科学通报
第 41 卷 第 24 期 CHINESE SCIENCE BULLETIN 1996 年 12 月

塔里木盆地早奥陶世白云岗组灰岩中的磁铁矿及其古地磁意义*

叶 瑛 沈忠悦 方大钧
(浙江大学地球科学系,杭州 310027)

关键词 岩石磁学 古地磁 白云岗组灰岩

塔里木早奥陶世白云岗灰岩样品中,包含有原生剩磁和重磁化等多磁组分[1],同一岩层中的多重磁组分具有重要的岩石磁学意义. 岩石中磁性矿物类型和样品成岩历史的差异,均会使岩石产生不同类型的重磁化[2,3]. 对多重磁组分的解释,取决于对携磁矿物的种类、产状及其与岩石中其他矿物关系的认识. 以往对磁性矿物的研究,常采用化学溶蚀法获得岩石中的磁性矿物,但它与周围矿物的结构构造关系在提取过程中被破坏,后者对指示重磁化的地质意义极为重要. 本文在对白云岗组灰岩进行剩磁及等温剩磁测试的基础上,通过光学显微镜和扫描电子显微镜观察了样品岩石薄片中携磁矿物的结构构造、结晶特征、形态、颗粒大小和矿物共生组合,区分出了原生剩磁和次生剩磁的携磁矿物,获得了有关携磁矿物的岩石学证据,并解释了白云岗组炭岩的原生剩磁与重磁化产生的原因.

1 样品及其古地磁结果

样品采自库鲁克塔格雅尔当山剖面下奥陶统白云岗组,为黑色致密状灰岩、泥晶灰岩、瘤状灰岩. 对该剖面的古地磁研究表明,样品经历了部分重磁化,但天然剩磁中保留有相当强度的原生剩磁组分[1]. 对白云岗组样品的剩磁特征分离结果显示有三组磁组分:(1)软磁组分,在 100℃左右被清洗;(2)中等稳定性磁组分,该组分几乎全部集中在现代地磁场附近,其平均方向为 $D=15.3°$, $I=55.8°$,我们认为这是老第三纪以后喜山运动造成的重磁化;(3)高温特征剩磁,根据白云岗组所获得古地磁数据,得到早奥陶世平均方向(层面坐标)为 $D=101.20°$, $I=-33.9°$,得到磁极位置为 180.6°E,20.4°S,古纬度为 18.6°S. 暂把它判为负极性,也有可能为正极性,有待进一步工作.

2 磁性矿物研究

磁性矿物采用了岩石薄片. 电子显微镜研究用不加盖玻片的岩石薄片,表面磨光后镀碳膜,在 Link Oxford SX51 型电子探针上观察和获得点、面原子分布图.

岩石学研究表明,样品中的不透明矿物具有 2 种分布形式:(1)被泥晶方解石胶结并紧

1996-04-09 收稿,1996-07-22 收修改稿
* 国家自然科学基金重大资助项目

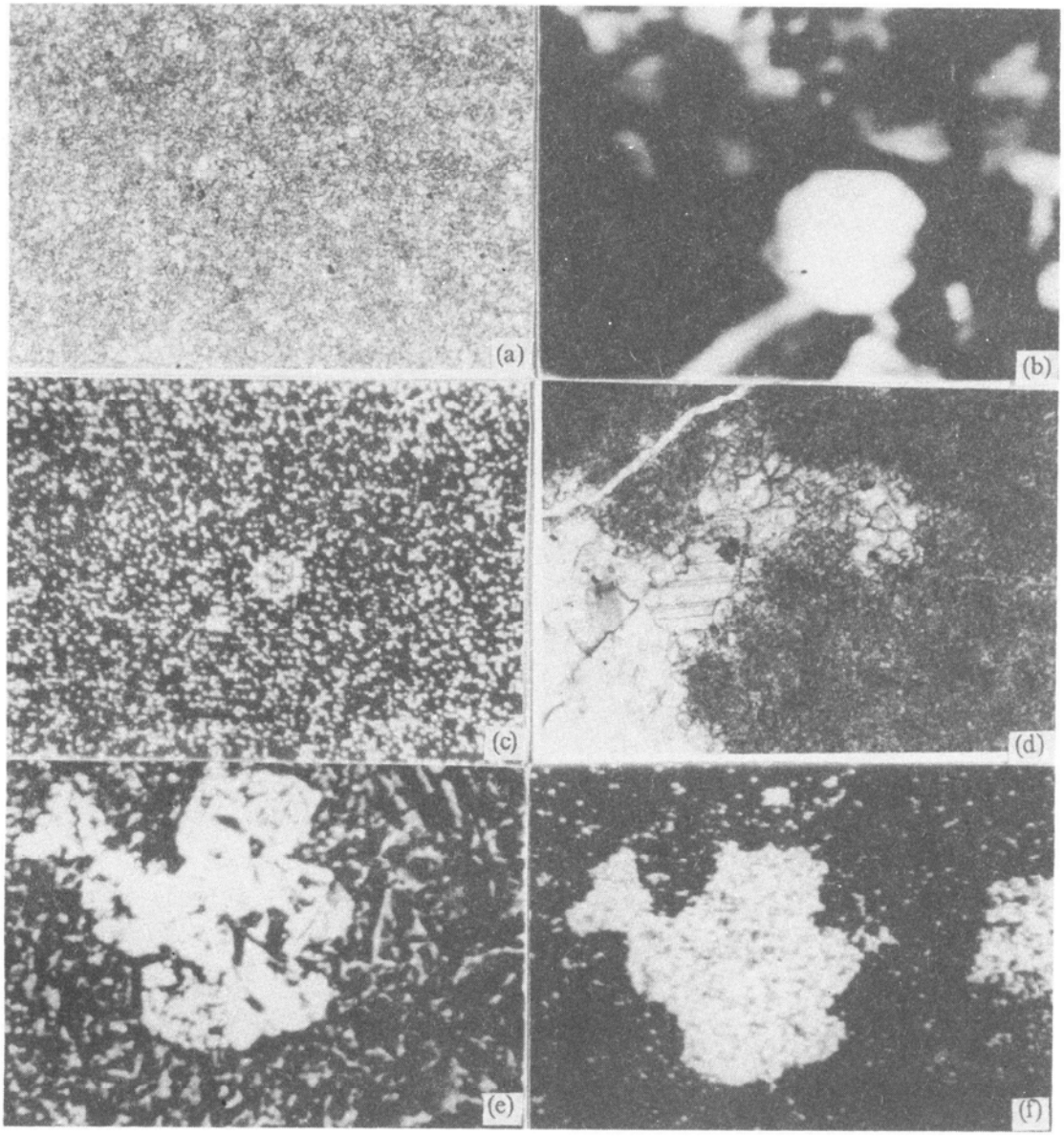

图 1　样品中不透明矿物显微照片

(a)偏光显微镜下，碎屑磁铁矿细粒均匀并沿层理分布，×100；(b)碎屑磁铁矿的 SEM 图象，碎屑磁铁矿呈棱角磨蚀的八面体状晶形颗粒细小，一般为 3～5 μm；(c)铁原子分布图(与图(b)同一位置)，铁原子的分布与磁铁矿的形貌一致，且未见有硫原子. 热退磁和等温剩磁曲线显示有磁铁矿的存在，都说明这种矿物颗粒是磁铁矿；(d)偏光显微镜下，次生磁铁矿呈较大颗粒斜穿层理分布，主要出现在方解石脉体中或其周围，×100；(e)次生磁铁矿的SEM图象，次生磁铁矿呈溶蚀港湾状并有加大现象，颗粒粗大，一般为30～50μm；(f)铁原子分布图(与图(e)同一位置)，解释同图(c)

密包围. 这种颗粒往往沿层理方向均匀分布(图 1(a))，呈磨蚀状，仔细观察尚可见到原来自形的晶面和晶棱，但边缘棱角已被磨圆化，晶粒细小，一般在 2～5 μm(图 1(b))，极少数有较大的颗粒. 这种不透明矿物经 EDA 背散射能谱分析，显示以铁为主，含少量硅(图 1(c))，未见

硫和铝,这种含有硅质微粒包裹的不纯铁氧化物是一种较典型的碎屑磁铁矿[4]. 这一结果与等温剩磁曲线、热退磁曲线显示的结果相一致[5],认为磁铁矿是主要的携磁矿物. 另一种不透明矿物产于方解石脉体周围,呈不规则状多晶集合体(图 1(d)),往往与层理斜交. 扫描电子显微镜清晰显示了港湾状溶蚀现象(图 1(e)),晶体粒径,可达 30～50 μm. 经能谱分析证明仍以 Fe 为主(图 1(f)),含少量 Si 的铁氧化物,等温剩磁结果为磁铁矿,在成因上与晚期流体活动造成的方解石脉体贯入有关,并常常伴随有晚期方解石交代早期磁铁矿现象. 表面溶坑发育、不规则的形态、较大的粒度以及与方解石脉的伴生关系显示它是一种次生的磁铁矿,这种次生的磁铁矿在成分上与碎屑磁铁矿基本一致,说明是碎屑磁铁矿的溶解和再析出的结果.

3 讨论

白云岗组灰岩的主要矿物为方解石,次为石英、碎屑长石和磷灰石,其中石英常呈微粒状与磁铁矿颗粒相伴生. 这种石英原先可能是硅藻类 SiO_2,随着埋藏温度的增加,开始向 Opal-CT(方英石和鳞石英)转变,最终形成石英颗粒. 碳酸盐岩中生物硅质转变为石英较为常见,代表了埋深早期的成岩变化[4]. 硅质转变有利于碎屑磁铁矿的保存,使其免受后期流体交代溶蚀. 碳酸盐矿物在成岩早期表现为泥晶方解石的压实、脱水和胶结. 多数碎屑磁铁矿是由于泥晶方解石的紧密包裹而避免了晚期流体的改造. 是白云岗组灰岩原生剩磁能保存的关键.

白云岗组灰岩中常见的不规则状方解石脉体,代表了成岩期后的流体活动. 磁铁矿在方解石脉边部的产出(图 1(d)),指示后期流体造成了岩石中铁的重新分配. 形成次生磁铁矿的铁质,主要来自被溶蚀交代的碎屑磁铁矿,亦有可能来自流体迁移过程中被淋滤的其他岩层. 次生磁铁矿与方解石脉的关系,表明白云岗组灰岩的重磁化为典型的化学重磁化. 根据重磁化方向,可以确认它形成于喜山期,该期重磁化不仅见于早古生代地层,在塔里木北部中新生代地层中亦有发现[5]. 这种区域性的重磁化,指示喜山运动在本区造成了广泛的流体活动.

根据以上讨论可知,白云岗组炭岩中的磁铁矿有两期. 原生沉积的细粒碎屑磁铁矿,因被泥晶方解石和重结晶硅质紧密包裹保留了原生剩磁,即高温特征剩磁组分,它代表了本区早奥陶世石地磁方向. 另一类是受到晚期流体改造,以及从流体中沉淀的磁铁矿,它们是中等稳定性磁组分的携磁矿物,与之有关的重磁化为典型的化学重磁化.

参 考 文 献

1 方大钧,谈晓冬,姜莉萍等. 塔里木盆地构造磁学研究的若干新进展. 中国地球物理学会年刊. 北京:地震出版社,1994. 341～342

2 Hart M, Fuller M. Magnetization of a dolomate bed in the Monterey formation: implications for diagenesis. Geophysical Research Letters, 1988, 15(5): 491～494

3 Douglas R, McCabe C. The occurrence and origin of remagnetization in the sedimentary rocks of North America. Reviews of Geophysics (Supplement), 1991, 377～383

4 Dongwoo S, Rob Van Der Voo, Donald R. Peacor, Scanning and transmission electron microscope observations of magnetite and other iron phases in Ordovician carbonates from East Tennessee. Journal of Geophysical Reseach, 1990, 95(B8): 12 327～12 336

5 谈晓冬,方大钧,王朋岩等. 塔里木盆地北部中新生代岩芯古地磁研究. 地球物理学报,1995,38(5):688～692