

基于WDM的航电光交换网络研究

刘 陈

(中航西安航空计算技术研究所 陕西 西安 710119)

摘要: 基于WDM的航电光交换网络研究, 针对航电网络的发展需求和趋势, 将WDM技术和光交换技术应用于光纤网络中, 对应用中存在的WDM传输和交换问题进行研究。通过对WDM系统中传输技术的研究, 解决光发射、光接收中存在的问题, 实现无波长信道间干扰, 支持数字和模拟信号格式, 支持多种信号速率的WDM传输系统; 通过对WDM网络的光交换技术研究, 解决光交换系统中的架构设计、关键器件选型、波长交换等关键技术, 实现波长交换的航电光纤网络。

关键词: WDM技术; 光交换技术; 光纤通道; 航电网络

中图分类号: V247 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-7597 (2012) 0910086-02

0 引言

随着航空电子技术的发展, 对航电网络的速率、可靠性提出了更高的要求, 光纤通道以其高速率、容错性、确定性等特点在航空电子系统得到广泛的应用。为了进一步提高光纤的利用率, 同时克服传统交换的“电子瓶颈”, 构建灵活、扩展性好而又具有体积小、重量轻、低功耗等特点的航电网络系统, 引入了WDM技术和光交换技术[1]。WDM技术是在一根光纤中承载多个波长(信道)的复用技术, 其应用解决了长距离、大容量传输的问题; 光交换技术则是用光交换设备代替传统光纤系统中的电交换设备, 实现高效、快速交换, 使数据流能更快地传送到下一个节点。将WDM技术和光交换技术应用于航空电子系统, 可以大幅提高网络传输速率和交换速率, 基于WDM的航电光交换网络是为了满足下一代航空电子系统而进行的深入探索。

1 WDM概述

光波分复用(WDM)技术是在一根光纤中同时传输多波长光信号的一项技术。其基本原理是在发送端将不同波长的光信号组合(复用)起来, 并耦合到光缆线路上同一根光纤中进行传输, 在接收端将组合波长的光信号分开(解复用), 并进一步处理, 恢复出原信号后送入不同的终端。[4]WDM技术是目前最为成功, 应用最广泛的光信道复用技术。

WDM技术, 通过一根光纤同时传输多个信道数字信号, 使得传输容量比单波长传输增加十倍到几十倍, 不仅极大的提高光纤的传输带宽, 同时提高了网络组网的灵活性和网络的生存性。

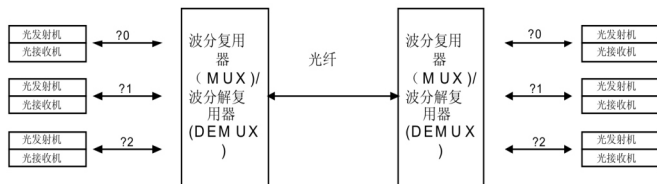


图1 WDM光传输网络结构

WDM技术的应用, 极大地提高了光纤网络传输带宽, 目前在建的商用光纤通信系统基本都是WDM系统。国内从上世纪九十年代末起, 对WDM技术进行了深入研究: 武汉邮电科学研究院2004年研制成功了1.6Tbps的超长距离WDM光传输系统; 华为公司推出的OptiX BWS 1600G骨干DWDM光传输系统可同时传送160个波长, 每个波长10Gbit/s或者C波段80个波长, 每个波长40Gbit/s。

WDM技术不仅极大的提高了光纤的传输带宽, 也提高了网络组网的灵活性和网络的生存性; 未来航空电子信息传输需要航空电子网络支持高速率、多服务通信, 需要支持控制消息、

音频、视频、乃至模拟信号的通信服务, 对于容错、重构、扩展等性能提出了更高的要求, 而WDM技术的应用为满足这些要求提供了可行的途径。

2 光交换概述

光交换是指在光纤通信系统中, 光波长通道通过交换机交换时无需进行光-电-光转换, 而直接由光交换设备完成交换。光交换可以采用光电路交换和光分组交换两种形式。

WDM技术的应用, 使通信网络的带宽得到极大的提高, 克服了传输的瓶颈, 但同时又带来新的问题, 大量的光波长通道需要交换, 而在运营商网络中使用的交换机目前仍是电交换机, 交换中心和交叉连接节点仍然需要进行光-电-光交换。多个波长的数据流必须在每个节点中介, 转换成电信号后进行交换, 再转换为光信号传送到下一个节点。[5]这种做法, 缺乏灵活性, 同时有交换设备体积大, 能耗高的问题, 成为整个网络的瓶颈。采用光交换的方式代替电交换方式是光网络发展的趋势。

光电路交换中, 交换粒度是单个光通道的带宽, 光电路交换往往指光波长交换。光波长交换技术, 指的是以光纤中的一个波长光信号作为最小的交换粒度进行交换, 输入端口通过波分解复用器, 将光信号分离到不同的波长平面, 在各波长平面分别采用光开关, 实现输入端口和输出端口之间的交换和连接, 光开关的输出在经过波分复用器汇合后输出。

光分组交换的交换粒度为单个数据包, 数据报的处理为全光方式。光分组交换按照信令传输方式可以分为光分组交换(OPS)和光突发交换(OBS); 其不同之处在于, OBS突发包的长度可以是固定的, 也可以是变化的, 其颗粒大于光分组。近几年, 国内的华为和烽火等公司在光交换领域进行了大量的研究, 取得了丰富的成果; 北京市通信公司采用北电网络OPTeraDX光交换机完成的长途光传输系统也投入商业服务。

传统电交换设备体积大、能耗高, 已成为现阶段网络传输的瓶颈, 而波长交换避免了光电转换, 同时对通信节点对之间建立直接相连的波长路径, 更好的满足了航电系统的实时性需求; 波长交换以其交换速度快、体积小、能耗低等特点, 能更好的满足航电系统的应用要求。

3 航电光交换网络研究

国内对WDM技术和光交换技术的研究与应用主要集中在民用通信领域, 强调的重点是带宽的增大与传输信息量的提高, 而适应航空电子环境的高可靠性WDM技术和光交换技术的研究基本上处于起步阶段。相比民用通信领域, 航电WDM技术和光交换技术除要求带宽与传输信息量提高之外, 还要求满足航电多种通信速率的光发送机与接收机, WDM光网络的高可靠性设计实现方法等, 同时对航电系统特殊环境下的应用提出了更高

的要求。

基于WDM的航电光交换网络研究包含以下方面：网络体系结构定义技术，网络容错性技术，交换机与节点机技术，网络配置及管理技术。

针对新型航电系统的要求，构建高速率，可扩展，具有容错能力和快速重构能力的网络体系结构；根据WDM LAN标准思想，将航电光网络分为光骨干网（OBN）和光接入网（OAN）两部分，在OBN中采用波长路由和交换技术进行网络互连，通过OBN连接多个OAN，实现整个网络的互连。

通过对光开关（OSW），平面光波导分路器（PLCS），光分插复用器（OADM），波分复用器（MUX），波分解复用器（DEMUX）等光网络元素的研究，构建出网络交换机模型，节点机模型；交换机和节点机是网络的主要组成部分，通过研究光交换机波长分配策略，路由算法及网络管理技术等，构建网络交换机模型；通过研究波分复用，解复用技术，光发射机，接收机技术等，构建网络节点机模型。

网络管理系统通过监控系统内各信道的传输情况，在发送端，插入本节点产生的光监控信号，在接收端，将接收到的光信号分波，输出光监控信号和业务信道信号；网络配置系统通过对波长的配置，在光接入网中的光网络接入（ONA）之间建立波长路径，利用光交叉连接（OXC）进行波长交换，利用光分插复用器（OADM）进行波长通道的输入和输出；实现对通信节点寻找数据传输路径，为路径分配波长，支持路径的数据传输。系统发生重构时，系统功能节点的重新分布导致通信链路也需要相应的进行重新配置，实现路由和波长分配方案间的变更。

网络容错技术包括网络监控机制、硬件冗余层次与方法、故障处理等，主要利用冗余的波长建立备份路径（保护路径），在工作路径出现故障时，启用备份路径通信，从而提高网络的生存性和可靠性。

航电环境的特殊性及其对系统和元器件要求更为苛刻，因此航电环境下光网络的发展要比商用环境下的发展缓慢，在光缆逐渐取代电缆成为航电系统的主要通信传输媒介后，WDM技术受到了业界的普遍重视；WDM技术和光交换技术主要器件逐

渐趋于成熟，商业的广泛应用给航电应用积累了丰富的工程经验，同时具备在航电系统应用中规模小、实时性等优势；随着光纤通道在航电系统的进一步应用，具有更高速率和可靠性的WDM和光交换技术应用势在必行。

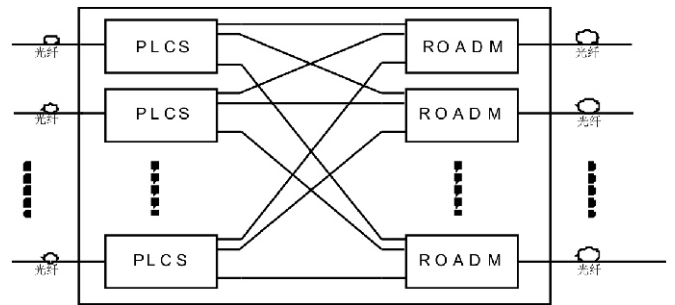


图2 一种光交换网络结构

4 结语

在航电光纤网络中引入波分复用技术，在保持原有光纤通道传输的基础上，引入光交换技术，既提高了网络带宽和灵活性，又适应了航电光纤网络的发展趋势，实现了航电光纤网络的平滑过渡。该系统的建立，最终将实现航电环境中大容量，高速率的数据稳定传输，成为下一代航空电子系统的一个关键。

参考文献：

- [1]Naresh Chand. Approach to reducing swap and cost for avionics high-speed optical data networks.
- [2]Robert D.Gardner.A Photonic WDM Network Architecture for Next Generation Avionics Systems.
- [3]Mark E.Daniel.Development of a fully interconnected optical network architecture(FIONA).
- [4]武文彦，光波分复用系统与维护。
- [5]洪小斌，面向未来的光交换网络及其器件技术。
- [6]顾颂仪，WDM超长距离光传输技术。

（上接第96页）

确性和效率性。

3.2 电勘察找矿技术

电勘察找矿技术适用于山区以及区域性的矿产资源的普查，其工作原理是利用电磁技术以及激光等技术进行多功能、多参数的同步频域的信息搜集，最终形成系统的数据资料，为找矿工作人员提供数据支持和依据。电勘察主要是利用电磁波对地表下的矿产资源进行勘测，但是所得的数据会因为受到地形条件的限制而存在一定的差异性，因此电勘察找矿技术还需要进一步提高其勘探的准确性以达到找矿人员的基本需求。

3.3 地震勘察技术

地震勘察技术主要是针对地形结构较为复杂的矿区展开的，因为受到地形复杂环境的影响，许多勘探技术难以实现，因此需要针对该种地质的基本特征，进行具体的震波分析和勘察，尤其是金属矿区，需要根据其具体的分布情况进行最佳的地震勘察波的具体组合来实现找矿，进一步增强找矿的精准度。

3.4 “直接”探测矿产

直接探测矿产资源是随着找矿技术的提升而发展起来的，直接找矿相对于前几种找矿技术更加具有直接性，对原有的谱激电法进行了提升和改进，从发出电磁等震波以及核电磁辐射法等技术方法，与世界上先进的技术相结合，最终形成找矿的新技术，提高找矿的直观性。新方法、新发现，从而更加有效

地提高固体矿产资源的发现率以及准确率。

3.5 智能化多参数系统

智能化的发展趋势是随着我国的计算机信息技术的发展不断演变而来的，智能化也逐渐成为了我国的炸矿工作开展的基础，结合计算机自动化的技术手段形成地址和物探之间相结合的职能系统，通过模型分析更加具体和准确地反映矿床的数据参数结构，通过专门性的系统分析和数据整理实现对矿产信息的动态可视化的发展，从而提高了矿产信息的具体反映，为找矿工作人员更好地开展找矿数据分析和预测奠定基础，创造条件。

参考文献：

- [1]王殿华，从地质找矿的三大突破看深部找矿[J].中国地质教育，2009（03）：31-33.
- [2]刘江天、刘荫椿、付乐，就矿找矿理论浅析[J].黄金，2009，30（2）：10-13.
- [3]黄照强、黄树峰、付勇、赵珍梅、程明华，基于GIS的冈底斯东段铜多金属矿多元信息成矿预测与潜力评价[J].地质与勘探，2011，01.
- [4]张善明、吕新彪、唐小春、邓国祥，矿产预测中的不确定性评估方法与应用——以广西大瑶山矿区为例[J].地球信息科学学报，2010，03.
- [5]申维，深部找矿非线性定量理论与技术方法研究进展综述[J].地球科学前沿，2010，05.