



North China University of Water Resources and Electric Power

核技术应用

——放射性碳鉴年法

参赛教师：张宝玲

单 位：华北水利水电大学



**她的穿戴以及肺部的沙尘表明罗布泊在当时已经干旱多沙；
碳十四的测定表明她生活在距今3800年前。**

**碳十四是如何作为历史的时钟帮我们揭开古楼兰
神秘的面纱呢？**



放射性碳鉴年法

一、生命机体中的放射性碳

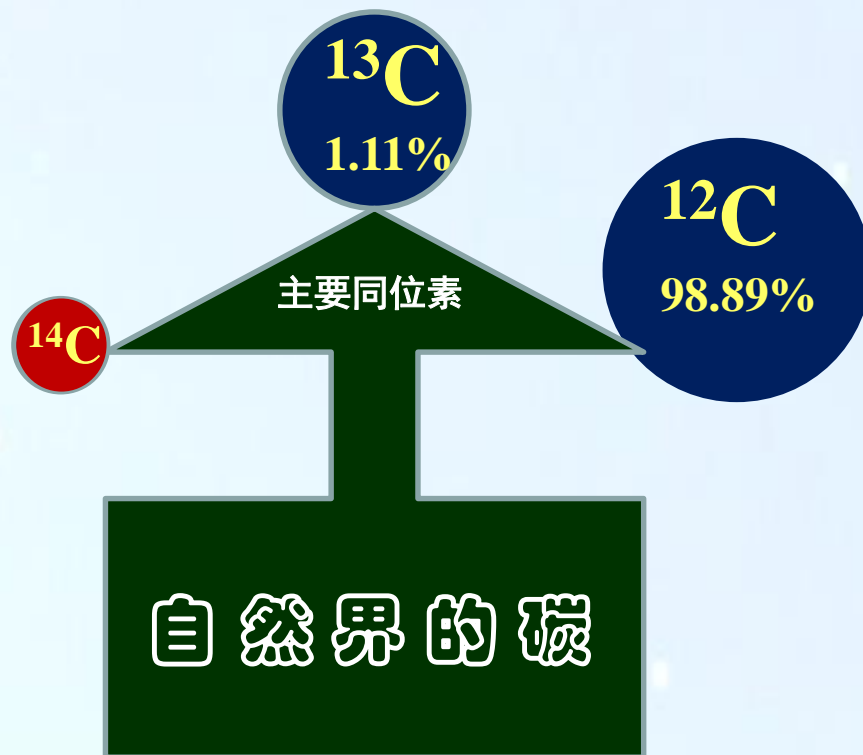
◆ 自然界的碳

^{12}C 和 ^{13}C 稳定;

^{14}C , 极微量,
具有 β^- 放射性。



半衰期 $T_{1/2} = 5730 \text{ a}$





放射性碳鉴定法

◆ ^{14}C 的产生

The diagram illustrates the production of ^{14}C in the atmosphere. It shows a beam of cosmic rays (represented by blue lines) entering Earth's atmosphere from the top left. The background is a view of Earth from space with a starry sky. The chemical reaction for the production of ^{14}C is shown in green text: $n + ^{14}\text{N} \longrightarrow ^{14}\text{C} + p$. Below this, the ratio of ^{12}C to ^{14}C is given as $^{12}\text{C} : ^{14}\text{C} \approx 1 : 1.2 \times 10^{-12}$. The reaction of carbon with oxygen is shown in yellow text: $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$. In the bottom left corner, the atmospheric composition is listed in green text: 氮气 78% and 氧气 21%.

$n + ^{14}\text{N} \longrightarrow ^{14}\text{C} + p$

$^{12}\text{C} : ^{14}\text{C} \approx 1 : 1.2 \times 10^{-12}$

$\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$

氮气
78%

氧气
21%



放射性碳鉴定年法

◆ 生命机体中的 ^{14}C





放射性碳鉴定法

活着时

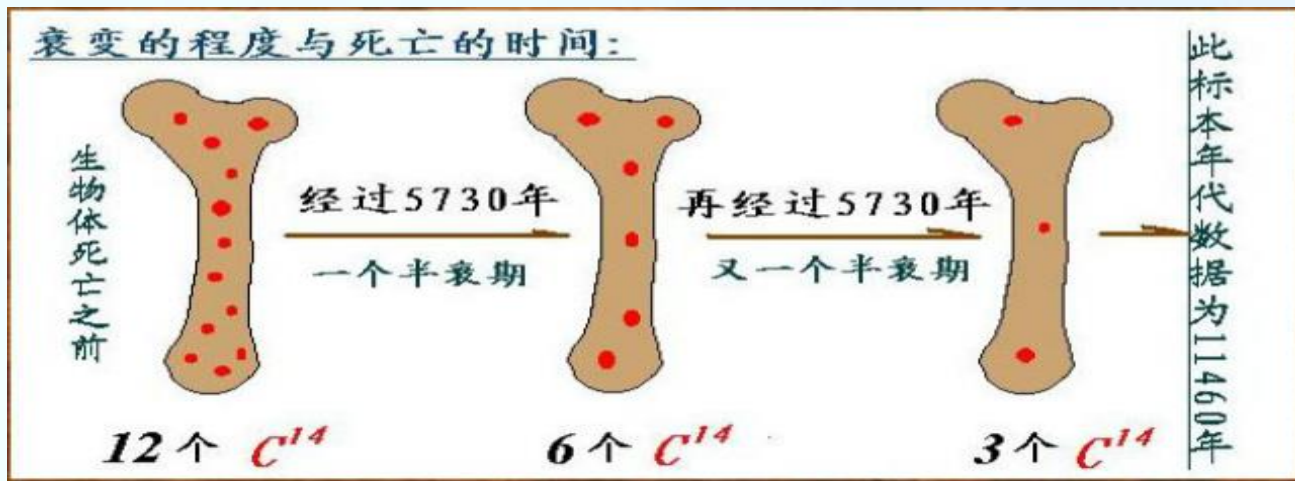
1g生命机体的碳中 ^{14}C 约 6×10^{10} 个

$$\begin{aligned}
 A &= \lambda N \\
 &= \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N \\
 &= \frac{0.693 \times 6 \times 10^{10}}{5730 \times 3.16 \times 10^7 \text{ s}} \\
 &\approx 0.2296 \text{ Bq}
 \end{aligned}$$

每分钟衰变数为

$$0.2296 \times 60 \approx 14 \text{ min}^{-1}$$

死去后





放射性碳鉴定年法

二、放射性碳鉴定年法

◆ 概念

利用死亡生物体中碳十四不断衰变的原理进行测年的技术。

20世纪40年代末开始应用于考古学的年代测定，并于1951年发表了《放射性碳年代测定》的论文。

1960年获诺贝尔化学奖。

适用范围通常为几万年以内的古生物。



威拉得·弗兰克·利比
Willard Frank Libby
1908.12.17—1980.9.8,
美国化学家。



放射性碳鉴年法

◆ 原理

$$N(t) = N(0)e^{-\lambda t}$$

其中：N (0) 为样品在初始时 (t=0时) ^{14}C 的数目；

N (t) 为样品在t时刻 ^{14}C 的数目；

$$e^{\lambda t} = \frac{N(0)}{N(t)}$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N(0)}{N(t)}$$

^{14}C 鉴年法原理

用现代碳样品中的 ^{14}C 数目代替

- 放射性测量法 (探测 β 粒子)
- 加速器质谱技术 (直接探测 ^{14}C 的数目)



放射性碳鉴定法

例题

经测定一出土古尸的 ^{14}C 相对含量为现代人的**80%**，求古人死亡距今多长时间。

解：

$$N(t) = N(0)e^{-\lambda t}$$

$$80\%N(0) = N(0)e^{-\lambda t}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{1}{\lambda} \ln 1.25 \\ &= \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \ln 1.25 \\ &= \frac{5730 \text{ a}}{0.693} \ln 1.25 \\ &\approx 1846 \text{ a} \end{aligned}$$

答：古人死亡距今约**1846**年。



放射性碳鉴年法

三、放射性碳鉴年法应用实例

➤ 1972年发掘长沙马王堆一号墓（外棺杉木）



^{14}C 测定:
 2130 ± 95 年。

文献考证:
约2100年前。





放射性碳鉴定法

► 河南舞阳贾湖骨笛

国家宝藏

【贾湖骨笛】



1987年出土于河南舞阳贾湖遗址282号墓，长23.1厘米，七孔，距今8000多年，是贾湖骨笛中保存最为完整，经现代测量音准最佳的一支。该遗址目前出土骨笛40余支，多为七孔，个别为二孔、五孔、六孔或八孔，皆以鹤类禽鸟中空的尺骨制成，距今9000至7500年，按照年代早晚，依次可以吹奏出五声、六声至七声音阶。贾湖骨笛是迄今为止中国发现的年代最早的可吹奏管乐器，改写了中国音乐史，堪称中国古代音乐文明史的奇迹，也是世界音乐文明的杰出代表。

人类起源与文明传播

CCTV3
综艺

每周日19:30央视综艺频道黄金档播出



放射性碳鉴年法



生命机体中的放射性碳



放射性碳鉴年法



应用实例





谢谢!

电话: 13663828029

电子邮箱: zbaoling1234@163.com