

塔里木泥盆系古地磁研究

孟自芳

(中国科学院兰州地质研究所)

提要 塔里木古地磁资料表明泥盆纪期间西南缘的古纬度低于西北缘(约 12°),前者是在泥盆纪~石炭纪期间塔里木地块快速北移的过程中才在石炭纪与后者拼接在一起的。次级构造单元之间的这种差异运动对塔里木西部的构造演化与油气资源评价都具有重要意义。

关键词 塔里木地块 快速北移

作者简介 孟自芳 男 46岁 副研究员 大地构造学 古地磁学

塔里木地块古地磁研究在八十年代得到长足进展,但至今公开报道的泥盆系研究结果则仅见于西北缘的柯坪地区。为了在前人工作的基础上从更大范围内获得更系统的泥盆系古地磁资料,笔者于1988年在塔里木盆地西北缘和西南缘各选了一条泥盆系出露比较完整、时代依据比较充分、岩性适于古地磁研究的剖面进行了详细研究,并根据研究结果探讨了塔里木地块的古地理位置与构造演化特征。

1 研究区地质概况

塔里木地块是组成中国大陆的主要构造单元之一,构造比较稳定,各时代地层均有不同程度的发育,层序基本齐全,沿盆地边缘出露较好,厚度较大,历来为中外地学界所注目。由于华北地区普遍缺失泥盆系,西北地区泥盆系研究的重要意义便显得格外突出,塔里木盆地也就自然成为西北地区泥盆系综合研究的理想区域之一。

本项研究的标本采自两个不同的次级构造单元:位于西北缘的柯坪隆起印干剖面($79.5^\circ\text{E}, 40.6^\circ\text{N}$)和位于西南缘的西南拗陷阿尔塔什剖面($76.3^\circ\text{E}, 38.0^\circ\text{N}$)。印干剖面泥盆系为单斜构造,采样层位属中、下泥盆统,主要岩性为红色细砂岩和粉砂岩,属浅海—滨海相沉积。阿尔塔什剖面采样层位属上泥盆统,主要岩性为深灰色及杂色粉砂岩,属浅海相沉积,样品采自一个褶皱构造的两翼。采样过程中使用轻便岩石钻机钻取定向岩芯,用地质罗盘对岩芯定向并记录当时的太阳方位角以进行定向数据的室内校正。定向岩芯经一定时间的室内存放后加工成标准样品用于测试。本项研究在印干剖面采集21段岩芯,代表21个层位,采样厚度约350m;在阿尔塔什剖面采集20段岩芯,代表20个层位,采样厚度约180m。

2 测试与结果

样品测试和数据处理均在美国加利福尼亚大学圣克鲁兹分校古地磁实验室完成。测试仪器为2G-640型三轴超导磁力仪,退磁设备为TSD-1型热退磁仪。

测试样品的天然剩磁后,将其存放在“零”磁空间中进行粘滞剩磁检验。两条剖面样品的磁性普遍较强,粘滞剩磁检验结果表明样品天然剩磁中所含的粘滞剩磁比例不高。经过粘滞剩磁检验的样品均采用热退磁法进行系统的退磁处理,以求分离出稳定的特征剩磁分量。

逐步热退磁处理过程在全部样品中均可分离出两个稳定的磁性分量。低温分量解阻温度一般高于 400℃,最高可达 550~600℃。样品的剩磁强度在此阶段并无明显衰减,表明低温分量的磁性载体以次生赤铁矿为主。另一方面,低温分量磁化方向在地理坐标系中均为单一的正极性,密集程度非常好,平均方向与当地的现代轴向地心偶极子场方向几不可分,且在 99%置信水平上未通过褶皱检验,可知低温分量的形成时代晚于岩层的最后一次构造变动,应是岩石在风化过程中受近代地磁场影响而获得的次生剩磁。样品在高温退磁阶段的磁学性状则表现为剩磁强度急剧衰减到接近磁力仪的噪音水平、退磁曲线呈线性趋向原点、磁化方向明显偏离现代轴向地心偶极子场方向且在地理坐标系中具近于成对蹠关系的正、反两种极性。高温分量的高解阻温度谱表明磁性载体几乎全是原生赤铁矿。阿尔塔什样品来自褶皱构造的两翼,适于进行剩磁稳定性的褶皱检。检验结果表明,具正反两种极性的高温分量磁化方向以 99%的置信度通过了褶皱检验,指示高温分量的获得早于岩层的第一次构造变动时代。根据地质资料,研究区的泥盆系与石炭系呈明显的角度不整合接触,岩层的第一次构造变动发生在泥盆纪与石炭纪的交接时期。此外,高温分量平均磁化方向既不同于已报道的石炭纪地磁场方向,也不同于二叠纪地磁场方向。因此,笔者认为阿尔塔什样品的高温分量是岩石在泥盆纪地磁场作用下获得的原生剩磁,其平均磁化方向代表研究区在泥盆纪期间的地磁场方向。印干剖面样品来自单斜层,不宜进行褶皱检验,但高温分量同样具有前述的各种特征,平均磁化方向与阿尔塔什高温分量平均方向基本一致,也应是泥盆纪期间形成的原生剩磁。

表 1 塔里木泥盆系高温分量统计结果

Table 1 Statistics of directions of high temperature components of Devonian System in Tarim

地理坐标系中的平均磁化方向					
n/N	Dec	Inc	α_{95}	K	Colat=79.7
23/40	85.8	19.7	15.4	4.9	
地理坐标系中的平均虚地磁极					
n/N	Long	Lat	A95	K	Colat=77.3
23/40	160.7	9.2	15.9	4.6	
层面坐标系中的平均磁化方向					
n/N	Dec	Inc	α_{95}	K	Colat=73.3
23/40	87.4	31	7.5	17.2	
层面坐标系中的平均虚地磁极					
n/N	Long	Lat	A95	K	Colat=71.7
23/40	156.5	13.1	7.2	18.8	

注:n/N:参加统计的样品数/样品总数 Dec:偏角. Inc:倾角. α_{95} :95%置信圆角半径. K:精度参数. Long:经度. Lat.:纬度. Colat.:余纬度.

综上所述,虽然两地样品的岩性差异较大,岩相也有一定的区别,但其磁学性状则基本一

致,特征剩磁性载体也大致相同,皆以原生赤铁矿为主。两地样品的高温分量均具正反两种极性,排除了后期重磁化的可能性。两地样品高温分量磁化方向各自通过了反转检验和一致性检验(阿尔塔什样品高温分量还通过了褶皱检验),且其平均方向比较接近。在一级近似的前提下,将两地样品的高温分量磁化方向进行总体统计,可以求得塔里木泥盆系所记录的泥盆纪地磁场方向的主要参数。统计结果表明(表1),总体平均方向以99%的置信度通过了区域性褶皱检验,指示高温分量代表磁性矿物在沉积阶段或早期成岩阶段在泥盆纪地磁场作用下获得的原生剩磁。

3 几点认识

根据本项研究和笔者及其他作者在塔里木与其他地区获得的相关地质时代的古地磁研究成果,可以对塔里木地块的古地理位置、构造演化及其与相邻构造单元的构造联系问题获得如下几点初步认识。

1. 塔里木地块在泥盆纪期间位于北纬 18° 附近的低纬度地带。对照其志留纪和石炭纪古纬度,可知塔里木地块在志留~泥盆纪期间纬度增高约 4° (志留纪塔里木地块古纬度约为 14° N),经历了缓慢北移的过程,较长时期地处于相对稳定阶段。另一方面,塔里木地块石炭纪古纬度为 33° N,表明它在泥盆-石炭纪期间发生了大规模的快速北向漂移(伴随顺时针旋转),但沉积建造仍为以碳酸盐岩为主的稳定型沉积建造,推测这一时期的快速北向漂移应是当时地球某种深部过程的表现。

2. Opdyke等根据从云南、四川三条剖面的古地磁资料推算,华南地块西部在志留纪期间处于低纬度地带(7° N或 7° S)。据刘椿等的研究结果,云南曲靖地区的早泥盆世古纬度约为 0.64° S,与其志留纪古纬度大致相当(至多南移 0.5°)。可见塔里木地块与华南地块虽然在志留纪时已经非常接近,但到泥盆纪时又由于二者之间发生了相反方向的运动(尤其是塔里木地块快速北移)而分裂开来,致使其间的每盆再度扩张。塔里木地块与华北地块之间目前尚无能用于直接对比的泥盆系古地磁资料,但根据志留纪与二叠纪资料判断,志留纪期间华北地块西端(河西走廊)的古纬度(23.4° N)比塔里木地块高 9° 左右,但二叠纪期间塔里木地块的古纬度(27° N)比华北地块西端高 9° 左右,而且二者在以上两个地质时期所对应的古地磁极也相距甚远,表明塔里木地块与华北地块在志留纪与二叠纪期间均不相连,而是两个彼此分离的大地构造单元。

3. 阿尔塔什样品与印干样品原生剩磁的极性均在剖面上呈正反相间出现的特征,表明两剖面的沉积时期大致相当。将极性剖面与标准极性年表进行对比,可知两剖面均应属中、下泥盆统沉积,这与地质资料中认为阿尔塔什剖面泥盆系属上泥盆统的看法是有出入的。

4. 本项研究的总体统计结果虽以99%的置信度通过了区域性褶皱检验,但两地的统计数据有一定的差异。这种地区性差异的存在除可以由于误差因素而引起外,在很大程度上还反映两地之间在快速北移的总体背景下还存在差异运动,因而两地之间在泥盆纪以后发生了一定规模的地壳缩短并于石炭纪期间才最终联结在一起。这种形变过程主要以“薄皮构造”的形式完成,很可能与铁克里克弧形构造带开始弯曲密切相关,形变起始时代应晚于泥盆纪。根据西伯利亚地块泥盆纪古地磁极位置计算所得的理论磁化方向与实测磁化方向、理论古纬度与实测古纬度之间的差异也说明(表2),阿尔塔什地区在泥盆纪以后的北移速率明显大于印干地

区,表明两地之间发生过规模较大的相对运动。但两地泥盆系的褶皱形变特征都不强烈,推知这种相对运动应主要表现为层间滑动与层面滑动,因而铁克里克弧形构造带之下很可能掩盖着较大面积的生油条件较好的下古生界沉积岩系。但也有可能说明柯坪隆起在泥盆纪时尚不属于塔里木地块的范畴,而是后来加积到塔里木地块上的外来系统。

表 2 塔里木地块泥盆系分区统计结果

Table 2 Statistics of Devonian System of sub-units of the Tarim Block

时代	剖面	理论磁化方向		理论古纬度	实测磁化方向		实测古纬度
		偏角	倾角		偏角	倾角	
泥盆纪	印干	92.9	54.5	35	77.3	44.3	26.6
	阿尔塔什	89.1	52	32.6	90.8	25.1	14.5

感谢:中国科学院兰州地质研究所郑建京、汤渭参加了野外考察与采样工作,美国加州大学圣克鲁兹分校 Robert S. Coe 教授帮助和指导了样品的测试分析,美国国家科学基金部分资助了本研究(项目编号 EAR—8721558)作者在此一并致谢。

收稿日期:1993年1月5日

参 考 文 献

- 白永虹等,1985,地震地质,7卷1期,71—80页。
 林金录,1985,地震地质,7卷1期,81—83页。
 刘梅等,1986,地质科学13期,232—235页。
 李燕平等,1988,长春地质学院学报,18卷4期,447—469页。
 李燕平等,1989,地质学报,3期,193—203页。
 孟自芳,1991,地质论评,37卷2期,103—108页。
 孟自芳,1992,科学通报,37卷7期,637—640页。
 孟自芳等,1992,中国科学(B辑),5期,531—536页。
 董学斌等,1991,地质论评,37卷2期,160—164页。
 Pruner, p. .1987, Tectonophysics, 139, p. 155—167.
 Pruner, P. ,1987, Tectonophysics, 139, p. 123—132.
 Khramov, A. N. ,1990, Tectonophysics, 184, p. 101—109.

Paleomagnetic Study of the Devonian System in Tarim Basin, China

Meng Zifang

(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

Based on results from 41 oriented cores collected from northwestern and southwestern margins of the Tarim Basin, this paper presents a brief introduction of our recent study on the Devonian System therein.

Paleomagnetic data suggest that paleolatitude of the southwestern margin was much lower than that of the northwestern margin (about 12°). The former was amalgamated to the latter during rapid northward drifting of the Tarim Block happening within Carboniferous-Devonian period. This kind of differential motions among sub-units of the block should be a significant element on tectonic evolution and evaluation of oil and gas within the western part of the Tarim Basin.