

# 環境檢驗的優質美學—濃度計量 ppm 與 ppb 及 ppt

李孝軍 顏春蘭

米蘭·昆德拉(Milan Kundera)的《生命中不能承受之輕》(The Unbearable Lightness of Being)一書中曾提到，希特勒與愛因斯坦之間，相同之處或許比相異之處要多的多，相同之處可能有百萬分之九十九萬九千九百九十九，而不同之處僅有百萬分之一。我們以假設這句話成立為前提，用另種方式來表達，就可以說愛因斯坦與希特勒兩人之間僅有 1ppm 不同，而這相異的 1ppm 卻造就了兩個迥然不同的人生，也給世界帶來不同的影響，1ppm 的威力可見一斑。

ppm即百萬分率 (Parts Per Million)，定義為 100 萬分之 1，1ppm即是 100 萬分之 1。ppm也可以用在質量上，1 公斤 (kg) 的物質中有 1 毫克 (mg) 的某物質，某物質含量即為 1ppm；也可用在容量上，1 千公升 (kl) 的溶液中有 1 毫升 (ml) 的某物質，某物質含量即為 1ppm；也可以質量和容量一起用，1 公升的溶液中有某物質 1 毫克，某物質含量即為 1ppm，這是因為以水來說，1 公升 (L) 的水有 1 公斤重，1 公斤比上 1 毫克的比值剛好是 100 萬，也就是 1ppm = 1 mg/L(毫克/公升)。<sup><1></sup>

在環境化學中ppm、ppb、ppt等都是表示濃度的單位。1 ppm的污染表示，在大約一個浴缸的水中，放置 1 枚硬幣的污染量<sup><2></sup>或是相當於在盛滿水的 55 加侖汽油桶中滴入 4 滴墨水經充分混合後的墨水濃度等<sup><3></sup>。另外不同的表達方式為：時間上：1 秒鐘對應於 11.5 天或 1 分鐘對應於 2 年<sup><4></sup>

長度上(距離)：1 公分對應於 10 公里(從環檢所出發向西走至新屋外環道路交界口)或 10 公分對應於 100 公里(從高速公路基隆起點到新竹交流道)

高度上(空間)：1 枚普通 10 號釘書針的厚度(0.5mm)對應台北市 101 大樓的高度 (500m)

人口方面：則相當於 1 人對應板橋與中和兩區人口數(接近 100 萬人)

ppb為 10 億分率 (Parts Per Billion)，定義為 10 億分之 1，1ppb即是 10 億分

之 1(微克/公升)。1 ppb的污染表示，在大約一個 50 公尺的游泳池水中，放置 1 枚硬幣的的污染量<sup><5></sup>其他表達方式：1 秒鐘對應 32 年或 1 小撮鹽對應 10 噸的洋芋片；以及 1 張捲筒衛生紙對應其自紐約到倫敦的距離長度。<sup><6></sup>

ppt為兆分率 (Parts Per Trillion)，定義為兆分之 1，1ppt即是兆分之 1(奈克/公升)。1 ppt的污染表示，在大約一個巨蛋體育館的水中，放置 1 枚硬幣的污染量<sup><7></sup>。ppm與ppb及ppt三者之相關單位換算如下：

$$1 \text{ ppm} \doteq 10^{-6} \text{ g/m L} = 1 \text{ mg/L} = 1 \text{ g/m}^3$$

$$1 \text{ ppb} \doteq 10^{-9} \text{ g/m L} = 1 \text{ ug/L} = 1 \text{ g/1,000m}^3$$

$$1 \text{ ppt} \doteq 10^{-12} \text{ g/m L} = 1 \text{ ng/L} = 1 \text{ g/1,000,000m}^3$$

台灣空氣以空氣污染指標即PSI(Pollutant Standards Index)作為判斷依據，其中懸浮微粒(粒徑小於等於 10 微米【um】之微粒也作PM<sub>10</sub>)其單位為ug/m<sup>3</sup> (微克/立方公尺)也就是粒狀污染物濃度雖相當於ppb的量，一般並不用ppb為單位；另外二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)、一氧化碳(CO)、臭氧(O<sub>3</sub>)等單位則為ppm。台灣水質標準中各類重金屬及揮發性有機物等，則以mg/L(毫克/公升)也就是ppm為單位，土壤重金屬污染管制值也依照這單位；世紀之毒的戴奧辛類則為奈克-毒性當量/公斤，則相當於ppt的量。

在早期兵卒多到不可勝數，號稱「百萬雄兵」，極富有的人則被稱做「百萬富翁」，或姓氏之後貫以百萬之「金百萬」「吳百萬」等，然而現今，世人對「億萬」或「萬億」富翁，也習以為常，所在多有。

在此附上一張面額 60 億元的紙鈔如附圖，讓大家體會一下億萬元持有者的感覺。



圖：面額 60 億元的新疆省銀行發行之紙鈔，時為民國 38 年，當時市值一碗牛肉麵

在 ppm、ppb 及 ppt 等級中，我們透過各種先進儀器，將以往慣用的分析測值單位更往小數點左右兩方各自推進，正所謂「致廣大而盡精微」，從微小的粒子到無垠的宇宙，皆呈現在眼前，也就是把世界萬物看得更為透明、更澄澈，也更寬廣、更遼闊了。在環境檢驗中，ppm 與 ppb、ppt 這些數字，也顯示著檢驗設備、檢驗技術與檢驗人員能力三者的水準程度。每個樣品透過尖端而精密的儀器所產出的檢驗數據，它們都代表 1 個訊號與其所代表的訊息，即使微小至兆分之 1，它們也決不是毫無意義的，它們都是關鍵性的一小點，代表著我們生活環境中的點點滴滴，也是我們對環境行為之後的回饋與貢獻，不論是正或負。

當優質的裝備與器材陸續到位，配合著優質的檢驗人員，可以肯定的是，環境檢驗所提供的各項檢驗數據，將秉持傳統，展現出環境檢驗的優質美學。

#### 參考資料：

<1>維基百科，百萬分率，<http://zh.wikipedia.org>.

<2>邁多科技股份有限公司網路資料「污染的表示單位」，

<http://www.yalab.com.tw/>

<3>Zane Satterfield , Julie Black, What does *ppm* or *ppb* means?

On Tap Fall 2004.

<4> Zane Satterfield , Julie Black, What does *ppm* or *ppb* means?

On Tap Fall 2004.

<5>邁多科技股份有限公司網路資料「污染的代表單位」，

<http://www.yalab.com.tw/>

<6> Zane Satterfield , Julie Black, What does *ppm* or *ppb* means?

On Tap Fall 2004.

<7>邁多科技股份有限公司網路資料「污染的代表單位」，

<http://www.yalab.com.tw/>