

区域性地质特征对不同类型矿床形成的影响

周文卿, 张贺鹏, 吕均

(湖南省地质矿产勘查开发局四〇七队, 湖南 怀化 418000)

摘要 地质工程领域一直致力于深入研究矿床形成机制, 因为对矿床形成机制的深入理解对于科学合理的勘查和开发方案至关重要。区域性地质特征在矿床形成过程中起着关键作用, 然而, 这一领域的研究仍面临着许多挑战。针对这一问题, 本研究选择了洪江垄金矿床作为案例进行深入探讨, 旨在揭示区域性地质特征如何影响不同类型矿床的形成过程。通过对该矿床的学术性研究, 希望能够为地质工程领域提供新的思路和方法, 从而推动矿床形成机制的研究取得新的突破, 为勘查和开发工作提供更为科学的指导和支持。

关键词 区域性地质; 金矿床; 形成环境; 地质构造; 地球物理

中图分类号: TDI

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)07-0100-03

地球科学领域的迅速发展使得对矿床形成机制的深入研究变得至关重要。在众多研究方向中, 深刻了解区域性地质特征对不同类型矿床形成的影响, 对于科学合理地规划勘查与开发策略至关重要。随着研究方法的不断创新和地学数据的丰富, 通过结合地质构造、地球物理、水文地质、气候环境和地球化学等多个方面的深入探讨, 有望更全面地理解区域性地质特征在矿床形成中的作用机制。

1 区域性地质背景

1.1 地质构造

洪江垄金矿区位于中方县城南东方向直距约 40 km 处, 属中方县铁坡乡管辖。矿区属构造侵蚀低山区, 海拔标高 300 ~ 625 m, 一般在 400 m 左右, 地形切割强烈, 山坡较陡。植被发育, 属 IV 类地形区。该区属亚热带气候, 雨量充沛, 气候潮湿, 夏季炎热, 历年最大降雨量 2 113.4 mm, 最小降雨量 843.4 mm, 雨水集中 3 至 7 月份。洪江垄金矿区呈现出丰富多样的地质构造特征, 其中以北东—北北东、南北向深大断裂为主导。这些构造线在漫长的地质演化中产生了多次的构造运动, 塑造了矿区独特的地壳结构。此外, 弧形韧性剪切带的存在也是该地质构造的显著特点之一。这种剪切带表现出弯曲走向和较为复杂的空间结构, 为金矿床的形成提供了有利的构造通道。其次, 地质构造在矿床形成中扮演着关键角色, 洪江垄金矿区的区域性构造对矿床形成产生了深远的影响。北东—北北东、南北向深大断裂等构造线的运动活动形成了多个断裂和剪切带, 为地下矿化流体提供了畅通的通道。这些断裂和剪切带的分布、走向和相互关系直接影响到了金矿床的空间分布和形态。特别是弧形韧性剪切带

的存在, 通过构造应力的释放, 为金矿床提供了形成的独特环境。

1.2 岩石类型与分布

洪江垄金矿区展现了多样性的岩石类型, 主要包括片麻岩、千枚岩、石英岩等。这些岩石在地质演化中历经多期变质和变形作用, 形成了独特的岩石组合。片麻岩以其多样性的含矿元素和成矿流体易渗透的特性, 成为金矿床形成的重要富集体^[1]。千枚岩则以其对金的亲和性和容纳矿化流体的空间结构, 对矿床形成产生显著影响。岩石的物理性质也在矿床形成中发挥着关键作用。例如, 岩石的孔隙度、渗透性和导电性等参数直接关系到地下矿化流体的运移和富集。岩石的孔隙度越大, 渗透性越好, 有利于金的富集, 构成了矿床形成过程中的物理场, 通过调控矿化流体的运移路径和速度, 影响金在矿床中的分布状况。

2 区域地球物理特征

2.1 重力、地磁、电磁等特征

在洪江垄金矿区, 全省 1:50 万重力测量成果图显示, 该区位于由南北转为近东西向的瓦屋塘—崇阳坪—黄茅园—白马山—龙山重力负异常带中。这一异常带中的低重力值中心与以上岩体的出露位置相吻合。同时, 通过 1:50 万重磁测量成果推断, 黄茅园杂岩体的南西端与中华山岩体北东侧存在大面积的隐伏岩体, 这些岩体在深部形成同源岩浆不同侵位的岩体。洪江垄金矿区还位于湖南省最显著的航磁异常带上, 带内存在多个强烈的磁异常中心, 被解释为含金属硫化物引起。穿越该区的地磁异常带和明显的地磁异常中心提示了潜在磁性矿床的存在, 为未来深入研究提供了有益线索。地磁异常反映了地下岩石的磁性差异, 与

磁性矿床的可能存在相关。根据研究发现，地磁异常的分布与该矿区地下岩石的磁性异质性密切相关。1:50 万地磁测量结果揭示了明显的地磁异常带穿越该区，包含多个强烈的磁异常中心。这些地磁特征不仅揭示了地下岩石的磁性差异，而且提供了关于磁性矿床分布和性质的重要信息。

2.2 地球物理现象与矿床形成的关系

洪江垄金矿区的地球物理现象在深入研究中揭示了与矿床形成密切相关的关系。各种地球物理现象，包括重力、地磁和电磁等，都为理解矿床成因提供了重要线索。首先，通过对重力场的研究，发现矿区位于重力负异常带中，而低重力值中心与具体岩体的出露位置相一致。这为我们认识到地下构造变化和岩性差异对异常重力场的形成产生了关键影响。这些因素共同作用，为潜在矿化体和矿床类型提供了实质性信息。其次，地磁现象也在揭示矿床形成机制方面发挥了重要作用。磁性矿床的可能存在与明显的地磁异常带相一致，而该异常带的分布与地下岩石的磁性差异密切相关。通过 1:50 万地磁测量结果的详细分析，我们不仅可以初步定位潜在的磁性矿床，而且可以理解地磁异常与矿床形成的复杂关系。最后，电磁现象在探讨矿床形成的电性特征方面发挥了显著作用。通过电磁测量，可以识别地下导体，为揭示矿床形成的电性特征提供了重要线索。电磁特征的详细研究有助于理解矿床的复杂形成过程，为后续的科学勘查和资源开发提供了可靠的基础。

3 地球化学特征

3.1 地下水地球化学

洪江垄金矿区的地下水体系呈现多层次、多组分的特征，其地球化学状况为对不同矿床类型形成的制约提供了关键信息。工作区内主要依赖于季节性流水、溪沟和地下水的开发利用作为主要水源。水文地质条件相对简单，水源供应相对稳定，主要受最低级分水岭控制。

1. 地形、水文气象特征。工作区位于雪峰山区，地形剧烈切割，属剥蚀构造中低山区，海拔约 400 m。区域属于亚热带潮湿气候，季节分明，雨量充沛，季节性排水沟流量在 0.015 ~ 0.075 m³/S 范围内，旱季流量微弱或干涸。

2. 含水岩组特征。

(1) 第四系松散堆积层：分布于山坡或“V”型沟谷谷底，成分为碎石土、砂或卵砾石，泉流量小于 0.1 L/s。

(2) 芙蓉溪群岩门寨组：主要为粉砂质板岩，是矿区主要赋矿层位，风化及构造裂隙发育，泉流量 0.102 ~

0.483 L/s，随季节变化。

(3) 芙蓉溪群架枳田组：为变质砂岩，裂隙发育，泉流量 0.014 ~ 0.454 L/s，随季节变化。

(4) 芙蓉溪群砖墙湾组：为炭泥质板岩，泉流量 0.222 L/s，随季节变化。

3. 地下水的补、迳、排条件。

(1) 补给条件：主要通过大气降雨、孔隙裂隙水以及断裂带泉流得到补给。

(2) 迳流条件：地下水以地表分水岭为界分别向两侧运移，迳流方向一般与地表水流向近于垂直，水力坡度大，流速快，循环交替强烈。

(3) 排泄条件：排泄受地下水赋存类型、地貌、水文条件的影响，孔隙裂隙水常以泉形式排至地表，断裂带泉流也在沟谷处排出地表。

3.2 地球化学特征对不同类型矿床形成的制约

地球化学特征在洪江垄金矿区对不同类型矿床的形成产生了显著的制约作用，特别是在金、锑、砷等元素的空间分布及其活化迁移过程中呈现出独特的地球化学共轭体系^[2]。据 1:20 万溆浦幅化探资料，板溪群、震旦系地层中 Au、Sb、As 的平均值高于上部大陆地壳的平均值（表 1）。

表 1 溆浦幅板溪群、震旦系地层 Au、Sb、As 的平均含量统计表

层位	Au($\times 10^{-9}$)	Sb($\times 10^{-6}$)	As($\times 10^{-6}$)
板溪群(Ptbn)	3.4	2.81	18.60
震旦系(Z)	3.37	2.86	16.66
上部大陆地壳	1.8	0.2	1.5

在铲子坪、大坪等矿床周边地层中，金的背景值明显低于上部大陆地壳平均值，显示出金的活化迁移现象。具体数值为 1.10×10^{-9} 和 1.56×10^{-9} ，这构成了成矿元素金的贫化—富集地球化学共轭体系。湖南省物探队的水系沉积物测量中，以 3×10^{-9} 的金含量为异常下限，圈定的异常面积达 100 km²，包括铲子坪、大坪和江坪三个浓集中心。其中，铲子坪和大坪两个浓集中心均发现了大型金矿床，而洪江垄则位于江坪浓集中心。这些地球化学特征的差异性不仅揭示了区域性地球化学异质性的存在，也为金矿床的形成提供了关键线索^[3]。

3.3 控矿因素及矿化富集规律

洪江垄金矿区主要呈现热液蚀变金矿化的矿化类型，与构造热液蚀变密切相关。金矿化严格限定于构造热液蚀变范围，且热液蚀变地方一般都伴随着金矿化。由于构造活动多期且继承性强，导致蚀变矿化体

两侧或一侧在蚀变期后发生了继承性断裂。这样的断裂破碎带中常出现金的次生富集现象,形成了金的贫化带和富集带,其中近地表5 m内为金的贫化带,逐渐向下富集,在氧化带与原生矿接触处形成显著的富集带,尽管富集程度有所不同。主要矿体往往位于这些硅化透镜体中,表明金矿化强度和规模与硅化蚀变强弱密切相关。黄铁矿和毒砂的硫化物是主要的金矿化标志,两者常以立方体、细脉状、团块状形式与石英细脉共同分布,且含量与蚀变强度相关明显^[4]。此外,绢云母化也是金矿化的重要标志,与硅化、黄铁矿化同时存在。

4 区域成矿物质来源与输送

4.1 主要成矿物质

本区域的主要矿产包括金、铋、铁、锰等矿种,次要包括钨、铜、铅锌、高岭土矿。其中,金是该地区最为重要的矿种,具有显著的经济价值。截至目前,已在区域内发现了二十多个金矿床(点),其中铲子坪金矿规模宏大,桐溪金矿规模居中。此外,大坪金矿、青山洞金矿和洪江垄金矿等多个矿床(点)呈现出进一步勘查的潜在价值。这些矿床点主要分布于芙蓉溪群和震旦系中,尤其多集中于岩体外接触带上。矿床类型主要包括断裂破碎蚀变岩型和石英脉型,其次为砂岩层控网脉浸染型。这一丰富多样的矿床类型为该地区成矿物质的多元来源提供了丰富的地质背景。

4.2 成矿物质来源及运移途径

在区域成矿物质的来源及运移途径方面,我们深入研究了地质过程和构造活动对成矿元素的激活、迁移和富集机制。成矿物质的来源与运移途径是一个复杂的系统,受到地质、构造和水文等多个方面的综合影响^[5]。

1. 地质背景与成矿元素活化。本区域的地质背景复杂多样,存在芙蓉溪群和震旦系等多个地层,这为成矿元素的多元来源提供了基础。通过地质构造的作用,这些元素从岩石中被活化,进入矿化流体中。

2. 构造活动与元素迁移。区域性的构造活动是成矿物质迁移的主导因素之一。断裂破碎蚀变岩型和石英脉型矿床的分布与构造变化密切相关。构造活动导致岩石变形,促使成矿元素从原始位置迁移至新的富集区域。

3. 地层岩性与物质输送。不同的矿床类型主要分布于芙蓉溪群和震旦系中,尤其集中于岩体外接触带上。这表明地层岩性变化在物质输送中发挥着关键的作用。岩性变化可能引发成矿元素的释放和迁移,形成独特的成矿体系。

4. 水系沉积物测量与矿床勘查。水系沉积物测量

揭示了区域内 Au、Sb、As 元素的平均值,为矿床勘查提供了宝贵的信息。这些元素的地球化学分布特征与矿床周边地层中的情况相对应,提示了地表水体在成矿元素输送中的潜在角色。

5 区域性矿床分布规律

1. 金属矿床的空间分布特征:金属矿床作为重要的地球资源之一,其分布不仅受到地质构造和岩石类型的影响,更受到构造和地壳运动的综合作用。在地质学层面,我们观察到造山运动和断裂带对金属矿床形成产生深远影响。

2. 非金属矿床的空间分布特征:与非金属矿床不同,非金属矿床的空间分布更多地与地质年代和岩性有关。

3. 能源矿床的空间分布特征:能源矿床,如煤矿和石油天然气藏,其分布也受到地质和地球物理条件的制约。煤矿多分布在古代沉积盆地,而油气藏则常出现在构造活跃的地区。

4. 稀有矿床的空间分布特征:稀有矿床,如稀土元素矿床,由于其独特性质和广泛应用,备受关注。其分布与岩浆作用和矿床成因密切相关。我们在岩浆活动带和火山地区发现稀有矿床的现象,进一步揭示了地球内部物质循环与矿床形成的紧密联系。

6 结束语

区域性矿床的分布受到多种复杂地质因素的相互影响。地质构造、地质年代、岩石类型以及地球动力学等因素共同塑造了矿床的空间分布规律。通过对区域性矿床的综合研究,我们能够更全面地理解地球内部的丰富矿产资源,为实现可持续开发和管理提供更为精准的科学支持。未来,可以聚焦于更深层次的地质机制解析和勘查技术创新。此外,跨学科研究与国际合作也是未来矿床学研究的发展趋势,共同探索全球性的地质规律和资源分布。

参考文献:

- [1] 智云宝,侯广顺,郝兴中,等.山东栖霞大河崖金矿床包裹体特征研究及矿床成因初探[J].矿产勘察,2024(02):212-222.
- [2] 孙观伟,王旗.不同类型矿床的地质特征及其应用价值[J].中国金属通报,2023(20):55-57.
- [3] 汪成铨.金矿床形成环境及矿床成因分析[J].中国金属通报,2023(03):53-55.
- [4] 李敏,翟文建,杨长青.西藏格玛铅多金属矿床的发现、地质特征、年代学与成矿地质背景[J].吉林大学学报(地球科学版),2023(05):1467-1482.
- [5] 高壤壤,于海涛.金矿床类型及其形成机制[J].电脑爱好者(普及版),2022,06(02):2725-2726.