国 际 电 信 联 盟

ITU-T G.698.2

(11/2009)

国际电信联盟
电信标准化部门

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络

传输媒质及光学系统的特性 – 光学系统的特性

具有单路光接口的放大多路密集波分复用应用

ITU-T G.698.2 建议书

ITU-T

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
传输媒质及光学系统的特性	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.639
自由空间光学系统	G.640–G.649
光导纤维缆	G.650–G.659
光部件和子系统的特性	G.660–G.679
光学系统的特性	**G.680–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
多媒体服务质量和性能 — 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
分组传送网	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.698.2 建议书

具有单路光接口的放大多路密集波分复用应用

摘要

ITU-T G.698.2建议书提供打算在大城市应用的包括光放大器的密集波分复用（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不明确规定光链路的细节，例如光纤的最大长度。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单向应用以及50 GHz通路频率间隔的10 Gbit/s应用。

来源

ITU-T第15研究组（2009-2012）按照ITU-T A.8建议书规定的程序，于2009年11月13日批准了ITU-T G.698.2建议书。

前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信、应用资讯沟通技术（ICTs）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，网址为http://www.itu.int/ITU-T/ipr/。

© 国际电联 2015

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
3	术语和定义	2
3.1	其他地方规定的术语	2
3.2	本建议书中规定的术语	3
4	缩写词及首字母缩略词	3
5	光接口分类	3
5.1	应用	3
5.2	参考点	4
5.3	命名法	7
5.4	在参考点S_S和RS的单路接口	8
6	横向兼容性	9
7	参数定义	9
7.1	一般资料	10
7.2	在SS点的接口	11
7.3	从S_S到RS的光通道参数	13
7.4	在RS点的接口	16
8	参数的值	18
9	光安全性考虑	25
附录 I – 发送器（剩余）色散OSNR代价和光路OSNR代价的测量		26
附录 II – 通过单路DWDM 接口实现应答机消除		28
参考书目		30

ITU-T G.698.2 建议书

具有单路光接口的放大多路密集波分复用应用

1 范围

本建议书的目的是为主要供大城市应用的包括光放大器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及环形DWDM应用的单路光接口参数值。本建议书中涉及的黑链路可能包含光放大器。

这些用于DWDM系统的单路光接口的使用可以消除应答机，否则这些应答机可能在多厂商DWDM光传输网络中被需求。更多的细节请参见附录II。

本建议书说明的用于DWDM系统的单路接口具有下列特性：

– 通路频率间隔： 50 GHz及更宽(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。

本建议书的未来版本预计包含比特率最高40 Gbit/s的应用代码。

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。

[ITU-T G.652] ITU-T G.652建议书(2005)， 单模光纤和电缆的特性

[ITU-T G.653] ITU-T G.653建议书(2006)，分散的特征将单模光纤和电缆

[ITU-T G.655] ITU-T G.655建议书(2006)，非零色散位移单模光纤的特点和电缆。

[ITU-T G.664] ITU-T G.664建议书(2006)，光学运输系统安全程序和要求。

[ITU-T G.671] ITU-T G.671建议书(2009)，光学组件和子系统的传播特征。

[ITU-T G.691] ITU-T G.691建议书(2006)，为单通道光学接口*STM-64*和其他SDH系统与光学放大器

[ITU-T G.692] ITU-T G.692建议书(1998)，光学多通道系统的接口与光学放大器

[ITU-T G.694.1] ITU-T G.694.1建议书(2002)，光谱网格WDM应用：DWDM电网频率

[ITU-T G.709] ITU-T G.709/Y.1331建议书(2003)，接口的光传输网络(OTN)。

[ITU-T G.957] TU-T G.957建议书(2006)，相关于同步数字序列设备和系统的光接口

[ITU-T G.959.1] ITU-T G.959.1建议书(2008)，传输网络物理层的光接口

[IEC 60825-1] IEC 60825-1 (2007)，激光产品的安全 –第1部分：设备分类和要求。

[IEC 60825-2] IEC 60825-2 (2007)，激光产品的安全 – 第2部分：光纤通信系统的安全性（OFCS）。

3 术语和定义

3.1 其他地方定义的术语

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.691建议书中规定的术语：

– (光学)应答机。

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OTUk (OTUk)。

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；
– 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。

3.2 本建议书中规定的术语

本建议书不规定任何术语。

4 缩写词及首字母缩略词

本建议书采用下列缩写词及首字母缩略词：

APD 雪崩光电二极管

ASE 放大式自发射

BER 比特差错比

DGD 微分群延迟

EX 消光比

FEC 前向纠错

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

PDL 偏振相关损耗

PIN P型-本征-n型

PMD 偏振模色散

R_S 在DWDM网元分支输出处单路参考点

SOP 偏振态

S_S 在DWDM网元分支输入处单路参考点

VOA 可变光衰减器

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。

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。对诸如残余色散、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。

本建议书考虑了可能包含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示出使用线性“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(SS 和 RS)。在这里DWDM网元包括光复用器(OM)和光分用器(OD)（它们被当作一对相反的网元使用），一个或多个光放大器，可能也包括一个或多个光分/插复用器(OADMs)。

图5-1至图5-4示出的黑链接内部元件的排列不是为了在黑链路的结构上置入约束，而仅是规定单路接口的位置。

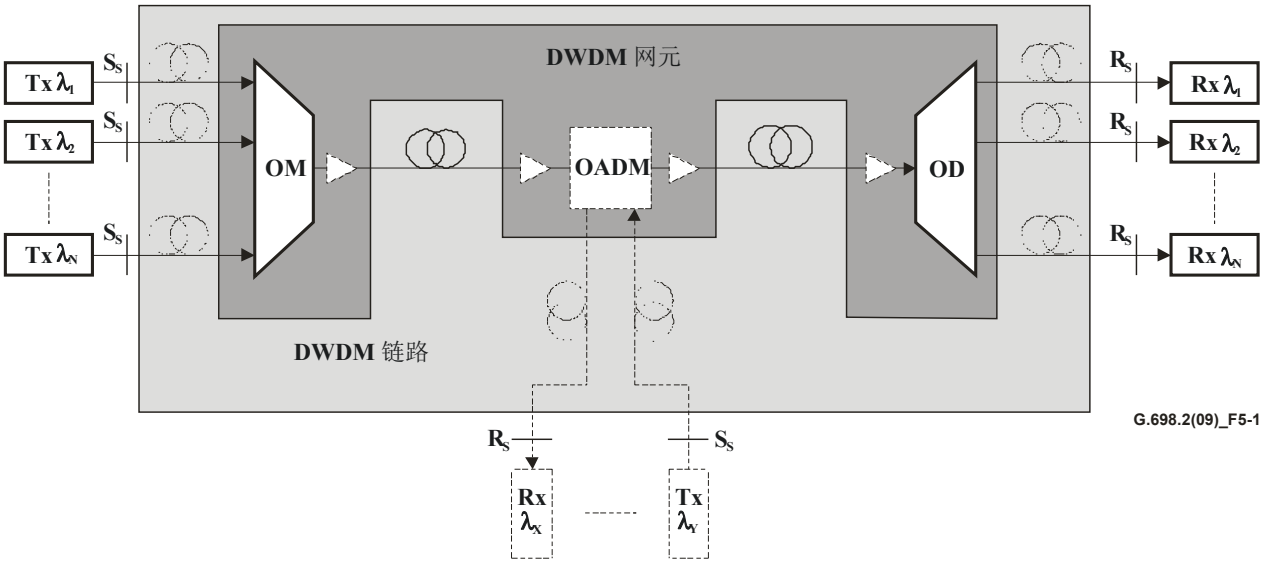

图 5-1 – 线性“黑链路”方法

如图5-1所示，在发送器或接收器与OM、OD或OADM有些距离的情况下，认为在点S_S或R_S 与DWDM 网元之间的纤维是黑链路的一部分。

图5-2为环形“黑链路”方法、发送器(Tx)和接收器(Rx)之间的单路连接(S_S和R_S)标示出相应的一组参考点。在这里DWDM网元包含一个或多个放大器以及两个或多个连接在一个环中的光分/插复用器。

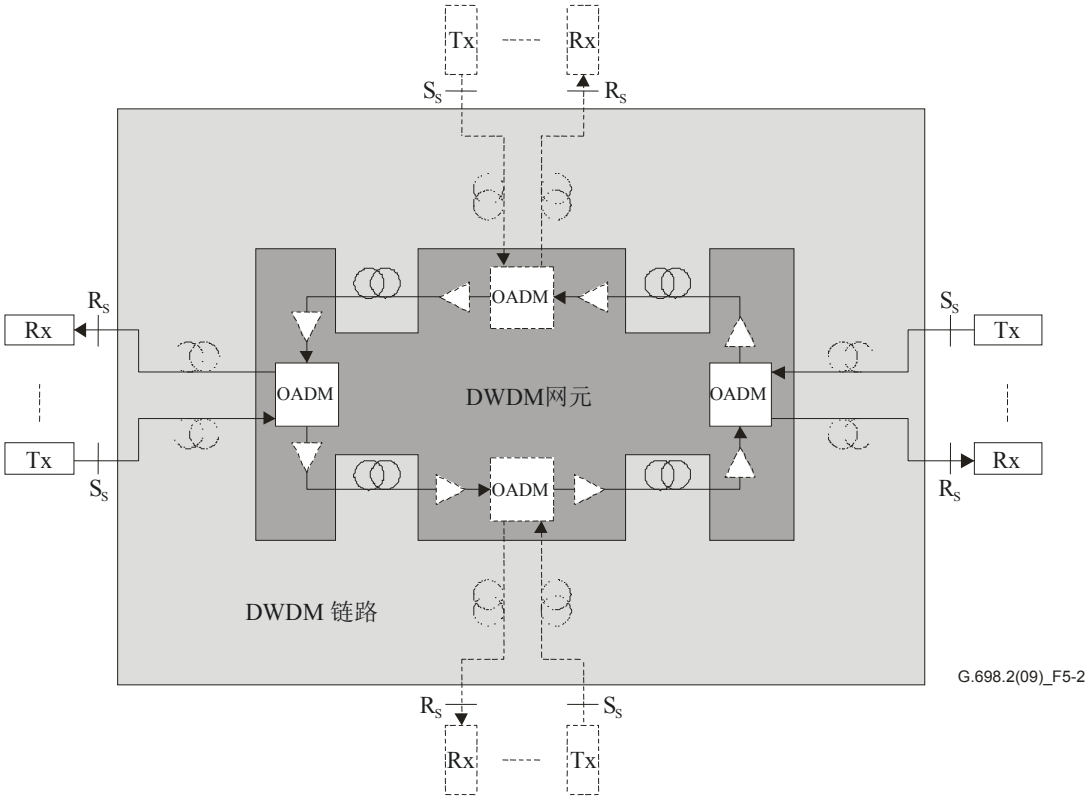

图 5-2 – 环形“黑链路”方法

图5-1 和5-2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；

在这里，单路参考点SS和RS应用于（线性或环形）“黑链路”方法的系统，每条自SS至相应的RS的路径必须遵守应用代码的参数值。

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5-3示出使用单纤双向线性“黑链路”方法的一组在发送器（Tx）和接收器（Rx）之间单路连接(SS和RS)的参考点。在这里DWDM网元包括OM/OD（它们被当作一对相反的单元使用）、一个或多个光放大镜，并且也可能包含一个或多个光分/插复用器。

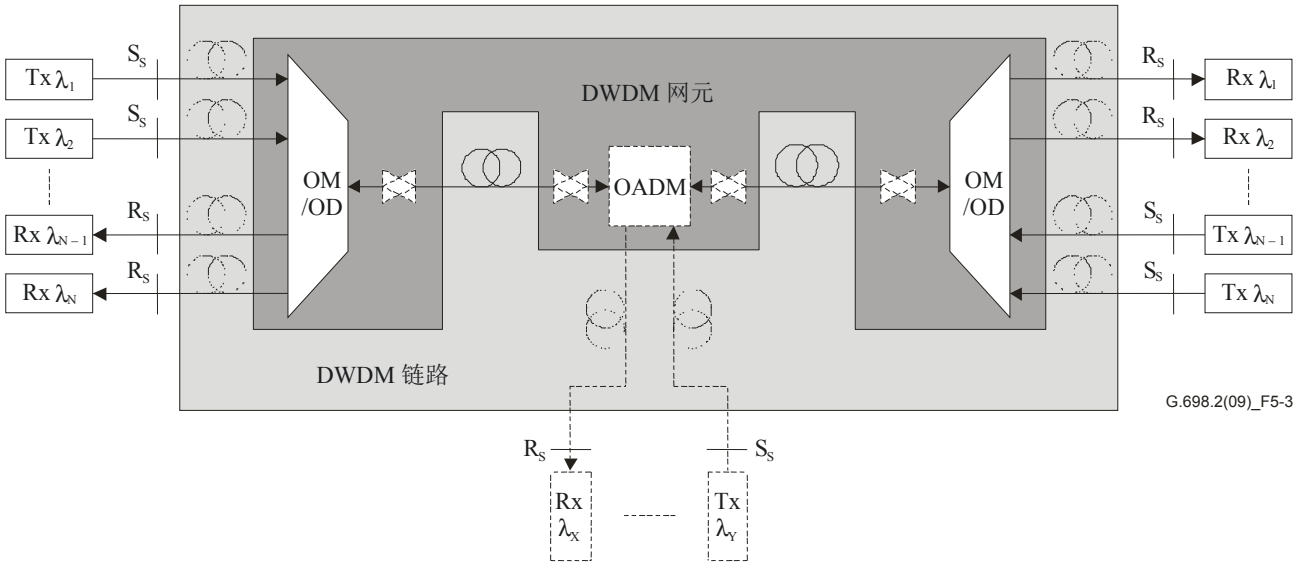

图 5-3 – 双向应用的线性“黑链路”方法

图5-4标示出一组用于单纤双向环形“黑链路”方法及发送器(Tx)和接收器(Rx)之间单路链接(S_S 和R_S)的相应的参考点。在这里DWDM网元包含一个或多个放大器以及两个或多个连接在一个环中的光分/插复用器。

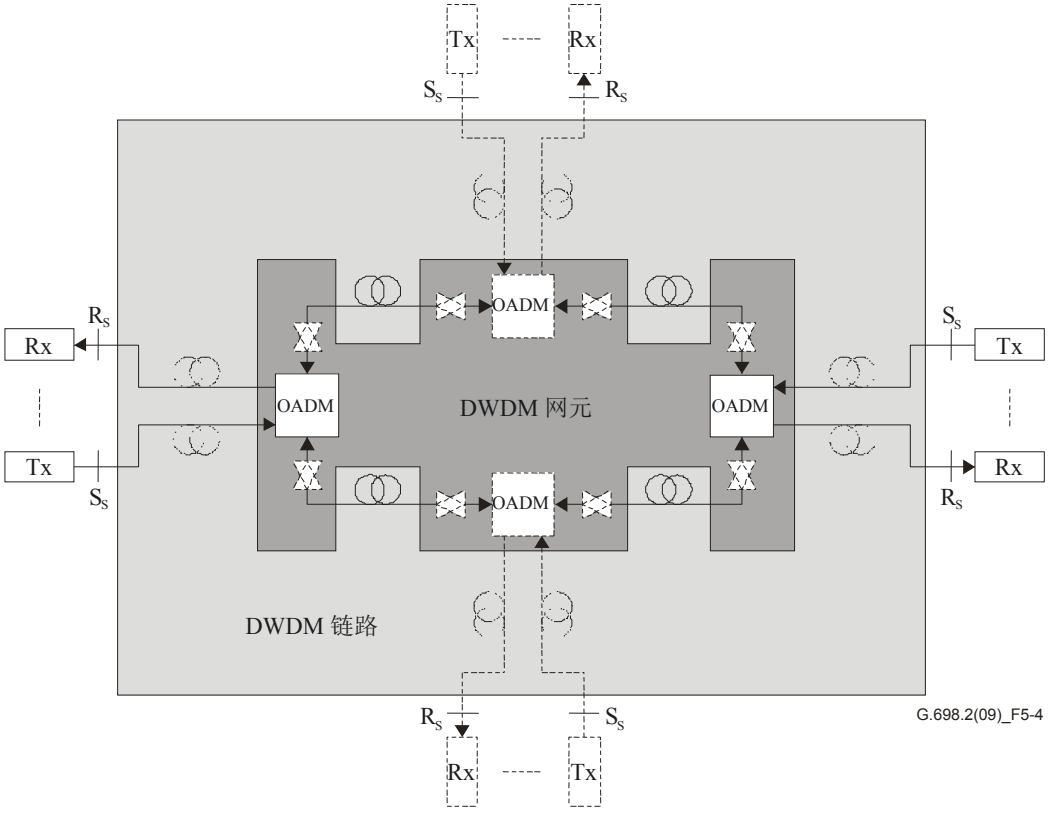

图 5-4 – 双向应用的环形“黑链路”方法

图5-3和5-4中参考点的定义在5.2.1条款中。

5.3 命名法

应用代码构成如下：

DScW-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 指示黑链路色散补偿机制如下：

– **C** 指示适合补偿色散的黑链路的色散值。

– **U** 指示适合未补偿色散的黑链路的色散值。

注 1 – 这一字母用于指示发送器和接收器的色散容限，并不是用于约束黑链路的构成。虽然包含“C”的应用代码具备拥有适合于包括色散补偿的DWDM链路色散容限的发送器和接收器，如果应用代码的参数被满足，他们可以结合不包括色散补偿器的黑链路一起使用。同样地，虽然包含“U”的应用代码具备拥有适合于不包括色散补偿的DWDM链路色散容限的发送器和接收器，如果应用代码的参数被满足，他们可以结合包括包括色散补偿器的黑链路一起使用。

y 指示最高等级的光分支信号支持：

– **1** 指示 NRZ 2.5G.

– **2** 指示 NRZ 10G.

t 指示由应用代码支持的配置。该建议书的目前版本所使用的唯一值是：

– **A** 指示可能包含光放大器的黑链路。

z 指示的光纤类型如下：

– **2** 指示 ITU-T G.652 光纤。

– **3** 指示 ITU-T G.653 光纤。

– **5** 指示 ITU-T G.655 光纤。

v 指示工作波长范围，用波段（参见[b-ITU-T G-Sup.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2 — 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-DScW-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[ITU-T G.709]规定的FEC字节。

5.4 在参考点SS和RS的单路接口

在本建议书叙述的单路接口希望能在如图5-1至5-4所示的DWDM黑链路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 – 应用分类

	色散补偿	色散无偿
光分支信号等级 NRZ 2.5G	DN100C-1A2(C) DW100C-1A2(C) DN100C-1A3(L) DW100C-1A3(L) DN100C-1A5(C) DW100C-1A5(C)	DN100U-1A2(C) DN100U-1A3(L) DN100U-1A5(C)
能用FEC的OTU1	DW100C-1A2(C)F DW100C-1A3(L)F DW100C-1A5(C)F	
光分支信号等级 NRZ 10G	DN100C-2A2(C) DW100C-2A2(C) DN100C-2A3(L) DW100C-2A3(L) DN100C-2A5(C) DW100C-2A5(C) DN50C-2A2(C) DN50C-2A3(L) DN50C-2A5(C)	
能用FEC的OTU2	DN100C-2A2(C)F DW100C-2A2(C)F DN100C-2A3(L)F DW100C-2A3(L)F DN100C-2A5(C)F DW100C-2A5(C)F DN50C-2A2(C)F DN50C-2A3(L)F DN50C-2A5(C)F	DN100U-2A2(C)F DN100U-2A3(L)F DN100U-2A5(C)F DN50U-2A2(C)F DN50U-2A3(L)F DN50U-2A5(C)F

在本建议书的表8-1 到 8-6规范具有单路接口的放大多路系统。

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SS和RS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，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。

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 – 使用带有放大器的“黑链路”方法的DWDM应用的参数

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
最大发送器（剩余）色散OSNR代价	dB	7.2.7

表7-1 – 使用带有放大器的“黑链路”方法的DWDM应用的参数

参数	单位	定义的章节
从S_S 到R_S点的光通道		
最大波动	dB	7.3.1
最大（剩余）颜色色散	ps/nm	7.3.2
最小（剩余）颜色色散	ps/nm	7.3.2
在S_S最小光回损	dB	7.3.3
S_S 和R_S之间最大离散反射	dB	7.3.4
最大微分群延迟	ps	7.3.5
最大偏振相关损耗	dB	7.3.6
在R_S 最大路际串话	dB	7.3.7
在R_S 最大干涉串话	dB	7.3.8
最大光通道 OSNR 代价	dB	7.3.9
在R_S点的接口		
最大平均输入功率	dBm	7.4.1
最小平均输入功率	dBm	7.4.1
最小 OSNR	dB (0.1 nm)	7.4.2
接收器 OSNR 容限	dB (0.1 nm)	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

这是两个相邻通路之间最小标称频率差。在条款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。

对于没有后缀**F**的应用，任何在适用的光支路信号等级范围内的比特率的参数值是相同的。如果一个光学系统使用了这些代码中的一个，那么就有必要指定该应用代码和该系统的确切比特率。换句话说，对兼容代码之一的设备不要求超过为其光分路信号等级指定的比特率完整范围进行操作。

7.1.3 最大比特差错比

基于光线路段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]、[ITU-T G.653]和[ITU-T G.655]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。

注意不作要求实现提供一个平均通路输出功率，使其和最大平均通路输出功率一样高或和最小平均通路输出功率一样低。此外，特定接口装置的实际平均通路输出功率不得超过为平均通路输出功率规定的最大值和最小值的限度，但可以处于限度范围内的任何一处。

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]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 × 108 m/s。

7.2.3 最大频谱偏移

最大频谱偏移是在SS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 — 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。

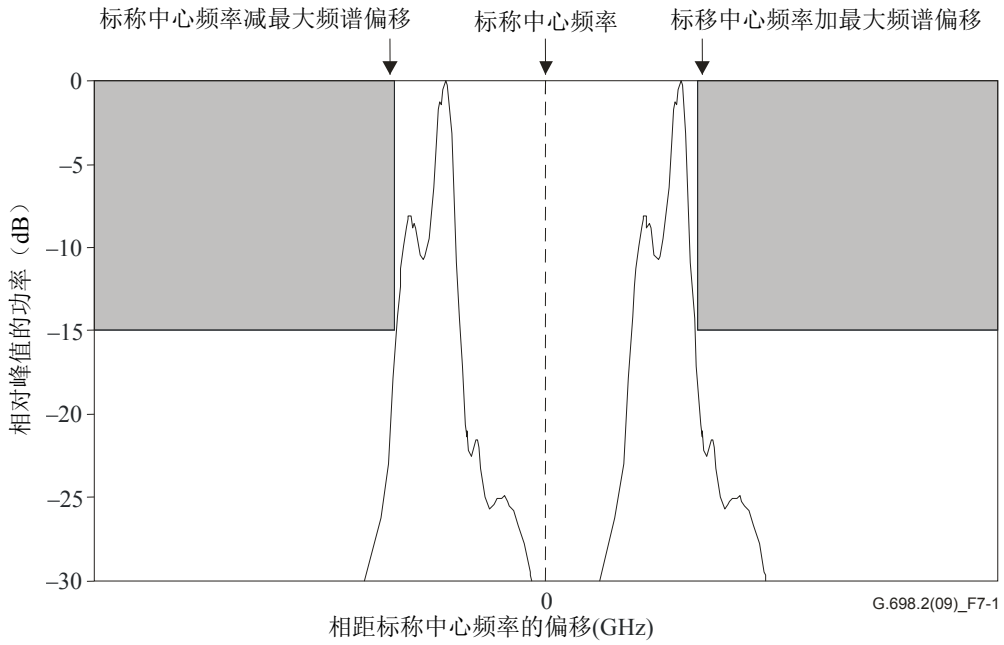

图 7-1 – 最大频谱偏移的说明

这个参数也确定了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]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 — 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。

不要求最小通路消光比在四阶贝塞尔-汤姆逊滤波器的存在下被满足。

7.2.6 眼图模框

在[ITU-T G.959.1]中可找到这个参数的定义和限值。

7.2.7 最大发送器（剩余）色散OSNR代价

最大发送器（剩余）色散OSNR代价定义如下：

在S_S 处有最坏情况（剩余）色散的最小OSNR – 在S_S 处没有色散的最小OSNR

其中：

– 在S_S 处没有色散的最小OSNR是符合应用中BER最大值的最小OSNR，该应用来自在S_S 点[ITU-T G.959.1]条款B.3规定的参考接收器。

– 在S_S 处有最坏情况（剩余）色散的最小OSNR是符合应用中BER最大值的最小OSNR，该应用来自在S_S 点[ITU-T G.959.1]条款B.3规定的参考接收器，该参考接收器应用色散（为应用代码规定的范围之内）提供最大OSNR代价。

注 – 发送器（剩余）色散OSNR代价的测量因而要求被过滤的ASE噪声添加到S_S 处的信号中。这一问题在附录1中进行讨论。

该代价不直接是系统分配的一部分（因为它是作为在条款7.3.9中规定的光路OSNR代价中的一部分被包括在内），而是由于色散为OSNR代价提供一个上限，因而保证一些光路OSNR代价可利用于覆盖其他列出的减损。

7.3 从S_S到R_S的光通道参数

7.3.1 最大波动

（DWDM设备的）波动规定在[ITU-T G.671]。在本建议书中，它适用于从参考点R_S到相应的R_S的整个黑链路。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介入损耗峰到峰的差值。图7-2说明这个定义。

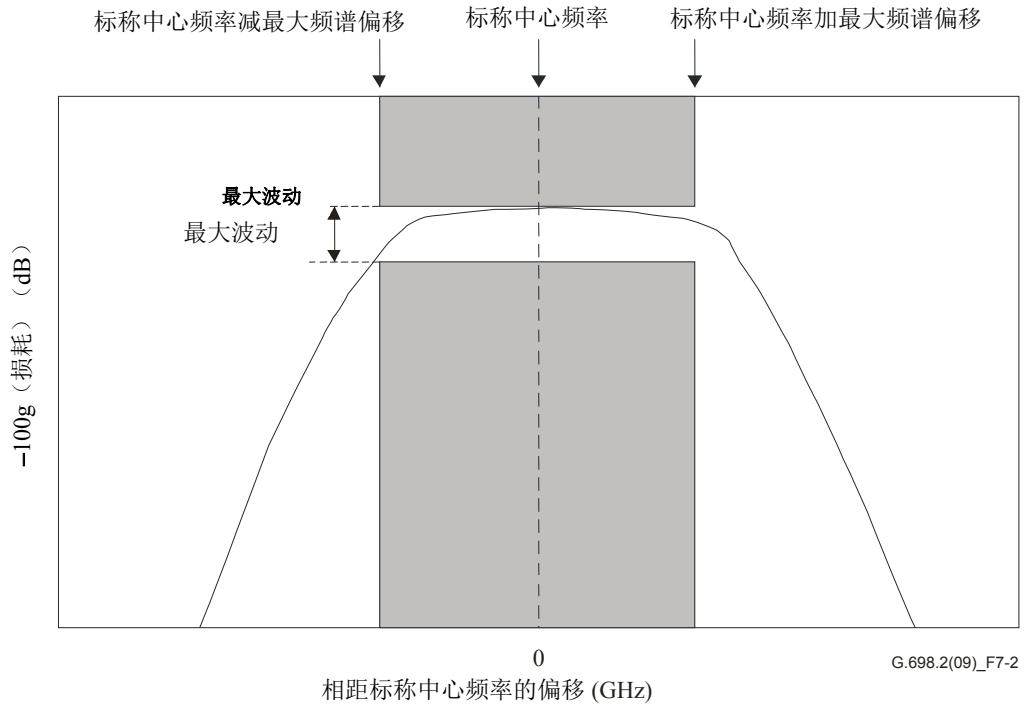

图 7-2 – 最大波动的说明

7.3.2 最大和最小（剩余）颜色色散

这些参数规定系统能够容许的光通道端对端颜色色散的最大值和最小值。这些是点S_S到相应的参照接收点R_S光通道最坏情况的色散值。在黑链路包含这两点间色散补偿的情况下，其I效果也被包括在内。

这些参数含有在括号中的单词“剩余”，这是因为就包含色散补偿的链路来说，这些参数是剩余颜色色散的最大值和最小值，就不包含任何色散补偿的链路来说，这些参数仅仅是颜色色散的最大值和最小值。

7.3.3 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（SS）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反回光功率之比。

在附录[ITU-T 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SS和RS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。

7.3.4 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。

7.3.5 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OSNR代价最大化2 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 – 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}

7.3.6 最大偏振相关损耗

最大偏振消耗（PDL）是从点S_S 到点R_S 之间的黑链路由于全部偏振状态的变化而产生的在通道插入损耗（或增益）最大值和最小值之间的差额。

注 – 该定义未考虑偏振旋转的速度。考虑此项的修改后的版本用于之后的研究。

7.3.7 最大路际串话

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的路际串话应小于最大路际串话值。

路际串话被定义为在所有干扰通路中全部功率和所需通路中全部功率的比，其中所需通道和干扰通道波长不同。

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的路际串话小于最大路际串话值。

7.3.8 最大干涉串话

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的干涉串话应小于最大干涉串话值。

干涉串话被定义为干扰功率和单通路内所需功率的比。单通路内的干扰功率是在光通路内部的功率（不包括ASE），如果所需信号从链路中被移除且其余链路条件保持相同，干扰功率将继续保持。

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的干涉串话小于最大干涉串话值。

7.3.9 光信噪比最大光程

光信噪比最大光程定义如下：

在R_S 的最低光信噪比– 在S_S的最低光信噪比

其中：

– 在S_S的最低光信噪比是从一个参考接收器满足最大应用BER的最低光信噪比，定义在点S_S，[ITU-T G.959.1]的B.3条款，即通过黑链路传输之前。

– 在R_S的最低光信噪比是从一个参考接收器满足最大应用BER的最低光信噪比，定义在点R_S，[ITU-T G.959.1]的B.3条款，即通过黑链路传输之后。

注 – 光信噪比光程的测量需要过滤的放大式自发射噪声被添加到信号点S_S和R_S。本课题在附录一中进一步探讨。

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，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。

促成光通道OSNR代价的影响包括：

– 发送器（剩余）色散代价；

– 黑链路内部非线性影响；

– 路际串话；

– 干涉串话；

– 光通路的反射；

– 偏振相关损耗。

在允许的通道OSNR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，按光通道OSNR代价最大化2dB（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光信噪比代价为0.2-0.4dB。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[ITU-T G.691]对这一点有进一步的讨论。

7.4 在RS点的接口

7.4.1 最大和最小平均输入功率

在点R_S平均接收通路功率的最大和最小值。

在点R_S的任何光学功率级正是在这两者之间并且所有其他参数都在它们的限制值范围内，要求接收器获得应用代码的规定最大BER。

这意味着接收器必须获得规定最大BER，对于带有最坏情况的发射器：

– 发射眼罩；

– 消光比；

– 在点S_S的光回波损耗。

和带有最坏情况的链路：

– （剩余）分散；

– 光信噪比；

– 光信噪比光程。

老化效应并没有单独规定。 规定了最差情况和报废值。

这项参数（与最大和最小平均通路输出功率）还要求对黑链路的最大和最小通路插入损耗（或增益）。

该要求是，平均通路输出功率在点S_S在规定的范围内，该通路的黑链路的通路插入损耗（或增益）在点R_S必须是这样的功率级，在最大和最小的平均输入功率限制内。

通路插入损耗在[ITU-T G.671]有定义。对于任何光通路，它是在黑链路的输入和输出端口的最小（或最大 ）光功率的减少或增加，对于在通路的中心频率的频段的通路±最大频谱偏移。

插入损耗规格被假定为最坏情况下的值，包括损耗由于OM/OD对，接头，连接器，光放大器和光衰减器（如果使用）或其他光学装置，和任何额外的保证金用于支付津贴：

– 电缆配置的未来修改（额外的剪接和增加的电缆长度等）；

– 由于环境因素产生的性能变化；

– 任何连接器的退化，在S_S与点R_S之间的光扩大器，光衰减器，或其他光学器件，如果使用。

7.4.2 最小光信噪比(OSNR)

最小光信噪比(OSNR) 是在想要的噪声功率密度最高的通路的信号功率比值的最小值（指0.1 nm），在中心频率的范围内，加上和减去最大频谱偏移。这个定义的目的，噪声被定义为 如果在想要的通路中信号从黑链路中删除，该信息将出现；同时保持所有其他黑链路条件相同（例如：所有放大器的增益和噪声系数）。

这项参数要求黑链路的特点：光信噪比在任何参考点R_S必须大于最小光信噪比。

7.4.3 接收器光信噪比耐受性

接收器光信噪比耐受性被定义为在点R_S光信噪比最小值，在保持应用程序的最大BER时，可以容忍。这必须满足最大和最小的平均输入功率之间的所有功率，与发射机在最坏情况下的发射机的眼罩，消光比，在点S_S 的光回波损耗，接收连接器的衰减和测量误差的值。接收器光信噪比耐受性不必满足色散的存在，无线性影响，光程的反射，偏振模色散，偏振相关损耗或光串扰；这些效果在最大光程光信噪比的配置下分别指定。

注 1 – 接收器光信噪比耐受性等于在点R_S的最小光信噪比减去光信噪比最大光程。

注 2 – 接收器光信噪比耐受性不必满足发射机抖动的存在，超过适当的抖动产生限制（如：[b-ITU-T G.8251] 对OTN光支路信号）。

注 3 – 如果通过联合工程而为人所知，对于一个应用程序代码，该发射机最坏情况下的眼罩或消光比的规格提高了，接收器光信噪比耐受性应提高对该应用程序代码的值。

老化效应并没有单独规定。 规定了最差情况和报废值。

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8-6给出了物理层参数及其值。

表 8-1 – NRZ 2.5G级、100 GHz间隔无FEC应用的物理层参数和值

参数	单位	DN100C-1A2(C) DN100C-1A3(L) DN100C-1A5(C)	DW100C-1A2(C) DW100C-1A3(L) DW100C-1A5(C)	DN100U-1A2(C) DN100U-1A3(L) DN100U-1A5(C)
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 2.5G
最大比特差错比	–	10^{-12}		10^{-12}
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
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
光信噪比最大发射（剩余）色散	dB	2		2

表 8-1 – NRZ 2.5G级、100 GHz间隔无FEC应用的物理层参数和值

参数	单位	DN100C-1A2(C) DN100C-1A3(L) DN100C-1A5(C)	DW100C-1A2(C) DW100C-1A3(L) DW100C-1A5(C)	DN100U-1A2(C) DN100U-1A3(L) DN100U-1A5(C)
从点S_S 到R_S的光通道				
最大波动	dB	2		2
最大（剩余）颜色色散	ps/nm	+2200		+9600
最小（剩余）颜色色散	ps/nm	–600		0
在S_S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
最大偏振相关损耗	dB	ffs		ffs
在Rs最大通路间串扰	dB	–16		–16
在Rs最大干涉串扰	dB	–40		–40
光信噪比最大光程	dB	5		5
在R_S点的接口				
最大平均输入功率	dBm	–9		–9
最小平均输入功率	dBm	–24		–24
最小光信噪比	dB (0.1 nm)	21	23	21
接收器光信噪比耐受性	dB (0.1 nm)	16	18	16
接收器的最大反射	dB	–27		–27

表 8-2 – NRZ 2.5G级、100 GHz间隔有FEC应用的物理层参数和值

参数	单位	DW100C-1A2(C)F DW100C-1A3(L)F DW100C-1A5(C)F
一般资料		
最小通路间隔	GHz	100
光支路信号的比特率/线路编码	–	NRZ OTU1 FEC enabled
最大比特差错比	–	10^{-12} (注)
光纤类型	–	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
最小平均通路输出功率	dBm	–3
最小中心频率	THz	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)
最大频谱偏移	GHz	±20
最小边模抑制比	dB	30
最小通路消光比	dB	8.2
眼图模框	–	NRZ 2.5G 按 G.959.1
光信噪比最大发射（剩余）色散	dB	2
从点S_S 到R_S的光通道		
最大波动	dB	2
最大（剩余）颜色色散	ps/nm	+2200
最小（剩余）颜色色散	ps/nm	–600
在S_S最小光回损	dB	24
S_S 和R_S之间最大离散反射	dB	–27
最大微分群延迟	ps	120
最大偏振相关损耗	dB	ffs
在Rs最大通路间串扰	dB	–16
在Rs最大干涉串扰	dB	–40
光信噪比最大光程	dB	5
在R_S点的接口		
最大平均输入功率	dBm	–9
最小平均输入功率	dBm	–26
最小光信噪比	dB (0.1 nm)	15
接收器光信噪比耐受性	dB (0.1 nm)	10
接收器的最大反射	dB	–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 8-3 – NRZ 10G级、100 GHz间隔无FEC应用的物理层参数和值

参数	单位	DN100C-2A2(C) DN100C-2A3(L) DN100C-2A5(C)	DW100C-2A2(C) DW100C-2A3(L) DW100C-2A5(C)
一般资料			
最小通路间隔	GHz	100	
光支路信号的比特率/线路编码	–	NRZ 10G	
最大比特差错比	–	10^{-12}	
光纤类型	–	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	
最小平均通路输出功率	dBm	–3	
最小中心频率	THz	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)	
最大频谱偏移	GHz	±12.5	±20
最小边模抑制比	dB	30	
最小通路消光比	dB	8.2	
眼图模框	–	NRZ 10G 1550 nm 区域 按 G.959.1	
光信噪比最大发射（剩余）色散	dB	2	
从点S_s 到R_s的光通道			
最大波动	dB	2	
最大（剩余）颜色色散	ps/nm	+800	
最小（剩余）颜色色散	ps/nm	–300	
在S_s的最小光回损	dB	24	
S_s 和R_s之间最大离散反射	dB	–27	
最大微分群延迟	ps	30	
最大偏振相关损耗	dB	ffs	
在R_s最大通路间串扰	dB	–16	
在R_s最大干涉串扰	dB	–40	
光信噪比最大光程	dB	5	
在R_s点的接口			
最大平均输入功率	dBm	0	–8
最小平均输入功率	dBm	–11	–17
最小光信噪比	dB (0.1 nm)	27	
接收器光信噪比耐受性	dB (0.1 nm)	22	
接收器的最大反射	dB	–27	

表 8-4 – NRZ 10G级、100 GHz间隔有FEC应用的物理层参数和值

参数	单位	DN100C-2A2(C)F DN100C-2A3(L)F DN100C-2A5(C)F	DW100C-2A2(C)F DW100C-2A3(L)F DW100C-2A5(C)F	DN100U-2A2(C)F DN100U-2A3(L)F DN100U-2A5(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 OTU2 FEC enabled		NRZ OTU2 FEC enabled
最大比特差错比	–	10^{-12} (注)		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
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 放大 按G.959.1
光信噪比最大发射（剩余）色散	dB	2		2
从点S_S 到R_S的光通道				
最大波动	dB	2		2
最大（剩余）颜色色散	ps/nm	+800		+3200
最小（剩余）颜色色散	ps/nm	–300		0
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
最大偏振相关损耗	dB	ffs		ffs
在Rs最大通路间串扰	dB	–16		–16
在Rs最大干涉串扰	dB	–40		–40
光信噪比最大光程	dB	5		5
在R_S点的接口				
最大平均输入功率	dBm	0	–8	0
最小平均输入功率	dBm	–14	–20	–14
最小光信噪比	dB (0.1 nm)	21		21
接收器光信噪比耐受性	dB (0.1 nm)	16		16
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 8-5 – NRZ 10G级、50 GHz间隔无FEC应用的物理层参数和值

参数	单位	DN50C-2A2(C) DN50C-2A3(L) DN50C-2A5(C)
一般资料		
最小通路间隔	GHz	50
光支路信号的比特率/线路编码	–	NRZ 10G
最大比特差错比	–	10^{-12}
光纤类型	–	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
最小平均通路输出功率	dBm	–3
最小中心频率	THz	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)
最大频谱偏移	GHz	±11 (±12.5 注 1)
最小边模抑制比	dB	30
最小通路消光比	dB	8.2
眼图模框	–	NRZ 10G 1550 nm 区域 按 G.959.1
光信噪比最大发射（剩余）色散	dB	2
从点S_S 到R_S的光通道		
最大波动	dB	2
最大（剩余）颜色色散	ps/nm	+800
最小（剩余）颜色色散	ps/nm	–300
在S_S的最小光回损	dB	24
S_S 和R_S之间最大离散反射	dB	–27
最大微分群延迟	ps	30
最大偏振相关损耗	dB	ffs
在Rs最大通路间串扰	dB	–16
在Rs最大干涉串扰	dB	–40
光信噪比最大光程	dB	5
在R_S点的接口		
最大平均输入功率	dBm	0 (注 2) | –8 (注 3)
最小平均输入功率	dBm	–11 (注 2) | –17 (注 3)
最小光信噪比	dB (0.1 nm)	27
接收器光信噪比耐受性	dB (0.1 nm)	22
接收器的最大反射	dB	–27

注 1 –如果黑链路的波动规格至少达到了宽度±12.5 GHz，然后发射器可以有一个最大的光谱偏移 ±12.5 GHz。

注 2 – 这些功率级适用于P型-内在的-n型(PIN) 接收器。作为一种替代方法，功率级适用于雪崩光电二极管（APD）接收器的使用。

注 3 – 这些功率级适用于APD接收器。作为一种替代方法，功率级适用于PIN接收器的使用。

表 8-6 – NRZ 10G级、50 GHz间隔有FEC应用的物理层参数和值

参数	单位	DN50C-2A2(C)F DN50C-2A3(L)F DN50C-2A5(C)F	DN50U-2A2(C)F DN50U-2A3(L)F DN50U-2A5(C)F
一般资料			
最小通路间隔	GHz	50	50
光支路信号的比特率/线路编码	–	NRZ OTU2 FEC enabled	NRZ OTU2 FEC enabled
最大比特差错比	–	10^{-12} (注 1)	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	+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	±11 (±12.5 注 2)	±11 (±12.5注 2)
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 放大 按 G.959.1
光信噪比最大发射（剩余）色散	dB	2	2
从点S_S 到R_S的光通道			
最大波动	dB	2	2
最大（剩余）颜色色散	ps/nm	+800	+3200
最小（剩余）颜色色散	ps/nm	–300	0
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
最大偏振相关损耗	dB	ffs	ffs
在Rs最大通路间串扰	dB	–16	–16
在Rs最大干涉串扰	dB	–40	–40
光信噪比最大光程	dB	5	5

表 8-6 – NRZ 10G级、50 GHz间隔有FEC应用的物理层参数和值

参数	单位	DN50C-2A2(C)F DN50C-2A3(L)F DN50C-2A5(C)F		DN50U-2A2(C)F DN50U-2A3(L)F DN50U-2A5(C)F	
在R_S点的接口					
最大平均输入功率	dBm	0 (注 3)	–8 (注 4)	0 (注 3)	–8 (注 4)
最小平均输入功率	dBm	–14 (注 3)	–20 (注 4)	–14 (注 3)	–20 (注 4)
最小光信噪比	dB (0.1 nm)	21		21	
接收器光信噪比耐受性	dB (0.1 nm)	16		16	
接收器的最大反射	dB	–27		–27	
注 1 – 必须满足这些应用程序代码的BER，只有在纠错（如果使用）已被应用。在FEC解码器的输入系统要明显高于10^{-12} 注 2 – 如果黑链路的波动规格至少达到了宽度±12.5 GHz，然后发射器可以有一个最大的光谱偏移±12.5 GHz。 注 3 – 这些功率级适用于PIN接收器。作为一种替代方法，功率级适用于APD接收器的使用。 注 4 – 这些功率级适用于APD接收器。作为一种替代方法，功率级适用于PIN接收器的使用。					

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。

附录 1

测量光信噪比发射（剩余）色散和光程

（本附录不构成该建议书的组成部分）

由于在该建议书中的应用程序使用“黑链路”的方法，单通道参考点(S_S 和 R_S) 可用于接入测量光信噪比的单个信号。对于光信噪比的三项测量如图I.1 到 I.3所示。

对于测量1，在无色散时实现S_S参考BER最低光信噪比，通过改变放大式自发射噪声量增加了信号，用一个相似的设置建立展示，如图I.1。

对于测量2，在最坏的情况下实现S_S参考BER最低光信噪比（剩余）色散，用一个相似的设置建立展示，如图I.2。

对于测量3，通过黑链路传输后实现S_S参考BER最低光信噪比，用一个相似的设置建立展示，如图I.3。

对于光信噪比发射（剩余）色散，测量1和2展示如上所述：

光信噪比最大发射（剩余）色散 = 光信噪比测量2 – 光信噪比测量1。

对于光信噪比光程，测量1和3 展示如上所述：

光信噪比最大光程 = 光信噪比测量3 – 光信噪比测量1。

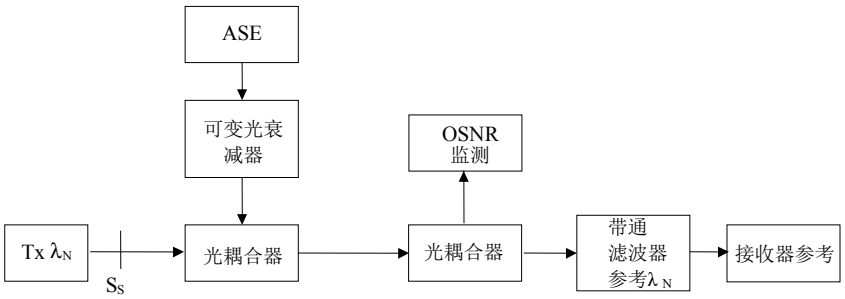

图 I.1 – 测量配置 1 (在S_S)s

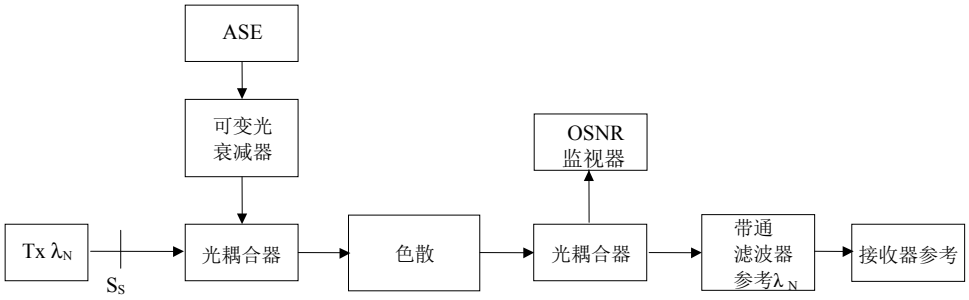

图 I.2 – 测量配置 2 (在S_S)

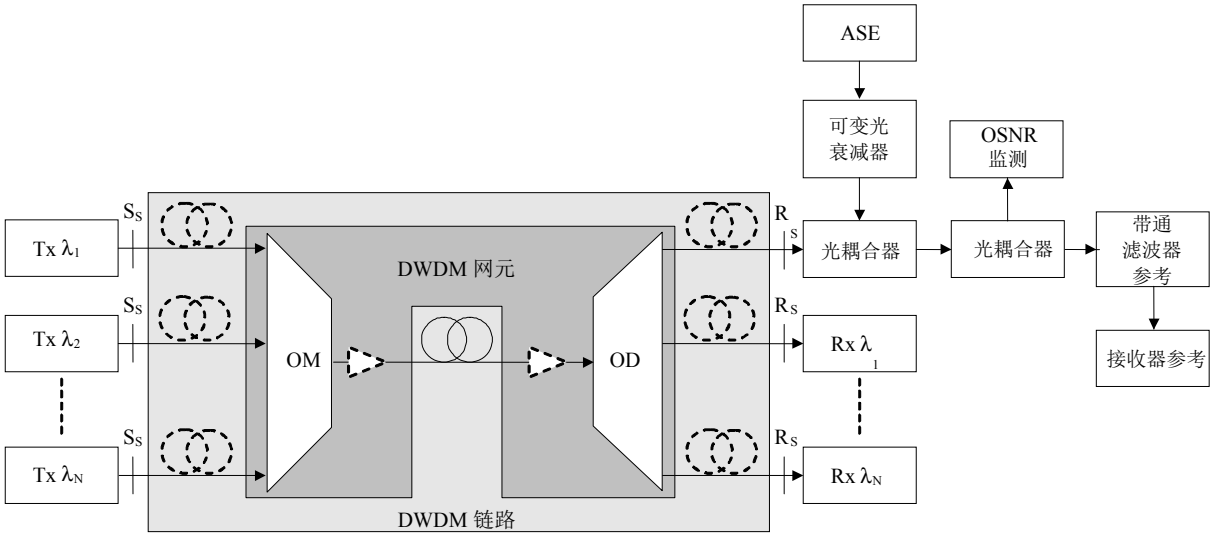

图 I.3 – 测量配置 3 (在R_S)

应该注意的是：

– 带通滤波器参考的定义在[ITU-T G.959.1]的B.2条款。

– 接收器参考的定义在[ITU-T G.959.1]的B.3条款。

– 在测量2中用于介绍色散的方法不应导致非线性的结果。用于抵消这种色散元素损耗的任何光放大器应该在光信噪比监测点之前被插入。

– 在S_S或R_S增加了信号的ASE噪声量（因此光信噪比）通过调节可变光衰减器（VOA）来控制。光信噪比监测点应该在最后一个光放大器后，例如：在带通滤波器参考之前。

– 当在监测点前存在显著的噪声成型时，例如：在R_S点由于光分用器过滤或黑链接的光分插复用器， 必须小心使用光信噪比监测技术，给出准确的指示。关于这个问题的更多信息可以在[b-ITU-T G.697]的附录3中找到。

– 当参考接收器的输入功率不合适时，可使用光放大器或光衰减器，然而，在光信噪比监测点前必须放置好任何附加的光放大器。

附录2

应答器消除通过单通道DWDM接口

（本附录不构成该建议书的组成部分）

大多数运营商的运输网络基于对来自很多不同供应商的设备的使用。

以前，对于网络涉及DWDM光传输的部分，通过使用光转发器已经实现如图II.1所示。光学接口标记“从其他供应商单通道非DWDM接口”以及“向/从其他供应商单通道非DWDM接口”的任何短距离标准光接口可以得到双方厂商的支持，例如那些发现于[ITU-T G.957]，[ITU-T G.691]，[ITU-T G.693]，[ITU-T G.959.1]等的。这种安排允许各种各样的设备直接连接到DWDM线路系统，例如：

– 数字交叉-多个光学接口连接，由不同供应商从线路系统提供；

– 多个光学客户端设备，每个来自不同的供应商，每个供应一个通路；

– 上面的组合。

通过在该建议书中发现单通道DWDM接口的使用，然而，这种互连也可以实现， 单当移除一个短距离发射器和每个通路接收器对（移除转发器）时，有明显的相关成本节约。

这在图II.2中有展示。

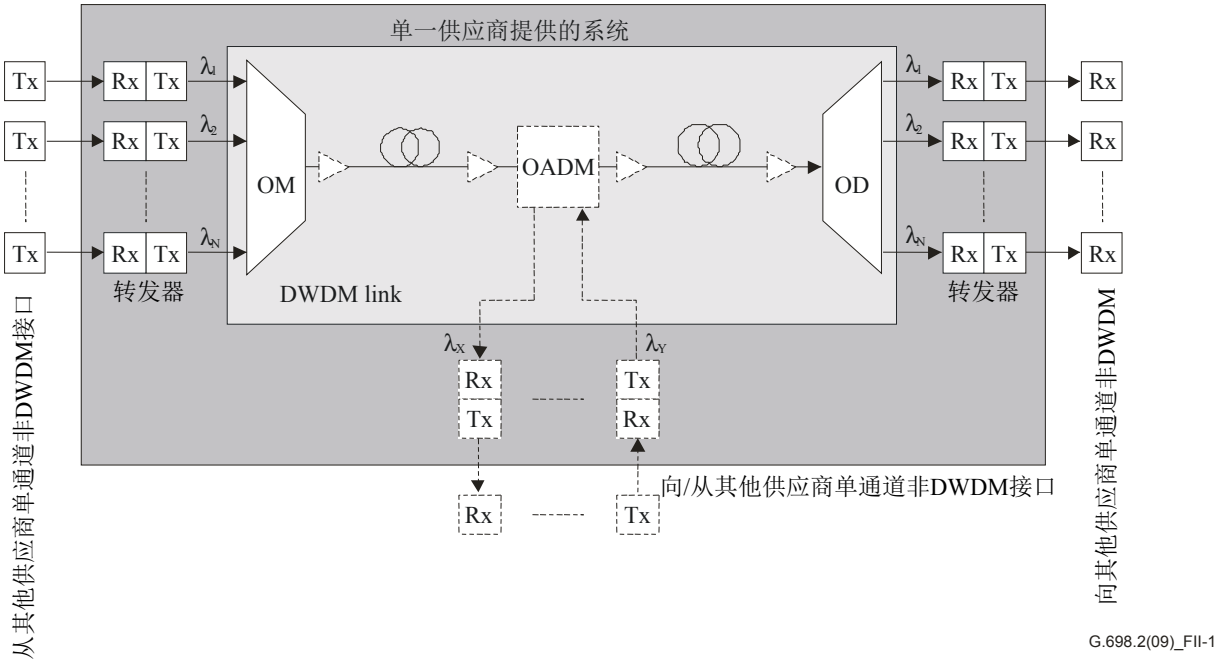

图 II.1 – 带转发器的多厂商DWDM线路系统

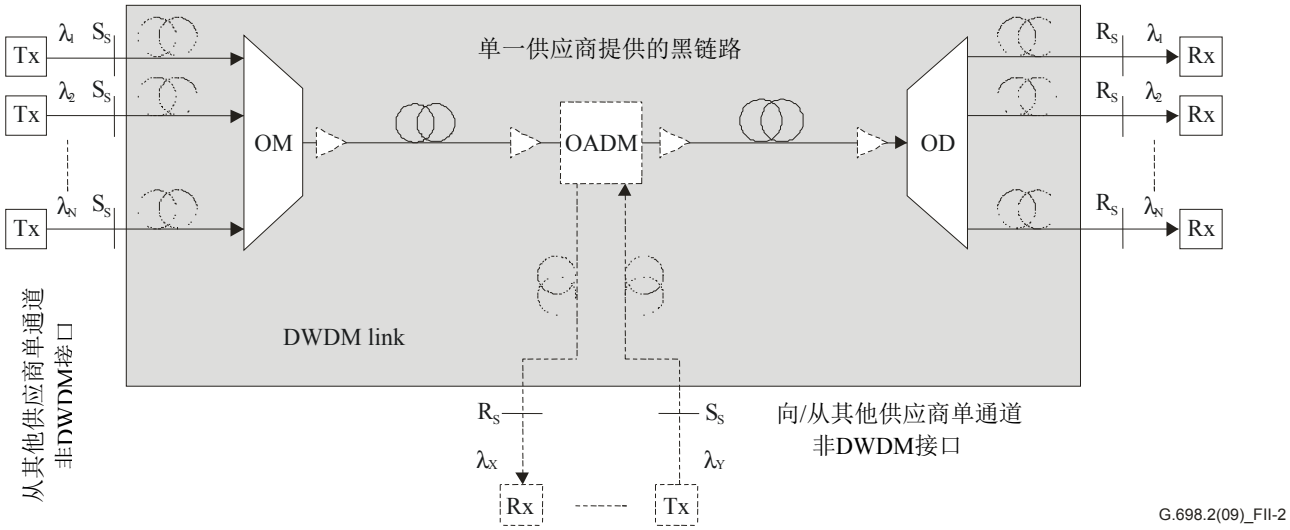

图 II.2 – 不带转发器的多厂商DWDM线路系统

参考书目

[b-ITU-T G.697] ITU-T G.697 (2009)建议书，密集波分复用系统的光学监测。

[b-ITU-T G.8251] ITU-T G.8251 (2001))建议书，光传送网中抖动和漂移的控制(OTN)。

[b-ITU-T G-Sup.39] ITU-T G系统建议书 – 补充 39 (2006)，光学系统设计与工程考虑。

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	视听及多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网络和电视、声音节目及其它多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	电缆和外部设备其它组件的结构、安装和保护
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	测量设备的技术规范
P系列	电话传输质量、电话设施及本地线路网络
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、开放系统通信和安全性
Y系列	全球信息基础设施、互联网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

瑞士印刷
2015年，日内瓦