

全国遥测遥控技术首届年会 论文集

中国电子学会
中国自动化学会

遥感遥测遥控专业学会和中国宇航学会遥测专业委员会

一九八八年十二月

责任编辑：余本林 崔玉昌

编辑：《无线电工程》编辑部
出版：
印刷：石家庄市裕华印刷厂

241502

T

前 言

中国电子学会、中国自动化学会遥感遥测遥控专业学会和中国宇航学会遥测专业委员会于1988年12月联合召开全国遥测遥控技术年会，会议得到了国内“三遥”学术界及技术工程界的广泛支持和热情帮助，征集了有较好学术价值和一定实用价值的文章一百六十篇，为开好这次会议打下了基础。

会议筹备组邀请了李邦复、姜昌、邱兆祥等九名有关专业方面的专家为评审员，于一九八八年七月在北京对这些文章进行了评审，评审组认为：这些文章经过交流将会对“三遥”技术发展起到积极的推动作用。

由于出版篇幅限制，会议只录用了一百一十篇，而且论文的摘要和参考文献也未收录，请论文作者谅解。

对帮助和支持我们工作的各有关方面及各位同志表示衷心感谢！由于我们水平有限、工作中定有不足之处，敬请批评指正。

会议筹备组

一九八八年十二月

目 录

航天飞机信息系统早期研究的关键课题.....	李邦复 (1)
通用型高性能分布式微机测控系统.....	张其善 郑慧民 周建斌 (4)
关于 $n=7\sim 32$ 位最佳群同步码的研究与推荐	雷仲魁 谢求成 曹 杰 (7)
工业微机在区域调度系统中的应用.....	刘汉元 王莉萍 颜 军 (19)
采用微功率集成电路的心率遥测.....	楼正国 (20)
程控桥函数遥测系统的实现.....	顾 平 周 力 (21)
寻找 $GF(P)$ 上本原多项式的一种方法.....	饶世麟 (25)
新型车辆遥测系统.....	商建平等 (29)
机载数据采集处理系统的接口设计.....	陈传忠 (32)
周期调制法记录多路数据的方法研究.....	孙桂菊 黄华明 (35)
高斯模糊图象的复原.....	沈邦东 吴寿虎 (37)
一种新的同步提取方法——延时检索法.....	迟学君 孙 琦 (42)
固件—微程序在遥控遥测中的前景与应用.....	孙 琦 迟学君 (44)
m 序列码的互相关快速同步.....	常寿德 (46)
海洋浮标遥测系统 岸站计算机数据接收处理软件系统	杨俊发 白治英 邓汝珍 (50)
遥测速变参数的压缩与矢量量化.....	许织新 (55)
包碰撞条件下的无差接收.....	王方新 (59)
6MHz带宽模拟计测磁记录器.....	侯卫新 (64)
自估前馈信息的雷达复合控制.....	丁原志 李日尚 张 琦 (68)
计算机光纤网络的计算机仿真.....	刘吉州 李 铮 (73)
遥测弹载设备的结构设计.....	孟庆海 (80)
微型数字存贮遥测装置数据预存贮方法.....	贾云得 韩颖平 石 岩 (85)
AFC/Costas复合环数字 软化实现.....	明德升 孙白波 (88)

EEG-SEP 病人遥测系统.....	任鹤天 (91)
一种新的海洋波迹浮标数据采集和预处理器.....	胡行毅 段 进 (92)
基于图遍历的栅格数据至矢量数据转换方法.....	王吉仁 (97)
一种具有强抗误功能的异步多路遥控系统.....	杨 华 (99)
三电平FSK及其在激光通信中的应用.....	薛荣华 殷世昌 (102)
自适应 α 切边滤波器.....	常寿德 王菊园 (104)
水下生理遥测技术的载波选择.....	李 力 (107)
铁路驼峰速度自动控制的自适应系统.....	牟广森 钱 苏 (108)
测风雷达谱矩提取及处理.....	齐润东 田文斌 (113)
利用组合码进行纠错的检错重传方案.....	王振朝 (116)
两种新型半导体应变计灵敏度补偿线路.....	张盛福 (119)
公开密钥加解密系统.....	王仲文 方 勇 (121)
位同步器5100故障寻迹分析.....	吕兴南 (122)
多层介质微带天线研究.....	李 立 杨 渊 (125)
美国空空导弹遥测的综述.....	郑 铭 (130)
国土星图象的数字几何纠正.....	何志勤等 (134)
微程序技术在总线接口单元设计中的应用.....	程吉宽 谢金华 (137)
遥控系统同步的软件实现方法.....	曹文彬 吕 玲 陈一平 (141)
P波段平面缝隙遥测天线的设计.....	陈国华 (145)
几种抗扰编码在电铁运动系统中的应用.....	唐葭辉 (149)
跳频同步头的设计及其快速捕获.....	唐保寿 李翔鹏 宋金书 (153)
STAR-2 气象卫星地面站图象数据库系统的研究.....	吕可明 葛成辉 (157)
SFS8500飞行测试综合数据处理系统.....	尹春铭 (160)
航空电子综合化系统中1553数据总线传输的可靠性.....	张鸣瑞 (165)
多元脉位编码(μ -PPCM)遥测系统.....	谢铭勋 (168)
全固态调频发射机.....	张锡洲 丁桂英 (169)
由实测数据重建三维地形图象.....	蔡 进 王汉生 (172)
市话信道、超短波信道数据传输速率的探讨.....	汪传钦 (177)

MCS-51单片机遥测 (兼中继) 站	鲍靖寰 (180)
TM图象数据的三维信息提取	戴自忻 纪佩娟 (184)
国外高 $\dot{g}$ 遥测综述	李伟范 (188)
火箭滑轨试验遥测系统的设想	赵蕊兰 (191)
轨迹运动补偿的一种新方法	任群书 单荣光 (193)
与反传校验相配合的遥控二次动作方式的性能分析	杜文升 吴长奇 王振裕 (196)
一种有噪声的时域数字卷积反演的快速算法	李连科 王万树 马昭彦 (201)
一种新型可编程帧同步器的设计	宋永淳 (205)
利用遥测信道传输GPS信号跟踪测量导弹	韦其宁 (208)
英特尔80286微计算机的CAMAC测控管理系统	刘学东 (211)
航天飞机的遥测	罗 达 (215)
高码速率遥测计算机系统数据接口	王小华 (218)
TP STD总线模块功率传感器	梁志珊 丘昌涛 (223)
用8096单片机实现的带盘自适应控制系统	于 方 (227)
Y4-2小型飞行试验数据采集系统	朱玉卿 (230)
星载磁记录器的新发展	姜承贤 (234)
智能通用天线控制器的设计	李 英 (236)
植入式遥测和刺激系统的电源	楼正国 周 玲 (242)
GPS在飞行器测轨中的应用	彭景先 (244)
传感器化数据采集系统信号调整电路的设计方法	裘管福 (249)
伪随机遥控指令码集的选择	周廷显 匡载华 王 静 (254)
遥测系统监测洞庭湖水情	林 实 张继春 赵立平 (257)
一种自适应直流调速系统的实验研究	徐国凯 吴士昌 (259)
高山广播电视发射机微机监控系统	王仲文 何文才 (264)
卫星测控系统的测试、控制自动化	王昌宝 (269)
双频谐振四线螺旋天线的设计	郭兼善 陈汝煌 (272)

遥测接收天线程控跟踪系统.....	李翔鹏等 (275)
提高测控系统自动化程度的尝试.....	张汉三 (278)
遥感信息与层控多金属矿含矿岩系分布研究.....	孙星和 齐泽荣 (282)
一种新型的模拟信号和数字信号复用方式.....	张建国 李 铮 (284)
遥测速变参数处理程序模拟处理介绍.....	吕跃伦 (288)
一种缩小频谱宽度、提高精度和稳定性的测距方案新设想.....	郭志钢 (294)
数字匹配滤波器性能研究及其在位同步提取环路带宽自适应控制中的应用	宋寅璞 (297)
10.6 μ m四象限激光光束跟踪系统的研究.....	王蔚然 (304)
微型卫星通信地面站线路计算.....	胡绍海 欧阳长月 魏 津 (308)
实用卫星地面站的伺服系统.....	雷云厚 (312)
水库自动化系统之遥测通信.....	吕君沛 徐桂林 林志球 (318)
红外与激光精密制导的现状与前景.....	王蔚然 (325)
单通道单脉冲遥测自跟踪系统的设计.....	高全辉 (329)
可编程序PPK多路设备及分路设备.....	徐优民 (333)
速变参数PCM-FM传输与处理中的数据精度问题.....	张国瀛 (336)
运动系统的技术规范和性能评价.....	方 熊 (340)
遥测前端系统与计算机系统耦合体系的设计实现及探讨.....	王 仪 (344)
分布式测控系统中的智能终端的设计.....	郑慧民 袁 骏 张其善 (352)
降落伞频分遥测系统与精度分析.....	齐玉录 (354)
一种旁瓣对消处理器硬件方案.....	张永军 (358)
自适应锁相环.....	周玉祥 (361)
利用单板机实现测速雷达终端处理.....	鲁 健 (365)
沙市一新江口微波通讯线路异常现象理论分析及改造.....	孟凡玲 (369)
天线研究的新领域——光控天线.....	喻志远 史庆藩 (374)
直接序列扩频通信系统处理增益的分析和计算.....	俞宝传 (378)
扩谱通信系统中采用自适应格形滤波器抑制窄带干扰	黄再银 王海云 罗永光 (383)

武器遥测扩频多址分析.....	湛赤诚 (386)
连射平台的微机测试系统.....	郑立 (393)
战略武器多目标测控系统方案设计概论.....	孙白波 (397)
航空遥感林火监测系统的研究.....	马惠元等 (402)
超短波测控用多频天线.....	李渠塘等 (407)
智能式固态发射机.....	徐永元 (412)
潜地导弹姿态参数内测系统——HSDC的设计	
.....	吴根宝 江雷 桂岱舟 (415)
七道生理遥测仪.....	雷晋月 张学凯 (419)
弹上天线滚动面方向图的研究.....	陈杰 (422)

航天飞机信息系统早期研究的关键课题

李邦复

(航空航天部一院七〇四所)

引言

航天飞机信息系统主要完成遥测、指令、话音、图象、跟踪、导航、科学探测等信息的获取、交换、传送、处理及应用等任务。本文根据国际上航天飞机信息系统发展过程和我国的实际情况,从系统级上探讨应给予重视的早期研究的关键课题,为制定发展计划提供参考。

航天飞机信息系统的功能与它所执行的军事、商务与科学试验任务密切相关,同时也依赖于航天飞机的轨道、运行、载荷能力及安全保障等多方面因素。由于航天飞机具有长寿命和往复使用的特点,它的功能和任务将逐步增长。与此相应,信息系统的作用与性能也会相应增长。

为适应各种飞行任务的需要,航天飞机信息系统与以往的航天信息系统相比,具有许多独特之处,如高达50mbps以上的数据容量,全天候全航道的实时通信,时间空间速率上分布不均的多种数据源,多目标的同时测控通信,通信网对用户的透明性,可扩充和灵活的通信体系结构,以及具有高可靠性、长寿命及相当的容错能力。下面简明论述系统级上的关键课题。

一、天一地一体的空间 测控通信网

随着航天技术的发展,国外从50年代开始建立地基测控通信网。例如美国,先

后建成STADAD网(卫星跟踪与数据获取网)、MSRN网(载人航天飞行网)、STDN网(航天飞行跟踪和数据网)及DSN(深空网),还有其它一些军用网。到70年代,尽管有这么庞大的网,美国仍感问题不少,如需要同时测控的目标激增,数据量急剧膨胀。更为突出的问题是,已有的地基网轨道覆盖率低(可视率低)。执行阿波罗登月计划时,全力以赴,覆盖率仅13%。覆盖率低就难以保障全天候全航道的实时通信。面对这些问题,继续发展地基网,包括船载及机载站,不但耗资惊人,而且收效甚微。因而,从60年代开始,美国就开展了拟地面站搬上天的概念研究,尔后又进行了可行性研究。由于同步定点卫星技术的发展使这一构想有可能成为现实。这就是现在的TD RSS(跟踪与数据中继卫星系统)的由来。该系统由两颗相距130°的同步中继卫星和一面地面站组成,构成了天一地一体的测控通信网,可同时跟踪20个低中轨道的飞行体,最高数据率可达300mbps,地面站设在白沙靶场,装有三付18.3m的卡氏天线。美国下一代中继卫星系统TDAS(跟踪与数据搜集系统)已在研制中。新系统将卫星距离拉开,进一步增加覆盖率,同时增加星间通信线路(可能采用激光)和多址能力。

基于同样的思想,在美国开始建立第二代导航星全球定位系统(GPS),形成

一种几乎是资源共享的导航系统。

从技术发展的基本途径看,我国情况与美国相仿。不同之处在于我国的航天计划没有那么庞大,飞行任务少,技术经济力量薄弱。在此基础上继续大规模发展地基系统是不可取的,但建立 TDRSS 与 GPS 那样完整的天基系统短期内也是困难的。为了与我国国力以及航天计划相适应,利用已掌握的同步卫星发射及应用技术,建立容量有限、功能适中、军民结合、综合利用、技术经济效益甚高的天-地一体的通信跟踪系统是完全可能的。

二、频率规划与管理

频率的选用有赖于电磁兼容性、通信容量、资源共享能力。特别是,频率选择涉及到一系列高频元器件工艺、仪器设备以及关键专用设备的开发研制。我国习惯于用型号任务带动元器件和仪器的研制,标准化系列化水平低,用量甚少的航天市场与广大军民市场脱节,经济效益低。

未来航天系统可能同时使用多种频段,在各种频段的通信容量、使用时间和空间均不相同。例如美国航天飞机远程通信系统使用的频段可从 UHF 到 Ku 波段,具体配置如下:

话音通信/交通管制	UHF
塔康 (TACAN)	L
微波波束着陆系统	Ku
雷达高度表	C
与载荷的通信	S, L
与地面网通信	S
通过中继卫星通信	S, Ku
交会雷达	Ku

这些频段实际上已在航空导航、火控雷达、导弹与卫星测控中使用过,有相当的技术和工艺基础。我国是一个穷国,万

事从头做起是行不通的,只能在原有基础上,根据需要与可能,在一项长期发展计划指导下稳步提高。

频率规划的主要内容是确定标准。这有两条路可走,一是靠国际标准,二是建立本国的标准。靠国际标准的好处在于可以充分借鉴外国经验,有利于加强国际合作和对外交流,有利于打入国际市场,也便于引进关键元器件、仪器设备以至系统,同时也能获得国际监督与保护。但使用国际标准也要考虑相互干扰问题。如果自行制定标准,也必需符合国际组织的有关规定。

三、航天通信规程

整个航天飞机的通信系统实际上可由四个相互关联的部分组成。一是航天飞机内部的通信网,它与航天飞机上的各种数据源、用户、机载数据管理与处理系统以及外部远程通信系统相接口。这种通信网极类似于一个高码率的计算机区域网。二是航天飞机对地面的天-地远程通信系统,包括经由中继卫星的线路。三是航天飞机与其它航天器之间的天-天远程通信系统。最后是地面数据通信网,包括通过通信卫星的中继线路,为地面各测控通信站、航天发射场及航天中心之间传递信息提供服务。最能反映航天特点的是航天远程通信系统。

制定标准的通信规程有利于用户沟通信息,有利于系统和设备的软硬件设计,对提高系统的兼容性和使用寿命有重要作用。

传统的航天数据传输采用时分制编码技术,沿用 IRIG (美国靶场仪表组) 制定的标准。这种标准是按一定时序,周期性对各种传感器或仪表顺序取样的方式而

构成数据帧，这是一种面向数据流的标准。这种方式对来自分散的不同源的数据（如载荷、计算机、语音、图象等）的处理是很不方便的。加上其它方面的原因，空间数据系统协调委员会(CCSDS)提出了适用于空间计划的分包数据格式标准。其机制是将一个数据源的输出格式化为一个长度可变的源包，所有源包嵌入到一个传输帧，传送到地面。传输帧的长度固定，并采用固定的帧头作同步。面向用户的是标准格式的源包，用户执行打包、开包业务，信道对用户透明。因而这是一种面向事务的端对端的体系结构。

关于标准，国际上总的打算是按国际标准化组织ISO关于开放系统互连参考模型OSI的标准协议的原则处理，同时要考虑航天信息传递的实时性、随机性、可靠性、可扩充性、高码率及多用户的特点。

四、高速高效通信技术

航天飞机通信系统的复杂性、高容量及多用户的特点使机载部分的体积、质量和能源占用非常可观，预计功耗5kW、质量1000kg。显然，除了合理的系统配系和微小型化技术之外，采用先进的调制解调与编译码方法是降低系统开销的经济有效的途径。这些方法大致有：

1、用数字方式取代模拟方式，包括语音和图象，采用时分统计合路技术及分包数据格式，机载部分形成综合业务数字网。

2、数据加密，这主要出于军事上的考虑。

3、采用信道编码以提高通信效率和可靠性，如采用卷积编码—RS码级联，可获增益约7dB。

4、采用扩谱技术。其好处主要有：

减少对地面的射频辐射的功率通量密度，降低干扰电平；利用连续波信道获得高精度无模糊测距；实现中低码率条件下的码分多址通信；用以抗多径衰落；增加抗其它射频干扰能力；在军事上有助于保密和隐蔽。

5、采用相干载波调制技术，如QPSK，以获得较好的功率与带宽效益。

以上这些技术在高码率时实现尤为困难。

五、机载数据管理系统

机载数据管理系统用于保证航天飞机自主运行，为各分系统及载荷提供数据处理、通信、存储所需的硬件资源及软件服务，为乘员及地面人员提供一个公共的操作环境和人机接口。其体系结构按分布式及分层次组成。为便于协调、共享资源、减少设备数量及投资，应充分发挥标准的作用。

数据管理系统在民用或地面上已取得重大发展，标准化水平日见提高，可为机载应用提供借鉴。航空系统中的成果也可作为航天飞机应用的基础。尽管如此，由于航天飞机的复杂性、运行的特殊性及其数据源与用户需求多样化，其数据管理系统在适应性、冗余度、智能化、标准化等方面仍面临许多新的课题。

六、人工智能应用

航天飞机信息系统为保障对航天飞机及其载荷进行自动化监控，重新计划或改变飞行任务，减轻乘员身体及心理负担，应充分应用人工智能技术。而专家系统是比较现实的方案。

传统的实时处理是以关键参数的实时显示为最终结果。这对于关键事件的判断

通用型高性能分布式微机测控系统

张其善 郑慧民 周建斌

(北京航空航天大学202)

引 言

在国民经济许多领域,如水利电力、石油化工、煤气、自来水以及城市集中供热等部门,为了保证系统的可靠运行,必须对沿线的许多重要参量进行实时监视和控制。为了提高上述部门的管理水平和经济效益,必须采用遥控遥测技术。我们以IBM-PC为核心,远置终端采用单片机进行数据采集、预处理和执行遥控命令,构成了一个微机测控系统。该系统可用现有

和控制决策是不够的。信息处理应进入更高的层次,这就是专家系统课题的由来。

专家系统不仅在地面信息处理与应用中采用,而且用于机载,构成数据管理系统的一部分,为航天飞机自主运行、自动化监控及载荷管理服务。

七、系统仿真研究

航天信息系统的仿真,特别是计算机仿真,是一种先进的软技术,可用于设计、优化、评价及鉴定设备和系统,以加快研制进程,提高技术经济效益。系统仿真具有一些特点,如:由于其精确、高速、低费用,而使设计的费-效比最佳化;不受设备数量的约束,能模拟大量非线性及高阶元件;能模拟通信线路的特性,如传播时延、多卜勒效应、折射现象等;能评价线路上任一点的瞬态响应;便于

的公共电话交换网作为数据传输信道,可以做到数据传输与通话互不影响。工作体制为时分制码分多址指令/响应型。现在正在唐山投入正常运行。用户希望我们继续研究,关键是“稳定”与“准确”;我们自己也愿意进一步改善系统性能,更好地为社会服务。我们在五个方面作了点工作。在这里,简单介绍我们的思路和点滴经验,望能起到抛砖引玉的作用。

一、设计思想的形成

分解系统,评价各部件系统性能的影响;通过调整程序可以很快改变系统及设备的参数,便于优化设计。

八、技术经济评价

最后,在结束本文时,特别强调一下技术经济评价活动在确定技术方案中的重要性。在有限的经济力量及艰难的赶超任务条件下,提高决策的科学水平势在必行,经济效益的提高必然会促进技术的进步。就航天信息系统而言,要注意军民结合,相互兼容,共同提高。特别在制定标准时,包括器件、设备、系统、网络、软件等,使军用民用标准、空用与地面标准统一或衔接起来,通过提高标准化系列化、共用性继承性以及生存寿命等来提高经济效益。

自1984年冬与唐山热力公司洽谈微机测控系统以来,通过多年的实践,不断提出了一些新问题。我们已经解决了不少问题,使系统能正常运行,达到了基本要求。但是用户总是希望系统愈完善愈好,越先进越好。由于在热力界第一个投入使用的微机测控系统是我们设计的,我们也发现了一些有待改进的地方。系统的可靠性是个关键问题。具体地说,要“稳定”和“准确”。围绕着这两点我们采取了一系列措施。

(1) 原来的调制解调器采用模拟锁相式的,它解决了数据传输与通话互不干扰的问题。一般情况下比较稳定,但受干扰后尚需调整。用户从维护角度出发,提出装好后最好不用再调整。我们就研究了数字化调制解调器。第一步制成了符合CCITT标准的数字MODEM,但当传输数据时不能打电话。为此我们采用移频,既继承了原方案的优点,又解决了这个问题。经过几次试验,用户十分满意。在6月8日~10日河北省城镇供热协会成立大会期间,特别邀请我们将数字MODEM带去参展,会上受到了好评。

(2) 我们的系统工作体制为时分制码分多址指令/响应型。只有当询问到某站时方能知道某站某点有问题。某站某点突然情况有变,越限或工作失误,不能主动向主控站报告,这是原有系统的不足之处。我们新研制了一种称为“WATCH DOG”的装置,它能完成自动报警等功能。

(3) 限于当时条件,选定了MCS-48系列单片机8039作为终端的核心。实用中发现有更合适的MCS-51系列。另外由于用户有一种想法,将终端单独使用,取代二次仪表。我们取其合理的思想,保留

了与计算机联网的优点;发展了实用的功能;设计成高性能的智能终端。它具有数据采集、遥控遥调、信息预处理、参数巡检、报警和键盘显示等功能。这些想法是与热力界代表多次接触后逐步形成现在的设计模型。当然还有可以不断完善的地方。

(4) 通信方式作了改变

在过时的系统中,我们将要传输的信息一个码字一个码字地传输出去;在接收端一直处于等待状态一个个地接收。这种通信方式的缺点是:1、收发端都必须有一定的等待时间等待两设备一个个码字的传送。在这期间,收发端都没有能力处理别的事件。2、在信息发送时都是假设接收设备已经准备好,一旦接收设备没有接收完第一个码字而第二个码字已经到达时,则前一个码字就可能丢失。在实际系统中,也发现了这种通信方式容易丢失数据。另外由于等待时间必须通过大量实验才能确定,这给系统调整带来了不便。并且一旦实验条件稍有改变,两码字的时间间隔也得作相应的调整。这样一次信息的传送给往往要重复若干次,花费大量时间,还涉及到多人同时配合的问题。

这次采用陷井通信方式,不但较好地解决了过去存在的数据丢失问题,而且提高了通信效率,还避免了软件调试时,等待时间协调的困难。

(5) 现在工业测控系统对可靠性的要求愈来愈高。业已出现了几种标准总线,我们采用了标准化设计,与STD总线兼容,使系统的可靠性大大提高,能满足不同用户的要求。

二、陷井通信方式简介

异步通信方式是当前微型计算机采用

的最流行的通信方式。它是一种力求成本低，有交互通信作用的数据通信方式。利用陷井方式进行异步通信改变了过去那种码字间的传输，而是一种文件对文件的通信。由于陷井方式每一字都自动形成同步信息，尤为适合于随机信息的通信，是计算机联网、实现资源共享、办公室、家庭自动化的较理想的信息交流途径。

1. 利用陷井方式进行异步通信

通过打开通信事业捕集，可以设置陷井。使一旦有信息出现在数据线上，计算机自动地进行信息接收功能。这样可以使接收和发送字符间的时间间隔是任意的。这就为两通信设备信息交流提供极大方便，并且接口电路简单。

陷井通信方式的工作原理是计算机自动将要传输的字符形成I/O文件，再通过串行口发送出去。由于不能准确地预计什么时候要接收下一个数据，因此在任一个字符之前，计算机自动地形成一个报警位，称之为起始位。然后是信息位，为了判别各字符，当每一个字符结束时，计算机还自动形成一个停止位，犹如一句话结束时的一个句号。在接收端，打开通信事业捕集，一旦有数据送入它的串行口，它就转向接收，将数据送入通信缓冲区，以待处理。当它的串行口没有数据到来时，它可以进行别的工作。陷井方式传送的I/O文件是由字符组成，每个字符的表示

位数可根据需要进行编程控制。为了提高传输可靠性，降低误码率，还可对每一字设置奇偶校验。

2. 陷井通信方式所需的软、硬件

- IBM-PC机和键盘及一定内存空间
- 异步通信适配器
- 调制解调器或长线驱动器
- BASIC编译程序

可以进行全双工或半双工的通信。

三、结束语

在唐山实际运行的热力微机遥测遥控系统，是我们与科学院和唐山热力公司共同研制的第一代产品，达到了原设计的要求，但在实用中发现了有待改进的地方。因此在1987年研制了第二代产品样机，在调制解调器和终端两大部分作了一些改进。1987年6月在唐山市热力公司作了展览，1987年9月在军博展览会上展出，1988年6月8日~10日应邀参加承德举行的河北省供热协会，并在会上进行表演，均受到好评。1987年初与用户商谈后，我们总结出有五个方面的工作可做，前面我们已详细提出，这些工作，经过研究生和本科生毕业设计同学的共同努力，基本上完成了上述五项任务。使系统成为新型多功能的微机测控系统，有可能更好地为多种用途服务。

关于 $n=7\sim 32$ 位最佳群同步码的研究与推荐

雷仲魁 谢求成 曹杰

(南京航空学院)

引言

在遥测、遥控和数字通讯等PCM信息传输系统中,群同步(包括“格式”同步、帧同步和字同步)是十分重要的。群同步的优劣,取决于群同步码的最佳化和良好的检测方法,而前者又是起主导作用的。

自从PCM遥测系统问世以来,不少学者相继致力于最佳群同步码的构码方法与搜索方法的研究。其中最具有代表性的是美国的小Maury和Styles的工作。他们两人曾于1964年用经典的“穷举法”(Exhaustion technique),为“GOODARD空间飞行中心”提供了一组“ $n=7\sim 30$ 位的最佳帧同步码组表”〔1〕。后来,该表纳入了《美国IRIG遥测标准》,作为“最佳帧同步码推荐表”。后来,该表又相继为世界各国所沿用。1984年,我国在建立《中国(军用)遥测标准》时,也暂时采用了该表。

近1/4个世纪以来,最佳群同步码方面的研究工作比较沉寂,未见有重大的突破性成果发表。只有一些零散的工作,例如:(1)1978年,ESA(欧洲空间组织)提出的《卫星遥测标准》〔7〕中,推荐了 $n=16, 24$ 和32位的最佳群同步码,其中, $n=16$ 和24这两个码和IRIG标准相同,只有32位的那个码是新提出的。(2)1985年前后,美国的METRAPLEX公司印发了一张 $n=7\sim 33$ 位的“最佳帧同步码

组表”〔8〕,其中, $n=7\sim 30$ 位的24个码是IRIG遥测标准中原有的,只有 $n=31, 32$ 和33位这三个码是新提出来的。

鉴于:(1)、美国IRIG遥测标准中的最佳帧同步码推荐表存在一些问题:(a)有几个码的最佳性值得讨论;(b)对最佳码的应期条件,未作明确的说明;(c)未提供 $n>30$ 位的最佳码。(2)、欧洲的ESA和美国Metraplex公司推荐的 $n=32$ 和33位的几个“最佳码”,事实上都不是最佳的。(3)、随着PCM信息传输系统中,字长和传输容量的不断发展,需要 $n>30$ 位(例如32、40、48、50、56、60、64等,甚至更长)的最佳群同步。(4)、在目前的计算机运算速度条件下,经典的“穷举搜索方法”,还难于搜索出 $n>30$ 位的最佳码,……等等。我们(谢求成,曹杰,雷仲魁等)花了近十年时间,致力于最佳群同步码的发展研究。

我们的目的,大体可分为两个方面。

在理论方面,致力于研究新的构码理论,发展新的构码和搜索方法,改善传统的穷举法,提高搜索速度,以期能够搜索出 $n>30$ 位甚至更长的最佳码。近年来,我们相继发展了“副峰逻辑法”〔3,4〕、“综合最佳准则法”〔5〕和“改善的穷举法”〔6〕,已经在应用中初见成效。

在应用方面:(1)重新审查《IRIG遥测标准》和ESA等组织已推荐的最佳

码组表,指出其不妥之处并加以修正、补充和扩展,为我国遥测标准文件,推荐一组优于国际遥测标准的最佳码组(第一阶段是推荐 $n=7\sim 32$ 位的最佳码,第二阶段是推荐 $n=33\sim 64$),并向国际标准推广。(2)阐明最佳码的应用条件。(3)为我国新设遥控、遥测和其他PCM信息传输系统,搜索和提供最佳群同步码组。例如:1980~1981年,我们为CK-8102型多目标遥控/遥测/定位“三合一”系统,提供了一组(四个) $n=16$ 位的“条件最佳帧同步码”〔9〕,这四个码之间的互相关系数尽可能小,而各自的自相关函数尽可能好(以误同步概率小为准则)。1987年,我们研究了美国TIROS气象卫星系统中使用的 $n=60$ 位的群同步码,发现它不是最佳群同步码,并为我国正在设计中的新一代气象卫星,搜索出了 $n=60$ 位的最佳帧同步码〔10〕,等等。

本文是我们在最佳群同步的研究方面的第一阶段小结。重点是为我国“遥测标准”推荐了一组 $n=7\sim 32$ 位的群同步码组。

一、研究工作的简要历程

1977年6月,在沈阳112厂鉴定该厂研制成功的我国第一套飞机上用的PCM遥测系统时,在同杜长民高级工程师讨论该系统中所采用的 $n=30$ 位的帧同步码的性能的时候,萌发了我们力图系统地掌握最佳码理论及其搜索方法的动机。从此,开始了文献的手工检索和对最佳码理论的消化和整理,编著了一些综述性和评介性的论文〔2、11、12〕。对最佳码理论的各家流派的主要内容和特点,进行了评介,并提出了我们的见解。这是准备阶段。

1980年10月,香山会议(第一届全国

遥控、遥测、遥感学术交流大会)前后,我们为了两个目的:(1)为建议制定我国军用遥测标准作准备。(2)为了给我们设计的用于“长空一号”无人机系列及其他战术武器的试飞和作战使用的,我国的第三代新型多目标测/控组合系统——CK-8102系统,寻找最佳的群同步码。因而对IRIG遥测标准及其他有关文献中提出的最佳码推荐表,进行系统的审查,并试图发展新的构码理论和搜索方法,这是发展阶段。

在发展阶段中,我们同3651厂的高级工程师提出了“副峰逻辑法”〔4〕。经我们改善之后,运用该法(并结合穷举法中的概率公式),同1017所高级工程师郭桂启合作,为8102系统搜索出了一组(四个) $n=16$ 位的条件最佳帧同步码,从而使该系统在帧同步及多目标识别这两个性能指标上,超过了美国先进的Vega(织女星)系统〔9〕。

此外,还对国内、外已经设计成功的遥控遥测系统的帧同步码,作了检验性的计算工作并提出了我们的改进建议。在引进工作中,也得到了一些经济实利上和学术声誉上的利益。

在发展阶段中,我们的条件是比较艰苦的。一是人手少,几乎是由谢求成在业余时间内,断断续续地独立进行;二是我们单位还没有现代化的计算机,许多计算是手工计算的。

直到1985年之后,才进入了创新阶段。在人才方面,先后加入了硕士研究生雷仲魁和硕士生曹杰,形成了一支小小的学术“武工队”。在物质条件方面,我院添置了IBM4341大型计算机,我们单位也有了PC/XT和PC/AT小型计算机,这就方便多了。从而陆续取得了一些突破

性的创新成果。并为此正式立了科研课题, 1986年获我院自选课题资助基金9000元; 1987年10月又申请了航空部科研基金3.5万元(待批); 1988年1月申请了国家自然科学基金4.5万元(待批)。

曹、雷两氏的工作, 非常活跃。虽然雷仲魁还在研究生课程学习期间(尚未进入作硕士毕业论文阶段), 曹杰还负担了许多关于无人机的科研任务, 对最佳码的研究, 都是业余性质的。但他们两人, 在谢求成副研究员领导之下, 从1977年开始到现在, 相继取得了一系列新成果: (1) 发展了“综合准则法”和“改进的穷举法”; (2)、用“截尾码有限域穷举法”, 为我国的新一代气象卫星, 搜索出了一系列 $n=60$ 位(当 $E=1\sim6, 10$ 和12时)的最佳群同步码(11), 这些最佳码, 比美国Tiros气象卫星上用的 $n=60$ 位群同步码(在相同的码元错误率 P_e 和相同的容错数 E 的条件下), 其误同步概率 P_s 要小数倍至近两个数量级。(3)、运用“综合准则法”和“改善的穷举法”, 编制了几种计算机语言程序, 在几种计算机上, 分别对《IRIG遥测标准》的“最佳码推荐表”和其他文献推荐的“最佳码”, 进行了定量检验计算, 发现了不少问题, 并提出了我们的改进结果。由于这些新方法, 在尚未使用机器语言的条件下, 其搜索速度比美国传统的穷举法的速度要快近两个数量级, 因而, 现在我们已经能在字长 $n>30$ 位直到 $n=36$ 位的码组集合中, 确切地搜索出最佳群同步码组了。

我们搜索出来的 $n=31, 32$ 和33位的最佳群同步, 超过了《IRIG遥测标准》和《USA卫星遥测标准》等所有的国外文献中推荐的对应字长的“最佳码”。

*注: 这个条件, 对于正态分布噪音来说, 相当于 $S/N=1.28\approx 1.1\text{dB}$ 时的码信号条件。

而我们搜索出来的 $n\geq 34$ 位的最佳群同步码组, 在国外文献中, 还没有过。

这些工作成果, 应该说是已经超过了国际先进水平。

二、关于 $n=7\sim 32$ 位

最佳码推荐表

下面, 我们将 $n=7\sim 32$ 位的码组集合中, 在码元错误率 $P_e=0.10^*$, $E=0, 1, 2, 3$ 这四种情况下, 所搜索到的最佳群同步码, 分别列举于表1~4。

有关的搜索方法的数学论证与概率计算公式, 以及有关的计算机程序, 为节省篇幅, 均已略去。有兴趣的读者, 可参见作者们的有关这些内容的论文。

在表5中, 列出了《美国IRIG遥测标准》中的 $n=7\sim 30$ 位最佳码推荐表, 以兹对照。该表是在 $P_e=0.10$ 和 $E=2$ 的条件下获得的。

从以上五个表的对照中, 可以发现如下事实:

(1) 表1和表2中的最佳码。从 $n=7$ 到 $n=32$ 位, 各个码组的图样完全相同。即这26个码, 在容错数 $E=0$ 和 $E=1$ 这两种条件下, 能够保持其最佳性(误同步概率最小)。

(2) 当容错数 $E=2$ 时, 表3中标有星号的 $n=7, 8, 9, 11, 15$ 和16这六个码的图样, 同表1和表2中对应地, 标有星号的码组图样完全不同了。(其他的20个最佳码的图样, 仍然同表1和表2中的一致。)

(3) 当容错数 $E=3$ 时, 表4中标志有黑三角符号的十个码组($n=7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18$ 和20)