

- 3 Heinrich H. Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130 000 years. *Quat Res*, 1988, 29: 142~ 152
- 4 Porter S C, An Zhisheng. Correlation between climate events in the North Atlantic and China during the last glaciation. *Nature*, 1995, 375: 305~ 308
- 5 李吉均, 朱俊杰, 康建成, 等. 末次冰期旋回兰州黄土剖面与南极东方站冰岩芯的对比. *中国科学, B 辑*, 1990 (10): 1 086~ 1 094
- 6 Tsukamoto S. Infrared stimulated luminescence (IRSL) dating of Chinese loess deposits. *Abst An Conf Int Geogr Soc. Tokyo: Tokyo Metropolitan University*, 1997
- 7 Martinson D G, Pisias N G, Hays J D, et al. Age dating and the orbital theory of the ice ages: development of a high resolution 0 to 300 000-year chronostratigraphy. *Quat Res*, 1987, 27: 1~ 29
- 8 Linsley B K. Oxygen isotope record of sea level and climate variations in the Sulu Sea over the past 150 000 years. *Nature*, 1996, 380: 234~ 237

(1998-04-15 收稿, 1998-08-24 收修改稿)

东天山晚古生代火山岩区磁铁矿绿泥石建造金矿床 Sm-Nd 和 Rb-Sr 同位素年龄

姬金生 李华芹^④ 张连昌 杨兴科 丰成友

(西安工程学院资源系, 西安 710054; ④宜昌地质矿产研究所, 宜昌 443003)

摘要 东天山康古尔金矿床磁铁矿绿泥石建造地质地球化学以及 Sm-Nd 法和 Rb-Sr 法同位素年代研究表明, 该建造的 Sm-Nd 法等时线年龄为 $(290.4 \pm 7) \text{ Ma}$, Rb-Sr 法等时线年龄为 $(282.3 \pm 5) \text{ Ma}$, 成矿作用发生在海西晚期. 矿床的形成与塔里木板块同准噶尔板块碰撞引起的大规模逆冲、剪切、形成巨型黄山-秋格明塔什韧性剪切带有关.

关键词 金矿床 Sm-Nd 同位素, Rb-Sr 同位素 康古尔

新疆东天山地区晚古生代火山岩区内磁铁矿绿泥石建造型金矿是近几年发现的工业价值很大的新型金矿, 代表矿床为康古尔金矿, 作者在从事国家 305 项目研究中对矿石的 Sm-Nd 和 Rb-Sr 同位素年龄进行了测定, 两者年龄一致, 现通报如下.

1 矿床地质概况

该矿床位于塔里木地台东北缘的沟-弧体系、阿奇山-雅满苏岛弧北缘的火山岩带内. 矿区出露地层为下石炭统阿奇山组海相-海陆交互相中性-酸性熔岩、火山碎屑岩夹正常沉积碎屑岩. 矿区处于秋格明塔什巨型韧性剪切带南侧, 韧性变形强烈, 后期叠加有韧性-脆性和脆性变形(主要为东西向分布的继承性断裂以及 NW 和 NE 向断裂), 金矿分布于韧性剪切带内的脆-韧性断裂中(图 1). 矿带内热液活动强烈, 含有大量规模不一的石英脉.

金矿体主要产于千糜岩(原岩为火山岩)内, 矿体上盘原岩为安山岩, 下盘为酸性凝灰岩. 矿体长数百米到 1 km 以上, 宽 0.5 m 到数米, 矿体平行排列, 尖灭再现的现象常见. 矿石中金属矿物主要有磁铁矿(5%~15%), 黄铁矿(3%~10%), 赤铁矿(2%~4%), 自然金及银金矿

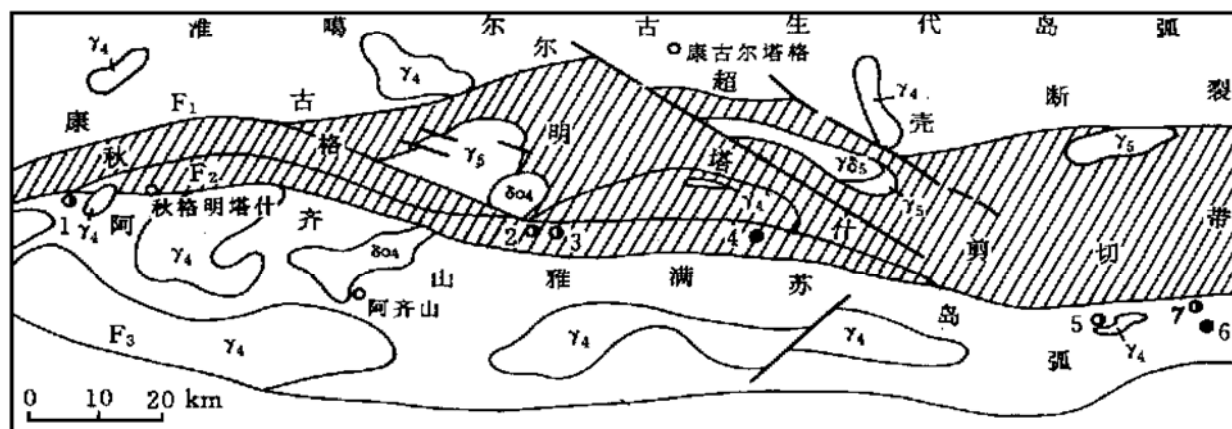


图1 东天山康古尔地区大地构造简图

γ_5 ——印支期花岗岩; γ_{δ_5} ——印支期花岗闪长岩; γ_4 ——海西期花岗岩; 80_4 ——海西期英云闪长岩. F_1 ——康古尔超壳断裂; F_2 ——苦水断裂; F_3 ——阿其克库都克断裂. 1——西滩金-银矿; 2——康古尔金矿; 3——马头滩金矿; 4——大东沟金矿点; 5——西凤山金矿; 6——长城山金矿点; 7——红石岗金矿

微量. 金品位一般 2~30 g/t. 非金属矿物主要为绿泥石(20%~50%)、石英(15%~40%)及方解石(3%±)等. 围岩蚀变主要有硅化、绿泥石化、黄铁绢英岩化等.

2 样品采集、处理与年龄测定

样品分别采自 ZK2616, ZK2604 和 ZK3804 钻孔内 50~250 m 深的矿体中, 矿石新鲜. 样品破碎之前, 对样品表面用去离子水进行了清洗, 并用清洗干净的机械进行破碎、筛分, 然后分选出纯度大于 99% 的石英、黄铁矿和磁铁矿. 对石英的流体包裹体进行 Rb-Sr 等时线法测年, 对磁铁矿和黄铁矿进行 Sm-Nd 等时线法测年. 与磁铁矿、绿泥石矿物共生的石英中的包裹体为含 L_{CO_2} 多相包裹体, L_{CO_2} 相所占体积为 15%~25%, L_{H_2O} 占 75%~85%, 室温下 L_{CO_2} 相中可见一个 CO_2 气泡. 包裹体均一温度一般为 230~320 °C, 盐度一般为 11%~14% (质量百分数) NaCl, 属于 H_2O-CO_2-NaCl 体系.

石英中流体包裹体 Rb-Sr 法测年样品的加工处理程序为^[1]: 将标本分别磨制薄片和测温片, 在显微镜下确定矿物中流体包裹体的大小, 据此确定大块样品破碎的粒级, 将该矿体内石英碎至 40~80 目, 在双目镜下挑选纯度达 99% 以上. 然后, 将样品用 HCl 和 HNO_3 分别进行清洗, 再用纯水洗掉矿物表面或晶体裂隙中的酸. 为了获得流体包裹体的真实年龄, 还采用热爆-超声洗涤法去除次生包裹体. 最后, 通过高温爆裂, 打开包裹体并提取流体气体成分, 在 Finnigan MAT-261 可调多接收固体质谱计上分析测定样品的 Rb, Sr 含量及其同位素比值.

Sm-Nd 法测年的实验过程: 将富含磁铁矿和黄铁矿的矿石清洗、破碎, 经电磁选、重液分离法选出纯度大于 99% 的磁铁矿和黄铁矿单矿物, 然后将单矿物样品分别置于氟塑料焖罐中, 加入 $(HF+HClO_4)$ 混合酸, 密封后在中温电热板上加热溶解 24 h 左右, 样品全部溶解后, 开罐、蒸干, 在高温下赶走 $HClO_4$, 然后加 2.5 mol/L HCl, 将沉淀物溶解至清液后, 将样品分为两部分. 一部份样品用混合稀释剂、阳离子交换柱处理, 用 HCl 淋洗杂质元素, 然后用同位素稀释法测定 Sm 和 Nd 的含量. 另一部分样品经处理后再通过 HDEHP 交换柱进一步分离 Ce, Nd 和 Sm, 收集含 Nd 部份的解吸液并蒸干, 用 Finnigan MAT-261 质谱计测定 $^{143}Nd/^{144}Nd$ 同位素比值.

全部化学操作在净化实验室的超净工作柜内进行, 使用的器皿全部由氟塑料或石英制成.

分析和处理结果分别见表 1, 2 和图 2, 3.

表 1 康古尔金矿主成矿阶段石英流体包裹体 Rb-Sr 同位素分析结果

序号	样品号	样品名称	Rb(× 10 ⁻⁶)	Sr(× 10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr ±σ
1	KG5-4	石英包裹体	1.27	2.50	1.472 5	0.714 00±0.000 2
2	KG5-3	石英包裹体	3.39	5.92	1.650 5	0.714 36±0.000 8
3	KG5-7	石英包裹体	1.14	2.59	1.270 7	0.7130 8±0.000 4
4	KG5-10	石英包裹体	1.16	1.51	2.224 8	0.715 77±0.000 3
5	KG5-5	石英包裹体	0.90	1.25	2.077 7	0.715 68±0.000 1
6	KG5-11	石英包裹体	2.57	1.26	5.904 4	0.732 06±0.000 8
7	KG5-15	石英包裹体	1.88	0.80	6.739 3	0.734 41±0.000 2
8	KG5-19	石英包裹体	1.16	0.98	3.395 2	0.722 03±0.000 8
9	KG5-11-1	石英包裹体	2.56	1.06	6.963 2	0.735 75±0.000 1
10	KG5-12	石英包裹体	3.92	2.15	5.280 8	0.728 98±0.000 2
11	KG5-8	石英包裹体	1.09	2.21	1.479 0	0.713 79±0.000 4

表 2 康古尔金矿主成矿阶段磁铁矿、黄铁矿 Sm-Nd 同位素分析结果

序号	样品号	样品名称	Sm(× 10 ⁻⁶)	Nd(× 10 ⁻⁶)	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd ±σ
1	KG5-15b	磁铁矿 ⁺	0.06	0.26	0.1272	0.512458 ±40
2	KG5-24b	磁铁矿 ⁺	0.14	0.74	0.1125	0.512435 ±30
3	KG5-24b	磁铁矿 ⁺	0.29	1.07	0.1627	0.512511 ±21
4	KG5-15b	黄铁矿 ⁺	0.01	0.04	0.1858	0.512571 ±32

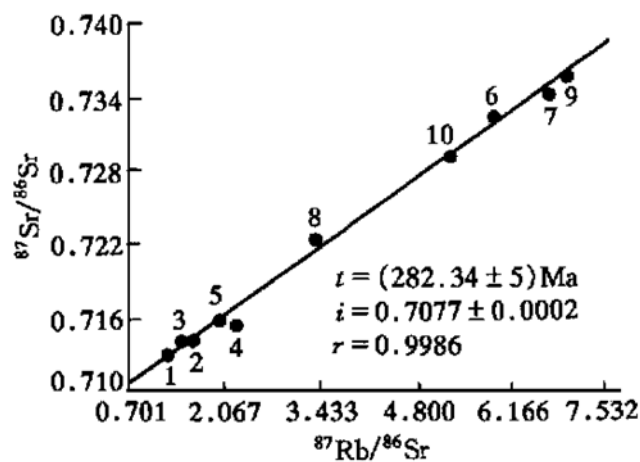


图 2 康古尔主成矿阶段 Rb-Sr 等时线
图内 1~ 10 见表 1

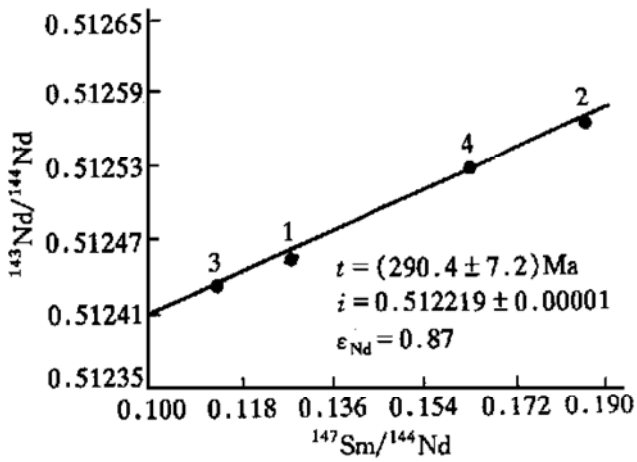


图 3 康古尔主成矿阶段 Sm-Nd 等时线
图内 1~ 4 见表 1

3 结论和讨论

(1) 从分析和处理结果可知, 11 个石英矿物流体包裹体样品所拟合的直线线性关系很好, 直线斜率的相应年龄为(282.3 ±5) Ma, (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr) i 值为 0.707 7 ±0.000 2. 3 个磁铁矿和 1 个黄铁矿矿物拟合的直线线性关系也很好, 其等时线年龄为(290.4 ±9) Ma, (¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd) i 为 0.512 219 ±0.000 01. 矿石中石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄与矿石中磁铁矿和黄铁矿的 Sm-Nd 等时线年龄甚为接近, 充分证明该年龄值可靠, 成矿作用发生在海西晚期.

(2) 据研究^[2~ 4], 塔里木板块与准噶尔板块之间, 早古生代晚期出现有北天山次大洋, 从泥盆纪开始大洋板块向南北两个方向俯冲, 并分别形成南侧的阿奇山-雅满苏火山弧和北侧的准噶尔板块南缘火山弧. 随着板块俯冲作用进行和板块边界剪切带内阻力增大, 俯冲作用逐渐中止, 大洋逐渐收敛、关闭, 塔里木板块与准噶尔板块开始碰撞, 造成大规模的逆冲、剪切, 形

成黄山-秋格明塔什巨型韧性剪切带,并伴随着变质及蚀变作用.在剪切带内流体作用下,形成具有特色的磁铁矿绿泥石建造型金矿床. Rb-Sr 和 Sm-Nd 同位素测年结果(282~290 Ma),证明碰撞作用是从晚石炭世开始的.

致谢 本工作由国家重点科技攻关新疆 305 项目(编号 85-902)资助.

参 考 文 献

- 1 李华芹. 热液矿床流体包裹体年代学研究及其地质应用. 北京:地质出版社, 1993
- 2 姬金生,陶洪祥,曾章仁,等. 东天山康古尔塔格金矿带地质与成矿. 北京:地质出版社, 1994
- 3 马瑞士,舒良树,孙家齐. 东天山构造演化与成矿. 北京:地质出版社, 1992
- 4 肖序常,汤跃庆,李锦轶,等. 试论新疆北部大地构造演化. 新疆地质科学(第1辑)北京:地质出版社, 1990

(198_04_28 收稿, 1998_08_28 收修改稿)

MDD 模式应用中若干问题的讨论 ——iv. 低温过剩 Ar 的扣除

李 齐 陈文寄

(中国地震局地质研究所, 北京 100029)

摘要 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 实验过程中, K-长石在低温阶段释放出的过剩 ^{40}Ar ($^{40}\text{Ar}_\text{E}$)掩盖了可能的样品真实年龄和热历史信息. 介绍用 Cl 校正 $^{40}\text{Ar}_\text{E}$ 的方法,并成功地对红河断裂带 3 个 K-长石样品低温阶段异常高的年龄进行了校正,为进一步 MDD 模式(Multiple diffusion domain model)拟合提供了可靠的低温阶段年龄信息.

关键词 过剩氩 Cl 校正法 MDD 模式

1 问题的提出

Aldrich 和 Nier^[1]首次报道了在矿物中存在过剩 ^{40}Ar ($^{40}\text{Ar}_\text{E}$). 60 年代在 K-Ar 法的建立和发展过程中, $^{40}\text{Ar}_\text{E}$ 的问题开始提出. 在最初的 20 年间,许多的年代学家对此进行过各种各样的处理尝试,但是很少成功. 随着 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 方法的发展,以及在快中子照射中不同同位素产生的核反应,提供了判断 $^{40}\text{Ar}_\text{E}$ 影响的可能性. 80 年代末至 90 年代初,Turner 和 Wang^[2]利用破碎和阶段加热研究细粒变质沉积岩时,根据 K-长石年龄谱的分析,提出了矿物成分中可能存在 $^{40}\text{Ar}_\text{E}$ 的认识,并且认为类似的情况在许多常见矿物样品中也有可能存在. Harrison 等人^[3]利用真空破碎和阶段加热两种方法,研究了 K-长石的热年代学问题,结果表明, K-长石在低温区间存在的 $^{40}\text{Ar}_\text{E}$ 可能与 Cl 的存在有关. 显然,这类 $^{40}\text{Ar}_\text{E}$ 的存在,直接影响对低温区间冷却历史演化过程的研究. 因此,在进行 MDD 模式处理之前,如果发现 K-长石低温阶段年龄异常高时,应当首先进行 $^{40}\text{Ar}_\text{E}$ 扣除,然后再进行模式拟合.