

编号: 0258-7106 (2012) 01-0161-04

内蒙古东部敖脑达坝铜-银-锡矿区附近发现 晚石炭世地层*

江思宏 聂凤军 刘翼飞 侯万荣

(中国地质科学院矿产资源研究所 国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037)

摘 要 在内蒙古东部的大兴安岭中南段地区, 具有工业价值的多数大中型银多金属矿床均产于二叠系中。笔者在敖脑达坝铜-银-锡矿床开展研究时, 对该矿区西部出露的凝灰质板岩取样并开展了 LA-MC-ICP-MS 测年工作, 获得的锆石 U-Pb 年龄为 $(302.6 \pm 1.9) \text{ Ma}$, $\text{MSWD} = 2.0$, 表明凝灰质板岩的原岩形成年代为晚石炭世, 而不是前人认为的二叠纪。这一新发现可能对重新认识该区的区域地质演化具有重要意义。

关键词 地质学; 二叠系; 晚石炭世; LA-MC-ICP-MS 锆石测年; 敖脑达坝; 内蒙古

中图分类号: P618.41; P618.52

文献标志码: A

Discovery of Late Carboniferous Strata near Aonaodaba Cu-Ag-Sn deposit in eastern Inner Mongolia

JIANG SiHong, NIE FengJun, LIU YiFei and HOU WanRong

(MLR Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Assessment, Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China)

Abstract

Most economically important medium- to large-sized Ag-polymetallic deposits occurring in south-central part of the Da Hinggan Mountains in east Inner Mongolia are hosted by Permian strata. The LA-MC-ICP-MS dating of zircons from tuffaceous slate outcropped in the western part of the Aonaodaba Cu-Ag-Sn deposit yielded an U-Pb age of $(302.6 \pm 1.9) \text{ Ma}$ with MSWD being 2.0, which indicates that the original rock of the tuffaceous slate was formed in late Carboniferous instead of in Permian considered by previous researchers. This new discovery is of great significance for re-understanding the regional geological evolution.

Key words: geology, Permian, Late Carboniferous, LA-MC-ICP-MS zircon dating, Aonaodaba, Inner Mongolia

1 晚石炭世地层发现概述

二叠系是内蒙古东部地区分布最广的地层。在内蒙古东部的大兴安岭中南段地区, 具有工业价值的多数大中型银多金属矿床均产于二叠系中, 如南

部从黄岗梁铁矿床、大井银-锡-铜矿床到中部的白音诺尔铅-锌矿床、浩布高铅-锌矿床, 再到中北部的敖脑达坝铜-银-锡矿床和布敦化铜矿床等(赵一鸣等, 1994; 盛继福等, 1999)(图 1)。与二叠系相比, 石炭系分布范围十分有限, 主要集中在东乌旗的宝力格-乌拉盖一带和西乌旗南部地区。

* 本文得到国家重点自然科学基金项目(41030421)、全国危机矿山项目(20089948)和地质大调查项目(1212010911029)联合资助
第一作者简介 江思宏, 男, 1968 年生, 博士, 研究员, 主要从事金属矿床成矿规律研究。Email: jiangsihong1@163.com
收稿日期 2011-10-30; 改回日期 2011-11-30。张绮玲编辑。

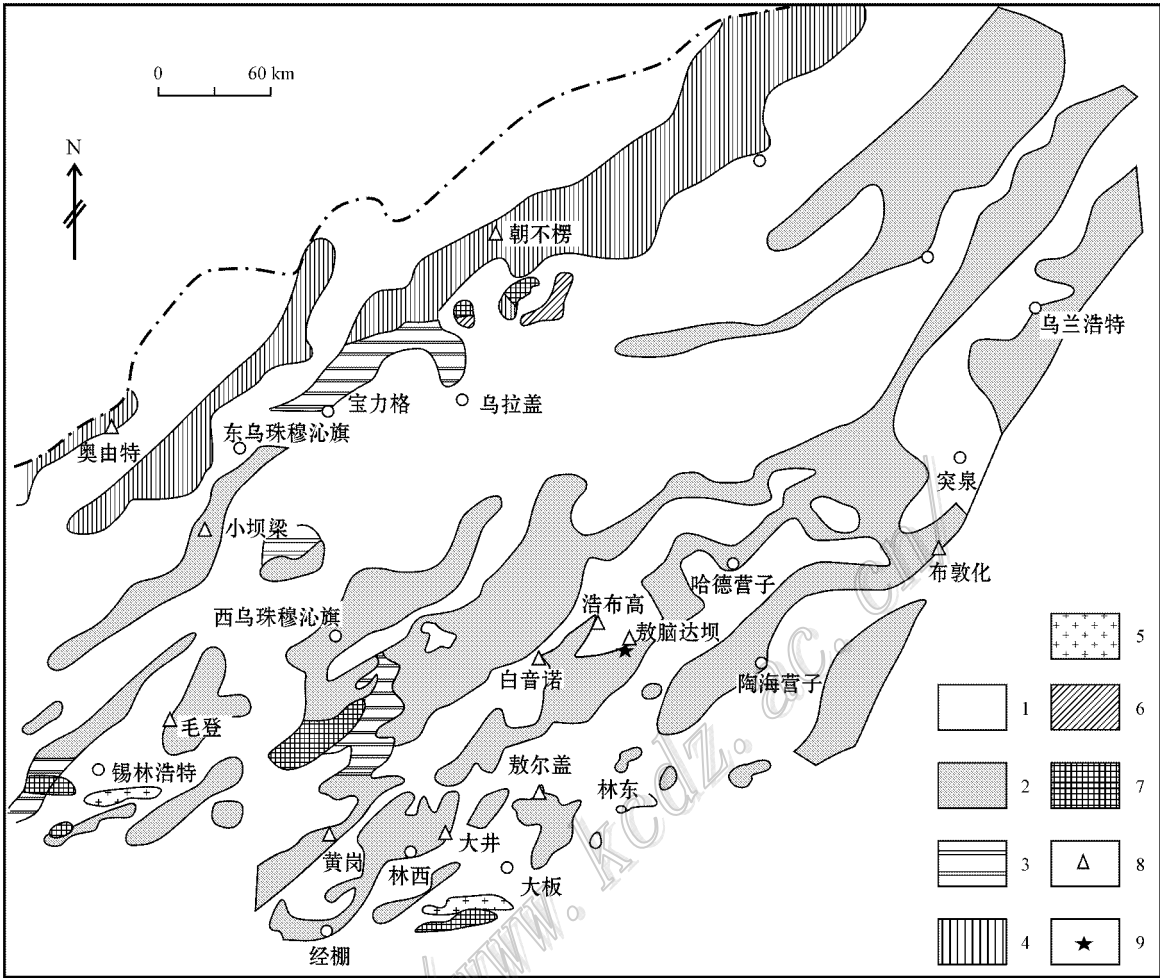


图 1 内蒙古东部地区地层分布简图(附采样位置)(引自赵一鸣等,1994)

1—中生界陆相碎屑岩、酸性火山岩;2—二叠系碳酸盐岩、沉凝灰岩、板岩、砂岩、砾岩;3—石炭系砂岩、粉砂岩、灰岩、中基性火山岩;4—泥盆系灰岩、泥岩夹火山碎屑岩;5—志留系灰岩、板岩、角砾状板岩、角砾状灰岩、粉砂质板岩夹流纹质凝灰岩;6—奥陶系细碧岩、玄武岩夹硅质岩、安山质凝灰岩、粉砂质板岩;7—前寒武系片岩、片麻岩;8—代表性矿床;9—采样位置

Fig. 1 Stratigraphic distribution in eastern Inner Mongolia, showing sampling location(after Zhao et al. ,1994)

1—Cenozoic-Mesozoic continental clastic rock and acid volcanic rock ;2—Permian carbonate , sedimentary tuff , slate , sandstone and conglomerate ;3—Carboniferous sandstone , siltstone , limestone , intermediate-basic rock ;4—Devonian limestone , mudstone intercalated with volcanic clastic rock ;5—Sillurian limestone , slate , brecciated slate , brecciated limestone , silty slate intercalated with rhyolitic tuff ;6—Ordovician spilite and basalt intercalated with silicalite , andesitic tuff and silty slate ;7—Precambrian schist and gneiss ;8—Ore deposit ;9—Sampling location

最近,笔者在对敖脑达坝铜-银-锡矿床开展研究时,对该矿区西部出露的凝灰质板岩取样并开展了LA-MC-ICP-MS测年工作,获得的锆石U-Pb年龄为 $(302.6 \pm 1.9) \text{ Ma}$,MSWD=2.0,为晚石炭世,表明凝灰质板岩的原岩形成年代为晚石炭世,而前人认为该地层时代为二叠纪,属于下二叠统黄冈组(赵元艺等,1994)。

本文所研究的AN10-4号样品产自敖脑达坝矿区附近的晶屑凝灰质板岩,岩石表面呈灰白色,在灰

黑色砂泥质板岩中呈夹层状产出,地层产状 $325^{\circ} \angle 53^{\circ}$ 。采样位置地理坐标:北纬 $44^{\circ}32'42.9''$,东经 $119^{\circ}30'42.3''$ 。阴极发光照片显示(图2),凝灰岩中的锆石主要为短柱状,柱长一般在 $100 \mu\text{m}$ 左右,少数达到 $150 \mu\text{m}$,锆石中的环带构造十分发育,具有岩浆锆石的特点。在少量锆石的核部,可见暗色的残留锆石,大小一般不足 $10 \mu\text{m}$,只有极少数可达到 $50 \mu\text{m}$ 。

锆石测年工作是在中国地质科学院矿产资源研

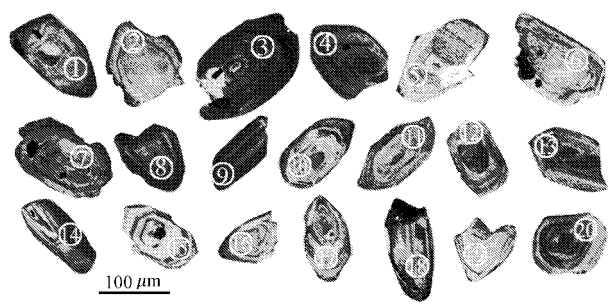


图 2 敖脑达坝矿区附近凝灰质板岩的锆石
阴极发光照片

Fig.2 CL images of zircon crystals from the tuffaceous
slate occurring near the Aonaodaba ore district

究所 LA-MC-ICP-MS 实验室完成,锆石定年分析所用仪器为 Finnigan Neptune 型 MC-ICP-MS 及与之配套的 Newwave UP 213 激光剥蚀系统。详细实验测试过程可参见侯可军等(2009)文献。

锆石 LA-MC-ICP-MS 测年结果显示,AN10-4 样品锆石 $\epsilon(\text{Th})$ 为 $(45.08 \sim 323.06) \times 10^{-6}$, $\epsilon(\text{U})$ 为 $(106.97 \sim 488.07) \times 10^{-6}$, Th/U 比值 0.20 ~ 1.38,绝大多数介于 0.3~0.9 之间(表 1)。获得的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄值变化于 299.4~2 530.3 Ma,绝大多数年龄在 300~310 Ma 之间,去掉 9、12、13 和 18

这四个年龄值偏离较大的点后,其加权平均年龄值为 $(302.6 \pm 1.9) \text{ Ma}$, $\text{MSWD} = 2.0$ (图 3),可以代表凝灰质板岩原岩的形成年龄,为晚石炭世,这至少说明在晚石炭世,本区尚处于构造-岩浆活动阶段。其中 18 号测点获得一个新太古代的年龄 $(2\,530.3 \pm 15.7) \text{ Ma}$,由于该测点位于锆石核部,明显为一残留锆石,因此可能代表古老基底岩石的年龄,显然是受到剥蚀、搬运、沉积形成的。该年龄的存在,可能说明,该火山活动及地层的沉积作用发生在一个古老大陆的边缘。

2 发现意义及存在的问题

在前人认为的大片出露的二叠系地层中,通过锆石测年,发现了晚石炭世的凝灰质板岩,这至少说明本区不仅有二叠系,而且也确实存在上石炭统地层。目前尚不清楚,到底有多少以前被认为是二叠纪的地层,而实际上是石炭纪的地层,而且上石炭统的分布范围到底有多大?前人对内蒙古东部地区大地构造演化的认识分歧很大,包括华北板块与西伯利亚板块最终拼合的位置和古亚洲洋在本区闭合的时间等,有的学者认为闭合时间为中泥盆世(Tang,

表 1 敖脑达坝矿床附近凝灰质板岩的锆石 LA-MC-ICP-MS 测年结果

Table 1 LA-MC-ICP-MS data for zircons from the tuffaceous slate occurring near the Aonaodaba Ag-Sn-Cu deposit

测点号	$\epsilon(\text{Pb}) \times 10^{-6}$	$\epsilon(^{232}\text{Th}) \times 10^{-6}$	$\epsilon(^{238}\text{U}) \times 10^{-6}$	Th/U	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}/\text{Ma}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}/\text{Ma}$	Con.
1	7.71	46.45	235.48	0.20	0.0537 ± 7.5	0.3558 ± 194.1	0.0482 ± 30.0	309.1 ± 14.5	303.6 ± 18.5	98%
2	8.80	89.42	137.58	0.65	0.0526 ± 5.4	0.3550 ± 45.9	0.0490 ± 4.2	308.5 ± 3.4	308.2 ± 2.6	99%
3	24.53	267.52	488.07	0.55	0.0529 ± 3.1	0.3567 ± 50.1	0.0488 ± 4.9	309.7 ± 3.8	307.0 ± 3.0	99%
4	6.88	61.93	147.58	0.42	0.0527 ± 8.8	0.3449 ± 57.9	0.0475 ± 3.4	300.9 ± 4.4	299.4 ± 2.1	99%
5	11.69	128.32	230.14	0.56	0.0529 ± 2.7	0.3488 ± 22.3	0.0478 ± 2.2	303.8 ± 1.7	301.2 ± 1.3	99%
6	7.53	82.36	166.24	0.50	0.0525 ± 3.2	0.3452 ± 25.2	0.0477 ± 2.2	301.1 ± 1.9	300.5 ± 1.4	99%
7	4.71	50.91	135.09	0.38	0.0531 ± 8.5	0.3501 ± 102.8	0.0479 ± 7.3	304.8 ± 7.7	301.6 ± 4.5	98%
8	12.17	122.72	259.48	0.47	0.0532 ± 12.2	0.3578 ± 62.9	0.0489 ± 9.5	310.5 ± 4.7	307.7 ± 5.9	99%
9	30.97	323.06	374.67	0.86	0.0542 ± 1.8	0.4658 ± 26.6	0.0624 ± 3.1	388.3 ± 1.8	390.0 ± 1.9	99%
10	13.58	191.54	172.25	1.11	0.0525 ± 9.0	0.3562 ± 77.3	0.0491 ± 5.3	309.4 ± 5.8	309.2 ± 3.3	99%
11	20.28	65.40	318.68	0.21	0.0525 ± 12.3	0.3472 ± 121.7	0.0480 ± 13.6	302.6 ± 9.2	302.4 ± 8.4	99%
12	10.09	45.08	149.37	0.30	0.0561 ± 4.0	0.5935 ± 73.1	0.0767 ± 8.0	473.1 ± 4.7	476.7 ± 4.8	99%
13	10.09	45.09	149.37	0.30	0.0560 ± 3.5	0.5810 ± 45.4	0.0753 ± 3.9	465.1 ± 2.9	467.9 ± 2.3	99%
14	15.41	176.85	262.31	0.67	0.0514 ± 3.3	0.3469 ± 34.1	0.0490 ± 4.3	302.4 ± 2.6	308.5 ± 2.6	98%
15	15.85	254.42	184.02	1.38	0.0527 ± 3.8	0.3465 ± 31.3	0.0477 ± 2.8	302.1 ± 2.4	300.3 ± 1.7	99%
16	8.01	52.90	233.06	0.23	0.0527 ± 8.6	0.3516 ± 70.4	0.0483 ± 4.4	305.9 ± 5.3	304.4 ± 2.7	99%
17	11.17	124.60	155.68	0.80	0.0528 ± 4.7	0.3584 ± 51.4	0.0492 ± 6.1	311.0 ± 3.8	309.7 ± 3.7	99%
18	82.28	90.31	106.97	0.84	0.1677 ± 3.4	11.1165 ± 882.0	0.4807 ± 36.1	2532.9 ± 7.4	2530.3 ± 15.7	99%
19	5.61	59.87	114.57	0.52	0.0526 ± 4.8	0.3468 ± 51.2	0.0477 ± 4.7	302.3 ± 3.9	300.5 ± 2.9	99%
20	19.23	208.36	380.08	0.55	0.0528 ± 4.7	0.3577 ± 96.7	0.0492 ± 13.6	310.5 ± 7.2	309.7 ± 8.3	99%

注：误差为 1 σ 。

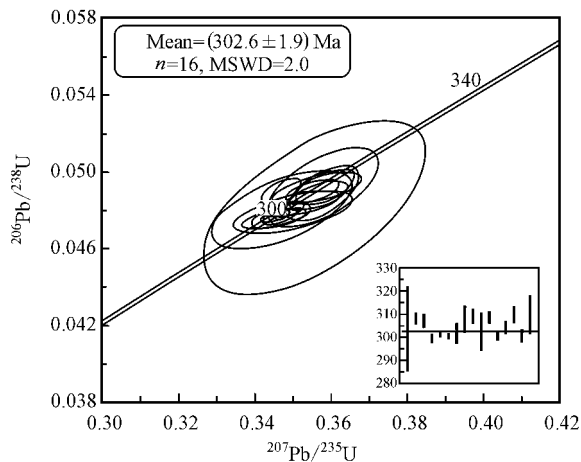


图3 敖脑达坝矿区附近凝灰质板岩的锆石
U-Pb 一致曲线图

Fig.3 Concordia plot showing all LA-MC-ICP-MS data points for zircons from the tuffaceous slate occurring near the Aonaodaba ore district

1990 徐备等, 1997), 有的学者认为是晚泥盆世至早石炭世(邵济安, 1991; Hong et al., 1995), 也有的学者认为是二叠纪与三叠纪之交(Wang et al., 1986; Sengor et al., 1993; Robinson et al., 1999; Xiao et al., 2009; Ruzhentsev et al., 1989; Chen et al., 2000; Badarch et al., 2002; 尚庆华, 2004), 还有的学者认为是中生代中期(Nozaka et al., 2002)。敖脑达坝地区位于二连-贺根山蛇绿岩带的南侧, 索伦山-林西蛇绿岩带的北侧, 在本区发现晚石炭世凝灰质板岩, 至少说明本区在晚石炭世仍然处于构造-岩浆活动阶段, 可能是一个活动陆缘(包括位于微陆块边缘)大洋可能还没有闭合。如果是这样的话, 考虑到区域上还分布有大面积的二叠系, 古亚洲洋在本区可能至少要延续到二叠纪末才最终闭合。当然, 这也只是一种推测。目前对新发现的上石炭统所代表的构造意义尚不清楚, 即本区晚石炭世到底处于一个什么样的构造环境? 因此, 加强对本区地层的深入研究(包括年代学), 有可能对某些悬而未决的大地构造环境问题的最终解决提供一种新的思路或途径。

参考文献/References

侯可军, 李延河, 田有荣. 2009. LA-MC-ICP-MS 锆石微区原位 U-Pb 定年技术[J]. 矿床地质, 28(4): 481-492.

- 尚庆华. 2004. 北方造山带内蒙古中、东部地区二叠纪放射虫的发现及意义[J]. 科学通报, 49(24): 2574-2579.
- 邵济安. 1991. 中朝板块北缘中段地壳演化[M]. 北京: 北京大学出版社. 1-136.
- 盛继福, 付先政. 1999. 大兴安岭中段成矿环境与铜多金属矿床地质特征[M]. 北京: 地震出版社. 1-216.
- 徐备, 陈斌. 1997. 内蒙古北部华北板块与西伯利亚板块之间中生代造山带的结构与演化[J]. 中国科学(D辑), 27(3): 227-232.
- 赵一鸣, 王大畏, 张德全. 1994. 内蒙古东南部铜多金属成矿地质条件及找矿模式[M]. 北京: 地震出版社. 1-234.
- 赵元艺, 李殿超, 程泽君. 1994. 内蒙古敖脑达坝斑岩型铜银锡多金属矿床围岩蚀变特征研究[J]. 吉林地质, 13(2): 57-62.
- Badarch C, Cunningham W D and Windley B F. 2002. A new terrane subdivision for Mongolia: Implications for the Phanerozoic crustal growth of Central Asia[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 21: 87-110.
- Chen B, Jahn B M, Wilde S and Xu B. 2000. Two contrasting paleozoic magmatic belts in northern Inner Mongolia, China: Petrogenesis and tectonic implications[J]. Tectonophysics, 328: 157-182.
- Hong D W, Huang H Z, Xiao Y J, Xu H M and Jin M Y. 1995. Permian alkaline aranites in central Inner Mongolia and their geodynamic significance[J]. Acta Geologica Sinica, 8: 27-39.
- Nozaka T and Liu Y. 2002. Petrology of the Hegenshan ophiolite and its implication for the tectonic evolution of northern China[J]. Earth and Planetary Science Letters, 202: 89-104.
- Robinson P T, Zhou M F, Hu X F, Reynolds P, Bai W J and Yang J S. 1999. Geochemical constraints on the origin of the Hegenshan Ophiolite, Inner Mongolia, China[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 17: 423-442.
- Ruzhentsev S V, Pospelov I I and Badarch G. 1989. Tectonics of the Indosinides of Mongolia[J]. Geotectonics, 6: 13-27.
- Sengor A M C, Natal'in B A and Burtman V S. 1993. Evolution of the Altaid tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia[J]. Nature, 363: 299-307.
- Shang Q H. 2004. Occurrences of Permian radiolarians in central and eastern Nei Mongol (Inner Mongolia) and their geological significance to the Northern China Orogen[J]. Chinese Science Bulletin, 49(24): 2613-2619.
- Tang K D. 1990. Tectonic development of Paleozoic foldbelts at the north margin of the Sino-Korean craton[J]. Tectonics, 9(2): 249-260.
- Wang Q and Liu X Y. 1986. Paleoplate tectonics between Cathaysia and Angaraland in Inner Mongolia of China[J]. Tectonics, 5(7): 1073-1088.
- Xiao W J, Windley B F, Huang B C, Han C M, Yuan C, Chen H L, Sun M, Sun S and Li J L. 2009. End-Permian to mid-Triassic termination of the accretionary processes of the southern Altaids: Implications for the geodynamic evolution, Phanerozoic continental growth, and metallogeny of Central Asia[J]. Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch), 98: 1189-1217.