



三叠统殷坑组底部牙形石的分布，自下而上划分为 4 个牙形石带：(1) *Clarkina changxingensis*-*Clarkina deflecta* 带；(2) *Clarkina yini*-*Clarkina zhang* 带；(3) *Clarkina meishanensis* 带；(4) *Clarkina taylorae* 带。将本剖面牙形石生物地层与浙江长兴煤山剖面进行对比得 *Clarkina changxingensis*-*Clarkina deflecta* 带与煤山剖面 *Clarkina changxingensis*-*Clarkina deflecta* 带上部同期，为长兴期中期；*Clarkina yini*-*Clarkina zhang* 带与浙江长兴煤山剖面 *yini*-*zhang* 带同期，为长兴期中晚期；*Clarkina meishanensis* 带与煤山剖面 *Clarkina meishanensis* 带同期，为长兴期晚期。本次在稻堆山剖面确定的 *Clarkina taylorae* 带顶界暂没确定，大致可与煤山剖面的 *Clarkina taylorae* 带对比，时代为长兴期最末期。在 *C. taylorae* 带（27 层）之上暂时没有发现可以辨认的牙形石化石，但是在本剖面 26 层产出菊石 *Hypophiceras* sp.，29 层发现菊石 *Ophiceras* sp. 和双壳类 *Claraia* sp.；第 30 层发现菊石 *Lytophiceras* sp.、*Ophiceras* sp. 和双壳类 *Claraia griesbachi*。综合来看，可以将本剖面 P-T 界线置于 27 层中部。

**关键词** 浙江稻堆山 牙形石 P-T 界线 地层对比

[108]

### 基于 GBDB 数据库与定量地层学的瓜德鲁普世末期生物多样性研究

赵莹莹 王玥 樊隽轩 侯旭东 沈树忠

中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008,

随着古生物地层学研究资料的积累以及计算机科学的不断发展，基于大数据量的地层学和古生物学研究逐渐成为趋势。这类研究涉及的信息量大、领域宽广、关系复杂，采用传统的定性分析难以全面、有效地利用各类信息而获得综合性的研究成果。在这种背景下，定量地层学应运而生，它能够将地层学原理、数学方法以及现代计算机技术有机地结合起来，以得到更为客观而综合的分析结果，代表了现代地层学研究的新趋势。

定量地层学涵盖范围广，解决地层之间的对比关系是其主要研究方向之一，围绕这一问题，目前主要包括三种主流分析方法，分别是：图形对比法（Graphic Correlation）、约束最优化法（Constrained Optimization,）、RASC（Ranking and Scaling）。三种方法各自适应于不同的数据以及分析目的。其中，约束最优化法（简称 CONOP）是一种自动的、多维的图形对比软件：它实现了一次性复合多个剖面，并利用旅行商问题的模拟退火算法，自动寻找问题的局部最优解。CONOP 的基本方法是通过调整每个物种的延线，使得所有首现面找到最低点，末现面找到最高点，然后在此基础上寻求与野外剖面不吻合度最小、也就是与实际最为符合的序列。

运用 CONOP 分析首先需要选定研究的各个剖面，然后利用其中所有物种的首现末现记录，在剔除非正式命名后，与火山灰等数据生成一个能够满足所有的共存约束条件的初始序列。这一序列与野外剖面的差异用不吻合度来表示。初始序列通常不吻合度较大，所以需要对其进行进一步的调整。CONOP 里采用模拟退火算法对序列进行调整，即随机选取一个事件并将其调整（移动）到任一位置，并比较调整前后的不吻合度。如果调整后，不吻合度下降，则这次调整被接受，用新的序列替换初始序列；如果不吻合度并未下降，此时并不直接否定新序列，而是生成一个随机概率，如果这个概率值符合一定条件，则依然接受这一不吻合度较差的序列，这使得程序能保持跳出局部最优解的能力。随着计算中调整的累积，不吻合度不断下降并趋于稳定，得到一个相对较优的综合序列。相较于传统定性的分析，CONOP 利用了选定剖面中所有物种的首现、末现记录，而并非只利用数量较少的标准化石数据，这使得其精确



度大大增加。同时, 传统生物地层学的结果往往受制于化石记录本身的 Signor-Lipps 效应<sup>[2]</sup>以及沉积相变化、化石保存状况等各方面的因素, 容易产生较大的偏差, 而 CONOP 在一定程度上解决了这一问题。

我们以华南的瓜德鲁普世末期的地层为例, 选取了 130 条剖面共 4433 个物种, 并对其运用 CONOP 进行数据分析, 得到了这一时间段内生物物种多样性的变化曲线, 并进行了新生率和灭绝率的分析, 初步的分析结果表明, 瓜德鲁普世末期生物灭绝事件发生于 261.1–258.9 Ma 共 2.2 Ma, 以 261.1 Ma 出现的新生率和灭绝率的同时快速下降为开始, 以 258.9 Ma 出现的新生率和灭绝率稳定的低水平为结束。在这 2.2 Ma 里, 在统计范围内有 588 个物种受到了影响, 其中绝灭了 233 个, 占总数的 39.63%, 由此可见瓜德鲁普世末期生物灭绝事件的影响程度。同时这次事件在一定程度上表现出对于各主要化石类群的选择性。有孔虫、珊瑚等类群受影响较为严重: 有孔虫类共 178 个物种, 绝灭了 71 个 (39.89%); 珊瑚共 83 个物种, 绝灭了 51 个 (61.45%); 牙形类化石共 34 个物种, 绝灭了 17 个 (50.00%)。相比而言, 其他部分类群则受影响较轻: 腕足类共 159 个物种, 绝灭了 45 个 (28.30%); 双壳类共 37 个物种, 绝灭了 11 个 (29.73%)。

**关键词** 定量地层学 约束最优化法 (CONOP) GBDB 数据库 华南 瓜德鲁普世末期生物灭绝事件

[109]

### 湖南嘉禾大窝岭剖面吴家坪阶—长兴阶界线附近牙形石及无机碳同位素

叶茜<sup>1,2)</sup> 江海水<sup>1,2)</sup>

1) 中国地质大学生物地质与环境地质国家重点实验室, 武汉 430074,

2) 中国地质大学(武汉)地球科学学院, 武汉 430074

湖南嘉禾大窝岭剖面晚二叠世时位于扬子板块和华夏板块之间的江南盆地, 属于深水盆地相沉积。该剖面剖面出露大隆组地层较好, 岩性主要为硅质岩、硅质灰岩、灰岩以及泥岩。

在该剖面发现的牙形石属种较为单调, 识别出牙形石 1 属 3 种 (含一个未定种): *Clarkina wangi*、*C. deflecta*、*Clarkina sp.*, 并识别出牙形石 *Clarkina wangi* 带。全岩碳同位素数据分析表明: 第 1-10 层碳同位素数据呈现缓慢负偏趋势, 11 层发生了 1.5‰ 的正偏, 13-15 层则发生了一次明显的短暂的负偏, 之后缓慢正偏, 这与华南其他地区吴家坪阶-长兴阶界线附近碳同位素的趋势总体相似。根据牙形石 *Clarkina wangi* 的首现, 结合在碳同位素数据, 将本剖面吴家坪阶-长兴阶界线置于第 11 层底部。此外在大窝岭剖面第三层中出现了菊石 *Sinoceltites sp.*, 第 13 层中出现了双壳 *Hunanopeten sp.* 和菊石 *Xenaspis carbonaricus*、*Xenaspis sp.*、*Pseudotiroilites sp.*。

本文针对碳同位素在吴家坪阶-长兴阶附近出现的碳同位素负偏及其原因进行探讨。江南盆地在吴家坪期发生持续的海侵, 在吴家坪晚期发生较为平缓的海退, 早长兴期开始又发生了海侵。 $\delta^{13}\text{C}$  值的演化与海平面的升降呈正相关关系, 前人资料显示在吴家坪阶-长兴阶界线附近也出现了部分海洋动物的灭绝现象, 与碳同位素的负偏时间一致。结合两者, 认为海平面的变化以及生物的演替有可能是造成这一时期碳同位素变化的主要原因。

**关键词** 吴家坪阶-长兴阶界线 牙形石 碳同位素 大窝岭