

# 光纤放大器

Ken Fodero

## 说明

SEL制造许多使用光纤技术进行通信的设备。这些设备运行的光学距离因所使用的光学组件类型而不同。SEL制造的产品可在数百米至超过100公里的距离内运行。

本操作说明书用于光纤路径超过100公里，并采用在1550毫微米灯光射程内运行的光纤产品的系统。

## 问题

偶尔，光缆装置可以涵盖超过要应用的SEL产品指定最大范围的距离。此外，电缆路由可能不允许用于中继器，或者中继器的最佳位置可能超过要应用SEL产品的覆盖范围。

## SEL解决方案

当在光纤范围超过产品规格列出最大电缆长度的应用中使用SEL光纤产品时，使用光纤放大器是一个可能的解决方案。SEL建议为这些应用使用掺铒光纤放大器（EDFA）。本设备可放大1529至1562毫微米范围的光线。EDFA不受数据速率的影响，并可适用于具有1550-毫微米光纤选项的以下SEL产品：

- SEL-2831 单模式光纤收发器
- SEL-311L 线路电流差动保护和自动化系统
- SEL-411L 高级线路差动保护，自动化和控制系统

## 光纤系统增益计算

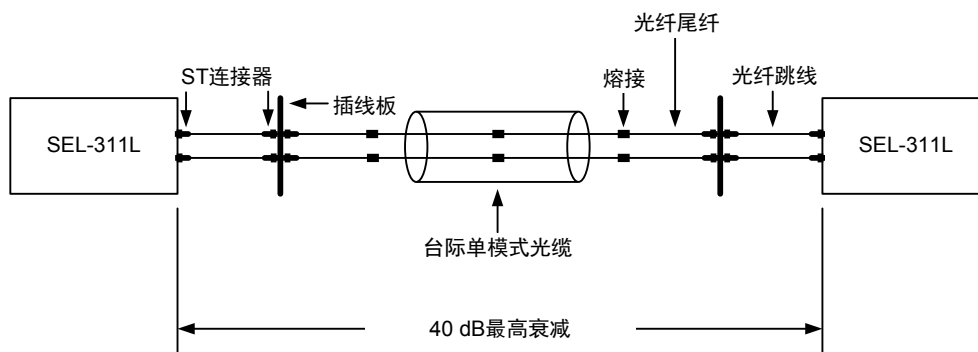
SEL使用保守的数字计算每个光纤产品可靠通信的距离。当在指定最大距离和以外应用SEL产品时，始终从产品的系统增益能力开始。以下是计算系统增益的简单公式：

$$\text{系统增益} = \text{发射功率} - \text{接收灵敏度}$$

以下是配有1550毫微米光学器件的SEL-311L的示例：

$$-18 \text{ dB TX power} - (-58 \text{ dB RX sensitivity}) = 40 \text{ dB系统增益}$$

系统增益是传输的信号在通过光纤系统时可用衰减的最大级。图形 1 显示了导致系统衰减的各种系统组件。



图形 1 光纤系统损失增益示例

表格 1 的系统损失预算展示了 SEL-311L 可以运行的最大计算光纤距离。使用的值是低损失光缆的典型值；应使用每个系统的实际电缆衰减 (dB/km) 数字计算，这些系统在接近正常使用产品的指定最大限制内运行。当完成安装以确认计算对测量的衰减性能时，还应测量光缆装置。

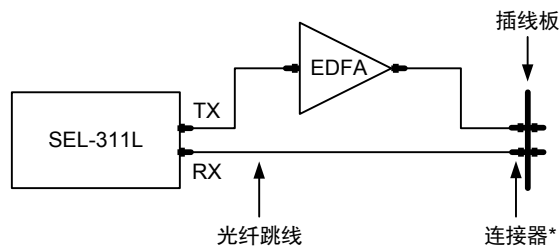
表格 1 光纤系统衰减计算示例

典型衰减值	损失计算	系统损失预算
电缆衰减 = $\text{km} \cdot 0.22 \text{ dB/km}$	$174 \text{ km} \cdot 0.22 \text{ dB/km}$	38.28 dB
拼接损耗 = 每 6 km 0.05 dB (每拼接)	$3 \cdot 0.05 \text{ dB}$	1.5 dB
光纤连接器 = 0.03 dB (每连接器)	$3 \cdot 0.03 \text{ dB}$	0.09 dB
	总系统损失	39.87 dB

**注意：**系统增益 - 总系统损失 = 系统余度在本操作说明书示例中，我们显示极低余度。SEL 建议任何光纤系统的余度为 3 dB。

## 掺铒光纤放大器

EDFA 可用于提升传输的光纤信号级。本放大器可以以几种模式运行。本操作说明书特定于升压放大器操作模式。在本模式中，放大器与传输光学设备并行，如图形 2 所示。



\* 根据放大器连接器选项的不同，连接器类型可能不同。

图形 2 升压放大器的应用示例

典型升压放大器将为传输的光学信号增加14 dB。应小心不要超过放大器的最大输入级（通常为0 dBm）。本放大率可直接添加到系统的计算增益。例如，当按照图形 2所示使用放大器时，之前计算的SEL-311L的40 dB系统增益将增加到54 dB。表格 2展示，对于54 dB的系统增益，距离最长235公里。请注意，对于235公里的距离，必须实现表格 2的衰减值。

以下是配有1550毫微米光学器件的SEL-311L的系统增益示例：

$$-18 \text{ dB TX power} - (-58 \text{ dB RX sensitivity}) = 40 \text{ dB系统增益}$$

$$40 \text{ dB系统增益} + 14 \text{ dB放大器增益} = 54 \text{ dB系统增益}$$

**表格 2 使用 EDFA 的光纤系统损失计算示例**

典型衰减值	损失计算	系统损失预算
电缆衰减 = km • 0.22 dB/km	235 km • 0.22 dB/km	51.7 dB
拼接损耗 = 每 6 km 0.05 dB（每拼接）	40 • 0.05 dB	2 dB
光纤连接器 = 0.03 dB（每连接器）	3 • 0.03 dB	0.09 dB
带放大器的系统增益	总计	53.79 dB

到目前位置测试的放大器的系统增益为 >14 dB。本放大器的信息是：  
Telecom Engineering, Inc., +1.888.250.1562, 型号 TEOA-17-BOA-2-LCU-UTL。

## 更高比特率下的信号散射

图形 2显示的放大器示例适用于SEL-311L, SEL-411L和SEL-2831产品。这些产品以64 kbps或更小的相对低比特率进行通信。SEL ICON™综合通信光纤网络接口以OC-48（2.44 Gbps）的更高比特率运行。在本高比特率下，额外影响是色散的影响。

色散是信号脉冲随着距离的增加扩大。2.44 Gbps比特率和长光纤跨度（>100公里）的组合为本应用让散射发挥作用。由于2.44 Gbps信号的散射影响，不建议在OC-48线路速率下将升压放大器用于ICON。需要使用用作重复器的ICON节点以覆盖超过小尺寸可插拔（SFP）收发器的100公里的最长覆盖范围。

## 说明书结语

本操作说明书旨在为长光缆装置的中继器设备提供替代解决方案。需要与电缆提供商合作以为应用选择正确的光纤。电缆制造商还应为适合安装的正确光缆提供指南。

---

© 2015 Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.  
保留所有权利。



**SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES, INC.**

2350 NE Hopkins Court • Pullman, WA 99163-5603 USA

Tel: +1.509.332.1890 • Fax: +1.509.332.7990

[www.selinc.com](http://www.selinc.com) • [info@selinc.com](mailto:info@selinc.com)