



中华人民共和国通信行业标准

YD/T 3025-2016

小型化掺铒光纤放大器

Small form erbium doped fiber amplifier

2016-01-15 发布

2016-04-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 缩略语、术语和定义	1
4 技术要求	2
5 测试	5
6 机械和环境性能试验	8
7 检验规则	9
8 安全、标志、包装、运输和储存	10

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：无锡中兴光电子技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、武汉烽火科技集团有限公司。

本标准主要起草人：李现勤、李青宁、陈金龙、武成宾、郑彦升。

小型化掺铒光纤放大器

1 范围

本标准规定了小型化掺铒光纤放大器（以下简称“小型化EDFA”）的技术要求、测试方法、检验规则、标志、安全、包装、运输和储存要求。

本标准适用于小型化EDFA。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

GB/T 191-2008 包装储运图示标志

GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 9771 （所有部分）通信用单模光纤

GB/T 16849-2008 光纤放大器总规范

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

GB/T 16850.2-1999 光纤放大器试验方法基本规范 第2部分：功率参数的试验方法

GB/T 16850.3-1999 光纤放大器试验方法基本规范 第3部分：噪声参数的试验方法

GB/T 16850.5-2001 光纤放大器试验方法基本规范 第5部分：反射参数的试验方法

GB/T 16850.6-2001 光纤放大器试验方法基本规范 第6部分：泵浦泄漏参数的试验方法

GB/T 18898.1-2002 掺铒光纤放大器 第1部分：C波段掺铒光纤放大器

GB/T 26125-2011 电子电气产品 六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的测定

GB/T 26572-2011 电子信息产品中有毒有害物质的限量要求

YD/T 1065-2000 单模光纤偏振模色散试验方法

YD/T 1954-2013 接入网用弯曲损耗不敏感单模光纤特性

SJ/T 11364-2006 电子信息产品污染控制标识要求

IEC 60825-1:2007 激光产品的安全.第1部分:设备分类和要求(Safety of laser products - Part 1: Equipment classification and requirements)

IEC 61290-3-3: 2013 光学放大器--试验方法--第3-3部分：噪声参数--总ASE功率比的信号功率 (Optical amplifiers – Test methods – Part 3-3: Noise figure parameters – Signal power to total ASE power ratio)

Telcordia GR-418-CORE: 1999 光纤传输系统的一般可靠性保证要求 (Generic reliability assurance requirements for fiber optic transport systems)

3 缩略语、术语和定义

3.1 缩略语

YD/T 3025-2016

下列缩略语适用于本文件。

AGC	Automatic Gain Control	自动增益控制
APC	Automatic Power Control	自动功率控制
ASE	Amplified Spontaneous Emission	放大的自发辐射
EDFA	Eirbum Doped Fiber Amplifier	掺铒光纤放大器
<i>S/ASE</i>	Signal/Total Amplified Spontaneous Emission Ratio	信号光与放大的自发辐射噪声比

3.2 术语和定义

GB/T 18898.1和GB/T 16849-2008界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.2.1

信号光与放大的自发辐射噪声比 *S/ASE*

输出信号光和噪声带宽内总 ASE 光功率之比。其中噪声带宽为包含至少 99%放大器总噪声功率的带宽。

4 技术要求

4.1 分类

按放大功能分为：

- 前置放大器；
- 功率放大器。

按波段分为：

- C 波段；
- L 波段。

按应用的波长数目分为：

- 单通道；
- 多通道。

按是否电控分为：

- 增益模块；
- 光电模块。

4.2 尺寸要求

除非另有规定，尺寸为90mm×70mm×15mm。

特殊场合，尺寸可以是70mm×45mm×15mm或者更小。

对于输出功率大于20dBm的产品，模块高度可超过15mm。

4.3 光纤规格

采用符合 GB/T 9771, YD/T 1954-2013 的单模光纤。

对于尾纤有弯曲损耗要求的小型化 EDFA，应考虑使用符合 YD/T 1954-2013 的单模光纤。

4.4 性能参数要求

4.4.1 前置放大器

单通道、多通道前置放大器技术要求参数分别见表 1、表 2。

表1 单通道前置放大器技术要求参数

性能参数	单位	最小值	最大值
C 波段工作波长 ^a	nm	1530	1565
L 波段工作波长 ^a	nm	1570	1605
输入光功率	dBm	-28	+5
输出光功率 ^b	dBm	—	15
增益	dB	20	—
C 波段噪声系数 ^c	dB	—	5.5
L 波段噪声系数 ^c	dB	—	6.0
S/ASE ^d	dB	1	—
偏振相关增益	dB	—	0.5
偏振模色散	ps	—	0.5
输出端泵泄漏功率	dBm	—	-33
输入端泵泄漏功率	dBm	—	-30
光回波损耗	dB	40	—
输入和输出最大反射容限	dB	-27	—
工作环境温度	℃	-5	+60
工作相对湿度	%	20	80
储存温度	℃	-40	+85
储存相对湿度	%	10	90
尾纤弯曲半径	mm	25	—
功耗	W	—	10
^a 此处为常规波长范围，可根据需要扩展波长范围 C 波段：1528nm~1568nm，L 波段：1570nm~1610nm；			
^b 此处输出功率是指输出端无窄带滤波器的情况下，信号功率和正向 ASE 噪声功率之和，即总功率。输出端含窄带滤波器时，应根据滤波器带宽适当减小输出光功率最大值；			
^c 在增益为优化设计值或额定值处测试；			
^d 此处 S/ASE 是针对不带窄带滤波器的可选要求。通常对 APC 控制的模块有 S/ASE 的要求，在 EDFA 的额定最小输入功率处测试，AGC 控制的模块一般不要求。C 波段测试 ASE 功率的波长范围为 1500nm~1620nm，该波长范围包含了 99% 以上的 ASE 功率；L 波段测试 ASE 功率的波长范围为 1520nm~1640nm，该波长范围包含了 99% 以上的 ASE 功率			

表2 多通道前置放大器技术要求参数

性能参数	单位	最小值	最大值
C 波段工作波长 ^a	nm	1530	1565
L 波段工作波长 ^a	nm	1570	1605
输入光功率/每信道	dBm	-36	-12
输出光功率/每信道	dBm	-9	—
增益	dB	10	—
增益平坦度 ^b	dB	—	3
C 波段噪声系数 ^c	dB	—	5.5
L 波段噪声系数 ^c	dB	—	6.0
偏振相关增益	dB	—	0.5
偏振模色散	ps	—	0.5
输出端泵泄漏功率	dBm	—	-33
输入端泵泄漏功率	dBm	—	-30

表 2（续）

性能参数	单位	最小值	最大值
光回波损耗	dB	40	—
输入和输出最大反射容限	dB	−27	—
工作环境温度	℃	−5	+60
工作相对湿度	%	20	80
储存温度	℃	−40	+85
储存相对湿度	%	10	90
尾纤弯曲半径	mm	25	—
功耗	W	—	10
^a 通常波长范围 35nm，实际应用中可扩展到 40nm，C 波段：1528nm~1568nm，L 波段：1570nm~1610nm；			
^b 在增益为优化设计值或额定值处测试			

4.4.2 功率放大器

单通道、多通道功率放大器技术要求参数分别见表 3、表 4。

表3 单通道功率放大器技术要求参数

性能参数	单位	最小值	最大值
C 波段工作波长 ^a	nm	1530	1565
L 波段工作波长 ^a	nm	1570	1605
输入光功率 ^b	dBm	−10	3
输出光功率 ^c	dBm	0	23
C 波段噪声系数 ^d	dB	—	6.0
L 波段噪声系数 ^d	dB	—	6.5
S/ASE^e	dB	1.5	—
偏振相关增益	dB	—	0.5
偏振模色散	ps	—	0.5
输出端泵泄漏功率	dBm	—	−20
输入端泵泄漏功率	dBm	—	−25
光回波损耗	dB	40	—
输入和输出最大反射容限	dB	−27	—
工作环境温度	℃	−5	+55
工作相对湿度	%	20	80
储存温度	℃	−40	+85
储存相对湿度	%	10	90
尾纤弯曲半径	mm	25	—
功耗	W	—	15
^a 此处为常规波长范围，可根据需要扩展波长范围 C 波段：1528nm~1568nm，L 波段：1570nm~1610nm；			
^b 不包含模拟系统用放大器；			
^c 此处输出功率是指输出端无窄带滤波器的情况下，信号功率和正向 ASE 噪声功率之和，即总功率。输出端含窄带滤波器时，应根据滤波器带宽适当减小输出光功率最大值；			
^d 在增益为优化设计值或额定值处测试；			
^e 此处 S/ASE 是对于不带窄带滤波器的可选要求。通常对 APC 控制的模块有 S/ASE 的要求，在 EDFA 的额定最小输入功率处测试，AGC 控制的模块一般不要求 S/ASE 。C 波段测试 ASE 功率的波长范围为 1500nm~1620nm，该波长范围包含了 99%以上的 ASE 功率；L 波段测试 ASE 功率的波长范围为 1520nm~1640nm，该波长范围包含了 99%以上的 ASE 功率			

表4 多通道功率放大器技术要求参数

性能参数	单位	最小值	最大值
C 波段工作波长 ^a	nm	1530	1565
L 波段工作波长 ^a	nm	1570	1605
输入光功率/每信道	dBm	-20	-5
输出光功率/每信道	dBm	5	—
增益	dB	10	—
增益平坦度 ^b	dB	—	3
C 波段噪声系数 ^b	dB	—	6.0
L 波段噪声系数 ^b	dB	—	6.5
偏振相关增益	dB	—	0.5
偏振模色散	ps	—	0.5
输出端泵泄漏功率	dBm	—	-20
输入端泵泄漏功率	dBm	—	-25
光回波损耗	dB	40	—
输入和输出最大反射容限	dB	-27	—
工作环境温度	℃	-5	+55
工作相对湿度	%	20	80
储存温度	℃	-40	+85
储存相对湿度	%	10	90
尾纤弯曲半径	mm	25	—
功耗	W	—	15
^a 通常波长范围 35nm，实际应用中可扩展到 40nm，C 波段：1528nm~1568nm，L 波段：1570nm~1610nm；			
^b 在增益为优化设计值或额定值处测试			

4.5 环保符合性

小型化 EDFA 产品的组成单元分类应符合 GB/T 26572-2011 中表 1 的规定，有毒有害物质的限量要求按 GB/T 26125-2011 规定检测，应符合 GB/T 26572-2011 中表 2 的要求。

4.6 激光安全

小型化EDFA产品激光安全等级按照 IEC 60825-1:2007 规定。

5 测试

5.1 外观检查

进行光学性能测量前，首先对小型化 EDFA 进行外观检查。其外观应平滑、洁净、均匀、无伤痕及裂纹，整个小型化 EDFA 牢固，引线无松动或与连接器插拔平顺；产品标志清晰。

5.2 环境

小型化 EDFA 的性能测试应在规定的大气条件下进行，即：

- 温度：15℃~35℃；
- 相对湿度：25%~75%；
- 气压：86kPa~106kPa。

当不能在标准大气条件下进行时，应在测试报告上写明测试和试验的环境条件。

5.3 仪表装置

YD/T 3025-2016

用于进行小型化 EDFA 光学性能测量的仪器仪表及装置，应按规定进行校验，并在有效期内使用。

5.4 输入功率范围、输出功率范围、最大总输出功率和工作波长范围测量

按 GB/T 16850.2-1999 规定进行测量。

5.5 增益、波道增益、增益平坦度、偏振相关增益测量

按 GB/T 16850.1-1997 规定进行测量。

5.6 噪声系数、波道噪声系数、ASE 功率和反向 ASE 功率测量

按 GB/T 16850.3-1999 规定进行测量。

5.7 输入端最大光反射容限和输出端最大光反射容限测量

按 GB/T 16850.5-2001 规定进行测量。

5.8 输入泵泄漏功率和输出泵泄漏功率测量

按 GB/T 16850.6-2001 规定进行测量。

5.9 偏振模色散测量

按 YD/T 1065-2000 规定进行测量。

5.10 S/ASE 测量

5.10.1 测量装置

测量 S/ASE 参数的装置如图 1 和图 2 所示。

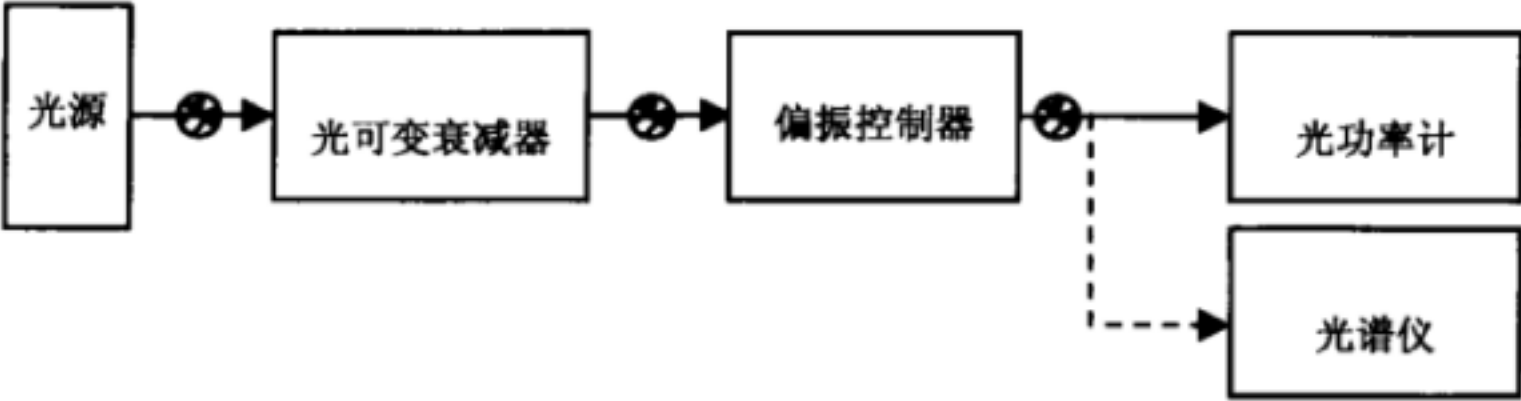


图 1 光校准装置框

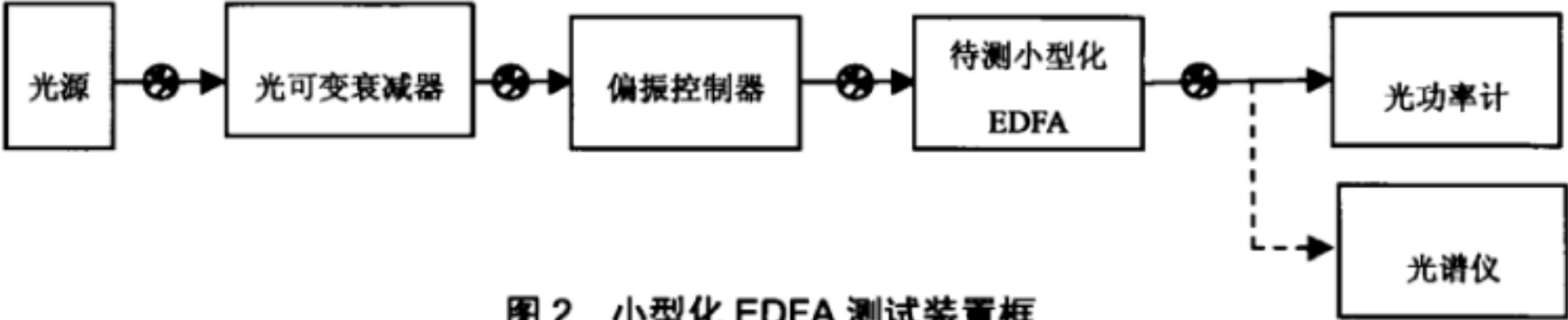


图 2 小型化 EDFA 测试装置框

5.10.2 测试设备

5.10.2.1 光源

光源主要性能要求如下：

- 光源应能产生 EDFA 工作波长范围内波长和功率可调的光；
- 光源边模抑制比应大于 40dB；
- 输出功率波动应小于 0.05dB。

5.10.2.2 光功率计

光功率计主要性能要求如下：

在小型化 EDFA 工作波长带宽内，光功率计要求如下：

- 测量准确度应优于±0.2dB，且与偏振状态和波长无关；

——动态范围应超过测得的增益(例如 40dB)。

5.10.2.3 光谱分析仪

光谱分析仪主要性能要求如下:

在小型化 EDFA 工作波长带宽内, 光谱分析仪要求如下:

——谱功率测量偏振相关性应小于 0.1dB;

——稳定性应优于 ± 0.1 dB;

——波长测量准确度应优于 ± 0.05 nm;

——波长重复率应优于 0.01nm(1min 内);

——动态范围应满足测量要求, 并具有优于 0.1nm 的分辨率;

——回波损耗应大于 50dB。

5.10.2.4 偏振控制器

偏振控制器主要性能要求如下:

应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)。偏振控制器插入损耗变化应小于 0.1dB, 每一端回波损耗应大于 50dB。

5.10.2.5 可变光衰减器

可变光衰减器主要性能要求如下:

——可变范围应大于 40dB;

——稳定性优于 ± 0.1 dB;

——每一端回波损耗应大于 50dB。

5.10.3 测试步骤

测试用的光谱仪应带有自动计算指定波长范围内总功率的功能, 如果不带有该功能, 需要校准光谱仪的带宽, 具体按 IEC 61290-3-3: 2013 中 7.2.1.1 规定进行校准, 按 IEC 61290-3-3: 2013 中 7.2.2 规定进行测试计算。

测试步骤如下:

a) 为校准光谱分析仪 (OSA), 首先将光源与功率计直接连接, 用功率计测量光源功率。然后, 将光源与 OSA 直接连接, 校准 OSA 幅度读数, 使得与功率计读取数值相匹配。对于具有高自发辐射水平的光源(边模抑制比小于或等于 40dB), 要求附加的增益校准。

b) 把输入光接入功率计, 确认出适合功率的光。然后把输入光接入 OSA, 测试输入光谱 A, 保存光谱 A。然后将输入光接入待测放大器, 待测放大器输出接 OSA 扫谱, 保存 OSA 扫描的光谱曲线 B, OSA 总体功率读数为放大器总输出光功率。

c) 通过光谱 A 和 B, 可以读出输入信号光功率 P_{SINGAL}^{IN} , 输入光的噪声水平 P_{NOISE}^{IN} , 工作波长范围内的总输出光功率 P_{TOTAL}^{OUT} , 以及输出信号光功率 P_{SINGAL}^{OUT} 。功率单位为 dBm。

d) 根据下列公式计算 S/ASE, 单位是 dB。

$$S/ASE = 10 \times \log_{10} \left(\frac{10^{\frac{P_{SINGAL}^{OUT}}{10}}}{10^{\frac{P_{TOTAL}^{OUT}}{10}} - 10^{\frac{P_{SINGAL}^{OUT}}{10}} - 10^{\frac{Gain}{10}} \cdot 10^{\frac{P_{NOISE}^{IN}}{10}}} \right)$$

公式中的 $Gain = P_{SINGAL}^{OUT} - P_{SINGAL}^{IN}$ 。

6 机械和环境性能试验

6.1 试验环境要求

试验环境要求同 5.2。

6.2 机械和环境性能试验的技术要求

各种环境和机械性能试验后 EDFA 参数的变化量符合 GB/T 18898.1-2002, 5.4 中表 14 的规定。

6.3 机械性能试验

6.3.1 振动试验

振动试验按照 GB/T 18898.1-2002 中 7.1.1 的规定进行测量。

6.3.2 冲击试验

冲击试验按照 GB/T 18898.1-2002 中 7.1.2 的规定进行测量。

6.3.3 尾纤保持力

尾纤保持力试验按照 GB/T 18898.1-2002 中 7.1.3 的规定进行测量。

6.3.4 尾纤扭转

尾纤扭转试验按照 GB/T 18898.1-2002 中 7.1.4 的规定进行测量。

6.4 环境性能试验

6.4.1 低温（静态）试验

低温（静态）试验按照 GB/T 18898.1-2002 中 7.2.1 的规定进行测量。

6.4.2 高温（静态）试验

高温（静态）试验按照 GB/T 18898.1-2002 中 7.2.2 的规定进行测量。

6.4.3 高温老化试验

高温老化试验按照 GB/T 18898.1-2002 中 7.2.4 的规定进行测量。

6.4.4 高低温循环试验

高低温循环试验的要求如下：

a) 试验条件：按照 Telcordia GR-418-CORE: 1999 中 4.8 的规定进行测量。

b) 程序：将试样在室温下进行预处理，测量需要进行对比的参数。然后将试样放入高低温循环箱，按照设定的程序进行试验。试验后，取出试样，在室温下恢复 2h，测量并记录数据。

6.4.5 高温高湿试验

高温高湿试验的要求如下：

a) 试验条件：

—— 温度为 85℃，湿度为 85%。

—— 持续时间为 1000h。

b) 程序：将试样在室温下进行预处理，测量需要进行对比的输出光功率、噪声系数、增益等参数。

然后将试样放入高温高湿循环箱，按照设定的程序进行试验。实验后，取出试样，在室温下恢复 2h，测量并记录数据。

6.5 抽样要求

按照 GB/T 18898.1-2002 中表 16 进行抽样测试。

7 检验规则

7.1 检验分类

小型化 EDFA 分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

出厂检验分为常规检验和抽样检验。

7.2.1 常规检验

常规检验应百分之百进行，检验项目如下：

a) 性能检验：输入信号波长，输入信号功率，输出信号功率，最大输出信号功率，增益，噪声系数， S/ASE 和高温老化试验。

b) 温度循环老化筛选

— 非工作状态，极限温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim +75^{\circ}\text{C}$ ，循环次数 12 次，高、低温维持时间 60min，温度变化速率 60min；循环曲线见图 3。

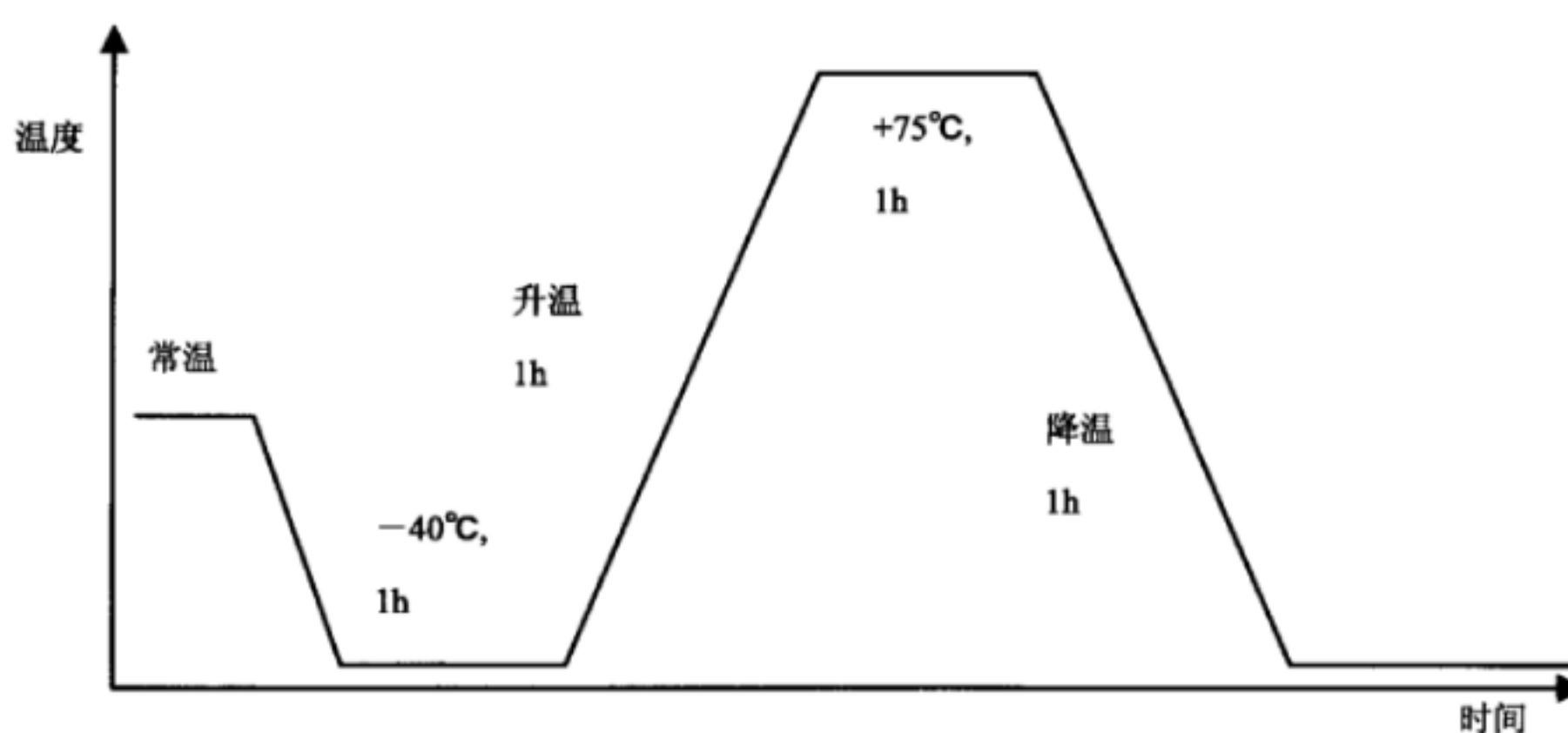


图 3 温度循环曲线

- 恢复：在正常大气条件下恢复 1h 后测试。
- 失效判据按照 GB/T 18898.1-2002 中表 14 的规定。

c) 高温老化试验

- 高温老化试验按照 GB/T 18898.1-2002 中 7.2.4 的规定进行测量。
- 恢复：在正常大气条件下恢复 1h 后测试。
- 失效判据按照 GB/T 18898.1-2002 中表 14 的规定。

注：b) 和 c) 可任选一项。

d) 外观：目测，无明显划痕，无各种污点、镀层无脱落、起皮、锈蚀等现象；标志清晰牢固，标志内容和贴放位置符合 GB/T 191-2008 的规定。

7.2.2 抽样检验

从批量生产中生产的同批或若干批产品中，按 GB/T 2828.1-2012 规定，取一般检查水平 II，接收质量限 (AQL) 和检验项目如下。

a) 外观

- AQL 取 1.5。
- 检验方法：目测，表面无明显划痕，无各种污点，产品标识清晰牢固。
- b) 外形尺寸
 - AQL 取 1.5。
 - 检验方法：用满足精度要求的量度工具测量，应符合产品技术条件规定。
- c) 性能检测
 - AQL 取 0.65。
 - 检验方法：按 5 的规定进行测试，其结果符合表 1 至表 4 的规定。

7.3 型式检验

7.3.1 检验条件

小型化 EDFA 有下列情况之一时，应进行型式检验。型式检验需进行全部项目的测量和检验。

- a) 产品定型和转场时；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品停产 12 个月后恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与定型时的型式检验有较大差别时；
- e) 正常生产 24 个月后；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.3.2 检验项目及抽样方案

按照 GB/T 18898.1-2002 中表 16 进行抽样。

7.3.3 型式检验样品的处理

凡经受了型式检验的样品，一律不能作为合格品交付使用。

7.3.4 产品不合格的判定

每项试验完成后，在相同测试条件下，各项参数除应满足产品标准规定外，若其中任何一项试验不符合要求时，则判该批不合格。

7.3.5 重新检验规定

对于不合格分组的产品，可进行返工，以纠正缺陷或剔除失效产品，然后重新检验。重新检验应采用加严抽样方案。若重新检验仍有失效，则该批拒收；如通过检验，判为合格。重新检验不得超过 2 次，并应清楚标明为重新检验批。

7.3.6 样品的使用

在不影响检验和试验结果的条件下，一组样品可用于其他分组的检验和试验。

7.3.7 检验批的组成

提交检验的批，可由一个生产批构成，或由符合下述条件的几个生产批构成：

- 这些生产批是在相同材料、工艺、设备等条件下制造出来的；
- 若干个生产批构成一个检验批的时间不超过 1 个月。

8 安全、标志、包装、运输和储存

8.1 安全

安全等级按照 IEC 60825-1:2007 的规定，并在产品上贴上对应安全等级的标志。

8.2 标志

8.2.1 标志内容

每个产品应标明产品型号、规格、编号、批的识别代码等标志。

8.2.2 标志要求

进行全部试验之后，标志应保持清晰。标志损伤了的产品应重新打印标志，以保证发货之前标志清晰完整。

8.2.3 绿色标志产品

产品的污染控制标志应按 SJ/T 11364-2006 中第 5 章的规定，在包装盒和产品上打印上电子信息产品污染控制标志。

8.3 包装

产品应有良好的包装及防静电措施，避免在运输过程中受到损坏。包装盒上应标有产品名称、型号和规格、生产厂家、产品执行标准号、防静电标识、激光防护标志、绿色产品标志等。

包装盒内应有产品说明书。说明书内容包括：

- 小型化 EDFA 名称、型号；
- 简要工作原理和主要技术指标；
- 极限工作条件；
- 安装尺寸和管脚排列，使用注意事项等。

8.4 运输

包装好的产品可用常用的交通工具运输，运输中应避免雨、雪的直接淋袭，烈日曝晒和猛烈撞击。

8.5 储存

产品应储存在环境温度为一10℃～+45℃，相对湿度不大于 85%且无腐蚀性气体、液体的仓库里。储存期超过 6 个月的产品，出库前应按第 5 章的规定进行光电特性测试，测试合格方可出库。
