



引文格式: 白仲吾, 高小红, 叶辉, 等. 东双井子铁矿的地质特征及其对甘肃北山沉积变质型铁矿找矿方向启示[J]. 西北地质, 2026, 59(3): 156–164. DOI: 10.12401/j.nwg.2025181

Citation: BAI Zhongwu, GAO Xiaohong, YE Hui, et al. Discovery of the Sedimentary-Metamorphic Iron Deposit in the Beishan Terrane, Gansu: Geological Characteristics and Exploration Potential[J]. Northwestern Geology, 2026, 59(3): 156–164. DOI: 10.12401/j.nwg.2025181

东双井子铁矿的地质特征及其对甘肃北山沉积变质型铁矿找矿方向启示

白仲吾¹, 高小红^{1,2,*}, 叶辉², 樊立飞¹, 吴昌志², 陈玉峰¹

(1. 甘肃省有色地质调查院, 甘肃 兰州 730000; 2. 长安大学地球科学与资源学院, 陕西 西安 710064)

摘要: 甘肃北山是中亚造山带的重要组成部分, 也是中国西北重要的金属成矿带, 长期以来是矿产勘查与研究的重点区域。东双井子铁矿是该带上近年来通过系统的矿产地质调查工作新发现的一处中型赤铁矿床, 该发现不仅丰富了北山造山带的成矿类型认识, 也为区域找矿提供了新方向。笔者系统阐述了东双井子铁矿床的地质特征, 厘定了矿石类型与矿物组合, 深入分析了其成因机制, 并综合评价了该区的找矿潜力与方向, 以期为区域铁矿资源勘查提供科学依据与新思路。本次研究工作采用地质填图、高精度磁法测量、工程揭露与验证、系统的岩相学与矿相学观察、物相分析等综合方法, 结合区域地层对比与构造演化分析, 对矿床的形成时代与构造背景进行了综合约束。矿体主要赋存于一套低级变质沉积岩系中, 产出严格受地层产状控制。矿石自然类型以赤铁矿-石英岩型为主, 伴生褐铁矿、菱铁矿、磁铁矿等矿物, 多呈条带状构造, 显示典型的沉积变质型铁矿特征。综合岩相学、地球化学及区域地质背景分析, 笔者认为东双井子铁矿形成于古元古代, 经历了后期区域变质作用改造, 属沉积变质型矿床。根据地层分布、构造形态、磁异常特征、矿体的空间展布, 含铁建造的向斜构造是寻找同类矿床的重要构造标志, 预测该区深部具有进一步找矿潜力, 后续勘查工作应重点围绕条带状铁建造向斜核部开展, 对进一步深化区域成矿规律认识、指导同类型铁矿后续找矿勘查具有重要意义。

关键词: 甘肃北山; 东双井子铁矿; 地质特征; 找矿潜力

中图分类号: P612

文献标志码: A

文章编号: 1009-6248(2026)03-0156-09

Discovery of the Sedimentary-Metamorphic Iron Deposit in the Beishan Terrane, Gansu: Geological Characteristics and Exploration Potential

BAI Zhongwu¹, GAO Xiaohong^{1,2,*}, YE Hui², FAN Lifen¹, WU Changzhi², CHEN Yufeng¹

(1. Gansu Nonferrous Geological Survey Institute, Lanzhou 730000, Gansu, China; 2. College of Earth Science and Resources, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

收稿日期: 2025-12-23; 修回日期: 2026-03-14; 责任编辑: 曹佰迪

基金项目: 甘肃省地质勘查基金项目“甘肃省肃北县东双井子铁矿普查”(甘资字[2022]68)资助。

作者简介: 白仲吾(1971-), 男, 高级工程师, 从事矿产勘查及相关研究工作。E-mail: 513389392@qq.com。

* 通讯作者: 高小红(1987-), 男, 高级工程师, 从事矿产勘查及相关研究工作。E-mail: 137774825@qq.com。

© Editorial Office of *Northwestern Geology*. OA under CC BY-NC-ND

Abstract: The Beishan region of Gansu Province forms a significant metallogenic belt for non-ferrous and precious metals within the Central Asian Orogenic Belt in northwestern China, and has long been a focal area for mineral exploration and research. Recently discovered through systematic geological surveys in this region, the Dongshuangjingzi iron deposit is a medium-sized hematite resource. This paper systematically describes the deposit's geological characteristics, defines its ore types and mineral assemblages, analyzes its genetic mechanism, and evaluates the area's prospecting potential. The aim is to provide a scientific basis and new insights for regional iron ore exploration. The study employed an integrated methodology, including geological mapping, high-precision magnetic surveys, engineering verification, systematic petrographic and ore microscopic observations, phase analysis, and regional stratigraphic and tectonic analysis. This approach was used to constrain the deposit's metallogenic epoch and tectonic setting. Results indicate that the ore bodies are primarily hosted within low-grade metamorphic sedimentary rocks, with their occurrence strictly controlled by the host stratigraphy. The dominant natural ore type is hematite-quartzite, accompanied by minerals such as limonite, siderite, and magnetite. The ore typically exhibits a banded structure, characteristic of sedimentary-metamorphic iron deposits. Based on petrographic, geochemical, and regional geological evidence, the Dongshuangjingzi deposit is interpreted as a Paleoproterozoic sedimentary-metamorphic iron formation, subsequently modified by regional metamorphism. The spatial distribution of ore bodies, combined with stratigraphic, structural, and magnetic anomaly data, suggests that the deep and lateral extensions of the iron-bearing formations hold significant prospecting potential. Synclinal structures hosting the banded iron formation are identified as key geological indicators for exploring similar deposits. Therefore, subsequent exploration should prioritize the core and flanks of these synformal structures. This discovery enhances the understanding of metallogenic types in the Beishan belt and provides a new direction for regional iron ore prospecting.

Keywords: Gansu Beishan; Dongshuangjingzi Iron Mine; geological characteristics; prospecting potential

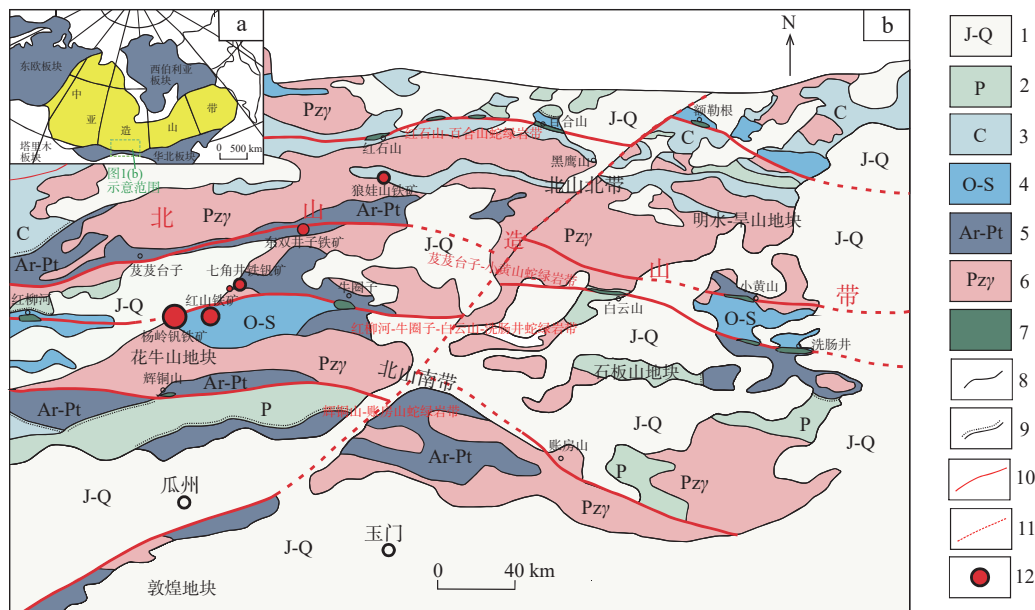
铁是现代化工业用途最为广泛的金属之一,在国民经济建设中具有至关重要的支撑作用。沉积变质型铁矿是全球最重要的铁资源类型,不仅提供了全球85%以上的铁矿石,也贡献了中国48%以上的铁矿储量(李厚民等, 2012, 2022; 赵立群等, 2020; 杨富全等, 2024)。近年来,沉积变质型铁矿是实现铁资源找矿突破的重要勘查类型。

北山造山带位于中亚造山带南缘中段,处于EW向构造衔接的关键大地构造位置(陈阳阳等, 2024; 宋东方等, 2024),是天山-兴蒙造山系的重要组成部分(查显锋等, 2024),金(Au)、铁(Fe)、铜(Cu)等矿产资源丰富(陈耀等, 2023; 王小红等, 2023; 杨镇熙等, 2023a; 李海峰等, 2024; 刘天航等, 2024; 谢燮等, 2024)。肃北县东双井子铁矿地质勘查工作始于20世纪60年代,最早是甘肃省公婆泉地质队于1959年发现的铁矿点,近年来甘肃省有色地质调查院在矿产勘查工作中对该矿点做了进一步的调查评价工作并取得了找矿突破。然而,该矿床的地质特征、成矿要素以及对区域找矿潜力的指示尚不清楚。笔者基于大比例尺

地质填图、高精度磁法测量、探槽揭露、钻探验证及取样分析等工作,系统分析了该矿床的成矿地质背景、赋矿层位及矿体展布特征,预测区域上该类型铁矿的找矿潜力。

1 区域地质背景

甘肃北山是中国西北地区的重要成矿带之一(龚全胜等, 2003; 云龙等, 2021; 王振义等, 2025)。研究区位于天山兴蒙造山系(I)北山古生代造山带(II)红石山晚古生代额济纳-北山弧盆系明水岩浆弧(III),属阿尔泰-天山地层区北山地层分区(梁明宏等, 2016; 卜建财等, 2022)。区域出露太古宙敦煌岩群,元古宙古铜井群,古生代石炭系—二叠系,以及中生代和新生的地层。经历了多期次的构造-岩浆活动,基性-酸性岩浆岩均有出露,以酸性侵入岩为主。石炭纪、二叠纪中酸性侵入岩以岩墙群形式展布(彭仁, 2020)。区域上已发现的层控型七角井铁矿(杨镇熙等, 2023b),海相火山岩型狼娃山铁矿(王卫伟等, 2015;



1. 侏罗系—第四系; 2. 二叠系; 3. 石炭系; 4. 奥陶系—志留系; 5. 太古宙—元古宙; 6. 古生代花岗岩; 7. 蛇绿岩; 8. 整合/侵入接触界线; 9. 不整合接触界线; 10. 实控构造线; 11. 推测构造线; 12. 区域上分布的铁矿

图1 中亚造山带地质略图(a)和北山地区地质简图(b)(据卜建财等, 2022 修改)

Fig. 1 (a) Schematic map of the Central Asian Orogenic Belt and (b) geological sketch of the Beishan area

姜文婷等, 2024)、热卤水喷流沉积-变质型红山铁矿(康文彬, 2015)等(图1)。

2 矿区地质特征

2.1 矿床地质

矿区主要出露有太古宙—古元古代敦煌岩群一岩组(ArPtD^1)、敦煌岩群二岩组(ArPtD^2)、敦煌岩群三岩组(ArPtD^3)以及第四系(Q)。一岩组整体为一套层状无序的中深变质岩系, 变质较深且变形较强。二岩组岩性主要为英安岩, 与下伏地层呈整合接触。三岩组是含矿地层, 岩性总体上以浅变质沉积岩为主, 可划分为3个岩性亚段(图2)。

敦煌岩群三岩组一亚段(ArPtD^{3-1}): 主要岩性以黄褐色大理岩夹薄层绢云绿泥千枚岩为主, 环带状出露于矿区, 构成向斜的翼部地层。敦煌岩群三岩组二亚段(ArPtD^{3-2})是含铁矿地层, 主要岩性为绢云绿泥千枚岩, 偶夹薄层钙质千枚岩, 以条带状大理岩作为标志层与三亚段区分。敦煌岩群三岩组三亚段(ArPtD^{3-3})主要岩性为钙质千枚岩, 偶夹薄层绢云绿泥千枚岩, 与二亚段整合接触, 产状较平缓, 构成向斜的核部。第四系主要为洪积—坡积的砂砾碎石, 形成平缓的戈壁地形。

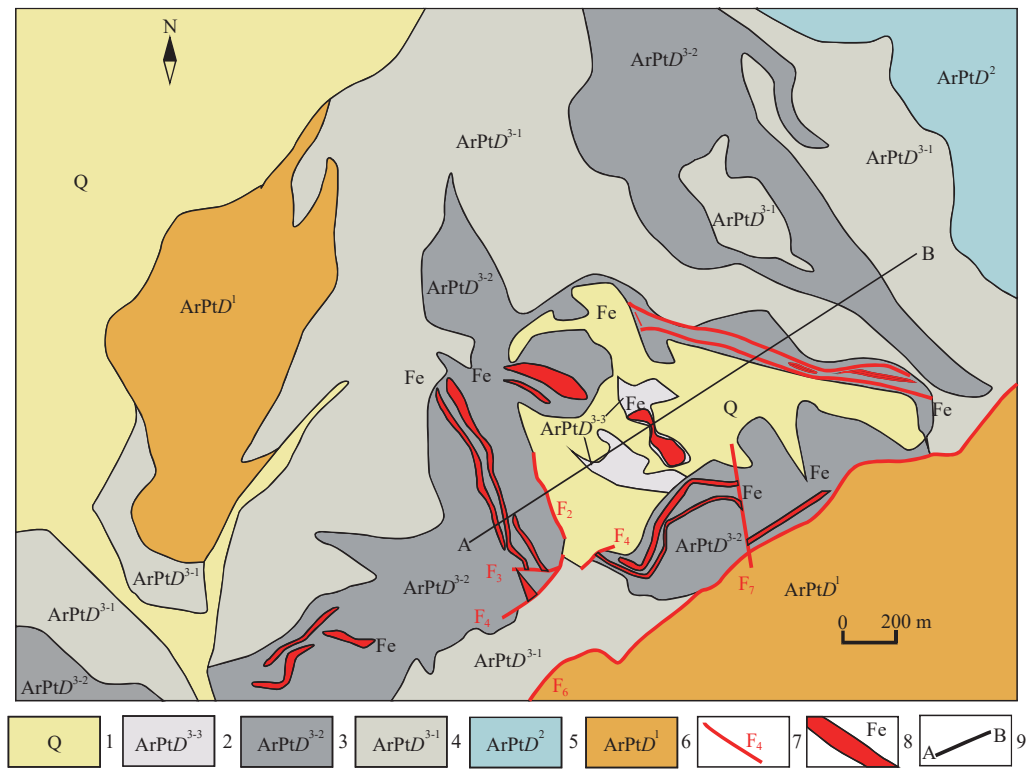
2.2 矿体特征

矿区共圈定铁矿体30条。矿体一般呈浅红棕色, 形态呈层状、似层状、不规则透镜状、脉状等。受褶皱构造影响, 矿体产状较复杂, 但产出严格受地层控制。主要矿体的长度、厚度、品位均较稳定(表1、图3)。矿体长度为347~786 m, 厚度为1.6~25.0 m(平均约为5.4 m), 全铁含量为29.9%~38.9%(平均为33.62%)。

2.3 矿石特征

2.3.1 结构构造

东双井子铁矿矿石具有典型的条带状纹层构造, 矿石矿物主要有赤铁矿、褐铁矿, 脉石矿物主要为石英。富铁与富硅层位呈薄层状交替产出, 显示其原始的沉积特征(图4a、图4c)。一些地区硅质条带发生塑性变形, 形成了广泛的揉皱构造、皱纹状构造和褶皱构造; 在应力相对较弱或物质成分均一的地段, 矿石可呈现块状构造; 局部可见碳酸盐及镜铁矿充填胶结碎斑, 指示压溶及变质分异作用(图4b、图4d)。镜下可见原生赤铁矿、褐铁矿在变质作用下转变为物理性质更具韧性的镜铁矿, 镜铁矿呈显微晶质叶片状或微细毛发状集合体, 石英颗粒普遍被拉长、定向排列并具波形消光, 表明矿石矿物经历了塑性变形和动态重结晶。上述地质特征表明, 东双井子铁矿原始矿石应为沉积成因, 并经历了显著的后期区域变质及构造应力



1.第四系; 2.敦煌岩群三岩组三亚段; 3.敦煌岩群三岩组二亚段; 4.敦煌岩群三岩组一亚段; 5.敦煌岩群二岩组; 6.敦煌岩群一岩组; 7.断层及编号; 8.铁矿层; 9.A-B 线剖面位置

图2 东双井子铁矿地质图

Fig. 2 Geological map of the Dongshuangjingzi Iron Mine

表 1 矿区主要铁矿体特征一览表

Tab. 1 Summary of the main characteristics of iron orebodies in the mining area

序号	矿体编号	延展规模(m)	倾向∠倾角(°)	矿体形态	厚度(m)	品位TFe(%)
1	Fe-1	786	86°∠50°	层状	6.07	32.88
2	Fe-3	658	73°∠56°	层状	7.06	38.87
3	Fe-44	347	206°∠28°	层状	3.33	29.93
4	Fe-15	339	239°∠26°	层状	6.42	34.69
5	Fe-34	747	326°∠44°	层状	1.61	28.46
6	Fe-38	648	326°∠58°	层状	3.38	32.42
7	Fe-40	581	324°∠49°	层状	2.04	35.09
8	Fe-64	337	211°∠26°	层状	25.0	36.01

作用改造。该铁矿的矿石特征与典型的沉积变质型铁矿(国外多称为 Banded Iron Formations, 即 BIFs)类似。

2.3.2 化学成分

矿石铁物相测试结果(表 2)显示, 全铁(TFe)含量为 32.75%~45.8%。其中, 氧化铁(OFe)含量为 29.2%~43.7%, 磁铁矿(mFe)含量为 0.08%~0.83%, 菱铁矿(CFe)含量为 0.23%~4.41%, 硅酸铁(SiFe)含量为 0.05%~0.71%, 硫化铁(sfFe)含量为 0.03%~3.82%, 属

致密块状赤铁矿石。

3 控矿因素分析

3.1 地层控矿

东双井子铁矿区内的铁矿体产于敦煌岩群三岩组二亚段中, 矿体似层状赋存于绢云绿泥千枚岩中, 与绢云绿泥千枚岩具有一致的变形特征, 产出状态严

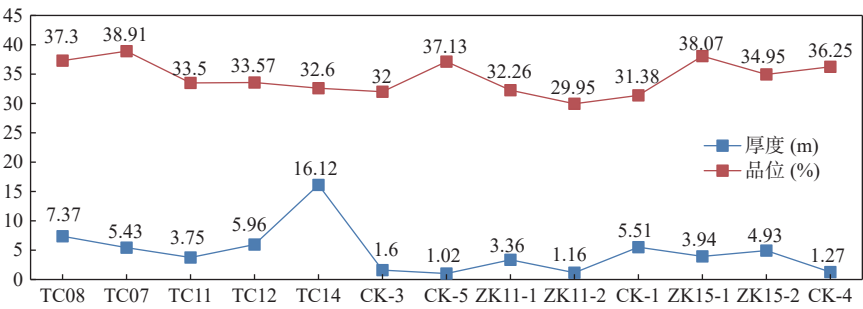
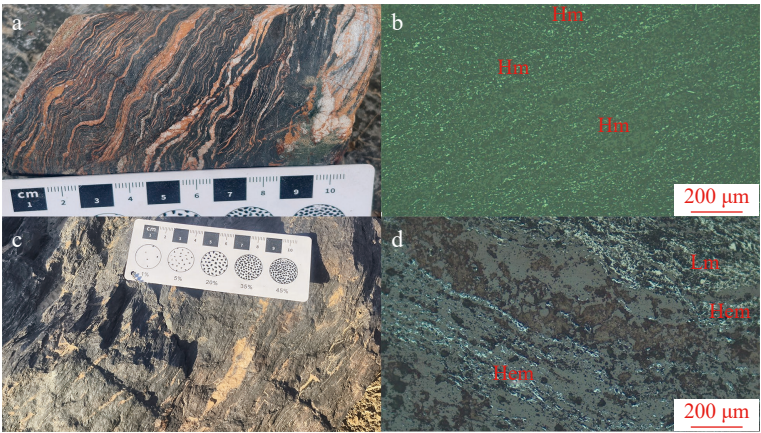


图3 Fe-1 号铁矿体品位、真厚度变化折线图

Fig. 3 Grade and true thickness variation chart of Fe-1 iron orebody



a.赤铁矿石岩心；b.岩心镜下照片；c.矿石标本；d.矿石镜下照片

图4 矿石宏观及镜下特征

Fig. 4 Macroscopic and microscopic characteristics of the ore

表 2 东双井子铁矿区铁物相分析结果表(%)

Tab. 2 Results of iron mineralogical analysis in the Dongshuangjingzi Iron Mine area (%)

样品编号	mFe	CFe	OFe	SiFe	slFe	TFe	mFe占比
WX01	0.15	0.47	41.26	0.05	0.033	42.54	0.34
WX02	0.08	0.64	34.12	0.05	0.208	35.96	0.23
WX03	0.10	0.47	43.68	0.12	0.799	45.80	0.23
WX04	0.16	0.49	37.12	0.15	3.82	42.19	0.38
WX05	0.12	0.29	33.68	0.16	1.65	36.03	0.34
WX06	0.06	0.23	31.06	0.29	0.569	32.70	0.23
WX07	0.22	0.39	32.28	0.18	1.74	35.54	0.60
WX08	0.35	0.28	29.22	0.71	1.45	32.42	1.08
WX09	0.24	4.41	33.00	0.08	0.346	38.51	0.63
WX10	0.83	2.17	33.76	0.06	1.88	39.00	2.13

格受层位控制,属典型的层控矿床。

3.2 构造控矿

矿区内褶皱构造发育,西南部的倒转背斜和中部矿段的向斜共同构成区内的复式构造格架,层状铁矿

体的展布受控于向斜构造的形态。主要含矿向斜位于矿区中部,核部出露敦煌岩群三岩组三亚段,两翼分别出露一亚段、二亚段,向斜轴向NW,两翼地层倾角较陡,褶皱轴两端均受到断裂破坏,具开阔

的复式褶皱兼波状褶皱的特征,其形成可能主要与基底岩系块体断裂活动、火成岩侵入以及多期构造叠加密切相关。从区内的变形特征来看,至少经历了两期挤压构造,向斜的主要构造形态表现为轴向 NE-SW 向的歪斜倾覆褶皱,为晚期构造;早期表现为轴向 NNW 向的陡立歪斜倾覆褶皱,NE 翼出露保存较多,产状较缓,SW 翼遭受改造剥蚀,产状较陡。矿区内断裂在地表的表现形式以破碎带为主。NW 向的断层破坏了矿体的连续性,致使向斜西翼抬升,核部及东翼地层下降,给找矿带来多解性(图 5)。

4 矿床类型及找矿潜力

4.1 矿床类型

前人在 1:20 万区调工作中将矿区地层区划归属为敦煌岩群,在 1:25 万区调修测、1:5 万矿产远景调查工作中划分为石炭系。本次工作根据矿区出露的变粒岩、片岩、千枚岩、大理岩组合及地层中发育的塑性变形构造,对比区带上已有的年代学研究(王二腾等, 2025),认为明水断裂两侧存在敦煌岩群(北山杂岩)基底,对比东双井子铁矿的变质变形特征,将矿区内出露地层归属于敦煌岩群更为合理。条带状铁建造(BIF)通常指全铁含量在 15% 以上的富铁化学沉积岩,在海相环境中沉淀形成互层的铁质条带和硅质条带,其时代主要集中在 3.8~1.8 Ga(Huston et al., 2004), 2.7~2.0 Ga 最为发育。矿区矿体与大理岩、绢云绿泥

千枚岩共生,矿石具有典型的纹层状硅铁互层建造特征,矿物组合为赤铁矿、磁铁矿、菱铁矿、燧石、绿泥石等。矿石中典型的条带状构造、矿物相变(赤铁矿到镜铁矿)以及微观的塑性变形特征,与天山-北山地区典型 BIF 型铁矿特征高度相似,由此认为东双井子铁矿床类型属于 BIF 型铁矿。

4.2 找矿潜力

磁异常是寻找沉积变质型铁矿床的重要地球物理标志(杨磊等, 2022)。虽然东双井子铁矿床中的赤铁矿本身不具强磁性,但其磁性仍显著高于赋矿围岩(主要为绢云绿泥石千枚岩、大理岩)。因此,在区内开展高精度磁法测量,通过磁异常可识别控矿构造及赤铁矿体,为找矿提供有效指示。

根据矿化富集地段 1:1 万高精度磁法测量结果(图 6a),将测区划分为北部正磁异常区和南部负磁异常区。北部区域磁场梯度变化显著,地表对应岩性为绿泥石片岩。南部 ΔT 异常值普遍较低,平面等值线形态较为简单,多呈近 EW 向延伸的长条状或椭圆状,局部见零星高磁异常,由四周向中心逐渐增强,正负异常分带清晰,梯级带总体向 EW 向延伸。磁异常展布特征反映了测区主体构造走向及岩石地层分布规律。根据高精度磁测成果,在测区内划分出 4 个磁异常区(M1、M2、M3、M4)。M1、M2 磁场强度和面状分布特征与大面积分布的绿泥石片岩及大理岩相对应,异常查证认为这 2 个磁异常无找矿潜力。M3 异常区由 13 个局部正磁异常(M3-1~M3-13)组成,局部正磁异常呈环带分布伴随着条带状负磁异常,串珠状

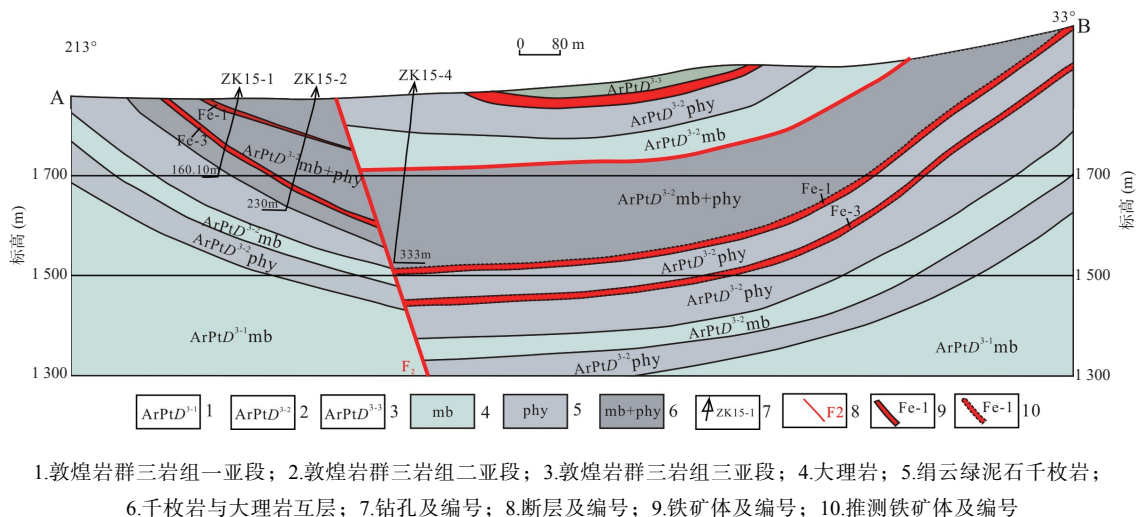
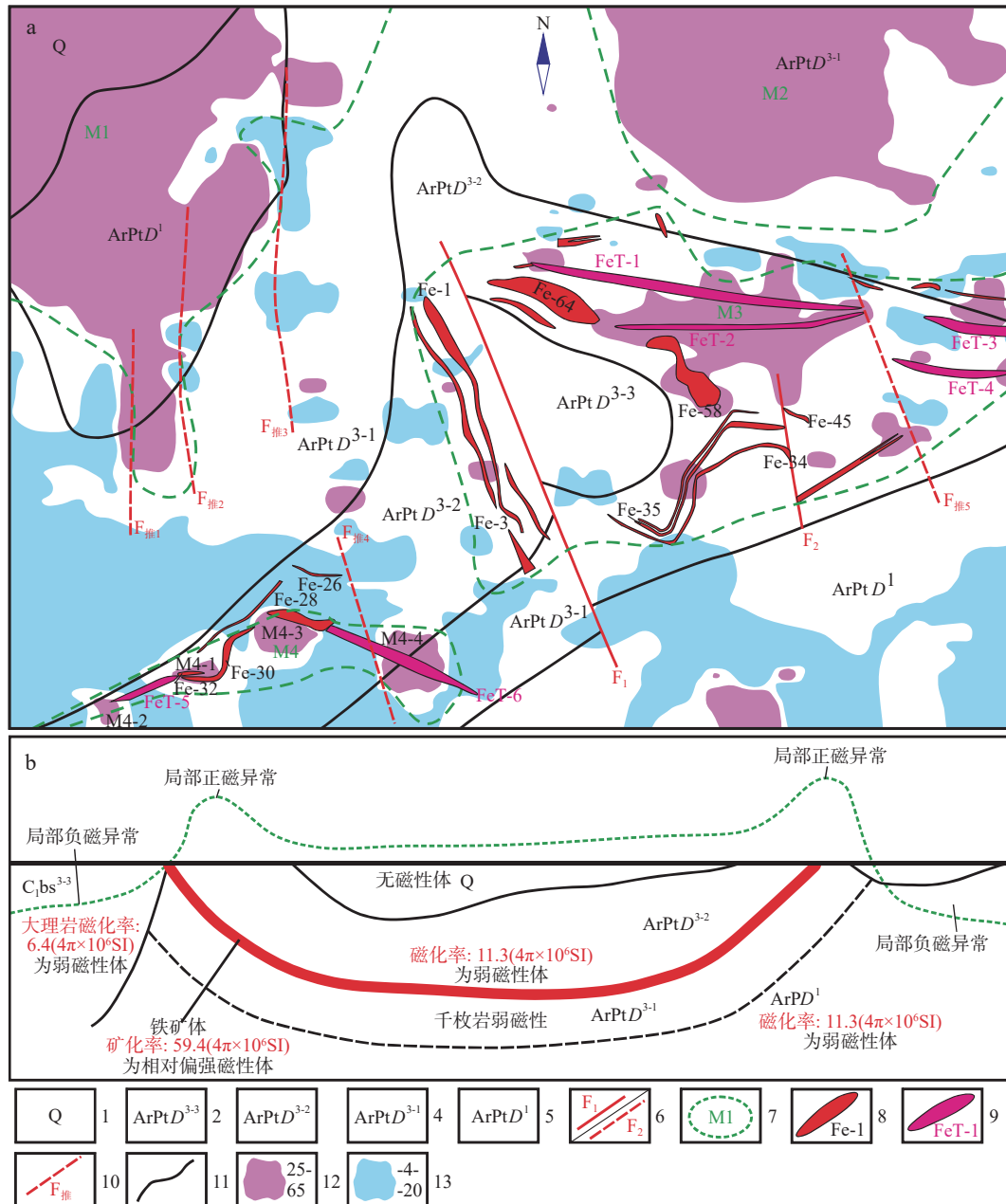


图5 A-B 线剖面图

Fig. 5 Cross-section along line A-B

磁异常分布和磁场的扭曲错动等特征表明该区为一 NE 向延伸未闭合的向斜构造,与地质情况较吻合。M4 异常区由 4 个局部正磁异常(M4-1~M4-4)组成, M4-2 与 M4-3 对应已知的铁矿体(Fe-30、Fe-24),为矿致异常; M4-4 位于已知铁矿体的东延地段,推测异常

延伸区可能存在隐伏矿体。矿体的产状、延伸及走向与钻探验证结果吻合,异常分布符合向斜构造控矿特征。综合磁异常反演结果、向斜构造控矿规律及钻探验证情况,笔者初步建立了本区的地质-物探找矿模型,为后续勘探工作提供了可靠依据(图 6b)。



- 1.第四系; 2.敦煌岩群三岩组三亚段; 3.敦煌岩群三岩组二亚段; 4.敦煌岩群三岩组一亚段; 5.敦煌岩群一岩组; 6.实测断层/推测断层;
7.高精度磁异常及编号; 8.铁矿体及编号; 9.物探推测的隐伏铁矿体及编号; 10.物探解译的推测断层; 11.地质界线;
12.正磁异常区及异常值范围; 13.负磁异常区及异常值范围

图6 磁异常-地质综合图(a)和地质-物探综合找矿模型图(b)

Fig. 6 (a) Magnetic anomaly-geological sketch map and (b) geological-geophysical integrated mineral exploration model map

5 结论

(1)东双井子铁矿矿体主要赋存于低变质级的沉积岩中,矿石类型以赤铁矿-石英岩型为主,伴生矿物包括褐铁矿、菱铁矿、磁铁矿等,多呈条带状结构产出,与沉积变质型铁矿特征一致,矿体展布受向斜的控制,矿体赋存在敦煌岩群三岩组二亚段中,具明显的层控矿床特征。

(2)综合岩相学、地球化学及区域地质背景分析,结合东双井子铁矿的变质变形特征,认为该铁矿形成于古元古代,经后期区域变质作用改造形成沉积变质型铁矿。矿床类型属于BIF铁矿。

(3)根据矿体的空间展布特征、地层组合及磁异常特征,推测该区向斜构造核部及东延部位具备进一步找矿潜力,后续勘查工作的部署应重点关注已知含矿层位(铁质建造)的走向延伸地段、构造叠加部位以及隐伏的向斜核部。含条带状铁建造的向斜构造是区域上寻找同类型铁矿的有利地质标志与找矿靶区。

致谢: 甘肃省有色地质调查院东双井子项目组张庭忠、梁有田等在野外工作中给予了大力协助,刘彦良、高雅在论文撰写过程中给予无私帮助。两位审稿专家提出的建设性意见,在此一并致谢。

利益冲突声明(Conflict of Interests):

所有作者声明不存在利益冲突。

All authors disclose no relevant conflict of interests.

参考文献(References):

- 卜建财,肖云云,李先灿,等.甘肃北山地区狼娃山铁矿床地质地球化学特征及成矿机理探讨[J].矿产与地质,2022,36(1):63-78.
- BU Jiancai, XIAO Yunyun, LI Xiancan, et al. Geological and geochemical characteristics and metallogenic mechanism of the Langwashan iron deposit in the Beishan area, Gansu Province[J]. Mineral Resources and Geology, 2022, 36(1): 63-78.
- 陈耀,张成,张青,等.内蒙古北山成矿带月牙山-老洞沟地区金多金属矿床成矿预测[J].西北地质,2023,56(2):151-162.
- CHEN Yao, ZHANG Cheng, ZHANG Qing, et al. Metallogenic Regularity and Prospecting Prediction of Gold Polymetallic Deposits in Yueyashan-Laodonggou Area of Beishan Metallogenic Belt, Inner Mongolia[J]. Northwestern Geology, 2023, 56(2): 151-162.
- 陈阳阳,段俊,徐刚,等.甘肃北山地区晚三叠世煌斑岩地球化学特征及构造意义[J].西北地质,2024,57(6):78-94.
- CHEN Yangyang, DUAN Jun, XU Gang, et al. Geochemical Characteristics and Tectonic Significance of Late Triassic Lamprophyre in the Beishan Region, Gansu Province[J]. Northwestern Geology, 2024, 57(6): 78-94.
- 龚全胜,刘明强,梁明宏,等.北山造山带大地构造相及构造演化[J].西北地质,2003,36(1):11-17.
- GONG Quansheng, LIU Mingqiang, LIANG Minghong, et al. Tectonic facies and tectonic evolution of the Beishan orogenic belt[J]. Northwestern Geology, 2003, 36(1): 11-17.
- 姜文婷,李欢,李小罗.甘肃狼娃山铁矿床火山岩地球化学特征及其对铁成矿的制约[J].矿产勘查,2024,15(4):550-566.
- JIANG Wenting, LI Huan, LI Xiaoluo. Geochemical characteristics of volcanic rocks in the Langwashan iron deposit, Gansu Province and their constraints on iron mineralization[J]. Mineral Exploration, 2024, 15(4): 550-566.
- 康文彬.甘肃北山红山铁矿床地质特征及成因探讨[J].矿物学报,2015,35(S1):480.
- KANG Wenbin. Geological characteristics and genesis of the Hongshan iron deposit in the Beishan area, Gansu Province[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2015, 35(S1): 480.
- 李厚民,王登红,李立兴,等.中国铁矿产成矿规律及重点矿集区资源潜力分析[J].中国地质,2012,39(3):559-580.
- LI Houmin, WANG Denghong, LI Lixing, et al. Metallogenic regularity of iron deposits and resource potential in key ore concentration areas in China[J]. Geology in China, 2012, 39(3): 559-580.
- 李厚民,李延河,李立兴,等.沉积变质型铁矿成矿条件及富铁矿形成机制[J].地质学报,2022,96(9):3211-3233.
- LI Houmin, LI Yanhe, LI Lixing, et al. Metallogenic conditions of sedimentary-metamorphic iron deposits and formation mechanism of rich iron ore[J]. Acta Geologica Sinica, 2022, 96(9): 3211-3233.
- 梁明宏,丁仁平,刘建宏,等.甘肃构造-地层区划新方案[J].甘肃地质,2016,25(3):34-42.
- LIANG Minghong, DING Sapin, LIU Jianhong, et al. A new scheme of tectono-stratigraphic division of Gansu Province[J]. Gansu Geology, 2016, 25(3): 34-42.
- 李海峰,姜喜冬,于海滨,等.卫宁北山库井沟石墨矿床地质地球化学特征及成因[J].西北地质,2024,57(5):181-191.
- LI Haifeng, JIANG Xidong, YU Haibin, et al. Geochemical Characteristics and Genesis of the Kujinggou Graphite Deposit in Weining Beishan, Ningxia[J]. Northwestern Geology, 2024, 57(5): 181-191.
- 彭仁.甘肃北山晚古生代基性岩墙群年代学、地球化学及其地

- 质意义[D]. 西安: 长安大学, 2020.
- PENG Ren. Geochronology, geochemistry and geological significance of Late Paleozoic mafic dyke swarm in the Beishan area, Gansu Province [D]. Xi'an: Chang'an University, 2020.
- 宋东方, 肖文交, 曾浩, 等. 北山造山带增生造山过程[J]. 地质通报, 2024, 43(12): 2131–2150.
- SONG Dongfang, XIAO Wenjiao, ZENG Hao, et al. Accretionary orogenic process of the Beishan orogenic belt[J]. Geological Bulletin of China, 2024, 43(12): 2131–2150.
- 刘天航, 唐卫东, 高永宝, 等. 内蒙古北山花石头山萤石矿床成因: 萤石微量、稀土和 H-O 同位素制约[J]. 西北地质, 2024, 57(4): 66–79.
- LIU Tianhang, TANG Weidong, GAO Yongbao, et al. Genesis of the Huashitoushan Fluorite Deposit, Beishan, Inner Mongolia: Constraints from Trace Elements, REE and H-O Isotope Geochemistry of Fluorite[J]. Northwestern Geology, 2024, 57(4): 66–79.
- 王二腾, 翟新伟, 陈万峰, 等. 北山地区发现与古亚洲洋打开相关的新元古代岩浆岩[J]. 地质通报, 2025, 44(1): 129–135.
- WANG Erteng, ZHAI Xinwei, CHEN Wanfeng, et al. Discovery of Neoproterozoic magmatic rocks related to the opening of the Paleo-Asian Ocean in the Beishan area[J]. Geological Bulletin of China, 2025, 44(1): 129–135.
- 王小红, 杨建国, 王磊, 等. 地质物化探综合方法在甘肃北山红柳沟铜镍矿的应用[J]. 西北地质, 2023, 56(6): 254–261.
- WANG Xiaohong, YANG Jianguo, WANG Lei, et al. The Application Effect of Geological Geophysical and Geochemical Exploration Comprehensive Method in Hongliugou Copper-Nickel Deposit, Beishan, Gansu Province[J]. Northwestern Geology, 2023, 56(6): 254–261.
- 王卫伟, 姜修道, 杨镇熙, 等. 甘肃北山狼娃山铁矿地质地球化学特征及成因浅析[J]. 西北地质, 2015, 48(1): 179–190.
- WANG Weiwei, JIANG Xiudao, YANG Zhenxi, et al. Geological and geochemical characteristics and genesis of the Langwashan iron deposit in the Beishan area, Gansu Province[J]. Northwestern Geology, 2015, 48(1): 179–190.
- 王振义, 张进, 吴春娇, 等. 中亚造山带南缘中段的北山杂岩: 历史、现状与问题[J]. 地球科学, 2025, 50(2): 639–666.
- WANG Zhenyi, ZHANG Jin, WU Chunjiao, et al. The Beishan Complex in the middle segment of the southern Central Asian Orogenic Belt: History, current research, and problems[J]. Earth Science, 2025, 50(2): 639–666.
- 谢燮, 杨建国, 张东阳, 等. 甘肃北山铭杨镁铁-超镁铁岩体锆石 U-Pb 年龄、地球化学特征及其地质意义[J]. 西北地质, 2024, 57(1): 179–195.
- XIE Xie, YANG Jianguo, ZHANG Dongyang, et al. Geochemistry and Zircon U-Pb Dating of the Mingyang Mafic-Ultramafic Rock Complex in Beishan Area of Gansu and Its Prospecting Significance[J]. Northwestern Geology, 2024, 57(1): 179–195.
- 杨富全, 耿新霞, 杨成栋, 等. 新疆中亚造山带铁矿床地质特征、时空分布和找矿方向[J]. 矿床地质, 2024, 43(5): 951–978.
- YANG Fuquan, GENG Xinxia, YANG Chengdong, et al. Geological characteristics, spatiotemporal distribution and prospecting direction of iron deposits in the Central Asian Orogenic Belt, Xinjiang[J]. Mineral Deposits, 2024, 43(5): 951–978.
- 杨磊, 付荣钦, 侯同舟, 等. 高精度磁法在冀东变质岩区某铁矿区勘查中的应用[J]. 矿产勘查, 2022, 13(12): 1804–1810.
- YANG Lei, FU Rongqin, HOU Tongzhou, et al. Application of High-Precision Magnetic Method in Exploration of an Iron Ore Deposit in the Jidong Metamorphic Rock Area[J]. Mineral Exploration, 2022, 13(12): 1804–1810.
- 杨镇熙, 丁书宏, 张晶, 等. 甘肃北山南带前红泉金矿的发现及其找矿意义[J]. 西北地质, 2023a, 56(6): 274–284.
- YANG Zhenxi, DING Shuhong, ZHANG Jing, et al. The Discovery and Prospecting Significance of the Qianhongquan Gold Deposit in the South Beishan Orogenic Belt, Gansu Province, China[J]. Northwestern Geology, 2023a, 56(6): 274–284.
- 杨镇熙, 张琳, 刘永彪, 等. 甘肃北山七角井铁钒矿地质特征及找矿方向[J]. 地质找矿论丛, 2023b, 38(3): 263–268.
- YANG Zhenxi, ZHANG Lin, LIU Yongbiao, et al. Geological characteristics and prospecting direction of the Qijiaojing iron-vanadium deposit in the Beishan area, Gansu Province[J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 2023b, 38(3): 263–268.
- 云龙, 张进, 王驹, 等. 甘肃北山南部活动断裂的发现及其区域构造意义[J]. 地质力学学报, 2021, 27(2): 195–207.
- YUN Long, ZHANG Jin, WANG Ju, et al. Discovery of active faults in the southern Beishan area, Gansu Province and its regional tectonic significance[J]. Journal of Geomechanics, 2021, 27(2): 195–207.
- 赵立群, 王春女, 张敏, 等. 中国铁矿资源勘查开发现状及供需形势分析[J]. 地质与勘探, 2020, 56(3): 635–643.
- ZHAO Liqun, WANG Chunnv, ZHANG Min, et al. Current situation of exploration and development of iron ore resources and analysis of supply-demand in China[J]. Geology and Exploration, 2020, 56(3): 635–643.
- 查显锋, 黄博涛, 罗克勇, 等. 北山造山带南缘潘家井子二叠纪弧岩浆岩的识别及构造意义[J]. 西北地质, 2024, 57(6): 58–77.
- ZHA Xianfeng, HUANG Botao, LUO Keyong, et al. Identification of the Permian Arc-Related Magmatic Rocks and Its Significance in Panjiayingzi Area, Southern Margin of Beishan Orogenic Belt[J]. Northwestern Geology, 2024, 57(6): 58–77.
- Huston L D, Logan A G. Barite, BIFs and bugs: evidence for the evolution of the Earth's early hydrosphere[J]. Earth and Planetary Science Letters, 2004, 220(1–2): 41–55.