

长江三角洲部分钻孔沉积岩芯 古地磁的初步研究*

张 铭 汉 高 明 德

(中国科学院海洋研究所)

长江三角洲地区是我国重要工农经济区,对其第四纪地质的研究对于了解该区水文工程地质、河口海岸演变和土地开发利用有着十分重要的意义。为了进一步对该区第四纪地层的划分对比提供年代地层学上的依据,我们先后对和桥、梅埭、正仪、祝塘、吴江、北坎、常州、江都八个地方钻孔的沉积岩芯进行了古地磁的研究,并对部分样品进行了放射性碳年代测定,初步建立了本区的古地磁极性变化年表。

一、标本采集与处理

本区八个钻孔沉积岩芯所采集的古地磁样品均为垂直定向的样品,即在采集时已标明了上下方向。松散易碎的样品用透明胶包好,回到室内再加工成 $4 \times 4 \times 4\text{cm}^3$ 的标本,以便进行测量。采样间距根据岩性变化情况而定,一般在 0.5—2m 之间,个别情况下因岩芯缺失而使采样间距加大。

八个沉积岩芯所代表的钻孔深度不一,最深为近沿海的北坎 (DH₂),孔深 352.5m;最浅为和桥 (YL₁₇),孔深 123.1m。钻孔累计深度 1869.2m。野外共取样 864 块,加工后取得有效标本 851 块 (表 1)。

二、标本测量及结果

首先将制备好的标本用无定向磁力仪进行天然剩磁的测量,然后根据测量结果换算成磁倾角和磁化强度,磁倾角为正者定为正向标本,磁倾角为负者定为反向标本。为了消除次生的磁化强度,在部分钻孔岩芯不同深度选出标本,分别用 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500 Oe (奥斯特)¹⁾ 的交变磁场进行了磁清洗,并根据测量结果绘出退磁曲线,在退磁曲线的相对稳定范围确定磁清洗的交变磁场强度。根据以上选择结果,我们对 Sx₁₀, Sx₁₂ 两孔岩芯的标本采用峰值 200Oe 的交变磁场进行了磁清洗,其余各孔岩芯的标本均采用峰值 150Oe 的交变磁场进行了磁清洗。磁清洗后所测得的剩余磁性即为原生剩磁,也就是沉积物形成时的剩余磁性,称为沉积剩磁,它基本上能够反映出沉积物形成时的地

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1062 号。

本项工作曾得到江苏第一水文地质队的大力支持,孙维敏、李本兆同志参加了标本测量工作,图件由高淑贤同志清绘,在此表示感谢。

收稿日期: 1984 年 8 月 3 日。

1) $1\text{Oe} \triangleq (1000/4\pi)\text{A/m}$

表 1 孔深、取样总数及磁清洗前后正反向标本统计表

孔 位	北坎	正仪	梅埕	吴江	祝塘	常州	和桥	江都	合计
孔 号	DH ₂	Sx ₁₀	Sx ₁₂	Sx ₄	Sx ₇	K ₃₆	YL ₁₇	YZ ₁₆	
孔 深 (m)	352.5	284.0	292.1	273.3	184.1	192.3	123.1	167.8	1869.2
野外取样	94	137	132	122	114	59	142	64	864
有效样品	94	137	132	122	113	59	133	61	851
磁清洗前正向标本	76	119	114	114	98	55	—	49	625
磁清洗前反向标本	18	18	18	8	15	4	—	12	93
磁清洗后正向标本	71	107	102	104	89	50	118	46	687
磁清洗后反向标本	23	30	30	18	24	9	15	15	164
磁清洗前反向标本 所占百分比	19.1%	13.1%	13.6%	6.6%	13.3%	6.8%	—	19.7%	13.0% (平均值)
磁清洗后反向标本 所占百分比	24.5%	21.9%	22.7%	14.7%	21.2%	15.3%	11.3%	24.6%	19.3% (平均值)

磁场变化情况。因此,根据剩余磁性测量结果换算出来的磁倾角和磁化强度基本上代表了沉积物形成时的磁倾角和磁化强度。本文各孔岩芯古地磁极性变化年表和磁倾角及磁化强度变化曲线(图 1—8)就是根据磁清洗后所测得的磁倾角和磁化强度而绘制的,测量结果如表 1,2 所示。

测量结果表明,各孔岩芯退磁前后均以正向标本占多数。磁清洗前正向标本占标本总数的 87%,磁清洗后正向标本占标本总数的 80.7%。各孔岩芯磁清洗前的反向标本占标本总数的百分比各不相同,最大为 DH₂ 孔,占 19.1%,最小为 Sx₄ 孔,占 6.6%。磁清洗后各孔岩芯反向标本均有不同程度的增加,最大为 YZ₁₆ 孔,反向标本增至 24.6%,平均值则由磁清洗前的 13% 增至磁清洗后的 19.3%。

磁倾角的测量结果(表 2)反映出磁清洗前后的不同变化,各孔岩芯正向标本的磁倾角磁清洗前主要集中在 40°—80°,磁清洗后主要集中在 30°—70°,磁倾角有所减小。各孔岩芯反向标本的磁倾角磁清洗前主要集中在 10°—50°,磁清洗后主要集中在 20°—60°,磁倾角有所增加。

从图 1—8 中各孔岩芯的磁倾角和磁化强度变化曲线的对比表明,磁倾角由正转变为负的时候,也就是地磁场开始发生倒转的时候,磁化强度也随之减弱,这可能反映出在地磁场倒转时,磁场强度由强变弱的一个转化过程。从纵向上看,磁化强度随着深度的增加而变弱。

极性和磁化强度与古气候的变化存在一定的关系。根据目前第四纪地层的划分方案和极性事件发生年代,哥德堡事件(12350—13750 年)和拉尚事件(2—3 万年)均属大理(玉木)冰期的范围。布莱克事件(10.8—11.4 万年)和琵琶湖 B 事件(10.4—11.7 万年)属庐山(理斯)冰期的范围。河北辛集孔布伦赫斯正极性世中五次短期反极性事件分别对应了气候上的五次寒冷期,并由日本琵琶湖 200 m 岩芯的孢粉分析及艾木里所做的古温度曲线所证实^[4,7]。由此看来,它们之间很可能存在着极性为反向、磁化强度为低值、气候为

表 2 磁清洗前后正反向标本磁倾角变化统计表

孔号	磁倾角 (°)	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90
DH ₂	磁清洗前	+		2	1	9	8	12	17	13
		—		3	1	4	5	2	2	1
	磁清洗后	+	1	3	5	7	9	12	13	14
		—		1	5	10	1	5		1
Sx ₁₀	磁清洗前	+	2	9	8	7	16	14	26	30
		—	2	4	2	3	2	1	3	
	磁清洗后	+		11	10	10	19	21	27	8
		—	1	6	3	10	3	3	1	2
Sx ₁₂	磁清洗前	+	2	6	3	7	13	20	34	19
		—		5	5	3	3		1	1
	磁清洗后	+	3	7	8	10	7	28	24	11
		—	1	5	4	10	1	4	4	1
Sx ₄	磁清洗前	+	1	3	6	16	18	24	24	13
		—	2	1	4	1				
	磁清洗后	+	1	7	13	16	17	17	16	9
		—	5	4	4	3	2			
Sx ₇	磁清洗前	+	4	2	3	6	11	16	18	29
		—	1	2	4	1	3	2	1	
	磁清洗后	+		2	6	14	15	17	19	14
		—	1	5	2	7	3	3	1	2
K ₃₆	磁清洗前	+		3	1	4	5	8	10	14
		—			1		2	1		
	磁清洗后	+		5	3	9	4	8	10	7
		—		1	1	3	4			
YL ₁₇	磁清洗前	+								
		—								
	磁清洗后	+	5	6	10	6	19	27	25	15
		—	1	2	1	4	6		1	
YZ ₁₆	磁清洗前	+		2	4	3	11	10	6	6
		—			1	1	1	2	1	4
	磁清洗后	+		2	6	11	9	9	4	5
		—		1	3	1	3	1	4	2

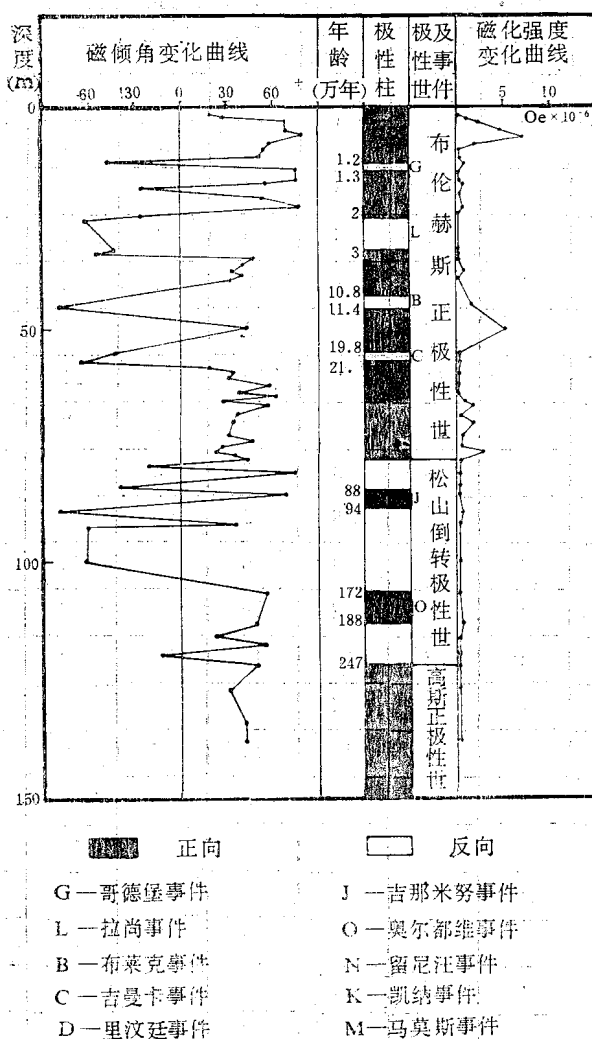
图1 江都 (YZ₁₆) 古地磁极性变化年表

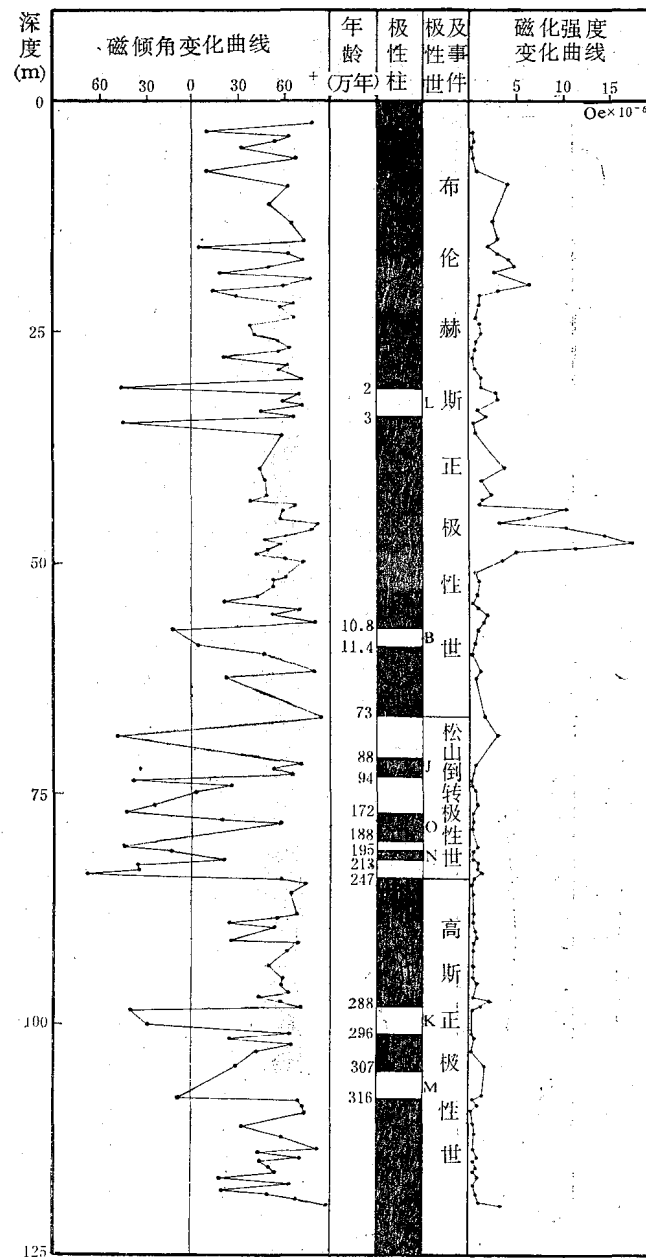
图2—8 图注同图1

寒冷的对应关系。

三、极性划分和古地磁年表的编制

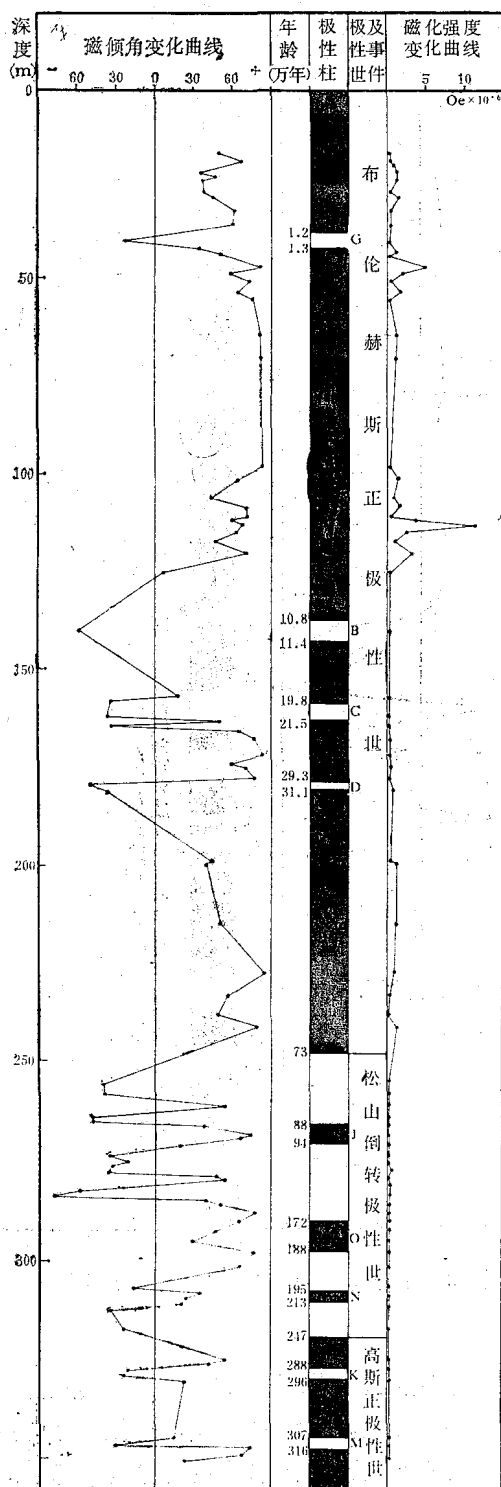
对于极性的划分,首先考虑最大的一级即期的界限,然后再进一步考虑极性事件,根据这个原则,以各孔岩芯古地磁的极性变化为依据,结合各岩芯的岩性、岩相及古生物、古气候特点,与考克斯古地磁极性年表^[1,8]进行分析对比,划分出极性世(表3),然后在每一个极性世内,用同样的方法划分出极性事件,由此绘制出各孔岩芯的古地磁极性变化年表^[9](图1—8)和确定各极性世和极性事件所代表的地层深度(表4)。

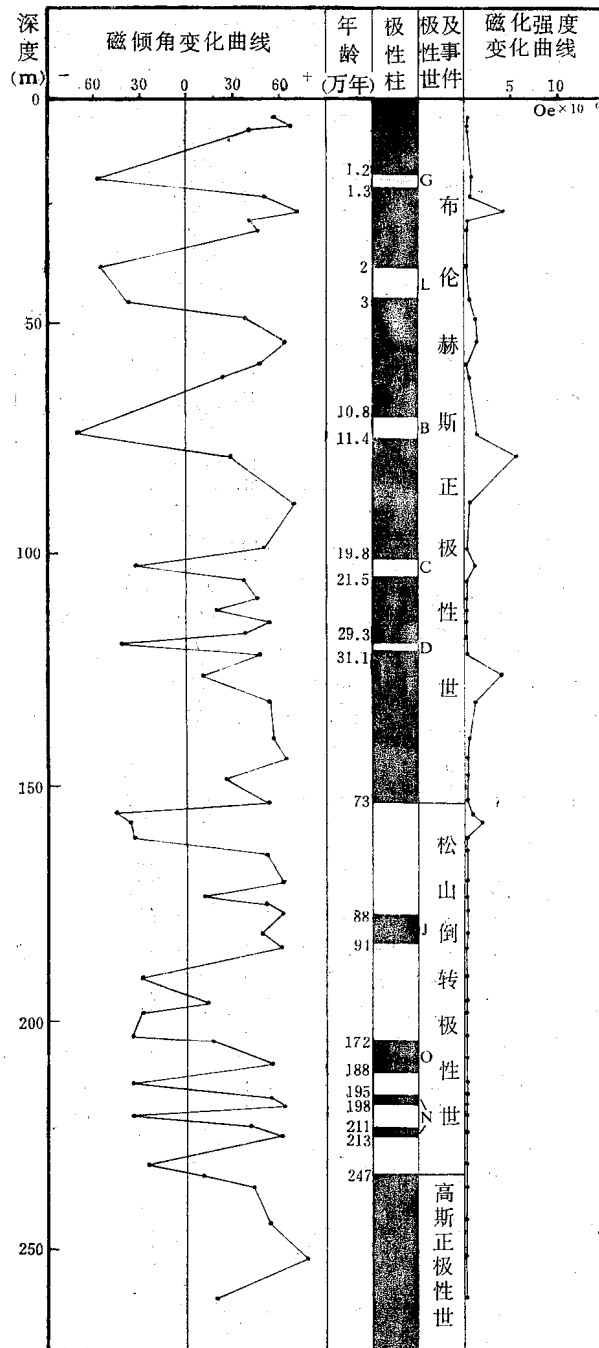
1) 根据达尔林普尔 (Dalrymple) 和麦克杜戈尔 (McDougall) 修改后的考克斯古地磁极性年表。

图2 和桥 (YL₁₇) 古地磁极性变化年表

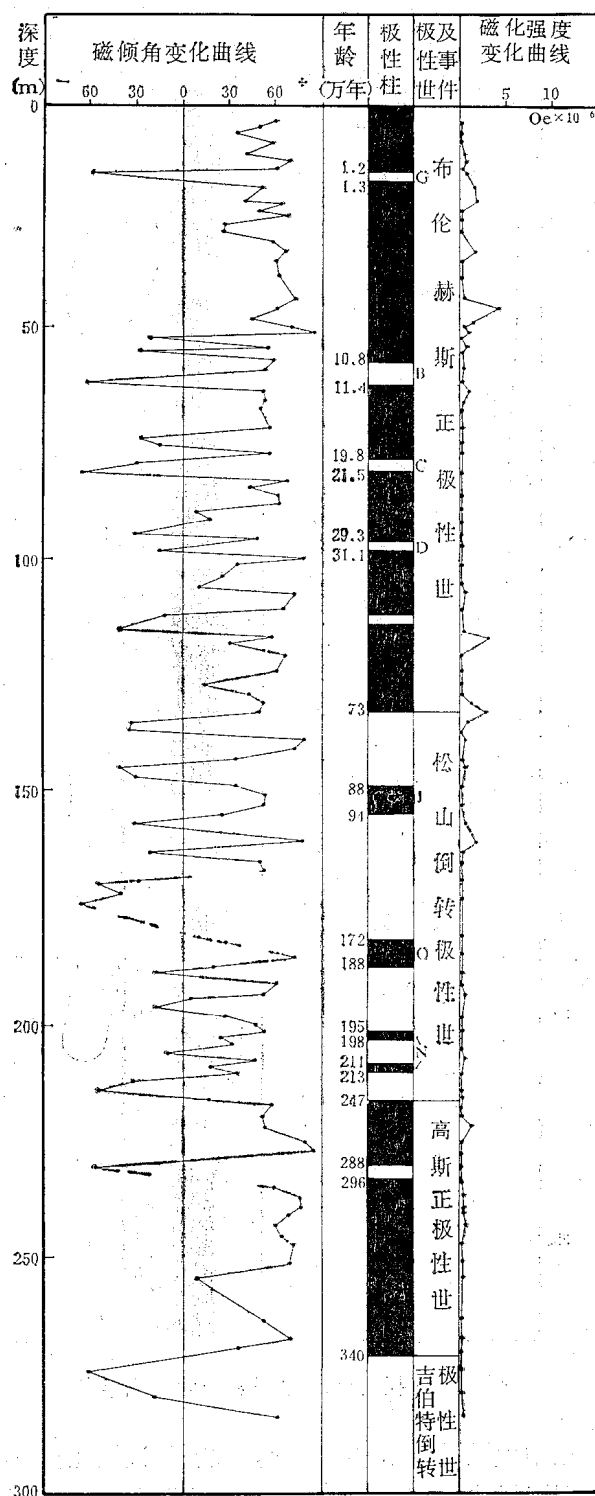
1. 布伦赫斯正极性世

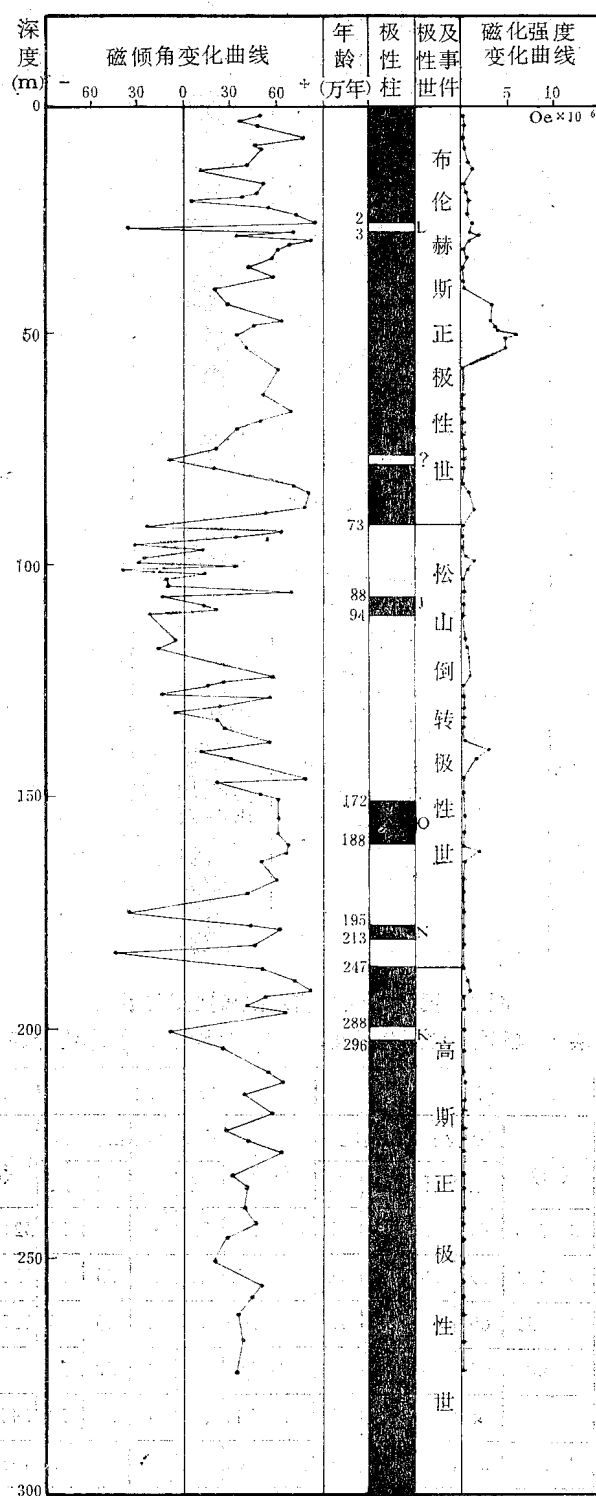
该极性世底界在各孔中出现的深度范围为 65—248m, 其底界年龄为距今 73 万年, 按照第四纪中各个时代的年龄划分方案, 大致相当于中更新世的底界。测量结果表明, 该极性世在各孔中所代表的深度范围内以正向标本为主, 有少量反向标本 (表 3); 其底界所在的地层为河湖相的粘土、亚粘土夹砂砾层, 根据本区地层的综合对比^[3], 该地层含有寒冷气候的孢粉组合, 它属于大姑冰期的范围, 相当于中更新世的底部。

图3 北坎 (DH₂) 古地磁极性变化年表

图4 正仪 (Sx₁₀) 古地磁极性变化年表

布伦赫斯正极性世中少量反向标本的出现,代表了该极性世中的几次短期反极性事件。根据对本区第四纪海侵地层的研究^[3],自中更新世以来,本区先后发生了四次海侵,分别形成了四个不同时期的海侵地层:全新世海侵地层,晚更新世中期海侵地层,晚更新世早期海侵地层和中更新世海侵地层。根据极性倒转出现的地层部位与本区海相地层的

图5 梅埏 (Sx_{12}) 古地磁极性变化年表

图6 吴江 (Sx₄) 古地磁极性变化年表

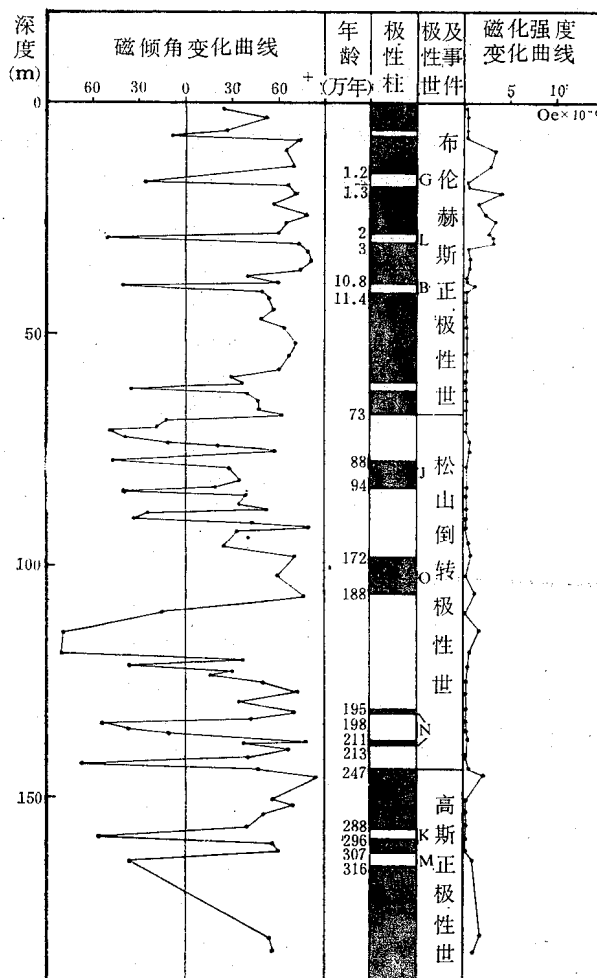
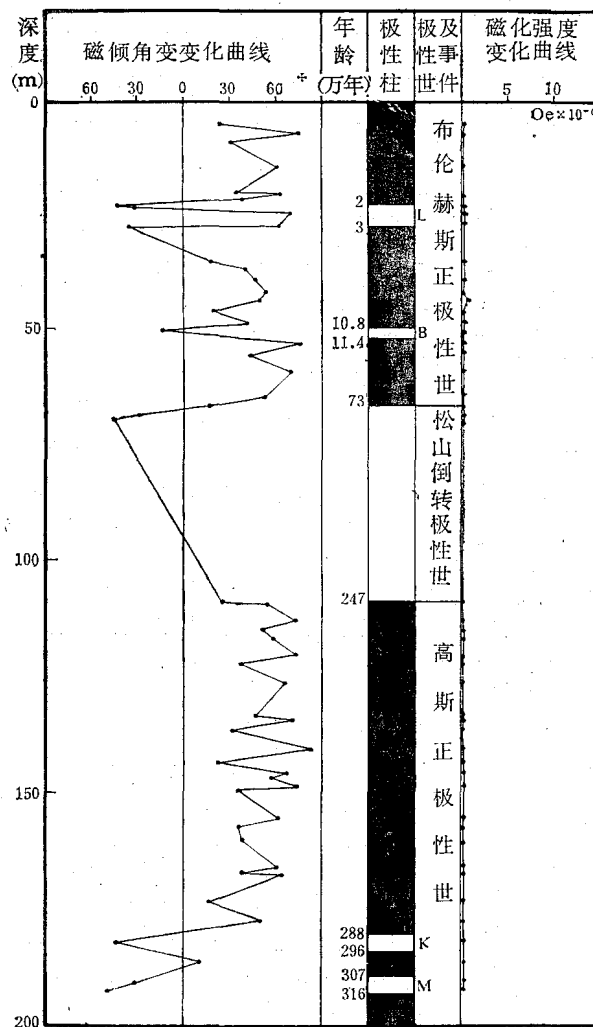
图7 祝塘 (Sx₇) 古地磁极性变化年表

表3 极性世的划分及其磁清洗前后正反向标本统计表

极性世 孔号	布 伦 赫 斯					松 山					高 斯				
	代表深度 (m)	磁清洗前		磁清洗后		代表深度 (m)	磁清洗前		磁清洗后		代表深度 (m)	磁清洗前		磁清洗后	
		正	反	正	反		正	反	正	反		正	反	正	反
DH ₂	0—248	45	7	45	7	248—321	23	9	19	13	321—	8	2	7	3
Sx ₁₀	0—152	67	10	63	14	152—232	41	8	33	16	232—	13	0	13	0
Sx ₁₂	0—131	65	5	58	12	131—215	32	8	25	15	215—270	17	5	19	3
Sx ₄	0—90	45	3	46	2	90—186	42	5	32	15	186—	27	0	26	1
Sx ₇	0—67	48	5	48	5	67—144	39	9	31	17	144—	11	1	10	2
K ₃₆	0—65	25	2	23	4	65—108	2	0	0	2	108—	28	2	27	3
YL ₁₇	0—67	—	—	68	3	67—84	—	—	9	9	84—	—	—	41	3
YZ ₁₆	0—76	38	6	35	9	76—121	7	6	7	6	121—	4	0	4	0

图8 常州 (K₃₆) 古地磁极性变化年表

层位关系及其形成年代^[3],划分出各孔布伦赫斯正极性世中的短期反极性事件。

(1) 哥德堡事件 (12350—13750 年): 该事件出现深度范围为 12—41m。DH₂ 孔 36.10m 处所取样品测得放射性碳年代为距今 9680 ± 520 年,在其下部 39.8m 处出现极性倒转,此处位于全新世海相地层以下,晚更新世晚期陆相地层顶部,全新世海相地层形成于距今 1 万年左右,由此确定该极性倒转应相当于哥德堡事件。Sx₇, Sx₁₀, Sx₁₂, YZ₁₆ 孔在其相应的层位均出现极性倒转,故均相当于哥德堡事件。

(2) 拉尚事件 (2—3 万年): 该事件出现在 Sx₇, Sx₄, Sx₁₀, YZ₁₆, K₃₆, YL₁₇ 孔之中,其出现深度范围为 22—43m。该极性倒转出现在晚更新世晚期陆相地层的下部与晚更新世中期海相地层之间,此海相地层形成于距今 3.9—2.4 万年间,为玉木冰期中的亚间冰期所形成。DH₂ 孔在 47.0m 处测得放射性碳年代为距今 19580 ± 1100 年,此处为晚更新世晚期的河湖相地层,表明该事件上界应在晚更新世晚期的陆相地层之中。根据以上

表4 各极性世及主要事件所代表地层深度对比表

深度(m) \ 孔号 极性事件	DH ₂	Sx ₁₀	Sx ₁₂	Sx ₄	Sx ₇	K ₃₆	YL ₁₇	YZ ₁₆
布伦赫斯	0—248	0—152	0—131	0—90	0—67	0—65	0—67	0—76
哥德堡	37—41	16—19	14—16	—	15—18	—	—	12—14
拉尚	—	36—43	—	25—27	28—30	22—27	31—34	24—31
布莱克	136—142	68—73	55—60	—	39—41	49—51	57—59	41—44
吉曼卡	158—162	99—103	76—79	—	—	—	—	53—55
里汶廷	178—180	117—119	94—96	—	—	—	—	—
松山	248—321	152—232	131—215	90—186	67—144	65—108	67—84	76—121
吉那米努	266—271	176—182	147—153	106—109	78—82	—	71—73	82—87
奥尔都维	291—299	203—210	180—186	150—159	98—106	—	77—79	105—112
高斯	321—	232—	215—270	186—	144—	108—	84—	—
凯纳	329—332	—	229—232	199—202	157—159	180—184	98—101	—
马莫斯	347—350	—	—	—	162—165	189—192	105—108	—

地层层位关系,确定该极性倒转应相当于拉尚事件。

(3) 布莱克事件(10.8—11.4 万年): 该事件出现在 Sx₇, Sx₁₀, Sx₁₂, DH₂, YZ₁₆, K₃₆, YL₁₇ 孔之中,其出现深度范围为 39—142m。该极性倒转出现在晚更新世早期海相地层的底部与中更新世晚期陆相地层的顶部之间,此海相地层形成于距今 10—7 万年间,其下部的中更新世晚期的陆相地层中含有寒冷气候孢粉组合,相当于庐山冰期范围,由此确定该极性倒转相当于布莱克事件,亦相当于琵琶湖 B 事件(10.4—11.7 万年)。

(4) 吉曼卡事件(19.8—21.5 万年): 该事件出现在 Sx₁₀, Sx₁₂, DH₂, YZ₁₆ 孔之中,其出现深度范围为 53—162m。该极性倒转出现在中更新世晚期陆相地层之中。该地层位于中更新世海相地层之上,相当于庐山冰期范围,由此推断该极性倒转应相当于吉曼卡事件,亦相当于琵琶湖 C 事件(17.6—18.6 万年)。

(5) 里汶廷事件(29.3—31.1 万年): 该事件出现在 Sx₁₀, Sx₁₂, DH₂ 孔之中,其出现深度范围为 94—180m。该极性倒转出现在中更新世海相地层之中,该海相地层形成于距今 30 万年左右,为大姑—庐山冰期所形成。由此推断该极性倒转应相当于里汶廷事件,亦相当于琵琶湖 D 事件(29.2—29.8 万年)。

2. 松山倒转极性世

该极性世底界在各孔中出现的深度范围为 67—321m,其底界年龄为 247 万年,相当于早更新世的范围。测量结果表明,该极性世在各孔中所代表的深度范围内,反向标本明显增多(表 3),其中的正向标本代表了该极性世内的几次正极性事件。

(1) 吉那米努事件: 该事件在各孔中出现的深度范围为 71—271m。

(2) 奥尔都维事件: 该事件在各孔中出现的深度范围为 77—299m。吉尔萨事件与奥尔都维事件之间间隔时间较短,各孔中均未反映出来,故奥尔都维事件应包括吉尔萨事

件。

(3) 留尼汪事件：该事件在各孔中出现的深度范围为 81—312m。

K₃₆ 孔因有巨厚砂层无法取样而使该极性世内标本很少,故着重结合该孔的地层划分确定该极性世的范围。

另外,有些钻孔在该极性世中仍有不少零星分布的正向标本,这是目前较为普遍的问题,其原因可能是在这个时期内沉积物受到后期的改造破坏作用而改变了原来的磁化方向,但确切原因尚待进一步研究。

3. 高斯正极性世

除 Sx₁₂ 孔外,各孔均未达到其底界范围。测量结果表明,该极性世在各孔中所代表的深度范围内以正向标本为主(表 3),有少量的反向标本,它们代表了二次反极性事件。

(1) 凯纳事件：该事件在各孔出现的深度范围为 98—332m。

(2) 马莫斯事件：该事件在各孔中出现的深度范围为 105—350m。它所出现的地层为河湖相棕黄夹灰绿色粘土、亚粘土,局部含砂砾及钙质胶结层,含有寒冷气候孢粉组合,其下部为第三纪河流相粘土砂砾层。因此该地层标志着第四纪最早寒冷气候的开始,应相当于第四纪的下限。

总的看来,各孔布伦赫斯正极性世的沉积厚度较松山倒转极性世偏大,而高斯正极性世大部分孔未达到其底界范围。根据各孔岩芯的极性变化,结合地层的岩性、岩相及古生物、古气候特征所划分的极性世和极性事件,分别可与考克斯古地磁极性年表进行对比。

四、古地磁极性变化年表在第四纪地质中的应用

1. 沉积速率的计算

根据各孔岩芯古地磁极性变化年表,以及各极性事件在地层中所代表的深度范围,可以计算出本区不同时期各极性世和极性事件之间的相对平均沉积速率(表 5)。

表 5 沉积速率统计表(单位: cm/千年)

沉积速率 极性事件 \ 孔号	DH ₂	Sx ₁₀	Sx ₁₂	Sx ₄	Sx ₇	K ₃₆	YL ₁₇	YZ ₃₆
哥德堡至今	299.6	129.6	113.4	—	121.5	—	—	97.2
拉尚至今	—	143.3	—	90.0	100.0	90.0	113.3	103.3
布莱克至今	125.9	63.0	50.9	—	36.1	45.4	52.8	37.9
布莱克至哥德堡	100.8	52.0	41.4	—	22.3	—	—	28.6
布莱克至拉尚	—	26.5	—	—	9.5	23.3	24.4	10.6
布伦赫斯始至布莱克末	17.7	13.3	12.0	—	4.4	2.5	1.6	5.5
马莫斯始至松山末	4.4	—	4.6	5.1	4.2	5.5	1.8	—
布伦赫斯世	33.5	20.5	17.7	12.2	9.1	8.8	9.1	10.3
松山世	4.3	4.7	4.9	5.7	4.6	2.5	1.0	2.7

各孔布伦赫斯正极性世中沉积速率较高,为 8.8—33.5cm/千年,而松山倒转极性世中沉积速率较低,为 1.0—5.7cm/千年。近沿海地区的 DH₂ 孔,哥德堡事件以来的沉积速率可达 299.6cm/千年。总的趋势是自下而上,由老到新,沉积速率逐渐增高。

根据目前对第四纪各个时代的划分方案(第四纪的下限年龄按 300 万年),可以计算

出各孔岩芯在第四纪各个时代的平均沉积速率(表6)。

表6 第四纪各时期沉积速率统计表(单位: cm/千年)

沉积速率 时代 \ 孔号	DH ₂	Sx ₁₀	Sx ₁₂	Sx ₄	Sx ₇	K ₃₆	YL ₁₇	YZ ₁₆
全新世	299.6	129.6	113.4	—	121.5	—	—	97.2
晚更新世	103.5	54.4	42.9	—	25.1	30.7	29.5	30.3
中更新世	17.7	13.3	12.0	—	4.4	2.5	1.6	5.5
早更新世	4.4	4.7	4.6	5.1	4.2	5.5	1.8	2.7

可以看出,各孔岩芯在第四纪中由早更新世到全新世沉积速率逐渐增高,全新世以来沉积速率最高,这是由于冰期间冰期的气候波动及大面积海侵的影响,特别是冰后期海面上升,河流比降减小,沉积速率迅速增高而造成的。从平面分布上看,早更新世时以陆相沉积为主,沉积速率较低并且相对地较为稳定,自中更新世以来,由西向东,愈近沿海,沉积速率愈高。这些特点是与整个长江三角洲的发育过程相一致的。

2. 第四纪地层的划分

根据本地区的古地磁极性变化年表和地层、古生物、古气候特征^[3,5],对本区的第四纪地层进行了划分。由于地磁的倒转在同一半球上任何地区在同一地质时期所形成的各类岩石都反映出同样的极性变化,因此对于本区地层的划分对比有着更加广泛的意义。

(1) 早更新世 Q₁: 以高斯正极性世中马莫斯事件底部为底界,界面分布深度一般为 110—350m,此界面为第四纪的下限,年龄为 316 万年。其岩性为灰黄、灰绿、棕黄、棕红色粘土、亚粘土、粉细砂、中粗砂砾石层,为河湖相沉积,含有较多的钙质结核,局部钙质富集。

(2) 中更新世 Q₂: 以松山倒转极性世与布伦赫斯正极性世的分界线为底界,界面分布深度一般为 65—165m,其年龄为 73 万年。其岩性为以灰黄、棕黄为主的粘土、亚粘土、粉细砂、中粗砂砾石层,以河湖相沉积为主,其中分布有一海相地层。局部含有钙质结核和铁锰结核。

(3) 晚更新世 Q₃: 以布莱克事件为底界,界面分布深度一般为 40—70m,沿海地区可达 100—150m,其年龄为 10—11 万年。其岩性为以灰色、深灰色为主的粘土、亚粘土和粉细砂,以河湖相沉积为主,其中分布有两层海相地层,分别形成于晚更新世的早期和中期。

(4) 全新世 Q₄: 以哥德堡事件末为界,为近 1—1.2 万年以来的沉积,一般厚度小于 20m,由西向东逐渐增厚,至沿海附近可达 40—50m。主要由灰色、深灰色粉细砂和粘土、亚粘土组成,以河口相沉积为主,其中分布有一海相地层,为全新世海侵所形成。

关于第四纪的下限问题,一是在国际上所采用的以上维拉弗朗层的底部为界,相当于古地磁奥尔都维事件底部,年龄距今约 180 万年。另一种观点是以古人类化石所在地层年龄为依据(东非沉积物中含古人类化石组年龄 270—300 万年;我国用古地磁方法测得云南元谋组含古人类牙齿化石地层年龄分别为 150—310 万年^[2]和 153—312 万年^[6]),将第四纪的下限延长至 300 年以上,它相当于高斯正极性世中马莫斯事件底部。同时,在云南元谋组地层以下发现我国第四纪最早的冰期——龙川冰期^[2],并可与欧洲第四纪最

早的多璫冰期对比。最近国内外有人主张以 250 万年作为第四纪的下限，它相当于高斯正极性世与松山倒转极性世的分界。根据古地磁的综合研究，我们认为本区第四纪的下限以高斯正极性世中的马莫斯事件底部较为适宜。因此，以第四纪最早冰期和古人类的出现为依据，用 300 万年作为第四纪下限的年龄是合理和可行的。

综上所述，根据古地磁和放射性碳年代测量结果的分析研究，结合本地区地层的岩性、岩相、古生物、古气候特征，初步建立了长江三角洲八个钻孔所在地区的古地磁极性变化年表，并以此对本区第四纪地层进行了划分，确定了上新世与更新世的界限，计算了各个不同时期的沉积速率，这将为长江三角洲地区第四纪地质的深入研究提供重要的科学依据。

参 考 文 献

- [1] 李华梅, 1974. 地磁倒转与古地磁年表. 地质地球化学 12: 1—6.
- [2] 李普等, 1976. 用古地磁方法对元谋人化石年代的初步研究. 中国科学 6: 579—591.
- [3] 汪品先等, 1981. 我国东部海侵地层的初步研究. 地质学报 55(1): 1—11.
- [4] 张宏才等, 1978. 中国北方沿海两个沉积岩芯古地磁的研究. 海洋与湖沼 9(2): 183—193.
- [5] 高明德等, 1982. 长江水下三角洲的基本特征. 黄东海地质. 科学出版社, 208—219页.
- [6] 程国良等, 1977. “元谋人”的年代和松山早期事件的商榷. 地质科学 1: 34—43.
- [7] 苍树溪等, 1979. 渤海湾西岸中更新世以来古生态、古气候、古地理. 古生物学报 18(6): 579—591.
- [8] Cox, A., 1969. Geomagnetic Reversals. *Science* 163: 237—244.

PALEOMAGNETIC STUDY OF SOME SEDIMENT CORES FROM THE CHANGJIANG DELTA*

Zhang Minghan and Gao Mingde
(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

This paper presents the results of a paleomagnetic study of eight sediment cores from the Changjiang Delta. A total of 851 samples were measured. The results of paleomagnetic measurements are combined with the results of the measurements of the C^{14} age, which may be correlated with the geomagnetic polarity reversal scales of Cox (1969) back to about 4.5 million years ago. We have established the geomagnetic polarity reversal scales of the sediment cores in this region, ascertained the depth range of the polarity epoch and events, calculated sedimentation velocity among them and differentiated the Quaternary strata.

The depths from the Brunhes normal polarity epoch to the Matuyama reversal polarity epoch are between 65—248 m, from the Matuyama reversal polarity epoch to the Gauss normal polarity epoch are between 84—321 m. We have taken the Mammoth event in Gauss normal polarity epoch for the bottom of the Quaternary. The results of the calculation of the sedimentation velocities show that their velocities increased gradually from the Early Pleistocene to the Holocene.

* Contribution No. 1062 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.