

ICS 33.180.01

M 33

**YD**

# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2760-2014

---

## 千兆以太网铜缆小型化可插拔收发模块 技术条件

Technical specification for copper cable small form factor  
pluggable transceiver used in Gigabit Ethernet

2014-10-14 发布

2014-10-14 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、术语和定义	1
3.1 缩略语	1
3.2 术语和定义	2
4 技术要求	2
4.1 传输线	2
4.2 接口电气特性	2
4.3 工作条件	4
4.4 外壳外形尺寸	4
4.5 引脚定义	4
4.6 A0h 地址内容	4
4.7 环保符合性	4
5 测试方法	5
5.1 测试环境要求	5
5.2 接收端输出差分幅度、误码率和眼图测试方法	5
5.3 抖动测试	5
6 可靠性试验	5
6.1 测试环境要求	5
6.2 可靠性试验要求	5
6.3 不合格判据	6
6.4 电磁兼容	6
7 检验规则	7
7.1 检验分类	7
7.2 出厂检验	7
7.3 型式检验	8
8 标志、包装、运输和贮存	9
8.1 标志	9
8.2 包装	9
8.3 运输	9
8.4 贮存	9
附录 A (资料性附录) 传输线	10

附录 B（规范性附录） 外壳外形尺寸.....11

附录 C（规范性附录） 引脚定义.....12

附录 D（规范性附录） A07地址内容.....13

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准在编制过程中主要参考 IEEE802.3-2008《采用冲突检测存取方法的载波检测多址(CSMA/CD)及物理层规范》和 INF-8074i《小型化可插拔收发模块规范》。

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：武汉邮电科学研究院、深圳新飞通光电技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、武汉华工正源光子技术有限公司。

本标准主要起草人：张春艳、龚 雪、宋梦洋、徐红春、陈 悦、武成宾、刘王来。



# 千兆以太网铜缆小型化可插拔收发模块技术条件

## 1 范围

本标准规定了千兆以太网铜缆小型化可插拔收发模块的缩略语、术语和定义、技术要求、测试方法、可靠性试验、检验规则以及标志、包装、运输和贮存等要求。

本标准适用于千兆以太网铜缆小型化可插拔收发模块（以下简称千兆铜缆收发模块）。

## 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（包括所有的修改本）适用本文件。

GB/T 2828.1-2003 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索逐批检验抽样计划

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 第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验

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

IEC 61000-4-2: 2008 电磁兼容第4-2部分：试验和测量技术-静电放电抗扰度试验（Electromagnetic compatibility (EMC) –Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test）

IEEE 802.3-2008 采用冲突检测存取方法的载波检测多址(CSMA/CD)及物理层规范(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and Physical Layer specifications)

Telcordia GR-468-CORE: 2004 用于通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）

MIL-STD-202G 电子和电气元件试验方法标准（Test method standard electronic and electrical component parts）

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

INF-8074i: 2001 小型化可插拔收发模块规范（Specification for Small Formfactor Pluggable Transceiver）

UL 758-2010 设备用电线材料标准(Standard for appliance wiring material)

## 3 缩略语、术语和定义

### 3.1 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ACC	Active Copper Cable	有源铜缆
AQL	Acceptance Quality Limit	接收质量限
AWG	American Wire Gauge	美国电缆标准
ESD	Electro Static Discharge	静电放电
I <sup>2</sup> C	Two Wire Serial	两线串行



LOS	Loss Of Signal	信号丢失
LVPECL	low Voltage Positive-referenced Emitter Coupled Logic	低电压正发射极耦合逻辑
LVTTL	Low Voltage Transistor Transistor Logic	低压晶体管—晶体管逻辑
OUI	Organizationally Unique Identifier	组织唯一标识符
PCC	Passive Copper Cable	无源铜缆
PRBS	Pseudo Random Binary Sequence	伪随机码序列
RD	Receive Data	接收数据
SFP	Small Form Factor Pluggable	小型化可热插拔
TD	Transmit Data	发送数据
TP	Test Point	测试点
UI	Unit Interval	单元间隔

3.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.2.1

千兆铜缆收发模块 Copper Cable SFP Used in Gigabit Ethernet

两端为SFP封装接口中间为屏蔽铜缆的千兆收发模块。包括有源千兆铜缆收发模块和无源千兆铜缆收发模块，其中有源千兆铜缆收发模块也称为有源铜缆ACC，无源千兆铜缆收发模块也称为无源铜缆PCC。

3.2.2

传输距离 Transmission Distance

千兆铜缆收发模块两端外壳最远端之间的距离。

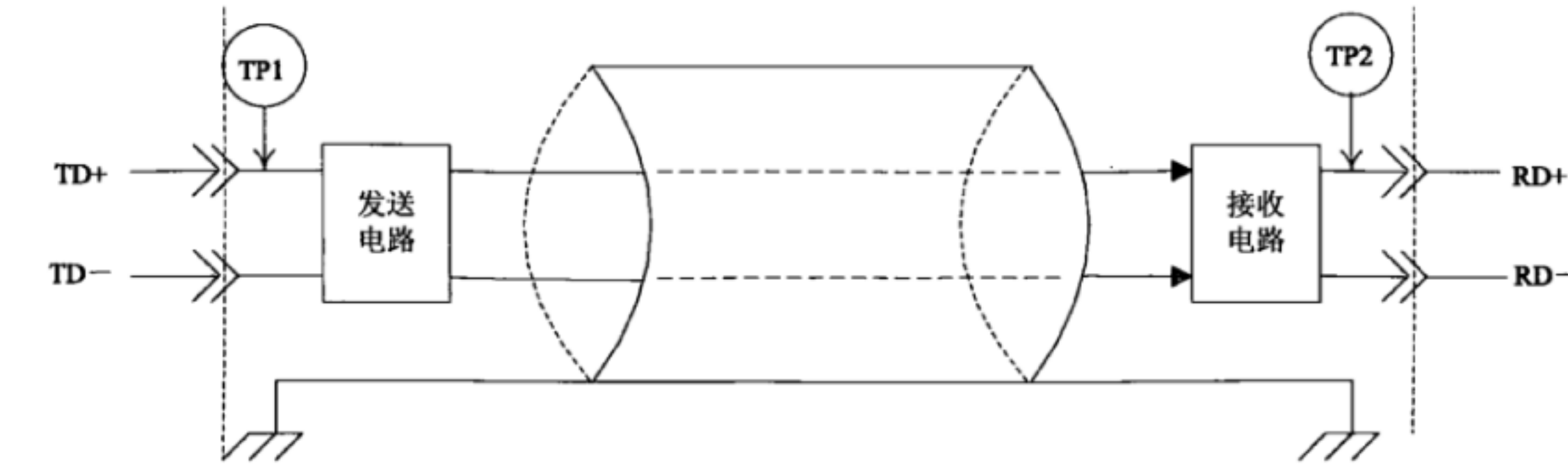
4 技术要求

4.1 传输线

千兆铜缆收发模块传输距离不超过25m。标称传输距离有1m、3m、5m、7m、10m、15m、20m和25m。所用传输线为两对线芯的屏蔽铜缆。屏蔽铜缆建议采用满足 UL 758-2010 的规格：24AWG、26AWG、28AWG、30AWG。传输线规范参见附录 A。

4.2 接口电气特性

千兆铜缆收发模块的电路原理见图1。屏蔽金属层需要连接到模块金属外壳。



(注：只显示了一个方向)

图1 千兆铜缆收发模块电路原理



4.2.1 发送端的输入要求

a) 发送端输入TP1点电气参数见表1。

表1 发送端输入电气参数

参 数	规范值		单 位
	最小值	最大值	
电平类型	LVPECL		—
数据速率	1000		Mbit/s
时钟精度	-100	+100	$10^{-6}$
标称信号速率	1250		MBd
差分幅度	1.1	2.0	Vp-p
上升/下降时间 <sup>a</sup>	85	327	ps
总抖动	—	0.24	UI

<sup>a</sup> 20%~80%相对于逻辑1和逻辑0

b) 发送端输入TP1点眼图应符合图2和表2的要求。

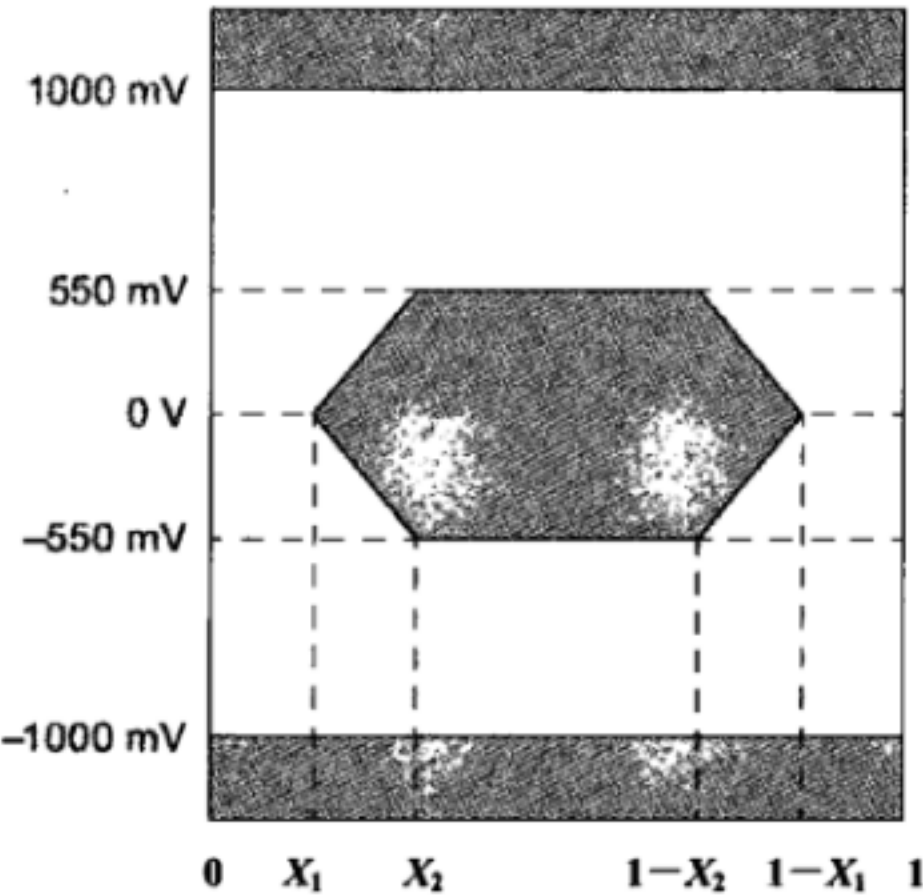


图2 眼图模板

表2 眼图模板参数

参 数	$X_1$	$X_2$	单 位
指标	0.14	0.34	UI

4.2.2 接收端电气特性

a) 接收端TP2点电气参数见表3。

表3 接收端电气参数

参 数	规范值		单 位
	最小值	最大值	
输出差分幅度	400	2000	mVp-p
误码率 <sup>a</sup>	—	$10^{-12}$	—
总抖动	—	0.62	UI

<sup>a</sup> 测试速率是1250MBd, 测试码型PRBS  $2^7-1$

b) 接收端TP2点眼图模板应符合图3的要求。

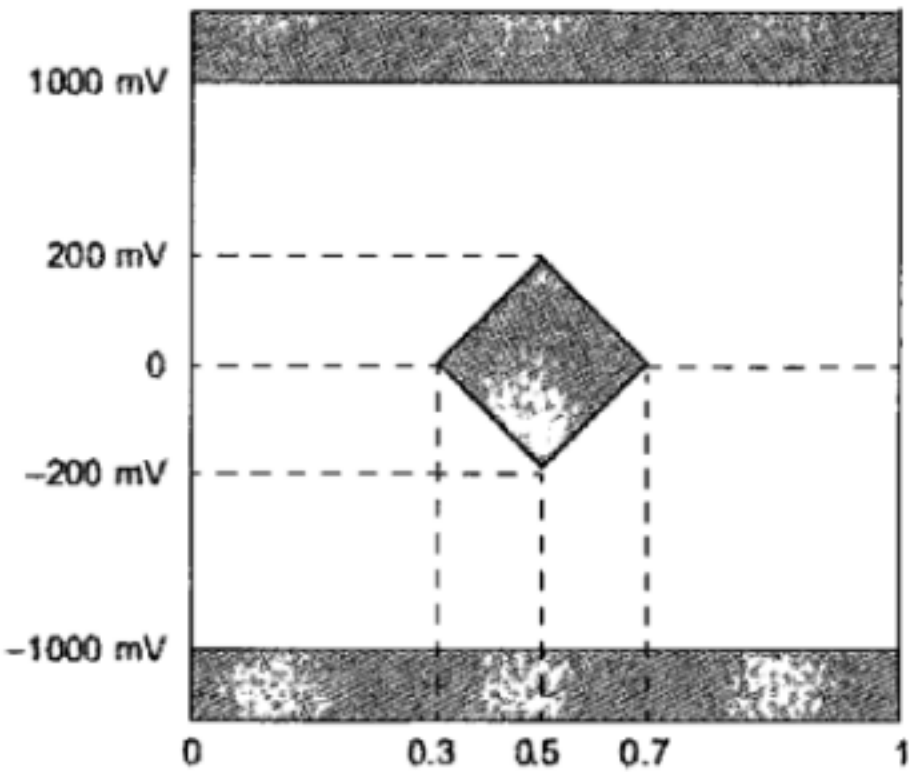


图3 眼图模板

4.3 工作条件

4.3.1 极限工作条件

极限工作条件见表 4。

表4 极限工作条件

参数名称	符号	最小值	最大值	单位
贮存温度	$T_{\text{stg}}$	-20	+85	℃
相对湿度	RH	5	85	%
供电电压	$V_{\text{cc}}$	-0.3	+4.0	V
模块功耗 <sup>a</sup>	P	—	1.0	W

<sup>a</sup> 指单一端的模块功耗

4.3.2 推荐工作条件

推荐工作条件见表 5。

表5 推荐工作条件

参数名称	符 号	最小值	最大值	单 位
工作温度	$T_{\text{op}}$	-10	+70	℃
供电电压	$V_{\text{cc}}$	3.13	3.47	V

4.4 外壳外形尺寸

千兆铜缆收发模块外壳外形尺寸应符合附录 B 要求。

4.5 引脚定义

千兆铜缆收发模块引脚定义应符合附录 C 要求。

4.6 A0h 地址内容

千兆铜缆收发模块 A0h 地址内容应符合附录 D 要求。

4.7 环保符合性

千兆铜缆收发模块的组成单元应符合 SJ/T 11363-2006 中表 1 的分类要求,有毒有害物质的限量应符合 SJ/T 11363-2006 中表 2 要求,并依照 SJ/T 11365-2006 的规定进行检测。

## 5 测试方法

### 5.1 测试环境要求

千兆铜缆收发模块的性能测试应在下列环境条件下进行：

- 温度：15℃～35℃；
- 相对湿度：45%～75%；
- 大气压力：86kPa～106kPa；
- 测试过程中采取静电放电防护措施。

### 5.2 接收端输出差分幅度、误码率和眼图测试方法

#### a) 测试配置

千兆铜缆收发模块输出差分幅度、误码率和眼图测试配置如图 4 所示。

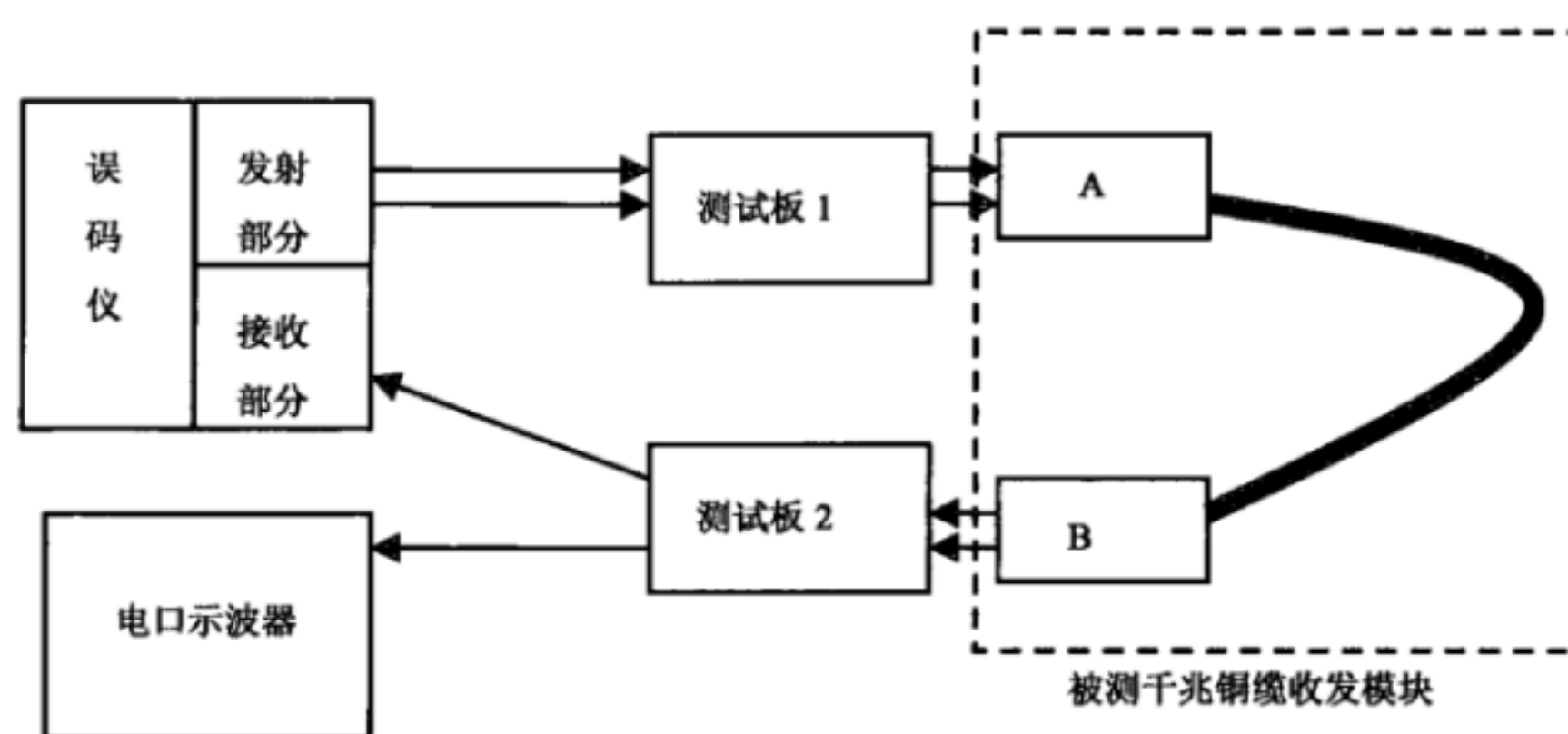


图4 输出差分幅度、误码率和眼图测试配置框图

#### b) 测试步骤

- 1) 如图 4 连接好测试配置；
- 2) 开启电源，配置误码仪速率为 1.25Gbit/s，配置码型发生器的码型为 7 阶 PRBS 非归零码，调整好电口示波器的配置；
- 3) 调出示波器幅度测试功能，调出眼图模板，记录输出幅度，保存眼图。
- 4) 调出误码仪误码率测试功能，测试时间要求大于 800s，记录测试结果。
- 5) A 与 B 端互换位置,测试另一端的输出差分幅度、误码率和眼图，测试步骤同上述 3) 和 4)。

### 5.3 抖动测试

按照 IEEE802.3-2008 的 38.6.8 节要求进行。

## 6 可靠性试验

### 6.1 测试环境要求

测试环境要求同 5.1。

### 6.2 可靠性试验要求

可靠性试验要求见表6。

表6 可靠性试验要求

试验项目		引用标准	试验条件	抽样方案		
				LTPD <sup>a</sup>	SS <sup>b</sup>	C <sup>c</sup>
机械完整性	机械冲击	MIL-STD-883H 方法 2002.4	加速度 500g, 脉冲持续时间 1.0ms, 5 次/轴向	20	11	0
	变频振动	MIL-STD-883H 方法 2007.3	试验条件 A 频率:20Hz~2000Hz, 加速度:20g, 扫频速率: 4min/循环, 循环次数: 4 循环/轴向, 方向 X、Y、Z	20	11	0
非工作环境试验	高温贮存	Telcordia GR-468-CORE (2004) 3.3.2.1	$T_{stg}=85^{\circ}\text{C}$ $t=2000\text{h}$	20	11	0
	低温贮存	Telcordia GR-468-CORE (2004) 3.3.2.1	$T_{stg}=-40^{\circ}\text{C}$ $t=72\text{h}$	20	11	0
	温度循环	MIL-STD-883H 方法 1010.8	循环温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ , 高温、低温转换时间 $\leq 1\text{min}$ , 高低温持续时间为 15min, 循环次数: 500 次	20	11	0
	恒定湿热	MIL-STD-202G 方法 103B	温度 $85^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度 85%, $t=500\text{h}$	20	11	0
工作环境试验	高温寿命	Telcordia GR-468-CORE (2004) 3.3.3.1	$T_{op}=70^{\circ}\text{C}$ , 正常工作条件, $t=2000\text{h}$	20	11	0
物理特性	ESD 阈值 <sup>d</sup>	MIL-STD-883H 方法 3015.8	人体放电模型	-	6	0
	ESD 抗扰度	IEC 61000-4-2:2008	等级4, 空气放电: $\pm 15\text{kV}$ , 10次放电; 接触放电: $\pm 8\text{kV}$ , 10次放电	-	2	-
<sup>a</sup> LTPD——批允许不合格品率。 <sup>b</sup> SS——最少样品数。 <sup>c</sup> C——允许失效数。 <sup>d</sup> 注意在 ESD 极限测试中, 所有样品须测试到其失效为止。“0”(失效数)表示测试 ESD 极限值小于最小容许值的器件数						

### 6.3 不合格判据

#### 6.3.1 各项试验不合格判据 (ESD 抗扰度试验除外)

试验完成后, 千兆铜缆收发模块出现下列任意一种情况即判定为不合格:

- a) 外壳破裂或有裂纹、内部的元器件发生脱落;
- b) 在相同测试条件下, 试验后, 参数不满足 4.2.2 的技术指标要求。

#### 6.3.2 ESD 抗扰度不合格判据

试验完成后, 千兆铜缆收发模块出现下列任意一种情况即判定为不合格:

- a) 出现暂时性误码, 并且恢复时间在 1s 以上;
- b) 业务中断。

### 6.4 电磁兼容

#### 6.4.1 电磁兼容试验分类

电磁兼容试验分为两类:

- 射频电磁场辐射发射试验;
- 射频电磁场辐射抗扰度试验。



### 6.4.2 射频电磁场辐射发射试验

射频电磁场发射试验按GB 9254-2008中B级信息技术设备要求进行。

#### 1GHz 以下辐射发射限值发射试验

1GHz以下辐射发射限值和试验合格判据如下。

a) 1GHz 以下辐射发射限值见表 7。

表7 测量距离3m处的1GHz以下辐射发射限值

频率范围 MHz	准峰值限值 dB $\mu$ V/m
$30 \leq f \leq 230$	40
$230 < f \leq 1000$	47

b) 试验合格判据：辐射强度小于准峰值限值。

#### 1GHz 以上辐射发射限值发射试验

1GHz以上辐射发射限值和试验合格判据如下。

a) 1GHz 以上辐射发射限值见表 8。

表8 测量距离3m处的1GHz以上辐射发射限值

频率范围 GHz	平均值 dB $\mu$ V/m	峰值 dB $\mu$ V/m
$1 \leq f \leq 3$	50	70
$3 < f \leq 6$	54	74

b) 试验合格判据：辐射强度不应超过平均值、峰值。

### 6.4.3 射频电磁场辐射抗扰度试验

射频电磁场辐射抗扰度试验要求和试验合格判据如下。

a) 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要求见表9。

表9 射频电磁场辐射抗扰度试验要求

名 称	规 范
频率范围	80MHz~1000MHz
试验场强	3V/m
幅度调制	80%幅度调制(1kHz 正弦波)

b) 试验合格判据：在每次样品独立试验期间，其误码数应为零。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

### 7.2 出厂检验

千兆铜缆收发模块产品出厂检验分为常规检验与抽样检验。

#### 7.2.1 常规检验

千兆铜缆收发模块常规检验应百分之百进行，检验项目如下：

a) 外观检验：表面无明显划痕，无各种污点，产品标识清晰牢固。

b) 性能检测: 按第 5 章测试方法对误码率进行测试, 其结果应符合 4.2.2 的规定。

### 7.2.2 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 2828.1-2003 规定抽样, 取一般检查水平 II, 接收质量限 (AQL) 和检验项目及方法如下。

#### a) 外观检验

- AQL 取 1.5;
- 检验方法: 目测, 表面无明显划痕, 无各种污点, 产品标识清晰牢固。

#### b) 外形尺寸检验

- AQL 取 1.5;
- 检验方法: 用满足精度要求的量度工具测量, 应符合产品技术条件规定。

#### c) 性能检测

- AQL 取 0.4;
- 检验方法: 按第 5 章的测试方法对参数进行测试, 其结果应符合 4.2.2 的规定。

## 7.3 型式检验

### 7.3.1 型式检验条件

千兆铜缆收发模块有下列情况之一时, 应进行型式检验:

- 新产品定型或已定型产品转场时;
- 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;
- 产品长期停产 12 个月后, 恢复生产时;
- 出厂检验结果与鉴定时的型式检验有较大差别时;
- 正常生产 24 个月后;
- 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

### 7.3.2 型式检验程序

在进行型式检验前应对样品的电特性进行测试, 并记录测试结果, 然后按表 6 进行可靠性试验。

### 7.3.3 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。

### 7.3.4 样品检验规则

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。

### 7.3.5 产品不合格的判定

各项试验完成后, 不合格的判定按 6.3 条规定执行。

### 7.3.6 不合格分组产品的重新检验

对不合格分组的产品, 可进行返工, 以纠正缺陷或筛除失效产品, 然后重新检验。重新检验应采用加严抽样方案, 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。

### 7.3.7 样品的处理

凡经受了型式检验的样品, 一律不能作为合格品交付使用。



## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

#### 8.1.1 标志的内容

每个产品应标明产品型号、规格、编号、批的识别代码等标志。

#### 8.1.2 绿色标志要求

产品的污染控制标志应按SJ/T11364-2006第5条规定，在产品包装盒或产品上打印电子信息产品污染控制标志。

### 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。

### 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。

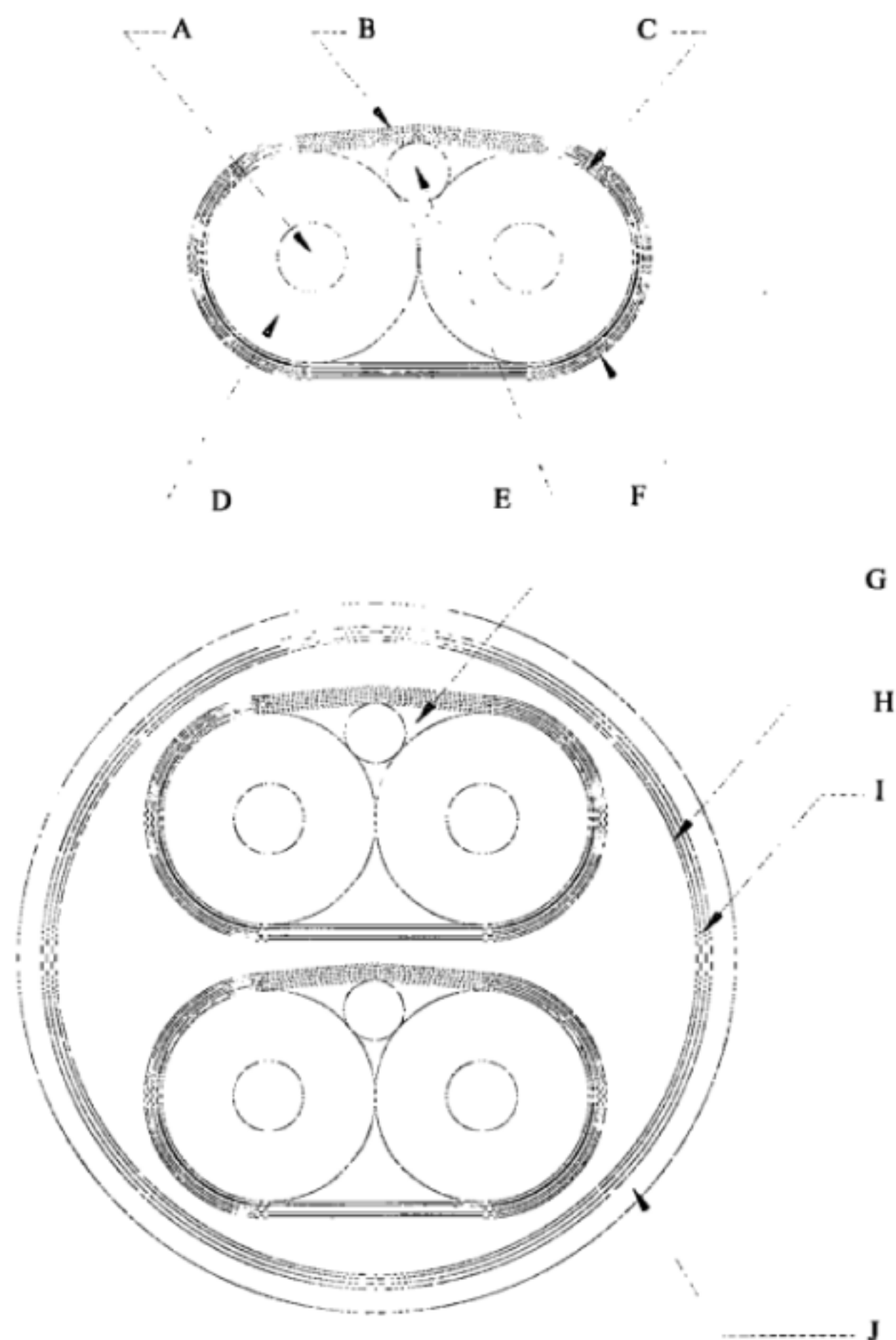
### 8.4 贮存

产品应贮存在环境温度为 $-10^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于80%且无腐蚀性气体、液体的仓库里。贮存期超过一年的产品，出库前，应按第5章的规定对产品进行测试，测试合格方可出库。

附录 A  
(资料性附录)  
传输线

A.1 传输线

传输线结构见图A.1。



图中:

A—导体; B—标记; C—屏蔽层; D—绝缘层; E—地线;  
F—内被层; G—平行线对; H—铝箔; I—编织层; J—外被层

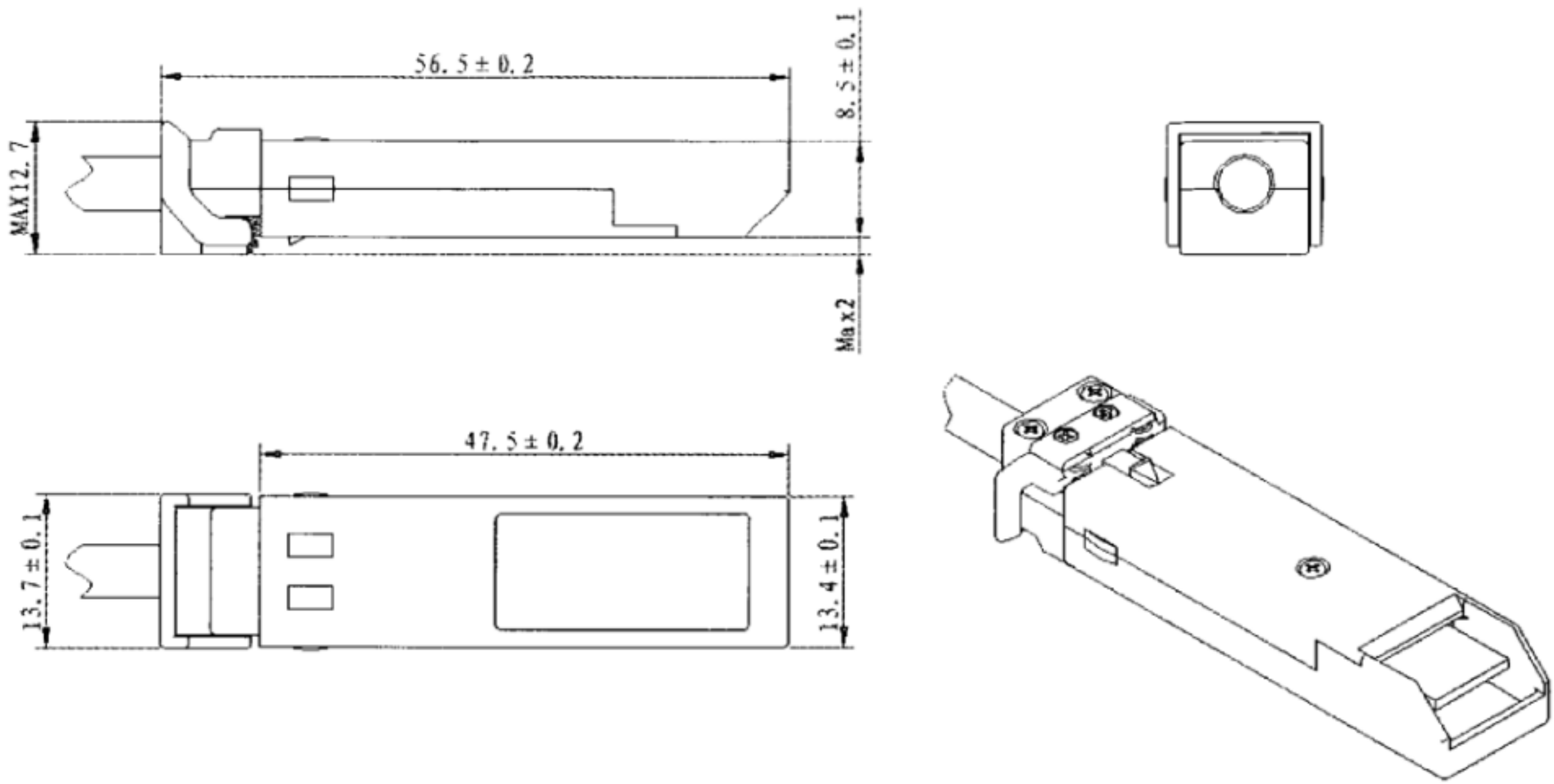
图A.1 传输线结构

附录 B  
(规范性附录)  
外壳外形尺寸

B.1 外壳外形尺寸

千兆铜缆收发模块两端的外壳应满足INF-8074i的要求，外壳外形尺寸见图B.1。

单位: mm

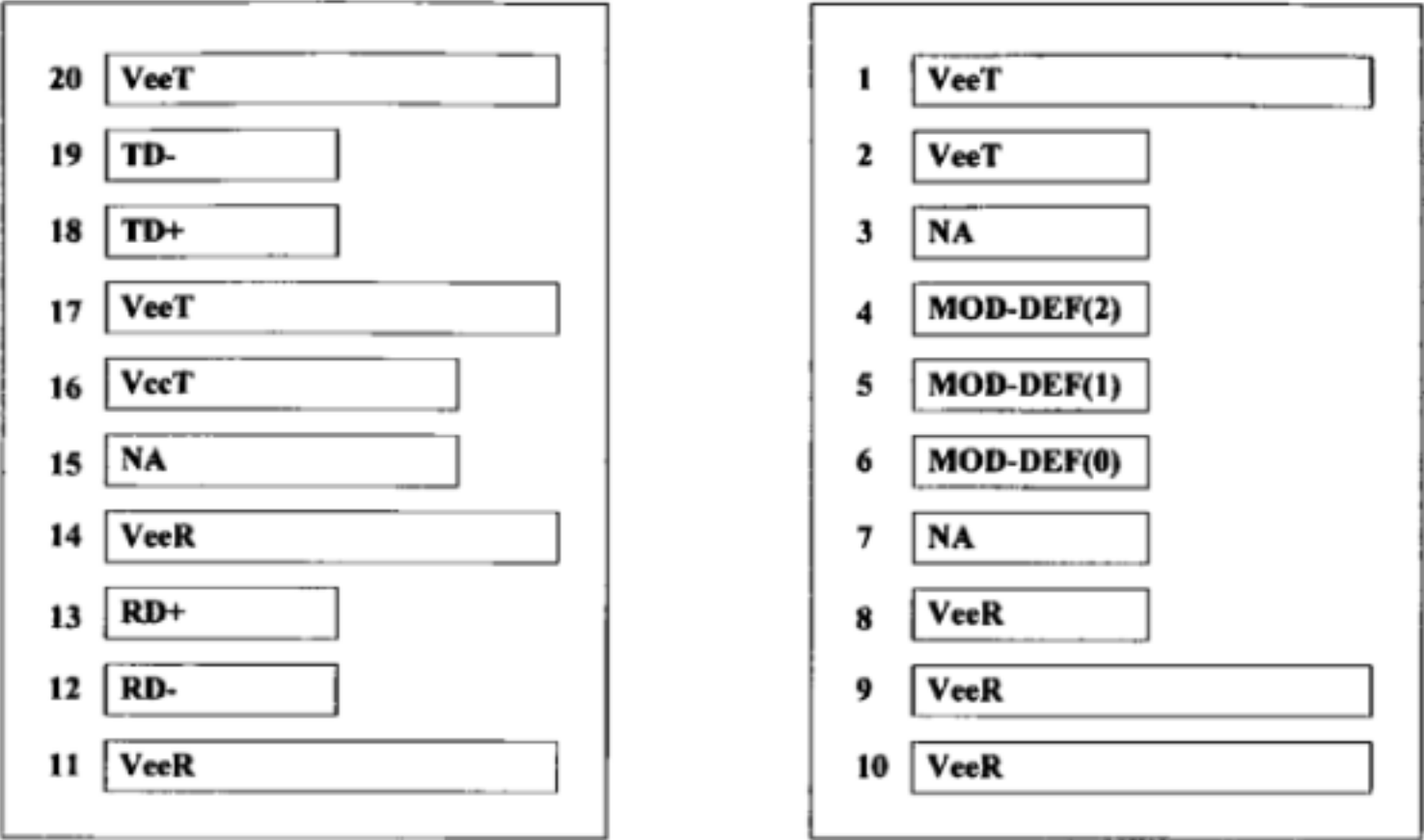


图B.1 外壳外形尺寸

附 录 C  
(规范性附录)  
引脚定义

C.1 模块引脚

千兆铜缆收发模块引脚排列如图C.1所示。



图C.1 引脚排列

C.2 模块引脚定义

千兆铜缆收发模块引脚定义如表C.1所示。

C.1 引脚定义

管 脚	功 能	电 平	描 述
1	VeeT		模块发送端地
2	VeeT		模块发送端地
3	NA		悬空脚
4	MOD-DEF(2)	LVTTL	I <sup>2</sup> C串行接口数据线
5	MOD-DEF(1)	LVTTL	I <sup>2</sup> C串行接口时钟线
6	MOD-DEF(0)		模块在位
7	NA		悬空脚
8	VeeR		模块接收端地(也可以用作LOS)
9	VeeR		模块接收端地
10	VeeR		模块接收端地
11	VeeR		模块接收端地
12	RD-	LVPECL	接收数据反向输出
13	RD+	LVPECL	接收数据正向输出
14	VeeR		模块接收端地
15	VccR		模块接收端电源
16	VccT		模块发送端电源
17	VeeT		模块发送端地
18	TD+	LVPECL	发送数据正向输入
19	TD-	LVPECL	发送数据反向输入
20	VeeT		模块发送端地

附 录 D  
(规范性附录)  
A0h 地址内容

### D.1 模块引脚

千兆铜缆收发模块A0h地址内容规范见表D.1。

表D.1 A0h地址内容

地 址	空 间	名 称	内 容
基本地址空间			
0	1	识别位	03h
1	1	扩展识别位	04h
2	1	接口类型	21h
3~10	8	规格	见 INF-8074i
11	1	编码	见 INF-8074i
12	1	速率	0Dh
13	1	保留	—
14	1	保留	—
15	1	保留	—
16	1	保留	—
17	1	保留	—
18	1	长度	见 INF-8074i
19	1	保留	—
20~35	16	厂商名称	见 INF-8074i
36	1	保留	—
37~39	3	厂商OUI	见 INF-8074i
40~55	16	型号	见 INF-8074i
56~59	4	版本	见 INF-8074i
60~61	2	保留	—
62	1	保留	—
63	1	校验和	0~63 校验和
扩展地址空间			
64~65	2	保留	—
66	1	最高速率	见 INF-8074i
67	1	最低速率	见 INF-8074i
68~83	16	厂商序列号	见 INF-8074i
84~91	8	日期	见 INF-8074i
92	1	保留	—
93	1	保留	—
94	1	保留	—
95	1	校验和	64~95 校验和
96~127	32	用户定义区	—
128~255	128	保留	—

中 华 人 民 共 和 国  
通 信 行 业 标 准  
千兆以太网铜缆小型化可插拔收发模块技术条件  
YD/T 2760-2014

\*

人民邮电出版社出版发行  
北京市丰台区成寿寺路 11 号邮电出版大厦  
邮政编码：100164  
北京康利胶印厂印刷  
版权所有 不得翻印

\*

开本：880×1230 1/16                      2015 年 12 月第 1 版  
印张：1.5                                      2015 年 12 月北京第 1 次印刷  
字数：32 千字

15115 • 574

定价：15 元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)81055492