# 新近纪海相生物地层事件年龄新编

**李前裕**<sup>1)2)</sup> Lucas Lourens<sup>3)</sup> 汪品先<sup>1)</sup> 1) 同济大学海洋地质国家重点实验室 上海 200092;

2) 阿德莱得大学地球与环境科学学院 澳大利亚阿德莱得 SA5005;

3) Utrecht 大学地质系 荷兰 Utrecht 3508 TA

摘 要:介绍新近纪海相生物地层研究的新进展。2004 年新的"国际地质年代表"以 405ka 偏心率长周期为基础来 划分新近纪的主要地层界线,标志着轨道地层学时代的到来。新生代包括 El—El62 偏心率长周期,底界的年龄为 65.5 ±0.3Ma,其中新近纪有 El—E58 周期,底界年龄为 23.03Ma,并且根据天文调谐得出一系列新的古地磁年龄 和生物事件年龄。由于这些新年龄,特别是接近新近纪底部的年龄与早期结果相差 0.5Ma 或更大,所以将其汇总 介绍,以求与当前国际研究保持同步衔接,增强海洋新近纪高分辨率地层工作的准确性。

关键词:新近纪,偏心率周期,生物地层,钙质超微,浮游有孔虫,古地磁 中图法分类号:P 534.62 文献标识码:A 文章编号:0253-4959(2007)03-0197-12

#### 一、偏心率长周期和国际地层表

地球公转的椭圆轨道变化形成约 100ka 的短周 期和约 405ka 的长周期,分别称为偏心率短周期和 偏心率长周期。这些周期的变化就像正弦曲线,有 高低振幅之差,代表最扁至最圆的轨道变化。晚第 四纪的冰期旋回就是以 100ka 周期为主要特征,所 以最为人们所熟悉(Berger et al., 1993; Berger & Jansen, 1994; Imbrie et al., 1992)。不过, 100ka 的短周期和 405ka 的长周期往往在地质记录中表现 为岁差(19-23ka)和斜率(41ka)的综合体,或者接 近于这两值的偏心率准周期,间接地反映了太阳辐 射的强弱(Imbrie et al., 1992、1993)(图 1)。如果 说岁差和斜率周期反映地球轨道对地球气候变化在 短尺度上有明显影响,在长尺度上偏心率周期的稳 定性和振幅的多变性,更可能是驱动气候变化的主 要因素,因此具有更准确的周期定年的意义。近期 发现碳同位素最高值变化也有近 400 — 500ka 的长 周期,并且常常领先于冰盖长周期,表明全球碳储库 对气候变化的影响(Shackleton, 2000; 汪品先等, 2003a) 。

目前,405ka 偏心率长周期模式的计算误差已 被控制在很小的范围内,对整个新生代只有 200ka 之差,延至整个中生代也不过 0.2 %,即 2Myr 左右 (Laskar et al., 2004)。偏心率长周期在长尺度上 的这种稳定性,现在已经顺理成章地被用来作为地 质年代划分的依据,因为这样划分更能体现地球历 史原本的"自然"天文年龄。2004 年版的"国际地质 年代表"(Gradstein et al.,2004)以距今约 10ka 的 偏心率长周期最弱振幅点为基数 1 往后数,周期数 目越大年龄越老(图 2、3)。新生代包括 E1—E162 偏心率长周期,底界年龄 65.5 ±0.3Ma。所以,基于 405ka 偏心率长周期来划分主要地层界线并建立 "国际地质年代表"(Wade & Pälike, 2004; Gradstein et al., 2004),标志着轨道地层学时代的真正 到来(李前裕等,2005)。

在新的"国际地质年代表"里,更新世包括了 E1—E5 偏心率长周期,上新世含有 E6—E14 长周 期,中新世包括 E14—E56 长周期(Lourens *et al.*, 2004),上新世/更新世分界于 E5/E6 长周期之间 的高振幅上,界线年龄校正为 1.806Ma(Cande & Kent, 1995;Berggren *et al.*, 1995)(1995 年版的 "地质年代表"原为 1.77Ma),中新世/上新世分界 线在 E14 长周期处,年龄 5.33Ma(原为 5.32Ma), 渐新世/中新世分界(即古近纪/新近纪分界)则被划 在 E58 长周期处,年龄 23.03Ma(原为 23.8Ma)(表 1,图 2)。这样一来,后者的年龄变化在新的新生代 地质年代表中的变化最大,而中新世总年龄也从原

国家自然科学基金(No.40576031、40476030和40321603)和国家重大基础研究计划项目(G2000078500)资助。

第一作者简介:1956年3月生,男,澳大利亚籍,教授,主要从事海洋地层古环境的科研与教学工作。E-mail: qli01 @mail.tongji.edu.cn或 qianyu.li @adelaide.edu.au

文稿接受日期:2007-03-08;修改稿收到日期:2007-04-10。





Fig. 1 The <sup>18</sup>O record over the last 500ka, compared with orbital elements including obliquity, eccentricity and precession and June insolation at 65 N (after Hodell *et al.*, 2000; Berger & Loutre, 1991)

来的18.5Myr减少到 17.7Myr(表 1)。关于新近纪 各阶的中文介绍详见王伟铭和邓涛的文章(2005)。

## 二、新近纪古地磁年龄

附表 1 列出了 2004 年版和 1995 年版"国际地 质年代表"新近纪古地磁年龄的对比。可以看出,磁 极性段事件的年龄在 0 — 5 Ma 期间只有细微不同, 5 — 18 Ma 期间逐渐加大到 0.01 — 0.1 Ma,在 18 — 24 Ma 期间则高达 0.7 — 0.8 Ma,表明这两个版本的 古地磁年龄的差异主要出现在早中新世磁 C6 期。 而 2004 年版的古地磁年龄已经天文调谐,则能更准 确地用来定年和进行地层对比(Lourens *et al.*, 2004)。

## 表 1 新近纪世和期分界(据 Lourens et al., 2004 修改)

Tab. 1 Major boundaries of the Neogene

(modified from Lourens et al., 2004)

世和期分界	年龄 (Ma)	405ka 偏心率 长周期
更新世/全新世(Pleistocene/ Holocene)	0.0115	E1
上新世/更新世(Pliocene/ Pleistocene)	1.806	E5.5 **
Gelasian 期/ Calabrian 期	1.806	E5.5
Piacenzian 期/ Gelasian 期	2.588	E7.5
Zanclean 期/ Piacenzian 期	3.600	E10
中新世/上新世(Miocene/Pliocene)	5.332	E14
Messinian 期/ Zanclean 期	5.332	E14
Tortonian 期/ Messinian 期	7.246	E19
Serravallian 期/ Tortonian 期	11.600	E29.5
Langhian 期/ Serravallian 期	13.654	E34.5
Aquitanian 期/ Burdigalian 期	20.428	E51.5
渐新世/中新世(Oligocene-Miocene)	23.030	E58
Chattian 期/ Aquitanian 期	23.030	E58

\* 2004 年版国际地层表(简表),见《地层学杂志》29 卷 2 期 97 --98

\*\* E5.5 表示 E5 — E6 偏心率长周期之间的高振幅时期,以下类推

## 三、新近纪生物事件年龄

笔者将两类最常见的生物门类——钙质超微化 石和浮游有孔虫的主要事件年龄分别列于附表 2 和 附表 3,放射虫和沟鞭藻的分带资料请参考 Lourens 等(Lourens *et al.*,2004)或王伟铭和邓涛(2005)的 文章。

为了节省篇幅,在附表2和附表3只保存低纬 至中纬区常见的钙质超微化石和浮游有孔虫事件及 其经天文调谐得出的年龄,而原表中一些典型的地 中海和高纬度地方种的资料已被删除。可惜的是, 新的年代表缺少西太平洋的生物资料,无法说明西 太平洋地区的这些生物事件年龄到底是否有异。但 因为钙质超微化石和浮游有孔虫都是大洋型浮游生 物,它们的分布除了地方种外都具有全球性,所以我 们认为列在附表 2 和附表 3 的生物事件年龄也同样 适用于西太平洋地区。这一点不用太多说明,因为 多年来的深海地层工作证明大部分钙质超微化石和 浮游有孔虫的生物事件在同一纬度上几乎是同时发 生的,只有极少数稍微不同。差别较大的是那些地 区种,或者来自特殊环境或洋流影响下不同海区和 纬度区的属种, Raffi 等 (Raffi et al., 2006) 认为 2004 版"国际地质年代表"中的超微化石事件的年 龄大多已被控制在单个天文周期内(20ka、40ka 或 100ka)。不过,通过对浮游生物所得的同位素资



图 2 2 500 万年以来的偏心率短周期和 E1—E62 长周期以及主要地层界线(据 Laskar et al., 2004; Gradstein et al., 2004) Fig. 2 The short and E1—E62 long eccentricity cycles and some major stratigraphic boundaries for the last 25Ma (after Laskar et al., 2004; Gradstein et al., 2004)

料进行天文调谐,不断地更新和修正,将会增强所得 生物事件年龄在不同地区的应用和对比。

1999年初实施的大洋勘探 ODP184 航次从南 海南北部 6 站位钻取约 5.5km 的高质量岩芯(图 3),为系统探讨南海近 34Ma 以来的演化和东亚气 候特别是季风的变化提供了高质量的素材(Wang Pin-xian *et al.*,2000;汪品先等,2003a、b、c)。对比 2004年"国际地质年代表"与 ODP184 航次所采用 的生物地层年龄(附表 2、附表 3),可以看出很多年 龄数据相差不大。较大误差主要出现在 15—17Ma 和 21—23Ma 两个时间段,也就是新地质年代表改 动最大的两条主要地层界线附近,分别是下/中中新 统分界和中新统/渐新统分界。所以,略为调整 ODP184 航次的年代资料就可以说具有轨道年代标 尺的印记,如田军等人(2004,2005)的工作所证实。

## 四、南海第四纪生物地层事件

关于" 第四纪 "的归属 ,2004 年版的" 国际地质

年代表 "并不如" 第三纪 "那样将其全部抹掉,而是作 为一个不再受宠的名称保持在新近纪里,相当于上 新世顶部至全新世约 2.6Ma 以来的地层记录,与我 国工作者常用的第四纪底界基本相符。不过," 第四 纪 "名称" 靠边站 '的这种做法,引起了不少第四纪地 质学家的愤慨甚至声讨(安芷生、艾莉,2005; Pillans & Naish, 2004; Gibbard *et al.*, 2005),他们百般不 愿意看到" 第四纪 "归入新近纪或者被取消。结果, 一个折中的建议被提了出来,那就是将" 第三纪 '和 " 第四纪 '统统保存,作为新生代的两个" 亚代 "(Sub-Era) (Aubry *et al.*, 2005)。也许,这种" 井水不犯河 水 '的处理,既维护了新地质年代表的权威性,也照 顾了第四纪工作者的基本利益。

根据近年工作的结果,我们将有关南海第四纪 常见地层事件列于表 5,包括古地磁、生物化石、火 山灰和微玻陨石等。结合高分辨率氧同位素资料, 就可以得出准确的地层年代和氧同位素分期,为探 讨第四纪气候环境变化做长距离对比。

年龄 (Ma)	古地磁	年	代	标准阶 <sub>底界年龄</sub> (Ma)	浮游有	孔虫带	超微体	化石带	层序地层与海平面曲线  年龄    南海ODP182航次 _ 100 _ 0m _ 层序界面 (Ma)143144145146147	1148
0 -	C1 C1r	更新	世	Calabrian	N22	PT1	NN20- NN19	CN14 CN13	$\frac{4}{3}$ $3.9$ $7.4$ $1.6$ $R$ $0$	I
_	C2 C2A	上新	晚	Geiasian 2.59 Piacenzian 3.60	N21 N20	PL6 PL5 PL3	NN18 NN16	CN12	$2 \qquad 3.8 \qquad 2.1 \\ 3.7 \qquad 2.7 \\ 3.6 \qquad 3.2 \qquad -$	
- 5 -	Сз	世	早	Zanclean 5.33	N19	PL2 PL1	NN13 NN12	CN10		
_	СЗА			Messinian 7.25	N17	М14— b	NN11	CN9		
_	C4		晚	Tortonian	N16	M13	a NN10	a CN8	a 3 9 9,3	
10 - -	C5				N15 N14	M12 M11	NN9 NN7	CN7		
_	C5A	中		Serravallian	N12	MSP	NN6	CN5 e.	ε. (2.6 R -	
- 15 -	C5AD	新	史		<u>N10</u>	<u>i//7</u>	NN5	CN4	2.4	
-	C5B	UL.		15.97	N8	M5 b	NN4	CN3	3 2.2 15.97	
-	C5D C5E			Burdigalian		M0	NN3	CN2	TB2.1	
20 -	C6 C6A		早	20.43		IVIZ	NN2	CN1	19.5 - 20.43 - 20	
_	C6AA C6B			Aquitanian	N4	M1			1.4 21.7 T	
- 25 -	C6C C7	渐新世	晚	23.03 Chattian	P	22	NP25	CP19b	23.03 R 25 ~33 Ma	ı₩

学

杂

志

31 卷

地

层

图 3 新近纪生物地层年代表 (据 Lourens et al., 2004), 层序地层和海平面变化(据 Haq et al., 1987; Hardenbol et al., 1998 重新计算) 以及南海 ODP184 航次 6 站位钻孔岩芯年龄(据 Wang Pin-xian et al., 2000)

Fig. 3 The Neogene biochronostratigraphy (after Lourens et al., 2004), sequence boundaries and sea level curves (recalculated from Haq et al., 1987 & Hardenbol et al., 1998), and the stratal ages reached at 6 sites during ODP Leg184 in the South China Sea (after Wang Pin-xian et al., 2000)

## 五、小结

200

偏心率长周期的稳定性提供了长尺度地质年代 划分的依据,2004 年"国际地质年代表"以偏心率长 周期为基础划分新近纪地层,较客观地体现沉积物 的自然年龄,标志着轨道地层学时代的真正到来。 经天文调谐得出的生物事件年龄,为新近纪高分辨 率地层划分和综合地层古气候研究提供了比以往更 准确的定年依据。

表 5 南海第四纪深海地层学事件(据赵泉鸿、汪品先,1999; Wang Pirr xian *et al.*, 2000; Lourens *et al.*, 2004 年龄修改)

Tab. 5 Quaternary deep-sea stratigraphic events from the South China Sea (modified from Zhao Quan-hong & Wang Pin-xian, 1999; Wang Pin-xian et al., 2000; Lourens et al., 2004)

类别	事件	年龄(Ma)
火山灰	Toba 火山灰 (MIS4/5 分界)	0.071
颗石藻	FO Emiliania huxleyi (高峰带)	0.090
浮游有孔虫	LO Globigerinoides ruber (粉红壳)	0.12

续表 5
------

放射虫	FO Buccinosphaera invaginata	0.21
放射虫	FO Collosphaera tuberosa	0.42
浮游有孔虫	FO Globigerinoides ruber (粉红壳)	0.42
颗石藻	LO Pseudoemiliania lacunosa	0.44
底栖有孔虫	LO Stilostomella	0.75
古地磁	Brunhes/ Matuyama 交界	0.78
陨石	微玻陨石 (MIS20)	0.80
颗石藻	LO(FO) Recticulof enstra asanoi	0.91(1.14)
古地磁	Jaramillo 事件顶界(底界)	0.99(1.07)
古地磁	Cobb Mountain 事件底界	1.24
颗石藻	FO Gephyrocapsa (>0.004mm)	1.69
古地磁	Olduvai 事件顶界(底界)	1.77(1.95)
颗石藻	LO Discoaster brouweri	1.93
浮游有孔虫	FO Globorotalia truncatulinoi des	1.93
浮游有孔虫	LO Globigerinoides extremus	1.98
古地磁	Reunion 事件顶界(底界)	2.14(2.23)
颗石藻	LO Discoaster pentaradiatus	2.39
Am 20		

FO = 初现面; LO = 末现面

本文所用古地磁和古生物事件的年龄数据大多 来自 2004 年《国际地质年代表》(Gradstein *et al.*, 2004)。

### 参考文献

- 安芷生,艾 莉. 2005. 尚未完成的地质年代表 ——第四纪悬而未 决的前程. 地层学杂志, **29**(2):99 —103
- 李前裕,田 军,汪品先. 2005. 认识偏心率周期的地层古气候意 义. 地球科学, **30**(5): 519 — 528
- 田 军, 汪品先, 成鑫荣. 2004. 南沙 ODP1143 站有孔虫同位素变化 对地球轨道驱动的响应. 中国科学 (D辑), **34**(5): 452-460
- 田 军, 汪品先, 成鑫荣, 李前裕. 2005. 南海 ODP1143 站上新世 至更新世天文年代标尺的建立. 地球科学, **30**(1): 31-39
- 汪品先,田 军,成鑫荣,刘传联,徐 建.2003a.探索大洋碳储库 的演变周期.科学通报,48(21):2216-2227
- 汪品先,赵泉鸿,翦知<sup>溪</sup>,成鑫荣,黄维,田 军,王吉良,李前裕,李
  保华,苏 新.2003b. 南海三千万年的深海记录. 科学通报,48
  (21):2206-2215
- 汪品先,翦知<sup>溪</sup>,赵泉鸿,李前裕,王汝建,刘志飞,吴国 ,邵 磊, 王吉良,黄宝琦,房殿勇,李建如,李献华,韦刚健,孙湘君,罗运利,苏 新,茅绍智,陈木宏.2003c. 南海演变与季风历史的深 海证据. 科学通报,48(21): 2228 – 2239
- 王伟铭,邓 涛.2005. 新近系研究进展简介. 地层学杂志, 29(2): 104-107
- 赵泉鸿,汪品先. 1999. 南海第四纪古海洋学研究进展. 第四纪研究,(6):481-501
- An Zhi-sheng & Ai Li. 2005. Imperfect geologic time scale pending future of the Quaternary. *Journal of Stratigraphy*, **29** (2): 99–103
- Aubry M-P, Berggren W A, Van Couvering J, Mc Gowran B, Pillans B & Hilgen F. 2005. Quaternary: status, rank, definition, survival. *Episodes*, 28(2):118-120
- Berger W H, Bickert T & Jansen E. 1993. The central mystery of the Quaternary Ice Age. *Oceanus*, **36**(4):53-56
- Berger W H & Jansen E. 1994. Mid-Pleistocene climate shift: The Nansen connection. in: Johannessen O M et al. eds. The polar oceans and their role in shaping the global environment. A merican Geophysical Vnion Geophysical Monograph, 84:295-311
- Berggren W A, Kent D V, Swisher C C III & Aubry M-P. 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In: Berggren W A, Kent D V, Aubry M-P & Hardenbol J eds. Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation. S EPM Special Publication, 54: 129-212
- Cande S C & Kent D V. 1995. Revised calibration of the geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Journal of Geophysical Research*, **100**(B4): 6093-6095
- Gibbard PL, Smith A G, Zalasiewicz J A, Barry TL, Cantrill D, Coe AL, Cope J C W, Gale A S, Gregory FJ, Powell J H, Rawson P F, Stone P & Waters C N. 2005. What status for the Quaternary. *Boreas*, 34(1): 1-6
- Gradstein F, Ogg J & Smith A eds. 2004. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge : Combridge University Press. 1 – 500

- Hodell D A, Charles C D & Ninnemann U S. 2000. Comparison of interglacial stages in the South Atlantic sector of the southern ocean for the past 450kyr: Implications for Marine Isotope Stage MIS11. Global and Planetary Change, 24(1): 7-26
- Imbrie J, Boyle E, Clemens S C, Duffy A, Howard W R, Kukla G, Kutzbach J, Martinson D G, McIntyre A, Mix A C, Molfino B, Morley J J, Peterson L C, Pisias N G, Prell W L, Raymo M E, Shackleton N J & Toggweiler J R. 1992. On the structure and origin of major glaciation cycles, 1, Linear responses to Milankovitch forcing. *Paleoceanography*, 7(2): 701-738
- Imbrie J, Berger A, Boyle E, Clemens S C, Duffy A, Howard W R, Kukla G, Kutzbach J, Martinson D G, McIntyre A, Mix A C, Molfino B, Morley J J, Peterson L C, Pisias N G, Prell W L, Raymo M E, Shackleton N J & Toggweiler J R. 1993. On the structure and origin of major glaciation cycles, 2, The 100 000-year cycle. *Paleoceanography*, 8(6): 699-735
- Laskar J, Robutel P, Joutel F, Gastineaul M, Correia A C M & Levrard B. 2004. A long term numerical solution for the insolation quantities of the Earth Astron. Astrophysics, 428: 261-285
- Li Qian-yu, Tian Jun & Wang Pin-xian. 2005. Recognizing the stratigraphic and paleoclimatic significance of the eccentricity cycles. *Earth Sciences*, **30**(5): 519-528
- Lourens L J , Hilgen F J , Laskar J , Shackleton N J & Wilson D. 2004. The Neogene Period. In: Gradstein F, Ogg J & Smith A eds. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge: Cambridge University Press. 409-440
- Pillans B & Naish T. 2004. Defining the Quaternary. Quaternary Science Reviews, 23(23-24): 2271-2282
- Raffi I, Backman J, Fornaciari E, Pälike H, Rio D, Lourens L & Hilgen F. 2006. A review of calcareous nannofossil astrobiochronology encompassing the pass 25 million years. *Quaternary Science Reviews*, 25 (23-24) :3113 –3137
- Shackleton N J. 2000. The 100 000-year ice-age cycle identified and found to lag temperature, carbon dioxide and orbital eccentricity. Science, 289: 1897–1902
- Tian Jun, Wang Pin-xian & Cheng Xin-rong. 2004. Responses of foraminiferal isotopic variations at ODP Site1143 in the southern South China Sea to orbital forcing. *Science in China* (Series D), 47 (10): 943 –953
- Tian Jun, Wang Pin-xian, Cheng Xin-rong & Li Qian-yu. 2005. Establishment of the Plio-Pleistocene astronomical timescale of ODP Site1143, southern South China Sea. Earth Sciences, 30 (1): 31-39
- Wade B S & Pälike H. 2004. Oligocene climate dynamics. Paleoceanography, 19: PA4019, doi:10.1029/2004PA001042
- Wang P, Prell W L & Blum P et al. eds. 2000. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports. 184 [CD-ROM]. Ocean Drilling Program, Texas A &M University, College Station TX77845-9547, USA.
- Wang Pin-xian, Tian Jun, Cheng Xin-rong, Liu Chuan-lian & Xu Jian. 2003a. Exploring cyclic changes of the ocean carbon reservoir. Chinese Science Bulletin, 48 (23): 2536-2548

- Wang Pin-xian, Zhao Quan-hong, Jian Zhi-min, Cheng Xin-rong, Huang Wei, Tian Jun, Wang Ji-liang, Li Qian-yu, Li Bao-hua & Su Xin. 2003b. Thirty million year deep-sea records in the South China Sea. Chinese Science Bulletin, 48 (23): 2524 — 2535
- Wang Pin xian, Jian Zhi-min, Zhao Quan hong, Li Qian yu, Wang Ru-jian, Liu Zhi-fei, Wu Guo-xuan, Shao Lei, Wang Ji-liang, Huang Bao-qi, Fang Dian yong, Li Jian ru, Li Xian hua, Wei Gang jian, Sun Xiang jun, Luo Yur li, Su Xin, Mao Shao-zhi

& Chen Mu-hong. 2003c. Evolution of the South China Sea and monsoon history revealed in deep sea records. *Chinese Science Bulletin*, 48(23): 2549-2561

- Wang Wei-ming & Deng Tao. 2005. A general introduction to recent advance in Neogene studies. Journal of Stratigraphy, 29 (2): 99–403
- Zhao Quan-hong & Wang Pin-xian. 1999. Progress in Quaternary Paleoceanography of the South China Sea: a review. *Quaterna*ry Studies, (6): 481-501

# NEW AGES FOR NEOGENE MARINE BIOSTRATIGRAPHIC EVENTS

## LI Qian- $yu^{1(2)}$ , Lucas LOURENS<sup>3)</sup> and WANG Pin-xian<sup>1)</sup>

State Key Laboratory of Marine Geology, Tongji University, Shanghai, 200092;
 School of Earth and Environmental Sciences, University of A delaide, Australia SA 5005;
 Department of Geology, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands 3508 TA

Abstract This paper introduces new development in the study of marine Neogene stratigraphy. Major stratigraphic boundaries in the international standard chronostratigraphic timescale published in 2004 are drawn on the basis of the 405ka long eccentricity cycles, indicating the arrival of a new era of orbital stratigraphy. In the new timescale, the Cenozoic Era now comprises El to El62 long eccentricity cycles, with the base dated at 65.5  $\pm 0.3$ Ma, while the Neogene is now composed of El to E58 long eccentricity cycles from a base of 23.03Ma. Also obtained from orbital tuning is a series of new ages for paleomagnetic chrons and biostratigraphic events. Because some of these ages (especially those from the lower part of the Neogene) bear a difference of about 0.5Ma or more from earlier estimates, they are being summarized here for the purpose of updating and keeping up with the current international standard, as well as for strengthening the accuracy of high-resolution dating of marine Neogene strata.

**Key words** Neogene, eccentricity, biostratigraphy, calcareous nannoplankton, planktonic foraminifers, paleomagnetism

Attached table 1 Comparison between Neogene paleomagnetic events (after Lourens et al., 2004)								
	Ca	unde & Kent, 19	995	L	Lourens et al., 2004			
极性段事件	顶界(Ma)	底界(Ma)	跨时(Myr)	顶界(Ma)	底界(Ma)	跨时(Myr)		
C1n (Brunhes)	0.000	0.780	0.780	0.000	0.781	0.781		
Clr. lr (Matuyama)	0.780	0.990	0.210	0.781	0.988	0.207		
Clr.1n (Jaramillo)	0.990	1.070	0.080	0.988	1.072	0.084		
C1r. 2r	1.070	1.201	0.131	1.072	1.173	0.101		
Clr. 2n (Cobb Mtn)	1.201	1.211	0.010	1.173	1.185	0.012		
C1r. 3r	1.211	1.770	0.559	1.185	1.778	0.593		
C2n (Olduvai)	1.770	1.950	0.180	1.778	1.945	0.167		
C2r. 1r	1.950	2.140	0.190	1.945	2.128	0.183		
C2r.1n (Reunion)	2.140	2.150	0.010	2.128	2.148	0.020		
C2r.2r (Matuyama)	2.150	2.581	0.431	2.148	2.581	0.433		
C2An.1n (Gauss)	2.581	3.040	0.459	2.581	3.032	0.451		
C2An.1r (Keana)	3.040	3.110	0.070	3.032	3.116	0.084		
C2An. 2n	3.110	3.220	0.110	3.116	3.207	0.091		
C2An.2r (Mammoth)	3.220	3.330	0.110	3.207	3.330	0.123		
C2An.3n (Gauss)	3.330	3.580	0.250	3.330	3.596	0.266		

<b>附表 1 新近纪古地磁年龄对比</b> (据 Lourens et al., 20	004)
--	------

C2Ar (Gilbert)	3.580	4.180	0.600	3.596	4.187	0.591
C3n.1n (Cochiti)	4.180	4.290	0.110	4.187	4.300	0.113
C3n. 1r	4.290	4.480	0.190	4.300	4.493	0.193
C3n.2n (Nunivak)	4.480	4.620	0.140	4.493	4.631	0.138
C3n. 2r	4.620	4.800	0.180	4.631	4.799	0.168
C3n.3n (Sidufjall)	4.800	4.890	0.090	4.799	4.896	0.097
C3n. 3r	4.890	4.980	0.090	4.896	4.997	0.101
C3n.4n (Thvera)	4.980	5.230	0.250	4.997	5.235	0.238
C3r (Gilbert)	5.230	5.894	0.664	5.235	6.033	0.798
C3An.1n	5.894	6.137	0.243	6.033	6.252	0.219
C3An. 1r	6.137	6.269	0.132	6.252	6.436	0.184
C3An. 2n	6.269	6.567	0.298	6.436	6.733	0.297
C3Ar	6.567	6.935	0.368	6.733	7.140	0.407
C3Bn	6.935	7.091	0.156	7.140	7.212	0.072
C3Br. 1r	7.091	7.135	0.044	7.212	7.251	0.039
C3Br.1n	7.135	7.170	0.035	7.251	7.285	0.034
C3Br.2r	7.170	7.341	0.171	7.285	7.454	0.169
C3Br.2n	7.341	7.375	0.034	7.454	7.489	0.035
C3Br.3r	7.375	7.432	0.057	7.489	7.528	0.039
C4n.1n	7.432	7.562	0.130	7.528	7.642	0.114
C4n.1r	7.562	7.650	0.088	7.642	7.695	0.053
C4n. 2n	7.650	8.072	0.422	7.695	8.108	0.413
C4r.1r	8.072	8.225	0.153	8.108	8.254	0.146
C4r.1n	8.225	8.257	0.032	8.254	8.300	0.046
C4r.2r	8.257	8.699	0.442	8.300	8.769	0.361
C4r. 2r-1	8.635	8.651	0.016	8.661	8.699	0.037
C4An	8.699	9.025	0.326	8.769	9.098	0.329
C4Ar.1r	9.025	9.230	0.205	9.098	9.312	0.214
C4Ar.1n	9.230	9.308	0.078	9.312	9.409	0.097
C4Ar.2r	9.308	9.580	0.272	9.409	9.656	0.247
C4Ar.2n	9.580	9.642	0.062	9.656	9.717	0.060
C4Ar.3r	9.642	9.740	0.098	9.717	9.779	0.063
C5n.1n	9.740	9.880	0.140	9.779	9.934	0.155
C5n. 1r	9.880	9.920	0.040	9.934	9.987	0.053
C5n. 2n	9.920	10.949	1.029	9.987	11.040	1.053
C5r. 1r	10.949	11.052	0.103	11.040	11.118	0.078
C5r.1n	11.052	11.099	0.047	11.118	11.154	0.036
C5r.2r	11.099	11.476	0.377	11.154	11.554	0.400
C5r. 2r-1				11.267	11.298	0.031
C5r. 2n	11.476	11.531	0.055	11.554	11.614	0.060
C5r. 3r	11.531	11.935	0.404	11.614	12.014	0.400
C5An.1n	11.935	12.078	0.143	12.014	12.116	0.102
C5An.1r	12.078	12.184	0.106	12.116	12.207	0.091
C5An. 2n	12.184	12.401	0.217	12.207	12.415	0.208
C5Ar.1r	12.401	12.678	0.277	12.415	12.730	0.315
C5Ar.1n	12.678	12.708	0.030	12.730	12.765	0.035
C5Ar.2r	12.708	12.775	0.067	12.765	12.820	0.055
C5Ar.2n	12.775	12.819	0.044	12.820	12.878	0.058
C5Ar.3r	12.819	12.991	0.172	12.878	13.015	0.137
C5AAn	12.991	13.139	0.148	13.015	13.183	0.168
C5AAr	13.139	13.302	0.163	13.183	13.369	0.186
C5ABn	13.302	13.510	0.208	13.369	13.605	0.236

	31 卷
C5ABr 13.510 13.703 0.193 13.605 13.734	0.129
C5ACn 13.703 14.076 0.373 13.734 14.095	0.361
C5ACr 14.076 14.178 0.102 14.095 14.194	0.099
C5ADn 14.178 14.612 0.434 14.194 14.581	0.387
C5ADr 14.612 14.800 0.188 14.581 14.784	0.203
C5Bn. 1n 14. 800 14. 888 0. 088 14. 784 14. 877	0.093
C5Bn. 1r 14. 888 15. 034 0. 146 14. 877 15. 032	0.155
C5Bn. 2n 15. 034 15. 155 0. 121 15. 032 15. 160	0.128
C5Br 15.155 16.014 0.859 15.160 15.974	0.814
C5Cn. 1n 16. 014 16. 293 0. 279 15. 974 16. 268	0.293
C5Cn. 1r 16. 293 16. 327 0. 034 16. 268 16. 303	0.035
C5Cn. 2n 16. 327 16. 488 0. 161 16. 303 16. 472	0.169
C5Cn. 2r 16. 488 16. 556 0. 068 16. 472 16. 543	0.071
C5Cn. 3n 16. 556 16. 726 0. 170 16. 543 16. 721	0.178
C5Cr 16.726 17.277 0.551 16.721 17.235	0.514
C5Dn 17.277 17.615 0.338 17.235 17.533	0.298
C5Dr. 1r 17. 615 18. 281 0. 666 17. 533 17. 717	0.184
C5Dr. 1n 17.717 17.740	0.023
C5Dr. 2r 17. 740 18. 056	0.316
C5En 18.281 18.781 0.500 18.056 18.524	0.468
C5 Er 18. 781 19. 048 0. 267 18. 524 18. 748	0.224
C6n 19.048 20.131 1.083 18.748 19.722	0.974
C6r 20.131 20.518 0.387 19.722 20.040	0.318
C6An. 1n 20. 518 20. 725 0. 207 20. 040 20. 213	0.173
C6An. 1r 20. 725 20. 996 0. 271 20. 213 20. 439	0.226
C6An. 2n 20. 996 21. 320 0. 324 20. 439 20. 709	0.270
C6Ar 21.320 21.768 0.448 20.709 21.083	0.374
C6AAn 21.768 21.859 0.091 21.083 21.159	0.076
C6AAr. 1r 21. 859 22. 151 0. 292 21. 159 21. 403	0.244
C6AAr. 1n 22. 151 22. 248 0. 097 21. 403 21. 483	0.080
C6AAr. 2r 22. 248 22. 459 0. 211 21. 483 21. 659	0.176
C6AAr. 2n 22. 459 22. 493 0. 034 21. 659 21. 688	0.029
C6AAr. 3r 22. 493 22. 588 0. 095 21. 688 21. 767	0.079
C6Bn. 1n 22.588 22.750 0.162 21.767 21.936	0.169
C6Bn. 1r 22.750 22.804 0.054 21.936 21.992	0.056
C6Bn. 2n 22. 804 23. 069 0. 265 21. 992 22. 268	0.276
C6Br 23.069 23.353 0.284 22.268 22.564	0.236
C6Cn. 1n 23. 353 23. 535 0. 182 22. 564 22. 754	0.190
C6Cn. 1r 23. 535 23. 677 0. 142 22. 754 22. 902	0.148
C6Cn. 2n 23. 677 23. 800 0. 123 22. 902 23. 030	0.128

n=正向时段; r=反向时段

204

附表 2 新近纪超微化石事件年龄(据 Lourens et al., 2004 删改)和南海 ODP184 航次采用数据(据 Wang Pin-xian et al., 2000) Ages for Neogene nannofossil events (modified from Lourens et al., 2004) and those used for ODP Leg184 Attached table 2 while drilling in the South China Sea (after Wang Pin-xian et al., 2000)

	<b>声</b> //	CN #	NN <b>共</b>	去道士西洋 (Ma)	地中海	南海 ODP184
		CN #	IN IN 'mp'	亦道入四/千 = (Ma)	(Ma)	(Ma)
FO	acme Emiliania huxleyi				0.05	0.09
FO	Emiliania huxleyi	CN14b-CN15	NN20-NN21	0.29	0.27	0.26
LO	Pseudoemiliania lacunosa	CN14a-CN14b	NN19-NN20	0.44	0.47	0.46
LO	(common) Reticulof enestra asanoi			0.91	0.90	0.83
RA	中型 Gephyrocapsa (>4 micron)	CN13bD-CN14a		1.01	0.96	

FO	(common) Reticulof enestra asanoi			1.14	1.08	1.16
LO	大型 Gephyrocapsa (>5.5 micron)	CN13bC-CN13bD		1.26	1.25	
LO	Helicosphaera sellii				1.26	1.47
FO	大型 Gephyrocapsa (>5.5 micron)	CN13bB-CN13bC		1.56	1.62	
LO	Calcidiscus macintyrei	CN13bA-CN13bB		1.61	1.66	1.59
FO	中型 Gephyrocapsa (>4 micron)	CN13a-CN13bA		1.69	1.73	1.69
LO	Discoaster brouweri	CN12d-CN13a	NN18-NN19	1.93	1.95	1.95
FO	acme Discoaster triradiatus			2.14	2.22	
LO	Discoaster pentaradiatus (quintatus)	CN12c-CN12d	NN17-NN18	2.39	2.51	2.52
LO	Discoaster surculus	CN12b-CN12c	NN16-NN17	2.49	2.54	2.53
LO	Discoaster tamalis	CN12aB-CN12b		2.80	2.80	2.83
Sub-LO	Discoaster asymmetricus				2.83	
Sub-LO	Sphenolithus spp.	CN12aA-CN12aB		3.54	3.70	
LO	Reticulof enestra pseudoumbilica	CN11b-CN12aA	NN14/ 15-NN16	3.70	3.84	3.82
Sub-FO	Discoaster tamalis				3.97	
Sub <del>-</del> FO	Discoaster asymmetricus	CN11a-CN11b	NN13-NN14/15		4.12	
Sub <del>-</del> FO	Gephyrocapsa spp.				4.33	
LO	A maurolithus primus	CN10c-CN11a		4.50		4.80
LO	Reticulof enestra antarctica				4.91	
LO	Ceratolithus acutus			5.04		4.99
XO	Ceratolithus acutus-C. rugosus			5.05		
FO	Ceratolithus rugosus	CN10b-CN10c	NN12-NN13	5.05		5.10
LO	Triquetrorhabdulus rugosus				5.28	5.23
FO	Ceratolithus acutus	CN10a-CN10b		5.35		5.37
LO	Discoaster quinqueramus	CN9bC-CN10a	NN11b-NN12	5.58	5.54	5.54
LO	Nicklithus amplificus	CN9bB-CN9bC		5.94	6.00	5.99
LO	Discoaster cf. toralus				6.12	6.76
LO	常见 Nicklithus amplificus			5.98	6.14	
FO	Discoaster cf. toralus				6.25	
FO	Nicklithus amplificus	CN9bA-CN9bB		6.91	6.68	6.76
LO	Reticulof enestra rotaria				6.79	
FO	常见 Reticulof enestra rotaria				7.24	
FO	Reticulof enestra rotaria				7.41	
FO	Amaurolithus spp. (A. primus)	CN9a-CN9bA	NN11a-NN11b	7.36	7.42	7.39
FO	常见 Discoaster surculus			7.79		
LO	Helicosphaera stalis				7.61	
FO	Discoaster berggrenii	CN8-CN9a	NN10-NN11a	8.29		8.45
LO	Minylitha convallis				8.68	
LO	常见 Minylitha convallis				8.88	
FO	常见 Minylitha convallis				9.29	9.30
FO	常见 Discoaster pentaradiatus				9.37	
LO	Catinaster calyculus			9.67		
LO	Discoaster hamatus	CN7-CN8	NN9-NN10	9.69	9.53	9.40
LO	Catinaster coalitus			9.69		
FO	Minylitha convallis			9.75	9.61	
XO	Catinaster calyculus-C. coalitus			10.41		
FO	Discoaster neohamatus			10.52	9.87	9.60
FO	Discoaster hamatus	CN6-CN7	NN8-NN9	10.55	10.18	10.38
FO	Discoaster bellus				10.40	

10.71

10.73

10.70

10.76

10.79

FO

FO

FO

2

常见 Helicos phaera stalis

Discoaster brouweri

Catinaster calyculus

206	地	层 学	杂 志			31 卷
FO	Catinaster coalitus	CN5b-CN6	NN7-NN8	10.89	10.73	10.79
LO	Coccolithus miopelagicus			11.02	10.97	
LO	Calcidiscus premacintyrei			11.21		
LO	常见 Discoaster kugleri			11.58	11.60	11.52
FO	常见 Discoaster kugleri	CN5a-CN5b	NN6-NN7	11.86	11.90	11.83
LO	Coronocyclus nitescens			12.12		
LO	regular Calcidiscus premacintyrei			12.45	12.38	
FO	常见 Calcidiscus macintyrei			12.46		
LO	Cyclicargolithus floridanus			13.33		13.19
LO	常见 Cyclicargolithus f loridanus			13.33	13.28	
LO	Sphenolithus heteromorphus	CN4-CN5a	NN5-NN6	13.53	13.65	13.57
LO	Helicosphaera ampliaperta	CN3-CN4	NN4-NN5	14.91		15.60
LO	acme Discoaster def landrei			15.80		16.20
FO	(常见) S phenolithus heteromorphus			17.71		18.20
LO	(常见) S phenolithus belemnos	CN2-CN3	NN3-NN4	17.95		18.30
LO	Triquetrorhabdulus carinatus	CN1-CN2	NN2-NN3	18.28		
FO	S phenolithus belemnos			19.03		19.20
FO	Helicosphaera ampliaperta			20.43		
FO	常见 Helicosphaera carteri			22.03		
FO	Sphenolithus disbelemnos			22.76		
FO	Discoaster druggi		NN1-NN2		22.82	23.20
LO	Sphenolithus delphix			23.11		23.80
FO	Sphenolithus delphix			23.21		

FO = 始现面/ 底界; LO = 末现面/ 顶界; Sub = 次一级(始现面或末现面); DA = 暂时消失; RA = 重新出现; XO = 同时出现; acme = 高峰带

附表 3 新近纪浮游有孔虫事件年龄(据 Lourens et al., 2004 删改)和南海 ODP184 航次采用数据(据 Wang Pin xian et al., 2000)

Attached table 3 Ages for Neogene planktonic foraminifer events (modified from Lourens et al., 2004) and those used for ODP Leg184 while drilling in the South China Sea (after Wang Pin-xian et al., 2000)

	<b>声</b> (//	ov #	NN 带	赤道大西	地中海	南海 ODP
		CN '#'		洋(Ma)	(Ma)	184(Ma)
FO	红色 Globigerinoides ruber				0.33	0.40
LO	Globorotalia tosaensis		Pt1a-Ptb	0.61		0.65
LO	Globi gerinoi des obliquus			1.30		1.30
LO	Neogloboquadrina acostaensis			1.58		1.58
LO	Globoturborotalita apertura			1.64		1.64
LO	Globigerinoides fistulosus		Pl6-Pt1a	1.88		1.77
FO	Truncorotalia truncatulinoi des	N20/ N21-N22		1.93	2.00	2.00
LO	Globigerinoides extremus			1.98		1.77
LO	Menardella limbata			2.24		
FO	Pulleniatina finalis			2.04		2.04
LO	Menardella exilis			2.09		2.15
FO	Globoconella inflata				2.09	2.09
RA	Pulleniatina			2.26		2.26
LO	Globoturborotalita woodi			2.30		2.33
LO	Menardella pertenuis			2.30		
LO	Menardella limbata			2.39		2.38
LO	Menardella miocenica		Pl5-Pl6	2.39		2.30
LO	Globoconella puncticulata				2.41	2.41
LO	Neogloboquadrina atlantica (sin)				2.41	2.41
FO	Neogloboquadrina atlantica (sin)				2.72	
LO	Globoturborotalita decoraperta			2.75		2.75
LO	Menardella multicamerata			2.98		3.09

3期

# 李前裕等:新近纪海相生物地层事件年龄新编

207

LO	Dentoglobi gerina altispira		P14-P15	3.13	3.17	3.09
LO	S phaeroi dinellopsis		P13-P14	3.13	3.19	3.12
LO	Globoquadrina baroemoenensis			3.23		3.22
LO	Hirsutella cibaoensis			3.23		3.22
DA	Pulleniatina			3.41		3.45
FO	Menardella pertenuis			3.52		3.45
DA	Globoconella puncticulata				3.57	
FO	Truncorotalia crassaf ormis				3.60	
FO	Menardella miocenica	N19-N20/ N21		3.77		
LO	Globorotalia plesiotumida			3.77		3.77
LO	Hirsutella margaritae		P12- P13	3.85	3.81	3.58
LO	常见 Hirsutella margaritae				3.98	3.96
CX	Pulleniatina sin dex			4.08		3.95
FO	Truncorotalia crassaf ormis s.1.			4.31		4.50
LO	Globoturborotalita nepenthes		P11-P12	4.37		4.20
FO	Menardella exilis			4.45		4.45
FO	Globoconella puncticulata				4.52	4.50
FO	Sphaeroidinellopsis kochi			4.53		4.53
FO	常见 Hirsutella margaritae				5.08	5.07
LO	acme Sphaeroidinellopsis				5.21	
FO	acme Sphaeroidinellopsis				5.30	
FO	Sphaeroidinellopsis dehiscens	N18-N19		5.53		5.54
FO	Globorotalia tumida	N17-N18	M13b/ M14- Pl1	5.72		5.82
FO	Globorotalia humilis			5.81		5.84
FO	Hirsutella margaritae			6.08		6.09
2nd	influx Neogloboquadrina acostaensis (sin) 40 %				6.08	
first	influx Neogloboquadrina acostaensis (sin) 90%				6.12	
FO	Globi gerinoi des conglobatus			6.20		6.20
influx	Hirsutella scitula (dex)				6.29	
CX	Neogloboquadrina acostaensis sin dex				6.35	
FO	常见 Turborotalita multiloba				6.42	
LO	Globorotalia miotumida <del>.</del> G. conomiozea				6.52	
LO	Globorotalia nicolae				6.72	
FO	Globorotalia nicolae				6.83	
LO	优势 Hirsutella scitula(sin)				7.08	
influx	锥形 Globorotalia miotumida				7.18	
FO	常见 Globorotalia conomiozea				7.24	
LO	Catapsydrax parvulus				7.45	
FO	Globorotalia conomiozea				7.89	
FO	Candeina niti da			8.44		8.44
FO	Globorotalia plesiotumida	N16-N17		8.58		8.58
FO	Globi gerinoi des extremus		M13a-M13b/ M14	8.93		8.58
influx	Globoquadrina dehiscens				8.99	
LO	Globorotalia lenguaensis		(M13-M14 ?)	8.97		6.0
LO	dextral Globorotalia lenguaensis			9.21		
FO	dextral Globorotalia lenguaensis			9.34		
FO	Hirsutella cibaoensis			9.44		9.44
FO	Hirsutella juanai			9.69		9.76
CX	Neogloboquadrina sin dex				9.90	
CX	Neogloboquadrina dex sin				10.05	
FO	规整型 Neogloboquadrina acostaensis s.s.	N15-N16	M12-M13a	9.83	10.57	9.82
LO	Globorotalita challengeri			9.99		

208	地	层	学	杂	志			31 卷
LO	Paragloborotalia siakensis		N14-N15		M11-M12	10.46	11.19	
FO	Menardella limbata					10.64		10.57
LO	Cassi gerinella chi polensis					10.89		
FO	Globoturborotalita apertura					11.18		11.19
FO	Globorotalita challengeri					11.22		
FO	規整型 Globigerinoides obliquus					11.25	11.54	
FO	Globoturborotalita decoraperta					11.49		11.46
LO	Globi gerinoi des subquadratus					11.54		
FO	Globoturborotalita nepenthes		N13-N14		M10-M11	11.63		11.19
FO	Neogloboquadrina gr.						11.78	
LO	Fohsella f ohsi s.1.		N12-N13		M9b-M10	11.79		11.68
LO	Clavatorella bermudezi					12.00		
LO	2nd acme Paragloborotalia siakensis						12.02	
LO	Paragloborotalia mayeri						12.07	
FO	2nd acme Paragloborotalia siakensis						12.44	
LO	1st acme Paragloborotalia siakensis						12.61	
FO	(常见) Paragloborotalia mayeri						12.77	
FO	Globorotalia lenguaensis					12.84		12.85
FO	Sphaeroidinellopsis subdehiscens					13.02		
FO	Fohsella robusta				M8/ 9a <b>-</b> M9b	13.13		13.18
LO	Cassi gerinella martinez picoi					13.27		
FO	1st acme Paragloborotalia siakensis						13.32	
FO	Fohsella f ohsi		N11-N12		M7-M8/9a	13.41		13.42
LO	Globorotalia praescitula					13.73		11.90
FO	Fohsella praef ohsi		N10-N11			13.77		14.00
LO	Fohsella peripheroronda					13.80		
LO	Globorotalia archeomenardii					13.87		14.20
FO	Fohsella peripheroacuta		N9-N10		M6-M7	14.24		14.80
FO	Globorotalia praemenardii					14.38		14.90
LO	Praeorbulina sicana					14.53		14.80
LO	Globigerinatella insueta s.s.					14.66		15.0
FO	Orbulina universa		N8-N9		M5b-M6	14.74		15.10
FO	Praeorbulina circularis					14.89		16.00
FO	Clavatorella bermudezi					14.89		15.80
FO	Globorotalia archeomenardii					16.26		15.50
FO	Praeorbulina glomerosa				M5a-M5b	16.27		16.10
FO	Praeorbulina sicana		N7-N8		M4-M5a	16.97		16.40
LO	Catapsydrax dissimilis		N6-N7		M3-M4	17.54		17.30
FO	Globigerinatella insueta s.s.		N5-N6		M2-M3	17.59		18.80
LO	Globiquadrina binaiensis					19.09		19.10
FO	Globigerinatella sp.					19.30		
FO	Globiquadrina binaiensis					19.30		22.10
LO	Paragloborotalia kugleri		N4-N5		M1-M2	21.12		21.50
LO	Paragloborotalia pseudokugleri					21.31		21.60
LO	Globi gerina ciperoensis					22.90		23.30
FO	Globigerinoides trilobus s.l.					22.96		23.40
FO	Paragloborotalia kugleri		P22-N4		P22-M1	22.96		23.80

FO = 始现面/ 底界; LO = 末现面/ 顶界; DA = 暂时消失; RA = 重新出现; acme = 高峰带; influx = 突然大量出现; sin = 左旋向壳; dex = 右旋 向売; CX=旋向改变; s.s.=狭义种; s.1.=广义种