

中华人民共和国通信行业标准

YD/T [×××××]—[××××]

城域 $N \times 25\text{Gbit/s}$ 波分复用 (WDM)
系统技术要求
第 5 部分: DWDM

Technical requirements of metro $N \times 25\text{Gbit/s}$ WDM systems—
Part 5: DWDM

[×××××]—[××]—[××]发布

[×××××]—[××]—[××]实施

中华人民共和国工业和信息化部 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1

4 缩略语2

5 系统概述3

 5.1 系统参考架构3

 5.2 系统分类和应用代码3

 5.3 波长分配要求4

6 设备型态分类5

7 系统功能和性能要求5

 7.1 传输距离要求5

 7.2 通路数5

 7.3 业务类型要求5

 7.4 时延要求5

 7.5 误码和丢包性能6

 7.6 保护功能（可选）6

 7.7 OTDR 功能（可选）6

 7.8 频率和时间同步传输能力6

8 系统运行和端口无关要求6

 8.1 尾端设备波长自动适配机制6

 8.2 消息通道6

9 光接口参数要求11

10 光复用器/解复用器要求11

11 网络管理与控制要求12

12 电源及接地要求13

13 工作环境要求13

 13.1 温湿度要求13

 13.2 防护要求13

附录 A（规范性） HEE 和 TEE 中 DWDM 光模块寄存器及扩展要求14

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是YD/T ××××-××××《城域N×25Gbit/s波分复用（WDM）系统技术要求》的第5部分。YD/T ××××-××××已经发布以下几个部分：

——第1部分：总体技术要求；

——第5部分：DWDM。

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专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：中国联合网络通信集团有限公司、中国信息通信研究院、中国信息通信科技集团有限公司、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、上海诺基亚贝尔股份有限公司、北京华环电子股份有限公司、上海欣诺通信技术股份有限公司、北京格林威尔科技发展有限公司、瑞斯康达科技发展股份有限公司。

本文件主要起草人：沈世奎、王光全、赵鑫、汤瑞、戴竞、黄康勇、武成宾、张晓宏、周联红、郭佳强、刘佳琪、霍春龙。

行业标准信息平台

引 言

随着我国 5G 网络的加速建设，25Gbit/s WDM 技术成为前传网络光纤直连之外的主要线路传输技术，并存在多种技术方案包括 CWDM、LWDM、MWDM、DWDM 等。开展 25Gbit/s WDM 标准制定工作，统一和规范 25Gbit/s WDM 系统的关键参数，有利于推动我国高速光传输相关产业链规范化发展，及时满足我国 5G 前传网络的建设需求。

YD/T XXXX《城域 N×25Gbit/s 波分复用（WDM）系统技术要求》旨在确立适用于 5G 前传等场景的 25Gbit/s WDM 系统的架构、系统功能和性能要求、系统管理和控制要求等，由于不同方案的波长分配、技术参数等存在较大差异，拟由五个部分构成。

——第1部分：总体技术要求。目的在于制定25Gbit/s WDM系统的系统架构、传输距离要求、系统要求、器件要求、管理要求等。

——第2部分：CWDM。目的在于制定基于CWDM的25Gbit/s WDM系统的系统架构、系统要求、接口参数要求、管理要求等。

——第3部分：LWDM。目的在于制定基于LWDM的25Gbit/s WDM系统的系统架构、系统要求、接口参数要求、管理要求等。

——第4部分：MWDM。目的在于制定基于MWDM的25Gbit/s WDM系统的系统架构、系统要求、接口参数要求、管理要求等。

——第5部分：DWDM。目的在于制定基于DWDM的25Gbit/s WDM系统的系统架构、系统要求、接口参数要求、管理要求等。

行业标准信息平台

城域 $N \times 25\text{Gbit/s}$ 波分复用 (WDM) 系统技术要求 第 5 部分: DWDM

1 范围

本文件规定了城域 $N \times 25\text{Gbit/s}$ 密集波分复用 (DWDM) 系统技术要求, 主要包括系统架构、系统分类和应用代码、波长分配、系统参数、功能和性能、网络管理和控制等要求。

本文件适用于5G前传应用等场景下不带放大器的单纤双向 $N \times 25\text{Gbit/s}$ DWDM系统的设计、开发和生产, 双纤双向 $N \times 25\text{Gbit/s}$ DWDM系统也可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中, 注日期的引用文件, 仅该日期对应的版本适用于本文件; 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 1383-2005 波分复用(WDM)网元管理系统技术要求

YD/T 2573-2017 LTE FDD数字蜂窝移动通信网 基站设备技术要求 (第一阶段)

YD/T 3125.2-2019 通信用增强型SFP光收发合一模块 (SFP+) 第2部分: 25Gbit/s

YD/T 3551-2019 城域接入型波分复用 (WDM) 系统技术要求

YD/T XXXX.1-20XX 城域 $N \times 25\text{Gbit/s}$ WDM系统技术要求 第1部分: 总体技术要求

YD/T XXXX.1-20XX 城域接入用单纤双向波分复用器 第1部分: DWDM

YD/T XXXX.3-20XX 25Gb/s波分复用 (WDM) 光收发合一模块 第3部分: DWDM

ITU-T G.698.4 具有端口无关光接口的单纤双向多通道DWDM系统 (Multichannel bi-directional DWDM applications with port agnostic single-channel optical interfaces)

IEEE 802.3-2018 以太网标准 (Standard for Ethernet)

SFF-8472 SFP+ 光收发模块管理接口规范 (Specification for Management Interface for SFP+)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

头端设备 head-end equipment

通常放置于中心端局内, 由光复用器/解复用器和一组发射机/接收机组成的设备, 也称“局端设备”。

[来源: YD/T 3551-2019, 3.1]

3.2

尾端设备 tail-end equipment

放置于远端，用于连接AAU等业务设备的、具备端口无关特性的设备，也称“远端设备”。

[来源：YD/T 3551-2019, 3.2]

3.3

端口无关 port-agnostic

自动将尾端设备工作波长调节至其所连接光复用器/解复用器/分插复用器物理端口对应的波长上，波长可调谐尾端设备可以在消息通道协助下完成该功能。

[来源：YD/T 3551-2019, 3.3]

3.4

头端至尾端消息通道 HE-TE message channel

头端设备至尾端设备方向的消息通道，由该方向光通道信号上低调制深度的幅度调制信号实现，用于传输头端设备控制尾端设备所需的相关信息。

[来源：YD/T 3551-2019, 3.4]

3.5

尾端至头端消息通道 TE-HE message channel

尾端设备至头端设备方向的消息通道，由该方向光通道信号上低调制深度的幅度调制信号实现，用于传输系统维护管理所需的信息。

[来源：YD/T 3551-2019, 3.5]

3.6

通路 channel

传送光信号的通信信道，每个信道通过频谱分割实现，即在频域上占用标准化的带宽如100GHz。不同方向上的两个光通路实现信号的双向传输功能。

[来源：YD/T XXXX.1-202X, 3.4]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

5G：第5代（移动通信）（5th Generation）

AWG：阵列波导光栅（Arrayed Waveguide Grating）

CDR：时钟数据恢复（Clock and Data Recovery）

CPRI：通用公共无线接口（Common Public Radio Interface）

DDM：数字诊断监控（Digital Diagnostic Monitoring）

DWDM: 密集波分复用 (Dense Wavelength Division Multiplexing)
 eCPRI: 增强通用公共无线接口 (enhanced Common Public Radio Interface)
 FEC: 前向纠错 (Forward Error Correction)
 HE: 头端 (Head-End)
 HEE: 头端设备 (Head-End Equipment)
 HTMC: 头端至尾端消息通道 (Head-to-Tail Message Channel)
 LoS: 信号丢失 (Loss of Signal)
 NA: 不适用 (Not Applicable)
 NRZ: 非归零 (Non-Return to Zero)
 OADM: 光分插复用器 (Optical Add-Drop Multiplexer)
 OD: 光解复用器 (Optical Demultiplexer)
 OM: 光复用器 (Optical Multiplexer)
 OTN: 光传送网 (Optical Transport Network)
 PD: 光探测器 (Photodetector)
 Rx: 接收机 (Receiver)
 TE: 尾端 (Tail-End)
 TEE: 尾端设备 (Tail-End Equipment)
 TFF: 薄膜滤波器 (Thin Film Filter)
 THMC: 尾端至头端消息通道 (Tail to Head Message Channel)
 Tx: 发射机 (Transmitter)
 WDM: 波分复用 (Wavelength Division Multiplexing)

5 系统概述

5.1 系统参考架构

城域N×25Gb/s DWDM系统应用于城域网络边缘接入层, 具备端口无关波长自适应特性, 无需人工配置尾端端口的波长/频率。

系统参考配置组成如图1所示, 系统架构由一个头端设备 (HEE)、传输链路以及一个或多个尾端设备 (TEE) 组成; 其中HEE包含一组发射机/接收机以及光复用/解复用器 (OM/OD)。传输链路包括OM/OD, 可选的OADM或波段滤波器, 用于连接HEE与OM/OD以及可选OADM间的单纤双向单根光纤。HEE内部连接可以是单纤双向或双纤双向的, 传输链路中OM/OD或OADM与TEE间的连接可以是单纤双向或双纤双向的。

TEE发射机具备在消息通道协助下自动将其DWDM通道波长调节至所连OM/OD或OADM端口对应波长的能力。

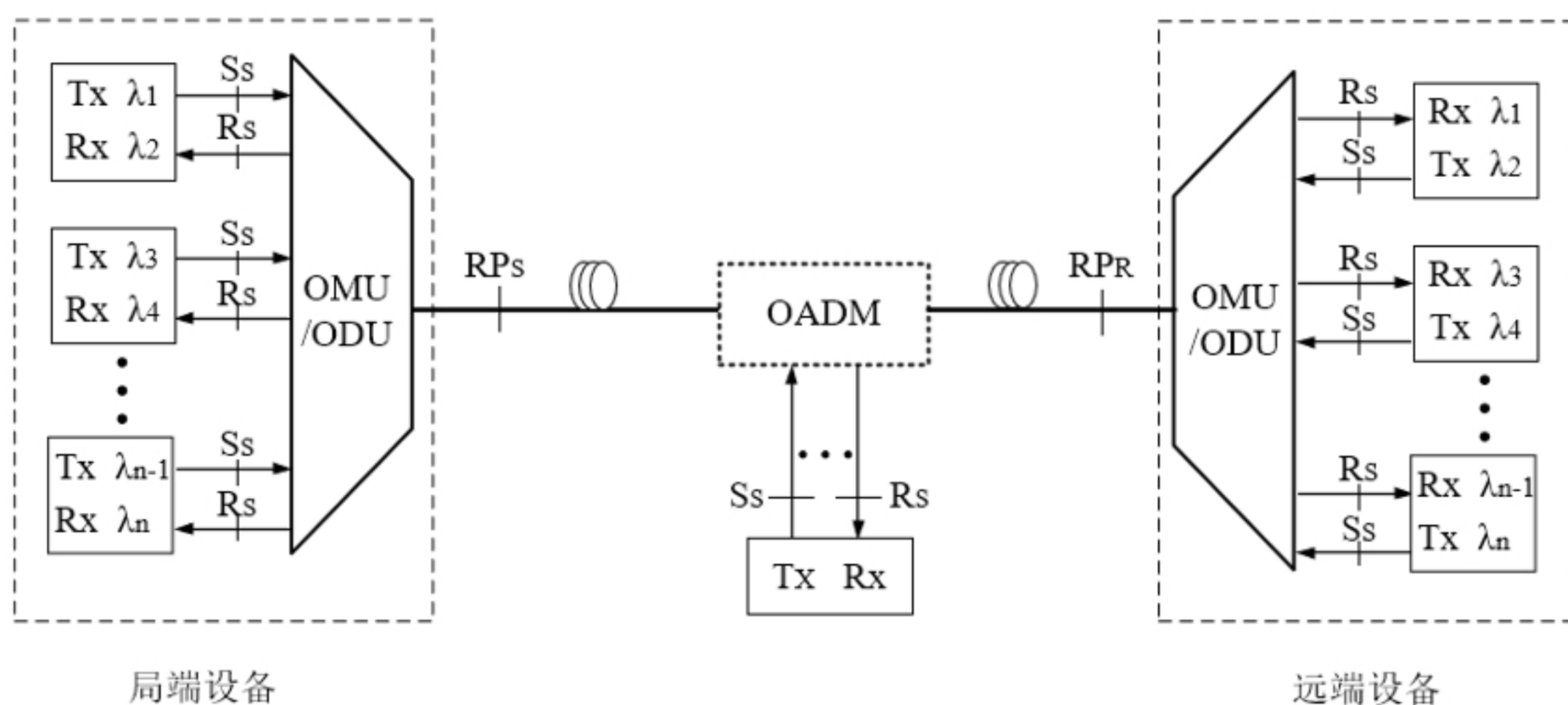


图1 N×25Gbit/s DWDM 系统组成框图

图1定义了4个系统参考点，即 S_S 、 R_S 、 RP_S 、 RP_R 。参考点具体含义如下：

- S_S 表示发射机连接到OMU输入接口之前光纤连接处的参考点；
- R_S 表示ODU输出接口之后连接到接收机光纤连接处的参考点；
- RP_S 表示OMU输出接口之后光纤连接处的参考点；
- RP_R 表示ODU输入接口之前光纤连接处的参考点。

5.2 系统分类和应用代码

城域N×25Gbit/s DWDM系统的应用代码如下：

DnIW-yz-O

其中：

D表示DWDM系统。

n表示系统支持的最大通路数：

- 12：表示系统最大通路数为12；
- 20：表示系统最大通路数为20。

I表示光模块与复用/解复用器之间的接口类型：

- D：表示双纤双向接口；
- S：表示单纤双向接口。

W表示系统所支持的传输距离：

- 10：表示10km应用场景。

y表示系统所支持的传输速率：

- 2：表示NRZ 10Gbit/s，如10Gbit/s CPRI；
- 3：表示NRZ 25Gbit/s，如25Gbit/s eCPRI或CPRI选项10。

z表示光纤类型：

- 2：表示ITU-T G.652 光纤。

O表示系统的OAM功能：

- Y：表示系统支持OAM功能，实现方式包括光模块调顶等方式。

例如，对于支持12通路、支持在10km G.652光纤上传输的25Gb/s DWDM系统，采用单纤双向光模块，且支持模块调顶功能，可表示为D12S10-32-Y。

5.3 波长分配要求

城域N×25Gbit/s DWDM系统，采用常用的C波段1550nm窗口波长（频率），频率间隔为100GHz，支持100GHz频率间隔的12通路和20通路DWDM系统。

城域N×25Gbit/s DWDM系统采用单纤双向传输，对于每一个传输通路，HE至TE方向和TE至HE方向需要使用不同的中心波长（频率）。为了保证不同通路双向传输的频率差值均最小，通路内两个方向上的中心波长（频率）需要配对使用，配对方式如表1所示。

表1 基于100GHz通路间隔的DWDM系统中心频率/波长配对和通路分配表

HE 至 TE 方向			TE 至 HE 方向		
波长序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)	波长序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)
1	196.0	1529.55	1	193.4	1550.12
2	195.9	1530.33	2	193.3	1550.92
3	195.8	1531.12	3	193.2	1551.72
4	195.7	1531.90	4	193.1	1552.52
5	195.6	1532.68	5	193.0	1553.33
6	195.5	1533.47	6	192.9	1554.13
7	195.4	1534.25	7	192.8	1554.94
8	195.3	1535.04	8	192.7	1555.75
9	195.2	1535.82	9	192.6	1556.55
10	195.1	1536.61	10	192.5	1557.36
11	195.0	1537.40	11	192.4	1558.17
12	194.9	1538.19	12	192.3	1558.98
13	194.8	1538.98	13	192.2	1559.79
14	194.7	1539.77	14	192.1	1560.61
15	194.6	1540.56	15	192.0	1561.42
16	194.5	1541.35	16	191.9	1562.23
17	194.4	1542.14	17	191.8	1563.05
18	194.3	1542.94	18	191.7	1563.86
19	194.2	1543.73	19	191.6	1564.68
20	194.1	1544.53	20	191.5	1565.50

应用代码为 D20S10-32-Y 的 20 通路系统，标称中心频率和中心波长配对关系和分配见表 1。应用代码为 D12D10-32-Y 的 12 通路系统，采用与 20 通路系统相同的配对方式，以及标称中心频率和中心波长分配，采用表 1 的第 1 至第 12 通路。

6 设备型态分类

城域 N×25Gbit/s DWDM 系统支持多种设备型态，系统架构应符合 YD/T xxxx.1-xxxx 《城域 N×25Gbit/s WDM 系统技术要求 第 1 部分：总体技术要求》第 6 章中相关描述。

HEE 中发射机可以采用可调激光器，也可以采用固定波长激光器。

TEE 中发射机应具备将其 DWDM 通道波长匹配至所连 OM/OD 或 OADM 端口对应波长的能力，该能力基于可调激光器实现。

7 系统功能和性能要求

7.1 传输距离要求

城域 N×25Gbit/s DWDM 系统应支持无保护场景至少 10km 光纤无中继传输能力。系统功率预算的计算方法见 YD/T ××××.1-×××× 《城域 N×25Gbit/s WDM 系统技术要求 第 1 部分：总体技术要求》附录 A。

7.2 通路数

城域 N×25Gbit/s DWDM 系统根据应用需求可以支持多种通路数量配置，如 12 通路或 20 通路等。

城域 N×25Gbit/s DWDM 系统应支持 25Gbit/s 与 10Gbit/s 速率的混合传输，与更高速率的混合传输待研究。

7.3 业务类型要求

城域 N×25Gbit/s DWDM 系统应支持对 25Gb/s eCPRI 或 CPRI 选项 10 的透明传输，还可支持 CPRI 选项 2~CPRI 选项 8 等业务。

7.4 时延要求

城域 N×25Gbit/s DWDM 系统传输时延应满足 CPRI/eCPRI 接口时延要求（含链路时延），单向时延小于 100us。

7.5 误码和丢包性能

对于 CPRI 等业务，误码性能要求为连续 24h 无误码。

对于以太网业务（含 eCPRI），丢包率性能指标要求为连续线速转发 24h 无丢包。

7.6 保护功能（可选）

城域 N×25Gbit/s DWDM 系统应具备保护能力。发生保护倒换时，业务受损时间应小于 50ms。对于带有 OADM 功能的环形组网，保护功能要求应按照 YD/T 3551-2019 第 12 章的规定。

7.7 OTDR 功能（可选）

系统可通过 OTDR 方式实现光纤链路故障的在线定位。

7.8 频率和时间同步传输能力

系统应支持对频率和时间同步信号的透明传输。

系统应不影响相关业务信号的同步性能。

8 系统运行和端口无关要求

8.1 尾端设备波长自动适配机制

尾端设备（TEE）自身并不具备将其波长独立地调节至目标中心波长的能力，依赖于HEE至TEE方向的HTMC，如图2所示，该消息通道提供必要的控制信息，用于HEE自动设置TEE的中心频率/波长，同时避免对已有业务通道带来由于干涉或通道间串扰造成的干扰。

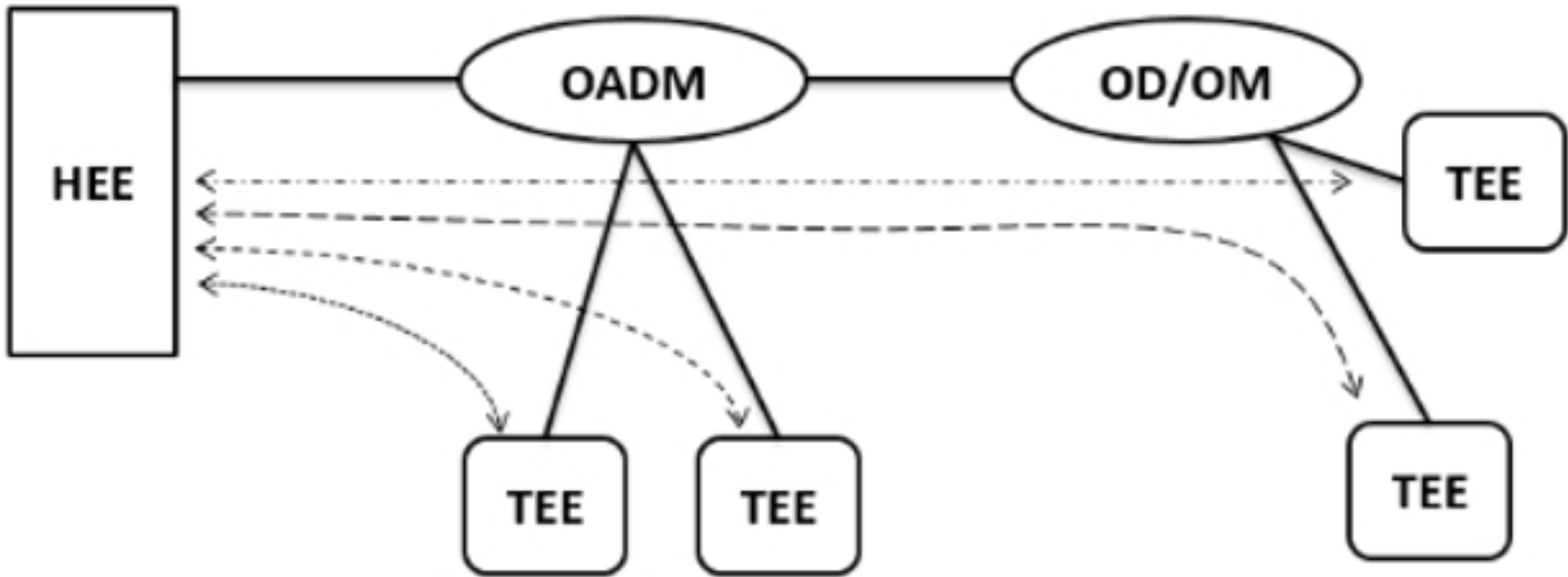


图2 消息通道示意（以链路中只含一个OADM为例）

HEE上中心频率/波长由系统进行指定和配置，基于表1中的中心频率/波长配对关系，确定TEE的中心频率/波长。

HEE侧也无需配置中心频率/波长，HEE和TEE完全自主协商实现波长自动适配的机制待研究。

8.2 消息通道

8.2.1 消息通道实现

系统消息通道基于光通道信号上低调制深度的幅度调制实现，用于从HEE到TEE传输信息（HTMC），或者从TEE向HEE传输信息（THMC），详细定义符合YD/T 3551-2019中8.1节规定。

消息通道的速率、最大频率偏差容忍度和调制深度等相关参数和技术要求，见表5。

8.2.2 帧结构及编码

HTMC帧和THMC帧采用相同的帧结构，由连续48比特组成，结构如图3所示，包括四部分：

- 11 比特用于消息类型(TOM)；
- 5 比特用于 TOM 的校验和；
- 24 比特用于消息内容，包括中心频率等信息；
- 8 比特用于消息内容的校验和。

消息类型 (TOM)	消息类型 校验和	消息内容 (3 字节)	消息内容 校验和
---------------	-------------	----------------	-------------

图3 HTMC 和 THMC 帧结构

HTMC和THMC帧结构中的消息类型校验和、信息内容校验和分别基于汉明（16，11）和汉明（32，26）校验编码。

TOM字段检验位和消息内容字段校验位如下安排：TOM字段共16比特（从bit15到bit0），或消息内容字段共32比特（从bit31到bit0），其中2的幂次方位置（2⁰，2¹，2²，2³，2⁴）是汉明校验位（C），位置0是奇偶校验位（P）。TOM字段16比特中有4个汉明校验位和1个奇偶校验位，其它11位为数据位（D），消息内容字段32比特中有5个汉明校验位和1个奇偶校验位，剩余26位中最低有效数据位（bit5 bit3）补充2个“1”，其他24位为数据位（D），共三个字节。

汉明校验位由数据位中比特值为“1”的数据位对应的位置序号经模2加法计算得到。汉明校验位0（C0）放在位置1（2⁰），汉明校验位1（C1）放在位置2（2¹），汉明校验位2（C2）放在位置4（2²），汉明校验位3（C3）放在位置8（2³），汉明校验位4（C4）放在位置16（2⁴，只适用于消息内容）。

TOM字段的所有15位或消息内容字段的所有31位（由汉明编码得到的码字）经模2加法相加计算后，其结果取反并存放到奇偶校验位（P）上。

TOM字段16位比特或消息内容字段32位比特的传输顺序，先是11位或24位数据位（D，高有效位在先，低有效位在后），接着是5位或者8位的校验位（C），固定填充位，奇偶校验位（P）。

TOM字段汉明编码示例见表2。

表 2 TOM 汉明编码示例

位置序号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
位置序号二进制编码	1111	1110	1101	1100	1011	1010	1001	1000	0111	0110	0101	0100	0011	0010	0001	0000
数据内容	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	C3	D3	D2	D1	C2	D0	C1	C0	P
示例	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0

汉明校验位由数据内容比特为“1”的数据位相应的位置序号经模2加法计算得到：

1100 (D7)

∧ 1011 (D6)

∧ 1010 (D5)

∧ 0111 (D3)

∧ 0011 (D0)

1001 (C3 | C2 | C1 | C0)

重新排序后，16比特的TOM及校验和比特如下：

0001 1101 001 1001 0

消息内容字段汉明编码示例见表3。

表 3 消息内容编码示例

位置序号	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
位置序号二进制编码	11111	11110	11101	11100	11011	11010	11001	11000	10111	10110	10101	10100	10011	10010	10001	10000
数据内容	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	C4
示例	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
位置序号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
位置序号二进制编码	01111	01110	01101	01100	01011	01010	01001	01000	00111	00110	00101	00100	00011	00010	00001	00000
数据内容	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	C3	D1	D0	1	C2	1	C1	C0	P
示例	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0

重新排序后，32比特的消息内容及校验和比特如下：

1001 1100 1001 1101 0110 0011 0110 1010

为提高信息通道传输效率，HTMC和THMC均采用无固定帧头，基于校验和进行辅助定帧。HTMC持续发送消息，TEE通过计算接收到的HTMC中校验和与预定校验和对比进行定帧，如果不匹

配，就逐比特移动帧时钟，重新接收HTMC帧，直到校验和与预期一致，此时定帧完成，维持当前帧时钟，进入帧锁定状态，持续接收通道信息。

HTMC和THMC均采用IEEE 802.3-2018标准中第7.3.1.1节中规范的曼彻斯特编码，非差分方式，其中“0”是P(1)到P(0)下降，“1”是P(0)到P(1)上升，如图4所示。

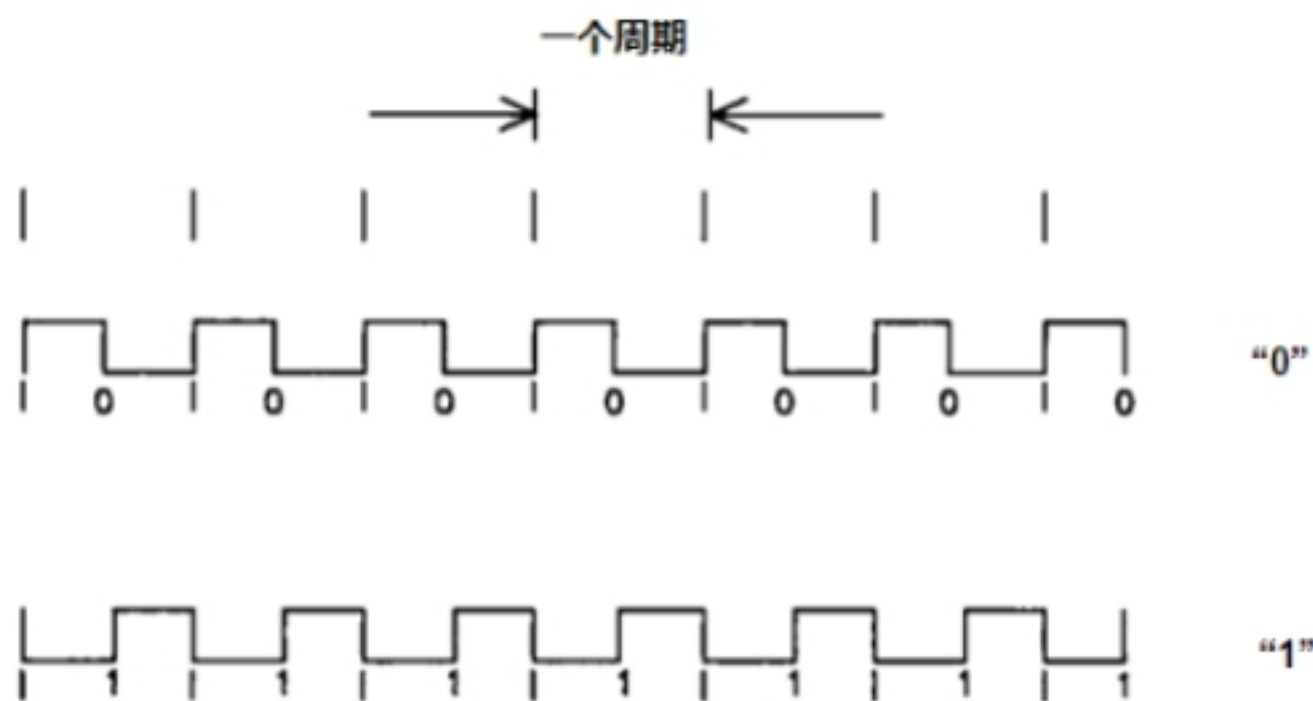


图 4. 曼彻斯特编码示意

THMC消息传输机制与HTMC相同。
消息通道中信息流如图5所示。

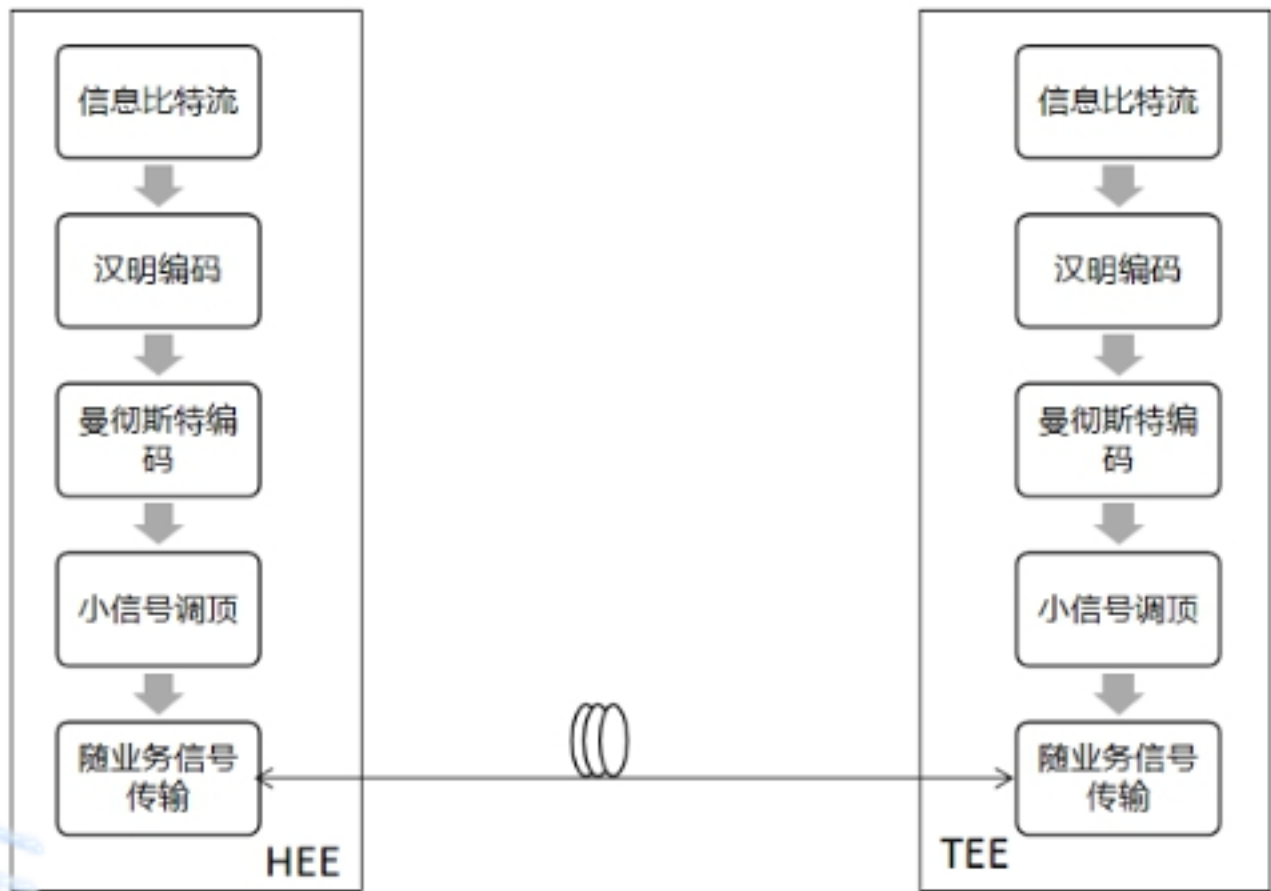


图 5. HTMC/THMC 信息流图

8.2.3 消息类型与消息内容

TOM支持最多2048个不同消息类型，本文件已规范的HTMC和THMC消息类型如表4所示，1024~2047可用于传输其它私有消息类型。

表4 TOM值、消息类型和消息内容

TOM 值	消息类型	适用范围	消息内容
0	空闲	HEE、TEE	0x00, 0x00, 0x00
1	频率（统一用频率）	HEE	HEE 频率和目标的 TEE 频率
2	启动频率调节	HEE	0x02, 0x91, 0x01
3	上报 TEE 设置后的频率	TEE	TEE 设置后的频率及收到的 HEE 频率
4	设置 TEE CDR 旁路	HEE	0x00, 0x76, 0xXX (XX:00 代表不使能；01 代表使能，由上位机设置，默认为 00)

5	上报 TEE CDR 旁路状态	TEE	设置成功标识位 (0x00, 0x76, 0xXX, 其中 XX 为 00 代表设置失败; 01 代表设置成功)
6	设置 TEE 环回	HEE	0x00, 0x76, 0xXX (XX 为 00 代表不使能; 01 代表使能, 由上位机设置, 默认为 00)
7	上报 TEE 环回状态	TEE	设置成功标识位 (0x00, 0x76, 0xXX, 其中 XX 为 00 代表设置失败; 01 代表设置成功)
8	TEE 上报 LoS 告警	TEE	TEE 收无光上报, 双纤光模块适用 (0x04, 0xB2, 0x01)
9	TEE 设备掉电告警	TEE	TEE 掉电告警上报 (0x04, 0x86, 0x01)
10	查询 TEE 模块 DDM 信息	HEE	0x81, 0xF8, 0x01
11	上报 TEE 模块 DDM 信息	TEE	A2 页的 96-119 字节, 对应 DDM 信息
12	查询 TEE 光模块 vendor 信息	HEE	0x81, 0xF9, 0x01
13	上报 TEE 光模块 vendor 信息	TEE	A0 页的 0-127 字节, 对应 vendor 信息
14	查询 TEE 光模块阈值信息	HEE	0x81, 0xFA, 0x01
15	上报 TEE 模块阈值信息	TEE	A2 页的 0-55 字节, 对应阈值信息
16	查询 TEE 消息通道能力	HEE	0x04, 0xB1, 0x01
17	上报 TEE 消息通道能力	TEE	消息通道能力标识位 (0x04, 0xB1, 0xYY, 其中 YY 为 01 代表支持, 00 代表不支持, YY 由 TEE 上位机设置, 默认为 00)
18	查询 TEE 设备信息	HEE	
19	上报 TEE 设备信息	TEE	TEE 上位机控制器打包 TEE 设备信息
20	TEE 软件升级	HEE	
21	上报 TEE 软件升级状态	TEE	升级成功标识位
22	启动业务流量发送	HEE	完成波长自动适配, 开始业务流量发送
23	TEE 上报确认信息	TEE	TEE 上报确认信息
24	频率调节	HEE	频率微调
1024~2047	其它私有消息		

TEE发射机中心频率, 以193.1THz为参考频率, 10MHz为分辨率, 相对参考频率的偏差值以二进制有符号整数编码。例如: 1260nm, 首先将波长值转换为频率值, 即237.93052THz, 比193.1Thz高44.83052THz (4483052x10MHz), 因此十六进制编码为0x4467EC。再例如, 1560nm, 对应频率值为192.17465THz, 比193.1THz低0.92535THz (92535x10MHz), 因此编码为0xFE9689。

当TEE设备完成自动适配后, 不需要HTMC发送中心频率控制相关信息时, HTMC就发送空闲信息 (TOM=0) 或其它类型消息, 可以用来传输HEE和TEE间的其它信息。

系统基于HEE与TEE间的双向传输的消息通道 (HTMC和THMC), 用于传输系统运行维护和管理等功能所需相关信息, 除了波长自动适配外, 还包括设备信息、告警和环回等, 具体应符合附录A的要求。

8.2.4 TEE 状态机

TEE 的行为定义为根据 HTMC 发送的 TOM 信息进行相应操作的状态机。

状态机有 4 个状态:

- S0: TEE 发射机关闭, 进入待机模式;
- S1: TEE 发射机关闭, 准备进入频率调节阶段;
- S2: TEE 发射机调节至要求的中心频率, 发送 THMC (TOM=3), 上报自动调节后的频率;

——S3: TEE 工作于要求的中心频率，并发送业务流量（即正常运行模式）。
TEE 发射机状态转换关系如图 6 所示。

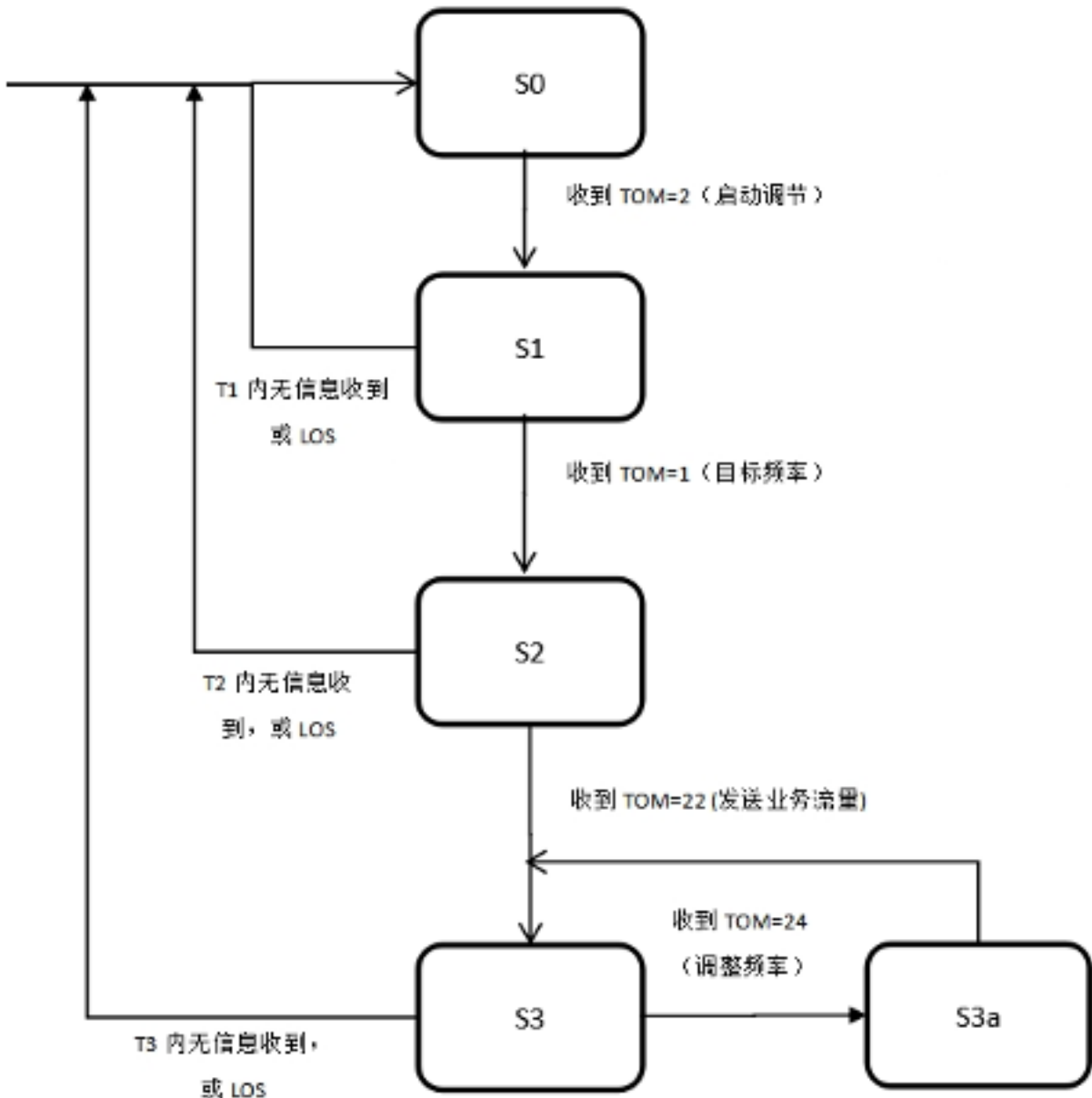


图6. TEE状态机转换图

计时器T1到T3，用于避免TEE未收到HEE控制信息时长期处于某种状态下。当TEE根据状态机转换图（图8）进入到相应状态（S1状态对应T1计时器，S2状态对应T2计时器，S3状态对应T3计时器），或该状态下接收到相关信息后，T1到T3计时器重置。所有计时器倒计时的时长均为1分钟。

当没有活跃的TEE连接到对应的R_S/S_S端口，HEE在对应通道周期性发送TOM=1和TOM=2消息，以便对应通道新接入的TEE进入波长自动调节过程。

9 光接口参数要求

基于APD接收的系统S_S/R_S点的光接口参数应满足表5要求，基于PIN接收的系统参数要求待研究。

表 5 光接口参数及要求

参数	单位	规范值
通用信息		
最小通道间隔	GHz	100
光通道速率/线路编码	—	NRZ 25.78G
最大误码率 ^a	—	5x10 ⁻⁵
光纤类型	—	G.652
S _S 点参数		
平均每通道输出功率最大值	dBm	+4
平均每通道输出功率最小值	dBm	-2
最小中心频率	THz	见表 1
最大中心频率	THz	见表 1
最大频谱偏移	GHz	待定
最小消光比	dB	6

眼图	-	G.959.1 NRZ 25G ratio
消息通道速率 ^b	kbit/s	50
消息通道最大频率偏差容忍度	ppm	100
消息通道最大调制深度	%	8
消息通道最小调制深度	%	6.5
R_s点参数		
平均每通道功率最大值	dBm	-5
平均每通道功率最小值	dBm	-18
接收机灵敏度	dBm	-21
最大光通道代价	dB	3
接收机或网元最大反射	dB	-27
^a 充分随机的误码统计下，该误码率能够确保系统失帧率低于 6.2×10^{-10} ，当不能满足随机误码统计时，比特误码率需要确保系统失帧率低于 6.2×10^{-10} 。		
^b 更低速率的消息通道要求待研究。		

10 光复用器/解复用器要求

光复用器/解复用器（OM/OD）用于实现 DWDM 波长的复用/解复用功能，可采用支路端双纤双向结构（1x2N），适用于双纤双向光模块，或支路端单纤双向结构（1xN），适用于单纤双向光模块，如图 7 所示。相关技术要求应满足 YD/T XXXX. 1-20XX 《城域接入用单纤双向波分复用器 第 1 部分：DWDM》的要求。

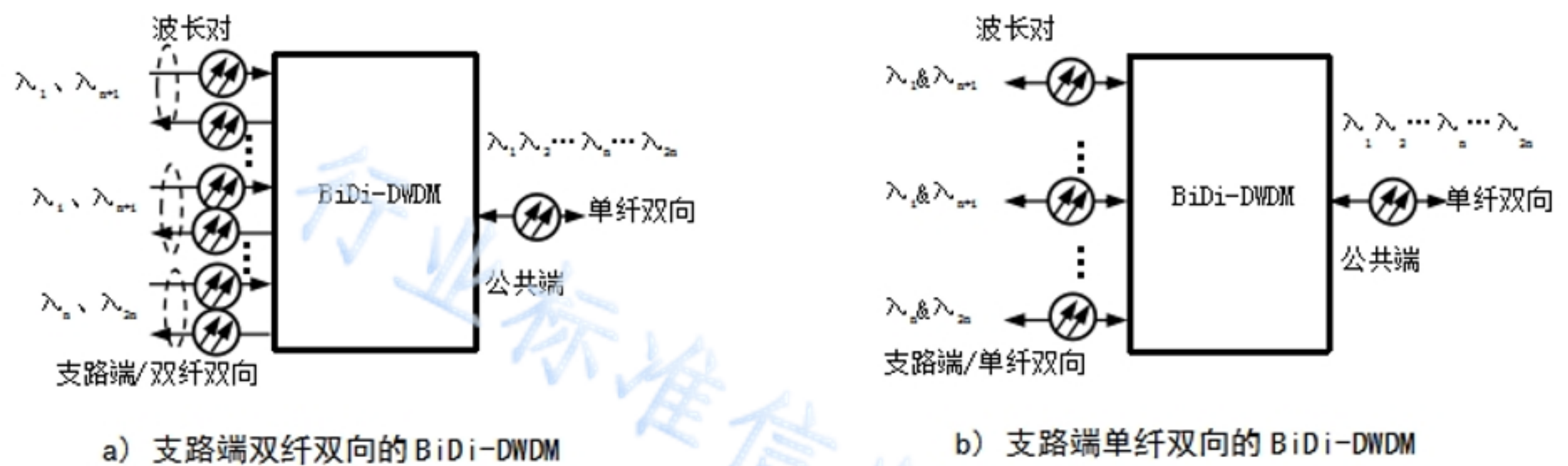


图 7. 两种光复用/解复用器结构示意图

OM/OD可预留光监控口，在不中断业务的情况下进行OTDR测试、光谱扫描、功率监测等功能。系统可支持采用分插复用器（OADM）或波带滤波器用于实现波长/波带上下路功能，每个OADM或波带滤波器节点上下路通道数量建议为6。可选支持该功能。该分插复用器可基于平面光波导（PLC）或介质薄膜滤波器（TFF）实现，应支持热不敏感封装。应支持室外安装和工作。分插复用器技术参数及要求见表 6 所示。

表 6 分插复用器参数及要求

参数	单位	上下路 6 通道指标
----	----	------------

直通插入损耗	dB	1.0
上下路插入损耗	dB	4.0
通道间隔	GHz	100
工作波长范围	Nm	见表 1
相邻通道隔离度	dB	30
非相邻通道隔离度	dB	45
通带平坦度	dB	0.5
通道插入损耗均匀性	dB	1.0
偏振相关损耗	dB	0.3
0.5dB 谱宽	nm	>0.2
通带内色度色散	ps/nm	-35~+35
波长热温定性	nm/℃	≤0.001
工作温度	℃	室外型：-40 ~ +70； 室内型：-5 ~ +65

用于波段上下路的波带滤波器的直通插入损耗不超过 1.0dB，上下路插入损耗不超过 1.0dB。

11 网络管理与控制要求

网络管理应满足 YD/T 1383-2005 基本要求，支持配置管理、性能管理、告警管理和安全管理，支持线路故障、波道故障和光模块状态等监控，应至少支持：

- a) HEE 和 TEE 的网元信息（板卡、端口、波长/频率和速率等）上报和管理；
- b) HEE 性能和告警上报；
- c) TEE 上光模块 DDM 信息上报，所上报 DDM 信息详细要求应遵守 SFF-8472 要求，包括工作温度、工作电压、偏置电流、发送光功率、接收光功率、厂商名称、产品型号等；
- d) TEE 告警及上报，如信号丢失（LoS）告警、设备掉电告警、温度越限告警等；
- e) HEE 和 TEE 的环回（激活、释放和标识）功能。

应支持 NETCONF 的南向接口协议。北向接口协议待研究。

设备的控制平面要求待研究。

12 电源及接地要求

设备应支持直流电源和/或交流电源供电方式。

- a) 直流电源的标称工作电压为-48V，变化容限范围为-40V~-57V。
- b) 交流电源的标称工作电压为 220V 单相交流电源，电压容限范围是 176V~264V，频率变化容限范围为 45Hz~65Hz。

室外型设备应满足与无线 RRU 设备相同的接地要求，应符合 YD/T 2573-2017 的规定。

13 工作环境要求

13.1 温湿度要求

设备工作环境应满足 YD/T 2573-2017 的要求。

室内应用时，应能在下列环境条件下长期稳定可靠工作：

——环境温度：-5℃～+40℃；

——相对湿度：15%～85%。

室外应用时，应能在下列环境条件下长期稳定可靠工作：

——环境温度：-35℃～+55℃；

——相对湿度：5%～98%。

13.2 防护要求

防尘防水等级，室内型设备应满足 IP20 的防护等级，室外型设备应满足 IP65 的防护等级。

室外应用时的防雷要求，应满足 YD/T 2324-2011 要求。

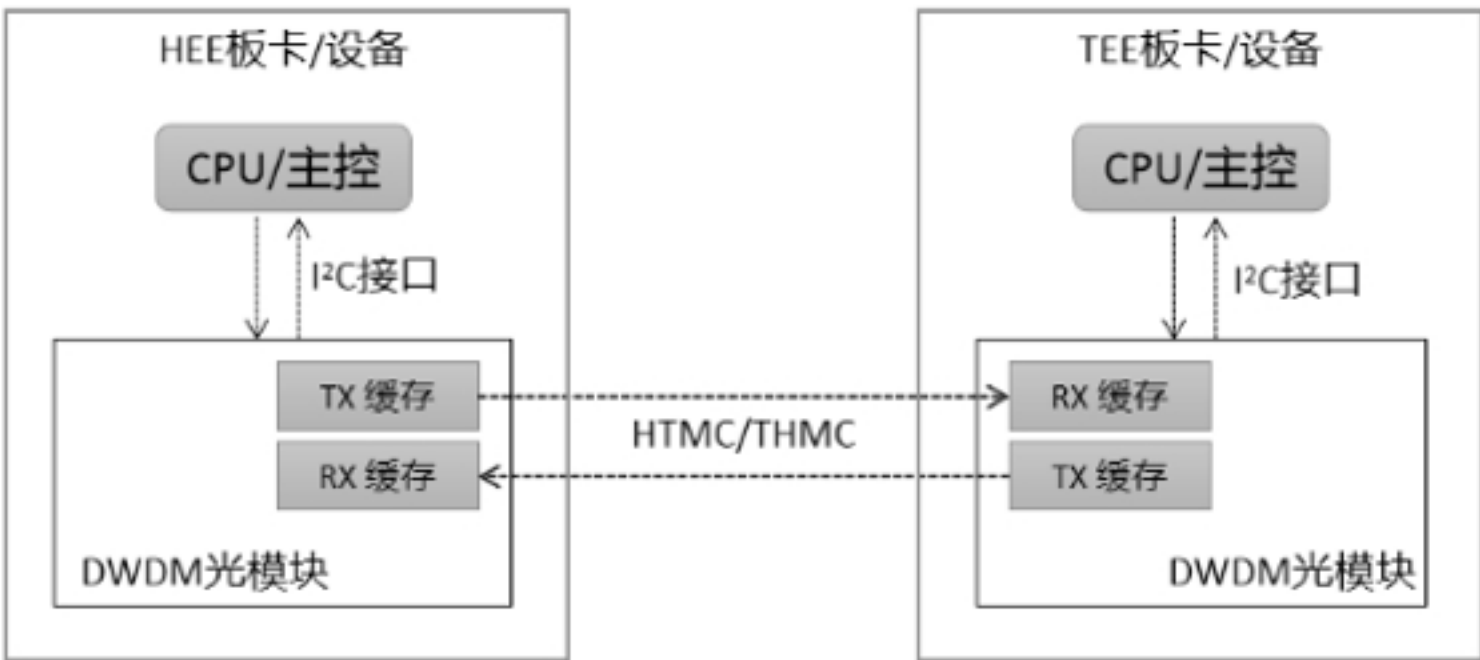
行业标准信息平台

附录 A

(规范性)

HEE 和 TEE 中 DWDM 光模块寄存器及扩展要求

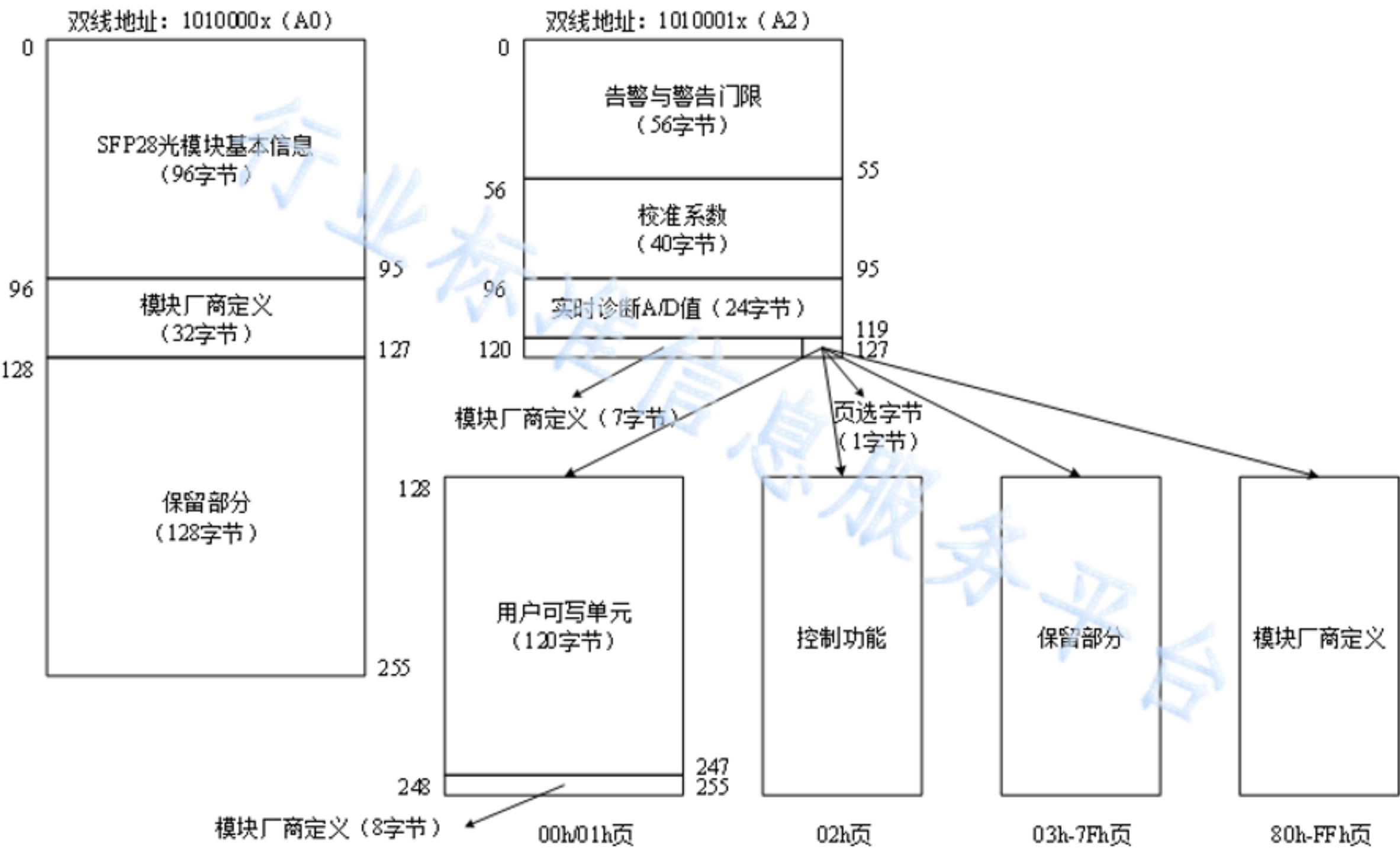
系统中 HEE 和 TEE 使用的 DWDM 光模块，基于消息通道（HTMC/THMC）进行通信，如图 A.1 所示，DWDM 光模块寄存器均应符合 SFF-8472 协议。为实现波长自适应以及维护管理相关通信功能，对 HEE 和 TEE DWDM 光模块的寄存器进行扩展。



图A.1 HEE和TEE上DWDM光模块基于消息通道通信示意

HEE和TEE DWDM光模块地址表要求应符合SFF-8472的规定，具体地址表信息按照YD/T 3125.2-2019附录D的规定。

SFP28封装的DWDM光模块地址表信息见图A.2。



图A.2 SFP28封装的DWDM光模块地址表信息

HEE和TEE上的DWDM光模块，为实现ITU-T G.698.4规范的波长自适应功能，需支持消息通道（HTMC和THMC）功能，对A0页的相应字节（0x65字节bit0）扩展为标识位，见表A.1，其它扩展按YD/T XXXX-XXXX《25Gb/s波分复用（WDM）光收发合一模块 第3部分：DWDM》的规定。

表A.1 DWDM光模块地址表——A0页标识支持G.698.4标准规范消息通道

字节	描述	字节信息							
		Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
65	可选项	写1表示模块带接收判决阈值设置功能	写1表示发射波长/频率是可调谐的	写1表示支持速率选择功能	写1表示模块带Tx disable功能	写1表示模块带Tx fault功能	写1表示模块带接收SD指示功能	写1表示模块带接收LoS指示功能	写1表示支持波长自动适配，带有消息通道

行业标准信息平台