

# 西藏北部双湖地区海相侏罗纪磁性地层研究

朱同兴<sup>1)</sup> 潘忠习<sup>1)</sup> 庄忠海<sup>1)</sup> 秦建华<sup>1)</sup> 董文彤<sup>2)</sup> 王小龙<sup>1)</sup> 黄志英<sup>1)</sup> 冯心涛<sup>1)</sup>

1) 成都地质矿产研究所, 610082; 2) 中国石油天然气集团公司石油勘探开发研究院, 北京, 100083

**内容提要** 西藏北部双湖地区海相侏罗纪磁性地层采样剖面包括菊花山下侏罗统剖面 and 那底岗日中、上侏罗统剖面, 采集样品共 1231 件。磁性地层采样工作是在实测地层(岩石地层和生物地层)剖面后进行的。采样使用国产手提式气压钻机, 钻取的岩心直径为 25 mm, 长度为 20~50 mm, 用磁罗盘定向器定向取心。采样间距一般为 0.5~5 m, 但重要界面附近间距达到 5 cm。分析表明双湖地区海相侏罗系碳酸盐岩的天然剩磁普遍较高, 一般达到  $6.7 \times 10^{-3} \sim 3.8 \times 10^{-2}$  A/m。大多数样品在热退磁到 500~600℃ 区间时, 剩磁衰减了 100%, 表明岩石中所含磁性载体为磁铁矿。系统研究表明双湖地区晚三叠世与早侏罗世之间缺失一个 NAUNESKI 反向极性带, 界面的时间缺失量约为 2 Ma, 野外表现为不整合接触关系。中、下侏罗统之间为假整合接触关系, 沉积间断时间约为 320 ka。

**关键词** 磁性地层 海相侏罗系 双湖地区 西藏

西藏北部双湖地区地处青藏高原腹地(图 1)。磁性地层研究的主要目的是加强双湖地区侏罗系多重地层划分与对比研究, 建立藏北侏罗系古地磁数据库以及海相侏罗纪磁性地层极性柱。选择双湖地区进行侏罗纪磁性地层研究具有两个有利的条件: ① 侏罗系层序完整, 顶、底界面清楚, 大范围内岩石露头良好, 岩层易于对比; ② 侏罗纪岩石地层和生物地层有较好的研究基础。

## 1 岩石地层与生物地层

双湖地区海相侏罗系岩石露头分布广泛、构造简单、地层层序出露完整, 顶底接触界线清楚。双湖地区海相侏罗系层型剖面包括菊花山下侏罗统那底岗日组地层剖面和那底岗日中、上侏罗统雁石坪群地层剖面。侏罗纪岩石地层及其沉积特征见表 1。

### 1.1 下侏罗统那底岗日组

那底岗日组是由西藏区调队(1986)创名的那底岗日群演变而来, 命名剖面位于双湖北那底岗日雪山, 原义是指位于雁石坪群之下的一套中酸性火山-沉积地层地质时代置于早侏罗世至中侏罗世早期。笔者(1996)重新实测了菊花山下侏罗统那底岗日组地层剖面(JP), 那底岗日组自下而上可划分出凝灰岩段、沉凝灰岩段和紫红色砂泥岩段 3 个岩性段。

凝灰岩段(JP1~4): 厚度 301.36m, 灰绿色中

厚层状中酸性凝灰岩, 底部 18.37m 为灰白色中厚层状灰质底砾岩, 与下伏上三叠统肖茶卡组细晶灰岩呈不整合接触, 凝灰岩中常见流动构造和灰岩围岩捕虏体。

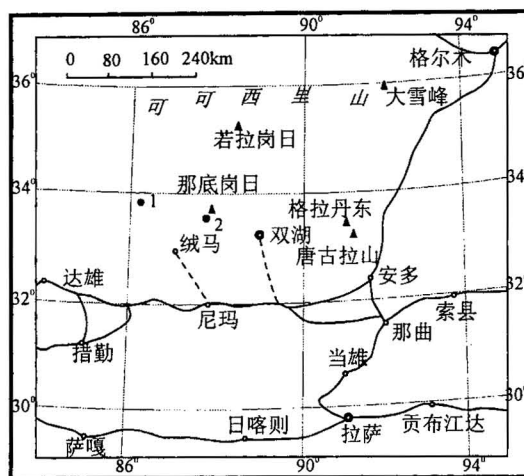


图 1 西藏北部双湖地区侏罗纪磁性地层剖面位置图  
Fig. 1 Location of the Jurassic magnetostratigraphic sections in the Shuanghu area, northern Tibet

- 一磁性地层采样剖面; 1—菊花山下侏罗统剖面(JP-J<sub>1n</sub>); 2—那底岗日中、上侏罗统剖面(NP-J<sub>2+3y</sub>)
- —Magnetostratigraphic sampling sections; 1—Lower Jurassic section in Juhashan (JP-J<sub>1n</sub>); 2—Middle and Upper Jurassic section in the Nadigangri mountain (NP-J<sub>2+3y</sub>)

收稿日期: 2001-07-02; 改回日期: 2002-04-23; 责任编辑: 王增吉、王思恩。

作者简介: 朱同兴, 男, 1962 年生。1987 年于成都地质学院获硕士学位。现任成都地质矿产研究所研究员, 主要从事油气沉积学和沉积盆地分析研究。通讯地址: 610082, 四川省成都市一环路北三段新 82 号; 电话: 028-3379797; Email: cdztongxing@cgs.gov.cn。

表 1 羌塘盆地侏罗纪岩石地层及其沉积特征

Table 1 Jurassic rocks and their sedimentary features in the Qiangtang Basin

地层系统				接触界面性质	沉积特征			化石特征
系	统	群	组		北羌塘坳陷	中央隆起	南羌塘坳陷	
白垩系	下统		阿布山组		陆相碎屑岩系			植物
侏罗系	上统	雁石坪群	雪山组	~	泻湖相紫红色碎屑岩系			双壳、腕足、菊石、孢粉
			索瓦组		泻湖相、台地相碳酸盐岩夹泥页岩			
	夏里组		湖坪相杂色含膏细碎屑岩系					
	布曲组		开阔台地相碳酸盐岩					
	雀莫错组		浅海相紫红色碎屑岩夹灰岩					
	下统		那底岗日组	- - -	火山浊积岩	火山岩	细屑浊积岩	182.97 ± 3.66Ma
三叠系	上统		肖茶卡组	~	细碎屑岩、碳酸盐岩、砂泥质浊积岩	含煤碎屑岩系	灰色碎屑岩夹碳酸盐岩	双壳、腕足、植物

沉凝灰岩段(JP5~10): 厚度 383.03m, 灰绿、灰紫、紫红色流纹质沉凝灰岩, 夹 1m 厚的灰色中层状泥晶灰岩。顶底均为整合接触关系。

紫红色砂泥岩段(JP11~29): 厚度 886.44m, 紫红色中厚层状泥岩夹砂岩, 砂泥厚度之比约为 1:10, 顶部与上覆雁石坪群雀莫错组复成分砾岩呈假整合接触。

双湖地区那底岗日组古生物化石稀少, 属一套哑地层沉积, 仅在半岛湖地区灰岩夹层中采获双壳类 *Entolium* sp., *Pronoella* sp., *Pseudopecten* cf. *aequivalvis*。

对菊花山那底岗日组下部凝灰岩(样号为 JP2N1)作 Ar-Ar 法同位素测年, 年龄值为 182.97 ± 3.66Ma; 三件 K-Ar 法同位素年龄值分别为 167.5 ± 4.4Ma、161.9 ± 5.8Ma、164.4 ± 3.3Ma; 而咸水河、虾河一带那底岗日组火山岩 Rb-Sr 法测定的年龄值分别为 174Ma 和 187Ma(赵政璋等, 2001)。

综上所述, 根据地层顶底接触关系、双壳类化石和同位素年龄值资料, 那底岗日组的地质时代应归属于早侏罗世。

1.2 中、上侏罗统雁石坪群

雁石坪群原义是指发育在雁石坪、温泉等地的一套海相侏罗系沉积。岩石地层以“三砂夹二灰”为特征, 产丰富的双壳类、腕足类、菊石和孢粉化石。笔者(1996)重新实测了那底岗日中、上侏罗统雁石坪群地层剖面(NP), 地层厚度 2574.55m。通过地质工作, 目前已把雁石坪群分解为五个组级岩石地层单

位: 中侏罗统雀莫错组、布曲组、夏里组和上侏罗统索瓦组、雪山组。

1.2.1 雀莫错组

雀莫错组(J<sub>2</sub>q)相当于雁石坪群下部的一套杂色碎屑岩系, 夹少量的泥灰岩层和石膏岩层, 底部常见几米至几十米厚的复成分砾岩, 与下伏那底岗日组呈假整合接触, 与上覆布曲组灰岩呈整合接触。厚度为 498.64m。

雀莫错组产双壳类和腕足类生物化石, 可建立双壳类: *Protocardia truncata*-*Camptonectes auritus* 组合; 腕足类: *Pthyctorhynchia duogeoensis*-*Tubithyris tibetica* 组合, 因此, 雀莫错组的地质时代为中侏罗世巴柔期。

1.2.2 布曲组

布曲组(J<sub>2</sub>b)相当于雁石坪群下部灰岩, 夹少量的泥岩和石膏岩层常见生物灰岩、介屑灰岩和鲕状灰岩, 顶底均为整合接触关系, 厚度 292m。

布曲组富含双壳、腕足类生物化石, 可建立双壳类: *Camptonectes laminatus* -*Ceratomya concertrica* 组合; 腕足类: *Burmihynchia*-*Holcothyris*-*Kutchithyris* (BHK) 顶峰带和 *Tanggularella*-*Avonothyris subpentagona* 组合, 表明布曲组的地质时代为中侏罗世巴通期。

1.2.3 夏里组

夏里组(J<sub>2</sub>x)相当于雁石坪群中部的一套含膏盐的杂色细碎屑岩系, 夹碳酸盐岩, 以杂色泥岩和普遍含石膏岩夹层为标志, 顶底均为整合接触关系, 厚度 1160.71m。

夏里组介壳生物化石主要产于其所夹灰岩层中,通过鉴定和分析,可建立双壳类:*Meleagrinnella bramburiensis*-*Pronoella triangularis* 组合;*Bositra buchii* 顶峰带;腕足类:BHK 顶峰带上延分子;孢粉:*Classopollis-Cyathidites-Neoruistrickia* 组合。由此表明夏里组的地质时代为中侏罗世巴通晚期至卡洛期。

#### 1.2.4 索瓦组

索瓦组( $J_{3s}$ )相当于雁石坪群上部的灰岩系,夹灰色钙质泥岩和钙质粉砂岩,顶底均为整合接触关系,厚度为 283.57m。

索瓦组以盛产双壳类、腕足类、菊石类生物化石为特征,可建立双壳类:*Gervillella aviculoides-Entolium xizangensis* 组合;腕足类:*Thurmannella robusta-Rutorhynchia biplicata* 组合;菊石类:*Progeronia-Aligaticeras* 组合,表明索瓦组的地质时代为晚侏罗世牛津期。

#### 1.2.5 雪山组

雪山组( $J_{3x}$ )相当于雁石坪群上部的一套紫色碎屑岩系,顶部与新近系康托组( $N_{1k}$ )复成分砾岩呈不整合接触关系,厚度为 340m。

雪山组产化石较少,且属种单调,主要见双壳类化石和孢粉、介形虫等微体古生物化石,可建立双壳类:*Buchia blanfordiana-Inoperna sowerbyana* 组合;孢粉类:*Classopollis-Klukisporites* 组合,表明雪山组的地质时代为晚侏罗世基末里期。

## 2 磁性地层

### 2.1 野外采样和实验室分析

侏罗纪磁性地层采样剖面有 2 条:双湖菊花山下侏罗统剖面和那底岗日中、上侏罗统剖面(表 2)。所有磁性地层采样是在实测地层剖面之后进行的。

表 2 侏罗纪磁性地层采样剖面基本数据表

Table 2 Data of the Jurassic magnetostratigraphic sampling sections

剖面名称	地层单位	厚度(m)	采样数量	GPS 座标
那底岗日中、上侏罗统剖面	雁石坪群( $J_{2+3y}$ )	2647.1	1023	N33°40' E87°55'
菊花山下侏罗统剖面	那底岗日组( $J_{1n}$ )	1602.0	208	N33°52' E86°09'

本次在羌塘盆地各层位中共采集磁性地层样品 3028 件,其中侏罗纪磁性地层采样为 1231 件。采样使用国产手提式轻便型岩心钻机,钻取的岩心直径为 25 mm,长度一般为 20~50 mm,用磁罗盘定向

器在野外露头进行定向取心。采样间距一般为 0.5~5 m,对重要地质界面以及重点层段加密取样,间距达到 5 cm。尽管自然界的沉积作用不可能是稳定和连续的,但是除了中侏罗世巴柔期早期之外,野外证据表明侏罗纪沉积作用基本上没有明显的间断,因此我们的磁性地层采样可以监测侏罗纪约 60~65 Ma 内的古地磁场的特性。这样的采样密度可以满足建立羌塘盆地磁性地层极性超带的精度要求。

全部磁性地层样品的野外采集和大部分样品的磁性测试由中国地质科学院成都地质矿产研究所古地磁实验室完成,测试仪器为美国 Schonstedt 仪器公司生产的 DSM-2 型数字旋转磁力仪(灵敏度达到  $10^{-5}$  A/m)。大部份样品采用热退磁处理,热退磁仪为 TSD-1 型,少数样品采用交变退磁处理,交变退磁仪为 GSD-5 型。选取采样总数 10% 的样品(主要为弱磁性样品)送中国科学院地球物理研究所古地磁实验室用 2G-755R 型超导磁力仪进行测试(灵敏度达到  $10^{-6}$  A/m)。热退磁的温度从 0℃ 至 720℃ 每隔 50℃ 递增,交变退磁的交流场值从 0 mT 至 100 mT 每隔 5 mT 递增。对全部样品测试数据进行岩心产状和地层产状校正后,采用 Kirschvink 线性矢量分析和 Fisher 矢量分析,最后获取岩心样品的特征剩磁方向,同时作出正交矢量投影图和退磁曲线图。

### 2.2 磁化特征

岩石的天然剩余磁化强度和特征剩余磁化强度主要决定于岩石类型及其所含磁性载体的成分和含量。一般来说,中基性火山岩及红色碎屑岩系的剩磁强度都较强,而浅色碎屑岩、酸性火山岩及碳酸盐岩的剩磁强度都较弱。但是藏北海相侏罗系碳酸盐岩的天然剩余磁化强度普遍较高,尤其是生物碎屑灰岩和鲕粒灰岩,天然剩磁值达到  $6.7 \times 10^{-3} \sim 3.8 \times 10^{-2}$  A/m。各剖面不同岩石类型的天然剩磁和特征剩磁强度见表 3。

由于岩石类型和岩性的差别、剩磁载体成分的不同、部分岩石磁化的不均匀性以及成岩后各种自然因素的破坏等,导致岩石样品在退磁测试过程中的磁特性(或磁行为)具有各种不同的表现。研究磁性特征的目的在于最终能准确而可靠地分离出每个样品的特征剩磁方向(原生剩磁方向),因为它才是代表了岩石形成时的地球磁场方向。岩石的天然剩磁方向则是由岩石形成时的原生磁场方向加上岩石形成后在漫长地质历史时期中遭受各种次生磁化(包括地球磁场、风化作用、雷击、热力作用和构造变

表 3 各剖面不同岩石类型的天然剩磁和特征剩磁强度统计表

Table 3 Data of natural remanent magnetization (NRM) and characteristic remanent magnetization (CRM) of different rock types

剖面名称 (地层代号)	岩石类型	天然剩余磁化强度 (A/m)	特征剩余磁化强度 (A/m)
那底岗日 中、上侏罗统剖面 (NP-J <sub>2+3</sub> )	上部砂岩、粉砂岩	$5.0 \times 10^{-4} \sim 3.8 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-4} \sim 6.5 \times 10^{-4}$
	中部生物、鲕粒灰岩	$6.7 \times 10^{-3} \sim 3.8 \times 10^{-2}$	$3.1 \times 10^{-3} \sim 2.5 \times 10^{-3}$
	下部灰岩、泥灰岩	$1.5 \times 10^{-4} \sim 1.5 \times 10^{-3}$	$7.1 \times 10^{-5} \sim 5.3 \times 10^{-4}$
	下部砂岩、粉砂岩	$9.0 \times 10^{-4} \sim 1.5 \times 10^{-3}$	$4.6 \times 10^{-4} \sim 6.4 \times 10^{-4}$
	凝灰质砾岩	$3.1 \times 10^{-3} \sim 7.3 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-3} \sim 3.8 \times 10^{-2}$
菊花山 下侏罗统剖面 (JP-J <sub>1n</sub> )	砂岩、含砾砂岩	$7.6 \times 10^{-4} \sim 1.6 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-4} \sim 2.6 \times 10^{-3}$
	凝灰岩、沉凝灰岩	$1.6 \times 10^{-3} \sim 2.3 \times 10^{-1}$	$5.0 \times 10^{-4} \sim 2.5 \times 10^{-2}$
	火山岩、火山角砾岩	$1.2 \times 10^{-2} \sim 7.2 \times 10^{-1}$	$4.0 \times 10^{-3} \sim 3.3 \times 10^{-1}$

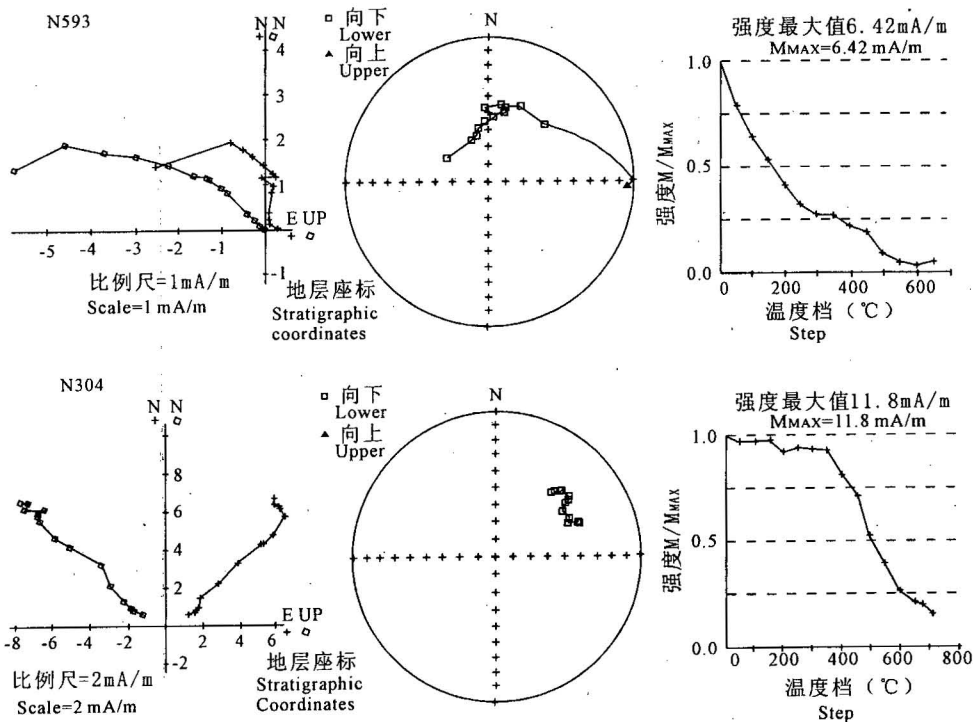


图 2 样品 N304 和 N593 退磁曲线图

Fig. 2 Diagrams for demagnetization curve of samples N304 and N593

动等产生的重磁化)叠加而成的。

通常,在某个地层单位内采集的一定数量样品在未经退磁处理前所测试的天然剩余磁化方向都是很分散的,但是经过退磁处理和倾斜校正后的特征剩磁方向都是较为集中的。

通过对每一个样品测试的原始数据进行主向量分析后可以看出,天然剩余磁化强度较强样品的特征剩磁化方向多数集中在 300~500℃ 和 350~550℃ 中高温阶段(图 2)。而天然剩余磁化强度较弱样品的特征剩磁化方向多数集中在 200~400℃ 中低温阶段。

无论是系统退磁测试样品还是部分退磁测试样品,其天然剩磁方向在温度低于 200℃ 时,有相当数量的样品具有明显的方向偏移,这种低温下的矢量都是由岩石形成后在漫长的地质时期逐步携带的粘滞剩磁叠加所致,通常在低温或低交流场磁清洗阶段就被消除。

本次测试的大多数样品的剩磁方向到了中高温或中高交流场阶段都能逐步趋向原点,而且磁化组分也相对较单一,如图 3 中样品 N915(粗砂岩)。少数样品含有 2~3 个磁化组分,如图 3 中样品 N189(泥粒灰岩)。

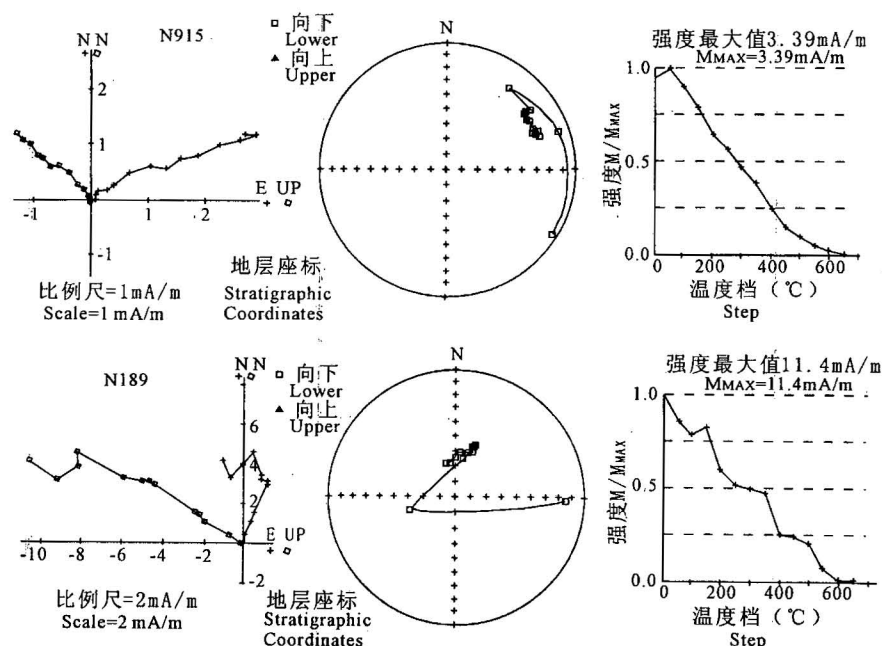


图3 样品N189和N915退磁曲线图

Fig. 3 Diagrams for demagnetization curve of samples N189 and N915

在许多反向磁化的样品中有的不受粘滞剩磁的影响,一开始的天然剩磁方向就为反向,一直到高温阶段,而有的样品要在达到某一温度时才开始反向。

无论是正向磁化还是反向磁化样品,大多数在热退磁到500~650℃区间其剩磁强度已衰减到零(100%),如图4中灰岩样品(N769),因此可以判断这些岩石样品所含的磁性载体为磁铁矿。而有些样品则不然,当加温热退磁到测试700~720℃时,其剩磁强度才衰减掉天然剩余磁化强度的80%~100%,如图4中细砂岩样品(N322)和灰绿色细碎屑岩样品(N348),由此推断这类样品所携带的磁性载体为赤铁矿。

一般来讲,测试仪器灵敏度越高,则获得的特征剩磁方向也就越稳定,其精度也就越高,也就更接近真实的古地磁场方向。但是由于受各种因素和条件的限制,本次仅选取了样品总数的10%作了超导磁力仪测试,即大部分样品是用DSM-2型数字旋转磁力仪测试。经过对两种不同仪器测试数据的全面分析和对比,发现大多数样品,不论其磁性强弱,在退磁测试后的磁性特征基本上是一致的。经过测试数据比较后,我们认为用DSM-2型数字旋转磁力仪测试样品的结果是可信的。

### 2.3 磁性地层

本次采集的1231件侏罗系磁性地层样品将有

助于我们初步建立起西藏北部羌塘盆地磁极性柱。虽然上侏罗统因露头和岩性关系未采集到足够的磁性样品,但这并不影响我们所建立的磁极性柱。因为一些已报道的典型正向极性带(Haq et al., 1988)在羌塘盆地侏罗纪磁性地层极性柱中都有反映。而且磁性地层的定年研究是紧密结合生物地层和年代地层等方法进行的。

菊花山下侏罗统磁性地层包括两个极性超带(图5):下部正向极性超带(209~197 Ma)和上部混合极性超带(197~179 Ma)。

由于剖面底部发育18.37 m厚的灰质底砾岩,因此未获磁性信息,但是从野外露头分析,该套砾岩具有明显的正粒序层理,与下伏三叠系碳酸盐岩呈角度不整合接触。根据上三叠统碳酸盐岩顶部(9.6 m厚)采集的9个磁性样品和下侏罗统火山岩底部30个样品均显示正向磁化的事实,我们没有获得介于下侏罗统与上三叠统界线之间的一个NAUNESKI反向极性带。这个反向磁极性带大致持续了2.4 Ma,它的缺失可能由以下几种因素造成:①反向磁化场时期没有沉积或沉积后被剥蚀;②正极性时期剖面岩石的再磁化;③不适当的采样间距造成该反向极性带的缺失;④18.37 m厚的灰质底砾岩沉积恰好占据了该反向磁场时期。

根据我们在重要地质界线附近的采样间距、热



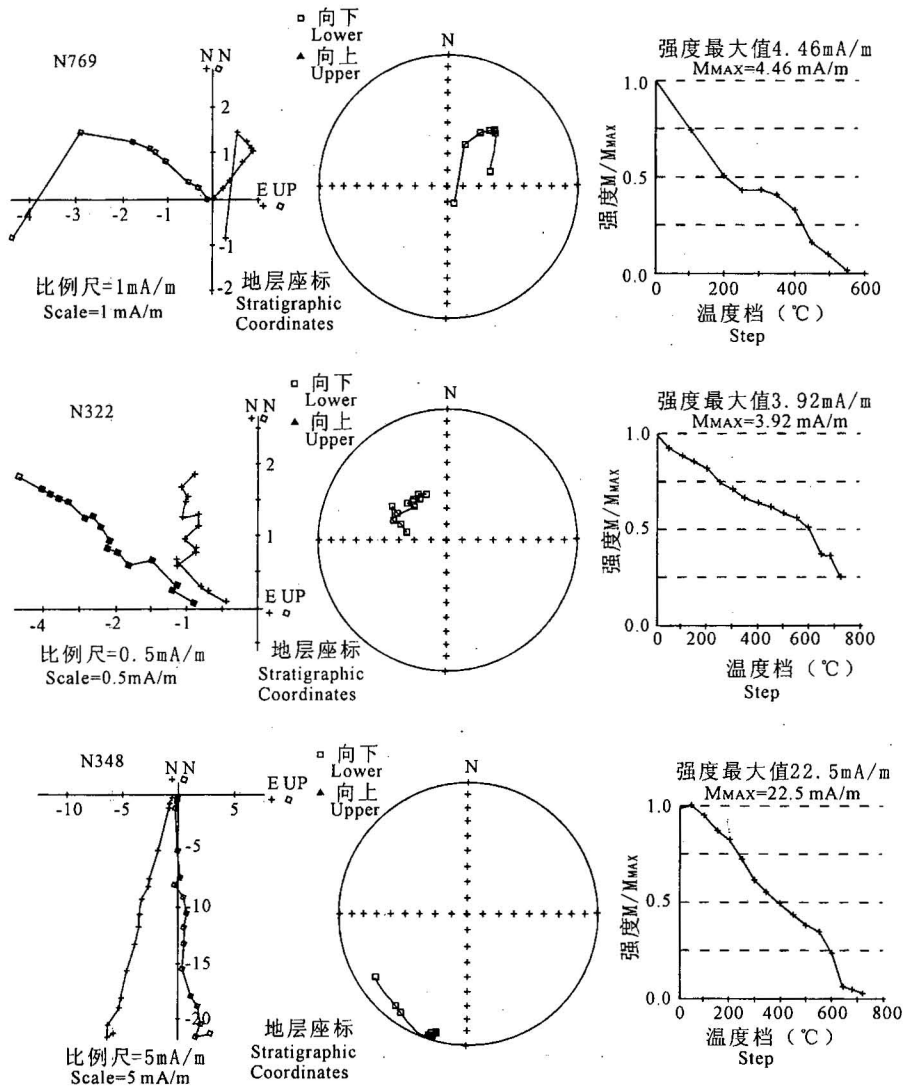


图 4 样品 N348、N769 和 N322 退磁曲线图

Fig. 4 Diagrams for demagnetization curve of samples N348, N769 and N322

退磁研究、沉积作用分析以及野外露头观察,我们认为第一种情况最可能发生。因此除了灰质砾岩沉积作用时间之外,在侏罗纪与三叠纪之间沉积间断作用的时间缺失量至少有 2 Ma。

那底岗日中、上侏罗统磁性地层可划分出三个极性超带(图 6):那底岗日下混合极性超带、那底岗日正向极性超带、那底岗日上混合极性超带。

(1)那底岗日下混合极性超带:由序号相连的 392 件样品组成一个中等频率正、反向磁化相间的混合极性超带(NM0~NM7),相当于 Haq 等(1998)磁性地层年代表中的 Makete 带,包括阿林阶、巴柔阶和巴通阶大部分,对比年限为 179~159 Ma。

(2)那底岗日正向极性超带:序号相连的 346 件样品全部显示为正向磁化特征(NM8),相当于 Haq

等(1988)磁性地层年代表中的 CM29 正向磁极性带,包括部分的巴通阶、卡洛阶和部分牛津阶,对比年限为 159~150 Ma。

(3)那底岗日上混合极性超带:受岩石和露头影响,采样层位不全,采样密度也不够,因此磁极性柱连续性较差。但从 195 件样品分析数据来分析,可以推断为一个混合极性超带,相当于 Haq 等(1988)磁性地层柱中的 CM21~28,包括牛津阶大部、基末里阶和部分提塘阶,对比年限为 150~138Ma。

野外证据和磁性地层极性柱对比研究表明,西藏北部双湖地区中、上侏罗统应为连续沉积。中、下侏罗统之间为平行不整合接触,上侏罗统与上覆白垩系或第三系呈构造不整合接触。在中、下侏罗统之间的界线上各 3m 厚度内进行了磁性地层加密

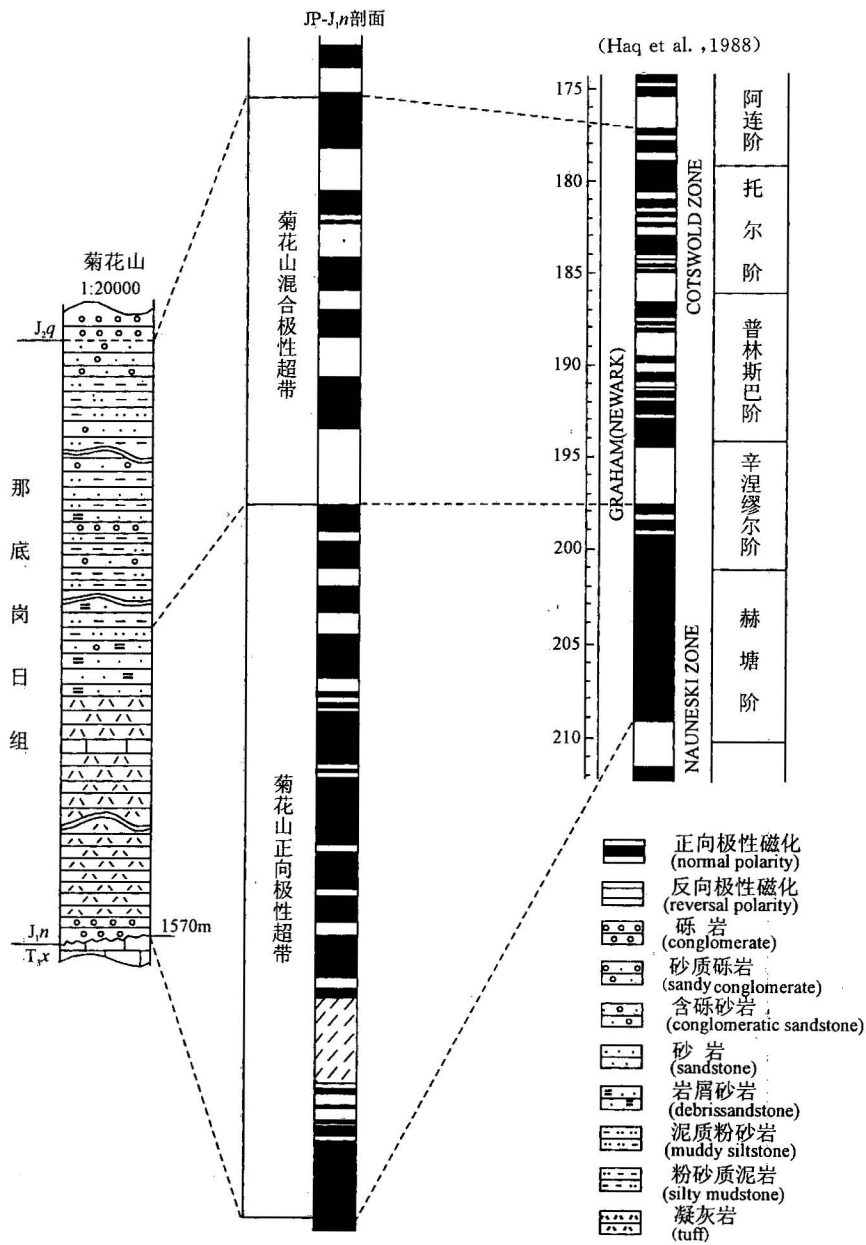


图 5 藏北双湖菊花山地区下侏罗统磁性地层及其对比图

Fig. 5 Diagram for correction of Lower Jurassic magnetostratigraphy in Juhuashan, Shuanghu, northern Tibet

采样。界线之上 3 m 厚度内采集样品 29 件(紫红色凝灰质砂砾岩),其中界线之上的 2.7 m 厚度内的 27 件样品均表现为反向磁化;而界线之下 3 m 厚度内采集样品 25 件(紫红色凝灰岩),其中界线之下的 1.22 m 厚度内的 11 件样品也表现为反向磁化。换句话说,在中、下侏罗统界线上下部 3.92 m 厚度内的 38 件样品全部为反向磁化,因此可以推断,中、下侏罗统界线刚好处于一个反向磁化极性带内(NM0)。对比研究发现,NM0 极性带的持续时间约为 0.4 Ma(Haq et al., 1988),但其代表的地层厚度

仅为 3.92 m,即使按那底岗日下混合极性超带的平均沉积速率 50 m/Ma 计算,NM0 反向极性带所代表的沉积时间应小于 0.08 Ma。实际上,凝灰质砾岩的沉积速率比一般陆源碎屑岩沉积物要快得多,因此 NM0 极性带所代表的沉积时间会更短。由此推测在那底岗日地区中、下侏罗统界线附近沉积缺失年龄至少为 0.32 Ma(时间缺失量)。

### 3 总结与结论

(1) 西藏北部双湖地区海相侏罗纪磁性地层的

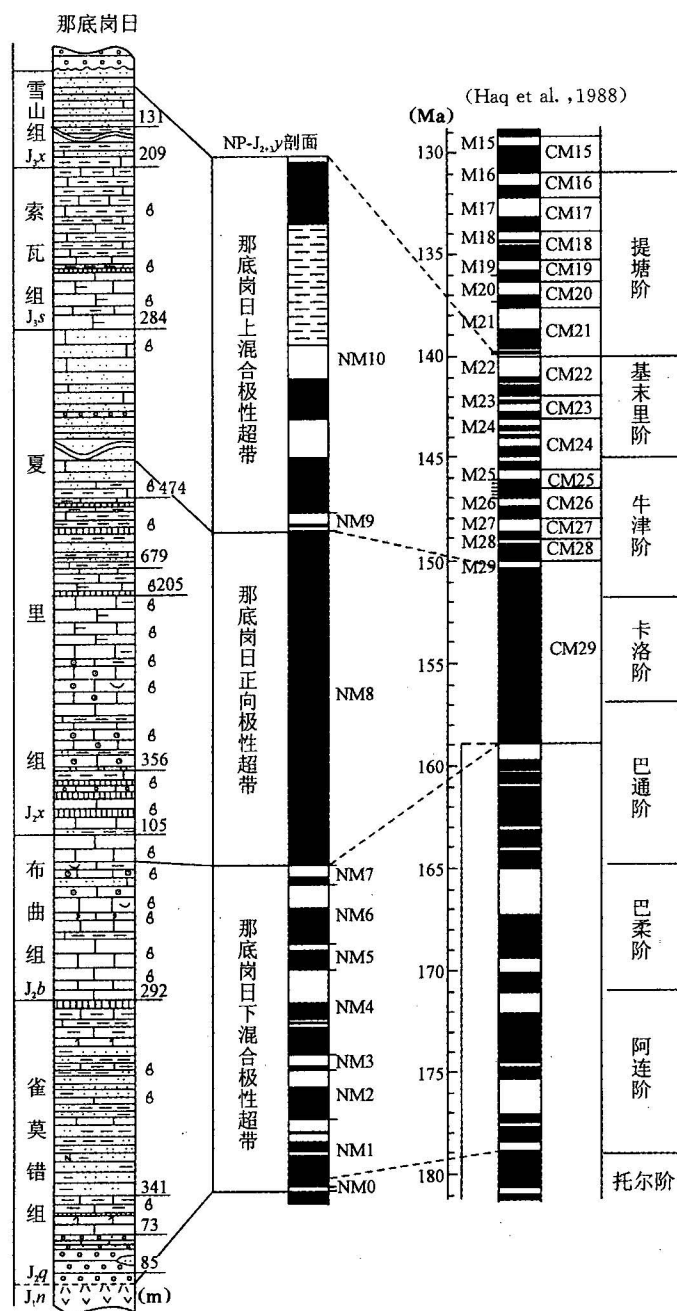


图 6 藏北双湖那底岗日地区中、上侏罗统磁性地层及其对比图  
 Fig. 6 Diagram for correction of the Middle and Upper Jurassic magnetostratigraphy in Nadiganri, Shuanghu, northern Tibet

首次建立将为多重地层划分与对比提供数据和资料。磁性地层采样之所以选择双湖地区，是因为这里的海相侏罗系层序完整，顶、底界线清楚，大范围内岩石出露良好以及有一定的岩石地层和生物地层研究基础。

(2) 野外磁性地层采样都是在实测地层剖面之后进行的。采样间距一般为 0.5~5 m，在重要界线

附近进行加密采样，间距达到 5 cm。

(3) 双湖地区海相侏罗系无论是紫红色碎屑岩还是灰色碳酸盐岩样品都具有较高的天然剩磁，鲕粒灰岩、生物碎屑灰岩的天然剩磁值可达到  $6.7 \times 10^{-3} \sim 3.8 \times 10^{-2}$  A/m。大多数样品的剩磁方向到高温阶段 550~600℃ 都能逐步趋向于原点，表明磁化组分相对单一，磁性载体为磁铁矿。少数样品含有 2~3 个磁化组分，如赤铁矿和针铁矿等。



(4)磁性地层研究为西藏北部双湖地区海相侏罗纪沉积层尤其是重要地质界线提供了较为精确的年代学数据。研究表明三叠系与下侏罗统之间缺失一个 NAUNESKI 反向极性带,构造缺失年龄约为 2 Ma,下侏罗统由下部正向极性超带和上部混合极性超带构成。中、下侏罗统之间的沉积缺失年龄约为 0.32 Ma,中、上侏罗统由三个磁极性超带组成:下部混合极性超带、中部正向极性超带和上部混合极性超带。

研究中得到中国石油天然气集团公司新区事业部青藏石油勘探项目经理部、成都地质矿产研究所、石油勘探开发研究院遥感地质研究所、中国科学院地球物理研究所古地磁实验室以及罗建宁、叶和飞、殷利甫高级工程师的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!

#### References

Channell J E T, Lowrie W, Piali P, Venturi F. 1984. Jurassic mag-

- netic stratigraphy from Umbrian (Italian) land sections. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 68:309~325.
- Gradstein F M, Agterberg F P, Ogg J G, Hardenbol J, Veen P, Thierry J, Huang Z. 1994. A Mesozoic time scale. *J. Geophys. Res.*, 99(B12): 24051~24074.
- Haq B U, Hardenbol J, Vail P R. 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In: *Sea-level Change: An Integrated Approach. Spec. Publ. Soc. Econ. Petrol. Mineral*, 42:71~108.
- Johnson R J E, Van Der Voo R, Lowrie W. 1984. Paleomagnetism and late diagenesis of Jurassic carbonates from the Jura Mountains, Switzerland and France. *Geol. Soc. of America Bull.*, 95:478~488.
- Kent D V, Gradstein F M. 1985. A Cretaceous and Jurassic geochronology. *Geol. Soc. of America Bull.*, 96:1419~1427.
- Lowrie W, Channell J E T. 1984. Magnetostratigraphy of the Jurassic - Cretaceous boundary in the Maiolica Limestone (Umbria, Italy). *Geology*, 12:44~47.
- Ogg J G, Steiner M B, Oloriz F, Tavera J M. 1984. Jurassic magnetostratigraphy, 1. Kimmeridgian-Tithonian of Sierra Gorda and Carcabuey, southern Spain. *Earth and Planetary Science Letters*, 71:147~162.

## Magnetostratigraphic Study of the Marine Jurassic in the Shuanghu Area, Northern Tibet

ZHU Tongxing<sup>1)</sup>, PAN Zhongxi<sup>1)</sup>, ZHUANG Zhonghai<sup>1)</sup>, QIN Jianhua<sup>1)</sup>, DONG Wentong<sup>2)</sup>,  
WANG Xiaolong<sup>1)</sup>, HUANG Zhiying<sup>1)</sup>, FENG Xintao<sup>1)</sup>

1) *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu, 610082*

2) *Research Institute of Petroleum Exploration and Development, China National Petroleum Group Corp., Beijing, 100083*

#### Abstract

The Shuanghu area located in northern Tibet is a Jurassic foreland basin. Magnetostratigraphic sections from which samples were taken include the Lower Jurassic section at Juhua Mountain and the Middle and Upper Jurassic section at Nadi Kangri. 1231 oriented paleomagnetic samples were collected from Jurassic strata in 1997. All the sampling was carried out after measuring the sections. A portable air-powered core drill, and the cores were oriented with a magnetic compass and an inclinometer. Samples were commonly taken at 0.5~5 m intervals, but the intervals reached 5 cm near some important geological boundary-surfaces. The cores taken were 25 mm in diameter and 20~50 mm in length. Analysis indicates that the natural remanent magnetization of marine Jurassic carbonate rocks in the study area is commonly high, generally reaching  $6.7 \times 10^{-3} \sim 3.8 \times 10^{-2}$  A/m. Thermal demagnetization study indicates that when samples are thermally demagnetized at 500°C intervals the remanent magnetization of most samples is reduced by 100%, showing that the carrier of this stable remanence in the rock is magnetite. Magnetostratigraphic study indicates that a NAUNESKI reversal polarity zone was missed at the boundary between the Lower Jurassic and Upper Triassic, which is equivalent to about 2 Ma of non-deposition. In the field this reversal polarity zone is manifested by an unconformity. The Middle and Lower Jurassic display disconformable contact relationships, with a hiatus of about 0.32 Ma.

**Key words:** magnetostratigraphy; marine Jurassic; Shuanghu area, northern Tibet