

通 信 标 准 类 技 术 报 告

YDB 061.1—2011

40Gb/s 相位调制光收发合一模块技术条件 第 1 部分：差分相移键控（DPSK）调制

Technical specification of 40Gb/s phase modulation formats optical
transponder—Part 1: Differential Phase Shift Keying (DPSK) modulation formats

2011 – 02 – 18 印发

中国通信标准化协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义、缩略语 1

4 光模块分类 3

5 要求 3

6 可靠性试验 11

7 测试方法 11

8 标志、包装、运输和贮存 14

附录 A（规范性附录） 40Gb/s DPSK 光模块标称波长定义 16

附录 B（规范性附录） 40Gb/s DPSK 光模块电接口规范 18

前 言

《40Gb/s相位调制光收发合一模块技术条件》分为两个部分：

——第1部分：差分相移键控（DPSK）调制；

——第2部分：差分正交相移键控（DQPSK）调制。

本部分为《40Gb/s相位调制光收发合一模块技术条件》第1部分。

本部分按照GB/T1.1-2009给出的规定起草。

本部分参考了ITU-T G.693《局内系统光接口》、G.709《光传送网接口》、G.825《基于同步数字体系的数字网抖动和漂移的控制》、G.825《基于同步数字体系的数字网抖动和漂移的控制》增补文件1、G.8251《光传送网(OTN)内抖动和漂移控制》、G.8251《光传送网(OTN)内抖动和漂移控制》增补文件1、G.959.1《光传送网物理层接口》和MSA《300PIN 40Gb/s收发合一光模块的参考文档》。

为适应信息通信业发展对通信标准文件的需要，在工业和信息化部统一安排下，对于技术尚在发展中，又需要有相应的标准性文件引导其发展的领域，由中国通信标准化协会组织制定“通信标准类技术报告”，推荐有关方面参考采用。有关对本部分的建议和意见，向中国通信标准化协会反映。

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：中兴通讯股份有限公司、武汉邮电科学研究院、工业和信息化部电信研究院。

本部分主要起草人：张琦、崔平、易鸿、武成宾、赵文玉、李蒙、邹辉、梁臣桓。

40Gb/s 相位调制光收发合一模块技术条件

第 1 部分：差分相移键控（DPSK）调制

1 范围

本部分规定了40 Gb/s（通常指的是从39.813~44.584Gb/s） 差分相移键控（DPSK）调制光收发合一模块的术语定义、主要功能、光接口主要技术要求及测试方法、电接口技术要求及极限工作条件。
本部分适用于40Gb/s 差分相移键控（DPSK）调制光收发合一模块，以下简称为40Gb/s DPSK光模块。

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，仅所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。

YD/T 1111.1-2001	SDH 光发送/光接收模块技术要求—2.488320Gbit/s 光接收模块
YD/T 1111.2-2001	SDH 光发送/光接收模块技术要求—2.488320Gbit/s 光发送模块
YD/T 1321.2-2004	具有复用/去复用功能的光收发合一模块技术条件 第二部分:10Gbit/s 光收发合一模块
YD/T1766-2008	光通信用光收发合一模块的可靠性实验失效判据
YD/T 1991-2009	N×40Gbit/s 光波分复用（WDM）系统技术要求
YDB 033-2009	40Gb/s 的光收发模块技术条件
SJ/T11363-2006	电子信息产品中有毒有害物质的限量要求
SJ/T11364-2006	电子信息产品污染控制标识要求
ITU-T G.692-1998	带光放大器的多信道系统的光接口（Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers）
OIF-SFI5-01.0	串并及并串转换与成帧器的 5 级接口：40Gb/s 物理层设备接口

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

YD/T 1111.1-2001、 YD/T 1111.2-2001和YD/T 1991-2009界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

相移键控 phase shift keying

一种用载波相位表示输入数字信号信息的调制技术。相移键控分为绝对相移和相对相移两种。以未调载波的相位作为基准的相位调制叫作绝对相移。用前后码元的相对载波相位差值传送数字信息的相位调制叫做相对相移。

3.1.2

YDB 061.1—2011

差分相移键控 differential phase shift keying

一种经过DPSK差分预编码的相移键控调制技术，其中DPSK差分预编码方式的定义见公式（1）：

$$d_k = \overline{a_k \oplus d_{k-1}} \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

d_k ——经过预编码后的比特序列第k位信号；

a_k ——需要传输的比特序列第k位信号。

3.1.3

光信噪比容限 optical signal-to-noise ratio tolerance

接收光功率在最佳接收范围内，纠错前误码率达到规定值时接收端可以容忍的最小光信噪比。

3.1.4

光信噪比代价 optical signal-to-noise ratio penalty

在一定接收光功率下，由于光传输时光波形畸变所导致的接收机光信噪比容限的劣化值。它表明光系统中反射、码间干扰、模分配噪声以及激光器频率啁啾所引起的光接收机性能总的劣化。

3.1.5

色度色散容限 chromatic dispersion tolerance

源于色度色散的光信噪比代价达到特定值时所对应的色度色散值的范围。

3.1.6

偏振模色散容限 polarization mode dispersion tolerance

源于一阶偏振模色散的光信噪比代价达到特定值时所对应的偏振模色散值，采用DGD 平均值或最大值表示，其中最大值一般取为平均值的3 倍(也即DGD 最大值出现的几率为 4.2×10^{-5})。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- APS 自动电源供给 (Auto Power Supply)
- CSRZ 载波抑制归零 (Carrier Suppressed Return to Zero)
- DGD 差分群时延 (Differential Group Delay)
- DWDM 密集波分复用 (Dense Wavelength Division Multiplex)
- DPSK 差分相移键控 (Differential Phase Shift Keying)
- FEC 前向纠错 (Forward Error Correction)
- FSR 自由光谱范围 (Free Spectrum Range)
- LOS 信号丢失 (Loss of Signal)
- NRZ 非归零 (None Return to Zero)
- OIF 光互连论坛 (Optical Internetworking Forum)
- OSNR 光信噪比 (Optical Signal-to-Noise Ratio)
- ORL 光回波损耗 (Optical Return Loss)
- OTN 光传送网 (Optical Transport Network)
- OTU 光转发单元 (Optical Transponder Unit)

- PMD 偏振模色散(Polarization Mode Dispersion)
- PRBS 伪随机二进制序列(Pseudo Random Binary Sequence)
- RZ 归零(Return to Zero)
- SDH 同步数字体系(Synchronous Digital Hierarchy)
- SFI-5 串并及并串转换与成帧器的5级接口(Serdes Frammer Interface Lever 5)

4 光模块分类

- 40Gb/s DPSK光模块按下列分类：
- 按传输码型可分为 NRZ-DPSK、RZ-DPSK、CSRZ-DPSK；
 - 按光纤类型可分为用于 G. 652 光纤、G. 653 光纤、G. 655 光纤；
 - 按通道间隔可分为用于 50GHz 通道间隔和用于 100GHz 通道间隔；
 - 按解调延时可分为 FSR 带宽为 50GHz 和 66.7GHz。

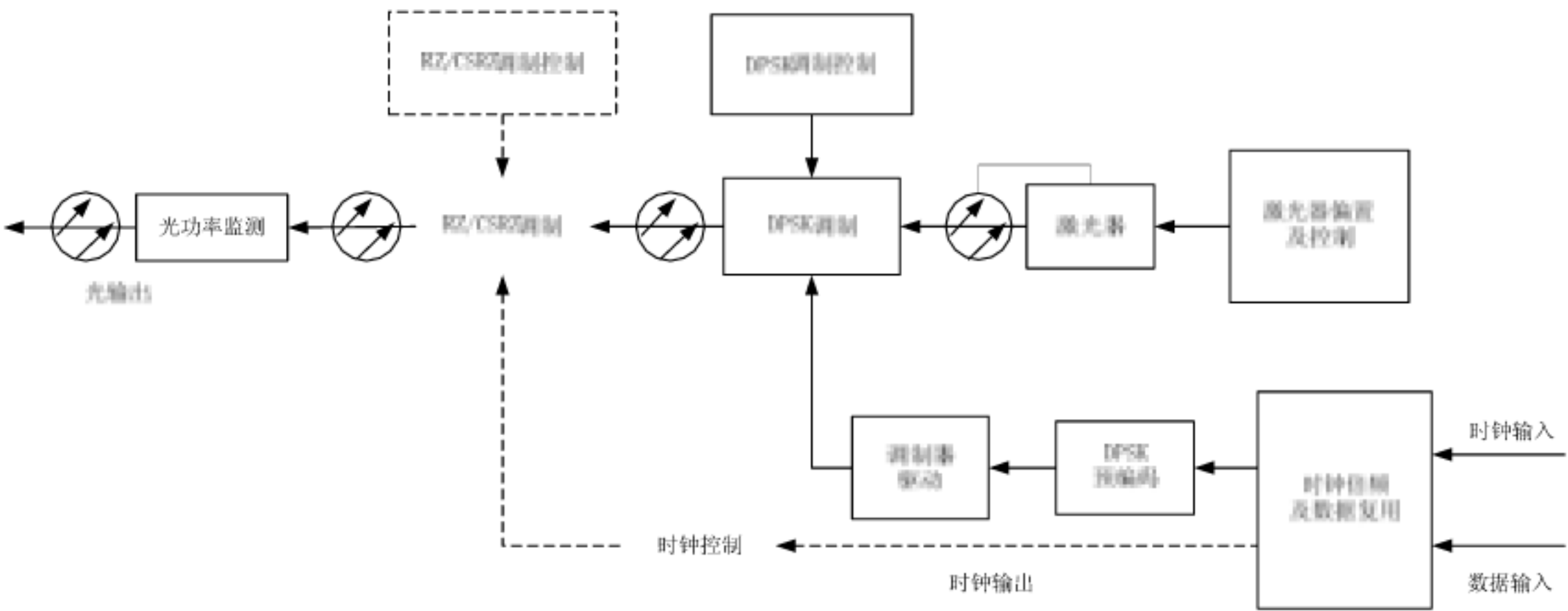
5 要求

5.1 光接口技术要求

5.1.1 40Gb/s DPSK 光模块功能

5.1.1.1 光发射部分功能框图

40Gb/s DPSK光模块光发射部分主要包括：时钟倍频及数据复用、时钟控制、DPSK预编码、调制器驱动、激光器偏置及控制、激光器、DPSK调制、DPSK调制器控制、RZ/CSRZ调制、RZ/CSRZ调制器控制、光功率监测等。其中通过RZ/CSRZ调制器控制及时钟控制可对RZ或CSRZ调制格式进行选择。如图1所示。



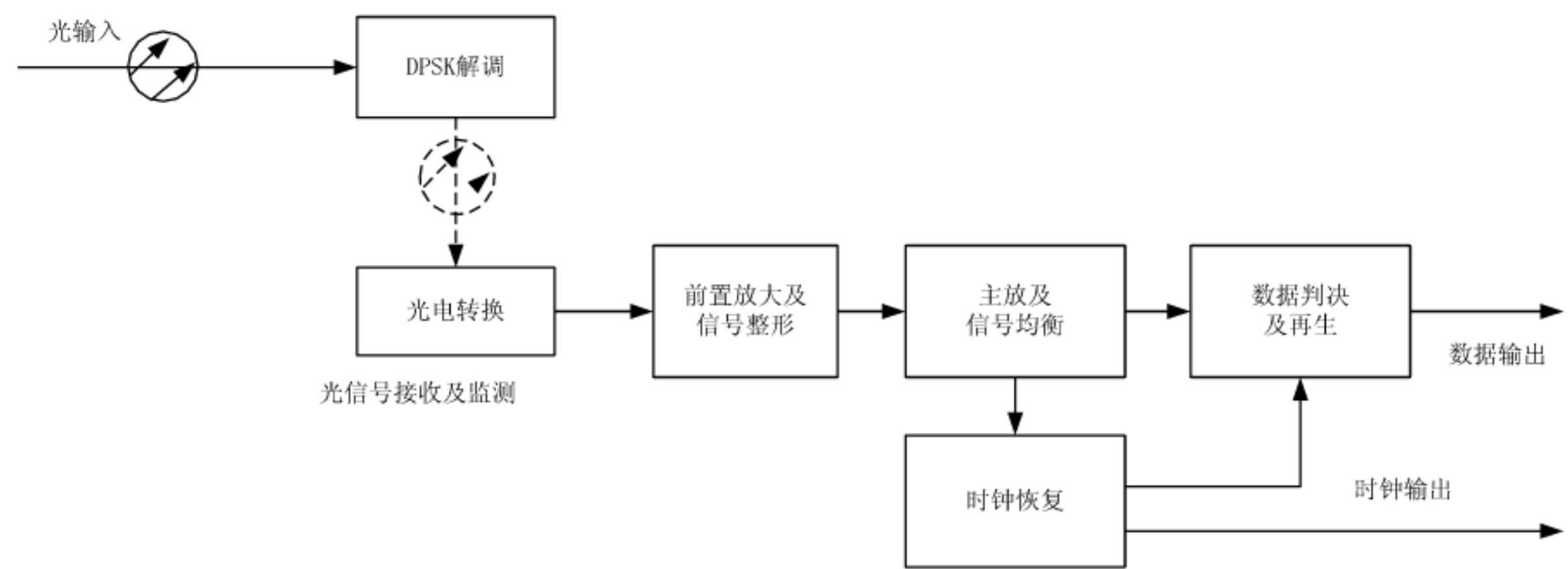
注：采用RZ-DPSK或CSRZ-DPSK调制码型需要包括图中虚线部分，NRZ-DPSK码型不需要包括。

图1 40Gb/s DPSK 光模块发射部分功能框图

5.1.1.2 光接收部分功能框图

40Gb/s DPSK光模块光接收部分主要包括：光信号接收及监测、前置放大及信号整形、主放及信号均衡、时钟恢复、数据判决及再生等。其中光信号接收及监测部分包括DPSK解调和光电转换，并且需要监测输入信号光功率。光功率监测可通过分光检测实现，也可以通过后续光电转换中的电流检测实现。如图2所示。

YDB 061.1—2011



注：图中虚线部分表示光信号接收机监测部分可采用分立器件实现，也可采用集成器件实现。光电转换即平衡接收机，由两个光电探测器组成。

图2 40Gb/s DPSK 光模块接收部分功能框图

5.1.2 光接口技术要求及相关参数

40Gb/s DPSK光模块主要应用在波分光传输系统线路侧，其光接口指标要求如表1所示。

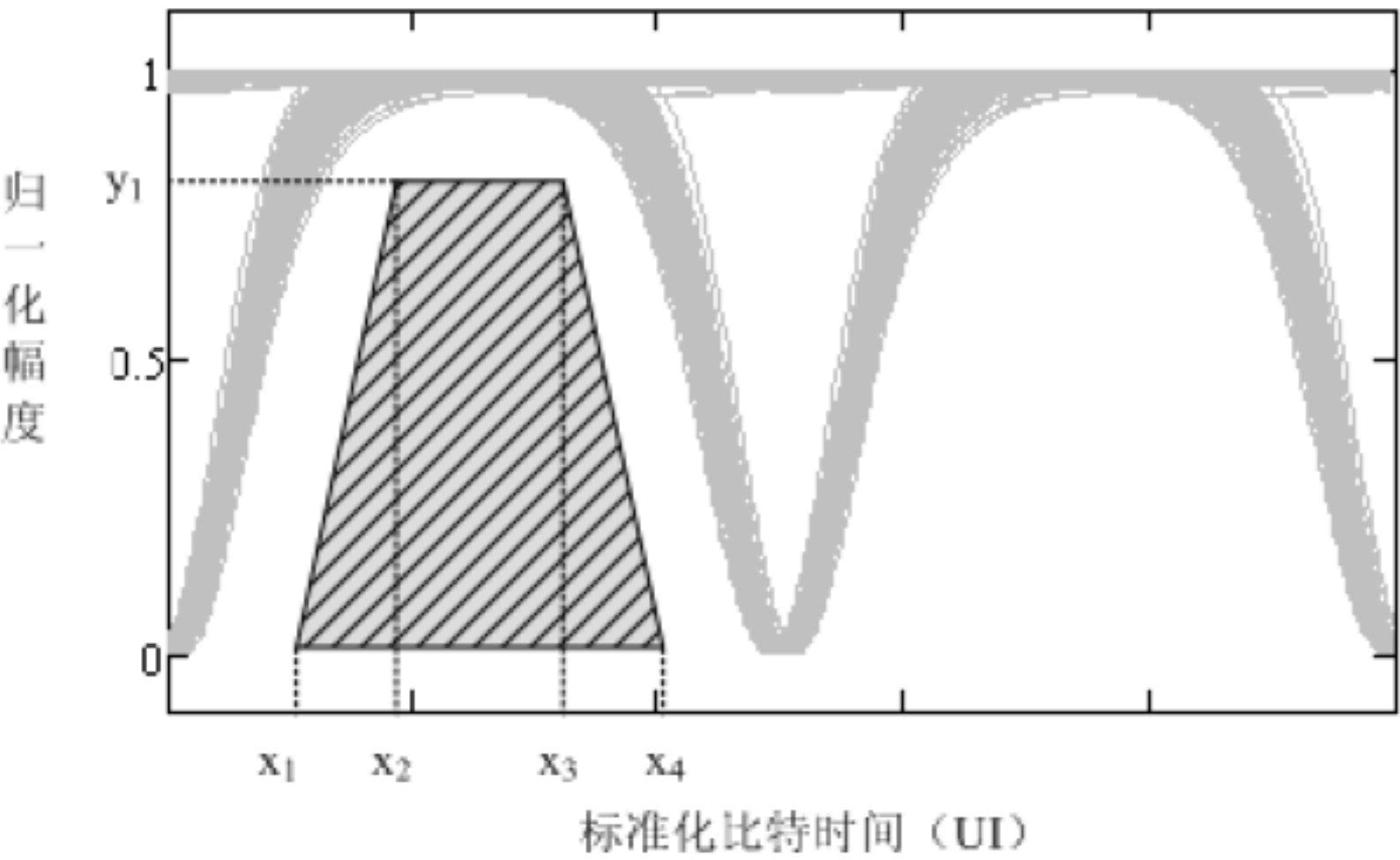
表1 40Gb/s DPSK 光模块光接口指标要求

参数	符号	最小值	最大值	单位
光发送部分				
工作速率范围		39.8	44.6	Gb/s
中心频率	λ_c	中心频率的划分见附录 A		THz
中心频率稳定度	$\Delta \lambda_c$	-2.5	+2.5	GHz
输出平均光功率 ₁	P_{avg}	-5	+5	dBm
输出功率可调范围		4	—	dB
输出功率稳定度	ΔP_{avg} 每通道	-0.8	+0.8	dB
	ΔP_{avg} 通道间	-1.2	+1.2	dB
-20dB 谱宽	$\Delta \lambda$	—	0.7	nm
边模抑制比	S_r	35	—	dB
光回波损耗	ORL	27	—	dB
色散容限 _{1, 2}		-40	40	ps/nm
DGD 容限 _{1, 2}		6	—	ps
光接收部分				
接收机 OSNR 容限 _{1, 2}		—	13	dB
接收信号波长范围		1527.61	1568.77	nm
接收灵敏度	P_{sen}	—	-5	dBm
接收过载光功率	P_{ovr}	+8	—	dBm
注1：表中数值适用于 NRZ-DPSK 调制格式，占空比 50%的 RZ-DPSK 和 CSRZ-DPSK 调制格式的对应数值待研究。				
注2：波长 1550nm，OSNR 代价小于 2dB。				

5.1.3 眼图及星座图

5.1.3.1 眼图模板及数值要求

40Gb/s DPSK光模块输出的光信号的眼图模板和数值要求见图3、图4和表2。



注：图中灰色部分眼图为使用强度调制器的40Gb/s DPSK光模块输出眼图示意。

图3 40Gb/s NRZ-DPSK 光调制信号眼图模板

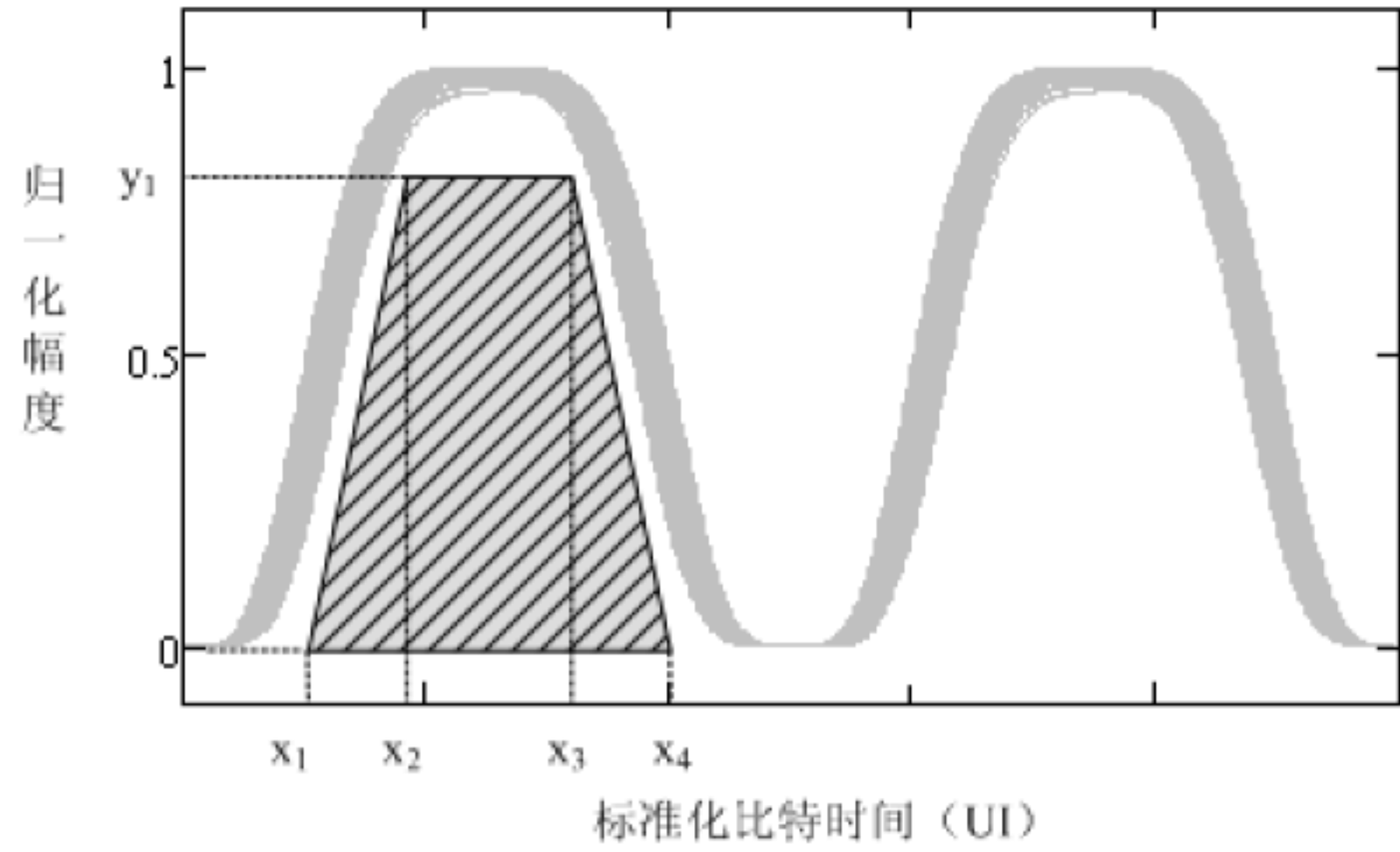


图4 40Gb/s RZ-DPSK/CSRZ-DPSK 光调制信号眼图模板

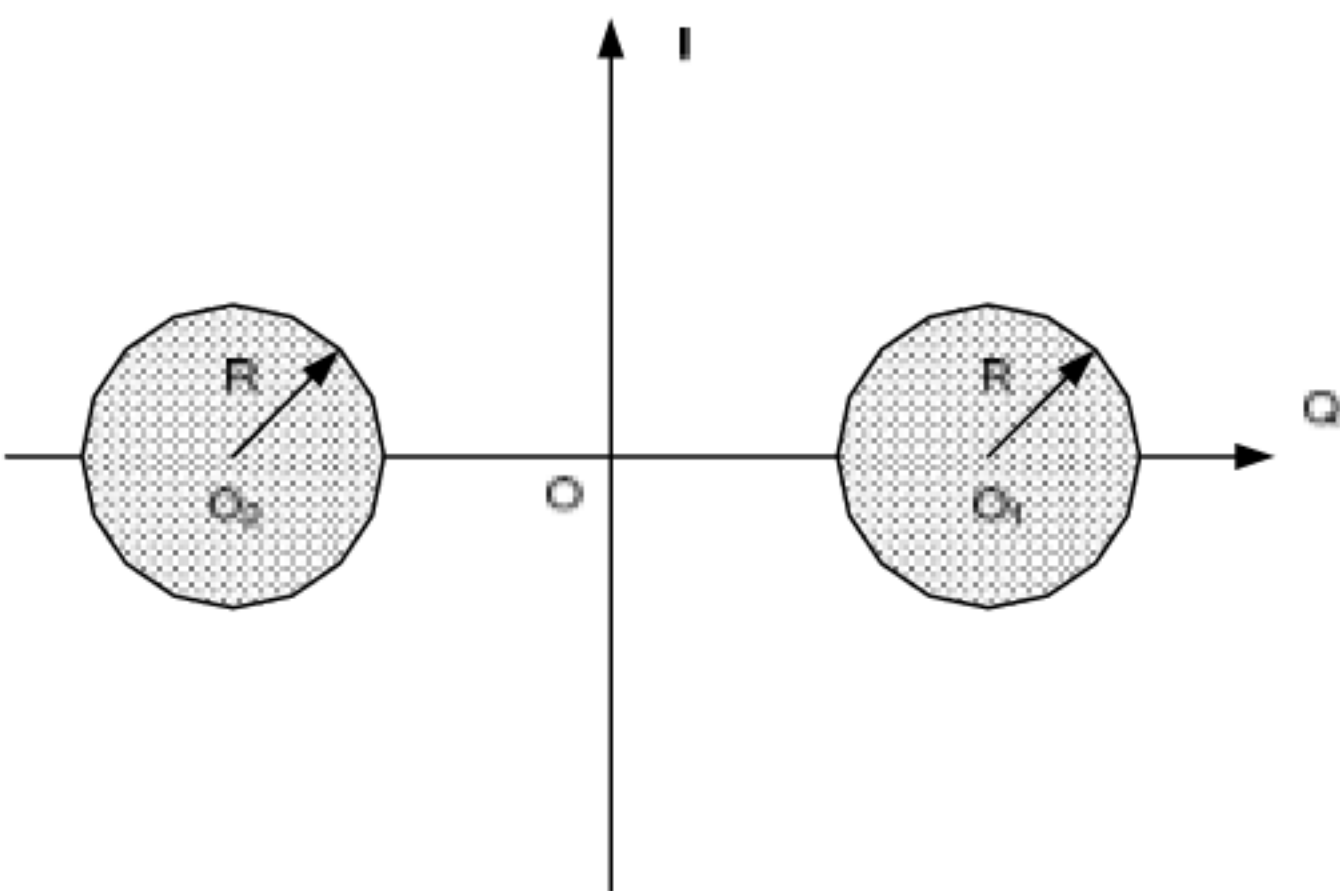
表2 40Gb/s DPSK 光模块眼图模板中的数值要求

数值	类型		
	NRZ-DPSK	RZ-DPSK	CSRZ-DPSK
x_3-x_2	待研究	待研究	待研究
x_4-x_1	待研究	待研究	待研究
y_1	待研究	待研究	待研究

YDB 061.1—2011

5.1.3.2 星座图模板及数值要求

40Gb/s DPSK光模块输出的光信号星座图模板和数值要求见图5和表3。



说明：

- I——同相位坐标轴；
- Q——正交相位坐标轴；
- O——坐标轴平面原点；
- R——星座图模板半径；
- O₁——星座图右模板圆心；
- O₂——星座图左模板圆心。

图5 40Gb/s DPSK 光调制信号星座图模板

表3 40Gb/s DPSK 光模块星座图模板中的数值要求

类型	40Gb/s DPSK
	数值
R	待研究
$\angle O_1 O Q$	0°
$\angle O_2 O Q$	180°
$ O_1 O $	1
$ O_2 O $	1
注： $ O_1 O $ 和 $ O_2 O $ 为归一化值	

5.1.4 抖动特性

5.1.4.1 输出抖动

40Gb/s DPSK光模块输出抖动指标如表4所示。

表4 40Gb/s DPSK 光模块输出抖动指标

接口类型	指标名称	测量带宽		峰-峰抖动值 (UI _{pp})
		低通 (Hz)	高通 (Hz)	
ODU3/OTU3 ^a (43.01841Gb/s)	B1	20k	320M	1.2
	B2	16M	320M	0.14
CBR40G ^b (39.81312Gb/s)	B1	80K	320M	1.0
	B2	16M	320M	0.14
STM256 ^c (39.81312Gb/s)	B1	80K	320M	0.3
	B2	16M	320M	0.14
^a OTU3 $1UI = \frac{236}{(255)(39.81312)}[ns] = 23.25ps$				
^b CBR40G $1UI = \frac{1}{39.81312}[ns] = 25.12ps$				
^c STM256 $1UI = 25.12ps$				

5.1.4.2 输入抖动容限

对于OTU3业务，40Gb/s DPSK光模块的输入抖动容限应满足表5、图6要求。

表5 OTU3 输入抖动容限

频率 <i>f</i> (Hz)	峰峰抖动值(UI _{pp})
8 k < <i>f</i> ≤ 20 k	1.2 × 10 ⁵ <i>f</i> ⁻¹
20 k < <i>f</i> ≤ 480 k	6.0
480 k < <i>f</i> ≤ 16 M	2.88 × 10 ⁶ <i>f</i> ⁻¹
16 M < <i>f</i> ≤ 320 M	0.18

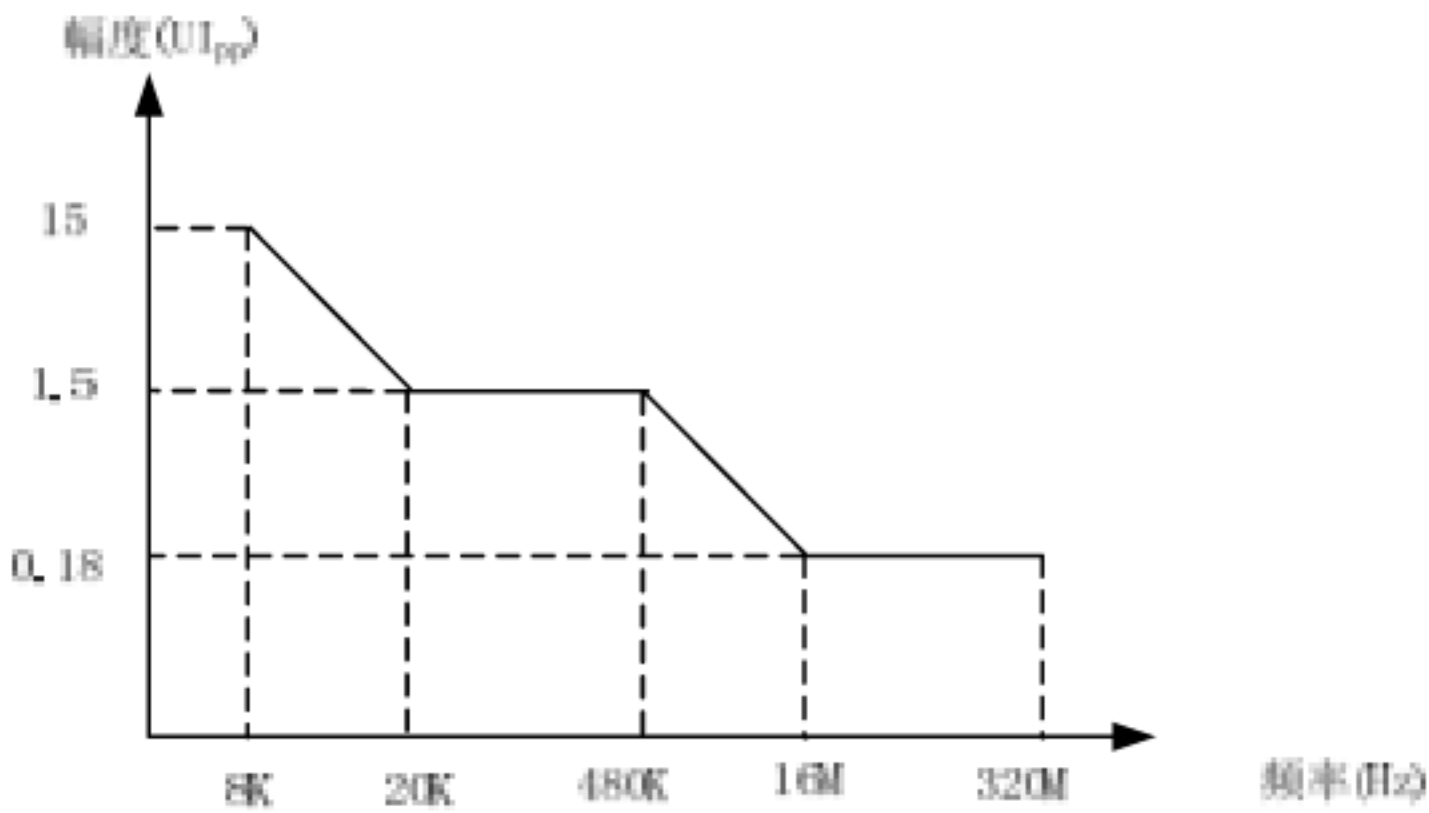


图6 OTU3 输入抖动容限

对于STM-256业务，40Gb/s DPSK光模块的输入抖动容限应满足表6、图7要求。

表6 STM-256 输入抖动容限

频率 f (Hz)	峰峰抖动值(UI_{pp})
$8\text{ k} < f < 80\text{ k}$	$1.2 \times 10^5 f^1$
$80\text{ k} < f < 1.92\text{ M}$	1.5
$1.92\text{ M} < f < 16\text{ M}$	$2.88 \times 10^6 f^1$
$16\text{ M} < f < 320\text{ M}$	0.18

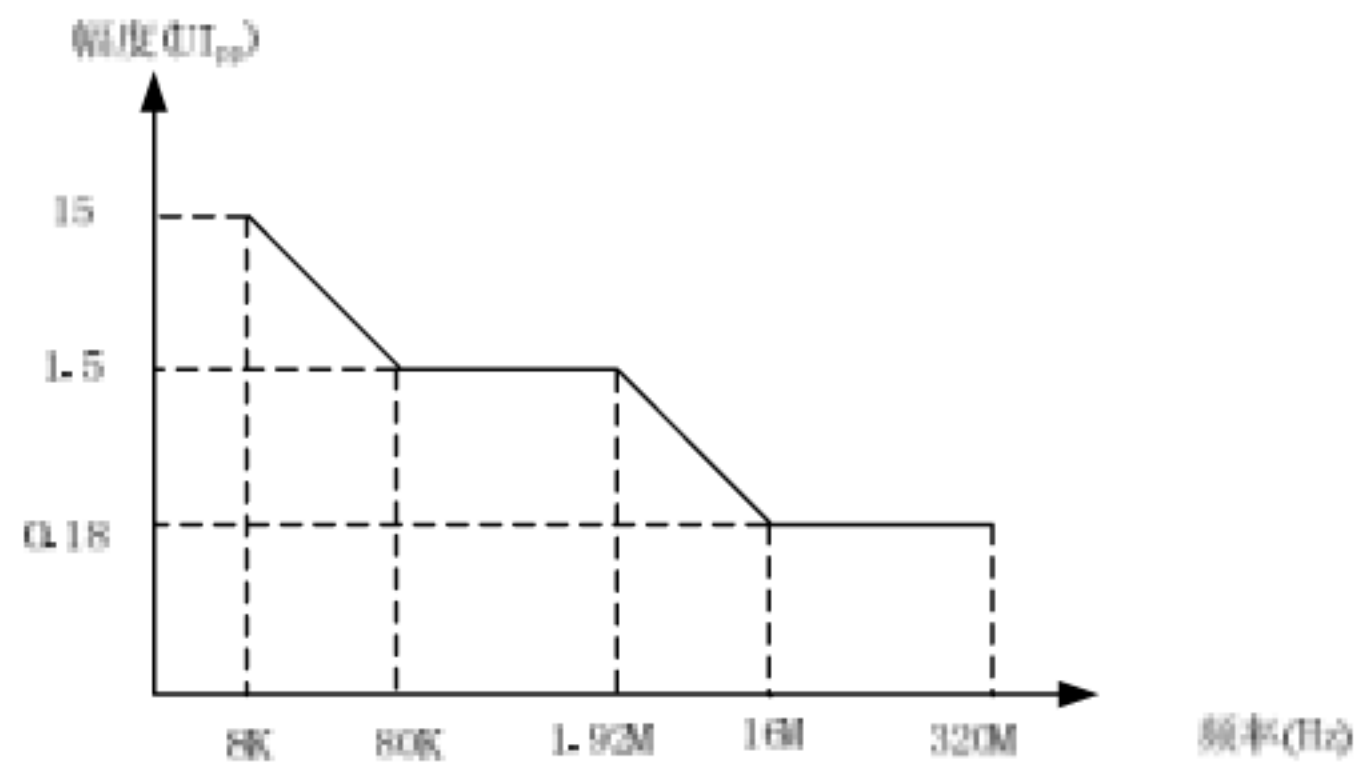


图7 STM-256 输入抖动容限

5.1.4.3 抖动传递函数

40Gb/s DPSK光模块的抖动传递函数应满足图8要求。

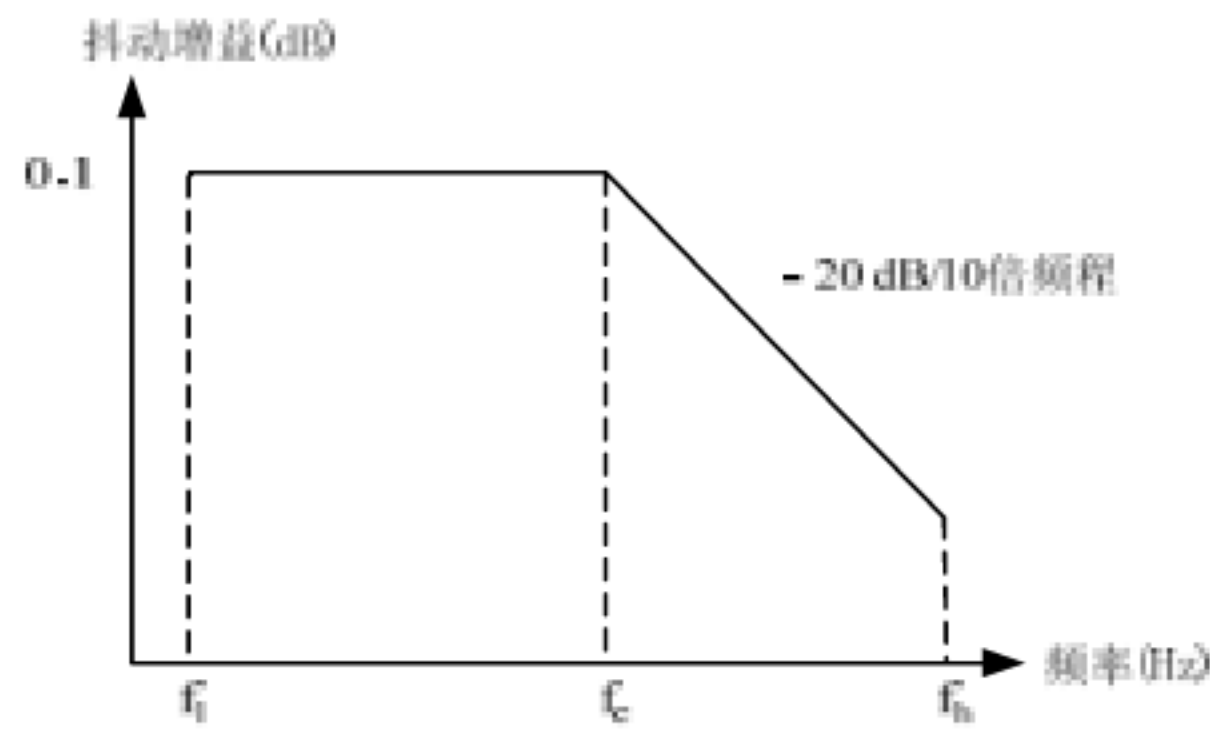


图8 抖动传递函数

SDH再生中继器的抖动传递函数定义见表7。

表7 SDH STM-256 再生中继器抖动传递函数

接口	f_L (kHz)	f_C (kHz)	f_H (kHz)	P (dB)
STM-256 (A)	40	4000	320000	0.1
STM-256 (B)	待研究	待研究	待研究	待研究
注：其中(A)型的发送参考时钟不带滤波器，(B)型的发送参考时钟带滤波器				

40Gb/s DPSK光模块抖动传递函数要求适用于OTU3的4种时钟应用类型，包括ODCa（asynchronous mapping of clients into ODUk）、ODCb（bit-synchronous mapping of clients into ODUk）、ODCr（3R regeneration）和ODCp（demapping of constant bit rate (CBR) clients），ODCa 无抖动转移特性的要求；ODCp时钟的3dB带宽不超过300Hz，最大增益峰值为0.1dB。在输入抖动容限模板的情况下ODCb、ODCr的抖动传递函数应该在图8所示曲线的下方。其参数值见表8。

表8 OTU3 的抖动传递函数

接口类型	测量带宽			抖动增益 P (dB)
	f_L (kHz)	f_C (kHz)	f_H (MHz)	
ODCa ^a	-	-	-	-
ODCb ^b	160	16	1600	0.1
ODCr ^c	40	4000	320	0.1
ODCp ^d	-	-	-	-
<div>^a 对于准同步映射，没有传递条件。</div> <div>^b 对于位同步映射。</div> <div>^c 对于 3R。</div> <div>^d 对于恒定速率去映射，去映射 3dB 带宽应不超过 300Hz，最大的去映射增益峰值为 0.1dB。</div>				

5.2 电接口要求

5.2.1 40Gb/s DPSK 光模块电接口技术要求

5.2.1.1 低速逻辑电平接口

低速逻辑电平按照标准的TTL电平规范要求。

5.2.1.2 高速 SFI-5 接口 CML 电平特性

高速SFI-5 接口CML 电平特性见附录B中B. 4。

5.2.2 高速 SFI-5 接口眼图模板及其数值要求

5.2.2.1 SFI-5 接口眼图

SFI-5 接口发射眼图和接收眼图见图9、图10。

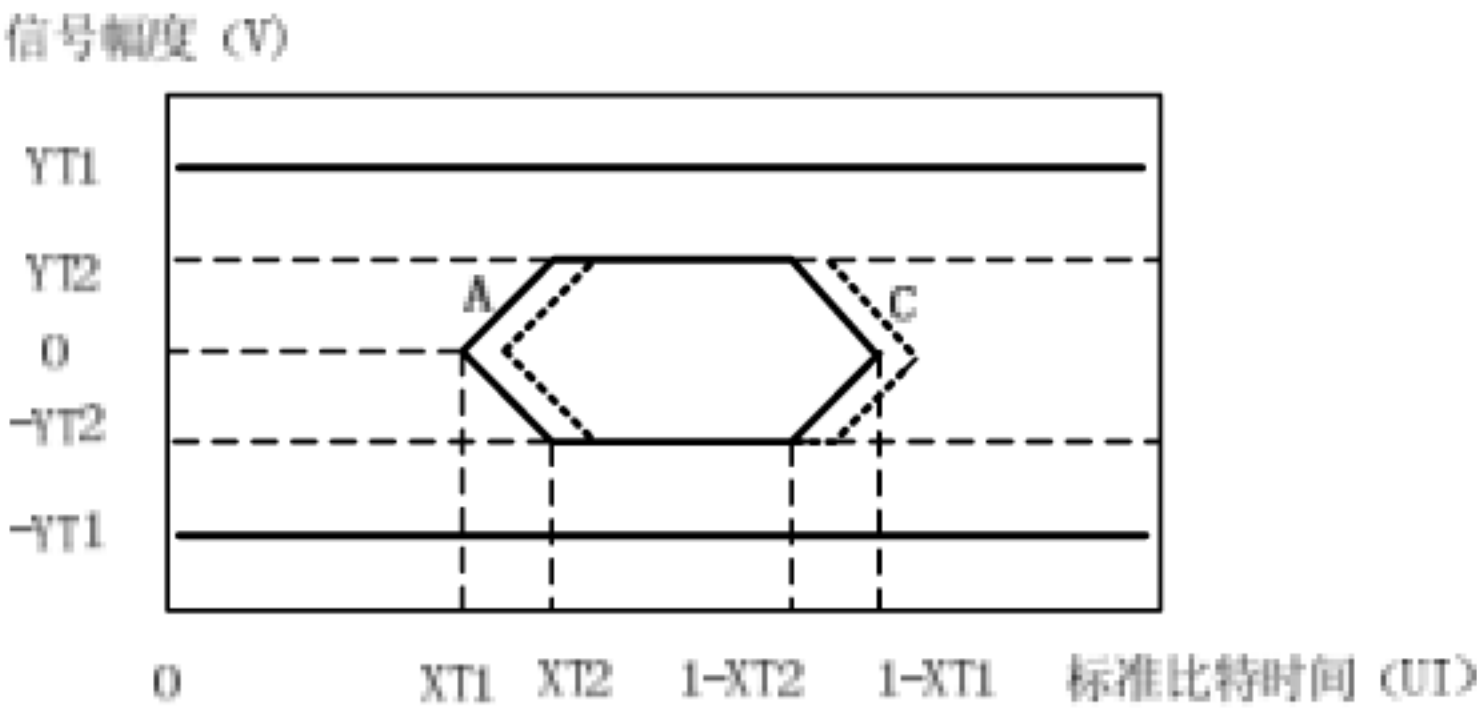


图9 SFI-5 发射眼图模板

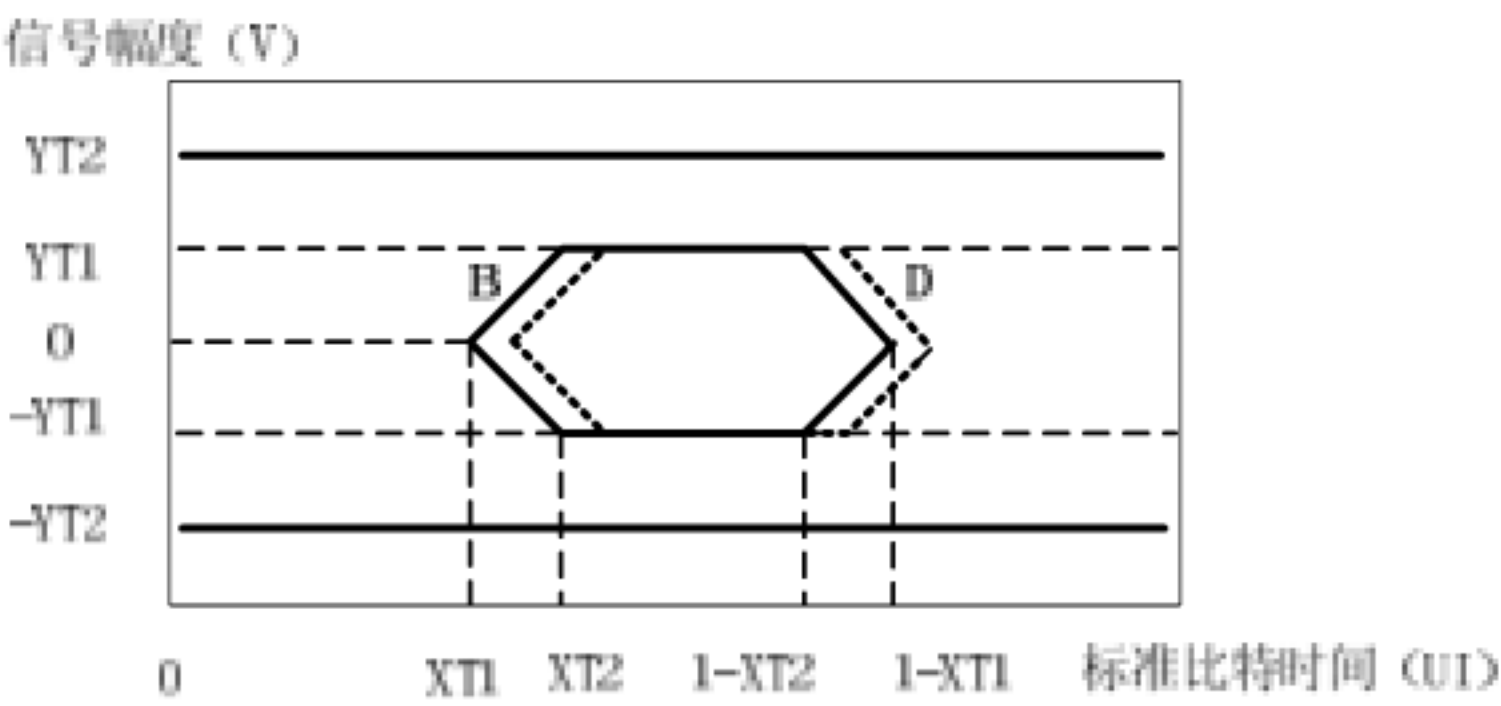


图10 SFI-5 接收眼图模板

5.2.2.2 SFI-5 接口眼图数值要求

SFI-5 接口发射眼图数值要求见表9。

表9 SFI-5 接口发射眼图数值要求

参考点	类型	XT1 (UI)	XT2 (UI)	YT1 (V)	YT2 (V)	DJ[UI _{pp}]	TOL[UI _{pp}]
A	数据	0.175	0.45	0.50	0.25	0.17	0.35
	时钟	0.15	0.45	0.50	0.25	0.12	0.30
C	数据	0.225	0.50	0.50	0.25	0.20	0.45
	时钟	0.2	0.50	0.50	0.25	0.15	0.40

SFI-5 接口接收眼图数值要求见表10。

表10 SFI-5 接口接收眼图数值要求

参考点	类型	XT1 (UI)	XT2 (UI)	YT1 (V)	YT2 (V)	DJ[UI _{pp}]	TOL[UI _{pp}]
B	数据	0.28	0.39	0.50	0.0875	0.321	0.56
	时钟	0.23	0.36	0.50	0.0875	0.21	0.45
D	数据	0.33	0.42	0.50	0.0875	0.35	0.65
	时钟	0.27	0.39	0.50	0.0875	0.24	0.54

5.3 光模块极限条件要求

40Gb/s DPSK光模块的部分极限工作条件见表11。

表11 40Gb/s DPSK 光模块极限工作条件

参数		单位	最小值	最大值
贮存温度		℃	-40	+85
贮存相对湿度		%	-	80
电源电压	+3.3V	V	-0.3	+3.6
	+1.8V	V	-0.3	+2.0
	+5.0V	V	-0.3	+5.5
	-5.2V	V	-5.5	+0.3
尾纤弯曲半径		mm	30	-
功耗		W	-	25
模块管壳温度		℃	-5	70

5.4 光模块的封装形式要求

40Gb/s DPSK光模块主要采用300PIN具有复用和解复用的光收发合一模块的封装形式，300PIN管脚定义及封装机械尺寸要求可参见YDB 033-2009附录A.4。

5.5 环保要求

环保要求应符合SJ/T11363-2006。

6 可靠性试验

可靠性试验见YD/T 1766-2008 5-8章。

7 测试方法

7.1 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，应在试验报告上写明测试环境条件。

7.2 光中心频率、边模抑制比、-20dB 谱宽、眼图、输出光功率的测试

光中心频率、边模抑制比、-20dB谱宽、眼图、输出光功率的测试配置，测试条件和测试步骤见YD/T 1321.2-2004 9.1.2条。

7.3 星座图的测试

7.3.1 测试配置

星座图的测试配置如图11所示。

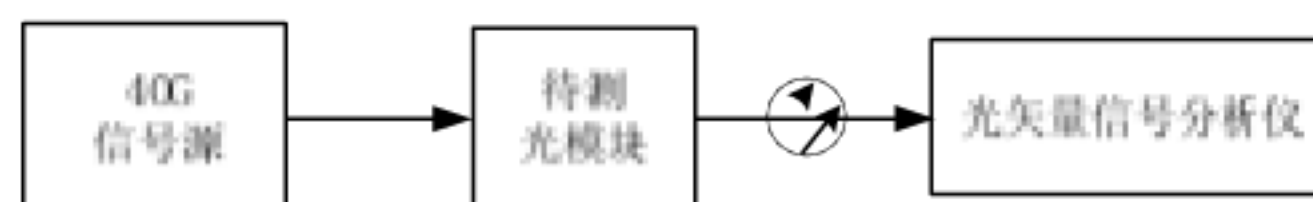


图11 星座图的测试配置

7.3.2 测试步骤

测试步骤如下：

- 1) 检查和测试矢量信号分析仪的测量精度；
- 2) 检测环境温度和被测光模块的外壳温度；
- 3) 采取静电放电防护措施；
- 4) 按照图 11 所示测试配置接好测试系统；
- 5) 待测 40Gb/s DPSK 光模块将 40G 信号发生器发出的信号转化成 DPSK 的带相位调制的光信号输出；
- 6) 将该信号输入到矢量信号分析仪中，测量信号星座图。

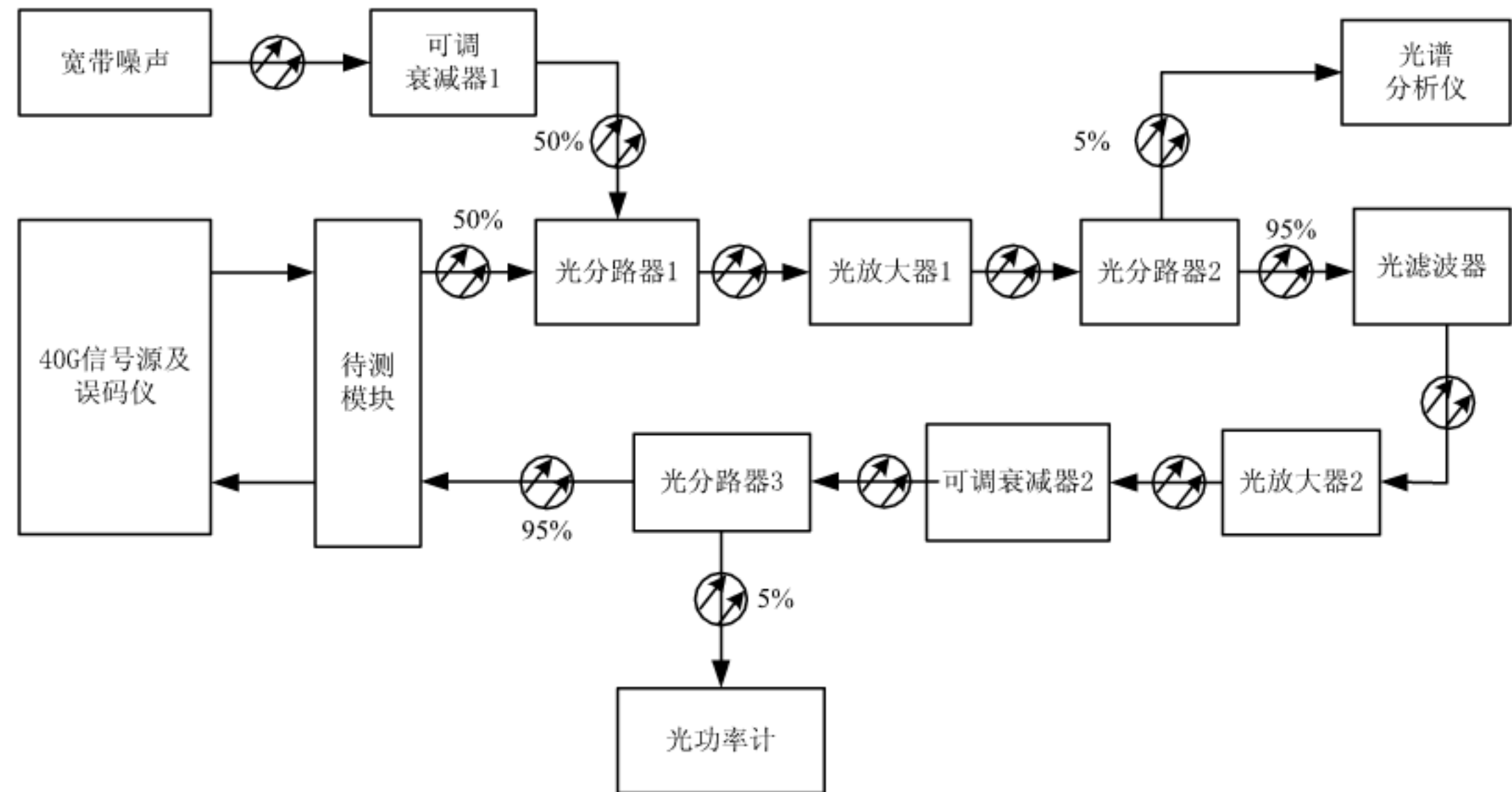
7.4 光回波损耗的测试

光回波损耗测试配置，测试条件和测试步骤见YD/T 1321.2-2004 9.2条。

7.5 OSNR 容限测试

7.5.1 测试配置

OSNR容限的测试配置如图12所示。



注：光分路器的分光比不做强制性要求。

图12 OSNR 容限测试配置

7.5.2 测试步骤

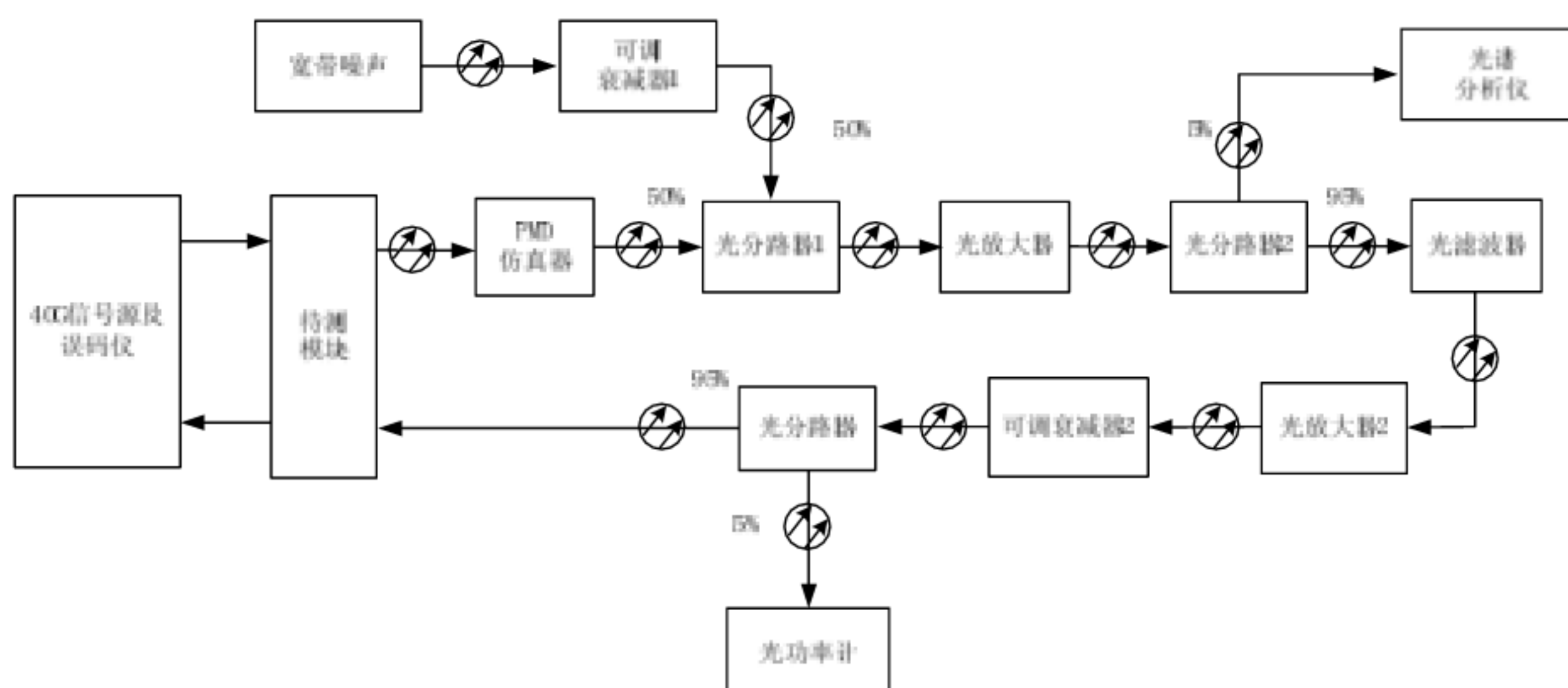
测试步骤如下：

- 1) 检查和测试 40G 信号源及误码仪、光功率计、分光计和光谱分析仪测量精度；
- 2) 检测环境温度和被测光模块的外壳温度；
- 3) 采取静电放电防护措施；
- 4) 按图 12 连接测试配置，40G 信号源发送 40Gb/s 信号；
- 5) 调整可调衰减器 2 改变待测入光，确保平均输入光功率在最佳输入光功率范围，使得此时整个光路系统的误码率在 1.0×10^{-7} ；
- 6) 调整可调衰减器 1，改变光路的光信噪比，同时调整可调衰减器 2 保持平均输入光功率不变，观察此误码率时对应的 OSNR，记录此时的 OSNR 值；
- 7) 重复步骤 5 和 6，分别得到误码率在 1.0×10^{-6} 、 1.0×10^{-5} 、 1.0×10^{-4} 下的 OSNR 值；
- 8) 根据不同误码率下的 OSNR 值，通过线性外推的方法计算出 1.0×10^{-3} 误码率下的 OSNR 值即为 OSNR 容限。

7.6 DGD 容限测试

7.6.1 测试配置

DGD容限测试配置如图13所示。



注：光分路器的分光比不做强制性要求。

图13 DGD 容限的测试配置

7.6.2 测试步骤

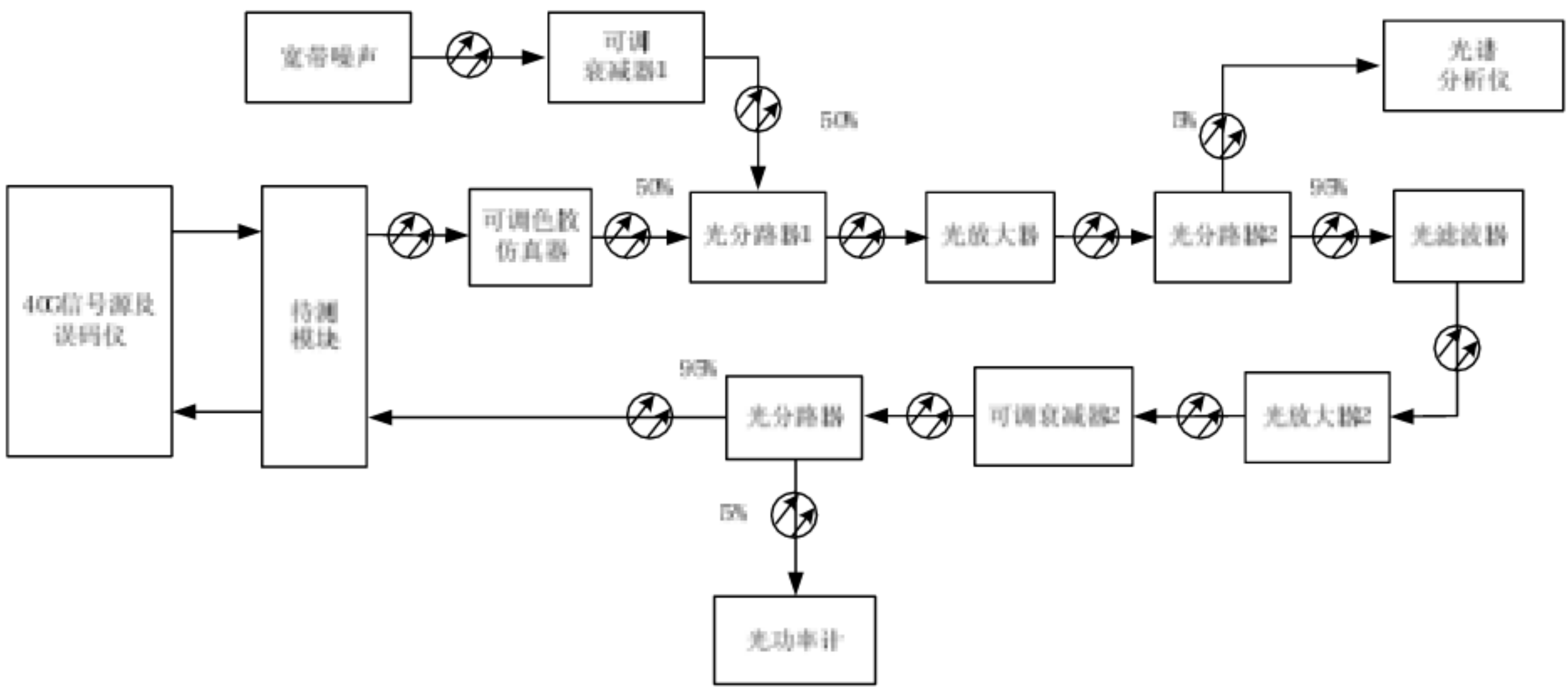
测试步骤如下：

- 1) 检查和测试 40G 信号源及误码仪、光功率计、分光计测量精度，PMD 仿真器的设置精度；
- 2) 检测环境温度和被测光模块的外壳温度；
- 3) 采取静电放电防护措施。
- 4) 如图 13 连接好测试配置；
- 5) 将 PMD 仿真器值调整为 0ps，测试待测 40Gb/s DPSK 光模块的 OSNR 容限，并记录为 S1；
- 6) 调整色散仿真的色散要求值，测试待测光模块测试的 OSNR 容限，并记录为 S2；
- 7) 若 S1-S2 的数值大（小）于要求的 OSNR 代价，则减少（增加）PMD 仿真器的设置值，重复步骤 6，否则继续步骤 8；
- 8) 记录此时的 PMD 仿真器的设置值，即为 DGD 容限。

7.7 色散容限测试

7.7.1 测试配置

色散容限测试配置如图14所示。



注：光分路器的分光比不做强制性要求。

图14 色散容限测试配置示意图

7.7.2 测试步骤

测试步骤如下：

- 1) 检查和测试 40G 信号源及误码仪、光功率计、分光计测量精度，可调色散仿真器的设置精度；
- 2) 检测环境温度和被测光模块的外壳温度；
- 3) 采取静电放电防护措施；
- 4) 如图 14 连接好测试配置；
- 5) 将可调色散仿真器的色散值调整为 0ps/nm，测试待测光模块的 OSNR 容限，并记录为 S1；
- 6) 调整色散仿真的色散要求值，测试待测光模块测试的 OSNR 容限，并记录为 S2；
- 7) 若 S1-S2 的数值大（小）于要求的 OSNR 代价，则减少（增加）色散仿真器的设置值，重复步骤 6，否则继续步骤 8；
- 8) 记录此时的色散仿真器的设置值，即为色散容限。

7.8 抖动特性测试

待研究。

7.9 高速电接口测试

光模块高速电口测试的测试配置，测试条件和测试步骤见YDB 033-2009 8.7条。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

每个产品应标明产品型号、规格、编号、批的识别代码等标志。产品的污染控制标识应符合SJ/T 11364-2006中的规定，在包装盒和产品上打印电子信息产品污染控制标识。符合绿色产品的模块，按规定在包装上打印上绿色产品标志。

进行全部试验之后，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。

8.2 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：模块名称、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。

8.3 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。

8.4 贮存

产品应贮存在环境温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于80%且无腐蚀性气体、液体的仓库里。贮存期超过一年的产品，出库前，应按第5章和第6章的规定进行光电特性测试，测试合格方可出库。

附 录 A
(规范性附录)

40Gb/s DPSK 光模块标称波长定义

DWDM系统上应用的40Gb/s DPSK光模块输出中心波长(频率)如表A.1和表A.2所示,表A.1的波长间隔为100GHz,列出常用的C波段的48波,表A.2列出常用的C+波段的48波。

表A.1 C波段符合ITU-TG.692标准的100GHz间隔的波长及其对应的频率

标准波长 (nm)	对应频率 (THz)	标准波长 (nm)	对应频率 (THz)
1529.55	196.00	1550.12	193.40
1530.33	195.90	1550.92	193.30
1531.12	195.80	1551.72	193.20
1531.90	195.70	1552.52	193.10
1532.68	195.60	1553.33	193.00
1533.47	195.50	1554.13	192.90
1534.25	195.40	1554.94	192.80
1535.04	195.30	1555.75	192.70
1535.82	195.20	1556.55	192.60
1536.61	195.10	1557.36	192.50
1537.40	195.00	1558.17	192.40
1538.19	194.90	1558.98	192.30
1538.98	194.80	1559.79	192.20
1539.77	194.70	1560.61	192.10
1540.56	194.60	1561.42	192.00
1541.35	194.50	1562.23	191.90
1542.14	194.40	1563.05	191.80
1542.94	194.30	1563.86	191.70
1543.73	194.20	1564.68	191.60
1544.53	194.10	1565.50	191.50
1545.32	194.00	1566.31	191.40
1546.12	193.90	1567.13	191.30

表A.2 C+波段符合ITU-T G.692标准的100GHz间隔的波长及其对应的频率

标准波长 (nm)	对应频率 (THz)	标准波长 (nm)	对应频率 (THz)
1529.16	196.05	1548.11	193.65
1529.94	195.95	1548.91	193.55
1530.72	195.85	1549.72	193.45
1531.51	195.75	1550.52	193.35
1532.29	195.65	1551.32	193.25

表 A. 2 (续)

标准波长 (nm)	对应频率 (THz)	标准波长 (nm)	对应频率 (THz)
1533.07	195.55	1552.12	193.15
1533.86	195.45	1552.93	193.05
1534.64	195.35	1553.73	192.95
1535.43	195.25	1554.54	192.85
1536.22	195.15	1555.34	192.75
1537.00	195.05	1556.15	192.65
1537.79	194.95	1556.96	192.55
1538.58	194.85	1557.77	192.45
1539.37	194.75	1558.58	192.35
1540.16	194.65	1559.39	192.25
1540.95	194.55	1560.20	192.15
1541.75	194.45	1561.01	192.05
1542.54	194.35	1561.83	191.95
1543.33	194.25	1562.64	191.85
1544.13	194.15	1563.45	191.75
1544.92	194.05	1564.27	191.65
1545.72	193.95	1565.09	191.55
1546.52	193.85	1565.90	191.45
1547.32	193.75	1566.72	191.35

附 录 B
(规范性附录)
40Gb/s DPSK 光模块电接口规范

B.1 电源

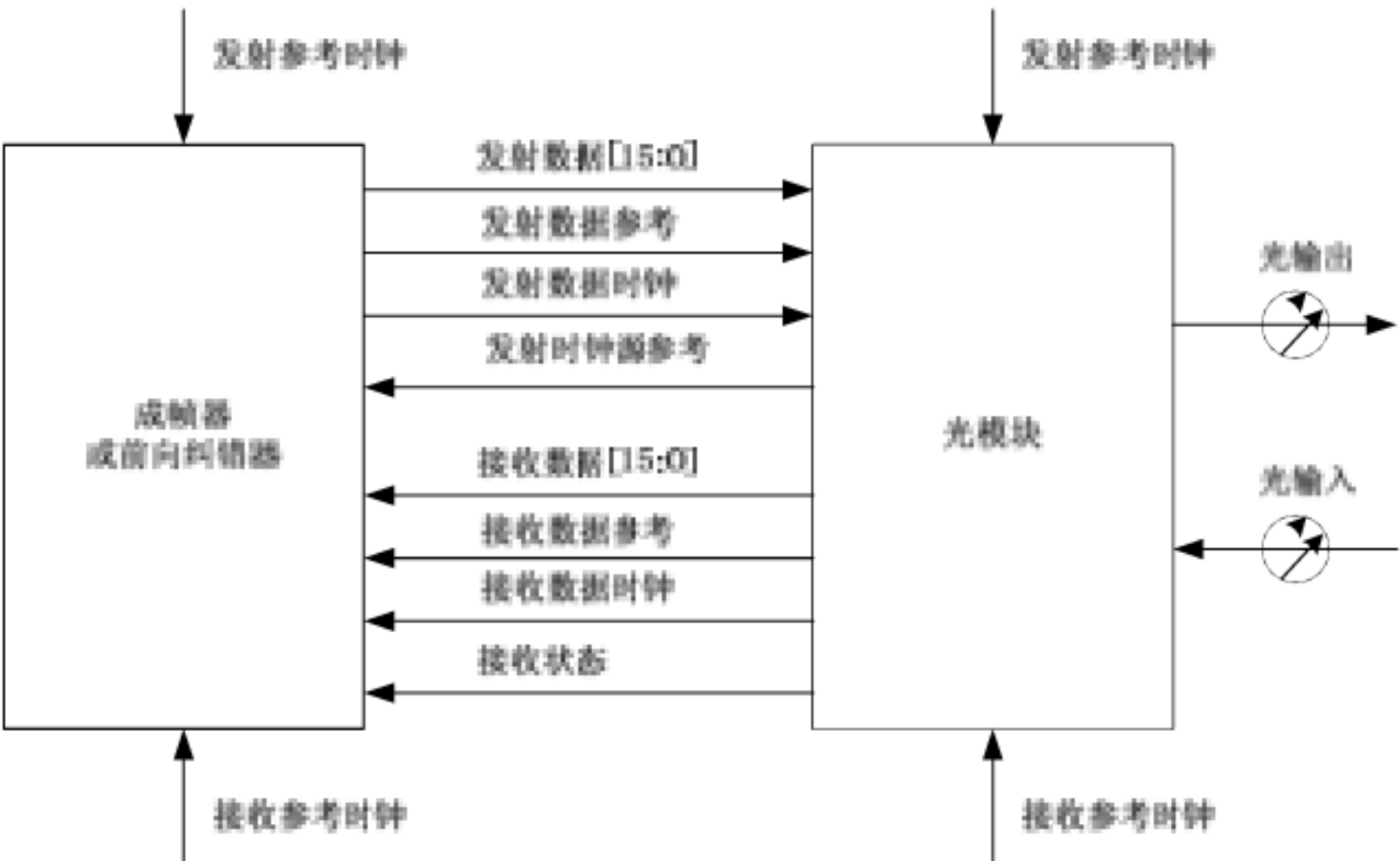
电源推荐工作条件见表B.1。

表B.1 电源推荐工作条件

参数	单位	最小值	典型值	最大值
+5V模拟电压	V	4.75	5.0	5.25
+5V模拟电流	A	—	—	1.35
+3.3V模拟电压	V	3.13	3.3	3.47
+3.3V模拟电流	A	—	—	2.7
+3.3V数字电压	V	3.13	3.3	3.47
+3.3V数字电流	A	—	—	3.6
-5.2V模拟电压	V	-5.45	-5.2	-4.94
-5.2V模拟电流	A	—	—	2.7
-5.2V数字电压	V	-5.45	-5.2	-4.94
-5.2V数字电流	A	—	—	3.15
APS 电压	V	1.2	—	2.5
APS 电流	A	—	—	4.5
功耗	W	—	20	25
纹波	%	—	—	1

B.2 40Gb/s DPSK光模块至成帧器的接口规范

40Gb/s DPSK光模块至成帧器 的接口符合OIF-SFI5-01.0串并及并串转换与成帧器的5级接口：40Gb/s物理层设备接口规范。成帧器或前向纠错处理器与40Gb/s DPSK光模块连接的示意图如图B.1所示。



图B.1 成帧器与 40Gb/s DPSK 光模块接口

B.3 LVCMOS电平信号参数

40Gb/s DPSK光模块中的数字信号包括光模块输出的告警信号和有关光模块的控制信号。所有数字信号均符合LVCOMS电平逻辑标准规范。

B.4 差分CML电平信号参数

B.4.1 差分CML 输出信号参数

40Gb/s DPSK光模块电接口CML输出信号参数见表B. 2。

表B. 2 差分 CML 输出信号参数

参数	符号	最小值	最大值	单位	说明
输出共模电压	V_{cm}	0.72	1.23	V	
驱动上升沿/下降沿	$T_{rise/fall}$	50	—	ps	20%–80%, 100欧姆负载
短路电流	I_{dshort}	-100	100	mA	
单位间隔	UI_D	372	402	ps	2.488Gb/s到2.689Gb/s, ± 100 ppm
单端输出阻抗	R_{se}	35	65	Ω	直流
差分阻抗	R_d	75	125	Ω	直流
单端回损	R_{hs}	7.5	—	dB	从0.004倍到0.75倍波特率
差分回损	RL_{diff}	7.5	—	dB	从0.004倍到0.75倍波特率
差分输出高电平	V_{oh}	$V_{cm} + 0.17$	$V_{cm} + 0.5$	V	
差分输出低电平	V_{ol}	$V_{cm} - 0.5$	$V_{cm} - 0.17$	V	
注：共模与差模定义见图B. 2。					

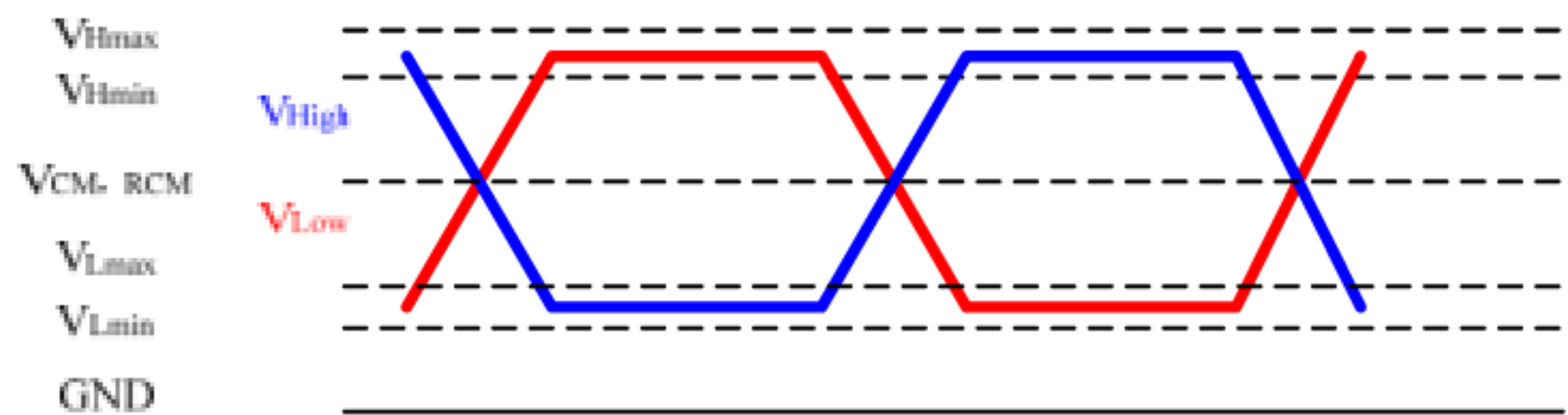
B.4.2 差分CML 输入信号参数

40Gb/s DPSK光模块差分CML输入信号参数见表B. 3。

表B. 3 差分 CML 输入信号参数

参数	符号	最小值	最大值	单位	说明
终端电压	V_{tt}	1.10	1.30	V	在有隔直电容情况下，参数确定
输入灵敏度	V_{Rsense}	0.175	—	V_{pp}	
偏置电压源阻抗	$Z_{V_{tt}}$	—	30	Ω	在无隔直电容情况下，从直流到0.75倍波特率。在有隔直电容情况下，从500MHz到0.75倍波特率。
上升沿/下降沿	$t_{rise/fall}$	—	0.36	UI	20%–80%，100欧姆负载
最大输入电压	V_{Rmax}	—	1.15	V_{pp}	负载50欧姆
输入共模电压	V_{RCM}	0.7	V_{tt}	V	
差分输入阻抗	Z_{INDIFF}	75	125	Ω	直流
差分回损	L_{DR}	10	—	dB	从0.004倍到0.75倍波特率
差分输入高电平	V_{IH}	$V_{RCM}+0.125$	$V_{RCM}+0.5$	V	
差分输入低电平	V_{IL}	$V_{RCM}-0.5$	$V_{RCM}-0.125$	V	

注：共模与差模定义见图B. 2。



图B. 2 共模与差模定义示意图

B. 5 时钟信号参数

B. 5. 1 发射监控时钟与接收监控时钟

发射监控时钟与接收监控时钟是50欧姆单端时钟，用于监控发射与接收时钟，速率为Fdata（Fdata为单通道SFI-5数据速率）或四分之一Fdata，，可用I2C总线配置其使能状态。发射监控时钟与接收监控时钟参数见表B. 4。

表B. 4 发射监控时钟与接收监控时钟参数

参数	符号	最大值	最小值	单位
发射监控时钟频率	TXMON_Freq	$F_{data, min}$ 或 $F_{data, min}/4$	$F_{data, max}$ 或 $F_{data, max}/4$	MHz
发射监控时钟电平	TXMON_LVL	0.20	0.45	V_{pp}
接收监控时钟频率	RXMON_Freq	$F_{data, min}$ 或 $F_{data, min}/4$	$F_{data, max}$ 或 $F_{data, max}/4$	MHz
接收监控时钟电平	RXMON_LVL	0.20	0.45	V_{pp}

B. 5. 2 参考时钟指标

B.5.2.1 发送参考时钟输入特性

发送侧输入参考时钟信号TxREFCLKP/N质量要求如下。

表B.5 发送侧输入参考时钟 TxREFCLKP/N 的质量要求

参数	符号	最小值	最大值	单位
时钟频率	Frequency	$F_{data_min}/4$	$F_{data_max}/4$	Hz
占空比	T_v/UI	45	55	%
上升/下降时间（20-80%）	$t_{rise/fall}$	-	400	ps
频率偏移	Δf_{REFCLK}	-30	30	ppm
抖动	Jitter	-	1.8	ps (rms)

B.5.2.2 接收参考时钟输入特性

接收侧输入参考时钟信号RxREFCLKP/N质量要求见表B.6。

表B.6 接收侧输入参考时钟 RxREFCLKP/N 的质量要求

参数	符号	最小值	最大值	单位
时钟频率	Frequency	$F_{data_min}/4$	$F_{data_max}/4$	Hz
占空比	T_v/UI	45	55	%
上升/下降时间（20-80%）	$t_{rise/fall}$	50	400	ps
频率偏移	Δf_{REFCLK}	-30	30	ppm
抖动	Jitter	-	1.8	ps (rms)

B.6 监控及告警信号参数

B.6.1 响应时间

B.6.1.1 可配置告警响应时间

表B.7列出了可配置告警管脚的告警信号，其响应时间最大值不超过10ms。

表B.7 可配置告警信号响应时间

参 数	符号
Tx 激光器偏置电流告警产生响应时间	LsBIASALM
Tx 激光器偏置电流告警消失响应时间	
Tx 激光器管芯温度告警产生响应时间	LsTEMPALM
Tx 激光器管芯温度告警消失响应时间	
Tx LOL 告警产生响应时间	TxLOCKERR
Tx LOL 告警消失响应时间	
Tx MUX FIFO 错误指示响应时间	TxFIFOERR
Tx MUX FIFO 错误消失响应时间	
Tx 00A 指示响应时间	Tx00A

表 B. 7（续）

参 数	符号
Tx 00A 消失响应时间	
RxLOP 告警产生响应时间	RxPOWALM
RxLOP 告警消失响应时间	
PRBS 误码检测告警产生响应时间	PRBSERRDET
PRBS 误码检测告警消失响应时间	
Rx LOL 告警产生响应时间	RxLOCKERR
Rx LOL 告警消失响应时间	
EOL 告警产生响应时间	EOL
EOL 告警消失响应时间	
电源失效告警产生响应时间	PSUMMARY
电源失效告警消失响应时间	

B. 6. 1. 2 硬件告警

表B.8列出了硬件告警信号，其响应时间最大值不超过10ms。

表B. 8 硬件报警信号参数

参 数	符号
Rx LOS 告警信号产生响应时间	LOS
Rx LOS 告警信号消失响应时间	
Rx 状态告警产生响应时间	RXS
Rx 状态告警消失响应时间	

B. 6. 2 告警和控制信号真值表

300PIN MSA协议规范了40Gb/s光模块硬件告警信号和控制信号的真值表，由表B. 9～B. 14给出。

表B. 9 模块全局复位信号真值表

MOD_RESET	状态
0	复位 40Gb/s 光模块
1	正常工作

表B. 10 可写寄存器复位信号真值表

REG_RESET	状态
0	复位 40Gb/s 光模块的可写寄存器
1	正常工作

表B. 11 激光器关断使能

LsENABLE	状态
0	由软件寄存器决定
1	激光器关断

表B. 12 模块线路时钟选择模式

TxLINETIMSEL	状态
0	选择线路时钟模式（TxREFCLK=RxDCK）
1	正常工作

表B. 13 模块接收端工作状态异常指示

RXS	状态
0	正常工作
1	接收端工作状态异常

表B. 14 模块接收端信号丢失状态真值表

LOS	状态
0	接收端信号丢失告警
1	正常工作