

南黄海 4 个沉积岩芯的热释光测年及地层划分*

官晨钟 曲秀华

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

收稿日期 1990 年 5 月 29 日

关键词 热释光测年, 石英包体法, 沉积速率

提要 本文利用热释光技术对南黄海 4 个柱状岩芯样品进行测年, 结果与其他方法所获年代相符甚好; 并综合岩性、古地磁和 ^{14}C 等资料对该海区第四纪地层进行划分。对此, 初步确定其全新世地层厚度变化于十几厘米至几米之间。

目前热释光测年技术已被运用于各种类型的第四纪沉积物年代测定方面的研究, 例如黄土、深海沉积物、沙漠以及河、湖相沉积物等, 在我国主要运用于黄土和其他一些陆相第四纪沉

积物的测年, 对于海洋第四纪沉积物的热释光

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1823 号。该项研究部分经费系国家自然科学基金资助; 图件由张弘同志清绘, 特此致谢。

测年至今尚属探索性研究。

I. 各柱状岩芯概述

NH₂₋₈ 孔 该孔岩芯从岩性方面可分为上、下两层。上层(0~85cm)基本上由灰色软泥组成,含有少量贝壳碎片,为浅海环境的沉积物;下层(85~125cm)是灰色的粉砂质细砂沉积,也含有少量贝壳碎片,见到有孔虫,且向下贝壳有增多趋势,为近岸浅海相。

NH₂₋₁₀ 孔 位于东部深水沉积区,依岩性特征可分为上、中、下三层。上层(0~399cm)由灰色粘土、粘土质粉砂组成,底部含有牡蛎贝壳碎屑。该生物组合为近岸浅海环境,在地层中还含有钙质结核,该层为全新世的一套沉积;中层(399~475cm)为黄色和鸭蛋绿等杂色硬粘土,含有少量粉砂,并发现有铁质结核和铁质浸染现象,是一组陆相沉积;下层(475~607cm)为灰色的粘土质粉砂,成分均一,较粗于上层,为晚更新世的陆相沉积。

NH₄₋₆ 孔 位于靠近旧黄河三角洲残留沉积区,岩性分析表明,自上而下可分为四层。第一层(0~32cm)是以黄灰色的细砂为主并夹有粉砂和粘土薄层,含有贝壳碎片;第二层(32~140cm)由一些均一的灰色细砂组成,分选好,质松散,同样含有贝壳碎片,在115cm以下夹有粘土薄层,一层、二层均属近岸浅海相沉积;第三层(140~145cm)为黄褐色的粘土薄层,是全新世早期的陆相沉积;第四层(145~327cm)由灰色的粘土质粉砂组成,地层中含有较多的贝壳碎屑,下部夹有机质条带及粘土质薄层层理,为晚更新世的海相沉积。

NH₆₋₆ 孔 从岩性变化可明显地分为上、下两层。上层(0~14cm)为黄灰色粘土-粉砂-砂沉积并含有贝壳碎屑及砂质团块,为混合型沉积;下层(14~203cm)由灰色的粉砂质细砂组成,上下均一,质松散,含有少量贝壳碎屑,为滨海相沉积或残留沉积,与上层界限清楚。

现将各孔的地理位置,所处水深等列于表

1。

表1 各孔的有关资料一览表

Tab. 1 Asynthetic data for cores

孔号	位 置	水深 (m)	孔深 (cm)	样品埋深 (cm)
NH ₂₋₈	35°30'N, 122°20'E	56	125	118~120
NH ₂₋₁₀	35°30'N, 123°00'E	70	607	485~495
NH ₄₋₆	34°30'N, 122°00'E	52	327	110~120
NH ₄₋₆	34°30'N, 122°00'E	52	327	150~160
NH ₄₋₆	34°30'N, 122°00'E	52	327	300~310
NH ₆₋₆	33°30'N, 123°00'E	47	203	165~175

II. 石英包体法

以选取沉积物中63~90 μ m的石英颗粒或2~8 μ m粒级作为测样进行热释光测年^[3],称“石英包体法”或“细粒法”。本文采用“石英包体法”,该法有如下几方面的优点:首先,石英未发现有不正常的衰减;其次,这种大颗粒的组成可减少酸处理时的假发光;第三,这种粒级的石英颗粒可从陶器或其他地质材料中轻易选取。样品的制备一般需经破碎或扩散、筛选、酸处理和分离等过程,最后获得纯净的石英颗粒作为测样,这种测样可认定仅保留了本身及周围环境的放射性剂量,因此,其剂量率的总数在很大程度上取决于样品所处的环境条件。

然而,这种方法在具体运用中同样遇到一些问题,主要是一些较老的物质,使得其热释光响应达到饱和,造成热释光生长曲线呈现出非线性;另外,这种方法的运用范围,也只局限于被烧或受过类似热事件的物质。

III. 热释光测量

将分选好的石英颗粒测样分成若干份,留下一份供测天然积存热释光(N)用,其余送实验室用Co⁶⁰源进行辐照,使其吸收不同数量级的剂量,然后,用测定天然热释光的同样方法测定其人工诱发热释光(N+R₁+...R_n)。如图1。

用所测出的人工诱发热释光强度对应其所吸收的放射性剂量作图,然后用外推法求其天然热释光等效剂量(ED),如图2所示。

同时在实验室里通过分析测定求取各测样

表 2 测样的有关参数和热释光年代值

Tab. 2 Equivalent doses, dose rates, radioactivity analyses and TL ages for samples

测样号	等效剂量 ED(rad)	年剂量率 ADR (rad/a)	放射性元素含量			热释光年代 $\times 10^4(a)$
			U($\times 10^{-6}$)	Th($\times 10^{-6}$)	K ₂ O(%)	
NH ₂₋₈ (110~125)	0.4×10^4	0.376	1.32	6.74	2.93	1.06 ± 0.05
NH ₂₋₁₀ (485~495)	0.9×10^4	0.494	1.66	10.37	2.73	1.82 ± 0.09
NH ₄₋₆ (110~120)	0.4×10^4	0.405	2.07	7.67	2.93	0.99 ± 0.05
NH ₄₋₆ (150~160)	0.4×10^4	0.352	2.08	8.55	2.29	1.14 ± 0.06
NH ₄₋₆ (300~310)	0.5×10^4	0.347	1.85	8.35	2.33	1.44 ± 0.07
NH ₆₋₆ (165~175)	0.8×10^4	0.335	2.50	7.04	2.13	2.39 ± 0.12

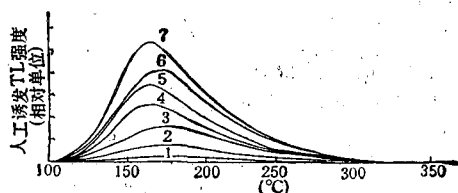


图 1 沉积物样品的 TL 生长曲线

Fig. 1 TL glow curves for samples of sediment core 1, NTL, 2-6 NTL + 10, 20, 40, 60, 80 and 100 Krad respectively

1.天然 TL, 2~6 分别为天然 TL 附加 10, 20, 40, 60, 80 和 100Krad.

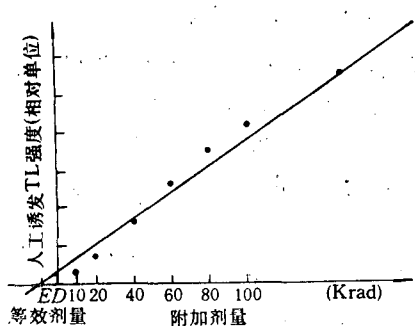


图 2 作图法求天然 TL 等效剂量

Fig. 2 The equivalent dose of natural TL

周围环境的铀(U)、钍(Th)和氧化钾(K₂O)含量,用换算方法获取其各自的年剂量率(ADR),最后用年代公式:

$$\text{age(year)} = ED/ADR \dots \dots \dots (a)$$

计算出各样品的热释光年代。这种年代可代表样品所处地层的沉积年代。文中所涉及测样的有关参数和热释光年代值分别列于表 2。

IV. 沉积速率的估算

沉积物的沉积速率是研究其沉积作用很重要的一个参数,因它直接反映了物质来源和环境变化的情况。根据测定的热释光年代可估算出各孔不同时代以来的沉积速率。现分别估算如下: 10 000a B.P. NH₂₋₈ 孔的沉积速率为 11.8cm/ka; NH₄₋₆ 孔为 12.1cm/ka; 18 000a B.P., NH₂₋₁₀ 孔的沉积速率为 26.3cm/ka; 24000a B.P., NH₆₋₆ 孔的沉积速率为 7.3cm/ka。沉积物年代的确定为地层建立了绝对时标,沉积速率的估算同样反映了沉积环境一种数的概念,都可以为地层学的研究提供依据。上述沉积速率的不同,清楚地反映了其沉积环境因地而异的实际情况。

V. 小结

尽管热释光测年方法的测年尺度可在几百年至百万年之间,但由于本文所涉及的测样来源受海上取样手段的限制,因此,讨论的范围只能限于晚更新世以来 20 000~30 000a 的沉积地层。

测出的热释光年代与其他资料综合如图 3,表明其结果是相一致的。如 NH₂₋₁₀ 孔(485~495cm),地层位置测得热释光年代为 $18\,200 \pm 900\text{a B.P.}$, ¹⁴C 于 495~525cm 地层位置测得年代为 $19\,035 \pm 694\text{a B.P.}$,可见两者吻合;如用沉积速率推算至 250cm 层位的热释光年代为大约至今 10 000a,这与古地磁获得的哥德堡事件

于250~275cm处的结果也相一致,因此,该孔全新世地层底界应划于399cm处。又如NH₄₋₆孔,古地磁确定了哥德堡事件于140~150cm

处,而热释光测年(110~120cm)为9900±500a B.P.,150~160cm为11400±600a B.P.,可见是相当吻合的。因此,140cm左右应为其全新世地层的底界。

上述几种测年方法的综合对比,互相验证可提高年代数据的可信度。然而,热释光测年技术在海洋第四纪沉积物研究中的运用,尽管一开始便获得了一些可供使用的结果,但应该说还是处于研究和发展阶段,其本身仍存在一些问題,有待今后工作中不断探索改进。

参考文献

- [1] 黄宝林等,1989。中国黄土热释光年代学研究。地球化学 4: 352~360。
- [2] 李虎侯,1990。第四纪沉积物的热释光断代。中国第四纪研究 8(1): 41~49。
- [3] Wintle, A. G. et al., 1979. Thermoluminescence dating of a deep-sea sediment core *Nature* 279 (5715): 710-712.
- [4] Wintle, A. G. et al., 1980. Thermoluminescence dating of Ocean sediments. *Canadian Journal of Earth Sciences* 17(3): 348-360.
- [5] Wintle A. G. et al., 1982. Thermoluminescence dating of sediments *Quaternary Science Reviews* 1:31-53.

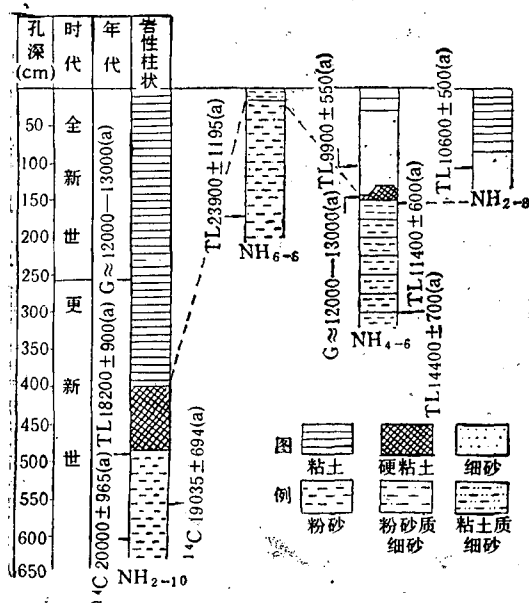


图3 综合对比剖面图

Fig. 3 A synthetic correlation of cores

THERMOLUMINESCENCE(TL) DATING AND DIVISION OF STRATIGRAPHY IN 4 SEDIMENTARY CORES FROM SOUTHERN YELLOW SEA*

Guan Chenzhong and Qu Xiuhua

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao, 266071)

Received: May, 29, 1990

Key Words: TL dating, Quartz inclusion, Sedimentation rate

Abstract

TL dating of 6 samples in 4 sedimentary cores from the Southern Yellow Sea shows that TL data obtained for ocean sedimentary cores are in accord with magnetic and ¹⁴C data. The thickness of Holocene stratigraphy varied within 10 cm to meters.

* Contribution No. 1823 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica. Project partly supported by the Natural Science Foundation of China.