

塔里木地块西南缘上古生界古地磁学研究

孟自芳

(中国科学院兰州地质研究所)

摘要 本文简要报道塔里木地块西南缘上古生界古地磁学研究的初步成果，并运用这些成果对研究区一些基本地质问题作了相应的解释，进一步从古地磁学角度证实塔里木地块与华北地块直至晚二叠世时仍是两个彼此分离、相距甚远的大地构造单元。

关键词 塔里木地块西南缘 上古生界铁克里克隆起带 华北地块

作者简介 孟自芳 男 43岁 硕士 助理研究员 大地构造学 古地磁学

塔里木地块在中国大地构造演化乃至全球构造研究中都具有举世公认的重要意义，国内外古地磁学者自八十年代中期以来从不同角度在塔里木开展了多项古地磁研究。由于各种条件的限制，已往的研究都集中在西北缘与北缘，所获数据与塔里木地块的巨大面积相比显然是不够充分的。笔者于1988年在塔里木地块西南缘的两个典型地区采集了上古生界古地磁标本，并做了初步研究。本文简要报道该项研究的初步成果。

一、地质概况与采样

采样地区位于塔里木地块西南缘铁克里克隆起带与西南拗陷边缘的结合地带。铁克里克隆起带走向北西—北西西，是经海西运动强烈抬升、平面上表现为向西南凸出的弧形构造，主要由元古代深变质岩系与古生代沉积岩系及火山岩组成。西南拗陷总体构造线与铁克里克隆起带基本一致，是一个长期存在的继承性拗陷，在元古代变质基底上形成了巨厚的后元古代稳定型沉积建造组合。

标本采自两条剖面：莎车县阿尔塔什和皮山县杜瓦。阿尔塔什剖面采样层位为泥盆系与石炭系，二者可能为平行不整合接触。泥盆系以深灰色、杂色致密粉砂岩为主，呈厚层状或块状，共采集20个层位，采样厚度约180m；标本采自一个褶曲的两翼，适于进行剩磁稳定性的褶皱检验。石炭系底部为深灰色内碎屑灰岩，往上渐变为层状灰黑色灰岩，标本采自一个挠曲构造的扬起端，共采集21个层位，采样厚度约170m。杜瓦剖面采样层位为石炭系与二叠系，二者为整合接触。石炭系以灰黑色、灰色层状灰岩为主，共采集19个层位，采样厚度约130m。二叠系由红层组成，上部泥岩居多，下部以砂岩为主，共采集24个层位，采样厚度约330m。

二、测试与分析

测试样品的天然剩磁(NRM)后,将样品存放在“零”磁实验室消除粘滞剩磁。然后,对经过粘滞剩磁检验的样品进行系统磁清洗,以求分离出稳定的特征剩磁组份并进行相应的剩磁稳定性检验。样品测试和数据处理均在美国加州大学UCSC古地磁实验室完成,测试仪器为2G-640型三轴超导磁力仪,退磁设备为TSD-1型热磁仪和GSD-5型交变退磁仪。

1. 泥盆系

阿尔塔什剖面泥盆系样品磁性普遍较强,天然剩磁强度为 $1.1-8.0 \times 10^{-3} \text{ Am}^{-1}$,剖面下部样品磁性稍弱,为 $3.6-9.4 \times 10^{-4} \text{ Am}^{-1}$ 。粘滞剩磁检验结果表明,天然剩磁包含的粘滞剩磁组分不多,次生剩磁的影响不太明显。但粘滞剩磁呈现的变化情况比较复杂:在“零”磁空间中存放时间相同、岩性相同甚至层位相同的样品的检验结果相去甚远,强度或增或减,无一定规律可循;存入时间长短与强度增减变化无明显的相关关系;同一样品在存放期间强度变化趋势不定。由此可知,粘滞剩磁是成因复杂、磁学性质不稳定的复合型次生剩磁,粘滞剩磁检验应是系统退磁处理前采用的必要磁清洗手段。

逐步热退磁揭示样品都具有两个稳定的磁性分量,低温分量和高温分量。低温分量解阻温度普遍较高,最高可达 550°C ,而且剩磁强度在低温阶段无明显衰减,低温分量磁化方向在地理坐标系中均为向北陡倾的正极性,平均方向与现代轴向地心偶极子场方向($D=0^\circ, I=57.4^\circ$)密不可分,在99%置信水平上未通过褶皱检验,可知低温分量是岩石在风化过程中受近代地磁场影响而形成的次生剩磁,其磁性载体中包括一定数量的赤铁矿。当退磁温度超过 62°C 时,样品磁化方向明显偏离现代地磁场方向并向原点线性收缩,剩磁强度迅速衰减到接近磁力仪的噪音水平。解温温度谱表明高温分量磁性载体几乎全是赤铁矿。剖面下部样品的磁化方向以正极性为主,上部样品的磁化方向具正、反两种极性。高温分量磁化方向通过了反转检验,并以99%的置信度通过了褶皱检验,表明高温分量磁化方向代表沉积时期或稍晚时期的地磁场方向,属沉积成因的原生剩磁,其极性特征表明地磁场在这段时限内由正向期转化为混合极性期。

2. 石炭系

阿尔塔什剖面石炭系样品具中等磁性,天然剩磁强度为 $1.3 \times 10^{-4} \sim 4.4 \times 10^{-3} \text{ Am}^{-1}$ 。粘滞剩磁检验表现为剩磁强度呈不同程度的衰减,但强度衰减与时间因素并不直接相关,个别弱磁性样品在二次检验中剩磁强度反而增加。逐步热退磁过程中分离出两组稳定磁化分量,低温分量解阻温度一般低于 200°C ,平均磁化方向在地理坐标系中与现代轴向地心偶极子场方向非常接近,应是岩石在近代获得的次生剩磁,磁性载体应是以针铁矿等为主的风化产物。高温分量解阻温度谱为 $350-600^\circ\text{C}$,可知磁性载体以磁铁矿及其蚀变产物为主。剩磁强度在低温阶段迅速减弱为天然剩磁强度的30—70%,表明次生剩磁已被有效地清洗掉。剩磁强度在 $200-400^\circ\text{C}$ 温度段内基本保持不变或略有增加,表明稳定原生剩磁信号逐渐增强。退磁温度高于 450°C 时,剩磁强度迅速衰减,磁化方向稳定不变,退磁曲线线性趋向原点,表明特征剩磁已被有效地分离出来。高温分量以反向磁化为主,符合石炭—二叠纪基亚曼反极性超时的古磁场特征。

杜瓦剖面样品的弱磁性样品, 天然剩磁强度为 3.4×10^{-4} — $3.4 \times 10^{-5} \text{ Am}^{-1}$, 仅 2 个样品磁性稍强。粘滞剩磁检验结果变化幅度很大, 绝大部分样品的剩磁强度随存放时间的增长而持续大幅度衰减, 仅少数样品剩磁强度有不同程度的增加。可知粘滞剩磁在天然剩磁中占有很高的比例。逐步退磁过程揭示天然剩磁包括两个稳定分量, 其解阻温度谱与阿尔塔什样品两个分量的解阻温度谱完全相同。值得注意的是有些样品的低温分量在地理坐标系中也呈反向磁化, 表明其原生剩磁非常稳定, 有效地抵制了近代地磁场的正向量磁化。高温分量均表现为反向磁化, 平均方向与阿尔塔什样品的原生剩磁方向非常一致, 可知两地样品的高温分量应是在同一地质时期获得的沉积成因的原生剩磁。

3. 二叠系

杜瓦剖面样品磁性普遍较强, 天然剩磁强度为 6.0×10^{-4} — $1.6 \times 10^{-2} \text{ Am}^{-1}$ 。粘滞剩磁检验结果表明不稳定生剩磁所占比例不大, 剩磁强度随存放时间的增长而持续衰减, 少数样品有所增强, 但增减幅度均不大。约三分之一样品的天然剩磁为反向磁化, 同样反映了原生剩磁的稳定性。

逐步退磁过程分离出两种稳定磁化分量, 转变温度在 350°C 左右。在低温退磁阶段, 随着温度升高, 样品的剩磁强度逐渐增加 (或先减弱后增加), 表明退磁过程有效地清洗了低温分量, 使原生剩磁信号不断增强。低温分量平均方向在地理坐标系中与现代轴向地心偶极子场方向 ($D=0^{\circ}$, $I=56.7^{\circ}$) 密不可分, 在 99% 置信水平上未通过倾斜检验, 表明低温分量是岩层发生构造变动以后获得的近代次生剩磁, 磁性载体以针铁矿等风化产物为主。高温分量解阻温度为 350 — 720°C , 表明磁性载体以赤铁矿为主, 高温分量均呈反向磁化 (仅 1 个具不稳定磁化方向的样品为正极性), 磁化方向非常接近, 平均磁化方向与柯坪二叠纪原生磁化方向基本一致, 表明高温分量通过了剩磁稳定性的一致性检验, 是沉积阶段或稍后时期获得的原生沉积剩磁。

三、古地磁结果讨论

次生剩磁磁化方向统计结果表明 (表 1), 两条剖面所在的地区在较近时期末曾发生过明显的相对运动, 构造格局和相对方位基本保持不变, 表现为整体运动特征。

表 1 次生剩磁方向统计结果

Table 1 Statistics of directions of secondary magnetization

剖面 层位	n / N	地理坐标系				层面坐标系			
		偏角	倾角	α_{95}	K	偏角	倾角	α_{95}	K
阿尔塔什泥盆系	20 / 20	357.4	49.5	7.1	21.9	5.9	21.6	16.8	4.8
阿尔塔什石炭系	15 / 21	350.9	53.3	2.2	311.1	306.7	41.9	4.5	73.3
杜瓦石炭系	15 / 19	353.1	60.4	12.5	10.4	20.5	71.5	12.4	10.4
杜瓦二叠系	24 / 24	3.3	57.0	3.4	75.0	43.4	76.9	5.7	28.2

注: n / N: 参加统计的样品数 / 样品总数, α_{95} : 置信角 K: 精度参数

原生剩磁磁化方向统计结果与相应的古地磁极位置见表2。阿尔塔什古地磁极位置变化情况表明, 该地在泥盆纪至石炭纪期间曾快速北向漂移, 古纬度增高约16°, 从北半球低纬度移至中纬度地区。杜瓦古地磁极位置变化情况表明, 该地在石炭纪至二叠纪期间基本处于稳定状态, 未发生明显的水平位移。

表 2 原生剩磁方向统计结果

Table 2 Statistics of directions of primary magnetization

剖面 层位	n / N	地理坐标系				层面坐标系				古地磁极		极误差		古纬度 (° N)
		偏角	倾角	α_{95}	K	偏角	倾角	α_{95}	K	纬度(° N)	经度(° E)	dp	dm	
阿尔塔什 泥盆系	14 / 20	85.6	19.4	15.4	4.7	87.7	30.8	7.5	17.4	13.1	156.5	4.68	7.99	16.7
阿尔塔什 石炭系	15 / 21	229.2	-17.3	3.1	153.0	214.4	-51.4	3.0	161.0	61.5	167.5	2.02	4.08	32.0
杜瓦 石炭系	15 / 19	201.2	-35.0	8.0	24.0	212.9	-40.7	7.9	24.6	59.0	185.7	4.49	9.62	23.7
杜瓦 二叠系	20 / 24	194.3	-25.6	6.4	27.2	205.7	-43.0	6.3	27.7	66.0	188.8	3.66	7.85	25.0

注: 同表1

对照上述两地石炭系古地磁数据, 在排除了误差水平的基础上仍存在明显的差异。这些差异的大地构造意义表现在: 1) 指示杜瓦石炭系的时代晚于阿尔塔什石炭系; 2) 石炭纪期间阿尔塔什与杜瓦为广海所隔, 经向宽度800km左右; 3) 杜瓦地区从二叠纪开始再度北移, 北移速率明显大于阿尔塔什的北移速率, 铁克里克隆起带开始弯曲呈弧形, 并在以后的历次构造运动中不断强化, 直至构成两地间的现代位置关系。

河西走廊的古地磁资料表明(孟自芳等, 1990), 这一地区至晚在晚二叠世时就已加积到华北地块上而成为其西延部分。两套资料所揭示的古地磁极位置和古纬度差异充分证明: 塔里木地块和华北地块直至晚二叠世时仍是两个彼此分离、相距甚远的大地构造单元。

本项研究得到周清杰副研究员的指导和帮助, 郑建京、汤渭参加了采样工作, 美国加州大学Robert S.Coe指导和资助了样品的测试和分析, 在此一并致谢。

收稿日期: 1990年11月16日

参 考 文 献

- (1) 王蕙, 1989, 古生物学报, 28, 402-414页
- (2) 白永虹等, 1985, 地震地质, 7卷, 71~80页
- (3) 孟自芳等, 1990, 沉积学报, 8卷3期, 2~8页
- (4) Li, Y. et al., 1988 Geology, V.16, p.275-278.

(5) Sharps, R. et al., 1988, Earth Planet. Sci. Lett., V.92(1988), p.275-291.

Paleomagnetic Study of Upper Paleozoic Erathem Along the Southwestern Margin of Tarim Block, China

Meng Zifang

(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

Based on the paleomagnetic results obtained from Upper Paleozoic Erathem along the southwestern margin of the Tarim Block, this paper paleomagnetically discusses some fundamental geologic problems related to the area researched. The following conclusions were drawn from this study: 1) Artashi Area rapidly drifted northwards from Devonian to Carboniferous and researched mid-latitudinal area from a low-latitudinal area resulting an increase of about 16° in paleolatitude. 2) Duwa Area essentially remained relatively stable from Carboniferous to Permian and did not experience any horizontal motion evidently. 3) The Carboniferous System in Duwa Area is younger than that in Artashi Area. 4) There existed an open sea about 800km wide lying between Artashi Area and Duwa Area during carboniferous. 5) Duwa Area started moving northwards again in Permian Period. Tielike Uplift Zone began bending as an arc and got strengthened continuously in subsequent tectonic movements. This study further demonstrates paleomagnetically that until late Permian the Tarim Block and the North China Block were still two independent tectonic units which were separated far away from each other.

“英汉沉积学解释词典”即将出版，欢迎订购

为适应我国沉积学发展的需要和促进国内外的学术交流,由杨伟东、关平、李建明主编、有十几个单位的四十五位同志参编的《英汉沉积学解释词典》即将由北京大学出版社出版。

该《词典》共分三大部分,收录沉积学及相关术语4,500余条。从这些词条中精选出常见、常用和重要的词条近3,000条做为“英汉解释”部分,用中文加以解释,并力求简捷明了,言简意赅,有些还举例加以简述,以期能使读者详细、确切地了解这些词条的科学含意。在“汉英对照”部分,采用了全部4,500余条词条。这既是英汉解释部分的索引,又能便于读者在撰写有关英文作文时参考。最后,为了方便读者了解各词条的实际用法和其在沉积学及有关学科中所处的位置,还精选出3,000余条词条,按学科体系编排成“英汉沉积学概念体系”部分。由于有上述三部分的编排搭配,使该《词典》兼具教科书的性质,因此可以满足广大地质工作者不同层次、不同方面的需要。