

西藏洞中拉铅锌矿床石英激光探针 ^{40}Ar - ^{39}Ar 定年及地质意义

费光春¹, 温春齐¹, 周雄^{1,2}, 吴鹏宇¹, 温泉¹

{ 1. 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059;
2. 中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041 }

【摘要】 洞中拉铅锌矿床是念青唐古拉山地区扎雪-亚贵拉成矿带内新发现的中大型矿床,首次针对矿床中含矿石英脉进行激光探针 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年代学测定,结果其 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 等时线年龄为 $42.2\text{ Ma}\pm 1.7\text{ Ma}$, $^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 等时线年龄为 $42\text{ Ma}\pm 3\text{ Ma}$ (MSWD=2.4 $n=27$),初始值($^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$)₀= 303.6 ± 1.4 。二者年龄具有一致性,可以代表铅锌矿床的形成年龄,形成于始新世早期。同一矿带内沙让钼矿床辉钼矿Re-Os法等时线年龄为 $51\text{ Ma}\pm 1.0\text{ Ma}$ (MSWD=0.55)和 $52.25\text{ Ma}\pm 0.31\text{ Ma}$ (MSWD=0.61),亚贵拉铅锌钼多金属矿床辉钼矿Re-Os同位素平均模式年龄 $58.7\text{ Ma}\pm 8.5\text{ Ma}$,表明念青唐古拉山扎雪-亚贵拉成矿带内存在印-亚大陆主碰撞期(40 Ma~65 Ma)大规模成矿作用,为念青唐古拉地区铅锌铜钼多金属矿产找矿方向研究提供了重要证据。

【关键词】 成矿时代;激光 ^{40}Ar - ^{39}Ar 定年;洞中拉;念青唐古拉

中图分类号:P597+.3 文献标识码:A

文章编号:1001-6872(2010)03-0038-06

西藏扎雪-金达铅锌多金属矿成矿带内,嘉黎县绒多乡-墨竹工卡县门巴乡-工布江达县金达镇铜铅锌钼银金多金属矿集区是冈底斯东段近年来发现的一个找矿潜力巨大的铜钼铅锌银多金属成矿带。其中扎哇铅锌铜多金属矿床、亚贵拉铅锌铜银钼多金属矿床、沙让钼矿床、洞中松多铅锌铜银多金属矿

床和洞中拉铅锌矿床(图1),规模均达中大型以上^[1,2]。

按照板块俯冲、碰撞所对应的成矿系列,西藏冈底斯成矿带应该具有一个比较完整的金属矿床成矿系列。即印-亚大陆碰撞前的俯冲阶段(180 Ma~65 Ma)印支晚期-燕山早期与俯冲型岛弧岩浆作用有

收稿日期:2010-01-21; 改回日期:2010-06-08

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划(2006BAB01A04);矿物学、岩石学、矿床学国家重点(培育)学科(SZD0407)

作者简介:费光春,男,29岁,讲师(博士),矿物学、岩石学、矿床学专业,研究方向:地球化学及矿床学。E-mail:feiguangchun07@cdut.cn

关的铜-金-铅-银-钨多金属矿成矿亚系列和燕山晚期碰撞型花岗质岩石有关的铜-铅-锡-钨-银矿床成矿亚系列^[3,4];主碰撞期(65 Ma~40 Ma)与喜马拉雅早期花岗质岩石有关的铜-钼-铁-铅-钨-金矿床成矿亚系列^[5];后碰撞期与喜马拉雅晚期花岗质岩石有关的铜-钼-铅-钨-金-钨矿床成矿亚系列^[6];后碰撞期亚系列与碰撞后伸展背景下的花岗质岩浆作用有关(21 Ma~12 Ma)^[7]。雄村铜金矿床形成于160 Ma~175 Ma之间,属于岛俯冲期弧型斑岩-浅成低温热液矿床^[2]。冈底斯东段发现的驱龙大型-超大型斑岩铜(钼)矿床(13 Ma~17 Ma)则对应于后碰撞伸展期成矿^[7]。对于主碰撞期成矿作用,冈底斯南缘克鲁铜金矿、冲木达金矿(40.3 Ma±5.6 Ma)是典型的代表^[8]。侯增谦等人曾经初步对冈底斯带识别出了4个重要的主碰撞期成矿事件:①与壳源花岗岩有关的Sn、稀有金属成矿事件(藏东滇西);②与壳/幔花岗岩有关的Cu-Au-Mo成矿事件(冈底斯南缘克鲁-冲木达带);③与碰撞造山有关的剪切带型Au成矿事件(雅鲁藏布江缝合带分布);④

与挤压抬升有关的Cu-Au成矿事件(雄村等)^[4]。同时也把冈底斯北缘,包括念青唐古拉东段扎雪-金达铅锌多金属矿成矿带内的一系列矽卡岩型-热液脉型铅锌铜银多金属矿(这些矿床主要应该在40 Ma以前形成)归入14 Ma~25 Ma的后碰撞阶段^[2]。随着研究的进一步深入,研究成果显示沙让钼矿床和亚贵拉矿床均形成于印亚大陆主碰撞期^[9,10],而不是形成于后碰撞阶段。而处于同一成矿带的洞中拉铅锌矿床是否也是形成于主碰撞期还是前人所说的后碰撞阶段尚未确定。通过高精度高灵敏度激光探针 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 技术,对洞中拉铅锌矿床的含矿石英进行定年,确定成矿时代,对丰富念青唐古拉山地区成矿作用理论和促进该地区的矿产勘查具有重要的指导意义。

1 矿床地质背景

洞中拉铅锌矿床地处念青唐古拉山脉南侧支脉北坡,大地构造位于冈底斯-念青唐古拉板片之念青

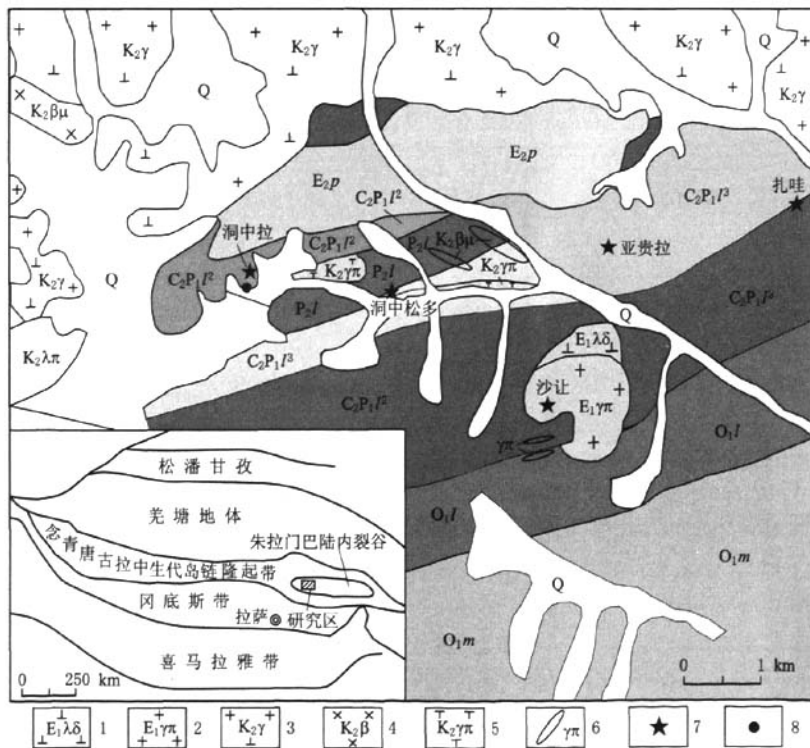


图1 洞中拉-亚贵拉-沙让矿集区地质简图(据唐菊兴等,2009^[2]修改)

Q. 第四系冲洪积等; E_2p . 古新系帕那组中酸性火山岩; P_2L . 中二叠统洛巴堆组碳酸盐岩夹中基性火山岩及凝灰质砂岩; $C_2P_1/2$. 上石炭统一下二叠统来姑组第三段灰色砂质板岩、变石英砂岩; $C_2P_1/3$. 上石炭统一下二叠统来姑组第二段灰色细碎屑岩(凝灰质)及碳酸盐岩; O_1L . 下石炭统洛巴堆组; O_1m . 下奥陶统多岩群马布库岩组石英片岩、阳起石片岩夹石英岩; $K_2\lambda\pi$. 晚白垩世石英闪长斑岩; 1. 古新世石英闪长岩; 2. 古新世花岗岩; 3. 晚白垩花岗岩; 4. 晚白垩辉绿岩; 5. 晚白垩花岗岩; 6. 花岗斑岩脉; 7. 矿床点位置; 8. 取样位置

Fig. 1 Simplified geological map of the Sharang-Yaguila-Dongzhongla centralized mineralization district (modified from Tang Ju-xing et al., 2009^[2])

唐古拉中生代岛链隆起带及朱拉-门巴陆内裂谷带上,处于扎雪-金达铅锌多金属成矿带中部,门巴-多其木断裂北侧。矿区出露的地层为中二叠统洛巴堆组(P_2l),为一套灰岩、炭质板岩组合。矿区内构造主要为北西—南东向和近东西向的断裂构造,断层性质以正断层为主,多分布于矿区中北部花岗斑岩中。岩浆岩包括花岗斑岩,闪长岩和辉绿岩3类。主要的围岩蚀变有:硅化、绿泥石化、绿帘石化、黄铁矿化、夕卡岩化等。2001年,发现洞中拉铅锌矿,并在沙让一带发现钼矿化线索,圈定Ⅰ,Ⅱ-1,Ⅱ-2,Ⅱ-3,Ⅲ,Ⅳ号等6个矿体。Ⅰ号矿体地表断续出露长度为152 m,工程控制的矿体长度是212 m,控制矿体最大垂深229 m。矿体呈北东—南西向展布,向南东(155°)倾斜,倾角较陡,一般在 $50^\circ\sim 70^\circ$ 之间,矿体呈层状、似层状、透镜状。矿体厚度较大且较稳定,厚度变化系数为65%,属较稳定型。Ⅱ矿体位于Ⅰ号矿体西南部约500 m处,该矿体由Ⅱ-1,Ⅱ-2,Ⅱ-3等矿体组成,平均长约40 m,宽2 m到4 mm之间。Ⅰ号和Ⅱ号矿体均赋存于洛巴堆组灰岩和板岩之间,Ⅲ号矿体和Ⅳ号矿体均为地表矿体,仅由剥土工程控制,规模较小。矿床铅品位为0.0~33.63%,平均品位为9.28%; $w(\text{Zn})$ 在0.0~30.07%之间,平均品位为8.62%; $w(\text{Au})$ 为0.0~5.20%,平均品位为1.07%, $w(\text{Ag})$ 平均达 129.75×10^{-6} ,资源量达到大型规模^[2]。

2 样品采集与分析方法

本次研究的样品DZL049采集自Ⅱ号矿体内含矿石英脉,肉眼可见磁黄铁矿和方铅矿。含矿脉石英经破碎后捡选石英,再破碎,过筛,直至粒径为40目~60目。然后通过砂盘淘洗,自然晾干,磁选,最后在双目镜下检查提纯,纯度达99%以上。

石英 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 样品在北京大学造山带与地壳演化教育部重点实验室全时标全自动高精度高灵敏度激光 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年系统完成。首先将0.18 mm~0.28 mm粒径样品用自制的高纯铝罐包装,封闭于石英玻璃瓶中,置于中国原子能科学研究院49-2反应堆H8孔道进行中子照射,照射时间为23 h 55 min,快中子通量为 2.2386×10^{18} 。用于中子通量监测的样品为我国周口店K-Ar标准黑云母(ZBH-25,年龄为132.7 Ma)。同时对纯物质 CaF_2 和 K_2SO_4 进行同步照射,得出的校正因子如下:
 $[^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar}]_{\text{Ca}} = 0.000\ 277\ 5 \pm 0.000\ 025\ 3$,
 $[^{39}\text{Ar}/^{37}\text{Ar}]_{\text{Ca}} = 0.000\ 663\ 3 \pm 0.000\ 353\ 5$,

万方数据

$[^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}]_{\text{K}} = 0.003\ 944\ 8 \pm 0.001\ 542\ 1$ 。年龄计算中的衰变常数取自Steiger and Jager(1977)的建议值^[11],照射参数J值为 $0.005\ 518 \pm 0.000\ 071\ 9$,照射后的样品冷置后,在显微镜下,以每个样品仓约10颗~20颗不等量的颗粒数分别转移到约30个样品仓中,密封去气之后,装入系统。采用聚焦激光对单颗粒或多颗粒的矿物岩石样品进行一次性熔融。激光能量1.0 W~3.5 W,激光束斑直径为0.5 mm。激光在5 s内逐渐升温到1.0 W~3.5 W,升温后熔样释气时间持续40 s。系统分两个阶段使用两个铅泵对释出气体进行纯化,第一阶段纯化时间180 s,第二阶段60 s。系统通过测量已知摩尔数的空气对5个氩同位素(^{40}Ar , ^{39}Ar , ^{38}Ar , ^{37}Ar , ^{36}Ar)质量歧视进行日常监测,进行校正,质量歧视因子D为 $1.003\ 55 \pm 0.000\ 02$ 。基准线和5个氩同位素均使用电子倍增器进行13个循环测量。信号强度的测量采用电流强度测量法,信号强度以纳安(nA)为单位记录。测量已知摩尔数的空气的氩同位素信号强度,获得系统在电子倍增器单位增益下的绝对灵敏度为 2.394×10^{-18} moles/nA。通过绝对灵敏度可以将氩同位素信号强度由纳安(nA)换算为摩尔。电子倍增器增益(与法拉第杯测量信号强度的比值)为3 000倍~4 000倍。整个设备的平均本底水平为:

$$^{40}\text{Ar} = 0.003\ 018\ 04 \pm 0.000\ 150\ 622,$$

$$^{39}\text{Ar} = 0.000\ 021\ 843\ 2 \pm 0.000\ 001\ 344\ 57,$$

$$^{38}\text{Ar} = 0.000\ 001\ 431\ 46 \pm 0.000\ 000\ 636\ 84,$$

$$^{37}\text{Ar} = 0.000\ 008\ 709\ 90 \pm 0.000\ 000\ 526\ 02,$$

$$^{36}\text{Ar} = 0.000\ 017\ 128\ 0 \pm 0.000\ 000\ 940\ 753.$$

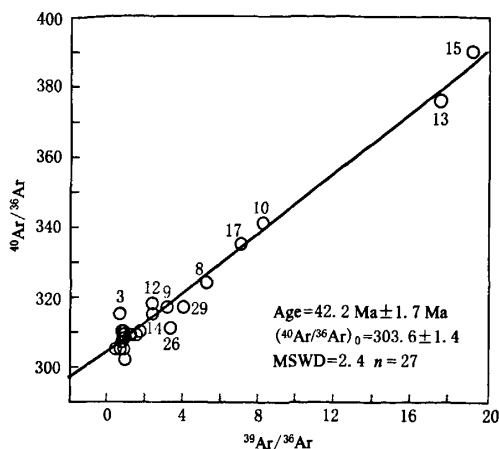
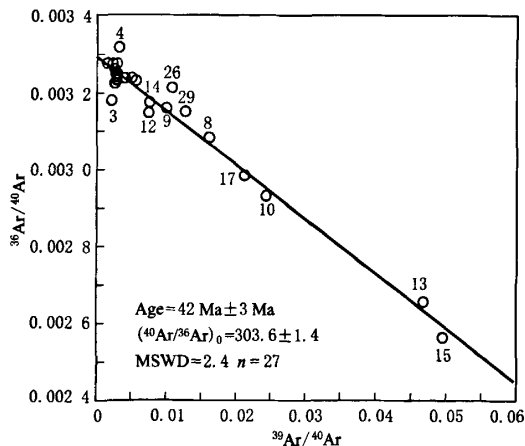
系统测试过程、原始数据处理、模式年龄和等时线年龄的计算均采用美国加州大学伯克利地质年代学中心Alan L. Denio博士编写的“MASS SPEC (V.7.665)”软件自动控制^[12]。测试结果见表1, $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ ~ $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 等时线图和 $^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ ~ $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 等时线图分别见图2和图3。

3 讨论与结论

洞中拉石英样品的等时线和反等时线拟合程度很好, $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ ~ $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 等时线年龄为 $42.2\text{ Ma} \pm 1.7\text{ Ma}$, $^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ ~ $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 等时线年龄为 $42\text{ Ma} \pm 3\text{ Ma}$ (MSWD=2.4 $n=27$)。表明石英结晶后,对 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 体系保持封闭,没有受后期热事件的影响,定年结果可靠。表观年龄的概率统计为 $51.2\text{ Ma} \pm 0.9\text{ Ma}$,MSWD=15.99。结果稍微大于

表 1 西藏洞中拉铅锌矿床石英脉激光⁴⁰Ar-³⁹Ar年代学数据
Table 1 Data of laser ⁴⁰Ar-³⁹Ar from quartz vein in Dongzhongla Lead and Zinc deposit in Tibet

Run ID	⁴⁰ Ar* /%	Age /Ma	±	³⁹ Ar (Moles)	⁴⁰ Ar	± ⁴⁰ Ar	³⁹ Ar	± ³⁹ Ar	³⁸ Ar	± ³⁸ Ar	³⁷ Ar
1710-01	4.5	77.5	9.1	2.52E-16	0.559 2	0.000 6	0.003 20	0.000 02	0.000 753	0.000 013	0.003 23
1710-02	4.5	146.3	26.7	1.01E-16	0.385 6	0.000 7	0.001 26	0.000 01	0.000 688	0.000 009	0.203 76
1710-03	6.1	252.9	28.3	1.40E-16	0.678 9	0.001 3	0.001 51	0.000 04	0.001 050	0.000 011	0.000 42
1710-04	2.0	61.3	17.6	1.38E-16	0.460 7	0.000 5	0.001 49	0.000 02	0.000 601	0.000 009	0.000 63
1710-05	4.3	137.9	16.8	1.60E-16	0.583 8	0.000 6	0.001 72	0.000 01	0.001 008	0.000 010	0.001 30
1710-06	4.1	139.4	19.2	1.28E-16	0.496 5	0.000 5	0.001 38	0.000 02	0.000 767	0.000 010	0.000 57
1710-07	12.3	187.3	47.3	2.00E-16	0.347 8	0.008 7	0.002 15	0.000 13	0.000 616	0.000 037	0.001 60
1710-08	8.9	54.1	3.3	8.28E-16	0.622 1	0.000 8	0.010 09	0.000 03	0.000 844	0.000 024	0.084 89
1710-09	6.6	64.7	6.4	2.44E-16	0.329 4	0.000 3	0.003 30	0.000 02	0.000 602	0.000 012	0.002 32
1710-10	13.4	54.1	1.8	2.37E-15	1.055 9	0.000 6	0.025 58	0.000 05	0.001 626	0.000 019	0.004 60
1710-11	4.3	82.8	12.1	1.40E-16	0.389 1	0.000 4	0.001 99	0.000 02	0.000 541	0.000 008	0.000 92
1710-12	7.0	90.5	8.0	2.70E-16	0.386 9	0.000 4	0.002 91	0.000 02	0.000 641	0.000 012	0.003 04
1710-13	21.5	45.1	1.3	2.60E-15	0.599 0	0.001 5	0.028 06	0.000 12	0.001 344	0.000 025	0.008 49
1710-14	6.2	79.1	6.5	4.43E-16	0.623 8	0.000 7	0.004 77	0.000 02	0.000 901	0.000 014	0.006 05
1710-15	24.2	48.0	1.3	2.01E-15	0.435 7	0.000 5	0.021 62	0.000 05	0.000 895	0.000 033	0.046 75
1710-16	3.2	104.3	23.6	7.93E-17	0.282 4	0.000 3	0.000 85	0.000 01	0.000 468	0.000 009	0.006 29
1710-17	11.8	54.7	2.6	9.82E-16	0.500 3	0.000 6	0.010 57	0.000 04	0.000 809	0.000 027	0.000 64
1710-18	3.2	191.8	30.3	1.17E-16	0.739 2	0.000 6	0.001 26	0.000 01	0.001 128	0.000 013	0.135 39
1710-19	4.0	126.5	28.5	1.15E-16	0.348 3	0.000 3	0.001 24	0.000 02	0.000 531	0.000 008	0.259 95
1710-20	3.2	130.0	20.8	2.24E-16	1.002 3	0.002 2	0.002 41	0.000 02	0.001 415	0.000 013	0.012 31
1710-21	14.8	457.8	98.4	1.70E-16	0.645 8	0.020 0	0.001 82	0.000 08	0.001 453	0.000 015	0.000 56
1710-22	4.4	101.7	14.4	2.00E-16	0.519 0	0.001 3	0.002 15	0.000 02	0.001 025	0.000 014	0.001 64
1710-23	4.8	165.0	20.9	1.57E-16	0.617 6	0.001 9	0.001 69	0.000 02	0.001 017	0.000 011	0.002 61
1710-24	4.7	172.6	21.4	2.06E-16	0.838 1	0.002 6	0.002 23	0.000 02	0.001 305	0.000 016	0.066 54
1710-25	4.5	147.3	19.5	2.39E-16	0.826 3	0.002 3	0.002 57	0.000 02	0.001 661	0.000 015	0.212 12
1710-26	5.1	46.3	5.5	7.39E-16	0.827 7	0.002 8	0.009 00	0.000 04	0.001 522	0.000 021	0.078 94
1710-27	4.4	105.7	12.4	3.25E-16	0.873 4	0.001 7	0.003 50	0.000 02	0.001 991	0.000 012	0.002 32
1710-28	3.7	133.0	20.7	2.36E-16	0.942 1	0.002 9	0.002 54	0.000 02	0.001 331	0.000 013	0.093 00
1710-29	6.9	53.2	5.1	7.66E-16	0.635 9	0.001 6	0.008 25	0.000 05	0.000 958	0.000 021	0.247 40
Run ID	± ³⁷ Ar	³⁶ Ar	± ³⁶ Ar	±	⁴⁰ Ar/ ³⁶ Ar	± ³⁹ Ar/ ³⁶ Ar	±	³⁶ Ar/ ⁴⁰ Ar	±	³⁹ Ar/ ⁴⁰ Ar	±
1710-01	0.000 03	0.001 807	0.000 007	1.743 531	310	2	1.769	0.002	0.003 230	0.000 018	0.005 71
1710-02	0.000 78	0.001 304	0.000 007	2.202 901	309	2	0.900	0.006	0.003 233	0.000 023	0.002 91
1710-03	0.000 03	0.002 158	0.000 013	2.340 921	315	2	0.700	0.014	0.003 179	0.000 024	0.002 22
1710-04	0.000 03	0.001 528	0.000 007	1.808 376	302	2	0.974	0.005	0.003 316	0.000 020	0.003 23
1710-05	0.000 02	0.001 892	0.000 007	1.709 543	309	2	0.911	0.003	0.003 240	0.000 018	0.002 95
1710-06	0.000 03	0.001 612	0.000 007	1.835 932	308	2	0.858	0.005	0.003 247	0.000 019	0.002 79
1710-07	0.000 07	0.001 033	0.000 02211	2.00 15	337	11	2.081	0.070	0.002 969	0.000 099	0.006 18
1710-08	0.000 26	0.001 941	0.000 007	1.820 97	324	2	5.234	0.011	0.003 083	0.000 017	0.016 13
1710-09	0.000 03	0.001 042	0.000 006	2.238 684	317	2	3.174	0.001	0.003 159	0.000 022	0.010 03
1710-10	0.000 03	0.003 097	0.000 008	1.629 333	341	2	8.261	0.021	0.002 932	0.000 014	0.024 22
1710-11	0.000 03	0.001 260	0.000 007	2.070 033	309	2	1.577	0.004	0.003 237	0.000 022	0.005 10
1710-12	0.000 03	0.001 219	0.000 006	2.131 871	318	2	2.388	0.000	0.003 147	0.000 021	0.007 51
1710-13	0.000 05	0.001 594	0.000 007	2.471 435	376	2	17.624	0.025	0.002 657	0.000 017	0.046 83
1710-14	0.000 04	0.001 982	0.000 007	1.695 167	315	2	2.406	0.001	0.003 174	0.000 017	0.007 64
1710-15	0.000 12	0.001 130	0.000 006	2.742 377	390	3	19.328	0.083	0.002 565	0.000 018	0.049 57
1710-16	0.000 04	0.000 926	0.000 006	2.365 322	305	2	0.919	0.006	0.003 274	0.000 025	0.003 01
1710-17	0.000 03	0.001 493	0.000 007	2.038 737	335	2	7.078	0.016	0.002 985	0.000 018	0.021 13
1710-18	0.000 48	0.002 459	0.000 007	1.561 338	305	2	0.483	0.003	0.003 275	0.000 017	0.001 58
1710-19	0.001 05	0.001 203	0.000 006	2.144 089	308	2	0.944	0.008	0.003 083	0.000 023	0.003 07
1710-20	0.000 06	0.003 286	0.000 010	1.668 048	305	2	0.731	0.003	0.003 274	0.000 018	0.002 39
1710-21	0.000 03	0.001 863	0.000 03312	704 04	347	13	0.979	0.017	0.002 884	0.000 106	0.002 82
1710-22	0.000 04	0.001 680	0.000 008	2.014 201	309	2	1.282	0.005	0.003 237	0.000 021	0.004 15
1710-23	0.000 03	0.001 992	0.000 008	2.001 265	310	2	0.850	0.004	0.003 223	0.000 021	0.002 74
1710-24	0.000 29	0.002 720	0.000 010	1.941 41	310	2	0.810	0.004	0.003 223	0.000 020	0.002 61
1710-25	0.000 88	0.002 729	0.000 009	1.834 414	310	2	0.911	0.002	0.003 231	0.000 019	0.002 94
1710-26	0.000 38	0.002 680	0.000 009	1.949 094	311	2	3.366	0.002	0.003 212	0.000 020	0.010 81
1710-27	0.000 04	0.002 827	0.000 009	1.675 746	309	2	1.237	0.002	0.003 236	0.000 018	0.004 00
1710-28	0.000 38	0.003 098	0.000 009	1.822 273	307	2	0.808	0.002	0.003 260	0.000 019	0.002 64
1710-29	0.001 15	0.002 072	0.000 008	1.974 599	317	2	4.035	0.003	0.003 151	0.000 020	0.012 71

图2 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 等时线图Fig. 2 Diagram showing the $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ isochron age图3 $^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 等时线图Fig. 3 Diagram showing the $^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ isochron age

等时线年龄。初始值 $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_0 = 303.6 \pm 1.4$, 稍微大于尼尔值 $(295.5 \pm 5)^{[13]}$, 说明 ^{40}Ar 略有过剩, 导致表观年龄偏老, $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 等时线年龄更可靠^[12]。因此可以代表洞中拉铅锌矿的成矿年龄, 形成于始新世早期。

在冈底斯中段, 吉如铜矿与成矿相关的黑云母二长花岗岩斑岩成岩年龄为 $48.68 \text{ Ma} \pm 0.49 \text{ Ma}$, 成矿事件发生在 $48.30 \text{ Ma} \sim 50.8 \text{ Ma}$ 之间, 形成于主碰撞阶段^[14]。嘉黎县绒多乡—墨竹工卡县门巴乡—工布江达县金达镇的铜铅锌银金多金属矿集区沙让钼矿床的花岗(斑)岩成矿前 SHRIMP U-Pb 年龄介于 $53 \text{ Ma} \sim 55 \text{ Ma}$ 之间, 成矿期 SHRIMP U-

Pb 年龄介于 $51 \text{ Ma} \sim 53 \text{ Ma}$ 之间(花岗岩为 $55.0 \text{ Ma} \pm 0.53 \text{ Ma}$ 、花岗斑岩为 $53.68 \text{ Ma} \pm 0.38 \text{ Ma}^{[10]}$; 含矿斑岩年龄为 $53 \text{ Ma} \pm 1.0 \text{ Ma}^{[9]}$)。成矿年龄介于 $51 \text{ Ma} \sim 52.25 \text{ Ma}$ 之间(辉钼矿 Re-Os 等时线年龄为 $51 \text{ Ma} \pm 1.0 \text{ Ma}^{[2]}$ 和 $52.25 \text{ Ma} \pm 0.31 \text{ Ma}^{[10]}$)。亚贵拉钼矿体 4 件矿辉钼矿 Re-Os 同位素平均模式年龄 $58.7 \text{ Ma} \pm 8.5 \text{ Ma}^{[2]}$, 亚贵拉石英斑岩的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄介于 $126.7 \text{ Ma} \sim 130.6 \text{ Ma}$ 之间^[15], 洞中拉铅锌矿床花岗斑岩锆石 SHRIMP U-Pb 为 $124.4 \text{ Ma} \pm 1.9 \text{ Ma}^{[16]}$ 。以及本次研究获取的洞中拉铅锌矿床含矿石英脉 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄为 $42.2 \text{ Ma} \pm 1.7 \text{ Ma}$ 。以上数据表明念青唐古拉山地区扎雪-亚贵拉成矿带内包括洞中拉、沙让和亚贵拉等矿床均形成于亚-印陆陆主碰撞期($65 \text{ Ma} \sim 40 \text{ Ma}$), 而不是形成于后碰撞伸展阶段($14 \text{ Ma} \sim 25 \text{ Ma}$)。

值得注意的是, 虽然同形成于主碰撞期的矿床, 但岩浆侵位年龄不一致, 主要分为两个时段($120 \text{ Ma} \sim 130 \text{ Ma}$ 和 $46 \text{ Ma} \sim 52 \text{ Ma}$)。第二个阶段($46 \text{ Ma} \sim 52 \text{ Ma}$)刚好对应于冈底斯带主碰撞期岩浆岩底侵作用事件(介于 $47 \text{ Ma} \sim 52.5 \text{ Ma}$ 之间, 大约 50 Ma 的始新世)^[17]。亚贵拉铅锌矿床的石英斑岩侵位时($126.7 \text{ Ma} \sim 130.6 \text{ Ma}$)并不成矿, 洞中拉花岗斑岩侵位时($124.4 \text{ Ma} \pm 1.9 \text{ Ma}$)也不成矿, 而是在发生印-亚大陆主碰撞期($40 \text{ Ma} \sim 65 \text{ Ma}$ 之间)。沙让钼矿(花岗斑岩类年龄为 $51 \text{ Ma} \sim 55 \text{ Ma}$ 之间, 辉钼矿 Re-Os 年龄为 $51 \text{ Ma} \sim 52.25 \text{ Ma}$ 之间)则是岩浆侵位和成矿的时间上具有一致性, 与吉如铜矿(花岗斑岩成岩年龄为 $48.68 \text{ Ma} \pm 0.49 \text{ Ma}$, 成矿事件发生在 $48.30 \text{ Ma} \sim 50.8 \text{ Ma}$ 之间)比较类似。以上分析说明冈底斯念青唐古拉山成矿带(洞中拉铅锌矿床, 亚贵拉铅锌多金属矿床和沙让斑岩钼矿床)存在主碰撞期两种类型的大规模成矿作用。这一认识对于完善碰撞成矿理论, 指导和促进念青唐古拉山铅锌铜钼多金属矿产勘查具有重要的理论和实际意义。

致谢: 调查研究过程中得到了西藏地质勘查局多吉院士, 地质调查院刘鸿飞、张金树高级工程师及西藏地质勘查局第二地质大队王成松工程师、成都理工大学崔晓亮博士和西藏鑫湖矿业有限公司的帮助。 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测试过程中得到周晶和季建清等人的热情帮助, 在此一并致谢。

参考文献

- [1] 郑有业, 王保生, 樊子晖, 等. 西藏冈底斯东段构造演化及铜金多金属成矿潜力分析[J]. 地质科技情报, 2002, 21(2): 55-60.
- [2] 唐菊兴, 陈毓川, 王登红, 等. 西藏工布江达县沙让斑岩钼矿床辉钼矿铼-钨同位素年龄及其地质意义[J]. 地质学报, 2009, 83(5): 698-704.

- [3] 侯增谦,莫宜学,杨志明,等.青藏高原碰撞造山带成矿作用:构造背景、时空分布和主要类型[J]. 中国地质,2006,33(2):348-359.
- [4] 侯增谦,杨竹森,徐文艺,等.青藏高原碰撞造山:Ⅰ.主碰撞造山成矿作用[J]. 矿床地质,2006,25(4):337-358.
- [5] 侯增谦,潘桂棠,王安建,等.青藏高原碰撞造山带:Ⅱ.晚碰撞转换成矿作用[J]. 矿床地质,2006,25(5):521-543.
- [6] 侯增谦,赵志丹,高永丰,等.印度大陆板片前缘撕裂与分段俯冲:来自冈底斯新生代火山-岩浆作用证据[J]. 岩石学报,2006,22:761-774.
- [7] 侯增谦,曲晓明,杨竹森,等.青藏高原碰撞造山带:Ⅲ.后碰撞伸展成矿作用[J]. 矿床地质,2006,25(6):629-651.
- [8] 李光明,刘波,余宏全,等.西藏冈底斯成矿带南缘喜马拉雅早期成矿作用——来自冲木达铜金矿床的Re-Os同位素年龄证据[J]. 地质通报,2006,25(12):1482-1486.
- [9] 秦克章,李光明,赵俊兴,等.西藏首例独立钼矿——冈底斯沙让大型斑岩钼矿的发现及其意义[J]. 中国地质,2008,35(6):1101-1112.
- [10] 赵俊兴,秦克章,李光明,等.冈底斯沙让钼矿的成矿年代学和岩石地球化学与青藏高原主碰撞期成矿作用[J]. 矿物学报(增刊),2009,197-198.
- [11] Steiger R H, Jager E. Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmo-chronology[J]. *Earth Planet Sci Lett*, 1977, 36:359-362.
- [12] 周晶,季建清,韩宝福,等.新疆北部基性岩脉 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Ar年代学研究[J]. 岩石学报,2008,24(5):997-1006.
- [13] Nier A O. A redetermination of the relative abundances of the isotope of carbon, nitrogen oxygen, argon, and potassium[J]. *Phys*, 1950, 77:789-793.
- [14] 张刚阳,郑有业,龚福志,等.西藏吉如斑岩铜矿:与陆陆碰撞过程相关的斑岩成岩成矿时代约束[J]. 岩石学报,2008,24(3):473-479.
- [15] 高一鸣,陈毓川,唐菊兴,等.西藏工布江达县亚贵拉铅锌钨多金属矿床石英斑岩锆石 SHRIMP 定年及其地质意义[J]. 地质学报,2009,83(10):1436-1444.
- [16] 费光春,温春齐,王成松,等.西藏墨竹工卡县洞中拉花岗岩斑岩锆石 SHRIMP U-Pb 定年[J]. 中国地质,2010,37(2):470-476.
- [17] 莫宜学,赵志丹,邓晋福,等.印度-亚洲大陆主碰撞过程的火山作用响应[J]. 地学前缘,2003,10(3):135-148.

LASER MICROPROBE ^{40}Ar - ^{39}Ar GEOCHRONOLOGY OF QUARTZ FROM DONGZHONGLA LEAD-ZINC DEPOSIT IN TIBET AND ITS SIGNIFICANCE

FEI Guang-chun¹, WEN Chun-qi¹, ZHOU Xiong^{1,2},
WU Peng-yu¹, WEN Quan¹

(1. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;
2. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, Chengdu 610041, China)

Abstract: Dongzhongla ore deposit is located in the Zhaxue-Yaguila mineralization area, Nyainqentanglha Range, Tibet and is a new founded middle-large size lead-zinc deposit. The host quartz veins in the Dongzhong lead-zinc deposit was measured by laser microprobe ^{40}Ar - ^{39}Ar Ar dating method in order to obtain the ore-forming age. As a result, the isochron age of the ore is $42.2 \text{ Ma} \pm 1.7 \text{ Ma}$, inverse isochron age is $42 \text{ Ma} \pm 3 \text{ Ma}$ with the MSWD value of 2.4, and the initial $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ value of 303.6 ± 1.4 . The measured age is in agreement with the inverse isochron age within a reasonable error range, and the dating results can be regarded as the ore-forming age of the Dongzhong lead-zinc deposit (formed during early Eocene). In the same mineralization zone, the Sharang porphyry molybdenum deposit has a Re-Os isochron age of $51 \text{ Ma} \pm 1.0 \text{ Ma}$, and the Yaguila lead-zinc-molybdenum polymetallic deposit yields a Re-Os weighted average model age of $58.7 \text{ Ma} \pm 8.5 \text{ Ma}$. All the geochronology information indicated that the mineralization movements occurred during main Indian-Asian collision period (41 Ma~65 Ma) in the Nyainqentanglha mineralization belt. This study provided important evidence for the research and exploration of lead-zinc molybdenum-copper polymetallic ore deposits in the Nyainqentanglha Range.

Key words: metallogenic epoch; laser ^{40}Ar - ^{39}Ar Ar method of dating; Dongzhongla; Nyainqentanglha

ISSN 1001-6872(2010)03-0038-06; CODEN: KUYAE2

Synopsis of the first author: Fei Guangchun, male, 29 years old, a lecturer of mineralogy, petrology and ore deposit. Now he is engaged in the research of geochemistry and ore deposits.