

用裂变径迹法测定广西百色 旧石器遗址的年代

郭士伦 郝秀红 陈宝流

(中国原子能科学研究院, 北京 102413)

黄 慰 文

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044)

摘 要

利用从广西百色旧石器遗址发掘出的与石器出土层位相同且未经人工或自然搬运的玻璃陨石对该遗址进行了裂变径迹法年代测定, 得到百色旧石器遗址的年代为 0.732 ± 0.039 百万年。

关键词 裂变径迹法, 玻璃陨石, 年代测定, 旧石器, 百色

1 引 言

1973年以来, 考古学和地质学工作者在广西百色盆地右江河谷砖红壤阶地上发现了大量石器, 总计已达5000件以上, 这一发现说明, 远古人类曾居住和生活在这一区域。这批旧石器在有关人类起源、旧大陆早期人类迁徙及东西方文化对比的研究中占有重要地位。以前, 由于在遗址中没有发现适于测定绝对年代的材料, 该人类遗址的年代无法断定。砖红壤地层不利于保存化石, 无法用古生物学方法判断遗址的时代。用其他方法(如地貌学、沉积岩石学、古环境等)所得出的结论又因人而异。时代问题成了深入研究百色遗址的关键之一。

由本文作者之一主持的、从1986年起在盆地内持续进行考察的小组, 继1988年解决了石器的层位问题之后(黄慰文等, 1990), 又于1993年同时在百谷和高岭坡两个遗址发掘出了与石器同层位并未经搬运和磨蚀的玻璃陨石。根据天体化学和空间科学研究资料, 玻璃陨石是巨大地球外物体(陨石或彗星)撞击地球时由飞溅而起的熔融地球物质在空气中凝固而成。玻璃陨石形成和落地的年代, 就是与它们同层位的石器被制作、使用和丢弃在地上的年代, 即古人类在这里生活的年代。我们用玻璃陨石对广西百色旧石器遗址的年代进行了测定。

收稿日期: 1996-03-29

2 玻璃陨石年龄测定

测定年代用的玻璃陨石是在百谷遗址砖红壤地层中距地表 1.2 米深处挖掘出来的，出土时的标本登记号为：BG-93-18。玻璃陨石近于球形，直径约 35mm，黑色，表面有空气磨蚀形成的圆坑。从表面结构特征和埋藏环境判断，这一玻璃陨石降落后未经过搬运和磨蚀。埋藏玻璃陨石的砖红壤地层位于紧靠右江的山丘状阶地上，山丘高出右江水面约 100 米，海拔 210 米。这级阶地呈二元结构，上层为砖红壤地层，即砂、砂质粘土和粘土，下层为砾石层。阶地的沉积物成分都比较单纯，无混杂堆积现象，而且，附近没有更高的山丘，和盆地边缘有一定距离，这套沉积物没有接受堆积的条件。可以确定，百谷山顶保存的沉积物构成是原生的，没有经过后期扰乱和搬运。在距地表 0.9—1.2 米深处发掘出的玻璃陨石和石器均属原地埋藏。

把玻璃陨石切成厚 1mm 薄片，把一部分薄片放入中国原子能科学研究院重水反应堆照射，热中子引起玻璃陨石中²³⁵U 裂变（诱发裂变），同时用钴（Co）活化箔测定等效于 2200 米/秒的反应堆中子通量 Φ_0 。把经反应堆照射和未经照射的薄片固定在玻璃片上，用金钢砂和氧化铬分别磨片和抛光，并同时两种光薄片进行蚀刻，以显示玻璃陨石中的²³⁸U 自发裂变径迹和²³⁵U 诱发裂变径迹。采用的蚀刻条件为 40%HF，25℃，20s。在这种蚀刻条件下，蚀刻出的径迹为圆形或椭圆形尖底蚀坑。这种径迹与玻璃陨石中的气泡、裂痕和表面损伤易于区别，能确保测量的可靠性。用光学显微镜和固体径迹图像分析系统测量自发裂变径迹密度 ρ_s 、诱发裂变径迹密度 ρ_i 、自发裂变和诱发裂变径迹的长轴和短轴，用径迹直径法校正玻璃陨石中²³⁸U 自发裂变径迹受热衰退对年代测定的影响。

我们共进行了两组测量，测量的自发裂变径迹数目分别为 350 和 1 167，相应的自发裂变径迹密度 ρ_s 为 $(3.43 \pm 0.18) \times 10^2 \text{cm}^{-2}$ 和 $(3.44 \pm 0.10) \times 10^2 \text{cm}^{-2}$ ，诱发裂变径迹数目为 564 和 5974，诱发裂变径迹密度 ρ_i 为 $(1.031 \pm 0.043) \times 10^5 \text{cm}^{-2}$ 和 $(1.606 \pm 0.021) \times 10^5 \text{cm}^{-2}$ ；照射的中子积分通量 Φ_0 为 $(3.08 \pm 0.15) \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$ 和 $(4.81 \pm 0.24) \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$ 。

计算年龄的公式为：

$$T = \frac{C_{235}}{C_{238}} \frac{\hat{\sigma}_f}{\lambda_f} \frac{\rho_s}{\rho_i} \Phi_0 k \tag{1}$$

其中， C_{235} / C_{238} ——²³⁵U 和²³⁸U 同位素丰度比 (7.26×10^{-3})

$\hat{\sigma}_f$ ——²³⁵U 有效裂变截面 ($562 \times 10^{-24} \text{cm}^2$) (郭士伦等, 1980)

λ_f ——²³⁸U 自发裂变衰变常数 ($7.03 \times 10^{-17} \text{a}^{-1}$) (Roberts *et al.*, 1968)

和 k ——径迹衰退修正因子。

用两组样品的测量数据和径迹衰退修正因子 $k = 1.23 \pm 0.03$ (见下节) 计算的玻璃陨石的年龄分别为 0.731 ± 0.065 百万年和 0.733 ± 0.048 百万年，两组数值的平均值为 0.732 ± 0.039 百万年。广西百色旧石器人类遗址的年代与玻璃陨石形成和降落的年代相同，即距今 0.732 ± 0.039 百万年。

3 自发裂变径迹衰退对年代测量的修正因子

玻璃陨石中的²³⁸U 自发裂变径迹在常温下可长期保留，但如果玻璃陨石曾经受热，则自发裂变径迹会产生衰退，其表现为：径迹可蚀刻长度缩短，蚀刻速度下降，玻璃陨石表面径迹直径缩小，径迹数目减少，即 ρ_s 减小，由公式 (1) 计算的年龄偏小。因此，必须对这一影响进行修正，以获得正确的玻璃陨石年龄。

用固体径迹图像分析系统测量自发裂变径迹和诱发裂变径迹长轴和短轴的长度，并选择二轴长度之比小于 1.3 的径迹，取其二轴长度的平均值作为径迹直径。两种径迹直径的分布示于图 1。由图 1 可见，玻璃陨石中自发裂变径迹最可几直径为 $3.86\mu\text{m}$ ，诱发裂变径迹最可几直径为 $4.22\mu\text{m}$ ，很明显，自发裂变径迹直径小于诱发裂变径迹直径，这一差异是由玻璃陨石曾经受热产生的。利用玻璃陨石中裂变径迹直径与径迹密度之间的对应关系 (见图 2) (Storzer *et al.*, 1969)，对裂变径迹衰退效应进行了修正。图 2 中 D 和 D_0 分别为已衰退和未衰退裂变径迹的直径， ρ 和 ρ_0 分别为已衰退和未衰退裂变径迹的密度。对所测玻璃陨石，裂变径迹衰退修正因子为 $k = 1.23 \pm 0.03$ 。公式 (1) 采用了这一数值。

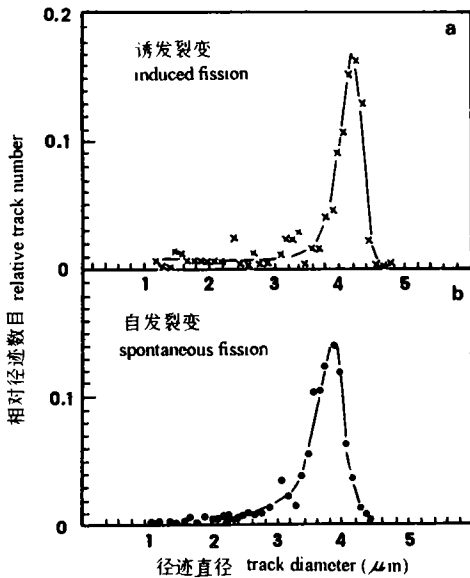


图 1 玻璃陨石中自发裂变与诱发裂变径迹直径的分布。自发裂变径迹最可几直径小于诱发裂变径迹最可几直径，表明自发裂变径迹曾因受热而衰退
Distributions of track diameters of induced fission(a) and spontaneous fission(b) in the tektite. The most probable value of diameter of spontaneous fission tracks is smaller than that of induced fission tracks, which shows that thermal fading of spontaneous fission tracks occurred in the tektite

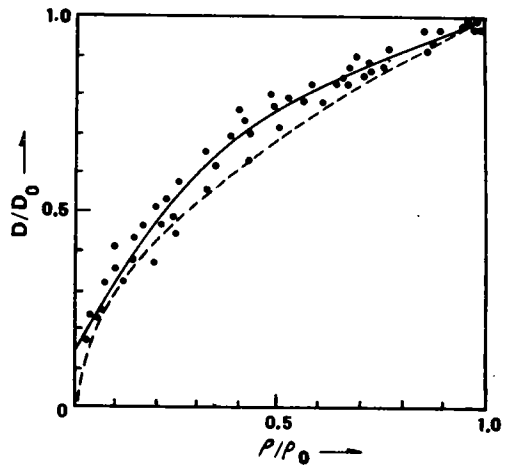


图 2 玻璃陨石中裂变径迹直径与径迹密度之间的对应关系 (Storzer *et al.*, 1969)。图中实线为通过实验点的光滑曲线，用这一曲线对玻璃陨石的年龄进行修正。虚线为用化学成分相同的人造玻璃的径迹蚀刻参数计算的曲线
Relationship between track diameter and track density in tektites (Storzer *et al.*, 1969). The solid curve is smoothed through the measured points. This curve was used to correct the tektite age. The dashed curve was calculated by using parameters measured on a synthetic tektite glass

4 百色旧石器人类遗址的年代

根据考古学和地层学发掘资料, 所测玻璃陨石是降落在与石器相同层位而未经搬运过的。因此, 所测玻璃陨石的年代为石器被古人类制作、使用和丢弃的年代, 或广西百色人类生活的年代。这一年代值为 0.732 ± 0.039 百万年。

感谢: 作者对中国原子能科学研究院重水反应堆工作人员和张存贤协助照射样品, 朱文志协助切片和中国科学院地质研究所陈祥高协助制备样品表示感谢。本项目得到中国科学院古生物与古人类学科基础研究特别支持费资助 (课题编号: 930402)。

参 考 文 献

- 郭士伦, 周书华, 孟武等. 1980. 裂变径迹法测定北京猿人的年代. 科学通报, 25: 1137—1139.
- 黄默文, 冷健, 员晓枫等. 1990. 对百色石器层位和时代的新认识. 人类学学报, 9(2): 105—112.
- Roberts J H, Gold R, Armani R J. 1968. Spontaneous-fission decay constant of ^{238}U . Phys Rev, 174: 1482—1484.
- Storzer D, Wagner G A. 1969. Correction of thermally lowered fission track ages of tektites. Earth Planet Sci Lett, 5: 463—468.

FISSION TRACK DATING OF PALEOLITHIC SITE AT BOSE IN GUANGXI, SOUTH CHINA

Guo Shilun Hao Xiuhong Chen Baoliu

(China Institute of Atomic Energy, Beijing 102413)

Huang Weiwen

(Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Academia Sinica, Beijing 100044)

Abstract

Many stone artifacts have been found in Youjiang River Valley in Bose ("Baise") Basin, Guangxi, South China in recent years. These indicate early human living in this basin. Age determination has been carried out for the site by using tektite excavated from the same layer of deposits in which the stone artifacts were found. The age of the site is 0.732 ± 0.039 Ma.

Key words Fission track dating, Tektite, Paleolithic, Bose