

某铜锌钨矿床地质特征及找矿方向

李国玺

某铜锌钨矿床,是三下四上的老矿点。在无产阶级文化大革命中,我队广大职工在毛主席光辉哲学思想的指导下,加强综合研究,正确对待前人资料,勇于实践,不断总结经验,坚持地质、物探、钻探密切配合,使这个“下马”矿区获得了新生,相继又发现了白钨矿。经几年的找矿勘探工作,初步查明为一中大型矿床,其储量为原结论的五十多倍。在现有认识的基础上,对矿床主要特征做一介绍,以资交流。

一、矿区地质概况

矿区位于东北新华夏系构造体系张广才岭隆起的西缘与松辽平原接壤处。

(一)地层 矿区出露地层自下而上为:

下二迭统交界屯组底部为酸中性火山碎

屑岩、粉砂质板岩夹灰岩透镜体;中部为厚层灰岩,夹薄层砂页岩;上部为砂页岩互层。受岩浆岩侵入的接触变质(主要是热力变质作用)灰岩变质成大理岩,火山碎屑岩及砂页岩均变质成角岩。下二迭统土门岭组地层为砂页岩与砂岩互层,底部夹1~2层泥质灰岩透镜体。中侏罗统太安屯组火山岩不整合覆盖于下二迭统地层之上,广泛分布于矿区周围。其下部以中酸性凝灰熔岩为主,夹凝灰质板岩及粉砂岩;上部为流纹岩夹炭质板岩。此外,河谷还分布有第四系冲积层。

(二)构造 矿区处于北东向复式背斜之次级背斜轴部,北东向压扭性断裂的西侧(上盘),北西向张扭性断裂与背斜的交切处(图1),矿区褶皱及断裂构造十分发育。

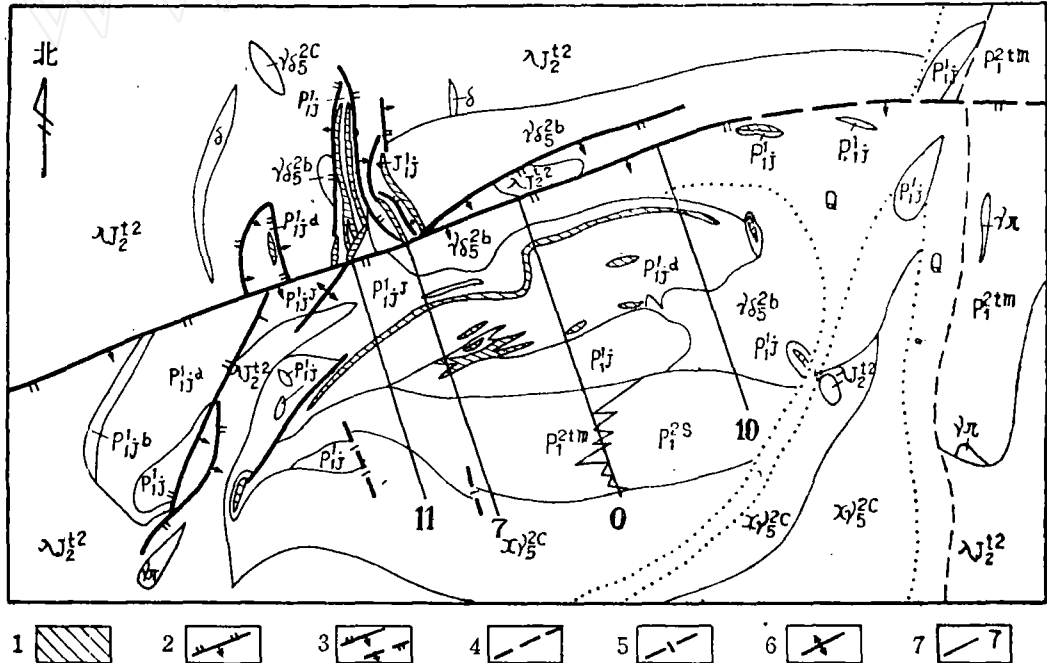


图1 矿区地质平面示意图

Q—第四系冲积层; P_1^s —砂岩; P_1^j —角岩; P_1^j —交界屯组大理岩、角岩互层; P_1^{Ja} —大理岩; P_1^{Jb} —砂页岩; P_1^{tm} —土门岭组砂页岩; λJ_2^2 —太安屯组火山岩; XY_5^2c —白岗质花岗岩; $\gamma\delta_5^2b$ —花岗岩长岩; δ —基性岩脉; $\delta\pi$ —花岗岩斑岩; 1—砂卡岩及矿体; 2—逆断层; 3—正断层及推测断层; 4—扭断层; 5—性质不明断层; 6—背斜轴线; 7—勘探线及编号; 注: 部分矿体及地质界线为投影线

褶皱构造:矿区为一短轴背斜,由下二迭系地层构成,轴向北东,轴部被花岗闪长岩体侵入和断裂构造所破坏,背斜南翼保留比较完整。由于花岗闪长岩及白岗质花岗岩的侵入,使岩层褶皱成北东东向倒转的小型背、向斜,其产状受岩体控制而上陡下缓。垂直岩层拱起呈“锅底”状。岩层东部翘起,向西倾没,倾伏角 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ (推测原可能为一倾伏背斜,下同),受层间剥离(裂隙)构造所控制的铜锌矿体也随之而变化。自东而西,矿化逐渐强烈。勘探资料表明,本区铜锌钨矿体主要分布于背斜之南翼。而背斜北翼受断裂构造严重破坏,其残留的岩层仍受岩体产状所控制,走向北北西,向西倾斜,倾角 70° 以上。部分铜锌矿体即赋存在大理岩与角岩的层间剥离构造中。

成矿前或成矿期断裂:在花岗闪长岩南部北东东向接触带,发育有角砾岩化及角岩片理化等,推测为一隐蔽的构造破碎带,为白钨矿的聚集提供了构造前提;在外接触带范围内大理岩与角岩互层的层间剥离(裂隙)构造,系铜锌矿体的主要储矿构造,主要为北东东向,北北西向次之。

成矿后断裂:一组为北北东向扭断层,横切矿区东部,脉岩沿此断续出露;另一组为北东 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 的平行的逆断层及平移断层,发育于矿区西部,使角岩逆盖于流纹岩之上;最晚期的北东东向平移正断层,纵贯矿区中部,下盘西移,上盘东移并下降,其次级的北北西向张力裂隙及北东、北西向剪切裂隙,常切穿矿体及基性岩脉,被细晶岩脉所充填。

(三) 火成岩 本矿区分布的火山岩主要为流纹岩及流纹质角砾熔岩,属裂隙式喷发。侵入岩有花岗闪长岩及白岗质花岗岩两种。

花岗闪长岩:沿背斜轴部侵入,呈岩株状,长3000余米,宽1500米,岩相变化较大,岩体内部为斑状中粒花岗闪长岩,边缘相为细粒花岗闪长岩,局部地段边缘浅成岩枝相为石英闪长斑岩及闪长斑岩。花岗闪长

岩在空间和成因上与成矿关系密切。

斑状中粒花岗闪长岩为灰白色,半自形晶粒状结构,斑状构造,斑晶主要为斜长石(奥-中长石)粒径1.2~4毫米,具环带结构。各种矿物的含量为:斜长石45~50%,正长石18~20%,石英20~25%,角闪石及黑云母占5~8%。经人工重砂鉴定有磁铁矿、褐帘石、榍石、锆石、磷灰石、电气石、白钨矿等副矿物。

白岗质花岗岩:分布于矿区南部,呈岩株状,为灰-灰褐色,以微斜长石为主,含少量酸性斜长石。石英含量较多,暗色矿物很少。根据岩体中俘掳有中侏罗纪火山岩碎块及其侵入花岗闪长岩中,其生成时代应略晚于花岗闪长岩,属燕山第三侵入期的产物。

脉岩有辉绿岩、闪斜煌斑岩、闪长玢岩、细晶岩等,走向以北东东向为主,北西向西向次之,前者系成矿前形成,后者多切穿矿体。

二、矿床地质特征

本区以铜、锌、钨为主的矽卡岩矿床,从矿体的空间分布自接触带向外是:1.钨钼石英脉;2.矽卡岩化花岗闪长岩白钨矿体;3.矽卡岩铜锌——铜锌铅矿体;4.含方铅矿矽卡岩。

(一) 矿体产状 受花岗闪长岩体的产状形态所控制,分布在背斜南翼的铜锌和白钨矿体,以北东东向为主,与接触带方向基本一致,倾向有两组:主要一组倾向南东,倾角随岩体产状上陡下平而变化;另一组倾向北西,倾角 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$;背斜北翼的铜锌矿体,走向北北西,倾向西,倾角 70° 以上。

(二) 矿体形状及规模 层间矿体:铜锌矿体均赋存于外接触带100~200米范围内的大理岩与角岩层间的矽卡岩中。矿体与岩层产状完全一致,受层间剥离(裂隙)构造控制。矿体形态呈似层状、脉状。矿体规模大小相差悬殊,其走向延长均大于倾斜延深。多数矿体的延长与延深之比为2:1;

主矿体为3.3:1,矿石中铜含量大于1%,最高达47%,锌含量一般高于铜,最高达15%。

接触带矿体:白钨矿体主要赋存于花岗闪长岩与围岩接触带的破碎带中,为盲矿体。受岩体产状控制,呈不规则脉状。主矿体的延长与延深之比为2.7:1,产于铜锌主矿体之下盘,矿石中伴生有钼。

矿体常具明显的分支复合现象,在复合处即出现“特厚”部位,形成矿柱。综合不同横剖面,矿柱赋存位置均在小型褶皱轴部附近。由于岩体产状由陡变缓,岩层收敛,故层间剥离(裂隙)构造发育,岩石破碎,易于交代成矿(图2)。

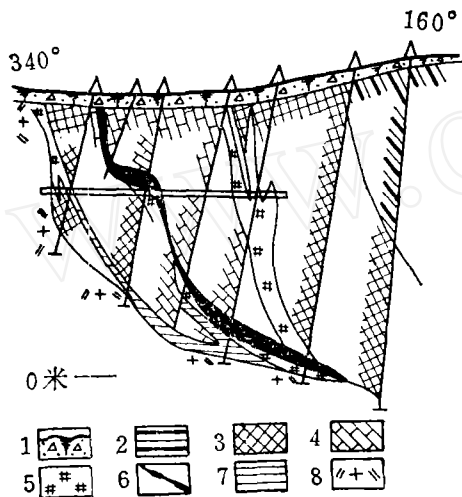


图2 7线剖面图

1-坡积层; 2-砂页岩; 3-角岩; 4-大理岩; 5-砂卡岩;
6-铜锌矿体; 7-白钨矿体; 8-花岗闪长岩

(三) 矿物成分 铜锌矿体的金属矿物主要为黄铜矿、斑铜矿、闪锌矿、方铅矿、磁铁矿、白钨矿、磁黄铁矿、黄铁矿; 其次为辉铜矿、黝铜矿、辉钼矿、白铁矿、毒砂、辉铋矿; 辉银矿、车轮矿等含量甚微; 次生的有孔雀石、自然铜、铜蓝、蓝铜矿、辉铜矿及胆矾等。脉石矿物以钙铁及钙铝榴石、透辉石为主; 硅灰石、透闪石、钙铁辉石、阳起石、绿帘石、方柱石、符山石次之; 黑云母、绿泥石、石英、方解石少量。

其中黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿及闪锌矿是组成铜锌矿体最基本的工业矿物。

白钨矿体的金属矿物以白钨矿、磁黄铁矿、黄铁矿为主; 磁铁矿、辉钼矿、毒砂、白铁矿、黄铜矿次之。脉石矿物以钙铁-钙铝榴石、钙铁辉石、石英为主; 黑云母、斜长石、萤石、硅灰石、符山石、阳起石、透闪石、绿泥石等次之。

(四) 矿石结构构造 见表1和表2。

(五) 矿石类型 见表3。

经化学和光谱分析,铜锌主矿体是伴生多种金属元素的矿体。其中含有铜、锌、铅、铋、钨、钼、金、银、镉、钼、锗、镓、硒、碲、铌、锆以及锡、铁、锰、钒、钛、镍、铬、钴、砷等。其中除铜、锌、钨、铅具有工业意义外,伴生的钼、铋、金、银、镉等可综合回收利用。

(六) 围岩蚀变 由于花岗闪长岩体的侵入,在热力变质尤其在岩浆期后热液的作用下,使接触带附近的不同围岩产生了强烈的蚀变作用。矿区砂卡岩甚为发育,多赋存于花岗闪长岩体与大理岩、角岩之接触带附近,或角岩与大理岩的层间接触带,以及角岩、大理岩中。此外,还有绿泥石化、硅化、绢云母化、绿帘石化、黄铁矿化、碳酸盐化等。

砂卡岩呈不规则脉状,内接触带的砂卡岩化花岗闪长岩,厚几米至几十米;外接触带的砂卡岩,厚达数十米以上。接触变质的围岩自岩体向外可分为:1.蚀变砂卡岩化花岗闪长岩;2.黑云母辉石斜长角岩-长英角岩;3.石榴石砂卡岩(含透辉石及硅灰石),一般钙铝榴石砂卡岩在钙铁榴石砂卡岩之上;4.硅灰石砂卡岩(含符山石、透闪石);5.硅灰石化大理岩-大理岩。

三、矿床赋存规律

(一) 矿体赋存特征 近地表部位矿体出露的数量较多,随着深度的增加而矿体的个数则骤然减少(图3);铜锌钨主矿体具有上小下大的特点,矿体的总体积在一定深度

表 1

结 构	鉴 定 特 征	分 布 情 况
结 晶 结 构	1. 自形晶 黄铁矿、白钨矿、毒砂呈立方体晶形	常 见
	2. 半自形-他形晶 磁铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、闪锌矿、方铅矿、辉铋矿呈半自形-他形晶集合体	较 广 泛
固溶体分离结构	1. 乳滴状 黄铜矿在闪锌矿中, 黄铜矿在斑铜矿中, 斑铜矿在辉铜矿中, 辉银矿在方铅矿中呈乳滴状分泌物	"
	2. 格状 局部黄铜矿在斑铜矿呈格状分布	常 见
	3. 叶片状 黄铜矿在斑铜矿中, 辉铋矿在白钨矿中, 呈小叶片状分布	"
熔 蚀 结 构	1. 齿状熔蚀 斑铜矿熔蚀黄铜矿, 闪锌矿熔蚀黄铜矿, 黝铜矿熔蚀铜矿, 方铅矿熔蚀闪锌矿, 方铅矿及闪锌矿熔蚀黄铁矿	"
	2. 蠕虫状熔蚀 方铅矿呈蠕虫状熔蚀斑铜矿	少 见
压 力 结 构	揉皱状 方铅矿弯曲成揉皱花纹	"

表 2

构 造	鉴 定 特 征	分 布 情 况	工 业 意 义
块 状	金属矿物粒度均匀, 脉石矿物较少 1. 斑铜矿-钙铝榴石 2. 黄铜矿-黄铁矿-磁黄铁矿-闪锌矿 3. 闪锌矿-黄铜矿	常 见	重 要
浸 染 状	分稀疏与稠密两种: 金属矿物呈散点状分布于脉石矿物颗粒间	"	"
细脉浸染-网脉状	金属矿物呈细脉浸染-网脉状穿插于脉石矿物间	"	"
角 砾 状	黄铜矿、闪锌矿、黄铁矿破碎呈菱角状, 被石英、方解石胶结	少 见	次 要
细 脉 状	岩石被矿脉穿插	"	无 价 值

表 3

类 别	矿 石 类 型	矿 石 结 构 及 构 造 分 类	主 要 脉 石 矿 物
1	斑 铜 矿 矿 石	块 状	钙铝榴石, 少量硅灰石
2	黄铜矿-黄铁矿矿石	块状、浸染状	钙铁-钙榴石、榴透辉石、绿泥石、碳酸盐
3	黄铜矿-闪锌矿矿石	块状、浸染状、角砾状、网脉状	钙铝-钙铁榴石、透辉石、符山石、阳起石、绿泥石、方解石
4	闪锌矿-方铅矿矿石	浸染状、网脉状、块状	钙铝榴石、透闪石、绿泥石、方解石
5	白 钨 矿 矿 石	浸染状、细脉浸染状、网脉状	钙铁辉石、钙铝-钙铁榴石、萤石、石英、方解石
6	钨 钼 矿 石	浸染状、细脉状	石英、方解石

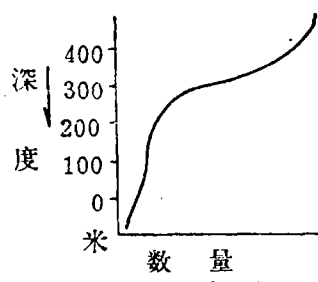


图3 矿体数量与深度的关系

内是随着深度的加深而增加的(图4)。

(二) 矿物的空间分布 从野外观察及镜下研究,铜锌主矿体在空间分布上亦有较大的变化。沿矿体走向方向的变化是:西部

(11线以西)以钙铁榴石为主,也有钙铝榴石、硅灰石。金属矿物以黄铜矿、闪锌矿为主,有少量的辉铜矿、斑铜矿、毒砂、黄铁矿、磁黄铁矿、辉钼矿及较多的白钨矿。中部(0~11线)为透辉石、硅灰石及硅灰石化大理岩,也有石榴石。金属矿物有辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿、闪锌矿,有少量自然铜、辉钼矿及白钨矿。东部(0~10线)一般钙铁-钙铝榴石较多,以后者为主。金属矿物有辉钼矿、斑铜矿、黄铜矿、自然铜、闪锌矿和方铅矿,以闪锌矿、黄铜矿、方铅矿为主。沿主矿体的倾斜延深方向的变化,大致可划分三个带:上部带主要为闪锌矿、方铅矿、斑铜矿、辉铜矿、黝铜矿;中部带以黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿、磁黄铁矿等为主;下部带以磁铁矿、白钨矿、磁黄铁矿、黄铁矿、白铁矿、毒砂、辉钼矿等占优势。

(三) 矿床氧化带 氧化带不发育,金属矿物主要构成硫化物及类似化合物,其次为复杂氧化物及钨酸盐,亦有以自然元素形式出现的。分散元素及金、银、铂、钼、钴、镍等均以杂质形式赋存在其他矿物中。

铜主要呈黄铜矿、斑铜矿,其次为辉铜矿及黝铜矿,组成以上铜矿物的铜可达80%;其余的铜则呈自然铜、方黄铜矿、方辉铜矿;在其他硫化物及脉石矿物中也含有铜,除少量呈杂质外,主要为夹杂着含铜矿

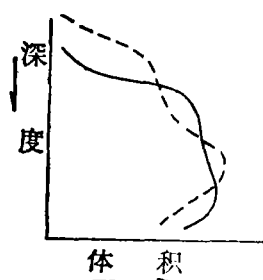


图4 铜锌钨主矿体体积与深度的关系

虚线为铜锌矿体,实线为白钨矿体

物的细小机械包裹体。

锌主要呈闪锌矿,67.1%的锌组成此种矿物,余者以杂质赋存在方铅矿、磁黄铁矿、黄铜矿中。

铅主要呈方铅矿,方铅矿的铅达86.6%,其余的呈杂质赋存在辉铋矿、黝铜矿、闪锌矿中。

钨主要呈白钨矿,组成白钨矿的钨达80.6%,其他呈杂质赋存在钙铁辉石及钙铁榴石中。

(四) 矽卡岩 种类较多,大量的实际资料表明,与铜锌矿化关系密切的为钙铝-钙铁榴石矽卡岩。其中,斑铜矿、辉铜矿与钙铝榴石关系密切,而黄铜矿多与钙铁榴石有关。矽卡岩结构疏松者矿化较好,破碎处矿化集中。

白钨矿化与钙铁辉石矽卡岩有关,并常伴随有硅化、黄铁矿化及钾长石化等。

四、成矿控制条件及成因特点

(一) 成矿与构造的关系 本区受华夏系构造的影响,岩层褶皱成北东向的背斜构造。由于挤压应力的不均衡性,使背斜向西倾伏,并产生横切背斜的北北西向张性裂隙以及背斜轴大致平行的压扭性裂隙,为花岗闪长岩的侵入和成矿作用开创了道路。新华夏系构造形迹表现在花岗闪长岩的侵入。从岩体与背斜轴部产出的情况分析,其构造应力除继承前期构造外,它严格控制岩层产状,南翼岩层受其挤压褶曲成小型背、向斜。在轴部附近的互层岩石及大理

岩中产生的层间剥离构造,成为铜锌矿液的通道和沉淀的良好场所。在岩体侵入的3~11线附近,西部褶曲紧闭并倒转,与褶曲变形有关的层间剥离构造及断裂较为发育,规模也大,因此形成西部含矿间隔大,矿柱连续分布。相反,向东部褶曲逐渐舒缓翘起并以小向斜为主,矿化也随之减弱,含矿间隔也小。与此同时,在南部接触带产生与岩体方向一致的破碎带,系白钨矿的主要容矿构造。它与层间剥离构造相似,二者均受岩体接触面产状控制。

综上所述,控制成矿的构造以接触带-破碎带及层间剥离(裂隙)构造为主,次为断裂。

(二) 成矿与围岩的关系 尽管本区所有岩石均遭受不同的矿化作用,但因各种岩石物理及化学性质不一,成矿的情况也不同。就铜锌矿体而言,绝大部分均赋存在大理岩中。这一方面,与大理岩的性脆易碎有关,尤其作为互层条件存在,其层间剥离构造发育,为矿液上升创造了构造前提。此外,大理岩化学性质活泼,易于矿液渗透和交代。铜锌成矿的有利围岩除大理岩外,还有作为金属矿物沉淀剂的矽卡岩,其次为角岩。而砂页岩、花岗闪长岩及火山岩等,因化学性质稳定,虽可见矿化现象,但尚未发

床与岩体的空间关系看:1.因岩体与围岩岩层呈“整合”侵入接触,所以在平面上铜锌钨主矿体围绕接触带分布,在横剖面上铜锌钨主矿体产状随岩体接触面的上陡下平而变化,随岩体的消失而尖灭。接触面不仅控制了岩层及层间剥离构造的产状与分布,也控制了铜锌钨主矿体的产状与分布。2.纵剖面在岩体的凹陷部位,横剖面在岩体产状由陡变至水平处和平面上在岩体凸出部位,层间剥离及断裂构造发育,故对成矿最为有利。3.铜锌矿体集中于岩枝及脉岩发育处,有时沿基性脉岩一侧成矿。4.铜锌主矿体的西部以高温矿物为主,向东部则渐为低温矿物所代替,它标志着与成矿有关的花岗闪长岩岩浆沿背斜轴部倾伏处的构造发育部位,由西向东侵入。因此,矿液亦随之由西向东扩散,表现为从东到西,铜锌钨主矿体延深逐渐加大,厚度与品位也有增加之趋势,矿化最大中心即在岩体水平方向的西端(图5、6)。

矿床与花岗闪长岩有成因关系。因为:

1.岩体边缘有钼钨石英脉;2.内接触带矽卡岩中往往残留一些交代不完全的原岩成分,或矽卡岩成细脉贯穿于岩体的裂隙中;3.从花岗闪长岩的光谱半定量分析结果看,样品中皆含有铜、锌、钨、铅、钼、铋等近30种

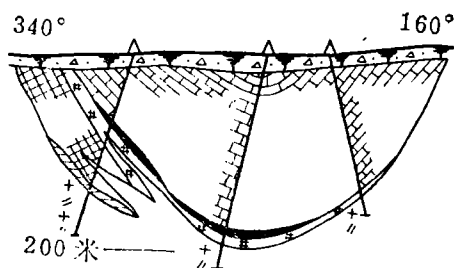


图5 10线剖面图
(图例见图2)

现工业矿体。

白钨矿体对岩性也有选择,首推大理岩或角岩,花岗闪长岩次之。

围岩控制成矿的关系还表现在,有利围岩与构造条件相交处则形成矿柱。

(三) 成矿与花岗闪长岩的关系 从矿

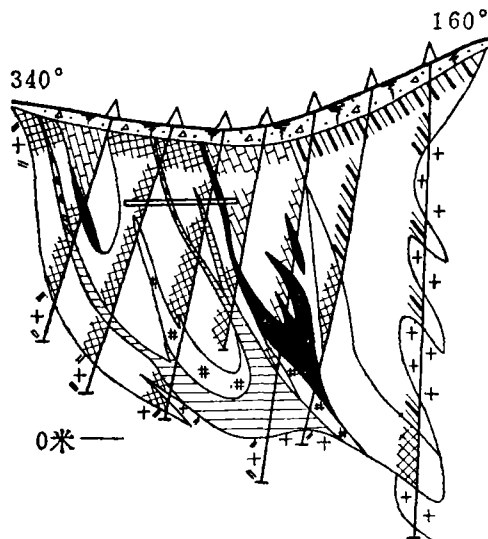


图6 11线剖面图
(图例见图2)

金属元素,其中大多高于克拉克值,尤以上述六种为甚。岩体成矿的专属性,是形成本区矿床的重要因素之一。

综上所述,本矿床的成因特点是:

1. 处于隆起带与沉降带之间的过渡性构造中,受华夏及新华夏构造体系的影响褶皱、断裂构造极为发育,岩浆活动频繁,为区域范围内多金属矿床分布的有利背景。本区恰位于区域北北东向成矿带上,沿此带断续出现有若干金属矿床及矿点。本区北东东向主矿体的分布方向,与区域上主要成矿方向吻合,显示成矿受新华夏系控制的特点。

2. 铝过饱和、二氧化硅饱和、碱性中等的花岗闪长岩为成矿母岩。其岩相变化较大,斑晶显环带结构,岩体中脉岩发育,未见伟晶岩脉,形成深度具中深条件特征,其侵蚀程度也是不大的。岩体与碳酸盐类岩石接触交代产生强烈同化混染,从岩体的中间相至边缘相,二氧化硅含量由高变低,氧化钙、氧化镁则由低变高,特别是氧化钙显著增加, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 含量减少,但 $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$,三氧化二铝变化不大;从中间相至边缘相暗色矿物增多,常见角闪石代替黑云母、斜长石代替正长石,副矿物磷灰石、榍石增多,颗粒较大。

3. 在岩浆期后的残余溶液中,富含二氧化硅、三氧化二铝、氧化钙、二氧化碳和硫等组分;当其进入接触-破碎带时,与围岩发生剧烈的扩散交代作用,形成以钙铝为主的硅酸盐(矽卡岩),之后有金属矿物析出成矿;矿化明显的叠加在矽卡岩之上,并具有顺向脉动分带的特点。

4. 大理岩与角岩互层(角岩原为火山碎屑岩及砂页岩),二者力学性质差异较大,极易感受应力而产生层间剥离构造(裂隙)。在层间剥离构造发育的条件下,势必为矿液的运输和赋存提供了空间,这是一;其二,作为互层的大理岩,其顶底板均为不透水的岩层,对矿液的沉淀起着某种屏障作用,加强了矿液流通和大理岩的相互交代作用。这就是铜锌矿体赋存在距接触带100~

200米的外带大理岩中的原因。应当指出,层间剥离构造受接触带控制,一般南部接触带岩体产状由陡变水平,矿体大而富,北部接触带岩体产状陡,矿体小而贫。

5. 白钨矿体赋存在接触带及其附近,说明在形成白钨矿的过程中,接触带附近的碳酸盐类岩石降低了岩体的酸度,促使矽卡岩的形成,并使钨以钨酸钙的形式晶出。此外,无论在矽卡岩白钨矿矿体,抑或在钨钼石英脉中,钨钼二元素的化合物均共生出现,显示了化学性质的极大相似性。本区研究表明,钨钼均以早期成矿为主,晚期次之。基于钼和硫有极大的亲和力,当有多量的钼存在时,其他金属硫化物,只有在全部钼形成辉钼矿后才能开始形成。钼又早于钨,这从白钨矿中包裹有叶片状辉钼矿可证实。因此,钨钼沿接触带的破碎带中,随着矿液物理化学条件的改变,首先析出成矿,继之则为铜锌等金属硫化物沉淀成矿。故形成白钨矿矿体赋存在接触带附近,铜锌矿体均在其上盘外带的大理岩中。二者相距很近,却构成迥然不同之两类矿体。从主要金属矿物的空间分布也突出地概括了这一规律,即由岩体向外为花岗闪长岩—钼、钨—铁、铜—铜、铅、锌—锌、铅—大理岩。

6. 对矿体物质成分及矿石结构和构造的研究表明,本区铜锌钨矿床的形成过程具有多期性:早期矽卡岩阶段,主要有硅灰石、透辉石、石榴石等典型矽卡岩矿物组合;晚期矽卡岩阶段,主要有钙铁辉石、阳起石、绿帘石等;早期石英硫化物阶段,主要有辉钼矿、白钨矿、黄铜矿、闪锌矿等,为白钨矿及黄铜矿的主要成矿期;晚期石英硫化物阶段,主要有方铅矿、斑铜矿、辉铋矿、石英、方解石等;地表氧化作用生成的次生矿物有孔雀石、铜蓝、辉铜矿、胆矾及褐铁矿等。

7. 成矿作用是在花岗闪长岩及其派生的基性脉岩侵入之后产生的。从矿物共生组合,围岩蚀变、矿体形状、矿石结构与构造

(下转第61页)

变,所以难以解释地震波速度增大的原因。现有材料指出石英岩和磁铁矿中的纵波速度是相似的(根据伯奇等人所编手册中的数据计算,分别为16500呎/秒和15900呎/秒)。所以速度的增大不可能是由于矿层中石英和磁铁矿含量相对比例小而有规律的改变所引起的。

可是在卡皮科山脉的这一地区,褶皱强度确实向东增大,可能影响岩石的弹性常数,以致使地震波速度增大。

在石英黑云母片岩中,速度有向东增大的趋势,但在这种岩石上所作的测量比在磁铁矿石岩矿层上所作的测量要少(图4)。在片岩中平行岩层测得的纵波速度其范围在12000到16500呎/秒内。在磁铁矿石片岩中垂直走向测得的速度比平行走向测得的速度要偏低少许。

在伟晶岩中的速度为13400呎/秒,大致等于地表花岗岩中的平均速度。

摘 要

根据详细对比磁铁矿石岩铁矿层的地质参数和有关的地球物理参数所得的结果,可作出如下的初步解释:

1.单是余磁即可在磁铁矿石岩铁矿层上引起强大异常。它是所获得的异常的主要部

分。余磁强度为感磁强度的六倍多。

2.垂直磁场强度测量不能用来查明含矿最高的地带,因为在变质铁矿中余磁强度也大。

3.一般余磁方向是沿层理面的,并与褶皱构造和矿石线理的倾向平行。

4.垂直磁力梯度测量对寻找隐伏的铁矿层与石英黑云母片岩的接触带是有效的,它还可以反映主矿层中磁铁矿含量的变化。

5.在现场进行磁化率半定量测量,可测得铁矿层中百分之几的磁铁矿含量。当换算成含铁重量百分数时,所得结果表明铁矿层的含铁品位在20~50%范围内。

6.水平线框的电磁法没有提供有结论意义的结果;主矿带上有虚分量异常,而另一些矿带上则没有异常。

7.在铁矿层上和片岩上平行层理测得的地震波速度都有规律地由西到东增大,地震波速度似乎随着岩石变形程度的增大而增大。

摘译自《The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin》
1966, Vol.59, No.646, p.154~158.

作者D.F.桑格斯特等
贝庚译,邵梦林校

(上接第25页)

的穿插交代等特征,不难看出,成矿是多期的。从高温气化开始,结束于中温热液阶段,主要为高-中温热液阶段成矿,以交代为主,充填次之。本矿床属于伴生多种稀有和分散元素的砂卡岩型铜锌钨矿床。

五、找矿方向及标志

(一) 本区受华夏及新华夏构造体系影响,岩浆活动频繁,褶皱构造极为发育,不同构造岩浆期的侵入岩皆相应地呈北东或北北东向分布,尤其燕山第二侵入期的花岗闪长岩多沿褶皱轴部侵入,铜矿化点分布普遍,是普查多金属矿床的远景区。

(二) 下二迭统地层多成小面积零散分布,其中大理岩与角岩(原岩为火山碎屑岩

及砂页岩)地段,应注意找寻层间矿体。

(三) 铁帽是地表找矿的重要标志,一般铁帽中若海绵状构造发育时,表明含铜较高,并预示深部可能有原生矿体存在。

(四) 围岩蚀变是重要的间接找矿标志,如大理岩化、角岩化则标志附近有侵入体,而砂卡岩化、硅化、黄铁矿化及绿泥石化是寻找本类矿床的重要围岩蚀变。

(五) 物探异常是最好的间接找矿标志。实践表明,磁法寻找接触带,感应法确定接触带及层间剥离(裂隙)构造,进而用激发电位法(AB极距等于600米)可确定矿体赋存部位。这在表土掩盖区,既可做地质填图,又能起到良好的找矿效果。