

国际电信联盟

**ITU-T**

国际电信联盟  
电信标准化部门

**G.959.1**

(03/2006)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络  
数字段和数字线路系统 — 数字线路系统

---

## 光传输网物理层接口

ITU-T G.959.1 建议书



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
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
概述	G.900-G.909
光缆系统的参数	G.910-G.919
基于2048 kbit/s比特率的分级比特率上的数字段	G.920-G.929
非分级比特率电缆上的数字线路传输系统	G.930-G.939
FDM传输承载信道提供的数字线路系统	G.940-G.949
<b>数字线路系统</b>	<b>G.950-G.959</b>
用于用户接入ISDN的数字段和数字传输系统	G.960-G.969
海底光缆系统	G.970-G.979
本地和接入网的光线路系统	G.980-G.989
接入网	G.990-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
经传送网的数据——一般概况	G.7000-G.7999
经传送网的以太网概况	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。

## 光传输网物理层接口

### 摘 要

本建议书为可能采用波分复用（WDM）技术的光网络提供物理层域间接口（IrDI）规范。光传送网（OTN）内IrDI由单向、点对点、单信道和多信道线路系统组成。其主要功能在于为两个管理域之间跨越边界提供横向兼容接口。IrDI规范包括局间、短途和不含线路放大器的长途应用。

本建议书的该版本包括最高速率至OTU3（40 Gbit/s）的单信道接口。

### 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2006年3月29日批准了ITU-T G.959.1 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

本建议书为简明扼要起见而使用的“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他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，国际电联已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，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2006

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

页码

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
3.1	定义	2
3.2	其他建议书规定的术语	3
4	缩写	3
5	光接口分类	5
5.1	应用	5
5.2	参考点	6
5.3	命名法	7
5.4	多信道域间接口	8
5.5	单信道域间接口	11
5.6	管理信号的实施	14
6	横向兼容性	14
7	参数定义	15
7.1	系统工作波长范围	15
7.2	参数	15
8	参数值	26
8.1	多信道IrDI	26
8.2	单信道IrDI	28
9	光安全考虑	39
10	功率电平管理	39
附件 A	— 多信道IrDI中单信道特性评估方式A配置	40
A.1	参考配置	40
附件 B	— 用于评估多信道IrDI中单信道特性的方法B 参考光带通滤波器和参考接收机特性	41
B.1	参考配置	41
B.2	参考光带通滤波器	41
B.3	参考接收机	42
附录一	— 具有3R再生功能的单信道客户接口	43
I.1	引言	43
I.2	具有3R再生功能的客户信号接口描述	43
附录二	— OTN内部通用参考点	44
附录三	— 对于在IrDI和IaDI内部使用参考点的说明	45

附录四 — 有关管理信号实施问题的考虑 .....	46
IV.1 光信道管理信号的实施 .....	46
IV.2 光复用段和光传输段管理信号的实施 .....	46
附录五 — 所支持更高等级光支路信号的命名法 .....	47
附录六 — RZ 40G等级光支路信号应用 .....	47
附录七 — 采用电子色散补偿的应用 .....	49

## 光传输网物理层接口

### 1 范围

本建议书为可能采用波分复用（WDM）技术的光网络提供了物理层域间接口（IrDI）规范。物理层规范适用于非OTN IrDI，但同时也允许根据ITU-T G.709/Y.1331建议书的规定适用于OTN IrDI。非 OTN IrDI不要求具备OTN管理功能。光传送网（OTN）内的IrDI由单向、点对点、单信道和多信道线路系统组成。其主要功能在于为两个管理域之间跨越边界提供横向兼容接口。IrDI规范包括局内、短途和不含线路放大器的长途应用。

注 — 在本建议书中，“管理域”一词理解为单个参与者如网络运营商、业务提供商或终端用户所拥有的资源的范围。对于不同参与者，其管理域之间无相互重叠。

本建议书的规范按应用代码进行分类组织，其代码考虑了多种可能组合，包括信道数量、光支路信号等级、跨度距离、光纤类型和系统配置等。参考配置和应用代码构成光纤网络物理层参数的基础。

本建议书未考虑光监控信道的使用。将来版本或其他新建议书将进一步考虑OTN这方面的问题，可能涉及比点对点更复杂的有关在光子网络接口任意一端设置光网络元素问题。对于这些应用，可能需要采用不同于为点对点配置所规范的参数。

本建议书假定在光信道内传送的光支路信号为数字而非模拟信号。有关支持模拟光支路信号传送系统的规范有待进一步研究。

### 2 参考文献

#### 2.1 规范性参考文献

下列ITU-T建议书和其他参考文献的条款，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。所有的建议书和其它参考文献均会得到修订，本建议书的使用者应查证是否有可能使用下列建议书或其它参考文献的最新版本。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书引用的文件自成一体时不具备建议书的地位。

- 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（2006）， *Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable.*

- ITU-T Recommendation G.664 (2006) , *Optical safety procedures and requirements for optical transport systems*.
- ITU-T Recommendation G.691 (2006) , *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.693 (2005) , *Optical interfaces for intra-office systems*.
- ITU-T Recommendation G.694.1 (2002) , *Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid*.
- ITU-T Recommendation G.707/Y.1322 (2003) , *Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH)* .
- ITU-T Recommendation G.709/Y.1331 (2003) , *Interfaces for the Optical Transport Network (OTN)* .
- ITU-T Recommendation G.872 (2001) , *Architecture of optical transport networks*.
- ITU-T Recommendation G.957 (2006) , *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy*.
- 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

下列ITU-T建议书的条款，通过在本建议书中的引用而组成其他信息：

- ITU-T Recommendation G.871/Y.1301 (2000) , *Framework for Optical Transport Network Recommendations*.

## 3 术语和定义

### 3.1 定义

本建议书规定了下列术语：

**3.1.1 optical tributary signal 光支路信号：** 在光网络中传输的光信道内放置的一个单一信道信号。

**3.1.2 optical tributary signal class NRZ 1.25G NRZ 1.25G等级光支路信号：** 非归零线路编码标称速率为622 Mbit/s 至1.25 Gbit/s连续数字信号。NRZ 1.25G等级光支路信号包含一个由ITU-T G.707/Y.1322建议书规定的STM-4信号。

**3.1.3 optical tributary signal class NRZ 2.5G NRZ 2.5G等级光支路信号：** 非归零线路编码标称速率为622 Mbit/s 至2.67 Gbit/s连续数字信号。光支路信号等级NRZ 2.5G包含一个由ITU-T G.707/Y.1322建议书规定的STM-16比特率信号和一个由ITU-T G.709/Y.1331建议书规定的OUT1比特率信号。

**3.1.4 optical tributary signal class NRZ 10G NRZ 10G等级光支路信号：** 非归零线路编码标称速率为2.4 Gbit/s 至10.71 Gbit/s连续数字信号。NRZ 10G等级光支路信号包含一个由ITU-T G.707/Y.1322建议书规定的STM-64比特率信号和一个由ITU-T G.709/Y.1331建议书规定的OUT2比特率信号。



**3.1.5 optical tributary signal class NRZ 40G NRZ 40G等级光支路信号：**非归零线路编码标称速率为9.9 Gbit/s 至43.02 Gbit/s连续数字信号。NRZ 40G等级光支路信号包含一个由ITU-T G.707/Y.1322建议书规定的STM-256比特率信号和一个由ITU-T G.709/Y.1331建议书规定的OUT3比特率信号。

**3.1.6 optical tributary signal class RZ 40G RZ 40G等级光支路信号：**非归零线路编码标称速率为9.9 Gbit/s 至43.02 Gbit/s连续数字信号。RZ 40G等级光支路信号包含一个由ITU-T G.707/Y.1322建议书规定的STM-256比特率信号和一个由ITU-T G.709/Y.1331建议书规定的OUT3比特率信号。

**3.1.7 optical transmission section of order 1 (OTS1) 一阶光传输段 (OTS1)：**在两个光网络元素之间提供单信道光传输的一个单信道信号。

**3.1.8 optical transmission section of order n (OTSn) n阶光传输段 (OTSn)：**在两个光网络元素之间提供光复用段传输的一个多信道信号，可依次最多提供n (n > 1) 信道光传输。

**3.1.9 non-OTN 非光传送网：**该术语指的是与ITU-T G.871/Y.1301建议书规定的OTN建议书系列不兼容的系统。尤其要注意的是，非光传送网系统可能依靠客户专用开销信息以实现单信道客户信号进行性能监测、管理和保护交换/恢复。

## 3.2 其他建议书规定的术语

本建议书采用ITU-T G.692建议书中规定的下列术语：

- Optical Supervisory Channel (OSC) 光监控信道 (OSC)。

本建议书采用 ITU-T G.709/Y.1331 建议书中规定的下列术语：

- Completely standardized OTUk (OTUk) 完全标准化的光传送单元 (OTUk)。

本建议书采用 ITU-T G.872 建议书中规定的下列术语：

- Intra-domain interface (IaDI) 域内接口 (IaDI)；
- Inter-domain interface (IrDI) 域间接口 (IrDI)；
- Optical Channel (OCh) 光信道 (OCh)；
- Optical Multiplex Section (OMS) 光复用段 (OMS)；
- Optical Transmission Section (OTS) 光传输段 (OTS)；
- 3R regeneration 3R 再生。

## 4 缩写

本建议书采用下列缩写：

2R	(再生)再放大, 整形
3R	(再生)再放大、整形、再定时
APD	雪崩光电二极管
ATM	异步转移模式
BER	误码率
DC	散射补偿
DGD	微分群时延

DWDM	密集波分复用
EX	消光比
FEC	前向纠错
ffs	有待进一步研究
IaDI	域内接口
IP	网际协议
IrDI	域间接口
MLM	多纵模
MPI	主通道接口
MPI-R	单信道接收主通道接口参考点
MPI-R <sub>M</sub>	多信道接收主通道接口参考点
MPI-S	单信道源主通道接口参考点
MPI-S <sub>M</sub>	多信道源主通道接口参考点
NA	不适用
NE	网元
NRZ	非归零
OA	光放大器
OADM	光分插复用器
OCh	光信道
OD	光解复用器
OEO	光电光
OM	光复用器
OMS	光复用段
ONE	光网元
OSC	光监控信道
OTN	光传送网
OTS	光传输段
OTS1	1阶光传输段
OTSn	n阶光传输段
OTUk	完全标准化的光通路传送单元 - k
PIN	PIN类型
PMD	偏振模式散射
R <sub>M</sub>	多信道接收参考点（用于线路光放大器）
RMS	均方根
R <sub>S</sub>	单信道接收参考点
R <sub>S-M</sub>	单信道（终接至多信道）接收参考点
RZ	归零

SDH	同步数字体系
SLM	单纵模
S <sub>M</sub>	多信道源参考点（用于线路光放大器）
S <sub>M-S</sub>	（来自多信道的）单信道源参考点
SONET	同步光网络
S <sub>S</sub>	单信道源参考点
WDM	波分复用

## 5 光接口分类

### 5.1 应用

本建议书讨论单信道和多信道光系统，并提供一系列域间接口应用的光接口参数及其数值。

本建议书中大多数应用代码适用于一系列比特率在相应光支路信号等级内的光支路信号（这些被称作“复”应用代码，且包含字母P）。比如，P1H1-2D2代码适用于一个由ITU-T G.707/Y.1322建议书规定的STM-64比特率信号，也适用于一个由ITU-T G.709/Y.1331建议书规定的OTU2比特率信号。

如ITU-T G.872建议书所述，在点对点配置中，不同管理域之间互联需采用标准化的互联。

不同管理域之间互通也需按ITU-T G.707/Y.1322 和G.709/Y.1331建议书或其他规范的规定，对域间接口（IrDI）传送的特征信息做出规范。包括信号比特率、格式和字节分配等在内的该特征信息的定义不属于本建议书范畴。

以传输的观点来看，一个光连接表现出模拟通信的特征（如衰减、散射、光纤非线性、放大自发辐射等引起的光传输损耗具有类似于模拟网络噪声和其他损耗的累积特性）。在数字网络中，对这类损耗的降耗是在3R再生点进行的，工程指南要求该点位于传输通道内，以获得必需的链路误码指标。同样，在OTN某些部位也需进行3R再生，以保证OTN的误码性能。目前，3R的实现通常依靠电—光转换。作为3R再生替代方案的2R再生，其在IrDI中的具体应用有待进一步研究。全光2R/3R再生技术也有待进一步研究。

IrDI的实现形式可以是单信道接口，也可以是多信道接口。多信道IrDI需另加波分复用和解复用设备，且通常需要加装光放大器，但它使用的光纤数量要比相同光信道容量的多条单信道IrDI少得多。图5-6所示为一个单信道IrDI。图5-3、图5-4和图5-5所示为三类多信道IrDI。

对于如图5-3、图5-4、图5-5和图5-6所示在接口两端都配有3R再生器的单信道和多信道IrDI，本建议书为其对应的应用代码提供了物理层参数及其数值。

本建议书制定规范采用的是“黑盒子”方法，也就是说，本建议书仅规定IrDI的光接口规范。这样做的目的不是为了限制或规定黑盒子内部元素和/或各元素之间的相互连接。不过，对于黑盒子也有功能上的要求，最重要的就是要求具备3R再生功能。

本建议书规范了具有下列特征的单信道域间接口：信道比特率对应于NRZ 2.5G、NRZ 10G 和NRZ 40G的局间、短途和长途及单向传输。未来预计将为RZ 40G比特率/线路编码单信道IrDI制订规范。有关这些未来应用的信息参见附录六。

附录一详细描述了单信道客户接口。

本建议书还给出了多信道域间接口规范。该接口能容纳多达16个中心频率符合G.694.1格栅要求、信道比特率对应于NRZ 2.5G 和NRZ 10G、局内和短途（40 km）光复用段单跨度距离、单向传输以及点对点配置的信道。

未来预计将对更先进多信道应用做出规范。该应用能容纳多达16路中心频率符合G.694.1格栅要求、信道比特率对应于NRZ 2.5G 和NRZ 10G、不含线路放大器长途（80 km）光复用段跨距以及点对点配置的信道。

## 5.2 参考点

附录二给出了有关未来OTN光网络元素（ONE）的一整套“通用”参考点。

为本建议书之用，图5-1和图5-2分别给出了适用于多信道IrDI和单信道IrDI的相关参考点示意图。



图 5-1/G.959.1—多信道IrDI参考配置

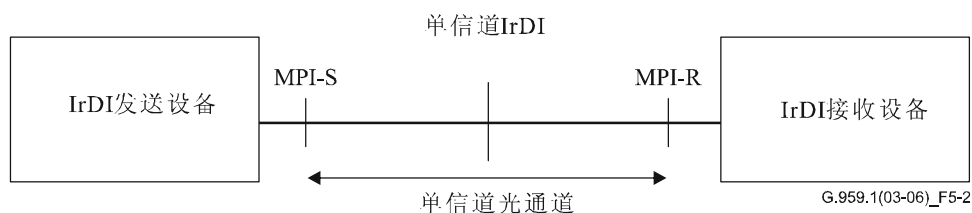


图 5-2/G.959.1—单信道IrDI参考配置

图5-1和图5-2中各参考点定义如下：

- MPI-S是位于每个光网络元素支路接口输出光接头之后的一个（单信道）参考点；
- MPI-R是光纤上位于每个光网络元素支路接口输入光接头之前的一个（单信道）参考点；

- MPI-S<sub>M</sub>是光纤上位于光网络元素传送接口输出光接头之后的一个（多信道）参考点；
- MPI-R<sub>M</sub>是光纤上位于光网络元素传送接口输入光接头之前的一个（多信道）参考点；

附录三对这些可同时适用于IrDI 和IaDI的通用参考点集合的使用方法进行了说明，正如ITU-T G.872 建议书中规定的。

### 5.3 命名法

应用代码表示了某应用的网络、实施和结构特征。

应用代码符号组成如下：

$$PnWx-ytz$$

其中：

- **P** 如果出现的话，表示这是一个可应用于IrDI的“复”应用代码。复代码适用于任一定义等级内的光支路信号。
  - **n** 代表应用代码支持的最大信道数。
  - **W** 代表跨距/衰减，如：
    - **I** 代表局内（最大跨度衰减为7 dB）；
    - **S** 代表短途（跨度衰减为11 dB）；
    - **L** 代表长途（跨度衰减为22 dB）；
    - **V** 代表甚长途（跨度衰减为33 dB）；
    - **U** 代表超长途（跨度衰减为44 dB）。
  - **x** 代表该应用代码允许的最大跨度数。
  - **y** 代表光支路信号支持的最高等级：
    - **1** 代表NRZ 2.5G；
    - **2** 代表NRZ 10G；
    - **3** 代表NRZ 40G；
    - **7** 代表RZ 40G。
- 附录五解释了这些数字是如何分配的。
- **t** 代表应用代码对应的功率电平假设，如：
    - **A**表示适合于源ONE功率放大器的功率电平和适合于终接ONE前置放大器的功率电平；
    - **B**表示适合于只使用一个功率放大器的功率电平；
    - **C**表示适合于只使用一个前置放大器的功率电平；
    - **D**表示适合于不使用放大器的功率电平。
  - **z** 代表信号源和光纤类别，定义如下：
    - **1** 代表G.652光纤上标称1310 nm信号源；
    - **2** 代表G.652光纤上标称1550 nm信号源；
    - **3** 代表G.653光纤上标称1550 nm信号源；
    - **5** 代表G.655光纤上标称1550 nm信号源。

本建议书目前版本只定义了单跨度IrDI（即x=1）的物理参数值。

双向系统（如果引入的话）可以通过在应用代码之前增加字母B表示。对于一个OTN应用，该代码将是：

BnWx-ytz

某些应用代码可通过在代码之后加上一个后缀组成。六个后缀定义如下：

- **F** 表示该应用需传输ITU-T G.709/Y.1331建议书规定的FEC字节。
- **D** 表示该应用包括自适应散射补偿。
- **E** 表示该应用要求使用具有散射补偿功能的接收机。  
注 — 这可为电子散射补偿。
- **r** 代表约化目标距离。这些应用代码是受散射限制的。相同目标距离可以通过其他技术实现，这些技术（比如，并行接口方法）有待进一步研究。
- **a** 表示该代码对应的发射机功率电平适合于APD接收机。
- **b** 表示该代码对应的发射机功率电平适合于PIN接收机。

当提出其他结构和实施方法后，该字符组成可能必须扩增。表5-1所示为应用代码范例：

表 5-1/G.959.1—应用代码范例

应用代码范例	是否复代码	最大信道数	最大跨度衰减	最大跨度数	光支路信号最高等级	适合于ONE类型的功率电平	光纤类型
P1I1-1D1	是	1	6 dB	1	NRZ 2.5G	无放大器	G.652
P16S1-2C5	是	16	11 dB	1	NRZ 10G	仅前置放大器	G.655
16S1-2B5	否	16	11 dB	1	NRZ 10G (OTU2)	仅功率放大器	G.655

#### 5.4 多信道域间接口

在本建议书中，多信道域间接口的作用在于保证横向（多供货商）兼容性。这些接口可能工作于G.652、G.653 或G.655光纤上，可同时传送最高16路光信道，根据具体应用代码的不同可采用NRZ 2.5G或NRZ 10G光支路信号。相同光参数适用于表8-1各栏列出的所有应用代码。

有关横向兼容性的更多要求可参见第6节。

表5-2对根据第5.3节命名法构成的多信道IrDI应用代码做了归纳。

表 5-2/G.959.1—多信道域间接口分类

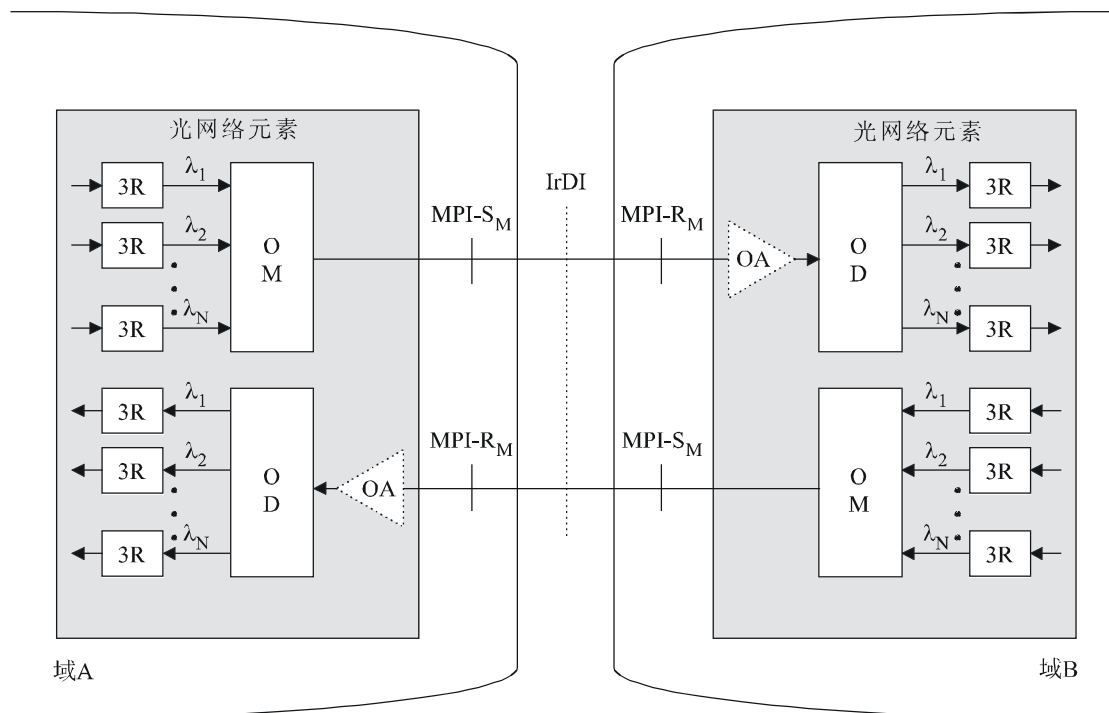
应用	局内 (I)			短途 (S)		
源标称波长 (nm)	1550 (G.694.1 格栅) (注 2)			1550 (G.694.1 格栅) (注 2)		
光纤类型	G.652	G.653	G.655	G.652	G.653	G.655
目标距离 (km) (注1)	20	2	20	40	40	40
NRZ 2.5G 等级光支路信号	—	—	—	P16S1-1D2	—	P16S1-1D5
NRZ 10G 等级光支路信号	P16I1-2D2	P16I1-2D3	P16I1-2D5	P16S1-2B2 P16S1-2C2	P16S1-2C3	P16S1-2B5 P16S1-2C5

注 1 — 这些目标距离用于分类之用而非用于规范。  
注 2 — 参见表 8-1。

对于功率电平只适合于前置放大器的应用，其应用代码中包含字母C，如图5-3所示。

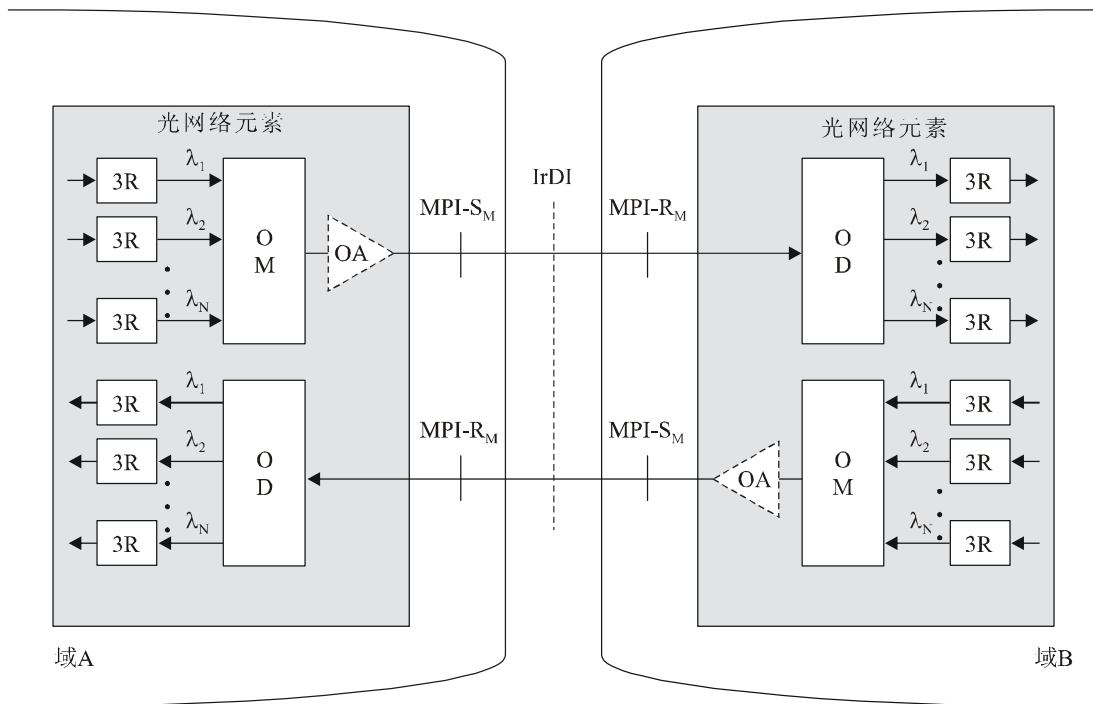
对于功率电平只适合于功率放大器的应用，其应用代码中包含字母B，如图5-4所示。

对于功率电平只适合于不含放大器的应用，其应用代码中包含字母D，如图5-5所示。



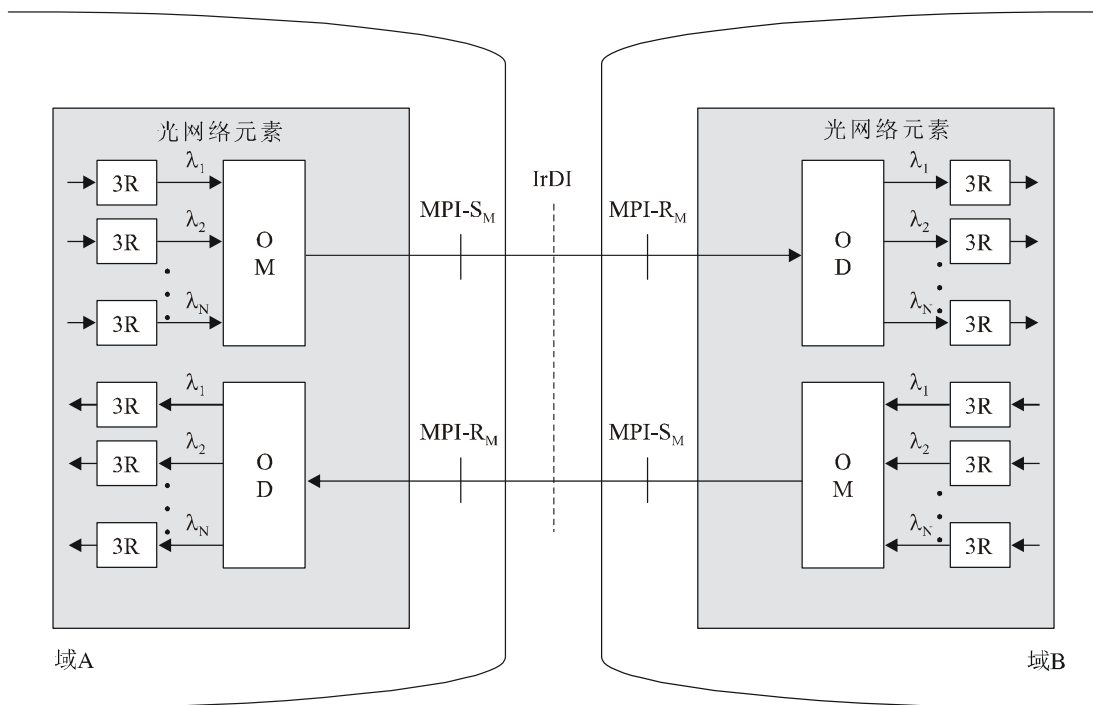
G.959.1(03-06)\_F5-3

图 5-3/G.959.1—使用前置放大器的多信道IrDI 应用



G.959.1(03-06)\_F5-4

图 5-4/G.959.1—使用功率放大器的多信道IrDI 应用



G.959.1(03-06)\_F5-5

图 5-5/G.959.1—不含放大器的多信道IrDI 应用



## 5.5 单信道域间接口

单信道域间接口如图5-6所示。

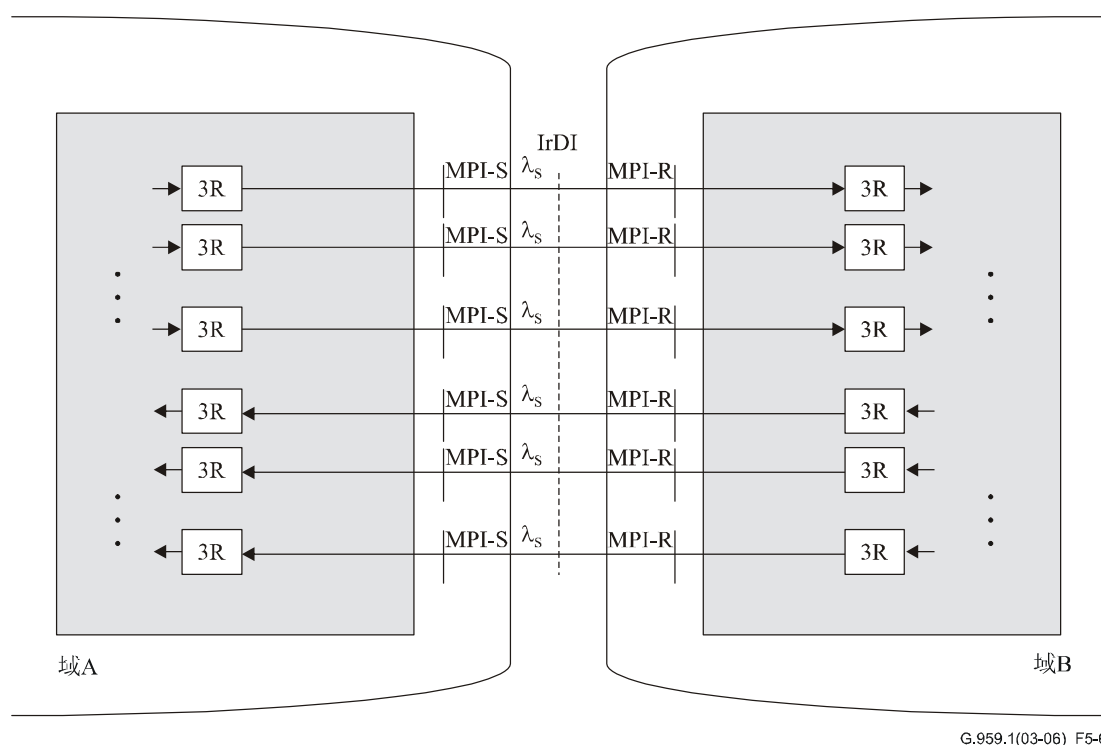


图 5-6/G.959.1—单信道IrDI应用

这些接口旨在提供横向（多供货商）兼容性，根据应用代码的不同，可分别工作在G.652、G.653 或 G.655光纤上，并使用NRZ 2.5G、NRZ 10G或NRZ 40G光支路信号。

这些应用未覆盖所有可能的距离类别、光支路信号等级、标称源波长以及光纤类型。这里收录的各项应用旨在满足诸多低成本网络实施的需求。表5-3和表5-7对按第5.3节命名法组成的单信道IrDI应用代码作了归纳。

第8.2节给出了局内、短途、长途、甚长途和超长途应用的参数值。对于NRZ 2.5G等级光支路信号，在大多数情况下，第8.2节给出的值类似于或等同于ITU-T G.957建议书为相应应用的赋值，除非在必要情况下为获得低于或等于 $10^{-12}$  误码率而对G.957值进行的修改。对于NRZ 10G等级光支路信号应用，在大多数情况下，第8.2节给出的值等同于之前在ITU-T G.691建议书出现的相应应用的值。

表 5-3/G.959.1—局内应用单信道域间接口分类

应用	局内 (I)					
	1310		1550			
源标称波长 (nm)						
光纤类型	G.652		G.652		G.653	G.655
NRZ 2.5G等级光支路信号	—	PII1-1D1	—	—	—	—
NRZ 2.5G等级对应的目标距离 (km) (注)	—	2	—	—	—	—
参数来源	—	表 8-2	—	—	—	—
NRZ 10G等级光支路信号	PII1-2D1r	PII1-2D1	PII1-2D2r	PII1-2D2	PII1-2D3	PII1-2D5
NRZ 10G等级对应的目标距离 (km) (注)	0.6	2	2	25	25	25
参数来源	G.693	G.693	G.693	表 8-5	表 8-5	表 8-5
代码	VSR600-2R1	VSR2000-2R1	VSR2000-2L2			
注 — 这些目标距离用于分类之用而非用于规范。						

表 5-4/G.959.1—短途应用单信道域间接口分类

应用	短途 (S)			
	1310	1550		
源标称波长 (nm)				
光纤类型	G.652	G.652	G.653	G.655
NRZ 2.5G等级光支路信号	P1S1-1D1	P1S1-1D2	—	—
NRZ 2.5G等级对应的目标距离 (km) (注)	15	15	—	—
参数来源	表 8-2	表 8-2	—	—
NRZ 10G等级光支路信号	P1S1-2D1	P1S1-2D2a, b 1S1-2D2bF	P1S1-2D3a, b 1S1-2D3bF	P1S1-2D5a, b 1S1-2D5bF
NRZ 10G等级对应的目标距离 (km) (注)	20	40	40	40
参数来源	表 8-6	表 8-6	表 8-7	表 8-7
NRZ 40G等级光支路信号	—	P1S1-3C2	P1S1-3C3	P1S1-3C5
NRZ 40G等级对应的目标距离 (km) (注)	—	40	40	40
参数来源	—	表 8-11	表 8-11	表 8-11
注 — 这些目标距离用于分类之用而非用于规范。				

表 5-5/G.959.1—长途应用单信道域间接口分类

应用	长途 (L)			
	1310	1550		
源标称波长 (nm)	G.652	G.652	G.653	G.655
光纤类型	G.652	G.652	G.653	G.655
NRZ 2.5G等级光支路信号	P1L1-1D1	P1L1-1D2 1L1-1D2F	—	—
NRZ 2.5G等级对应的目标距离 (km) (注)	40	80	—	—
参数来源	表 8-3	表 8-3	—	—
NRZ 10G等级光支路信号	P1L1-2D1	P1L1-2D2 1L1-2D2F P1L1-2D2E 1L1-2D2FE		
NRZ 10G等级对应的目标距离 (km) (注)	40	80		
参数来源	表 8-8	表 8-8 表 VII.1		
NRZ 40G等级光支路信号	—	P1L1-3A2 1L1-3C2F 1L1-3C2FD	P1L1-3A3 1L1-3C3F 1L1-3C3FD	P1L1-3A5 1L1-3C5F 1L1-3C5FD
NRZ 40G等级对应的目标距离 (km) (注)	—	80	80	80
参数来源	—	表 8-11	表 8-11	表 8-11
RZ 40G 等级光支路信号	—	P1L1-7A2	P1L1-7A3	P1L1-7A5
RZ 40G 等级对应的目标距离 (km) (注)	—	80	80	80
参数来源	—	表 VI.1	表 VI.1	表 VI.1
注 — 这些目标距离用于分类之用而非用于规范。				

表 5-6/G.959.1—甚长途应用单信道域间接口分类

应用	甚长途 (V)		
源标称波长 (nm)	1550		
光纤类型	G.652	G.653	G.655
NRZ 10G等级光支路信号	P1V1-2C2 1V1-2C2F P1V1-2B2E 1V1-2B2FE	—	P1V1-2B5 1V1-2B5F
NRZ 10G等级对应的目标距离 (km) (注)	120	—	120
参数来源	表 8-9 表 VII.1	—	表 8-9
注 — 这些目标距离用于分类之用而非用于规范。			

表 5-7/G.959.1—超长途应用单信道域间接口分类

应用	超长途 (U)		
源标称波长 (nm)	1550		
光纤类型	G.652	G.653	G.655
NRZ 2.5G等级光支路信号	P1U1-1A2 1U1-1B2F	P1U1-1A3 1U1-1B3F	P1U1-1A5 1U1-1B5F
NRZ 2.5G等级对应的目标距离 (km) (注)	160	160	160
参数来源	表 8-4	表 8-4	表 8-4
注 — 这些目标距离用于分类之用而非用于规范。			

## 5.6 管理信号的实施

虽然 IrDI目前不需要采用开销措施，但可以预见，未来OTN将有必要采用信号管理光信道、光复用段和光传输段层。有关物理性实施这类信号的考虑参见附录四。

## 6 横向兼容性

在本建议书中，IrDI的作用在于规定相关参数，以实现短途和长途点对点应用线路系统之间的横向（即多供货商）兼容。

域间接口旨在相互联结两个不同管理域。这类域可能由来自两个不同供货商的设备组成。两个管理域也可能分别隶属于两个不同的网络运营商。

- 所有对应于完全相同应用代码nWx-ytz的IrDI将具有横向（多供货商）兼容能力。比如A域内工作的由一个供货商提供的P16S1-2B2接口，应能够与B域内安装的另一个供货商提供的P16S1-2B2接口相连接。要注意的是，必须同时匹配两者光支路信号的比特率和格式。

- 不同应用代码接口之间的互联是一项联合工程。必须特别注意关键参数的匹配，如MPI-S<sub>M</sub>输出功率、MPI-R<sub>M</sub>功率电平、最大散射、最小/最大衰减等。举例来说，在没有采取加装衰减器等额外措施的情况下，A域内P16S1-2B2接口（功率放大器功率电平）不应与B域内P16S1-2C2接口（前置放大器功率电平）相连接。在该例中，功率放大器接口输出功率可能是+15 dBm（见表8-1），衰减可能是0dB。因此，对应于该类型前置放大器接口的输入功率应是+15 dBm。但该类型前置放大器接口的最大接收机输入功率一定不能超过+5 dBm（见表 8-1），且接收机过载最大不能超过 10 dB。必须注意使光支路信号的比特率和格式相互匹配。

## 7 参数定义

### 7.1 系统工作波长范围

在本建议书中，多信道应用的工作波长范围不一定局限于ITU-T G.692建议书所列波长范围。具体而言，工作波长范围可能超出ITU-T G.692建议书规定的范围（比如1525-1625 nm）。

另外，也不应排除未来使用1285-1330 nm作为放大器工作波长的可能。

在本建议书中，单信道应用的工作波长范围不一定局限于ITU-T G.957建议书或ITU-T G.691建议书所列波长范围。

### 7.2 参数

表 7-1内的参数定义于各接口点，其定义由以下各款给出。

表 7-1/G.959.1—单信道和多信道IrDI物理层参数

参数	单位	表 8-1内参数定义来源	表 8-2到表 8-10内参数定义来源	表 8-11内参数定义来源	表 VI.1内参数定义来源
<b>通用信息</b>					
最大信道数	—	7.2.1.1	7.2.1.1	7.2.1.1	7.2.1.1
光支路信号比特率/线路编码	—	7.2.1.2	7.2.1.2	7.2.1.2	7.2.1.2
最大误码率	—	7.2.1.3	7.2.1.3	7.2.1.3	7.2.1.3
光纤类型	—	7.2.1.4	7.2.1.4	7.2.1.4	7.2.1.4
<b>在 MPI-S<sub>M</sub>或MPI-S点处的接口</b>					
最大平均（信道）输出功率	dBm	7.2.2.1	7.2.2.1	7.2.2.1	7.2.2.1
最小平均（信道）输出功率	dBm	7.2.2.1	7.2.2.1	7.2.2.1	7.2.2.1
最大平均总输出功率	dBm	7.2.2.2	NA	NA	NA
中心频率	THz	7.2.2.3	7.2.2.3	7.2.2.3	7.2.2.3
信道间隔	GHz	7.2.2.4	NA	NA	NA

表 7-1/G.959.1—单信道和多信道IrDI物理层参数

参数	单位	表 8-1内参 数定义来源	表 8-2 到表 8-10 内 参数定义来源	表 8-11内参 数定义来源	表 VI.1内参 数定义来源
最大中心频率偏移	GHz	7.2.2.5	7.2.2.5	7.2.2.5	7.2.2.5
工作波长范围	nm	NA	7.2.2.6	NA	7.2.2.6
源类型		NA	7.2.2.7	7.2.2.7	7.2.2.7
最大占空比	%	NA	NA	NA	7.2.2.8
最小占空比	%	NA	NA	NA	7.2.2.8
最大RMS宽度 ( $\sigma$ )	nm	NA	7.2.2.9	NA	NA
最大-20 dB宽度	nm	NA	7.2.2.10	NA	NA
最大频谱功率密度	mW/ 10 MHz	NA	7.2.2.11	7.2.2.11	7.2.2.11
最小边模抑制比	dB	NA	7.2.2.12	7.2.2.12	7.2.2.12
最小（信道）消光比	dB	7.2.2.13	7.2.2.13	7.2.2.13	7.2.2.13
眼图掩模	—	7.2.2.14	7.2.2.14	7.2.2.14	7.2.2.15
<b>从MPI-S<sub>M</sub> 点至MPI-R<sub>M</sub>点或从MPI-S 点至 MPI-R点的光通道（单跨度）</b>					
最大衰减	dB	7.2.3.1	7.2.3.1	7.2.3.1	7.2.3.1
最小衰减	dB	7.2.3.2	7.2.3.2	7.2.3.2	7.2.3.2
最大色散补偿	ps/nm	7.2.3.3	7.2.3.3	7.2.3.3	7.2.3.3
最大色散补偿偏移	ps/nm	NA	NA	7.2.3.4	7.2.3.4
在MPI-S <sub>M</sub> 或MPI-S点的最小光回路损耗	dB	7.2.3.5	7.2.3.5	7.2.3.5	7.2.3.5
在MPI-S <sub>M</sub> 与MPI-R <sub>M</sub> 之间或MPI-S 与MPI-R之 间最大离散反射系数	dB	7.2.3.6	7.2.3.6	7.2.3.6	7.2.3.6
最大微分群时延	ps	7.2.3.7	7.2.3.7	7.2.3.7	7.2.3.7
<b>在MPI-R<sub>M</sub> 或 MPI-R点处的接口</b>					
最大平均（信道）输入功率	dBm	7.2.4.1	7.2.4.1	7.2.4.1	7.2.4.1
最小信道平均输入功率	dBm	7.2.4.2	NA	NA	NA
最大平均输入总功率	dBm	7.2.4.3	NA	NA	NA
最大信道功率微分	dB	7.2.4.4	NA	NA	NA
最大光通道恶化	dB	7.2.4.5	7.2.4.5	7.2.4.5	7.2.4.5
最小等价灵敏度	dBm	7.2.4.6	NA	NA	NA
光网络元素最大反射系数	dB	7.2.4.7	7.2.4.7	7.2.4.7	7.2.4.7
最小灵敏度	dBm	NA	7.2.4.8	7.2.4.8	7.2.4.8

## 7.2.1 通用信息

### 7.2.1.1 最大信道数

这指的是在接口处可同时存在的光信道最大数量。

### 7.2.1.2 光支路信号比特率/线路编码

NRZ 2.5G等级光支路信号适用于标称速率从622 Mbit/s 至 2.67 Gbit/s的非归零线路编码连续数字信号。NRZ 10G等级光支路信号适用于标称速率从2.4 Gbit/s 至 10.71 Gbit/s的非归零线路编码连续数字信号。NRZ 40G等级光支路信号适用于标称速率从9.9 Gbit/s至43.02 Gbit/s的非归零线路编码连续数字信号。RZ 40G等级光支路信号适用于标称速率从9.9 Gbit/s至43.02 Gbit/s的归零线路编码连续数字信号。对于OTN光支路信号，NRZ 2.5G包括OTU1 比特率，NRZ 10G 包括OTU2比特率，NRZ 40G 和RZ 40G包括ITU-T G.709/Y.1331建议书定义的OTU3 比特率。

对于首位含有“P”字母应用代码（复代码之一）的应用，在可行的光支路信号等级范围之内任意比特率应用对应的相关参数值是相同的。因此，当光系统使用这类复代码时，有必要既规定应用代码，同时也规定系统的确切比特率。换句话说，对于兼容于该复代码的设备，不要求其能工作在该光支路信号等级规定的全部比特率范围内。

### 7.2.1.3 最大误码率

由于光段设计的一个目标是要求误码率（BER）不劣于应用代码规定的值，因此规定了该参数。该值适用于各应用中极劣光通道衰减和散射条件下的各光信道。如果应用代码需要传输前向纠错字节（即该代码具有前缀F），则误码率指标仅要求在实施纠错措施（如果使用的话）之后满足。对于所有其他应用代码，要求误码率指标在不使用前向纠错的情况下满足。

### 7.2.1.4 光纤类型

单模光纤类型选自ITU-T G.652、G.653 以及G.655建议书中定义的类型。

## 7.2.2 在MPI-S<sub>M</sub> 或MPI-S点处的接口

### 7.2.2.1 最大和最小平均（信道）输出功率

在参考点MPI-S<sub>M</sub> 或 MPI-S处每光信道平均发射功率是由ONE耦合至光纤的伪随机数据平均功率。该值以范围（最大和最小）方式给出，以允许进行一些成本优化，并允许其既能工作在标准工作环境下又能工作在接头劣化、测量容差以及老化效应等情况下。

### 7.2.2.2 最大平均总输出功率

指的是在MPI-S<sub>M</sub>点处的平均光发射功率最大值。

### 7.2.2.3 中心频率

指的是标称单信道频率，在该频率上，使用NRZ线路编码或RZ线路编码对特定光波长信道上的数字编码信息进行调制。

中心频率基于ITU-T G.694.1建议书中给出的频率格栅。表8-1规定了允许的多信道IrDI中心频率。

这里要注意的是，用来转换频率和波长的“c”（真空光速）值是 $2.99792458 \times 10^8$  m/s。

#### 7.2.2.4 信道间隔

信道间隔定义为两个相邻信道之间的标称频率之差。

#### 7.2.2.5 最大中心频率偏移

指的是标称中心频率与实际中心频率之差。在信道比特率对应测量周期内，所有影响源中心频率实时值的因素都包括在中心频率偏移之内。这些因素包括源啁啾、信息带宽、自相位调制引起的频谱展宽以及由于温度和老化产生的影响。

#### 7.2.2.6 工作波长范围

系统工作波长范围取决于源特征、传输光纤特征（衰减、色散）以及光纤放大器（如果使用的话）增益带宽。

#### 7.2.2.7 源类型

根据衰减/散射特性和各应用代码等级的不同，可行的发射机器件包括多纵模（MLM）和单纵模（SLM）激光器。本建议书为每个应用指定了一个标称源类型。这里要注意的是，本建议书对标称源类型的指定并非必须，对于任何以MLM作为标称源类型的应用，都可以用SLM器件替代而不会对系统性能造成恶化影响。

#### 7.2.2.8 最大和最小占空比

有待进一步研究。

#### 7.2.2.9 最大RMS宽度

MLM激光器光谱分布最大均方根（RMS）宽度或标准离差 $\sigma$ （单位为nm）考虑的是在峰值模式附近衰减量小于20 dB范围内的所有激光模式。仅1310 nm MLM激光器系统需要该指标。

#### 7.2.2.10 最大-20 dB宽度

SLM激光器最大-20 dB频谱宽度（单位为nm）定义是中心波长峰值最大全宽度，即在标准工作情况下中心波长最大幅度衰减20 dB的频谱宽度。

#### 7.2.2.11 最大频谱功率密度

最大（光）频谱功率密度定义为被调制信号频谱上任一10 MHz带宽内最大时域平均功率电平。因此，该参数的测量必须采用比10 MHz FWHM更精细的分辨率（也就是说，光滤波器带宽应小于10 MHz）。

该参数用以防止诸如激光器—调制器—放大器复合器件等具有较窄本征线宽的大功率源进入布里渊散射区域。但该规范适用于所有源类型。



### 7.2.2.12 最小边模抑制比

最小边模抑制比是发射机总频谱最大峰值与第二大峰值之比的最小值。如7.2.2.10所定义，测量所用的频谱分辨率应高于峰值频谱宽度最大值。第二大峰值可能紧靠主峰，也可能与其离得很远。

注一 在本定义中，与最大峰值之间被时钟频率分开的频谱峰值不被认为是边模。

### 7.2.2.13 最小（信道）消光比

消光比（EX）定义为：

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

其中：

A 是位于逻辑“1”中心的平均光功率电平；以及

B 是位于逻辑“0”中心的平均光功率电平。

光逻辑电平的含义是：

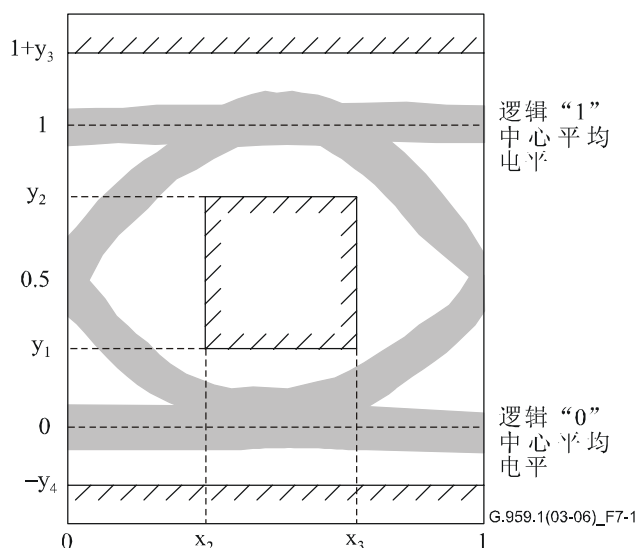
- 光辐射为逻辑“1”；
- 无辐射为逻辑“0”。

该定义可直接应用于单信道系统。在多信道IrDI中，可以采用两个方法：

- A方法适用于验证链路发射端的单信道参考点可接入的情况下。该方法使用ITU-T G.957建议书和G.691建议书规定的程序。该方法对应的配置见附件A。
- B方法采用一个光带通参考滤波器以隔离单个传输信号。光带通参考滤波器的特性见附件B。

### 7.2.2.14 NRZ 光传输信号眼图掩模

在本建议书中，通用发射机脉冲波形特征（包括上升时间、下降时间、脉冲过冲、脉冲下冲以及振荡等，所有这些因素都应加以控制以防止接收机灵敏度出现过度下降）以MPI-S点处发射机眼图掩模的形式加以定义。在测试发射信号时，应注意不仅要考虑眼图张开度，还要考虑过冲和下冲限制因素。如图7-1所示为确定发射机眼图所用的各项参数。可接受的发射机眼图不得跨越任一条阴影线。测试方法类似于附件A/G.691中STM-64相关内容的规定。NRZ 40G光参考接收机的滤波器容差有待进一步研究。



	NRZ 2.5G	NRZ 10G 1310 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm区域	已放大的NRZ 10G	NRZ 40G
$x_3-x_2$ (注 2)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
$y_1$	0.25	0.25	0.25	$\Delta + 0.25$ (注 1)	0.25
$y_2$	0.75	0.75	0.75	$\Delta + 0.75$ (注 1)	0.75
$y_3$	0.25	0.4	0.25	0.25	0.25
$y_4$	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

注 1 —  $\Delta$  可变范围为  $-0.25 < \Delta < +0.25$ 。

注 2 — 直角眼图掩模的  $x_2$  和  $x_3$  无需在 0 UI 和 1 UI 点处与纵轴等距。

图 7-1/G.959.1—NRZ光传输信号眼图掩模

该定义可直接应用于单信道系统。对于多信道IrDI，可选用两种方法：

- A方法适用于验证链路发射端的单信道参考点可接入的情况下。该方法使用ITU-T G.957建议书和G.691建议书规定的程序。该方法对应的配置见附件A。
- B方法采用一个光带通参考滤波器以隔离单个传输信号，后随一个参考接收机。光带通参考滤波器和参考接收机的特性见附件B。

### 7.2.2.15 RZ光传输信号眼图掩模

对于RZ 40G光支路信号的脉冲特征，比如脉冲高度变化，也以发射机眼图掩模的形式加以规定。

为确定发射机眼图掩模所用的各项参数如图7-2所示。可接受的发射机眼图不得跨越任一阴影线。测试方法在附件A/G.691中STM-64相关内容中规定。RZ 40G光参考接收机的滤波器容差问题有待进一步研究。

	RZ 40G
$x_4-x_1$	有待进一步研究
$x_3-x_2$	有待进一步研究
$y_1$	有待进一步研究
$y_2$	有待进一步研究
$y_3$	有待进一步研究
$y_4$	有待进一步研究

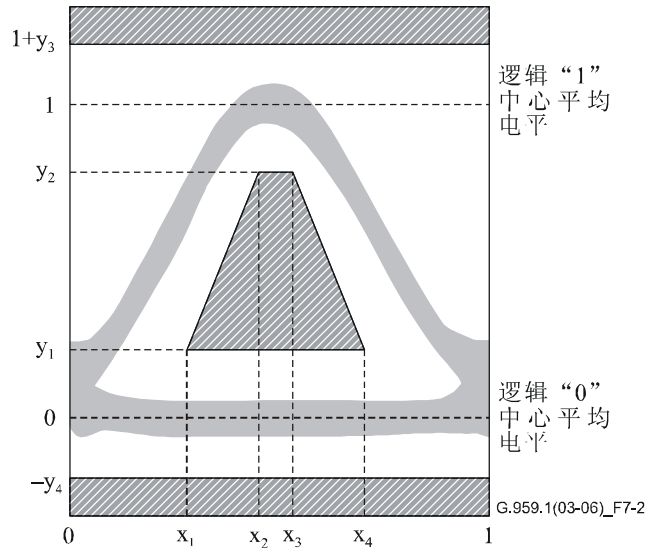


图 7-2/G.959.1—RZ 40G光传输信号眼图掩模

该定义可直接应用于单信道系统。对于多信道IrDI，可选用两种方法：

- A方法适用于验证链路发射端的单信道参考点可接入的情况下。该方法使用ITU-T G.957建议书和G.691建议书规定的程序。该方法对应的配置见附件A。
- B方法采用一个光带通参考滤波器以隔离单个传输信号，后随一个参考接收机。光带通参考滤波器和参考接收机的特性见附件B。

## 7.2.3 从MPI-S<sub>M</sub>点至MPI-R<sub>M</sub>点或从MPI-S点至MPI-R点的光通道（单跨）

### 7.2.3.1 最大衰减

这指的是该系统在寿命终期、误码率为 $10^{-12}$ （或应用代码给定的误码率）、最坏发射端信号和散射情况下的通道衰减最大值。最大衰减各项效应的定义参见6.3.1/G.691。IrDI目标距离所要求的最大衰减值基于以下假设：所安装光纤在1530-1565 nm 范围内衰减值0.275 dB/km（包括熔接和线缆冗余量），以及1310 nm单信道IrDI衰减值0.55 dB/km。基于实用角度考虑，除甚短途和局内应用外，本建议书规定：在1550 nm波长上，40 km跨距衰减11 dB，80 km跨距衰减22 dB；在1310 nm波长上，40 km跨距衰减22 dB。虽然这种方法也用于给定波长其他接口的定义，但要注意的是这种方法给出的仍是理论跨距值。在实际操作中存在的接头和熔接损耗可能导致其他距离值。

### 7.2.3.2 最小衰减

指的是最小通道衰减，该参数允许工作在最坏发射端情况下的系统能获得不低于 $10^{-12}$ 的误码率（或应用代码给定的误码率）。

### 7.2.3.3 最大色散补偿

该参数定义的是系统可忍受的最大非补偿主通道色散绝对值。对于工作在1550 nm波长区域的G.652光纤，系统要求的最大散射容差定义为目标距离乘以20 ps/nm km；对于1550 nm波长区域G.653光纤和1310 nm波长区域 G.652光纤，定义为目标距离乘以3.3 ps/nm km。这被认为是相应光纤类型的最差散射值。在定义该参数时采用了最差状态方法，其目的是为了给敏感参数提供一些富余量，同时也为了使低损耗光纤线缆能传输更长的距离。

允许的光通道恶化考虑了所有因色散以及最大微分群时延而引起的决定性效应。

### 7.2.3.4 最大色散补偿偏移

这是MPI-S 至 MPI-R光通道实际色散值与安装时确定的通道散射值之间允许的最大差值。在采用散射补偿（DC）的应用中考虑了色散偏移。图7-3给出了一个示例。在该例中，接收机检测器（Det）前端包含一个DC模块。也可选装一个光放大器（OA）。

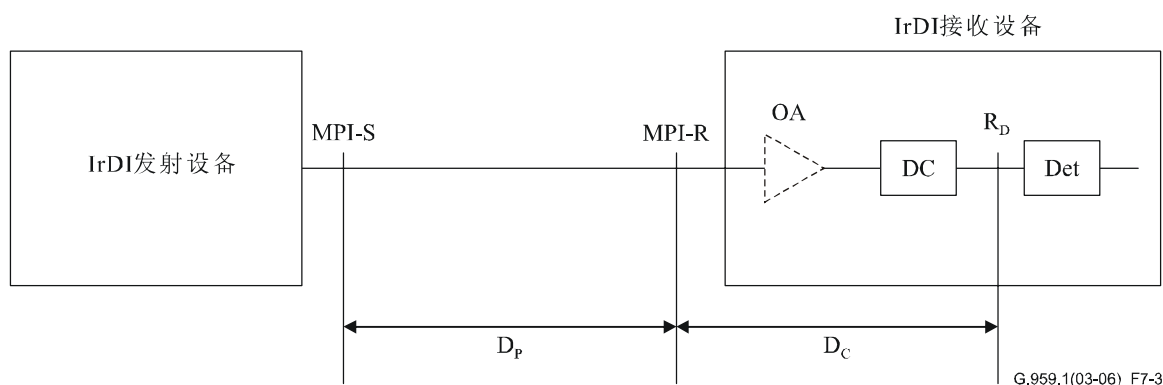


图 7-3/G.959.1—接收机具有色散补偿功能（DC）的单信道IrDI

在安装接收机时，光通道散射测量值 $D_I$ 被用以设置接收机内部散射补偿幅度。定义 $D_p$ 为光通道实际散射值， $D_c$ 为接收机内部实际散射补偿值，要求在装机后任何时间点上都要满足以下条件：

$$|D_p + D_c| < D_{rmax}$$

其中， $D_{rmax}$ 是允许的最大剩余色散。举一个例子，在无自适应散射补偿的NRZ 40G 应用中， $D_{rmax} = 30$  ps/nm。诸如测量准确率、温度、修补和老化因素导致 $D_p$ 与 $D_I$ 之间存在 $\delta_p$ 值的差量。同样，粒度设置、温度和老化等因素导致 $D_c$ 与 $D_I$ 之间存在 $\delta_c$ 差量。因此，上述限制因素意味着 $D_{rmax}$ 必须有上限值，即要求：

$$|\delta_p| + |\delta_c| < D_{rmax}$$

虽然在制定色散偏移（ $\delta_p$ ）规范时采用了 $D_{rmax}$ 和 $\delta_c$ 的合理值，但本建议书只规定 $\delta_p$ 值，这些值列在第8节各表中。

### 7.2.3.5 在MPI-S<sub>M</sub>或MPI-S点处的最小光回波损耗

反射是由光通道折射指数不连续点造成的。如果不加以控制，这些点能通过其对光源或放大器的干扰效应或通过多重反射引起的接收机干涉噪声等造成系统性能的降低。规定以下用于控制光通道反射的参数：

- 包括任何接头在内的光缆源参考点（如MPI-S<sub>M</sub>，MPI-S）处最小光通道回波损耗；以及
- 源参考点（如MPI-S<sub>M</sub>，MPI-S）和接收参考点（如MPI-R<sub>M</sub>，MPI-R）之间最大离散反射。

反射系数指的是来自任一单个离散反射点的反射量，而光回波损耗是入射光功率与来自全部光纤的包括瑞利散射等离散反射和分布背向散射在内的的总回波光功率之比。

反射的测量方法述于附录一/G.957中。为测量反射系数和回波损耗起见，我们假定MPI-S和MPI-R正好对应每个接头的端面。要注意的是这不包括实际运行系统相应接头的真实反射特性。这些反射被假定为具有所使用特定类型接头的标称反射值。

### 7.2.3.6 MPI-S<sub>M</sub>与MPI-R<sub>M</sub>之间或MPI-S与MPI-R之间最大离散反射系数

光反射系数定义为某点反射光功率与入射光功率之比。反射的控制问题详细讨论于ITU-T G.957建议书中。光通道能够容纳的连接器或其他离散反射点（如配线架或WDM组件）的最大可能数量须保证达到规定的总光回波损耗指标。如果使用第8节各表所列的符合最大离散反射条件的接头之后仍不能满足要求，则须使用具有更好反射特性的接头。或者也可减少所使用的接头数量。为避免多重反射引起的不可接受损耗，有时也有必要限制接头的数量或使用具有更好反射特性的接头。

在第8节各表中，源参考点和接收参考点之间的最大离散反射系数值规定为-27 dB，其目的在于减少多重反射（如干涉噪声）所带来的影响。选择接收机反射系数的最大值，以保证多重反射对采用多接头的系统造成的恶化量处于可接受范围之内。采用较少接头或较高性能接头的系统产生的多重反射较少，从而它们能容忍具有较高反射系数的接收机。

### 7.2.3.7 最大微分群时延

微分群时延（DGD）指的是在光信号两个主偏振态之间传输的一个脉冲的各个分段之间的时间差。对于若干公里范围以上的距离，假设随机（强）偏振模式耦合，从统计学观点来看，光纤DGD具有麦克斯韦分布特性。

在本建议书中，最大微分群时延定义为系统必须忍受的最大灵敏度降低约1 dB情况下的DGD值。

由于偏振模式色散（PMD）的统计特性，最大DGD和平均DGD之间的关系只能用概率方式加以定义。超过任意给定值的瞬时DGD的概率可以从其麦克斯韦统计特性推导出。因此，如果我们知道系统能忍受的最大DGD，就可以通过将其除以相应可接受概率下DGD最大值与平均值之间的比率来获得DGD均值。

表 7-2/G.959.1—DGD均值及其概率

最大值与均值比率	超过最大值的概率
3.0	$4.2 \times 10^{-5}$
3.5	$7.7 \times 10^{-7}$
4.0	$7.4 \times 10^{-9}$

## 7.2.4 在MPI-R<sub>M</sub> 或MPI-R点处的接口

### 7.2.4.1 最大平均（信道）输入功率

这指的是对应于达到应用代码规定的最大误码率值情况下，在MPI-R<sub>M</sub> 或 MPI-R点处接收到的可接受信道功率均值的最大值。

### 7.2.4.2 最小信道平均输入功率

这指的是在MPI-R<sub>M</sub>点处接收到的信道功率均值的最小值。该功率等于最小信道平均输出功率减去该应用的最大衰减。

注 — 在MPI-R<sub>M</sub> 点处最小信道平均输入功率应大于最小等价灵敏度值与最大光通道恶化值之和。

### 7.2.4.3 最大平均输入总功率

在MPI-R<sub>M</sub> 点处可接受的最大输入总功率。

### 7.2.4.4 最大信道功率微分

在某应用下给定光分辨率带宽（与信道数无关）的同一时间点上，信道平均输入功率最大值与信道平均输入功率最小值之差。

### 7.2.4.5 最大光通道恶化

通道恶化是指在通道传输过程中，由于信号波形失真而导致的接收机灵敏度（或对于多信道应用而言的等价灵敏度）的明显下降。它表现为系统误码率曲线向更高输入功率电平方向转移。这对应的是正通道恶化。可能在某些情况下会出现负通道恶化，但量应很小。（负通道恶化表示发射机不完美眼图被与通道有关的失真所改善）。理想情况下可以只考虑误码率曲线，但该曲线波形也经常出现变化，且可能显现出误码率底限。由于通道恶化是接收机灵敏度的一个变化，因此其测量值应与误码率在同一个数量级上，即 $10^{-12}$ 。

对于需要传输EFC字节的应用代码（即具有F前缀的代码），要求在采取纠错措施（前提是如果需要的话）之后测量接收机的两个灵敏度（分别为受光通道影响和不受光通道影响情况下的灵敏度）。

对于信道比特率对应于NRZ 2.5G 和 NRZ 10G的应用，如果是低色散系统，则允许最大通道衰减为1 dB，如果是高色散系统，则允许最大通道衰减为2 dB。通道恶化不与目标距离成正比关系，以避免系统在高恶化状态下工作。

对于信道比特率对应于NRZ 40G的应用，光通道恶化值要比低比特率系统高1 dB。这考虑了PMD（包括一阶和二阶）恶化因素。

未来，那种在发射机端采用信号预失真色散补偿技术的系统可能被引入。对此，上述通道恶化应定义为只在无失真信号点之间的通道恶化。但这些点可能不对应于主通道接口，有些情况下甚至根本接触不到。这种情况下有关通道恶化的定义尚待进一步研究。

因PMD引起的随机散射恶化均值包含在允许通道恶化参数内。从这方面来说，发射机/接收机组合要能容忍一个周期为0.3比特、最大灵敏度衰减约1 dB（每偏振主态光功率各占50%）的实际DGD。对于一个设计完善的接收机，这个DGD周期为0.1比特，恶化量为0.1-0.2 dB。在运行时可能遇到的实际DGD是一个随机变化的光纤/光缆特性，本建议书无法对此做出规范。该问题在附录一/G.691将进一步讨论。

这里要注意的是，由于光放大引起的信噪比衰减不被视为通道恶化。

该定义可直接应用于单信道系统。对于多信道IrDI，可选用两种方法：

- A方法适用于验证链路接收端的单信道参考点可接入的情况下。该方法使用ITU-T G.957建议书和G.691建议书规定的程序。该方法对应的配置见附件A。
- B方法采用一个参考光带通参考滤波器以隔离单个传输信号，后随一个参考接收机。光带通参考滤波器和参考接收机的特性见附件B。

注 — 根据设计方案实施的不同，在参考接收机处观测到的光通道恶化可能不完全是接收设备实际经受的恶化。

#### 7.2.4.6 最小等价灵敏度

这指的是在多信道应用的MPI-R<sub>M</sub>点处，在除一个信道以外其他所有信道都被屏蔽后（采用一个理想无损滤波器），为获得应用代码规定的最大误码率而要求接收机具备的最小灵敏度。这要求发射机必须满足发射机眼图掩模、消光比、MPI-S<sub>M</sub>点处光回波损耗、接头衰耗、发射端串音、光放大器噪声和测量容差等参数的最差条件值。这不要求在散射、非线性或光通道反射等存在的情况下满足；这些因素将在分配最大光通道恶化时单独加以规定。

注 1 — 在MPI-R<sub>M</sub>点处最小信道平均输入功率必须大于最小等价灵敏度与最大光通道恶化之和。

注 2 — 不要求必须在发射机抖动超过相关抖动发生限值情况下满足接收机灵敏度条件（如有关OTN光支路信号的G.8251）。

老化效应未单独加以规定。规定了最差情况、寿命终期数值。

#### 7.2.4.7 光网络元素最大反射系数

这指的是从光网络反射回光缆的反射，定义为在参考点MPI-R<sub>M</sub>或MPI-R点处测量到的光网络最大允许反射系数。光反射系数在7.2.3.6中规定。

#### 7.2.4.8 最小灵敏度

这指的是在达到应用代码规定的最大误码率指标前提下，在MPI-R点处接收到的平均功率的最小值。这要求发射机必须满足发射机眼图掩模、消光比、MPI-S点处的光回波损耗、接头损耗、光放大器噪声和测量噪声等参数的最差条件值。这不要求在光通道散射或反射等存在的情况下满足条件；这些效应在分配最大光通道恶化时单独加以规定。

注 1 — 接收机端最小平均光功率必须大于最小灵敏度和最大光通道恶化值之和。

注 2 — 不要求必须在发射机抖动超过相关抖动发生限值情况下满足接收机灵敏度条件（如有OTN光支路信号的G.8251）。

老化效应未单独加以规定。规定了最差情况、寿命终期数值。

## 8 参数值

### 8.1 多信道IrDI

多信道域间接口物理层参数及其数值见表 8-1。

表 8-1/G.959.1—多信道域间接口物理层参数及其数值

参数（注 1）	单位	P16S1-1D2 P16S1-1D5	P16I1-2D2 P16I1-2D3 （注 2） P16I1-2D5	P16S1-2B2 P16S1-2B5	P16S1-2C2 P16S1-2C3 P16S1-2C5
<b>通用信息</b>					
最大信道数	—	16	16	16	16
光支路信号比特率/线路编码	—	NRZ 2.5G	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ 10G
最大误码率	—	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$
光纤类型	—	G.652, G.655	G.652, G.653, G.655	G.652, G.655	G.652, G.653, G.655
<b>在MPI-S<sub>M</sub>点处的接口</b>					
最大平均信道输出功率	dBm	-4	-3	+3	-7
最小平均信道输出功率	dBm	-10	-6	0	-11
最大平均总输出功率	dBm	+8	+9	+15	+5
中心频率	THz	192.1 + 0.2 m, m = 0 至 15	192.1 + 0.2 m, m = 0 至 15	192.1 + 0.2 m, m = 0 至 15	192.1 + 0.2 m, m = 0 至 15
信道间隔	GHz	200	200	200	200
最大中心频率偏移	GHz	40	40	40	40
最小信道消光比	dB	8.2	8.2	8.2	8.2
眼图掩模	—	NRZ 2.5G	NRZ 10G 放大	NRZ 10G放大	NRZ 10G 放大



表 8-1/G.959.1—多信道域间接口物理层参数及其数值

参数 (注 1)	单位	P16S1-1D2 P16S1-1D5	P16I1-2D2 P16I1-2D3 (注 2) P16I1-2D5	P16S1-2B2 P16S1-2B5	P16S1-2C2 P16S1-2C3 P16S1-2C5
<b>从MPI-S<sub>M</sub>点至MPI-R<sub>M</sub>点的光通道 (单跨度)</b>					
最大衰减	dB	11	6 (注 2)	11	11
最小衰减	dB	2	0	0	0
最大色散补偿	ps/nm	800	400	800	800
在MPI-S <sub>M</sub> 点处最小光回波损耗	dB	24	24	24	24
MPI-S <sub>M</sub> 与MPI-R <sub>M</sub> 之间最小离散反射系数	dB	-27	-27	-27	-27
最大微分群时延	ps	120	30	30	30
<b>在MPI-R<sub>M</sub>点处的接口</b>					
最大平均信道输入功率	dBm	-6	-3	+3	-7
最小信道平均输入功率	dBm	-21	-12	-11	-22
最大平均输入总功率	dBm	+6	+9	+15	+5
最大信道功率微分	dB	NA	NA	NA	2
最大光通道恶化	dB	1	对于G.652为2, 对于G.653为1 (注 2), 对于G.655为1	对于G.652为2, 对于G.655为1	对于G.652为2, 对于G.653为1, 对于G.655为1
最小等价灵敏度	dBm	-22	对于G.652为-14, 对于G.653为-13, 对于G.655为-13	对于G.652为-13, 对于G.655为-12	对于G.652为-24, 对于G.653为-23, 对于G.655为-23
光网络元素最大反射系数	dB	-27	-27	-27	-27
注 1 — 本表参数值不一定适用于未来采用线路放大器或域内接口 (IaDI) 的系统。					
注 2 — 对于1 dB光通道恶化, 考虑到光纤非线性因素, 建议G.653光纤上多信道局内接口传输距离限制在2 km内。如该距离大于2 km, 则可能观测到更大恶化 (相比较于1 dB光通道恶化)。					

## 8.2 单信道IrDI

表8-2 至表8-11给出了单信道域间接口物理层参数及其数值。

表 8-2/G.959.1—NRZ 2.5G等级光支路信号局内和短途应用单信道IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1I1-1D1	P1S1-1D1	P1S1-1D2
<b>通用信息</b>		(注)	(注)	(注)
最大信道数	—	1	1	1
光支路信号比特率/线路编码	—	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G
最大误码率	—	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>
光纤类型	—	G.652	G.652	G.652
<b>在MPI-S点处的接口</b>				
工作波长范围	nm	1266-1360	1260-1360	1430-1580
源类型		MLM	SLM	SLM
最大RMS宽度 ( $\sigma$ )	nm	4	NA	NA
最大-20 dB宽度	nm	NA	1	< 1
最大频谱功率密度	mW/ 10 MHz	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最小边模抑制比	dB	NA	30	30
最大平均输出功率	dBm	-3	0	0
最小平均输出功率	dBm	-10	-5	-5
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2
眼图掩模	—	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G
<b>MPI-S点至 MPI-R点光通道</b>				
最大衰减	dB	6	11	11
最小衰减	dB	0	0	0
最大色散补偿	ps/nm	12	NA	同G.957 "S-16.2"
在MPI-S点处最小光回波损耗	dB	14	14	14
MPI-S和MPI-R之间最大离散反射系数	dB	-27	-27	-27
最大微分群时延	ps	120	120	120
<b>在MPI-R点处的接口</b>				
最大平均输入功率	dBm	-3	0	0
最小灵敏度	dBm	-17	-17	-17
最大光通道恶化	dB	1	1	1
光网络元素最大反射系数	dB	-14	-14	-14
注 — 这些应用代码的参数值大部分基于ITU-T G.957建议书。				

表 8-3/G.959.1—NRZ 2.5G等级光支路信号长途应用单信道 IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1L1-1D1	P1L1-1D2	1L1-1D2F
<b>通用信息</b>		(注 1)	(注 1)	
最大信道数	—	1	1	1
光支路信号比特率/线路编码	—	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	采用NRZ OTU1 FEC
最大误码率	—	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup> (注 2)
光纤类型	—	G.652	G.652	G.652
<b>在MPI-S点处的接口</b>				
工作波长范围	nm	1280-1335	1500-1580	1500-1580
源类型		SLM	SLM	SLM
最大RMS宽度 ( $\sigma$ )	nm	NA	NA	NA
最大-20 dB宽度	nm	1	1	1
最大频谱功率密度	mW/ 10 MHz	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30
最大平均输出功率	dBm	+3	+3	+3
最小平均输出功率	dBm	-2	-2	-2
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2
眼图掩模	—	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G
<b>MPI-S点至 MPI-R点光通道</b>				
最大衰减	dB	22	22	24
最小衰减	dB	12	12	12
最大色散补偿	ps/nm	NA	同G.957 "L-16.2"	同G.957 "L-16.2"
在MPI-S点处最小光回波损耗	dB	24	24	24
MPI-S和MPI-R之间最大离散反射系数	dB	-27	-27	-27
最大微分群时延	ps	120	120	120
<b>在MPI-R点处的接口</b>				
最大平均输入功率	dBm	-9	-9	-9
最小灵敏度	dBm	-25	-26	-28
最大光通道恶化	dB	1	2	2
光网络元素最大反射系数	dB	-27	-27	-27
注 1 — 这些应用代码的参数值大部分基于ITU-T G.957建议书。				
注 2 — 该应用代码的误码率指标仅要求在纠错（如果使用的话）之后达到。因此，FEC解码器输入端的误码率可以比10 <sup>-12</sup> 高很多。				

表 8-4/G.959.1—NRZ 2.5G等级光支路信号超长途应用单信道IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1U1-1A2	P1U1-1A3	P1U1-1A5	1U1-1B2F 1U1-1B5F	1U1-1B3F
G.691 应用代码		U-16.2	U-16.3	—	—	—
<b>通用信息</b>		(注 1)	(注 1)			
最大信道数	—	1	1	1	1	1
光支路信号比特率/线路编码	—	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	采用NRZ OTU1 FEC	采用NRZ OTU1 FEC
最大误码率	—	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup> (注 2)	10 <sup>-12</sup> (注 2)
光纤类型	—	G.652	G.653	G.655	G.652, G.655	G.653
<b>在MPI-S点处的接口</b>						
工作波长范围	nm	1530-1565	1530-1565	1530-1565	1530-1565	1530-1565
源类型		SLM	SLM	SLM	SLM	SLM
最大频谱功率密度	mW/ 10 MHz	有待进一步 研究	有待进一步 研究	有待进一步 研究	有待进一步 研究	有待进一步 研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30	30	30
最大平均输出功率	dBm	+15	+15	+15	+18	+18
最小平均输出功率	dBm	+12	+12	+12	+15	+15
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
眼图掩模	—	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G	NRZ 2.5G
<b>MPI-S点至 MPI-R点光通道</b>						
最大衰减	dB	44	44	44	44	44
最小衰减	dB	33	33	33	27	27
最大色散补偿	ps/nm	3200	530	1600	3200 G.652 , 1600 G.655	530 (注 3)
在MPI-S点处最小光回波损耗	dB	24	24	24	24	24
MPI-S和MPI-R之间最大离散反射系数	dB	-27	-27	-27	-27	-27
最大微分群时延	ps	120	120	120	120	120

表 8-4/G.959.1—NRZ 2.5G等级光支路信号超长应用单信道IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1U1-1A2	P1U1-1A3	P1U1-1A5	1U1-1B2F 1U1-1B5F	1U1-1B3F
<b>在MPI-R点处的接口</b>						
最大平均输入功率	dBm	-18	-18	-18	-9	-9
最小灵敏度	dBm	-34	-33	-34	-31	-30
最大光通道恶化	dB	2	1	2	2	1
光网络元素最大反射系数	dB	-27	-27	-27	-27	-27
<p>注 1 — 这些应用代码的参数值大部分基于ITU-T G.691建议书。</p> <p>注 2 — 该应用代码的误码率指标仅要求在纠错（如果使用的话）之后达到。因此，FEC解码器输入端的误码率可以比<math>10^{-12}</math>高很多。</p> <p>注 3 — 对于G.653光纤，可以通过调整发射机波长和光纤零色散波长的组合，从而产生负链路色散。在该色散区域内，尚未有经验证的在该应用要求的功率电平上恰当的运行先例。因此，链路提供商和系统供货商之间有必要进行联合工程，以避免出现该情况。</p>						

表 8-5/G.959.1—NRZ 10G等级光支路信号局内应用单信道IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1I1-2D2	P1I1-2D3	P1I1-2D5
G.691 应用代码		I-64.2	I-64.3	I-64.5
<b>通用信息</b>				
最大信道数	—	1	1	1
光支路信号比特率/线路编码	—	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ 10G
最大误码率	—	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$
光纤类型	—	G.652	G.653	G.655
<b>在MPI-S点处的接口</b>				
工作波长范围	nm	1500-1580	1500-1580	1500-1580
源类型		SLM	SLM	SLM
最大频谱功率密度	mW/ 10 MHz	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30
最大平均输出功率	dBm	-1	-1	-1
最小平均输出功率	dBm	-5	-5	-5
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2
眼图掩模	—	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域

表 8-5/G.959.1—NRZ 10G等级光支路信号局内应用单信道IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1I1-2D2	P1I1-2D3	P1I1-2D5
<b>MPI-S点至 MPI-R点光通道</b>				
最大衰减	dB	7	7	7
最小衰减	dB	0	0	0
最大色散补偿	ps/nm	500	80	有待进一步研究
在MPI-S点处最小光回波损耗	dB	24	24	24
MPI-S和MPI-R之间最大离散反射系数	dB	-27	-27	-27
最大微分群时延	ps	30	30	30
<b>在MPI-R点处的接口</b>				
最大平均输入功率	dBm	-1	-1	-1
最小灵敏度	dBm	-14	-13	-13
最大光通道恶化	dB	2	1	2
光网络元素最大反射系数	dB	-27	-27	-27

表 8-6/G.959.1—G.652光纤NRZ 10G等级光支路信号短途应用单信道IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1S1-2D1	P1S1-2D2a	P1S1-2D2b	1S1-2D2bF
G.691 应用代码		S-64.1	S-64.2a	S-64.2b	
<b>通用信息</b>					
最大信道数	—	1	1	1	1
光支路信号比特率/线路编码	—	NRZ 10G	NRZ 10G	NRZ 10G	采用NRZ OTU2 FEC
最大误码率	—	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$ (注 2)
光纤类型	—	G.652	G.652	G.652	G.652
<b>在MPI-S点处的接口</b>					
工作波长范围	nm	1290-1330	1530-1565	1530-1565	1530-1565
源类型	—		SLM	SLM	SLM
最大频谱功率密度	mW/ 10 MHz	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30	30
最大平均输出功率	dBm	+5	-1	+2	+2
最小平均输出功率	dBm	+1	-5	-1	-2
最小消光比	dB	6	8.2	8.2	8.2
眼图掩模	—	NRZ 10G 1310 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域

表 8-6/G.959.1—G.652 光纤 NRZ 10G 等级光支路信号短途应用单信道 IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1S1-2D1	P1S1-2D2a	P1S1-2D2b	1S1-2D2bF
<b>从MPI-S点至MPI-R点的光通道</b>					
最大衰减	dB	11	11	11	12
最小衰减	dB	6	7	3	3
最大色散补偿	ps/nm	70	800	800	800
在MPI-S点处最小光回波损耗	dB	14	24	24	24
MPI-S和MPI-R之间最大离散反射系数	dB	-27	-27	-27	-27
最大微分群时延	ps	30	30	30	30
<b>在MPI-R点处的接口</b>					
最大平均输入功率	dBm	-1	-8	-1	-1
最小灵敏度	dBm	-11	-18	-14	-16
最大光通道恶化	dB	1	2	2	2
光网络元素最大反射系数	dB	-14	-27	-27	-27
注 1 — 含有后缀"a"的应用代码，其发射机功率电平适合APD接收机；含有后缀"b"的应用代码，其发射机功率电平适合PIN接收机。					
注 2 — 该应用代码的误码率指标仅要求在纠错（如果使用的话）之后达到。因此，FEC解码器输入端的误码率可以比 $10^{-12}$ 高很多。					

表 8-7/G.959.1—G.653 和G.655 光纤 NRZ 10G 等级光支路信号短途应用单信道 IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1S1-2D3a P1S1-2D5a	P1S1-2D3b P1S1-2D5b	1S1-2D3bF 1S1-2D5bF
G.691 应用代码		S-64.3a S-64.5a	S-64.3b S-64.5b	
<b>通用信息</b>				
最大信道数	—	1	1	1
光支路信号比特率/线路编码	—	NRZ 10G	NRZ 10G	采用NRZ OTU2 FEC
最大误码率	—	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$ (注 2)
光纤类型	—	G.653, G.655	G.653, G.655	G.653, G.655

**表 8-7/G.959.1—G.653 和G.655 光纤NRZ 10G等级光支路信号短途应用  
单信道IrDI 参数及其数值**

参数	单位	P1S1-2D3a P1S1-2D5a	P1S1-2D3b P1S1-2D5b	1S1-2D3bF 1S1-2D5bF
<b>在MPI-S点处的接口</b>				
工作波长范围	nm	1530-1565	1530-1565	1530-1565
源类型	—	SLM	SLM	SLM
最大频谱功率密度	mW/ 10 MHz	有待进一步 研究	有待进一步 研究	有待进一步 研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30
最大平均输出功率	dBm	-1	+2	+2
最小平均输出功率	dBm	-5	-1	-2
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2
眼图掩模	—	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域
<b>MPI-S点至 MPI-R点光通道</b>				
最大衰减	dB	11	11	12
最小衰减	dB	7	3	3
最大色散补偿	ps/nm	130	130	130
在MPI-S点处最小光回波损耗	dB	24	24	24
MPI-S和MPI-R之间最大离散反射系数	dB	-27	-27	-27
最大微分群时延	ps	30	30	30
<b>在MPI-R点处的接口</b>				
最大平均输入功率	dBm	-8	-1	-1
最小灵敏度	dBm	-17	-13	-15
最大光通道恶化	dB	1	1	1
光网络元素最大反射系数	dB	-27	-27	-27
注 1 — 含有后缀"a"的应用代码，其发射机功率电平适合APD接收机；含有后缀"b"的应用代码，其发射机功率电平适合PIN接收机。				
注 2 — 该应用代码的误码率指标仅要求在纠错（如果使用的话）之后达到。因此，FEC解码器输入端的误码率可以比10 <sup>-12</sup> 高很多。				



表 8-8/G.959.1—NRZ 10G等级光支路信号长途应用单信道IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1L1-2D1	P1L1-2D2	1L1-2D2F
G.691 应用代码		L-64.1	—	—
<b>通用信息</b>				
最大信道数	—	1	1	1
光支路信号比特率/线路编码	—	NRZ 10G	NRZ 10G	采用NRZ OTU2 FEC
最大误码率	—	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$ (注)
光纤类型	—	G.652	G.652	G.652
<b>在MPI-S点处的接口</b>				
工作波长范围	Nm	1290-1320	1530-1565	1530-1565
源类型	—	SLM	SLM	SLM
最大频谱功率密度	mW/ 10 MHz	有待进一步 研究	有待进一步 研究	有待进一步 研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30
最大平均输出功率	dBm	+7	+4	+4
最小平均输出功率	dBm	+3	0	-1
最小消光比	dB	6	9	8.2
眼图掩模	—	NRZ 10G 1310 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域
<b>MPI-S点至 MPI-R点光通道</b>				
最大衰减	dB	22	22	22
最小衰减	dB	16	11	11
最大色散补偿	ps/nm	130	1600	1600
在MPI-S点处最小光回波损耗	dB	24	24	24
MPI-S和MPI-R之间最大离散反射系数	dB	-27	-27	-27
最大微分群时延	Ps	30	30	30
<b>在MPI-R点处的接口</b>				
最大平均输入功率	dBm	-9	-7	-7
最小灵敏度	dBm	-20	-24	-25
最大光通道恶化	dB	1	2	2
光网络元素最大反射系数	dB	-27	-27	-27
注 — 该应用代码的误码率指标仅要求在纠错（如果使用的话）之后达到。因此，FEC解码器输入端的误码率可以比 $10^{-12}$ 高很多。				

表 8-9/G.959.1—NRZ 10G等级光支路信号甚长途应用单信道IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1V1-2C2	1V1-2C2F	P1V1-2B5	1V1-2B5F
<b>通用信息</b>					
最大信道数	—	1	1	1	1
光支路信号比特率/线路编码	—	NRZ 10G	采用NRZ OTU2 FEC	NRZ 10G	采用NRZ OTU2 FEC
最大误码率	—	$10^{-12}$	$10^{-12}$ (注)	$10^{-12}$	$10^{-12}$ (注)
光纤类型	—	G.652	G.652	G.655	G.655
<b>在MPI-S点处的接口</b>					
工作波长范围	nm	—	—	1530-1565	1530-1565
中心频率	THz	192.1	192.1	—	—
最大中心频率偏移	GHz	40	40	—	—
源类型	—	SLM	SLM	SLM	SLM
最大频谱功率密度	mW/ 10 MHz	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30	30
最大平均输出功率	dBm	+7	+7	+13	+13
最小平均输出功率	dBm	+4	+3	+10	+10
最小消光比	dB	9	9	9	8.2
眼图掩模	—	NRZ 10G 放大	NRZ 10G 放 大	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域
<b>MPI-S点至 MPI-R点光通道</b>					
最大衰减	dB	33	33	33	33
最小衰减	dB	21	21	20	20
最大色散补偿	ps/nm	2400	2400	800	800
在MPI-S点处最小光回波损耗	dB	24	24	24	24
MPI-S和MPI-R之间最大离散反射系数	dB	-27	-27	-27	-27
最大微分群时延	Ps	30	30	30	30
<b>在MPI-R点处的接口</b>					
最大平均输入功率	dBm	-14	-14	-7	-7
最小灵敏度	dBm	-30	-31	-24	-24
最大光通道恶化	dB	1	1	1	1
光网络元素最大反射系数	dB	-27	-27	-27	-27
注 — 该应用代码的误码率指标仅要求在纠错（如果使用的话）之后达到。因此，FEC解码器输入端的误码率可以比 $10^{-12}$ 高很多。					

**表 8-10/G.959.1—采用电色散补偿的NRZ 10G等级光支路信号长途和甚长途应用  
单信道IrDI 参数**

参数	单位	P1L1-2D2E	1L1-2D2FE	P1V1-2B2E	1V1-2B2FE
<b>通用信息</b>		(注 1)	(注 1)	(注 1)	(注 1)
最大信道数	—	1	1	1	1
光支路信号比特率/线路编码	—	NRZ 10G	采用NRZ OTU2 FEC	NRZ 10G	采用NRZ OTU2 FEC
最大误码率	—	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup> (注 2)	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup> (注 2)
光纤类型	—	G.652	G.652	G.652	G.652
<b>在MPI-S点处的接口</b>					
工作波长范围	Nm	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
源类型	—	SLM	SLM	SLM	SLM
最大频谱功率密度	mW/ 10 MHz	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最小边模抑制比	dB	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最大平均输出功率	dBm	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最小平均输出功率	dBm	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最小消光比	dB	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
眼图掩模	—	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
<b>MPI-S点至 MPI-R点光通道</b>					
最大衰减	dB	22	22	33	33
最小衰减	dB	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最大色散补偿	ps/nm	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
在MPI-S点处最小光回波损耗	dB	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
MPI-S和MPI-R之间最大离散反射系数	dB	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最大微分群时延	Ps	30	30	30	30
<b>在MPI-R点处的接口</b>					
最大平均输入功率	dBm	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最小灵敏度	dBm	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
最大光通道恶化	dB	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
光网络元素最大反射系数	dB	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
<p>注 1 — 这些应用代码需一个额外参数以确保恰当的发射机频谱特征。该参数正在研究之中。附录七给出了以上参数数值的一个简单集合。</p> <p>注 2 — 该应用代码的误码率指标仅要求在纠错（如果使用的话）之后达到。因此，FEC解码器输入端的误码率可以比10<sup>-12</sup>高很多。</p>					

表 8-11/G.959.1—NRZ 40G等级光支路信号单信道IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1S1-3C2 P1S1-3C3 P1S1-3C5	P1L1-3A2 P1L1-3A3 P1L1-3A5	1L1-3C2FD 1L1-3C3FD 1L1-3C5FD	1L1-3C2F 1L1-3C3F 1L1-3C5F
<b>通用信息</b>					
最大信道数	—	1	1	1	1
光支路信号比特率/线路编码	—	NRZ 40G	NRZ 40G	采用NRZ OTU3 FEC	采用NRZ OTU3 FEC
最大误码率	—	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup> (注 3)	10 <sup>-12</sup> (注 3)
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
<b>在MPI-S点处的接口</b>					
中心频率	THz	192.1	192.1	192.1	192.1
最大中心频率偏移	GHz	40	40	40	40
源类型	—	SLM	SLM	SLM	SLM
最大频谱功率密度	mW/ 10 MHz				
最小边模抑制比	dB	35	35	35	35
最大平均输出功率	dBm	+3	+8	+5	+5
最小平均输出功率	dBm	-3	+5	+2	+2
最小消光比	dB	8.2	10	10	10
眼图掩模	—	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ 40G	NRZ 40G
<b>MPI-S点至 MPI-R点光通道</b>					
最大衰减	dB	11	22	22	22
最小衰减	dB	0	11	11	11
最大色散补偿	ps/nm	对于 G.652为 800, 对于 G.653为 140, 对于 G.655为400	对于 G.652为 1600, 对于G.653为 280, 对于G.655为800	对于 G.652为 1600, 对于G.653为 280, 对于G.655为800	对于 G.652为 1600, 对于G.653为 280, 对于G.655为800
最大色散补偿偏移	ps/nm	(注 2)	(注 2)	± 80	(注 2)
在MPI-S点处最小光回波损耗	dB	24	24	24	24
MPI-S和MPI-R之间最大离散反射系数	dB	-27	-27	-27	-27
最大微分群时延	ps	7.5 (注 1)	7.5 (注 1)	7.5 (注 1)	7.5 (注 1)

表 8-11/G.959.1—NRZ 40G等级光支路信号单信道IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1S1-3C2 P1S1-3C3 P1S1-3C5	P1L1-3A2 P1L1-3A3 P1L1-3A5	1L1-3C2FD 1L1-3C3FD 1L1-3C5FD	1L1-3C2F 1L1-3C3F 1L1-3C5F
<b>在MPI-R点处的接口</b>					
最大平均输入功率	dBm	+3	-3	-6	-6
最小灵敏度	dBm	-17	-20	-22	-23
最大光通道恶化	dB	3	3	2	3
光网络元素最大反射系数	dB	-27	-27	-27	-27
注 1 — 为保证该DGD值，G.652、G.653 和G.655 光纤中的某些类型采用了很高的PMD系数。					
注 2 — 该值须由链路提供商和系统供货商之间通过共同作用达成一致。					
注 3 — 该应用代码的误码率指标仅要求在纠错（如果使用的话）之后达到。因此，FEC解码器输入端的误码率可以比 $10^{-12}$ 高很多。					

## 9 光安全考虑

参见ITU-T G.664建议书有关光安全方面的考虑。

注 — 对于本建议书目前版本规定的光功率电平，根据ITU-T G.664建议书和IEC 60825-1及IEC 60825-2的规定，不需采用自动功率降低（APR）措施。但本建议书未来版本可能包括超出安全水平的功率电平。在此情况下，对于非光传输网络应用，ITU-T G.664建议书定义的ALS程序应只用于单个SDH客户信号接口。

## 10 功率电平管理

有待进一步研究。

## 附件 A

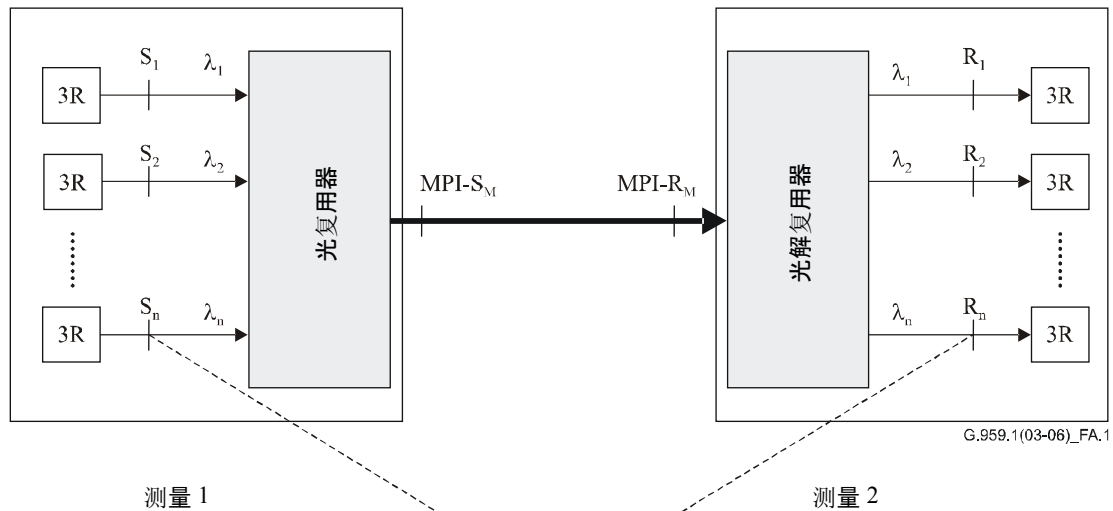
### 多信道IrDI中单信道特性评估方式A配置

#### A.1 参考配置

对于多信道IrDI，可通过在单信道参考点接入单个发射信号的方法来评估其单信道特性（消光比、眼图掩模和光通道恶化）。

如图B.1/G.957“发射机眼图测量配置”所示，眼图掩模的测量是通过向 $S_x$ 参考点发射单信道信号来实现的。

图A.1给出了两种测量光通道恶化量的方法。第一种方法（测量1）是使用利用位于 $S_x$ 点处的信号测量出为达到参考误码率指标而所需的功率，（测量2）重复这一步骤，不过利用的是位于 $R_x$ 参考点处的信号。



图B.1/G.957和ITU-T G.691建议书  
所述的“发射机眼图测量配置”

图 A.1/G.959.1-A方法配置

## 附件 B

### 用于评估多信道IrDI中单信道特性的方法B 参考光带通滤波器和参考接收机特性

#### B.1 参考配置

对于多信道IrDI，可用一个参考光带通滤波器隔离单个发射信号以评估单信道特性（消光比、眼图掩模和光通道恶化）。

眼图掩模测量方法是在MPI-S<sub>M</sub>点处向光带通滤波器输入信号，并按照附件B/G.957给出的配置，将输出信号送入参考接收机。

图B.1给出了两种测量光通道恶化量的方法。第一种方法（测量1）是使用位于MPI-S<sub>M</sub>点处的信号测量为获得参考误码率指标而需要的功率，（测量2）重复这一步骤，但使用的是位于MPI-R<sub>M</sub>点处的信号。

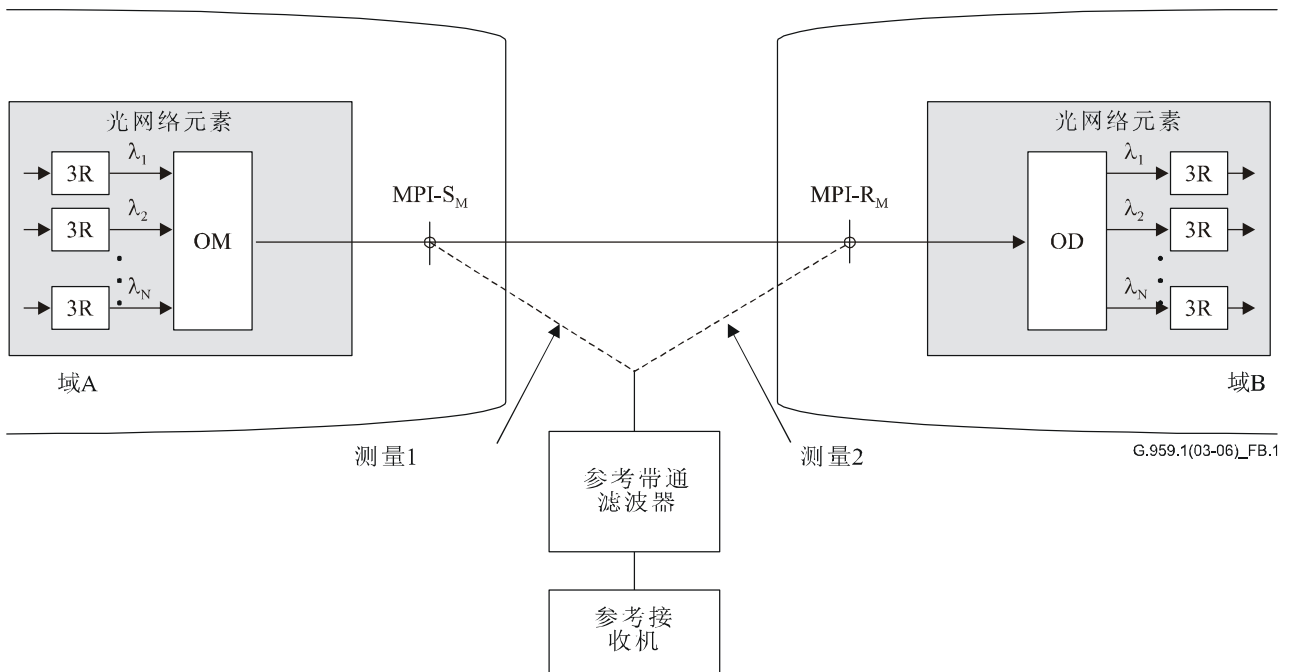


图 B.1/G.959.1—方法B 配置

#### B.2 参考光带通滤波器

参考光带通滤波器作用在于将单个光信道与复合多信道信号隔离开。它应有恰当的特性，以保证对邻近信道干扰最小，同时对所测试信号造成的失真可忽略不计。B.2.1给出了最小要求集合。

可实现这一功能的技术有若干种，如可调谐滤波器或解复用器。

## B.2.1 光滤波器参数

参考光带通滤波器频率响应要求如图B.2所示。选择Y值，使所测量信道的功率与所有其他信道功率之和的比值大于20 dB。

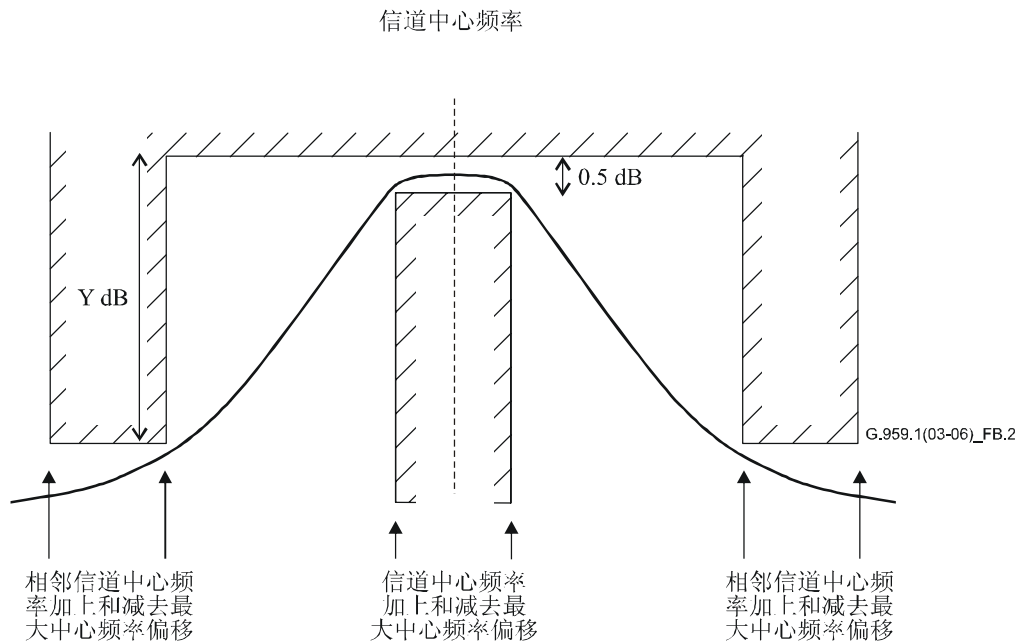


图 B.2/G.959.1—光带通滤波器频率响应

滤波器的设计应最大限度地保证放大和相位脉动等不会对信号造成明显失真。

## B.3 参考接收机

该接收机频率响应如附件A/G.691所述，即截止频率为0.75倍乘所述比特率的四阶贝塞尔—汤姆逊滤波器。该滤波器容差值见表A.1/G.691。

如果参考接收机被用于光通道恶化评估中的误码率（BER）测量，则对于测量1，判决门限应被调整为最低BER，然后再为测量2重新优化，以便满足不同应用代码的要求以及那些为满足应用代码需要而对应的各种设计方案的要求。

对于某些应用代码的单信道测试，可能有必要在参考接收机内部加装前置放大器。

对于附件A/G.691所定义的各种不同每信道信号比特率，参考接收机应对应采取不同特性。



# 附录一

## 具有3R再生功能的单信道客户接口

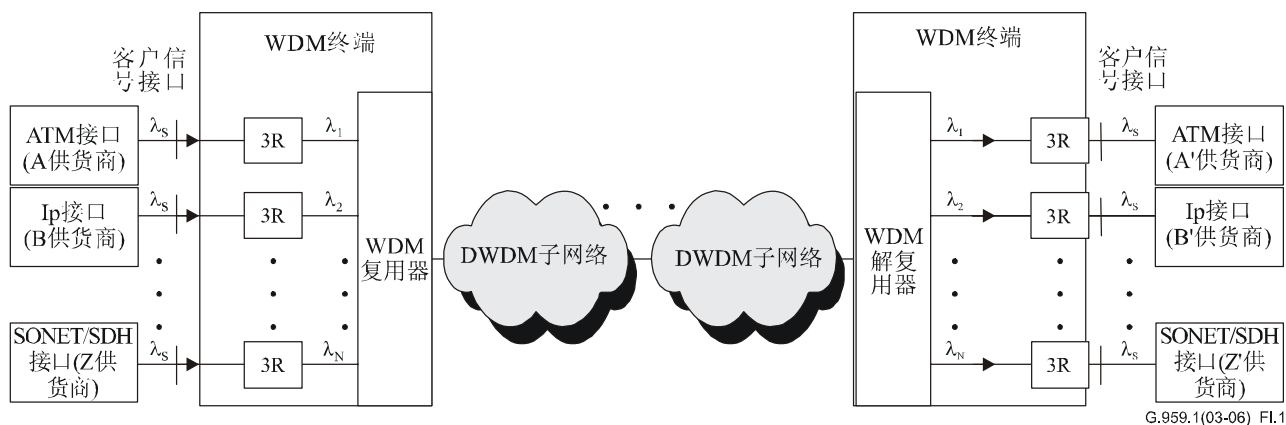
### I.1 引言

本附录描述了有关在OTN光网络客户信号接口端对3R再生功能的采用问题。采用3R再生功能将有助于光网络与现有SDH等传输网络的互联，并有望随着光网络技术的不断成熟，加速OTN的推广使用。

### I.2 具有3R再生功能的客户信号接口描述

如果客户信号的光特性满足OTN光网络物理层接口规范（如波长和频率容差等），则该信号应很有吸引力，因为这类网络可以免除在网络接口进行光电光（OEO）转换的成本。但是，为传输来自传统SONET/SDH设备的客户信号，可能需要进行一次OEO转换。另外，互联问题需要进行联合工程，以确定物理兼容客户信号的使用问题，并就所要求的物理层光接口规范达成一致。

如果上述OEO转换需增加其他功能，如3R再生以及波长转换等，则客户接口物理层光参数规范可参照ITU-T G.957建议书有关短途应用的规范。这一基于在接口网络端使用3R再生功能的短距离客户信号接口可用于传统及更新客户信号发射机和接收机。该接口是ITU-T G.872建议书（光传输网架构）描述的非OTN域间接口（non-OTN\_IrDI）的一个例子。该接口如图I.1所示，其中 $\lambda_s$ 代表短距离互联使用的波长。



G.959.1(03-06)\_FI.1

图 I.1/G.959.1—具有3R再生功能的客户信号接口

## 附录二

### OTN内部通用参考点

图II.1所示为未来OTN光网络元素（ONEs）一个“通用”参考点集合。

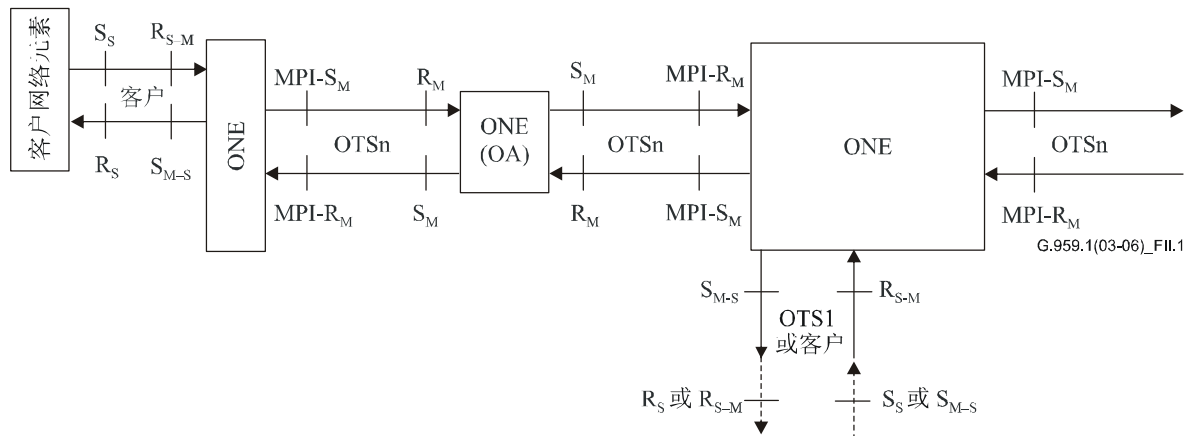


图 II.1/G.959.1—光网络元素通用参考点

图II.1所示各参考点定义如下：

- $S_S$  是光纤上位于单信道客户NE发射机光接头之后的一个（单信道）参考点；
- $R_S$  是位于单信道客户NE接收机光接头之前的一个（单信道）参考点；
- $S_{M-S}$  是位于每个光网络元素支路接口输出光接头的之后的一个（单信道）参考点（"M-S"下标表示该单信道输出信号可能出自多信道系统）；
- $R_{S-M}$  是光纤上位于每个光网络元素支路接口输入光接头之前的一个（单信道）参考点（"S-M"下标表示该单信道输入信号可能输入多信道系统）；
- $MPI-S_M$  是光纤上位于光网络元素传送接口输出光接头之后的一个（多信道）参考点；
- $MPI-R_M$  是光纤上位于光网络元素传送接口输入光接头之前的一个（多信道）参考点；
- $S_M$  是位于线路多信道OA输出光接头之后的一个参考点；
- $R_M$  是位于线路多信道OA输入光接头之前的一个参考点。

在参考点 $S_S$ 、 $R_S$ 处的客户接口以及具有 $S_M$ 和 $R_M$ 参考点的线路放大器不在本建议书范围之内。

“光网络元素”（ONE）一词用以概称光传输网内部通用网络元素。一般来说，一个ONE可能：

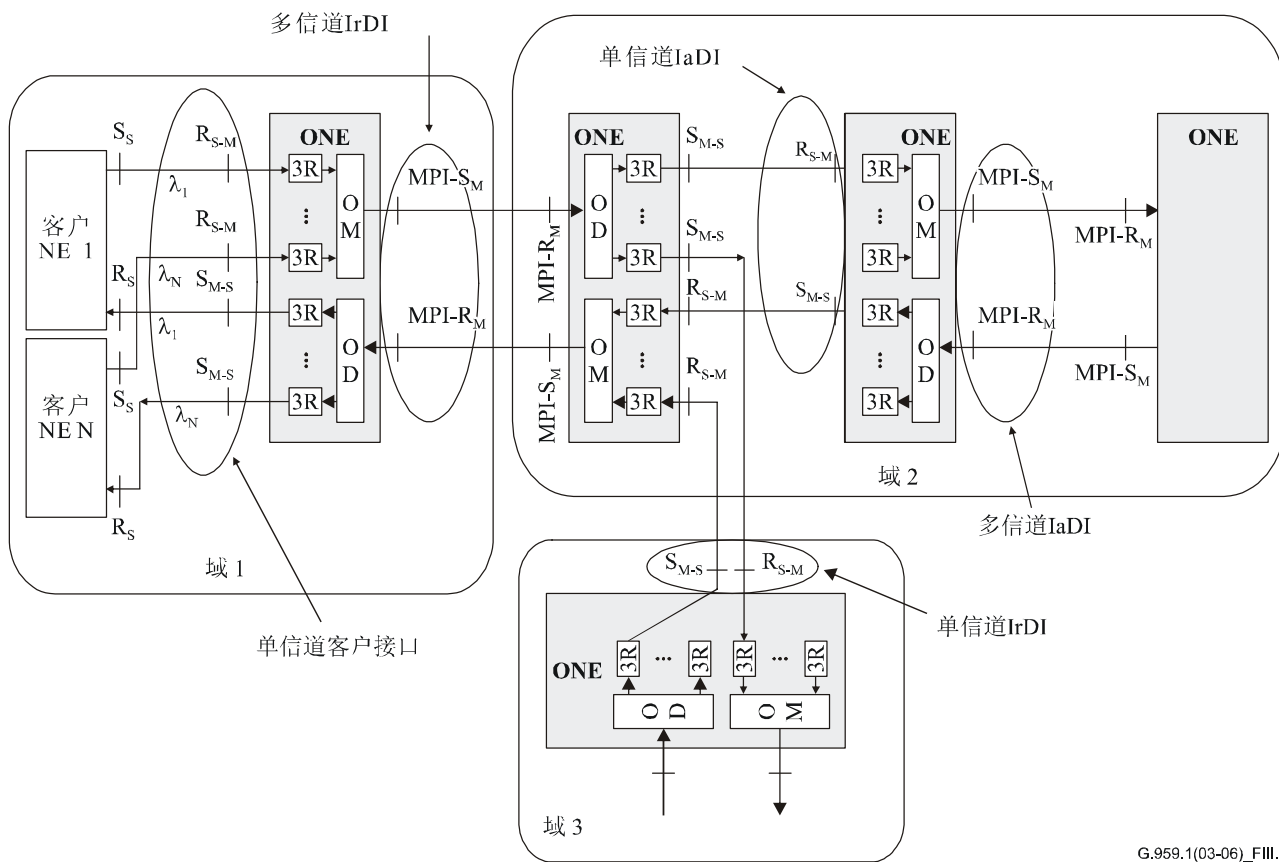
- 1) 只有多信道接口；
- 2) 只有单信道接口；或
- 3) 是单信道和多信道接口的任意组合（也就是说，图II.1中出现的ONE并不意味任何特殊架构）。

### 附录三

#### 对于在IrDI和IaDI内部使用参考点的说明

图III.1对附录二规定的 OTN参考点的应用作了进一步说明。

简单光网络可设置为一个由背靠背连接的WDM解复用器和复用器组成的简单光分叉复用器（OADM）。它们通过单信道接口进行互联。图III.1给出了这一架构示意图。



G.959.1(03-06)\_FIII.1

图 III.1/G.959.1—多信道和单信道域间和域内接口示例

## 附录四

### 有关管理信号实施问题的考虑

我们为OTN IaDI定义了管理光信道、光复用段和光传输段层的信号，可以预见未来对于一些OTN IrDI也将这样做。下面是有关物理实施这类信号的一些考虑。

#### IV.1 光信道管理信号的实施

不论是与信道有关的还是与信道无关的OCh管理信号，都可能有必要实施。

对于与信道相关的管理信号，ITU-T G.709/Y.1331建议书定义了一种“数字包封”技术。该技术采用了一种由开销字节、有效载荷字节和前向纠错字节组成的数字帧结构。

对于传送与OCh有关的开销信号问题，某些应用也可采用非数字（光）传送副载波调制的方法，这有待进一步研究。这些技术可能会引入更严重系统恶化。

光监控信道（OSC）是ITU-T G.709/Y.1331建议书规定的用于实施与信道无关信号的技术。下面将对此进行讨论，同时将考虑光复用段和光传输段管理信号的实施问题。

每个光信道的OCh开销信息始发于并终接于光网络元素的OCh层。

#### IV.2 光复用段和光传输段管理信号的实施

OSC是一个承载网络管理开销信息的独立信道。OMS和OTS层管理消息以及通过与信道无关方式传输的OCh层管理消息共用一个OSC。为监控光网络元素OTS和OMS层多信道信号，可能需要为不同传输方向各提供一个OSC。OSC始发于并终接于各光网络元素。

目前，ITU-T G.692建议书提供了OSC波长优选清单。未来在确定OSC波长时，应考虑应用代码的完全横向兼容性和容差问题。

## 附录五

### 所支持更高等级光支路信号的命名法

在第5.3节，应用代码结构组成如下所示：

PnWx-ytz

在该结构中，y 代表所支持的最高等级光支路信号：

- 1 代表NRZ 2.5G；
- 2 代表 NRZ 10G；
- 3 代表 NRZ 40G；
- 7 代表 RZ 40G。

将7分配给RZ 40G的原因是考虑到4已被保留用于NRZ 160G，因此RZ信号等级将从y = 5开始。表 V.1 所示为这些数字的分配说明。

表 V.1/G.959.1—应用代码命名法有关y 的数字分配

光支路信号速率	NRZ	RZ
1.25 G	0	
2.5 G	1	5
10 G	2	6
40 G	3	7
160 G	4	8

## 附录六

### RZ 40G等级光支路信号应用

本建议书未来版本预计将对比特率/线路编码为RZ 40G的单信道IrDI做出规范。与采用比特率/线路编码为NRZ 40G的应用相比，这些应用预计将表现出对PMD更高的容限。

这些应用在33%，50%和67%这三种不同RZ占空比期情况下的特性有待进一步研究。

- 对一阶PMD的容限预计在33%情况下为最高，在67%情况下为最低。
- 然而，由于其较宽的光谱特性，对二阶PMD的容限预计将表现出相反趋势，即在67% 情况下最高，在33%情况下最低。
- 对于一个给定的恶化量，每个占空比内能容许的二阶PMD的数量取决于检测器（图7-3中R<sub>D</sub>点）上的剩余色散，而这反过来又取决于链路的最大色散补偿偏移和接收机黑盒子设计方法。因为在设计与这些速率对应的链路时，关键因素之一是最大色散补偿偏移，因此对于那些不具备自适应色散补偿功能的应用，需通过链路提供商和系统供货商之间共同作用来设置这一参数。

预计表 VI.1所列参数及其数值将构成未来有关这类应用的基础。

表 VI.1/G.959.1—RZ 40G等级光支路信号单信道IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1L1-7A2 P1L1-7A3 P1L1-7A5
<b>通用信息</b>		
最大信道数	—	1
光支路信号比特率/线路编码	—	RZ 40G
最大误码率	—	$10^{-12}$
光纤类型	—	G.652, G.653, G.655
<b>在MPI-S点处的接口</b>		
中心频率	THz	192.1
最大中心频率偏移	GHz	40
源类型	—	SLM
最大占空比	%	有待进一步研究
最小占空比	%	有待进一步研究
最大频谱功率密度	mW/10 MHz	有待进一步研究
最小边模抑制比	dB	35
最大平均输出功率	dBm	+12
最小平均输出功率	dBm	+9
最小消光比	dB	10
眼图掩模	—	RZ 40G
<b>MPI-S点至 MPI-R点光通道</b>		
最大衰减	dB	22
最小衰减	dB	11
最大色散补偿	ps/nm	对于G.652为1600, 对于G.653为280 (注 1), 对于G.655为800 (注 1)
最大色散补偿偏移	ps/nm	(注 2)
在MPI-S点处最小光回波损耗	dB	24
MPI-S和MPI-R之间最大离散反射系数	dB	-27
最大微分群时延	ps	有待进一步研究

表 VI.1/G.959.1—RZ 40G等级光支路信号单信道IrDI 参数及其数值

参数	单位	P1L1-7A2 P1L1-7A3 P1L1-7A5
<b>在MPI-R点处的接口</b>		
最大平均输入功率	dBm	+1
最小灵敏度	dBm	-16
最大光通道恶化	dB	3 (注 1)
光网络元素最大反射系数	dB	-27
注 1 — 取决于实际散射在链路上分布的不同, 采用G.653 或G.655光纤的链路可能出现因非线性效应而导致的过量通道恶化现象。		
注 2 — 该值须由链路提供商和系统供货商之间通过共同作用达成一致。		

## 附 录 七

### 采用电子色散补偿的应用

本建议书未来版本预计将包括表8-10所列的P1L1-2D2E、1L1-2D2FE、P1V1-2B2E 和 1V1-2B2FE应用的参数数值。这些应用代码要求另外设定一个参数, 以保证发射机频谱特征的适当性。该参数正在研究之中。有关这些应用的其他参数值的初始集合可参见表VII.1。

表 VII.1/G.959.1—采用电子色散补偿的NRZ 10G等级光支路信号长途和甚长途应用单信道IrDI 参数

参数	单位	P1L1-2D2E	1L1-2D2FE	P1V1-2B2E	1V1-2B2FE
<b>通用信息</b>					
最大信道数	—	1	1	1	1
光支路信号比特率/线路编码	—	NRZ 10G	采用NRZ OTU2 FEC	NRZ 10G	采用NRZ OTU2 FEC
最大误码率	—	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$
光纤类型	—	G.652	G.652	G.652	G.652
<b>在MPI-S点处的接口</b>					
工作波长范围	nm	1530-1565	1530-1565	1530-1565	1530-1565
源类型	—	SLM	SLM	SLM	SLM
最大频谱功率密度	mW/ 10 MHz	有待进一步 研究	有待进一步 研究	有待进一步 研究	有待进一步 研究
最小边模抑制比	dB	30	30	30	30

**表 VII.1/G.959.1—采用电子色散补偿的NRZ 10G等级光支路信号长途和甚长途应用  
单信道IrDI 参数**

参数	单位	P1L1-2D2E	1L1-2D2FE	P1V1-2B2E	1V1-2B2FE
最大平均输出功率	dBm	+4	+4	+14	+14
最小平均输出功率	dBm	0	-1	+11	+11
最小消光比	dB	9	8.2	8.2	8.2
眼图掩模	—	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域	NRZ 10G 1550 nm 区域
<b>MPI-S点至 MPI-R点光通道</b>					
最大衰减	dB	22	22	33	33
最小衰减	dB	11	11	21	21
最大色散补偿	ps/nm	1600	1600	2400	2400
在MPI-S点处最小光回波损耗	dB	24	24	24	24
MPI-S和MPI-R之间最大离散反射系数	dB	-27	-27	-27	-27
最大微分群时延	Ps	30	30	30	30
<b>在MPI-R点处的接口</b>					
最大平均输入功率	dBm	-7	-7	-7	-7
最小灵敏度	dBm	-24	-25	-24	-24
最大光通道恶化	dB	2	2	2	2
光网络元素最大反射系数	dB	-27	-27	-27	-27



## 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
<b>G系列</b>	<b>传输系统和媒质、数字系统和网络</b>
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