

扩频通信技术在经纬仪对外通信中的应用

刘开宇¹, 朱 玮²

(1. 中国电信吉林省公司, 吉林 长春 130033;
2. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033)

摘要: 经纬仪作为靶场主要的高精度外弹道测量设备, 在使用过程中, 经常与测控中心互传数据, 在经纬仪对外通信中采用扩频通信技术, 实现了远程通讯。本文主要介绍了扩频通信技术在经纬仪对外通信中的应用。介绍了扩频通信的原理及典型的工作方式, 描述了几种典型工作方式的具体实现方法; 重点介绍了扩频微波通信技术的特点、系统组成、使用方案及系统连接图; 最后通过外场实验获得了检测结果。通信距离>30 km; 通信容量: 动态图像>2 Mbps, 数据>38.4 kbps; 通信延迟<1 s。实验结果表明, 这种扩频通信技术能很好地应用在经纬仪上。

关键词: 经纬仪; 扩频通信; 直接序列扩频; 扩频微波通信

中图分类号: TN914.42; TH761.1 文献标识码: A

DOI: 10.3788/OMEI20112812.0057

Application of Spread-spectrum Communication Technology to Theodolite External Communication

LIU Kai-yu¹, ZHU Wei²

(1. *China Telecom Corporation of Jilin Province, Changchun 130033, China;*
2. *Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,*
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: Theodolites as primary measuring equipment of external trajectory often exchange data with the center of measure and control. Adoption of spread-spectrum communication technology realizes long-distance communication in theodolite external communication. This paper recommends the application of spread-spectrum communication technology in theodolite external communication. The principle and typical work modes of spread-spectrum

*基金项目: 国家863计划资助项目 (No.2006AA703104)

communication are introduced, the material realization methods of several typical work modes are explained, and the characteristics, system constitute, using scheme and system join drawing of spread-spectrum communication technology are recommended chiefly. At last, the measure results are obtained by testing in shooting range. Communication distance is more than 30 kilometer, communication capacity of dynamic image is more than 2 Mbps, communication capacity of dynamic image is more than 38.4 kbps; communication time delay is less than 1 s. The testing results show that the spread-spectrum communication technology applies well in theodolite.

Keywords: theodolites; spread-spectrum communication; DSSS; spread-spectrum microwave communication

1 引言

扩频通信技术是上世纪 40 年代发展起来的一种通信技术,起初主要是用来为战争环境下的军队提供安全可靠的通信服务,其独特的信号传输原理从根本上克服了传统通信体制易受干扰的致命缺陷,所以一直以来都是世界各国通信专家关注的焦点^[1]。扩频通信系统是在 20 世纪 50 年代中期产生的,其最初的应用包括军事抗干扰通信、导航系统、抗多径实验系统以及其他方面。扩频技术的最初构想是在第二次世界大战期间形成的,在战争后期,干扰和抗干扰技术成为决定胜负的重要因素,跳频通信的思想应运而生。如果对窄带信号使用编码的频率控制,则可以使其在任何时间占据宽频段中的任何一部分,这样,敌人要进行干扰就必须维持很宽的频段。直序扩频则起源于导航系统中的高精度测距。真正实用的扩频通信系统是在 20 世纪 50 年代中期发展起来的。美国麻省理工学院林肯实验室开发的扩频通信系统 FOC-A/Rake 系统被公认为第一个成功的扩频通信系统。在该系统的研制中首次提出了瑞克 (RAKE) 接收的概念并成功应用,该系统也是第一个真正实用的宽带通信系统。第一个跳频扩频通信系统 BLADES 也在这段时期研制成功,在该系统中,第一次利用移位寄存序列实现纠错编码。

随着扩频技术的发展,在靶场试验中,光电经纬仪利用扩频通信技术实现了数据远距离传输。

2 扩频通信

2.1 基本原理

所谓扩频通信是指用来传输信息的信号带宽远远大于信息本身的带宽的一种通信模式。扩频系统具有如下特点:(1) 系统占有的频带宽度 B_c 远远大于要传输的原始信号的带宽 B_m (B_c 一般为 B_m 的 100~1 000 倍),且系统占有带宽与原始信号带宽无关;(2) 解调过程是由接收信号和一个与发端扩频码同步的信号进行相关处理完成的^[2]。

2.2 扩频通信典型的工作方式

随着通信技术的发展,扩频通信的方式也在不断更新。按照扩展频谱的方式不同,可以将其归结为直接序列扩频、跳频扩频、跳时扩频、脉冲线性扩频及混合方式等,其中最典型和最常用的是直接序列扩频和跳频方式。

2.2.1 直接序列扩频

该系统中所用的编码序列通常是伪随机序列或伪噪声 (PN) 码,要传送的信息经数字化后变成二元数字序列,它与伪随机序列模 2 相加后成为复合码去调制载波。在直接序列系统中通常对载波进行相移键控调制。为了节省发射功率和提高发射机工作效率,扩频系统中采用平衡调制器,抑制载波的平衡调制对提高扩频信号的抗侦破能力也有利。扩频信号采用相移键控调制后由天线发射出去。在接收机中也要有一个与发射机中的伪随机码同步的本地码,对接收信号进行解扩,解扩后的信号送到解调

器,取出传送的信息。

2.2.2 跳频扩频

跳频扩频技术是通过伪随机码的调制,使载波工作的中心频率不断跳跃改变,而噪声和干扰信号的中心频率却不会改变。这样,只要收、发信机之间按照固定的数字算法产生相同的伪随机码,就可以达到同步,排除噪音和其他干扰信号。频率跳变系统主要由码产生器和频率合成器两部分组成。快速响应的频率合成器是频率跳变系统的关键部件。频率跳变系统的发射机在一个预定的频率由码序列控制频率合成器,使发射频率随机地由一个跳到另一个。接收机中的频率合成器也按相同的顺序跳变,产生一个与发射频率只差一个中频的本振频率,经混频后得到一个频率固定的中频信号。这一中频信号经放大后送到解调器,取出传送的信息。

2.2.3 跳时扩频

跳时是使发射信号在时间轴上跳变。先把时间轴分成许多时片,在一帧内哪个时片发射信号由扩频码序列进行控制。可以把跳时理解为:用一定码序列进行选择的多时片的时移键控。由于采用窄得多的时片去发送信号,信号的频谱也就展宽了。在发端,输入的数据先存储起来,由扩频码发生器的扩频码序列去控制通断开关,经二相或四相解调器,送到数据存储器。

2.2.4 混合扩频系统

前面所述的基本扩频系统各有优缺点,单独使用一种系统有时难以满足要求。将几种扩频方法结合起来就构成了混合扩频系统。常见的有频率跳变直接序列混合系统、频率跳变时间跳变混合系统和时间跳变直接序列混合系统等。

3 微波扩频通信技术在经纬仪上的应用

3.1 微波通信简介

微波通信是使用波长在 0.1~1 m 之间的电磁波——微波进行的通信。微波通信不需要固体介质,当两点间直线距离内无障碍时即可使用微波传送。

利用微波进行通信,容量大、质量好并可传至很远的距离,因此是通信的一种重要手段。

由于微波的频率极高,波长又短,它在空中的传播特性与光波相近,也就是直线前进,遇到阻挡就被反射或被阻断,因此,微波通信的主要方式是视距通信,超过视距以后需要中继转发。

一般说来,由于地球曲面的影响以及空间传输的损耗,每隔 50 km 左右,就需要设置中继站,将电波放大转发而延伸。长距离微波通信干线可以经过几十次中继而传至数千公里仍可保持很高的通信质量^[3-8]。

3.2 微波扩频通信的技术特点

微波扩频通信的技术特点是利用伪随机码对输入信息进行扩展频谱编码处理,然后在某个载频进行调制以便传输。调制方式包括:直接序列扩频、跳频扩频、跳时扩频、混合扩频。

3.3 微波通信组成

微波站的设备包括天线、收发信机、调制器、多路复用设备以及电源设备、自动控制设备等。

微波通信机共计 2 套(共 4 端),每端含 1 台室内单元(IDU),内置 2 个中频单元、2 台室外单元(ODU)、1 面 0.9 m 直径定向天线、2 根中频馈缆、2 根射频馈缆。室内单元与室外单元之间为 70 M 中频接口,通过两根中频馈线相连。微波通信机组成如图 1 所示。

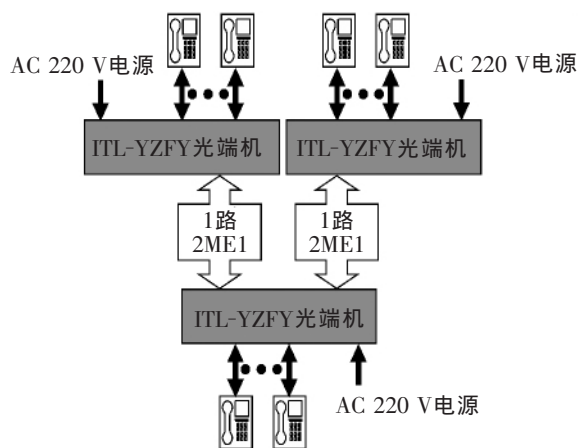


图 1 微波通信机组成图

3.4 使用方案

微波通信机共计 2 套，一对一使用，1 套用于主站和有线网络之间的通信，1 套用于副站和有线网络之间的通信，简易使用如图 2 所示。

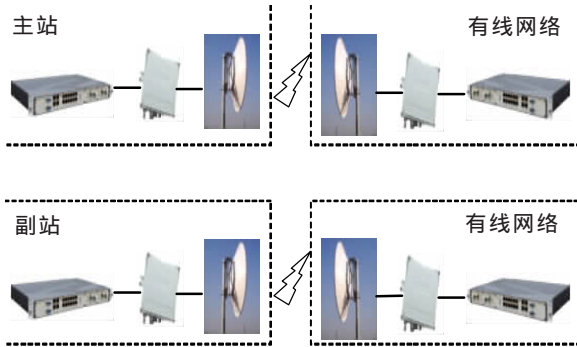


图 2 微波通信使用方案图

3.5 微波通信方式

微波通信主要由视频编码器、主控计算机、网络交换机、调度终端、语音终端、PCM 终端、E1/LAN 设备、E1 群路保密机、扩频数字微波、视频解码器组成。

(1) 主、副站的视频图像通过视频编码器采集接入网络交换机，主控计算机的测量数据采用 RJ45 接口输出到网络交换机上。网络交换机经过 IP 保密机对数据进行加密，保密机以 RJ45 接口连接 E1/LAN 设备；

(2) 主、副站调度终端和语音终端配线与 PCM 端机的插座相连，PCM 端机采用 L9 座 (E1 口、两路输入、两路输出) 配线连接 E1 群路保密机 (E1 口、4BNC)；

(3) E1/LAN 设备和 E1 群路保密机通过 E1 配线架将图像、测量数据、语音信息输出到本站的微波通信机；

(4) PCM 端机、E1/LAN 设备可用主控计算机的串口对其进行参数设置；

(5) 主副站的车壁上配有天线接口，连接天线将数据通过无线传输的方式发送到有线网络的微波接收站，微波接收站通过 E1 口将数据传输到有线网络的光端机上，有线网络再通过光端机将数据送回控制区。

4 实验结果

系统设计参数如下：

- 通信容量：8×E1；
- 通信接口：8 个 E1 接口 (BNC) 及 2 个以太网接口；
- 工作频点：2.4 GHz；
- 最大功耗：25/40 W；
- 工作方式：1+1 热备份；
- 阻抗：E1=75 Ω 或 120 Ω；以太端口为 100 Ω；
- 调制方式：QPSK-直扩；
- 输入电压：-36~72 V DC；
- 工作温度：IDU (室内单元)：-5~+55 ℃；ODU (室外单元)：-35~+55 ℃；
- 编码方式：卷积纠错编码。

在上述系统参数下的实验结果为：

- 微波通信距离：>30 km；
- 通信容量：
 - 动态图像：≥2 Mbps/路；
 - 数据：≥38.4 kbps/路；
- 数据传输时延：≤1 s。

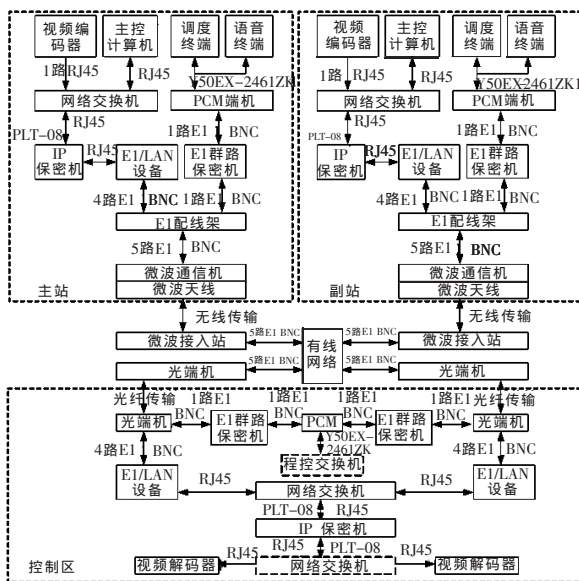


图 3 微波通信使用连接图

5 结 论

本文介绍了扩频通信的原理及直接序列扩频、跳频扩频、跳时扩频、混合扩频等典型的工作方式，

重点介绍了扩频微波通信技术在经纬仪对外通信中的应用。通过外场实验验证了这种扩频通信技术在经纬仪上的良好应用，通信距离>30 km；通信容量：动态图像>2 Mbps，数据>38.4 kbps；通信延迟<1 s。

参考文献

- [1] 赵炜渝. 扩频通信技术及其发展趋势[J]. 空间电子技术, 2008(4):1-4, 40.
- [2] 邵定蓉. 扩频通信技术[J]. 无线电工程, 2007, 8(2): 20-23.
- [3] 赵学颜, 李迎春. 靶场光学测量[M]. 北京: 国防工业出版社, 2001.
- [4] 张怡, 李振宁, 张聪颖. CDMA 通信系统中扩频序列的仿真研究[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(23): 5305-5308.
- [5] 沈越红, 高媛媛, 魏以民. 通信原理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [6] 焦方源. 基于混沌扩频的多用户应急通信系统模型设计与仿真分析[J]. 计算机应用, 2011, 31(1): 235-238.
- [7] Castro R M, Coates M J, Liang G, et al. Network tomography: recent developments[J]. *Statistical Science*, 2004, 19(3): 499-517.
- [8] Castro R M, Coates M J, Nowak R D. Likelihood based hierarchical clustering[J]. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 2004, 52(8): 2308-2321.

作者简介: 刘开宇 (1968-), 男, 吉林长春人, 工程师, 主要从事扩频通信技术的研究。E-mail: czhaolirong@163.com