

仪表着陆系统远区场飞行检验方法研究

刘勇, 吴德伟

(空军工程大学 电讯工程学院, 陕西 西安 710077)

摘要:介绍了使用微波着陆系统(MLS)对仪表着陆系统(ILS)进行飞行检验的一种新方法。从理论上分析表明,通过选择特殊的检验航线及数据处理方式,此方法可适合于对仪表着陆系统远区场进行检验,且可对检验结果进行统计分析。

关键词:仪表着陆系统;飞行检验;远区场;航线

中图分类号:TN966 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2003)04-0023-04

仪表着陆系统是一种以仪表指针方式为飞行员提供航向道、下滑道和距离信息的飞机进场着陆引导系统。由于是依照仪表指针引导飞行员按预定下滑线着陆,无需目视飞行,因此又称为盲目着陆引导系统或盲降系统。该系统工作在VHF和UHF频段,由地面设备和机载设备两大部分组成,地面设备包括航向信标、下滑信标以及测距设备,地面设备与机载设备配合,为飞行员提供相对预定下滑线的水平和垂直面内的修正指示以及到跑道端口的距离指示。

仪表着陆系统引导功能的实现依靠地面设备辐射特定信号场型,这种信号场型的形成需要复杂的天线阵、一定的阵地条件和理想的电磁环境,对该场型的检查必须通过飞行检验完成。因此,任一机场完成仪表着陆系统地面设备的安装架设以后,在对其进行地面测试的前提下,需要申请飞行检验来检查系统战技性能是否满足要求,为系统的运用提供试飞依据。此外,在系统运行一定时间或发生重大故障修复后,也必须通过定期飞行检验和特殊飞行检验检查系统的工作能力^[1]。

1 飞行检验现状及存在问题

目前军用仪表着陆系统飞行检验采用的设备主要是国产某型运输机改装的检验飞机、无线电经纬仪、地空通信及数传电台、GPS接收机、机载飞行检验系统等。这里无线电经纬仪的主要作用是根据光学原理采用目视瞄准的方式对检验飞机进行跟踪,记录飞机实际的飞行轨迹,同时通过数传电台向飞机发送所测的数据;GPS接收机提供的位置数据用于保持飞行航线和获得到指定地点的距离信息;机载飞行检验系统包括仪表着陆系统机载接收机、数据录取设备和微型计算机及其相关软件。飞行检验的方法是检验飞机按预定航线飞行,其中在数据录取阶段,飞行员必须依据仪表指示飞行。地面无线电经纬仪操纵员不断的调整无线电经纬仪对飞机进行跟踪,并通过数传电台向机载飞行检验设备发送飞机的位置数据,机载飞行检验设备将接收的地面无线电经纬仪提供的飞机的位置数据以每秒10个点的频率进行采样后,同预设的基准数据进行比较,再通过微型计算机进行相关处理后即可得出检验的结果,并对检验结果进行综合评定。结果以曲线形式给出,鉴定检验指标是否达到要求。

飞行检验的主要内容有航向信标的扇区宽度、航向道对准及覆盖、下滑信标的下滑角及扇区宽度、下滑道结构等^[2]。

仪表着陆系统飞行检验的航线依据检验内容而定,如:①进场航道(仪表大航线)。飞机以400~800 m

收稿日期:2002-12-13

基金项目:军队科研基金资助项目

作者简介:刘勇(1976-),男,湖南衡阳人,硕士生,主要从事无线电导航装备发展体制及管理研究;

吴德伟(1963-),男,吉林吉林市人,教授,主要从事无线电导航装备发展体制及管理研究。

高度,从距离着陆端 15 km 处,分别按航向(下滑)指示器指示中心,至跑道头(或高度 60 m)复飞。②航向信标覆盖。飞机以 600 ~ 900 m 和 1 500 m 高度,在距离航向信标天线阵 31.5 km 处,以航向信标天线阵为中心飞一圆弧,从一侧 20°至另一侧 20°。③下滑信标覆盖。飞机以 600 m 高度,在距离着陆 40 km 处沿跑道延长线向台平飞;以 600 ~ 900 m 高度,在距离着陆端 18.5 km 处,以着陆端为中心飞一圆弧,从一侧 20°至另一侧 20°。具体检验航线如图 1 所示:

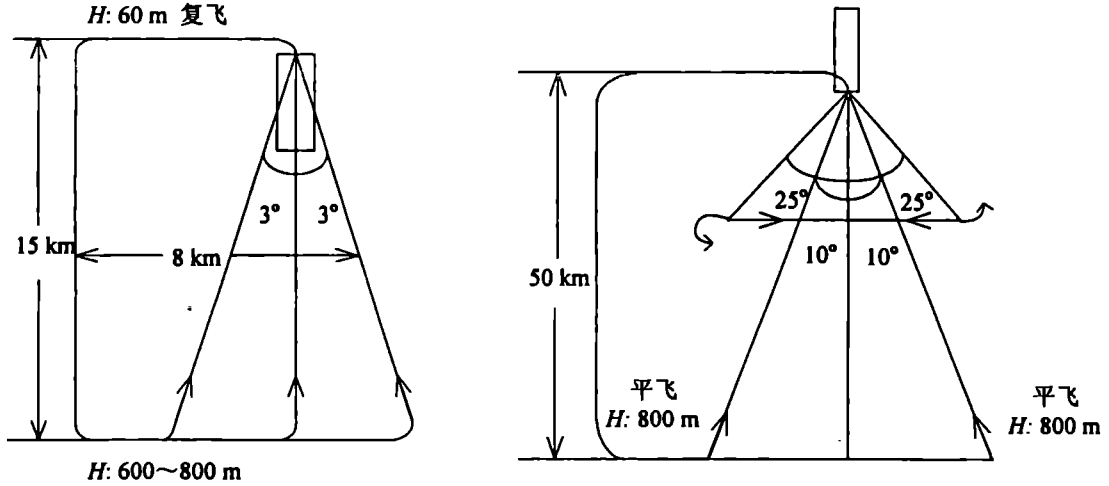


图 1 飞行检验航线

目前,军用仪表着陆系统飞行检验存在的主要问题:一是检验仅针对近区场进行,对仪表着陆系统远区场的鉴定仅限于在仪表着陆系统近区场飞行检验的基础上,对远区的场型结构进行一种大概的估计,国内还没有提出一套对仪表着陆系统远区场进行飞行校验的可行方法,应当说远区场飞行检验的研究在国内尚属空白;二是飞行检验配备的设备与国外相比还比较落后,现行飞行检验的设备(无线电经纬仪)采用光学原理以目视瞄准方式提供数据,受视距、气象条件及场地等因素的多重限制,因此无法对仪表着陆系统远区场飞行检验。国内还没有对仪表着陆系统进行飞行检验的雷达,此种雷达可超视距工作,为飞行检验提供精确的方位、高度和距离基准,以此基准对仪表着陆系统进行误差预测、辐射信号场型的畸变分析等。

下面介绍一种仪表着陆系统远区场飞行检验的新方法,此飞行检验的方法通过特殊飞行检验航线的选择,只需一次飞行即可对仪表着陆系统航向信标的扇区宽度、对称性等进行检验。同时通过对等间距垂直检验航线的的数据录取和处理,可对航向信标的扇区宽度内信号辐射的场型进行定量分析。用此方法对仪表着陆系统远区场进行飞行检验,不受气象条件等因素的影响。预计飞行航线为 500 km,所需飞行时间不到 2 h。不仅可节省大量的人力、物力、财力,而且可以显著提高安全系数。

2 仪表着陆系统远区场飞行检验方法

2.1 飞行检验设备及机场配置与作用

飞行检验的主要设备包括:仪表着陆系统、微波着陆系统、中波导航系统、精密高度表、GPS 接收机、某型运输机改装的检验飞机、机载飞行检验计算机及相关软件等。这里要求仪表着陆系统航向信标与微波着陆系统方位制导台平行架设,航向信标天线架设在跑道反着陆端中线延长线上,距跑道端 200 ~ 600 m 之间。微波着陆系统方位制导台偏置中线延长线 30 m^[3]。飞行检验设备的机场配置情况如图 2 所示。

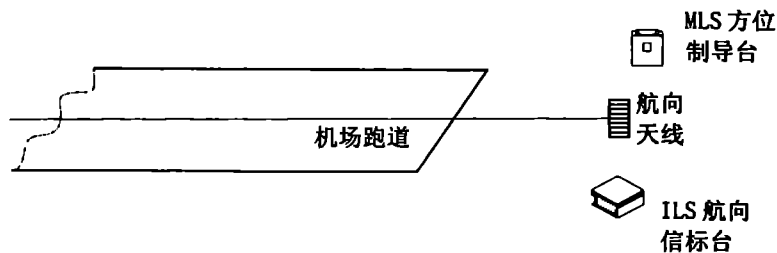


图 2 仪表着陆和微波着陆设备的机场配置

这里微波着陆系统的作用是为仪表着陆系统飞行检验提供距离和方位基准。中波导航系统、GPS 和精密高度表等设备相互结合使用,保证飞机按照预定航线和高度飞行。

2.2 飞行检验实施方法及结果评定

仪表着陆系统远区场飞行检验采用两条特殊的飞行航线。如图3所示:

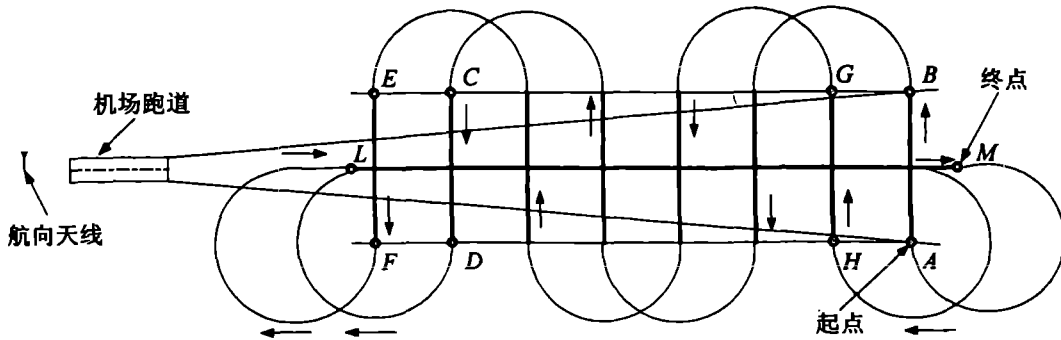


图3 远区场飞行检验航线

这是两条蜿蜒的航线(分别称为向南和向北航线)。每条航线都包括两个部分:其一是沿理想下滑线背离航向信标飞行的直线部分,(图3中的LM段航线);其二是与跑道中线延长线相垂直的航线,(图3中的AB、GH、CD等)。在垂直航线上飞机即可以从北向南飞行,又可以从南向北飞行,且垂直部分航线等间隔地分布在距航向信标天线9~37 km的范围内,相互间隔均为4 km。选取图3所示航线中的粗线为录取数据段。

飞行检验的具体实施方法是:飞机由机场起飞沿跑道中线飞行至M点,进行270°转向后经过距离航向信标37 km垂直航线AB后,顺箭头所示方向经半圆航线进入垂直航线,依次3次横切航向面。在横切垂直航线CD后,在D点处进行270°转向。经过点L后沿理想的下滑线返飞,在AB段中点处进行270°转向再由垂直航线HG横切航向面。依次再两次横切航向面后,在点F处进行270°转向,然后再沿理想下滑线返飞,由终点飞离。

飞行检验的数据录取和评价方法为:先将微波着陆系统接收机和仪表着陆系统接收机设定在统一的时钟下工作,然后从仪表着陆系统机载接收机提取包含角度信息的电流信号,同时对提取的电流以每秒10个点的频率采样,将此采样的电流转换为飞机相对跑道的方位角。同样,可对微波着陆系统机载接收机所测的飞机方位角以每秒10个点的频率采样。因为仪表着陆系统和微波着陆系统机载接收机在同一时钟下工作,所以可将它们在同一时刻点获得的角度进行比较,利用计算机和相关软件即可获得仪表着陆系统的角度测量误差、辐射场型畸变、航向道弯曲、航向道抖动数据等,并可进行统计分析。

3 飞行检验方法的可行性分析

通过讨论飞行检验的误差来分析此飞行检验方法的可行性。飞行检验的误差主要来自以下3个方面:

①飞行检验基准设备微波着陆系统的误差。产生误差的因素包括:地面发射设备对制导信号的编码误差;发射机噪声引起的误差;天线偏离地面基准位置所造成的误差,即天线位置误差;机载接收机的测量误差。②飞行检验方法的误差。此飞行检验方法要求飞行员人工驾驶飞机按预定航线飞行,因此要求飞行人员依据预定航线,结合无线电罗盘和精密高度表等设备完成飞行检验。由于飞行员驾驶技术的差异,以及精密高度表、无线电罗盘等设备的误差,飞机很可能偏离出预定航线。如在飞机转入垂直航线时,有可能偏离出垂直航线而与跑道中线成一非直角飞行,并且飞行的高度同要求的高度也存在偏差,导致检验误差的产生。③数据录取及处理的误差。在数据录取处理过程中,要对微波着陆系统和仪表着陆系统测得的数据进行采样及利用计算机和相关软件进行比较,计算和测量同样存在误差。

以上误差源中,最主要的误差是基准设备误差。相对仪表着陆系统而言,一方面微波着陆系统方位制导台产生的是很窄的扇状波束,同时采用了相控阵天线技术实现对制导信号的发射,以实现高速的对相应覆盖区域内进行往返扫描。机载接收机在接收到“往”和“返”两次波束后,测定其时间差,由此得到飞机在空中所处的角位置。另一方面微波着陆系统机载接收机采用了信号的多径干扰抑制技术,并且实现了角度数据的数字化,因此其具有较高的精度,理论上可以作为仪表着陆系统飞行检验的基准。至于飞行检验的方法和数据录取等因素的误差这里可作如下说明:无线电罗盘的误差综合起来不大于 $\pm 5^\circ$,精密高度表误差不大于 $\pm 20\text{ m}$,其它设备及其数据录取和处理的误差对于远区场飞行检验而言影响很小。综上所述本文提出的方法可实现对仪表着陆系统远区场飞行检验^[4-5]。

4 结束语

本文提出了利用MLS对ILS进行飞行检验的一种新方法,由于采用特殊的飞行检验航线和数据处理方式,从理论上的分析表明,该方法可以全天候、高精度的对仪表着陆系统远区场进行检验并对鉴定结果进行分析。

参考文献:

- [1] Richard M, Hueschen Charles E, Knox. Modeling of Instrument Landing System(ILS) Localizer Signal on Runway 25L at Los Angeles International Airport [R]. NASA Technical Memorandum 4588, Hampton Virginia: Nasa Langley Center, 1994.
- [2] 张忠兴, 李晓明. 无线电导航理论与系统[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1998.
- [3] 周其焕, 魏雄志, 崔红跃. 微波着陆系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 1992.
- [4] 赵 镭, 袁安民, 吴德伟. 米波与分米波仪表着陆设备共址安装研究[J]. 空军工程大学学报(自然科学版), 2001, 2(1): 59-62.
- [5] 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(4): 14-17.

(编辑: 门向生)

A Flight Test Method Research on Instrument Landing System Applied to a Far Zone

LIU Yong, WU De-wei

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

Abstract: A new method of flight test on instrument landing system, based on microwave landing system, is introduced in this paper. By choosing particular course and data processing, this method is suitable for flying test on the far zone of instrument landing system, and can be used for making a statistical analysis to the flight test result.

Key words: instrument landing system; far zone; flight test; course