

扬子地块北缘周庵含铜镍硫化物矿化超镁铁质岩体的成因:来自矿物学的证据

王梦玺^{1,2}, 王焰¹

(1. 中国科学院 广州地球化学研究所, 广东 广州 510640; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

扬子地块北缘周庵超镁铁质岩体主要由二辉橄榄岩组成,是新近发现的一个含铜镍硫化物矿化的隐伏岩体。根据岩石的矿物组合和蚀变程度,周庵岩体可以划分为三个岩相带:上部绿泥石-蛇纹石化二辉橄榄岩相带、中部二辉橄榄岩相带和下部绿泥石-角闪石化二辉橄榄岩相带。

上部岩相带中部分橄榄石边部发生蛇纹石化,辉石发生绿泥石化;其中橄榄石 Fo 值为 74%~84%, Ni 含量介于 2255×10^{-6} ~ 4000×10^{-6} 。中部岩相带主要由原生橄榄石(65%~75%)、单斜辉石(约 15%)、斜方辉石(约 15%)和少量铬铁矿(<5%)组成,橄榄石常包裹在辉石中形成“包橄结构”。中部岩相带中橄榄石 Fo 值为 80%~85%, Ni 含量介于 2800×10^{-6} ~ 4455×10^{-6} 。下部岩相带的蚀变程度相对上部岩相带更加强烈,橄榄石几乎全部蚀变成为滑石,辉石已完全蚀变成绿泥石和角闪石。残留橄榄石的 Fo 值介于 67%~68%之间, Ni 含量为 1500×10^{-6} ~ 2000×10^{-6} , 远低于上部和中部橄榄石的 Fo 值和 Ni 含量。

周庵岩体中部岩相带具最大 Fo 值(85%)的橄榄石代表最早从岩浆中分离结晶的橄榄石,根据该橄榄石的 FeO/MgO 比值(0.18)计算出与之平衡的母岩浆的 FeO/MgO 比值为 0.59, 相应的 Mg# 值为 0.63, 与高镁玄武岩的 Mg# 相当。根据瑞利方程计算出与最原始的橄榄石平衡的母岩浆的 Ni 含量为 476×10^{-6} 。根据岩体中部铬铁矿 Al₂O₃ 含量计算出与原生铬铁矿平衡的熔体的 Al₂O₃ 含量在 10.2%~11.7%之间,也和高镁玄武岩相当。根据岩体中部同一样品中达到

平衡的单斜辉石和斜方辉石温度计得到岩体中部二辉石的共结温度为 1017~1077 °C, 根据单斜辉石压力计得到岩体形成时的压力范围为 360~450 MPa, 说明形成岩体的浅部岩浆房深度为 12km。

上部岩相带中蛇纹石化橄榄石的 Fo 值在 74%~85% 之间变化,大部分集中在 80%~82% 之间,说明蛇纹石化对橄榄石成分变化影响不大。因此,这些橄榄石的成分特征可以大致代表其原始组成。岩体上部和中部岩相带中橄榄石的 Fo 值和 Ni 含量大致呈正相关,说明橄榄石的分离结晶作用是控制岩浆演化的主要因素。模拟结果显示,小于 2% 的橄榄石分离结晶作用导致中部岩相带橄榄石成分的形成,基本不变的橄榄石组成说明不存在粒间硅酸盐/硫化物熔体相与结晶橄榄石之间的亚固相再平衡。橄榄石较高的 Ni 含量说明形成上部和中部岩相带橄榄石的岩浆没有发生硫化物熔离。值得说明的是,大部分分析结果都投在分离结晶趋势线的右侧,随着 Fo 值的降低,橄榄石 Ni 含量的降低趋势也变缓,这可能是因为在橄榄石结晶的同时,也伴随单斜辉石和斜方辉石的分离结晶作用,从而影响了 Ni 在硅酸盐矿物和熔体之间的总分配系数而引起的。

Li et al. 对金川岩体蚀变作用对橄榄石成分影响的研究结果表明,代表中级变质作用的阳起石化造成橄榄石的 Fo 值降低了近 8%。因此经过中-低级变质作用的周庵岩体下部岩相带中橄榄石 Fo 值与上部和中部岩相带橄榄石 Fo 值 17% 的差别可能不单单是蚀变作用造成的。另一种可能的原因是下部岩相带的橄榄石是从相对演化的岩浆中结晶出来的,因此,结晶出的原生橄榄石本身的 Fo 值就比较低,而后期热液蚀变作用使橄榄石向富 Fe 端元转化,造成 Fo 值进一

国家自然科学基金项目(批准号:40972060)和中国科学院“百人计划”择优资助项目资助。

作者简介:王梦玺,男,1986年生,博士研究生,矿物学,岩石学,矿床学专业。E-mail: wangmengxi1986@126.com

步降低。岩体下部岩相带橄榄石非常低的 Ni 含量以及岩石中熔离的硫化物乳珠的出现说明形成下部岩相带橄榄石的岩浆可能之前经历了硫化物饱和阶段,并且在岩浆通道中发生过硫化物熔离,造成橄榄石中 Ni 含量降低。下部岩相带单个样品中橄榄石的 NiO/FeO 摩尔比值变化小于上部和中部岩相带单个样品中橄榄石相应比值,可能是这些橄榄石与粒间含硫化物的熔体相发生了亚固相再平衡,造成 NiO/FeO 摩尔比值趋向恒定。因此,橄榄石 Fo 值和 Ni 含量的变化说明形成周庵岩体上部和中部岩相带的岩浆与形成下部岩相带的岩浆演化过程不同。

因此,周庵岩体有可能是两期岩浆侵位形成的:形成上部和中部岩相带的高镁玄武质岩浆分

异程度低,没有遭受强烈地壳混染,基本保留了原始母岩浆的特征,橄榄石的分离结晶作用是控制岩浆成分变化的主要因素,造成橄榄石堆晶的 Fo 值由下向上具有降低的趋势;形成下部岩相带的岩浆可能是幔源高镁玄武质岩浆在岩浆通道中发生了分离结晶-同化混染(AFC)作用,在浅部岩浆房中形成的橄榄石具有较低的 Fo 值,由于地壳混染造成岩浆硫化物饱和并发生熔离,一部分硫化物可能随着硅酸盐岩浆一起进入浅部岩浆房并被粒间熔体捕获,由于含硫化物的粒间熔体与橄榄石之间的平衡交换,造成橄榄石的 Ni 含量进一步降低,而大量熔离的硫化物可能赋存在岩体深部岩浆通道中某个部位,因此深部岩浆通道可能应该作为勘探的主要目标。