

# 米波仪表着陆设备技术改造研究

赵修斌, 吴德伟, 张斌, 牛怀智  
(空军工程大学 电讯工程学院, 陕西 西安 710077)

**摘要:**针对目前国产米波仪表着陆设备技术水平落后、可靠性低等问题,提出了先进可行的技术改造方案,实现了 ILS 设备的数字化和远程维护。

**关键词:**仪表着陆设备;技术改造;数字化;远程维护

**中图分类号:**V249.32 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2001)04-08-11

米波仪表着陆系统(ILS)从问世以来,获得了很大的发展,是国际上使用最广泛的进场着陆系统,而且还将继续使用一个较长的时期。该系统属地基系统,空中导出进场着陆数据,主要优点是机上主动,保障等级较高,主要缺点是只能预先设置一条下滑道,对阵地要求严格<sup>[1]</sup>。

ILS 是国际标准进场着陆设备,技术体制比较成熟,其实现技术随着电子技术的发展也在不断提高。目前,国际上 ILS 的研制和生产公司或厂家很多,我国民航最近一些年进口的新型 ILS 设备主要有:美国九十年代初期生产的 MK10 型、意大利 ALCATEL 九十年代中期生产的 ILS400 型、挪威 NORMARC 九十年代后期生产的 NM7000 型等,这些新型设备广泛采用现代模拟与数字技术、微处理器和大规模可编程器件,实现了数字化控制,实现了嵌入式故障诊断和远程维护控制,代表了目前 ILS 设备技术的领先水平。

在国内,八十年代末期生产的某型仪表着陆设备是最新式国产 ILS 设备,主要采用模拟和数字电路技术,没有采用微处理器,其监测能力和数字化程度都比较低,尽管进行了不少改进,但整体技术水平低<sup>[2]</sup>。通过充分调研和论证,提出了对国产仪表着陆设备进行全面技术改造的方案。

## 1 技术方案

### 1.1 总体设计思想

采用现代模拟与数字电子技术,硬件与软件相结合,以较高的集成度和可靠性完成 ILS 的各项战技性能;采用嵌入式故障诊断技术和网络通信技术,使其具备较高的可测试性和维护性,可进行远地维护与监控,实现无人值守;采用数字技术和微处理器,产生高性能的信号源,并实现高精度的数字调整与控制,实现控制与调整的数字化;采用模块化设计,并进行电路和结构优化,使得各模块间的接口和电路结构简单,以提高可靠性和可维修性。

### 1.2 航向(下滑)信标机设计方案

#### 1.2.1 系统组成

航向(下滑)信标台包括天馈线系统、信标设备、遥控器 and 远地维护控制终端,其组成方框图如图 1 所示。天馈线系统包括天线阵、天线分配网络、监测网络。航向(下滑)信标

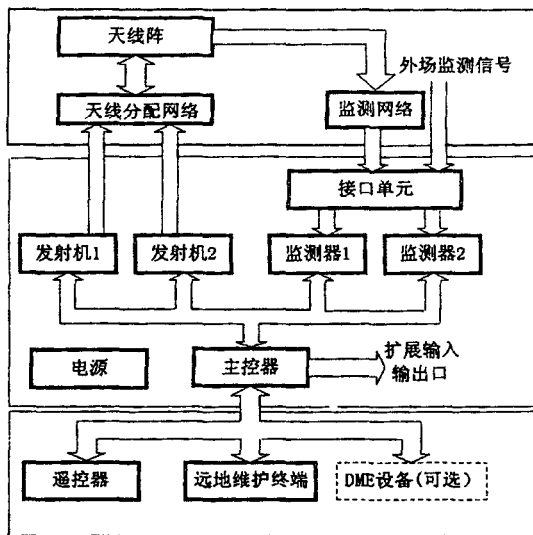


图1 航向(下滑)信标机电原理方框图

收稿日期:2000-12-20

基金项目:空司通信部科研项目(KD98111A).

作者简介:赵修斌(1965-),男,湖北天门人,副教授,硕士,主要从事航空导航研究.

设备包括两套发射机、两套监测器及接口单元、一套主控器以及电源系统等。主控器是信标机的控制中心,它通过串口和发射机、监测器、接口单元中的微处理器通信,完成控制、参数设置、数据读取等功能。发射机、监测器、接口单元中都有各自的微处理器,执行通信、电路控制、故障检测等任务。

1.2.2 发射机设计方案

发射机采用双套制,每套发射机分别由低频信号产生器、射频信号源、调制与功率放大器等部分组成,如图 2 所示。

1) 射频信号源

射频信号源采用频率合成器,由低频信号产生器中的微处理器(80C196)控制,进行参数设置。其双频系统采用同一晶振源,以避免频率漂移。

2) 低频信号产生器

低频信号产生器主要产生导航音频(90/150Hz)“和”、“差”信号、识别信号、键控信号等低频信号。采用同一晶振源,由 80C196 单片机<sup>[3]</sup>控制的函数发生器电路产生,其参数的设置与调整由主控器通过串行通信来完成。

3) 射频功放部分

射频功放部分采用现代高频功率场效应管。“和”、“差”信号分别对射频信号进行调制,形成 CSB 和 SBO 导航信号,然后进行功率放大,经射频继电器送天线分配网络。

射频功放部分的设置与维护参数,由主控器通过串行通信送给低频信号产生器,由 80C196 单片机进行管理和控制。

4) 发射机的控制

发射机开关机(指功放部分)由主控器裁定,通过串行通信向低频信号产生器中的执行单片机 80C196 发出指令,由 80C196 通过 I<sup>2</sup>C 总线接口控制该发射机开机或关机。

1.2.3 监测器设计方案(见图 3)

监测器采用双套冗余监测,两套监测器同时对天线监测分配网络反馈的信号和外场监测天线采样的信号进行监测,产生告警或预告警信号,并将这些告警或预告警信号送给主控器,由主控器裁定是否进行主备发射机转换或是关闭 ILS 发射信号。

监测分配网络对射频信号(如航道线、位移灵敏度、近场天线监测信号以及余隙等)直接进行变换和检波,得到视频信号经接口单元送监测器。

监测器采用 12 位 A/D 变换器进行数据采集,采用 80C196 单片微机和超大规模现场可编程芯片进行数据处理,得到的各测量参数与存储的告警或预告警门限进行比较,并产生相应的告警或预告警信号。

告警或预告警门限由主控器通过串行通信对监测器进行设置。监测器产生的告警或预告警信号通过串行通信口送给主控器。

1.2.4 主控器设计方案

主控器的核心是嵌入式计算机 PC/104(MSM486),如图 4 所示。

1) 主控器作用

- ①收集两套监测器的监测参数和用户维护参数;
- ②产生系统告警;
- ③对发射机的参数和监测器的告警门限进行设置和维护;
- ④记忆告警和操作“历史”;
- ⑤进行故障隔离;

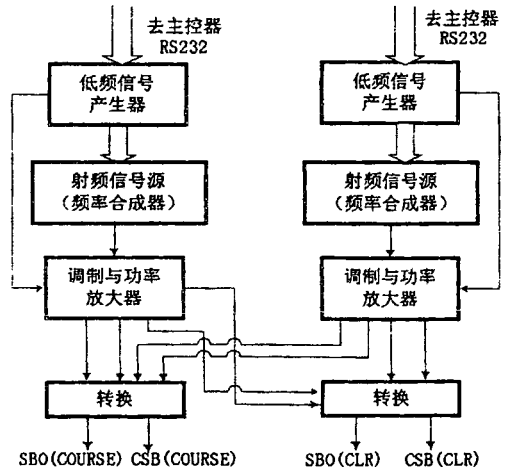


图 2 发射机方框图

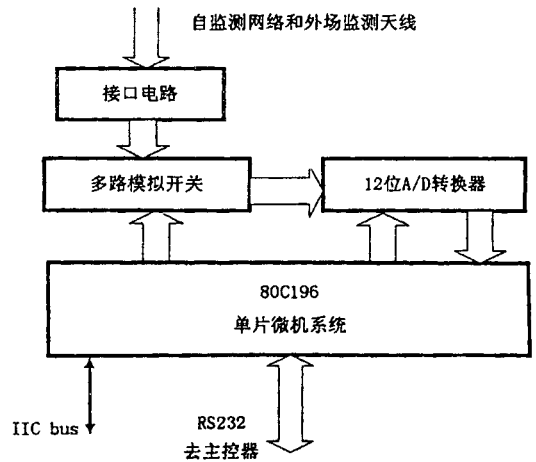


图 3 监测器电原理方框图

⑥提供与遥控器和远地维护控制终端的通信接口。

2) 主控器收集系统数据的方式

①通过串行通信口,收集从遥控器、远地维护终端的设置和维护数据以及监测器、发射机的工作参数和状态(包括告警和预告警状态)。主控器与遥控器、远地维护终端的通信接口采用 MODEM。与监测器、发射机的通信接口采用 RS232。

②通过 A/D 采样口,采集环境参数(温度、电源电压等)。

③通过 I<sup>2</sup>C 总线接口收集分布在各电路板上的检测点数据,用于故障隔离。

3) 主控器的控制方式

主控器发出的系统控制信号通过串行通信口发给发射机 1 或发射机 2,由执行单片机 80C196 通过 I<sup>2</sup>C 总线接口控制主备发射机的转换或关机。

4) 故障诊断

主控器根据监测器监测的外场数据以及各电路板上检测点的数据,进行故障诊断,压缩隔离故障,将故障确定到电路板或模块。

1.2.5 遥控器的设计方案

遥控器采用 PC/104 嵌入式计算机,通过 MODEM 与主控器通信,对信标机进行开关机、主备用选择、告警屏蔽等控制,并提供航向(下滑)台工作状态指示。

1.2.6 远地维护终端

技术人员对设备进行维护调整时使用远地维护终端,根据情况由技术员选择对航向台或下滑台进行维护控制。远地维护终端采用 PC 机(台式机或笔记本),由维护监控程序通过 MODEM 与航向(或下滑)信标机中的主控器进行通信完成维护控制功能。

2 关键技术

1) 数字信号处理与数字控制技术

所有被监测的模拟信号都通过 A/D 转换变成数字量,而数字信号直接通过并行或串行口进行读取,由微处理器进行数字滤波和处理。信号源由微处理器控制通过数字方式产生,信号参数的设置、维护和控制反馈,都采用数字方式实现。

2) 超大规模芯片现场可编程技术

采用 VHDL 软件平台,开发超大规模现场可编程芯片,使得电路采用的器件数大大减少,集成度和可靠性大大增强,同时系统的可维护性也大大提高。

3) 频率合成技术

采用频率合成技术产生射频信号,使得产生的射频信号频率稳定,设置方便。

4) 固态发射机技术

采用高频场效应功率放大管,体积小,功耗低,效率高。

5) 嵌入式故障诊断技术

嵌入式故障诊断是现代电子设备普遍采用的技术,本项目除采用监测器监测系统参数外,各电路模块内也设计了关键检测点,通过 I<sup>2</sup>C 总线收集检测信号,由主控器中的计算机进行故障诊断,将故障隔离到电路板。

6) PC/104 嵌入式计算机

PC/104 嵌入式计算机的主要特点是:与 PC/AT 总线完全兼容;层叠栈接结构,使模板间的连接非常可靠;模块化,标准化,满足工业标准;体积小,适用于各种嵌入式系统;功耗低,多数模板单 +5V 供电即可工作;集成度高,可靠性高;抗震动力强,工作及存储温度范围宽;功能模块系列化,品种丰富;可提供民品级、工

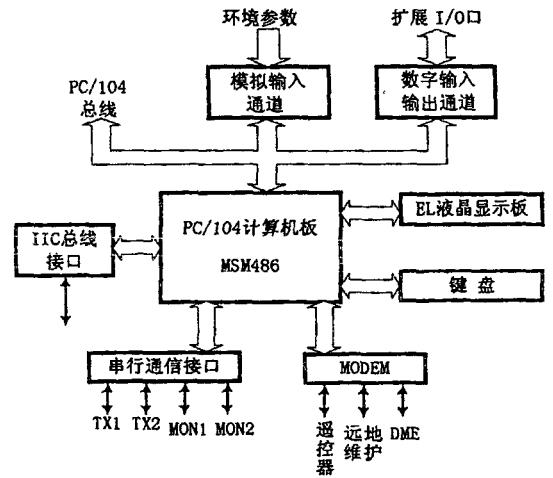


图 4 主控器电原理方框图

业级、军品级等适用于不同场合的产品。

采用 PC/104 产品意味着将标准 PC 体系结构融入产品设计,在 PC/104 平台上,所有 PC 机的操作系统及软硬件资源都可利用,可缩短开发周期、改善产品的稳定性和可靠性,也便于产品升级和维护。

本方案即采用 PC/104 嵌入式计算机构成设备的主控系统。

#### 7) 计算机通信技术

采用星型网络通信方式,其核心是主控器(PC/104 嵌入式计算机)。主控器与遥控器和远地维护终端采用 MODEM、FSK 调制方式进行通信,与两个发射机和两个监测器采用 RS232 串口通信。发射机和监测器中的 80C196 单片微机与其子系统(各电路板)采用 I<sup>2</sup>C 总线或并行总线进行通信。该方案可以简化各子系统间、各电路模块间的接口,有利于模块化设计。

### 3 结束语

采用现代模拟与数字、计算机控制等高新技术,借鉴国际上先进的 ILS 技术和成功经验,高起点地进行全新设计,可以使国产 ILS 设备达到九十年代末期国际先进水平,提高飞机进场着陆保障水平。同时由于进口 ILS 费用太高,改造后的仪表着陆设备以很高的性能价格比,在军航、民航界有着很好的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 吴德伟,武 昌,赵修斌. 飞机着陆引导系统对机场净空要求的影响分析[J]. 空军工程大学学报(自然科学版)2000,1(1):14-17.
- [2] 吴德伟. 仪表着陆设备[M]. 西安:空军电讯工程学院,1996.
- [3] 孙涵芳. Intel 16 位单片机[M]. 北京:北京航天航空出版社,1995.

## Study of Technological Renovation for the Equipment of Instrument Landing System

ZHAO Xiu-bin, WU De-wei, ZHANG Bin, NIU Huai-zhi

(The Telecommunication Engineering Institute of the Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China)

**Abstract:** Aimed to the present technology level and reliability of the domestic-made equipment of Instrument Landing System, an advanced and feasible technological renovation scheme is presented, and the said equipment is digitized and remote maintainability is reinforced.

**Key words:** ILS equipment; technological renovation; digitalization; remote maintenance