

数字光纤通信技术的原理及发展分析

马敬珉¹ 陈越轩¹ 周士涛²

1 江苏师范大学 2 浙江财经大学

DOI:10.12238/acair.v2i2.7411

[摘要] 互联网的不断发展,促进了计算机技术与光信息技术的融合。数字光纤通信作为现代光学通信的重要技术,相较于模拟光纤通信具有抗干扰能力强、可再生中继、保密性高、适用范围广等优势。文章分析了数字光纤通信的基本原理,设计了基于数字光纤通信的系统结构图,探究了其在未来通信领域的发展趋势。

[关键词] 光信息技术; 数字光纤通信; 现代光学通信

中图分类号: U285.16 **文献标识码:** A

Principle and development analysis of digital optical fiber communication technology

Jingmin Ma¹ Yuexuan Chen¹ Shitao Zhou²

1 Jiangsu Normal University 2 Zhejiang University of Finance and Economics

[Abstract] The continuous development of the Internet has promoted the integration of computer technology and optical information technology. As an important technology of modern optical communication, digital fiber optic communication has the advantages of strong anti-interference ability, renewable relay, high confidentiality, and wide range of application compared with analog fiber optic communication. This paper analyzes the basic principle of digital fiber optic communication, designs a system structure diagram based on digital fiber optic communication, and explores its development trend in the future communication field.

[Key words] Optical information technology; Digital fiber communication; Modern optical communication

引言

随着信息化时代的到来,基于互联网的数字通信技术迅速发展,光纤通信正在取代以往的电信技术。光纤通信技术,解决了利用光纤加载与传输信号的问题。计算机的出现,促进了世界信息技术的发展,我国于1992年正式步入了光纤通信的时代。

数字光纤系统具有更好的传输质量、更远的传输距离、更可靠的通信保密性,成为目前的主要通信方式之一。本文主要分析数字光纤通信系统的原理结构,给出现代数字光纤通信系统的基本工作结构图,同时探究其今后的发展趋势,为现代光纤通信的发展提供理论上的参考。

1 数字光纤通信技术简介

1.1 光纤通信系统介绍

如今的光纤通信,都是以光波作为载波信号,光导纤维作为信号的载体,以此达成传输视频、音频、数据的目的。光纤通信系统由光端机、光纤以及其他光学器件组成。其中光端机包括光发射机和光接收机,分别起到发射信号与接收信号的作用。光纤通信系统的结构如图1所示。

一个完整的数字光纤通信系统主要由光端机(包括光发射

机、光接收机)、光纤等组成。携带信息的电信号被接收装置接收后进入光发射机,经过驱动器以及光学调制器处理后,将携带数据信息的电信号转变成光信号,同时最大限度地光信号输入到光纤中。经过光纤传输的光信号进入光接收机,经过放大、转换处理,再将衰减后的光信号转换为电信号,经由线路输出,达到通信的效果。在整个过程中,携带有通讯数据的信号经过电-光-电的变换,以此达到光纤通信的需要。

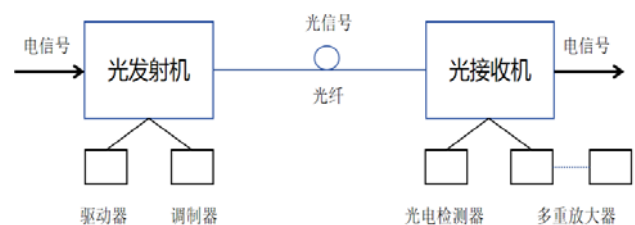


图1 光纤通信系统结构图

1.2 数字光纤通信技术介绍

光纤传输系统是数字通信的理想通道。与模拟通信相比较,数字通信有很多的优点^[1]。其中最为主要的是基于数字通信的光纤通信系统可以克服因传输损耗而带来的信号畸变。

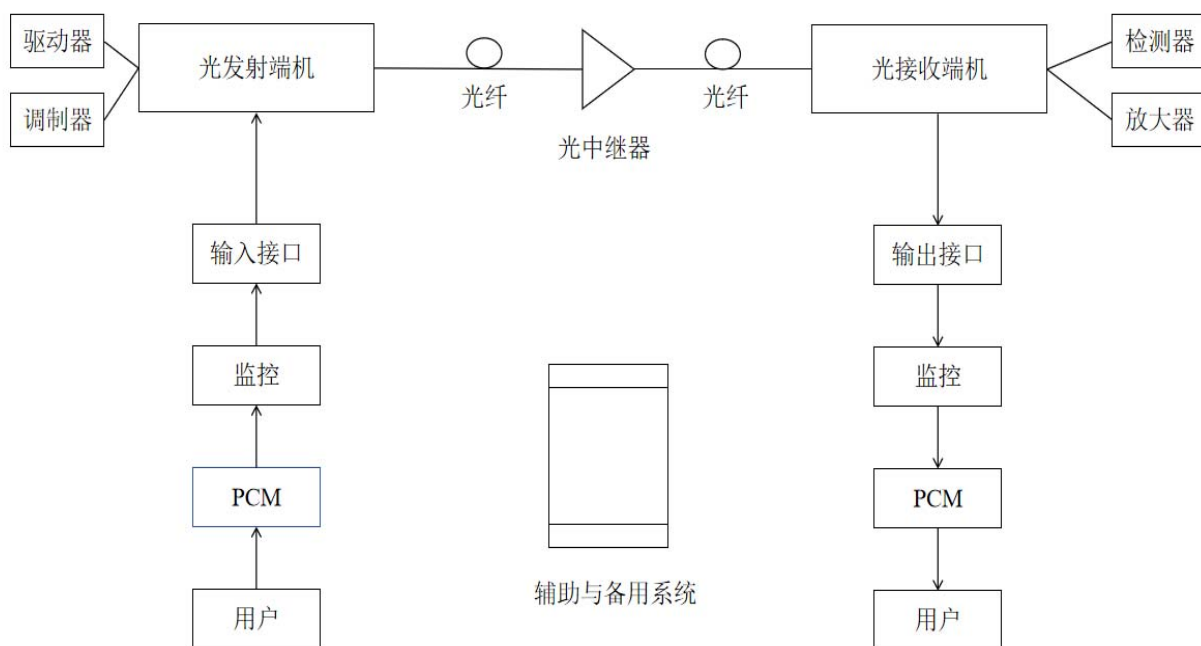


图2 数字光纤通信系统

在现代通信系统中, 光纤中传输的均为二进制光学脉冲“0”码和“1”码, 它们由二进制数字信号对光源进行调制而产生^[2]。数字信号是对连续变化的模拟信号进行抽样、量化及编码而产生, 称为脉冲编码调制(Pulse code modulation, PCM)。

2 数字光纤通信技术原理

2.1 脉码调制端机工作原理

通信中传输的音频、视频信号多是模拟信号, 脉码调制(PCM)可以把模拟信号转换为数字信号, 按照时间的先后顺序把多路信号复接、合群, 产出相应的数字信号。

一般的脉冲编码调制包括取样、量化、编码三个步骤。脉码调制信号中一个码元所占的时间 T 称为码长, 单位时间内传的码元数称为数码率 B , 它们之间的关系为: $B=1/T$ 。

2.2 光端机工作原理

光发射机是现代光纤通信技术中常用的一种电-光转换设备, 采用直接调制的方法将携带信息的电信号经过译码、扰码、编码处理后转换成相应的光信号送入光纤。目前我国的光发射端机的性能要求为入纤光功率要在0.01-10mW之间, 稳定性为5%-10%。

光接收机是由接收模块、放大模块和检测模块构成, 负责把光信号调制放大成电信号。

现代通讯中, 对光端机的性能要求十分严格。理想状态下的光端机必须要具有极高的灵敏度、极快的功率转换效率、稳定的传输性能以及极低的传输损耗。

2.3 数字光纤通信系统工作原理

目前我国最主要的数字光纤通信方式是强度调制——直接检测(IM-DD)通信系统^[3]。它主要由光端机、光中继器、光学信

道、PCM端机、光纤、输出/输入端口、监视控制系统和辅助备用系统等组成。一般来说, 数字光纤通信系统的结构如图2所示。

在光纤通信系统中, 采用二进制光脉冲“0”码和“1”码进行信号传输, 它由二进制数字信号对光源进行通断调制而产生^[4]。在数字光纤通信系统中, 用户端向PCM发送携带信息的连续模拟信号, 在PCM端对连续变化的模拟信号进行抽样、量化和编码。完成后向光端机发送电的数字信号。由光端机进行电-光-电的转换后从另一端口的PCM设备将信号传送给用户。

现代光纤通信的距离一般都很远, 光的散射以及吸收作用会导致系统传输的信号随距离的增加而衰减。为避免这一现象, 每隔一段距离都会增设一个光中继器, 用于补偿光信号的衰减和对畸变的信号进行整形, 然后继续向终端传送。

为了确保系统的畅通, 避免意外情况的发生, 通常在数字光纤通信系统中设置一个备用辅助系统。在没有意外发生时, 主系统独立工作; 当系统报错或者线路故障时, 备用与辅助系统会替代主系统进行工作, 保障通信继续进行。

2.4 数字光纤通信系统的性能评价

数字光纤具有很多优点。如高效灵活的系统处理能力。数字光纤通信可在同一设备上处理多种通信系统, 并且具有较高的可靠性与稳定性。它的抗干扰能力也较强, 在数字通信的过程中可以有效地避免多种杂波信号的干扰, 提高通信质量。数字光纤通信的最大优点是它的保密性强, 它通过二进制的方式对用户端传送来的连续模拟信号进行编码加密, 保护了广大用户的隐私。它还可以及时传送信息, 提高用户之间通信的效率。除此之外, 数字光纤通信技术便于引入有利于提高系统性能的处理手段, 如削波、预失真等。这些优势推动了现代光纤通信的发展。

尽管数字光纤通信加快了现代光纤通信的进程,但是也存在着一一定的缺陷,例如处理信号带宽受限于前端器件,因此处理带宽较窄。同时数字设备价格成本高,精密性要求较高,不便于维护等。

3 数字光纤通信技术的发展趋势

3.1 数字光纤通信的传输体制发展

我国与世界上多数国家的数字通信技术基本上采用准同步数字系列(Plesiochronous Digital Hierarchy, PDH)。在结构上PDH采用了异步方式^[5]。各个支路的数字信号流标称速率值相同。准同步数字系列的通信技术可以很好地适应传统电信网中点-点通信。但是随着信息化技术的提高以及互联网水平的发展,这种准同步数字体系已经很难适应动态联网的发展,网络也不能满足高效率、高质量通信传输的要求,因此需要一种新型的传输体制以满足现代通信的需要。

PDH存在一系列的问题,不再适用于目前灵活、大容量的光纤通信领域发展。根据需要,各国制定了同步数字系列(Synchronous Digital Hierarchy, SDH)的传输体制。SDH最早由美国贝尔通信研究所提出,在利用光导纤维进行基于同步数字系列的传输时,也被称为同步光网(Synchronous Optical Network, SONET)。SDH作为一种新的技术体制,同样也存在许多的不足:

(1)频带利用率略逊于传统的准同步数字系列;(2)设备复杂,成本高;(3)对网络拓扑和软件测试等要求较高;(4)在准同步数字系列到同步数字系列的过渡时期,由于指针调整产生的相位跃变,信号经过多次变换后,抖动以及漂移性能损伤较大,一般要采取相位平滑措施才能满足抖动和漂移性能指标^[6]。

3.2 数字光纤通信的发展趋势

就目前来看,我国光纤通信技术迅猛发展,光纤市场需求较大。随着互联网的发展以及5G时代的到来,人们对于信息的要求已经不再止步于语音文字的层次,而是追求高质量、高效率的视

频通话。需求的不断提高,必将推动数字光纤通信技术的不断更迭换代。今后,同步光网技术一定会愈发成熟,更加高效、便捷的全光通信技术也一定会在未来光纤通信领域占据很大的比重。

4 结束语

科学技术在不断进步,如今的计算机技术已经愈发地成熟。互联网计算机技术的发展推动着光纤通信技术的不断提高。本文阐述了基于数字信号的光纤通信技术的工作原理,分析并设计出数字光纤通信系统的基础结构图。同时探究了目前常用的光纤通信传输体制,并对未来光纤通信发展做出预测,以期能够对今后的数字光纤通信系统的研究提供科学依据。

[参考文献]

- [1]彭博文.现代光纤通信技术的特点及应用[J].数字通信世界,2023,(04):104-106.
- [2]李燕欣,韩凯.浅谈数字光纤通信系统[J].数字技术与应用,2011,(01):19.
- [3]赖光源.数字光纤通信的发展与展望[J].电力系统通信,2022,(11):29-31.
- [4]袁国良.光纤通信原理[M].2版,北京:清华大学出版社,2012,(5):160-170.
- [5]王宏伟,王耀丽.数字光纤通信系统实用化的一些问题[J].科技情报开发与经济,1994,(05):20-21.
- [6]余少华,何炜.光纤通信技术发展综述[J].中国科学,2020,50(09):1361-1376.

作者简介:

马敬珉(2001--),男,汉族,江苏苏州人,本科,电子信息工程专业。

陈越轩(2002--),男,汉族,江苏苏州人,本科,电子信息工程专业。

周士涛(2002--),男,汉族,江苏扬州人,本科,计算机科学与技术专业。