

甘肃金川 II 号岩体辉石的地质意义

陈列锰^{1,2}, 宋谢炎¹, 聂晓勇^{1,2}, 周国富¹, 刘世荣¹, 郑文勤¹, 李士彬^{1,2}

(1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

金川铜镍硫化物矿床是仅次于加拿大 Sudbury 和俄罗斯 Noril'sk-Talnkh 的世界第三大在采镍矿, 聚集了我国 60% 以上的可利用镍金属储量和约 50% 的 PGE 储量, 并且仍有不小的找矿潜力(汤中立等, 1995; 宋谢炎等, 2005)。然而, 赋存金川铜镍硫化物矿床的岩体只有 1.34 Km², 在如此小的岩体中聚集这样大量的铜镍硫化物, 其成矿模式和成矿环境受到中外地质学家密切关注。汤中立院士(1990, 1995)研究认为岩浆演化过程和硫化物熔离均发生在深部岩浆房, 提出了“岩浆深部分异-熔离, 依次贯入”的成岩成矿模式。Chai 等(1992)则认为金川岩体是大型侵入岩墙的根部, 为原地岩浆分异和硫化物熔离的产物, 并且通过分析岩体中 FeO 和其他氧化物直接的关系, 计算得到金川母体岩浆是高镁拉斑玄武质岩浆, 橄榄石成分也证明金川岩体母岩浆为玄武质的(Chusi 等, 2004)。国内学者计算表明金川岩体成岩温度范围在 996 ~ 1884℃, 成岩压力在 1 ~ 20kbar 之间(苟国朝等, 1990; 吴志勇等, 1992; 徐庆生等, 1994), 如此大的温度和压力范围显然存在不少的相互矛盾。而 Yang 等(1998)和 De Waal 等(2004)利用铬铁矿和橄榄石中多相包裹体的相平衡关系以及熔浆热力学计算, 得到岩体的成岩温度在 1000 ~ 1320℃ 之间, 岩浆房深度在 4 ~ 15 km 的深度。微量元素和同位素研究则暗示岩浆演化过程中有壳源物质加入, 并对硫化物熔离的重要贡献(Song 等, 2006; Lehmann 等,

2007)。

由于不同研究者上述岩浆结晶温压计算结果差异较大; 矿物岩石化学成分之间的关系内在控制因素及成因含义尚不明确。本文试图通过辉石矿物化学研究, 不仅为金川岩体母岩浆为拉斑玄武岩浆提供了新的证据, 证明了金川岩体经受过富钙岩石的混染, 还进一步厘定了金川岩体辉石的结晶温度, 并分析讨论辉石中的类质同像置换关系。

金川岩体的主要岩相包括纯橄岩、含二辉橄榄岩、二辉橄榄岩、橄榄二辉岩、二辉岩等五个岩相, 单斜辉石和斜方辉石为各岩相中主要造岩矿物, 单斜辉石含量一般高于斜方辉石。矿物间的结构关系表明主要造岩矿物的结晶顺序为: 橄榄石-斜方辉石-单斜辉石-斜长石(图 1)。电子探针成分分析表明单斜辉石的 TiO₂、Al₂O₃、Cr₂O₃ 和 Na₂O 含量依次为: 0.29% ~ 1.26%、3.17% ~ 3.59%、0.86% ~ 1.14%、0.29% ~ 0.57%, MgO 和 CaO 具有良好的相关性。斜方辉石的 TiO₂、Al₂O₃、Cr₂O₃ 和 Na₂O 含量普遍低于单斜辉石, 依次为: 0.16% ~ 0.40%、1.85% ~ 2.38%、0.48% ~ 0.68%、0.03% ~ 0.10%, MgO 和 SiO₂ 以及 MgO 和 Al₂O₃ 呈良好的相关性。两种辉石较低的 TiO₂、Al₂O₃ 和 Na₂O 含量, 以及单斜辉石 SiO₂-Na₂O-TiO₂ 关系图解和单斜辉石^{IV}Al-^{VI}Al 关系图解均显示母岩浆为拉斑玄武岩浆。根据 Morimoto 等(1988)提出的辉石分类命名方案, 金川岩体的单斜辉石为普通辉石(Wo = 38.4 ~ 42.4, En = 47.8 ~ 52.5, Fs = 8.8 ~ 10.5), 斜方辉石为顽火辉石(Wo = 3.0 ~ 4.2, En = 80.7 ~ 82.2, Fs = 14.5 ~ 15.2)(图 2)。

与 Skaergaard、Bushveld、Jimberlana 岩体辉石相比, 金川岩体斜方辉石和单斜辉石中的 En 变化范围较小, 说明金川岩体岩浆分异程度较

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 40573014; 40730420); 中国科学院“百人计划”项目

作者简介: 陈列锰, 男, 1981 年生, 博士研究生, 地球化学专业, 研究方向: 矿床地球化学

通讯作用: 宋谢炎, 男, 1962 年生, 研究员, 岩石与矿床地球化学专业. E-mail: songxieyan@vip.gyig.ac.cn

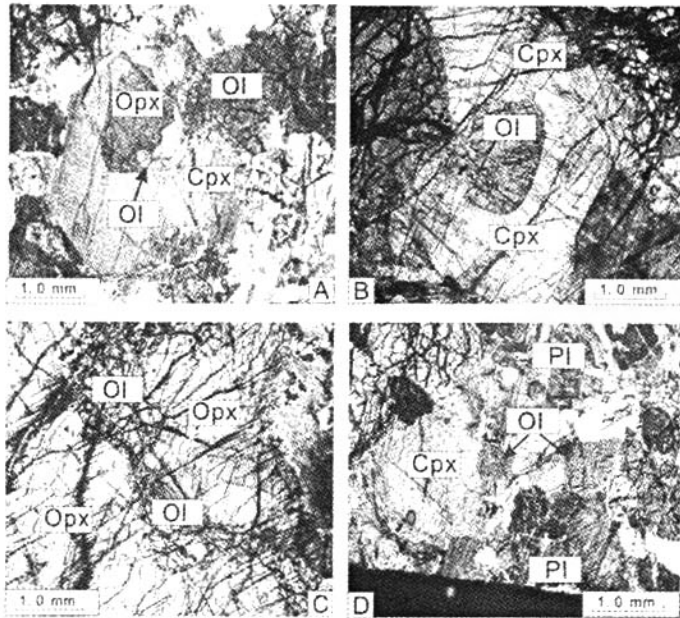


图1 金川II号岩体辉石典型显微结构图
Cpx:单斜辉石;Opx:斜方辉石;Ol:橄榄石;Pl:斜长石

低。特别是,单斜辉石演化明显表现出向透辉石端员偏离,显示出与世界其它大型镁铁-超镁铁岩体单斜辉石的不同成分变化趋势(图2),暗示岩体母岩浆在结晶分异过程中,可能与富钙质围岩发生了同化混染作用。

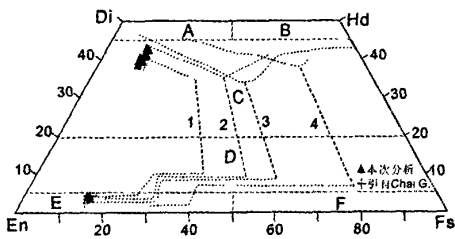


图2 辉石端员组分 En-Fs-Di-Hd 分类图解
(据 Morimoto, 1988)。

投影点为金川岩体辉石;线条为其他岩体辉石,1为 Jimberlana 岩体;2为 Skaergaard 岩体;3为 Bushveld 岩体;4为 Bjerkrem-Sogndal 岩体。数据来源 Campbell et al. (1974)。圆点线代表辉石组分变化,虚线代表 Cpx-Opx 共结线;A 为透辉石;B 为钙铁辉石;C 为普通辉石;D 为易变辉石;E 为顽火辉石;F 为铁辉石。

以6个氧原子为单位,计算单斜辉石和斜方辉石的阳离子数目。辉石中少量的Al置换硅氧四面体中的Si要求4+价或者3+价阳离子置换M1位置上的2+阳离子来平衡电价。单斜辉石及斜方辉石中Ti和IVAl以及Fe³⁺和IVAl呈出较好的正相关性,元素间的这种相关关系显示辉石的类质同像置换方式为:^{M1}Ti + ^T2Al³⁺ + ^{M1} = Fe²⁺ + ^T2Si, ^{M1}Fe³⁺ + ^TAl³⁺ = ^{M1}Fe²⁺ + ^TSi, Fe³⁺和Ti进入矿物晶格置换Fe²⁺来平衡Al置换Si产生的正电价差。

二辉石温度计和单辉石温度计算表明斜方辉石的结晶温度下限和单斜辉石结晶温度上限大致为:1146~1166℃之间,单斜辉石的结晶一直持续到1032℃或者更低。单斜辉石压力计算表明辉石结晶压力在2.6~4.6kbar之间,说明金川浅部岩浆房的深度大致为8.6~15.2km(10kbar/33km),岩石学相图的研究以及实际岩相学观察表明,在该压力条件下,岩浆结晶出的矿物顺序为:尖晶石-橄榄石-斜方辉石-单斜辉石-斜长石。

参 考 文 献:

- 苟国朝,任端进. 金川超镁铁杂岩体中硅酸盐和氧化物的矿物化学特征. 甘肃地质,1990,11.
- 宋谢炎,李士彬,王玉山,等. 含矿岩浆通道对于岩浆铜镍硫化物矿床找矿工作的意义. 矿物岩石地球化学通报,2005(4): 293 - 298.
- 汤中立,李文渊. 金川铜镍硫化物(含铂)矿床成矿模式及地质对比. 地质出版社,1995: 1 - 208.
- 汤中立. 金川硫化铜镍矿床成矿模式. 现代地质,1990(4): 55 - 64.
- 吴志勇,郭原生. 金川铜镍硫化物矿床成矿温度压力计算及成矿. 矿物岩石,1992(1): 89 - 95.
- 徐庆生,宋学信. 金川超镁铁质岩体矿物化学特征及矿物地质温度计,压力计研究. 甘肃地质学报,1994(1): 59 - 70.
- Campbell I H, Borley G D. The geochemistry of pyroxenes from the lower layered series of the Jimberlana intrusion, Western Australia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1974, 47(4): 281 - 297.
- Chai Gang, Naldrett A J. The Jinchuan ultramafic intrusion: cumulate of a high-Mg basaltic magma. *Journal of Petrology*, 1992, 33: 277 - 303.
- Chusi L, Zhanghua X, Sybrand AW, et al. Compositional variations of olivine from the Jinchuan Ni - Cu sulfide deposit, western China: implications for ore genesis. *Mineralium Deposita*, 2004, 39(2): 159 - 172.
- De W S, Xu Z G, Li C S, et al. Emplacement of viscous mushes in the Jinchuan ultramafic intrusion, western China. *Canadian Mineralogist*, 2004, 42: 371 - 392.
- Lehmann J, Arndt N, Brian W, et al. Field relationships and geochemical constraints on the emplacement of the Jinchuan intrusion and its Ni-Cu-PGE sulfide deposit, Gansu, China. *Economic Geology*, 2007, 102: 75 - 94.
- Morimoto N. Nomenclature of Pyroxenes. *Mineralogy and Petrology*. 1988, 39(1): 55 - 76.
- Song X Y, Zhou M F, Wang C Y, et al. Role of crustal contamination in formation of the Jinchuan intrusion and its world-class Ni-Cu-(PGE) sulfide deposit, northwest China. *International Geology Review*, 2006, 48(12): 1113 - 1132.
- Yang X Z, Ishihara S, Matsueda H. Multiphase melt inclusions in the Jinchuan complex, China; Implications for petrogenic and metallogenic physico-chemical conditions. *International Geology Review*, 1998, 40(4): 335 - 349.

甘肃金川Ⅱ号岩体辉石的地质意义

作者: [陈列锰](#), [宋谢炎](#), [聂晓勇](#), [周国富](#), [刘世荣](#), [郑文勤](#), [李士彬](#)
作者单位: [陈列锰, 聂晓勇, 李士彬\(中国科学院, 地球化学研究所, 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州, 贵阳, 550002; 中国科学院研究生院, 北京, 100049\)](#), [宋谢炎, 周国富, 刘世荣, 郑文勤\(中国科学院, 地球化学研究所, 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州, 贵阳, 550002\)](#)
刊名: [矿物学报](#) **ISTIC PKU**
英文刊名: [ACTA MINERALOGICA SINICA](#)
年, 卷(期): 2007, 27(z1)
引用次数: 0次

参考文献(14条)

1. 苟国朝, 任端进 [金川超镁铁杂岩体中硅酸盐和氧化物的矿物化学特征](#) 1990(11)
2. 宋谢炎, 李士彬, 王玉山, 把多恒, 陈烈锰 [含矿岩浆通道对于岩浆铜镍硫化物矿床找矿工作的意义](#)[期刊论文]-[矿物岩石地球化学通报](#) 2005(4)
3. 汤中立, 李文渊 [金川铜镍硫化物\(含铂\)矿床成矿模式及地质对比](#) 1995
4. 汤中立 [金川硫化铜镍矿床成矿模式](#)[期刊论文]-[现代地质](#) 1990(4)
5. 吴志勇, 郭原生, 孙淑荣 [金川铜镍硫化物矿床成矿温度压力计算及成矿机制探讨](#)[期刊论文]-[矿物岩石](#) 1992(1)
6. 徐庆生, 宋学信 [金川超镁铁质岩体矿物化学特征及矿物地质温度计, 压力计研究](#) 1994(1)
7. Campbell I H, Borley G D [The geochemistry of pyroxenes from the lower layered series of the Jimberlana intrusion, Western Australia](#) 1974(4)
8. Chai Gang, Naldrett A J [The Jinchuan ultramafic intrusion: cumulate of a high-Mg basaltic magma](#) 1992
9. Chusi L, Zhanghna X, Sybrand AW [Compositional variations of olivine from the Jinchuan Ni-Cu sulfide deposit, western China: implications for ore genesis](#) 2004(2)
10. De W S, Xu Z G, Li C S [Emplacement of viscous mushes in the Jinchuan ultramafic intrusion, western China](#) 2004
11. Lehmann J, Arndt N, Brian W [Field relationships and geochemical constraints on the emplacement of the Jinchuan intrusion and its Ni-Cu-PGE sulfide deposit, Gansu, China](#) 2007
12. Morimoto N [Nomenclature of Pyroxenes](#) 1988(1)
13. Song X Y, Zhou M F, Wang C Y [Role of crustal contamination in formation of the Jinchuan intrusion and its world-class Ni-Cu-\(PGE\) sulfide deposit, northwest China](#) 2006(12)
14. Yang X Z, Ishihara S, Matsueda H [Multiphase melt inclusions in the Jinchuan complex, China: Implications for petrogenic and metallogenic physico-chemical conditions](#) 1998(4)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_kwxb2007z1026.aspx

下载时间: 2009年12月11日