



中华人民共和国国家标准

GB/T 12512.1—XXXX/IEC 60869-1:2018

代替 GB/T 12512—1990

纤维光学互连器件和无源器件 无源光功率控制器 第1部分：总规范

Fibre optic interconnecting devices and passive components—Fibre optic passive
power control devices—Part 1: Generic specification

(IEC 60869-1:2018, IDT)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
3.1 元器件术语	2
3.2 性能参数定义	3
4 装置说明	4
4.1 光衰减器	4
4.2 光熔断器	5
4.3 光功率限制器	6
5 要求	7
5.1 分类	7
5.2 文件	9
5.3 标准化体系	12
5.4 设计与结构	14
5.5 质量	14
5.6 性能	14
5.7 标识和标记	14
5.8 包装	15
5.9 贮存条件	15
5.10 安全	15
附录 A (资料性) 光熔断器配置和性能示例	17
附录 B (资料性) 光熔断器使用说明	19
附录 C (资料性) 光功率限制器结构和性能示例	20
附录 D (资料性) 光功率限制器使用说明	23
附录 E (资料性) 固定式光衰减器应用说明	24
附录 F (资料性) 可变式 (手动或电动) 光衰减器应用说明	25
附录 G (资料性) 可变光衰减器技术示例	26
G.1 基于微机电系统 (MEMS) 技术的 VOA	26
G.2 基于平面光波电路 (PLC) 和基于热光 (TO) 技术的 VOA	26
G.3 基于磁光 (MO) 技术的 VOA	27
参考文献	29
图 1 固定式光衰减器工作曲线	5
图 2 VOA 操作曲线	5

图 3	光熔断器工作曲线	6
图 4	光功率限制器工作曲线	6
图 5	A 型结构	8
图 6	B 型结构	8
图 7	c 型结构	8
图 8	标准化结构	14
图 A.1	非连接器式光熔断器	17
图 A.2	插头插座式(LC)光熔断器	17
图 A.3	光熔断器的响应时间曲线	17
图 A.4	光熔断器(功率阈值约 30 dBm (1 W), 阈值处的输出功率下降约 25 dB)	18
图 B.1	光熔断器的放置	19
图 C.1	非连接式光功率限制器	20
图 C.2	插头插座式(LC)光功率限制器	20
图 C.3	光功率限制器实验示例	20
图 C.4	光功率限制器响应时间示意图(1 ms 输入脉冲时间)	21
图 C.5	功率定义示意图	21
图 C.6	光功率限制器, 输入功率定义	22
.....	23
图 D.1	光功率限制器和光熔断器, 组合, 操作曲线	23
图 E.1	固定式光衰减器的放置	24
图 F.1	可变式(手动或电动)光衰减器的放置	25
图 G.1	基于 MEMS 技术的 VOA	26
图 G.2	基于 PLC-TO 技术的 VOA	27
图 G.3	相位变化和衰减的关系	27
图 G.4	基于 MO 技术的 VOA	28
表 1	三层规范结构	10
表 2	标准互联矩阵	14

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是GB/T 12512《纤维光学互连器件和无源器件 无源光功率控制器》的第1部分。GB/T 12512已经发布了以下部分。

——第1部分：总规范。

本文件代替GB/T 12512—1990《纤维光学衰减器 第1部分：总规范》，与GB/T 12512—1990相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了范围（见第1章，1990年版第一章的1和2）；
- 更改了术语和定义（见第3章，1990年版第一章的6.1）；
- 增加了装置说明（见第4章）；
- 更改了分类（见5.1，1990年版第一章的7）
- 更改了符号、规范体系、图纸、试验和测量（见5.2.1~5.2.4，1990年版第一章的3、6.2、6.3、12、第三章和附录A）；
- 增加了试验资料单和使用说明（见5.2.5和5.2.6）；
- 增加了质量、性能（见5.5和5.6）；
- 更改了标识和标记（见5.7，1990年版第一章的8）；
- 增加了包装和贮存条件（见5.8和5.9）；
- 更改了安全（见5.10，1990年版第一章的10）；
- 删除了订货资料（见1990年版第一章的11）。

本文件等同采用IEC 60869-1:2018《纤维光学互连器件和无源器件 无源光功率控制器 第1部分：总规范》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 将范围内的参考性资料作为注；
- 将第2章的规范性引用文件ISO 8601更正为ISO 8601（所有部分）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由工业和信息化部（电子）归口。

本标准由中国电子科技集团公司第二十三研究所、中国电子技术标准化研究院、青岛浦芮斯光电技术有限公司、广州三石园科技有限公司共同起草。

本文件主要起草人：慕伟、潘倩、杨超

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1990年首次发布为GB/T 12512—1990，本次为第一次修订。

引 言

无源光功率控制器是一种对光功率进行衰减的器件。光功率控制器主要用于光纤通信网、光线数据网、光纤CATV网等光纤传输系统，作为光纤系统的指标测量、短距离通信系统的信号衰减以及系统试验等。具有保护光下游器件免受损伤，调节系统功率水平等功能，是光通信系统和测试系统中的不可缺少的常用器件。随着光通信技术发展和通信系统的广泛应用，对纤维光学衰减器有了更充分的认识，从功能层面，不仅仅是用于衰减一定的光功率，同时还具有将功率水平限制在一定范围内等原标准未体现的功能。

GB/T 12511拟由4部分构成。

- 第1部分：通用规范；
- 第2部分：光衰减器；
- 第3部分：光熔断器；
- 第4部分：光功率限制器。

本文件包括光功率控制器的通用要求。第2部分、第3部分和第4部分包括了三个具有典型功能和应用的门类，有利于提供更为准确、合理的规范相关要求。

纤维光学互连器件和无源器件

无源光功率控制器 第1部分：总规范

1 范围

本文件适用于的光纤无源功率控制器件通常具备以下特性：

- 无源器件，不包含光电子元件或其他传感元件；
- 包含两个光功率传输端口，以固定或可调的方式控制光功率大小；
- 端口形式为尾纤（尾部装有连接器或者无连接器）或适配器。

本文件适用于以下无源光学器件：

- 光学衰减器件；
- 光熔断器；
- 光功率限制器。

注：本文件还提供了通用信息，包括IEC 61753-05x系列的术语。已出版的IEC 61753-05x系列文件列于参考文献中。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

IEC 60027(所有部分) 电工用字母符号(Letters symbols to be used in electrical technology)

IEC 60050-731 国际电工词汇 第731部分：光纤通信(International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Part 731: Optical fibre communication)

注：GB/T 14733.12—2008 电信术语 光纤通信 (IEC 60050-731:1991, IDT)

IEC 60617 (所有部分) 简图用图形符号 (Graphical symbols for diagrams)

注：GB/T 4728 (所有部分) 电气简图用图形符号 [IEC 60617 (所有部分)]

IEC 60695-11-5 着火危险试验 第11-5部分：试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则 (Fire hazard testing—Part 11-5: Test flames—Needle-flame test method—Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance)

注：GB/T 5169.5—2020 电工电子产品着火危险试验 第5部分：试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则 (IEC 60695-11-5:2016, IDT)

IEC 60825 (所有部分) 激光产品的安全 (Safety of laser products)

注：GB/T 7247 (所有部分) 激光产品的安全 [IEC 60825 (所有部分)]

IEC 61300 (所有部分) 纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和测量程序 (Fibre optic interconnecting devices and passive components—Basic test and measurement procedures)

注：GB/T 18309.1—2001 纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和测量程序 第1部分：总则和导则 (IEC 61300-1:1995, IDT)

GB/T 18310 (所有部分) 纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和测量程序 第2-X部分：试验 [IEC 61300-2-X (所有部分)]

GB/T 18311 (所有部分) 纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和测量程序 第3-X部分：检查和测量 [IEC 61300-3-X (所有部分)]

IEC TS 62627-09 光纤互连器件和无源元件 无源光器件的词汇 (Fibre optic interconnecting devices and passive components—Vocabulary for passive optical devices)

ISO 129-1 技术制图尺寸和公差表示 第1部分: 一般准则 [Technical product documentation (TPD) — Presentation of dimensions and tolerances — Part 1: General principles]

ISO 286-1 产品几何技术规范 (GPS) 线性尺寸公差ISO代号体系 第1部分: 公差、偏差和配合的基础 [Geometrical product specifications (GPS)—ISO code system for tolerances on linear sizes— Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits]

注: GB/T 1800.1—2020 产品几何技术规范 (GPS) 线性尺寸公差ISO代号体系 第1部分: 公差、偏差和配合的基础 (ISO 286-1:2010, MOD)

ISO 1101 产品几何技术规范 (GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注 [Geometrical product specifications (GPS)—Geometrical tolerancing—Tolerances of form, orientation, location and run-out]

注: GB/T 1182—2018 产品几何技术规范 (GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注 (ISO 1101:2017, MOD)

ISO 8601 (所有部分) 日期和时间 信息交换的表示方法 (Date and time—Representations for information interchange)

注: GB/T 7408.1—2023 日期和时间 信息交换表示法 第1部分: 基本原则 (ISO 8601-1:2019, IDT)

3 术语和定义

IEC 60050-731、IEC TS 62627-09界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 元器件术语

3.1.1

光纤无源功率控制器 fibre optic passive power control device

无源光学器件 (组件), 通过设计的与波长无关的传输系数控制透射率。

注: 针对总的功率水平或超过阈值功率的输入功率水平进行控制。

3.1.2

光衰减器 optical attenuator

无源光器件 (组件), 用于光纤传输线路, 产生一个与波长无关的受限的信号衰减。

注: 衰减器与波长无关。

3.1.3

固定式光衰减器 fixed optical attenuator

衰减恒定的光衰减器。

3.1.4

可变光衰减器 variable optical attenuator

VOA

光衰减器的衰减可控。

注1: 可变光衰减器的衰减值通常由手动或电动控制。

注2: 本术语仅适用于法语。

3.1.5

光熔断器 optical fuse

一种光纤无源功率控制器件, 在光纤传输线路的传输功率较高并超出光纤功率阈值时, 提供给定、持续的信号阻隔。

3.1.6

光功率限制器 optical power limiter

一种光纤无源功率控制器件,通过调节光纤中的光功率,将输入光功率变化到高于极限输入光功率,实现光功率的恒定功率输出。

3.1.7

插头插座式器件 plug-receptacle style device

组合了两种接口功能的光纤器件,一端为插头,另一端为插座。

3.2 性能参数定义

3.2.1

光熔断器功率阈值 optical fuse power threshold
 P_{th}

光熔断器的输入光功率阈值

注:光熔断器功率阈值 P_{th} 的单位为W或dBm。

3.2.2

光熔断器响应时间 optical fuse response time

输入功率的开始与输出光功率下降到小于预定光功率时的结束时间之间的时间

注1:预定功率应为功率阈值 P_{th} 减去插入损耗IL($P_{th}-IL$),单位为dB,或输入功率 P_{in} 减去阈值所需的衰减值, A_{block} 。

注2:光熔断器响应时间取决于光输入功率水平和输入脉冲时间。

注3:以输入功率 P_{in} 为例,建议比功率阈值 P_{th} 高3 dB,矩形脉冲1 ms的($P_{in}=P_{th}+3$ dB)。在阈值处要求阻滞衰减 A_{block} 的一个例子,建议为30 dB。

3.2.3

阈值处的光熔断器阻塞衰减 optical fuse blocking attenuation at threshold
 A_{block}

当暴露于超过光熔断器功率阈值 P_{th} 时,通过光熔断器的光功率下降,并通过阻塞功率进行响应,单位为dB。

3.2.4

光功率限制器的响应时间 optical power limiter response time

输入功率的开始与减少输出功率小于或等于预定功率的结束时间之间的时间长度

注1:光功率限制器响应时间取决于光输入功率电平和输入脉冲时间

注2:以输入功率 P_{in} 为例,建议超过光极限功率3 dB,矩形脉冲为1 ms($P_{in}=P_{limit}+3$ dB)。例如,推荐使用 $P_{limit}+1$ dB的预定光功率。

3.2.5

输入光极限功率 input optical limit power
 $P_{in-limit}$

光输入功率,进入一个光功率限制器,其中光输出功率被锁定,不能超过的值,单位为W或dBm。

3.2.6

输出光极限功率 output optical limit power
 $P_{out-limit}$

限制光功率限制器的光输出功率,在该限制器处,光输出功率被锁定且不能超过该值, $P_{out-limit}$ 单位为W或dBm。

3.2.7

最小插入损耗 minimum insertion loss

VOA调整到的最低插入损耗。

3.2.8

可变衰减范围 variable attenuation range

设备可以调整到的衰减范围。

注：本术语仅适用于VOAs。

3.2.9

标称衰减 nominal attenuation

供应商指定的固定衰减器的衰减值和可变衰减器的用户集衰减值。

3.2.10

最大衰减 maximum attenuation

〈用于可变光衰减器〉设置的衰减最大值。

3.2.11

最小衰减 minimum attenuation

〈用于可变光衰减器〉设置的减值最小衰。

3.2.12

衰减设定分辨率 attenuation setting resolution

最小可调步长或美国之音衰减差。

注：本术语仅适用于VOAs。

3.2.13

衰减设定值的误差 error of setting value of attenuation

设备在给定设置下的插入损耗与标称衰减之间的差异。

注：本术语仅适用于VOAs。

3.2.14

设置衰减值的可重复性 repeatability of setting attenuation value

在多次重复设置中，在给定设置下设备插入损耗的最大偏差。

注：该术语仅适用于VOAs

3.2.15

最大允许功率输入 maximum allowed power input

设备在不造成故障或永久性损坏的情况下能处理的最大输入功率，单位为W或dBm。

注1：本术语适用于所有光纤无源电源控制设备。

注2：本术语等于光熔断器的光熔断器功率阈值。

注3：IEC TS 62627-09中定义的最大输入功率与无源光器件保持所需光学性能的最大输入光功率的含义不同。

4 装置说明

4.1 光衰减器

光衰减器是一种无源光学器件，用于降低进入或离开光学器件的光功率。光衰减器通常用于宽范围的波长，以预定的衰减率衰减功率。

光学衰减器有两种类型：固定式学衰减器和可变光学衰减器。

固定式衰减器的功率降低率是恒定的。固定式衰减器的性能曲线如图1所示，其中衰减功率始终低于非衰减功率并与之成比例。

附件E给出了作为用户指南的固定式学衰减器应用说明。

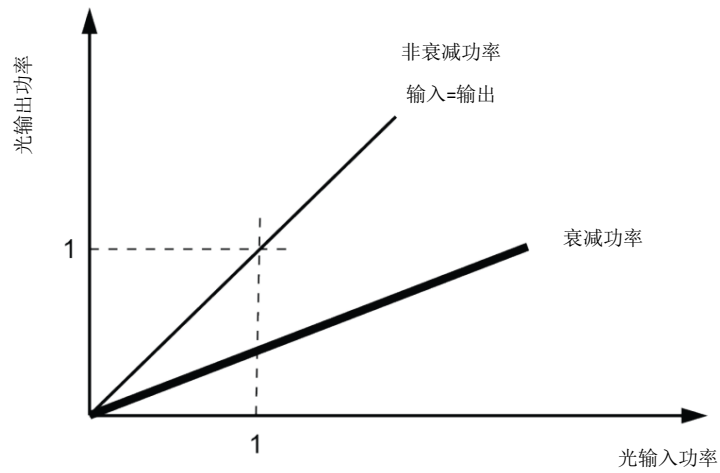


图1 固定式光衰减器工作曲线

可变式光衰减器 (VOA) 的性能曲线如图2所示。与固定式衰减器类似, 衰减功率始终低于非衰减功率, 并与之成比例。VOA通过手动或电气控制输入产生受控的光学输出功率。

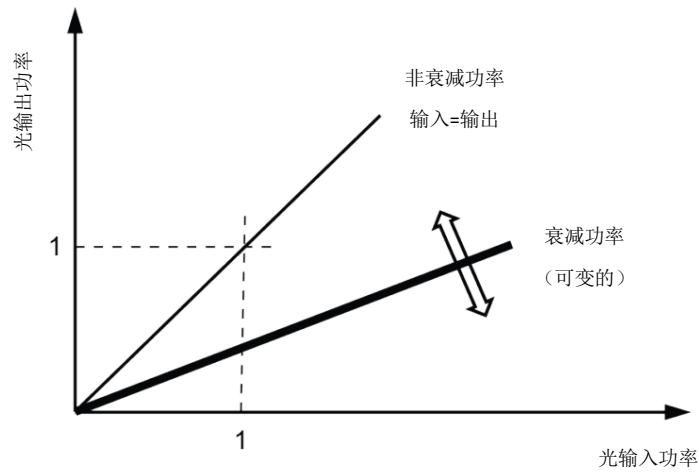
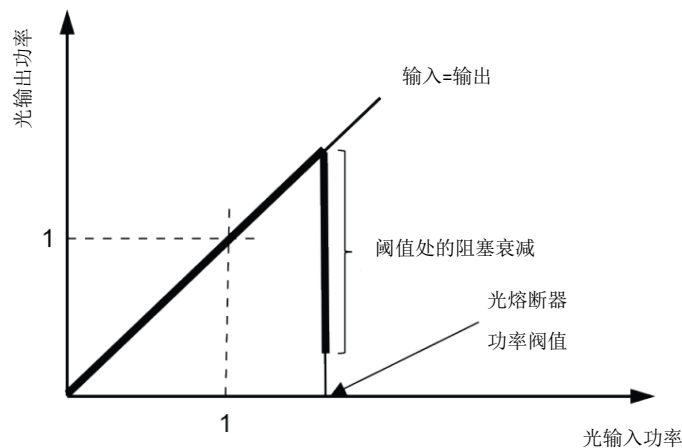


图2 VOA 操作曲线

附录F给出了作为用户指南的可变光衰减器应用说明。

4.2 光熔断器

光熔断器 (见图3) 是一种无源器件, 设计用于保护设备和光缆免受由于光过载、尖峰和浪涌造成的损坏。当输入功率低于预定阈值功率时, 理想情况下, 光熔断器保持透过。但是, 当光功率超过规定的预定阈值功率时, 光熔断器变得永久不透过。光熔断器在其透过区域内与波长无关。光熔断器是双向的。



注：图3简要说明了光熔断器是如何工作的，并表示了理想的光熔断器没有插入损耗(IL)。

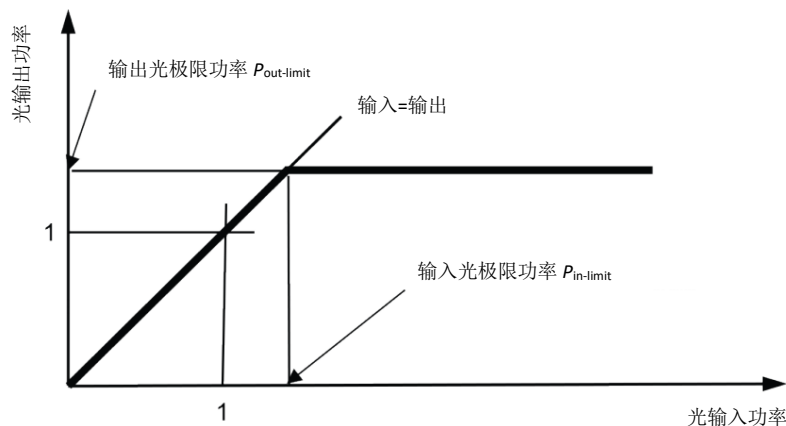
图3 光熔断器工作曲线

光熔断器防止电源峰值和浪涌。如在探测器的情况下，光熔断器放置在光学器件的输入端口，或如在激光器或光放大器的情况下，放置在高功率器件的输出端口。激活（烧毁）保险丝在不增加反射功率的情况下永久阻止正向光功率，从而防止损坏。光熔断器能用作眼睛安全装置。

附件A和B给出了光熔断器的配置和性能示例，以及光熔断器的应用说明。

4.3 光功率限制器

光功率限制器(见图4)是一种无源器件，可调节光纤中的光功率，产生受控的恒定输出功率 $P_{out-limit}$ ，这是由于输入功率的变化高于或高于 $P_{in-limit}$ ，并且没有在低于引脚限制的功率影响。在正常比 P 操作下，当输入功率较低时，光功率限制器对系统没有影响。然而，当输入功率高时，光输出功率被限制在预定水平（ $P_{out-limit}$ ）。光功率限制器通常可以在5 dB的连续波(CW)输入下工作超过 $P_{in-limit}$ ，并可以维持短时间脉冲超过脉冲极限的短时间脉冲和峰值（1 s/min）功率小于8 dB的条件下工作超过 $P_{in-limit}$ 。



注：图4说明了光功率限制器如何工作，并表示了理想的光功率限制器没有插入损耗(IL)。

图4 光功率限制器工作曲线

光功率限制器用于功率敏感设备的输入和高功率设备（如放大器）的输出，或任何需要功率调节的地方。光功率限制器可以用作眼睛安全装置。光功率限制器在其透明区域内与波长无关。光功率限制

器是双向的。在某些情况下，光功率限制器与光熔断器组合在一起，确保在高功率下，当光功率限制器发生故障时，后续设备不会受到破坏性功率的影响。

附件C和D给出了光功率限制器的配置和性能示例以及光功率限制器的应用说明。

5 要求

5.1 分类

5.1.1 概述

光功率控制器按以下类别分类：

- 类型；
- 工作波段；
- 样式；
- 规格；
- 环境类别；
- 评定水平；
- 规范性引用文件以外的延伸要求。

典型的光功率控制器分类示例如下：

类型：	连续可调型
工作波段：	L波段
样式：	结构C
	LC-LC连接器
规格：	安装方式
评定水平：	A

5.1.2 类型

光功率控制器按其预定功能分类。

有三种类型的衰减器：

- 固定型；
- 连续可调型；
- 非连续可型。

有一种给定光功率阈值的光熔断器。

有一种给定极限功率的光功率限制器。

上述器件的多种组合类型。例如一个器件中包含固定式衰减器和光功率限制器，或者包含一个光功率限制器和一个光熔断器。

多种不同技术类型的VOA，如手动调节型、微机电系统（MEMS）型、磁光效应型、平面光波电路型和热光效应型、基于LiNbO₃晶体的电光效应型。附录G给出了可变光衰减器的技术信息示例。

5.1.3 工作波段

光功率控制器的工作波段分为O、C或L，有时由波段的组合定义（例如C和L）。

5.1.4 样式

光功率控制器可根据光纤类型、连接器类型、电缆类型、外壳形状以及尺寸和规格分类。

光功率控制器端口结构分类如下：
——A 型结构，端口为包含不带连接器的尾纤（如图 5 所示）。

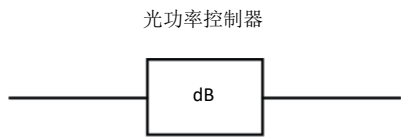


图5 A 型结构

——B 型结构，端口为包含连接器的尾纤（如图 6 所示）。

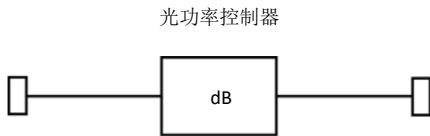


图6 B 型结构

——C 型结构，端口为安装在外壳上的光纤连接器（如图 7 所示）。

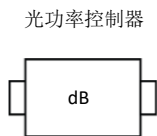


图7 c 型结构

——D 型结构，在 C 型结构基础上就，包含了一些光端口的组合。

5.1.5 规格

通过规格可以识别出那些包含在结构上相似的元器件特征。
包括但不限于以下特征：
——壳体上端口的方向；
——安装方式。

5.1.6 评定水平

详细规范应包括质量评定所需要的全部试验。
每项试验应被分到A、B、C和D组这四个组中的其中一组。
详细规范应规定一种或一种以上评定水平，每一种评定水平应用大写字母表示。评定水平规定A组和B组的检查水平/合格质量水平(AQL)以及与C组和D组检查的周期之间的关系。

优先评定水平如下：
——评定水平 A：
• A组检验：检查水平II，AQL=4%；
• B组检验：检查水平II，AQL=4%；
• C组检验：周期为24个月；

- D组检验：周期为48个月。

——评定水平 B:

- A组检验：检查水平II，AQL=1%；
- B组检验：检查水平II，AQL=1%；
- C组检验：周期为18个月；
- D组检验：周期为36个月。

——评定水平 C:

- A组检验：检验等级II，AQL=0.4%；
- B组检验：检验等级II，AQL=0.4%；
- C组检验：周期为12个月；
- D组检验：周期为24个月。

A组和B组进行逐批检验，C组和D组进行周期检验。在详细规范中可增加一附加评定水平（不同于上述规定）。当增加附加评定水平，应采用大写字母X表示。

5.1.7 规范性引用文件以外的延伸要求

规范性引用文件以外的延伸要求用于将集成的独立标准规范或其他参考文件引入空白详细规范。除非另有规定，否则必须进行规范性参考文件扩展。主要用于采用了组合元器件的混合器件，或依赖于光纤以外技术的，具有集成功能的应用需求。

ITU出版的与相关 IEC 规范系列的范围声明一致的参考文件可用作扩展。由其他区域标准化机构（如 ANSI、CENELEC、JIS 等）制作的已出版文件可在附于通用规范的参考书目中引用。

一些光纤拼接配置需要特殊的资格规定，不得普遍适用。这些案例包括单个组件设计配置、专门的现场工具或特定的应用过程。在这些情况下，要求必须确保可重复的性能或足够的安全性，并为完整的产品规范提供额外的指导。无论何时用于准备、组装或安装光纤接头，或用于现场应用使用或准备合格试样，这些扩展都是强制性的。相关规范应明确所有的规定。但是，依赖于设计和样式的扩展不应被普遍实施。

在需求冲突的情况下，优先级（按降序排列）应是通用规范优先于强制扩展、空白详细规范、详细规范、应用程序特定扩展。

光学连接器规范性参考文件的示例如下：

- 使用 IEC 61754-4 和 IEC 61754-2 部分定义“SC/BFOC/2 “5” IEC60874 系列双工接头适配器规范；
- 使用 IEC 61754-13 和 IEC 60869-1-1 部分定义 IEC60874 系列集成型 FC 型衰减光连接器；
- 使用 IEC 61754-2 和 IEC 61073-4 部分定义 IEC60874 系列规范，以包含集成机械接头的双工“BFOC/2,5”插座。

规范性扩展的要求示例如下：

一些商业或住宅建筑应用可能需要直接参考特定的安全法规和法规，或结合其他特定材料的可燃性或专门位置的毒性要求。

可引入专门的现场工具，用以实施特定的眼部防护、避免电击和烧伤；需要隔离程序用以预防可燃气体点燃的潜在危险。

5.2 文件

5.2.1 符号

除非另有规定，图形和文字符号应尽可能从IEC 60027和IEC 60617中选取。

5.2.2 规范体系

5.2.2.1 概述

本文件是三层规范体系的一部分。所属规范应由空白详细规范和详细规范组成。规范体系见表1。
对于光功率控制器无分规格。

表1 三层规范结构

规范层次	包含的信息示例	适用范围
基础标准	评估体系规则 检验规则 光学测量方法 抽样方案 识别规则 标志标准 尺寸标准 术语 符号 优选数系 SI 单位	二个或多个元器件门类或分门类
总规范	专用术语 专用符号 专用单位 优先值 标志 质量评定程序 试验选择 鉴定批准和（或）能力批准程序	元器件门类
空白详细规范	质量一致检验试验一览表 检验要求 对若干类型的通用信息	具有同一试验一览表/types组
详细规范	特定值 专用信息 完整的质量一致性试验一览表	特定元器件

5.2.2.2 空白详细规范

空白详细规范列出了适用于光功率控制器的所有参数和特征，包括类型、工作特性、外壳结构、试验方法和性能要求。空白详细规范适用于任何光功率控制器设计和质量评定要求。空白详细规范包含了为阐明详细规范中要求的信息所需的首选格式。

5.2.2.3 详细规范

通过填写空白详细规范的空格来编制相应的详细规范来规定特定的光功率控制器。在本文件规定的限制范围内，可由任意IEC国家委员会填写空白详细规范，进而将特定的光功率控制器制定为正式的IEC标准。

详细规范应规定以下内容：

- 类型（见 5.1.2）；
- 工作波段（见 5.1.3）；
- 样式（见 5.1.4）；
- 规格（见 5.1.5）；
- 规格识别号（S）（见 5.7.2）；
- 所需的全部试验；
- 评定水平（见 5.1.6）；
- 性能要求（见 5.6）。

5.2.3 图纸

5.2.3.1 概述

在详细规范中给出的图纸和尺寸不得限制结构细节，也不作为制造图纸使用。

5.2.3.2 投影法

本文件涵盖的文件中的图纸应使用第一角或第三角投影。在同一文件中的所有图纸应采用相同的投影法，并且应说明图纸中采用的投影法。

5.2.3.3 尺寸体系

应按ISO 129-1、ISO 286-1和ISO 1101给出全部尺寸。

在所有规范中均应采用公制单位。

尺寸应不多于五位有效数字。

当单位换算时，应在每一详细规范中增加注释，单位制间的换算系数应为25.4 mm，即1 in。

5.2.4 试验和测量

5.2.4.1 测量方法

对规定的公差范围等于或小于0.01 mm的尺寸，应在详细规范中规定所采用的尺寸测量方法。

5.2.4.2 参照元器件

要求时，应在详细规范中规定测量用的参照元器件。

5.2.4.3 量规

要求时，应在详细规范中规定量规

5.2.5 试验资料单

对进行的每项试验，应按照相关规范要求拟制试验资料单。在鉴定报告和周期检验报告中应含有试验资料单。

试验资料单应至少包含下列内容：

- 试验名称和日期；
- 包括规格识别号的试样说明（见 5.7.2）；
- 所采用的试验设备；
- 所有适用的试验细节；

- 所有测量值和观察结果；
- 为失效分析提供跟踪信息的足够详细的文件。

5.2.6 使用说明

要求时，制造商应提供使用说明，应包括：

- 装配和端接说明；
- 清洁方法；
- 安全事宜；
- 必要的附加资料。

5.3 标准化体系

5.3.1 接口标准

该接口标准为制造商和用户制造或使用符合该标准接口物理特性的产品所需的所有信息。接口标准完全定义和标注了光纤连接器和其他组件的配合和拔出所必需的特征。它们还用于相对于其他参考数据，为给定的光学基准目标定位。

接口标准确保符合该标准的连接器和适配器能够装配在一起。该标准可能包含套圈和对准装置的公差等级，提供不同的对准精度等级。

接口尺寸也可以用于设计与连接器紧密配合的其他器件。例如，用适配器接口尺寸设计有源器件安装件。将这些尺寸与标准插头配合使用，保证了设计人员将插头与光学器件的合适安装。接口尺寸还可作为插头的光学基准点的位置。

标准接口尺寸本身并不能保证光学性能，它们仅保证连接器以指定的方式配合。光学性能目前通过制造规范得到保证。使用相同标准接口的相同或不同规格的产品始终是适配。任何单一制造商只能为交付到相同制造规范的产品提供保证性能。以下预期是合理的，即通过匹配不同制造规范的产品，可以获得指定性能，尽管不能期望其性能水平优于原规定性能的最低值。

5.3.2 性能标准

性能标准包含一系列具有明确定义的条件、严重性和通过/失败标准的测试和测量（可能会或可能不会根据该标准的要求分组到指定的时间表中）。

这些测试旨在一次性运行，以证明任何产品满足性能标准要求的能力。每个性能标准都有一组不同的测试和/或严重程度（和/或分组），代表市场部门、用户组或系统位置的要求。

已被证明满足性能标准的所有要求的产品可以被声明为符合性能标准，但随后应通过质量保证/质量一致性计划进行控制。

可以结合产品间兼容性的接口标准，为其应用定义测试和测量标准的关键点（特别是关于插入损耗和回波损耗）。将确保每个单独的产品都符合该标准。

5.3.3 可靠性标准

可靠性标准旨在确保组件在规定的条件下在规定的时段内满足性能规范。

对于每种类型的组件，都需要识别以下元素（并出现在标准中）：

- 失效模式（失效的可观察的、一般的机械或光学效应）；
- 失效机制（失效的一般原因，几个组件共有）；
- 失效影响（失效的详细原因，特定于组件）。

这些都与环境与材料方面有关。

在元器件生产后，存在早期失效阶段。在此阶段，如果将许多元器件部署到现场，就会发生失效。为避免出现早期的现场失效，所有元器件均应在制造厂内经过筛选工序，包括可能与机械、热或湿度有关的环境应力。这样做的目的是在受控环境条件下，通过诱发已知的失效机理，使其比通常情况下未经筛选的元器件更早出现失效。对于那些通过筛选（随后被交付）的元器件，由于这些失效机理已被消除，因此故障率会降低。

筛选是制造过程的可选部分，而不是测试方法。它不会影响组件的使用寿命，定义为根据规范执行的期间。最终，会出现其他故障机制，并且故障率会增加到超过某个定义的阈值。此时，使用寿命结束，磨损阶段开始，必须更换组件。

在使用寿命开始时，供应商、制造商或第三方可以对一组组件样本进行性能测试。这是为了确保组件在初始时间满足预期环境范围内的性能规范。另一方面，可靠性测试用于确保组件在至少指定的最小使用寿命或指定的最大故障率内满足性能规格。这些测试通常通过利用性能测试来执行，但会增加持续时间和严重性以加速故障机制。

可靠性理论将组件可靠性测试与组件参数以及测试中的寿命或故障率联系起来，而后该理论将其外推到在压力较小的服务条件下的使用寿命或故障率。可靠性规范包括确保在服务中达到规定的最小寿命或最大故障率所需的组件参数值。

5.3.4 互连性

图8给出了与光纤无源功率控制设备相关的标准。大量的测试和测量标准已经到位。在IECQ的旗帜下制定的质量保证/资格批准标准已经实施了很多年。

关于与接口、性能、光学接口、可靠性以及测试和测量相关的标准，表2中给出的矩阵展示了一旦所有这些标准到位，产品标准化的一些可用选项。

产品A完全符合标准，具有标准接口，满足定义的光接口性能和可靠性要求。

产品B是具有专有接口的产品，但满足定义的光学接口、性能和可靠性要求。

产品C是一种具有专有接口的产品，符合定义光学接口和性能标准，但不符合可靠性要求。

产品D是符合标准接口的产品，该接口符合光接口标准，但不符合性能标准或可靠性文档的要求。

产品E是同时符合标准接口和性能标准，但不满足光接口或可靠性要求的产品。

显然，矩阵比显示的更复杂，因为会有许多交叉相关的接口、性能和可靠性标准。此外，这些产品可能都受制于质量保证计划，该计划可能在 IEC 资格批准、能力批准、技术批准下，甚至在国家或公司质量保证体系下。

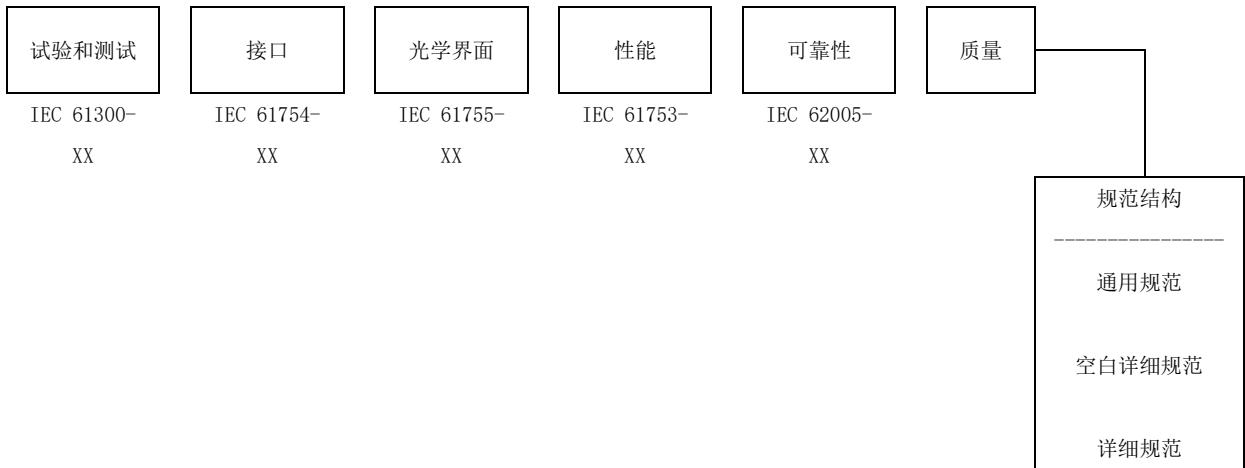


图8 标准化结构

表2 标准互联矩阵

	接口标准	光学接口标准	生产标准	可靠性文件
产品 A	是	是	是	是
产品 B	否	是	是	是
产品 C	否	是	是	否
产品 D	是	是	否	否
产品 E	是	否	是	否

5.4 设计与结构

5.4.1 材料

应采用符合相关规范要求材料制造器件。

当要求阻燃性材料时，应在相关规范中规定这种要求并应参照，并应参考针焰试验方法（见IEC 60695-11-5）。

5.4.2 工艺

制造的元器件和有关硬件质量应一致，无尖锐边缘、毛刺或会影响寿命、使用性和外观的其他缺陷。应特别注意标志、电镀、焊接、粘结等的清洁和完善。

5.5 质量

应由质量评定程序对光功率控制器加以控制。

5.6 性能

光功率控制器应符合相关规范中规定的性能要求。。

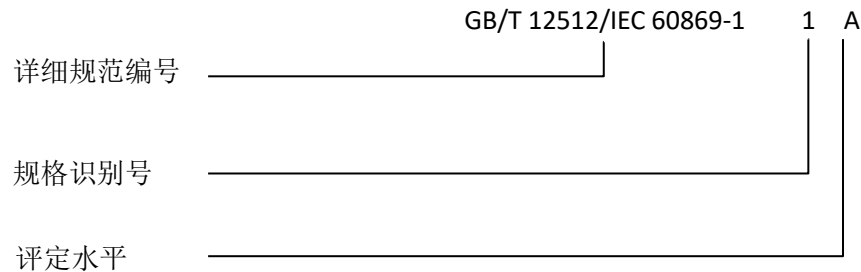
5.7 标识和标记

5.7.1 通则

当相关规范要求时，应对元器件、辅助构件和运输包装加以永久和清晰的识别和标记。

5.7.2 规格识别号

对详细规范中的每一个规格应指定一个规格识别号；该编号应如下所示。



5.7.3 元器件标志

要求时，应在详细规范中规定元器件标志。标志的优先顺序如下：

- a) 端口标识；
- b) 制造商零件号（包括序列号，适用时；
- c) 制造商识别标志或商标（logo）；
- d) 生产日期；
- e) 规格识别号；
- f) 详细规范要求的任何附加标志。

如果空间不允许将所有要求标志都标在元器件上，则应对每一元器件作单独包装，包装中应有包括全部要求的、元器件上未标出的信息的资料单。

5.7.4 包装标志

多个光功率控制器可包装在一起装运。

要求时，应在相关规范中规定包装标志。标志的优先顺序为：

- a) 制造商识别标志或商标（logo）；
- b) 制造商零件号；
- c) 生产日期代码（年/周，见 ISO 8601）；
- d) 规格识别号(s)；
- e) 型号名称（见 4.1.2）；
- f) 评定水平；
- g) 详细规范要求的任何附加标志。

适用时，单个器件包装（在密封包装内）应标有放行批证明记录的参照号、制造商的工厂识别编码和元器件标识。

5.8 包装

当详细规范要求时，包装应包含使用说明。

5.9 贮存条件

当短期可降解材料（如粘接剂）和连接器一起打包供应时，制造商应在这些材料上标记有效期（按 ISO 8601 标记年数与周数）和安全危害或储存环境条件有关的任何要求或注意事项。

5.10 安全

在光纤传输系统和/或设备上使用时，光功率控制器可从无封盖或未端接的输出端口或光纤端发出潜在的危险辐射。安全说明应符合与激光安全相关的IEC 60825（所有部分）。

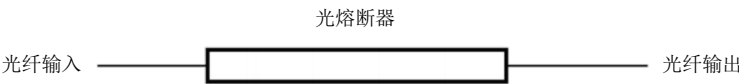
光功率控制器制造商应提供足够的信息以提醒系统设计人员和用户注意潜在的危险，并应说明所需的预防措施和工作实践。

此外，每个详细规范应包括以下内容。

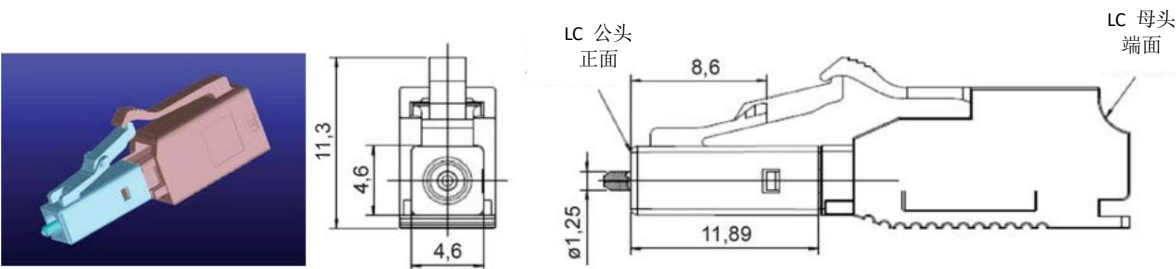
警告：处理小直径纤维时应小心，以防止刺破皮肤，尤其是眼部区域。不建议在传输能量时直接观察光纤末端或光纤连接器，除非事先已获得能量输出水平的安全性保证。

附录 A
(资料性)
光熔断器配置和性能示例

光熔断器配置如图A. 1和A. 2所示。



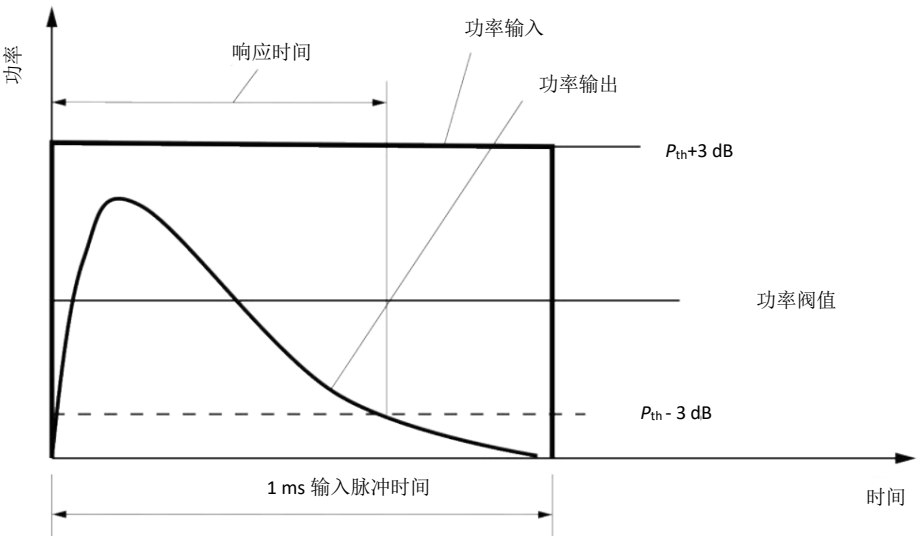
图A. 1 非连接器式光熔断器

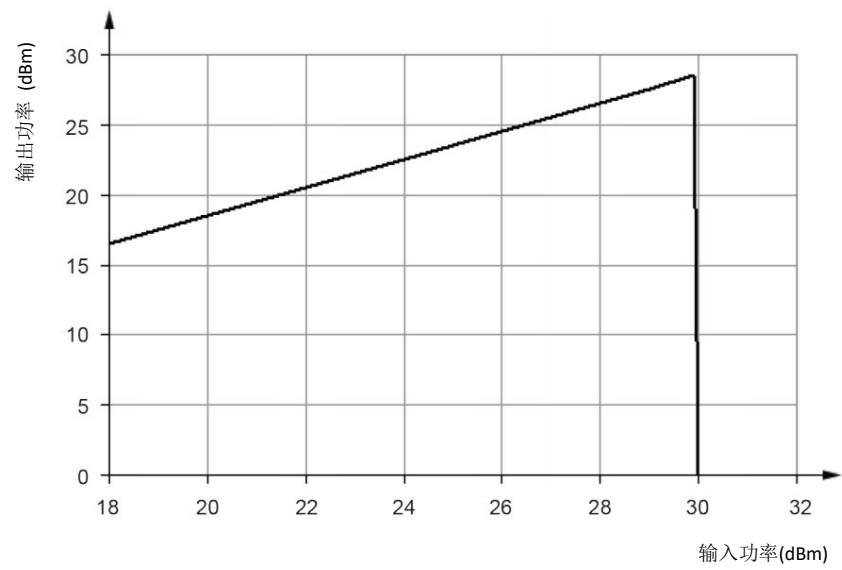


光纤熔断器为不同的光功率阈值制造，建议连续光功率阈值不大于3 dB。

光纤熔断器的响应时间是从输入功率开始（例如 $P_{in}=P_{th} + 3 \text{ dB}$ ，1 ms矩形脉冲）到输出光功率下降到小于 $P_{th} - 1 \text{ dB}$ 或 $P_{in} - A_{block}$ （如30 dB）。光纤熔断器响应时间，如图 A. 3所示，图中输入脉冲持续时间1 ms，上升时间10 μs ，稳态 ($P_{th} + 3$) dB。光熔断器的输入功率与输出功率的关系，如图 A. 4，图中输入脉冲持续时间1 ms，上升时间10 μs ，稳态 ($P_{th} + 3$) dB。

在这种情况下，上升时间是输入功率从启动开始达到其稳态值的 90% 所经过的时间。





图A. 4 光熔断器（功率阈值约 30 dBm（1 W），阈值处的输出功率下降约 25 dB）

附 录 B
(资料性)
光熔断器使用说明

无源光熔断器是一种用于光过载安全的器件。光熔断器在宽波长范围内激活，以预定的光功率水平切断从输入到输出的光功率传播。

光熔断器的主要特性如下：

- 当光功率低于预定阈值功率时，对传输的光通信数据不造成影响；
- 光熔断器在光通信范围内与波长无关；
- 响应时间 $< 100\ \mu\text{s}$ ，提供快速响应；
- 采用 SMF、MM 和 PM 光纤；
- 可作为独立单元使用，也可作为内部部件集成到光学子系统中。

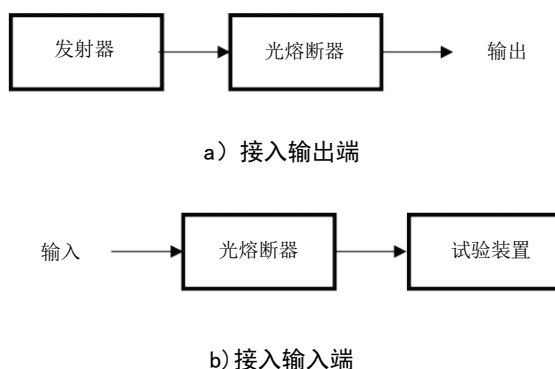
光熔断器能用作以下输出端口的附件：

- 发射器；
- 放大器。

光熔断器能用作以下输入端口的附件：

- 光开关；
- 试验装置（例如光功率计、波长计、光谱分析仪）；
- 接收器。

用以保护下一个设备免受光源的损坏，如图B.1所示。

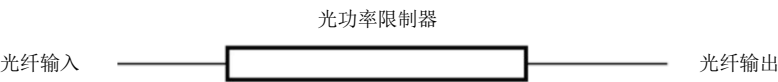


图B.1 光熔断器的放置

附录 C
(资料性)

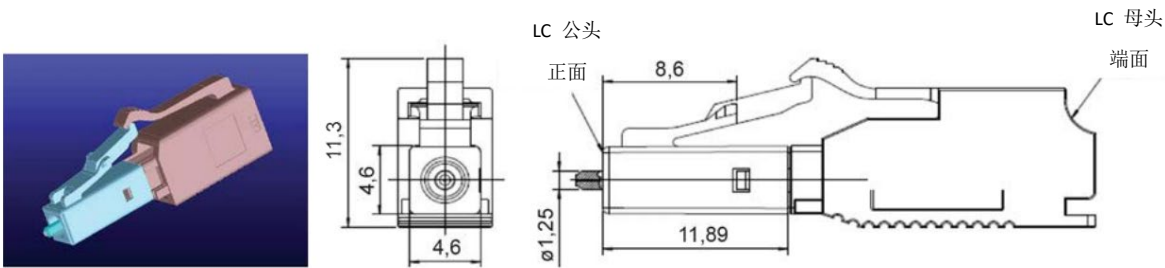
光功率限制器结构和性能示例

光功率限制器配置如图C.1和图C.2所示。



注：典型尺寸为6 mm直径和50 mm长度。

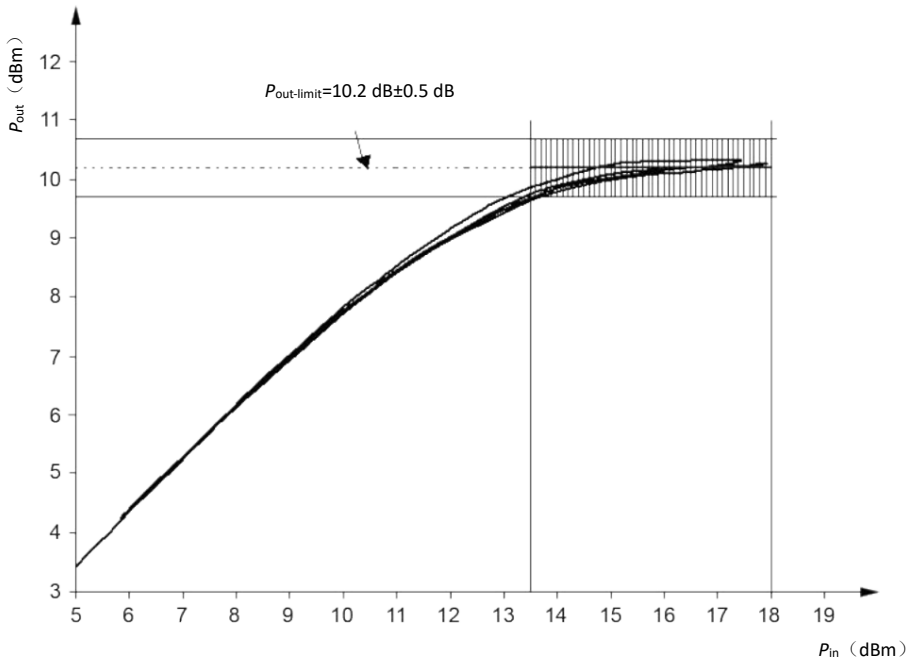
图C.1 非连接式光功率限制器



图C.2 插头插座式 (LC) 光功率限制器

光功率限制器针对不同的极限功率需求制造，具有预定的限制功率。

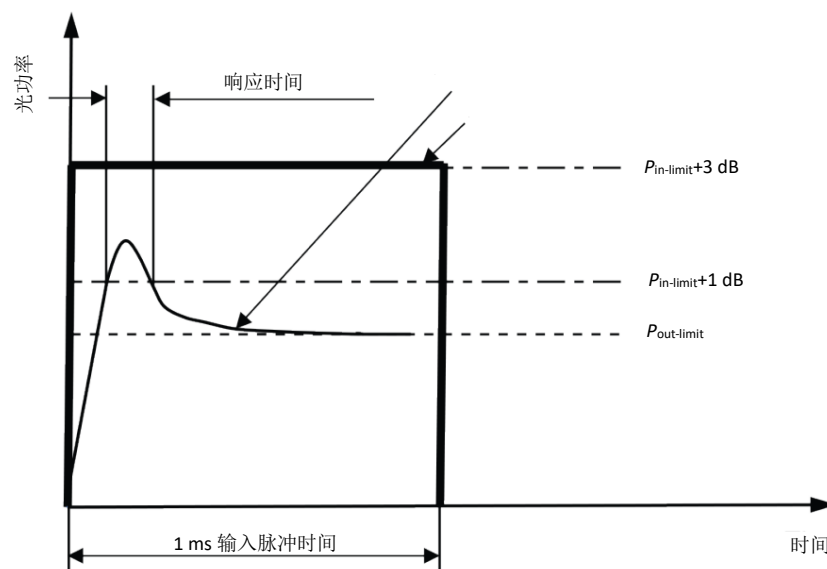
光功率限制器的实验示例如图C.3所示；输入功率0~18 dBm，几十个循环条件下，在0.2 dBm内曲线重叠（黑线）。



图C.3 光功率限制器实验示例

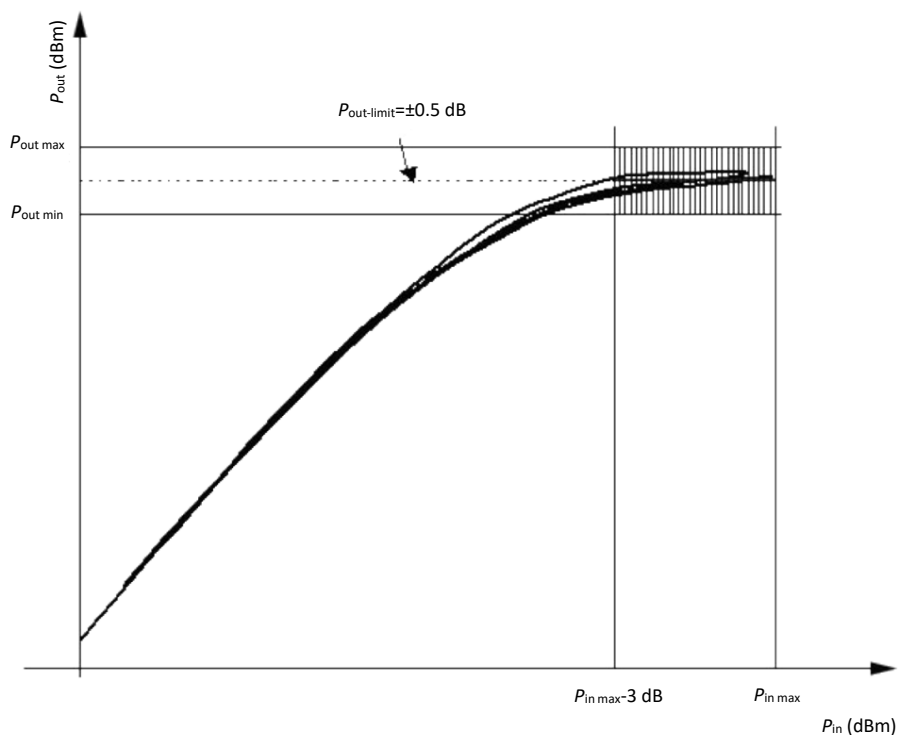
光功率限制器的响应时间是从输入功率的开始（例如 $P_{in}=P_{limit}+3\text{ dB}$ ，1 ms矩形脉冲）到输出功率降低到小于或等于预定功率（例如输出功率小于 $P_{limit}+1\text{ dB}$ ）的结束时间之间经过的总时间。见图C.4。

在这种情况下，上升时间是输入功率从启动开始达到其稳态值的 90% 所经过的时间。



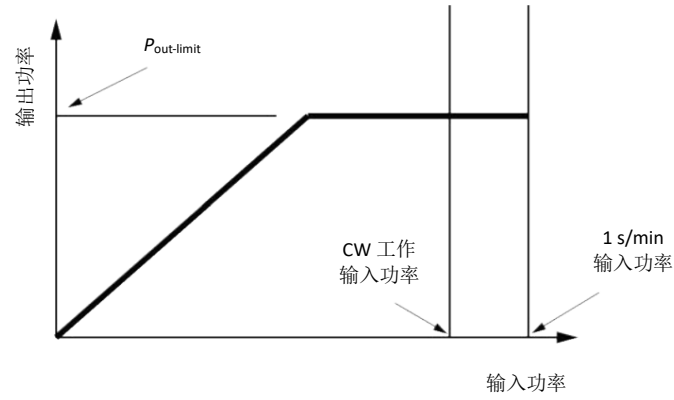
图C.4 光功率限制器响应时间示意图（1 ms 输入脉冲时间）

光学极限功率 P_{limit} 是通过实验测量的 $P_{out\ max}$ 和 $P_{out\ min}$ 之间的平均值。3dB输入功率范围内 P_{out} 的一个周期内作为 P_{in} 的函数，如图C.5中描绘的一个周期内的dB输入功率范围。



图C.5 功率定义示意图

光功率限制器通常能在高于 $P_{limit}+5\text{ dB}$ 的CW输入下运行，并且可以适应高于 $P_{limit}+8\text{ dB}$ 的短持续时间脉冲和尖峰（1 s/min），如图C.6所示。



图C. 6 光功率限制器，输入功率定义

附录 D

(资料性)

光功率限制器使用说明

光功率限制器调节光功率。它用于功率敏感设备的输入，以及需要功率调节的高功率组件（例如放大器或激光器）的输出。光功率限制器可以用作保护装置和眼睛安全功率调节器。在正常操作下，当输入功率低时，限制器对系统没有影响。但是，当输入功率高时，输出功率被限制在一定水平（ P_{limit} ）。限制器在其透明度范围内与波长无关。

主要特点：

- 传输的光通信数据不受光功率限制器的影响；
- 光功率限制器与光通信区域的波长无关；
- 响应时间 $< 500 \mu\text{s}$ ，提供快速响应（在 $P_{\text{in}} = P_{\text{in max.}}$ ）；
- 用于 SMF、MM 和 PM 光纤；
- 可作为独立单元使用，也可作为内部部件集成到光学子系统中。

用作以下输出端口的附加组件：

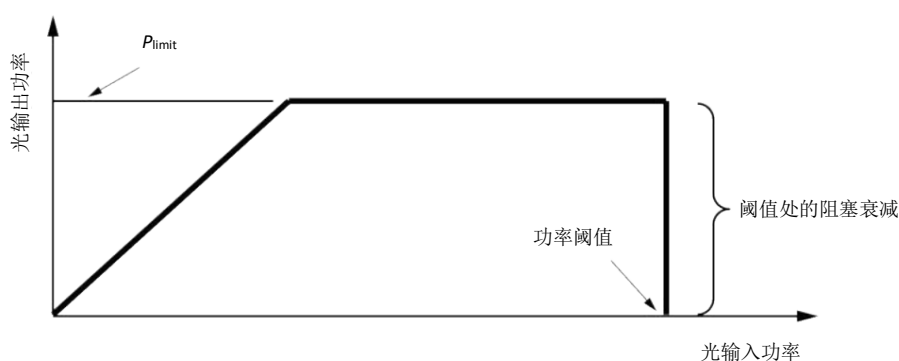
- 发射器；
- 放大器。

用作以下输入端口的附加组件：

- 光开关；
- 测试设备（例如光功率计、波长计、光谱分析仪）；
- 接收器。

光功率限制器可用于保护下一个设备免受光源损坏。

在某些情况下，光功率限制器与光熔断器组合在一起，以确保在高功率下，如果限制器发生故障，以下设备不会受到破坏性功率的影响，如图 D.1 所示。



图D.1 光功率限制器和光熔断器，组合，操作曲线

附录 E
(资料性)

固定式光衰减器应用说明

固定式光衰减器是一种具有固定衰减的无源器件，能用于光功率控制和光过功率安全。固定式光衰减器可处理宽波长范围，以预定量减少从输入到输出的光功率传播。固定式衰减器能是插头式衰减器或尾纤式衰减器。

固定式光衰减器的主要特性如下：

- 传输的光通信数据不受固定式光衰减器的影响；
- 固定式光衰减器与光通信区域的波长无关；
- 响应时间是即时的；
- 用于 SMF、MM 和 PM 光纤；
- 能作为独立单元使用，或作为内部部件集成到光学子系统中。

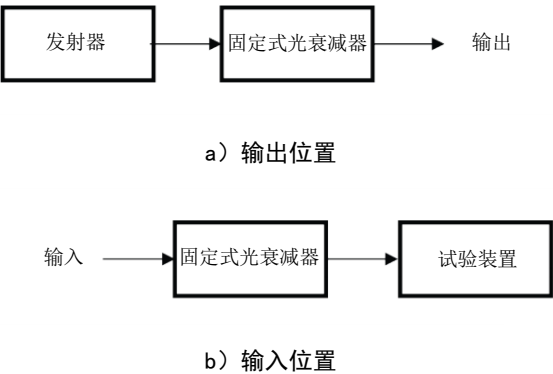
固定式光衰减器能用作以下输出端口的附加组件：

- 发射器；
- 放大器。

固定式光衰减器能用作以下输入端口的附加组件：

- 光开关；
- 试验装置（例如光功率计、波长计、光谱分析仪）；
- 接收器。

保护下一个设备免受光源的损坏，如图E.1所示。



图E.1 固定式光衰减器的放置

附录 F
(资料性)

可变式（手动或电动）光衰减器应用说明

可变式(手动或电动)光衰减器是一种无源设备，它在光纤传输线中产生受控的信号衰减。能用于光功率控制或过功率安全。可变（手动或电动）光衰减器处理宽范围的波长，以受控的可变量减少从输入到输出的光功率传播。可变（手动或电动）光学衰减器可以是插头式或尾纤式。

可变式(手动或电动)光衰减器的主要特性如下：

- 根据手动或电气设置进行衰减；
- 传输的光通信数据不受可变手动或电动光衰减器的影响；
- 可变的、手动的或电动的光衰减器对于光通信区域是波长无关的；
- 用于 SMF、MM 和 PM 光纤；
- 能作为独立单元使用，或作为内部部件集成到光学子系统中。

可变式(手动或电动)光衰减器能用作以下输出端口的附加组件：

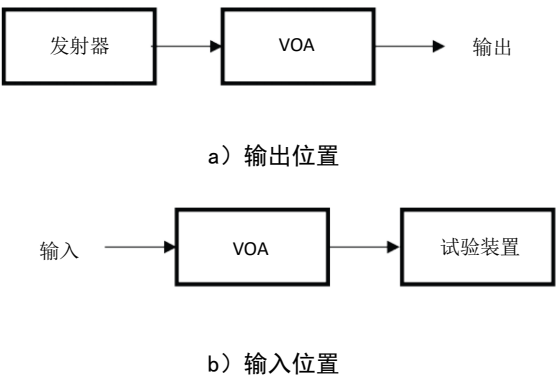
- 发射器；
- 放大器。

在这里，可变式(手动或电动)光衰减器控制输出功率并将其设置为所需的水平。

可变式光衰减器能用作以下输入端口的附加组件：

- 光开关；
- 试验装置（例如光功率计、波长计、光谱分析仪）；
- 接收器。

可变式（手动或电动）光衰减器控制输出功率或保护下一个设备免受光源损坏，如图F.1所示。



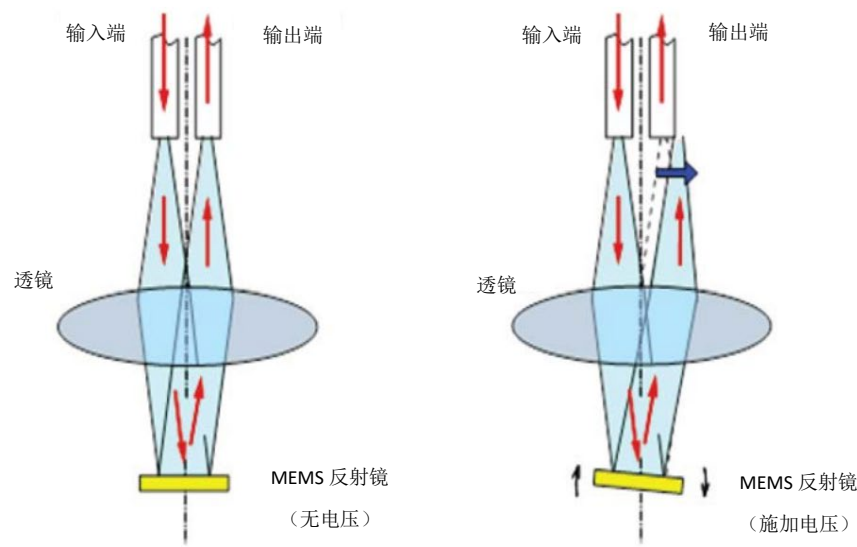
图F.1 可变式（手动或电动）光衰减器的放置

附录 G
(资料性)

可变光衰减器技术示例

G.1 基于微机电系统 (MEMS) 技术的 VOA

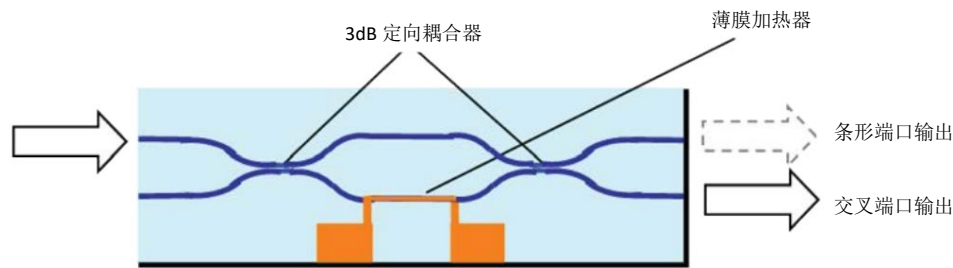
基于MEMS的VOA技术的示例见图G.1。来自输入端口光纤的光束通过透镜聚焦在MEMS反射镜上；然后它被反射并通过透镜到达输出端口光纤。当MEMS反射镜因施加电压而因静电力而倾斜时，光束聚焦在输出端口光纤的一侧。这使得衰减增加。通过控制施加的电压，改变反射镜的倾斜角，从而改变衰减。



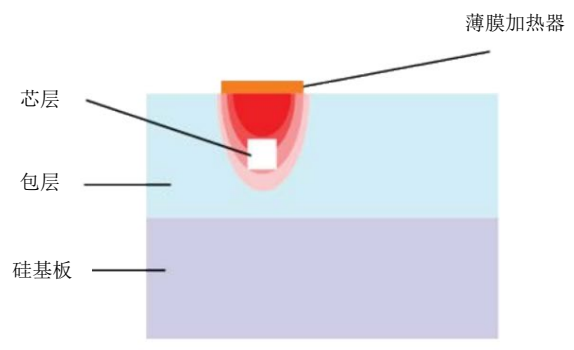
图G.1 基于 MEMS 技术的 VOA

G.2 基于平面光波电路 (PLC) 和基于热光 (TO) 技术的 VOA

图 G.2 显示了基于 PLC 和 TO 的 VOA 的示例技术。在二氧化硅波导中连接两个 3dB 定向耦合器，制造出马赫-曾德干涉仪。底部臂上的电极已连接。当电极通过施加电流加热时，折射率发生变化，导致两个臂中的光学相位差，从而导致输出光功率发生变化。图 G.3 显示了相位和衰减的关系。

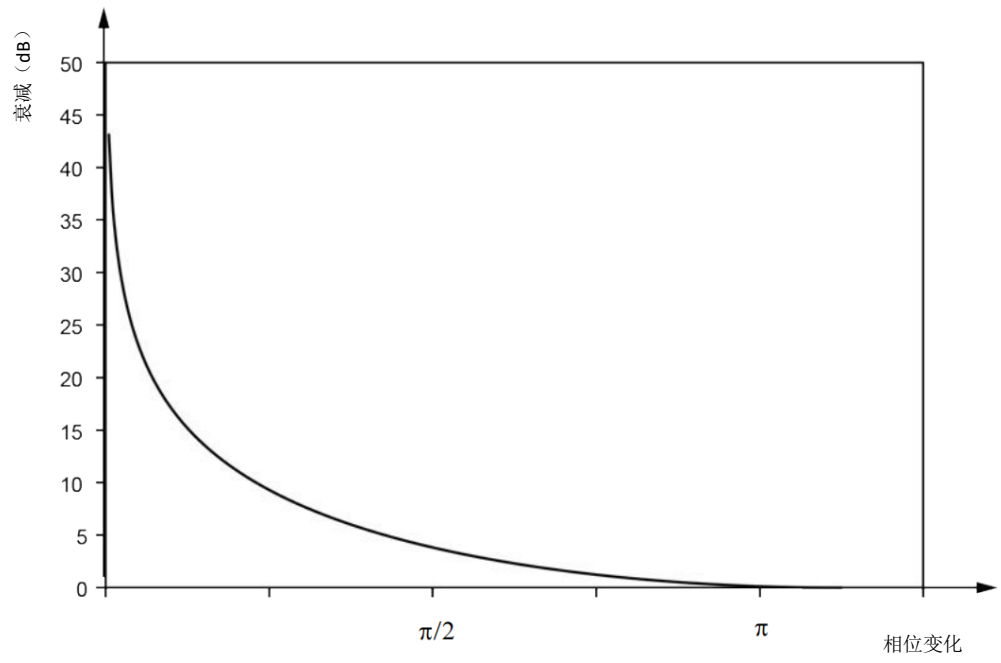


a) 顶视图



b) 横截面图

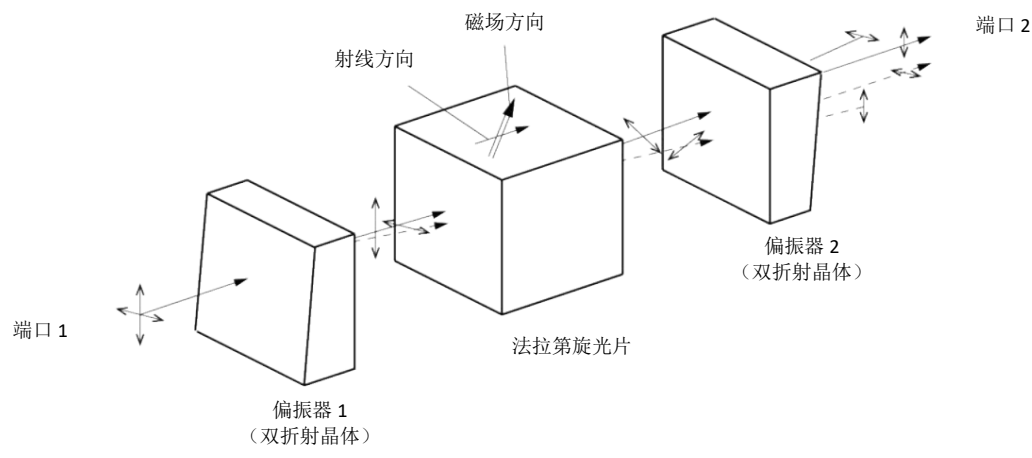
图G.2 基于 PLC-TO 技术的 VOA



图G.3 相位变化和衰减的关系

G.3 基于磁光 (MO) 技术的 VOA

图 G.4 显示了基于 MO 的 VOA 的示例技术。基本配置类似于光纤隔离器，它有两个由双折射晶体制成的偏振器，中间有一个法拉第旋转器。施加法拉第转子的磁场方向不同。通过施加磁场，第二个偏振器（分析仪）之后的光束分裂和倾斜。



图G. 4 基于 MO 技术的 VOA

参 考 文 献

- [1] IEC 60869-1-1 Fibre optic attenuators—Part 1-1: Blank detail specification
- [2] IEC 60874 (all parts) Fibre optic interconnecting devices and passive components—Connectors for optical fibres and cables
- [3] IEC 61073-1 Fibre optic interconnecting devices and passive components—Mechanical splices and fusion splice protectors for optical fibres and cables—Part 1: Generic specification
- [4] IEC 61073-4 Splices for optical fibres and cables – Part 4: Sectional specification – Mechanical splices for optical fibres and cables
- [5] IEC 61300-1 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 1: General and guidance
- [6] IEC 61300-2(all parts) Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2: Tests
- [7] IEC 61300-3(all parts) Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3: Examinations and measurements
- [8] IEC 61753(all parts) Fibre optic interconnecting devices and passive components performance standard
- [9] IEC 61753-051-3 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 051-3: Single-mode fibre, plug-style fixed attenuators for category U – Uncontrolled environment
- [10] IEC 61753-052-3 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 052-3: Single-mode fibre non-connectorized fixed attenuator – Category U in uncontrolled environment
- [11] IEC 61753-052-6 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 052-6: Single-mode fibre non-connectorized fixed attenuator – Category O in outside plant environment
- [12] IEC 61753-053-2 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 053-2: Non-connectorized single-mode fibre, electrically controlled, variable optical attenuator for category C – Controlled environments
- [13] IEC 61753-056-2 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 056-2: Single mode fibre pigtailed style optical fuse for category C – Controlled environment
- [14] IEC 61753-057-2 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 057-2: Single mode fibre plug-receptacle style optical fuse for category C – Controlled environment
- [15] IEC 61753-058-2 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 058-2: Single mode fibre pigtailed style optical power limiter for category C – Controlled environment
- [16] IEC 61753-059-2 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 059-2: Single-mode fibre plug-receptacle style optical limiter for category C – Controlled environment

[17]IEC 61754 (all parts) Fibre optic interconnecting devices and passive components
– Fibre optic connector interfaces

[18]IEC 61754-2 Fibre optic connector interfaces – Part 2: Type BFOC/2,5 connector
family

[19]IEC 61754-4 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre
optic connector interfaces – Part 4: Type SC connector family

[20]IEC 61754-13 Fibre optic connector interfaces – Part 13: Type FC-PC connector

[21]IEC 61754-20 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre
optic connector interfaces – Part 20: Type LC connector family

[22]IEC 61755 (all parts) Fibre optic connector optical interfaces

[23]IEC 62005 (all parts) Reliability of fibre optic interconnecting devices and
passive components
