

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2005—2017

代替 YD/T 2005—2009

用于光纤通道的光收发模块技术条件

The technical specifications of optical transceivers for fiber channel

2017-04-12 发布

2017-07-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 缩略语.....	2
4 术语和定义.....	2
5 技术要求.....	3
5.1 分类.....	3
5.2 极限工作条件.....	3
5.3 光接口要求.....	4
5.4 模块电接口技术要求.....	9
5.5 模块功能要求.....	9
5.6 外观要求.....	9
5.7 环保符合性.....	10
6 测试方法.....	10
6.1 测试环境要求.....	10
6.2 光发射接口参数的测试.....	10
6.3 模块光接收接口参数的测试.....	12
7 可靠性试验.....	13
7.1 可靠性试验环境要求.....	13
7.2 可靠性试验要求.....	13
7.3 失效判据.....	15
8 电磁兼容试验要求.....	15
8.1 电磁兼容试验分类.....	15
8.2 射频电磁场辐射抗扰度试验.....	15
8.3 射频电磁场辐射发射试验.....	16
9 检验规则.....	17
9.1 检验分类.....	17
9.2 出厂检验.....	17
9.3 型式检验.....	17
9.4 电磁兼容试验.....	18
10 标志、包装、运输和贮存.....	19
10.1 标志.....	19
10.2 包装.....	19

10.3 运输19

10.4 贮存19

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准代替YD/T 2005—2009《用于光纤通道的光收发模块技术条件》。本标准与YD/T 2005—2009相比，主要技术变化如下：

- 增加3200Mbytes/s、1600Mbytes/s的光接口技术指标（见5.3）；
- 修改了规范性引用文件，增加了GB/T 191、GB/T 26125—2011、GB/T 26572—2011、IEC 61000-4-2，删除了SJ/T 11363—2006、MIL-STD-202G（见2，2009年版的2）；
- 修改了可靠性试验要求，增加了ESD抗扰度要求（见7.2，2009年版的7.2）；
- 修改了失效判据（见7.3，2009年版的7.3）；
- 修改了抽样检验的常规检验项目和要求（见9.2.1，2009版见8.2.1）。

本标准在制定过程中，主要参考了ANSI INCITS 404-2006《信息技术光纤通道物理接口.2(FC-PI-2、FC-PI-5、FC-PI-6)》、ANSI INCITS 364-2003《信息技术光纤通道10千兆位(10GFC)》等标准中的光接口参数指标。

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。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：武汉烽火科技集团有限公司、中国信息通信研究院、中兴通讯股份有限公司、华为技术有限公司、深圳新飞通光电技术有限公司。

本标准主要起草人：秦艳、赵文玉、武成宾、李旭明、陈悦。

本标准于2009年首次发布，本次为第一次修订。

用于光纤通道的光收发模块技术条件

1 范围

本标准规定了用于光纤通道的光收发模块的技术要求、测试方法、可靠性试验、电磁兼容试验要求、检验规则、标志、包装、运输和贮存等要求。

本标准适用于数据传输速率为100Mbytes/s、200Mbytes/s、400Mbytes/s、1200Mbytes/s、1600Mbytes/s、3200Mbytes/s的光纤通道用的光收发模块（以下简称“模块”）。

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 2421.1—2008 电工电子产品环境试验 概述和指南

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 9254-2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 26125—2011 电子电气产品 六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的测定

GB/T 26572—2011 电子信息产品中有毒有害物质的限量要求

YD/T 1351—2005 粗波分复用光收发合一模块技术要求和测试方法

SJ/T 11364-2006 电子信息产品污染控制标识要求

IEC 61000-4-2 电磁兼容性(EMC)第4-2部分:试验和测量技术.静电放电抗扰试验(Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measuring techniques - Electrostatic discharge immunity test)

ANSI INCITS 404-2006 信息技术光纤通道物理接口.2 (FC-P1-2、FC-P1-5、FC-P1-6) (FIBRE CHANNEL Physical Interface-2、FIBRE CHANNEL Physical Interface-5、FIBRE CHANNEL Physical Interface-6)

MIL-STD-883J 微电子器件试验方法标准 (Test method standard microcircuits)

FCC PART 15 美国联邦通信委员会标准第15部分 (Federal Communications Commission, PART 15)

Telcordia GR-468-CORE: 2004 用于电信设备的光电器件通用可靠性保证要求 (Generic reliability assurance requirements for optoelectronic devices used in telecommunications equipment)

3 缩略语

下列缩略语适用于本文件：

APD	雪崩光电二极管（Avalanche Photodiode）
BER	比特误码率（Bit Error Rate）
CWDM	粗波分复用（Coarse Wavelength Division Multiplexing）
DFB Laser	分布反馈式激光器（Distributed Feedback Laser）
FP Laser	法布里-珀罗激光器（Fabry-Perot Laser）
OMA	光调制幅度（Optical Modulation Amplitude）
PIN	PIN光电二极管（P type-intrinsic-n type）
PRBS	伪随机二进制序列（Pseudo Random Binary Sequence）
RIN	相对强度噪声（Relative Intensity Noise）
RMS	均方根（Root Mean Square）

4 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件：

4.1

光调制幅度 optical modulation amplitude（OMA）

见公式（1）：

$$OMA=A-B \tag{1}$$

式中：

A——逻辑‘1’为高电平（传号）时平均输出光功率；

B——逻辑‘0’为低电平（空号）时平均输出光功率。

4.2

相对强度噪声 relative intensity noise

在固定回波损耗下，激光器相对于光调制幅度的噪声，用 $RIN_x OMA$ 表示，单位为dB/Hz。

4.3

确定性抖动 deterministic jitter

具有非高斯概率密度函数的抖动，一般采用边界的峰值表示。

5 技术要求

5.1 分类

模块相应的类型描述如下：

r-m-t-d

其中，r代表数据速率（rate），包括：

- 100: 100Mbytes/s, 简称1×FC速率；
- 200: 200Mbytes/s, 简称2×FC速率；
- 400: 400Mbytes/s, 简称4×FC速率；
- 1200: 1200 Mbytes/s；
- 1600: 1600 Mbytes/s, 简称16×FC速率；
- 3200: 3200 Mbytes/s, 简称32×FC速率；
- 其他数据速率待研究。

m代表传输介质（media），包括：

- SM: 9/125μm单模光纤；
- M5: 50/125μm多模光纤（500MHz·km）；
- M5E: 50/125μm高带宽多模光纤（2000 MHz·km）；
- M5F: 50/125μm高带宽多模光纤（4700 MHz·km）；
- M6: 62.5/125μm多模光纤（200 MHz·km）；
- 其他传输介质待研究。

t代表发射器件（transmitter），包括：

- LC: 低成本长波长激光器（1310nm）；
- LC4: 长波长4路CWDM激光器（1310nm）；
- SN: 短波长激光器（850nm）；
- SN4P: 短波长4路并行激光器（850nm）；
- SN4: 短波长4路CWDM激光器（850nm）；
- LL: 长波长激光器（1310nm/1550nm）；
- 其他发射器件待研究。

d代表传输距离（distance），包括：

- I: 中距离（2m~2km）；
- L: 长距离（2m~10km）；
- V: 超长距离（2m~50km）；
- 其他传输距离待研究。

5.2 极限工作条件

模块的极限工作条件见表1。

表1 极限工作条件

参数名称	符号	单位	最小值	最大值
存储温度	T_{stg}	℃	-40	+85
工作管壳温度（商业级要求）	T_{C}	℃	0	+70
工作管壳温度（工业级要求）			-40	+85
相对湿度	RH	%	5	95
工作电压	V_{CC}	V	-0.5	+4.0

5.3 光接口要求

5.3.1 4×/2×/1×FC 速率 M5 模块光接口技术要求

4×/2×/1×FC速率M5模块光接口技术要求见表2。

表2 4×/2×/1×FC 速率 M5 模块光接口技术要求

参数名称		单位	规范值		
			100-M5-SN-I	200-M5-SN-I	400-M5-SN-I
基本参数	测试码型	-	PRBS 2 ⁷ -1		
	测试速率	Gb/s	1.0625	2.125	4.250
	最大比特误码率	-	10 ⁻¹²		
	传输介质	-	M5		
	传输距离	m	0.5~500	0.5~300	0.5~150
光发射接口参数	中心波长	nm	770~860	830~860	
	最大 RMS 谱宽	nm	1	0.85	
	平均发射光功率	dBm	-10~-2.5		-9~-2.5
	最小光调制幅度（OMA）	mW (dBm)	0.156 (-8.1)	0.196 (-7.1)	0.247 (-6.1)
	最大上升/下降时间（20%~80%）	ps	300	150	90
	最大相对强度噪声（RIN ₁₂ （OMA））	dB/Hz	-116	-117	-118
	最大确定性抖动	UI	0.21	0.26	
	最大总抖动	UI	0.43	0.44	
	眼图	-	符合 FC-PI-2 图 21		
光接收接口参数	接收机类型	-	PIN		
	最差灵敏度（OMA）（BER=10 ⁻¹² ）	mW (dBm)	0.031 (-15.1)	0.049 (-13.1)	0.061 (-12.1)
	最小过载光功率	dBm	0		
	最小回波损耗	dB	12		

5.3.2 4×/2×/1×FC 速率 M6 模块光接口技术要求

4×/2×/1×FC速率M6模块光接口技术要求见表3。

表3 4×/2×/1×FC 速率 M6 模块光接口技术要求

参数名称		单位	规范值		
			100-M6-SN-I	200-M6-SN-I	400-M6-SN-I
基本参数	测试码型	-	PRBS 2 ⁷ -1		
	测试速率	Gb/s	1.0625	2.125	4.250
	最大比特误码率	-	10 ⁻¹²		
	传输介质	-	M6		
	传输距离	m	0.5~300	0.5~150	0.5~70
光发射接口参数	中心波长	nm	770~860	830~860	
	最大 RMS 谱宽	nm	1	0.85	
	平均发射光功率	dBm	-10~-2.5		-9~-2.5
	最小光调制幅度（OMA）	mW （dBm）	0.156 （-8.1）	0.196 （-7.1）	0.247 （-6.1）
发射接口参数	最大上升/下降时间（20%~80%）	ps	300	150	
	最大相对强度噪声（RIN ₁₂ （OMA））	dB/Hz	-116	-117	
光发射接口参数	最大确定性抖动	UI	0.21	0.26	
	最大总抖动	UI	0.43	0.44	
	眼图	-	符合 FC-PI-2 图 21		
光接收接口参数	接收机类型	-	PIN		
	最差灵敏度（OMA）（BER=10 ⁻¹² ）	mW （dBm）	0.031 （-15.1）	0.049 （-13.1）	0.061 （-12.1）
	最小过载光功率	dBm	0		
	最小回波损耗	dB	12		

5.3.3 4×/2×/1×FC 速率 SM 模块光接口技术要求

4×/2×/1×FC速率 SM 1300nm模块光接口技术要求见表4。

表4 4×/2×/1×FC 速率 SM 1300nm 模块光接口技术要求

参数名称		单位	规范值		
			100-SM-LC-L	200-SM-LC-L	400-SM-LC-L
基本参数	测试码型	-	PRBS 2 ⁷ -1		
	测试速率	Gb/s	1.0625	2.125	4.250
	最大比特误码率	-	10 ⁻¹²		
	传输介质	-	SM		
	传输距离 (FP Laser)	m	2~10000		2~4000
	传输距离 (DFB Laser)		2~10000		
光发射接口参数	中心波长	nm	1260~1350		
	最大 RMS 谱宽 (FP Laser)	nm	2.5		
	最大-20dB 谱宽 (DFB Laser)	nm	1		
	平均发射光功率	dBm	-9.5~-3	-11.7~-3	-8.4~-3

表4 4×/2×/1×FC速率 SM 1300nm 模块光接口技术要求（续）

参数名称		单位	规范值		
			100-SM-LC-L	200-SM-LC-L	400-SM-LC-L
光发射接口参数	最小光调制幅度（OMA）	mW （dBm）	0.174 （-7.6）		0.290 （-5.4）
	最大上升/下降时间（20%~80%）	ps	320	160	90
	最大相对强度噪声（RIN ₁₂ （OMA））	dB/Hz	-116	-117	-118
	最大确定性抖动	UI	0.21	0.26	
	最大总抖动	UI	0.43	0.44	
	眼图	-	符合 FC-PI-2 图 16		
光接收接口参数	接收机类型	-	PIN		
	最差灵敏度（OMA）（BER=10 ⁻¹² ）	mW （dBm）	0.015 （-18.2）	0.015 （-18.2）	0.029 （-15.4）
光接收接口参数	最小过载光功率	dBm	0		
	最小回波损耗	dB	12		

2×/1×FC速率SM 1550nm模块光接口技术要求见表5。

表5 2×/1×FC 速率 SM 1550nm 模块光接口技术要求

参数名称		单位	规范值	
			100-SM-LL-V	200-SM-LL-V
基本参数	测试码型	-	PRBS 2 ⁷ -1	
	测试速率	Gb/s	1.0625	2.125
	最大比特误码率	-	10 ⁻¹²	
	传输介质	-	SM	
	传输距离	m	2~50000	
光发射接口参数	中心波长	nm	1480~1580	
	最大-20dB 谱宽	nm	1	
	最小边模抑制比	dB	30	
	平均发射光功率	dBm	0~5	
	最小光调制幅度（OMA）	mW (dBm)	0.174 (-7.6)	
	最大上升/下降时间（20%~80%）	ps	320	160
	最大相对强度噪声（RIN ₁₂ （OMA））	dB/Hz	-120	-120
	最大确定性抖动	UI	0.21	0.26
	最大总抖动	UI	0.43	0.44
	眼图	-	符合 FC-PI-2 图 16	
光接收接口参数	接收机类型	-	PIN/APD	
	最差灵敏度（BER=10 ⁻¹² ）	dBm	-22（PIN） -30（APD）	-21（PIN） -28（APD）
	最小过载光功率	dBm	0（PIN） -9（APD）	
	最小回波损耗	dB	12	

5.3.4 1200Mbyte/s 速率模块光接口技术要求

1200Mbyte/s速率模块光接口技术要求见表6。

表6 1200Mbyte/s 速率模块光接口技术要求

参数名称		单位	规范值		
			1200-MX-SN4P-I	1200-MX-SN-I	1200-SM-LL-L
基本参数	测试码型	-	PRBS 2 ⁷ -1		
	测试速率/路	Gb/s	3.1875	10.51875	
基本参数	最大比特误码率	-	10 ⁻¹²		
	传输介质	-	M5/M5E/M6		SM
	传输距离	m	0.5~150（M5） 0.5~300（M5E） 0.5~75（M6）	0.5~82（M5） 0.5~300（M5E） 0.5~33（M6）	2~10000
光发射接口参数	中心波长	nm	830~860	840~860	1260~1355
	最大 RMS 谱宽	nm	0.85	0.45	待定
	最大平均发射光功率	dBm	-2	-1	+0.5
	最小光调制幅度（OMA）	mW	0.1995	0.5248	0.3020
	最大上升/下降时间（20%~80%）	ps	115	待定	
	最大相对强度噪声（RIN ₁₂ （OMA））	dB/Hz	-118	-128	
光接收接口参数	中心波长	nm	830~860	840~860	1260~1355
	最差灵敏度（OMA）（BER=10 ⁻¹² ）	mW dBm	0.050 -13.0	0.077 -11.1	0.055 -12.6
	最小过载光功率	dBm	-2	-1	+0.5
	最小回波损耗	dB	12		

5.3.5 1200Mbyte/s 速率 CWDM 模块光接口技术要求

1200Mbyte/s速率CWDM 模块光接口技术要求见表7。

表7 1200Mbyte/s 速率 CWDM 模块光接口技术要求

参数名称		单位	规范值	
			1200-MX-SN4-I	1200-X-LC4-L
基本参数	测试码型	-	PRBS 2 ⁷ -1	
	测试速率/路	Gb/s	3.1875	
	最大比特误码率	-	10 ⁻¹²	
	传输介质	-	M5/M5E/M6	M5/M6/SM
	传输距离	m	0.5~290 (M5) 0.5~550 (M5E) 0.5~118 (M6)	0.5~290 (M5) 0.5~290 (M6) 2~10000 (SM)
光发射接口参数	中心波长	nm	772.5~783.6 795.2~806.5 819.4~830.8 845.0~856.6	1269.0~1282.4 1293.5~1306.9 1318.0~1331.4 1342.5~1355.9

表 7 1200Mbyte/s 速率 CWDM 模块光接口技术要求（续）

参数名称		单位	规范值	
			1200-MX-SN4-I	1200-X-LC4-L
光发射接口参数	最大 RMS 谱宽	nm	0.5	0.62
	最大平均发射光功率/4 路	dBm	5.5	
	最大平均发射光功率/路	dBm	-0.5	
光发射接口参数	光调制幅度/路（OMA）	mW	0.237~0.75	0.211~0.75（M5/M6） 0.237~0.75（SM）
	最大上升/下降时间（20%~80%）	ps	110	120
	最大相对强度噪声（RIN ₁₂ OMA）	dB/Hz	-120	
光接收接口参数	中心波长	nm	772.5~783.6 795.2~806.5 819.4~830.8 845.0~856.6	1269.0~1282.4 1293.5~1306.9 1318.0~1331.4 1342.5~1355.9
	最差灵敏度（OMA）（BER=10 ⁻¹² ）	mW	0.0376	0.0376（M5/M6） 0.0359（SM）
	最小过载光功率/4 路	dBm	5.5	
	最小过载光功率/路	dBm	-0.5	
	最小回波损耗	dB	12	

5.3.6 16×/8×/4×FC 速率模块光接口技术要求

16×/8×/4×FC速率模块光接口技术要求见表8。

表8 16×/8×/4×FC 速率模块光接口技术要求

参数名称		单位	规范值		
			400-SN	800-SN	1600-SN
基本参数	测试码型	-	PRBS 2 ⁷ -1		PRBS 2 ³¹ -1
	测试速率	Gb/s	4.250	8.500	14.025
	最大比特误码率	-	10 ⁻¹²		
	传输介质	-	M5/M5E/M5F		
	传输距离	m	0.5~150（M5） 0.5~380（M5E） 0.5~400（M5F）	0.5~50（M5） 0.5~150（M5E） 0.5~190（M5F）	0.5~35（M5） 0.5~100（M5E） 0.5~125（M5F）
光发射接口参数	中心波长	nm	830~860	840~860	840~860
	最大 RMS 谱宽	nm	0.85（M5） 0.65（M5E, M5F）	0.65	0.59
	最小平均发射光功率	dBm	-9	-8.2	-7.8
	最小光调制幅度（OMA）	mW	0.247	0.302	0.331
	最大上升/下降时间（20%~80%）	ps	90	待定	
	最大相对强度噪声（RIN ₁₂ （OMA））	dB/H z	-118（M5） -120（M5E, M5F）	-128	

表8 16×/8×/4×FC 速率模块光接口技术要求（续）

参数名称		单位	规范值		
			400-SN	800-SN	1600-SN
光接收接口参数	最差灵敏度（OMA）（BER=10 ⁻¹² ）	mW dBm	0.061 -12.1	0.076 -11.2	0.089 -10.5
	最小过载光功率	dBm	0		
光接收接口参数	最小回波损耗	dB	12		

5.3.7 3200Mbyte/s 速率模块光接口技术要求

3200Mbyte/s速率模块光接口技术要求见表9。

表9 3200Mbyte/s 速率 MM 模块光接口技术要求

参数名称		单位	规范值	
			3200-SN	3200-SM-LC-L
基本参数	测试码型	-	FEC	FEC
	测试速率	Gb/s	28.050	28.050
	最大比特误码率	-	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
	传输介质	-	MM	SM
	传输距离	m	0.5~100	0.5~10 000
光发射接口参数	中心波长	nm	840~860	1295~1325
	最大 RMS 谱宽	nm	0.570	1
	最小平均发射光功率	dBm	-6.2	-5.0
	最小光调制幅度（OMA）	mW	0.479	0.631
	最大相对强度噪声（RIN ₂₀ OMA）	dB/Hz	-129	-130
	最大垂直眼闭合代价	dB	3.13	待定
	发射通道代价	dB	待定	2.7
光接收接口参数	最差灵敏度（OMA）	mW dBm	0.095 -10.2	0.072 -11.4
	最小过载光功率	dBm	+2	+2
	最小回波损耗	dB	12	26

5.4 模块电接口技术要求

按YD/T 1351—2005中第7章、ANSI INCITS 404-2006中FC-IC-6 REV 0.03规定的条件和要求进行。

5.5 模块功能要求

按YD/T 1351—2005中第6章规定的条件和要求进行。

5.6 外观要求

模块的外观需平滑、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，标志内容符合本标准10.1的要求；标志贴放位置符合GB/T 191中相关要求。

5.7 环保符合性

模块的组成单元分类应符合GB/T 26572—2011中表1的规定，有毒有害物质的限量要求按GB/T 26125—2011规定检测，应符合GB/T 26572—2011中表2的要求。

6 测试方法

6.1 测试环境要求

测试环境要求应满足GB/T 2421.1-2008中5.3的要求。

6.2 光发射接口参数的测试

6.2.1 平均发射光功率的测试

6.2.1.1 测试配置

平均发射光功率测试框图如图1所示。

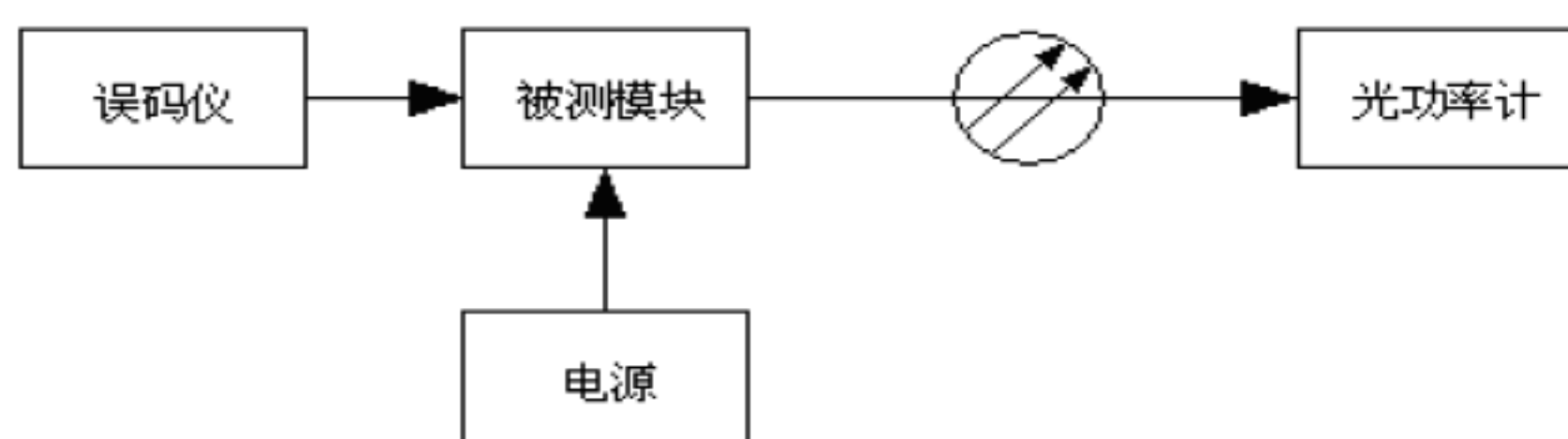


图 1 模块平均发射光功率测试框

6.2.1.2 测试条件

测试条件如下：

- a) 检查和测试光功率计的测量精度；
- b) 检测环境温度和被测模块的外壳温度；
- c) 应采取静电放电防护措施。

6.2.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- d) 按图 1 连接好线路；
- e) 开启电源，调节供电电压达到规定数值，由误码仪给模块提供对应的测试码型和规定的测试速率；
- f) 由光功率计读出平均发射光功率并记录数值。

6.2.2 中心波长、谱宽和边模抑制比的测试

6.2.2.1 测试配置

中心波长、谱宽和边模抑制比测试框图如图2所示。

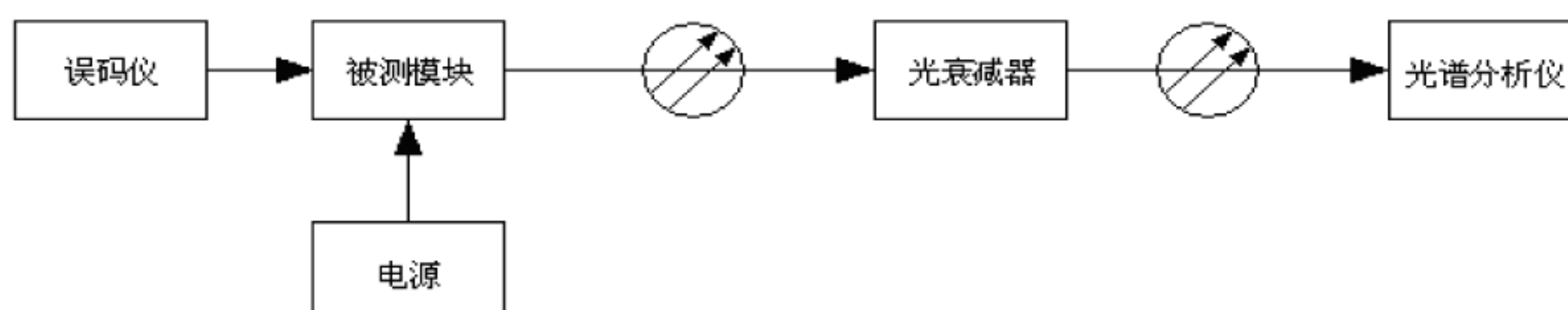


图 2 模块中心波长、谱宽和边模抑制比测试框

6.2.2.2 测试条件

测试条件如下：

- 检查和测试光谱分析仪的测量精度；
- 检测环境温度和被测模块的外壳温度；
- 应采取静电放电防护措施。

6.2.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 按图 2 连接好线路；
- 开启电源，调节供电电压达到规定数值，由误码仪给模块提供对应的测试码型和规定的测试速率；
- 调整好光谱分析仪，通入被测光，调节光可变衰减器于适当数值，由光谱分析仪读出中心波长、谱宽和边模抑制比并记录数值。

6.2.3 光调制幅度、上升/下降时间、确定性抖动、总抖动和眼图的测试

6.2.3.1 测试配置

光调制幅度、上升/下降时间、确定性抖动、总抖动和眼图测试框图如图3所示。

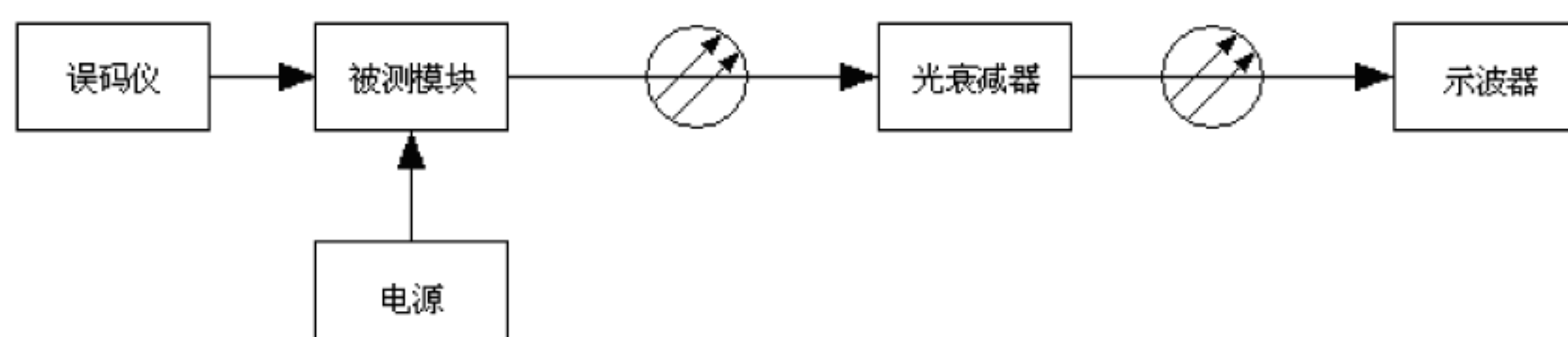


图 3 光调制幅度、上升/下降时间、确定性抖动、总抖动和眼图测试框

6.2.3.2 测试条件

测试条件如下：

- a) 检查和测试示波器的测量精度；
- b) 检测环境温度和被测模块的外壳温度；
- c) 应采取静电放电防护措施。

6.2.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 3 连接好线路；
- b) 开启电源，调节供电电压达到规定数值，由误码仪给模块提供对应的测试码型和规定的测试速率；
- c) 调整好示波器至 Jitter 模式，并从示波器上观察眼图；
- d) 当眼图正常时，由示波器读出光调制幅度、上升/下降时间、确定性抖动和总抖动并记录数值。

6.2.4 相对强度噪声的测试

按ANSI INCITS404-2006附录A.3执行。

6.3 模块光接收接口参数的测试

6.3.1 灵敏度的测试

6.3.1.1 测试配置

灵敏度测试框图如图4所示。

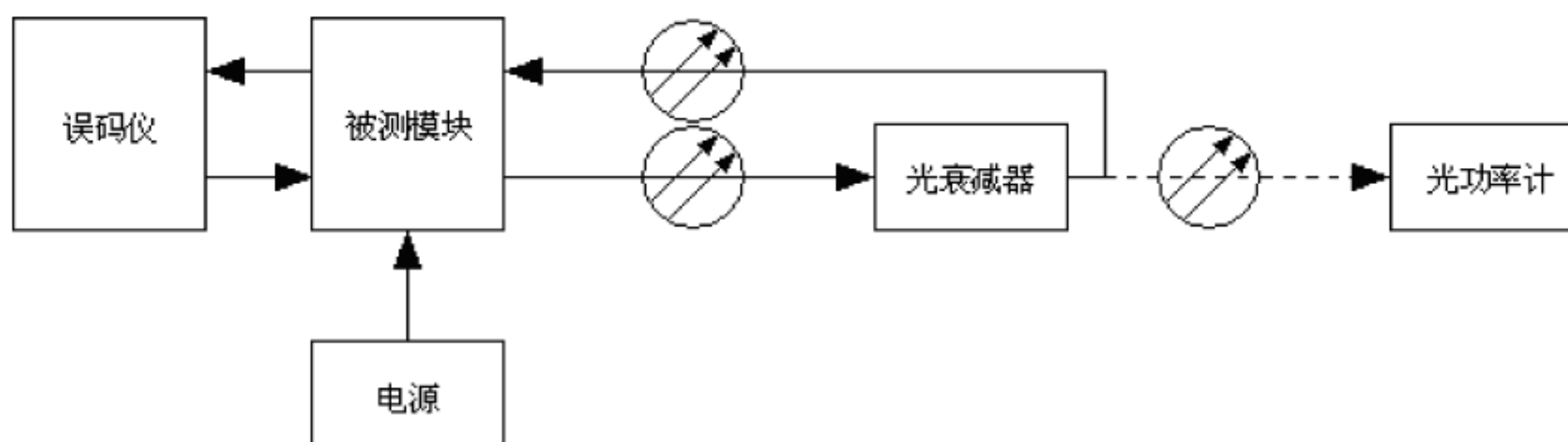


图 4 灵敏度测试框

6.3.1.2 测试条件

测试条件如下：

- a) 检查和测试光功率计的测量精度；
- b) 检测环境温度和被测模块的外壳温度；
- c) 应采取静电放电防护措施。

6.3.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 4 连接好线路；
- b) 开启电源，调节供电电压达到规定数值，由误码仪给模块提供对应的测试码型和规定的测试速率；

- c) 缓慢增加光衰减器的衰减量，减少被测模块的输入光功率，并使误码率优于对应定义误码率；
- d) 用光功率计测得模块此时的输入光功率并记录数值，即为该模块的灵敏度。

6.3.2 过载光功率的测试

6.3.2.1 测试配置

同6.3.1.1。

6.3.2.2 测试条件

同6.3.1.2。

6.3.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按照测试配置和测试条件进行操作，使得被测模块进入正常测试状态；
- b) 缓慢调整光衰减器，使得被测模块的输入光功率增加，并使误码率优于对应定义误码率；
- c) 用光功率计测得模块此时的输入光功率并记录数值，即为该模块的最小过载光功率。

7 可靠性试验

7.1 可靠性试验环境要求

可靠性试验环境要求同6.1。

7.2 可靠性试验要求

可靠性试验要求应符合表10的规定。

表10 可靠性试验要求

试验项目		引用标准	试验条件	抽样方案		
				LTPD ^a	SS ^a	C ^a
物理特性试验	可焊性 ^b	Telcordia GR-468-CORE: 2004 3.2.10.5	不要求蒸汽老化，焊槽法，浸入时间：5s 温度（有铅）：245℃±5℃ 无铅（无铅）：255℃±5℃	20	11	0
	ESD 阈值	MIL-STD-883J	人体放电模型	-	6	0
	ESD 抗扰度 ^c	Variation of IEC 61000-4-2	空气放电：±15kV，10 次放电/极性 接触放电：±8kV，10 次放电/极性	-	3	0
机械完整性试验	机械冲击	Telcordia GR-468- CORE: 2004 3.3.1.1.1	加速度 500g，脉冲持续时间 1.0ms，冲击次数： 每方向 5 次，方向 X ₁ 、X ₂ 、Y ₁ 、Y ₂ 、Z ₁ 、Z ₂	20	11	0
	机械冲击	Telcordia GR-468- CORE: 2004 3.3.1.1.1	加速度 500g，脉冲持续时间 1.0ms，冲击次数： 每方向 5 次，方向 X ₁ 、X ₂ 、Y ₁ 、Y ₂ 、Z ₁ 、Z ₂	20	11	0

表 10 可靠性试验要求（续）

试验项目		引用标准	试验条件	抽样方案		
				LTPD ^a	SS ^a	C ^a
机械完整性试验	光纤扭转 ^d	Telcordia GR-468-CORE: 2004 3.3.1.3.1	涂覆层或紧套、松套光纤：负载 4.9N，扭转角度：90°~-90°~0°，循环次数：10 次，扭折点离器件 3cm。增强型光纤：负载 9.8N，扭转角度：90°~-90°~0°，循环次数：10 次，扭折点离器件 3cm	20	11	0
	光纤侧拉力 ^d	Telcordia GR-468-CORE: 2004 3.3.1.3.2	涂覆层或紧套光纤：拉力 2.45N，90°，离光纤保护套 22cm~28cm 松套或增强型光纤：拉力 4.9N，90°，离光纤保护套 22cm~28cm	20	11	0
	光纤光缆保持力 ^d	Telcordia GR-468-CORE: 2004 3.3.1.3.3	涂覆层或紧套光纤：拉力 4.9N，保持时间 1min 光纤尾端起 10cm 处 松套或增强型光纤：拉力 9.8N，保持时间 1min 距光纤尾端 10cm 处	20	11	0
	插拔重复性 ^e	Telcordia GR-468-CORE: 2004 3.3.1.4.1	插拔次数：200 次	20	11	0
非工作环境试验	高温贮存	Telcordia GR-468-CORE: 2004 3.3.2.1	$T_{\text{stg}}=85^{\circ}\text{C}$ $t=2000\text{h}$	20	11	0
	低温贮存	Telcordia GR-468-CORE: 2004 3.3.2.1	$T_{\text{stg}}=-40^{\circ}\text{C}$ $t=72\text{h}$	20	11	0
	温度循环	Telcordia GR-468-CORE: 2004 3.3.2.2	温度范围-40℃~+85℃，温度变化速率>10℃/min，极限温度下的停留时间不小于 10 min，循环次数：500 次（UNC ^f ）、100 次（CO ^f ）	20	11	0
	恒定湿热	Telcordia GR-468-CORE: 2004 3.3.2.3	温度 85℃，相对湿度 85%，时间 500h	20	11	0
工作环境试验	寿命（高温）	Telcordia GR-468-CORE: 2004 3.3.3.1	工作时，管壳温度 70℃（或 85℃），正常工作条件下，时间 2000h	20	11	0
	湿热循环（工作） ^g	Telcordia GR-468-CORE: 2004 3.3.3.2	温度范围 65℃~25℃~-10℃，高温时湿度 90%，低温湿度不控制，循环 10 次	20	11	0
工作环境试验	恒定湿热（工作）	Telcordia GR-468-CORE: 2004 3.3.3.3	工作时，管壳温度+70℃（或 85℃），相对湿度 85%，正常工作条件下，时间 1000h	20	11	0
^a LTPD 为批内允许不合格品率，SS 为最小样品数，C 为合格判定数； ^b 不适用于插拔式。不要求参数测试，可用参数不合格的产品进行； ^c 试验气候条件除相对湿度为 30%~60%外，其他同 6.1；试验室的电磁环境不应影响试验结果； ^d 仅适用于带尾纤的产品； ^e 仅适用于插拔式的产品； ^f UNC 为非可控环境，CO 为可控环境； ^g 仅适用于非可控环境（UNC）						

7.3 失效判据

7.3.1 ESD 阈值、机械完整性、非工作环境试验、工作环境试验失效判据

各项试验完成后，出现下列故障中的任意一种情况即判定为不合格：

- a) 外壳破裂或有裂纹，内部元器件发生脱落；
- b) 在相同测试条件和测试方法下，试验前后，出现下列任意一种情况：
 - 1) 灵敏度变化量大于 1.0dB；
 - 2) 发射光功率变化量大于 1.0dB。
- c) 参数不满足表 10 或第 5 章的要求。

7.3.2 ESD 抗扰度试验失效判据

ESD抗扰度失效等级可按照如下等级分类，各等级的要求如下：

- a) 在制造商、委托方或购买方规定的限值内性能正常；
- b) 功能或性能暂时丧失或降低，但在骚扰停止后能自行恢复，不需要操作者干预；
- c) 功能或性能暂时性丧失或降低，但需操作者干预才能恢复；
- d) 因设备硬件或软件损坏，或数据丢失而造成不能恢复的功能丧失或性能下降。

8 电磁兼容试验要求

8.1 电磁兼容试验分类

模块产品的电磁兼容试验分为两类：

- 射频电磁场辐射抗扰度试验；
- 射频电磁场辐射发射试验。

8.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

8.2.1 试验条件

模块射频电磁场辐射抗扰度应符合GB/T 17626.3—2006试验等级2的要求。其试验频率、电场强度和幅度调制见表11。

表11 射频电磁场辐射抗扰度试验条件

试验要求	试验条件
频率范围	80MHz~1000MHz ^a
试验场强	10V/m
幅度调制	80%幅度调制(1kHz 正弦波)
^a ONU 测试上限为 6000MHz	

8.2.2 合格判据

在每次独立被作用期间，比特误码数为零。

8.3 射频电磁场辐射发射试验

8.3.1 发射试验要求

模块射频电磁场发射试验方法按GB 9254—2008 B级信息技术设备要求进行。

8.3.2 样品测量频率上限的选择

测量频率上限的选择如下：

- 频率低于108MHz，则测量频率上限为1GHz；
- 频率在108MHz～500 MHz，则测量频率上限为2GHz；
- 频率在500MHz～1GHz，则测量频率上限为5GHz；
- 频率高于1GHz，则测量频率上限为频率的5倍或6GHz，取两者中的小者。
- 频率高于10GHz，参考FCC PART 15定义要求。

8.3.3 辐射发射限值

8.3.3.1 频率低于 1GHz 辐射发射限值试验

频率低于1GHz以下辐射发射限值和合格判据如下：

a) 1GHz 以下辐射发射限值试验见表 12。

表12 1GHz 以下，B 级信息技术设备在测量距离 3m 处的辐射发射限值

频率范围（MHz）	准峰值限值（dBμV/m）
30～230	40
230～1000	47
注 1：在过渡频率处（230 MHz），可采取较低的限值； 注 2：当出现环境干扰时，可采取附加措施	

b) 合格判据：辐射强度小于准峰值限值。

8.3.3.2 频率高于 1GHz 辐射发射限值试验

频率高于1GHz以上辐射发射限值和合格判据如下：

a) 1GHz 以上辐射发射限值见表 13。

表13 1GHz 以上，B 级信息技术设备在测量距离 3m 处的辐射发射限值

频率范围（GHz）	平均值（dBμV/m）	峰值（dBμV/m）
1～3	50	70
3～6	54	74
注：在过渡频率处（3 GHz），可采取较低的限值		

b) 合格判据：辐射强度小于平均值和峰值。

9 检验规则

9.1 检验分类

检验分为出厂检验、型式检验和电磁兼容试验。

9.2 出厂检验

出厂检验分为常规检验和抽样检验。

9.2.1 常规检验

常规检验应百分之百进行，检验项目如下：

- a) 外观：目测，符合 5.6 要求。
- b) 性能检测：按 6.3 规定的测试方法，对性能参数发射光功率、灵敏度进行检测，其结果符合 5.3 的规定。
- c) 高温电老化
 - 条件：在最大工作温度下，光模块正常工作状态，老化时间至少 24h；
 - 恢复：在正常大气条件下恢复 1h 后按 6.3 规定的测试方法进行测试。
 - 失效判据：发射光功率、灵敏度等不满足 5.3 的规定，或者变化量大于 1.0dB。
- d) 温度循环
 - 条件：非工作状态，极限温度-40℃、+85℃，温度变化速率大于或等于 10℃/min，极限温度下的停留时间不小于 10min，循环次数 20 次。
 - 恢复：在正常大气条件下恢复 1h 后按 6.3 规定的测试方法进行测试。
 - 失效判据：发射光功率、灵敏度的变化量大于 1.0dB。

9.2.2 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 5.6 要求。
- b) 外形尺寸：用满足精度要求的量度工具测量，应符合 5.6 要求。
- c) 性能检测
 - AQL 取 0.4。
 - 检验方法：按 6.3 的规定进行测试，检验项目同 9.2.1 b)，其结果符合 5.3 规定。

9.3 型式检验

9.3.1 检验条件

模块有下列情况之一时，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, 如果结构、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 个月后, 恢复生产时;
- d) 出厂检验结果与定型时的型式检验有较大差别时;
- e) 正常生产 24 个月后;
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

9.3.2 检验要求

在进行型式检验前, 按6.3的规定, 对样品的性能参数进行测试, 并记录测试结果。

9.3.3 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10。

9.3.4 样品的使用规则

样品使用规则如下:

- 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。

9.3.5 产品不合格的判定

各项试验完成后, 不合格判定按7.3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。

9.3.6 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10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, 则判为合格。但重新检验不得超过2次, 并应清楚标明为重新检验批。

9.3.7 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。

9.4 电磁兼容试验

9.4.1 电磁兼容试验条件

模块产品有下列情况之一时, 应进行电磁兼容试验:

- a) 产品设计定型时;
- b) 当产品的设计进行重大更改, 影响产品的电磁兼容性能时。

9.4.2 电磁兼容试验项目

电磁兼容试验项目应按第8章的要求进行电磁兼容试验。

9.4.3 抽样要求

电磁兼容试验按固定抽样方案抽样，每组抽取样品不少于3只。

10 标志、包装、运输和贮存

10.1 标志

10.1.1 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。

10.1.2 标志要求

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

10.1.3 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。

10.2 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。

10.3 运输

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

10.4 贮存

产品应贮存在环境温度为 $-10^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于80%且无腐蚀性气体、液体的仓库里。贮存期超过12个月的产品，出库前，应按6.3规定的方法进行光电特性测试，测试结果符合5.3要求方可出库。
