金川镍铜铂硫化物矿床矿石成因

徐刚,汤中立,钱壮志,魏翔,邱根磊

(长安大学 地球科学与资源学院,陕西 西安 710054)

1 概 况

金川镍铜(铂)硫化物矿床位于龙首山隆起带内,含矿超镁铁质岩体基岩出露面积仅 1.34 km^2,矿化率高达 47.8%(汤中立等,2006)。其中镍金属储量大于 550 万 t,铜金属储量大于 350 万 t,伴生金、银、铂族贵金属及硒、碲等分散元素。富矿体主要集中在Ⅰ、Ⅱ矿区,矿石平均品位:Ni:1.06%,Cu:0.8%,Co:0.03%,PGE:0.66 $\times10^{-6}$;矿石类型以海绵陨铁状和浸染状矿石为主,块状矿石仅在Ⅰ矿区中部及Ⅱ矿区东部零星分布,富铜铂钯矿体主要分布在矿体结合部位与局部构造发育地段。矿石金属矿物主要为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿,其次为紫硫镍矿、方黄铜矿磁铁矿及马基诺矿等,以及微量铂族元素组成的砷化物、碲化物等;镍黄铁矿与磁黄铁矿常紧密共生,黄铜矿主要产于其他硫化物之间及边部;在不同矿石类型中磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿之间比例不同,熔离型矿石中比例为 3.5∶2∶1(汤中立和李文渊,1995);不同主矿体矿石的组构基本相似,都以熔离结构为主,以星点状、网状(海绵陨铁状)、半块状构造为主。

2 成因讨论

2.1 不同类型矿石 PGE 特征

矿床由西至东分别为 24 号、1 号和 2 号主矿体,PGE 总体含量有逐渐降低趋势;并且星点状矿石、网状矿石、块状矿石 PGE 总体含量亦具有降低趋势,块状矿石 Pt 明显亏损。网状和星点状矿石 PGE 含量在 3 个主矿体具有相似的配分模式,均为 Cu、Pt、Pd 富集和 Ir、Ru、Rh 略微亏损,并且较为平坦的左倾配分模式。块状矿石总体均出现 Pt 的负异常,其中 2 号矿体 PGE 总量更是比前 1 号和 24 号低一个数量级。星点状矿石和网状矿石 Pt、Pd 含量相当,明显高于块状矿石。星点状和网状矿石显示出 Ir 与 Pt、Pd 弱的正相关,而块状矿石中 Ir 与 Pt、Pd 呈较明显的负相关,暗示了矿体可能经历了硫化物熔体的分离结晶作用和 MSS 堆晶作用。24 号矿体块状矿中 Ir、Ru、Rh 的含量明显较高,这可能是因为早期熔离出的硫化物熔体不断提取了后期新补充的岩浆中的 PGE,或是硫化物熔体分离结晶导致。

赋存 3 个主矿体的Ⅰ、Ⅱ号岩体具有相同的母岩浆性质,而造成主矿体之间 PGE 总体含量差异的主要原因很可能是由于 R 因子(硅酸盐熔体与硫化物熔体的质量比)的控制。R 因子会明显影响 PGE 总体含量的变化而不会改变 IPGE 与 PPGE 之间比值的变化。对于星点状和网状矿石,3 个主矿体中 Pd/Ir,(Pt+Pd)/(Os+Ir+Ru)等特征值均很相似,24 号、2 号块状矿石相应比值也具一致性,说明 2 矿体总体 PGE 含量偏低 R 因子起主要控制作用。R 因子大则 PGE 富集,2 号矿体 PGE 含量低指示了其相对于 24 号矿体具有较小的 R 因子,而赋存 24 号及 2 号主矿体的Ⅰ、Ⅱ号岩体,各岩体内部 PGE 特征具有一致性,其可能暗示这 2 个主矿体为不同通道上侵产物。

2.2 星点状和网状矿石成因

1 号、2 号和 24 号矿体的网状矿石和星点状矿石 ∑PGE,Ni/Cu,Pd/Ir,Pd/Pt,(Pt+Pd)/(Os+Ir+Ru)等特征值均较为相似,而 2 号矿体块状矿石铂族总体含量 ∑PGE 较低,Pd/Pt、(Pt+Pd)/(Os+Ir+Ru)比值也明显较低,显示其 Pt 和 Pd 亏损,Pt 相对 Pd 更为亏损。各主矿体

基金项目:深部探测技术与实验研究专项(SinoProbe-05);长安大学高校基金研究项目(CHD2011ZY004)

作者简介:徐刚,男,1984 生,博士生,地球化学专业. E-mail:xugang09@163.com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

中网状(包括星点状和网状)矿石和块状矿石中PGE含量的变化及其比值变化的多样性,反映了成矿作用的复杂过程,其具有不同的成因,

星点状和网状矿石,其Pd/Ir,(Pt+Pd)/(Os+Ir+Ru)比值12.94～25.39;6.36～20.73,明显高于块状矿石(4.32～6;2.15～3),另外,星点状和网状矿石呈现出Pt和Pd的含量随着Ir的含量增多而升高的总体趋势,而块状矿石Pt和Pd与Ir呈良好的负相关。以上这些特征,均意味着星点状、网状矿石和块状矿石的IPGE与PPGE分异不同,即前者内部的分异不明显,而后者分异显著,即形成块状矿石的硫化物熔体的PGE经历了较充分的分异作用。

星点状矿石构成的矿体或产在岩体的上部或产在网状矿体的两端或翼部,往往形成一个包围网状矿体的外壳;网状矿石通常以不同规模透镜体或板状体产在矿体的核部(如24号和1号矿体)和下部(如2号矿体)。结合星点状和网状矿石各自地质特征以及PGE特征,星点状矿石可能是岩浆分离结晶过程中较快速度冷凝和就地硫化物熔离的结果;而网状矿石可能是硫化物熔体经深部熔离但未充分分离结晶作用贯入的结果。

2.3 块状矿石成因

对于块状矿石成因进行了单硫化物固溶体分离结晶的模拟计算,可以看出,块状矿石Ir-Pt的分布与模拟结果MSS中PGE元素含量变化曲线较为相似,Ir-Pt相关图表明2号矿体块状矿石主要由30%～40%分离结晶后的MSS堆晶形成,而24号矿体块状矿石由10%～25%分离结晶后的MSS冷却固结形成,吻合块状矿石PGE原始地幔配分模式中相对富IPGE而贫PPGE特征。

另外,1号矿体6行块状特富矿石落于残余液相附近,表明固溶体结晶分离后富集Cu、Pt和Pd的残余硫化物熔体(部分贯入到岩体的原生裂隙或围岩中),形成富Cu和Pt、Pd的块状和脉状矿石;而部分富Cu和Pt、Pd的网状矿石也落于残余液相附近,表明部分富Cu和Pt、Pd的网状矿石也可能与MSS分离结晶后残余硫化物熔体固结形成有关。

模拟计算表明,不同主矿体的块状矿石主要受不同程度的硫化物固溶体(MSS)的分离结晶控制,特富Cu和Pt、Pd的块状和脉状矿石可能与固溶体结晶分离后富集Cu、Pt和Pd的残余硫化物熔体固结有关;星点状矿石可能是岩浆分离结晶过程中较快速度冷凝和就地硫化物熔离的结果;而网状矿石可能是硫化物熔体经深部熔离但未经充分的硫化物分离结晶作用贯入的结果。

3 矿石形成过程

高含量的Pd和Pt以及中等含量的Ir、Ru、Rh的原始岩浆(Song et al.,2009)。在深部岩浆房中由于橄榄石、铬铁矿及辉石等的分离结晶作用,以及少量地壳物质的混染,导致了岩浆中的硫化物达到过饱和而发生硫化物熔离作用,硫化物熔离造成了金川矿床母岩浆PGE的亏损;在以后的演化过程中,含少量硫化物熔体的母岩浆首先向上侵位,发生进一步的结晶分异作用,形成各类星点状和网状矿石;而经深部熔离形成的硫化物熔体,相对滞后,由于构造脉动上升侵位贯入到构造破碎带,使早期形成的星点状和网状矿石被破碎、改造形成角砾状矿石;与此同时,随着温度的降低,硫化物熔体结晶最先形成单硫化物固溶体和少量残余的硫化物液体,单硫化物固溶体分离堆晶形成块状矿石;而残余富集Cu、Pt和Pd的硫化物熔体/液体则形成富铜和铂、钯的特富块状矿石以及部分富Cu和Pt、Pd的网状矿石。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net