



中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2805.1-2015

相移光学解调器

第 1 部分：用于 40Gbit/s 的差分正交相移 键控（DQPSK）光学解调器技术条件

Phase shift keying optical demodulator

Part 1: Technical specification of differential quadrature phase shift
keying(DQPSK)optical demodulator for 40Gbit/s

2015-04-30 发布

2015-07-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言.....II

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 缩略语.....1

4 术语和定义.....2

5 技术要求.....8

 5.1 分类.....8

 5.2 极限工作条件.....8

 5.3 光学性能要求.....8

 5.4 电学性能要求.....8

 5.5 外观要求.....9

 5.6 环保符合性要求.....9

6 测试方法.....9

 6.1 测试环境要求.....9

 6.2 测试仪表要求.....9

 6.3 测试方法.....9

7 质量鉴定检验.....11

 7.1 检验分类.....11

 7.2 试验环境要求.....11

 7.3 环境性能试验.....11

 7.4 可靠性试验.....12

8 检验规则.....12

 8.1 检验分类.....12

 8.2 出厂检验.....12

 8.3 型式检验.....13

9 标志、包装、运输和储存.....14

 9.1 标志.....14

 9.2 包装.....14

 9.3 运输.....14

 9.4 储存.....14

前 言

YD/T 2805.1《相移光学解调器》拟分成部分出版，目前计划发布如下部分：

——第1部分：用于40Gbit/s的差分正交相移键控（DQPSK）光学解调器技术条件；

——.....

本部分为相移光学解调器的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国通信标准化协会提出并归口。

本部分起草单位：深圳新飞通光电技术有限公司、武汉邮电科学研究院、中兴通讯股份有限公司、工业和信息化部电信研究院、河北四方通信设备有限公司

本部分主要起草人：张 汛、陈 悦、杨 捷、郑彦升、武成宾、赵文玉、黄新格。

相移光学解调器

第1部分：用于40Gbit/s的差分正交相移键控

（DQPSK）光学解调器技术条件

1 范围

本部分规定了用于 40Gbit/s 的差分正交相移键控（DQPSK）光学解调器技术条件的缩略语、术语和定义、技术要求、测试方法、质量鉴定检验、检验规则、标志、包装、运输和储存要求。

本部分适用于40Gbit/s的差分正交相移键控（DQPSK）光学解调器（以下简称“解调器”）。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191	包装储运图示标志
GB/T 2828.1-2012	计数抽样检验程序第 1 部份：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
GB/T 20440-2006	密集波分复用/解复用器技术条件
SJ/T 11363-2006	电子信息产品中有毒有害物质的限量要求
SJ/T 11364-2006	电子信息产品中污染控制标识要求
SJ/T 11365-2006	电子信息产品中有毒有害物质的检测方法
Telcordia GR-1209-CORE:2010	光无源器件总规范（Generic requirements for passive optical components）
Telcordia GR-1221-CORE:2010	光无源器件一般可靠性保证要求（Generic reliability assurance requirements for passive optical components）

3 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CF	Central Frequency	中心频率
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying	差分正交相移键控
ER	Extinction Ratio	消光比
FSR	Free Spectral Range	自由光谱范围
IL	Insertion Loss	插入损耗
PDFS	Polarization Dependent Frequency Shift	偏振相关频率漂移
PDL	Polarization Dependent Loss	偏振相关损耗
ORL	Optical Return Loss	光回波损耗
TDFS	Temperature Dependent Frequency Shift	温度相关频率漂移
TEC	Thermal Electrical Cooler	热电制冷器

YD/T 2805.1-2015

4 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件：

4.1

平均光谱曲线 Average Spectral Curve

任意端口的平均光谱曲线为该端口在所有偏振态下最大和最小光谱曲线的平均值，如图1所示。

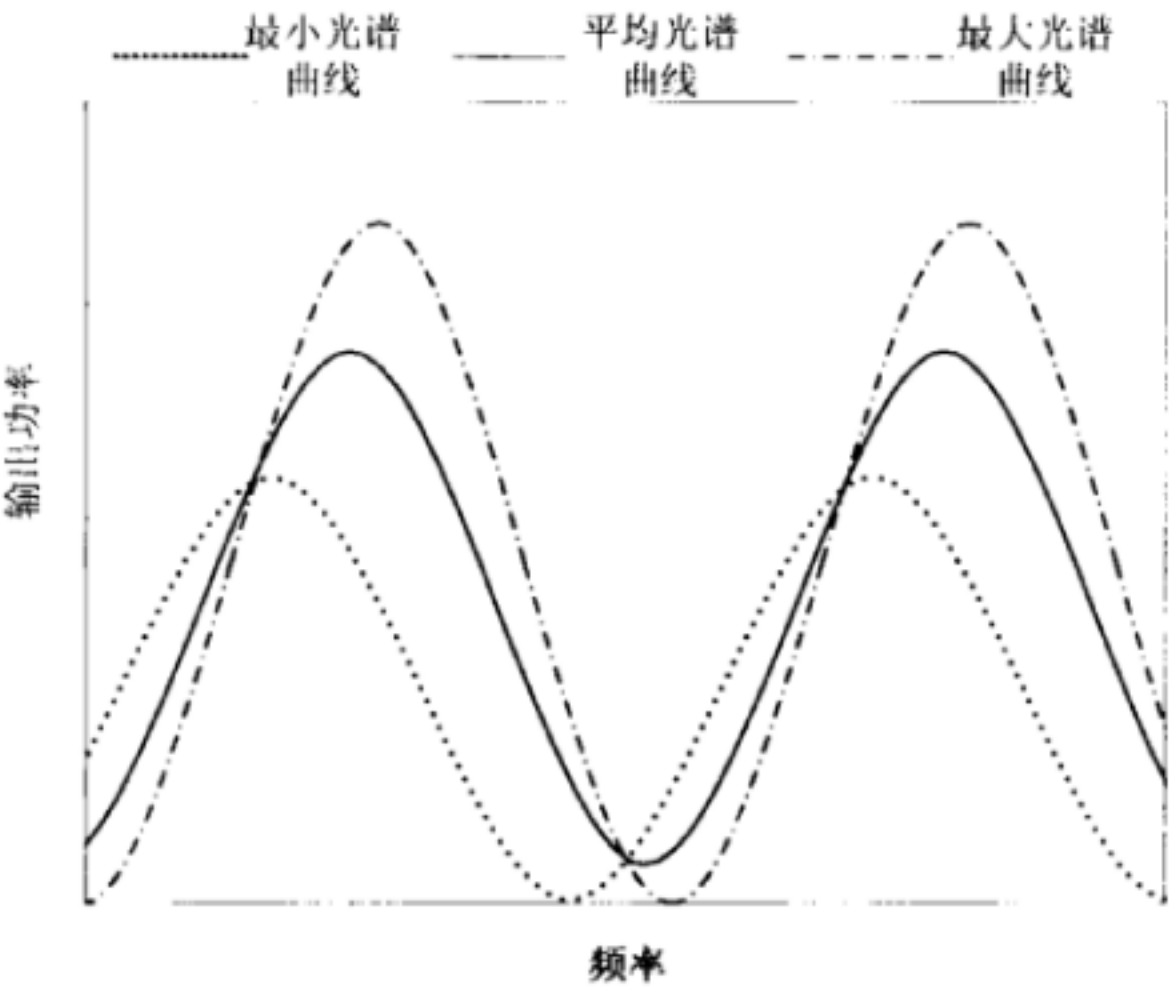


图1 平均光谱曲线示意图

4.2

插入损耗 Insertionloss

工作频率范围内，解调器在规定输出端口的平均光谱曲线的最小峰值光功率与输入光功率的比值即为该端口的插入损耗，如图 2 所示。

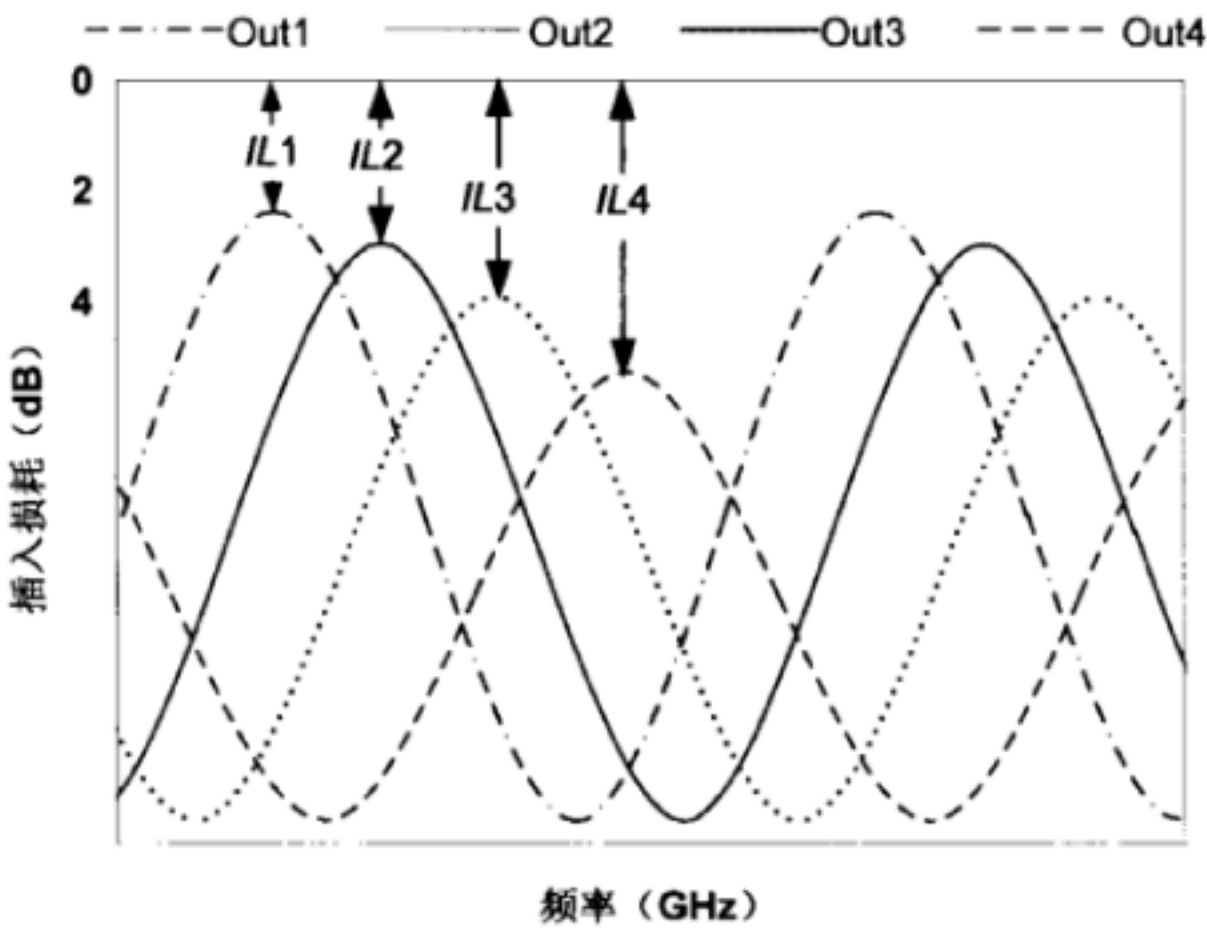


图2 IL 示意图

所有端口的插入损耗最大值即为解调器的插入损耗，计算方法见公式（1）

$$IL = (IL_i)_{MAX} = \left[-10 \lg \left(\frac{P_{out-i}}{P_{in}} \right) \right]_{MAX} \tag{1}$$

式中：

IL —— 解调器的插入损耗，单位为 dB；

IL_i —— 第 i 个输出端口的插入损耗，单位为 dB， $i=1、2、3、4$ ；
 P_{out-i} —— 第 i 个输出端口的平均光谱曲线的最小峰值光功率，单位为 mW， $i=1、2、3、4$ ；
 P_{in} —— 输入端口的输入光功率，单位为 mW。

4.3

插入损耗均匀性 Uniformity of Insertion loss

在工作频率范围内，解调器所有输出端口之间插入损耗的最大值和最小值的差值即为插入损耗均匀性，单位为 dB，如图 3 所示。

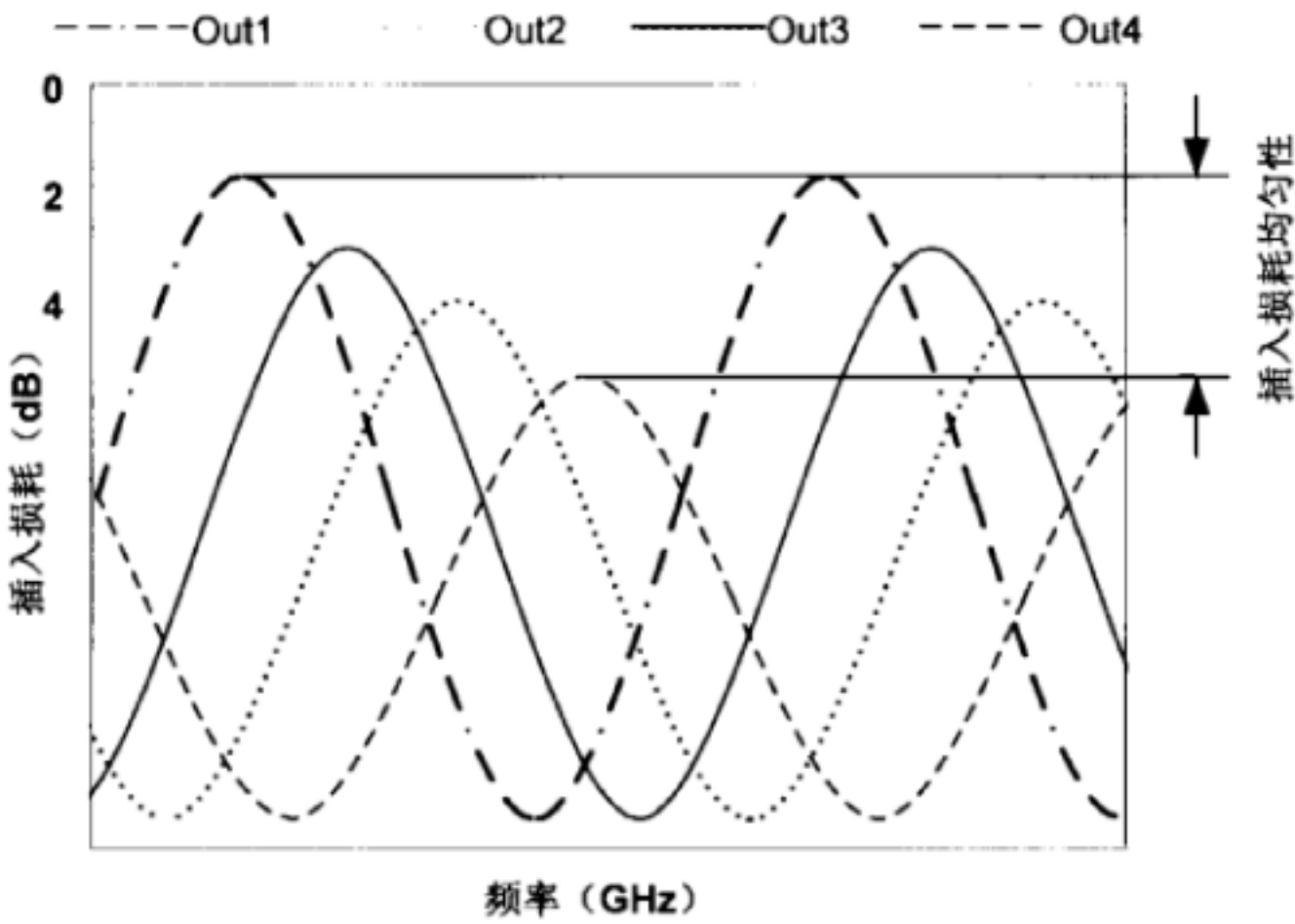


图3 插入损耗均匀性曲线示意图

4.4

自由光谱范围 Free Spectral Range

在工作频率范围内，解调器任一输出端口的平均光谱曲线中任意两个连续波峰（或波谷）之间的频率间隔即为自由光谱范围，单位为 GHz，如图 4 所示。

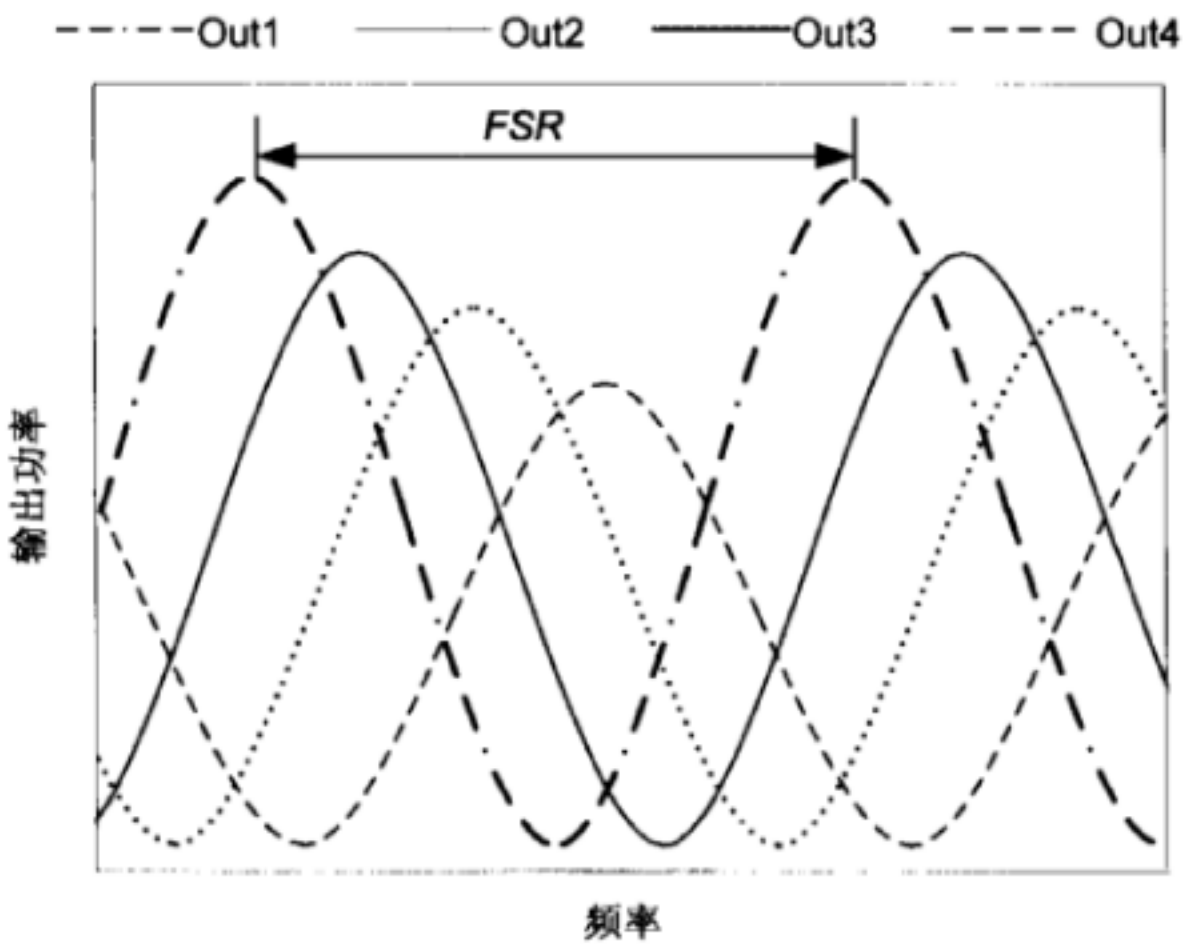


图4 FSR 示意图

4.5

消光比 Extinction Ratio

YD/T 2805.1-2015

在工作频率范围内，解调器任一输出端口平均光谱曲线上最小相邻峰值光功率（dBm）和谷值光功率（dBm）之间的差值即为该端口的消光比。4个端口消光比的最小值即为解调器的消光比，单位为 dB，如图所示。

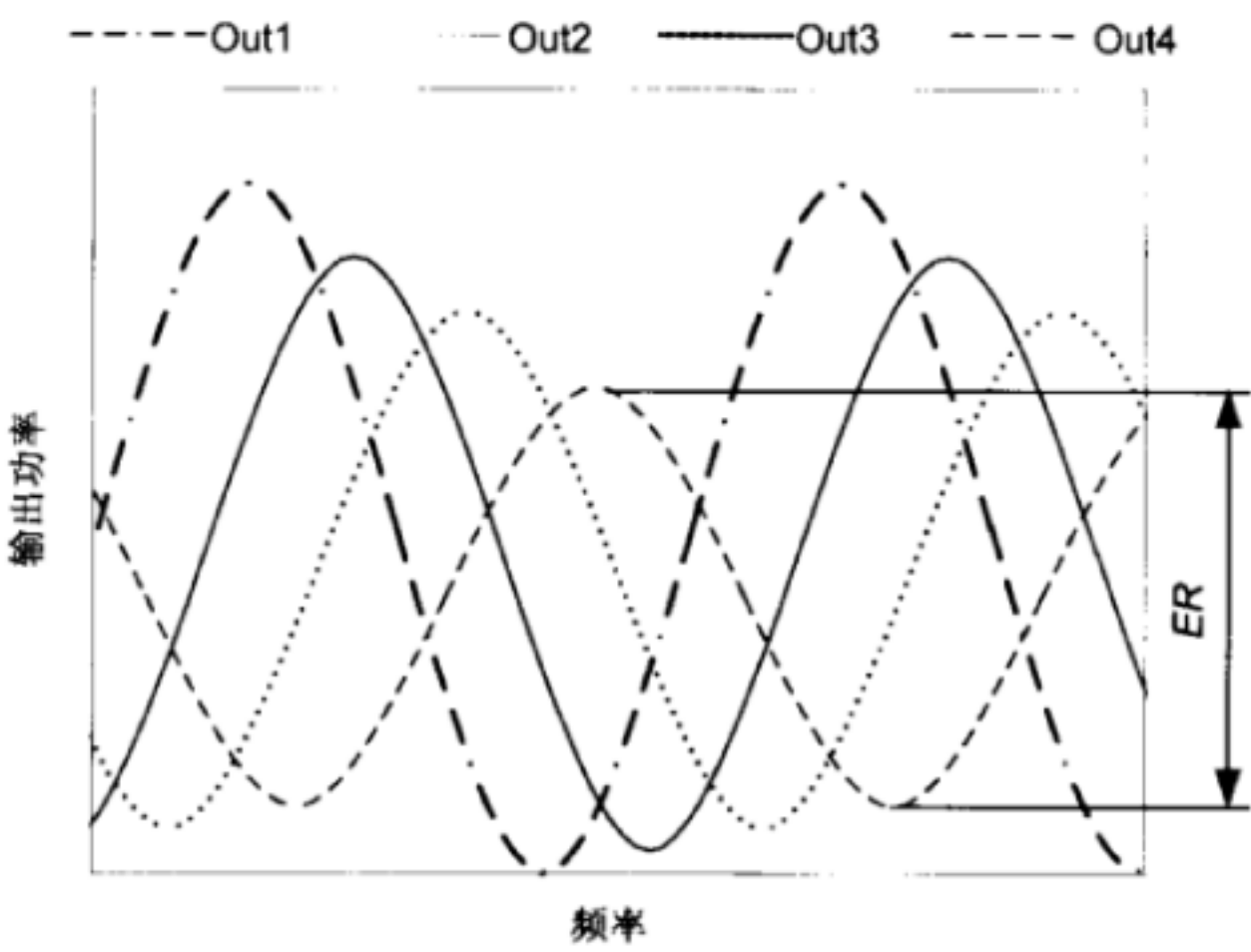


图5 ER 示意图

4.6

中心频率 Central Frequency

对于解调器的任一输出端口，在任一偏振状态下，光谱曲线峰值点下降3dB的水平线，与该曲线两个交点处频率的平均值即为中心频率（CF），单位为GHz，如图6所示。

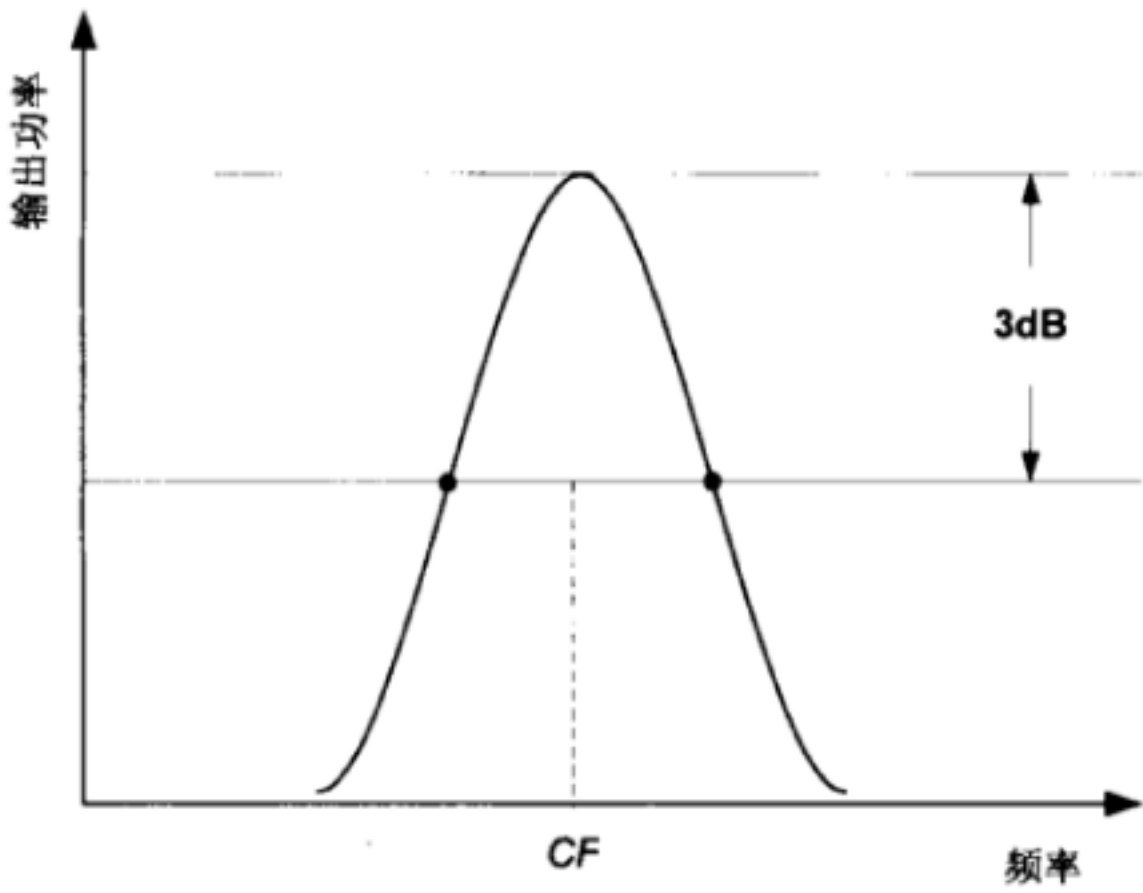


图6 任一偏振态下 CF 示意图

4.7

平均中心频率 Average Central Frequency

在全偏振状态下，从解调器任一输出端口的平均光谱曲线峰值点下降3dB的水平线，与该曲线两个交点处频率的平均值即为该端口的平均中心频率，单位为GHz。

4.8

偏振相关损耗 Polarization Dependent Loss

输入光信号在全偏振态范围内变化时，解调器任一输出端口在平均中心频率处输出光功率的最大变化量为该输出端口偏振相关损耗，如图7所示。

所有输出端口的偏振相关损耗最大值即为解调器的偏振相关损耗。计算方法见公式（2）。

$$PDL = (PDL_i)_{MAX} = \left[-10 \lg \left(\frac{(P_{out-i})_{MIN}}{(P_{out-i})_{MAX}} \right) \right]_{MAX}$$

(2)

式中：

- PDL —— 解调器的偏振相关损耗，单位为 dB；
- PDL_i —— 第 i 个输出端口的偏振相关损耗，单位为 dB， $i=1、2、3、4$ ；
- P_{out-i} —— 第 i 个输出端口中心频率处的输出光功率，单位为 mW， $i=1、2、3、4$ 。

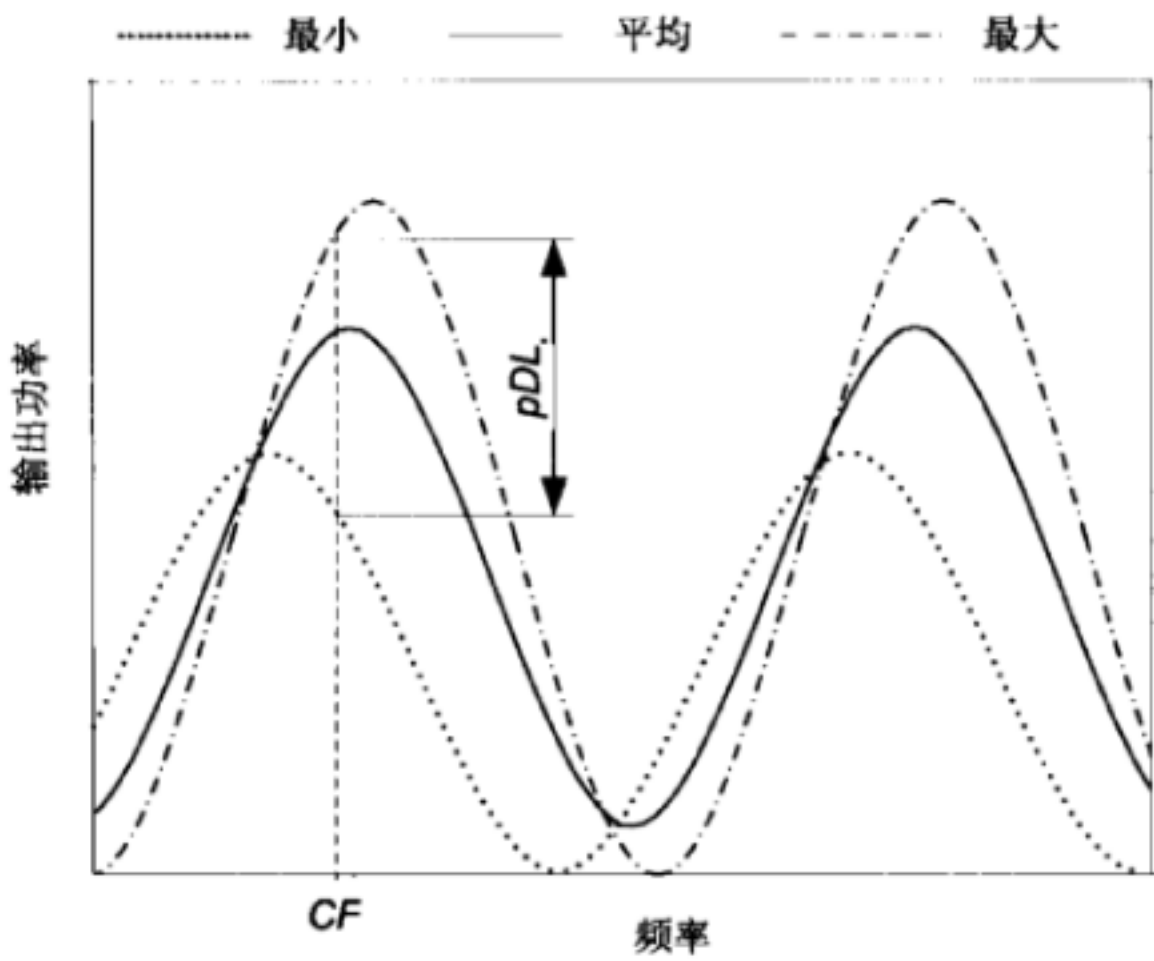


图7 PDL 示意图

4.9

偏振相关频率漂移 Polarization Dependent Frequency Shift

输入光信号在全偏振态范围内变化时，任一输出端口最大光谱曲线中心频率和最小光谱曲线中心频率的差值即为该输出端口的偏振相关频率漂移，如图 8 所示。计算方法见公式（3）。

所有输出通道的最大频率偏移量即为解调器的偏振相关频率漂移，计算方法见公式（4）。

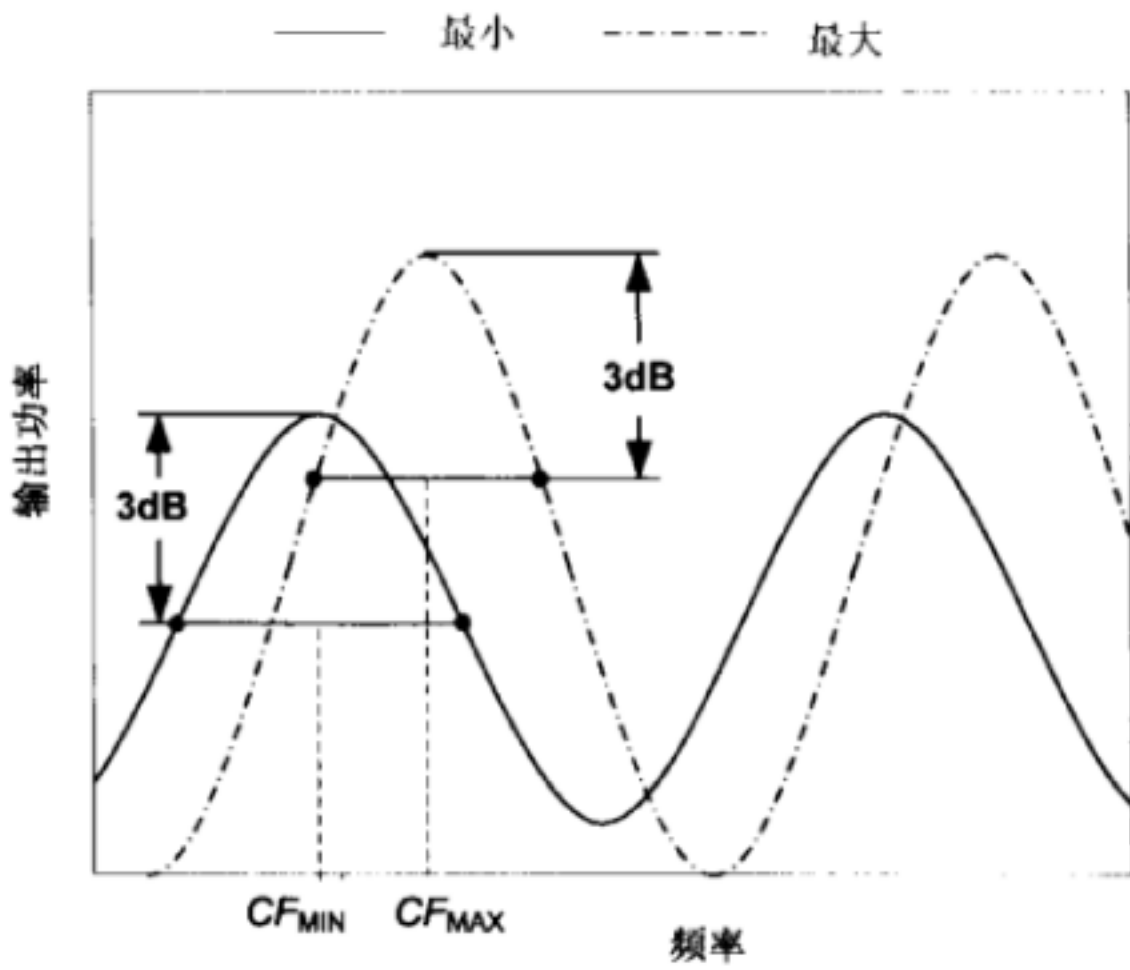


图8 PDFS 示意图

任一输出端口的偏振相关频率漂移计算公式：

$$PDFS_i = CF_{MAX} - CF_{MIN}$$

(3)

YD/T 2805.1-2015

式中:

$PDFS_i$ ——第 i 个输出端口的偏振相关频率漂移, 单位为 GHz, $i=1、2、3、4$;

CF_{MAX} ——任一输出端口最大光谱曲线中心频率, 单位为 GHz;

CF_{MIN} ——任一输出端口最小光谱曲线中心频率, 单位为 GHz。

解调器的偏振相关频率漂移计算公式:

$PDFS=(PDFS_i)_{MAX}$ (4)

式中:

$PDFS$: 解调器的偏振相关频率漂移, 单位为 GHz。

4.10

温度相关频率漂移 Temperaturedependent Frequency Shift

在要求的工作频率范围内和工作温度范围内, 由单位温度间隔引起的平均光谱曲线中心频率的最大偏移值即为温度相关频率漂移, 计算方法见公式 5。

$TDFS=\frac{\Delta CF}{T_{MAX}-T_{MIN}}$ (5)

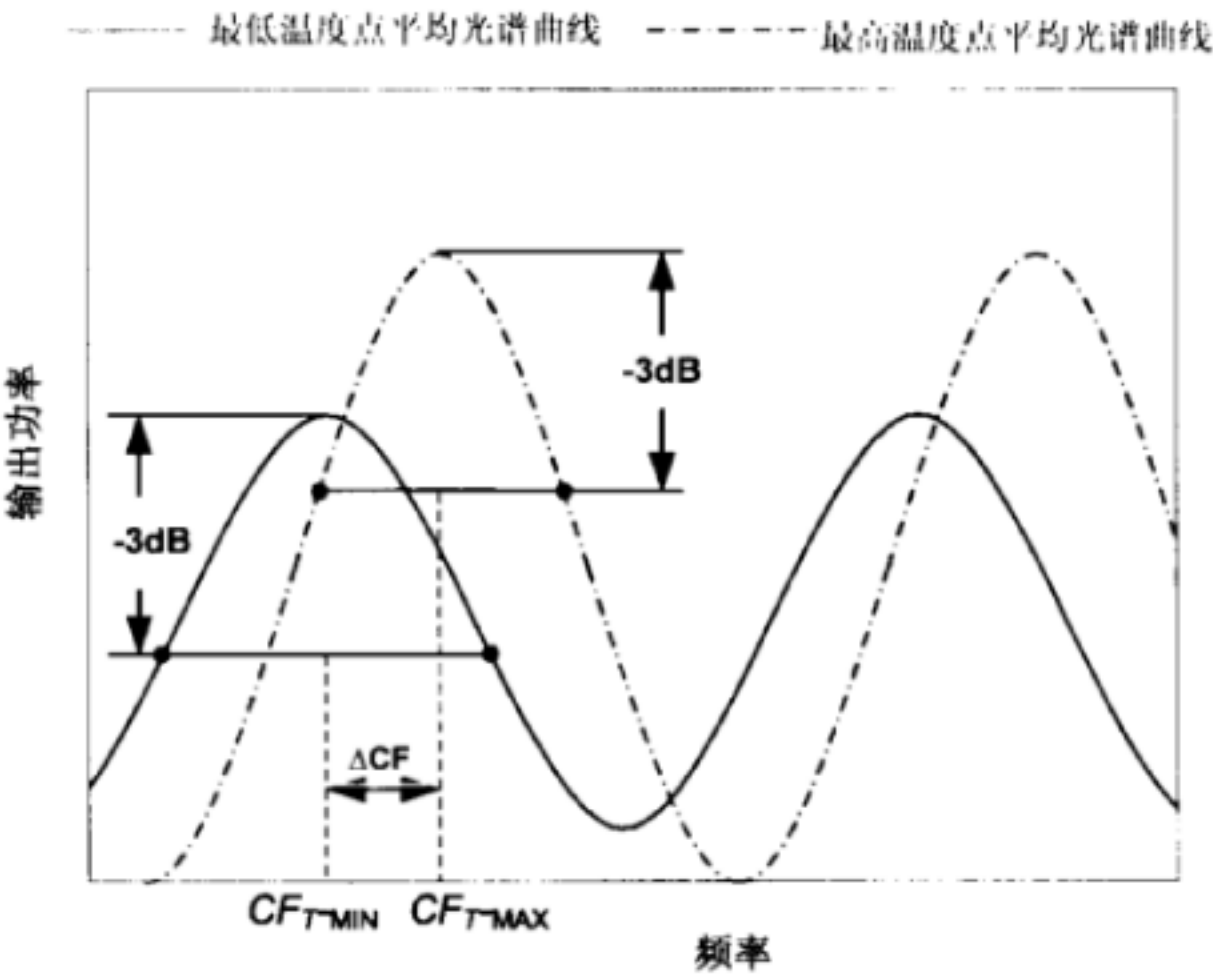
式中:

$TDFS$ ——温度相关频率漂移, 单位为 GHz/℃;

ΔCF ——最高温度点平均光谱曲线中心频率与最低温度点平均光谱曲线中心频率的差值, 单位为 GHz, 如图 9 所示。

T_{MAX} ——最高温度, 单位为℃;

T_{MIN} ——最低温度, 单位为℃。



图中:

CF_{T-MIN} ——最低温度点平均光谱曲线中心频率;

CF_{T-MAX} ——最高温度点平均光谱曲线中心频率。

图9 ΔCF 示意图

4.11

调节系数 Tuning Coefficient

解调器施加电压后, 平均光谱曲线产生的相位偏移与电功率的比值。计算公式如下:

$$\text{调节系数} = \frac{\text{相位偏移}}{\text{调节电压}}$$

(6)

式中：
调节系数——单位为 GHz/V²；
相位偏移——单位为 GHz；
调节电压——单位为 V。

4.12

调节时间 Tuning Time Constant

解调器从一个初始相位状态调节到目标相位状态所需要的时间，单位为 ms，如图 10 所示。

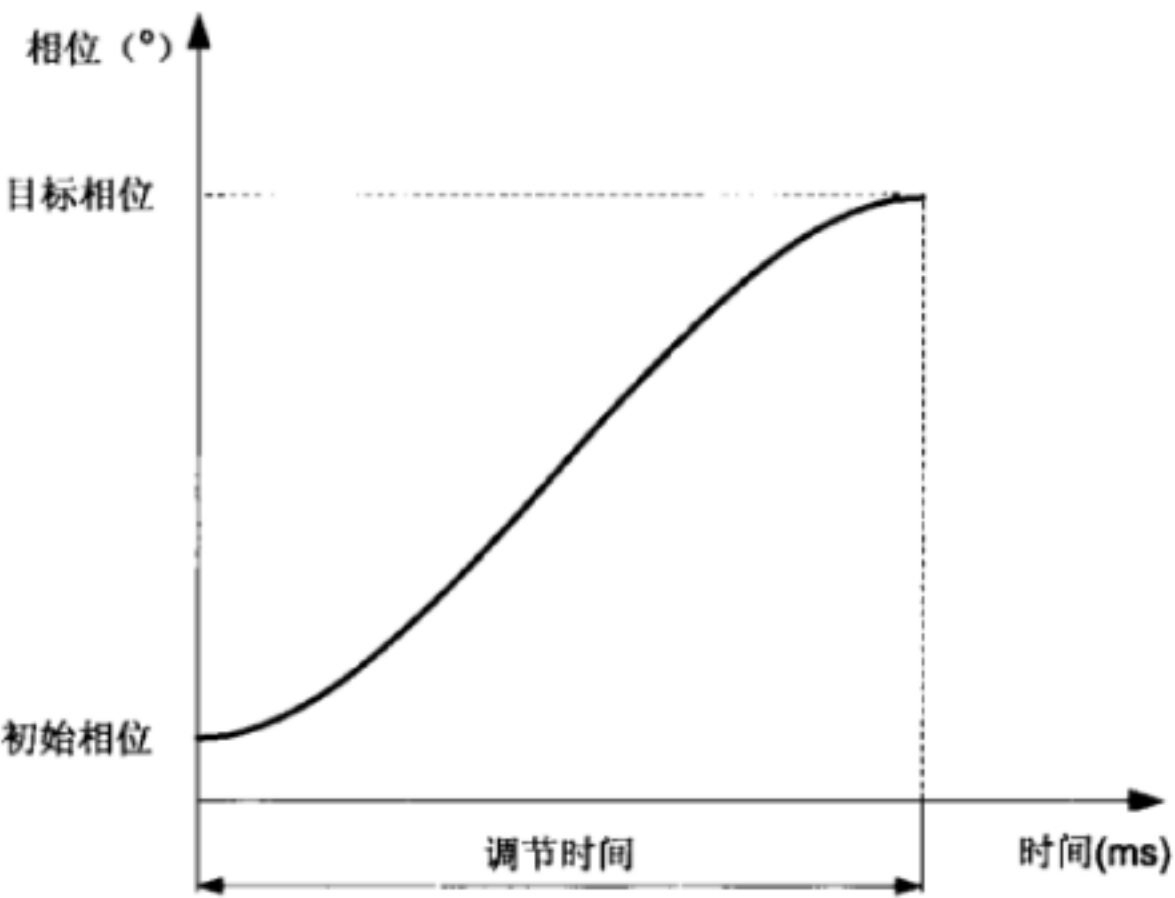


图10 调节时间示意图

4.13

调节范围 Tuning Range

施加最大电压能够调节的平均光谱曲线的最大相位移动量即为解调器的调节范围，单位为 GHz 或弧度，如图 11 所示。

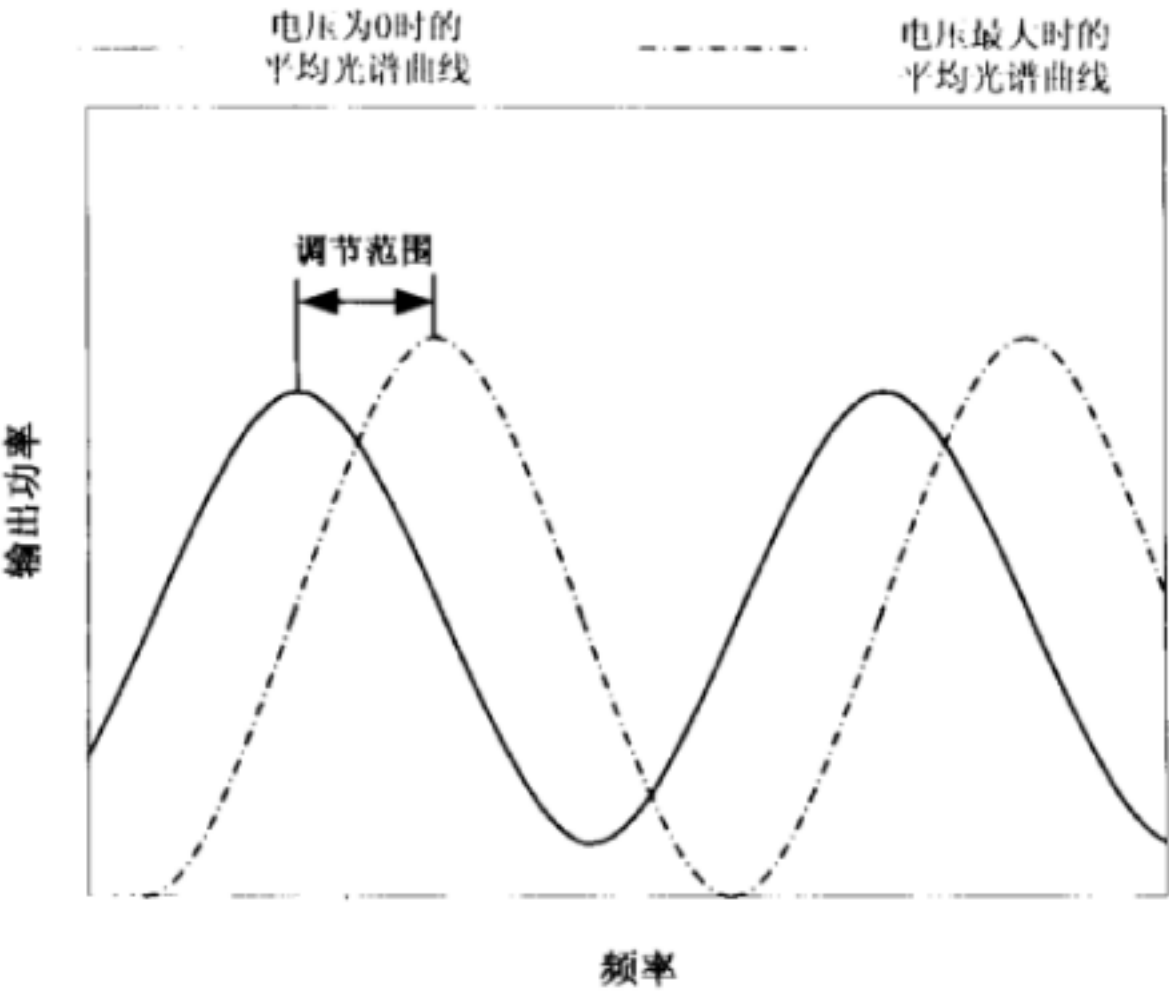


图11 调节范围示意图

5 技术要求

5.1 分类

解调器按工作方式分为：

- 无热型；
- 电调节型。

5.2 极限工作条件

解调器的极限工作条件见表 1。

表1 极限工作条件

参数	符号	最小	最大	单位
工作管壳温度	T_C	-5	+75	℃
储存温度	T_{stg}	-40	+85	℃
最大输入光功率	P_{in}	—	25	dBm
工作电压		—	15	V

5.3 光学性能要求

解调器的光学性能要求见表 2。

表2 光学性能要求

参数名称	符号	测试条件	最小值	最大值	单位
工作波长	λ	工作电压=10V，工作管壳温度范围	1520	1570	nm
插入损耗	IL	工作电压=10V，工作管壳温度范围，工作波长范围	—	6.5	dB
插入损耗均匀性	IL_{UNI}		—	1.0	dB
自由光谱范围	FSR		21.7	22.1	GHz
消光比	ER		18	—	dB
偏振相关损耗	PDL		—	0.5	dB
偏振相关频率漂移	$PDFS$		—	0.5	GHz
温度相关频率漂移	$TDFS$		—	0.2	GHz/℃
光回波损耗	ORL	测试波长 1550nm，室温下	-40	—	dB
调节系数	—	工作电压=10V，工作管壳温度范围，工作波长范围	0.35（典型值）		GHz/V ²
调节时间	t		—	100	ms
调节范围	—		0	1.5 FSR	GHz

5.4 电学性能要求

解调器的电学性能要求见表 3。

表3 电学性能要求（基于电调节方式）

参数名称	最小值	最大值	单位
功耗	—	5	W
调节电压	0	10	V
TEC			
最大电流	—	3	A
工作电流 ^a	—	1	A
电阻	3	5	Ω

表 3（续）

参数名称	最小值	最大值	单位
调谐器用的加热器			
电阻 ^b	100	135	Ω
热敏电阻			
电阻	10（典型值）		kΩ
B 值 ^c	3450（典型值）		K
^a 工作温度：-5℃~+75℃； ^b 根据需求可变； ^c 可选。B 值为热敏电阻器的材料常数			

5.5 外观要求

外观必须平滑、洁净、无油渍、无伤痕及裂纹，整个器件牢固，尾纤无松动或与连接器插拔平顺。标志清晰牢固，标志内容符合本部分9.1要求；标志贴放位置符合GB/T 191中相关要求。

5.6 环保符合性要求

解调器的组成单元分类应符合SJ/T 11363-2006中表1的规定，有毒有害物质的限量要求按SJ/T 11365-2006规定检测，应符合SJ/T 11363-2006中表2的要求。

6 测试方法

6.1 测试环境要求

- 温度：15℃~35℃；
 - 相对湿度：45%~75%；
 - 大气压力：86kPa~106kPa。
- 当不能在标准大气条件下进行测试时，应在测试报告上写明测试环境条件。

6.2 测试仪表要求

各类测试仪表应在规定的有效期范围内，如无特殊说明，测试仪表精度应高于所测参数精度至少一个数量级。

6.3 测试方法

6.3.1 插入损耗、插入损耗均匀性、自由光谱范围、消光比、偏振相关损耗、偏振相关频率漂移和温度相关频率漂移的测试

6.3.1.1 测试框图

测试框图如图12所示。

6.3.1.2 测试步骤

- 测试步骤如下：
- a) 清洁各连接器端面，按图12连接测试系统，并开机预热；
 - b) 按工作波长范围，设定可调光源的波长扫描范围；
 - c) 将可调光源通过偏振控制器分别和4个光功率计相连，对系统的四个通道进行初始化；

d) 按图12接入待测解调器, 设置高低温试验箱的温度, 在全偏振状态 (水平偏振、垂直偏振、 45° 线偏振及右旋圆偏振) 下, 依次在设定工作波长范围内进行扫描, 得到被测解调器4个输出通道的平均光谱曲线;

e) 根据图2和公式 (1) 得出被测解调器的插入损耗;

f) 根据图3得出被测解调器的插入损耗均匀性;

g) 根据图4得出被测解调器的自由光谱范围;

h) 根据图5得出被测解调器的消光比;

i) 根据图7、公式 (2) 得出被测解调器的偏振相关损耗;

j) 根据图8、公式 (3) 和公式 (4) 得出被测解调器的偏振相关频率漂移;

k) 重复步骤d) ~j), 得到被测解调器在不同温度下的插入损耗、插入损耗均匀性、自由光谱范围、消光比、偏振相关损耗、偏振相关频率漂移;

l) 根据图9和公式 (5) 得出被测解调器的温度相关频率漂移。

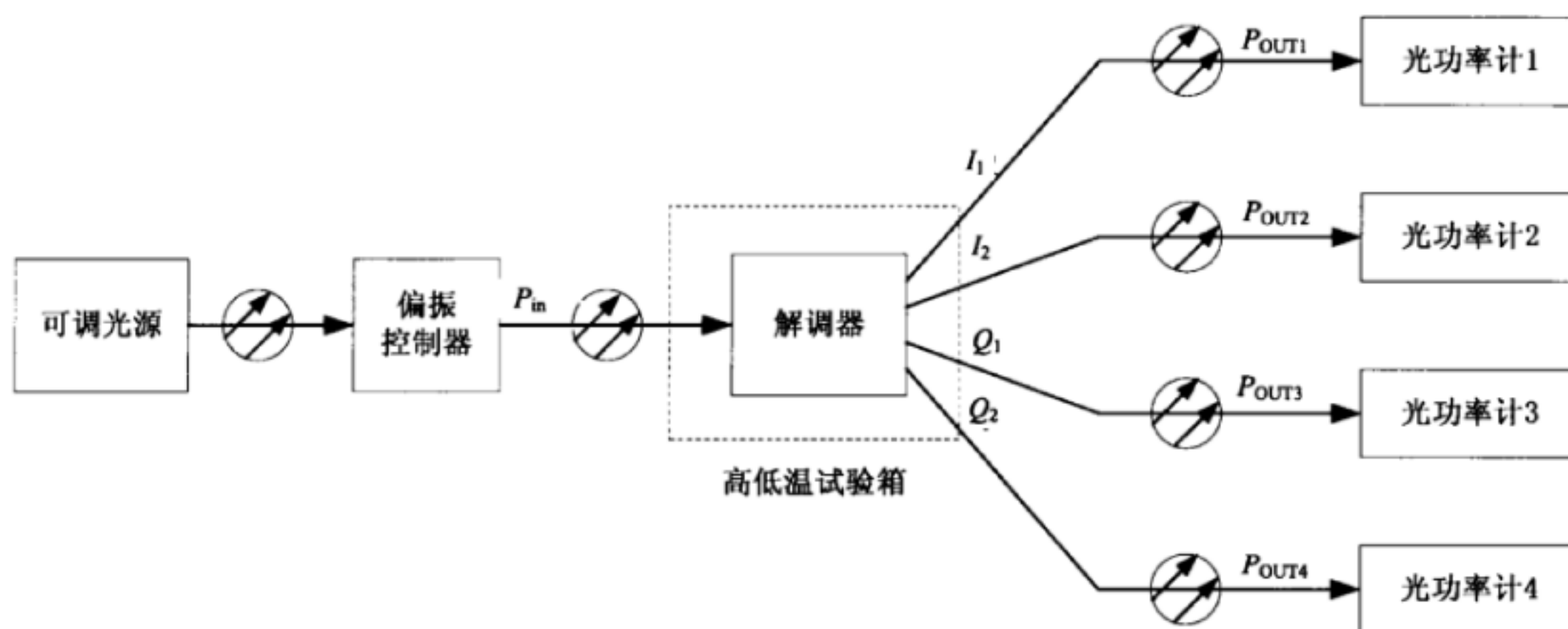


图12 插入损耗、插入损耗均匀性、自由光谱范围、消光比、偏振相关损耗、偏振相关频率漂移和温度相关频率漂移测试框图

6.3.2 调节系数、调节时间和调节范围的测量

测试步骤如下:

a) 清洁各连接器端面, 按图12连接测试系统, 并开机预热;

b) 按工作波长范围, 设定可调光源的波长扫描范围;

c) 将可调光源通过偏振控制器分别和4个光功率计相连, 对系统的四个通道进行初始化;

d) 按图12接入待测解调器, 在调节电压范围内设置电压, 在全偏振状态 (水平偏振、垂直偏振、 45° 线偏振及右旋圆偏振) 下, 依次在设定的工作波长范围内进行扫描, 得到被测解调器在每个输出通道不同电压下的平均光谱曲线的相位偏移;

e) 根据公式 (6) 得出被测解调器的调节系数;

f) 测量最大工作电压下的平均光谱曲线相位偏移即为待测解调器的调节范围;

g) 测量出解调器在0电压和工作电压下的输出光功率 P_0 和 P_V , 从10Hz开始, 给解调器输入0电压—工作电压—0电压—工作电压的周期信号, 逐步增加频率, 直到输出光功率范围小于 $90\%(P_0-P_V)$, 记录下该点的频率, 代入公式 (7) 计算出调节时间;

$$t=\frac{1}{f}$$

(7)

式中：

t —调节时间，单位为秒；

f —频率，单位为Hz。

6.3.3 回波损耗测试

按GB/T 20440-2006中的5.4.6规定进行测试。

7 质量鉴定检验

7.1 检验分类

质量鉴定检验分为环境性能试验和可靠性试验。

7.2 试验环境要求

试验的环境要求同6.1。

7.3 环境性能试验

7.3.1 环境性能试验要求

环境性能试验要求如下：

- a) 产品定型时或已定型产品转场时；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时。

7.3.2 环境性能试验

环境性能试验见表4。

表4 环境性能试验

序号	试验项目	参考标准	试验条件	抽样数	合格判据
1	湿热试验	Telcordia GR-1209-CORE: 2010 5.4.1.1	温度 85℃，相对湿度 85%，时间 168h	11	参数满足 表 2 要求
2	温度循环	TelcordiaGR-1209-CORE: 2010 5.4.1.5	温度－40℃到+85℃，温度变化速率 1℃/min， 极限温度下的维持时间≥15min，10 个循环		
3	温 湿 度 循 环	Telcordia GR-1209-CORE: 2010 5.4.2.1/5.4.2.2	温度－5℃到+75℃；相对湿度 20%到 85%， 42 个循环，在线监控插入损耗和中心频率。 温度/湿度变化曲线如图 13 所示		
注：样品应从生产的批次中随机抽取，并使用同一组样品按表中规定的顺序进行试验					

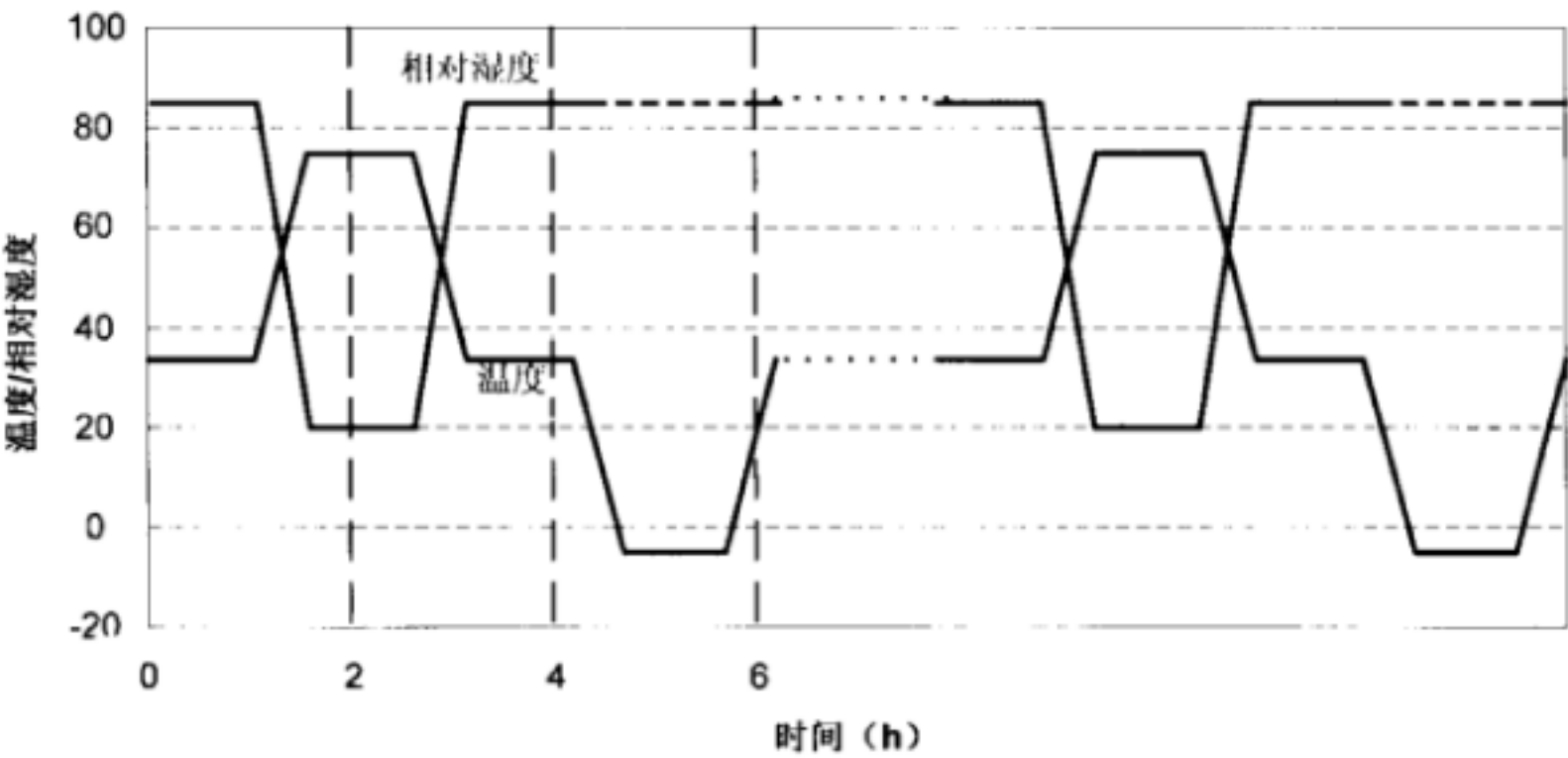


图13 温度/湿度变化曲线

7.4 可靠性试验

可靠性试验见表 5。

表5 可靠性试验

试验项目		参考标准	试验条件	抽样方案 ^a			合格判据
				LTPD	SS	C	
机械完整性试验	机械冲击	Telcordia GR-1221-CORE: 2010 6.2.1	加速度 500g, 脉冲持续时间 1.0ms, 5 次/轴向, 方向 X_1 、 X_2 、 Y_1 、 Y_2 、 Z_1 、 Z_2	20	11	0	1 试验前后插入损耗的变化值 $\leq 0.5\text{dB}$; 2 所有参数满足表 2 要求
	变频振动	Telcordia GR-1221-CORE: 2010 6.2.2	加速度 20g, 频率 20Hz-2000Hz, 扫频速率: 4min/循环, 循环次数: 4 循环/轴向, 方向 X 、 Y 、 Z	20	11	0	
	光纤侧拉	Telcordia GR-1209-CORE: 2010 5.4.3.3	松套光纤负载: 4.41N; 250 μm 涂覆光纤或紧套光纤负载: 2.25N; 侧拉 90°, 距离壳体 22cm~28cm	20	11	0	
	光纤和光缆保持力	Telcordia GR-1209-CORE: 2010 5.4.3.4	松套光纤: 9.8N; 250 μm 涂覆光纤或紧套光纤: 4.41N; 带缆 (4~5 根): 10.0N; 时间: $\geq 1\text{min}$	20	11	0	
环境耐久性试验	高温储存 (干燥)	Telcordia GR-1221-CORE: 2010 6.2.4	温度 85℃, 相对湿度 $<40\%$, 持续时间 2000h	20	11	0	
	高温储存 (湿热)	Telcordia GR-1221-CORE: 2010 6.2.5	温度 85℃, 相对湿度 85%, 持续时间 500h	20	11	0	
	低温储存	Telcordia GR-1221-CORE: 2010 6.2.6	温度 -40°C , 持续时间 1000h。	20	11	0	
	温度循环	Telcordia GR-1221-CORE: 2010 6.2.7	温度 -40°C 到 $+85^\circ\text{C}$, 极限温度下的维持时间 $\geq 15\text{min}$, 100 个循环	20	11	0	

^a LTPD—批允许不合格率 (%), SS—最少样品数, C—允许失效数

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

出厂检验分为常规检验和抽样检验。

8.2.1 常规检验

常规检验应百分之百进行, 检验项目如下:

a) 外观:

外观检验：目测，符合5.5要求。

b) 光性能检测：

光性能检测按本部分6.3的规定进行。检测项目：插入损耗、插入损耗均匀性、自由光谱范围、消光比、偏振相关损耗、偏振相关频率漂移、温度相关频率漂移和回波损耗，其值符合表2要求。

8.2.2 抽样检验

从批量生产中生产的同批或若干批产品中，按 GB/T 2828.1-2012 规定，取一般检查水平 II，接收质量限（AQL）和检验项目如下：

a) 外观：

AQL 取 1.5。检验方法：目测，符合 5.5 要求。

b) 光性能检测：

AQL 取 0.4。检验方法：按 6.3 的规定进行检测，检验项目同 8.2.1b)，其值符合表 2 要求。

8.3 型式检验

8.3.1 检验条件

解调器有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 产品定型时或已定型产品转场时；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品长期停产12月后，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与产品定型时的型式检验有较大差别时；
- e) 正常生产后每24个月；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

8.3.2 检验要求

在进行型式检验前，按 6.3 规定的方法进行测试，并记录测试结果。

8.3.3 检验项目及抽样方案

型式检验的检验项目及抽样方案见表 5。

8.3.4 样品的使用规则

- a) 凡经受了型式检验的样品，一律不能作为合格品交付使用。
- b) 在不影响检验和试验结果的条件下，一组样品可用于其他分组的检验和试验。

8.3.5 产品不合格的判定

各项试验完成后，不合格的判定按表 5 中的规定执行，若其中任何一项试验不符合要求时，则判该批不合格。

8.3.6 不合格批的重新提交

当提交型式检验的任一检验批不符合表5中规定的任一分组要求时，应根据不合格原因，采取纠正措施后，对不合格的检验分组重新提交检验。重新检验应采用加严抽样方案。若重新检验仍有失效，则该批拒收。如通过检验，判为合格。但重新检验不得超过2次，并应清楚标明为重新检验批。

8.3.7 检验批的构成

提交检验的批，可由一个生产批构成，或由符合下述条件的几个生产批构成：

——这些生产批是在相同材料、工艺、设备等条件下制造出来的；

——若干个生产批构成一个检验批的时间不超过1个月。

9 标志、包装、运输和储存

9.1 标志

9.1.1 标志内容

每个产品应标明产品型号、规格、编号、批的识别代码及安全等标志。

9.1.2 标志要求

进行全部试验后，标志应保持清晰。标志损伤了的产品必须重新打印标志，以保证发货之前标志的清晰。

9.1.3 污染控制标志

产品的污染控制标志应按 SJ/T 11364-2006 第 5 章规定，在包装盒或产品上打印上电子信息产品污染控制标志。

9.2 包装

产品应有良好的包装，及防静电措施，避免在运输过程中受到损坏。包装盒上应标有产品名称、型号和规格、生产厂家、产品执行标准号、防静电标识、激光防护标志等。

包装盒内应有产品说明书。说明书内容包括：产品的名称、型号，简要工作原理和主要技术指标，极限工作条件，安装尺寸和管脚排列，使用注意事项等。

9.3 运输

包装好的产品可用常用的交通工具运输，运输中避免雨、雪的直接淋袭，烈日曝晒和猛烈撞击。

9.4 储存

产品应储存在环境温度为一10℃～+45℃，相对湿度不大于 80%且无腐蚀性气体、液体的仓库里。储存期超过 12 个月的产品，出库前，应按 6.3 规定的测试方法进行光电特性测试，结果符合表 2 要求方可出库。