

# 北祁连西段花岗质岩体的锆石 U-Pb 年龄报道

毛景文<sup>1)</sup> 张作衡<sup>1)</sup> 简平<sup>2)</sup> 王志良<sup>1)</sup> 杨建民<sup>1)</sup> 张招崇<sup>2)</sup>

1) 中国地质科学院矿产资源研究所 北京 100037

2) 中国地质科学院地质研究所 北京 100037

**内容提要** 通过对北祁连西段野牛滩花岗质岩体中花岗闪长岩和黑云母花岗岩的锆石 U-Pb 测年, 获得<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 表面年龄统计权重平均值为  $459.6 \pm 2.5$  Ma, 表明其形成于板块俯冲晚期。与之有关的塔儿沟和小柳沟是世界上形成于板块俯冲环境为数不多的大型钨矿床。黑云母花岗岩的锆石 U-Pb 不一致曲线的下交点年龄为  $183.1 \pm 3.8$  Ma, 可能示意北祁连山地区叠加有燕山期地质事件。

**关键词** 锆石 U-Pb 定年 花岗闪长岩 黑云母花岗岩 钨矿床 北祁连山

地处河西走廊南山的北祁连西段由于近几年找金钨铜矿的重大突破, 已成为国内外矿产资源与成矿地球动力学研究的热点。成矿作用是地球演化过程的一个组成部分, 只有从地球演化角度入手, 才能全面地认识成矿过程。然而, 由于该地区地势险峻、交通不便, 北祁连西段的基础地质研究程度颇低。在北祁连西段, 发育有 3 条花岗质岩带: 南部边缘的花岗闪长岩岩带, 北部边缘的黑云母花岗岩带和南部的碱性岩带(毛景文等, 1999a, 1999b, 2000)。这 3 条岩带在 1:20 万区域地质调查时被厘定为加里东期的产物, 但尚未确定具体时限和成岩环境。本文报道与塔儿沟大型钨矿床有关的野牛滩花岗质岩体的时代, 意在探讨其形成环境。

## 1 地质背景

野牛滩岩体位于北祁连西段的西南缘, 是南缘花岗闪长岩带中的代表性岩体。花岗闪长岩体出露面积大约 220 km<sup>2</sup>, 侵入于古元古代北大河群角闪岩相变质岩系和奥陶纪中基性火山岩系中。在岩体周围有 500 ~ 800 m 宽的热变质岩带。岩体为粗粒似斑状花岗闪长岩, 并为补体中细粒黑云母花岗岩墙和小岩株穿插和侵入, 前者主要由角闪石、辉石、斜长石、石英、钾长石和黑云母组成, 副矿物组合为榍石、磁铁矿、锆石、磷灰石和褐帘石。后者主要含斜长石、钾长石、石英和黑云母, 副矿物组合为锆石、钽石和磷灰石。花岗闪长岩的 SiO<sub>2</sub> 含量为 57% ~ 63%, Al 指数  $(Na + K)/Al$  为 0.43 ~ 0.58。黑云母花岗岩的 SiO<sub>2</sub> 含量为 65% ~ 66%, Al 指数变化为 0.43 ~ 0.58。岩石学和岩石化学参数都表明从花岗闪长岩到黑云母花岗岩不具有明显的分异演化关系(毛景文等, 2000)。

## 2 样品采集与实验方法

在野外采集新鲜样品, 经过仔细清洗后粉碎至 80 ~ 120 目, 然后按常规方法分选出锆石。

注: 本文为国家重大基础研究项目(编号 G1999043200)的部分研究成果。

本文 2000 年 4 月收到, 8 月改回, 刘淑春编辑。

对分选出的锆石首先进行形态学和成因矿物学鉴别。如图 1(a, b)所示, 花岗闪长岩中锆石单一, 为粗短柱状, 长 0.2~0.4 mm, 宽 0.05~0.15 mm, 长宽比为 2:1~3:1, 柱面  $\{110\}$ 、 $\{100\}$  和锥面  $\{111\}$  均发育, 在自然光下呈浅黄色, 金刚光泽, 透明, 偶见含包体。黑云母花岗岩中锆石有两种, 一种为自形晶的浅褐色, 弱金刚光泽, 比较透明; 另一种为无色, 晶形略有磨损。因此, 在测年时使用了前一种。这种锆石也为四方柱, 柱面  $\{110\}$ 、 $\{100\}$  和锥面  $\{111\}$  均发育(图 1 中 c, d), 长 0.3~0.6 mm, 宽 0.03~0.10 mm, 长宽比为 3:1~4:1。在选择锆石进行测年时, 尽量挑选无包体、透明度好的晶体。

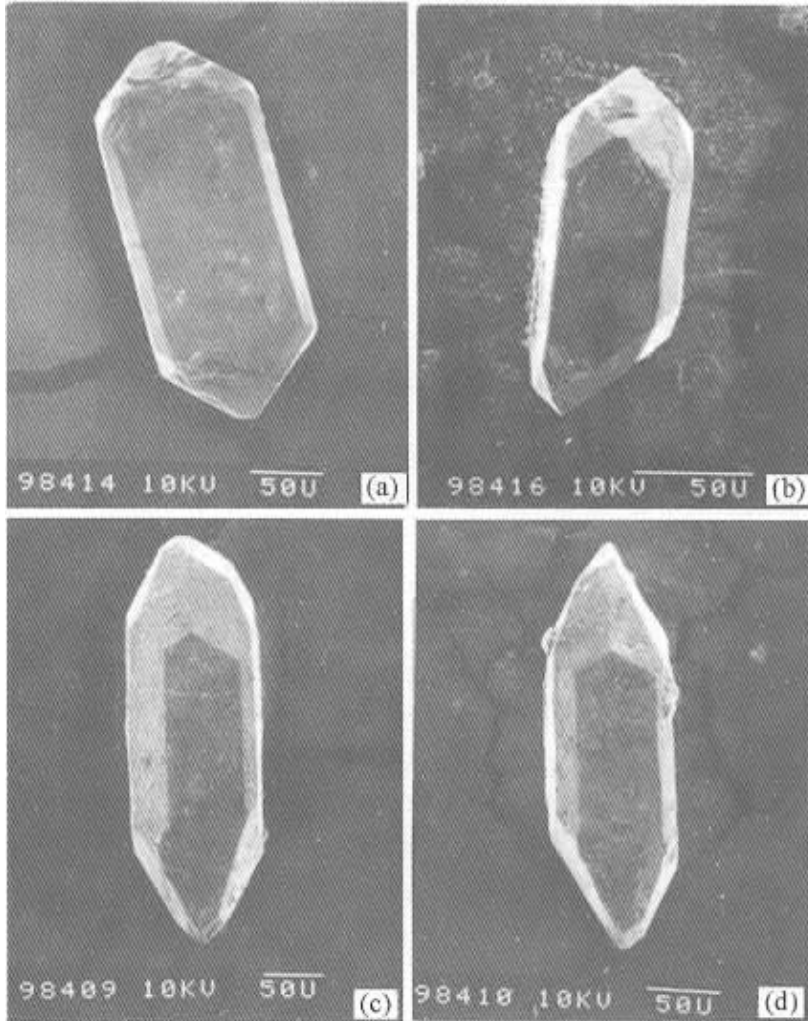


图 1 野牛滩岩体中花岗闪长岩(a, b)和黑云母花岗岩(c, d)的锆石形态

Fig. 1 Morphological feature of the zircons from the granodiorite (a, b) and the biotite granite (c, d)

锆石 U-Pb 定年用同位素稀释法进行。锆石溶解及 U、Pb 分离在 Krogh (1982) 的程序基础上做了相应的改进。整体样品制备和测试在中国地质调查局天津地质矿产研究所完成, 测试方法、流程和精确度已有李惠民等 (1998) 进行了报道。

### 3 测试结果

花岗闪长岩和黑云母花岗岩中的锆石 U-Pb 同位素年龄测试结果列于表 1。

表 1 野牛滩花岗闪长岩和黑云母花岗岩中的锆石 U-同位素年龄测试结果

Table 1 The U-Pb data of zircon from the granodiorite and biotite granite

点号	重量 ( $\mu\text{m}$ )	U ( $\mu\text{g}$ )	Pb ( $\mu\text{g}$ )	普通铅 含量 ( $\mu\text{m}$ )	同位素原子比率					表面年龄 (Ma)		
					$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$
花岗闪长岩(QH-7)												
1	20	564	45	0.061	866	0.1195	$0.07382 \pm 63$	$0.5720 \pm 70$	$0.05621 \pm 45$	459.1	459.3	460.5
2	20	374	42	0.210	185	0.2767	$0.07385 \pm 89$	$0.5724 \pm 110$	$0.05621 \pm 78$	459.3	459.6	460.8
3	20	536	42	0.052	971	0.0903	$0.07401 \pm 67$	$0.5746 \pm 74$	$0.05631 \pm 45$	460.3	461.0	464.7
4	15	472	34	0.018	1707	0.1071	$0.07036 \pm 103$	$0.5402 \pm 113$	$0.05568 \pm 76$	438.3	438.5	439.8
5	15	469	31	0.001	24651	0.0921	$0.06795 \pm 62$	$0.5199 \pm 67$	$0.05550 \pm 45$	423.8	425.1	432.3
黑云母花岗岩(YM-6)												
1	10	1933	211	0.130	1004	0.03207	$0.1088 \pm 4$	$0.9709 \pm 48$	$0.06470 \pm 17$	666	689	746
2	15	1005	56	0.085	604	0.01255	$0.05412 \pm 59$	$0.4449 \pm 61$	$0.05962 \pm 44$	340	374	590
3	10	440	30	0.090	169	0.07296	$0.05015 \pm 89$	$0.4073 \pm 106$	$0.05890 \pm 101$	315	347	563
4	10	2857	131	0.007	12046	0.01125	$0.04953 \pm 17$	$0.3977 \pm 18$	$0.05824 \pm 16$	312	340	539
5	20	1088	50	0.019	3359	0.05150	$0.04712 \pm 24$	$0.3746 \pm 25$	$0.05764 \pm 22$	297	323	516

在花岗闪长岩(QH-7)中选出 5 粒锆石进行测定,结果显示 5 个分析的三组表面年龄比较一致,位于一直曲线上或附近(图 2),但 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄有一定的变化范围,为 424 ~ 460 Ma,说明存在一定程度的放射性成因铅的丢失。前三粒的表面年龄变化范围小,为 459 ~ 460 Ma,加权平均值为  $460 \pm 3$  Ma。这一数据可以作为锆石的结晶近似年龄。后两粒锆石的透明程度稍差, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄为 423.8 ~ 438.3 Ma,数据明显偏低。可能是成岩期后受到地质事件扰动的结果。将 5 个测试点拟合成一条不一致线,得到上交点年龄 469Ma,但误差比较大(图 2)。这一结果在一定程度上佐证了 1 ~ 3 号数据的表面年龄  $459 \pm 2.5$  Ma 的可靠性。

黑云母花岗岩(YM-6)中的 5 粒锆石具有岩浆锆石的基本特点,但每粒锆石都获得了不一致年龄。5 组锆石的测定数据拟合成线形很好的不一致线(图 3),上交点年龄为  $795.4 \pm 7.5$  Ma,下交点年龄为  $183.1 \pm 3.8$  Ma。黑云母花岗岩中锆石组成比较复杂,可能是不同成因和时代锆石组成的混合体系。由于分析数据在不一致曲线图分布不均匀,除分析点 1 位于上交点附近外,其余分析点位于不一致曲线的下部,说明具有继承铅的数据模式。基于此,有理由将  $183.1 \pm 3.8$  Ma 解释为黑云母花岗岩的成岩年龄。这样的解释与野外观察到的地质关系一致,即黑云母花岗岩穿插花岗闪长岩及奥陶纪火山岩系。 $795.4 \pm 7.5$  Ma 可能反映其前寒武纪源区的时代。

### 4 讨论与结论

夏林圻等(1998)总结了近年来在北祁连东段和中段的地质演化研究结果,提出北祁连加里东造山带在新元古代开始在前寒武纪基底上发生裂谷拉开(679 ~ 574 Ma),至寒武纪末期到早奥陶世形成洋盆(522 ~ 495 Ma),洋盆宽约 1080 ~ 2142 km。继之,自南西向北东往华北大陆板块之下的俯冲作用贯穿整个奥陶纪的始终(469 ~ 445 Ma)。由于大洋板块的不断消减,导

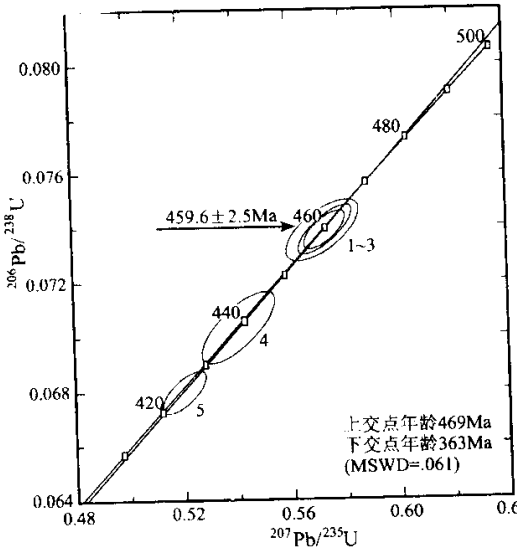


图 2 花岗闪长岩锆石 U-Pb 谐和年龄图  
 Fig.2 U-Pb concordia diagram of zircons from the granodiorite

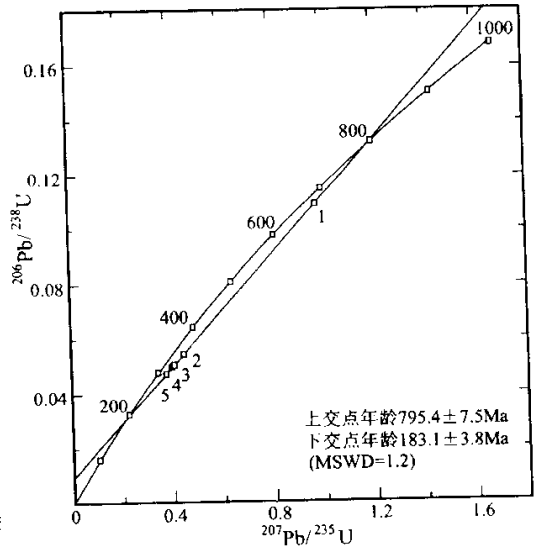


图 3 黑云母花岗岩锆石 U-Pb 谐和年龄图  
 Fig.3 U-Pb concordia diagram of zircons from the biotite granite

致洋盆闭和( 445 ~ 428 Ma )。

北祁连西段工作基础薄弱, 测年资料也很少。毛景文等( 1999a ,1999b , 2000 )提出西段三条花岗质岩带( 即: 南部边缘的花岗闪长岩带, 北部边缘的黑云母花岗岩带和南部的碱性岩带)可能形成于 3 种不同的地球动力学环境, 分别为板块俯冲期、碰撞期和造山后伸展时期的产物。并利用野牛滩花岗闪长岩的岩石化学初步推测其形成于板块俯冲及其向碰撞过渡阶段( 毛景文等 2000 )。野牛滩花岗闪长岩的锆石 U-Pb 年龄  $459.6 \pm 2.5$  Ma 进一步证明了在北祁连西段以野牛滩为代表的南缘花岗闪长岩带形成于板块俯冲晚期, 这一数据还得到与小柳沟花岗闪长岩有关的钨矿床中的辉钼矿 Re-Os 等时线年龄  $462 \pm 13$  Ma( 毛景文等 ,1999b )的佐证。张德全等( 1995 )利用全岩等时线方法测定北祁连中段与西段毗邻处的金佛寺黑云母花岗岩的形成年龄为 420 ~ 404 Ma ,说明北祁连西段北部边缘的花岗岩带形成于碰撞晚期。

最近几年, 在南祁连褶皱带已经发现了大量印支期和燕山早期的构造岩浆及其成矿事件, 甚至在新疆大部分地区也越来越多地发现燕山期岩浆活动。在北祁连造山带燕山期地质事件尚未见有报道, 是否有燕山期岩浆活动和成矿作用是当前关心的科学问题。本文黑云母花岗岩锆石 U-Pb 测年所得出的下交点年龄表明在北祁连地区有燕山早期酸性岩浆活动。这是一个重要的年代学信息, 也需要进一步工作的验证。

在北祁连西段已探明塔儿沟和小柳沟两处世界级钨矿床, 而且仍有很好的找矿前景。这些钨矿床与俯冲期的花岗闪长岩有着密切的成因关系, 是全球板块俯冲期形成钨矿床的典型区。

在野外工作期间得到左国朝高级工程师的指导, 在论文撰写过程中与李惠民研究员进行了多次讨论, 得益匪浅, 在此表示诚挚的谢意。

## 参 考 文 献

- 李惠民,李怀坤,陆松年等.1998.用矿脉中热液锆石的 U-Pb 定年确定东坪金矿的成矿时代.地球学报,19(增刊)57~60.
- 毛景文,张招崇,杨建民等.1999a.北祁连西段金属矿床时空分布规律与成矿环境.地质学报,73(1)73~82.
- 毛景文,杨建民,张招崇等.1999b.北祁连山小柳沟钨钼矿床 Re-Os 同位素测年及其意义.地质论评,45(4)412~417.
- 毛景文,杨建民,张作衡等.2000.甘肃省肃北县野牛滩花岗岩——一个含钨花岗岩特殊类型.岩石学、矿物学和地球化学证据.地质学报,74(2):142~155.
- 夏林圻,夏祖春,任有祥等.1998.祁连山及火山作用与成矿.北京:地质出版社.
- 张德全,孙桂英,徐洪林.1995.祁连山金佛寺岩体的岩石学和同位素年代学.地球学报(4)375~385.
- Krogh T.1982. Improved accuracy of U-Pb zircon ages by the creation of more concordant system using an air abrasion technique. Geochim. Cosmochim. Acta,46:637~649.

## U-Pb Zircon Dating of the Yeniutan Granitic Intrusion in the Western Part of the North Qilian Mountains

Mao Jingwen<sup>1)</sup> Zhang Zuoheng<sup>1)</sup> Jian Ping<sup>2)</sup> Wang Zhiliang<sup>1)</sup>  
Yang Jianmin<sup>1)</sup> Zhang Zhaochong<sup>2)</sup>

1) *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*

2) *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*

### Abstract

The Yeniutan granitic intrusion consisting of granodiorite and biotite granite in the western part of the North Qilian Mountains has been studied with the single zircon U-Pb method. The zircons from the Yeniutan granodiorite yield an average weighted  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  age of  $459.6 \pm 2.5$  Ma, suggesting that the magmatic rock intruded during the late stage of subduction of the plates. The U-Pb dating of the zircons from the biotite granite gives a lower intersection age of  $183.1 \pm 3.8$  Ma, which implies that the North Qilian region was probably superimposed by the Yanshanian event.

**Key words:** zircon; U-Pb dating; granodiorite; biotite granite; tungsten deposit; North Qilian Mountains

### 作 者 简 介

毛景文,男,1956年生。1982年和1988年于中国地质科学院获硕士和博士学位。现为中国地质科学院矿床地质研究所研究员,主要从事金属矿床和地球化学研究。通讯地址:100037,北京阜外百万庄路26号,中国地质科学院矿床地质研究所,E-mail:mjw@cags.cn.net。