

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 8665:2011**

Xuất bản lần 1

**SỢI QUANG DÙNG CHO MẠNG VIỄN THÔNG –  
YÊU CẦU KỸ THUẬT CHUNG**

*Optical fibre for telecommunication network - General technical requirements*

**HÀ NỘI - 2011**

## Mục lục

1	Phạm vi áp dụng.....	5
2	Tài liệu viện dẫn.....	5
3	Thuật ngữ và định nghĩa.....	6
4	Yêu cầu kỹ thuật đối với các loại sợi quang.....	9
4.1	Yêu cầu kỹ thuật đối với sợi đa mode.....	9
4.1.1	Đường kính lõi.....	9
4.1.2	Đường kính vỏ.....	9
4.1.3	Độ lệch tâm giữa lõi và vỏ.....	9
4.1.4	Độ không tròn đều.....	9
4.1.5	Mặt cắt chiết suất.....	10
4.1.6	Độ mở số (NA).....	10
4.1.7	Hệ số suy hao.....	10
4.1.8	Bảng thông.....	10
4.1.9	Hệ số tán sắc.....	10
4.2	Yêu cầu kỹ thuật đối với sợi đơn mode.....	12
4.2.1	Đường kính trường mode.....	12
4.2.2	Đường kính vỏ.....	12
4.2.3	Độ đồng tâm của lõi.....	13
4.2.4	Độ đồng tâm của đường kính trường mode.....	13
4.2.5	Độ không tròn đều của vỏ.....	13
4.2.6	Bước sóng cắt.....	13
4.2.7	Hệ số suy hao.....	13
4.2.8	Đặc tính suy hao tại bước sóng 1550 nm.....	14
4.2.9	Hệ số tán sắc.....	14
4.2.10	Hệ số tán sắc mode phân cực (PMD).....	14
4.2.11	Ứng suất kéo.....	15
Phụ lục A (Quy định) Các phương pháp đo suy hao, tán sắc.....		27
A.1	Đo suy hao quang bằng máy đo công suất.....	27
A.2	Đo suy hao quang bằng máy đo phản xạ quang OTDR.....	28
A.3	Đo tán sắc.....	30
A.4	Đo tán sắc mode phân cực PMD.....	30
Phụ lục B (Quy định) Đo các tham số hình học.....		33
B.1	Mục đích đo.....	33
B.2	Tiến hành đo.....	33
Thư mục tài liệu tham khảo.....		34

## **Lời nói đầu**

TCVN 8665:2011 chuyển đổi từ TCN 68-160:1996 thành Tiêu chuẩn Quốc gia theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 6 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

TCVN 8665:2011 được xây dựng trên cơ sở Khuyến nghị G.651.1 (07/2007), G.652 (11/2009), G.653 (07/2010), G.655 (11/2009) của Liên minh Viễn thông Thế giới ITU-T.

TCVN 8665:2011 do Viện Khoa học Kỹ thuật Bưu điện biên soạn, Bộ Thông tin và Truyền thông đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## **Sợi quang dùng cho mạng viễn thông - Yêu cầu kỹ thuật chung**

*Optical fibre for telecommunication network - General technical requirements*

### **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các loại sợi quang trong các cáp quang sử dụng trong mạng viễn thông như cáp quang treo, cáp quang chôn trực tiếp, cáp quang trong cống bê, cáp quang trong đường hầm, cáp quang qua sông, cáp quang thả biển hoặc đi ven thềm lục địa.

Tiêu chuẩn này không bao gồm các chỉ tiêu của cáp quang như độ bền cơ học của cáp và độ bền của cáp đối với tác động môi trường. Các chỉ tiêu này áp dụng tiêu chuẩn quốc gia tương ứng.

### **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

ITU-T G.957 (03/2006), Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy (*Các giao diện quang cho thiết bị và hệ thống trong phân cấp số đồng bộ*)

ITU-T G.959.1 (11/2009), Optical transport network physical layer interfaces (*Các giao diện lớp vật lý của mạng truyền tải quang*)

ITU-T G.691 (03/2006), Optical interfaces for single channel STM-64 and other SDH systems with optical amplifiers (*Các giao diện quang cho các hệ thống STM-64 đơn kênh và các hệ thống SDH khác có sử dụng khuếch đại quang*)

ITU-T G.692 (10/1998), Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers (*Các giao diện quang cho các hệ thống đa kênh có sử dụng khuếch đại quang*)

ITU-T G.693 (11/2009), Optical interfaces for intra-office systems (*Các giao diện quang cho các hệ thống liên văn phòng*)

ITU-T G.694.1 (06-2002), Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid (*Lưới phổ tần cho các ứng dụng WDM: lưới tần số cho DWDM*)

ITU-T G.977 (12/2006), Characteristics of optically amplified optical fibre submarine cable systems (*Đặc tính của các hệ thống cáp quang biển có sử dụng khuếch đại quang*)

IEC 60793-2-10 (2007), Optical fibres – Part 2-10: Product specifications – Sectional specification for category A1 multimode fibres (*Sợi quang – Phần 2-10: Các đặc tính sản phẩm – Các đặc tính cho sợi quang đa mode chủng loại A1*)



## TCVN 8665:2011

IEC 61280-4-1 (2003), Fibre-optic communication subsystem test procedures – Part 4-1: Cable plant and links – Multimode fibre-optic cable plant attenuation measurement (*Quy trình đo các hệ thống truyền thông sợi quang – Phần 4-1: Các liên kết và công trình cáp – Đo suy hao công trình cáp sợi quang đa mode*).

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

#### 3.1

**Lõi sợi (core)**

Phần trung tâm của sợi quang mà phần lớn công suất quang được truyền trong đó.

#### 3.2

**Vỏ phản xạ (cladding)**

Phần ngoài cùng có hệ số chiết suất theo mặt cắt ngang của sợi là không đổi.

#### 3.3

**Tâm của vỏ phản xạ (cladding centre)**

Với một mặt cắt ngang của sợi, tâm của vỏ phản xạ là tâm của vòng tròn vừa khít nhất với giới hạn của vỏ.

#### 3.4

**Vùng lõi (core area)**

Với một mặt cắt ngang của sợi, vùng lõi là vùng nhỏ nhất bị giới hạn bởi tập hợp các điểm có hệ số chiết suất  $n_3$  (không tính đến bất kỳ sự đột biến nào của hệ số chiết suất sợi):

$$n_3 = n_2 + k(n_1 - n_2)$$

Trong đó:

- $n_1$ : Hệ số chiết suất cực đại của lõi
- $n_2$ : hệ số chiết suất của lớp vỏ phản xạ
- $k$ : hằng số, có giá trị 0,05.

#### 3.5

**Tâm của lõi (core centre)**

Với một mặt cắt ngang của sợi, tâm của lõi là tâm của vòng tròn vừa khít nhất với giới hạn ngoài cùng của vùng lõi.

#### 3.6

**Đường kính vỏ phản xạ (cladding diameter)**

Đường kính của vòng tròn được dùng để xác định tâm của vỏ phản xạ.

**3.7****Đường kính lõi (core diameter)**

Đường kính của vòng tròn được dùng để xác định tâm của lõi.

**3.8****Sai số đường kính vỏ phản xạ (cladding diameter deviation)**

Sai lệch giữa giá trị danh định và giá trị thực của đường kính vỏ phản xạ.

**3.9****Sai số đường kính lõi (core diameter deviation)**

Sai lệch giữa giá trị danh định và giá trị thực của đường kính lõi.

**3.10****Độ lệch tâm của lõi và vỏ phản xạ (core/ cladding concentricity error)**

Khoảng cách giữa tâm của lõi và vỏ.

**3.11****Vùng sai số của vỏ phản xạ (cladding tolerance field)**

Với một mặt cắt ngang của sợi, vùng sai số của vỏ phản xạ là vùng giữa vòng tròn ngoại tiếp giới hạn ngoài của vỏ phản xạ và vòng tròn lớn nhất khít với giới hạn ngoài của vỏ phản xạ, đồng tâm với vòng tròn kia.

**3.12****Độ không tròn đều của vỏ phản xạ (non-circularity of cladding)**

Chênh lệch giữa đường kính của 2 vòng tròn được dùng để định nghĩa vùng sai số cho phép của vỏ chia cho đường kính vỏ phản xạ.

**3.13****Vùng sai số của lõi (core tolerance field)**

Với một mặt cắt ngang của sợi, vùng sai số của lõi là vùng giữa vòng tròn ngoại tiếp vùng lõi và vòng tròn lớn nhất bao quanh vùng lõi đồng tâm với vòng tròn kia.

**3.14****Độ không tròn đều của lõi (non-circularity of core)**

Chênh lệch giữa đường kính của 2 vòng tròn được dùng để định nghĩa vùng sai số cho phép của lõi cho đường kính lõi.

**3.15**

## TCVN 8665:2011

### Đường kính trường mode (mode field diameter)

Đường kính trường mode  $2w$  là giá trị của phạm vi phân bố trường điện từ ngang của các mode trong mặt cắt của sợi và được định nghĩa theo phân bố cường độ trường xa  $F^2(\theta)$  theo biểu thức sau:

$$2w = \left( \frac{\lambda}{\pi} \right) \left[ \frac{2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} F^2(\theta) \sin \theta \cos \theta d\theta}{\int_0^{\frac{\pi}{2}} F^2(\theta) \sin^3 \theta \cos \theta d\theta} \right]^{\frac{1}{2}}$$

trong đó:  $\theta$  là góc trường xa

### 3.16

#### Tâm của trường mode (mode field centre)

Vị trí trung tâm của phân bố trường theo không gian trong sợi.

### 3.17

#### Sai số đồng tâm của trường mode (mode field concentricity error)

Khoảng cách giữa tâm của trường mode và tâm của vỏ phản xạ.

### 3.18

#### Độ mở số (Numerical Aperture – NA)

Sin của một nửa góc ở đỉnh của hình nón lớn nhất là tất cả các tia trong hình nón đó đều có thể đi vào hoặc đi ra khỏi lõi sợi quang, nhân với hệ số chiết suất của môi trường chứa hình nón đó.

### 3.19

#### Băng thông của sợi quang (bandwidth of optical fibre)

Dải tần số được tính từ 0 đến tần số mà tại đó hàm truyền đạt băng cơ sở của sợi quang giảm tới giá trị -3 dB so với hàm truyền đạt tại tần số 0 Hz, đối với chiều dài sợi là 1 km.

### 3.20

#### Hệ số suy hao (attenuation coefficient)

Hệ số suy hao ( $\alpha$ ) của sợi quang là suy hao được tính trên một đơn vị chiều dài.

$$\alpha = \frac{-10 \log_{10} \left( \frac{P(z)}{P(0)} \right)}{z} \quad \text{dB/km}$$

trong đó:  $P(z)$  là công suất quang tại khoảng cách  $z$  (km) tính theo dọc sợi

$P(0)$  là công suất quang tại  $z = 0$ .

## 3.21

**Hệ số tán sắc (dispersion coefficient)**

Tán sắc là hiện tượng dẫn xung ánh sáng truyền trong sợi quang do vận tốc nhóm khác nhau của các bước sóng khác nhau chứa trong thành phần phổ của nguồn phát.

Hệ số tán sắc là tán sắc tính cho một đơn vị bề rộng phổ của nguồn phát và một đơn vị chiều dài của sợi và thường tính bằng ps/(nm.km).

## 3.22

**Bước sóng cắt (cut off wavelength)**

Bước sóng cắt là bước sóng mà tại những bước sóng lớn hơn nó thì tỷ số giữa công suất toàn phần và công suất mode cơ bản sẽ giảm nhỏ hơn một giá trị nhất định. Giá trị này được chọn là 0,1 dB cho đoạn sợi có chiều dài là 2 m.

Theo định nghĩa này thì tại bước sóng cắt, suy hao mode LP<sub>11</sub> của mẫu thử là 19,3 dB.

Có hai loại bước sóng cắt:

- bước sóng cắt  $\lambda_c$  được đo trên một đoạn sợi ngắn chưa bọc cáp (mới chỉ có lớp vỏ sơ cấp - primary coated);
- bước sóng cắt  $\lambda_{cc}$  được đo trên sợi đã bọc cáp trong điều kiện khai thác.

**4 Yêu cầu kỹ thuật đối với các loại sợi quang****4.1 Yêu cầu kỹ thuật đối với sợi đa mode****4.1.1 Đường kính lõi**

- Giá trị đường kính lõi danh định của sợi là 50  $\mu\text{m}$ ;
- Sai số đường kính lõi không được vượt quá  $\pm 3 \mu\text{m}$ .

**4.1.2 Đường kính vỏ**

- Giá trị đường kính vỏ danh định của sợi phải là 125  $\mu\text{m}$ ;
- Sai số đường kính vỏ không được vượt quá  $\pm 2 \mu\text{m}$ .

**4.1.3 Độ lệch tâm giữa lõi và vỏ**

- Độ lệch tâm giữa lõi và vỏ phải nhỏ hơn 3  $\mu\text{m}$ .

**4.1.4 Độ không tròn đều**

- Độ không tròn đều của vỏ phải nhỏ hơn 2%.
- Độ không tròn đều của lõi phải nhỏ hơn 6%.

## TCVN 8665:2011

### 4.1.5 Mật cắt chiết suất

- Mật cắt chiết suất chuẩn hoá của sợi được biểu diễn bằng biểu thức sau:

$$d(x) = 1 - x^g$$

trong đó: 
$$d(x) = \frac{n(x) - n(1)}{n(0) - n(1)}$$

$n(x)$  là hệ số chiết suất tại điểm  $x$

$$x = \frac{r}{a} \quad (0 \leq r \leq a)$$

$a$  là bán kính lõi

$$1 \leq g \leq 3$$

### 4.1.6 Độ mở số (NA)

- Độ mở số danh định của sợi phải là 0,20.

- Sai số của độ mở số không được vượt quá  $\pm 0,015$ .

### 4.1.7 Hệ số suy hao

- Sợi phải có hệ số suy hao nhỏ hơn 3,5 dB/km đối với vùng bước sóng 850 nm và nhỏ hơn 1,0 dB/km đối với vùng bước sóng 1300 nm.

### 4.1.8 Băng thông

Băng thông biên độ méo mode chuẩn hoá lớn hơn 500 MHz.km trong vùng bước sóng 850 nm và 1300 nm.

### 4.1.9 Hệ số tán sắc

Hệ số tán sắc màu  $D(\lambda)$  được xác định bởi giá trị giới hạn các tham số của đường cong tán sắc màu theo hàm của bước sóng trong vùng bước sóng 1300 nm. Giới hạn hệ số tán sắc màu cho bất kỳ một bước sóng  $\lambda$  nào đó được tính với giá trị bước sóng cực tiểu có tán sắc không  $\lambda_{0\min}$ , giá trị bước sóng cực đại có tán sắc không  $\lambda_{0\max}$  và hệ số độ dốc cực đại tán sắc không  $S_{0\max}$  tương ứng với bất đẳng thức sau:

$$\frac{\lambda S_{0\max}}{4} \left[ 1 - \left( \frac{\lambda_{0\max}}{\lambda} \right)^4 \right] \leq D(\lambda) \leq \frac{\lambda S_{0\max}}{4} \left[ 1 - \left( \frac{\lambda_{0\min}}{\lambda} \right)^4 \right]$$

Giá trị tham số:  $\lambda_{0\min}$ ,  $\lambda_{0\max}$  và  $S_{0\max}$  được xác định theo Bảng 1.

CHÚ THÍCH 1: Trường hợp xấu nhất hệ số tán sắc màu tại bước sóng 850 nm có thể lấy giá trị khuyến nghị trong Bảng 1 là  $-104 \text{ ps/nm.km}$  (nghĩa là  $S_0 = 0,09375 \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}$  tại bước sóng  $\lambda_0 = 1340 \text{ nm}$  hoặc  $S_0 = 0,10125 \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}$  tại bước sóng  $\lambda_0 = 1320 \text{ nm}$ ).

CHÚ THÍCH 2: Sự tuân thủ đặc tính của tán sắc màu có thể được đảm bảo bằng việc tuân thủ đặc tính độ mở số.

**Bảng 1 – Các chỉ tiêu đối với sợi quang G.651.1: sợi MMF 50/125  $\mu\text{m}$  chiết xuất liên tục sử dụng trong các hệ thống Ethernet có tốc độ lên tới 1 Gbit/s làm việc tại cửa sổ bước sóng 850 nm hoặc 1300 nm**

Các thuộc tính sợi		
Tham số	Chi tiết	Giá trị
Đường kính vỏ	Giá trị danh định	125 $\mu\text{m}$
	Sai số	$\pm 2 \mu\text{m}$
Đường kính lõi	Giá trị danh định	50 $\mu\text{m}$
	Sai số	$\pm 3 \mu\text{m}$
Sai số đồng tâm giữa lõi và vỏ	Giá trị cực đại	3 $\mu\text{m}$
Độ không tròn đều của lõi	Giá trị cực đại	6%
Độ không tròn đều của vỏ	Giá trị cực đại	2%
Độ mở số	Giá trị danh định	0,20
	Sai số	$\pm 0,015$
Suy hao uốn cong (chú thích 1 và 2)	Bán kính	15 mm
	Số vòng cuộn	2
	Giá trị cực đại tại bước sóng 850 nm	1 dB
	Giá trị cực đại tại bước sóng 1300 nm	1 dB
Ứng suất kéo	Giá trị cực tiểu	0,69 GPa
Độ rộng băng thông theo phương thức phát chùm	Giá trị cực tiểu tại bước sóng 850 nm	500 MHz.km
	Giá trị cực tiểu tại bước sóng 1300 nm	500 MHz.km
Hệ số tán sắc (chú thích 3)	$\lambda_{0\text{min}}$	1295 nm
	$\lambda_{0\text{max}}$	1340 nm
	$S_{0\text{max}}$ cho $1295 \leq \lambda_0 \leq 1310 \text{ nm}$	$\leq 0,105 \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}$
	$S_{0\text{max}}$ cho $1310 \leq \lambda_0 \leq 1340 \text{ nm}$	$\leq 375 \times (1590 - \lambda_0) \times 10^{-6} \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}$

## Các thuộc tính cáp

Tham số	Chi tiết	Giá trị
Hệ số suy hao	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 850 nm	3,5 dB/km
	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1300 nm	1,0 dB/km
<p>CHÚ THÍCH 1 – Trong trường hợp sử dụng sợi quang đa mode ngoài phạm vi ứng dụng của tiêu chuẩn này, các chỉ tiêu về suy hao uốn cong có thể được chỉ định theo tiêu chuẩn IEC 60793-2-10.</p> <p>CHÚ THÍCH 2 – Để đo kiểm đặc tính suy hao uốn cong, chế độ bơm chùm như đã chỉ ra trong tiêu chuẩn IEC 61280-4-1 phải được sử dụng.</p> <p>CHÚ THÍCH 3 – Hệ số tán sắc trong trường hợp xấu nhất tại bước sóng 850 nm (nghĩa là <math>S_0 = 0,09375 \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}</math> tại bước sóng <math>\lambda_0 = 1340 \text{ nm}</math> hoặc <math>S_0 = 0,10125 \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}</math> tại bước sóng <math>\lambda_0 = 1320 \text{ nm}</math>) có giá trị là <math>-104 \text{ ps/nm} \cdot \text{km}</math>.</p>		

#### 4.2 Yêu cầu kỹ thuật đối với sợi đơn mode

Các loại sợi đơn mode bao gồm:

- sợi đơn mode thông thường (SMF);
- sợi đơn mode tán sắc dịch chuyển (DSF);
- sợi đơn mode tán sắc dịch chuyển khác 0 (NZ-DSF).

##### 4.2.1 Đường kính trường mode

Các tham số được qui định với đường kính trường mode bao gồm:

- giá trị danh định;
- sai số.

Các tham số này được xác định tại bước sóng:

- 1310 nm đối với sợi SMF;
- 1550 nm đối với sợi DSF, NZ-DSF.

Đặc tính kỹ thuật đối với đường kính trường mode được qui định trong:

- Bảng 2, 3, 4, 5 đối với sợi SMF;
- Bảng 6, 7 đối với sợi DSF;
- Bảng 8, 9, 10 đối với sợi NZ-DSF.

##### 4.2.2 Đường kính vỏ

Các tham số được qui định với đường kính vỏ bao gồm:

- giá trị danh định;
- sai số.

Đặc tính kỹ thuật đối với đường kính vỏ được qui định trong:

- Bảng 2, 3, 4, 5 đối với sợi SMF;
- Bảng 6, 7 đối với sợi DSF;
- Bảng 8, 9, 10 đối với sợi NZ-DSF.

#### 4.2.3 Độ đồng tâm của lõi

Đặc tính kỹ thuật đối với độ đồng tâm của lõi được qui định trong:

- Bảng 2, 3, 4, 5 đối với sợi SMF;
- Bảng 6, 7 đối với sợi DSF;
- Bảng 8, 9, 10 đối với sợi NZ-DSF.

#### 4.2.4 Độ đồng tâm của đường kính trường mode

Đặc tính kỹ thuật đối với độ đồng tâm của đường kính trường mode được qui định trong:

- Bảng 2, 3, 4, 5 đối với sợi SMF;
- Bảng 6, 7 đối với sợi DSF;
- Bảng 8, 9, 10 đối với sợi NZ-DSF.

#### 4.2.5 Độ không tròn đều của vỏ

Đặc tính kỹ thuật đối với độ không tròn đều của vỏ được qui định trong:

- Bảng 2, 3, 4, 5 đối với sợi SMF;
- Bảng 6, 7 đối với sợi DSF;
- Bảng 8, 9, 10 đối với sợi NZ-DSF.

#### 4.2.6 Bước sóng cắt

Đặc tính kỹ thuật đối với bước sóng cắt của sợi đã bọc cáp ( $\lambda_{cc}$ ) được qui định trong:

- Bảng 2, 3, 4, 5 đối với sợi SMF;
- Bảng 6, 7 đối với sợi DSF;
- Bảng 8, 9, 10 đối với sợi NZ-DSF.

#### 4.2.7 Hệ số suy hao

Đặc tính kỹ thuật đối với hệ số suy hao của sợi được qui định trong:

- Bảng 2, 3, 4, 5 đối với sợi SMF;
- Bảng 6, 7 đối với sợi DSF;
- Bảng 8, 9, 10 đối với sợi NZ-DSF.



## TCVN 8665:2011

### 4.2.8 Đặc tính suy hao tại bước sóng 1550 nm

- Đặc tính suy hao của sợi quang đơn mode tại bước sóng 1550 nm được xác định bằng độ tăng suy hao đo tại bước sóng 1550 nm của sợi quấn lỏng 100 vòng với bán kính vòng quấn là 37,5 mm.

Đặc tính kỹ thuật đối với đặc tính suy hao của sợi tại bước sóng 1550 nm được qui định trong:

- Bảng 2, 3, 4, 5 đối với sợi SMF;
- Bảng 6, 7 đối với sợi DSF;
- Bảng 8, 9, 10 đối với sợi NZ-DSF.

### 4.2.9 Hệ số tán sắc

- Đặc tính kỹ thuật đối với hệ số tán sắc của sợi SMF được qui định trong các Bảng 2, 3, 4, 5 thông qua các tham số  $\lambda_{0min}$ ,  $\lambda_{0max}$ ,  $S_{0max}$ . Trong đó:

$\lambda_{0min}$  là bước sóng nhỏ nhất mà tại đó tán sắc của sợi bằng 0;

$\lambda_{0max}$  là bước sóng lớn nhất mà tại đó tán sắc của sợi bằng 0;

$S_{0max}$  là hệ số độ dốc tán sắc lớn nhất tại điểm tán sắc bằng 0.

Các tham số này có mối quan hệ với đường cong tán sắc của sợi theo bất đẳng thức dưới đây:

$$\frac{\lambda S_{0max}}{4} \left[ 1 - \left( \frac{\lambda_{0max}}{\lambda} \right)^4 \right] \leq D(\lambda) \leq \frac{\lambda S_{0max}}{4} \left[ 1 - \left( \frac{\lambda_{0min}}{\lambda} \right)^4 \right]$$

- Đặc tính kỹ thuật đối với tán sắc của sợi DSF được qui định trong Bảng 6, 7 thông qua các tham số:

$\lambda_{0min}$ ,  $\lambda_{0max}$ ,  $S_{0max}$ ,  $D_{max}$ ,  $\Delta\lambda_{0max}$ ,  $\Delta\lambda_w$ . Trong đó:

$\lambda_{0min}$  là bước sóng nhỏ nhất mà tại đó tán sắc của sợi bằng 0;

$\lambda_{0max}$  là bước sóng lớn nhất mà tại đó tán sắc của sợi bằng 0;

$S_{0max}$  là hệ số độ dốc tán sắc lớn nhất tại điểm tán sắc bằng 0.

$\Delta\lambda_{0max}$  là dung sai cực đại của bước sóng mà tại đó sợi có tán sắc bằng 0 ( $\lambda_0$ ), tức là:

$$1550 - \Delta\lambda_{0max} < \lambda_0 < 1550 + \Delta\lambda_{0max}$$

$D_{max}$  là giá trị tuyệt đối cực đại của hệ số tán sắc được xác định trong cửa sổ bước sóng  $\pm\Delta\lambda_w$ , tức là:

$$|D(\lambda)| < D_{max} \text{ với } 1550 - \Delta\lambda_w < \lambda < 1550 + \Delta\lambda_w$$

### 4.2.10 Hệ số tán sắc mode phân cực (PMD)

Tán sắc mode phân cực của sợi cần được xác định dựa trên cơ sở thống kê. Đặc tính kỹ thuật đối với tán sắc mode phân cực của sợi được qui định thông qua các tham số M, Q,  $PMD_Q$ . Trong đó:

$PMD_Q$  là giới hạn trên thống kê với mức xác suất Q đối với hệ số PMD của 1 tuyến cáp gồm M đoạn cáp được nối lại với nhau;

Q là xác suất để hệ số PMD của tuyến cáp nói trên vượt quá giá trị  $PMD_Q$ .

Đặc tính kỹ thuật đối với các tham số này được qui định trong:

- Bảng 2, 3, 4, 5 đối với sợi SMF;
- Bảng 6, 7 đối với sợi DSF;
- Bảng 8, 9, 10 đối với sợi NZ-DSF.

#### 4.2.11 Ứng suất kéo

Đặc tính kỹ thuật đối với ứng suất chịu đựng của sợi được qui định trong:

- Bảng 2, 3, 4, 5 đối với sợi SMF;
- Bảng 6, 7 đối với sợi DSF;
- Bảng 8, 9, 10 đối với sợi NZ-DSF.

**Bảng 2 - Các chỉ tiêu đối với sợi G.652.A: Sợi SMF sử dụng cho các hệ thống truyền dẫn trong Khuyến nghị ITU-T G.957 và G.691 tới tốc độ STM-16, cũng như tốc độ 10 Gbit/s tới 40 km (Ethernet) và STM-256 theo Khuyến nghị ITU-T G.693**

Các thuộc tính sợi		
Tham số	Chi tiết	Giá trị
Đường kính trường mode	Bước sóng	1310 nm
	Dải giá trị danh định	8,6 - 9,5 $\mu\text{m}$
	Sai số	$\pm 0,6 \mu\text{m}$
Đường kính vỏ	Giá trị danh định	125 $\mu\text{m}$
	Sai số	$\pm 1 \mu\text{m}$
Sai số đồng tâm của lõi	Giá trị cực đại	0,6 $\mu\text{m}$
Độ không tròn đều của vỏ	Giá trị cực đại	1%
Bước sóng cắt (của sợi đã bọc cáp)	Giá trị cực đại	1260 nm
Suy hao uốn cong	Bán kính	30 mm
	Số vòng cuộn	100
	Giá trị cực đại tại bước sóng 1550 nm	0,1 dB
Ứng suất kéo	Giá trị nhỏ nhất	0,69 GPa <sup>(1)</sup>

Hệ số tán sắc	$\lambda_{0min}$	1300 nm
	$\lambda_{0max}$	1324 nm
	$S_{0max}$	0,092 ps/nm <sup>2</sup> .km
Các thuộc tính cáp		
Tham số	Chi tiết	Giá trị
Hệ số suy hao	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1310 nm	0,5 dB/km
	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1550 nm	0,4 dB/km
Hệ số PMD	M	20 cáp
	Q	0,01 %
	Giá trị PMD <sub>Q</sub> cực đại	0,5 ps/√km

(\*) 1 GPa = 10,1972 Kgf/cm<sup>2</sup>

**Bảng 3 - Các chỉ tiêu đối với sợi G.652.B: sợi SMF sử dụng cho các hệ thống truyền dẫn trong Khuyến nghị ITU-T G.691, G.692 tới tốc độ STM-64 và G.693, G.959.1 tới tốc độ STM-256**

Các thuộc tính sợi		
Tham số	Chi tiết	Giá trị
Đường kính trường mode	Bước sóng	1310 nm
	Dải giá trị danh định	8,6 - 9,5 μm
	Sai số	± 0,6 μm
Đường kính vỏ	Giá trị danh định	125 μm
	Sai số	± 1 μm
Sai số đồng tâm của lõi	Giá trị cực đại	0,6 μm
Độ không tròn đều của vỏ	Giá trị cực đại	1%
Bước sóng cắt (của sợi đã bọc cáp)	Giá trị cực đại	1260 nm
Suy hao uốn cong	Bán kính	30 mm
	Số vòng cuộn	100
	Giá trị cực đại tại bước sóng 1625 nm	0,1 dB
Ứng suất kéo	Giá trị nhỏ nhất	0,69 GPa

Hệ số tán sắc	$\lambda_{0min}$	1300 nm
	$\lambda_{0max}$	1324 nm
	$S_{0max}$	0,092 ps/nm <sup>2</sup> .km
<b>Các thuộc tính cáp</b>		
<b>Tham số</b>	<b>Chi tiết</b>	<b>Giá trị</b>
Hệ số suy hao	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1310 nm	0,4 dB/km
	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1550 nm	0,35 dB/km
	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1625 nm	0,4 dB/km
Hệ số PMD (của sợi đã bọc cáp)	M	20 cáp
	Q	0,01 %
	Giá trị PMD <sub>Q</sub> cực đại	0,2 ps/√km

**Bảng 4 - Các chỉ tiêu đối với sợi G.652.C: sợi SMF sử dụng cho các hệ thống truyền dẫn như Bảng 2, cho phép làm việc trong phân băng tần mở rộng từ 1360 nm đến 1530 nm**

<b>Các thuộc tính sợi</b>		
<b>Tham số</b>	<b>Chi tiết</b>	<b>Giá trị</b>
Đường kính trường mode	Bước sóng	1310 nm
	Dải giá trị danh định	8,6 - 9,5 μm
	Sai số	± 0,6 μm
Đường kính vỏ	Giá trị danh định	125 μm
	Sai số	± 1 μm
Sai số đồng tâm của lõi	Giá trị cực đại	0,6 μm
Độ không tròn đều của vỏ	Giá trị cực đại	1%
Bước sóng cắt (của sợi đã bọc cáp)	Giá trị cực đại	1260 nm
Suy hao uốn cong	Bán kính	30 mm
	Số vòng cuộn	100

	Giá trị cực đại tại bước sóng 1625 nm	0,1 dB
Ứng suất kéo	Giá trị nhỏ nhất	0,69 GPa
Hệ số tán sắc	$\lambda_{0min}$	1300 nm
	$\lambda_{0max}$	1324 nm
	$S_{0max}$	0,092 ps/nm <sup>2</sup> .km
Các thuộc tính cáp		
Tham số	Chi tiết	Giá trị
Hệ số suy hao	Giá trị lớn nhất tại bước sóng từ 1310 nm đến 1625 nm	0,4 dB/km
	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1383 ± 3 nm	0,4 dB/km (*)
	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1550 nm	0,3 dB/km
Hệ số PMD (của sợi đã bọc cáp)	M	20 cáp
	Q	0,01 %
	Giá trị PMD <sub>0</sub> cực đại	0,5 ps/√km

(\*) Suy hao sẽ tính nhỏ hơn hoặc bằng giá trị lớn nhất trong giải 1310 nm-1625 nm

**Bảng 5 - Các chỉ tiêu đối với sợi G.652.D: sợi SMF sử dụng cho các hệ thống truyền dẫn như Bảng 3, cho phép làm việc trong phần băng tần mở rộng từ 1360 nm đến 1530 nm**

Các thuộc tính sợi		
Tham số	Chi tiết	Giá trị
Đường kính trường mode	Bước sóng	1310 nm
	Dải giá trị danh định	8,6 – 9,5 μm
	Sai số	± 0,6 μm
Đường kính vỏ	Giá trị danh định	125 μm
	Sai số	± 1 μm
Sai số đồng tâm của lõi	Giá trị cực đại	0,6 μm

Độ không tròn đều của vỏ	Giá trị cực đại	1%
Bước sóng cắt (của sợi đã bọc cáp)	Giá trị cực đại	1260 nm
Suy hao uốn cong	Bán kính	30 mm
	Số vòng cuộn	100
	Giá trị cực đại tại bước sóng 1625 nm	0,1 dB
Ứng suất kéo	Giá trị nhỏ nhất	0,69 GPa
Hệ số tán sắc	$\lambda_{0min}$	1300 nm
	$\lambda_{0max}$	1324 nm
	$S_{0max}$	0,092 ps/nm <sup>2</sup> .km
<b>Các thuộc tính cáp</b>		
<b>Tham số</b>	<b>Chi tiết</b>	<b>Giá trị</b>
Hệ số suy hao	Giá trị lớn nhất tại bước sóng từ 1310 nm tới 1625 nm	0,4 dB/km
	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1383 ± 3 nm	0,4 dB/km (*)
	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1550 nm	0,3 dB/km
Hệ số PMD (của sợi đã bọc cáp)	M	20 cáp
	Q	0,01 %
	Giá trị PMD <sub>Q</sub> cực đại	0,2 ps/√km

(\*) Suy hao sẽ tính nhỏ hơn hoặc bằng giá trị lớn nhất trong dải từ 1310 nm-1625 nm.

**Bảng 6 - Các chỉ tiêu đối với sợi G.653.A: sợi DSF sử dụng cho các hệ thống truyền dẫn trong Khuyến nghị ITU-T G.691, G.692, G.693, G.957, G.977 với khoảng cách ghép giữa các kênh trong cửa sổ 1550 nm là không đều nhau**

<b>Các thuộc tính sợi</b>		
<b>Tham số</b>	<b>Chi tiết</b>	<b>Giá trị</b>
Đường kính trường mode	Bước sóng	1550 nm
	Dài giá trị danh định	7,8-8,5 $\mu\text{m}$
	Sai số	$\pm 0,8 \mu\text{m}$
Đường kính vỏ	Giá trị danh định	125 $\mu\text{m}$
	Sai số	$\pm 1 \mu\text{m}$
Sai số đồng tâm của lõi	Giá trị cực đại	0,8 $\mu\text{m}$
Độ không tròn đều của vỏ	Giá trị cực đại	2%
Bước sóng cắt (của sợi đã bọc cáp)	Giá trị cực đại	1270 nm
Suy hao uốn cong	Bán kính	30 mm
	Số vòng cuốn	100
	Giá trị cực đại tại bước sóng 1550 nm	0,5 dB
Ứng suất kéo	Giá trị nhỏ nhất	0,69 GPa
Hệ số tán sắc	$\lambda_{\text{min}}$	1525 nm
	$\lambda_{\text{max}}$	1575 nm
	$D_{\text{max}}$	3,5 ps/nm.km
	$\lambda_{0\text{min}}$	1500 nm
	$\lambda_{0\text{max}}$	1600 nm
	$S_{0\text{max}}$	0,085 ps/nm <sup>2</sup> .km
<b>Các thuộc tính cáp</b>		
<b>Tham số</b>	<b>Chi tiết</b>	<b>Giá trị</b>
Hệ số suy hao	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1550 nm	0,35 dB/km

Hệ số PMD (của sợi đã bọc cáp)	M	20 cáp
	Q	0,01 %
	Giá trị $PMD_Q$ cực đại	$0,5 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}$



**Bảng 7 - Các chỉ tiêu đối với sợi G.653.B: sợi DSF sử dụng cho các hệ thống truyền dẫn như Bảng 6 nhưng yêu cầu PMD nghiêm ngặt hơn cho các hệ thống STM-64 với độ dài lớn hơn 400 km và các ứng dụng STM-256 theo G.959.1**

Các thuộc tính sợi		
Tham số	Chi tiết	Giá trị
Đường kính trường mode	Bước sóng	1550 nm
	Dải giá trị danh định	7,8-8,5 $\mu\text{m}$
	Sai số	$\pm 0,6 \mu\text{m}$
Đường kính vỏ	Giá trị danh định	125 $\mu\text{m}$
	Sai số	$\pm 1 \mu\text{m}$
Sai số đồng tâm của lõi	Giá trị cực đại	0,6 $\mu\text{m}$
Độ không tròn đều của vỏ	Giá trị cực đại	1%
Bước sóng cắt (của sợi đã bọc cáp)	Giá trị cực đại	1270 nm
Suy hao uốn cong	Bán kính	30 mm
	Số vòng cuộn	100
	Giá trị cực đại tại bước sóng 1550 nm	0,1 dB
Ứng suất kéo	Giá trị nhỏ nhất	0,69 GPa
Hệ số tán sắc (ps/nm.km)	$D_{\min}(\lambda): 1460-1525$	$0,085(\lambda - 1525) - 3,5$
	$D_{\min}(\lambda): 1525-1625$	$3,5/75(\lambda - 1600)$
	$D_{\max}(\lambda): 1460-1575$	$3,5/75(\lambda - 1500)$
	$D_{\max}(\lambda): 1575-1625$	$0,085(\lambda - 1575) + 3,5$
Các thuộc tính cáp		
Tham số	Chi tiết	Giá trị
Hệ số suy hao	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1550 nm	0,35 dB/km
Hệ số PMD (của sợi đã bọc cáp)	M	20 cáp
	Q	0,01 %
	Giá trị PMD <sub>Q</sub> cực đại	$0,20 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}$

**Bảng 8 - Yêu cầu kỹ thuật đối với sợi G.655.C: sợi NZ-DSF sử dụng cho các hệ thống truyền dẫn trong Khuyến nghị ITU-T G.691, G.959.1 và G.693, các hệ thống DWDM có khoảng cách kênh theo Khuyến nghị ITU-T G.694.1 và các hệ thống STM-64 với độ dài tới 2000 km**

Các thuộc tính sợi		
Tham số	Chi tiết	Giá trị
Đường kính trường mode	Bước sóng	1550 nm
	Dải giá trị danh định	8 – 11 $\mu\text{m}$
	Sai số	$\pm 0,7 \mu\text{m}$
Đường kính vỏ	Giá trị danh định	125 $\mu\text{m}$
	Sai số	$\pm 1 \mu\text{m}$
Sai số đồng tâm của lõi	Giá trị cực đại	0,8 $\mu\text{m}$
Độ không tròn đều của vỏ	Giá trị cực đại	2%
Bước sóng cắt (của sợi đã bọc cáp)	Giá trị cực đại	1450 nm
Đặc tính suy hao của sợi quang ở bước sóng 1550 nm	Bán kính	30 mm
	Số vòng cuốn	100
	Giá trị cực đại tại bước sóng 1550 nm	0,5 dB
Ứng suất kéo	Giá trị nhỏ nhất	0,69 GPa
Hệ số tán sắc Dải bước sóng: 1530-1565 nm	$\lambda_{\min}$ và $\lambda_{\max}$	1530 nm và 1565 nm
	Giá trị nhỏ nhất của $D_{\min}$	1,0 ps/nm.km
	Giá trị lớn nhất của $D_{\max}$	10 ps/nm.km
	Dấu	Dương hoặc âm
	$D_{\max} - D_{\min}$	$\leq 5,0$ ps/nm.km
Hệ số tán sắc Dải bước sóng: 1565-1625 nm	$\lambda_{\min}$ và $\lambda_{\max}$	(*)
	Giá trị nhỏ nhất của $D_{\min}$	(*)
	Giá trị lớn nhất của $D_{\max}$	(*)
	Dấu	Dương hoặc âm

Các thuộc tính cáp		
Tham số	Chi tiết	Giá trị
Hệ số suy hao	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1550 nm	0,35 dB/km
	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1625 nm	0,4 dB/km
Hệ số PMD (của sợi đã bọc cáp)	M	20 cáp
	Q	0,01 %
	Giá trị PMD <sub>Q</sub> cực đại	0,2 ps/ $\sqrt{km}$

(\*) Chưa xác định

**Bảng 9 - Yêu cầu kỹ thuật đối với G.655.D: sợi NZ-DSF sử dụng cho các hệ thống truyền dẫn như Bảng 8 đối với dải bước sóng từ 1530 nm đến 1625 nm và các hệ thống CWDM với dải bước sóng từ 1460 nm tới 1530 nm**

Các thuộc tính sợi		
Tham số	Chi tiết	Giá trị
Đường kính trường mode	Bước sóng	1550 nm
	Dải giá trị danh định	8 – 11 $\mu\text{m}$
	Sai số	$\pm 0,6 \mu\text{m}$
Đường kính vỏ	Giá trị danh định	125 $\mu\text{m}$
	Sai số	$\pm 1 \mu\text{m}$
Sai số đồng tâm của lõi	Giá trị cực đại	0,6 $\mu\text{m}$
Độ không tròn đều của vỏ	Giá trị cực đại	1%
Bước sóng cắt (của sợi đã bọc cáp)	Giá trị cực đại	1450 nm
Đặc tính suy hao của sợi quang ở bước sóng 1550 nm	Bán kính	30 mm
	Số vòng cuốn	100
	Giá trị cực đại tại bước sóng 1625 nm	0,1 dB
Ứng suất kéo	Giá trị nhỏ nhất	0,69 GPa

Hệ số tán sắc (ps/nm.km)	$D_{\min}(\lambda)$ : 1460-1550 nm	$\frac{7,00}{90} (\lambda - 1460) - 4,20$
	$D_{\min}(\lambda)$ : 1550-1625 nm	$\frac{2,97}{75} (\lambda - 1550) + 2,80$
	$D_{\max}(\lambda)$ : 1460-1550 nm	$\frac{2,91}{90} (\lambda - 1460) + 3,29$
	$D_{\max}(\lambda)$ : 1550-1625 nm	$\frac{5,06}{75} (\lambda - 1550) + 6,20$
<b>Các thuộc tính cáp</b>		
<b>Tham số</b>	<b>Chi tiết</b>	<b>Giá trị</b>
Hệ số suy hao	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1550 nm	0,35 dB/km
	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1625 nm	0,4 dB/km
Hệ số PMD	M	20 cáp
	Q	0,01 %
	Giá trị PMD <sub>Q</sub> cực đại	0,2 ps/ $\sqrt{km}$

**Bảng 10 - Yêu cầu kỹ thuật đối với sợi G.655.E: sợi NZ-DSF sử dụng cho các hệ thống truyền dẫn như Bảng 8 nhưng có giá trị cao hơn để áp dụng trong một số trường hợp như khoảng cách kênh nhỏ; các hệ thống truyền dẫn như Bảng 9 có thể áp dụng.**

<b>Các thuộc tính sợi</b>		
<b>Tham số</b>	<b>Chi tiết</b>	<b>Giá trị</b>
Đường kính trường mode	Bước sóng	1550 nm
	Dải giá trị danh định	8 - 11 $\mu$ m
	Sai số	$\pm 0,6 \mu$ m
Đường kính vỏ	Giá trị danh định	125 $\mu$ m
	Sai số	$\pm 1 \mu$ m
Sai số đồng tâm của lõi	Giá trị cực đại	0,6 $\mu$ m

**TCVN 8665:2011**

Độ không tròn đều của vỏ	Giá trị cực đại	1%
Bước sóng cắt (của sợi đã bóc cáp)	Giá trị cực đại	1450 nm
Đặc tính suy hao của sợi quang ở bước sóng 1550 nm	Bán kính	30 mm
	Số vòng cuộn	100
	Giá trị cực đại tại bước sóng 1625 nm	0,1 dB
Ứng suất kéo	Giá trị nhỏ nhất	0,69 GPa
Hệ số tán sắc (ps/nm.km)	$D_{min}(\lambda)$ : 1460-1550 nm	$\frac{5,42}{90}(\lambda - 1460) + 0,64$
	$D_{min}(\lambda)$ : 1550-1625 nm	$\frac{3,30}{75}(\lambda - 1550) + 6,06$
	$D_{max}(\lambda)$ : 1460-1550 nm	$\frac{4,65}{90}(\lambda - 1460) + 4,66$
	$D_{max}(\lambda)$ : 1550-1625 nm	$\frac{4,12}{75}(\lambda - 1550) + 9,31$
<b>Các thuộc tính cáp</b>		
<b>Tham số</b>	<b>Chi tiết</b>	<b>Giá trị</b>
Hệ số suy hao	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1550 nm	0,35 dB/km
	Giá trị lớn nhất tại bước sóng 1625 nm	0,4 dB/km
Hệ số PMD	M	20 cáp
	Q	0,01 %
	Giá trị $PMD_Q$ cực đại	0,20 ps/ $\sqrt{km}$

## Phụ lục A

(Quy định)

## Các phương pháp đo suy hao, tán sắc

## A.1 Đo suy hao quang bằng máy đo công suất

## A.1.1 Mục đích

Việc đo suy hao quang bằng máy đo công suất được sử dụng để xác định chính xác suy hao của cáp sợi quang.

Phương pháp đo suy hao quang bằng máy đo công suất quang sử dụng phương pháp đo suy hao xen.

## A.1.2 Điều kiện đo

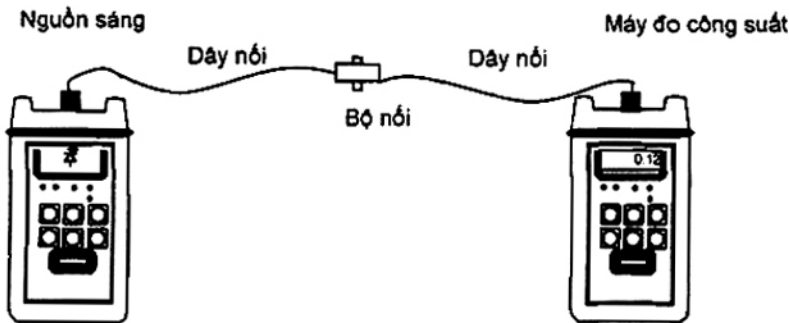
Dưới đây là những thiết bị cần để đo:

- máy đo công suất quang;
- nguồn sáng quang;
- 2 bộ nối (adapter);
- 2 dây nối (có đường kính lõi và vỏ giống như sợi cần đo).

## A.1.3 Tiến hành đo

Bước 1: đặt tham chiếu.

Thiết lập đo:



Hình A.1 - Thiết lập mức tham chiếu

Qui trình:

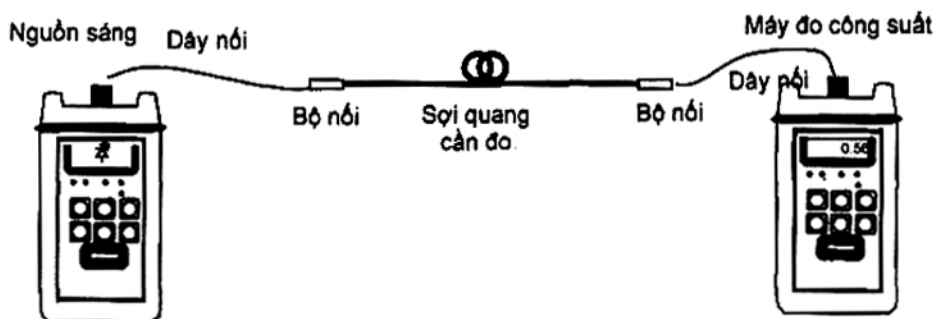
- Đầu mỗi máy đo công suất và nguồn sáng với 1 dây nối và liên kết lại bằng 1 bộ nối (Hình A.1);
- Bật nguồn máy đo công suất quang (để ở chế độ cần đo);
- Bật nguồn quang hiển thị ở giá trị tuyệt đối (dBm);

## TCVN 8665:2011

- Thiết lập giá trị tuyệt đối này về giá trị tham chiếu và hiển thị giá trị tương đối (dB).

Bước 2: đo suy hao sợi quang sử dụng phương pháp đo suy hao xen.

Thiết lập đo:



Hình A.2 - Thiết lập đo suy hao sợi quang

Qui trình:

- Tháo một trong các dây nối, nối sợi quang cần đo vào như Hình A.2.
- Giá trị hiển thị trên máy đo là suy hao xen của sợi quang cần đo.

## A.2 Đo suy hao quang bằng máy đo phản xạ quang OTDR

### A.2.1 Mục đích

Phương pháp đo suy hao bằng máy đo OTDR sử dụng phương pháp đo suy hao phản xạ trở về.

Phương pháp này cho phép đánh giá suy hao trở về bằng đo công suất phản xạ của sợi quang.

### A.2.2 Điều kiện đo

Máy đo OTDR

Các dây nối và phụ kiện:

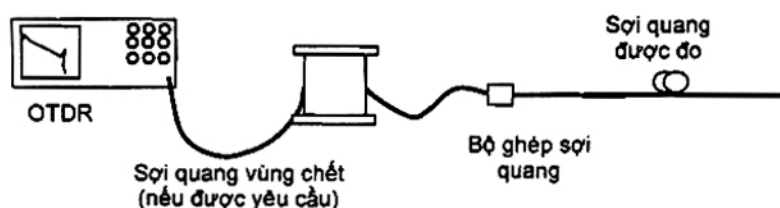
- các bộ nối thích hợp;
- bộ ghép sợi quang;
- chất lỏng làm phù hợp chiết suất sợi;
- dao cắt sợi quang;
- kim tuốt vỏ cáp và sợi quang;
- cuộn sợi đệm.

Trước khi tiến hành các phép đo bằng OTDR, cần phải kiểm tra máy OTDR đó để đảm bảo rằng nó có đủ khả năng đo toàn bộ chiều dài sợi quang hay không. Chiều dài tổng của cáp sợi quang được đo cần ngắn hơn phạm vi này.

### A.2.3 Tiến hành đo

Dưới đây là các bước cần được tiến hành để thực hiện một phép đo bằng OTDR:

1. Nếu sợi quang cần đo không được nối với bộ nối, bóc cáp sợi quang ra và để cho sợi quang lộ ra khoảng 2 m. Làm sạch và cắt sợi này.
2. Nối máy OTDR với sợi quang trên bằng một dây nối, cuộn sợi đệm (nếu được yêu cầu) và bộ chuyển đổi sợi quang trần (xem Hình A.3). Nếu sợi quang đó được nối với bộ nối, thì nối máy OTDR với sợi đó bằng một dây nối và cuộn sợi đệm (nếu được yêu cầu). Cuộn sợi đệm là cuộn sợi quang trần nhỏ có độ dài sợi khoảng 1 km, có thể cuộn được trên một lô nhỏ. Nó được sử dụng cho OTDR để loại vùng chết của OTDR. Ví thể sợi quang dùng làm cuộn đệm không được có bất kỳ sự dị thường nào.
3. Bật nguồn OTDR.



Hình A.3 - Cấu hình đo của OTDR

4. Thiết lập chế độ ứng với các tham số hoạt động thích hợp của OTDR, bao gồm bước sóng, chiết suất của sợi quang được đo và chế độ quét và phân giải của màn hiển thị.
5. Điều chỉnh độ phân giải của màn hiển thị để hiển thị toàn bộ sợi quang được đo.
6. Đo suy hao của tất cả các điểm dị thường, các mối hàn, các bộ nối và toàn bộ sợi quang.
7. Đo suy hao 2 điểm đầu-cuối của sợi quang.
8. Lặp lại tất cả các bước từ 1 đến 7 cho tất cả các bước sóng yêu cầu.
9. Ghi lại vị trí của OTDR cho những phép đo này.
10. Lặp lại các bước từ 1 đến 9 với máy đo OTDR được nối vào đầu kia của sợi quang. Sau đó tính giá trị trung bình của hai kết quả thu được. Nó sẽ cho ra một giá trị chính xác hơn:

$$\text{Tổn hao}_{\text{OTDR}} = (\text{Tổn hao}_{\text{hướng A}} + \text{Tổn hao}_{\text{hướng B}})/2$$



## TCVN 8665:2011

### A.3 Đo tán sắc

#### A.3.1 Mục đích

Xác định sự thay đổi tốc độ lan truyền của các thành phần bước sóng khác nhau theo độ rộng phổ của 1 tín hiệu.

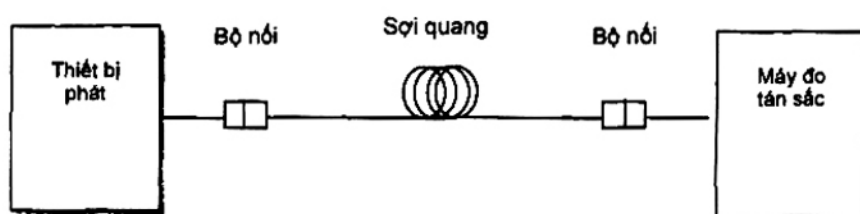
Các phương pháp cơ bản để đo tán sắc bao gồm: phương pháp điều chế dịch pha và dịch pha vi sai.

#### A.3.2 Điều kiện đo

Dưới đây là những thiết bị cần để đo:

- máy đo tán sắc quang;
- nguồn sáng quang;
- 2 bộ nối (adapter);
- 2 dây nối (có đường kính lõi và vỏ giống như sợi cần đo).

#### A.3.3 Tiến hành đo



Hình A.4 - Cấu hình đo tán sắc sợi quang

1. Làm sạch các đầu bộ nối.
2. Thiết lập cấu hình đo như Hình A.4. Bật công tắc nguồn của máy đo, chờ cho máy hoạt động ổn định.
3. Thiết lập giải bước sóng cần đo.
4. Lựa chọn độ phân giải của máy đo và mức công suất tín hiệu.
5. Thực hiện việc chuẩn hoá máy đo. Việc chuẩn hoá này có thể thực hiện bằng một đoạn dây nối.
6. Tiến hành đo. Nối một đầu sợi cần đo vào nguồn phát quang, đầu còn lại của sợi nối vào máy đo.
7. Đọc các kết quả trên máy đo, in ra hoặc lưu vào đĩa mềm.
8. Thực hiện quét phổ trễ nhóm theo bước sóng, từ những kết quả đo được vẽ nên đường cong tán sắc.

### A.4 Đo tán sắc mode phân cực PMD

#### A.4.1 Mục đích

Để xác định độ chênh lệch về thời gian lan truyền giữa 2 mode đó được gọi là trễ nhóm. Khác với tán sắc thông thường có tính chất tương đối ổn định, PMD có tính ngẫu nhiên.

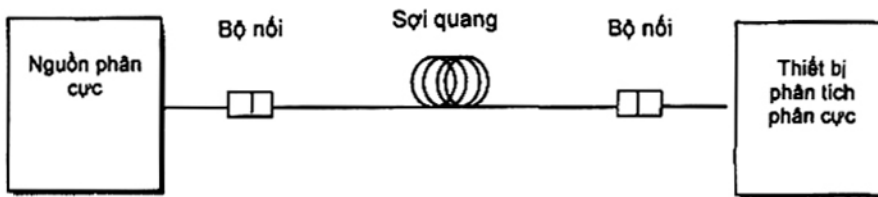
Có nhiều phương pháp đo PMD như phương pháp đo giao thoa, phương pháp trạng thái phân cực cơ bản...

#### A.4.2 Điều kiện đo

Dưới đây là những thiết bị cần để đo:

- máy đo PMD;
- nguồn sáng quang;
- 2 bộ nối (adapter);
- 2 dây nối (có đường kính lõi và vỏ giống như sợi cần đo).

#### A.4.3 Tiến hành đo



Hình A.5 - Cấu hình đo PMD

1. Làm sạch các đầu bộ nối.
2. Thiết lập cấu hình đo như Hình A.5. Bật công tắc nguồn của máy đo, chờ cho máy hoạt động ổn định.
3. Thiết lập giải bước sóng cần đo.
4. Thiết lập chế độ đo.
5. Thiết lập dải đo. Dải đo thiết lập quá hẹp sẽ làm cho giá trị PMD đo được không chính xác. Trong trường hợp này phải thực hiện lại phép đo với dải đo lớn hơn. Tuy nhiên, nên để ở chế độ đo tự động. Chế độ này cho phép quét qua tất cả các dải đo và tự động đưa ra giá trị PMD chính xác nhất.
6. Lựa chọn độ phân giải của máy đo và mức công suất tín hiệu.
7. Thực hiện việc chuẩn hoá máy đo. Việc chuẩn hoá này có thể thực hiện bằng một đoạn dây nối.
8. Nhập giá trị về chiều dài của sợi để thiết bị tự động tính hệ số PMD.
9. Đặt chế độ cảnh báo bằng cách thiết lập giới hạn giá trị PMD của sợi (ví dụ tốc độ 2,5 Gbit/s thì  $PMD \leq 40$  ps, với tốc độ 10 Gbit/s thì  $PMD \leq 10$  ps).

**TCVN 8665:2011**

10. Tiến hành đo. Nối một đầu sợi cần đo vào nguồn phân cực, đầu còn lại của sợi nối vào máy phân tích phân cực.

11. Đọc các kết quả trên máy đo, in ra hoặc lưu vào đĩa mềm.

## Phụ lục B

(Quy định)

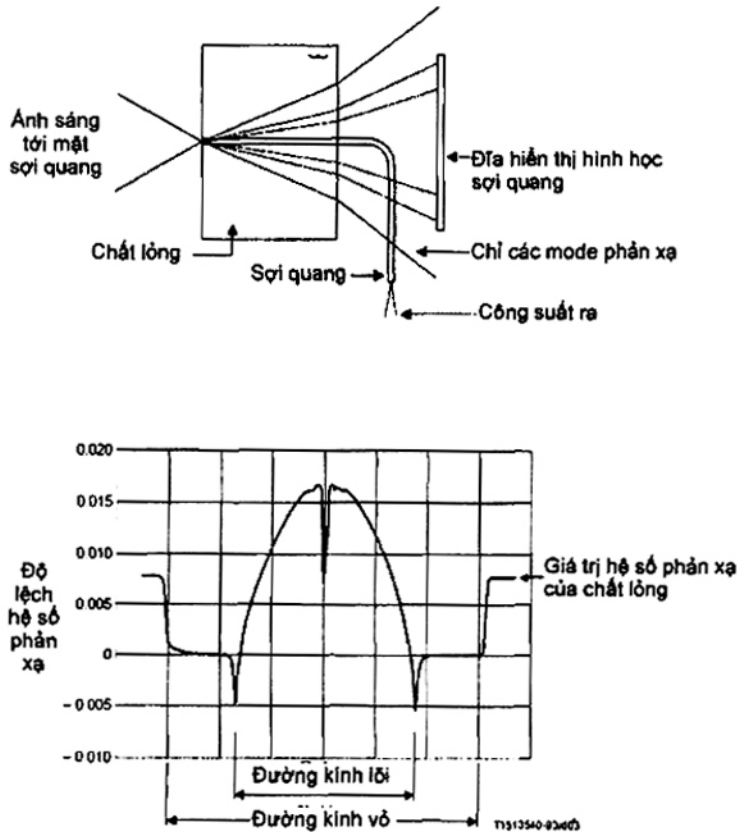
### Đo các tham số hình học

#### B.1 Mục đích đo

Sử dụng thiết bị đo dựa trên phương pháp đo trường gần để xác định các tham số hình học của sợi quang như đường kính trường mode, đường kính lõi, đường kính vỏ, độ mở số, sai số đường kính giữa lõi và vỏ...

#### B.2 Tiến hành đo

1. Cắt sợi quang, làm sạch;
2. Làm phẳng mặt cắt của sợi quang;
3. Đặt sợi quang vào hệ đo theo phương pháp trường gần như Hình B. 1.



Hình B.1 - Sơ đồ đo các chỉ tiêu hình học bằng phương pháp đo trường gần

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] ITU-T G.651.1 (07/2007), Characteristics of a 50/125  $\mu\text{m}$  multimode graded index optical fibre cable for the optical access network (*Các đặc tính của cáp sợi quang 50/125  $\mu\text{m}$  đa mode chiết suất liên tục dùng trong mạng truy nhập quang*).
- [2] ITU-T G.652 (11/2009), Characteristics of a single-mode optical fibre cable (*Các đặc tính của cáp sợi quang đơn mode*).
- [3] ITU-T G.653 (07/2010), Characteristics of a dispersion-shifted single-mode optical fibre cable (*Các đặc tính của cáp sợi quang đơn mode tán sắc dịch chuyển*).
- [4] ITU-T G.655 (11/2009), Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre cable (*Các đặc tính của sợi quang đơn mode tán sắc dịch chuyển khác 0*).
-