

## 不同熔接機針對 G.657 光纖的識別與熔接參數的優化

### 1. 引言

隨著 FTTx 技術的快速發展，彎曲性能優化的 G.657 光纖光纜已大量應用於接入網建設，G.657 光纖與骨幹 G.652 光纖的熔接問題受到光纖通信運營商的很大關注。根據 ITU-T 標準，G.657 的 A 大類光纖與 G.652.D 光纖相容，但是施工單位在進行 G.657 光纖熔接的時候，由於熔接機版本過低、操作不當或熔接參數選擇不當，可能會出現熔接損耗偏大的現象，以及某些熔接機的單模熔接程序不能辨認 G.657-A2 光纖等問題。

為了解決上述問題，本文專門針對市場上常用的幾種熔接機進行了一系列光纖熔接對比實驗。熔接對象為 G.657-A2 彎曲不敏感單模光纖和 G.652.D 光纖。熔接設備分別是：

- 1、愛立信 FSU-975
- 2、古河 S178
- 3、住友 T-39
- 4、藤倉 50S 和 60S
- 5、迪威普 720B(大陸)
- 6、吉隆 300T(大陸)

### 2. 影響光纖熔接效果的因素

光纖熔接過程涉及到光纖的塗覆層剝除、清潔、切割、熔接等一系列的操作步驟，每個步驟都會對最終的熔接效果產生影響：

光纖的塗敷層剝除和清潔：用剝纖鉗剝除光纖塗覆層，剝離時一定要一次剝離，即使有少許殘留也不能用剝纖鉗或其它用具再剝，而應該用拭紙沾無水酒精將殘留塗覆層擦去，以免劃傷裸纖表面，導致光纖切割角和端面達不到要求，熔接後強度不佳。

\* 光纖的切割：光纖切割端面是否平整以及切割角度的大小，對光纖的熔接損耗至關重要，因而，應盡量使用切割效果較好的切割刀，使切割角度越小越好。

\* 熔接機的清潔：熔接機的電極、V 型槽和光纖壓腳的清潔，對光纖的對準和熔接損耗有很大影響，反射鏡和攝像鏡頭的潔淨度會影響影像處理系統的正確判斷。因而，在使用熔接機之前建議用專用拭紙和無水酒精，採用正確的方法對熔接機進行一次完整的清潔。

\* 放電校正：在熔接機長期未用、工作環境改變或光纖類型改變的情況下，應在熔接前做一次放電校正，使熔接機具有穩定準確的熔接溫度和電流強度，這是降低熔接損耗的有力保證。另外，超出使用壽命的電極應及時更換，以免影響放電強度。

### 3. 不同型號熔接機對 G.657-A2 光纖的識別

一般熔接機會在熔接前通過檢測光纖的芯徑、MFD 等自動對光纖進行鑒別，如果在檢查過程中發現光纖的芯徑、MFD 等不符合所使用程式的預設值，熔接機將會提示或者拒絕繼續熔接。

不同型號熔接機由於軟體系統的不同，其自帶的單模程式對 G.657-A2 的辨認情況也有差異。根據我們試驗所選用的熔接機，在進行 G.657-A2 光纖熔接時，對於 G.657 光纖的識別，主要分為以下三種情況：

表 1. 六種不同型號熔接機對 G.657-A2 光纖的識別情況及解決辦法

熔接機型號	單模程式對 G.657-A2 光纖識別	解決辦法
愛立信 975	識別	如果萬一遇到不識別的情況，可將對準方式由“自動”(“纖芯”或“包層”)改為“手動”，再直接按“熔接”鍵完成熔接
藤倉 50S 和 60S		
吉隆 300T		
迪威普 720B		
古河 S178	不識別	可更改熔接程式參數設置： SM<<程式編輯<<檢查<<L(或R)模場半徑 $\mu m$ (1310nm)由 4.75 改為 4.18 左右 並在放光纖時把 G.657 光纖置於修改的一側L或R)
住友 T-39	可能識別	如果遇到單模程式對 G.657-A2 光纖不識別的情況，由於該型號熔接機自動化程度很高，無法更改熔接參數，建議通過更新熔接機軟體版本來解決

### 4. 不同型號熔接機對 G.657-A2 和 G.652.D 光纖的熔接參數優化

G.657-A2 和 G.652.D 光纖熔接時，為了得到更好的熔接效果，可在普通 G.652 單模熔接程式的基礎上進行參數調整，主要應考慮如下幾個方面：

#### MFD 值設定

MFD 值的設定對於熔接影響主要體現在三方面：

- (1) 熔接前檢查光纖類型時，影響熔接機對光纖的辨認（如古河 S178）
- (2) 影響熔接損耗的估算（如藤倉 50S、60S 和吉隆 300T 熔接機）
- (3) 影響熔接損耗（如愛立信 975 熔接機）。

建議在進行 G.657-A2 光纖和 G.652.D 光纖熔接時，G.657 光纖對應端的 MFD 設定值比 G.652 光纖對應端的 MFD 設定值小。具體數值需要根據光纖的實際 MFD 指標和設備型號調整。

### 放電時間、放電強度和推進量

通過實驗發現，G.657-A2 光纖和 G.652.D 光纖的熔接，可將放電強度和放電時間在普通單模熔接程式的基礎上略加大一點，這樣得到的熔接損耗可有所降低。延長放電時間或增大放電強度具有等效或互補的關係。推進量（或光纖重疊量），指的是兩根光纖端面的重疊程度，一般而言，G.657-A2 和 G.652.D 光纖熔接，光纖的推進量要比普通 G.652 光纖熔接略大一點，可進一步優化熔接效果。

表 2 ~ 表 6 是針對不同的熔接機型號，分別在普通 G.652 單模熔接程式的基礎上，通過不斷調整熔接參數，得到的 G.657-A2 與 G.652.D 光纖優化的熔接程式。

注：需要注意的是，光纖的改變和操作環境的改變，對熔接效果都有影響，以下參數僅供參考，在實際操作中要根據光纖種類，環境條件，熔接機狀態等因素調整熔接參數。

表 2 藤倉 50S 熔接機 G.657-G.652 熔接參數

熔接參數	標準單模熔接程式 ITU-T G.652	調整後熔接程式 G.657-G.652
對準	包層對準	纖芯對準
聚焦-左	邊（調整）	AUTO
聚焦-右	邊（調整）	AUTO
光纖預熔時間	180ms	240ms
重疊	10 $\mu$ m	12 $\mu$ m
放電 1 強度	55	55
放電 1 時間	1500ms	2500ms
衰耗估算方式	包層	纖芯解析度
MFD-左側設定	9.3	8.9
MFD-右側設定	9.3	9.3

表 3 藤倉 60S 熔接機 G.657-G.652 熔接參數

熔接參數	標準單模熔接程式 ITU-T G.652	調整後熔接程式 G.657-G.652
對準	纖芯對準	纖芯對準
聚焦-左	0.25	AUTO
聚焦-右	0.25	AUTO
光纖預熔時間	180 ms	240 ms
重疊	10 $\mu$ m	12 $\mu$ m
放電 1 強度	標準-50bit	標準

放電 1 時間	1500 ms	2000 ms
衰耗估算方式	高精度對芯	纖芯或高精度對芯
MFD-左側設定	9.3	8.9
MFD-右側設定	9.3	9.3

表 4 愛立信 975 熔接機 G.657-G.652 熔接參數

熔接參數	標準單模熔接程式	調整後熔接程式 G.657-G.652
Gap,	50	99
Overlap,	10	18
fusion time 1, s	0.3	0.3
fusion current 1, mA	10.5	10.5
fusion time 2, s	2.0	2.5
fusion current 2, mA	16.3	16.5
fusion time 3, s	2.0	2.0
fusion current 3, mA	12.5	10.5
left MFD, $\mu\text{m}$	9.8	8.5
right MFD, $\mu\text{m}$	9.8	9.5

表 5 古河 S178 熔接機 G.657-G.652 熔接參數

熔接參數	標準單模熔接程式	調整後熔接程式 G.657-G.652
首次放電開始強度	100	70
首次放電結束強度	100	100
首次放電時間, ms	750	1600
Z 推進距離, $\mu\text{m}$	15	15
端面間隔, $\mu\text{m}$	20	20
L 模場半徑, $\mu\text{m}$ (1310nm)	4.75	4.18
R 模場半徑, $\mu\text{m}$ (1310nm)	4.75	4.75

表 6 住友 T-39 熔接機 G.657-G.652 熔接參數

熔接參數	標準單模熔接程式	調整後熔接程式 G.657-G.652
放電時間, s	1.65	2
予放電時間, s	0.05	0.05
放電間隔, $\mu\text{m}$	10	10
推進量, $\mu\text{m}$	25	25
放電強度, step	40	37

註：住友 T-39 熔接機可調參數很少，自動化程度很高，如果此時 G.657 光纖不被認可，建議升級熔接機軟件版本。

表 7 迪威普 720 B 熔接機 G.657-G.652 熔接參數

熔接參數	標準單模熔接程式	調整後熔接程式 G.657-G.652 ( $\Delta$ MFD 較小的光纖)	調整後熔接程式 G.657-G.652 ( $\Delta$ MFD 較大的光纖)
預熔強度	7	71	71
熔接時間, s	1.	1.8	1.8
熔接強度	8	78	88
堆進量	1	18	18
推進速度	3	3	3
端面角度	3	3	3

- 註：1. 切割角和切割端面品質對熔接損耗影響較大  
 2. 對於 MFD 相差很大的光纖，同一優化參數不能通用。

吉隆 300T 熔接機作業系統、熔接程式參數設置與藤倉 50S 基本一致，可參考之前的介紹。

## 5. 熔接誤區

### ※操作誤區：追加放電

通過大量試驗發現，在熔接 G.657-A2 和 G.652.D 光纖時，如果追加放電，熔接損耗不僅不會降低反而會顯著增大，並且追加放電本身會導致光纖機械強度降低。有部分機型如愛立信 975 追加放電後，儘管實際測得的熔接損耗會顯著變大，但熔接機給出的推測熔接損耗卻在一直變小，因而建議施工操作人員不能完全相信熔接機給出的推算損耗而盲目追加放電，而應該以實際測得結果為準。

### ※認識誤區：熔接黑線

施工人員在用熔接機進行光纖接續時，往往會發現 G.657 光纖在與 G.652 光纖熔接或自身互熔的過程中，在熔接機的顯示幕上會出現平行於纖芯的“黑線”，以及在熔接點附近，存在垂直於纖芯的“暈環”現象（如圖 1 所示）：

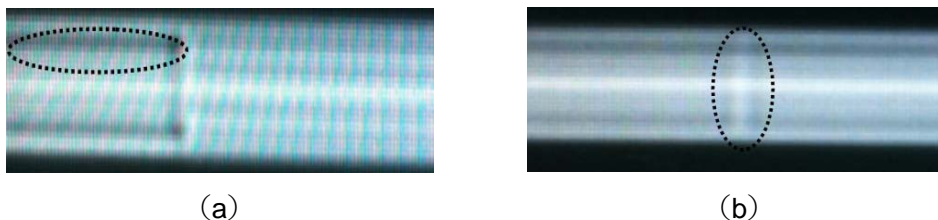


圖 1 G657 光纖熔接時的 (a) “黑線”和 (b) “暈環”現象

實際上，上述現象的出現，是由光纖自身獨特的剖面結構和材料組成所導致的；“黑線”的存在並不會影響 G.657 光纖的熔接損耗，是正常的現象，不會對光纖熔接後的傳輸性能和機械性能產生影響，沒有必要僅僅因為出現“黑線”而進行重複熔接操作。

## 6. 總結

本文針對六種常用品牌熔接機自帶單模熔接程式對 G.657-A2 光纖的識別問題，給出了解決方案，並且列出了 G.657-A2 和 G.652.D 光纖熔接時的注意事項和熔接參數調整方向。G.657 和 G.652 光纖是相容的，通過正確的操作和熔接參數的調整，用戶可以得到理想的熔接效果。

以下資料截錄 ITU-T G.657

# ITU-T

TELECOMMUNICATION  
STANDARDIZATION SECTOR  
OF ITU

# G.657

(10/2012)

## Recommendation ITU-T G.657 Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable for the access network

### Summary

Worldwide, technologies for broadband access networks are advancing rapidly. Among these, the technology applying single-mode fibre provides for a high-capacity transmission medium which can answer the growing demand for broadband services.

The experience with the installation and operation of single-mode fibre and cable-based networks is huge, and Recommendation ITU-T G.652 which describes its characteristics has been adapted to this experience. Nevertheless, the specific use in an optical access network puts different demands on the fibre and cable which impacts its optimal performance characteristics. Differences with respect to the use in the general transport network are mainly due to the high density network of distribution and drop cables in the access network. The limited space and the many manipulations ask for operator-friendly fibre performance and low bending sensitivity. In addition, the cabling in the crowded telecom offices where space is a limiting factor has to be improved accordingly.

It is the aim of Recommendation ITU-T G.657 to support this optimization by recommending strongly improved bending performance compared with the existing ITU-T G.652 single-mode fibre and cables. This is done by means of two categories of single-mode fibres, one of which, category A, is fully compliant with the ITU-T G.652 single-mode fibres and can be deployed throughout the access network. The other, category B, is not necessarily compliant with Recommendation ITU-T G.652 but is capable of low values of macrobending losses at very low bend radii and is intended for use inside buildings or near buildings (e.g., outside building riser cabling). These category B fibres are system compatible with ITU-T G.657.A (and ITU-T G.652.D) fibres in access networks.

This third edition of Recommendation ITU-T G.657 includes several modifications in particular concerning category B fibres. Also the new Appendix I (agreed in 2010 and published as Amendment 1 (06/2010)) has been introduced with revisions.

