

印度阶-奥伦尼克阶界线层型候选剖面—— 安徽巢湖平顶山西剖面地层序列

童金南¹⁾ Hans J. Hansen²⁾ 赵来时¹⁾ 左景勋¹⁾

(1) 地质过程与矿产资源国家重点实验室(中国地质大学) 湖北武汉 430074;

2) 丹麦哥本哈根大学地质研究所 哥本哈根 DK-1350)

摘 要: 位于安徽省中部巢湖市郊的平顶山西剖面被推荐为印度阶-奥伦尼克阶界线的全球层型候选剖面。系统记述了该剖面的地层序列, 包括岩石地层、生物地层、磁性地层、碳氧同位素地层和旋回地层等方面的最新研究成果。该剖面包括 3 个岩石地层单元、7 个牙形石带、5 个菊石带、3 个双壳类带; 在剖面下段地层中识别出 2 个正向磁性带和 2 个反向磁极性带; 与地球轨道天文周期相对应的 Milankovitch 气候沉积旋回也可以明确地辨认; 碳氧同位素 $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 演变呈现两次大的旋回。以牙形石 *N. eospathodus waageni* 首现定义的印度阶-奥伦尼克阶界线在该剖面上位于三叠系第二个主要的正向极性带近顶部, 也接近三叠纪碳同位素 $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 首次正向漂移峰值处。

关键词: 下三叠统, 印度阶, 奥伦尼克阶, 界线层型, 巢湖, 安徽

中图法分类号: P534.51

文献标识码: A

文章编号: 0253-4959(2005)02-0205-10

安徽巢湖平顶山西剖面作为印度阶-奥伦尼克阶全球界线层型的候选剖面(Tong Jin-nan *et al.*, 2003, 2004), 已被国际印度阶-奥伦尼克阶界线工作组接受并列为首选剖面(Zakharov, 2004)。同时, 在全国地层委员会(2002)所提出的“中国区域年代地层表”中, 下三叠统也划分为两阶(殷坑阶和巢湖阶), 并与国际下三叠统两阶(印度阶和奥伦尼克阶)相对应。其中, 巢湖阶的命名地和层型地即为安徽巢湖(Tong Jin-nan *et al.*, 2001; 殷鸿福、童金南, 2002), 巢湖平顶山西剖面作为印度阶-奥伦尼克阶界线的全球层型候选剖面, 当然也为殷坑阶-巢湖阶界线的层型候选剖面。因此该剖面的地层序列和研究工作不仅在我国区域地层研究中举足轻重, 而且对国际下三叠统年代地层学研究及国际地质年表的完善也具有重要作用。但平顶山西剖面下三叠统底部有几米的地层被掩盖, 下三叠统上部位于向斜核部未被保存。有关本区下三叠统和印度阶-奥伦尼克阶界线研究的报道, 有一些是关于整个下三叠统的地层及地质序列, 早期的工作全部是在马家山南剖面(如郭佩霞、徐家聪, 1980; 丁梅华, 1983; 汪贵翔, 1984; 李尚武、吴胜和, 1988; 殷鸿福等, 1995; 童金南, 1997), 近年来则通常由包括平顶山西剖面在内的几条剖面复合而成(如 Tong Jin-nan *et al.*,

2001; 左景勋等, 2003); 另一些是对界线处少数层段的重点论述(如 Tong Jin-nan *et al.*, 2003, 2004; Zhao Lai-shi *et al.*, 2002, 2004), 尚未有对该层型候选剖面的专门系统论述报道。

巢湖是安徽省中部的一个中型城市, 位于省会合肥市东南约 60km 处, 有铁路和高速公路与合肥市直接相通, 交通十分便利。该区气候温和, 全年可进行野外工作。在区域构造位置上, 巢湖地处扬子板块东部的下扬子地块北缘, 与华北板块以郯城—庐江大型转换断层相接, 但无显著的构造热事件影响到早三叠世沉积记录, 适合于多学科地层学研究。在古地理位置上, 早三叠世时期巢湖地区处于下扬子碳酸盐缓坡台地较深水区, 也是当前残留的下扬子地块上早三叠世水体最深的沉积区之一, 因此当其他地区于早三叠世晚期因印支运动抬升而沉积和化石记录贫乏的时候, 该区仍有良好的地质记录(图 1)。由于当时下扬子地块也位于低纬度特提斯多岛洋区(殷鸿福等, 1999), 化石记录十分丰富, 因此本区具有定义全球层型的良好客观条件。

巢湖地区的三叠系主要出露于巢湖市西北部的马家山—平顶山地区和巢湖市西南部的银屏—散兵一带, 且以巢北马家山—平顶山地区研究程度最好。巢北地区的下三叠统剖面分布于马家山—平顶山向

国家自然科学基金项目(Na. 40325004, 40232025)、国家“973 项目”(Na. G200007705)、教育部科技重点项目(Na. 03033)、全国地层委员会“中国主要断代地层建阶研究”项目和地质过程与矿产资源国家重点实验室开放基金项目(GM GR 2002-22)资助。

文稿接受日期: 2005-01-05; 修改稿收到日期: 2005-02-14。

第一作者简介: 1962 年 5 月生, 男, 湖北武汉人, 博士, 教授, 从事二叠系-三叠系界线地质学及三叠纪古生物学和地层学研究。

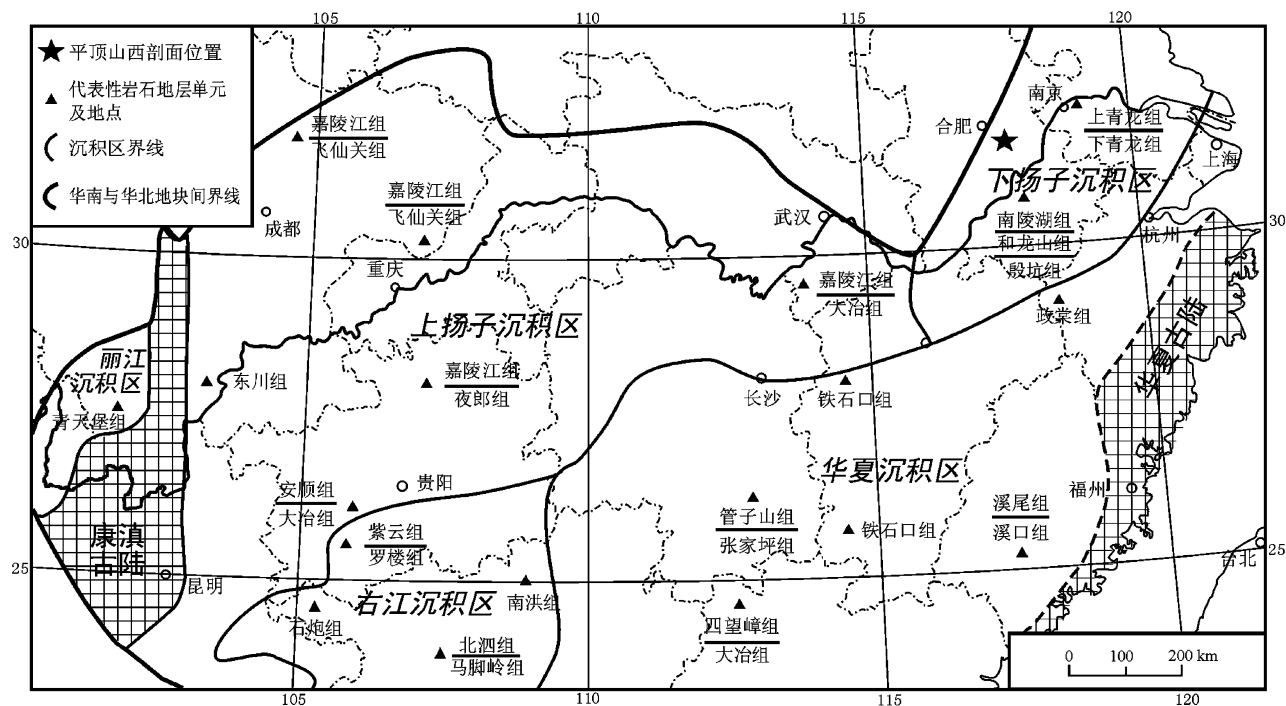


图 1 华南早三叠世沉积区分布、岩石地层单元及巢湖的地理位置图(基图据 Tong Jin-nan & Yin Hong-fu, 2002)

Fig 1 Distribution of the Early Triassic sedimentary provinces and the lithostratigraphic units in South China, as well as the location of Chaohu (Base map from Tong Jin-nan & Yin Hong-fu, 2002)

斜的两翼。但该向斜向北北东方向大角度仰起,因此在北部的平顶山地区缺失下三叠统上部,完整的下三叠统剖面仅位于南部的马家山一带。下三叠统下部以泥岩为主的地层在马家山地区被强烈掩盖,无法进行露头地层学研究,早年研究都是在区调探槽中进行的,上世纪 90 年代以后该探槽已全部被填满,无法进行再研究。好在近年来一些采石场公路将北部的平顶山地区的下三叠统下部地层又完整地揭露出来,从而提供了一些新的研究剖面。因此近年来对本区下三叠统的研究是将下三叠统下部剖面置于平顶山地区,上部剖面仍在南部的马家山地区,两地相距不过一、二千米,地层序列完全可以对比。关于马家山南剖面列述的资料已相对较多,本文将重点列述平顶山西剖面。

一、剖面描述

平顶山地区比较完整出露的下三叠统剖面有两条,一是位于平顶山北部的平顶山北坡剖面,位于马家山—平顶山向斜东翼上。该剖面是上世纪 90 年代初为一小型采石场的小公路所揭露,出露地层自上二叠统龙潭组到下三叠统南陵湖组底部,二叠系-三叠系界线处地层出露较好,一直是本区的经典研究剖面。但该剖面上段地层因接近紧闭向斜的核部,地层有滑脱减薄现象(童金南等, 2005),笔者曾在该剖

面进行过一系列有关研究(如 Tong Jin-nan *et al*, 2002; 童金南等, 2004)。2004 年夏的一场暴雨导致该剖面上部山体滑坡,将剖面中部部分地层掩盖,已无法再做进一步的工作,所幸的是该剖面二叠系-三叠系界线上、下地层保存完好,可作为平顶山西剖面三叠系底部被掩盖地层的补充。平顶山地区另一条下三叠统剖面是位于平顶山西山脚的平顶山西剖面,距平顶山北剖面约 400m,但它在马家山—平顶山向斜的西翼上。该剖面系 2000 年由一较大的采石场公路所揭露,露头面较宽,且部分地层在该剖面之上的另一小公路及剖面所在山沟对面的山坡脚也可以对照观察和采集样品,工作条件较好。沿公路出露自中二叠统孤峰组至下三叠统南陵湖组下部的地层,尤以下三叠统出露较好。不足的是下三叠统底部有数米地层被一上山小公路所掩盖,如不发掘无法进行工作,但二叠系-三叠系界线处地层仍可观察到。此外,下三叠统上部南陵湖组大部分地层位于向斜核部,在剖面上已完全剥蚀而缺失。平顶山西剖面下三叠统地层层序记述如下:

- | | |
|--|------------|
| 南陵湖组 | 厚 > 17.81m |
| 59 灰黑色中—厚层状泥晶灰岩夹灰黑色薄层状页岩。含牙形石: <i>N. eospathodus</i> sp. 及枝形分子 | 1.00m |
| 58 灰黑色厚层状条带状灰岩及薄层状泥晶灰 | |

岩, 夹少量黄灰色瘤状灰岩和巨厚层状灰岩。
中部及顶部有一层黑色页岩层。含牙形石:

N eospathodus sp. 及枝形分子 4 69m

57. 分成 5 个部分: 底部 97cm 主要为深灰薄层状泥晶灰岩, 层厚 3—4cm, 顶部夹一薄层瘤状灰岩; 向上 40cm 为灰紫色厚层状瘤状灰岩, 风化呈紫色; 中部 1.7m 为一巨厚层状泥晶灰岩; 向上 25cm 为灰绿色厚层状瘤状灰岩, 风化呈黄绿色; 顶部 1.2m 为深灰色薄层状(2—4cm)泥晶灰岩, 均匀致密。底部和中部灰岩中产有牙形石:

N eospathodus hameri, *N.* sp., *Cornudina breiram ulis* 及枝形分子 3 91m

56. 灰色厚—巨厚层状瘤状灰岩。含牙形石:

N eospathodus cf. *triangularis*, *N.* *abruptus*, *N.* *spathi*, *N.* *hameri*, *N.* sp., *N.* *aff. crassatus* 及枝形分子 2 93m

55. 深灰—灰色中—厚层状瘤状灰岩, 下部夹一厚 60cm 深灰色泥晶灰岩。层间多夹有薄层状黑页岩。含牙形石: *N.* sp. M, *N.* sp. N 及枝形分子 2 64m

54. 灰—深灰色厚层状泥晶灰岩。产牙形石:

N eospathodus sp. M, *N.* sp. 及枝形分子 2 64m

———整合———

和龙山组 厚 20 21m

53. 深灰色中厚层泥晶灰岩夹黑色薄层状钙质页岩 0 59m

52. 灰黑色中层状瘤状灰岩夹灰黑色薄层状泥岩、炭质页岩互层。产牙形石: *N eospathodus* cf. *abruptus*?, *N.* *waageni waageni*, *N.* sp. M, *N.* sp. 及枝形分子 1 08m

51. 下部 85cm 为灰黑含炭质、钙质泥岩, 夹少量灰色薄层状泥质灰岩; 上部 80cm 为灰黑色含炭质钙质页岩夹灰色薄层状灰岩。黑色页岩中产双壳类: *Posidonia* sp. 等; 钙质泥岩中产菊石: *A nasibirites* cf. *kwangsiensis* 1 47m

50. 为一个泥岩与灰岩的互层旋回。下部 20cm 灰绿色薄层钙质泥岩, 中部夹一层 20cm 泥质灰岩层; 上部 40cm 为灰绿色厚层状泥质灰岩, 致密块状。泥岩中产菊石: *Euflemingites*? sp.; 牙形石: *N eospathodus waageni waageni*, *N.* sp. 及枝形分子 0 68m

49. 由 4 个泥与灰旋回组成。泥为灰绿色—深灰色薄层状钙质泥岩与灰色薄层状灰岩组成, 泥岩为主; 灰为薄—厚层状灰色—灰绿色泥质泥晶灰岩, 均匀致密块状。旋回厚度: 泥 24cm, 灰 16cm, 泥 15cm, 灰 22cm, 泥 7cm, 灰 13cm, 泥 15cm, 灰 25cm。中部灰岩产牙形石:

N eospathodus sp. 及枝形分子 1 28m

48. 灰—灰绿色中层状泥质灰岩夹少量灰绿—深灰色薄层状泥灰岩—钙质泥岩, 灰岩层厚 24—35cm。发育层状分布黄铁矿晶体, 泥岩中见有菊石化石, 灰岩中产牙形石:

N eospathodus sp. 及枝形分子 1 18m

47. 下部 55cm 为灰绿色薄层状钙质泥岩, 夹少量薄层状泥质灰岩, 富层状分布之黄铁矿晶体; 中部 12cm 为灰色中层状泥质灰岩, 含泥质条带; 上部 32cm 为灰绿色薄层状钙质泥岩与灰色薄层状泥质灰岩互层。下部灰岩产牙形石: *N eospathodus* sp. 及枝形分子 1 18m

46. 灰绿色中—厚层状泥质泥晶灰岩夹少量薄层状钙质泥岩。灰岩产牙形石: *N eospathodus* sp. 及枝形分子 0 78m

45. 同 44 层之另一旋回, 旋回主体部分的泥—灰互层为灰绿色薄层状钙质泥岩与灰色薄层状泥质灰岩互层。灰岩中产牙形石:

N eospathodus sp. 及枝形分子 1 76m

44. 同 43 层之另一旋回。顶部灰岩层厚 27cm。灰岩产牙形石: *N eospathodus* sp. 及枝形分子 2 30m

43. 同 42 层之另一旋回。顶部灰岩层厚 14cm。灰岩产牙形石: *N eospathodus* sp. 及枝形分子 1 15m

42. 灰绿色薄层状钙质泥岩与灰色薄层状泥质灰岩均匀互层。顶部有一层 20cm 灰绿色中层状泥质灰岩。灰岩产牙形石: *N eospathodus* sp. 及枝形分子 1 81m

41. 灰绿—深灰色薄层状钙质泥岩与灰色薄层状泥质灰岩组成。灰岩主要集中于本层中部, 上、下部主要为泥岩。泥岩中产双壳类: *Posidonia* sp. 1 24m

40. 为 2 个大的钙质泥岩与灰岩旋回。泥岩产菊石: *Dieneroceras* cf. *ovale*, *Koninckites* cf. *lolouensis*; 双壳类: *Posidonia* sp.; 灰岩中含牙形石枝形分子 2 09m

39. 灰绿色微薄层状钙质泥岩与灰色薄层状泥质灰岩互层。薄层灰岩相对集中于部分层位, 构成两个大的岩性旋回。泥岩产菊石: *Dieneroceras* sp.; 双壳类: *Posidonia* sp.; 灰岩产牙形石: *Cratognathodus* sp., *Pachycladina* sp., *A duncodina unicast*, *N eospathodus* sp. 及枝形分子 1 05m

38. 灰色厚层状泥质灰岩。泥岩中产有菊石及双壳类: *Posidonia* sp. 0 57m

———整合———

殷坑组 厚 74 80m

37. 灰绿色微薄层状钙质泥岩夹少量灰色薄层透

- 镜状泥质灰岩。泥岩中产菊石: *D ieneroceras* sp. , *A rctoceras* sp. ; 双壳类: *Posidonia* sp. 2 38m
- 36 灰绿色微薄层状钙质泥岩夹少量灰色薄层透镜状泥质灰岩。顶部夹有一薄层状粘土层, 泥岩与 35 层同。泥岩产菊石: *D ieneroceras tientungensis*, *D. cf ovale*, *Koninckites cf lolouensis*, *Clypeoceras* sp. ; 双壳类: *Posidonia* sp. 1 62m
- 35 灰绿色微薄层状钙质泥岩, 夹少量灰色薄层透镜状灰岩。泥岩产菊石: *D ieneroceras* sp. , *Xenodiscoides* sp. , *Clypeoceras* sp. ; 双壳类: *Posidonia circularis*, *P. sp.* 1 71m
- 34 灰绿色—灰褐色薄纹层状钙质泥岩—泥岩, 夹少量灰色薄层透镜状泥质灰岩。泥岩产菊石: *Prospiringitoides* sp. , *Koninckites lolouensis*, *Juvenites orientalis*, *Wasatchites* sp. , *Hemiprionites* sp. ; 双壳类: *Posidonia* sp. ; 灰岩产牙形石: *N eospathodus* sp. 及枝形分子 2 85m
- 33 灰绿色薄纹层组成的厚层状钙质泥岩夹灰色薄层透镜状泥质灰岩。有时有纹层状钙质层, 含黄铁矿晶体。泥岩产菊石: *Ussuria?* sp. , *A rctoceras cf lolouense*, *Owenites pakungensis*, *Pseudoceltites* sp. , *D ieneroceras* sp. ; 双壳类: *Posidonia* sp. , *Guichiella subrotunda*, *Claraia* sp. , *Bakevella* sp. 2 76m
- 32 灰绿色薄纹层组成厚层状钙质泥岩。产双壳类: *Posidonia circularis*, *P. sp.* 2 19m
- 31 灰绿色中—厚层状钙质泥岩, 夹少量灰褐色页状泥岩。顶部夹少量灰色薄层状泥质灰岩。泥岩产菊石: *Koninckites lolouensis*, *Owenites?* sp. , *Meekoceras* sp. ; 双壳类: *Posidonia* sp. ; 灰岩含牙形石: *N eospathodus* sp. I, *N. sp.* 及枝形分子 3 52m
- 30 灰绿色钙质泥岩夹灰褐色泥岩。产菊石: *Owenites?* sp. ; 双壳类: *Posidonia* sp. ; 牙形石: *N eospathodus aff waageni*, *N. sp.* , *A duncodina unicosta* 及枝形分子 2 57m
- 29 灰绿色薄层状钙质泥岩夹灰色薄层状泥质灰岩。局部夹灰褐色页状泥岩。产菊石和双壳类: *Posidonia* sp. , 薄层泥质灰岩产牙形石: *N eospathodus waageni waageni*, *N. novahollandiae*, *N. sp.* 及枝形分子 2 47m
- 28 灰绿色薄层状钙质泥岩与灰色薄层状泥质灰岩互层, 夹少量微薄层灰褐色页状泥岩及成层状分布的黄铁矿晶粒。产双壳类: *Posidonia* sp. ; 腕足类: *Lingula* sp. ; 灰岩产牙形石: *N eospathodus dieneri* Type 3, *N. sp.* 及枝形分子 2 47m
- 27 灰绿色薄—纹层状钙泥岩与灰色薄层状泥质灰岩互层。产菊石、双壳类及牙形石: *N eospathodus waageni waageni*, *N. waageni n subsp. A*, *N. sp.* 及枝形分子 3 24m
- 26 灰绿色薄层状钙质泥岩与灰色薄层状泥质灰岩互层, 夹灰褐色页岩。产菊石: *Proflorianites?* sp. , *Flamingites kaoyunlingensis*, *F. ellipticus*, *F. sp.* ; 牙形石: *N eospathodus waageni waageni*, *N. waageni n subsp. A*, *N. dieneri* Type 3, *N. spitiensis*, *N. conservativus*, *N. sp.* 及枝形分子 3 33m
- 25 下部 1.7m 为灰褐色—灰黑色页状泥岩夹少量灰绿色薄层状钙质泥岩及 2 层灰黑色薄层状含铁泥晶灰岩, 以黑页岩为主; 上部 70cm 为灰绿—灰色中层状泥质瘤状灰岩及条带状灰岩, 夹少量薄层状钙质泥岩。产菊石: *Koninckites lolouensis*, *K. sp.* , *Proflorianites?* sp. , *P. cf strongi*, *D ieneroceras dieneri*, *D. cf ovale*, *Flamingites* sp. , *Euf flamingites cf tsotengensis*, *E. sp.* , *P. sp.* , *Clypeoceras cf kwangsiensis*, *C. sp.* , *Owenites?* sp. , *Pseudosageceras tsotengensis*, *P. sp.* ; 双壳类: *Eumorphotis* sp. ; 牙形石: *N eospathodus waageni waageni* (仅产于上部 2.0m 地层中), *N. waageni n subsp. B*, *N. waageni n subsp. A*, *N. dieneri* Type 3, *N. dieneri* Type 2, *N. dieneri* Type 1, *N. novahollandiae*, *N. conservatives*, *N. cristagalli*, *N. peculiaris*, *N. alberti*, *N. aff discretus*, *N. sp. E*, *N. sp. G*, *N. sp. H*, *N. sp. L*, *N. sp.* , *Parachirognathus cf tricuspidatus*, *P. sp.* , *Platyvillosus costatus*, *P. hamadai* 及枝形分子 2 40m
- 24 由 4 个灰紫色泥岩与灰岩、灰绿色钙质泥岩旋回组成。产菊石: *Prionolobus* sp. , *D ieneroceras* sp. , *Gyronites?* sp. , *Koninckites* sp. , *Clypeoceras cf lenticulare*, *C. sp.* ; 牙形石: *N eospathodus waageni n subsp. B* (仅产于上部 0.11m 地层中), *N. waageni n subsp. A* (仅产于上部 0.34m 地层中), *N. dieneri* Type 1, *N. dieneri* Type 2, *N. dieneri* Type 3, *N. cristagalli* (?), *N. sp. B*, *N. sp. E*, *N. sp. F*, *N. sp. K*, *N. sp.* 及枝形分子

- 1 62m
- 23 由 4 个泥岩与灰岩旋回组成。泥岩产双壳类: *Eumorphotis* sp.; 灰岩产牙形石: *N. eospathodus dieneri* Type 1, *N. dieneri* Type 2, *N. dieneri* Type 3, *N. cristagalli* (?), *N. sp.* 及枝形分子 2 13m
- 22 由 3 个泥岩与灰岩互层旋回组成: 泥 60cm, 灰 30cm, 泥 40cm, 灰 30cm, 泥 40cm, 灰 35cm, 总体泥岩为主。下两灰岩层中还夹有泥岩。顶部灰岩为瘤状, 夹泥岩少, 稍呈条带状。泥岩产菊石: *Prionolobus* sp., *Gyronites*? sp.; 灰岩含牙形石: *N. eospathodus dieneri* Type 1, *N. dieneri* Type 2, *N. dieneri* Type 3, *N. sp.* 及枝形分子 2 56m
- 21 3 个由灰褐色页状泥岩与瘤状灰岩组成的旋回。灰岩中产牙形石: *N. eospathodus dieneri* Type 1, *N. dieneri* Type 2, *N. sp.* 及枝形分子 1 96m
- 20 下部 1.5m 主要为灰褐紫色薄层状泥岩夹灰绿色薄层状钙质泥岩, 以褐色泥岩为主; 上部 40cm 的灰绿色中层状瘤状灰岩由灰绿色钙质泥岩与灰色泥质灰岩薄层组成。下部泥岩产菊石: *Gyronites*? sp., *Prionolobus* sp., *Koninckites* sp.; 双壳类: *Claraia griesbachi*, *Eumorphotis cf. venetiana*, *E. inaequicostata*, *E. huancangensis*; 灰岩中含牙形石: *N. eospathodus dieneri* Type 1, *N. kummeli*, *N. sp.* 及枝形分子 1 87m
- 19 灰—灰绿色中层状泥质条带灰岩和瘤状灰岩与灰褐色页状泥岩和灰绿色薄层状钙质泥岩交互。泥岩产菊石: *Prionolobus* sp.; 双壳类: *Claraia* sp.; 灰岩产牙形石: *N. eospathodus kummeli*, *N. dieneri* Type 1 及枝形分子 3 06m
- 18 下部为泥岩与薄灰岩互层, 中上部为泥岩夹少量薄层灰岩。泥岩产菊石: *Lytosphericeras*? sp. 和大量双壳类: *Claraia concentrica*, *C. hubeiensis* 及牙形石枝形分子 (主要产于灰岩中) 3 81m
- 17 由灰褐色—黑褐色页状泥岩、灰绿色钙质泥岩和黄绿色中—薄层状瘤状灰岩交互多级旋回组成。富含小双壳类化石。泥岩产菊石 *Lytosphericeras*? sp.; 双壳类: *Claraia griesbachi*, *C. concentrica*, *C. aurita*, *C. hubeiensis*; 灰岩产牙形石: *N. eogondolella carinata*, *N. planata*, *N. krystyni*, *N. sp.* 及枝形分子 3 95m
- 16 3 个由灰绿色钙质泥岩、灰褐色页状泥岩与

- 瘤状灰岩组成的旋回, 多为中—厚层状。产菊石及牙形石: *N. eogondolella carinata*, *N. planata*, *N. krystyni*, *N. orchardi*, *N. sp.* 及枝形分子 2 13m
- 15 一个泥岩与灰岩互层旋回: 下部为灰绿色钙质泥岩和褐色页岩 (泥岩) 夹一层约 10cm 瘤状灰岩, 以灰褐色页状泥岩为主; 上部 60cm 主要为灰绿色中层状灰岩夹少量灰绿色钙质泥岩。泥岩中产菊石和双壳类: *Claraia stachei*; 灰岩中见牙形石枝形分子 0 99m
- 14 灰绿色中层状瘤状灰岩夹灰绿色钙质泥岩。泥岩产菊石: *Ophiceras* sp.; 双壳类: *Claraia stachei*, *C. radialis*; 灰岩产牙形石: *N. eogondolella carinata*, *N. sp.* 2 31m
- 13 由灰绿色钙质泥岩与灰色泥质灰岩薄层组成的中层状瘤状灰岩。泥岩产双壳类: *Claraia hunanica*; 灰岩产牙形石: *N. eogondolella carinata*, *N. sp.* 1 51m
- 12 灰绿色薄层状钙质泥岩与浅灰色薄层状泥质灰岩韵律互层 1 97m
- 11 灰绿—黄绿色薄层状钙质泥岩与灰褐色—灰紫色薄层—微薄层状泥岩互层 1 49m
- 10—1 该段地层大部分被掩盖, 唯底部有 3 层厚约 10cm 的灰紫色—褐黄色泥灰岩出露较好。3 层灰岩之上主要为紫灰色泥岩, 夹少量薄层泥灰岩。3 层灰岩之上约 120cm 处有一厚 12cm 的泥质灰岩层。往上多为灰绿色泥岩。底部灰岩 (25—42cm) 中产牙形石: *H. indeodus minutus*, *H. typicalis*, *H. sp.*, *Isarcicella*? sp., *N. eogondolella carinata*, *N. sp.* 及枝形分子 9 93m

——整 合——

大隆组

- 0 深灰—灰黑色薄层状含泥质硅质岩, 夹灰白—乳白色薄层状伊利石粘土岩, 富含小腕足。大隆组主体为灰黑色薄层状硅质泥岩, 夹有多层薄层白色粘土岩

二、地层序列

1 岩石地层序列

根据区域地质资料, 巢湖地区下三叠统主要包含 3 个岩石地层单元, 即殷坑组、和龙山组和南陵湖组 (图 2), 其中殷坑组和和龙山组以泥岩与灰岩互层为主, 泥质组分占有较大比重, 南陵湖组主要由灰岩组成。巢湖地区这 3 个岩石地层单元的岩性特征与该岩石地层单位的标准命名地 (李玉发、姜立富, 1997) 有一定的差别, 主要体现在本区各地层单元中泥质组分明偏多, 且地层总厚度也明显小于其他地区, 这可能与本区当时所处水体较深的沉积古地理环境有关。平顶山西剖面下三叠统主要由殷坑组、和龙山组和南陵湖组底部少量地层组成, 出露地层厚度约 110m。其中殷坑组厚度 74.8m, 由中—薄层

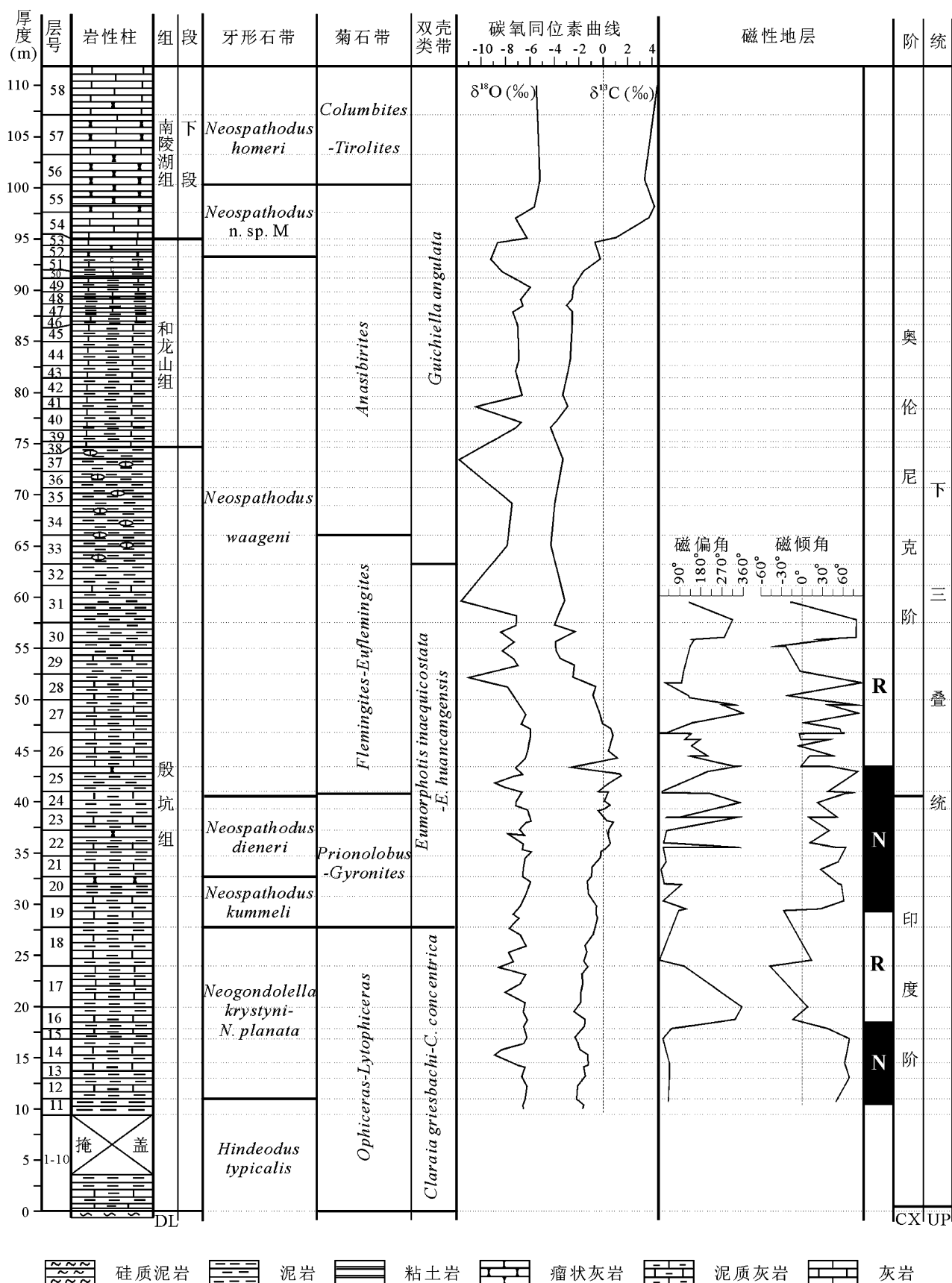


图 2 安徽巢湖平顶山西剖面下三叠统综合柱状图

CX-长兴阶; DL-大隆组; UP-上二叠统; N-正向极性带; R-反向极性带

Fig. 2 Integrated Lower Triassic stratigraphic sequence of the West Pingdingshan Section in Chaohu

灰岩与泥页岩多级旋回组成,除底部和中部有数层稍厚的灰岩夹层外,主体为薄层灰岩与泥岩的互层,泥质组分稍多于灰质组分,且上部地层主体由富含分散状或层状分布黄铁矿颗粒的泥页岩组成。和龙山组在本区厚度较小,本剖面上厚仅 20~2m,底部以两层厚灰岩为标志,主体为由密集灰、泥岩互层组成的瘤状灰岩,周期性地夹有薄层泥页岩和中薄层状灰岩。南陵湖组下部以较厚层泥晶灰岩和厚层瘤状灰岩为标志,在平顶山西剖面上可工作厚度较小,在山坡上也很快延伸到向斜的核部,因此不是本剖面的研究重点。

2 生物地层序列

平顶山西剖面化石比较丰富,牙形石、菊石和双壳类化石在整个剖面都比较常见。不过,大多数牙形石是从灰岩层中分离出来的,在泥岩中以枝形分子为主;菊石和双壳类则常见于泥岩和页岩层中,有时在灰岩中也能观察到。由于研究区的下三叠统主体是由泥页岩与灰岩的韵律互层组成,因此可以建立比较连续的牙形石、菊石和双壳类生物地层序列。

在平顶山西剖面早三叠世地层研究中,牙形石生物地层是重点之一。一方面通过多次反复的样品采集和处理,建立完整的生物地层序列;另一方面是逐步加密采样,以澄清各化石带的具体位置。笔者还在剖面旁约 100m 处租用民房,建立了一个临时性的牙形石样品酸处理实验室,以保证有足够多的样品及样量能被分析,尤其对一些关键层位的样品分析,直接进行野外现场处理,取得了较好的效果。几年的化石处理和分析,在巢湖地区获得了数千枚牙形石化石标本,其中有许多新的发现。经初步鉴定,在平顶山西剖面上所获得的牙形石大约有 11 属 51 种,其中至少有 14 个新类型(新种或新亚种)。这段地层可以明确分辨出 7 个牙形石带(图 2),其中绝大多数化石带具有区域乃至国际对比意义,只有 *N. eosp. pathodus* n. sp. M 是一个新建的化石带,其区域地层对比意义还需要进一步论证,其他 6 个带均引自于世界其他地区,并且多数者为“国际标准带”(Sweet et al., 1971)。

平顶山西剖面早三叠世菊石主要采自泥页岩地层中,多为印模化石,缝合线通常不易观察到。因此绝大部分化石无法确切地鉴定到种。对于一些壳体形态和纹饰无显著特色的类型,甚至鉴别到属都比较困难。只在特殊情况下,在灰岩或泥岩中的结核中能发现极少量的保存完整的立体壳体。因此,在该剖面上虽然收集了上千件菊石化石标本,能够确切鉴定到属种的仅有极少部分,共有 21 属 44 种(含未定

种)(Tong Jin-nan et al., 2004)。不过,大多数早三叠世的菊石,在属级水平上即有年代指示意义,因此本区菊石生物地层序列是建立在属级水平上的(郭佩霞, 1982; Tong Jin-nan & Zakharov, 2004)。平顶山西剖面包括 5 个菊石带(图 2),但部分带的分界位置是结合巢湖地区当前重点研究的 3 条剖面对比而确定的(Tong Jin-nan et al., 2004),尤其上部的 *Columbites-T. irolites* 带的菊石在平顶山西剖面上尚未发现可确切鉴别的标本。

双壳类化石在该剖面十分常见,均产于泥质岩石中,但比较单调,属种类型不多, *Claraia* 和 *Eumorphotis* 属占优势,但 *Claraia* 与 *Eumorphotis* 一般很少共存。 *Posidonia*、*Guichiella* 和 *Periclarai* 属在局部层位上也单调富集。巢湖地区的双壳类与华南其他地区总体面貌无大的差异,唯早三叠世中、晚期有一定的地方性色彩。平顶山西剖面下三叠统双壳类包括 3 个带(图 2),其中下部两个带为组合带,其分界在该剖面上比较明确,但 *Guichiella angulata* 带是结合区域资料确定的。

从目前资料来看,平顶山西剖面是目前国内外少有的同时具有较完整牙形石和菊石生物地层序列的下三叠统剖面,尤其在印度阶-奥伦尼克阶界线附近生物地层标志明确、层序完整、化石丰富、可对比性强(Tong Jin-nan et al., 2003)。

3 磁性地层序列

根据剖面地层出露情况,笔者先后于 2002 年和 2003 年 2 次在巢湖平顶山—马家山地区的 3 条剖面上系统采集磁性地层分析样品 218 件,构成一个完整的下三叠统磁性地层序列。在平顶山西剖面从第 11 层到第 31 层连续采集样品 56 件,涵盖地层厚度 48m,平均采样间距 1m 左右,从印度阶下部(格里斯巴赫亚阶)直到奥伦尼克阶下部(史密斯亚阶)。总体来看,该段地层包含两个正向极性带和两个反向极性带,其中反向极性带中可能包含有部分较短期的正向极性区间,印度阶-奥伦尼克阶界线位于第 2 正向极性带的近顶部(图 2)。根据同时在本区平顶山北坡剖面的研究结果,第一个正向磁极性带一直向下延伸到二叠系-三叠系界线之下(Tong Jin-nan et al., 2003)。

4 碳氧同位素地层序列

在平顶山西剖面上采集和分析碳酸盐岩碳氧同位素样品 95 件,采样间距一般在 1m 左右,上部地层中样品间距稍大。分析结果表明,该剖面下三叠统 $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 变化幅度较大,但规律性十分明确(图 2),由两个从负值到正值的大周期组成。第一周期从牙形

石 *H indeodus typicalis* 带到 *N eospathodus waageni* 带底部,剖面上实测最低值在- 2‰左右,最高值稍大于 1‰,整个印度阶为一个缓慢正向漂移过程。第二周期从 *N. waageni* 带中部到 *N. hameri* 带,最低值一般可达- 4‰以下,而最高值也在 4‰以上,在奥伦尼克阶中部正向漂移较快。由此可见,第二周期的变化幅度明显大于第一周期,变化速率也大于第一周期。这一分布特征也得到该区平顶山北坡剖面的完全验证(Tong Jin-nan *et al* , 2002; 左景勋等, 2004)。

巢湖平顶山西剖面氧同位素 $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ 值多数在- 5 ‰与- 8 ‰之间,仅少数超出此分布范围。总体看,氧同位素曲线与碳同位素曲线有类似趋势,但两者相关系数仅为 0.33。

5 旋回地层序列

仅从宏观岩性上就可以看出,平顶山西剖面下三叠统旋回性十分明显,不仅体现在岩石组分上,而且在层理厚度上,都表现为明显的多级性旋回。这种旋回层组很容易使人联想到地球的天文轨道周期,即 Milankovitch 旋回(Berger *et al* , 1984、1989)。典型层组一般由厚约 50cm 泥岩占优势的层段和厚约 10cm 的灰岩组成,这种米级旋回很可能代表了岁差周期。同样地,对剖面地层的磁化率(图 3)和有机碳同位素(图 4)的系统测量,也表现出类似的周期韵律。在磁化率和有机碳同位素 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 曲线上,不仅与岩性旋回对应的岁差周期(约 16—24ka)十分显著,而且也可以分辨出轨道偏心率短周期(约 95—135ka)。据此可以推算出平顶山西剖面下三

叠统印度阶的平均沉积速率一般在(2—4) cm/ka,且多数层段区间沉积速率变化不大。

三 结 论

形成于低纬东特提斯区的安徽巢湖平顶山西下三叠统剖面,不仅沉积序列完整、化石丰富、工作区地理和环境条件好,而且在多重地层学及相关地质学研究方面已有较好的深度,在区域上乃至全球同期地层中具有良好的代表性,完全具备作为全球相关年代地层标志的条件。该剖面上,以牙形石 *N eospathodus waageni* 首现定义的印度阶-奥伦尼克阶界线与菊石 *Flemingites-Euflemingites* 带底界十分接近,可以较为精确地进行区域和全球对比。该剖面的研究成果也表明,该地区的印度阶-奥伦尼克阶界线位于三叠系第二个(主)正向磁极性带的近顶部,位于三叠纪碳同位素 $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 首次正向漂移峰值附近。因此,该剖面是目前为止全球印度阶-奥伦尼克阶界线定义最为明确和完整的首要候选层型。

本研究系中国地质大学转折期研究群体(GeoTurn Group)成果之一。化石研究得到加拿大地质调查局 Mike Orchard 博士、俄罗斯科学院远东地质研究所 Yuri Zakharov 博士和中国地质大学吴顺宝教授的帮助;磁化率数据由日本东北大学 Benjamin Cramer 博士完成;研究生张建军及部分当年在校本科生协助进行野外工作,在此一并致以诚挚感谢。

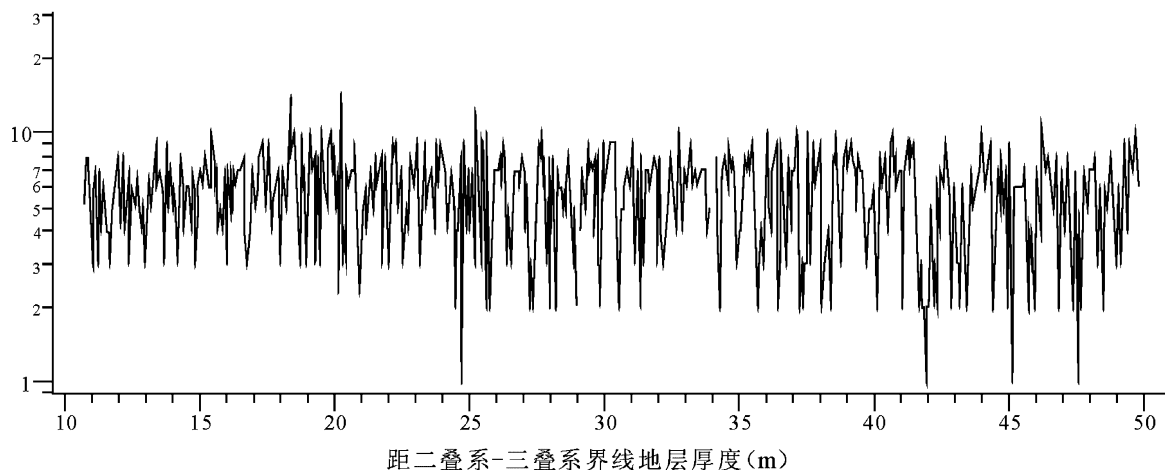


图 3 安徽巢湖平顶山西剖面下三叠统磁化率曲线

Fig. 3 Lower Triassic magnetic susceptibility record at the West Pingdingshan Section in Chaohu

新近纪以来,地球轨道岁差一般在 19—24ka,而古生代晚期可能在 16—22ka 之间(Berger *et al* , 1992);地球轨道的偏心率周期则在整个显生宙相对比较稳定,主要包括一个短周期(95—135ka)和一个长周期(400ka)。

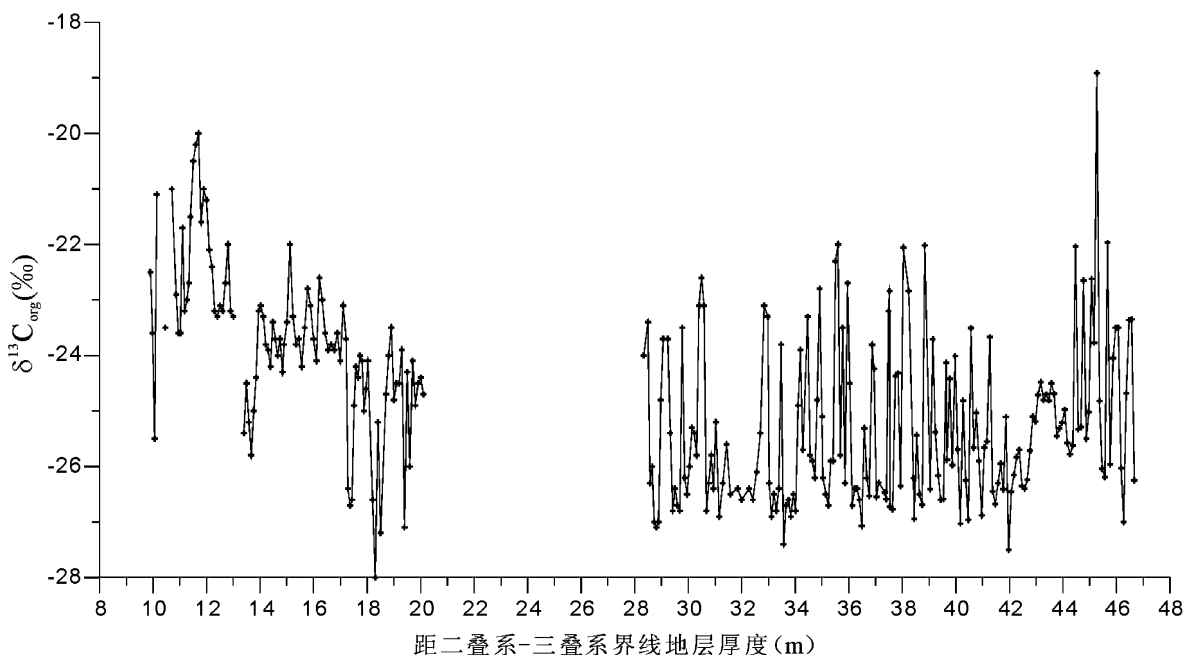


图 4 安徽巢湖平顶山西剖面下三叠统有机碳同位素 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 曲线

Fig 4 Lower Triassic organic carbon isotopes ($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$) excursion at the West Pingdingshan Section in Chaohu

参 考 文 献

- 丁梅华 1983 安徽巢县马家山早三叠世牙形石及其地层意义 地球科学, (2): 37—48
- 左景勋, 童金南, 邱海鸥, 赵来时 2003 巢湖地区早三叠世碳氧同位素地层对比及其古生态环境意义 地质地球化学, 31(3): 26—33
- 左景勋, 童金南, 邱海鸥, 赵来时 2004 巢湖平顶山北坡剖面早三叠世碳、氧同位素地层学研究 地层学杂志, 28(1): 35—40, 47
- 全国地层委员会编 2002 中国区域年代地层(地质年代)表说明书 北京: 地质出版社 1—72
- 李玉发, 姜立富主编 1997 安徽省岩石地层 武汉: 中国地质大学出版社 1—271
- 李尚武, 吴胜和 1988 安徽巢县中、下三叠统青龙群岩石特征及沉积环境分析 见: 冯增昭主编 下扬子地区中下三叠统青龙群岩相古地理研究 昆明: 云南科技出版社 82—92
- 汪贵翔 1984 安徽海相三叠系 合肥: 安徽科学技术出版社 1—73
- 殷鸿福, 丁梅华, 张克信, 童金南, 杨逢清, 赖旭龙 1995 扬子及其周缘东吴—印支期生态地层学 北京: 科学出版社 1—338
- 殷鸿福, 吴顺宝, 杜远生, 彭元桥 1999 华南是特提斯多岛洋体系的一部分 地球科学, 24(1): 1—12
- 殷鸿福, 童金南 2002 关于中国的海相三叠系建阶及下三叠统分阶界线 地球科学, 27(5): 490—497
- 郭佩露 1982 安徽青龙群地层特征与菊石 中国地质科学院南京地质矿产研究所刊, 3(2): 92—110
- 郭佩露, 徐家聪 1980 对安徽巢县青龙群时代的认识 地层学杂志, 4(4): 310—315
- 童金南 1997 安徽巢县下三叠统层序地层研究 地球学报, 18(2): 215—219
- 童金南, Zakharov Y D, 吴顺宝 2004 安徽巢湖地区早三叠世菊石序列 古生物学报, 43(2): 192—204
- 童金南, 赵来时, 左景勋, Hansen H J, Zakharov Y D. 2005 安徽巢湖地区下三叠统综合层序 地球科学, 30(1): 40—46
- Berger A, Imbrie J, Hays J, Koukila G, & Saltzman B. 1984 Milankovitch and climate: Understanding the response to astronomical forcing Dordrecht: D. Reidel Publishing Company. 1—510
- Berger A, Loutre M F, & Dehant V. 1989 Milankovitch frequencies for pre-Quaternary. Nature, 342: 133
- Berger A, Loutre M F, & Laskar J. 1992 Stability of the astronomical frequencies over the Earth's history for paleoclimate studies Science, 255: 560—566
- Sweet M C, Mosher L C, Clark D L, Collinson J W, & Hassenmueller W A. 1971 Conodont biostratigraphy of the Triassic Geological Society of America, Memoir 127: 441—465
- Tong Jin-nan, Qiu Hai-ou, Zhao Lai-shi, & Zuo Jing-xun 2002 Lower Triassic inorganic carbon isotope excursion in Chaohu, Anhui Province, China Journal of China University of Geosciences, 13(2): 98—106
- Tong Jin-nan & Yin Hong-fu 2002 The Lower Triassic of South China Journal of Asian Earth Sciences, 20: 803—815
- Tong Jin-nan, Yin Hong-fu, Zhang Jian-jun, & Zhao Lai-shi 2001 Proposed new Lower Triassic stages in South China Science in China (Series D), 44: 961—967
- Tong Jin-nan & Zakharov Y D. 2004 Lower Triassic ammonoid zonation in Chaohu, Anhui Province, China Albertiana, 31: 65—69
- Tong Jin-nan, Zakharov Y D, Orchard M J, Yin Hong-fu, & Hansen H J. 2003 A candidate of the Induan-Olenekian boundary stratotype in the Tethyan region Science in China (Series

- D), **46**(11): 1182—1200
- Tong Jin-nan, Zakharov Y D, Orchard M J, Yin Hong-fu, & Hansen H J. 2004 Proposal of Chaohu section as the GSSP candidate of the I/O boundary. *A lbertiana*, **29**: 13—28
- Zakharov Y D. 2004 The Global Stratigraphic Section and Point 2 (GSSP) of the base of the Olenekian Stage (Lower Triassic). *A lbertiana*, **29**: 38—40
- Zhao L ai-shi, Orchard M J, & Tong Jin-nan. 2004 Lower Triassic conodont biostratigraphy and speciation of *Neospathodus w aageni* around the Induan-Olenekian boundary of Chaohu, Anhui Province, China *A lbertiana*, **29**: 41—43
- Zhao L ai-shi, Tong Jin-nan, Zuo Jing-xun, & Ming Hou-li. 2002 Discussion on Induan-Olenekian boundary in Chaohu, Anhui Province, China *Journal of China University of Geosciences*, **13**(2): 141—150

A GSSP CAND IDATE OF THE INDUAN-OLENEKIAN BOUNDARY ——STRATIGRAPHIC SEQUENCE OF THE WEST PINGD INGSCHAN SECTION IN CHAOHU, ANHUI PROVINCE

TONG Jin-nan¹⁾, Hans J. HANSEN²⁾, ZHAO L ai-shi¹⁾, and ZUO Jing-xun¹⁾

(1) State Key Laboratory of Geo-Processes and Mineral Resources (China University of Geosciences), Wuhan, 430074;

2) Geological Institute, Copenhagen University, Øster Voldgade 10, DK-1350 Copenhagen, Denmark)

Abstract The West Pingdingshan Section located in the suburb of the Chaohu City, Central Anhui Province, Southeast China has been proposed as the GSSP (Global Stratotype-Section and Point) candidate of the Induan-Olenekian boundary. This paper systematically describes the Lower Triassic stratigraphic sequence of the section and summarizes the up-to-date achievements in the lithostratigraphy, biostratigraphy, magnetostratigraphy, carbon and oxygen isotopes stratigraphy, and cyclostratigraphy. The strata in this section cover three lithostratigraphic units, seven conodont zones, five ammonoid zones and three bivalve zones. Two normal and two reversed magnetic polarity zones as well as the cyclic sequences corresponding to the Milankovitch climate periods driven by the Earth's orbit are well recognized in the lower part of the section. The $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ excursion shows two big cycles from negative to positive anomalies throughout the section. The Induan-Olenekian boundary defined by the FAD of conodont *Neospathodus w aageni* is located near the top of the second main normal magnetic polarity zone and the peak of the first Triassic positive shifting of $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ at the section.

Key words Lower Triassic, Induan-Olenekian boundary, stratotype section, Chaohu, Anhui Province

(上接第 179 页)

- Knoll A H. 2000 Learning to tell Neoproterozoic time. *Precambrian Research*, **100**: 3—20
- Knoll A H, Walter M, Narbonne G, & Christie-Blick N. 2003 The Ediacaran Period: A new addition to the Geologic Time Scale. Submitted on behalf of the Terminal Proterozoic Subcommittee of the International Commission on Stratigraphy. 1—35
- Ogg J G. 2004 Status of Divisions of the International Geologic Time Scale. *Lethaia*, **37**(2): 183—199
- Zhou C M, Tucker R, Xiao S X, Peng Z X, Yuan X L, & Chen Z. 2004 New constraints on the ages of Neoproterozoic glaciation in south China. *Geology*, **32**(5): 437—440

ADVANCE AND TENDENCY OF THE NEOPROTEROZOIC CHRONOSTRATIGRAPHIC STUDIES

YN Chong-gu

(Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037)

Key words chronostratigraphy, Neoproterozoic, Ediacaran, Terminal Proterozoic, Precambrian