

# 某新型武器系统检验用机载干扰机

高军, 李政杰, 张永顺, 戴国宪

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

**摘要:** 综述了某新型武器系统检验用机载吊舱式干扰机的原理。根据系统战技指标要求而研制的机载吊舱式干扰机, 技术性能已达到了设计技术性能指标要求, 不仅可以对武器系统抗干扰性能进行评估和鉴定, 也可以对抗干扰训练和操作提供依据。

**关键词:** 武器系统; 机载干扰机; 试验

**中图分类号:** E927    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1009-3516(2000)04-0087-04

任何武器系统研制完成后, 都必须进行技术指标检验, 其中抗干扰检验是技术指标检验中的一项重要和必不可少的项目。干扰外场飞行试验是抗干扰有效检验中最直接、最真实、最可靠的方法。它不仅可以对武器系统抗干扰性能进行评估和鉴定, 也可以为以后抗干扰训练和操作提供依据。为了进行某新型武器系统干扰外场飞行试验, 研制了机载吊舱式干扰机。根据该新型武器系统战技指标要求, 干扰机必须具备如下特点:

(1) 该新型武器系统防御的目标为小雷达截面积的目标, 校飞用的目标机必须选用小型机, 干扰机需安装在外挂吊舱内。

(2) 由于该新型武器系统雷达采用了频率捷变等先进的抗干扰技术, 对干扰机的引导时间和频率引导精度提出了很高的要求, 干扰机必须具有频率测量和频率引导装置。

吊舱内部要安装干扰机、电源及收发天线, 由于吊舱容积有限, 所以在设计时除注意减震、保温、散热等问题外, 更要彻底解决舱内的电磁兼容问题。此外, 吊舱的收发天线的安装, 及保证它们之间具有良好的收发隔离度, 也是设计的重点问题。

## 1 吊舱干扰机组成及工作原理

吊舱式干扰机的基本组成包括吊舱、收发天线、瞬时测频接收机、频率引导装置、吊舱内控制盒、噪声调制组合、发射机、行波管电源、定向耦合器、机上控制盒、去耦电路等。其简化方框图如图1所示。

### 1.1 收、发天线系统

吊舱式机载干扰机是将侦察设备和干扰机设备密集布置于飞机上的同一吊舱内, 由侦察设备侦察地面雷达信号, 引导干扰机释放有源干扰, 使雷达无法正常工作的系统。其发射天线和接收天线密集布置于吊舱的前舱内, 前舱头部是天线罩, 组成一个特定的收发天线系统。

发射天线与接收天线平行安装, 接收天线在发射天线下方, 略靠

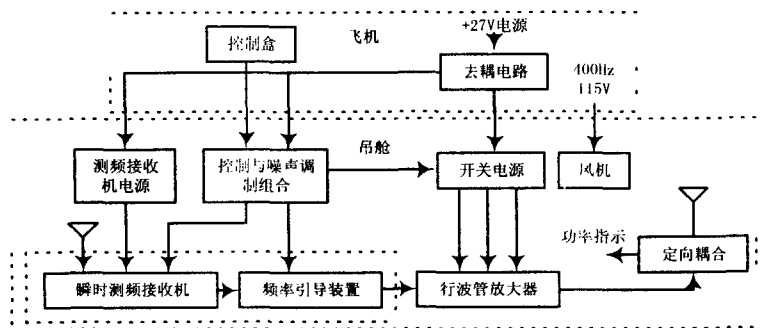


图1 引导干扰机的简化方框图

后。天线电轴与吊舱的横轴夹角为 15°,并±10°可调。

天线系统的研究内容主要包括两个方面:一是从天线的选型、增益、方向图等方面分析预测,设计出符合指标要求的天线。二是从收发天线辐射耦合通道入手,建立收发天线近场耦合数学模型,从收发天线间的距离、天线相互取向以及综合系统的形状和尺寸等方面考虑,对收发天线的耦合干扰进行分析预测,即对隔离度进行分析预测,从而保证所设计的收发天线系统各部分在舱内这样一个复杂的电磁环境下能兼容工作。

机载吊舱式干扰机收发天线是一种很特殊的天线,由于舱内空间有限,因此要求天线体积小、重量轻,而且安装在同一吊舱中。舱内、舱外电磁环境复杂,须选择合适的天线以满足各自的战技指标,尤其满足收发天线之间隔离度的要求是难点中的难点。根据本课题技术指标要求方向图宽、隔离度高等特点,我们选用同轴双环多模喇叭天线。同轴多模喇叭天线由于其造价低、易加工,而且主瓣宽、旁瓣低等特点一直受到人们的重视。由于收、发天线均采用同轴多模喇叭天线,通过调整收、发天线的位置,可使收、发天线之间的隔离度达到 50 dB 以上。

对天线罩的分析设计,是以现有的照相吊舱头部为原型。根据机载干扰机指标要求在较宽的工作频带透波率高的特点,因此必须选择频带宽、传输效率高的罩壁结构,同时考虑到机械强度等综合因素,机载吊舱干扰机天线罩选择了电气性能好、重量—强度比高的 A—夹层结构。因为要和照相吊舱衔接,根据空气动力学、电气特性和天线结构型式的要求,综合考虑、进行选择,因此本机载吊舱式干扰机天线罩为旋转对称的、卵蛋形天线罩。研制的机载吊舱式干扰机天线罩经高低温、振动、静压试验,性能良好,能承受 69kPa 的负压,对工作波段的信号其透波率不小于 85%,使用温度为 -55℃~+55℃,达到了设计指标要求。

### 1.2 瞬时测频接收机

瞬时测频接收机主要由微波前端滤波、限幅、放大、四通道鉴频电路、A/D 数字转换网络以及系统控制电路等部分组成,如图 2 所示。当射频脉冲或 CW 信号输入时,由相应频段的限幅放大器放大。前、后置滤波器用来剔除限幅放大器带宽外的杂散信号。分配器将信号分别送入四路延迟线和鉴频器通道。四路延迟线分别保证单值测量(短 L 延迟线)和频率精度(长 L 延迟线)。通过门限检测、视频差分放大和量化编码,最后送出 12 Bit 频率编码信号。测出的 12Bit 频率编码信号,一方面以十进制码的形式显示在数码管上,同时还作为 SRAM 已装订好的数据,该数据经 D/A、I/V 电路后,作为 VCO 的中心频率控制信号。

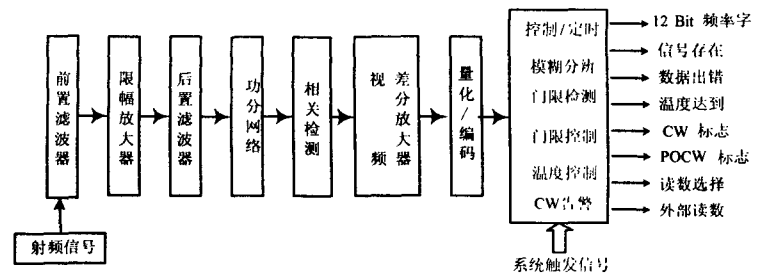


图 2 接收机组组成简化框图

视频差分放大器采用直流耦合电路,能同时适应脉冲和 CW 信号。其中,直流随时间和温度存在一定漂移,会给鉴频器的幅度输出信号带来不可允许的误差。为此,利用直流电路每隔 5s~10s 进行一次复零,消除这一漂移误差。

为了保证测频精度不随温度变化,在测频电路中加入恒温装置。

### 1.3 频率引导装置

频率引导装置由相加器、VCO、PIN 开关三部分组成,其框图如图 3 所示。相加器将瞬时测频接收机输出的频率控制电压与噪声调制组合送来的噪声电压相加,送到 VCO 的控制端。VCO 输出为噪声调频的射频信号,其中心频率为接收信号的载频。PIN 开关用于控制发射干扰信号的通、断。

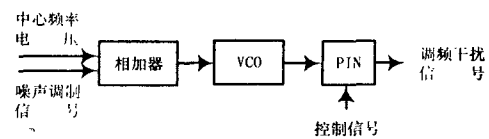


图 3 频率引导装置框图

为了消除 VCO 的温漂和 VCO 的非线性影响,系统中设计了一闭环控制环路,用于频率校准。整个频段内频率校准一次的时间为 20ms。

### 1.4 吊舱内控制盒及噪声调制组合

吊舱内控制盒用于地面检查时工作状态的控制和干扰机干扰样式与噪声带宽的选择。其工作状态有:发射机的预热、工作、暂停和断开;频率引导的手控和自动;频率校准和自检。控制盒面板上有发射机功率指示灯。干扰样式有瞄准和阻塞式两种。瞄准式干扰为纯噪声调频干扰,带宽分别为 10 MHz、20 MHz、30 MHz。

阻塞式干扰为噪声加函数电压调频干扰,带宽分别为 40 MHz、50 MHz、100 MHz。在自动引导状态时,干扰的中心频率始终随雷达信号的载频而变化。在手控状态时,干扰中心频率不随接收的雷达信号频率变化。

噪声调制组合由噪声源、函数发生器、选通与相加电路、放大器、电平变换、控制继电器、校准方波产生、自检方波产生、PIN 控制等电路组成,其框图如图 4 所示。

函数发生器所产生的函数电压有正弦、三角、锯齿、方波和阶梯形波。选通与相加电路完成噪声与函数电压的相加和选通。

校准电路的作用是关闭调制噪声电压的输出并给测频接收机一个校准指令。

自检电路的作用是关闭调制噪声电压的输出并给测频接收机一个自检指令。

PIN 控制电路在瞬时测频接收机信号存在的触发下产生一对方波,分别控制频率引导装置中的 PIN 开关导通和接收机输入端射频开关的关闭。方波宽度为 230  $\mu\text{s}$ ,可在 180  $\mu\text{s}$ ~300  $\mu\text{s}$  内调定。

### 1.5 发射机

发射机采用连续波行波管功率放大器。

### 1.6 行波管电源

行波管电源采用开关电源,将机上送来的 27V 直流变换为行波管各极所需的电压。

电源原理方框图如图 5 所示。它由一组 DC-DC 稳压变换器,两组 DC-DC 变换器,一组 DC-AC 变换器以及 12V 辅助源,过流保护和延时电路等组成。

DC-DC 稳压变换器简要工作原理:脉宽变换器由前置稳压器、DC-DC 变换器和检测反馈网络等部分组成。脉宽控制电路产生频率恒定、宽度可调的方波激励信号去驱动开关稳压器调整管,对输入直流 27V 进行斩波,斩波后的脉宽调制电压经开关稳压器滤波后获得 20V 左右直流电压。该电压经 DC-DC 变换器变换成高频交流方波,再经高频变压器升压后整流滤波输出。检测反馈网络对输出高压进行检测取样,并通过负反馈控制脉宽调制器输出的方波激励信号宽度,从而稳定输出电压。

延时电路用 555 时基电路,简单可靠,延时期间脉宽调制器不工作,无高压输出。开关稳压器设置限流式保护,后置变换器设置截止式保护。

### 1.7 去耦电路

该电路安装在机上电源与吊舱内电源之间,防止电源之间的相互干扰,提高了电磁兼容性。

## 2 吊舱内部结构

在吊舱内安装的主要设备有:接收机组合、发射机组合、电源组合、控制器组合、接收机电源组合和天线馈系统等六大部分,在吊舱内部的总体布局如图 6 所示。吊舱的前端为天线整流罩。

该机载吊舱式干扰机具有以下特点:

- (1)采用瞬时测频技术,可在 0.5  $\mu\text{s}$  内测量雷达载频并将干扰中心频率引导到雷达载频上。
- (2)测频与频率引导采用了闭环校准方式,较好地解决了温漂和 VCO 的非线性问题,实现了准确测频

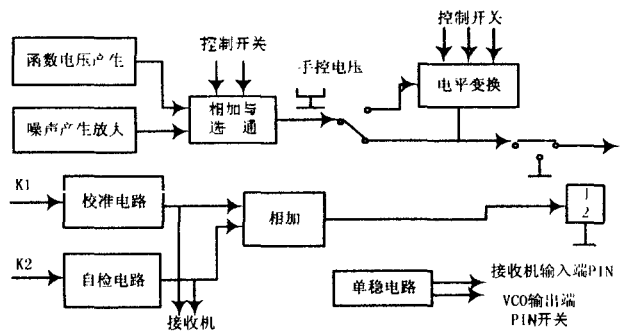


图 4 噪声调制组合方框图

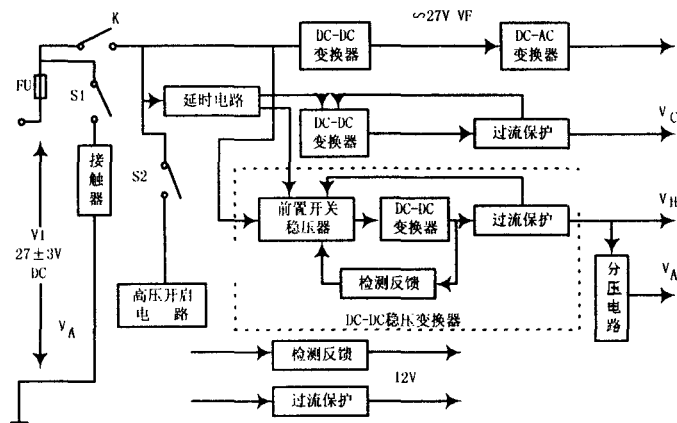


图 5 行波管开关电源电原理图

和频率引导。校准频率所需时间为20ms,频率引导精度小于2MHz。

(3)行波管电源采用开关式电源,体积小、重量轻、效率高。

(4)采用吊舱式结构。整个引导干扰机系统安装在吊舱内,具有结构紧凑、使用方便等特点。

(5)干扰样式齐全,具有纯噪声调频干扰、各种函数加噪声调频干扰。

(6)干扰机输出功率大于100W。

(7)具有广泛的适应性。

(8)采用行波管放大链和高稳定频率源组成机载干扰机。

该机载吊舱式干扰机经专家评审认为:技术性能已达到了设计技术性能指标要求,技术难度大,属国内首例;设备结构设计合理,工作性能稳定可靠;满足出厂要求,可以参加与某型武器系统抗干扰对接试验。

该设备结构设计合理,工作性能稳定可靠;满足出厂要求,可以参加与某型武器系统抗干扰对接试验。

#### 参考文献:

[1] 彭望泽.防空导弹武器系统电子对抗技术[M].北京:宇航出版社,1995.

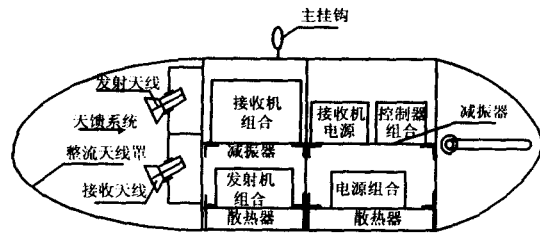


图6 吊舱内的总体布置

## The Airborne Jammer for the Test of the New Type Surface-to-Air Missile Weapon System

GAO Jun, LI Zhent-jie, ZHANG Yong-shun, DAI Guo-xian  
(The Missile Institute of AFEU., Sanyuan 713800, China)

**Abstract:** The principle of the airborne nacelle jammer used for the test of the new type surface-to-air missile weapon system is summarized. The performance of the airborne nacelle jammer that is designed on the basis of the target of tactical and technique is up to the target designed. On the one hand, it is used to evaluate and identify the anti-interference of weapon system; on the other hand, a valuable basis is provided for anti-interference training in the future.

**Key words:** nacelle; airborne jammer; test