

国 际 电 信 联 盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.698.1
(06/2005)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络
传输媒质的特性 — 光部件和子系统的特性

具有单路光接口的多路**DWDM**应用

ITU-T G.698.1建议书



国际电信联盟

ITU-T G系列建议书 传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路	G.100-G.199
所有模拟载波传输系统共有的一般特性	G.200-G.299
金属线路上国际载波电话系统的各项特性	G.300-G.399
在无线电接力或卫星链路上传输并与金属线路互连的国际载波电话系统的一般特性	G.400-G.449
无线电话与线路电话的协调	G.450-G.499
传输媒质的特性	G.600-G.699
概述	G.600-G.609
对称电缆线对	G.610-G.619
陆上同轴电缆线对	G.620-G.629
海底电缆	G.630-G.649
光导纤维缆	G.650-G.659
光部件和子系统的特性	G.660-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
数字段和数字线路系统	G.900-G.999
服务质量和性能 — 一般和与用户相关的概况	G.1000-G.1999
传输媒质的特性	G.6000-G.6999
数字终端设备	G.7000-G.7999
数字网	G.8000-G.8999
接入网	G.9000-G.9999

欲了解更详细信息，请查阅ITU-T建议书目录。

ITU-T G.698.1建议书

具有单路光接口的多路DWDM应用

摘 要

本建议书提供打算在大城市应用的密集波分复用（DWDM）系统的物理层接口参数。为在DWDM系统内光发送器和光复用器之间以及光接收器和光分用器之间在单路连接点使用的光接口参数规定各种应用。本建议书采用的方法是择定复用器/分用器和相联光纤的最大衰减却不明确规定光纤链路的最大长度。本建议书的这个版本包括具有100 GHz通路频率间隔的2.5和10 Gbit/s DWDM单向应用。

来 源

ITU-T第15研究组（2005-2008）按照ITU-T A.8建议书规定的程序，于2005年6月29日批准了ITU-T G.698.1（2005年）建议书。

前 言

国际电信联盟（ITU）是从事电信领域工作的联合国专门机构。ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定 ITU-T 各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

注

本建议书为简要而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联尚未收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能不是最新信息，因此大力提倡他们查询电信标准化局（TSB）的专利数据库。

© 国际电联 2005

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

目 录

	页
1 范围	1
2 参考文献	1
2.1 规范性参考文献	1
2.2 资料性参考文献	2
3 术语和定义	2
4 缩写	3
5 光接口分类	3
5.1 应用	3
5.2 参考点	4
5.3 命名法	5
5.4 在参考点 S_S 和 R_S 的单路接口	6
6 横向兼容性	7
7 参数定义	8
7.1 一般资料	8
7.2 在 S_S 点的接口	9
7.3 从 S_S 到 R_S 的光通道参数（单段）	10
7.4 在 R_S 点的接口	13
8 参数的值	14
9 光安全性考虑	18

具有单路光接口的多路DWDM应用

1 范围

本建议书的目的是为主要供大城市应用的横向兼容的密集波分复用（DWDM）系统提供光接口规范。

本建议书采用“黑链路”方法规定和提供在单模光纤上实际的点到点DWDM应用（传输距离范围约为30 km到80 km）的单路光接口参数值。

但是，本建议书现在不规范含有放大器的应用，打算在今后的版本中引入对它们的规范。

本建议书说明的DWDM系统具有下列特性：

- 通路频率间隔：100 GHz及以上(在ITU-T G.694.1建议书中规定)；
- 信号通路的比特率：最高10 Gbit/s。

按应用代码编排各个规范。

2 参考文献

下列ITU-T建议书和其他参考文献的条款，通过在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时，所指出的版本是有效的。所有的建议书和其他参考文献都面临修订，使用本建议书的各方应探讨使用下列建议书和其他参考文献最新版本的可能性。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书中引用某个独立文件，并非确定该文件具备建议书的地位。

2.1 规范性参考文献

- ITU-T Recommendation G.652 (2005), *Characteristics of a single-mode optical fibre and cable*.
- ITU-T Recommendation G.653 (2003), *Characteristics of a dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable*.
- ITU-T Recommendation G.655 (2003), *Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable*.
- ITU-T Recommendation G.664 (2003), *Optical safety procedures and requirements for optical transport systems*.
- ITU-T Recommendation G.671 (2005), *Transmission characteristics of optical components and subsystems*.
- ITU-T Recommendation G.691 (2003), *Optical interfaces for single-channel STM-64 and other SDH systems with optical amplifiers*.
- ITU-T Recommendation G.692 (1998), *Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers*.
- ITU-T Recommendation G.694.1 (2002), *Spectral grids for WDM Applications: DWDM frequency grid*.

- ITU-T Recommendation G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces for the Optical Transport Network (OTN)*.
- ITU-T Recommendation G.957 (1999), *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy*.
- ITU-T Recommendation G.959.1 (2003), *Optical transport network physical layer interfaces*.
- IEC 60825-1 (2001), *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide*.
- IEC 60825-2 (2005), *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*.

2.2 资料性参考文献

- ITU-T G-series Recommendations – Supplement 39 (2003), *Optical system design and engineering considerations*.
- ITU-T Recommendation G.8251 (2001), *The control of jitter and wander within the optical transport network (OTN)*.

3 术语和定义

本建议书采用下列在ITU-T G.671建议书中规定的术语：

- 密集波分复用(DWDM)；
- 通路介入损耗；
- 反射；
- 波动；
- 通路间隔；
- 微分群延迟；
- 反射。

本建议书采用下列在ITU-T G.694.1建议书中规定的术语：

- 频率格栅。

本建议书采用下列在ITU-T G.709/Y.1331建议书中规定的术语：

- 完全标准化的OTU_k (OTU_k)。

本建议书采用下列在ITU-T G.957建议书中规定的术语：

- 联合工程；
- 接收器灵敏度；
- 横向兼容性。

本建议书采用下列在ITU-T G.959.1建议书中规定的术语：

- 光分支信号；
- 光分支信号等级NRZ 2.5G；
- 光分支信号等级NRZ 10G。

4 缩写

本建议书采用下列缩写：

BER	比特差错比
DGD	微分群延迟
EX	消光比
FEC	前向纠错
ffs	有待进一步研究
NA	不用
NE	网元
NRZ	不归零
OA	光放大器
OADM	光分/插复用器
OD	光分用器
OM	光复用器
ONE	光网元
OTUk	完全标准化的光通路传送单元 – k
PMD	偏振模色散
RP _R	在DWDM网元集合输入处链路参考点
RP _S	在DWDM网元集合输出处链路参考点
R _S	在DWDM网元分支输出处单路参考点
S _S	在DWDM网元分支输入处单路参考点
WDM	波分复用

5 光接口分类

5.1 应用

本建议书规定在实际点对点应用中DWDM多路光系统的单路接口的物理层参数和值。这些具有单路接口的DWDM系统主要打算用于针对各种客户、业务和协议的大城市通信网。

本建议书采用“黑链路”方式规范参数，意思是只规范（单路）光分支信号的光接口参数。对诸如最大衰减、颜色色散、波动和偏振模色散等黑链路参数给出补充的规范。这个方法能够获得在利用直接波长复用配置的单路点处的横向兼容性。然而，它不能获得在多路点处的横向兼容性。在这个方法中，OM和OD被当作单组光器件来处理。

本建议书现在只考虑不含有光放大器的黑链路的DWDM应用。

5.2 参考点

5.2.1 单向应用

图5-1示出使用“黑链路”方法在发送器(Tx)和接收器(Rx)之间单路连接的一组参考点(S_S 和 R_S)。在这里DWDM网元包括OM和OD，它们被当作一对相反的网元使用。

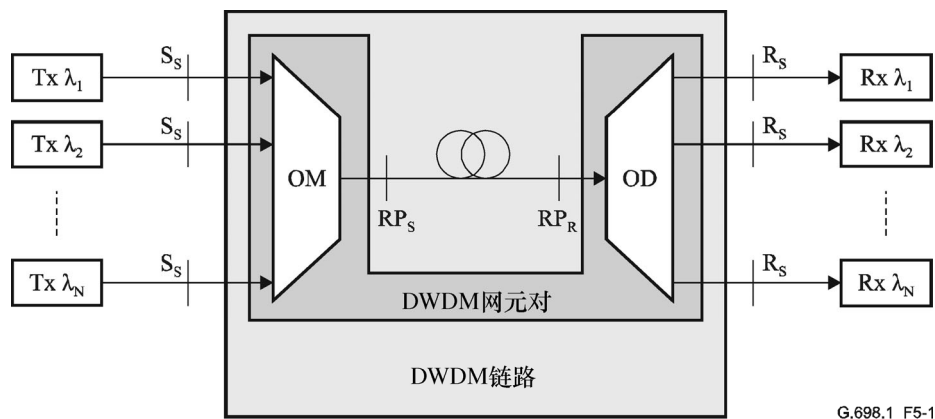


图 5-1/G.698.1—“黑链路”方法

这个参考模型在DWDM系统中不包含任何光放大器。图5-1中的参考点定义如下：

- S_S 是DWDM网元支路输入处单路参考点；
- R_S 是DWDM网元支路输出处单路参考点；
- RP_S 是DWDM网元集合输出处链路参考点；
- RP_R 是DWDM网元集合输入处链路参考点；

注意，规定 RP_S 和 RP_R 只是为了获得光纤链路的资料并不提供这些点处的信号特征。

5.2.2 双向应用

虽然本建议书现在不包括任何双向应用，但希望在未来的版本中将它们增加进去。图5-2示出使用单纤双向“黑链路”方法的一组在发送器(Tx)和接收器(Rx)之间单路连接的参考点(S_S 和 R_S)。在这里DWDM网元包括OM/OD，它们被当作一对相反的单元使用。

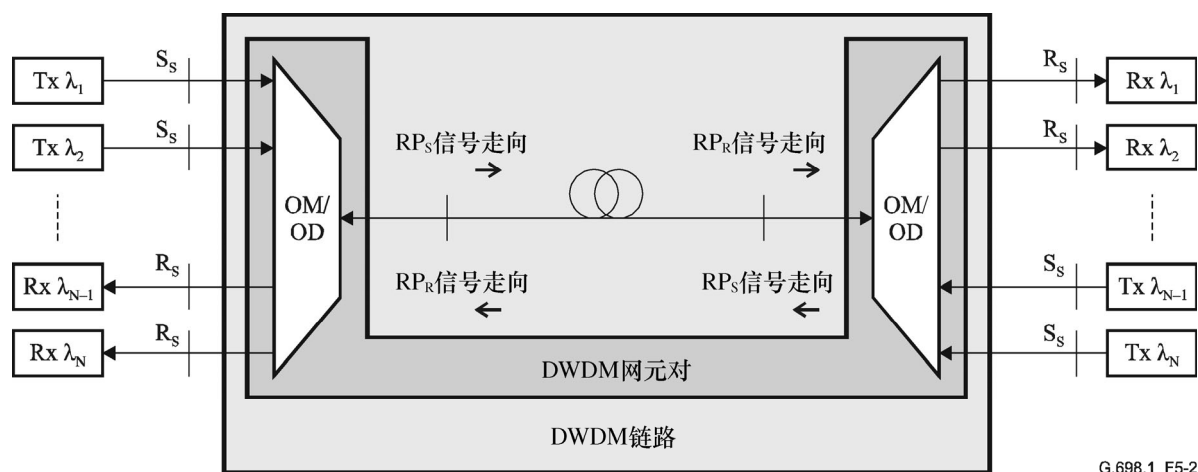


图 5-2/G.698.1—双向应用的“黑链路”方法

图5-2中参考点的定义在5.2.1。

5.3 命名法

应用代码辨识应用的网络、实现方式和架构特征。

应用代码构成如下：

$$DScWx-ytz(v)$$

其中：

- D** 是DWDM应用的指示符。
- S** 指示最大频谱偏移的选项，如：
 - **N** 指示窄的频谱偏移；
 - **W** 指示宽的频谱偏移。
- c** 是通路间隔，以GHz为单位。
- W** 是指示段距离的字母，如：
 - **S** 指示短距离；
 - **L** 指示长距离。
- x** 是应用代码内允许的最大段数。
- y** 指示所支持的光支路信号的最高等级：
 - **1** 指示NRZ 2.5G；
 - **2** 指示NRZ 10G。
- t** 指示应用代码所支持的配置的字母：
 - **D** 指示黑链路不含有任何光放大器。

- z** 指示光纤类型，如：
 - 2 指示G.652光纤；
 - 3 指示G.653光纤；
 - 5 指示G.655光纤。
- v** 指示工作波长范围，用波段（参见ITU-T G系列建议书 一增补39）表示：

V	描述符	标称波长范围 (nm)
S	短距离	1460 到 1530
C	常规的	1530 到 1565
L	长距离	1565 到 1625

如果使用一个以上波段，v就变成用“+”号隔开的各个波段的字母组合，例如需要使用C和L波段的应用，v就是“C+L”。

注 — 在这里给出的标称波段范围是用于分类而不用作指标。每种应用的实际最大和最小波长应当从该应用的最大和最小通路频率计算得出。

在应用代码的前头添加字母**B**指示双向系统。DWDM应用代码就是：

B-DScWx-ytz (v)

对于某些应用代码，在代码的结尾添加后缀。目前只定义了后缀：

- **F**指示这个应用需要发送G.709/Y.1331建议书规定的FEC字节。

5.4 在参考点S_s和R_s的单路接口

在5.4.1节叙述的单路接口希望能在如图5-1、5-2所示的DWDM链路（OM、光纤和OD）的两端的单路接口具有横向兼容性。

在第6节可以找到与横向兼容性有关的更多要求。

表5-1归纳了按5.3节的命名法构成的单路应用代码。

表 5-1/G.698.1—应用分类

应 用	短距离 (S)	长距离 (L)
光纤类型	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655
光分支信号等级 NRZ 2.5G	DN100S1-1D2(C), DW100S1-1D2(C), DN100S1-1D3(L), DW100S1-1D3(L), DN100S1-1D5(C), DW100S1-1D5(C)	DN100L1-1D2(C), DW100L1-1D2(C), DN100L1-1D3(L), DW100L1-1D3(L), DN100L1-1D5(C), DW100L1-1D5(C)

表 5-1/G.698.1—应用分类

应 用	短距离 (S)	长距离 (L)
光纤类型	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655
能用 FEC 的 OTU1	DN100S1-1D2(C)F, DW100S1-1D2(C)F, DN100S1-1D3(L)F, DW100S1-1D3(L)F, DN100S1-1D5(C)F, DW100S1-1D5(C)F	DN100L1-1D2(C)F, DW100L1-1D2(C)F, DN100L1-1D3(L)F, DW100L1-1D3(L)F, DN100L1-1D5(C)F, DW100L1-1D5(C)F
光分支信号等级 NRZ 10G	DN100S1-2D2(C), DW100S1-2D2(C), DN100S1-2D3(L), DW100S1-2D3(L), DN100S1-2D5(C), DW100S1-2D5(C)	DN100L1-2D2(C), DW100L1-2D2(C), DN100L1-2D3(L), DW100L1-2D3(L), DN100L1-2D5(C), DW100L1-2D5(C)
能用 FEC 的 OTU2	DN100S1-2D2(C)F, DW100S1-2D2(C)F, DN100S1-2D3(L)F, DW100S1-2D3(L)F, DN100S1-2D5(C)F, DW100S1-2D5(C)F	DN100L1-2D2(C)F, DW100L1-2D2(C)F, DN100L1-2D3(L)F, DW100L1-2D3(L)F, DN100L1-2D5(C)F, DW100L1-2D5(C)F

5.4.1 具有单路接口的无放大多路系统

在本建议书的表8-1 到 8-4规范具有单路接口的无放大多路系统。

5.4.2 具有单路接口的有放大多路系统

目前，本建议书不规范具有单路接口的有放大多路系统。

6 横向兼容性

本建议书规范参数是为了在“黑链路”法DWDM NE的单路参考点 S_S 和 R_S 能够具有横向（多供应商）的兼容性。

单路参考点 S_S 和 R_S 企图使DWDM NE的多个支路接口能具有横向兼容性。在这种情况下，多个支路信号发送器（Tx λ_i ）和接收器（Rx λ_i ）可能来自不同的供应商。注意，“黑链路”方法的DWDM NE（OM和OD）来自单一的供应商，并认为是单组光器件。

对于正确地具有相同应用代码的“黑链路”方法DWDM NE的所有单路参考点 S_S 和 R_S 才能够有横向（多供应商）兼容性。

在同一黑链路上具有不同应用代码的支路接口的共存是联合工程处理的问题。实际上，必须小心对待使之不发生冲突的临界参数，例如， S_S 输出功率和 R_S 输入功率， S_S 比特率/线路编码和 R_S 比特率/线路编码等。

在发送器代码有W（宽频谱偏移）和链路含有N（窄频谱偏移）时，对涉及最大频谱偏移（应用代码中的S指示符，参见5.3节）的应用代码元，发送器的指示符和链路的指示符不一致就会产生不兼容，所有其他组合是横向兼容的。

7 参数定义

表7-1中的参数规定在接口点，其定义以下各节给出。

表 7-1/G.698.1—使用“黑链路”方法的DWDM应用的物理层参数及值

参 数	单 位	定义的章节
一般资料		
最小通路间隔	GHz	7.1.1
光支路信号比特率/线路编码	—	7.1.2
最大比特差错比	—	7.1.3
光纤类型	—	7.1.4
在 S_s 点的接口		
最大平均通路输出功率	dBm	7.2.1
最小平均通路输出功率	dBm	7.2.1
最小中心频率	THz	7.2.2
最大中心频率	THz	7.2.2
最大频谱偏移	GHz	7.2.3
最小边模抑制比	dB	7.2.4
最小通路消光比	dB	7.2.5
眼图模框	—	7.2.6
从 S_s 到 R_s 点的光通道		
最大通路介入损耗	dB	7.3.1
最小介入衰减	dB	7.3.1
最大波动	dB	7.3.2
最大颜色色散	ps/nm	7.3.3
在 S _s 最小光回损	dB	7.3.4
S _s 和 R _s 之间最大离散反射	dB	7.3.5
最大微分群延迟	ps	7.3.6
在 R _s 最大光串话	dB	7.3.7
在 R_s 点的接口		
最大平均输入功率	dBm	7.4.1
接收器灵敏度	dBm	7.4.2
最大光通道代价	dB	7.4.3
接收器最大反射	dB	7.4.4

7.1 一般资料

7.1.1 最小通路间隔

两个相邻通路之间最小标称频率差。在7.2.3设想了实际频率可能存在的所有容差。

7.1.2 光支路信号的比特率/线路编码

光支路信号等级NRZ 2.5G应用具有不归零线路码，从标称622 Mbit/s到标称2.67 Gbit/s的连续数字信号。光支路信号等级NRZ 10G应用具有不归零线路码，从标称2.4 Gbit/s到标称10.71 Gbit/s的连续数字信号。

7.1.3 最大比特差错比

基于光线路设计目标的比特差错比(BER)优于应用代码规定的值的原则，规范该参数。这个值适用于在每种应用中光通道衰减和色散条件在极端情况下的每个光通路。在需要发送FEC字节的应用代码（即，具有F后缀的代码）的情况，BER只需要在采用纠错（如果有纠错）之后符合要求。对所有其他应用代码，BER需要满足没有FEC的要求。

7.1.4 光纤类型

从ITU-T G.652、G.653和G.655建议书中选择单模光纤的类型。

7.2 在S_s点的接口

7.2.1 最大和最小平均通路输出功率

在参考点S_s每个光通路的平均馈入功率是耦合进DWDM链路的伪随机数据序列的平均功率。给它一个范围（最大和最小）以便能容许某些价格上的优化和覆盖标准工作条件下的工作容限、连接器劣化、测量容差和老化效应。

7.2.2 最小和最大中心频率

中心频率是使用NRZ线路码将实际光通路的数字编码信息调制在它上面的标称单路频率。

所有应用的中心频率都处在ITU-T G.694.1建议书给出的最小通路间隔应用的频率格栅上。

虽然本建议书不规定每种应用使用的特定中心频率，应用之内的所有通路的标称中心频率应当大于或等于最小中心频率和小于或等于最大中心频率。

注意，在频率和波长之间变换采用的"*c*"值（光在真空中的速度）是 2.99792458×10^8 m/s。

7.2.3 最大频谱偏移

最大频谱偏移是在S_s点测量的通路的标称中心频率与发射器频谱离开标称中心频率的-15 dB点之间最大可接受的差值。图7-1说明这个定义。

注一 发送器频谱的-15 dB点应当使用标称分辨带宽为0.01 nm的仪器测量。

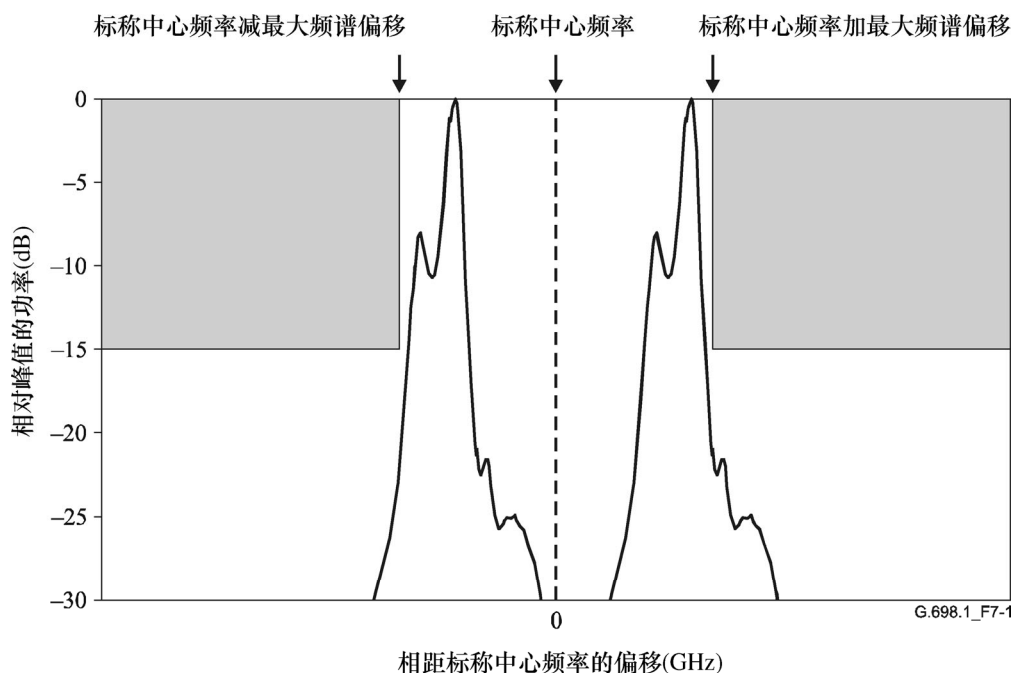


图 7-1/G.698.1—最大频谱偏移的说明

这个参数也确定了通路介入损耗和波动指标必须要符合的频率范围。

7.2.4 最小边模抑制比

最小边模抑制比是总发送器频谱的最高峰值对第二个最高峰值之比的最小值。频谱的测量分辨率应优于峰值的最小频谱宽度，如ITU-T G.691建议书的规定。第二个最高峰值可能是主峰值之后的下一个，或离它更远。

注一 在这个定义中，按时钟频率与最大峰值隔开的频谱峰值不认为是边模。

7.2.5 最小通路消光比

消光比(EX)定义为：

$$EX = 10 \log_{10} (A/B)$$

在上述EX的定义内，A是在逻辑"1"的中央平均光功率电平，B是在逻辑"0"的中央平均光功率电平。对于光逻辑电平的惯例是：

- 逻辑"1"发射光线；
- 逻辑"0"不发射。

7.2.6 眼图模框

在ITU-T G.959.1建议书中可找到这个参数的定义和限值。

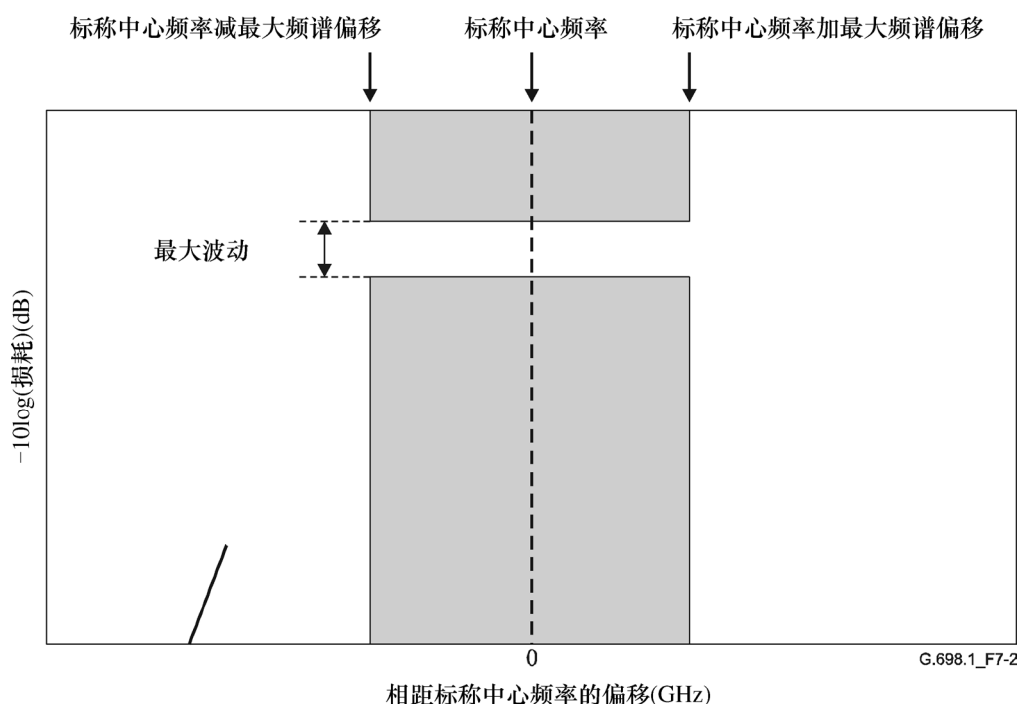
7.3 从S_s到R_s的光通道参数（单段）

7.3.1 最大和最小通路介入损耗

通路介入损耗定义在ITU-T G.671建议书。对于任何光通路，它是其频率范围在通路中心频率 ± 最大频谱偏移之内的通路的黑链路的输入和输出端口之间光功率的最小（或最大）减小量。

介入损耗的指标采用包括下列装备引入的最坏情况值：OM/OD对、接头、连接器、光衰减器（如果有）或其他无源器件，以及为了：

7.3.2 最大波动



7.3.3 最大颜色色散

表8-1到8-4所列的最大颜色色散值是从每种应用代码支持的最大链路长度的估算（用最大通路介入损耗（并从它减去OM/OD对的容差）除以0.21 dB/km算出）推导出来的。用这个方法得出的色散值比用现代的工程经济的光发送器可适应的值更高，色散值会根据当前技术能力降低，因而这些应用可能是色散限制系统而其他的是损耗受限系统。

允许的光通道代价考虑了颜色色散带来的所有决定性效应以及最大微分群延迟带来的代价。

7.3.4 在 S_S 的最小光回损

由于沿光通道反射率不连续产生反射。如不加以控制，通过它们对光源工作的干扰效应或通过多重反射在接收器引起干涉噪声，它们能使系统性能劣化。规范下列参数来控制从光通道来的反射：

- 在光源参考点（ S_S ）光缆设施，包括任何连接器光缆设施的最小光回损；和
- 光源参考点（ S_S ）和接收参考点（ R_S ）之间最大离散反射。

反射表示从任何单个离散反射点来的反射，而光回损是入射光功率与来自整个光纤的总返回光功率包括离散的反射和例如瑞利散射那样的分布背向散射等在内的总返回光功率之比。

在附录I/G.957说明反射的测量方法。为测量反射和回损的目的，假定点 S_S 和 R_S 与每个连接器插头的端面重合。要认识到，这个方法没有包括工作的系统内各个连接器实际的反射性能。这些反射被假定为具有所用特定类型连接器的标称反射值。

7.3.5 S_S 和 R_S 之间的最大离散反射

光反射被定义为在一个点存在的反射光功率与射入那个点的光功率之比。在ITU-T G.957建议书广泛地讨论了对反射的控制。在光通道（例如配线架或WDM部件）中可能包含的连接器或其他离散反射点的最大数目，必须是要达到规定的总光回损所能容许的那么多。如果采用符合第8节的表列出的最大离散反射的连接器做不到这一点，就必须使用反射性能更好的连接器。替代地，必须减少连接器数目。也可能需要限制连接器数目或使用反射性能良好的连接器，避免多重反射引入不可能接受的损伤。

在第8节的表中，光源参考点和接收器参考点之间最大离散反射所取的值是为了最小化多重反射（例如干涉噪声）的影响。最大接收器的反射值要根据能够保证对所有可能的含有多个连接器等系统配置的多重反射引入的可接受代价达到要求来做出选择。使用数量少或性能优异的连接器的产生较少的多重反射，继而能够容许接收器呈现更高的反射。

7.3.6 最大微分群延迟

微分群延迟(DGD)是用两个基本偏振状态传输的光信号的部分脉冲之间的时间差。对于大于几千米的距离并假定是随机的（强）偏振模耦合，在光纤内DGD能有像麦克斯韦尔分布那样的统计模式。

在本建议书中，最大微分群延迟定义为系统的灵敏度最大劣化1 dB所必须容忍的DGD值。

由于偏振模色散(PMD)的统计性质，最大DGD和平均DGD之间的关系只能以统计方式规定。瞬时DGD超过任何给定值的概率能够用它的麦克斯韦尔统计推定。因而，如果我们知道系统能容忍的最大DGD，我们就能用相应的可接受概率的最大对平均的比值去除它，导出等效的平均DGD。在以下表7-2中给出一些比值的示例。

表 7-2/G.698.1—DGD的平均值及概率

最大对平均的比值	超过最大的概率
3.0	4.2×10^{-5}
3.5	7.7×10^{-7}
4.0	7.4×10^{-9}

7.3.7 最大光串话

这个参数设定遵从“黑链路”方法的链路隔离要求：在最坏工作条件下，在任何参考点R_S的光串话应小于最大光串话值。

特别是链路的隔离应大于保证下述情况所需要量：当任何一个光通路工作在S_S点有最小平均输出功率，其余所有通路为最大平均输出功率时，在相应点R_S的光串话小于最大光串话值。

7.4 在R_S点的接口

7.4.1 最大平均输入功率

为获得应用代码的规定最大BER，在点R_S平均接收通路功率的最大可接收值。

7.4.2 接收器灵敏度

接收器灵敏度规定为要获得BER为10⁻¹²在点R_S的平均接收功率的最小值。这个指标针对眼图模框是最坏情况值的发送器、消光比、S_S点的光回损、接收器连接器劣化和测量容差等产生的效应。接收器灵敏度不必应付存在来自光通道的色散、反射或光串话的情况，因为这些效应分别在最大光通道代价的配额中规范。

注 — 接收器灵敏度不必应付存在发送器抖动超过合适的抖动产生限值(例如，ITU-T G.8251建议书关于OTN光分支信号)的情况。

老化效应不单独规范，因为它们是网络运营商与设备制造商之间要协调的典型问题。

7.4.3 最大光通道代价

通道代价是由于信号在通道上传输期间其波形的失真引起的接收器灵敏度的视在下降。其表现是系统的BER曲线向更高输入功率电平偏移。这相当于正的通道代价。在某些情况可能存在负的通道代价，但很少有。（负的通道代价表示通道有关的失真使比良好的发送器眼图更差的眼图实际上得到了改善。）理想上，BER曲线应当只会移动，但是，形状的变化很常见，表示发生了BER基底。因为通道代价随接收器灵敏度变化，应在BER水平为 10^{-12} 时测量。

对于本建议书规定的应用，对NRZ 2.5G短距离系统的通道代价极限为1.5 dB，而其他是2.5 dB。这些极限比其他建议书中之值更高，因为光串话引起额外的代价。

今后，应用基于发送器信号预失真的色散调节技术的系统可能会引入。在这种情况下，上述意义的通道代价只能在信号未失真的两点之间规定。然而，这些点与主通道接口不吻合，甚至可能无法接入。这种情况的通道代价的定义尚待研究。

在允许的通道代价中已包括PMD引入的随机色散代价的平均值。在这方面，要求发送器/接收器组合容忍0.3比特周期的实际DGD，按灵敏度最大劣化1 dB (在每个偏振状态的基本状态有50%的光功率)。对于良好设计的接收器，这相当于对0.1比特周期的DGD代价为0.1-0.2 dB。在工作中可能会碰到的实际的DGD会随光纤/光缆特性随机变化，本建议书不能规定。附录 I/G.691对这一点有进一步的讨论。

注意，由于光放大（本建议书今后的版本会引入）引起的信噪比减小不能看作通道代价。

对采用“黑链路”方法的应用，通道代价包含串话代价。

7.4.4 接收器的最大反射

从接收器反射进DWDM链路的反射用在参考点 R_s 测得的接收器的最大允许反射来规范。在ITU-T G.671建议书规定光反射。

8 参数的值

表8-1到8-4给出了物理层参数及其值。

表 8-1/G.698.1—NRZ 2.5G级、100 GHz间隔短距离应用的物理层参数和值

参 数	单位	DN100S1-1D2(C) DN100S1-1D3(L) DN100S1-1D5(C)	DW100S1-1D2(C) DW100S1-1D3(L) DW100S1-1D5(C)	DN100S1-1D2(C)F DN100S1-1D3(L)F DN100S1-1D5(C)F	DW100S1-1D2(C)F DW100S1-1D3(L)F DW100S1-1D5(C)F
一般资料					
最小通路间隔	GHz	100	100	100	100
光支路信号的比特率/线路编码	—	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ OTU1	NRZ OTU1
最大比特差错比	—	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12} (注)	10^{-12} (注)
光纤类型	—	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655
在 S_s 点的接口					
最大平均通路输出功率	dBm	+4	+4	+4	+4
最小平均通路输出功率	dBm	0	0	0	0
最小中心频率	THz	191.5, 用于 (C) 186.0, 用于 (L)	191.5, 用于 (C) 186.0, 用于 (L)	191.5, 用于 (C) 186.0, 用于 (L)	191.5, 用于 (C) 186.0, 用于 (L)
最大中心频率	THz	196.2, 用于 (C) 191.5, 用于 (L)	196.2, 用于 (C) 191.5, 用于 (L)	196.2, 用于 (C) 191.5, 用于 (L)	196.2, 用于 (C) 191.5, 用于 (L)
最大频谱偏移	GHz	±12.5 ±20	±12.5 ±20	±12.5 ±20	±12.5 ±20
最小边模抑制比	dB	30	30	30	30
最小通路消光比	dB	8.2	8.2	8.2	8.2
眼图模框	—	NRZ 2.5G 按 G.959.1	NRZ 2.5G 按 G.959.1	NRZ 2.5G 按 G.959.1	NRZ 2.5G 按 G.959.1
从点 S_s 到 R_s 的光通道					
最大通路介入损耗	dB	16.5	16.5	19.5	19.5
最小通路介入损耗	dB	4	4	4	4
最大波动	dB	2	2	2	2
最大颜色色散	ps/nm	950	950	1200	1200
在 S _s 的最小光回损	dB	24	24	24	24
S _s 和 R _s 之间最大离散反射	dB	-27	-27	-27	-27
最大微分群延迟	ps	120	120	120	120
最大光串话	dB	-15	-15	-15	-15
在 R_s 点的接口					
最大平均通路输入功率	dBm	0	0	0	0
最小接收器灵敏度	dBm	-18	-18	-21	-21
最大光通道代价	dB	1.5	1.5	1.5	1.5
接收器的最大反射	dB	-27	-27	-27	-27
注 — 这些应用代码的 BER 只需要在误码校正（如果采用）之后满足。因而，在 FEC 解码输入处 BER 可以比 10^{-12} 稍为高些。					

表 8-2/G.698.1—NRZ 2.5G级、100 GHz间隔长距离应用的物理层参数和值

参 数	单位	DN100L1-1D2(C) DN100L1-1D3(L) DN100L1-1D5(C)	DW100L1-1D2(C) DW100L1-1D3(L) DW100L1-1D5(C)	DN100L1-1D2(C)F DN100L1-1D3(L)F DN100L1-1D5(C)F	DW100L1-1D2(C)F DW100L1-1D3(L)F DW100L1-1D5(C)F
一般资料					
最小通路间隔	GHz	100		100	
光支路信号的比特率/线路编码	—	NRZ 2.5G		NRZ OTU1	
最大比特差错比	—	10^{-12}		10^{-12} (注 1)	
光纤类型	—	G.652, G.653, G.655		G.652, G.653, G.655	
在 S_s 点的接口					
最大平均通路输出功率	dBm	+4		+4	
最小平均通路输出功率	dBm	0		0	
最小中心频率	THz	191.5, 用于(C) 186.0, 用于(L)		191.5, 用于(C) 186.0, 用于(L)	
最大中心频率	THz	196.2, 用于(C) 191.5, 用于(L)		196.2, 用于(C) 191.5, 用于(L)	
最大频谱偏移	GHz	±12.5 ±20		±12.5 ±20	
最小边模抑制比	dB	30		30	
最小通路消光比	dB	8.2		8.2	
眼图模框	—	NRZ 2.5G 按 G.959.1		NRZ 2.5G 按 G.959.1	
从点 S_s 到 R_s 的光通道					
最大通路介入损耗	dB	25.5		28.5	
最小通路介入损耗	dB	13		13	
最大波动	dB	2		2	
最大颜色色散	ps/nm	1400 (注 2)		1600	
在 S _s 的最小光回损	dB	24		24	
S _s 和 R _s 之间最大离散反射	dB	−27		−27	
最大微分群延迟	ps	120		120	
最大光串话	dB	−16		−16	
在 R_s 点的接口					
最大平均通路输入功率	dBm	−9		−9	
最小接收器灵敏度	dBm	−28		−31	
最大光通道代价	dB	2.5		2.5	
接收器的最大反射	dB	−27		−27	
注 1 — 这些应用代码的 BER 只需要在误码校正（如果采用）之后满足。因而，在 FEC 解码输入处 BER 可以比 10^{-12} 稍为高些。					
注 2 — 在最大比特率限制在 2.488 Gbit/s (STM-16)的情况，最大颜色色散采用 1600 ps/nm。					

表 8-3/G.698.1—NRZ 10G级、100 GHz间隔短距离应用的物理层参数和值

参 数	单位	DN100S1-2D2(C) DN100S1-2D3(L) DN100S1-2D5(C)	DW100S1-2D2(C) DW100S1-2D3(L) DW100S1-2D5(C)	DN100S1-2D2(C)F DN100S1-2D3(L)F DN100S1-2D5(C)F	DW100S1-2D2(C)F DW100S1-2D3(L)F DW100S1-2D5(C)F
一般资料					
最小通路间隔	GHz	100		100	
光支路信号的比特率/线路编码	—	NRZ 10G		NRZ OTU2	
最大比特差错比	—	10^{-12}		10^{-12} (注)	
光纤类型	—	G.652, G.653, G.655		G.652, G.653, G.655	
在 S_s 点的接口					
最大平均通路输出功率	dBm	+3		+3	
最小平均通路输出功率	dBm	-1		-1	
最小中心频率	THz	191.5, 用于(C) 186.0, 用于(L)		191.5, 用于(C) 186.0, 用于(L)	
最大中心频率	THz	196.2, 用于(C) 191.5, 用于(L)		196.2, 用于(C) 191.5, 用于(L)	
最大频谱偏移	GHz	±12.5 ±20		±12.5 ±20	
最小边模抑制比	dB	30		30	
最小通路消光比	dB	8.2		8.2	
眼图模框	—	NRZ 10G 1550 nm 区域, 按 G.959.1		NRZ 10G 1550 nm 区域, 按 G.959.1	
从点 S_s 到 R_s 的光通道					
最大通路介入损耗	dB	18.5		21.5	
最小通路介入损耗	dB	10		10	
最大波动	dB	2		2	
最大颜色色散	ps/nm	1100		1400	
在 S _s 的最小光回损	dB	24		24	
S _s 和 R _s 之间最大离散反射	dB	-27		-27	
最大微分群延迟	ps	30		30	
最大光串话	dB	-16		-16	
在 R_s 点的接口					
最大平均通路输入功率	dBm	-7		-7	
最小接收器灵敏度	dBm	-22		-25	
最大光通道代价	dB	2.5		2.5	
接收器的最大反射	dB	-27		-27	
注 — 这些应用代码的 BER 只需要在误码校正 (如果采用) 之后满足。因而, 在 FEC 解码输入处 BER 可以比 10^{-12} 稍为高些。					

表 8-4/G.698.1—NRZ 10G级、100 GHz间隔长距离应用的物理层参数和值

参数	单位	DN100L1-2D2(C) DN100L1-2D3(L) DN100L1-2D5(C)	DW100L1-2D2(C) DW100L1-2D3(L) DW100L1-2D5(C)	DN100L1-2D2(C)F DN100L1-2D3(L)F DN100L1-2D5(C)F	DW100L1-2D2(C)F DW100L1-2D3(L)F DW100L1-2D5(C)F
一般资料					
最小通路间隔	GHz	100		100	
光支路信号的比特率/线路编码	—	NRZ 10G		NRZ OTU2	
最大比特差错比	—	10^{-12}		10^{-12} (注)	
光纤类型	—	G.652, G.653, G.655		G.652, G.653, G.655	
在 S_s 点的接口					
最大平均通路输出功率	dBm	+6		+6	
最小平均通路输出功率	dBm	+3		+3	
最小中心频率	THz	191.5, 用于(C) 186.0, 用于(L)		191.5, 用于(C) 186.0, 用于(L)	
最大中心频率	THz	196.2, 用于(C) 191.5, 用于(L)		196.2, 用于(C) 191.5, 用于(L)	
最大频谱偏移	GHz	±12.5 ±20		±12.5 ±20	
最小边模抑制比	dB	30		30	
最小通路消光比	dB	9		9	
眼图模框	—	NRZ 10G 1550 nm 区域, 按 G.959.1		NRZ 10G 1550 nm 区域, 按 G.959.1	
从点 S_s 到 R_s 的光通道					
最大通路介入损耗	dB	24.5		27.5	
最小通路介入损耗	dB	13		13	
最大波动	dB	2		2	
最大颜色色散	ps/nm	1600		1700	
在 S _s 的最小光回损	dB	24		24	
S _s 和 R _s 之间最大离散反射	dB	-27		-27	
最大微分群延迟	ps	30		30	
最大光串话	dB	-16		-16	
在 R_s 点的接口					
最大平均通路输入功率	dBm	-7		-7	
最小接收器灵敏度	dBm	-24		-27	
最大光通道代价	dB	2.5		2.5	
接收器的最大反射	dB	-27		-27	
注 — 这些应用代码的 BER 只需要在误码校正（如果采用）之后满足。因而，在 FEC 解码输入处 BER 可以比 10^{-12} 稍为高些。					

9 光安全性考虑

关于光安全性考虑参见 ITU-T G.664建议书、IEC 60825-1和IEC 60825-2。

ITU-T 系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	一般资费原则
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
G系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H系列	视听和多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	线缆的构成、安装和保护及外部设备的其他组件
M系列	电信管理，包括TMN和网络维护
N系列	维护：国际声音节目和电视传输电路
O系列	测量设备技术规程
P系列	电话传输质量、电话装置、本地线路网络
Q系列	交换和信令
R系列	电报传输
S系列	电报业务终端设备
T系列	远程信息处理业务的终端设备
U系列	电报交换
V系列	电话网上的数据通信
X系列	数据网和开放系统通信及安全
Y系列	全球信息基础设施、互联网的协议问题和下一代网络
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题