

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

新疆吉木萨尔大龙口非海相二叠系—三叠系 界线层段古地磁特征

李永安¹⁾ 金小赤²⁾ 孙东江¹⁾ 程政武²⁾ 庞其清³⁾ 李佩贤²⁾

1) 新疆地质勘查开发局地质矿产研究所, 乌鲁木齐, 830000

2) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037; 3) 石家庄经济学院, 050031

内容提要 通过对吉木萨尔县大龙口非海相二叠系—三叠系界线上下地层磁性特征的研究,在梧桐沟组—锅底坑组共发现78个极性异常,其中以负极性为主,间隔了一系列的正极性和过渡极性。梧桐沟组上部以负极性为主,间隔了2个正极性和过渡极性。这可与巴基斯坦盐岭和四川广元上寺的大隆组下部对比,即相当于Da段。梧桐沟组顶部和锅底坑组底部,正、负极性变化频繁,极性特征可与巴基斯坦盐岭和四川广元上寺大隆组中部对比,即相当于Db段。锅底坑组下部以负极性为主,间隔了2个正极性段,可与四川广元上寺大隆组中上部对比,即相当于Dc段。锅底坑组中下部以负极性为主,上部夹1个正极性段,可与四川广元上寺大隆组上部磁性特征对比,即相当于Dd段。锅底坑组中上部以负极性为主,间隔了4个正极性段,可与四川广元上寺飞仙关组下部对比,即相当于Fa段。根据磁性段的划分对比,将二叠系—三叠系界线置于Fa和Dd之间,即本次研究测制剖面的41层和42层之间。根据各岩组的古地磁特征求得岩组形成时的古地磁极:梧桐沟组79.1°N,238.1°;锅底坑组72.3°N,322.2°;下三叠统77.5°N,320.8°。古纬度基本一致,为32°~35°N。

关键词 古地磁 大龙口 新疆 二叠系—三叠系界线

1 区域地层

新疆博格达山北坡发育有良好的二叠系到侏罗系,连续沉积的二叠系—三叠系在多个地点出露,其中吉木萨尔大龙口剖面出露最为完整和易于接近。这里出露良好的二叠系—三叠系中化石丰富,门类齐全。除了植物、孢粉,介形虫和叶肢介之外,还有较为丰富的脊椎动物化石,是研究非海相二叠系—三叠系界线的理想地区之一。经过多年的研究,人们对地层中所含的脊椎动物化石、无脊椎动物化石以及植物和孢粉化石的分布已基本有了相对清楚的认识。

在大龙口剖面位于新疆维吾尔自治区昌吉回族自治州,吉木萨尔县东大沟。位于大龙口背斜南翼(图1),地层出露良好,层序清楚,简单描述如下。

下三叠统

烧房沟组(T_{1s}):上部为浅紫红色、紫红色粉砂质泥岩、粉砂岩及灰绿色砂岩、砾岩,砂岩中含少量钙质砂球;下部为浅紫灰色、灰绿色砂岩,及一些砾岩和紫红色粉砂质泥岩,砂岩中含大量钙质砂

球;底部为灰红色砾岩、砂砾岩夹砂岩。含孢子:*Polycingulatis porites*—*Lundbladispora*组合,大孢子以*Aneulotes*为主。厚度260~311 m。

韭菜园组(T_{1j}):主要为紫红色粉砂质泥岩,夹黄绿色、灰绿色细砂岩、粉砂岩,底部为灰绿色细砂岩。含少量植物化石:*Pecopteris* sp.,?*Lepidodendron* sp.;孢粉以蕨类孢子占优势,裸子植物花粉中以双囊粉为主,其中无肋双囊粉占优势,主要有:*Alisporites*;大孢子以*Trileites vulgaris*—*Pusulospores inflatus*组合为代表;介形类组合为*Darwinula triassiana*—*D. rotundata*组合;脊椎动物化石丰富,以产水龙兽动物群为特征。叶肢介化石仅产于下部层位。厚度220~282.6 m。
上二叠统一下三叠统

锅底坑组(P₂—T_{1g}):为一套灰绿色、紫红色细碎屑岩。上部为紫红色粉砂质泥岩,灰绿色、黄绿色粉砂质泥岩及少量细砂岩;下部为灰黑色、紫红色、灰绿色粉砂质泥岩,夹少量粉砂岩、泥岩,底部为粉砂岩。本组中含较丰富动、植物化石。植物化石主要有*Lepidostrobohyllum* sp.,*Viatscheslavia cf. vorcutensis*等;孢粉以*Limatulasporites*—*Lueckisporites*组合为代表;大孢子以

注:本文为科技部基础研究项目(编号G99-A-05a和2001DEA20020-11)的成果。

收稿日期:2002-10-10;改回日期:2003-05-20;责任编辑:王思恩。

作者简介:李永安,男,新疆地质矿产研究所研究员,从事古地磁和构造地质研究。通讯地址:830000,乌鲁木齐市友好路新疆地质勘查开发局地质矿产研究所。

Triangulatisporites cf. *triangulatus*—*Narkisporites brevispinosus* 为代表,另外产双壳类、介形类和叶肢介。下部产大型二齿兽类,如 *Striodon magnus*。厚度 144 m。

上二叠统

梧桐沟组(P_{2w}):为灰色、灰黑色砾岩、砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩构成不均匀的韵律层,韵律层中以粉砂岩、泥岩、粉砂质泥岩为主。本组中植物化石较丰富,以 *Callipteris*—*Comia Iniopteris* 组合为特征。孢粉以 *Kraeuselisporites*—*Sulcatisporites* 组合为代表;大孢子以 *Triangulatisporites tuberospinosus*—*Verrutrites ornatus* 组合为代表;双壳类化石丰富,以 *Palaeomutela keyserlingi* 为主;叶肢介主要有 *Polygrapta minuta* 等。厚度 220 m。

泉子街组(P_{2q}):上部为暗紫红色、紫红色、灰绿色粉砂岩、粉砂质泥岩,与砾岩、砂岩构成较完整的韵律层,含丰富植物化石 *Callipteris*—*Comia*—*Iniopteris* 组合为特征;孢子花粉为 *Alisporites*—*Protohaploxypinus* 组合;大孢子较丰富,以 *Triangulatisporites junggarensis*—*Erlansonisporites*

licheniformis 组合为代表;双壳类有 *Palaeonodonta solonensis* 等,脊椎动物化石较少,主要为二齿兽类: *Kunpania scopulosa*。厚度 122~242 m。

根据近几年来地层、古生物(中国地质科学院地质研究所等,1986;庞其清,1985;新疆地质矿产局地质矿产研究所,1989;周统顺等,1997)和磁性地层研究(李永安等,1997;Lozovsky et al.,1993),均认为二叠系—三叠系界线在锅底坑组内(图2)。为了进一步研究界线划分,我们从锅底坑组到韭菜园组下部开挖了一条200多米长的人工探槽(图3),实测了锅底坑组到韭菜园组下部剖面一条,按岩性分出93层,系统采集地层古生物综合样品和古地磁样品。

2 古地磁采样、测量和统计

古地磁采样中心座标位置为:43.82°N,88.78°E,沿剖面线进行开挖性系统采集,一般点距为50~100cm,个别泥岩地段为2~3m。样品采集一般用

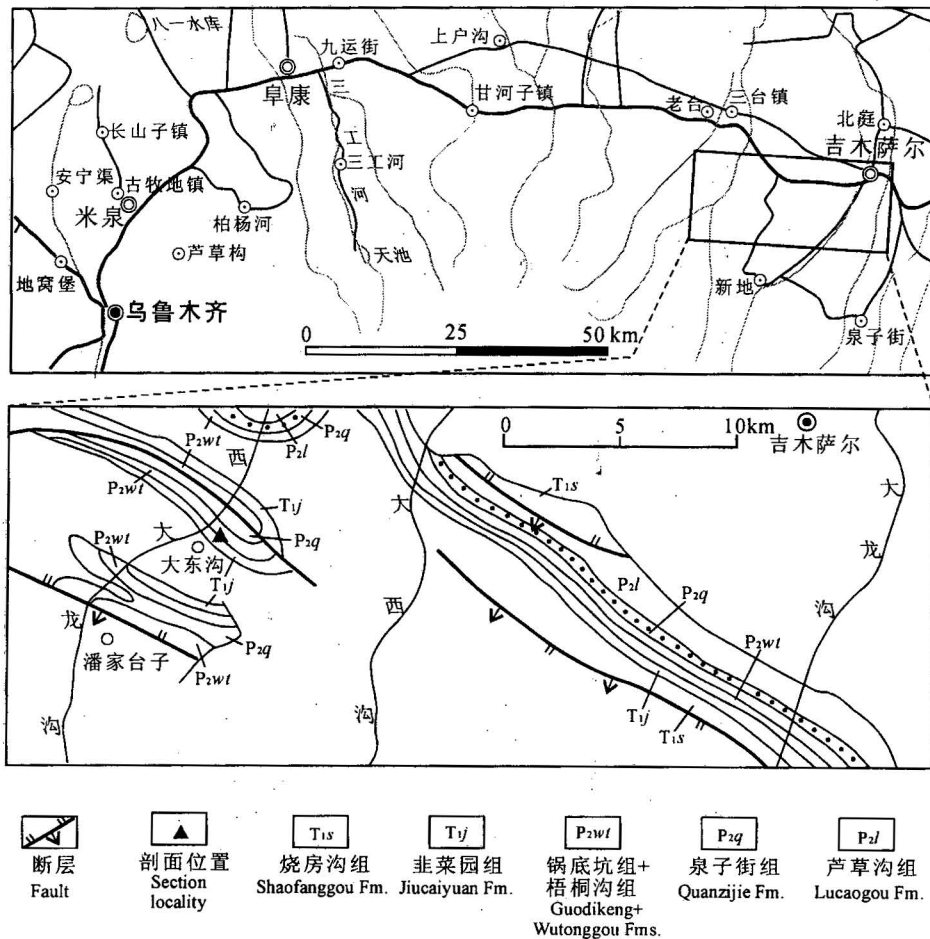


图1 研究区交通位置和地质简图

Fig. 1 Location and simplified geological map of studied area

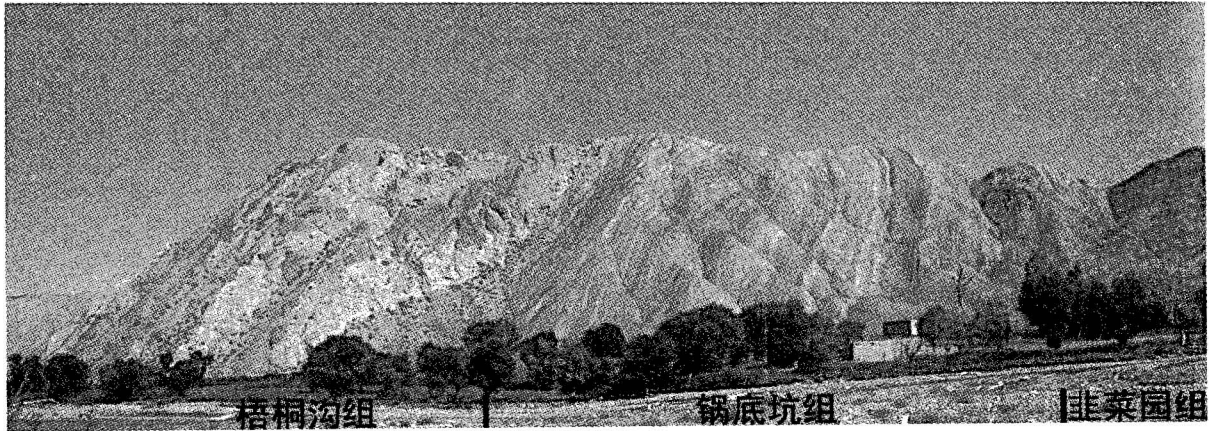


图2 大龙口背斜南翼梧桐沟组—韭菜园组剖面

Fig. 2 Section of the Wutonggou Fm. to Jiucaiyuan Fm. on the south limb of the Dalongkou anticline

便携式钻机直接钻取岩心样,个别泥岩地段采用手标本,然后在室内加工成 $2 \times 2 \times 2 \text{ cm}^3$ 立方体样品。定向用地质罗盘,用反倾向定向方法,地层产状为走向左手定向。采样层位为梧桐沟组顶部,锅底坑组和韭菜园组下部,共采集了206个采点,400多个岩心样。个别样品因岩心碎裂外,室内总共加工成428个待测样品。每个采点选择其中一个样品,总共测试201个样品。采样位置见图4。

样品在新疆地矿局地质矿产研究所古地磁实验室进行,测量仪器为英制 Minispin 磁力仪,热退磁

炉为大线圈热退磁炉。全部样品进行了系统热退磁处理,退磁温度档为 NRM、100、200、280、340、420、500、540、580、620 和 680 $^{\circ}\text{C}$ 共 11 步。在 NRM、280、340、540、580 和 620 $^{\circ}\text{C}$ 温度档,同时进行了磁化率测量。代表性样品正交矢量图及相对磁化强度变化情况如图5所示。

为鉴定样品中的磁性矿物,在中国科学院地质地球物理所古地磁实验室用 2G660 脉冲磁力仪和 JR5 旋转磁力仪对 10 块代表性样品进行了等温剩磁 (IRM) 和反向场退磁实验 (图6)。同时,为了进一

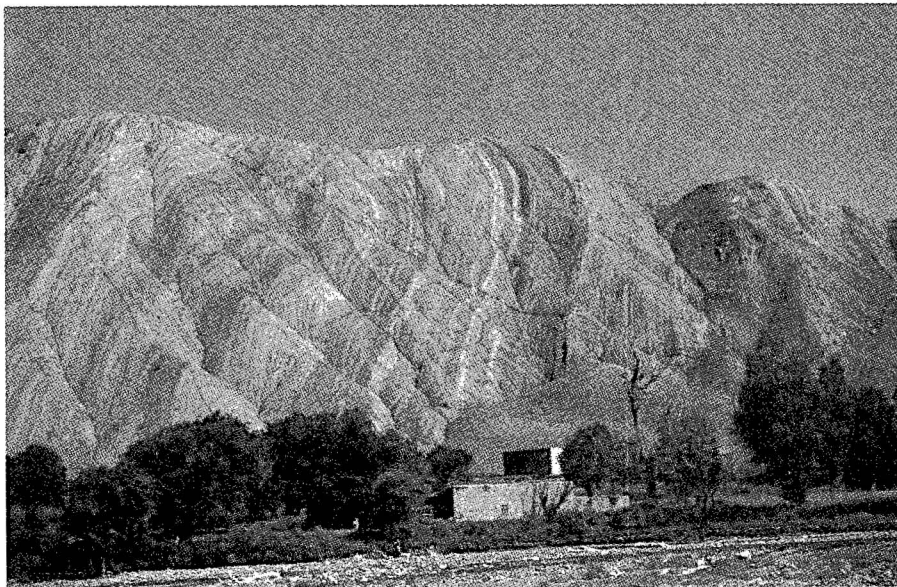
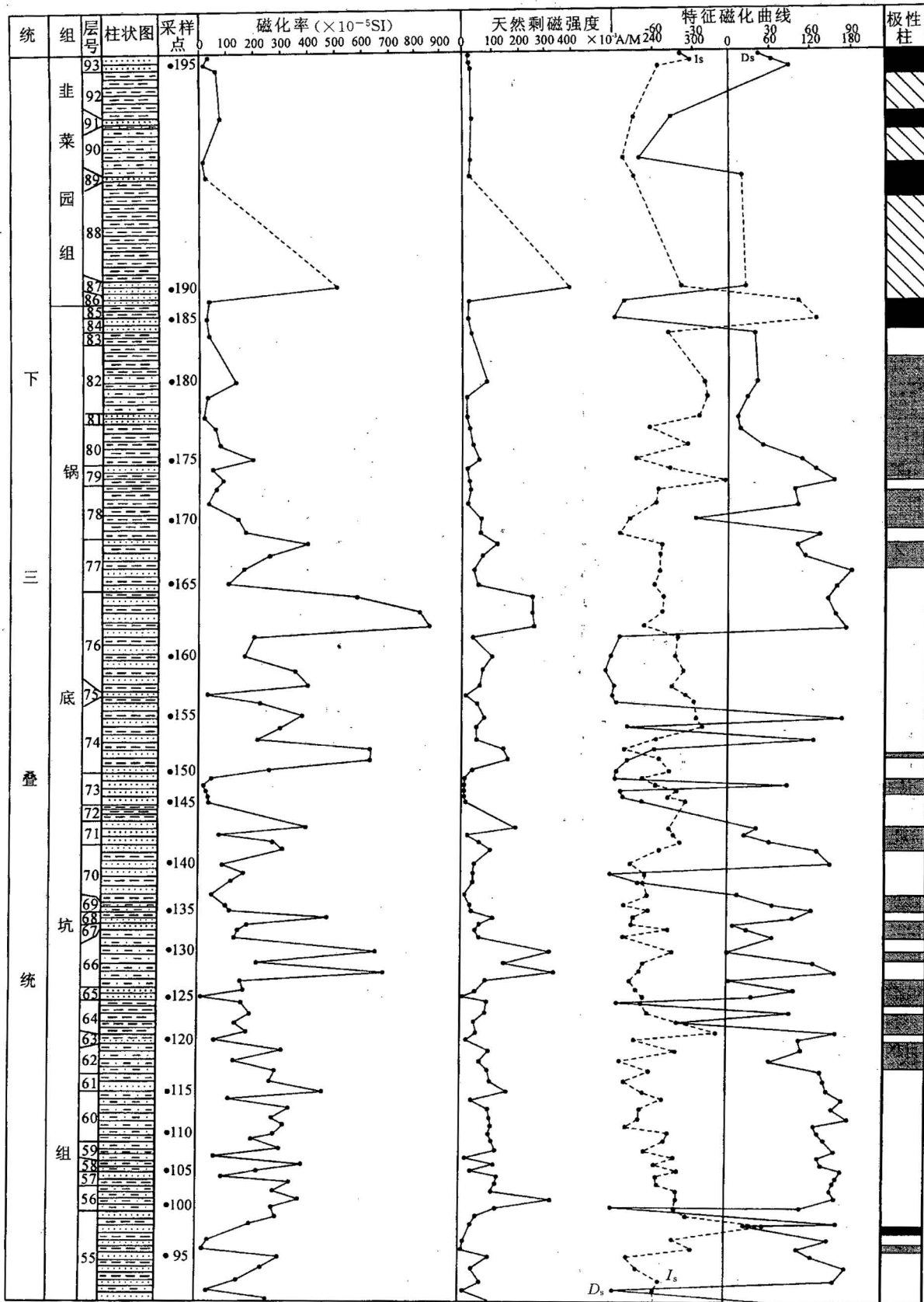


图3 锅底坑组—韭菜园组下部的人工探槽

Fig. 3 Trench dug in the Guodikeng Fm. and the lower part of the Jiucaiyuan Fm.



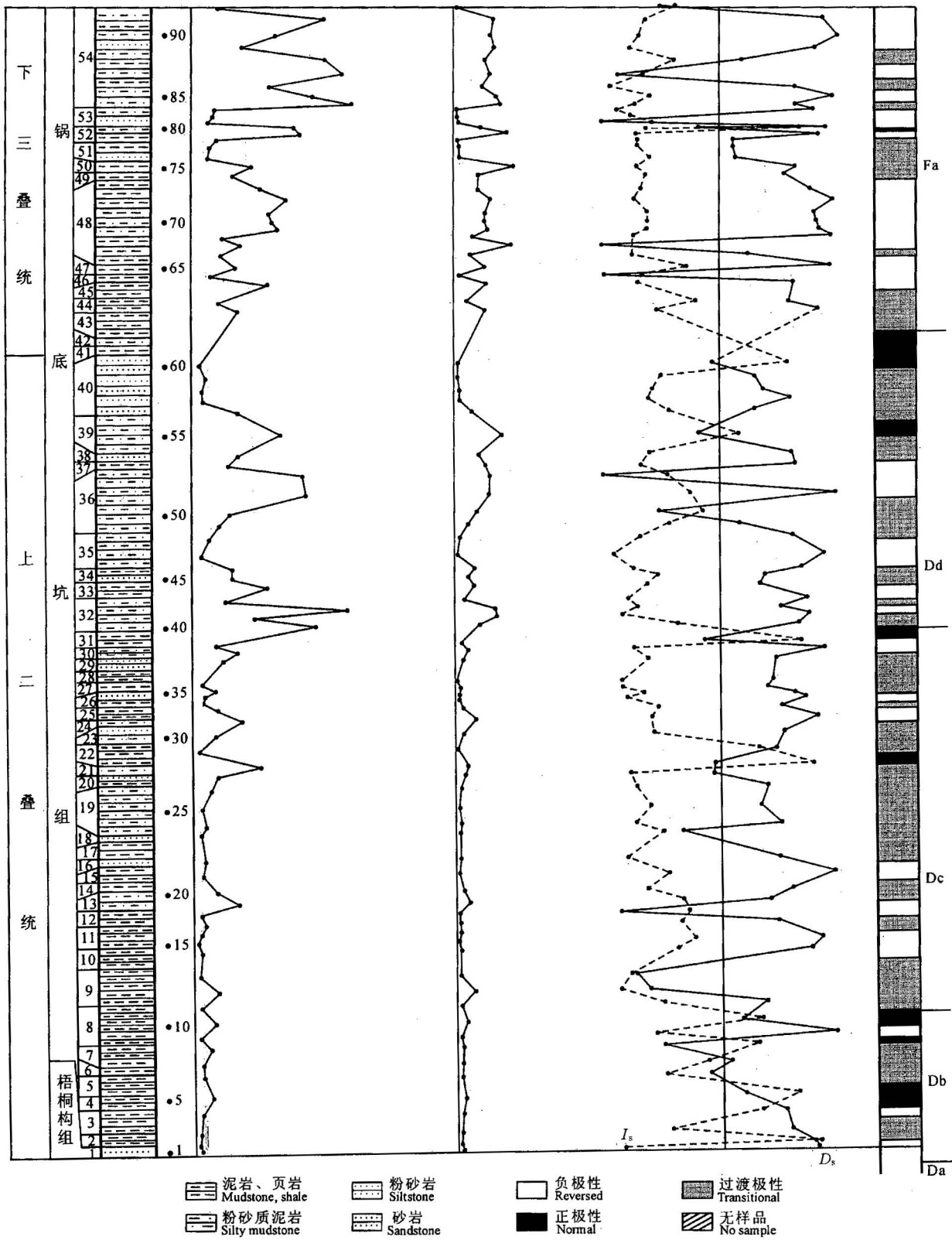


图4 大龙口剖面二叠系—三叠系界限层段磁性特征综合柱状图

Fig. 4 Comprehensive columns showing the magnetic properties of Permo-Triassic transitional beds of the Dalongkou section

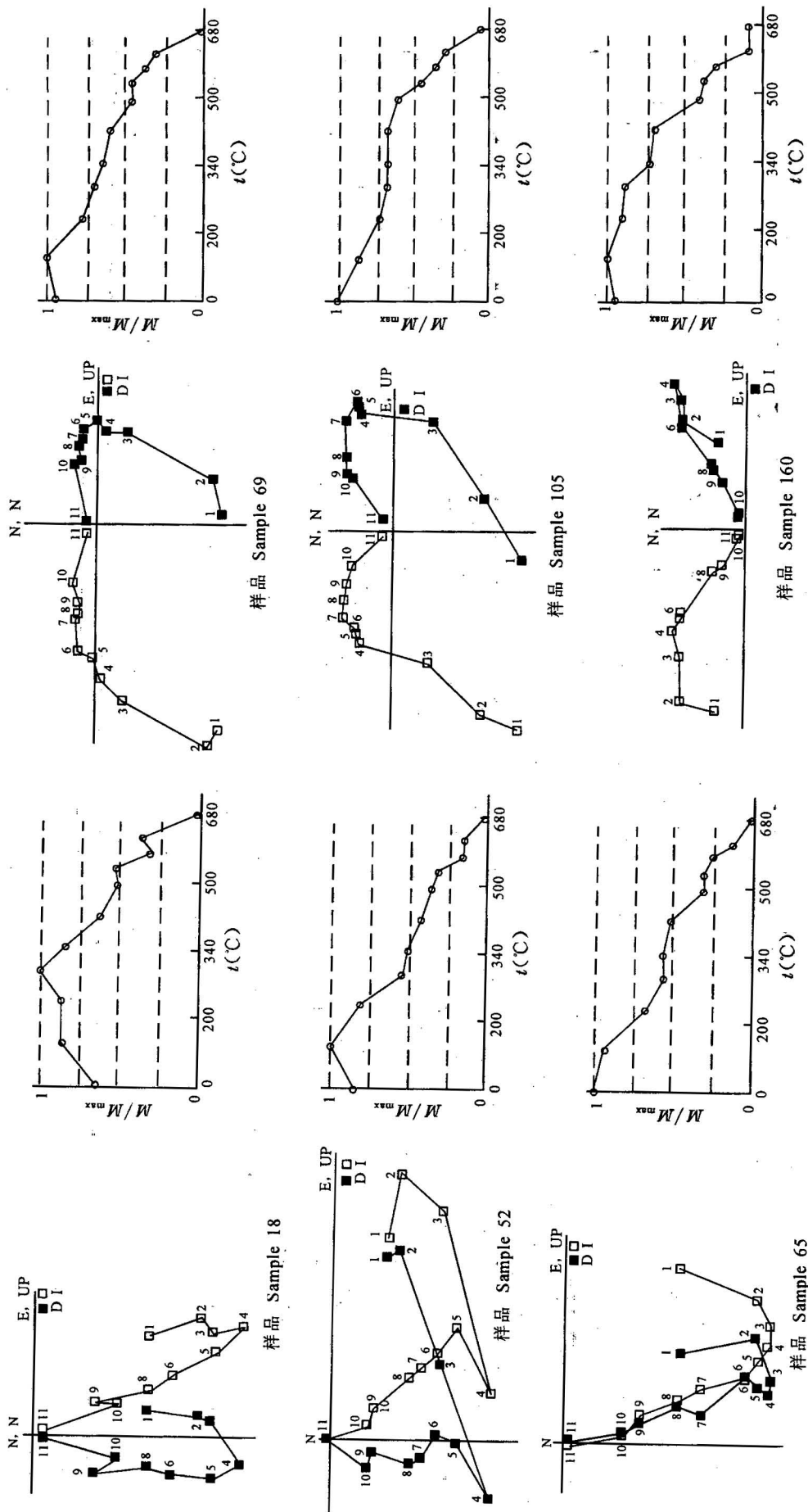


图 5 部分代表性样品 NRM 正交矢量图及强度变化曲线图

Fig. 5 NRM orthogonal vector diagrams and intensity variation curves of representative samples

1—NRM; 2—100°C; 3—200°C; 4—280°C; 5—340°C; 6—420°C; 7—500°C; 8—540°C; 9—580°C; 10—620°C; 11—680°C; D—磁偏角, I—磁倾角
 1—NRM; 2—100°C; 3—200°C; 4—280°C; 5—340°C; 6—420°C; 7—500°C; 8—540°C; 9—580°C; 10—620°C; 11—680°C; D—declination, I—inclination

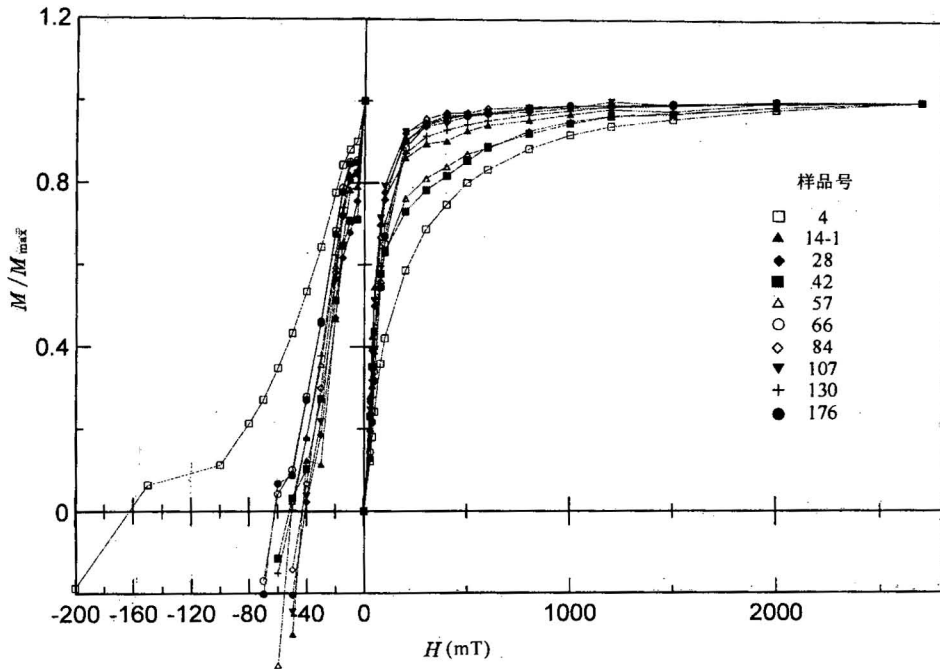


图 6 等温剩磁(IRM)和反向场退磁曲线

Fig. 6 Isothermal remnant magnetization (IRM) and backfield-acquisition

步研究样品的磁学特性,还用 KLY-3 温度—磁化率系统对 4 块代表性样品进行了氩气环境中的磁化率随温度的变化特征研究(图 7)。

除 3 块样品的 IRM 的获得曲线显示出明显的阶段性,即在外加场到 200mT 左右时,IRM 强度增加很快,而从 200mT 到 2700mT 时,强度增加相对缓慢,并在 1500mT 时达到准饱和状态,表明样品中的主要载磁矿物既有高矫顽力的,又有低矫顽力的之外,大都数样品的 IRM 获得曲线均在约 200~300mT 时达到准饱和状态,表明样品中的主要载磁矿物为低矫顽力的磁性矿物。饱和 IRM 的反向场退磁也表明除少量样品,如 4 号样品,中可能有一定量的高矫顽力磁性矿物之外,样品中的主要载磁矿物为低矫顽力的磁性矿物(矫顽力小于 80mT)。代表样品的热磁分析实验表明,样品中主要载磁矿物具有约 580°C 和 690°C 的阻挡温度,进一步表明主要载磁矿物为以不同比例

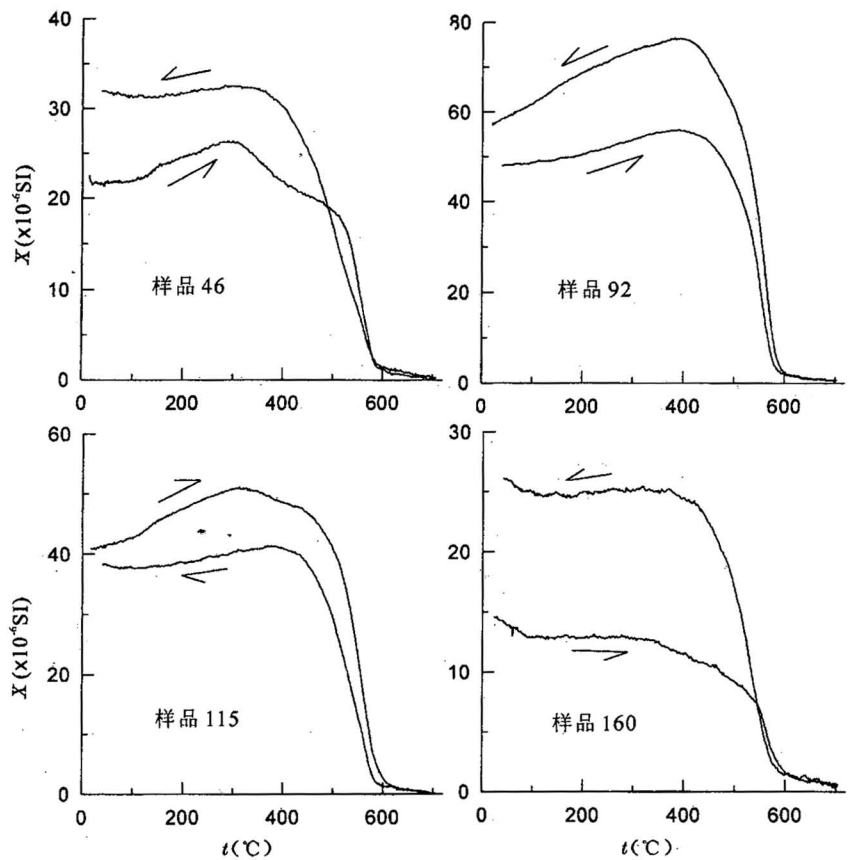


图 7 氩气环境中部分样品磁化率随温度的变化曲线

Fig. 7 Thermomagnetic curve of representative samples in argon

组合的磁铁矿和赤铁矿。在磁化率的升温和冷却循环中,升温和冷却曲线基本不可逆,冷却曲线经过580℃时,磁化率有一明显的升高,对应于新的磁铁矿的形成;少量样品(如46号样品)还可能与样品中存在的少许阻挡温度为300℃左右的磁性矿物有关。然而,由于热退磁炉中的净磁场小于10mT,因此,这些变化不足以影响样品的退磁结果。

由此可见,实验样品的主要载磁矿物是磁铁矿和赤铁矿,少量样品中很可能还有阻挡温度为300℃左右的低矫顽力磁性矿物,如磁赤铁矿等。

该剖面部分地段层位倒转,应用了 $D_s' = 2\phi +$

$180^\circ - D_s, I_s' = -I_s$, 式中 D_s' 为转换到正常方向偏角, ϕ 为采样点地层的倾向, D_s 为计算的磁偏角, I_s' 为转换到正常方向磁倾角, I_s 为计算的磁倾角。统计结果见表1。

3 讨论

3.1 关于正负极性的判断

二叠系—三叠系过渡层位正好处于二叠纪—三叠纪混合极性伊拉瓦拉(Illawarra)超带段中。根据磁化方向变化曲线,偏角变化180°左右,倾角符号相反,但在实际工作中不会完全对应,但应有一个范围,一般正、反磁化方向的偏角在150°~210°之间,

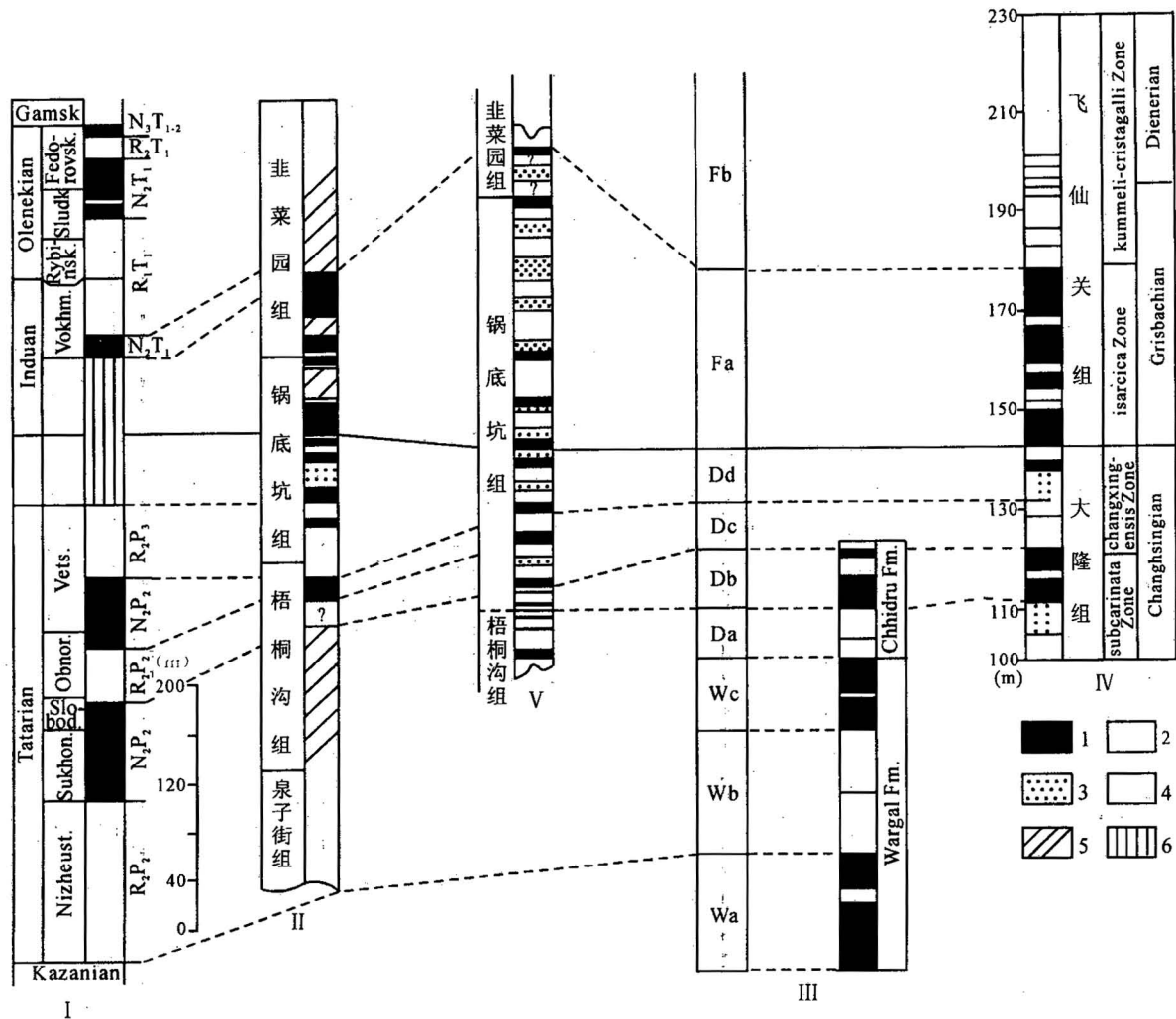


图8 大龙口与其他地区二叠系—三叠系界线层段磁性剖面的对比

Fig. 8 Correlation of magnetostratigraphic columns of Permo-Triassic transitional beds in Dalongkou and other areas
 1—正极性(N); 2—负极性(R); 3—混合极性(M); 4—极性存疑; 5—极性不明; 6—地层缺失; I—俄罗斯地台(Lozovsky et al., 1993)
 II—新疆准噶尔东南部(李永安等, 1997); III—巴基斯坦盐岭(Haag et al., 1991); IV—四川广元上寺(Heller et al., 1988; Steiner et al., 1989); V—大龙口(本次工作)
 1—Normal polarity(N); 2—reversed polarity(R); 3—mixed polarity(M); 4—polarity with doubt; 5—polarity not clear; 6—hiatus; I—Russian Platform (Lozovsky et al., 1993); II—Southeastern Junggar (Li et al., 1997); III—Salt Range, Pakistan (Haag et al., 1991); IV—Shangsi, Guangyuan, Sichuan (Heller et al., 1988; Steiner et al., 1989); V—Dalongkou (this work)

表 1 新疆吉木萨尔县大龙口剖面实测古地磁数据

Table 1 The detected paleomagnetic data of the Dalongkou profile, Jimusaer, Xinjiang

采点号	地层产状 (倾向 /倾角)	特征磁化方向					转换后特征 磁化方向		采点号	地层产状 (倾向 /倾角)	特征磁化方向					转换后特征 磁化方向	
		D_g	I_g	D_s	I_s	α_{95}	D_s'	I_s'			D_g	I_g	D_s	I_s	α_{95}	D_s'	I_s'
201	235/62	82.8	2.7	106.3	53.3	7.3			44		217.9	-27.5	59.3	-63.6	10.4		
202	235/62	242.9	-12.1	261.4	-72.5	18.4			45		206.7	-42.7	64.4	-46.1	8.8		
203	235/62	309.2	-19.9	336.3	-22.7	22.7			46		199.5	-6.2	124.7	-64.2	5.7		
204	225/54	116.5	29.5	151.0	30.8	19.5			47	228/85	217.6	-1.4	156.6	-79.1	21.1		
205	228/56	191.0	26.6	193.1	-19.9	22.1			48		198.2	-21.1	106.2	-56.9	10.1		
206	226/60	213.7	-59.1	58.5	-59.7	6.5			50		296.7	40.6	274.5	-12.6	4.7		
207	227/57	260.4	-4.9	282.2	-48.1	8.5			51		168.1	32.7	176.3	-21.9	11.1		
208	227/57	198.7	11.9	187.4	-42.6	4.8			52		191.0	30.8	185.8	-39.7	8.5		
209	228/64	192.1	-30.9	245.5	-40.9	5.5			53		196.6	-15.1	117.5	-57.6	2.8		
210	228/64	213.1	-27.1	129.8	-76.6	3.9			54		192.5	-22.1	108.1	-51.6	7.3		
1	230/75	216.3	-15.0	138.1	-76.8	22.5			55		332.8	-9.4	328.9	13.7	27.3		
2		70.7	16.2	146.4	70.0	28.5			56		222.3	-57.7	51.8	-37.1	6.9		
3		177.8	-40.2	100.2	-38.3	13.0			57		193.2	-19.3	112.0	-53.2	4.7		
4		92.9	-30.5	91.9	28.6	13.0			58		213.0	-44.4	64.2	-48.5	5.0		
5		40.9	-17.2	34.1	56.5	9.1			59		218.6	-48.4	56.9	-45.8	10.2		
6		277.2	-44.3	340.2	-44.3	6.9			60		16.4	-18.8	356.2	50.8	9.5		
7		319.4	-54.1	13.1	-12.4	12.9			61		183.2	5.3	150.4	-44.1	6.0		
8		342.0	50.1	271.2	25.5	18.8			62		157.2	-31.7	106.2	-18.9	3.9		
9		198.8	0.1	163.2	-55.7	21.3			63		199.1	-15.3	115.9	-59.8	3.3		
10		20.3	-40.2	24.5	28.3	5.6			64		206.6	18.9	187.1	-58.2	11.6		
11		213.2	-60.9	61.0	-42.6	15.8			65		165.7	21.0	163.6	-23.6	4.0		
12		235.3	-2.9	253.8	-76.8	6.7			66	25/84	195.4	-19.2	184.6	63.0	10.9	45.4	-63
13		232.4	6.4	236.6	-68.4	14.0			67		197.0	29.9	41.5	64.9	2.8	188.5	-64
14		173.0	-16.6	130.1	-35.3	9.2			68		186.4	25.7	65.1	63.5	7.8	166.5	-63.5
15		162.7	4.6	150.9	-20.6	6.3			69		169.1	24.6	82.7	50.9	5.0	147.3	-50.9
17		172.4	-55.9	83.2	-30.3	5.7			71		168.1	22.0	87.0	50.9	7.4	143.0	-50.9
18		186.9	35.3	192.0	-25.2	4.9			72		189.4	30.3	54.2	61.7	19.2	175.8	-61.7
19		174.0	-61.2	77.2	-29.1	17.3			73		175.0	15.8	92.6	58.6	6.1	137.4	-58.6
20		183.8	-28.9	113.9	-45.3	13.4			74		170.4	-5.1	132.0	53.7	3.9	98	-53.7
21		184.6	8.4	164.5	-39.2	7.4			75		174.4	6.7	112.0	59.6	4.6	118	-59.6
22		216.7	-30.6	85.8	-70.3	5.6			76	35/84	202.1	-32.7	201.1	51.2	12.8	28.9	-51.2
23		273.1	1.5	302.6	-44.3	10.2			77		205.8	-25.9	206.4	58.1	11.5	23.6	-58.1
24		211.1	-34.6	87.6	-64.1	7.4			78		178.3	24.5	76.4	58.4	13.2	153.6	-58.4
25		221.3	-49.8	59.7	-54.5	13.9			79		1.4	-24.5	253.4	-60.8	4.8	336.6	+60.8
26		216.6	-41.7	70.5	-60.9	7.5			80		175.0	31.2	69.4	52.3	4.8	160.6	-52.3
27		253.5	-22.7	342.8	-66.5	9.1			81	35/20	189.8	43.7	63.5	49.8	6.3	186.5	-49.8
28		32.2	2.2	354.4	68.3	26.1			82		193.6	15.5	108.0	68.4	19.6	142.0	-68.4
29		85.3	-35.6	82.6	29.4	10.0			83		201.2	7.9	132.7	76.3	3.3	117.3	-76.3
30		191.3	-37.4	99.3	-49.1	8.0			84		186.9	13.2	115.7	62.3	5.5	134.3	-62.3
31		189.9	-11.0	141.0	-50.8	8.2			85		181.1	36.6	78.6	49.4	6.4	171.4	-49.4
32		190.7	-43.5	91.5	-46.1	10.4			86		207.9	8.7	135.2	82.8	7.1	114.8	-82.8
33	225/88	205.1	-4.4	127.5	-69.9	10.9			87		215.8	46.9	34.0	53.1	11.3	216.0	-53.1
34		196.1	-14.4	110.0	-58.8	5.0			88		216.0	-47.3	215.8	32.7	7.2	34.2	-32.7
35		215.1	-17.7	76.3	-71.5	8.1			89		190.5	15.8	108.7	65.4	3.2	141.3	-65.4
36		215.6	-15.1	79.8	-73.9	15.8			90		194.9	35.3	67.7	58.8	6.4	182.7	-58.8
37		200.5	-29.7	82.6	-53.8	6.3			91		181.4	27.7	91.1	53.8	10.4	158.9	-53.8
38		202.5	6.4	155.3	-65.6	12.5			92	35/73	196.9	43.1	57.4	53.4	10.3	192.6	-53.4
39		17.9	-9.8	339.2	60.5	11.3			93		178.9	33.0	84.6	49.7	7.0	165.4	-49.7
40		172.0	-30.6	99.4	-32.4	12.4			94		199.5	30.3	68.1	65.1	7.0	181.9	-65.1
41		209.9	-3.9	127.6	-74.8	12.5			95		196.9	10.7	121.0	72.2	12.8	129.0	-72.2
42		205.8	-22.9	85.1	-62.0	14.3			96	33/80	148.5	-6.7	135.0	23.7	7.7	111.0	-23.7
43		210.7	13.8	183.4	-68.8	19.0			97		164.0	32.2	89.1	39.7	5.6	156.9	-39.7

(续表1)

采点号	地层产状 (倾向/倾角)	特征磁化方向					转换后特征磁化方向		采点号	地层产状 (倾向/倾角)	特征磁化方向					转换后特征磁化方向	
		D_g	I_g	D_s	I_s	α_{95}	D_s'	I_s'			D_g	I_g	D_s	I_s	α_{95}	D_s'	I_s'
98		31.7	-40.0	214.9	-59.9	7.6	31.1	+59.9	147		194.7	61.5	42.3	37.0	23.1	199.7	-37.0
99		154.5	44.1	77.6	29.4	9.2	168.4	-29.4	148		181.9	-10.5	155.6	53.7	4.3	86.4	-53.7
100		183.7	56.1	53.4	38.5	10.6	192.8	-38.5	149		204.0	32.5	49.1	66.3	7.1	192.9	-66.3
101		160.3	2.2	127.8	37.1	6.6	118.2	-37.1	150		189.5	53.1	50.4	43.2	16.9	191.6	-43.2
102		163.1	37.2	83.3	37.6	5.0	162.7	-37.6	151		207.5	48.5	36.8	51.3	23.3	205.2	-51.3
103		176.7	31.1	85.5	50.3	5.0	160.5	-50.3	152		219.6	19.3	354.7	78.1	15.1	247.3	-78.1
104		180.6	33.7	79.4	52.0	8.0	166.6	-52.0	153		174.6	14.0	111.9	53.2	7.7	130.1	-53.2
105		169.4	47.9	68.6	37.4	7.2	177.4	-37.4	154		204.3	80.8	33.3	19.2	12.3	208.7	-19.2
106		177.5	23.7	96.3	53.5	2.6	149.7	-53.5	155		147.4	50.3	71.2	23.8	8.4	170.8	-23.8
107		160.5	20.0	105.4	38.5	5.1	140.6	-38.5	156		163.2	65.9	51.8	25.0	17.9	190.2	-25.0
108		191.2	25.0	84.3	64.4	1.5	161.7	-64.4	157		167.4	56.4	59.3	32.2	7.8	182.7	-32.2
109	33/78	169.7	24.8	97.4	46.3	5.2	148.6	-46.3	158		182.0	49.5	58.5	43.4	8.3	183.5	-43.4
110		167.1	28.0	95.4	44.3	4.4	150.6	-44.3	159		166.2	53.1	63.0	33.4	6.3	179.0	-33.4
111		194.4	15.7	109.3	71.6	2.9	136.7	-71.6	160		177.0	50.1	61.0	40.6	9.2	181.0	-40.6
112		198.6	31.8	64.6	66.2	11.2	181.4	-66.2	161		191.9	59.8	44.7	38.0	7.4	197.3	-38.0
113		192.0	26.2	84.8	65.8	3.6	161.2	-65.8	162		194.9	31.2	66.3	63.5	8.8	175.7	-63.5
114		181.9	42.8	68.4	49.1	7.7	177.6	-49.1	163		177.3	33.8	79.8	50.3	4.0	162.2	-50.3
115		187.0	25.0	91.6	62.2	2.7	154.4	-62.2	164	25/70	162.5	37.5	80.2	49.3	4.0	149.8	-49.3
116		200.6	16.4	101.5	77.2	4.5	144.5	-77.2	165	55/80	206.7	20.2	127.0	57.3	4.6	163.0	-57.3
117		180.9	9.2	125.0	58.4	2.4	121.0	-58.7	166	45/85	199.5	30.7	85.1	54.9	3.0	184.9	-54.9
118		211.5	4.9	201.4	82.7	3.3	44.6	-82.7	167		190.8	-5.4	151.4	54.3	5.7	118.6	-54.3
119		161.4	1.4	130.6	37.8	6.5	115.4	-37.8	168		190.0	-8.1	155.3	52.7	7.1	114.7	-52.7
120	35/80	194.7	5.9	135.1	69.5	6.3	114.7	-69.5	169		217.8	5.2	132.7	82.9	4.8	137.3	-82.9
121		125.3	41.6	83.9	6.8	2.8	166.1	-6.8	170		238.3	5.8	319.2	76.7	5.3	310.8	-76.7
122		274.9	22.2	325.0	31.5	4.1	285.0	-31.5	171		195.8	-11.0	163.9	56.8	11.9	106.1	-56.8
123		188.9	-6.2	155.9	59.3	4.5	95.0	-59.3	172		196.3	-14.5	169.9	55.5	6.8	100.1	-55.5
124		205.3	32.1	55.6	66.2	5.3	194.4	-66.2	173		137.1	24.1	111.1	3.9	17.4	158.9	-3.9
125		212.7	-15.4	209.7	64.5	13.1	40.3	-64.5	174		181.6	-0.0	140.3	46.3	3.7	129.7	-46.3
126		193.7	2.2	143.9	67.4	8.6	106.1	-67.4	175		205.0	7.0	128.3	70.1	6.8	111.7	-70.1
127		223.2	-4.6	244.6	73.3	7.5	5.4	-73.3	176	30/75	188.0	-39.4	190.1	31.9	5.6	49.9	-31.9
128		194.6	24.1	86.5	66.0	2.5	163.5	-66.0	177		215.8	-13.9	221.5	60.6	3.2	18.5	-60.6
129		187.9	11.6	119.1	63.3	3.4	130.9	-63.0	178		233.3	-46.9	227.3	24.7	2.9	12.7	-24.7
130		243.6	-31.0	247.7	40.7	26.0	2.3	-40.7	179		195.2	-55.1	201.1	18.8	8.2	38.9	-18.8
131		187.2	25.7	90.6	59.4	2.5	159.4	-59.4	180		191.5	-53.2	198.3	20.0	5.6	41.7	-20.0
132		215.9	-34.5	216.0	45.5	9.9	34.0	-45.5	182		202.2	-26.7	199.6	47.7	5.2	40.4	-47.7
133		221.9	-6.7	237.7	72.0	13.4	12.3	-72.0	183		190.7	4.3	134.9	-79.8	10.0	105.1	79.8
134		197.8	1.4	150.5	70.8	6.3	99.5	-70.8	184		261.8	10.4	278.2	-27.7	4.4	321.8	27.7
135		182.9	10.4	121.4	58.4	3.9	128.6	-58.4	185		184.6	-18.6	58.2	-66.1	7.4	181.8	66.1
136		208.1	0.6	178.3	78.3	5.1	71.7	-78.3	186		243.2	18.4	264.0	-43.8	4.2	336	43.8
137		223.6	-19.4	231.1	59.4	8.7	18.9	-59.4	187		188.6	-23.3	44.6	-64.2	6.8	195.4	64.2
138		219.7	33.8	25.4	65.8	8.9	224.6	-65.8	188		173.7	-70.5	28.9	-17.4	6.2	211.1	17.4
139		199.1	32.3	66.1	63.3	6.8	183.9	-63.3	189		184.9	-35.2	40.3	-52.0	7.9	199.7	52.0
140		199.7	18.6	93.2	72.8	2.3	156.8	-72.8	190	220/90	197.9	-51.7	21.6	-38.3	6.5		
141		175.1	14.9	113.7	50.8	7.4	136.3	-50.8	191	220/90	199.0	-46.4	20.9	-43.6	7.5		
142	32/80	177.4	-33.8	176.7	35.2	7.9	65.3	-35.2	192	220/90	202.9	7.6	220.6	-81.9	9.8		
143		213.1	-42.4	213.0	37.6	6.9	29.0	-37.6	193	220/90	213.8	6.0	266.3	-74.9	5.7		
144		199.6	-34.5	197.8	43.9	6.1	44.2	-43.9	194	220/70	185.0	-37.9	91.9	-54.9	5.2		
145		257.0	58.4	6.4	30.9	7.5	235.6	-30.9	195		158.0	-62.8	67.8	-30.4	8.6		
146		210.2	54.4	33.5	45.5	9.8	208.5	-45.5	196		203.2	-71.0	46.9	-38.1	4.3		

表2 大龙口剖面二叠纪—三叠纪古地磁数据一览表

Table 2 Paleomagnetic data collected from Permian—Triassic rocks of the Dalongkou section

组名	采点数	古地磁特征方向				古地磁极位置				古纬度 (°N)
		D_s	I_s	K	α_{95}	λ	φ	d_p	d_m	
P_2w	5	186.7	-57.3	8.2	28.4	79.1	238.1	27.7	39.4	34.2
P_2g	19	163.3	-51.3	10.3	11.0	72.3	322.2	10.1	14.9	32.0
P_2-T_1	71	167.9	-54.9	18.7	3.9	77.5	320.8	3.9	5.5	35.4

倾角相差150°左右,其他均为磁化的过渡状态;当地层倾角大于75°时,可以依磁倾角的正、负确定正、反向;地层倾角小于15°时,也可以以磁偏角相差180°左右来确定正、反向。实际的测试结果并非如此理想,有时磁偏角相差180°左右,而磁倾角没有变化;有时磁偏角变化不大,但磁倾角相差90°左右。针对这些情况,作者使用了“过渡极性”一词来表示这些磁性较难确定的地层段。

3.2 二叠系—三叠系界线附近的磁性特征

本次工作中获得了二叠系—三叠系界线附近的磁性特征,总的说在二叠系梧桐沟组—锅底坑组共发现78个极性异常,其中以负极性为主(34个),间隔了一系列的正向极性(10个)和过渡极性(34个)。梧桐沟组上部,即201—210采点以负极性为主,间隔了2个正极性和2个过渡极性,这可与巴基斯坦盐岭(Lozovsky et al., 1993, Haag et al., 1991)和四川广元上寺大隆组下部相对比(Heller et al., 1988; Steiner et al., 1989),即相当于Da段;梧桐沟组顶部和锅底坑组底部,即1~10采点,正、负极性变化频繁,包括3个正极性、3个负极性和2个过渡极性,极性特征可与巴基斯坦盐岭和四川广元上寺大隆组中部对比,即相当于Db;锅底坑组下部即11~39采点之间以负极性为主,间隔了2个正极性段和7个过渡极性段,可与四川广元上中部大隆组中上部对比,即相当于Dc;锅底坑组中下部,即40~60采点之间,以负极性为主,上部夹1个正极性段和6个过渡性段,可与四川广元上寺大隆组上部磁性特征相对比,相当于Dd;锅底坑组中上部以负极性为主,间隔了4个正极性和19个过渡性段,可与四川广元上寺飞仙关组下部相对比,即相当于Fa;根据磁性段划分对比,将二叠系—三叠系磁性地层界线置于Fa和Dd之间,也就是说将二叠系—三叠系界线划在采点61与60之间,即本次实测地质剖面41层与42层之间(图4、8)。

3.3 特征磁化方向与古纬度

根据磁性地层划分意见,求得梧桐沟组(P_2w)、锅底坑组(P_2g)和下三叠统(P_2g-T_1j)古地磁特征方向和古纬度及极点位置见表2。

从表2可以看出,晚二叠世的梧桐沟期到锅底坑期和早三叠世其古纬度变化不明显,但梧桐沟期到锅底坑期块体明显发生顺时针旋转。

致谢:数据分析、统计应用了Randolph J. Enkin等编制的古地磁统计程序;在磁性矿物测量得到中国科学院地质地球物理所黄宝春研究员等的大力帮助,在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- 李永安,吴绍祖,孙东江. 1997. 中国天山地区二叠—三叠系界线磁性特征的初步研究. 新疆地质, 15(3):227~235.
 庞其清. 1985. 新疆天山北麓陆相二叠、三叠系界线的初步探讨. 新疆地质, 2(4):93~97.
 新疆地质矿产局地质矿产研究所. 1989. 中国天山二叠—三叠系界线的研究. 北京:海洋出版社, 1~168.
 中国地质科学院地质研究所, 新疆地质矿产局地质科学研究所. 1986. 新疆吉木萨尔大龙口二叠—三叠纪地层及古生物群. 北京:地质出版社, 1~262.
 周统顺,李佩贤,杨基端,等. 1997. 中国非海相二叠—三叠系界线层型剖面研究. 新疆地质. 15(3):211~266.

References

- Haag M, Heller F. 1991. Late Permian to Early Triassic magnetostratigraphy. Earth and Planetary Science Letters, 107: 42~54.
 Heller F, Lowrie W, Li Huamei, Wang Junda. 1988. Magnetostratigraphy of the Permian—Triassic boundary section at Shangsi (Guangyuan, Sichuan Province) China. Earth and Planetary Science Letters, 88: 348~365.
 Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Xinjiang Institute of Geology and Mineral Resources. 1986. Permian and Triassic Strata and Fossil Assemblages in the Dalongkou area of Jimsar, Xinjiang. Beijing: Geological Publishing House, 1~262 (in Chinese with English summary).
 Xinjiang Institute of Geology and Mineral Resources. 1989. Research on the boundary between Permian and Triassic in the Tianshan Mountain of China. Beijing: Oceanic Press, 1~168 (in Chinese with English summary).
 Li Yongan, Wu Shaoyu, Sun Dongjiang. 1997. Magnetic property of Permian—Triassic boundary in the Tianshan region, China. Xinjiang Geology, 15(3): 227~235 (in Chinese with English abstract).
 Lozovsky V R, Molostovsky E A. 1993. Construction of the Early Triassic Magnetic Polarity time Scale. In: Lucas S G, Morales M, eds. The Non-marine Triassic. New Mexico Museum of

- Natural History & Science Bulletin, 3: 297~300.
- Pang Qiqing. 1985. Preliminary Discussion on the continental Permian—Triassic boundary in the Northern-foot of Tianshan Mountains, Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 3(4): 93~97 (in Chinese with English Abstract).
- Steiner M B, Ogg J G, Zhang Z, Sun S. 1989. The Late Permian—Early Triassic magnetic polarity time scale and plate motions of south China. *J. Geophys. Res.*, 94: 7343~7363.
- Zhou Tongshun, Li Peixian, Yang Jiduan. 1997. Stratotype section of non-marine Permian—Triassic boundary in China. *Xinjiang Geology*, 15(3): 211~226 (in Chinese with English abstract).

Paleomagnetic Properties of Non-marine Permo—Triassic Transitional Succession of the Dalongkou Section, Jimsar, Xinjiang

LI Yong'an¹⁾, JIN Xiaochi²⁾, SUN Dongjiang¹⁾, CHENG Zhengwu²⁾, PANG Qiqing³⁾, LI Peixian²⁾

1) *Xinjiang Institute of Geology and Mineral Resources, Urumqi, Xinjiang, 830000*

2) *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*

3) *Shijiazhuang College of Economics, Shijiazhuang, Hebei, 050031*

Abstract

Paleomagnetic investigation on the non-marine Permo—Triassic transitional succession of the Dalongkou section in Jimsar, Xinjiang reveals that there are 78 polarity intervals in the upper part of the Wutonggou Formation and the Guodikeng Formation; and they are mainly reversed polarity intervals intercalated with some normal and transitional intervals. The upper part of the Wutonggou Formation is dominated by reversed intervals, intercalating 2 normal and transitional intervals. It can be correlated with of the lower part, i. e. the Da member of the Dalong Formation of the Shangsi section, Guangyuan, Sichuan. The top part of the Wutonggou Formation and the basal part of the Guodikeng Formation are characterized by frequent change of normal and reversed intervals, and can be correlated with the middle part, i. e. the Db member of the Dalong formation. The lower part of the Guodikeng Formation is represented mainly by reversed intervals, intercalated with 2 normal intervals, and can be correlated with the middle—upper part, i. e. the Dc member of the Dalong Formation. The lower—middle part of the Guodikeng Formation comprises mainly reversed intervals, intercalating 2 normal intervals, and can be correlated with the upper part, i. e. the Dd member of the Dalong Formation. The middle—upper part of the Guodikeng Formation is also characterized by reversed intervals with some normal intervals, and can be correlated with the lower part, i. e. the Fa member of the Feixianguan Formation of the Shangsi section. Based a on classification and correlation of magnetic polarity zones, the Permo—Triassic boundary is placed between the Fa and Dd, that is to say, between bed 41 and 42 of the Dalongkou section.

Key words: Paleomagnetism; Dalongkou; Xinjiang; Permo—Triassic boundary