

东天山硫磺山铜多金属矿床成岩成矿作用 同位素地质年代学

李华芹 陈富文

(中国地质调查局宜昌地质矿产研究所,湖北 宜昌,443003)

P61 A

摘要 前人根据矿体的产出受碳酸盐岩层位控制和 Pb 同位素模式年龄资料,多认为硫磺山铜多金属矿床为层控型铜铅锌多金属矿床,其形成时代为奥陶纪。基于矿区石英斑岩体见矿化和矿化蚀变,矿体与围岩呈渐变关系等特点,笔者主张该矿床属斑岩型铜铅锌多金属矿床。年代学研究表明,含矿石英脉 Rb-Sr 等时线年龄(346 ± 30 Ma)与石英斑岩的锆石 U-Pb 年龄($340 \sim 360$ Ma)在测定误差范围内一致,表明成岩与成矿作用均发生在早石炭世—晚泥盆世,成矿作用无论从空间上和时间上都与石英斑岩有关。

关键词 铜多金属矿床 成岩成矿作用 同位素年代学 硫磺山 东天山

Rock-forming and Ore-forming Chronology of the Liuhuangshan Copper-Polymetallic Deposit in East Tianshan Mountains

LI Huaqin CHEN Fuwen

(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Yichang, Hubei, 443003)

Abstract Based on the lead model age and the phenomenon that Cu-Pb-Zn orbodies are controlled by carbonate of the Ordovician Liuhuangshan Group, It was previously considered that the Liuhuangshan Copper-polymetallic deposit was of stratabound type formed in Ordovician. In view of the facts that the quartz porphyry in the orefield has been mineralized and the orbodies show transitional relationship with the porphyry, the authors believe that the deposit should be a porphyry Cu-Pb-Zn polymetallic one. Isotopic chronological studies show that the fluid inclusion Rb-Sr isochron age(346 ± 30 Ma) of mineralized quartz veins is consistent with the zircon U-Pb age($340 \sim 360$ Ma) of quartz porphyry in test errors, suggesting that the rock-forming and ore-forming events occurred during Early Carboniferous to Late Devonian and the ore-forming process is related to the porphyry in time and space.

Key words copper-polymetallic deposit rock-forming and ore-forming events isotopic chronology Liuhuangshan East Tianshan Mountains

1 矿床地质特征

硫磺山铜多金属矿床位于托克逊县库米什东南47 km处。矿区出露地层为中上奥陶统硫磺山群、泥盆系、石炭系和中下侏罗统,组成了一个向东倾伏的背斜构造(图1)。海西运动早期石英斑岩沿背斜轴部呈岩盘状侵入于中上奥陶统中,南北长1 300 m,东西最宽400 m,向北变窄,出露面积为0.7 km²。斑岩体四周向中心倾斜,倾角30°~70°,南部

最厚(117 m),向北减薄至50~80 m。石英斑岩已强烈蚀变(主要有绢云母化、高岭土化、绿泥石化、叶腊石化和黄铁矿化等),导致岩体由西向东,自上而下依次为灰白色→灰绿色→草绿色,之间均为渐变过渡关系。

硫磺山矿带呈近SN向展布,南北长约700 m,宽50 m左右,走向与石英斑岩体延长方向一致。前人已圈出大小矿体47个,其中南矿带氧化矿体23个,北矿带氧化矿体6个,原生硫化物矿体18个。

本文由国家重点基础研究发展规划项目(编号:G1999043201和2001CB409810)及国家科技攻关计划“新疆优势矿产资源勘查综合研究”(编号:2001BA609A-07-18)资助。

责任编辑:宫月莹。

第一作者:李华芹,男,1940年生,研究员,从事同位素地球化学研究。

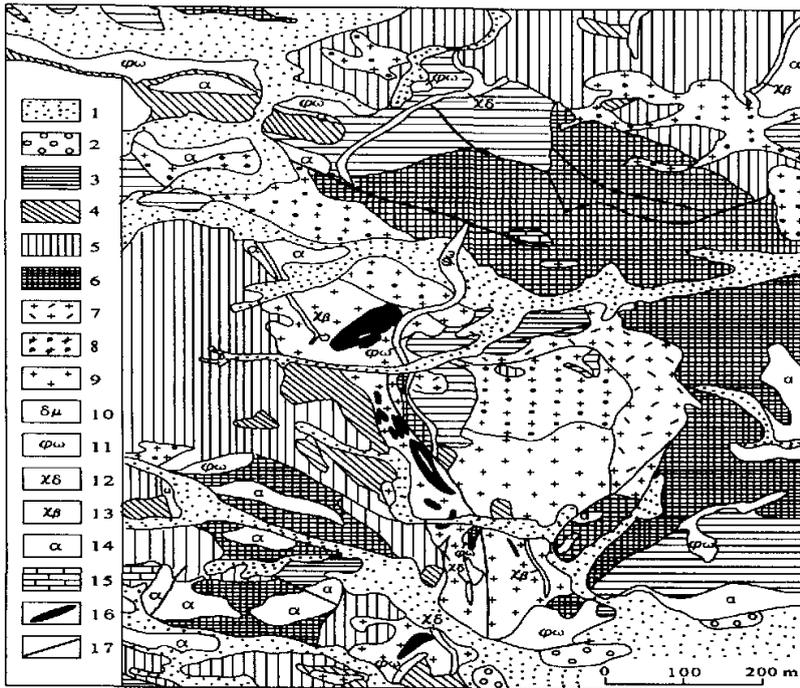


图1 硫磺山铜多金属矿床地质略图(据叶庆同等,1999)

Fig.1 Sketch geological map of the Liuhuangshan copper-polymetallic mine(after Ye Qingtong et al. 1999)

- 1-第四纪冲积、洪积物;2-中下侏罗统灰白色砾岩夹砂岩和砖红色泥质粉砂岩;3-中上奥陶统硫磺山群灰岩;
4-硫磺山群结晶生物碎屑灰岩和泥质页岩;5-硫磺山群硅质岩夹灰岩;6-硫磺山群细砂岩夹安山岩和透镜状灰岩;7-碧玉岩;8-安山岩;
9-灰白色石英斑岩;10-灰绿色石英斑岩;11-草绿色石英斑岩;12-闪长玢岩;13-蛇纹岩;14-云斜煌斑岩;15-灰岩;16-矿体;17-断层
- 1-Quaternary;2-Jurassic conglomerate and pelitic siltstone;3-Ordovician carbonate;4-Ordovician crystal biospararenite and pelitic shale;5-Ordovician silcalite with carbonate;6-Ordovician fine-grained sandstone with andesite and lens-shaped carbonate;
7-jaspilite;8-andesite;9-white quartz porphyry;10-sage green quartz porphyry;11-grass green quartz porphyry;
12-diorite porphyry;13-serpentine;14-kersantite;15-carbonate;16-orebodies;17-faults

单个矿体多呈透镜状,少数呈长条状,长19~1175 m,宽1.0~32.5 m。北矿带最大的3号矿体长1175 m,宽32.5 m;南矿带最大的19号矿体长123 m,宽3.0 m。矿体与围岩无明显界线,主要产于灰白色石英斑岩中,局部与结晶生物碎屑灰岩接触。矿化围岩蚀变强烈,主要有硅化、绢云母化、重晶石化、白云石化和黄铁矿化等,次生蚀变有高岭土化、黄钾铁矾化、褐铁矿化、明矾石化、石膏化和粘土化等。

矿石类型有氧化矿石和原生硫化物矿石。氧化矿石可分为单铅、银-铅、金-银-铅、金-锌-铜、金和铜-铅-锌等成矿元素组合;具粉末状、土状、皮壳状、碎裂状、角砾状、块状、条带状等构造和隐晶质、胶状、环带状、交代和残晶等结构;主要矿物成分为铅矾、白铅矿、硅钙铅矿、褐铁矿、针铁矿、菱铁矿、黄钾的矾、纤铁矾、孔雀石、铜蓝、重晶石、石膏、石英等,常有微量黄铁矿、方铅矿、黄铁矿残晶。原生矿石有铅-锌-铁、铜-铅-锌-铁、铜-铁等成矿元素组合;具浸

染状、细脉浸染状、条带状构造和粒状、溶蚀和交代结构等;主要矿物成分是黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、辉铜矿、黝铜矿等,时有微量白铅矿、菱锌矿、斑铜矿和铜蓝等。

2 测年结果及数据处理

2.1 样品采集及测定方法

为了查明硫磺山铜多金属矿床的形成时代以及成矿作用和石英斑岩的关系。对矿区内的蚀变石英斑岩和含矿石英脉分别进行了年代学研究。蚀变石英斑岩测年样品采自硫磺山矿区南矿段采坑的不同空间部位,对其分别采用颗粒锆石 U-Pb 法和全岩 Rb-Sr 等时线法进行了年龄测定;成矿时代测年样品采自硫磺山铅锌矿区南矿段采坑内含矿石英细脉矿石,从中分离出的纯净石英,采用 Rb-Sr 等时线法进行测定。

全岩和石英分析样品的制备分别采用李华芹等(1993,1998)所报道的流程;Rb、Sr 同位素分析在中国地质调查局宜昌同位素地球化学实验室 MAT-261 可调多接收型质谱仪上完成;分析过程中采用国际标准样品 NBS-987 监控仪器工作状态,用 NBS607 和 Rb-Sr 测年国家一级标准物质 GBW04411 监控分析流程。上述标准物质的测定值分别为:NBS-987:⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 为 0.71026 ± 0.00006; NBS607: Rb/10⁻⁶ 为 523.22, Sr/10⁻⁶ 为 65.56, ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 为 1.20035 ± 0.00009; GBW04411: Rb/10⁻⁶ 为 249.08, Sr/10⁻⁶ 为 158.39, ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 为 0.76006 ± 0.00025; ⁸⁷Rb/⁸⁶Sr 和 ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 的测定精度分别好于 1%~2% 和 0.008%~0.02%。全部操作均在净化实验室净化工作柜内进行;使用的器皿由氟塑料、石英或铂金制成。所用试剂为高纯试剂经亚沸蒸馏器蒸馏,其 Rb、Sr 空白为 10⁻¹¹~10⁻¹² g/g。高纯水由 Milli-Q 水纯化系统纯化,其 Rb、Sr 空白为 10⁻¹² g/g;与样品同时测定的全流程空白都在 0.3 ng 左右。当样品 Rb、Sr 含量低于 10⁻⁶ 时,均

做了空白校正。

2.2 测定结果及数据处理

分析结果列于表 1、表 2 和表 3。本文采用目前国际通用的 ISOPLOT 程序进行年龄计算。所选衰变常数为 λ⁸⁷Rb = 1.42 × 10⁻¹¹ a。年龄计算时设定的误差为:⁸⁷Rb/⁸⁶Sr 为 1.5%~3.0% (石英); ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 为 0.02%。从表 1 和图 2 可以看出,短柱状无色透明自形锆石晶体的²⁰⁶Pb/²³⁸U 和²⁰⁷Pb/²³⁵U 两组年龄分别为 360.2 Ma 和 366.1 Ma, 谐和年龄为 360.2 ± 4.7 Ma;长柱状无色透明自形锆石晶体的²⁰⁶Pb/²³⁸U 和²⁰⁷Pb/²³⁵U 的年龄为 340.2 Ma 和 341.4 Ma,谐和年龄为 340.2 ± 4.3 Ma。从图 3 可以看出,3 个蚀变石英斑岩所拟合的直线具有良好的线性关系求得等时线年龄为 316 ± 7.7 Ma(95% 置信度)。从表 3 和图 4 可以看出,6 个石英样品的 Rb、Sr 含量及 Rb/Sr 比值均有较大差异,且 ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 和 ⁸⁷Rb/⁸⁶Sr 同位素比值在等时线图上的展布十分均匀,所构成的等时线具有良好的线性关系,求得等时线年龄为 346 ± 30 Ma(95% 置信度)。

表 1 硫磺山铅锌矿床区内石英斑岩中锆石 U-Pb 同位素年龄测定结果
Table 1 Zircon U-Pb data of quartz porphyry from the Liuhuangshan Lead-zinc mine

样品情况		浓度		普通铅含量/ng	同位素原子比率					表面年龄/Ma			
样号	重量/μg	^U /μg·g ⁻¹	^{Pb} /μg·g ⁻¹		²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁶ Pb	
1	短柱状无色透明自形晶体	45	222	23	0.45	99	0.1163	0.05741	0.4341	0.05478	360.2	366.1	403.2
2	长柱状无色透明自形晶体	70	130	11	0.29	124	0.08884	0.05419	0.3996	0.05348	340.2	341.4	349.4

表 2 硫磺山铅锌矿区石英斑岩 Rb-Sr 等时线年龄测定结果
Table 2 Whole-rock Rb-Sr data of quartz porphyry from the Liuhuangshan Lead-zinc mine

序号	样号	样品名称	w(Rb)/10 ⁻⁶	w(Sr)/10 ⁻⁶	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr(±2σ)
1	LHS1-1	蚀变石英斑岩	27.62	39.16	2.036	0.71827 ± 0.00004
2	LHS1-2	蚀变石英斑岩	9.89	47.64	0.5988	0.71192 ± 0.00006
3	LHS1-3	蚀变石英斑岩	39.04	38.00	2.966	0.72261 ± 0.00005

表 3 硫磺山铅锌矿南矿段采坑内含矿石英网脉石英 Rb-Sr 同位素年龄测定结果
Table 3 Rb-Sr data of mineralized quartz stock works from the southern Liuhuangshan Lead-zinc mine

序号	样号	样品名称	w(Rb)/10 ⁻⁶	w(Sr)/10 ⁻⁶	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr(±2σ)
1	LHS2-2	石英	12.67	6.231	5.878	0.73868 ± 0.00005
2	LHS2-6	石英	13.5	4.522	8.646	0.75402 ± 0.00009
3	LHS2-8	石英	26.85	43.37	1.787	0.71854 ± 0.00003
4	LHS2-3	石英	39.33	30.82	3.686	0.72687 ± 0.00007
5	LHS2-9	石英	0.4456	1933	0.00067	0.71111 ± 0.00001
6	LHS2-10	石英	19.7	20.93	2.718	0.72290 ± 0.00008

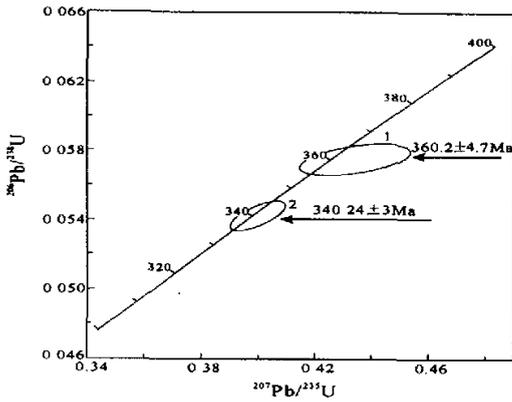


图 2 硫磺山铅锌矿区石英斑岩
锆石 U-Pb 年龄谐和图

Fig. 2 Concordia plot of zircon U-Pb ages for quartz porphyry from the Liuhuangshan mine

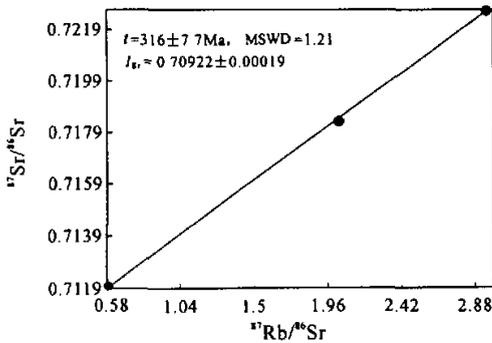


图 3 硫磺山铅锌矿床区内石英斑岩 Rb-Sr 等时线图
Fig. 3 Rb-Sr isochron of quartz porphyry from Liuhuangshan mine

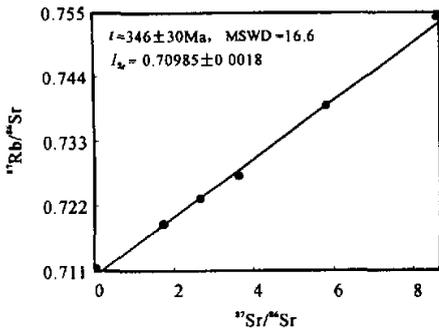


图 4 硫磺山铅锌矿含矿石英脉 Rb-Sr 等时线图
Fig. 4 Fluid inclusion Rb-Sr isochron of mineralized quartz veins

3 结论和讨论

3.1 关于石英斑岩的形成时代

由前述可知,石英斑岩体侵入于中上奥陶统硫磺山群,矿体直接赋存于石英斑岩体内,因此,石英斑岩的侵位时间应晚于晚奥陶世而早于成矿作用的发生时间。本研究获得岩体的锆石 U-Pb 年龄为 340~360 Ma,其²⁰⁶Pb/²³⁸U 和²⁰⁷Pb/²³⁵U 两组年龄值在测定误差范围内近于和谐,应代表石英斑岩形成的时间;而蚀变石英斑岩全岩的 Rb-Sr 等时线年龄为 316 ± 7.7 Ma,明显低于同一岩体的锆石 U-Pb 年龄,不能代表石英斑岩形成的时间,而可能反映区内一次热事件所发生的时间。

3.2 关于成矿作用时代

前人对硫磺山铜多金属矿床的成矿时代和成因的认识主要有 2 种不同的观点:马瑞士等(1997)根据铅锌矿体的产出受碳酸盐岩层位控制,认为该矿床为层控型铜铅锌多金属矿床;叶庆同等(1999)根据矿床主要产于石英斑岩体内,并伴有强烈围岩矿化蚀变,矿体与围岩呈渐变关系等特点,认为属斑岩型铜铅锌多金属矿床,其成矿时代与斑岩体岩浆侵入时间大致相同。上述年代学研究结果表明,含矿石英脉 Rb-Sr 等时线年龄(346 ± 30 Ma)与石英斑岩的锆石 U-Pb 年龄在测定误差范围内一致,表明成岩与成矿作用均发生在早石炭世一晚泥盆世,因此,成矿作用无论从空间上和上都与石英斑岩有关。

参 考 文 献

叶庆同,吴一平,傅旭杰等. 1999. 西南天山金和有色金属矿床成矿条件和成矿预测. 北京:地质出版社.
李华芹,谢才富,常海亮等. 1998. 新疆北部有色贵金属矿床成矿作用年代学. 北京:地质出版社.
马瑞士,舒良树,孙家齐. 1997. 东天山构造演化与成矿. 北京:地质出版社.

References

Ye Qingtong, Wu Yiping, Fu Xujie et al. 1999. Ore-forming conditions and metallogenic prognosis of gold and nonferrous metallic resources in Southwestern Tianshan Mountain. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
Li Huaqin, Xie Caifu, Chang Hailiang et al. 1998. Study on metallogenic chronology of nonferrous and precious metallic ore deposits in Northern Xinjiang, China. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
Ma Ruishi, Shu Liangshu, Sun Jiaqi. 1997. Tectonic evolution and metallogeny of Eastern Tianshan Mountains. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).