

藏东地区侵入岩磁化率的矿物学研究

张川, 王赞*, 刘云, 成联正, 马驹

(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)

磁化率是表征岩石受磁化难易程度的物理量, 其相关研究在 20 世纪上半叶就已开始(张世红等, 2005), 最初主要用于研究沉积岩与沉积物。一般认为岩石磁化率大小与矿物的类型、含量、颗粒大小与结构, 以及温度压力有关。其中矿物磁性大小对岩石磁化率影响很大(郎元强等, 2011; 刘天佑, 2007)。藏东地区在区域构造上处于特提斯—喜马拉雅构造域的东南部, 属南北向“三江”构造岩浆带的中北段, 是重要的成矿区域。

藏东地区侵入岩磁化率的变化范围很广, 弱磁性和中磁性为主, 含少量强磁性。弱磁性岩石磁化率在 $17\sim 86\times 10^{-5}$ SI 之间变化, 主要为花岗岩、花岗斑岩等, 其主要由石英、长石等弱磁性和逆磁性矿物组成。中磁性岩石磁化率在 $906\times 10^{-5}\sim 1365\times 10^{-5}$ SI 之间, 岩石类型主要有二长花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩等, 其矿物成分以石英、长石为主, 黑云母、角闪石含量较弱磁性岩石高。强磁性物质为纯橄岩, 磁化率达 4000×10^{-5} SI 以上, 其矿物成分几乎由橄榄石组成, 含少量磁铁矿。

选取室内进行了详细矿物分析的二长花岗(斑)岩进行多元回归分析, 探寻二长花岗(斑)岩的磁化率矿物来源。选取了二长花岗斑岩中的石英、长石、黑云母、角闪石、黄铁矿、黄铜矿等矿物进行分析, 角闪石、黑云母矿物磁化率接近, 将黑云母、角闪石含量之和作为一个自变量, 至于黄铁矿和黄铜矿的选择, 是由于在室内研究的二长花岗(斑)岩中, 均发现了少量的黄铁矿和黄铜矿, 因此一并作为自变量进行回归分析。拟合函数形式为:

$$\begin{aligned} \kappa_{\text{岩石}} = & a_1 V_{\text{角闪石、黑云母}} \kappa_{\text{角闪石、黑云母}} + a_2 C_{\text{长石}} \kappa_{\text{长石}} + \\ & a_3 V_{\text{石英}} \kappa_{\text{石英}} + a_4 V_{\text{黄铁矿}} \kappa_{\text{黄铁矿}} + a_5 V_{\text{黄铜矿}} \kappa_{\text{黄铜矿}} + C \end{aligned} \quad (1)$$

式中, $\kappa_{\text{岩石}}$ 代表岩石磁化率, κ 代表各矿物磁化率值, 黑云母与角闪石 $\kappa=50$ (磁化率单位为 10^{-5} SI, 下同), 长石 $\kappa=0.5$, 石英 $\kappa=-1.3$, 黄铁矿 $\kappa=5.4$, 黄铜矿 $\kappa=3$, V 为各矿物在岩石中的体积含量(已测量), C 为常数, a_i 为相应系数(待定量)。根据(1)建立 a_i (1, 2, ...5) 的方程, 采用最小二乘法, 最后求得各项系数 a_i , 并代回(1)式得:

$$\begin{aligned} \kappa_{\text{岩石}} = & 1.23\times 10^2 V_{\text{角闪石、黑云母}} \kappa_{\text{角闪石、黑云母}} + \\ & 8.14\times 10^4 C_{\text{长石}} \kappa_{\text{长石}} - 4.68\times 10^2 V_{\text{石英}} \kappa_{\text{石英}} + \\ & 2.72\times 10^2 V_{\text{黄铁矿}} \kappa_{\text{黄铁矿}} + 2.99\times 10^2 V_{\text{黄铜矿}} \kappa_{\text{黄铜矿}} \\ & - 9.0\times 10^3 \end{aligned} \quad (2)$$

由统计学知识可知: 需要对(2)式进行显著性检验。采用 F 检验, 用 SPSS 计算的 $F_0=20.663 > F(5, 9)=3.48$, 因此, 回归方程总体上是显著的。然后对回归系数进行 t 分布显著性检验, 结果表明只有角闪石、黑云母通过显著性检验, 说明角闪石、黑云母与岩石磁化率线性关系显著, 其他矿物与岩石磁化率线性关系不显著。图 1 为岩石磁化率拟合值与实测值的对比图, 可以看出拟合效果良好。

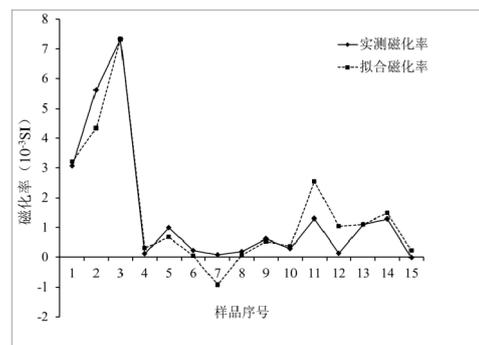


图 1 实测磁化率与拟合磁化率对比

为了得出各矿物含量对岩石磁化率贡献的大小, 对系数进行标准化, 系数越大, 贡献越大。标准化后的各矿物系数大小为角闪石黑云母(0.933), 长石(0.303)、石英(-0.327), 黄铁矿(0.104), 黄铜矿(0.067), 由此可知, 角闪石黑云母含量对岩石磁化率影响最大。

为进一步验证黑云母角闪石含量对岩石磁化率的影响。单独对黑云母角闪石含量与岩石磁化率进行回归分析(图 2)。

基金项目: 中国科学院矿床地球化学国家重点实验室“十二五”项目群(编号: SKLODG-ZY125-01)

作者简介: 张川, 男, 1987 年生, 中国科学院地球化学研究所在读硕士研究生, 主要从事岩石物性及地球物理建模研究. E-mail: 280463117@qq.com

* 通讯作者, E-mail: yunwang@mail.iggcas.ac.cn

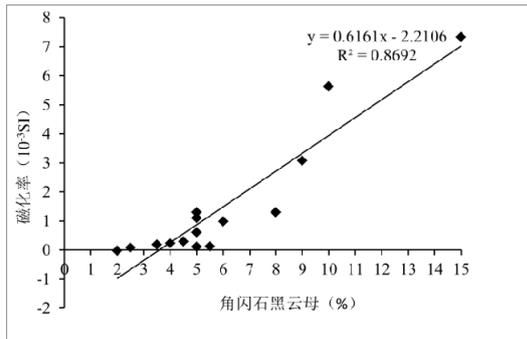


图2 角闪石黑云母含量与岩石磁化率关系

角闪石、黑云母含量与岩石磁化率的回归决定系数达 0.869, 说明二长花岗(斑)岩磁化率

主要受强顺磁性矿物角闪石、黑云母控制。岩石中黑云母、角闪石含量最高不超过 10%, 显著低于石英和长石的含量, 但其含量的微小变化, 能显著的改变岩石的磁化率, 是控制岩石磁化率的主要因素。

此外, 苦橄岩中含有极少量磁铁矿, 但其磁化率却显著高于不含磁铁矿的侵入岩, 说明苦橄岩磁化率主要受磁铁矿含量控制。

综上所述, 藏东地区侵入岩磁化率主要受控于岩石中的强顺磁性或铁磁性矿物(如磁铁矿、黑云母、角闪石)含量, 而诸如石英、长石等弱磁性矿物尽管含量高, 对磁化率影响不大。

参 考 文 献:

- 郎元强, 胡大千, 刘畅, 等. 南海北部陆区岩石磁化率的矿物学研究. 地球物理学报, 2011, 54(2): 573-587.
 刘天佑. 地球物理勘探概率. 北京: 地质出版社, 2007.
 张世红, 潘和平, 骆森, 等. 中国大陆科学钻探主孔 100~2000 m 测井磁化率和磁三分量分析. 现代地质, 2005, 19 (4): 608-614.