

## 氟氯烷與海龍的命名

「氟氯烷」又稱為「氟利昂」或“Freon”，是破壞臭氧層的殺手，這一類的化合物通常以一套外行人看不懂的英文代碼及數字來表示成分與結構，更形成了一道難以跨越的鴻溝。

氟氯烷的製造起源於 1928 年美國的三個化學家（T. Midgley, Jr., A.L.Henne 及 R.R.McNary）爲了尋求較爲安全而能適用於家庭的冷媒，合成了二氟二氯甲烷（CFC-12）。由於它具有**便宜、無毒及不可燃**等優點，很快就取代了當時所使用的冷媒（例如 NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>……等）。1931 年，美國杜邦公司便以“Freon”爲商品名註冊並大量生產，以供應龐大的市場需求。

氟氯烷通常不使用正式的國際化學會（IUPAC）化學名稱，而以其特有的代碼及數字編號來命名，究其原因是由於當初研發冷媒的過程中，爲了簡化冗長的化學名稱，而編了一套代碼來稱呼；後來世界各國自行生產氟氯烷，各廠商將產品標上自己的商標與編號，然而不同廠商間卻因編碼方式不同而難以溝通。直到 1957 年在美國冷暖空調工程學會（ASHRAE）的協調下，才統一了一套代碼編號原則，並於 1960 年得到國際標準組織（ISO）的認可，從此這個專爲氟氯烷設計的代碼體系正式在全世界通行，茲將相關的規則說明如下：

### （一）氟氯烷數字代碼的命名

編碼的原則是用一組三位數代碼 xyz 作爲代表，其中百位數 x 爲碳原子的個數減 1，十位數 y 爲氫原子的個數加 1，個位數 z 爲氟原子的個數。因烷類的通式爲 C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>（n 爲碳原子數），所以氫原子的個數爲原飽和氫原子的個數（2n+2）減去該分子中實際氫與氟的原子數。例如：CFCl<sub>3</sub> 代碼爲 11，其中 x=0 表示有一個碳原子，y=1 表示 0 個氫原子，z=1 表示有一個氟原子，因甲烷（CH<sub>4</sub>）原有四個氫原子，故氯原子的個數=4-0-1=3。

但是，當一個氟氯烷分子中含兩個碳原子時，可能會有幾種性質不同的同分異構物（即分子式相同，但結構式不同的物質），爲了區別這些同分異構物的代碼，訂定如下的規則：

- （1）畫出這些同分異構物的結構式。
- （2）分別計算出結構式中每個碳原子上鍵結的另外三個外圍原子的原子量總和。
- （3）依照兩組原子量總和數值的差距**由小而大**排列，差距最小的仍以原三位數代碼命名之，其餘的依次在三位數代碼後面標上 a、b、c……以茲區別。例如 C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>FCl<sub>2</sub> 共有三種不同結構的同分異構物，其代碼如表一所示：

表一：C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>FCl<sub>2</sub> 各種同分異構物之代碼

結構式	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{F} \\   \quad   \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{Cl} \\   \quad   \\ \text{F} \quad \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{F} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{Cl} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array}$
兩個碳原子上鍵結原子的原子量總和	37.5 ; 55.5	21 ; 72	3 ; 90
兩個原子量總和數值的差距	18	51	87
代碼	HCFC-141	HCFC-141a	HCFC-141b

(原子量：H=1， C=12， F=19， Cl=35.5)

無法由該數字代碼立刻看出物質的化學式，上述的編碼原則對外行人來說，實在不太友善，有一個簡單的辨識方法可供參考：只要把該氟氯烷的三位數代碼加上「90」，所得到答案中，百位數即為碳原子數，十位數為氫原子數，個位數為氟原子數，至於氯原子數仍以原飽和氫原子的個數(2n+2)減去分子中的氫、氟原子數來計算。因為，若一個氟氯烷分子內含有 a 個碳原子、b 個氫原子、c 個氟原子及 d 個氯原子，把碳的原子數減 1，氫的原子數加 1，也就是把三位數 abc 的百位數減 1，十位數加 1，相當於減掉了 90，如今再加上 90 只是為了還原 abc 之值。

一般常見的氟氯烷為甲烷或乙烷的鹵化物，均可透過以上的代碼方式正確的命名，但是碰到含三個碳原子(或以上)的鹵化烷類，就不見得能夠加以命名區分。

## (二) 氟氯烷英文代碼的命名

通常氟氯烷類的化合物只要知道其數字代碼即可確認該物質的正確組成與結構，在數字前面的英文代碼只是輔助資料，例如代碼為 11 的 CFC<sub>3</sub>，可能有「CFC-11」、「R-11」、「Freon-11」等不同的表示法，其中「R-11」強調該物質為冷媒，「Freon-11」說明該物質由美國杜邦公司所生產。

1950 年以後，許多國家都有了氟氯烷的生產，為了避免用商品名來稱呼化合物，國際的科技界之間統一了一套氟氯烷的英文代碼命名原則，普遍的應用於正式的會議文件和科技文獻中，相關的內容如下：

- (1) 僅含 Cl、F、C 三種元素的氯氟烷，以英文名稱 Chlorofluorocarbon 的縮寫“CFC”命名。
- (2) 含 H、Cl、F、C 四種元素的含氫氯氟烷，以 Hydrogen containing chlorofluorocarbon 字頭的縮寫“HCFC”命名。

(3) 僅含 H、F、C 三種元素的氫氟烷，以 Hydrofluorocarbon 字頭的縮寫 “HFC” 命名。

### (三) 海龍的代碼命名法

另有一類含溴的鹵化烷類俗稱為「海龍」，是在 50 年代所開發出來的高效滅火劑，但海龍在平流層中分解後所釋放出來的溴原子，對臭氧層所造成的破壞比氟氯烷的氯原子更為嚴重。這一類化合物的命名原則由美國國家消防協會 (NFPA) 所提出，目前已被世界各國所採用，相關內容如下：

- (1) 將海龍分子內所含有的各種原子數目，依照碳、氟、氯、溴、碘的次序排列成一組五位數，若該分子內不含碘原子則省略第五位數。
- (2) 在該組數字前面加上 “Halon” (即 Halogenated Hydrocarbon 的簡稱) 的字首，如  $\text{CF}_2\text{ClBr}$  命名為 Halon-1211。

### (四) 是誰在破壞臭氧層

化學式中不含「氫」的 CFCs 與 Halon，因化性安定，在對流層中幾乎不與任何物質發生反應，等它們擴散到平流層時，受到短波紫外線的照射而解離出高活性的溴原子與氯原子，兩者再以類似催化劑的方式與臭氧 ( $\text{O}_3$ ) 反應，所造成的損害也最嚴重。而含有「氫」的 HCFCs 與 HBFCs (氟溴烷) 大部分在對流層中已被分解，只有少數能擴散到平流層，對臭氧層的破壞能力也大為減小。只有化學式中不含氯與溴的鹵化烷類完全不會破壞臭氧層，期待這一類的冷媒能夠早日全面取代氟氯烷，讓人類日後不至於無法生存於陽光下。

(原文刊載於科學月刊 2005 年 4 月號 第 424 期)