

阜平县黑印台一带镍多金属矿床地质特征及成因浅析

王璐阳^{1, 2} 孙欢^{1, 2} 李瑞敏^{1, 2} 许立风^{1, 2} 王志敏^{1, 2}

1. 河北省地质工程勘查院 河北保定 071051

2. 河北省斑岩型矿床研究重点实验室 河北保定 071051

摘要: 阜平县黑印台一带铜镍矿是河北省地质工程勘查院2024年施工勘查的镍多金属矿床, 位于五台期青羊口基性-超基性杂岩体中, 区内地质构造以韧性剪切为主, 杂岩体呈多期次侵位特征。通过对矿区地质特征、矿体特征和控矿因素及矿物共生组合特征分析, 认为该矿床成因类型为岩浆熔离-贯入型, 建立在该区寻找该类型矿床的找矿标志, 对阜平县黑印台一带铜镍矿的找矿与评价有重要指导意义。

关键词: 黑印台; 镍多金属矿; 地质特征; 矿床成因

引言

镍矿主要来源于岩浆型铜镍硫化物矿床^[1], 镍在先进制造业、航空航天、电器设备和新能源等领域应用越来越广泛, 被发达国家频频列入关键或战略性矿产^[2], 备受各国关注。铜和镍是我国战略性矿产资源, 我国精炼镍产量居世界第一, 同时也是世界上精炼镍消费大国。我国铜镍矿产资源丰富, 资源分布较为集中, 主要位于甘肃、新疆、内蒙古、吉林、四川等地。矿床类型以岩浆型铜镍硫化物矿床为主, 如著名的甘肃金川镍硫化物矿床^[3]。河北省镍矿仅有内丘杏树台1处小型矿, 镍矿为河北省稀缺矿种^[2]。

20世纪70年代有关单位开始在本区进行勘查工作, 通过1: 2000地质测量及工程揭露, 据黑印台岩体6个平硐和地表探槽对Cr、Ni、Co、Pt族元素等取样检查, 在现侵蚀基准面以上, 未发现任何工业矿体, 仅发现数处铬矿化显示点。2024年河北省地质工程勘查院在以往基础地质研究的基础上, 依据AS15(大川)-甲1Cu-Ni异常, 应用地质、物探、钻探、岩矿测试等技术、手段对黑印台镍多金属矿进行普查, 初步查明了区内地层、构造、超基性岩体的分布、形态、规模及其含矿性, 大致查明矿床氧化带、混合带、原生带发育情况, 为下一步勘查工作提供依据。

作者简介: 王璐阳(1989.07-), 性别: 男, 民族: 汉族, 籍贯: 河北省保定市, 学历: 硕士研究生, 职称: 工程师, 论文方向(具体): 地质矿产勘查。

一、区域地质背景

普查区大地构造位置地处中朝准地台(I_2)、山西断隆(II_2^3)、五台台拱(III_2^9)、阜平穹褶束(IV_2^{31})构造单元。阜平变质核杂岩的北西端。

区域地层由结晶基底和盖层两部分组成。结晶基底为太古宇阜平表壳岩、五台表壳岩。盖层主要由中上元古界长城系、蓟县系、青白口系, 古生界寒武系、奥陶系组成。盖层与基底呈角度不整合接触。

区域构造以断裂构造为主, 太古代韧性剪切带较为发育。断裂构造以NW向断裂最为发育, 多为高角度正断层, 产状稳定。在长城系高于庄组白云岩下部, 发育有走向NW、倾角平缓的拆离断层。韧性剪切带为板峪口~下关~独山城剪切带的一部分, 北北西向的平行带状展布, 长约15km, 宽200m, 倾向北西或南西, 倾角 $25 \sim 40^\circ$ 。剪切带沿不同岩石组合之间的界面发育, 以同构造结晶片岩发育为特征。

主体岩浆岩主要为太古代变质深成岩, 主要为阜平期坊里片麻岩(Ar_3Fgn)、岗南片麻岩(Ar_3Ggn), 五台期青羊口基性-超基性岩、潘家铺片麻岩(Ar_3Pjgn)、黄花滩片麻岩(Ar_3Hgn)及早元古代中酸性岩体二长花岗岩($\eta\gamma$)、正长花岗岩($\xi\gamma$)。

二、矿床地质特征

(一) 地层

区内出露地层主要为阜平岩群元坊岩组、五台岩群板峪口岩组、金岗库岩组。

阜平岩群元坊岩组(Ar_3y): 分布于工作区的西北部, 为一套深变质沉积-火山岩组合, 主要岩性为中细

粒黑云斜长片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、细粒黑云斜长片麻岩夹层状斜长角闪岩、浅粒岩等。

五台岩群板峪口岩组 (Ar_{3b})：出露于工作区东部，呈北东向展布。为一套中浅变质火山—沉积岩组合，与计家台片麻岩为角度不整合接触。分二个岩性段，一段主体岩性为浅灰白色、淡肉红色中~厚层状石英浅粒岩夹石英岩、透辉浅粒岩、变粒岩，沿走向岩性变化不大。二段主体岩性为黑云斜长片岩、黑云石榴片岩、矽线石石墨黑云长石片岩、斜长角闪片岩、大理岩。

五台岩群金刚库岩组 (Ar_{3j})：区内大面积分布，呈北东~南西向展布，底部为板峪口岩组，顶部被花岗岩侵入或被长城群不整合覆盖，区内未见顶。分二个岩性段，一段主体岩性为钾长浅粒岩、磁铁角闪变粒岩及含磁铁石英岩、二长浅粒岩为主。二段为黑云斜长变粒岩、角闪斜长变粒岩夹层状斜长角闪岩。

(二) 构造

区内岩石经历了阜平旋回、五台旋回、吕梁旋回、燕山旋回等多期多阶段的构造发展演化与改造，构造形迹复杂。工作区内褶皱发育。

阜平期多为层内无根褶皱，紧闭褶皱，晚期形成北西向开阔向形褶皱。五台期以韧性剪切变形形成的层内紧密褶皱、钩状褶皱、强变形带为主。强变形带为板峪口~下关~独山城剪切带的一部分，主要发育于金岗库岩组片麻岩和板峪口变粒岩、片岩中，各种岩石经历了强烈透镜化和平行化，剪切应变和固态流变迹象较为发育。

(三) 岩浆岩

区内主体岩浆岩为新太古代变质深成岩，主要有阜平期坊里片麻岩，五台期潘家铺片麻岩、黄花滩片麻岩、青羊口基性-超基性岩及沙果园变质二长花岗岩。脉岩为NNW向古元古代扣子头基性岩墙。

坊里片麻岩：分布于工作区东部，呈透镜体产出，与阜平期元坊岩组侵入接触。岩石为黑云斜长片麻岩，灰白色，半自形粒状变晶结构，片麻状构造，主要矿物为斜长石40-55%、石英30%、黑云母15-20%。

潘家铺片麻岩：分布于普查区东部、西北部，与阜平岩群元坊岩组、五台群金刚库岩组侵入接触。岩性为含角闪黑云斜长片麻岩，灰白色、浅灰色，粒状变晶结构，片麻状构造，主要矿物为斜长石55-60%、石英18-20%、正长石5-10%、黑云母5-10%、角闪石5-7%。

黄花滩片麻岩：分布于普查区西侧，与阜平岩群金刚库岩组侵入接触。岩性为黑云角闪斜长片麻岩，灰色，

磷片粒状变晶结构，局部变余半自形粒状结构，片麻状构造，主要矿物为斜长石50-60%、角闪石10-24%、石英10-15%、黑云母3-10%。斜长石、石英、黑云母、角闪石等有各自特征，副矿物有磁铁矿等。

青羊口超基性岩：形成于五台运动早期，位于阜平核杂岩北西翼，受韧性剪切带控制，沿构造接触带侵位于五台岩群，集中分布于多地。岩体成群成带，呈小型岩株、岩床，NE向展布，原岩为橄榄岩等，与围岩界线清，有侵入性片理。

变质石英钠长斑岩：形成于五台运动晚期，与五台群金刚库岩组侵入接触。岩石灰白色，致密坚硬，斑晶为钠长石等，基质为钠长石等，具变余斑状结构，有定向构造，局部有次生铁质分布。

黑印台岩体规模最大，长1500m，宽500m，长轴与围岩片理一致。岩体形态复杂，遭受强烈变质和蚀变，有围岩包体，无完整岩相带，与围岩同褶曲，被晚期伟晶岩脉切穿。

(四) 围岩蚀变

黑印台超基性岩体受板峪口~岗河大型韧性剪切带控制，侵位于五台岩群，遭受强烈的区域变质作用后，呈似层状、脉状单斜体顺层产出。岩体均遭受强烈蚀变，主要是蛇纹石化、透闪石化，次为绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化、滑石化、蛭石化、电气石化。除顽火辉石残晶多见橄榄石保留假象，偶见残晶。

主要的蚀变岩有蛇纹岩、透闪蛇纹岩、蛇纹透闪岩、透闪岩、斜方辉石岩、角闪岩、斜长角闪岩等。

由岩体向围岩可分为内带与外带两部分。

内带：蛇纹岩及含透闪绿泥蛇纹岩→透闪蛇纹岩或斜方辉斑透闪蛇纹岩→蛇纹透闪岩或斜方辉斑蛇纹透闪岩→透闪岩-辉石岩→绿色角闪岩→鲜绿色绿泥岩（内接触带蚀变边2-4cm）。

外带：暗绿色绿泥岩→黑色角闪岩→透闪石化或角闪石化变质围岩→正常变质围岩。（见下图1）

(五) 矿体基本特征

黑印台镍多金属矿主要矿体赋存于蚀变蛇纹岩和蛇纹透闪岩中。矿体与黄铁矿化、钾长石化、硅化关系密切。全区初步圈定2条矿脉，7个矿体，均由ZK001控制，由于工程数量较少，暂未对矿体延伸完全控制。其中3、5号矿体较厚。矿体总体倾向280°，倾角30-50°，矿体厚度1.3-7.35m，最大埋深143m，主元素为镍，伴生有钴，品位Ni：0.2-0.31%、伴生Co：104-128×10⁻⁶。

于岩体的底部，形成与镁铁-超镁铁岩有关的深部熔离-贯入型镍矿床。

(三) 找矿标志

直接找矿标志：基性-超基性杂岩体地表风化带中的镍华、铁帽以及岩石露头中存在的黄铁矿化、磁铁矿是寻找镍矿床的直接找矿标志。

构造环境：区内NW向断裂和北北西向韧性剪切带带来的基性-超基性岩出露区是重要找矿目标区；零星出露的基性-超基性岩露头、转石，风化碎屑物，是发现新的基性-超基性岩的途径。

围岩蚀变：岩体蚀变类型多样，主要的蚀变岩有钾化、硅化、绿泥石化、黄铁矿化、碳酸盐化等。

化探异常：1：5万Cu-Ni-Cr异常是本区超基性岩-基性岩体重要找矿标志，三种元素具有较好的平面套合性，其中Ni、Cr元素规模大，异常强度高，衬度高，都具有三级浓度分带，呈南北向展布；Cu元素异常具有三级浓方辉石岩、角闪岩、斜长角闪岩度分带，由三个不连续的异常组成，整体呈东西向；此外Co元素具二级浓度分带，与Ni元素平面套合较好。

地球物理：通过物探电磁和激电测深可知，超基性岩磁性较强，具有高极化低电阻特征，可作为找矿的物探标志。

结论

(1) 黑印台一带镍多金属矿为岩浆熔离-贯入型矿床，矿体与基性-超基性岩（主要是蛇纹透闪岩和蛇纹岩）关系密切，矿体产状、形态受岩相的控制，矿体多产于岩体底部。

(2) 本区总结的找矿标志能为河北省基性-超基性岩体岩浆熔离-贯入型镍矿提供一定找矿方向。

(3) 本矿床仅施工一个钻孔，未能对边部进行有效控制，应进一步工作，继续寻找岩浆熔离型铜镍硫化物矿床的有利部位。

参考文献

- [1] 任树祥；张德生；宋立军等. 河北省区域成矿规律研究[M]. 武汉：中国地质大学出版社，2015.
- [2] 产思维，张家嘉，姚远涛，等. 安徽淮北烈山区后马场铜镍矿床地质特征及成因浅析[J]. 安徽地质，2024，34（04）：306-309+314.
- [3] 陈春阳，班一禾，丁梦馨，等. 河南东塔院铜镍矿床地质特征及找矿标志[J]. 矿产与地质，2019，33（02）：270-276.
- [4] 汤中立. 中国矿产地质志·小岩体成（大）矿理论体系[M]. 北京：地质出版社，2021.
- [5] 田江涛，李大海，王成，等. 东天山西段路北铜镍矿床地质特征及找矿标志[J]. 西部探矿工程，2017，29（04）：188-191+194.
- [6] 刘城先，温志宏，陈佳等. 岩浆型铜镍硫化物矿床研究进展[J]. 长春工程学院学报（自然科学版），2018，1（92）：75-79.
- [8] 河北省地质矿产局. 河北省北京市天津市区域地质志[M]. 北京：地质出版社，1989：125-135.
- [9] 喻学惠，任建业，张俊霞. 太行山中段铜-金成矿条件及找矿方向[M]. 北京：地质出版社，1996：11-30.