

某型飞机惯性导航系统校正研究

张宗麟¹, 胡志强², 郝顺义², 黄国荣²

¹(空军工程大学 工程学院航空自动控制工程系, 陕西 西安 710038)

²(空军工程大学 工程学院研究生管理大队, 陕西 西安 710038)

摘要: 研究了某型先进战斗机导航系统的特点及其对导航系统的校正问题。重点研究了用GPS/GLONASS双卫星接收机校正惯导的一系列技术问题。该项研究已纳入国家某工程型号任务之中,对提高飞机导航系统精度及飞控与火控系统性能有重要意义。

关键词: 导航系统;惯导;GPS/GLONASS;校正

分类号: V241.62 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2000)01-0006-03

1 某型飞机导航系统的特点及任务来源

某型飞机导航系统是一个以惯导为主的导航综合体,组成如图1所示。其特点有三。一是惯导没有计算机,飞机经纬度等导航参数的计算在共用的导航计算机内进行;二是对惯导自身精度要求不高,第一飞行小时规定为 $8\text{KM}(2\sigma)$;三是一旦主惯导故障或无速度输出,由主或备惯导航向与大气机,极限信号系统共同进行经纬度计算,此时精度降为第一飞行小时规定为 $40\text{km}(2\sigma)$ 。

如此大的位置误差,不对其进行校正,是无法满足飞机对飞控和火控系统要求的。原设计主要利用无线电近导系统并辅以光电瞄准系统进行连续不断的校正,来保证导航系统的高精度(几百米)。但我国还不具备与之配套联网的地面导航台,离开规定机场便无法校正。

1994年调研时,已深刻认识到惯导校正问题国内一时还难以解决。因为设置地面导航台,需要大量经费及人力,并非易事,而在多次飞行任务中,误差过大的问题又十分突出,部队反映较为强烈。为此,提出了加装GPS并进行组合导航的科研申报书。

2 校正系统的研制方案

已经批准的双卫星校正设备组成方案如图2所示,包括开关K1、GPS/GLONASS复合天线、天线馈线、卫星接收转换机和机上共用的显示处理机。输出校正信号送至导航计算机,表明惯导信号是否已校正的标志是控制台上的“校正灯”亮。

“GPS/GLONASS接收机OEM板”与其复合天线,可以提供24个以上的GPS和GLONASS卫星跟踪

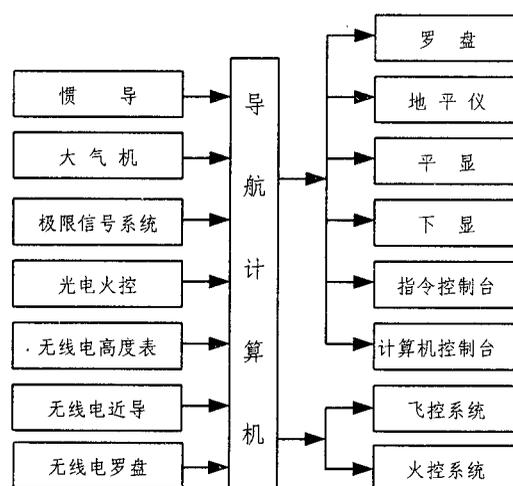


图1 导航综合体组成

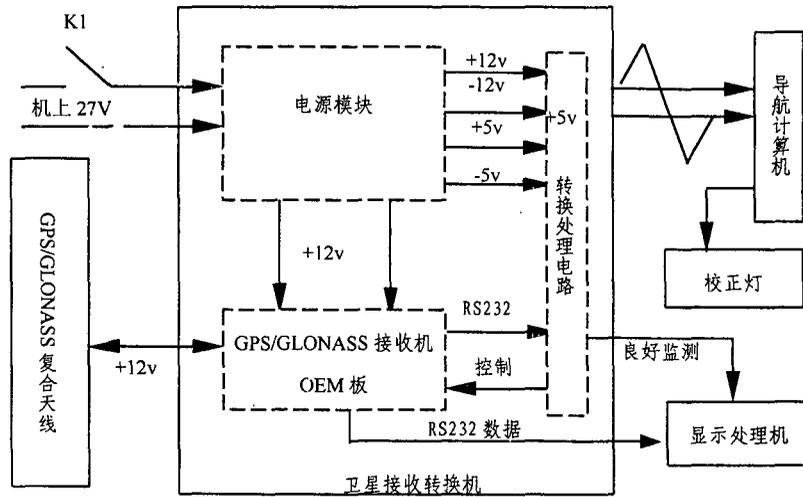


图 2 双卫星定位校正系统的组成框图

通道,保证在高动态下提供飞机位置参数。OEM 板输出工作模式、信号格式均受 CPU 的控制。

“转换处理电路”是卫星接收转换机的中枢,它由 CPU、外围接口、大规模可编程芯片、监控电路、功能驱动电路等组成。完成对 GPS/GLONASS 信号的可靠性分析、滤波处理、数据解算、编码转换、加电自检和定时巡检等任务。并为地面检测提供接口信号。经 GPS/GLONASS 校正后,不论是惯导还是惯导—大气机解算的位置误差,均降为 350m(CEP)以内。且以此作为基础计算的下列导航参数精度大为提高,它们是:真航向、应飞航向、应飞航迹角、偏流角、应飞航向偏差、到信标台的方位角、到目标待飞距离、剩油待飞距离、相对给定航线横偏距、相对给定航线高度差、东向速度、北向速度、地速、即时位置。

另外,GPS/GLONASS 接收机输出的信息,可直接进入显示处理机,显示有关航行或着陆导航画面,作为机上原导航显示功能的扩充和备份。

3 解决的关键技术

由于某型飞机原设计并没有装备 GPS/GLONASS 及其校正功能,因此也没有现成可用的接口及相关设施。因此要用 GPS/GLONASS 校正导航计算机的值,关键是要将 GPS/GLONASS 信号送进去、放好位、能校正,这就要解决一系列未知难题。

(1)GPS/GLONASS 信号以什么样的格式才能进入导航计算机,要了解机载设备数据总线,要研究 GPS/GLONASS 信号转换问题;

(2)GPS/GLONASS 信号有些什么参数、按什么样的次序、带着什么样的地址进入导航计算机,才能被接收;

(3)GPS/GLONASS 信号进入导航计算机的具体路径,包括经过什么系统、部件、插头、钉号等,因为没有事先明确的直接通道可以进入计算机;

(4)GPS/GLONASS 信号是否可信,能否用它校正惯导,用什么办法检测;

(5)GPS/GLONASS 信号按照什么样的精度、选取多少个数据位、按照什么样的传送办法,来保证对导航计算机的校正精度;

(6)一旦接收到 GPS/GLONASS 信号,并满足校正条件,在什么位置显示这一校正过程。

这些问题,没有现成资料可查,对某型飞机来说解决过程还是相当困难的。但自 1993 年以来,我们先后研究了 GPS 与 563 惯导组合导航、某型飞机惯导修理技术、导航计算机软件破译、某型飞机机载设备数据总线和某型飞机导航系统交联关系等问题。这些研究成果为在较短时间内解决上述关键技术,并完成这样一件技术含量很高的工作奠定了技术基础。

4 可靠性设计

高速高空战斗机的工作环境是非常恶劣的,机载产品除了硬件要经受各种环境实验要求外,软件的设计

也要可靠。为此,在程序设计中采取措施,保证在遭到强电磁脉冲或大幅电源波动造成程序紊乱时,具有快速从短时故障中恢复的能力。

另外,为保证 GPS/GLONASS 信号在准确可靠的前提下校正惯导,特设置以下检测:

(1)采用 GPS/GLONASS 双卫星接收机,以提高对错码的剔除能力,由于两种卫星同存,机内利用卡尔曼滤波技术,对输出信息的可靠性监测可达 99.9% 以上。

(2)卫星接收转换机内处理电路对 GPS/GLONASS 信号的可靠性采用两次判据后,方可接收转换处理。

(3)接收、处理、转换后的信号是否符合要求,产生的“良好性”矩阵在导航计算机内需经判据。

(4)导航计算机内对 GPS/GLONASS 信号和惯导信号进行判断比较,必须满足给定判据条件。

5 结论

目前已完成了地面样机的原理与交联实验,其对惯导的校正过程满足设计要求,并通过了空军科研部与工业部门分别组织的专家评审。根据工业部门有关单位的国内外调研,认为我们所实施的方案是稳妥可靠的。这一研究成果,不仅解决了某型飞机的导航问题,而且打破了一定的技术封锁。

Study about Correct of INS of a Type of Airplane

ZHANG Zong-lin¹, HU Zhi-qiang², HAO Shun-yi², HUANG Guo-rong²

¹(Dept. of Aeronautical Automatic Control Engineering of the Engineering Institute, AFEU., Xi'an 710038, China)

²(Group of Managing Postgraduates of the Engineering Institute, AFEU., Xi'an 710038, China)

Abstract: This paper studies characteristics of navigation system of an advanced airplane and its correct problem. It Mainly studies a series of technology problems to correct INS using GPS/GLONASS Double Satellites Receive Equipment. The research is already brought into a type of project, and it has important significance in improving precision of airplane navigation system and capabilities of flight control system and firepower control system.

Key words: Navigation system; INS; GPS/GLONASS; Correct