

# 内蒙古维拉斯托锂锡多金属矿含矿构造变形岩相分带和分布

付旭<sup>1</sup>, 吕古贤<sup>2</sup>, 寇利民<sup>1</sup>, 李泊洋<sup>1</sup>, 姜大伟<sup>1</sup>, 王磊<sup>1</sup>, 高树起<sup>1</sup>

FU Xu<sup>1</sup>, LÜ Guxian<sup>2</sup>, KOU limin<sup>1</sup>, LI Boyang<sup>1</sup>, JIANG Dawei<sup>1</sup>, WANG Lei<sup>1</sup>, GAO Shuqi<sup>1</sup>

1. 内蒙古地质勘查有限责任公司, 内蒙古 呼和浩特 010010;

2. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081

1. Inner Mongolia Geological Prospecting Co., Ltd., Hohhot 010010, Inner Mongolia, China;

2. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China

**摘要:**内蒙古自治区克什克腾旗维拉斯托矿区是近年新发现的大型锂锡多金属矿床。矿区深部为 Sn、Zn、Rb、Nb、Ta 等成矿元素为主体的强云英岩化、天河石化花岗斑岩型矿(化)体;中部为以 Li 元素为主、伴生 Sn、Mo 等成矿元素的隐爆角砾岩型矿(化)体;浅部为 Sn、W、Zn、Cu、Mo、Ag 等成矿元素的热液脉状矿(化)体。多金属矿化受断裂和岩浆热液蚀变双重控制。断裂蚀变分带实测剖面显示,以断裂为中心,两侧蚀变分带对称分布,依次发育硅化、云英岩化、萤石化和碳酸盐化,由此确定蚀变分带:①内带为硅化蚀变岩相带,宽度在 2~5 m 之间,矿体硅化强度高,围岩也发育硅化,浅色矿物变多,暗色矿物减少,岩石变硬变脆,局部可见石英小细脉;②中带为云英岩化蚀变岩相带,宽度在 5~10 m 之间,云英岩化带发育在硅化带外侧,在矿体与围岩接触部位一般发育结晶粒度较大的云母片,其他部位的云母为细粒类型,包括锂云母、白云母、金云母、绢云母等;③外带为萤石-碳酸盐化蚀变岩相带,宽度一般在 20~30 m 之间,较大者可达 100 m 以上;萤石-碳酸盐化蚀变带距矿体较远,多数以细脉状或薄膜状填充在围岩裂隙中。通过对该矿床含矿构造变形岩相带三维空间分布特征的研究,建立起该区构造变形岩相成矿和找矿模型,为下一步地质勘查工作提供新的地质依据。

**关键词:**含矿构造变形岩相带;分布特征;维拉斯托矿床;内蒙古

**中图分类号:**P618.44;P618.71 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-2552(2020)11-1752-07

**Fu X, Lü G X, Kou L M, Li B Y, Jiang D W, Wang L, Gao S Q. Research on the zoning and distribution of ore-bearing tectono-deformation-lithofacies belt in the Weilasituo Li-Sn polymetallic deposit, Inner Mongolia. *Geological Bulletin of China*, 2020, 39(11): 1752-1758**

**Abstract:** The Weilasituo Li-Sn polymetallic deposit has been discovered in Hexigten Banner, Inner Mongolia. The deep part of the deposit consists of greisen and amazonite altered quartz porphyry type ore with Sn, Zn, Rb, Nb and Ta. The middle part is composed of cryptoexplosive breccia cylinder type ore (mineralized spot) with Li and associated metallogenic elements such as Sn and Mo. The shallow part has the hydrothermal vein-type Sn, W, Zn, Cu, Mo and Ag ore. The polymetallic mineralization is controlled both by fractures and magmatic hydrothermal alteration. The measured profile of the mineralized fault alteration belt shows that the alteration zone is symmetrically distributed on both sides of the fault. From the fault center, silicification, greisenization, fluoritization and carbonatization are developed in sequence, thereby determining the alteration zones: ①The inner part is a silicified alteration facies zone with a width of 2~5 m. The orebodies and the surrounding rocks have been silicified. The light-colored minerals increase, the dark-colored minerals decrease, the rock becomes harder and more brittle, and small quartz veins are locally visible; ②The middle part is a greisenization altered facies zone, with a width of 5~10 m. The greisenization zone is developed outside the silicified zone, and larger

收稿日期:2020-03-12;修订日期:2020-07-15

资助项目:中国地质调查局项目《内蒙古克什克腾旗北部矿集区深部找矿预测(乌套海幅)》(编号:DD20190570-2020-01)

作者简介:付旭(1984-),男,硕士,高级工程师,矿床地球化学专业。E-mail:fuxucugb@163.com

mica granules are generally developed at the contact part of the orebody and surrounding rocks, other parts of the mica are of fine-grained types and consist of such rocks as lepidolite, muscovite, phlogopite and sericite; ③ The outer part is a fluoritization-carbonatization altered facies zone, generally with the width of 20~30 m, and the larger one can reach more than 100m; the fluoritization-carbonatization alteration zone is far away from the orebody, and most of them fill the fissures of the surrounding rocks in the form of veins or films. Sometimes it is not easy to distinguish and divide them due to the superposition of other mineralization alterations. Through the study of the three-dimensional characteristics of ore-bearing tectono-deformation-lithofacies zone, a typical ore-prospecting model is established to provide geological basis for the exploration in this region.

**Key words:** ore-bearing tectono-deformation-lithofacies zone; characteristics of distribution; Weilasituo deposit; Inner Mongolia

大兴安岭南段是中国重要的铜铅锌银多金属成矿带,也是北方最重要的锡多金属成矿集中区<sup>[1]</sup>。21 世纪初,内蒙古地质勘查开发局在克什克腾旗发现了拜仁大坝、维拉斯托等大型银多金属矿床<sup>[2-3]</sup>,为大兴安岭南段西坡地质矿产勘查和矿产资源评价开创了美好前景<sup>[4]</sup>。2014 年,内蒙古地质勘查有限责任公司在维拉斯托中型铜锌多金属矿外围探矿权西北部发现了大型锡多金属矿床,进一步展示出该区很好的成矿前景。2017 年,在维拉斯托锡多金属矿中部又勘查发现了大型锂多金属矿体<sup>[5]</sup>,全面地展示了该矿区矿体三维空间分布特征。维拉斯托矿区剥蚀较浅,矿体保存完整,含矿构造变形岩相分带较清晰,可作为本区典型的找矿模型。

在胶东金矿较均匀的花岗岩中,构造蚀变带的研究和应用成效显著<sup>[6-8]</sup>,前人已总结出一套较成熟的构造变形岩相形迹大比例尺填图方法<sup>[9-11]</sup>。但是,在矿床出现不同类型围岩的情况下,构造变形岩相分带的研究尚未实现突破。本次在围岩岩性相对复杂的维拉斯托矿区,对含矿构造变形岩相分带和分布研究取得初步进展。然而,更复杂的问题是,这些热液蚀变作用叠加在不同的围岩之上,由此笔者提出“蚀变-原岩”的复合命名方法。本文初步提出蚀变岩-原岩叠合的分类建议,希望在研究中发展和完善这一方法。这种分类对于地质矿产调查和找矿具有重要的应用前景。本文重点论述该矿区含矿构造变形岩相带的分布特征,总结成矿规律,指导周边勘查工作。

## 1 区域地质特征

矿区位于大兴安岭南段西坡,属于中亚造山带的东段,是古亚洲洋和古太平洋构造-成矿域的叠加部位<sup>[12]</sup>。区域构造隶属于天山-兴蒙造山带,大兴安岭晚古生代增生造山带-锡林浩特中间地块中部南缘。该区经历了古生代古亚洲洋构造域与中

生代环太平洋构造域的强烈叠加作用。区内构造由 NE 向白音查干-达青牧场大断裂及次一级的压扭性构造带及断裂带组成,主构造以 NE 向展布为主,NW 向断裂及近 EW 向断裂也较发育,构成了该区网格状的构造格局(图 1)。

区域地层除广泛分布的第四系冲积层及风成砂土外,主要由古元古界锡林郭勒杂岩、石炭系、二叠系、侏罗系组成。与成矿密切相关的地层为古元古界锡林郭勒黑云斜长片麻岩和斜长角闪片麻岩,矿体主要赋存在该地层中<sup>[13]</sup>。

## 2 矿区地质特征

矿区地层出露单一,除广泛分布的第四系外,仅出露古元古界锡林郭勒黑云斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩。

矿区侵入岩可分为 2 期,即石炭纪石英闪长岩和白垩纪花岗斑岩。石炭纪石英闪长岩是矿体的主要赋矿围岩,白垩纪花岗斑岩是成矿母岩。矿区深部发育天河石化黄玉化花岗斑岩体,呈岩株状侵入老地层,即古元古界锡林郭勒杂岩黑云斜长片麻岩中。该岩体直径约 800 m,深度超过 600 m(目前还未查明)。花岗斑岩为浅灰白色,因天河石含量较高,整体呈浅天蓝色,似斑状结构,斑晶包括石英、天河石、钠长石。基质为细粒结晶结构,主要矿物为钠长石、天河石、石英等,含少量暗色矿物。该岩体属富硅、过铝质、高钾钙碱性系列,演化程度高<sup>[14]</sup>。

岩体顶部发育透镜状花岗斑岩型工业锡矿体,且岩体中 Zn 含量较高(0.3%左右),矿化连续性较好,推测该岩体为该矿区的成矿母岩<sup>[15-16]</sup>。岩体全岩含有天河石,Rb 含量较稳定(0.13%左右),普遍达到综合利用品位要求。Nb、Ta 含量也较稳定,Nb 含量较高,但 Ta 含量较低,Ta/Nb 值较低,工业价值还需进一步评价。

矿区位于米生庙复背斜南东翼,褶皱构造发

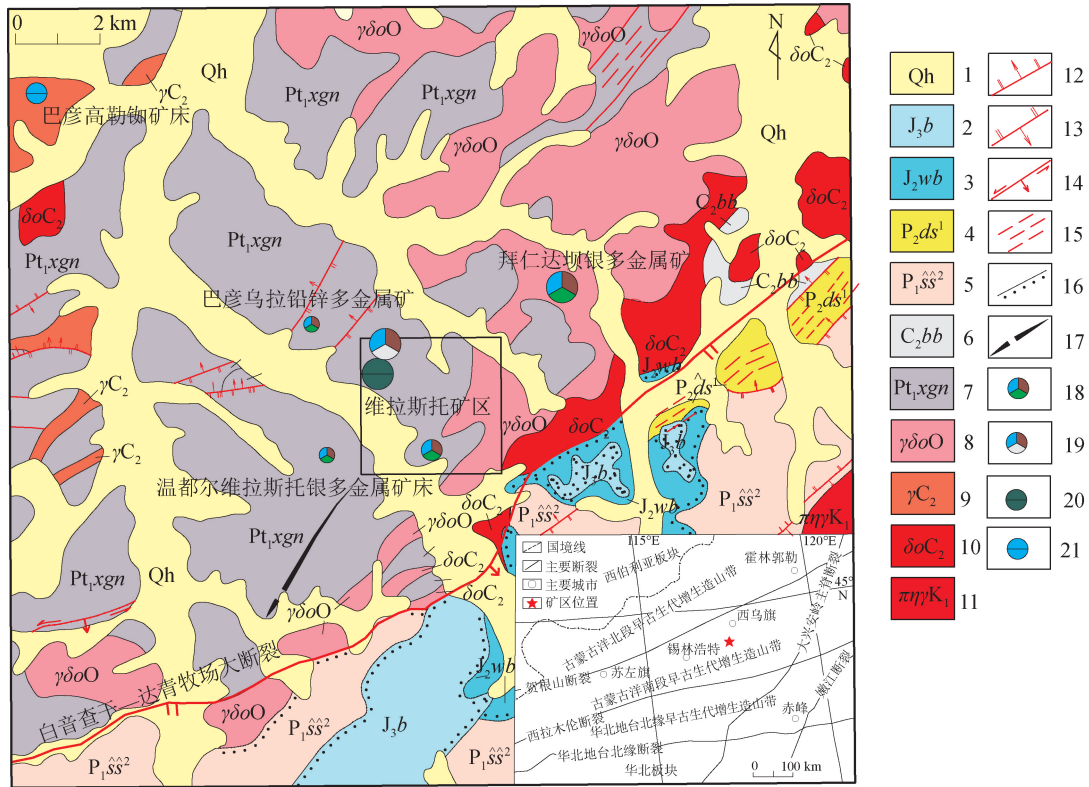


图1 维拉斯托多金属矿区域地质简图

Fig. 1 Simplified geological map of the Weilasituo polymetallic deposit

1—第四系沉积物;2—侏罗系白音高老组;3—侏罗系万宝组;4—二叠系大石寨组;5—二叠系寿山沟组;6—石炭系本巴图组;7—古元古界锡林郭勒杂岩;8—奥陶纪云英闪长岩;9—石炭纪花岗岩;10—石炭纪石英闪长岩;11—白垩纪二长花岗岩斑岩;12—正断层;13—逆断层;14—平移断层;15—韧性剪切带;16—不整合界线;17—背斜;18—铅-锌多金属矿床;19—钨-锡多金属矿床;20—锂多金属矿床;21—铷多金属矿床

育,但基本为成矿前构造,对成矿作用影响较小。矿区紧邻白音查干—达青牧场大断裂,该断裂呈NE向分布,两侧岩层走向为NE向,倾角 $45^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。受白音查干—达青牧场大断裂影响,矿区主要发育NE向、NW向及近EW向断裂,其中NE向和近EW向构造为主要的导矿构造及容矿构造。

### 3 含矿构造相带三维空间分布特征

维拉斯托矿区多金属矿为大型斑岩-热液脉型矿床,具垂向分带特征。①深部在花岗斑岩体顶部内外接触带,分布有透镜状强云英岩化钠长石天河石化花岗斑岩型矿体,以锡矿体为主,伴生Zn、Rb、Nb、Ta等成矿元素;②中部为隐爆角砾岩型矿体,受隐爆角砾岩筒控制,呈上细下粗的圆筒形,隐爆角砾岩筒全岩锂矿化,以锂矿体为主,伴生Sn、Mo等成矿元素;③浅部为石英大脉型、网脉型矿体,赋

存于“S”型压扭性断裂构造中,严格受构造控制,以Sn、W、Zn、Cu、Ag为成矿元素;主体形成大型斑岩-热液脉型成矿系统。矿区成矿母岩为深部强钠长石化天河石化的花岗斑岩,主要控矿构造为NNE向压扭性断裂<sup>[5]</sup>。

#### 3.1 深部花岗斑岩型矿体地质情况及含矿性

矿体分布在隐伏岩体顶部内接触带,呈透镜状产出,与岩体顶部形态相似。矿体主要发育锡黝铜矿化、锡石化、闪锌矿化、钠长石化等,金属矿物呈星点状、乳滴状、浸染状分布在矿体中。花岗斑岩体发育钠长石化、天河石化、黄玉化。矿体地层围岩矿化蚀变主要发育内、中和外3层矿化蚀变带:内带一般为硅化、黄玉化,中带为云英岩化和绢云母化,外带为碳酸盐化和萤石化。

矿区内共有9条花岗斑岩型矿(化)体,规模不等,延长数十米至400 m,延深数米至200 m。矿体



总体走向 25°, 倾角 5° 左右, 平均真厚度约为 5 m。矿体内还含有 Nb、Ta、Be、Sr、Cs 等稀有稀散元素。花岗斑岩型矿体 Sn 金属量约为  $1 \times 10^3$  t, 平均品位 Sn 0.23%, Zn 0.66%。

### 3.2 中部隐爆角砾岩型矿体地质情况及含矿性

矿体形态与隐爆角砾岩筒相同, 呈上细下粗的圆筒形。角砾岩筒由内向外依次分为爆破角砾岩带、震碎角砾岩带和震裂裂隙带, 各带之间没有明显的界线, 呈过渡关系<sup>[5]</sup>。①爆破角砾岩带: 岩石较破碎, 角砾较小, 局部有溶蚀现象, 胶结物含量较高, 主要为长英质岩浆热液, 矿化蚀变主要为锂云母化、锡石化、闪锌矿化、钠长石化等,  $\text{Li}_2\text{O}$  品位在 1.5%~2% 之间; ②震碎角砾岩带: 角砾较大, 角砾相对移动距离小, 基本可以复原, 胶结物主要为岩浆分异结晶的产物, 如石英和长石, 矿化蚀变主要为锂云母化、锡石化、闪锌矿化、黄铜矿化、辉钼矿化、硅化等,  $\text{Li}_2\text{O}$  品位在 1%~1.5% 之间; ③震裂裂隙带: 岩石只发育微裂隙, 后期热液活动较弱, 胶结物主要为石英脉, 矿化蚀变主要为硅化、碳酸盐化、萤石化等, Li、Rb 品位一般达不到工业品位。在隐爆角砾岩型矿体成矿后期被热液脉型矿体切割。本矿床只发现 1 个圆筒形隐爆角砾岩型锂矿体, 该矿体长轴走向 23°~40°, 倾向 293°~310°, 倾角 60°~87°, 走向延长 247 m, 倾向延深 640 m, 平均真厚度 98 m。锂矿体  $\text{Li}_2\text{O}$  金属量约为  $50 \times 10^4$  t, 矿体平均品位  $\text{Li}_2\text{O}$  为 1.28%,  $\text{Rb}_2\text{O}$  为 0.34%。

### 3.3 浅部石英脉型矿体地质情况及含矿性

石英脉型矿体为构造控制的热液型矿体, 主矿体赋存于 NNE 向“S”型压扭性断裂构造中, 严格受构造控制。矿区共发现 231 条石英脉型矿(化)体, 矿体呈密集脉状、似脉状、层状, 近平行展布, 形态较简单, 走向上基本连续, 倾向上有分支复合现象(图 2)。

石英脉型矿(化)体规模大小不等, 沿长数十至 1400 m 左右, 延深数十至 1300 m, 总体走向 25°, 倾向 115°, 倾角 11°~54°, 平均真厚度为 2.48 m。矿体以 Sn 为主, 伴生 Zn、Mo、W 等元素, Sn 金属量约为  $12 \times 10^4$  t, Zn 金属量约为  $4 \times 10^4$  t,  $\text{WO}_3$  金属量约为  $1 \times 10^4$  t, 矿床平均品位 Sn 为 0.81%, Zn 为 2.76%,  $\text{WO}_3$  为 0.307%。赋矿围岩以黑云斜长片麻岩、石英闪长岩为主。矿石矿物主要为锡石、闪锌矿、黑钨矿、毒砂、方铅矿、锡黝铜矿、圆柱锡矿; 脉石矿物主要为石英、云母、黄玉、萤石、方解石<sup>[15]</sup>。

矿化蚀变主要沿控矿断裂构造发育, 以矿体为中心, 向外依次发育硅化、云英岩化、萤石化、碳酸盐化和高岭土化(图 3)。相邻两矿体的矿化蚀变具有叠加效应, 使围岩矿化蚀变类型、强度和规模略有差异, 但总体规律不变。硅化带一般发育在矿体周边, 宽度在 2~5 m 之间。围岩硅化, 浅色矿物变多, 暗色矿物减少, 岩石变硬变脆, 局部可见石英小细脉。云英岩化带一般发育在硅化带外侧, 在矿体与围岩接触部位一般发育结晶粒度较大的云母片, 云母类型包括锂云母、白云母、金云母、绢云母等。云英岩化带宽度在 5~10 m 之间, 围岩中见细小的绢云母分布其中。萤石化带和碳酸盐化带一般距矿体较远, 宽度在 20~30 m 之间, 距离较大者可达 100 m 以上, 但由于矿化蚀变叠加效应, 有时不易区分归属。萤石化和碳酸盐化一般以细脉状或薄膜状填充在围岩裂隙中。高岭土化一般发育在近地表围岩或矿体中, 属后期淋滤风化的产物, 但能较好地指示热液活动位置, 是发现地表矿化蚀变带的重要线索。

## 4 矿化蚀变阶段与矿物生成顺序

受区域多期岩浆活动及频繁的构造活动影响, 矿区成矿作用具有多期性和复杂性。在整个成矿过程中, 延续时间较长, 矿化类型较多, 具有多期叠加成矿的特点, 形成了本区典型含矿构造变形岩相带三维分布特征(图 4)。

通过对各类矿石的化学分析及镜下岩矿鉴定, 证实有用矿物共生组合从高温-中温热液阶段均有相应的标型矿物存在。为此, 初步将矿区的成矿作用划分为 6 个成矿阶段(表 1)。

(1) 花岗斑岩型矿化阶段(900~450°C)。岩浆结晶分异, 形成富含 Rb、Li、Sr、Sn、Zn 等矿化元素的岩浆熔流体, 蚀变特征为花岗斑岩顶部发育天河石化、钠长石化、黄玉化、硅化等, 岩石中石英颗粒次生加大; 在岩体顶部与黑云斜长片麻岩内外接触带形成硅化、云英岩化。有用矿物组合为锡黝铜矿、闪锌矿、毒砂、黝铜矿等, 脉石矿物为石英、天河石、钠长石、黄玉、云母等, 形成花岗斑岩型矿体。

(2) 石英+斜长石+锂云母+锡石+辉钼矿阶段(450~300°C)。成矿流体以富含 Si、S、F、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}$ 、Sn、Mo 为主, 蚀变特征为硅化、绢云母化、云英岩化、锂云母化。有用矿物组合为锂云母、锡石、

辉钼矿等,脉石矿物为石英、斜长石、白云母、绢云母、萤石。该阶段为锂云母生成阶段,  $Rb_2O$  赋存在锂云母中,生成少量的锡石、辉钼矿等金属矿物,为本矿床的隐爆角砾岩型锂矿体成矿阶段。

(3) 石英+锡石+闪锌矿+黑钨矿+辉钼矿阶段(450~300℃)。成矿流体以富含 S、F、Si、Sn、W、Mo、Zn 为主,蚀变特征为硅化、绢云母化、云英岩化。有用矿物组合为黑钨矿、锡石、辉钼矿、闪锌矿等,脉石矿物为石英、绢云母、黄玉。该阶段为锡石、黑钨矿等氧化矿生成阶段,为本矿床的石英脉型锡-钨矿体成矿阶段。

(4) 石英+闪锌矿+黄铜矿+方铅矿等硫化物阶段(300~150℃)。成矿流体富含 S、Ca、 $CO_2$ 、Ag、

Pb、Zn、Cu、F 等元素。蚀变特征为硅化、云英岩化、萤石化及黄铁矿化。矿物共生组合主要为硫化矿物,如方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、毒砂、黄铜矿、黝铜矿、磁黄铁矿、辉铋矿等。该阶段为硫化物生成阶段,为本矿床晚期的成矿热液阶段。

(5) 萤石+碳酸盐阶段(150~100℃)。此阶段主要形成方解石、萤石等矿物,代表了热液成矿晚阶段的成矿特征。

(6) 无矿化阶段。主要发育褐铁矿化、高岭土化、伊利石化等。

综上所述,矿体的不同深度位置赋矿围岩岩性不同,但矿化蚀变类型相似,由近到远依次发育硅化、云英岩化、萤石+碳酸盐化。

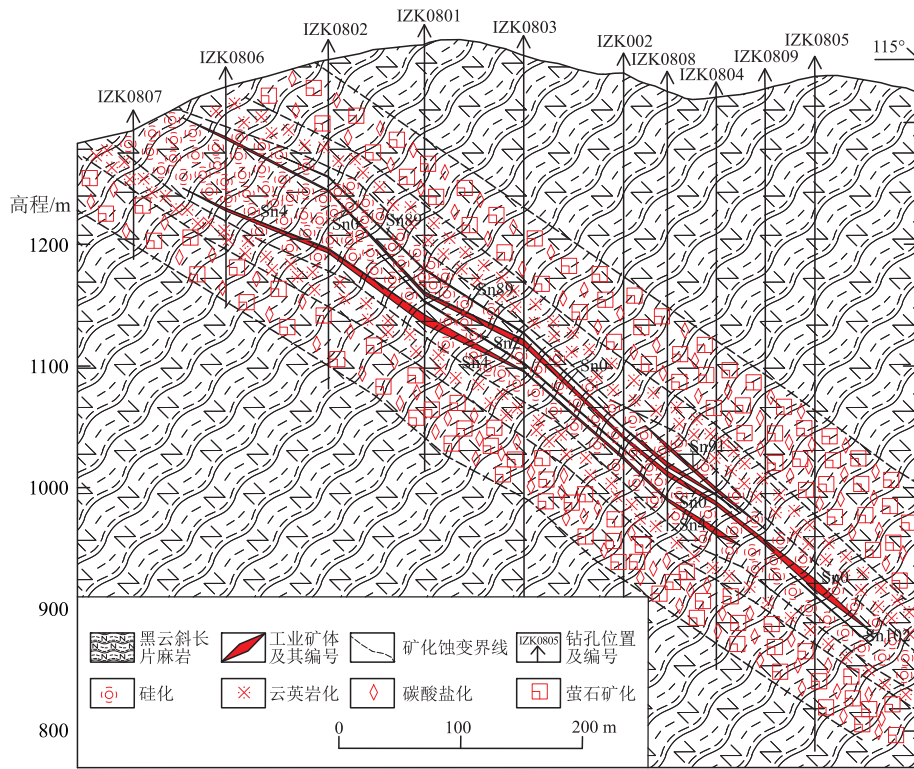


图2 维拉斯托锡多金属矿 108 勘查线剖面示意图

Fig. 2 Geological section along No. 108 exploration line of the Weilasituo Sn polymetallic deposit

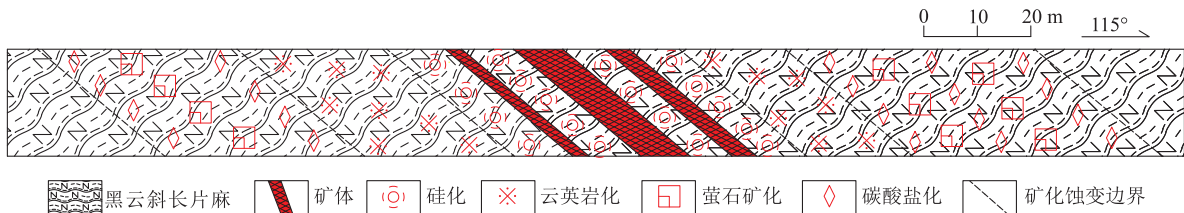


图3 维拉斯托矿区锂-锡多金属矿中段剖面

Fig. 3 Geological mid-section of the Weilasituo Li-Sn polymetallic deposit

表 1 成矿期次和成矿阶段划分  
Table 1 Division of metallogenic periods and stages

成矿期次	岩浆晚期	热液期			表生期
成矿阶段	花岗斑岩型矿化阶段	石英+斜长石+锂云母+锡石+辉钼矿阶段	石英+锡石+闪锌矿+黑钨矿+辉钼矿阶段	石英+闪锌矿+黄铜矿+方铅矿等硫化物阶段	萤石+碳酸盐阶段 无矿化阶段
矿石构造	斑状构造	角砾状构造	热液交代构造	热液交代构造	热液交代构造
矿化组合	Sn-Zn	Li <sub>2</sub> O-Rb <sub>2</sub> O-Sn-Mo	Sn-Zn-WO <sub>3</sub> -Mo	Cu-Zn-Pb-Ag	F-CO <sub>2</sub>
矿物组合	锡石、闪锌矿、锡黝铜矿、黝铜矿、毒砂、钠长石、天河石、石英、黄玉、白云母	锂云母、锡石、辉钼矿、石英、斜长石	锡石、锡黝铜矿、圆柱锡矿、闪锌矿、黑钨矿、辉钼矿、毒砂、石英、白云母、绢云母、萤石	闪锌矿、黄铜矿、黝铜矿、方铅矿、毒砂、磁黄铁矿、黄铁矿、辉铋矿、石英、白云母、绢云母、萤石	方解石、石英、萤石、白云母、绢云母
蚀变类型	钠长石化、黄玉化、硅化、绢云母化、云母化、天河石化	硅化、绢云母化、英岩化、锂云母化	硅化、云英岩化	硅化、萤石化、云英岩化	萤石化、方解石化、绿泥石化、绿帘石化
					褐铁矿、高岭土、方解石 褐铁矿化、高岭土化、伊利石化

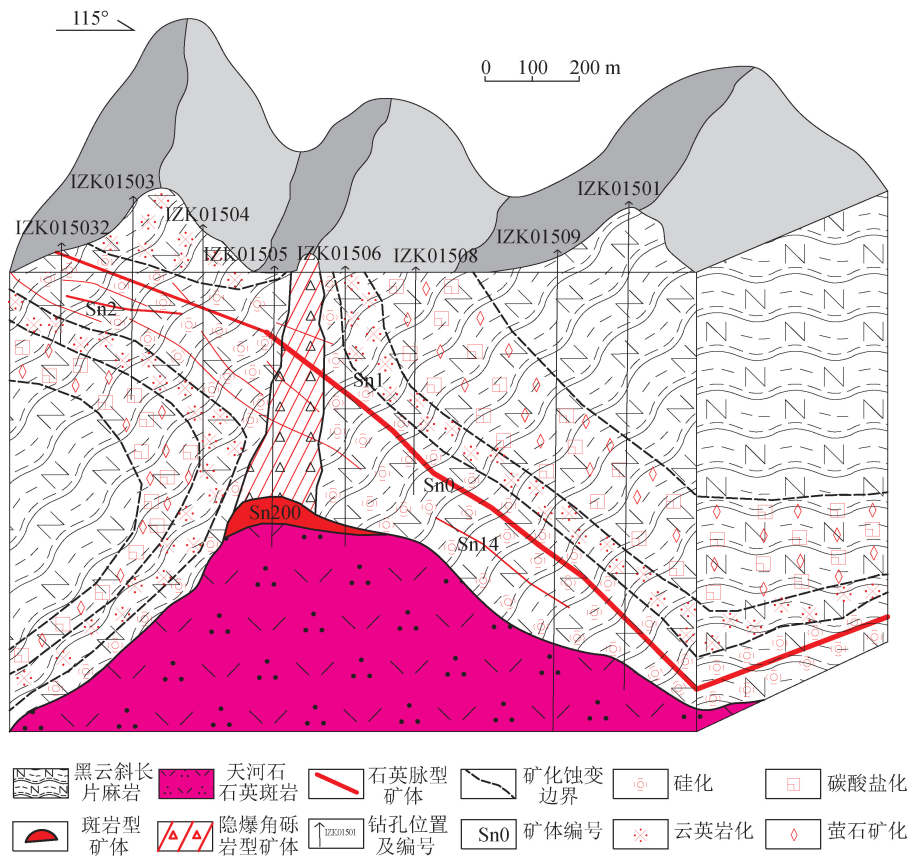


图 4 维拉斯托矿区含矿构造变形岩相三维分布特征地质示意图

Fig. 4 Geological map of Weilasituo deposit showing the three-dimensional characteristics of ore-bearing tectono-lithofacies zone

通过对维拉斯托含矿构造变形岩相分带特征的初步研究发现,在大比例地质填图过程中,运用以典型矿物名称命名的蚀变类型+蚀变前岩石名称

划分矿区各类蚀变岩石分布特征,可有效预测矿体分布的范围,指导找矿工作。本次总结出“蚀变-原岩”的复合命名方法,提出该矿区构造变形岩相分



带初步综合方案(表2)。该方案可有效地指导该区构造变形蚀变填图工作,为该区下一步地质勘查工作提供典型的地质找矿模型。

## 5 结论

(1)维拉斯托矿区锂锡多金属矿为大型斑岩-热液脉型矿床,深部为强云英岩化钠长石天河石化黄玉化花岗斑岩型矿体,以 Sn 为主,伴生 Zn、Rb、Nb、Ta 等成矿元素;中部为隐爆角砾岩型矿体,以 Li 为主,伴生 Sn、Mo 等成矿元素;浅部为热液大脉型、网脉型矿体,以 Sn、W、Zn、Cu、Ag 为成矿元素;主体形成密切相关的大型斑岩-热液脉型成矿系统。在垂向上,构成了成矿母岩-斑岩型矿体-隐爆角砾岩型矿体-构造控制的热液脉型矿体的垂直构造变形岩相分带;在水平分带上,以花岗斑岩体为中心,由远及近依次形成钨、锡、钼矿体→铜、锌矿体→铅、锌、银矿体,展示了岩体演化和热液分异的全过程。

(2)维拉斯托矿区内矿体周围的矿化蚀变带较清晰,以矿体为中心,依次发育硅化和钠长石化→云英岩化→萤石化→碳酸盐化→高岭土化。

(3)矿体规模较小,很难被发现,而矿化蚀变带发育规模往往较大,在地质调查过程中容易被发现。通过总结含矿构造变形岩相带的分布规律,有利于预测矿体发育位置,从而指导找矿工作。

(4)大兴安岭南麓西坡现已发现大量规模较大的铅、锌、银矿床,且该区存在大量 Sn、Li、Be、Ce、Nb、Ta 等稀有元素化探异常。将已发现的铅、锌、银矿床周边作为找矿目标,以稀有元素化

探异常为线索,结合构造变形岩相带的研究成果,是该区下一步取得重大突破的有效勘查工作方法。

**致谢:**中国地质调查局发展研究中心庞振山研究员与笔者一同参与野外调研,内蒙古维拉斯托矿业有限公司王可祥总经理、胡格吉乐吐副总经理在野外提供了帮助,中国科学院地质与地球物理研究所张宝林研究员审阅了全文并给出宝贵的修改意见,在此一并谨致谢忱。

## 参考文献

- [1] 王京彬,王玉往,王莉娟,等.大兴安岭南段锡多金属成矿系列[J].地质与勘探,2005,6(5): 15-20.
- [2] 王瑾,侯青叶,陈岳龙,等.内蒙古维拉斯托铜多金属矿床流体包裹体研究[J].现代地质,2010,24(5): 847-855.
- [3] 潘小菲,郭利军,王硕,等.内蒙古维拉斯托铜矿床的白云母 Ar/Ar 年龄探讨[J].岩石矿物学杂志,2009,28(5): 473-479.
- [4] 郑翻身,蔡红军,张振法,等.内蒙古拜仁达坝维拉斯托超大型银铅锌矿的发现及找矿意义[J].物探与化探,2006,30(1): 13-20,25.
- [5] 李泊洋,姜大伟,付旭,等.内蒙古维拉斯托矿区锂多金属矿床地质特征及找矿意义[J].矿产勘查,2018,9(6): 1185-1191.
- [6] 吕古贤,邓军,郭涛,等.玲珑-焦家式金矿构造变形岩相形迹大比例尺填图与构造成矿研究[J].地球学报(中国地质科学院院报),1998,19(2): 177-186.
- [7] 吕古贤,舒斌,郭涛,等.胶东阜山金矿床构造变形岩相形迹大比例尺填图[C]//“九五”全国地质科技重要成果论文集,2000: 25-29.
- [8] 吕古贤,郭涛.阜山金矿区构造变形岩相特征与成矿流体构造物理化学特征研究[J].地质地球化学,2001,29(3): 90-93.
- [9] 吕古贤,郭涛,舒斌,等.构造变形岩相形迹的大比例尺填图及其对隐伏矿床地质预测——以胶东玲珑-焦家式金矿为例[J].中国区域地质,2001,20(3): 313-321.
- [10] 吕古贤,郭涛,刘杜鹃,等.矿区构造变形岩相形迹填图、矿化趋势度的实测及其地质找矿[J].地质找矿论丛,2002,17(4): 217-224.
- [11] 吕古贤,郭涛,舒斌,等.构造变形岩相形迹大比例尺填图与深部外围成矿预测[C]//第八届全国矿床会议论文集,2006: 693-699.
- [12] 郭利军,葛昌宝,冯贞,等.内蒙古锡林浩特东部拜仁达坝银铅多金属矿勘查过程及远景评述[J].物探与化探,2004,28(5): 394-397,401.
- [13] 欧阳荷根.大兴安岭南段拜仁达坝-维拉斯托银多金属矿床成矿作用及动力学背景[D].中国地质大学(北京)博士学位论文,2013.
- [14] 祝新友,张志辉,付旭,等.内蒙古赤峰维拉斯托大型锡多金属矿的地质地球化学特征[J].中国地质,2016,43(1): 188-208.
- [15] 郭贵娟.内蒙古维拉斯托锡多金属矿床地质特征及成因探讨[D].中国地质大学(北京)硕士学位论文,2016: 1-82.
- [16] 翟德高,刘家军,李俊明,等.内蒙古维拉斯托斑岩型锡矿床成岩、成矿时代及其地质意义[J].矿床地质,2016,35(5): 1011-1022.

表2 构造变形岩相分带初步综合方案

Table 2 Preliminary comprehensive plan for the zoning of tectono-deformation-lithofacies belt

原岩类型	岩浆期后热液交代蚀变分带(自矿化中心向外)		
黑云斜长片麻岩	硅化黑云 斜长片麻岩	云英岩化黑云 斜长片麻岩	萤石+碳酸盐化 黑云斜长片麻岩
斜长角闪岩	硅化斜长 角闪岩	云英岩化斜长 角闪岩	萤石+碳酸盐化 斜长角闪岩
石英闪长岩	硅化石英 闪长岩	云英岩化石英 闪长岩	萤石+碳酸盐化 石英闪长岩