地矿测绘
Geological and Mineral Surveying and Mapping
第 8 卷◆第 4 期◆版本 1.0◆2025 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

阿克陶县孜洛依铁矿矿床地质特征与成因分析

张博
新疆葱岭能源有限公司
DOI:10.12238/gmsm.v8i4.2221

[摘　要] 阿克陶县孜洛依铁矿位于西昆仑成矿带核心区,地处塔里木地块与昆仑地体结合部位,经古生代-中生代复杂构造岩浆演化形成,是研究区域铁矿成矿规律的典型矿床。通过系统野外地质调查、矿体解剖、岩矿鉴定及地球化学分析,查明矿体呈层状、似层状产出,受区域深大断裂与岩浆侵入活动控制;矿石以块状、浸染状构造为主,金属矿物以磁铁矿为主,伴生黄铁矿;围岩蚀变发育典型矽卡岩化、大理岩化及绿泥石化分带,成矿作用划分为矽卡岩期和石英硫化物期两阶段。流体包裹体与同位素地球化学研究表明,成矿流体为中高温岩浆热液,成矿物质主要源自深部岩浆及部分围岩地层。综合分析认为,该矿床属于与岩浆活动密切相关的矽卡岩型铁矿,其形成受控于古生代-中生代构造岩浆演化过程,为西昆仑成矿带铁矿勘查提供了重要找矿方向。
[关键词] 孜洛依铁矿；矿床地质特征；矽卡岩型铁矿；成因分析；西昆仑成矿带
中图分类号：TF521+.3　文献标识码：A

Geological characteristics and genesis analysis of Ziluoyi iron ore deposit in Akto County

Bo Zhang
Xinjiang Congling Energy Co.,Ltd.

[Abstract] The Ziluo Iron Ore Deposit in Akto County,located in the core of the Western Kunlun Metallogenic Belt at the junction of the Tarim Block and Kunlun Terrane, was formed through complex Paleozoic-Mesozoic tectonic-magmatic evolution. As a typical deposit for studying regional iron ore formation patterns, systematic field geological surveys,ore body anatomy,rock-mineral identification,and geochemical analysis revealed that the ore body exhibits stratified or pseudo-stratified distribution controlled by regional deep-seated faults and magmatic intrusions.The ore primarily occurs in massive and disseminated structures,with magnetite as the dominant metallic mineral accompanied by pyrite.The surrounding rock shows typical alteration zones of skarnification, marbleization, and chlorite alteration,with metallogenic processes divided into two stages:the skarn-forming phase and the quartz sulfide-forming phase. Fluid inclusion and isotope geochemical studies indicate that the metallogenic fluid was medium-high temperature magmatic hydrothermal fluid,with ore-forming materials mainly originating from deep magmatic sources and partial surrounding rock strata.Comprehensive analysis suggests this deposit represents a skarn-type iron ore closely associated with magmatic activity,controlled by Paleozoic-Mesozoic tectonic-magmatic evolution processes,providing crucial exploration directions for iron ore exploration in the Western Kunlun Metallogenic Belt.
[Key words] Ziluoyi iron ore; geological characteristics of ore deposit; Sika rock type iron orep; genesis analysis; western Kunlun metallogenic belt

引言

阿克陶县孜洛依铁矿地处西昆仑成矿带核心区域,位于塔里木地块与昆仑地体结合部位,历经古生代至中生代复杂构造岩浆演化,是研究该区域铁矿成矿规律的典型矿床。

该矿床规模较大、品位较高,成矿特征显著。本文通过系统的野外调查与室内分析,详细探讨了孜洛依铁矿的地质特征、成矿机制及成因类型,旨在为西昆仑成矿带铁矿勘查提供重要找矿方向,促进区域矿产资源开发。

1 研究背景与意义

铁矿资源作为国民经济发展的重要物质基础,其供需平衡直接关系到国家工业安全与经济稳定。随着全球经济持续增长,铁矿石需求量逐年攀升,而优质铁矿资源分布不均且日益枯竭,

第 8 卷◆第 4 期◆版本 1.0◆2025 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

主要资源国对铁矿石出口的控制力度不断加强，使得我国作为全球最大的钢铁生产国，对外依存度长期维持在较高水平，资源供应安全面临严峻挑战。加强国内铁矿资源勘查与开发，提升自给能力，已成为保障国家资源安全的战略任务。

阿克陶县位于西昆仑成矿带核心区域，该成矿带地处塔里木地块与昆仑地体结合部位，经历了古生代至中生代复杂的构造演化和多期次岩浆活动，形成了有利的成矿地质条件，是我国西部重要的铁、铜、铅锌、锂等多金属成矿远景区。孜洛依铁矿作为该区域典型的铁矿床，其矿体规模较大，矿石品位较高，成矿特征明显，深入研究其地质特征与成矿机制，对于揭示西昆仑成矿带铁矿成矿规律、建立区域成矿模式具有重要的理论价值。西昆仑地区晚三叠世构造岩浆活动强烈，与锂、铁等多金属成矿关系密切，雪凤岭等矿床的发现表明该带具有巨大找矿潜力[1]。通过对孜洛依铁矿床的系统解剖，可为该区域后续找矿工作提供重要的地质依据和找矿方向。

2 区域地质背景

2.1大地构造位置与演化

孜洛依铁矿床位于西昆仑造山带东段，处于塔里木地块与昆仑地体结合部位的关键构造位置。西昆仑造山带作为中亚造山系的重要组成部分，经历了漫长而复杂的构造演化过程，其大地构造属性表现为典型的复合造山带特征。该区域在古生代时期受古特提斯洋演化影响，发育了一系列岛弧岩浆活动和沉积建造，形成了有利的成矿地质背景。晚古生代至中生代，随着古特提斯洋的俯冲和闭合，西昆仑地区进入陆-陆碰撞造山阶段，伴随强烈的岩浆侵入和构造变形事件。

这一复杂的构造演化过程控制了区域内岩浆热液系统的发育和演化。中酸性侵入岩的多期次侵位为成矿提供了热源和部分物质来源，深大断裂构造则为成矿流体的运移和富集提供了通道和储矿空间。古生代-中生代构造岩浆活动在空间上与区域内铁矿床分布具有密切的成因联系，构造活动引发的热液循环系统促进了成矿元素的活化、迁移和沉淀富集。这种多期次的构造-岩浆叠加作用形成了西昆仑成矿带独特的成矿地质条件，为理解该区域成矿规律提供了重要的大地构造框架，也为分析孜洛依铁矿床的具体地层特征和构造格局奠定了区域地质认识基础。

2.2区域地层与构造

研究区地层发育较为完整，主要出露古生代至中生代沉积岩系，其中石炭系-二叠系地层与成矿关系最为密切。石炭系下统主要为一套海相火山-沉积岩系，岩性组合包括玄武岩、安山岩、凝灰岩及凝灰质砂岩，反映了活动大陆边缘的火山弧环境；石炭系上统至二叠系地层以碳酸盐岩建造为主，发育厚层状灰岩、大理岩化灰岩及白云质灰岩，夹薄层泥质粉砂岩，沉积环境为浅海台地相。这套碳酸盐岩地层广泛分布于矿区及外围，岩石富含钙质成分，为矽卡岩型铁矿床的形成提供了有利的围岩条件和物质基础。

区域构造格架受西昆仑造山带多期构造演化控制，主要发育北西-南东向和北东-南西向两组深大断裂系统，构成了区域构造骨架。北西向断裂规模巨大，延伸数十至数百千米，切割深度大，控制了中酸性岩体的侵位空间和展布方向；北东向断裂与北西向断裂交汇部位形成构造薄弱带，成为岩浆上侵和成矿流体运移的有利通道。区域褶皱构造以宽缓背斜和向斜为主，轴向与主干断裂走向基本一致，褶皱核部和翼部的应力差异为流体富集创造了构造空间。区域深大断裂为岩浆和成矿流体提供了良好的运移通道和沉淀空间，是控制矿体定位的关键因素[2]；这些断裂系统不仅控制了岩浆岩的分布格局，更直接影响了含矿热液的运移方向和矿质沉淀部位，为理解区域岩浆活动特征及其与成矿的耦合关系奠定了构造背景。

3 矿床地质特征

3.1矿体特征

阿克陶县孜洛依铁矿床矿体主要赋存于中泥盆统库浪那古组大理岩与燕山期花岗闪长岩体接触带及附近，受深大断裂和岩浆侵入接触带双重控制。勘探工程揭露矿区内共圈定12个矿体，其中Ⅰ号和Ⅱ号为主矿体，占全区探明资源储量78%以上。主矿体呈层状、似层状及透镜状产出，走向北西-南东向，倾向北东，倾角45°至70°，总体受岩体接触面形态控制，沿接触带呈舒缓波状延伸。Ⅰ号矿体走向延伸超800米，倾向延深400至600米，厚度8至25米，局部膨大段达40米；Ⅱ号矿体走向延伸约500米，平均厚度12米。矿体与围岩界线清晰，接触面多呈锯齿状或不规则弯曲状，局部发育分支复合现象，接触带构造破碎带中矿化强度增强。围岩主要为大理岩化灰岩和矽卡岩，近矿围岩普遍发育矽卡岩化、大理岩化蚀变，形成明显蚀变分带。深部钻探显示矿体沿倾向具一定延伸，但随深度增加品位略有降低，矿体形态受岩浆侵入接触面起伏变化和断裂构造改造作用影响。次要矿体多呈脉状、透镜状分布于主矿体外围，规模较小但矿化类型相似，为研究矿石组构与矿物共生组合提供重要线索。

3.2矿石组构与矿物组成

孜洛依铁矿矿石构造类型多样，主要发育块状构造、浸染状构造和条带状构造三种类型。块状构造矿石主要分布于矿体中心部位，矿物含量可达85%以上，呈致密块状集合体产出，反映成矿流体供给充足且结晶环境相对稳定的特点。浸染状构造矿石多见于矿体边部及与围岩接触带，金属矿物呈星点状、团块状不均匀分布于脉石矿物之中，指示成矿流体与围岩发生强烈交代作用的过程。条带状构造矿石局部可见，表现为金属矿物与脉石矿物呈韵律性互层分布，宽度从数毫米至数厘米不等，该构造特征记录了成矿流体物理化学条件的周期性波动。矿石结构以自形-半自形粒状结构为主，磁铁矿晶体多呈八面体、十二面体自形晶产出，粒径0.1至2毫米，晶形完整程度与结晶速度密切相关。交代残余结构在矿石中较为常见，早期形成的磁铁矿被晚期黄铁矿沿裂隙或晶体边缘交代，保留不规则残余状，揭示了多期次成矿作用的叠加改造特征。

阿克陶县孜洛依铁矿矿石矿物组合具阶段性与空间分带性。主要金属矿物为磁铁矿和黄铁矿，磁铁矿占金属矿物总量

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

80%以上,呈灰黑色金属光泽,磁性强,为矿床主要工业矿物。黄铁矿多呈浸染状、细脉状分布,局部富集形成黄铁矿化带,其产出与硫化物阶段流体活动密切相关。非金属矿物包括透辉石、石榴子石、绿帘石、方解石、石英等典型矽卡岩矿物,透辉石和石榴子石构成矽卡岩带主体,绿帘石、绿泥石多见于退化蚀变阶段。根据金属矿物含量及构造类型差异,矿石分为块状、浸染状、条带状磁铁矿石三类。块状矿石集中于矿体核部及岩体接触部位,浸染状矿石向外围过渡分布,条带状矿石局限于特定构造部位。磁铁矿化学成分与微观结构特征对反演成矿物理化学条件具有重要指示作用,矿石组构系统变化记录了从高温矽卡岩阶段到中低温石英硫化物阶段的演化过程,为围岩蚀变类型与成矿阶段划分提供关键依据。

4 矿床成因分析

4.1成矿物理化学条件

孜洛依铁矿床成矿流体物理化学条件的确定,需要综合流体包裹体测温数据、稳定同位素地球化学特征以及矿物共生组合等多方面信息。流体包裹体研究是反演成矿流体性质的有效手段,通过对石英、方解石等透明矿物中流体包裹体的系统测温分析,可获得成矿流体的温度、盐度等关键参数。矿区矽卡岩期石榴子石和辉石中气液两相包裹体均一温度集中分布在380至520摄氏度之间,盐度介于6至12重量百分比氯化钠当量,显示成矿早期流体具有中高温、中低盐度特征。石英硫化物期石英中包裹体均一温度降至220至340摄氏度,盐度保持在4至9重量百分比氯化钠当量范围,反映成矿流体经历了明显的温度下降和稀释过程。

稳定同位素分析揭示了成矿流体和成矿物质的来源信息。硫同位素测试结果表明,黄铁矿硫同位素组成集中在正值区间,指示硫源可能与深部岩浆或地层中的膏盐建造有关。氧氢同位素数据显示,石英中流体包裹体氢氧同位素组成落在岩浆水与大气降水混合区域,暗示成矿流体在演化过程中有外来水的加入。成矿物理化学环境的演变控制了矿质的沉淀分异,早期高温阶段形成磁铁矿为主的氧化物组合,晚期温度降低、氧逸度下降条件下黄铁矿等硫化物开始析出,这种矿物沉淀序列与矽卡岩型铁矿床的典型成矿模式相吻合。成矿流体性质的系统变化直接影响了矿质元素的迁移富集规律,为进一步探讨成矿物质来源提供了约束条件。

4.2成矿物质来源

成矿物质来源分析是揭示矿床成因机制的核心环节,直接关系到对成矿作用本质的理解[3]。孜洛依铁矿床的成矿物质来源问题需要综合矿床地球化学特征、区域地质背景和同位素示踪证据进行系统剖析。矿床中铁元素主要以磁铁矿形式产出,其地球化学特征显示出岩浆热液成因的典型标志,微量元素组成与区域中酸性侵入岩具有相似的地球化学亲缘性,暗示成矿金属元素可能主要来源于深部岩浆系统。伴生黄铁矿的硫同位素组成集中分布在较窄的范围内,δS^{34}值介于岩浆硫与地层硫之间,反映出成矿过程中既有深部岩浆流体的参与,也存在围岩碳酸盐岩地层的物质贡献。同位素示踪是确定成矿物质来源的重要方法,铁同位素研究为示踪显生宙铁建造的成矿物质来源提供了新的地球化学依据；矽卡岩矿物的稀土元素配分模式呈现轻稀土富集、重稀土亏损的特征,与深部岩浆源区的地球化学特征相吻合,进一步支持了成矿物质的岩浆来源属性。

5 结论

综合地球化学和同位素证据表明,孜洛依铁矿床成矿物质具有多来源混合特征。成矿金属元素主要来源于深部岩浆系统,在岩浆上侵过程中通过流体萃取和运移富集,同时围岩碳酸盐岩地层在成矿过程中发生交代反应,为成矿流体提供了部分硫源和钙质组分。这种多来源混合的物质供给机制为理解西昆仑成矿带矽卡岩型铁矿的成矿规律提供了重要约束,也为该区域深部找矿预测指明了物质来源层位。

[参考文献]

[1]白洪阳,王核.新疆西昆仑雪凤岭锂矿床铌钽铁矿、锡石年龄及其地质意义[J].岩石学报,2022,38(7):2139-2152.

[2]宋哲.东天山阿齐山—雅满苏成矿带海相火山岩型铁矿成矿作用与成矿模式研究[D].中国地质大学,2020.

[3]张波,李鹏.新疆尼勒克县尼新塔格铁矿的岩石学特征及矿床成因分析[J].新疆有色金属,2020,43(06):13-14.

作者简介：

张博(1990--),男,汉族,河南平顶山人,本科,地质矿产工程师,研究方向：地质调查。