



中华人民共和国国家标准

GB/T 16850.1—1997

光纤放大器试验方法基本规范 第1部分：增益参数的试验方法

Basic specification for optical fibre amplifier test methods—
Part 1: Test methods for gain parameters



C9802195

1997-05-28 发布

1998-02-01 实施

国家技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
光纤放大器试验方法基本规范
第1部分：增益参数的试验方法
GB/T 16850.1—1997

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码：100045

电 话：68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1¼ 字数 28千字
1997年11月第一版 1997年11月第一次印刷
印数 1—700

*

书号：155066·1-14230 定价 12.00 元

*

标 目 321—69

前 言

本标准是根据 IEC TC 86(纤维光学技术委员会)正在制订中的阶段性标准草案(TC 86/75/CDV, TC 86/76/CDV, TC 86/77/CDV 1995)IEC 1290-1《光纤放大器试验方法基本规范;第1部分:增益参数的试验方法》制订的,在技术内容上与该国际标准草案等效。

IEC 1290-1 是由 IEC 中央办公室预先给定的标准号,它包括三个分标准:1290-1-1、1290-1-2、1290-1-3,规定了三种测量 OFA 增益参数的试验方法:光谱分析仪方法、电谱分析仪方法、光功率计方法。经过 TC 86 第 6 工作组(WG6:光纤放大器)几年的工作,这些试验方法已比较成熟,技术内容不会再有大的变动,估计 1~2 年之内就会正式通过,作为 IEC 正式出版、发布。所以本标准在技术内容上等效采用了该国际标准草案。由于三个分标准中内容有许多重复之处,本标准将三种试验方法归纳到一个标准中。这样既不失国际标准的内容,保持了与国际标准的接轨,又方便了国内用者,减少了标准数目。

GB/T 16850—1997 在《光纤放大器试验方法基本规范》总标题下,包括 9 个独立的部分。

本标准是第 1 部分。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由中华人民共和国邮电部提出。

本标准由邮电部电信科学研究规划院归口。

本标准起草单位:邮电部武汉邮电科学研究院。

本标准主要起草人:陈永诗。

目次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 引用标准 1

3 概述 1

4 光谱分析仪试验方法 1

5 电谱分析仪试验方法 5

6 光功率计试验方法 9

附录 A(提示的附录) 缩写词一览表 13

中华人民共和国国家标准

光纤放大器试验方法基本规范 第1部分：增益参数的试验方法

GB/T 16850.1—1997

Basic specification for optical fibre amplifier test methods—

Part 1: Test methods for gain parameters

1 范围

本标准规定了测量光纤放大器(OFA)增益参数的三种试验方法:光谱分析法、电谱分析法、光功率计法,确定了用这三种方法对 OFA 增益参数进行准确、可靠测量的统一要求。

本标准适用于对使用稀土元素掺杂的有源光纤 OFA 的测量。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 16849—1997 光纤放大器总规范

IEC 1291-1(TC 86/84/CDV 1995) 光纤放大器总规范

3 概述

增益参数是光纤放大器(OFA)最重要的参数之一。

3.1 本标准给出了测量增益参数的三种方法:光谱分析法、电谱分析法和光功率计法。其中光功率计法为基准试验方法,其他两种方法为代用试验方法。通过测量,确定以下参数值:

- a) 小信号增益;
- b) 反向小信号增益;
- c) 最大小信号增益;
- d) 最大小信号增益波长;
- e) 最大小信号增益的温度特性;
- f) 小信号增益波长带宽;
- g) 小信号增益波长变化;
- h) 小信号增益稳定性;
- i) 偏振相关增益变化。

3.2 上述参数的定义见 IEC 1291-1 和 GB/T 16849—1997《光纤放大器总规范》第4章。

3.3 本标准中缩写词一览表见附录 A(提示的附录)。

4 光谱分析仪试验方法

4.1 试验装置

测量 OFA 增益参数的光谱分析法试验系统框图如图 1 所示。

国家技术监督局 1997-05-28 批准

1998-02-01 实施

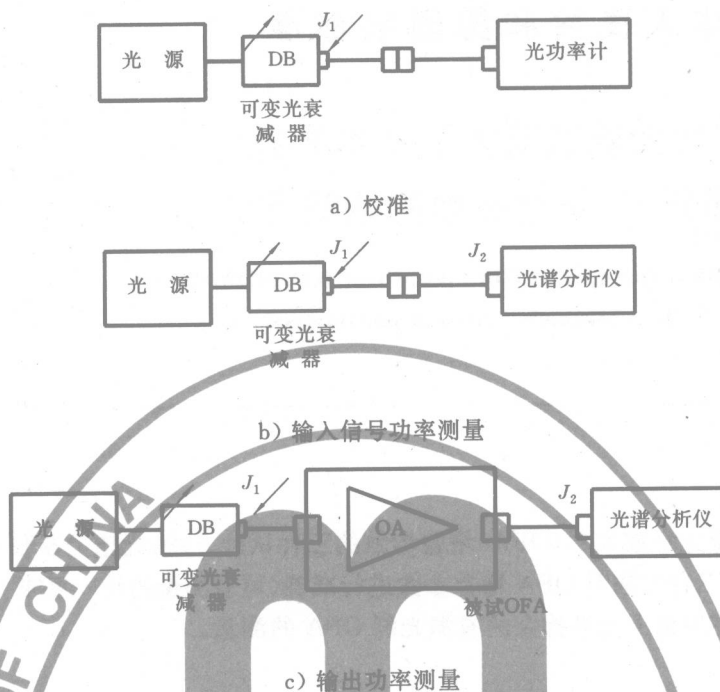


图1 光谱分析仪法测量 OFA 小信号增益的试验装置框图

4.1.1 光源

光源应该是下述固定波长光源或可调波长光源。

a) 固定波长光源

光源应产生相关详细规范中规定的波长和功率的光。除非另有规定,光源应发出连续的光波,其光谱宽度(半最大全宽 FWHM)应小于 1 nm。例如:可以采用 DFB 激光器、DBR 激光器、外腔激光二极管 (ECL) 或具有窄带滤波器的 LED。DFB 激光器、DBR 激光器和 ECL 的边模抑制比应大于 30 dB,在光源输出端使用一光隔离器可更好地达到这一要求。

b) 可调波长光源

光源应产生相关详细规范中规定的波长范围内的波长可调光,光功率应在相关详细规范中规定。除非另有规定,光源应发出连续的光波,其 FWHM 谱宽应小于 1 nm。例如:可以采用 ECL 或具有窄带滤波器的 LED。ECL 的边模抑制比应大于 30 dB,输出功率波动应小于 0.05 dB,在光源输出端使用一光隔离器可更好地达到这一要求。对于 ECL,激光谱底部的谱展宽应最小。

注: LED 仅限于小信号增益测量时使用。

4.1.2 光功率计

在 OFA 工作波长带宽内,光功率计的测量不确定度应优于 0.2 dB,且与偏振状态无关,动态范围应超过测得的增益(例如 40 dB)。

4.1.3 光谱分析仪

在 OFA 工作波长带宽内,谱功率测量的线性度和不确定度应分别优于 ± 1.5 dB 和 1.0 dB,谱功率测量的偏振相关性应优于 ± 0.5 dB,波长测量不确定度应优于 0.5 nm,动态范围应超过测得的增益(例如 40 dB),波长分辨率应等于或小于 0.1 nm。

4.1.4 光隔离器

光隔离器用来将 OFA 与外部隔离。它的偏振相关损耗变化应优于 0.2 dB,光隔离度应优于 40 dB,每一端的光回波损耗应大于 40 dB。

4.1.5 可变光衰减器

衰减可变范围和稳定性应分别大于 40 dB 和优于 ± 0.1 dB,每一端的光回波损耗应大于 40 dB。

4.1.6 偏振控制器

该器件应能提供所有可能的偏振状态(例如:各种方向的线偏振、椭圆偏振、圆偏振)作为输入信号光。偏振控制器可以由一个线偏振器和一个全光纤型的偏振控制器组成或者由一个线偏振器和一个可旋转的四分之一波片、一个可旋转的二分之一波片组成。该器件每一端的光回波损耗应大于 40 dB。

4.1.7 光纤跳线

光纤跳线中光纤的模场直径应与 OFA 输入和输出端口所用尾纤的模场直径尽量接近。每一端的光回波损耗应大于 40 dB,长度应短于 2 m。

4.1.8 光连接器

光连接器连接损耗的重复性应优于 ± 0.2 dB。

4.2 试样

OFA 应工作在标称工作条件下,为避免由于不希望的反射可能引起 OFA 激光振荡,应使用光隔离器将试验下的 OFA 与外部隔离。这样将减小信号不稳定性和测量的不确定度。

在完成测量第 3 章中参数 a)~h) 的测量期间内,应注意保持输入光的偏振状态。输入光偏振状态的变化,将因为所有使用光部件的稍微偏振相关性而导致输入光功率变化,从而导致测量误差。

4.3 测量步骤

4.3.1 小信号增益

本方法通过测量 OFA 输入信号功率 P_{in} , 输出信号功率 P_{out} 和信号波长上放大的自发辐射功率 P_{ASE} , 从而确定 OFA 的小信号增益。

测量步骤如下:

- 置光源在相关详细规范中规定的试验波长上。
- 为校准光谱分析仪,用光功率计测量 P_{in} ,如图 1a 所示。
- 用光谱分析仪测量 P_{in} ,如图 1b 所示。
- 用光谱分析仪测量 P_{out} ,如图 1c 所示。
- 按照有关详细规范中规定的方法,用光谱分析仪测量 P_{ASE} ,如图 1c 所示。

注

- 可用不同的方法测量 P_{ASE} ,一种方法是用一外推程序在光谱分析仪显示器的信号波长上估计 ASE 功率电平。另一种方法是用一偏振器消除 OFA 输出中的信号分量来测量 ASE 功率电平,从而不受放大的信号谱的影响。在后一情况下,输入光信号应是线偏振光,消光比应优于 30 dB。如果偏振器方法不能足以消除信号功率,除偏振器技术外,还应附加使用外推技术。
- 避免由于再连接引起的测量误差,测量期间不得移去光连接器 J_1 和 J_2 。

4.3.2 反向小信号增益

除了将被试 OFA 的输入端作为输出端,输出端作为输入端外,测量步骤完全同 4.3.1 规定。

4.3.3 最大小信号增益

a) 设定波长可调光源在规定波长范围之内一个试验波长上,设定波长可调光源和可变光衰减器在 OFA 输入端口提供在相关详细规范中规定的光功率 P_{in}

b) 在相关详细规范规定的波长范围的不同波长上,重复 4.3.1 规定的步骤。

注

- 除非另有规定,波长应以小于 1 nm 的间隔,围绕着无输入信号用光谱分析仪观察时,ASE 谱分布产生最大值的波长逐步改变。
- 用基于干涉条纹计数方法的波长计,能得到优于 0.01 nm 的波长测量不确定度(在 1 550 nm 附近)。

4.3.4 最大小信号增益波长

如 4.3.3 规定。

4.3.5 最大小信号增益的温度特性

待研究。

4.3.6 小信号增益波长带宽

如 4.3.3 规定。

4.3.7 小信号增益波长变化

如 4.3.3 规定。

4.3.8 小信号增益稳定性

待研究。

4.3.9 偏振相关增益变化

- a) 在可变光衰减器和连接器 J1(图 1)之间使用一偏振控制器。
- b) 设定光源波长在相关详细规范中规定的测量波长上,调整偏振控制器到相关详细规范中规定的偏振状态,设定光源和可变光衰减器在 OFA 输入端口提供符合相关详细规范中规定的光功率 P_{in} 。
- c) 在不同的偏振状态重复 4.3.1 的步骤。

注

- 1 在每次测量 P_{in} 、 P_{out} 和 P_{ASE} 以后,应用偏振控制器改变输入信号的偏振状态,原则上使得大体所有的偏振状态连续地注入到被试 OFA 的输入端口。
- 2 偏振控制器应按相关详细规范中规定工作。当使用一线偏振器后跟一四分之一可旋转波片时,一种可能的方法如下:调线偏振器使 OFA 输出功率最大,四分之一一波片在至少 90°范围内以一定的步进角度一步步旋转,每转一步,半波片至少在 180°范围内一步步旋转。
- 3 为了减少由可能的应力和各向异性感应的偏振状态的变化,应使用一短段光纤跳线,并尽量保持平直。
- 4 光连接器的偏振相关损耗变化应小于 0.2 dB。

4.4 计算

4.4.1 小信号增益和反向小信号增益。

小信号增益 G 用下面公式计算:

$$G = 10\lg[(P_{out} - P_{ASE})/P_{in}] \quad (\text{dB}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

注

- 1 G 是仅仅当被试 OFA 工作在线性区域时的小信号增益。它可用绘出 $G \sim P_{in}$ 关系曲线确定。线性区域要求 P_{in} 是在增益完全与它无关的范围(见图 2)。输入信号功率一般是在 -30 dBm ~ -40 dBm。
- 2 测量误差优于 ± 1.5 dB,它取决于光谱分析仪的不确定度,主要是与它的偏振相关性有关。如果使用线偏振光(例如激光器产生的光)和一偏振控制器,通过调整输入到 OFA 信号光的偏振状态使得每次测量中光谱分析仪总是显示最小(或最大)信号功率,就能大大减小测量误差。另一方面,用一 LED 和一单色仪作光源,可使光谱分析仪的测量误差减小到 ± 0.2 dB,因为 LED 发出的是非偏振光。但是 LED 光源发射的光功率要比激光器的光功率低得多。

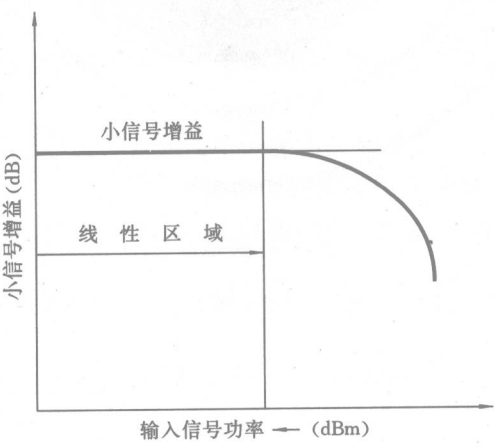


图 2 增益与输入信号功率关系曲线

4.4.2 最大小信号增益和最大小信号增益波长

如 4.4.1,按公式(1)计算出不同波长下的小信号增益值,所有波长下小信号增益值的最大者即为最大小信号增益。最大小信号增益发生的波长即为最大小信号增益波长。

4.4.3 最大小信号增益的温度特性

待研究。

4.4.4 小信号增益波长带宽

如 4.4.2,计算出最大小信号增益,找出比最大小信号增益低 3 dB 的小信号增益所在的波长,由这两个波长之间的波长间隔给出小信号增益波长带宽。

4.4.5 小信号增益波长变化

如 4.4.2,计算出最大小信号增益和在规定的测量波长范围之内的最小小信号增益。由最大小信号增益减去最小小信号增益就能得到小信号增益随波长变化量。

4.4.6 小信号增益稳定性

待研究。

4.4.7 偏振相关增益变化

如 4.4.1,按公式(1)计算出不同偏振状态下的小信号增益值,找出所有小信号增益值中的最大值 $G_{\max}$ 和最小值 $G_{\min}$,偏振相关增益变化 ΔG_p 可由下式算出:

$$\Delta G_p = G_{\max} - G_{\min} (\text{dB}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

注

- 1 ΔG_p 不一定表示偏振相关可能的最大变化。这是因为被试 OFA 的衰减仅仅当每一输入偏振状态对该 OFA 中的每一部件同时产生最大衰减时才为最大。
- 2 测量误差优于 ± 1 dB,这取决于光谱分析仪的测量不确定度,主要是与它的偏振相关性有关。

4.5 测量结果

测量结果报告应包括:

- a) 试验方法的标准编号;
- b) 试验装置的框图;
- c) 光源的 FWHM 谱宽;
- d) 泵浦光功率;
- e) 环境温度和相对湿度;
- f) 输入信号光功率 P_{in} ;
- g) 光谱分析仪波长分辨率和波长测量不确定度;
- h) 测量波长和测量波长范围;
- i) 小信号增益;
- j) 反向小信号增益(需要时);
- k) 最大小信号增益和最大小信号增益波长;
- l) 小信号增益波长带宽;
- m) 小信号增益波长变化;
- n) 偏振相关增益变化(需要时);
- o) 光谱分析仪功率准确度的偏振相关性(需要时);
- p) 输入光偏振状态变化(需要时);
- q) 试验日期和测量人员。

5 电谱分析仪试验方法

5.1 试验装置

测量 OFA 增益参数的电谱分析仪法试验系统框图如图 3 所示。

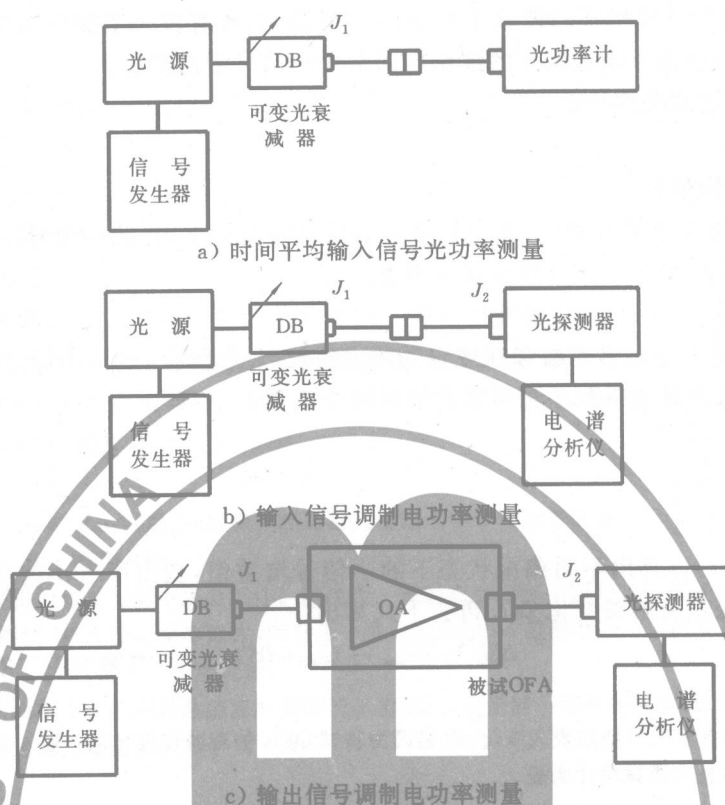


图3 电谱分析仪法测量 OFA 小信号增益的试验装置框图

5.1.1 光源

如 4.1.1 规定。

5.1.2 光功率计

如 4.1.2 规定。

5.1.3 电谱分析仪

谱功率测量误差应优于 ± 0.5 dB, 线性度应优于 ± 0.2 dB。

5.1.4 光隔离器

如 4.1.4 规定。

5.1.5 可变光衰减器

如 4.1.5 规定。

5.1.6 偏振控制器

如 4.1.6 规定。

5.1.7 光纤跳线

如 4.1.7 规定。

5.1.8 光连接器

如 4.1.8 规定。

5.1.9 光检测器

光检测器应对偏振高度不敏感,并具有优于 ± 0.2 dB 的线性度。

注:为了减小高直流电平引起的饱和效应,光检测器输出应是交流耦合的。

5.1.10 信号发生器

信号发生器应产生一个频率高于几百千赫的正弦波,线性度优于 ± 1.5 dB。

注:对于小信号增益测量,可用光斩波系统替代信号发生器。

5.2 试样

试样要求如 4.2 规定。

5.3 测量步骤

5.3.1 小信号增益

本方法通过测量信号波长上 OFA 输入和输出光功率的调制电功率 P_{in} 和 P_{out} , 来确定 OFA 的小信号增益。该方法使用-调制的输入信号和-电谱分析仪, 允许将输出信号中 ASE 噪声功率分离出来, 因为 ASE 在规定的频率上没有被调制。因此, 在调制频率上的电输出功率认为没有 ASE。测量步骤如下:

a) 设置信号发生器使得光源发射的光强在相关详细规范中规定的频率上被调制, 除非另有规定, 为了避免由于慢增益响应引起的波形畸变, 调制频率应高于几百千赫芝(例如: 1 MHz)。

b) 置光源在相关详细规范中规定的试验波长上。

c) 为校准电谱分析仪, 用光功率计测量时间平均输入光信号功率, 如图 3a 所示。设定光源和调节可变光衰减器, 在 OFA 输入端口提供在相关详细规范中规定的时间平均输入光信号功率。

d) 用光检测器和电谱分析仪, 测量调制频率下相应于规定时间平均输入光功率的电功率 P_{in} , 如图 3b 所示。

e) 用光检测器和电谱分析仪, 测量调制频率下相应于 OFA 输出光信号的电功率 P_{out} , 如图 3c 所示。

注: 为避免由于再连接引起的测量误差, 测量期间不得移去光连接器 J_1 和 J_2 。

5.3.2 反向小信号增益

除了将被试 OFA 的输入端作为输出端, 输出端作为输入端外, 测量步骤完全同 5.3.1 规定。

5.3.3 最大小信号增益

a) 设定波长可调光源在规定的波长范围之内一个波长上。

b) 在相关详细规范中规定的波长范围内的不同波长上, 重复 5.3.1 规定的步骤。

注

1 除非另有规定, 波长应以小于 1 nm 的间隔, 围绕着无输入信号时用光谱分析仪或单色仪观察到的 ASE 谱分布产生最大值的波长逐步改变。

2 用基于干涉条纹计数方法的波长计, 在 1550 nm 附近, 能得到 ± 0.01 nm 的波长测量不确定度。某些可调外腔激光二极管仪器能提供 ± 0.2 nm 的波长不确定度。

5.3.4 最大小信号增益波长

如 5.3.3 规定。

5.3.5 最大小信号增益的温度特性

待研究。

5.3.6 小信号增益波长带宽

如 5.3.3 规定。

5.3.7 小信号增益波长变化

如 5.3.3 规定。

5.3.8 小信号增益稳定性

待研究。

5.3.9 偏振相关增益变化

a) 在可变光衰减器和连接器 J_1 之间(图 3)使用一偏振控制器。

b) 置光源波长在相关详细规范中规定的测量波长上, 调节偏振控制器到相关详细规范中规定的偏振状态。

c) 在不同的偏振状态, 重复 5.3.3 规定的步骤。

注

1 在每次测量 P_{in} 、 P_{out} 以后, 应用偏振控制器改变输入信号的偏振状态, 原则上使得大体所有的偏振状态连续地注入到被试 OFA 的输入端口。



- 2 偏振控制器应按有关详细规范中的规定工作,当使用一线偏振器后跟四分之一可旋转波片时,一种可能的方法为:调线偏振器,使 OFA 输出功率最大,四分之一波片在至少 90°范围内以一定的步进角度一步步旋转,每转一步,半波片至少在 180°范围内一步步旋转。
- 3 为了减小由可能的应力和各向异性感应的偏振状态的变化,应使用一短段光纤跳线,并尽量保持平直状态。
- 4 光连接器的偏振相关损耗变化应小于 0.2 dB。

5.4 计算

5.4.1 小信号增益和反向小信号增益

小信号增益 G 用下面公式计算:

$$G = 5\lg(P_{out}/P_{in})(dB) \dots\dots\dots(3)$$

注

- 1 G 是仅仅当被试 OFA 工作在线性区域时的小信号增益,它可用绘出 $G \sim P_{in}$ 关系曲线确定。线性区域要求 P_{in} 是在增益完全与它无关的范围,如图 2 所示。平均输入光信号功率范围一般为 -30 dBm ~ -40 dBm。
- 2 测量误差优于 ± 0.4 dB,它主要取决于光检测器和电谱分析仪的线性度。

5.4.2 最大小信号增益和最大小信号增益波长

如 5.4.1,按公式(3)计算出不同波长下的小信号增益值,所有波长下小信号增益值的最大者,即为最大小信号增益。最大小信号增益发生的波长,即为最大小信号增益波长。

5.4.3 最大小信号增益的温度特性

待研究。

5.4.4 小信号增益波长带宽

如 5.4.2,计算出最大小信号增益,找出比最大小信号增益低 3 dB 的小信号增益所在的波长,由这两个波长之间的波长间隔给出小信号增益波长带宽。

5.4.5 小信号增益波长变化

如 5.4.2,计算出最大小信号增益和在规定的测量波长范围之内的最小小信号增益。最大小信号增益减去最小小信号增益就可得到小信号增益随波长变化量。

5.4.6 小信号增益稳定性

待研究。

5.4.7 偏振相关增益变化

如 5.4.1,按公式(3)计算出不同偏振状态下的小信号增益,从中找出最大值 G_{max} 和最小值 G_{min} ,偏振相关增益变化 ΔG_p 可由下式算出:

$$\Delta G_p = G_{max} - G_{min} \quad (dB) \dots\dots\dots(4)$$

注

- 1 ΔG_p 不一定表示偏振相关可能的最大变化,这是因为被试 OFA 的衰减仅仅当每一输入偏振状态对该 OFA 中每一部件同时产生最大衰减时才为最大。
- 2 测量误差优于 ± 0.4 dB,它主要与光检测器偏振相关性有关。

5.5 测量结果

测量结果报告应包括:

- a) 试验方法的标准编号;
- b) 试验装置的框图;
- c) 光源的 FWHM 谱宽;
- d) 泵浦光功率;
- e) 环境温度和相对湿度;
- f) 时间平均输入信号光功率;
- g) 强度调制波形、调制频率和调制指数;
- h) 电谱分析仪分辨率带宽;

- i) 测量波长;
- j) 小信号增益;
- k) 反向小信号增益(需要时);
- l) 最大小信号增益和最大小信号增益波长;
- m) 小信号增益波长带宽;
- n) 小信号增益波长变化;
- o) 偏振相关增益变化(需要时);
- p) 光检测器的偏振相关性(需要时);
- q) 输入光偏振状态变化(需要时);
- r) 试验日期和测量人员。

6 光功率计试验方法

6.1 试验装置

测量 OFA 增益参数的光功率计法有两种可能的选择,试验系统框图如图 4 和图 5 所示。

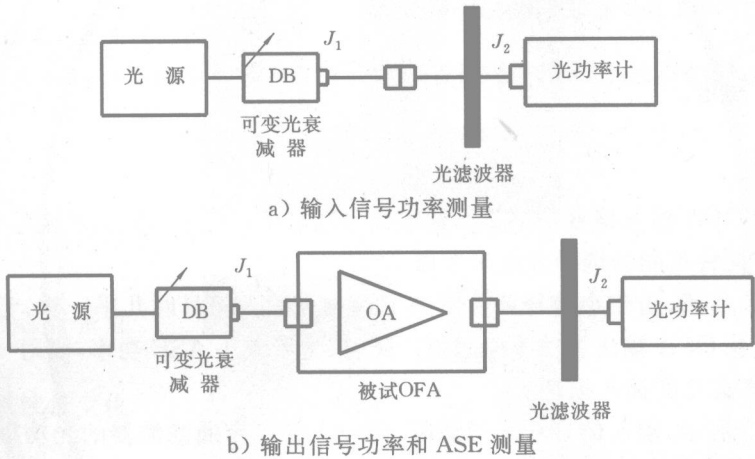


图 4 光功率计法测量 OFA 小信号增益的试验装置(选择 1)框图

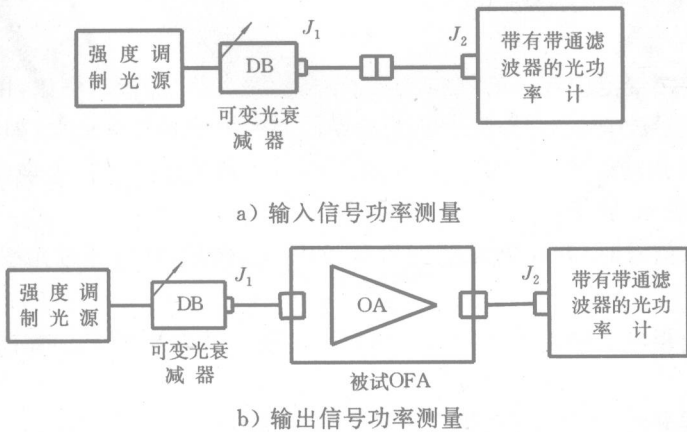


图 5 光功率计法测量 OFA 小信号增益的试验装置(选择 2)框图

6.1.1 光源

如 4.1.1 规定。

6.1.2 光功率计

在 OFA 工作波长带宽内,光功率计应有优于 0.2 dB 的测量不确定度,且与偏振状态无关,动态范围应超过测得的增益(例如 40 dB)。当测量小信号增益特性时,为探测强度调制光信号,需要有电带通

滤波功能。

6.1.3 光滤波器

光滤波器应该是波长可调,具有小于 3 nm 的带通(FWHM)。

6.1.4 光隔离器

如 4.1.4 规定。

6.1.5 可变光衰减器

如 4.1.5 规定。

6.1.6 偏振控制器

如 4.1.6 规定。

6.1.7 光纤跳线

如 4.1.7 规定。

6.1.8 光连接器

如 4.1.8 规定。

6.1.9 波长计

波长计应具有优于 0.1 nm 的波长测量不确定度。

6.2 试样

试样要求按 4.2 规定。

6.3 测量步骤

6.3.1 小信号增益

本方法通过测量 OFA 输入信号功率 P_{in} 、输出信号功率 P_{out} 和考虑到信号波长的 ASE 功率 P_{ASE} 来确定小信号增益。有两种可能的选择方法来考虑 ASE。

选择 I 中,如图 4 所示,由于小信号条件下的 P_{ASE} 与无输入信号时几乎一样,首先在无输入信号时测量 ASE 功率,将它从 OFA 输出总功率中减去。此时,为了减小 ASE 功率,使用一个可调到输入信号波长的光滤波器(应考虑它的插入损耗)。

选择 II 中,如图 5 所示,输入信号功率被调制,用一个带电带通滤波器的光功率计探测调制频率下 OFA 输出的功率,该方法测得的输出功率中排除了 ASE 的功率。

对选择 I 和 II 的测量步骤分别叙述如下:

a) 选择 I 时

1) 置光源在相关详细规范中规定的试验波长上,测量输入信号波长(例如,用波长计)。

2) 置光滤波器在信号波长上,使得经过滤波器后探测到的信号功率最大,如图 4a 所示。

3) 调整光源和可变光衰减器,在 OFA 输入端口提供在相关详细规范中规定的光功率 P_{in} ,并测量 OFA 输入信号功率,如图 4a 所示。

4) 通过测量无输入信号时 OFA 的光输出功率,如图 4b 所示,估算通过光滤波器的 ASE 功率电平 P_{ASE} 。

5) 用光功率计测量相应于输入功率 P_{in} 的总的 OFA 输出功率电平 P_{out} ,如图 4b 所示。

注

1 如果被试 OFA 中已有一个窄带光滤波器,外部的光滤波器就可省去。

2 为避免由于再连接引起的测量误差,测量期间不得移开光连接器 J_1 和 J_2 。

b) 选择 II 时

1) 置光源在相关详细规范中规定的试验波长上,测量输入信号波长(例如,用波长计)。

2) 在一个按相关详细规范中的规定的调制频率上调制光源发出的光强,或者直接调制,或者用一个外部调制器。

3) 调光源和可变光衰减器,在 OFA 输入端口提供在相关详细规范中规定的时间平均输入光信号

功率,如图 5a 所示,但要用不带电带通滤波器的光功率计测量 OFA 输入信号功率。

4) 按照有关详细规范,用具有适合调制频率的带电带通滤波器的光功率计测量 OFA 输入端口强度调制信号光功率 P_{in} ,如图 5a 所示。

5) 测量 OFA 输出端口的强度调制信号光功率 P_{out} ,如图 5b 所示。

注

1 商用功率计上典型的电带通滤波器带通频率是 270 Hz。

2 为了避免由于再连接引起的测量误差,测量期间不得移开光连接器 J_1 和 J_2 。

6.3.2 反向小信号增益

除了将被试 OFA 的输入端作为输出端,输出端作为输入端外,测量步骤完全同 6.3.1 规定。

6.3.3 最大小信号增益

a) 设定波长可调光源在规定波长范围之内的一个波长上,测量输入信号波长(例如用一波长计测量)。

b) 在相关详细规范规定的波长范围内的不同波长上,重复 6.3.1 的步骤。

注

1 除非另有规定,波长应以小于 1 nm 的间隔,围绕着无输入信号时用光谱分析仪或单色仪观察到的 ASE 谱分布产生最大值的波长逐步改变。

2 用基于干涉条纹计数方法的波长计,在 1 550 nm 附近,能得到 0.01 nm 的波长测量不确定度。某些可调外腔激光二极管仪器能提供 0.2 nm 的波长不确定度。

6.3.4 最大小信号增益波长

如 6.3.3 规定。

6.3.5 最大小信号增益的温度特性

待研究。

6.3.6 小信号增益波长带宽

如 6.3.3 规定。

6.3.7 小信号增益波长变化

如 6.3.3 规定。

6.3.8 小信号增益稳定性

待研究。

6.3.9 偏振相关增益变化

如 5.3.9 规定。

6.4 计算

6.4.1 小信号增益和反向小信号增益

小信号增益 G 用下面公式计算:

对选择 I:

$$G = 10\lg[(P_{out} - P_{ASE})/P_{in}](dB) \quad \dots\dots\dots (5)$$

对选择 II:

$$G = 10\lg(P_{out}/P_{in})(dB) \quad \dots\dots\dots (6)$$

注

1 在选择 I 情况,如果滤波器带宽很窄,以至 P_{ASE} 相对信号光功率足够小,上面计算中,可忽略 P_{ASE} 。

2 G 是仅仅当被试 OFA 工作在线性区域时的小信号增益,它可用绘出 $G \sim P_{in}$ 关系曲线确定。线性区域要求 P_{in} 是在增益完全与它无关的范围,如图 2 所示。平均输入光信号功率范围一般为 -30 dBm ~ -40 dBm。

3 测量误差优于 ± 0.2 dB,它主要取决于光功率计的不确定度。

6.4.2 最大小信号增益和最大小信号增益波长

如 6.4.1,按式(5)或式(6)计算不同波长下的小信号增益值,所有波长下小信号增益值的最大者,

即为最大小信号增益。最大小信号增益发生的波长,即为最大小信号增益波长。

6.4.3 最大小信号增益的温度特性

待研究。

6.4.4 小信号增益波长带宽

如 6.4.2,计算出最大小信号增益,找出比最大小信号增益低 3 dB 的小信号增益所在的波长,由该两个波长之间的波长间隔给出小信号增益波长带宽。

6.4.5 小信号增益随波长变化

如 6.4.2,计算出最大小信号增益和在规定的测量波长范围内的最小小信号增益。最大小信号增益减去最小小信号增益就可得到小信号增益随波长变化量。

6.4.6 小信号增益稳定性

待研究。

6.4.7 偏振相关增益变化

如 6.4.1,按式(5)或式(6)计算出不同偏振状态下的小信号增益,从中找出最大值 $G_{\max}$ 和最小值 $G_{\min}$,偏振相关增益变化 ΔG_p 可由下式计算出:

$$\Delta G_p = G_{\max} - G_{\min}(\text{dB}) \dots\dots\dots (7)$$

注

- 1 ΔG_p 不一定表示偏振相关可能的最大变化,这是因为被试 OFA 的衰减仅仅当每一输入偏振状态对该 OFA 中每一部件同时产生最大衰减时才为最大。
- 2 测量误差优于 ± 0.5 dB,它主要取决于光功率计的偏振相关性。

6.5 测量结果

测量结果报告应包括:

- a) 试验方法的标准编号;
- b) 试验装置的框图;
- c) 光源的 FWHM 谱宽;
- d) 泵浦光功率;
- e) 环境温度和相对湿度;
- f) 输入信号光功率 P_{in} (对选择 I);
 时间平均输入信号光功率(对选择 II);
- g) 光滤波器的波长谱宽(对选择 I);
 电带通滤波器的调制特性和宽度(对选择 II);
- h) 测量波长;
- i) 小信号增益;
- j) 反向小信号增益(需要时);
- k) 最大小信号增益和最大小信号增益波长;
- l) 小信号增益波长带宽;
- m) 小信号增益波长变化;
- n) 偏振相关增益变化(需要时);
- o) 光功率计不确定度的偏振相关性(需要时);
- p) 输入光偏振状态变化(需要时);
- q) 试验日期和测量人员。

附 录 A
(提示的附录)
缩写词一览表

ASE	放大的自发辐射
DBR	分布布拉格反射器(激光二极管)
DFB	分布反馈激光器
ECL	外腔激光器
FWHM	半最大全宽
LED	发光二极管
OFA	光纤放大器
