

文章编号:0258-7106(2005)03-0264-06

新疆哈密百灵山铁矿地质特征及成矿时代^{*}王龙生¹,李华芹²,陈毓川³,刘德权⁴

(1 中国地质科学院矿产资源研究所,北京 100037;2 宜昌地质矿产研究所,湖北 宜昌 443003;

3 中国地质科学院,北京 100037;4 新疆地质矿产局,新疆 乌鲁木齐 83000)

摘 要 文章总结了前人对百灵山铁矿的研究成果,并对已发表的地质图件进行了修正。首次对矿石中含矿石英脉中的流体包裹体进行了 Rb-Sr 等时线年龄测定,结果为(293±10) Ma,确定了该矿床的成矿时代为石炭纪末—二叠纪初。

关键词 地质学;地质特征;Rb-Sr 等时线年龄;成矿时代;铁矿床;百灵山

中图分类号:P618.31;P597+.3

文献标识码:A

百灵山铁矿隶属新疆鄯善县,区内规模较大的铁矿有铁岭、红云滩、赤龙峰和百灵山铁矿。它们大多发现于 20 世纪 60~70 年代的“铁矿会战”。百灵山铁矿床 1959 年被新疆地矿局第一区调大队发现,1977 年由新疆地矿局第一地质大队进行了普查评价,1992 年由西北冶金地质勘查局五队进行地质勘探,并于 1997 年提交了勘探报告,并获得了铁储量 1306.5 万吨^①。历小均等(1999)总结了矿床产出的构造、赋矿围岩、矿体分布和硫、氧同位素及稀土元素特征,通过对矿床内的火山岩成分分析认为成矿环境是岛弧及大陆边缘活动带,提出矿床属海相火山喷发沉积-热液改造型的成因观点。由于这篇文章中的地质图件没有比例尺、地层代号有误、地层岩性交代不清,因此,本文重新修编了矿床地质图、矿体剖面图,并测定了矿床的形成年龄。

1 地质背景

百灵山铁矿位于东天山觉罗塔格晚古生代沟弧带(图 1)中的阿齐山—雅满苏岛弧内。

区域地层主要发育有元古界长城系星星峡群和蓼县系卡瓦布拉克群,前者为片麻岩、片岩、混合岩等,后者为变质碳酸盐岩夹片岩、石英岩与砂砾岩,

两者均分布在卡瓦布拉克断裂以南。古生界发育有中石炭统梧桐窝子组中基性火山岩及凝灰岩、凝灰砂岩,中石炭统马头滩组中基性火山岩和下石炭统干墩组浅变质硅质岩、泥质岩、凝灰质碎屑岩夹酸性火山岩,下石炭统雅满苏组陆源碎屑岩、灰岩夹少量中基性火山岩。中生界只见侏罗纪含煤碎屑沉积岩。新生界有第三系桃树园组泥岩、粉砂岩、砂质砾岩(图 1)。

在东天山地区广泛分布着的中石炭统因所属地层分区不同有着不同名称:在康古尔塔格地区称底坎尔组(C_2d);在秋格明塔什—黄山称苦水组(C_2k)、干墩组(C_1gd)和梧桐窝子组(C_2w);在百灵山铁矿所在的阿齐山—雅满苏地区称马头滩组(C_2m)。区域上因马头滩组的岩性和层位与底坎尔组相当而统称底坎尔组^②。

2 矿床地质

矿床位于新疆维吾尔自治区鄯善县南东 144 km 处,地理座标为:东经 $91^{\circ}17'14''$ ~ $91^{\circ}21'17''$,北纬 $41^{\circ}48'20''$ ~ $41^{\circ}50'46''$ ^③。

矿区内地层为第四系覆盖层和中石炭统马头滩组下亚组(图 2)。马头滩组共分 3 个亚组,矿区内只

^{*} 本文得到国家科技攻关项目(2003BA612A-01)和中国地质调查局国土资源大调查项目(200420190004)的联合资助

第一作者简介 王龙生,男,1963 年生,副研究员,在职博士研究生,从事矿床学研究。

收稿日期 2005-03-20;改回日期 2005-05-20。李 岩编辑。

① 西北冶金地质勘查局五队,1997.新疆维吾尔自治区鄯善县百灵山铁矿地质勘探报告。

② 新疆地质调查院,2003.新疆东天山成矿远景区矿产资源调查评价重点选区研究。见:中国地质调查局编,全国主要成矿远景区矿产资源调查评价重点选区研究(一)。内部资料。

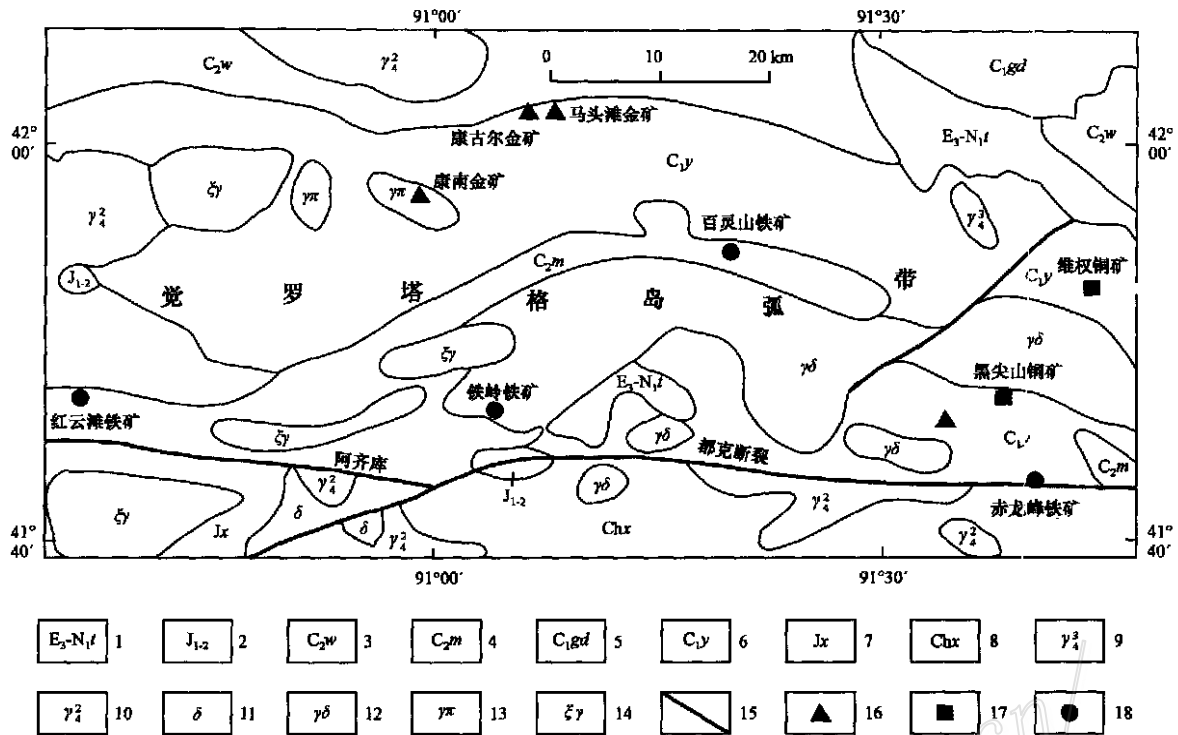


图1 百灵山地区区域地质图(据新疆地质调查院 2003 资料^①修编)

1—第三系桃树园组泥岩、粉砂岩、砂质砾岩;2—侏罗纪含煤碎屑沉积岩;3—中石炭统梧桐窝子组中基性火山岩及凝灰岩、凝灰砂岩;4—中石炭统马头滩组中基性火山岩;5—下石炭统干墩组浅变质硅质岩、泥质岩、凝灰质碎屑岩夹酸性火山岩;6—下石炭统雅满苏组陆源碎屑岩、灰岩夹少量中基性火山岩;7—蓟县系卡瓦布拉克群变质碳酸盐岩夹片岩、石英岩与砂砾岩;8—长城系星星峡群片麻岩、片岩、混合岩;9—二叠纪花岗岩;10—石炭纪花岗岩;11—石炭纪闪长岩;12—石炭纪花岗闪长岩;13—石炭纪花岗岩斑岩;14—石炭纪钾长花岗岩;15—断层;16—金矿;17—铜矿;18—铁矿

Fig.1 Regional geological map of Bailingshan, Xinjiang, China(modified from Xinjiang Institute of Geological Survey, 2003)

1—Mudstone, siltstone, sand conglomerate of Tertiary Taoshuyuan Formation; 2—Coal-bearing detrital sedimentary of Jurassic; 3—Intermediate-basic volcanic rock and tuff sandstone of middle Carboniferous Wutongwozi Formation; 4—Intermediate-basic volcanic rock of middle Carboniferous Matoutan Formation; 5—Epimetamorphism silicalite, mudstone, stuffaceous sandstone sandwich acidic volcanic rock of Lower Carboniferous Gandun Formation; 6—Terrigenous clastic rock, limestone and a few intermediate-basic volcanic rock of Lower Carboniferous Yamansu Formation; 7—Metamorphic carbonate with schist, quartzite and granulite of Jixian system Kawabulake Group; 8—Gneiss, schist, migmatite of Changcheng system Xingxingxia Group; 9—Permian granite; 10—Carboniferous granite; 11—Carboniferous diorite; 12—Carboniferous granodiorite; 13—Carboniferous graniteporphyry; 14—Carboniferous moyite; 15—Faults; 16—Gold ore; 17—Copper ore; 18—Iron ore

出露马头滩组下亚组,由厚层火山碎屑岩组成,自上而下分为4个岩性段:

第四岩性段($C_2 m_4^1$):安山质角砾凝灰岩、晶屑凝灰岩;

第三岩性段($C_2 m_3^1$):上层:英安质晶屑、角砾凝灰熔岩,下层:安山质晶屑凝灰岩、灰岩;

第二岩性段($C_2 m_2^1$):安山质火山角砾凝灰岩(含矿层);

第一岩性段($C_2 m_1^1$):英安质晶屑、玻屑凝灰岩

(含矿层)。

矿区内构造较简单,总体为宽缓复式背斜构造,发育有近EW向、NE向和NW向断层,分别称 $F_1 \sim F_6$ 。

岩浆岩除构成地层的火山岩外,还发育有花岗闪长岩(矿区北部)、钾长花岗岩(矿区北东、南东部)、花岗斑岩(矿区西南部)及一些小岩脉,统称百灵山岩体。

矿床主要赋存在中石炭统马头滩组下亚组第二

① 新疆地质调查院, 2003. 新疆东天山成矿远景区矿产资源调查评价重点选区研究. 见: 中国地质调查局编, 全国主要成矿远景区矿产资源调查评价重点选区研究(一). 内部资料.

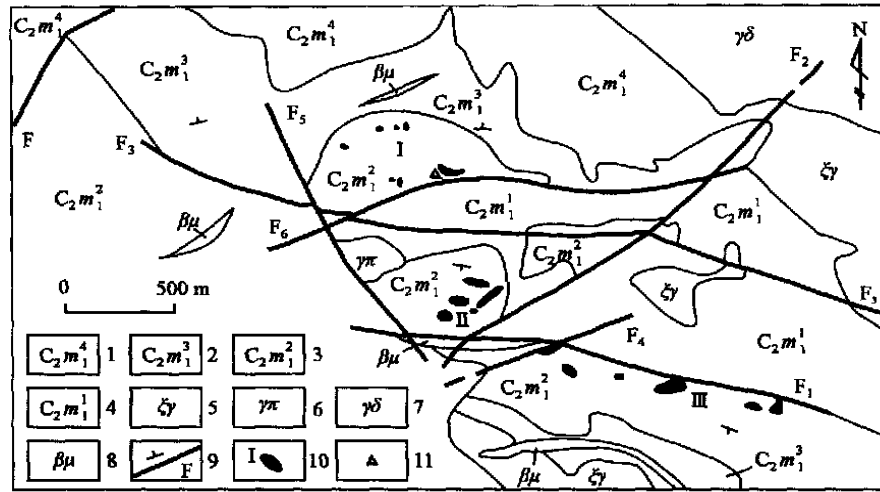


图 2 百灵山铁矿床地质图(据冶金工业部西北地质勘查局五队,1997^①;历小钧等 1999 修编)

1—中石炭统马头滩组下亚组第四岩性段安山质角砾凝灰岩、晶屑凝灰岩;2—中石炭统马头滩组下亚组第三岩性段英安质晶屑凝灰岩、安山质晶屑凝灰岩;3—中石炭统马头滩组下亚组第二岩性段安山质火山角砾凝灰岩;4—中石炭统马头滩组下亚组第一岩性段英安质晶屑、玻屑凝灰岩;5—钾长花岗岩;6—花岗斑岩;7—花岗闪长岩;8—辉绿岩;9—断层、地层产状;10—铁矿体和编号;11—采样位置

Fig.2 Geological map of the Bailingshan iron deposit, Xinjiang, China

1—Andesitic crystal tuff of middle Carboniferous Matoutan Subformation member 4; 2—Dacite crystal tuff, andesitic crystal tuff of middle Carboniferous Matoutan Subformation member 3; 3—Andesitic dacite tuff of middle Carboniferous Matoutan Subformation member 2; 4—Dacite crystal tuff of middle Carboniferous Matoutan Subformation member 1; 5—Moyite; 6—Granite-porphry; 7—Granodiorite; 8—Diabase; 9—Occurrence of fault and attitude of stratum; 10—Iron orebody and number; 11—Sampling location

岩性段安山质火山角砾凝灰岩和第一岩性段英安质晶屑、玻屑凝灰岩中。

根据赋矿火山岩 46 件岩石化学成分分析,岩石化学成分中 $\text{Na} > \text{K}$, $w(\text{Na}_2\text{O}) > 3\%$, $w(\text{Na}_2\text{O})/w(\text{K}_2\text{O})$ 为 3 左右,在里特曼-戈蒂里 ($\log \alpha - \log T$) 图中,89% 的样品落入 B 区(历小钧等,1999)。

矿体有 3 个,分别为 I、II 和 III 号矿体(图 2),其中 I 号矿体又分为 I-1 和 I-2 号,它们的规模和产状见表 1。

矿石矿物以磁铁矿为主,磁铁矿以磁性强为特征,常见铁矿石吸附大量矿石碎屑而呈“刺猬状”。

表 1 百灵山铁矿矿体的规模和产状(历小钧等,1999)
Table 1 Scale and occurrence of orebodies in the Bailingshan iron deposit(after Li et al.,1999)

矿体编号	长/m	宽/m	厚/m	倾向/°	倾角/°
I-1	600	350	1.0~7.31	348~38	29
I-2	1050	550	1.36~14.27	345~32	25
II	250	200	3.23~9.54	233	12
III	900	150	1.96~16.46	223	21

其次为假像赤铁矿、黄铁矿,少量赤铁矿、镜铁矿等。脉石矿物以石英、绿帘石为主,其次为阳起石、石榴子石、绿泥石等。

矿石类型可分为石英-赤铁矿-磁铁矿矿石、绿帘石-阳起石-磁铁矿矿石和石榴石-磁铁矿矿石 3 种。

铁矿石平均品位为 44.94%、二氧化硅 20.64%、铜 0.0365%、铅 0.005%、硫 1.51%、硅酸铁 2.86%。经新疆维吾尔自治区资源委员会批准的表内铁储量 B 级 111.9 万吨;C 级 515.1 万吨;D 级 679.5 万吨^①。

4 件围岩与矿石硫同位素 $\delta^{34}\text{S}_{\text{VCDT}}$ 值在 -1.29‰~1.68‰ 之间,表明硫具幔源特征;4 件铁矿石氧同位素 $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ 值在 1.8‰~2.3‰ 之间,表明铁来源于岩浆。矿体与地层的接触关系更直接地反映了海相火山喷发-沉积的特点(历小钧等,1999)(图 3)。

3 成矿时代

百灵山铁矿赋存于百灵山花岗岩体中的马头滩

① 冶金工业部西北地质勘查局五队,1997. 新疆维吾尔自治区鄯善县百灵山铁矿地质勘探报告。

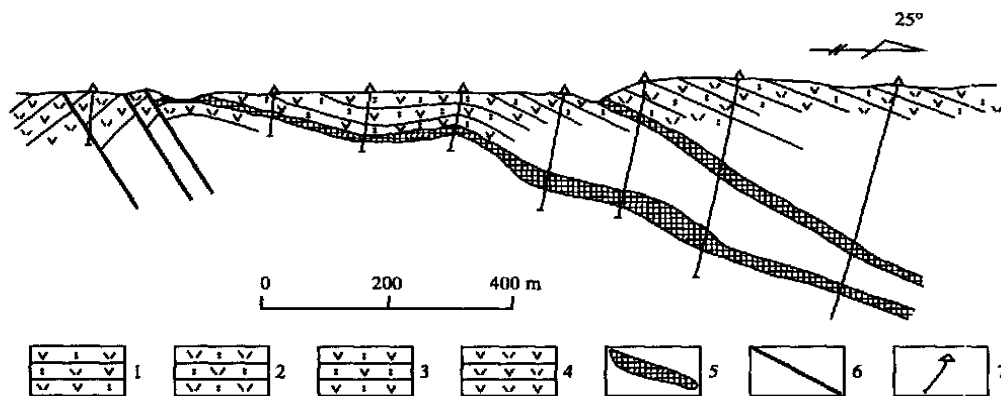


图3 百灵山铁矿床37勘探线地质剖面图

(据冶金工业部西北地质勘查局五队,1997^①;历小钧等1999修编)

1—熔岩;2—英安质晶屑凝灰熔岩;3—安山质凝灰岩;4—英安质凝灰岩;5—铁矿体;6—断层;7—钻孔

Fig.3 Geological section along No.37 exploration in the Bailingshan iron deposit

1—Volcanic lava; 2—Dacite crystal tuff lava; 3—Andesitic tuff; 4—Dacite tuff; 5—Iron orebody; 6—Fault; 7—Drill Hole

组火山岩残留体内,那么百灵山铁矿的成矿时代与地层及岩体有什么关系呢?为了确定百灵山铁矿的成矿时代,笔者选取与铁矿石共生的含矿石英脉进行了流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄测定。

样品采自百灵山铁矿 I-1 号矿体采坑中,挑选矿体中含硫化物(以黄铁矿为主)的石英脉 7 件,采样位置见图 2。同位素分析样品制备的全过程均在净化实验室内完成,样品经过分选、破碎、清洗后,称取 50~100 mg 置于聚四氟乙烯封闭溶样器中,加入适量的($^{85}\text{Rb} + ^{84}\text{Sr}$)混合稀释剂和氢氟酸及高氯酸分解样品;Rb 与 Sr 和其他杂质的分离,采用 AG50 $\times$ 8 阳离子交换技术。Rb、Sr 含量采用同位素稀释质谱法测定, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 同位素比值由质谱直接测定。同位素分析在 MAT-261 可调多接收质谱计上完成。在整个分析过程中,用 NBS987 和 NBS607 标准物质对分析流程和仪器进行了监控。NBS987 的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 同位素组成测定值为 $0.710233 \pm 54(2\sigma)$,相对于证书值 $0.71034 \pm 26(2\sigma)$ 的相对偏差小于 0.015%;NBS 长石标准物质与样品平行测定多次的平均值分别为, $\text{Rb } 524.30 \times 10^{-6}$, $\text{Sr } 65.46 \times 10^{-6}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ $1.20048 \pm 52(2\sigma)$, Rb、Sr 含量及同位素比值与证书值在测定误差范围内完全一致。与样品同时测定的全流程 Rb、Sr 空白本底分别为 5×10^{-10} 和 2×10^{-10} g。

数据处理采用 Isoplot 程序(Ludwig, 2001)。设定参数: $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr} = 3\%$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.02\%$ 。

本项工作由宜昌地质矿产研究所李华芹研究员完成,其结果见表 2 和图 4,得到 (293 ± 10) Ma 的年龄,其可信度为 95%。

表2 百灵山铁矿含矿石英脉 Rb-Sr 同位素年龄测试结果

Table 2 Rb-Sr data of ore-bearing quartz veins from the Bailingshan iron mine

序号	实验室 编号	原送 样号	w_{Rb} / 10^{-6}	w_{Sr} / 10^{-6}	^{87}Rb / ^{86}Sr	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(1\sigma)$
1	H10	BL-2-2	0.6811	3.073	0.6389	0.70761 ± 0.00003
2	H11	BL-2-3	1.021	3.491	0.8432	0.70855 ± 0.00003
3	H12	BL-2-4	4.048	3.336	3.503	0.71932 ± 0.00003
4	H13	BL-2-5	1.182	3.594	0.9486	0.70904 ± 0.00012
5	I-2	BL-2-7	0.9865	3.992	0.7124	0.70780 ± 0.00001
6	B9	BL-2-1	1.002	4.430	0.6525	0.70758 ± 0.000005
7	Bl0	BL-2-6	1.957	3.481	1.622	0.71180 ± 0.00003

结果处理: $\lambda(^{87}\text{Rb}) = 1.42 \times 10^{-11} \text{ a}^{-1}$; $t = (293 \pm 10) \text{ Ma}$ (95%可信度); $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70494 \pm 0.00015$ (95%可信度); MSWD = 1.6。由宜昌地质矿产研究所李华芹分析测试。

4 讨 论

百灵山铁矿从 1959 发现到 1992 年勘探,历经 30 余年,人们对它的认识也不断深入,成因上从早期的岩浆热液型到海相火山喷发-沉积型(新疆地矿局第一地质大队,1978^②;祁志明等,1985;历小钧等,1999;张红英,2000)。从百灵山铁矿矿体在区域上

① 冶金工业部西北地质勘查局五队, 1997. 新疆维吾尔自治区鄯善县百灵山铁矿地质勘探报告。

② 新疆地矿局第一地质大队, 1978. 新疆鄯善县百灵山铁矿普查评价地质报告。

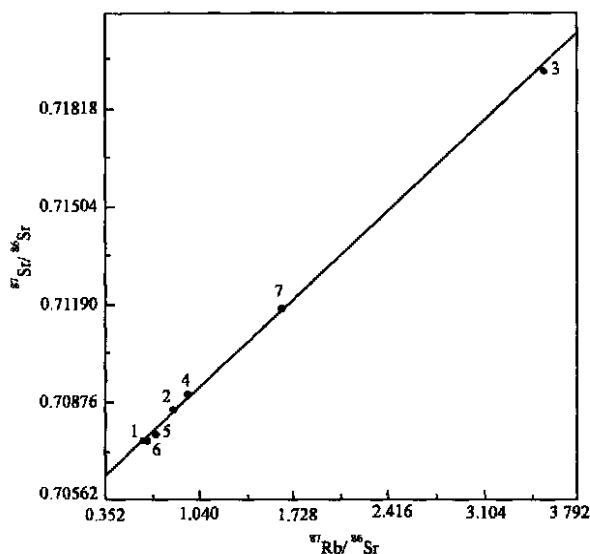


图 4 百灵山铁矿含石英脉 Rb-Sr 等时线图

Fig.4 Rb-Sr isochron of ore-bearing quartz veins from the Bailingshan iron mine

沿断层附近断续分布(图 2)并在断层附近铁品位加富的特征来看,成矿受岩浆热液富集作用明显。随着地质勘查工作的深入,整体来看,矿体的含矿层位稳定,即赋存在马头滩组下亚组第一岩性段和第二岩性段中,与火山沉积作用关系密切,铁的初次富集应是与火山沉积作用同时发生的,所以其成矿时代不会早于 C_1 的上限 320 Ma(全国地层委员会, 2001)。

王碧香等(1989)对包括百灵山岩体在内的北天山东段花岗岩(红云滩岩体、铁岭岩体、百灵山岩体和骆驼峰岩体,认为它们在深部相连)的侵入时代做了 Rb-Sr 等时线年龄测定,结果为 315.7 Ma,为中石炭世产物。

因为石英-硫化物形成于矿化晚期阶段,因此, (293 ± 10) Ma 的年龄反映的是成矿的上限,也说明后期热液对矿化的叠加,其作用持续的时间也较长。

综上所述,百灵山铁矿的成矿时代应在 320 ~

293 Ma 之间。

致谢 本项工作在野外期间得到新疆地矿局董连慧总工,新疆地矿局第六地质队吴华总工的协助,成文过程中得到芮宗瑶研究员、王登红研究员和陈文研究员的指导,在此一并致谢!

References

- Chinese Committee of Stratigraphy. 2001. China regional chart of age stratigraphy[J]. J. Stratigraphy, 25(Supp.): 359 ~ 360 (in Chinese).
- Li X J and Li X H. 1999. Geology and metallogenesis of the Bailingshan iron deposit in Shanshan, Xinjiang[J]. Geol. & Prospec., 35(3): 9 ~ 13 (in Chinese with English abstract).
- Ludwig K R. 2001. Users Manual for Isoplot/Ex rev. 2.49: A geochronological toolkit for Microsoft Excel [Z]. Berkeley Geochronology Center Special Publication No. 1a. 1 ~ 55.
- Qi Z M, Wu Q and Bai Y L. 1985. The geologic features of iron ore deposits of Tianshan and the prospecting target[J]. Xinjiang Geol., 3(4): 29 ~ 42 (in Chinese with English abstract).
- Wang B X, Li Z H N, Zhao G Z, et al. 1989. Geochemistry features of granitoids in the east section of Tianshan, Xinjiang[J]. Acta Geologica Sinica, 63(3): 236 ~ 245 (in Chinese with English abstract).
- Zhang H Y. 2000. Characteristics and genesis classify of iron belt in south Shanshan, Xinjiang[J]. Northwest Geol., 33(4): 15 ~ 18 (in Chinese).

附中文参考文献

- 历小钧, 李新辉. 1999. 新疆鄯善县百灵山铁矿床地质特征及成因分析[J]. 地质与勘探, 35(3): 9 ~ 13.
- 祁志明, 吴琦, 白玉麟. 1985. 新疆天山铁矿地质特征及找矿远景[J]. 新疆地质, 3(4): 29 ~ 42.
- 王碧香, 李兆鼎, 赵光赞, 等. 1989. 新疆北天山东段花岗岩类地球化学特征[J]. 地质学报, 63(3): 236 ~ 245.
- 张红英. 2000. 新疆鄯善县南部铁矿带地质特征及矿床成因分类[J]. 西北地质, 33(4): 15 ~ 18.
- 全国地层委员会. 2001. 中国区域地层年代表[J]. 地层学杂志, 25(增刊): 359 ~ 360.

Geological feature and mineralization epoch of Bailingshan iron deposit , Hami ,Xinjiang , China

WANG Long-sheng¹ , LI Hua-qin² , CHEN Yu-chuan³ and LIU De-quan⁴

(1 Institute of Mineral Resources , CAGS , Beijing 100037 , China ; 2 Yichang Institute of Geology and Mineral Resources , Yichang 443003 , Hubei , China ; 3 Chinese Academy of Geological Sciences , Beijing 100037 , China ; 4 Xinjing Bureau of Geology and Mineral Resources , Urumqi 830000 , Xinjiang , China)

Abstract

The Bailingshan iron deposit , located in the south of the Later Paleozoic Jueluotage island arc belt , is hosted in thickly-stratified volcanic clastic rocks of the middle Carboniferous Matoutan Formation , which is the type of SEDEX-hydrothermal reformation . In this paper , the authors use the Rb-Sr isochron dating method first time to measure the forming time of quartz fluid inclusion from iron-bearing quartz veins , and the result yields (293 ± 10) Ma . Therefore , the ore-forming time of the Bailingshan iron deposit is suggested to be from later Carboniferous to early Permian .

Key word : geology , geological feature , Rb-Sr isochron dating , ore-forming time , iron deposit , Bailingshan

<http://www.kcdz.ac.cn/>