

# 10G 以太网 SFP+ 系列

## 一、产品概述

### 主要特性

- 工作数据速率：11.3 Gbps
- 支持标准：10GBASE-SR/SW/LR/LW/ER/EW/ZR/ZW
- 传输距离：300m 至 80km
- 支持 10G 光纤通道（10G Fiber Channel）
- 单路 3.3V 电源供电，TTL 逻辑接口
- 其他光链路接口
- 双工 LC 连接器接口
- 支持热插拔
- 符合 MSA SFP 规范
- 符合 Telcordia GR-253-CORE 及 IEEE802.3ae 标准
- 数字诊断监测接口（DDM），兼容 SFF-8472
- 工作壳温：标准级 0°C~+70°C，工业级 -40°C~+85°C

### 应用领域

- 10GBASE-SR/SW/LR/LW/ER/EW/ZR/ZW 以太网
- 10G 光纤通道
- 其他光链路应用

### 产品描述

YXT SFP+ 系列产品是小型封装（10Gb/s）可插拔收发器，用于双工光纤数据通信。产品符合 SFP+ 多源协议（MSA: SFF-8431），同时兼容 10G 以太网 IEEE802.3ae 标准及 10G 光纤通道规范。数字诊断功能及标准收发器序列 ID 信息可通过符合 SFP+ MSA 规范的 2 线串行接口获取。收发器符合 RoHS 标准，为无铅产品，满足指令 2002/95/EC 及 2005/747/EC 的要求。

## 二、订购信息

型号	数据速率	激光器类型	光纤类型	传输距离 *注 1	光接口	拉手颜色	温度范围 *注 2	DDMI
YP-85TGM3-SC	11.3 Gbps	850nm VCSEL	多模光纤 (MMF)	300m	LC	黑色	标准级 (ST)	Y
YP-31TG10-SC	11.3 Gbps	1310nm DFB	单模光纤 (SMF)	10km	LC	蓝色	标准级 (ST)	Y

**注 1:** 300m 采用 50/125 $\mu$ m OM3 多模光纤; 2km/10km/40km/80km 采用 9/125 $\mu$ m 单模光纤

**注 2:** ST (标准级) : 0~+70 $^{\circ}$ C; IT (工业级) : -40~+85 $^{\circ}$ C

### 三、法规符合性

特性	标准	符合情况
静电放电 (ESD) 对电气引脚	MIL-STD-883G HBM 3015.7 方法	符合 HBM Class 1, 1000V 及以上, 金手指接触放电
静电放电对外壳	IEC-61000-4-2 / GR-1089-CORE	符合标准
电磁干扰 (EMI)	FCC Part 15 Class B / EN55022:2006 / VCCI Class B	符合标准, 噪声频率范围 30MHz~18GHz; 系统余量取 决于客户主板及机箱设计
抗扰度	IEC 61000-4-3	符合标准
激光眼安全	FDA 21CFR 1040.10 和 1040.11 / EN(IEC)60825- 1:2007 / EN(IEC)60825- 2:2004+A1	符合 CDRH 要求, Class I 激光 产品
元件认证	UL 及 CUL / EN 60950-1:2006	符合标准
RoHS6	2002/95/EC 4.1 & 4.2 / 2005/747/EC 5 & 7 & 13	符合标准 *注 3

**注 3:** 根据 RoHS 指令 2002/95/EC 豁免清单第 5 条 (阴极射线管、电子元件及荧光灯管中的铅) 以及 2005/747/EC 豁免清单第 13 条 (光学和滤光玻璃中的铅和镉): YXT 收发器使用的光学玻璃 (如透镜、窗口、隔离器及其他电子元件) 中可能含铅, 适用上述豁免条款。

## 四、极限参数与推荐工作条件

### 4.1 绝对最大额定值 \*注 4

参数	符号	最小值	最大值
存储温度	T <sub>S</sub>	-40°C	+85°C
供电电压	V <sub>CC</sub>	0 V	+4 V
工作湿度	—	5%	95%

**注 4:** 超过上述任一极限值可能导致器件永久损坏。

### 4.2 推荐工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	说明
工作壳温 (标准级 ST)	T <sub>C</sub>	0°C	—	70°C	ST
工作壳温 (工业级 IT)	T <sub>C</sub>	-40°C	—	85°C	IT
电源电压	V <sub>CC</sub>	3.14 V	3.3 V	3.47 V	
电源电流 (300m/2km/10km)	I <sub>CC</sub>	—	—	300 mA	
电源电流 (40km/80km)	I <sub>CC</sub>	—	—	450 mA	
比特率	—	9.95 Gbps	10.3 Gbps	11.3 Gbps	
I <sup>2</sup> C 时钟频率	f <sub>cl</sub>	—	—	100 kHz	

## 五、电气性能规格

参数	符号	最小值	典型值	最大值	说明
【发送端】TX CML 差分输入 电压	V <sub>in</sub>	150 mVpp	—	950 mVpp	AC 耦合输入
差分输入阻抗	Z <sub>in</sub>	100 Ω	—	—	
Tx_DISABLE 高 电平输入电压	—	1.7 V	—	V <sub>cc</sub> +0.3 V	
Tx_DISABLE 低 电平输入电压	—	-0.3 V	—	0.8 V	
Tx_FAULT 高电 平输出电压	—	2 V	—	—	开漏输出，需 在主板上接 4.7K~10KΩ 上拉电阻
Tx_FAULT 低电 平输出电压	—	—	—	0.4 V	I <sub>OL</sub> = 1mA
【接收端】 CML 差分输出 电压	V <sub>out</sub>	300 mVpp	—	850 mVpp	AC 耦合输出
差分输出阻抗	Z <sub>out</sub>	—	100 Ω	—	
Rx_LOS 高电平 输出电压	—	2 V	—	—	开漏输出，需 在主板上接 4.7K~10KΩ 上拉电阻
Rx_LOS 低电平 输出电压	—	—	—	0.4 V	I <sub>OL</sub> = 1mA
MOD_DEF(0:2) 高电平	V <sub>OH</sub>	—	2.5 V	—	
MOD_DEF(0:2) 低电平	V <sub>OL</sub>	0 V	—	0.5 V	

## 六、时序规格

参数	符号	最小值	典型值	最大值
TX 关断断言时间	T_off	—	—	100 $\mu$ s
TX 关断撤销时间	T_on	—	—	2 ms
初始化时间 (含 TX_FAULT 复位)	T_start_up	—	—	300 ms
TX_FAULT 从故障到断言时间	Tx_Fault_on	—	—	1 ms
RX_LOS 断言时间	T_los_on	—	—	100 $\mu$ s
RX_LOS 撤销时间	T_los_off	—	—	100 $\mu$ s

## 七、光学性能规格

### 7.1 850nm VCSEL + PIN, 300m (多模)

参数	符号	最小值	典型值	最大值
<b>【发送端】</b>				
中心波长	$\lambda_c$	840 nm	850 nm	860 nm
谱宽 (RMS)	$\Delta\lambda$	—	—	0.65 nm
平均输出功率 *注 5	Pout	-7.3 dBm	—	-1 dBm
消光比	ER	3 dB	—	—
关断状态平均功率	Pout-off	—	—	-30 dBm
发射机色散代价	TDP	—	—	3.9 dB
光学回波损耗容限	ORLT	—	—	12 dB
输出光眼图	—	—	符合 IEEE802.3ae- 2005	—
<b>【接收端】</b>				
中心波长	$\lambda_c$	840 nm	—	860 nm
接收灵敏度 *注 6	SEN	—	—	-11.1 dBm
接收过载功率	Pmax	-1 dBm	—	—
LOS 撤销阈值	LOSD	—	—	-13 dBm
LOS 断言阈值	LOSA	-25 dBm	—	—
LOS 迟滞	LOSH	0.5 dB	—	4 dB

注 5：输出耦合到 50/125 $\mu$ m OM3 多模光纤，典型值为 -2.5 dBm。

注 6：使用 PRBS2<sup>31</sup>-1 测试码型在 10.3125 Gbps 下测量，BER  $\leq 10^{-12}$ 。

### 7.2 1310nm FP + PIN, 2km (单模)

参数	符号	最小值	典型值	最大值
<b>【发送端】</b>				
中心波长	$\lambda_c$	1270 nm	1310 nm	1355 nm
谱宽 (-20dB)	$\Delta\lambda$	—	—	3 nm
平均输出功率 *注 7	Pout	-8.2 dBm	—	0.5 dBm
消光比	ER	3.5 dB	—	—
关断状态平均功率	Pout-off	—	—	-30 dBm
发射机色散代价	TDP	—	—	3.2 dB
光学回波损耗容限	ORLT	—	—	12 dB
输出光眼图	—	—	符合 IEEE802.3ae-	—

			2005	
<b>【接收端】</b>				
中心波长	$\lambda_c$	1260 nm	—	1610 nm
接收灵敏度 *注 8	SEN	—	—	-14.4 dBm
接收过载功率	Pmax	0.5 dBm	—	—
LOS 撤销阈值	LOSD	—	—	-15 dBm
LOS 断言阈值	LOSA	-25 dBm	—	—
LOS 迟滞	LOSH	0.5 dB	—	4 dB

注 7：输出耦合到 9/125 $\mu$ m 单模光纤，典型值为 -2 dBm。

注 8：使用 PRBS2<sup>31</sup>-1 测试码型在 10.3125 Gbps 下测量，BER  $\leq 10^{-12}$ 。

### 7.3 1310nm DFB + PIN, 10km (单模)

参数	符号	最小值	典型值	最大值
<b>【发送端】</b>				
中心波长	$\lambda_c$	1270 nm	1310 nm	1355 nm
边模抑制比	SMSR	30 dB	—	—
谱宽 (-20dB)	$\Delta\lambda$	—	—	1 nm
平均输出功率 *注 9	Pout	-8.2 dBm	—	0.5 dBm
消光比	ER	3.5 dB	—	—
关断状态平均功率	Pout-off	—	—	-30 dBm
发射机色散代价	TDP	—	—	3.2 dB
光学回波损耗容限	ORLT	—	—	12 dB
输出光眼图	—	—	符合 IEEE802.3ae- 2005	—
<b>【接收端】</b>				
中心波长	$\lambda_c$	1260 nm	—	1610 nm
接收灵敏度 *注 10	SEN	—	—	-14.4 dBm
接收过载功率	Pmax	0.5 dBm	—	—
LOS 撤销阈值	LOSD	—	—	-15 dBm
LOS 断言阈值	LOSA	-25 dBm	—	—
LOS 迟滞	LOSH	0.5 dB	—	4 dB

注 9：输出耦合到 9/125 $\mu$ m 单模光纤，典型值为 -2 dBm。

注 10：使用 PRBS2<sup>31</sup>-1 测试码型在 10.3125 Gbps 下测量，BER  $\leq 10^{-12}$ 。

## 7.4 1550nm EML + PIN, 40km (单模)

参数	符号	最小值	典型值	最大值
<b>【发送端】</b>				
中心波长	$\lambda_c$	1530 nm	—	1565 nm
谱宽 (-20dB)	$\Delta\lambda$	—	—	0.3 nm
边模抑制比	SMSR	30 dB	—	—
平均输出功率 *注 11	Pout	-4 dBm	—	4.7 dBm
消光比	ER	3 dB	—	—
关断状态平均功率	Pout-off	—	—	-30 dBm
发射机色散代价	TDP	—	—	3.0 dB
光学回波损耗容限	ORLT	—	—	21 dB
输出光眼图	—	—	符合 IEEE802.3ae- 2005	—
<b>【接收端】</b>				
中心波长	$\lambda_c$	1265 nm	—	1610 nm
接收灵敏度 *注 12	SEN	—	—	-15.8 dBm
接收过载功率	Pmax	-1 dBm	—	—
LOS 撤销阈值	LOSD	—	—	-16.5 dBm
LOS 断言阈值	LOSA	-30 dBm	—	—
LOS 迟滞	LOSH	0.5 dB	—	4 dB

注 11：输出耦合到 9/125 $\mu$ m 单模光纤，典型值为 +0.5 dBm。

注 12：使用 PRBS2<sup>31</sup>-1 测试码型在 10.3125 Gbps 下测量，BER  $\leq 10^{-12}$ 。

## 7.5 1550nm EML + APD, 80km (单模)

参数	符号	最小值	典型值	最大值
<b>【发送端】</b>				
中心波长	$\lambda_c$	1530 nm	—	1565 nm
边模抑制比	SMSR	30 dB	—	—
谱宽 (-20dB)	$\Delta\lambda$	—	—	0.3 nm
平均输出功率 *注 13	Pout	0 dBm	—	4 dBm
消光比	ER	3.5 dB	—	—
关断状态平均功率	Pout-off	—	—	-30 dBm
发射机色散代价	TDP	—	—	3.0 dB
光学回波损耗容限	ORLT	—	—	21 dB
输出光眼图	—	—	符合 IEEE802.3ae-	—

			2005	
<b>【接收端】</b>				
中心波长	$\lambda_c$	1260 nm	—	1570 nm
接收灵敏度 *注 14	SEN	—	—	-23 dBm
接收过载功率	Pmax	-7 dBm	—	—
LOS 撤销阈值	LOSD	—	—	-24 dBm
LOS 断言阈值	LOSA	-36 dBm	—	—
LOS 迟滞	LOSH	0.5 dB	—	4 dB

**注 13:** 输出耦合到 9/125 $\mu$ m 单模光纤, 典型值为 +2 dBm。

**注 14:** 使用 PRBS2<sup>31</sup>-1 测试码型在 10.3125 Gbps 下测量, BER  $\leq 10^{-12}$ 。

## 八、SFP+ 收发器引脚定义

引脚编号	名称	功能说明	插入顺序
1	VeeT	发射端接地	1
2	TX Fault	发射机故障指示	3
3	TX Disable	发射机关闭控制 (高电平或悬空时关闭)	3
4	SDA	模块定义 2: 2 线串行接口数据线	3
5	SCL	模块定义 1: 2 线串行接口时钟线	3
6	MOD-ABS	模块定义 0: 模块在位信号, 在模块内连接至 VeeT 或 VeeR	3
7	RS0	RX 速率选择 (LVTTTL), 可选控制 SFP+ 模块接收端; 该引脚通过 >30K $\Omega$ 电阻下拉至 VeeT	3
8	LOS	接收信号丢失 (Loss of Signal)	3
9	RS1	TX 速率选择 (LVTTTL), 可选控制 SFP+ 模块发射端; 该引脚通过 >30K $\Omega$ 电阻下拉至 VeeT	1
10	VeeR	接收端接地	1
11	VeeR	接收端接地	1
12	RD-	差分接收数据输出 (反相)	3
13	RD+	差分接收数据输出 (同相)	3
14	VeeR	接收端接地	1
15	VccR	接收端电源 (3.3V $\pm$ 5%)	2
16	VccT	发射端电源 (3.3V $\pm$ 5%)	2
17	VeeT	发射端接地	1
18	TD+	差分发送数据输入 (同相)	3
19	TD-	差分发送数据输入 (反相)	3

		相)	
20	VeeT	发射端接地	1

**注 15:** TX Fault 为开集电极/漏极输出，需在主板上接 4.7K~10KΩ 上拉电阻，上拉电压在 2.0V 至  $V_{ccT}/R+0.3V$  之间。高电平表示激光器存在某种故障；低电平表示正常工作，低态时输出拉低至 <0.8V。

**注 16:** TX Disable 为输入信号，用于关断发射端光输出。模块内部通过 4.7K~10KΩ 电阻上拉。状态定义：低电平=发射机工作；高电平=发射机关闭；悬空=发射机关闭。

**注 17:** MOD-ABS (模块在位) ，在模块内连接至 VeeT 或 VeeR。

**注 18:** LOS (接收信号丢失) 为开集电极/漏极输出，需在主板上接 4.7K~10KΩ 上拉电阻，上拉电压在 2.0V 至  $V_{ccT}/R+0.3V$  之间。高电平表示接收光功率低于最差情况下的接收灵敏度 (按使用标准定义) ；低电平表示正常工作，低态时输出拉低至 <0.8V。

**注 19:** 模块信号地引脚 VeeR 和 VeeT 应与模块外壳绝缘隔离。

**注 20:** RD-/+: 差分接收数据输出。AC 耦合在模块内部完成，主板上无需额外耦合电容。

**注 21:** VccR 和 VccT 分别为接收端和发射端电源，在 SFP 连接器引脚处定义为  $3.3V \pm 5\%$ 。应使用 DC 电阻小于 1Ω 的电感，以确保 3.3V 供电在 SFP 输入引脚处的电压精度。VccR 和 VccT 可在 SFP 收发器模块内部相互连接。

**注 22:** TD-/+: 差分发送数据输入。AC 耦合在模块内部完成，主板上无需额外耦合电容。

## 九、数字诊断功能 (DDM)

1) YXT SFP+ 收发器支持符合 SFP MSA 规范的 2 线串行通信协议。协议定义了 EEPROM 中 256 字节的存储映射，8 位地址为 1010000X (A0h)。数字诊断监测接口 (DDMI) 使用 8 位地址 1010001X (A2h)。SFP 收发器提供唯一的数字诊断监测接口 (DDMI)，可实时读取收发器供电电压、收发器温度、发射光功率、激光偏置电流及接收光功率等工作参数，并定义了告警和预警阈值，当特定工作参数超出出厂设定范围时，系统将发出提示。

2) 激活串行协议后，串行时钟信号 (SCL, Mod Def1) 由主机生成。上升沿将数据写入未写保护的 EEPROM 段；下降沿将数据从 SFP 收发器读出。串行数据信号 (SDA, Mod Def2) 为双向信号，用于串行数据传输。主机通过 SDA 配合 SCL 标记串行协议激活的起始和结束。存储器以一系列 8bit 数据字的形式组织，可按地址逐字或顺序访问。

3) YP-TGxx-xxDxR 的数字诊断功能默认采用内部校准方式：校准数据和告警/预警阈值在器件生产时写入。

### 数字诊断监测规格

#### 监测精度

参数	最小值	典型值	最大值
内部测量收发器温度	—	—	±3°C
内部测量收发器供电电压	—	—	±3%
测量 TX 偏置电流	—	—	±10%
测量 TX 输出功率	—	—	±3 dBm
测量 RX 接收平均光功率	—	—	±3 dBm

#### 动态范围 (工作告警/预警阈值) \*注 23

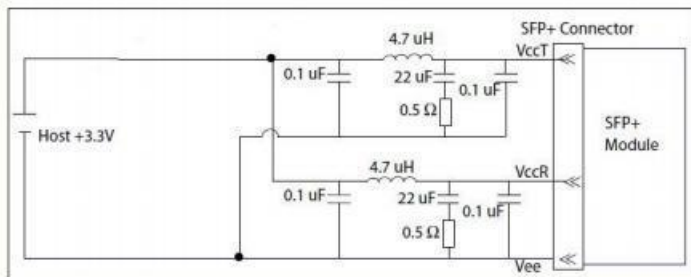
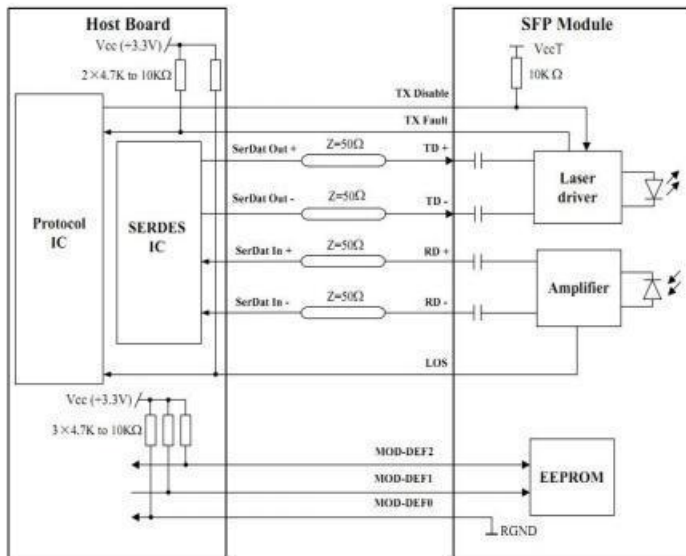
参数	高告警 (H-Alarm)	高预警 (H-Warning)	低预警 (L-Warning)	低告警 (L-Alarm)	单位
内部测量温度 (ST)	+85	+80	-5	-10	°C
内部测量温度 (IT)	+100	+95	-35	-40	°C
内部测量供电电压	3.63	3.47	3.13	2.97	V
TX 偏置电流 (VCSEL 激光)	12	11	2	1	mA

TX 偏置电流 (FP/DFB 激光)	120	110	10	5	mA
TX 偏置电流 (EML 激光)	130	120	10	5	mA
TX 输出功率	Pout_MAX+1	Pout_MAX	Pout_MIN	Pout_MIN-1	dBm
RX 接收平均光 功率	过载功率+1	过载功率	灵敏度	灵敏度-2	dBm

**注 23:** 阈值可根据制造商测试结果进行调整。

## 十、推荐电路及机械尺寸

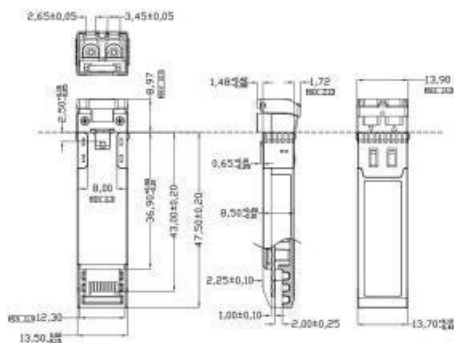
### 10.1 推荐主板电源电路



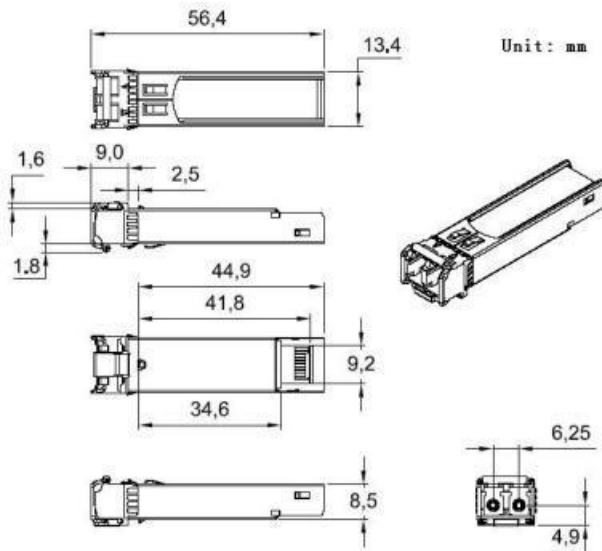
### 10.2 机械外形尺寸

多模模块 (Multi-Mode Module) :

- 标准温度版 (Standard Temperature) :

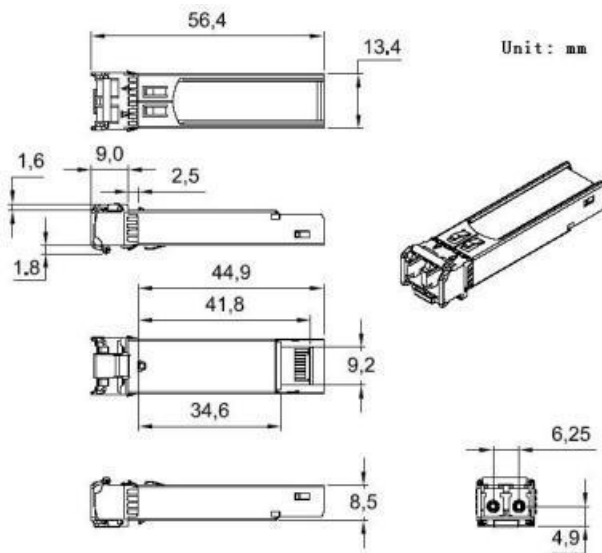


- 工业温度版 (Industrial Temperature) :

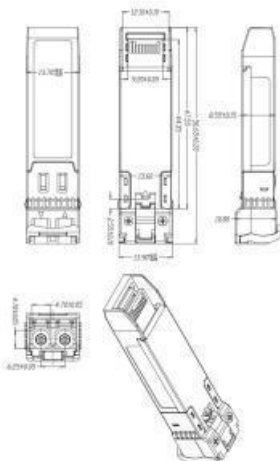


单模模块 (Single Mode Module) :

- LR 型 (10km) :



- ER/ZR 型 (40km/80km) :



## 十一、激光眼安全

本系列收发器均为 Class I (一类) 激光产品, 符合 IEC-60825 及 FDA 21CFR 1040.10 和 1040.11 标准。收发器必须在规定的温度和电压范围内使用。模块的光学端口应始终连接光纤连接器或安装防尘塞。