sub>B</sub>为 5%~15%;石英粒度小于 0.3 mm,<sub>B</sub><1%;钾长石呈半自形粒状,粒度与斜长石相近;角闪石斑晶均已蚀变为绿泥石。基质呈细粒晶质结构,由长石(<sub>B</sub>=70%)、石英、绢云母、绿泥石、绿帘石及方解石等组成,粒度均小于 0.1 mm。副矿物有磷灰石和锆石,前者的粒度可达 0.6 mm。

车路沟英安斑岩的岩石化学分析结果见表 1 和图 3。由表 1 可见,车路沟英安斑岩的 w(SiO<sub>2</sub>)=64.22%~66.78%,变化不大,特别富钠,由图 3 可见,其属于钙碱性系列岩石,为准铝质-过铝质。

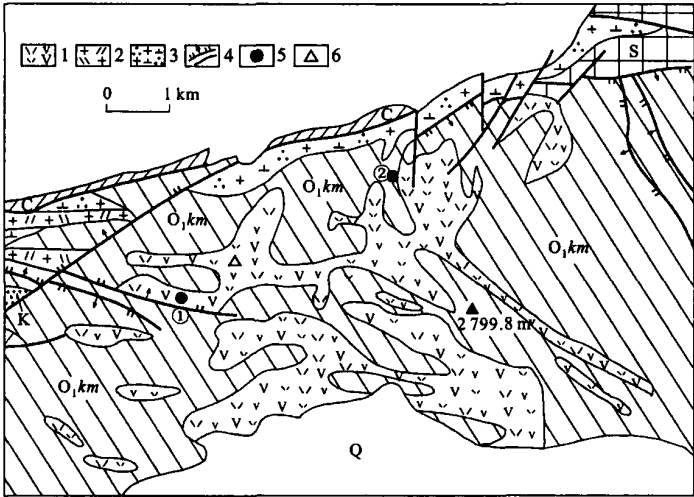


图2 北祁连山车路沟英安斑岩地质略图

Fig.2 Geological sketch of Chelugou dacite porphyry in North Qilian Mountains

Q. 第四系;K. 白垩系;C. 石炭系;S. 志留系;O<sub>1</sub> km. 上奥陶统扣门子组;1. 英安斑岩;2. 石英二长闪长岩;3. 花岗闪长岩;4. 断裂;5. 金矿床或矿点(车路沟金矿床;车路沟北坡金矿点);6. 采样位置

表 1 北祁连山车路沟英安斑岩的主量元素分析结果

Table 1 Major elements analytic data of Chelugou dacite porphyry in North Qilian Mountains														w <sub>B</sub> / %	
样号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>	总和
1	64.22	0.37	15.69	1.28	2.11	0.05	2.35	4.47	4.65	0.45	0.12	2.75	0.05	0.77	99.33
2	66.78	0.19	15.98	1.74	1.36	0.07	1.70	3.00	5.42	0.96	0.06	1.10	0.05	0.70	99.11
3	64.76	0.74	15.09	0.09	2.86	0.05	2.10	3.98	5.20	0.65	0.17				95.69
4	65.76	0.35	16.70	0.38	2.52	0.05	1.94	3.60	5.00	1.12	0.18				97.60

注:样品 1 由中国科学院地球化学研究所李荪蓉采用 X 荧光法分析;样品 2~4 据文献[1]

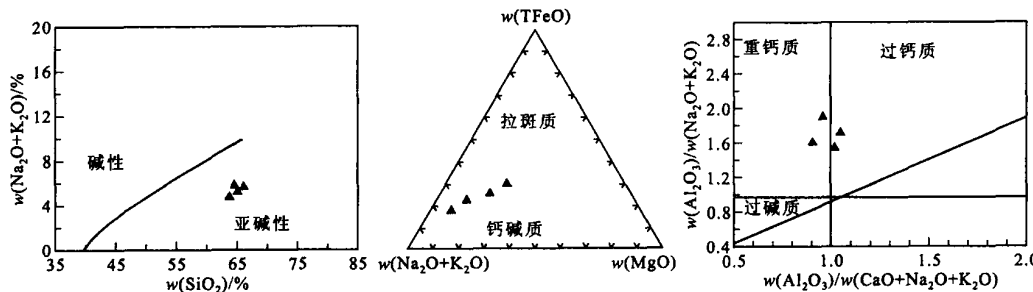


图 3 北祁连山车路沟英安斑岩石化学图解

Fig.3 Petrochemical diagram of Chelugou dacite porphyry in North Qilian Mountains

2 同位素测试方法和结果

2.1 样品采集、分选、鉴定

笔者在车路沟英安斑岩岩体中采集了英安斑岩同位素大样 1 件(采样位置见图 2)。岩石中锆石的分选工作由甘肃省地质矿产局酒泉地质调查队实验室完成,锆石的基本特征见表 2;同位素的测试由天津地质矿产研究所完成。有关锆石的测试方法、流程和精度见文献[2]。

2.2 岩体测年结果

对该岩体中的锆石进行了 U- Pb 同位素年龄测

表 2 北祁连山车路沟英安斑岩锆石基本特征表

Table 2 General features of zircons in Chelugou dacite porphyry in North Qilian Mountains

指 标	特 征
颜 色	以浅黄褐色为主,无色、浅棕黄色次之
晶 形	以柱粒状、双锥柱状为主,不规则粒状次之
透明度	透明,玻璃光泽,未见包裹体
熔蚀裂纹	晶体轮廓不清晰,晶面光滑,发育少数裂纹
粒 径	0.100 mm ×0.025 mm ~ 0.050 mm ×0.025 mm. 长宽比为 4 1 ~ 2 1

定,共获得 4 组锆石年龄,其测试结果见表 3。

其中 2 ~ 4 号样品数据点完全落在谐和曲线上(图 4),且完全重合,在这种情况下,以这 3 个数据点的表面年龄  $t(^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U})$  统计权重平均值作为这些锆石的生成年龄是较可靠的。这一年龄值为  $(427.7 \pm 4.5)\text{Ma}$ ,确定为该英安斑岩的生成(侵位)年龄。1 20 万昌马幅地质图 上将其划为志留纪是正确的。1 号样品数据点的锆石是细长柱(针)状晶体,在样品中的数量较少,与其他锆石的形态特征差异较大。其表面年龄  $t(^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U})$  稍小于其他锆石的年龄,原因可能有 2 个: 这些细小的细长柱(针)状锆石有少量的放射成因铅丢失,故其年龄稍偏新; 这种细长柱(针)状锆石形成于岩浆结晶晚期,因此其年龄往往要稍小于岩浆结晶早期形成的短柱状锆石的年龄。不管造成 1 号样品数据点的测定结果稍偏新的原因是上述两个原因中的哪一个或两者兼而有之,总之,将 2 ~ 4 号数据点的表面年龄  $t(^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U})$  统计权重平均值  $(427.7 \pm 4.5)\text{Ma}$  作为这些锆石的生成年龄是较可靠的。

表 3 北祁连山车路沟英安斑岩锆石 U- Pb 同位素年龄测试结果

Table 3 Single-zircon U- Pb isotope age determined results of Chelugou dacite porphyry in North Qilian Mountains

锆石特征	U	Pb	样品中 $m(\text{Pb})/\text{ng}$	同位素比值					表面年龄 $t/\text{Ma}$		
	$w_{\text{B}}/10^{-6}$	$N(^{206}\text{Pb})/$ $N(^{204}\text{Pb})$		$N(^{208}\text{Pb})/$ $N(^{206}\text{Pb})$	$N(^{206}\text{Pb})/$ $N(^{238}\text{U})$	$N(^{207}\text{Pb})/$ $N(^{235}\text{U})$	$N(^{207}\text{Pb})/$ $N(^{206}\text{Pb})$	$t(^{206}\text{Pb}/$ $^{238}\text{U})$	$t(^{207}\text{Pb}/$ $^{235}\text{U})$	$t(^{207}\text{Pb}/$ $^{206}\text{Pb})$	
浅黄褐色,透明, 细长柱(针)状	324	26	0.095	289	0.146 8	0.062 89 (0.001 11)	0.476 9 (0.012 3)	0.055 00 (0.000 94)	393.2	396.0	412.2
浅黄褐色,透明, 短柱状自形晶体	276	21	0.006	4 010	0.176 5	0.068 94 (0.001 37)	0.527 4 (0.014 5)	0.055 48 (0.000 95)	429.8	430.1	431.7
浅黄色,透明, 柱状晶体碎块	345	24	0.004	3 507	0.108 8	0.068 26 (0.001 72)	0.521 2 (0.018 3)	0.055 38 (0.001 22)	425.6	425.9	427.6
浅紫红色,透明, 短柱状自形晶体	319	22	0.006	2 497	0.086 4	0.068 52 (0.001 00)	0.524 3 (0.010 4)	0.055 50 (0.000 67)	427.2	428.0	432.2

注:  $N(^{206}\text{Pb})/N(^{204}\text{Pb})$  已对空白及稀释剂作了校正,其他原子比率中的 Pb 同位素均为放射成因的 Pb 同位素;括号中的数字为 2 误差;测试单位为天津地质矿产研究所同位素实验室

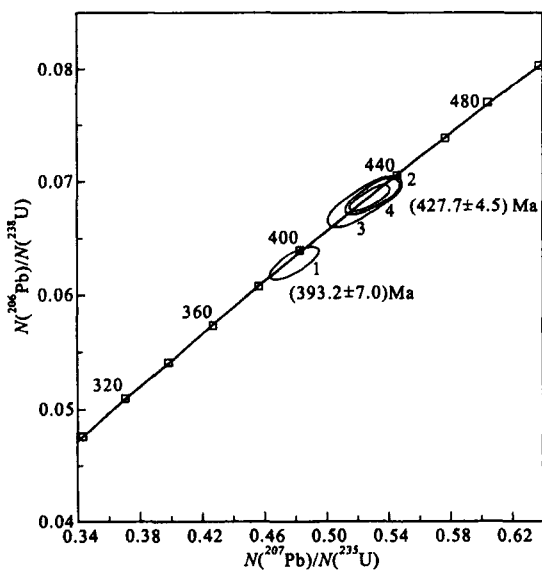


图4 北祁连山车路沟英安斑岩锆石样品 U-Pb 同位素年龄测定结果谐和图

Fig. 4 Zircon U-Pb concordant diagram of Chelugou dacite porphyry in North Qilian Mountains

### 3 构造环境

#### 3.1 成岩构造环境判别

北祁连山西段中酸性岩类的产出,与整个北祁连山的地质构造演化密切相关。笔者采用 Maniar 等<sup>[3]</sup>的花岗岩类构造环境判别图解对车路沟英安斑岩形成的构造环境进行了判别(图5)。由图5可知,车路沟英安斑岩属岛弧与碰撞未分花岗岩。但据夏林圻等<sup>[4]</sup>研究,北祁连山造山带碰撞造山阶段的时限大约为 440 ~ 385 Ma,凡在此时限内发生的变形变质事件、中酸性岩浆侵入事件,以及金矿成矿作用事件均可能与碰撞造山作用有关。因此根据车路沟英安斑岩的同位素年龄以及北祁连山构造演化阶段推断,该岩体应属于碰撞型花岗岩类。

#### 3.2 构造-岩浆演化

北祁连山在自奥陶纪开始形成的沟-弧-盆板块构造格局中,在华北大陆板块南缘形成的弧形火山岛链,沿着河西走廊南山分布<sup>[4,5]</sup>,东起白银厂,中经永登县石灰沟、民乐县西道流、祁连县边麻沟,向西可延至北祁连山西段的昌马地区,不仅在时空分布上不间断,而且在火山岩浆系列演化上也有连续性<sup>[4~7]</sup>。这个阶段的中酸性岩浆侵入活动沿着上述岛弧形成岛弧花岗岩类,以柴达诺花岗闪长岩-二长花岗岩为代表。

奥陶纪末—早志留世是华北板块与中祁连陆块

之间的最大汇聚期,这一时期北祁连海盆闭合<sup>[4,8]</sup>。此时,除上述柴达诺岩体仍有岩浆侵入活动外,其他花岗质岩浆的侵入活动很少,同时期的火山活动相应也很微弱<sup>[4,5]</sup>。至中—晚志留世和泥盆纪,随着海盆的完全闭合,最终发生陆-陆碰撞,形成同碰撞期的花岗岩:在走廊南山北坡和走廊过渡带,以金佛寺、青石峡花岗闪长岩-二长花岗岩-二云母花岗岩和黄草岩花岗闪长岩为代表,而在托勒山则以野牛滩花岗闪长岩为代表。在碰撞造山作用期后,即碰撞后环境<sup>[9]</sup>,在走廊南山北坡和走廊区(带),有黑下老二长花岗岩和作为金佛寺岩基一部分的干巴口二云母花岗岩等岩体侵入,形成于托勒山花岗岩带的是白河套石英正长斑岩、二指哈拉石英闪长斑岩等碰撞后隆起期的 I 型准铝质花岗岩。

碰撞造山作用期后,北祁连山进入到陆内造山期。此时,在托勒山一带形成陆内拗陷或裂谷,伴有 A 型特征的花岗岩侵入,形成白水泉钾花岗岩和东干沟石英正长斑岩。

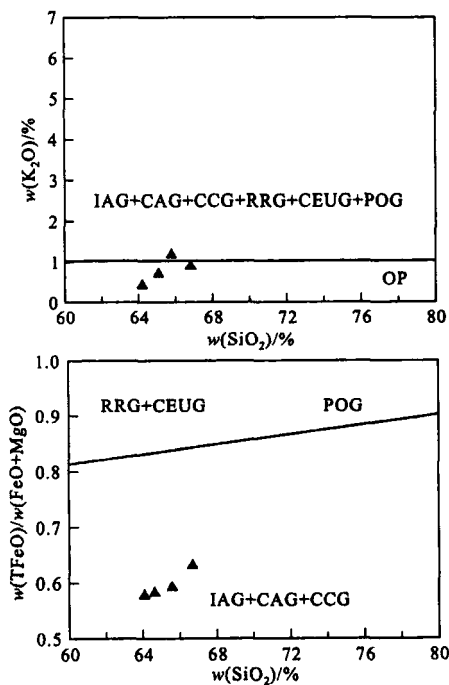


图5 北祁连山车路沟英安斑岩构造环境判别图解<sup>[3]</sup>

Fig. 5 Tectonic discrimination diagrams for Chelugou dacite porphyry in North Qilian Mountains

IAG. 岛弧花岗岩; CAG. 大陆弧花岗岩; CCG. 大陆碰撞花岗岩; RRG. 裂谷花岗岩; CEUG. 大陆造山隆升花岗岩; POG. 后造山花岗岩; OP. 大洋斜长花岗岩

### 4 地质意义

(1) 首次利用锆石 U-Pb 法测得北祁连山车路

沟英安斑岩的生成年龄为  $(427.7 \pm 4.5)$  Ma, 属加里东晚期。

(2) 从区域构造演化看, 北祁连山西段大部分花岗质岩体的形成都与祁连山造山作用中的俯冲造山作用和碰撞造山作用有关, 表现为多数同位素年龄都集中在 440 ~ 380 Ma 间<sup>[1]</sup>, 车路沟英安斑岩也不例外。一般认为碰撞造山期是板块或地体的最大汇聚期, 不利于岩浆上升<sup>[9]</sup>。对于北祁连山, 碰撞造山的最大汇聚期相当于早—中志留世, 可称为碰撞作用早期, 同位素年龄证明这一时期的岩浆活动并不多。花岗质岩体的大量形成, 应发生在最大汇聚期之后, 即碰撞作用后期和碰撞作用期后(不包括俯冲作用阶段的花岗岩), 这也与同位素测年结果一致<sup>[1]</sup>。

(3) 研究还采用石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线法对含金石英脉的成矿年龄进行了测定, 测得其成矿年龄为  $(253 \pm 61)$  Ma<sup>[1]</sup>。单从同位素测年结果看, 矿床成矿时代为华力西晚期, 属北祁连山陆内造山阶段。英安斑岩的成岩与成矿分属 2 个地质时期, 时差达 174 Ma, 二者之间似乎无直接成因联系。但是, 其宏观地质特征研究表明, 车路沟一带的含金、铜石英脉主要分布于车路沟英安斑岩、奥陶系火山岩及志留系地层中, 而在石炭系、二叠系地层中极少产生。因此, 推测金矿化可能存在 2 个阶段: 第一阶段应在志留纪以后、石炭纪以前, 与岩体侵位时代接近; 第二阶段应为后期构造热液的叠加改造作用

期, Rb-Sr 等时线年龄可能代表了后期改造年龄, 车路沟含金石英脉破碎呈“钢花玻璃”状可能与后期构造热液的叠加改造有关。

在论文编写过程中, 长安大学的李英教授提出了很多建议, 在此表示感谢!

#### 参考文献:

- [1] 夏林圻, 夏祖春, 任有祥, 等. 北祁连构造-火山岩浆-成矿动力学[M]. 北京: 中国大地出版社, 2001.
- [2] 李惠民, 李怀坤, 陆松年, 等. 用矿脉中热液锆石 U-Pb 定年确定东坪金矿的成矿时代[J]. 地球学报, 1997, 18(增刊): 176 - 178.
- [3] Maniar P D, Piccoli P M. Tectonic Discrimination of Granitoids [J]. *Geological Society of America Bulletin*, 1989, 101: 635 - 636.
- [4] 夏林圻, 夏祖春, 任有祥, 等. 祁连山及邻区火山作用与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [5] 夏林圻, 夏祖春, 徐学义. 北祁连山海相火山岩岩石成因[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [6] 张招崇, 毛景文, 杨建民, 等. 北祁连西段中元古代蛇绿岩的发现及地质意义[J]. 矿物岩石地球化学通报, 1998, 17(2): 114 - 118.
- [7] 李智佩, 任有祥, 宋忠宝, 等. 北祁连山西段奥陶系海相碱性火山岩地球化学与成岩构造环境[J]. 地质论评, 1999, 45(增刊): 1 054 - 1 061.
- [8] 冯益民, 何世平. 祁连山大地构造及造山作用[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [9] Li & cois D. Preface-Some Words on the Post-Collisional Magmatism[J]. *Lithos*, 1998, 45: XV - XVII.

## Chronology and Geological Significance of Chelugou Dacite Porphyry in North Qilian Mountains

SONG Zhong-bao, LI Zhi-pei, REN You-xiang, YANG Jian-guo, LI Ya-zhi, XIE Chun-lin

(Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Xi'an 710054, China)

**Abstract:** Located in the western part of North Qilian Mountains and composed of 12 small intrusions, Chelugou dacite porphyry shows petrochemically to be calialkalinic series. Its diagenetic age is about  $(427.7 \pm 4.5)$  Ma measured by U-Pb dating method. Most of the granitic intrusions in the western part of Qilian Mountains are closely related to subductive and collisional orogeny, intruded during 440 - 380 Ma. The occurrence of Chelugou gold, a quartz type deposit, inside tuff near the contact zone suggests that Chelugou dacite porphyry should be the heat source for the early mineralization. Meanwhile, many medium-acid magmatic bodies are developed in the western part of North Qilian Mountains. Therefore, the determination of Chelugou quartz type gold deposit is of theoretical and practical significance for gold exploration in the area.

**Key words:** dacite porphyry; diagenetic age; North Qilian Mountains; Chelugou gold deposit