

# 光纤跳线的插入损耗、回波损耗测量

张洪喜

中国电子科技集团公司第 41 研究所

国防科技工业光电子一级计量站

摘要：本文介绍了使用中国电科 41 所研制的 AV6332 光回波损耗测试仪测量光纤跳线的插损、回损指标的测量方法及注意事项，并对一条典型的光纤跳线进行了实际测量。

关键词：插入损耗、回波损耗

The measurement of the insertloss and the returnloss of  
fiber optic jumpers

Abstract: This paper introduces the method and the notation of measuring the insertloss and the returnloss of fiber optic jumpers using by AV6332 produced by the 41st institute of CETC, and carrying on a actual measurement to a typical fiber optic jumper.

Keywords: insertloss、returnloss

## 0 引言

光纤跳线广泛应用于光通信领域和光电子领域，插入损耗（插损）和回波损耗（回损）是光纤跳线的两个重要指标，其插损会削弱光通路中的光功率，降低系统灵敏度；其回损会改变光源激光二极管的谱宽度，向系统引入噪声，甚至会使光源工作波长发生变化。准确测量光纤跳线的插损、回损指标使之符合要求，是保证各种光纤系统正常工作的先决条件。

中国电科 41 所生产的 AV6332 光回波损耗测试仪使用超低反射的光器件和同相检测技术，可以同时准确测量光纤跳线的插入损耗和回波损耗，适用于单模光纤光缆、光器件的插入损耗和回波损耗的测量。

## 1 参数定义

光纤跳线的插入损耗是指光信号通过光纤跳线后，输出光功率相对输入光功率的分贝数。插入损耗的计算公式如(1)式所示：

$$IL(dB) = -10\lg P_{out} / P_{in} \quad (1)$$

式中， $P_{in}$  为输入光功率； $P_{out}$  为输出光功率。插入损耗为正值，其值越小越好。

光纤跳线的回波损耗是指光信号通过光纤跳线连接处，后向反射光功率相对入射光功率的分贝数。回波损耗的计算公式如(2)式所示：

$$RL(dB) = -10\lg P_r / P_{in} \quad (2)$$

式中， $P_{in}$  为输入光功率； $P_r$  为后向反射光功率。回波损耗为正值，其值越大越好。

## 2 测量原理

一个完整的回损测试系统由 AV6332 光回波损耗测试仪和单模调制光源(如 AV38121A、AV38124A、AV38126A) 组成。AV6332 光回波损耗测试仪和单模调制光源须用 BNC 电缆连接, 以实现同相检测。

AV6332 测量光纤跳线插入损耗的原理是用仪器自带的光功率计测量参考光纤输出的光功率, 并将光功率计设置为相对测量模式(即仪器面板显示 0.00dB), 然后将被测光纤跳线接到参考光纤上, 被测光纤的输出光功率再由上述光功率计测量, 这时仪器面板的显示值即为被测光纤跳线的插入损耗。

AV6332 测量光纤跳线回波损耗的原理是利用光从参考光纤垂直入射到空气的菲涅尔反射的回波损耗 14.8dB(即反射系数为 3.5%)作为仪器的回波损耗参考校准值, 再扣除仪器自身残余光反射的影响, 即可准确测量出被测光纤跳线(接头对)的回波损耗。

## 3 测量方法及注意事项

### 3.1 系统连接图

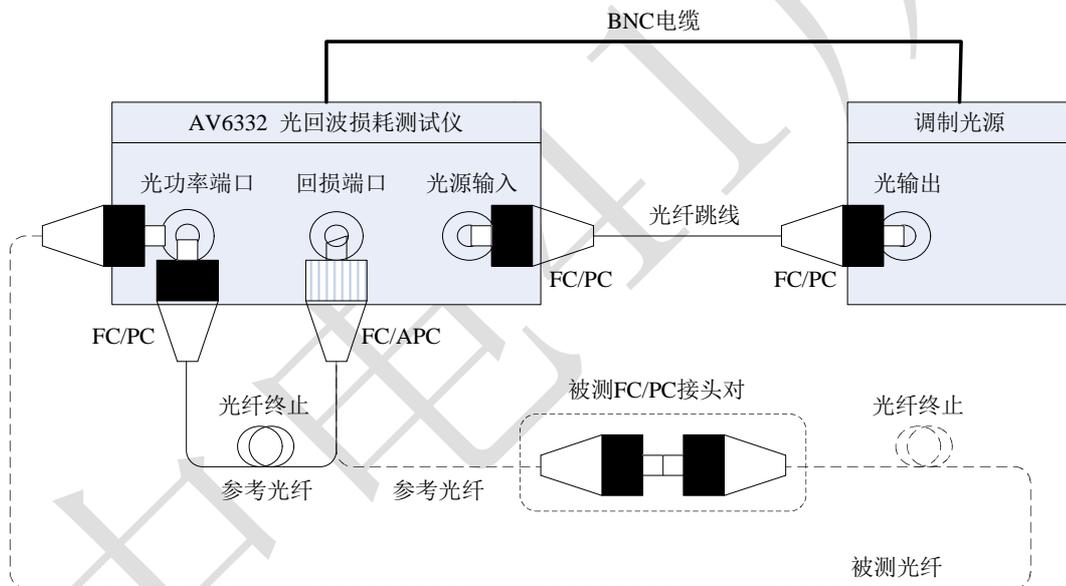


图1 AV6332 同时测量 FC/UPC 型光纤跳线的回波损耗和插入损耗系统连接图

### 3.2 测量步骤

(1) 用 BNC 电缆将 AV6332 光回波损耗测试仪和调制光源进行正确连接; 用双 FC/PC 接头光纤跳线连接调制光源光输出与 AV6332 光源输入。

(2) 清洁所有光接头, 包括 AV6332 回波端口、所用光纤的光接头和被测光纤的光接头, 确保测量准确。

(3) 开机预热 30 分钟。

(4) 将光源设置为内调制 270Hz。

(5) 将参考光纤一端的 FC/APC 接头连接到 AV6332 的回损端口, 另一端的 FC/PC 接头连接到 AV6332 的光功率端口, 确保连接状态良好。

(6) 按照使用光源的波长, 选择设置 AV6332 的波长。

(7) 按 AV6332 前面板上的【回损】键，将 AV6332 设置为回损测量模式。

(8) 按前面板上的【参考】键，仪器显示菲涅尔反射参考值 14.8dB。

(9) 将参考光纤靠近 FC/PC 接头处的光纤在直径为 5mm 左右的圆棒上缠绕 5~6 圈，以实现光纤终止。此时，按前面板上的【零点】键，测量系统自身的残余光反射。至此，回损测量校准完成。然后释放缠绕的光纤。

(10) 按 AV6332 前面板上的【功率】键，将 AV6332 设置为光功率测量模式。

(11) 按前面板上的【相对】键，将光功率计设置成相对测量模式，并使其显示为 0.00dB。至此，插损测量光功率参考设置完成。

(12) 按 AV6332 前面板上的【回损】键，将 AV6332 设置为回损测量模式。

(13) 将参考光纤的 FC/PC 接头从光功率计中拔出，用法兰将该 FC/PC 接头与被测光纤的 FC/PC 接头连接，并将被测光纤的靠近被测 FC/PC 接头对处的光纤在直径为 5mm 左右的圆棒上缠绕 5~6 圈，以实现光纤终止。此时，AV6332 面板上显示的回波损耗值即为被测光纤接头（对）的回波损耗。然后释放缠绕的光纤。

(14) 按 AV6332 前面板上的【功率】键，将 AV6332 设置为光功率测量模式。

(15) 将被测光纤的另一 FC/PC 接头连接到 AV6332 的光功率端口。此时，AV6332 面板上显示的相对功率值即为被测光纤的插入损耗。

(16) 如果不改变测试波长，系统不用重新校准就可测量多个被测光纤的回波损耗和插入损耗。如果改变测试波长，需要执行上述 (7) ~ (15) 步，重新进行校准、测量。

### 3.3 注意事项

(1) 必须严格按照 AV6332 光回波损耗测试仪使用说明书对其进行使用和操作；

(2) 在测量光纤的回波损耗时，必须对 AV6332 光回波损耗测试仪的各光端口和所使用的光纤跳线进行清洁；

(3) 回波损耗是由于光纤端面的反射产生的，对于光纤端面来说，反射系数越小越好，即回波损耗值越大越好。光纤端面上的灰尘或划痕都会产生较大的反射系数，因此在测量前必须对光纤端面进行清洁，必要时须进行研磨；

(4) AV6332 光回波损耗测试仪的回损端口是 FC/APC 斜接头形式，必须使用相匹配的斜接头光纤跳线与之连接；

(5) AV6332 光回波损耗测试仪面板上的【校准】组合键用于设置参考反射相应波长的回波损耗值，约定值是 14.8dB（一般不用修改）。

(6) 在测量被测光纤的回波损耗之前，需要进行回损参考校准。该校准能够削弱波长依赖性、耦合器方向性、插入损耗、后向散射和其它一些系统非理想特性对回波损耗测量结果的影响。

(7) 当被测光纤是斜接头形式时，参考光纤须先连接一优质 FC/APC—FC/PC 光纤跳线进行回损参考校准，而且需要把该优质 FC/APC—FC/PC 光纤跳线插入损耗值的 2 倍加到 AV6332 回波损耗显示结果中，才能最终得到被测斜接头光纤的回波损耗；

(8) 当被测光纤的回波损耗大于 50dB 时，AV6332 光回波损耗测试仪的回损测量不确定度会变大，因此必须取多次测量的平均值作为最终结果。

## 4 实验结果

作者抽选了一条典型的光纤跳线，测量了其插入损耗、回波损耗指标，测量数据如下所示：

插入损耗 (指标要求: $\leq 0.3\text{dB}$ )		回波损耗 (指标要求: $\geq 50\text{dB}$ )			
序号	测量值 (dB)	序号	A 端测量值 (dB)	序号	B 端测量值 (dB)
1	0.15	1	54.5	1	55.6
2	0.18	2	54.8	2	55.6
3	0.16	3	54.9	3	55.9
平均值 (dB)	0.16	平均值 (dB)	54.7	平均值 (dB)	55.7
重复性 (dB)	0.01	重复性 (dB)	0.2	重复性 (dB)	0.1
结论	合格	结论	合格	结论	合格

## 5 结论

综上所述, AV6332 可以实现对光纤跳线及光器件的插损、回损同时准确测量, 校准参数可以存储, 用户无需每天校准, 简化了测量过程, 测量重复性好, 接头易于清洁、研磨。

### 参考文献:

1. 美国瑞福公司, CTS Component Test System Version 2.0 QuickStart Guide, 97-7001-12 Version 2.0.DOC
2. 美国惠普公司, Measuring the Return Loss of Fiber Optic Components, 1997
3. 美国安捷伦公司, Agilent 81610A/11A/12A/13A/14A Return Loss Module User's Guide, 2002

### 作者简介

张洪喜, 1996年毕业于西安电子科技大学技术物理系光电子专业。现任高级工程师, 工程硕士。主要从事光电子计量项目研制、光电子计量等方面的工作。