

PGL

第2期 (总第四期)

Letters



林周盆地 (摄影: 张春霞)

2009

Paleomagnetism and Geochronology Laboratory in Beijing

期刊首语

蓝天白云、碧水青山，大自然优美的画卷逐渐展开，我们地学人又迎来了开展野外工作的黄金季节。封面中西藏林周盆地优美的景色，是否也让此时安坐于室内的您蠢蠢欲动？

假如您将要出高原野外，还未做好充分的准备，不妨参照一下本期的高海拔地区野外考察注意事项；假如您今年没有野外计划，不要遗憾，文化动态中的小文也许能带您深入大山内部村落，去神游一下西藏。

假如您此时正在为如何做好口头报告而发愁，关注一下本期的专题介绍，一定会带给您诸多的启示；假如您此时正计划做低温实验，MPMS 程序的编写心得肯定会让您眼前一亮。

假如您对成土作用和土壤磁性、钢铁厂周围农田土壤及河流淤泥的污染问题、岩石磁性应力效应等问题感兴趣，不妨关注本期的研究进展和重点连载。

当然，科学研究同样不但要知己，更要知彼。地球磁场与地球深部动力

学，是当前研究热点问题。通过文献导读，您将发现与之相关的磁学测量和分析技术、地球发电机数值模拟最近都有了新的进展。

俗语说，隔行如隔山。同位素地球化学与年代学系列讲座的综述，将为您逐渐拉开其神秘的面纱。

相信通过本期的阅读，您会发现无论是人物介绍，还是文章作者，都不再仅局限于 PGL 实验室，这是一个可喜的变化。相信通过大家的共同努力，将会有越来越多的人为这本杂志的茁壮成长贡献力量。我们衷心期待您的参与！

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。

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

PGL Letters

第2期

2009年06月

目 录

人物介绍

杨振宇.....1

专题介绍

怎样使口头报告更有效.....1

文献导读

最新的地球磁场相对强度合成曲线(PISO-1500)3

内核演化与地球磁场行为.....3

逐步热退磁与连续高温退磁效果一样吗.....3

激光拉曼普及其环境应用.....4

下地幔对地球发电机的影响.....4

沉积物中磁黄铁矿的来源：自生成因或来源于沉积碎屑.....5

研究进展

钢铁厂周围农田土壤与河流淤泥的磁学性质对比及环境意义.....5

Seminar专栏

同位素地球化学与年代学.....7

实验专栏

高海拔地区野外考察注意事项.....9

MPMS程序编写心得.....9

重点连载

成土作用与土壤磁性.....10

岩石磁性的应力效应概述.....14

文化动态

新闻集萃.....17

感受西藏之遥远的Youxia村.....17

人物介绍



杨振宇

研究员、博士生导师、长江特聘教授

1980年获长春地质学院地质系地质学专业学士学位, 1984年获中国地质科学院研究生部地质力学专业硕士学位, 1989年在法国居里大学地质系通过博士前教育, 同年10月考入法国巴黎第七大学地球物理系深部地球物理专业, 1992年10月获得博士学位。先后多次在法国巴黎地球物理研究所和日本神户大学从事研究工作。1995年初回国, 1996年入选人事部、教育部等七部委“百千万人才工程”。1997年享受国务院政府特殊津贴, 任中国地质科学院地质力学研究所室副主任。2000年, 任全国地层委员会磁性地层分委员会主席, 浙江大学兼职教授; 同年当选联合国教育科学文化组织国际地球科学计划委员会委员; 2002年任《地质学报》英文版(SCI收录)副主编。2003年任“长江学者奖励计划”南京大学特聘教授。

主要从事大地构造和古地磁学等相关领域的研究工作。近几年来, 在古地磁学及其在大地构造研

究中的应用, 特别是对亚洲东部和东南亚三大地块(中国华北、华南地块、印度支那地块)的古地理和构造迁移、碰撞和拼合过程作了一些较系统的研究工作。此外, 还从早侏罗世磁性地层的研究入手, 建立起早侏罗世可供全球性地层对比的地磁极性地层序列, 并有助于分析古地磁场倒转频率, 倒转频率的周期性等。近年承担了科技部、国家自然科学基金委员会各类科研项目多项。获得原地矿部科技成果三等奖。发表学术论文百余篇。2002年, 获中国地质学会首届“黄汲清地质科技奖”。

专题介绍

怎样才能使口头报告更有效?

【李永祥】

美国杜兰大学地球与环境科学系
(Some thoughts on delivering an effective oral presentation)

今年4月有机会来中科院地质与地球物理研究所。古地磁实验室先进的仪器设备, 敬业的研究人员, 以及刻苦勤学的研究生对我留下了深刻印象。在我做完报告后, 有位研究生问我可不可以留下PPT幻灯片以供学习参考。我欣然答应了。有鉴于此, 我想结合自己的经历谈谈提高口头报告有效性的一些心得, 希望对研究生同学有所帮助。以下这些想法主要是针对在AGU、GSA会上做报告的。相信对其他类型的报告也会有益。同时我也欢迎有兴趣的读者, 同行就这一方面话题作进一步探讨。请将您的反馈意见和建议发到我的邮箱:
frankyxl@gmail.com

口头报告是学术交流的重要组成部分, 也是研究者向同行介绍其研究新发现的重要途径。毋庸置疑, 报告的内容至关重要。也就是说, 报告人必须清楚地知道“讲什么”。报告人知道他/她想让听众在听完报告后应得到什么样的信息。在这里, 我要强调的是, 报告的方式也很重要。也就是说, “怎么讲”才能更有效地向听众传播报告的信息。如果方式得当, 报告就会更精彩, 更容易对听众留下深刻印象。准备一个有效的报告通常包括分析听

众,理清思路,制作内容丰富而又清晰醒目的PPT幻灯片,以及试讲。

首先,报告人需要对听众的专业背景及年龄结构等有一点了解。听众主要是学地质的,地球物理的,生态的,还是其他专业的?听众主要是本科生,研究生,还是专业研究人员?同样的内容,讲给不同的听众,所运用的方法及侧重点也要做适当的调整。比如,要做一个有关岩石磁学方面的报告。如果听众主要是非磁学专业的,报告人就得先简单介绍一下磁学参数如ARM,IRM是指代什么的。要不然,听众可能会因不知所云而中途对报告失去兴趣。同样的,如果听众主要是本科生,报告人可能得更多的从激发学生兴趣方面考虑,根据对听众的了解,力争报告能容知识性与趣味性为一体。

对听众的情况有了一定了解后,就要对所讲得内容理清思路了。总体而言,学术报告大凡都是遵循“提出问题—分析问题—解决问题”的大框架。具体到某一个报告,报告人需要将所要讲的内容逻辑化,条理化。如果想要讲的内容很多,那就要做一些主次分别和轻重取舍的工作。这是因为,报告时间有限,不可能面面俱到。而且更重要的是,报告内容越多,越容易使主要信息淹没在次要信息当中,使得主要信息没有得到应有的注意力而导致报告效果不佳。所以,报告人得先确定下报告的主题,即他/她想让听众在听完报告后记住什么。然后围绕这个主题,并依照逻辑次序归纳几个与主题密切相关的要点。再进一步就是罗列支持或更进一步阐明每一要点的文献,实验,数据,和图片等等。

思路理清之后,就可以准备PPT幻灯片了。幻灯片按要点组织就可以了。在这里的重点是要使幻灯片上的信息一目了然。可以将要点信息放在片头位置以示强调。这样也不至于在讲的时候忘记该要点。另外,尽量避免幻灯片上有太多的文字。如果必须要有较多的文字,那就要确保字体足够大,使坐在后面的人能看清。还有,就是文字颜色和背景颜色搭配要合适。比如红字-蓝底的搭配效果就不理想。如有图片,那么图片所要表明的信息也必须醒目。如有必要,可以用不同颜色的画笔圈,点所要表明的信息以示强调。

PPT幻灯片准备之后应该先试讲一下。试讲有

两个目的。一是看每张幻灯片之间过渡是不是平滑。二是感觉一下讲得快慢进度怎样,并检测一下准备的报告内容能不能在给定的时间内讲完。为了避免一开始因紧张而忘记报告怎么开始,最好能将报告的开头记住。开始之后,就可以顺着按逻辑次序所准备的幻灯片讲下去了。讲的时候,以清楚为原则,不要图快。尤其是英语不是我们母语,我们会有口音。适当讲慢一点有助于听众理解报告。如果有个别关键词的发音拿不准的话,那就将这个关键词写在幻灯片上,讲的时候指着那个关键词就可以了。另外,我们要意识到我们汉语语法比英语语法简单。比如,我们汉语里没有冠词,名词复数,主谓一致,时态等要求。这些地方也正是我们英语口语容易出错的地方。所以,最好避免用太长的句子。当然,如果英语口语好的话,就不用担心这个问题了。

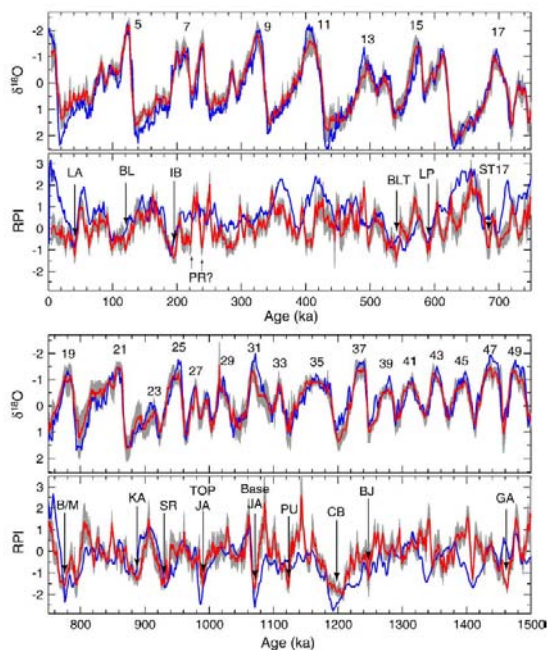
至于讲的技巧方面,我学到的一个重要功课就是在讲一个要点之前告诉听众“以下我要讲了”,然后讲给听众听,讲完之后再告诉听众“以上我讲了……”。我们知道,口头报告不象书面的文章。如果读者不记得文章的上下文,读者总可以返回去寻找。而口头报告则不同,讲过去就过去了。如果听众没记住上下文,就很容易跟不上报告。这种情况最容易在讲非常专业的,实验的细节的时候。即便是听众能听懂这些细节,如果报告人不强调这些细节所支持的要点的话,也容易使听众只看到树木而未见到森林而导致报告的要点强调不够。所以上面提到的这个讲的结构有个好处,那就是能不断地给听众强调所讲的重点。其他细节方面包括避免一些单调的报告方式(比如,一直对着屏幕读PPT幻灯片;语调从头到尾一成不变)。另外,如果教室大的话,声音可适当提高一点以便后面的听众能听到。

总之,一个好的报告不光要有内容,还要有有效表述这些内容的方式。一个有效的报告需要花时间仔细琢磨,精心准备。这样的准备工作不仅有利于报告人理清思路,也是对听众时间的尊重。一句英文句子对于准备的重要性强调地很好,引用如下作为这篇短文的总结:“If one fails to prepare, then he/she prepares to fail.”

文献导读

内核演化与地球磁场行为

最新的地球磁场相对强度合成曲线 (PISO-1500)



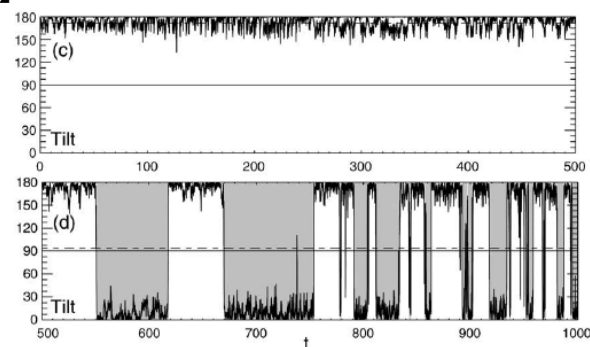
图中红色的RPI曲线是PISO-1500, 蓝色的是 SINT-2000 (Valet et al., 2005).

连续的沉积物(比如海洋沉积物)能记录地球磁场演化信息。前人研究表明,在不同海域的地球磁场相对强度(RPI)记录能够横向对比,并且也能够和绝对强度和其它替代指标,比如 ^{10}Be 和 ^{36}Cl 通量等进行对比。因此,从不同的角度证实RPI是比较可靠的。但是,前人研究也提出了一些疑虑,比如,有些RPI记录存在明显的天文轨道周期,这是真实的信息,还是暗示着气候信息已经通过磁性矿物的变化而混入所谓的地球磁场信息?此外,还有一些研究表明,地球磁场倒转可能发生在某些特定的气候模式下。回答以上问题,需要比较精确的时间标尺。目前最为成功的RPI合成曲线是SINT2000,但是它的年龄框架一定最为合理么?Channell等(2009, EPL, 28, 14-23)采用了一种新方法,通过同时合成 $\delta^{18}\text{O}$ 和RPI记录,减小了自由度,提高了时间精度。新合成的PISO-1500曲线与原有曲线有很大的不同,同时总体上并不支持气候与磁场强度有关联。【刘青松】

地球磁场的起源至今没有完全解决,与之相关的地球磁场演化机制也是众说纷纭。应用模型进行模拟式探索这一难题的突破口之一。但是,我们必须清楚地认识到这些模型的局限性,时间尺度不够长,模型参数的简化等等。尽管如此,从某些侧面,这些模拟还是能够提供一些有趣的结果供古地磁学家去验证。

Peter Olson 教授(University of Hopkins)是这一研究领域的代表人物之一。最近他和 Peter Driscoll (Driscoll and Olson, 2009, EPL, 282, 24-33)发表了他们的最新成果。他们分四种情况来研究地球内核的演化对地球磁场行为的影响: R 模式,属于正常的地球演化,内核温度和旋转速度逐渐降低。相应的R*模式则固定了其中一些参数。A 模式代表着异常演化模式,内核快速增长,旋转速率变化不大。这种模式进一步代表的机制可能为:由于地幔对流加强,外和的热能迅速被释放,或者冷的地幔物质达到了CMB。

模拟的结果显示, A 模式造成地球磁场倒转频率的增加,偶极子场的强度降低, R_a 值增大【刘青松】

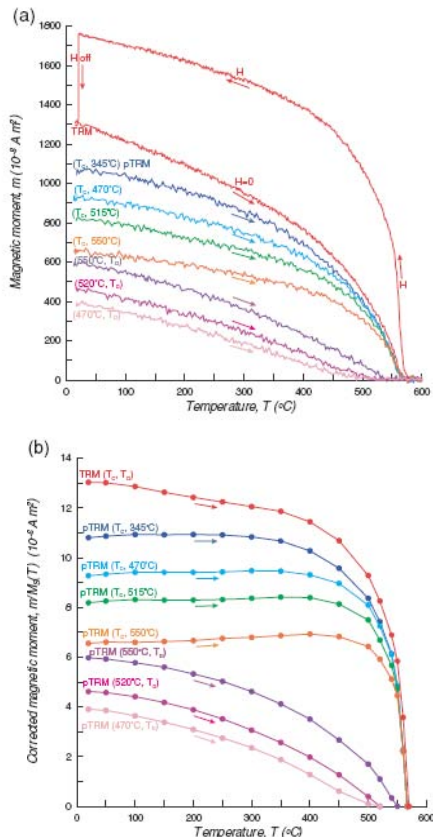


对应于 A 模式的两种状态, (c) 超静磁带, R_a 较小。(d) 倒转频率逐渐增加。

逐步热退磁与连续高温退磁效果一样吗?

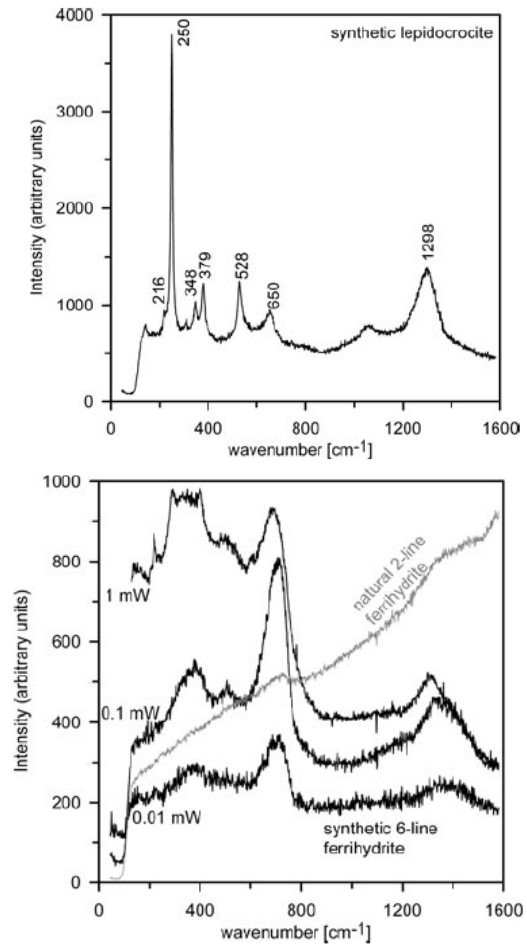
热退磁是古地磁学中获取原生剩磁的一种高效方法。逐步热退磁需要多个步骤的加温降温,测量在室温进行。还有一种热退磁的方式是在加热过程中同时测量剩磁。我们知道磁性颗粒的饱和等温剩磁(M_s)随着温度升高而逐渐衰减。因此,可以把

M_s 衰减造成的剩磁降低通过归一化去处。对于 SD 颗粒来说, 这两种曲线效果是一致的。但是对于 SPD/MD 的颗粒来说, 差别非常明显, 最重要的特征就是后者比前者的强度要高, 暗示着在降温过程也有一定的预退磁效应。Dunlop (2009, GJI, 177, 949-957) 的最新研究表明, 在研究退磁行为时, 二者千万不能等同。【刘青松】



激光拉曼普及其环境应用

磁性矿物在自然样品中广泛存在。一般应用岩石磁学方法可以有效地鉴别各种磁性矿物。但是, 对于一些弱磁性矿物效果可能并不理想。激光拉曼普是一种辅助措施。Hanesch (GJI, 2009, 177, 941-948) 系统地研究了多种磁性矿物的激光拉曼普, 发现 6-line ferrihydrite 和 Lepidocrocite 具有完全不同的普特征, 因此该方法是鉴别这两种矿物的有力手段。【刘青松】



Lepidocrocite 和 6-line Ferrihydrite 的激光拉曼普

下地幔对地球发电机的影响

地球磁场的起源以及其变化机制至今还是人类没有完全解决的基本问题之一。目前大家一致认为地球外核的磁流体运动是产生和维持地球磁场的根本机制。以前对内核的生长以及外核的对流模式对磁场的影响讨论较多, 但是对于下地幔的影响知之甚少。为了克服这一难题, 英国张可可教授的研究小组改进了模型 (Chan et al., 2008, PEPI, 169, 204-210), 首次把具有不均匀电导性的地幔加入到模型中, 称之为全球 (whole earth) 发电机模型。模拟的结果显示, 下地幔对地球磁场有着很大的影响。这为地球发电机的模拟提供了新的思路。一方面更贴近实际情况, 另一方面影响参数也越来越多, 距离真正解开磁场起源的谜底还有非常的路要走。【刘青松】

沉积物中磁黄铁矿的来源：自生成因或来源于沉积碎屑

【王红强】

主要介绍文献: Horng C-S, Roberts AP. 2006. Authigenic or detrital origin of pyrrhotite in sediments?: Resolving a paleomagnetic conundrum. *Earth Planet Sci Lett*, 241(3-4):750-762.

磁黄铁矿按照晶形结构和化学组成可分为单斜晶系(Fe_7S_8)和六方晶系(Fe_9S_{10})两种类型。在常温下, Fe_9S_{10} 为反铁磁性,而 Fe_7S_8 是亚铁磁性可以携带剩磁,二者通常伴生。那么,如果沉积物中的磁黄铁矿来自于风化搬运来的碎屑,就可能记载原生剩磁;如果磁黄铁矿形成于沉积作用发生后的早期成岩作用,其所记录剩磁的时代将略微滞后于原生剩磁(时间量级为几千年至几万年),若非恰逢地磁极性倒转或漂移,这种沉积后剩磁将被视为等同于原生剩磁。如果磁黄铁矿形成于晚期成岩作用,其将携带次生剩磁。

通常认为磁黄铁矿不会来源于碎屑成因,因为暴露于氧气中很容易遭受氧化;携带准原生剩磁的单斜晶系磁黄铁矿(Fe_7S_8)被认为是在还原性沉积环境中形成于早期成岩作用,然而地球化学文献表明当环境温度低于 180°C 时磁黄铁矿的形成是极其缓慢的,这使其难以形成于早期成岩作用并携带剩磁。相应的证据还有,在古老沉积岩中常出现晚期成岩过程形成的磁黄铁矿,而在近现代沉积物中通常缺乏磁黄铁矿(Horng 和 Roberts, 2006)。

Horng 等(1998)在台湾西南部的更新世海相沉积物中发现 Fe_7S_8 ,并携带了与碎屑成因的磁铁矿无法分离的磁信号。为了检验 Fe_7S_8 是否为碎屑成因,Horng 和 Roberts (2006)开展了从物源区到沉积区的追踪研究,发现无论在物源区(台湾中央山脉)的变质岩中,运移途中的剥蚀碎屑,还是沉积区的沉积物中都存在 Fe_7S_8 ,证实 Fe_7S_8 来源于风化碎屑。作者还认为在近代沉积物中发现的 Fe_7S_8 要么是碎屑成因,而更多的可能是仅仅根据磁性实验结果做出的误判。 Fe_7S_8 的磁性特征包括在 $\sim 325^\circ\text{C}$ 时受热解阻、在 34K 时发生低温磁性转换以及较高的矫顽力等,然而利用这些实验结果进行反推时会产生多解性。例如在 $250\text{-}350^\circ\text{C}$ 之间发生解阻的矿物

有胶黄铁矿、钛磁铁矿和磁赤铁矿,又如在低温SIRM的升温曲线上 $30\text{-}40\text{K}$ 温度范围菱铁矿和某些钛磁铁矿会发生磁排序,从而被误认为是 Fe_7S_8 的 34K 磁转换。

通过从源到汇的追踪研究并经广泛讨论后,作者认为沉积物中可以出现碎屑成因的磁黄铁矿,出现的条件包括:有物源区(如突出地表的低级变质岩)、靠近物源区的快速剥蚀和沉积地区(以避免在搬运过程中磁黄铁矿遭受氧化)等。作者进一步推断单斜晶系磁黄铁矿只能形成于晚期成岩作用,而不能形成于早期成岩作用,即自生成因的 Fe_7S_8 只可能存在于古老沉积岩中,而不会出现于年轻的沉积物中,近代沉积物中的磁黄铁矿都是外源碎屑成因的。如果查明沉积物中 Fe_7S_8 携带的剩磁与原生剩磁无法分离,即可以初步判断其为碎屑成因的。

点评:这篇文献可贵之处有两点:一是将地球化学领域的研究结论引入磁学领域,并进行比较和反思。记得有一次跟地大地化教研室的李胜荣教授探讨磁黄铁矿的赋存相态等问题时,发现地化专家的有些认识与我们是完全相反的,这就需要加强学科之间的交流和融合。二是将关于磁黄铁矿成因问题的研究结论推而广之,既进行学科上的推广,又进行时空尺度的推广。在学科上,探讨单斜晶系磁黄铁矿能否作为可靠的原生剩磁记录矿物,在古地磁学研究中的意义如何等;在时空尺度,探讨古老和年轻沉积物及全球范围内沉积物中单斜磁黄铁矿的成因及其古地磁学意义。

研究进展

钢铁厂周围农田土壤与河流淤泥的磁学性质对比及环境意义

【张春霞】

冶炼钢铁等重工业生产过程产生的尘、烟、废气和废水是城市环境污染的主要来源,而工业区周围土壤与河流淤泥是该类污染的重要载体。对钢铁厂周围飞灰、土壤及河流淤泥样品进行了详细的岩

石磁学测量,包括磁化率(χ)随温度变化曲线(χ -T)、磁化强度(J)随温度变化曲线(J-T)、磁滞回线、低温饱和等温剩磁(SIRM)随温度变化曲线及不同频率下的 AC 磁化率随温度的变化曲线。期望通过深入系统的岩石磁学参数测试与对比分析,揭示钢铁厂等重工业区污染的传播途径及污染范围,为重工业区的环境治理,提供可靠的理论支持。

1. 磁学性质

岩石磁学测试结果显示,不同介质的磁学性质存在很大程度的差异。分述如下:

1.1 钢铁厂飞灰

该类样品在空气中加热的 χ -T 加热曲线随温度的升高逐渐上升,至 580°C 时迅速下降至 0 附近,降温曲线稍高于加热曲线;在 Ar 气中加热的 χ -T 曲线性质与此相似;样品磁滞回线在 300mT 即已完全闭合,且经过顺磁性校正前后的磁滞回线极为相似,Day 图显示飞灰样品落在靠近 MD 的区域内;在低温试验中~120K 处出现明显 Verway 转换,不同频率下的低温 AC 磁化率彼此重合;以上特征表明飞灰样品以 MD 的磁铁矿占主导,不含有 SP 的成分。

1.2 背景土壤

该类样品采自于钢铁厂西北部约 50 公里处的国家森林公园。在空气中加热的 χ -T 加热曲线显示,在加热到 250~300°C 时磁化率出现一小峰值,450°C 以上随着温度的升高快速上升,在大约 570°C 附近形成 Hopkinson 峰,至 580°C 附近迅速下降;降温曲线明显高于加热曲线,在 570°C 附近出现一小峰值,而后磁化率随着温度的降低而逐渐升高,至 220°C 附近形成一尖峰,而后随着温度的降低而下降;在 Ar 气环境中 χ -T 加热曲线与在空气中相似,降温曲线除在 570°C 附近出现一小峰值外,磁化率随温度的降低变化不大;样品磁滞回线具有明显的细腰状特征,在 1T 的磁场作用下依然未达到饱和,顺磁性校正前后的磁滞回线差异很大,样品落在 Day 图中靠近 SD+10nmSP 曲线的范围内;低温 ZFC 曲线显示 SIRM 值随温度升高而逐渐降低,Verway 转换不明显,不同频率下的低温 AC 磁化率曲线均在 <10k 时快速下降,且随着频率的不同彼此之间差异很大;以上特征表明背景土壤样品中磁性矿物组合比较复杂,磁赤铁矿、赤铁矿及 SP 的磁铁矿共存于。

1.3 农田土壤

该类样品为采自于钢铁厂周围不同方位、不同距离的农田表土。因采样点所处的位置不同,其磁学性质存在很大的差异。位于钢铁厂西北部的农田样品,其热磁性质与背景土壤相似,但磁化率值稍高于背景土壤值;顺磁性校正前后的磁滞回线二者具有一定的差异,细腰特性不明显,样品落在 Day 图中 PSD 范围内;低温 ZFC 曲线与背景样品相似,但在~120K 处存在较为明显的 Verway 转换,不同频率下的低温 AC 磁化率差异明显;表明此处土壤样品中磁性矿物除与背景土壤类似外,还含有少量 PSD 的磁铁矿。位于钢铁厂西南部、东南部和东部的样品,其磁学性质介于背景土壤和飞灰样品磁学性质之间:样品中含有少量的磁赤铁矿和粗粒的磁铁矿,同时含有少量 SP 的磁铁矿,且距离钢厂越近,磁化率值越高。以上特征表明农田土壤样品的磁学性质取决于采样点和钢铁厂之间的相对位置(距离、方向)。

1.4 河流淤泥

该河流上游位于钢铁厂的西北部,绵延从钢铁厂东边围墙流过,流向钢铁厂的东南方向。沿河流流向从上游经过钢铁厂外围至下游采取河流淤泥样品。该类样品的磁学性质因与钢铁厂相对位置发生变化,也存在很大的差异。因此根据河流与钢铁厂的相对位置,将河流淤泥样品分为“上、中、下游”三类。河流“上游”样品,磁学性质与对应点农田土壤样品完全一致,接近背景土壤磁学性质。河流“中游”样品,在流经钢铁厂外围后,样品磁性明显增强,其磁学性质也与对应点处农田土壤基本一致,即以粗粒的磁铁矿占主导,含有少量的磁赤铁矿,SP 磁性颗粒(磁铁矿)的性质已不太明显;但河流淤泥样品的磁化率是农田土壤磁化率的 6 倍左右。河流“下游”样品(稍远离钢铁厂),除磁化率值明显低于对应“中游”样品外,其余均与“中游”样品相似。以上特征表明河流淤泥样品磁学特征同样取决于与钢铁厂之间的对应位置。

2. 环境意义

通过以上对比分析可知,钢铁厂周围农田土壤的磁学性质是背景土壤与钢铁厂飞灰的综合效应,且与采样点和钢铁厂之间的相对位置之间存在很大的关系,说明钢铁厂是土壤污染的重要污染源之一。另一方面,与钢铁厂距离相似,但位于钢铁厂

不同方位处的土壤样品磁学性质之间的差异,可能受控于当地的气候因素。总之,这种在空间位置上的磁学参数差异,表明表层土壤的磁学性质在一定程度上可反应污染的范围。另外,河流淤泥样品的磁学性质也与位置存在很大的关系,河流上游与附近土壤磁学性质相似,磁性均较弱,磁性矿物以磁赤铁矿、SP 的磁铁矿为主;中游(靠近钢铁厂处)磁学性质显示以颗粒较大的磁铁矿占主导,且磁化率明显高于土壤样品;下游样品磁性矿物仍以颗粒较大的磁铁矿占主导,磁化率较之中游已有降低,但依然明显高于附近农田土壤样品。这些特征进一步揭示出土壤污染可能直接来源于钢铁厂所排放的废气降尘,而河流除接受大气降尘外,还有一部分可能来自于钢铁厂所排放的废水;同时,河水的流动使得钢铁厂这种重工业污染的范围进一步扩大。

Seminar 专栏

同位素地球化学与年代学

【杨列坤】

地球化学是研究地球(包括部分天体)的化学组成、化学作用和化学演化的科学,它是地质学与化学、物理学相结合而产生和发展起来的边缘学科。自20世纪70年代中期以来,地球化学和地质学、地球物理学已成为固体地球科学的三大支柱。它的研究范围也从地球扩展到月球和太阳系的其他天体。地球化学的研究对象主要是地球各圈层特别是岩石圈中的元素和同位素,其主要任务是研究自然界中这些元素及其同位素的化学运动,并以此来恢复各种地质体和天体的形成历史。地球科学基础理论的一些重大研究成果,如界限事件、洋底扩张、岩石圈演化等均与地球化学的研究有关。

同位素地球化学是地球化学的重要分支,是根据自然界的核衰变、裂变及其他核反应过程所引起的同位素变异,以及物理、化学和生物过程引起的同位素分馏,研究天体、地球以及各种地质体的形成时间、物质来源与演化历史。同位素地球化学有

两个大的分支:一个是同位素地球化学示踪,另一个是同位素地质年代学。前者是把同位素组成作为示踪剂,来研究构成地球的各种矿物、岩石的来源和形成机制,称为同位素地球化学。后者是依据放射性同位素的衰变规律,从现有地球物质中放射性同位素母子体保留状况,确定其形成时间,称之为地质年代学。同位素年代学及其衍生应用占地球化学研究内容的一半以上(王非),在地球化学研究中占有重要地位。作为研究地球的“基因科学”,主要研究同位素在宇宙体、地球及其各圈层中的分布分配、不同地质体中的丰度及其在地质过程中活化与迁移、富集与亏损、衰变与增长的规律;同位素组成变异的原因;并据此探讨地质作用的演化历史和物质来源。当前,同位素地球化学表现出了极大的发展活力,其解决的地质问题也越来越广泛。因此有地球物理学家感叹地球化学好像成了地学研究中无所不能的工具(黄宝春)。地球化学研究领域非常广泛,本次 seminar 侧重对地质年代学进行简单介绍,目的是使我们了解地球化学的研究内容,研究方法,地球化学家是怎样解译他们获得的地球化学数据,从抽象的地球化学数据得到地球的环境、物质成分、地球动力学等的演化历史。

同位素地质年代学已建立了一整套同位素年龄测定方法,通过测定重要地质事件的时代,并作出合理解释,为地球与天体的演化提供了重要的时间坐标。比如已经测得太阳系各行星形成的年龄为45~46亿年,太阳系元素的年龄为50~58亿年等等。在前寒武纪地史的研究中,主要根据同位素地质年龄将前寒武纪由老到新划分为太古宙和元古宙。这对了解地球历史的演化有非常重要的意义。因为古生物地层学只能判断地球最近6亿年时期内所发生地质事件的相对先后顺序,而不能确定其延续的时间;对不含化石的约占地球历史85%以上的前寒武纪,更是无法确定其时间顺序。此外,板块构造假说的产生,其重要依据之一就是同位素年龄数据。在矿产资源研究中,同位素地球化学可以提供成岩、成矿作用的多方面信息,为探索某些地质体和矿床的形成机制和物质来源提供依据。

从原理上讲,岩石矿物中一切能够被精确测得的不稳定同位素,如果其衰变常数能被精确地估计

出来,就可以被用来作定年的依据。然而,在选择哪种同位素系统定年时,首先必需先了解标本的特性与研究的目的;如果研究目的在于探求第四纪以来的环境变迁相关的题目,则选择的同位素系统必需是短半衰期的同位素系统,例如 ^{14}C 等,同时为了准确估计同位素成分,所选用的标本也必需富含 ^{14}C 的生物化石为主;在这种状况下,一般矿物绝不可能成为 ^{14}C 定年的标本。对第四纪陆、海相沉积物与生物碳酸盐的定年可选择U-Th定年,陆相环境样品采用衰变子体积累定年;大洋、深海沉积物采用子体衰变测年。所以,选择适当的定年工具,除了必需考虑研究目的,慎选适当的同位素系统以外,也必需考虑如何准确量测同位素的问题。至于如何才能了解相关同位素的分布,则必需了解各定年同位素的化学特性及在自然界的富集与迁移规律。

同位素化学特性,不但影响定年同位素系统的选用,同时也决定了同位素定年数据在地质意义上的解释。例如氩原子在矿物内并不与其他原子键结,所以氩的迁移性远高于其他定年同位素,在这种情况下,同一矿物标本的K-Ar同位素年代,就会与其他同位素年代(如Rb-Sr, Sm-Nd等)有所差异,同样的情形也存在于其他定年同位素系统之间,这种差异是源自于同位素在矿物内的迁移性与封闭性的差异所致。所以,如何才能完整地解定年同位素数据与透彻地探索其地质意义,也就必需先了解各定年同位素系统之迁移性与封闭性等相关原理。

就常用来定年同位素而言,由于化学特性之不同,各定年同位素的分布与富集情况也有相当大的差异。一般状况下, K、Rb、Sr、U、Th、Sm、Nd等均属亲岩浆性的元素,所以酸性岩浆或多数的变质岩都富含这些元素,各主要定年同位素在各岩石中的参考含量已有基本认识。如果要进一步探讨这些元素在岩石中的存在,则必需考虑这些元素是否是矿物的主要成分,一般而言,除了K是常见造岩矿物(如云母、钾长石等)与U是铀矿的主要元素成分外,其他元素在矿物中都以微量元素方式出现;就化学特性上而言, Rb与K十分相似,所以含K的矿物,基本上, Rb含量也就相对地较其他矿物来得高; Sr与Ca的离子半径与价位,十分相近,所以,富Ca的矿物也都富含Sr这个元素。由这些化学特性与结晶特性间的关系,使得一些矿物成为定年分析的标

本;各常用定年分析法所使用的矿物标本种类是我们应该熟知的。除了标本选定需要注意以外,影响定年数据可靠性与实用性最重要的因素,应该是一些母同位素与子同位素间的因化学特性差异所引起的分异作用。例如K在矿物中,是以 K^+ 离子键结于矿物的结晶中,但其子同位素(Ar),却是非键结元素。在矿物形成后,常因热事件影响,而被扩散流失,在这种情况下,将使K-Ar同位素年代数值变小;另外, Rb这个元素系以 Rb^+ 正一价离子键结于矿物中,属易迁移的离子;其特性迥异于其子同位素Sr, Sr同位素都以 Sr^{+2} 的形式,紧紧地键结于矿物中,所以,在风化或变质作用过程中, Rb很容易被流失,而Sr则因此被富集于变质矿物中,例如绿帘石的含Sr能力,就比其他矿物高出许多,但Rb却不容易存在于绿帘石的结晶格子中,因此,变质岩中如果含有绿帘石,将大大地影响定年结果。另外, U与Th两个元素,在绝大多数的矿物结晶中,是以正四价的离子键结合,不易迁移;但相对地,其子同位素Pb却以正二价的方式存在,易溶于流体中,属较易迁移的元素,所以在矿物形成后,相对于U与Th、Pb就比较容易在后期的地质作用中流失。U与Th两者间的化学特性,也有很大的差异,在氧化环境下, U以正六价的离子方式存在,与 Pb^{+2} 类似,十分容易溶于水中,而自然界中Th只有正四价的离子,不溶于水,所以在氧化环境或风化作用下, Th与U、Pb三种同位素之间就容易产生分异现象;进而影响定年数据的可靠性。以上这些因为母同位素与子同位素化学特性间之差异,所导致的影响,绝大多数是发生在岩石矿物固化结晶后的风化或变质作用过程中,所以在选择定年标本时,必需避免分析风化标本。

要解释各同位素体系的定年的数据,必须了解其定年基本的理论,否则可能得到错误的地质解释。无论是火成岩的岩浆侵入或喷出、或是变质岩的抬升作用等,都会使岩石矿物历经一段由高温变低温的冷却历史。对同位素而言,此种冷却过程,将使同位素系统由与环境达到开放平衡状况,变为封闭的状况,中间存在有一个过渡阶段;换句话说,在冷却过程中,早期高温时,矿物内子同位素成分,系由平衡状况下之分异作用来决定;后来变成低温时,在封闭状况下,其成份系由衰变机制来决定,慢慢累积于矿物颗粒内,此时同位素时钟才开始计

时。因此,同位素定年分析所得的数据,通常是反映岩石矿物于冷却过程中,同位素系统在过渡期间被封闭在岩石矿物中的某一个时间,亦即子同位素产生后,能被完全封闭于岩石矿物内的时间;对冷却过程中的时间-温度坐标上的冷却曲线而言,相对于这个时间,在温度坐标上,有一温度值与之对应,这一温度被称之为同位素系统的封闭温度。

地球化学研究仪器设备的精进极大的促使该学科的发展,先进的分析测试手段的建立使我们能够解决的地学问题越来越广泛,为认识地球的强提供有力的手段。如台湾大学罗清华老师实验室已建置完成激光探针定年技术,最大的改善在于激光探针剥蚀点的直径可减少到 $10\mu\text{m}$,可在结合分辨不同生长期或不同期微构造下,原位分析岩石薄片不同部分的氩气存储情况。有了这项新技术则可在结合微构造分析下,我们可以得到很多新的认识,利用该手段定义红河断裂带不同变形事件的时间;针对石榴子石内含钾的包裹体与基质的云母做一系列有系统的定年研究;探讨利用在高温环境容易迁移的氩同位素,是否可以纪录温度高于 500°C 以上生长的石榴子石年代是否可行。

总之,同位素定年只是一种工具,提供年代数据而已,如何进一步利用这些分析所得年代数据解释地质现象,取决于研究人员对地质问题、同位素地球化学特性与同位素定年系统的了解程度。

实验专栏

高海拔地区野外考察注意事项

【张春霞】

在 2008 年第二期的 PGL Letters 中,曾列出了比较详细的古地磁野外考察物品清单。但由于高海拔地区比较特殊,除常规物品外,还应做哪些准备呢?

今年五月上旬,有幸曾到西藏海拔 5000 米左右的地区,对在高海拔地区进行野外考察稍有心得,供大家参考。

1、高海拔地区多位于我国的西北部,且部分区

域属于未开放区。因此,在出发之前,一定要确定所考察区域是否为开放区。如果属于**未开放区域或边境区域**,则需要在相关部门办理**通行证**。否则,无法进入预定考察区域。

2、由于高海拔地区,空气稀薄,阳光充足且刺眼,一定要注意保护眼睛和裸露皮肤。出发之前,备好**遮阳帽、太阳镜、高倍防晒霜、润唇膏**。

3、山上风大,尤其是海拔 5000 米左右,如没太阳,则会很冷。因此,要注意防风和防冻,最好带冬天穿的**户外防风服和手套**备用,建议穿专用的**登山鞋**。

4、到高海拔地区,难免会产生高原反应。由于各人体质不同,高原反应强弱也有所差异。要适当备些**治疗高原反应的药**,如红景天、肌肝片、葡萄糖等,这些药当地就可以买到;体质弱者,可准备氧气袋(就我而言,并没有出现诸如头痛、恶心之类的高原反应,不知道是否与在去西藏之前的头天就已经开始吃德国的一种可以调节血压的药有关)。尽量少做剧烈运动、少喝或不喝酒。如到海拔 4500 米以上进行野外工作,首先应在三千多米处适应两到三天。记得**一定要多喝水!**在高海拔地区,就算高原反应不强烈,但是都会感到鼻子很不舒服,发干,尤其是每天早晨都会有血丝出现,多喝水在一定程度上会好些。

5、**预防感冒!**感冒是高海拔地区的大敌,多带些治疗感冒的中药,如果稍有不舒服,一定要及时吃药。

总之,在高海拔地区,只要身体没有异常反应,那就尽情地享受高原所带给你的惊喜与震撼吧!

MPMS 程序编写心得

【苏有亮】

RSO 传输台可进行两种模式的测量: **measure DC** 与 **measure RSO**

measure DC 优点是量程大,达 5emu;缺点是精度仅 $10\text{e-}7\text{emu}$,测量速度较慢。measure RSO 优点是精度达 $10\text{e-}8\text{emu}$,速度快;缺点是量程小,仅 0.4emu ;所以我们一般选择 RSO 模式,比如: Measure RSO: 4.00 cm, 1 cyc, 1 meas, 1.0 Hz, Center, AutoRng, Long, Iterative Reg., track:Yes, raw:No,

diag:Yes。但样品过强，如纯磁铁矿，则需要注意别超过量程，可选择 DC 模式(样品可达 54 mg)或减小样品量 (小于 $0.4/92 \times 1000 = 4.3 \text{mg}$)。

Measure RSO 与 Multiple measure

但当样品较弱时用 Measure RSO 数据可能不太稳定。姜的例子与我的。所以推荐用 Multiple Measure 命令去除数据集中的振荡点，将上面程序改为：
Scan Temp from 20.00K to 300.0K at 5.000K/min in 5K increments (57 steps) Sweep

Multi-Measure 1x Measure RSO: 4.00 cm, 1 cyc,
1 meas, 1.0 Hz, Center, AutoRng, Long, Iterative Reg.,
track:Yes, raw:No, diag:No
为配合扫场模式将 cycle 设为 1

如何使剩场更小些?

设高场 1T，然后在高分辨率模式 (Hi Res Enable) 下振荡 (Oscillate) 到零场。停一分钟后使用 Magnet Reset 命令以更快速度使有效 SQUID 漂移稳定住。这个过程应该得到一个合理小误差范围内的剩场。当样品较弱达 $10e-6 \text{emu}$ 时推荐使用。该命令较耗时，避免多次使用。如李的程序测了 12 个回线，及相应 Hcr，因多次用此命令花了四天。而我测了 10 个回线，不用该命令，约花 15 小时。

另外，在不使用超低场选件的情况下，要获得尽量小的剩场，典型的做法是：

- 1, 在安装样品前，设置 10000 Oe，等待 1 分钟。
- 2, 以 oscillate 方式设置零场，reset magnet。
- 3, 安装样品，暂不加磁场，不定中心 (因为室温剩场下样品信号往往很小)。
- 4, 降到低温后，样品的信号足够大时，再定中心。

AC 磁化率参数的设定

Scan Temp from 5.000K to 300.0K at 5.000K/min in 5K increments (60 steps) Settle
升温速率应小于等于步长，settle 模式。

加场的模式:

设置磁场的模式有三种：振荡模式(Oscillate)、非过冲模式(No Overshoot)和磁滞模式(Hysteresis)。前两种模式属于闭环模式，即加磁场稳定后，磁体电源就自动关闭。Hysteresis 是“开环”

模式，即磁体电源始终打开。开环模式的磁场稳定性稍差，因为是由磁体电源决定的；闭环模式磁场稳定性很好，因为电流在超导磁体线圈里运行是不损耗能量的。

Oscillate 模式设场准确且稳定，但不能用于磁滞测量；No Overshoot 不过冲目标场，可用于磁滞回线测量，但速度较慢。磁滞模式具有快速变场的优点，缺点则是设场精度差，不适合测小信号 ($10e-6 \text{emu}$)，磁体噪音大，消耗液氦多。

测量结束后温度应该置于哪个温度？置于室温即可，记得将场设为 0。

等待时间？磁场会自动等待稳定。

升降温速率的问题：

降温速率过大，易消耗 He。

重点连载

成土作用与土壤磁性

【胡鹏翔】

在当今的环境磁学及相关研究中，“成土作用”无疑是一个重要而流行的词汇。关于成土作用与研究对象 (通常是土壤和各类沉积物) 磁性关系的讨论层出不穷。Zhou et al.(1990)年提出成土作用生成了大量细颗粒强磁性矿物后，成土作用机制成为古土壤磁性增强的重要机制。然而，研究者发现了与中国黄土/古土壤模式完全相反的阿拉斯加黄土/古土壤模式 (Begét et al., 1990; Chlachula et al., 1998)。其中一种观点认为，阿拉斯加冷湿气候下，成土作用溶解了部分强磁性矿物，造成古土壤磁性降低 (刘秀铭等, 2007)。这样一来，成土作用与沉积物磁性关系就变得复杂起来。另一方面，很多研究将成土作用作为一个整体，从而应用各种磁学参数 (例如磁化率，频率磁化率等) 来作为成土作用强度的替代指标，从而探讨古气候变化。然而，成土作用作为一个源于土壤学的词汇，我们却忽略了它的土壤学意义。究竟什么是成土作用，它是否可以作为一个整体来代表气候的变化，成土作用的强与弱到底

如何判定,成土作用究竟如何影响土壤(沉积物)的磁性?这些问题至今都没有得到充分的重视,更没有得到很好的解答,同时,这些问题又是我们反演古环境的基础。因此,我们有必要深入了解成土作用及其与土壤磁性的关系。

从字面上讲,成土作用无非是土壤形成过程中所经历的物理,生物,化学作用的总称。德国科学家 Alexander von Humboldt 对俄罗斯进行了长途考察,于 1832 年出版了《亚洲地质学和气候学片段》等著名论著,发现气候与植被的规律性变化使相近的母质上发育的土壤产生了明显的形状差异,这就是成土因素学说的科学基础。随后,道库恰耶夫在对俄国欧洲部分土壤调查和研究工作的基础上,探讨了俄国不同气候带土壤发生类型和特征,并确立了将土壤作为一系列成土因素作用于母质而形成的独立自然体,从而构成了成土因素学说的基石。1881 年,他创立了气候,生物,母质,时间四个成土因素与土壤之间的函数关系。随后,美国土壤学家詹尼也提出了土壤形成的通用公式: $S=f(Cl, O, R, P, T)$, 阐述了气候,生物,地形,母岩,时间五大因素与土壤的关系。柯达夫 1973 年还提出了地球深部因素对土壤形成作用的学说。我国土壤地质学家陆景岗 1994 年的研究指出,土壤形成中虽以五大因素等外力作用为特征,却受到以新构造运动为代表的内力作用所控制。这是土壤形成因素学说的重要进展和补充。

在五大成土因素中,备受关注的当属气候。而气候因素中,讨论最多的则是气温,降水和风力。对土壤形成产生直接影响的是土壤温度,然而,据沃洛布耶夫(1958 年)的研究,土壤温度与大气温度呈明显正相关,因此,我们才可以放心地讨论古温度与土壤形成的关系。气温及其变化对土壤矿物的物理崩解,土壤有机物与无机物的化学反应速率具有明显的影响。其中,气温对土壤矿物的溶解和淀积,有机物的分解,腐殖质的合成的影响将对其中磁性矿物的形成,溶解产生影响;气温对风化程度及化学反映速率的影响也关系到物源的输入量,以及磁性矿物的转化率,进而影响土壤磁性。在对我国东部森林带谱的土壤磁性研究中,从北向南,磁化率显著升高,其中温度起到了不可忽视的作用(卢升高, 2003)。然而,吕厚远(1994)对中国现代土壤磁化率的研究发现,黄土高原及其周

边地区土壤磁化率随温度升高而升高,但并不是线性关系。到了长江流域及以南的分布区,随着年均温的升高,磁化率却呈现下降趋势,而对于新疆及其周边地区,年均温与磁化率并不存在明显的关系。

大气降水对矿物风化和土壤形成过程具有重要的影响,水分是许多矿物风化过程与成土过程的媒介与载体。年降水量及其季节分配还决定着土壤中淋溶-淀积过程。土壤水分还影响到土壤中氧化还原条件。因此,降水量作为重要的成土因素,在土壤磁性研究中的关注程度是最高的。Singer and Fine (1989)对美国西部土壤的磁测发现,磁化率与年降水量呈正相关。然而,吕厚远等(1994)的研究中,降水量与土壤磁化率的关系与气温相似,存在一个 1100mm 的界限,低于 1100mm 时,呈正相关,而高于其则呈反相关。虽然降水量与土壤磁性的关系是复杂的,但在特定的区域内(降水量在一定范围内),例如 CLP 的部分地区,学者们利用降水量与黄土磁性的关系来反演古降水量。

在中国温带地区很多母质是第四纪风力堆积的黄土,风力的大小决定了物源输入量。不同粒径的土壤颗粒具有不同的起动风速。刘东生先生 1985 年据风洞实验结果提出了“风尘基本粒级(0.01-0.05mm)”的概念。因此,风力大小不同,其能够携带颗粒的总量和粒径大小也就不同,也就有了根据沉积物磁性大小,沉积速率大小,磁性颗粒大小来反演古风力强度的变化。

在其他成土因素中,母质是土壤发育的基础,它的机械组成,矿物与化学元素组成直接影响到土壤发育的方向和速率。许多研究证明,强磁性母质(玄武岩等火成岩母质)和弱磁性母质(沉积岩母质)发育的土壤磁性差异巨大,并且发生层之间的磁性模式截然不同(Jordanova and Jordanova, 1999; Rivas et al., 2006)。地形可通过改变土壤水分状况影响磁化率,在某些地区呈现有规律的磁性地层土链分布(de Jong et al., 2000)。Singer and Fine (1989)的研究认为同一母岩上的土链随年龄的增大而磁化率升高,但在对西班牙河流阶地土壤的研究发现,这一规律并不完全适用(Torrent et al., 未发表)。生物因素中,趋磁细菌对土壤磁性的贡献已经被证实。此外,生物对土壤有机质的形成,能量的转化起到了不可替代的作用。

成土因素是影响土壤发生发育的因素，而成土作用则是成土因素作用下土壤形成的过程。从土壤学的角度来讲，它是土体中进行的物质与能量迁移转化的总体过程。母质与生物之间的物质交换，规定和影响土壤中有有机质累积过程的强度和性质；母质与气候之间的物质交换，决定了土壤地球化学过程的进程。根据土壤形成过程中的物质能量迁移，转化的特点，可以将土壤形成过程划分为以下基本成土过程：

1. 有机物质合成，分解与转化过程

(1) 腐殖质化过程：生物代谢产物分解和合成有机质过程；

(2) 泥炭化过程：有机质以植物残体形式在土壤上层不断积累过程；

(3) 矿质化过程：有机态物质分解氧化为无机态物质。

2. 土壤矿物迁移与转化过程

(1) 淋滤作用：土壤物质随水流移动过程；

(2) 淀积过程：土壤中物质移动并在某部位相对集聚过程；

(3) 灰化作用：土壤表层二氧化硅的残留，腐殖质淋溶与淀积过程；

(4) 黏化过程：土壤中黏土矿物，次生层状硅酸盐的生成和累积过程；

(5) 富铁铝化过程：土体中脱硅，富铁铝氧化物的过程；

(6) 钙化过程：碳酸盐在土体中淋溶，淀积过程；

(7) 盐化过程：土体中易溶性盐类随毛管上升向表层移动与聚积过程；

(8) 碱化过程：土壤中强碱弱酸盐相对聚积，导致土壤溶液中钠离子交换钙离子，镁离子和铵离子的过程；

(9) 潜育化过程：土体在水分饱和，强烈嫌气条件下发生的还原过程；

(10) 潜育化过程：土壤形成中的氧化还原过程，土壤受地下水周期性浸润；

(11) 白浆化过程：表土层由于土壤上层滞水而发生的潜育漂洗过程。

3 土壤的熟化过程

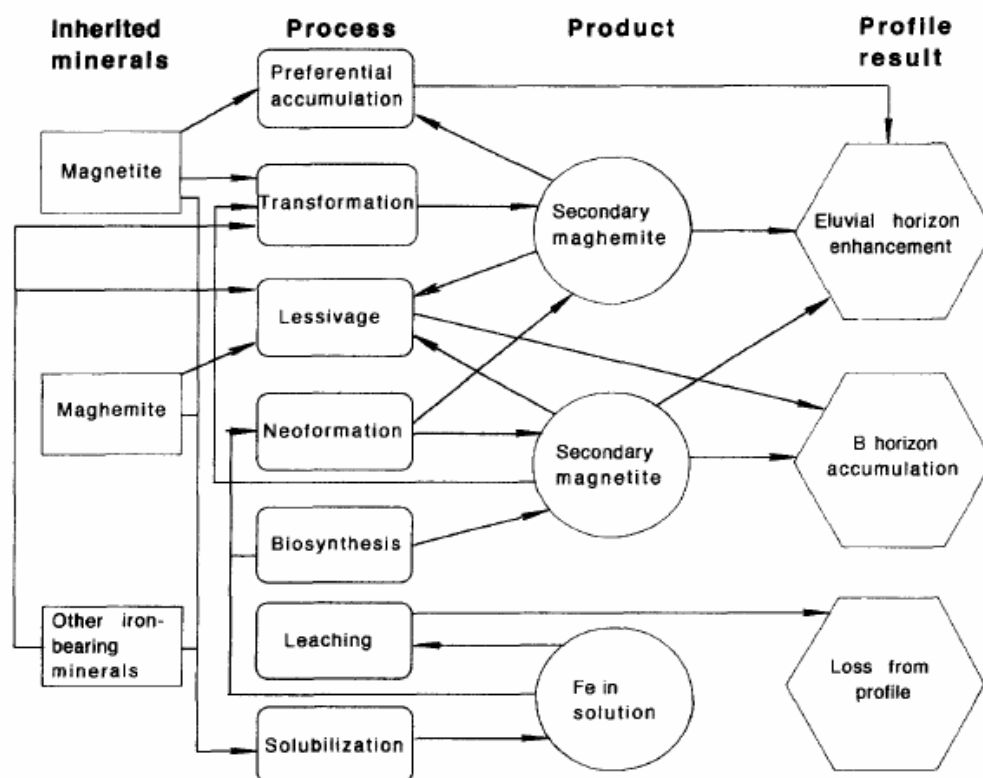
(1) 水耕熟化过程：土壤表层氧化还原作用交替进行；有机质累积和矿质化交替进行；

(2) 旱耕熟化过程：长期种植旱作农作物的过程中促使土壤熟化的过程。

可见，成土作用实际上是对土壤发育过程中所经历的各种物理化学生物过程的概括。而我们通常用来指示成土作用强度的指标，例如化学风化指数(CIA)，Rb/Sr等，它们的原理是：化学风化过程中，不同矿物具有不同的抗风化能力，抗风化能力强的矿物中富含的某些元素被保留，其余元素则易被淋失。因此，可以用元素比，或者某元素氧化物比来指示风化强度。这一原理主要体现了脱钙作用，淋溶作用和淀积作用，却不能涵盖所有的成土作用。我们知道，土壤的磁性取决于磁性矿物的类型，含量和粒径。这些磁性特征在每一种成土作用中都可能发生改变，因而，土壤磁性是所有成土作用综合的结果。但是每种成土作用却可以指示不同的环境状态。因此，想要准确反演古环境，必须要知道每种成土作用中，磁性矿物发生了哪些改变。由于成土作用与磁性矿物的改变并不是简单的函数关系，无法建立明确的对应关系，我们还需要其他指标，例如土壤化学的指标来辅助标记某种特定的成土作用，这样才能深入的研究成土作用与土壤磁性的关系。

然而，成土作用是一个抽象而综合的概念，土壤又是在不同成土作用下发育的综合自然体，因此很难严格区分不同的成土作用。幸运的是，土壤具有不同的发生层，例如腐殖质层，淀积层，淋溶层等，这些层位是某种，或某几种成土作用结果的集中体现。因此，对于土壤不同发生层的磁性研究，将有助于了解不同成土作用对于土壤磁性的影响。前人在这方面已经做过一些研究，并取得了重要的成果。

Singer et al.(1996)的研究建立了一个土壤磁化率增强的理论模型(如下图)。这个模型从磁性矿物出发，集合了7种作者认为对土壤磁性有影响的成土过程(并不是土壤学意义上的成土过程)，阐述了这些“成土过程”下，土壤磁性的变化。然而，这个模型所依据的剖面具有类似的磁化率变化规律，即表层和淀积层磁化率大幅度增强，母质磁化率较低。然而，自然界中的土壤剖面并非全部如此。Rivas et al.(2006)年对两个淋溶土剖面的岩石磁学研究就发现了土壤发生层不同模式的磁性变化。发育于火山碎屑岩的淋溶土剖面中，土壤层的磁性增



强现象消失。母质层中大量粗颗粒的磁铁矿/钛磁铁矿使得母质层磁性较强，成土作用使得土壤层中细颗粒的磁性矿物有所增加，但不能弥补原始强磁性矿物的缺失。另一方面，作者认为在弱磁性母质上发育的土壤，表层（腐殖质层）磁性增加是由于有机质的积累和强烈的生物作用，而淀积层（尤其是下部）的磁性增强则是淋溶淀积作用的结果。此研究还表明，滞水环境不利于新磁性矿物生成，并且会同时溶解原生磁性矿物和次生磁性矿物。但是在E（淋溶漂白层），反铁磁性矿物含量上升，因此，一定的还原条件会有利于反铁磁性矿物的生成或者是保存。D.Jordanova and N. Jordanova(1999)年对保加利亚三个不同类型土壤剖面的磁学研究也表明母质磁性的强弱对土壤剖面磁性的变化影响很大，他们将土壤层磁性低于母质层的现象解释为滞水溶解作用和原生强磁性矿物的缺失。

由此看来，成土作用对土壤磁性影响的模式是复杂的，母质磁性是整个土壤剖面磁性的本底。不同类型的土壤的主要成土作用不同，对磁性的影响也就不同。因此，我们需要更多针对不同母质，不同土壤类型土壤剖面的细致研究，来建立成土作用与土壤磁性的关系，进而应用到古气候反演的领域。

参考文献：

- 卢升高. 中国土壤磁性与环境. 北京: 高等教育出版社, 2003, 1~250
- 刘秀铭, 夏敦胜, 刘东生, 等. 中国黄土和阿拉斯加黄土磁化率气候记录的两种模式探讨. 第四纪研究, 2007, 27(2): 210~220
- 李天杰等著. 土壤地理学. 北京: 高等教育出版社, 2006, 118~267
- 吕厚远, 韩家懋, 吴乃琴, 等. 中国现代土壤磁化率分析及其古气候意义. 中国科学 (B辑), 1994, 24(12): 1290~1297
- Zhou LP, Oldfield F, Wintle AG, et al., Partly pedogenic origin of magnetic variations in Chinese loess, *Nature*, 346, 737~739, 1990
- Begét J E, Stone D B, Hawkins D B. Paleoclimatic forcing of magnetic susceptibility variations in Alaskan loess during the late Quaternary. *Geology*, 1990, 18, 40~43
- Chlachula J, Evans ME, Rutter NW, A magnetic investigation of a Late Quaternary loess/palaeosol record in Siberia. *Geophys J Int*, 1998, 132, 128~132
- Jordanova D, Jordanova N, Magnetic Characteristics

- of different soil types from Bulgaria, *Studia Geophysical et Geodetica*, 1999, 43, 303~318
- Rivas J, Ortega B, Sedov S, et al., Rock magnetism and pedogenetic processes in Luvisol profiles: Examples from Central Russia and Central Mexico, *Quatern Int*, 2006, 156-157, 212~213
- de Jong E, Pennock DJ, Nestor PA. Magnetic susceptibility of soils in different slope positions in Saskatchewan, Canada. *Catena*, 2000, 40, 291~305
- Singer MJ, Fine P. Pedogenic factors affecting magnetic susceptibility of Northern Californian soils. *Soil Sci Soc Am J*, 1989, 53, 1119~127
- Torrent J, Liu QS, Barrón V. Magnetic susceptibility changes in relation to pedogenesis in a Xeralf chronosequence in northwestern Spain, unpublished
- Singer MJ, Verosub KL, Fine P, et al., A conceptual model for the enhancement of magnetic susceptibility in soils, *Quatern Int*, 1996, 34-36, 243~248

岩石磁性的应力效应概述

【杨涛】

岩石磁性的应力效应是地震地磁前兆现象的物理基础,也是构造磁学研究的重点和难点问题之一。上世纪50年代至90年代,人们对应力作用对岩石磁化率、剩磁和感应磁化强度等磁性特征的影响进行了大量的实验研究,探讨了控制岩石磁性对应力响应特性的主要因素,本短文将对部分相关研究成果进行概述。

(一) 应力对磁化率的影响

关于单轴压力作用下岩石磁化率的变化,首先由苏联学者克拉什尼科夫和他的学生们进行了实验研究。他们发现,在压力作用的方向上磁化率是减小的,而在与之垂直的方向上磁化率是略有增加的。Nagata (1966)给出了在单轴压缩的情况下,应力 σ 与平行于应力方向的磁化率 κ 的定量关系,即 $\kappa(\sigma) = \frac{\kappa_0}{1 + \beta\sigma}$,其中 κ_0 为 $\sigma=0$ 时的磁化率, β 为磁化率的应力敏感系数。对于不同的天然岩石样品,

β 介于 $0.8 \sim 1.3 \times 10^{-3} \text{ MPa}^{-1}$ 。随后, Jelenska (1975)通过实验对两者关系进行了进一步的修正,他认为,在单轴压缩作用下,应力 σ 与平行于应力方向的磁化率的关系为 $\frac{\kappa(\sigma)}{\kappa_0} = \frac{1}{1 + \beta\sigma^n}$ ($2 \leq n \leq 1$),其中指数 n 与磁性矿物的种类和结构有关。同时,他还发现,赤铁矿的应力敏感系数约为磁铁矿的100倍,也就是说,在相同的应力压缩作用下,赤铁矿的磁化率的衰减会明显大于磁铁矿。

Revol et al. (1977)通过单轴压力作用使岩石受压致裂,发现其磁效应在压力较低的范围内主要与膨胀有关,在高压阶段主要与接近破裂有关,平行于压缩方向的磁化率随应力的增大而减小,其减小的速率与膨胀的发生有关。围压对磁化率的影响很小,当围压从0MPa到150MPa时,磁化率变化小于2%,循环加载过程中磁化率的变化主要受到差应力变化的控制,围压和微裂缝膨胀对其影响微小(Martin, 1980)。

应力引起岩石磁化率及其各向异性的变化主要包括两个过程:(1)亚铁磁性颗粒固有磁化率的变化;(2)退磁系数 N 的变化(Kapicka, 1984)。对于由于单轴压力产生的弹性变形和小的塑性变形而言,其各向异性的变化主要是由于亚铁磁性矿物固有磁化率各向异性的改变,退磁系数的影响只有在较大的塑性变形中才能显现出来(Kapicka, 1984)。岩石的弹性变形和塑性变形均可以导致磁化率各向异性的改变,前者的主要物理机制是自发磁化的可逆旋转及磁畴结构的不可逆变化,后者的物理机制主要是磁性结构缺陷含量的变化。此外,定向应力对岩石磁化率各向异性影响最大,而静水压力作用下,岩石磁各向异性相对稳定(Kapicka et al., 1996)。对于玄武岩,较小的定向压力可以产生相当大的各向异性程度的变化,同时导致磁化率椭球方向的显著变化,压力导致磁化率各向异性变化的主要原因是平行于应力方向磁化率的变化,其他方向磁化率变化较小且相对应力方向对称(Kapicka, 1988)。这种变化可能是由于应力通过非磁基体的非均匀传递而产生的亚铁磁性颗粒边界的局部应力集中所致(Kapicka, 1990, 1992)。Kapicka et al. (1996)发现平行于岩石层理方向加压时,各向异性参数相对稳定,相反,当定向压力垂直于岩石层理时,各向异性参数产生明显变化。对于相同的岩石类型,两种情况下,平行于压力方向的应力敏感系数具有

明显的差异,主要原因可能是非磁性骨架向亚铁磁性矿物传递外部应力的能力的不同。

(二) 应力对剩磁的影响

Hall and Neale (1960) 对于一系列含有不同磁性矿物的岩石进行单轴压缩实验发现,压力作用会导致热剩磁磁矩的旋转和减小,剩磁的旋转主要受到压力、磁场与压力轴夹角以及样品中磁性矿物的粒度等控制,而与外磁场的强度无关(在 0.05-0.3mT 范围内)。对于一个已经在磁场中磁化的样品在零场中施加压力,会导致岩石磁化强度的减小,然而,在磁场中,应力的突然释放会导致岩石磁化强度的增加 (Nagata and Kinoshita, 1964)。Shive (1970)发现,铁磁性矿物颗粒在单轴压缩情况下,TRM 产生几乎可逆性的减小,如果在外磁场存在的情况下,应力的释放会获得新的剩磁。此外,体积压缩、弹性应变和破裂使得剩磁强度明显地逐渐减小,但对剩磁方向影响很小,但塑性变形可以在很大程度上甚至完全破坏原有的剩磁,同时使剩磁方向产生较大的变化。

Nagata (1970)对单轴压缩作用下,火成岩 TRM 和 NRM 的变化进行了系统地实验,他认为在单轴压缩作用下,平行于压缩方向的 TRM 产生可逆的减小,而垂直于压缩方向的 TRM 增加,在大多数情况下,剩磁的变化主要受到平行于压缩轴方向分量的变化控制 (Revol et al. 1977)。应力作用对 NRM 的影响包含两个部分,“软”的部分(如 IRM 或 VRM)会被单轴压缩不可逆地退磁,而且纵向压缩和横向压缩均会导致 IRM 不可逆的退磁。通常,横向减小的速率小于纵向减小的速率;硬成分(主要是 TRM)对单轴压缩产生可逆变化,主要归因于单个磁畴中自发磁化的旋转,这些磁畴的畴壁被有效局部各向异性紧紧地固定。在压力作用下,NRM 减小的程度与应力加载次数 n 的对数成比例。因此,在考虑压力对 NRM 的减小作用时,不仅要考虑稳定的压力,而且要考虑连续的构造应力 (Pozzi, 1975)。Martin (1988) 对于不同岩石类型的 TRM 进行压力实验,发现初始载荷会导致磁化强度的明显衰减,随着压力卸载,磁化强度只有少量的恢复,在完全卸载后可以观测到磁化强度的永久退磁。差应力导致的退磁效应明显大于静水压力所产生的退磁效应。

Nagata (1970)提出了压剩磁 (Piezo-remanent

magnetization, PRM)的概念,即在外磁场中,作用于岩石样品的应力释放之后,样品所获得的剩磁会略大于其在相同的磁场中获得的正常的剩磁,这种剩磁称为压剩磁。同时,他还发现,当外磁场不是很大,应力为恒定值时,PRM 随着外加场的增加而线性增加;纵向压缩和横向压缩导致的 PRM 呈现相似的特征,但纵向压缩产生的 PRM 通常较横向压缩产生的 PRM 大约 10-25%。从理论上讲,PRM 现象是由于在磁场和单轴压缩共同作用下 90°畴壁的不可逆运动而产生的。

Kelso and Banerjee (1995) 在 0.1mT 的磁场中,对以 MD 磁铁矿为主要磁性载体的天然样品和合成样品,在 0.1-100 MPa 压力范围内进行静水压力实验,结果发现,静水压力对 VSM 获得速率影响不明显。然而,对小于 50 MPa 的单轴应力而言,VSM 强度会随着压力的增加而明显增加 (2-6倍)。此外,在最高 6000 MPa 的静水压力作用下,磁铁矿的局里点线性增加的速率约为 2 °C/100 MPa (Samara and Giardini, 1969; Schult, 1970)。

(三) 应力对感应磁化强度的影响

对于感应磁化强度的应力效应研究相对较少,但已有的研究表明,岩石样品在地球磁场中的感应磁化强度在应力作用下会被明显地增加 (Pozzi, 1975)。Zlotnicki et al. (1981) 发现,轴向感应磁化强度的变化与应力场的变化有关,而与应变无关。对于较低的围压 (<10MPa),如果最大差应力大于 5 MPa,但小于 50 MPa 时,静水应力的变化对感应磁化强度的影响较小,但是如果最大差应力超过 50MPa 或者更大围压 (>10MPa),差应力的改变都会引起感应磁化的变化。对于恒定的围压,轴向载荷首先增加到一个给定值,然后减小,随后,当轴向载荷再一次增加时,轴向感应磁化随着轴向载荷的增加而线性减小,同时,径向感应线性增加。

(四) 影响因素岩石磁性的应力效应的主要因素

影响岩石磁性对应力的响应敏感性的因素主要有:(1) 岩石中主要磁性相的成分(Martin, 1980)。Kapicka et al. (1996, 1997)发现含磁铁矿(或)钛磁铁矿岩石的磁各向异性相对含磁黄铁矿的岩石,相当不稳定。(2) 钛含量。富含钛的磁性矿物对应力的响应较磁铁矿更为灵敏,磁化率和剩磁的应力敏感系数随着含钛量的增加而明显增加(Stacey and

Johnston, 1972)。(3) 内部应力状态和晶体内部缺陷的分布 (Nulman et al., 1978; Martin, 1980)。内部应力状态会产生能垒从而阻止磁畴的旋转, 特别是畴壁的移动, 进而影响磁化强度或磁化率对应力的响应。高的应力状态及局部应力集中会减小磁畴和畴壁的活动性, 从而导致磁性对外部应力响应灵敏性的降低。(4) 应力的大小、加卸载速率、循环次数、循环之间所间隔的时间。(5) 岩石主要磁性载体的粒度与结构(Revol et al., 1977), 应力敏感系数随着氧化程度的增加而减小(Kean et al., 1976), 随着尖晶石含量的增加而增加(Ohnaka and Kinoshita, 1968)。

参考文献

- Hall J.M., Neale R.N., 1960. Stress effects on thermoremanent magnetization, *Nature*, 188, 805–806.
- Jelenska M., 1975. Stress dependence of magnetization and magnetic properties of igneous rocks, *Pure and Applied Geophysics*, 113, 635–649.
- Kapicka A., 1984. Magnetic susceptibility anisotropy of deformed rocks, *Studia Geophysica et Geodaetica*, 28, 90–100.
- Kapicka A., 1988. Anisotropy of magnetic susceptibility in a weak magnetic field induced by stress. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 51, 349–354.
- Kapicka A., 1990. Variations of the mean susceptibility of rocks under hydrostatic and non-hydrostatic pressure. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 63, 78–84.
- Kapicka A., 1992. Magnetic susceptibility under hydrostatic pressure of synthetic magnetite samples. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 70: 248–252.
- Kapicka A., Kobr M., Pichl R., 1996. Changes of parameters of magnetic anisotropy of foliated rocks under pressure. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 40, 421–429.
- Kapicka A., Petrovsky E., Pohl J., 1997. Magnetic anisotropy of rocks under stress conditions of the Earth's crust (Laboratory modeling), *Physics and Chemistry of the Earth*, 22, 157–160.
- Kean W. F., Day R., Fuller M., Schmidt V.A., 1976. The effect of uniaxial compression on the initial susceptibility of rocks as a function of grain size and composition of their constituent titanomagnetites. *Journal of Geophysical Research*, 81, 861–872.
- Kelso P.R., Banerjee S.K., 1995. Effect of hydrostatic pressure on viscous remanent magnetization in magnetite-bearing specimens, *Geophysical Research Letters*, 22, 1953–1956.
- Martin III. R.J., 1980. Is piezomagnetism influenced by microcracks during cyclic loading? *Journal of Geomagnetism and Geoelectricity*, 32, 741–755.
- Martin III. R.J., 1988. The effect of pressure and deviation stress on rock magnetism. Final technical report. Sep., 85-31, Aug., 1988.
- Nagata T., 1966. Magnetic susceptibility of compressed rocks, *Journal of Geomagnetism and Geoelectricity*, 18(1), 73–80.
- Nagata T., 1970. Anisotropic magnetic susceptibility of rock under mechanical stress, *Pure and Applied Geophysics*, 78, 110–122.
- Nagata T., Kinoshita H., 1964. Effect of release of compression on magnetization of rocks and assemblies of magnetic minerals, *Nature*, 204, 1183–1184.
- Nulman A.A., Shapiro V.A., Maksimovskikh S.I., et al., 1978. Magnetic susceptibility of magnetite under hydrostatic pressure, and implications for tectonomagnetism, *Journal of Geomagnetism and Geoelectricity*, 1978, 30, 585–592.
- Ohnaka M., Kinoshita H., 1968. Effect of axial stress upon initial susceptibility of an assemblage of fine grains of $\text{Fe}_2\text{TiO}_4\text{-Fe}_3\text{O}_4$ solid solution series, *Journal of Geomagnetism and Geoelectricity*, 20, 107–109.
- Pozzi J.P., 1975. Magnetic properties of oceanic basalts-effects of pressure and consequence for the interpretation of anomalies, *Earth and Planetary Science Letters*, 26(3): 337–344.
- Revol J., Day R., Fuller M.D., 1977. Magnetic

behavior of magnetite and rocks stressed to failure-relation to earthquake prediction, *Earth and Planetary Science Letters*, 37, 296–306.

Samara G. A., Giardini A. A., 1969. Effect of pressure on the Neel temperature of magnetite, *Physical Review*, 186, 577–580.

Schult, A., 1970. Effect of pressure of the Curie temperature of titanomagnetites $[(1-x)\cdot\text{Fe}_3\text{O}_4-x\cdot\text{TiFe}_2\text{O}_4]$, *Earth and Planetary Science Letters*, 10, 81–86.

Shive P.N., 1970. Deformation and remanence in magnetite, *Earth and Planetary Science Letters*, 7, 451–455.

Stacey F.D., Johnston M.J.S., 1972. Theory of the piezomagnetic effect in titanomagnetite-bearing rocks, *Pure and Applied Geophysics*, 97, 146–155.

Zlotnicki J., Pozzi J.P., Cornet F.H., 1981. Investigation of induced magnetization variations caused by triaxial stresses, *Journal of Geophysical Research*, 86, 11899–11909.

文化动态

新闻集萃

【刘青松, 张春霞】

仪器引进

最近实验室引进了一台震动样品磁力仪 VSM3900。该仪器配套有高低温设备, 能够测量从 10 K 到 700 度的磁学性质, 包括磁滞回线参数, FORC 图等。在岩石磁学和环境磁学研究领域, VSM3900 提供了新的研究手段和保障。

学生毕业

学有所成是每一个学生的心愿。每年六月的阳光点燃了毕业学生对前途的期盼。今年敖红(导师: 朱日祥院士, 邓成龙研究员)和孙丽莎(导师: 黄宝春研究员)分别获得了博士和硕士学位。我们祝福他们新的环境里取得更骄人的成绩。

专家来访

应朱日祥院士的邀请, 法国国家科研中心的 Carlo Laj 教授(2009.9.5.18-2009.6.28)和 Catherine Kissell 博士(2009.6.3-2009.6.28)以及美国加州大学圣地亚哥分校的 Lisa Tauxe 教授(2009.5.16-2009.5.23)来访。这几位学者都是国际古地磁界的领军人物, 因此, 他们的来访加强了我们的实验室与其实验室的国际交流。

科研成果

2009 年最新发表的论文

1. **Ao, Hong**; Dekkers, Mark J.; Deng, Chenglong; Zhu, Rixiang. Palaeoclimatic significance of the Xiantai fluvio-lacustrine sequence in the Nihewan Basin (North China), based on rock magnetic properties and clay mineralogy. *Geophys. J. Int.*, 2009, 177(3): 913-924.

2. **Li, Jinhua**; Pan, Yongxin; Chen, Guanjun; Liu, Qingsong; Tian, Lanxiang; Lin, Wei. Magnetite magnetosome and fragmental chain formation of *Magnetospirillum magneticum* AMB-1: transmission electron microscopy and magnetic observations. *Geophys. J. Int.*, 2009, 177(1): 33-42.

3. **Lin, Wei**; Pan, Yongxin. Uncultivated Magnetotactic Cocci from Yuandadu Park in Beijing, China. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2009, 75(12): 4046-4052

4. **Liu Qing-Song**; Deng Cheng-Long. Magnetic susceptibility and its environmental significances. *Chin. J. Geophys.*, 2009, 52 (4): 1041-1024.

感受西藏之遥远的 Youxia 村

【张春霞】

将近半月的西藏之旅, 一切看似波澜不惊, 然给内心所带来触动却是如此的深刻。虽然自藏归后又经历了新疆戈壁风沙的磨砺, 闭上眼睛脑海中浮现的依然是雪域高原上那小小的村落——Youxia (袖下?) 一个只知其发音不知其字的藏族村落。

那里的人，那里的事，那里的风，那里的雪，时时闪现……



闭上眼睛，仿佛又坐在丰田越野车上，从去珠峰大本营的必经之地老定日县（如今的岗嘎镇）出发，从国道的左侧开下，沿着不像路的路颠簸着向山里挺进。不曾想沿途风景竟是极好的，放眼远处是白雪皑皑的群山，而那世界之顶峰就掩映在其中。究竟哪个才是珠峰？问自己也问同车人。应该就在那边了！答与不答，没有太大的区别。是的，它就在那里，却犹如琵琶半掩面之少女，影影且绰绰；近处，路边是潺潺流水，清且浅，大片大片的白云投下的影子，两三匹涉水畅饮的马儿，风过处吹荡起的点点粼光，一切是那么宁静而和谐。古人有“停车坐爱枫林晚”之情怀，然我们却不曾为这如此的美妙的画面而做片刻的停留，于是只能把这一切定格在脑海中。大约半小时的颠簸后就到了此次野外工作的起点，一个有着二三十户人家的偏远的 Youxia 村。



山里的村落，一群也许从来都没有走出大山的藏族人。Yak（牦牛）、羊群和孩子，日出而做，日落而息……他们安静的生活，是否因了我们的到

来而起了波澜？越野车停在村中央，藏族司机和另外的一个人去村里雇明天帮我们背行李上山的人去了，我和另外两个来自德国的女孩子坐在车里等。车不多时即被闻声赶来的妇女和孩子们给围了个水泄不通，他们争先恐后地趴在玻璃车窗上往里看，且兴趣盎然地用藏语交谈着。后来知道，这个村子至今还未通电。对她们来说，能亲眼看到金发碧眼的女孩子应该还是头一次。安东尼奥和海克估计也从来没有经历过如此的场面，她们坐在车里感觉极为窘迫，估计她们认为那些看她们的人是极为不礼貌的，于是她们拉上了车窗帘。而我则打开车门下了车……

我应该庆幸于自己能走下车来，能这么近距离地与她们接触。见我下车，她们的兴趣随之也就转移到了我的身上，从来没有看过电视，更是从来没有接触过外面的世界，估计像我这样的普通中国人，对她们来说亦是新鲜的。她们把我包围在了中间，想想自己当时带着遮阳帽和太阳镜就那么站在一群穿着藏族服装的村人中间的景象还是满可笑的。我听不懂她们在说什么，她们亦不懂我之言语。然微笑是消除语言的障碍的最好途经。我笑着给她们比划着问，能不能给她们照相？且把照相机里照的照片出示给她们看。她们很快即明白了我的意思，就有了下面的这张“合影”。



在相机中放大了，出示给她们看，她们的表情是兴奋且羞涩的，与孩子们那种欲接近却又有些胆怯的感觉极为相似。孩子们困惑的表情是否在想于这么个小东西，怎么就能把他们给放在里面了呢？估计她们也有着和孩子们一样的困惑吧。我拍一张就给她们的看一张，她们照相的兴趣越来越浓。给你们每个人都照张好不好？我把单张小男孩的照片

放大了给她们看，她们兴奋地讨论个不停，估计也明白了我的意思。于是，就有了一张张精彩的照片。



她背后的小女孩儿十分的羞涩，就算后来混熟了后，我可以握握她的小手了，可当我做出要抱抱的动作时，她依然会害羞地藏到老人的后面。看此时照片中她就把自己给藏起来了。



她很大方，笑的也很灿烂。照相时她站在了车的边上，是否在她的心底也潜藏着对外面世界的向往？



岁月在脸上留下的刻痕，因了那绕膝儿孙们的欢笑而逐渐展平……



标准的高原红色，熟悉的铁锹和背篓，她是千千万万劳动妇女中的一个；她们遍布于广袤大地的各个角落，对生活满怀希望和憧憬，为儿女不吝抛洒汗水，弯了脊梁。



她爱美而羞涩，在我拍照的过程中，她几次掩了面容。在我向她们出示所拍的照片时，她更是拉了我的手，在我手背上抚摸着。同时，伸了她的手和我的手放在一起，当然那对比是触目惊心的。初进藏时，我的手是极其白嫩，在阳光下更是有种白的透明的感觉；而她的手背不但黑且粗糙的犹如老树皮。突然地就想起了母亲那双劳作的手，鼻子顿时有些发酸了。

在和她们相处的那段时间里，她们的笑容一直都极为灿烂，我们完全没有因为语言的不通而感觉



隔膜。她们这种从心底而发出的笑容，是如此的简单而

纯粹，想来她们的生活和幸福感同样是简单、真实而纯粹的，就这么在心底莫名地对她们心生羡慕之情。我们的车要离开了，我从车窗内向她们挥手再见，她们一个个也抬起手向我挥动着，在那刻我想我的心和她们是相通的……

也许，越是简单的生活，给人的幸福感越强吧。在 youxia 村时，再去回想在拉萨的情景，以及自己在北京的生活时，那感觉是如此的遥远，遥远的就像在不同的世界。就像现在的自己，在经历千山万水返回到北京后，再去回望那个村庄的情景时，同样是遥远的不能再遥远的感觉。Totally different life! 真有种如庄生迷蝴蝶般的困惑，不知道哪种生活才是真正的生活。

后来，教授问我在西藏的感受，我不由自主地就想起了在 youxia 村的这个情景。向他述说着当时的感受时，教授说，他遇到过很多相似的情景，在尼泊尔、印度、不丹、云南等等地方，他很能体会我的感受。他说他都是随身带个可以拍快照的相机，照片随时就出来了。他就把相片送给他们，也许他们一辈子就那么一次拍照的机会呢。可惜我是无法把照片送到她们的手上了，那个小村子我连它中文的名字都不知道。

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

副编辑及美工：张春霞

电话：010-82998432, 82998426, 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:

<http://www.paleomag.net/members/qingsongliu/PGL>

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

