

第五屆歐洲光通信會議
第二屆國際集成光學及光纖通信會議
會議文集

荷蘭 阿姆斯特丹 1979年9月

第一分冊

系統及設備 (上)

武漢郵電科學研究院情報研究室

P37/
72...11

TIV-5/6.1.1

编 译 说 明

第五届欧洲光通信会议和第二届国际集成光学与光纤通信会议于一九七九年九月十七日至十九日在荷兰的阿姆斯特丹召开。会议文集目录共24部份，内容主要是论文，从2~23共22部份，而第1是开幕，24是闭幕。为便于研究会议论文，我们把文集翻译出版。由于篇幅很大，把它分为三个分册：

第一分册 系统及设备，包括开幕词共40篇；

第二分册 光源及检测器，共28篇；

第三分册 光纤光缆，共60篇。

其中，在开会时，7.1，8.1，17.1，20.1等4篇没有收到。这些都是特约文章。8.1，20.1后来收到了。这些迟到论文专门出了一小本，包括特约论文和16、19共3部份。8.1，20.1就放在小本子特约论文的IV、V位置上，开幕词放在I，而II、III分别是14.1，11.1的较详细的内容。另外，还有2.1，6.1，10.1等也是特约论文。

由于我们水平所限，错误或不当之处在所难免，请阅者给以批评指正。

武汉邮电科学研究院情报研究室

1980年4月26日

第 一 分 册 目 录

(上)

特约论文

I. 开幕词

荷兰邮电总局局长 Ph. Leenman

II. 波分复用传输技术

日本电报电话公司横须贺电信研究所 H. Ishio

V. (即 20. 1)

系统研究 I

20. 1 采用光纤技术的综合业务用户线路 (特约)

德意志联邦共和国德律风根通用电气公司

Hans Schußler

20. 2 16 个数字化电视信道的光传输

德意志联邦共和国柏林亨利一赫兹电信工程学院

G. Baack, G. Elze, B. Enning, F. Feddersen,

G. Heydt, H. Knupke, B. Löffler, B. Shafer

G. Teick, and G. Walf

20. 3 单根光纤双向视频传输系统

日本松下电气工业公司中心研究实验所

T. Ichida, T. Tsutsumi, Y. Isujimoto,

H. Serizawa, K. Hattori, T. Tanaka and

H. Souga

20. 4 第一根单模光纤数据母线

美国华盛顿海军研究实验所

S. K. Sheem and T. G. Giallorenzi

20. 5 光图像传输系统

日本川崎富士通研究所

K. Kawamura and K. Kohnushi

系统研究 II

22. 1 市话管道中的光纤通信线路
德意志联邦共和国邮电研究院 J. Feigmann
22. 2 280兆比/秒光纤通信线路
德意志联邦共和国巴克南德律风根通用电气公司
H. Kremers, H. J. Thomas 及
德意志联邦共和国乌尔穆德律风根通用电气公司研究所
P. Marten, P. Russer
22. 3 560兆比/秒实验光学系统
德意志联邦共和国慕尼黑西门子子公司
J. Burgmeier and H. B. Trimmel
22. 4 具有中继距离为8km的96km长线路段的140兆比/秒光传输系统
荷兰菲利普电信工业公司
K. Mouthaan and J. B. Schlechte
22. 5 34兆比/秒光纤传输系统的设计、制造和性能
意大利 Vimercate, TELETTTRA 公司传输部
B. Castelli, R. Mazzucco, M. Tamburello

设备与技术

13. 1 用激光二极管传输多路广播电视信号的最佳光发射机和接收机
日本日立公司中央研究所
K. Nagano, Y. Takahashi, Y. Takasaki,
M. Maeda and M. Tanaka
13. 2 方向滤光器及其在双向传输系统中的应用
日本横滨住友电气工业公司视频信息系统设计组
S. Takenchi, M. Katoh, T. Sugaiva,
Y. Hamasaki, M. Ikeuchi and S. Iguchi
13. 3 用于光纤通信的光交换网络
日本电报电话公司横须贺电信研究所
Y. Fujii, Y. Nagata, J. Minorsu, T. Miki 及

日本电气公司传输部

T. Aoyama, K. Doi, S. Nonaka

13. 4 PIN 光电二极管混合光接收机

英国邮政总局研究中心

D. B. Smith, R. C. Hooper, R. P. Webb and
M. P. Saunders

13. 5 用于光通信系统的半导体激光器发送机

法国 Orsay, Thomson-CSF

E. Duda, A. Jacques, G. Chevallier 及
法国 Lannion, CNET
R. Auffret

13. 6 多路数据集成光学比较器

美国俄亥俄州哥伦布市巴特尔哥伦布研究所

C. M. Verber, R. R. Kenan, N. F. Hartman,
C. M. Chapman and D. W. Vahey

(下)

集成光学与波分复用 I

11. 1 波分复用传输技术 (特约)

日本电报电话公司横须贺电信研究所 H. Ishio

11. 2 用熔料稀释改进离子交换波导的重复性

英国邮政总局研究中心 C. A. Millar 及

英国格拉斯哥大学 G. Stewart and R. H. Hutchins

11. 3 马赫-策恩德尔型集成双稳态器件以及它在光多谐振荡器中的应用

日本仙台东北大学

H. Ito, Y. Ogawa and H. Inaba

11. 4 采用加权耦合的与偏振无关的光定向耦合器开关

美国 Holmdel 贝尔研究所 R. O. Alferness

11. 5 用干涉滤波(光)器做低损耗光复用器和去复用器

日本电报电话公司横须贺电信研究所

K. Hashimoto and K. Nosu

集成光学与波分复用技术 II

15. 1 用电子束直接记录技术制作的集成光栅线路
日本大阪大学
H. Nishihara, Y. Handa, T. Suhara and
J. Koyama
15. 2 采用合成周期结构的一种电—光TE—TM模转换器
日本大阪大学 M. Izutsu, T. Sueta
15. 3 波纹波导光复用器中的模耦合
日本东京大学
K. Wagatsuma, K. Yokoyama, H. Sakaki,
S. Saito
15. 4 具有钛扩散铌酸锂沟道波导的高速截止调制器
德意志联邦共和国 Dortmund 大学
A. Neyer and W. Sohler
15. 5 采用平面光色散结构的光波导部件
英国 Caswell 普莱塞研究所
G. Stewart, W. J. Stewart and B. Rogers
15. 6 利用静态应变—光效应的光表面波模变换器和反射器
日本仙台东北大学
K. Yamanouchi, K. Wakazono and
K. Shibayama

集成光学与波分复用技术 III

21. 1 钛、铌酸锂平面和沟道光波导中的钛扩散
美国华盛顿海军研究实验所
W. K. Burns, R. H. Klein, E. J. West 及
海军武器援助中心
21. 2 光纤通信系统中所用的双相位光栅
德意志联邦共和国汉堡菲利普公司研究所
U. Killat and G. Rabe

21. 3 硅衬底上集成光学的现状
美国洛克韦尔公司电子研究中心
S. K. Yao, D. B. Anderson and R. R. August
21. 4 集成光学多模波导结构中光传输的计算
比利时Gent大学, J. Van der Donk and
P. E. Lagasse
21. 5 用于纤维光学的平面多模器件
美国休斯研究实验所
D. L. Persechini and L. E. Gorre
21. 6 在850毫微米范围内的多模数字系统波长复用的实际限制
英国邮政总局研究中心 A. M. Hill

迟到论文 I

16. 7 基于电光偏振变换原理的波长选择光纤开关
日本电气公司中心研究实验所
M. Kondō, Y. Ohta, M. Sakaguchi and
F. Saito
16. 8 采用半导体激光二极管进行模拟视频传输的实用性试验——波长1.3微米, 传输距离30公里
日本电报电话公司横须贺电信研究所
K. Asatani, K. Sato and H. Ishio
16. 9 用激光二极管模拟基带调制工业电视视频信号的光纤传输
日本三菱电气公司通信研究所, 电子研究所
K. Ito, S. Fujita and M. Miyake

迟到论文 II

19. 6 高效率波导电—光TE_z→TM模转换器与波长滤波器
美国Holmdel贝尔电话研究所 R. O. Alferness
19. 9 采用HDB₃线路码在光纤上进行34Mbit/s的传输实验
意大利OSLET
A. Brosio, A. Moncalvo, M. Perino, P. Solina

(特约 I)

开 幕 词

荷 兰 邮 电 总 局 局 长

Ph, Leenman

主席先生, 女士们, 先生们:

我高兴的接受向这次光通信会议致简单的开幕词的邀请。在此发言中, 我想着重表明荷兰邮电总局在目前, 尤其是较远的将来, 对可能应用玻璃纤维系统来传输信息所赋予的高度重视。

全世界正在进行一些玻璃纤维传输系统的现场试验。在以前的光通信会议上曾就此课题发表过不少的学术报告, 这方面荷兰并不落后。荷兰邮电总局与国家工业部门合作正在进行现场试验。这个现场试验的特点是荷兰的光缆(电缆) 一般都直接埋在土中, 而不用管道。因此, 你将了解机械保护所需特殊装备。我想在从后的会议中, 将能进一步告诉你们有关试验的结果。

实际上已进行的所有试验(感兴趣的主要在于实际应用上) 一般都指的是被称作为第一代的光学玻璃纤维系统。它的特征在于引用大约 0.85 微米波长的梯度(渐变) 型玻璃纤维。有强烈的迹象表明, 又有新的一代将随之而来, 它们的特征是引用约 1.3 微米, 也许是 1.8 微米的较长波长并使用单模玻璃纤维。

在达到这些能进行任何现场试验的阶段之前, 必须做大量的研究发展工作。另外, 在从电信号到光信号, 以及反之从光信号到电信号的变换器方面将必须做出更多的工作, 以使之达成预期的应用。我可以说, 可靠性问题, 尤其是预期寿命问题是特别重要的。也许以后将会创立不需这些变换器的系统, 这时它变成将光信号进行直接放大, 即不用转变成电信号。我认为, 为了防止可能出现的化学或其他有害的影响, 一个重要的方面是玻璃纤维外表面的有效保护问题。

考虑这次会议程序的安排, 我很清楚, 来自世界各国的专家们, 极大的重视刚才我提到的两方面。

关于玻璃纤维系统何时能够普遍使用的问题，尚不能准确的回答出来。始终有许多不定的因素。应用玻璃系统的一个条件是从质量观点出发，它必须满足在国际会议中由邮电总局建议的要求和指标。我对科技人员有充分的信念，相信在不远的将来定能满足这些要求。

第二个条件是，当玻璃纤维系统在成本和性能上能与其他传输媒质，如铜线电缆，地面和卫星微波线路相匹敌时才可用。

第三，也要考虑必要的传输容量。

这种容量，其中包括由用户对新业务的需要而引起的。感兴趣的是，实际上能否全部或者只是部分地利用玻璃纤维所提供的巨大带宽，因而多余的部分带宽将保持不用。

总结这三方面，并考察全部应用情况，我想提出两种很感兴趣的可能性。首先，在光纤应用的早期阶段，研究一下在较短距离内（如英国和欧洲大陆之间），采用海底光缆的可能性，看来是适当的。在技术经济考虑的基础上和其他方式，例如经由人造岛或海上平台设立的微波线路相比较，将证明这是合理的。或许在这一点上，还可就各种可能性作相互补充或排斥的说明。我想，进一步研究的第二种可能性是玻璃纤维在市内电信网中的应用。我首先想到的是将玻璃纤维用到电缆电视网中去，而且以后可用到综合电信网中。在这方面，我对日本东生驹的视频信息系统实验很感兴趣。这是于今年五月来在蒙特勒（瑞士）召开的第十一届国际电视座谈会上得到的消息。我还要指出，在欧洲，差不多有20来个国家的OOST组织（科学技术协会）正在研究玻璃纤维的各种用途，从而对市内网中的应用给予高度优先的地位。

我愿详细讨论玻璃纤维通信的一个方面，即罗马具乐部已明确指出过的地球上的能源和原材料的有限性问题。

在此方面，玻璃纤维有较好的例外。首先，所需要的原材料——沙子，可以变泛的利用。第二，对于信息的传输，玻璃纤维系统仅需要很少的能量。因此，玻璃纤维在两个方面都是不坏的。当然，我相信，从原材料中生产足够纯的玻璃的过程也不那么简单，并且也需要大量的能量。尽管如此，引用玻璃纤维系统，在节约原材料和能源方面都迈进了一步。

其结果不能立即使人信服。但在较远的将来（当它大量应用时），我想上面提到的两方面将证明是相当重要的。

我高兴在结束我的发言时说。这次光通信会议在阿姆斯特丹举行。我认为这是对荷兰在光通信方面的研究和发展所起的作用的回答。我也希望，会议的整个议程安排将能使你们愉快地工作，并且我还希望，你们能够看到我国某些我们以为骄傲的东西。

最后，祝贺会议成功。并感谢你们的光临。

张万金 译
彭绍原 校
龙赞易 复校

特 约 论 文 Ⅲ

特约Ⅲ

波 分 复 用 传 输 技 术

Hideki ISHIO

横须贺电子通信实验室, NTT

介 绍

波分复用技术是一种充分利用在较宽的波长范围内光纤低损耗特性的技术。用此方法,能在单根光纤上以不同波长同时传输多路光信道。

电子通信实验室认识到此技术在光纤系统中的意义,并从1975年开始研究,现已取得进展。研究项目包括波分复用技术的一切方面,如系统考虑、有关器件的设计与制造、系统试验等等[1]—[4]。这些研究证实了此种技术是可行的。共同,随着低损耗光纤和半导体器件的进展,波分复用技术的研究更为活跃,目前正在日本各地进行系统实验。事实上,目前已有少数系统进入实用。

本文集中介绍了日本波分复用技术的发展水平,和光复用器/去复用器的设计和制造,以及系统的设计和制造,同时还介绍了系统的实验情况及未来的研究项目。

光复用器和去复用器的技术发展水平

在波分复用系统中,光复用器和去复用器是复用和去复用多路光信道的关键器件。在多模光纤系统中,有三种复用器/去复用器可供选择,干涉滤光器,衍射光栅,棱镜。

图1是目前报道的三种典型的干涉滤光器型复用器/去复用器结构。干涉滤光器型复用器/去复用器的插入损耗随光信道数量而增加,因此,缩短光路径就尤其重要了。前两种复用器/去复用器由于使用

了GRIN透镜和一个层状结构，克服了这个问题。此外，除干涉滤光器外，所有器件的折射率相同，这使菲涅尔折射引起的损耗增大就小到可以忽略不计了。在这次会议上，将由K. Hashimoto详细介绍第一种复用器/去复用器。第三种复用器/去复用器是双面镜结构，其特点是能调节截止波长，这在某种程度上是通过旋转一对镜子来进行调节的。

干涉滤光器型复用器/去复用器的性能，完全取决于干涉滤光器本身。虽然目前滤光器设计有了进展，但要从材料选择和薄膜厚度可控性的观点来研究制造程序，这才能在目前作出相当实用的干涉滤光器。在选用 ZnS 和 MgF_2 作薄膜材料时，其透过率大于90%。在此情况下，薄膜层可达20—30层。

作为角色散器件，有两种器件可供选择：棱镜和衍射光栅。 CaF_2 非常适于作棱镜材料，因为在波长为850nm左右时，其折射率为2.1。折射率的波长相关性大约为 $230nm^{-1}$ ，这比普通的光玻璃镜大十倍。报导过的一种三信道棱镜去复用器，其插入损耗低于5dB。

这里介绍了两种衍射光栅去复用器：Littrow型和Ozerny-Turner型。图2列出了Littrow型去复用器的结构及插入损耗特性。它可分离5个光信道。插入损耗和串话损耗分别小于2dB和大于25dB。衍射效率达83% (850nm)，光栅常数是4 μm 。我们已经说过，商用衍射光栅并非总是适合于实用复用器设计，这是因为缺乏设计灵活性。最近，新研制了一种Si晶片闪光光栅，这是用光刻法和各向异性腐蚀法在Si面上形成衍射光栅。这种新工艺很有前途，因为它的制造精度高，而且非常适于批量生产。除了这些器件外，无波长选择性的光耦合器也能作复用器。它结构简单，但插入损耗大。然而，采用光集成电路工艺的耦合波导滤光器将用于未来的单模光纤系统，尽管它们目前还处于研究阶段。图3列举了三年来复用器/去复用器的进展情况。

光多路复用器和去复用器的设计

在波分复用传输系统的设计中，为了减少复用器/去复用器的损

耗以及信道间的串音，应当确定光信道的适当间距。这些特性主要取决于光源。使用发光二极管时，主要是由于发光二极管发射的光谱引起了损耗和串音。另一方面，在LD系统中，由于温度变化引起的波长调节误差和波长漂移是引起损耗和串音的主要因素。图4和图5列出了在使用干涉滤光器型复用器/去复用器时，数字LED/LD传输系统的最佳信道间距和滤光损耗。角色散器件的复用器/去复用器设计与干涉滤光器型复用器/去复用器设计相同。由于发光二极管光谱宽，角色散器件不适于发光二极管系统。表1列出了数字波分复用传输系统波长分配的一些设计例子。值得注意的是，当多路复用少于5个光信道时，其滤光损耗为4 dB。如果LD_s的波长能控制在2.5 nm内，那么在850 nm范围内能复用10个光信道。

波分复用技术的适用性

波分复用技术有两大优点：第一，用此技术能在单根光纤上传送尽可能多的信息。这和用于普通载波和无线电传输的频分复用技术相似。第二，用此种技术能增大系统设计的灵活性和自由度，并将大大增大光纤的应用范围。对于从市内干线到数据线路的多种通信应用来说，波分复用技术有着极大的潜力。表2列出了波分复用技术的主要特点及其应用范围。此种技术应用在长途及大容量系统中，易于降低系统成本。特别是在长波长范围内，系统成本的降低就更为显著，因为光缆成本在系统成本中是决定的因素。随着长波长器件的发展，此技术将发挥主要的作用。将它应用在城市环路和自备数据线路上更有吸引力。因为在这两个方面，它使系统的经济性和灵活性更为突出。我们能够有效地应用这种技术，因为我们可以不用改动地下设备就很容易地对系统进行扩大和改装。在这些应用中，各种信号（如电视和数据或者模拟和数字信号）的同时双向传输有着重要作用。

系统实验

已经报道过大约20个波分复用系统的实验情况，其中一部分正在投入使用。为了将此种技术应用在短途传输系统中，电子通信实验

室进行了4信道波分复用传输实验，这是用一个干涉滤光器型复用器对4个1.544兆比/秒的数字信号进行多路复用，用一个衍射光栅去复用器进行去复用。东京市区的现场实验的传输距离是14.1公里。两套波分复用传输系统现已用来传送短途电视信号。其中一套用作电子通信实验室的电视会议系统，将此系统的电缆延长到一同行政会议室去，这间会议室离现有的电视会议室离现有的电视会议室相距200米。用800nm和1200nm两种波长双向传送电视信号。用干涉滤光器作光复用器/去复用器。

未来的研究项目

我们已经讲过，波分复用传输在技术上是可行的和适用的。此种新技术对光纤系统的影响就在于它不仅增大了系统的灵活性和设计的自由度，而且降低了系统成本。虽然它正在取得进展，但目前仍处于技术发展的第一阶段。为了使波分复用系统完全进入实用化，应极大地注重以下几个研究项目：

1. 光源的波长控制技术。
2. 较长波长范围的光源和光检测器。
3. 低损耗和锐截止的光复用器/去复用器的设计。
4. 低色差透镜设计与阵列器件。
5. 系统结构。

同时也要注意研究用于未来单模波分复用系统的光集成电路工艺的波导滤光器。

参考文献：

- [1] T.Miki 和 H.Isrlq, "A study on wavelength Division-Multiplexing and Bi-directional Transmission Systems Over Optical Fiber Cables", Paper Tech Group on OS, INOE, Jan., OS77-19, May 1977 (in Japanese)

- [2] K.Nosu and H.Ishio "A Design of Multiplexers for Optical Wavelength-Division-Multiplexing Transmission Via a Single Fiber", ISOAS, July 1979, Tokyo, p. 735
- [3] M.Koyama and J.Minowa, "Design of Optical Thin-Film Filters and their Application to Fiber Optic Branching Networks", Paper Tech. Group on OQM, IECE, Jap., OQM77-127, 1977
- [4] H.Ishio et al., "Two-way Wavelength-Division-Multiplexing Transmission and its Application to a Switched TV-Distribution System", 4th EOOC, Genova, 1978
- [5] S.Sugimoto et al., "High Speed Digital Signal Transmission Experiments by Optical Wavelength Division Multiplexing", IOOC, July 1977
- [6] J.Minowa et al "Silicon Blazed Grating for Low-Loss Optical Multiplexer" OLMA, June 1979

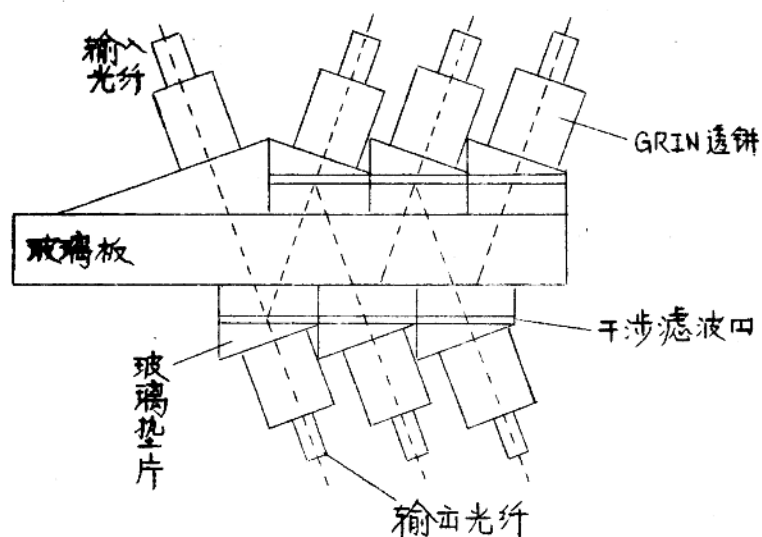
彭绍原 译
张万金 校
杨同友复校

表1 波分复用系统的设计例子

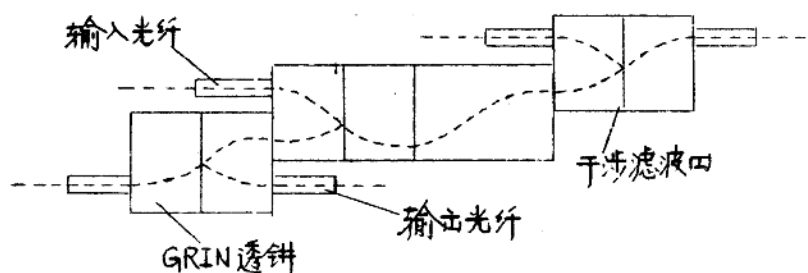
光源	信道数 与间距	波长分配	多路复用 器 件	去复用器信 号分离器件	L_0 (dB)	$\sqrt{N}$ (dB)
发光二 极管 $\Delta\lambda_0$ =30nm	3.	0.90 0.84 0.78	干涉滤波器型 $\Delta\lambda_s=50\text{nm}$ $\Delta\lambda_s=47\text{nm}$		2.0	268
	5.	0.90 0.81 0.87 0.78 0.84 0.75	干涉滤波器型 $\Delta\lambda_s=26\text{nm}$ $\Delta\lambda_s=24\text{nm}$		3.7	19.3
激光二 极管 $\Delta\lambda_d =$ $\pm 2.5\text{nm}$	10.	0.89 0.84 0.88 0.83	干涉滤波器型 $\Delta\lambda = 10\text{nm}$ $\Delta\lambda = 5\text{nm}$		<27	>292
		0.87 0.82 0.86 0.81 0.85 0.80	干涉滤波器 角色散型 $\Delta\lambda = 7\text{nm}$		<15	$\sim \infty$

表2 波分复用技术的应用范围

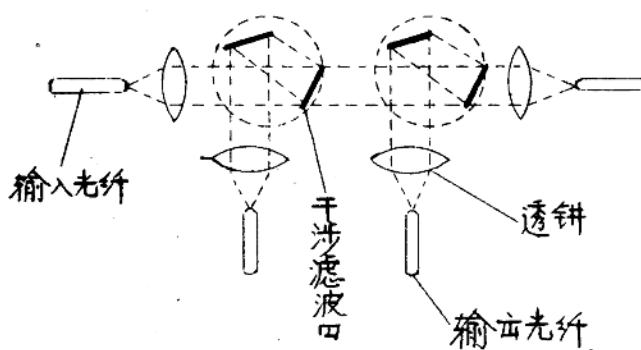
优 点	无 中 继 系 统	中 继 系 统
单根光纤双向传输	用户 环路 海底 传输	短途 传输 长途 传输
易于扩大系统		
同时传送各种信号		
降低系统成本		
增大中继间距		
增加传输容量		



1. 6信道复用口/去复用口



2. 4信道复用口/去复用口



3. 3信道复用口/去复用口(双镜结构)

图1 三种干涉型复用口/去复用口