

团 体 标 准

T/CSEE 0320.1—2022

电力波分复用（WDM）系统 第 1 部分：系统架构

Electrical wavelength division multiplexing (WDM) system —
Part 1: System infrastructure



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 1 部分：系统架构
T/CSEE 0320.1—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 0.75 印张 26 千字

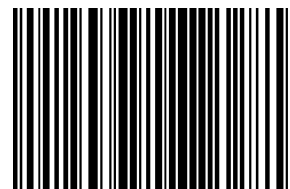
*

统一书号 155198 • 4832 定价 19.00 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



155198.4832

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 系统架构..... 2

 5.1 系统组成 2

 5.2 传送层 2

 5.3 管理层 3

 5.4 业务接入层 4

 5.5 系统要求 4

 5.6 系统接口 4

6 组网方式 5

7 功能要求 6

 7.1 光波长转换单元功能要求 6

 7.2 客户侧光模块功能要求 7

 7.3 线路侧光模块功能要求 7

 7.4 多波功率放大器、多波前置放大器功能要求 7

 7.5 DWDM 合、分波单元功能要求 7

8 系统性能 8

 8.1 误码性能 8

 8.2 时延性能 8

 8.3 传输距离 8

 8.4 业务接入 8

 8.5 中继转发 8

9 网络互联 8

 9.1 设备互联要求 8

 9.2 与 SDH 系统的互联 8

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1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、国网经济技术研究院有限公司、国网宁夏电力有限公司、华为技术有限公司。

本文件主要起草人：刘军、李伯中、陈芳、李子凡、胡强高、刘家胜、吴剑军、段明雄、赵高峰、何迎利、胡光宇、完颜绍澎、彭元龙、金广祥、白晓杰、赵星宇、邓黎、夏小萌、马梦轩、吴双、陈小舟。

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）。

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 1 部分：系统架构

1 范围

本文件规定了电力波分复用系统，即 $2\text{ M/FE/GE} \times N$ 的 DWDM 系统的架构设计、组网方式、设备功能要求、系统性能和网络互联方式。

本文件适用于电力波分复用系统的应用，承载信号为其他数字格式的 WDM 系统可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 20440—2006 密集波分复用器/解复用器技术条件

DL/T 364—2019 光纤通道传输保护信息通用技术条件

ITU-T G.692 带光放大器的多信道系统的光接口（Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

密集波分复用 dense wavelength division multiplexing

一种波分复用技术，其波长间隔为 $1.6\text{ nm}/0.8\text{ nm}/0.4\text{ nm}$ （ $200\text{ GHz}/100\text{ GHz}/50\text{ GHz}$ ）。

[来源：GB/T 20440—2006，3.2.2，有修改]

3.2

电网生产业务专用通信设备 dedicated telecommunication equipment for power grid production business

一种基于密集波分复用（3.1）技术的光传输设备，主要用于承载电网生产业务。

3.3

电力波分复用系统 electrical wavelength division multiplexing system

采用电网生产业务专用通信设备（3.2）构建的传输系统，即 $2\text{ M/FE/GE} \times N$ 的 DWDM 系统。

3.4

网管代理 network management agent

运行于通信设备上的嵌入式业务软件模块，用于协助主站网管系统实现设备监控与管理功能。

3.5

2 M 光接口 2 Mbps optical-interface

电网生产业务装置与光通信设备之间互联的统一光接口。

[来源：DL/T 364—2019，3.2.8，有修改]

3.6

灰光 **grey light**

电力波分复用系统（3.3）中用于业务信号接入的单一波长的光信号，常用的灰光波长有 1310 nm、860 nm 等。

3.7

彩光 **colored light**

线路侧不同波长的光信号。

3.8

自动功率控制 **automatic power control; APC**

掺铒光纤放大器中的恒定光功率输出模式。

3.9

自动增益控制 **automatic gain control; AGC**

掺铒光纤放大器中的恒定增益工作模式。

3.10

E 1 业务 **E1 data**

2 M 业务 **2 Mbps data**

通信系统中标称速率为 2.048 Mbit/s 的专线业务。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BER: 比特误码率 (bit error ratio)

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

FE: 数据传输速率为 100 Mbit/s 的快速以太网 (fast ethernet)

GE: 数据传输速率为 1000 Mbit/s 的快速以太网 (gigabit ethernet)

IP: 网际互连协议 (internet protocol)

IEEE 802.3 局域网协议 (ethernet LAN protocols as defined in IEEE 802.3 suite)

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

SFP: 小型化可插拔 (small form-factor pluggable)

UDP: 用户数据报协议 (user datagram protocol)

WDM: 波分复用 (wavelength division multiplexing)

5 系统架构

5.1 系统组成

电力波分复用系统是承载电力生产业务的专用通信系统（简称系统），分为传送层、管理层和业务接入层，结构如图 1 所示。

- a) 传送层负责电网生产业务的通信传输；
- b) 管理层负责电网生产业务专用通信设备（简称设备）的管理；
- c) 业务接入层负责对接电力生产业务设备。

5.2 传送层

传送层采用 DWDM 技术，由设备的 DWDM 子系统组成，用于业务接入及传输，结构如图 2 所示。

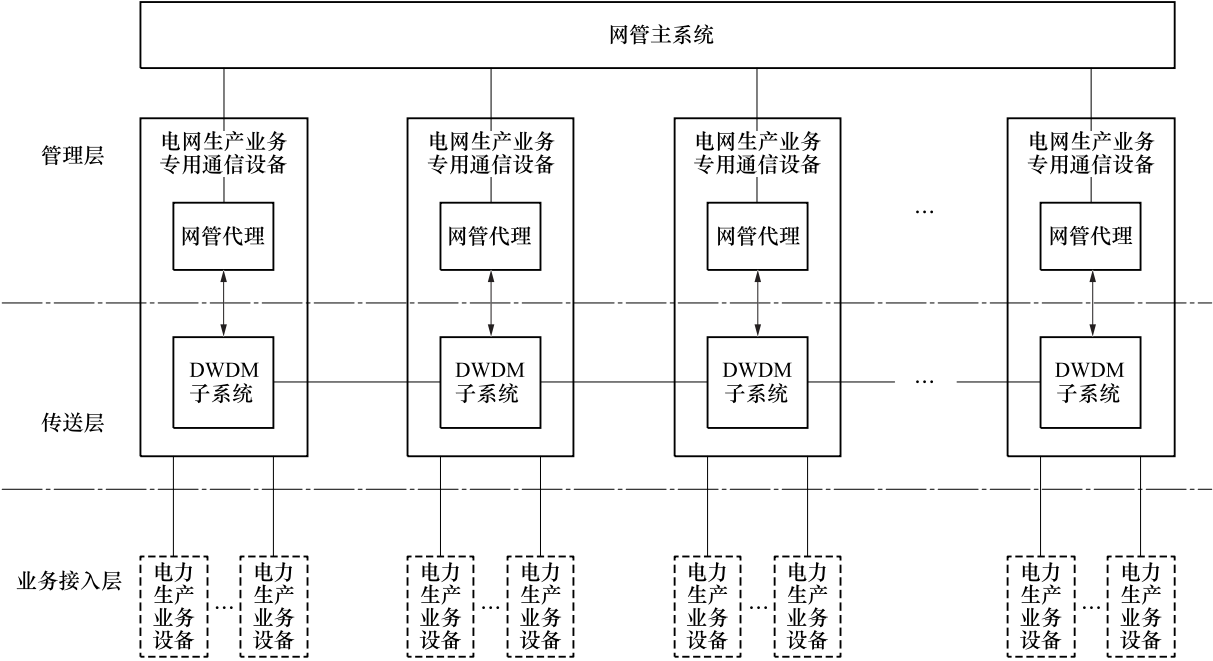


图 1 电力波分复用系统构成示意图

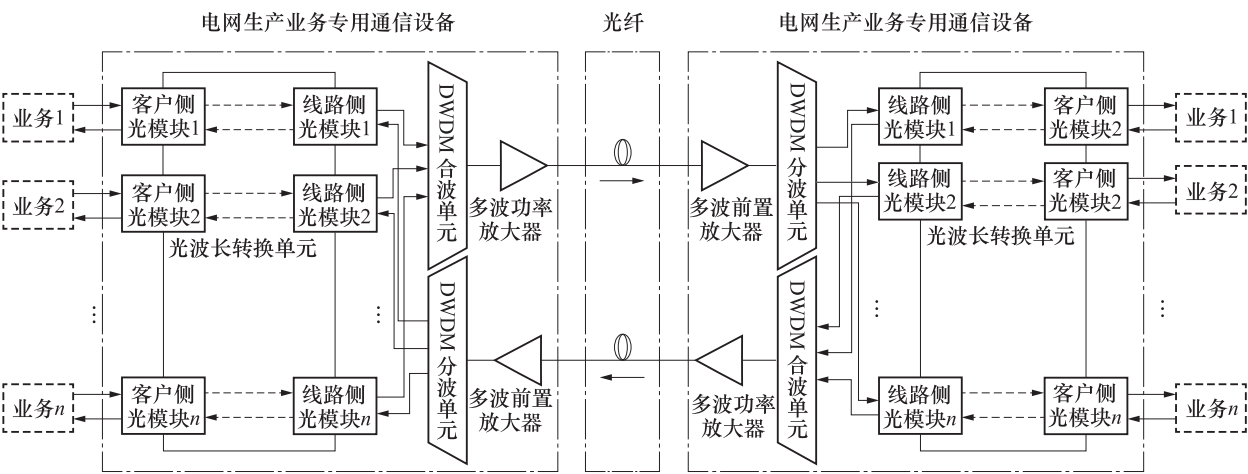


图 2 电力波分复用系统业务接入与远传示意图

在发送侧，电网生产类设备传送的信号通过客户侧光模块接入，由光波长转换单元将客户侧信号频率转换为线路侧规定频率，再经 DWDM 合波单元对多条线路侧信号进行合波，并通过多波功率放大器将信号功率放大。

在接收侧，光信号经多波前置放大器放大，由 DWDM 分波单元对不同线路侧信号进行分波，将分波后的光信号转换为客户侧信号频率并接入至接收侧电网生产类设备。

传送层应具备多方向转发和通道保护能力。

5.3 管理层

管理层由主站侧网管主系统、设备侧网管代理和网管通道三部分组成，结构如图 3 所示。

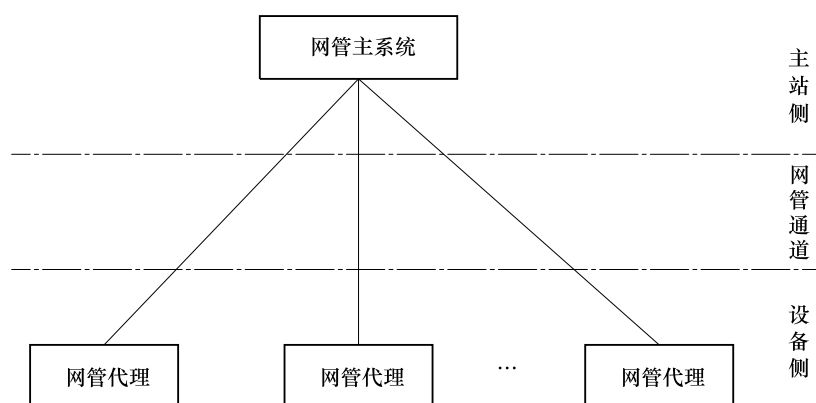


图3 电力波分复用系统的网络层组成

主站侧网管主系统通过网管通道连接至设备侧网管代理，两者相互协同，实现对设备的控制与管理。网管数据通过网管通道传送，分为带内通道或带外通道：

- a) 带内通道宜采用 C61 波长，支持远程传送功能；
- b) 带外通道宜采用 IP 通道，基于 UDP 协议提供网管数据的远程交互功能。

5.4 业务接入层

业务接入层根据业务类型，可采用以下两种方式：

- a) 2 M 业务：适用于采用 SDH 体制的 2.048 Mbit/s 速率传输的继电保护、安稳控制等业务；
- b) FE/GE 业务，适用于 IP 方式透明传输的业务。

5.5 系统要求

系统应具备以下功能：

- a) 业务接入功能应满足以下要求：
 - 1) 应具备 2 M 业务光口接入能力；
 - 2) 宜具备 FE 业务光口接入能力；
 - 3) 宜具备 GE 业务光口接入能力；
 - 4) 应至少提供 8 路接入接口，可按需配置 2 M 光接口、FE/GE 光接口。
- b) 应具备灰光与彩光转换能力。
- c) 应具备信号整形与中继再生能力。
- d) 宜具备通道交叉能力。
- e) 应具备远程传输功能。接入业务应采用 DWDM 技术提供远程光通信功能，DWDM 合/分波单元技术指标符合 GB/T 20440—2006 的要求。
- f) 应具备本地和远程管理功能，包括配置管理、权限管理、告警监控、性能管理等功能。
- g) 应具备双电源冗余供电功能。

5.6 系统接口

5.6.1 接口分类

系统接口主要包括业务接入、线路传输、带内网管、带外网管、网管级联以及 Console 接口。

5.6.2 业务接入接口

业务接入接口分为以下三种：

- a) 2 M 业务接口应满足以下要求：
 - 1) 物理接口形式：SFP 光/电模块，宜优先采用 SFP 光模块。
 - 2) 信号类型：支持 ITU-T G.692 规定的标准波长的光信号收发。
 - 3) 传输速率：2.048 Mbit/s。
- b) FE 业务接口应满足以下要求：
 - 1) 物理接口形式：SFP 光/电模块，宜优先采用 SFP 光模块。
 - 2) 信号类型：支持 IEEE 802.3 规定格式的帧和以太网 II 型帧的收发。
 - 3) 传输速率：100 Mbit/s。
- c) GE 业务接口应满足以下要求：
 - 1) 物理接口形式：SFP 光/电模块，采用 SFP 光模块。
 - 2) 信号类型：支持 IEEE 802.3 规定格式的帧和以太网 II 型帧的收发。
 - 3) 传输速率：1000 Mbit/s。

5.6.3 线路传输接口

线路传输接口分为以下两种：

- a) 不配置多波功率放大器和多波前置放大器时，线路传输接口是 DWDM 的线路侧接口；
- b) 配置多波功率放大器和多波前置放大器时，线路传输接口分别是多波功率放大器的输出接口和多波前置放大器的输入接口。

5.6.4 带内网管接口

带内网管接口采用 C61 固定波长的光接口，通过波分复用单元，实现与网管主系统的远程通信。

5.6.5 带外网管接口

带外网管接口采用 RJ45 的百兆以太网电接口，通过数据网络，实现与网管主系统的远程通信。

5.6.6 网管级联接口

当多台设备需通信时，应通过设备网管级联接口连接，或通过外部交换机连接各设备的网管级联接口，实现设备互联互通。

5.6.7 Console 接口

Console 接口宜采用 RJ45 形式的 232 串口，用于设备调试。

6 组网方式

设备优先应用于点对点应用场景。设备应支持链形、环形、T 形等不同组网应用，各种组网应用的基础拓扑示例如下：

- a) 点对点应用方式如图 4 所示。



图 4 电网生产业务专用通信设备点对点应用

- b) 链形组网方式如图 5 所示。

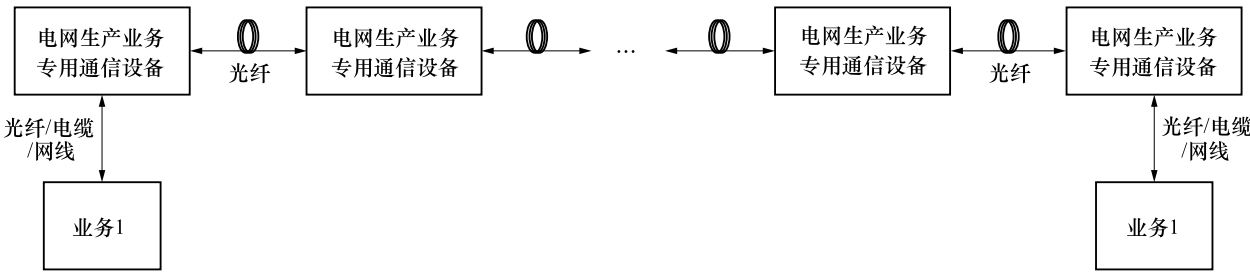


图5 电网生产业务专用通信设备链形组网

c) 环形组网方式如图6所示。

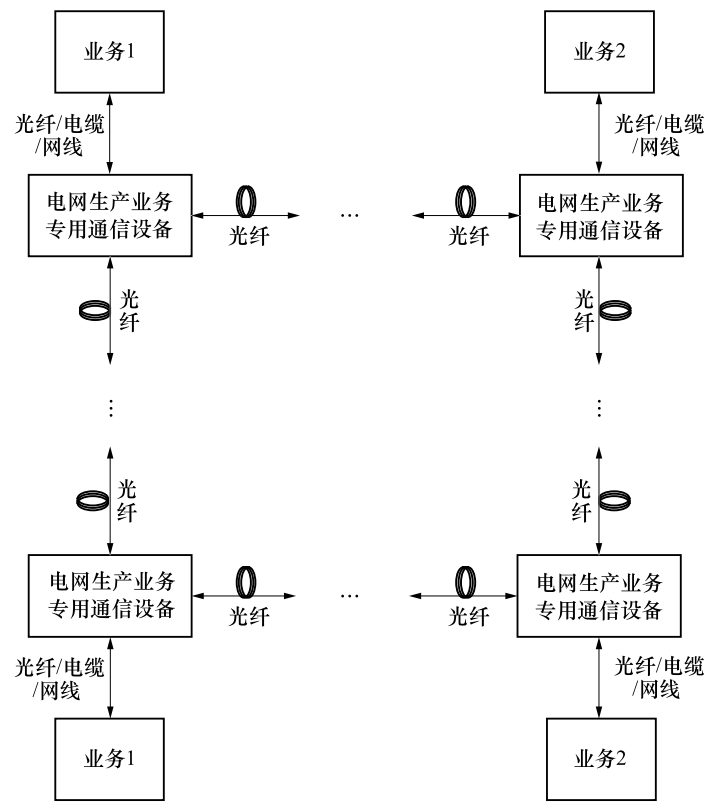


图6 电网生产业务专用通信设备环形组网

d) T形组网方式如图7所示。

设备承载继电保护业务时按照 DL/T 364—2019 的相关要求执行；同一线路的两套继电保护装置或具备双通道功能保护装置的两个通道均采用复用方式时，不应共用一套设备。

7 功能要求

7.1 光波长转换单元功能要求

光波长转换单元应满足以下功能要求：

- a) 客户侧信号和线路侧信号之间频率相互转换和传送；
- b) 对客户侧光模块和线路侧光模块提供性能监测和告警监测。

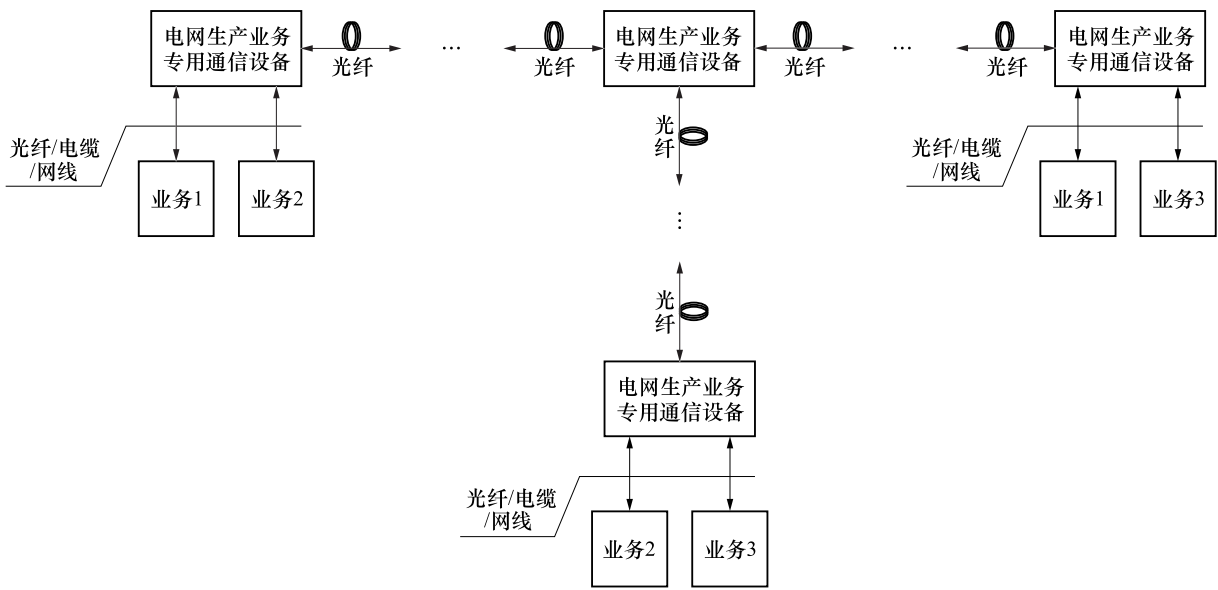


图 7 电网生产业务专用通信设备 T 形组网

7.2 客户侧光模块功能要求

客户侧光模块应满足以下功能要求：

- a) 提供客户侧光信号收发；
- b) 具有模块温度监测、输入和输出光功率监测功能；
- c) 具有自动功率控制功能。

7.3 线路侧光模块功能要求

线路侧光模块应满足以下功能要求：

- a) 提供符合 ITU-T G.692 中规定波长的光信号收发；
- b) 具有模块温度监测、输入和输出光功率监测功能；
- c) 具有自动功率控制功能。

7.4 多波功率放大器、多波前置放大器功能要求

多波功率放大器和多波前置放大器应满足以下功能要求：

- a) 提供 C 波段信号光的放大；
- b) 具有输入光和输出光的功率监测功能；
- c) 具有自动功率控制或自动增益控制工作模式；
- d) 具有输出功率监测的物理光接口；
- e) 具有告警监测的功能。

7.5 DWDM 合、分波单元功能要求

DWDM 合、分波单元应满足以下功能要求：

- a) 合波单元光波长合波应符合 ITU-T G.692 的要求；
- b) 分波单元光波长分波应符合 ITU-T G.692 的要求。

8 系统性能

8.1 误码性能

系统承载电网生产业务时，系统误码性能应满足以下要求：

- a) 承载继电保护 2 M 业务的系统误码不应大于 10^{-12} ，应满足继电保护业务通道误码率（BER）不大于 10^{-8} 的要求，且不应应对业务进行私有化协议处理；
- b) 承载 FE/GE 以太网业务，线速转发应 24 h 无丢包。

8.2 时延性能

系统承载继电保护 2 M 业务时，系统单向传输时延应小于 12 ms。

8.3 传输距离

系统承载电网生产业务时，在不配置多波功率放大器或多波前置放大器的情况下，系统相邻两点间的最大传输跨损应满足以下要求：

- a) 传送 2M 业务时，相邻两点间的最大传输跨损不应小于 30 dB；
- b) 传送 FE 业务时，相邻两点间的最大传输跨损不应小于 20 dB；
- c) 传送 GE 业务时，相邻两点间的最大传输跨损不应小于 16 dB。

当 2 M 业务、FE 业务和 GE 业务混合传递时，相邻两点间应以最小传输跨损为依据，选择是否配置多波功率放大器或多波前置放大器。

当端到端的总传送距离超过两点间的最大传输距离时，应配置中继节点，中继节点负责信号整形与转发。

8.4 业务接入

系统承载电网生产业务时，应至少能接入 8 路本地业务，本地业务按需配置为 2 M 业务、FE 业务或 GE 业务。

8.5 中继转发

系统承载电网生产业务时，应至少具备 2 个方向的中继转发能力，单方向中继转发的波长通道数量不应小于 8 个波长通道。

9 网络互联

9.1 设备互联要求

设备仅提供接入业务的信号光波长转换，不对业务的数据进行重组、重编码等处理，以保障不同品牌、型号设备互联互通。

9.2 与 SDH 系统的互联

设备可通过 2 M/FE/GE 业务客户侧接口与 SDH 设备 2 M 光业务接口互联，或采用外接光/电转换装置与 SDH 设备电接口联通。