

信祥事業群 Network 常識- dB (Issue 01)

什麼是 dB， dBi， 及 dBd？

在無線區域網路的世界中，經常看到這幾個符號。必須了解這些符號所代表的意義，才可以在規劃無線區域網路時，做出正確的決定。

要了解這些符號的意義，首先必須了解一些數學公式：

$$\text{Log}(A/B)=\text{Log}(A)-\text{Log}(B)$$

$$\text{Log}(A*B)=\text{Log}(A)+\text{Log}(B)$$

$$\text{Log}(1)=0$$

$$\text{Log}(2)=0.3010$$

$$\text{Log}(10)=1$$

$$\text{Log}(100)=2$$

，最好手邊有一個工程用的計算機，如果沒有，這裡有一個免費的軟體可以下載：
<http://www.chofun.com/SoftDownload.asp?SoftID=3958>

在我們日常生活中，經常可以看到 dB 值的應用。例如，化妝品產品的 PH 值，那麼，dB 值究竟是什麼東西？我們曉得聲音是一種能量的移動，而聲音的強度可以這麼敘述：聲音的能量在單位時間內通過一個已知面積。用數學式子表示就是這樣：聲音的強度=聲音的能量/(時間*面積)。能量/時間=功率。所以，聲音的強度=聲音的功率/面積。物理學上用來量測功率的單位是瓦特（Watt），因此，聲音強度的單位可以用 W/m^2 表示。科學家研究的結果發現，一般人可以聽得到的最小聲音的聲音強度大約是 $0.000000000001 W/m^2$ ，而一般人開始感到痛苦時的聲音強度大約是 $1 W/m^2$ 。譬如說， $0.000792710162 W/m^2$ 和 $0.000006288415 W/m^2$ 的聲音強度有何差異？科學家覺得用這種方式來表達聲音的強度太不方便了。於是他們想到了數學上的 Log 函數。 $\log(0.000792710162)=-3.1$ ， $\log(0.000006288415)=-5.2$ 。這個 log 函數所產生的值，就叫 Bel。現在曉得這兩個聲音強度有 2.1 Bel 的不同。爲了 Bel 值在四捨五入後的精準度，科學家將求得的 log 函數值乘以 10。因此上面這兩個數值，就變成

$$10*\log(0.000792710162)=-31$$

$$10 \cdot \log (0.000006288415) = -52$$

現在這兩個聲音強度的差別不是 2.1，而是 21 了。這個差別有一個新的名稱叫 decibel，簡稱 dB。（decimal 在英文裡的解釋是十進位的）。 $0.000792710162 \text{ W/m}^2$ 和 $0.000006288415 \text{ W/m}^2$ 這兩個聲音強度的差異是 $10 \cdot \log(0.000792710162) - 10 \cdot \log (0.000006288415) = 21 \text{ dB}$ 。我們可以用一個數學式子來表示兩個聲音強度之間的差異：

$10 \cdot \log (x) - 10 \cdot \log (y) = 10 \cdot \log (x/y)$ （log 函數公式： $\text{Log}(A) - \text{Log}(B) = \text{Log}(A/B)$ ）。因此，這兩個聲音強度的差異是 $10 \cdot \log(0.000792710162) - 10 \cdot \log (0.000006288415) = 10 \cdot \log (.000792710162 / .000006288415) = 21 \text{ dB}$ （這個網站可以讓您親身體現不同 dB 值的聲音：

http://www.measure.demon.co.uk/Acoustics_Software/db_demo.html）。

dB 所表示的是兩者的差異。以上面這個例子來說 21 dB 所表示的意義就是 $0.000792710162 \text{ W/m}^2$ 和 $0.000006288415 \text{ W/m}^2$ 這兩個聲音強度的差異。（更精確的說法是，21 dB 所表示的意義是兩個聲音強度 **Log** 函數值的差異）。dB 所表示的是兩者的差異，有一個基準點當作量測值的基準。（這裡要先強調一下，**dB** 並不是一個物理學上的單位，他只是兩個量測值之間的差異）。在上面聲音強度的例子中，我們把公式稍微修改一下：

$$\begin{aligned} &10 \cdot \log (x/B) - 10 \cdot \log (y/B) \\ &= 10 \cdot \log [(x/B) / (y/B)] \\ &= 10 \cdot \log (x/y) \\ &= \text{任何兩個量測值的 db 值差異。} \end{aligned}$$

上面這個公式，以上面的例子來說， $x=0.000792710162 \text{ W/m}^2$ ，而 $y=0.000006288415 \text{ W/m}^2$ ，B 代表的是一個參考點。現在我們要如何決定參考點？在前面聲音的量測例子中，一般人可以聽得到的最小聲音的聲音強度大約是 $0.000000000001 \text{ W/m}^2$ ，這個值似乎是一個不錯的選擇。如果我們把這個值當作聲音強度的基準值，那麼上面這個例子的計算就是這樣：

$$\begin{aligned} &10 \cdot \log (.000792710162 / 0.000000000001) = 89 \text{ dB} \\ &10 \cdot \log (.000006288415 / 0.000000000001) = 68 \text{ dB} \\ &89 \text{ dB} - 68 \text{ dB} = 21 \text{ dB}。 \end{aligned}$$

在此要強調一點，dB 不是一個像公尺，公克…等物理學上的量測單位，他所表示的是任何量測值之間的差異。上面的例子，我們量測的是聲音強度之間的差異，他的量測單位是 W/m^2 。因此當用 **dB** 值表示兩個量測值之間的差異時，一定要附加一些字母，用來表示被量測的單位。例如，量測兩個功率之間的差異，

您用 dBm (m 代表 milliwatt)，還有量測聲音壓力的 dBspl，量測電壓差異的 dBv 及 dBu……。

在無線區域網路的世界裡，gain 是用來表示天線的無線電波訊號的增強，而 loose 表示無線電波訊號的衰減。而用來表示 gain/loose 最常用的 ”單位”，有 dBi，dBd，及 dBm。

dBi 所表示的是兩個量測值之間的差異，他所表達的意思是說一個天線相對於一個叫 isotropic 天線，他的無線電波增強的量。isotropic 天線 (isotropic antenna) 是一個物理學上想像出來的天線，在真實的世界裡，並沒有一個這樣子的天線。isotropic 天線會以 360 的角度，並以三度空間的方式，發射或是接收無線電波的信號。isotropic 天線和他自己比較的 dB 值是這樣子的：

$=10 * \log(x/y) = 10 * \log 1 = 0 \text{ dBi}$ ($\log 1 = 0$) (dBi 當中的 ”i” 指的就是這個 isotropic 天線)。

有時，廠商會以 dBd 來表示天線的 gain 值。dBd 和 dBi 類似，他所表達的意思是說一個天線相對於一個叫 dipole 天線，他的無線電波增強的量。dipole 天線和 isotropic 天線不同。dipole 天線是人類現有的科技下可以製造出的具有最小 gain 值的天線 (dipole 天線是 Cisco Aironet 系列無線網路基地台的標準配備)。dipole 天線和 isotropic 天線電波輻射的方式不同。dipole 天線在水平方向以 360° 向四周輻射無線電波，而以 75° 的角度在垂直面輻射無線電波 (假設 dipole 天線是直立的)，dipole 天線所形成的無線電波輻射形狀像一個甜甜圈。因為 dipole 天線無線電波在某個方向較為集中，因此，他和 isotropic 天線比起來，有 2.14 dBi 的增值 (gain)。有些天線製造商喜歡以 dBd 來表示天線的 gain，此時，他們所使用的符號就是 dBd。同樣的，dipole 天線和他自己比較，dipole 天線的 dBd 值也是 0dBd (=2.14 dBi)。(還記先前的式子嗎？dipole 天線和他自己之間的 dBd 差異值 $=10 * \log(x/y)$ ，此時， $x=y$ ，所以，dBd 差異值 $=10 * \log(x/y) = 10 * \log(1)$ ， $\log(1)=0$ ，所以，dipole 天線和他自己之間的 dBd 差異值=0)。

有些無線區域網路的設備會以 dBm 來表示這個設備傳輸能量或是接收的靈敏度。這個時候，dBm 的最後一個字母代表的是 1 milliWatt (mW)。此時， $1\text{mW}=0\text{dBm}$ ， $10\text{mW}=10\text{dBm}$ ， $100\text{mW}=20\text{dBm}$ ……。

dB 不能獨立存在，他必須在 dB 後面註明比較的基準值。但是，有的時候，有些無線網路設備製造商，在他們的規格上只註明 dB 值。這種情況可能有兩種情形：

1. 該製造商應該標示 dBd，但是，他只標示 dB，希望客戶誤以為他的 gain 值是 dBi (0dBd=2.14 dBi)，因為 dBi 有較高的數值。因此，採購無線網路使

用的天線時（或是基地台內含天線時），勿必要問清楚，究竟該設備的 gain 值是 dBi 還是 dBd。

2. 該製造商本身就不了解 dB，dBi，dBd，dBm 的意義。遇到這種廠商，要不要向對方購買產品就看您自己的決定了！