

张剑,刁少波,贺行良,等.西沙群岛珊瑚礁测年与解析[J].海洋地质前沿,2021,37(10):64-69.

西沙群岛珊瑚礁测年与解析

张剑,刁少波,贺行良,何乐龙

(中国地质调查局青岛海洋地质研究所,青岛 266237)

摘要:采用 ^{14}C 、 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 和电子自旋共振(ESR)等多种测年方法对西沙群岛珊瑚礁的年龄进行了对比研究,发现不同测年方法得到的年龄差别很大。应用不同测年方法的原理对年龄进行了解析,结合珊瑚礁的矿物组成,推算出石岛珊瑚礁样品的原生珊瑚形成时间约为 30 000 aBP;在 6 000~7 000 aBP,随着海平面的下降,珊瑚矿物组分开始发生变化,并在约 5 000 aBP 通过碳酸盐胶结形成较为致密的珊瑚礁。本研究解释了测年方法不同得出的年龄不一致的问题,为今后珊瑚礁测年研究提供了一种较为合理的解决思路。

关键词:珊瑚礁; ^{14}C 测年;铀系年龄;ESR;西沙群岛

中图分类号:P736.4;P597

文献标识码:A

DOI:10.16028/j.1009-2722.2020.209

0 引言

现代海洋碳酸盐岩测年是年轻地质年代学的研究前沿,通过准确的年代测试,规范生物礁成因特征和机制的研究,是海岛碳酸盐岩珊瑚礁研究的长期需求。事实上,古代碳酸盐岩准确测年很难,是测年研究的薄弱环节;而现代珊瑚-珊瑚礁年代测定的年龄结果虽得到公认,但测年方法多且不同方法的原理不尽相同,尤其是在珊瑚礁测年研究中,由于无法分离出原生珊瑚、溶解作用后的珊瑚和成礁作用时的胶结部分,因此,测年得到的只能是混合年龄。本文将针对不同测年方法的特征、结果的认定及可信度进行讨论。

1 研究现状

国内外许多研究者根据实际测年结果进行了珊瑚礁及环境特征记录的研究。业渝光等^[1-9]曾开展了南海珊瑚礁的 ^{14}C 、ESR和 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 测年研究,通过测年方法的最大和最小年龄以及多种方法的年龄对比研究认为,在文石占 90% 以上的珊瑚礁中,ESR和 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 2种方法测得的年龄是可信的,而

在文石含量较低的珊瑚礁中测年结果差异较大,无法得到较为准确的测年结果。

黄德银等^[10]利用珊瑚的 ^{14}C 年代数据,划分了海南岛鹿回头珊瑚礁的 5 个发育演化阶段;罗珂等^[11]使用 XRD、XRF 和 AMS ^{14}C 测年等结果,探讨了三沙永乐龙洞的洞壁性质和龙洞的形成演化;刘文会等^[12]根据铀系测年及电子探针元素含量数据,认为涠洲岛北港海滩岩是晚全新世时期的产物,并且其成岩环境为大气淡水环境;李建平等^[13]选用珊瑚与珊瑚礁等典型海洋碳酸盐岩,针对 ESR 测年中有关测试与年龄估算的偏离问题,开展了辐照剂量及热活化实验系统研究;余克服等^[14]利用 U-Th 和 ^{14}C 测年结果,研究了南沙永暑礁表层珊瑚年代结构及其环境记录,认为现代珊瑚礁的堆积速率大于地壳沉降速率,可能会形成更多的灰沙洲或灰沙岛;时小军等^[15]采用高程测量和铀系定年方法,调查研究了海南岛东部琼海青葛附近低潮时出露的原生死珊瑚和外礁坪上的活微环礁所记录的海平面变化;于涛^[16]对澳大利亚大堡礁的珊瑚岩心进行了磁性地层学和铀同位素测年研究,探讨了海面温度对珊瑚生长的影响。

夏明等^[17]曾针对海洋放射年代学的问题进行了研究,讨论了海洋放射年代学的现状和趋势。在有关珊瑚礁测年的问题中提出:①关于碳酸盐的封闭模式。为了检验珊瑚礁是否处于封闭模式,国外一些学者曾提出 6 项衡量标准(不包括 Sr),其要求是文石应占 95% 以上。南海珊瑚礁中 Sr 含量波动

收稿日期:2020-12-10

资助项目:国土资源公益性行业基金(201411072)

作者简介:张剑(1976—),男,博士,副研究员,主要从事海洋地质矿物和年代测试方面的研究工作。E-mail:zhangjqing@163.com

介于 7.3‰~8.5‰, 与巴哈马等地典型珊瑚礁一致。文石为主的珊瑚礁应有较高的 Sr 含量, 因此, 从矿物学角度提出以 Sr 含量作为检验封闭模式的相关标准。②珊瑚礁铀系年龄和¹⁴C 年龄的差异。根据已发表年龄数据的统计, 在 10 000 a 内, ²³⁰Th/²³⁴U 年龄值普遍比¹⁴C 高。海南岛鹿回头的²³⁰Th/²³⁴U 年龄数据比¹⁴C 年龄大 1 500~2 000 a。由于不同的测年方法有不同的测年条件, 这种差异可能是客观存在的, 值得深入研究。

王瑞等^[18]在珊瑚礁成岩作用研究中认为, 珊瑚礁成岩作用主要包括胶结作用、溶解作用、新生变形作用和白云岩化作用等类型。成岩作用本身不仅可记录珊瑚礁经历的海平面升降、气候变化、海水性质改变、热液改造、微生物活动等地质过程, 而且对珊瑚礁记录的原始环境信息产生了破坏, 恢复古环境时需识别成岩作用对其影响的程度。这说明在珊瑚礁成岩作用中可能存在珊瑚生成和成礁作用在时间上的差异, 因此, 会影响到相关方法的测试结果。

由于在测年中无法分离出原生的珊瑚、溶解作用后的珊瑚礁和成礁作用时的胶结部分。测年得出的只是一种混合年龄, 而如何确定不同时期的年龄是珊瑚礁测年的难题。我们发现, 用文石含量较低的珊瑚礁测年时, 不同测年方法测得的年龄具有较大的差异, 测得的结果根本无法用于年代的确定。为此, 本文将不同方法测得的年龄进行了对比分析, 估算了几种测年结果, 并认为这可能是一种较好的珊瑚与珊瑚成礁年龄的认定方法。

2 几种基本的测年方法

每一种测年方法都有其前提条件和基本要求。例如¹⁴C 测年方法有 3 个基本的条件: ①几万年来不同高度、不同纬度地区的大气中¹⁴C 放射性原始水平基本相同; ②¹⁴C 半衰期已精确测定; ③原有碳原子能很好保存下来, 而且能在清除过程中分离出污染的碳原子。几个基本条件是测年数据可靠的前提, 尤其是第 3 条强调测年样品需要取自一个封闭体系, 未与外界发生物质交换。

2.1 ¹⁴C 测年

¹⁴C 测年是一种最为精确的放射性同位素测年方法, 主要利用碳元素的自身放射性衰变特征进行测年, 实验技术成熟并得到了地质工作者的普遍

认可。

假定样品中的放射性活度浓度为 N_0 (使用现代碳标准的活度浓度进行校正), 样品经过 t 年后的放射性活度浓度为 N_t , 则有^[1]:

$$N_t = N_0 e^{-\lambda_{14} t} \quad (1)$$

式中: λ_{14} 为¹⁴C 的衰变常数。

2.2 ²³⁰Th/²³⁴U 测年

²³⁰Th/²³⁴U 测年的原理是利用核素²³⁸U 系列子体与母体之间的放射性平衡破坏和重建进行测年, 这种方法的测年对象主要是碳酸盐岩、深海沉积物等样品。其前提条件也是需要需要一个封闭的体系才能进行准确的年龄测定。

其年龄可由(2)式计算^[3]:

$$\begin{aligned} {}^{230}\text{Th}/{}^{234}\text{U} = & {}^{238}\text{U}/{}^{234}\text{U} \left(1 - e^{-\lambda_{230} t}\right) + \\ & \left(\lambda_{230}/(\lambda_{230} - \lambda_{234})\right) \left(1 - {}^{238}\text{U}/{}^{234}\text{U}\right) \\ & \left(1 - e^{-(\lambda_{230} - \lambda_{234}) t}\right) \end{aligned} \quad (2)$$

式中: $\lambda_{230} = 0.693/(7.52 \times 10^5)$;

$\lambda_{234} = 0.693/(2.48 \times 10^5)$ 。

在样品年龄较为年轻时(几万年以内)可以用下式进行估算:

$$t = 2.307 \times \left[\text{Ln}\left(1 - {}^{230}\text{Th}/{}^{234}\text{U}\right)\right] / \lambda_{230} \quad (3)$$

2.3 ESR 测年

ESR 测年是利用样品本身和周围环境中的放射性辐射, 产生 ESR 信号的累积进行测年。样品所接受的天然辐照总剂量 P (即古剂量) 和样品接受辐照的年剂量之间有如下关系^[4]:

$$P = \int_0^t D(t) dt \quad (4)$$

式中: t 为时间, a;

D 为年剂量率, Gy/a。

3 样品

选择珊瑚和文石含量较低的珊瑚礁样品作为本次测年研究的对象。

3.1 珊瑚样品

珊瑚样品取自晋卿岛。晋卿岛位于永乐环礁东南部, 面积 0.208 3 km², 岛呈椭圆形, 长 950 m, 最阔处约 420 m, 岛东北面有向东北伸出的沙洲。样

品随机采集,具有如下特征:白色蜂巢珊瑚化石,质轻,多孔,外部及内部结构呈蜂巢状,蜂巢状层理清晰可见(图1a)。

3.2 珊瑚礁样品

珊瑚礁样品(图1b)取自石岛。石岛又称蚱蜢岛,位于西沙群岛宣德环礁永兴岛东北部,南北长

380 m,东西宽 260 m,面积 0.06 km²,是西沙群岛唯一的岩石小岛,发育晚更新世—全新世风成沙丘岩。石岛砂丘岩的物源主要来自于岛屿周围的生物礁,大量生物碎屑被波浪分选并堆积到岸边构建海滩或环岛砂堤,然后再在风力作用下继续向高处搬运并构建风成沙丘。



(a) 晋卿岛珊瑚样品



(b) 石岛珊瑚礁样品

图1 研究样品

Fig.1 Samples used in the study

4 结果与讨论

所有测试的样品均取自珊瑚和珊瑚礁中心部分。¹⁴C、ESR 测年、X-衍射和碳、氧同位素测试由青岛海洋地质研究所实验检测中心完成,²³⁰Th/²³⁴U 测年由中国科学院地质与地球物理研究所完成。

4.1 测量结果

用上述 2 个样品进行了 3 种方法的测年,结果见表 1~3; X-射线衍射分析结果见表 4; 碳、氧稳定同位素测试结果见表 5。

从以上结果可以看出,珊瑚的¹⁴C、²³⁰Th/²³⁴U 和

ESR 测年结果基本一致,和业渝光等^[3]珊瑚礁的测年结果相符。但是珊瑚礁的¹⁴C、²³⁰Th/²³⁴U 和 ESR 测年结果明显不同,而且相差甚大。在矿物组成上,珊瑚由 100% 的文石组成,而珊瑚礁由文石、方解石和镁方解石组成(表 4),两者差异明显。同样,在碳、氧同位素比值方面,珊瑚和珊瑚礁也明显不同。

表 1 ¹⁴C 测年结果
Table 1 Results of ¹⁴C ages

样品	年龄/a
珊瑚	4 290 ± 95
珊瑚礁	6 950 ± 95

表 2 ICP-MS 测年结果
Table 2 Results of ICP-MS dating

样品	²³⁸ U/×10 ⁻⁹	²³⁰ Th/ ²³² Th	²³⁰ Th/ ²³⁸ U	²³⁰ Th年龄/a
珊瑚	2 236 ± 6	11 306.3 ± 243.4	0.049 2 ± 0.000 2	4 787 ± 21
珊瑚礁	1 388 ± 3	77.4 ± 1.6	0.687 8 ± 0.000 6	96 715 ± 2 705

表 3 ESR 测年结果
Table 3 Results of ESR ages

样品	U/×10 ⁻⁶	Th/×10 ⁻⁶	K ₂ O/%	累积剂量TD/Gy	平均年龄/a	RSD/%
珊瑚	2.79	0.085	0.018	6.27	3 850	5
珊瑚礁	1.33	0.169	0.029	26.50	34 100	10

表 4 X-射线衍射测试结果
Table 4 Mineral composition by XRD

样品	文石/%	方解石/%	镁方解石/%
珊瑚	100	0	0
珊瑚礁	21.6	47.4	31.0

表 5 碳、氧稳定同位素测试结果
Table 5 Results of carbon and oxygen stable isotopic ratios

样品	$\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}/\text{‰}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{V-PDB}}/\text{‰}$
珊瑚	-2.62	-3.64
珊瑚礁	1.36	-1.75

4.2 珊瑚礁的形成年龄讨论

郑永飞等^[19]在研究碳酸盐岩的氧同位素时,讨论了不同类型矿物的稳定性,认为白云石 \geq 方解石 $>$ 文石。假设存在下列 2 个阶段:①碳酸钙结晶的早期阶段,亚稳态的文石首先从溶液中沉淀,并且在低温下与环境达到同位素平衡;②文石向方解石的同质多象转变通过一种基本不变的氧结构单元 $[\text{CO}_3]^{2-}$ 来进行,即只涉及 Ca^{2+} 与 $[\text{CO}_3]^{2-}$ 基团之间键的断裂和再组合而未出现 $[\text{CO}_3]^{2-}$ 基团内部 C-O 键的断裂和再组合,因而没有再造碳酸钙与水之间的同位素平衡。以上过程的结果就是方解石可能保持了从母体文石中继承下来的氧同位素组成。WRAY 和 DANIELS^[20]在进行文石转变方解石的研究中发现:当温度 $>40\text{ }^\circ\text{C}$ 时,文石优先从高度过饱和的溶液中成核;在温度为 $45\text{ }^\circ\text{C}$ 时,通过自发成核产生的文石在沉淀之后能够很快转变成方解石;在 $100\text{ }^\circ\text{C}$ 下,浸没在纯水中的文石大约一天的过程中能够转变成方解石。为此,我们认为珊瑚礁样品可能存在不同时期的矿物组成的生成和转变。关键问题是在自然条件下不可能有那么高的温度,因此,生物的转变作用或将最为重要。在大气淡水环境中,淡水的淋漓溶蚀作用将使一定量的文石转变为方解石,在海水作用下又有一定量的碳酸盐物质填充,再胶结形成致密珊瑚礁。

杨琰等^[21]在开展石笋 U/Th 测年中进行了封闭和非封闭体系的文石-方解石石笋测年对比,认为非封闭体系过程发生了 U 加入/流失作用。业渝光等^[3]在开展珊瑚 ESR 测年研究时测得的珊瑚 U 含量基本介于 $(2.51\sim 3.56)\times 10^{-6}$ 。本文研究的珊瑚礁 ESR 测年中 U 含量仅为 1.33×10^{-6} ,明显低于珊瑚的 U 含量,这说明在珊瑚转变为珊瑚礁过程中有可能发生了 U 丢失。虽然我们无法确定该珊瑚礁样

品中珊瑚的 U 含量,但是可以通过测得的矿物组成试算初始的珊瑚 U 含量。假定珊瑚中有部分样品转换成镁方解石,转变为镁方解石的 U 含量与周围环境中的 U 含量相同,后期胶结形成的方解石的 U 含量也与周围环境中的 U 含量相同,珊瑚礁的 U 含量为文石、镁方解石和方解石 3 种矿物 U 含量的混合值。根据业渝光等^[3]的研究,可以确定珊瑚与周围环境的 U 含量范围,再取平均值进行年龄的估算。

本文中取初始珊瑚的 U 含量为 3×10^{-6} 。

根据以上的假设和 3 种测年方法的基本原理分别进行计算,假定有 3 期的时间,分别为珊瑚形成(t_1)、受淡水淋漓作用文石质珊瑚转变为方解石(t_2)和胶结作用转变为珊瑚礁(t_3);再根据文石(m_1)、镁方解石(m_2)和方解石(m_3)的比例关系,按照(1)式可以计算 ^{14}C 测年中各时间段放射性活度浓度的关系,即

$$N_{\text{混合}} = m_1 \times N_{(t_1)} + m_2 \times N_{(t_2)} + m_3 \times N_{(t_3)} \quad (5)$$

式中: $N_{\text{混合}}$ 为样品中放射性活度浓度。

由(5)式可推算一系列 t_1 、 t_2 和 t_3 的时间。

同理根据(3)式可以进行 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 测年的时间关系推算,即

$$^{230}\text{Th}_{\text{混合}} = m_1 \times ^{230}\text{Th}_{(t_1)} + m_2 \times ^{230}\text{Th}_{(t_1-t_2)} + m_2 \times ^{230}\text{Th}_{(t_2)} + m_3 \times ^{230}\text{Th}_{(t_3)} \quad (6)$$

由此,也可推算出一系列 t_1 、 t_2 和 t_3 的时间。

再根据(4)式可以进行 ESR 测年的时间关系推算,即

$$P_{\text{混合}} = m_1 \times P_{(t_1)} + m_2 \times P_{(t_2)} + m_3 \times P_{(t_3)} \quad (7)$$

式中: $P_{\text{混合}}$ 为样品接受的天然辐射总剂量。

这样通过推算出的系列 t_1 、 t_2 和 t_3 时间,确定一个相对一致的 t_1 、 t_2 和 t_3 时间。经推算获得本文珊瑚礁样品的 3 个年龄分别为 30 000、5 100 和 5 000 a。

WU 和 PELTIER^[22]估计北半球劳伦泰德冰盖和斯堪的纳维亚的冰盖于 18 000 aBP 开始融化,快速融化始于 13 500~7 000 aBP,7 000~5 000 aBP 冰川融化速度减少。JARITZ 等^[23]绘出莫桑比克全新世海面变化曲线:10 000~8 000 aBP 海面以 2.65 m/Ma 的速率快速上升,8 000~6 000 aBP 海面上升速率明显减慢,为 0.47 m/Ma;6 000 aBP 海面达到最高点,高出现代海面 2.5 m。夏明等^[17]分析了珊瑚礁年龄与海平面变化,根据获得的珊瑚礁轴系年龄,认为出现高于现代海平面的高海平面时间

应为 6 000~7 000 aBP。据此分析认为, 本文研究的珊瑚礁样品其原生珊瑚形成时间应在 30 000 aBP, 其后经过一定的搬运到达现在的位置, 在 6 000~7 000 aBP, 随着海平面的下降, 珊瑚暴露于海面之上, 在淡水淋漓作用下, 有一定量的文石转变为方解石, 后期在海水作用下有一定量的碳酸盐物质填充, 最后发生胶结约在 5 000 aBP 形成较为致密的珊瑚礁。

综上所述, 使用不同方法对珊瑚礁进行测年所得到的测年结果相差很大, 这是由于不管是 ^{14}C 、 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 还是 ESR 测年, 所测得的年龄结果均为混合年龄, 因此, 在实际工作中不能简单拿出其中一种年龄结果加以应用。从珊瑚变成珊瑚礁, 经历了一系列复杂的地质过程, 其中会发生 U 丢失以及矿物成分、同位素组成上的改变, 因而要综合考虑不同地质过程对年龄数据所产生的改变, 最终解释不同年龄数据所对应的地质过程。

5 结论

(1) 使用 ^{14}C 、 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 和 ESR 等不同测年方法测得的珊瑚礁年龄结果均为混合年龄, 不能简单加以应用。

(2) 文中石岛珊瑚礁样品的原生珊瑚约在 30 000 aBP 形成, 随着 6 000~7 000 aBP 海平面的下降, 珊瑚矿物组分开始发生变化, 约在 5 000 aBP 通过碳酸盐胶结作用最后形成较为致密的珊瑚礁岩。

致谢: 感谢青岛海洋地质研究所许红研究员为本文提供实验样品并进行技术指导! 感谢中科院地质与地球物理研究所马志邦研究员提供铀系测年协助! 感谢青岛海洋地质研究所隋卫东提供 ^{14}C 测年协助!

参考文献:

- [1] 业渝光, 王雪娥, 刁少波. 西沙群岛石岛 ^{14}C 年代数据可靠性的初步研究[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1987, 7(2): 121-130.
- [2] 业渝光, 和杰, 刁少波. 珊瑚礁ESR测年的最大年限[J]. 海洋地质动态, 1990, 6(6): 5-6.
- [3] 业渝光, 和杰, 刁少波, 等. 南海全新世珊瑚礁ESR和铀系年龄的研究[J]. 地质论评, 1991, 37(2): 165-171.
- [4] 业渝光, 和杰, 刁少波, 等. 珊瑚礁的ESR测年[J]. 海洋通报, 1991, 10(3): 77-82.
- [5] 业渝光, DONAHUE D J. 南海全新世珊瑚礁 AMS^{14}C , $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 和ESR年龄的对比研究[J]. 海洋科学, 1993, 17(2): 63-65.
- [6] 王维达. 中国热释光与电子自旋共振测定年代研究[M]. 北京: 中国计量出版社, 1997, 358-384.
- [7] 业渝光, 周世光, 刘新波. 珊瑚礁中 Mn^{2+} 的ESR信号及其古气候指示意义[J]. 海洋与湖沼, 1998, 29(5): 547-551.
- [8] YE Y G, GAO J C, HE J, et al. ESR and U-series ages of coral reef samples from shallow drill holes in the South China Sea[J]. Acta Oceanologica Sinica, 1991, 10(3): 423-431.
- [9] YE Y G, HE J, DIAO S B, et al. ESR dating of coral reefs in the South China Sea[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 1993, 11(3): 207-214.
- [10] 黄德银, 施祺, 张叶春, 等. 海南岛鹿回头造礁珊瑚的 ^{14}C 年代及珊瑚礁的发育演化[J]. 海洋通报, 2004, 23(6): 31-37.
- [11] 罗珂, 田元, 傅亮, 等. 三沙永乐龙洞洞内侧壁礁体矿物和元素组成及其晚更新世以来的形成演化[J]. 海洋与湖沼, 2019, 50(5): 1014-1021.
- [12] 刘文会, 余克服, 王瑞, 等. 涠洲岛北港海滩岩的铀系年代及其海平面指示意义[J]. 第四纪研究, 2020, 40(3): 764-774.
- [13] 李建平, 刁少波, 刘春茹, 等. ESR测年法在海洋碳酸盐岩测年中的应用[J]. 海洋地质前沿, 2015, 31(10): 65-70.
- [14] 余克服, 赵建新. 南沙永暑礁表层珊瑚年代结构及其环境记录[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2004, 24(4): 25-28.
- [15] 时小军, 余克服, 陈特固, 等. 中一晚全新世高海平面的琼海珊瑚礁记录[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2008, 28(5): 1-9.
- [16] 于涛. 珊瑚海西部晚第四纪海面温度: 对澳大利亚大堡礁生长的影响[J]. 海洋地质动态, 2006, 22(2): 23-25.
- [17] 夏明. 海洋放射年代学的现状和趋势[J]. 地质论评, 1985, 31(3): 276-281.
- [18] 王瑞, 余克服, 王英辉, 等. 珊瑚礁的成岩作用[J]. 地球科学进展, 2017, 32(3): 221-233.
- [19] 郑永飞, 周根陶, 龚冰. 碳酸盐矿物氧同位素分馏的理论研究[J]. 高校地质学报, 1997, 3(3): 241-255.
- [20] WARY J L, DANIELS F. Precipitation of calcite and aragonite[J]. Journal of the American Chemical Society, 1957, 79(9): 2031-2034.
- [21] 杨琰, 袁道先, 程海, 等. 文石-方解石石笋U/Th体系的封闭性判断及意义[J]. 地球化学, 2008, 37(2): 97-106.
- [22] WU P, PELTIER W R. Glacial isostatic adjustment and the free air gravity anomaly as a constraint on deep mantle viscosity[J]. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 1983, 74(2): 377-449.
- [23] JARITZ W, RUDER J, SCHLENKER B. The quaternary in the Mozambique coastal region and its heavy mineral content[J]. Geologie Jahrbuch, Reihe B, 1977, 26(1): 3-93.

CHRONOLOGY OF CORAL REEFS AT THE XISHA ISLANDS AND ITS INTERPRETATION

ZHANG Jian, DIAO Shaobo, HE Xingliang, HE Lelong

(Qingdao Institute of Marine Geology, CGS, Qingdao 266237, China)

Abstract: The chronological data measured with the methods of ^{14}C , $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ and ESR dating is compared in this paper for the coral reef samples collected from the Xisha Islands. The ages are found different with the methods used. Based upon the principles of the dating methods and the mineral composition of the coral reefs, we analyzed and discussed the reasons of the difference as such in connection of the ages of the geological events in the region, and the ages of the coral reefs are recalculated. It is assumed that the original corals were formed about 30 000 years ago, the mineral composition of corals were changed in 6 000-7 000 years ago as the sea level rising to the peak. Coral reefs with high density were formed about 5 000 years ago by enhanced carbonate cementation. The results of this work provided a reasonable interpretation to the difference in ages gained by various techniques, and the conclusion is certainly helpful to the selection of a reasonable method for coral reefs dating in the future.

Key words: coral reefs; ^{14}C ; Uranium series age; ESR; Xisha Islands