

内蒙古自治区科右中旗布敦花 铜矿床地质特征及成因

肖丙建

(山东省第七地质矿产勘查院, 山东 临沂 276006)

摘 要: 布敦花铜矿床产于布敦花杂岩体北侧外接触带的近 SN 向断裂中。根据矿体特征、矿石矿物成分、结构构造、围岩蚀变特征及成因分析, 认为属中浅成高温热液型矿床, 并指出找矿标志。

关键词: 内蒙古; 布敦花铜矿; 地质特征; 成因

中图分类号: P611; P618. 41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2008)01-0027-05

0 引言

布敦花铜矿床是 1958 年当地群众发现的, 先后有多家地质单位进行过地质勘查工作。1979 年由吉林省地质局第七地质大队进行勘探, 为一中型铜矿床。该矿山从 1970 年建矿到目前为止已开采到 + 70 m 标高, 矿山虽经多年开采, 但对矿床成矿规律和成矿特征研究甚少。目前, 矿山面临资源枯竭, 研究矿床的成矿规律和成矿特征, 寻找接替资源成为当务之急。本文谨对矿床的地质特征进行论述, 以供同仁商榷。

1 区域地质概况

矿区位于新华夏系大兴安岭巨型隆起带的南段与区域 EW 向复杂构造带交汇部位。区域地层有下二叠统变质砂岩、板岩, 中部夹有片理化凝灰质变质砂岩, 上部夹有结晶灰岩; 中—上侏罗统砂砾岩、中性熔岩; 上白垩统中基性熔岩夹凝灰岩; 第四系冲积、湖积粘土、砂砾层及风积砂等。区域构造较为复杂, 总体属于乌兰浩特—林西复向斜, 并受 EW 向构造的控制。区域岩浆岩活动频繁, 主要为华力西晚期黑云母斜长花岗岩、白云母斜长花岗岩, 空间分

布主要受 EW 向构造体系控制; 次为燕山期花岗岩类及其派生的中酸性脉岩, 空间分布主要受联合构造体系和华夏构造体系控制。

2 矿区地质概况

矿区出露地层主要为下二叠统, 地层总体走向 NE 向, 倾角 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$, 为浅海相类复理式建造, 韵律层发育, 总厚度 $> 1\,400\text{ m}$ 。按岩性组合划分 3 个岩性段, 一段分布于矿区南部, 岩性为灰色变质砂岩夹深灰色黑云母石英片岩、碳质板岩等, 厚度 $> 410\text{ m}$; 二段分布于矿区中部, 岩性为黑色碳质板岩、灰色变质砂岩组成的不等厚互层, 厚度 $> 374\text{ m}$; 三段分布于矿区北部, 岩性为灰色绢云母片岩、变质砂岩组成的不等厚互层, 厚度 $> 596\text{ m}$ 。经强烈的区域变质作用和局部的动力变质、接触变质作用, 使泥质岩石变质为板岩、千枚岩、片岩、角岩等。矿区内侵入岩发育, 主要为布敦花杂岩体, 分布于矿区南部, 向南侵入到金鸡岭矿区, 岩体的长轴方向与地层走向大体一致, 东西长 $> 3\text{ km}$, 南北宽 $> 1\text{ km}$, 为一复式岩基。岩基北侧倾向 NW, 倾角 70° , 南侧倾向 SE, 倾角 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$; 岩体侵入到二叠系中。该岩体具多次活动的特点, 早期为中粗粒花岗闪长岩和中细粒黑云母花岗闪长岩, 与孔雀山铜矿成矿关系密切; 晚期为浅灰色中细粒斜长花岗岩, 主布于岩体的

南半部。此外,区内脉岩发育,主要有黑云母化闪长岩、闪长玢岩、花岗细晶岩、石英斑岩、花岗伟晶岩、安山玢岩等,均呈脉状,对矿体具有一定的破坏作用。

3 矿床地质特征

3.1 矿体特征

布敦花铜矿位于科右前旗南西 20 km 的孔雀山一带,大致呈 SN 走向,赋存于布敦花杂岩体北侧外接触带的近 SN 向断裂中,以陡倾斜的脉状产出。矿体露头海拔最高 310 m,最低 280 m,一般 300 m 左右,南高北低。南起 I-05 线,北止 I-32 线,出露较好。矿体从 I-32 线以北隐伏于地下,并以 50°角向 N 侧伏。矿区共查明铜矿体 12 条,规模较大的矿体有 6 条,编号为 Cu4, Cu4-1, Cu12, Cu12-1,

Cu13 和 Cu14,是区内的主矿体。其中 Cu4 和 Cu4-1 矿体分布于矿区南部; Cu11, Cu12-1 和 Cu14 矿体分布于矿区北部; Cu12 和 Cu13 纵贯全矿区。矿体的产状、形态及空间展布严格受构造控制。矿体长一般数百米,最长大于 1 000 余(Cu13)。矿体延深与延长成正比,一般延深 200~ 300 m, Cu12, Cu13, Cu14 矿体至- 100 m 以下仍有延深。矿体厚度一般为 3~ 5 m,最厚达 26.5 m(Cu13)。矿体形态以不规则弯曲脉状为主,兼有厚大的透镜状,走向和倾向都有明显的分支复合、尖灭再现的特点,在倾向上与控矿断裂产状一致,呈舒缓的“S”或反“S”形延伸(图 1,图 2)。各矿体特征见表 1。

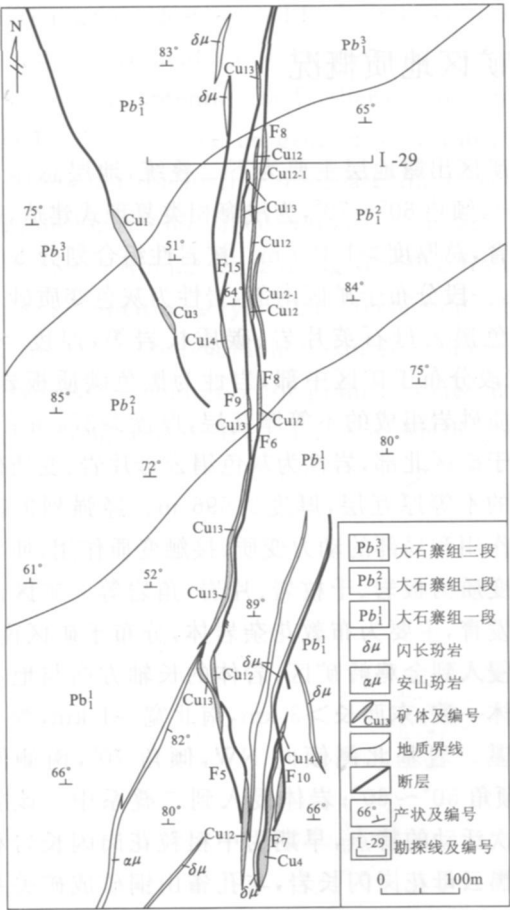


图 1 科右中旗布敦花铜矿矿区地质图
Fig. 1 Geological map of Budunhua Cu deposit in Middle Keerqin Banner

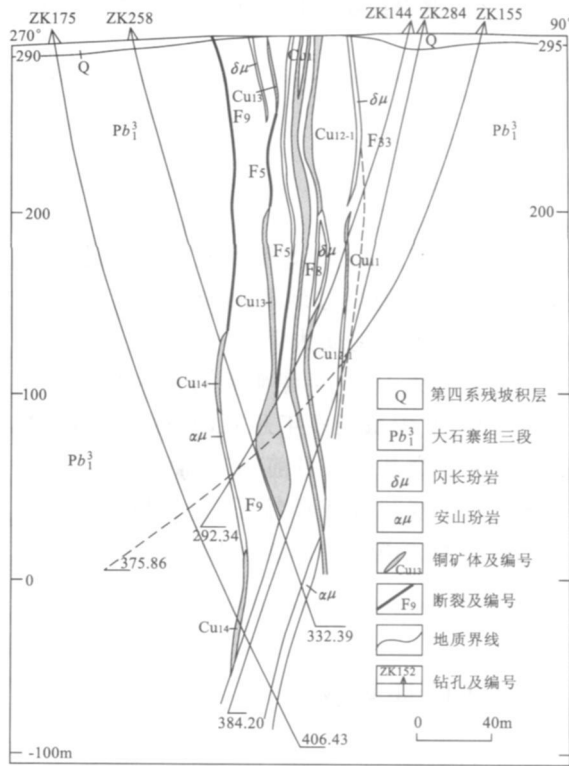


图 2 布敦花铜矿 I-29 勘探线剖面图
Fig. 2 Section along Line F29 in Budunhua Cu deposit

3.2 矿石特征

3.2.1 矿石矿物成分

根据野外观察和薄片、光片观察结果,矿石可分为氧化矿石和硫化矿石两类。

(1)氧化矿石。分布深度一般在 20~ 25 m, 部分地段深度达 30 m,但最深不超过 50 m。氧化矿石储量占矿区储量的 3%。组成氧化矿石的矿物成分比较简单,含铜矿物主要为孔雀石、黄铜矿,常见褐铁矿、黄铁矿、毒砂等金属矿物伴生。脉石矿物主要

有长石、黑云母、绿泥石、角闪石、石英, 次为锆石、磷灰石、电气石等。

(2) 硫化矿石。主要分布于 270 m 标高氧化带之下, 地表很少见到。组成硫化矿石的矿物主要为黄铜矿、磁黄铁矿、黄铁矿、斜方砷铁矿、毒砂; 次要矿物为辉铋矿、自然铋、方铅矿、闪锌矿、墨铜矿、砷黝铜矿、辉铅铋矿、白铁矿、磁铁矿、钛铁矿、金红石、

菱铁矿等; 氧化矿物有斑铜矿、铜蓝、褐铁矿、白钛石等; 脉石矿物主要有长石、黑云母、石英, 其次为角闪石、绿泥石、绢云母, 并有红柱石、磷灰石、阳起石、绿帘石、碳酸盐、电气石、榍石、锆石、萤石、独居石、锐钛矿、磷钼矿、白钨矿、石榴石等。

3.2.2 矿石化学成分

矿石的化学成分详见表 2、表 3。

表 1 矿体特征一览表
Table 1 Schedule of ore body characteristics

矿体厚度	矿体位置	矿体规模(m)			控矿构造	产状		平均品位(%)	品位变化系数(%)
		长度	平均厚度	延深		倾向	倾角(°)		
Cu4	01~ 09 线	284	2.40	+ 100	F ₇	+ 200m 以上: E + 200m 以下: W	70~ 80	0.86	52
Cu4-1	01~ 11 线	415	3.49	+ 150	F ₁₀	E	60~ 80	1.16	69
Cu12	05~ 35 线	1200	3.58	- 100m 之下	F ₆	E 或 W	≥70	0.86	88
Cu12-1	17~ 33 线	640	2.62	0m 以下	F ₈	W	70	0.78	100
Cu13	09~ 37 线	1150	4.65	- 100m 之下	F ₅	E 或 W	≥70	0.93	87
Cu14	19~ 37 线	715	1.53	- 100m 之下	F ₉	E 或 W	≥70	0.68	87

表 2 矿石光谱半定量分析结果
Table 2 Semi quantitative spectrum analysis of ores

矿石类型	光谱半定量分析元素(10 ⁻⁶)										
	Cu	Pb	Zn	As	Se	Cr	Ni	Mn	Sn	Ag	Ga
氧化矿石	≥10000	30	250	400	30	60	50	10	20	10	100
原生矿石	≥10000	20	250	1500	20	70	80	400	20	10	100

表 3 矿石化学分析结果
Table 3 Chemical analysis of ores

矿体编号	化学分析项目(%)													
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cu	As	S	LOS	总和
Cu4	65.55	9.50	6.79	0.02	1.89	2.18	7.80	1.70	0.52	0.51	0.53	0.01	2.54	99.54
Cu4-1	56.03	13.1	7.48	0.03	2.64	1.13	3.82	1.88	0.06	2.26	0.60	5.67	5.31	100.01
Cu12	61.25	13.9	5.34	0.05	1.53	1.15	4.74	1.20	0.11	2.44	0.28	4.19	3.48	99.66
Cu12-1	59.22	12.8	7.46	0.07	1.69	1.08	3.98	1.12	0.09	1.86	0.36	3.25	6.95	99.93
Cu13	63.59	15.0	4.77	0.05	1.59	1.79	4.64	1.68	0.20	1.74	0.03	2.41	2.15	99.64
Cu14	57.23	13.6	7.00	0.09	2.46	1.54	3.62	1.82	0.15	2.14	1.25	4.34	4.37	99.61
平均	60.48	12.9	6.47	0.05	1.97	1.48	4.77	1.57	0.19	1.83	0.51	3.31	4.14	99.71

3.2.3 矿石的元素特征

矿石的主元素为 Cu, 氧化矿石中的 Cu 主要富集在褐铁矿中, 少部分在孔雀石中, 分布于+ 270 m 标高之上的氧化带中, $w(\text{Cu}) = 0.55\% \sim 0.75\%$; 硫

化矿石中的 Cu 主要富集在黄铜矿中, $w(\text{Cu}) = 0.68\% \sim 1.16\%$, 矿石主要分布于+ 270 m 标高之下; 矿石中共(伴)生元素主要有 Ag, In, Bi, Co, Se, As, S, Ce, La, Ga 等, 其赋存特征见表 4。

表 4 矿石中伴生元素赋存特征一览表

Table 4 Schedule of the by-product element occurrences in ore

元素	平均品位	伴生元素赋存状态	铜精矿品位	资料依据
Ag	11.38×10^{-6}	呈类质同象混入物散布于黄铜矿、黄铁矿中, 黄铜矿中相对值 90%	88.54×10^{-6}	人工重砂
In	0.0019%	呈混入物分散于黄铜矿(相对值 85%)、黄铁矿、磁黄铁矿及砷矿物中	0.022%	人工重砂
Bi	0.011%	呈辉铋矿、自然铋等独立矿物存在, 相对值 90%, 极少量分散于砷矿物中	0.61%	人工重砂
Co	0.005%	呈类质同象分散于砷矿物中, 相对值 90%	0.075%	人工重砂
Se	0.0002%	呈混入物分散于黄铁矿(相对值 55.65%)、黄铜矿(相对值 26.33%)和磁黄铁矿(相对值 18.02%)中	0.0036%	人工重砂
As	0.13%	以斜方砷铁矿、毒砂等独立矿物形式存在, 相对值 90%	1.59%	人工重砂
S	1.97%	以硫化物形式存在于黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿中, 相对值 > 95%	31.1%	化学分析
Ce, La	0.0097%	以独居石等独立矿物形式存在, 相对值 90%	0.03%	人工重砂
Ga	0.0027%	呈混入物分散于硅酸盐矿物中	0.008%	化学分析

矿石中伴生有益元素为 Ag, In, Bi, Co, Se, Ce, La, Ga, 伴生有害元素为 As, S。

3.2.4 矿石结构构造

氧化矿石中以细粒他形—半自形溶蚀交代结构、脉状结构为主, 包含结构和压碎结构次之; 矿石构造有细脉浸染状构造、蜂窝状构造、充填及脉状构造。硫化矿石以细中粒半自形粒状结构、脉状结构、交代结构为主, 固溶体分离结构、包含结构次之; 矿石构造以细脉浸染状构造、浸染状构造、细脉和网脉状构造为主, 致密块状、斑杂状和角砾状构造次之。

3.2.5 围岩蚀变

矿床内围岩蚀变十分发育, 主要有硅化、黑云母化、绢云母化、钠长石化、绿泥石化、碳酸盐化、沸石化等, 其中前 4 种发育最普遍, 与成矿关系密切。

4 矿床成因

4.1 成矿阶段划分

(1) 黑钨矿阶段: 矿化范围窄, 主要分布在矿段中北部(I-19 线—I-31 线) 200 m 标高以下, 矿物组合简单, 除黑钨矿外主要为石英, 呈脉状、透镜状产出, 多见于 NNW 向断裂或 SN 向复合破碎带中的 NNW 向区段。在 I-19 线和 I-23 线深部伴生有金。于 I-25 线 ZK261 等钻孔中见有黑钨矿脉被黄铜矿、磁黄铁矿细脉穿插, 并被毒砂、斜方砷铁矿所交代。本阶段伴随的主要蚀变作用是钠长石化。

(2) 毒砂—(胶状) 黄铁矿阶段: 矿化较为普遍, 整个矿段均可见到。共生矿物有斜方砷铁矿、毒砂、(胶状) 黄铁矿等, 以裂隙充填为主, 常呈脉状。普遍

受到构造破坏, 各种压碎结构发育, 被晚阶段的矿化强烈交代, 故以团块状和角砾状构造为主, 浸染状少见。经常伴随有金红石、独居石、萤石、电气石等矿物出现于脉壁。主要矿物组合在空间分布上有南高北低的规律。本阶段的主要蚀变作用以硅化、钠长石化为主。

(3) 磁黄铁矿—黄铜矿阶段(主矿化阶段): 矿化广泛, 形成矿床的主体。矿物组合较为复杂, 可见磁黄铁矿、闪锌矿、黄铁矿、墨铜矿、自然铋、辉铋矿、黄铜矿、砷黝铜矿等, 以裂隙充填与重熔交代方式成矿, 矿化作用持续时间长, 同一种矿物有多个世代, 各世代矿物互相交代溶蚀, 常形成具有交代结构的细脉浸染状矿化, 叠加、改造或穿插一、二阶段的矿物。围岩蚀变与矿化范围成正比, 种类较多, 但以黑云母化、硅化为主。

(4) 磁黄铁矿—方铅矿阶段: 矿化较局限, 多见于构造活动复合部位, 如 I-23 线以北至 I-29 线矿段。共生矿物有磁黄铁矿—闪锌矿—辉铅铋矿—方铅矿—黄铜矿—(菱铁矿), 以裂隙充填脉状为主, 有的被晚期不含矿碳酸盐脉所切穿, 交代作用不明显, 主要蚀变为硅化。

(5) 黄铁矿阶段: 矿化范围亦较广泛, 各组构造均可见, 往往以形成单独的黄铁矿脉为特征, 有时可见一些碳酸盐伴生, 它们穿插或交代前几个阶段的矿脉, 主要蚀变为碳酸盐化。

4.2 矿床成因

铜矿体呈不规则的脉状、网脉状产于岩体北侧围岩的近 SN 向断裂中, 主要矿石矿物为黄铜矿、磁黄铁矿、黄铁矿、斜方砷铁矿等, 并出现较多的高温矿物组合; 矿石矿物具有明显的垂直分带现象, 从地

表向下为铅→铜→钨→金; 根据矿物组合特征和包体测温推算, 矿床的形成温度 350~ 500 ℃; 矿床硫同位素的变化范围较窄, $\delta(^{34}\text{S}) = +0.7 \times 10^{-3} \sim -1.9 \times 10^{-3}$, 平均值 1.37×10^{-3} , 与陨硫石近似, 表明硫质来源于地壳深部或上地幔; 矿石与黑云母花岗闪长岩中微量元素组合和副矿物组合具有相似性, 推测黑云母花岗闪长岩与成矿具有成因联系; 依据矿体赋存的空间位置和本区剥蚀深度, 以及与矿体伴生的安山玢岩有大量的气孔构造和玻璃质结构, 矿床的形成深度应属中浅成。这些特征表明, 布敦花铜矿属中浅成高温热液型铜矿床。

5 结论

布敦花铜矿床产于杂岩体外接触带的断裂中, 为中浅成高温热液铜矿床。矿床的主元素为铜, 并伴生银、铟、硒、钼、铋等有益元素。矿床的水文地质条件、工程地质条件简单, 开采技术条件较好。

矿床的主要找矿标志为:

(1) 地层、岩石条件: 矿体主要发育在下二叠统具有良好孔隙度的中细粒砂岩、粉砂岩中。

(2) 构造条件: EW 向和 NE 向构造的交汇部位控制矿床的产出, 其次级构造为容矿构造, 铜矿体均产于 NE 向构造的次级构造中。

(3) 侵入岩条件: 燕山期中浅成的钙碱性杂岩体, 为多期次形成, 富含 Mo, Sn, Cu, Pb, Zn, Ag 等元素, 是成矿的热源和矿源, 与矿床具有成因联系。

(4) 围岩蚀变标志: 硅化、黑云母化、绢云母化、钠长石化与成矿关系最密切, 是寻找同类矿床的蚀变标志。

参考文献:

- [1] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991. 189-222, 444-455, 573-594.
- [2] 王友勤, 苏养正, 刘尔义, 等. 东北区区域地质[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997. 57-67.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GENESIS OF BUDUNHUA COPPER DEPOSIT IN MIDDLE KEERQIN COUNTY, INNER MONGOLIA

XIAO Bing-jian

(No. 7 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Linyi 276006, Shandong, China)

Abstract: Budunhua Cu deposit occurs in near SN fracture at the outer contact zone in north side of of Budunhua intrusive complex. It is considered a hypothermal Cu deposit based on ore body feature, mineralogy, texture and structure, wall rock alteration and genetic analysis, then point out ore searching directions.

Key Words: Inner Mongolia; Budunhua copper deposit; geological characteristic; contributing factor