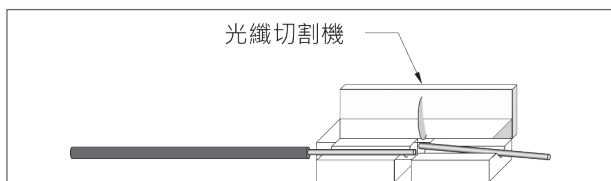


光纖通信二三事

光纖通信二三事「熔接損失」

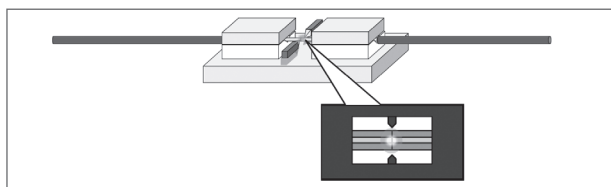
交通部中華技術服務社 顧問 劉時淼老師
兼台灣區電信工程工業同業公會 技術諮詢顧問

今天來談光纖熔接損失。熔接是最重要的光纖接續技術而且不可或缺。熔接前有一很重要的程序，即光纖切割。過去使用光纖切割刀，經常發生光纖端面切割不平整，熔接品質不良，聰明一點的熔接機就不予熔接。隨著光纖切割機的普遍使用，現在的光纖切割端面幾乎保證平整。



圖一 光纖切割機

熔接機的監控技術也跟著進步，光纖的對正更加精確，而且還附設銀幕，可以目視熔接過程。



圖二 熔接機高端監技術

熔接品質一直改善，從過去平均0.2dB降到現在的0.01dB。在OTDR的軌跡上幾乎看不到熔接點。



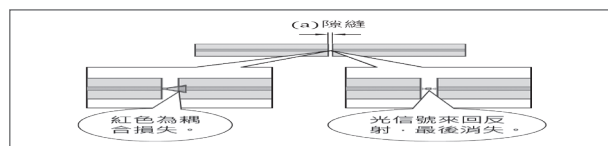
圖三 熔接損失降低

但是熔接損失仍在。來自兩部份：一是外在因素，另一是內在因素。先談外在因素。

外在因素是指因人為或機器參數設定不對所引起的熔接損失，有下列情況：

(a)光纖兩端熔接時兩光纖之間有隙縫，引起三種損失，如下圖(a)。

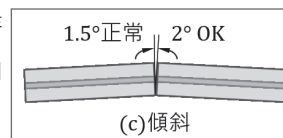
1. 光從光纖射出後，光束在空氣中擴展，無法完全進入對接光纖而造成損失，如下圖左紅色部份。
2. 光信號在隙縫內來回反射幾趟後，衰減大半才進入光纖傳輸。
3. 隙縫間的光信號不停的來回反射，最後消失殆盡。



(b)水平誤差：單模態光纖直徑只8~10 μm 。兩心光纖水平誤差1 μm 將引起0.2dB的損失，2.5 μm 達到1dB。



(c)傾斜：熔接機光纖對準，有時兩心光纖之間會有1.5°的傾斜，2°以內都可接受，起過2°時所造成的損失即算熔接損失。



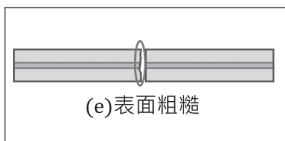


(d)切割不良或未切割，理想的切割使光纖端面像鏡面平整且切割面與光纖軸心垂直，不良切割使兩對接光纖核無法對準。

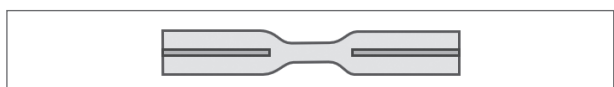


(e)光纖端面粗糙：

任一邊端面的表面粗糙不但導致光散射，也無法與另一邊端面完全碰觸。



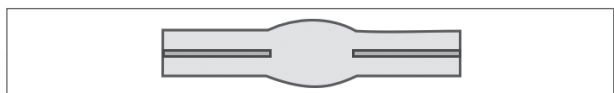
(f)熔接機參數未準確設定。熔燒時間太長，連核心也一併融掉。



(g)溫度太高，光纖兩端萎縮。



(h)電極位置值太低，高溫上昇。

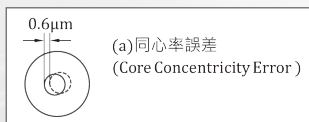


(i)電極位置太高。這種情形不是損失的問題，而是無法完成熔接。

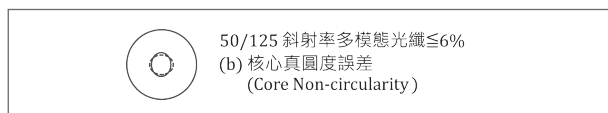


內在因素是指光纖結構超過規範值引起的熔接損失，不是施作人員所能控制。

(a) 電極位太低首先是同心率誤差，既使兩對接光纖外圍完全對齊，其核心仍然彼此偏離。最大不得超過0.6微米。



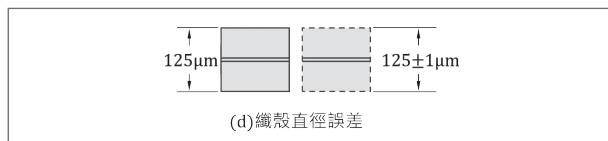
(b) 電極位太低核心正圓度誤差，如核心橢圓。ITU-T對單模態光纖並無核心正圓度的限制，但是對多模態光纖就有6%的限制。



(c) 電極位太低纖殼正圓度誤差，ITU-T規定單模態只允許1%，多模態2%。



(d) 電極位太低纖殼直徑誤差，多模及單模都不得超過1微米，纖殼誤差過大，核心無法對準。



(e) 電極位太低核心直徑誤差：50/125多模態光纖不得超過 $\pm 2.5 \mu m$ 。ITU-T未規範單模態核心直徑，則無此問。模場直徑才是單模態光纖的核心直徑，即光功率含蓋的範圍（跨入纖殼少許）。1310nm光波，模場直徑8.6-9.5 μm ，誤差不得超過 $\pm 6 \mu m$ 。1550nm波長，模場直徑為8-11微米。



熔接損失可以這樣計算：

$$\text{熔接損失(dB)} = 20 \log \frac{1}{2} \left(\frac{MFD_1}{MFD_2} + \frac{MFD_2}{MFD_1} \right)$$

直徑誤差太大，熔接損失有可能過大。