YD

中 华 人 民 共 和 国 通 信 行 业 标 准

YD/T 5092－202X

**波分复用（WDM）光纤传输系统工程技术规范**

（征求意见稿）

**Technical Specifications for Wavelength Division Multiplexing (WDM) Optical Fiber Transmission Systems Engineering**

**202X-XX-XX 发布 202X-XX-XX 实施**

**中华人民共和国工业和信息化部 发布**

**波分复用（WDM）光纤传输系统工程技术规范**

（征求意见稿）

**Technical Specifications for Wavelength Division Multiplexing (WDM) Optical Fiber Transmission Systems Engineering**

YD/T 5092－202×

主管部门: 工业和信息化部信息通信发展司

批准部门: 中华人民共和国工业和信息化部

施行日期: 202X年X月X日

×××× 出版社

20XX 北 京

前 言

本规范是根据《工业和信息化部办公厅关于印发2021年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2021〕25号）的要求，对原YD 5092-2014《波分复用（WDM）光纤传输系统工程设计规范》和YD 5122-2014《波分复用（WDM）光纤传输系统工程验收规范》进行合并和修订。

本规范适用于波分复用（WDM）光纤传输系统工程的设计、建设和验收工作，主要规定了波分复用（WDM）光纤传输系统工程中涉及的相关设计、安装、验收及安全、节能、环保等技术要求。

本规范主要技术内容包括波分复用光纤传输系统系统组成及分类、传输系统设计、辅助系统设计、网络保护、系统性能指标、设备选型与配置、局站设备安装、硬件安装检查及单机测试、系统性能测试、工程验收、维护及备件等。

本规范由工业和信息化部信息通信发展司负责解释、监督执行。本规范在使用过程中，如有需要补充或修改的内容，请与部信息通信发展司联系，并将补充或修改意见寄部信息通信发展司（地址：北京市西长安街13号，邮编：100804）。

本规范由中国通信企业协会通信工程建设分会组织编制。

本规范由中国通信标准化协会归口。

原主编单位：中国移动通信集团设计院有限公司

中国通信建设第四工程局有限公司

修订主编单位：中国移动通信集团设计院有限公司

中国通信建设第四工程局有限公司

主要起草人：刘建平、高军诗、黄乐天、李书森、马高东

修订参编单位：广东省电信规划设计院有限公司

华信咨询设计研究院有限公司

辽宁邮电规划设计院有限公司

广东南方电信规划咨询设计院有限公司

主要参加人：蚁泽纯、沈梁、陈溯、邓达豪

目 次

[1 总则 1](#_Toc7051)

[2 术语和符号 2](#_Toc19072)

[2.1 术语 2](#_Toc32584)

[2.2 符号 4](#_Toc10664)

[3 系统组成及分类 7](#_Toc26446)

[3.1 系统特性 7](#_Toc29499)

[3.2 系统组成 8](#_Toc20290)

[3.3 系统应用分类 8](#_Toc4213)

[3.4 中心波长分配 12](#_Toc3828)

[3.5 主光通道接口 16](#_Toc18269)

[3.6 波长转换器光接口 18](#_Toc21475)

[3.7 光监控通路 20](#_Toc22722)

[4 传输系统设计 21](#_Toc10175)

[4.1 局站设置 21](#_Toc19247)

[4.2 光纤选用与站段设计 21](#_Toc29724)

[4.3 色散补偿及其他技术 22](#_Toc12878)

[4.4 波长使用及通路安排 23](#_Toc13500)

[5 辅助系统 24](#_Toc32404)

[5.1 网管系统和控制平面 24](#_Toc21778)

[5.2 辅助系统 25](#_Toc32563)

[6 网络保护 26](#_Toc23277)

[6.1 网络拓扑 26](#_Toc20636)

[6.2 保护方式 26](#_Toc20330)

[7 传输系统性能指标 27](#_Toc1052)

[7.1 光信噪比 27](#_Toc8358)

[7.2 误码性能 28](#_Toc29015)

[7.3 抖动性能 31](#_Toc18884)

[8 设备选型与配置 32](#_Toc26802)

[8.1 设备选型 32](#_Toc15416)

[8.2 设备配置 32](#_Toc30183)

[9 局站设备设计 34](#_Toc7301)

[9.1 局站通信系统 34](#_Toc7255)

[9.2 机房平面布置与设备排列 34](#_Toc13773)

[9.3 设备及铁架的设计 35](#_Toc729)

[9.4 线缆选择与布线要求 35](#_Toc25306)

[9.5 电源系统及接地 36](#_Toc29463)

[9.6 机房环境条件 37](#_Toc24723)

[10 设备安装检查 38](#_Toc28854)

[10.1 施工环境及作业安全 38](#_Toc23802)

[10.2 铁架安装 38](#_Toc3803)

[10.3 机架和子架安装 39](#_Toc28445)

[10.4 网管设备安装 40](#_Toc7892)

[10.5 线缆布放及成端 40](#_Toc18347)

[11 设备功能检查及本机测试 42](#_Toc9990)

[11.1 电源及设备功能检查 42](#_Toc26738)

[11.2 合波器测试 42](#_Toc19719)

[11.3 分波器测试 42](#_Toc3944)

[11.4 梳状滤波器测试 43](#_Toc30679)

[11.5 光分插复用器和光交叉连接测试 44](#_Toc28676)

[11.6 波长转换器测试 44](#_Toc29312)

[11.7 子速率透明复用器测试 50](#_Toc27568)

[11.8 光线路放大器测试 50](#_Toc31018)

[11.9 光谱分析模块测试 51](#_Toc13516)

[11.10 光监控通路测试 51](#_Toc10274)

[12 系统性能测试及功能检查 52](#_Toc9249)

[12.1 系统性能测试 52](#_Toc5136)

[12.2 系统功能检查 53](#_Toc9898)

[12.3 辅助系统功能检查 53](#_Toc23832)

[12.4 网管基本功能检查 53](#_Toc28362)

[13 竣工文件 56](#_Toc23473)

[14 工程验收 57](#_Toc11317)

[14.1 工程初步验收 57](#_Toc15730)

[14.2 工程试运行 60](#_Toc26638)

[14.3 工程终验 60](#_Toc22834)

[附录A 本规范用词说明 61](#_Toc20234)

[附录B 测试记录样表 62](#_Toc32037)

[引用标准名录 74](#_Toc16794)

[条 文 说 明 75](#_Toc20188)

[修订、补充内容一览表 103](#_Toc11048)

# **1 总则**

1.0.1 为统一和规范波分复用（WDM）光纤传输系统工程设计、施工和验收，做到技术先进、安全可靠、经济合理、节能环保，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于单纤单向开放式C波段DWDM系统和单纤单向开放式CWDM系统的工程设计。

1.0.3 工程设计应统筹规划、联合建设、资源共享，满足建设资源节约型、环境友好型社会的要求。

1.0.4 工程设计应以保证通信质量为基础，进行多方案比较，提高经济效益，降低工程造价。

1.0.5 工程设计中采用的设备、材料应符合国家相关技术标准的要求。

1.0.6 波分复用光纤传输系统工程设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行网络技术体制、进网要求、技术标准的规定。

1.0.7 本规范与国家有关标准规范相矛盾时，应按国家标准规范的相关规定执行。

# **2 术语和符号**

**2.1 术语**

2.1.1 C波段（Conventional Band）

C波段是指波长在1530nm～1565nm之间的波段。

2.1.2 L波段（Long Wavelength Band）

L波段是指波长在1565nm～1625nm之间的波段。

2.1.3 光通路（Optical Channel）

光复用段内光信号单向传输的通路。

2.1.4 标称中心频率（波长）（Nominal Central Frequency(Wavelength)）

以频率193.10THz（真空波长1552.52nm）为参考频率（波长），在波分复用系统中按一定频率间隔分配的频率（波长）。

2.1.5 光通道（Optical Path）

在源点和宿点波分复用设备客户接口之间，传输特定业务信号的全部设施和手段。

2.1.6 光功率放大器（Optical Booster Amplifier）

用在波分复用系统发送端合波器后面，用于提高系统发送光功率的光放大器。

2.1.7 光前置放大器（Optical Pre-amplifier）

用在波分复用系统接收端分波器前面，用于提高信号接收灵敏度的光放大器。

2.1.8 光线路放大器（Optical Line Amplifier）

在无源光纤段之间以补充光纤损耗，用于延长无电中继距离的光放大器。

2.1.9 光放段（Optical Amplify Span）

指相邻的光放站（OLA站）间、光终端站（OTM站）与相邻光放站（OLA站）间以及光分路站（OADM站）或光交叉站（OXC站）与相邻光放站（OLA站）间，构成用于延长无电中继长度的传输段落。

2.1.10 光复用段（Optical Multiplex Section）

指相邻的光终端站（OTM站）间、光分路站（OADM站）间、光交叉站（OXC站）间以及光终端站（OTM站）与相邻的光分路站（OADM站）、光交叉站（OXC站）间，构成具有电再生中继功能的传输段落。

2.1.11 喇曼放大器（Raman Amplifier）

基于波分复用系统传输光纤的受激喇曼散射（SRS）效应进行信号放大的光放大器。

2.1.12 （光）相干接收（(Optical) Coherent Detection）

在接收设备中利用本地光载波与同频光载波信号进行相干混频，检测并接收载波信号的相位信息。

2.1.13 超长距离DWDM系统（Ultra-long-haul DWDM System）

无电中继传输距离大于 1500km 的 N×22dB（80km） WDM 系统和无电中继传输距离大于1000km 的 M×27dB（100km）WDM 系统可称为多跨超长距WDM 系统；将无电中继传输距离（损耗）大于135km（37dB）的单跨段 WDM 系统称为单跨超长距 WDM 系统。

2.1.14 接收机光信噪比容限（Receiver Optical Signal Noise Ratio Tolerance）

在波分复用系统中，在参考接收机纠错后达到应用最大误码率（如1×10-12）时，光波长转换器（OTU）直接连接到参考接收机Sn（或Rn）点可容忍的最小OSNR值。

2.1.15 标称通路间隔（Nominal Channel Spacing）

指相邻通路的标称中心频率差。

2.1.16 最小边模抑制比（Minimum Side Mode Suppression Ratio）

指发射机总频谱最大峰值与第二大峰值之比的最小值。测量所用的频谱分辨率应高于峰值频谱宽度最大值。第二大峰可能紧靠主峰，也可能与其离得很远。在本定义中，与最大峰值之间被时钟频率分开的频谱峰值不被认为是边模。

2.1.17 光通路净荷单元（Optical Channel Payload Unit）

指适配客户信息在光通路上传送的信息结构。将客户信息、所需适配客户信号速率和光通路净荷单元（OPU）速率的开销、以及其他支持客户信号传送的OPU开销结合在一起。

2.1.18 光通路数据单元（Optical Channel Data Unit）

指包括信息净荷（OPU）和与光通路数据单元（ODU）开销相关的信息结构。

2.1.19 光通路传送单元（Optical Channel Transport Unit）

指在一个或多个光通路连接上，传送一个光通路数据单元（ODU）的信息结构，包括ODUk和光通路传送单元（OTU）相关开销（FEC和光通路连接管理开销），由帧结构、比特速率和带宽来表征。目前定义了两种OTU，一种是用于OTM域间（IrDI）或域内（IaDI）完全标准化的OTU，另一种是仅用于OTM域内（IaDI）部分功能标准化的OTUk（OTUkV）。

2.1.20 光监控通路（Optical Supervisory Channel）

指传送OTM开销信号的物理光路，光监控通路（OSC）不经过光放大器。

**2.2 符号**

符号 英文名称 中文名称

3R Re-amplification, Reshaping, Retiming 再放大，再整形，再定时

AIS Alarm Indication Signal 告警指示信号

ALS Automatic Laser Shutdown 自动激光关断

APD Avalanche Photo Diode 雪崩光电二极管

APR Automatic Power Reduction 自动光功率减少

ASON Automatically Switched Optical Network 自动交换光网络

BA Booster Amplifier 功率放大器

BBER Background Block Error Ratio 背景误块比

BOL Begin Of Life 寿命初始

BTB Back-To-Back 背靠背

CBR Constant Bit Rate 固定比特速率

CMI Coded Mark Inversion 传号反转码

CWDM Coarse Wavelength Division Multiplexing 粗波分复用

DCM Dispersion Compensation Module 色散补偿模块

DCN Data Communication Network 数据通信网

DGD Differential Group Delay 差分群时延

DPSK Differential Phase Shift Keying 差分相移键控

DP-QPSK Dual Polarization Quadrature Phase 双极化正交相移键控

Shift Keying

DQPSK Differential Quadrature Phase Shift Keying 差分正交相移键控

DWDM Dense Wavelength Division Multiplexing 密集波分复用

RZ-DQPSK Return to Zero-Differential Quadrature Phase 归零差分正交相移键控

Shift Keying

EM Element Management 网元管理

EMS Element Management System 网元管理系统

EOL End Of Life 寿命终了

ES Errored Second 误码秒，误块秒

FEC Forward Error Correction 前向纠错

HRP Hypothetical Reference Path 假设参考通道

IDL Interface Definition Language 接口定义语言

IIOP Internet Inter-ORB Protocol 互联网内部ORB协议

LAN Local Area Network 局域网

LCT Local Craft Terminal 本地维护终端

LOF Loss Of Frame 帧丢失

LOP Loss Of Pointer 指针丢失

LOM Loss Of Multi-frame 复帧丢失

LOS Loss Of Signal 信号丢失

MPI Main Path Interface 主光通道接口

MPI-R Main Path Interface at the Receiver 主通道接收端

MPI-S Main Path Interface at the Sender 主通道发送端

NMS Network-level Management System 网络（级）管理系统

NRZ Non-Return to Zero 非归零（码）

OA Optical Amplifier 光放大器

OADM Optical Add-Drop Multiplexer 光分插复用器

OCHP Optical channel Protection 光通路保护

OCP Optical Channel Protection 光通路保护

ODB Optical Duobinary 光双二进制码

ODB-PSBT Optical Duobinary PSBT 光双二进制码相位整形二进制传输

ODCaODUk Clock of type “a” 光通路数据单元k时钟类型a

ODF Optical Distribution Frame 光纤配线架

OD(U) Optical De-multiplexer (Unit) 光分波（解复用）器（单元）

ODUk/Cn Optical Channel Data Unit-k/Cn 光通路数据单元k/通路n

OLA Optical Line Amplifier 光线路放大器

OLP Optical Line Protection 光线路保护

OMSP Optical Multiplex Section Protection 光复用段保护

OM(U) Optical Multiplexer Unit 光合波（复用）器（单元）

OOF Out Of Frame 帧失步

OSA Optical Spectrum Analyser 光谱分析模块

OSC Optical Supervisory Channel 光监控通路

OSNR Optical Signal-to-Noise Ratio 光信噪比

OTM Optical Terminal Multiplexer 光终端复用器

OTN Optical Transport Network 光传送网

OTU Optical Transponder Unit 光转换单元（波长转换器）

OTUk/Cn Optical Channel Transport Unit-k/Cn 光通路传送单元k/通路n

OXC Optical Cross-Connect 光交叉连接

PA Pre-Amplifier 前置放大器

P-DPSK Partial Differential Phase Shift 部分差分相移键控

Keying

PIN Positive Intrinsic-Negative 光电二极管

PMD Polarization Mode Dispersion 偏振模色散

PM-DQPSK Polarization Multiplexing-DQPSK 偏振复用差分正交相移键控

PM-QPSK Polarization Multiplexing-QPSK 偏振复用正交相移键控

PSBT Phase-Shaped Binary Transmission 相位整形二进制传输

(R)OADM (Reconfigurable) Optical Add/Drop （可重构）光分插复用器

Multiplexer

RZ Return to Zero 归零（码）

RZ-AMI Return-to-Zero Alternate Mark 归零型信号交替翻转

Inversion

RZ-DQPSK Return to Zero- DQPSK 归零差分正交相移键控

SDH Synchronous Digital Hierarchy 同步数字体系

SESR Severely Errored Second Ratio 严重误块秒比

SNMS Sub-network Management System 子网管理系统

STM Synchronous Transport Module 同步传送模块

T-MUX Transport Multiplexer （子速率）透明复用器

WAN Wide Area Network 广域网

WDM Wavelength Division Multiplexing 波分复用

XML eXtensible Markup Language 可扩展标记语言

# **3 系统组成及分类**

## **3.1 系统特性**

3.1.1 单纤单向的波分复用（WDM）系统按照通路间隔大小应分为密集波分复用（DWDM）系统和粗波分复用（CWDM）系统。DWDM系统的通路间隔应小于等于1000GHz，采用固定通路间隔或灵活栅格，固定通路间隔DWDM系统宜使用100GHz间隔、50GHz间隔或75GHz间隔，在1530nm～1565nm波段的光通路数量为40通路、80通路或64通路的系统；CWDM系统的通路间隔应大于1000GHz（1550nm窗口约8nm），CWDM系统的通路间隔宜为20nm，在1270nm～1610nm波段的光通路数量可采用4通路、8通路或16通路。

3.1.2 波分复用系统支持的客户接口类型应符合表3.1.2的规定。

表3.1.2 波分复用系统支持的客户接口类型

|  |  |
| --- | --- |
| 客户接口类型 | 信号类型 |
| SDH接口 | STM-N（N=1、4、16、64和256） |
| 以太网接口 | GE、10GE LAN、10GE WAN、40GE、100GE等 |
| OTN接口 | OTU1、OTU2、OTU3、OTU4等 |

3.1.3 波分复用系统的通路类型及通路速率应符合表3.1.3的规定。

表3.1.3 波分复用系统通路类型

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 通路类型 | 通路速率(Gbit/s) | 信号结构 |
| 1.25G | 0.622 ~ 1.25 | STM-4或GE |
| 2.5G | 2.49 ~ 2.67 | STM-16或OTU1 |
| 10G | 9.953 ~ 12.5 | STM-64或OTU2 |
| 40G | 39.813 ~ 43.018 | STM-256或OTU3 |
| 100G | 100.0 ~ 135.0 | OTU4 |
| 200G | 200~280 | OTUC2 |
| 400G | 400~560 | OTUC4 |

## **3.2 系统组成**

3.2.1 波分复用系统组成如图3.2.1，应由光终端复用设备、光线路放大设备、光分插复用设备和光交叉设备组成。

1 光终端复用设备应包括合波器、分波器、光放大器、波长转换单元。

2 光线路放大设备应包括光放大器。

3 光分插复用设备应包括合波器、分波器、光放大器、波长转换单元。



图3.2.1 波分复用系统组成

Tx/Rx——客户设备；BA——光功率放大器；PA——光前置放大器；LA——光线路放大器

## **3.3 系统应用分类**

3.3.1 DWDM系统应用代码定义应采用下面的字符序列来表示：

多跨段：Mn.Bc-xW-z(S)

单跨段：Sn.Bc-W-z(S)

注：M——多跨段DWDM系统；S表示单跨段DWDM系统。

n——DWDM系统所支持的最大波长数量。

B——DWDM系统的通路类型，所支持的单通路速率应符合表3.1.3要求。

c——DWDM系统所支持的通路间隔（GHz）。

x——DWDM系统所支持的最大跨段数量。

W——DWDM系统所支持的跨段损耗值（dB），取值如下：

A：对于多跨段表示跨段损耗为22dB；

B：对于多跨段表示跨段损耗为27dB；

C：对于多跨段表示跨段损耗为33dB；

对于单跨段为跨段损耗值。

z——DWDM系统所支持的光纤类型，取值如下：

652：表示光纤为G.652类型；

655：表示光纤为G.655类型。

S——DWDM系统的工作波段，取值如下：

C：表示工作波段为C波段（1530nm~1565nm），可以省略；

L：表示工作波段为L波段（1565nm~1625nm）。

对于100G波分复用系统，在W和z之间应增加D，

D——波分复用系统是否有线路色散补偿，取值如下：

1：表示有线路色散补偿；

0：表示无线路色散补偿。

3.3.2 DWDM系统的应用代码应符合表3.3.2的规定。

表3.3.2 常用DWDM系统的应用代码

| 系统容量 | 应用代码 | 通路  间隔  （GHz） | 跨段  衰耗  （dB) | 目标  距离  （km) | 光纤类型 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 40×2.5G | M40.2.5G100-8A-652 | 100 | 8×22 | 640 | G.652 |
| M40.2.5G100-6A-652 | 100 | 6×22 | 480 | G.652 |
| M40.2.5G100-3B-652 | 100 | 3×27 | 300 | G.652 |
| M40.2.5G100-3C-652 | 100 | 3×33 | 360 | G.652 |
| M40.2.5G100-8A-655 | 100 | 8×22 | 640 | G.655 |
| M40.2.5G100-6A-655 | 100 | 6×22 | 480 | G.655 |
| M40.2.5G100-3B-655 | 100 | 3×27 | 300 | G.655 |
| M40.2.5G100-3C-655 | 100 | 3×33 | 360 | G.655 |
| 40×10G | M40.10G100-8A-652 | 100 | 8×22 | 640 | G.652 |
| M40.10G100-6A-652 | 100 | 6×22 | 480 | G.652 |
| M40.10G100-3B-652 | 100 | 3×27 | 300 | G.652 |
| M40.10G100-3C-652 | 100 | 3×33 | 360 | G.652 |
| M40.10G100-8A-655 | 100 | 8×22 | 640 | G.655 |
| M40.10G100-6A-655 | 100 | 6×22 | 480 | G.655 |
| M40.10G100-3B-655 | 100 | 3×27 | 300 | G.655 |
| M40.10G100-3C-655 | 100 | 3×33 | 360 | G.655 |
| 80×10G | M80.10G50-8A-652 | 50 | 8×22 | 640 | G.652 |
| M80.10G50-3B-652 | 50 | 3×27 | 300 | G.652 |
| M80.10G50-6B-652 | 50 | 6×27 | 600 | G.652 |
| M80.10G50-9B-652 | 50 | 9×27 | 900 | G.652 |
| M80.10G50-8A-655 | 50 | 8×22 | 640 | G.655 |
| M80.10G50-3B-655 | 50 | 3×27 | 300 | G.655 |
| 40×10G  多跨超长距 | M40.10G100-25A-652 | 100 | 25×22 | 2000 | G.652 |
| M40.10G100-38A-652 | 100 | 38×22 | 3040 | G.652 |
| M40.10G100-20B-652 | 100 | 20×27 | 2000 | G.652 |
| 80×10G  多跨超长距 | M80.10G50-25A-652 | 50 | 25×22 | 2000 | G.652 |
| M80.10G50-38A-652 | 50 | 38×22 | 3040 | G.652 |
| M80.10G50-15B-652 | 50 | 15×27 | 2000 | G.652 |
| 40×10G  单跨超长距 | S40.10G100-44-652 | 100 | 1×44 | 160 | G.652 |
| S40.10G100-55-652 | 100 | 1×55 | 200 | G.652 |
| 80×40G | M80.40G50-8A-652 | 50 | 8×22 | 640 | G.652 |
| M80.40G50-12A-652 | 50 | 12×22 | 960 | G.652 |
| M80.40G50-16A-652 | 50 | 16×22 | 1280 | G.652 |
| M80.40G50-8A-655 | 50 | 8×22 | 640 | G.655 |
| M80.40G50-12A-655 | 50 | 12×22 | 960 | G.655 |
| M80.40G50-16A-655 | 50 | 16×22 | 1280 | G.655 |
| 40×40G | M40.40G100-8A-652 | 100 | 8×22 | 640 | G.652 |
| M40.40G100-16A-652 | 100 | 16×22 | 1280 | G.652 |
| M40.40G100-8A-655 | 100 | 8×22 | 640 | G.655 |
| M40.40G100-16A-655 | 100 | 16×22 | 1280 | G.655 |
| 80×100G | M80.100G50-18A-0-652 | 50 | 18×22 | 1440 | G.652 |
| M80.100G50-14A-0-652 | 50 | 14×22 | 1120 | G.652 |
| M80.100G50-14A-1-652 | 50 | 14×22 | 1120 | G.652 |
| M80.100G50-10A-1-652 | 50 | 10×22 | 800 | G.652 |
| M80.100G50-16A-0-655 | 50 | 16×22 | 1280 | G.655 |
| M80.100G50-16A-0-655 | 50 | 10×22 | 800 | G.655 |
| M80.100G50-14A-1-655 | 50 | 14×22 | 1120 | G.655 |
| M80.100G50-10A-1-655 | 50 | 10×22 | 800 | G.655 |
| 80×100G  多跨超长距 | M80.100G50-26A-0-652 | 50 | 26×22 | 2080 | G.652 |
| M80.100G50-20A-0-655 | 50 | 20×22 | 1600 | G.655 |
| M80.100G50-12B-0-652 | 50 | 12×27 | 1200 | G.652 |
| M80.100G50-10B-0-655 | 50 | 10×27 | 1000 | G.655 |
| 80×100G  单跨超长距 | S80.100G50-48-0-652 | 50 | 48 | 175 | G.652 |
| S80.100G50-44-0-655 | 50 | 44 | 160 | G.655 |
| S80.100G50-40-0-652 | 50 | 40 | 145 | G.652 |
| S80.100G50-37-0-655 | 50 | 37 | 135 | G.655 |

3.3.3 CWDM系统应用代码定义应采用下面的字符序列来表示：

nWx-ytz

注：n——应用代码所支持的最大通路数。

W——应用代码所支持的段间衰耗值，取值如下：

S：短距离；

L：长距离。

x——应用代码最多所支持的段数。

y——应用代码所支持的通路类型：

0：1.25G；

1：2.5G；

2：10G。

t——应用代码表示光放大器配置，取值如下：

A：使用了1个光功率放大器和1个光前置放大器；

B：只使用了1个光功率放大器；

C：只使用了1个光前置放大器；

D：没有使用光放大器。

z——应用代码所支持的光纤类型，取值如下：

2：G.652光纤；

3：G.653光纤；

5：G.655光纤。

对于单纤双向的系统，应在应用代码前加一个字母B表示。

对于带FEC的系统，可在代码最后增加字母F表示。

3.3.4 CWDM系统的应用代码应符合表3.3.4的规定。

表3.3.4 常用CWDM系统的应用代码

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 系统容量 | 应用代码 | 应用范围 | 目标距离  (km) | 光纤类型 |
| 4×1.25G | 4S1-0D2 | 短距离(S) | 42 | G.652 |
| 4L1-0D2 | 长距离(L) | 70 | G.652 |
| 4×2.5G | 4S1-1D2 | 短距离(S) | 36 | G.652 |
| 4L1-1D2 | 长距离(L) | 64 | G.652 |
| 4×10G | 4S1-2D2F | 短距离(S) | 30 | G.652 |
| 4L1-2D2 | 长距离(L) | 46 | G.652 |
| 4L1-2D2F | 长距离(L) | 55 | G.652 |
| 8×1.25G | 8S1-0D2 | 短距离(S) | 36 | G.652 |
| 8L1-0D2 | 长距离(L) | 64 | G.652 |
| 8×2.5G | 8S1-1D2 | 短距离(S) | 30 | G.652 |
| 8L1-1D2 | 长距离(L) | 58 | G.652 |
| 8×10G | 8S1-2D2F | 短距离(S) | 24 | G.652 |
| 8L1-2D2 | 长距离(L) | 40 | G.652 |
| 8L1-2D2F | 长距离(L) | 49 | G.652 |

注：目标距离用于分类，工程中应根据本规范第4.2.2条计算。

3.3.5 波分复用系统工程的应用代码应根据局站设置、光纤参数和系统容量等因素确定。

## **3.4 中心波长分配**

3.4.1 WDM 系统应采用常用的 C 波段 1550nm 窗口。标称中心频率应基于参考频率 193.1THz，其中光频率和波长之间可采用真空光速（2.99792458×108m/s）进行转换。通路中心频率应按照通路间隔或其调整粒度的一半（即x/2）的整数倍步长增加或减少，相应中心频率f表示为公式（3.4.1-1）:

f=193.1+n×x/2（THz） （3.4.1-1）

当x=0.0125THz时，标称中心频率可表示为公式（3.4.1-2）：

f=193.1+n×0.00625（THz） （3.4.1-2）

WDM 系统的通路标称中心频率建议在 192.08125THz~196.06875THz 范围内（-163≤n≤475），根据现网应用实际需求，可以扩展到 191.08125THz~196.26875THz 范围内（-323≤n≤507）。

3.4.2 灵活栅格 WDM 系统的波长通路由标称中心频率和栅格宽度表示，其中栅格宽度规定为栅格调整粒度的正整数倍，也即栅格宽度(*W*)可表示为公式（3.4.2），3），单位：THz。

*W=m×x（GHz） （3.4.2）*

式中：

m——正整数；

x——栅格调整粒度，单位为 GHz；

x——12.5GHz 时的波长分配应用示例见图 3.4.2。

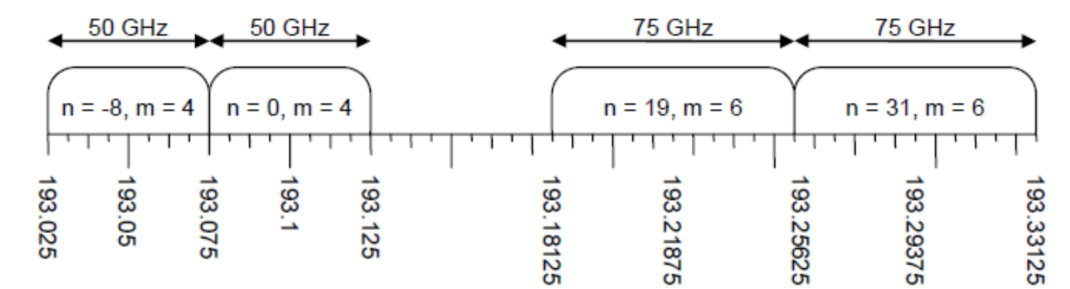


图3.4.2 灵活栅格WDM系统的参考配置

3.4.3 固定频率间隔的DWDM系统应采用C波段1550nm窗口。标称中心频率基于参考频率193.1THz，最小频率间隔为 100GHz、50GHz 或 75GHz。基于C波段的 100GHz 频率间隔的40/48通路DWDM系统的通路标称中心波长和中心频率应符合表3.4.3-1的规定，基于C波段的50GHz 间隔的 80/96 通路的 DWDM系统的通路标称中心波长和中心频率应符合表3.4.3-2的规定,基于C波段的75GHz 间隔的64通路的 DWDM系统的通路标称中心波长和中心频率应符合表3.4.3-3的规定。

表3.4.3-1 基于C波段的100G通路间隔DWDM系统波长分配方案

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C波段编号 | 间隔100GHz的标称中心频率 （THz） | 标称中心波长（nm） | C波段  编号 | 间隔100GHz的标称中心频率（THz） | 标称中心波长（nm） |
| 1\* | 196.20 | 1527.99 | 25 | 193.60 | 1548.51 |
| 2\* | 196.10 | 1528.77 | 26 | 193.50 | 1549.32 |
| 1 | 196.00 | 1529.55 | 27 | 193.40 | 1550.12 |
| 2 | 195.90 | 1530.33 | 28 | 193.30 | 1550.92 |
| 3 | 195.80 | 1531.12 | 29 | 193.20 | 1551.72 |
| 4 | 195.70 | 1531.90 | 30 | 193.10 | 1552.52 |
| 5 | 195.60 | 1532.68 | 31 | 193.00 | 1553.33 |
| 6 | 195.50 | 1533.47 | 32 | 192.90 | 1554.13 |
| 7 | 195.40 | 1534.25 | 33 | 192.80 | 1554.94 |
| 8 | 195.30 | 1535.04 | 34 | 192.70 | 1555.75 |
| 9 | 195.20 | 1535.82 | 35 | 192.60 | 1556.55 |
| 10 | 195.10 | 1536.61 | 36 | 192.50 | 1557.36 |
| 11 | 195.00 | 1537.40 | 37 | 192.40 | 1558.17 |
| 12 | 194.90 | 1538.19 | 38 | 192.30 | 1558.98 |
| 13 | 194.80 | 1538.98 | 39 | 192.20 | 1559.79 |
| 14 | 194.70 | 1539.77 | 40 | 192.10 | 1560.61 |
| 15 | 194.60 | 1540.56 | 3\* | 192.00 | 1561.42 |
| 16 | 194.50 | 1541.35 | 4\* | 191.90 | 1562.23 |
| 17 | 194.40 | 1542.14 | 5\* | 191.80 | 1563.05 |
| 18 | 194.30 | 1542.94 | 6\* | 191.70 | 1563.86 |
| 19 | 194.20 | 1543.73 | 7\* | 191.60 | 1564.68 |
| 20 | 194.10 | 1544.53 | 8\* | 191.50 | 1565.50 |
| 21 | 194.00 | 1545.32 | 9\* | 191.40 | 1566.31 |
| 22 | 193.90 | 1546.12 | 10\* | 191.30 | 1567.13 |
| 23 | 193.80 | 1546.92 | 11\* | 191.20 | 1567.95 |
| 24 | 193.70 | 1547.72 | 12\* | 191.10 | 1568.77 |

注：1 32波连续频带DWDM系统宜使用编号为9~40的中心波长；32波分离频带DWDM系统宜使用编号为1~16和编号为25~40的中心波长；

2 带\*的为可扩展波长，可供41通路~52通路的DWDM系统选用。

表3.4.1-2 基于C波段的50GHz通路间隔DWDM系统波长分配方案

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C波段编号 | 间隔50GHz的标称中心频率 （THz） | 标称中心波长（nm） | C波段编号 | 间隔50GHz的标称中心频率（THz） | 标称中心波长（nm） |
| 1\* | 196.25 | 1527.60 | 49 | 193.65 | 1548.11 |
| 2\* | 196.20 | 1527.99 | 50 | 193.60 | 1548.51 |
| 3\* | 196.15 | 1528.38 | 51 | 193.55 | 1548.91 |
| 4\* | 196.10 | 1528.77 | 52 | 193.50 | 1549.32 |
| 1 | 196.05 | 1529.16 | 53 | 193.45 | 1549.72 |
| 2 | 196.00 | 1529.55 | 54 | 193.40 | 1550.12 |
| 3 | 195.95 | 1529.94 | 55 | 193.35 | 1550.52 |
| 4 | 195.90 | 1530.33 | 56 | 193.30 | 1550.92 |
| 5 | 195.85 | 1530.72 | 57 | 193.25 | 1551.32 |
| 6 | 195.80 | 1531.12 | 58 | 193.20 | 1551.72 |
| 7 | 195.75 | 1531.51 | 59 | 193.15 | 1552.12 |
| 8 | 195.70 | 1531.90 | 60 | 193.10 | 1552.52 |
| 9 | 195.65 | 1532.29 | 61 | 193.05 | 1552.93 |
| 10 | 195.60 | 1532.68 | 62 | 193.00 | 1553.33 |
| 11 | 195.55 | 1533.07 | 63 | 192.95 | 1553.73 |
| 12 | 195.50 | 1533.47 | 64 | 192.90 | 1554.13 |
| 13 | 195.45 | 1533.86 | 65 | 192.85 | 1554.54 |
| 14 | 195.40 | 1534.25 | 66 | 192.80 | 1554.94 |
| 15 | 195.35 | 1534.64 | 67 | 192.75 | 1555.34 |
| 16 | 195.30 | 1535.04 | 68 | 192.70 | 1555.75 |
| 17 | 195.25 | 1535.43 | 69 | 192.65 | 1556.15 |
| 18 | 195.20 | 1535.82 | 70 | 192.60 | 1556.55 |
| 19 | 195.15 | 1536.22 | 71 | 192.55 | 1556.96 |
| 20 | 195.10 | 1536.61 | 72 | 192.50 | 1557.36 |
| 21 | 195.05 | 1537.00 | 73 | 192.45 | 1557.77 |
| 22 | 195.00 | 1537.40 | 74 | 192.40 | 1558.17 |
| 23 | 194.95 | 1537.79 | 75 | 192.35 | 1558.58 |
| 24 | 194.90 | 1538.19 | 76 | 192.30 | 1558.98 |
| 25 | 194.85 | 1538.58 | 77 | 192.25 | 1559.39 |
| 26 | 194.80 | 1538.98 | 78 | 192.20 | 1559.79 |
| 27 | 194.75 | 1539.37 | 79 | 192.15 | 1560.20 |
| 28 | 194.70 | 1539.77 | 80 | 192.10 | 1560.61 |
| 29 | 194.65 | 1540.16 | 5\* | 192.05 | 1561.01 |
| 30 | 194.60 | 1540.56 | 6\* | 192.00 | 1561.42 |
| 31 | 194.55 | 1540.95 | 7\* | 191.95 | 1561.83 |
| 32 | 194.50 | 1541.35 | 8\* | 191.90 | 1562.23 |
| 33 | 194.45 | 1541.75 | 9\* | 191.85 | 1562.64 |
| 34 | 194.40 | 1542.14 | 10\* | 191.80 | 1563.05 |
| 35 | 194.35 | 1542.54 | 11\* | 191.75 | 1563.45 |
| 36 | 194.30 | 1542.94 | 12\* | 191.70 | 1563.86 |
| 37 | 194.25 | 1543.33 | 13\* | 191.65 | 1564.27 |
| 38 | 194.20 | 1543.73 | 14\* | 191.60 | 1564.68 |
| 39 | 194.15 | 1544.13 | 15\* | 191.55 | 1565.09 |
| 40 | 194.10 | 1544.53 | 16\* | 191.50 | 1565.50 |
| 41 | 194.05 | 1544.92 | 17\* | 191.45 | 1565.90 |
| 42 | 194.00 | 1545.32 | 18\* | 191.40 | 1566.31 |
| 43 | 193.95 | 1545.72 | 19\* | 191.35 | 1566.72 |
| 44 | 193.90 | 1546.12 | 20\* | 191.30 | 1567.13 |
| 45 | 193.85 | 1546.52 | 21\* | 191.25 | 1567.54 |
| 46 | 193.80 | 1546.92 | 22\* | 191.20 | 1567.95 |
| 47 | 193.75 | 1547.32 | 23\* | 191.15 | 1568.36 |
| 48 | 193.70 | 1547.72 | 24\* | 191.10 | 1568.77 |

注：带\*的为可扩展波长，可供81通路~104通路的DWDM系统选用。

表3.4.1-3 基于C波段的75GHz通路间隔DWDM系统波长分配方案

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C波段编号 | 间隔75GHz的标称中心频率 （THz） | 标称中心波长（nm） | C波段编号 | 间隔75GHz的标称中心频率（THz） | 标称中心波长（nm） |
| 1 | 196.0375 | 1529.26 | 33 | 193.6375 | 1548.21 |
| 2 | 195.9625 | 1529.85 | 34 | 193.5625 | 1548.81 |
| 3 | 195.8875 | 1530.43 | 35 | 193.4875 | 1549.42 |
| 4 | 195.8125 | 1531.02 | 36 | 193.4125 | 1550.02 |
| 5 | 195.7375 | 1531.6 | 37 | 193.3375 | 1550.62 |
| 6 | 195.6625 | 1532.19 | 38 | 193.2625 | 1551.22 |
| 7 | 195.5875 | 1532.78 | 39 | 193.1875 | 1551.82 |
| 8 | 195.5125 | 1533.37 | 40 | 193.1125 | 1552.42 |
| 9 | 195.4375 | 1533.96 | 41 | 193.0375 | 1553.03 |
| 10 | 195.3625 | 1534.54 | 42 | 192.9625 | 1553.63 |
| 11 | 195.2875 | 1535.13 | 43 | 192.8875 | 1554.23 |
| 12 | 195.2125 | 1535.72 | 44 | 192.8125 | 1554.84 |
| 13 | 195.1375 | 1536.31 | 45 | 192.7375 | 1555.44 |
| 14 | 195.0625 | 1536.9 | 46 | 192.6625 | 1556.05 |
| 15 | 194.9875 | 1537.5 | 47 | 192.5875 | 1556.66 |
| 16 | 194.9125 | 1538.09 | 48 | 192.5125 | 1557.26 |
| 17 | 194.8375 | 1538.68 | 49 | 192.4375 | 1557.87 |
| 18 | 194.7625 | 1539.27 | 50 | 192.3625 | 1558.48 |
| 19 | 194.6875 | 1539.86 | 51 | 192.2875 | 1559.08 |
| 20 | 194.6125 | 1540.46 | 52 | 192.2125 | 1559.69 |
| 21 | 194.5375 | 1541.05 | 53 | 192.1375 | 1560.3 |
| 22 | 194.4625 | 1541.65 | 54 | 192.0625 | 1560.91 |
| 23 | 194.3875 | 1542.24 | 55 | 191.9875 | 1561.52 |
| 24 | 194.3125 | 1542.84 | 56 | 191.9125 | 1562.13 |
| 25 | 194.2375 | 1543.43 | 57 | 191.8375 | 1562.74 |
| 26 | 194.1625 | 1544.03 | 58 | 191.7625 | 1563.35 |
| 27 | 194.0875 | 1544.63 | 59 | 191.6875 | 1563.96 |
| 28 | 194.0125 | 1545.22 | 60 | 191.6125 | 1564.58 |
| 29 | 193.9375 | 1545.82 | 61 | 191.5375 | 1565.19 |
| 30 | 193.8625 | 1546.42 | 62 | 191.4625 | 1565.8 |
| 31 | 193.7875 | 1547.02 | 63 | 191.3875 | 1566.42 |
| 32 | 193.7125 | 1547.62 | 64 | 191.3125 | 1567.03 |
| 注：波长序号与波长的具体对应关系仅用来区分波长，不作为规范。在保证系统传输性能的前提下，  实际采用的中心频率允许与本表格定义的数值有+50GHz的偏移，即中心频率范围可以调整为  196.0875THz～191.3625THz。 | | | | | |

3.4.4 CWDM系统的中心波长（单位：nm）定义如式（3.4.2）：

1271+n×m （3.4.2）

其中，n是0和正整数，取值为0~17；m是通路间隔，为20nm。

3.4.5 CWDM系统通路标称中心波长分配应符合表3.4.2的规定。

表3.4.2 CWDM系统通路波长分配方案

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 标称中心波长（nm） | 波段 |
| 1 | 1271 | O |
| 2 | 1291 |
| 3 | 1311 |
| 4 | 1331 |
| 5 | 1351 |
| 6 | 1371 | E |
| 7 | 1391 |
| 8 | 1411 |
| 9 | 1431 |
| 10 | 1451 |
| 11 | 1471\* | S |
| 12 | 1491\* |
| 13 | 1511\* |
| 14 | 1531\* | C |
| 15 | 1551\* |
| 16 | 1571\* | L |
| 17 | 1591\* |
| 18 | 1611\* |

注：\*表示8通路CWDM系统采用的波长。其他数量通路波长选择可以在上述范围内选用。

## **3.5 主光通道接口**

3.5.1 DWDM光接口参考点见图3.5.1-1和图3.5.1-2，应符合下述定义：

1 客户信号发射机输出接口之后光纤连接处的参考点为S，客户信号接收机输入接口之前光纤连接处的参考点为R。

2 OTU连接到OMU的输出接口之后光纤连接处的参考点Sn，ODU后面连接OTU的输入接口之前光纤连接处的参考点为Rn.。

3 OMU后面OA（用于光功率放大）光输出接口之后光纤连接处的参考点定义为MPI-SM，ODU前面OA（用于前置放大）输入接口之前光纤连接处的参考点MPI-RM。

4 OA（用于线路放大）输出接口之后光纤连接处的参考点SM，OA（用于线路放大）输入接口之前光纤连接处的参考点RM。



图3.5.1-1 DWDM 系统参考设置示意图



图3.5.1-2 DWDM系统(R)OADM参考点设置示意图

3.5.2 DWDM系统主光通道接口参数、衰耗范围、色散容限、差分群时延（DGD）等应符合下列要求：

1 32/40×2.5G 波分复用系统应符合YD/T 1060《光波分复用系统（WDM）技术要求—32×2.5Gbit/s部分》的有关规定。

2 32/40×10G 波分复用系统应符合YD/T 1143《光波分复用系统（WDM）技术要求—16×10Gb/s 、32×10Gb/s部分》的有关规定。

3 80×10G 波分复用系统应符合YD/T 1274《光波分复用系统（WDM）技术要求—160×10Gb/s 、80×10Gb/s部分》的有关规定。

4 40/80×40G 波分复用系统应符合YD/T 1991《N×40Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》的有关规定。

5 40/80×10G多跨段超长距离波分复用系统和40×10G单跨段超长距离波分复用系统应符合YD/T 1960《N×10Gbit/s超长距离波分复用（WDM）系统技术要求》的有关规定。

6 N×100G 波分复用系统应符合YD/T 2485《N×100Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》的有关规定。

7 N×400G 波分复用系统应符合YDT 3783《N×400Gbs光波分复用（WDM）系统技术要求》的有关规定。

3.5.4 CWDM系统主光通道光接口参数应符合YD/T 1326《粗波分复用（CWDM）系统技术要求》的有关规定。

3.5.5 波分复用环网主光通道光接口参数应符合YD/T 1205《城域光传送网波分复用（WDM）环网技术要求》的有关规定。

## **3.6 波长转换器光接口**

3.6.1 DWDM和CWDM系统中，典型的OTU应分为收发一体型OTU、子速率复用型OTU和中继型OTU，如图3.6.1-1、图3.6.1-2和图3.6.1-1所示。



STM-16/64/256

OTU1/2/3,GE,10GE等

（客户信号）

收发一体型

**OTU**

S

R

Sn

Rn

OMU+OA

OA+ODU

图3.6.1-1 收发一体型OTU示意图



STM-16/64

OTU1/2,GE,10GE等

（多路客户信号）

子速率复用型

OTU

OMU+OA

OA+ODU

S

R

Sn

Rn

图3.6.1-2 子速率复用型OTU示意图



OA+ODU

OMU+OA

中继型

OTU

OMU+OA

OA+ODU

Rn

Sn

Sn

Rn

图3.6.1-3 中继型OTU示意图

3.6.2 波分复用系统S/R参考点光接口应符合下列要求：

1 STM-16和STM-64的接口参数应符合GB/T 20185《同步数字体系设备和系统的光接口技术要求》的有关规定。

2 STM-256的接口参数应符合YD/T 2273《同步数字体系(SDH)STM-256总体技术要求》的有关规定。

3 OTU1、OTU2和OTU3的接口参数应符合YD/T 1634《光传送网（OTN）物理层接口》的有关规定。

4 40GE、100GE和OTU4的接口参数应符合YD/T 2485《N×100Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》的有关规定。

5 GE、10GE LAN和10GE WAN的接口参数应符合YD/T 1099《以太网交换机技术要求》的有关规定。

3.6.3 DWDM系统的通路信号在Sn/Rn参考点光接口参数和抖动性能应符合下列要求：

1 32/40×2.5G DWDM系统应符合YD/T 1060《光波分复用系统（WDM）技术要求—32×2.5Gbit/s部分》的有关规定。

2 32/40×10G DWDM系统应符合YD/T 1143《光波分复用系统（WDM）技术要求—16×10Gb/s 、32×10Gb/s部分》的有关规定。

3 80×10G DWDM系统应符合YD/T 1274《光波分复用系统（WDM）技术要求—160×10Gb/s 、80×10Gb/s部分》的有关规定。

4 40/80×40G DWDM系统应符合YD/T 1991《N×40Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》的有关规定。

5 40/80×10G多跨段超长距离DWDM系统和40×10G单跨段超长距离波分复用系统应符合YD/T 1960《N×10Gbit/s超长距离波分复用（WDM）系统技术要求》的有关规定。

6 80×100G DWDM系统应符合YD/T2485《N×100Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》的有关规定。

3.6.4 CWDM系统的通路信号在参考点光接口参数应符合YD/T 1326《粗波分复用（CWDM）系统技术要求》的有关规定。

## **3.7 光监控通路**

3.7.1 DWDM系统光监控通路的工作波长宜为1510nm±10nm/1625nm±10nm，信号速率可选择STM-1(155.520Mbit/s)、E1（2Mbit/s）、E2（8Mbit/s）或以太网的10Mbit/s、100Mbit/s或其他速率。

3.7.2 CWDM系统的光监控通路波长可为1310nm或其他可利用的波长；光监控通路的信号速率可选择CMI编码的2Mbit/s或以太网10Mbit/s、100Mbit/s等。

3.7.3 光监控通路应符合下列要求：

1 光监控信号应能在单纤单向波分复用系统的2根光纤上双方向传输。

2 监控通路不应限制主通路的距离。光放大器失效时OSC应仍然可用。

3 OSC传输应采用分段方式，且具有3R和双向传输功能。在每个WDM节点设备，监控信息能够被正确地接收下来，而且还可附加上新的监控信号。

4 OSC不应限制在 1310 nm 波长的业务。

# **4 传输系统设计**

## **4.1 局站设置**

4.1.1 波分复用传输系统的局站设置应符合下列要求：

1 局站应分为光终端站（OTM站）、光分插复用站（OADM站）、光交叉站（OXC站）、光放站（OLA站）等类型。

2 局站应根据业务需求、网络拓扑、维护要求、设备性能、光纤参数等统筹考虑，合理设置。

3 局站的设置应满足系统终期配置要求。

4.1.2 波分复用系统应分为光通路（OCh）层、光复用段层、光传输段层和光物理段（OPS）层，其中光物理层（OPS）层即承载波分复用系统的光纤网络，其参考位置如图4.1.2所示。波长复用和解复用由光分插复用设备、光终端设备和光交叉设备完成。

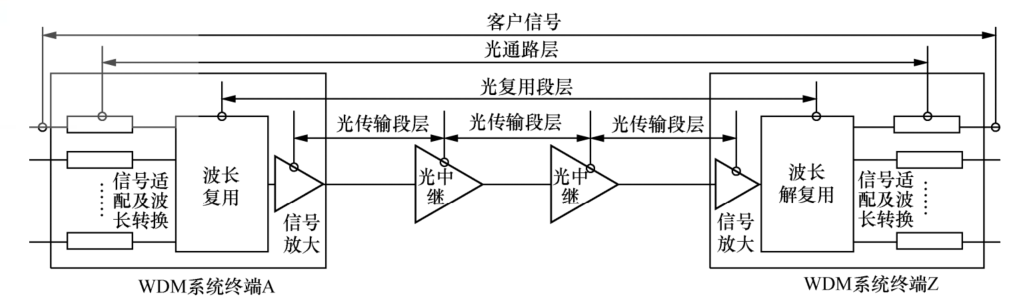


图4.1.2 波分复用系统分层

## **4.2 光纤选用与站段设计**

4.2.1 光纤选用及配置应符合下列要求：

1 宜选用G.652光纤和G.654E光纤。

2 同一光放段内应选择同类型的光纤。

3 应选择距离较短的光缆路由。

4 应选择衰耗较小的光纤。

5 应选择活动连接器数量较少的光缆路由。

6 在资源允许的情况下，应配置备用纤芯。

4.2.2 波分复用传输系统的复用段/光放段计算，应符合下列规定：

1 当各段落衰耗比较均匀时，应采用规则设计法（或固定衰耗法）。

2 当各段落衰耗不均匀时，应采用光信噪比计算法；在采用该方法仍不能确定站段设置时，应采用专用计算工具计算确定。

4.2.3 波分复用系统在设计时应预留光纤衰减、色散的余量。光纤衰减余量宜满足下列规定：

1 光放段长度小于75km时，每个光放段宜预留2.5dB~3dB的衰减余量。

2 光放段长度在75km～125km之间时，每个光放段宜预留0.04dB/km的衰减余量。

3 光放段长度大于125km时，每个光放段宜预留5dB的衰减余量。

4.2.4 放大器的配置应满足终期传输容量的要求，应包括管理、维护及系统老化等余量。

4.2.5 对于增加光放站困难且光放段超长或衰耗过大的段落，可使用喇曼放大器。

## **4.3 色散补偿及其他技术**

4.3.1 非相干接收的波分复用系统应考虑色散补偿，光复用段每个光通道的残余色散应在OTU的色散容限内，并应有一定余量。色散补偿可采用固定色散补偿或/和自适应色散补偿。

4.3.2 波分复用系统应考虑PMD对系统的影响，差分群时延（DGD）应在OTU容忍的范围内。

4.3.3 波分复用系统设计时可根据通路类型、复用段长度、光缆参数等因素，采用功率均衡、FEC、精细色散管理、eOTDR等技术。

4.3.4 波分复用系统可采用通路功率动态控制技术，通过检测各通路性能，包含各通路信号功率、OSNR、误码率、Q因子值等，动态调整各通路的光功率，实现通路光功率和OSNR的优化。通路功率动态控制过程不应影响调整通路和其他通路在线业务的正常工作，支持自动启动和人工启动两种工作方式。

4.3.5 DWDM系统的线路功率应支持动态调整功能，可由内置于光放大器中的均衡滤波器、可调衰减器（VOA）或其他方式实现。线路功率动态控制不应影响所有通路业务的正常工作。

4.3.6 DWDM系统应支持光放大器的动态增益均衡（DGE）功能，可由内置于光放大器的均衡滤波器、VOA或其他方式实现。整个光复用段全部光信号调整完成时间应小于5min～10min。DGE功能不应影响所有通路业务的正常工作。

## **4.4 波长使用及通路安排**

4.4.1 波道组织应根据业务预测和网络结构，结合网络现状及发展规划进行编制，按统一的原则进行分配和使用。

4.4.2 波道组织在编制过程中应遵循以下原则：

1 波道组织应以满足近期业务需求为主，按需考虑富余。

2 波道的使用宜从小序号开始向上排列或从大序号开始向下排列顺序或倒序使用。

3 经过电再生的不同光复用段的波道配置宜采用同序号的波道。

4 当采用不同速率的波道在线路侧混传时，相同速率的波道宜连续使用，不同速率的波道宜安排在不同的波段范围，不宜间插混传。

# **5 辅助系统**

## **5.1 网管系统和控制平面**

5.1.1 波分复用网管系统的功能和配置应全网统一规划，并具有一定的延续性。

5.1.2 波分复用网管系统应由网元管理系统（EMS）和网络管理系统（NMS）组成。同一设备供应商的波分复用设备构成的子网可设置子网管理系统（SNMS，NMS的子层），SNMS应具有网络级管理功能。

5.1.3 本地维护终端（LCT）可用于波分复用系统设备安装初始化，对波分复用设备进行日常维护管理。

5.1.4 网管通用配置应符合下列规定：

1 根据建设单位的运维体制及运维要求配置波分复用系统的网管系统。

2 多供应商环境下的波分复用传输网网管系统的设置地点应统筹规划，接口规范应统一，功能需求应一致。

3 同供应商的网管设备在已建工程中已配置的，应优先利旧，所增网元一并纳入已有网管系统进行管理。

5.1.5 省际长途波分复用系统网管配置应符合下列规定：

1 宜采用EMS和SNMS分层设置的体系结构。

2 宜根据地域划分管理维护区，并相应配置EMS或远程终端。

3 当网络中配置了多套同一设备供应商的EMS时宜配置SNMS。

4 同设备供应商SNMS原则上全网应设置一套，并应考虑容灾措施。

5 设置了OTM站的省会及地（市）级城市宜配置LCT。

5.1.6 省内长途波分复用系统网管配置应符合下列规定：

1 根据省内网络规模的大小和维护需要，可选择EMS和SNMS分层设置或合并设置的方式。

2 同设备供应商在省会城市宜配置一套EMS/SNMS，并可在地（市）级城市配置远程终端。

3 省会及设置了OTM站的地（市）级城市宜配置LCT。

5.1.7 本地/城域网内每个设备供应商的波分复用系统应配置一套相应的网管系统。

5.1.8 工程配置的网管系统应支持与建设单位自己开发的NMS互连。

5.1.9 EMS与上层管理系统之间的接口应基于 IDL/IIOP或XML技术实现。

5.1.10 网管系统数据通信网（DCN）的设计应符合下列规定：

1 DCN应具有高可用性，主要数据通信设备和数据传输通道应采用冗余保护。在任意一处光缆中断时，仍能保证网管对所有网元的管理。

2 DCN中数据通信设备应采用技术成熟且已投入商用的产品，应具有高可靠性。

3 DCN的传输带宽应能保证网管信息的快速传递，时延小。

4 DCN的广域网应由2Mbit/s专线网或其他专用或商用的数据通信网络组成。

5.1.11 DCN采用2Mbit/s专线网时，应以G.703同向接口为主。

5.1.12 波分复用网管系统的功能和配置应符合YD/T 5113《波分复用（WDM）光纤传输系统工程网管系统设计规范》中的有关规定。

5.1.13 网管系统数据通信网（DCN）的设计应符合GB/T 51152《波分复用(WDM)光纤传输系统工程设计规范》的有关规定。

5.1.14 波分复用系统加载控制平面时，控制平面应具备链路资源管理、路由选择机制、信令机制、自动发现、故障管理等功能，相关要求应符合YD/T 3598《波长交换光网络（WSON）技术要求》的有关规定。

## **5.2 辅助系统**

5.2.1 波分复用系统可设置公务联络系统，用于系统各局站的联络。

5.2.2 当配置两条公务联络系统时，宜一条用于光终端站、光分路站间的联络，另一条用于系统所有局站间的联络。对于设置有EMS及SNMS的局站，第一条公务联络系统应延伸至网管机房。

5.2.3 公务联络系统应具备选址呼叫方式、群址呼叫方式和广播呼叫方式。

5.2.4 对于基于OSC通道支持频率同步和时间同步传送的WDM系统，相应功能和性能要求应符合YD/T 2939《分组增强型光传送网络总体技术》。

5.2.4 同步信号传送应满足以下要求：

1. 频率同步信号传送

2. 时间同步信号传送（可选）

# **6 网络保护**

## **6.1 网络拓扑**

6.1.1 波分复用系统可采用线型、环型或网格型拓扑结构。

6.1.2 拓扑结构应根据网络覆盖区域光缆网络结构、节点数量、节点间的业务关系、地理环境、安全性及经济性等因素确定。

## **6.2 保护方式**

6.2.1 波分复用系统应综合考虑波分网络拓扑、业务矩阵和业务可靠性要求，选择合适的保护恢复方式。

6.2.1 波分复用系统线性保护可选用下列方式：

1 光线路保护（OLP）。

2 光复用段线性1+1保护（OMSP）。

3 光通路保护线性1+1保护（OCHP）。

6.2.2 光保护设备宜使用与波分复用系统同供应商的设备，且应能被网管系统管理和监控。

6.2.3 光线路保护（OLP）的工作路径和保护路径均应基于光复用段设计，主用波分复用路径和备用波分复用路径均应满足系统指标要求。

6.2.4 采用线性1+1保护方式的Nx10G和Nx2.5G的波分复用系统保护倒换时间应小于50ms。

6.2.5 基于(R)OADM的环型拓扑波分复用系统的保护方式应符合YD/T 1205《城域光传送网波分复用(WDM)环网技术要求》的有关规定。

6.2.6 基于(R)OADM的网格型拓扑波分复用系统，可采用ASON对业务进行保护和恢复。

6.2.7 波分复用系统保护应与其承载的客户层保护相协调，避免网络震荡。

# **7 传输系统性能指标**

## **7.1 光信噪比**

7.1.1 在光谱仪中滤波器的噪声等效带宽为0.1nm时，DWDM系统各光通路在MPI-RM点的光信噪比应符合表7.1.1-1~7.1.1-8的要求。

表7.1.1-1 32/40×2.5G 波分复用系统光通路信噪比指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 跨段损耗 | 8×22dB | 5×30dB | 3×33dB |
| 光通路信噪比（dB） | 22 (18) | 20 (18) | 20 (18) |

注：括号内数值适用于采用常规带外FEC的波分复用系统。

表7.1.1-2 32/40×10G 波分复用系统光通路信噪比指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 跨段损耗 | 8×22dB | 6×22dB | 3×33dB | 3×27dB |
| 光通路信噪比（dB） | 22 | 25 | 20 | 25 |

注：8x22dB、3x33dB参数仅适用于采用常规带外FEC的波分复用系统。

表7.1.1-3 80×10G 波分复用系统光通路信噪比指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 跨段损耗 | N×22dB | M×30dB |
| 光通路信噪比（dB） | 20 (18) | 20 (18) |

注：适用于采用带外FEC的波分复用系统；括号内数值适用于采用超强带外FEC的波分复用系统。

表7.1.1-4 40/80×40G 波分复用系统光通路信噪比指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 跨段损耗 | n×W dB | 8×22 | 16×22 | | 8×22 | 12×22 | | 16×22 |
| 通路数 | 个 | 40 | | | 80 | | | |
| 调制格式 | ―― | ODB/ PSBT | RZ-AMI | NRZ-DPSK | ODB/ PSBT | P-DPSK | RZ-DQPSK | DP-QPSK |
| 光通路信噪比 | dB | 21 | 19.5 | 18.5 | 21 | 19 | 18.5 | 15.5 |

注：仅适用于G652光纤。

表7.1.1-5 80×100G 波分复用系统光通路信噪比指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| DCM | | 无DCM | | | | 有DCM | | | |
| 光纤类型 | | G.652 | | G.655 | | G.652 | | G.655 | |
| 跨段损耗 | n×W dB | 18×22 | 14×22 | 16×22 | 10×22 | 14×22 | 10×22 | 14×22 | 10×22 |
| 光通路信噪比 | dB | 18.5 | 20 | 18.5 | 19.5 | 18.5 | 19.5 | 18.5 | 19.5 |

表7.1.1-6 26/40×400G 波分复用系统光通路信噪比指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 调制方式 | | 400G（2×200Gb/s） PM-16QAM | | | 400G（2×200Gb/s） PM-QPSK | | |
| 光纤类型 | | G.652 | G.654 | G.655 | G.652 | G.654 | G.655 |
| 跨段损耗 | n×W dB | 11×22 | 14×22 | 8×22 | 18×22 | 21×22 | 13×22 |
| 通路数 | 个 | 40 | | | 26 | | |
| 子载波总数 | 个 | 80/96 | | | 52/64 | | |
| 子载波信噪比 | dB | 21 | 21.5 | 21 | 19.5 | 20 | 19.5 |

表7.1.1-7 40/80×10G超长距波分复用系统光通路信噪比指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 系统 | 跨段损耗 | 25×22dB | 38×22dB | 15×27dB | 20×27dB | 1×44dB | 1×55dB |
| 40 x10G | NRZ码光通路信噪比（dB） | 18 | 18 | / | 18 | 17 | 17 |
| RZ码光通路信噪比（dB） | 16 | 16 | / | 16 | 15 | 15 |
| 80 x10G | NRZ码光通路信噪比（dB） | 18 | / | 18 | 18 | 17 | 17 |
| RZ码光通路信噪比（dB） | 16 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 |

表7.1.1-8 80×100G 超长距波分复用系统光通路信噪比指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| DCM | | 多跨 | | | | 单跨 | | | |
| 光纤类型 | | G.652 | | G.655 | | G.652 | | G.655 | |
| 跨段损耗 | n×W dB | 26×22 | 12×27 | 20×22 | 10×27 | 40 | 48 | 37 | 44 |
| 光通路信噪比 | dB | 17.0 | 17.0 | 16.5 | 16.5 | 16.0 | 16.0 | 16.0 | 16.0 |

## **7.2 误码性能**

7.2.1 波分复用系统误码性能指标应分别符合表7.2.1-1和表7.2.1-2的规定。

表7.2.1-1 27500km ODUk假设参考通道端到端误码性能指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 通道类型 | ODU1 | ODU2 | ODU3 | ODU4 |
| 名义速率(kbit/s) | 239/238×2488320 | 239/237×9953280 | 239/236×39813120 | 239/227×  99532800 |
| SESR | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| BBER | 2.5×10-6 | 2.5×10-6 | 2.5×10-6 | 2.5×10-6 |

表7.2.1-2 27500km STM-N假设参考通道端到端误码性能指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 通道类型 | STM-16 | STM-64 | STM-256 |
| 速率(kbit/s) | 2488320 | 9953280 | 39813120 |
| SESR | 0.002 | 待定 | 待定 |
| BBER | 1.0×10-4 | 待定 | 待定 |

7.2.2 长途网6800km光通道的长期（测试时间不少于1个月）系统误码性能指标不应劣于表7.2.2-1和表7.2.2-2的要求。实际光通道误码性能指标应按表7.2.2-1和表7.2.2-2的指标乘以实际光通道长度与6800km之比进行计算。单个光复用段组成的光通道指标应符合相应的光复用段指标要求。

表7.2.2-1 6800km ODUk通道长期系统误码性能指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 通道类型 | ODU1 | ODU2 | ODU3 | ODU4 |
| 名义速率(kbit/s) | 239/238×2488320 | 239/237×9953280 | 239/236×39813120 | 239/227×  99532800 |
| SESR | 9.52×10-5 | 9.52×10-5 | 9.52×10-5 | 9.52×10-5 |
| BBER | 1.19×10-7 | 1.19×10-7 | 1.19×10-7 | 1.19×10-7 |

表7.2.2-2 6800km STM-N通道长期系统误码性能指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 通道类型 | STM-16 | STM-64 | STM-256 |
| 速率(kbit/s) | 2488320 | 9953280 | 39813120 |
| SESR | 8.16×10-6 | 待定 | 待定 |
| BBER | 4.08×10-7 | 待定 | 待定 |

7.2.3 长途网光复用段的长期（测试时间不少于1个月）系统误码性能指标不应劣于表7.2.3-1和表7.2.3-2的指标要求。实际光复用段误码性能指标应按表7.2.3-1和表7.2.3-2指标乘以实际光复用段长度与420km之比进行计算，实际光复用段长度小于30km的应按30km计算。

表7.2.3-1 420km承载ODUk通道的光复用段的长期系统误码性能指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 通道类型 | ODU1 | ODU2 | ODU3 | ODU4 |
| 名义速率(kbit/s) | 239/238×2488320 | 239/237×9953280 | 239/236×39813120 | 239/227×  99532800 |
| SESR | 1.18×10-6 | 1.18×10-6 | 1.18×10-6 | 1.18×10-6 |
| BBER | 1.47×10-9 | 1.47×10-9 | 1.47×10-9 | 1.47×10-9 |

表7.2.3-2 420km承载STM-N通道的光复用段的长期系统误码性能指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 通道类型 | STM-16 | STM-64 | STM-256 |
| 速率(kbit/s) | 2488320 | 9953280 | 39813120 |
| SESR | 1.01×10-7 | 待定 | 待定 |
| BBER | 5.04×10-9 | 待定 | 待定 |

7.2.4 本地网280km光通道的长期（测试时间不少于1个月）误码性能指标不应劣于表7.2.4-1和表7.2.4-2的指标要求。实际光通道误码性能指标应按表7.2.4-1和表7.2.4-2的指标乘以实际光通道长度与280 km之比进行计算，实际光通道长度小于30 km 的应按30 km计算。单个光复用段组成的光通道指标应符合相应的光复用段指标要求。

表7.2.4-1 280km ODUk通道长期系统误码性能指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 通道类型 | ODU1 | ODU2 | ODU3 | ODU4 |
| 名义速率(kbit/s) | 239/238×2488320 | 239/237×9953280 | 239/236×39813120 | 239/227×  99532800 |
| SESR | 5.6×10-6 | 5.6×10-6 | 5.6×10-6 | 5.6×10-6 |
| BBER | 7.0×10-9 | 7.0×10-9 | 7.0×10-9 | 7.0×10-9 |

表7.2.4-2 280km STM-N通道长期系统误码性能指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 通道类型 | STM-16 | STM-64 | STM-256 |
| 速率(kbit/s) | 2488320 | 9953280 | 39813120 |
| SESR | 7.7×10-7 | 待定 | 待定 |
| BBER | 3.85×10-8 | 待定 | 待定 |

7.2.5 本地网50km光复用段的长期(测试时间不少于1个月)误码性能指标不应劣于表7.2.5-1和表7.2.5-2的指标要求。实际光复用段误码性能指标应按表7.2.5-1和表7.2.5-2的指标乘以实际光复用段长度与50km之比进行计算，实际复用段长度小于30km的应按30km计算。

表7.2.5-1 50km承载ODUk通道的光复用段的长期系统误码性能指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 通道类型 | ODU1 | ODU2 | ODU3 | ODU4 |
| 名义速率(kbit/s) | 239/238×2488320 | 239/237×9953280 | 239/236×39813120 | 239/227×111809973 |
| SESR | 2.0×10-7 | 2.0×10-7 | 2.0×10-7 | 2.0×10-7 |
| BBER | 2.5×10-10 | 2.5×10-10 | 2.5×10-10 | 2.5×10-10 |

表7.2.5-2 50km承载STM-N通道的光复用段的长期系统误码性能指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 通道类型 | STM-16 | STM-64 | STM-256 |
| 速率(kbit/s) | 2488320 | 9953280 | 39813120 |
| SESR | 2.75×10-8 | 待定 | 待定 |
| BBER | 1.38×10-9 | 待定 | 待定 |

7.2.6 长途网和本地网的光通道、光复用段短期误码性能指标应要求连续测试24小时无误码。

7.2.7 对于以太网透传业务，线速转发应24小时无丢包。

## **7.3 抖动性能**

7.3.1 波分复用传输系统的抖动性能应符合YD/T 3391《光波分复用（WDM）系统总体技术要求》中系统输出抖动和输入抖动容限的规定。

# **8 设备选型与配置**

## **8.1 设备选型**

8.1.1 波分复用设备选型应符合下列要求：

1 应符合技术先进、安全可靠、经济实用、便于维护的原则。

2 设备供应商应具备设备升级、网管升级、技术研发和售后服务等方面的能力。

3 设备应具有灵活的、较少品种的硬件配置，易于系统扩容及升级。

4 符合节能减排的原则和要求。

8.1.2 机架式设备的机架高度宜为2200mm，也可选为2000mm或2600m，厚度宜为300mm或600mm，宽度宜为600mm。同一机房内宜保持机架高度一致。

8.1.3 设备的总体机械结构应便于安装、维护以及后期扩容或调整，设备硬件应为模块化设计，同时应具有足够的机械强度和刚度。设备的电磁兼容性应符合GB 19286《电信网络设备的电磁兼容性要求及测量方法》的有关规定。

8.1.4 各种设备均应具有不中断业务监测主光通道的接口。

8.1.5 在光终端复用设备上，应能获得每个光通路的光功率和光信噪比数据，并可在网管系统中查看相应的数据。

8.1.6 配置的光放大器应具有明显的安全标志。在光纤切断、设备失效或光连接器拔出来时，应自动启动APR或ALS进程（优选APR），并应具有自动/人工重启动进程的功能。APR或ALS应符合YD/T 1259《波分复用系统（WDM）光安全进程技术要求》的相关要求。

## **8.2 设备配置**

8.2.1 设备配置应便于维护和扩容。

8.2.2 合分波器宜按系统设计容量配置。

8.2.3 在OTM站、OADM站、OXC站可按需要配置能读取单波光功率和OSNR指标的光谱分析模块。

8.2.4 在OTM站、OADM站、OXC站、OLA站的线路口宜配置可从网管上设置和读取衰耗值的电可调光衰耗器。

8.2.5 波分复用系统使用的ODF容量宜按波分复用系统设计容量进行配置，宜按速率、方向、用途等分别安排在不同机架、子架或端子区域上。

8.2.6 维护备件应按满足日常维护的基本需要配置，并应保证重要单元盘品种齐全。

# **9 局站设备设计**

## **9.1 局站通信系统**

9.1.1 局站通信系统应由光终端复用设备、光分插复用设备、光线路放大设备、ODF等组成。

9.1.2 波分复用设备与客户光接口的连接应通过ODF进行，不同方向的波道调度宜通过ODF进行。

9.1.3 波分复用系统设计时应明确系统的参考方向，参考方向的线路光纤纤芯宜按“单发双收”的原则使用，局站内各种资源应按照系统的参考方向采用“先上游后下游”的原则占用。系统参考方向宜按下列原则选取：

1 系统的参考方向与系统名称一致。

2 线型系统的参考方向按从行政区中心辐射、从北到南、从东到西的方向；环型系统采用逆时针的方向。

3 同路由的多个系统参考方向一致。

4 复杂拓扑的网络依据上述原则采用带方向网络图进行明确。

9.1.4 局站内“发”应按从客户侧到线路侧、从低速率到高速率、从分路到合路的方向；“收”应按相反的方向。局站内线缆布放、ODF端子等资源的使用宜按“单收双发”的原则进行。

## **9.2 机房平面布置与设备排列**

9.2.1 机房平面布置应符合下列要求：

1 应根据近、远期规划统一安排，以近期为主。

2 设备之间的布线路由应合理，减少往返，使布线距离最短。

3 应便于维护、施工和扩容。

4 应有利于抗震加固。

5 应有利于机房空调气流组织，有利于节能减排，提高机房能效。

6 应有利于提高机房面积利用率，兼顾机房的整齐和美观。

9.2.2 设备排列应符合下列要求：

1 设备在楼面荷载和出线方式允许条件下可采用背靠背双面排列方式。

2 波分复用设备应排列在同一列内或相对集中。

3 ODF应根据其功能和连接设备的位置，以走线路由合理与减少路由迂回和交叉为原则进行布置。

4 机房设备列之间以及走道的宽度应根据楼面荷载、设备重量以及维护空间要求确定，可按表9.2.2的要求。

表9.2.2 机房设备排列距离参考值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名 称 | 距离（m） | 备注 |
| 1 | 主走道宽度 | ≥1.3 | 单面排列机列机房 |
| ≥1.5 | 双面排列机列机房 |
| 2 | 次走道宽度 | ≥0.8，个别突出部分≥0.6 | 短机列时 |
| ≥1.0，个别突出部分≥0.8 | 长机列时 |
| 3 | 相邻机列面与面之间 | 1.2～1.4 |  |
| 4 | 相邻机列面与背之间 | 1.0～1.2 |  |
| 5 | 相邻机列背与背之间 | 0.7～0.8 |  |
| 6 | 机面与墙之间 | 0.8～1.0 |  |
| 7 | 机背与墙之间 | 0.6～0.8 |  |

## **9.3 设备及铁架的设计**

9.3.1 新建机房宜采用上走线方式，机房内走线架或走线槽可按区域安装，但应满足近期工程需要；走线架或走线槽高度应根据设备高度设计，与设备架顶间距不宜小于50mm。

9.3.2 铁架的安装应符合YD/T 5026《信息通信机房槽架安装设计规范》的有关规定。

9.3.3 机架的安装加固应符合GB 51369《通信设备安装工程抗震设计标准》的有关规定。

## **9.4 线缆选择与布线要求**

9.4.1 通信电缆选择应满足传输速率、衰耗、特性阻抗、串音防卫度和耐压等指标的要求，并应具有足够的机械强度和阻燃性能。

9.4.2 告警信号线宜选用音频塑料线。

9.4.3 公务联络线应选用音频隔离线。

9.4.4 网管系统的通信电缆应根据传送信号速率选用相应型号、规格的线缆。

9.4.5 机房交流电源线、直流电源线、通信电缆、光缆应分开布放。通信电缆与电力电缆相互之间的距离，应保持50mm以上。

9.4.6 布线应整齐且距离短，并应便于后期扩容时设备安装及线缆布放。

9.4.7 线缆布放位置应合理，不得妨碍日常维护、测试工作的进行。

9.4.8 光纤连接线应布放在专门的光纤槽道内，当与其他通信线缆共槽道或走线架/铁架布放时应采取保护措施。

**9.5 电源系统及接地**

9.5.1 直流供电系统应满足下列要求：

1 传输设备应采用-48V直流供电，其输入电压允许变动范围应为-40V ~-57V。

2 传输机房列柜可从电源分支柜引接或直接从直流配电屏引接。

3 传输设备的直流供电系统，结合机房原有的供电方式，宜采用按列辐射方式馈电，在列内通过列头柜二级熔丝按架辐射至各机架。

4 不得采用两个小负荷熔丝并联代替大负荷熔丝。

9.5.2 电源线截面的选取应根据供电段落所允许的压降数值、电流和长度确定。

9.5.3 传输设备所需的-48V直流电源系统布线，从电力室直流配电屏引接至电源分支柜、由电源分支柜引接至列柜、再至传输设备机架均应采用主备电源线分开引接的方式。

9.5.4 列柜的配置应符合下列要求：

1 列头柜宜配置在每一机列靠主走道一端。

2 当机列长度较长或所需熔丝数量超过单个列柜容量时，可在次要走道端配置列尾柜。

3 列柜的容量以及负荷应按整列进行核算和配置。

4 列柜宜能够实时显示电源电压和用电电流。

5 列柜的二级熔丝应能够带电进行更换，带电更换列柜二级熔丝时不应影响列柜中其他电源系统的工作。

6 应根据传输设备满配置耗电量的1.2倍～2倍来核算使用的二级熔丝规格。

9.5.5 交流220V电源应符合下列要求：

1 交流220伏电源供仪表以及网管设备使用。

2 配置网管设备的局站应采用不间断电源（UPS）供电系统或逆变器供电系统供电。

9.5.6 地线应符合下列要求：

1 传输设备的工作接地、保护接地和防雷接地宜分开引接。

2 工作地线应采用直流屏直接引接至列头柜或由电源分支柜引接至列头柜，列内通过列头地线排辐射至各机架。

3 保护地线宜采用铜芯电力电缆从电力室地线排或适当接地点直接引接至列头柜，或由电源分支柜地线排引接至列头柜，列内采用树干式“T”接至各机架或分别引接至各机架。

4 进局光缆成端与ODF的接地应符合GB 51158《通信线路工程设计规范》的有关规定。

9.5.7 局站防雷与接地的其他有关要求应符合GB 50689《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》的有关规定。

9.5.8 局站电源设计的其他有关要求应符合GB 51194《通信电源设备安装工程设计规范》的有关规定。

**9.6 机房环境条件**

9.6.1 传输机房的面积应满足工程中远期发展需求。

9.6.2 传输机房房屋净高和均布活荷载值应符合YD 5003《通信建筑工程设计规范》的有关规定。

9.6.3 传输机房的温度、相对湿度、洁净度、电磁干扰、噪音、照明等要求应符合YD/T 1821《通信中心机房环境条件要求》和YD/T 1712《中小型电信机房环境要求》的有关规定。

9.6.4 传输机房应设置事故照明。

# **10 设备安装检查**

**10.1 施工环境及作业安全**

10.1.1 机房内不得存放易燃、易爆等危险物品。

10.1.2 孔洞位置、尺寸应满足设计要求。

10.1.3 孔洞应采用不低于楼板或墙体耐火等级的不燃烧材料封堵严密。

10.1.4 设备和材料进场时，应进行检查验收，合格后方可安装。

10.1.5 施工作业应满足下列要求：

1 不得擅自关断运行设备的电源开关。

2 在已有运行设备的机房内作业时，应划定施工作业区域，作业人员不得随意触碰已有运行设备，不得随意触碰消防设施。

3 涉电作业应使用绝缘良好的工具，并由专业人员操作。在带电的设备、头柜、分支柜中操作时，不得佩戴金属饰物，并采取有效措施防止螺丝钉、垫片、金属屑等金属材料掉落。

4 设备加电前，应用仪表或其他测试工具检查“正、负”极间有无短路、反级、漏电，以及有无接触不良等故障，无误后再通电。通电步骤应按电源设备的供电方向逐级通电。

5 施工过程中，应严格执行消防法相关规定，以预防为主，积极贯彻国家和各级地方政府的监督管理条例，提高安全意识，消除各种火灾隐患。

6 施工安全的其他有关要求应符合YD 5201《通信建设工程安全生产操作规范》的有关规定。

**10.2 铁架安装**

10.2.1 槽道和走线架安装应符合下列规定：

1 槽道和走线架安装的平面位置、高度、加固和连接方式应满足设计要求。

2 槽道和走线架平面位置的允许偏差应为±50mm。

3 列槽道和列走线架应成一条直线，水平允许偏差应为±3‰。

4 连固件连接应牢固、平直、无明显弯曲；电缆支架应安装端正、牢固，间距均匀。

5 主槽道与列槽道、主走线架与列走线架宜立体交叉。

6 列间撑铁应在一条直线上，两端应对墙加固。

7 吊挂安装应垂直、牢固，膨胀螺栓孔宜避开机房主承重梁，当无法避开时，孔位应选在距主承重梁下沿120mm以上的侧面位置。

8 铁件漆面应基本完整无损，若需补漆时，其颜色与原漆色应一致。

10.2.2 光纤护槽安装应符合下列规定：

1 光纤护槽宜采用支架方式安装，支架底端宜固定在电缆支铁或槽道（走线架）的梁上。

2 安装完毕的光纤护槽应牢固、平直、无明显弯曲。

3 光纤护槽在槽道内的高度宜与槽道侧板上沿宜平齐，不应影响槽道内电缆的布放，主槽道与列槽道过渡处和转弯处可用圆弧弯头连接。

4 光纤护槽的盖板应开合方便，列槽道内的护槽侧面应预留光纤引出口；宜采用喇叭状出口对接。

**10.3 机架和子架安装**

10.3.1 机架安装应符合下列规定：

1 机架安装的平面位置、排列走向、加固方式、抗震加固、防雷地线和设备保护地线应满足设计要求。

2 各种机架安装平面位置的允许偏差应为±10mm。

3 各种机架的安装应端正牢固，垂直度允许偏差应为±1‰。

4 列内机架应相互靠拢，机架间隙不应大于3mm并应保持机架门开关顺畅；机面应平直，每米允许偏差应为±3mm，全列允许偏差应为±15mm。

5 机架应采用膨胀螺栓对地加固，机架顶部宜采用夹板或L型铁与列槽道（列走线架）上梁加固。

6 在铺设了防静电地板的机房安装设备，设备下面应安装机架底座，底座安装应满足设备安装要求。

7 设备端子板的位置、安装排列顺序及各种标识应满足设计要求。

8 光纤配线架（ODF）上的光纤连接器安装应牢固，方向一致，盘纤区固定光纤的零件应安装齐备。

9 机架和部件以及它们的接地线应安装牢固。

10.3.2 设备子架安装应符合下列规定：

1 设备子架及子架内机盘安装位置（槽位）应满足设计要求。

2 子架与机架的加固应牢固、端正，满足设备装配要求，不得影响机架的整体形状和机架门的顺畅开合。

3 子架上的饰件、零配件应装配齐全，接地线应与机架接地端子可靠连接。

4 子架内插接件应接触良好，空槽位宜安装空机盘或假面板。

**10.4 网管设备安装**

10.4.1 网管设备安装位置、供电方式和电源保护方式应满足设计要求。

10.4.2 网管设备的操作终端、显示器和其他附属设备应摆放平稳、整齐。

**10.5 线缆布放及成端**

10.5.1 光纤连接线布放应符合下列规定：

1 光纤连接线布放路由、不同类型纤芯的光纤连接线外皮颜色、收信、发信排列方式应满足设计要求。

2 光纤连接线宜布放在光纤护槽内，应保持光纤顺直，无明显扭绞；当无光纤护槽时，光纤连接线应加穿光纤保护管；保护管应顺直绑扎在电缆槽道内或走线架上。

3 光纤连接线从护槽引出时，宜采用螺纹光纤保护管保护。

4 光纤连接线宜用扎线绑扎或自粘式绷带缠扎，绑扎松紧宜适度。不得用尼龙扎带直接捆绑无套管保护的光纤连接线。

5 光纤连接线活接头处应留有余量，余长应依据接头位置确定，不宜超过2m。光纤连接线余长部分应整齐盘放，曲率半径不应小于40mm。

6 光纤连接线应整条布放，中间不得做接头。

7 光纤连接线两端应粘贴标签，标签应粘贴整齐一致，标识应清晰、准确、规范。

10.5.2 通信电缆布放和成端应符合下列规定：

1 规格程式、布放路由应满足设计要求。

2 在槽道内或走线架上布放时，应顺直，捆扎牢固，松紧适度，没有明显扭绞。

3 电缆成端处应留有500mm以内的余量，成束缆线留长应保持一致。

4 电缆开剥尺寸应与缆线插头插座的对应部分相适合，成端完毕的插头插座尾端不应露铜。

5 芯线焊接应端正、牢固、焊锡适量，焊点光滑、圆满、无瘤形。

6 屏蔽网剥头长度应一致，并应保证与连接插头的接线端子外导体接触良好。

7 组装好的电缆、电线插头插座，应配件齐全、位置正确、装配牢固。

10.5.3 电力电缆电线布放和成端应符合下列规定：

1 电力电缆规格程式、布放路由、芯线间绝缘电阻应满足设计要求。

2 电力电缆与通信电缆及光纤连接线等信号缆线应分开放绑，间距应大于50mm。

3 电力电缆应整条布放，中间不得做接头。

4 在槽道内或走线架上安装时，布放应顺直，捆扎牢固，转弯处不得出现电缆外皮起皱现象。

5 直流电源线中的负极线和工作地线应顺直绑扎成一束；当多束布放时，电缆束间不应留间隙。

6 截面10mm2及以下单股电力线可采用打接头圈方式与接线排连接，打圈绕向与螺丝固紧应方向一致；铜芯多股电力线接头圈应镀锡。螺丝和接头圈间应安装平垫圈和弹簧垫圈。

7 截面10mm2以上的电力电缆应采用缆线鼻子制做终端头，鼻子与缆线连接处的材料应与电缆材料相吻合。

8 铜鼻子的规格应与电源线规格一致，剥露的铜线长度与铜鼻子压接管深度一致，并应保证铜缆芯完整接入铜鼻子压接管内，不得损伤和剪切铜缆芯线。

9 安装在铜排上的铜鼻子应牢靠端正，采用合适的螺栓连接，并应安装齐备平垫圈和弹簧垫圈。

10 铜鼻子压接管外侧应采用绝缘材料保护，正极应用红色,负极应用蓝色,保护地应用黄色。

# **11 设备功能检查及本机测试**

**11.1 电源及设备功能检查**

11.1.1 供电电源电压范围和容量应满足设备使用要求和供电系统维护要求。

11.1.2 设备功耗应满足技术文件要求和机房散热要求。

11.1.3 列柜或电源柜的熔丝容量应满足设计要求。主用和备用熔丝标识应清晰。

11.1.4 设备主用和备用电源盘应能正常倒换。

11.1.5 设备告警功能项目检查应符合设备技术规定，并应具备向外部发送集中告警信号功能。集中告警方式应满足设计要求。

**11.2 合波器测试**

11.2.1 合波器通路插入损耗及其最大差异测试，应在输入、输出端口分别测试各个波长的光功率，输入、输出口光功率差值及其最大差异应符合表11.2.1的规定。

表11.2.1 合波器插入损耗及其最大差异（dB）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设备制式 | 通路容量 | 插入损耗 | 最大差异 | 器件类型 |
| 2.5G系统 | 32/40通路 | ＜12.0 | ＜3.0 | 波长敏感型 |
| 32/40通路 | ＜17.0 | ＜3.0 | 波长不敏感型 |
| 10G系统 | 32/40通路 | ＜12.0 | ＜3.0 | 集成光波导型和介质薄膜滤波器型 |
| 80通路 | ＜14.0 | ＜3.0 |
| 40G、100G系统 | 40通路 | ＜10.0 | ＜3.0 |
| 80通路 | ＜10.0 | ＜3.0 |
| 400G系统 | 40/64/80通路 | ≤9.5 | — | 阵列波导光栅型和波长选择开关型 |

**11.3 分波器测试**

11.3.1 分波器通路插入损耗及其最大差异测试，应在输入、输出端口分别测试各个波长的光功率，输入、输出口光功率差值及其最大差异应符合表11.3.1的规定。

表11.3.1 分波器插入损耗及其最大差异（dB）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设备制式 | 通路容量 | 插入损耗 | 最大差异 | 器件类型 |
| 2.5G系统 | 32通路 | ＜10.0 | ＜3.0 | — |
| 40通路 | ＜10.0 | ＜3.0 | — |
| 10G系统 | 16通路 | ＜8.0 | ＜2.0 | 光纤布喇格光栅型、介质薄膜滤波器型和集成光波导型 |
| 32通路 | ＜10.0 | ＜3.0 |
| 40通路 | ＜10.0 | ＜2.0 |
| 80通路 | ＜12.0 | ＜2.0 |
| 40G、100G系统 | 40通路 | ＜8.0 | ＜2.0 | 光纤布喇格光栅型、介质薄膜滤波器型和集成光波导型 |
| 80通路 | ＜8.0 | ＜2.0 |
| 400G系统 | 40/64/80通路 | ≤9.5 | — | 阵列波导光栅型和波长选择开关型 |

11.3.2 相邻通路隔离度测试，应符合下列规定：

1 在分波器的输入端将各不同波长的信号接入，并保证各波长的光功率在分波器输入端应基本相同。

2 可用光谱分析仪分别在分波器输出端（Rn点）第i通路测试波长λi的主纵模峰值光功率电平Pi，并测试波长λi+1和λi-1耦合到第i通路的串扰峰值光功率电平，应找出最大串扰光功率电平Pr，则λi通路的相邻通路隔离度Li，可按式11.3.2计算。

ISOLi=Pi-Pr （11.3.2）

式中：ISOLi——表示λi通路的相邻通路隔离度（dB）

Pi——表示λi通路主纵模峰值光功率电平（dBm）

Pr——表示λi通路收到的最大串扰电平（dBm）

3 可采用同样方法计算其他各波长通路的相邻通路隔离度。计算结果应符合表11.3.2的规定。测试过程中光谱分析仪分辨率宜设置为0.2nm状态。

表11.3.2 分波器通路隔离度（dB）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设备制式 | 通路容量 | 相邻通路隔离度 | 非相邻通路隔离度 | 器件类型 |
| 2.5G系统 | 32通路 | ＞25 | ＞25 | — |
| 40通路 | ＞25 | ＞25 | — |
| 10G系统 | 16通路 | ＞25 | ＞25 | 光纤布喇格光栅型、介质薄膜滤波器型和集成光波导型 |
| 32通路 | ＞25 | ＞25 |
| 40通路 | ＞22 | ＞25 |
| 80通路 | ＞22 | ＞25 |
| 40G、100G系统 | 40通路 | ＞22 | ＞25 | 光纤布喇格光栅型、介质薄膜滤波器型和集成光波导型 |
| 80通路 | ＞25 | ＞25 |

11.3.3 非相邻通路隔离度测试，可按本规范第11.3.2条执行，在非相邻各波长的串扰峰值光功率电平中应选最大值，并应计算各波长通路的非相邻通路隔离度。其计算结果应符合表11.3.2的规定。

**11.4 梳状滤波器测试**

11.4.1 梳状滤波器通路插入损耗及其最大差异测试，应在输入、输出端口分别测试各波长的光功率，输入、输出口光功率的差值及其最大差异应符合表11.4.1的规定。

表11.4.1 梳状滤波器插入损耗及其最大差异、通路隔离度（dB）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设备制式 | 插入损耗 | 最大差异 | 通路隔离度 | 器件类型 |
| 10G系统 | ＜2.0 | ＜1.0 | ＞25 | 50GHz/100 GHz梳状滤波器 |
| 100G系统 | ＜3.0 | ＜1.0 | ＞25 |

11.4.2 通路隔离度测试，可按本规范第11.3.2条的要求测试每个波长通路相邻通路隔离度，并可按本规范第11.3.3条的要求测试每个波长通路的非相邻通路隔离度，计算结果应符合表11.4.1规定。

**11.5 光分插复用器和光交叉连接测试**

11.5.1 光分插复用器和光交叉连接的通路插入损耗及其最大差异测试，应在输入、输出端口分别测试各上下波长的光功率，输入、输出口光功率的差值及其最大差异应满足设计要求。

11.5.2 通路隔离度测试，可按本规范第11.3.2条的要求测试每个波长通路相邻通路隔离度，并可按本规范第11.3.3条的要求测试每个波长通路的非相邻通路隔离度，计算结果应满足设计要求。

**11.6 波长转换器测试**

11.6.1 平均发送光功率测试，应在OTU输出端口采用光功率计测试，结果应符合表11.6.1的规定。

表11.6.1 波长转换器平均发送光功率（dBm）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长转换器制式 | Sn点 | 远距型  R点 | 局内型  R点 | ODB/PSBT、P-DPSK、ODB/PSBT、RZ-AMI、NRZ-DPSK、PM-BPSK、PM-(D)QPSK（Sn点） | RZ-DQPSK  （Sn点） | PM-16QAM、PM-QPSK  （Sn点） |
| 2.5G | -10～0 | -2～3 | -18～-9 | — | — | — |
| 10G | -5～-1 | -2～2 | -10～-1 | — | — | — |
| 40G | — | — | — | -5～5 | -10～5 | — |
| 100G | — | — | — | -5～5 | — | — |
| 400G | — | — | — | — | — | -10～5 |

11.6.2 接收灵敏度测试连接如图11.6.2，应使待测设备和传输分析仪保持正常状态，并可逐渐调大可调光衰耗器的衰耗值，当传输分析仪检测到的误码率为1.00×10-12时，测得OTU平均接收光功率应符合表11.6.2的规定。

表11.6.2 波长转换器接收灵敏度（dBm）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 波长转换器制式 | S点 | APD型Rn点 | PIN型Rn点 |
| 2.5G | ≤-18 | ≤-25 | ≤-18 |
| 10G | ≤-14 | ≤-21 | ≤-14 |
| 40G、100G | ≤-14 | — | ≤-14 |
| 400G | ≤-14 | — | ≤-14 |

传输分析仪

可调光衰耗器

待测OTU

光功率计

图11.6.2 OTU灵敏度和过载光功率测试连接示意图

光衰耗器

11.6.3 过载光功率测试连接如图11.6.2，应使待测设备和传输分析仪保持正常状态，并可逐渐调小可调光衰耗器的衰耗值，当传输分析仪检测到的误码率为1.00×10-12时，测得OTU平均接收光功率应符合表11.6.3规定。

表11.6.3 波长转换器过载光功率（dBm）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 波长转换器制式 | S点 | APD型Rn点 | PIN型Rn点 |
| 2.5G | ≥0 | ≥-9 | ≥0 |
| 10G | ≥0 | ≥-9 | ≥0 |
| 40G、100G | ≥0 | — | ≥0 |
| 400G | ≥0 | — | ≥0 |

11.6.4 中心频率测试，应在DWDM系统Sn点用多波长计或光谱分析仪测试，结果应符合表11.6.4-1的规定。CWDM系统在相应的系统接口点测试，结果应符合表11.6.4-2的规定。

表11.6.4-1 DWDM波长转换器中心频率及允许偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设备制式 | 通路间隔(GHz) | 标称中心频率（THz） | 允许偏差（GHz） |
| 32×2.5G系统 | 100 | 192.10～195.20 | ±20.0 |
| 40×2.5G系统 | 100 | 192.10～196.00 | ±20.0 |
| 32×10G系统 | 100 | 192.10～195.20 | ±12.5 |
| 40×10G系统 | 100 | 192.10～196.00 | ±12.5 |
| 80×10G系统 | 50 | 191.80～196.05 | ±5.0 |
| 40×40G系统 | 100 | 191.10～196.20 | ±5.0 |
| 80×40G系统 | 50 | 191.10～196.25 | ±2.5 |
| 40×100G系统 | 100 | 191.10～196.20 | ±2.5 |
| 80×100G系统 | 50 | 191.10～196.25 | ±2.5 |
| 40×400G系统（2×200G） | 100 | 191.10～196.20 | ±2.5 |
| 80×400G系统（2×200G） | 50 | 191.10～196.25 | ±2.5 |
| 64×400G系统（2×200G） | 75 | 191.3125～196.0375 | ±2.5 |

表11.6.4-2 CWDM波长转换器中心波长及允许偏差

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 系统标称中心波长λ（nm） | 中心波长偏差（nm） | 4波 | 8波 | 16波 |
| 1 | 1271.0 | ±7 |  |  | 在全波段范围内选用，不对具体波长使用进行限制 |
| 2 | 1291.0 | ±7 |
| 3 | 1311.0 | ±7 |
| 4 | 1331.0 | ±7 |
| 5 | 1351.0 | ±7 |
| 6 | 1371.0 | ±7 |
| 7 | 1391.0 | ±7 |
| 8 | 1411.0 | ±7 |
| 9 | 1431.0 | ±7 |
| 10 | 1451.0 | ±7 |
| 11 | 1471.0 | ±7 | 在此波段范围内选用，不对具体波长使用进行限制 | 选用此波段范围内8个波道 |
| 12 | 1491.0 | ±7 |
| 13 | 1511.0 | ±7 |
| 14 | 1531.0 | ±7 |
| 15 | 1551.0 | ±7 |
| 16 | 1571.0 | ±7 |
| 17 | 1591.0 | ±7 |
| 18 | 1611.0 | ±7 |

注：表中的波长λ为光在真空中的波长，频率可采用f=c/λ换算，光在真空中的速度取，c=2.99792458×108m/s

11.6.5 最小边模抑制比测试，应在Sn点采用光谱分析仪测试，结果应大于35dB。

11.6.6 -20dB谱宽的测试，应在Sn点采用光谱分析仪测试，结果应符合表11.6.6的规定。

表11.6.6 波长转换器-20dB谱宽（nm）

|  |  |
| --- | --- |
| 波长转换器制式 | -20dB谱宽 |
| 2.5G | ≤0.20 |
| 10G（NRZ型） | ≤0.30 |
| 40G (PM-BPSK型) | ≤1 |
| 40G (PM-(D)QPSK型) | ≤0.2 |
| 40G（ODB或PSBT型） | ≤0.60 |
| 40G（P-DPSK型） | ≤0.70 |
| 100G（PM-QPSK型） | ≤1.00 |

11.6.7 抖动产生测试连接如图11.6.7，可用传输分析仪测量OTU在无输入抖动时的最大输出抖动，测试60s的累计值结果应符合表11.6.7的规定。

待测OTU

传输分析仪

光衰耗器

图11.6.7 OTU抖动性能测试连接示意图

光衰耗器

表11.6.7 抖动产生

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数值  接口类型 | 抖动峰峰值（UIp-p） | | 测试滤波器参数 | | |
| B1(f1- f4) | B2(f3- f4) | f1（kHz） | f3（MHz） | f4（MHz） |
| STM-16 | 0.30 | 0.10 | 5 | 1 | 20 |
| STM-64 | 0.30 | 0.10 | 20 | 4 | 80 |
| STM-256 | 0.30 | 0.14 | 80 | 16 | 320 |
| OTN接口 CBR10G、ODU2 | 1.00 | 0.10 | 20 | 4 | 80 |
| OTN接口 ODU3、OTU3 | 1.20 | 0.14 | 20 | 16 | 320 |
| OTN接口 CBR40G | 1.00 | 0.14 | 80 | 16 | 320 |

注：1 OTN接口CBR10G、ODU2和CBR40G适合ODCp时钟模式

2 OTN接口ODU3和OTU3适合ODCa、ODCb和ODCr时钟模式。

11.6.8 输入抖动容限测试连接如图11.6.7，应调节设备和仪表接收光功率在其动态范围的中间，并应保持设备和仪表处于稳定状态下。发送端OUT设备应符合下列规定：

1 STM-16和OTU1接口的输入抖动容限连接如图11.6.8-1，应符合表11.6.8-1的规定。

2 STM-64和OTU2接口的输入抖动容限连接如图11.6.8-2，应符合表11.6.8-2的规定。

3 STM-256接口的输入抖动容限连接如图11.6.8-3，应符合表11.6.8-3的规定。

4 OTU3接口的输入抖动容限连接如图11.6.8-4，应符合表11.6.8-4的规定。

表11.6.8-1 STM-16和OTU1接口的输入抖动容限

|  |  |
| --- | --- |
| 频率f(Hz) | 抖动幅度（UIp-p） |
| 500 ＜ f ≤5K | 7500 f -1 |
| 5K＜ f ≤ 100K | 1.5 |
| 100K＜ f ≤ 1M | 1.5×10 5f -1 |
| 1M ＜ f ≤ 20M | 0.15 |

500

0.15

20M

1M

100k

5k

1.5

15

幅度（UIp-p）

频率f（Hz）

图11.6.8-1 STM-16和OTU1接口的输入抖动容限模框

表11.6.8-2 STM-64和OTU2接口的输入抖动容限

|  |  |
| --- | --- |
| 频率f(Hz) | 抖动幅度（UIp-p） |
| 2k ＜ f ≤20k | 3.0×104 f -1 |
| 20k＜ f ≤ 400k | 1.5 |
| 400k＜ f ≤ 4M | 6.0×105 f -1 |
| 4M ＜ f ≤ 80M | 0.15 |

2k

0.15

80M

4M

400k

20k

1.5

15

幅度（UIp-p）

频率f（Hz）

图11.6.8-2 STM-64和OTU2接口的输入抖动容限模框

表11.6.8-3 STM-256接口的输入抖动容限

|  |  |
| --- | --- |
| 频率f(Hz) | 抖动幅度（UIp-p） |
| 8k ＜ f ≤80k | 1.2×105 f -1 |
| 80k＜ f ≤ 1.92M | 1.5 |
| 1.92M＜ f ≤ 16M | 2.88×106 f -1 |
| 16M ＜ f ≤ 320M | 0.18 |

8k

0.18

320M

16M

1.92M

80k

1.5

15

幅度（UIp-p）

频率f（Hz）

图11.6.8-3 STM-256接口的输入抖动容限模框

表11.6.8-4 OTU3接口的输入抖动容限

|  |  |
| --- | --- |
| 频率f(Hz) | 抖动幅度（UIp-p） |
| 8k ＜ f ≤20k | 1.2×105 f -1 |
| 20k＜ f ≤ 480k | 6.0 |
| 480k＜ f ≤ 16M | 2.88×106 f -1 |
| 16M ＜ f ≤ 320M | 0.18 |

8k

0.18

320M

16M

480k

20k

6.0

15

幅度（UIp-p）

频率f（Hz）

图11.6.8-4 OTU3接口的输入抖动容限模框

11.6.9 抖动转移特性测试连接如图11.6.7，测试的抖动转移特性结果如图11.6.9，应符合表11.6.9规定。

P

0

fL

fc

fH

抖动频率f

抖动增益（dB）

20dB/10倍频程

图11.6.9 OTU抖动转移特性

表11.6.9 OTU抖动转移特性参数值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| STM等级 | fL(Hz) | fc(kHz) | fH(kHz) | P(dB) |
| STM-16 | — | 2，000 | 20，000 | 0.1 |
| STM-64 | — | 1，000 | 80，000 | 0.1 |
| STM-256 | — | 4，000 | 320，000 | 0.1 |
| OTN接口ODU2同步映射 | 40 | 4 | 400 | 0.1 |
| OTN接口ODU3同步映射 | 160 | 16 | 1，600 | 0.1 |
| OTN接口OTU2 3R再生 | 10 | 1，000 | 80，000 | 0.1 |
| OTN接口OTU3 3R再生 | 40 | 4，000 | 320，000 | 0.1 |

11.6.10 用传输信号分析仪（光电示波器）测得的OTU端口输出端的光发送眼图应满足设计要求。

11.7 子速率透明复用器测试

11.7.1 平均发送光功率的测试应在设备正常发光情况下，用光功率计在T-MUX的群路输出端口和支路输出端口分别测试，结果应符合表11.6.1的规定。

11.7.2 接收灵敏度测试连接如图11.7.2，应使待测设备和传输分析仪保持正常状态，可逐渐调大连接待测端口的可调光衰耗器衰耗值，当传输分析仪检测到的误码率为1.00×10-12时，测得T-MUX接口平均接收光功率应符合表11.6.2的规定。

图11.7.2 T-MUX性能测试连接示意图

传输分析仪

待测T-MUX设备

可调光衰耗器

光功率计

可调光衰耗器

可调光衰耗器

11.7.3 过载光功率测试连接如图11.7.2，应使待测设备和传输分析仪保持正常状态，可逐渐调小连接待测端口的可调光衰耗器衰耗值，当传输分析仪检测到的误码率为1.00×10-12时，测得T-MUX接口平均接收光功率应符合表11.6.3的规定。

11.7.4 抖动产生测试连接如图11.7.2，可用传输分析仪测量T-MUX接口在无输入抖动时的最大输出抖动，测试60s的累计值结果应符合表11.6.7对应的速率端口规定。

11.7.5 输入抖动容限测试连接如图11.6.2,应调节设备和仪表接收光功率在动态范围的中间、且应保持设备和仪表工作处于稳定状态下，设备输入抖动容限应符合本规范第11.6.8条对应的速率口指标规定。

11.7.6 用传输信号分析仪（光电示波器）测得的T-MUX端口输出端的光发送眼图应满足设计要求。

**11.8 光线路放大器测试**

11.8.1 总输入光功率测试，在OLA输入端正常接收来自前一站多个波长光信号的系统状态下，测试RM点的光功率，结果应满足设计要求。

11.8.2 总输出光功率测试，在OLA正常时，测试SM点的光功率，结果应满足设计要求。

**11.9 光谱分析模块测试**

11.9.1 从网管上读取每波中心波长值与仪表在MPI-RM点所测中心波长值比较，允许偏差应为±0.1nm。

11.9.2 从网管上读取每波光功率与仪表在MPI-RM点所测光功率比较，允许偏差应为±1.5dB。

11.9.3 在光信噪比不大于25dB时，从网管上读取每波信噪比值与仪表在MPI-RM点所测信噪比值比较，允许偏差应为±1.5dB。

**11.10 光监控通路测试**

11.10.1 平均发送光功率测试，应在OSC发送板的输出端口用光功率计测试。测得的光功率应为0～7dBm。

11.10.2 中心波长测试，应在OSC发送板的输出端口用多波长计或光谱分析仪测试，结果应为1510nm±10nm或1625±10nm。

# **12 系统性能测试及功能检查**

**12.1 系统性能测试**

12.1.1 光信噪比测试，在MPI-RM点用光谱分析仪测试各波长通路，结果应满足设计要求，并应分别对每个光复用段双向测试。

12.1.2 系统输出抖动测试，可采用环回法或对测法，环回法指标按单向指标考核。测试时间应为60s，在R点测试各通路输出抖动应符合表12.1.2的规定。

表12.1.2 系统输出抖动

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数值  接口类型 | 网络接口限值（UIp-p） | | 测试滤波器参数 | | |
| B1(f1～f4) | B2(f3～f4) | f1（kHz） | f3（MHz） | f4（MHz） |
| STM-16 | 1.5(0.75) | 0.15(0.15) | 5 | 1 | 20 |
| STM-64 | 1.5(0.75) | 0.15(0.15) | 20 | 4 | 80 |
| STM-256 | 1.5 | 0.18 | 80 | 16 | 320 |
| OTU3 | 6.0 | 0.18 | 20 | 16 | 320 |

注：1 括号内数值为光复用段指标要求。

2 单个光复用段组成的光通道，按照光复用段指标考核。

12.1.3 系统误码性能测试，采用传输分析仪仅测试SDH和OTN业务通路，结果应满足设计要求。当一个光复用段有多个波长通路时，可任选其中一个波道测试24h，其余波长通路应测试15min。

12.1.4 以太网性能测试连接如图12.1.4，测试吞吐量、过载丢包率、长期丢包率、时延和背靠背等性能，结果应满足设计要求。

(b)环回单端测试法

MPI-RM

MPI-SM

MPI-RM

MPI-SM

S

R

S

R

本站

OTM

设备

数据网络分析仪

光衰耗器

光衰耗器

对端

OTM

设备

环回设备

图12.1.4 以太网性能测试连接示意图

MPI-RM

MPI-SM

MPI-RM

MPI-SM

S

R

S

R

本站

OTM

设备

数据网络分析仪

光衰耗器

光衰耗器

对端

OTM

设备

光衰耗器器

（a）双端对测法

光衰耗器器

数据网络分析仪

12.1.5 系统保护倒换时间宜采用环回法测试，结果应满足设计要求。

**12.2 系统功能检查**

12.2.1 当系统通路增加或减少时，对通路的误码性能不应造成影响，对通路的信噪比影响程度应满足设计要求。

12.2.2 当线路光纤或系统内部光纤中断引起放大器接收无光时，放大器输出光功率应具备光功率自动减少(APR)或激光器自动关断 (ALS)功能。当主光通道恢复连通并正常工作后，系统应能实施自动或人工重启动功能，使系统恢复正常工作。

12.2.3 当采用光通路保护（OCP）方式时，在通路接收光功率低于设定门限或误码率大于设定门限倒换准则时，系统应自动倒换到保护通路。当采用光复用段保护（OMSP）或光线路保护（OLP）方式时，在WDM主用线路接收端接收光功率低于设定门限时，系统应自动倒换到备用线路。

**12.3 辅助系统功能检查**

12.3.1 公务联络系统应符合下列规定：

1 公务联络功能设置应满足各站间的公务联络要求。

2 各站公务电话编号应满足设计要求，采用选呼和群呼方式呼叫应正确无误。

3 通话应清晰、无啸叫现象。

4 当接有距离不超过200m延伸话机时，应仍能符合上述正常功能。

**12.4 网管基本功能检查**

12.4.1 网管应具备下列安全管理基本功能：

1 具有操作级别及权限划分、用户管理、日志管理等安全管理功能。

2 监视和控制试图接入受限资源的申请。

3 对系统资料备份归档，操作系统软件、系统应用软件、系统数据库应齐全并具有备份功能。

12.4.2 网管应具备下列故障管理功能：

1 实时告警监视定位到单板（盘）、可闻、可视告警提示、告警收集和显示、告警清除和确认、告警过滤和屏蔽、告警级别设置、告警查询和统计。

2 设备告警、服务质量告警、通信告警、环境告警和处理失败告警等类型。

3 紧急告警、严重告警、一般告警和提示告警等至少4种告警严重级别。

4 未确认当前告警、已确认当前告警、未确认历史告警和已确认历史告警等4种告警状态。

5 具有告警输出功能。故障监视告警参数应满足表12.4.2要求。

表12.4.2 故障监视告警参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 告警描述 | 告警位置 |
| 1 | 输入信号丢失 | S，Rn |
| 2 | 激光器寿命告警 | OTU |
| 3 | 激光器背光功率告警 | OTU |
| 4 | 激光器温度过限 | OTU |
| 5 | 激光器偏置电流过限 | OTU |
| 6 | 激光器发送失效 | OTU |
| 7 | 输入合路信号丢失 | MPI-SM |
| 8 | 输入光功率过限 | S，Rn |
| 9 | 输出光功率过限 | Sn，R |
| 10 | 光信号帧丢失 | OTU |

12.4.3 网管应具备下列性能管理功能：

1 性能检测管理、性能数据查询显示统计、性能数据存储、性能数据输出、性能门限设置查询等功能。

2 性能管理监视的主要参数应满足表12.4.3要求。

表12.4.3 基本性能管理参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 性能参数描述 | 性能采集位置 |
| 1 | 输入光功率 | S，Rn |
| 2 | 输出光功率 | Sn，R |
| 3 | 激光器偏置电流 | OTU |
| 4 | 激光器温度 | OTU |
| 5 | 激光器背光功率 | OTU |
| 6 | 总输入光功率 | MPI-SM |
| 7 | 总输出光功率 | MPI-RM |
| 8 | 纠前误码率 | OTU |
| 9 | 信噪比 | MPI-RM |

12.4.4 网管应具备下列配置管理功能：

1 网络拓扑管理、网元配置管理、网元状态监控和子速率复用器（T-MUX）管理功能。

2 配置OADM交叉连接，设定东（西）向和上（下）光通道；配置和修改网元保护方式，控制保护倒换状态。

3 在网元上实施时钟设置和修改。管理软件版本，上载、下载和升级软件。

12.4.5 WDM的光监测通道中断时，网管可支持自动切换到外部DCC通道，网管系统功能不应受到影响，不得丢失网管系统数据库中的数据。

# **13 竣工文件**

13.0.1 工程完工后，应及时编制竣工文件。工程初步验收前应提交竣工文件1式3份。

13.0.2 竣工文件应包含下列规定内容：

1 工程说明。

2 开工报告。

3 安装工程量总表。

4 已安装的设备明细表。

5 工程设计变更单。

6 重大工程质量事故报告。

7 停（复）工报告。

8 随工签证记录。

9 交（完）工报告。

10 交接书。

11 验收证书。

12 测试记录。

13 竣工图纸。

13.0.3 测试记录内容，可按本规范附录B执行。

13.0.4 竣工图应符合下列规定：

1 竣工图可在施工图基础上编制，施工中未变更的，施工图可作为竣工图。

2 个别变动时，可在原施工图上改绘作为竣工图。

3 施工图有较大修改或已无法改绘时，应重新绘制。

4 竣工图应加盖竣工图章。

13.0.5 竣工文件应内容齐全、详实准确和清楚规范。

# **14 工程验收**

**14.1 工程初步验收**

14.1.1 工程初步验收应在具备下列条件后组织验收：

1 完成全部设计工作量。

2 设备功能、系统性能经检查、测试合格。

3 竣工文件编报完毕后，提交完工报告。

14.1.2 工程初步验收应按照本规范和设计文件的要求，开展下列检查和交接：

1 安装工艺质量检查，设备和系统性能测试。

2 竣工文件审查。

3 已安装设备交接，备盘备件清点移交。

14.1.3 施工过程中，可按表14.1.3的规定，对设备硬件安装质量进行检验和签证，对取得签证的硬件安装项目，在工程初步验收时可不再检验。

表14.1.3 设备硬件安装检查

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 章节号 | 验收子项 | 主要检验内容 | 验收方式 |
| 硬  件  安  装  检  查 | 10.1 | 机房环境检查 | 1 机房物品摆放  2 空洞位置、尺寸  3 封堵孔洞材料 | 现场检查 |
| 10.2 | 铁架安装 | 1 安装平面位置  2 安装高度  3 紧固件、漆面 | 随工检验  现场检查 |
| 10.3 | 机架和子架安装 | 1、机架安装平面位置  2 机架垂直、水平度  3 机架上下加固  4 机架接地线  5 机架附件的放置  6 子架安装位置  7 子架内机盘的安装  8 子架内缆、线、纤的固定  9 子架附件的放置 | 随工检验  现场检查 |
| 10.4 | 网管设备安装 | 1 设备安装平面位置  2 设备安装方式  3 设备供电电源模式 | 随工检验  现场检查 |
| 10.5 | 缆线布放及成端 | 1 光纤连接线路由及保护措施  2 在护槽内布放工艺  3 光纤连接线盘曲率半径  4 光纤连接线的标签  5 通信电缆的路由  6 通信缆线规格程式  7 通信电缆布放、绑扎工艺  8 通信电缆端头处理、余长绑扎  9 通信电缆焊接工艺  10 电力电缆端头处理  11 电力电缆铜鼻子规格  12 电力电缆铜鼻子固定  13 电力电缆端头保护管颜色 | 随工检验  现场检查 |

14.1.4 设备功能检查及测试项目可按表14.1.4执行，当抽测数量不足一个单位时，应按一个单位抽测。当抽测的项目不合格时，应对该项目加倍测试，当结果仍不合格时，该项目应全部测试。

表14.1.4 设备功能检查、测试和竣工文件检查

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 章节号 | 验收子项 | 主要检验内容 | 验收方式 | 检验比例 |
| 设  备  功  能  检  查  及  本  机  测  试 | 11.1 | 电源及设备功能检查 | 1 设备工作电压、功耗  2 电源柜、列头柜熔丝规格  3 主备用电源倒换试验  4 告警功能试验 | 随工检验 | 全测 |
| 11.2 | OMU测试 | 1 插入损耗  2 插入损耗最大差异 | 检查记录  初验抽测 | 5% |
| 11.3 | ODU测试 | 1 插入损耗  2 插入损耗最大差异  3 相邻通路隔离度  4 非相邻通路隔离度 | 检查记录  初验抽测 | 5% |
| 11.4 | 梳状滤波器测试 | 1 插入损耗  2 插入损耗最大差异  3 通路隔离度 | 检查记录  初验抽测 | 5% |
| 11.5 | OADM和OXC测试 | 1 插入损耗  2 插入损耗最大差异  3 通路隔离度 | 检查记录  初验抽测 | 5% |
| 11.6 | OTU测试 | 1 平均发送光功率  2 接收灵敏度  3 最小过载光功率  4 中心波长及偏移  5 最小边模抑制比  6 最大-20dB谱宽  7 抖动产生  8 输入抖动容限  9 抖动转移特性  10 光发送眼图 | 检查记录  初验抽测 | 10% |
| 11.7 | T-MUX测试 | 1 平均发送光功率  2 接收灵敏度  3 最小过载光功率  4 输入抖动容限  5 抖动产生  6 光发送眼图 | 检查记录  初验抽测 | 10% |
| 11.8 | OLA 测试 | 1 总输入光功率  2 总输出光功率 | 检查记录  初验抽测 | 10% |
| 11.9 | OSA测试 | 1 中心波长精度  2 功率精度  3 光信噪比精度 | 检查记录  初验抽测 | 10% |
| 11.10 | OSC测试 | 1 平均发送光功率  2 工作波长及其偏差 | 测试 | 10% |
| 系统  性能  测试  及  功能  检查 | 12.1 | 系统性能测试 | 1 光信噪比  2 系统输出抖动  3 系统误码性能  4 保护倒换时间  5 吞吐量、过载丢包率、长期丢包率、时延、背靠背测试 | 检查记录  初验抽测 | 20% |
| 12.2 | 系统功能检查 | 1 系统通路增减  2 APR或ALS功能试验  3 保护倒换方式 | 检查记录  初验抽测 | 全检 |
| 12.3 | 辅助系统功能检查 | 1 公务联络功能  2 网管功能检查 | 检查记录  初验抽测 | 全检 |
| 12.4 | 网管基本功能检查 | 1 安全管理  2 故障管理  3 性能管理  4 配置管理  5 光检测通道保护 | 检查记录  初验抽测 | 全检 |
| 竣  工  文  件  审  查 | 13.0.1 | 竣工文件份数 | 1、竣工文件三份 | 文件审查 | 全检 |
| 13.0.2 | 竣工文件内容 | 1、竣工文件  2、测试记录  3、竣工图纸 | 与实际核对  与指标核对 | 全检 |
| 13.0.5 | 竣工文件要求 | 1、内容齐全  2、详实准确  3、清楚规范 | 文件审查 | 全检 |

14.1.5 工程初验通过后，应形成初步验收报告，有遗留问题时，应明确解决遗留问题的责任单位和解决时限，并应对工程施工质量等级初步评定，施工质量评定应符合下列规定：

1 主要安装工程项目基本达到施工质量标准，其余项目稍有偏差，但不影响设备使用寿命应为合格等级。

2 在合格基础上，主要安装项目全部达到施工质量标准，其余项目稍有偏差，但不影响设备使用寿命应为优良等级。

**14.2 工程试运行**

14.2.1 初验通过后,应安排系统试运行。

14.2.2 试运行应组织维护人员执行。维护人员可定期对设备指标抽测；可通过网管对工程复用段长期误码性能进行连续30日的稳定观测；可试开通部分非重要业务。

14.2.3 试运行时间宜为3个月，试运行结束后，应提交试运行报告并准备终验。

**14.3 工程终验**

14.3.1 试运行结束，工程遗留问题解决后，应进行工程终验。

14.3.2 终验应对投资进行初步决算，综合评定工程设计和工程施工质量。在工程满足以下要求时，工程终验应通过：

1 主要传输性能指标满足设计要求。

2 系统试运行稳定可靠。

3 主要安装项目达到施工质量标准，其余项目稍有偏差，但不影响设备使用寿命。

14.3.3 未通过终验的工程不得投产使用。

# **附录A 本规范用词说明**

本规范条文执行严格程度的用词，采用以下写法：

A.0.1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

A.0.2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

A.0.3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

A.0.4 表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

# **附录B 测试记录样表**

B.0.1设备基本功能检查记录可按表B.0.1选用。

表B.0.1 设备基本功能检查记录

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测试、检查结果  测试、检查项目 | 要求 | 结果  （合格打√） | 备注 |
| 机房供电电压 | 应满足设备要求 | － V | 记录电压值 |
| 列柜熔丝容量 | 应满足设计要求 |  |  |
| 设备总功耗 | 满足技术要求 |  | 记录功耗值 |
| 设备主、备电源倒换 | 同时和独自供电设备正常 |  |  |
| 设备告警性能（可借助网管模拟） | | | |
| 电源故障 | 设备告警、集中告警应正常 |  |  |
| 机盘故障 | 设备告警、集中告警应正常 |  |  |
| 机盘缺失 | 设备告警、集中告警应正常 |  |  |
| 信号丢失（LOS） | 设备告警、集中告警应正常 |  |  |
| 激光器自动关闭（ALS） | 设备告警、集中告警应正常 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

设备型号： 制造厂商：

测试仪表： 测试人员：

随工（监理）： 测试时间：

B.0.2 DWDM合波器（OMU）测试记录可按表B.0.2选用。

表B.0.2 DWDM合波器（OMU）测试记录

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测试项目  通路(λn)、方向 | 插入损耗（dB） | |
| 指标 | 实测值 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 方向最大差异 |  |  |
| 方向最大差异 |  |  |

设备型号： 制造厂商：

测试仪表： 测试人员：

随工（监理）： 测试时间：

B.0.3 DWDM分波器（ODU）测试记录可按表B.0.3选用。

表B.0.3 DWDM分波器（ODU）测试记录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目  通路(λn)、方向 | 插入损耗（dB） | | 相邻通路隔离度 | 非相邻通路隔离度 |
| 指标 | 实测值 | 指标： dB | 指标： dB |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 方向最大差异 |  |  | — | — |
| 方向最大差异 |  |  | — | — |

设备型号： 制造厂商：

测试仪表： 测试人员：

随工（监理）： 测试时间：

B.0.4 DWDM梳状滤波器测试记录可按表B.0.4选用。

表B.0.4 DWDM梳状滤波器测试记录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目  通路(λn)、方向 | 插入损耗（dB） | | 相邻通路隔离度 | 非相邻通路隔离度 |
| 指标 | 实测值 | 指标： dB | 指标： dB |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 方向最大差异 |  |  | — | — |
| 方向最大差异 |  |  | — | — |

设备型号： 制造厂商：

测试仪表： 测试人员：

随工（监理）： 测试时间：

B.0.5 DWDM光分插复用器（OADM）测试记录可按表B.0.5选用。

表B.0.5 DWDM光分插复用器（OADM）、光交叉（OXC）测试记录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目  通路(λn)、方向 | 插入损耗（dB） | | 相邻通路隔离度 | 非相邻通路隔离度 |
| 指标 | 实测值 | 指标： dB | 指标： dB |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 方向最大差异 |  |  | — | — |
| 方向最大差异 |  |  | — | — |

设备型号： 制造厂商：

测试仪表： 测试人员：

随工（监理）： 测试时间：

B.0.6波长转换器（OTU）测试记录可按表B.0.6选用。

表B.0.6 波长转换器（OTU）测试记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目  指标  OTU型号、位置 | 发光功率  （dBm） | | 接收灵敏度  (dBm) | | 过载光功率  (dBm) | | 中心频率(THz)及其偏差 | | | 最小边摸抑制比 | 最大-20dB谱宽 |
| 偏差指标： ± GHz | | | 指标：≥35dB | 指标： nm |
| 指标 | 实测值 | 指标 | 实测值 | 指标 | 实测值 | 标称值 | 实测值 | 偏移 | 实测值 | 实测值 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

注：对于接收端OTU，可不测试接收灵敏度、过载光功率、中心波长（频率）、最小边模抑制比和最大-20dB谱宽指标。

设备型号： 制造厂商：

测试仪表： 测试人员：

随工（监理）： 测试时间：

续表B.0.6 波长转换器（OTU）测试记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目  频点（KHz）  OTU型号、位置 指标 | 输入抖动容限（UIp-p） | | | | 抖动转移特性 (dB) | | | | | | 抖动产生（UIp-p） | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | B1 | B2 |
| ≥ | ≥ | ≥ | ≥ | ≤ | ≤ | ≤ | ≤ | ≤ | ≤ | ≤ | ≤ |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

注：1 对于OTN业务接口的OTU，共涉及到ODCa、ODCb、ODCr和ODCp等4种不同时钟，工程阶段只要求ODCb和ODCr测试抖动转移特性。

2 抖动产生仅测接收端OTU；输入抖动容限仅测发送端OTU。

3 抖动容限和抖动转移特性测试过程中，低频点选取可根据测试仪表的情况而定。

设备型号： 制造厂商： 测试仪表：

随工（监理）： 测试人员： 测试时间：

B.0.7子速率透明复用器（T-MUX）测试记录可按表B.0.7选用。

表B.0.7 子速率透明复用器（T-MUX）测试记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目  指标  T-MUX位置 端口号 | 发光功率  （dBm） | | 接收灵敏度  (dB) | | 过载光功率  (dB) | | 输入抖动容限（UIp-p） | | | | 抖动产生（UIp-p） | |
| kHz | kHz | kHz | kHz | B1 | B2 |
| 指标 | 实测值 | 指标 | 实测值 | 指标 | 实测值 | ≥ | ≥ | ≥ | ≥ | ≤ 0.30 | ≤ 0.10 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

设备型号： 制造厂商： 测试仪表：

随工（监理）： 测试人员： 测试时间：

B.0.8光线路放大器（OLA）测试记录可按表B.0.8选用。

表B.0.8 光线路放大器（OLA）测试记录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目  OLA方向 | 总输入光功率电平（dBm） | | 总输出光功率电平（dBm） | |
| 指标 | 实测值 | 指标 | 实测值 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

设备型号： 制造厂商：

测试仪表： 测试人员：

随工（监理）： 测试时间：

B.0.9光谱分析模块（OSA）测试记录可按表B.0.9选用。

表B.0.9 光谱分析模块（OSA）测试记录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试数据  测试项目 | 偏差指标 | OSA测试值 | 仪表测试值 | 实测偏差 |
| 中心波长精度（nm） | ±0.1 |  |  |  |
| 功率精度（dB） | ±1.5 |  |  |  |
| 光信噪比精度（dB） | ±1.5 |  |  |  |

设备型号： 制造厂商：

测试仪表： 测试人员：

随工（监理）： 测试时间：

B.0.10光监控通路（OSC）测试记录可按表B.0.10选用。

表B.0.10 光监控通路（OSC）测试记录

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目  OSC方向 | 发光功率(dB) | | 中心波长(nm) | | | |
| 指标 | 实测值 | 标称值 | 实测值 | 偏差指标 | 实测偏差 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

设备型号： 制造厂商：

测试仪表： 测试人员：

随工（监理）： 测试时间：

B.0.11 WDM系统性能测试记录可按表B.0.11选用。

表B.0.11 WDM系统性能测试记录

光复用段名称：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测试项目  指标  通路号（λn） | 输出抖动(UIp-p) | | 误码性能  （24h附打印记录、  15分钟合格打√） |
| B1 | B2 |
|  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.0.12保护倒换时间测试记录可按表B.0.12选用。

表B.0.12 保护倒换时间测试记录

光复用段名称：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 通路号（λn） | 保护倒换方式 | |
| 光通道保护倒换时间  ≤50ms | 光复用段保护倒换时间  ≤50ms |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

测试仪表： 测试人员：

随工（监理）： 测试时间：

B.0.13 WDM系统以太网性能测试记录可按表B.0.13选用。

表B.0.13 WDM系统以太网性能测试记录

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 通路号  （λn） | 以太网测试项目 | | | | |
| 吞吐量 | 丢包率 | 长期丢包率 | 时延 | 背靠背 |
| 指标 | 指标 | 指标 | 指标 | 指标 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

测试仪表： 测试人员：

随工（监理）： 测试时间：

B.0.14 WDM系统功能检查记录可按表B.0.14选用。

表B.0.14 WDM系统功能检查记录

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检查结果  检查项目 | 要求 | 结果  （合格打√） | 备注 |
| 系统通路增减 | 不应对其他通路造成影响 |  |  |
| APR功能 | 应自动关闭并可恢复正常 |  |  |
| 公务联络功能 | 应话音清晰、拨号正常 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# 

# **引用标准名录**

GB 50689《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》

GB 51158《通信线路工程设计规范》

GB 51194《通信电源设备安装工程设计规范》

GB 51369《通信设备安装工程抗震设计标准》

GB 19286《电信网络设备的电磁兼容性要求及测量方法》

GB/T 20185《同步数字体系设备和系统的光接口技术要求》

YD 5003《通信建筑工程设计规范》

YD/T 5026《信息通信机房槽架安装设计规范》

YD/T 1060《光波分复用系统（WDM）技术要求－32×2.5Gbit/s部分》

YD/T 1099《以太网交换机技术要求》

YD/T 1143《光波分复用系统（WDM）技术要求—16×10Gb/s、32×10Gb/s部分》

YD/T 1205《城域光传送网波分复用(WDM)环网技术要求》

YD/T 1259《波分复用系统（WDM）光安全进程技术要求》

YD/T 1274《光波分复用系统（WDM）技术要求－160×10Gbit/s、80×10Gbit/s部分》

YD/T 1326《粗波分复用（CWDM）系统技术要求》

YD/T 1634《光传送网（OTN）物理层接口》

YD/T 1712《中小型电信机房环境要求》

YD/T 1821《通信中心机房环境条件要求》

YD/T 1960《N×10Gbit/s超长距离波分复用（WDM）系统技术要求》

YD/T 1991《N×40Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》

YD/T 2273《同步数字体系(SDH)STM-256总体技术要求》

YD/T 2485《N×100Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》

YD/T 3070《N×100Gbit/s 超长距离光波分复用(WDM)系统技术要求》

YD/T 3391《光波分复用（WDM）系统总体技术要求》

YD/T 3783《N×400Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》

YD/T 3786《N×400Gbit/s光波分复用（WDM）系统测试方法》

YD

中 华 人 民 共 和 国 通 信 行 业 标 准

YD/T 5092－202X

**波分复用（WDM）光纤传输系统工程技术规范**

**Technical Specifications for Wavelength Division Multiplexing (WDM) Optical Fiber Transmission Systems Engineering**

YD/T 5092-20xx

# 条 文 说 明

**编写说明**

本规范是根据《工业和信息化部办公厅关于印发2021年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2021〕25号）的要求，对原YD 5092-2014《波分复用（WDM）光纤传输系统工程设计规范》和YD 5122-2014《波分复用（WDM）光纤传输系统工程验收规范》进行合并和修订。

本规范制订过程中，编写组进行了国内波分复用光纤传输系统工程建设的调查研究，并参考近年发布的波分复用系统方面的相关技术标准以及波分复用光纤传输系统工程的资料，在广泛征求意见的基础上，制订本规范。

本规范修订时参照对应国家标准，总结了我国近年来波分复用光纤传输系统工程的设计和施工成果，并根据近年发布的相关标准，增加了Nx100G系统增加Nx400G系统相关内容，对波分复用系统的系统组成及分类、中心频率和波长，补充了光纤类型，相关技术等要求等。本规范修订时，对于相关技术规范的技术指标，采用引用方式，不再重新编写。

本规范的编制，将对波分复用（WDM）光纤传输系统工程的设计、施工、调试、测试、验收起到重要指导作用，使波分复用（WDM）光纤传输系统工程建设做到技术合理、安全可靠、节能环保，对我国通信业的健康发展产生积极的引领和支撑作用。

目 次

[1 总则 80](#_Toc32665)

[2 术语和符号 81](#_Toc17146)

[2.1 术语 81](#_Toc13661)

[3 系统组成及分类 82](#_Toc16531)

[3.1 系统特性 82](#_Toc28674)

[3.2 系统组成 82](#_Toc17911)

[3.3 系统应用分类 82](#_Toc20734)

[3.4 中心波长分配 84](#_Toc7202)

[3.5 主光通道接口 84](#_Toc32062)

[3.6 波长转换器光接口 84](#_Toc15554)

[3.7 光监控通路 85](#_Toc5725)

[4 传输系统设计 86](#_Toc16136)

[4.1 局站设置 86](#_Toc27330)

[4.2 光纤选用与站段设计 86](#_Toc25551)

[4.3 色散补偿及其他技术 87](#_Toc31657)

[4.4 波长使用及通路安排 88](#_Toc1033)

[5 辅助系统 89](#_Toc12373)

[5.1 网管系统和控制平面 89](#_Toc31640)

[5.2 辅助系统 89](#_Toc2055)

[6 网络保护 90](#_Toc15363)

[6.2 保护方式 90](#_Toc26727)

[7 传输性能设计指标 91](#_Toc19869)

[7.1 光信噪比 91](#_Toc21639)

[7.2 误码性能 91](#_Toc31513)

[7.3 抖动性能 93](#_Toc30885)

[8 设备选型与配置 94](#_Toc681)

[8.1 设备选型 94](#_Toc6486)

[9 局站设备设计 95](#_Toc16656)

[9.1 局站通信系统 95](#_Toc10442)

[9.3 设备及铁架的设计 95](#_Toc11862)

[9.4 线缆选择与布线要求 95](#_Toc6966)

[9.5 电源系统及接地 95](#_Toc249)

[10 设备安装检查 97](#_Toc7096)

[10.3 机架和子架安装 97](#_Toc13267)

[11 设备功能检查及本机测试 98](#_Toc3372)

[11.2 合波器测试 98](#_Toc19473)

[11.3 分波器测试 98](#_Toc24263)

[11.6 波长转换器测试 98](#_Toc26597)

[11.7 子速率透明复用器测试 99](#_Toc14968)

[11.8光线路放大器测试 99](#_Toc9189)

[11.9 光谱分析模块测试 99](#_Toc861)

[12 系统性能测试及功能检查 101](#_Toc5164)

[12.1 系统性能测试 101](#_Toc3274)

[14 工程验收 102](#_Toc14266)

[14.1 工程初步验收 102](#_Toc30399)

[14.3 工程终验 102](#_Toc16296)

1 总则

1.0.2 对于改建、扩建工程，改建和扩建部分可和原工程保持一致。目前工程中的波分复用系统绝大多数为单纤单向系统，故在本规范中所涉及的系统设计、光线路接口均适用于单纤单向系统。目前L波段在工程中使用较少，因此本规范暂不规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 这是C波段的通常定义，实际上在两侧的扩展仍认为是C波段，本规范3.4.1条定义的DWDM系统波长分配方案中的波长范围在1527nm~1569nm，均为C波段。

2.1.5 本规范所说的光通道，指两点之间由一个或多个光复用段的通路或子速率通路首尾连接而构成传输业务的通道，强调承载业务的特性，如主光通道，端到端光通道等。

2.1.13 参照《N×100Gbit/s 超长距离光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 3070的定义。本标准系统规格以跨段数和跨段损耗为基准，跨段传输距离是根据跨段损耗和 0.275dB/km 典型光纤衰耗系数（含维护余量）计算所得的参考值。随着新型低损耗光纤的部署，在衰耗系数更低的光纤光缆中，如使用G.654E，可以获得比参考传输距离更长的实际传输距离。

2.1.14 在发射机眼图、消光比、Sn点光回损、接收机连接器劣化和测量容差等发射机条件最坏情况下，接收机最大和最小输入功率之间所有功率值输入时都必须满足接收机OSNR容限。接收机OSNR容限未考虑非线性效应、色度色散（CD）、PMD、偏振相关损耗（PDL）、光通道反射和串扰等效应，这些效应在光通道OSNR代价中考虑。根据是否考虑老化效应，接收机OSNR容限的具体值可分为BOL和EOL两类。

3 系统组成及分类

3.1 波分复用系统特性

3.1.1 DWDM系统和CWDM系统是根据通路间隔划分的。本规范DWDM以40/80通路为主，其他规格如16/32/48通路等的DWDM系统与40通路指标相同；96通路等DWDM系统与80通路指标相同。

3.1.2 部分波分复用系统还支持光纤通道（FC）、企业系统互联（ESCON）、数字视频等其他类型客户接口，本规范对这些接口暂不进行定义。

3.1.3 随着FEC开销的增加，100G的速率值上限可进一步增大。1.25G仅用于CWDM。其他通路速率的波分复用系统暂不作规定。

3.2 系统组成

3.2.1 这里指的是开放式波分复用系统。波分复用传输系统结构可根据波长转换器的运用与否分为开放式波分复用系统和集成式波分复用系统两种类型，集成式波分复用系统客户设备直接提供符合标准波长的信号，不使用OTU。本标准所指的波分复用系统均指开放式波分复用系统。

3.3 系统应用分类

3.3.1 本规范以YD/T 1960-2009《N×10Gbit/s超长距离波分复用（WDM）系统技术要求》 、 YD/T 1991-2016《N×40Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》、YD/T 2485-2013《N×100Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》、YD/T 3070-2016《N×100Gbit/s 超长距离光波分复用(WDM)系统技术要求》和YD/T 3783-2020《N×400Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》为主要依据，对于其他标准代号，进行了统一和综合，统一成本规范。

3.3.2 本条规定的对应用代码进行了统一。本规范应用代码与YD/T 1060-2000《光波分复用系统（WDM）技术要求－32×2.5Gbit/s部分》 、YD/T 1143-2001《光波分复用系统（WDM）技术要求—16×10Gb/s 、32×10Gb/s部分》和YD/T 1274-2003《光波分复用系统（WDM）技术要求－160×10Gbit/s、 80×10Gbit/s部分》的对照如表1：

表1 新旧系统应用代码对照表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 新应用代码 | 通路  间隔  （GHz） | 跨段  衰耗  （dB) | 目标  距离  （km) | 光纤类型 | 原应用代码 |
| M40.2.5G100-8A-652 | 100 | 8×22 | 640 | G.652 | 40L8-16.2 |
| M40.2.5G100-6A-652 | 100 | 6×22 | 480 | G.652 | 40L6-16.2 |
| M40.2.5G100-3B-652 | 100 | 3×27 | 300 | G.652 | 40V'3-16.2 |
| M40.2.5G100-3C-652 | 100 | 3×33 | 360 | G.652 | 40V3-16.2 |
| M40.2.5G100-8A-655 | 100 | 8×22 | 640 | G.655 | 40L8-16.5 |
| M40.2.5G100-6A-655 | 100 | 6×22 | 480 | G.655 | 40L6-16.5 |
| M40.2.5G100-3B-655 | 100 | 3×27 | 300 | G.655 | 40V'3-16.5 |
| M40.2.5G100-3C-655 | 100 | 3×33 | 360 | G.655 | 40V3-16.5 |
| M40.10G100-8A-652 | 100 | 8×22 | 640 | G.652 | 40L8-64.2 |
| M40.10G100-6A-652 | 100 | 6×22 | 480 | G.652 | 40L6-64.2 |
| M40.10G100-3B-652 | 100 | 3×27 | 300 | G.652 | 40V'3-64.2 |
| M40.10G100-3C-652 | 100 | 3×33 | 360 | G.652 | 40V3-64.2 |
| M40.10G100-8A-655 | 100 | 8×22 | 640 | G.655 | 40L8-64.5 |
| M40.10G100-6A-655 | 100 | 6×22 | 480 | G.655 | 40L6-64.5 |
| M40.10G100-3B-655 | 100 | 3×27 | 300 | G.655 | 40V'3-64.5 |
| M40.10G100-3C-655 | 100 | 3×33 | 360 | G.655 | 40V3-64.5 |
| M80.10G50-8A-652 | 50 | 8×22 | 640 | G.652 | 80L8-64.2 |
| M80.10G50-3B-652 | 50 | 3×27 | 300 | G.652 | 80V'3-64.2 |
| M80.10G50-6B-652 | 50 | 6×27 | 600 | G.652 | 80V'6-64.2 |
| M80.10G50-9B-652 | 50 | 9×27 | 900 | G.652 | 80V'9-64.2 |
| M80.10G50-8A-655 | 50 | 8×22 | 640 | G.655 | 80L8-64.5 |
| M80.10G50-3B-655 | 50 | 3×27 | 300 | G.655 | 80V'3-64.5 |
| M40.10G100-25A-652 | 100 | 25×22 | 2000 | G.652 | 40L25-64.2 |
| M40.10G100-38A-652 | 100 | 38×22 | 3040 | G.652 | 40L38-64.2 |
| M40.10G100-20B-652 | 100 | 20×27 | 2000 | G.652 | 40V'20-64.2 |
| M80.10G50-25A-652 | 50 | 25×22 | 2000 | G.652 | 80L25-64.2 |
| M80.10G50-38A-652 | 50 | 38×22 | 3040 | G.652 | 80L38-64.2 |
| M80.10G50-15B-652 | 50 | 15×27 | 2000 | G.652 | 80V'27-64.2 |
| M80.40G50-8A-652 | 50 | 8×22 | 640 | G.652 | -- |
| M80.40G50-12A-652 | 50 | 12×22 | 960 | G.652 | -- |
| M80.40G50-16A-652 | 50 | 16×22 | 1280 | G.652 | -- |
| M80.40G50-8A-655 | 50 | 8×22 | 640 | G.655 | -- |
| M80.40G50-12A-655 | 50 | 12×22 | 960 | G.655 | -- |
| M80.40G50-16A-655 | 50 | 16×22 | 1280 | G.655 | -- |
| M40.40G100-8A-652 | 100 | 8×22 | 640 | G.652 | -- |
| M40.40G100-16A-652 | 100 | 16×22 | 1280 | G.652 | -- |
| M40.40G100-8A-655 | 100 | 8×22 | 640 | G.655 | -- |
| M40.40G100-16A-655 | 100 | 16×22 | 1280 | G.655 | -- |
| S40.10G100-44-652 | 100 | 1×44 | 160 | G.652 | S40.10G100-A-652 |
| S40.10G100-55-652 | 100 | 1×55 | 200 | G.652 | S40.10G100-B-652 |

高通路速率波分复用系统一般可以支持低速率通路的混传，但不推荐无DCM的N×100Gbit/s DWDM系统与N×10Gbit/s DWDM系统以及非相干接收N×40Gbit/s DWDM系统混传，不推荐有DCM 的N×100Gbit/s DWDM系统与N×10Gbit/s DWDM系统以及非相位调制的N×40Gbit/s DWDM系统混传。

3.3.3~3.3.4 引自YD/T 1326-2013《粗波分复用(CWDM)系统技术要求》，由于CWDM均为NRZ信号，本规范省略了原规范中的NRZ。

3.4 中心波长分配

3.4.1 由于实际工程中需要经常使用波长序号，大多数供应商设备均支持从192.1THz~196.05THz的波道，为了工程应用方便，这里对按照波长从小到大的顺序对于波长序号进行了统一。

3.5 主光通道光接口

3.5.1 本规范采用YD/T 1960-2009《N×10Gbit/s超长距离波分复用（WDM）系统技术要求》 和YD/T 1991-2016《N×40Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》 、YD/T 2485-2013《N×100Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》，同时考虑(R)OADM在不同通信行业标准中定义参考点不同，但是其实际含义并无本质区别，为使用方便，本规范进行了统一。

这里OTU为光波长转换器实现3R功能，即再放大、再整形和再定时；OMU为光复用器单元，实现多个波长的复用功能；OA为光放大单元，实现信号的光域放大（包含色散补偿功能）；ODU为光解复用器单元，实现多个波长的解复用功能，Tx/Rx为客户光接口。

3.5.2 对于Nx2.5Gbit/s 波分复用系统的差分群时延对系统影响可不考虑。

3.6 波长转换器光接口

3.6.1 DWDM系统的收发一体型OTU可接入相同速率级别的业务，子速率复用型OTU可接入低速率级别的业务，中继型OTU实现电中继。收发分离、多收/发合一、多中继合一，线路侧（OMU/ODU侧）和支路侧（客户侧）分离等多种类型OTU的S/R接口和Sn/Rn接口参数点定义同典型OTU。

3.7 光监控通路

3.7.1 由于本规定是基于掺铒光纤放大器（EDFA）技术的高速率波分复用系统，EDFA的增益区为1530nm～1625nm。基于光监控通路宜位于EDFA有效增益带宽外并满足上述OSC功能要求，选用1510 nm/1625nm作为光监控通路波长是比较合理的。

3.7.2 如果通路波长使用1310nm，则可以选用其他可利用的波长用作监控通路波长。本条来自YD/T 1326-2013。

3.7.3 本条参考YD/T 2485-2013《N×100Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》。

4 系统设计

4.1 局站设置

4.1.2 波分复用系统工程的局站有光终端站、光分路站、光放站、光交叉站四种站型。配置有光终端复用设备（OTM）的局站为光终端站；中间节点，通过光分插复用设备（OADM）来上下光通路的局站，为光分路站；中间节点，通过光交叉设备（OXC）来上下光通路的局站，为光分路站；中间节点，对光信号进行光放大中继的局站为光放站。光传输段层通常也称为光放段层。

4.2 光纤选用与站段设计

4.2.1 通道速率为10Gbit/s以上速率时，工程中应优先选择G.652或者使用大有效面积的G.655光纤。

4.2.2 在工程的实际应用中，一般根据各光放段的长度和衰耗情况分别考虑，通常按以下三个步骤进行：

第一步：按规则设计法。即直接套用系统的应用代码，此时实际的光放段数量及光放段衰耗不应超过应用代码所规定的数值。

第二步：采用简单信噪比计算法。当实际的光放段衰耗比较均匀，但光复用段中的光放段数量比应用代码要求的数量略有增加，或在限定的光放段数量内，个别段落的线路衰耗超出应用代码规定的衰耗范围时，采用简易的信噪比计算公式进行计算，以保证系统性能。

第三步：在上述二种计算方法均不适用时，如光复用段中某一光放段的衰耗比较大，要采用设备供应商提供的配套专用计算工具进行计算。

在工程实施前仍需通过模拟仿真系统进行验证。

1 规则设计法（或固定衰耗法）：

利用色散受限式（1）和衰耗受限式（2），分别计算复用段长度后，取其较小值。

L=Dsys／D （1）

式中：L——色散受限的复用段长度（km）

Dsys——MPI-SM、MPI-RM点之间光通道允许的最大色散值（ps/nm）

D ——平均光纤色散系数（ps/nm **.** km）

 （2）

式中：L——保证信噪比的衰耗受限的复用段长度（km）；

n——波分复用系统应用的应用代码所限制的光放段数量；

Aspan——系统中最大光放段衰耗，其值应不大于波分复用系统采用的应用代码所限制的段落衰耗（dB）；

∑Ac——MPI-SM、RM点或SM、RM点或SM、MPI-RM间所有连接器衰耗之和（dB）；

Af——光纤线路衰耗常数（dB/km）；

Amc——光纤线路每千米维护余量（dB/km）。

2 信噪比计算法：

利用色散受限式（1）及简易的信噪比计算式（3）来确定光放段的长度、数量以及最终的光复用段的长度。

OSNRN =58.03dBm＋Pout－10lgM－Aspan－NF－10LgN （3）

式中：OSNRN——N个光放段后的每通路光信噪比（单位：dB）；

M——最大通路数量；

Pout——最大通路时总的入纤功率（单位：dBm）；

NF——光放大器的噪声系数；

Aspan——最大光放段损耗（dB）；

在OSNR的计算中，在每个光放段RM点及MPI-RM点的各个通路的OSNR满足指标的情况下，由光放段损耗来决定光放段的长度、然后再确定通过几个OA级联的复用段长度。

4.2.4 喇曼放大器可分为分布式和分立式两种方式。应优选分布式喇曼放大器。分布式喇曼放大器可在前向泵浦、后向泵浦和双向泵浦三种方式中进行选择。使用喇曼放大器时，从放大器开始的20km内不宜采用普通光纤连接器，可使用特殊处理的光纤跳线和连接器。

4.3 色散补偿及其他技术

4.3.1 目前采用相干接收的DWDM系统不需要采用色散补偿。非相干接收的DWDM系统在进行色散补偿时，应考虑色散斜率的补偿。自适应色散补偿可结合固定色散补偿实现单信道的精确色散补偿。

4.3.3 功率均衡技术是指具备光功率均衡功能，可不需人工参与、自动对单波道进行功率调节的技术。FEC技术分为普通FEC技术和超强FEC技术，超强FEC能提供7dB以上等效OSNR增益，对于100G系统，还可以采用软判决的FEC，通过提高开销，进一步提升等效OSNR增益。精细色散管理技术是指综合采用斜率补偿、波长或波带补偿方式、自适应电色散补偿等技术，以更精确地补偿各波道的色散。

4.4 波长使用及通路安排

4.4.1 波分复用系统的通路可分为工作通路、冗余通路和保护通路三种，其中工作通路为承载业务需求而配置的通路；冗余通路为暂未加载业务、但已配置波长转换器且可加载业务的通路；保护通路仅供维护使用，均配置有波长转换器，作为工作通路的保护通路使用。

4.4.2 工作通路、冗余通路、保护通路应有明确的配置原则。工作通路一般按波长编号从小到大的顺序依次使用，冗余通路一般延续工作通路编号进行配置，并且需要根据业务需求和建设周期确定合适的数量。保护通路一般采用最后一波。

5 辅助系统

5.1 网管系统和控制平面

5.1.1 波分复用系统的网管系统设置一般根据维护习惯和需求进行分级设置，网管硬件配置一般根据管理网元能力、未来扩展性需求等因素进行确定。

5.1.2 SNMS与EMS可采用同一硬件平台，也可独立配置。各设备供应商的SNMS或EMS可接入更高层的波分复用网络管理系统，实现全程全网的端到端管理。

5.1.10 网管系统DCN是为网管系统之间以及网管系统与网元间传递各种管理数据和指令提供的数据传送网络，其中波分复用系统中内置的光监控通路OSC中的数据通信通道（DCCo）是DCN的重要组成部分。

5.2 辅助系统

5.2.1 如果波分复用系统各站之间没有其他通信手段可供联络时，应配置公务联络系统。

6 网络保护

6.2 保护方式

6.2.4 Nx40G和Nx100G的线性1+1保护倒换时间待定。

7 传输性能设计指标

7.1 光信噪比

7.1.1 在保证波分复用系统误码、抖动等性能指标的前提下，光信噪比指标可根据设备的性能进行适当调整。该条指标引自《光波分复用（WDM）技术要求—32×2.5Gbit/s部分》YD/T 1060-2000、《光波分复用系统（WDM）技术要求—16×10Gb/s、32×10Gb/s部分》YD/T 1143-2001、《光波分复用系统（WDM）技术要求—160×10Gb/s 、80×10Gb/s部分》YD/T 1274-2003、《N×40Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》 YD/T 1991-2016、《N×100Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》YD/T 2485-2013、《N×10Gbit/s超长距离波分复用（WDM）系统技术要求》YD/T 1960-2009，《N×100Gbit/s超长距离波分复用（WDM）系统技术要求》YD/T3070-2016和《N×400Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》YD/T 3783-2020等规范。WDM系统每通路最小光信噪比（MPI-RM点）通常采用接收机光信噪比容限（EOL）加上系统代价和余量计算得到。非均匀跨段WDM系统OSNR余量可参考《N×100Gbit/s 超长距离光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 3070-2016附录B。实际工程中若部分通路不满足MPI-RM点每通路最小光信噪比要求，可采用接收机光信噪比容限（EOL）（即实际测试的BTB ONSR BOL值加上0.5dB）加上4.5dB~6dB系统代价和余量进行系统设计。

7.2 误码性能

7.2.1 长途传输网设计中传输通道长期误码指标在计取通道配额时，STM-N业务按照YDN 099《光同步传送网技术体制》；OTN业务按照YD/T 1990《光传送网（OTN）网络总体技术要求》规定。

按照YDN 099《光同步传送网技术体制》，STM-N全程端到端通道误码性能指标的分配采用按复杂性分配结合按距离分配的方法，全程端到端27500km假设参考通道(HRP)由国内部分和国际部分组成。国内部分指国际接口局到通道端点之间的部分；国际部分指两个终端国家的国际接口局之间的部分，包含了两边终端国家的国际接口局到国际边界之间的段落、中间国家以及国家间部分（如海缆段）。

国内部分两个终端国不论大小各分得端到端指标的固定配额17.5%，然后再按距离每500km分给端到端指标的1%配额。

国际部分按每个中间国可分得2%的端到端指标计，最多允许有4个中间国家。两边终端国家（即其国际接口局到国际边界段）各分得1%的端到端指标。然后再按距离每500km分给1%的端到端指标（含国间部分）。

按照YD/T 1990《光传送网（OTN）网络总体技术要求》，ODUk全程端到端通道误码性能指标的分配采用按运营商域结合按距离分配的方法，定义了本地运营商域（LOD）、区域运营商域（ROD）和骨干运营商域（BOD）。为与上述一致，LOD和ROD关联于国内部分，BOD关联于国际部分。对于BOD分配端到端指标的5%，ROD分配端到端指标的5%，LOD分配端到端指标的7.5%。此外，还对各个运营商域给出基于距离的分配，此距离分配基于空中距离和路由距离因子的乘积，为每100km分配0.2%。

7.2.2 长途网光通道长期误码指标在计取通道配额时，ODUk通道参考G.8201-2011的分配办法，长途网按照骨干运营商域，并按长途网两个长途节点之间距离为6500km，可以分得5%+13%的端到端配额，折合每千米配额为0.0028%。同样考虑到电路或设备在投入使用和维护运行中，由于老化、恶劣的环境条件以及元器件故障等原因会使电路或设备的性能恶化，故工程设计指标应进行严化。本规范在长途光缆传输系统工程指标中将该配额取定为0.0028％的1/4，即取定每千米配额为0.0007%。

表7.2.2-1中SESR、BBER的值按下列公式进行计算：

SESR = 端到端误码性能指标 × 0.0007% × 光通道长度

BBER = 端到端误码性能指标 × 0.0007% × 光通道长度

STM-N通道参考G.826国际通道中转国家的配额计算方法。根据G.826的配额分配办法，国际部分每个中间国家可分得2%的端到端指标，然后再按距离每500km分给1%的端到端指标。我国标准假设参考通道(HRP)全长6900km，分长途网、中继网和接入网三部分。其中长途网中两个最远长途节点之间的距离为6500km，可分得指标为15%，折合每千米配额为0.0023%。

考虑到电路或设备在投入使用和维护运行中，由于老化、恶劣的环境条件以及元器件故障等原因会使电路或设备的性能恶化，故工程设计指标应进行严化。SDH长途光缆传输系统工程指标中将该配额取定为0.0023％的1/4，即取定每千米配额为0.0006%；考虑到光层的特点，本规范在SDH长途光缆传输系统工程指标的基础上再严化10倍。

表7.2.2-2中SESR、BBER的值按下列公式进行计算：

SESR = 端到端误码性能指标 × 0.0006% × 光通道长度/10

BBER = 端到端误码性能指标 × 0.0006% × 光通道长度/10

实际应用中，由于省内长途不承载国际转接通道，可按照本地网指标执行。

7.2.3 长途网光复用段长期误码指标在光通道长期误码指标的基础上严化5倍取得，光复用段长度取为420km。

表7.2.3-1中SESR、BBER的值按下列公式进行计算：

SESR = 端到端误码性能指标 × 0.0007% × 光复用段长度/5

BBER = 端到端误码性能指标 × 0.0007% × 光复用段长度/5

表7.2.3-2中SESR、BBER的值按下列公式进行计算：

SESR = 端到端误码性能指标 × 0.0006% × 光复用段长度/10/5

BBER = 端到端误码性能指标 × 0.0006% × 光复用段长度/10/5

实际应用中，由于省内长途不承载国际转接通道，可按照本地网指标执行。

7.2.4 本地网光通道长期误码指标在计取通道配额时，考虑因素与算法和7.2.2相同，光通道距离取280km。STM-N通道参考G.826和《光同步传送网技术体制》YDN099-1998中终端国的计算方法，国内部分共分得24.5%的端到端指标，接入部分分得6%，转接部分按照距离线性分配，相当于每千米分得0.0055%的配额。SDH本地光缆传输系统工程指标中将该配额取定为0.0055%的1/4，即每千米配额为0.001375%。本规范设计指标在SDH系统的基础上再严化10倍。

ODUk通道参考G.8201-2011的分配办法，国内部分按照经过LOD和ROD，并按照距离共分得19.5%的端到端指标，接入部分分得6%，转接部分按照距离线性分配，相当于每千米分得0.004%的配额。同样考虑到电路或设备在投入使用和维护运行中，由于老化、恶劣的环境条件以及元器件故障等原因会使电路或设备的性能恶化，故工程设计指标应进行严化。本规范将该配额取定为0.004％的1/4，即取定每千米配额为0.001%。

7.2.5 本地网光复用段长期误码指标在光通道长期误码指标的基础上严化5倍取得。复用段距离取定为50km。

7.2.6~7根据 YD/T 3391《光波分复用（WDM）系统总体技术要求》。

7.3 抖动

7.3.1 系统的输出抖动引自YD/T 1960《N×10Gbit/s超长距离波分复用（WDM）系统技术要求》 、YD/T 1991《N×40Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》 。对于输入抖动和抖动转移参见上述标准。

8 设备选型与配置

8.1 设备选型

8.1.2 机架式设备机架高度宜优先选择2200mm高，600mm宽和300mm厚的机架，可以采用背靠背的双面放置或者面对背的单面放置。

9 局站设备设计

9.1 局站通信系统

9.1.4 系统的参考方向是为了不同局站间互相连接方便而人为定义的，并参考了“国家高速公路网命名和编号规则”。

系统的参考方向应与系统名称一致，如对于“甲地—乙地—丙地的波分复用工程”，系统的参考方向应选甲—乙—丙的方向。

9.1.5 本条是从便于维护和后期使用的原则，以ODF前的使用者（观察者）作为缺省的参考点，“发”等同于“IN”，即信号从ODF架的正面（跳纤侧或客户侧）到背面（传输设备侧），“收”等同于“OUT”，即信号从ODF架的背面（传输设备侧）到正面（跳纤侧或客户侧）。

9.3 设备及铁架的设计

9.3.1 对于规模较小的机房，走线架或槽道可统一一次安装。

9.3.2 对于低于标准高度的设备，宜采用底部垫高或顶部加机帽的方法使其达到标准高度。铁架包含钢制铁架和铝合金铁架。

9.4 布线要求与线缆选择

9.4.5 针对机房的实际情况宜新建三层或两层走线架。交流电源线与通信线布放在同一电缆走道时宜采用屏蔽线，或与通信线分开布放，间距应大于50mm。从安全角度出发，对于直流电源线也应与通信线缆分开布放。

9.5 电源系统及接地

9.5.1 直流供电系统应满足下列要求：

4 两个小负荷熔丝并联使用代替大负荷熔丝易造成电流不均匀，引起故障。但在电源线截面要求很大时，可将两根电源线并接在一只熔丝上。考虑到施工的难度，应避免将三根电源线并接在一只熔丝上。

9.5.2 按允许压降选择导线截面时，可选用电流矩法，计算公式如式4：

（mm2） （4）

式中： S——为导线截面（mm2**）**；

г——导体电导系数()，г铜=57，г铝=34，г钢=7（单股）；

ΔU——单程允许电压降（V）；

I——最大计算工作电流（A）；

L——线路单程长度（m）。

9.5.4 列柜的二级熔丝规格选取时宜由设备供应商直接提出列柜二级熔丝的容量要求，严格按其选用。列柜二级熔丝座应为通用熔丝座，满足后期更换需要，二级熔丝与一级熔丝之间的连接线线径应能满足后期更换熔丝的需要。机房新配列柜时，工程中暂未使用的二级熔丝宜只保留熔丝座，后期再根据扩容设备的具体负荷确定二级熔丝规格。

10 设备安装检查

10.3 机架和子架安装

10.3.1 条第5款：机架对地加固宜使用M10～M12膨胀螺栓，数量可根据施工现场情况确定，一般机架底面为600mm×300mm及其以上时，应使用4只；机架底面在600mm×300mm以下时，可使用2只。

10.3.1 条第8款：工程中多余光纤太长时，考虑到ODF架是不同期工程、不同专业共用的地方，平时维护调度经常涉及到，宜将多余光纤盘绕整齐放置到主设备侧。也可考虑在工程设计阶段定制一些盘绕光纤的专用空子架，安装在主设备机架的顶部或底部空闲位置，以便放置多余的光纤。

11 设备功能检查及本机指标测试

当测试光纤与设备接头不匹配时，每增加一次转换接头，应允许最大不超过0.5dB的功率偏差，测试结果在指标范围内时，此偏差可忽略不计，在指标要求的边沿值时，应考虑此偏差对测试结果造成的影响。光功率测试中应根据实际情况设置仪表波长范围，通常DWDM测试中设置为1550nm，CWDM测试中根据被测试设备波长适当选择仪表波长范围。对于CWDM系统本机测试只对波长转换器项目进行测试，其他项目暂不要求；系统项目根据业务类型选择测试。

11.2 合波器测试

11.2.1 在合波器插入损耗测试过程中，新建波分系统可采用发送端OTU的发光替代可调激光器光源发出的光，这样测试结果会更接近设备正常工作时的状态。

11.3 分波器测试

11.3.1 在分波器插入损耗测试过程中，新建波分系统可采用本站的合波器的合波口输出侧与分波器的输入侧互联，用发送端OTU的发光替代可调激光器光源发出的光。

11.3.2 分波器的输入端指《光波分复用（WDM）系统总体技术要求》YD/T 3391中的MPI- RM点。本规范其他章节所指的测试点和监测点指YD/T2485中相应的参考点。

11.6 波长转换器测试

11.6.1 当波长转换器接口类型为GE、10GE LAN和10GE WAN的接口参数应符合《以太网交换机技术要求》YD/T 1099中“以太网接口”的规定。

11.6.2 现场为节约测试时间，可在误码率误码率为1.00×10-10情况下测试，指标严格1dB。

11.6.3 考虑到测试极限过载点，可能会对OTU寿命造成影响，工程阶段宜直接将结果调到指标要求值，观察无误码即可。根据传输分析仪的实际情况，若仪表最大发光功率也达不到设备过载光功率，则采取设备自环，在网管上观察误码情况的方法测试；若设备的发光板输出最大光功率达不到过载光功率，此项目取消测试。

11.6.4 最小边模抑制比测试：测试各OTU的主纵模绝对功率电平值和最大边模的绝对功率电平值，计算两者的差值，该差值就是最小边模抑制比。光谱分析仪分辨率宜设置为0.1nm状态测试。由于时钟频率造成与最大峰值分离的光谱不能被误认为是边模。

11.6.5 最大-20dB谱宽测试：用光谱分析仪测出待测OTU设备的主纵模波形曲线，用标注符在曲线上标出比主纵模峰值低20dB的左右两点，测出两点间的宽度就得到了谱宽。有时设计指标要求测试-3dB谱宽时，可类似测试。光谱分析仪分辨率应设置为0.07nm或仪表可设置的最小值状态测试。

11.6.6 抖动产生测试：若传输分析仪不支持FEC功能，可采取一对同时都有FEC功能的收端和发端OTU，串联到仪表中间测试，只对接收端OTU测试，对发送端OTU考虑到其输出端口在系统内，只要系统抖动指标合格即可。测试过程中要注意衰耗器应采用非空气介质型光可调衰耗器，保证传输分析仪接收的光功率位于其测试抖动指标时要求的光功率范围内。

11.6.7 输入抖动容限测试：若传输分析仪不支持FEC功能，采取一对同时都有FEC功能的收端和发端OTU，串联到仪表中间测试。验收时只对发送端OTU测试，对接收端OTU考虑到其输入端口在系统内，只要不对系统造成影响即可。不同速率设备应至少容忍仪表发送正弦调制输入抖动模框（即实测值应在图中曲线上方）。

11.6.8 抖动转移特性测试，在测试过程中，仪表接收光功率和其在校准时的接收光功率偏差应控制在1dB范围内，仪表设置的测试频率值和频率点数亦均应与校准时的相应值保持一致。若传输分析仪不支持FEC功能，可采取一对同时都有FEC功能的收端和发端OTU，串联到仪表中间测试，指标在fc点的要求可放宽到0.2dB，测试结果为该一对OTU的串联实测值。测试过程中要注意衰耗器采用非空气介质型光可调衰耗器，保证传输分析仪接收的光功率位于其测试抖动指标时要求的光功率范围内。

11.7 子速率透明复用器测试

11.7.1 当子速率透明复用器接口类型为GE、10GE LAN和10GE WAN的接口参数应符合《以太网交换机技术要求》YD/T 1099中“以太网接口”的规定。

11.8光线路放大器测试

11.8.2 在OLA正常时是指按设计要求正确配置OLA增益系数，OLA输入光功率在OLA正常工作范围内，OLA处于正常的工作状态。

11.9 光谱分析模块测试

本节测试指标是适用于10 G及以下速率的WDM系统。对于40Gb/s及以上速率的WDM系统，考虑到由于码型原因，传统方法评估信噪比误差较大，测试精度可根据现场情况酌情考虑。

12 系统指标测试及功能检查

12.1 系统指标测试

12.1.1 光信噪比的测试，光谱分析仪分辨率应设置为0.1nm。

12.1.2 系统输出抖动的测试，应保证传输分析仪接收的光功率位于其测试抖动指标时要求的光功率范围内。

12.1.4 在倒换测试过程中，可采用光纤阻断（通过拔纤实现）或网管设置方式触发倒换。由于拔纤方式测试的中断业务时间包含设备的请求倒换时间，实测值超过指标要求时应采用网管设置方式加以验证。

12.1.5 以太网性能测试：

吞吐量：测试过程要调整光衰耗器使设备和测试仪表在正常的接收光功率工作状态。用网管配置一个点到点的双向以太网业务，确认设备工程配置的所有各通路工作正常，设置数据网络分析仪为吞吐量测试功能，采用64字节、128字节、256字节、512字节、1024字节、1280字节、1518字节等7个典型包长，允许丢包率设置为0%，分辨率设为0.1%，测试时间设定为10s。

过载丢包率：测试过程要调整光衰耗器使设备和测试仪表在正常的接收光功率工作状态。用网管配置一个点到点的双向以太网业务，确认设备工程配置的所有各通路工作正常，设置数据网络分析仪为丢包率测试功能，采用64字节、128字节、256字节、512字节、1024字节、1280字节、1518字节等7个典型包长，测试的流量以吞吐量为起点，递增到100%流量，步长设置为10%，测试时间设定为10s。

长期丢包率：测试过程要调整光衰耗器使设备和测试仪表在正常的接收光功率工作状态。用网管配置一个点到点的双向以太网业务，确认设备工程配置的所有各通路工作正常，设置数据网络分析仪为丢包率测试功能，数据网络分析仪发送流量为吞吐量90%的固定流量，测试时间为连续24h。

时延：测试过程要调整光衰耗器使设备和测试仪表在正常的接收光功率工作状态。用网管配置一个点到点的双向以太网业务，确认设备工程配置的所有各通路工作正常，设置数据网络分析仪为时延测试功能，采用64字节、128字节、256字节、512字节、1024字节、1280字节、1518字节等7个典型包长，数据网络分析仪发送流量为吞吐量90%的固定流量，测试时间设定为10s。

14 工程验收

14.1 工程初步验收

14.1.5 主要安装工程项目指对设备安全、人身安全、环境保护、能源消耗和对设备系统指标影响较大的项目。

14.3 工程终验

14.3.2 终验通过的项目质量评价等级一般按下列标准评定：

1 合格等级：传输性能基本满足设计要求，系统试运行稳定可靠，主要安装项目基本达到施工质量标准，其余项目稍有偏差，但不影响设备使用寿命。

2 优良等级：在合格基础上，传输性能全部满足设计要求，系统试运行稳定可靠，主要安装项目全部达到施工质量标准，其余项目稍有偏差，但不影响设备使用寿命。

# **修订、补充内容一览表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **条款** | **原《波分复用（WDM）光纤传输系统工程设计规范》** | **原《波分复用（WDM）光纤传输系统**  **工程验收规范》** | **修订或补充内容** | **修订理由** |
| 1 | 正文 |  |  | 文件格式 | 参照《通信工程建设行业标准编写规定》进行修订 |
| 2 | 目录 | 原9章 | 原7章 | 共14章 | 参照《通信工程建设行业标准编写规定》进行修订 |
| 3 | 1.总则 | 1.总则 |  | 删除强制性条款 | 根据标准分工，强制性条款统一由国标规定 |
| 4 | 2 术语和符号 | 2 术语和符号 | 2 术语和符号 | 补充新增术语和符号 | 参照国家标准《光波分复用（WDM）光纤传输系统工程设计规范》GB/T 51152、行业标准《N×400Gbs光波分复用（WDM）系统技术要求》YDT 3783进行修订 |
| 5 | 3 系统组成及分类 | 3 系统组成及分类 |  | 新增灵活栅格、100G、200G、400G相关内容，修改光监控通路内容 | 参照行业标准《光波分复用（WDM）系统总体技术要求》YD/T 3391、《N×400Gbs光波分复用（WDM）系统技术要求》YDT 3783进行修订 |
| 6 | 4.1 局站设置 | 4.1 局站设置 |  | 更新局站类型描述 | 补充OXC相关描述 |
| 7 | 4.2 光纤选用与站段设计 | 4.2 光纤选用与站段设计 |  | 修改选用光纤类型，删除G.655光纤，增加G.654E光纤 | 根据现网实际应用修改 |
| 8 | 4.3 色散补偿及其他技术 | 4.3 色散补偿及其他技术 |  | 新增波分复用系统相关新技术，补充eOTDR、通路功率动态控制、线路功率动态调整、光放大器动态增益均衡（DGE）等技术 | 根据现网实际应用修改 |
| 9 | 4.4 波长使用及通路安排 |  |  | 新增波长使用、组织的编制原则 | 根据现网实际应用明确波长组织原则 |
| 10 | 5.1 网管系统和控制平面 | 5.1 网管系统 |  | 修改EMS上联接口要求  补充网管系统控制平面相关要求 | 参照国家标准《波分复用(WDM)光纤传输系统工程设计规范》GB/T 51152、行业标准《波分复用（WDM）光纤传输系统工程网管系统设计规范》YD/T 5113、波长交换光网络（WSON）技术要求》YD/T 3598进行修订 |
| 11 | 5.2 辅助系统 | 5.2 公务联络系统 |  | 补充支持频率同步、时间同步传送的要求，修改小节名称 | 参照行业标准《分组增强型光传送网络总体技术》YD/T 2939进行修订 |
| 12 | 6 网络保护 | 6 网络保护 |  | 更新波分复用传输系统保护要求描述，删除SDH、光子网连接保护相关内容，修改基于(R)OADM的保护方式描述。 | 根据现网实际应用修改，并参照行业标准《城域光传送网波分复用(WDM)环网技术要求》 YD/T 1205修改 |
| 13 | 7.1 光信噪比 | 7.1 光信噪比 |  | 增加80×100G、26/40×400G波分复用系统、80×100G 超长距波分复用系统信噪比指标要求。 | 参照行业标准《N×100Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》YD/T 2485、《N×400Gbs光波分复用（WDM）系统技术要求》YDT 3783、《N×100Gbit/s 超长距离光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 3070进行修订 |
| 14 | 7.2 误码性能 | 7.2 误码性能 |  | 更新误码性能要求 | 参考对应国标，按照ITU-T 8201进行计算 |
| 15 | 7.3 抖动性能 | 7.3 抖动性能 |  | 引用YD/T 3393的系统都冻性能要求 | 增加OTL3.4和OTL4.4的指标，不再包含OTU的转移抖动指标。 |
| 16 | 8.2 设备配置 | 8.2 设备配置 |  | 删除的子框、光纤分配架、列头柜、电源熔丝等要求 | 与波分系统相关性较弱 |
| 17 | 9.1 局站通信系统 | 9.1 局站通信系统 |  | 增加波分复用系统参考方向要求 | 根据现网实际应用修改 |
| 18 | 9.2 机房平面布置与设备排列 | 9.2 机房平面布置与设备排列 |  | 补充与节能减排相关的机房平面布置要求 | 根据现网实际应用修改 |
| 19 | 9.3 设备及铁架的设计 | 9.3 设备及铁架的设计 |  | 更改强条为普通条款，采用引用方式 | 根据强条的统一要求 |
| 20 | 9.4 线缆选择与布线要求 | 9.4 线缆选择与布线要求 |  | 删除跨机房连接、线缆布放流向要求 | 根据现网实际应用修改 |
| 21 | 9.5 电源系统及接地 | 9.5 电源系统及接地 |  | 补充列柜选用要求 | 根据现网实际应用修改 |
| 22 | 9.6 机房环境条件 | 9.6 机房环境条件 |  | 删除机房净高、防静电要求 | 该条依据的标准已经废止 |
| 23 | 10.1 施工环境及作业安全 |  | 3.1 一般要求 | 补充施工作业相关要求 | 参照行业标准《通信建设工程安全生产操作规范》YD 5201进行修订 |
| 24 | 11 设备功能检查及本机测试 |  | 4 设备功能检查及本机测试 | 增加400G系统相关指标、增加OSC中心波长要求 | 参照行业标准《光波分复用（WDM）系统总体技术要求》YD/T 3391、《N×400Gbs光波分复用（WDM）系统技术要求》YDT 3783进行修订 |
| 25 |  | 附录B~J |  | 直接引用各自标准，不再重复相关技术标准的技术指标 | 保证指标的统一 |