

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.957

(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

与同步数字系列有关的设备和系统的光接口

ITU-T G.957 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自有特性	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
无线电电话与有线电话的协调	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
数字线路系统	G.950–G.959
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——一般性和与用户相关的问题	G.1000–G.1999
传输媒质的特性	G.6000–G.6999
经传送网的数据——一般性问题	G.7000–G.7999
经传送网的以太网问题	G.8000–G.8999
接入网	G.9000–G.9999

欲了解更多详细信息，请查阅ITU-T建议书目录。

ITU-T G.957建议书

与同步数字系列有关的设备和系统的光接口

摘要

本建议书规范基于同步数字系列的设备和系统的光接口的参数，以实现横向兼容性。

来源

ITU-T G.957建议书由ITU-T第15研究组（2005-2008）于2006年3月29日按照ITU-T A.8建议书规定的程序予以批准。

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
3	术语和定义	2
3.1	定义	2
3.2	在其它建议书中定义的术语	2
4	缩写词	2
5	光接口的分类	3
6	参数定义	8
6.1	系统工作波长范围	8
6.2	发送机	9
6.3	光通道	11
6.4	接收机	13
7	同步数字系列 (SDH) 应用的光参数值	13
8	光工程设计方法	14
8.1	设计假定	14
8.2	最坏情况设计法	14
8.3	统计设计法	15
8.4	升级能力的考虑	16
8.5	工程协调	16
附件A	系统工作波长的考虑	17
A.1	由光纤衰减所确定的工作波长范围	17
A.2	由光纤色散所确定的工作波长范围	18
附件B	光发送信号眼图模框的测量	20
B.1	测量设置	20
B.2	光参考接收机的传递函数	20
附录I	测量反射的方法	22
I.1	光连续波反射仪	22
I.2	光时域反射仪	22
附录II	连续相同数字 (CID) 抗扰度测量的实现	24
II.1	简介	24
II.2	方法	25
附录III	评价接收机灵敏度规范中老化余度影响的可行方法	26
III.1	接收机灵敏度和眼开度	26
III.2	S/X测试法	27

附录IV - 升级能力示例	29
IV.1 示例1	29
IV.2 示例2	29

ITU-T G.957建议书

与同步数字系列有关的设备和系统的光接口

1 范围

本建议书包括支持在ITU-T G.707/Y.1322建议书中规定的同步数字系列（SDH）并在符合ITU-T G.652、G.653和G.654建议书的单模光纤上运行的设备及系统的光接口参数规范。

本建议书的目的是为在ITU-T G.783建议书中论述的SDH设备的光接口提供规范，以便达到在单元光缆段上横向（多供货商）兼容的可能性，即在一上单个光缆段内混合使用不同制造厂家的设备的可能性。然而，本建议书中的规范也力图符合ITU-T G.955建议书，这个建议书为类似体系等级和应用的设备提供纵向兼容的可能性。

本建议书是基于每个方向使用一根光纤。任何其它光安排可能要求不同的规范，需进一步研究。

2 参考文献

下列ITU-T建议书和其它参考文献的条款，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.654 (2004), *Characteristics of a cut-off 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.707/Y.1322 (2003), *Network node interface for the synchronous digital hierarchy.*
- ITU-T Recommendation G.783 (2006), *Characteristics of synchronous digital hierarchy (SDH) equipment functional blocks.*
- ITU-T Recommendation G.826 (2002), *End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections.*
- ITU-T Recommendation G.955 (1996), *Digital line systems based on the 1544 kbit/s and the 2048 kbit/s hierarchy on optical fibre cables.*
- ITU-T Recommendation I.432.2 (1999), *B-ISDN user-network interface – Physical layer specification: 155 520 kbit/s and 622 080 kbit/s operation.*

- 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).*

3 术语和定义

3.1 定义

本建议书定义了下列术语：

3.1.1 横向兼容性 (transverse compatibility)： 在单光段中混用各个生产厂商的设备的的能力。

3.1.2 工程协调 (joint engineering)： 当ITU-T建议书中的现有接口规范不足以满足性能水平时，管理方/运营方对光链路的一组接口特性达成一致的过程，以达到链路的协商性能特性。

3.2 在其它建议书中定义的术语

本建议书使用的在其它ITU-T建议书中定义的术语如下：

- S/R参考点：见ITU-T G.955建议书。
- 同步数字系列 (SDH)：见ITU-T G.707/Y.1322建议书。
- 同步传送模块 (STM)：见ITU-T G.707/Y.1322建议书。
- 纵向兼容性：见ITU-T G.955建议书。

4 缩写词

本建议书采用下列缩写词：

BER	比特误码（差错）率
EX	消光比
LED	发光二极管
MLM	多纵模
NA	不适用
NRZ	非归零
ORL	光回损
RMS	均方根
SDH	同步数字系列
SLM	单纵模
STM	同步传送模块
UI	单位间隔
WDM	波分复用

5 光接口的分类

预期在基于SDH的系统中将使用光纤，用于在两站之间的局间传送和在单个站内连接设备的局内应用。借助发送机和接收机适当的组合，可以获得就不同应用而言在衰减/色散和成本方面最佳的光纤线路系统的功率预算。然而，为了简化横向兼容系统的研制，最好是限制应用种类的数量和用于标准化的光接口规范的相应套数。

如表1所示出，本建议书认可三种主要应用类别：

- 相应于互连距离小于约2km的局内应用；
- 相应于互连距离约15km的短程局间应用；
- 相应于互连距离在1310nm窗口约40km，在1550nm窗口约80km的长途局间应用。

表1/G.957 - 基于应用的光接口的分类及应用代码

应用		局内	局间				
			短程		长途		
光源标称波长 (nm)		1310	1310	1550	1310	1550	
光纤类型		G.652	G.652	G.652	G.652	G.652 G.654	G.653
距离 (km) ^{a)}		≤ 2	~ 15		~ 40	~ 80	
STM 等级	STM-1	I-1	S-1.1	S-1.2	L-1.1	L-1.2	L-1.3
	STM-4	I-4	S-4.1	S-4.2	L-4.1	L-4.2	L-4.3
	STM-16	I-16	S-16.1	S-16.2	L-16.1	L-16.2	L-16.3
^{a)} 这些距离指标用于分类而不是用于规范。在应用代码中，光纤类型的设计不排除将本建议书中光参数应用到G.655光纤上单信道系统的可能性。							

在每一类别中，可以考虑或是在符合ITU-T G.652建议书的光纤上使用标称1310nm光源，或是在符合ITU-T G.652、G.653或G.654建议书的光纤上使用标称1550nm光源。本建议书包括两类局间应用的可能性，而对局内应用只考虑了在G.652光纤上使用标称1310nm光源。对于光参数来说，全部系统特性和具体数值一般取决于系统比特率，利用表1中示出的一套应用代码，根据本建议书中所考虑的应用对SDH系列光接口进行分类是很方便的。这种应用代码是用下面的方法构成的：

应用-STM等级。尾标数

应用的符号为I（局内），S（短程），或L（长途），尾标数为下述之一：

- （空白）或1表示在符合G.652的光纤上使用的标称1310nm波长光源；
- 2表示短程应用中在符合G.652的光纤上和长途应用中在符合G.652和G.654的光纤上使用的标称1550nm波长光源；
- 3表示在符合G.653的光纤上使用的标称1550nm波长光源。

注 - 局内这一术语的使用不意味着排除与所规定的一组光参数一致的任何其它的应用（例如B-ISDN用户网络接口 - 在ITU-T I.432.2建议书中规定的物理层规范）。

对表1中应用代码所选的距离，是基于用目前工艺可以达到并认为适合网络要求的参数值。建议局内和短程局间应用代码可作为低成本设备的实施方法。为了提供与目前工艺及为横向兼容目的所设定的限值一致的最大长度中继器间隔，建议使用长途应用代码。所推荐的距离允许开拓1550nm区将现有系统升级。表1中的距离代表接近最大中继器间距。通过考虑表2至表4中每种应用的最大光纤衰减和色散值，能够得出与表2至表4给出的衰减限值相符但包含了额外连接器的余量或余度的特定距离限值。

表2/G.957 - 为STM-1光接口规定的参数

	单位	数值							
数字信号 标称比特率	kbit/s	符合ITU-T G.707/Y.1322建议书的STM-1 155 520							
应用代码 (表1)		I-1	S-1.1	S-1.2		L-1.1	L-1.2	L-1.3	
工作波长范围	nm	1260 ^{a)} -1360	1261 ^{a)} -1360	1430-1576	1430-1580	1263 ^{a)} -1360	1480-1580	1534-1566/ 1523-1577	1480-1580
参考点S的发送机 光源类型		MLM LED	MLM	MLM	SLM	MLM SL M	SLM	MLM	SLM
光谱特性:									
- 最大RMS宽度 (σ)	nm	40	7.7	2.5	-	3	-	3/2.5	-
- 最大-20dB 宽度	nm	-	-	-	1	-	1	-	1
- 最小边模抑制比	dB	-	-	-	30	-	30	-	30
平均发射功率									
- 最大	dBm	-8	-8	-8	0	0	0	0	0
- 最小	dBm	-15	-15	-15	-5	-5	-5	-5	-5
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2	10	10	10	10	10
S和R点之间的光通道 衰减范围 ^{b)}	dB	0-7	0-12	0-12	10-28	10-28	10-28	10-28	10-28
最大色散	ps/nm	18 25	96	296 NA	246 NA	NA	NA	246/296 NA	NA
S点光缆设备 (包括任何连接器) 的最小光回损	dB	NA	NA	NA	NA	20	NA	NA	NA
S和R点之间的最大离散反射	dB	NA	NA	NA	NA	-25	NA	NA	NA
参考点R的接收机									
最低灵敏度 ^{b)}	dBm	-23	-28	-28	-34	-34	-34	-34	-34
最低过载	dBm	-8	-8	-8	-10	-10	-10	-10	-10
最大光通道损失	dB	1	1	1	1	1	1	1	1
在R点测得的接收机最大反射	dB	NA	NA	NA	NA	-25	NA	NA	NA
a) 某些主管部门可能要求1270nm的限值。									
b) 见第6节。									

表3/G.957 - 为STM-4光接口规定的参数

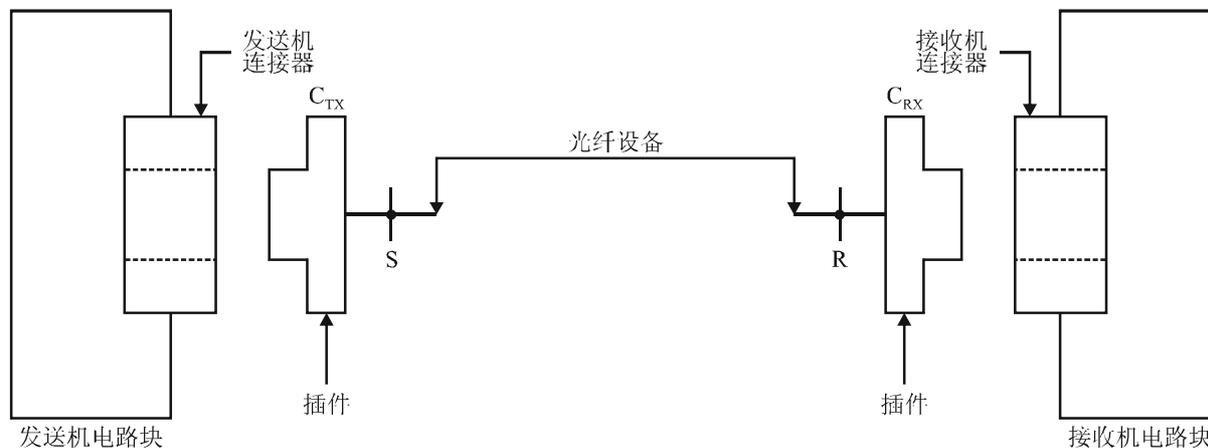
	单位	数值						
数字信号 标称比特率	kbit/s	符合ITU-T G.707/Y.1322建议书的STM-4 622 080						
应用代码 (表1)		I-4	S-4.1	S-4.2	L-4.1		L-4.2	L-4.3
工作波长范围	nm	1261 ^{a)} -1360	1293-1334/ 1274-1356	1430-1580	1300-1325/ 1296-1330	1280-1335	1480-1580	1480-1580
参考点S的发送机		MLM	LED	MLM	SLM	MLM	SLM	SLM
光源类型		MLM	LED	MLM	SLM	MLM	SLM	SLM
光谱特性								
- 最大RMS宽度 (σ)	nm	14.5	35	4/2.5	-	2.0/1.7	-	-
- 最大-20dB宽度	nm	-	-	-	1	-	1	< 1 ^{b)}
- 最小边模抑制比	dB	-	-	-	30	-	30	30
平均发射功率								
- 最大	dBm	-8	-8	-8	-8	+2	+2	+2
- 最小	dBm	-15	-15	-15	-15	-3	-3	-3
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2	8.2	10	10	10
S和R点之间的光通道								
衰减范围 ^{b)}	dB	0-7		0-12	0-12	10-24		10-24
最大色散	ps/nm	13	14	46/74	NA	92/109	NA	1600
S点光缆设备 (包括任何连接器) 的最小光回损	dB	NA		NA	24	20		24
S和R点之间的最大离散反射	dB	NA		NA	-27	-25		-27
参考点R的接收机								
最低灵敏度 ^{b)}	dBm	-23		-28	-28	-28		-28
最低过载	dBm	-8		-8	-8	-8		-8
最大光通道损失	dB	1		1	1	1		1
在R点测得的接收机最大反射	dB	NA		NA	-27	-14		-27
^{a)} 某些主管部门可能要求1270nm的限值。 ^{b)} 见第6节。								

表4/G.957 - 为STM-16光接口规定的参数

	单位	数值					
数字信号 标称比特率	kbit/s	符合ITU-T G.707/Y.1322建议书的STM-16 2 488 320					
应用代码 (表1)		I-16	S-16.1	S-16.2	L-16.1	L-16.2	L-16.3
工作波长范围	nm	1266 ^{a)} -1360	1260 ^{a)} -1360	1430-1580	1280-1335	1500-1580	1500-1580
参考点S的发送机							
光源类型		MLM	SLM	SLM	SLM	SLM	SLM
光谱特性							
- 最大RMS宽度 (σ)	nm	4	-	-	-	-	-
- 最大-20dB宽度	nm	-	1	< 1 ^{b)}	1	< 1 ^{b)}	< 1 ^{b)}
- 最小边模抑制比	dB	-	30	30	30	30	30
平均发射功率							
- 最大	dBm	-3	0	0	+3	+3	+3
- 最小	dBm	-10	-5	-5	-2	-2	-2
最小消光比	dB	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
S和R之间的光通道							
衰减范围 ^{b)}	dB	0-7	0-12	0-12	12-24 ^{d)}	12-24 ^{d)}	12-24 ^{d)}
较高波长限值的最大色散	ps/nm	12 ^{c)}	NA	800 ^{c)}	NA	1600 ^{c)}	450 ^{c)}
较低波长限值的最大色散	ps/nm	12 ^{c)}	NA	420 ^{c)}	NA	1200 ^{c)}	450 ^{c)}
S点光缆设备 (包括任何连接器) 的最小光回损	dB	24	24	24	24	24	24
S和R点之间的最大离散反射	dB	-27	-27	-27	-27	-27	-27
参考点R的接收机							
最低灵敏度 ^{b)}	dBm	-18	-18	-18	-27	-28	-27
最低过载	dBm	-3	0	0	-9	-9	-9
最大光通道损失	dB	1	1	1	1	2	1
在R点测得的接收机最大反射	dB	-27	-27	-27	-27	-27	-27
<p>a) 某些主管部门可能要求1270nm的限值。</p> <p>b) 见第6节。</p> <p>c) 较高和较低波长限值之间的波长，其最大色散在所给两极波长数值间呈线性内插。如最大色散数值相同，则需在整个波长范围内满足这一数值要求。</p> <p>d) 某些主管部门可能需要最低为10dB而非12dB的衰减，为此，需要降低发送机的最大输出功率，或增加接收机的最小过载 (或二者兼而有之)。</p>							

6 参数定义

在本建议书中，光纤线路系统接口可以如图1所示那样来表示。在图1中，S点是刚好在发送机光连接器（ C_{TX} ）之后光纤上的参考点，R点是刚好在接收机光连接器（ C_{RX} ）之前的光纤上的参考点。在分配架（如果用的话）上的附加连接器则被当作光纤链路的一部分，并位于S点和R点之间。在本建议书中，为S点的发送机，R点的接收机以及S点和R点之间的光通道规定了光参数。



G.957-F01

图1/G.957 - 光线路系统接口的表示

所有规定的参数值是假定在整个标准的运用条件范围（即温度和湿度范围）内都满足的最坏情况值，而且它们包括老化影响。这些条件和影响需要进一步研究。对于表1中每种应用的光通道衰减和色散条件的极限情况，各参数是相对于比特误码率（BER）不劣于 1×10^{-10} 的光缆段设计目标而规定的。对于具有增加性能的系统（例如，按照ITU-T G.826建议书的BER为 10^{-12} 或更好），可能对于表1的应用会要求提高接收机的灵敏度或减少衰减范围。

用于所有系统接口的光线路编码是按照ITU-T G.707/Y.1322建议书进行扰码的二进制不归零码（NRZ）。

6.1 系统工作波长范围

为了在实现横向兼容系统和将来使用波分复用（WDM）时提供灵活性，希望系统工作波长能够有尽可能宽的范围。对表1中的每种应用的工作波长范围的选择取决于几个因素，包括光纤类型、光源特性、系统衰减范围及光通道的色散。下面的一般考虑影响到本建议书中工作波长范围的规范。附件A中包括了用以拟定本建议书的工作波长范围要求的系统特性更详细的论述。

工作波长范围是光源波长的最大可允许范围。在此范围内，与光纤相关的不同损耗（和不同的放大器实现）可以对光源波长进行选择。接收机必须有最小的工作波长范围对应于最大的可允许光源波长范围。对利用光纤放大器的SDH网络必须限制其工作波长范围。

允许系统运用的波长范围部分地由光纤或光缆截止波长值来确定。对于G.652和G.653的光纤，已经选择了一些数值以允许光缆在1270nm及其以上的波长上单模运用，某些主管部门允许该值低到1260nm。对G.654的光缆，已提议单模运用的截止波长值为1530nm及其以上。

可允许的波长范围进一步由光缆衰减来确定。虽然固有散射衰减一般随波长增加而减少，但OH离子吸收是在1385nm附近明显地显示出来，并略延伸至1245nm附近的小范围。因此，这些吸收峰和截止波长确定一个中心波长在1310nm附近的波长区。符合ITU-T G.652建议书的色散非位移光纤最适宜用于这一波长区。在较长波长处，接近和超过1600nm时出现弯曲衰减，同时在1600nm以上出现红外吸收。因此，这些衰减和1385nm处的水峰确定了1550nm附近的第二个工作波长区。关于最佳损耗光纤的ITU-T G.654建议书只限于这个波长区。然而，G.652和色散位移的G.653光纤可以用在此波长区。

除了用来确定宽工作波长范围的截止波长和衰减以外，允许的波长范围由发送机光谱特性与光纤色散的相互作用来确定。这个范围的某些部分可处于由衰减决定的波长范围之内或之外。两个范围的重叠部分是系统工作的允许波长范围。

6.2 发送机

6.2.1 标称光源类型

取决于衰减/色散特性和表1中每种应用的系列等级，可用的发射装置包括发光二极管（LED）、多纵模（MLM）激光器和单纵模（SLM）激光器。对于每一种应用，本建议书指出了一种标称光源类型。要理解的是，本建议书指出的标称光源类型并不是一种要求，SLM器件可以代替以LED和MLM作为标称光源类型的任何应用，而MLM器件可以代替以LED作为标称光源类型的任何应用，而系统性能不会有任何降低。

6.2.2 光谱特性

对于LED和MLM激光器，光谱宽度是由标准工作条件下的最大均方根（RMS）宽度来规定的。RMS宽度或数值是指光谱分布的标准偏差（ σ ）。RMS宽度的测量方法应考虑从峰值模下降不多于20dB的所有模式。

对于SLM激光器，用中心波长峰值的最大全宽度规定最大光谱宽度而该最大全宽度是在标准工作条件下以比中心波长的最大幅度下降20 dB的方式测得的。另外，对于在SLM系统中模式分割噪声的控制，规定了激光器边模抑制比的最低值。

对估价由激光器频率扫动和SLM激光器的有限边模抑制比引起的色散损失，目前还没有一致同意的可靠方法。由于这个原因，对于L-4.2、S-16.1、S-16.2、L-16.1、L-16.2及L-16.3应用，SLM激光器线宽还在研究之中。

目前能指出的是，基于时间平均光谱测量结果的光谱宽度定义与通道损失的相互关联性不强，不足以用于确保SLM装置的所需性能。

人们认识到需要特别针对长途系统更精确地规定动态激光器特性。目前可用的最佳方法是光纤传输测试。其配置由一个被测发送机、具有为最大系统长度规定的最大色散的试验光纤及一个参考接收机组成。然后，采用一种比特误码比测量来估算发送机的动态特性。

对于激光器验收测试来说也采用上面的方法。这样，将激光器加到模拟传输系统的发送机来估算激光器。具有可接受光谱特性的激光器在模拟系统的满意误码性能基础上进行识别。另外一些表征激光器动态性能的方法尚待进一步研究。

对于利用光放大器的SDH网络，为了得到超过对长途应用所规定的那些目标距离，有必要采用具有合适的光谱特性的发送机。

6.2.3 平均发射功率

参考点S上的平均发射功率是发送机耦合到光纤的伪随机的数据序列的平均功率。给出平均发射功率的一个范围，以便允许某种程序的成本优化，并包括在标准工作条件下的运用容限、发送机连接器劣化、测试容差及老化影响。这些数值允许用来计算在参考点R上的接收机灵敏度和过载点的数值。

对于长途应用，通过使用其最大平均发射功率超过表2至表4规定的无冷却激光器，并以配备在低损耗段中连接的可取消的外部光衰减器为条件来获得成本-效益系统设计的可能性，有待进一步研究。

在发送设备出故障的情况下，应根据IEC 60825作为光纤/激光器安全考虑限制发射率和对人员的最大可能照射时间。

6.2.4 消光比

习惯采用的逻辑光功率级是：

- 逻辑“1”是光发射；
- 逻辑“0”是无发射。

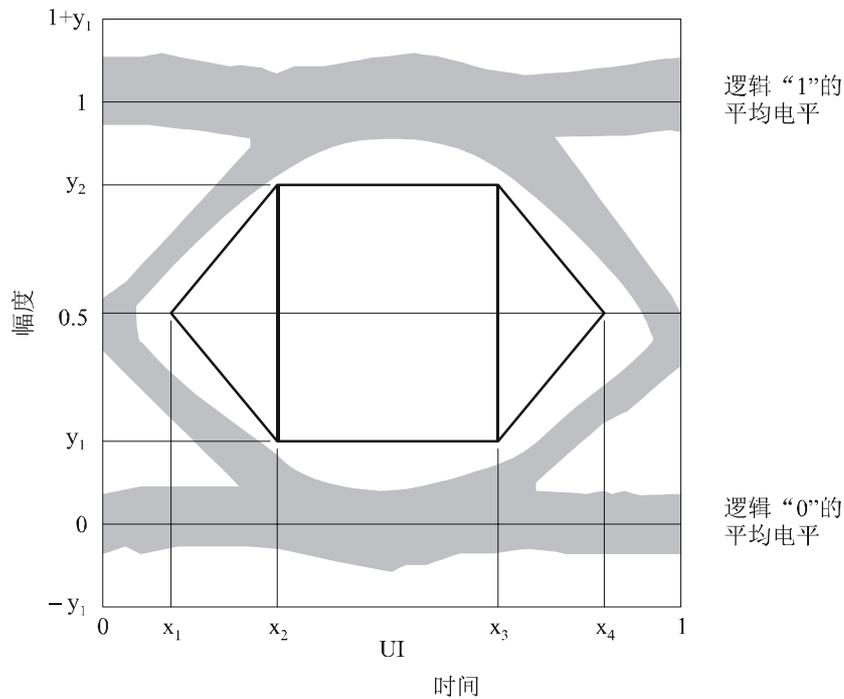
消光比（EX）规定为：

$$EX = 10 \log_{10} \left(\frac{A}{B} \right)$$

其中A是逻辑“1”中心的平均光功率级，B是逻辑“0”中心的平均光功率级。消光比的测量方法正在研究之中。

6.2.5 眼图模框

本建议书中，以在S点上的发送机眼图的模框形式规定了一般的发送机的脉冲形状特性，它包括上升时间、下降时间、脉冲过冲、脉冲过冲及振荡。对所有这些特性都应加以控制，以便防止接收机灵敏度的过分劣化。为了估价发送信号，重要的是不仅要考虑眼图张开度，而且要考虑过冲和过冲极限。图2中示出规定发送机眼图模框的参数。附件B考虑了用于确定光发送信号的眼图的测量装置。



	STM-1	STM-4		STM-16
x_1/x_4	0.15/0.85	0.25/0.75	x_3-x_2	0.2
x_2/x_3	0.35/0.65	0.40/0.60	y_1/y_2	0.25/0.75
y_1/y_2	0.20/0.80	0.20/0.80		

G.957_F02

注-对于STM-16, 矩形眼图模框的 x_2 和 x_3 没有必要与0 UI和1 UI的垂直轴等距。这种偏差范围尚待进一步研究。鉴于STM-16系统所涉及的频率和因而带来实现这种滤波器的困难, STM-16的参数值可能要根据经验稍作修正。

图2/G.957 - 光发送信号眼图的模框

6.3 光通道

为了保证在表1中考虑的每种应用的系统性能, 有必要规定在参考点S和R之间的光通道的衰减和色散特性。

6.3.1 衰减

本建议书中, 对每种应用的衰减规定了一个范围, 它是表1所示的主要应用距离的特性, 然而, 为了在实施横向兼容系统中提供灵活性, 本建议书认可在局内应用和短程局间应用之间以及在短程局间应用和长途局间应用之间的衰减范围有某种重叠。假定衰减规范是最坏情况数值, 这些数值包括由接头、连接器、光衰减器(如用的话)或其它无源光器件及任何附加光缆余量引起的损耗, 以便为下述情况留有余量:

- 1) 将来对光缆配置的修改(附加接头, 增加光缆长度等);

- 2) 由于环境因素引起的光缆性能的变化；
- 3) 在S点和R点之间的任何连接器、光衰减器（如使用的话）或其他无源光器件（当提供时）的性能劣化。

6.3.2 色散

所考虑的受色散限制的系统有表2至表4中规定的色散（ps/nm）的最大数值。这些数值是符合所规定的最大光通道损失的（即L-16.2是2dB，所有其它应用是1dB）。它们考虑了所规定的发送机类型及在工作波长范围内的光纤色散系统。

所考虑的受衰减限制的系统没有规定的最大色散值，并在表2至表4中用“NA”（不适用）表示。

6.3.3 反射

反射是由于光通道沿线的折射率具有不连续性引起的。如果不加控制，由于对激光器工作的干扰影响或由于多次反射在接收机上导致干涉噪声，反射可能劣化系统性能。在本建议书中，通过规定下述各值控制来自光通道的反射：

- S点上光缆设备（包括任何连接器）的最小光回损（ORL）；
- S点和R点之间最大离散反射。

本建议书中尚未考虑使用方向耦合器在单根光纤工作时反射可以产生的影响，这种影响有待进一步研究。

对反射的测量方法在附录I中做了叙述。对反射率和回损测量来说，假定S点和R点与每个连接器插件（见图1）的端面重合。要知道这不包括在工作系统中各个连接器的实际反射性能。对于所用的具体型号的连接器的，假定这些反射具有标称的反射值。

在光通道内可能包括的连接器的其他不连续的反射点的最大数量（例如，分配架或WDM部件），必须保证达到规定的总的光回损。如果使用满足在表2至表4中引用的最大的不连续反射的连接器的仍不能保证总的光回损的话，那么必须使用具有较好反射性能的连接器的，或者必须减少连接器的数量。为了避免由于多次反射引起的不能接受的损伤，也必须限制连接器的数量或使用具有改进的反射性能的连接器的。这样的影响在STM-16和STM-4长途系统中特别明显。

在表2至表4中，S点和R点之间的-27dB最大不连续反射的数值拟将多次反射的影响（例如干涉噪声）减小到最低程度。在表3和表4中，最大接收机反射值-27dB对包括多个连接器等在内的所有可能的系统配置来说，将保证可接受的多次反射的损失。使用数量较少或性能较好的连接器的系统，产生的多次反射较少，并因此能允许接收机有较强的反射能力。作为一个极端的例子，如果在系统中只有两个连接器，一个接收机有14dB的回损是可接受的。

对于认为反射影响不会限制系统性能的系统，对有关的反射参数不规定数值，而这一点用NA（不适用）表示在表2至4中。然而，当将本建议书用于特殊应用场合时，应当注意的是，如果打算升级到更严格要求的其它应用时，那么应使用这些更严格的要求。

在表2至表4中各应用的最坏的光回损的条件下开发发送机信噪比规范的可能需要，有待进一步研究。

6.4 接收机

系统的正常工作需要有最低接收机灵敏度和最小过载功率能级的规范。这些规范须与为每种应用所规定的平均发射功率范围和衰减范围一致。

此外，系统正常工作要求接收机应允许SDH信号内相对低的传输速率范围，其原因是SDH帧结构格式（ITU-T G.707/Y.1322建议书）。附录II表述接收机系统的连续相同数字抗扰度的估计方法。

6.4.1 接收机灵敏度

接收机的灵敏度的定义，为获得 1×10^{-10} BER在R点的平均接收功率最小值。必须通过具有最坏情况值的发送机眼图模框、S点光回损、接收机连接器的劣化和测量容差来满足这一定义要求。当存在色散或光通道反射时，不必满足有关接收机灵敏度的要求；这些影响在最大光通道损失分配中单独规定。

注 - 当发送机抖动超出相关抖动发生限值（如G.783规定的SDH光辅助信号）时，无需满足有关接收机灵敏度的要求。

对老化影响没有单独作出规定，因为它们典型地是网络提供者和设备生产厂商之间的问题。在正常温度下接收机开始使用和它的寿命终止（最坏情况）之间典型的余度，希望在2至4dB范围内。一个确定老化对接收机灵敏度影响的测量方法的例子列在附录III中，在表2至表4中规定的接收机灵敏度是最坏情况、寿命终止值。

6.4.2 接收机过载

接收机过载是指在R点上对于 1×10^{-10} BER接收到的平均功率的最大可接受数值。

6.4.3 接收机反射

从接收机返回到光缆设备的反射，是由在R参考点上测得的接收机的最大容许反射来规定的。

6.4.4 光通道功率损失

考虑到由反射、码间干涉、模分隔噪声及激光器频率扫动引起的总劣化，要求接收机允许光通道损失不超过1dB（对L-16.2是2dB）。

7 同步数字系列（SDH）应用的光参数值

对于表1的各种应用，STM-1的光参数值在表2中给出，STM-4的光参数值在表3中给出，STM-16的光参数值在表4中给出。对三个系列等级中的每一种，规定在参考点S处发送机眼图的模框的参数在图2中给出。这些表不排除对任何给定的比特率满足多于一种应用要求系统的使用。

8 光工程设计方法

为使用同步数字系列提供横向兼容系统的可能性，选用由本建议书所包括的应用选择和一组光参数来反映经济和技术考虑之间的平衡。本节论述使用表2至表4中的参数来获得对工程SDH光链路的通用系统设计方法。

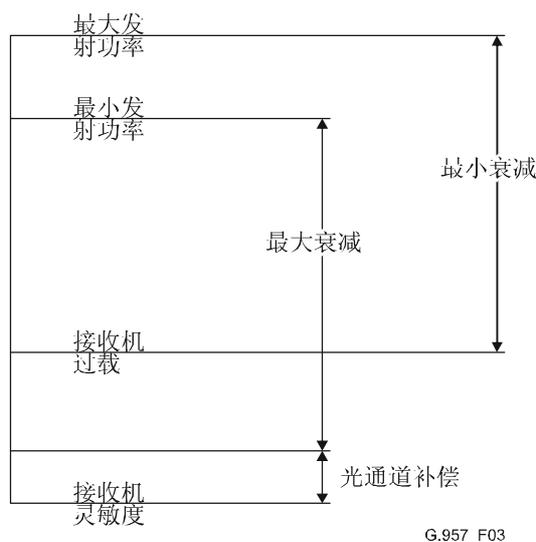
8.1 设计假定

为了以最少的接口部件规范来满足最大多数应用的可能性，对SDH系列的每个等级假设了三种接口类型。为了在网络设计中提供较大的灵活性，同时确认为各种应用提供的现有技术和成本的制约，这些规范是以不同的衰减/色散状态来分类而不是由明显的距离约束来分类。

为了给网络规划者提供简明的设计指导和对制造商提供明确的部件规格，本建议书规定了最坏情况（寿命终止期）的参数值。因此，既不规定未分配的系统余度也不规定设备余度，并假定发送机、接收机及光缆设备在标准运用条件下分别满足了技术规范。在某些情况下，与通过协调光链路的工程、采用统计设计方法或在受到比在标准工作条件下允许的更严格制约的应用和环境中可得的系统设计相比，这将导致更保守的系统设计。

8.2 最坏情况设计法

对于最坏情况的设计方法，表2至表4中的光参数如图3中所示那样相关联。在受损耗限制的应用中，通过首先固定总光通道衰减，系统总体可以确定合适的应用代码和相对应的一组光参数，它们应当包括所有光功率损耗源和由系统总体规定的任何光缆设计余度。对系统衰减落在两种应用的衰减重叠范围的情况，那就应用二者之一的任何一组光参数。最经济的设计一般对应于具有较窄的衰减范围的应用代码。对每种设置，应核实包括组合色散和反射劣化在内的总的光通道损失不超过 6.4.4和表2至表4中给出的值，因为较高的值可能迅速导致系统性能恶化。



G.957_F03

图3/G.957 - 光参数的关系

对于色散限制系统，系统总体可以通过确定对将要设计的单元光缆段所预计的总色散（ps/nm），来选择一种合适的应用代码和相应的一组光参数。最经济的设计一般对应于选择最大色散超过由系统设计确定的色散值最少的应用。另外，如上所述，应核实总的光通道功率损失。

8.3 统计设计法

统计设计法是基于设计一种加长的单元光缆段，它可能超过由最坏情况设计法所得的段长。允许以一定的概率使S点和R点之间的衰减和色散大于规定的系统值，或可能得不到横向兼容的设计，在长距离、高比特率光系统中可通过减少中继器的数量来降低成本。

当使用统计设计法时，各子系统的参数可用统计分布特性表示。假定这些统计分布可以从生产厂家得到。用数值法（例如，用蒙特卡罗法）或分析法（例如，高斯平均和标准偏差）能够处理这种分布。

可以认为有统计特性的参数实例如下：

- 光缆衰减；
- 光缆零色散波长和零色散斜率；
- 接头和连接器损耗；
- 发送机的光谱特性（中心波长、光谱宽度等）；
- S点和R点之间的可用系统增益（如S点的可用光功率和R点的接收机灵敏度。考虑到横向兼容性，这些参数可能需要分别考虑）。

根据设计的实际情况，上述的每种参数可以考虑为或是有统计特性的，或是最坏情况的。在半统计设计法中，被认为是确定的那些参数可以给出围绕最坏情况值的一个零宽度分布特性。详情在ITU-T G.955建议书中给出。

8.4 升级能力的考虑

对于系统升级能力，出现两种可能性：

- 1) 可能需要从现有的准同步系统升级到SDH系统（例如，根据本建议书从符合G.955建议书规范的139 264 kbit/s系统升级到一个STM-1系统）；
- 2) 可能需要从一个SDH系列等级上升到另一个SDH系列等级（例如，从STM-1到STM-4）。

对长距离应用，同时满足两种可能性并不总是可行的，而人们对系统升级所需采取的最好方法有不同的看法。例如，为了维持与符合ITU-T G.955建议书的139 264kbit/s和 $4 \times 139 264$ kbit/s系统的兼容性，本建议书中STM-1和STM-4长距离应用的最大衰减值须分别是28dB和24dB。这两个等级的最大衰减之差反映了这样一种情况，与满足较高衰减值的灵敏度要求的STM-4的接收机目前比较高的成本相比，满足较低衰减值的灵敏度要求的STM-4接收机当前更可广泛利用。

实现升级能力的两个例子在附录IV中做了叙述。

8.5 工程协调

对一些有限的情况，本建议书的接口规范明显不适用时可能需要工程协调以满足光缆段的要求。当所要求的光缆段的损耗比本建议书中规定的大（如大2dB）时出现这种情况，不过对其它参数也可考虑工程协调。

对此，当本建议书的规范不够满意时，应由相关管理者/运营者更详细地规定系统的性能。特别强调的是，要求“工程协调”的各种情况可能是不同的，因此，对这些系统的任何参数值进行标准化都毫无意义。可采取的方法是，由相关管理者/运营者对其要求达成一致意见，然后再与厂商协调得出切实可行的方法。该过程很可能使得传输链路的两端由同一厂商提供，该厂商可同时使得发送方和接收方最优化来满足所要求的性能。

应该指出的是，尽管不能为经“工程协调”的系统规范任何参数值，还应提醒相关的管理者/运营者或厂商还应尽量遵守本建议书中采用的通用规则和系统工程的方法，特别是，采用相同的参数定义（例如，在R参考点的接收机灵敏度，包括所有温度和老化影响）大有好处。

附件A

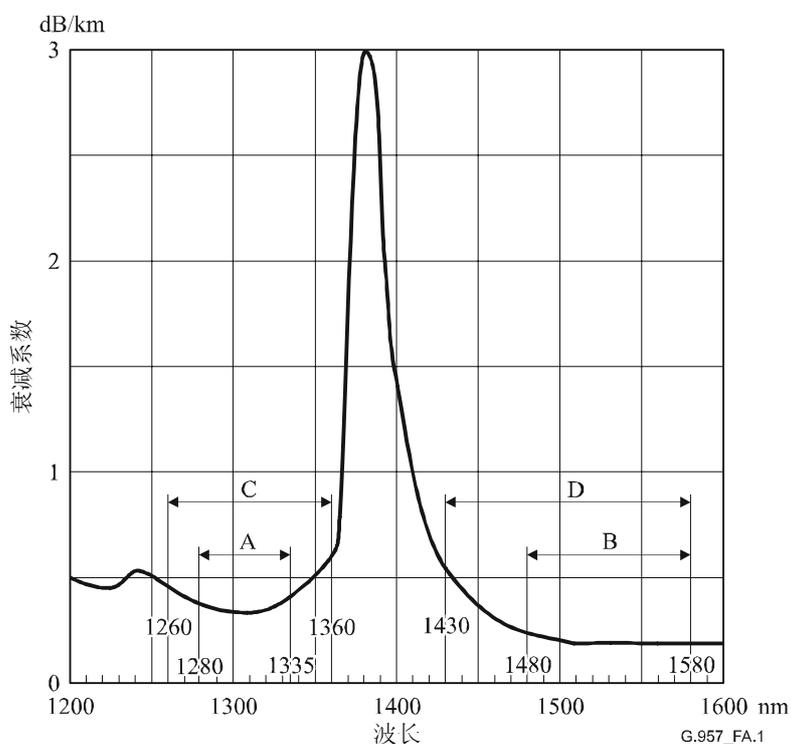
系统工作波长的考虑

本附件为在表2至表4中规定的工作波长范围的选择方面提供进一步的资料。

A.1 由光纤衰减所确定的工作波长范围

本建议书中所用的已装光缆衰减系数的一般形式表示在图A.1中。该图包括了由于安装接头、维修接头及工作温度范围引起的损耗。ITU-T G.652建议书说明在1310nm区域曾获得过0.3-0.4dB/km 范围及在1550nm区域曾获得过0.15-0.25dB/km范围的衰减系数。

列在表2至表4中的波长范围，已由光纤生产厂商给出的数据结合成缆、安装接头、维修接头及温度工作范围总的裕度的假设确认。因此，下面的参考最大衰减系数值考虑仅适合于以下的系统计算：局内应用是3.5dB/km，短程应用是0.8dB/km，1310nm时长途应用是0.5dB/km及1550nm时长途应用是0.3dB/km。采用这些衰减系数值，表1中所列近似目标距离是可达到的。



范围 A和B适于长途 (L-N.x) 应用，
而范围C和D适于短程 (S-N.x) 和局内 (I-N) 应用。

图A.1/G.957 - 在S点和R点之间已安装的光缆的
典型光谱衰减系数

A.2 由光纤色散所确定的工作波长范围

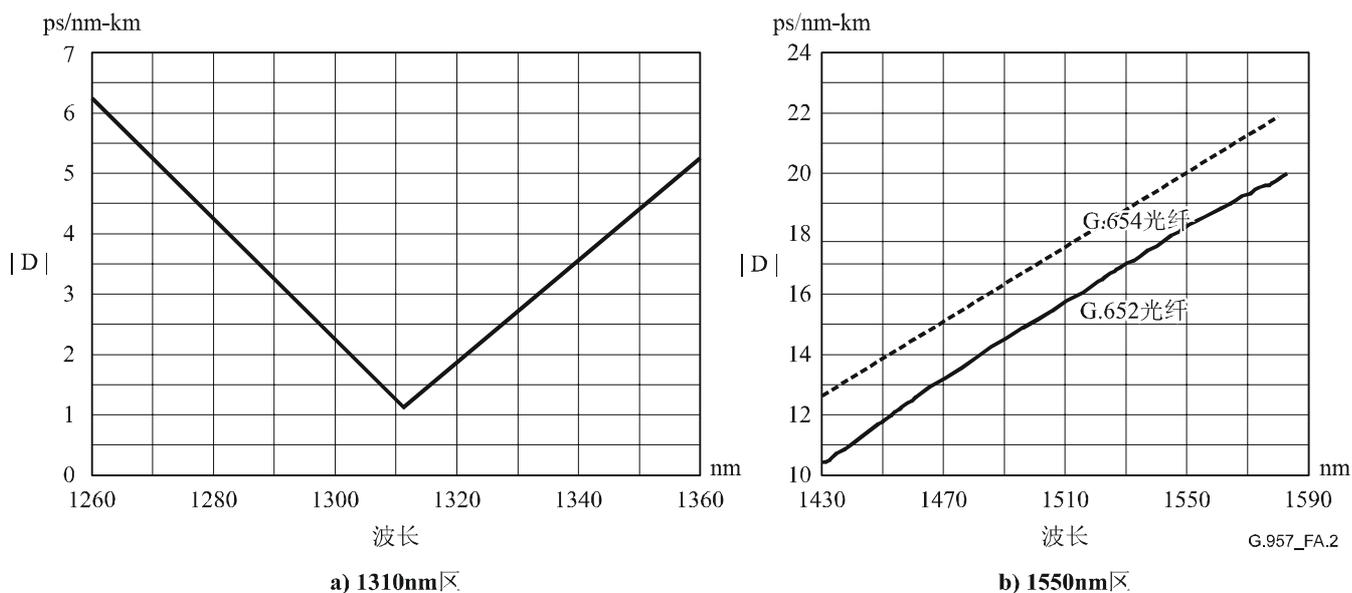
对G.652光纤，零色散波长在1300nm和1324nm之间，因此，在1310nm区域光纤色散是最佳的。由这些波长和对零色散斜率的相应要求，导出在图A.2-a中所示的色散系数的最大允许绝对值（由具有最小或最大零色散波长的光纤来决定）。然而，G.652光纤也可用在1550nm区域内，该区域的最大色散系数比较大，如图A.2-b所示。

对于G.653光纤，零色散波长的允许范围在1500nm和1600nm之间，因此，在1550nm区域内光纤色散是最佳的。色散系数的分析表达式导出图A.3示出的最大允许值。G.653光纤也可用在1310nm区域内，该区域最大色散系数比较大。然而，在ITU-T G.957建议书中目前没有考虑这种可能的应用。

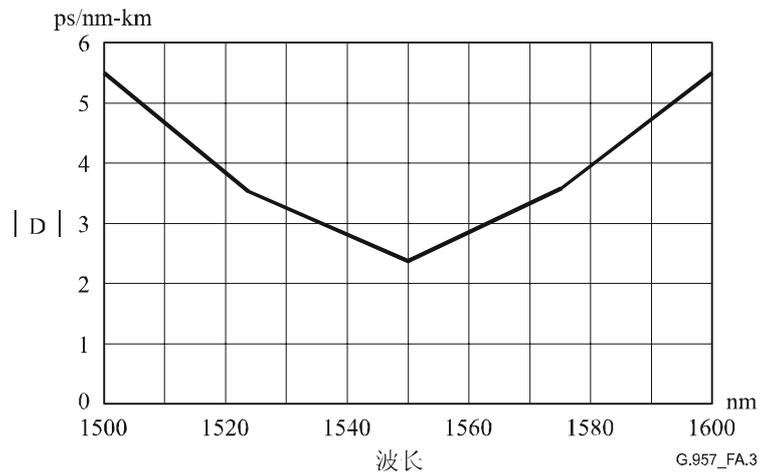
对于在1550nm区域内的G.654光纤，色散系数类似于G.652光纤，但比G.652光纤稍大些。这一点仍在研究之中，故尚未在表2至表4中考虑。

对于在1310nm区域内的G.652光纤和在1550nm区域内的G.653光纤，选择色散受限制的波长范围，以便在限制的波长上的色散系数的绝对值近似相等。正如从图A.2-a和图A.3的形状可以看出的那样，绝对色散值在工作波长范围内是较小的。

对于1550nm范围内的G.654和G.652光纤，图A.2-b表明，色散限制较高的工作波长，而衰减则限制较低的工作波长。



图A.2/G.957 - G.652光纤 (—)和G.654光纤 (----) 的色散系数的最大绝对值 $|D|$



图A.3/G.957 - G.653光纤的色散系数的最大绝对值|D|

发送机和光纤之间的相互作用用一个参数“ ϵ ”来说明。把它规定为 10^{-6} 乘比特率（以Mbit/s为单位）乘通道色散（以ps/nm为单位）乘RMS光谱宽度（以nm为单位）的积。对于由色散引起的1dB功率损失，“ ϵ ”有一个最大值。对仅有码间干扰的情况，“ ϵ ”值0.306应用到LED和SLM激光器。SLM激光器的20dB宽度取作6.07倍的RMS宽度。（仅对L-16.2，有必要将“ ϵ ”增加到0.491，相当于2dB功率损失）。对码间干扰加模分隔噪声，“ ϵ ”最大值0.115用于MLM激光器。（对于I-1和I-4，大的光谱宽度可能不经常出现，但为了有可能节省成本而在此保留）。对于波长的频率扫动，还没有已知值用于SLM激光器。

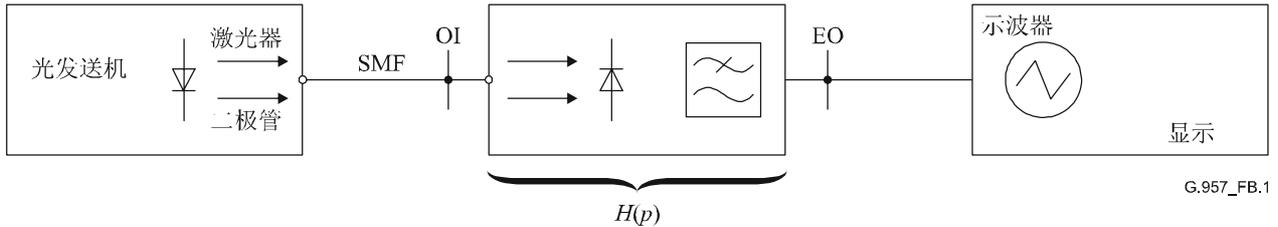
对于一种特定的光谱宽度，特定应用代码的光通道色散是固定的。根据表1的适当的通道距离，可得到最大允许色散系数。然后，根据色散系数的光谱特性确定色散限制的波长范围。（使用超过ITU-T G.652、G.653或G.654建议书所述波长范围的色散系数有待进一步研究）。

附件B

光发送信号眼图模框的测量

B.1 测量设置

为保证光发送信号能适应接收机性能，建议使用如图B.1所示的测量设置测量光发送信号的眼图。可在参考点OI使用一光衰减器来适配光能级；在参考点EO可使用一电放大器来适配光能级。图2中的眼图模框值包括诸如取样示波器噪声和低通滤波器的制造偏差等的测量误差。



$H(p)$ 光参考接收机的传递函数，包括光检测器和电的低通滤波器的传递函数
 SMF 符合ITU-T G.652、G.653或G.654建议书小于10m的光纤
 OI, EO 光输入 (OI) 和电输出 (EO) 的参考点

图B.1/G.957 - 发送机眼图的测量设置

B.2 光参考接收机的传递函数

光参考接收机的标称传递函数用如下式的一个4阶贝塞耳·汤姆森响应来表征：

$$H(p) = \frac{1}{105} (105 + 105y + 45y^2 + 10y^3 + y^4)$$

其中：

$$p = j \frac{\omega}{\omega_r}$$

$$y = 2.1140p$$

$$\omega_r = 1.5\pi f_0$$

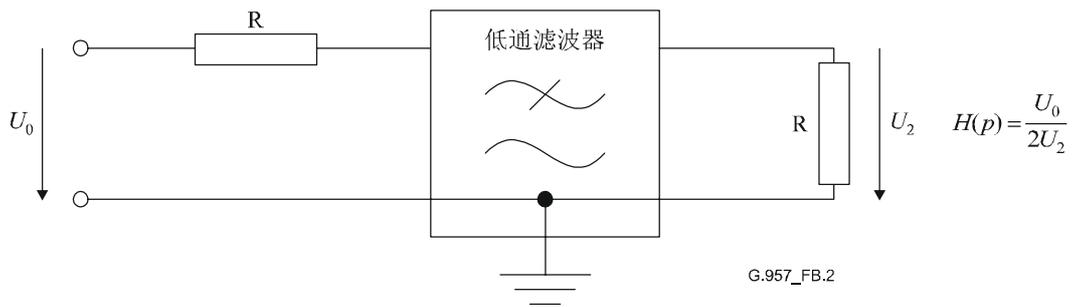
$$f_0 = \text{比特率}$$

参考频率是 $f_r = 0.75 f_0$ 。当 $0.03f_r$ 上的衰减定为0dB时，该频率上的标称衰减为3dB。表B.1给出在各种频率上相应的衰减和群时延失真。图B.2示出用于测量光发送信号眼图模框的低通滤波器的简化电路图。

注 - 该滤波器不表示光接收机内采用的噪声滤波器。

表B.1/G.957 - 光参考接收机的衰减和群时延失真的标称值

ff_0	ff_r	衰减 (dB)	群时延失真 (UI)
0.15	0.2	0.1	0
0.3	0.4	0.4	0
0.45	0.6	1.0	0
0.6	0.8	1.9	0.002
0.75	1.0	3.0	0.008
0.9	1.2	4.5	0.025
1.0	1.33	5.7	0.044
1.05	1.4	6.4	0.055
1.2	1.6	8.5	0.10
1.35	1.8	10.9	0.14
1.5	2.0	13.4	0.19
2.0	2.67	21.5	0.30



图B.2/G.957 - 测量发送机眼图的接收机低通滤波器

为了适应包括低通滤波器的光参考接收机部件的容差，实际衰减与标称衰减的偏差不能大于表B.2中规定的值。应在低于参考频率的频带内检验群时延的平坦度。允许偏差有待进一步研究。

表B.2/G.957 - 光参考接收机的衰减容差值

ff_r	Δa (dB) ^{a)}		
	STM-1	STM-4	STM-16
0.001 .. 1	±0.3	±0.3	±0.5
1 .. 2	±0.3 ... ±2.0	±0.3 ... ±2.0	±0.5 ... ±3.0
a) 暂定值。 注 - Δa 的中间值应在对数频率刻度上按线性内插来求得。			

附录 I

测量反射的方法

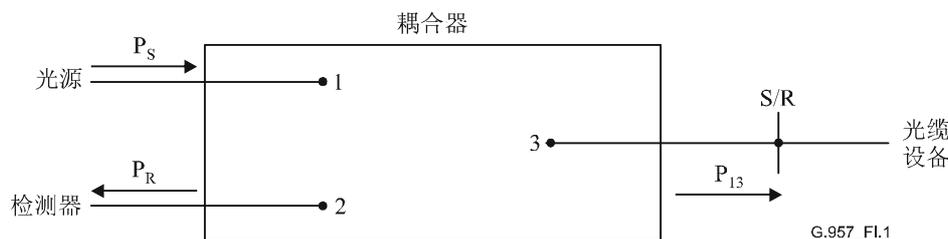
一般采用两种方法。光连续波反射仪（OCWR）采用连续的或用高灵敏度的时均光功率计调制的稳定光源。这种方法适用于测量S点的光缆设备的光回损或R点的接收机的反射率。光时域反射仪（OTDR）采用一个带有灵敏的时间分辨光接收机且具有低占空周期的脉冲光源。这种方法适用于测量S点和R点之间的离散反射率和R点的接收机反射率。

这两种仪器都采用 2×1 光耦合器，并且二者都是商用品。仪器所附说明书可以取代下文的说明。此外，测试程序正在开发之中。

在校准时，可采用一条具有已知端反射器的跳线。反射率的值可能接近零（如采用仔细匹配折射率和/或光纤弯曲点拉直时得到的那样），或者约为 -14.5dB （如很好地切开时所得），或者是一些其他已知的反射率 R_0 （如采用不完善的切口或用一个薄膜涂层时所得）。跳线和仪器之间的连续反射率必须低。

I.1 光连续波反射仪

图I.1中示出耦合器的相关装置。下述校准测量仅需做一次。将光源直接接入光功率计来测量光功率 P_s 。然后将光源与耦合器的“输出”端口3相连，此时，光功率计在“输入”端口2处测量 P_{32} 。再将光源与“输入”端口1相连，光功率计在端口3测量功率 P_{13} 。最后，将无反射跳线与端口3相连，在端口2测量功率 P_0 。



图I.1/G.957 - OTDR和OCWR的耦合器配置

将R点的连接器与端口3相连来测量检测器的反射率，将S点的连接器与端口3相连来测量光缆设备的ORL。在任何一种情况下，都在端口2处测量功率 P_R 。检测器的反射率为：

$$R = 10 \log_{10} \frac{P_s (P_R - P_0)}{P_{13} P_{32}}$$

光缆设备的ORL为：

$$ORL = -R$$

I.2 光时域反射仪

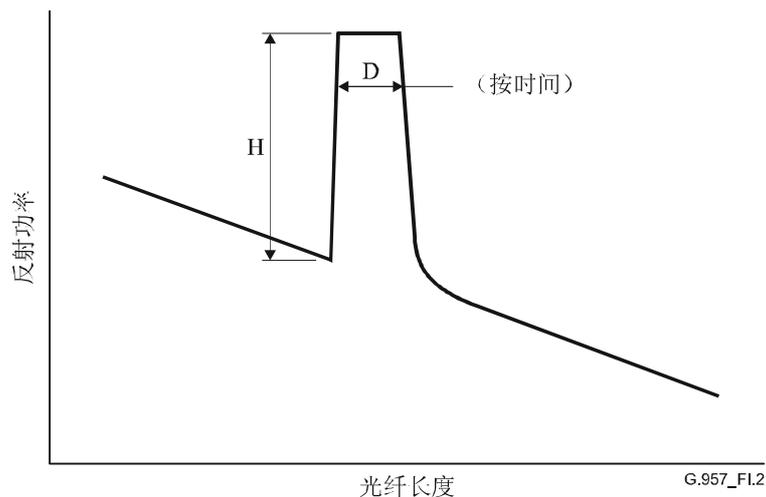
这里，耦合器通常是装在仪器内部的。如果仪器内部没有配备一个可变光衰减器和一根长度大于仪器“死区”的引线的话，则需配备这两者。下述校准测量仅需做一次。接入一条已知反射率 R_0 的跳线，即能得到一条如图I.2中所示的OTDR踪迹。调节光衰减器直到反射峰刚好低于仪器饱和能级并记下峰高 H_0 。计算出校准因子：

$$F = R_0 - 10 \log_{10} \left(10^{\frac{H_0}{5}} - 1 \right)$$

（如果测得脉冲的短暂持续期 D ，则光纤的背向散射系数为 $B = F - 10 \log_{10} D$ 。如 D 的单位是ns，则 B 大约为-80dB。）

将OTDR同S点或R点相连来测量S点和R点之间的最大离散反射率。记下特定反射率的峰高 H ，结果为：

$$R = F + 10 \log_{10} \left(10^{\frac{H}{5}} - 1 \right)$$



图I.2/G.957 - 离散反射器处的OTDR踪迹

附录 II

连续相同数字（CID）抗扰度测量的实现

II.1 简介

STM-N信号包括数据流中的一些区域，在此区域中由于数据结构而可能导致的比特差错可能性较大。

特别可识别下列三种情况：

- 1) 由眼封引起的差错。由于设备中信号的平均电平随着交变电流耦合（DC漂移）导致的图密度的变化而变化；
- 2) 由定时恢复电路差错引起的差错。该电路连接包括很少的以数据传送方式的定时信息的数据区域；
- 3) 由上述2)再加上下述原因造成的差错：在一个低定时内容（这些比特有低数据内容，特别对于大的N）时段之前出现第一行STM-N段开销比特。

为了验证STM-N在上述条件下正常工作的能力，可以采取的方法是估计电路块的连续相同数字（CID）抗扰度。

本方法可以在设备的设计阶段和产品装配过程的适当位置采用。

可以采用另一数字信号图验证定时恢复的程度及STM-N设备的低频性能。

在图II.1定义了相关的图序列。

本测试未打算模拟设备可能遭受的异常工作条件的状态。

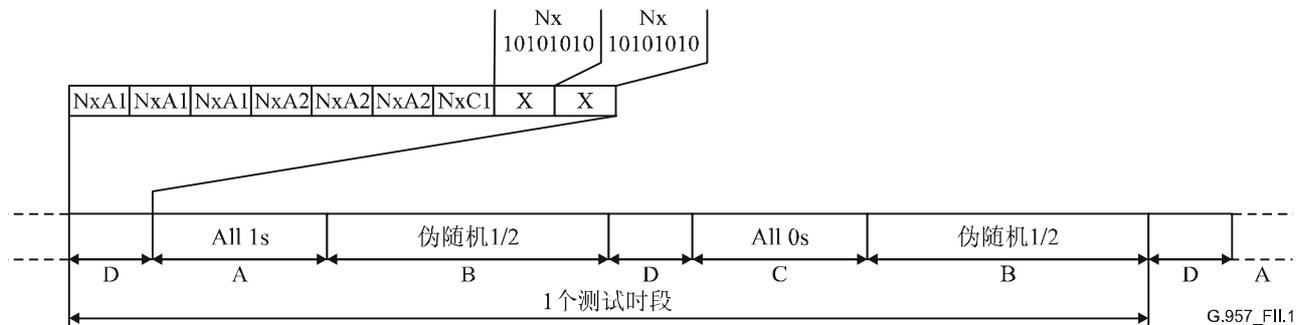


图 II.1/G.957 - STM-N图相关测试序列

II.2 方法

本测试图由下列四种连续数据块构成：

- a) 全“1”（0定时内容，高平均信号幅度）；
- b) 标记密度比为1/2的伪随机数据；
- c) 全“0”（0定时内容，低平均信号幅度）；
- d) 包括由测试中的STM-N系统的第一行段开销比特组成的数据块。

图II.1所示的测试图标志出区域A、B、C和D。

在0定时内容期间，时段A和C等于STM-N信号中所期望的最长像元序列。其值暂定为9个字节（72比特）。

伪随机时段的持续时间，应允许信号的和A和C时段出现后定时电路的零基线偏移，因此，其必须大于接收机子系统中最长的时间常数。在基于PLL的时钟提取情况下，应给出10 000比特的次序值。考虑可能的测试设备限制时，2000比特的最小值也可接受。

伪随机段的内容应由带有与TU-T G.707.Y.1322建议书中定义相同的多项式的扰码器生成的。同样，扰码器应“不同步”，即，不利用帧校准段修正图的开始。这样的安排将保证系统将经历测试时的一些位置上伪随机二进制序列（PRBS）的最坏阶段。但是，测试设备的限制可能排除不同步扰码器的使用。因此，必须规定PRBS的最坏阶段，这待进一步研究。

D时段定义为STM-N信号段开销的第一行，包括9.2/G.707/Y.1322中描述的有效C1比特（连续二进制数码）。

建议在SDH系统设计和生产阶段的任一合适时间进行这一测试，以表明定时恢复和决策电路均有能力处理最差情况SDH信号。

应该强调，测试图可能被某些设备拒绝或产生误动作，因为例如图中的帧定位比特的出现。因此，测试应只用于不太受影响的组件如定时恢复单元、接收机放大器链等。

但是，在某些可用的用户端口可应用此测试。不建议其作为整体验收的测试（该测试可能要求特别规定的设备接入端口和连接设计）。

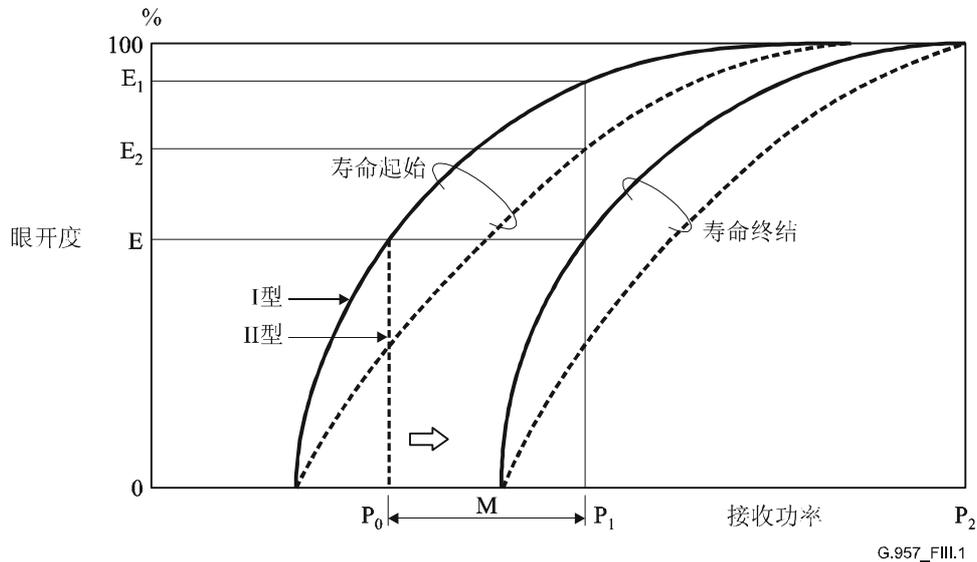
附录 III

评价接收机灵敏度规范中老化余度影响的可行方法

本附录提出了一种确定老化对本建议书中使用的接收机灵敏度规范的影响的可能方法。

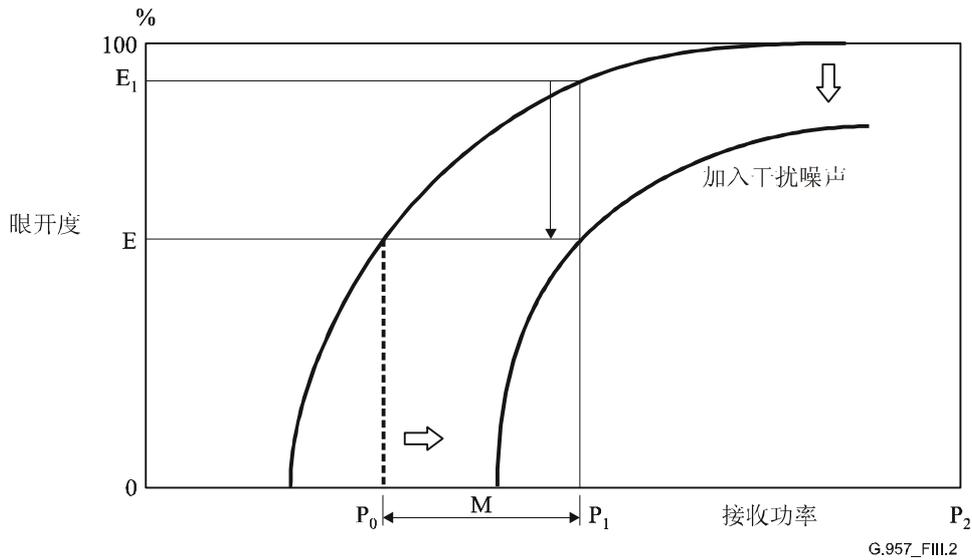
III.1 接收机灵敏度和眼开度

图III.1示出作为光接收功率函数的接收机眼开度。眼开度值 E 是由系统设计者在系统工作在比特误码率BER为 10^{-10} 时确定的值。所收到的光功率 P_2 对应于接收机最大眼开度所需功率。为使系统运行稳定，一般将所接收的光功率设置得高于 P_1 ，这样，在系统工作寿命结束时，仍然满足规定的眼开度 E 。因此， P_1 是系统寿命结束时的接收机灵敏度，而 P_0 是系统寿命开始时的接收机灵敏度。 M 是 P_1 和 P_0 间的余度，用于考虑接收机老化造成的影响。眼开的余量取决于接收机特性和下面的数值，例如，对不同的接收机而言，可能是 E_1-E 和 E_2-E （如I型或II型）。如果接收功率是 P_0 ，则不能得到适当的眼余度。



图III.1/G.957 - 眼开度特性

就老化对接收机性能的影响而言，可以假定，作为所接收光功率函数的眼开度平行于初始特性移动，如图III.2所示。为了模拟老化影响，也可以假定，在对应于眼余度的初始值的信号上加上一一定量的码间干扰噪声，即可得到这种移位曲线。用这种技术评价眼开度的测试方法是S/X测试。



图III.2/G.957 - 由码间干扰形成的眼开度

III.2 S/X测试法

采用一个在比系统工作比特率低的频率上调制的NRZ信号实施S/X测试，以模拟码间干扰噪声，该干扰信号在光路上与一标准光信号组合并被注入待测的接收机。

在S/X测试中，标准光信号功率通常设定为 P_1 。干扰噪声X的光功率大小可由眼开度和S/X比率的关系来确定，其特性示于图III.3。从图III.3中可看出，S/X可由 E_1 和E间的关系确定为 $(S/X)_E$ 。老化余度M和 $(S/X)_E$ 可由下式得出：

$$M = P_1 - P_0$$

$$(S/X)_E = \frac{P_1}{X}$$

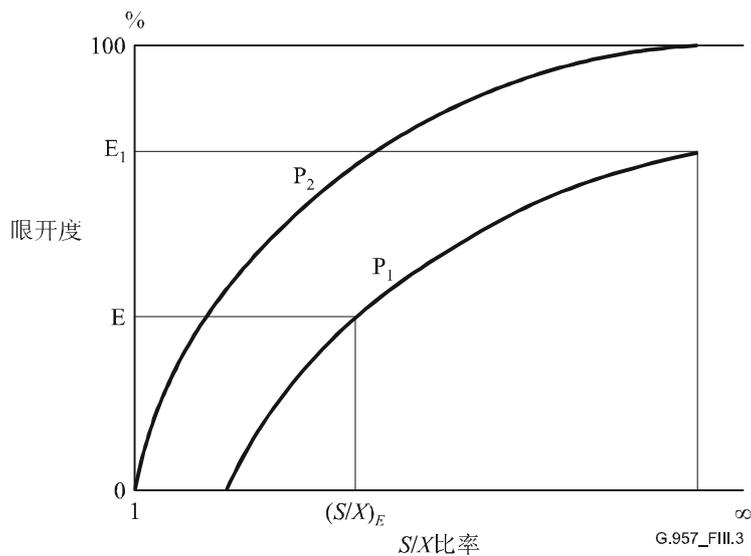
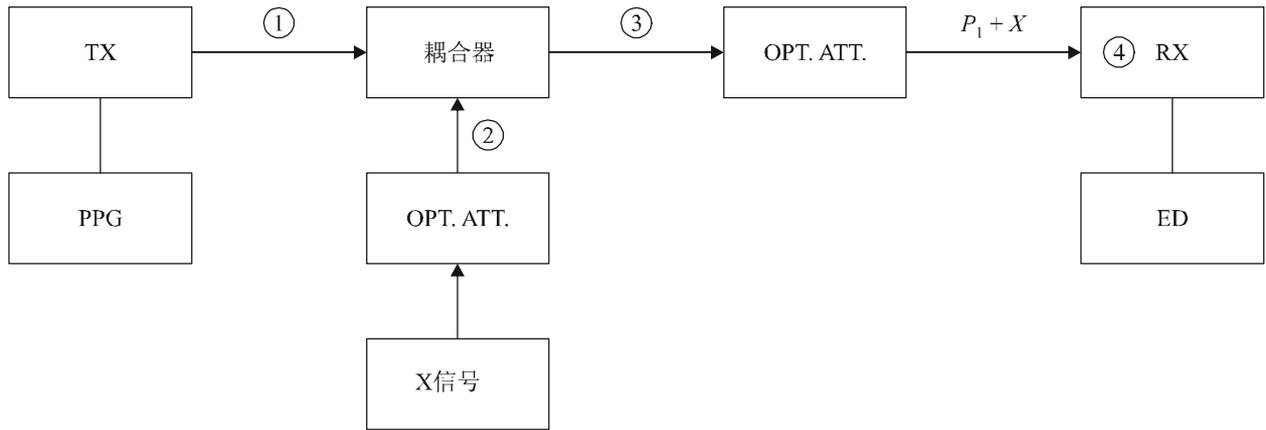
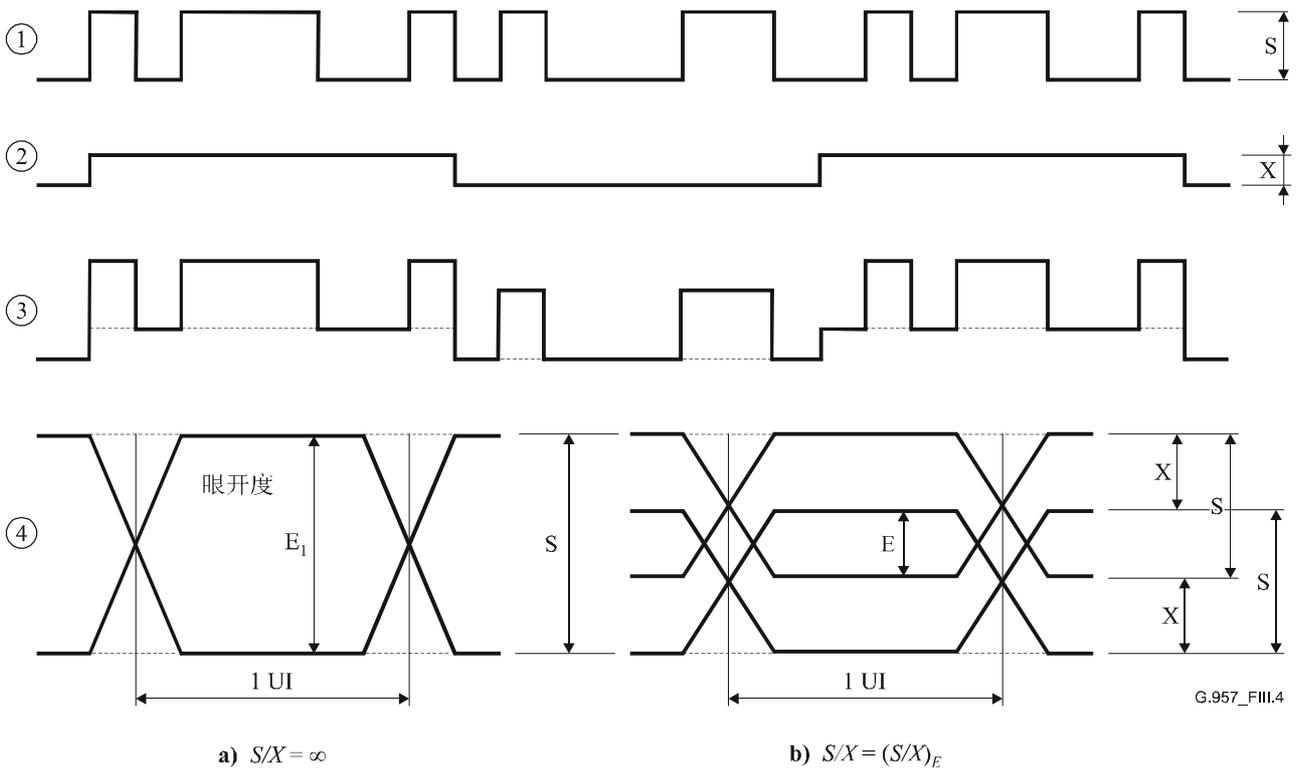


图 III.3/G.957 - 眼开度和S/X比率参数

测试配置示于图III.4中。



- COUPLER 光耦合器
- ED 误码检测器
- OPT.ATT. 光衰减器
- PPG 脉冲码型发生器
- RX 接收机
- TX 发送机
- X SIGNAL 光干扰信号发生器



图III.4/G.957 - S/X测量配置

附录 IV

升级能力示例

完成升级能力的两个示例描述如下：

IV.1 示例1

在长途通信应用中可采用下列最大衰减范围，以通过使用现有广泛应用的光学器件来实现特定体系等级的低成本优化设计：

- STM-1 28dB；
- STM-4 24dB；
- STM-16 24dB。

在从一个体系等级升级到更高的等级时，如果期望维持原有的系统和升级后系统的再生器距离，可选择下述方案：

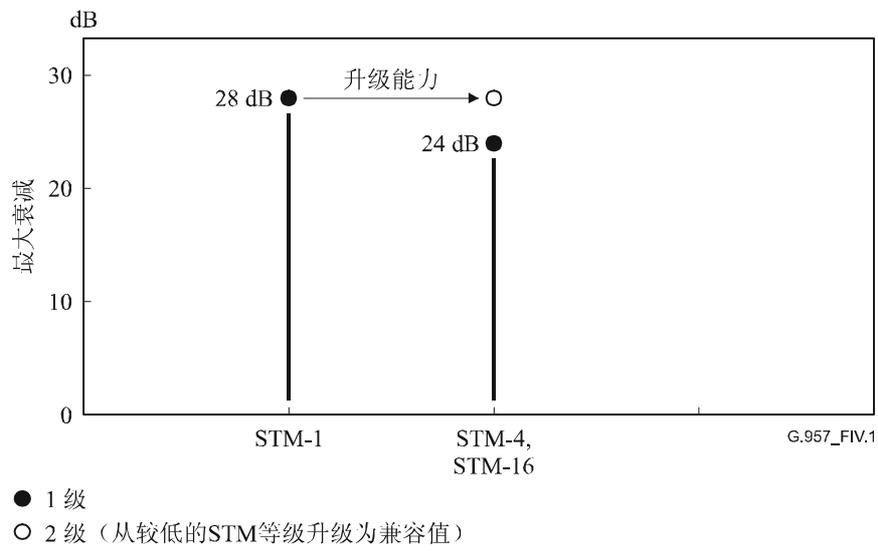
- i) 原系统设计可以建立在对升级后长途系统所期望的最小衰减（即最高体系等级）基础上；
- ii) 如果原有系统采用G.652规定的光纤，工作在1310nm波长区，则升级后的系统可选择工作在1550nm波长区以获得更低的光缆衰减，尽管这样会增加色散损失；
- iii) 升级后的系统可采用损耗较低的组件来替换损耗相对较高的组件（例如连接器）；
- iv) 可以采用统计设计法以便为升级后的系统提供加长的光缆段。

IV.2 示例2

另一种升级方法是在较高等级STM-N系统中采用一组等级概念用于长途局间接口。表IV.1和图IV.1示出基于最大衰减的等级分类。不同等级的参数值有待进一步研究。在考虑网络规划和价格性能等方面时，用户可采用这些等级。此外，较高等级的系统设计应为将来的技术进步和不断变化的业务需求留有余地。

表IV.1/G.957 - 长途通信应用的等级分类

最大衰减	STM-1	STM-4	STM-16
28dB	1级	2级	2级
24dB	–	1级	1级



图IV.1/G.957 - 具有两个等级的STM-N长途局间接口的最大衰减

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