

灵宝地区金矿储量特征与找矿潜力分析

杭黎明 刘敏

灵宝金源矿业股份有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v8i5.2320

[摘要] 灵宝地区位于华北克拉通南缘小秦岭成矿带核心区域,是我国四大产金基地之一和第二大黄金生产基地,金矿资源禀赋优异。本文基于最新地质勘查数据和行业统计资料,系统分析了该地区的地质背景、金矿类型、储量结构及成矿规律,重点量化了各类金矿的储量规模与分布特征,并探讨了深部及外围找矿潜力。研究表明,灵宝地区累计探明岩金金属储量达401.223吨(不含伴生矿),截至2022年底,矿山保有金储量为139.22吨,深部预测金资源储量为420吨,具备形成“第二个小秦岭”的资源基础。区域金矿成矿主要受太华岩群地层、多期次断裂构造与燕山期岩浆活动的协同控制,其中石英脉型金矿占绝对主导地位。未来通过深化深部勘探与综合找矿技术应用,有望显著提升资源保障能力,为黄金产业可持续发展提供有力支撑。

[关键词] 灵宝地区; 金矿储量; 小秦岭成矿带; 保有储量; 找矿潜力

中图分类号: O741+.2 **文献标识码:** A

Characteristics of Gold Reserve in Lingbao Region and Analysis of Prospecting Potential

Liming Hang Min Liu

Lingbao Jinyuan Mining Co., Ltd.

[Abstract] The Lingbao region is located in the core area of the Xiao Qinling ore-forming belt on the southern edge of the North China Craton. It is one of China's four major gold-producing regions and the second-largest gold production base. The region possesses excellent gold mineral resources. Based on the latest geological exploration data and industry statistics, this paper provides a systematic analysis of the geological background, gold ore types, reserve structure, and ore-forming patterns in the region. Emphasis is placed on quantifying the reserve sizes and distribution characteristics of various types of gold ore, as well as exploring the potential for exploration in deeper and peripheral areas. Studies have shown that the region's cumulative identified rock gold metal reserves amount to 401.223 tons (excluding associated minerals). As of the end of 2022, the mine's retained gold reserves stood at 139.22 tons. The predicted deep-seated gold resource reserves amounted to 420 tons, providing a resource foundation for forming a "second Xiao Qinling." The ore-forming of regional gold mines is primarily controlled by the Ta Hua Rock Formation, multiple-stage fault structures, and the volcanic activity of the Yan'an period. Among these, quartz vein-type gold deposits dominate. Through deepening deep-seated exploration and the application of comprehensive prospecting technologies, it is expected that the region's resource assurance capabilities will be significantly enhanced, thereby providing strong support for the sustainable development of the gold industry.

[Key words] Lingbao region; gold ore reserves; Xiao Qinling ore-forming belt; retained reserves; prospecting potential

引言

黄金作为战略性贵金属,在金融稳定、工业制造与国家储备中具有不可替代的作用。灵宝市因丰富的黄金资源被誉为“中国金城”,其金矿开采历史可追溯至宋朝,盛于明朝。现代工业化生产始于1976年,历经半个多世纪发展,已形成集开采、选冶、

精炼、销售于一体的全产业链格局,累计为国家生产黄金超420万两,自1984年起连续20余年稳居全国县级产金量第二位。

当前,灵宝小秦岭地区历经50余年高强度开发,中上部资源已基本采完,资源储备与开采需求的矛盾日益凸显。面对资源接续压力,亟需系统评估区域金矿资源潜力,明确未来勘查方向。本

文基于最新勘查数据与行业报告,精准量化灵宝地区金矿储量现状,解析不同类型金矿的储量构成,结合成矿规律研判找矿潜力,为区域金矿资源的科学勘查、合理开发及产业可持续发展提供数据支撑与理论参考。

1 区域地质背景

1.1 地层

灵宝地区出露地层以新太古界太华岩群为核心,总厚度大于3km,由变质表壳岩和变质TTG岩系组成^[1]。变质表壳岩原岩为中基性火山-沉积建造,自下而上分为基性喷发表壳岩、观音堂岩组和焕池峪岩组;变质TTG岩系包括杨砦峪组灰色片麻岩、四范沟片麻状花岗岩。该岩群富含金等成矿元素,金丰度值显著高于地壳平均水平,是区域金矿最主要的物质来源层位^[2]。此外,河谷地带零星出露寒武系、震旦系地层,断陷盆地内发育古近系、新近系沉积地层,对金矿成矿起到间接控制作用。

1.2 构造

区域构造以褶皱和断裂为主要特征,由北向南依次发育五里村背斜、七树坪向斜、老鸦岔背形等次级褶皱。断裂构造分为“边界断裂”与成矿相关断裂两类:边界断裂主要为小秦岭北侧的太要断裂和南侧的小河断裂,构成区域构造框架;成矿相关断裂以近东西向韧-脆性断裂为主,北西向、北东向和南北向次之,河南境内已发现600余条,多以含金石英脉-构造糜棱岩带形式存在,兼具导矿和储矿功能^[3]。这些断裂的转折端、交汇部位及产状变化处,是成矿热液聚集与金元素富集的关键部位,控制着大中型金矿床的分布。

1.3 岩浆活动

区域岩浆活动具多旋回、多期次特点,从太古宙至中生代均有表现,其中燕山期花岗岩浆活动与金矿成矿关系最为密切^[4]。主要岩浆侵入事件包括五台期花岗岩伟晶岩脉侵入、古元古代桂家峪花岗岩序列侵入、燕山期文峪花岗岩序列与娘娘山花岗岩序列侵入等^[5]。岩浆活动不仅为成矿提供了充足热源,驱动成矿热液循环,其自身也携带部分成矿物质,与围岩发生物质交换后,促使金元素活化、迁移并在有利构造部位沉淀富集,形成富矿体。

2 金矿类型及储量特征

2.1 石英脉型金矿

石英脉型金矿是灵宝地区最主要的金矿类型,占已探明岩金金属储量的90%以上,累计探明储量超361吨(基于401.223吨总岩金储量推算)。该类型金矿严格受断裂构造控制,矿体呈脉状产出,主要分布于小秦岭金矿田的文峪、杨砦峪、金洞岔等矿区,其中文峪S505-杨砦峪S60剪切带长约16km,控制着多个大中型金矿床^[6]。矿石中金属矿物以自然金、黄铁矿、黄铜矿为主,脉石矿物以石英为主,平均品位达5.56克/吨,显著高于行业均值,部分富矿段品位可达10-20克/吨。作为开采重点对象,该类型金矿支撑了灵宝黄金产业的长期发展,仅2024年区域内核心企业就实现矿产金5.2吨。

2.2 破碎带蚀变岩型金矿

破碎带蚀变岩型金矿为区域次要金矿类型,累计探明岩金

金属储量约40吨(不含伴生矿),占总岩金储量的10%左右。矿体主要产于断裂破碎带中,呈似层状、透镜状产出,围岩蚀变以硅化、绢云母化、黄铁矿化为特征,金矿物呈浸染状分布,粒度较细。灵湖金矿床是该类型的典型代表,矿体受东西向断裂控制,由含金石英脉及其底部蚀变岩组成,厚大富矿体集中分布于断裂构造转折端和产状由陡变缓的过渡部位^[7]。该类型金矿虽单矿规模不及石英脉型,但分布广泛,且部分矿区深部矿化有增强趋势,具备进一步勘查价值。

2.3 砂金矿

砂金矿在灵宝地区分布范围有限,主要集中于小秦岭主要水系下游河床,如豫灵镇西峪、阌峪,故县镇枣乡峪,阳平镇大湖峪及朱阳镇弘农涧河等区域。其成因为原生金矿经风化、剥蚀后,金矿物被河流搬运至适宜地段沉积富集而成^[8]。1985年河南省地调一队的勘查结果显示,朱阳-董家垵66平方公里砂金富集区最高品位2.55g/m³,最低品位0.001g/m³,平均品位0.708g/m³,查明储量仅0.5吨。该类型金矿储量占比极低,目前已基本完成小规模开采,仅具历史勘查与资源利用意义。

2.4 伴生金矿

伴生金矿主要分布于多金属矿床中,虽品位较低,但因矿床规模较大,累计储量不容忽视。在银家沟硫铁多金属矿区,伴生钼矿的同时共伴生金资源;阌峪、东闯、老鸦岔等脉金矿床中,除金外还伴生银、铜、铅、钨、硫等多种矿产,其中伴生银储量278.9吨、铜储量20251吨、铅储量31.9万吨。此外,区域内已探明铜矿20.96万吨、铅矿55.17万吨、钨矿0.58万吨,这些多金属矿产开采过程中,通过综合回收可实现伴生金的资源化利用,提升矿床经济价值。

2.5 储量现状与动态变化

截至2024年,灵宝地区已发现岩金矿产地31处、伴生金矿1处、砂金矿1处,累计探明岩金金属储量401.223吨(不含伴生矿),另有资料显示小秦岭地区探明金矿储量可达433-448吨,差异主要源于统计口径与勘查精度不同。从保有储量来看,2022年底区域矿山保有金储量139.22吨,其中保护区内37.06吨,2022年实际开采量85万吨,2023年增至88.24万吨。此外,近年来通过资源盘活,新增低品位金矿资源矿石量5064万吨,平均品位1.16克/吨,折合金金属量58.85吨,进一步补充了资源储备。

3 成矿规律

3.1 构造控矿规律

断裂构造是灵宝地区金矿成矿的核心控制因素,区域内大中型金矿床均产于特定断裂带中。太要断裂、小河断裂等边界断裂控制着岩浆岩的分布与成矿带的展布范围,而内部的韧-脆性断裂带则直接控制矿体的形态、产状与规模。剪切带与褶皱构造的组合关系尤为关键,中矿带位于老鸦岔背斜轴部,呈北西向展布,其南倾组和北倾组剪切带构成了金矿富集的“黄金通道”。断裂构造的多期次活动使成矿热液能够多次叠加,进一步提升矿体品位与规模,断裂转折端、交汇部位因空间扩容效应,往往形成厚大富矿体。

3.2 岩浆岩与成矿关系

岩浆活动为金矿成矿提供了热源、动力与部分物质来源,其中燕山期花岗岩浆活动与成矿的时空关联性最强。岩浆侵入过程中,与太华岩群围岩发生强烈的物质交换,促使围岩中的金元素活化迁移;同时,岩浆热液携带自身的成矿物质,在上升过程中因温度、压力降低,于断裂构造中沉淀富集形成金矿体。花岗岩体与围岩的接触带因物理化学条件剧烈变化,成为金元素富集的有利场所,文峪、娘娘山等花岗岩体周边均发育密集的金矿化带,验证了岩浆岩对成矿的控制作用。

3.3 地层与成矿的联系

太华岩群作为区域主要赋矿地层,为金矿成矿提供了基础物质来源^[9]。该岩群中的中基性火山岩金元素丰度较高,经多期变质变形与热液活动改造后,金元素被充分活化释放,成为成矿的主要物质供给。地层的岩性组合也影响成矿效果,火山岩与沉积岩互层部位因物理性质差异,在构造运动中易形成破碎带,为成矿热液的渗透与沉淀创造了条件。此外,地层的褶皱变形使岩石产生大量裂隙,进一步增强了岩石的渗透性,有利于成矿热液的运移与金元素的富集。

4 找矿潜力分析

4.1 深部找矿潜力

深部找矿是灵宝地区金矿资源增储的核心方向,现有研究表明多数金矿体在深部仍有延伸且矿化增强。小秦岭金矿田中上部资源已基本采完,但深部(500-2000米)仍具备良好成矿条件,且受后期构造破坏较小,有利于成矿元素保存。据预测,区域深部金资源储量可达420吨。典型案例显示,义寺山金矿S402矿脉地表厚度仅0.25-0.80m,深部矿化显著增强,已圈出走向长358m、斜长最大615m的隐伏矿体。结合地球物理勘探异常,深部勘查有望新增金矿储量50-100吨,延长矿山服务年限10-20年。

4.2 外围找矿潜力

灵宝地区周边区域与已知矿区具相似的地质成矿条件,找矿潜力巨大。小秦岭金矿田外围存在多个尚未开展详细勘查的断裂构造带,这些构造带与已知控矿构造同属一个构造体系,受相似的岩浆活动与地层条件控制,具备形成金矿的物质基础与构造条件。通过地质填图、水系沉积物地球化学测量等手段,已在部分外围区域发现金元素异常,部分异常区金含量达0.05-0.1克/吨,具备进一步查证价值。预计通过系统勘查,外围区域有望新增金矿储量100-150吨,显著扩大区域金矿资源规模。

4.3 综合找矿技术应用潜力

现代找矿技术的综合应用为潜力挖掘提供了技术支撑。地球化学勘查可快速圈定异常区域,土壤与水系沉积物测量已在区域内发现多个成矿靶区;地球物理勘查中的重力、磁力、电法勘探能够有效探测地下隐伏构造与矿体,为钻探工程部署提供精准指导;GIS空间分析技术可整合地质、物探、化探数据,实现成矿预测与靶区优选。此外,深部钻探技术的进步使勘查深度延伸至2000米以下,能够验证深部找矿预测。未来通过多技术

融合,可大幅提高找矿效率与成功率,充分释放深部与外围的找矿潜力。

5 结语

灵宝地区依托小秦岭成矿带独特的地质背景,形成了以石英脉型为主、多种类型并存的金矿资源格局,累计探明岩金金属储量401.223吨,2022年底保有储量139.22吨,深部预测储量420吨,资源禀赋居全国前列。构造、岩浆活动与地层的协同作用控制了金矿的成矿过程,断裂构造为成矿热液提供通道与储矿空间,燕山期岩浆活动提供热源与物质补充,太华岩群提供主要成矿物质来源,三者的有机组合造就了区域丰富的金矿资源。

当前,区域金矿勘查已进入深部与外围拓展的新阶段,深部500-2000米范围与矿区外围未勘查区域具备巨大找矿潜力,通过系统勘查有望新增储量150-250吨。为实现资源可持续利用,建议加大勘查投入,统筹财政资金与企业力量,开展深部与外围专项勘查;加强成矿理论研究与技术创新,综合运用地球物理、地球化学等现代找矿技术,提高靶区精准度;在开采过程中注重资源综合利用与生态环境保护,实现黄金产业与生态环境协调发展。未来,随着勘查工作的深入推进,灵宝地区有望持续巩固“中国金城”地位,为我国黄金资源安全与地方经济发展作出更大贡献。

[参考文献]

- [1]姚伟,岳琪,王晓枝.老鸦岔金矿矿区地质特征及矿床开采技术条件研究[J].能源与环境,2022,44(07):118-124.
- [2]宋建治.河南省灵宝百草峪金矿床地质特征及金富集规律[J].华北国土资源,2010,(04):33-34.
- [3]周强,张骏.为地质勘查装上“绿色引擎”——河南省地质矿产勘查开发局地勘四院实施绿色勘查工作小记[J].资源导刊,2022,(01):41.
- [4]李铁刚,武广,陈公正,等.华北克拉通南缘小秦岭矿集区灵湖金矿床成因:流体包裹体和H-O、S-Pb同位素证据[J].地球科学与环境学报,2020,42(05):569-583.
- [5]柴世刚.河南灵宝金渠金矿区矿床成因及成矿机制探讨[J].黄金科学技术,2004,(02):22-26.
- [6]郭新.灵宝市长安岔区域探矿实践及其矿体赋存规律研究[J].华北国土资源,2014,(03):63-64.
- [7]李佩,张骏,麻哲.打造豫西地区绿色勘查新模式——灵宝市松树沟金矿预查工作纪实[J].资源导刊,2021,(02):41.
- [8]郝建瑞.小秦岭金矿田桐沟金矿床成矿金属来源、成矿时代与动力学背景[D].中国地质科学院,2021.
- [9]徐宪立,张剑锋.灵宝四范沟矿区含金石英脉成矿阶段及研究意义[J].世界有色金属,2019,(03):266-268.

作者简介:

杭黎明(1978--),男,汉族,河南三门峡市人,工程师,研究方向:矿山安全管理。