

GY

中华人民共和国广播电影电视行业标准

GY/T 143 - 2000

有线电视系统调幅激光发送机和接收机 入网技术条件和测量方法

Specifications and methods of measurement on AM optical
transmitter and receiver used in CATV systems

2000-02-02 发布

2000-03-01 实施

国家广播电影电视总局 发布

前 言

本标准根据中国有线广播电视网络建设的需要，并参考国内外调幅激光发送机和接收的性能参数，对调幅激光发送机和接收机的性能要求进行了规定；其测量方法则参照 SJ/T 10663 - 1995 的规定。

本标准中的附录 A 和附录 B 是标准的附录。

本标准由中华人民共和国原广播电影电视部科技司提出。

本标准由全国广播电视标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：雷华 - 环球电子有限公司。

本标准主要起草人：熊承国。

有线电视系统调幅激光发送机和接收机入网技术条件和测量方法

GY/T 143 - 2000

Specifications and methods of measurement on AM
optical transmitter and receiver used in CATV systems

1 范围

本标准规定了有线电视系统正向(主)通道残留边带调幅激光发送机和接收机的性能参数要求和测量方法。对于能够确保同样准确度的任何等效测量方法也可以应用,在有争议时,应以本标准的规定为准。

本标准适用于有线电视系统中的正向(主)通道残留边带调幅激光发送机和接收机的入网检测,并作为入网评价的技术依据。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中的引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,采用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 4728.10 - 1985	电气图用图形符号 电信:传输
GB 5465.2 - 1985	电气设备用图形符号
GB/T 11318.1 - 1996	电视和声音信号的电缆分配系统设备与部件通用规范
GB/T 6510 - 1996	电视和声音信号的电缆分配系统
SJ/T 10663 - 1995	电视和声音信号的电缆分配系统光纤设备与部件测量方法
GY/T 131-1997	有线电视网中光链路系统技术要求和测量方法
IEC 60728-6	Cabled distribution systems for television and sound signals

3 定义

本标准采用下列定义,其它定义应符合 GB/T 6510, GB/T 11318, SJ/T 10663 中的有关规定。

3.1 设备与部件

3.1.1 光发送机 optical transmitter

一种将电信号转换成光信号的设备。它由光源(例如激光器)及其它有关部件组成,同样也包括位于同轴输入和光输出连接器之间的所有部件。

3.1.2 光接收机 optical receiver

一种将光信号转换成电信号的设备。它由光探测器(例如 PIN 光电二极管)及其它有关部件组成,同样也包括位于光输入和同轴输出连接器之间的所有部件。

3.1.3 光纤固定接头 optical fiber splice

两根光纤端的永久性连接。

3.2 性能特性

3.2.1 频率范围和平坦度 frequency range and flatness

频率范围和平坦度都是描述一个设备或部件频率响应的专门术语。频率响应定义为幅度对频率的响应值 $V(f)$ 与某一指定参考频率 f_r 时的幅度值 $V(f_r)$ 之比的对数，用分贝表示为：

$$A = 20 \lg \frac{V(f)}{V(f_r)}$$

式中 $V(f)$ 是频率为 f 时的信号电压，而 $V(f_r)$ 是频率为 f_r 时的信号电压。频率范围定义为频率响应达到某个指定限额时的最低和最高频率。平坦度则定义为在频率范围内的最大响应值和最小响应值相对两者平均响应电平的正负偏差，以分贝表示。

3.2.2 光调制度 optical modulation index

光调制度 (m) 定义为：

$$m = \frac{\phi_h - \phi_l}{\phi_h + \phi_l}$$

式中 ϕ_h 和 ϕ_l 分别为强度调制光信号的最高和最低瞬时光功率。该术语主要用于模拟系统。

3.2.3 等效输入噪声电流 equivalent input noise current

在没有任何输入信号时，器件的输出端仍然能够观测到噪声，此噪声可以想象为一个无噪声器件被一个虚拟的输入噪声电流驱动而产生，这个噪声电流即称为等效输入噪声电流。

3.2.4 光接收机的电压响应度 voltage responsivity of an optical receiver

光接收机的电压响应度 (r_v) 定义为它的输出电压变化和输入光功率变化之比：

$$r_v = \frac{dU}{dP}$$

4 产品分类

4.1 A类激光发送机

A类激光发送机是指在 47MHz ~ 550MHz 频率范围内传送 59 个 PAL-D 模拟电视信号，在 550MHz ~ 750(862)MHz 频率范围内传送数字调制信号的激光发送机。

4.2 B类激光发送机

B类激光发送机是指在 47MHz ~ 750MHz 频率范围内传送 84 个 PAL-D 模拟电视信号的激光发送机。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 要求

设备与部件的外观要整洁，表面不应有明显的凹痕、划伤、裂纹、毛刺、变形等现象；表面镀层不应起泡、龟裂和脱落；金属件不应有锈蚀和损伤。灌注物不应外溢。

开关、按键、旋钮的操作应灵活可靠，整机结构及零部件应紧固无松动。说明功能的文字符号和图形符号、标志应完整、正确、清晰、牢固，图形符号应符合 GB 5465.2 的规定。

5.1.2 试验方法

用目测法和（或）手感法进行检查。

5.2 性能参数要求

5.2.1 调幅激光发送机的性能参数要求

调幅激光发送机的性能参数要求见表 1 至表 4。

表 1 1310nm 波长 A 类调幅激光发送机的性能参数要求

序号	项 目	单 位	性 能 参 数	测 量 方 法
1	激光器类型		DFB 激光器	
2	光波长	nm	1310 ± 20	SJ/T 10663-1995 4.7
3	光调制方式		直接光强度调制	
4	光输出功率	mW	2.0	6.2.2
5	光连接器形式		FC/APC, SC/APC	
6	频率范围	MHz	47 ~ 550 47 ~ 750(862)	
7	射频输入信号电平	dB μV	75 ~ 85 (或由产品说明书规定)	
8	载噪比(注) (C / N)	dB	51.0	6.2.3.5
9	平坦度	dB	±0.75	6.2.4
10	载波组合三阶差拍比 (注) (C / CTB)	dB	65.0	6.2.5
11	载波组合二阶差拍比 (注) (C / CS0)	dB	60.0	6.2.6
12	射频输入阻抗		75	

表 1 1310nm 波长 A 类调幅激光发送机的性能参数要求(完)

序号	项 目	单位	性 能 参 数	测 量 方 法
13	射频输入反射损耗	dB	16 (47~550) MHz 14 [550~750(862)] MHz	GB / T 11318.1 第 4.2.2.2.5
注: 在规定的链路损耗条件下, 在 550MHz 频率范围内配置 59 个 PAL-D 模拟电视频道信号, 在 550MHz~750(862)MHz 频率范围内传送数字调制信号, 数字调制信号的电平 (8 MHz 带宽内) 比模拟信号的载波电平低 10dB, 光接收机输入光率为 -1dBm 时, 测量载波组合三阶差拍比 (C/CTB)、载波组合二阶差拍比 (C/CSO) 及载噪比 (C/N)。				

表 2 1310nm 波长 B 类调幅激光发送机的性能参数要求

序号	项 目	单位	性 能 参 数	测 量 方 法
1	激光器类型		DFB 激光器	
2	光波长	nm	1310 ± 20	SJ/T 10663-1995 4.7
3	光调制方式		直接光强度调制	
4	光输出功率	mW	2.0	6.2.2
5	光连接器形式		FC/APC, SC/APC	
6	频率范围	MHz	47~750	
7	射频输入信号电平	dB μV	73~83 (或由产品说明书规定)	
8	载噪比 (注) (C / N)	dB	49.0	6.2.3.5
9	平坦度	dB	±0.75	6.2.4
10	载波组合三阶差拍比 (注) (C / CTB)	dB	65.0	6.2.5
11	载波组合二阶差拍比 (注) (C / CSO)	dB	60.0	6.2.6
12	射频输入阻抗		75	
13	射频输入反射损耗	dB	16 (47~550) MHz 14 (550~750) MHz	GB / T 11318.1 第 4.2.2.2.5
注: 在规定的链路损耗条件下, 在 750MHz 频率范围内配置 84 个 PAL-D 模拟电视频道信号, 光接收机输入光率为 -1dBm 时, 测量载波组合三阶差拍比 (C/CTB)、载波组合二阶差拍比 (C/CSO) 及载噪比 (C/N)。				

表3 1550nm 波长 A 类调幅激光发送机的性能参数要求

序号	项 目	单 位	性 能 参 数	测 量 方 法
1	激光器类型		DFB 激光器	
2	光波长	nm	1550 ± 5	SJ/T 10663-1995 4.7
3	光调制方式		外调制	
4	光输出功率	mW	2.5 , 2 × 2.5	6.2.2
5	SBS 门限	dBm	16.5 (注 1)	在考虑中
6	光连接器形式		FC / APC, SC / APC	
7	频率范围	MHz	47 ~ 750(862)	
8	载噪比 (注 2) (C/N)	dB	53.0	6.2.3.5
9	平坦度	dB	±0.75	6.2.4
10	射频输入信号电平	dB μV	75 ~ 85 (或由产品说明书规定)	
11	载波组合三阶差拍比 (注 2) (C/CTB)	dB	65.0	6.2.5
12	载波组合二阶差拍比 (注 2) (C/CS0)	dB	65.0	6.2.6
13	射频输入阻抗		75	
14	射频输入反射损耗	dB	> 16 (47 ~ 550) MHz > 14 [550 ~ 750(862)] MHz	GB / T 11318.1 第 4.2.2.2.5
注：				
1. 带光放大器，长距离传输时测量。				
2. 在规定的链路损耗条件下，在 550MHz 频率范围内配置 59 个 PAL-D 模拟电视频道信号，在 550MHz ~ 750 (862)MHz 频率范围内传送数字调制信号，数字调制信号的电平 (8MHz 带宽内) 比模拟信号的载波电平低 10dB，光接收机输入光率为 -1dBm 时，测量载波组合三阶差拍比 (C/CTB)、载波组合二阶差拍比 (C/CS0) 及载噪比 (C/N)。				

表 4 1550nm 波长 B 类调幅激光发送机的性能参数要求

序号	项 目	单 位	性 能 参 数	测 量 方 法
1	激光器类型		DFB 激光器	
2	光波长	nm	1550 ± 5	SJ/T 10663-1995 4.7
3	光调制方式		外调制	
4	光输出功率	mW	2.5 , 2 × 2.5	6.2.2
5	SBS 门限	dBm	16.5 (注 1)	在考虑中
6	光连接器形式		FC / APC, SC / APC	
7	频率范围	MHz	47 ~ 750	
8	载噪比 (注 2) (C/N)	dB	51.0	6.2.3.5
9	平坦度	dB	±0.75	6.2.4
10	射频输入信号电平	dB μV	73 ~ 83(或由产品说明书规定)	
11	载波组合三阶差拍比 (注 2) (C/CTB)	dB	65.0	6.2.5
12	载波组合二阶差拍比 (注 2) (C/CS0)	dB	65.0	6.2.6
13	射频输入阻抗		75	
14	射频输入反射损耗	dB	> 16 (47 ~ 550) MHz > 14 (550 ~ 750)MHz	GB / T 11318.1 第 4.2.2.2.5
注： 1. 带光放大器，长距离传输时测量。 2. 在规定的链路损耗条件下，在 750MHz 频率范围内配置 84 个 PAL-D 模拟电视频道信号，光接收机输入光率为 - 1dBm 时，测量载波组合三阶差拍比 (C/CTB)、载波组合二阶差拍比 (C/CS0) 及载噪比 (C/N)。				

5.2.2 调幅光接收机的性能参数要求

调幅光接收机的性能参数要求见表 5。

表 5 调幅光接收机的性能参数要求

序号	项 目		单 位	性 能 参 数	测 量 方 法
1	输入光功率范围		dBm	- 4 ~ + 2	
2	光反射损耗		dB	> 45	SJ/T 10663-1995 第 4.3
3	等效输入噪声电流		PA / $\sqrt{\text{Hz}}$	8	SJ/T10663-1995 第 4.21
4	标称光波长		nm	1310 , 1550 或双窗口	
5	光连接器形式			FC/APC, SC/APC	
6	频率范围		MHz	47 ~ 550 47 ~ 750(862)	
7	平坦度		dB	± 0.75	6.2.4
8	射频输出信号电平		dB μ V	由产品说明书规定	
9	非线性失真 (注)	载波三阶互调比	dB	> 75	6.2.7
		载波二阶互调比	dB	> 70	6.2.7
10	射频输出阻抗			75	
11	射频输出反射损耗		dB	16 (47 ~ 550)MHz	GB/T11318.1 第 4.2.2.2.5
				14 [550 ~ 750(862)]MHz	
注: 光接收机的非线性失真指标也可以采用标准激光发送机和被测光接收机构成链路进行测量。如果测量结果满足本入网技术条件的表 1 ~ 表 4 的非线性失真指标, 则可以认为该被测接收机的非线性失真指标满足入网技术条件。					

5.3 环境适应性

5.3.1 调幅激光发送机的环境适应性

调幅激光发送机的环境适应性要求只考核高、低温适应能力;工作温度范围为 + 5 ~ + 40 , 贮存温度范围为 -25 ~ +55 。中间检测项目为光输出功率,合格判据为:光输出功率相对于初始值的偏离在 $\pm 0.1\text{dB}$ 以内。入网产品要求提供权威检测机构的环境适应性试验数据。

5.3.2 调幅光接收机的环境适应性要求

5.3.2.1 室内型调幅光接收机的环境适应性

室内型调幅光接收机的环境适应性要求应符合 GB / T 11318.1 - 1996 中 4.3 的有关规定。中间检测项目为射频输出电平,合格判据为:射频输出电平相对于初测值的变化在 $\pm 1.0\text{dB}$ 以内。入网产品要求提供权威检测机构的环境适应性试验数据。

5.3.2.2 野外型调幅光接收机的环境适应性要求

野外型调幅光接收机的环境适应性要求应符合 GB/T11318.1 - 1996 中 4.3 的有关规定。中间检测项目为射频输出电平,合格判据为:射频输出电平相对于初测值的变化在 $\pm 1.0\text{dB}$ 以内。入网产品要求

提供权威检测机构的环境适应性试验数据。

5.4 可靠性

调幅激光发送机和光接收机的可靠性指标：平均无故障工作时间（MTBF）的下限值₁应不低于40000小时。入网产品要求提供权威检测机构的可靠性试验数据。

5.5 安全

调幅激光发送机和接收机的安全要求应符合 GB / T 11318.1 - 1996 中 4.5 的有关规定。

5.6 电磁兼容性

调幅激光发送机和接收机的电磁兼容性要求应符合 GB / T 11318.1 - 1996 中 4.6 的有关规定。

6 试验方法

6.1 一般要求

调幅激光发送机和接收机一般要求的试验方法按 GB / T 11318.1 - 1996 中第 4.1.2 条的有关规定进行。

6.2 性能参数测量方法

6.2.1 通用测量要求

在本章所叙述的所有测量方法中，均需满足下列要求。

6.2.1.1 输入技术规范

应从器件的技术规范中获得以下条件：

- a) 电源电压；
- b) 控制信号应有正确的阻抗、电平和频率。

6.2.1.2 测量条件

除非另有规定，所有测量应在下列条件下进行：

- a) 环境或参考点温度应是 25 ± 5 ；
- b) 相对湿度应在 40% ~ 70% 的范围以内；
- c) 必须保证后向反射不影响测量精度；
- d) 在测试期间所有控制信号必须保持恒定。

6.2.2 输出光功率

6.2.2.1 目的

本测量方法之目的是要测量由测试光纤端所发出的平均光功率。测试光纤和耦合方法按制造厂商的规定，光输出功率用 mW 或 dBm 表示。

6.2.2.2 所需设备

6.2.2.2.1 一台量程适合于预期光功率的光功率计。其检测系统应具有充分大的面积来收集光纤来的辐射。其光谱灵敏度应与光源兼容，推荐最低精度为 $\pm 10\%$ 。

6.2.2.2.2 一段连接光源到功率计的测试光纤。如果光纤没有消除包层模涂层的话，还需要一个包层模消除器。

6.2.2.2.3 一台信号发生器。

6.2.2.3 测量要求

- 6.2.2.3.1 被测调幅激光发送机至少用一个调制载波在指定的光调制度下进行调制。
- 6.2.2.3.2 用适当的包层模消除技术将包层模从光纤中消除掉。
- 6.2.2.4 测量步骤
- 6.2.2.4.1 电源电压和所有输入控制信号都设置在规规定值。
- 6.2.2.4.2 按图 1 所示连接设备。
- 6.2.2.4.3 被测部件的光输出应通过测试光纤，按指定的耦合方式连接到检测器（光功率计）上。
- 6.2.2.4.4 用光功率计测量并记录光输出功率。
- 6.2.2.4.5 在测量过程中，所有的输入控制信号应保持在规规定值。
- 6.2.2.5 潜在的误差源
- 6.2.2.5.1 光功率计的精度不够。
- 6.2.2.5.2 测试光纤和所指定的耦合方法所产生的衰减。

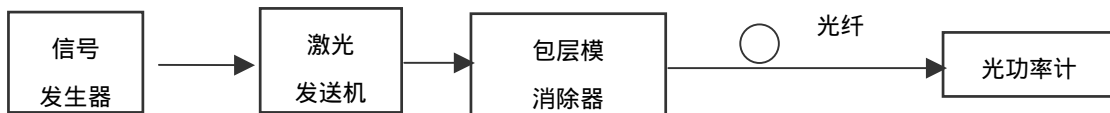


图 1 输出光功率的测量

6.2.3 载噪比

6.2.3.1 目的

本测量方法的目的是测量光发送机、光接收机和系统的载噪比。

一个给定输入信号的载噪比(C/N_{in}) 在通过了一个模拟传输系统以后，内部噪声源(N_i)会降低该载噪比(见图 2)。

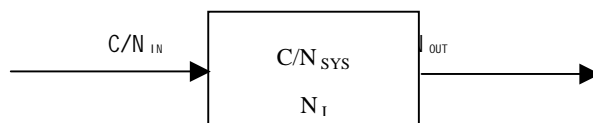


图 2 具有内部噪声源的系统

这个噪声的大小可以用系统载噪比(C/N_{sys})来表示。系统载噪比(C/N_{sys}) 等效于输入信号无噪声时的输出信号载噪比(C/N_{out})。它可以从测得的系统输入、输出载噪比计算得到。

$$C/N_{sys} = -10 \lg [10^{-0.1(C/N)_{out}} - 10^{-0.1(C/N)_{in}}]$$

在光传输系统中，激光发送机和光接收机都对系统贡献噪声。由于信号的不同种类，所以没有直接

的方法独立地测量激光发送机和光接收机的载噪比。但是激光发送机和光接收机的载噪比值可根据系统测量的结果计算出来，即用已知噪声特性的光接收机按照系统测量的结果，求出光激光发送机的噪声特性，反之亦然。载噪比 (C/N) 的单位为分贝。

6.2.3.2 设备要求

6.2.3.2.1 一台已知噪声带宽小于被测频道噪声带宽的选频电压表。

6.2.3.2.2 一台能产生测试所需频率的等幅波信号发生器。必须调整信号发生器的幅度，使激光发送机的光调制度 $m = 0.2$ 。

6.2.3.2.3 一台衰减变化范围大于预计载噪比的可变衰减器。

6.2.3.2.4 一台调节范围足够大的光衰减器。测试光发送机时，光衰减器用来调整接收光功率使之达到接收机规定的范围；测试光接收机时，光衰减器用来测量载噪比与输入光功率的关系。

6.2.3.2.5 一台用于测量光发送机的基准光接收机或一台用于测试光接收机的基准光发送机。

6.2.3.2.5.1 基准光发送机

用激光管的光发送机，激光输出功率的起伏将产生噪声。它取决于调制频率，可用相对强度噪声 (RIN) 来描述。这个参数很容易转换成载噪比 (C/N_{TX})：

$$C / N_{TX} = 10 \lg \frac{m^2}{2B} - RIN$$

式中：
 m — 光调制度；
 RIN — 相对强度噪声，dB / Hz；
 B — 带宽，Hz。

6.2.3.2.5.2 基准光接收机

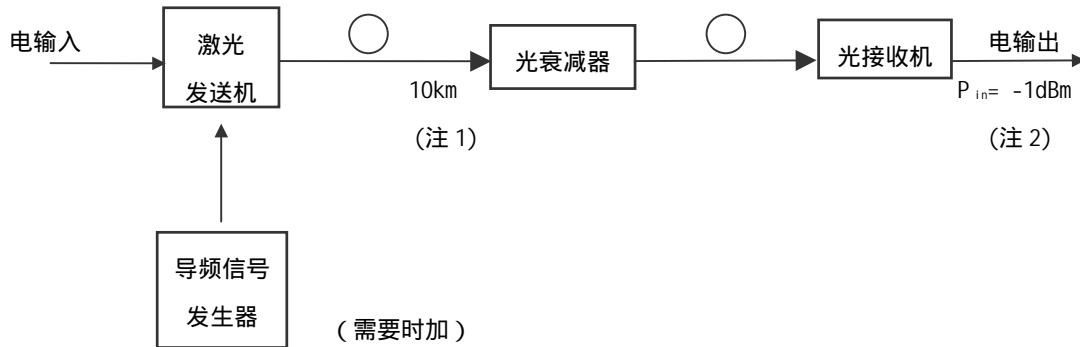
PIN 光电二极管接收机的噪声特性很容易知道，所以它可以用来作为基准光接收机。光接收机噪声的一部份是光电二极管的散弹噪声，另一部份是后级放大器的等效热噪声，PIN 光电二极管的载噪比 (C/N_{RX}) 可以用下面这个公式来计算：

$$C / N_{RX} = 10 \lg \left[\frac{m^2 P_O^2 r^2}{2B(2erP_O + I_r^2)} \right]$$

式中：
 m - 光调制度；
 P_O - 光电二极管的输入光功率；
 r - 光电二极管的响应度；
 B - 带宽；
 $e = 1.6 \times 10^{-19}$ AS (一个电子的电荷量)；
 I_r - 放大器等效电流噪声谱密度 A / $\sqrt{\text{Hz}}$ 。

为了保证精确的测量或测试设备的正常工作，有时需要增加一些设备。如图 3 所示。对某些有 ALC 功能的光传输系统，需要增加导频信号发生器。

6.2.3.2.6 一台多频道 (59 个 PAL-D 中国频道) 信号发生器。



注：1. 测试链路光纤长度为 10 公里，光输出功率小于 4mW 的激光发送机可采用 5 公里光纤。

2. 光接收机的输入光功率对于 1310nm 系统为 -1dBm，对于 1550nm 系统为 0dBm。

图 3 被测的光传输系统

6.2.3.3 测量要求

6.2.3.3.1 测量必须在光和电的良好匹配下进行，且应熟知在所测频道的频率范围内测试仪器的灵敏度。光反射损耗必须优于光发送机的允许指标。

6.2.3.3.2 测试具有导频式自动电平控制（ALC）的系统时，在整个测试过程中都要保持正确的导频信号类型、频率和电平。

6.2.3.3.3 应校准和检查选频电压表。

6.2.3.4 测量步骤

测量模拟光传输系统的载噪比的方法与测量电缆分配系统的载噪比的方法（参见 GB/T 6510 - 1996）近似。在这种情况下，被测系统由一台光接收机通过光衰减器连接至光发送机构成（见图 3）。这个方法实际上是测量载波加噪声与噪声之比。当载噪比超过 15dB 时，载波与噪声之比的差别很小。此法假定在频道内随机噪声是均匀分布的。

6.2.3.4.1 电源电压和所有控制信号设置在规范值。

6.2.3.4.2 按图 4 所示连接设备。

6.2.3.4.3 将信号发生器置于被测频道的图像载波频率，信号发生器的输出信号幅度可按要求的光调制度 $m = 0.2$ 来置定。利用 5.2.3.4.6 条的公式可以将测量结果外推到其它指定的调制指数 m 。

6.2.3.4.4 将可变衰减器和选频电压表（假如需要其它仪器，见 GB/T 6510 - 1996）接至测量点。调谐选频电压表至参考信号，并记下使选频电压表有合适读数 R 时的衰减值 a_1 ，衰减值 a_1 要略大于测量点预期的载噪比值。

6.2.3.4.5 重新调谐选频电压表到频道内仅有随机噪声处，减小衰减器至 a_2 ，使电压表读数再为 R 。

6.2.3.4.6 以 dB 表示的系统的载噪比为：

$$C / N_{\text{SYS}} = a_1 - a_2 - C_m - C_b + 20 \lg \frac{m}{0.2}$$

式中：

a_1 - 对参考信号的衰减值；

a_2 - 对噪声的衰减值；

C_m - 选频电压表的电平校准因数；

C_b - 带宽校准因数；

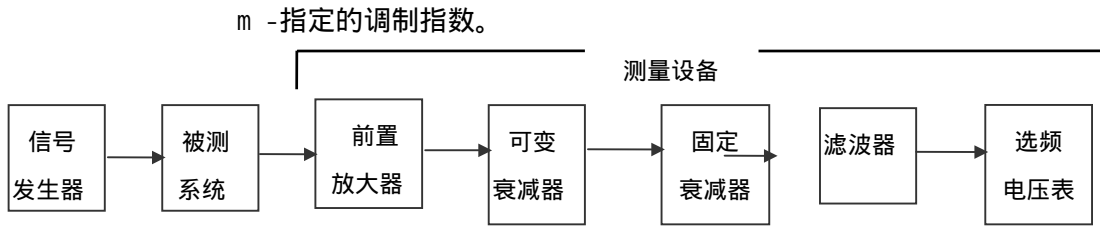


图 4 载噪比的测量

按 5.2.3.1 的公式，激光发送机和光接收机的载噪比可以从测得的系统载噪比计算出来：

a) 对于光接收机：

$$C/N_{RX} = -10 \lg[10^{-0.1(C/N)_{SYS}} - 10^{-0.1(C/N)_{TX}}]$$

b) 对于激光发送机：

$$C/N_{TX} = -10 \lg[10^{-0.1(C/N)_{SYS}} - 10^{-0.1(C/N)_{RX}}]$$

式中： C/N_{SYS} 测得的系统载噪比；

C/N_{TX} 激光发送机的载噪比；

C/N_{RX} 光接收机的载噪比。

6.2.3.5 使用多频道信号发生器进行载噪比 (C/N) 测试的测量步骤

6.2.3.5.1 使用多频道信号发生器进行载噪比测量的设备连接如图 5 所示。图 5 中的被测系统就是图 3 中所示出的光传输系统，其电输入来自多频道信号发生器。

6.2.3.5.2 电源电压和所有控制信号设置在规定值。

6.2.3.5.3 测试用多频道信号发生器按中国电视频道配置标准，在 47 ~ 550MHz 频带内配置 59 个 PAL - D 电视频道。调节多频道信号发生器输出信号电平达到被测系统的激光发送机的规定值。

6.2.3.5.4 将可变衰减器和选频电压表（假如需要其它仪器，见 GB / T 6510 - 1996）接至测量点。调谐选频电压表至被测频道图像信号载波频率，并记下使选频电压表有合适读数 R 时的衰减值 a_1 ，衰减值 a_1 要略大于测量点预期的载噪比值。

6.2.3.5.5 重新调谐选频电压表到该被测频道内仅有随机噪声处，减小衰减器至 a_2 ，使电压表读数再为 R。

6.2.3.5.6 以 dB 表示的系统的载噪比为：

$$C / N_{SYS} = a_1 - a_2 - C_m - C_b$$

式中： a_1 - 对参考信号的衰减值；

a_2 - 对噪声的衰减值；

C_m - 选频电压表的电平校准因数；

C_b - 带宽校准因数。

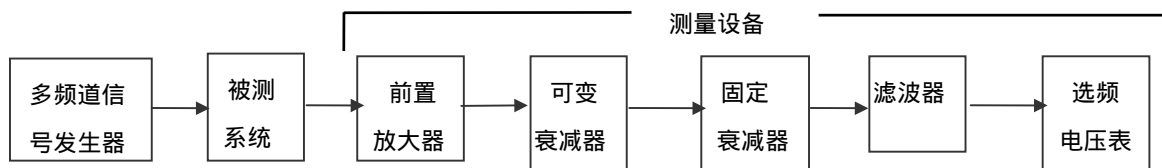


图 5 使用多频道信号发生器进行载噪比测量的设备连接

6.2.3.5.7 当激励激光发送机的 RF 信号源的噪声贡献很小时, 如果被测系统中的光接收机为已知载噪比 (C/N_{RX}) 的标准光接收机, 则可根据测得的系统载噪比 (C/N_{SYS}), 用 5.2.3.4.6 中的公式求得被测激光发送机的载噪比 (C/N_{TX})。同样, 如果被测系统中的激光发送机为已知载噪比 (C/N_{TX}) 的标准光发送机, 则可根据测得的系统载噪比 (C/N_{SYS}), 用 5.2.3.4.6 中的公式求得被测光接收机的载噪比 (C/N_{RX})。

6.2.3.6 潜在的误差源

6.2.3.6.1 选频电压表的精度和校准因数。

6.2.3.6.2 可变衰减器的精度。

6.2.3.6.3 光发送机和光接收机之间的光反射会对测量结果产生较大影响。

6.2.4 频率范围和平坦度

6.2.4.1 目的

本测量方法之目的是测量在规定条件下的光发送机和光接收机的频率范围和平坦度。

6.2.4.2 所需设备

6.2.4.2.1 一台频率范围大于被测部件预期频率范围的信号发生器。

6.2.4.2.2 一台幅度与频率响应良好的电压表。

6.2.4.2.3 如果被测的是光发送机, 则需要一台频率响应已知的光接收机(已校正的接收机); 如果被测的是光接收机, 则需要一台频率响应已知的光发送机(已校正的发送机)。

6.2.4.2.4 一段连接光发送机至光接收机的光纤。

注: 可用一台网络分析仪代替信号发生器和电压表, 也可使用一台带有跟踪振荡器的频谱分析仪进行本测量。

6.2.4.3 测量步骤

6.2.4.3.1 电源电压和所有输入控制信号设置在规定值。

6.2.4.3.2 按图 6 所示连接设备。

6.2.4.3.3 在规定的频率范围内, 要选择足够多的频率点测量信号输出电压, 读数要根据已可靠校正的器件的已知频响进行修正。

6.2.4.4 潜在的误差源

6.2.4.4.1 测试信号发生器的振幅、频率精度。

6.2.4.4.2 电压表的精度。

6.2.4.4.3 已校准的光接收机(发送机)的误差。

6.2.4.4.4 在 5.2.4.2 中提到的测量设备的精度。

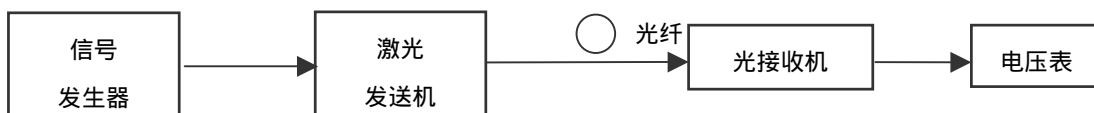


图 6 频率范围和平坦度的测量

6.2.5 光发送机的载波组合三阶差拍比 (C / CTB)

6.2.5.1 目的

本测量方法的目的是测量多载波调制的光发送机的载波组合三阶阶差拍比。载波组合阶差拍比的定

义最初用于电放大器，但也适用于光输出的器件；此时，它与调制光的电信号有关。载波组合三阶差拍比的计量单位是分贝（dB）。

6.2.5.2 所需设备

6.2.5.2.1 一台具有 30 KHz 中频带宽和 10Hz 视频带宽能力的频谱仪。

注：当所用频谱分析仪的视频滤波器最小带宽大于 10Hz 时，组合三次差拍显示会有噪声，应在频谱仪扫描迹线中间读数。

6.2.5.2.2 两只 75 可变衰减器 A_1 和 A_2 。

6.2.5.2.4 多个被测频道的带通滤波器或可调谐的带通滤波器。滤波器应能够抑制被测频道以外的其它频道的信号，以保证频谱仪自身的非线性失真产物不会对被测载波组合三阶差拍比的测量产生影响。在有用的频率范围内，滤波器的带内平坦度至少在 1 dB 以内，且在整个频带内要良好匹配。如有必要在滤波器的输入端连接一个固定衰减器。

6.2.5.2.4 N 台工作于图像载波频率的等幅波信号发生器，其频率准确度和稳定度要优于 $\pm 5\text{KHz}$ ，所需发生器的数量决定于被测光发送机的工作带宽，见附录 A。

6.2.5.2.5 一个混合器，用于混合来自发生器的信号。

6.2.5.2.6 衰减器和滤波器等，是为了得到规定的信号电平，并减小寄生信号。

6.2.5.2.7 一台光接收机，其组合三阶差拍要比光发送机的组合三阶差拍优 15dB 以上。光接收机的组合三阶差拍值可由光接收机的互调测量结论中估算出来。

6.2.5.2.3 一段连接光发送机至光接收机的光纤。

6.2.5.2.9 如果光发送机的光输出功率大于光接收机的输入功率，应使用光衰减器减小光功率。

6.2.5.3 测量步骤

6.2.5.3.1 电源电压和所有输入控制信号设置在规定值。

6.2.5.3.2 按图 7 所示连接设备。

6.2.5.3.3 将 A、B 两点直接相连，不接带通滤波器，调节每个发生器的输出电平，使其达到光发送机规定的输入电平。

6.2.5.3.4 调节频谱仪如下：

中频带宽： 30KHz
 视频带宽： 10Hz
 扫描宽度： 50KHz/格
 垂直刻度： 10dB/格
 扫描时间： 0.2s/格

6.2.5.3.5 调谐频谱分析仪，使被测频道图像载波处于显示屏中心。

6.2.5.3.6 用频谱分析仪的内部和外部输入衰减器一起调节频谱仪的灵敏度，使图像载波响应位于满刻度基准，检查此时的噪声电平应比要求测量的失真分量至少低 10dB。

6.2.5.3.7 插入被测频道带通滤波器，调节输入衰减器，校去滤波器的插损。

6.2.5.3.8 拆去被测频道发生器，用标称阻抗（75 Ω ）端接混合器。

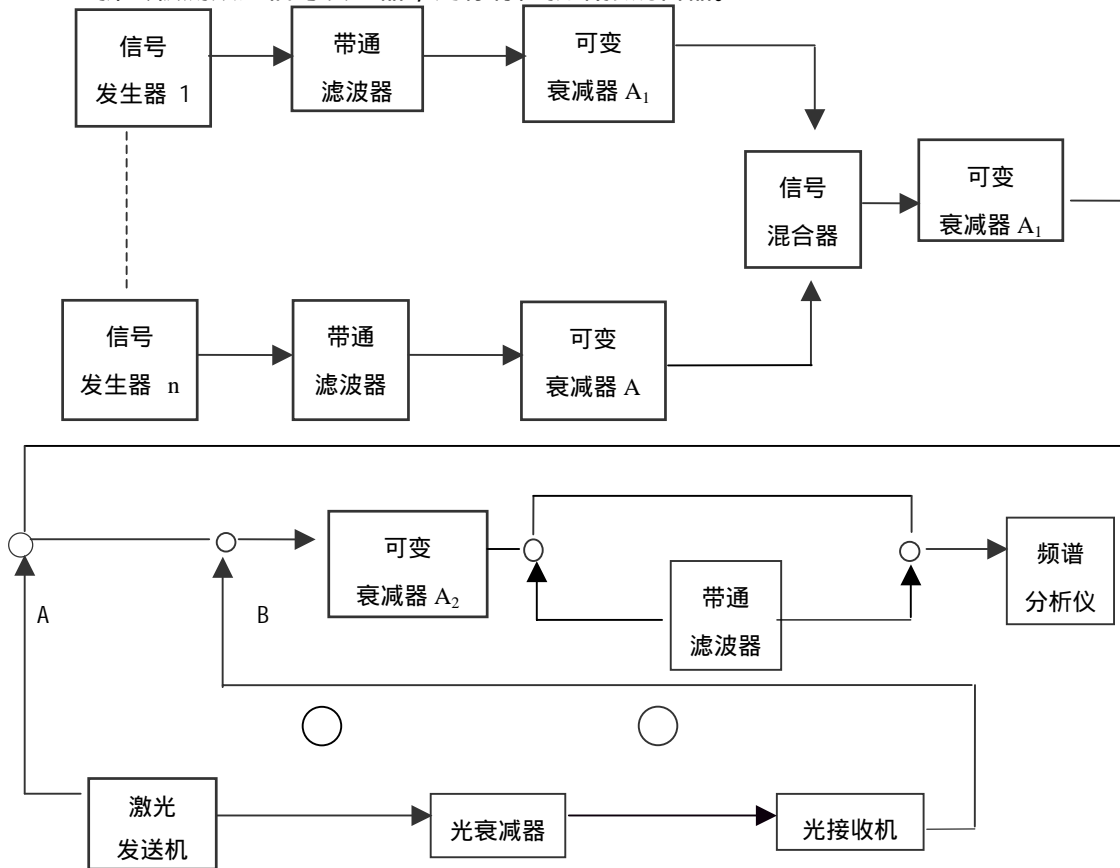
6.2.5.3.9 在整个频道上检查频谱分析仪产生的互调产物，它至少应比要求的失真分量低 20dB。如果不满足这个条件，降低频谱仪的灵敏度，重复 5.2.5.3.6 至 5.2.5.3.9 步骤。

6.2.5.3.10 注意灵敏度控制的设置。

6.2.5.3.11 根据光发送机的工作带宽，按附录 A 中的频道或简化用附录 B 中列出的频道，重复本程序中的 5.2.5.3.5 到 5.2.5.3.9 步骤。

6.2.5.3.12 拆去 A、B 两点间的短接线，接入被测系统，调整可变衰减器 A_2 ，使频谱分析仪输入电平达到规定值，调谐频谱分析仪使图像载波达到满刻度。

6.2.5.3.13 拆去被测频道信号发生器，用标称阻抗端接混合器。



注：测试链路光纤长度为 10 公里，光输出功率小于 4mW 的激光发送机可采用 5 公里光纤。

图 7 光发送机载波组合三阶差拍比的测量

6.2.5.3.14 由于组合三阶差拍产物是群聚在图像载波 $\pm 15\text{KHz}$ 内，所以组合三阶差拍产物能从频谱分析仪的显示屏上直接读出。其绝对值为组合三阶差拍，相对值为载波组合三阶差拍比。

6.2.5.3.15 利用可变衰减器 A_1 可以改变 A 点的电平，从而可以测出不同输入电平时光发送机的载波组合三阶差拍比。

6.2.5.3.16 为了保证光接收机的失真可以忽略，第二次测量时可以变换一下光衰耗值，如果失真指标有变化，说明光接收机失真度太大。

6.2.5.4 潜在误差源

6.2.5.4.1 本方法是测量整个光系统的载波组合三阶差拍比，只有在光接收机的载波组合三阶差拍比远优于光发送机的载波组合三阶差拍比时，光接收机的影响才可以忽略。但是还没有直接测量光接收机的载波组合三阶差拍比的方法，而只能从互调测量结果中估算出来，这种估计是不精确的，因为差拍相加规律与频率有关，不很清楚。

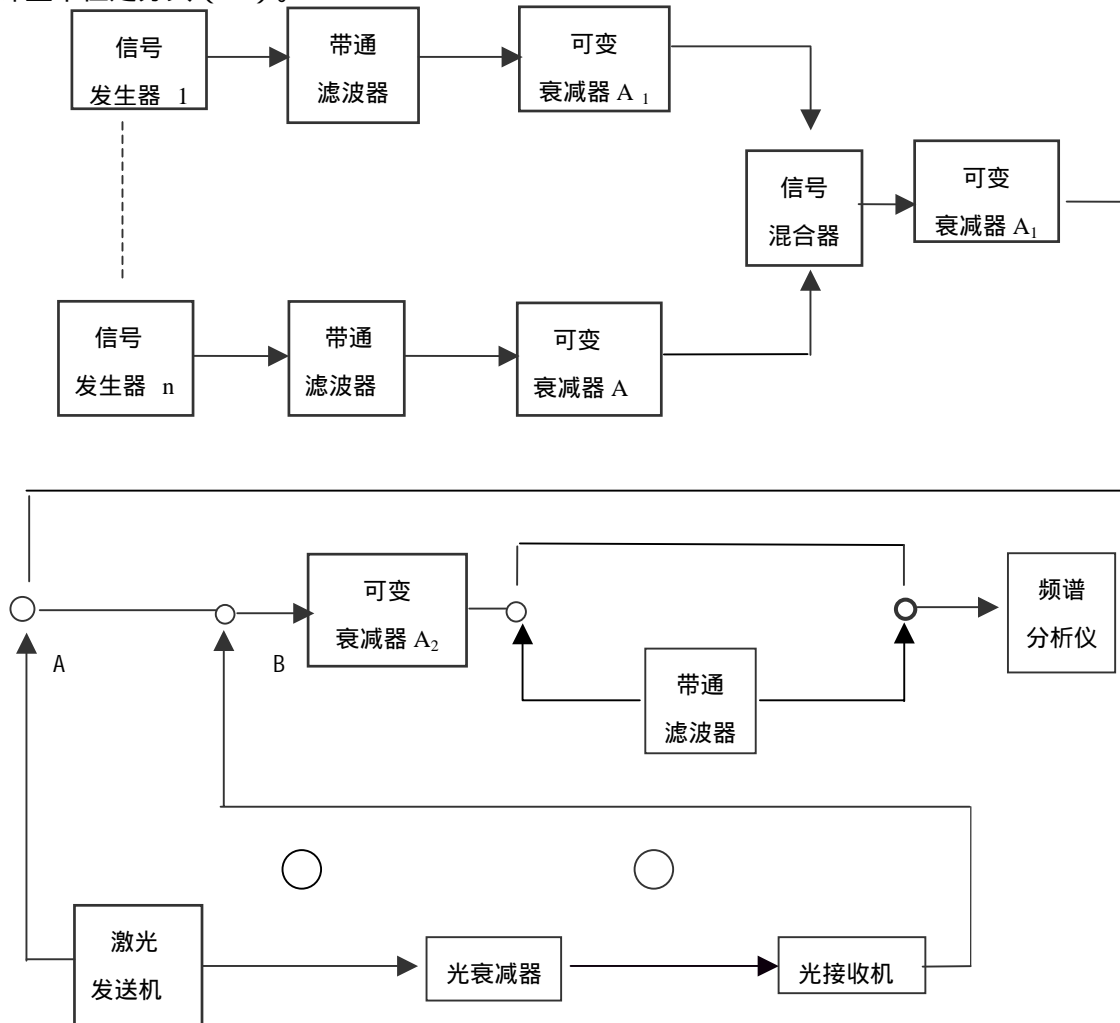
6.2.5.4.2 频谱分析仪的精度。

6.2.5.4.3 光发送机和光接收机之间的光反射会对测量结果产生较大影响。

6.2.6 光发送机的载波组合二阶差拍比 (C / CS0)

6.2.6.1 目的

本测量方法的目的是测量多载波调制的光发送机的载波组合二阶差拍比。载波组合阶差拍比的定义最初用于电放大器，但也适用于带光输出的器件，此时，它与调制光的电信号有关。载波组合二阶差拍比的计量单位是分贝 (dB)。



注：测试链路光纤长度为 10 公里，光输出功率小于 4mW 的激光发送机可采用 5 公里光纤。

图 8 光发送机载波组合二阶差拍比的测量

6.2.6.2 所需设备

6.2.6.2.1 测量载波组合二阶差拍比用的全部设备，见 5.2.5.2.1~5.2.5.2.6。

6.2.6.2.2 一台光接收机，其载波组合二阶差拍要比光发送机的载波组合二阶差拍优 10 dB 以上。光接收机的载波组合二阶差拍值可由光接收机的互调测量结论中估算出来。

6.2.6.2.3 一段连接光发送机至光接收机的光纤。

6.2.6.2.4 如果光发送机的光输出功率大于光接收机的输入功率，应使用光衰减器减小光功率。

6.2.6.3 步骤

6.2.6.3.1 电源电压和所有输入控制信号设置在规定值。

6.2.6.3.2 按图 8 所示连接设备。

6.2.6.3.3 组合二阶差拍产物不是群聚在载波频率的 $\pm 15\text{KHz}$ 周围，而是主要群聚在图像载波频率的 $\pm 0.25\text{MHz}$ 和 1.25MHz 处的 $\pm 15\text{KHz}$ 附近。对于 DS4 和 DS5 频道，主要集中在图像载波频率的 $+2.75\text{MHz}$ 处的 $\pm 15\text{KHz}$ 附近。所需发生器的数量取决于被测发送机的工作带宽，(见附录 A)。

除此之外，与载波组合三阶差拍比的测量相同。组合二阶差拍产物也能从频谱分析仪的显示屏上直接读出。其绝对值为组合二阶差拍，相对值为载波组合二阶差拍比。

6.2.6.3.4 利用可变衰减器 A_1 可以改变 A 点的电平，从而可以测出不同输入电平时光发送机的载波组合二阶差拍比。

6.2.6.3.5 为了保证光接收机的失真贡献可以忽略，第二次测量时可以变换一下光衰减值，如果失真指标有变化，说明光接收机失真度太大。

6.2.6.4 潜在误差源

6.2.6.4.1 本方法是测量整个光系统的组合二阶差拍比，只有在光接收机的组合二阶差拍比远优于光发送机的组合二阶差拍比时，光接收机的影响才可以忽略。但是还没有直接测量光接收机的载波组合二阶差拍比的方法，而只能从互调测量结果中估算出来，这种估计是不精确的，因为差拍相加规律同频率有关，不很清楚。

6.2.6.4.2 频谱分析仪的精度。

6.2.6.4.3 光发送机和光接收机之间的光反射会对测量结果产生较大影响。

6.2.7 光接收机的相互调制

6.2.7.1 目的

采用双激光光源法测量高线性光接收机的载波与二阶、三阶互调产物以及三次差拍产物之比。此法对于相干光接收机不适用。载波互调比的计量单位是 dB。

6.2.7.2 所需设备

6.2.7.2.1 对于二阶互调需两台信号发生器，对于三阶互调需三台信号发生器。其频率应足以覆盖被测部件。

6.2.7.2.2 两台有相近的光功率输出，但波长稍有不同的激光器，其发送的光波频率差必须大于被测光接收机的带宽。

6.2.7.2.3 一台在两条通道中有相近损耗的光耦合器。

6.2.7.2.4 两台光可变衰减器，其衰减范围可覆盖被测光接收机的光功率范围。

6.2.7.2.5 一台量程大于预期被测载波互调比的电信号衰减器。

6.2.7.2.6 一台选频电压表，其选频范围大于被测光接收机的频率范围。

6.2.7.2.7 连接激光器至耦合器、耦合器至光接收机的光纤。

6.2.7.3 测量要求

6.2.7.3.1 除非另有说明，测试中所用的参考电平应是光接收机的正常工作电平。如果此规定的电平值在整个范围内不能保持恒定，则所有测试信号的电平值应在结果中列出。

6.2.7.3.2 测试带自动电平控制 (ALC) 的接收机时，其导频信号的类型、频率和电平必须保持恒定。

6.2.7.4 测量步骤

6.2.7.4.1 电源电压和所有输入控制信号设置在额定值。

6.2.7.4.2 按图 9 所示连接设备。

6.2.7.4.3 应该在感兴趣的每一波段中使用宽间隔和窄间隔的测试信号，使其能在整个频率范围内产生明显的互调产物，并在该产物频率点进行测量。

6.2.7.4.4 在接收机规定的整个光输入功率范围内进行测量。

6.2.7.4.5 调节光衰减器，使得在光耦合器的输出端对应于两个激光器有相同的光功率。

6.2.7.4.6 应检查信号发生器的输出端是否有谐波和寄生信号，它们可能会明显地影响测量结果。

6.2.7.4.7 调谐信号发生器至测试信号的频率，调整其输出电平保持两个激光器的每个载波的调制度 $m = 0.4$ 。

6.2.7.4.8 将测试点和可变衰减器、选频电压表相连。调谐选频电压表至每个测试信号频率，读数记为 R （作为参考信号），记下此时的衰减值 a_1 ， a_1 值应稍大于预期的载波互调比。

6.2.7.4.9 调谐选频电压表至要测试的互调产物频率，减小可变衰减器的衰减值到 a_2 ，使选频电压表的读数仍为 R 。

6.2.7.4.10 被测接收机的载波二阶互调比为

$$S / I_2 = a_1 - a_2$$

6.2.7.4.11 当用三载波时，必须注意不要把双载波激光源的互调产物和所要测量的互调产物相混淆。

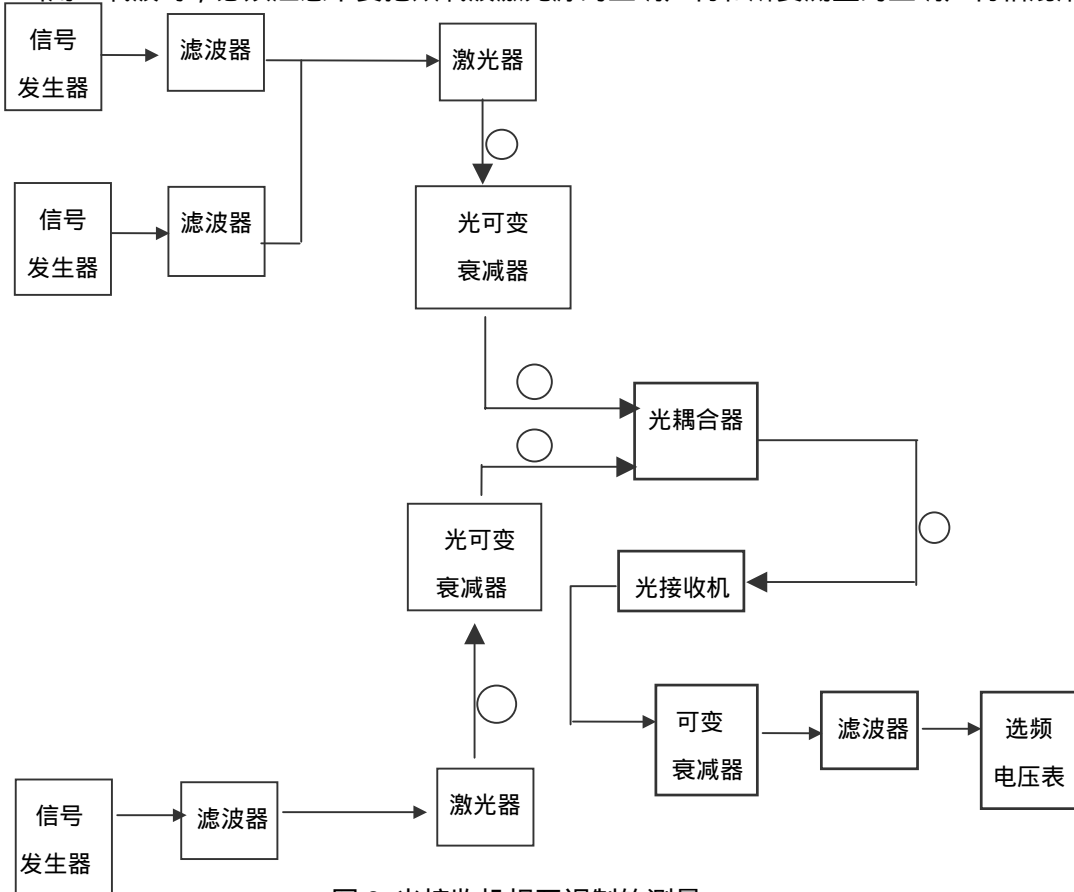


图 9 光接收机相互调制的测量

6.2.7.4.12 当测量载波互调比时，在选频表输入端要插入一个滤波器，在这种情况下，滤波器在互调产

物频率处的插入损耗 (dB) 要加到衰减值 a_2 中。

6.2.7.5 潜在的误差源

6.2.7.5.1 选频电压表的精度。

6.2.7.5.2 滤波器、衰减器的精度。

6.2.7.5.3 可变衰减器的精度。

6.2.7.5.4 调制度的误差。

6.2.7.5.5 光发送机和光接收机之间的光反射会对测量结果产生较大影响。

6.3 环境适应性试验方法

调幅激光发送机和接收机的环境适应性试验方法按 GB / T11318.1 中第 4.3 章的有关规定进行。

6.4 可靠性试验方法

调幅激光发送机和接收机的可靠性试验方法在考虑中。

6.5 安全试验方法

调幅激光发送机和接收机的安全试验方法按 GB / T11318.1 中第 4.5 章的有关规定进行。

6.6 电磁兼容性试验方法

调幅激光发送机和接收机的电磁兼容性试验方法按 GB / T11318.1 中第 4.6 章的有关规定进行。

附录 A
(标准的附录)

测量调幅激光发送机载波组合三阶差拍比与载波组

序号	频道号	图像载频 (MHz)	序号	频道号	图像载频 (MHz)	序号	频道号	图像载频 (MHz)
1	DS1	49.75	29	Z17	296.25	57	DS20	527.25
2	DS2	57.75	30	Z18	304.25	58	DS21	535.25
3	DS3	65.75	31	Z19	312.25	59	DS22	543.25
4	DS4	77.25	32	Z20	320.25	60	DS23	551.25
5	DS5	85.25	33	Z21	328.25	61	DS24	559.25
6	Z1	112.25	34	Z22	336.25	62	Z38	567.25
7	Z2	120.25	35	Z23	344.25	63	Z39	575.25
8	Z3	128.25	36	Z24	352.25	64	Z40	583.25
9	Z4	136.25	37	Z25	360.25	65	Z41	591.25
10	Z5	144.25	38	Z26	368.25	66	Z42	599.25
11	Z6	152.25	39	Z27	376.25	67	DS25	607.25
12	Z7	160.25	40	Z28	384.25	68	DS26	615.25
13	DS6	168.25	41	Z29	392.25	69	DS27	623.25
14	DS7	176.25	42	Z30	400.25	70	DS28	631.25
15	DS8	184.25	43	Z31	408.25	71	DS29	639.25
16	DS9	192.25	44	Z32	416.25	72	DS30	647.25
17	DS10	200.25	45	Z33	424.25	73	DS31	655.25
18	DS11	208.25	46	Z34	432.25	74	DS32	663.25
19	DS12	216.25	47	Z35	440.25	75	DS33	671.25
20	Z8	224.25	48	Z36	448.25	76	DS34	679.25
21	Z9	232.25	49	Z37	456.25	77	DS35	687.25
22	Z10	240.25	50	DS13	471.25	78	DS36	695.25
23	Z11	248.25	51	DS14	479.25	79	DS37	703.25
24	Z12	256.25	52	DS15	487.25	80	DS38	711.25
25	Z13	264.25	53	DS16	495.25	81	DS39	719.25
26	Z14	272.25	54	DS17	503.25	82	DS40	727.25
27	Z15	280.25	55	DS18	511.25	83	DS41	735.25
28	Z16	288.28	56	DS19	519.25	84	DS42	743.25

附录B
(标准的附录)
推荐的 CTB、CSO 测试频率点

频道	图像载波频率 (MHz)	CTB 频点 (MHz)	CSO 频点 (MHz)
DS4	77.25	77.25	80.00
Z1	112.25	112.25	112.00
Z16	288.25	288.25	288.50
Z21	328.25	328.25	328.50
Z36	448.25	448.25	448.50
DS13	471.25	471.25	472.50
DS20	527.25	527.25	528.50
DS22	543.25	543.25	544.50
Z38	567.25	567.25	568.50
DS42	743.25	743.25	743.50

《有线电视系统调幅激光发送机和接收机 入网技术条件和测量方法》 编制说明

一 任务来源及编制过程

本标准编制任务由原广播电影电视部科技司下达，文件号是广技监字[1996]590号“广播电影电视部1996年制、修订行业标准项目计划的通知”，标准项目代号是第359 006，由无锡雷华—环球电子设备有限公司承担该标准的编制工作。

雷华—环球电子设备有限公司1995年底接受该标准的编制任务后，根据本企业标准并参照国外先进产品规范，于1996年3月完成了本标准初稿。在收到广技监字[1996]590号文后，标准起草单位依据国家和行业标准及相关国际标准，并征求了部份专家和有线电视台的意见，进行了初稿的修订，完成了征求意见稿。在1997年9月13日至15日无锡审定会上，征求了与会专家、学者的意见，代表们对征求意见稿进行了热烈认真的讨论，提出了15条修改意见。起草单位根据代表们的意见进行了修改，完成了本标准的送审稿。1999年3月26日于北京丰台审定会上，与会领导、专家、学者对送审稿逐条进行了认真的审定，提出了9条修改意见。起草单位根据代表们的意见进行了修改，完成了本标准的报批初稿。报批初稿完成后，根据部份标委会委员的意见和有线网络建设的需要，标准化研究所又召集了部份标委会委员及专家进行了讨论，提出了4条修改建议，起草单位根据这4条建议修改后形成了本标准的最终报批稿。

二 标准编制的原则

1 依据的国家及行业标准

- 1) GB 4728.10 - 1985 电气图用图形符号 电信：传输
- 2) GB 5465.2 - 1985 电气设备用图形符号
- 3) GB/T11318.1-96 - 1996 电视和声音信号的电缆分配系统设备与部件通用规范
- 4) GB / T 6510 - 1996 电视和声音信号的电缆分配系统
- 5) S J / T 10663 -1995 电视和声音信号的电缆分配系统光纤设备与部件测量方法
- 6) GY / T 131-1997 有线电视网中光链路系统技术要求和测量方法

2 依据已发布的国际标准

- 1) EN 50083-6 电视和声音信号的电缆分配系统 第六部份：光纤部件
- 2) IEC 60728-6 Cabled distribution systems for television and sound signals - Part 6: Optical equipment

3 参照目前世界上先进国家的激光发送、接收设备产品手册。

三 调幅激光发送机入网条件主要技术内容的编制说明

1 适应范围的说明

本标准将作为国家广播电影电视总局调幅激光发送机的入网检测标准。因此，对入网产品的技术规范应有明确要求，并且必须规定相应的测试方法。

鉴于激光发送机种类繁多，光源形式、工作波长、调制方式各不相同，性能价格差异极大，因此，在

标准编制过程中，对技术规范内容的处理上，采用了一些折衷方式，详见下面的说明条文。

本标准仅适用于标称工作波长为 1310nm 或 1550nm 采用 DFB(分布反馈式)激光器作光源的残留边带调幅激光发送机。

2 关于相应技术指标的测量方法，原则上采用 SJ / T 10663 - 1995 及相应的国际标准 IEC 60728 - 6、EN 50083 - 6 中的规定。通过实际工作的验证，证明这些测试方法技术上是成熟的，所以本标准中照原文摘用。

3 性能参数的说明

1) 光输出功率和预计链路损耗值

激光发送机的光输出功率是一个重要指标，该指标与发送机的许多主要性能（如传输距离或链路损耗值等）以及价格都密切相关。因此在 IEC 标准、欧洲标准、国家标准中均规定了该项指标。我们的入网条件中也规定了该项指标。然而，各厂家所生产的各种 DFB 直接光强度调制式激光发送机的光输出功率从 2mw 到 16mw，每毫瓦一档。所以我们的标准中规定工作波长为 1310nm 的光发送机的光输出功率为大于 2mw，工作波长为 1550 nm 的激光发送机的光输出功率为大于 2.5 mW（或大于 $2 \times 2.5\text{mW}$ ）。

2) 关于载噪比 (C/N)

关于激光传输链路的载噪比 (C/N) 与激光发送机和光接收机的载噪比 (C/N) 测量，在本标准中规定比较严格。对于光输出功率大于 4 mW 的激光发送机，光损耗构成为 10 公里光纤加无源损耗，对光输出功率小于或等于 4 mW 的激光发送机，光损耗构成为 5 公里光纤加无源损耗，并且还规定了接收机的输入光功率为 -1dBm，在 550MHz 带宽内配置 59 个 PAL-D 中国电视频道下，同时满足载波组合三阶差拍比 (C / C T B) 及载波组合二阶差拍比 (C/CS0) 的前题下进行载噪比 (C/N) 的测试和表征。这样规定的目的是为了杜绝劣质产品（例如，相对强度噪声大、线性差的激光发送机）进入我国有线电视网。而且在本标准呈报前收到了 IEC 60728-6 Cabled distribution systems for television and sound signals - Part 6: Optical equipment 标准文件，因而这一部分参照该标准并结合中国有线电视网络的具体情况进行了整理和修订。

3) 关于激光发送机的非线性失真特性及射频输入信号电平

激光发送机的非线性失真特性是涉及发送机性能优劣的一组关键指标，主要是指 CTB, CS0 指标。本标准所规定的 CTB, CS0 是光发送机必须达到的最低指标。光源的不同，调制方式的差异，是否具有射频激励电路以及射频激励电路的性能优劣都会显著影响非线性指标。在设备选型时应对产品的技术指标，测试条件，价格水平仔细分析对比，才有可能作出比较科学的评价。

鉴于国内有线电视发展的现状及测试设备的状况，对 550MHz、750MHz 以及 860MHz 射频调制带宽的激光发送机的非线性失真特性的测试，都是在 550MHz 带宽的范围内配置 59 个 PAL-D 中国电视频道时的非线性失真指标。对于 550MHz 以上频段，加入数字信号后将会引起的指标劣化，国外在理论分析和实验研究方面都作了一些工作可以参考。在本标准中未予考虑。

4) 本标准中规定的非线性失真指标都是指满频道负荷下的最低要求，对系统中传输频道数低于满频道负荷时的非线性失真指标的估算有不少计算方法。我们在研究中发现，对于采用预失真校正技术的调幅激光发送机的非线性失真特性，设备所传输的频道数以及频率配置的关系很复杂，原则上不能保证传输频道数减少一半时 CTB 改善 6dB，CS0 改善 3dB 的关系。进一步的研究在进行中。建议在系统设计时注意该指标的选取。

5) 设备和系统的非线性失真指标，原则上应对全部频道进行测试后，取最差值作为表征值。但这样进行检测工作量太大，研究表明也的确没有必要。本标准推荐按附录 B 所指定的频道和频率点进行测试，在一般情况下已基本包含了系统或设备的最差值。

四 调幅光接收机入网条件主要技术内容的编制说明

1 适应范围的说明

本标准将作为国家广播电影电视总局调幅光接收机的入网检测标准。因此，对入网产品的技术规范应有明确要求，并且必须规定相应的测试方法。

光接收机的种类也很多，性能价格差异极大；因此，在标准编制过程中，对技术规范内容的处理上，也采用了一些折衷方式，详见下面的说明条文。

本标准适用于标称工作波长为 1310 nm、1550nm 或双窗口的残留边带调幅光接收机。

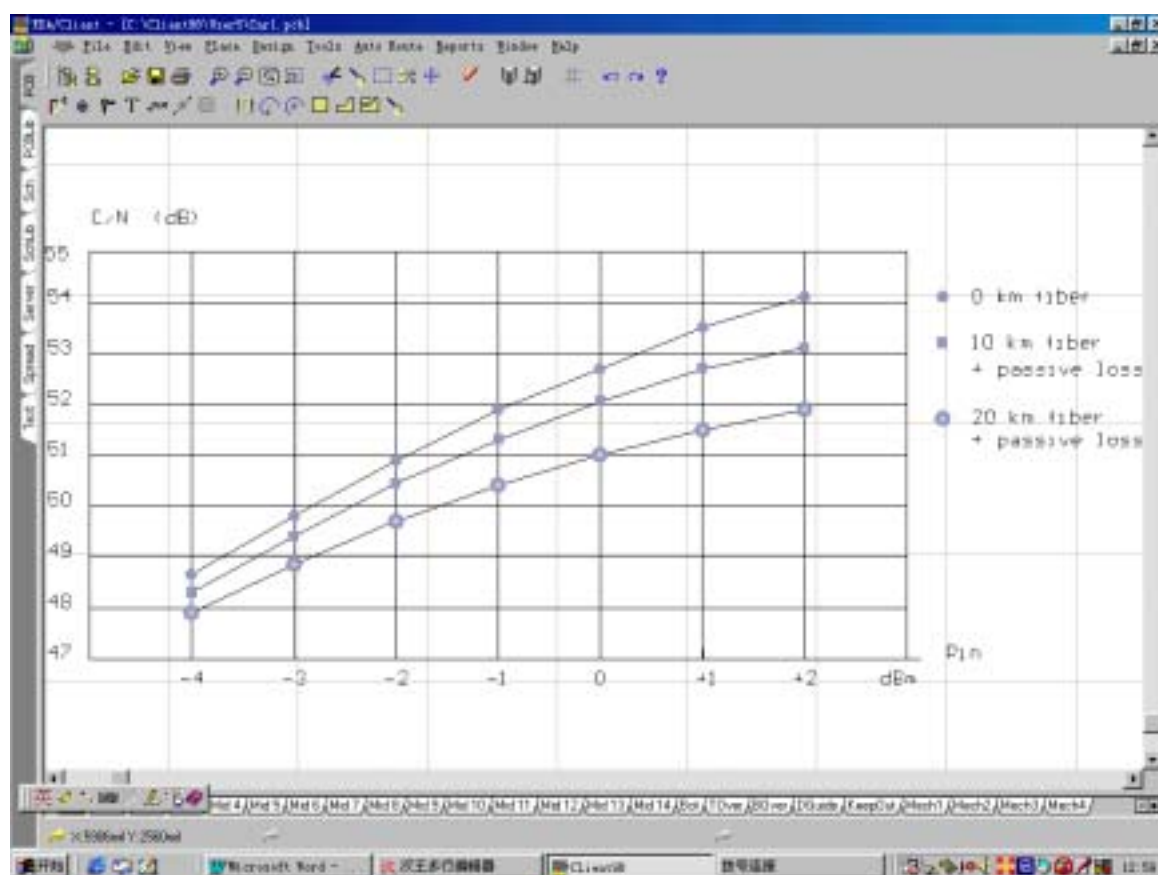
2 关于相应技术指标的测量方法，原则上采用 SJ / T 10663 - 1995 以及相应的国际标准 IEC 60728 - 6、EN 50083 - 6 中的规定。通过实际工作的验证，证明这些测试方法技术上是成熟的，所以本标准中照原文摘用。

3 性能参数的说明

1) 关于接收机光输入光功率范围的说明

光输入功率范围定为+2dBm ~ -4dBm，是一个建议选用范围。光输入功率的不同将会引起光探测器输出射频信号电平的不同以及载噪比的变化。如果牺牲一些 C / N 指标，小于-4dBm 的光输入功率，接收机也能工作。接收机的光输入功率最好是设计在+1.0dBm 到-2dBm 之间。详见下面附录曲线及说明。

附录：链路载噪比与接收机输入光功率的关系曲线



尽管光纤链路总的载噪比性能主要取决于激光发送机的性能，但同时还与许多因素有关。例如加到光接收机上的激光功率大小、光接收机噪声特性的优劣、传输光纤的长短等因素都会使传输链路总的载噪比性能产生变化。加到光接收机上的激光功率越小，接收机自身噪声越大，传输光纤越长则链路总的载噪比越差，反之亦然。上述曲线是用传输光纤长度作参变量，给出在接收光功率变化时，链路载噪比变化的典型曲线。

从上面曲线以及实验研究我们可以得出以下结论：

(1) 光接收机所接收到的光功率每减小 1dB，链路载噪比基本上劣化 1dB，反之亦然。

(2) 理论分析和实验研究表明，光接收机所接收到的光功率每减小 1dB，则接收机中的光探测器输出的射频信号电平将降低 2dB，反之亦然。

(3) 在接收光功率相同的情况下，链路损耗是由光纤构成还是由无源损耗构成，将影响链路的载噪比值。例如，当接收光功率为 -1dBm 时，如果光损耗是由无源器件产生，则链路的载噪比为 52dB；如果光损耗是由 10km 光纤加上无源器件损耗构成，则链路的载噪比为 51.5dB；如果光损耗是由 20km 光纤加上无源器件损耗构成，则链路的载噪比仅为 50.5dB。

附录所给曲线具有典型意义，在进行光纤网络设计时可作参考。

2) 非线性失真特性

调幅激光接收机的非线性失真特性用三阶互调比($I/M3$)和二阶互调比($I/M2$)表示。均采用双激光器测试法进行测量。

根据 99 年 3 月 26 日北京审定会议的要求，雷华 - 环球电子有限公司、上海图像信息产业有限公司和武汉邮电科学研究院分别进行了验证试验。深圳飞通公司因客观原因未能实施验证试验。现将已进行的验证试验汇总如下：

双激光器法测试光探测器或光接收机的非线性失真的试验设备连接如下图 1 所示。

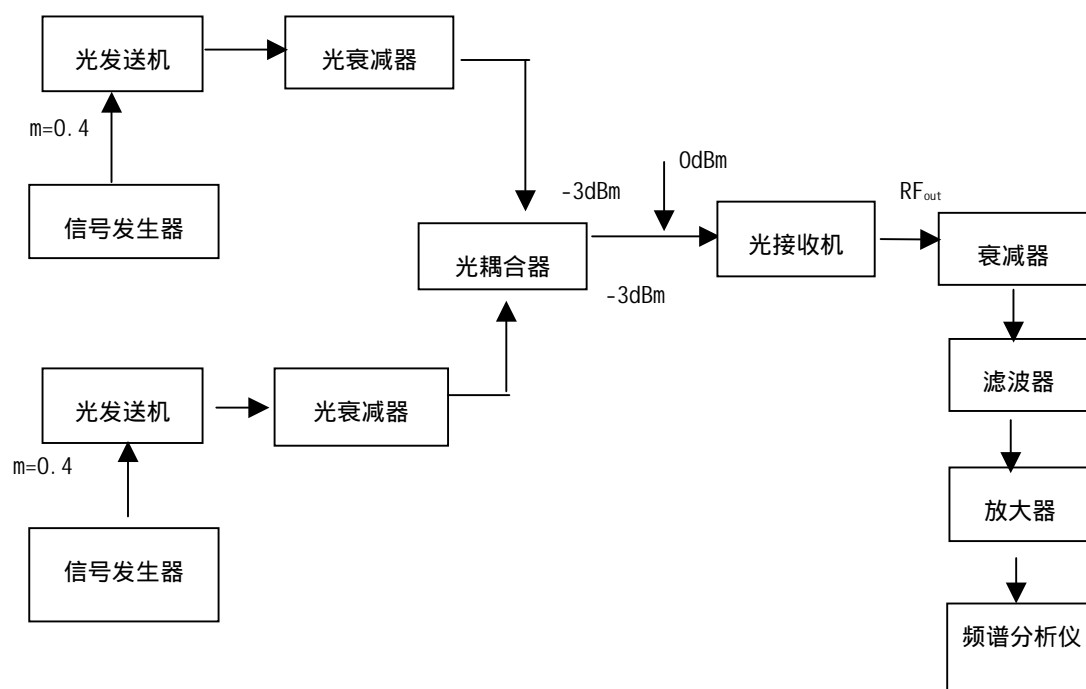


图 1 双激光器法光接收机的非线性失真的试验设备连接

调节激光发送机中的 R F 放大器的输出信号电平或者信号发生器的输出信号电平，使每台激光发送机的调制指数为 $m = 0.4$ 。再调节光衰减器，使每台激光发送机输入到光接收机的光探测器上的光功率分别为 -3dBm ，这样一来，光接收机的光输入功率为 0dBm 。试验光接收机含光探测器和后置 R F 放大器，光接收机的 R F 输出信号电平分别为 $96\text{dB}\mu\text{V}$ 和 $110\text{dB}\mu\text{V}$ (通过调节光接收机的手动增益控制实现)。分别测量二阶和三阶互调产物。记录如下表 1、表 2。

雷华 - 环球电子有限公司、上海图像信息产业有限公司和武汉邮电科学研究院三家进行的验证实验中所用的激光发送机和光接收机的电路构成、元器件性能均不完全相同，因而实验数据有些差异。但是实验结果中下列结论是完全吻合的：

1 光接收机的 R F 输出信号电平比较低（例如为 $96\text{dB}\mu\text{V}$ ）时，光接收机（含 R F 放大器）的离散二阶互调比与光探测器的离散二阶互调比基本上相同。换言之，光接收机内 R F 放大器的非线性失真对光接收机的二阶非线性失真贡献很小，可以略去不计。

表 1 光接收机 R F 输出信号电平为 $96\text{dB}\mu\text{V}$ 时的互调失真测试结果

F1 (MHz)	RF1 _{out} (dB μV)	F2 (MHz)	RF2 _{out} (dB μV)	互调产物类型 (MHz)	互调产物幅度 (dB μV)	互调比 (dB)
224.25	96.0	138.50	96.3	85.75 (F2 - F1)	16.8	79.2
		200.50	96.5	424.75 (F1 + F2)	19.5	76.5
		319.50	96.1	543.75 (F1 + F2)	20.2	75.8
		155.00	96.3	85.75 (2F2 - F1)	7.5	88.5
		324.50	96.5	424.75(2F2 - F1)	6.8	89.2
		384.00	96.1	543.75(2F2 - F1)	8.5	87.5

表 2 光接收机 R F 输出信号电平为 $110\text{dB}\mu\text{V}$ 时的互调性失真测试结果

F1 (MHz)	RF1 _{out} (dB μV)	F2 (MHz)	RF2 _{out} (dB μV)	互调产物类型 (MHz)	互调产物幅度 (dB μV)	互调比 (dB)
224.25	110.5	138.50	110.6	85.75 (F2 - F1)	35.5	75.0
		200.50	110.9	424.75 (F1 + F2)	41.2	69.3
		319.50	110.0	543.75 (F1 + F2)	42.0	68.5
		155.00	110.6	85.75 (2F2 - F1)	23.5	87.0
		324.50	110.9	424.75(2F2 - F1)	26.0	84.5
		384.00	110.0	543.75(2F2 - F1)	29.5	81.0

2 光接收机的 R F 输出信号电平比较高（例如为 110dB μ V）时，光接收机（含 R F 放大器）的离散二阶互调比就明显地优于光探测器的离散二阶互调比。此时，光接收机内 R F 放大器的二阶非线性失真对光接收机的二阶非线性失真贡献就十分明显，主要的失真源是光接收机内的 R F 放大器。

3 光接收机的离散三阶互调失真与 R F 输出电平的关系不大，也就是说光接收机内的 R F 放大器和光探测器的离散三阶互调失真都很小，因而 R F 输出信号电平的大小对它的影响都不大。

4 以上验证试验表明，在光接收机 R F 输出电平较低（不大于 96dB μ V）时，标准正文的表 3 中规定的调幅光接收机的载波二次互调比为 70dB 和载波三次互调比为 75dB 均可达到并尚有余量。在进行产品性能规范检测时，如果光接收机的 R F 输出信号电平大于 100dB μ V，则应在级间加入适当的衰减器，降低其 R F 输出信号电平。

在系统设计、系统调试、产品制造中，人们最关心的并不是离散二阶互调比和离散三阶互调比，而是组合三阶差拍比（C/CTB）及组合二阶差拍比（C/CSO）。由于提供无失真的多频道调制光信号很困难，所以光接收机的非线性特性只好用离散二阶互调比和离散三阶互调比来表征。理论研究与实验验证都证明了对光探测器而言，下述公式可以用于估算其载波组合三阶差拍比（C/CTB）与载波组合二阶差拍比（C/CSO）：

$$C/C S O = S/I_2 + 3 - 20 \times \lg(OMI/0.4) - 2P - 10 \lg(B_2) \text{ ----- (1)}$$

$$C/C T B = S/I_3 - 3 - 40 \times \lg(OMI/0.4) - 4P - 10 \lg(B_3) \text{ ----- (2)}$$

式中：

S/I_2 和 S/I_3 是光探测器的双激光器测试法所获得的二阶和三阶互调失真比；

OMI 是满频道负荷时每频道的光调制指数；

B_2 和 B_3 是落入被测频道内的测试频率点上的 $C S O$ 和 $C T B$ 的个数；

P 是加到光接收机上的光功率（dBm）。

按上述公式对 ORTEL 公司的光探测器 2609B 的组合二阶和组合三阶差拍进行了估算，当接收机光输入功率为 -2 dBm 时在中国电视频道增补 37 频道的载波组合二阶差拍比和载波组合三阶差拍比为：

$$C/C T B = 85 \text{ dB}$$

$$C/C S O = 79 \text{ dB}$$

从上述式（1）和式（2）可以看出：加到光探测器上的光功率每增加 1 dB，光探测器的组合二阶差拍将劣化 2 dB，组合三阶差拍将劣化 4 dB。因此，加到光接收机上的光功率不应太大，我们建议在 +1dBm 到 -2dBm 之间选取。

为了方便系统设计和生产检测，我们对以上理论分析进行了实验验证。验证试验的测试设备连接如下图 2 所示。验证试验的目的是要证明在光接收机的 R F 输出信号电平较低（例如 96dB μ V）时，光接收机的非线性失真对激光传输链路的非线性失真贡献可以略去不计，测得的激光传输链路 CSO、CTB 指标就是激光发送机的 CSO、CTB 指标；而在光接收机的 R F 输出信号电平较高（例如 110dB μ V）时，光接收机的非线性失真对激光传输链路的非线性失真贡献较大，甚至成为主要失真源，测得的激光传输链路的 CSO、CTB 指标将低于激光发送机的非线性失真指标，指标降低的原因是光接收机的非线性失真贡献。测试结果列于表 3。

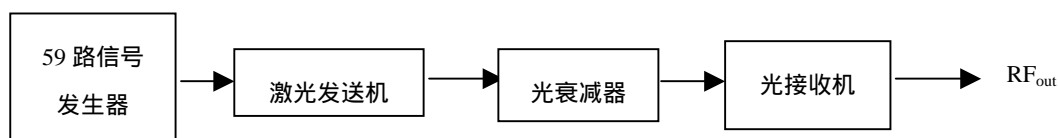


图2 多信号光接收机的非线性失真的试验设备连接

表3 激光传输链路的非线性失真

被测频道	图像载频 (MHz)	RF 输出信号电平 96dB μ V		RF 输出信号电平 110dB μ V	
		CS0	CTB	CS0	CTB
DS4	77.25	68.2	70.2	58.5	58.0
Z34	432.25	65.7	68.5	57.5	57.0
DS22	543.25	67.0	67.9	57.0	57.5

从表3的验证测试数据可以看出：

1 在RF输出信号电平96dB μ V时，激光传输链路的非线性失真指标与激光器的非线性失真指标一致，满足产品技术规范的要求。可以认为光接收机的非线性失真贡献很小，可以略去不计。

2 在RF输出信号电平110dB μ V时，激光传输链路的非线性失真指标远低于激光器的非线性失真指标一致，也低于产品技术规范的要求。指标劣化是由于光接收机内的RF放大器的非线性失真贡献很大。查阅RF放大模块的技术规范或进行实测均可以证明在同样的RF输出信号电平下，该失真指标与输出放大模块的非线性失真指标基本吻合，说明是放大模块的失真贡献。

3 对于光接收机的非线性失真指标，在光接收机的RF输出信号电平较低（例如96dB μ V或更低）时，不可能采用多信号法进行测量。因为此时光电二极管和光接收机中的RF放大器的非线性失真指标均远优于激光发送机的非线性失真指标。只有当光接收机的RF输出信号电平较高（例如104dB μ V或更高）时，光接收机中的RF放大器的非线性失真特性明显比光发送机的非线性失真特性更差，则用多信号法可以对不同的光接收机的非线性失真特性进行比较。但此时主要比较的是光接收机中的RF放大器的非线性失真特性。

