

内蒙古地区金矿床地球化学异常特征及找矿标志研究

杨 禄

内蒙古第八地质矿产勘查开发有限责任公司 内蒙古 乌海 016000

摘 要：内蒙古地区金矿资源丰富，地质构造复杂，成矿条件多样。地球化学异常特征是寻找金矿床的重要依据，深入研究该地区金矿床地球化学异常特征及找矿标志，对提高找矿效率、扩大资源储量具有重要意义。本文通过分析内蒙古地区典型金矿床的地球化学异常特征，总结了该地区金矿床的找矿标志，包括地球化学标志、地质标志、构造标志等，并结合实际找矿案例，探讨了这些标志在找矿实践中的应用，为内蒙古地区金矿床的进一步勘探和开发提供了理论依据。

关键词：内蒙古地区；金矿床；地球化学异常特征；找矿标志

引言

内蒙古地区幅员辽阔，地质构造复杂，经历了多期的构造运动和岩浆活动，为金矿的形成提供了良好的地质条件。该地区已发现众多金矿床，分布广泛，类型多样，包括岩浆热液型、变质热液型、沉积变质型等。地球化学方法是寻找金矿床的重要手段之一，通过研究金矿床周围地球化学异常特征，可以有效地圈定找矿靶区，指导找矿工作。

1 内蒙古地区地质背景

1.1 区域构造

位于三大板块交汇处，发育三条横向（华北地块北缘等）和三条纵向（迭布斯格—宝音图北东向等）深断裂带。这些断裂带共同作用，形成三大地质走廊（阿拉善—狼山—二连、大兴安岭地质走廊）。横纵断裂带交汇处是形成大型矿床的有利位置，区内矿种、矿床类型和成矿系列多样。

1.2 区域地层

地层发育齐全，从太古宙到新生代均有出露。与金矿化有关的地层包括太古宙的上、下集宁群等，其中上集宁群等含金性最好。如乌拉山金矿床赋存于上集宁群的黑云斜长片麻岩中，十八顷壕金矿床则赋存于晚太古宙火山—沉积岩建造中。

1.3 区域岩浆活动

岩浆活动频繁，从太古宙到新生代均有记录，为金矿形成提供热源、动力和成矿物质。加里东期等是重要岩浆活动时期，华力西期和燕山期与金矿化关系最密切。如中井金矿床的形成与华力西期岩浆活动密切相关，矿体赋存于酒局子组板岩内的破碎蚀变带内，周围有华力西期岩浆岩分布。

2 内蒙古地区金矿床地球化学异常特征

2.1 地球化学数据来源与校正

内蒙古地区实施大规模区域化探扫面作业，自20世纪70年代末起，除盆地及覆盖区外，几乎所有图幅的1:20万区域化探扫面工作均已完成，总面积约70万km²，在基岩出露区取得显著成效。2006年后，中蒙边界区域的1:100万地球化学填图覆盖了此前1:20万化探扫面未涉及的盆地及覆盖区。因1:20万区域化探扫面自20世纪80年代启动，时间跨度较大且由多单位协同完成采样分析，导致不同图幅间存在显著差异。为确保全区数据可比性，对全部1:20万化探数据及1:100万地球化学填图数据实施调平处理。针对收集到的1:20万数据，采用分幅标准化法与专家综合法结合的方式开展图幅间数据校正；对于中蒙边界填图数据，因采样密度为100km²/点位，故对区域化探数据执行平均处理（每100km²对应一个平均值），并基于Geoexpl系统完成图幅间调平。经校正后的数据有效消除图幅间“台阶”现象，取得理想效果。

2.2 金地球化学块体分布特征

内蒙古地区金地球化学块体主要集中分布在以下几个区域：（1）华北板块北缘：呈团块状分布，该区域是内蒙古地区重要的金矿成矿带之一，发育有哈达门沟、赛乌素等大型金矿床^[1]。（2）狼山—白云鄂博裂谷带：呈团块状分布，该区域的地质构造复杂，岩浆活动频繁，为金矿的形成提供了良好的条件，分布有众多金矿床（点）。（3）二连—东乌旗—梨子山一带：呈零散串珠状分布，该区域的金矿化与区域构造和岩浆活动密切相关。（4）海拉尔—根河区域：形成规模有限的金高值区，沿得尔布干断裂带存在零星金高值分布，沿额尔古纳断裂金富集程度相对较高。（5）古利库—大杨树区域：分布呈条带状，于古力库和大杨树形成两个显著浓集中心，该区域为内蒙古东部地区重要的金成矿区之

一。(6) 额济纳旗—杭乌拉：呈现块状分布，面积广阔，但金富集程度较低。

2.3 典型金矿床地球化学异常特征

2.3.1 哈达门沟金矿

哈达门沟金矿坐落于华北地台北缘西段太古宙乌拉山群深变质岩分布区，系韧性剪切变形变质带主导的绿岩型金矿床类型。矿田范围西起梅力更沟，东至哈达门沟，纵向延伸约20公里，横向宽度约5公里，其形成与乌拉特前旗山前深大断裂密切相关。在内蒙古1:100万金矿集区地球化学预测图谱中，该矿床处于编号Au45的地球化学省区域，Au元素异常总体呈现双峰态分布特征，存在两处高浓度核心区，其中哈达门沟矿床恰位于西侧核心区，空间匹配度较高。该矿床的地球化学特征参数具体表现为：异常覆盖区域超过1400平方公里；金的NAP（异常规模）值达到6028；异常对比度达4.2；异常结构呈现三层嵌套特征^[2]。

2.3.2 长山壕金矿

长山壕金矿床位于华北板块北缘白云鄂博裂谷带中部地带，矿体空间分布严格受比鲁特组第二岩段地层、构造破碎带及片理化带三重因素控制。含矿岩性以千枚岩、片岩、千枚状板岩等变质岩系为主。地球化学异常特征方面，矿体周边显现显著的Au、As、Sb等元素组合异常，异常元素叠加性良好，浓度梯度变化明显。其中，Au异常形态规整，由多个浓集中心串联构成，大部分区域与矿体实际分布范围高度契合；As、Sb等前缘指示元素异常在矿体上方发育显著，且与Au异常走向保持一致，反映出矿区整体剥蚀程度较低的特征。

2.3.3 白音乌拉金矿

基于1:1万土壤地球化学测量成果，白音乌拉地区圈定综合异常区7处，其中AP2异常区成功发现白音乌拉金矿。该异常表现为Au、W、As、Sb、Cu、Zn、Bi、Mo、Ag、Ph等多元素组合异常，其中Au异常形态规整，由多个浓集中心构成，大部分区域与矿体分布范围吻合，整体呈北东向展布，Au异常峰值达 200×10^{-9} ；各元素异常展布方向与Au异常走向一致，特别是Cu、Ag、Bi、Ph、W等元素异常空间分布高度协同。值得注意的是，前缘元素As、Sb、Ag、Bi异常发育程度较高，而W、Mo等高温元素异常表现较弱，这一特征进一步印证矿区剥蚀程度较浅的结论。

3 内蒙古地区金矿床找矿标志

3.1 地球化学标志

(1) Au元素异常：Au元素异常是寻找金矿床最直接的地球化学标志。在内蒙古地区，大型金矿床通常与大

面积、高强度的Au元素异常相对应。例如，哈达门沟金矿位于Au45地球化学省的西侧浓集中心，Au异常面积超过1400km²，NAP值达6028，异常衬度达到4.2。(2) 前缘元素异常：As、Sb、Mn、Zn等前缘元素异常在金矿体上方通常较为发育，且与Au异常的展布方向相同。这些元素的异常可以作为寻找隐伏金矿体的重要指示标志。例如，在长山壕金矿和白音乌拉金矿中，As、Sb等前缘元素异常在矿体上方较为明显，且与Au异常套合好。

(3) 元素套合异常：多种元素组成的套合异常往往比单一元素异常更具找矿意义。在内蒙古地区，金矿床周围通常存在Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb等多种元素的套合异常。例如，白音乌拉金矿的AP2异常区就由Au、W、As、Sb、Cu、Zn、Bi、Mo、Ag、Ph等多种元素组成。

3.2 地质标志

(1) 含金建造：内蒙古区域与金矿化关联的地层核心涵盖太古宙的上、下集宁群及色尔腾山群，以及元古宙的二道洼群、渣尔泰山群与白云鄂博群等若干地层单元。这些地层中的条带状含铁建造和富含铁质的火山—沉积岩建造是寻找金矿床的重要地质标志。例如，乌拉山金矿床、纳令沟金矿点直接赋存于上集宁群的条带状含铁建造相关岩石中；十八顷壕金矿床赋存于晚太古宙花岗岩—绿岩带中的富含铁质的火山—沉积岩建造中。

(2) 岩浆岩：华力西期和燕山期的岩浆岩与金矿化关系密切。在内蒙古地区，许多金矿床周围都分布有华力西期或燕山期的岩浆岩。例如，内蒙古中井金矿床的形成与华力西期岩浆活动有着密切的成因关系，矿体产出于古生界石炭系上统酒局子组板岩的破碎蚀变带中，周边可见华力西期岩浆岩分布。

3.3 构造标志

(1) 深断裂带：内蒙古地区的深断裂带为金矿的形成提供了良好的构造通道和容矿空间。横纵断裂带交会区域，具备形成大型矿床及矿化集中区的有利构造条件。如华北地块北缘、华北与西伯利亚板块缝合带深断裂带附近，分布着大量金矿床。(2) 褶皱构造：褶皱构造对金矿床的形成和分布也有重要影响。在内蒙古地区，一些金矿床赋存于褶皱构造的核部或翼部。例如，长山壕金矿床处于浩尧尔忽洞向斜的南翼，靠近哈拉霍疙特组第三岩段（灰岩）的部位，又在高勒图断裂带向南弧形凸出的地段，属于构造应力相对集中区，故金矿化定位于与该断裂平行的一系列构造破碎带和挤压片理化带中^[3]。(3) 断裂构造：断裂构造是金矿床形成的重要控制因素之一。在内蒙古地区，许多金矿床赋存于北东向、北西向和近南北向的断裂构造中。例如，内蒙古

中井金矿床的矿体赋存于北东向断裂构造控制的破碎蚀变带内。

3.4 围岩蚀变标志

围岩蚀变是金矿床形成过程中的常见现象,不同类型的围岩蚀变与金矿化关系密切。在内蒙古地区,硅化、绢云母化、黄铁矿化、褐铁矿化等围岩蚀变是寻找金矿床的重要标志。以内蒙古某金矿区为例,硅化、绢云母化、方解石化与成矿关联紧密,可作间接找矿指标;褐铁矿化则为直接找矿指标。长山壕金矿床中,矿体发育硅化、绢云母化等蚀变,此类蚀变与金矿化密切相关。

4 找矿标志在找矿实践中的应用

4.1 哈达门沟金矿的发现

在哈达门沟金矿的找矿过程中,地球化学标志起到了关键作用。通过对内蒙古地区1:20万和1:100万区域化探数据的分析和处理,发现了位于华北地台北缘西段的Au45地球化学省,该地球化学省具有大面积、高强度的Au元素异常。进一步的地质调查和勘探工作证实,哈达门沟大型金矿位于该地球化学省的西侧浓集中心,从而实现了该金矿的发现和评价。

4.2 长山壕金矿的勘探

长山壕金矿的勘探过程中,综合运用了地质、地球化学和构造等多种找矿标志。通过对区域地质背景的研究,确定了该矿床位于华北板块北缘白云鄂博裂谷带的中部,且矿体明显受比鲁特组第二岩段地层、构造破碎带及片理化带约束。地球化学异常特征显示,在矿体周围存在明显的Au、As、Sb等元素的地球化学异常,异常元素套合好,浓度分带明显。构造标志表明,该矿床处于浩尧尔忽洞向斜的南翼,靠近高勒图断裂带南向弧形凸出区域,系构造应力相对集中区域。综合以上找矿标志,指导了长山壕金矿的勘探工作,取得了良好的找矿效果。

4.3 白音乌拉金矿的查证

在白音乌拉地区,通过1:1万土壤测量成果,圈定了7处综合异常。对AP2异常区进行查证时,采用了1:5000综合地质、物化探剖面、槽探和钻探等手段^[4]。查证结果揭示,AP2异常区呈现Au、W、As、Sb、Cu、Zn、Bi、Mo、Ag、Pb元素综合异常,其中Au异常形态规则,具多个浓集中心,其分布范围与矿体分布大致吻合。进一步的勘探工作证实了白音乌拉金矿的存在,说明综合运用地球化学标志和其他找矿标志可以有效地指导找矿工作。

5 结语

地球化学异常特征是内蒙古地区寻找金矿床的重要依据,其周围存在明显异常,研究这些特征可有效圈定找矿靶区。实际找矿中,综合运用地球化学、地质、构造、围岩蚀变等多种找矿标志,能提高找矿准确性和效率,哈达门沟、长山壕和白音乌拉金矿的发现和勘探过程便是明证。未来,随着地质勘查深入,应进一步加强对该地区地球化学数据的研究与应用,完善找矿预测模型,为金矿资源勘探开发提供更坚实的理论支撑。

参考文献

- [1]贾瑞娟,吴艳君,孟晓玲,等.华北北缘隆起带白云鄂博——哈达门沟稀土及金铅锌等矿集区深部成矿作用[J].西部资源,2025,(04):5-9.
- [2]王文杰,杨彪,徐浩清,等.内蒙古哈达门沟金矿区北部沙德盖岩体找矿突破潜力——来自深部电性结构的证据[C]//中国地球物理学会金属矿勘查专业委员会.第二届全国矿产勘查大会论文集.中国地质调查局呼和浩特自然资源综合调查中心;中国地质科学院,2023:606-608.
- [3]焦金伟.长山壕金矿东露天采场境界重新圈定及其稳定性分析[J].黄金,2020,41(04):38-41.
- [4]赵磊,杨宝宏,王东星,等.内蒙古白音乌拉金矿成矿地质特征及找矿标志[J].西部资源,2025,(01):7-10.