

# 新疆哈密雅克铺金红石矿床成矿时代: 来自金红石 LA-ICP-MS U-Pb 测年的证据

杜晓飞<sup>1,2</sup>, 王威<sup>1,2</sup>, 马华东<sup>1,2</sup>, 马晓保<sup>3</sup>, 朱炳玉<sup>1,2</sup>, 邱林<sup>1,2</sup>

(1. 新疆自然资源与生态环境研究中心, 新疆乌鲁木齐 830000; 2. 新疆维吾尔自治区人民政府国家 305 项目办公室, 新疆乌鲁木齐 830000; 3. 新疆同金利矿业有限公司, 新疆哈密 839000)

## Mineralization age of the Yakepu rutile deposit in Hami, Xinjiang: Evidence from rutile LA-ICP-MS U-Pb dating

DU Xiaofei<sup>1,2</sup>, WANG Wei<sup>1,2</sup>, MA Huadong<sup>1,2</sup>, MA Xiaobao<sup>3</sup>, ZHU Bingyu<sup>1,2</sup>, QIU Lin<sup>1,2</sup>

(1. Xinjiang Natural Resources and Ecological Environment Research Center, Urumqi 830000, Xinjiang, China; 2. The National 305 Project Office of Xinjiang, Urumqi 830000, Xinjiang, China; 3. Xinjiang Tongjinli Mining Co., Ltd, Hami 839000, Xinjiang, China)

## 1 研究目的(Objective)

近年来, 在东天山哈尔里克复合岛弧南缘发现雅克铺中型金红石矿床, 金红石矿体主要产于石炭系小铺岩群第二岩性段角闪石岩、角闪辉长岩中, 共圈定 7 条金红石工业矿体, 矿体呈脉状, 长 141~390 m, 各矿体平均厚度 4~10 m, 走向呈北西-南东向(图 1a), TiO<sub>2</sub> 平均品位 2.02%, 其中 88.75% 是以金红石的形式产出<sup>①</sup>。前人对该矿床地质特征进行研究, 然而金红石的高精度定年是一个难题, 本文挑选矿石矿物金红石开展 LA-ICP-MS U-Pb 定年, 获得精确的测年年龄(图 1b), 为限定成矿时代提供数据支撑。

## 2 研究方法(Methods)

本次研究样品采自雅克铺金红石矿 IV 号矿体含金红石角闪石岩, 呈块状构造, 矿物组成为角闪石 70%~90%、斜长石 5%~12%、辉石 1%~5%、金红石 2%。通过镜下对靶上金红石样品进行反射光、透射光图像分析, 呈红黄色、半透明, 半自形或其他形粒状, 粒径多为 80~120 μm(图 1c、d)。

金红石 LA-ICP-MS U-Pb 定年分析在中国地质调查局天津地质调查中心实验室完成。激光剥蚀进样系统为 193 nm ArF 准分子激光剥蚀进样系统, 型号为 RESOLUTION LR。质谱检测系统为型号 Agilent 7900 的电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)。激光剥蚀束斑大小 51 μm, 剥蚀频率为 7 Hz,

激光能量密度为 3 J/cm<sup>2</sup>。U-Pb 同位素定年和微量元素含量处理中采用金红石标样 RMJG 和玻璃标样 SRM 610 作外标分别进行同位素和微量元素分馏校正。测试数据采用软件 ICPMS DataCal 完成。U-Pb 年龄谐和图绘制采用 Isoplot 完成。

## 3 结果(Results)

金红石 LA-ICP-MS U-Pb 测年相对于锆石测年有自身的局限性及技术难点, 金红石中 U 和 Th 含量低、普通铅含量高, 得到高质量的实验数据难能可贵。本次对 40 粒金红石单矿物进行了 LA-ICP-MS U-Pb 测年, 其中 23 粒数据较为稳定, U 含量  $11 \times 10^{-6} \sim 51.9 \times 10^{-6}$ , 比山西代县洪塘和安徽大别山五庙金红石 U 含量高出一个数量级, Pb 含量  $0.7 \times 10^{-6} \sim 2.9 \times 10^{-6}$ , 与上述两处金红石中 Pb 含量相当。17 粒数据因 U 含量低于极限值  $5 \times 10^{-6}$  的原因舍弃, 具体数据见表 1, 在 U-Pb 定年计算 T-W 作图时扣除普通铅, 由于 U 含量低, 即使微量 Th 含量也导致 Th/U 比值较大, <sup>207</sup>Pb 测试精度相对较差, 一般采用<sup>206</sup>Pb 普通 Pb 校正方法。样品 U-Pb 同位素年龄均一, <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 表面年龄加权平均值:  $(306.9 \pm 2.8) \text{Ma}$  (95% 置信度, MSWD=0.33, n=23, 1σ)。

## 4 结论(Conclusions)

金红石 U-Pb 定年结果显示, 哈密雅克铺金红石矿床成矿年龄为  $(306.9 \pm 2.8) \text{Ma}$ , 推测金红石矿床与海西期岩浆岩及区域变质作用有关。

作者简介: 杜晓飞, 男, 1987 年生, 硕士, 高级工程师, 主要从事矿产勘查及矿床地球化学研究; E-mail: 503179378@qq.com。

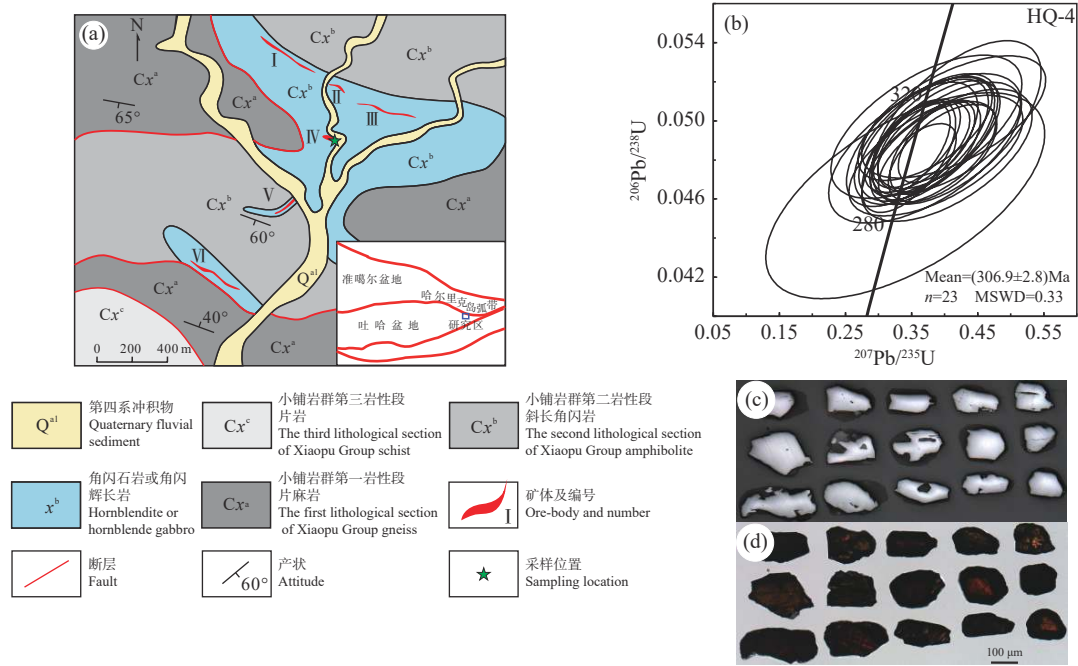


图 1 哈密雅克铺金红石矿区地质简图(a)(据新疆同金利矿业有限公司, 2020<sup>①</sup>修改)、金红石 U-Pb 同位素年龄谐和图(b)及反射光(c)、透射光(d)图像  
 Fig.1 Simplified geologic map of Hami Yakepu rutile mining area in Hami(a, modified from Xinjiang Tongjinli Mining Co., Ltd, 2020<sup>①</sup>), U-Pb isotopic age concordia diagram (b) reflected light images (c) and transmitted light images (d) of rutile

表 1 金红石 LA-ICP-MS U-Pb 同位素分析结果  
 Table 1 LA-ICP-MS U-Pb data of the Rutile

| 测点      | 含量/ $10^{-6}$ |     |      | 同位素比值                             |           |                                  |           |                                  |           | 年龄/Ma                             |           |                                  |           |                                  |           |
|---------|---------------|-----|------|-----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|
|         | Pb            | Th  | U    | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | $1\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | $1\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | $1\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | $1\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | $1\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | $1\sigma$ |
| HQ-4.06 | 0.9           | 0.0 | 15.9 | 0.0575                            | 0.0158    | 0.341                            | 0.086     | 0.0462                           | 0.0022    | 509                               | 513       | 298                              | 65        | 291                              | 13        |
| HQ-4.07 | 1.0           | 0.0 | 17.9 | 0.0550                            | 0.0058    | 0.371                            | 0.041     | 0.0496                           | 0.0011    | 413                               | 232       | 320                              | 31        | 312                              | 7         |
| HQ-4.08 | 0.7           | 0.0 | 12.0 | 0.0654                            | 0.0078    | 0.404                            | 0.053     | 0.0482                           | 0.0014    | 787                               | 249       | 344                              | 38        | 304                              | 8         |
| HQ-4.09 | 1.1           | 0.0 | 19.3 | 0.0559                            | 0.0068    | 0.351                            | 0.041     | 0.0488                           | 0.0013    | 456                               | 270       | 305                              | 31        | 307                              | 8         |
| HQ-4.12 | 1.0           | 0.0 | 16.4 | 0.0599                            | 0.0061    | 0.407                            | 0.044     | 0.0492                           | 0.0011    | 611                               | 220       | 347                              | 32        | 309                              | 7         |
| HQ-4.14 | 1.2           | 0.0 | 20.4 | 0.0567                            | 0.0063    | 0.372                            | 0.044     | 0.0491                           | 0.0014    | 483                               | 246       | 321                              | 33        | 309                              | 8         |
| HQ-4.17 | 2.2           | 0.0 | 36.3 | 0.0526                            | 0.0032    | 0.348                            | 0.025     | 0.0485                           | 0.0010    | 322                               | 144       | 303                              | 19        | 305                              | 6         |
| HQ-4.19 | 0.8           | 2.0 | 12.7 | 0.0560                            | 0.0095    | 0.371                            | 0.060     | 0.0486                           | 0.0016    | 450                               | 378       | 320                              | 44        | 306                              | 10        |
| HQ-4.20 | 0.9           | 0.0 | 15.5 | 0.0641                            | 0.0084    | 0.387                            | 0.054     | 0.0482                           | 0.0013    | 746                               | 286       | 332                              | 39        | 304                              | 8         |
| HQ-4.23 | 0.7           | 0.0 | 12.4 | 0.0549                            | 0.0084    | 0.373                            | 0.059     | 0.0497                           | 0.0015    | 409                               | 343       | 322                              | 44        | 313                              | 9         |
| HQ-4.25 | 1.3           | 0.0 | 22.3 | 0.0544                            | 0.0043    | 0.346                            | 0.029     | 0.0482                           | 0.0012    | 387                               | 184       | 301                              | 22        | 303                              | 7         |
| HQ-4.26 | 2.9           | 0.0 | 51.6 | 0.0579                            | 0.0027    | 0.388                            | 0.024     | 0.0489                           | 0.0008    | 528                               | 100       | 333                              | 17        | 308                              | 5         |
| HQ-4.27 | 1.0           | 0.1 | 16.3 | 0.0627                            | 0.0078    | 0.418                            | 0.052     | 0.0499                           | 0.0017    | 698                               | 267       | 355                              | 37        | 314                              | 10        |
| HQ-4.28 | 2.8           | 0.1 | 44.1 | 0.0560                            | 0.0032    | 0.359                            | 0.024     | 0.0479                           | 0.0008    | 450                               | 128       | 311                              | 18        | 302                              | 5         |
| HQ-4.29 | 1.3           | 0.0 | 22.6 | 0.0608                            | 0.0045    | 0.397                            | 0.034     | 0.0483                           | 0.0010    | 632                               | 161       | 340                              | 24        | 304                              | 6         |
| HQ-4.32 | 0.7           | 0.0 | 11.0 | 0.0648                            | 0.0087    | 0.414                            | 0.057     | 0.0502                           | 0.0013    | 769                               | 287       | 352                              | 41        | 316                              | 8         |
| HQ-4.33 | 1.3           | 0.0 | 22.0 | 0.0560                            | 0.0051    | 0.378                            | 0.036     | 0.0492                           | 0.0012    | 450                               | 206       | 325                              | 27        | 309                              | 7         |
| HQ-4.34 | 1.7           | 0.0 | 29.0 | 0.0547                            | 0.0035    | 0.358                            | 0.027     | 0.0488                           | 0.0009    | 467                               | 144       | 311                              | 20        | 307                              | 6         |
| HQ-4.35 | 1.4           | 0.0 | 24.0 | 0.0594                            | 0.0038    | 0.386                            | 0.028     | 0.0486                           | 0.0010    | 589                               | 142       | 331                              | 21        | 306                              | 6         |
| HQ-4.36 | 1.1           | 0.0 | 18.4 | 0.0600                            | 0.0056    | 0.383                            | 0.039     | 0.0484                           | 0.0011    | 611                               | 204       | 329                              | 28        | 304                              | 7         |
| HQ-4.37 | 0.9           | 0.0 | 14.9 | 0.0572                            | 0.0062    | 0.373                            | 0.042     | 0.0491                           | 0.0013    | 502                               | 232       | 322                              | 31        | 309                              | 8         |
| HQ-4.38 | 1.2           | 0.0 | 22.1 | 0.0554                            | 0.0044    | 0.359                            | 0.033     | 0.0487                           | 0.0009    | 428                               | 180       | 311                              | 24        | 306                              | 6         |
| HQ-4.40 | 1.1           | 0.0 | 18.3 | 0.0641                            | 0.0061    | 0.392                            | 0.038     | 0.0493                           | 0.0011    | 746                               | 234       | 335                              | 28        | 310                              | 7         |

5 基金项目(Fund support)

目(2022D01A144)和自治区公益性科研院所基本科

研业务费联合资助。

①新疆同金利矿业有限公司. 2020. 新疆哈密市雅克铺金红石矿详查报告 [R].