数据手册

MODULETEK: SFP-25G-ER-x-C10

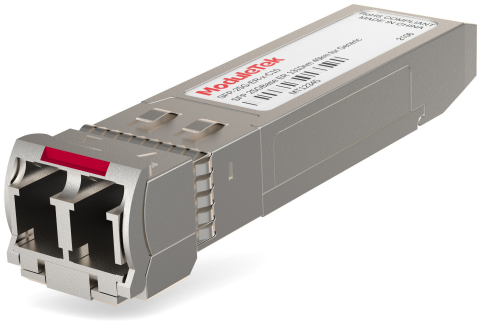
25Gb/s SFP28 ER 40km 光收发模块

产品简介

ModuleTek 的 SFP-25G-ER-x-C10 光收发模块基于 25G 以太网 IEEE 802.3 标准。符合 SFF-8402、SFF-8432 和 SFF-8472 标准，为 25G 以太网应用提供快速可靠的接口。该产品通过 2 线串行总线实现 SFF-8472 要求的数字诊断功能。

产品特性

支持 25.78Gb/s 的双向数据传输能力
带温度控制功能的 EML 激光器和 APD 接收器
符合 IEEE 802.3-2022 标准
符合 SFF-8402 Rev1.2 标准
符合 SFF-8432 Rev5.2a 标准
符合 SFF-8472 Rev12.3 标准
发射机和接收机具有内部 CDR 功能
可热插拔的 SFP28 封装
双 LC 接口
具有数字诊断功能
在单模光纤上传输距离可达 40 公里
单电源供电 3.3V
符合 RoHS 标准
工作温度范围（外壳温度）：商业温度等级：0°C 至 70°C
工业温度等级：-40°C 至 85°C



应用

25G 以太网

订购信息

型号	产品 ID	描述	拉环颜色
SFP-25G-ER-C-C10	M008200	25GBASE ER，LC 接口，单模光纤上传输距离可达 40 公里，商业温度	红色
SFP-25G-ER-I-C10	M008201	25GBASE ER，LC 接口，单模光纤上传输距离可达 40 公里，工业温度	红色

注：
1. 产品 ID 为我司产品标准型号的简写订货号

如需了解更多信息或订购上述产品，请联系：

电子邮件：sales@moduletek.com

摩泰光电官网：www.moduletek.com

产品一般规格

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
数据速率	DR		25.78		Gb/s	1
误码率	BER			$5x10^{-5}$		2
工作温度	T_C	0		70	°C	3
		-40		85	°C	3
储存温度	T_{STO}	−40		85	°C	4
工作电流 (商业温度)	I_{CC}			450	mA	
工作电流 (工业温度)	I_{CC}			550	mA	
工作电压	V_{CC}	3.14	3.3	3.46	V	
功耗 (商业温度)	P			1.5	W	
功耗 (工业温度)	P			1.8	W	
最大电压	V_{MAX}	0		3.6	V	5

注:
1. IEEE 802.3
2. 使用 25.78Gb/s，PRBS 2^{31}-1 信号测试
3. 外壳表面温度
4. 环境温度
5. 电接口

传输距离

数据速率	光纤类型	距离范围 (km)	备注
25.78Gb/s	9/125um 单模光纤	40	1

注:
1. 在 25G 速率应用下，要求主机具有 RS-FEC 功能

光学特性—发射机

V_{CC}=3.14V to 3.46V，T_C

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
发射光功率	P_{TX}	-3		6	dBm	1
光中心波长	λ_C	1295		1310	nm	
消光比	ER	4			dB	
光谱宽度 (-20dB)	$\Delta\lambda$			1	nm	
边模抑制比	SMSR	30			dB	
关闭发射机时的输出光功率	P_{OUT_OFF}			−30	dBm	1

注:
1. 平均光功率

光学特性—接收机

V_{CC}=3.14V to 3.46V，T_C

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
光中心波长	λ_C	1295		1325	nm	
接收机过载	P_{OL}	−4			dBm	
接收灵敏度	R_{X_SEN}			−21	dBm	1
LOS 信号生效	LOS_A	−30			dBm	
LOS 信号失效	LOS_D			−22	dBm	
LOS 信号迟滞区间	LOS_H	0.5			dB	

注:
1. 平均光功率，使用 ER=9dB，25.78Gb/s，PRBS 2^{31}-1 信号测试，BER 5x10^{-5}；

电气特性—发射机

V_{CC}=3.14V to 3.46V，T_C

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
差分输入阻抗	R_{IN}		100		Ω	
差分输入摆幅	V_{IN_PP}	180		700	mV	
发射机关闭电压	V_D	2		V_{CC}	V	
发射机使能电压	V_{EN}	V_{EE}		V_{EE}+0.8	V	

电气特性—接收机

V_{CC}=3.14V to 3.46V，T_C

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
差分输出摆幅	V_{OUT_PP}	150		900	mV	
LOS 信号生效	V_{LOS_A}	2		V_{CC_HOST}	V	
LOS 信号失效	V_{LOS_D}	V_{EE}		V_{EE}+0.8	V	

A0H 的寄存器说明

IIC 地址	字节大小	寄存器名称	寄存器描述	上电缺省值 (HEX)
0	1	Identifier	SFP/SFP+/SFP28	03
1	1	Extended Identifier	使用 IIC 接口	04
2	1	Connector	使用 LC 连接器	07
3-10	8	Transceiver	25G Base ER	00 00 00 00 00 00 00 00
11	1	Encoding	使用 64B/66B 编码方式	06
12	1	BR, Nominal	25.78Gb/s 的标称速率	FF
13	1	Rate Identifier	无速率选择功能	00
14	1	Length(9μm)-km	在单模光纤传输 40km	28
15	1	Length (9μm)-100m	在单模光纤传输 40km	FF
16	1	Length (50μm)-10m	在多模光纤的传输距离	00
17	1	Length (62.5μm)-10m	在多模光纤的传输距离	00
18	1	Length (Copper)	在铜缆的传输距离	00
19	1	Reserved	未定义	00
20-35	16	Vendor name	MODULETEK	4D 4F 44 55 4C 45 54 45 4B 20 20 20 20 20 20 20
36	1	Transceiver	25G Base ER	04
37-39	3	Vendor OUI	无厂商 OUI	00 00 00
40-55	16	Vendor PN	厂商产品型号	由厂商定义
56-59	4	Vendor Revision Number	厂商产品版本号	由厂商定义
60-61	2	Wavelength	激光器的中心波长	05 1E
62	1	Reserved	未定义	00
63	1	CC_BASE	0-62 字节的校验和	由厂商定义
64	1	Transceiver Options	BIT7=0 保留位 BIT6 模块功率级别定义 BIT5 模块功率级别定义 BIT4=1 实现分页功能 BIT3=1 有内部重定时或时钟数据恢复 (CDR) 功能 BIT2=1 使用制冷激光器 BIT1 模块功率级别定义 BIT0=0 接收机为限幅方式输出 商业温度：功率级别为 2(小于 1.5W, BIT6=0, BIT5=0, BIT1=1) 工业温度：功率级别为 3(小于 2.0W, BIT6=0, BIT5=1, BIT1=0)	1E/3C

65	1	Transceiver Options	BIT7=0 未实现接收机判决门限可调功能 BIT6=0 未使用可调波长激光器 BIT5=0 未实现速率选择功能 BIT4=1 有 TX_DIS 功能 BIT3=1 有 TX_Fault 功能 BIT2=0 未实现 LOSS 功能 (无 SD 功能) BIT1=1 有 RX_LOS 功能 BIT0=0 保留位	1A
66	1	BR, max	最高信号速率	67
67	1	BR, min	最大速率偏差	00
68-83	16	Vendor SN	厂商序列号	由厂商定义
84-91	8	Date code	日期代码	由厂商定义
92	1	Monitoring Type	BIT7=0 兼容 SFF-8472 要求 BIT6=1 有实现数字诊断功能 BIT5=1 有实现内部校准功能 BIT4=0 未实现外部校准功能 BIT3=1 接收光功率为平均光功率 BIT2=0 不需要执行 Address change Mode BIT1=0 保留位 BIT0=0 保留位	68
93	1	Enhanced Options	BIT7=1 有实现警告/报警标志位 BIT6=1 有实现软件 TX_DIS 信号控制和监视功能 BIT5=1 有实现软件 TX_Fault 信号监视功能 BIT4=1 有实现软件 RX_LOS 信号监视功能 BIT3=0 未实现软件速率选择控制和监视功能 BIT2=0 未实现 SFF-8079 应用选择功能 BIT1=0 未实现 SFF-8431 的软件速率选择功能 BIT0=0 保留位	F0
94	1	Compliance	按照 12.3 版本的 SFF-8472 定义	08
95	1	CC_EXT	64-94 字节的校验和	由厂商定义
96-127	32	Vendor Specific	厂商自定义区域	由厂商定义
128-255	128	Vendor Specific	厂商自定义区域	由厂商定义

A2h LOW 设备的寄存器说明

IIC 地址	字节大小	寄存器名称	描述	上电缺省值 (HEX)
Alarm/Warning 阈值				
00-01	2	Temp High Alarm	温度高报警	见阈值范围表
02-03	2	Temp Low Alarm	温度低报警	见阈值范围表
04-05	2	Temp High Warning	温度高警告	见阈值范围表
06-07	2	Temp Low Warning	温度低警告	见阈值范围表
08-09	2	Voltage High Alarm	电压高报警	见阈值范围表
10-11	2	Voltage Low Alarm	电压低报警	见阈值范围表
12-13	2	Voltage High Warning	电压高警告	见阈值范围表
14-15	2	Voltage Low Warning	电压低警告	见阈值范围表
16-17	2	Bias High Alarm	偏置电流高报警	见阈值范围表
18-19	2	Bias Low Alarm	偏置电流低报警	见阈值范围表
20-21	2	Bias High Warning	偏置电流高警告	见阈值范围表
22-23	2	Bias Low Warning	偏置电流低警告	见阈值范围表
24-25	2	TX Power High Alarm	发射光功率高报警	见阈值范围表
26-27	2	TX Power Low Alarm	发射光功率低报警	见阈值范围表
28-29	2	TX Power High Warning	发射光功率高警告	见阈值范围表
30-31	2	TX Power Low Warning	发射光功率低警告	见阈值范围表
32-33	2	RX Power High Alarm	接收光功率高报警	见阈值范围表
34-35	2	RX Power Low Alarm	接收光功率低报警	见阈值范围表
36-37	2	RX Power High Warning	接收光功率高警告	见阈值范围表
38-39	2	RX Power Low Warning	接收光功率低警告	见阈值范围表
40-41	2	Optional Laser Temp High Alarm	激光管温度高报警	见阈值范围表
42-43	2	Optional Laser Temp Low Alarm	激光管温度低报警	见阈值范围表
44-45	2	Optional Laser Temp High Warning	激光管温度高警告	见阈值范围表
46-47	2	Optional Laser Temp Low Warning	激光管温度低警告	见阈值范围表
48-49	2	Optional TEC Current High Alarm	TEC 电流高报警	见阈值范围表
50-51	2	Optional TEC Current Low Alarm	TEC 电流低报警	见阈值范围表
52-53	2	Optional TEC Current High Warning	TEC 电流高警告	见阈值范围表
54-55	2	Optional TEC Current Low Warning	TEC 电流低警告	见阈值范围表
用于外部校准的校准常数				
56-59	4	RX_PWR(4)	模块仅实现内部校正功能	00 00 00 00
60-63	4	RX_PWR(3)	模块仅实现内部校正功能	00 00 00 00

64-67	4	RX_PWR(2)	模块仅实现内部校正功能	00 00 00 00
68-71	4	RX_PWR(1)	模块仅实现内部校正功能	3F 80 00 00
72-75	4	RX_PWR(0)	模块仅实现内部校正功能	00 00 00 00
76-77	2	TX_I(斜率)	模块仅实现内部校正功能	01 00
78-79	2	TX_I(偏移)	模块仅实现内部校正功能	00 00
80-81	2	TX_PWR(斜率)	模块仅实现内部校正功能	01 00
82-83	2	TX_PWR(偏移)	模块仅实现内部校正功能	00 00
84-85	2	T(斜率)	模块仅实现内部校正功能	01 00
86-87	2	T(偏移)	模块仅实现内部校正功能	00 00
88-89	2	V(斜率)	模块仅实现内部校正功能	01 00
90-91	2	V(偏移)	模块仅实现内部校正功能	00 00
92-94	3	未指定	–	FF FF FF
95	1	校验和	0-94 字节的字节内容和的低 8BIT	–
A/D 值和状态位				
96-97	2	Temperature MSB/ LSB	温度实测值	变量
98-99	2	Vcc MSB/LSB	电压实测值	变量
100-101	2	Tx Bias MSB/LSB	偏置电流实测值	变量
102-103	2	TX Power MSB/LSB	发射端输出功率实测值	变量
104-105	2	RX Power MSB/LSB	接收端输入功率实测值	变量
106-107	2	Laser T/W MSB/LSB	激光器温度或波长实测值	变量
108-109	2	TEC current MSB/ LSB	TEC 电流实测值	变量
110	1	Status/Control	BIT7 TX_DIS 管脚状态 BIT6 软件 TX_DIS 控制位 BIT5 RS1 管脚状态 BIT4 RS0 管脚状态 BIT3 软件 RS0 控制位 BIT2 TX_Fault 管脚状态 BIT1 RX_LOS 管脚状态 BIT0 Data_Ready_Bar 管脚状态	变量
111	1	Reserved	保留给 SFF-8079	00
112	1	Alarm Flags	BIT7 温度高报警 BIT6 温度低报警 BIT5 电压高报警 BIT4 电压低报警 BIT3 偏置电流高报警 BIT2 偏置电流低报警 BIT1 发射端功率高报警 BIT0 发射端功率低报警	变量
113	1	Alarm Flags	BIT7 接收端功率高报警 BIT6 接收端功率低报警 BIT5 激光管温度高报警 BIT4 激光管温度低报警 BIT3 TEC 电流高报警 BIT2 TEC 电流低报警 BIT1-BIT0 保留位	变量
114	1	Tx Input EQ Control	BIT7-BIT4 高速率模式输入均衡设定值; BIT3-BIT0 低速率模式输入均衡设定值;	00
115	1	Rx Out Emphasis Control	BIT7-BIT4 高速率模式输出加重设定值; BIT3-BIT0 低速率模式输出加重设定值;	00

116	1	Warning Flags	BIT7 温度高警告 BIT6 温度低警告 BIT5 电压高警告 BIT4 电压低警告 BIT3 偏置电流高警告 BIT2 偏置电流低警告 BIT1 发射端光功率高警告 BIT0 发射端光功率低警告	变量
117	1	Warning Flags	BIT7 接收端光功率高警告 BIT6 接收端光功率低警告 BIT5 激光管温度高警告 BIT4 激光管温度低警告 BIT3 TEC 电流高警告 BIT2 TEC 电流低警告 BIT1-BIT0 保留位	变量
118	1	Ext Status/Control	BIT7-BIT4 保留位 BIT3 软件 RS1 的控制位 BIT2 保留位 BIT1 模块功率级别状态位。0 表示功率等级 1(小于 1.0W)，1 表示功率等级为 2(小于 1.5W) 或 3(小于 2.0W)，取决于 A0h 地址的 64 字节 BIT0 模块功率级别控制位。0 表示功率等级 1(小于 1.0W)，1 表示功率等级为 2(小于 1.5W) 或 3(小于 2.0W)，取决于 A0h 地址的 64 字节	00
119	1	Ext Status/Control	BIT7-BIT5 保留位 BIT4=0 不适用 BIT3=0 不适用 BIT2=0 不适用 BIT1 0 表示发射端 CDR 锁定，1 表示发射端 CDR 失锁 BIT0 0 表示接收端 CDR 锁定，1 表示接收端 CDR 失锁	变量
通用字段				
120-122	3	Reserved	保留位	00 00 00
123-126	4	Security Level Password	安全等级密码输入区，写入的密码可回显，上电缺省值为 00 00 00 00	00 00 00 00
127	1	Table Select	表选位	00

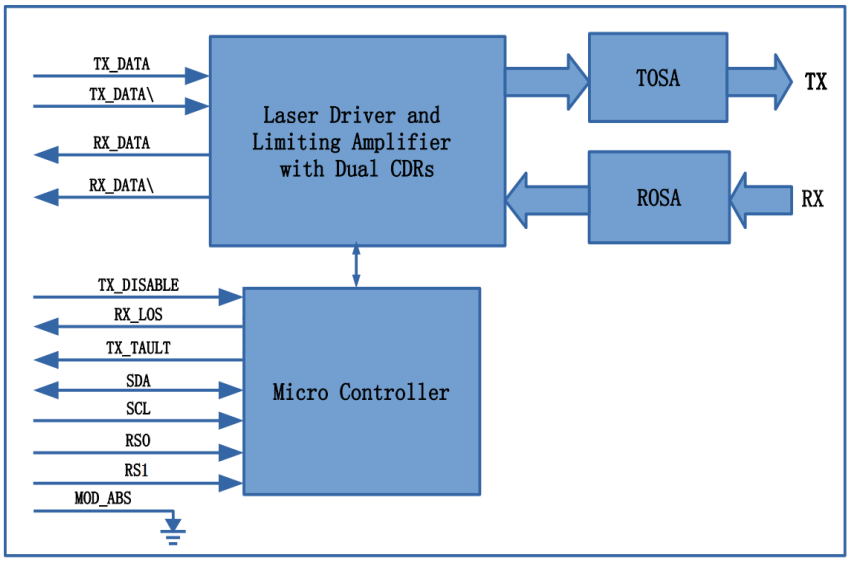
数字诊断功能

SFP-25G-ER-x-C10 支持 SFF-8472 中定义的 2 线串行通信协议，该产品通过地址为 A2h 的 2 线接口访问数字诊断信息。数字诊断默认为内部校准，内部的微控制单元实时访问设备运行参数，如模块温度，工作电压，激光器偏置电流，发射光功率，接收光功率，激光器温度和 TEC 电流。模块实现了 SFF-8472 的告警功能。

DDM 阈值信息

参数		Alarm 阈值		Warning 阈值	
		High Value	Low Value	High Value	Low Value
温度（°C）	C	75 (4B 00)	-5 (FB 00)	70 (46 00)	0 (00 00)
	I	90 (5A 00)	-45 (D3 00)	85 (55 00)	-40 (D8 00)
电压（V）		3.63(8D CC)	2.97 (74 04)	3.46 (87 5A)	3.13 (7A 76)
电流（mA）		120 (EA 60)	20 (27 10)	110 (D6 D8)	25 (30 D4)
发射光功率（dBm）		8.16 (FF B8)	-7.0 (07 CB)	6.0 (9B 83)	-3.0 (13 94)
接收光功率（dBm）		-1.0 (1F 07)	-24.9 (00 20)	-4.0 (0F 8D)	-21.0 (00 4F)
TOSA 温度（°C）		70 (46 00)	30 (1E 00)	65 (41 00)	35 (23 00)
TEC 电流（A）		1.2 (2E E0)	-0.9 (DC D8)	1.0 (27 10)	-0.7 (E4 A8)

框图



功能说明

MODULETEK 的 SFP-25G-ER-x-C10 模块由微控制器、光发射组件 (TOSA)、光接收组件 (ROSA) 以及多功能集成芯片 (集成了激光驱动器，限幅放大器和双路时钟数据恢复 (CDR) 等功能) 组成。

微控制器通过 2 线串行通信接口与主机进行通信，提供模块的控制功能和状态报告功能，本产品符合 SFF-8472 标准。

光发射组件中包括 DFB 激光器、电吸收调制器（EAM)、半导体制冷器 (TEC) 和背光二极管。TEC 控制激光器温度，当设定了一个温度时，模块的激光器温度通过 TEC 的控制将会保持不变。激光器波长与激光器的温度有关，可通过设定激光器温度对模块波长进行设定，激光器温度稳定时，模块具有稳定的波长。

激光驱动器将 CDR 恢复整形的高速差分信号进行放大，驱动光发射组件中的激光器产生光信号，同时会通过自动光功率控制反馈回路来保持发射光功率的稳定性。电信号从模块的电接口进入光模块，然后输入到激光驱动器芯片，由激光驱动器芯片向激光器提供偏置电流和调制电流。当发射端关断信号 (TX Disable) 为高电平 (TTL 逻辑“1”) 时，关闭激光器输出，当 TX Disable 为低电平 (TTL 逻辑“0”) 时，激光器将在 1ms 内开启。当发射端故障报告信号 (TX Fault) 为高电平时，表示由发射端偏置电流或发射光功率或者激光管温度超出预设的报警阈值引起的发送器故障，低电平表示正常运行。模块具备发射端静噪功能，当送入 CDR 的电信号幅度低于设定门限 (典型值 50mVpp) 时，模块会启动发射端静噪功能，此时发射端可以检测到光功率，但是光眼图会变为一条直线。

光接收组件中包括 APD 光电检测器和跨阻放大器芯片，光接收组件检测入射的光信号并将该光信号转换为电信号，输出到限幅放大器。

限幅放大器将光接收组件转换出来的电信号放大后，按固定幅度输出到接收通道的 CDR 进行时钟和数据信号恢复。同时限幅放大器会检测光接收组件转换出来的电信号幅度，若低于设定的阈值时，则报告接收信号丢失，并拉高金手指上 RX LOS 引脚电平。LOS 信号检测只与电信号幅度有关，与信号速率无关，与 CDR 是否锁定无关。模块具备接收端静噪功能，当模块报告 LOS 时，模块输出的电眼图将变为一条直线。

A0h、A2h 写保护

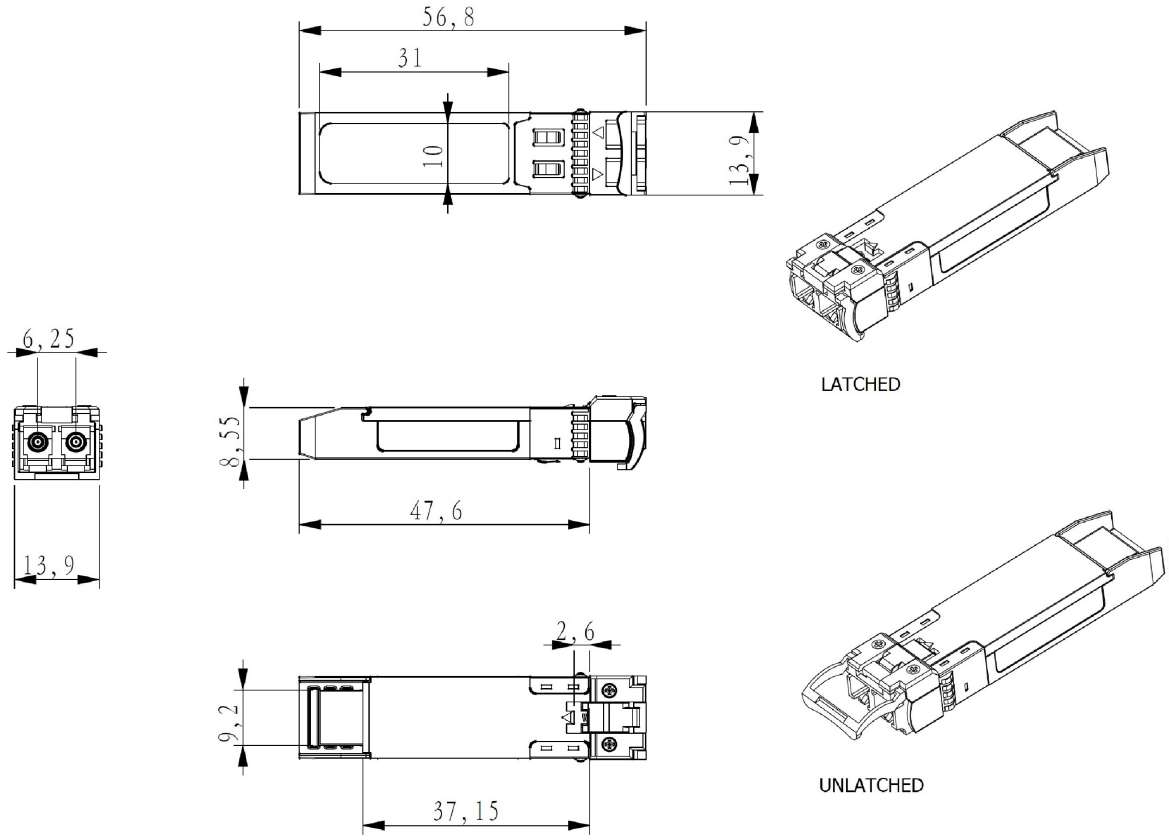
安全等级 1 密码（出厂值）		
写入密码位地址	**字节大小**	**数值 (HEX)**
A2h，7Bh-7Eh	4	00 00 10 11
安全等级 1 密码修改		
修改密码位地址	**字节大小**	**数值 (HEX)**
A2h，表 F0h，80h-83h	4	由用户定义，80h 字节的 Bit7 必须为 0

SFP-25G-ER-x-C10 上电后，A2h 的安全等级密码输入寄存器 7Bh～7Eh 取值默认为 00h，该组寄存器内容更新后，读取值为最后一次写入的值。同时该模块具有 A0h、A2h 写保护功能，用户可以进入安全等级 1 工作状态，对模块器件地址 A0h 及 A2h 的表 00h、表 01h、表 F0h 内容进行写操作。进入安全等级 1 工作状态的方法是：在模块 A2h 地址的 7Bh-7Eh 寄存器内依次写入安全等级 1 密码，进入安全等级 1 后，用户可直接对 A0h 器件地址的内容进行写操作，也可以通过修改 A2h 地址里的 7Fh 表选寄存器内容，对表 00h 或者表 01h 或者表 F0h 进行写操作。该版本模块支持用户修改安全等级 1 的密码，修改方法是：在模块 A2h 器件地址 F0h 表里的 80h-83h 寄存器中，写入新的安全等级 1 密码。

产品重量

模块净重：21.0 克/只
防尘帽净重：0.95 克/只

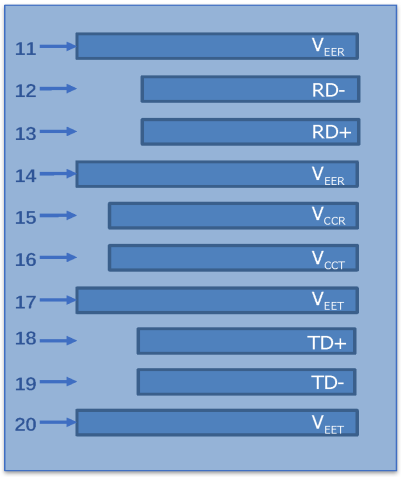
外形尺寸



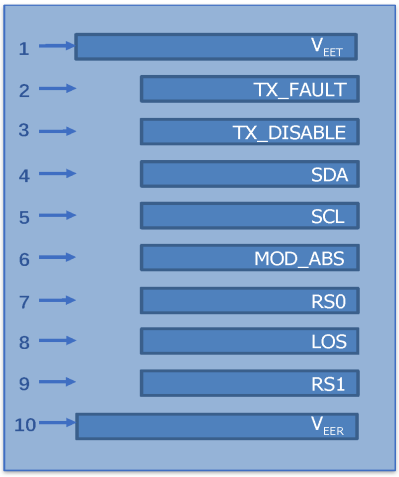
未注尺寸公差 ±0.2mm
单位：毫米

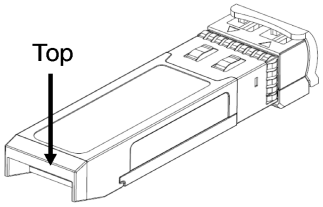
引脚图

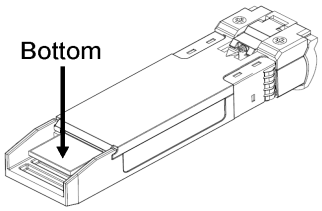
顶部直视图



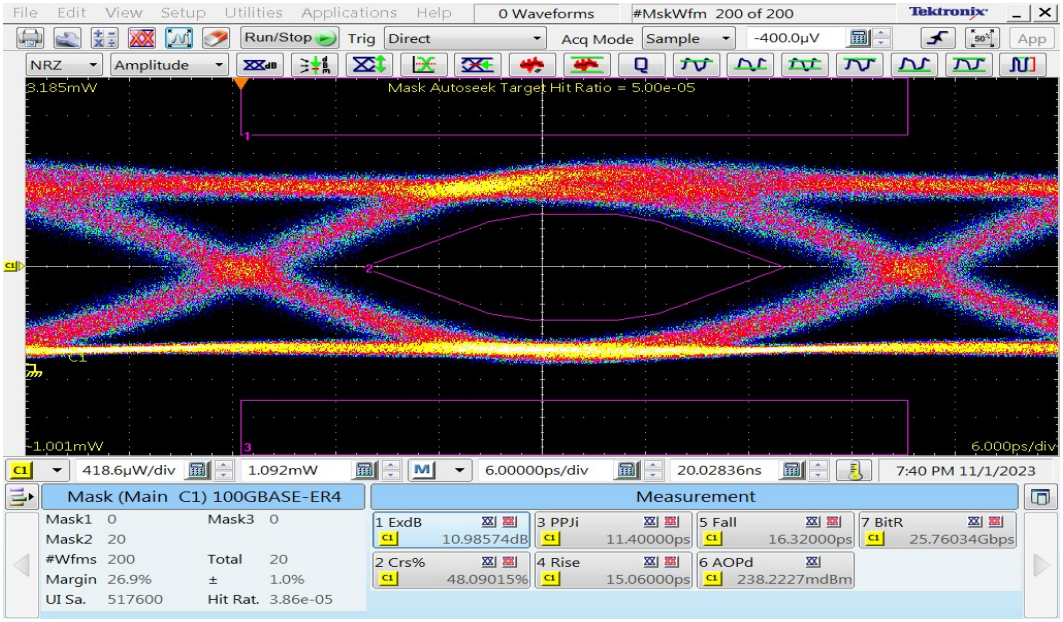
底部直视图







典型眼图



引脚定义

PIN #	符号	说明	备注
1	V_{EET}	发射端地 (与接收端地共用)	1
2	TX_FAULT	发射端故障告警	2
3	TX_DISABLE	关闭模块发射端引脚: 当该引脚电压大于 2.0V 或开路时，关闭发射端 当该引脚电压小于 0.8V 时，开启发射端	3
4	SDA	两线串行接口数据线	4
5	SCL	两线串行接口时钟线	4
6	MOD_ABS	模块插入指示引脚，在模块内接地	4
7	RS0	功能未使用:	
8	LOS	信号丢失指示，高电平表示信号丢失或不符合工作要求	2
9	RS1	功能未使用:	
10	V_{EER}	接收端地 (与发射端地共用)	1
11	V_{EER}	接收端地 (与发射端地共用)	1
12	RD–	接收端数据输出负，交流耦合	
13	RD+	接收端数据输出正，交流耦合	
14	V_{EER}	接收端地 (与发射端地共用)	1
15	V_{CCR}	接收端电源	
16	V_{CCT}	发射端电源	
17	V_{EET}	发射端地 (与接收端地共用)	1
18	TD+	发射端数据输入正，交流耦合	
19	TD–	发射端数据输入负，交流耦合	
20	V_{EET}	发射端地 (与接收端地共用)	1

注:
1. 电路地与模块外壳是绝缘的
2. 该引脚是集电极开路输出，应在主机板上以 4.7kΩ-10kΩ 的电阻上拉到 2V 至 Vcc+0.3V 之间的电压
3. 模块内部使用 4.7kΩ-10kΩ 的电阻上拉到 VCCT
4. 应在主机板上以 4.7kΩ-10kΩ 的电阻上拉到 2V 至 Vcc+0.3V 之间的电压

参考文献

1. Specification for SFP+ 1X Pluggable Transceiver Solutions - SFF-8402 Rev1.2.
2. Specification for SFP+ Module and Cage - SFF-8432 Rev5.2a.
3. Specification for Management Interface for SFP+ - SFF-8472 Rev12.3.