



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105466453 B

(45)授权公告日 2018.04.24

(21)申请号 201510811501.2

(56)对比文件

(22)申请日 2015.11.19

KR 10-1449640 B1, 2014.10.15,  
CN 104283622 A, 2015.01.14,  
CN 102519488 A, 2012.06.27,  
CN 104833991 A, 2015.08.12,  
US 7546183 B1, 2009.06.09,

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105466453 A

审查员 赵孟丹

(43)申请公布日 2016.04.06

(73)专利权人 中国民用航空总局第二研究所  
地址 610041 四川省成都市二环路南二段  
17号

(72)发明人 叶家全 刘清 杨萍 杨晓嘉  
杨正波 梁飞

(74)专利代理机构 北京酷爱智慧知识产权代理  
有限公司 11514  
代理人 殷瑞剑

(51)Int.Cl.

G01C 25/00(2006.01)

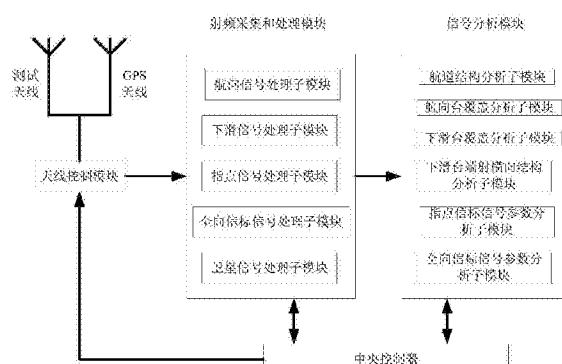
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种导航设备在线监测系统及方法

(57)摘要

本发明涉及一种导航设备在线监测系统及方法，该监测系统包括测试天线、GPS天线、天线控制模块、射频采集和处理模块、信号分析模块和中央控制器模块。测试天线用于获取仪表着陆系统ILS/全向信标VOR空间信号；GPS天线用于接收卫星信号；天线控制模块将测试天线和GPS天线接收的信号传输给射频采集和处理模块；射频采集和处理模块对接收的信号进行滤波、解调和计算，获得相关参数数据，并将相关参数数据传输给信号分析模块；信号分析模块对接收的数据进行分析，并将分析结果传输给中央控制器模块。本发明可以确定航道的精确位置测量点，提高了导航设备在线监测系统的测量精度和准确性。



1. 一种导航设备在线监测系统，其特征在于，所述系统采用车载移动平台和GPS，包括测试天线、GPS天线、天线控制模块、射频采集和处理模块、信号分析模块和中央控制器；测试天线用于获取仪表着陆系统ILS/全向信标VOR空间信号；GPS天线用于接收卫星信号；中央控制器根据监测场景配置，产生天线位置序列；中央控制器对射频采集和处理模块进行参数设置，控制射频采集和处理模块接收指定频段的信号，并进行信号调理处理；中央控制器控制信号分析模块选择待分析信号特征参数；GPS天线接收的卫星信号经天线控制模块传输到射频采集和处理模块，获取GPS天线的当前位置信息，并将该当前位置信息传输给中央控制器，中央控制器根据当前位置信息与天线位置序列进行比较，产生天线升降控制量，天线控制模块根据天线升降控制量驱动GPS天线到达指定位置；在GPS天线到达指定位置时将测试天线捕获的仪表着陆系统ILS/全向信标VOR空间信号传输到射频采集和处理模块；射频采集和处理模块对接收的信号进行滤波、解调和计算，获得相关参数数据，并将相关参数数据传输给信号分析模块；信号分析模块对接收的数据进行分析，并将分析结果传输给中央控制器进行图形化显示；其中，

射频采集和处理模块包括航向信号处理子模块、下滑信号处理子模块、指点信号处理子模块、全向信标信号处理子模块、卫星信号处理子模块；

航向信号处理子模块进行航向信号滤波、解调、计算处理，得到信号强度、90/150Hz信号的幅度和相位、航道/余隙信号的调制度差DDM值与调制度和SDM值、莫尔斯识别码参数；下滑信号处理子模块进行下滑信号滤波、解调、计算处理，得到信号强度、90/150Hz信号的幅度和相位、航道/余隙信号的频率偏移、DDM值和SDM值参数；指点信号处理子模块进行指点信号滤波、解调、计算处理，得到信号强度、400/1300/3000Hz信号的频率和调制度、莫尔斯识别码参数；全向信标信号处理子模块进行全向信标信号滤波、解调、计算处理，得到信号强度、30/9960Hz信号的频率和调制度、方位角、9960Hz信号的调幅失真度、莫尔斯识别码参数；卫星信号处理子模块对GPS天线接收的卫星信号进行处理，获取GPS天线的当前位置信息。

2. 根据权利要求1所述的导航设备在线监测系统，其特征在于，信号分析模块包括航道结构分析子模块、航向台覆盖分析子模块、下滑台覆盖分析子模块、下滑台端射横向结构分析子模块、指点信标信号参数分析子模块、全向信标信号参数分析子模块。

3. 根据权利要求2所述的导航设备在线监测系统，其特征在于，航道结构分析子模块根据调制度差DDM值或调制度和SDM值与航向信标台的距离绘制航道结构，分析航道结构是否满足相关标准；航向台覆盖分析子模块根据信号场强和与航向信标台的距离绘制航向台覆盖，分析航向台覆盖是否满足相关标准；下滑台覆盖分析子模块根据信号场强和与下滑信标台的距离绘制下滑台覆盖，分析下滑台覆盖是否满足相关标准；下滑台端射横向结构分析子模块根据DDM值或SDM值和与下滑信标台的距离绘制下滑台端射横向结构，分析下滑台端射横向结构是否满足相关标准；指点信标信号参数分析子模块根据信号场强和距离绘制指点信标覆盖，分析指点信标台信号覆盖是否满足相关标准；全向信标信号参数分析子模块根据信号场强和距离绘制全向信标信号覆盖，根据基准相位信号和可变相位信号的相位差绘制方位角图，分析全向信标信号覆盖、方位误差是否满足相关标准。

4. 根据权利要求1所述的导航设备在线监测系统，其特征在于，测试天线采用偶极子天线。

5. 根据权利要求1所述的导航设备在线监测系统,其特征在于,测试天线采用水平极化方式。

6. 一种导航设备在线监测方法,其特征在于,具体步骤如下:

(1) 监测场景配置:选择监测对象、配置监测分析参数;

(2) 中央控制器根据监测场景配置,产生天线位置序列、对射频采集和处理模块进行参数设置的信息以及控制信号分析模块选择待分析信号特征参数的信息;

(3) GPS天线接收的卫星信号经天线控制模块传输到射频采集和处理模块,获取GPS天线的当前位置信息,并将该当前位置信息传输给中央控制器;

(4) 中央控制器根据当前位置信息与天线位置序列进行比较,产生天线升降控制量,天线控制模块根据控制量驱动GPS天线到达指定位置;

(5) GPS天线到达指定位置后,天线控制模块将测试天线捕获的仪表着陆系统ILS/全向信标VOR空间信号输入到射频采集和处理模块;

(6) 射频采集和处理模块对接收的信号进行滤波、解调和计算,获得相关参数数据,并将相关参数数据输入到信号分析模块;

(7) 信号分析模块根据待分析信号特征参数的配置,对相应的参数进行分析,将分析结果输出给中央控制器;

(8) 中央控制器完成相关结果的图形化显示;

其中,射频采集和处理模块包括航向信号处理子模块、下滑信号处理子模块、指点信号处理子模块、全向信标信号处理子模块、卫星信号处理子模块;

航向信号处理子模块进行航向信号滤波、解调、计算处理,得到信号强度、90/150Hz信号的幅度和相位、航道/余隙信号的调制度差DDM值与调制度和SDM值、莫尔斯识别码参数;下滑信号处理子模块进行下滑信号滤波、解调、计算处理,得到信号强度、90/150Hz信号的幅度和相位、航道/余隙信号的频率偏移、DDM值和SDM值参数;指点信号处理子模块进行指点信号滤波、解调、计算处理,得到信号强度、400/1300/3000Hz信号的频率和调制度、莫尔斯识别码参数;全向信标信号处理子模块进行全向信标信号滤波、解调、计算处理,得到信号强度、30/9960Hz信号的频率和调制度、方位角、9960Hz信号的调幅失真度、莫尔斯识别码参数;卫星信号处理子模块对GPS天线接收的卫星信号进行处理,获取GPS天线的当前位置信息。

7. 根据权利要求6所述的导航设备在线监测方法,其特征在于,测试天线采用偶极子天线。

8. 根据权利要求6所述的导航设备在线监测方法,其特征在于,测试天线采用水平极化方式。

## 一种导航设备在线监测系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种监测系统及方法,具体涉及一种导航设备的在线监测系统及方法。

### 背景技术

[0002] 民航导航设备是民用航空最重要的基础设施,与飞行安全密切相关。随着航班流量的不断增长和国内大型机场Ⅱ、Ⅲ类仪表着陆系统运行的实施,机场运行对导航设施依赖程度越来越高,这对导航设备性能和运行保障提出了更高的要求,除定期的飞行校验外,对导航设备的巡检测试、维护性测试、特殊天气条件下的运行检测已经成为保障航空飞行安全的重要手段。当前导航设备传统的地面测试手段,需要关机进行测试并且测试指标不全面,不能完全反应ILS等导航设备运行状态指标,也影响机场的运行。如孙波、王勇发表的“基于ARM和μC/OS-II的导航设备测试仪”(仪表技术与传感器,2011年第4期)和公开号为CN201156293Y(申请公布日2008年11月26日)的专利申请公开的一种导航无线集中监控设备。

[0003] 民用航空导航设备是保障航空安全非常重要的设备,对它的测试目前在国内外都很受重视,国际民航组织(ICAO)、国际无线电通信咨询委员会(CCIR)和国际无线电干扰特别委员会(CISPR)等国际组织,在各自制订和颁发的有关文件中,都提出了相关的航空导航设备的性能检测维护方法,中国民航也针对民用航空导航设备制定了相关的测试规程和要求。

[0004] 近20年来,随着电子技术、计算机技术等迅速发展,民用导航设备测试技术也得到很大的发展。ILS/VOR测试设备作为装备研制、生产、测试和维修过程中必不可少的重要装备,在导航设备运行过程中发挥重要的作用,越来越受到行业内的高度重视。根据导航设备的测量需求,在欧洲和美国,在上世纪九十年代就开始研究ILS和VOR地面测试工具的研究工作,并研发出相应的测试工具,国内外导航设备测试主要使用如Marconi IFR4000、R&S EVS300ILS/VOR分析仪、R&S ILSChecker软件、R&S TS6300ILS测试系统等专用设备,频谱分析仪、示波器、网络分析仪等通用设备。专用设备存在价格昂贵,缺乏自主知识产权等缺点;通用设备存在功能单一,测量受人为因素干扰较大等缺点。当前国内对导航设备在线测量技术的研究上还处于空白,主要还是对通用工具的应用和通用测试工具测量方法上的研究。

[0005] 到2015年,我国运输机场数量将达到220个以上,比2010年增加45个以上。空管保障能力稳步提高,保障起降架次达到1040万架次,比2010年增加70%,五年年均增长11%。国内主要大型机场Ⅱ、Ⅲ类仪表着陆系统运行的实施,机场运行对导航设施依赖程度越来越高,这对导航设备性能和运行保障提出了更高的要求。国内民用机场采用的无线电导航系统大多是引进国外设备,如何应用新设备来提高机场运行效率是管理方面面临的一个问题。国际上,研制导航设备测量的只有马可尼、安捷伦、罗德&施瓦茨等公司,各国空管单位目前在现场主要使用其生产的ILS/VOR分析仪。将GPS定位、高速移动采样等比较成熟的技

术应用到导航的测试方面,不存在相应的知识产权问题,同时也提高了导航测试技术的水平,推动民航航空导航测量技术的发展。

[0006] 现代导航装备越来越先进,普遍采用大规模电路、超大规模电路、专用集成电路等,并采用新工艺技术生产电路板,如表面封装、多层板工艺等,使电路板上的元器件密度大幅度增加,并且随着技术的发展,这种发展趋势将日益明显。这就依赖于相关测试设备的发展,从而确保开发出安全、可靠的产品。国外20世纪80年代末就提出了内装测试系统和可测试性概念,随后研制出了设备,并制订出了相应标准,还实现了基于插卡式仪器的系统的模块化特点并减小了体积。随着国家和企业对自动化测试的不断重视,以及近十几年来的技术积累,如果能够在国内得到支持和发展,将有效地缩小我国在导航设备测试领域和国外的差距,提高我国导航设备生产、运行、维护的技术保障水平。

[0007] 现代导航设备在线测试系统是基于计算机平台的功能强大的软件,以及应用总线技术的模块化仪器设备的有机结合。国外已经将新的总线技术、虚拟仪器技术、第三方应用软件相结合,如R&S EVS600可实现高度精确的电平测量、集成有数据记录器可记录和即时查看测量结果、丰富的触发和同步功能,支持软、硬件选件扩展,提供数据采集、可视化和分析的ILS Checker软件。国内仅支持功能单一的参数显示,未考虑扩展性。国外的测试设备能够进行重复性极高测量,易于校验和追溯导航信号的变化,并进行详细的测量分析。

[0008] 本发明根据民航空管导航设备安全维护保障要求,突破仪表着陆系统(ILS)和全向信标(VOR)等导航设备在线测试的核心技术,开发出具有自主知识产权的导航设备在线测试系统原型样机,满足ICAO DOC8071确定的导航设备地面测试要求,为导航设备地面在线测试提供技术手段,提高导航设备运行安全性,并减小因设备测试对机场运营造成的影响。

## 发明内容

[0009] 本发明所要解决的技术问题是:提供一种导航设备在线监测系统及方法,提高导航设备在线监测系统的测量精度和准确性。

[0010] 本发明的技术方案是:一种导航设备在线监测系统,包括测试天线、GPS天线、天线控制模块、射频采集和处理模块、信号分析模块和中央控制器;测试天线用于获取仪表着陆系统ILS/全向信标VOR空间信号;GPS天线用于接收卫星信号;中央控制器根据监测场景配置,产生天线位置序列;中央控制器对射频采集和处理模块进行参数设置,控制射频采集和处理模块接收指定频段的信号,并进行信号调理处理;中央控制器控制信号分析模块选择待分析信号特征参数;GPS天线接收的卫星信号经天线控制模块传输到射频采集和处理模块,获取GPS天线的当前位置信息,并将该当前位置信息传输给中央控制器,中央控制器根据当前位置信息与天线位置序列进行比较,产生天线升降控制量,天线控制模块根据天线升降控制量驱动GPS天线到达指定位置;在GPS天线到达指定位置时将测试天线捕获的仪表着陆系统ILS/全向信标VOR空间信号传输到射频采集和处理模块;射频采集和处理模块对接收的信号进行滤波、解调和计算,获得相关参数数据,并将相关参数数据传输给信号分析模块;信号分析模块对接收的数据进行分析,并将分析结果传输给中央控制器进行图形化显示。

[0011] 射频采集和处理模块包括航向信号处理子模块、下滑信号处理子模块、指点信号

处理子模块、全向信标信号处理子模块、卫星信号处理子模块。

[0012] 航向信号处理子模块进行航向信号滤波、解调、计算处理,得到信号强度、90/150Hz信号的幅度和相位、航道/余隙信号的调制度差DDM(Difference in Depth of Modulation)值与调制度和SDM(Sum of the Depths of Modulation)值、莫尔斯识别码参数;下滑信号处理子模块进行下滑信号滤波、解调、计算处理,得到信号强度、90/150Hz信号的幅度和相位、航道/余隙信号的频率偏移、DDM值和SDM值参数;指点信号处理子模块进行指点信号滤波、解调、计算处理,得到信号强度、400/1300/3000Hz信号的频率和调制度、莫尔斯识别码参数;全向信标信号处理子模块进行全向信标信号滤波、解调、计算处理,得到信号强度、30/9960Hz信号的频率和调制度、方位角、9960Hz信号的调幅失真度、莫尔斯识别码参数;卫星信号处理子模块对GPS天线接收的卫星信号进行处理,获取GPS天线的当前位置信息。

[0013] 信号分析模块包括航道结构分析子模块、航向台覆盖分析子模块、下滑台覆盖分析子模块、下滑台端射横向结构分析子模块、指点信标信号参数分析子模块、全向信标信号参数分析子模块。

[0014] 航道结构分析子模块根据DDM值或SDM值与航向信标台的距离绘制航道结构,分析航道结构是否满足相关标准;航向台覆盖分析子模块根据信号场强和与航向信标台的距离绘制航向台覆盖,分析航向台覆盖是否满足相关标准;下滑台覆盖分析子模块根据信号场强和与下滑信标台的距离绘制下滑台覆盖,分析下滑台覆盖是否满足相关标准;下滑台端射横向结构分析子模块根据DDM值或SDM值和与下滑信标台的距离绘制下滑台端射横向结构,分析下滑台端射横向结构是否满足相关标准;指点信标信号参数分析子模块根据信号场强和距离绘制指点信标覆盖,分析指点信标台信号覆盖是否满足相关标准;全向信标信号参数分析子模块根据信号场强和距离绘制全向信标信号覆盖,根据基准相位信号和可变相位信号的相位差绘制方位角图,分析全向信标信号覆盖、方位误差是否满足相关标准。

[0015] 测试天线采用偶极子天线。

[0016] 测试天线采用水平极化方式。

[0017] 一种导航设备在线监测方法,具体步骤如下:

[0018] (1) 监测场景配置:选择监测对象、配置监测分析参数;

[0019] (2) 中央控制器根据监测场景配置,产生天线位置序列、对射频采集和处理模块进行参数设置的信息以及控制信号分析模块选择待分析信号特征参数的信息;

[0020] (3) GPS天线接收的卫星信号经天线控制模块传输到射频采集和处理模块,获取GPS天线的当前位置信息,并将该当前位置信息传输给中央控制器;

[0021] (4) 中央控制器根据当前位置信息与天线位置序列进行比较,产生天线升降控制量,天线控制模块根据控制量驱动GPS天线到达指定位置;

[0022] (5) GPS天线到达指定位置后,天线控制模块将测试天线捕获的仪表着陆系统ILS/全向信标VOR空间信号输入到射频采集和处理模块;

[0023] (6) 射频采集和处理模块对接收的信号进行滤波、解调和计算,获得相关参数数据,并将相关参数数据输入到信号分析模块;

[0024] (7) 信号分析模块根据待分析信号特征参数的配置,对相应的参数进行分析,将分析结果输出给中央控制器;

[0025] (8) 中央控制器完成相关结果的图形化显示。

[0026] 本发明与现有技术相比的优点在于：

[0027] (1) 基于GPS定位和车载移动的测量技术

[0028] 在传统导航设备测量中,由于采用人工定点测试的方式,效率不高,同时导航设备中,航向台和下滑台主要是通过信号的波形对称性来进行导航的,测量位置是准确计算和分析导航设备发射信号非常重要的参数。在本发明中采用基于高精度GPS定位技术和车载移动技术,可以确定航道的精确位置测量点,实现航道连续测量,解决了由于不连续测量需要进行插值的问题,通过航道点空间信号特征测量更精确地反映导航设备状态。

[0029] (2) 同一信道的航迹信号与余隙信号分离

[0030] 采用常规仪器对仪表着陆系统的测试主要是能过频率或通道的设置,分别测试不同频率信号,本发明中由于采用了后端的数字滤波和解调,通过单一天线和通道,实时对仪表着陆系统下滑或航向的航迹信号与余隙信号进行信号分离,避免了多信道接收造成的测量误差。

[0031] (3) 高速采样的航迹结构与覆盖分析技术

[0032] 当前仪表着陆系统航向信标航迹结构与覆盖的测量采用通用的测试仪器很难对结构和覆盖进行测量,主要的方法还是通过校验飞行,在飞行过程中对导航设备发射的信号进行采集和分析来进行测量的,本发明的监测系统采用高速采样(一个采样点达到100次以上的采样频率)处理实现航迹结构和覆盖动态测量分析,更精确描述其空间信号动态特征,便于后续处理使用更加精细的信号分析方法,对发射系统进行预防性和纠正性维护;特别是用于比对测试时,可以对导航设备信号的变化进行精确的分析与故障预测。

## 附图说明

[0033] 图1为本发明导航设备在线监测系统的组成结构图。

[0034] 图2为本发明导航设备在线监测系统的示意图。

[0035] 图3为本发明导航设备在线监测方法的流程图。

## 具体实施方式

[0036] 根据仪表着陆系统下滑信标、航向信标和全向信标的工作原理,结合国际民航组织ICAO DOC8071确定的导航设备地面测试要求和民航局空管局发布的《民航空管通信导航监视设备巡检大修管理规定》,导航在线监测系统主要完成以下指标:

[0037] ---航向台航迹结构;

[0038] ---航向台覆盖;

[0039] ---航向台线性覆盖;

[0040] ---下滑台覆盖;

[0041] ---下滑台端射横向结构;

[0042] ---指点频率及编码;

[0043] ---全向信标台的信号测量。

[0044] 下面结合附图对本发明做进一步的详细描述。

[0045] 如图1所示,本发明的一种导航设备在线监测系统,包括测试天线、GPS天线、天线

控制模块、射频采集和处理模块、信号分析模块和中央控制器；测试天线用于获取仪表着陆系统ILS/全向信标VOR空间信号；GPS天线用于接收卫星信号；中央控制器根据监测场景配置，产生天线位置序列；中央控制器对射频采集和处理模块进行参数设置，控制射频采集和处理模块接收指定频段的信号，并进行信号调理处理；中央控制器控制信号分析模块选择待分析信号特征参数；GPS天线接收的卫星信号经天线控制模块传输到射频采集和处理模块，获取GPS天线的当前位置信息，并将该当前位置信息传输给中央控制器，中央控制器根据当前位置信息与天线位置序列进行比较，产生天线升降控制量，天线控制模块根据天线升降控制量驱动GPS天线到达指定位置；在GPS天线到达指定位置时将测试天线捕获的仪表着陆系统ILS/全向信标VOR空间信号传输到射频采集和处理模块；射频采集和处理模块对接收的信号进行滤波、解调和计算，获得相关参数数据，并将相关参数数据传输给信号分析模块；信号分析模块对接收的数据进行分析，并将分析结果传输给中央控制器进行图形化显示。

[0046] 射频采集和处理模块包括航向信号处理子模块、下滑信号处理子模块、指点信号处理子模块、全向信标信号处理子模块、卫星信号处理子模块。

[0047] 航向信号处理子模块进行航向信号滤波、解调、计算处理，得到信号强度、90/150Hz信号的幅度和相位、航道/余隙信号的调制度差DDM(Difference in Depth of Modulation)值与调制度和SDM(Sum of the Depths of Modulation)值、莫尔斯识别码参数；下滑信号处理子模块进行下滑信号滤波、解调、计算处理，得到信号强度、90/150Hz信号的幅度和相位、航道/余隙信号的频率偏移、DDM值和SDM值参数；指点信号处理子模块进行指点信号滤波、解调、计算处理，得到信号强度、400/1300/3000Hz信号的频率和调制度、莫尔斯识别码参数；全向信标信号处理子模块进行全向信标信号滤波、解调、计算处理，得到信号强度、30/9960Hz信号的频率和调制度、方位角、9960Hz信号的调幅失真度、莫尔斯识别码参数；卫星信号处理子模块对GPS天线接收的卫星信号进行处理，获取GPS天线的当前位置信息。

[0048] 信号分析模块包括航道结构分析子模块、航向台覆盖分析子模块、下滑台覆盖分析子模块、下滑台端射横向结构分析子模块、指点信标信号参数分析子模块、全向信标信号参数分析子模块。

[0049] 航道结构分析子模块根据DDM值或SDM值与航向信标台的距离绘制航道结构，分析航道结构是否满足相关标准；航向台覆盖分析子模块根据信号场强和与航向信标台的距离绘制航向台覆盖，分析航向台覆盖是否满足相关标准；下滑台覆盖分析子模块根据信号场强和与下滑信标台的距离绘制下滑台覆盖，分析下滑台覆盖是否满足相关标准；下滑台端射横向结构分析子模块根据DDM值或SDM值和与下滑信标台的距离绘制下滑台端射横向结构，分析下滑台端射横向结构是否满足相关标准；指点信标信号参数分析子模块根据信号场强和距离绘制指点信标覆盖，分析指点信标台信号覆盖是否满足相关标准；全向信标信号参数分析子模块根据信号场强和距离绘制全向信标信号覆盖，根据基准相位信号和可变相位信号的相位差绘制方位角图，分析全向信标信号覆盖、方位误差是否满足相关标准。相关标准例如：GB6364-2013、MH/T4006.1-1998、MH/T4006.2-1998、MH2003-2000。

[0050] 测试天线采用偶极子天线。

[0051] 测试天线采用水平极化方式。

[0052] 目前,导航设备在线测量中,通常使用人工逐点选择测量点,或者使用车辆沿固定线路运行,结合人工控制测量天线的方式。由于ILS系统采用空间信号合成方式,距离与高度具有很强的相关性,这种方式难以实现航道结构的信号特征准确测量。随着GPS测量理论与设备的不断发展,使得GPS测量技术日趋成熟,为工程测量提供了崭新的技术手段和方法。GPS定位已发展到动态、高速度、高效率一次性确定三维坐标。GPS定位技术为工程测量提供了崭新的技术手段和方法,将其应用到测试点自动快速定位中,有助于连续确定测试的三维位置,同时控制距离和高度,精确获得航道上连续点的空间信号特征;同时利用其授时特征,可以标记每个测量数据。

[0053] 由于测试点距导航台的水平位置与高度密切关联,并且测量点的连续性影响航道空间信号沿距离变化特征的精确性,如图2所示,本发明采用车载移动平台和GPS,能够保证监测系统精确捕获航道上的空间信号,获得被测航道空间信号精确描述,从而为分析导航设备状态提供基础。采用FPGA实现射频采集和处理模块的功能,在计算机上利用LabVIEW开发相应的软件实现对信号进行分析的功能。由于ILS载波工作频段涉及108-112MHz、320-340MHz、75MHz,信号频率涉及90/150Hz、400/1300/3000Hz;VOR载波工作频段涉及108-118MHz,信号频率涉及30Hz;每个频段又分别划分了不同的频率对,因此本发明监测系统采用高速采样技术,测量频率不低于100Hz,能够一次测量更多的数据,运用采集的高速率传输数据,综合采用数据处理等技术实现信标航向航道结构、航向信标覆盖、航向信标线性覆盖、下滑航道覆盖、下滑航道末端横向结构、径向间隙的动态特征描述分析。

[0054] 本发明以各种测量数据为基础,采用数据驱动控制策略,通过建立存放当前状态的数据库、知识集、知识库和推理机,从已有的信息出发,寻找可用知识,通过冲突消解选择启用知识,执行启用知识,改变求解状态,逐步求解直至问题解决,改善基于模型故障诊断理论候选解空间大、计算复杂性、不能处理动态、不确定性等缺点。

[0055] 如图3所示,一种导航设备在线监测方法,具体步骤如下:

[0056] (1) 监测场景配置:选择监测对象、配置监测分析参数;

[0057] (2) 中央控制器根据监测场景配置,产生天线位置序列、对射频采集和处理模块进行参数设置的信息以及控制信号分析模块选择待分析信号特征参数的信息;

[0058] (3) GPS天线接收的卫星信号经天线控制模块传输到射频采集和处理模块,获取GPS天线的当前位置信息,并将该当前位置信息传输给中央控制器;

[0059] (4) 中央控制器根据当前位置信息与天线位置序列进行比较,产生天线升降控制量,天线控制模块根据控制量驱动GPS天线到达指定位置;

[0060] (5) GPS天线到达指定位置后,天线控制模块将测试天线捕获的仪表着陆系统ILS/全向信标VOR空间信号输入到射频采集和处理模块;

[0061] (6) 射频采集和处理模块对接收的信号进行滤波、解调和计算,获得相关参数数据,并将相关参数数据输入到信号分析模块;

[0062] (7) 信号分析模块根据待分析信号特征参数的配置,对相应的参数进行分析,将分析结果输出给中央控制器;

[0063] (8) 中央控制器完成相关结果的图形化显示。

[0064] 导航设备在线监测系统是导航设备性能监测、维护保障的关键设备,有利于确保导航设备服务持续性,对保障飞行安全具有极为重要的社会、经济意义。

[0065] 本发明研究成果可打破国外技术壁垒,改变我国民航空管导航对国外技术的过分依赖,测试仪器、仪表长期依赖进口产品的局面。本发明成果具有全部自主知识产权,可为导航设备国产化提供测试技术支撑。预计到2020年可以产生直接经济效益1000万元。另外,近年来周边国家对导航设备在线测试的需求也日益增长,导航设备在线监测系统可出口创汇;导航设备在线监测系统的使用,通过提高设备服务持续时间,减少航班流量控制,大大降低航班延误率,直接和间接经济效益可达数十亿元。

[0066] 导航设备在线监测系统的使用,还将推动相关产业的发展;通过自主创新研发,将极大促进我国电子信息、航空制造等多领域技术进步,提高我国空管产业的技术发展能力,推动国家科技水平提高,增强国际竞争能力。

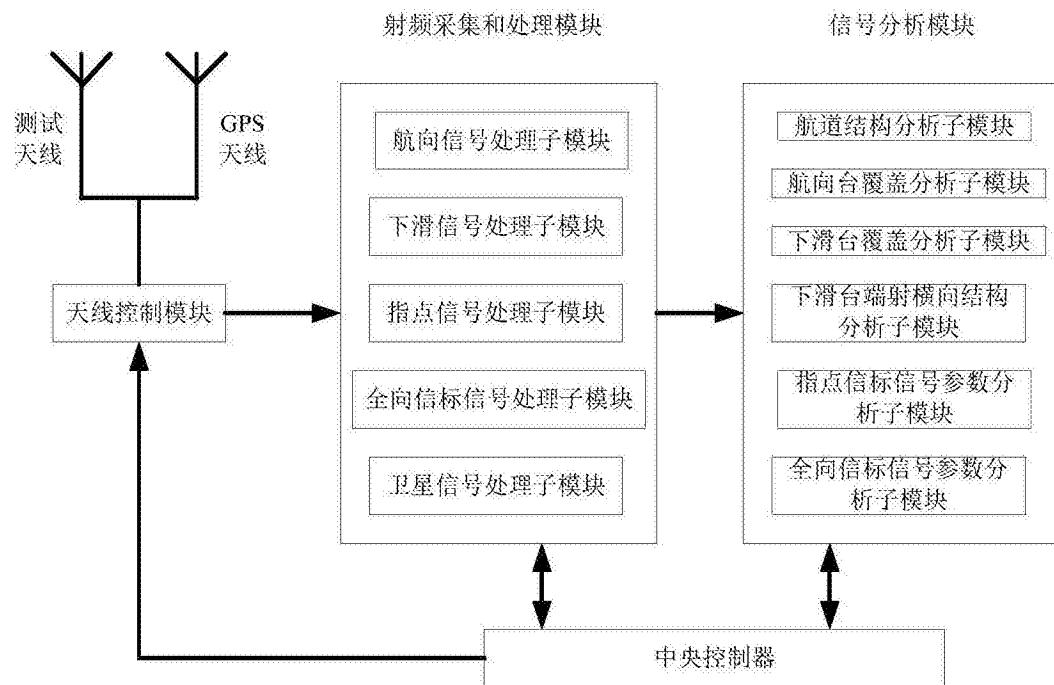


图1

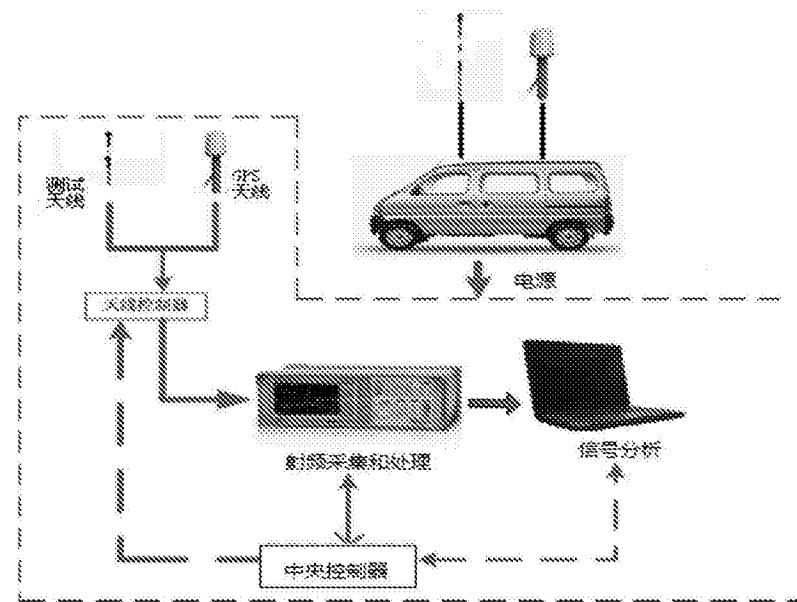


图2

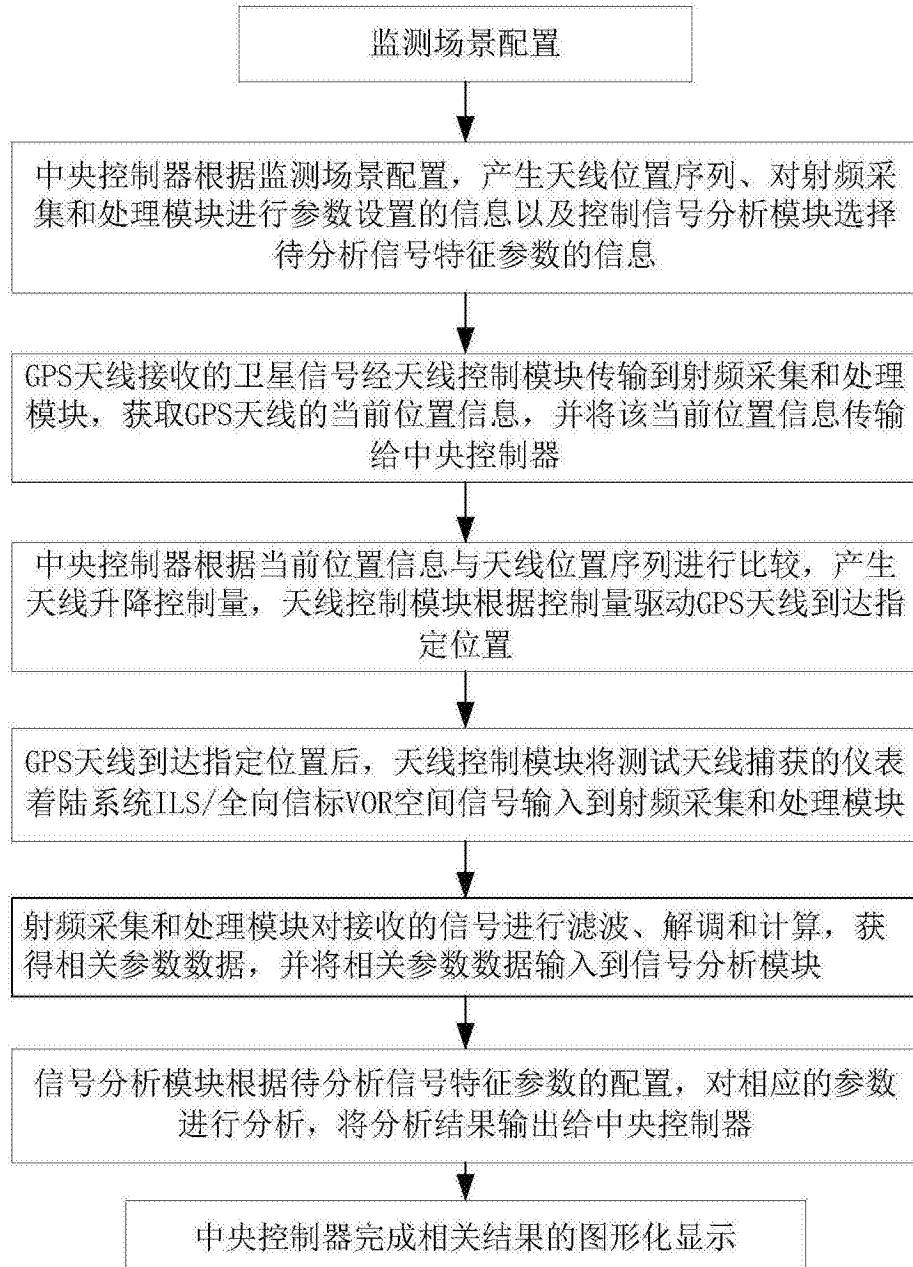


图3