

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2021年2月25日 (25.02.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/031832 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04J 14/02 (2006.01) *H04Q 11/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/106568
- (22) 国际申请日: 2020年8月3日 (03.08.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910756834.8 2019年8月16日 (16.08.2019) CN
- (71) 申请人: 中国移动通信有限公司研究院 (CHINA MOBILE COMMUNICATION CO., LTD RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国北京市西城区宣武门西大街32号, Beijing 100053 (CN)。中国移动通信集团有限公司 (CHINA MOBILE COMMUNICATIONS GROUP CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市西城区金融大街29号, Beijing 100032 (CN)。

- (72) 发明人: 李晗(LI, Han); 中国北京市西城区金融大街29号, Beijing 100032 (CN)。张德朝(ZHANG, Dechao); 中国北京市西城区金融大街29号, Beijing 100032 (CN)。王东(WANG, Dong); 中国北京市西城区金融大街29号, Beijing 100032 (CN)。李允博(LI, Yunbo); 中国北京市西城区金融大街29号, Beijing 100032 (CN)。蔡谦(CAI, Qian); 中国北京市西城区金融大街29号, Beijing 100032 (CN)。赵阳(ZHAO, Yang); 中国北京市西城区金融大街29号, Beijing 100032 (CN)。韩柳燕(HAN, Liuyan); 中国北京市西城区金融大街29号, Beijing 100032 (CN)。周恩波(ZHOU, Enbo); 中国北京市西城区金融大街29号, Beijing 100032 (CN)。
- (74) 代理人: 北京银龙知识产权代理有限公司(DRAGON INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街32号院枫蓝国际中心2号楼10层, Beijing 100082 (CN)。

(54) Title: WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING SYSTEM, LOCAL APPARATUS, AND REMOTE APPARATUS

(54) 发明名称: 波分复用系统、局端装置及远端装置

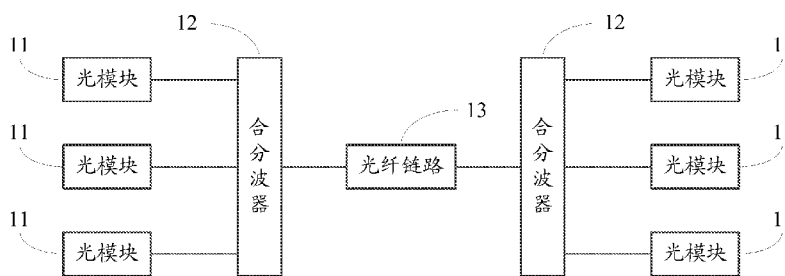


图 1

11 Optical module
12 Combiner/separator
13 Optical fiber link

(57) Abstract: Embodiments of the present invention provide a wavelength division multiplexing system, a local apparatus, and a remote apparatus. The wavelength division multiplexing system comprises: a plurality of optical modules, and a pair of combiner/separators. The plurality of optical modules are respectively connected to the combiner/separators; the pair of combiner/separators is connected by means of an optical fiber link; central wavelength spaces of channels of the combiner/separators are equal; central wavelength spaces for sending light of the optical modules in adjacent wavelength channels are not equal, central wavelength spaces for sending light of the optical modules in odd numbered wavelength channels are equal, and central wavelength spaces for sending light of the optical modules in even numbered wavelength channels are equal.



WO 2021/031832 A1

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本公开实施例提供一种波分复用系统、局端装置及远端装置, 该波分复用系统包括: 多个光模块、一对合分波器, 多个光模块分别与合分波器连接, 一对合分波器间通过光纤链路连接; 合分波器的各通道的中心波长间距相等; 相邻波长通道中光模块的发送光的中心波长的间距不等, 奇数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等, 偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等。

波分复用系统、局端装置及远端装置

相关申请的交叉引用

本申请主张在 2019 年 8 月 16 日在中国提交的中国专利申请号 No. 201910756834.8 的优先权，其全部内容通过引用包含于此。

技术领域

本公开实施例涉及通信技术领域，特别涉及一种波分复用系统、局端装置及远端装置。

背景技术

伴随机房建设、维护成本上升等问题的日益凸显，第五代通信技术（5th generation, 5G）前传网络将产生重大架构变化，云无线接入网（Cloud-Radio Access Network, C-RAN）有望成为未来 5G 前传网络的主流组网方式。目前，C-RAN 以中集中为主，单个分布单元（Distribute Unit, DU）集中机房连接 5-10 个物理站，考虑 1 个物理站对应 3 个有源天线单元（Active Antenna Unit, AAU）、160M 频谱下每个 AAU 具备 2 个 25G 光模块，则采用双纤双向光纤直驱方案连接 10 个物理站总计需要 120 芯光纤，这对前传网络的光纤资源提出了巨大的挑战。

采用波分复用（Wavelength Division Multiplexing, WDM）技术，将若干个不同波长的光信号合波后在同一芯光纤中传输，可以显著节省光纤资源。如 S111 物理站，采用单纤双向 WDM 技术后，所需光纤数量由 12 芯减小为仅 1 芯。此时需要 12 个不同波长的 25G WDM 通道，目前主要有三种 WDM 方案：密集波分复用（Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM）；稀疏波分复用（Coarse Wavelength Division Multiplexing, CWDM），也称为粗波分复用；局域网波分复用（Local Area Network Wavelength Division Multiplexing, LAN-WDM）。

DWDM 的波段覆盖常规波段（Conventional Band）和长波段（Long Band），也称为 C 波段和 L 波段，以 12.5GHz 整数倍作为通道间隔。目前，常用的

DWDM 主要基于 C 波段的 50GHz 和 100GHz 的 80 波或 40 波通道。

CWDM 的波段范围从 1271nm 到 1611nm，相邻通道间隔 20nm，总计 18 个波长通道。

LAN-WDM 的波长范围包括位于原始波段 (Original Band)，也称为 O 波段的 1273.54nm-1286.66nm 和 1295.56nm-1309.14nm 两个波段，各波段内相邻通道间隔为 800GHz，总计 8 个波长。

目前上述三种 WDM 方案均不能满足 5G 前传网络对 12 波 25G 系统 10km 传输的低成本需求。

发明内容

本公开实施例提供一种波分复用系统、局端装置及远端装置，解决相关 WDM 技术无法满足 5G 前传网络的系统需求的问题。

依据本公开实施例的第一方面，提供一种波分复用系统，包括：多个光模块、一对合分波器，所述多个光模块分别与所述合分波器连接，所述一对合分波器间通过光纤链路连接；

所述合分波器的各通道的中心波长间距相等；

相邻波长通道中所述光模块的发送光的中心波长的间距不等，奇数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等，偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等。

可选地，所述多个光模块的各中心波长由等间距中心波长通过调整平移确定。

可选地，所述相邻波长通道中所述光模块的发送光的中心波长关于所述合分波器相邻通道的边界对称。

可选地，奇数波长通道光模块的发送光的中心波长间的间距为 $2M$ ，偶数波长通道光模块的发送光的中心波长间的间距为 $2M$ ，相邻奇数波长通道光模块的发送光的中心波长和偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距为 $2N$ 或 $2(M-N)$ ；

其中，所述 M 为所述合分波器的通道间距，所述 N 为所述光模块的发送光的中心波长调整平移的平移量。

可选地，所述合分波器的各通道的通道带宽小于等于 M ，所述通道带宽的中心与所述通道的中心位置相同或不同。

可选地，所述光模块中的激光器为直接调制激光器 DML 或电吸收调制激光器 EML。

可选地，所述光纤链路为单纤单向光纤链路或者单纤双向光纤链路。

依据本公开实施例的第二方面，提供一种局端装置，包括：多个光模块和一个合分波器，所述多个光模块分别与所述合分波器连接；

所述合分波器的各通道的间距相等；

相邻波长通道中的所述光模块的发送光的中心波长的间距不等，奇数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等，偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等。

可选地，所述多个光模块的各中心波长由等间距中心波长通过调整平移确定。

可选地，所述光模块的发送光的中心波长与合分波器相邻通道边界的间距为 N 或 $(M-N)$ ；

其中，所述 M 为所述合分波器的通道间距，所述 N 为所述光模块的发送光的中心波长调整平移的平移量。

可选地，所述合分波器的各通道的通道带宽小于等于 M ，所述通道带宽的中心与所述通道的中心位置相同或不同。

可选地，所述光模块中的激光器为 DML 或 EML。

可选地，所述光模块部署在光传送网 OTN 或波分复用 WDM 设备中。

依据本公开实施例的第三方面，提供一种远端装置，包括：多个光模块和一个合分波器，所述多个光模块分别与所述合分波器连接；

所述合分波器的各通道间距相等；

相邻波长通道中的所述光模块的发送光的中心波长的间距不等，奇数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等，偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等。

可选地，所述多个光模块的各中心波长由等间距中心波长通过调整平移确定。

可选地，所述光模块的发送光的中心波长与合分波器相邻通道边界的间距为 N 或 $(M-N)$ ；

其中，所述 M 为所述合分波器的通道间距，所述 N 为所述光模块的发送光的中心波长调整平移的平移量。

可选地，所述合分波器的各通道的通道带宽小于等于 M ，所述通道带宽的中心与所述通道的中心位置相同或不同。

可选地，所述光模块中的激光器为 DML 或 EML。

可选地，所述光模块部署在有源天线单元 AAU 或射频拉远单元 RRU 设备中。

可选地，所述远端装置中的光模块由局端装置中的光模块管理；

或者

所述远端装置中的光模块由部署局端装置中的光模块的 OTN 或 WDM 设备管理。

本公开实施例中，采用非等间距波长通道的光模块和等间距波长通道的合分波器，其中光模块的各中心波长由等间距中心波长通过调整平移确定，通过本公开实施例，快速满足 5G 前传网络的系统需求。

附图说明

为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案，下面将对本公开实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本公开实施例提供的波分复用系统结构示意图；

图 2 为本公开实施例提供的光模块的发送光的中心波长分布示意图；

图 3a 为本公开实施例提供的应用场景示意图之一；

图 3b 为本公开实施例提供的应用场景示意图之二；

图 3c 为本公开实施例提供的应用场景示意图之三。

具体实施方式

下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

在本公开实施例中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本公开实施例中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其它实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

在相关技术中，对于 DWDM 技术，10G DWDM 光模块、合分波器件等已成熟应用于 10G 光传送网络 (Optical Transport Network, OTN)，支持 C 波段的通道间隔为 50GHz 的 40 波和通道间隔为 100GHz 的 80 波信号传输。但是，25G DWDM 光器件尚处于小批量样品阶段。由于波长通道间隔窄，25G DWDM 光模块需精确的半导体制冷器 (Thermo Electric Cooler, TEC) 控制；受限于 C 波段色散代价，还需采用电吸收调制激光器 (Electro-absorption Modulated Laser, EML)，从而显著提高系统成本。

对于 CWDM 技术，波长为 1271nm、1291nm、1311nm、1331nm 的 25G 光器件已广泛应用于数据中心 100GE 等场景，波长为 1351nm、1371nm 的 25G 光器件可以小批量供货。位于 1471nm-1571nm 的 6 波 25G CWDM 光模块受光纤色散效应影响，需采用 EML，成本大幅增加，与 DWDM 光模块价格相近，其他波段尚无 CWDM 产品。

对于 LAN-WDM 技术，8 个波长通道均位于 O 波段，具有色散代价小的优势，但目前 25G LAN-WDM 光模块主要采用 EML 方案，成本较高。此外，LAN-WDM 仅支持 8 个波长，无法满足 5G 前传网络 12 波的需求。

基于以上理由，目前亟需一种低成本且能够满足 5G 前传网络需求的 WDM 方案。

参见图 1，本公开实施例提供一种波分复用系统 10，包括：多个光模块 11、一对合分波器 12，多个光模块 11 分别与合分波器 12 连接，该一对合分波器 12 间通过光纤链路 13 连接。

在本公开实施例中，光纤链路 13 可以是单纤单向光纤链路或者单纤双向

光纤链路，即波分复用系统 10 可以是单纤单向 WDM 系统或者单纤双向 WDM 系统。

上述光模块 11 用于电信号与光信号的转换，其具体光电转换方式可采用相关技术的光电转换方法，本公开实施例对此不做具体限定。

上述合分波器 12 可以用于从光模块 11 接收多个不同波长的光信号，并进行合波；上述合分波器 12 也可以用于对合波后的光信号进行分波，并将不同波长的光信号发送给对应的光模块 11。合分波器 12 可以由合波器与分波器组成的一体式结构实现，合分波器 12 也可以由合波器与分波器采用分体式结构实现，本公开实施例对此不做具体限定。

上述合分波器 12 可以为薄膜滤波器、阵列波导光栅（Arrayed Waveguide Grating, AWG）等，本公开实施例对合分波器 12 的具体种类不做限定。

需要说明的是，图 1 中仅示出了合分波器 12 对应连接三个光模块 11 的场景，在实际应用中，本领域技术人员可以根据需求调整该光模块 11 的数量，本公开实施例对与合分波器 12 连接的光模块 11 的数量不做具体限定。

在本公开实施例中，合分波器 12 的各通道的中心波长间距相等，相邻波长通道中的光模块 11 的发送光的中心波长的间距不等，奇数波长通道的光模块 11 的发送光的中心波长的间距相等，偶数波长通道的光模块 11 的发送光的中心波长的间距相等。即在波分复用系统 10 中采用非等间距波长通道的光模块 11 与等间距波长通道的合分波器 12。

上述多个光模块 11 的各中心波长由等间距中心波长通过调整平移确定，例如：在 CWDM 前 6 波 1271nm-1371nm 的基础上使中心波长左右各移动 3.5nm，从而得到 12 波非等间距 WDM 系统的中心波长，以满足对 5G 前传网络 12 波的需求。

可选地，光模块 11 所使用的激光器为直接调制器激光器（Directly Modulated Laser, DML）或 EML。

以对 CWDM 前 6 波进行调整平移得到 12 波非等间距 WDM 系统的中心波长的场景为例，12 波全部由 DML 实现，成本较低，能够有效降低系统整体成本。

具体地，参见图 2，图中示出光模块 11 的中心波长在波长通道中的分布

方式。

相邻波长通道中的光模块 11 的发送光的中心波长关于合分波器 12 相邻通道的边界对称。

进一步地, 奇数波长通道光模块 11 的发送光的中心波长间的间距为 $2M$, 偶数波长通道光模块的发送光的中心波长间的间距为 $2M$, 相邻奇数波长通道光模块的发送光的中心波长和偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距为 $2N$ 或 $2(M-N)$;

其中, M 为合分波器 12 的通道间距, N 为光模块 11 的发送光的中心波长调整平移的平移量。

在一些实施方式中, 合分波器 12 的各通道的通道带宽小于等于 M , 即在实现合分波器 12 时可以将其通道带宽设置为小于等于通道间隔。该通道带宽的中心与通道的中心位置相同或不同, 即通道带宽的中心不限于位于通道间隔的中心, 这样可以使合分波器的相邻通道的中心波长间距不等。

例如, 如图 3b 所示, 合分波器 12 各通道的通道带宽 (如图 3b 中的弧形所示) 为 10nm , 等于合分波器 12 的通道间距 M , 各通道带宽的中心与其对应的通道的中心位置相同。

又例如, 如图 3c 所示, 合分波器 12 各通道的通道带宽 (如图 3c 中的梯形所示) 为 5nm , 小于合分波器 12 的通道间距 M , 且各通道带宽的中心与其对应的通道的中心位置不同。

通过上述方式, 增加 WDM 系统中光模块的波数, 且各光模块的发送光的中心波长具有相对应的波长通道, 满足 5G 前传网络的系统需求。

本公开实施例中, 采用非等间距波长通道的光模块和等间距波长通道的合分波器, 满足 5G 前传网络的系统需求。

图 1 所示的波分复用系统 10 中, 信号交互的两端分别为局端和远端, 信号可以由局端向远端发送, 也可以由远端向局端发送。

本公开实施例还提供一种局端装置, 包括: 多个光模块和一个合分波器, 多个光模块分别与合分波器连接;

在本公开实施中, 光模块与合分波器的描述可以参照图 1 中波分复用系统 10 中的光模块 11 与合分波器 12 的描述, 在此不再赘述。

合分波器的各通道的间距相等；相邻波长通道中的光模块的发送光的中心波长的间距不等，奇数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等，偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等。

可选地，多个光模块的各中心波长由等间距中心波长通过调整平移确定。

光模块的发送光的中心波长分布方式可以参照图 2 的相关描述，其中光模块的发送光的中心波长与合分波器相邻通道边界的间距为 N 或 $(M-N)$ ；其中， M 为合分波器的通道间距， N 为光模块的发送光的中心波长调整平移的平移量。

可选地，光模块中的激光器为 DML 或 EML。

在一些具体实施方式中，局端装置的光模块部署在 OTN 设备或 WDM 设备中。

需要说明的是，局端装置的合分波器可以与光模块一同设置在 OTN 设备或 WDM 设备中，局端装置的合分波器也可以设置在其他位置，并通过光纤与光模块连接。

本公开实施例还提供一种远端装置，包括：多个光模块和一个合分波器，多个光模块分别与合分波器连接；

在本公开实施中，光模块与合分波器的描述可以参照图 1 中波分复用系统 10 中的光模块 11 与合分波器 12 的描述，在此不再赘述。

合分波器的各通道的间距相等；相邻波长通道中的光模块的发送光的中心波长的间距不等，奇数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等，偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等。

可选地，多个光模块的各中心波长由等间距中心波长通过调整平移确定。

光模块的发送光的中心波长分布方式可以参照图 2 的相关描述，其中光模块的发送光的中心波长与合分波器相邻通道边界的间距为 N 或 $(M-N)$ ；其中， M 为合分波器的通道间距， N 为光模块的发送光的中心波长调整平移的平移量。

可选地，光模块中的激光器为 DML 或 EML。

在一些具体实施方式中，远端装置的光模块部署在 AAU 或射频拉远单元 (Remote Radio Unit, RRU) 设备中。

需要说明的是，远端装置的合分波器可以与光模块设置在不同位置，例如：可以将合分波器安装在基站塔杆上，并通过光纤与设置在 AAU 或 RRU 中的光模块连接。

进一步地，当局端装置中的光模块的性能足够时，远端装置中的光模块可以由局端装置中的光模块进行管理；当局端装置中的光模块的性能不足够时，可以由部署该局端装置中光模块的 OTN 或 WDM 设备对远端装置中的光模块进行管理。

参见图 3a 和图 3b，结合具体实施场景对本公开实施例进行描述，其中，图 3a 示出波分复用系统的架构，图 3b 和图 3c 示出光模块的发送光的中心波长在合分波器的通道中的分布方式，本公开实施例是以波分复用系统为单纤双向系统为例。

在本公开实施例中，合分波器的各通道的中心波长间距相等，为 10nm；相邻波长通道的光模块的发送光的中心波长的间距不等，奇数波长通道光模块的发送光的中心波长间的间距为 20nm，偶数波长通道光模块的发送光的中心波长间的间距为 20nm，而相邻奇数波长通道光模块的发送光的中心波长和偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距为 7nm 或 13nm。

相邻波长通道中光模块的发送光的中心波长以合分波器相邻通道的边界作为中心、左右对称，考虑 O 波段色散代价小、CWDM 前 6 波 DML 较为成熟且成本低，可在 CWDM 前 6 波（1271 nm、1291 nm、1311 nm、1331 nm、1351 nm、1371 nm）的基础上使中心波长左右各移动 3.5nm，作为 12 波非等距 WDM 系统的中心波长。

可选地，中心波长的分配如表 1 所示。其中，通道序号仅作为示意。本公开实施例不限制该 12 波光模块及波长的实现方式。

通道序号	中心波长 (nm)
1	1267.5
2	1274.5
3	1287.5
4	1294.5
5	1307.5

6	1314.5
7	1327.5
8	1334.5
9	1347.5
10	1354.5
11	1367.5
12	1374.5

表 1

图 3a 示出的 WDM 系统中，发送中心波长为 1267.5nm 的光模块和发送中心波长为 1274.5nm 的光模块互为匹配，即发送中心波长为 1267.5nm 的光模块中，发送波长为 1267.5nm，接收波长为 1274.5nm；发送中心波长为 1274.5nm 的光模块中，发送波长为 1274.5nm，接收波长为 1267.5nm。其余光模块的收发中心波长分配同理，在此不再赘述。

上述中心波长的匹配方式仅为示例，本公开实施例对中心波长匹配方式不做具体限定。

本公开实施例中，共用 25G CWDM 前 6 波低成本 DML，12 波全部由 DML 激光器实现，成本低，且利用成熟产业链快速满足 12 波 25G 需求；合分波器仍为等间距、仅通道间隔减小至 10nm，易于实现。

相关技术中的 25G DWDM 方案，C 波段色散代价大，采用 EML 并需精确的 TEC 控制，且处于小批量样品阶段。与本公开实施例相比，本公开实施例将等间距的 WDM 系统改进为非等距的 WDM 系统，由等间距波长通道的合分波器、非等间距波长通道的光模块和光纤链路组成。在 CWDM 前 6 波 1271 nm-1371 nm 的基础上使中心波长左右各移动 3.5nm，作为 12 波非等距 WDM 系统的中心波长。可共用 25G CWDM 前 6 波低成本 DML，12 波全部由 DML 激光器实现，成本低；合分波器仍为等间距、仅通道间隔减小至 10nm，易于实现。

相关技术中的 25G CWDM 方案，波长为 1271 nm-1371 nm 的前 6 波光模块采用 DML，波长为 1471 nm-1571 nm 的 6 波光模块采用 EML 激光器且仅为样品阶段，其他波段尚无 25G CWDM 产品。与本公开实施例相比，本公开

实施例将等间距的 WDM 系统改进为非等距的 WDM 系统，由等间距波长通道的合分波器、非等间距波长通道的光模块和光纤链路组成。在 CWDM 前 6 波 1271 nm-1371 nm 的基础上使中心波长左右各移动 3.5nm，作为 12 波非等距 WDM 系统的中心波长。可共用 25G CWDM 前 6 波低成本 DML，12 波全部由 DML 激光器实现，成本低，且利用成熟产业链快速满足 12 波 25G 需求；合分波器仍为等间距、仅通道间隔减小至 10nm，易于实现。

相关技术中的 25G LAN-WDM 方案，仅支持 8 个波长，目前主要采用 EML 方案，个别厂商可提供后 4 波的 DML 产品，未来可在链路预算满足的前提下采用 DML 等低成本器件。将 EML 方案向 DML 方案演进以及扩展新波长的激光器资源，均需要产业链重新研发设计和验证，时间周期长。与本公开实施例相比，本公开实施例将等间距的 WDM 系统改进为非等距的 WDM 系统，由等间距波长通道的合分波器、非等间距波长通道的光模块和光纤链路组成。在 CWDM 前 6 波 1271 nm-1371 nm 的基础上使中心波长左右各移动 3.5nm，作为 12 波非等距 WDM 系统的中心波长。可共用 25G CWDM 前 6 波低成本 DML 激光器，12 波全部由 DML 激光器实现，成本低，且利用成熟产业链快速满足 12 波 25G 需求；合分波器仍为等间距、仅通道间隔减小至 10nm，易于实现。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何在本申请揭露的技术范围内的变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1. 一种波分复用系统，包括：多个光模块、一对合分波器，所述多个光模块分别与所述合分波器连接，所述一对合分波器间通过光纤链路连接；

所述合分波器的各通道的中心波长间距相等；

相邻波长通道中所述光模块的发送光的中心波长的间距不等，奇数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等，偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等。

2. 根据权利要求1所述的波分复用系统，其中，所述多个光模块的各中心波长由等间距中心波长通过调整平移确定。

3. 根据权利要求1所述的波分复用系统，其中，

所述相邻波长通道中所述光模块的发送光的中心波长关于所述合分波器相邻通道的边界对称。

4. 根据权利要求3所述的波分复用系统，其中，

奇数波长通道光模块的发送光的中心波长间的间距为 $2M$ ，偶数波长通道光模块的发送光的中心波长间的间距为 $2M$ ，相邻奇数波长通道光模块的发送光的中心波长和偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距为 $2N$ 或 $2(M-N)$ ；

其中，所述 M 为所述合分波器的通道间距，所述 N 为所述光模块的发送光的中心波长调整平移的平移量。

5. 根据权利要求4所述的波分复用系统，其中，所述合分波器的各通道的通道带宽小于等于 M ，所述通道带宽的中心与所述通道的中心位置相同或不同。

6. 根据权利要求1所述的波分复用系统，其中，所述光模块中的激光器为直接调制激光器 DML 或电吸收调制激光器 EML。

7. 根据权利要求1所述的波分复用系统，其中，所述光纤链路为单纤单向光纤链路或者单纤双向光纤链路。

8. 一种局端装置，包括：多个光模块和一个合分波器，所述多个光模块分别与所述合分波器连接；

所述合分波器的各通道的间距相等；

相邻波长通道中的所述光模块的发送光的中心波长的间距不等，奇数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等，偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等。

9. 根据权利要求 8 所述的局端装置，其中，所述多个光模块的各中心波长由等间距中心波长通过调整平移确定。

10. 根据权利要求 8 所述的局端装置，其中，

所述光模块的发送光的中心波长与合分波器相邻通道边界的间距为 N 或 $(M-N)$ ；

其中，所述 M 为所述合分波器的通道间距，所述 N 为所述光模块的发送光的中心波长调整平移的平移量。

11. 根据权利要求 10 所述的局端装置，其中，所述合分波器的各通道的通道带宽小于等于 M ，所述通道带宽的中心与所述通道的中心位置相同或不同。

12. 根据权利要求 8 所述的局端装置，其中，所述光模块中的激光器为 DML 或 EML。

13. 根据权利要求 8 所述的局端装置，其中，所述光模块部署在光传送网 OTN 或波分复用 WDM 设备中。

14. 一种远端装置，包括：多个光模块和一个合分波器，所述多个光模块分别与所述合分波器连接；

所述合分波器的各通道间距相等；

相邻波长通道中的所述光模块的发送光的中心波长的间距不等，奇数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等，偶数波长通道光模块的发送光的中心波长的间距相等。

15. 根据权利要求 14 所述的远端装置，其中，

所述多个光模块的各中心波长由等间距中心波长通过调整平移确定。

16. 根据权利要求 14 所述的远端装置，其中，

所述光模块的发送光的中心波长与合分波器相邻通道边界的间距为 N 或 $(M-N)$ ；

其中，所述 M 为所述合分波器的通道间距，所述 N 为所述光模块的发送光的中心波长调整平移的平移量。

17. 根据权利要求 16 所述的远端装置，其中，所述合分波器的各通道的通道带宽小于等于 M，所述通道带宽的中心与所述通道的中心位置相同或不同。

18. 根据权利要求 14 所述的远端装置，其中，所述光模块中的激光器为 DML 或 EML。

19. 根据权利要求 14 所述的远端装置，其中，所述光模块部署在有源天线单元 AAU 或射频拉远单元 RRU 设备中。

20. 根据权利要求 14 所述的远端装置，其中，
所述远端装置中的光模块由局端装置中的光模块管理；
或者

所述远端装置中的光模块由部署局端装置中的光模块的 OTN 或 WDM 设备管理。

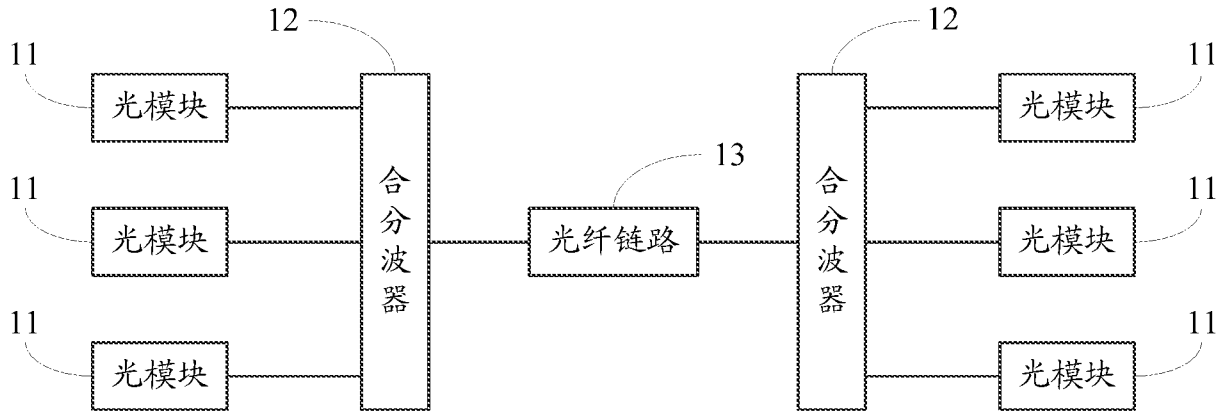


图 1

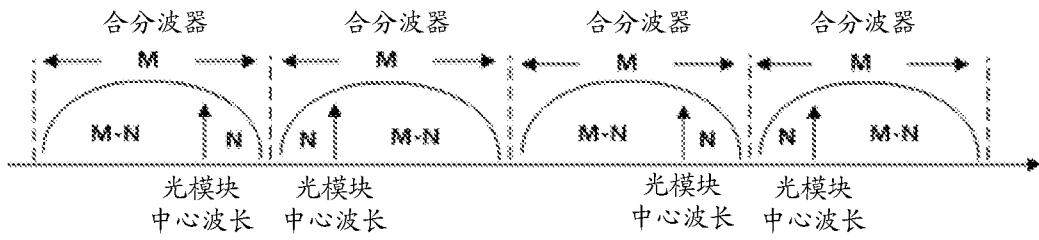


图 2



图 3a

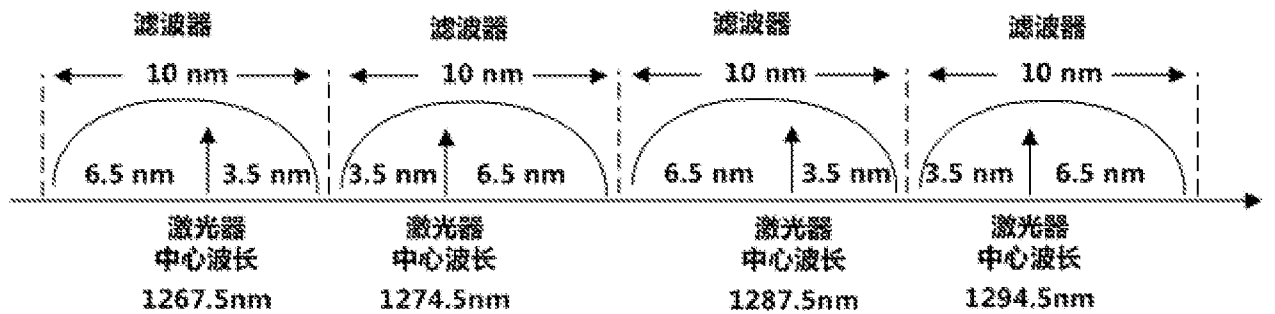


图 3b

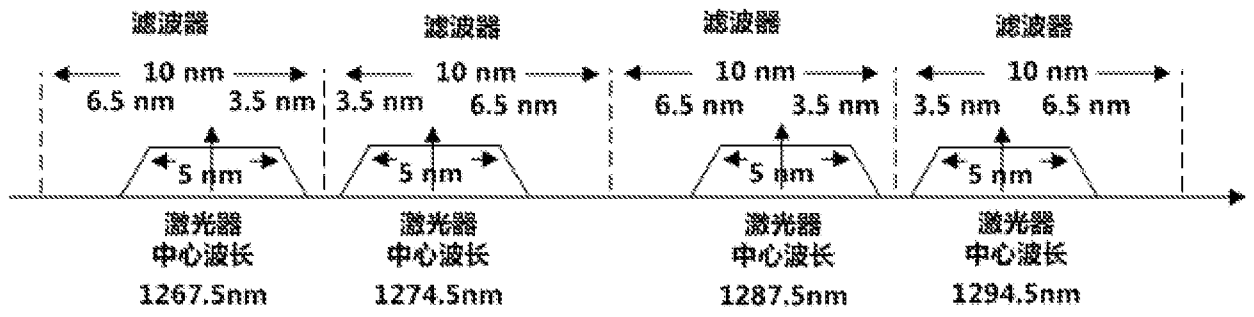


图 3c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/106568

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H04J 14/02(2006.01)i; H04Q 11/00(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04J; H04Q; H04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; IEEE: 波分复用, 粗波分复用, 稀疏波分复用, 合波, 分波, 合分波, 复用, 解复用, 波长, 间隔, 间距, 不相等, 不等, 不同, WDM, CWDM, MWDM, open-WDM, multiplexer, demultiplexer, wavelength, interval, different		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111314014 A (WUHAN NEOWAVE PHOTOELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 19 June 2020 (2020-06-19) description, paragraphs [0024]-[0055], and figures 1-3	1-20
E	CN 211426853 U (FUJIAN TIANRUI PHOTOELECTRIC CO., LTD.) 04 September 2020 (2020-09-04) description, paragraphs [0005]-[0007], and figure 1	1-20
E	CN 211180309 U (FUJIAN TIANRUI PHOTOELECTRIC CO., LTD.) 04 August 2020 (2020-08-04) description, paragraphs [0003]-[0004], and figure 1	1-20
A	CN 1906876 A (FUJITSU LIMITED) 31 January 2007 (2007-01-31) claims 1-16, description page 7 paragraph 2 to page 17 paragraph 1, figures 3, 13	1-20
A	CN 104902351 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 09 September 2015 (2015-09-09) entire document	1-20
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 September 2020		Date of mailing of the international search report 20 October 2020
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China		Authorized officer
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/106568

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108600872 A (WUHAN RESEARCH INSTITUTE OF POSTS & TELECOMMUNICATIONS CO., LTD.) 28 September 2018 (2018-09-28) entire document	1-20
A	EP 0991217 A2 (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 05 April 2000 (2000-04-05) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/106568

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111314014	A	19 June 2020	None			
CN	211426853	U	04 September 2020	None			
CN	211180309	U	04 August 2020	CN	110850536	A	28 February 2020
CN	1906876	A	31 January 2007	CN	1906876	B	05 May 2010
				JP	4463808	B2	19 May 2010
				JP	WO2005096534	A1	21 February 2008
				KR	20070006683	A	11 January 2007
				US	2005220397	A1	06 October 2005
				US	7831118	B2	09 November 2010
				WO	2005096534	A1	13 October 2005
				EP	1583269	A2	05 October 2005
				EP	1583269	A3	11 July 2007
				KR	100789095	B1	26 December 2007
CN	104902351	A	09 September 2015	CN	104902351	B	14 September 2018
CN	108600872	A	28 September 2018	None			
EP	0991217	A2	05 April 2000	JP	2000156702	A	06 June 2000

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/106568

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04J 14/02(2006.01)i; H04Q 11/00(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																										
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04J; H04Q; H04B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT;IEEE; 波分复用, 粗波分复用, 稀疏波分复用, 合波, 分波, 合分波, 复用, 解复用, 波长, 间隔, 间距, 不相等, 不等, 不同, WDM, CWDM, MWDM, open-WDM, multiplexer, demultiplexer, wavelength, interval, different</p>																										
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 111314014 A (武汉兴思为光电科技有限公司等) 2020年 6月 19日 (2020 - 06 - 19) 说明书第[0024]-[0055]段, 图1-3</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>CN 211426853 U (福建天蕊光电有限公司) 2020年 9月 4日 (2020 - 09 - 04) 说明书第[0005]-[0007]段, 图1</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>CN 211180309 U (福建天蕊光电有限公司) 2020年 8月 4日 (2020 - 08 - 04) 说明书第[0003]-[0004]段, 图1</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1906876 A (富士通株式会社) 2007年 1月 31日 (2007 - 01 - 31) 权利要求1-16, 说明书第7页第2段到第17页第1段, 图3、13</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104902351 A (国家电网公司等) 2015年 9月 9日 (2015 - 09 - 09) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108600872 A (武汉邮电科学研究院有限公司) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>EP 0991217 A2 (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 2000年 4月 5日 (2000 - 04 - 05) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 111314014 A (武汉兴思为光电科技有限公司等) 2020年 6月 19日 (2020 - 06 - 19) 说明书第[0024]-[0055]段, 图1-3	1-20	E	CN 211426853 U (福建天蕊光电有限公司) 2020年 9月 4日 (2020 - 09 - 04) 说明书第[0005]-[0007]段, 图1	1-20	E	CN 211180309 U (福建天蕊光电有限公司) 2020年 8月 4日 (2020 - 08 - 04) 说明书第[0003]-[0004]段, 图1	1-20	A	CN 1906876 A (富士通株式会社) 2007年 1月 31日 (2007 - 01 - 31) 权利要求1-16, 说明书第7页第2段到第17页第1段, 图3、13	1-20	A	CN 104902351 A (国家电网公司等) 2015年 9月 9日 (2015 - 09 - 09) 全文	1-20	A	CN 108600872 A (武汉邮电科学研究院有限公司) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 全文	1-20	A	EP 0991217 A2 (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 2000年 4月 5日 (2000 - 04 - 05) 全文	1-20
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 111314014 A (武汉兴思为光电科技有限公司等) 2020年 6月 19日 (2020 - 06 - 19) 说明书第[0024]-[0055]段, 图1-3	1-20																								
E	CN 211426853 U (福建天蕊光电有限公司) 2020年 9月 4日 (2020 - 09 - 04) 说明书第[0005]-[0007]段, 图1	1-20																								
E	CN 211180309 U (福建天蕊光电有限公司) 2020年 8月 4日 (2020 - 08 - 04) 说明书第[0003]-[0004]段, 图1	1-20																								
A	CN 1906876 A (富士通株式会社) 2007年 1月 31日 (2007 - 01 - 31) 权利要求1-16, 说明书第7页第2段到第17页第1段, 图3、13	1-20																								
A	CN 104902351 A (国家电网公司等) 2015年 9月 9日 (2015 - 09 - 09) 全文	1-20																								
A	CN 108600872 A (武汉邮电科学研究院有限公司) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 全文	1-20																								
A	EP 0991217 A2 (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 2000年 4月 5日 (2000 - 04 - 05) 全文	1-20																								
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																										
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																									
2020年 9月 25日	2020年 10月 20日																									
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																									
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	张婧 电话号码 86-(20)-28950441																									

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/106568

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	111314014	A	2020年 6月 19日	无			
CN	211426853	U	2020年 9月 4日	无			
CN	211180309	U	2020年 8月 4日	CN	110850536	A	2020年 2月 28日
CN	1906876	A	2007年 1月 31日	CN	1906876	B	2010年 5月 5日
				JP	4463808	B2	2010年 5月 19日
				JP	W02005096534	A1	2008年 2月 21日
				KR	20070006683	A	2007年 1月 11日
				US	2005220397	A1	2005年 10月 6日
				US	7831118	B2	2010年 11月 9日
				WO	2005096534	A1	2005年 10月 13日
				EP	1583269	A2	2005年 10月 5日
				EP	1583269	A3	2007年 7月 11日
				KR	100789095	B1	2007年 12月 26日
CN	104902351	A	2015年 9月 9日	CN	104902351	B	2018年 9月 14日
CN	108600872	A	2018年 9月 28日	无			
EP	0991217	A2	2000年 4月 5日	JP	2000156702	A	2000年 6月 6日