

碳十四年代測定

劉國康

(C-14 dating)

不久前本校考古系師生在台東縣八仙洞發現了許多古代先民遺留下來的古物。雖然根據地質形成的及歷史上使用工具對年代的推斷等知識，可推算出古物的年代，但是在三萬年以下的年代測定，一般國際上仍公認以「碳十四年代測定」所獲得的數據為準。這種對放射性物質的測定似要比觀察的推斷來得正確而合理。

本文中就介紹一些分析待測物及測定的方法。在測定前，先要有一種作為標準尺度的樣品，將待測物的放射性跟此樣品比較，才能推算出待測物的年代。對碳十四測定國際上公認的標準是由美國衡量局 (National Bureau of Standards) 所制定的，是以由某種木材所提製的 NBS 草酸為準。因為近二十年來，由於原子科學的進步，及核武器的競賽，原子彈和核子彈的試爆驟增，空氣中 C-14 比例受試爆影響而增加，破壞大氣中原有 C-14 自然比例的平衡狀態。我們知道植物生長時需要碳，碳的主要來源為空氣中的二氧化碳，二氧化碳中的碳可以是 C-13，C-14 或 C-15，由於試爆空中的 C-14 含量增多，則二氧化碳中的 C-14 量也增多，一旦被植物吸收了，則原來的放射性會因 C-14 數量的增加而增加，這樣若以近二十年來的植物作為製造草酸材料，則不能得到一個完美的標準，鑒於此，從事 C-14 鑒定的科學工作者就利用 1950 年以前的某種木材提製草酸作為我們從事鑒定 C-14 年代的基準。

再談談計數計！計數計構造相當複雜，我們在這裡只想概括的介紹一下 center counter 及 outer-counter 的工作情況。其他的各部就如方塊圖所示，工作情形由左至右，這種有內外 counter 的計數計叫 Anti-coincidence counter，是以兩同心管製成，中間的管叫 center-counter 外邊的叫 outer-counter，中間管心有一導線作為正電極，外管有 16 條導線亦作正極用，截面圖如下（見圖○）內管和外管所加的電壓是不相同的。這兩電壓必須由兩管的 plateau curve 來決定，我們所用的電壓內管為 3.8 kv，外管為 5.2 kv，因這兩電壓分別是內外管位於 plateau curve 的中點，可參考圖一，在工作時計數計必需安置在隔絕宇宙線及其它放射線的 shielding 裏。在計數時，萬一有放射線闖入計數器裏，因有同步抵消作用，闖入的放射線所引起的訊號經過放大後會在 Anticoincidence circuit 中被抵

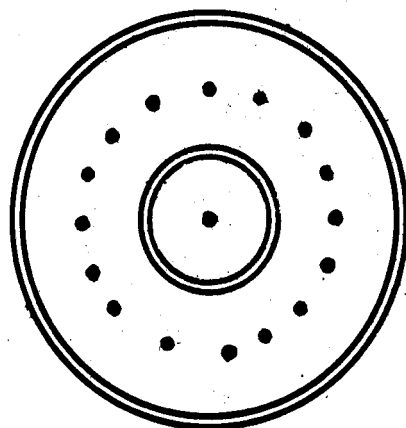


圖 ○

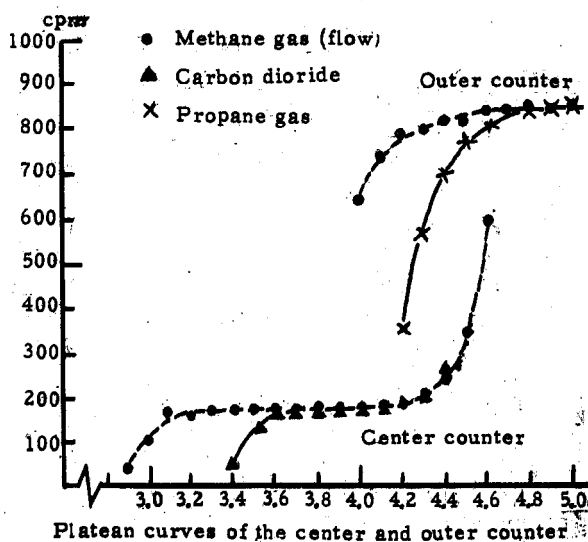


圖 一

消，故計數器上所錄取的計數純為樣品的放射次數。以上是 counter 的工作情形。接下是處理待鑒定物件的三種方法：(一)若是碳酸鹽則加酸使分解產生二氧化碳，(二)若有有機物，則加熱使其燃燒。以上兩種方法所產生的二氧化碳均以氫氧化銨溶液加以吸收，然後加入氯化鈣，則有碳酸鈣沉澱，提出純粹的碳酸鈣後，再把碳酸鈣盛在如圖二中所示石英管中製取二氧化碳。先加熱至 500°C，然後連續在 500°C 下抽五個小時真空，抽空後升高熱度到 750°C 就有二氧化碳放出，為了保證 Co₂ 裏沒有水份，經過第一個管時，管外圍以乾冰使二氧化碳

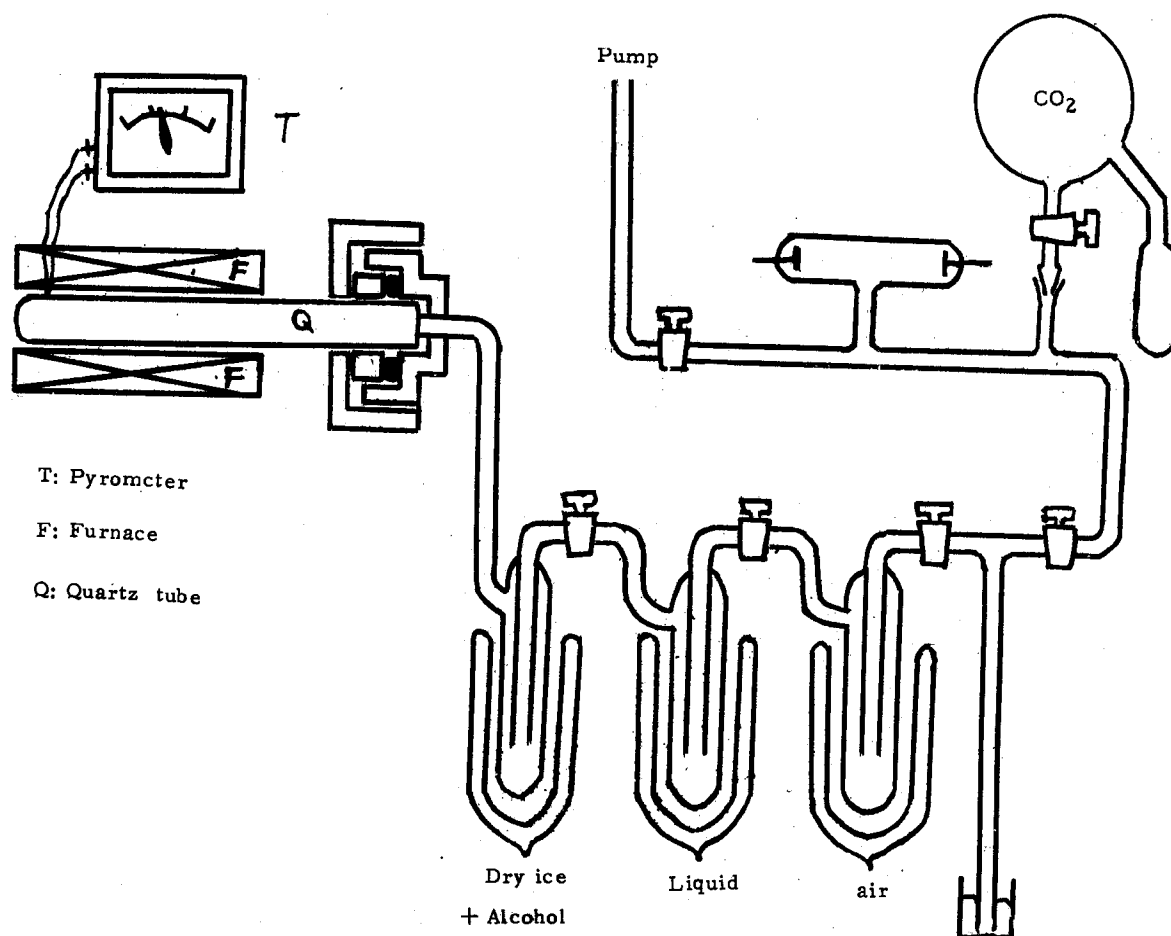
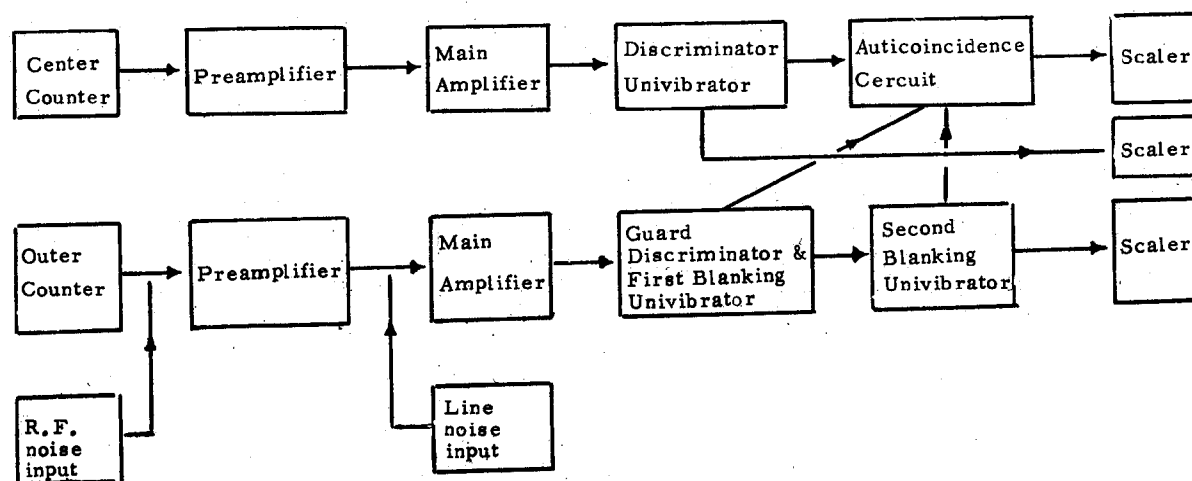


圖 二

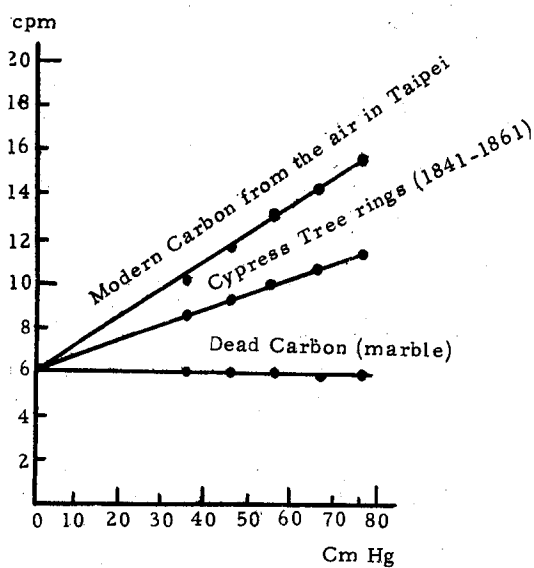


Block diagram of the electronic system

圖 三

脫水，通入第二個管時，液態空氣使 CO_2 液化，經過這樣幾次的淨化過程後，再使 CO_2 液化在容器中，等待測量。同時也必須把草酸製成 CO_2 ，以便測定，將草酸於蒸餾水中，加入濃硫酸，此後同時通入氧氣及滴入過錳酸鉀，最後放出的 CO_2 再以上面的方法淨化並收集。

把要鑒定的物品如上述的方法製取 CO_2 ，把NBS草酸也製成 CO_2 ，在未測量前先來一次計數，看看樣品的 CO_2 、NBS的 CO_2 及Dead carbon的計數是否跟壓力或質量成一直線關係，結果我們得一圖表如圖四所示，確定計數和壓力的直線關係後，在一定的壓力下測定



Pressure test of the center counter

圖 四

基數 (Background counts) N_b 和 NBS 的數 N_0 。

接着再在同樣的壓力下測樣品的計數 N_s ，則年代 t 可由下式求得 $N_s - N_b = 0.95 N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/T}$ ， T 為 C-14 半衰期， 5730 ± 40 年。

又此次考古系測出的年代分別為：

① NTU-69 LH II T₄P₂NE-1.37 m

Flake layer 1969, 1, 6 採集 $t = 5240 \pm 260$ years before 1950

② NTU-70 LH II T₃P₁S L₃ 沙層底

-118 cm 1969, 2, 13 採集 $t = 5340 \pm 260$ years before 1950

③ LH II, T₃P₂S L₃ -90 ~ 100 cm

$t = 4970 \pm 250$ years before 1950

(因③的深度比①淺，按古物堆積的次序自然年代要年輕些。)

這種數據的測量，每次要耗時一、二星期。另外 C-14 研究室尚在作本省上空大氣層輻射量的測定，以明瞭大氣中的輻射量是否有週期性地改變，以試能否由此測定觀測出中共的核爆。筆者在看到系內教授們如此獻獻而辛勤地工作著，心中泛起由衷的敬意。

最後感謝黃家裕教授的指導和供給資料。

)(空)(間)(結)(構)(

○施純清○

「若有 n 個不同向量成為向量空間 V 之一基底，則稱 n 為 V 之維數，而謂 V 為一 n 維向量空間。」這段敘述乃是代數學中對 n 維向量空間所下的定義，而根據 Gram

Schmidt 正交化方程式，我們可以把上述之基底，轉換為一組 n 個互相正交的基本向量，而仍為原空間之一組基底。事實上，我們研究這些向量，亦只不過是抽象代數的一部份，從一些定義及運算過程而得出有條不紊的 n 維向量空間性質。然而他的作用並不止於表現絕妙的數學或是給你一個「充實而渺茫」的知識感，而是進一步的暗示著現在的結果與未來的經驗，因為我們可以發現代數學上的「向量空間」亦是指一般存在的空間，而其定義及運算亦是基於我們對空間的基本認識而下的。所以我們可以說，我們正應用一套抽象的運作來了解與預測我們所存在的空間，也就是幾何空間。當然， n 維空間並非是任意可感受得到的，對於代數學上的結果較難有「恍然之體認」。同時，我們就幾何上而論，由於其本身乃是就圖形而發展，雖較有所用，但也相當為難，倒不如因其抽象而抽象的代數學來得愜於人意。然而我們畢竟以了解其幾何結構為在渺渺茫茫中的一線

實際感，所以今天不妨以幾何的認識而在空間結構上獲得研討的樂趣。微話大言，其實只是毛膚之論調罷了。

我們要試著去認識 n 維空間，就要將 n 維空間和我們經驗所唯存的三維空間攀上關係，這種關係的存在就要依靠我們所下的定義及轉換空間時的規則變換，尤以前者最為重要，因為若無適當的定義，則又何以研討之？例如我們想研究 n 維空間之球，則我們可取一最恰合之定義：「距空間中某一點等距離之所有點所成的集合。」也許你要問「距離」在 n 維空間又作如何之定義？其實應不再為之定義，而可以直接由畢氏定理而解之，也就是代數學中向量之模 (Norm)。有了這個定義後，我們才可以說 n 維球體具有什麼什麼性質，不致胡扯亂語迷人心意。

首先，我們可以拿一個最熟悉的結構觀之，手持著個正立方體，你是否可以想像 n 維空間中是否存在著「相同或類似」的形體？不管它實際上存在或不存在，只要我們下個可以存在的定義，自然有存在的性質。正如你最常說的：「我不愛她，但很喜歡她。」愛？喜歡？你若未給這二個抽象動詞作一個解釋，我實在不願在未