

区域地球化学背景对金矿形成的影响研究

张 焱

青海省柴达木综合地质矿产勘查院-青海省柴达木盆地盐湖资源勘探研究重点实验室 青海 格尔木 816099

摘 要: 本文深入研究了区域地球化学背景对金矿形成的影响,探讨地球化学元素与金矿的共生关系、地壳演化对金矿形成的控制作用、岩浆活动对金矿形成的贡献以及沉积环境对金矿分布的影响。通过具体地质区域的金矿形成实例分析,揭示了地球化学背景差异对金矿成因类型、分布规律和找矿方向的重要影响。本研究为金矿勘查和开发提供重要的理论依据和实践指导。

关键词: 区域地球化学; 金矿形成; 影响研究

1 区域地球化学背景概述

1.1 区域地球化学的基本概念

区域地球化学是地球化学的一个分支学科,它主要研究区域地壳的化学组成、化学作用和化学演化,以及区域岩石圈系统中化学元素的再分配、再循环和集中、分散等规律。区域地球化学的概念最早由苏联学者 A. E. 费尔斯曼提出并创立,他在1919年首次为彼得堡大学的学生讲授“俄罗斯地球化学”课程,并于1922年作为专著发表。1931年,费尔斯曼在《苏联地球化学基本特征》一书中提出了根据地壳各区带的地质环境划分地球化学作用类型的思想,并分区叙述了苏联各大区域的地球化学特征。1944年,他进一步提出了区域地球化学的理论框架,将地史学的成就、大地构造学的新思想同化学元素行为规律相结合,并阐明了矿产分布规律。区域地球化学是系统研究大面积内化学元素及其同位素在各种介质(如水系沉积物、湖积物、岩石等)中的空间分布规律和它们与各种地质过程和地质特征之间的关系的科学。当前,区域地球化学着重研究地壳各种介质中大面积的地球化学异常(各种区域性异常及地球化学省)以及化学元素在各种介质中的区域变化趋势。它为解决区域各类基础地质问题、区域成矿规律(区域成矿学)和找矿问题以及区域地球化学分区与环境评价等服务。

1.2 地壳演化与区域地球化学特征

地壳的演化是一个复杂而漫长的过程,它涉及岩浆活动、构造运动、变质作用、沉积作用等多种地质作用。在地壳演化的不同阶段,由于地质环境和物理化学条件的变化,化学元素的迁移、富集和分散规律也会发生显著变化。大陆地壳还储存了全硅酸盐地球的大部分不相容元素(如Rb、Ba、K、Pb、Th、U等),这些元素的分布和富集规律对于理解地壳的演化历史和地球化学特征具有重要意义。区域地球化学特征的研究不仅有助

于揭示地壳演化的历史和机制,还能为矿产资源的勘查和评价提供重要依据。

1.3 岩浆活动与区域地球化学

岩浆活动是地壳演化过程中的一种重要地质作用,它涉及岩浆的形成、运移、侵位和冷却结晶等过程^[1]。在岩浆作用过程中,主量元素和微量元素的迁移和富集规律受到多种因素的控制,包括岩浆的源区性质、构造环境、结晶分异作用等。例如,在洋中脊玄武岩的形成过程中,由于岩浆源区为单纯的洋幔,且处于拉张的动力学状态,岩浆中富集了Ti、Mn、P、Co、Ni、Cr、V、Cu、Zn、Au、Ag、Mo等元素。而在大陆地壳的演化过程中,由于地壳物质的加入和岩浆的结晶分异作用,大陆地壳中富集了REE、W、Sn、U、Th、Be、Pb、Cs、Ta等元素。岩浆活动对区域地球化学特征的影响还体现在岩浆岩的形成和分布上,不同类型的岩浆岩具有不同的地球化学特征,这些特征不仅反映了岩浆源区的性质和构造环境,还能为区域地球化学分区和成矿远景预测提供依据。例如,在南海新生代岩浆活动的研究中,科学家们通过岩石学和地球化学数据的分析,揭示了南海新生代岩浆活动的地球化学特征及其成因,并讨论了其深部地球动力学背景及其对南海形成演化的构造意义。岩浆活动还与成矿作用密切相关,许多重要的金属矿床都与岩浆活动有关,如斑岩型铜矿、矽卡岩型铁矿等。通过研究岩浆活动与成矿作用之间的关系,可以揭示成矿作用的机制和规律,为矿产资源的勘查和评价提供重要依据。

2 金矿的分布规律

2.1 金矿带的形成与分布

金矿带的形成是地球长期地质演化的结果,与地壳运动、岩浆活动、构造作用等多种地质因素密切相关。在全球范围内,金矿带通常分布在特定的地质构造区

域,这些区域的地质演化历史长,构造活动频繁,为金元素的富集和成矿提供了有利条件。例如,环太平洋成矿带是世界上最重要的金矿带之一。这个成矿带环绕太平洋两岸分布,涉及多个国家和地区,如北美、南美、亚洲东部和东南部、俄罗斯远东地区等。环太平洋成矿带的地质构造复杂,岩浆活动频繁,为金矿床的形成提供了良好的地质背景。太古宙克拉通绿岩带也是金矿的重要分布区域,这些区域的地质演化历史可以追溯到地球形成的早期阶段,金元素的丰度相对较高。在我国,金矿带也呈现出明显的区域性分布特征,主要金矿带包括胶东地区、小秦岭地区、内蒙古地区、陕甘川和黔滇桂三角区等。这些区域的地质构造复杂,成矿条件优越,是金矿勘查和开发的重要地区。

2.2 金矿床的空间分布特征

金矿床的空间分布特征受到多种地质因素的控制,包括岩石类型、构造作用、岩浆活动等。在全球范围内,金矿床通常分布在特定的岩石类型中,如变质岩、火山岩等。这些岩石类型在地质演化过程中经历了复杂的变质作用和岩浆活动,为金元素的富集和成矿提供了有利条件。构造作用也是控制金矿床空间分布的重要因素,断裂带、褶皱带等构造区域为金矿的运移和富集提供了通道和空间。在这些构造区域中,岩石受到强烈的挤压和变形作用,导致金元素从原始岩石中释放出来,并在构造裂隙和断层中富集形成金矿床^[2]。在我国,金矿床的空间分布也呈现出明显的区域性特征。主要金矿床类型包括岩金、砂金及伴生金。岩金是我国金矿开发的主要对象,其中石英脉型、细脉浸染型和破碎带蚀变岩型是我国最主要的三种金矿工业类型,占全国储量的90%以上。砂金则主要分布在黑龙江、四川、内蒙古和西藏等地,其开采相对简单,但品位较低。从省级分布来看,我国金矿的分布极不均匀,主要集中在山东、河南、江西、内蒙古、云南、甘肃、福建、湖北、新疆等省份。这些省份的黄金产量占全国总产量的绝大多数。特别是山东省,其金矿资源储量居全国首位,不仅金矿数量多,而且规模大、品位高,是中国最重要的黄金生产基地之一。

2.3 金矿资源的地域性差异

金矿资源的地域性差异是地球长期地质演化的结果,与地壳运动、岩浆活动、构造作用等多种地质因素密切相关。在全球范围内,金矿资源呈现出显著的地域性差异,一些地区拥有丰富的金矿资源,而另一些地区则相对贫瘠。在我国,金矿资源的地域性差异也十分显著。虽然我国金矿资源丰富,但分布极不均匀。主要集

中在山东、河南、江西、内蒙古、云南、甘肃、福建、湖北、新疆等省份,而其他地区的金矿资源则相对较少。这种地域性差异不仅影响了当地的经济发展,也对国家的黄金战略储备和资源安全构成了挑战。金矿资源的地域性差异还体现在金矿类型和品位上,不同地区的金矿类型和品位存在差异,这要求我们在金矿勘查和开发过程中,必须充分考虑地域性差异,采取针对性的勘查和开发策略

3 区域地球化学背景对金矿形成的影响

3.1 地球化学元素与金矿的关系

地球化学元素是构成地球物质的基础,它们在地壳中的分布、迁移和富集规律对金矿的形成具有重要影响。金作为一种贵金属元素,在地壳中的含量相对较低,但其独特的化学性质使得它在特定的地质环境中能够富集形成金矿床。金元素在地壳中的分布并不均匀,它往往与某些地球化学元素存在密切的共生关系。金还与某些亲硫元素(如砷、锑、汞等)有密切的地球化学联系,这些元素的存在往往指示着金矿床的可能存在。地球化学元素的迁移和富集规律也受到多种因素的影响,包括岩石类型、构造作用、流体活动等。在金矿形成过程中,这些因素共同作用,使得金元素在特定的地质环境中得以富集。

3.2 地壳演化对金矿形成的影响

地壳演化是地球长期地质作用的结果,它涉及地壳的增生、消减、变形和重塑等多个过程。这些过程不仅改变地壳的物质组成和结构,也对金矿的形成产生深远影响。在地壳演化的不同阶段,由于地质环境和物理化学条件的变化,金元素的迁移、富集和分散规律也会发生显著变化。许多重要的金矿床都与这一时期的构造-热液活动密切相关。地壳演化过程中的板块构造运动也对金矿的形成具有重要影响。板块边缘的碰撞、俯冲和拉张等作用,不仅改变了地壳的物质组成和结构,也引发大规模的流体活动和热液作用,为金元素的迁移和富集提供动力条件。

3.3 岩浆活动对金矿形成的贡献

岩浆活动是地壳演化过程中的一种重要地质作用,它涉及岩浆的形成、运移、侵位和冷却结晶等过程。岩浆活动不仅塑造地球表面的形态,还深刻地影响地壳的化学组成和地球化学特征,对金矿的形成也做出了重要贡献。岩浆活动过程中,岩浆中的金元素随着岩浆的上升和侵位而迁移,并在有利的地质构造部位富集形成金矿床。特别是在岩浆与围岩的接触带或断裂带附近,由于岩浆的热液作用和围岩的交代作用,金元素更容易富

集形成高品位的金矿床^[3]。岩浆活动还与热液作用密切相关，热液作用是岩浆活动过程中释放出的高温流体，这些流体富含多种金属元素和挥发分，对金矿的形成具有重要作用。热液作用过程中，金元素随着流体的迁移而在有利的地质部位富集，形成各种类型的热液金矿床。

3.4 沉积环境与金矿形成

沉积环境是地球表面物质沉积和保存的重要场所，它对金矿的形成也具有一定的影响。在沉积环境中，金元素可以以碎屑金或溶解金的形式存在于沉积物中，并在特定的地质条件下富集成金矿床。沉积环境中的金矿床主要与砂金矿床有关，砂金矿床是指金元素以碎屑金的形式存在于河流、湖泊或海滨等沉积环境中的砂砾层中，经过水流或波浪的搬运和沉积作用而富集形成的金矿床。这类金矿床的形成与沉积环境的物理、化学和生物作用密切相关。沉积环境还可以为其他类型的金矿床提供有利的成矿条件。例如，在某些沉积盆地中，由于沉积物的堆积和压实作用，可以形成有利于金元素富集的还原环境。在这种环境中，金元素可以与硫化物等矿物结合形成含金矿物，并在后续的地质作用中富集成金矿床。

4 案例分析

4.1 具体地质区域的金矿形成实例

以南非威特沃特斯兰德盆地为例，这是一个世界著名的金矿形成区域。威特沃特斯兰德盆地位于南非高原，是一个巨大的沉积盆地，其地质历史复杂，经历多期的构造运动和岩浆活动。在这个盆地中，形成了世界上最大的金矿床之一，即威特沃特斯兰德金矿床。该金矿床的形成与盆地内的沉积环境、构造作用和岩浆活动密切相关。在盆地沉积过程中，富含金元素的碎屑物质被河流搬运并沉积下来，形成了含金的沉积岩系。随后，由于构造运动的作用，这些含金沉积岩系被抬升到地表附近，并经历强烈的变形和变质作用。在这个过程中，金元素被进一步富集，形成高品位的金矿床。岩浆活动也为金矿床的形成提供了热液和金属元素。岩浆在上升过程中，与围岩发生交代作用，释放出大量的热液和金属元素，包括金。这些热液和金属元素在有利的地质构造部位富集，形成与岩浆活动有关的热液金矿床。

4.2 地球化学背景差异对金矿形成与分布的影响

地球化学背景差异对金矿的形成与分布具有显著的影响。以不同地质区域为例，可以明显看出地球化学背景的差异对金矿形成的控制作用。在某些地区，地壳中的金元素含量较高，且与其他地球化学元素存在密切的共生关系。这些地区往往具有有利于金元素富集的地质条件，如断裂带、褶皱带等构造区域，以及有利于金元素迁移和富集的流体活动^[4]。因此这些地区容易形成金矿床，且金矿床的规模较大、品位较高。而在另一些地区，地壳中的金元素含量较低，或者与其他地球化学元素的共生关系不明显。这些地区的地质条件可能不利于金元素的富集，如缺乏有利的构造区域或流体活动。这些地区金矿床的形成相对较少，且金矿床的规模较小、品位较低。另外，地球化学背景差异还可能影响金矿床的类型和分布规律。例如，在某些地区，金矿床主要以热液型为主，而在另一些地区，金矿床则主要以砂金型为主。这种差异可能与地区的地壳演化历史、岩浆活动强度以及沉积环境等因素有关。

结束语

综上所述，区域地球化学背景对金矿的形成具有至关重要的作用。通过深入研究地球化学元素与金矿的关系、地壳演化过程、岩浆活动特征以及沉积环境条件，可以更准确地揭示金矿的成因机制和分布规律。这不仅有助于我们更好地理解和预测金矿的形成，也为金矿勘查和开发提供了有力的科学依据。未来，随着地球化学和地质学研究的不断深入，有望取得更多关于金矿形成的创新性成果。

参考文献

- [1]吴鹏,韩润生,郭忠林,等.云南会泽铅锌矿床外围高家田勘查区构造样式与构造地球化学找矿[J].地质通报, 2019, 38(11):1899-1911.
- [2]李盟.基于构造地球化学找矿方法研究[J].民营科技, 2013(03):52-52.DOI:CNKI:SUN:MYKJ.0.2013-03-045.
- [3]赵灏生.甘肃阳山金矿床地质特征及控矿因素分析[J].世界有色金属, 2020, 000(012):112-113.
- [4]李茜,朱光有,李婷婷,等.U同位素分馏行为及其在环境地球科学中的应用研究进展[J].地学前缘, 2024, 31(2): 447-471.