

下面，我們針對此線性區提出兩個重要觀念。第一，由圖 4-4 可看出，僅當 V_D 很小時， I_D 才與 V_D 成近似線性關係；隨著 V_D 的增加， $I_D - V_D$ 曲線的斜率逐漸減小（也代表 I_D 的增量逐漸和緩），直到 V_D 等於 V_{Dsat} 時，曲線斜率為零。但是，大家習慣將 $V_D < V_{Dsat}$ 情況下之曲線均稱為線性區。第二，在下一節中，我們將會推導理想的汲極電流 I_D 與汲極電壓 V_D 間的關係式。對於 n-MOSFET，我們將得到其在線性區：

$$I_D = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} \left[(V_G - V_T) V_D - \frac{V_D^2}{2} \right] \quad (4.3)$$

其中 μ_n 為電子遷移率， C_{ox} 為氧化層電容， W 為通道寬度，而 L 為通道長度。由 (4.3) 式，我們可以驗證前面的討論：(a) 在「線性區」， I_D 與 V_D 的關係實際上為拋物線（不為線性）；但當 V_D 很小時，(4.3) 式中的 $V_D^2/2$ 項可忽略， I_D 才與 V_D 成近似線性關係。(b) 當 $V_D = V_{Dsat}$ 時，曲線斜率為零，意即：

$$\left. \frac{\partial I_D}{\partial V_D} \right|_{V_D = V_{Dsat}} = 0 \quad (4.4)$$

由上式，我們同樣也可得到 (4.2) 式的結果， $V_{Dsat} = V_G - V_T$ 。

- (3) 飽和區 (saturation region)：若汲極電壓繼續增加使得 $V_D > V_{Dsat}$ 時，則夾止點 (pinch-off point) 會由圖 4-4(b) 中的位置移向圖 4-4(c) 顯示的源極端（即通道長度改變 $\Delta L = L - L'$ ）且夾止點的電壓保持在 V_{Dsat} 。在此狀況下，載子（即電子）由源極進入通道朝汲極方向移動，然後在夾止點這位置上注入汲極空乏區，再藉由空乏區區域中的高電場（請回顧圖 2-5 與圖 2-7）被「掃 (sweep)」至汲極接觸區。如果通道改變量 ΔL 遠小於原來通道長度 L 時（注意：這是對長通道 MOSFET 元件，常作的一個假設），當 $V_D > V_{Dsat}$ 時，汲極電流 I_D 基本上是不變的，並將之定義為汲極飽和電流 (saturation drain current) I_{Dsat} 。這是因為夾止點的電壓仍為 V_{Dsat} ，因此由源極流到夾止點的電子數目（也就是由汲極流向源極的電流）保持不變。這個 $I_D - V_D$ 的特性被稱為飽和區如圖 4-4(c) 所