

doi: 10.7690/bgzdh.2015.11.006

# 飞机飞行数据实时传输系统

贾绍文, 霍立平, 蔡慧敏, 葛继东

(海军航空工程学院青岛校区航空电子系, 山东 青岛 266041)

**摘要:** 针对现有飞机飞行状态监视手段单一、信息不丰富等问题, 提出一种飞机飞行数据实时传输系统。在超短波段上, 基于 TDMA 技术, 实现了多架飞机飞行数据的组网传输。构建了机载飞行数据传输设备及天线、地面网路控制与接收基站及天线组成的飞机飞行数据实时传输系统, 并在某型飞机上进行改装, 实现了飞行数据的实时传输。飞行检验结果表明: 该系统设计正确、性能优良, 为进一步拓展飞行数据的应用范围、辅助开展飞行指挥奠定了基础。

**关键词:** 飞行数据; 实时传输; 机载飞行数据传输设备

**中图分类号:** TJ85 **文献标志码:** A

## Real Time Transmission System of Aircraft Flight Data

Jia Shaowen, Huo Liping, Cai Huimin, Ge Jidong

(Department of Aviation Electronic, Qingdao Branch, Naval Aeronautical Engineering Institute, Qingdao 266041, China)

**Abstract:** To solve the problem of the single method for flight monitoring and poor information, the real-time aircraft flight data transmission system is proposed. Networking transmission for flight data of multiple aircrafts is realized based on TDMA technology in ultra-short wave band. The aircraft flight data real time transmission system is constructed by airborne flight data transmission equipment, airborne antenna, ground network control and receiving base station and ground antenna. It was used in certain type aircraft, and realized real time transmission of flight data. Flight tests show that the system has good design and better performance, it laying foundations for further flight data application and flight command.

**Keywords:** flight data; real-time transmission; airborne flight data transmission equipment

### 0 引言

长期以来, 飞机的飞行指挥和飞行训练质量监视手段单一, 传递信息少、实时性差, 使飞机的空中故障及时处置以及飞行质量监控、辅助飞行指挥等存在很多不便, 与开展信息化条件下的飞行训练极不适应。通过实时采集飞机飞行参数系统记录的飞行数据并下传至地面, 实现飞机飞行数据的实时传输, 对于进一步拓展飞行数据的应用范围, 进而达到实时监控部队日常飞行训练质量, 积极应对突发事件, 最大程度上保证飞行训练安全, 提高训练质量的目的具有重要意义<sup>[1-2]</sup>。

基于此, 笔者构建了飞机飞行数据实时传输系统, 给出系统的基本工作原理, 通过机上改装实现了某型飞机飞行数据的实时传输。

### 1 系统功能

飞机飞行数据实时传输系统工作在超短波波段, 能利用主从同步或 GPS 秒脉冲同步的方式, 自

动进行时隙分配, 实现无线组网; 系统能够广播 GPS 差分信息, 完成每架飞机的 GPS 差分定位, 并将差分定位信息和实时采集的机上飞行参数记录系统记录的飞行参数传输到地面接收系统; 系统能够通过网络规划实现数据中继传输。

### 2 系统设计

#### 2.1 系统组成和工作过程

飞机飞行数据实时传输系统如图 1 所示, 主要包括机载飞行数据传输设备(以下简称“机载数传设备”)及机载上、下天线、地面基站和地面天线。

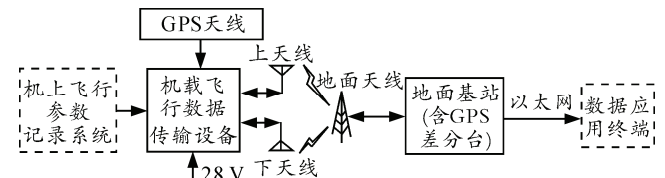


图 1 飞机飞行数据实时传输系统框图

系统工作时, 地面基站在选定的频率上, 以规定的时隙发送网络控制信息和差分 GPS 信息, 对机

收稿日期: 2015-06-04; 修回日期: 2015-07-15

基金项目: 军队立项课题“某型飞机飞行数据实时传输应用系统”

作者简介: 贾绍文(1968—), 男, 山东人, 硕士, 副教授, 从事系统综合集成、航空电子装备保障、飞机加改装等研究。

载数传设备进行控制和时隙分配。机载数传设备开机后，首先向地面基站申请注册，获得频率和时隙资源，一旦注册成功，机载数传设备按规定的时隙和频率将通过数据接口获取的飞参数据、差分 GPS 位置数据和 GPS 时戳信息，经过编码、调制后，传输到地面基站。同时，地面基站以网络广播的方式将接收到的数据传送给数据应用终端，满足不同的应用需求。

## 2.2 机载数传设备及天线

机载数传设备原理如图 2 所示。机载数传设备由功放单元、基带处理单元、接口处理单元和电源单元组成。功放单元在接收时，将天线接收到的微弱信号进行滤波、放大后送至基带处理单元进行数字化处理；在发射时，将基带处理单元调制后的射频信号进行线性放大并送往天线。基带处理单元主要完成信号调制、接收发送的协议处理、射频通道的实时控制、GPS 数据处理、操作维护等工作。接口处理单元完成飞行数据和 GPS 定位数据的接收和处理。为增强系统的通用性和可扩展性，机载数传设备设计有 RS-422、以太网和 1553B 多种数据接口。机载数传设备采用 28 V 直流供电，电源单元完成机载直流 28 V 电压的转换，输出 3 路 26 V 直流电供其他功能单元使用<sup>[3]</sup>。

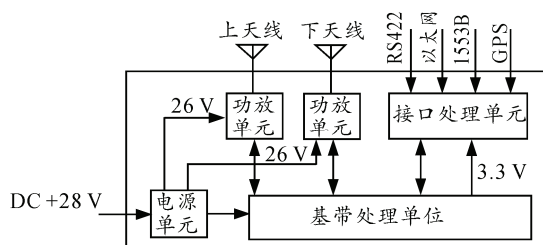


图 2 机载数传设备原理框图

机载天线是系统的重要组成部分，其性能直接影响飞行数据的正常传输。小尺寸、高增益、大功率是机载天线的设计要求。根据系统工作波段，按照  $1/4\lambda$  原理计算，天线高度应为 160 mm。但为满足装机使用要求，天线高度不能超过 100 mm。为此，以  $1/8\lambda$  为天线振子尺寸，在天线底部的匹配腔体内采用微带电路与低损耗高导磁芯相结合的匹配网络，使整个频段内能够实现阻抗匹配。在天线顶部选择容性加载，消除了在加载点所呈现的部分感抗，这样既增大了加载点以下部分的天线电流，又增加有效高度、提高辐射阻抗、增强辐射效率。利用缝隙匹配的方法，在匹配网络上进行微调，从而

使得天线辐射体与容性加载匹配网络达到最佳匹配，使天线体积缩小、增益提高。机载天线增益达 3 dBi，方向图仿真如图 3 所示。



图 3 机载天线方向图仿真结果

为增强系统数据传输的可靠性，最大程度上降低数据掉包率，系统采用上、下双天线配置，机载数传设备中射频通道采用双信道、双功放，使得当飞机机动造成信号中断或机载数传设备任一路射频通道故障时，均不影响数据传输。

## 2.3 地面基站及天线

为提高抗突发性干扰的能力，系统采用“单全向天线(杆状天线)+多定向天线(八木天线)”的模式。每个定向天线的波瓣宽度为  $48^\circ$ ，8 个定向天线均匀排列，覆盖整个  $360^\circ$  方位，能有效对抗来自任一方向的突发干扰。

地面基站由地面电台、通信服务器和交换机组成，如图 4 所示。

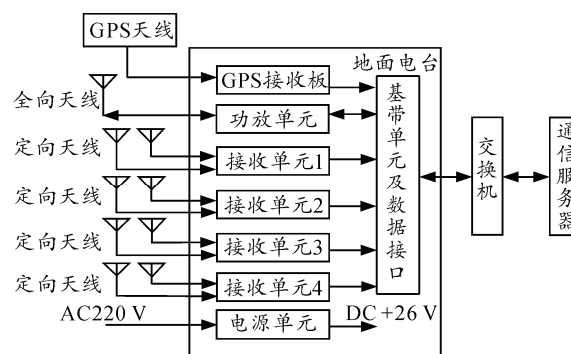


图 4 地面基站原理框图

通信服务器为后台的各种应用服务与前台的机载数传设备之间搭建了一个通信控制平台，主要完成的任务包括：接收机载数传设备开机入网注册；指定机载数传设备发送时隙、频率和功率；接收多路信号最优化输出数据信息；实时监控机载数传设备的状态信息；定时广播同步及 GPS 差分信号等。

地面电台在发射时，通信服务器将生成的问询、遥控、同步、差分广播等信息通过网络链路送到基带单元，数字基带信号经变换、I/Q 调制、变频后，

在规定的时隙经功放单元放大后输出到天线辐射。地面电台在接收时，将天线送来的 9 路微弱射频信号，经低噪声放大、下变频、I/Q 解调、模数变换后，送入通信服务器进行数据融合处理，经干扰源方位鉴别，将有效的飞行数据送到数据应用终端<sup>[4]</sup>。

### 3 在某型飞机上的实现

要在某型飞机上实现飞行数据的实时传输，需要进行机上改装、在飞行指挥塔台安装地面基站。

机上改装内容包括：安装机载数传设备及上、下天线；与原机数字式飞行数据采集器的 RS-422A 数据接口进行交联；安装功分器，实现将机上现有 GPS 天线(该天线属于激光捷联惯性/卫星组合导航系统)接收的信号耦合输出，满足机载数传设备和激光捷联惯性/卫星组合导航系统共用 GPS 天线的需 求；在座舱内安装电源自动保护开关，实现在飞机座舱操作控制机载数传设备的加断电；敷设相应的电缆。

地面基站天线安装在塔台附近地面，周围空旷无遮挡。地面基站放置于塔台机房。

\*\*\*\*\*

(上接第 16 页)

由此可见：本系统能穿透一堵墙后在 50, 100, 150, 200, 250 m 的距离内正常运行，满足靶场测试需要。

### 5 结束语

实验结果表明：该设计能够满足靶场穿墙及遥控击发距离需求，为靶场试验提供了一种有效的遥控击发手段。

#### 参考文献：

[1] 蔡荣立, 姬博文, 孙涓. 基于 CPLD 技术的枪械电磁扳

\*\*\*\*\*

(上接第 19 页)

### 4 结束语

笔者运用层次分析法对舰空导弹红外制导系统抗干扰性能进行评估，减少了许多不确定因素和人为因素造成的不利影响，为舰空导弹红外制导系统抗干扰性能评估提供了一个科学、客观的方法，也有利于红外制导系统装备的改进和提高。

#### 参考文献：

[1] 汪应洛. 系统工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2013: 121-122.  
 [2] 张红坡. 巡航导弹的红外隐身技术[J]. 兵工自动化,

### 4 结束语

笔者构建了某型飞机飞行数据实时传输系统，给出了机载数传设备、机载天线、地面基站的设计方案。目前，该系统已经布置在某机场，并投入使用。经飞行检验表明：系统和原机设备交联关系正确，不影响原机设备的正常工作，系统性能指标满足设计要求，为后续飞行数据的深化应用奠定了扎实基础<sup>[5]</sup>。

#### 参考文献：

[1] 胡朝江, 陈列, 杨全法. 飞机飞参系统级应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 213-218.  
 [2] 刘志, 刘长卫, 汤剑. 飞参系统在飞机维护中的应用研究[J]. 航空维修与工程, 2007(4): 23-24.  
 [3] 白欣, 向新, 宋博. 数传电台直扩中频单元设计与性能分析[J]. 系统工程与电子技术, 2003, 25(9): 1176-1178.  
 [4] 闫复利. 全双工无线数传电台[J]. 兵工自动化, 2009, 28(12): 29-31.  
 [5] 马捷中, 郭阳明, 陆艳洪, 等. 飞行数据管理记录系统的数据采集技术实现[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(13): 2469-2471.  
 机控制仪设计[J]. 现代电子技术, 2010(12): 33-38.  
 [2] 王萍. PIC 单片机在慢射手枪电击发中的应用[J]. 兵工自动化, 2005, 24(2): 26-34.  
 [3] 陈永甫. 实用无线电遥控电路[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007: 151-160.  
 [4] 王俊峰, 薛鸿德. 现代遥控技术及应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005: 98-105.  
 [5] 曹金荣, 尚利民, 范文奇. 81 枪族击发机可靠性分析及机构改进[J]. 机械设计与制造, 2006(8):101-103.  
 [6] 刘锋, 黄勇. 基于逆向工程的空调遥控器三维模型设计研究[J]. 机电工程, 2014(10): 1270-1273.  
 2009, 28(4): 4-6.  
 [3] 贺剑锋. 红外干扰弹干扰性能测试系统[J]. 兵工自动化, 2011, 30(6): 84-86.  
 [4] 韩培骏. 红外导引系统抗干扰性能评估准则与方法研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2012: 32-33.  
 [5] 李正直. 红外光学系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 1986: 72-77.  
 [6] 蒙源愿, 宋锦武. 便捷式红外寻的防空导弹抗干扰技术[J]. 弹道学报, 2007, 19(1): 19-24.  
 [7] 王明钢, 张军录, 崔伟成, 等. 基于导引头仿真模型的抗干扰目标识别算法研究[J]. 红外技术, 2007, 29(9): 29-32.  
 [8] 曹如增. 典型抗干扰红外导引头工作机理及抗干扰性分析[J]. 航天电子对抗, 2005, 21(1): 35-37.