

<https://doi.org/10.3799/dqkx.2026.088>

Short Survey



# 阿尔金盖吉克超大型萤石矿床的发现及其找矿意义

李月栋<sup>1</sup>, 刘崴国<sup>2\*</sup>, 阿卜力米提·艾白<sup>3</sup>, 吴福泉<sup>2</sup>, 胡可美<sup>2</sup>,  
薛炯<sup>2</sup>, 连政<sup>2</sup>, 冯建军<sup>4</sup>, 邓小华<sup>4,5\*</sup>

1. 新疆维吾尔自治区地质成果中心, 新疆乌鲁木齐 830002
2. 新疆维吾尔自治区地质局区域地质调查中心, 新疆乌鲁木齐 830000
3. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆矿产资源与数字地质重点实验室, 新疆乌鲁木齐 830011
4. 长安大学地球科学与资源学院, 西部矿产资源与地质工程教育部重点实验室, 陕西西安 710054
5. 新疆维吾尔自治区地质研究院, 新疆乌鲁木齐 830000

萤石是唯一一种可以提炼大量氟元素的矿物, 因其在新能源、新材料等战略性新兴产业中不可或缺的地位 (Hayes *et al.*, 2017; Zou *et al.*, 2020, 2022; 陈军元等, 2021; 王春连等, 2022), 而被欧美国列入关键金属目录 (张生辉等, 2022). 萤石是我国的优势矿产资源, 储量约 67 000 kt, 其中, 内蒙古、浙江、江西、福建等省 (区) 的萤石占全国储量的 70% (邹灏等, 2012, 2016; 叶锡芳, 2014; 王吉平等, 2014, 2015). 总体来说, 我国萤石矿具有单一型高品质萤石矿床数量多、储量小, 而共 (伴) 生型矿床数量少、储量大的特征 (张建芳等, 2024), 制约了萤石资源的可持续开发与利用.

近年来, 阿尔金地区的萤石找矿勘查取得重大突破, 相继发现多个世界级萤石矿床. 浙江省第十一地质大队沿卡尔恰尔-阔什断裂率先发现了卡尔恰尔超大型萤石矿床, 探明  $\text{CaF}_2$  矿物量 22 490 kt, 平均品位 33.91% (吴益平等, 2021, 2022). 新疆维吾尔自治区地质局区域地质调查中心沿盖吉勒断裂依次发现了皮亚孜达坂 ( $\text{CaF}_2$  矿物量 5 100 kt, 平均品位 30%) 和盖吉克超大型萤石矿 ( $\text{CaF}_2$  矿物量 5 850 kt, 平均品位 26.12%) (新疆地矿局第一区域地质调查大队, 2024, 新疆若羌县皮亚孜达坂萤石

矿勘探报告; 刘兵等, 2025), 以及亚干布阳大型萤石矿 (新疆地矿局第一区域地质调查大队, 2022, 新疆若羌县亚干布阳萤石矿普查报告; 汪东等, 2024). 最近, 中国地质调查局西安矿产资源调查中心在卡尔恰尔-阔什断裂西段的小白河沟萤石矿床勘查取得突破, 预计探明萤石资源量可达超大型规模 (马庆等, 2025). 尽管如此, 阿尔金萤石成矿带的关键控矿要素、找矿标志及成矿规律尚不清楚, 本文以新发现的盖吉克超大型萤石矿床为研究对象, 阐述其矿体特征和矿石组构, 分析关键控矿要素, 总结找矿标志, 旨在深化阿尔金成矿带的勘查工作, 并为全球同类萤石资源的找矿勘查提供参考.

## 1 区域地质背景

研究区位于青藏高原北部边缘, 地处塔里木克拉通与柴达木-祁连地块接合部位, 大地构造位置处于阿尔金造山带的中部 (Dong *et al.*, 2021; Dong and Wei, 2025; 图 1a). 阿尔金造山带主体由太古代结晶基底、太古代-元古代变质岩、寒武纪-早古生代蛇绿岩以及早古生代花岗岩类构成 (高永宝等, 2023; 图 1b). 新太古界-古元古界阿尔金岩

**基金项目:** 国家自然科学基金项目 (No. 42222205); 新疆维吾尔自治区重大科技专项 (No. 2023A03004-2); 第三次新疆综合科学考察项目 (No. 2022xjkk1301); 新疆维吾尔自治区“天池英才”和“新疆领军人才计划”项目.

**作者简介:** 李月栋 (1987-), 男, 高级工程师, 主要从事成矿预测研究. ORCID: 0009-0007-0249-4293. E-mail: 619240805@qq.com

\* **通讯作者:** 刘崴国, E-mail: 309229945@qq.com; 邓小华, E-mail: dxh198411@126.com

**引用格式:** 李月栋, 刘崴国, 阿卜力米提·艾白, 吴福泉, 胡可美, 薛炯, 连政, 冯建军, 邓小华, 2026. 阿尔金盖吉克超大型萤石矿床的发现及其找矿意义. 地球科学, 51(3): 1182-1188.

**Citation:** Li Yuedong, Liu Weiguo, Abulimiti Aibai, Wu Fuquan, Hu Kemei, Xue Jiong, Lian Zheng, Feng Jianjun, Deng Xiaohua, 2026. Discovery and Prospecting Significance of the Gaijike Fluorite Deposit in the Altyn Metallogenic Belt. *Earth Science*, 51(3): 1182-1188.

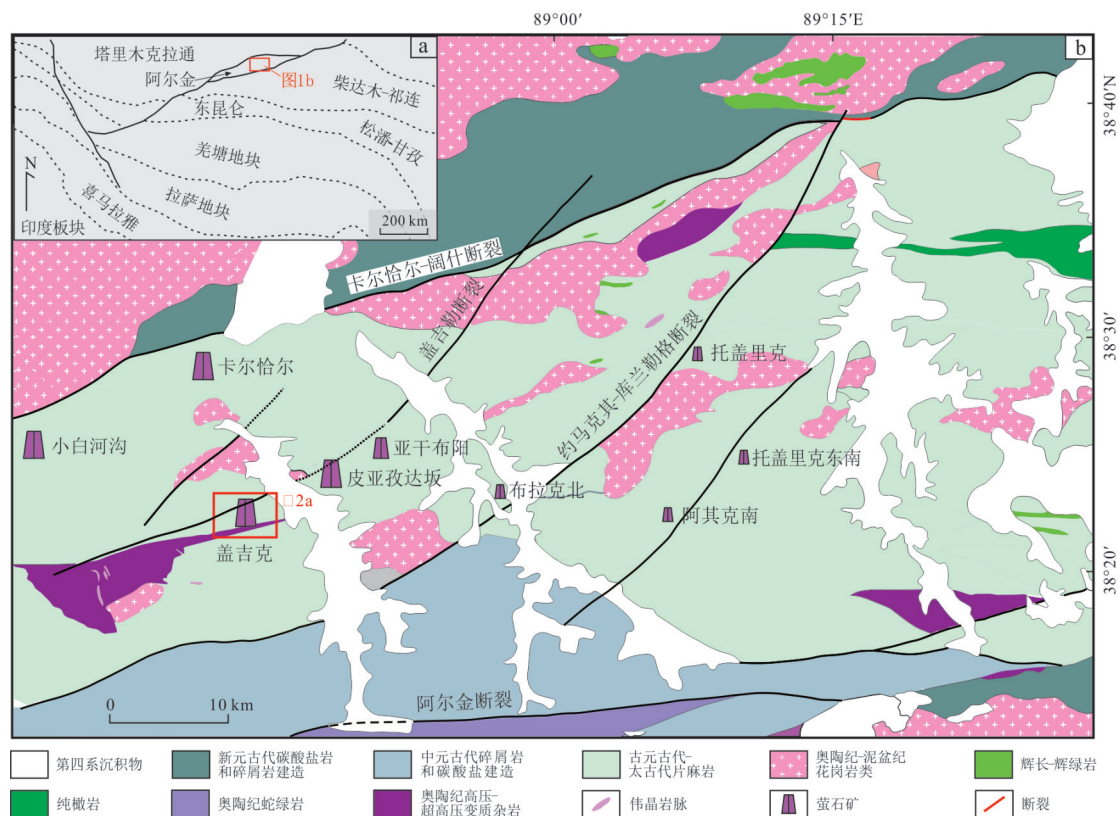


Fig.1 Geological map of the Altyn Tagh fluorite belt (modified after Gao *et al.*, 2023)

群主要为一套黑云斜长片麻岩、斜长角闪片岩等变质岩;中元古界蓟县系塔昔达坂群为一套碎屑岩和碳酸盐建造;新元古界青白口系索尔库里群为一套弱变质的碳酸盐岩、碎屑岩夹少量火山碎屑岩建造.此外,研究区发育了新元古代-早古生代由基质岩石和构造透镜体组成的高压-超高压变质杂岩(张建新等, 2010).早古生代花岗岩类广泛发育,主要由黑云母二长花岗岩和石英闪长岩组成(赵辛敏等, 2023).区域构造主要为一系列走向NEE、多以北倾为主的区域性逆冲推覆断裂与走滑断裂系统,尤其是北东东向的卡尔恰尔-阔什断裂、北东东向的盖吉勒断裂等断裂与成矿关系密切,控制了超大型萤石矿床的空间分布(图1b).根据1:25万苏吾什杰幅的水系沉积物测量结果,区域F元素异常沿北东东向断裂呈规律性带状分布,盖吉克-皮亚孜达坂-亚干布阳萤石矿带处于F-13单元异常区内,异常极大值为 $15\,588 \times 10^{-6}$ ,表明其具有较好的地球化学成矿背景.

## 2 矿床地质特征

盖吉克矿区主要出露新太古界-古元古界阿

尔金岩群,岩性组合为黑云斜长片麻岩、黑云二长片麻岩、斜长角闪片麻岩、石英片岩、变粒岩和大理岩.矿区侵入岩主要为古元古代花岗闪长岩,以及中奥陶世二长花岗岩.萤石矿脉大多数分布于中奥陶世二长花岗岩体及内外接触带,北东东向的盖吉勒断裂控制了盖吉克萤石矿床的空间产出位置(图2a).矿体主要分布于55至80勘查线之间,总体呈“脉状”产出,区内共圈出萤石矿体42条,包括隐伏矿体27条,属单一脉型萤石矿,盖吉勒断裂南北两侧的I、II号带内矿体规模大、数量多、分布密集,是矿区最重要的矿体分布带(图2a).

I号萤石矿带位于盖吉勒断裂北侧(图2a),长度约2140m,宽度为40~150m,控制最大延伸437m,呈带状分布,延伸稳定,总体走向 $61^\circ$ ,倾向 $306^\circ \sim 357^\circ$ ,倾角 $45^\circ \sim 85^\circ$ ,主要受盖吉勒断裂北侧的次级裂隙控制,带内共圈定矿体23条,包括隐伏矿体16条,主矿体包括I-2、I-3、I-4和I-5号脉(图2b).其中,I-5号脉为半隐伏矿体,产于中奥陶世二长花岗岩中,矿体长度1404m,在平面上沿北东东-北东向展布,呈“长脉状”产出,具有“略微膨大缩小”变化现象,倾向 $306^\circ \sim 351^\circ$ ,在剖面上呈“脉状-板状”分

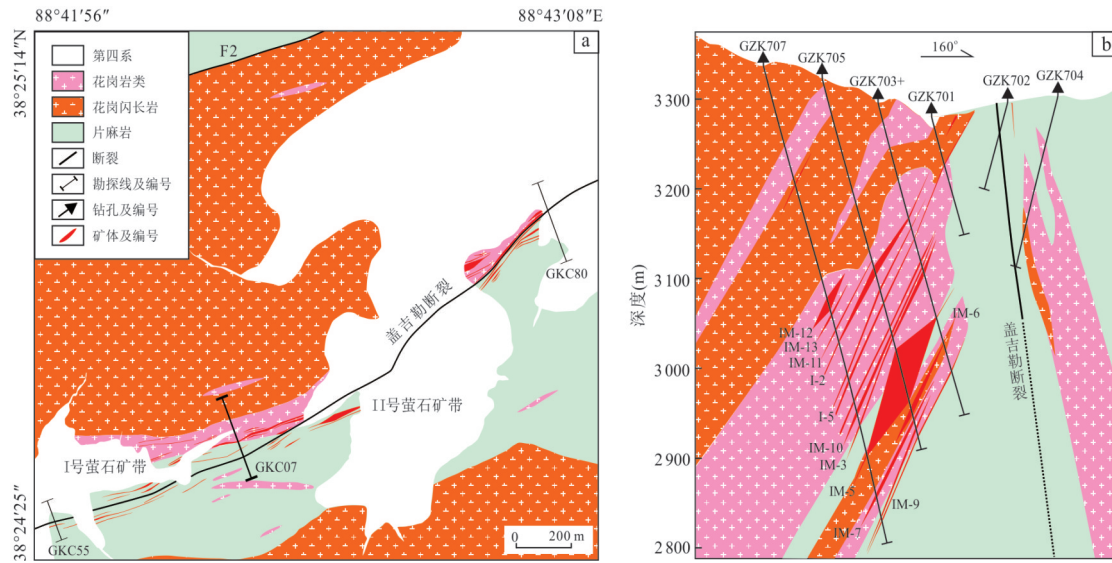


图2 盖吉克萤石矿床地质图(a)和GKC07勘探线剖面(b)  
Fig.2 Geological map (a) and cross-section (b) of the Gaijike fluorite deposit

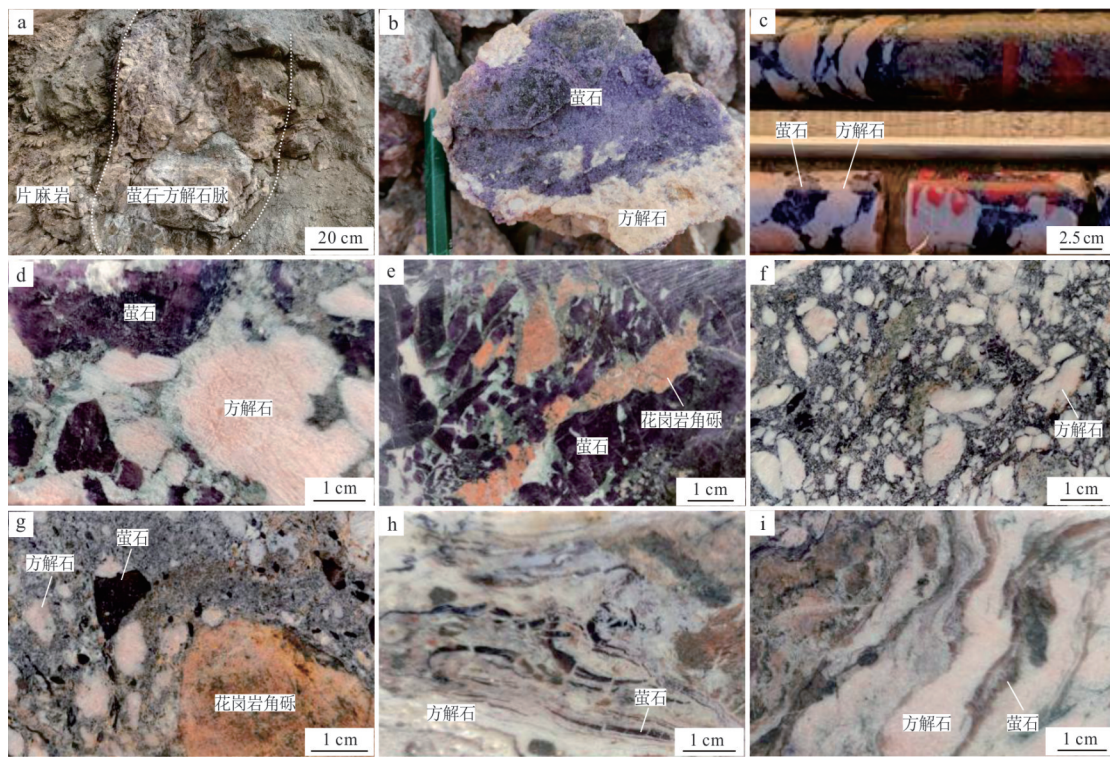


图3 盖吉克萤石矿床矿石特征

Fig.3 Ore characteristics of the Gejike fluorite deposit

a. 矿区地表萤石-方解石脉;b. 块状萤石-方解石矿石;c. 团块状萤石-方解石矿石;d. 角砾状萤石-方解石矿石,角砾主要为粗粒萤石和方解石,胶结物为细粒萤石和方解石;e. 角砾状萤石-方解石矿石,角砾主要为粗粒萤石,以及少量花岗岩角砾;f. 角砾状萤石-方解石矿石,角砾主要为方解石,少量萤石角砾;g. 角砾状萤石-方解石矿石,含有花岗岩角砾;h. 条带状萤石-方解石矿石;i. 条带状萤石-方解石矿石

布,倾向北,倾角 $45^{\circ}\sim 85^{\circ}$ ,厚度局部明显膨大,I-5号矿体估算矿石量约1 660 kt, $CaF_2$ 资源量约400 kt.

II号萤石矿带位于盖吉勒断裂南侧(图2a),长度约3 160 m,宽度为50~75 m,控制最大延伸

580 m,呈带状分布,延伸稳定,矿体总体走向 $64^{\circ}$ ,倾向 $120^{\circ}\sim 175^{\circ}$ ,倾角 $42^{\circ}\sim 87^{\circ}$ ,带内圈定矿体19条,包括隐伏矿体11条,主矿体为II-1和II-2号矿体.其中,II-1号矿体分布在矿区中部,长度为

1 479 m,平均厚度为4.06 m,向深部延伸580.14 m,为矿区规模最大的矿体,平面上近北东向展布,呈脉状产出,西部略微膨大,向东收窄变薄至尖灭,倾向 $120^{\circ}\sim 175^{\circ}$ ,剖面上呈“板状”分布,倾向南,倾角 $68^{\circ}\sim 85^{\circ}$ ,最大延伸至500 m以下,II-1号矿体估算矿石量约4 900 kt,  $\text{CaF}_2$ 资源量约1 300 kt.

矿石类型为萤石-方解石型,属单一型萤石矿.矿物成分主要为萤石和方解石,其次为石英、钾长石、黑云母,另外可见微量的斜长石、绿帘石、磷灰石、重晶石、白云母、白云石、角闪石、绿帘石、氟碳铈矿、独居石、锆石等矿物.矿石构造比较简单,主要为团块状构造、角砾状构造、块状构造、脉状构造、条带状、斑杂状构造等(图3).其中,团块状和角砾状矿石常出现于矿体内部,而条带状矿石常出现于矿体边部;厚大矿体以团块状-角砾状矿石为主,狭窄矿体则变化为角砾状-条带状矿石.矿石结构主要包括他形粒状结构、自形-半自形粒状结构、填隙结构、伟晶结构、斑状结构、包含结构、碎裂结构等(图3),由于受后期构造挤压应力作用影响,矿石中多数萤石矿物具有不同程度压碎和挤压变形.围岩蚀变较为发育,包括绿帘石化、碳酸盐化,以及少量硅化和黄铁矿化等.

### 3 关键控矿要素与找矿标志

阿尔金萤石成矿带位于阿尔金造山带的阿中地块,区域性的卡尔恰尔-阔什大断裂及其次级断裂控制了各萤石矿的空间展布(图1b);其中,卡尔恰尔-阔什断裂是多期次活动的复合型断裂,走向 $50^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ,倾向北西,倾角 $50^{\circ}$ 左右,经历了逆冲挤压、左行走滑、右行走滑、脆性变形的构造演化过程,是阿尔金岩群和塔昔达坂群之间的分界线,卡尔恰尔、小白河沟萤石矿均沿该大断裂分布;同时,卡尔恰尔-阔什大断裂南部发育多条北东向次级断裂,皮亚孜达坂、盖吉克和亚干布阳萤石矿明显受其次级盖吉勒断裂控制,其余萤石矿点也均沿更南侧的次级断裂展布;此外,区域氟异常分布与断裂构造线的展布一致,因此,断裂构造是阿尔金萤石成矿带最重要的控制因素.盖吉克萤石矿床的萤石-方解石矿以角砾状构造为主,表明断裂带不仅可以作为成矿流体运移的通道,也可为萤石的沉淀提供良好的空间.

岩浆岩可以为区域萤石成矿提供物源和热源,前人报道了卡尔恰尔萤石矿的碱长花岗岩锆石U-Pb年龄为 $(455.8\pm 2)$  Ma(赵辛敏等, 2023),库

木塔什的碱长花岗岩锆石U-Pb年龄为 $(450.0\pm 2.7)$  Ma(高永宝等, 2023),与萤石共生的磷灰石U-Pb年龄为 $(448\pm 27)$  Ma(高永宝等, 2024),限定了阿尔金萤石成矿带的成岩时间为460~450 Ma,这与阿尔金早古生代洋盆闭合时间一致(李卫东等, 2012),指示阿尔金萤石矿形成于洋盆闭合后的碰撞造山背景.值得注意的是,碱长花岗岩富含F等组分,表明矿区碱长花岗岩可能为萤石成矿提供F元素.此外,阿尔金岩群变质岩中夹碳酸盐岩建造,可为萤石成矿提供必要的Ca元素.

盖吉克萤石矿主要找矿标志包括:(1)化探异常标志:F元素化探异常与萤石矿脉分布十分吻合,是重要的地球化学找矿标志;(2)构造标志:萤石矿带受盖吉勒断裂控制,萤石-方解石角砾岩型矿石与断裂活动有关,盖吉勒断裂之间的构造裂隙发育地段,是成矿有利地段;(3)岩浆岩标志:碱长花岗岩可以提供F元素,侵入岩构造体系也有利于萤石矿脉的赋存;(4)地层标志:新太古界-古元古界阿尔金岩群变质岩中的碳酸盐建造夹层,可以提供Ca元素;(5)围岩蚀变标志:围岩破碎程度高,普遍发育萤石化、碳酸盐化、绿帘石化、绿帘石化等,为重要找矿标志;(6)地貌标志:萤石矿体地表抗风化能力明显高于周围岩石,地表呈向外凸出“陡崖”、“岩块”,具“球状”风化,表层浅灰黄色、浅灰白色,线性特征明显,是重要的地貌找矿显著标志.

### 4 矿床的发现历程及找矿意义

盖吉克矿区位于阿尔金造山带中部西段,区域地质研究和勘查程度较低.区域地质调查工作始于1958年,在20世纪60至80年代形成了一批区域地质调查资料.20世纪90年代至今,地勘单位和科研院所相继开展了区域性地物化遥工作,提升了区域地质研究和勘查工作程度.盖吉克超大型萤石矿的发现,大体经历了5个阶段:(1)1:100万区域地质调查基本确定了区内地层、岩浆岩、变质岩及构造等,为进一步工作提供了依据;(2)1:50万和1:20万化探扫面在矿区一带圈定了F地球化学异常,为下一步找矿指明了方向;(3)2017—2019年,新疆地矿局第一区域地质调查大队承担了新疆地质勘查基金项目管理中心《新疆若羌县巴什布拉克一带1:5万矿产地质调查》(项目编号:K17-1-XJ04)项目,首次发现盖吉克萤石找矿线索,并圈定矿化带;(4)2019年,新疆地矿局第一区域地质调查大队通过

《新疆若羌县皮亚孜达坂一带萤石、稀有、钨矿预普查》(项目编号:K17-3-XJ101)项目,扩大了盖吉克萤石矿带规模(长约1300 m,宽约120 m,走向60°~80°;带内共圈出矿体13条,地表矿体9条,隐伏矿体4条,估算CaF<sub>2</sub>资源量1660 kt,规模达大型);(5)2023—2025年,引进社会资金开展了《新疆若羌县盖吉克萤石矿勘探》项目,提高了资源储量级别,圈定萤石矿体42条,估算CaF<sub>2</sub>(探明+控制+推断)资源量约5850 kt,平均品位约26.12%,规模达到超大型。

盖吉克超大型萤石矿床的发现,连同已探明的卡尔恰尔超大型萤石矿床(吴益平等,2021)、皮亚孜达坂超大型萤石矿床(新疆地矿局第一区域地质调查大队,2024,新疆若羌县皮亚孜达坂萤石矿勘探报告)、亚干布阳大型萤石矿床(新疆地矿局第一区域地质调查大队,2022,新疆若羌县亚干布阳萤石矿普查报告),以及正在勘查中的小白河沟超大型萤石矿床,累计探明CaF<sub>2</sub>矿物量接近50000 kt。这些萤石矿床总体受区域性大断裂构造控制,在空间上与碱性花岗岩密切相关,矿物组合以萤石-方解石为主,属于单一型萤石矿床,共同构成了一条长约150 km、宽约50 km的世界级萤石成矿带。阿尔金萤石成矿带的发现,彻底改变了我国西北地区萤石资源相对匮乏的格局,突破了以往萤石资源主要集中分布于内蒙古、浙江、江西、福建等地的传统认知(邹灏等,2012;王吉平等,2015)。继阿尔金古生代锂矿取得找矿突破后(王核等,2023;王敬国等,2024),本次古生代萤石矿的重大找矿进展,进一步提升了阿尔金成矿带作为我国锂、萤石等战略矿产资源接续基地的重要地位,为国家新一轮找矿突破战略行动提供了新的勘查靶区与资源支撑。该成果对服务国家“固疆强边”战略、推动南疆经济欠发达地区快速发展,具有重要的现实与战略意义。

## References

- Chen, J. Y., Liu, Y. F., Yan, L. Y., et al., 2021. Research on Development Trend of Strategic Nonmetallic Minerals such as Graphite and Fluorite. *Acta Geoscientica Sinica*, 42(2): 287–296 (in Chinese with English abstract).
- Dong, J., Wei, C. J., 2025. Multi-Episode Metamorphism and Magmatism in the Paleozoic Altyn Orogen, West China: Implications for the Tectonic Evolution of the Proto-Tethys Ocean. *Earth-Science Reviews*, 262: 105067. <https://doi.org/10.1016/j.earsci-rev.2025.105067>
- Dong, Y. P., Sun, S. S., Santosh, M., et al., 2021. Central China Orogenic Belt and Amalgamation of East Asian Continents. *Gondwana Research*, 100: 131–194. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2021.03.006>
- Gao, Y. B., Chen, K., Wang, L., et al., 2024. Genesis of Kumutashi Fluorite Deposit in the West Altyn-Tagh Orogen, NW China: Constraints from Apatite In-Situ U-Pb Dating, Sr-Nd Isotope and Chemistry. *Northwestern Geology*, 57(4): 1–20, 305 (in Chinese with English abstract).
- Gao, Y. B., Zhao, X. M., Wang, B., et al., 2023. Geological Characteristics, Associated Granites and the Prospecting Potential of the Super-Large Kaerqiaer-Kumutashi Fluorite Mineralization Belt in the West Altyn-Tagh Orogen, NW China. *Geology in China*, 50(3): 704–729 (in Chinese with English abstract).
- Hayes, T. S., Miller, M. M., Orris, G. J., et al., 2017. Chapter G. Fluorine, in Critical Mineral Resources of the United States. In: Schulz, K. J., DeYoung, J. H., Seal, R. R., et al., eds., Economic and Environmental Geology and Prospects for Future Supply. U. S. Geological Survey, Reston.
- Li, W. D., Zhang, J., Zhu, Z. X., et al., 2012. The Age Determination of the Middle Ordovician Qiaoshikansayi Intrusions in Altyn Mountains and Its Constraints on the Closure of Altyn Oceanic. *Xinjiang Geology*, 30(2): 141–145 (in Chinese with English abstract).
- Liu, B., Li, Y. D., Hu, K. M., et al., 2025. Geological Characteristics and Prospecting Indicators of the Piyazidaban Fluorite Deposit in Ruoqiang County, Xinjiang. *West-China Exploration Engineering*, 37(5): 101–103 (in Chinese).
- Ma, Q., Gao, Y. B., Wang, Y. W., et al., 2025. Discovery of a Large-Scale Prospective Fluorite Deposit (1174.2 kt) in the Ruoqiang Town, Ruoqiang County of the Western Section of the Altyn Metallogenic Belt. *Geology in China*, 52(1): 376–377 (in Chinese with English abstract).
- Wang, C. L., Wang, J. Y., You, C., et al., 2022. A Study on Strategic Non-Metallic Mineral Definition, Key Applications, and Supply and Demand Situation. *Acta Geoscientica Sinica*, 43(3): 267–278 (in Chinese with English abstract).
- Wang, D., Li, Y. D., Lian, Z., 2024. Analysis on Geological Characteristics and Genesis of the Yaganbuyang Fluorite Deposit in Ruoqiang County. *China Resources Comprehensive Utilization*, 42(2): 67–69 (in Chinese with English abstract).
- Wang, H., Ma, H. D., Zhang, S., et al., 2023. Discov-

- ery of the Huanglongling Giant Lithium Pegmatite Deposit in Altyn Tagh, Xinjiang, China. *Acta Petrologica Sinica*, 39(11): 3307–3318 (in Chinese with English abstract).
- Wang, J. P., Shang, P. Q., Xiong, X. X., et al., 2014. The Classification of Fluorite Deposits in China. *Geology in China*, 41(2): 315–325 (in Chinese with English abstract).
- Wang, J. P., Shang, P. Q., Xiong, X. X., et al., 2015. Metallogenic Regularities of Fluorite Deposits in China. *Geology in China*, 42(1): 18–32 (in Chinese with English abstract).
- Wang, J. G., Ding, H. B., Zhang, P., et al., 2024. Discovery and Determination of Altyn Tagh Lithium Ore Belts in Xinjiang and Its Strategic Significance. *Xinjiang Geology*, 42(2): 284–288 (in Chinese with English abstract).
- Wu, Y. P., Zhang, L. C., Yuan, B., et al., 2021. Geological Characteristics and Genesis of the Super-Large Kalqiar Fluorite Deposit in Altyn Tagh Area of Xinjiang, China. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 43(6): 962–977 (in Chinese with English abstract).
- Wu, Y. P., Zhang, L. C., Zhou, Y. B., et al., 2022. Study on Fluid Characteristics and Metallogenic Mechanism of the Super-Large Kalqiar Fluorite Deposit in Altyn Tagh Area. *Chinese Journal of Geology*, 57(2): 495–509 (in Chinese with English abstract).
- Ye, X. F., 2014. Mineralization and Metallogenic Model of Fluorite Deposits in the Zhejiang Area. *Northwestern Geology*, 47(1): 208–220 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, J. F., Chen, H. R., Wu, J. H., et al., 2024. Review on the Progress of Genetic Research Methods of Fluorite Deposits. *Northwestern Geology*, 57(4): 97–112 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, J. X., Meng, F. C., Yu, S. Y., 2010. Two Contrasting HP/LT and UHP Metamorphic Belts: Constraint on Early Paleozoic Orogeny in Qilian-Altun Orogen. *Acta Petrologica Sinica*, 26(7): 1967–1992 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, S. H., Wang, Z. T., Li, Y. S., et al., 2022. List, Application and Global Pattern of Critical Minerals of China. *Conservation and Utilization of Mineral Resources*, 42(5): 138–168 (in Chinese with English abstract).
- Zhao, X. M., Gao, Y. B., Yan, Z. Q., et al., 2023. Genesis of Kalqiaer Super-Large Fluorite Zone in Altyn Tagh Area: Chronology, Rare Earth Elements and Sr-Nd Isotopes Constraints. *Northwestern Geology*, 56(1): 31–47 (in Chinese with English abstract).
- Zou, H., Li, M., Bagas, L., et al., 2020. Fluid Composition and Evolution of the Langxi Ba-F Deposit, Yangtze Block, China: New Insight from LA-ICP-MS Study of Individual Fluid Inclusion. *Ore Geology Reviews*, 125: 103702. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2020.103702>
- Zou, H., Li, M., Santosh, M., et al., 2022. Fault-Controlled Carbonate-Hosted Barite-Fluorite Mineral Systems: The Shuanghe Deposit, Yangtze Block, South China. *Gondwana Research*, 101: 26–43. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2021.07.020>
- Zou, H., Zhang, Q., Bao, L., et al., 2016. Geological Characteristics and ESR Dating of Xiachen Fluorite Deposit in Tiantai Basin, Zhejiang, China. *Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition)*, 43(1): 86–94 (in Chinese with English abstract).
- Zou, H., Zhang, S. T., Fang, Y., et al., 2012. Current Situation and Prospect of Fluorite Deposit Researches in China. *Scientific and Technological Management of Land and Resources*, 29(5): 35–42 (in Chinese with English abstract).

#### 中文参考文献

- 陈军元, 刘艳飞, 颜玲亚, 等, 2021. 石墨、萤石等战略非金属矿产发展趋势研究. *地球学报*, 42(2): 287–296.
- 高永宝, 陈康, 王亮, 等, 2024. 阿尔金西段库木塔什萤石矿床成因: 磷灰石 U-Pb 年龄、原位 Sr-Nd 同位素、地球化学约束. *西北地质*, 57(4): 1–20, 305.
- 高永宝, 赵辛敏, 王博, 等, 2023. 阿尔金西段卡尔哈尔-库木塔什超大型萤石矿带矿床地质、控矿花岗岩特征及找矿远景. *中国地质*, 50(3): 704–729.
- 李卫东, 张冀, 朱志新, 等, 2012. 阿尔金山中奥陶世恰什坎萨依侵入岩确定及对阿尔金洋盆闭合时间限定. *新疆地质*, 30(2): 141–145.
- 刘兵, 李月栋, 胡可美, 等, 2025. 新疆若羌县皮亚孜达坂萤石矿地质特征及找矿标志. *西部探矿工程*, 37(5): 101–103.
- 马庆, 高永宝, 王元伟, 等, 2025. 阿尔金成矿带西段若羌县若羌镇发现具有大型远景萤石矿(117.42 万 t). *中国地质*, 52(1): 376–377.
- 王春连, 王九一, 游超, 等, 2022. 战略性非金属矿产厘定、关键应用和供需形势研究. *地球学报*, 43(3): 267–278.
- 汪东, 李月栋, 连政, 2024. 若羌县亚干布阳萤石矿地质特征及成因分析. *中国资源综合利用*, 42(2): 67–69.
- 王核, 马华东, 张嵩, 等, 2023. 新疆阿尔金地区黄龙岭超大型伟晶岩型锂矿床的发现及找矿意义. *岩石学报*, 39(11): 3307–3318.
- 王吉平, 商朋强, 熊先孝, 等, 2014. 中国萤石矿床分类. *中国地质*, 41(2): 315–325.

- 王吉平, 商朋强, 熊先孝, 等, 2015. 中国萤石矿床成矿规律. 中国地质, 42(1): 18—32.
- 王敬国, 丁海波, 张朋, 等, 2024. 阿尔金锂矿带的发现厘定及战略意义. 新疆地质, 42(2): 284—288.
- 吴益平, 张连昌, 袁波, 等, 2021. 新疆阿尔金地区卡尔恰尔超大型萤石矿床地质特征及成因. 地球科学与环境学报, 43(6): 962—977.
- 吴益平, 张连昌, 周月斌, 等, 2022. 阿尔金卡尔恰尔超大型萤石矿床成矿流体特征及形成机制探讨. 地质科学, 57(2): 495—509.
- 叶锡芳, 2014. 浙江萤石矿床成矿规律与成矿模式. 西北地质, 47(1): 208—220.
- 张建芳, 陈浩然, 伍江涵, 等, 2024. 萤石矿床成因研究方法与发展趋势. 西北地质, 57(4): 97—112.
- 张建新, 孟繁聪, 于胜尧, 2010. 两条不同类型的 HP/LT 和 UHP 变质带对祁连—阿尔金早古生代造山作用的制约. 岩石学报, 26(7): 1967—1992.
- 张生辉, 王振涛, 李永胜, 等, 2022. 中国关键矿产清单、应用与全球格局. 矿产保护与利用, 42(5): 138—168.
- 赵辛敏, 高永宝, 燕洲泉, 等, 2023. 阿尔金卡尔恰尔超大型萤石矿带成因: 来自年代学、稀土元素和 Sr-Nd 同位素的约束. 西北地质, 56(1): 31—47.
- 邹灏, 张强, 包浪, 等, 2016. 浙江天台盆地陈萤石矿床地质特征及 ESR 年代学. 成都理工大学学报(自然科学版), 43(1): 86—94.
- 邹灏, 张寿庭, 方乙, 等, 2012. 中国萤石矿的研究现状及展望. 国土资源科技管理, 29(5): 35—42.