

青海鄂拉山中段地质构造、矿化蚀变特征及矿床勘查研究

范国均 贺淑兰

西藏金海矿产资源开发有限公司(核工业西藏地质调查院) 四川 成都 610000

摘要:青海鄂拉山中段坐落在秦昆造山带的接合部,地质构造复杂,具备优越的成矿环境。本文凭借地质调查和综合分析手段,凸显鄂拉山造山带中段以NNW向构造为主要样式,伴随多期的火山活动与岩浆的侵入,产生了斑岩型、火山岩型及构造-热液型等多种矿化蚀变的类型,成矿物质体现火山-岩浆多源的性质,成矿时代主要集中在印支期,在勘查技术方面,磁法、激电法跟化探异常查证相结合遥感解译,可有力圈定靶区,典型矿床勘查的实际案例显示,立体工程部署对深部矿体的揭露有关键意义。

关键词:青海地区;鄂拉山造山带;地质构造;矿化蚀变;矿床勘查

引言

青海鄂拉山造山带是青海省重要的铜多金属成矿带,其地质构造演化跟成矿作用的联系一直是区域地质研究的关键要点,工作区坐落于造山带南部中段区间、温泉断裂以东地方,因西秦岭与东昆仑造山带侧向碰撞而受影响,形成了以西北偏北方向压扭性断裂为特点的构造格架^[1],掌控着陆相火山岩分布及中酸性侵入活动,区内矿化蚀变受构造-岩浆活动双重牵制,呈现出复杂的分带特点与成矿模式,开展针对地质构造、矿化蚀变特征及勘查技术的研究,对深入认识区域成矿规律、提高找矿效率具有重要的实践意义。

1.1 区域构造格架与演化

研究区坐落于鄂拉山造山带中段、温泉断裂(WQF)的东边,该造山带是西秦岭跟东昆仑造山带侧向碰撞所形成的,是西秦岭朝着柴达木地块下方俯冲碰撞的典型结果,属于青海省关键的铜多金属成矿带,区域构造线走向主要为近东西向和北北西向,早期基础构造便是东西向构造,北北西向构造从印支运动起开始形成并发展,伴有强烈的岩浆活动^[2]。由于北北西向构造对东西向构造进行了叠加、利用与改造操作,造就了本区以北北西向构造为主导、东西向构造呈片段留存的构造格局,构造线呈现出340°~350°方向压扭性断裂的特性,并且受到哇洪山-温泉北北西向走滑断裂的牵引,具有向西北收敛、朝东南散开的特点,晚三叠系陆相火山岩、火山构造以及印支中、晚期中酸性侵入岩主要聚集在构造收敛部位产出。

1.2 断裂构造分布与活动性

研究区断裂构造,走向主要是东西向、北西向、北北西向以及近南北向,早期东西向断裂往往被北西向、北北西向或近南北向断裂破坏或改造,在哇洪山-温泉

一线以北的地方,北西向或近南北向断裂占主导,构成区域范围内规模较大的哇洪山-温泉断裂带。该断裂带是按照北北西~南南东的方向分布,带宽在10km至20km这个范围,具备多期活动的延续性,从区域地质图中明显可看出其具备右旋走滑的性质,沿断裂带广泛存有晚三叠世陆相火山岩与数个火山喷发机构,另外有大量印支期中酸性侵入岩,其中早、中三叠世地层褶皱十分强烈,但大多遭受侵蚀或错断,次级断裂构造也极其发育,均对侵入岩、火山岩及金属矿化的产出起着控制作用。

1.3 褶皱构造类型与变形特征

研究区地层总体呈向正东及北东方向倾斜的单斜构造,仅在索妥加洋-虎达龙洼一带有轴向北北西的背斜状况显示,但由于印支期侵入岩所造成的破坏,背斜特征已显得不那么明显,这体现出该区大地构造活动频繁,应力方向相对单一,多期构造叠加致使地层常出现缺失,多期构造运动影响了褶皱构造,变形特征大多呈现为简单单斜构造,局部能看到因构造活动产生的背斜构造,但保存的完整性较差,整体上变形强度相对有限度,地层产状明显受到构造的控制^[3]。

1.4 火山构造与岩浆活动关联

区域之中火山构造比较发育,可看到德亥龙火山穹窿、虎达破火山口、果洛恰当火山裂隙通道、在日沟火山通道、格尔和加亥尔火山爆发岩筒等,以及与之相随出现的环状、半环状、放射状火山断裂,晚三叠世火山活动被温泉、水塔拉北北西向断裂给控制住了,火山岩集中在两条断裂之间分布,各类岩性均沿北北西向呈带状展开,以陆相中心式的喷发爆发活动为主,体现多期次、多中心喷发的特性,引发本区形成大面积分布的陆相火山岩现象。岩浆活动十分活跃,火山岩、侵入岩分布范围广,受区域构造制约,呈北北西向伸展,中酸性

与酸性岩在岩浆岩中占主导,其次是中性岩,存在少量基性岩呈岩脉产出,次火山岩为火山活动后期的产物,跟火山喷发活动在时空上存有内在的联系,大多分布在火山机体及其周边,或者沿着火山断裂构造、火山通道侵入,岩浆活动不但造就了各类岩浆岩,还为成矿过程供给了物质来源与热动力要素,和区域里金属矿化关系亲近。

2 矿化蚀变特征分析

2.1 斑岩型矿床特征与控矿因素

研究区内的在日日沟地区因构造和岩浆岩的复杂性,出现斑岩型、热液型、火山机构成因的多类型矿体。斑岩型矿床蚀变呈现出鲜明的分带性,以花岗杂岩体为环绕对象呈规律分布,处于在日日沟火山喷发中心的细粒花岗岩内,中心处出现了石英钾长石化带,伴随呈现辉钼矿化,说明存在高温热液环境;向外逐渐变为绢云母泥化带,主要为黄铜矿化,体现中温热液交代现象;接触带周边形成了青磐岩化带,存有铅锌银砷矿化现象,属于低温热液所引发的蚀变,构造裂隙为热液运移的主要通道,左右着矿体的分布格局,就像杂岩体内的放射状断裂带是铜钼矿化的主要赋存之处,岩体跟围岩接触带因为应力聚集形成了有利于成矿的空间。斑岩型矿床蚀变分带特征显著,以在日日沟火山喷发中心的花岗杂岩体为核心,呈现出明显的同心环状分布规律^[4]。岩体中心的高温热液环境形成石英钾长石化带,辉钼矿化与之伴生;向外随热液温度降低,依次出现绢云母泥化带,发育黄铜矿化,体现中温热液交代作用;接触带附近的低温环境则形成青磐岩化带,赋存铅锌银砷矿化。构造裂隙系统作为热液运移的关键通道,控制着蚀变分带与矿体分布,杂岩体内放射状断裂带是铜钼矿化的主要赋存空间,而岩体与围岩接触带因应力集中成为多金属矿化的有利场所,这种蚀变-矿化分带模式与岩浆热液的多阶段演化过程密切相关。

2.2 火山岩型矿床成矿模式

火山岩型矿床的成矿跟晚三叠世陆相火山活动紧密相关联,鄂拉山组的火山岩里,酸性流纹岩段(T3eb)跟中性安山岩段(T3ea)一同构成多旋回喷发序列,火山机构(像破火山口、火山颈之类)周边生长出环状-放射状断裂,成为了矿液沉淀的理想地方。虎达破火山口周边的安山质火山角砾岩里,呈脉状黄铁矿化、黄铜矿化充填进裂隙中;流纹质凝灰岩缘于富含火山玻璃质,容易被后期热液实施交代改造,造就以细脉浸染状存在的铜钼矿化,火山喷发间歇时的沉积环境有助于金属元素初步富集,后期经热液叠加改造后形成工业矿体。

2.3 构造-热液型矿床赋存规律

构造-热液型矿床受断裂构造的控制十分明显,尤其是北北西向主断裂和次级断裂相互交汇的地方,哇洪山—温泉断裂带的次级断裂,像在日日沟隐伏断裂和其派生的“羽状”“放射状”断裂一起,构成了导矿-容矿构造网络,热液顺着断裂运移的过程中跟围岩交代,造就硅化、绢云母化、绿泥石化等蚀变现象组合,随之伴有铅锌银矿化情形,区内铅锌银矿体呈分枝脉状出现在近南北向的断裂破碎带范围,矿体的产状跟断裂走向相一致,蚀变强度跟矿化品位呈正相关态势,说明构造对矿体形态、产状及矿化富集起着控制的作用^[5]。

2.4 成矿物质来源与成矿时代约束

成矿物质来源具多源性:铅同位素分析说明,铅锌银矿化的铅同位素比值跟酸性凝灰熔岩一致,表明火山活动乃是主要物源;铜钼矿化和印支期花岗岩杂岩体的关系十分紧密,岩体与火山岩的锶同位素初始数值差不多,表明是同源岩浆的背景,经热液包裹体测温表明,成矿温度在岩浆期后为422℃,随后逐步降到火山热液期的205℃,体现成矿有着从高温到中温再到低温的多阶段演变过程,各期次热液活动叠加起来形成复杂的蚀变组合,结合同位素测年以及地质事件序列,区内主要的成矿时代聚焦于印支期,跟火山活动以及岩浆侵入的时代契合。

3 矿床勘查技术与方法

3.1 综合物探手段的实施

磁法跟激电法是该区开展矿床勘查的核心物探手段,磁法测量能有效确定岩浆岩体及含磁性矿物的矿化带范围,譬如此处日日沟花岗杂岩体周边,高精度磁异常($\Delta T = 100\text{nT}$ 等值线)跟岩体分布范围相契合,展现出北北西走向的不规则马蹄形态,反映出岩体浅部的形态以及蚀变带分布。激电法凭借探测岩石极化率跟电阻率的区别,找出含矿热液蚀变的区域带,好比在东部重点工作区域里开展的1:1万激电中梯做扫面工作,找出了9处视极化率异常,其中M1异常区视极化率能达到9%上下,与强蚀变花岗岩和断裂破碎带相对应,测深验证表明深部有低阻高极化体存在,估计是隐伏矿体引发的,磁法跟激电法联合运用,可构建从岩体边界到矿化核心的立体地球物理模型,为钻探工程的靶区定位给出依据。

3.2 化探异常查证与靶区圈定

化探异常查证基于水系沉积物测量和土壤测量,配合开展岩石地球化学剖面的剖析,1:20万水系沉积物测量表明,日日沟地区发现AS7乙1综合异常,面积达到了

305km²,以Ag、Pb、Zn为主要的元素组合,显现出清晰的内、中、外浓集分带,分别测得峰值为 1.4×10^{-6} 、 118×10^{-6} 、 194×10^{-6} ,暗示存在中低温硫化物矿床的潜力。1:1:1万土壤测量又圈出AP7等7处异常,其中Ag、Cu、Pb、Zn的套合情况良好,异常形态受地形跟构造的控制,呈现不规则的模样,KH1矿化带土壤样品里,Cu含量达到 0.799×10^{-2} 、Ag达到 164×10^{-6} ,达到工业可采品位。经由异常分带特征及元素垂向迁移规律,深部出现富集Cu、Mo的现象),可以划分出铅锌银的浅部矿化带以及铜钼的深部矿化带,结合构造裂隙所处的分布格局,确定出柔龙—在日日铅锌找矿靶区以及索拉沟银铅靶区,为后续槽探、钻探活动提供精准的靶位。

3.3 遥感地质解译与找矿预测

遥感技术靠提取线性构造、环形构造及蚀变信息达成,辅助鉴别控矿构造与成矿远景区,就日沟地区的遥感影像而言,北北西向线性构造跟温泉断裂带的走向一样,对火山岩地层进行切割,形成串珠状负地形,而德亥龙火山穹窿表现出环形水系及放射状纹理,说明火山机构存在控矿特征。蚀变信息提取的结果显示,绢云母化、硅化等中高温蚀变区表现出浅色调异常,与激电异常区的重叠部分占比达70%以上,而青磐岩化带呈现出深色调,与铅锌银矿化范围相契合,依靠遥感解译与地面查证相结合做法,能够快速划定构造-岩浆活动强烈区域,好似在日日沟火山喷发中心附近,遥感鉴别出放射状断裂与环状蚀变带,跟化探异常叠加以后,揣度此区深部存在斑岩型铜钼矿体。

3.4 典型矿床勘查工程部署案例

以在日沟铜多金属矿床做例子,勘查工程依照“物探定位、化探定性、工程验证”的原则开展,起始依靠1:1万激电中梯法圈出M1异常,采用磁法以确定杂岩体接触带位置,之后进行100m×40m土壤测量网的安排,明确Cu、Mo浓集中心。在异常中心借助槽探实施揭露,察

看到石英绢云母化蚀变带,而后对ZK2、ZK8等钻孔展开施工,在400m深度处揭露到厚8.71m、Zn品位为1.095%的锌矿体以及厚5.01m、Cu品位为0.33%的铜矿体,针对隐伏的钼矿带,依靠重力与航磁异常推测的深部构造界面,实施500m深度中深钻的安排,在混合岩化花岗岩里检测到辉钼矿化,工程部署时重视立体把控,比如在北北西向断裂和东西向隐伏断裂的交汇区域,借助斜孔追踪矿体的走向,切实增强了深部矿体的揭露效果。

结论

青海鄂拉山造山带南部中段地质构造以北北西向的压扭性断裂为主,牵制着陆相火山岩分布与中酸性侵入活动,生成斑岩型、火山岩型及构造-热液型多样矿化蚀变类型,成矿物质体现火山-岩浆的多源性质,成矿时代聚焦于印支期,蚀变分带和构造-岩浆活动关联紧密。勘查活动实践说明,磁法、激电法跟化探异常查证一同结合遥感解译,可高效圈出找矿的目标区域,立体工程的科学部署对深部矿体揭露意义重大,研究成果给该区铜多金属矿床勘查提供了地质依据和技术途径,深部与外围的找矿潜力仍需依靠进一步工程去验证。

参考文献

- [1]马玉亮.青海省地质构造对矿床形成的控制作用研究[J].中国金属通报,2024,(09):79-81.
- [2]何永波,刘乾.矿床地质构造特征及其对成矿模式的制约关系研究[J].世界有色金属,2023,(24):194-196.
- [3]道吉草.综合物探在近距离矿床地质构造探测分析[J].现代工业经济和信息化,2023,13(04):277-278+281.
- [4]张建太,于磊,刘传朋,等.鲁西金金刚石原生矿床区域重磁异常特征及深部地质构造背景[J].地质学报,2020,94(09):2783-2795.
- [5]徐鸣,姚仲友,沈莽庭,等.巴西巴伊亚圣弗朗西斯科克拉通北部地质构造背景、矿床类型及其成矿作用[J].地质通报,2017,36(12):2164-2178.