

坦桑尼亚 Lindi 矿权区镍多金属矿床地质特征

刘 柯

中冶武勘工程技术有限公司 湖北武汉 430080

摘 要: 坦桑尼亚 Lindi 矿权区镍多金属矿区位于莫桑比克造山带,主要发育片麻岩、长石石英砂岩,偶见后期侵入的辉绿岩。处在新生代沉积盆地煤-天然气-磷成矿带上,区域上发育众多的石墨、镍、金等矿床。属于矿区内主要金属矿种为镍和铜,主要赋矿岩石为含石榴子石黑云斜长角闪片麻岩和辉石岩,矿化体呈现透镜状产出。矿石中的镍矿物主要是镍黄铁矿,其次为紫硫镍矿;铜矿物主要为黄铜矿,另有微量蓝辉铜矿和铜蓝。矿石中常见的结构主要有网状结构、交代结构等。但控制该矿化体的工程较少,矿体特征尚未完全查明,需要进一步工作系统查明其地质特征和资源量情况。

关键词: 镍多金属矿;地质特征;坦桑尼亚;Lindi

引言

坦桑尼亚位于非洲东部,濒临印度洋,矿产资源十分丰富,该国因含有金刚石、镍、钴、铜、黄金等矿产而备受全球关注,具有发现世界级矿产的良好潜力。林迪镍多金属矿位于坦桑尼亚林迪(Lindi)省 Kilwa 区,处在纳钦圭阿成矿带上,以镍-铜-铂族元素成矿较为突出。

2024-2025 年,中冶武勘工程技术有限公司在该矿区进行了一系列的地质勘查工作,积累了较为丰富的野外地质资料,本文在野外勘查工作和室内综合研究的基础上,对林迪镍多金属矿区的成矿地质背景、矿区地质、矿化体特征进行阐述,对成矿规律和找矿标志进行总结,为后续在区域上进行工作提供有益参考。

1 区域地质背景

坦桑尼亚地质以太古宙坦桑尼亚克拉通为主,大地构造单元主要由中央稳定的陆块(坦桑尼亚太古宙克拉通)和环绕稳定陆块展布的造山带(图1)(乌本迪造山带、基巴拉造山带、莫桑比克造山带等)组成(孙宏伟等,2015;任军平等,2017;刘晓阳等,2020;许康康等,2020;古阿雷等,2022),采矿和勘探活动多集中在维多利亚湖金矿区的太古宙绿岩带,区域内铜、镍、金等矿化广泛发育。本次工作区位于莫桑比克造山带上,处在新生代沉积盆地煤-天然气-磷成矿带上(孙宏伟等,2023),石英脉型金矿、基性超基性岩相关铜镍矿广泛分布。(孙宏伟等,2015;Feneyrol et al., 2017)

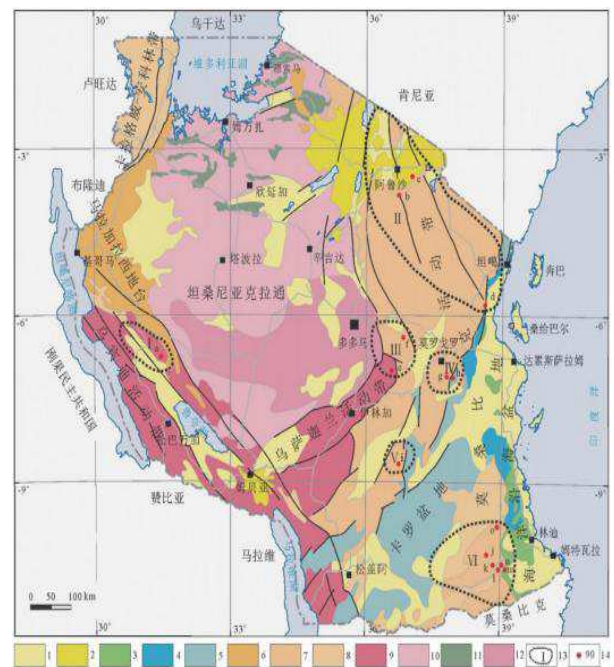


图1 坦桑尼亚地质构造单元示意图

1. 新生代盆地和海岸沉积;2. 新生代东非裂谷相关火山沉积;3. 白垩纪海相沉积;4. 侏罗纪海相沉积;5. 晚古生代-早中生代陆相含煤沉积;6. 新元古代马拉加拉西地台;7. 新元古代东非造山带;8. 中元古代基巴拉造山带;9. 元古代构造活动带;10. 新太古代未细分花岗闪长岩-片麻岩;11. 新太古代绿岩带;12. 中-新太古代多多马结晶杂岩;13. 石墨成矿带及编号;14. 石墨矿及编号;

I. 姆潘达成矿带;II. 普拉塔玛尼-帕普-乌桑巴拉山成矿带;III. 姆普瓦成矿带;IV. 乌卢古鲁成矿带;V. 马亨盖

成矿带; VI. 纳钦圭阿成矿带;

a. 伊伦比河 ;b. 科莫罗 ;c. 马瑞拉尼 ;d. 姆卡拉莫 ;e. 伊提德 ;f. 恩都嘎 ;g. 米托穆巴西 ;h. 姆塔姆巴 ;i. 恩多罗拉 ;j. 楠甘加 ;k. 纳钦圭阿 ;l. 帕奇尼 ;m. 纳丹加 ;n. 姆贝恰 ;o. 纳姆比兰捷

1.1 地层

矿区位于坦桑尼亚克拉通东南部, 属元古宙活动带, 基底由太古宙克拉通多 多马片麻岩系构成 (在本矿区并未出露), 外围环绕麻粒岩、片麻岩等中高级变质岩组成的元古宙乌萨加兰岩系。

矿区亦处于泛非造山带影响范围, 位于新元古代莫桑比克活动带, 该构造带从莫桑比克延伸至埃塞俄比亚, 新元古代经历强烈构造-岩浆活动, 发育花岗岩、伟晶岩侵入体。

矿区同时位于东非裂谷系南延分支的构造活化带, 新生代以来受裂谷作用影响, 发育多期次变质变形作用, 但主体仍保持前寒武纪变质基底稳定性。

区域内主要出露的地层简述如下:

元古代乌萨迦兰超群主要由泥质成因的麻粒岩和黑云母片麻岩等组成, 常见石英岩。大部分地区遭受了麻粒岩相变质作用。构造线方向以南西向为主。具体又细分为伊斯马尼 (Isimani) 序列和康斯 (Konse) 群。

古生代地层卡鲁超群主要分布于坦桑尼亚的西南部, 大致呈北东-南西向延伸, 由陆相沉积岩石组成, 时代为晚石炭世-早侏罗世, 因含煤而闻名。中生代基尔瓦群, 在林迪 (Lindi) 地区出露广泛, 主要岩石类型由粘土、粘土岩和泥灰岩等组成, 自下而上可划分为桑托尼阶-马斯特里赫特阶组 (Nangurukuru)、基维组 (Kivinje)、马萨卡组 (Masoko) 和潘德组 (Pande)。新生代盆地和海岸沉积,

广泛出露, 主要由粘土 (岩)、砂 (岩)、灰岩、泻湖相泥 (岩) 组成。

1.2 岩浆岩

坦桑尼亚岩浆岩中太古代前期主要表现为大规模酸性岩浆侵入, 中太古代后期到新太古代早期, 主要表现为间歇式酸性火山喷发-深源镁铁质基性火山喷发, 新太古代晚期表现为大面积的花岗岩侵入和太古代末期的花岗岩、花岗闪长岩的侵入为特征。元古代的岩浆活动较太古代大为减弱, 以基性-超基性的角闪岩、辉长岩、闪长岩、榴辉岩和铁镁质超基性岩为主, 并伴有正长岩和花岗岩的侵入。新生代发生大规模的基性-超基性火山喷发, 乞力马扎罗山、恩戈罗戈罗火山就是在这一时间形成的。

1.3 构造

古元古代乌萨迦兰活动带, 呈 NE-SW 向展布, 形成于 2.05-1.8Ga。带中发现世界上最古老的、与俯冲有关的低-中温榴辉岩。

新元古代莫桑比克活动带, 呈 N-S 向延伸, 全长约 6000 km, 是新元古代 (640-620 Ma) 东、西冈瓦纳碰撞缝合带。

坦桑尼亚境内长约 1000 km, 表现为不连续的线状多山地体。带内出露的前寒武纪韧性变形高压/高温岩石组合, 包括麻粒岩、片麻岩、变质斜长岩、超基性岩, 认为是冈瓦纳大陆汇聚时形成的缝合带。

2 矿区地质特征

矿权区位于坦桑尼亚克拉通东南部莫桑比克造山带, 主要发育片麻岩、长石石英砂岩, 偶见后期侵入的辉绿岩。矿区及周边主要地质单元有麻粒岩、粗粒花岗岩及闪长质片麻岩、辉石岩、大理岩和石墨片岩。



图2 矿区地质简图

2.1 地层

工作区第四系覆盖较严重,岩石露头出露较少(图2)。矿区岩性出露的岩石主要为片麻岩和长石石英砂岩,根据区域地质特征判断均为新元古代地层。片麻岩是区内的主体岩性,在工作区内分布广泛,具体又细分为含石榴子石黑云斜长角闪片麻岩、含石榴子石黑云角闪斜长片麻岩,长石石英砂岩主要分布于矿权区的北部。

2.2 岩浆岩

矿区岩浆岩并不发育,多为后期侵入的基性岩墙。经过现场地质调查,在矿权区内识别出多处辉绿岩脉,主要出露与工作区北部,整体走向为北东至东向。颜色为灰黑色,辉绿结构,块状构造。主要矿物组合为辉石+斜长石。辉石含量约为50%,粒径小于1mm,呈现黑色,玻璃光泽,他形粒装充填于斜长石三角形格架中。斜长石含量约为50%,粒径小于1mm,为灰白色,玻璃光泽,形态为半自形板状。

2.3 构造

由于地表第四系覆盖严重,地表露头较少,通过地表观察和钻孔控制推断,矿区内构造系统较为发育,受到印度板块和非洲板块运动的影响,在矿区内发育多个次级断裂构造。钻孔中岩石可见脆性变形,多个钻孔可见断层角砾岩。在坑道中可见北东-南西向断层,断层性质不明,断面上可见断层泥。

3 矿化体地质特征

矿权区内有用元素主要为镍和铜,镍铜矿化体主要为隐伏矿化体,由钻孔和坑道揭露,在区内可见地表矿化露头(图3)。主要赋矿岩石为含石榴子石黑云斜长角闪片麻岩和辉石岩,与顶底板岩石界线截然。矿化体走向近东西向,倾向 170° ,倾角 25° – 30° 向深部延伸,走向方向延长约280m,倾向方向延伸约200m。矿化体厚度变化大,厚度变化0.1m–2.8m,平均厚度1.0m,不均匀,呈扁豆状或透镜状(图4),断续产出,由北向南逐渐尖灭,矿化体连续一般。该矿化体并非截然一层,在部分钻孔发育多层0.1–0.3m不等的矿化层,透镜状产出,以块状硫化物矿化为主,连续性较差。

矿化体主要赋矿岩石为含石榴子石黑云斜长角闪片麻岩和辉石岩,与顶底板岩石界线截然。发育的矿化主要有:镍黄铁矿化、磁黄铁矿化、黄铁矿化、黄铜矿化、紫硫镍矿化,其中以磁黄铁矿化、镍黄铁矿化和黄铜矿化为主;其赋存状

态主要为:团块状、稠密浸染状和稀疏浸染状,其中厚度较薄的位置为块状矿石,厚度较大的位置为浸染状矿石。厚度较大的区域矿石特征具明显分带,中心部位为浸染状矿石,向顶底板接触部位则转换为块状矿石。

矿化体局部受到构造影响,采矿坑道中可见断层将矿(化)体错断,控制难度较高。



图3 矿化体在近地表出现的孔雀石化和褐铁矿化



图4 坑道矿化照片

4 矿石特征

通过研究分析可知,矿石中的镍矿物主要是镍黄铁矿,其次为紫硫镍矿;铜矿物主要为黄铜矿,另有微量蓝辉铜矿和铜蓝;其他金属矿物主要为磁黄铁矿,另有少量黄铁矿和微量褐铁矿。非金属矿物主要为角闪石和长石,其次有少量的绿泥石、石英和白云母和微量磷灰石、锆石和金红石等。该矿石中常见的结构主要有网状结构、交代结构、压碎结构、他形粒状结构、半自形粒状结构等。

(1) 网状结构: 褐铁矿或者紫硫镍矿沿着镍黄铁矿的裂隙交代呈网状结构(图6);

(2) 交代残余结构: 褐铁矿交代磁黄铁矿, 仅保留一些不规则磁黄铁矿残余体, 呈交代残余结构;

(3) 压碎结构: 早期形成的黄铁矿受构造压力作用后被压碎, 形成角砾状或者不规则形态;

(4) 半自形粒状结构: 黄铁矿结晶颗粒保留部分规则的晶面呈半自形晶粒状(图5)。

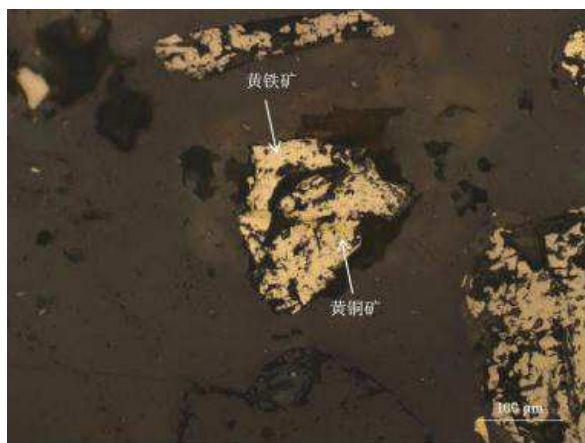


图5 黄铜矿呈脉状穿插在黄铁矿颗粒中显微镜反光

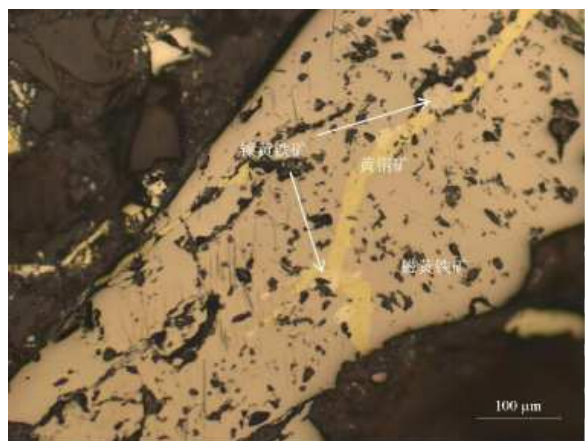


图6 镍黄铁矿与黄铜矿和磁黄铁矿紧密共生显微镜反光

5 结论

区内矿化体主要为镍铜硫化物, 并伴生有金、银、钴、铂、钯等金属元素, 但矿体厚度小, 部分区域未达最小可采厚度, 品位变化较大, 且受构造影响较大, 虽向深部延伸,

工程控制较少, 需矿体特征尚未完全查明, 需要进一步工作系统查明其地质特征和资源量情况。

参考文献:

[1] 孙宏伟, 刘晓阳, 唐文龙, 等. 坦桑尼亚主要成矿区带的划分及成矿特征[J]. 地质找矿论丛, 2015,30(1):18-26.

[2] 任军平, 王杰, 刘晓阳, 贺福清, 何胜飞, 左立波, 许康康, 龚鹏辉, 孙凯, 刘宇. 非洲中南部铜多金属矿床研究现状及找矿潜力分析[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2017,47(04):1083-1103.

[3] 刘晓阳, 龚鹏辉, 许康康, 吴兴源, 孙凯, 何胜飞, 贺福清. 坦桑尼亚乌本迪活动带西北部元古宙沉积盆地碎屑锆石 U-Pb 年龄及其地质意义[J]. 地质调查与研究, 2020,43(01):5-18.

[4] 许康康, 刘晓阳, 孙凯, 何胜飞, 龚鹏辉, 吴兴源, 孙宏伟. 坦桑尼亚乌本迪带内花岗岩类的 LA-MC-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄及地质意义[J]. 地质调查与研究, 2020, 43 (01): 55-62.

[5] 任军平, 王杰, 刘晓阳, 贺福清, 何胜飞, 左立波, 许康康, 龚鹏辉, 孙凯, 刘宇. 非洲中南部铜多金属矿床研究现状及找矿潜力分析[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2017,47(04):1083-1103.

[6] Julien Feneyrol, Gaston Giuliani, Daniel Demaiffe, Daniel Ohnenstetter, Anthony E. Fallick, Jean Dubessy, Jean-Emmanuel Martelat, Amos Fety Michel Rakotondrazafy, Edward Omito, Daniel Ichang' i, Christopher Nyamai, Abigail Wambui Wamunyu. Age and Origin of the Tavorite and Tanzanite Mineralizing Fluids In the Neoproterozoic Mozambique Metamorphic Belt[J]. The Canadian Mineralogist, 2017,55(4):763-786.

[7] 孙宏伟, 任军平, 唐文龙, 等. 纳米比亚达马拉造山带地质、构造演化特征与铀成矿作用[J]. 西北地质, 2023,56(05):35-48.

作者简介: 刘柯(1991—), 男, 湖北鄂州人, 汉族, 硕士研究生, 固体矿产勘查方向。