

doi: 10.6053/j.issn.1001-1412.2019.01.011

西昆仑北缘主乌鲁克锰矿床地质特征 及成因探讨

毛红伟

(中国冶金地质总局新疆地质勘查院, 乌鲁木齐 830063)

摘要: 主乌鲁克锰矿床位于西昆仑北缘晚古生代陆缘裂谷恰尔隆弧盆系的北部, 含锰层位为下石炭统他龙群细碎屑岩夹碳酸盐岩, 锰矿层为黑色泥质碳质页岩夹铁锰质泥晶灰岩。锰矿体严格受地层的控制, 呈 NWW 向展布, 延伸较为稳定, 规模较大, 共见有 13 条锰矿体, 其中有 3 个矿体较大构成主矿体; 锰矿石以原生菱锰矿为主体, 氧化矿石不多。该矿床与近年发现的玛尔坎苏地区锰矿床既有相似之处, 又有明显不同, 矿床类型为在深海-半深海陆缘裂谷环境中形成的与黑色碳质页岩有关的沉积型锰矿床, 锰矿的成矿时代为早石炭世。由于下石炭统他龙群是西昆仑地区新发现的含锰层位, 具有较大的找矿潜力, 应加强矿床外围及深部的找矿工作。

关键词: 主乌鲁克锰矿; 海相沉积型锰矿; 晚古生代陆缘裂谷; 黑色泥质碳质页岩; 菱锰矿; 矿床地质特征; 矿床成因; 西昆仑; 新疆

中图分类号: P613; P618.32 **文献标识码:** A

行阐述, 并对矿床成因进行讨论, 为该区锰矿进一步找矿工作提供地质依据。

0 引言

锰矿是我国长期紧缺的战略性矿产资源, 一直列为国内地质勘查重点^[1-3]。随着矿产勘查-开发工作的逐步深入, 新疆西昆仑地区的锰矿勘查工作实现突破性进展^[4], 近几年在西昆仑晚古生代陆缘裂谷盆地的西北端玛尔坎苏河流域发现了奥尔托喀讷什、穆呼和玛尔坎土等一批大中型富锰矿床(点), 新增富锰矿资源量 $3\ 000 \times 10^4\ \text{t}$ ^[4-9]。2007 年, 中国冶金地质总局新疆地质勘查院在实施区域矿产调查过程中, 在西昆仑阿克陶县克孜勒乡恰特一带发现了主乌鲁克锰矿床^②, 经地质调查认为, 矿区内铁锰矿层稳定、具有一定厚度, 品位较为稳定, 外围及深部具有很好的找矿潜力。由于该区地处西昆仑公格尔山附近, 自然环境较为恶劣, 区内锰矿的勘查研究程度较低, 锰矿床成矿地质规律尚待查清, 笔者谨对主乌鲁克锰矿床的成矿地质背景及矿床地质特征进

1 成矿地质背景

主乌鲁克锰矿区位于新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州阿克陶县克孜勒陶乡牙满附近, 处于塔里木—华北板块的昆仑微板块, 西昆仑北缘古生代断陷盆地中奥依塔克—恰尔隆晚古生代陆缘裂谷之恰尔隆弧盆系^[10]。

1.1 区域地层

区域出露地层有中泥盆统阿克巴西麻扎尔组 (D_2a), 下石炭统他龙群 (C_1T), 上石炭统库尔良群 (C_2K), 上石炭—下二叠统特给乃其克达坂组 (C_2P_1tg) 和第四系。

下石炭统他龙群 (C_1T) 可分为 3 个岩性段。

(1) 下段 (C_1T^1): 细碎屑岩建造, 岩性以浅灰色

收稿日期: 2018-07-23; 改回日期: 2019-01-14 责任编辑: 余和勇

作者简介: 毛红伟(1991—), 男, 助理工程师, 从事地质与矿产勘查。通信地址: 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市南湖南路 66 号水清木华 A0 座 12 楼; 邮政编码: 830063; E-mail: 1523971173@qq.com

含绿泥石绢云母石英片岩为主,夹细砂岩、粉砂岩,厚度约 867.5 m;该段本区域未见出露。

(2)中段(C_1T^2):细碎屑岩夹碳酸盐岩建造,岩性主要为黑色泥质碳质页岩、灰色厚层微晶灰岩及灰褐色细砂岩,厚度约 2 206.83 m;海进-海退沉积构成旋回性层序,形成碳酸盐台地稳定开阔的沉积环境;主乌鲁克锰矿即赋存在该项岩段中。

(3)上段(C_1T^3):碎屑岩建造,以厚层细砂岩为主,夹片理化薄中层粉砂岩,沉积层序较为清晰,厚度约 636.93 m。

1.2 区域构造

区域处于巧去里弧盆系与库山河陆缘盆地相接的北部边缘,褶皱和断裂构造均很发育。本区处于晚古生代恰尔隆复背斜的北端,石炭系各群、组地层均被卷入其中,华力西晚期的断裂活动复背斜的完整性遭到破坏。本区断裂可分为 3 组,分别为近 EW 向、NW 向和 NE 向(图 1)。

(1)近 EW 向断裂。且木干—艾捷克北断裂(F_1),为巧去里弧盆系和库山河陆缘盆地的分界断裂,断裂长约 52 km,断裂面在空间上呈波状弯曲,既有向南陡倾($160^\circ \sim 190^\circ \angle 60^\circ$)的产状,也有向北陡倾 $20^\circ \angle 70^\circ$ 的产状。断裂经历了早期的 EW 向走滑的韧性剪切活动和晚期的张-张扭性活动,最后被 NEE 向断裂左行切错。

(2)NW 向断裂。本区共见 3 条 NW 向断裂,由东至西分别为艾捷克达坂—阿黑买尔太断裂(F_2)、牙满—昔力必里断裂(F_3)和苏克阿格孜—布

留达坂断层(F_4),它们共同的特点是均呈波状弯曲,产状变化大,断面倾向经常出现反转现象,早期均有韧性剪切活动的历史,艾捷克达坂—阿黑买尔太断裂延展进入本区后由 NW 向转为近 EW 向,并与牙满—昔力必里断裂汇合,并被后期的 NEE 向断裂左行切错。

(3)NEE 向断裂。牙满—艾捷克达坂断裂组(F_5)由 3 条平等断裂构成,长 2~10 km,产状 $300^\circ \angle 78^\circ$,断裂切割了区内近 EW 向断裂、NW 向断裂及花岗岩岩脉,平移距离可达 2 km,断裂面平直,断裂带中发育碎裂岩类构造岩,显示断裂形成时代较晚的压扭性-左行平移断裂。

1.3 区域岩浆岩

区域岩浆岩不甚发育,只见有华力西晚期的中酸性侵入岩呈岩株状或岩脉状侵入于上石炭统-下二叠统特给乃奇克达坂组中,或充填于断裂构造带中,岩性主要为黑云母花岗闪长岩,另有石英闪长岩、石英斜长岩、闪长岩等,脉岩多受断裂构造的控制。

1.4 地球化学特征

根据 1:5 万地球化学测量结果,在主乌鲁克附近圈定了 HS-5-乙综合异常,异常区的面积约为 41.4 km²,异常呈囊状分布。异常的元素组合为 Ag-Co-Cr-Cu-Fe-Mn-Mo-Ni-P-V-Zn,异常的强度高、面积大,没有明显的浓集中心以及分带特征,异常区中分布有锰铁矿点及铜矿点。Cu 异常为 Cu_3 ,异常平均值为 77.8×10^{-6} ,极大值为 429×10^{-6} ;Mn 异常为 Mn_3 ,异常平均值为 $1\ 165 \times 10^{-6}$,极大值为 $1\ 372 \times 10^{-6}$ 。

主乌鲁克锰矿区位于 HS-5-乙综合异常的南部,包含有 Mn_3 、 Mn_5 、 Mn_6 、 Cu_{10} 、 Fe_6 等单元素异常。在对 Mn_3 、 Mn_5 、 Mn_6 单元素异常查证中发现了主乌鲁克的铁锰矿化,因此确定为矿致异常。

2 矿区地质

2.1 地层

主乌鲁克锰矿区出露地层为下石炭统他龙群中段(图 2),地层呈 NW 走向,倾向 $30^\circ \sim 40^\circ$,倾角 $55^\circ \sim 73^\circ$;岩性为灰色石英砂岩、灰褐色细砂岩、灰黑色泥质粉砂岩及紫黑色泥晶灰岩、灰色生物碎屑灰岩等。该段可细分为 4 个岩性层。

(1)第一层。灰色厚层状泥晶灰岩、灰-灰褐色

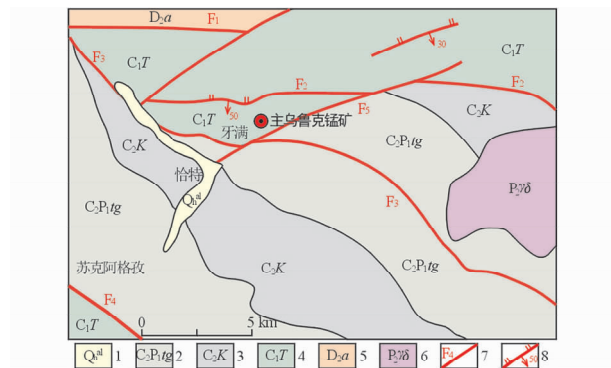


图 1 矿区区域地质简图

Fig. 1 Regional geological sketch of the Zhuwuluke Mn deposit

1. 第四系; 2. 上石炭-下二叠统特给乃奇克达坂组;
3. 上石炭统库尔良群; 4. 下石炭统他龙群;
5. 中泥盆统阿克巴西麻扎尔组;
6. 中二叠统花岗闪长岩; 7. 断裂; 8. 逆断层

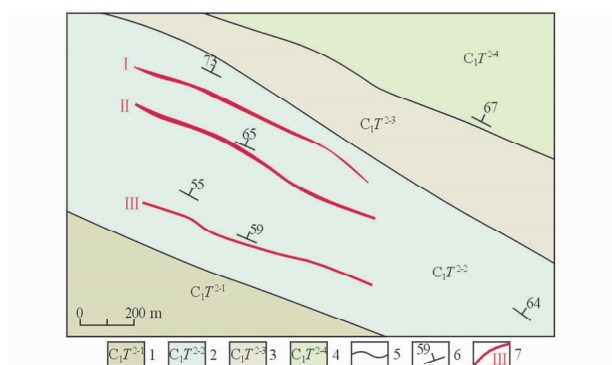


图2 主乌鲁克锰矿区地质简图

Fig. 2 Geological sketch of the Zhuwuluke Mn deposit

1. 他龙群中段第一层:泥晶灰岩;
2. 他龙群中段第二层:碳质页岩夹泥晶灰岩;
3. 他龙群中段第三层:碳质页岩;
4. 他龙群中段第四层:碳质页岩夹细砂岩;
5. 地质界线;6. 地层产状;7. 矿体及编号

中厚层状细砂岩、黑色薄层粉砂岩及碳质页岩等,厚度约为 300 m。

(2)第二层。为矿区的赋锰层位。下部为紫黑色厚层状泥晶灰岩及灰色中薄层粉砂岩,可见褐铁矿化,厚度约 100 m。中部为锰矿体,紫黑色,泥晶-微晶结构,致密块状、结核状、团块状构造,白云石呈粒状、团粒状混杂分布在菱锰矿集合体中,方解石呈他形细粒状在裂隙中呈脉状、透镜状产出;含矿地层表现出清晰的沉积韵律特征^[6]:泥晶灰岩为含锰矿层,其间夹有粉砂岩及碳质页岩,矿层以韵律层的形式反复出现多次(含锰矿层多达 13 层),每个矿层厚度数米至数十米不等,整个含锰岩系厚度达 500 m 以上。上部为灰色厚层泥晶灰岩及黑色碳质页岩,多见褐铁矿化、孔雀石化。

(3)第三层。黑色薄层粉砂岩及碳质页岩,厚度约 150 m。

(4)第四层。灰-灰褐色厚层细砂岩及黑色薄层粉砂岩等,厚度约 260 m。

2.2 构造

牙满-艾捷克达坂断裂从主乌鲁克矿区的^[7]南侧穿过,倾角近于直立,具左行平移性质。矿区内经常可见小型褶皱(曲)构造,多属区域褶皱和断裂活动派生出来的;断裂活动致使锰矿体形态产生弧形弯曲,局部地段矿体产状发生倒转;次级小型断裂对矿体有错断的现象,但断距不大;地层中节理较为发育,矿体附近多发育 X 型节理,沿节理面发育有石英细脉。

3 矿床特征

3.1 矿体特征

主乌鲁克锰矿区已经发现 13 条铁锰矿化体,其中的 9 条矿体具有一定规模,规模较大的 3 条锰矿体为矿区主矿体,编号为 I 号、II 号和 III 号矿体;矿体严格受地层层位的控制,呈层状、似层状,矿体产状与围岩基本一致,走向和倾向变化较小,矿体的顶底板岩石均为泥晶灰岩。

(1) I 号矿体。位于矿区锰矿化带的北部,地表矿体出露长约 630 m,连续性较好,宽 1.5~8.5 m,整体走向 127°,倾向 35°~40°,倾角 65°~73°;单工程控制矿体真厚度 0.77~4.83 m,平均 2.80 m;单工程矿体锰品位 12.39%~16.24%,平均 14.32%;单工程矿体铁品位 7.42%~12.60%,平均 9.67%。

(2) II 号矿体。位于 I 号矿体南 30~80 m 处,地表矿体出露长约 630 m,宽 1.5~5 m(图 3a),整体走向 132°,倾向 40°~45°,倾角 65°~78°;单工程控制矿体真厚度 0.55~4.20 m,平均 2.38 m;单工程矿体锰品位 13.24%~17.50%,平均 15.38%。单工程矿体铁品位 7.97%~19.93%,平均 14.21%。

(3) III 号矿体。位于 II 号矿体南 270 m 处,地表矿体出露长约 1 200 m,宽 1~3 m(图 3b),整体走向 128°,倾向 35°~40°,倾角 55°~72°;单工程控制矿体真厚度 0.43~1.72 m,平均 1.07 m;单工程矿体锰品位 9.79%~10.35%,平均 10.07%;单工程矿体铁品位 8.39%~11.95%,平均 10.17%。

矿体厚度和品位均较稳定,属于延伸稳定型铁锰矿。

矿体围岩的蚀变较弱,只见有绿泥石化、褐铁矿化和磁铁矿化现象。

3.2 矿石类型

主乌鲁克锰矿床主要以原生碳酸锰矿石为主,地表有少量氧化锰矿石。

(1)原生矿石(图 4a)。矿石矿物以菱锰矿为主,与软锰矿、赤铁矿密切共生;脉石矿物主要有白云石、方解石、石英、黏土矿物等;

(2)氧化矿石。矿石矿物以软锰矿、硬锰矿为主;脉石矿物主要有石英、方解石等。

3.3 矿石矿物组分

锰矿石的金属矿物主要为菱锰矿,见有少量的



图3 主乌鲁木齐矿区锰矿体野外照片

Fig. 3 Field photo of ore body of Zhuwuluke Mn deposit

a. II号锰矿体; b. III号锰矿体

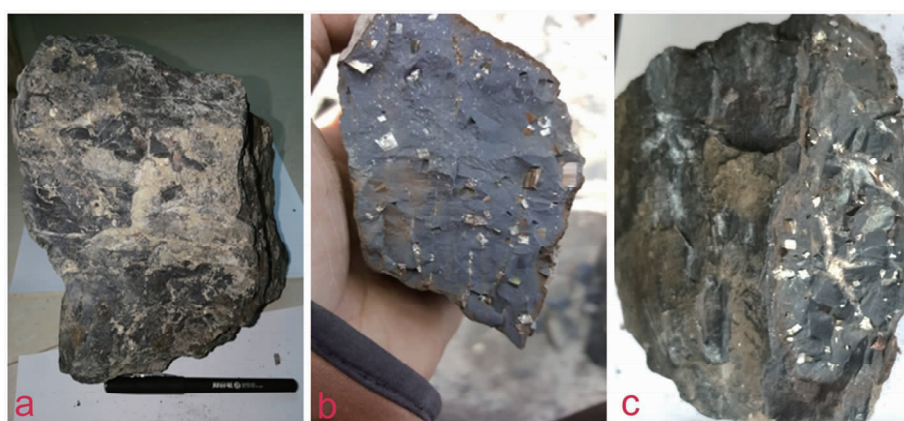


图4 主乌鲁木齐锰矿区锰矿石照片

Fig. 4 Photo of ore from the Zhuwuluke Mn deposit

a. 锰矿石的风化面(采自1号矿体); b. 锰矿石的新鲜面(采自1号矿体); c. 锰矿石照片

软锰矿、褐锰矿、黄铁矿, 偶见黄铜矿; 非金属矿物以石英、方解石为主。

3.3.1 金属矿物

(1) 菱锰矿。菱锰矿是矿石的主要金属矿物, 平均含量 70%, 部分达到 85% (图 4b)。菱锰矿为隐晶质结构, 呈团块状, 多呈微晶-泥晶集合体产出, 粒度非常细 (0.002~0.04 mm), 最大为 0.05 mm, 多数在 0.01~0.03 mm 之间; 由碳质、泥质胶结。受构造应力作用及风化影响, 菱锰矿石经常具缢裂及裂隙, 部分矿石被压碎, 压碎物为菱锰矿的集合体, 呈拉长粒状, 圆粒状及不规则粒状分布, 在碎粒之间被铁锰质填充。矿石中缢裂细而密集, 连续性差, 规模小, 沿缢裂分布铁锰质物质。

(2) 黄铁矿。黄铁矿在矿石中含量较低, 分布不均匀, 半自形-他形粒状、草莓状, 粒径细 (0.003~0.25 mm), 单体或聚粒呈星点浸染状、不规则团粒状、团块状、脉状分布在菱锰矿集合体中, 部分沿裂隙脉状分布。

(3) 黄铜矿。极为少见, 在光片中偶见黄铜矿呈单体分布在菱锰矿中。

3.3.2 非金属矿物

(1) 白云石。含量一般为 2%~10%, 半自形-他形, 粒径细 (0.01~0.04 mm), 呈粒状、团粒状混杂分布于菱锰矿中。

(2) 方解石。含量一般为 2%~6%, 他形粒状, 粒径细, 多沿裂隙呈脉状、透镜状分布 (图 4b)。

(3) 石英。含量一般 < 3%, 分布在菱锰矿中, 或与方解石一起沿裂隙呈脉状 (图 4c) 产出。

(4) 黏土矿物 (包括绿泥石、水云母、高岭石)。主要以胶结物的形式产出, 部分为原泥质岩屑和长石蚀变产物, 粒度一般 < 0.02 mm; 水云母粒度为 0.5 mm。

3.4 矿石结构构造

原生碳酸锰矿石为泥晶结构、细粒结构、微晶结构, 致密状构造、块状构造、结核状构造。

4 矿床成因

主乌鲁木齐锰矿床是继玛尔坎苏一带锰矿床勘查开发之后在西昆仑地区锰矿勘查的又一进展。两个地区的锰矿特征有相似之处,但在成矿时代(含锰层位)、含锰岩石组合等方面也有明显的区别。由于目前对主乌鲁木齐锰矿区的地质勘查工作刚刚起步,矿区研究程度很低,关于该区的成锰地质背景和锰矿床地质研究均尚未进行,对本文仅就主乌鲁木齐锰矿区地表工作揭示出的基本地质特征,并参考有关研究成果^[11-18],对矿床成因类型作出初步的判断。

(1) 锰矿床产于西昆仑北缘晚古生代陆缘裂谷盆地中。

(2) 锰矿床的产出层位为石炭系下统他龙群中段(C_1T^2)。

(3) 含矿层位的岩石组合特征为:他龙群地层以细碎屑岩夹碳酸盐岩建造为特征,含锰岩系以泥晶灰岩地层为顶底板,以黑色泥质碳质页岩夹有铁锰质碳酸盐岩为锰矿层特征。

(4) 锰矿体(层)的产状与地层一致,矿体与围岩界线清楚,矿体形态规则、稳定,呈层状、似层状产出,厚度比较稳定;矿体与围岩中沉积层理特征明显。

(5) 他龙群沉积物显示了深海-半深海的沉积相特征,锰矿层岩石组合黑色碳质页岩则反映了缺氧、静水低能、还原作用为主的成岩环境。

(6) 锰矿化层位岩石中含有较多的碳质和矿石中出现的草莓状黄铁矿都可以说明生物在成矿中的积极作用。

(7) 矿床所在区域的他龙群岩石中没有见到火山活动的记录,因而沉积时海水的温度是个存疑未决的问题;相应的锰质来源也缺乏“内源”的依据。

根据上述特征判断,主乌鲁木齐锰矿床的成因类型为在深海-半深海陆缘裂谷环境中形成的与黑色碳质页岩有关的沉积型锰矿床,锰矿的成矿时代为早石炭世。

5 找矿标志

(1) 地层标志:主乌鲁木齐矿区的锰矿产于下石炭统他龙群中段(C_1T^2),而且,在恰特一带的该段岩

石中也存在锰矿化层位,表明他龙群中段是锰矿的含矿层位,该层位是区域寻找同类型锰矿的地层标志。

(2) 岩性、岩相标志:矿区锰矿层赋存于黑色泥质碳质页岩夹碳酸盐岩岩石组合中,且含矿层的顶底板岩性主要为泥晶灰岩;岩石组合反映出早石炭世具有陆缘裂谷性质的深海-半深海(深水陆棚)相沉积的特征。

(3) 蚀变、矿化标志:锰矿层位经常出现的碳酸盐化、绿泥石化、褐铁矿化、孔雀石化是围岩蚀变标志;含锰碳酸盐岩的密度比一般碳酸盐岩大,作为矿化岩石的标志;锰矿化岩石风化后多形成黑色残坡积物,成为显著的露头标志。

(4) 地球物理标志:锰矿石的密度、极化率都要明显高于矿区内其他岩石,因此,可以重力异常和激电异常可以作为有效的地球物理标志。

(5) 地球化学标志:分布于目标地层层位附近的化探 Mn-Cu-Fe 综合异常, Mn 单元素异常的高值区带,多元素套合性较好部位,地球化学剖面的高值区段,都可以作为铁锰矿化的地球化学标志。

致谢:野外和室内工作得到了中国冶金地质总局新疆地勘院唐小东、陈传庆等专家的指导,在此表示衷心的感谢。

注释:

- ① 国土资源部中国地质调查局,新疆维吾尔自治区人民政府. 新疆锰矿资源调查报告[R]. 西安:中国地质调查局西安地调中心,2016.
- ② 陈传庆,毛红伟. 新疆阿克陶县阿克萨依地区铁铜矿调查评价报告[R]. 乌鲁木齐:中国冶金地质总局新疆地质勘查院,2018.

参考文献:

- [1] 姚培慧. 中国锰矿志[M]. 北京:冶金工业出版社,1995.
- [2] 骆华宝. 我国优质锰矿的勘查方向[J]. 地质与勘探,2002,38(3):8-11.
- [3] 付勇,徐志刚,裴浩翔,等. 中国锰矿成矿规律初探[J]. 地质学报,2014,88(12):2192-2207.
- [4] 覃英. 新疆西昆仑阿克陶地区优质富锰矿的发现及意义[J]. 西部探矿工程,2014(8):112-115.
- [5] 高永宝,滕家欣,陈登辉,等. 新疆西昆仑玛尔坎苏锰矿带成矿地质特征及找矿方向[J]. 西北地质,2017,50(1):261-269.
- [6] 张帮禄,张连昌,冯京,等. 西昆仑玛尔坎苏地区奥尔托喀纳什大型碳酸锰矿床地质特征及成因探讨[J]. 地质论评,2018,64(2):361-377.
- [7] 郝延海,张连昌,张邦遂. 新疆西昆仑穆呼锰矿床地质特征[J]. 新疆有色金属,2017(2):12-14.

- [8] 徐仕琪,冯京,冯昌荣,等. 新疆西昆仑玛尔坎苏—穆呼锰矿带地质特征与定量预测[J]. 新疆地质, 2018, 36(1): 68-73.
- [9] 查斌,谢志敏. 新疆奥尔特喀纳什—穆呼富锰成矿带的发现及意义[J]. 新疆地质, 2018, 36(1): 102-105.
- [10] 卢书伟,杜凤军,任建德. 中华人民共和国区域地质调查报告(1:250000 艾提开尔丁萨依幅、J43C002002 英吉沙县幅 J43C002003)[M]. 武汉:中国地质大学出版社有限责任公司, 2013.
- [11] 祝寿泉. 中国沉积锰矿的成矿规律[J]. 中国锰业, 1999, 17(4): 20-24.
- [12] 叶连俊. 中国锰矿的沉积条件[J]. 科学通报, 1995, 11: 93-96.
- [13] 凌云,马志鑫,杨弘忠,等. 重庆秀山南华纪大塘坡期沉积相分析与锰矿成矿[J]. 地质科技情报, 2016, 35(6): 150-156.
- [14] 裴浩翔,付勇,李超,等. 贵州道坨锰矿成矿时代及环境的Re-Os同位素证据[J]. 科学通报, 2017, 62(28/29): 3346-3355.
- [15] 付胜云,周超,安江华. 湖南沉积型锰矿床的成矿模式[J]. 地质科技情报, 2017, 36(4): 145-152.
- [16] 何志威,杨瑞东,高军波,等. 贵州松桃道坨锰矿含锰岩系地球化学特征和沉积环境分析[J]. 地质论评, 2014, 60(5): 997-1011.
- [17] 瞿永泽,徐林刚,毛景文,等. 贵州铜仁地区南华系大塘坡组黑色页岩型菱锰矿碳、氧同位素特征及锰矿成矿作用[J]. 矿床地质, 2018, 37(1): 50-66.
- [18] 史富强,朱祥坤,闫斌,等. 湖南湘潭锰矿的地球化学特征及成矿机制[J]. 岩石矿物学杂志, 2016, 35(3): 443-456.

The geological characteristics of Zhuwuluke manganese ore deposit in west margin of Kunlun mountains, Xinjiang

MAO Hongwei

(Xinjiang Geological Exploration Institute of China Metallurgical Geology Bureau, Wulumuqi 830063, China)

Abstract: Zhuwuluke Mn deposit occurs at the north part of the Late palaeozoic continent marginal Qiaerlong arc basin system in the north margin of Kunlun mountains. Fine clastic rock intercalated with carbonate rock of Lower carboniferous Talong Group is the manganiferous horizon and Mn ore horizon the dark carbonaceous shale intercalated with Fe, Mn pelitic crystal limestone. The Mn ore bodies are in large scale, strictly controlled by strata, extending relatively stable in NWW direction. There are 13 Mn ore bodies of which 3 larger ones are the main ore bodies. The ore is dominated by primary Mn ore with a little oxidized Mn ore. The deposit is both similar to and different with the recently discovered Mn deposits in Maercansu area. It is a black shale-related sedimentary Mn deposit formed under abyssal-semi-abyssal continent marginal rifting environment in the Early Carboniferous Epoch. The Lower Carboniferous Talong Group is a newly discovered manganiferous horizon thus potential for further prospecting to depth and surroundings of the deposit.

Key Words: Zhuwuluke Mn deposit; marine sedimentary Mn deposit type; Late palaeozoic continent marginal rift; black pelitic and carbonaceous shale; rhodochrosite; geological characteristics of the deposit; genesis of the deposit; The west Kunlun mountains; Xinjiang