

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2022.04.012

尼日利亚巴古多 (Bagudo) 锰矿地质特征 及找矿标志

梁树旺

(华东冶金地质勘查研究院,合肥 230088)

摘要: 尼日利亚的巴古多(Bagudo)锰矿是近年新发现的具有找矿潜力的沉积变质型锰矿床,位于马如-安卡费金铜铁成矿带的西北缘附近。矿区共圈定了 3 个锰矿区,锰矿体出露于地表,整体呈 NW 向或近 SN 向延伸。矿体中的条纹状锰矿石和块状锰矿石均属低磷中铁中品位的氧化锰-硅酸锰混合矿石,且块状锰矿石锰品位低于条纹状锰矿石。目前矿区的勘查深度主要为 -50 m 以上的浅表部分,深部的勘查工作尚未进行。由于锰矿石具弱磁性,故而高精度磁异常的部位具有找锰意义。

关键词: 巴古多锰矿;地质特征;找矿标志;沉积变质型;残坡积型;凯比州;尼日利亚

中图分类号: P618.32 **文献标识码:** A

0 引言

巴古多(Bagudo)锰矿位于西非尼日利亚西北部和凯比(Kebbi)州南部,尼日尔河以西的达拉纳(Derena)村附近,西距尼日利亚与贝宁边境线 30~40 km;矿区附近有公路可达,交通比较方便。西非地区的矿产资源开发主要集中在西非克拉通及其周边各国^[1-2],而尼日利亚的金属矿产勘查和开采起步较晚,研究程度不高,大部分金属矿产地均未进行过系统地质勘查^[3-5],有关锰矿的研究文献也十分有限^[6-7]。巴古多地区地表可见有残坡积锰矿的露头,并有当地居民人工开采的痕迹,但对原生锰矿并未进行过勘查与评价。2016—2020 年,华东冶金地质勘查研究院承担了该区锰矿的地质勘查工作,通过矿区地质测量、探槽及钻探等工作,圈定出多个锰矿体,认为勘查区具有较好的沉积变质型锰矿床的找矿潜力^①。本文将初步总结巴古多锰矿床的地质特征及找矿标志,力图为今后在该区的锰矿勘查提供参考。

1 区域地质背景

巴古多锰矿所在区域位于尼日利亚的西北部,大地构造位置为西非克拉通东缘的陆缘活动(造山)带^[8-9]。区域涉及 3 个地质构造单元(图 1a):①西北部的索科托中-新生代沉积盆地;②东南部的努佩中-新生代沉积盆地;③东部和西南部以前寒武纪基底杂岩为主体的多旋回地盾区。巴古多锰矿虽处于索科托盆地南缘,但矿区内主要出露前寒武纪基底杂岩,推测为伸向中-新生代沉积盆地的半岛状基底凸起,可能为断隆性质,该凸起向南与前寒武系地盾相连接。

中-新生代沉积盆地以上白垩统、古近系始新统和第四系全新统为主,局部零星出露前寒武系。多旋回地盾区出露的基底杂岩主要包括太古宙花岗闪长质灰色片麻岩、英云闪长质杂岩和不整合其上的元古宙盖层残片(混合变质沉积岩);泛非旋回的区域变形-变质作用使基底杂岩活化形成混合片麻岩杂岩,构成尼日利亚地盾主体,主要岩性有长英质黑

收稿日期: 2022-05-16; 改回日期: 2022-10-31; 责任编辑: 余和勇

作者简介: 梁树旺(1990—),男,工程师,2013年毕业于中国地质大学(武汉)资源勘查专业,从事地质调查和矿产勘查工作。通信地址:合肥市高新区红枫路 29 号,华东冶金地质勘查研究院;邮政编码:230088;E-mail:838505053@qq.com

产出^[8-9]。

巴古多锰矿区毗邻尼日利亚马如—安卡费金铜铁成矿带西缘^[3,5](图 1b)。成矿带囊括了尼日利亚地盾西部的大部地区,长轴呈 NE 向,成矿带内金属矿产地较多,主要为金、铁、铜的矿床(点),已知有 Gidan Jaja 中型铁矿、Gyaza 中型铁矿和 Laka 金矿等矿床,另外还有一些镁、钨、锰、钼的矿点分布^④,但锰矿的专项地质勘查和研究工作鲜见报道。区域金矿分为砂金矿和岩金矿,铁矿以前寒武系硅铁建造型(BIF)为主。巴古多地区原有残坡积锰矿分布,并有人工采掘的遗迹,但其勘查和研究基本上属于空白;原生锰矿呈层状、似层状、透镜状,呈 NNW 向延展。

2 矿区地质特征

2.1 地层

巴古多锰矿区地表大部分被第四系所覆盖,仅在山坡或河沟等地段可见到前寒武系变质岩(图 2),其岩性组合比较单一,主要岩性有二云母片岩夹细粒斜长片麻岩、细粒斜长片麻岩夹二云母片岩和中粗粒斜长片麻岩,矿区内片岩和片麻岩的延展方向为 NW 向。

2.2 构造

区内褶皱构造较为发育,大多翼间角 $>120^\circ$,为开阔褶皱;轴脊线总体走向为 NW-SE 向,但不同的轴脊线其侧伏方向有所差异。由于褶皱的影响使得锰矿体不仅沿倾向方向呈波状起伏,而且沿走向方向亦呈波状延伸;部分锰矿体出现揉皱现象,其厚度、规模和产状均发生变化。由于地表第四系的广泛覆盖,矿区范围内没有见到明显的断裂构造,但矿区伟晶岩脉十分发育,脉岩走向多呈 NW 向、NNE 向或 NEE 向,据此推断矿区中 NW 向和 NE 向的断裂和裂隙构造较为发育。区内的石英脉也很发育,长度不一,在块状锰矿石中多见有细脉状石英脉穿插其中。

2.3 岩浆岩

区内未见成规模的岩浆岩体,只见有伟晶岩脉的出露。另外锰矿体附近见到蚀变的岩脉,岩脉的延展方向呈 NW 向或 NE 向。岩脉的蚀变程度很强烈,近地表处的岩脉呈现粉末状,宽度 2~5 m,主要矿物成分为高岭土和石英,推断其原岩可能为以长英质矿物为主的中酸性脉岩;在岩脉两侧见有

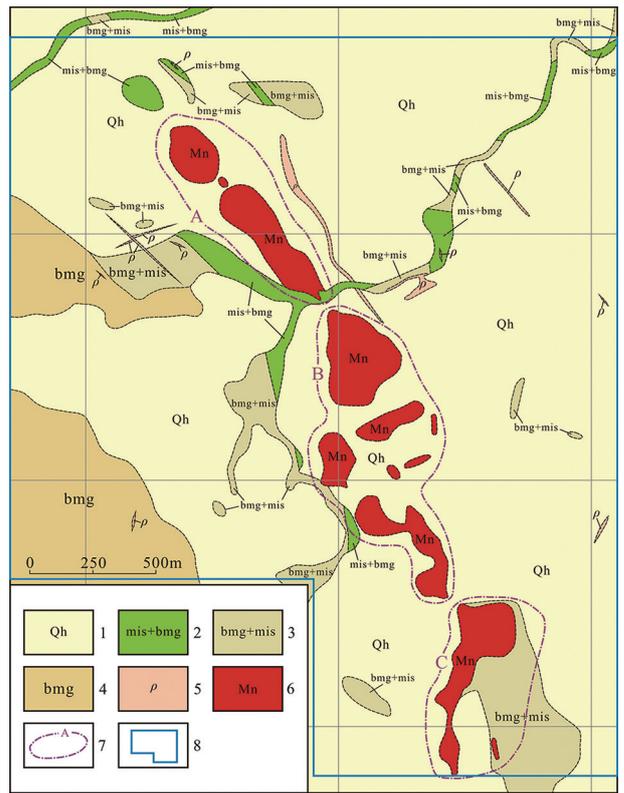


图 2 巴古多锰矿区地质简图

Fig. 2 Geological sketch of Bagudo Mn deposit

- 1. 第四系粗砂土; 2. 前寒武系二云母片岩夹片麻岩;
- 3. 前寒武系细粒片麻岩夹二云母片岩;
- 4. 前寒武系中粗粒黑云斜长片麻岩; 5. 伟晶岩脉;
- 6. 锰矿体; 7. 锰矿分区界线; 8. 勘查区范围

高品位的锰矿体,据此判断,岩脉对先成的锰矿层有一定的改造和加富作用。

2.4 围岩蚀变

矿区围岩蚀变不甚发育,近矿围岩蚀变主要为褪色蚀变,另外矿体边缘常伴有硅化。部分片麻岩具有高岭土化、绿泥石化、硅化等;通过钻孔岩心发现,在矿体与地层的接触部位,岩石中高岭土化、绿泥石化较强,局部岩心呈粉末状。

3 矿床地质特征

3.1 矿体特征^①

原生锰矿体总体呈 NW 向带状分布,倾向 NE,倾角较缓,5°~35°;矿体出露于地表,整体呈 NW 向或近 SN 向;矿体赋存标高 240~299 m,主要为地表矿。矿体形态以透镜状为主,其次为似层状、层状、条带状等。总共圈定锰矿体 22 个,其中主要矿

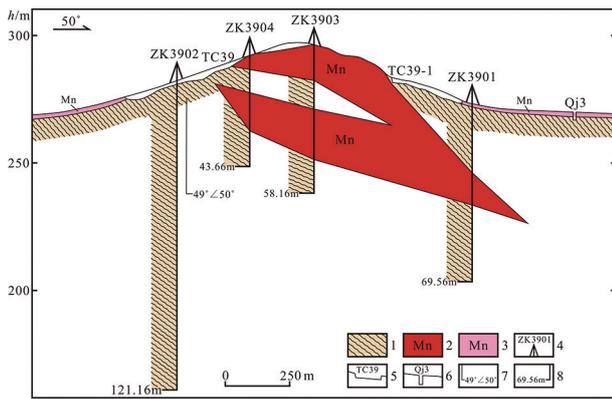


图3 巴古多锰矿A区39线剖面图

Fig. 3 Section of line 39 of area A of Bagudo Mn deposit

1. 片麻岩; 2. 原生锰矿体; 3. 坡积锰矿; 4. 钻孔及编号;
5. 探槽及编号; 6. 浅井及编号; 7. 产状; 8. 钻孔深度

体4个(图2、图3、表1)。

根据矿体的分布位置,研究区从北至南依次划分为A、B、C共3个锰矿区。

A区位于矿区的北部,区内矿体断续出露长约850 m,矿体表面风化严重,顶部存在残坡积锰矿,残坡积锰矿的厚度0.5~2 m,表层残坡积锰矿的含矿率约80%,残坡积锰矿的最大宽度约300 m,残坡积锰矿体和原生锰矿体的界线不甚清晰;锰矿体的连续出露情况较好,是主要的矿体富集区,区内圈定3个主要矿体。

B区位于矿区中部,与A矿区以近EW向的河流为界,区内矿体断续出露长约1200 m,区内矿体

较为复杂,其中大山包的东侧矿体呈近SN走向;在大山包半山腰,通过探矿工程揭露见到宽约34 m的锰矿体,平均品位30.09%,通过钻孔工程验证,锰矿体最深为31.30 m,矿石类型以纹层状锰矿石为主,夹杂着块状矿石和黏土,总体矿体较好。区内圈定1个主要矿体。

C区位于矿区南部,区内锰矿体走向大致为近SN向,矿体断续出露约650 m,矿石以块状锰矿为主,经探矿工程揭露,矿体厚度为0.5~4.7 m,品位19.10%~24.73%。

工作区长期的风化剥蚀作用,其含锰岩系已经基本暴露在地表,或仅有很薄的第四系残坡积物,锰矿体由于氧化淋滤形成一定深度的氧化带,以及范围较广的残坡积锰矿体。探矿工程揭露显示,残坡积的锰矿体厚度变化较大,含泥量较高,工业利用较为困难,故未作为本次矿产评价工作的重点。

3.2 矿石特征^{[10]②}

矿区的锰矿石分为条纹状锰矿石和块状锰矿石。矿石中的Mn元素主要在氧化锰和硅酸锰中赋存,因此锰矿石的自然类型为氧化锰-硅酸锰混合矿石。

3.2.1 矿石矿物成分

矿石中的主要含锰矿物为硬锰矿、泥质锰矿物和锰铝榴石,条纹状锰矿石中的硬锰矿和泥质锰矿物含量要高于块状锰矿石,块状锰矿石的锰铝榴石含量明显高于条纹状锰矿石(表2、图4)。

表1 主要矿体情况对比表

Table 1 Characteristic comparison of the main Mn ore bodies

矿体	位置	厚度/m	厚度变异系数/%	长度/m	倾角/(°)	平均品位 $w(\text{Mn})/\%$
I-1		2.40~36.24	96.18	200	15~45	30.69
III-3	A区	2.84~22.30	48.44	300	15~35	25.24
IV-1		7.62~17.61	53.68	220	15~25	25.55
V-1	B区	1.30~14.30	45.04	240	10~15	28.31

表2 矿石中主要矿物质含量^②

Table 2 The main mineral contents of the Mn ore

矿石名称	锰矿石矿物质含量($\varphi_B/\%$)							
	硬锰矿	泥质锰矿	锰铝榴石	石墨	高岭石等黏土矿物	石英	含铁泥质物	其他
条纹状锰矿石	16.2	24.4	33.5	2.0	7.0	8.7	7.3	1.0
块状锰矿石	4.1	16.4	42.2	2.4	9.8	17.9	6.2	1.0

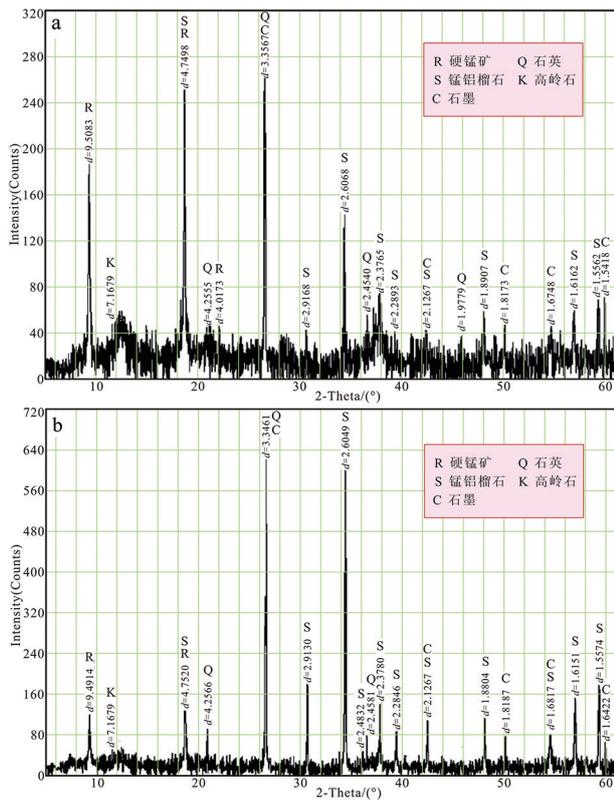


图 4 锰矿石的 X 射线衍射分析谱线图^②

Fig. 4 X-ray diffraction line diagram of Mn ore
a. 条纹状锰矿石; b. 块状锰矿石

(1)硬锰矿。暗钢灰-黑色,半金属光泽,单斜晶系;结晶程度较差,多为隐晶-微晶质集合体。矿物晶粒多小于 0.005 mm,以不同的集合体形式产出。集合体呈极不规则的形态,其中以不规则团块状者居多,还有呈条带状、皮壳状、细脉状、网脉状、微粒状等形态;硬锰矿集合体常与泥质锰矿物相互混杂,并充填于锰铝榴石的晶间或裂隙中,较大颗粒的集合体中多包含有数量不等锰铝榴石的微细晶粒(图 5)。硬锰矿集合体的粒度多为 0.01~0.2 mm。硬锰矿的总体特征是:粒度细小,与泥质锰矿物和锰铝榴石的嵌布关系十分复杂,矿物集合体与泥质锰矿物的接触边界不很明显,粒径在 0.0025~0.85 mm 之间。

(2)泥质锰矿物。黑色,多为隐晶质集合体,反射光下颜色比硬锰矿要暗,含量多于硬锰矿,二者的含量比大致为 3 : 2。泥质锰矿物主要呈 2 种赋存方式:①团块状或细脉状集合体,与硬锰矿经常混杂在一起,构成较大的集合体;部分泥质锰矿物呈胶状形式充填于锰铝榴石晶粒间,稍大颗粒的集合体中往往包裹着一些微细粒的锰铝榴石,泥质锰矿物的粒径多为 0.1~0.6 mm;②边界不清的集合体,这类泥质锰矿物的集合体与高岭石等矿物的接触界线

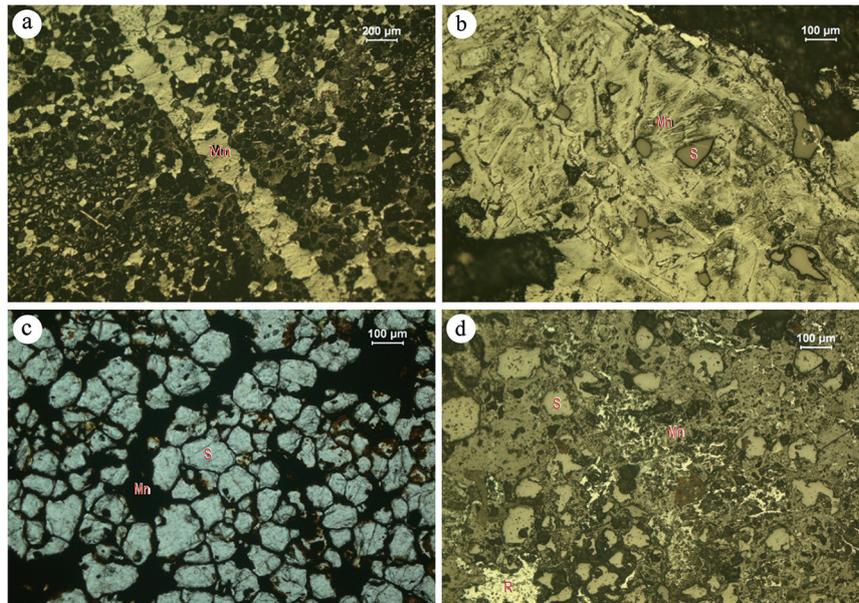


图 5 锰矿石的显微特征^[10]

Fig. 5 Microscopic feature of Mn-bearing minerals

- a. 条纹状锰矿石(反射光):细脉状泥质锰矿物集合体(Mn)沿裂隙充填;
- b. 条纹状锰矿石(反射光):不规则团块状泥质锰矿物(Mn)中包裹细小粒状锰铝榴石(S);
- c. 块状锰矿石(反射光):泥质锰矿物(Mn)呈网状充填在锰铝榴石(S)粒间;
- d. 块状锰矿石(单偏光):蠕虫状硬锰矿(R)充填于泥质锰矿物(Mn)的孔洞中或粒间

呈云雾状,而且粒度细小,一般 $<0.03\text{ mm}$ 。泥质锰矿物以团块或细脉状集合体形式为主,边界不清的集合体很少,二者的比例大致为9:1。

(3) 锰铝榴石。灰色,油脂光泽,其含量较高,均质体,自形-半自形粒状,粒度比较接近,一般为 $0.02\sim 0.15\text{ mm}$ 。锰铝榴石密集出现的部位,矿物之间紧密镶嵌,粒间常被硬锰矿或泥质锰矿物所充填;锰铝榴石稀疏的部位,则多呈星散状、稀疏浸染状,被硬锰矿或泥质锰矿物集合体包裹其中。

矿物的镶嵌关系表明,含锰矿物的生成顺序为锰铝榴石 \rightarrow 泥质锰矿物 \rightarrow 硬锰矿。锰铝榴石主要形成于锰矿的内生成矿期;变质成矿期+岩浆热液期,而泥质锰矿物和硬锰矿则主要形成于锰矿的外生成矿期;近地表氧化期。

3.2.2 脉石矿物

脉石矿物中的脉石矿物主要有石墨、石英和高岭石等。

(1) 石墨。黑色,半金属光泽;石墨在块状锰矿石中含量略高。在反射光下呈浅棕灰色,双反射和非均质性明显,晶质。排列杂乱无章,与锰矿物的关系较为密切,主要表现为呈细小鳞片状与锰矿物混杂共生,局部较为富集,偶见不规则团块状石墨存

在,片宽一般 $0.01\sim 0.05\text{ mm}$ 。

(2) 石英。灰白色,油脂光泽;在条纹状锰矿石中主要为碎屑状,局部较为富集,粒度一般 $<0.02\text{ mm}$;在块状锰矿石中石英呈不规则粒状或细脉状,部分碎裂纹较为发育,粒度细小者可 $<0.01\text{ mm}$,一般 $0.02\sim 0.15\text{ mm}$ 。

(3) 高岭石。白色,土状光泽,集合体呈鳞片状,松散,手捏碎成粉末状;在两类矿石中均有分布,产出形式基本一致,其中纹层状锰矿石中含量略高。

3.2.3 矿石化学成分

选择条纹状锰矿石和块状锰矿石,进行X荧光光谱半定量分析和化学多元素分析,分析结果见表3、表4和表5。

(1) 条纹状锰矿石和块状锰矿石的Mn/Fe比值分别为5.40和3.89,条纹状锰矿石的比值相对较高;P/Mn比值基本较为接近,分别为0.006和0.008。两类锰矿石总体上均属低磷中铁中锰矿石。

(2) 矿石中的脉石组分主要为 SiO_2 和 Al_2O_3 ;其条纹状锰矿石中两者之和为34.61%,块状锰矿石中两者之和略高(48.88%);2个样品比较,块状锰矿石的 SiO_2 含量明显较高。

表3 矿石的X荧光光谱半定量分析结果^②

Table 3 XRF analysis of the Mn ore

矿石类型	Mn	Cu	Zn	Fe	Ni	Co	V	Cr	Sr	Rb	Zr
条纹状锰矿石	33.81	0.044	0.144	6.257	0.118	0.021	0.033	0.004	0.043	0.002	0.011
块状锰矿石	24.66	0.025	0.095	6.384	0.109	0.020	0.025	0.012	0.025	—	0.012
矿石类型	Si	Ti	Al	Ca	Mg	Ba	Na	K	As	S	P
条纹状锰矿石	7.07	0.405	8.43	0.726	0.089	0.346	0.018	0.532	0.049	0.017	0.046
块状锰矿石	10.77	0.440	7.01	2.0	0.172	0.151	0.018	0.253	0.032	0.016	0.042

量单位: $w_B/\%$ 。

表4 矿石的主要化学成分^②

Table 4 The main chemical composition of the Mn ore

矿石类型	Mn	Fe	Co	Ni	TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	S	P	C	烧失	Mn/Fe	P/Mn
条纹状锰矿石	28.81	5.34	0.023	0.085	0.68	19.98	14.63	1.52	0.28	0.46	0.056	0.017	1.86	14.65	5.40	0.006
块状锰矿石	21.96	5.64	0.022	0.071	0.73	32.48	16.4	5.17	0.49	0.31	0.046	0.017	2.2	9.07	3.89	0.008

量单位: $w_B/\%$ 。

表5 矿石中锰的物相分析结果^②

Table 5 Physical phase analysis of Mn of the Mn ore

矿石类型	锰相	氧化锰中 Mn	碳酸锰中 Mn	锰铁氧化物中 Mn	硅酸锰中 Mn	合计
条纹状锰矿石	含量/%	19.29	0.36	1.31	7.85	28.81
	分布率/%	66.96	1.25	4.55	27.24	100.00
块状锰矿石	含量/%	9.12	0.41	0.95	11.48	21.96
	分布率/%	41.53	1.87	4.32	52.28	100.00

量单位: $w_B/\%$ 。

(3)有害杂质 S 和 P 元素的含量均 $<0.05\%$,整体含量不高,对矿石质量影响不大。矿石中 Co、Ni 等金属元素含量甚微,不具综合利用价值。

(4)两类矿石的烧失量整体较高,其中纹层状锰矿石的烧失量为 14.65% ,块状矿石的烧失量为 9.07% 。

(5)条纹状锰矿石和块状锰矿石样品中,以氧化锰形式存在的锰质分布率分别为 66.96% 和 41.53% ;其余主要以硅酸锰的形式存在,分布率分别可达 27.24% 和 52.28% 。综合化学成分特点,两类矿石总体上均属低磷中铁中品位的氧化锰-硅酸锰混合矿石,且块状锰矿石的品位相对较低。

3.2.4 矿石结构

(1)矿石结构。以半自形晶结构、自形晶结构为主,其次有填隙结构、包含结构等。①半自形晶结构:锰矿物多以不规则多面体或不规则立方体出现,粒径 $0.05\sim 0.5\text{ mm}$,半自形晶结构矿石约占 60% ;②自形晶结构:锰铝榴石多呈自形粒状,主要呈菱形十二面体,少数四角三八面体晶形,粒径 $0.05\sim 0.3\text{ mm}$,含量约占 20% ;③填隙结构:泥质锰矿多充填在脉石或锰铝榴石的微裂隙中;④包含结构:泥质锰矿包裹锰铝榴石矿物颗粒。

(2)矿石构造。主要为块状构造、条带状构造,少量呈浸染状构造。①条带状构造:硬锰矿、锰铝榴石等选择性交代围岩中的活性物质,岩石的层理构造依然可见,形成矿石的条带状构造,条带状构造矿石的占比为 50% ;②块状构造:矿石致密,坚硬,硬锰矿、泥质锰矿和锰铝榴石等金属颗粒分布于矿石中;块状构造矿石的占比约为 45% ;③浸染状构造:硬锰矿、泥质锰矿等呈微粒-中细粒状浸染于围岩中,与黏土矿物、高岭土、石英和石墨等脉石矿物一起组成浸染状构造,按金属矿物含量的增多,又可分为稀疏浸染状和稠密浸染状 2 种,浸染状构造矿石占比 $<5\%$ 。

4 矿床成因及找矿标志

4.1 矿床成因讨论

巴古多锰矿区的锰矿分为原生锰矿和残坡积锰矿 2 种。根据现有资料和信息分析,巴古多锰矿经过多期、多成因的成矿作用,最终形成目前所见的多成因复合型锰矿床组合。

(1)沉积成(孕)矿期。原生锰矿的赋存具有一

定的“成层性”特征。矿体的直接围岩为前寒武系二云片岩、细粒斜长片麻岩岩性段,二云片岩属于低-中级变质的富铝变质岩,其原岩多为泥质岩、砂页岩、中酸性火山岩和凝灰岩;斜长片麻岩属于中-高级变质的岩石,其原岩可能为中酸性侵入岩、火山岩或硬砂岩等。前寒武纪,富铝沉积岩、中酸性火山岩或侵入岩在形成过程中浓集了大量的锰质,构成了沉积期富锰质的“矿胚层(岩)”。

(2)变质成矿期。前寒武纪地盾的基底岩石经历了复杂的区域变质和构造变形,富铝碎屑岩、中酸性火山岩和中酸性侵入岩分别变质成为二云母片岩和细粒斜长片麻岩等岩石,因为原岩中富铝、富锰的特点,致使在二云母片岩附近出现了低绿片岩相的特征矿物锰铝榴石的大量聚集,形成的锰矿体呈层状、似层状或透镜状产出,其产状与围岩基本一致,部分锰矿石还残留着原岩的定向性特点,从而构成了区域变质-变形期的原生锰矿体。

(3)岩浆热液成矿期。后期的构造-岩浆活动对原生锰矿体有一定的叠加改造作用,在矿区中可见晚期中酸性脉岩和伟晶岩脉构造裂隙充填,脉岩自身具有强烈的蚀变,旁侧锰矿体的品位也发生改变(增高);同时,锰矿体中见有石英脉和石英角砾出现,在探矿工程中见到锰矿体中出现小型揉皱现象,局部岩(矿)石破碎,部分脉石矿物有明显的拉伸、挤压破碎现象,反映出锰矿体在后期的构造-岩浆活动中受到过一定程度的叠加改造成矿作用。

(4)氧化成矿期。泛非运动以后,尼日利亚地盾区处于长期隆起的状态,遭受风化剥蚀;尤其是新生代以来,剥蚀并暴露地表的锰矿体在外力风化作用下形成了锰矿的氧化带,含锰硅酸盐逐步分解,形成了泥质锰矿物和硬锰矿等氧化矿物,氧化的矿石形成条纹状锰矿石,矿石品位要高于块状锰矿石。

部分氧化矿石风化剥落,在原地或迁移到附近的相对低洼之处堆积,形成地表的残-坡积锰矿。

据此认为,巴古多锰矿的成矿过程是多期、多种地质营力综合作用的结果:先后经过沉积成矿→变质-变形成矿→岩浆热液叠加改造成矿;第四纪近地表的原生锰矿形成氧化带,形成沉积变质+热液叠加+氧化改造型复杂成因锰矿床;部分锰矿石经过剥离、搬运和堆积,形成残-坡积型锰矿床。

4.2 找矿标志

(1)开采遗迹标志:古代或现代的采矿点及其附近往往预示锰矿体的产出部位,巴古多锰矿附近就存在着多处民众采矿的遗迹,沿着这些采点进行追索

和地表揭露,多会取得“顺藤摸瓜”、快速找矿的效果。

(2)地层(岩石)标志:前寒武系的二云片岩、细粒斜长片麻岩岩性段和附近的中酸性脉岩(岩体),是有利的赋矿层位和岩性条件,是寻找本类型矿床的有利条件。

(3)构造标志:褶皱的核部及其附近、张性断裂带及其附近是成锰的优选空间。应力的作用会造成褶皱核部地层厚度、岩石密度的变化,促进岩石中物质组分的交换;张性断裂会提供岩浆上侵和热液作用的空间;密集的裂隙带会加速近地表的氧化程度并加大氧化深度,提高锰矿的规模和矿石质量。

(4)物探异常标志:磁法是寻找磁性锰矿床的最直接有效的找矿手段之一,巴古多锰矿具一定规模的弱磁性,但围岩斜长片麻岩是无磁性的。锰矿体会能形成具有一定程度和形态的磁异常。利用物探异常结合成矿地质条件进行分析,是本类矿床找矿的重要手段。

5 结语

巴古多锰矿的矿体主要赋存于前寒武系中二云片岩、细粒斜长片麻岩岩性段,锰矿体不仅有沉积矿床的某些特点,也有变质矿床的明显特征,还有后期岩浆热液叠加改造的证据;原生锰矿体形成后又经历了第四纪的次生氧化成矿和残坡积成矿的过程,由此可见,巴古多锰矿是多期、多种地质营力综合作用的结果,属于复杂成因的锰矿床;沉积变质+热液叠加+氧化改造型锰矿床,残坡积型锰矿床。

矿区内原生锰矿的2类矿石均属于低磷中铁中品位的氧化锰-硅酸锰混合矿石,且块状锰矿石的品

位普遍低于条纹状锰矿石,地表多处见有高品质的残坡积锰矿,但由于矿体不稳定,矿石含泥量较高,有待在矿山开采过程中加以研究、利用。

注释:

- ① 梁树旺,张寿稳,戴琛,等.尼日利亚凯比州BAGUDO锰矿北矿区详查报告[R].合肥:华东冶金地质勘查研究院,2018.
- ② 李辉跃.尼日利亚凯比州锰矿石选矿工艺开发研究报告[R].长沙:长沙矿冶研究院有限责任公司,2016.
- ③ Malomo S. Geological map of Nigeria (1 : 2000000). Abuja: Nigerian Geological survey Agency, 2006.
- ④ Malomo S. Mineral resources map of Nigeria (1 : 2000000). Abuja: Nigerian Geological survey Agency, 2006.

参考文献:

- [1] 邱瑞照.非洲大陆成矿区带划分[J].中国地质,2020,47(6):1937-1940.
- [2] 张继纯,严永祥,王建雄,等.西非矿产资源的地质背景及重要成矿分区[J].华南地质与矿产,2019,35(1):76-89.
- [3] 张骥远.尼日利亚矿产地质特征及分布规律简析[J].矿产勘查,2010,1(2):181-184.
- [4] 刘仁华,倪善芹,安伟才,等.尼日利亚矿产资源及相关产业投资前景分析[J].中国矿业,2017,26(11):145-149+161.
- [5] 曹亮,崔森,胡鹏,等.尼日利亚矿产资源开发现状及投资环境[J].地质通报,2022,41(1):167-183.
- [6] Arno M.尼日利亚元古代铁/锰建造成因:原岩向赤铁矿建造的矿物共生组合演化[J].国外矿床地质,1995(4):47-48.
- [7] 赵宏军,张伟波,陈秀法,等.非洲锰矿床成因类型、地质特征及表生富集作用[J].中国地质,2022,49(1):81-102.
- [8] Black R. Precambrian of west Africa [J]. EPISODES, 1980, 4(3): 3-8.
- [9] Odeyemi I B. A review of orogenic events in the Precambrian basement of Nigeria, west Africa [J]. Geologische Rundschau, 1981, 70(3): 897-909.
- [10] 瞿思思.尼日利亚某锰矿石工艺矿物学研究[J].矿冶工程,2018,38(3):66-70.

Geological characteristics and prospecting marks of Bagudo Mn deposit in Nigeria

LIANG Shuwang

(*East China Institute of Metallurgical Geology and Exploration, Hefei 230088, Anhui province, China*)

Abstract: Bagudo Mn deposit is a potential metamorphic sedimentary Mn deposit newly discovered in recent years. It occurs near the NW margin of the Maru-Ankafegin Au-Cu-Fe ore belt. Three Mn-bearing areas are delineated in the property with Mn ore bodies exposed at surface extending NW-SN. Both the massive Mn ore and laminated Mn ore are composed of Mn oxides and Mn silicates with medium Mn grade and low P and medium Fe content. Mn grade of massive ore is lower than that of the laminated ore. Now the Mn ore exploration is confined to 50 m underground. Because Mn is weak magnetically the magnetic anomalies in the property should be potential for further exploration.

Key Words: Bagudo Mn deposit; geological characteristics; prospecting mark; metamorphic sedimentary type; residual and slope accumulation; Nigeria