

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 51152 – 2015

波分复用（WDM）光纤传输系统 工程设计规范

Code for engineering design of wavelength division
multiplexing（WDM）optical fiber transmission systems

2015 – 12 – 03 发布

2016 – 08 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

波分复用(WDM)光纤传输系统
工程设计规范

Code for engineering design of wavelength division
multiplexing (WDM) optical fiber transmission systems

GB/T 51152 - 2015

主编部门:中华人民共和国工业和信息化部

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2 0 1 6 年 8 月 1 日

中国计划出版社

2015 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1005 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《波分复用(WDM)光纤传输系统 工程设计规范》的公告

现批准《波分复用(WDM)光纤传输系统工程设计规范》为国家标准,编号为GB/T 51152—2015,自 2016 年 8 月 1 日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2015 年 12 月 3 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2011 年工程建设标准规范制定、修订计划〉的通知》(建标〔2011〕17 号)的要求,由中国移动通信集团设计院有限公司会同有关单位共同编制完成。

在本规范编制过程中,编制组进行了深入的调查研究,认真总结了波分复用(WDM)通信技术的应用与发展状况,广泛征求全国有关单位和专家的意见,并参考了国内外有关标准规定的内容,最后经审查定稿。

本规范共分 9 章,主要内容包括总则,术语和缩略语,系统组成及分类,传输系统设计,辅助系统,网络保护,传输系统性能指标,设备选型与配置,局站设备安装。

本规范由住房城乡建设部负责管理,由工业和信息化部负责日常管理,中国移动通信集团设计院有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在应用过程中如有意见或建议,请反馈给中国移动通信集团设计院有限公司(地址:北京市海淀区丹棱街甲 16 号,邮政编码:100080),以供修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国移动通信集团设计院有限公司

参 编 单 位:广东省电信规划设计院有限公司

上海邮电设计咨询研究院有限公司

主要起草人:刘建平 高军诗 习建华 李 勇 王迎春

王 云 江树臻 陈如全 张 芸

主要审查人:王俊华 刘 琦 张国新 邹洪强 杨铁荣

沈 梁 袁海涛 黄为民 潘曜熙 魏贤虎

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和缩略语	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	缩略语	(3)
3	系统组成及分类	(6)
3.1	波分复用系统特性	(6)
3.2	系统组成	(7)
3.3	系统应用分类	(7)
3.4	中心波长分配	(12)
3.5	主光通道接口	(17)
3.6	波长转换器光接口	(19)
3.7	光监控通路	(21)
4	传输系统设计	(22)
4.1	局站设置	(22)
4.2	光纤选用与站段设计	(22)
4.3	色散补偿及其他技术	(23)
4.4	波长使用及通路安排	(24)
5	辅助系统	(25)
5.1	网管系统	(25)
5.2	公务联络系统	(26)
6	网络保护	(27)
6.1	网络拓扑	(27)
6.2	保护方式	(27)
7	传输系统性能指标	(28)

7.1	光信噪比	(28)
7.2	误码性能	(30)
7.3	抖动性能	(33)
8	设备选型与配置	(35)
8.1	设备选型	(35)
8.2	设备配置	(36)
9	局站设备安装	(37)
9.1	局站通信系统	(37)
9.2	机房平面布置与设备排列	(37)
9.3	设备及铁架的安装	(38)
9.4	线缆选择与布线要求	(39)
9.5	电源系统及接地	(39)
9.6	机房环境条件	(41)
本规范用词说明		(42)
引用标准名录		(43)
附:条文说明		(45)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and abbreviations	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Abbreviations	(3)
3	System configuration and categorization	(6)
3.1	Characteristics of WDM system	(6)
3.2	System configuration	(7)
3.3	Application codes	(7)
3.4	Central wavelength allocation	(12)
3.5	Main path interface	(17)
3.6	OTU interface	(19)
3.7	Optical supervisory channel	(21)
4	Transmission system design	(22)
4.1	Station	(22)
4.2	Fiber and design of multiplex section	(22)
4.3	Dispersion compensation and other technologies	(23)
4.4	Channel assignment	(24)
5	Auxiliary systems	(25)
5.1	Network management system	(25)
5.2	Engineering order wire	(26)
6	Network protection	(27)
6.1	Network topology	(27)
6.2	Protection	(27)
7	Transmission system performance	(28)

7.1	Optical signal-to-noise ratio	(28)
7.2	Bit error	(30)
7.3	Jitter	(33)
8	Selection and configuration of equipment	(35)
8.1	Selection of equipment	(35)
8.2	Configuration of equipment	(36)
9	Equipment installation	(37)
9.1	In-station communication system	(37)
9.2	Station layout	(37)
9.3	Equipment and cable rack installation	(38)
9.4	Cable and wiring	(39)
9.5	Power supply system and grounding	(39)
9.6	Equipment room environmental conditions	(41)
	Explanation of wording in this code	(42)
	List of quoted standards	(43)
	Addition; Explanation of provisions	(45)

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,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 波分复用光纤传输系统工程设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和缩略语

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 amplifier 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)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)间以及光终端站(OTM 站)与相邻的光分路站(OADM 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

目标距离大于 1000km 的多跨段和目标距离大于 160km 的单跨段 40/80×10G DWDM 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 S_n (或 R_n)点可容忍的最小 OSNR 值。

2.2 缩 略 语

ALS(Automatic Laser Shutdown) 自动激光关断

APR(Automatic Power Reduction) 自动光功率减少

ASON(Automatically Switched Optical Network) 自动交换光网络

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
 CMI(Coded Mark Inversion) 传号反转码
 CORBA(Common Object Request Broker Architecture) 公共
 对象请求代理体系
 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
 DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing) 密集波分
 复用
 DP-QPSK(Dual Polarization Quadrature Phase Shift Keying)
 双极化正交相移键控
 RZ-DQPSK(Return to Zero Differential Quadrature Phase Shift
 Keying) 归零差分正交相移键控
 EMS(Element Management System) 网元管理系统
 EOL(End Of Life) 寿命终了
 FEC(Forward Error Correction) 前向纠错
 HRP(Hypothetical Reference Path) 假设参考通道
 LAN(Local Area Network) 局域网
 LCT(Local Craft Terminal) 本地维护终端
 MPI(Main Path Interface) 主光通道接口
 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
 ODB(Optical Duobinary) 光双二进制码
 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(Optical Channel Data Unit-k) 光通路数据单元 k

OLA(Optical Line Amplifier) 光线路放大器

OLP(Optical Line Protection) 光线路保护

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

OMSP(Optical Multiplex Section Protection) 光复用段保护

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

P-DPSK(Partial Differential Phase Shift Keying) 部分差分相
移键控

PMD(Polarization Mode Dispersion) 偏振模色散

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

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

RZ(Return to Zero) 归零(码)

RZ-AMI(Return-to-Zero Alternate Mark Inversion) 归零型
信号交替翻转

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

WAN(Wide Area Network) 广域网

WDM(Wavelength Division Multiplexing) 波分复用

3 系统组成及分类

3.1 波分复用系统特性

3.1.1 波分复用(WDM)系统应分为密集波分复用(DWDM)系统和粗波分复用(CWDM)系统。DWDM 系统的通路间隔宜为 0.4nm或 0.8nm,在 1530nm~1565nm 波段的光通路数量可采用 40 通路或 80 通路;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 波分复用系统的通路类型及通路速率

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 ~ 130.0	OTU4

3.2 系统组成

3.2.1 波分复用系统(图 3.2.1)应由光终端复用设备、光线路放大设备和光分插复用设备组成,并应符合下列规定:

- 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。

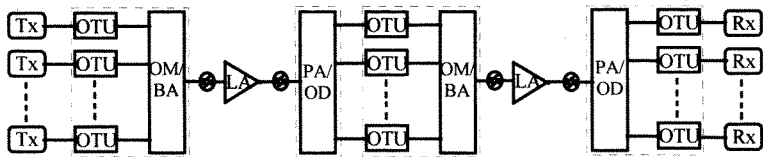


图 3.2.1 波分复用系统组成

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 多跨段 DWDM 系统的应用代码应采用字符序列 Mn, Bc-xW(-D)-z(S)表示,单跨段 DWDM 系统的应用代码应采用字符序列 Sn, Bc-W(-D)-z(S)表示,各字符含义和取值要求应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 DWDM 系统应用代码中的字符含义和取值要求

字符	字符含义	取值要求
M	多跨段 DWDM 系统	—
S	单跨段 DWDM 系统	—
n	DWDM 系统所支持的最大波长数量	—

续表 3.3.1

字符	字符含义	取值要求
B	DWDM 系统的通路类型	符合本规范表 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)	A:对于多跨段表示跨段损耗为 22dB,单跨段表示跨段损耗为 44dB; B:对于多跨段表示跨段损耗为 27dB,单跨段表示跨段损耗为 55dB; C:对于多跨段表示跨段损耗为 33dB
z	DWDM 系统所支持的光纤类型	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	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)
D	DWDM 系统是否有线路色散补偿	1:表示有线路色散补偿 0:表示无线路色散补偿

注:D 仅用于通路类型为 100G 的波分系统。

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 衰减 (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

续表 3.3.2

系统容量	应用代码	通路 间隔 (GHz)	跨段 衰减 (dB)	目标 距离 (km)	光纤 类型
40×2.5G	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 超长距离	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

续表 3.3.2

系统容量	应用代码	通路 间隔 (GHz)	跨段 衰减 (dB)	目标 距离 (km)	光纤 类型
80×10G 超长距离	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 超长距离	S40.10G100-A-652	100	1×44	160	G.652
	S40.10G100-B-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
	M80.100G50-10A-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

3.3.3 CWDM 系统的应用代码应采用字符序列 nWx-ytz 来表示,各字符含义和取值要求应符合表 3.3.3 的规定。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。

表 3.3.3 CWDM 系统应用代码中的字符含义和取值要求

字符	字 符 含 义	取 值 要 求
n	CWDM 系统所支持的 最大通路数	—
W	CWDM 系统所支持的 目标距离	S:短距离 L:长距离
x	CWDM 系统最多所 支持的段数	—
y	CWDM 系统所支持的 通路类型	0:1.25G 1:2.5G 2:10G
t	CWDM 系统光放大器 配置	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	CWDM 系统所支持的 光纤类型	2:G.652 光纤 3:G.653 光纤 5:G.655 光纤

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

续表 3.3.4

系统容量	应用代码	应用范围	目标距离 (km)	光纤类型
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 基于 C 波段的 32 通路和 40 通路 DWDM 系统的通路标称中心波长和中心频率应符合表 3.4.1-1 的规定，基于 C 波段的 80 通路 DWDM 系统的通路标称中心波长和中心频率应符合表 3.4.1-2 的规定。

表 3.4.1-1 基于 C 波段的 40 通路 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	2	195.90	1530.33
2*	196.10	1528.77	3	195.80	1531.12
1	196.00	1529.55	4	195.70	1531.90

续表 3.4.1-1

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)
5	195.60	1532.68	28	193.30	1550.92
6	195.50	1533.47	29	193.20	1551.72
7	195.40	1534.25	30	193.10	1552.52
8	195.30	1535.04	31	193.00	1553.33
9	195.20	1535.82	32	192.90	1554.13
10	195.10	1536.61	33	192.80	1554.94
11	195.00	1537.40	34	192.70	1555.75
12	194.90	1538.19	35	192.60	1556.55
13	194.80	1538.98	36	192.50	1557.36
14	194.70	1539.77	37	192.40	1558.17
15	194.60	1540.56	38	192.30	1558.98
16	194.50	1541.35	39	192.20	1559.79
17	194.40	1542.14	40	192.10	1560.61
18	194.30	1542.94	3*	192.00	1561.42
19	194.20	1543.73	4*	191.90	1562.23
20	194.10	1544.53	5*	191.80	1563.05
21	194.00	1545.32	6*	191.70	1563.86
22	193.90	1546.12	7*	191.60	1564.68
23	193.80	1546.92	8*	191.50	1565.50
24	193.70	1547.72	9*	191.40	1566.31
25	193.60	1548.51	10*	191.30	1567.13
26	193.50	1549.32	11*	191.20	1567.95
27	193.40	1550.12	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 80 通路 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	21	195.05	1537.00
2*	196.20	1527.99	22	195.00	1537.40
3*	196.15	1528.38	23	194.95	1537.79
4*	196.10	1528.77	24	194.90	1538.19
1	196.05	1529.16	25	194.85	1538.58
2	196.00	1529.55	26	194.80	1538.98
3	195.95	1529.94	27	194.75	1539.37
4	195.90	1530.33	28	194.70	1539.77
5	195.85	1530.72	29	194.65	1540.16
6	195.80	1531.12	30	194.60	1540.56
7	195.75	1531.51	31	194.55	1540.95
8	195.70	1531.90	32	194.50	1541.35
9	195.65	1532.29	33	194.45	1541.75
10	195.60	1532.68	34	194.40	1542.14
11	195.55	1533.07	35	194.35	1542.54
12	195.50	1533.47	36	194.30	1542.94
13	195.45	1533.86	37	194.25	1543.33
14	195.40	1534.25	38	194.20	1543.73
15	195.35	1534.64	39	194.15	1544.13
16	195.30	1535.04	40	194.10	1544.53
17	195.25	1535.43	41	194.05	1544.92
18	195.20	1535.82	42	194.00	1545.32
19	195.15	1536.22	43	193.95	1545.72
20	195.10	1536.61	44	193.90	1546.12

续表 3.4.1-2

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)
45	193.85	1546.52	69	192.65	1556.15
46	193.80	1546.92	70	192.60	1556.55
47	193.75	1547.32	71	192.55	1556.96
48	193.70	1547.72	72	192.50	1557.36
49	193.65	1548.11	73	192.45	1557.77
50	193.60	1548.51	74	192.40	1558.17
51	193.55	1548.91	75	192.35	1558.58
52	193.50	1549.32	76	192.30	1558.98
53	193.45	1549.72	77	192.25	1559.39
54	193.40	1550.12	78	192.20	1559.79
55	193.35	1550.52	79	192.15	1560.20
56	193.30	1550.92	80	192.10	1560.61
57	193.25	1551.32	5*	192.05	1561.01
58	193.20	1551.72	6*	192.00	1561.42
59	193.15	1552.12	7*	191.95	1561.83
60	193.10	1552.52	8*	191.90	1562.23
61	193.05	1552.93	9*	191.85	1562.64
62	193.00	1553.33	10*	191.80	1563.05
63	192.95	1553.73	11*	191.75	1563.45
64	192.90	1554.13	12*	191.70	1563.86
65	192.85	1554.54	13*	191.65	1564.27
66	192.80	1554.94	14*	191.60	1564.68
67	192.75	1555.34	15*	191.55	1565.09
68	192.70	1555.75	16*	191.50	1565.50

续表 3.4.1-2

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)
17*	191.45	1565.90	21*	191.25	1567.54
18*	191.40	1566.31	22*	191.20	1567.95
19*	191.35	1566.72	23*	191.15	1568.36
20*	191.30	1567.13	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。

3.4.2 CWDM 系统的通路标称中心波长应符合表 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)
1	1271
2	1291
3	1311
4	1331
5	1351
6	1371
7	1391
8	1411
9	1431
10	1451
11	1471*
12	1491*
13	1511*
14	1531*
15	1551*

续表 3.4.2

序 号	标称中心波长(nm)
16	1571*
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 光接口参考点应采用下述定义(图 3.5.1-1 和图 3.5.1-2)：

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为 S_n ，ODU 后面连接 OTU 的输入接口之前光纤连接处的参考点为 R_n ；

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为 $MPI-S_M$ ，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为 $MPI-R_M$ ；

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

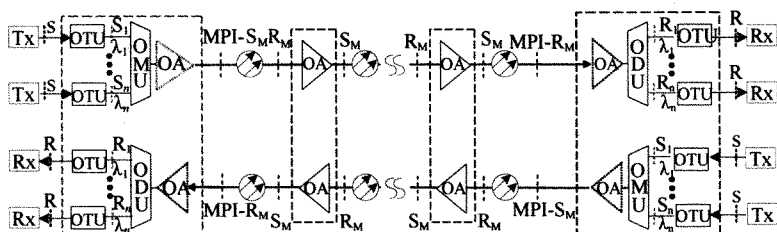


图 3.5.1-1 DWDM 系统参考设置示意图

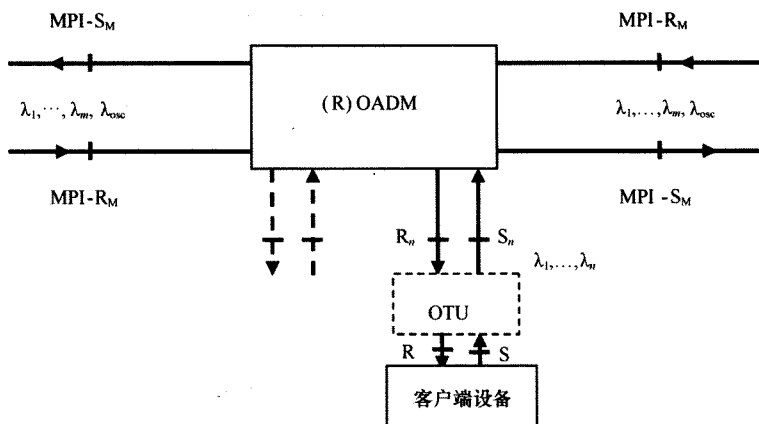


图 3.5.1-2 DWDM 系统(R)OADM 参考点设置示意图

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)等应符合下列规定：

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

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

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

4 40/80×40G 波分复用系统应符合现行行业标准《N×40Gbit/s 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1991 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现行行业标准《N×10Gbit/s

超长距离波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1960 的有关规定；

6 $N \times 100\text{G}$ 波分复用系统应符合现行行业标准《 $N \times 100\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 2485 的有关规定。

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

3.5.4 波分复用环网主光通道光接口参数应符合现行行业标准《城域光传送网波分复用(WDM)环网技术要求》YD/T 1205 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(图 3.6.1-1)、子速率复用型 OTU(图 3.6.1-2)和中继型 OTU(图 3.6.1-3)。



图 3.6.1-1 收发一体型 OTU 示意图

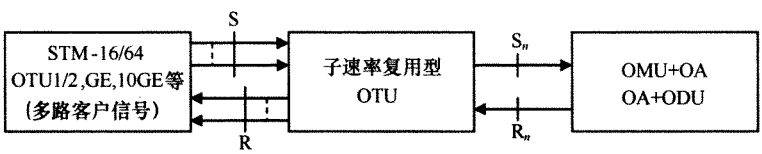


图 3.6.1-2 子速率复用型 OTU 示意图



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规定：

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

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

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

4 40GE、100GE 和 OTU4 的接口参数应符合现行行业标准《 $N \times 100$ Gbit/s 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 2485 的有关规定；

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

3.6.3 DWDM 系统的通路信号在 S_n/R_n 参考点光接口参数和抖动性能应符合下列规定：

1 $32/40 \times 2.5$ G DWDM 系统应符合现行行业标准《光波分复用系统(WDM)技术要求—— 32×2.5 Gbit/s 部分》YD/T 1060 的有关规定；

2 $32/40 \times 10$ G DWDM 系统应符合现行行业标准《光波分复用系统(WDM)技术要求—— 16×10 Gb/s、 32×10 Gb/s 部分》YD/T 1143 的有关规定；

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

4 $40/80 \times 40$ G DWDM 系统应符合现行行业标准《 $N \times 40$ Gbit/s 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1991 的有关规定；

5 $40/80 \times 10$ G 多跨段超长距离 DWDM 系统和 40×10 G 单跨段超长距离波分复用系统应符合现行行业标准《 $N \times 10$ Gbit/s 超长

距离波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1960 的有关规定；

6 $80 \times 100\text{G}$ DWDM 系统应符合现行行业标准《 $N \times 100\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 2485—2013 的有关规定。

3.6.4 CWDM 系统的通路信号在 S_s/R_s 参考点光接口参数应符合现行行业标准《粗波分复用(CWDM)系统技术要求》YD/T 1326 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 $1510\text{nm} \pm 10\text{nm}$ / $1625\text{nm} \pm 10\text{nm}$,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 。

3.7.3 光监控通路应符合下列规定：

1 光监控信号应能在单纤单向波分复用系统的两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 传输应是分段的,且具有 3R 和双向传输功能。在每个 WDM 节点设备,监控信息应能被正确地接收下来,而且可附加上新的监控信号。

4 OSC 不应限制在 1310nm 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规定：

1 局站应分为光终端站(OTM站)、光分路站(OADM站)、光放站(OLA站)三种类型。

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(图 4.1.2)应分为光放段、光复用段和光通道三层。

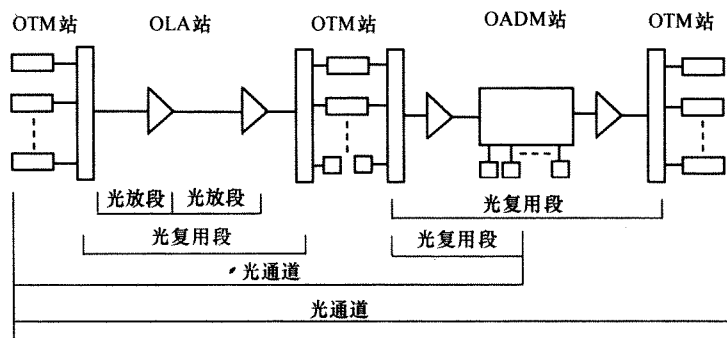


图 4.1.2 波分复用系统分层

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规定：

1 宜选用 G. 652 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（固定衰耗法）；

2 当各段落衰耗不均匀时，应首先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 当光放段长度小于 75km 时，每个光放段宜预留 2.5dB~3dB 的衰减余量；

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

3 当光放段长度大于 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应根据通路类型、复用段长度、光缆参数等因素,采用功率均衡、FEC、精细色散管理等技术。

4.4 波长使用及通路安排

4.4.1 波分复用系统的波长应按全网统一的原则进行分配和使用。

4.4.2 波分复用系统的通路安排宜按照波长编号顺序使用,不同速率的通路不宜间插混传。

5 辅助系统

5.1 网管系统

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

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 根据建设单位的运营维护体制及运营维护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 可采用 EMS 与 NMS 互连或 SNMS 与 NMS 互连,互连接口宜为标准的 Q3/CORBA。

5.1.10 网管系统数据通信网(DCN)的设计应符合下列规定:

1 网管系统数据通信网(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,应能保证网管对所有网元的管理。

2 网管系统数据通信网(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 网管系统数据通信网(DCN)的传输带宽应能保证网管信息的快速传递,时延小。

4 网管系统数据通信网(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。

5.2 公务联络系统

5.2.1 波分复用系统宜设置公务联络系统,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。

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 拓扑结构应根据业务需求、光缆结构、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 波分复用系统线性保护可选用下列方式：

- 1 光线路保护(OLP)；
- 2 光复用段保护(OMSP)；
- 3 光通路保护(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 $N \times 10\text{G}$ 和 $N \times 2.5\text{G}$ 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现行行业标准《城域光传送网波分复用(WDM)环网技术要求》YD/T 1205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避免网络震荡，并应与其承载的客户层保护相协调。

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-R_M点的光信噪比应符合表 7.1.1-1~表 7.1.1-6的规定。

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:8×22dB、3×33dB 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 $n \times W$	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

续表 7.1.1-4

光通路 信噪比	dB	21	19.5	18.5	21	19	18.5	15.5
------------	----	----	------	------	----	----	------	------

- 注：1 仅适用于 G652 光纤；
- 2 每通路最小光信噪比(MPI-R_M点)为接收机光信噪比容限(EOL)加上系统代价和余量。对于跨段损耗大于 12×22dB 的,系统代价和余量取 5dB,其他情况取 4.5dB；
- 3 实际工程中若部分通路不满足 MPI-R_M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 或 5dB 系统代价和余量进行系统设计。

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 <i>n</i> × <i>W</i>	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

注：每通路最小光信噪比(MPI-R_M点)为接收机光信噪比容限(EOL)加上系统代价和余量。对于跨段损耗大于 12×22dB 的,系统代价和余量取 5dB,其他情况取 4.5dB。

表 7.1.1-6 超长距离波分复用系统光通路信噪比指标

系统	跨段损耗(dB)	25× 22	38× 22	15× 27	20× 27	1× 44	1× 55
40×	NRZ 码光通路信噪比(dB)	18	18	—	18	17	17
10G	RZ 码光通路信噪比(dB)	16	16	—	16	15	15

续表 7.1.1-6

系统	跨段损耗(dB)	25× 22	38× 22	15× 27	20× 27	1× 44	1× 55
80× 10G	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

注：NRZ 码的指标对应于接收机 OSNR 容限(EOL)为 12dB，多跨段时光通道 OSNR 代价与主光通道 OSNR 余量之和为 6dB，单跨段时光通道 OSNR 代价与主光通道 OSNR 余量之和为 5dB。RZ 码的指标对应于接收机 OSNR 容限(EOL)为 10dB，多跨段时光通道 OSNR 代价与主光通道 OSNR 余量之和为 6dB，单跨段时光通道 OSNR 代价与主光通道 OSNR 余量之和为 5dB。

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超出表 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超出表 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 中的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)误码性能指标不应超出表 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 280km 之比进行计算,实际光通道长度小于 30km 的应按 30km 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)误码性能指标不应超出表 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下列规定：

1 对于承载 STM-64/16 和 OTU 2/1 业务的 $N \times 2.5G$ 和 $N \times 10G$ 的波分复用系统,系统输出抖动不应超过表 7.3.1-1 的规定。

表 7.3.1-1 系统输出抖动

接口类型	测量带宽		峰—峰抖动值 (UI _{pp})
	高通截止频率 (kHz)	低通截止频率 (MHz)	
STM-64/OTU2	20	80	1.5
	4000	80	0.15
STM-16/OTU1	5	20	1.5
	1000	20	0.15

2 对于承载 STM-256 和 OTU 3 业务的 $N \times 40G$ 的波分复用系统,系统输出抖动不应超过表 7.3.1-2 的规定。

表 7.3.1-2 系统输出抖动

接口类型	测量带宽		峰—峰抖动值 (UI _{pp})
	高通截止频率 (kHz)	低通截止频率 (MHz)	
STM-256	80	320	1.5
	16000	320	0.18
OTU3	20	320	6.0
	16000	320	0.18

7.3.2 波分复用传输系统的输入抖动容限和 OTU 的接口输入抖动容限要求应一致。

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规定：

- 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 应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 2600mm、2200mm 或 2000mm，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，同时应具有机械强度和刚度。设备的电磁兼容性应符合现行国家标准《电信网络设备的电磁兼容性要求及测量方法》GB 19286 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，可优选 APR，并应具有自动（人工）重启动进程的功能。APR 或 ALS 应符合现行行业标准《波分复用系统（WDM）光安全进程技术要求》YD/T 1259 的有关要求。

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、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 局站设备安装

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规定:

- 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规定：

- 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 设备及铁架的安装

- ### 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 铁架的安装应符合现行行业标准《电信机房铁架安装设计标准》YD/T 5026 的有关规定。

9.3.3 机架的安装加固应符合现行行业标准《电信设备安装抗震设计规范》YD 5059 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在 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 直流供电系统应符合下列规定:

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 传输设备所需的一48V 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规定:

- 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~2.0 倍来核算使用的二级熔丝规格。

9.5.5 交流 220V 电源应符合下列规定:

- 1 交流 220V 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 地线应符合下列规定:

- 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 的接地应符合现行行业标准《通信线路工程设计规范》YD 5102 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现行国家标准《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》GB 50689 的有关规定。

9.5.8 局站电源设计的其他有关要求应符合现行行业标准《通信电源设备安装工程设计规范》YD/T 5040 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现行行业标准《通信建筑工程设计规范》YD 5003 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、防静电、噪声、照明等要求应符合现行行业标准《通信中心机房环境条件要求》YD/T 1821 和《中小型电信机房环境要求》YD/T 1712 的有关规定。

9.6.4 传输机房应设置事故照明。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》GB 50689
- 《电信网络设备的电磁兼容性要求及测量方法》GB 19286
- 《同步数字体系设备和系统的光接口技术要求》GB/T 20185
- 《光波分复用系统(WDM)技术要求—— 32×2.5 Gbit/s 部分》
YD/T 1060
- 《以太网交换机技术要求》YD/T 1099
- 《光波分复用系统(WDM)技术要求—— 16×10 Gb/s、 32×10 Gb/s 部分》YD/T 1143
- 《城域光传送网波分复用(WDM)环网技术要求》YD/T 1205
- 《波分复用系统(WDM)光安全进程技术要求》YD/T 1259
- 《光波分复用系统(WDM)技术要求—— 160×10 Gbit/s、 80×10 Gbit/s 部分》YD/T 1274
- 《粗波分复用(CWDM)系统技术要求》YD/T 1326
- 《光传送网(OTN)物理层接口》YD/T 1634
- 《中小型电信机房环境要求》YD/T 1712
- 《通信中心机房环境条件要求》YD/T 1821
- 《 $N \times 10$ Gbit/s 超长距离波分复用(WDM)系统技术要求》
YD/T 1960
- 《 $N \times 40$ Gbit/s 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1991
- 《同步数字体系(SDH)STM-256 总体技术要求》YD/T 2273
- 《 $N \times 100$ Gbit/s 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T
2485
- 《通信建筑工程设计规范》YD 5003
- 《电信机房铁架安装设计标准》YD/T 5026

《通信电源设备安装工程设计规范》YD/T 5040

《电信设备安装抗震设计规范》YD 5059

《通信线路工程设计规范》YD 5102

中华人民共和国国家标准

波分复用(WDM)光纤传输系统
工程设计规范

GB/T 51152 - 2015

条文说明

制 订 说 明

《波分复用(WDM)光纤传输系统工程设计规范》GB/T 51152—2015,经住房和城乡建设部 2015 年 12 月 3 日以第 1005 号公告批准发布。

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的调查研究,总结了我国近年来波分复用光纤传输系统工程的设计成果,并参考波分复用系统方面的国际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。

为了便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,编写组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(51)
2	术语和缩略语	(52)
2.1	术语	(52)
3	系统组成及分类	(53)
3.1	波分复用系统特性	(53)
3.2	系统组成	(53)
3.3	系统应用分类	(53)
3.4	中心波长分配	(56)
3.5	主光通道接口	(56)
3.6	波长转换器光接口	(57)
3.7	光监控通路	(57)
4	传输系统设计	(58)
4.1	局站设置	(58)
4.2	光纤选用与站段设计	(58)
4.3	色散补偿及其他技术	(60)
4.4	波长使用及通路安排	(60)
5	辅助系统	(61)
5.1	网管系统	(61)
5.2	公务联络系统	(61)
6	网络保护	(62)
6.2	保护方式	(62)
7	传输系统性能指标	(63)
7.1	光信噪比	(63)
7.2	误码性能	(63)

7.3	抖动性能	(66)
8	设备选型与配置	(68)
8.1	设备选型	(68)
9	局站设备安装	(69)
9.1	局站通信系统	(69)
9.3	设备及铁架的安装	(69)
9.4	线缆选择与布线要求	(69)
9.5	电源系统及接地	(69)

1 总 则

1.0.1 在特殊情况下执行本规范有困难时,应充分论述理由并提出合适的解决方案呈报给有关主管部门审批。

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 术语和缩略语

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,本规范第 3.4.1 条 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。

2.1.14 在发射机眼图、消光比、 S_n 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, DWDM 系统通路间隔不大于 200GHz, CWDM 系统通路间隔大于 200GHz。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)、光纤互联、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。本规范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 本规范以现行行业标准《 $N \times 10\text{Gbit/s}$ 超长距离波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1960、《 $N \times 40\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1991 和《 $N \times 100\text{Gbit/s}$ 光波分复

用(WDM)系统技术要求》YD/T 2485 为主要依据,对于其他标准代号,进行了统一和综合,形成本规范的规定。

3.3.2 本条规定的应用代码为常用代码。本规范应用代码与现行行业标准《光波分复用系统(WDM)技术要求—— 32×2.5 Gbit/s部分》YD/T 1060—2000、《光波分复用系统(WDM)技术要求—— 16×10 Gb/s、 32×10 Gb/s 部分》YD/T 1143—2001 和《光波分复用系统(WDM)技术要求—— 160×10 Gbit/s、 80×10 Gbit/s 部分》YD/T 1274—2003 的对照见表 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 衰减 (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

续表 1

新应用代码	通路 间隔 (GHz)	跨段 损耗 (dB)	目标 距离 (km)	光纤类型	原应用 代码
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	—

续表 1

新应用代码	通路 间隔 (GHz)	跨段 衰减 (dB)	目标 距离 (km)	光纤类型	原应用 代码
M40.40G100-16A-655	100	16×22	1280	G.655	—
S40.10G100-A-652	100	1×44	160	G.652	—
S40.10G100-B-652	100	1×55	200	G.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 $N \times 100\text{Gbit/s}$ DWDM 系统与 $N \times 10\text{Gbit/s}$ DWDM 系统以及非相干接收 $N \times 40\text{Gbit/s}$ DWDM 系统混传,不推荐有 DCM 的 $N \times 100\text{Gbit/s}$ DWDM 系统与 $N \times 10\text{Gbit/s}$ DWDM 系统以及非相位调制的 $N \times 40\text{Gbit/s}$ DWDM 系统混传。

3.3.3、3.3.4 这两条引自现行行业标准《粗波分复用(CWDM)系统技术要求》YD/T 1326—2013,由于 CWDM 均为 NRZ 信号,本规范省略了该规范中的 NRZ 的表示。

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 $192.1\text{THz} \sim 196.05\text{THz}$ 的波道,为了工程应用方便,本规范按照波长从小到大的顺序对波长序号进行了统一。

3.5 主光通道接口

3.5.1 本规范依据现行行业标准《 $N \times 10\text{Gbit/s}$ 超长距离波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1960、《 $N \times 40\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1991 和《 $N \times 100\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 2485,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 $N \times 2.5\text{Gbit/s}$ 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 S_n/R_n 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 $1530\text{nm} \sim 1625\text{nm}$ 。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 $1510\text{nm}/1625\text{nm}$ 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。本条引自现行行业标准《粗波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1326—2013。

3.7.3 本条参考了现行行业标准《 $N \times 100\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 2485—2013。

4 传输系统设计

4.1 局站设置

4.1.1 波分复用系统工程局站有光终端站、光分路站、光放站三种站型。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,对光信号进行光放大中继的局站为光放站。

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 或者使用有效面积大的 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,采用简化的信噪比计算公式进行计算,以保证系统性能。

第三步,在上述两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。

$$L = D_{\text{sys}} / D \quad (1)$$

式中: L ——色散受限的复用段长度(km);

D_{sys} ——MPI-S_M、MPI-R_M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)。

$$L = \sum_{i=1}^n [(A_{\text{span}} - \sum A_c) \div (A_i + A_{\text{mc}})] \quad (2)$$

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;

A_{span} ——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);

$\sum A_c$ ——MPI-S_M、R_M点或 S_M、R_M点或 S_M、MPI-R_M间所有连接器衰耗之和(dB);

A_i ——光纤线路衰耗常数(dB/km);

A_{mc} ——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。

$$\text{OSNR}_N = 58.03 + P_{\text{out}} - 10 \lg M - A_{\text{span}} - NF - 10 \lg N \quad (3)$$

式中: OSNR_N —— N 个光放段后的每通路光信噪比(dB);

M ——最大通路数量;

P_{out} ——最大通路时总的入纤功率(dBm);

NF ——光放大器的噪声系数(dB);

A_{span} ——最大光放段损耗(dB)。

在 OSNR 的计算中,在每个光放段 R_M点及 MPI-R_M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。

4.2.5 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

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之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(DCC₀)是 DCN 的重要组成部分。

5.2 公务联络系统

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,宜配置公务联络系统。

6 网络保护

6.2 保护方式

6.2.4 $N \times 40\text{G}$ 和 $N \times 100\text{G}$ 的线性 1+1 保护倒换时间本规范未作规定。

7 传输系统性能指标

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。本条指标引自现行行业标准《光波分复用(WDM)技术要求—— $32 \times 2.5\text{Gbit/s}$ 部分》YD/T 1060—2000、《光波分复用系统(WDM)技术要求—— $16 \times 10\text{Gb/s}$ 、 $32 \times 10\text{Gb/s}$ 部分》YD/T 1143—2001、《光波分复用系统(WDM)技术要求—— $160 \times 10\text{Gb/s}$ 、 $80 \times 10\text{Gb/s}$ 部分》YD/T 1274—2003、《 $N \times 40\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1991—2009、《 $N \times 100\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 2485—2013、《 $N \times 10\text{Gbit/s}$ 超长距离波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1960—2009等规范。

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通道参考ITU-T G. 826,OTN业务参考ITU-T G. 8201—2011的规定。

按照ITU-T G. 826和现行行业标准《光同步传送网技术体制》YDN099—1998,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 ITU-T G. 8201—2011, 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 $\times$ 0.0007% $\times$ 光通道长度 (4)

BBER = 端到端误码性能指标 $\times$ 0.0007% $\times$ 光通道长度 (5)

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:

$$\text{SESR} = \text{端到端误码性能指标} \times 0.0006\% \times \text{光通道长度} / 10 \quad (6)$$

$$\text{BBER} = \text{端到端误码性能指标} \times 0.0006\% \times \text{光通道长度} / 10 \quad (7)$$

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:

$$\text{SESR} = \text{端到端误码性能指标} \times 0.0007\% \times \text{光复用段长度} / 5 \quad (8)$$

$$\text{BBER} = \text{端到端误码性能指标} \times 0.0007\% \times \text{光复用段长度} / 5 \quad (9)$$

表 7.2.3-2 中 SESR、BBER 的值按下列公式进行计算:

$$\text{SESR} = \text{端到端误码性能指标} \times 0.0006\% \times \text{光复用段长度} / 10 / 5 \quad (10)$$

$$\text{BBER} = \text{端到端误码性能指标} \times 0.0006\% \times \text{光复用段长度} / 10 / 5 \quad (11)$$

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,考虑因素与算法和本规范第 7.2.2 条的条文说明相同,光通道距离取 280km。STM-N 通道参考 G.826 和现行行业标准《光同步传送网技术体制》YDN 099—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 依据现行行业标准《 $N \times 10\text{Gbit/s}$ 超长距离波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1960—2009、《 $N \times 40\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1991—2009 和《 $N \times 100\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 2485—2013 以及工程验收实践,24 小时光通道应无误码。

7.2.7 该指标参考现行行业标准《 $N \times 100\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 2485—2013。

7.3 抖动性能

7.3.1 系统的输出抖动引自现行行业标准《 $N \times 10\text{Gbit/s}$ 超长距离波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1960—2009、《 $N \times 40\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 1991—2009。

对于输入抖动和抖动转移参见上述标准。由于相应的现行行业标准《 $N \times 100\text{Gbit/s}$ 光波分复用(WDM)系统技术要求》YD/T 2485—2013 尚未规范 100G 的抖动指标,所以 100G 抖动指标本规范暂未规定。

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 局站设备安装

9.1 局站通信系统

9.1.3 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。

9.1.4 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 设备及铁架的安装

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 线缆选择与布线要求

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 本条对直流供电系统作了规定。

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,计算公式见式(12):

$$S = \frac{\sum IL}{\Gamma \times \Delta U} (\text{mm}^2) \quad (12)$$

式中: S ——为导线截面(mm^2);

Γ ——导体电导系数 $\left(\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}\right)$, $\Gamma_{\text{铜}} = 57$, $\Gamma_{\text{铝}} = 34$, $\Gamma_{\text{钢}} = 7$
(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。