

水利信息化新技术及应用

《水利信息化新技术及应用》编委会 编

长江出版社

水利信息化新技术及应用

《水利信息化新技术及应用》编委会 编

长江出版社

图书在版编目(CIP)数据

水利信息化新技术及应用/《水利信息化新技术及应用》编委会编.

—武汉:长江出版社,2013.7

ISBN 978-7-5492-2031-1

I. ①水… II. ①水… III. ①水利工程—信息化—高技术

IV. ①TV-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 191061 号

水利信息化新技术及应用

《水利信息化新技术及应用》编委会 编

责任编辑:贾茜

装帧设计:蔡丹

出版发行:长江出版社

地 址:武汉市汉口解放大道 1863 号

邮 编:430010

E-mail: cjpub@vip.sina.com

电 话: (027)82927763(总编室)

(027)82926806(市场营销部)

经 销:各地新华书店

印 刷:武汉市首壹印务有限公司

规 格:787mm×1092mm 1/16

28 印张 618 千字

版 次:2013 年 7 月第 1 版

2013 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5492-2031-1

定 价:65.00 元

(版权所有 翻版必究 印装有误 负责调换)

《水利信息化新技术及应用》

编 委 会

主 任 徐晓东

主 编 林灿尧

副主编 (按姓氏笔画排序)

刘 伟 何宗涛

编 委 (按姓氏笔画排序)

毛贵臻 邓国忠 刘为国 刘 伟 何宗涛

张 宁 张建刚 李卫东 林灿尧 武 震

贾 文

序

《水利信息化新技术及应用》是在《水利信息化技术》一书的基础上编写的,编委成员大多参加了《水利信息化技术》一书的编写工作。《水利信息化技术》一书从工程、管理和运维检修角度将水利系统信息化专网涉及的领域一一作了介绍。内容从工作实际出发,概括性强,浅显易懂,不对工作原理做过多叙述。该书2009年出版后被许多水利信息系统运维检修部门选为培训教材,也成为日常运维检修人员的工作手册,在水利信息系统运维检修人员中反应较好。

近几年科学技术飞速发展,水利信息化也发生了极大变化,随着一些适合水利信息化的新技术不断出现、推广和应用,迫切需要一本系统介绍和总结应用经验的指导性手册。编写人员经过学习和交流,按照《水利信息化技术》的编写思路,对水利信息化新技术进行汇总,对应用、运维检修经验进行总结,编写了《水利信息化新技术及应用》一书。

《水利信息化技术》一书介绍的是水利信息化技术的昨天和今天,《水利信息化新技术及应用》介绍的是水利信息化技术的今天和明天。本书适合水利行业信息化管理、运维检修人员阅读使用,也可以供各行业信息化专业相关人员参考。

张永明

2013年9月

目 录

第 1 章 微波通信新技术	1
1.1 微波通信新技术	1
1.2 本地多点分配业务系统	8
1.3 新技术应用	10
第 2 章 移动 3G 技术及其应用	12
2.1 移动通信概况和 3G 标准化工作	12
2.2 移动通信原理	17
2.3 移动网络原理	20
2.4 3G 关键技术	24
2.5 WCDMA 系统	30
2.6 3G 系统的应用	38
2.7 4G 技术及简介	44
第 3 章 软交换技术	50
3.1 软交换概述	50
3.2 软交换体系结构及功能	53
3.3 软交换系统组成及协议	55
3.4 软交换系统基本组网技术	70
3.5 软交换网络的 QoS 及安全	79
3.6 软交换的应用	86
第 4 章 计算机网络新技术	95
4.1 网络体系结构	95
4.2 P2P 体系覆盖网	96

4.3	带宽和速度优化	102
4.4	网络用户行为分析	104
4.5	IPv6 技术	106
4.6	移动 IP 与网络	111
第 5 章	网络安全新技术及应用	116
5.1	网络安全基础	116
5.2	网络安全技术	120
5.3	网络安全技术应用实例	130
5.4	网络管理基础	137
5.5	网络管理协议	140
5.6	网络管理模式	144
5.7	网络管理制度建设实例	145
第 6 章	工程安全监测	150
6.1	工程安全监测概念及发展历史	150
6.2	安全监测主要技术	151
6.3	安全监测标准规范及设计	160
6.4	安全监测仪器	162
6.5	安全监测自动化系统	180
6.6	工程安全监测实例	187
第 7 章	视频监控	190
7.1	概述	190
7.2	高清视频监控	191

7.3 智能视频监控技术	194
7.4 无线视频监控系统	206
7.5 主要数字化视频设备	212
7.6 水利行业应用举例	234
第 8 章 基础设施	237
8.1 概述	237
8.2 组成介绍	237
8.3 标准化	246
第 9 章 水文自动测报系统新技术及应用	249
9.1 3S 技术及应用	249
9.2 北斗卫星通信技术及在水文中的应用	271
第 10 章 闸门自动化控制	280
10.1 闸门自动化控制的含义	280
10.2 闸门自动化控制的逻辑结构	280
10.3 自动化控制的几种常用协议	282
10.4 闸门自动化控制系统的组成	289
10.5 分布式总线闸门自动控制系统的设计	289
10.6 闸门自动化控制系统的应用	300
10.7 闸门自动化控制的发展	303
第 11 章 卫星在水利信息化中的应用	304
11.1 卫星通信	304
11.2 卫星定位	319

11.3 卫星遥感	322
第 12 章 雷击防护	326
12.1 概述	326
12.2 非常规防雷	326
12.3 非常规防雷产品及思路在防雷系统中的应用	330
12.4 综合防雷原理	335
12.5 综合防雷设计及施工	339
第 13 章 异地会商系统	350
13.1 概述	350
13.2 最新技术标准	355
13.3 功能要求与结构组成	393
13.4 厂商及产品介绍	399
13.5 配套系统	412

第1章 微波通信新技术

随着我国水利现代化进程的推进,信息化工作在水利事业中的地位越来越突出,信息业务的种类也随着水利管理的发展和行业功能的拓展不断增多。水利部提出“以水利信息化带动水利现代化”的发展思路后,新的水利信息化需求不断涌现。事实上,不仅是水利行业,其他各行各业的信息化工作在最近十几年也都有了很大发展。

水利行业信息化应用系统众多,涉及减灾支持、电子政务、异地会商、水资源管理决策支持、水质监测、水利工程管理、水行政执法等。这些系统一般为数据和视频等业务的综合应用平台,对通信系统的网络服务、传输带宽要求更高。新的需求必然刺激技术的发展,新型通信系统在传输容量、业务接口、网络管理等方面的配置更为灵活,对当前信息化业务的适应能力也更为强大。技术成熟、应用广泛的光纤传输系统是一种较好的解决方案,但抗灾能力更强的微波通信更适于水利行业。现代微波通信也发展了一些非常实用的技术,以更为灵活的带宽和接口去适应水利信息化新需求。

1.1 微波通信新技术

半个多世纪以来,微波通信技术的发展主要体现在空中接口性能的改进,如接口速率、传输距离等。尽管如此,微波通信技术的发展仍然远不如光纤通信技术迅速。除了传输速率无法与光纤通信技术相媲美外,传统微波通信系统自身的设备形态及组网模式也存在局限。以目前主流的分体式微波通信系统为例,在设备形态方面,分体式微波系统分为 ODU(室外单元)和 IDU(室内单元),其中 IDU 负责中频信号与基带信号之间的转换,提供点到点业务的透明传输;在组网模式方面,IDU 不具备业务调度功能,一旦需要组成链型、树型、环型等较复杂的网络并提供业务汇聚、调度功能时,需要将多个 IDU 进行级联堆叠,并引入 ADM(分插复用设备),这将使整个微波通信系统的工程投资居高不下。

为了更好地适应市场需求,新型微波设备在很多方面进行了革新。无论是设备体积、功能,还是技术性能、组网方式,都紧跟通信技术的发展方向,并从多层面进行了融合。

随着业务网分组化的发展,传输网的分组化也是大势所趋。作为传输网一部分的微波网络也不可避免地面临着 IP 化、分组化的变革。基于 TDM 的 VC 交叉将会演变为通过 PWE3(伪线仿真)技术来实现基于分组的统一包交换。如今新型微波系统已可以灵

活实现 TDM/ATM、混合型及全 IP 传输。

下面介绍的是微波技术发展趋势及当前几个比较热门的微波通信新技术。

1.1.1 技术及设备融合

当今微波技术发展的一个趋势就是技术及设备的融合。新型微波系统将 PDH 和 SDH 融合到一个硬件平台中,通过软件调整空中接口的容量,使升级扩容变得更加简单,升级成本得到了有效控制,从而解决传统微波通信系统升级成本高、升级困难的问题。

新型微波系统将原本由 IDU、DDF、MUX、ADM 等共同完成的功能融合到一个多合一的 IDU 中。如图 1-1 所示,该 IDU 既有连接天馈线的中频接口,也有跟光传输设备对接的 STM-N 光接口,还可以直接传输 E1 及 FE 等业务,各接口间统一通过 IDU 集成的交叉总线实现业务调度。如果对 IDU 的业务板卡进行组合,还可以组成链型、树型、星型、环型等各种复杂的网络结构。微波系统退网后, IDU 仍可继续当作光传输 MADM 设备使用。集成度的提高带来了机房空间的有效利用, PDH、SDH、FE 等多种业务都可以在这个 IDU 中直接传输;原本需要通过手工操作的外部电缆连接变成了设备内部的交叉总线连接,微波链路自然而然地成为了 SDH 网络的一部分,维护管理更加轻松。在光网络设备上直接支持分体微波中频,使传输设备既可以作为光网络设备,也可以作为微波设备,很大程度上节省了工程投资,实现光网络设备和微波设备的融合和统一。

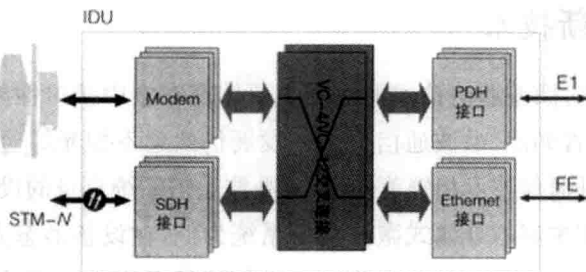


图 1-1 新型微波设备组成

1.1.2 IP 微波

传统的点对点 PDH/SDH 微波由于传输效率低、业务种类单一、设备管理复杂等缺点,无法适应日益增长的综合宽带通信业务保障需求。新型 IP 微波凭借面向 IP 的丰富空中接口业务类型、灵活高效的自适应调制特性、吉比特级的大带宽传输、多方向网络化及可靠的端到端业务管理等优势,成为新一代地面无线通信系统的新宠。

在传统的 PDH/SDH 微波中传输 IP 业务时, IP 数据先转换为 E1/STM-1 格式的信号,再通过 PDH/SDH 微波复接成帧。由于两次封装,帧头开销大,时延大($>5\text{ms}$),传输效率和频带利用率低。对各个 E1 通道要求较高,任何一个 E1 通道的抖动和漂移均会

影响整个以太网数据的传输。任意一个 E1 链路时延过大或中断都可能导致整个传输中断。

而通过 IP 微波传输 IP 业务时,IP 数据直接映射到特有 IP 微波帧里,透明传输,封装效率和频带利用率高。

IP 微波在业务接入、处理和空中接口帧结构方面不但全面支持 IP 分组化业务,而且对 PDH、SDH 等传统 TDM 业务也进行了很好的兼容。IP 微波中频系统内置了完善的 TDM 交叉矩阵和 IP 分组交换单元,提供 E1、STM-1、STM-4、ATM、FE、GE 等多种业务接口,支持对 TDM 和以太网业务的原生处理,也支持对所有业务的伪线封装和多协议标签交换(MPLS)传输管理。IP 微波还提供了完善的端到端 QoS 保障机制,以适应宽带业务对业务质量精细化保证的需求。

IP 微波设备组成见图 1-2。

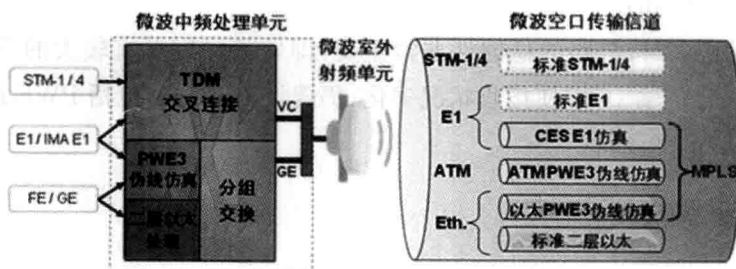


图 1-2 IP 微波设备组成

1.1.3 自适应调制

新型微波系统多采用自适应调制(AM)技术。AM 是一个主要用于在多变的传输环境中改善传输稳健性的技术,它利用的是不同调制方式之间门限电平的差异。通过使用自适应编码和调制技术,微波通信系统能够自动监控链路状况,并根据相应的条件无损伤地改变调制方式和传输容量。

AM 技术示意图见图 1-3。

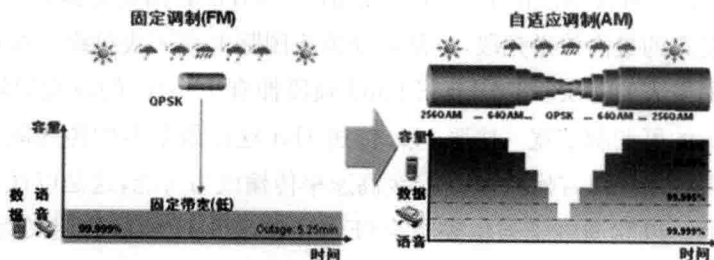


图 1-3 AM 技术示意图

AM 的大致工作原理如下:

(1)由接收通路监测接收信噪比 SNR 来监测接收信号的质量,反馈给发送端,由发送端启动 AM 切换;

(2)AM 引擎是进行 AM 切换控制的核心,一方面通过微波链路提供的信息通道与远端的 AM 引擎进行通信,以便将接收端信息反馈给发送端;另一方面 AM 引擎根据当前链路质量进行分析决定需要进行 AM 切换的下一个调制模式属性,当需要进行调制模式切换时,由 AM 引擎输出 AM 切换指示信号给发送信号通路;

(3)AM 功能进行的调制模式改变始终是基于信号帧边界来进行,这样就保证了 AM 切换时业务的平稳传送。

例如,大雨会对高频段的微波接收电平引起衰减,AM 技术能通过自动无误地选择低调制方式来保持链路的可用性。例如,QPSK 的传输容量是 16QAM 的一半,但门限电平要比 16QAM 低 6dB。

在 IP 传输中,保持链路的稳健性非常重要,即使传输容量有较大的下降也在所不惜。然而,在混合传输中,即使接收状况劣化,仍建议为 TDM(包括 PWE 或 CESoP)保留相同的传输容量。

1.1.4 E-band 微波

如今,6~38GHz 的微波频谱资源已经被迅速消耗殆尽,微波通信向更高频段扩展已成为必然趋势。E-Band 微波早在 2001 年和 2003 年被国际电联无线组织(ITU-R)所发布,主要包括 60GHz 和 80GHz 的高频段微波通信。60GHz 免费频段较早为军方和行业客户使用,因此,80GHz 微波频段将会是重要的无线传输手段。

常规频段微波通信系统(6~38GHz)传送高带宽的代价是很大的。主要采用的调制波道间隔为 3.5~56MHz,要传输数百兆带宽的业务就必须采用高阶调制模式。按照目前常规的最大波道间隔 56MHz 的和最高的调制模式 256QAM,一条微波链路空中接口的标准传输容量也仅能达到 430Mbps 左右。若要传输更大容量的业务,就需要多条微波链路捆绑使用,这无疑带来了更高的成本和更复杂的系统配置。

E-Band 微波 80GHz 频段由 71~76GHz/81~86GHz 频谱资源构成。既是目前民用微波通信领域发布的最高传送频段,也是迄今为止国际电联无线组织一次性发放的频谱资源中波道间隔最大的一次。80GHz E-Band 频段拥有 10GHz 的收发间隔(TR 间隔),以及总共 5GHz 的可调制带宽。按照 1Hz 传送 1bit 这样最基本的传送能力计算,5GHz 的频带宽度使得空中接口吉比特(Gbps)级高速率传输成为可能,这是以往常规低频段的微波无法实现的。以欧洲电子通信委员会(ECC)对 80GHz 频段的定义为例,其建议的最小波道间隔为 250MHz,整个 5GHz 的可用调制频段划被分成了 19 个子频段,传输业务时使用的波道间隔可以是 1~4 个 250MHz 子频段的组合,当最多 4 个 250MHz 子频

段组合在一起时,可调波道间隔最大可以达到 1GHz,采用一定的更高阶调制方式后,E-Band 微波可以实现 1~5Gbps 的高容量传输。

与传统微波频段类似,自然界的大气吸收和雨衰也会对 E-Band 微波通信系统产生一定的影响。6~38GHz 的常规微波频段正常情况下的氧气吸收损耗大概在 0.1dB/km 左右,随着频率的增高,氧气吸收的影响也逐渐加剧,在 60GHz 频段附近达到一个高峰约 14dB/km,随后的 70~80GHz 频段附近,氧气吸收回落到了与常规频段接近的程度,约为 0.35dB/km。对微波通信系统而言已基本可接受,这也是 70~80GHz 频段被建议规模用于电信运营商的 E-Band 微波的重要原因之一。此外,雨衰对 80GHz 频段传输的影响相对会严重一些,因此在年可用度要求为 99.9%的条件下传送 1Gbps 业务,一跳微波天线之间的通信距离仅可达到 5km 左右。

常规频段的分体式微波以其成熟的技术、较低的成本和丰富的工程应用经验,一直是主流的承载方案。但 E-Band 微波随着移动宽带的发展,必将成为其强有力的补充,可以作为光纤接入的替代方案。

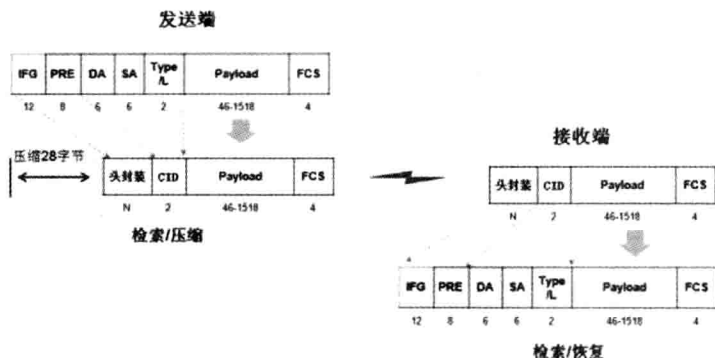
1.1.5 微波帧头压缩

目前业界用于解决微波带宽问题的主流应用有 XPIC(交叉极化干扰抵消)技术、AM(自适应调制技术)以及高调(512/1024QAM)等技术。IP 微波的帧头压缩技术通过将微波中传输的以太网数据帧中重复传递而不发生变化的内容在微波发送端用短字节替代,在接收端将相应的内容恢复,从而大幅度提升单载波的 IP 业务传送能力。常规微波每载波的容量最大为 400Mb/s 左右,在使用 IP 微波帧头压缩技术的情况下,短字节时最高可提升至每载波 1Gb/s 水平。

以太帧头压缩的实现原理如下:

在普通的以太网业务的点到点的业务传送过程中,对于同一条数据流,存在大量重复传输的封装字节,如 MAC 地址、Type 域、VLAN 标签,IP/UDP 头中的地址和类型等,而这些封装字节在传输的过程中是不发生变化的。微波帧头压缩技术将以太网业务根据头格式中地址/类型/标签等字段区分为不同的业务流,具有相同字段的报文定义为一个流,这些相同字段被称为关键字。在业务发送端,压缩算法将这些关键字映射为流对应的一个上下文 ID 号,在业务接收端,再将 ID 号还原为对应的字段,这样就实现了头的压缩传送。

以二层以太网帧头压缩为例,压缩实现过程如图 1-4 所示:



注: N 表示链路封装头字节长度, 与包长有关; CID 表示压缩 ID 的长度, 值恒定。

图 1-4 帧头压缩示意图

压缩过程分为 3 个阶段:

(1) 压缩学习过程

在发送端动态识别要压缩的字段, 分配压缩 ID, 然后跟接收端协商, 确保收到后, 才会对报文进行压缩。握手同步压缩可以保证一旦对报文压缩, 解压缩端一定不会解析错误。

(2) 压缩生效过程

压缩学习完成后, 压缩端对报文进行压缩, MAC 地址和 Type 域等字节被压缩, 检索压缩同步表, 用对应的固定指示字节替代; 解压缩端解压缩, 报文根据指示字节检索压缩同步表, 按照相同原则恢复 MAC 地址和 Type 域等。替代字节和被压缩部分需要有固定的对应关系, 这些对应关系被记录在压缩同步表, 存在并同步于收发两端, 使得发端的压缩替代策略和收端的恢复策略保持一致。压缩同步表中, 对应关系的建立需要通过握手机制保证, 要求过程中业务流处于稳定传输状态, 在经历握手确认信息同步以后, 压缩和压缩恢复功能才能工作。

(3) 压缩老化过程

该过程与压缩生效过程同时进行。压缩表学习到以后, 如果在一段时间内该类业务不再发送, 则释放该压缩表。

1.1.6 交叉极化干扰抵消

介绍交叉极化干扰抵消之前, 需先介绍一个概念: CCDP。CCDP (co-channel dual-polarization) 是指在一个信道中采用水平极化波和垂直极化波传输两路信号。如图 1-5 所示。

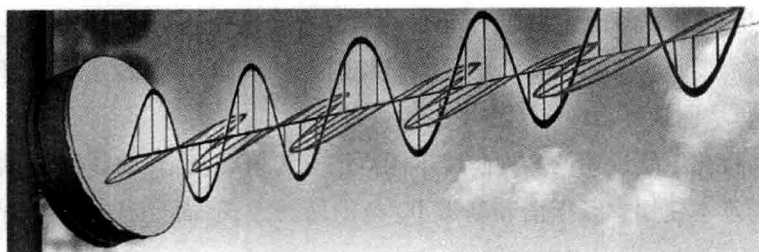


图 1-5 CCDP 传输示意图

交叉极化干扰抵消即 XPIC (cross-polarization Interference cancellation), 是配合 CCDP 使用的一种技术。CCDP 利用两路正交的极化波传输信号实现传输容量加倍, 而 XPIC 则用来消除两路极化波间的交叉干扰。

理想情况下, CCDP 的 2 个同频微波信号是正交信号, 二者之间不会发生干扰, 接收机很容易恢复出这 2 个信号。但在实际工程条件下, 无论两个信号的正交性如何, 总是要受天线 XPD(交叉极化分辨率)和信道传输劣化的影响, 无法避免地会存在信号之间的干扰。为了抵消这些干扰, 就需要使用 XPIC 技术。XPIC 技术的基本原理是从水平和垂直两个极化方向上接收信号, 并将二者进行一定处理从而从被干扰的信号中恢复出原始信号。

交叉极化干扰抵消原理如图 1-6 所示。

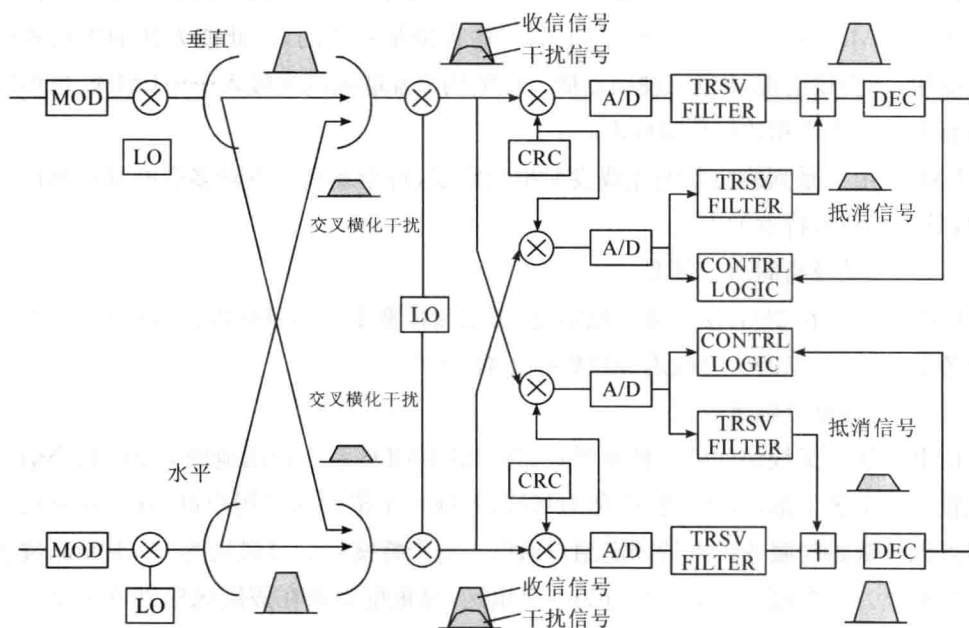


图 1-6 XPIC 原理框图

图中的天线为双极化天线, 上端使用水平极化, 下端使用垂直极化。受到天线 XPI

(交叉极化干扰)的影响,下端的接收 ODU 会收到水平极化的干扰信号,因此下端垂直极化的接收链路需要从上端水平极化的接收链路引进抵消信号,做减法后便可以实现交叉极化干扰抵消,从而恢复出纯净的水平极化信号。

根据交叉极化干扰抵消的实现阶段不同可以分为射频抵消、中频抵消、基带 IQ 抵消等方式。目前基本使用中频抵消和基带 IQ 抵消两种方式,而且对中频电缆长度也没有等长要求,给工程实施带来很大方便。

一般来说,XPIC 能提高 XPD 容限约 24dB。

1.2 本地多点分配业务系统

本地多点分配业务系统即 LMDS(Local Multi-point Distribution Service),代表了宽带接入技术的一种新的不可忽视的发展趋势。第一代 LMDS 设备为模拟系统,没有统一的标准。目前通常所说的 LMDS 为第二代数字系统,主要使用 ATM(异步传输模式)传送协议,具有标准化的网络接口和网管协议。LMDS 具有很宽的带宽和双向数据传输的特点,可提供多种宽带交互式数据及多媒体业务,能满足用户对高速率数据和图像通信日益增长的需求。

1.2.1 LMDS 的主要技术特点

LMDS 工作在微波频率的高端(20~40GHz 频段),组网灵活方便,使用成本低。从理论上讲,LMDS 在上行和下行链路上的传输容量是一样的,因此能方便的提供各种交互式应用,如会议电视、VOD(视频点播)、住宅用户互联网高速接入……LMDS 也可以支持所有主要的语音和数据传输标准。

LMDS 由一系列蜂窝状的无线发射枢纽组成,每个蜂窝由点对多点的基站和用户站构成,其主要技术特点如下:

(1) 可提供极高的通信带宽

LMDS 工作在 28GHz 微波波段附近,可用频带宽度为 1GHz 以上,理论上可支持所有业务的传输,并支持所有的语音和数据传输标准。

(2) 可覆盖整个城域范围

LMDS 属于无线访问的一种新形式,典型的 LMDS 系统利用地理上分散的类似蜂窝的配置。它由多个枢纽发射机(或称为基站)管理一定范围内的用户群,每个发射机经点对多点无线链路与服务区内的固定用户通信。每个蜂窝站的覆盖区为 2~10km,覆盖区可相互重叠。每个覆盖区又可划分为多个扇区,可根据需要在该扇区提供特定业务或服务。基站服务区和子扇区系统的划分可根据用户端的地理分布及容量要求而定,单个基站的接入容量最高可达 4.8Gbit/s,单个扇区子系统的接入容量可达 20Mbit/s。LMDS 天线的极化特性可以降低同一个地点不同扇区以及不同地点相邻扇区的干扰,这样理论