

珠江三角洲全新统横栏组淤泥沉积中的有机碳、总氮和碳氮比值记录^{*}

刘春莲, 杨建林, 白雁, 杨小强, 谢叶彩
(中山大学地球科学系, 广东 广州 510275)

摘要: 对广州番禺区 ZK5 孔中全新统横栏组淤泥沉积进行了总有机碳、总氮含量和碳氮比值分析。根据其变化可划分 2 个不同的沉积环境阶段。阶段 I (15.8~9.0 m) 的总有机碳含量变化幅度较大, 总氮含量很低, 碳氮比值较高。表明其有机质以陆源为主, 有机质生产力明显受气候的控制。阶段 II (9~1.4 m) 总有机碳和总氮含量上升, 变化较小, 而碳氮比值下降。表明其主要受海洋的影响, 有机质主要来源于原地浮游生物。

关键词: 有机碳; 碳氮比值; 珠江三角洲; 横栏组
中图分类号: P534.63 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) 01-0127-02

横栏组是珠江三角洲第四系沉积的重要组成部分, 命名于中山横栏。¹⁴C 年龄测定约为 8 050 ± 200 ~ 5 020 ± 150 a, 属中全新世早期^[1]。ZK5 钻孔位于珠江三角洲腹地广州番禺东涌镇, 孔位 22°52' N, 113°28' E, 孔深 16.4 m。1.4~15.8 m 为横栏组淤泥沉积层, 也是本文的主要分析对象。主要由粉砂质粘土、粘土质粉砂、中细砂组成, 间夹有贝壳碎片和腐殖质。

1 样品与分析方法

取样深度范围为 1.3~15.8 m, 取样间隔约 10 cm, 共取 142 个样品。样品经干燥 (40℃) 后, 研磨成小于 100 目的粉末供测试用。分别对每一个样品进行 2 次测试。一次对全岩粉样测试总碳 (TC) 和总氮 (N) 的含量。另一次对加稀盐酸 (φ=3.6%) 除去了碳酸盐后的粉样测试其有机碳 (TOC-Ca) 含量。样品的实际总有机碳 (TOC) 含量根据 TOC-Ca 和碳酸盐含量 (表达为 CaCO₃) 由下式换算获得^[2]:

$$w(\text{TOC}) = \frac{100 - w(\text{CaCO}_3)}{100} \times w(\text{TOC-Ca})$$

并逐个计算有机碳与氮的含量比值 ($w(\text{TOC})/w(\text{N})$)。碳、氮元素含量分析在“Vario EL”元素分析仪上进行, 并由德国蒂宾根大学 (University Tübingen) 地球化学实验室完成。碳酸盐含量用“Bernard”式碳酸盐测试仪测定。

2 结果与讨论

ZK5 孔横栏组淤泥沉积的 TC、TOC、N 和 $w(\text{TOC})/w(\text{N})$ 的垂直变化见图 1。TOC 的含量变化于 0.135%~2.87%, 平均 0.937%; 由于碳酸盐含

量较低, 尤其是 11 m 以下几乎无碳酸盐组分, TC 的含量变化与 TOC 相近; N 的含量为 0.0036%~0.105%, 平均 0.05%; $w(\text{TOC})/w(\text{N})$ 值为 7.22~55.04, 平均 21.54。

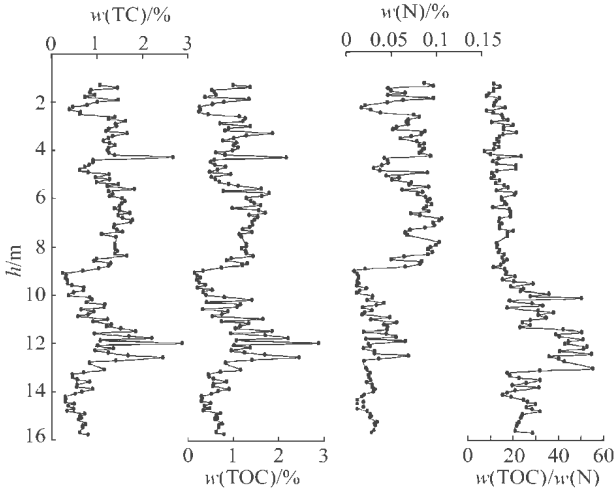


图 1 番禺 ZK5 孔横栏组总碳、总有机碳、总氮含量和碳氮比值的垂直分布

Fig 1 Percentages of total carbon, organic carbon, nitrogen and the ratio of organic carbon and nitrogen versus depth in core ZK5 in Panyu

沉积物的 TOC、N 的含量和 $w(\text{TOC})/w(\text{N})$ 值是判识沉积环境变化的重要指标。TOC 和 N 含量一般指示有机质生产力水平并反映气候条件的变化。 $w(\text{TOC})/w(\text{N})$ 值常用来描述有机质的来源, 浮游生物的 $w(\text{TOC})/w(\text{N})$ 值较低, 一般小于 10; 而陆生高等植物的 $w(\text{TOC})/w(\text{N})$ 值较高, 多在 20~200 之间变化^[3-7]。根据 TOC、N 以及 $w(\text{TOC})/$

^{*} 收稿日期: 2002-12-14
基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40272011); 广东省自然科学基金资助项目 (001203)
作者简介: 刘春莲 (1956 年生), 女, 教授; E-mail: eeslcl@zsu.edu.cn
(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$w(N)$ 值的变化, 番禺 ZK5 孔横栏组岩芯剖面可划分为两个主要沉积环境阶段。

阶段 I (15.8 ~ 9.0 m) 主要由粘土质粉砂、细砂组成, 几乎不含碳酸盐, 见腐殖质或贝壳碎片。TOC 的含量和 $w(TOC)/w(N)$ 值形成一个低—高一低的旋回。前期 (15.8 ~ 13.2 m) 的 TOC 的含量较低, 均在 0.9% 以下。 $w(TOC)/w(N)$ 值显示其有机质应以陆源为主, 但由于气候处于较干旱期, 陆相植物不甚繁荣, 有机质生产力低。随后 TOC 的含量逐渐上升, 并在 12 m 处达最高值 (2.87%)。 $w(TOC)/w(N)$ 值高于前期。此时气候转为温暖潮湿, 陆相植物繁荣, 陆源有机质来源丰富。但是随着气候的再次转为干旱, TOC 的含量逐渐下降, 并至横栏组的最低值 (9.1 m 处, 0.135%)。 $w(TOC)/w(N)$ 值也随之下降, 陆相植物来源减少。N 的含量在整个阶段均保持较低水平 (0.008% ~ 0.068%)。总之, 阶段 I 受入海河流的影响较显著, 有机质以陆源为主, 而有机质的丰度受气候条件的控制。这一阶段可能相应于发生于 7 000 ~ 8 000 a 左右的海平面停顿或下降期^[8]。

阶段 II (9.0 ~ 1.4 m) 以粉砂质粘土为主, 颗粒较阶段 I 更为细粒, 含少量碳酸盐, 含腐殖质或贝壳碎片。与阶段 I 比较, TOC、N 和 $w(TOC)/w(N)$ 值均发生明显变化。TOC 和 N 含量上升。前期 (9.0 ~ 5.5 m) 的 TOC 含量变化较小, 其值保持在 1% ~ 2% 之间; 后期 (5.5 ~ 1.3 m) TOC 变化幅度较大 (0.27% ~ 2.16%)。N 含量变化趋势与 TOC 一致, 并明显高于阶段 I。而 $w(TOC)/w(N)$ 值在阶段 II 下降, 并一直保持较低值 (7.22 ~ 23.42), 平均值为 14.8。表明阶段 II 的沉积环境明显不同于阶段 I。海平面在经历了前一阶段的下降后此时开始上升, 有利于表层水体中浮游生物的繁荣。

$w(TOC)/w(N)$ 值指示陆源植物减少, 有机质主要来源于原地浮游生物。因此, 阶段 II 主要受海洋的影响, 而河流的影响减弱。

参考文献:

- [1] 广东省地质矿产局. 广东省区域地质志. 地质专报—区域地质, 第 9 号[M]. 北京: 地质出版社, 1988.
- [2] SCHMID-RÖHL A. Hochauflösende geochemische Untersuchungen im Posidonienschiefer (Lias ε) von SW-Deutschland. University Tübingen, Tübingen Geowissenschaftliche Arbeiten, 1999. Reihe A, Band 48, 189.
- [3] MEYERS P A, ISHIWATARI R. The early diagenesis of organic matter in lacustrine sediments // ENGEL M H, et al. eds. Organic Geochemistry [C]. New York: Plenum Press, 1993: 185—209.
- [4] KRISHNAUNURHY R V, BHALLACHARYA S K, KUSUMGAR S. Palaeoclimatic changes deduced from $^{13}C/^{12}C$ and C/N ratios of Karewa Lake sediments, India [J]. Nature, 1986, 323: 150—152.
- [5] OREM W H, COLMAN S M, LERCH H E. Lignin phenols in sediments of Lake Baikal, Siberia: application to paleoenvironmental studies [J]. Organic Geochemistry, 1997, 27: 153—172.
- [6] MÜLLER A, ULRICH M. The paleoenvironments of coastal lagoons in the southern Baltic sea. 1. The application of sedimentary Corg/N ratios as source indications of organic matter [J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1999, 145: 1—16.
- [7] 刘春莲, 杨建林, RÖHL H J 等. 影响湖相沉积岩中有机碳分布的主要因素 [J]. 沉积学报, 2001, 19(1): 113—116.
- [8] 杨胜明. 珠江口海域全新统淤泥层的初步研究 [J]. 南海地质研究, 1994(6): 112—124.

The Records of TOC, N and C/N Ratios in Mud Sediments of the Henglan Formation (Middle Holocene) in the Pearl River Delta Area

LIU Chun-lian, YANG Jian-lin, BAI Yan, YANG Xiao-qiang, XIE Ye-cai

(Department of Earth Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Total organic carbon, total nitrogen content and C/N ratios in mud sediments of the Henglan Formation in core ZK5 in the Pearl River Delta area are investigated to determine environmental changes. Two stages can be recognized. The first stage (15.8 ~ 9.0 m) is characterized by regular variation in TOC, lower N and higher C/N ratios. This indicates that the organic matter is of terrestrial origin. The second stage (9.0 ~ 1.4 m) is marked by higher TOC and N, and lower C/N values. The principal source of organic matter is autochthonous productivity.

Key words: organic carbon; C/N ratio; Pearl River Delta; Henglan Formation