

ICS 19.020

CCS K 85

# 团 体 标 准

T/CSEE 0320.4—2022

---

## 电力波分复用（WDM）系统 第 4 部分：测试及验收

Electrical wavelength division multiplexing (WDM) system —  
Part 4: Test and acceptance specifications



2022-12-05 发布

2023-03-01 实施

---

中国电机工程学会 发布

团 体 标 准  
电力波分复用（WDM）系统  
第 4 部分：测试及验收

T/CSEE 0320.4—2022

\*

中国电力出版社出版、印刷、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

\*

2023 年 7 月第一版 2023 年 7 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 16 开本 1.5 印张 47 千字

\*

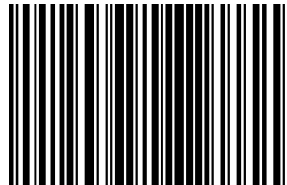
统一书号 155198·4837 定价 38.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电机工程学会官方微信



155198.4837

## 目 次

前言	II
引言	III
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 测试内容	2
5.1 设备单机测试	2
5.2 设备联调测试	9
5.3 设备网管测试	10
5.4 互联互通测试	11
5.5 电磁兼容测试	12
6 工程验收	13
6.1 工程验收内容	13
6.2 工程验收依据	13
6.3 工程验收要求	13
6.4 工厂验收	13
6.5 随工验收	16
6.6 阶段性（预）验收	17
6.7 竣工验收	18
参考文献	19

## 前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准管理办法（暂行）》的要求，依据 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 T/CSEE 0320《电力波分复用（WDM）系统》的第 4 部分，T/CSEE 0320 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：系统架构。
- 第 2 部分：接口。
- 第 3 部分：网络管理。
- 第 4 部分：测试及验收。

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。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会电力通信专业委员会技术归口并解释。

本文件起草单位：国家电网有限公司信息通信分公司、武汉光迅科技股份有限公司、南京南瑞信息通信科技有限公司、国网电力科学研究院有限公司、国网宁夏电力有限公司、华为技术有限公司、国网国际发展有限公司。

本文件主要起草人：刘军、李伯中、陈芳、李子凡、吴剑军、段明雄、孙雨潇、钱升起、龚亮亮、冯宝、张乐丰、马超、张朝霞、郭小溪、李芹、黄鑫、胡婷、李勃、马润、聂云杰、陈小舟、李中贵。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条 1 号，100761，网址：<http://www.csee.org.cn>，邮箱：[cseebz@csee.org.cn](mailto:cseebz@csee.org.cn)）。

## 引 言

T/CSEE 0320 旨在指导电力波分复用系统在电力通信网中的应用，拟由 4 个部分构成。

——第 1 部分：系统架构。目的在于规范化电力波分复用系统的系统架构要求。

——第 2 部分：接口。目的在于规范化电力波分复用系统的接口要求。

——第 3 部分：网络管理。目的在于规范化电力波分复用系统的网络管理要求。

——第 4 部分：测试及验收。目的在于规范化电力波分复用系统的测试及验收要求。



# 电力波分复用（WDM）系统 第4部分：测试及验收

## 1 范围

本文件规定了电力波分复用系统的测试及工程验收要求。

本文件适用于电力波分复用系统的新建、扩建和改建工程，并作为电网生产业务专用通信设备测试及工程验收依据。

## 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。

GB 2893 安全色

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB/T 6113.101 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第1-1部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备 测量设备

GB 13495.1 消防安全标志 第1部分：标志

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 20440 密集波分复用器/解复用器技术条件

GB 50034 建筑照明设计标准

GB 50174 数据中心设计规范

GB/T 50312 综合布线系统工程验收规范

GB 50462 数据中心基础设施施工及验收规范

YD/T 1238 基于SDH的多业务传送节点技术要求

YD 5098 通信局（站）防雷与接地工程设计规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**噪声指数 noise figure**

受限于散弹噪声信号通过 EDFA 传输引起的具有单一量子效率和无附加噪声光检测器输出端信噪比（SNR）的降低，即输入端 SNR 与输出端 SNR 之比，以分贝（dB）为单位。

[来源：GB/T 16849—2008，3.1.1.27，有修改]

### 3.2

**增益平坦度 gain flatness**

一定波长范围内，在 EDFA 正常工作状态下，在一定的输入信号功率范围内，EDFA 信号增益

(3.3) 随波长的最大变化量。

[来源: GB/T 16849—2008, 3.1.4.6, 有修改]

### 3.3

#### 增益 **gain**

从 EDFA 输出端口输出的信号光功率与输入端口输入的信号功率的比值, 以分贝 (dB) 为单位。

[来源: GB/T 16849—2008, 3.1.1.1, 有修改]

### 3.4

#### 平均发送光功率 **average transmit optical power**

在正常工作条件下, 光发送侧光发射模块输出的平均光功率。

### 3.5

#### 误码率 **symbol error rate**

业务传输中误码数占传输符号总数的比例。

### 3.6

#### 误码率门限 **bit error rate threshold**

保证传输系统正常通信的最高限度误码率 (3.5)。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BA: 光功率放大器 (booster amplifier)

BER: 比特误码率 (bit error ratio)

DWDM: 密集波分复用 (dense wavelength-division multiplexing)

EDFA: 掺铒光纤放大器 (erbium doped Fiber application amplifier)

FE: 快速以太网 (fast ethernet)

GE: 吉比特以太网 (gigabit ethernet)

OSA: 光谱分析仪 (optical spectrum analysis)

OSNR: 光信噪比 (optical signal noise ratio)

PA: 前置放大器 (prepositive amplifier)

Rx: 接收 (receive)

SDH: 同步数字系统 (synchronous digital hierarchy)

Tx: 发送 (transmit)

VOA: 可调光衰减器 (variable optical attenuator)

WDM: 波分复用 (wavelength-division multiplexing)

## 5 测试内容

### 5.1 设备单机测试

#### 5.1.1 客户侧接口测试

##### 5.1.1.1 平均发送光功率

###### 5.1.1.1.1 测试配置

客户侧接口平均发送光功率测试配置如图 1 所示。





图 1 客户侧接口平均发送光功率测试配置

#### 5.1.1.1.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- a) 按图 1 所示连接好测试配置；
- b) 将光功率计设置对应的波长窗口，待光功率计数值稳定后，记录光功率数值；
- c) 多次测试取平均值。

#### 5.1.1.1.3 预期结果

设备客户侧光接口的平均发送光功率应符合以下要求：

- a) 2 M 光接口平均发送光功率应满足在  $-12\text{ dBm} \sim -6\text{ dBm}$  范围内；
- b) FE 光接口平均发送光功率应满足在  $-15\text{ dBm} \sim -8\text{ dBm}$  范围内；
- c) GE 光接口平均发送光功率应满足在  $-9.5\text{ dBm} \sim -3\text{ dBm}$  范围内。

### 5.1.1.2 接收灵敏度

#### 5.1.1.2.1 测试配置

客户侧接口接收灵敏度测试配置如图 2 所示。

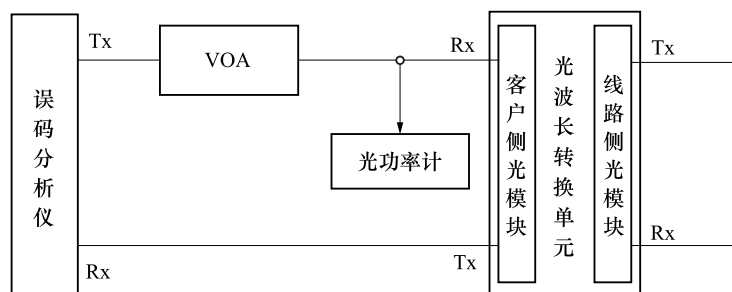


图 2 客户侧接口接收灵敏度测试配置

#### 5.1.1.2.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- a) 按图 2 所示连接好测试配置，将光功率计设置到对应的波长窗口。
- b) 误码分析仪在无误码条件下（误码率门限： $\text{BER} = 10^{-12}$ ），缓慢增大 VOA 的衰减值，使光功率值达到最小。该光功率值能保证误码分析仪长时间维持无误码状态。
- c) 待光功率计数值稳定后，记录光功率数值。

#### 5.1.1.2.3 预期结果

被测设备客户侧光接口灵敏度应满足下列要求：

- a) 2 M 光接口接收灵敏度不应大于  $-26\text{ dBm}$ ；
- b) FE 光接口接收灵敏度不应大于  $-24\text{ dBm}$ ；

c) GE 光接口接收灵敏度不应大于-24 dBm。

### 5.1.1.3 接收功率过载点

#### 5.1.1.3.1 测试配置

客户侧接口接收功率过载点测试配置如图 3 所示。

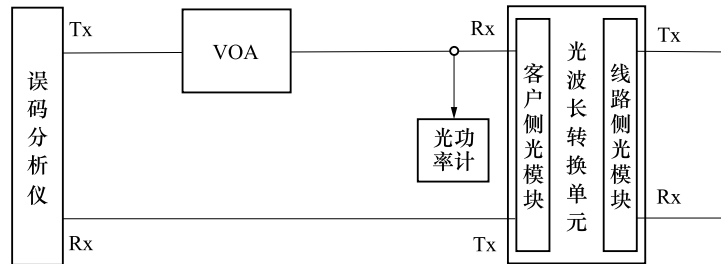


图 3 客户侧接口接收功率过载点测试配置

#### 5.1.1.3.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- 按图 3 所示连接好测试配置，将光功率计设置到对应的波长窗口。
- 误码分析仪处于无误码条件下（误码率门限： $BER = 10^{-12}$ ），缓慢增大 VOA 的衰减值，使光功率值达到最小。该光功率值能保证误码分析仪长时间维持无误码状态。
- 待光功率计数值稳定后，记录光功率数值。

#### 5.1.1.3.3 预期结果

电力波分复用系统（简称系统）客户侧 2 M、FE、GE 光接口接收功率过载点应不小于-3 dBm。

### 5.1.2 线路侧接口测试

#### 5.1.2.1 中心波长及偏移

##### 5.1.2.1.1 测试配置

线路侧接口中心波长及偏移测试配置如图 4 所示。



图 4 线路侧接口中心波长及偏移测试配置

##### 5.1.2.1.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- 按图 4 所示连接好测试配置。
- OSA 选择合适的测试波长范围并设置为 WDM 模式，通道宽度设置为 100 GHz；记录峰值处的中心波长值。

c) 峰值处的中心波长值与标称中心波长之差，为中心波长偏移值。

#### 5.1.2.1.3 预期结果

系统线路侧 2 M、FE、GE 光接口发送中心波长最大偏差在  $\pm 0.2$  nm 之间。

#### 5.1.2.2 平均发送光功率

##### 5.1.2.2.1 测试配置

线路侧接口平均发送光功率测试配置如图 5 所示。



图 5 线路侧接口平均发送光功率测试配置

##### 5.1.2.2.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- a) 按图 5 所示连接好测试配置；
- b) 将光功率计设置对应的波长窗口，待光功率计数值稳定后，记录光功率数值；
- c) 多次测试取平均值。

##### 5.1.2.2.3 预期结果

系统线路侧 2 M、FE、GE 光接口平均发送光功率在 0 dBm~3 dBm 内。

#### 5.1.2.3 最大-20 dB 谱宽

##### 5.1.2.3.1 测试配置

线路侧接口最大-20 dB 谱宽测试配置如图 6 所示。



图 6 线路侧接口最大-20 dB 谱宽测试配置

##### 5.1.2.3.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- a) 按图 6 所示连接好测试配置；
- b) OSA 选择合适的测试波长范围并设置为 WDM 模式，通道宽度设置为 100 GHz，分辨率带宽设置为仪表最高分辨率；
- c) 记录峰值功率衰减 20 dB 处的信号谱宽。

##### 5.1.2.3.3 预期结果

系统线路侧 2 M、FE、GE 光接口-20 dB 谱宽应不大于 0.2 nm。

### 5.1.2.4 接收灵敏度

#### 5.1.2.4.1 测试配置

线路侧接收灵敏度测试配置如图 7 所示。

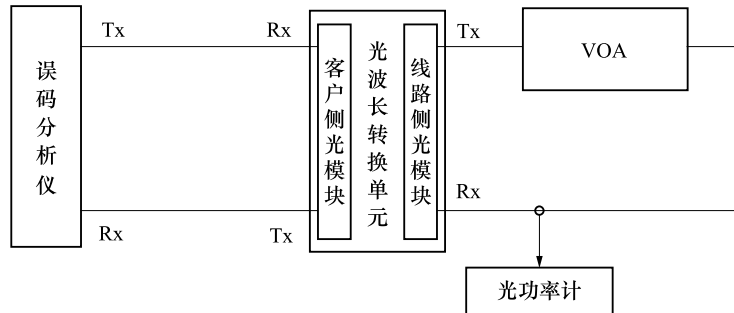


图 7 线路侧接收灵敏度测试配置

#### 5.1.2.4.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- a) 按图 7 所示连接好测试配置。
- b) 误码分析仪处于无误码条件下（误码率门限： $BER = 10^{-12}$ ），缓慢增大 VOA 的衰减量，使光功率值达到最小。该光功率值能保证误码分析仪长时间维持无误码状态。
- c) 待光功率计数值稳定后，记录光功率数值。

#### 5.1.2.4.3 预期结果

系统被测设备线路侧光接口灵敏度应满足下列要求：

- a) 2 M 光接口接收灵敏度应不大于  $-40$  dBm。
- b) FE 光接口接收灵敏度应不大于  $-38$  dBm。
- c) GE 光接口接收灵敏度应不大于  $-30$  dBm。

### 5.1.2.5 接收过载功率

#### 5.1.2.5.1 测试配置

线路侧接收过载功率测试配置如图 8 所示。

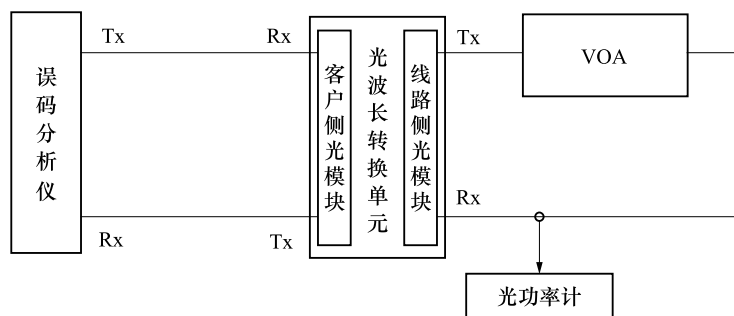


图 8 线路侧接收过载功率测试配置

### 5.1.2.5.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- 按图 8 所示连接好测试配置，可调衰减器初始值设置为 15 dB。
- 误码分析仪处于无误码条件下（误码率门限： $BER=10^{-12}$ ），缓慢减小 VOA 的衰减值，使光功率值达到最大。该光功率值能保证误码分析仪长时间维持无误码状态。
- 待光功率计数值稳定后，记录光功率数值。

### 5.1.2.5.3 预期结果

系统线路侧 2 M、FE、GE 光接口接收功率过载点应不小于  $-8$  dBm。

## 5.1.3 光放大器测试

### 5.1.3.1 信号增益

#### 5.1.3.1.1 测试配置

光放大器信号增益测试配置如图 9 所示。

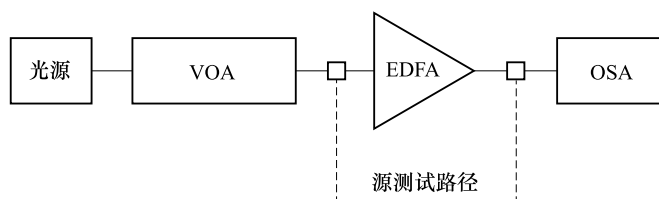


图 9 光放大器信号增益测试配置

#### 5.1.3.1.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- 按图 9 所示连接好测试配置；
- 调整 VOA，使光源的输出功率满足测试要求；
- 用 OSA 测量输入功率参考点处的信号功率  $P_{in}$ ；
- 接入光放大器，用 OSA 测量放大器的输出信号功率  $P_{out}$ ，计算出增益。

#### 5.1.3.1.3 预期结果

系统 PA 的增益不小于 30 dB，BA 的增益不小于 10 dB。

### 5.1.3.2 噪声指数

#### 5.1.3.2.1 测试配置

光放大器噪声指数测试配置如图 10 所示。

#### 5.1.3.2.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- 按如图 10 所示连接好测试配置，保证光放大器处于正常工作状态；

- b) 调整 VOA，保证光放大器处于正常工作状态；
- c) OSA 采用 EDFA 测试模式，用 OSA 测量输入功率参考点处的信号功率  $P_{in}$ ，接入光放大器，用 OSA 测量放大器的输出信号功率  $P_{out}$ ；
- d) 记录噪声指数。

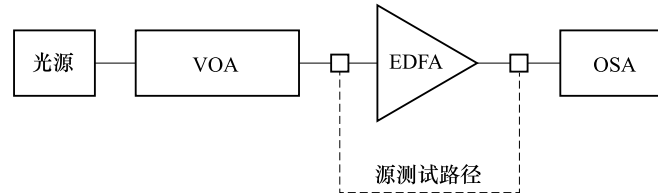


图 10 光放大器噪声指数测试配置

### 5.1.3.2.3 预期结果

系统 BA 噪声指数不大于 7 dB；PA 噪声指数不大于 5.5 dB。

### 5.1.3.3 增益平坦度

#### 5.1.3.3.1 测试配置

光放大器增益平坦度测试配置如图 11 所示。

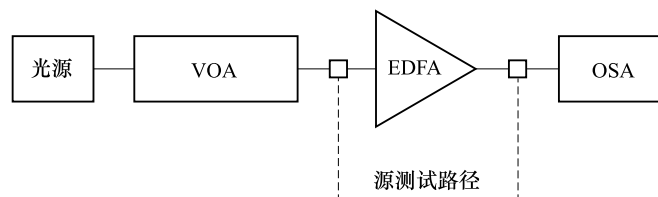


图 11 光放大器增益平坦度测试配置

#### 5.1.3.3.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- a) 按如图 11 所示连接好测试配置；
- b) 光源波长范围应覆盖放大器的工作波长范围，调节 VOA 保证光放大器处于正常工作状态；
- c) OSA 采用 EDFA 测试模式，用 OSA 测量输入功率参考点处的信号功率  $P_{in}$ ，接入光放大器，用 OSA 测量放大器的输出信号功率  $P_{out}$ ；
- d) 计算并记录放大器增益平坦度。

#### 5.1.3.3.3 预期结果

系统的 BA、PA 的增益平坦度不大于 2.5 dB。

### 5.1.3.4 饱和输出功率

#### 5.1.3.4.1 测试配置

光放大器饱和输出功率测试配置如图 12 所示。

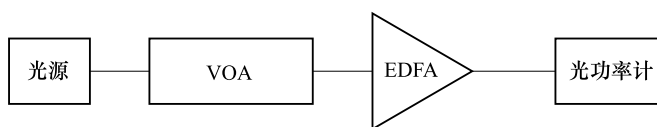


图 12 光放大器饱和输出功率测试配置

#### 5.1.3.4.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- a) 按如图 12 所示连接好测试配置；
- b) 调整 VOA，使 EDFA 处于饱和输出状态；
- c) 记录光功率数值。

#### 5.1.3.4.3 预期结果

系统 BA、PA 的饱和输出光功率应满足下列要求：

- a) BA 的饱和输出光功率不小于 17 dBm；
- b) PA 的饱和输出光功率不小于 0 dBm。

### 5.1.4 DWDM 合/分波单元测试（8、16、40、80 波）

#### 5.1.4.1 固有插入损耗

##### 5.1.4.1.1 测试配置

测试配置应符合 GB/T 20440 的规定。

##### 5.1.4.1.2 预期结果

系统合/分波器固有插入损耗应满足下列要求：

- a) 8 波 DWDM 合/分波单元固有插入损耗不大于 3 dB；
- b) 16 波 DWDM 合/分波单元固有插入损耗不大于 5 dB；
- c) 40 波 DWDM 合/分波单元固有插入损耗不大于 7 dB；
- d) 80 波 DWDM 合/分波单元固有插入损耗不大于 10 dB。

## 5.2 设备联调测试

### 5.2.1 无中继单跨最大传输距离测试（40 波）

#### 5.2.1.1 测试配置

设备间无中继单跨最大传输距离测试配置如图 13 所示。

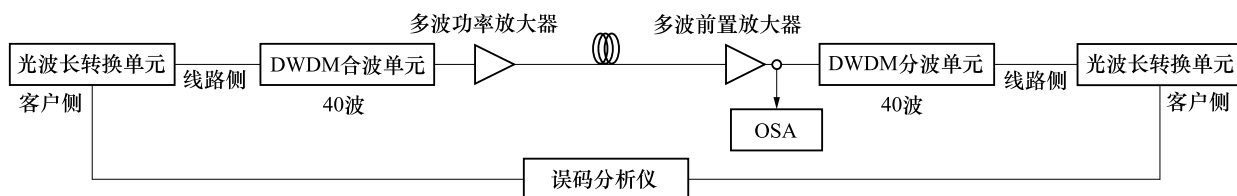


图 13 设备间无中继单跨最大传输距离测试配置

### 5.2.1.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- 按图 13 所示连接好测试配置，配置 40 波 DWDM 合/分单元。
- 误码分析仪处于无误码条件下（误码率门限： $BER=10^{-12}$ ），逐渐增加线路损耗，使线路损耗达到最大。该线路损耗能保证误码分析仪长时间维持无误码状态。
- 使用误码分析仪挂机 24 h，记录系统接收端 OSNR 及误码率信息。

### 5.2.1.3 预期结果

系统设备间无中继单跨最大传输距离应满足下列要求：

- 2 M 业务无中继 55 dB 传输，系统接收端 OSNR 不小于 0 dB，且挂机 24 h 无误码（误码率小于  $10^{-12}$ ）；
- FE 业务无中继 45 dB 传输，系统接收端 OSNR 不小于 6 dB，且挂机 24 h 无误码（误码率小于  $10^{-12}$ ）；
- GE 业务无中继 40 dB 传输，系统接收端 OSNR 不小于 9 dB，且挂机 24 h 无误码（误码率小于  $10^{-12}$ ）。

## 5.2.2 设备时延测试

### 5.2.2.1 测试配置

设备承载 2 M 业务的单机时延测试配置如图 14 所示。

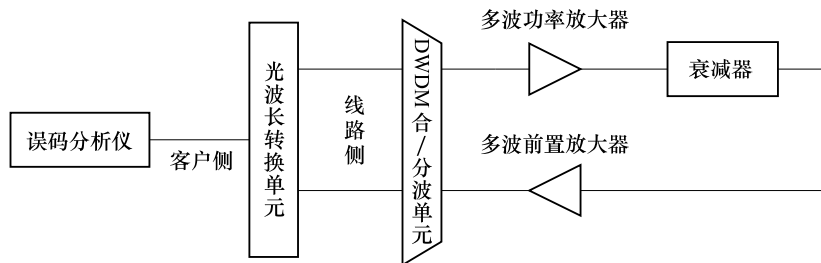


图 14 设备时延测试配置

### 5.2.2.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- 按图 14 所示连接好测试配置；
- 选取一个通道客户侧与误码分析仪对接；
- 通过误码分析仪测试总传输时延  $t$ ，则单向传输时延为  $t/2$ 。

### 5.2.2.3 预期结果

系统承载 2 M 业务的设备传输时延不大于  $1 \mu\text{s}$ 。

## 5.3 设备网管测试

### 5.3.1 网管软、硬件配置检查

根据设备采购合同，核对网管软、硬件配置情况。



## 5.3.2 网管系统功能检查

### 5.3.2.1 告警管理功能检查

检查网管是否具备告警管理功能。

### 5.3.2.2 性能管理功能检查

检查网管是否具备性能管理功能。

### 5.3.2.3 配置管理功能检查

检查网管是否具备配置管理功能。

## 5.4 互联互通测试

### 5.4.1 与 SDH 设备对接测试

#### 5.4.1.1 测试配置

设备与 SDH 设备互联互通测试配置如图 15 所示。SDH 设备遵循 YD/T 1238 的相关配置要求。

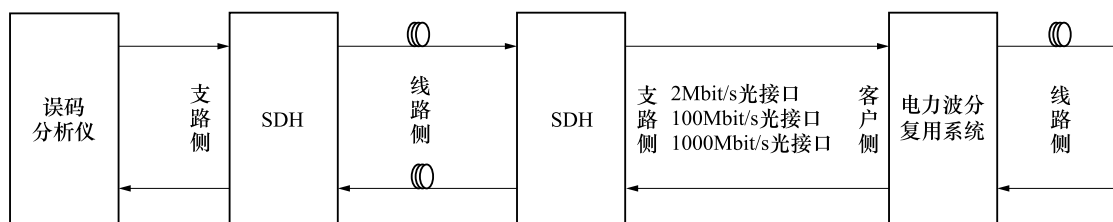


图 15 与 SDH 设备互联互通测试配置

#### 5.4.1.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- a) 按图 15 所示连接好测试配置；
- b) 连接好测试配置并待被测设备工作状态稳定；
- c) 挂机 24 h，记录误码数据。

#### 5.4.1.3 预期结果

系统挂机 24 h 无误码。

### 5.4.2 与保护装置对接测试

#### 5.4.2.1 测试配置

设备与保护装置对接测试配置如图 16 所示。

#### 5.4.2.2 测试步骤

测试前应清洁光接口，保证连接良好。测试步骤如下：

- a) 按图 16 所示连接好测试配置。

- b) 连接好测试配置并待被测设备工作状态稳定。
- c) 在保护装置备用通道链路正常，主用通道的设备 A 和 B 间光纤中断后，模拟区内、区外故障和失灵故障。检查设备网管的各通道工作状态，以及告警上报情况。
- d) 在保护装置主用通道链路正常，备用通道的设备 C 和 D 间光纤中断后，模拟区内、区外故障和失灵故障。检查设备网管的各通道工作状态，以及告警上报情况。

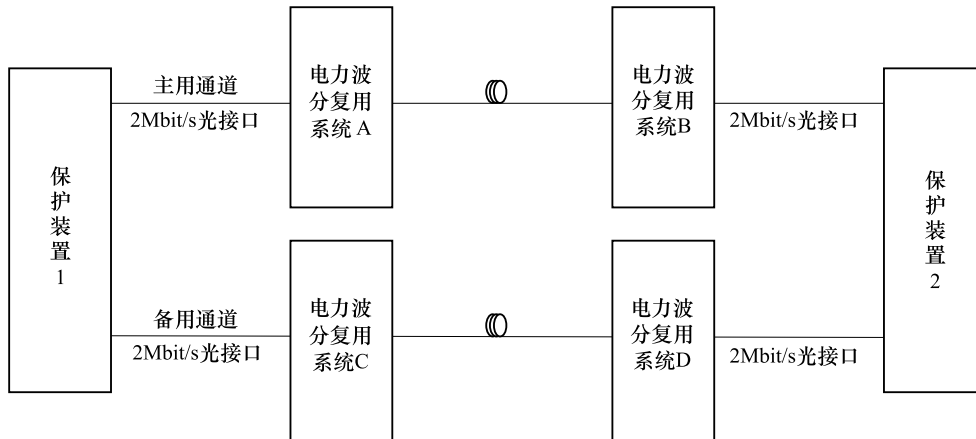


图 16 设备与保护装置对接测试配置

#### 5.4.2.3 预期结果

与保护装置对接测试结果应满足：

- a) 保护装置均运行正常，未误发报文；
- b) 发生区内故障时，保护装置均正确动作；
- c) 发生区外故障时，保护装置未发生误动作；
- d) 收到其他保护动作开关量输入时，对侧保护装置均正确动作；
- e) 各设备能正确上报通道状态，告警上报功能正常。

### 5.5 电磁兼容测试

#### 5.5.1 静电放电抗扰度检测

设备应能承受 GB/T 17626.2 中规定严酷等级为 3 级的静电放电抗扰度试验，在实验期间和实验后设备的性能应遵循 GB/T 17626.2 中规定的检测步骤。

#### 5.5.2 射频电磁场抗扰度检测

设备应能承受 GB/T 17626.3 中规定严酷等级为 3 级（10 V/m）的射频电磁场抗扰度试验，在实验期间和实验后设备的性能应遵循 GB/T 17626.3 中规定的检测步骤。

#### 5.5.3 电快速瞬变抗扰度检测

设备电源和信号都应能承受 GB/T 17626.4 中规定严酷等级为 3 级的电快速瞬变抗扰度试验，在实验期间和实验后设备的性能应遵循 GB/T 17626.4 中规定的检测步骤。

#### 5.5.4 浪涌（冲击）抗扰度检测

设备应能承受 GB/T 17626.5 中规定严酷等级为 3 级的浪涌（冲击）抗扰度试验，在实验期间和实

验后设备的性能应遵循 GB/T 17626.5 中规定的要求。

### 5.5.5 工频磁场抗扰度检测

设备应能承受 GB/T 17626.8 中规定严酷等级为 2 级的工频磁场抗扰度试验，在实验期间和实验后设备的性能应遵循 GB/T 17626.8 中规定的检测步骤。

## 6 工程验收

### 6.1 工程验收内容

验收过程应符合以下工作要求：

- a) 检查工程实施情况；
- b) 检查工程质量；
- c) 检查工程文件；
- d) 做出工程验收结论并对工程遗留问题提出处理意见。

### 6.2 工程验收依据

验收过程应用以下列标准和文件作为主要验收依据：

- a) 国家和行业标准；
- b) 审定并正式下发的工程设计文件；
- c) 工程招标文件、技术规范书和采购合同；
- d) 与工程建设有关的各项合同、协议及文件。

### 6.3 工程验收要求

工程验收可分为工厂验收、随工验收、阶段性（预）验收、竣工验收四部分，应符合以下要求：

- a) 工厂验收在生产厂家进行，由建设单位组织相关单位成立工厂验收测试组，检查生产场景的工艺、生产能力、质量保证能力，以及所供设备或同批次设备的性能参数指标。
- b) 随工验收由监理单位组织相关单位在施工现场逐站进行验收。
- c) 阶段性（预）验收由建设单位或监理单位组织实施。对于前期验收已经检查过的项目，应选取部分站点及区段进行抽查，抽测比例不低于 10%。
- d) 竣工验收由建设、运行、设计、监理和施工单位组成的工程验收委员会负责组织实施。工程验收委员会原则上应为项目主管单位负责人，可按验收需要，下设技术检查组、生产准备组和工程文件检查组三个工作小组。

### 6.4 工厂验收

#### 6.4.1 一般要求

工厂验收应在设备出厂之前、生产方搭建模拟测试环境之后开展。工厂验收内容包括：一般检查、设备单机测试及搭建工程模拟环境进行系统测试、验收资料归档等。验收应符合以下要求：

- a) 根据合同或工程项目情况安排工厂验收，工厂验收按抽样检验规则进行；
- b) 采用抽检单机技术指标和搭建工程模拟系统检查系统功能及指标的方式进行；
- c) 对于外购元器件，应检查元器件的来料记录及批次检查情况；
- d) 检验项目按照合同执行，设备技术指标应满足设计要求；

- e) 工厂验收结束，验收测试组应提交工厂验收报告，验收不合格的设备不应出厂。

## 6.4.2 一般检查

### 6.4.2.1 外观质量检查

外观质量检查应包括：

- a) 设备面板正面喷漆，颜色应符合设计要求；
- b) 设备的外观应整洁，表面应无锈蚀、霉斑、污迹、镀涂层剥落及明显的划痕、毛刺；
- c) 文字、符号、标志和各种显示应清晰；
- d) 无机械损伤。

### 6.4.2.2 设备上电测试

设备上电测试的目的、步骤和结果要求如下：

- a) 测试目的：设备能否正常供电。
- b) 测试步骤：
  - 1) 设备电源正确摆放；
  - 2) 将设备电源线连接好，确保牢固不松动；
  - 3) 打开电源开关，观察设备指示灯是否工作正常；
  - 4) 关闭一路电源，观察设备是否正常工作。
- c) 测试结果要求：双电源或任意单电源工作正常，板卡正常上电，风扇正常工作。

### 6.4.2.3 设备指示灯测试

设备指示灯测试的目的、步骤和结果要求如下：

- a) 测试目的：测试设备外部指示灯能否正常工作。
- b) 测试步骤：
  - 1) 将被测设备正常连接通电运行；
  - 2) 观察主控板指示灯状态；
  - 3) 通过拔出单板、断开一路电源、拔出光纤等方式，依次改变设备运行状态；
  - 4) 记录各状态下主控板指示灯状态。
- c) 测试结果要求：记录设备主控板指示灯状态等测试值。

### 6.4.2.4 设备功率测试

设备功率测试的目的、步骤和结果要求如下：

- a) 测试目的：测试设备子架及板卡功率。
- b) 测试步骤：
  - 1) 设备正常加电稳定后，测出设备稳定电流和电压；
  - 2) 通过依次拔出主控板、放大板、波长转换板等设备板卡，测出设备稳定电流和电压；
  - 3) 依次计算设备功率值，推导设备板卡功率值。
- c) 测试结果要求：记录测试值。

## 6.4.3 设备单机测试

单机测试应符合表 1 测试项目要求，测试结果应符合 5.1 的要求。

表1 验收测试项汇总

测试项目		
单机测试	客户侧接口*	平均发送光功率*
		接收灵敏度*
		接收功率过载点*
	线路侧接口*	中心波长及偏移*
		平均发送光功率*
		最大-20 dB 带宽
		接收灵敏度*
		接收过载点*
	放大器测试*	信号增益*
		噪声指数*
	DWDM 合/分波单元*	增益平坦度*
		饱和输出功率*
固有插入损耗*		
联调测试		无中继单跨最大传输距离测试*
		设备时延测试*
网管测试		网管软、硬件配置检查
		网管系统功能检查*
互联互通测试		与 SDH 设备对接测试*
		与保护设备对接测试*
电磁兼容测试		静电放电抗扰度
		射频电磁场抗扰度
		电快速瞬变抗扰度
		浪涌（冲击）抗扰度
		工频磁场抗扰度
注：标*为必测项，其余为加分项。		

#### 6.4.4 设备联调测试

联调测试应符合表 1 测试项目要求，测试结果应符合 5.2 的要求。

#### 6.4.5 设备网管测试

网管测试应符合表 1 测试项目要求，测试结果应符合 5.3 的要求。

#### 6.4.6 互联互通测试检查

互联互通测试应符合表 1 测试项目要求，测试结果应符合 5.4 的要求，检查设备的互联互通测试报告。

#### 6.4.7 电磁兼容测试检查

电磁兼容测试应符合表 1 测试项目要求，测试结果应符合 5.5 的要求，检查设备的电磁兼容测试

报告。

## 6.5 随工验收

### 6.5.1 一般要求

随工验收应按工程实施顺序对设备和材料、工程施工进度、施工质量、施工过程文件进行检查和验收。随工验收内容包括机房环境检查、设备开箱检查、设备上电检查、安装工艺检查、验收资料归档等。验收要求包括：

- a) 验收应逐站、逐项进行；
- b) 隐蔽工程和特殊工程项目随工验收时，应留有影像资料；
- c) 应针对随工验收内容，整理随工验收文档。

### 6.5.2 机房环境检查

机房环境检查应包括：

- a) 温度和相对湿度检查，测试方法应符合 GB 50462 的要求。
- b) 空气含尘浓度检查，测试方法应符合 GB 50462 的要求。
- c) 电源质量检查，测试方法应符合 GB 50462 的要求。
- d) 防雷和接地系统检查，测试方法应符合 YD 5098 的要求。
- e) 无线电骚扰环境场强和磁场场强检查，测试方法应符合 GB/T 6113.101 的要求。
- f) 噪声和照度检查，噪声及照度检查应符合 GB 50174、GB 50034 的要求。

### 6.5.3 设备开箱检查

设备开箱检查应包括：

- a) 检查外观及包装情况；
- b) 按照装箱单清点零件、部件、工具、附件、备品、说明书和其他技术文件是否齐全；
- c) 检查设备各部位、零部件、附件等有无锈蚀和破损；
- d) 核对设备电源接线口的位置及有关参数是否符合要求；
- e) 对不需安装的备品、附件、工具等应妥善装箱保管，注意集中移交，防止丢失；
- f) 保护好搬运设备，做好详细记录，对破损、锈蚀情况应拍照或作图示说明。

### 6.5.4 设备上电检查

设备上电检查应包括：

- a) 按生产厂家提供的操作程序，逐级给设备加上电源；
- b) 检查所有变换器，确认输出电压符合规定，设备内风扇装置应运转良好；
- c) 检查设备、配线架等，确认各级告警信号装置工作正常、告警准确。

### 6.5.5 线缆敷设安装检查

线缆敷设安装检查应包括：

- a) 机房内的电源线敷设及安装检查，应符合 GB/T 50312 和 YD 5098 的要求。
- b) 机房内的地线敷设及安装检查，应符合 GB/T 50312 和 YD 5098 的要求。
- c) 尾纤布放应满足如下要求：
  - 1) 尾纤在走架上布放时应用专用尾纤槽或套管保护；
  - 2) 尾纤布放时，应尽量减少转弯，需转弯时应弯成弧形；

- 3) 暂时不用的尾纤，头部应用护套保护，整齐盘绕成直径不小于 8 cm 的圈后绑扎固定，且绑扎松紧适度，严禁压折；
- 4) 尾纤敷设及安装应符合 GB/T 50312 的要求。

### 6.5.6 标签制作及粘贴检查

标签制作及粘贴检查应包括：

- a) 在每一终端硬件上应有标识，标识制作及粘贴检查应符合 GB/T 50312 的要求；
- b) 线缆标识制作及粘贴检查应符合 GB/T 50312 的要求；
- c) 空间环境标识制作及粘贴检查应符合 GB 2894、GB 2893 和 GB 13495.1 的要求。

## 6.6 阶段性（预）验收

### 6.6.1 一般要求

阶段性（预）验收应在设备安装、调试、测试基本完成，测试结果满足要求，配套设施可正常投入使用，工程文件基本整理完毕之后开展。阶段性（预）验收内容包括系统误码率测试、系统传输时延测试、长期稳定性测试、网管系统测试、验收资料归档等。验收要求包括：

- a) 检查工程完成情况、测试系统指标，整理阶段性（预）验收材料；
- b) 检查工程文件，审议、通过阶段性（预）验收报告；
- c) 阶段性（预）验收合格后，系统投入试运行，试运行期不应少于 3 个月。

### 6.6.2 系统误码率测试

系统误码率测试的目的、步骤和结果要求如下：

- a) 测试目的：测试系统承载 2 M 业务的误码率。
- b) 测试步骤：
  - 1) 系统正常运行；
  - 2) 使用 2 M 误码测试仪挂机 24 h，记录误码率信息。
- c) 测试结果要求：记录测试结果。

### 6.6.3 系统传输时延测试

系统传输时延测试的目的、步骤和结果要求如下：

- a) 测试目的：测试系统承载 2 M 业务的传输时延。
- b) 测试步骤：
  - 1) 系统正常运行；
  - 2) 选取一个通道客户侧与 2 M 误码测试仪表对接，对应另一侧的通道客户侧环回；
  - 3) 通过 2 M 误码测试仪表测试总传输时延  $t$ ，则单向传输时延为  $t/2$ 。
- c) 测试结果要求：记录测试值。

### 6.6.4 长期稳定性测试

系统长期稳定性测试的目的、步骤和结果要求如下：

- a) 测试目的：测试系统承载 2 M 业务的长期运行稳定性。
- b) 测试步骤：
  - 1) 系统正常运行；
  - 2) 使用 2 M 误码测试仪挂机  $7 \times 24$  h，记录误码率信息。

- c) 测试结果要求：记录测试值。

### 6.6.5 网管系统测试

应符合 5.3 的要求。

## 6.7 竣工验收

### 6.7.1 一般要求

竣工验收应在试运行结束、遗留问题已有协商一致的处理意见、工程文件整理齐全、技术培训完成之后开展。竣工验收内容包括主要功能抽查、工程文件移交等。竣工验收要求如下：

- a) 检查阶段性（预）验收遗留问题，复核系统性能技术指标；
- b) 进行工程建设及试运行总结；
- c) 向生产运行单位办理正式移交手续；
- d) 签署竣工验收证书；
- e) 竣工验收合格后，系统投入正式运行。

### 6.7.2 主要功能抽查

在竣工验收阶段，应对系统的主要功能进行抽查测验，应符合以下要求：

- a) 抽查的测试项应包括设备运行状态检查、网管系统功能测试等；
- b) 其余凡经工厂验收、随工验收以及阶段性（预）验收合格并签字的，可不必再进行抽查。

### 6.7.3 工程文件移交

工程文件的积累、整理、归档工作与工程建设同步进行，并符合以下要求：

- a) 工程文件验收、移交工作应与工程验收同步完成；
- b) 工程竣工验收后三个月内，建设单位向运行单位及其他有关单位办理工程文件移交，有尾工的应在尾工完成后一个月内进行移交；
- c) 各参建单位应向建设单位移交两套文件（一式两份），设计单位（或实施单位）按合同约定提供竣工图，文件移交时应办理完备的移交手续，并提供移交文件的详细清单。



参 考 文 献

- [1] GB/T 16849—2008 光纤放大器总规范
-