

内部资料
注意保存

中国遥测遥控遥感 学术会议文集

第一卷

1980

中国宇航学会遥测专业委员会 编辑
中国自动化学会遥测遥控遥感专业委员会

前 言

中国宇航学会遥测专业委员会和中国自动化学会遥测、遥控、遥感专业委员会联合召开的第一次全国学术交流会于1980年9月在北京香山举行。这次盛会象征我国遥测、遥控、遥感专业的春天已经到来，它无疑对推动我国遥测、遥控、遥感专业技术的普及和提高以及对促进我国四个现代化建设产生深刻影响。

出席本次大会的有高等院校、科研机关、工厂、矿山、部队等单位的代表150多人，共收到学术报告和论文137篇。其内容有调制与解调技术方面的科研成果总结报告；有用计算机控制的大型系统设计论文；有再入遥测手段的分析与计算；还有遥测、遥控发展方向的探讨等。所有这些都反映了广大遥测、遥控、遥感工作者多年来辛勤劳动的结晶，也反映了我国几十年来在遥测、遥控、遥感方面从无到有、从小到大，自力更生，艰苦奋斗的光辉成就。

为了将大会上交流的科研成果的总结报告及时推广出去，为了把某些系统设计的优秀论文及时地介绍给读者，我们受大会委托选编了这本文集。其中全文刊登34篇，摘要刊登45篇，总共约42万字。全文刊登的文章中，有些文章是以送交大会的资料为清样；而有些文章我们做了删减；在摘要刊登的文章中，大部份是以送交大会的资料为依据，由编者摘要的，所有这些均未征求作者意见，敬请大家谅解。此外，由于有些论文已在其它刊物上发表过，有些论文即将在“遥测技术”上发表，为节约纸张，本文集不再刊出，仅仅列出文章的题目。

我们不是本职编辑，水平很低，时间又很仓促，错误肯定不少，欢迎读者提出宝贵意见。

编者

1981, 6 北京

目 录

开 幕 词

中国宇航学会和中国自动化学会理事

吴 德 雨

I 调制解调与多路复用

9 - 34

沃尔什遥测体制综述.....	张其善等
PCM - PDM - FM 制遥控遥测系统的研究.....	邱恒忠
PACM / FM 遥测系统的最佳设计.....	宋仲康
2302无线电遥测系统传输误差的分析.....	成 也
无互调干扰和互调干扰最小化的无线电信道排列法.....	辛为明
FM - FM 锁相二解.....	朱玉筠 张天河
移频键控调制中减少码元间干扰的一种方法.....	王魁显
FM - FM 遥测系统予加重实验研究.....	史万荣 张凤辰
非理想低通滤波器对采样速率的影响.....	陆寿茂
*FM - FM 遥测系统.....	张凤辰
*多路信号传输中采样脉冲前后沿对编码精度的影响.....	熊陈琳

带 * 的文章, 仅列题目。

II 计算机应用

35 - 61

光纤多路传输数据总线和10兆比/秒分布式容错遥测遥控系统.....	范仁周
以微型计算机为基础的新型远动系统.....	仲鸿生 杨士耕
PROM 与随机寻址采样.....	高殿华
应用 WANG 2200 计算机对传感器校准数据进行曲线拟合—为数据处理自动化创造条件.....	陆世康
BASIC 语言控制下计算机图象输入和输出.....	孙大高 马君榴 徐士良
*计算机科学与遥测.....	王正光
*新一代空间遥测系统.....	刘承熙
*应用微处理机的遥测数据采集系统.....	侯伯亨
*程序控制数据采集系统.....	周忠英

·应用微处理机的遥测数据压缩系统的探讨	李伯成
·可编程序在电力系统运动技术的应用	黄绍琛
·RTE 368(A)实时遥测数据处理专用软件	许长全

III 专用遥测系统与传感器

62 93

美国弹道导弹的遥测系统及其演变	李伟范
关于美国 IRIG 遥测标准的评价与摘要	谢求成
遥测在小型战术导弹中的应用和发展	刘春亭
炮射式无线电遥测设备的研制及模拟 FM 遥测系统发展前景的探讨	王恒友
传感器技术的发展动向	魏世钧
传感器的近况及其发展趋势	刘仁礼
谈谈传感器	陆寿茂
·变磁阻式压力传感器的参量分析及最佳参数选择	陈登录
·从 NTC 与 ITC 看国外遥测	谢求成
·Y7 型遥测地面设备	李帮复
·卫星遥测数据的存储	邵根忠
·磁无结合遥测系统	王振安
·高加速度遥测系统的研究	金连宝 梁燕熙 孙永进
·DSX79-1 型无线遥测遥控系统	105 所
·DSX78-1 型有线遥测遥控系统	105 所

IV 再入遥测、天线与电波传播

94-123

美国再入通信中断问题研究概况	郝建民
·再入通讯中断和无线电工作频率的选择	董乃涵 夏诗瑶
·选用八毫米波段解决再入通讯中断问题	刘和 邓万里
再入通讯及弹载再入等离子体诊断装置的研制	王柏懿
·导弹天线方向图的均匀性及全方向图中零点的形成及消除	方振民
双频段自跟踪遥测天线	陈忠心 杨文彩
船地两用无齿轮伺服系统的设计	钱明达 陈学良
天线异频双工器	罗一鸣 田守志
比相单脉冲面阵的演译综合法	贾存喜
遥测系统分集接收之研究	翁恩聪
陆上超短波无线电遥测遥控系统的电波传播	汪传钦
·非均匀磁等离子体中电磁波和电声波耦合传播理论	常满 张雁征
·再入段记忆重发器的设计	彭玉梅 魏津

*一种再入段电子存储器的新方案	徐惠玲
*我国中部和西北部雨滴谱模式及其微波传播某些参数的计算	张祖文 李焕矩
*11GHZ微波辐射计的研制及降雨衰减	张祖文 李焕矩
*天线座传动系统扭转刚度的计算	翟以方

V 信源编码, 信道编码

124 - 150

循环码的一步和二步大数逻辑译码的实用设计方法	饶世林
m 序列正交码在分散目标监控系统中的应用	谭维炽
正交变换及其在数据和图象处理中的应用	王正光
遥测与遥控联用的方法	刁化玉
子集抽样及其统计误差	谢铭勋
记忆遥测和随机采样	李幼平
遥测数据实时数据压缩效果的初步统计分析	李帮复
*纠错码在二相制数据传输系统中的应用	高家彭
*用伪随机码序列对 PCM 信号进行加密的方法	高殿华 吴振声

VI 工业遥测遥控系统

151 - 177

一种混合体制的遥测系统	黎 云 刘承熙
输油管道分散目标综合远动系统	杨士辉
运用于铁路行车指挥的遥控遥信设备的 D4D 型调度集中	曾道荣
KD-607 远动设备总体设计	刘政凯 顾祝丰
北京地区地震信息的集中监测和处理系统	刘承熙 王 可 黎云
遥测遥控大型海洋水文气象浮标中的遥测遥控系统	刘鹏国
多路无线电遥测技术在振动应力测量中的应用	周廷显 叶文虎等
SZY-3 型数字式综合远动装置信息接收中的几个问题	蒋宝中
*高速 1:N 远动专用机	刘兴武
*分散目标集中监控系统	文永成等
*大庆油田生产管理数据网的构想及现场实验	李荣宝
*塔台集中控制系统及其可靠性	张小国
*遥信复用遥控返校的遥控方案	王魁显
*以礼河梯级远动化的初步实践	以礼河电厂
*强震防灾用无线提前警报装置与系统的研究	李鸿科
*低频大位移测震仪研制中的若干问题	应怀根
*电力远动执行终端的冗余设计和分析	上海铁道学院

VII 遥 感

178 - 182

园环扫描速高比计研究.....	长春光机所
扫描稳速系统.....	吴忠禧
无源微波遥感辐射计的校准.....	戴兆明
地面分摄谱影试验.....	刘克旭
光学传递函数在遥感摄影中的应用.....	许殿元
长春遥感试验区的微波辐射图象.....	滕叙究
*多光谱摄影的气球采样信息综合光学处理方法.....	刘克旭

VIII 部件设计、工艺与可靠性

183 - 251

CMOS 交换子设计及 SCR 的抑制.....	黄鹤令
遥测发射机的特点与设计.....	林伯勋
具有直流响应的高稳定调频发射机的设计.....	楼凤丹 郑乃松 陆梅华
大频偏高稳定度发射机.....	孙桂莉
超短波脉冲发射机.....	张锡洲
六甲小型化 (SFS - 1) 遥测发射机的研制和试验.....	霍培峰
*P 波段 20 瓦功率放大器的设计.....	蒋健聪 江文琴
微波高次倍频器的设计结构和测试.....	刘德贵 宿云占
1 KM 小型微带状线振荡器.....	阎立群
可用于微波调频信号源的石英晶体直接调频振荡器.....	严宏伟
极化分集跟踪接收机.....	韦 信
锁相接收机的 AGC 电路分析与设计.....	顾成瑗
四通道微波遥测接收机设计.....	齐宝英
500 兆赫低噪声七级高频放大器.....	张裕松
70 兆赫集成电路中频放大器.....	张裕松
误码率测量.....	姜 昌
Y7 - 1 系统帧同步设计的容错及三态逻辑.....	赵 克
视频匹配滤波器在脉冲接收机中的应用.....	冯文泰
在非相干多频 FSK 信号的解调设备中判决器的设计与分析.....	金成海
监控遥测系统和通道分路带通滤波器的设计计算及调试.....	夏兴文
采集器对同步器参数的调节.....	630 所
一种用于空间飞行器跟踪和遥控的无线电设备.....	郝祖全
循环记录器的应用与设计.....	韩广兴
记录器噪声抑制的经验.....	韩广兴

试论提高整机可靠性的途径	陈文卿
* 一个获取级间分离参数的电子存储器	苏承智
* 板调脉冲发射机	阎立群
* 200兆赫发射机和200兆赫高频头技术说明书	梁 山
* 一个自动值勤的无线电遥测转发装置	张裕松
* 一种宽频偏 RC 方波调频电路的分析	董怀辰
* PM 接收机防假锁组合原理和应用	赵锡哲 齐朝霞
* PCM - bit 同步器性能测试方法	金镇浩
* 地面用电子开关式巡回检测设备	甄淑芬
* 遥测显示终端 YX - 1 型屏幕显示设备简述	289厂
* 高硅氧玻璃钢烧蚀厚度的测量	陆福堂
* 粘弹性阻尼在宇航电子设备中减震的应用	唐振华
* 试制多层印刷板的几点体会	胡启车
* 组合夹具的由来和发展	周昌良

IX 遥测参数的数据处理

252 - 274

多通道时间数据的自动判读	成电
遥测速变数据进计算机处理技术简介	630所
YJK - 2 时分制遥测实时处理系统	630所
高精度频率测量在飞行遥测上的应用	李昌愚
FM / FM 无线电遥测系统通道频率特性对弹道火箭叠加过载值的影响	610所
* 关于遥测信号散乱的实验报告	姚钟山
* 过载火箭的速变参数遥测和数据处理中的若干问题	鲁昌鉴
* 飞行人椅系统弹射过载测试中应该统一的几个问题	刘秀英 叶志清
* 椅背过载曲线测试方法研制工作总结	610所

开 幕 词

中国宇航学会和中国自动化学会理事

吴德雨

同志们:

由中国宇航学会遥测专业委员会和中国自动化学会遥测、遥感、遥控专业委员会联合举办的第一次学术交流会,经过近一年时间的准备,在两个学会和各级行政领导的大力支持下,今天开幕了。

参加这次大会的有来自全国各地的76个单位的150多名代表。

我谨代表两个学会的专业委员会向到会的各位代表表示热烈的欢迎,向大会的筹备组、会务组、秘书组和为大会服务的全体人员致以感谢和慰问。

这次大会的主要目的是要在遥测、遥控和遥感的专业范围内进行一次广泛的学术交流。通过宣读论文和讨论座谈等多种方式,达到深入探讨共同提高的目的。如果有可能的话,通过这次交流会希望能解决一些我们工作中没有解决的技术问题;并对本专业提出发展方向和一些研究课题。这将是大会成功的标志。

大会共收到论文137篇,内容是很丰富的。我们准备大部分论文在这次会议中交流,由于时间所限一小部分作为会后的资料交流。

全部的论文从内容上可以粗略地分为以下6个方面:

1. 遥测系统和调制技术
2. 电路和遥测设备
3. 工业遥测和遥控
4. 再入遥测和天线
5. 计算机在遥测中的应用和数据处理
6. 遥感技术

这里我想就这次论文较多的遥测专业谈谈几点看法,供大会参考。

首先想谈一下,遥测专业究竟包括哪些技术内容,粗略地讲,可以分成四部分:就是①传感部分,它的作用是把被测的多路参数——一般是物理量,转换成相应的电量,以便下一步传输。②数据采集传输部份,它的作用是把大量的多路参数的电讯号经过时分、频分或码分调制后由无线或有线传到接收终端。③显示和记录部分,它的作用是把接收到的信号实时显示出来,同时用记录器记录下来。④数据处理部份,这里包括两步工作,第一步是把记录下来的信号群进行分路,恢复传输前的电量。第二步是把分路后的电量还原成原始的参数。

如果从这四部分的技术内容来看都是分别独立的专业。但如果从遥测的应用角度来看,由于应用上提出来的特殊要求,使得遥测专业和组成它的四个专业之间又有着明显的个性。这一点在空间遥测或者说宇航遥测上更为突出。例如:在宇航遥测中,对传感器提出适应空间工作环境条件,如小型、轻量、高精度、线性等。对传输系统一般要求容量大、精度

高、小型、重量轻、功耗小、传输距离远，无中继，以及能克服空间条件带来的传输困难等。对显示和记录除要求容量大、速度快频率高，便于和计算机接口进行数据处理外，有时还要求记录器或存储器装在飞行器上，进行实时存、取，或事后提取，这就要求记录设备能够适应在空间的严酷条件下工作。对于数据处理的要求似乎一般的计算机能够满足，但由于遥测参数的一些特点，要有自己的接口装置和软件工作，甚至要有遥测自己的语言。

以上这些情况就足够确定遥测的专业性了。

既然遥测——特别是空间遥测有它的专业性，那么就必然有它的发展方向和需要解决和提高的问题。

下面就谈谈展望我国遥测今后发展的几个方面。

一、计算机—遥测系统

随着微处理机的迅速发展，计算机与遥测系统的结合已成为遥测系统发展的一个重要方向。这种结合包括了遥测系统的各个环节，例如，传感器的有源化数字化、数据的予处理和压缩、计算机控制遥测系统的工作状态也就是所谓可程序遥测。接收端数据处理以及遥测系统本身的自动检测和检测程序的自动化等。

二、遥测系统的小型化和固态化

为了压缩遥测系统各环节的体积重量功耗，为提高它们的可靠性和抗干扰能力，遥测系统的各个环节必须向小型化固态化发展。特别是对于专用遥测系统更是如此，从传感器、变换器的固态化到视频设备、射频设备都应实现固态化。

三、探讨和采用先进的调制和编码技术

就我们所看到的，我们可以采用的提高遥测系统性能的调制编码技术，除第一条谈的遥测系统计算机化（包括数据压缩——信源编码）之外，还可考虑。

1. 信道编码，其中卷积码是一项提高数字通信系统系统增益、节约功率的有效方法。以增加带宽一倍为代价，可换取 4 - 6 db 增益。

2. 先进的各种调制解调技术，偏移四相相移键控 (OKPSK) 和最小频移键控 (MSK) 是近十年来发展起来的高速空间数据通信中两种比较理想的射频调制体制，特别适用于带宽严重受限制的高数据率信道。

关于正交分制，包括 Walsh 函数和其他正交序列的正交分制，对它们的理论和实验研究应继续开展工作。

四、关于再入遥测

积极开展飞行器再入大气层时，等离子体中断电磁波传播的研究工作。探索缩短信号中断时间以至最终克服信号中断的可行的技术途径。

五、重视遥测系统其他环节的研制工作

首先是努力提高传感器的精度。相对于传输系统精度而言，目前传感器的精度是很低

的，与国外相比，有些传感器精度差1 - 2个数量级。因此要提高遥测的测量精度必须努力提高传感器的精度。

六、提高现有设备和系统的性能

不少单位研制和使用各种FM/FM系统和各种脉码系统，对各种系统中存在的如路际串扰问题、扩大容量问题、同步问题等，各单位也应相互协作，改进系统性能，使现有的设备和系统更有效地发挥作用。

七、关于遥测标准

逐步建立我国的遥测技术标准，像美国IRIG标准那样，从而进一步促进我国遥测事业的发展。

同志们！从这次到会代表的人数和论文的水平来看，可以有信心地预言：我国的遥测、遥控、遥感技术有着蓬勃发展的前途并将在很短的时间内为我国四个现代化作出新的更大的贡献。

最后预祝大会圆满成功！同志们身体健康，精神愉快。

沃尔什遥测体制综述

北航沃尔什课题组

《综述》由三部分组成，原文为北航科学研究报告 BII-B576 和 BH-B574 以及技术总结 BH-F283。均于 1980 年 9 月在香山学术会议上介绍过，现摘要如下。

(一) 沃尔什遥测体制

本文首先简单介绍沃尔什函数，说明利用沃尔什函数传输遥测信号的可能性，然后介绍序率分割遥测体制的方案，最后以实验结果说明方案可行。 (略)

(二) Walsh 相关函数及 Walsh 付载波的选取

本文研究 Walsh 函数的互相关函数的性质，得到了互相关函数恒等于零的充分必要条件。将它应用到用 Walsh 付载波进行调制的多路传输中时，可得出选择付载波的一个准则。根据这个准则能完全消除由信道产生的延时 Walsh 谐波噪声及由延时所引起的正交误差。

在多路传输等通讯技术中，近年来发现用某些非正弦函数作载波，具有多方面的优越性。Walsh 函数便是其中之一。

我们知道，相关技术在通讯中有着广泛的用途，这是由于相关函数的许多特性所致。与正余弦函数类似，Walsh 函数也有其相关函数，而且这种 Walsh 相关函数有许多与通常的正余弦相关函数不同的性质。著作 [2] 给出了两个 Walsh 函数的互相关函数的定义及一组图形，但未讨论互相关函数的性质与规律，并声称这将涉及深难的数字推导。本文目的是讨论 Walsh 函数互相关函数的某些性质，得出其恒等于零的充分必要条件，并将它应用到用 Walsh 付载波调制的多路传输中，从而可消除延时干扰和延时正交误差。

Walsh 互相关函数的特性 (略)

Walsh 付载波的一个选取准则

在用 Walsh 函数作付载波的多路传输中，发送端发射的综合信号为

$$f(t) = \sum_{i=1}^L E_i \text{wal}(m_i, t) \cos \omega_0 t$$

其中 $\text{Wal}(m_i, t)$ 为各路付载波， $\cos \omega_0 t$ 为主载波。接收端只需用乘法器 (乘以 $2 \text{Wal}(m_R, t) \cos \omega_0 t$)，滤波器 (滤掉含 $\cos 2\omega_0 t$ 的倍频项) 及积分器即可进行解调 (图 1)。

乘法器的输出为

M——乘法器； WF——Walsh 函数发生器；

P——滤波器； I——积分器

$$\begin{aligned} & f(t) \cdot 2 \text{Wal}(m_R, t) \cos \omega_0 t \\ &= 2 \sum_{i=1}^L E_i \text{Wal}(m_i, t) \text{Wal}(m_R, t) \cos^2 \omega_0 t \end{aligned}$$

$$= \sum_{i=1}^1 E_i \text{Wal}(m_i, t) \text{Wal}(m_R, t) (1 + \cos 2\omega_0 t)$$

滤掉倍频项后得到

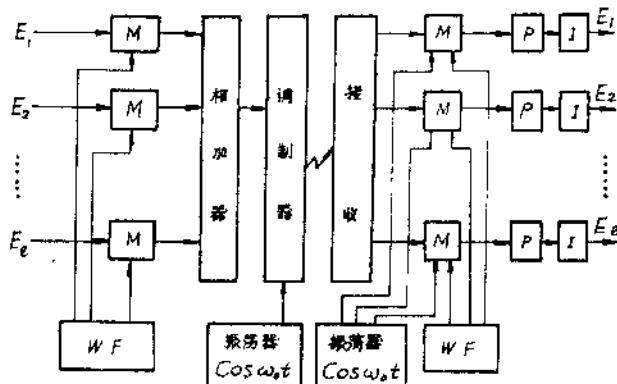
$$\sum_{i=1}^1 E_i \text{Wal}(m_i, t) \text{Wal}(m_R, t)$$

积分之，根据Walsh 函数的正交性，即得

$$\int_0^1 \sum_{i=1}^1 \text{Wal}(m_i, t) \text{Wal}(m_R, t) dt = E$$

(9)

此即获得发送端的各路初始信号。



图一

现在考察存在由信道产生的延时噪声的情况〔4〕。即设接收端接收到的是

$$f_1(t) = \sum_{i=1}^1 E_i \text{Wal}(m_i, t) \cos \omega_0 t + E_n \text{Wal}(n, t - \tau) \cdot \cos [\omega_0(t - \tau) + \alpha]$$

其中第二项为某一 Walsh 谐波延时噪声。则当 $f_1(t)$ 乘以 $2 \text{Wal}(m_R, t) \cos \omega_0 t$ 后，即乘法器的输出为

$$\begin{aligned} & 2 f_1(t) \text{Wal}(m_R, t) \cos \omega_0 t \\ &= \sum_{i=1}^1 E_i \text{Wal}(m_i, t) \text{Wal}(m_R, t) (1 + \cos 2\omega_0 t) \\ & \quad + 2 E_n \text{Wal}(n, t - \tau) \text{Wal}(m_R, t) \cos [\omega_0(t - \tau) + \alpha] \cos \omega_0 t \\ &= \sum_{i=1}^1 E_i \text{Wal}(m_i, t) \text{Wal}(m_R, t) (1 + \cos 2\omega_0 t) \\ & \quad + E_n \text{Wal}(m_R, t) \text{Wal}(n, t - \tau) [\cos(2\omega_0 t - \omega_0 \tau - \alpha) + \cos(\omega_0 \tau + \alpha)] \end{aligned}$$

滤掉倍频项后得

$$\sum_{i=1}^1 E_i \text{Wal}(m_i, t) \text{Wal}(m_R, t) + E_n \text{Wal}(m_R, t) \text{Wal}(n, t - \tau) \cos(\omega_0 \tau + \alpha)$$

通过积分器，得

$$\int_0^1 \sum_{i=1}^1 E_i \text{Wal}(m_i, t) \text{Wal}(m_R, t) dt + \int_0^1 E_i \text{Wal}(m_i, t) \text{Wal}(n, t - \tau) \cos(\omega_0 \tau + \alpha) dt$$

$$= E_R + E_n \cos(\omega_0 \tau + \alpha) F(m_R, n, \tau)$$

其中 $F(m_R, n, \tau)$ 为 $\text{Wal}(m_R, t)$ 和 $\text{Wal}(n, t)$ 的互相关函数。根据上一节的结论(性质 8), 要使第二项对任意的 τ 恒为零, 只需将诸付载波 $\text{Wal}(m_i, t) (i=1, 2, \dots, l)$ 选得与 $\text{Wal}(n, t)$ 不属于同一奇次谐波集。

对于多干扰的情况亦类似。设接收到的信号为

$$f_1(t) = \sum_{i=1}^1 E_i \text{Wal}(m_i, t) \cos \omega_0 t + \sum_{n=1}^D E_n \text{Wal}(q_n, t - \tau) \cos [\omega_0(t - \tau) + \alpha_n]$$

解调时, 先乘以 $2 \text{Wal}(m_R, t) \cos \omega_0 t$, 再滤掉倍频项, 通过积分器, 最后输出为

$$= E_R + \sum_{n=1}^P E_n \cos(\omega_0 \tau_n + \alpha_n) F(m_R, q_n, \tau)$$

要使第二个和式恒为零, 只需在选取付载波时, 使诸 $\text{Wal}(m_i, t)$ 与诸 $\text{Wal}(q_n, t)$ 不属于同一奇次谐波集。

因此, 我们得到了为消除延时 Walsh 谐波噪声的 Walsh 付载波的选取准则, 即付载波应在不包含 Walsh 噪声谐波的奇次谐波集 A_k 内选取。其根据是上一节中的性质 8。对正余弦付载波, 则由于其互相关函数均不恒等于零, 故不能最好地消除所讨论的那类噪声。

同样的道理可用于解决同步问题。一般地, 接收端和发送端的 Walsh 函数发生器所产生的 Walsh 波是不同步的。其中一个主要因素是两者之间存在延时, 从而破坏两个不同的 Walsh 函数之间的正交性, 产生正交误差。这是因为当 $m \neq m_R$ 时, 通常会有

$$\int_0^1 \text{Wal}(m_i, t) \text{Wal}(m_R, t - \tau) dt \neq 0$$

因而使式(9)不能实现。上式左端即为互相关函数 $F(m_i, m_R, \tau)$ 。所以如果按照类似于前述原则选取付载波 $\text{Wal}(m_i, t)$, 那么不论有多少延时 τ , 任意两路的正交性始终不会被破坏, 即不会产生正交误差, 从而准确地解调出各路信号。因此, 在考虑接收端与发送端由于延时所产生的正交误差时, 只要选诸付载波属于不同的奇次谐波集, 即可很好地解决此类同步问题。

(三) 八路序率分割多路复用系统

本文介绍了利用沃尔什函数实现多路传输的原理及电路, 着重分析同步的原理及方法, 最后介绍了实验结果, 并分析了误差来源。

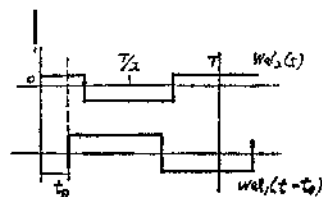
同步原理

当收发端的两块晶体频率几乎相同时, 若能获得周期同步, 则 $T/2^2$ 段也能同步。

利用互相关函数产生误差信号, 然后利用数字锁相跟踪误差信号, 使它最小, 从而实现同步。

互相关函数分析如下:

我们采用了 $\text{Wal}_1(t)$ 和 $\text{Wal}_2(t)$ 之间的互相关函数, 见图 2



图二

$$F_{12}(t_0) = \int_0^T \text{Wal}_1(t) \text{Wal}_1(t) dt$$

$$= \int_{t_0}^{T+t_0} = \int_{t_0}^{\frac{T}{2}+t_0} + \int_{\frac{T}{2}+t_0}^{T+t_0}$$

由于 $\text{Wal}_1(t)$ 的前半周为 +1，后半周为 -1，所以可得

$$F_{12}(t_0) = \int_{t_0}^{\frac{T}{2}+t_0} \text{Wal}_2(t) dt + \int_{\frac{T}{2}+t_0}^{T+t_0} \text{Wal}_2(t) dt \quad (1)$$

由于 $\text{Wal}_2(t)$ 属于奇序率，故后半周为前半周之取反，即

$$\text{Wal}_2(t + \frac{T}{2}) = -\text{Wal}_2(t)$$

对式(1)后一项进行变量置换，时移 $T/2$ ，可得

$$F_{12}(t_0) = \int_{t_0}^{\frac{T}{2}+t_0} \text{Wal}_2(t) dt + \int_{\frac{T}{2}+t_0}^{T+t_0} \text{Wal}_2(t) dt = 2 \int_{t_0}^{\frac{T}{2}+t_0} \text{Wal}_2(t) dt$$

再进行分段积分

$$F_{12}(t_0) = 2 \int_{t_0}^{\frac{T}{2}} + 2 \int_{\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}+t_0} \quad (2)$$

将式(2)后一项再时移 $T/2$ ，可得

$$F_{12}(t_0) = 2 \int_{t_0}^{\frac{T}{2}} - 2 \int_0^{t_0} = 2 \int_0^{\frac{T}{2}} - 2 \int_0^{t_0} - 2 \int_0^{t_0}$$

由于 $\int_0^{\frac{T}{2}} \text{Wal}_2(t) dt = 0$ ，故

$$F_{12}(t_0) = -4 \int_0^{t_0} \text{Wal}_2(t) dt \quad (3)$$

互相关函数之值为 $\text{Wal}_2(t)$ 在 0 至 t_0 间面积代数之和(四倍)，实测曲线如下，它们与理论值相符。

当出现时移时，误差信号就产生了。为了获得准确的同步，我们必须保持误差信号稳定。这意味着 $\text{Wal}_1(t)$ 和各付载波之间的互相关函数为零，即

$$F_{12}(t_0) = \int_0^T \text{Wal}_1(t) \text{Wal}_1(t-t_0) dt = 0$$

以上述类似的方法对所有付载波进行分析，我们将 $\text{Wal}_1(t)$ 分为两部分：偶序率与奇序率，对于偶序率的沃尔什函数时移 $T/2$ 后，可得

$$\text{Wal}_i(t \pm \frac{T}{2}) = \text{Wal}_i(t)$$

对于奇序率的来说

$$\text{Wal}_i(t \pm \frac{T}{2}) = -\text{Wal}_i(t)$$

所以

$$\begin{aligned} F_{1i}(t_0) &= \int_0^T \text{Wal}_i(t) \text{Wal}_i(t - t_0) dt \\ &= \int_{t_0}^{T+t_0} = \int_{t_0}^{\frac{T}{2}+t_0} + \int_{\frac{T}{2}+t_0}^{T+t_0} \end{aligned} \quad (4)$$

$\text{Wal}_i(t)$ 的后半周为 -1 ，故

$$F_{1i}(t_0) = \int_{t_0}^{\frac{T}{2}+t_0} \text{Wal}_i(t) dt - \int_{\frac{T}{2}+t_0}^{T+t_0} \text{Wal}_i(t) dt$$

对于偶序率的付载波，后一项时移 $T/2$ 后，符号不变，故

$$F_{1i}(t_0) = 0$$

对于奇序率的付载波，后一项时移 $T/2$ 后，符号取反，故

$$F_{1i}(t_0) = 2 \int_{t_0}^{\frac{T}{2}+t_0} \text{Wal}_i(t) dt$$

同样我们可得

$$F_{1i}(t_0) = -4 \int_0^{t_0} \text{Wal}_i(t) dt$$

其初始斜率

$$\left. \frac{dF_{1i}(t_0)}{dt_0} \right|_{t_0=0} = -4 \text{Wal}_i(t_0) \Big|_{t_0=0} = -4$$

根据上述曲线，为了获得同步，必须采用 $F_{12}(t)$ ，它在一周中只有两个零点。采用数字锁相后， $T/2$ 处的零点是不稳定的，因此，必须跟踪原始零点。对于其他序率为奇数的沃尔什付载波与 $\text{Wal}_i(t)$ 产生的 $F_{1i}(t_0)$ ，虽然其初始斜率相同，但稳定点多于一，在这种情况下不能实现周期同步。所示 $\text{Wal}_2(t)$ 必须加入发射端而 $\text{Wal}_1(t-t_0)$ 必须加入接收端，然后将它们相乘，积分和采样后，就可分离出 $F_{12}(t_0)$ 。通过比较器使出 $F_{12}(t_0)$ 产生的电压变为时间差。再用数字锁相使时间差趋于零，从而实现了同步。

参加沃尔什课题组的有刘耀堃、张鸣瑞和柳重堪等。本文由张其善执笔。

参考文献

1. N. 阿罕麦德, K. R. 罗, 数字信号处理中的正交变换, 1979, 10, P98-111
2. H. F. HARMLTH, Transmission of information by orthogonal functions, 1972 P167-198
3. H. F. HARMLTH, Sequency Theory, 1977 P122-147
4. Application of Walsh Functions, AD727000, 1971
5. K. G. Beauchamp Walsh Functions and Their Applications, 1975

PCM - PDM - FM制遥控遥测系统的研究 —关于PCM - PDM制中几个问题的探讨

邱恒忠

(西北工业大学)

本遥控遥测系统是为无人飞机设计的, 由于要求的遥控指令数、性质和遥测的路数、精度都较高, 用频分制及模拟信号传输困难较大。又近几年国内数字集成器件发展很快, 为使数字电路提供了物质条件, 故本系统采用了时分制数字传输, 这不仅为扩大容量, 提高精度显示直观提供了方便, 而且为与计算机配合实现自动遥控和数据实时处理提供了基础。

本文围绕脉宽编码对系统有关部分作了简要讨论, 目的是从设计思想, 原理, 性能方面说明问题。全系统的工作原理说明从略。

PACM / FM遥测系统的最佳设计

宗仲康

(七〇四所)

本文结合 PACM / FM 遥测系统的改进实践, 论述了该系统总体设计的要点。通过改善

调频解调、码同步及帧同步三组合的门限,采用先进通用的分集接收方法,PCM与PAM的交织调制并提高其传输速率等,以便充分利用系统的功率、带宽,挖掘其容量与通讯距离的潜力。设计中强调了系统的抗衰落能力。最后对该系统的发展方向提出一些看法。

一、前言

文献[1]中已明确了PACM/FM系统的概念,它包含了PAM/FM,PCM/FM和二者的混合系统。原系统置PCM/FM状态备而不用,显然丧失了精度高、灵活性强、能与计算机兼容等重要优点;另外,多年以来沿用的一种极化形式的天线与一地面站相配套的方式,不仅设备利用率低,事后数据编辑量大,而且还得不到优质的数据结果;为了提高系统的各种必要的性能,帧同步、码同步等关键组合也待改进。

鉴于上述种种问题,本文特介绍PACM/FM系统设计改进的要点及有关设计思想。

二、PACM/FM遥测系统改进设计的要点

该系统的一般设计方法由文献[1]等详述,我们主要是根据PAM,PCM所传输的参数精度和容量的要求,综合地考虑三种调制状态,使所要求的最小信杂比为最低,又使混合状态中的二种调制同时达到门限。适当选取PAM与PCM两者脉冲宽度比、射频频率偏移、中频带宽等,使有关诸参数均为最佳。将原PAM的空度比提高到1,并提高采样率,除对接收机、发射机频率漂移留有一定的频带余量外,其余的中频带宽皆用于有效的测量,故总采样率提高了八倍。详见[1]—[8]。

此外,当PAM信号误差给定后,选取最佳波形,使所占的带宽以及产生的符号间的干扰误差皆最小。在设计中按均方误差意义考虑,去逼近时域最平坦的响应所对应的频响特性是很重要的⁽⁴⁾。为了精确定量地设计,用最近提出了的“假名度”概念,根据信号谱的先验知识,可定量计算假名误差,或者根据所允许的误差,精确地选择采样率,以便充分利用该系统的可测能力。

在上述的设计中,除了健全各种使用状态,增强通用性外,精心地最佳设计PAM-PCM状态是一种值得提出的挖潜捷径。这将在下节讨论。

三、PAM-PCM最佳设计

本节介绍二种PAM-PCM混合调制方法,这种混合调制与上述的混合状态是不同的,这里的混合调制是用于一个被测量的采样值。

(一)、PCM-PAM混合调制:

该法的主要目的是利用PCM过剩的信杂比,来消除其量化误差。

PCM输出信杂比独立于传输路径信杂比。通常,在实际使用条件下,尽管路径信杂比远远大于设计的门限信杂比,由于受量化噪声的限制,也无助于信杂比的提高。

一种PCM-PAM混合调制,即一个由 n 个采样脉冲组成的字,其中 $n-1$ 个脉冲为PCM编码调制的码位,最后一位传的是PCM量化剩余的模拟量所调制的PAM信号;在接收端,该末位的PAM部分与PCM解调的模拟电平相加,则得到该字的解调结果。这就利用了过剩