



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105973972 A  
(43)申请公布日 2016.09.28

(21)申请号 201610391990.5

(22)申请日 2016.06.06

(71)申请人 中国科学院地球化学研究所  
地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72)发明人 白晓永 田义超 陈秋芹 许燕 吴路华

(74)专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所  
52100  
代理人 商小川

(51)Int. Cl.  
G01N 27/62(2006.01)

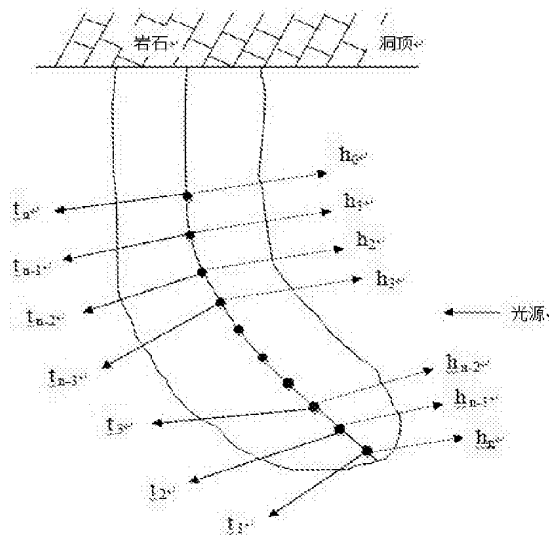
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

## (54)发明名称

一种计算石钟乳向光生长速率的方法

## (57)摘要

本发明公开了一种计算石钟乳向光生长速率的方法,它包括:步骤1、选取石钟乳;步骤2、从石钟乳开始倾斜生长处对石钟乳做等距离标记,分别为 $h_0, h_1, h_2, \dots, h_{n-1}, h_n$ ;步骤3、分别在各标记点处取样,采集选定区中侵蚀速率最小的样品;步骤4、对所采集的样品用加速器质谱法 $^{14}C$ 测年法测定其形成年代,分别测得年代为 $t_n, t_{n-1}, t_{n-2}, \dots, t_1, t_0$ ;步骤5、计算相邻标记之间石钟乳的平均生长速率;步骤6、计算标记 $h_0$ 到 $h_n$ 之间石钟乳平均生长速率;解决了现有技术测量石钟乳向光生长速率采用 $^{137}Cs$ 、洞穴碳酸钙的 $^{210}Pb$ 和常规 $^{14}C$ 测年法等存在的测量不精确,测量时间长等技术问题。



1. 一种计算石钟乳向光生长速率的方法, 它包括:

步骤1、选取石钟乳;

步骤2、从石钟乳开始倾斜生长处对石钟乳做等距离标记, 分别为 $h_0$ 、 $h_1$ 、 $h_2$ 、 $\dots$ 、 $h_{n-1}$ 、 $h_n$ ;

步骤3、分别在各标记点处取样, 采集选定区中侵蚀速率最小的样品;

步骤4、对所采集的样品用加速器质谱法 $^{14}\text{C}$ 测年法测定其形成年代, 分别测得年代为 $t_n$ 、 $t_{n-1}$ 、 $t_{n-2}$ 、 $\dots$ 、 $t_1$ 、 $t_0$ ,

步骤5、计算相邻标记之间石钟乳的平均生长速率;

步骤6、计算标记 $h_0$ 到 $h_n$ 之间石钟乳平均生长速率。

2. 根据权利要求1所述的一种计算石钟乳向光生长速率的方法, 其特征在于: 步骤1所述选取石钟乳的方法为: 在洞口处选取生长完好、沉积面的暴露度在选定区中最好, 且已经向光倾斜生长的石钟乳。

3. 根据权利要求1所述的一种计算石钟乳向光生长速率的方法, 其特征在于: 步骤5所述计算相邻标记之间石钟乳的平均生长速率的公式为:  $h_1 - h_0 = \Delta h_1$ 、 $h_2 - h_1 = \Delta h_2$ 、 $\dots$ 、 $h_n - h_{n-1} = \Delta h_n$ , 且 $\Delta h_1 = \Delta h_2 = \dots = \Delta h_n$ ;  $t_n - t_{n-1} = \Delta t_n$ 、 $t_{n-1} - t_{n-2} = \Delta t_{n-1}$ 、 $\dots$ 、 $t_1 - t_0 = \Delta t_1$ ;

$v_1 = \Delta h_1 / \Delta t_n$ 、 $v_2 = \Delta h_2 / \Delta t_{n-1}$ 、 $\dots$ 、 $v_n = \Delta h_n / \Delta t_1$ ;

式中:  $\Delta h_1$  至  $\Delta h_n$  为相邻标记之间石钟乳的距离;

$\Delta t_1$  至  $\Delta t_n$  为对应相邻标记之间石钟乳的生长时间;

$v_1$  至  $v_n$  对应相邻标记之间石钟乳的平均生长速率。

4. 根据权利要求1所述的一种计算石钟乳向光生长速率的方法, 其特征在于: 步骤6所述标记 $h_0$ 到 $h_n$ 之间石钟乳平均生长速率的计算公式为:

$$\bar{V} = (v_1 + v_2 + \dots + v_n) / n.$$

## 一种计算石钟乳向光生长速率的方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于石钟乳生长速率测量技术,尤其涉及一种计算石钟乳向光生长速率的方法。

### 背景技术

[0002] 在洞穴弱光带或者在地表碳酸盐岩陡壁凹部或壁龛部,常发育一种向外向光倾斜生长的石钟乳,人们称其为向光石钟乳,也被认为是一种生物岩溶产物,是一种由植物光合作用吸取洞顶滴水中的 $\text{CO}_2$ ,引起滴水过饱和而沉积的钟乳石。植物的向光性也引起此种钟乳石只在向光一侧沉积,导致其向有光一侧倾斜。因为石钟乳有着丰富的审美价值,属于因岩溶作用而自然形成的一种观赏石,受到很多人的喜爱并将其作为收藏品保存,所以计算石钟乳的生长速率能合理的开发利用石钟乳资源,合理对有限的资源进行保护,避免其遭到摧毁性的破坏。洞穴因其千姿百态的石钟乳类沉积景观,已成为全世界范围内一种重要的旅游资源,对石钟乳向光速率的计算,可为开发洞穴旅游业前期科学调查与研究提供依据。有的洞穴因为其洞口较小,弱光不能使石钟乳倾斜生长情况下导致洞口堵塞,需要人工凿洞,所以通过计算石钟乳向光生长速率,利用石钟乳的趋光性,可增强光照来控制石钟乳向洞口倾斜生长,从而创造更多自然景观,为开发更多自然旅游业提供条件。

[0003] 目前已有利用核素来对洞穴中石钟乳沉积年代进行测定的方法,但在测年法的基础上用来计算石钟乳向光生长速率的方法却很少见。现在一般用 $^{137}\text{Cs}$ 、洞穴碳酸钙的 $^{210}\text{Pb}$ 和常规 $^{14}\text{C}$ 测年等。用 $^{137}\text{Cs}$ 不能测算1954年前的年代沉积, $^{137}\text{Cs}$ 沉降量不固定,导致研究不精确性;用 $^{210}\text{Pb}$ 测年法样品处理复杂,虽然能测定小于100年的样品年代,但有研究表明,石钟乳的形成速度每1000年仅生长几厘米到数十厘米,测定年代过小结果误差会很大,更有若是用 $^{210}\text{Pb}$ 法的CF模式测年,当沉积的物质质量随时间变化时,它只能给出这段时间内平均的沉积通量,而不能反映沉积通量随时间变化的实际情况,所得的年龄亦可能是不真实的,即精确度不高。常规 $^{14}\text{C}$ 测年测量范围受半衰期规律限制;合适的样品难以采集,一般珍贵的样品不能大量取样;测量时间较长。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题:提供一种计算石钟乳向光生长速率的方法,以解决现有技术测量石钟乳向光生长速率采用 $^{137}\text{Cs}$ 、洞穴碳酸钙的 $^{210}\text{Pb}$ 和常规 $^{14}\text{C}$ 测年法等存在的测量不精确,测量时间长等技术问题。

[0005] 本发明技术方案:

一种计算石钟乳向光生长速率的方法,它包括:

步骤1、选取石钟乳;

步骤2、从石钟乳开始倾斜生长处对石钟乳做等距离标记,分别为 $h_0$ 、 $h_1$ 、 $h_2$ 、 $\dots$ 、 $h_{n-1}$ 、 $h_n$ ;

步骤3、分别在各标记点处取样,采集选定区中侵蚀速率最小的样品;

步骤4、对所采集的样品用加速器质谱法 $^{14}\text{C}$ 测年法测定其形成年代,分别测得年代为 $t_n, t_{n-1}, t_{n-2}, \dots, t_1, t_0$ ,

步骤5、计算相邻标记之间石钟乳的平均生长速率;

步骤6、计算标记 $h_0$ 到 $h_n$ 之间石钟乳平均生长速率。

[0006] 步骤1所述选取石钟乳的方法为:在洞口处选取生长完好、沉积面的暴露度在选定区中最好,且已经向光倾斜生长的石钟乳。

[0007] 步骤5所述计算相邻标记之间石钟乳的平均生长速率的公式为: $h_1 - h_0 = \Delta h_1$ 、 $h_2 - h_1 = \Delta h_2$ 、 $\dots$ 、 $h_n - h_{n-1} = \Delta h_n$ ,且 $\Delta h_1 = \Delta h_2 = \dots = \Delta h_n$ ;  $t_n - t_{n-1} = \Delta t_n$ 、 $t_{n-1} - t_{n-2} = \Delta t_{n-1}$ 、 $\dots$ 、 $t_1 - t_0 = \Delta t_1$ ;

$$v_1 = \Delta h_1 / \Delta t_n, v_2 = \Delta h_2 / \Delta t_{n-1}, \dots, v_n = \Delta h_n / \Delta t_1;$$

式中: $\Delta h_1$ 至 $\Delta h_n$ 为相邻标记之间石钟乳的距离;

$\Delta t_1$ 至 $\Delta t_n$ 为对应相邻标记之间石钟乳的生长时间;

$v_1$ 至 $v_n$ 对应相邻标记之间石钟乳的平均生长速率。

[0008] 步骤6所述标记 $h_0$ 到 $h_n$ 之间石钟乳平均生长速率的计算公式为:

$$\bar{V} = (v_1 + v_2 + \dots + v_n) / n$$

本发明的有益效果:

本发明利用加速器质谱法 $^{14}\text{C}$ 测年法计测样品中现存的 $^{14}\text{C}$ 原子数,即测定样品中 $^{14}\text{C}$ 与 $^{12}\text{C}$ 原子数目的比值;不需要等它们发生衰变,因此所需要和消耗的样品量少,只需几毫克甚至几百微克,而且测量时间短,一般每30min就可以测量一个样品,与常规 $^{14}\text{C}$ 测年法相比大大提高了测试效率;常规 $^{14}\text{C}$ 测年法是对 $\beta$ 衰变计数,测量一段时间内样品中发生衰变的 $^{14}\text{C}$ 原子数,由于 $^{14}\text{C}$ 放射性衰变的半衰期很长为5730年,测量时间太长效率低,而且需用的样品量太大,测量精度不高。因此,利用加速器质谱法 $^{14}\text{C}$ 测年法精确测定石钟乳的形成年代,从而更精确的计算石钟乳向光生长速率;解决了现有技术测量石钟乳向光生长速率采用 $^{137}\text{Cs}$ 、洞穴碳酸钙的 $^{210}\text{Pb}$ 和常规 $^{14}\text{C}$ 测年法等存在的测量不精确,测量时间长等技术问题。

[0009] 说明书附图:

图1为本发明测试样品标记示意图。

[0010] 具体实施方式:

第一,在洞口处选取生长完好、沉积面的暴露度在选定区中最好,且已经向光倾斜生长的石钟乳;由于受地貌运动影响,石钟乳容易被破坏,因此需要选到生长完好,沉积面暴露度最好且向光倾斜生长的石钟乳作为测试样品。

[0011] 第二,从石钟乳开始倾斜生长处对石钟乳做等距离标记,分别为 $h_0, h_1, h_2, \dots, h_{n-1}, h_n$ ;

第三,分别在各标记点处取样,采取选定区中侵蚀速率最小的样品,否则样品中核素浓度测定前就达到平衡状态,从而使测年范围变短;

第四,对所取样品用加速器质谱法 $^{14}\text{C}$ 测年法测定其形成年代,其原理是将 $^{14}\text{C}$ 离子加速到百万电子伏特以上的能量,通过离子分离装置分离干扰离子后,用重离子探测器直接对 $^{14}\text{C}$ 原子进行计数。分别测得年代为 $t_n, t_{n-1}, t_{n-2}, \dots, t_1, t_0$ ,则有 $h_1 - h_0 = \Delta h_1$ 、 $h_2 - h_1 = \Delta h_2$ 、 $\dots$ 、 $h_n - h_{n-1} = \Delta h_n$ ,且 $\Delta h_1 = \Delta h_2 = \dots = \Delta h_n$ ;  $t_n - t_{n-1} = \Delta t_n$ 、 $t_{n-1} - t_{n-2} = \Delta t_{n-1}$ 、 $\dots$ 、 $t_1 - t_0$

$=\Delta t_1$ , 所以,  $v_1=\Delta h_1/\Delta t_n, v_2=\Delta h_2/\Delta t_{n-1}, \dots, v_n=\Delta h_n/\Delta t_1$ ;

第五, 计算石钟乳的向光生长速率为:

$$\bar{v} = (v_1 + v_2 + \dots + v_n) / n。$$

[0012] 通过上述步骤即可计算出石钟乳的向光生长速率。

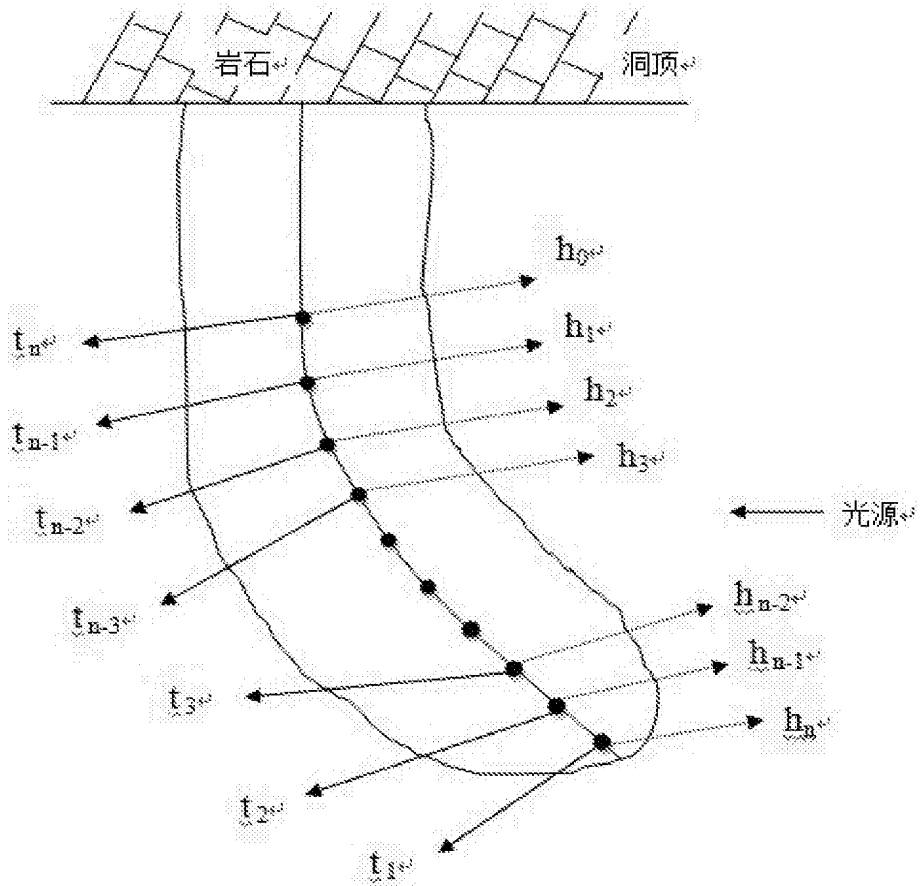


图1