



PGL

Letters

第4期 (总第九期)



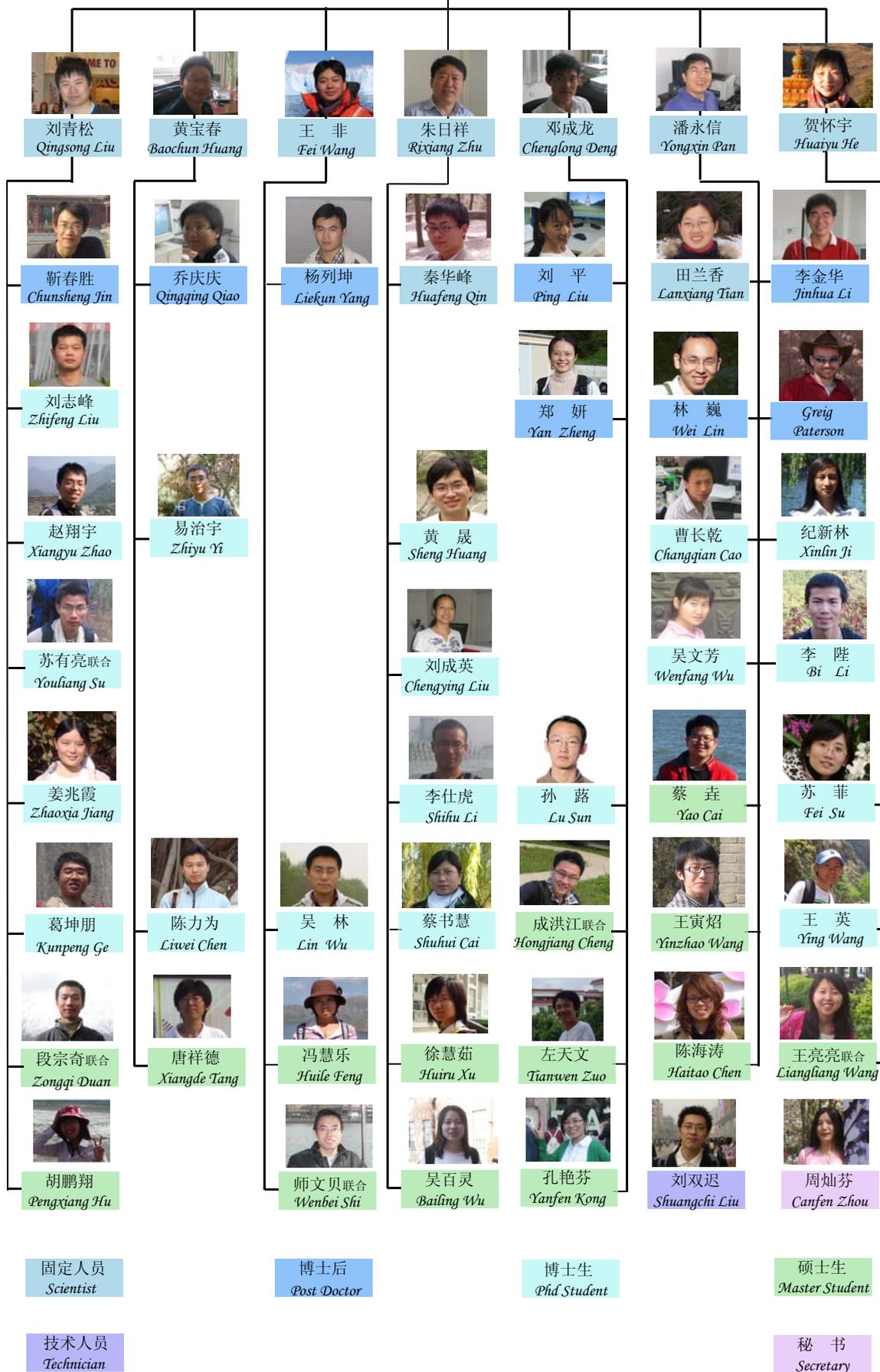
Palisades sill (摄影: 王华沛)

2010

Paleomagnetism and Geochronology Laboratory in Beijing

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

一年时光如猛虎下山般刚一跃而过，兔年早已是蹦蹦跳跳悄然来临。之所以做如是之感叹，其因在于本期的杂志本应在兔年来临之前送至大家手中，却因诸多事务延误至今，请各位见谅！由于多数内容在2010年底时已经成稿，故在封皮上依然保留了2010的时间标示，特此说明。

在上期的内容中我们谈到古强度数据的可靠性，那么这些古强度数据究竟是怎么获得的呢？本期的专题介绍将向您详细概述地磁场古强度测定方法的发展过程，细读您会发现任何科学的发展与进步都离不开思想的突破与技术的创新。

环境磁学的发展为从海洋沉积物中提取高分辨率的古环境信息提供了更加有效的手段，但介质中磁性矿物的粒度、磁畴状态等信息有时会受到有机质成岩作用的影响。如果您对上述内容感兴趣，请关注本期研究进展中郑妍博士的两篇文章。

无磁相互作用的单轴各向异性的单畴颗粒被认为是古强度、古方向的最佳记录载体，但如何识别该类颗粒的存在呢？本期研究进展中将探讨FORC图在该方面所发挥的效用。

如今火星(Mars)探测计划正在

如火如荼地进行着，其中火星磁场必然是大家最为关注的话题之一。本期的重点连载将探讨存在于火星南半球的高强度磁异常的起因、时间等问题。

由于2010年已经过去，我们从实验室人才培养、实验室建设和国际交流等方面对全年实验室的工作进行了年终总结。可以说，总结过去，虎年已是成绩斐然；展望未来，兔年还需宏图大展。

另外，本期的文化动态中刊发了三篇小文章，涉及历史知识、人生感悟与思考等方面，读之让人受益匪浅。

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4期

2011年1月

目 录

人物介绍

刘青松.....1

专题介绍

地磁场古强度测定方法发展过程概述.....1

研究进展

环境磁学在高分辨率古环境研究中的应用.....3

磁性矿物与有机质成岩作用.....5

利用FORC图识别无磁相互作用的单畴颗粒的存在.....6

阿根廷现今土壤的磁化率变化机制.....8

重点连载

Origin of lineated magnetic anomaly in the southern hemisphere of Mars:
Why? When? What? How?9

文化动态

古地磁与年代学实验室2010年终总结.....13

三国之荆州.....21

推演（重生与毁灭）.....24

换位思考——假如我是导师.....25

人物介绍



刘青松, 中国科学院地质与地球物理研究所研究员, 1972 年生于河北涿州, 1989—1996 年就读于中国地质大学(武汉)应用地球物理系获学士、硕士学位; 1996—1999 年在中国科学院地球物理研究所获理学博士学位; 1999—2004 年度在美国明尼苏达大学地质与地球物理系获得博士学位; 2004—2005 年度在美国加州大学 Santa-Cruz 分校地球与行星科学系作博士后研究; 2005—2007 年, 作为欧盟 Marie-Curie Fellow 在英国南安普顿大学海洋地球科学系及英国国家海洋中心作研究; 2007 年在英国南安普顿大学海洋地球科学系被聘为 Lecturer; 2007 入选中国科学院百人计划, 被聘为中国科学院地质与地球物理研究所研究员、博士生导师。长期从事古地磁学、岩石磁学、和环境磁性等领域的综合研究。迄今发表 SCI 论文八十余篇。

承担科研项目情况:

国家杰出青年, 41025013, 2011-2014
中国科学院‘百人计划’ 2007-2012
欧盟 Marie-Curie 基金合作项目 2009

院创新性项目‘青藏高原晚新生代盆地的磁性地层学与环境学研究’KZCX2-YW-Q10-02, 2009-2011
国家自然科学基金面上项目‘我国典型土壤剖面中磁性矿物的生成与转化机制研究’40974036, 2009-2011

专题介绍

地磁场古强度测定方法发展过程概述

蔡书慧

1. 古强度发展背景

自发现地磁场的存在以来, 人们就对这个至少有着 30 多亿年历史的物理场的起源开始不断思考和探索, 几百年来, 众说纷纭。目前一种被广泛接受的观点是地磁场起源于地球外核流体的运动。基于这一观点, 地磁场的变化与地球内部物理过程必然存在某种联系, 因此, 了解地磁场的演化历史对地球动力学研究具有重要意义(朱日祥等, 2002)。地磁场的演化既包括地磁场方向的变化, 同时也存在地磁场强度的变化。对于地质历史时期地磁场的方向, 通过古地磁方法直接获得相对容易, 而对于古强度, 由于其理论和实验技术的复杂性, 获得可靠的古强度数据相对困难, 导致目前古强度数据较方向数据相对匮乏。因此, 一直以来, 许多国内外学者致力于探索测定地磁场古强度的有效方法。

2. 古强度测定方法发展过程

目前提出的古强度测定方法已有十余种, 概括起来可分为传统 Thellier 类型方法(Thellier, 1959; Coe, 1967a, b; Aitken, 1988; Yu. and Lisa Tauxe, 2004, 2005)、Shaw 类型方法(Wilson, 1961; Van Zijl, 1962; Shaw, 1974; Kono, 1978; Senanayake and McElNinny, 1982)和其他技术上有所创新的方法, 例如一次逐步加热法(Kono, 1977)、多样品方法(Hoffman et al., 1989; Hoffman and Biggin, 2005; Dekkers et al., 2006)、微波法(Walton et al., 1992, 1993)、利用斜长石单晶(Cottrell and Tarduno, 1999)和海底玄武质玻璃(Pick and Tauxe, 1993)等特殊材料以及利用超导

显微镜技术(Weiss et al., 2007)等测定古强度的方法。这些强度方法的发展过程代表学者们对古强度测定不断思考和探索的过程,对强度方法的改进主要体现在提高实验效率和提高结果可靠性两个方面。

首先是如何提高实验效率。1959年提出的Thellier-Thellier方法(Thellier, 1959)因其完善的理论基础而在古强度测定中被广泛应用,但该方法采用两次逐步加热的步骤,即通过两次加热分别获得NRM和TRM,非常耗时,后来Kono (Kono, 1977)提出一次逐步加热的方法,即一次加热的过程中同时获得NRM和TRM。显然后者与前者相比实验周期缩短了一半,大大提高了工作效率。此外,Shaw等(Wilson, 1961; Van Zijl, 1962; Shaw, 1974; Kono, 1978; Senanayake and McElinny, 1982)利用NRM和TRM交变退磁谱的比值代替热退磁谱的比值测定古强度值,省去样品反复加热和冷却的过程,也可以很大程度上减少实验时间。

古强度方法发展过程中关注的另一个问题是如何提高结果可靠性。古强度结果的影响因素很多,通常包括加热过程中的热转化(Coe, 1967b; Collinson, 1983; Cottrell and Tarduno, 1999, 2000)、岩石中MD或PSD等颗粒的影响(Shcherbakov and Shcherbakova, 2001; Dunlop and Xu, 1994; Xu and Dunlop, 1994)、剩磁各向异性(Rogers et al., 1979; Aitken et al., 1981; Sekin et al., 2000)和冷却速率的影响(Dodson and McClelland-Brown, 1980; Halgedahl et al., 1980; McClelland and Briden, 1984)等,其中加热过程中的热转化和矿物中包含MD颗粒是最普遍也是对强度结果影响最大的两种因素。为了减少实验过程中的热转化,学者们分别从减少加热步骤、减少单个样品加热次数、改变加热方法、寻找理想材料等方面着手,降低热转化的机率。例如采用一次逐步加热法(Kono, 1977)代替两次逐步加热法可以有效减少样品加热次数;采用多样品方法(Hoffman et al., 1989; Hoffman and Biggin, 2005; Dekkers et al., 2006),每个子样品只加热利用一次,避免单个样品多次受热;用微波(Walton et al., 1992,

1993)直接对岩石中磁性颗粒加热的方法代替传统对全岩样品加热的方法,使得磁性颗粒达到高温的同时全岩样品保持较低温度;用斜长石单晶(Cottrell and Tarduno, 1999)、海底玄武质玻璃(Pick and Tauxe, 1993)等主要由SP或SD颗粒组成的热稳定性好的材料代替全岩样品进行古强度实验等。在这些改进方法中,一部分方法不但可以降低热转化机率,而且在一定程度上对MD颗粒的影响也有一定的改善作用。例如多样品方法中因为每个子样品只利用一次给出一组数据,因此可以减少MD颗粒的影响在实验过程中的累积效应;利用单晶、海底玄武质玻璃等本身由SP或SD等细颗粒组成的材料进行强度实验也是避免MD颗粒影响的有效方法。

除了通过改进实验方法提高强度结果可靠性之外,对强度结果进行一定的校正也是学者们探索的另一重要途径。例如Leonhardt等(Leonhardt et al., 2006)通过对火山玻璃各向异性研究提出各向异性校正公式;Halgedahl等(Halgedahl et al., 1980)提出简单的冷却速率校正公式对强度结果进行校正等。

3. 未来古强度工作展望

每一种新方法的提出都代表古强度测定方法发展过程中的一次进步,但每一种方法都有其局限性。例如传统Thellier方法比较耗时,Shaw类型方法理论基础不够完善,一次逐步加热方法需要提前确定特征剩磁分量方向并要求能很好控制加场方向,多样品方法要求样品均一性好,微波法加热样品解阻机制与传统加热方法可能存在差别,斜长石单晶和海底玄武质玻璃方法样品获得难度大且对仪器精度要求高,超导显微镜技术研究不够广泛等。因此古强度的测定仍任重道远,只有不断探索和尝试,古强度方法才能日趋完善和成熟。了解古强度方法发展历程对今后强度工作的开展具有重要的指导意义。已有研究告诉我们进行强度实验时要根据样品性质选择合适的实验方法,合理分析处理实验数据,并在研究过程中改进已有方法并探索新的思路,最后才能快速有效地获得更多可靠的地磁场古强度结果。

参考文献

- 朱日祥, 潘永信, 史瑞萍. 地球磁场强度对地球内部动力学过程的制约[J]. 中国科学(D辑), 2002, 32(4): 265-270.
- Thellier E., Thellier O. Sur l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé historique et géologique[J]. Annales de Geophysique, 1959, 15: 285-378.
- Coe R. S. Paleo-intensities of the Earth's magnetic field determined from Tertiary and Quaternary rocks[J]. J. Geophys. Res., 1967a, 72: 3247-3262.
- Coe R. S. The determination of paleo-intensities of the Earth's magnetic field with emphasis on mechanisms which could cause non-ideal behavior in Thellier's method[J]. J. Geomag. Geoelectr., 1967b, 19: 157-179.
- Aitken M. J., Allsop A. L., Bussell G. D., Winter M. B. Determination of the intensity of the Earth's magnetic field during archeological times: Reliability of the Thellier technique[J]. Reviews of Geophysics, 1988, 26: 3-12.
- Yu Y. J., L. Tauxe, A. Genevey. Toward an optimal geomagnetic field intensity determination technique[J]. Geochem. Geophys. Geosyst., 2004, 5, Q02H07, doi: 10.1029/2003GC000630.
- Yu Y. J., L. Tauxe. Testing the IZZI protocol of geomagnetic field intensity determination[J]. Geochem. Geophys. Geosyst., 2005, 6, Q06H11, doi: 10.1029/2004GC000840.
- Wilson R. L. Palaeomagnetism in Northern Ireland: part I. The thermal demagnetization of natural magnetic moments in rocks[J]. Geophys. J. R. Astr. Soc., 1961, 5: 45-58.
- Van Zijl J. S. V., K. W. T. Graham, A. L. Hales. The palaeomagnetism of the Stormberg lavas: II. The behaviour of the magnetic field during a reversal[J]. Geophys. J. R. Astr. Soc., 1962, 7: 169-182.
- Shaw J. A new method of determining the magnitude of the palaeomagnetic field: Application to five historic lavas and five archaeological samples[J]. Geophys. J. R. Astr. Soc., 1974, 39: 133-141.
- Kono M. Reliability of paleointensity methods using alternating field demagnetization and anhysteretic remanence[J]. Geophys. J. Roy astron Soc., 1978, 54: 231-261.
- Kono M., N. Ueno. Paleointensity determination by a modified Thellier method[J]. Phys. Earth Planet. Inter., 1977, 13: 305-314.
- Senanayake W. E., McElhinny M. W., McFadden P. L. Comparison between the Thellier's and Shaw's paleointensity methods using basalts less than 5 million years old[J]. J. Geomag. Geoelectr., 1982, 34: 141-161.
- Hoffman K. A., V. L. Constantine, D. L. Morse. Determination of absolute palaeointensity using a multi-specimen procedure[J]. Nature, 1989, 339: 295-297.
- Hoffman K. A., A. J. Biggin. A rapid multiple-sample approach to the determination of absolute paleointensity[J]. J. Geophys. Res., 2005, 110, B12108, doi: 10.1029/2005JB003646.
- Dekkers M. J., H. N. Böhnel. Reliable absolute palaeointensities independent of magnetic domain state[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 2006, 248: 508-517.
- Walton D., J. Shaw, J. Share, J. Hakes. Microwave demagnetization[J]. J. Appl. Phys., 1992, 71: 1549-1551.
- Walton D., J. Share, T. C. Rolph, J. Shaw. Microwave magnetisation[J]. Geophys. Res. Lett., 1993, 20: 109-111.
- Cottrell R. D., Tarduno J. A. Geomagnetic paleointensity derived from single plagioclase crystals[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 1999, 169: 1-5.
- Pick T., Tauxe L. Geomagnetic paleointensities during the Cretaceous normal superchron measured using submarine basaltic glass[J]. Nature, 1993, 366: 238-242.
- Weiss B. P., Lima E. A., Fong L. E., Baudenbacher F. J. Paleointensity of the Earth's magnetic field using SQUID microscopy[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 2007, 264: 61-71.
- Collinson D. W. Methods in Rock Magnetism and Palaeomagnetism: Techniques and Instrumentation. Chapman and Hall, 1983, London, 503 pp.
- Cottrell R. D., J. A. Tarduno. In search of high-fidelity geomagnetic paleointensities: A comparison of single plagioclase crystal and whole rock Thellier-Thellier analyses[J]. J. Geophys. Res., 2000, 105: 23,579-523,594.
- Shcherbakov V. P., Shcherbakova V. V. On the suitability of the Thellier method of palaeointensity determinations on pseudo-single-domain and multidomain grains[J]. Geophys. J. Int., 2001, 146: 20-30.
- Dunlop D. J., Xu S. Theory of partial thermoremanent magnetization in multidomain grains: I. Repeated identical barriers to wall motion (single microcoercivity)[J]. J. Geophys. Res., 1994, 99: 9005-9023.
- Xu S., Dunlop D. J. Theory of partial thermoremanent magnetization in multidomain grains: II. Effect of microcoercivity distribution and comparison with experiment[J]. J. Geophys. Res., 1994, 99: 9025-9033.
- Rogers J., J. M. W. Fox, M. J. Aitken. Magnetic anisotropy in ancient pottery[J]. Nature, 1979, 277: 644-646.
- Selkin P. A., W. P. Meurer, A. J. Newell, J. S. Gee, L. Tauxe. The effect of remanence anisotropy on paleointensity estimates: A case study from the Archean Stillwater Complex[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 2000, 183: 403-416.
- Dodson M. H., E. McClelland-Brown. Magnetic blocking temperatures of single-domain grains during slow cooling[J]. J. Geophys. Res., 1980, 85: 2625-2637.
- Halgedahl S. L., R. Day, M. D. Fuller. The effect of cooling rate on the intensity of weak-field TRM in single-domain magnetite[J]. J. Geophys. Res., 1980, 85: 3690-3698.
- McClelland E., Briden J. Experiments on TRM intensity dependence on cooling rate[J]. Geophys. Res. Lett., 1984, 11: 205-208.
- Leonhardt R., D. B. Dingwell, J. Matzka, A. R. L. Nichols. Cooling rate correction of paleointensity determination for volcanic glasses by relaxation geospeedometry[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 2006, 243: 282-292.

研究进展

环境磁学在高分辨率古环境研究中的应用

郑妍

海洋沉积物是古环境信息研究重要载体之一。

由于大洋岩芯的分布具有全球性,可以全球对比的海洋沉积物在全球古环境研究中发挥了极大的作用。1973年, Shackleton 和 Opdyke (1973) 将磁学参数与气候两个独立的原理紧密联系起来,其后 Kent (1982) 发现磁化率常与气候特征相关,磁化率的测量可以快速提供岩芯剖面变化的环境信息 (e.g. Robinson, 1986), 环境磁学方法开始广泛应用于海洋沉积物的古气候研究中 (Evans and Heller, 2003)。磁学方法可以用于古环境研究是基于海洋沉积物中陆源碎屑物的含量与磁性矿物含量呈正相关这一特征,从而间接地指示古气候变化。

磁学结果与陆源输入物密切相关,气候变化控制输入海洋的陆源物质的组成,因而不同气候控制的海区的磁性矿物组成存在差别,即使在相邻海区,不同的陆源输入物也会导致磁学结果的差异。北大西洋记录的 Heinrich 事件就是这个现象最好的说明。Heinrich (1988) 发现北大西洋出现多次大量粗碎屑的冰筏沉积物 (Ice-rafted debris, 简称 IRD) 沉积的阶段,同时伴随着冷水浮游有孔虫相对含量的高峰及表面海水盐度降低的现象,这一现象被命名为 Heinrich 事件。几年后, Robinson (1995) 在研究北大西洋亚速尔群岛东北部的岩芯时,发现磁化率峰值与 Heinrich 事件粗碎屑颗粒层相对应。后续的大量研究发现,磁化率峰值与 Heinrich 事件吻合的岩芯主要分布在 40° - 50° N 这一纬度带内,即“Ruddiman Belt”。这是由于含较高磁性矿物的冰山漂移到 40° - 50° N 时开始融化,导致该区域的沉积物的磁性矿物含量突增,约为背景值的 3-5 倍。然而,北大西洋其他地区没有明显的粗碎屑层,其磁学结果与 Ruddiman Belt 磁学结果呈相反的变化 (Kissel, 2005)。在这些地区,冰期时磁性矿物含量高,而间冰期碳酸盐含量增加,其稀释作用导致磁性矿物含量降低。北大西洋相邻区域的磁学结果的显著差别与沉积物中粗碎屑层存在与否、陆源碎屑物质含量有关。尽管两个磁学结果的变化存在明显的差异,但是两种磁学变化都反映了冰期和间冰期的旋回特征。因此在利用磁学结果进行古气候研究时,不能盲目的类比,成因解释要与周围环境密

切相关。

年纪尺度的高分辨率(晚第四纪)的研究对象多在沉积速率较高的边缘海地区,这些地区的磁学结果受周边环境影响更大。北大西洋 North Iceland 陆坡采集的 MD99-2275 岩芯的高分辨率磁学结果显示百年尺度周期变化——715, 240, 170, 100yr (Rousse et al., 2006)。这种周期性特征可能与古 Irminger 水团的活动有关,部分磁学结果与北大西洋冰筏事件和冰进事件有关。中国东海内陆架的泥质沉积物主要来自于中国东部的陆源物质, MD06-3040 的磁化率结果与内陆董哥洞石笋的氧同位素结果都是夏季风的替代指标,二者所反映的夏季风减弱事件在年龄误差范围内可以一一对应,说明中国东部海陆两种物质所记录的古气候变化是一致的 (Zheng et al., 2010)。MD06-3040 的磁化率结果显示了 730, 500, 200 等周期变化,该周期与东亚夏季风减弱有关。由于东亚夏季风明显减弱的几个时段与全球其他地区的冷事件对应,因此,全新世气候突然变冷的几个阶段可能是全球性的,东亚夏季风的减弱可能是全球变冷的在亚洲地区的响应。MD99-2275 与 MD06-3040 的磁学结果所显示的变化周期与太阳周期吻合,说明不同地区的全新世气候的变化可能受区域环境的影响,但各个区域的环境变化与全球大气候背景相关。

磁学结果所反映的气候变化实际上是陆源碎屑物搬运应力(河流或者风)在气候的作用下的变化。不同区域的搬运应力对全球大气候变化的响应有所差别。因此,磁学方法反映的古气候变化是区域性的,但与全球大气候变化相关。

- Evans M.E., Heller F. 2003. Environmental Magnetism. Principles and applications of enviromagnetics. Academic Press
- Heinrich H. 1988. Origin and consequences of cyclic ice rafting in the northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. Quaternary Research 29, 143-152
- Kent D V. 1982. Apparent correlation of palaeomagnetic intensity and climate records in deep-sea sediments. Nature 299, 538-539
- Kissel C. 2005. Magnetic signature of rapid climate variations in glacial North Atlantic, a review.

- Comptes Rendus Geoscience 337, 908-918
- Robinson S G, Maslin M A, McCave I M. 1995. Magnetic susceptibility variations in Upper Pleistocene deep-sea sediments for the NE Atlantic: implications for ice drafting and paleocirculation at the last glacial maximum. *Paleoceanography* 10, 221-250
- Robinson S G. 1986. The late Pleistocene paleoclimatic record of North Atlantic deep-sea sediments revealed by mineral-magnetic measurements. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 42, 22-47
- Rousse S, Kissel C, Laj C, et al. 2006. Holocene centennial to millennial-scale climatic variability: Evidence from high-resolution magnetic analyses of the last 10 cal kyr off North Iceland (core MD99-2275). *Earth and Planetary Science Letters* 242, 390-405
- Shackleton N J, Opdyke N D. 1973. Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10^5 -year and 10^6 -year scale. *Quaternary Research* 3, 39-55
- Zheng Y, Kissel C, Zheng H B, et al. 2010. Sedimentation on the inner shelf of the East China Sea: magnetic properties, diagenesis and paleoenvironmental implications. *Marine Geology*, 268, 34-42

磁性矿物与有机质成岩作用

郑妍

有机质在堆积埋藏的过程中发生的成岩作用会改变沉积物中磁颗粒的粒度和磁畴状态,使得磁颗粒变得不稳定,从而改变磁参数所记录环境变化信息以及古地磁记录。有时受成岩作用影响磁颗粒仍然可以保留一些古环境和古地磁场信息,详细地了解成岩作用对磁性矿物的影响在利用磁学参数研究古环境和古地磁场信息时具有重要意义。

有机质[化学配比为 $(\text{CH}_2\text{O})_{106}(\text{NH}_3)_{16}(\text{H}_3\text{PO}_4)$]在堆积埋藏的过程中会不断的发生化学转化,有机碳、氮转化为无机碳、氮(图1)。在这个过程中,沉积物作为氧化剂首选为氧气,如果沉积物中的氧气被消耗完,沉积物中的其他矿物继续提供电子,帮助有机碳分解。沉积物中提供电子的氧化剂依次为: O_2 、 NO_3^- 、 MnO_2 、 Fe_2O_3 、 FeOOH 和 SO_4^{2-} ,从而在沉积物中形成几个氧化还原带:

氧化带(Oxic)-次氧化带(Suboxic)-厌氧带(Anoxic)。厌氧带中,在硫酸盐缺乏的情况下,有机质会自发的部分还原为甲烷,部分氧化为二氧化碳,从而厌氧带又可以细分为硫化物带(sulfidic)和甲烷带(methanic)。

磁性矿物在不同的氧化还原带中呈不同的矿物组合特征(图1)。在次氧化带,锰和铁为氧化剂,赤铁矿或磁铁矿等含铁的氧化物,及纤铁矿(FeOOH)与有机质反映,从而导致沉积物中磁性矿物含量降低。随沉积物深度的增加,碎屑磁铁矿和自生成因磁性矿物受地球化学条件的还原作用逐渐增强,发生矿物转变。在硫化物带中,沉积物中常见的硫酸盐成为有机质还原的氧化剂,被还原为硫离子,铁离子与硫离子结合形成一系列的铁的硫化物。在这个带中,磁铁矿开始溶解。硫化氢很容易与 Fe^{2+} 发生反应,形成胶黄铁矿(greigite)和四方硫铁镍矿(mackinawite)。在溶解的硫化物的高含量情况下,磁铁矿会完全溶解,硫化,最终形成黄铁矿。另一方面,如果 H_2S 产量很少或者沉积速率较高时,磁铁矿可能在沉积物(富铁及转换带)中保存下来。当沉积物的沉积速度很高时, H_2S 会先与其他活性较高的磁性矿物发生反应,依次为:水铁矿和纤铁矿等铁的氢氧化物,其次为针铁矿,再次为磁铁矿和含铁的粘土矿物,最后是伊俐石和硅酸盐矿物(如石榴石、辉石和角闪石)。最新研究表明赤铁矿的活性比磁铁矿差,更不易受成岩作用影响。最终在甲烷带中,磁性矿物组成在不同的阶段,铁离子与二氧化碳结合形成菱铁矿。通常来说,典型的还原成岩剖面上,磁性矿物含量在某一深度突然降低,反映了沉积环境由氧化带转为厌氧带。而硫化物带和甲烷带的分界带上则有特别的磁学变化:低磁性矿物含量和高矫顽力的特征。在每个阶段内部,各磁学参数的变化不大。因此根据磁学参数的变化可以反推沉积物中氧化还原环境的阶段性变化。

最为简便的识别沉积物是否经历了还原成岩作用的方法就是观察沉积物的颜色(图1)。处于

氧化态的沉积物呈棕色 (Brown), 而还原带的沉积物呈缺氧状态的绿色 (Green) 或者橄榄绿 (Olive)。根据沉积物的颜色变化, 可以粗略的判定沉积物的状态。然而, 有时沉积物的颜色渐变无法识别, 同时又缺乏沉积物中各离子和酸根的剖面变化, 磁学结果可以得到沉积物氧化还原环境变化的信息。

氧化还原带的垂向分布受有机质的含量、沉积速率和反应物的活性决定, 反应时间约为 1-700 年不等。沉积物中的有机碳的含量很高时, 硫酸盐还原带会出现在沉积物-水界面之下几厘米。反之, 有机碳的含量很低时, 硫酸盐还原带将会出现在沉积物-水界面之下几十米。气候变化可能引起周期性的成岩序列。例如, 气候变化会使沉积物中有机质的输入量减少, 导致氧化还原带的厚度增加。因为气候波动, 所以新的富含有机质和缺氧的环境循环相继发生。这在地中海地区极为常见。在中国浅海地区, 已有的研究表明, 陆架泥质沉积物中有机质含量相对较低 (<1%), 且剖面变化很小, 磁性矿物组成类似, 沉积速率是中国浅海区域成岩作用的主要影响因素。因此在不同地区利用磁学方法进行有机质成岩作用研究时, 需要考虑多方面的影响因素。

如果想得到理想的古环境及古地磁场数据, 在设计取样方案时需要避免易发生有机质的成岩作用发生海区 (主要为有机质含量较高的区域):

- 1) 离岸很近的半深海地区, 这些地区比较常见;
- 2) 有机质生产率和沉积速率较高上升流区;
- 3) 被陆地圈闭的海盆, 如地中海或日本海, 这些区域的深水环流受到限制, 底层水的垂向运动和/或有机质生产率的增强使有机质沉积速率较高;
- 4) 富有机质的浊流沉积形成的深海平原。从另一方面来说, 有机质成岩的最终阶段自身发生氧化还原形成甲烷, 因此, 在以上区域与油气形成相关, 是研究油气生成的理想地区。

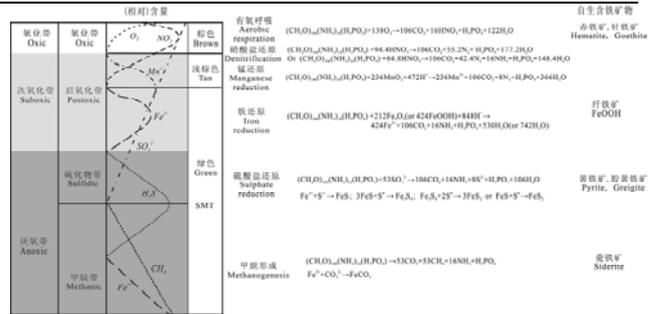


图 1 典型沉积物的氧化还原剖面、氧化剂随深度的变化特征以及不同阶段的反映特征 (综合 Froelich et al., 1979; Berner, 1981; Hesse and Stolz, 1999; Evans and Heller, 2003 中的氧化还原剖面)。自生成岩矿物资料来自于 Roberts and Weaver, 2005。海洋沉积物中的有机碳与沉积物中氧化剂之间的化学反应引自 Evans and Heller (2003)

主要参考文献:

Evans, M.E., Heller, F. 2003. Environmental Magnetism. Principles and applications of enviromagnetics. Academic Press
 Maher B A, Thompson, R, eds. Quaternary Climates, Environments and Magnetism. Cambridge: Cambridge University Press, 1999, Chapter 5, 6, 10.

利用 FORC 图识别无磁相互作用的单畴颗粒的存在

赵翔宇 苏有亮

无磁相互作用的单轴各向异性的单畴颗粒 (UNISD, uniaxial single domain)被认为是古强度、古方向的最佳记录载体, 而且趋磁细菌的磁小体链也可认为等价于这种颗粒, 所以使得这种单畴颗粒在古地磁与环境磁学中具有重要的研究意义。然而, 由于受到其他磁性组分 (SP, PSD 和 MD 颗粒等) 的干扰, 传统磁学手段很难有效地从全样信息中识别出无磁相互作用 UNISD 的存在。不过, 由于 FORC 图是在一个由矫顽力(Hc)与磁相互作用(Hu)构建的坐标系中表达样品的磁性信息, 不同磁性组分在这个坐标系下各自具有比较明显的特征, 所以 FORC 图可以较为直观地给出全样的磁组分信息, 从而在这一方面具有独特的优势。基于对 UNISD 颗粒 FORC 图的物理机制的模拟研究和理论分析, Egli et al. [2010] 给出了一个利用 FORC 图识别并分离样品中无磁相互作用 UNISD 信号的研究实例。

利用 Newell [2005]针对无磁相互作用 UNISD 建模模拟的 FORC 函数, 可以知道这种颗粒的 FORC

特征：(1) 沿 H_c 轴方向上在 $H_u=0$ 附近，FORC 函数具有尖锐的峰值，就像地形图上的一条山脊，称为中脊(cr, central ridge)。这一特点是由于 UNISD 颗粒的磁矩在其 H_c 附近发生不可逆转动造成的。(2) 在 FORC 下半空间 (即 $H_u<0$)，FORC 函数关于负对角线 ($H_u=-H_c$) 反对称，特征表现为在靠近 H_u 负轴处，FORC 图上有一个小于 0 的区域。这一特点是由磁矩的连续转动 (即可逆转动) 造成的。这两个特征是识别无磁相互作用 UNISD 信号的基础。

因为无磁相互作用 (或者弱磁相互作用) 的缘故，决定了第一个特征在 H_u 轴上分布非常狭窄，所以要保证测量数据具有足够高的分辨率 ΔH ，才可能保证中脊特征表现在 FORC 图上，其中， $\Delta H = \delta H \times (SF+1/2)$ ，即最终的分辨率既受到测量步长 δH 的影响，又受到数据处理时平滑因子 SF 的影响。经验上，对于沉积物 FORC 数据的处理一般需要 SF 取 3-7，因此为使 ΔH 尽可能最小 (例如 2.5 mT)， δH 不应超过 0.3-0.8 mT。 ΔH 之所以对于识别中脊信号有着重要影响是因为处理 FORC 数据时，要利用临近 $(2SF+1) \times (2SF+1)$ 点进行插值拟合，实际上这是一个低通滤波，会使中脊的 FORC 函数 (ρ_{cr}) 变得平缓。如果用半极值的宽度 (FWHM, full width at half maximum) 表征中脊的宽度的话，我们用软件处理的 FORC 图得到的 FWHM 受本征宽度 σ_i 和加权窗口的宽度 σ_Q (与 ΔH 有关) 的共同影响，即

$$FWHM = \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_Q^2 / 2}$$

所以，当 σ_i 非常小的时候，FORC 图上表现出的 ρ_{cr} 就是由于分辨率不足造成的假象；相反，对于有较强相互作用存在的 SD 颗粒来说，其 σ_i 较之 σ_Q 来说足够大，所以分辨率对它的影响并不大。

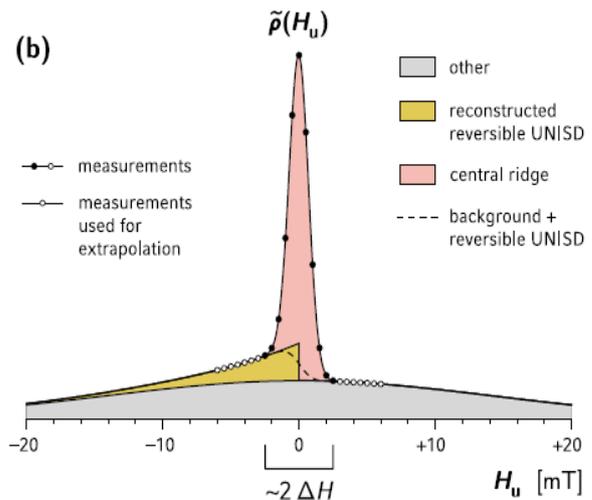
在分辨率合适的情况下，可以认为 σ_i 未被掩盖，从而在 FORC 图上可以确定出 ρ_{cr} 的 FWHM。为了分离出中脊的贡献，可以利用 $|H_u| > FWHM$ 的数据拟合出 $|H_u| \leq FWHM$ 内的 FORC 函数，并从总的 FORC 数据中扣除掉 (原文图 9b)，这样就可以得到 β_{cr} (原文图 12a)。

β_{cr} 是 ρ_{cr} 经过数据处理后的结果，为了能够反映 ρ_{cr} 的真实信息，作者提出可以对 β_{cr} 沿 H_u 轴积分，结

果为：

$$\mu_{cr}(H_c) = \int_{-\infty}^{+\infty} \beta_{cr}(H_c, H_u) dH_u \approx \frac{M_s}{2} \bar{S} f(H_c)$$

在确定了 M_s 和 \bar{S} 之后，就将无磁相互作用的 UNISD 中脊的 FORC 函数转换成了其矫顽力的分布函数 $f(H_c)$ 。这意味着，利用 FORC 图不但可以定性判断无磁相互作用的 UNISD 颗粒的存在，还可以定量地分析这些颗粒的矫顽力分布。

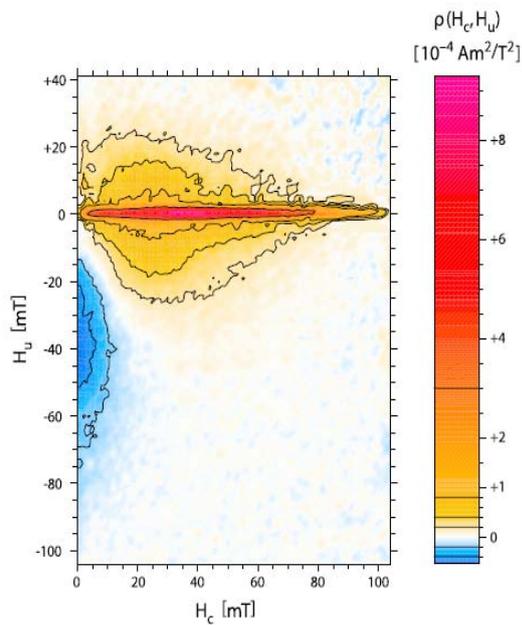


原图 9. FORC 图沿 H_u 轴的剖面。粉红色区域代表 UNISD 的中脊信号，分布在 $|H_u| \leq \Delta H$ 范围以内， ΔH 为 FORC 图的分辨率。灰色区域代表其他磁性颗粒产生的信号。通过对 $|H_u| > \Delta H$ 之外的信号 (空心圈) 拟合可以用来重构 $|H_u| \leq \Delta H$ 区域的信号 (虚线所示)。

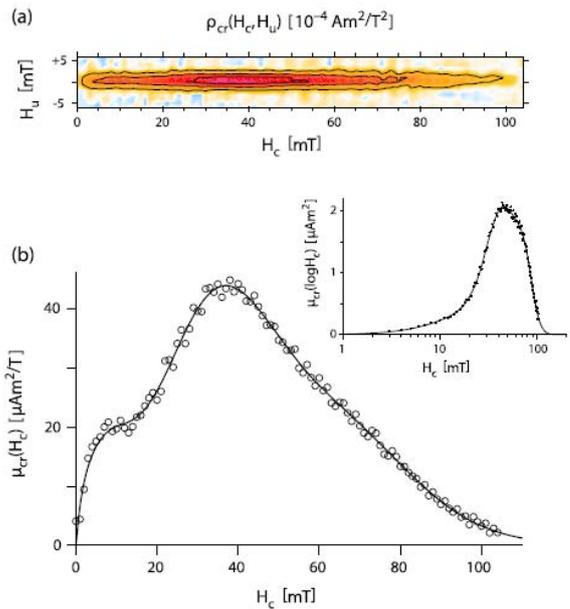
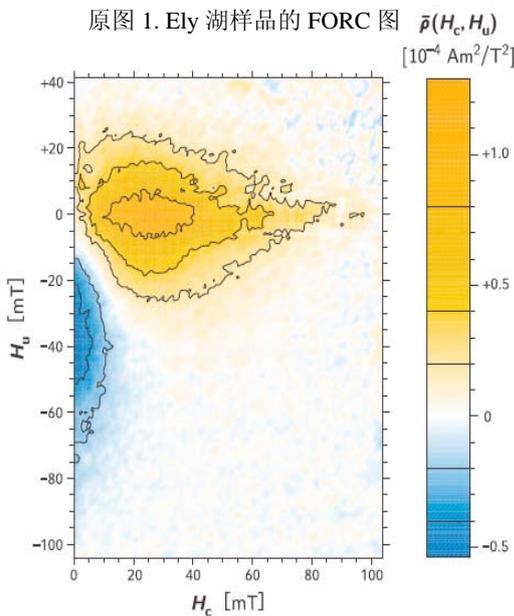
利用这一方法，作者对一个 ELY 湖的样品进行了研究。FORC 图上，中脊的本征 $FWHM < 0.4 \text{ mT}$ ，极有可能代表 UNISD 颗粒或链的特征，而且它们在沉积物中一定是均匀分散的。如果这些颗粒是磁小体，它们肯定会以独立、完整的链存在，因为塌塌的链或者磁小体簇都有较强的磁相互作用力。那么，中脊的存在非常可能指示了 ELY 湖样中存在完整的磁小体化石链。不过利用 ELY 湖样的 FORC 图做出的矫顽力谱分析表明，其中含有一些矫顽力较小的组分，这些不太可能是磁小体链化石，更可能是一些无机成因的磁性矿物。这意味着自生成因的超细磁铁矿或胶黄铁矿，如果在沉积物基质中分散得很好的话，会对中脊的低矫顽力区有贡献。

虽然，作者在理论上推导了这一关系，而且 ELY 湖样的例子表明 FORC 图可以用来识别磁小体链和适合做古强度研究的分散性好的单畴颗粒。但在实际

操作时, 该方法仍会遇到阻碍。首先, 测量步长 δH 受仪器控制精度限制不可能太小。其次, δH 越小, 测量的时间就越长, 而且也使得测量过程中受到外界环境干扰的可能性大大增加。为了提高数据的信噪比, 作者建议对一个样品多次测量, 然后取平均值。如此一来, 测量周期是很长的, 不宜于批量测量。最后, β_{cr} 不但受到数据处理过程的影响, 还受到测量时的噪音影响, 所以利用 FORC 图定量研究矫顽力分布可能还会受到不少限制。



原图 1. Ely 湖样品的 FORC 图



原图 12. (a)从图 1 中减去图 11 的信号后获得的中脊的 FORC 信号。在 $|H_u| > 6$ mT 时信号为 0。(b)对 中脊的 FORC 数据在 $|H_u| \leq 6$ mT 内积分得到矫顽力分布信息 (空心圈)。插图中矫顽力轴改为对数坐标。突出了 40 mT 附近的峰值。

Egli, R., A. P. Chen, M. Winklhofer, K. P. Kodama, and C.-S. Horng (2010), Detection of noninteracting single domain particles using first-order reversal curve diagrams, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 11, Q01Z11, doi:10.1029/2009GC002916.

阿根廷现今土壤的磁化率变化机制

刘青松

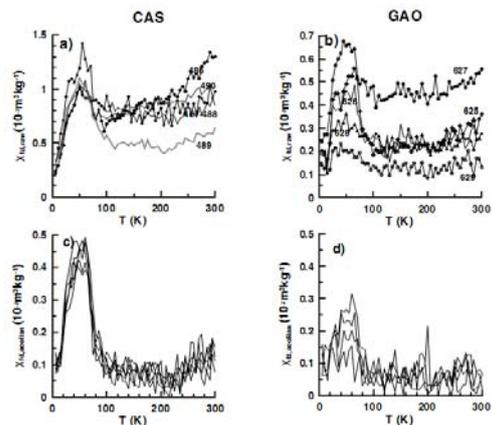


图 1 两个现今土壤剖面(CAS 和 GAO)不同土壤层(Horizon)样品的低温磁学性质。a)和 b)全样; c)和 d)是经过 CBD 处理后的样品。

风成黄土在全世界广泛分布, 最具有代表性的位中国黄土、欧洲黄土、西伯利亚、阿拉斯加和阿根廷黄土。经过成土作用, 不同地区黄土的磁化率都会有显著变化, 但是模式比较复杂。以中国黄土

为代表,在典型地区的古土壤,其中含有很多由成土作用产生的细粒磁赤铁矿(主要分布在22-25nm),从而使得古土壤的磁化率显著升高。而在阿拉斯加和西伯利亚,其古土壤的磁化率明显降低。经过前人研究,发现在这些寒冷地区,土壤化过程中形成的纳米级磁性矿物很少,然而由于在暖期的搬运动力明显降低,物源来的磁铁矿的粒径也显著降低,从而使得古土壤的磁化率也整体降低。

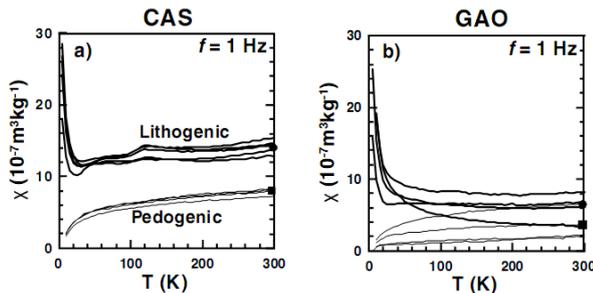


图2 通过CBD方法有效地分离出阿根廷土壤中的物源信息(Lithogenic)和成土作用信息(Pedogenic)

对于阿根廷的黄土及相关的土壤,其磁化率的变化更复杂。尤其在低温(<100K),会出现特有的频率磁化率现象(图1)。前人的研究认为该地区的成土作用除了生成几十nm的磁铁矿外,还可以生成粒径非常单的几个纳米的磁性矿物,后者是这种低温频率磁化率的主要贡献者。这暗示着阿根廷地区的成土过程具有独特性,其机制一直困扰着相关研究。

刘等系统地研究了阿根廷两个典型地区的现今土壤剖面,其基质(C层)为黄土。研究发现,经过CBD处理后的样品(图1c和d),其低温频率磁化率并没有变化,并且不同层位样品的低温频率磁化率幅值也大体相当。CBD能够有效地溶解成土作用产生的纳米级别的磁性物质。因此,该研究说明这种低温频率磁化率的性质与成土作用没有关系,是其物源物质具有的性质。进一步的研究分析,这种低温磁化率应该是物源粗颗粒多畴磁铁矿造成的。

这项研究厘定了阿根廷黄土和土壤磁化率变化的机制,并通过CBD方法有效地分离出了物源和成土作用信息(图2),为正确研究该地区的成土过程和提取真正的气候信息提供了基础和手段。

该研究成果近期发表在国际地球物理杂志(Geophysical Journal International): Liu QS, Torrent J, Morrás H, Hong A, Jiang ZX, Su YL, Superparamagnetism of two modern soils from the northeastern Pampean region, Argentina, and its paleoclimatic indications, GEOPHYSICAL JOURNAL INTERNATIONAL, 183, 695-705, 2010.

重点连载

Origin of lineated magnetic anomaly in the southern hemisphere of Mars: Why? When? What? How?

Yifan Hu

Department of Geological Sciences, University of Florida

Magnetic anomalies are deviations from magnetic field of the planet produced by crustal materials as measured by near-surface satellites over a broad range of radial distances. The discovery of large scale magnetic anomalies on the order of thousands of kilometers long, a few hundred kilometers wide in the southern hemisphere of Mars by Mars Global Surveyor (MGS) spacecraft triggers considerable amount of interest within science community (Acuña *et al.*, 1999). What's even more interesting is that these magnetic anomalies are east-west-trending, quasi-lineated (Fig. 1). The origin of these lineated magnetic anomalies is soon becoming a very controversial topic in both Planetary Science community and Geomagnetism Paleomagnetism Community.

The first working hypothesis is proposed by Connerney *et al.*, 1999, addressing that they actually represent the ancient sea-floor spreading on the Juvenile Mars in the presence of active dynamo. There are many supportive evidences making this hypothesis convincing: these lineated anomalies are constituted by a series of stripes with alternating magnetization (1) in terms of its polarity, which resembles the marine anomalies discovered on Earth distributed as parallel

bands along the axis of Mid Ocean Ridge. Connerney *et al.*, speculates that these stripes may have recorded the polarity reversals of Martian magnetic field at the moment they form.

However, Fairen *et al.*, 2002 holds opinion against this model by pointing out that the elevations of these anomalies measured by MGS are significantly higher than that of their ambient lands, especially the northern hemisphere. In case they are the relict products of sea-floor spreading, the elevations should be progressively getting lower as they are moving further away from the axis.

Furthermore, as the absence of large scale magnetic anomalies in the northern hemisphere of Mars is taken into consideration (Fig. 1), the asymmetry of these lineated anomalies contradicts to the model of sea-floor spreading which should be faithfully recorded at both side of its spreading center. On the other hand, Fairen *et al.*, 2002 hypothesizes that rather than the sea-floor spreading, continental collision as well as terranes accretion may be a better interpretation to describe the asymmetry and high elevation, the analog on Earth is the enormous collision belt along the western North America (the Cordillera) with similar size and geometry, yet no finding of corresponding rock types (e.g. arc volcanic, silicic plutonics and metamorphosed sediments) associated with this type of collision is confirmed in the vicinity of these regions.

Although Connerney *et al.*, 1999 claims that the absence of large scale magnetic anomalies in the northern part of Mars should attribute to one or several disastrous asteroid bombardments totally demagnetizing (2) the crust as very high shock pressure and temperature are achieved, other scientists suggest that the sea-floor spreading model needs to be cautiously re-evaluated.

No matter which model is adequate to explain the

origin of lineated magnetic anomalies, one consensus has been achieved: tectonism may not be unique to the earth, it may possibly have existed on other terrestrial planet such as Mars and this consensus is confirmed by Dohm *et al.*, 2002 providing a synthesis of published geomorphological, paleohydrological information and detailed structure mapping.

There are other alternative speculations including hot spot track (Sprenke, 2007), dike intrusion (Nimmo, 2000) to explain the origin of these lineated magnetic anomalies, further validity confirmations are necessary.

Given the fact that the elevation of northern hemisphere is much lower in comparison with the southern one's (the crustal dichotomy, Fig. 2), (Smith *et al.*, 1999; Neumann *et al.*, 2004; Walters *et al.*, 2007) gigantic meteorite impact model is gradually gaining its popularity during past 2 decades: Wilhelms *et al.*, 1984; McGill *et al.*, 1991; Nimmo, 2008 suggest the northern hemisphere has been historically bombarded by one or several giant asteroids or meteorites that not only significantly disrupt the crust, but also result in depletion of underneath mantle even part of the core (Fig. 3). The intense bombardments are playing a crucial role in modifying this planet by 1) terminating the ongoing active dynamo of Mars, 2) erasing the magnetization of its northern crust. Since those giant meteorite-impact craters do not display any magnetization at all, they are assumed to occur after the cessation of globally-effective magnetic field, otherwise the craters will again acquire magnetization in the presence of ambient field as they cool down below the ordering temperature (3) when melting and related thermal events disappear. By contrast, southern hemisphere may have devoid this type of disastrous impact and therefore retains many ancient geological features such as these lineated anomalies generated prior to the shut down of Martian dynamo.

If this model is plausible, it may explain a few unsolved puzzles including the absence of large scale magnetic anomaly in the northern hemisphere and the anomaly asymmetry between 2 different hemispheres. However, there is one question that hasn't been answered properly: if the northern lowlands are developed as subsequences of bombardments, why does this hemisphere manifest itself as a region with far fewer craters in comparison with the southern one? Before evidences of large scale resurfacing factors such as glacier migration, water flow, sediment infilling or other contributions that could smooth out the surface are discovered, this model remains imperfect.

Besides these working hypotheses, there are other unsolved but important mysteries related to southern Martian magnetic anomalies being discussed within science community, a growing body of work is currently attempting to understand why the magnitude of magnetization detected at high altitude (~400 km) by MGS is several orders stronger than that of typical terrestrial basalt at a comparable distance. Considering magnetization of rocks with same age on Earth is extremely weak, the mechanism behind this retention of strong magnetization over billions of year at a large scale is unclear. McEnroe *et al.* 2004 proposes that the strong magnetic anomalies are probably caused by a new type of magnetism: lamellar magnetism (4) which has been experimentally proved to be resistant to thermal demagnetization (5) and shock demagnetization (6). Kletetschka *et al.* 2000, Dunlop 2005 speculates that particular assemblage of magnetic minerals (e.g. hematite, titanohematite or both) and high iron concentration (15~30 % by weight Fe versus a few percent in terrestrial continental crust) on the basis of a variety of observations (thermal emission spectrometer, Martian meteorites, soil measurement at the Pathfinder landing site etc.) may

also play a significant role in enhancing the magnetization. Also, Gilder 2004, 2008 discovers that the magnetization of hematite, titanomagnetite and magnetite will be permanently elevated even the applied stress is removed.

Future Directions

Research in understanding the origin of lineated magnetic anomaly in the southern hemisphere of Mars is expanding at an astonishing pace on a variety of fronts, only very few of which are described in this short abstract. Scientists are continuously integrating tools from complementary disciplines (e.g. Material Science, Astronomy, and Geodesy) as they explore the effects from mineral structures to magnetic field behavior of our giant reddish planetary neighbor.

Because there are currently no seismic measurements done on Mars, the thickness of Martian crust remains a debatable topic as the depth of seismic velocity discontinuity that characterizes the interface between layers of different mineral, chemical compositions cannot be well estimated. So possibly in future, as the first seismometer is successfully deployed on Mars and starts to send data back to the Earth, scientists are able to make a major breakthrough in this area, and the excitements along with complexity described in this short abstract will help out readers to get a rough idea of its historical research attempt.

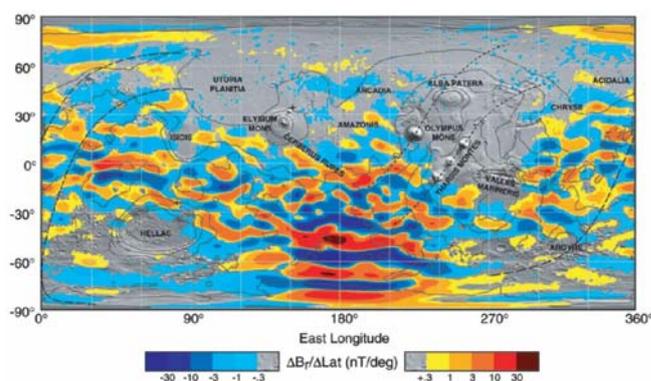


Figure 1 Mapping of Martian magnetic anomalies, generated from data by Mars Global Surveyor (Acuña *et al.*, 1999).

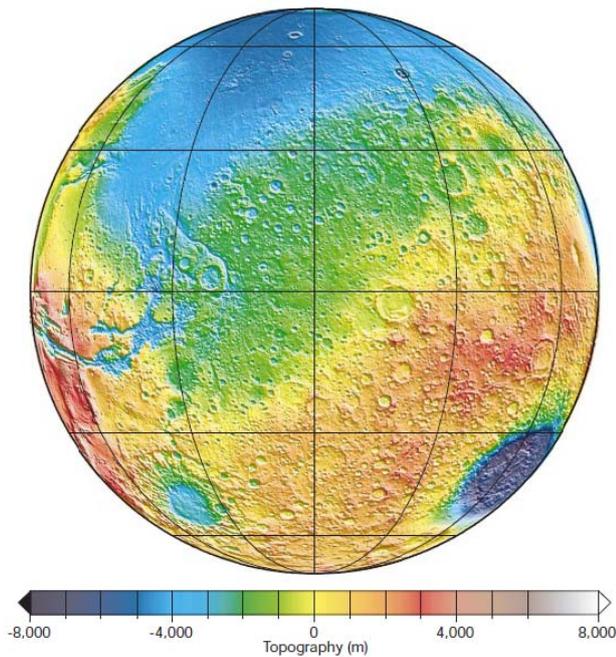


Figure 2 Spherical projection of Mars' topography with 0° E longitude at front center. It describes the elevation difference between Mar's southern and northern hemispheres. (Neumann *et al.*, 2004)

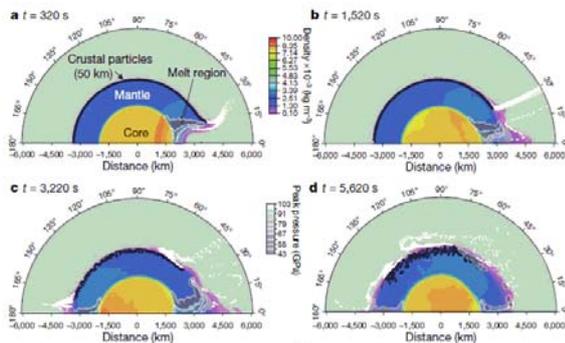


Figure 3 Snap shot of results from typical axially symmetric simulation using Zeus hydrocode to display different stages of Martian core-mantle equilibration after impact over time (Nimmo, 2008).

Glossary (Harrison and Feinberg, 2009)

- 1) **Magnetization** - Expressed as the magnetic moment per unit volume (A/m). Sometimes measurements of magnetic moment are normalized by the mass of the sample rather than by its volume, yielding units of $A \cdot m^2 / kg$.
- 2) **Demagnetize** - Process of reducing or removing magnetization.
- 3) **Ordering temperature**- The temperature above which the spontaneous magnetization is lost.
- 4) **Lamellar magnetism**- An extremely stable and strong magnetic microstructure generated by nanoscale intergrowths of ilmenite ($FeTiO_3$) and hematite (Fe_2O_3).

- 5) **Thermal demagnetization**- Process of reducing or removing magnetization of materials when it is subjected to thermal perturbation.
- 6) **Shock demagnetization**- The removal of remaining magnetization of a material as it is exposed to a physical shock; especially important in meteorite.

Reference

- Acuna, M. *et al.*, (1999). Global distribution of crustal magnetization discovered by the mars global surveyor MAG/ER experiment. *Science*, 284(5415), 790-793.
- Connerney, J. E. P., Acuña, M. H., Wasilewski, P. J., Ness, N. F., Reme, H., Mazelle, C., Vignes, D., Lin, R. P., Mitchell, D. L., & Cloutier, P. A. (1999). Magnetic lineations in the ancient crust of mars. *Science*, 284(5415), 794-798.
- Dohm, J., *et al.*, (2002). Plate Tectonism on early Mars: Diverse geological and geophysical evidence. *Lunar and Planetary Science*, XXXIII, 1639.
- Dunlop, D. J., & Arkani-Hamed, J. (2005). Magnetic minerals in the martian crust. *Journal of Geophysical Research-Planets*, 110(E12), 1-11. doi:10.1029/2005JE002404 ER
- Fairen, A. G., Ruiz, J., & Anguita, F. (2002). An origin for the linear magnetic anomalies on mars through accretion of terranes: Implications for dynamo timing. *Icarus*, 160(1), 220-223. doi:10.1006/icar.2002.6942 ER
- Gilder, S. A., & Le Goff, M. (2008). Systematic pressure enhancement of titanomagnetite magnetization. *Geophysical Research Letters*, 35(10) doi:10.1029/2008GL033325 ER
- Gilder, S. A., LeGoff, M., Chervin, J. C., & Peyronneau, J. (2004). Magnetic properties of single and multi-domain magnetite under pressures from 0 to 6 GPa. *Geophysical Research Letters*, 31(10) doi:10.1029/2004GL019844 ER
- Kletetschka, G., Wasilewski, P. J., & Taylor, P. T. (2000). Hematite vs. magnetite as the signature for planetary magnetic anomalies? *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 119(3-4), 259-267.
- McEnroe, S. A., Langenhorst, F., Robinson, P., Bromiley, G. D., & Shaw, C. S. J. (2004). What is magnetic in the lower crust? *Earth and Planetary Science Letters*, 226(1-2), 175-192. doi:10.1016/j.epsl.2004.07.020 ER
- McGill, G. E., & Squyres, S. W. (1991). Origin of the martian crustal dichotomy - evaluating hypotheses. *Icarus*, 93(2), 386-393.
- Neumann, G. A., Zuber, M. T., Wicczorek, M. A., McGovern, P. J., Lemoine, F. G., & Smith, D. E. (2004). Crustal structure of mars from gravity and topography. *Journal of Geophysical Research-Planets*, 109(E8) doi:10.1029/2004JE002262 ER

- Nimmo, F. (2000). Dike intrusion as a possible cause of linear martian magnetic anomalies. *Geology*, 28(5), 391-394.
- Nimmo, F., Hart, S. D., Korycansky, D. G., & Agnor, C. B. (2008). Implications of an impact origin for the martian hemispheric dichotomy. *Nature*, 453(7199), 1220-U32. doi:10.1038/nature07025 ER
- Smith, D. E. (1999). The global topography of mars and implications for surface evolution (vol 284, pg 1495, 1999). *Science*, 284(5422), 1932-1932.
- Sprenke, K., (2007). Magnetic anomalies, hot spot tracks, and polar wander on Mars. *Lunar and Planetary Sciences*, XXXVIII. 1080.
- Watters, T. R., McGovern, P. J., & Irwin, R. P. (2007). Hemispheres apart: The crustal dichotomy on mars. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 35, 621-652. doi:10.1146/annurev.earth.35.031306.140220 ER
- Wilhelms, D. E., & Squyres, S. W. (1984). The martian hemispheric dichotomy may be due to a giant impact. *Nature*, 309(5964), 138-140.

文化动态

古地磁与年代学实验室 2010 年终总结

古地磁与年代学实验室宣传组

中国科学院地质与地球物理研究所‘古地磁和年代学实验室’的前身是中国科学院原地球物理研究所的‘古地磁实验室’。1999 年地球物理所和地质所合并以后，实验室增加了主要的岩石磁学实验设备，加强了岩石磁学的研究，实验室随之改名为‘岩石磁学和古地磁学实验室’。为了满足学科的发展需要，2003 年建立了氩氩年代学方法平台。2004 年实验室进一步改名为‘古地磁与年代学实验室’。从实验室名称的改变过程，可以清晰地勾勒出实验室学科的发展历程。

目前实验室拥有固定人员 9 人，包括研究员 6 人（朱日祥院士、潘永信、黄宝春、刘青松、邓成龙、王非），副研究员 1 人（贺怀宇），实验技术人员 1 人（刘双迟），实验室秘书 1 人（周灿芬）。所有研究员均获得了国家杰出青年科学基金的资助。

此外，实验室共有博士后 10 人，博士研究生 20 人，硕士研究生 14 人。与传统的古地磁实验室不同，目前实验室除了古地磁学主体研究平台外，还包括氩氩年代学研究平台、生物磁学研究平台、矿物磁学研究平台、以及稀有气体研究平台，可以满足多学科交叉研究。

2010 年是农历庚寅虎，属木。如松柏一样，蕴含着不畏困难，傲然挺立的精神。在这种大的环境背景下，实验室在人才培养和实验室建设等多方面都取得了丰硕的成果。

1 人才培养

博士后和研究生人才培养是实验室持续发展的动力源泉，最值得高兴的是，这股年轻的力量充分发挥了他们的能动性，交出了一份优异的答卷。

在项目申请方面，博士后靳春胜、李金华以及秦华峰获基金委青年科学基金资助；靳春胜、李金华和田兰香（全所共 6 人）获第 47 批博士后基金资助。

在奖励方面，刘彩彩、曹长乾、姜兆霞、蔡书慧被评为中国科学院研究生院 2009-2010 学年“三好学生”；曹长乾获 2010 年中国科学院研究生院地球科学学院、地质与地球物理研究所科教结合专项研究生奖学金优秀生二等奖；研究生曹长乾、吴文芳、吴林、苏菲和蔡书慧等同学获得所级优秀奖学金。

在学术成果方面，实验室共发表论文 48 篇。其中以研究生和博士后为第一作者在 *EPSL*、*JGR*、*GJI* 等国际著名杂志上发表论文 16 篇，成为实验室科研成果产出的主力军（详见文章列表）。此外，曹长乾和田兰香分别作为第一发明人，申请发明专利两项。

在学术交流方面，研究生和博士后作为主要力量先后筹备并积极参与了 7 月 7-11 号在京举办的第二届地球与行星内部国际研讨会（The 2nd International Symposium on Earth's and Planetary Interiors: Observations and Numerical Models of Paleomagnetism and Planetary Magnetism）以及 9 月 1-4 号举办的第二届趋磁细菌与生物矿化国际研讨会（The 2nd International Symposium on

Magnetotactic Bacteria and Biomineralization)。其中,林巍和李金华博士后在第二届趋磁细菌与生物矿化国际研讨会上做了口头报告。在国际学术研讨会上实验室的研究生和博士后们充分展示了青年学者们的活力与风采,备受国际知名学者们的赞誉。可以说,如果没有他们的参与和大力支持,就不可能完美地举办如此高水平的国际研讨会。另外,稀有气体实验室于7月12-14日组织举办了稀有气体国际研讨会,通过与来自于欧美、中国台湾等地的知名专家做学术上的交流,使他们对稀有气体实验室的建设现状有了充分的了解,并给予了充分肯定,进一步提高了稀有气体实验室在国际上的影响力。

此外,易治宇等9名同学参加了2010年地球物理年会,并做了内容丰富的报告,获得了大家的好评;其中,姜兆霞同学获得第二十六届地球物理年会2010年度“指南针优秀学生论文奖”以及中国地球物理学会/中国地震学会联合学术大会“学生优秀论文奖”。

实验室张春霞和田兰香两位博士后晋升为研究所副研究员。

实验室的研究人员在过去的一年中也是成果显著。潘永信研究员入选2009年“新世纪百千万人才工程”国家级人选。邓成龙研究员获得中国地质学会第十二届青年地质科技奖金锤奖。刘青松研究员和王非研究员获得国家杰出青年基金资助。黄宝春研究员获得国家自然科学基金面上项目资助。邓成龙研究员获得中国科学院知识创新工程重要方向项目资助。王非研究员的一篇论文获得了国家海洋局极地研究中心平评选的“2009年度极地研究优秀论文二等奖”。

2 实验室建设

实验室是科学研究的立足之本。在朱日祥院士多年的领导下,实验室不但注重人才培养,更注重多学科交叉与创新。2010年实验室无论是在实验平台建设和研究方向拓展方面都取得了长足进展。

2.1 研究方向拓宽

在2010年,建成了矿物磁学与稀有气体研究平台,与英国的Wyn Williams教授合作,建立了微磁模拟工作站。

2.1.1 矿物磁学研究平台

磁性矿物学平台主要用于研究合成磁性矿物以及天然磁性矿物性质。现在已经配备齐全的化学合成仪器以及高温氧化还原设备。具体分述如下:

化学合成相关仪器

- (1) AL104 电子天平 可精确测量到0.00001;
- (2) Five-easy 系列 FE20 PH 计,可严格控制合成溶液中的酸碱度;
- (3) FE30 电导率仪,可检测样品清洗液中离子的存在;
- (4) 78HW-1 恒温磁力搅拌器,加速试剂的混合反应;
- (5) LXJ-II B 低速大容量多管离心机,可加速样品沉淀,并且通过调节转速可对样品进行粗略地分粒级;
- (6) GZX-9240MBE 电热鼓风干燥箱,可为样品反映提供不同的温度环境;
- (7) KQ-300 型超声波清洗器,可用于玻璃器皿的清洗。

高温氧化还原设备:

- (1) 气路设备,高温还原反应提供还原气体或者无氧环境;
- (2) MX-2S 双路带减压配比器,可以将两种或三种气体进行不同比例的混合,并可调节气体流速;
- (3) OTF-1200X 高温管式炉,可对天然或者合成样品进行氧化或还原实验。

目前以上设备已经投入使用。另外实验室正在筹划引进可以对矿物进行热重分析的TG热重分析仪以及用于光谱学分析的紫外-可见光-近红外分光光度计。

2.1.2 生物磁学研究平台

生物地磁学与生物矿化实验室主要研究地磁场

与生物的相互作用。目前包括以下三个研究方向:

1. 动物地磁导航机理研究: 针对蝙蝠地磁导航机理的科学问题, 利用多种岩石磁学技术对迁徙性和非迁徙蝙蝠进行铁磁性矿物检测。结果表明迁徙性蝙蝠脑组织内的磁性颗粒(主要成分为磁铁矿)可能是蝙蝠地磁导航的重要磁受体。本研究为认识哺乳类动物地磁导航的进一步研究奠定了重要基础。

2. 微生物矿化研究: 综合利用微生物学、岩石磁学和透射电子显微镜等技术研究趋磁细菌和铁还原细菌的生物矿化, 在微生物矿化机理和矿化产物的磁学性质等方面取得了一些新认识。此外还开展了趋磁细菌地理分布格局研究。

3. 生物纳米磁性材料研究: 用基因工程的方法得到重组人 H 亚基铁蛋白和人 L 亚基铁蛋白, 开发出一套纯化重组铁蛋白和动物组织中的铁蛋白的方法, 进一步仿生合成磁性重组人铁蛋白, 这类材料具有良好的肿瘤靶向性, 在生物医学应用领域具有广阔的应用前景。

生物地磁学与生物矿化实验室 2010 年已购买和拟购买仪器清单。

仪器名称	仪器型号	生产厂家	配件	备注
磁力搅拌器	MS-(H)-S	大龙医疗设备有限公司	无	2010.12.9 到货
磁力搅拌器	RCT 基本型	北京德全兴业有限公司	支架, 温度传感器, 加热套	拟购买
超净纯水器	Milli-Q Interga 13	Milli-Q	智能型取水臂, 水箱, 空气过滤器, 纯化柱等	拟购买
高压蒸汽灭菌器	GI540D W	致微	无	拟购买

2.1.3 氩氩年代学平台

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代学实验室主要进行年代学方法与地质应用研究。大致归纳为下面几个研究方向:

1) 地质样品的准确定年

针对不同的地质样品, 探索其准确定年的对应方法。如火山岩中的基质与斑晶、年轻样品、物源复杂的火山碎屑岩等。探索蚀变、反冲等因素的影响。

2) 建立国际标准样

实验室近年来致力于国际标准样的研制, 目前正在国际上多位年代学家合作(如 Brad Singer, Fred Jourdan, Simon Kelley, Ching-Hua Lo, Herve Guillou 等), 推动建立中国自主的国际标准样。

3) Ar 扩散机制研究

Ar 在矿物中的扩散与分布是我们了解地质体所遭受地质过程的重要定量手段。近年来, 我们致力于这方面的研究, 通过矿物微观结构的分析, 采用常规与激光探针相结合的方法, 来探索硅酸盐矿物中 Ar 的扩散与分布变化。

4) 变质变形的动力学过程

Ar/Ar 年代学是进行中低温变质变形年代学与过程的最好手段。不同矿物的 Ar 同位素体系记录了不同温度段的热作用的时间强度信息, 反演这些信息是我们了解中低温地球动力学过程的唯一手段。

5) 热年代学与基底岩体的隆升

碱性长石的 Ar 同位素体系可以有效地探讨基底岩体的抬升历史、变质岩的变质过程、山脉的隆升剥蚀、盆山耦合等重要地质问题, 是制约地球动力学过程的有力手段。

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代学实验室现有仪器:

仪器名称	型号	主要功能
紫外激光器	UP213	激光单颗粒熔融
CO ₂ 激光器	MIR10-50	激光原位测试
自动化常规纯化系统	NP10	稀有气体纯化与萃取
自动化激光纯化系统	NP10	稀有气体纯化与萃取
高分辨稀有气体质谱	MM5400	Ar 同位素分析

2.1.4 稀有气体研究平台

稀有气体实验室的应用领域大致分以下三个方

面:

1.地幔流体示踪: 稀有气体是示踪地幔流体的重要手段。由于放射性元素 U、Th 衰变子体为 ^4He , 微量的 U、Th 存在即可改变氦同位素组成。研究表明, 稀有气体在固相和气液相的配分系数差别很大, 气液相包裹体中的稀有气体同位素可以很好的保存, 而矿物晶格中的稀有气体则经常受热事件和放射性元素子体的干扰。用压碎样品方法释放出的稀有气体量不到加热熔样释放量的十分之一, 但能释放出原生流体包裹体, 而加热熔样则容易受岩体喷出或侵位以后 U-Th 或 K 衰变产生的放射性稀有气体子体影响, 失去示踪的意义。

2.成矿流体来源: 传统上以 $\delta\text{D}-\delta^{18}\text{O}$ 组成投影法示踪, 但不同来源水之间有相当大程度重合, 造成成矿流体来源的多解性。稀有气体在不同源区的巨大差异在示踪方面具独特优势。

3. 陨石宇宙暴露年龄: 陨石的宇宙射线暴露年龄 (CRE 年龄) 能够对特定母体的多次碎裂事件加以辨别。比方说, 如果具有不同矿物学和化学性质的陨石 CRE 的年龄分布相同的话, 我们就可推断它们来自于同一次碎裂事件, 也就是说, 它们极有可能来自于同一母天体, 为天体壳幔的化学组成及演化提供综合信息

稀有气体实验室现有设备:

设备名称	主要功能
单次静压真空粉碎	用于粉碎样品以测量地幔包体或矿床样品中的流体包裹体组分
双真空炉	高温可达 1500 摄氏度, 用于阶段升温熔样或大量样品
CO_2 远红外激光器	用于熔融微量样品如陨石
全自动纯化系统	纯化及分离所需测量气体
Noblesse 稀有气体质谱仪	用于各稀有气体元素的分析

2.2 实验室制度化

实验室制度是实验室正常运转的关键。新春伊始, 实验室即颁布与重申了古地磁实验室安全条例, 明确了实验者责任、以及与实验室安全操作相关的内容。九月起, 综合同学们的建议和仪器自身的特点, 实验室对岩石磁学仪器制定了自主预约制度。实验人可根据自身安排对尚未预约的机时进行实验预约, 仪器的使用情况一目了然。既方便了同学安排自己的实验计划, 也便于仪器管理人员的监督。预约单每周一更换, 旧预约单在邓成龙老师处存档, 便于日后对仪器使用状况进行统计。经试运行, 反映良好。

进一步加强了实验室安全管理。在朱老师视察实验室并提出安全建议之后, 实验室重新规范整顿了实验室常规检查制度, 使大家对实验室的仪器常规检查有了更加深入的认识, 不再是流于形式的数据记录。在注重内部安全的同时, 实验室添置了门禁系统, 分配给夜班做实验的人员门禁卡, 并做好一系列的轮换登记工作, 既保持了我们的开放实验室的优良传统, 又降低了其他人员进入实验室造成的潜在风险。

规范了实验室 RA 制度。为体现同学们对实验室的主人翁意识, 加深对仪器的了解, 同时也为仪器增加一个长期的简单维护负责人, 实验室颁布了仪器负责人 RA 制度, 规定操作, 原理相近的一系列仪器征召 RA 人员, 每位人员必须对仪器进行必要的了解, 经申请, 应聘合格方可上岗。这一制度的实行, 增强了大家对仪器的理解。从长远角度看, 将大大延长仪器的使用寿命, 对新手使用者的培训过程也更专业, 降低了因误操作引起的危害。

2.3 仪器维修与开发

仪器是一个实验室的主体与平台。一年来, 我们实验室在仪器的开发与维护上取得了卓有成效的成果。

在仪器研发方面, 实验室基于现有磁化率仪存在人为误差, 工作强度大, 无法测量长岩芯样品等不足, 成功开发出自动化磁化率仪, 该仪器可以减少人为误差, 并能够测量长岩芯样品。特别是经过仪器的开发过程, 我们成功掌握了自动化传送带技

术,基于这项技术,可以尝试继续在 u-channel 上添加各种其他功能的探头,增加仪器的功能,并且也可以将此技术应用于其他仪器的改造上。

加热炉一直是我们实验室的重要仪器。在这一年中,我们加强了对热退磁炉的自主研发。此外,另一项正在研制仪器开发项目是连续温度剩磁测量系统。该系统创新性的将样品加热与测量结合在一起,是一种对未来仪器发展趋势的勇敢尝试。在仪器开发过程中,开发小组将整个系统进行了模块化的设计和开发,整个系统被分为加热系统,磁测量系统,磁屏蔽系统,冷却系统,机械传动系统,加场系统等多个小组块,这种模块化的开发方式符合现代仪器开发的总趋势,同时也适合我们这种实验室的开发类型。

在实验室仪器维护方面,首先,对地下室和楼梯间两个小空间进行了清理工作,现地下室除具有存储物品的功能还兼具样品切割室的功能;楼梯间也得到了系统的整理并改造成具有样品处理功能的存储室。其次,我们引进了一台循环水机,解决了多台仪器的循环水处理问题,既节约了实验室空间,又减少了资源浪费,同时又对实验室整个水冷系统进行了检查和维护,取得了良好的效果。

实验室对仪器的日常维护也在有条不紊的进行,比如今年夏天捷克工程师来实验室对磁化率高温测量系统进行维护后,工作人员与其深入交流,掌握了该仪器的多项维护尝试,并在下半年对仪器的传动,水冷系统进行了改造和维护。

“超导和炉子是我们实验室的立身之本!”这是朱老师对实验室零磁屋中仪器的精深分析与总结。下半年对零磁屋超导和炉子进行系统的维护工作,具体工作如下:首先进行了大规模的零磁屋隐患排查,对老化的电线,危险因素进行了处理;组织了炉子、超导定期检查小组,固定时段对仪器的磁场分布情况,温度情况进行测量,做到实时监控仪器的工作状态,完善对实验室核心仪器的监控,并安排了专人对仪器资料进行整理,这一制度取得了良好的效果,将一直延续下去;针对超导仪器数据传输经常出现报错的情况,实验室工作人员也进

行了系统的排查工作,对数据线,串行接口,乃至计算机端口占用情况,软件设置进行了检查,并最终解决了这一困扰了许久的问题,提高了仪器的可操作性。

氩氦年代学实验室在中科院仪器研制与改造项目的资助下完成了仪器的自动化改造,仪器可以全年度 24 小时运行,提高了测试效率,同时保证了测试流程的一致性,减少人为因素的干扰。我们自行设计加工了超高真空纯化系统,本底水平和原来英国进口仪器相当。在自动控制软件方面,我们拥有自己的知识产权,对质谱仪、I R 激光及 UV 激光的控制软件进行了全新的设计。与国际其他实验室相比,该软件设置了智能判断功能,可根据样品释放气体量的大小自动划分温度区间,在没有人干预的情况下,仍然可以获得漂亮的年龄谱;同时我们还实现了仪器的远程控制,可以方便在办公室及家里监控仪器的运行状态。

仪器自动化后,我们通过标准样品及空气进行了大量的条件实验,探索制约稀有气体质谱仪测试精度的因素,如气体纯化对数据线性回归好坏及测试精度的影响,磁场预热时间对测试精度的影响,进气时间点的确定,峰扫描速度及中心的确定,测试循环数的设置,积分时间的设置等,我们在自动化软件中预留了一些界面,以方便设置影响质谱测试精度的关键参数。目前的测试精度优于改造前的测试精度,如标准空气 ^{40}Ar 的测试精度优于 0.05%;标准空气比值的测试结果也非常稳定,近一年来 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 测试结果基本在 290-291 之间。

常规系统改造后的纯化系统的体积较原来减少约 50%,间接提高了仪器的灵敏度,进一步降低样品的使用量,减小了纯化系统及质谱仪的负荷,延长灯丝及锆铝泵的使用寿命,有利于长期维持系统的低本底水平。激光系统样品萃取及纯化系统的硬件及自动化改造已基本完成,我们引进了目前国际上 CO_2 激光常用的双真空样品盘,解决了原有样品盘使用寿命短及多次使用本底不稳定的状况,这一系统的稳定运行将极大地促进我们在单颗粒矿物定年方面的批量数据生产能力。由于激光系统可以对

样品进行快速高效的熔融,其单次熔融这一测试手段的效率是常规系统的5倍以上,对J值的精确确定具有重要意义,通过多次熔融加权平均的得到的J值的精度可以达到0.2%。

稀有气体实验研究需高灵敏度高分辨率质谱和与之配套的高信噪比的稀有气体提取系统作技术保障。在实验室建设过程中,坚持引进与自主研发相结合的原则。对目前还不具备研发条件的稀有气体质谱采取引进的方式,而对样品提取与纯化设备完全是自主研发。

自主研发的稀有气体提取系统,①本底水平比商业产品低了一个量级;②通过精确控温冷泵,实现氦、氖、氩、氪、氙元素的分离;③通过激光样品腔装置设计,实现了样品原位分析;④通过真空样品压碎装置设计,实现了有效区分矿物包裹体和晶格中的稀有气体。

稀有气体质谱,也没有一味的按照厂家的标准配置,适当的做了些改动以满足所测样品的需要。

①离子源装备了冷阱,极大降低了 $^{40}\text{Ar}^{2+}$ 对 ^{20}Ne 的干扰;②接收器端装备了锆铝泵,降低了 CO_2^{2+} 对 ^{22}Ne 的干扰,保证了对Ne同位素的准确测量;③将轴向狭缝由0.8mm减小到0.6mm,使得同轴电子倍增器质量分辨率 >750 ,确保HD不干扰 ^3He 。保证了对He同位素的精确;④三个接收器可以同时工作,减少了Kr和Xe同位素的测量时间,降低了由于Kr和Xe在质谱内的快速衰减造成的误差。

仪器的维护不仅体现在硬件层面,在软实力建设上也取得了一定的建树,实验室网站,会议网站,数据库建设都取得了可观的改善,并安排了专人进行网站维护。同时,为防止操作人员携带自身带毒优盘存取数据,已将实验室所有仪器进行了局域网连接,并拟在一台数据终端机上进行数据存储,此改造将大大降低实验室仪器软件系统中毒几率,防止不测发生。

2.4 文化建设

对实验室的重要展示文献进行了认真的整理和编排,各项实验室展板也都做了校正与更新。实验室的宣传册也进行了更新与重新排版,同时,实验

室在走廊安置了大屏幕,使实验室的各项发展与数据随时可以调出,便于讨论。平时也可以进行动态的展示工作,将实验室的现代化发展水平提升了一个档次。

劳逸结合,为了进一步加强学生们的凝聚力,一年以来,实验室非常注重实验室文化和体育建设,营造健康快乐的工作学习氛围,在实验室上下形成了良好的精神面貌。

学生们的课外活动也如火如荼地进行,一时间,刘老师组建的足球队,黄老师组建的篮球队,贺老师组建的HE攀岩队如雨后春笋般蓬勃兴起,各项集体体育活动既锻炼了大家的体魄,又增强了成员们对整个实验室的感知与认同。活动中,教师与学生放下平日对学术的严肃与认真,以娱乐的心态尽情投入,增进了师生情感。除集体项目的蓬勃发展外,实验室人员也积极参加社会体育活动,如自发的晚间跑步活动,社会发起的跑步比赛等,特别是秦华峰,苏有亮坚持每年参加北京马拉松赛,并取得了傲人的成绩。

实验室不仅关注大家的体育锻炼,对文化艺术生活也给予了高度支持,如实验室组建的轻松乐队,虽然成员均为非专业人员,但经过刻苦的训练,也在多次大型国际会议上进行演出交流,并在发展中逐步涉猎更多的乐器种类,创出了实验室特色。为丰富大家的课余时间,实验室还组织了春游等活动,让大家在青山绿水的大自然中陶冶情操,荡涤心灵。下午茶活动也在年底也开始运行,大家秉承“新思路是谈出来的”这一主题思想,在下午取出一小段时间举行下午茶谈话会,在谈话中交流思想,畅所欲言,既改善了科研工作的沉闷面貌,又在谈话中汲取新的灵感和思路,大大改善了实验室的科研创新氛围

2.5 获奖

在研究所举办的首届“走遍中国”征文、摄影、创意设计大赛中,李金华拍摄的照片及张春霞的征文《感受西藏》荣获一等奖,王非的正为《野外二三事》荣获二等奖。

3 国际交流

为了进一步加强国际交流,姜兆霞(西班牙)、

刘成英(法国)、张春霞(德国以及捷克)以及苏有亮(日本)等同学做了短期国际访问,拓宽了国际视野。

与中国地质大学联合邀请,加拿大的 David Dunlop 和 Ozden Ozdemir 教授来访,在地质大学做了系列讲座。英国的 Wyn Williams 教授来访,帮助建立了微磁模拟的平台。此外,国外访问者还包括西班牙的 Vidal Barron 和 Jose Torrent 教授,法国 Vincent Courtillot 教授、Carlo Laj 教授和 Catherine 博士等。

2010 年实验室的另外一个特色就是接受国外的学生来进修。美国的博士生 Zachery Oestreicher(The Ohio State University)来实验室访问 3 个月,主要学习生物磁学的相关知识。来自英国的 Greig Paterson 博士(University of Southampton)现在正在实验室做博士后研究。

2010 年实验室发表文章列表(蓝色标注学生为第一作者的文章)

1. **Ao H**, Deng CL, Dekkers MJ, et al. Astronomical dating of the Xiantai, Donggutuo and Maliang Paleolithic sites in the Nihewan Basin (North China) and implications for early human evolution in East Asia. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 2010, 297, 129-137. (注:现在中国科学院地球环境研究所工作)
2. **Ao H**, Deng CL, Dekkers MJ, et al. Magnetic mineral dissolution in Pleistocene fluvio-lacustrine sediments, Nihewan Basin (North China). *Earth and Planetary Science Letters*, 2010, 292: 191-200
3. **Ao H**, Deng CL, Dekkers MJ, et al. Pleistocene environmental evolution in the Nihewan Basin and implication for early human colonization of North China. *Quaternary International*, 2010, 223-224, 472-478
4. **Ao H**. Mineral-magnetic signal of long-term climatic variation in Pleistocene fluvio-lacustrine sediments, Nihewan Basin (North China). *Journal of Asian Earth Sciences*, 2010, 39: 692-700
5. **Cao CQ**, Tian LX, Liu QS, et al. Magnetic characterization of noninteracting, randomly oriented, nanometer-scale ferromagnetic particles. *Journal of Geophysical Research*, 2010, 115, B07103
6. Charles N, Gumiaux C, Pan YX, et al. Metamorphic Core Complexes vs. synkinematic plutons in continental extension setting: Insights from key structures (Shandong Province, eastern China). *Journal of Asian Earth Sciences*, 2010, 40,:261-278
7. **Chen JS**, Huang BC, Sun LS. New constraints to the onset of the India-Asia collision: Paleomagnetic reconnaissance on the Linzizong Group in the Lhasa Block, China. *Tectonophysics*, 2010, 489: 189-209 (注:现为中国科学院南海海洋研究所博士后)
8. Christian Jogler, Martina Niebler, Wei Lin, Michael Kube, Gerhard Wanner, Sebastian Kolinko, Peter Stief, Aaron Beck, Dirk De Beer, Nikolai Petersen, Yongxin Pan, Rudolf Amann, Richard Reinhardt and Dirk Schüler. Cultivation-independent characterization of "Candidatus Magnetobacterium bavaricum" via ultrastructural, geochemical, ecological and metagenomic methods. *Environmental Microbiology*, 2010(12): 2466-2478
9. Ding Y, Li JH, Pan YX, et al. Deletion of the ftsZ-Like Gene Results in the Production of Superparamagnetic Magnetite Magnetosomes in *Magnetospirillum gryphiswaldense*. *American Society for Microbiology*, 2010, 192: 1097-1105
10. Gürsoy H, Tatar O, Huang BC, et al. Palaeomagnetic study of the Kepezdağ and Yamadağ volcanic complexes, central Turkey: Neogene tectonic escape and block definition in the central-east Anatolides. *Journal of Geodynamics*, 2010, doi:10.1016/j.jog.2010.07.004
11. Huang BC, John D.A. Piper, Qingqing Qiao, et al. Magnetostratigraphic and rock magnetic study of the Neogene upper Yaha section, Kuche Depression(Tarim Basin): Implications to formation of the Xiyu conglomerate formation, NW China. *Journal of Geophysical Research*, 115, B01101
12. **Jin CS**, Liu QS. Reliability of the Natural Remanent Magnetization recorded in Chinese loess, *Journal of Geophysical Research*, doi:10.1029/2009JB006703, 2010
13. **Jin CS**, Liu QS. Revisiting the stratigraphic position of the Matuyama-Brunhes geomagnetic polarity boundary in Chinese loess, *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, In press
14. **Li JH**, Ge X, Pan YX, et al. Recover vigorous cells of *Magnetospirillum magneticum* AMB-1 by capillary magnetic separation. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 2010, 28: 826-831
15. **Li JH**, Pan YX, Liu QS, et al. A comparative study of magnetic properties between whole cells and isolated magnetosomes of *Magnetospirillum magneticum* AMB-1. *Chinese Science Bulletin*, 2010, 55: 38-44
16. **Li JH**, Pan YX, Liu QS. Biomineralization, crystallographic and magnetic properties of

- bullet-shaped magnetic magnetosomes in giant rod magnetotactic bacteria. *Earth and Planetary Science Letters*, 2010, 293: 368-376
17. Lin W, Jogler C, Pan YX, Metagenomic analysis reveals unexpected subgenomic diversity of magnetotactic bacteria within the Nitrospirae phylum. *Applied and Environmental Microbiology*, 2010, doi: 10.1128/AEM.01476-10
 18. Lin W, Pan YX, Temporal variation of magnetotactic bacterial communities in two freshwater sediment microcosms. *FEMS Microbiology Letters*, 2010, 302: 85-92
 19. Liu CC, Deng CL, Liu QS, et al. Mineral magnetism to probe into the nature of palaeomagnetic signals of subtropical red soil sequences in southern China. *Geophysical Journal International*, 2010, 181: 1395-1410. (注: 现为中国地震局地质研究所博士后)
 20. Liu P, Deng CL, Li SH, Zhu RX. Magnetostratigraphic dating of the Huojiadi Paleolithic site in the Nihewan Basin, North China. *Palaeogeography palaeoclimatology palaeoecology*, 2010, 298: 399-408
 21. Liu QS, Barron V, Torrent J, et al. Magnetism of the micro-sized hematite explained. *Physcis of Earth and Planetary Interior*, 2010, 183, 387-397
 22. Liu QS, Hu PX, Torrent J, et al. Environmental magnetic study of a Xeralf chronosequence in northwestern Spain: indications for pedogenesis. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*. 2010, 293: 144-156
 23. Liu QS, Torrent J, Morrás H, et al. Superparamagnetism of two modern soils from the northeastern Pampean region, Argentina, and its paleoclimatic indications. *Geophysical Journal International*, 2010, 183: 695-705
 24. Tian L, Lin W, Zhang SY, et al. "Bat head contains soft magnetic particles: evidence from magnetism." *Bioelectromagnetics*, 2010, 31: 499-503
 25. Tian LX, Cao CQ, Liu QS, Pan YX, Low-temperature magnetic properties of horse spleen ferritin. *Chin Sci Bull*, 2010, 55(27-28):3174-3180
 26. Torrent J, Liu QS, Barrón V. Magnetic susceptibility changes in relation to pedogenesis in a Xeralf chronosequence in northwestern Spain. *European Journal of Soil Science*, 2010, 61: 161-173
 27. Torrent J, Liu QS, Barrón V. Magnetic minerals in Calcic Luvisols (Chromic) developed in a warm Mediterranean region of Spain: Origin and paleoenvironmental significance. *Geoderma*, 2010, 154: 465-472
 28. Wang XS, Løvlie R, Zhao XY, Yang ZY, Jiang FC, Wang SB. Quantifying ultrafine pedogenic magnetic particles in Chinese loess by monitoring viscous decay of superparamagnetism. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 2010, 11, Q10008, doi:10.1029/2010GC003194
 29. Xiao WJ, Huang BC, Han CM, et al. A review of the western part of the Altai: A key to understanding the architecture of accretionary orogens. *Gondwana Research*, 2010, 18: 253-273
 30. Ying Ji-Feng, Zhou Xin-Hua, Zhang Lian-Chang and Fei Wang, Geochronological framework of Mesozoic volcanic rocks in the Great Xing'an Range, NE China, and their geodynamic implications, *Journal of Asian Earth Sciences*, 2010, 39(6), 786-793.
 31. Zhang CX, Liu QS, Huang BC, et al. Magnetic enhancement upon heating of environmentally polluted samples containing hematite and iron upon heating. *Geophysical Journal International*, 2010, 181: 1381-1394
 32. Zhang R, Kravchinsky VA, Zhu RX, et al. Paleomonsoon route reconstruction along a W-E transect in the Chinese Loess Plateau using the anisotropy of magnetic susceptibility: Summer monsoon model, *Earth and Planetary Science Letters*, 2010, 299:436-444
 33. Zhao XY, Liu QS. Effects of the grain size distribution on the temperature-dependent magnetic susceptibility of magnetite nanoparticles, *Science in China*, 2010, 53: 1071-1078
 34. Zheng TY, Zhao L, Zhu RX, New evidence from seismic imaging for subduction during assembly of the North China craton: Reply. *Geology*, 2010, 38(4), e207, doi:10.1130/G30801Y.1
 35. 贺怀宇, 王英, 邓成龙等. 月壤中的稀有气体. *地球化学*, 2010, 39: 123-130
 36. 黄宝春, 陈军山, 易治宇. 再论印度与亚洲大陆何时何地发生初始碰撞. *地球物理学报*, 2010, 53(9): 2045-2058
 37. 纪新林, 王磊, 潘永信. 北京房山岩体的磁组构特征及其对岩体侵位的约束. *地球物理学报*, 2010, 53: 1671-1680
 38. 李震宇¹, 黄宝春, 方晓思, 张春霞. 西峡盆地含恐龙蛋化石剖面磁性地层学结果及其构造地质意义. *地球物理学报*, 2010, 53: 874-887. (注: 现为中国科学院青藏高原研究所博士后)
 39. 李震宇, 黄宝春, 张春霞. 河南西南部典型白垩纪剖面的岩石磁组构特征及其构造意义. *岩石学报*, 2010, 26(11):3418-3430.
 40. 林巍, 李陞, 潘永信. 全球趋磁细菌数据库的建立. *科学通报*, 2010(55): 1748-1749
 41. 潘永信, 纪新林, 朱日祥. 月球磁学观测与研究进展. *地球化学*, 2010, 39(1): 32-36
 42. 乔庆庆, 张春霞, 李静, 李泓, 黄宝春. 北京市朝阳区大气降尘磁学特征对空气污染物浓度的指示. *地球物理学报*, 印刷中
 43. 桑海清, 王松山, 王非. K-Ar 法年龄标准物质 ZGC 粗面岩 K 和 ⁴⁰Ar 含量及年龄的定值结果. *地质科学*, 2010, 3: 885-904

44. 田兰香, 曹长乾, 刘青松, 潘永信. 马脾铁蛋白磁性纳米颗粒的低温磁学性质研究, 科学通报, 2010年 第55卷 第23期: 2312-2320.
45. 王海龙, 陈军山, 乔庆庆, 黄宝春. 黑龙江东部白垩纪-古近纪古地磁初步结果及其构造意义. 地球物理学报, 印刷中
46. 吴林, 杨列坤, 师文贝, 王非. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 热年代学现状与问题. 地质科学, 2010, 3: 905-916
47. 吴文芳, 李金华, 张春霞, 潘永信*. 有机质对纳米级磁铁矿热稳定性的影响. 地球物理学报, 2010, 53(10): 2427-2434
48. 王非, 杨列坤, 王磊, 沈加林, 邢光福, 陈荣, 潘永信, 朱日祥, 2010. 中国东南晚中生代火山沉积地层界线时代— $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代学及磁性地层研究, 中国科学, 40(11): 1552-1570.

三国之荆州

葛坤朋

首先要澄清, 此处所讲的荆州不是现在湖北省荆州市, 而是三国时荆州。其原是夏代九州、东汉十三州之一。主要包括现在的河南南部、湖北和湖南地区。东汉原置七郡, 下辖南阳郡(河南南部), 南郡(湖北中部和西部), 江夏郡(湖北东部), 和武陵郡、零陵郡、长沙郡、桂阳郡(湖南), 因后四郡主要位于长江南部, 故又称江南四郡。因汉末未曾从南郡、南阳郡分出襄阳郡和章陵郡, 所以史上又称荆湘九郡。后又废置, 故此文且以七郡论之。

荆州七郡北接华北平原, 中据长江天险, 南控富庶湖广。四通八达, 物产富饶。自古就是兵家必争之地。英雄据之, 天下有变, 北可直入宛洛, 问鼎中原; 西克跨巫入蜀, 鼎足一方; 东可沿江而下, 平定吴会; 南接山蛮, 可谓无后顾之忧。古人曾言: 北据襄樊, 难扼江陵, 荆湘诸郡可传檄而定。是以南郡襄樊、江陵为荆州防御的重中之重。又刘备据守江南四郡时, 曾设治所于江油口, 更其名为公安。此为扼守江南四郡之最后防线, 也是荆州防御重镇。因天下英雄皆知荆州厉害, 所以在群雄逐鹿的三国时代, 诸侯对荆州争夺更是达到了无以复加的地步。是以曹操南下取荆州, 刘备、孙权危在旦夕, 而蜀中刘璋更是瓮中之鳖。刘备若拥有荆州, 便有了进取天下的资本, 再取益州, 隆中对策便可步步实

现。孙权若据有荆州, 长江上游得以控制, 便不再处于防御的尴尬境地, 继而可觊觎益州, 北图中原。下文中, 笔者讲述了汉末、三国, 再到三分归晋, 这长达百年的荆州争夺史。读者从中也可以看出, 三国时的荆州争夺战其实就是争夺天下的缩小版, 其中影射着不同军事集团的实力消长甚至兴衰。考虑到三国的最终归属, 为求简捷, 下文我们将曹操、刘备、孙权集团恒称为曹魏、蜀汉和孙吴集团。欲知荆州演义, 且听某娓娓道来:

第一阶段: 东汉控制时期(——公元207年)

东汉初平元年, 公元190年。天下大乱, 荆湘七郡也分崩离析, 大将军何进表奏东汉名士, 八骏之一刘表为荆州刺史。刘表几经征伐, 终于平定各郡叛乱, 持有荆州全境。时带甲十万, 战船千艘, 受领荆州之牧, 治所在襄阳。后来刘表“起立学校, 博求儒术”, 为汉室苦心经营荆州, 可谓汉家忠臣, 故时有“刘荆州”之美誉。但能为治世能臣, 未必可作乱世枭雄。刘表生逢乱世, 却不知权宜, 不识时务, 苟安荆州而坐等灭亡, 不能不说是一个悲剧。

后张绣投奔, 表令其驻守南阳, 以观北方之变。曹操自封汉相后, 对张绣几经征伐, 张绣归降。建安七年, 公元202年, 随着官渡之战接近尾声, 刘备弃袁绍而投奔刘表, 被其敬而远之, 驻扎在南阳新野, 防备曹操。刘备也在这几年间广收民心, 广结名士。其中就包括后面的传奇人物诸葛亮, 为后来的鼎足中国打下了根基。

第二阶段: 曹魏控制时期(公元208年)

东汉建安十三年, 公元208年。曹操在彻底击败袁绍后, 以讨伐刘备的名义, 挥师直取荆州。刘表忧虑而亡, 其子刘琮授首。刘备弃新野, 走樊城, 携民渡江, 后为曹操轻骑大破于长坂。北部重镇襄樊失守后, 刘备欲南下重镇江陵, 收拾人马再抗曹操。正值鲁肃前来, 商议结盟。遂沿江而下, 赶赴

刘琦驻守的江夏郡。此时曹操因知江陵有军实，便弃刘备直取江陵。待江陵城下，江南四郡遂相继平定。时曹操荆湘七郡有六，刘备仅有不足半郡之地（江夏郡东在甘宁破黄祖时，为孙权所得，江北部分又为曹操所有）。曹操离成功只差一步。

第三阶段：蜀汉控制时期（公元209年——公元219年）

一. 趁虚而入

同年，曹操与孙刘联盟大战于赤壁，曹大败，又逢军中瘟疫横行，曹操遂留著名守将曹仁据守江陵，自己率主力北撤。

建安十四年，公元209年。赤壁之战后，刘备在上表刘琦为荆州刺史后，迅速出兵江南四郡，四郡先后投降，并命诸葛亮都督江南四郡事宜。后与周瑜合围江陵，同时关羽和吴将苏飞阻断江陵和襄樊联络。因曹操新败，无力增援，在固守了一年之久以后，曹仁兵尽粮绝，主动放弃江陵，退守襄樊。周瑜遂入江陵，受任南郡太守。至此，曹操仅剩南阳郡，南郡、江夏各一部，曹魏对荆湘的控制仅仅数月便就这样戛然而止了。孙权拥有南郡、江夏郡的主要部分。而刘备拥有江南四郡，南郡、江夏各一部。曹孙刘三分荆州。次年刘琦病死。孙权表奏天子，举荐刘备为荆州牧。虽然刘备荆湘七郡有其四，但此时的刘备真是荆州之主吗？

首先，南郡襄樊掌握在曹魏手中，是为曹操南方门户，并时刻威胁江陵安全。战略位置非常重要。并且襄阳、樊城犄角于汉水两岸，易守难攻。其次，孙权方面，据有江夏、南郡主要部分，其东连吴地，可保本土；西接巫峡，可入巴蜀。是以周瑜任南郡太守时，一度有向西进取西蜀的想法，不幸的是周瑜短命早亡。而刘备拥重的江南四郡虽人口众多，物产富庶，却无险可守。并且全部位于长江以南，东、北皆是吴地，向西受阻巫山，南接蛮夷，虽是刘备的第一块地，但实非用武之地。

二. 纵横捭阖

刘备深知自己的尴尬处境，既不能西取益州，又不能北图中原。但其毕竟是乱世一代枭雄，不肯苟安与此。于是，首先利用盟友关系，因其合围江陵有功，索取了南郡的江南部分，并将治所设在长江南岸的江油口，更名为公安。领荆州牧后，屯重兵于长江南岸，一面以武力向南郡太守周瑜，江夏太守程普施加压力；一面利用政治优势结好孙权，请求孙权，只有让出南郡江北之地，即江陵地区，才能有荆州牧之实。

适逢抗刘派的周瑜病亡，亲刘派的鲁肃出任东吴大都督。鲁肃分析了荆州的形势，决定劝说孙权让出江陵。笔者认为其出借原因可能有以下几点：一、南郡战略位置固然重要，但是一旦孙刘联盟破裂，则南北两面受敌，南郡多半不保。二、若将南郡借于刘备，不仅可结其心，巩固联盟，还可以让刘备防守荆州门户，北抗曹操，减少东线建业方向的压力。三、将南郡借于刘备，日后刘备有了割据之地，益州。马上索还南郡，与之，则又有南郡，江南四郡同巴蜀联络被断，不久自然属吴，是以后来吕蒙袭破江陵、公安，江南四郡不战自下。不与，则师出有名，取之不迟。四、南郡虽借于刘备，江夏郡尚属吴，且孙刘联盟更加密切，吴地安全无忧。因此我们认为此时南郡的出借是极其划算的。要知道，通过前面的分析，鲁肃要“借南郡”让刘备“还荆州”。以一郡之地换取荆湘全境，不可谓不高明。而刘备何许人也，当然也知道这等厉害。是以还荆州之事才一拖再拖。须知，江南四郡虽然非战之地，但人口众多、物产丰富，正是战争之本啊。孙权答应让出南郡后，刘备之荆州七郡有五，治所移至江陵。且控制江陵、公安两重镇，北部直面曹魏，西通巫峡。这才成了实实在在的荆州牧。有了荆州之后，再加卧龙凤雏，关张赵的辅佐，北可克复中原，西可入主西川。刘备有了用武之地，终于雄霸一方，这也是三足鼎立的真正开始。时值建安十五年，公元210年。

三. 季汉隆兴

取川的机会说来就来,建安十六年,公元211年张鲁攻刘璋,刘璋求救于“宗兄”刘备。刘备遂率庞统、黄忠、魏延领荆州军数万入川。此时荆州方面尚有诸葛、关张赵一干智勇驻守,大后方可谓牢不可破。防范张鲁两年无果。刘备遂借口曹操欲讨伐孙权,要求班师回救盟友。并于沿途向刘璋索要粮草,刘璋减半与之。刘备忿恨。后张松事发被杀,刘备找到借口调转马头攻击刘璋。开始非常顺利,在逼近成都时,军师庞统战死,刘备攻雒城不下,再难前进。于是向荆州求援,诸葛亮留大将关羽驻守荆州,亲率张飞、赵云及数万荆州兵入川驰援,从此关羽全权都督荆州事宜,这是在建安十九年,公元214年。

在两股力量的夹击之下,当年刘璋投降,刘备取得益州。建安二十年,公元215年,孙权与鲁肃以刘备有了新的根据地,而索要荆州。刘备托词须得凉州,再还荆州。权大怒,命鲁肃、吕蒙率军攻荆州,并攻取长沙、桂阳、零陵三郡。刘备马上出川援助关羽,两军沿湘水对峙,双方撕破面具,再也不是什么盟友。战争一触即发。

恰在此时,曹操出兵汉中,并很快击破张鲁。刘备大惊,考虑益州安危,与孙权签订了停战协定。其大体为:一,双方以湘水为界,中分荆州,江夏、长沙、桂阳三郡属吴,南郡、武陵、零陵三郡属蜀。二,孙权须回军攻合肥,以缓解益州压力。停战协定虽然签订,但蜀吴两国的盟友关系已经名存实亡,成为一个随时可能爆炸的火药桶。

暂时解决了荆州问题后,刘备挥师入川。趁曹操与孙权厮杀之际,进攻汉中,并由黄忠斩杀夏侯渊,取得汉中。后曹操亲率主力企图夺回汉中,刘备闭门不战。汉中郡终为曹操以“鸡肋”之名无奈弃之。后刘备又乘机派刘封、孟达夺取上庸诸郡。进而晋封汉中王。此时,刘备据有益州全境并荆州主要部分,又遥领豫州牧。所以也算得上益州、荆州、豫州三州牧。势力达到最顶峰。基本实现了隆中对策的前期目标“跨有荆益”的战略构想。这是

在建安二十四年下,公元219年。

四. 襄樊噩梦

西线战场的迅速成功,一方面膨胀了刘备集团每一个领导人的自信心,另一方面也加速了孙刘联盟的彻底决裂和魏吴联盟的建立。果然,为配合西线战场,关羽于当年发动襄樊战役。初关羽精心布置,沿湘水分设烽火台,并有重兵把守江陵、公安。对东吴的防备不可谓不到位。襄樊战争初期,关羽一举拿下汉水南岸的襄阳城,并将汉水北的樊城重重包围。曹操马上派于禁、庞德率军救援,并未能击破关羽的包围圈,时秋雨滂沱,汉水泛滥。关羽派水军大破曹营,七军皆没,于禁投降,庞德被斩。许都南欲反操者皆遥奉关羽,曹操时议迁都以避其锋芒。关羽威震华夏。

蜀汉的所有领导人都为双线作战的空前胜利冲昏了头脑,殊不知螳螂捕蝉,黄雀在后?西线败退尚可据守祁山、剑阁。而东线,长江北岸却是无险可守。若有闪失,则又如长坂故事。更何况后路被抄呢?

终于,水淹七军之后,襄樊战役进入了相持阶段。外有曹操援军不断,内有曹仁据险死守,樊城一时不能下。东吴知道时机到了。先是吕蒙诈病回建业,由书生陆逊接任大都督之职。而关羽向来轻视士大夫,何况一书生。遂抽调江陵、公安精锐北援。吕蒙闻之马上回到前线,白衣渡江后,命陆逊西进守住夷道口,断掉关羽退路。自己则亲率大军兵临城下,公安、江陵相继投降。关羽将士听闻后方被攻下,军心涣散。而樊城守军听闻吴军偷袭成功,更坚定了死守的决心。又魏骁将徐晃前来救援,关羽终于不能敌,引兵败退,樊城之围遂解。

关羽企图整编部队夺回荆州,哪知当荆州士兵途闻吕蒙优待城中百姓时,苦战了数月的他们再也无心恋战,纷纷逃散。几乎成了光杆司令的关羽先是败走麦城,后被杀于向西北奔逃的路上。一个千古悲剧就此产生。这是建安二十四年冬,公元219年。

由此可见，蜀汉辖制的荆州史也是蜀汉前期的发家史和败家史。

第四阶段：孙吴控制时期(公元220年——公元280年)

关羽被杀后，荆州格局又一次发生了大的变化。曹魏的地盘未变，刘备之荆州尽失，孙权之荆州七郡有六。而魏吴联盟关系也达到了顶峰。曹丕称帝，孙权受封吴王，领扬州、荆州、交州三州牧，曹丕遂改魏属荆州部分为郢州，即承认了孙权的“合法”地位。

再看，刘备虽然尽失荆州，但昔日两次入川的荆州主力军尚在，前半生舍命追随的死士和富有作战经验的士兵、将领尚在。兵力并未有太大的削弱。再加上新收编的益州军，仍有克复中原的实力。而且曹丕新篡汉，根基不稳，北方尚有百姓思汉。刘备汉中新败曹兵未久，雍凉曹军闻刘备北伐必是闻风丧胆。所以此时赵云、诸葛亮提出，北伐主线不能变，结盟孙权的战略思想也不能变。

刘备欲忍耐，不想张飞又急兄仇遇害，首级被送至东吴。此时的刘备再也忍无可忍，怀着满腔愤怒，倾其精锐东征孙权，企图夺回荆州。蜀汉章武二年，公元222年，因为犯了兵家大忌，刘备在夷陵(今湖北宜昌)为陆逊所败，精锐尽失，仅以身免。

夷陵之战后，蜀国元气大伤，三国格局正式稳定下来。刘备集团也永远地失去了荆州。蜀汉的衰落，也昭示着魏吴联盟的终结。于是同处弱小的蜀吴两国再次结盟，共同对付曹魏了。此后的荆州，魏吴两家互有征伐，但鲜有大战。荆湘百姓终于获得了短暂的安宁和生产发展的黄金时期。

再到后来，蜀、魏亡侯，晋、吴名将羊祜、陆抗沿江对峙，互有胜负。

第五阶段：西晋控制时期(公元281年——)

再到后来，陆抗、羊祜相继离世。孙皓暴戾，吴人怨声载道。晋太康元年，公元280年，晋军百

万雄师遂渡江灭吴，王濬出益州，沿江东下；杜预取江陵，所向披靡。数月间，建业城破，吴国遂亡。荆湘七郡终复为一，三国时代也彻底结束。

结语

荆州的历史，也是三国的历史。从东汉末期，历经魏治、蜀治、吴治，再重归于西晋。一脉相承。既让人感怀，又让人叹息。

百年间，多少英雄豪杰、风流人物将青春、热血洒在这片热土之上，曹操的魏武挥鞭，周瑜的雄姿英发，诸葛的羽扇轻摇，刘备的百折不挠，关羽的忠义豪情，孙权的坐断东南……都随着滔滔江水滚滚东逝。呜呼！三国已矣，盛筵难再。可惜，至今未曾观江水，未曾游赤壁。倘得一见，那波澜壮阔的英雄时代定能再浮现于眼前吧？

推演(重生与毁灭)

李傲霜(李金华之弟)

世界时刻都在变化，人、物也在跟着发生着细微的转变。当我闲暇时，会不由自主的进入幻想状态。世界什么时候会毁灭？或者说：世界什么时候进入下一个衍季？虽说有些杞人忧天，但是未尝不是一件令世人迷惑的事。

科学家推算地球的寿命还有四十余亿年。我心里就疑问着：“照人类这样，能见到那一天？”这不是我凭空猜想，事实就是如此。曾经的侏罗纪，白垩纪、三叠纪、史前文明，不一样消失在历史的尘埃之中。曾经一度成为地球霸主的恐龙，巨兽，不一样随着时间的推移成为泥土下的化石，历史长河中的一粒沙尘。反过来想，如今的时代，或者说：“人类的时代”总有一天会消失，就像先前的侏罗纪、白垩纪、三叠纪、史前文明一样，成为“暂住者”，而千万年后，下一个文明世界开始，或许是“兽类”、“虫类”、“飞禽类”主宰世界，他们将从泥土中发现千万年以前的化石，“四条腿的生物，骨骼新奇，出土时发现一些金属物的陪葬品。”一个文明的消失，表示着一个文明的出现。进化史

的河流，蜿蜒而又漫长，或许当最后一个人类被死亡吞噬的时刻，才会明白：“这不是第一次，而是无数次中的一个小插曲。”总有那么一天的，而且越来越近了。人类近万年创造的文明，也会毁灭。不用觉得可惜，因为这样的文明一直在孕育之中，至于主角是谁，可能只有地球这个看了成千上万次的诞生与毁灭的“旁观者”才能知道。

人类不要觉得自己有多么伟大，其实你只是一个配角，真正的主角，正是你日思夜想要榨取利益的地球。

人类，真实悲哀。掘开前者的坟墓，发现的不单单是宝藏，还有自己将来的下场！

换位思考——假如我是导师

姜兆霞

假如我是导师，我会如何对待学生呢？是“放羊式”的任其自由生长，还是事无俱细地为其安排好所有的事情呢？思考良久，取二者之折中，“收放自如”。

刚刚进入研究生阶段的学生在科研的道路上如初生的孩子，这时候如果我们任其发展的话，很有可能就早早夭折在道路上，当然也不排除有少数的会幸存下来，但那毕竟是少数。因为他们太小，不知道怎么走路，怎么吃饭，这时候是需要大人来扶持引导的，这就是“收”的阶段。在这个阶段，我们应该教会他们如何“走路”，如何自己“吃饭”。

对于研一的学生，刚刚走出大学的校门，对科研的道路一片迷茫。我首先要告诉他们什么是科研，它不再是单纯的听老师讲课，把老师教授的东西毫无疑问地全盘吸收，而是要辩证的接受，学会质疑，挑战权威，因为只有这样他们才会进步，才能一代更比一代强。那么，质疑前辈们的东西是需要资本的，那就要不断地积累知识。我会给其安排大量的阅读任务，告诉他们如何利用网络资源取其所需。当其学会了“吃饭”以后，我再慢慢地引导他们“走路”，学会思考问题并将自己的想法表达出来，写出来。正如小孩子初学走路，大人会扶着他们一步步地走，告诉他们先迈哪只脚，我会教学生如何去

思考，激发他们的灵感，有了想法之后，如何组织语言写出来。科研文章已不再是大学学报上的随笔和散文那样可以随心所欲，它需要一定的写作规则，要用最简单明了的方式把自己的想法表达出来让大家看明白，所以我会详细地为其讲解每一个过程。因为这是他们需要的基本功，这些都掌握了之后，就可以让其自己上路了，这就进入了“放”的阶段。

该放手时就放手，在这个阶段里，继续地“收住不放”，像心疼孩子的父母为其安排所有的一切，只会束缚了学生的发展。给他们一片天空，让他们自己去闯。也许这一路他们会摔跟头，如写文章没思路，投出的文章被拒之类，我不会去扶，不会替他们找思路，只会给予一定的启发和鼓励，让他们自己爬起来，因为只有这样他们才能知道以后如何避免摔跟头，如何走得更顺畅。很多学生喜欢向老师寻求捷径，想知道如何能走的更快更远。如果我是导师，我只会告诉学生，科研无捷径，唯一的捷径就是自己勤奋努力，不断地尝试总结，寻找出一条适合自己的路，因为适合别人的不一定适合你，科研不能模仿，要的是创新。当然，在这个阶段导师的鼓励是相当重要的，对于刚刚在科研道路上找到感觉的学生，他们每一步的成功都需要导师的肯定与赞许，因为那样他们会走的更有信心和动力。这时候导师就是他们的咨询师，当学生遇到问题的时候，他们可以给与开导启发，取得成绩的时候，他们会送上自己的鼓励与期许，这样放飞几年，他们必可以羽翼丰满，飞向更广阔的天空。

现在之所以将大学毕业继续深造的学生称之为“研究生”，就是希望他们在有一定的知识储备和思考能力的前提下，自己去钻研探究，而不再是一味地接受。老师之所以称之为“导师”，就是因为他们的职能已经不是单纯地教授，更重要的是引导学生自己思考自己解决问题。所以，导师对待研究生，应该收放自如，该收则收，该放必放。

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

电话: 010-82998365, 82998087, 82998010

Email:

qsliu@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

