

文章编号: 1009-6248(2005)03-0061-07

甘蒙北山地区小红山一带变质侵入岩体的时代厘定及其地质意义

孙新春¹, 张红军², 魏志军¹, 黄增保¹, 高柏年²

(1. 甘肃省地质调查院, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省地矿局第四地质矿产勘查院, 甘肃 酒泉 735000)

摘要: 在塔里木板块北缘甘蒙北山地区小红山一带赋存一套变质侵入岩体, 测定锆石 U-Pb 年龄值 $2\,656 \pm 146\text{ Ma}$, 时代厘定为新太古代晚期-早元古代早期, 岩浆成因类型属 ϵ 型, 物质来源于下地幔和地壳经局部熔融而成, 是吕梁期前造山基底发育阶段的产物。该套变质侵入岩体的时代厘定, 对于塔里木板块结晶基底的深入研究及甘蒙北山早期构造岩浆演化具有重要意义。

关键词: 甘蒙北山地区; 变质侵入岩体; 吕梁期; ϵ 型花岗岩

中图分类号: P534.53 **文献标识码:** A

甘蒙北山地区小红山一带开展 1:25 万红宝石幅区域地质调查工作时, 把一套岩性为灰黑色的黑云斜长片麻岩、黑云更长片麻岩、浅灰白色二云斜长片麻岩和含石榴石黑云更长片麻岩及原岩为 ϵ 型花岗岩的变质侵入岩体侵位时代厘定为吕梁期^[1,2]。前人将这套变质侵入岩体的侵位时代厘定为华力西中期^①。经本次对该变质侵入岩体的地质学、岩石学、地球化学及同位素等特征所作的研究, 表明其应为吕梁期前造山基底发育阶段的产物。

1 基本地质特征及岩石学特征

1.1 基本地质特征

分布于小红山及小红山西, 出露面积 145 km^2 , 构成了红石山蛇绿混杂岩带^[3]南侧边界(图1)。平面形态呈长条状或透镜状近东西向展布, 与北侧早石炭世扫子山组黑云绿泥片岩、绿泥片岩等呈韧性

断层相接触, 接触处可见不同岩石类型构造混杂在一起, 被南侧印支期红石山超单元侵入破坏。该套变质侵入岩体的岩性以黑云斜长片麻岩为主, 其余岩性均呈透镜状或条带状展布, 各岩性之间界线模糊呈渐变过渡接触, 其内亦见有大量石英片岩、石英岩、黑云石英片岩等捕虏体, 多呈长条状、不规则状及补丁状产出。见花岗岩脉、花岗伟晶岩脉、石英脉等不规则穿插。其变形变质较强, 除发育透入性的片麻理外, 其内还发育近东西向的叠加韧性变形组构及低绿片岩相区域动力退变作用, 形成强变形的无根流褶、“M”型褶皱(图2)、眼球状、条带状、细粒化 S-C 组构(图3)、“ δ ”型及“ σ ”型旋斑等韧性变形组构, 从 S-C 组构及碎斑岩系可以初步判断, 侵入体韧性变形属右行走滑斜冲式和走滑式。也见有退变作用形成的黑云母绿泥石化、绢云母化等现象。片麻理产状为 $0 \sim 30^\circ \sim 50^\circ \sim 72^\circ$ 。

收稿日期: 2005-04-04; 修回日期: 2005-06-14

基金项目: 中国地质调查局区域地质调查项目(200213000020) 甘肃 1:25 万红宝石幅

作者简介: 孙新春(1978-), 男, 汉族, 河南西平人, 学士学位, 助理工程师, 从事区域地质、矿产地质调查。

① 甘肃地质局第二区测队. 1:20 万明水幅区测报告. 1969.

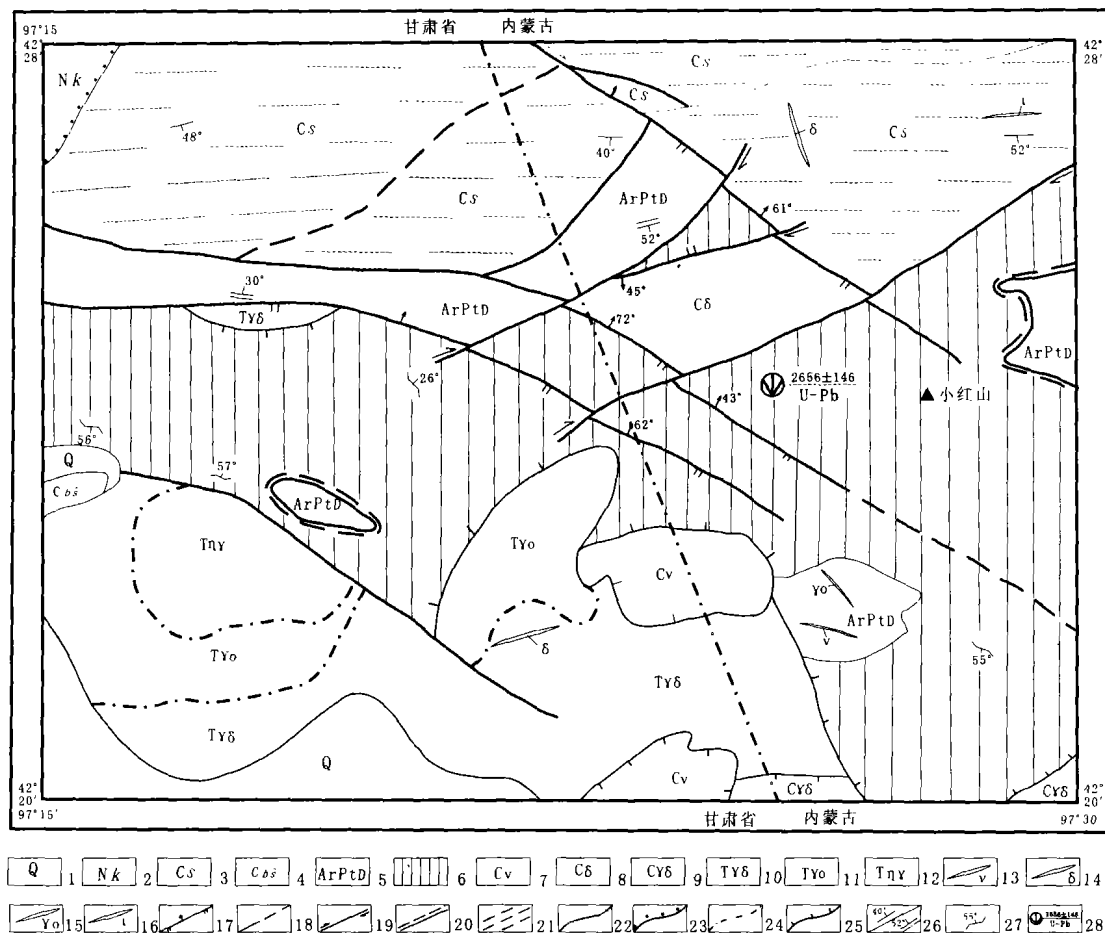


图 1 小红山一带地质略图

Fig. 1 Geological map of Xiaohongshan area

1. 第四系; 2. 新近纪苦泉组; 3. 石炭纪扫子山组; 4. 石炭纪白山组; 5. 敦煌岩群; 6. 吕梁期变质侵入体; 7. 石炭纪辉长岩; 8. 石炭纪闪长岩; 9. 石炭纪花岗闪长岩; 10. 三叠纪花岗闪长岩; 11. 三叠纪英云闪长岩; 12. 三叠纪钾长花岗岩; 13. 辉长岩脉; 14. 闪长岩脉; 15. 英云闪长岩脉; 16. 细晶岩脉; 17. 逆断层; 18. 性质不明断层; 19. 平移断层; 20. 韧性断层; 21. 糜棱岩化带; 22. 整合地质界线; 23. 不整合地质界线; 24. 脉动接触界线; 25. 超动接触界线; 26. 地层产状/片理产状; 27. 片麻理产状; 28. 同位素采集地点、年龄值方法

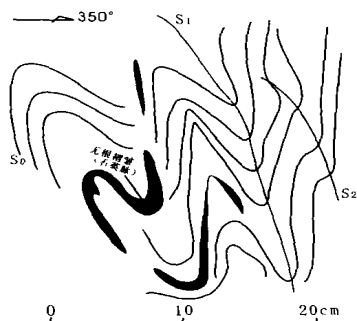


图 2 “M”型褶皱及石英脉形成的无根流褶素描

Fig. 2 Sketch of the moving fold for M-type fold and quartz vein

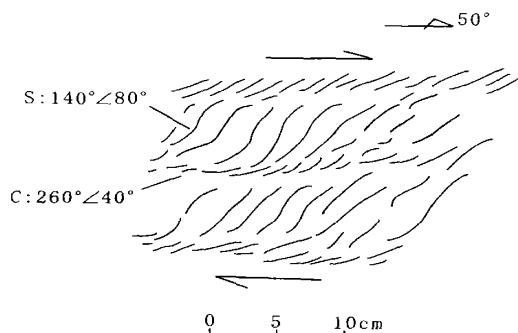


图 3 S-C 组构特征素描

Fig. 3 Sketch showing the feature of S-C formation and structure

1.2 岩石学特征

黑云斜长片麻岩：岩石具变斑状结构，基质具鳞片粒状花岗变晶结构，片麻状构造。岩石由变斑晶和基质两部分组成，变斑晶为斜长石、石英及少量钾长石。斜长石表面见弱绢云母化、弱粘土化和碳酸盐化。粒径在 2 mm×2.5 mm 以下，其内还见热液作用析出少量的白云母。基质由斜长石、钾长石、石英、黑云母及白云母等组成，黑云母分布具明显的定向性；正长石内见较多的石英蠕虫生成的典型蠕虫结构，基质重结晶作用明显。原矿物结晶顺序为：变斑晶斜长石（10%）→钾长石（3%）→石英（8%）→基质黑云母（8%）→斜长石（29%）→钾长石（20%）→白云母（2%）→石英（20%）。

二云斜长片麻岩：具中细粒鳞片状变晶结构，片麻状构造，岩石矿物组成为，斜长石（中长石稍多，更长石少），晶体趋于等轴状，粒径 0.1~1.6 mm，具聚片双晶， $An=36$ ，边缘被白云母或石英、钠长石交代，石英（30%），他形粒状，聚集呈团块状分布；黑云母（15%），暗绿—淡黄绿多色性，相对白云母（≤12%）聚集分布于粒状矿物间，断续定向展布。另见有碳酸盐矿物（3%）和少量磁铁矿。

2 地球化学特征

2.1 岩石化学特征

SiO₂ 含量变化范围 68.64%~73.47%，标准矿物中各样品均见有石英分子，属酸性岩类，Al₂O₃ 含量较低，介于 12.84%~13.79%，K₂O+Na₂O 变化较大，介于 3.94%~7.87%（表 1）。

岩石特征参数：里特曼指数 δ 为 0.61~2.03；ANCK 值介于 1.57~1.60，属过铝质中酸性岩；KNC 值介于 0.93~10.78，属钙-钙碱性系列岩石。

岩体中角闪质包体，具片理化特征，与寄主岩界线模糊，具低硅（SiO₂=50.45%），富铁镁（TFeO=13.26%，MgO=7.3%），K₂O 含量较低的特征（0.19%），其余元素与寄主岩基本相当。

2.2 稀土元素特征

稀土总量 ΣREE 为 90.24×10⁻⁶~230.7×10⁻⁶（表 2），角闪质包体为 65.5×10⁻⁶，LREE/HREE 为 2.89~3.33，(La/Yb)_N=7.98~8.75，包体为 0.36~0.37，寄主岩为轻稀土富集型，而包体则属轻稀土亏损型。稀土配分曲线（图 4）上，寄主

表 1 岩石化学特征表 (wB%)
Tab.1 Chemical characteristics of rock (wB%)

样品号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	total
YQ616-1	68.6	0.37	12.8	1.19	3.57	0.06	2.32	4.22	2.2	1.74	0.13	1.38	0.13	98.8
YQ621-1	73.5	0.11	13.8	0.7	0.73	0.02	1	0.73	3.82	4.05	0.08	1.02	0.06	99.6
YQ622-1	50.5	0.69	13.3	10.2	3.04	0.21	7.3	10.82	1.9	0.12	0.15	0.81	0.04	99.1

表 2 稀土元素特征表 (×10⁻⁶)
Tab.2 Features of REE (×10⁻⁶)

样品号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
XT616-1	45.7	76.8	9.2	36.8	7.75	1.15	6.18	1.11	7.04	1.23	3.75	0.58	3.52	0.49	29.4
XT621-1	18	30.5	2.53	12.9	2.55	0.54	2.52	0.44	2.87	0.6	1.59	0.25	1.52	0.23	13.2
XT622-1	2.2	5.11	1.04	5.66	2.45	0.93	3.77	0.77	6.51	1.32	4.16	0.64	3.97	0.57	26.4

岩稀土配分曲线右倾，轻稀土富集，且分馏明显，重稀土分馏不明显，δEu=0.49~0.64，具负铕异常，具有过渡性地壳同熔型花岗岩稀土配分型式特点^[4]；而包体稀土配分曲线右倾，轻重稀土配分不明显，δEu=0.93，无铕异常，与 N-MORB 稀土配分曲线相似，而与寄主岩呈明显互补关系。

2.3 微量元素特征

微量元素洋脊花岗岩标准化图式（图 5）中，可见寄主岩表现为低场强元素 Rb、Ba、Th、Sm（轻微）较富集（表 3），高场强元素 Nb、Ta、Zr、Hf 及重稀土元素亏损，显示负异常，与造山带火山弧钙碱性火山岩蛛网图式相似（Pearce, 1982）。而包体呈大隆起状，主要表现为大离子亲石元素 Rb、Ba、Hf 等元素较富集，其余元素近于平坦，不见 Ta、

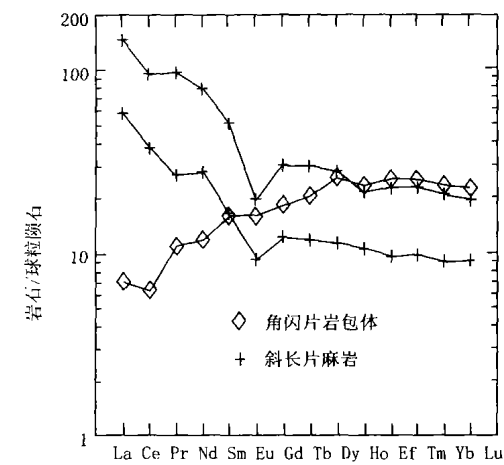


图 4 稀土配分曲线图

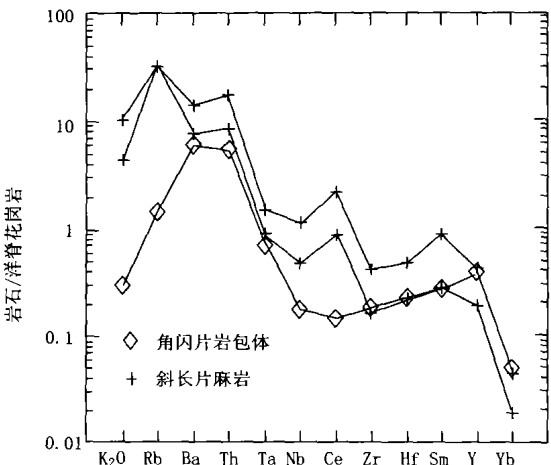


图 5 微量元素蛛网图

Fig. 4 Chondrite-normalized patterns of REE

Fig. 5 Trace elements spidergram

表 3 微量元素特征表 ($\times 10^{-6}$)

Tab. 3 Features of trace elements ($\times 10^{-6}$)

样品号	F	Cr	Li	Rb	Cs	Sr	Ba	Sc	Nb	Ta	Zr	Hf	Th	Ti	P	K	Y
WL616- 1	733	45. 7	21	125	6. 4	219	685	10. 7	11. 3	1. 07	140	4. 29	14. 1	3 210	463	20 700	29. 4
WL621- 1	340	< 1	23	130	5. 25	133	385	2. 6	4. 74	0. 62	56. 8	1. 94	6. 62	1 000	208	28 400	13. 2
WL622- 1	365	83. 9	17	5. 8	2. 3	60. 8	292	47. 4	1. 78	0. 5	63. 3	2. 01	4. 27	6 890	445	1 000	26. 4

3 时代厘定及成因探讨

Nb、Zr、Hf 等元素的负异常，与洋脊花岗岩配分型式较为相似。

从以上几方面分析，寄主岩的形成时间早于角闪岩包体。

3. 1 时代厘定

该变质侵入岩体是从 1 20 万红石山幅区域地质调查报告划分的部分白山组及华力西期变质侵入岩中解体出来的。在该变质侵入岩体（黑云斜长片麻岩）中采用锆石 U-Pb 法进行了同位素年龄测定，其结果见图 6 和表 4。

样品所选 6 个单颗粒锆石样点集中于谐和图下交点附近，上交点年龄值为 $2\,656 \pm 146$ Ma，下交点年龄值为 374 ± 23 Ma。其中，上交点年龄值代表变质侵入岩体的形成年龄，属新太古代晚期，而 374 ± 23 Ma 年龄值则是后期变质变形的叠加。接触关系方面，南侧被晚古生代、中生代中酸性侵入岩侵入，北侧以断层与红石山蛇绿混杂岩带相接触。总体以

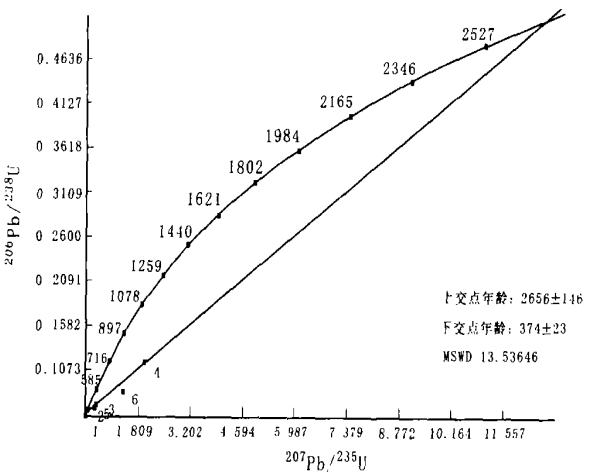


图 6 变质侵入岩锆石 U-Pb 同位素年龄测定结果谐和图

Fig. 6 Map showing the results of the zircon U-Pb isotopic age of metamorphic intrusive rock

变质变形强烈为特征。结合同位素年龄、变形变质及空间群居关系等资料分析，时代应为新太古代—

表 4 锆石 U-Pb 法同位素年龄测定结果
Tab. 4 Zircon U-Pb isotopic analysis results

样品信息		浓度		样品中普通铅含量 (μg)	同位素原子比率及误差 (2σ)				表面年龄及误差 (Ma)		
点号	重量 (μg)	U ($\times 10^{-6}$)	Pb ($\times 10^{-6}$)		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$
1	10	168.1	24.3	1.459	57.2	0.056 02 0.000 59	0.419 43 0.037 81	0.054 29 0.004 92	351 3.7	355 32	383 34.8
2	10	490.2	41.5	1.228	167.4	0.061 99 0.000 23	0.463 76 0.022 05	0.054 25 0.002 58	387 1.4	386 18.3	381 18.1
3	10	99.9	19.4	1.175	53.9	0.069 92 0.001 28	0.688 05 0.132 25	0.071 36 0.013 78	435 7.9	531 102.1	967 186.8
4	10	223.5	43.8	1.567	116.4	0.115 67 0.000 50	1.967 2 0.030 25	0.123 33 0.001 98	705 3	1 104 17.1	2 004 32.3
5	10	291	48	2.689	61.3	0.066 26 0.000 63	0.644 79 0.042 82	0.070 56 0.004 73	413 3.9	505 33.5	944 63.3
6	10	312.7	48.5	1.748	108.4	0.084 09 0.002 36	1.408 1 0.289 14	0.121 43 0.025 17	520 14.6	892 183.2	1977 409.8

谐和线年龄: 2 656 Ma 上交点年龄: 2 656 $\pm$ 146 Ma 下交点年龄: 374 $\pm$ 23Ma MSWD: 13.536 46

注：样品测试单位为宜昌地质矿产研究所中南试验检测中心；质量保证人：王迪民。

古元古代,属吕梁期前造山基底发育阶段的产物。区域上古元古代末-中元古代和晚元古代变质侵入岩零星分布在白头山北、勒巴泉南、龙蛇头、马鬃山主峰南坡、乌兰枣北、黑弧山、半滩北山等地。以分布零星而广泛、变形变质强烈、含大量表壳岩、构造混杂强烈、与地层边界模糊为特点^[5]。但本文研究的变质年龄较老的侵入岩体在该带还是首次提出。

3.2 成因探讨

在 ACF 成因判别图解 (图 7) 中,两个样落入

S 型区和与 型区分界线,显示了壳-幔相互作用^[6]的特征。在岩石化学中,里特曼指数为 0.61 ~ 2.03, ANCK 值为 1.57 ~ 1.60, 标准矿物中出现刚玉分子,属过铝质钙碱性岩石。Na₂O 小于 K₂O, 岩石相对富钾质,显示壳源特征,综合分析认为成因类型属 型,物质来源于下地幔和地壳经局部熔融而成^[7]。在 R₁-R₂ 构造判别图解 (图 8) 中,落入同碰撞花岗岩区,而在 Rb-(Yb+ Nb) 图解 (图 9) 及 Nb-Y 图解 (图 10) 中落入火山弧花岗岩与同碰撞

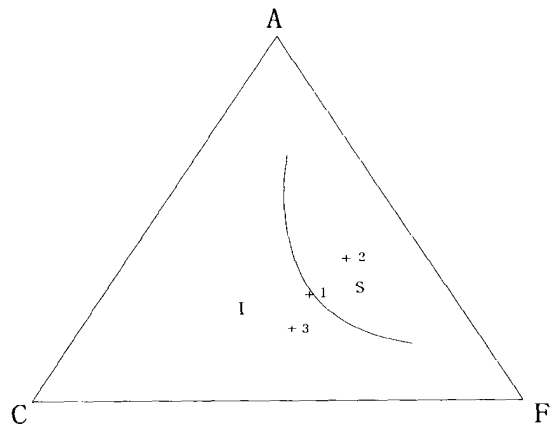


图 7 ACF 图解
Fig. 7 Diagram of ACF

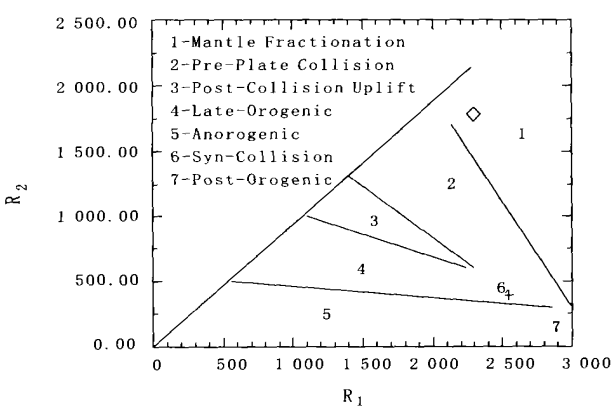


图 8 R₁-R₂ 构造环境判别图
Fig. 8 R₁-R₂ Diagram of the tectonic environment

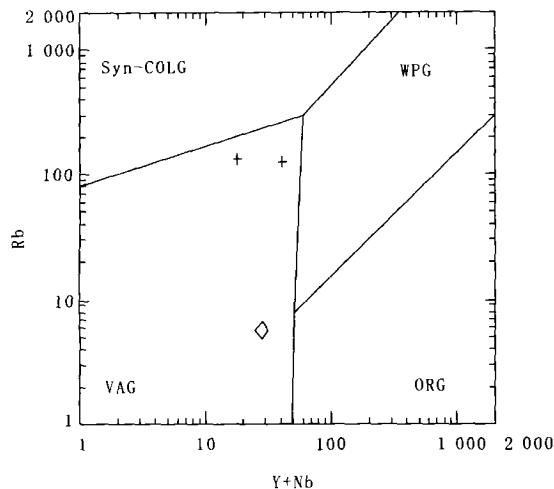


图 9 Rb-(Nb+Y)图解

Fig.9 Diagram of Rb-(Nb+Y)

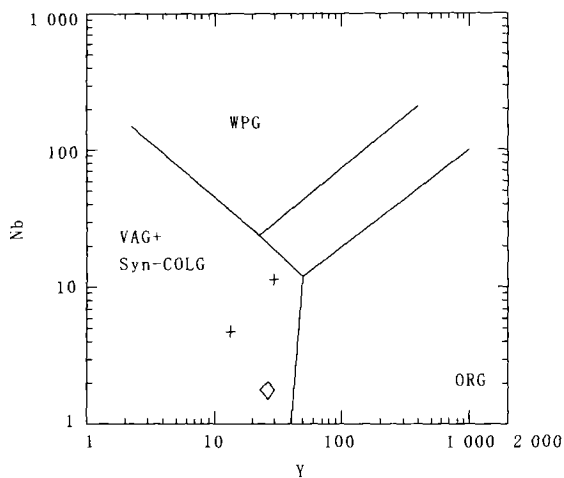


图 10 Nb-Y 图解

Fig. 10 Diagram of Nb-Y

花岗岩界线附近, 结合稀土配分曲线与火山弧花岗岩较相似, 综合分析认为属火山弧花岗岩, 说明地处塔里木板块北缘的北山地区古元古代—中元古代早期也存在板块俯冲碰撞作用, 为该区早期构造演化提供新的地质资料。

4 结论

综上所述, 塔里木板块东北缘甘蒙北山地区小红山一带存在新太古代—早元古代变质侵入岩体, 变质侵入岩体为 型花岗岩类, 并且具有过铝质钙碱性系列的特征, 在花岗岩主元素 R_1-R_2 构造判别图解中也主要显示出同碰撞花岗岩^[8]的性质, 表明是吕梁期前造山基底发育阶段的产物。该套变质侵入岩体的时代厘定, 对于塔里木板块结晶基底的深入研究及甘蒙北山早期构造岩浆演化具有重要意义。

致谢: 成文过程中项目 组成员给与大力支持, 并得到西 北大学梁积伟博士的亲切指导, 在此深表感谢!

参考文献:

- [1] 江思宏, 聂凤军, 陈文, 等. 北山明水地区花岗岩的时代确定及其地质意义 [J]. 岩石矿物学杂志, 2003, 22 (2): 107-111.
- [2] 谈生祥, 拜永山, 常革红, 等. 祁漫塔格地区晋宁期变质侵入岩 (体) 的发现及其地质意义 [J]. 西北地质, 2004, 37 (1): 69-73.
- [3] 魏志军, 黄增保, 金霞, 等. 甘肃红石山地区蛇绿混杂岩地质特征 [J]. 西北地质, 2004, 37 (2): 13-17.
- [4] 徐克勤等. 华南花岗岩成因与成矿. 见: 花岗岩地质和成矿关系国际学术会议论文集 [M]. 南京: 江苏科学出版社, 1982.
- [5] 龚全胜, 梁明宏, 刘明强, 等. 甘肃 1: 25 万马鬃山幅区域地质调查报告 [M]. 兰州: 甘肃省地质调查院, 2001.
- [6] 肖庆辉, 邓晋福, 马大钊, 等. 花岗岩研究思维与方法 [M]. 北京: 地质出版社, 2002.
- [7] 高秉璋, 洪大卫等. 花岗岩类区 1: 5 万区域地质填图方法指南 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993.
- [8] B. 巴巴林. 花岗岩类岩石类型、成因及其地球动力环境之间关系的评述 [J]. 国外地质科技, 1999, (2): 42-55.

Time of definition and geological meaning for metamorphic intrusive rock body in Xiaohongshan region, Beishan area of Gansu and Inner Mongolia

SUN Xin-chun¹, ZHANG Hong-jun², WEI Zhi-jun¹,
HUANG Zeng-bao¹, GAO Bai-nian²

(1. *Gansu Institute of Geological Survey, Lanzhou 730000, Gansu, China;*

2. *No. 4 Geology and Mineral Exploration Team, Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Jiuquan 735000, China*)

Abstract: The metamorphic intrusive rock body have first been discovered in Xiaohongshan of Beishan region of Gansu and Inner Mongolia, the north margin of Tarim paleoplate. With the zircon U-Pb age 2656 ± 146 Ma, its geologic age should be the end of Late Archean-Early Proterozoic. Magmatic genesis belong to γ -type which formed from the mantle and the crust by fusioning partly in Lüliang Period when the pre-orogenic basements were developing. There is an important significance that the metamorphic intrusive rock body was discovered, with which to study on the crystalline basements of Tarim paleolate and the early evolution for magma and structure in the region of Beishan of Gansu and Inner Mongolia.

Key words: region of Beishan of Gansu and Inner Mongolia; metamorphic intrusive rock body; Lüliang Period; γ -type granite