

【发现与进展】

doi: 10.12029/gc20170322

西藏拿若铜(金)矿床隐爆角砾岩锆石 U-Pb 年代学及地球化学特征

高轲¹ 多吉² 唐菊兴³ 宋扬³ 刘治博³ 方向³ 杨欢欢³ 王勤¹ 宋俊龙¹

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2. 西藏地质矿产勘查开发局, 西藏 拉萨 850000;

3. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

Geochronology and geochemistry of cryptoexplosive breccia from the Naruo Cu (Au) deposit, Tibet

GAO Ke¹, DUO Ji², TANG Juxing³, SONG Yang³, LIU Zhibo³, FANG Xiang³, YANG Huanhuan³, WANG Qin¹, SONG Junlong¹

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2 Tibet Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lhasa 850000, Tibet, China; 3 Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037 China)

1 研究目的(Objective)

拿若矿床位于班公湖—怒江成矿带西段,由斑岩型和隐爆角砾岩型矿体组成,现已探明铜资源量 243 万 t,伴生金资源量 87 t,达到超大型矿床规模。此次研究通过隐爆角砾岩中岩体角砾与胶结物的锆石 U-Pb 年代学和 Hf 同位素、金属硫化物 S 同位素,旨在探讨该隐爆角砾岩的成岩时代、岩浆与成矿物质的来源。

2 研究方法(Methods)

锆石 U-Pb 测年和硫同位素测试在北京核工业测试中心完成,使用仪器为 PE NexION 300 等离子体质谱仪和 Geolas 193 准分子固体激光器;硫同位素使用仪器为 MAT-251 同位素质谱仪。锆石 Hf 同位素在武汉上谱分析科技有限公司完成,使用仪器为安捷伦公司四级杆质谱 Agilent 7700 与 193 nm 准分子激光剥蚀系统(GeoLasPro)。

3 研究结果(Results)

年代学结果显示,花岗闪长斑岩角砾锆石测点的 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄范围为 117~122 Ma,加权平均年龄为 (120±0.54) Ma(图 1a)。胶结物中锆石测点的 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄范围为 114.1~119.3 Ma,加权平均年龄为 (117.28±0.36) Ma(图 1b,表 1)。

花岗闪长斑岩角砾锆石 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 变化范围在 3.17~7.24,平均为 4.85;二阶模式年龄(t_{DM2})集中在 713~978 Ma。胶结物的锆石 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 变化范围在 2.69~5.54,平均为 4.09;二阶模式年龄(t_{DM2})集中在 868~1005 Ma。两件岩浆锆石样品的 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 均为正值,变化范围小,岩浆来源较单一。Hf 同位素图解(图 1c)表明岩浆具有壳幔混源特征。

9 件金属硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围为 -2.3‰~2.3‰,均值为 0.1‰。 $\delta^{34}\text{S}$ 值分布范围较窄,主要在零值附近(图 1d),指示硫来源比较单一,主要为深源

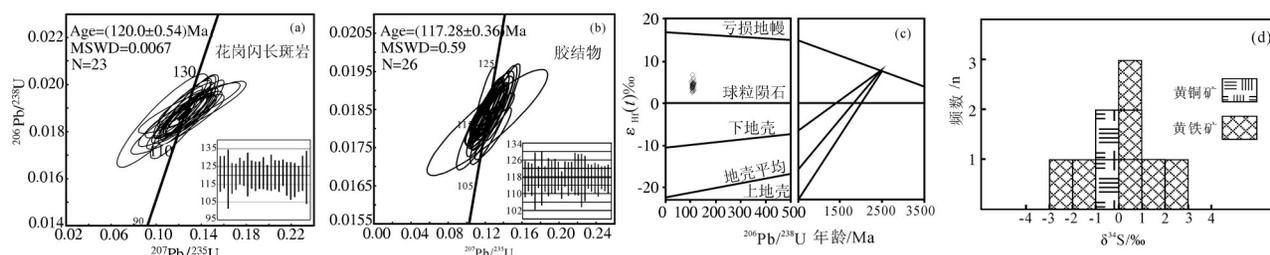


图 1 拿若矿床隐爆角砾岩锆石谐和年龄、Hf 同位素及硫同位素组成

Fig.1 Concordia diagrams (a, b), Hf isotope composition (c) of zircons and S isotope composition (d) of sulfide from the cryptoexplosive breccias of the Naruo ore deposit

表1 隐爆角砾岩花岗闪长斑岩和胶结物 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄分析结果

Table 1 LA-ICP-MS zircon U-Pb analyses of granite porphyry and cement from cryptoexplosive breccia

| 点号 | 元素含量/10 ⁻⁶ | | | | 同位素比值 | | | | | | 同位素年龄/Ma | |
|------|-----------------------|-------|-------|------|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|------|
| | Pb | Th | U | Th/U | ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb | | ²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U | | ²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U | | ²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U | 1σ |
| | | | | | 1σ | 1σ | 1σ | 1σ | | | | |
| 1-1 | 10.55 | 28.6 | 56.3 | 0.51 | 0.04895 | 0.00955 | 0.13481 | 0.02959 | 0.01893 | 0.00080 | 120.9 | 5.04 |
| 1-2 | 3.79 | 47.5 | 87.0 | 0.55 | 0.06331 | 0.00917 | 0.13914 | 0.01382 | 0.01910 | 0.00072 | 122.0 | 4.54 |
| 1-3 | 1.19 | 28.7 | 51.3 | 0.56 | 0.05046 | 0.01641 | 0.10546 | 0.02657 | 0.01847 | 0.00131 | 118.0 | 8.29 |
| 1-4 | 4.18 | 92.5 | 177.0 | 0.52 | 0.05357 | 0.01108 | 0.12480 | 0.01992 | 0.01863 | 0.00118 | 119.0 | 7.46 |
| 1-5 | 7.66 | 57.6 | 90.9 | 0.63 | 0.05059 | 0.00939 | 0.12391 | 0.01852 | 0.01853 | 0.00068 | 118.4 | 4.33 |
| 1-6 | 2.78 | 55.7 | 133.0 | 0.42 | 0.05703 | 0.00907 | 0.12428 | 0.01411 | 0.01869 | 0.00058 | 119.3 | 3.67 |
| 1-7 | 2.21 | 49.4 | 94.3 | 0.52 | 0.05342 | 0.00885 | 0.12682 | 0.01659 | 0.01919 | 0.00059 | 122.6 | 3.70 |
| 1-8 | 10.61 | 63.9 | 141.0 | 0.45 | 0.05207 | 0.00651 | 0.12971 | 0.01502 | 0.01899 | 0.00056 | 121.3 | 3.52 |
| 1-9 | 15.09 | 42.8 | 88.7 | 0.48 | 0.06118 | 0.01503 | 0.12732 | 0.01686 | 0.01889 | 0.00097 | 120.7 | 6.13 |
| 1-10 | 2.23 | 64.5 | 86.7 | 0.74 | 0.05574 | 0.00840 | 0.12875 | 0.01369 | 0.01888 | 0.00063 | 120.6 | 3.96 |
| 1-11 | 3.98 | 47.2 | 75.2 | 0.63 | 0.05151 | 0.00811 | 0.12827 | 0.01992 | 0.01872 | 0.00065 | 119.6 | 4.14 |
| 1-12 | 35.17 | 60.3 | 108.0 | 0.56 | 0.05629 | 0.00880 | 0.12771 | 0.01436 | 0.01882 | 0.00060 | 120.2 | 3.82 |
| 1-13 | 2.04 | 49.6 | 78.6 | 0.63 | 0.05375 | 0.01041 | 0.12931 | 0.02979 | 0.01900 | 0.00071 | 121.3 | 4.48 |
| 1-14 | 9.91 | 94.9 | 127.0 | 0.75 | 0.04914 | 0.00560 | 0.12615 | 0.01216 | 0.01862 | 0.00056 | 118.9 | 3.54 |
| 1-15 | 8.1 | 39.1 | 73.3 | 0.53 | 0.05815 | 0.01029 | 0.12778 | 0.01410 | 0.01903 | 0.00080 | 121.5 | 5.08 |
| 1-16 | 22.65 | 72.3 | 111.0 | 0.65 | 0.05491 | 0.01247 | 0.12289 | 0.01652 | 0.01899 | 0.00078 | 121.3 | 4.93 |
| 1-17 | 7.9 | 50.6 | 100.0 | 0.51 | 0.05713 | 0.00780 | 0.13185 | 0.01518 | 0.01885 | 0.00065 | 120.4 | 4.09 |
| 1-18 | 1.77 | 44.6 | 71.6 | 0.62 | 0.05048 | 0.00832 | 0.12123 | 0.01518 | 0.01874 | 0.00069 | 119.7 | 4.38 |
| 1-19 | 25.32 | 52.0 | 102.0 | 0.51 | 0.04840 | 0.00653 | 0.12117 | 0.01304 | 0.01905 | 0.00059 | 121.6 | 3.70 |
| 1-20 | 20.05 | 29.0 | 60.8 | 0.48 | 0.05760 | 0.01278 | 0.12245 | 0.02047 | 0.01839 | 0.00075 | 117.5 | 4.76 |
| 1-21 | 4.14 | 86.1 | 181.0 | 0.48 | 0.05103 | 0.00565 | 0.11894 | 0.01001 | 0.01850 | 0.00057 | 118.2 | 3.64 |
| 1-22 | 2.35 | 61.5 | 92.8 | 0.66 | 0.05649 | 0.01281 | 0.11726 | 0.02201 | 0.01850 | 0.00074 | 118.2 | 4.71 |
| 1-23 | 1.68 | 40.8 | 76.6 | 0.53 | 0.05207 | 0.01551 | 0.11882 | 0.02732 | 0.01831 | 0.00084 | 117.0 | 5.30 |
| 2-1 | 9.37 | 150.0 | 224.0 | 0.67 | 0.04989 | 0.00584 | 0.12256 | 0.01222 | 0.01832 | 0.00058 | 117.0 | 3.68 |
| 2-2 | 12.19 | 131.0 | 226.0 | 0.58 | 0.05245 | 0.00532 | 0.12848 | 0.01109 | 0.01848 | 0.00046 | 118.0 | 2.89 |
| 2-3 | 14.33 | 94.0 | 180.0 | 0.52 | 0.05218 | 0.00683 | 0.12175 | 0.01353 | 0.01826 | 0.00052 | 116.7 | 3.28 |
| 2-4 | 3.68 | 52.4 | 98.3 | 0.53 | 0.04889 | 0.01416 | 0.12244 | 0.04295 | 0.01816 | 0.00092 | 116.0 | 5.82 |
| 2-5 | 27.83 | 177.0 | 323.0 | 0.55 | 0.04707 | 0.00385 | 0.12296 | 0.00868 | 0.01846 | 0.00034 | 117.9 | 2.18 |
| 2-6 | 14.02 | 54.0 | 98.2 | 0.55 | 0.05641 | 0.01052 | 0.12918 | 0.01662 | 0.01835 | 0.00086 | 117.2 | 5.43 |
| 2-7 | 4.96 | 103.0 | 228.0 | 0.45 | 0.05363 | 0.00622 | 0.13080 | 0.01366 | 0.01832 | 0.00041 | 117.0 | 2.57 |
| 2-8 | 12.12 | 119.0 | 183.0 | 0.65 | 0.04905 | 0.00770 | 0.12427 | 0.01699 | 0.01846 | 0.00060 | 117.9 | 3.81 |
| 2-9 | 4.72 | 148.0 | 177.0 | 0.84 | 0.05092 | 0.00571 | 0.12144 | 0.01187 | 0.01844 | 0.00053 | 117.8 | 3.34 |
| 2-10 | 10.9 | 187.0 | 264.0 | 0.71 | 0.04919 | 0.00549 | 0.12262 | 0.01135 | 0.01852 | 0.00055 | 118.3 | 3.50 |
| 2-11 | 5.73 | 153.0 | 232.0 | 0.66 | 0.04907 | 0.00484 | 0.12298 | 0.01047 | 0.01854 | 0.00045 | 118.4 | 2.86 |
| 2-12 | 13.07 | 137.0 | 242.0 | 0.57 | 0.05314 | 0.00649 | 0.12852 | 0.01304 | 0.01787 | 0.00045 | 114.1 | 2.86 |
| 2-13 | 11.52 | 182.0 | 317.0 | 0.57 | 0.04820 | 0.00419 | 0.12445 | 0.00945 | 0.01868 | 0.00040 | 119.3 | 2.52 |
| 2-14 | 4.97 | 115.0 | 209.0 | 0.55 | 0.04960 | 0.00599 | 0.12313 | 0.01335 | 0.01832 | 0.00054 | 117.0 | 3.43 |
| 2-15 | 8.56 | 156.0 | 219.0 | 0.71 | 0.05098 | 0.00643 | 0.12428 | 0.01391 | 0.01849 | 0.00047 | 118.1 | 2.97 |
| 2-16 | 18.75 | 121.0 | 206.0 | 0.59 | 0.05645 | 0.00666 | 0.13833 | 0.01274 | 0.01869 | 0.00066 | 119.3 | 4.21 |
| 2-17 | 8.48 | 146.0 | 248.0 | 0.59 | 0.04923 | 0.00428 | 0.11818 | 0.00802 | 0.01862 | 0.00065 | 118.9 | 4.12 |
| 2-18 | 4.25 | 92.0 | 186.0 | 0.49 | 0.05278 | 0.01141 | 0.12012 | 0.02047 | 0.01821 | 0.00085 | 116.3 | 5.41 |
| 2-19 | 25.7 | 91.3 | 148.0 | 0.62 | 0.07398 | 0.02704 | 0.12289 | 0.01515 | 0.01835 | 0.00072 | 117.2 | 4.56 |
| 2-20 | 8.32 | 218.0 | 329.0 | 0.66 | 0.04946 | 0.00492 | 0.12452 | 0.01100 | 0.01851 | 0.00039 | 118.3 | 2.47 |
| 2-21 | 5.69 | 159.0 | 215.0 | 0.74 | 0.04838 | 0.00544 | 0.12232 | 0.01164 | 0.01838 | 0.00043 | 117.4 | 2.73 |
| 2-22 | 4.24 | 98.6 | 178.0 | 0.55 | 0.05198 | 0.00747 | 0.12294 | 0.01313 | 0.01838 | 0.00049 | 117.4 | 3.10 |
| 2-23 | 14.33 | 133.0 | 243.0 | 0.55 | 0.05130 | 0.00645 | 0.12415 | 0.01270 | 0.01821 | 0.00052 | 116.4 | 3.27 |
| 2-24 | 13.967 | 403.0 | 456.0 | 0.88 | 0.04745 | 0.00374 | 0.11671 | 0.00763 | 0.01842 | 0.00036 | 117.6 | 2.28 |
| 2-25 | 15.25 | 208.0 | 306.0 | 0.68 | 0.04950 | 0.00532 | 0.12398 | 0.01110 | 0.01835 | 0.00040 | 117.2 | 2.54 |
| 2-26 | 16.95 | 83.1 | 225.0 | 0.37 | 0.04615 | 0.00494 | 0.11536 | 0.01146 | 0.01830 | 0.00047 | 116.9 | 2.95 |

岩浆源区。

4 结论(Conclusions)

早期的花岗闪长斑岩成岩时代为(120±0.54) Ma,与矿床乃至整个矿集区的主成岩期一致。胶结物的结晶时代为(117.28±0.36) Ma,代表了隐爆角砾岩的隐爆时代,说明拿若矿床发生过多期岩浆活动。锆石 Hf 同位素特征说明两期岩体源区均为亏损地幔,并受到壳源物质混染。年轻的二阶模式年龄表明岩浆中少量熔融新生下地壳物质。硫同位

素指示成矿物质来源单一,主要为深源岩浆源区。

5 致谢(Acknowledgement)

本文为中国地质调查局基础性公益性地质矿产调查(DD20160026);国土资源部公益性行业科研专项项目(201511017);国家自然科学基金(41402178);科技基础性工作专项(2014FY121000)资助的成果。

第一作者:高轲,男,1987年生,博士生,研究方向:矿床学与成矿预测;E-mail:gaokely@163.com。