

PGL

第1期 (总第十一期)

Letters



娇艳欲滴 (摄影: 张春霞)

Paleomagnetism and Geochronology Laboratory in Beijing

2011

古地磁与年代学实验室

Paleomagnetism and Geochronology Laboratory in Beijing



古地磁与年代学实验室科研人员结构图

期刊首语

已是春分，北京依然春寒料峭，难怪古人说“时令北方偏向晚，可知早有绿腰肥”，又或许是应辛弃疾“惜春长怕花开早，何况落红无数”吧！

闲话少提，言归正传。

本期人物将向大家介绍一位优秀的年轻同行—聂军生，在重点连载部分还将刊出他介绍海（深海氧同位素）-陆（黄土红粘土磁化率）古气候对比研究的一些进展。基于深海氧同位素和黄土红粘土磁化率在6百万年以来的对比研究，聂军生指出：东亚季风在轨道尺度上的变化在600-450万年和270万年至今可能受全球冰量控制，值得深入关注。

本期专题中段宗奇将详细介绍非磁滞剩磁（ARM）及其在地学中的应用。ARM是可在实验室获得的一个重要剩磁参数，在探讨古气候环境演化及古地球磁场相对强度变化方面应用广泛。本期专题将从ARM的物理机制出发，系统论述ARM的磁学性质及其主要影响因素，并简要介绍ARM在相对古强度和环磁学研究中的应用。

文献导读一栏中刘志峰将介绍一个利用古地磁方法确定区域成矿流体事件的边界实

例，姜兆霞将向大家介绍一篇关于超顺磁阻挡温度和AC磁化率分置温度关系的文献。

实验专栏由王红强介绍中国地震局地球物理研究所岩石磁学实验室的人员组成、研究方向以及仪器设备等方面情况，感兴趣的读者一定不要错过！

本期文化动态一栏内容丰富。刘成英之第一篇英文文章投稿有感可谓新鲜出炉。春意渐浓，Greig A Paterson 和俞龍在诗兴大发，各赋诗一首，张春霞则用散文抒发春之感。邀大家共赏！另有王华沛苦思一月，细数国内与国外培养学生的诸多不同之处，启人深思。

该刊物宗旨：大家刊物大家办，办好刊物为大家！

该刊物的定位：融知识性与趣味性为一体，在拓宽知识面的同时，加强研究深度探讨。

征稿方式：该刊物将由我们实验室所有人员参与创作，同时欢迎同行业人员投稿。

发行对象：向本实验室内部人员，及国内外古地磁界的同行（参考资料）。

发行方式：电子版本（彩色）和纸质版本（黑白）。

栏目设置：详见本刊最后页。

PGL Letters

第1期

2011年3月

目 录

人物介绍

聂军生.....1

专题介绍

非磁滞剩磁(ARM)及其在地学中的应用..... 1

文献导读

古地磁方法确定区域成矿流体时间的边界.....10

超顺磁阻挡温度和AC磁化率峰值温度之间的关系.....11

重点连载

海(深海氧同位素)-陆(黄土红粘土磁化率)古气候对比研究的一些进展12

实验专栏

中国地震局地球物理研究所岩石磁学实验室.....15

文化动态

第一篇英文文章投稿有感.....16

Spring morning sun18

辛卯 歲首19

春之感.....19

国内外研究生培养之差距.....19

人物介绍



聂军生, 1978 年 11 月出生于河南。兰州大学“翠英学者”特聘教授, 博士生导师。入选教育部“海外新世纪人才”。1996—2003 年在兰州大学学习并获得学士和硕士学位; 2003—2008 年在美国罗德岛大学海洋系学习并获得博士学位; 2008—2010 年在美国德州大学奥斯汀分校从事博士后研究。

研究兴趣包括古地磁和岩石磁学; 古海洋和古气候; U-Pb 年代学和 (U-Th)/He 热年代学; 物源分析。近五年在这些领域发表第一作者 SCI 论文 10 篇。是 “*Geophysical Research Letters*”, “*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*”, “*Global and Planetary Change*”, “*Geochemistry, Geophysics, and Geosystems*”, “*Journal of Asian Earth Sciences*”, “*科学通报*” 和 “*海洋地质与第四纪地质*” 杂志的审稿人。主持国际会议两次。

未来几年研究方向有两个:

1. 利用磁性地层学, 物源分析, 热年代学相结合的方法恢复青藏高原东北部和北部盆山演化历史

2. 对青藏高原腹地 and 周围河湖相沉积物、中国黄土、和贝加尔湖样品进行岩石磁学和地球化学指标分析, 重建晚新生代古气候和古环境历史, 以期揭露东南亚和北亚气候耦合动力学机制。

专题介绍

非磁滞剩磁(ARM)及其在地学中的应用

段宗奇

摘要 作为岩石磁学重要的剩磁参数之一, 非磁滞剩磁(ARM) 广泛地应用于古气候环境演化及古磁场相对强度变化的研究, 因此, 正确认识非磁滞剩磁的性质对于解决复杂的地质问题至关重要。本文从物理基础出发, 系统地论述了非磁滞剩磁的磁学性质及影响非磁滞剩磁的主要因素(包括颗粒的粒径、磁相互作用、交变退磁场幅值的衰减率等), 简要介绍了非磁滞剩磁在相对古强度和海陆古气候变化中的应用。

关键词 非磁滞剩磁, 相对古强度, 环境磁学

引言

古地磁学主要研究天然剩磁(Natural remanent magnetization, NRM), 即岩石中的磁性矿物在自然环境中受到地球磁场的影响而获得的各种剩磁, 包括热剩磁、化学剩磁和粘滞剩磁等。而岩石磁学(Rock magnetism)则主要研究诸多实验室中人为产生的剩磁^[1]。其中, 最为重要的一种是非磁滞剩磁(Anhysteresis remanent magnetization, ARM)。

ARM 指的是样品在一个幅度逐渐衰减的交变场(AF, 一般 <200 mT)中, 同时叠加上一个较小的直流场(DC, 一般为几十 μ T), 当 AF 的幅值衰减到零时, 样品获得了一个与 DC 场相关的剩磁, 即 ARM(图 1)。对于一般的磁滞行为, 当外加直流场

(DC)逐渐降低到零时,样品会获得一个饱和等温剩磁(超顺磁颗粒除外).然而当样品获得一个 ARM 后,如果再次获得一个新的 ARM,它会随着 DC 减小而降低,并最终到零.在这个意义上讲,与一般的磁滞行为(Hysteresis)不同,ARM 不存在磁滞行为,因此称之为非磁滞剩磁.

ARM 首先由 Rimbart (1959)^[2]提出.随后,它在岩石磁学和环境磁学(Rock and Environmental Magnetism, REM)领域被广泛应用^[3,4].本文首先介绍 ARM 获得基本原理,之后讨论 ARM 的基本磁学性质,最后介绍 ARM 在地学相关领域的广泛应用.

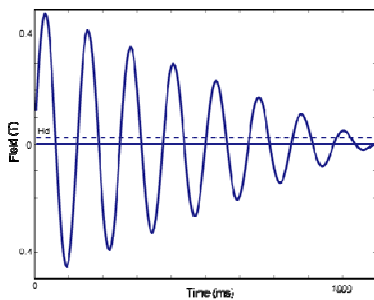


图 1, 非磁滞剩磁(ARM)原理示意图

1 ARM 的基本原理

交变场可以被看成是一系列连续变化的直流场.在任意时刻,样品都会获得一个等温剩磁(可正也可负).在零场中,交变退磁后,样品获得的正向磁矩与反向磁矩大小相等,相互抵消,总磁矩为零,从而达到退磁的状态.

由于热扰动,即使在有外场的情况下,有些磁性颗粒也会克服能垒,向外场的反方向偏转.而且弛豫时间(τ)越小,就越容易偏转:

$$\tau(T) = \tau_0 \exp\left(\frac{\mu_0 V M_s H_K}{2kT}\right) \quad (1),$$

其中 $\tau_0 = \sim 10^{-9} \text{ s}$ ^[5], k 为玻尔兹曼(Boltzman)常数($k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$), T 是绝对温度.其中还包括磁性颗粒的体积(V),微观矫顽力(H_K)和饱和磁化强度(M_s).可见, τ 越小,磁性颗粒越能快速达到平衡磁化状态.

现假定交变场为 H_{AF} , 固定的附加直流场为 H_{DC} .此时,磁矩在 AF 的正向期和反向期的弛豫时间不再相等:

$$\tau^+ = \tau_0 \exp\left\{\frac{K_u V}{kT} \times (1 - H_{AF} / H^* + H_{DC} / H^*)^2\right\} \quad (2),$$

$$\tau^- = \tau_0 \exp\left\{\frac{K_u V}{kT} \times (1 - H_{AF} / H^* - H_{DC} / H^*)^2\right\} \quad (3),$$

其中 K_u 是各向异性性能常量, $H^* = 2K_u / \mu_0 M_s$.

由此可见, $\tau^+ > \tau^-$. 其中的物理意义含义为,沿着外场方向排列的磁矩比反方向的稳定.也就是说,在沿着 H_{DC} 的方向,最终会有更多的颗粒偏转.当交变场逐渐减小后,在能垒的作用下,随意偏转的磁矩也越来越小,其影响可以忽略时所对应的 H_{AF} 就定义为剩磁的阻挡场 $H_{AF,B}$ (和热剩磁中的阻挡温度类似).最终样品得到一个不为零的净磁矩,也就是 ARM:

$$ARM = (1/3) \mu_0 M_s \tanh\{(\mu_0 M_s V H_{DC} / kT)(1 - H_{AF,B} / H^*)\} \quad (4),$$

对于弱场,上式可以简化为:

$$ARM = (1/3) \mu_0^2 M_s^2 V H_{DC} (1 - H_{AF,B} / H^*) / kT \quad (5),$$

从上式可知,ARM 与 H_{DC} 成正比.

2 ARM 的性质

2.1 ARM 的粒径特性

尼尔理论适用的磁性颗粒为超顺磁和单畴颗粒.对于多畴颗粒来说,剩磁的获得主要靠磁畴壁的移动来控制.因此从理论上讲,多畴颗粒的 ARM 与单畴颗粒的完全不同.实验结果也表明,相比较于多畴颗粒,单畴颗粒能够获得很强的 ARM^[6],因此常常应用 ARM 来衡量样品中单畴颗粒的含量^[7].

但是如果多畴颗粒的含量比较高时,它对 ARM 的贡献就不能忽略.对于单畴磁铁矿而言,其最小的矫顽力为 $\sim 20 \text{ mT}$ (由晶体各向异性性能控制),而多畴颗粒的矫顽力要小于 20 mT .因此, Liu et al. (2005)^[8]提出可以应用 pARM ($H_{AF} > 20 \text{ mT}$) 来有效地压抑多畴颗粒的贡献,从而进一步突出 SD 的信息(图 2e,f).进一步, pARM ($H_{AF} > 20 \text{ mT}$) / ARM 可以反映单畴和多畴的相对贡献.该比值越小,表明多畴的影响越大.

ARM 与所加的 H_{DC} 成正比.不同的研究人员会选择不同的 H_{DC} ,造成 ARM 的值无法直接对比.为了消除 H_{DC} 的影响,常常把 ARM 用 H_{DC} 归一化,得到 ARM 磁化率(χ_{ARM}),其量纲和磁化率的一样,为 $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$.

2.2 ARM 的叠加性 (Additivity) 和互反性 (Reciprocity)

单畴颗粒的热剩磁(TRM) 具有叠加性, 也就是在不同的独立温度段获得的部分热剩磁(pTRM) 加起来等于总的 TRM:

$$pTRM(T_1, T_2) + pTRM(T_2, T_3) + \dots + pTRM(T_{i-1}, T_i) = pTRM(T_1, T_i)$$

这是因为, 具有不同的独立解阻温度区间. 研究表明^[9], ARM 也具有叠加性, 区别在于: ARM 考察的是矫顽力谱, 而不是解阻温度谱:

$$pARM(H_1, H_2) + pARM(H_2, H_3) + \dots + pARM(H_{i-1}, H_i) = pARM(H_1, H_i)$$

其中 H 是交变退磁场.

有趣的是, 这种叠加性不但对单畴颗粒成立, 对于粗粒径的颗粒也成立. 此外, 磁相互作用对 ARM 的影响很大(见 2.4), 但是这并不影响 ARM 的这种叠加性质, 这表明, 磁相互作用对不同矫顽力的样品具有类似的影响.

互反性指在两个场 H1 和 H2 之间获得的 pARM 可以在这两个场之间被完全退磁. 和 TRM 类似, 这种性质只对小粒径的颗粒(比如, 单畴和小的假单畴) 成立, 而对于大的假单畴和多畴颗粒, 会存在着一个残余值(tail), 只有高于 H2 的场才能完全把这个残余剩磁退掉^[10].

2.3 交变退磁场幅值的衰减率(decay rate, AF_DR) 对 ARM 的影响

对于单畴和超顺磁颗粒, 其磁化率具有明显的频率特性. 一般而言, 观测频率增加, 磁化率降低. 而 ARM 的早期理论, 并没有考虑 交变场频率的影响. 假定交变场每半个周期幅度的衰减量为 d, Liu (1995) ^[11]发现, 如果直流场的幅值小于 d/2, 那么 ARM 就与交变场的衰减率有关.

Yu and Dunlop (2003) ^[12]通过测量实际样品, 证实了上述关系, 并进一步发现(图 2c, d), 当 AF_DR 减小时, SD 和 PSD 样品获得更高的 ARM. 然而对于 MD 样品则呈现相反的趋势, 即 AF_DR 减小, 相应的 ARM 也减小. 这种相反的趋势当然

和 SD 与 MD 的磁畴状态有关. 对于 SD 颗粒来说, 降低 AF_DR 等同于延长了 AF 场对颗粒的作用时间, 这样颗粒更能够达到平衡状态, 从而获得更高的剩磁. 而对于 MD 颗粒而言, 小的 AF_DR 使得其内部的自发退磁过程更充分, 从而降低了总体的剩磁.

上述实验证实, ARM 远比以前想象的要复杂得多. 它除了与粒径、含量、外加的交变场和直流场的幅值有关, 而且还和 AF_DR 有关. 事实上, 不同型号的 ARM 仪器, 其 AF_DR 都不会完全相同. 也就是说, 不同仪器上测量的 ARM, 即使已经归一化成 χ_{ARM} , 也可能无法实现对比.

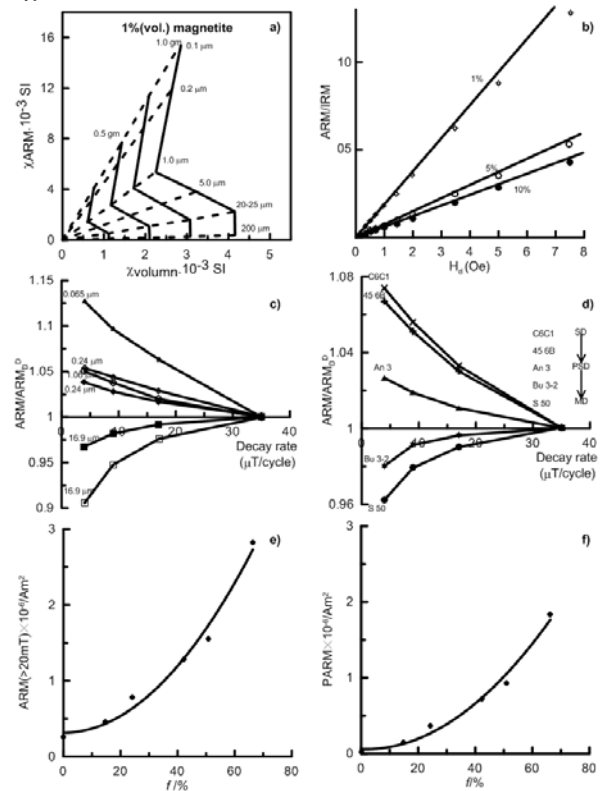


图 2: a) χ_{ARM}/χ 与磁铁矿含量和粒径的现象学模型, 即 king 图^[21]; b) 磁相互作用(含量差异)对 ARM 的影响^[13]; c) 合成样品中, 交变退磁场幅值的衰减率(decay rate) 对 ARM 的影响, (实心符号代表退火的样品, 空心符号代表未退火的样品) ^[12]; d) 天然样品中, 交变退磁场幅值的衰减率(decay rate) 对 ARM 的影响, (实心符号代表退火的样品, 空心符号代表未退火的样品) ^[12]; e) 多畴颗粒对 ARM 的影响(当 SD 颗粒为零时, 受 MD 颗粒影响, ARM 有一个大于零的背景值)^[8]; f) 多畴颗粒对 PARM(>20 mT)的影响(当 SD 颗粒为零时, PARM 可以有有效的压抑 MD 的信息, 其值基本为零)^[8]

2.4 磁相互作用对 ARM 的影响

经典的尼尔理论不考虑磁相互作用. 但实际上, 磁相互作用会提供额外的能量, 叠加在磁能垒之上,

从而改变磁性颗粒的弛豫时间以及相应的磁学性质. Banerjee and Mellema (1974)^[13]研究了具有不同磁铁矿含量样品的磁学性质, 发现含量为 10% 的样品比含量为 1% 的样品具有明显低的矫顽力. 对于同一样品, ARM/SIRM 与外场成正比关系. 但是, 对于具有不同磁铁矿含量的样品, ARM/SIRM 与外场的比值差别很大(图 2b). Sugiura (1979)^[14]也证实了 ARM/SIRM 随着样品中磁性矿物含量的增加而减小. 聚集在一起的生物成因 SD 磁铁矿也具有比较低的 ARM/SIRM^[15,16]. 综上所述, 磁相互作用会消弱 SD 颗粒获得 ARM 的能力.

2.5 ARM 与热剩磁(TRM) 的对比

非磁滞剩磁(ARM) 与热剩磁(TRM) 具有相似的叠加性和互反性, 不同点在于二者考虑的分别是矫顽力谱和解阻温度谱(见 2.2). ARM 与 TRM 还具有相似的交变退磁曲线, 只是 SD/PSD 颗粒的 TRM 比 ARM 稍“硬些”^[2,17-20]. Yu Yongjae(2003)^[20]利用合成样品及天然样品对二者的热退磁性质进行了研究, 发现对于单畴颗粒(SD) 和多畴颗粒(MD), 其 ARM 与 TRM 的热退磁曲线几乎一致; 而假单畴颗粒(PSD) 的 TRM 明显比 ARM“硬”, 这可能是 PSD 中 ARM 和 TRM 二者的微观结构不同造成的. 粒径大小对 TRM/ARM(R 比值) 有着很强的影响, 合成样品中, 粒径为 0.2 μm 时, R 比值最大, 更有趣的是合成样品的 R 比值要比天然样品的更“陡”些.

2.6 ARM 与其它磁学参数的比值

磁化率和 ARM 磁化率的比值(χ/χ_{ARM}) 经常用来衡量磁性颗粒的大小. King et al. (1982)^[21]提出一种简易的 χ_{ARM} 与 χ 的相关图(后来被称之为 King 图), 可以比较有效地确定磁性矿物的粒径与含量(图 2a). 对于 SP/SD 和 PSD/MD 的颗粒来说, 这个比值与颗粒的大小正好成相反的关系. 对于大颗粒来说, 颗粒越大, 这个比值越大, 但是对于小颗粒来说, 这个比值随颗粒增大而减小. 因而整个曲线是个“V”字型, SD 的比值最小^[1].

但是应用这个比值或者 King 图时, 一定要注意两点. 第一, 磁化率是样品中所有磁性矿物的信

息, 包括顺磁颗粒的贡献, 因此, 最好把顺磁磁化率扣除掉. 第二, ARM 与磁相互作用密切相关^[22]. ARM/SIRM 与磁性矿物含量参数(比如 Ms) 的相关图可以被用来衡量磁相互作用对 ARM 的影响.

3 ARM 在地学中的应用

3.1 相对古强度

人们研究岩石磁学的最初动机在于探索地球磁场的演化过程(Tauxe, 1993)^[3]. 地球磁场是个矢量场, 包含方向和强度. 在强度研究中, 用于研究绝对强度的材料(如玄武岩和烧焙过的瓷器等) 时空分布极为有限, 而且通常难以定年. 近些年来, 人们开始利用沉积物中的天然剩磁进行归一化估算地球磁场相对强度(RPI)变化.

利用沉积物记录的 NRM 重建地球磁场相对强度的重要假定条件之一是: NRM 与沉积物中磁性矿物含量线性相关(Tauxe, 1993)^[3]. 磁性矿物含量可以通过测量沉积物的磁性参数进行评价. 于是磁性矿物含量对 NRM 的影响可以通过 NRM 与这些与含量有关磁性参数之比来消除, 常用的归一化参数有非磁滞剩磁(ARM)、等温剩磁(IRM)、质量磁化率(χ). IRM 和 ARM 相比较而言, 更加适合于归一化, 原因在于它不仅与载磁矿物的含量有关同时还受颗粒大小及顺磁物质等物质的影响.

用于研究古地磁的沉积物, 其磁性矿物的粒径分布具有一个特定的范围. Rees and Woodall (1975)^[23]的研究发现, 大的磁性颗粒在沉积过程中受水动力及重力的影响大, 且所记录的剩磁不稳定, 难以记录真实的磁场信息; 而颗粒太小, 则颗粒之间的磁耦合作用很大, 也难以记录真实的磁场信息. 因此, 理想的研究材料的粒径为单畴(SD) 和部分的准单畴(PSD). 鉴于 ARM 对单畴颗粒十分敏感, Johnson et al(1975)^[24]提出用 ARM 作为 NRM 的归一化因子. Levi and Merrill (1976)^[25]也倾向于用 ARM 作为归一化因子, 因为 ARM 同 IRM 比较, 具有与 NRM 更加相似的矫顽力谱. 沉积物所记录的天然剩磁经常受到粘滞剩磁(VRM) 或化学剩磁(CRM) 的污染, 因此, Tauxe et al(1995)^[26]对 ARM

归一化进行了改进, 提出了 Pseudo-Thellier 方法: NRM 经过交变场退磁后的剩余值与样品在该交变场下获得的 ARM 之比进行归一化.

King et al (1983)^[27] 对宾尼法尼亚洲的 LeBoeuf 湖的两个钻孔采用 ARM 归一化研究相对强度, 结果表明两个孔的相对强度变化基本一致, 且与绝对强度的变化相吻合. 许多学者采用同样的方法来研究湖相沉积物所记录的相对强度, 其结果均与 King 相似^[28-32]. Gogorza CSG(2008)^[33] 采用 Pseudo-Thellier 研究阿根廷的 EI Trébol 湖的相对强度, 其结果与 NRM_{20mT}/ARM_{20mT} ^[34] 的结果一致, 且其相对强度的记录具有全球性. 黄土的相对强度研究中常采用 $NRM_{300^{\circ}C}/ARM_{300^{\circ}C}$ 对 NRM 进行含量归一. 研究发现, 这一指标能够很好的反映 G-M(Gauss-Mauyama) 倒转期时地球磁场强度的变化^[35]. Pan et al(2001)^[36]对灵台剖面 L1 的研究表明, $NRM_{300^{\circ}C}/ARM_{300^{\circ}C}$ 等归一化指标可能反映地球磁场强度的变化, 但具有复杂性. 王永等(2004)^[37]利用 NRM_{20mT}/ARM_{20mT} 揭示了泥河湾盆地 0.8Ma 以来地磁场的相对变化. 采用 Pseudo-Thellier 法, Kruiver et al (1999)^[38]得出 276kyr 以来亚速尔群岛地区的相对强度, 其结果与 Lehman et al (1996)^[39] 采用 SIRM 作为归一化因子的结果相似. 在对拉布拉多海的钻孔 MD95-2024 研究中, Stoner et al (2000)^[40] 采用 NRM/ARM 反映相对强度的变化并结合其他参数归一化后的 NRM, 得出在百万年尺度上, 海洋沉积物所记录的地球磁场强度变化具有全球性. 近年来, 用 ARM 等作为归一化因子的海相相对强度均表明海相记录的古强度变化具有全球性意义^[41-45].

值得注意的是, 研究相对强度的沉积物即使符合: 1) 天然剩磁的载磁矿物是稳定的磁铁矿; 2) 其粒径分布在 1~15 μm ; 3) 反映磁性物质含量变化的指标不超过一个数量级^[3]. 归一化后的 NRM 也会因沉积物所记录的天然剩磁受到环境因素的影响不能正确的反映强度的变化, 因此在研究相对强度时, 人们常采用对 NRM 分别使用 ARM、IRM、

归一, 然后通过对比三者的一致性 & RM/ARM 与 ARM, RM/IRM 与 IRM, RM/ 与 的相关性, 从而确定相对强度以及相对强度是否存在环境因素的影响^[3,46]. Alain Mazaud (2006)^[47] 对归一因子进行了部分修正, 采取扣除或增加归一化因子的部分值, (矿物及磁性颗粒的粒径变化较弱)如:

$$IntCorr(z) = aB(z) = NRM(z) / ARM(z) - e(ARM(z) - MARM)$$

其中, e 取决于迭代及误差分析, z 为相应的深度, $B(z)$ 为 z 深度的外场, $MARM$ 为 ARM 的中值. 式中的 ARM 可以换为其他归一化因子. 其应用于 MD94-103 及 MD88-769 孔的结果表明可以有效的排除环境的影响, 在校正前后, ARM 与 NRM/ARM 的相关系数变化不大, 从而认为 ARM 更加适合作为归一化因子.

Fabian (2006)^[48]建立了应用于不均一沉积物的相对强度的线性理论:

$$RPI = NRM(z) / (v(z) + \bar{v}) = K_v A(z) B(Z)$$

其中, v 为归一化因子, K_v 为常量. Hofmann 和 Fabian(2009)^[49] 进一步讨论了非均质沉积物的相对强度, 在南大西洋局部环境不一的八个钻孔中进行研究, 提出了沉积物的 NRM 还和介质获得剩磁的效率(q) 相关, 即:

$$NRM = q(z) * H(z) * C(z)$$

忽略掉高阶项:

$$q(z) = NRM(z) / C(z) * (1 + \alpha\lambda(z))$$

其中, 代表沉积物的性质和成分变化我们可以用 RM 代替 $C(z)$, ARM/SIRM 代替成分变化 .. 通过变化 .. 使得不同孔得到的 RPI 相似度最高. Hofmann 的结果表明 IRM 作为归一化参数更好, 而 ARM 与 NRM 具有更加相似的退磁谱, ARM 和 IRM 到底哪个更适合作为 RPI 的归一化因子, 需要进一步的验证.

3.2 环境磁学应用

影响非磁滞剩磁的因素非常多, 对于不同的地质和气候环境, ARM 的变化也不尽相同. 常用 ARM 与其他磁性参数的比值来研究磁性矿物的颗粒粒度分布. 如 King 图可有效的估算颗粒的粒径及含量.

ARM/SIRM 的比值可以用来揭示磁性矿物粒度大小, 比值越大单畴和假单畴颗粒越多。

在黄土研究中, ARM 结合其他参数所反映的粒度变化可用来研究粉尘源区气候的风成成因磁信号和黄土沉积区气候的成土成因磁信号. Liu et al(2004)^[50] 利用 $\Delta\chi/\chi_{\text{ARM}}$ 证实了黄土/古土壤中磁化率的增强是由成土成因的 SP 和 SD 颗粒造成的. Deng et al(2005)^[51] 对交道剖面进行 CBD 提取后发现, 从底部的 S32/L33 到顶部 S0/L1, $\chi_{\text{ARM}}/\text{SIRM}$ 总体上呈长尺度的逐渐降低趋势, 而 χ_{ARM} 敏感的小颗粒成分主要是成土过程中生成的, 与东亚夏季风的强度密切相关, 这表明第四纪以来东亚夏季风强度整体上呈长尺度逐渐减弱的趋势. 下蜀黄土中, $\chi_{\text{ARM}}/\text{SIRM}$ 与 $\chi_{\text{fd}}\%$ 具有相似的变化趋势, χ_{ARM} 与 $\chi_{\text{fd}}\%$ 分别对 SD/PSD 和 SP/SD 颗粒敏感, 故 $\chi_{\text{ARM}}/\text{SIRM}$ 的增加可能反映成土作用的增强^[52]. Torrent et al (2007)^[53] 对中国黄土的研究发现, 风成输入物的 χ/χ_{ARM} 大于成土成因的磁性颗粒, 表明了成土成因的颗粒较小; 同时成土成因颗粒的 χ/χ_{ARM} 值(0.145) 比标准的 SD 颗粒的值(0.9-0.1) 要大, 这可能是成土成因的 SP 颗粒的贡献。

湖相沉积磁性颗粒的变化受诸多因素影响, 如沉积物的来源, 沉积环境的氧化还原状态, 气候变化及地质条件的变化等. King(1982)^[21] 首先提出 χ_{ARM}/χ 即 king 图, 并在 Long Lake 及 Lake Waiau 进行了应用, 发现 χ_{ARM}/χ 可以有效的识别粒径的相对大小. ARM/SIRM、 χ_{ARM}/χ 及 SIRM/ χ 都可以反映粒径, 将三者对比可以获得更加有效的粒径评价, 如 Chaparro(2008)^[54] 在对 Lake Hoya San Nicolas 研究时发现 SIRM/ χ 与 ARM/SIRM 和 χ_{ARM}/χ 的变化趋势不一致, 不能很好的反映粒径大小的变化, 因此, 判断颗粒的粒径大小需要综合对比, 另外还要结合典型样品的 Day 图进行全面分析. 美国伊利诺斯州的一个锅形湖中的研究表明: 末次间冰期时 ARM/ χ 及 ARM/SIRM 同 χ_{FD} (频率磁化率) 具有相似的增高, 指示了存在 SD 及 SP 类的较细的磁性矿物, 结合孢粉指标及现代发育良好土壤的磁学性质, 得出末次间冰期 SD 及 SP 颗粒增多的原因

是径流冲刷发育良好土壤造成的^[55]. 巢湖的磁性矿物研究中, ARM/SIRM 在长尺度上存在递减的趋势, 这与粗颗粒磁铁矿的增多有关, 可能是近 7ky 来降雨减少导致干旱化造成的^[56]. 近年来, ARM 及 χ_{ARM}/χ 与其他指标(如有机碳) 结合成为判断细菌成因磁铁矿的一种常用手段^[57-59].

随着海洋钻探计划的深入, 环境及地质问题的研究开始着重于海洋沉积物, χ_{ARM}/χ 同样是研究海洋沉积物磁性颗粒粒径的重要手段. Yamazaki (1997)^[60] 根据其对新世以来北太平洋钻孔沉积物岩石的磁学结果, 提出 χ_{ARM}/χ 用来解释古气候变化时需要进行顺磁物质校正. 东北太平洋钻孔 MD95-2040 和 MD95-2042 沉积物的磁学结果表明, χ_{ARM}/χ 同 χ 及 SIRM 在冰期与间冰期时存在相似的变化^[61]; 葛淑兰等(2007)^[62] 对取自菲律宾海本哈姆高原东部的两个钻孔进行岩石磁学研究发现, χ/χ_{ARM} 在冰期和间冰期同样有着明显的变化, 即冰期时较 χ_{ARM}/χ 的低值, 磁性颗粒较粗, 间冰期时与之相反. 在北大西洋查理-吉布斯断裂带的钻孔磁学结果表明, ARM/ χ 及 ARM/SIRM 所表征的磁性颗粒的粒径具有从北到南逐渐变细的特征, 与磁性物质的含量等其他指标吻合, 可以用来研究历史时期深海环流的演化(图 3)^[63]. Yamazaki (2009)^[64] 对北太平洋钻孔 NGC65、翁通爪哇海台钻孔 NGC36 及 NGC88 和马尼西基海台钻孔 KR9912-PC5 更新世以来的沉积物的研究发现, $\chi_{\text{ARM}}/\text{SIRM}$ 与 I/N-I ratio(相互作用的单畴颗粒与非相互作用单畴颗粒的比值) 具有反相关的关系, 结合其它参数, 认为 $\chi_{\text{ARM}}/\text{SIRM}$ 可能反映该区域沉积物中生物成因磁铁矿和陆源磁铁矿的相对含量, 为探讨海洋沉积物的物源提供了新的参数。

不同环境或不同的地质过程对非磁滞剩磁有着十分复杂的影响. 总之, 只有正确理解其磁学性质和相关地质与环境过程, 非磁滞剩磁参数才能得以正确应用。

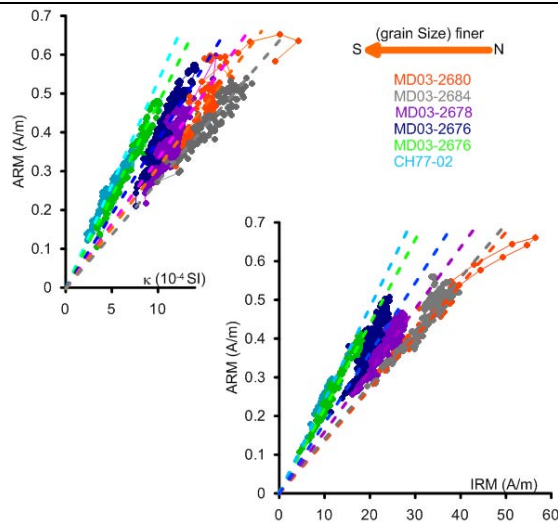


图 3: 北大西洋查理-吉布斯断裂带的钻孔 ARM/ χ 及 ARM/SIRM 从北到南的变化趋势^[6]

致谢 在本文写作过程中, 赵翔宇、姜兆霞和樊师权给予了大量的帮助和指导, 特此表示感谢。

参考文献

- [1] Dunlop DJ, Özdemir Ö. *Rock Magnetism: Fundamentals and Frontiers*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997
- [2] Rimbert F. Contribution à l'étude de l'action de champs alternatifs sur les aimantations rémanentes des roches. *Applications géophysiques. Rev Inst Fr Pét*, 1959, 14: 123–155
- [3] Tauxe L. Sedimentary records of relative paleointensity of the geomagnetic field: theory and practice. *Reviews of Geophysics*, 1993, 31(3): 319–354
- [4] Verosub KL, Roberts AP. Environmental magnetism: Past, present, and future. *Journal of Geophysical Research*. 1995, 100(B2): 2175–2192, doi:10.1029/94JB02713
- [5] Worm HU. On the superparamagnetic-stable single domain transition for magnetite, and frequency dependence of susceptibility. *Geophysical Journal International*, 1998, 133: 201–206
- [6] Maher BA. Magnetic properties of some synthetic sub-micron magnetites. *Geophysical Journal*, 1988, 94: 83–96
- [7] Evans ME, Heller F. *Environmental Magnetism: Principles and Applications of Enviromagnetics*. San Diego: Academic Press, 2003
- [8] Liu QS, Yu YJ, Pan YX, et al. Partial anhysteretic remanent magnetization(pARM) of synthetic single- and multi-domain magnetites and its paleoenvironmental significance. *Chinese Science Bulletin*, 2005, 50(20): 2381–2384
- [9] Yu YJ, Dunlop DJ, Özdemir Ö. Partial anhysteretic remanent magnetization in magnetite 1. Additivity. *Journal of Geophysical Research*, 2002, 107(B10), 2244, doi:10.1029/2001JB001249
- [10] Yu YJ, Dunlop DJ, Özdemir Ö. Partial anhysteretic remanent magnetization in magnetite 2. Reciprocity. *Journal of Geophysical Research*, 107(B10), 2245, doi:10.1029/2001JB001269
- [11] Liu ZY. The roles of steady and alternating fields playing in the anhysteretic process. *Geophysical Journal International*, 1995, 121: 354–358
- [12] Yu YJ, Dunlop DJ. Decay-rate dependence of anhysteretic remanence: Fundamental origin and paleomagnetic applications. *Journal of Geophysical Research*, 2003, 108(B12), 2550, doi:10.1029/2003JB002589
- [13] Banerjee SK, Mellema JP. A new method for the determination of paleointensity from the A.R.M. properties of rocks. *Earth and Planetary Science Letters*, 1974, 23(2): 177–184
- [14] Sugiura N. ARM, TRM and magnetic interactions: Concentration dependence. *Earth and Planetary Science Letters*, 1979, 42: 451–455
- [15] Ricci JCD, Woodford BJ, Kirschvink, et al. Alteration of the magnetic properties of *Aquaspirillum magnetotacticum* by a pulse magnetization technique. *Applied and Environmental Microbiology*, 1991, 57(11): 3248–3254
- [16] Mcneill DF, Kirschvink JL. Early dolomitization of Platform Carbonates and the Preservation of Magnetic Polarity. *Journal of Geophysical Research*, 1993, 98(B5): 7977–7986
- [17] Lowrie W, Fuller M. On the alternating field demagnetization characteristics of multidomain thermoremanent magnetization in magnetite. *Journal of Geophysical Research*, 1971, 76: 6339–6349
- [18] Johnson HP, Lowrie W, Keng DV. Stability of Anhysteretic Remanent magnetization in fine and coarse magnetite and maghemite particles. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 1975, 41: 1–10

- [19] Levi S, Merrill RT. On the possibility of obtaining relative paleointensities from lake sediments. *Earth and Planetary Science Letters*, 1976, 29: 219–226
- [20] Yu YJ, Dunlop DJ, Özdemir Ö. Are ARM and TRM analogs? Thellier analysis of ARM and pseudo-Thellier analysis of TRM. *Earth and Planetary Science Letters*, 2003, 205: 325–336
- [21] King JW, Banerjee SK, Marvin J, et al. A comparison of different magnetic methods for determining the relative grain size of magnetite in natural materials: Some results from lake sediments. *Earth and Planetary Science Letters*, 1982, 59: 404–419
- [22] Egli R, Lowrie W. Anhysteretic remanent magnetization of fine magnetic particles. *Journal of Geophysical Research*, 2002, 107(B10), 2209, doi:10.1029/2001JB000671
- [23] Rees AI, Woodall WA. The magnetic fabric of some laboratory deposited sediments, *Earth and Planetary Science Letters*, 1975, 25: 121–130
- [24] Johnson HP, Kinoshita H, Merrill RT. Rock magnetism and paleomagnetism of some North Pacific deep-sea sediments. *Geological Society of America Bulletin*, 1975, 86:412–420
- [25] Levi S, Merrill RT. A comparison of ARM and TRM in magnetite. *Earth and Planetary Science Letters*, 1976, 32: 171–184
- [26] Tauxe L, Pick T, Kok YS. Relative paleointensity in sediments: a pseudo-Thellier approach. *Geophysical Research Letters*, 1995, 22: 2885–2888
- [27] King JW, Banerjee SK, Marvin J. A new rock-magnetic approach to selecting sediments for Geomagnetic paleointensity studies: Application to paleointensity for the last 4000 years. *Journal of Geophysical Research*, 1983, 88(B7): 5911–5921
- [28] Constable CG, Tauxe L. Paleointensity in the pelagic Realm: Marine sediment data compared with Archaeomagnetic and lake sediment records. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 1987, 90: 43–59
- [29] Thouveny N. Variations of the relative paleointensity of the geomagnetic field in western Europe in the interval 25-10 kyr BP as deduced from analyses of lake sediments, *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 1987, 91: 123–142
- [30] Thouveny N, Williamson D. Palaeomagnetic study of the Holocene and Upper Pleistocene sediments from Lake Barombi Mbo, Cameroun: first results. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*. 1988, 52: 193–206
- [31] Creer KM, Thouveny N, Blunk I. Climatic and geomagnetic influences on the Lac du Bouchet paleomagnetic SV record through the last 110,000 years. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 1990, 64: 314–341
- [32] Brachfeld SA, Banerjee SK. A new high-resolution geomagnetic relative paleointensity record for the North American Holocene : A comparison of sedimentary and absolute intensity data. *Journal of Geophysical Research*, 2000, 105: 821–834
- [33] Gogorza CS. Variations of the Geomagnetic Field During the Holocene-Pleistocene: Relative paleointensity Records From South-Western Argentina. *American Geophysical Union, Spring Meeting abstract*, 2008
- [34] Gogorza CS, Irurzun MA, Chaparro MAE, et al. Relative paleointensity of the geomagnetic field over the last 21,000 years BP from sediment cores, Lake EI Trébol (Patagonia, Argentina). *Earth Planets Space*, 2006, 58: 1323–1332
- [35] 朱日祥, 郭斌, 潘永信等. 甘肃灵台黄土剖面记录地球磁场长期变化的可靠性探析. *中国科学(D 辑)*, 2000, 30: 324–330
Zhu RX, Guo B, Pan YX, et al. Reliability of geomagnetic secular variations recorded in a loess section at Lingtai, north-central China. *Science in China (Series D)*, 2000, 43(1):1–9
- [36] Pan YX, Zhu RX, Shaw J, et al. Can relative paleointensities be determined from the normalized magnetization of the wind-blown loess of China?. *Journal of Geophysical Research*, 106(B9): 19221–19232
- [37] 王永, 迟振卿, 李德贵等. 泥河湾盆地 0.8Ma 以来的地磁场相对强度记录. *科学通报*, 2004, 49: 879–882
Wang Y, Chi ZL, Li DG, et al. Relative paleointensity recorded in Nihewan Basin for the last 0.8 Ma. *Chinese Science Bulletin*, 2004, 49: 879–882

- [38] Kruiver PP, Kok YS, Dekkers MJ, et al. A pseudo-Thellier relative paleointensity record, and rock magnetic and geochemical parameters in relation to climate during the last 276 kyr in the Azores region. *Geophysical Journal International*, 1999, 136: 757–770
- [39] Lehman B, Laj C, Kissel C, et al. Relative changes of the geomagnetic field intensity during the last 280ky from piston cores in the Açores area. *Physics of The Earth and Planetary Interiors*, 1996, 93: 269–284
- [40] Stoner JS, Channell JET, Hillaire-Marcel C, et al. Geomagnetic paleointensity and environmental record from Labrador Sea core MD95-2024: global marine sediment and ice core chronostratigraphy for the last 110kyr. *Earth and Planetary Science Letters*, 1996, 183: 161–177
- [41] Stoner JS, Channell JET, Hodell DA, et al. A ~580 kyr paleomagnetic record from the sub-Antarctic South Atlantic (Ocean Drilling Program Site 1089). *Journal of Geophysical Research*, 2003, 108(B5), 2244, doi:10.1029/2001JB001390
- [42] Macrì P, Sagnotti L, Dinarès-Turell J, et al. A composite record of Late Pleistocene relative geomagnetic paleointensity from the Wilkes Land Basin (Antarctica). *Physics of The Earth and Planetary Interiors*, 2005, 151:223–242
- [43] Richter C, Venuti A, Verosub KL, et al. Variations of the geomagnetic field during the Holocene: Relative paleointensity and inclination record from the West Pacific(ODP Hole 1202B). *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 2006, 156: 179–193
- [44] Yamamoto Y, Yamazaki T, Kanamatsu, et al. Relative paleointensity stack during the last 250 kyr in the northwest Pacific. *Journal of Geophysical Research*, 2007, 112, B01101, doi:10.1029/2006JB004477
- [45] Meng QY, Li AC, Li TG, et al. Relative paleointensity of the geomagnetic field during the past 200 ka from the West Philippine Sea and its chronological significance. *Science in China (Series D)*, 2009, 52: 1115–1126, doi:10.1007/s11430-009-0119-7
- [46] Tauxe L, Wu GP. Normalized Remanence in Sediments of the Western Equatorial Pacific: Relative Paleointensity of the Geomagnetic Field? *Journal of Geophysical Research*, 1990, 95(B8): 12337–12350, doi:10.1029/JB095iB08p12337
- [47] Mazaud A. A first-order correction to minimize environmental influence in sedimentary records of relative paleointensity of the geomagnetic field. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 2006, 7, Q07002, doi:10.1029/2006GC001257
- [48] Fabian K. A linear theory of physical properties in inhomogeneous sediments and its application to relative paleointensity determination. *eEarth Discuss*, 2006, 1: 51–62
- [49] Hofmann DI, Fabian K. Correcting relative paleointensity records for variations in sediment composition: Results from a South Atlantic stratigraphic network. *Earth and Planetary Science Letters*, 2009, 284: 34–43
- [50] Liu QS, Banerjee SK, Jackson MJ, et al. Grain sizes of susceptibility and anhysteretic remanent magnetization carriers in Chinese loess/paleosol sequences. *Journal of Geophysical Research*, 2004, 109, B03101, doi:10.1029/2003JB002747
- [51] Deng CL, Vidic NJ, Verosub KL, et al. Mineral magnetic variation of the Jiaodao Chinese loess/paleosol sequence and its bearing on long-term climatic variability. *Journal of Geophysical Research*, , 2005, 110, B03103, doi:10.1029/2004JB003451
- [52] Zhang WG, Yu LZ, Lu M, et al. Magnetic properties and geochemistry of the Xiashu Loess in the present subtropical area of China, and their implications for pedogenic intensity. *Earth and Planetary Science Letters*, 2006, 260: 86–97
- [53] Torrent J, Liu QS, Bloemendal J, et al. Magnetic Enhancement and Iron Oxides in the Upper Luochuan Loess-Paleosol Sequence, Chinese Loess Plateau. *Soil Science Society of America*, 2007, 71: 1570–1578
- [54] Chaparro MAE, Böhnell HN, et al. Palaeomagnetic secular variation and rock-magnetic studies of Holocene sediments from a maar lake (Hoya de San Nicolas) in central Mexico. *Geophysical Journal International*, 2008, 175: 462–476
- [55] Geiss CH, Banerjee SK. A multi-parameter rock magnetic record of the last glacial-interglacial paleoclimate from

south-central Illinois, USA. *Earth and Planetary Science Letters*, 1997, 152: 203–216

- [56] 张卫国, 戴雪荣, 张福瑞等. 近 7000 年巢湖沉积物环境磁学特征及其指示的亚洲季风变化. *第四纪研究*, 2007, 27: 1053–1062

Zhang WG, Dai XR, Zhang FR, et al. Magnetic properties of sediments from the ChaoHu Lake for the last 7000 years and their implications for the evolution of Asian Monsoon. *Quaternary Sciences*, 2007, 27: 1053–1062

- [57] Snowball I, Sandgren P, Petterson G. The mineral magnetic properties of an annually laminated Holocene lake-sediment sequence in northern Sweden. *The Holocene*, 1999, 9: 353–362

- [58] Snowball I, Zillén, Sandgren P, 2002, Bacterial magnetite in Swedish varved lake-sediments: a potential bio-marker of environmental change. *Quaternary International*, 2002, 88: 13–19

- [59] Paasche Ø, Løvlie R, Bakke J, et al. Bacterial magnetite in lake sediments : late glacial to Holocene climate and sedimentary changes in northern Norway. *Earth and Planetary Science Letters*, 2004, 223: 319–333

- [60] Yamazaki T, Ioka N. Cautionary note on magnetic grain-size estimation using the ratio of ARM to magnetic susceptibility. *Geophysical Research Letters*, 1997, 24: 751–754

- [61] Moreno Eva, Thouveny N, Delanghe D, et al. Climatic and oceanographic changes in the Northeast Atlantic reflected by magnetic properties of sediments deposited on the Portuguese Margin during the last 340 ka. *Earth and Planetary Science Letters*, 2002, 202: 465–480

- [62] 葛淑兰, 石学法, 杨刚等. 西菲律宾海 780 ka 以来气候变化的岩石磁学记录: 基于地磁场相对强度指示的年龄框架. *第四纪研究*, 2007, 27: 1040–1052

Ge SL, Shi XF, Yang G, et al. Rock magnetic response to climatic changes in west Philippine Sea for the last 780ka: Based on relative paleointensity assisted chronology. *Quaternary Sciences*, 2007, 27: 1040–1052

- [63] Kissel C, Laj C, Mulder T, et al. The magnetic fraction: A tracer of deep water circulation in the North Atlantic. *Earth and Planetary Science Letters*, 2009, 288: 444–454

- [64] Yamazaki T. Environmental magnetism of Pleistocene sediments in the North Pacific and Ontong-Java Plateau:

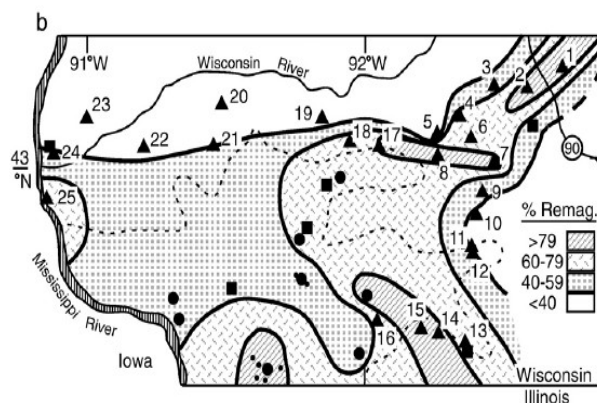
Temporal variations of detrital and biogenic components. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 2009, 10, Q07Z04, doi:10.1029/2009GC002413

文献导读

古地磁方法确定区域成矿流体事件的边界

刘志峰

成矿流体迁移可以形成矿床, 一般用放射性定年方法确定成矿流体的边界, 但需要花费大量时间和金钱做岩石学和放射性分析。Symons (D.T. A Symons, J G E, 2010) 首次使用古地磁方法, 确定美国威斯康辛上游峡谷一个 Zn-Pb 矿床流体的边界。



三角形是本次采样的点, 其他是前人采样点

总共在 25 个地点采集 332 个早奥陶白云岩样品, 大多数样品都有特征剩磁 A 或 B, 但每个采样点具有特征剩磁 A 的样品和 B 的样品比例不同。通过古地磁方法研究发现, 特征剩磁 B 载磁矿物是磁铁矿, 年代为早中奥陶纪, 古地磁极 $15.1^{\circ}\text{N}, 150^{\circ}\text{E} (\delta p=2.4^{\circ}, \delta m=4.7^{\circ})$ 。特征剩磁 A 载磁矿物为磁黄铁矿, 是早二叠纪因为流体事件重磁化生成的, 古地磁极为 $47.4^{\circ}\text{N}, 127.3^{\circ}\text{E} (\delta p=1.1^{\circ}, \delta m=2.2^{\circ})$, 与 Zn—Pb 矿区中心的古地磁极相同。通过采样点特征剩磁为 A 样品在该采样点所占比例确定流体事件的边界, 大于 40% 为成矿区, 即为流体事件的边界。

D.T.A. Symons, K. Kawasaki, S.J. Panalal, Paleomagnetic mapping of the regional fluid flow

event that mineralized the Upper Mississippi Valley Zn-Pb ore district, Wisconsin, U.S.A. Journal of Geochemical Exploration 106 (2010) 188-196.

超顺磁阻挡温度和 AC 磁化率峰值温度

之间的关系

姜兆霞

人们一般将磁性测量数据 (ZFC 或者 AC 的同相分量 χ' 、异相分量 χ'') 的峰值对应温度 T_p 看作阻挡温度 T_B 。但是前人的研究认为, 如果颗粒体积存在一定分布的话, T_p 并不对应 T_B , 通常二者之间存在一个参数 β , 如 $T_p = \beta T_B$ 。Gittleman et al. (1974) 研究了存在大量体积分布的 χ' 的峰值温度 T_p , 得到了一系列对应的 β 。Jiang and Mørup (1997) 研究了体积呈对数分布的 ZFC 数据, 认为 β 与体积分布的宽度 σ_v 有关。另外他们都发现对于亚铁磁性和反铁磁性纳米颗粒, β 是不同的。但是前人只是探讨了超顺磁解阻温度 (T_B) 和 AC 磁化率的同相分量 (χ') 峰值温度之间的关系, 并没有涉及 T_B 与异相分量 (χ'') 峰值温度的关系。Madsen et al. (2008) 利用数值模拟的方法第一次系统研究了 T_B 与 AC 磁化率的 χ' 和 χ'' 峰值温度之间的关系。

作者假设时间变化磁场为

$$h(t) = h_0 \cos(\omega t)$$

样品的磁化强度为

$$M(t) = \chi_{av}(\omega, T)h(t)$$

那么可得到对应的磁化率

$$\chi_{ac}(\omega, T) = \chi'(\omega, T) + i\chi''(\omega, T)$$

利用 Gittleman et al.(1974)的模型, 可得到

$$\chi_{ac}(\omega, T) = \frac{\mu_0 M^2(V)}{1 + i\omega\tau} \left[\frac{V}{3k_B T} + \frac{i\omega T}{3k} \right]$$

经过一系列的推导假设, 得到

$$\chi'(\omega, T) = \frac{\mu_0 M_m^2}{3K} \int_0^\infty \left(\frac{KV_m}{k_B T} \frac{y}{1 + (\omega\tau)^2} + \frac{(\omega\tau)^2}{1 + (\omega\tau)^2} \right) y^{2p-2} p\nu(y) dy$$

$$\chi''(\omega, T) = \frac{\mu_0 M_m^2}{3K} \int_0^\infty \left(\frac{\omega\tau}{1 + (\omega\tau)^2} - \frac{KV_m}{k_B T} \frac{y\omega\tau}{1 + (\omega\tau)^2} \right) y^{2p-2} p\nu(y) dy$$

其中 $p\nu(y)dy$ 是根据体积加权的体积分布, p 是依赖于未配对旋子在颗粒中分布的参数, 取值范围是 $1/3 \sim 2/3$ 。

通过调节 p , σ_v , τ_0 , d_m (粒径), 可得到一系列的 χ' (T) 和 χ'' (T) 曲线。曲线的 T_p 和 T_B 呈很好的线性关系 (图 1):

$$T_p' = \alpha' + \beta' T_B$$

$$T_p'' = \alpha'' + \beta'' T_B$$

利用线性拟合得到对应的 α' , β' , α'' , β'' 。结果显示(图 2) α' 随 σ_v 的增大而增大, 并且 p 对其也有很明显的影 响; 而 α'' 随 σ_v 的增大而减小, p 对其影响不是很明显。当 $p = 1$ 时, β' 随 σ_v 的增大而增大, β'' 保持恒定值 1; 当 $p < 1$ 时, β' 先随 σ_v 的增大而增大, 当 $\sigma_v > 0.3$ 时, β' 随 σ_v 的增大而减小, β'' 随着 σ_v 的增大而减小。

根据上面描述的 T_p 和 T_B 的关系, 求取 τ_0 和各向异性能垒 KV_m 。结果表明二者与 α 、 β 具有直接关系, 所以直接把 T_p 作为 T_B 得到的是错误值。另外, 利用 χ' 的峰值温度进行计算比利用 χ'' 峰值温度得到的值误差要大得多。对于亚铁磁性颗粒, 利用 χ'' 峰值温度计算得到 τ_0 和 KV_m 的误差可以忽略, 但是对于反铁磁性颗粒, 利用 χ'' 峰值温度计算可以得到准确的 τ_0 , 但是 KV_m 存在误差。如果利用 χ' 的峰值温度计算 τ_0 和 KV_m , 不论是亚铁磁性还是反铁磁性颗粒, 其值都是不正确的。所以, 作者认为, 亚铁磁性材料和反铁磁性材料具有不同的结果, 主要是因为二者的体积和磁矩之间的关系不同。在直接利用 T_p 计算 τ_0 和 KV_m 时, 必须要考虑这些关系, 否则得到的只是粗略估计。另外直接将 T_p 作为 T_B 进行计算得到的误差与参数 p , τ_0 和 σ_v 有关。利用 χ'' 峰值温度作为 T_B 进行计算, 结果会更精确。

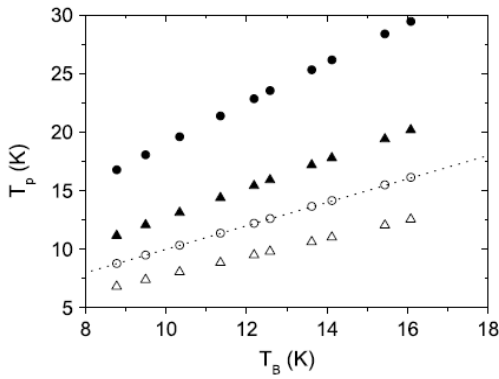


图 1 峰值温度 T_p' (实心图标) 和 T_p'' (空心图标) 与阻挡温度 T_B 之间的线性关系

The correlation between superparamagnetic blocking temperatures and peak temperatures obtained from ac magnetization measurements. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 20, 345209.

重点连载

海（深海氧同位素）—陆（黄土红粘土磁化率）古气候对比研究的一些进展

聂军生

地球的气候系统是非常复杂的而人类有记录的气候历史又是十分短暂的。因此科学家需要借助地质历史时期沉积的沉积物来恢复古气候以得到更长的气候记录。古气候记录能够为气候模拟服务，只有当气候模拟试验能够成功模拟古气候状况，它对未来气候的预测才有较大的可信度。

然而地球气候的各个子系统之间不是孤立的而是紧密联系的。对一个子系统的精确理解要求准确理解其它子系统。因此对地球气候系统的准确理解要求同时对比研究广泛分布的古气候纪录。例如黄土和海洋沉积物都是气候记录的良好载体，围绕这两种沉积物已经发表了数不清的优秀成果，然而直到上世纪 80 年代开始，地学工作者才开始把这两个系统记载的气候记录开始对比研究，结果发现海洋沉积物有孔虫壳的 O^{18}/O^{16} 比值跟黄土的磁化率在最近 80 万年有很好的对比 (Heller and Liu, 1986; Kukla et al., 1988)，九十年代的工作又把这两个记录的对比拓展到 150 万年 (Bloemendal et al., 1995)。这些工作不但证明了中—晚更新世东亚季风的强度在轨道时间尺度可能是受全球冰量控制的，跟太阳辐射的直接影响不大，而且大大促进了人们对黄土磁学的兴趣，促进了环境磁学学科的迅速发展。然而对于 150 万年以前，黄土磁化率和深海氧同位素相关性不好，指示东亚季风和全球冰量的关系不大 (Bloemendal et al., 1995)。冰量系统和东亚季风系统在 150 万年前后的这个重大变化被认为可能是构造运动，即青藏高原隆升，的结果 (Bloemendal et al.,

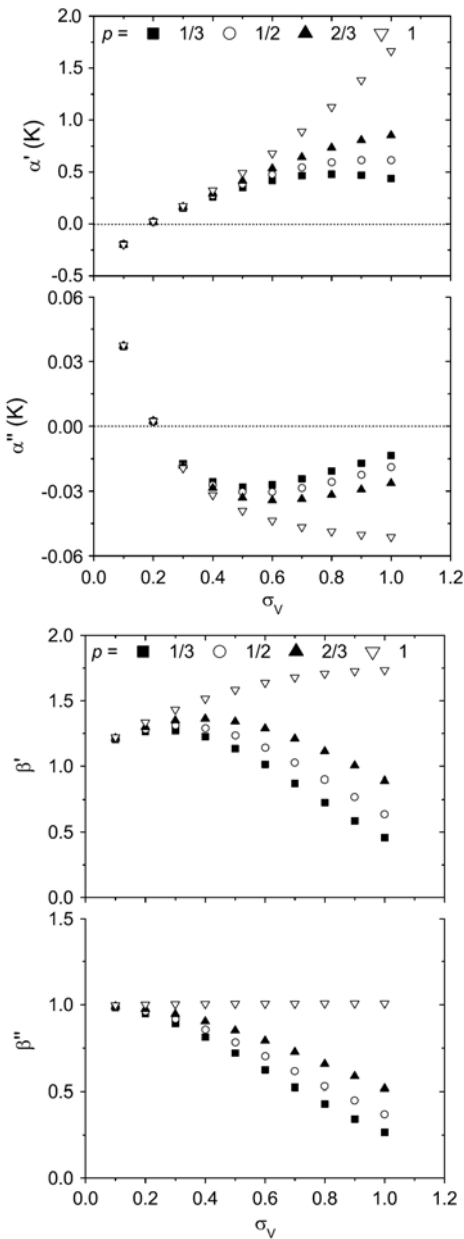


图 2 参数 α' , β' , α'' , β'' 随 σ_v 的变化趋势

参考文献

Madsen, D. E., M. F. Hansen, and S. Mørup (2008).

1995)。

我博士期间的工作进一步发展了深海氧同位素和黄土红粘土磁化率的对比 (Nie et al., 2008a; Nie et al., 2008b)。这两个指标的可比性可以拓展到 270 万年, 然后在 450—270 万年, 这两个系统缺乏可比性, 然后在 600—450 万年, 这两个指标间又恢复了可比性。600—450 万年间这两个指标变化的类似性是显而易见的 (图 1), 以前人们没有注意到它们之间的对比可能主要是因为地学工作者对这段时间红粘土磁化率是否反映季风强度没有一致意见 (An et al., 2001; Ding et al., 2001; Passey et al., 2009)。近来的岩石磁学研究发现第三纪红粘土和第四纪黄土-古土壤有类似的磁性增强机制, 反映磁化率在红粘土段应该也可以反映季风降雨强度 (Liu et al., 2004; Nie, 2007; Nie et al., 2007; Nie et al., 2008c)。其实, 磁化率在 600—450 万年间跟深海氧同位素的较高的可比性本身就是磁化率能够作为季风强度指标的一个辅助证据。从 270—150 万年, 这两个系统间的可比性需要把深海氧同位素曲线做两个简单的变换才能看出来 (Nie et al., 2008a), a) 把深海氧同位素曲线较大值 (较冷) 的部分删掉; b) 把深海氧同位素曲线平滑一下。对深海氧同位素曲线做的这两个修改是合理的这是因为: a) 磁化率增强是因为成壤过程生成的超顺磁性和单畴磁铁矿和磁赤铁矿颗粒造成的。当气候较冷 (深海氧同位素值较大) 时降雨较少, 没有足够多的超顺磁性和单畴磁铁矿和磁赤铁矿颗粒被制造, 所以磁化率保持在从源区吹过来的母质值, 这是为什么我们从 270 万年到 150 万年段, 冰期时黄土红粘土磁化率值基本不变 (图 1A), 因此在跟磁化率对比前, 需要把深海氧同位素较大值的部分删掉; b) 氧同位素是记载到有孔虫壳里的, 受外界扰动比较小, 而磁化率是记载到土壤里的, 很容易受到后沉积过程的影响, 因此, 跟深海氧同位素相比, 黄土红粘土磁化率可能不能记载较小周期的信号, 所以有必要把深海氧同位素平滑后再跟黄土磁化率对比。从 450 到 270 万年, 磁化率纪录的东亚季风强度持续增强而深海氧同位素纪录的全球冰量却增加了 (图 1), 这跟模拟结果

相悖 (An et al., 2001), 只能用构造事件来解释。这个时间段是巴拿马运河和青藏高原的重要构造活动时期, 因此这两个系统的缺乏对比应该跟这两个构造事件有关 (Nie et al., 2008b)。

上面的工作系统对比了深海氧同位素和黄土—红粘土磁化率最近 6 个百万年的关系, 结果表明东亚季风在轨道尺度上的变化在 600—450 万年和 270—0 万年可能是受全球冰量控制的。这个结论跟石笋氧同位素记录的东亚季风在轨道尺度上是受太阳辐射控制的这一结论相矛盾 (Wang et al., 2008), 需要进一步的研究。此外, 上面的工作发现巴拿马运河的关闭和青藏高原的隆升可能在 450—270 万年控制了东亚季风的发展, 但需要更多的证据来验证和支持这一设想。最后需要指出的是, 最近 80 万年的冰期磁化率值跟 270-80 万年间冰期的磁化率相比明显增加了, 造成冰期磁化率增加是干旱化还是其他的原因有待进一步的研究。

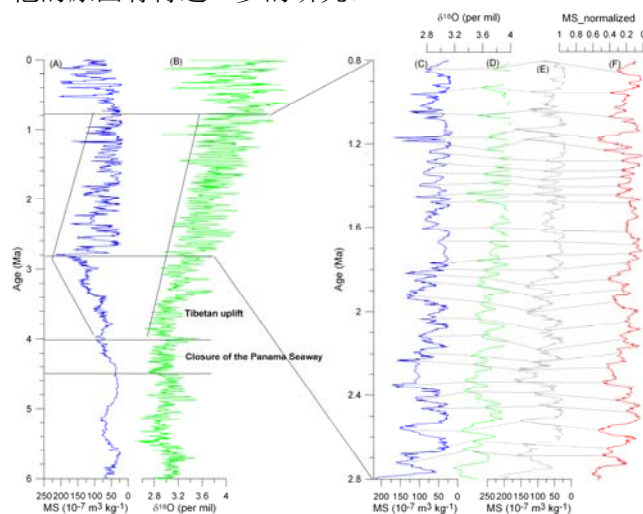


Fig. 1. Comparison between benthic oxygen isotope record ($\delta^{18}\text{O}$) from the eastern Equatorial Pacific Ocean (Shackleton et al., 1990; Shackleton et al., 1995) and the magnetic susceptibility (magnetic susceptibility) record from the Chinese Loess Plateau (CLP) in the last 6 Ma showing possible effects of ice volume and tectonic events to the East Asian summer monsoon (EASM). (A) The magnetic susceptibility record from Chaona ($35^{\circ} 6' \text{N}$, $107^{\circ} 12' \text{E}$, Fig. 2), the Chinese Loess Plateau between 6-0 Ma. The age model of the interval 2.8-0 Ma is based on orbital tuning (Heslop et al., 2000; Lü et al., 2001) and the age model of the interval 6-2.8 Ma is based on magnetostratigraphy (Song et al., 2001). (B) The benthic $\delta^{18}\text{O}$ record between 6-0 Ma. (C) is the 2.8-0.8 Ma portion of (A). (D) is the 2.8-0.8 Ma portion of (B) after two modifications: i) 7-point running average and ii) deleting values larger than 4 per mil. (E) The magnetic susceptibility record from Chaona but the age model is based on magnetostratigraphy (Song et al., 2001). (F) The stacked magnetic susceptibility record established by (Sun et al., 2006) from the CLP. The age model (F) is based on tuning

loess quartz grain size to orbital obliquity and precession employing the SPECMAP-defined phase lag.

Reference

- An, Z.S., Kutzbach, J.E., Prell, W.L. and Porter, S.C., 2001. Evolution of Asian monsoons and phased uplift of the Himalaya-Tibetan plateau since Late Miocene times. *Nature*, 411: 62-66.
- Bloemendal, J.C., Liu, X.M. and Rolph, T.C., 1995. Correlation of the magnetic susceptibility stratigraphy of Chinese loess and the marine oxygen isotope record: chronological and palaeoclimatic implications. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 131: 371-380.
- Ding, Z.L., Yang, S.L., Sun, J.M. and Liu, T.S., 2001. Iron geochemistry of loess and red clay deposits in the Chinese Loess Plateau and implications for long-term Asian monsoon evolution in the last 7.0 Ma. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 185: 99-109.
- Heller, F. and Liu, T., 1986. Palaeoclimatic and sedimentary history from magnetic susceptibility of loess in China. *Geophys. Res. Lett.*, 13: 1169-1172.
- Heslop, D., Langereis, C.G. and Dekkers, M.J., 2000. A new astronomical timescale for the loess deposits of Northern China. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 184: 125-139.
- Kukla, G. et al., 1988. Pleistocene climates in China dated by magnetic susceptibility. *Geology*, 16: 811-814.
- Lü, L.Q., Fang, X.M., Mason, A.J., Li, J.J. and An, Z.S., 2001. The evolution of coupling of Asian winter monsoon and high latitude climate of Northern Hemisphere. *Sci. Chin. (D) supp.*, 44: 185-191.
- Liu, Q. et al., 2004. Mechanism of the magnetic susceptibility enhancements of the Chinese loess. *J. Geophys. Res.*, 109(B12107): doi:10.1029/2004JB003249.
- Nie, J., 2007. Mapping pedogenic grain size of the Chinese red-clay sediments using ac magnetic susceptibility and thermal fluctuation tomography. *IRM Quarterly*, 17: 2.
- Nie, J., King, J. and Fang, X., 2007. Enhancement mechanisms of magnetic susceptibility in the Chinese Red-Clay sequence. *Geophys. Res. Lett.*, 34(L19705): doi:10.1029/2007GL031430.
- Nie, J., King, J. and Fang, X., 2008a. The correlation between the magnetic susceptibility record of the Chinese aeolian sequences and the marine benthic oxygen isotope record. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 9: Q12026, doi:10.1029/2008GC002243.
- Nie, J., King, J. and Fang, X., 2008b. Link between benthic oxygen isotopes and magnetic susceptibility in the red-clay sequence on the Chinese Loess Plateau. *Geophys. Res. Lett.*, 35: doi:10.1029/2007GL032817.
- Nie, J., King, J., Jackson, M., Fang, X. and Song, Y., 2008c. AC magnetic susceptibility studies of the Chinese red-clay sediments between 4.8-4.1 Ma and their paleoceanographic and paleoclimatic implications. *J. Geophys. Res.*, 113: B10106, doi:10.1029/2008JB005654.
- Passey, B.H. et al., 2009. Strengthened East Asian summer monsoons during a period of high-latitude warmth? Isotopic evidence from Mio-Pliocene fossil mammals and soil carbonates from northern China. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 277(3-4): 443-452.
- Shackleton, N.J., Berger, A. and Peltier, W.R., 1990. An alternative astronomical calibration of the lower Pleistocene timescale based on ODP Site 677. *Trans. R. Soc. Edinburgh, Earth Sci.*, 81: 251-261.
- Shackleton, N.J., Hall, M.A. and Pate, D., 1995. Pliocene stable isotope stratigraphy of Site 846. In: N.G. Pisias, L.A. Janacek, A. Palmer-Julson and T.H. Van Andel (Editors), *Proc.*, pp. 337-355.
- Song, Y., Fang, X., Li, J.J., An, Z.S. and Miao, X., 2001. The Late Cenozoic uplift of the Liupan Shan, China. *Sci. Chin. (D) supp.*, 44: 176-184.
- Sun, Y., Clemens, S.C., An, Z.S. and Yu, Z., 2006. Astronomical timescale and palaeoclimatic implication of stacked 3.6-Myr monsoon records from the Chinese Loess Plateau. *Quat. Sci. Rev.*, 25: 33-48.
- Wang, Y. et al., 2008. Millennial- and orbital-scale changes in the East Asian monsoon over the past 224,000 years. *Nature*, 451: 1090-1093.

实验专栏

中国地震局地球物理研究所岩石磁学实验室

王红强

一、实验室人员组成

王红强, 男, 博士, 副研究员, 现主要从事岩石电磁学与震磁关系方面的研究。1995–2001 年, 在西北大学地质学系本-硕连读, 2005 年博士毕业于中国科学院地质与地球物理研究所, 2007 年从中国地质大学(北京)博士后流动站出站后, 到中国地震局地球物理研究所实验地球物理研究室工作至今。承担 2011–2013 年度国家自然科学基金项目《岩石破裂过程中电磁辐射的实验研究》。在国内外公开刊物上发表学术论文 11 篇, 其中第一作者 SCI 论文 3 篇。

杨涛, 男, 博士, 助理研究员。2001 年 6 月毕业于防灾科技学院应用地球物理系, 2001 年 7 月至 2003 年 8 月在陕西省地震局乾陵地震台工作, 2008 年 6 月于中国地质大学(武汉)获博士学位。在国内外公开刊物上发表学术论文 12 篇, 其中第一作者 SCI 收录论文 5 篇, EI 收录论文 2 篇。目前主要从事断层物质的岩石磁学研究。

二、研究方向

1、断裂带岩石(断层泥)的岩石磁学研究及其地震学意义

在地震孕育过程中, 随着构造活动区域应力的不断积累, 岩石内矿物发生定向重结晶、定向排列及韧性变形, 甚至压溶作用。应力积累到一定程度, 断层发生破裂、滑动, 滑动面两侧数十厘米断层岩会发生化学和物理变化, 其中热与压力(摩擦力)扮演着重要的角色, 由于摩擦引起的热分解和机械化学反应及同期的流体活动, 断层物质中的矿物发生相变和化学分异。上述过程, 可能导致断层物质中磁性矿物的成分、含量、磁畴状态及排列方式发

生变化, 为利用岩石磁学方法研究断层活动区域应力状态和地震破裂过程中的物理化学行为奠定了理论基础。

2、岩石破裂过程中电磁辐射异常现象的实验研究

岩石在破裂过程中由于新生破裂面的运动导致电荷的重新分布, 静电场的形成, 伴随着充电-放电过程, 从而产生异常的电磁辐射现象。在宏观现场, 地壳的剧烈运动(如地震、火山喷发)常引起地电、地磁场的改变, 尤其在强震、中强震之前地面观测台通常会接收到电磁辐射异常信号或从地磁场数据中提取出超低频段(如 $\sim 0.01\text{Hz}$)的异常变化, 对地震的监测预报具有重要意义。利用岩石破裂实验可以模拟大地震临震阶段的微破裂发育过程, 并借此研究岩石变形和破裂过程中产生电磁波异常信号的机理和影响因素。

3、压磁实验

“压磁效应”指岩石的剩余磁化强度和磁化率在应力作用下发生变化的现象。“流变磁效应”是指岩石在持续受力状态下, 随着时间的推移, 岩石在发生流变过程中, 其内部的磁性矿物颗粒发生变形、重新排列和定向, 伴随着这种变形, 岩石的磁性发生相应的变化。比如我们可以开展岩样在受压以后磁化率及其各向异性变化的监测实验, 利用综合地球物理实验室的岩石压力试验机对岩样进行逐步的应力加载, 然后测量磁化率及其各向异性的变化。

三、仪器设备

经过 3 年的建设, 实验室已经基本建成, 初具规模, 目前已经装备有 VSM3900 振动样品磁力仪、MFK1-FA 卡帕桥磁化率仪、Minispin 磁力仪、交变退磁仪、MMTD80 热退磁炉、ASC 充磁仪、切割机、Bartington 磁化率仪、三维线圈 2 组等仪器设备。



实验室全景



MicroMag 3900 振动样品磁力仪



MFK1-FA 卡帕桥磁化率仪

在老师们的多次关怀指导下，在师兄师姐的多次帮助指点下，我和共同作者的第一篇文章终于再次投稿了；虽然结果未知，但是在多次修改过程中，我对如何写第一篇英文文章略有心得，尽管浅显，但与之前看过的一本指导书相互印证，觉得获益匪浅。况且老师们和师兄师姐们教给了我诸多经验，不敢私藏，希望能对正在写或者准备写自己第一篇文章的师弟师妹们有一点启示，更希望引出大家都来谈谈写文章的宝贵经验。

1、文章的主体框架

在动手写文章之初，应该先理清清楚文章的框架，我认为归结起来就是：

- ① 整理好自己的数据，确认自己的数据时翔实可靠的。
- ② 确认本项研究主要做了什么事情？主要结论什么？
- ③ 前人对该领域的研究现状是什么？文章在前人的工作基础上所做的主要创新点在哪里？
- ④ 按照以上两个问题的回答，来整理讨论部分思路。思考如何从实验数据中展开讨论，并逐步深入，得出自己的结论。
- ⑤ 按照讨论部分的逻辑思路整理实验结果在文章中的出现的先后顺序。一般按照能得出直接结论的结果放在前面，间接结论的结果放在后面。

2、确定文章的题目和关键词

“文题应准确而清晰反映文章的内容和重点。在以掌握充分的实验数据的前提下，撰写论文的可能设想是，暂定文题，着手成文，成文后再度斟酌，审视是否文与题相符，最后确定文题。”

“推崇按照文章的主题，直截了当地进行命题。文题的主题应集中，不求面面俱到。文题应有新意。”

文化动态

第一篇英文文章投稿有感

刘成英

要点是：题目要反映文章所做的主要工作，一般要点明研究时代，研究对象，地点，主要研究方法；有的还会写出研究主要意义。

如：Preliminary Phanerozoic polar wander paths for the North and South China blocks

关键词应解释主题内容，一般需包含研究时代，研究对象，地点，主要研究方法。一般列出3~8个关键词

3、文章摘要

“摘要应：①说明研究的范围和主要对象；②描述所用方法；③总结结果④阐明主要结论。结论的重要性从其三次，即在摘要，其次在序言，再次在讨论三部分内容中分别强调指出。”

“摘要不要表述文内不曾出现的信息与结论。摘要也不要引用参考文献（除少数情况，如已发表过的方法改进）”

“写摘要时要记住：摘要要自身发表，应自成体系。摘要应使用广大读者熟悉的语言，尽可能在写完论文正文后再写摘要。”

“摘要一般不分段落，采用第三人称写法，不使用“本文”、“作者”等作为主语”。

一般第一句话先简要说明文章的简要研究背景；接着介绍本文开展的工作，所用的实验技术方法，得到的主要结果，以及主要结论。最后简要说明文章的研究意义。

4、如何写引言

“引言作为论文的开篇，至少应包括五个方面的内容：①提出研究的主题，即说明开展这项研究工作的理由和目的；②提供该研究领域的背景，即通过对该研究领域的文献资料的简单回顾，阐明研究现状和存在的问题，说明作者所研究课题要达到的目标；③说明该课题的理论依据和主要采用的研究方法和

手段；④预示该研究的结果及得出的结论；⑤指明该研究的意义和未来的前景。”

“撰写引言应注意：①背景材料主要来源于相关材料。首先应仔细查阅有关资料，从中选取那些在该研究领域中有重要影响的，且与本文所述观点相似或相悖的内容进行综述。要开门见山，切忌用较大篇幅描述历史渊源和立题过程，必要时应以参考文献的形式引出；②表述应一语道破，言简意赅，重点突出，常识性的或人所共知的内容不必赘述；③对自己的研究工作评价时要客观准确，注意分寸。评价前人的工作时应科学、客观，不应蓄意贬低和夸大；④不要把引言写得和摘要雷同，切忌将引言变成摘要的扩充和注释；⑤引言和论文的结论应前后呼应，即引言中提出的问题，结论中要有回答。”

“引言的写法并无统一格式，篇幅长短亦不相同，主要视所写论文的背景和内容而定。”

“引言是一个倒三角，先大后小。”（刘青松老师语）。

5、正文

“通常，实验性科技论文包括实验部分、结果与讨论和结论等三部分；理论性的论文包括理论基础与方法、结果与讨论和结论三部分。结果与讨论部分可以分开撰写，也可以放在一起撰写。”

(1)实验部分

“为了使科研同行能按照上述（实验部分描述）内容将实验重复出来，并得到与作者相同或相似的结果，此部分内容必须写得充分、翔实、准确和客观。若所得结果不能别别人重复出来，此篇论文将无价值。”

(2)实验结果和理论结果

“主要指总结实验或理论研究中所观察到的各种现象，所得到的数据，并对这些现象和数据进行定性或定量的分析，得出规律性的东西。实验或理论研究结果是科技论文的核

心，是评价论文是否有水平的关键部分。”

(3)讨论部分

“主要是指对研究结果作出合理的解释，回答前言中提出的问题，将研究结果由感性认识上升到理性认识的文字表述。”

“讨论部分是以结果为依据的，其目的在于阐述作者对于自己研究结果的认知和见解。”

“讨论部分最为关键之处是突出文中的创新之处，解释因果关系，说明所得结果的必然性或偶然性。如果发现仍有不能定论的或与常规相反的情况，也应该做出说明或给出进一步研究的设想。”

(4)结论部分

“结论并不是正文内容，尤其不是结果与讨论部分的简单总结，而应该是经过判断、推理和归纳，完整准确、言简意赅的阐述：①论文揭示出来的原理和规律；②与别人的研究结果比较后所得到的差异和该论文的创新与发展；③对研究中所发现的例外结果所进行的分析和解释；④在理论上的建树以及在应用上的价值和前景；⑤尚未解决的问题及进一步研究的设想。”

实用技巧：

(1)关于图件：英文文章中图件中坐标轴和文字、数字一般用 Arial 字体。邓成龙老师的经验是：Grapher 中的图（坐标轴线条用 0.2 cm 粗）用拟发表大小排列好，导出成 .wmf 格式保存，再在 Illustrator 打开中导出成 .eps 格式，投稿发表。提醒大家画图时把数据和图放在同一文件夹中；否则利用 Grapher 成图后某个时间会发现原 Grapher 图打不开，原始数据不知道在哪里。

(2)关于如何写好一篇文章：除了上述基本要点以外，要想写好文章，只能是厚积薄发。可以找几篇经典文章，仔细琢磨各个部分是如何排布的。平时在阅读文献时，多注意积累，看到好的句型，词组，单词都要用心记下来，久而久之就会写文章手顺了。（这段话属转述，是各位老师和师兄师姐的

经验之谈，本人还差得远）

“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。”让我们共勉吧！

文中引号中部分如未注明则摘自中英文科技论文写作教程，刘振海、刘永新、陈忠财等编著，2007，北京：高等教育出版社
文中还介绍了很多中英文语法、习惯用语、标点用法等内容。新手可以先看看。

Spring morning sun

Greig A. Paterson

Spring, spring, spring

What new life will you bring?

What blues skies above

Will fill with fluttered wings?

Oh! Bring a fresh morning breeze

To dance gentle through the leaves,

To awaken a fresh dawn

And break winter's freeze.

Bring a spring morning sun

To banish the cold, be gone.

To release life renewed

And cast winter's work undone.

Bring a sun that blazes glory

That melts away fear and worry

Breathe afresh a new year

For here begins a new story.



辛卯 歲首

無等 俞龍在

大韓民國 忠南大學校 地質環境科學科

流星投蒼空 軌跡絕夕陽

入夜飛雪來 月淚漸冷長

晨明分滿眼 缺月送銀香

春之感

张春霞

三月的早晚，春寒依然料峭；但道路旁、小河边、公园里，随风舞动的柳树枝头，鹅黄的嫩芽儿已悄然露出了尖尖角，杨树上的“毛毛虫”已在蠢蠢欲动”，阳台角落里的芦荟，也不知从什么时候起竟然也偷偷地鼓了花苞儿？！……

奥林匹克公园的傍晚，迎面而来的风，吹在脸上依然清凉，但却早已没有了寒风的凌厉，多了些柔软的感觉……

以往宽阔的景观大道，什么时候开始变得如此熙熙攘攘了呢？

那闪耀着中国红的鸟巢和透着晶莹蓝色的水立方，在三五成群或戏耍、或谈笑、或驻足、或观望的人们衬托下，竟然也多了份柔和。

玲珑塔旁，长发飘飘的年轻吉他手，姿态依然如去年般潇洒，嗓音依然如过去般浑厚，驻足聆听，那触动无数人心弦的《老男孩》，在他的重新演绎中虽然少了份沧桑，但却多了份青春的自信与无畏。围观的不少人随着他的节拍而鼓掌，身心也禁不住随着他音乐的节拍而律动起来……

“咚咚锵 咚咚锵 咚咚 咚咚 咚咚锵”的锣鼓也敲起来了，只见穿着花花绿绿衣装的老年人，踩

着鼓点、摇着大绸布扇子，或成排、或聚集、或散开，明亮的路灯下，红红绿绿的绸布随着他们的舞动而飘扬。

那边两个现代舞蹈队也开始了他们活动，在欢快的音乐中，他们尽情地舞动着，仿佛要让蛰伏了一冬的思绪，在这早春的夜色中肆意地飞扬……

……

穿行在其间，心情也跟着变的欢快起来，禁不住加快了行走的步伐。转至湖景路后，这边又是另一番景象。记得上次来时，湖面上还是厚厚的冰，不少人在冰面上戏耍，好像还有个人滑倒来着……而现在却是波光粼粼，三两只鸭子在光影的湖面游荡；鸟巢、水立方和玲珑塔也投了倒影儿在湖面上，影影且绰绰；站在湖边，迎着拂面的轻风，听着隐隐约约从那边传来的音乐，突然有种置身于世外桃源般的感觉。

其实，这个晚上出来散步是为了看看天气是否已适合慢跑。终日呆在室内，在心里总以为还是冬天，不曾料到，春天的脚步是如此之快，仿佛是在转眼之间黄了迎春，绿了柳枝，润了湖水……

春天已然来到了身边，我们，是不是也该让蛰伏了一冬的筋骨舒展舒展了？

国内外研究生培养之差距

王华沛

国内培养学生与国外有诸多不同之处，想了一个月，总结出如下几条：

(1) 博士期间没有博士资格考试，对地球科学没有一个系统的了解。

(2) 由老师为主导，以学生获取前沿系统知识为目的的 seminar 太少，而多为学生汇报工作或者是最基本理论的反复讲来讲去。

(3) 学生缺乏对国际同行，别国学生之间的了解，不能做到知己知彼，不能清楚自己的不足，和国际上的前沿热点问题。

(4) 学生对毕业的前途期望不确定, 没有明确的目标, 以致缺乏足够的向科研方向努力的动力。

(5) 一个老师带的学生过多, 缺乏对学生自己兴趣的有效引导, 而多为带着学生和自己一起做。

(6) 生活相对单调, 生活中没有足够的多样性去启发科研。

(7) 很多时间用来上网和游戏, 时间利用率不高。

(8) 过分依赖于现有的研究方法, 科研仪器, 没有足够的创新能力。

(9) 没有机械和编程的训练, 限制了自主创新的手段, 以致于有时候有心无力, 有个新想法, 但是不能制造仪器或者写程序来实现它。

(10) 英文功底不够, 直接导致了文献阅读量不够, 更导致了写英文文章缺乏自信。

如果在以上这几个方面多加注意, 慢慢改进, 借鉴国外的先进经验和教训, 我们相信和国际上的差距应该会越来越小, 最终会赶超国际水平, 领跑世界。

编后语

PGL-Letters 期刊为古地磁与年代学实验室季刊, 为非正式发行, 仅供同行业人员内部讨论交流。所刊内容, 稿件作者负责。本刊面向同行业人员进行征稿, 同时欢迎其它科研小组来信来稿。

《PGL-Letters》将包括以下栏目:

期刊首语

人物介绍 (在地磁学方面做出贡献的专家以及实验室人员介绍)

专题介绍 (每期设置一主题)

文献导读 (地学领域最新文献简介)

研究进展 (包括本实验室最新的研究进展, 成果总结等)

Seminar 专栏 (包括来访报告者及其报告内容简介等)

实验专栏 (包括仪器使用, 方法改进, 实验心得等)

重点连载 (包括教学专栏, 文献综述的连载等)

疑难问答 (主要是专业问题的交流探讨)

文化动态 (该部分内容较为灵活, 包括实验室组织的活动图片, 生活感悟等抒发胸臆或看法等方面的小篇幅文字)

责任编辑: 刘青松 邓成龙 张春霞

美工: 张春霞

本期特约编辑: 刘成英

电话: 010-82998365, 82998087, 82998010

Email:

qslu@mail.iggcas.ac.cn;

cldeng@mail.iggcas.ac.cn

cxzhang@mail.iggcas.ac.cn

实验室网页:

<http://www.paleomag.net>

PGL-Letters 电子版下载地址:

打开实验室网页 www.paleomag.net

然后点击左下角 进入中文版>>>, 在网页中下部的‘知识与资料’专栏中, 点击‘PGL-Letters 期刊’

联系地址:

北京市北土城西路 19 号

中国科学院地质与地球物理研究所

古地磁与年代学实验室 北京

邮编: 100029

