

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

## 龙首山岩群成岩时代探讨

修群业<sup>1)</sup> 于海峰<sup>2)</sup> 李 铨<sup>2)</sup> 左国朝<sup>3)</sup> 李进文<sup>1)</sup> 操成杰<sup>4)</sup>

1) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京, 100037; 2) 中国地质调查局天津地质矿产研究所, 300170

3) 甘肃省地质调查院, 兰州, 730000; 4) 中国地质科学院地质力学研究所, 北京, 100081

**内容提要** 文中利用颗粒锆石 U-Pb 法获得了龙首山岩群奥长花岗岩  $2015 \pm 16$  Ma 的上交点年龄和  $452 \pm 16$  Ma 下交点年龄, 上交点代表成岩的时代, 下交点揭示的为广泛发育的加里东期同碰撞热构造事件; 结合 Sm-Nd、Rb-Sr 法的年龄数据和区域地质对比, 认为龙首山岩群成岩时代属古元古代, 它反映的是华北陆台除 2500 Ma 和 1800 Ma 之外, 又一重要构造-热事件。

**关键词** 甘肃省 龙首山岩群 成岩时代 颗粒锆石 U-Pb 年龄

根据中国地层典古元古界(1996), 龙首山岩群是由甘肃省地质局区测队于1960年命名(据杨雨, 1997)的原龙首山群演变而来。它指位于华北地块西缘同塔里木地块的交汇部位、在北纬 $38^{\circ} \sim 39^{\circ} 20'$ , 东经 $100^{\circ} 40' \sim 103^{\circ}$ 范围内、呈北西—南东向狭长带状展布于龙首山地区的一套前寒武纪岩系(图1)。该区前寒武纪地质单元的划分及时代归属问题对认识整个华北陆台的地壳演化影响较大, 引起了诸多地质学家的关注(任纪舜等, 1980; 董申保等, 1986; 白瑾等, 1996; 汤中立等, 1999, 2001; 翟明国等, 2000, 2001)。以往的工作限于当时的条件及研究程度, 主要利用区域地质对比和部分 Sm-Nd、Rb-Sr 和 K-Ar 法获得的同位素年龄, 把龙首山岩群曾归为前长城、前震旦和前中元古代等。甘肃地质矿产局(1989)将原先的麒麟沟组、白家嘴组、东大山组和塌马沟组取消, 把龙首山岩群笼统地归属前长城纪, 并分为 A、B、C、D 4 个组, 岩性主要为一套条带状、眼球状混合岩夹斜长角闪岩、花岗质片麻岩、黑云斜长片麻岩等, 少量大理岩、石英岩、片岩、变粒岩类包体(透镜体), 上部有变质流纹英安岩及结晶灰岩。其原岩底部为中基性火山岩、海相陆源碎屑岩-富镁碳酸盐岩建造, 中部为海相碳酸盐岩-类复理石建造, 上部则属海相火山沉积岩-陆源碎屑岩建造。龙首山岩群与下伏岩石单元的接触关系不清, 上部与蓟县纪墩子

沟群呈不整合接触。对龙首山岩群时代划分存在分歧的根本原因是缺少精确的定年资料。近年来, 作者等在对龙首山岩群分布区广泛踏勘的基础上, 选取原划归龙首山群的花岗质片麻岩、斜长角闪岩和奥长花岗岩 3 种典型岩石进行颗粒锆石测年, 获得了 3 组较精确的锆石 U-Pb 同位素年龄, 为龙首山岩群的时代归属提供了可靠依据。

### 1 已有同位素年龄简评

到目前为止, 本文共收集到龙首山岩群的同位素年龄 18 个(见表 1), 除 2 个为颗粒锆石 U-Pb 法获得外, 其余绝大多数由 Sm-Nd 法和 Rb-Sr 法获得。

从已有的同位素年龄可知, 除了 2 个颗粒锆石 U-Pb 年龄给出了原始分析数据、测试误差和明确的采样位置外, 其余样品大多没有给出原始分析数据或野外采样地点、或者测试误差, 部分样品没有说明详细测试对象(全岩或单矿物), 这样既不利于对数据的可靠性进行判断, 也不利于科技交流。不仅如此, 单就测年所用的方法仍存在许多可商榷之处。对于缺乏古生物的前寒武纪岩石来说, 其时代的划分, 除区域地质对比外, 目前主要是依据精确的同位素年龄。但在具体工作时, 又面临着测试方法、采样对象和测试实验室的选择。

注: 本文为国土资源部国际合作与科技司项目(编号 95-02-008)及科技部 973 项目(编号 2002CB4126007)联合资助的成果。

收稿日期: 2003-12-10; 改回日期: 2004-01-24; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 修群业, 男, 1961 年出生, 1986 年毕业于武汉地质学院矿产系。副研究员, 在读博士, 从事前寒武纪地质及矿山环境研究工作。通讯

地址: 100037, 中国地质科学院矿产资源研究所; 电话: 010-68999655; Email: xiuqy@cags.net.cn, qyxiu@public.tpt.tj.cn。

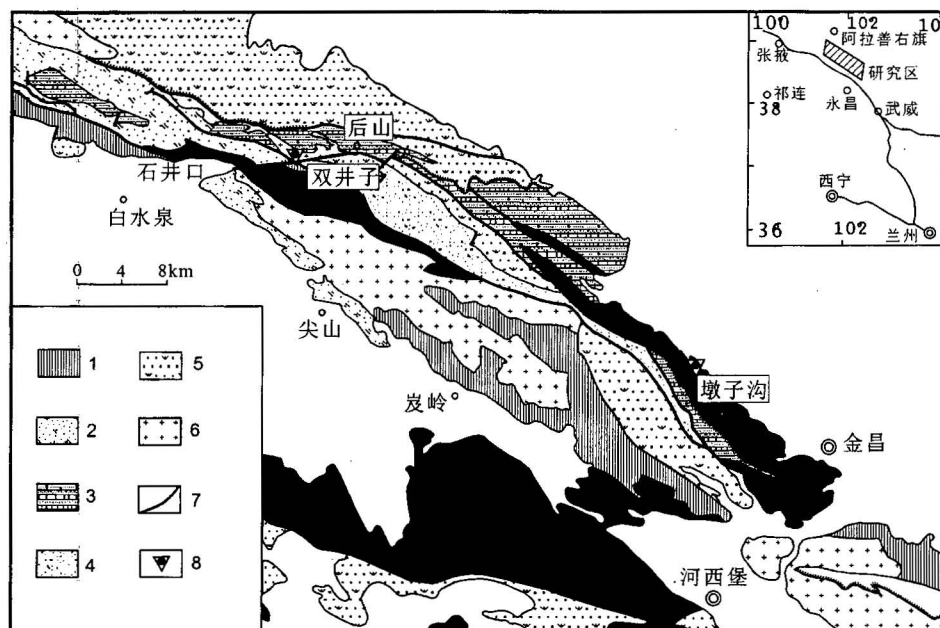


图 1 龙首山地质略图及样品的采样位置(据甘肃地质矿产局资料改编,1989)

Fig. 1 Geological sketch map showing the sites of zircon samples from Longshoushan Group  
(modified from Bureau of Geology and Mineral Resources of Gansu Province, 1989)

1—龙首山岩群,主要岩性有:花岗质片麻岩(混合岩)、二云片麻岩、斜长角闪岩、黑云片岩、角闪片岩、黑云斜长变粒岩、石英岩、二云片岩、黑云片麻岩、绿泥绢云片岩互层夹石墨大理岩;2—长城系变质砾岩,长石石英砂岩,浅粒岩、变粒岩及绿泥片岩、含石榴子石千枚岩;3—墩子沟群白云岩,白云质大理岩,含炭硅质板岩,石英岩夹含砂质的白云岩,局部有变火山岩;4—含类冰碛岩的震旦系;5—古—中生界;6—花岗岩(未分);7—断层、不整合;8—同位素测年采样点

1—Main rocks of Longshoushan Group: granitic gneiss (migmatite), muscovite-biotite gneiss, amphibolite, biotite schist, hornblende schist, biotite plagioclase granulite, quartzite, muscovite-biotite schist, biotite gneiss, chlorite sericite schist and graphite marble; 2—Changcheng System: metaconglomerate, arkosic sandstone, leucoplectynite, granulite, chlorite schist and garnet phyllite; 3—Dunzigou Group: dolomitite, dolomitic marble, carbonaceous silico-slate, quartzite, sandy dolomitite and local metavolcanics; 4—Sinian System including tillite; 5—Palaeozoic-Mesozoic; 6—granitic rocks; 7—fault and unconformity; 8—location of isotopic samples

表 1 龙首山岩群已有的同位素年龄

Table 1 Isotopic ages obtained from Longshoushan Group

| 序号 | 测年方法      | 采样点及岩石类型           | 年龄(Ma)  | 资料来源         |
|----|-----------|--------------------|---------|--------------|
| 1  | Sm-Nd 模式  | 斜长角闪岩              | 2695    | 金文山等,1996    |
| 2  | Sm-Nd 模式  | 斜长角闪岩              | 3056    | 金文山等,1996    |
| 3  | Sm-Nd 模式  | 层状斜长角闪岩            | 3182    | 汤中立等,1999    |
| 4  | Sm-Nd 模式  | 变辉绿岩脉              | 2486±16 | 汤中立等,2000    |
| 5  | Sm-Nd 模式  | 混合岩脉               | 2667    | 汤中立等,2000    |
| 6  | Sm-Nd 模式  | B 岩组、岩性不详          | 2721±40 | 汤中立等,2000    |
| 7  | Sm-Nd 等时线 | 基性岩体               | 1508±31 | 汤中立等,2000    |
| 8  | Sm-Nd 模式  | 东大山条带状铁建造          | 3100    | 汤中立等,2001    |
| 9  | Nd 模式     | 金昌墩子沟白云母石英片岩       | 2440    | 万渝生等,2003a   |
| 10 | Nd 模式     | 金昌墩子沟白云母石英片岩       | 2680    | 万渝生等,2003a   |
| 11 | Nd 模式     | 永昌红寺湖石榴云母石英片岩      | 2500    | 万渝生等,2003a   |
| 12 | Rb-Sr 全岩  | 眼球状混合岩             | 2065    | 金文山等,1996    |
| 13 | Rb-Sr 全岩  | 斜长花岗伟晶岩            | 2331    | 金文山等,1996    |
| 14 | Rb-Sr 全岩  | 角闪黑云斜长片麻岩          | 1949    | 甘肃地质矿产局,1989 |
| 15 | Rb-Sr 全岩  | 侵入该岩群内的斜长花岗岩       | 2147±74 | 甘肃地质矿产局,1989 |
| 16 | K-Ar 法    | C、D 岩组的黑云母(岩性不详)   | 1600    | 杨雨,1997      |
| 17 | 颗粒锆石 U-Pb | 金昌墩子沟斜长角闪岩 I97117  | 2034±16 | 陆松年,2002     |
| 18 | 颗粒锆石 U-Pb | 金昌墩子沟花岗质片麻岩 I97116 | 1914±9  | 修群业等,2002    |

## 2 新获颗粒锆石 U-Pb 年龄样品特征及测试结果

### 2.1 样品的地质特征

新测样品 D10 采于东经  $101^{\circ}36.421'$ 、北纬  $38^{\circ}43.728'$ 、双井北约 3 km 处,岩石为具片麻理、有变形的浅灰色奥长花岗岩(图2),片麻理产状  $35^{\circ}/78^{\circ}$ ,长石和石英矿物集合体具定向排列。此类岩石呈大的构造透镜体产于大理岩、斜长角闪岩和红色钾质花岗岩中,与上覆的长城纪岩系呈断层接触,断层面总体产状为  $180^{\circ}/30^{\circ}$ ,与周围的其他岩石也为断层接触关系,按岩性特点属原划为龙首山群的白家嘴组,它与真正的龙首山岩群表壳岩应为侵入关系,但现今在地表呈构造接触(图3),严格地讲它不应划归龙首山岩群。

### 2.2 样品的处理及测试方法简述

按颗粒锆石定年取样方法的要求(修群业等, 2001),将采集新鲜、无蚀变的 3kg 样品,室内按人工重砂分离方法,经重力和磁力分选出锆石后,再在显微镜下仔细挑选出干净、透明、无裂纹、无包体、较自形锆石进行测定。D10 号样品所测 6 个点的锆石全部在双目镜下鉴定过,均无老核,说明其成因单一。锆石的清洗、溶解、制样全部在超净化实验室中进行。

锆石的溶解及铀-铅的分离已在 Krogh(1973)程序的基础上做了相应地改进(陆松年等,1991)。锆石颗粒在氟塑料小容器内用氢氟酸溶解后,再加入适量的  $^{205}\text{Pb}$ - $^{235}\text{U}$  混合稀释剂,并将铀和铅用硅胶和磷酸混合溶液装在同一条铈带灯丝上,然后在 VG354 质谱仪上进行测试,所有铀和铅的同位素数据均进行质量歧视效应校正。测定中用于锆石化学处理的全流程的空白平均值:铅为 20~50pg,铀为 2pg。

### 2.3 测试结果及解释

D10 样品所测 6 粒锆石的特征为:①棕黄色半透明短柱状自形晶体,②黄色透明细长柱状自形晶体,③浅黄色透明有溶蚀的柱状自形晶体,④带玫瑰色调淡黄色略具磨圆的晶体,⑤玫瑰色调椭圆状透明半自形晶,⑥浅玫瑰色柱状透明半自形晶体。从锆石的晶体形态和镜下的特点看,它们不是捕获锆石、碎屑锆石或变质锆石,而是岩浆结晶锆石。6 个锆石晶体的原始分析结果见表 2,组成的谐和线如图 4 所示,6 个点多分布在不一致线中偏上部,不在谐和线上,说明它们都有不同程度的 Pb 丢失,但线性程度好,上交点年龄  $2015 \pm 16 \text{ Ma}$  代表了奥长花岗岩的成岩年龄,下交点年龄  $452 \pm 16 \text{ Ma}$  揭示的应是广泛发育的加里东期同碰撞构造-热事件(修群业, 1999)。



图 2 D10 号样品露头照片

Fig. 2 Photograph showing the outcrop of sample D10



图 3 奥长花岗岩与龙首山岩群碳酸盐岩的接触关系

Fig. 3 Photograph showing structural adjacency between the trondjemite and the carbonates (middle upside) of Longshoushan Group

表 2 龙首山区奥长花岗岩中锆石 U-Pb 同位素测年结果

Table 2 Single zircon U-Pb isotopic analysis results of the trondhjemite from Longshoushan area

| 样品情况 |            | 浓度 (μg/g) |    | 样品中<br>普通铅<br>含量 (ng) | 同位素原子比率                                   |                                           |                                          |                                          |                                           | 表面年龄 (Ma)                                |                                          |                                           |
|------|------------|-----------|----|-----------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 点号   | 重量<br>(μg) | U         | Pb |                       | $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$ | $\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$ | $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$ | $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$ | $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$ | $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$ | $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$ | $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$ |
| 1    | 15         | 530       | 94 | 0.150                 | 523                                       | 0.05798                                   | 0.1587(13)                               | 2.24(2)                                  | 0.1021(4)                                 | 950                                      | 1192                                     | 1663                                      |
| 2    | 10         | 268       | 48 | 0.052                 | 510                                       | 0.04364                                   | 0.1630(27)                               | 2.30(4)                                  | 0.1025(8)                                 | 973                                      | 1213                                     | 1669                                      |
| 3    | 10         | 229       | 57 | 0.025                 | 1296                                      | 0.04627                                   | 0.2365(32)                               | 3.73(6)                                  | 0.1145(6)                                 | 1368                                     | 1579                                     | 1873                                      |
| 4    | 10         | 82        | 23 | 0.020                 | 620                                       | 0.08542                                   | 0.2519(61)                               | 4.07(11)                                 | 0.1172(11)                                | 1449                                     | 1649                                     | 1914                                      |
| 5    | 8          | 21        | 12 | 0.045                 | 74                                        | 0.09641                                   | 0.2707(21)                               | 4.37(39)                                 | 0.1170(42)                                | 1544                                     | 1706                                     | 1910                                      |
| 6    | 15         | 27        | 10 | 0.030                 | 230                                       | 0.05646                                   | 0.2750(118)                              | 4.48(21)                                 | 0.1183(20)                                | 1566                                     | 1728                                     | 1930                                      |

注:  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  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, 括号内的数字为  $2\sigma$  误差, 如 0.1587 (13) 表示  $0.1587 \pm 0.0013 (2\sigma)$ 。

3 龙首山岩群的时代及地质意义初探

前已述及,龙首山岩群曾经被划归太古宇(宫保军,1986),后来甘肃地质矿产局(1989)利用 Rb-Sr 全岩等时线法在角闪黑云斜长片麻岩中获得的变质年龄值 1949 Ma,以及斜长花岗岩侵入的同位素年龄 2147 Ma,把该群笼统地称为前长城系,但都没有明确的结论和可靠的年龄作为支撑。

在区域上,龙首山岩群呈 NNW-SEE 向的断片分布,与其相邻的岩石单元绝大多数为断层接触关

系,岩群本身内部的新老层序已难以恢复,不能按传统的史密斯法来处理,而应依变质岩地区的大套岩石组合来对待。目前看来,原龙首山群的岩性应以 TTG(未见确切的英云闪长岩)岩套和类似孔兹岩系为主,另在东大山一带局部有条带状铁建造(BIF)出露,变质程度下部为低角闪岩相、中上部为绿片岩相。它与相邻的北大山群在原岩建造、变质程度和构造方位上均具较大的相似性,为夹持于塔里木和天山—北山—祁连之间的一套前寒武纪岩系。



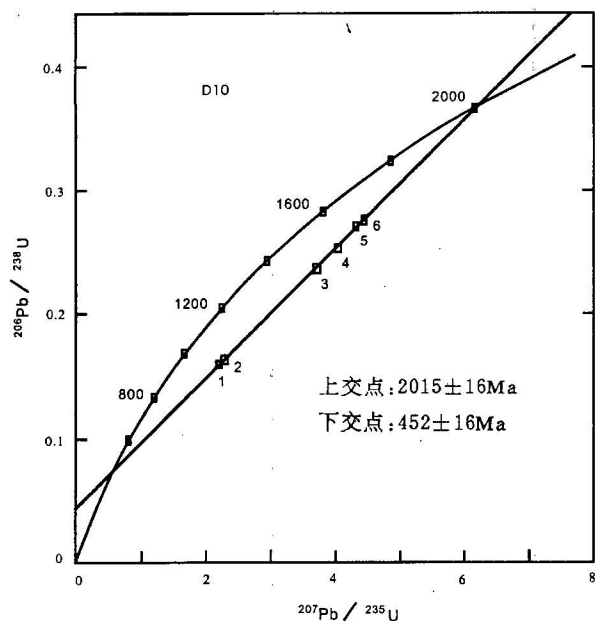


图 4 奥长花岗岩锆石 U-Pb 谐和图

Fig. 4 U-Pb concordia diagram showing the results for trondjemite in Longshoushan area

在同位素年龄上,本次新测的 D10和另外两个(表1,图5、6)颗粒锆石 U-Pb 年龄,精度均较高。I97117号样品有在谐和线上的 $1864 \pm 12$  Ma 年龄,但不一致线的上交点年龄仍为 $2034 \pm 16$  Ma,与 D10 号样的 $2015 \pm 16$  Ma 颗粒锆石年龄在误差范围内是一致的。此外,新获得墩子沟中龙首山岩群3个 Nd 模式年龄也都在25亿年左右(见表1;据万渝生等,2003),其成岩年龄肯定不会老于新太古代,且主要集中在1900 Ma 前后和2000~2100 Ma 两个时段。无独有偶,华北陆台 SHRIMP 年龄数据显示在2100 Ma 左右也有比较强烈的集中(万渝生等,2003)①。至于表1中2147 Ma 侵入龙首山岩群的花岗岩年龄,按道理锆石 U-Pb 系统的封闭温度比较高,它所记录的成岩年龄应比用 Rb-Sr 全岩等时线法测得的年龄更老,但它却明显大于2100 Ma,究竟是测试误差所致,还是确有另一期地质事件,尚需今后更详细的研究工作。龙首山区东大山一带 BIF 中3100 Ma 的 Sm-Nd 年龄(汤中立等,2001)反映的应是脱离幔源的时间,而非在表壳的成岩时代。然而,目前在中国所见的 BIF 均属太古宙,故不能完全排除龙首山岩群含有太古宙岩石的可能性。但可以肯定是,已有的3个颗粒锆石 U-Pb 数据揭示,龙首山岩群没有可靠的大于2500 Ma 的同位素年龄,其主体岩石组合归属古元古代是可行的。

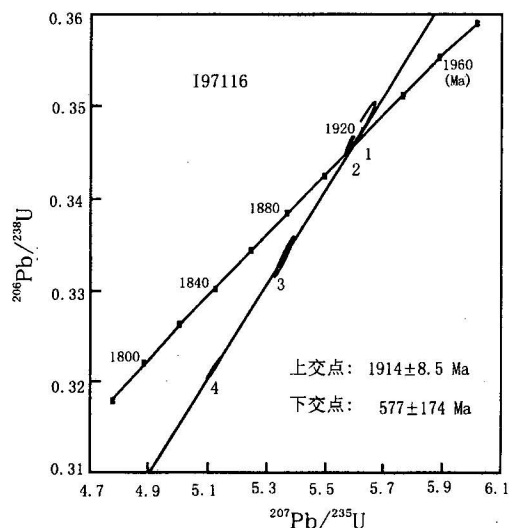


图 5 I97116号样颗粒锆石年龄(修群业等,2002)

Fig. 5 Single zircon isotopic age of sample I97116 (after Xiu Qunye et al., 2002)

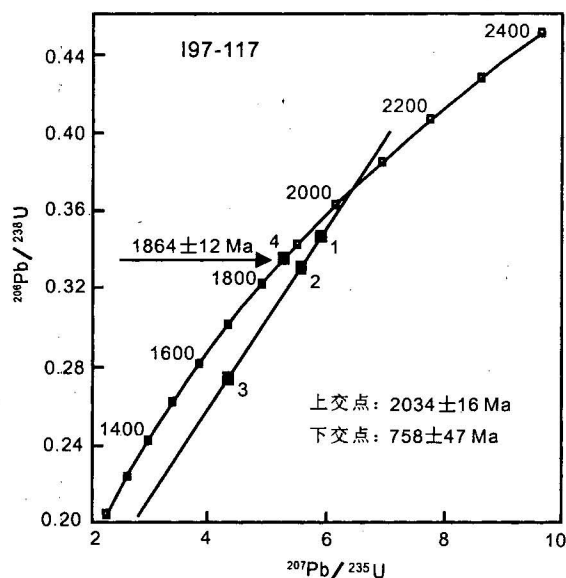


图 6 I97117号样颗粒锆石年龄(陆松年,2002)

Fig. 6 Single zircon isotopic age of sample I97117 (after Lu Songnian, 2002)

关于3组锆石 U-Pb 年龄所代表的地质意义,可从区域地质对比和华北陆台其他地区的同位素年龄来探讨。D10样品的岩性为本次识别出的奥长花岗岩(图7),其稀土总量为 $83.36 \times 10^{-6}$ , LREE/HREE=5.65,  $\delta\text{Eu}=1.028$ , 配分型式为轻稀土稍富集、铕异常不明显、右端较平坦的曲线(图8),为典型的TTG深熔岩套的特征。1900~2100 Ma年龄

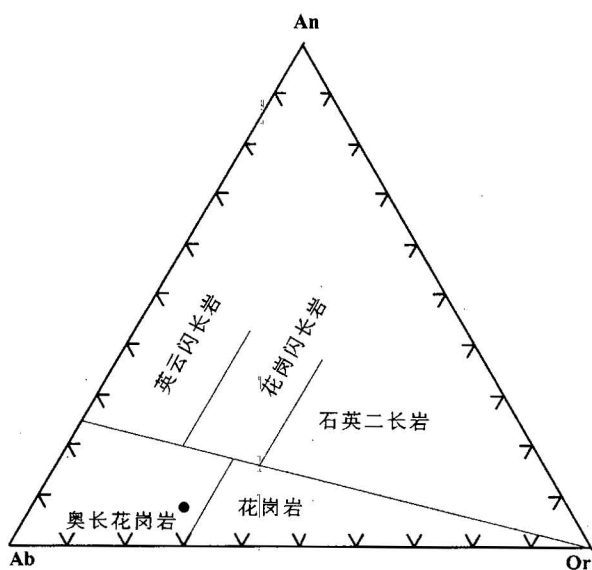


图7 D10号样 An-Ab-Or 图解

(底图据 O'Connor, 1965)

Fig. 7 Diagram of An-Ab-Or of sample D10

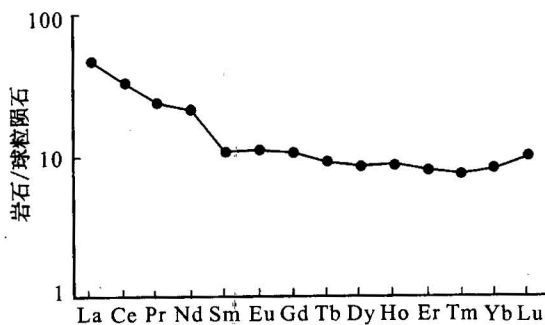


图8 D10号样的稀土配分型式图

Fig. 8 REE pattern of sample D10 from Longshoushan Group

在胶东、中条(孙大中等, 1993)等华北陆台的其他地区亦有显示, 从一个侧面说明龙首山岩群在古元古代时总体是亲华北陆台的, 只是它被加里东期和华力西期的改造较强。龙首山岩群1900~2100 Ma 的年龄反映的应是华北陆台内2500 Ma 和1800 Ma 两期重大地质事件(翟明国等, 2001)之间, 又一期重要的早前寒武纪构造-热事件, 相信随锆石 U-Pb 年龄的增多龙首山岩群成岩年代和其形成的大地构造环境会日趋明朗。

**致谢** 样品测试工作在天津地质矿产研究所同位素实验室完成, 实验分析中作者得到了李惠民研究员、殷艳杰和左义成副研究员的鼎力支持, 野外地

质工作中还得到了中国科学院寒区与旱区研究所庞晓文同志的大力协助, 作者在此表示衷心感谢。

### 注 释

①万渝生, 宋彪, 刘敦一. 2003. 华北克拉通及邻区孔兹岩系的形成和变质元古代造山作用 SHRIMP 年代学证据. 2003年8月在中国地质科学院地质研究所召开的“国土资源部同位素开放实验室评估会议”上的报告。

### 参 考 文 献

- 白瑾, 黄学光, 王惠初, 郭进京, 颜耀阳, 修群业, 戴凤岩, 徐文蒸, 王官福. 1996. 中国前寒武纪地壳演化(第二版). 北京:地质出版社, 259.
- 董申保等. 1986. 地质专报(系列三), 第4号, 中国变质作用及其与地壳的演化关系. 北京:地质出版社, 233.
- 甘肃省地质矿产局. 1989. 地质专报(系列一)区域地质, 第19号, 甘肃省区域地质志. 北京:地质出版社, 1~90.
- 官保军. 1986. 甘肃的元古界. 前寒武纪地质, 第3号, 北京:地质出版社, 205~218.
- 任纪舜, 姜春发, 张正坤, 秦德余. 1980. 中国大地构造及其演化(1:400万中国大地构造图简要说明书). 北京:科学出版社, 124.
- 金文山, 王汝铮, 孙大中, 吴昌华. 1996. 中国地层典元古界. 北京:地质出版社, 8~36.
- 李惠民. 1992. 铀-铅同位素测年新技术及其地质应用的最新进展. 国外前寒武纪地质, 15(4): 1~5.
- 陆松年, 李惠民. 1991. 蓟县长城系大红峪组火山岩的单颗粒锆石 U-Pb 法准确定年. 中国地质科学院院报, 第22号, 136~146.
- 陆松年. 1993. 变质岩地区同位素地质学研究. 国外前寒武纪地质, 16(3): 34~39.
- 陆松年. 1994. Sm-Nd 等时线年龄合理性的判断. 中国区域地质, 49: 148~159.
- 陆松年, 杨春亮, 李怀坤, 蒋明媚, 陈安蜀, 胡正德. 1995. 华北地台前寒武纪变质基底的 Sm-Nd 同位素地质信息. 华北地质矿产杂志, 10(2): 143~153.
- 陆松年, 李怀坤, 李惠民. 1999. 成矿地质事件的同位素年代学研究. 地学前缘, 6(2): 335~342.
- 陆松年. 2002. 青藏高原北部前寒武纪地质初探. 北京:地质出版社, 41~43.
- 孙大中, 胡维兴. 1993. 中条山前寒武纪年代构造格架和年代地壳结构. 北京:地质出版社, 180.
- 汤中立, 白云来. 1999. 华北古大陆西南边缘构造格架与成矿系统. 地学前缘, 6(2): 271~283.
- 汤中立, 白云来. 2000. 华北板块西南边缘大型、超大型矿床的地质构造背景. 甘肃地质学报, 9(1): 1~15.
- 汤中立, 白云来. 2001. 北祁连山带两种构造基底岩块及成矿系统. 甘肃地质学报, 10(2): 1~11.
- 万渝生, 许志琴, 杨经绥, 张建新. 2003. 祁连山带及邻区前寒武纪深变质基底的时代和组成. 地球学报, 24(4): 319~324.
- 修群业. 1999. 甘肃北山地区花岗岩类地球化学特征及大地构造意义. 前寒武纪研究进展, 22(1): 31~39.
- 修群业, 殷艳杰, 李惠民. 2001. 单锆石定年样品的采集及矿物分

- 选. 前寒武纪研究进展, 24(2):107~110.
- 修群业, 陆松年, 于海峰, 杨春亮. 2002. 龙首山岩群主体划归古元古代的同位素年龄证据. 前寒武纪研究进展, 25(2): 93~96.
- 杨雨. 1997. 甘肃省岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 2~83.
- 于荣炳. 1991. K-Ar 年龄失真问题的探讨. 国外前寒武纪地质, 14(4):70~87.
- 翟明国, 卞爱国. 2000. 华北克拉通新太古代末超大陆拼合及古元古代末—中元古代裂解. 中国科学(D), 30(增刊):129~137.
- 翟明国, 郭敬辉, 赵太平. 2001. 新太古—古元古代华北陆块构造演化的研究进展. 前寒武纪研究进展, 24(3):17~27.
- 张二朋. 1998. 西北区域地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 10~24.

## References

- Bai Jin, Huang Xueguang, Wang Huichu, Guo Jinjing, Yan Yaoyang, Xiu Qunye, Dai Fengyan, Xu Wenzheng, Wang Guanfu. 1996. The Precambrian crustal evolution of China(2nd edition). Beijing: Geological Publishing House, 259 (in Chinese with English abstract).
- Black L P. 1988. Isotopic resetting of U-Pb zircon and Rb-Sr and Sm-Nd whole rock system in Enderby Land, Antarctica; implications for the interpretation of isotopic data from polymetamorphic and multiply deformed terrains. *Precambrian Research*, 38(4): 355~365.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Gansu Province. 1989. Regional geology of Gansu Province. Beijing: Geological Publishing House, 9~46(in Chinese with English abstract).
- Dong Shenbao, et al. 1986. Metamorphism of China and its relation to the crustal evolution. Beijing: Geological Publishing House, 233(in Chinese with English abstract).
- Gong Baojun. 1986. Proterozoic of Gansu Province. *Precambrian Geology*, No. 3. Beijing: Geological Publishing House, 205~218(in Chinese with English abstract).
- Jin Wenshan, Wang Ruzheng, Sun Dazhong, Wu Changhua. 1996. Chinese Standard of Palaeoproterozoic. Beijing: Geological Publishing House, 33~36(in Chinese).
- Krogh T E. 1973. A low-contamination of method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determinations. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 371.
- Li Huimin. 1992. The latest progress of U-Pb isotopic dating technology and its application in geology. *Overseas Precambrian geology*, 15, 1~4(in Chinese).
- Lu Songnian, Li Huimin. 1991. A precise U-Pb single zircon age determination for the volcanics of Dahongyu Information, Changcheng System in Jixian. *Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences*, 22, 136~146.
- Lu Songnian. 1993. Research on the isotopic geochronology in metamorphic areas. *Overseas Precambrian geology*, 16(3): 34~39 (in Chinese).
- Lu Songnian. 1994. Judgment on the rationality of a Sm-Nd isochron. *Regional geology of China*, 49: 148~159 (in Chinese with English abstract).
- Lu Songnian, Yang Chunliang. 1995. Sm-Nd isotopic information of Precambrian Meta-Basement in the North China Platform. *Journal of Geology and Mineral resources North China*, 10(2): 143~1153 (in Chinese with English abstract).
- Lu Songnian, Li Huaikun, Li Huimin. 1999. Research on the isotopic geochronology of mineralization events. *Earth Science Frontiers*, 6(2):335~342 (in Chinese with English abstract).
- Lu Songnian (chief editor). 2002. Preliminary study of Precambrian geology in the North Tibet-Qinghai Plateau. Beijing: Geological Publishing House, 41~43(in Chinese with English abstract).
- O'Connor J T. 1965. A classification for quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pao.*, 525B, 79~84.
- Ren Jishun, Jiang Chunfa, Zhang Zhengkun, Qin Deyu. 1980. The tectonics of China and its evolution. Beijing: Scientific Press, 124 (in Chinese).
- Sun Dazhong, Hu Weixing(ed.). 1993. Precambrian chronotectonic framework and chronocrustal structure of the Zhongtiao Mountains. Beijing: Geological Publishing House, 180(in Chinese ).
- Tang Zhongli, Yang Jiedong, Xu Shijin, Tao Xiancong, Li Wenyuan. 1992. A Sm-Nd age determination for the ore-bearing ultramafic rocks of Jinchuan Deposit, Gansu Province. *Chinese Science Bulletin*, 37(10): 918~920(in Chinese).
- Tang Zhongli, Bai Yunlai. 1999. Geotectonic framework and in the southwest margin of North China Palecontinent. *Earth Science Frontiers*, 6(2):271~283 (in Chinese with English abstract).
- Tang Zhongli, Bai Yunlai. 2000. The geotectonic setting of the large and superlarge mineral deposits in the southwest margin of North China Paleoplate. *Acta Geologica Gansu*, 1(1):1~15 (in Chinese with English abstract).
- Tang Zhongli, Bai Yunlai. 2001. Two basement blocks and the metallogenic system in northern Qilian Orogenic belt, Gansu Province. *Acta Geologica Gansu*, 10(2):1~11 (in Chinese with English abstract).
- Wan Yusheng, Xu Zhiqin, Yang Jingzui, Zhang Jianxin. 2003. Ages and compositions of the Precambrian high-grade basement of the Qilian Terrane and its adjacent areas. *Acta Geoscientia Sinica*, 24(4): 319~324(in Chinese with English abstract).
- Xiu Qunye. 1999. Geochemical characteristics and tectonic significance of the granitoids in Beishan Area. *Progress in Precambrian Research*, 22(1):31~39.
- Xiu Qunye, Yin Yanji, Huimin. 2001. Sampling and mineral sorting for single zircon U-Pb dating. *Progress in Precambrian Research*, 24(2): 107~110 (in Chinese with English abstract).
- Xiu Qunye, Lu Songnian, Yu Haifeng, Yang Chunliang. 2002. The isotopic age evidence for main Longshoushan group contributing to Palaeoproterozoic. *Progress in Precambrian Research*, 25(2): 93~96(in Chinese with English abstract).
- Yang Yu. 1997. Stratigraphy (lithostratic) of Gansu Province. Wuhan: China University of Geosciences Press, 2~83 (in Chinese).
- Yu Rongbing. 1991. Discussion on the distortion of K-Ar isotopic

- age. *Overseas Precambrian geology*, 14(4): 70~87 (in Chinese).
- Zhai Mingguo, Bian Aiguo. 2000. Supercontinental amalgamation in late Archaean and breaking up at the end of Paleoproterozoic-middle Proterozoic in the North China Craton. *Science in China (series D)*, 30 (supplementary), 129~137 (in Chinese).
- Zhai Mingguo, Guo Jinghui, Zhao Taiping. 2001. Study advances of Neoarchaeon-Paleoproterozoic tectonic evolution in the North China Craton. *Progress in Precambrian Research*, 24(1): 17~27 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Erpeng, Gu Qichang, Zhang Wenlin. 1998. Regional stratigraphy in Northwest China-Multiple classification and correlation of the stratigraphy of China (60). Wu Han: China University of Geosciences Press, 10~24 (in Chinese).

## Discussion on the Petrogenic Time of Longshoushan Group, Gansu Province

XIU Qunye<sup>1)</sup>, YU Haifeng<sup>2)</sup>, LI Quan<sup>2)</sup>, ZUO Guochao<sup>3)</sup>, LI Jinwen<sup>1)</sup>, CAO Chengjie<sup>4)</sup>

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

2) *Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, 300170*

3) *Geological Surveying Institute of Gansu Province, Lanzhou, 730000*

4) *Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100081*

### Abstract

Longshoushan Group (LGr) is located in a narrow zone with NW-SE direction in Longshoushan area (Fig. 1), northwestern Gansu Province. It is suspected that LGr belongs to Archean or Preterozoic since there was no precise and reliable isotopic data. Currently an accurate isotopic age of  $2015 \pm 16$  Ma (Fig. 3) with single zircon U-Pb was obtained from trondjemite in Longshoushan area. The location of sample D10 is in Shuangjizi, about 30 kilometers northwest to Jinchang City; and the zircons that we had analyzed were selected from the gray deformed trondjemite in so-called Longshoushan Group. After Fig. 4, the under intersection age:  $452 \pm 16$  Ma, stands for the thermal-tectonic event of collision in Longshoushan area in Caledonian; and the upper intersection age:  $2015 \pm 16$  Ma, reflects the petrogenic time of the trondjemite. The trondjemite might intrude the upper crustal rocks although it is adjacent to the rocks of LGr with fault. So the petrogenic time of Longshoushan Group should be more than 2015 Ma. Combined with Sm-Nd, Rb-Sr, other single zircon U-Pb ages (Table 1) and regional geology correlation, we thought that the rocks of LGr mainly contributed to Paleoproterozoic. And these ages also implied that there was another important Precambrian thermal-tectonic event besides two main activities of 2500 and 1800 Ma in North China Platform.

**Key words:** Gansu Province; Longshoushan Group; petrogenic time; single zircon U-Pb age