

文章编号 :1000-0550(2001)02-0306-03

# 压实作用与磁倾角变化的实验研究

邓云山<sup>1</sup> 孟自芳<sup>1</sup> 郑彦鹏<sup>3</sup>

(中国科学院兰州地质研究所 兰州 730000) (国家海洋局第一研究所 山东青岛 266003)

**摘要** 库车坳陷上新统库车组古地磁资料表明,泥岩组样品的平均磁倾角最小,从泥质粉砂岩、砂岩到粉砂岩其平均磁倾角依次递增,相应的古纬度值从泥岩、泥质粉砂岩到粉砂岩依次增高。为了研究这一现象,我们选取了 48 个库车组样品作了一系列实验。实验结果表明,压实作用引起的体积变化与磁倾角降低呈线性关系。

**关键词** 库车坳陷 上新统 压实作用 磁倾角

**第一作者简介** 邓云山 男 1963 年出生 副研究员 构造地质

中图分类号 P313 文献标识码 A

压实作用的研究在地质科学中占据了一个重要的领域,历来为地质学家们所注目。压实作用引起含磁性矿物的沉积岩层磁倾角偏低的现象,在现代海洋沉积物以及实验室模拟研究中都已发现,但就压实作用对磁倾角数值大小的定量化研究,至今未见到正式报道。

库车坳陷克孜勒努尔沟剖面(东经 83.4°、北纬 42.25°)上新统库车组地层出露比较完整,岩性以灰绿色的砂岩为主,夹有灰褐色泥岩、粉砂质泥岩及含钙质泥岩和细砾岩,岩性单调,砂岩中可见大型板状斜交层理,部分粉砂岩、细砂岩中生物扰动及虫孔构造很发展,并见小型波痕层理,泥岩中产介形化石,厚度为 1 034 m<sup>[1]</sup>。

## 1 采样、加工、测试与剩磁特征分析

采样是在尽可能减少风化作用及近代地磁场对样品天然剩磁影响的前提下,用轻便钻机钻取尽可能新鲜的岩芯,配以定向台和太阳罗盘等定向、校正,一般每个适于采样的层位为一个采点,每个采点采集 4~6 段空的岩芯。古地磁样品在室内用无磁锯片切割加工成直径 2.5 cm、长为 2.5 cm 的圆柱形标准样品,待样品在“零”磁空间存放一定时间后测试。测试分别在成都地质矿产研究所古地磁实验室(DSM—2 旋转磁力仪)和新疆地矿局古地磁实验室(Minispin 磁力仪)进行,全部样品进行逐步热退磁处理,选取的热退磁模式在 350 °C 以下时阶步为 100 °C,350 °C 以上时阶步为 50 °C,550 °C 以上的阶步加密为 20 °C。

库车组样品的磁性状大都较好,除少数样品磁性

太弱而无法检测到准确信号外,绝大部分样品都能在逐步热退磁处理过程中分离出 2 个稳定磁性分量,高温分量解阻温度谱为 200~620 °C,其磁化方向在地理坐标系中明显不同于现代地磁场方向且呈现出近于反向平行的特征,基本满足反转检验的要求,因而我们认为高温分量就是岩层形成时获得的原生剩磁。

绝大多数样品的剩磁强度在 340~450 °C 时骤减为天然剩磁的 25% 甚至 10%,而后剩磁强度基本保持不变,直至 720 °C 时仍不能完全清洗(图 1a),但有些样品在 620 °C 时即可基本达到磁清洗的目的(图 1b)。也有一部样品的剩磁强度在 100 °C 时保持不变或略有增强,200 °C 时则骤降为天然剩磁的 60% 左右,340~620 °C 期间强度基本没变。

系统退磁测试结果,全部录入计算机应用 Enkin 软件分析系统,逐个样品进行分析,用计算机绘制正交矢量投影图、规一化强度衰减曲线进行主分量分析确定不同的特征剩磁分量,再用费舍尔统计法分别进行剩磁稳定性的检验和统计,样品的稳定剩磁方向还进行了逐步展开褶皱检验以确保所获结果的可靠性,然后用相应的方法对库车组不同岩性的样品分组统计获得平均剩磁方向和地磁场参数(表 1)。

从表 1 可以明显的看出,泥岩组平均磁倾角最小,从泥质粉砂岩、砂岩到粉砂岩其平均磁倾角依次递增,相应的古纬度值从泥岩、泥质粉砂岩、砂岩到粉砂岩依次增高。

## 2 压实实验研究

为研究这一现象,我们选取了 48 个库车坳陷克孜

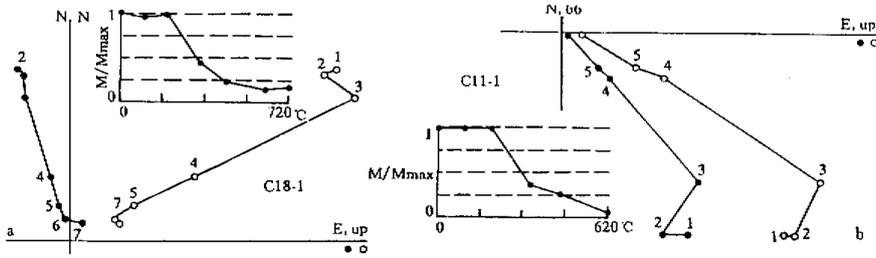


图 1 典型样品退磁结果

Fig.1 Demagnetizing results of the typical samples from Kuche depression

表 1 库车坳陷库车组(N<sub>2</sub>)古地磁结果

Table 1 Paleomagnetic results of Kuche Fm.(N<sub>2</sub>) in Kuche depression

岩 性	采样点 (n/N)	原生剩磁方向				古地磁极(°)		极误差		古纬度
		$\bar{D}$	$\bar{I}$	$\alpha_{95}$	K	东经	北纬	dp	dm	
泥岩	7(29/73)	355.2	46.4	8.1	56.9	280.0	75.2	6.7	10.4	27.7
泥质粉砂岩	11(38/72)	6.7	49.4	8.3	54.2	236.5	77.1	7.3	11.0	30.3
粉砂岩	6(27/39)	354.5	58.9	6.8	80.4	325.7	85.2	7.6	10.1	39.7
砂岩	8(32/83)	348.3	58.4	8.9	57.6	339.1	80.7	9.8	13.2	39.1

勒努尔沟剖面库车组样品(泥岩 12 个、粉砂质泥岩 7 个、泥质粉砂岩 6 个、粉砂岩 11 个、砂岩 12 个),并将其粉碎在无磁空间将样品分别装入直径 2.5 cm 的塑料圆筒中在外加磁场强度为 300 mT(此强度显然远远高于地球磁场强度,意在岩石中的磁性矿物全面磁化,以便获得准确稳定的磁倾解变化数据。)磁倾角为 52°进行重磁化,然后采用双活塞高压压计加压至 0.12 MPa,在加压过程中,发现加压至 0.09 MPa 时其体积减少到最小,再增加压力其体积亦不再变小,测其磁倾角获如下结果(表 2)。

上述实验表明,含针铁矿、赤铁矿的泥岩在沉积后的压实作用中磁倾角变化最大,一般降低 13°~14°,粉砂岩与砂岩压实过程中,体积变化较少,而对磁倾角的影响相应减少,一般降低 3°~4°,泥质粉砂岩或粉砂质泥岩介于上述二者之间,其磁倾角降低 10°左右,若将

测试结果投在坐标系上(图 2),其数值分布呈近似直线型,说明压实作用引起的体积变化与磁倾角降低呈线性关系。

### 3 讨论

目前已见到公开报道的塔里木第三纪古纬度值在 24°N~29°N 之间,比现今纬度低 13°~18°。而且,这些样品绝大多数采自盆地北部库车地区<sup>[2]</sup>。李永安等,报道了盆地南缘皮山县村瓦地区的老、新第三纪古纬度分别为 26.5°N 和 28.1°N(今纬度 37.1°N)。因此,大多数研究者都认为塔里木盆地北缘(主要指库车地区)在第三纪时处在中—低纬度地带并在晚第三纪以来向北漂移了 1 300~1 800 km(不考虑误差)<sup>[3]</sup>,主要是通过地壳缩短增厚、逆冲推覆、形成高角度紧闭线型褶皱和倒转褶皱等形式实现的,但实际上除了上

表 2 压实对比实验测试结果

Table 2 Comparison of Compaction and measured results

岩 性	体积平均减少	外加磁场磁倾角	平均磁倾角降低度数	磁性矿物
泥岩	54%	52°	13.2	针铁矿、赤铁矿
泥质粉砂岩	46%	52°	10.6	针铁矿、赤铁矿
粉砂岩	18%	52°	3.1	针铁矿
砂岩	21%	52°	3.7	针铁矿、赤铁矿

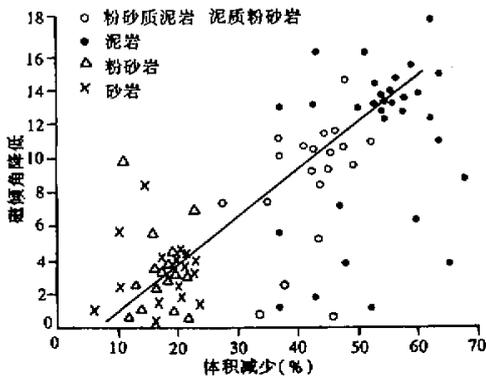


图2 体积减少与磁倾角变化图

Fig.2 Plot of volumetric compression and variation of magnetic dip angles

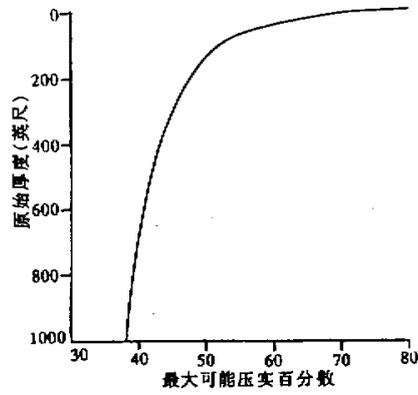


图3 最大可能压实百分数与原始厚度的关系曲线离散图

Fig.3 Curve showing the relationship between maximum compression percentage and primary thickness

述褶皱外,支持如此大规模漂移的地质证据并不充分,而且天山褶皱带南侧第四纪以来主要表现为向南逆冲推覆<sup>[4]</sup>。这就启示我们,库车地区第三纪古纬度可能不会如此之低。那么造成古纬度如此之低的因素是什么?作者认为主要因素是压实作用引起的磁倾角降低,若按算术平均值计算,压实作用可使砂泥岩层的磁倾角平均降低 7°(未考虑砂泥百分比)。

直到最近,对于沉积物压实作用缺乏一个为人们普遍接受的模型,综合前人的压实模型诸如:Hedberg (1936)、Weller(1995)、Power(1967)、Teodororick 和 cherno(1968)、Beall(1970)<sup>[5]</sup>,作者认为 Labute 和 Gretener (1969)通过 Leduc 礁和 Ireton 页岩的研究成果(图3)更接近自然,主要在于吸取他人研究成果的基础上把最大可能压实作用与沉积物的原始厚度联系起来,从图3看厚地层的压实要比薄地层差。本文采用双活塞高压压实模拟实验与自然界压实机理有一定的差异,

尽管模拟实验简单了些,处理过程中影响因素考虑不太全面,但大量的数据资料发现了压实作用引起磁倾角变化的规律。本文实验数据作为磁倾角定量研究中应用与推广,尚需进一步提高精度,也是今后在这方面研究中急待解决的一个问题。

## 参 考 文 献

- 1 杨庚.库车拗陷沉降与天山中新世代构造活动[J].新疆地质,1995,13(3):21~25
- 2 Chen Y, et al. New Cretaceous paleomagnetic poles from the Tarim Basin, NW-China[J]. Earth Plant. Sci. Lett, 1992
- 3 邓云山,康健,孟自芳.库车拗陷同沉积古地磁研究[J].沉积学报,1998,16(4):109~113
- 4 柏美祥.新疆第四系若干问题的初步探讨[A].新疆第四纪地质及冰川地质论文集[C].1981
- 5 H H. Rieke G V. Chilingarina 著.徐怀大译.泥质沉积物的压实[C].北京地质出版社,1984

## An Experimental Study on Relationship between Compaction and Magnetic Dip Angles

DENG Yun-shan<sup>1</sup> MENG Zi-fang<sup>1</sup> ZHENG Yan-peng<sup>2</sup>

(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

(Institute of National Ocean Bureau, Qindao Shandong 266003)

### Abstract

Paleomagnetic data from Kuche Formation (Pliocene) in Kuche Depression indicate that mean dip angles possess the smallest values in mudstone and progressively increase from muddy siltstone to sandstone and siltstone. The corresponding paleolatitudes get higher in the same sequences. In order to research this phenomenon, we conduct an experiment with 48 specimens and find that decrease in magnetic dip angle is linearly related to volume variation resulting from compaction.

**Key words** Kuche depression Pliocene compaction magnetic dip angle