

C带和L带掺铒光纤放大器的比较*

陈冠三, 罗 聪

(中山大学超快速激光光谱学国家重点实验室//电子与通信工程系, 广东 广州 510275)

摘 要: 以美国朗讯公司提供的两种掺铒光纤特性分析为基础, 通过对其增益, 噪声和带宽特性的比较, 阐述了C带和L带掺铒光纤放大器(EDFA)的异同点, 为新型的L带掺铒光纤放大器的设计提供借鉴.

关键词: C带和L带掺铒光纤放大器; 增益; 噪声

中图分类号: TN253 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2001) 04-0048-03

在光通信技术迅速发展的刺激下, 经过近10年的发展, C带(1 530~1 565 nm)掺铒光纤放大技术已经趋于成熟, 广泛地被应用到光纤通信系统中, 并且正在进一步向L带(1 565~1 610nm)的应用^[1]以及和喇曼光纤放大器结合的应用发展^[2]. 综合性能良好并且价格合理的L带掺铒光纤放大器的设计已经成为掺铒光纤放大器新的发展问题, 如何利用商用可行的各种掺铒光纤设计性能价格比优越的新型L带掺铒光纤放大器, 是一个值得进一步研究的热门课题.

朗讯公司在发展C带掺铒光纤放大用掺铒光纤的过程中, 根据不同的用途, 可以提供不同特性的掺铒光纤, 例如HE980, MP980, R37003, LP980和HP980等各种不同类型的掺铒光纤, 这些掺铒光纤在C带掺铒光纤放大器的使用中已经在不同方面显示了其优秀的特性, 目前, 这些掺铒光纤正被直接移用到L带掺铒光纤放大器的使用中, 本文将对这些掺铒光纤其中最常用的两种类型HE980和MP980的放大特性进行理论模拟, 深入分析比较其C带和L带特性的异同, 为高性能的L带掺铒光纤放大器的设计提供有益的帮助.

1 理论结果和讨论

在掺铒光纤放大器的设计中, 主要必需考虑的有掺铒光纤放大器的增益, 噪声和带宽特性. 我们利用分析掺铒光纤的Giles模型理论^[3], 结合掺铒光纤模场的Myslinski高斯近似^[4]建立的数值分析方法程序, 模拟比较朗讯公司提供的HE980和MP980两种掺铒光纤的C带和L

带的放大特性, 模拟的掺铒光纤放大器的结构如图1所示, C带和L带的光路图结构一样, 以便比较.

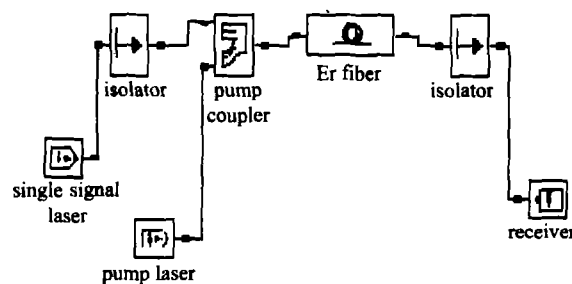


图1 C带和L带掺铒光纤放大器模拟光路

Fig.1 C-band and L-band EDFA optical circuit simulation

图1所示的光路是包含输入激光器和接收器的最简单的前向泵浦的掺铒光纤放大器的光路结构, 被放大的光信号由单信号激光器产生(single signal laser), 经过隔离器(isolator)和泵浦耦合器(pump coupler)进入掺铒光纤, 经过放大的光信号从第二个隔离器输出到接收器(receiver). 在理论模拟研究掺铒光纤的C带和L带特性时, 假设输入光信号的功率都是-30 dBm, 每次只输入一个波长的光信号; 隔离器和泵浦耦合器的参数一样, 插损和隔离度分别是0.3 dB和45 dB; 从泵浦耦合器输入的泵浦功率为20 mW, 泵浦激光波长为980 nm. 在上述条件下模拟如下两种情况:

(1) C带和L带掺铒光纤放大器的饱和增益输出特性比较, 数值计算结果如图2所示.

* 基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(970138)

收稿日期: 2000-10-19; 作者简介: 陈冠三(1963-), 男, 副教授.

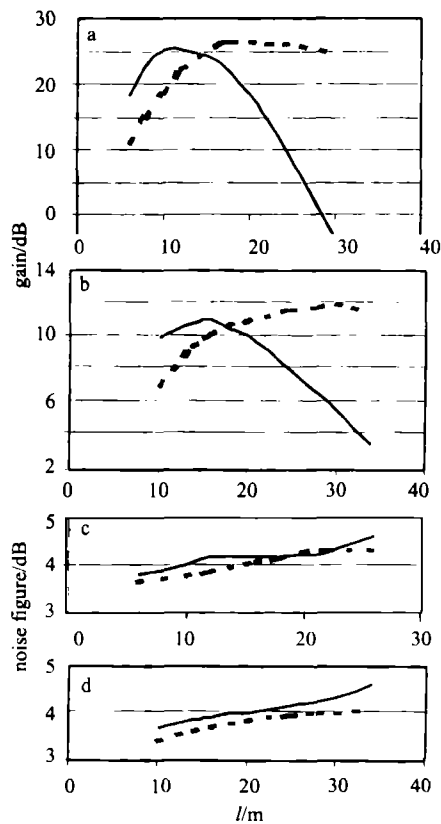


图2 C带和L带的增益-长度和噪声-长度关系

Fig.2 Relations between the gain and length, noise and length of C-band and L-band

图2中的实线都是对应于MP980掺铒光纤的计算结果,虚线是HE980掺铒光纤的结果.图2(a)和(c)是表示工作波长以1550 nm为代表的C带增益对光纤长度和噪声对光纤长度的变化情况;图2(b)和(d)是表示工作波长以1580 nm为代表的L带增益对光纤长度和噪声对光纤长度的变化情况.图2(a)和(b)比较可以得到:在给定的工作条件下,L带饱和增益输出所需要的掺铒光纤长度要比C带长,并且L带的增益比C带的增益小很多.MP980和HE980掺铒光纤工作在C带饱和增益输出时的掺铒光纤长度分别是12和20 m,增益分别为25.25和26.24 dB;而MP980和HE980掺铒光纤工作在L带饱和增益输出时的掺铒光纤长度分别是16和30 m,增益分别为10.91和11.9 dB.比较图2(c)和(d)可以知道,在模拟给定的条件下,噪声特性基本相同,噪声基本上都是随光纤长度的加长而变大.

(2) C带和L带掺铒光纤放大器的带宽特性

比较,数值结果如图3所示.

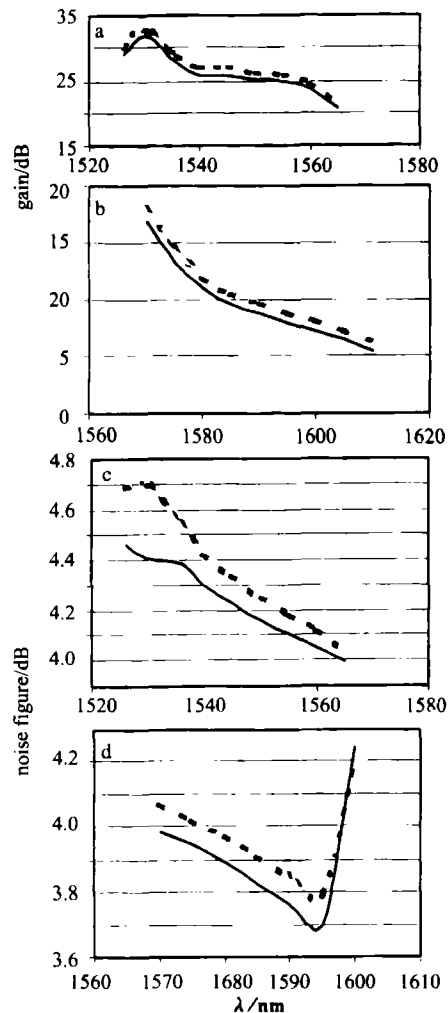


图3 C带和L带掺铒光纤放大器的增益-波长和噪声-波长特性

Fig.3 Relations between gain and wavelength, noise and wavelength of C-band and L-band

图3(a)和(c)是C带掺铒光纤放大器的增益-波长和噪声-波长特性,对于MP980和HE980掺铒光纤放大器的光纤长度分别是12和20 m,既取工作在1550 nm饱和增益输出时的掺铒光纤长度;图3(b)和(d)是L带掺铒光纤放大器的增益-波长和噪声-波长特性,对于MP980和HE980掺铒光纤放大器的光纤长度分别是16和30 m,既取工作在1580 nm饱和增益输出时的掺铒光纤长度.比较图3(a)和(b)可以知道:C带掺铒光纤放大在1530 nm附近有一个增益最大的峰值,然后随波长增大增益减小;L带掺铒光纤放大的增益随波长增大而减小,且其

增益的大小比 C 带小很多. 比较图 3 (c) 和 (d) 可以知道: C 带的噪声基本上是随波长的增大而减小; 而 L 带的噪声在波长为 1 595 nm 附近有一转折点, 当波长小于 1 595 nm 时, 噪声是随波长的增大而减小, 当波长大于 1 595 nm 时, 噪声是随波长的增大而增大.

由上述比较可以得到: 制造 L 带掺铒光纤放大器时, 不但放大器的增益比 C 带的增益小很多, 而且还要增加铒光纤长度, 从而增加成本.

2 结 论

通过具体的事例比较了 C 带和 L 带掺铒光纤放大器的特性, 讨论了增益, 噪声和带宽方面的异同点, 相信本论文对澄清 C 带和 L 带掺铒光纤放大器的特性不同会很有帮助, 为 L 带掺铒光纤放大器的设计提供借鉴.

参考文献:

- [1] FLOOD F A. L-band erbium-doped fiber amplifiers[A]. In: Optical fiber communication conference, OSA Technical Digest (Optical Society of America, Washington DC, 2000) WG1-1-WG1-4.
- [2] MASUDA H. Review of wideband hybrid amplifiers[A]. In: Optical Fiber Communication Conference, OSA Technical Digest (Optical Society of America, Washington DC, 2000) TuA1-1-TuA1-6.
- [3] GILES C R, DESURVIRE E. Modeling erbium-doped fiber amplifiers[J]. J Lightwave Technol, 1991, 9(2): 271-283.
- [4] MYSLINKI P, NGUYEN D, CHROSTOWSKI J. Effects of concentration on the performance of erbium-doped fiber amplifiers[J]. J Lightwave Technol, 1997, 15(1): 112-120.

Comparision of C-Band and L-Band Er-Doped Fiber-Optic Amplifiers

CHEN Guan-san, LUO Cong

(State Key Laboratory of Ultrafast Laser Spectroscopy//Department of Electronics
and Communications Engineering, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Based on the analysis of MP980 and HE980 erbium-doped fibers from Lucent Technologies, C-band and L-band erbium-doped fiber amplifiers are investigated, and C-band EDFA is compared with L-band EDFA.

Keywords: C-band and L-band EDFA; gain; noise figure