

大气激光通信系统在应急救援中的应用

解东宏, 廖晓敏, 刘向阳, 崔玉萍

(西安通信学院)

摘要: 文章介绍了大气激光通信系统发展过程和特点, 描述了系统组成、功能和工作原理, 总结了系统网络结构和几种应用, 对大气激光通信系统在应急救援中的应用具有一定的参考意义。

关键词: 大气激光通信; 组成; 原理; 网络结构; 应用

1 大气激光通信系统概述

大气激光通信是以激光为信息载体, 以大气为通信信道, 进行语音、数据、图像等信息传输的通信技术。也称之为自由空间光通信 (Free Space Optics, FSO), 或称为无线光通信 (Optical Wireless Communication)。

早在 1880 年, 以发明电话著称的贝尔就利用太阳光作为光源, 大气作为传输媒质, 进行了光电话的实验, 通话最远距离达到 230m。上世纪 60 年代, 随着激光技术的不断发展, 人们又开始探索空间光通信新技术, 并形成大气激光通信研究的热潮。但是随着 70 年代光纤通信技术的出现以及大气激光通信受天气影响严重的缺陷长期难以克服, 使得大气激光通信研究陷入低谷。

二十一世纪初, 无线通信高速发展, 导致无线通信频段变得十分拥挤, 很难再支撑高速大容量无线通信应用。大气激光通信重新受到重视, 各国纷纷开展大气激光通信的研究, 取得了许多突破。

悉尼奥运会上利用大气激光通信成功地在水上中心与演播中心之间进行无间断图像传送。美国研制的激光通信系统, 备有全球卫星定位系统 (GPS)、倾斜校准仪等, 可自动高速扫描接收定位, 快速进行通信。还可以实现激光通信与无线电通信互相转换, 即在大雨、大雾的天气可用无线电通信, 其它时间则用激光通信。俄罗斯在无线光通信技术研究方面也积极开展研究, 俄罗斯有关专家普遍认为, 半导体大气激光通信系统在一定的视距内有效地实现全天候通信是完全可能的。我国在 1963 年电子工业部三十四所就开始了大气激光通信的研究, 目前已开发出固定和机动的大气激光通信系统, 最高速率可达 $4 \times 2.5 \text{ Gbit/s}$; 155 Mbit 速率下可支持最大移动速度 60 km/h ;

大气激光通信系统具有通信容量大、抗电磁干扰、保密性好、组网机动灵活、安装维护方便等优点, 可传输多种速率的数据、语音、图像, 具有广阔的应用前景。随着技术的不断完善和新器件的不断出现, 大气激光通信技术已成为当今信息技术的一大热门技术, 其作用和地位已能和光纤通信、卫星通信相提并论, 是未来通信网一种重要的通信手段。

2 大气激光通信系统组成、功能和工作原理

2.1 系统组成、功能

大气激光通信系统由发送部分和接收部分组成, 如图一所示。发送部分包括多功能光端机、激光器、调制器、光学发射天线和天线跟瞄系统, 接收部分包括光学发射天线、天线跟瞄系统、解调器和多功能光端机。

多功能光端机用于接收数字和模拟信号, 转换为适于传输的光信号。传统的光端机以接收 SDH 各种速率等级的数字信号为主, 随着业务需求的变化, 能够传输数字和模拟信号的多功能光端机也已应用于实际通信系统。目前数字信号最高速率达 10 Gbit/s , 可传输视频、音频、E1、以太网、开关量等多种业务, 模拟信号可传输 L、S、C、X、Ku、中频、短波波段等模拟信号。接收端多功能光端机和发送端功能正好相反, 完成光信号到数字和模拟信号转换的过程。

调制器是一种光光或电光转换器, 主要是将激光器输出光束的某个参数 (强度、频率、相位等) 随多功能

光端机输出的光信号或电信号变化而变化,从而完成光的调制过程。

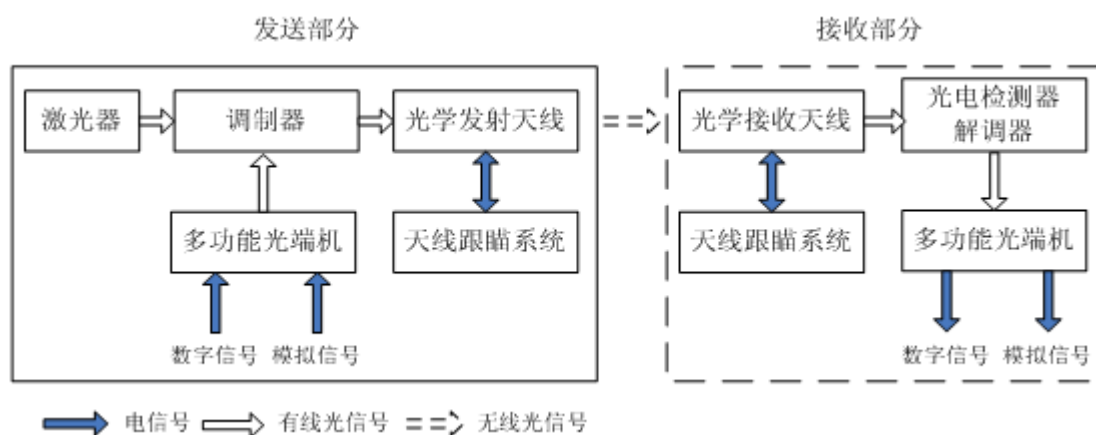


图1 大气激光通信系统组成

激光器是激光通信的关键部件,用于产生激光信号,并形成承载信号的光束射向空间。目前使用的光源主要有CO₂激光器、He-Ne激光器、半导体激光器等多种类型,其中半导体激光器由于结构简单、抗震性强、体积小、寿命长等特点,应用较多。

光学天线是一个透镜系统,是无线光通信机的重要部件。按照光学天线的功能分为发射天线和接收天线。发射天线是把已调制光源的输出信号汇聚成传输光束,进入大气进行传输。通常有透射式、反射式和折反射组合式三种形式。透射式天线是由一组透镜构成,优点是对光无遮挡,加工球面透镜比较容易,通过光学设计易消除各种像差;缺点是光能损失较大,装配调整比较困难,目前应用较广。

天线跟瞄系统由电路信号处理板、驱动器组、粗跟踪、精跟踪的伺服电机和机械传动部分构成。电路信号处理板含处理芯片,用于天线跟瞄算法实现及其它功能的完成,具有位置误差检测、捕获跟踪瞄准系统和跟踪伺服系统。当通信终端工作时,天线跟瞄系统快速实现捕获和对准,实现固定通信;当通信终端相对移动时,天线跟瞄系统在二维陀螺稳定伺服平台的作用下,对目标实施自动跟踪,从而实现动中通信。在高速大容量通信系统中,采用固定跟瞄系统,实现人工跟瞄;在速率较低的移动通信系统中,采用自动跟瞄系统,满足移动通信需要。

接收天线是为光电检测器收集光场,使光电检测器方便地进行光电转换,典型的透射式接收光学系统是开普勒型和伽利略型接收光学系统,除了透射式接收光学系统外,还有反射式天线接收光学系统和折反射组合式接收光学系统。

光电探测器是光接收机的核心部件,主要是将入射在接收机上的信号光转换成适当的电流或电压信号,以便后续电路对其进行处理,从而解调出有用信息。光电探测器的性能直接决定着接收机乃至整个系统的性能和结构。目前常用的光电探测器有半导体光电检测器和光生伏特型光电二极管等,半导体光电探测器是目前广泛使用的光电转换器件。

2.2 系统工作原理

激光通信设备种类很多,结构繁简程度差别很大,现以最简单的单工通信为例,说明通信的一般概况。系统工作时,首先将信息源产生的某种形式的信号(语音、数据、图像、模拟信号等)送入多功能光端机,转换成适合于对光束进行调制的光信号或电信号,然后信号加到光调制器上,输出相应的调制光信号并经发射光学天线后进入大气,该光信号经过一定传输距离后到达接收端,经过天线跟瞄系统对准后,被接收解调器转换为光信号或经光电探测器转换为电信号,经多功能光端机处理后还原为传输时的信号。若通信两端各有一套收发系统,即可完成双工通信。

3 大气激光通信系统网络结构和应用

大气激光通信系统由于通信容量大、抗电磁干扰、保密性好、安装维护方便等优点,针对不同情况可

以灵活进行各种组网。常见的组网方式有链状网络、星状网络及混合组网等。

3.1 链状网络及应用

网络结构如图二所示。网络结构为点对点或链状组网，应用于干线中断时的应急抢通，也可作为大容量无线通信系统，用于不便敷设光纤线路且保密性要求高的岛屿和山区等场合。

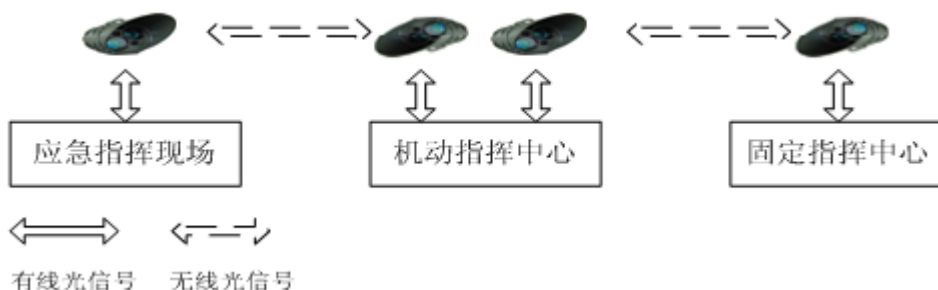


图2 链状网络

3.2 星形网络及应用

网络结构如图三所示。星形网络结构是由中心站点、分站点和它们之间的通信信道组成，中心站点是整个网络的中转站。这种网络比较适用于机动指挥中心以广播的形式向网络中的应急指挥现场发布命令或发送数据的情况。

由于星形网络的所有数据通信都要经过机动指挥中心，通信状态在机动指挥中心被收集，所以维护管理比较容易，重新配置灵活，增加一台激光通信机比较容易，适应性强，由于各分站点都直接连向机动指挥中心，因此故障容易检测和隔离，可以很方便的将有故障的站点从系统中删除。星形网络的主要缺陷是假如机动指挥中心缺失或移动到了有效通信距离以外，那么全网瘫痪，无法正常工作。

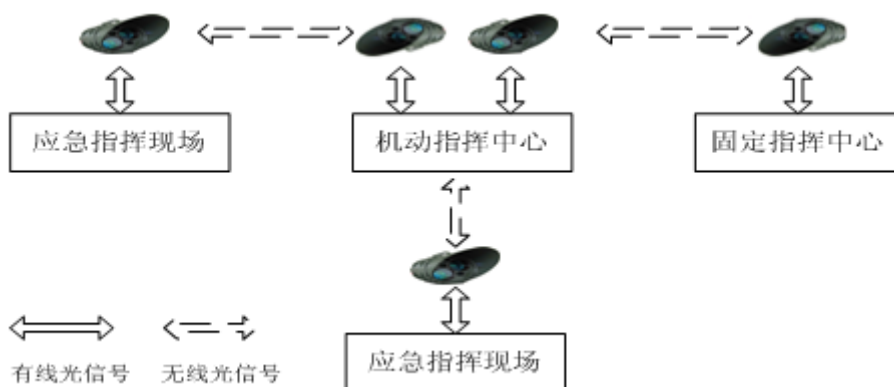


图3 星状网络

3.3 混合网络结构

在某些特殊的情况或需求下，可以使用由两种或两种以上形式的网络组成的混和网络。例如网状网络加链状网络，或链状网络加星形网络等，以适应不同环境的需要。

3.4 综合应用

大气激光通信系统综合应用如图四所示。可应用于光缆干线快速应急抢通；不便架设光缆线路的节点与网络互连；重要光缆线路的应急备份；固定指挥中心与机动指挥中心机动互连；区域网与核心网快速互连；采用背对背连接方式实现营区与核心网互连；不便敷设光纤线路且保密性要求高的岛屿和山区。



图4 大气激光通信系统综合应用

4 总结

文章对大气激光通信系统的发展过程进行了介绍,详细描述了目前主要的大气激光通信系统组成、各部分功能和系统工作原理,根据系统特点分别给出了几种网络结构和相应的使用场合,对大气激光通信系统在应急通信中的具体应用有一定的参考意义。

参考文献:

- [1] 柯熙政,席晓莉.无线激光通信概论[M].北京:北京邮电大学出版社,2004.
- [2] 郑勇刚,李博.自由空间光通信技术的应用与发展[J].光通信技术.200.
- [3] 李玉权,朱勇,王江平.光通信原理与技术[M].北京:科学出版社,2006.
- [4] 顾海军,宋建中,解成俊.激动式大气激光通信系统中的电学系统接口设计及其 CPLD 实现[J].光学精密工程,2001.
- [5] 折宏图,野战大气激光通信系统分析及应用,工程硕士学位论文,2006年11月;