

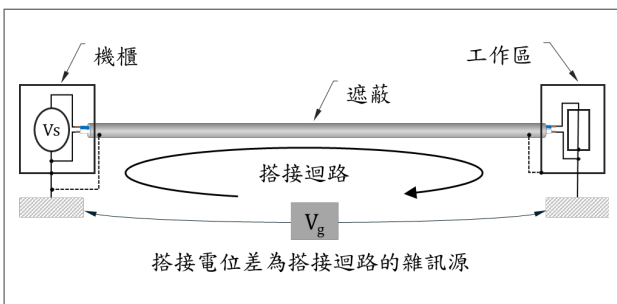
一次看清「多模態光纖」： OM1到OM5

交通部中華技術服務社 顧問 劉時森老師
兼台灣區電信工程工業同業公會 技術諮詢顧問

從以前到現在，用於光通信網路的當光纖有兩種：多模態光纖和單模態光。本文僅討論多模態光纖傳輸形態及種類。

一、多模態光纖的傳輸形態

多模態光纖就傳輸形態有兩種，階射率（Step Index）與斜射率（Grade Index）兩種如下圖：



圖一 多模態光纖的種類

這兩種光纖最明顯的差異是折射率排列的輪廓圖，一呈階梯狀，另一呈斜坡狀。故前者稱為階射率，後者稱為斜射率。從右側的色散

圖很容易看出，斜射率光纖的色散比階射率的小了許多，可以傳送很高的速率，所以現在區域網路多模態光纖幾乎都是斜射率。

二、多模態光纖的發展史

70年代，區域網路工程師要為短距離的網路選用多模態光纖（Multimode Fiber，MMF）時，只有兩種：62.5 μm 的OM1或50 μm 的OM2。

50 μm 多模態光最早出現在70年代，可同時用於短程和長距離網路。但是通信速率不斷上昇，使用LED光源的50 μm 的光纖的傳輸能力受到限制。於是62.5 μm 的光纖開始被研發，核心較大，能夠耦合較大的光功率，10Mbps可傳送2公里，80年代上市。62.5 μm 多模光纖一時間內比50 μm 的俱有優勢。不過，62.5 μm 優勢也只有維持在這段時間。

1 VCSEL雷射（Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser，簡稱VCSEL），又叫做「垂直共振腔面射型雷射」，其雷射從頂面垂直射出，與一般由邊緣射出的邊射型雷射不同。這種結構帶來了高效率、低功耗、易於大規模生產，以及可實現陣列化等多項優勢。應用範圍涵蓋3D感測、臉部辨識、光學通訊、車用LiDAR、工業感測、醫療儀器等領域。



90年代中期，Gbps「吉位元」或「千兆」位元的網路速率出現，加上850nm波長的VCSEL¹雷射應用，多模態光纖的趨勢又回到50 μm 。今天被優化的50 μm 多模態光纖不但頻寬大，用於區域網路建置成本也低。現在若要建置光區域網路，有OM1、OM2、OM3、OM4、和OM5等五種光纖供選擇。

多模態光纖通常用於區域網路，是因為可以同時傳送好幾個光波信號。前面提到的五個等級，各有不同的特性應用的場合也不同。

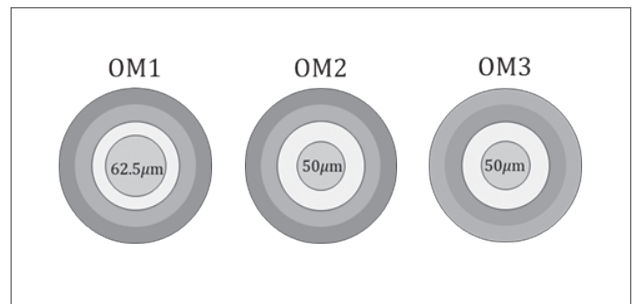
三、OM1-OM3

OM1的核心直徑是62.5 μm ，使用LED光源，頻寬200MHz/km，有橘色外被。1GbE²傳300公尺，10GbE傳33米。以現在區域網路通信速率來看，此速率不高且距離也受限無法滿足現代的需求，因此新的網路已漸漸的不再使用此光纖。不過，這種光纖在舊的及100MbE的網路應用仍然存在。

OM2同樣的使用LED光源，也有橘色外被，但是擁有較小的50 μm 直徑，頻寬為500MHz/km。1GbE傳600公尺，10GbE為82公尺，是OM1的兩倍，在1GbE網路中常見，中小企業新建的網路有時會用這種光纖，但隨著公司行號網路使用的光纖等級昇高時，OM2也漸漸的被淘汰。

從OM2到OM5，光纖的核心直徑都是50 μm 。OM3可傳10GbE 300公尺，40和100GbE可傳100公尺，最常用於10GbE網路

。OM3頻寬2000MHz/km，有水藍色外被，也可使用於以雷射為基礎的網路，如VSCEL雷射。可傳送高速率，現代的資訊中心經常使用這種光纖。



圖二 OM1、OM2、OM3多模態光纖

四、OM4、OM5、和SWDM

OM4也有和OM3同樣顏色的水藍外被也兩者間可以相容，而OM4是專為VSCEL雷射傳輸而打造。10 GbE可傳送550公尺，比OM3多了250公尺，也可以傳送40和100 GbE達150公尺。頻寬4700MHz/km，適用於高速率及低延遲的網路環境，如高性能運算、數據中心、及企業網路。

OM5算是新型的多模態光纖，外被顏色萊姆綠，和OM4相容，又稱為寬頻多模態光纖（WideBand Multimode Fiber，WBMMF）。是為四波分波多工（Four Wavelength Division Multiplexing，FWDM）打造的光纖，在850~953nm波段內，每一波長（一個頻道）傳送最低速率是28 Gbps³。頻寬28000MHz/km，100GbE最遠可傳150公尺。

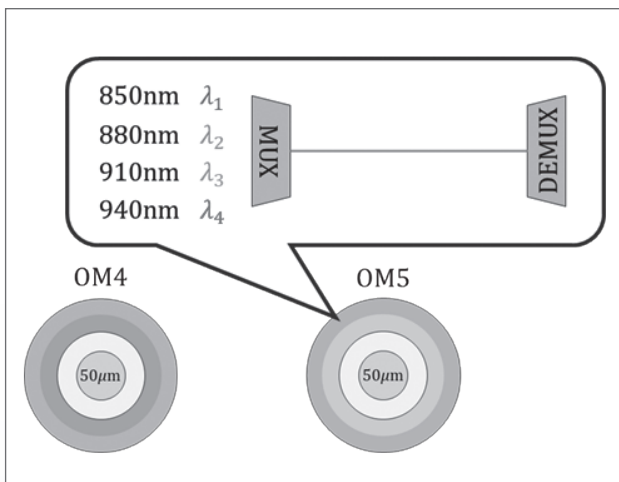
2 GbE和Gbps都是網路傳輸速率的單位，但它們俱不可的含義和用途：

GbE是指千兆乙太（Gigabit Ethernet）網路，是一種計算機網路技術，用在計算機間的數據傳輸。GbE是指每秒1千兆比次（1 Gbps），適用於大型數據中心、企業網路、和高性能計算等領域。

Gbps是指每秒的千兆比次，是一種計算數據傳輸速率的單位。通常用於測量網際網路連網頻寬或網路傳輸速率。例如，一個10 Gbps的網路連接是指每一秒鐘有10千兆比次的速率傳輸數據。Gbps也是用於描述計算機硬體（如CPU或硬碟）傳輸數據的速度單位。

3 請閱註1。

OM5 設計來支援短波分波多工 (Shortwave Wavelength Division Multiplexing, SWDM) 技術，在一心光纖可同時傳送多個波長。為未來網路速率持續高成長保證，也使高密度的速據中心提高頻寬時不需額外的光纖。



圖三 OM4和OM5多模態光纖

典型的密集分波多工 (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM) 技術通常用於單模態光纖，而SWDM用於OM5多模態光纖，是因為OM5在短波段的傳輸性能較優。

五、目前OM3到OM5光纖的使用

像數據中心的高密度環境都會使用OM3、OM4、和OM5光纖支援10/40/100 GbE連接、優化通信效能、及減少延遲。用OM4和OM5光纖可確保網路一直增加的數據量，尤其是雲端的普及化及虛擬化。