

某磷矿矿床地质特征及成因初步探讨

马兴海

西南能矿建设工程有限公司 贵州 贵阳 550081

摘要: 为明确某磷矿矿床成矿规律, 系统研究其区域地质背景、矿床地质特征及地球化学特征。区域内特定地层、构造运动及岩浆活动为成矿提供基础条件, 矿床以层状为主, 局部呈似层状或透镜状, 矿石主要矿物为磷灰石。本文通过常量、微量及稀土元素分析, 揭示成矿物质主要来源于区域地层, 成矿流体具中等温度、较高盐度特征。综合研究判定矿床为沉积-改造型, 研究成果为同类矿床勘探与研究提供参考。

关键词: 磷矿矿床; 地质特征; 地球化学特征; 成矿机制

引言: 磷矿作为不可再生的关键矿产资源, 在全球农业、化工等诸多产业中占据着举足轻重的地位。在农业领域, 磷是农作物生长所必需的大量营养元素之一, 磷肥的施用对于提高农作物产量、改善农产品质量起着关键作用; 在化工行业, 磷矿是生产磷酸、磷肥以及众多磷化工产品的基础原料, 广泛应用于食品、医药、电子等众多领域。

1 区域地质背景

1.1 大地构造位置

该磷矿矿床处于特定的大地构造单元之中, 此构造单元具有独特的地质演化历程与构造特征^[1]。在漫长的地质历史时期, 该区域历经了多期次的构造运动, 这些运动塑造了现今复杂多样的大地构造格局。其构造特征表现为地壳运动活跃, 不同方向的构造应力相互交织, 形成了众多规模不一的构造形迹。区域内地壳的升降运动频繁, 导致地层发生褶皱变形和断裂错动, 为磷矿的形成提供了有利的构造空间与物质运移通道。

1.2 区域地层

区域内发育了多个时代的地层, 从古老到较新依次分布。古老地层多由变质岩系组成, 岩性坚硬, 经历了长期的地质作用改造, 记录了区域早期的地质演化信息。中生代地层以沉积岩为主, 岩性多样, 包括砂岩、页岩、泥岩等, 这些地层反映了当时较为稳定的地质环境与沉积作用特征。新生代地层则主要分布于区域边缘地带, 厚度相对较薄, 岩性较松散。与磷矿形成紧密相关的地层主要集中于某一特定时代。该地层具有独特的岩性组合, 底部常为粗粒的碎屑岩, 向上逐渐过渡为细粒的泥岩、页岩, 并夹有碳酸盐岩层。这种岩性变化反映了当时沉积环境由浅海相向较深海相的转变, 为磷质的沉积与富集提供了良好的条件。

1.3 区域构造

区域内主要构造形迹包括褶皱与断裂。褶皱构造形态多样, 有紧密的线状褶皱, 也有开阔的短轴褶皱, 它们的存在改变了地层的产状与空间分布, 使地层发生弯曲变形。断裂构造则以不同规模的断层为主, 有的断层切割地层较深, 延伸距离远, 对区域地质结构产生了重大影响。构造对磷矿形成起着关键控制作用。褶皱构造形成的背斜轴部往往是磷矿富集的有利部位, 由于背斜轴部张裂隙发育, 有利于含磷流体的运移与沉淀。断裂构造则为磷质的运移提供了通道, 含磷流体沿断裂上升, 在适宜的构造部位沉淀成矿。

1.4 区域岩浆活动

区域内岩浆活动具有多期次的特点, 不同时代的岩浆活动类型有所差异。早期以基性岩浆活动为主, 形成了一系列基性岩脉与岩床, 岩脉宽度一般为1-10米。中生代则以中酸性岩浆活动为主, 大规模的岩浆侵入形成了众多岩体。这些岩体分布广泛, 形态各异, 单个岩体面积可达10-50平方千米。岩浆活动与磷矿形成存在一定联系。岩浆活动带来的热量促使周围地层中的物质发生变质与重结晶作用, 改变了地层的物理化学性质, 为磷质的活化与迁移创造了条件。同时, 岩浆分异过程中释放出的挥发分与热液, 可能携带了部分磷质, 并在适宜的构造与地层条件下沉淀成矿。

2 矿床地质特征

2.1 矿床规模与形态

该磷矿矿床规模较为可观。在水平方向上, 矿床沿走向延伸长度可达数千米, 宽度也有数百米之广。垂直方向上, 矿床向下延伸深度达数百米, 展现出较大的空间延展范围。矿床形态呈现出独特特征。整体上以层状为主, 地层产状相对稳定, 矿层与围岩层理基本一致, 显示出沉积成矿的典型特征。局部地区由于后期构造作用的影响, 矿床形态转变为似层状, 矿层的连续性受到

一定程度的破坏,但仍保持大致的层状分布趋势。在矿床边缘或构造复杂部位,还可见到透镜状的矿体,这些透镜状矿体规模大小不一,长度一般为50-200米,宽度为10-50米,与周围围岩的接触关系较为清晰。

2.2 矿体特征

矿床内矿体数量较多,分布相对集中,一般有10-20个矿体。矿体产状受区域构造控制明显,走向多与区域主要构造线方向一致,倾向和倾角在不同地段有所变化,但总体较为稳定^[2]。矿体厚度变化较大,在矿床中心部位,矿体厚度较大,可达40米,向边缘逐渐变薄。延伸情况方面,矿体在走向和倾向方向上均有一定的延伸,但延伸长度在不同方向上存在差异。变化规律表现为在构造活动相对强烈的区域,矿体厚度变化较大,而在构造稳定区域,矿体厚度相对均匀。

2.3 矿石特征

矿石矿物组成较为复杂。主要矿物为磷灰石,它是提取磷元素的重要矿物,在矿石中含量较高,是决定矿石质量的关键因素。次要矿物包括一些含磷的副矿物,如胶磷矿等,它们与磷灰石共同构成了矿石的磷质来源。脉石矿物主要有石英、长石、黏土矿物等,这些矿物在矿石中占据一定比例,对矿石的加工利用有一定影响。矿石结构多样,常见粒状结构,磷灰石等矿物呈粒状分布于矿石中。交代结构也较为普遍,后期热液作用使矿物之间发生交代现象,形成复杂的结构特征。矿石构造方面,块状构造常见于矿石中心部位,矿物分布均匀。条带状构造则多出现在矿石边缘或构造影响区域,不同矿物呈条带状相间分布。矿石化学成分中,主要有用组分为磷和氧化磷,含量高低直接决定了矿石的工业价值。有害组分如镁、铁等含量需控制在一定范围内,否则会影响磷产品的质量。伴生有益组分如稀土元素等,在矿石中也有一定分布,具有综合回收利用的潜力。

2.4 围岩特征

围岩岩性与矿体所在地层密切相关,主要为沉积岩类,如砂岩、页岩等。围岩时代与成矿时代相近,为矿床的形成提供了良好的地质背景。围岩与矿体接触关系清晰,多为渐变过渡关系,反映了沉积成矿的连续性。围岩蚀变情况较为明显,常见蚀变类型有硅化、碳酸盐化等。硅化使围岩中石英含量增加,岩石硬度增大;碳酸盐化则导致围岩中碳酸盐矿物增多,改变了围岩的化学性质。这些蚀变作用与成矿过程密切相关,对矿床的形成和演化产生了重要影响。

3 矿床地球化学特征

3.1 常量元素地球化学

在矿石与围岩中,主要常量元素呈现出独特的含量分布特征。矿石内,磷元素作为关键的有用组分,含量显著高于围岩,这与矿床以磷矿为主体的性质相契合。钙元素在矿石中亦占据重要地位,常与磷元素紧密共生,形成磷灰石等含磷矿物,二者含量呈现出一定的正相关性。硅元素在围岩中含量较高,是构成围岩主要岩性如砂岩、页岩的重要元素,而在矿石中含量相对较低,反映出矿石与围岩在物质组成上的差异。常量元素之间的相关性蕴含着丰富的矿床成因信息。磷与钙的正相关关系表明,二者在成矿过程中可能以同一来源的物质为基础,共同沉淀富集形成含磷矿物。硅与磷的负相关关系则暗示,在成矿流体运移和沉淀过程中,硅质物质的沉淀可能对磷质的沉淀产生一定抑制作用,或者二者沉淀的环境条件存在差异。这些相关性为揭示矿床形成时的地球化学环境和物质运移机制提供了重要线索。

3.2 微量元素地球化学

微量元素在矿石和围岩中的富集与分散特征各不相同。在矿石中,某些与磷成矿密切相关的微量元素如锶、钡等呈现出富集态势,一般矿石中锶含量在100-500ppm,钡含量在50-300ppm,它们的存在可能与磷灰石的形成过程有关,在成矿流体中这些元素与磷、钙等共同沉淀。而在围岩中,一些亲石元素如钾、钠等相对富集,一般围岩中钾含量在1-5%,钠含量在0.5-3%,反映了围岩的岩性特征和形成环境。通过绘制微量元素地球化学图解,可进一步约束矿床成因。在微量元素比值图解中,不同元素比值的变化趋势能够反映成矿流体的来源和演化过程。例如,某些微量元素比值的变化可能指示成矿流体经历了不同程度的分异作用或与围岩发生了物质交换,从而为判断矿床是沉积成因、热液成因还是其他成因类型提供依据。

3.3 稀土元素地球化学

稀土元素配分模式呈现出独特的特征。矿石中稀土元素配分曲线具有特定的形态,轻稀土元素相对重稀土元素表现出不同程度的富集或亏损。特征参数如稀土总量、轻重稀土比值等也具有特定范围,一般稀土总量在50-200ppm之间,轻重稀土比值在2-8之间,这些参数反映了矿床形成时的地球化学条件和物质来源。稀土元素地球化学特征为揭示矿床物质来源和成因带来重要启示。不同物质来源的稀土元素配分模式存在差异,通过对比矿石与围岩以及不同地区类似矿床的稀土元素特征,可推断矿床物质可能来源于古陆风化产物、海底热液活动或深部岩浆活动等。同时,稀土元素的分馏程度和配分模式变化还能反映成矿过程中的物理化学条件变化,为

深入理解矿床成因提供关键信息。

4 矿床成因初步探讨

4.1 成矿物质来源

从地层角度看,区域内存在与磷矿形成紧密相关的特定地层,这些地层中磷元素含量相对较高,具备提供成矿物质的基础条件^[3]。在漫长的地质历史时期,地层中的磷质经过风化、淋滤、沉积等一系列地质作用,逐渐富集形成矿床。岩浆岩方面,区域内虽未发现直接与磷矿形成有关的岩浆侵入体,但岩浆活动带来的热量和物质可能对周边地层产生影响,促使地层中磷质活化迁移。构造作用在成矿物质来源中也扮演重要角色,断裂构造为成矿物质的运移提供了通道,使深部或远处的磷质能够汇聚到成矿有利部位。地球化学证据为成矿物质来源提供可靠依据。同位素组成分析显示,矿石中某些同位素比值与区域内地层中相应同位素比值相近,表明成矿物质主要来源于地层。而与岩浆岩中同位素比值的差异,则进一步排除了岩浆岩作为主要物质来源的可能性。

4.2 成矿流体特征

成矿流体性质对磷矿形成至关重要。通过研究流体包裹体,推测成矿流体具有中等温度、较高盐度和弱碱性等特点。这种性质的流体有利于磷质的溶解和迁移。成矿流体来源多样。海水可能是成矿流体的重要组成部分,在沉积成矿过程中,海水与地层中的磷质相互作用,促使磷质溶解进入流体。变质水在成矿过程中也有一定贡献,区域变质作用产生的变质水携带了周围岩石中的磷质,参与到成矿流体中。成矿流体演化过程中,随着温度、压力等条件变化,流体中磷质不断沉淀富集,最终形成磷矿。

4.3 成矿机制

综合地质与地球化学资料,磷矿形成过程大致如下。在沉积环境,地层中的磷质经风化、搬运等作用进入水体,与海水等流体混合。在适宜的物理化学条件下,磷质以磷

酸盐形式沉淀。后期构造作用使地层发生褶皱、断裂,为磷质进一步富集提供了空间和动力。岩浆活动带来的热量促使流体循环,加速磷质的迁移和沉淀。成矿作用受多种因素控制。构造控制了矿床的空间分布和形态,褶皱轴部和断裂带是成矿的有利部位。地层为成矿提供了物质基础,特定地层中的高磷含量是成矿的前提。岩浆活动则通过提供热量和物质,影响成矿流体的性质和演化。

4.4 矿床成因类型

基于矿床地质特征、地球化学特征和成矿机制等多方面综合研究,判定该矿床为沉积-改造型磷矿床。通过详细分析,与国内外同类矿床对比发现,此矿床在成矿物质来源上独具特色。区域地层作为成矿的重要物质基础,为矿床形成提供了极为丰富的物质。同时,该矿床后期改造作用相对较弱,这使得其较多地保留了沉积成矿的典型特征。不过,在成矿流体性质和成矿机制方面,它与一些典型矿床存在相似之处,均受到构造、地层和岩浆活动的综合影响。

结束语

通过对某磷矿矿床全面研究,明确了其区域地质背景、矿床地质特征及地球化学特征,初步揭示了矿床成因。该矿床为沉积-改造型,受构造、地层和岩浆活动综合作用形成。此次研究加深了对该矿床的认识,为后续勘查开发提供了理论依据。后续可进一步开展深入研究,以更精准指导磷矿资源开发利用,提升资源利用效率。

参考文献

- [1]张凡,谭诚志,陈鑫.湖北省宜昌市杨家扁磷矿地质特征及成因浅议[J].西部探矿工程,2025,37(8):155-157,160.
- [2]陈军典,杨红恩,李思晋,等.辽西地区西灰同低品位磷矿地质特征及成因分析[J].地质与资源,2023,32(3):261-267.
- [3]魏忠.新疆乌什县阿克亚钒磷矿控矿因素分析[J].新疆有色金属,2022,45(6):79-80.