

光纤数字传输系统传输特性的测量

钱 锋

(安徽广播影视职业技术学院, 安徽 合肥 230022)

摘 要: 对任何系统来说, 测量都是十分重要和必不可少的工作, 光纤通信系统中的测量也是如此。光纤的生产, 光收/发端机各组成部件的设计和制造、光纤通信系统的正确设计和正确维护, 都以测量获得的数据作为可靠依据。

关键词: 光纤; 传输特性; 指标; 测量

中图分类号: TN913

文献标识码: A

文章编号: 1672-9536(2005)04-0005-03

Abstract: As far as any system is concerned, measurement is very necessary and indispensable. The same is true with optics fiber digital communication measurement. Scientific data from the measurements are the solid foundation on which optics fiber is produced, components its receiving and emitting light instruments are designed, and its system is designed and maintained properly. The article deals with measurement of inlet and outlet index of light emission instrument, and then measurement of systematic properties parameters.

Key words: optics fiber; transmitting property; index; measurement

光纤数字通信系统的性能参数包括系统性能参数和设备与光缆性能参数两大类。其中系统性能参数可分为电性能参数和光性能参数两大类; 而设备与光缆性能参数又可分为光缆性能参数、PCM 复用设备性能参数和光端机性能参数三类。

1 光端机光口指标的测量

光性能参数分为光发送性能参数和光接收性能参数两部分。其中, 前者包括平均发送光功率和发送消光比, 后者包括接受灵敏度、接收机动态范围以及光功率余量。

1.1 平均发送光功率 PT 的测量

光设备的发送部分是把电端机送来的电脉冲序列变成光脉冲序列, 然后送入光缆里进行传输, 它是一个随机脉冲序列, 用光功率计测得的光设备发送光功率不是一个恒定的直流光, 而是一个

随机光脉冲序列的平均值, 所以称为平均发送光功率。它与光源器件的输出功率、光脉冲宽度、数字编码信号、调制电流大小和环境温度有关。

平均发送光功率的测试方法如图 1 所示。在发射机开机达到稳定工作状态后, 码型发生器送出伪随机二进制序列作为测试信号, 根据光端机的传输速率可采用不同的伪随机编码。然后将光端机光发送端的活动连接器断开, 再接上光功率计即可测得发射机的平均发送功率 P_T 。平均发送功率的数据与所选的码型有关, 测量时要注意光功率计的选择。



图 1 平均发送光功率和消光比的测试原理图

收稿日期: 2005-10-23

作者简介: 钱 锋(1965—), 男, 江苏南通人, 讲师。

1.2 消光比 EXT 的测量

消光比定义为全“0”码平均发送功率与全“1”码平均发送光功率之比。

$$\text{EXT} = P_0 / 2P_T \times 100\%$$

式中, P_0 是全“0”码平均发送光功率; 由于码发生器产生的是伪随机码, 出现“1”码和“0”码的概率相等, 因此只要测出光发射机的平均输出光功率 P_T , 就可得到全“1”码平均发送光功率为 $2P_T$ 。因为使用 LD 的过程中加了一定的偏置电流, 使得即使在全“0”信号的情况下, 也会有一定的光输出, 这种光功率对通信表现为噪声, 为此引入消光比指标 EXT 来衡量其影响。

由于光端机内部有扰码电路, 所以全“0”码时的平均功率测量采用切断送至光发送电路的信号来获得。因此, 消光比的测量原理图同平均发送光功率的测试图一样。理想情况下, EXT 为无穷大, 实际中, 我们希望 EXT 越大越好, 一般 EXT 应大于等于 10 dB。

1.3 灵敏度的测量

所谓光接收灵敏度是指在一定的误码率指标下, 光端机可接收的最小平均光功率, 通常用 S_r 表示, 其单位为 dBm。

$$S_r = 10 \lg Pr(\text{dBm})$$

光接收灵敏度的测试原理如图 2 所示。测试时, 由码型发生器送出相应的伪随机编码作为发射机的调制信号, 同时误码测试仪在光接收机的输出端监测误码率, 先将可变衰减器的衰减量调到最大, 由于此时接收机的人射光功率很小, 故系统处于误码状态, 而后慢慢减小衰减(增大接收光功率), 相应的误码率也渐渐减小, 减至误码仪显示的误码率为制定的界限值为止(如 BER 为 10^{-10}), 此时对应的接收光功率即为平均最小接收光功率, 也就是接受灵敏度。

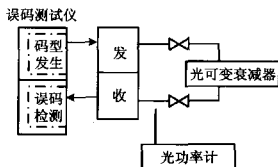


图2 灵敏度测量原理图

光接收灵敏度与系统的误码率、传输码速、发送部分的消光比、传输光波形状、接受检验器件的

类型以及接收机的前置放大电路等因素有关。在测试时应注意误码率的观察需要一定的时间, 观察时间越长, 准确度越高。由于灵敏度的测量是在连接器前测量的, 因此实际的灵敏度应减去该连接器的损耗。

1.4 动态范围的测量

所谓的动态范围是指在一定的误码率指标下, 接收机允许输入的最大光功率与最小接收光功率之比的分贝值, 通常用 D 来表示, 即:

$$D = 10 \lg P_{\max} / P_r(\text{dB})$$

定义式中的 P_r 为灵敏度, 因此该参数的测试只需在得到灵敏度的基础上在测得最大可接收功率 $P_{\max}$ 即可计算得到。 $P_{\max}$ 的测试方法与灵敏度的测试方法一样。在得到灵敏度后继续减小衰减量以增加入射光功率, 此时误码率会进一步降低, 但随着衰减量的再减小, 接收机开始出现过载, 使得误码率又升高, 当衰减量的减小使得系统误码率达到指定的要求时, 测得相应的接收光功率即为 $P_{\max}$ 。然后根据定义式即可计算出接受动态范围的值。

接收动态范围用以衡量光端机(中继器)接收部分对所接收到的光信号随功率变化的适应情况, 其指标均要求 ≥ 18 dB。一般情况下, 都在 20 dB 左右。

2 光纤传输系统特性的测量

光纤通信系统全程特性包括误码特性、抖动特性和系统冗余度等指标, 对系统传输特性测量既简单又有效的方法是眼图测试法, 而用数字传输特性分析仪也可方便地测得各项指标。下面对前两项指标的测试方法进行简单介绍。

2.1 误码特性

误码率检测有中断业务检测和不中断业务检测两种。如图 3 所示的连接方法为一种中断业务的检测。图中为了测试方便实现本端测量, 对端环回。测试时, 误码测试仪首先向系统发送相应结构的伪随机信号, 然后在本端接收口用误码仪监测即可得到平均误码率以及劣化分、严重误码秒、误码秒等指标。不中断业务的误码检测在系统日常运行过程中进行, 可随时了解系统运行情况, 为实用系统所必备。但它与被测系统的码型有关, 因此有码结构违例检测法、补码检测法、运

行数字法及非同步奇偶检测法等。在商用的光纤通信系统中,采用微机自动监控系统,监测和控制系统中各环节或设备的工作状态,其中包括误码检测,使维护非常方便。

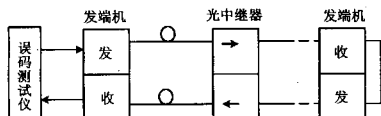


图3 误码特性测试原理图

2.2 抖动特性

抖动是指数字信号脉冲的有效瞬时相对于标准时间位置的偏差,它包括输入信号脉冲在某一平衡位置附近的变化及提取的时钟信号在中心位置附近的变化。抖动严重时可能接收脉冲移位而

将“1”判为“0”或相反,造成误码。由于数字传输系统不可能完全消除抖动产生的影响,只能要求限制抖动在一定的允许范围内,以保证系统的性能指标,这就是所谓的抖动容限。包括输入抖动容限、输出抖动容限和抖动转移特性等指标。

(1) 输入抖动容限的测量:输入抖动容限是指系统允许的输入信号最大抖动范围,它是衡量数字设备输入口适应一定数字信号抖动的能力,与光端机的性能有关,其测试框图如图4所示。测试时,通过改变正弦低频信号发生器是幅度和频率,调治伪随机码,使光端机的输入信号产生抖动。固定一个低频信号频率,加大其幅度,直到产生误码,用抖动测试仪测出此时的抖动值即为抖动容限。

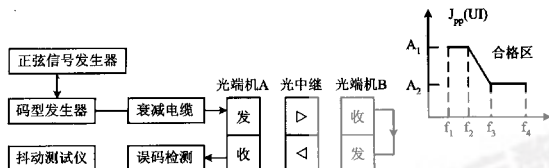


图4 抖动特性测试原理图

(2) 无输入信号抖动时的输出抖动:该项指标的含义是在输入信号无抖动的情况下,光端机的输出抖动,用来衡量系统输出的信号抖动特性。其测试原理图同图4所示,仅输入端不接正弦信号发生器,此时误码仪送出的是无抖动的伪随机码。

(3) 抖动转移特性:抖动转移特性指输入信号的抖动值和输出信号的抖动值之比,它衡量光端机自身对抖动特性的传递关系。其测试框图同图4所示,测量时将输入抖动调整到适当数值,接收端读出抖动数值,输出抖动与输入抖动的比即为抖动增益。改变低频信号的频率,可测出不同频率下的抖动增益,这就是抖动转移特性。通常要求抖动转移函数的最大增益应小于1 dB。

3 结束语

光纤测量是对光纤某一特性的定量测定,但是测量技术、任何一种参数的测量方法,实际上都是一个包括发射(E/O)和接受(O/E)的光纤传

输系统。测试中,光源稳定、发射技术、耦合方式、测试条件、样品处理和检测信息的处理等等对光纤呈现的特性都有密切的关系。

参考文献:

- [1] 王延恒. 光纤通信技术基础[M]. 天津: 天津大学出版社, 1990.
- [2] 李泽民. 光纤通信(原理和技术)[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1992.
- [3] 刘德民, 向 清, 黄德修. 光纤技术及其应用[M]. 西安: 电子科技大学出版社, 1994.
- [4] 韩 伟, 吴贤纯, 谷 道, 丁士育. 光纤有线电视技术[M]. 北京: 广电部广科院有线电视研究所, 1995.
- [5] 吴承治, 徐敏毅. 光接入网工程[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1998.
- [6] 高雅允, 高 岳. 光电检测技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 1995.

(责任编辑: 谢 暴)