

机场助航灯光故障定位计算机检测系统的研发

王会林¹, 杨圣云¹, 余晓春¹, 谢世武², 林清滢¹

(1.韩山师范学院 数学与信息技术系, 广东潮州 541021; 2.韩山师范学院 物理与电子工程系, 广东潮州 541021)

摘 要: 机场助航灯光系统对飞机的进近和安全着陆起着非常关键的作用, 是飞机降落的引导标示. 如果没有助航灯光, 将直接导致夜航无法保障, 对航空安全构成极大的威胁, 必须关闭机场. 保证助航灯光系统的完好运行, 为飞行员提供可靠的地面跑道信息, 对飞行安全保障具有非常重要的意义. 机场助航灯光系统使用环境恶劣, 分布范围广阔, 这给助航灯光系统的巡检和维护带来极大的困难, 从而迫切需要一套系统能快速准确地发现助航灯光系统的故障点, 使灯光维护人员能做到快速准确地对助航灯光系统进行定点维修. 本系统项目正是针对这种需求而立项的, 本系统实时在线检测每只助航灯光工作状况, 使用助航灯光系统供电电缆以载波通信方式传输助航灯光故障信息, 无需增加专用检测电缆, 即可实时定位显示助航灯光故障, 同时系统还可以完成实时显示飞行区模型图、灯光设备模型图、灯光控制设备模型图、变色和闪光报警等功能.

关键词: 助航灯光; 灯光故障; 计算机检测; 定位

中图分类号: TP277 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-6883(2007)03-0023-06

机场助航灯光系统是保障飞机在夜间、低能见度或者其它复杂天气条件下, 在航空港进行正常的起飞、着陆、滑行的必要目视助航设备. 助航灯光系统的工作状况、可靠性、应急性与飞机的安全紧密相关.

为使飞行员有明晰的视觉效果和区别于其他灯光, 助航灯光系统设置了不同的回路, 由不同的回路对不同种类作不同功能使用的助航灯进行控制. 助航灯光的控制主要由塔台和灯光站完成. 从控制对象上来说, 每一个回路分别由供电系统、恒流调光器、升压变压器、隔离变压器、助航灯具及电缆组成, 如图1所示. 一般情况下, 由于机场助航灯数目多, 跑道长, 机场在跑道两端附近分别各设有一个灯光站, 位于主降端附近的称为主灯光站, 位于次降端附近的称为次灯光站. 不同回路的助航灯, 通过设在灯光站控制该回路的一个调光器来控制它们的开关灯和调光等级. 针对不同气候条件下不同的能见度范围, 助航灯的调光等级设置了5个等级.

收稿日期: 2006-04-11

基金项目: 广东省教育厅高校自然科学研究项目课题(编号: Z03066).

作者简介: 王会林(1967-), 男, 江西崇义人, 韩山师范学院数学与信息技术系高级工程师.

机场助航灯光系统由进近灯光系统、跑道灯光系统和滑行道灯光系统组成,各具有不同的功能和作用。下滑灯属于进近灯光系统,在跑道两端各一路,对飞机进近和着陆起着关键的作用,是飞机降落的引导标示。如果没有助航灯,将直接导致夜航无法保障,对航空安全构成极大的威胁,必须关闭机场。所以机场助航灯光系统是各类机场夜航飞行的必备设施,保证助航灯光系统的完好运行,为飞行员提供可靠的地面跑道信息,对飞行安全保障具有非常重要的意义。机场助航灯光系统使用环境恶劣,分布范围广阔,这给助航灯光系统的巡检和维护带来极大的困难,特别是对航班密度繁忙的大中型机场,助航灯光系统一旦出现故障,必须要求在很短的航班间隙时间内快速把助航灯光系统维修好,而助航灯光系统的分布范围又极其广阔,最远的下滑灯离灯光站有十几公里,要对整个机场的助航灯光系统进行快速人工巡检维护几乎是不可能的,这将给飞行安全的保障带来极大的隐患。从而迫切需要一套系统能快速地发现助航灯光系统的故障点,使灯光维护人员能做到快速准确地对助航灯光系统进行定点维修。本系统项目正是针对这种需求而立项的,民航管理局曾在[1992]161号文中下达了该项目的计划研制通知,但目前该系统在国内还处于试制阶段,无法投入现场进行运行。作者从2003年4月开始立项进入该系统的研制开发,力求设计出一套用于机场助航灯光故障计算机检测定位系统,进而使系统产品化,投入到机场正常运行而为民航系统飞行安全的保障做出一定贡献。国外同类系统已在上海浦东国际机场和杭州萧山国际机场投入使用。

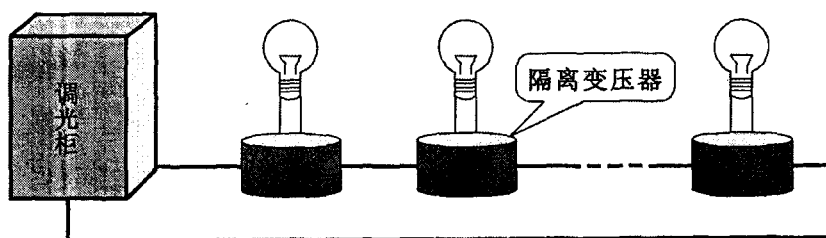


图1 助航灯光结构图

1 系统方案设计

1.1 系统整体结构设计

本项目根据机场助航灯光系统分布范围广的特点,在每个助航灯具与隔离变压器之间安装一个具有单片机控制方式的智能检测定位器。该检测定位器实时检测每个助航灯具的工作状态,并进行实时的数据预处理,然后通过助航灯光系统供电主回路电缆以通讯载波方式把每个助航灯具的检测信号发送到主控制室中,在主控制室中的助航灯光供电调光器的主回路电缆上安装信号变送机构,把检测定位器反馈回来的信号进行编码处理,同时把处理后的信息送到本检测系统的主机中,通过主机的程序处理后主机系统通过显示器把目前机场助航灯具的所有工作状态实时仿真地显示出来,从而达到快速实时准确定位显示助航灯光系统故障,实时仿真显示模拟机场跑道、滑行道助航灯光系统的工作状态,以实现对机场助航灯光系统的完全实时监测功能,为机场灯光站维护工作人员能快速及时发现并排除助航灯光系统故障,提高工作效率,保证助航灯光系统的完好率,提高对助航灯光系统的维护管理水平,对保证飞机的飞行安全具有非常重要的意义。其系统结构原理如图2所示。

本项目在技术领域涉及到单片机应用、利用电气电缆回路载波通信、计算机信号数据处理、数据库应用、数据仿真技术、电子地图定位系统等技术的综合应用。比较创新的技术是利用电气电缆载波

通信技术进行信号传输，并且是长距离传输，最大传输距离达十几公里，不用增加专用的信号传输电缆，从而节省了大量的系统工程费用。本项目要突破的技术难点主要集中在系统对供电系统的抗干扰性、电气电缆载波通信线路的可靠性、信号数据的实时处理、电子地的实时动态显示等关键技术上。

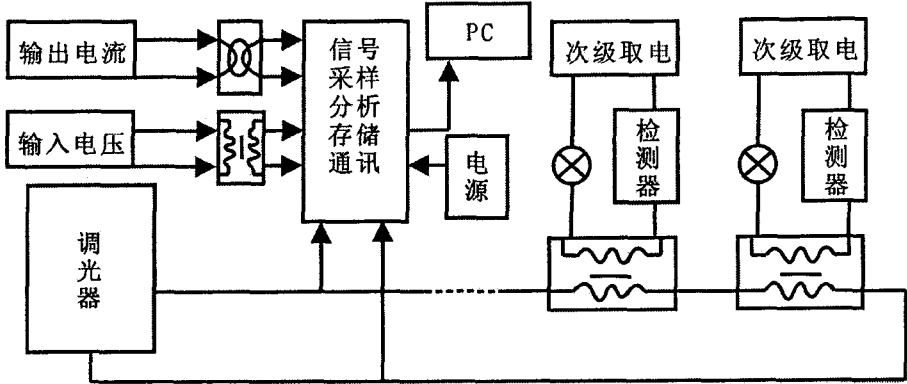


图 2 调制耦合方案的系统结构原理图

1.2 系统通信方案与协议设计

本系统采用单向控制方式，只有出口站才能主动发送命令。当某个站点接收到命令信号，则将本站点置成“忙”，不接收下个站点的数据；然后该站点检测自身是否有状态数据要发送，如果有，则将数据转发到上个站点（发送命令站点），与上个站点通讯完毕后，该站点判断是否要将命令传递下去，如果是本站主动发送的，就将命令卸去，否则转发到下个相邻的站点。除了出口站外，任何站点都不能主动产生命令，都只能进行命令的转发与数据的发送和转发；在环路没有出现故障时，命令信号循环一周后将由出口站卸去。

发送、转发数据帧是每个站点的基本任务，它与命令传输最大的区别在于每个站点都可以主动发送数据帧，站点都努力将本站的数据（包括转发的数据）发送出去，所有数据最终由相应出口站接收，传给控制主机。但是，所有数据的产生都是由于命令信号，站点根据接收的命令进行检测产生其它的数据信息。

当某个站点出现故障，故障点的上一个站点将产生报错信息，并作为一种数据发送到上上个站点，最终返回到控制主机，由主机进行处理，如果有必要主机将发送命令按反方向进行检测，图3是双向环形网出现故障时的访问控制过程。

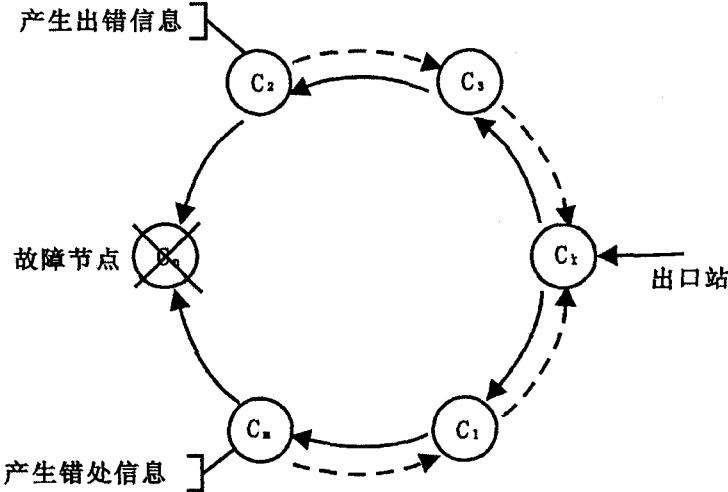


图 3 双向环形网出现故障时的访问控制过程

2 系统抗干扰设计

由于采用输电线作为通讯线路, 通讯信道中的干扰较强, 为确保数据的可靠传输在通讯协议和编码方式上与专用通讯线路的不同, 系统对差错包和丢失包采用重发与等待超时重发机制处理, 用CRC12作差错检测方法. 因本系统的通讯数据量不大, 对数据传输速率要求不高, 所以只采用肯定确认机制, 不发送否定确认包, 差错与丢包都由超时重发机制处理. 考虑到输电线路中的干扰较严重, 对通信数据进行互补编码可使得在传输数据时线路中的通信信号处于平衡状态, 提高了通信的可靠性. 在发送数据前对数据作如下互补编码: 数据位1编码位10, 数据位0编码位01. 不管传输什么数据, 互补编码后传输信号中的位1和位0是完全平衡的. 另此种编码方式也提供了差错检测功能, 如通讯信号中出现连续的三个以上的0或1表示数据包错误. 当然互补编码的数据有效率只有一半, 但在非大数据量传输的系统中可以采用, 对于线路干扰不很严重的环境可以取消CRC校验用互补编码的差错检测即可.

3 系统软件实现

整个系统的软件结构如图4所示, 采用模块化的设计思想, 使模块的独立性增强, 模块之间通过数据连接.

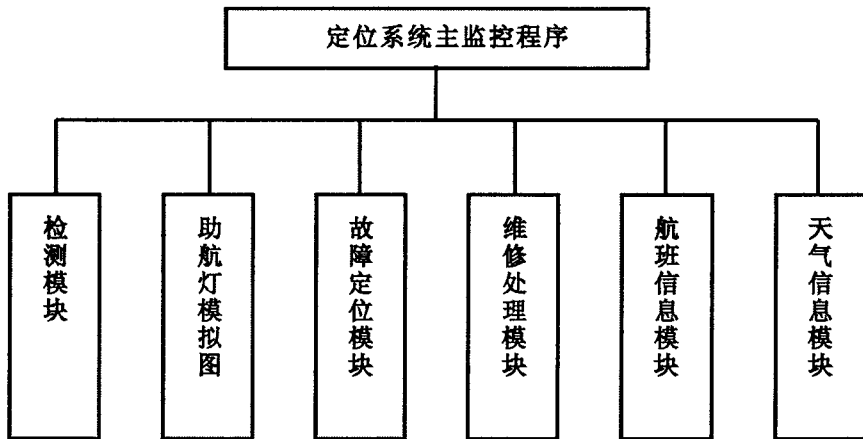


图4 系统结构图

检测模块的程序流程图如图5所示.

4 本系统设计目标

该系统的设计原理与目标参照了国际民航组织的相关标准^[1-9].

该项目要达到的预计技术水平整体与国外同类产品的性能相一致, 具体体现在以下几方面:

- (1)能仿真模拟显示机场跑道助航灯光实时运行工作状态, 图形能实时放大和缩小;
- (2)能实时快速动态显示机场助航灯光系统故障, 电子地图要定位准确无误, 能进行实时声光报警;
- (3)完成各灯位中灯泡正常、老化、断芯、隔离变压器故障及封装隔离变压器的铁桶进水的检测;
- (4)使用电气电缆载波通信时, 要求系统传输信号抗干扰性能要强, 不受动力供电系统的电涌干扰;

- (5)自动处理红外通讯环路中的故障;
- (6)系统应预留信号接口,以便能通过光纤把助航灯光数据传到机场塔台指挥控制中心;
- (7)系统应能接入与机场飞行相关的如天气预报、航班信息等数据,以提高机场助航灯光系统的管理水平;
- (8)系统能通过Internet网络传输系统运行状态数据,从而能在异地了解系统的运行状态,做到对系统进行异地维护;
- (9)系统应能形成对机场助航灯光系统运行状态的数据日志值班报表、月报表和年报表等报表输出功能.

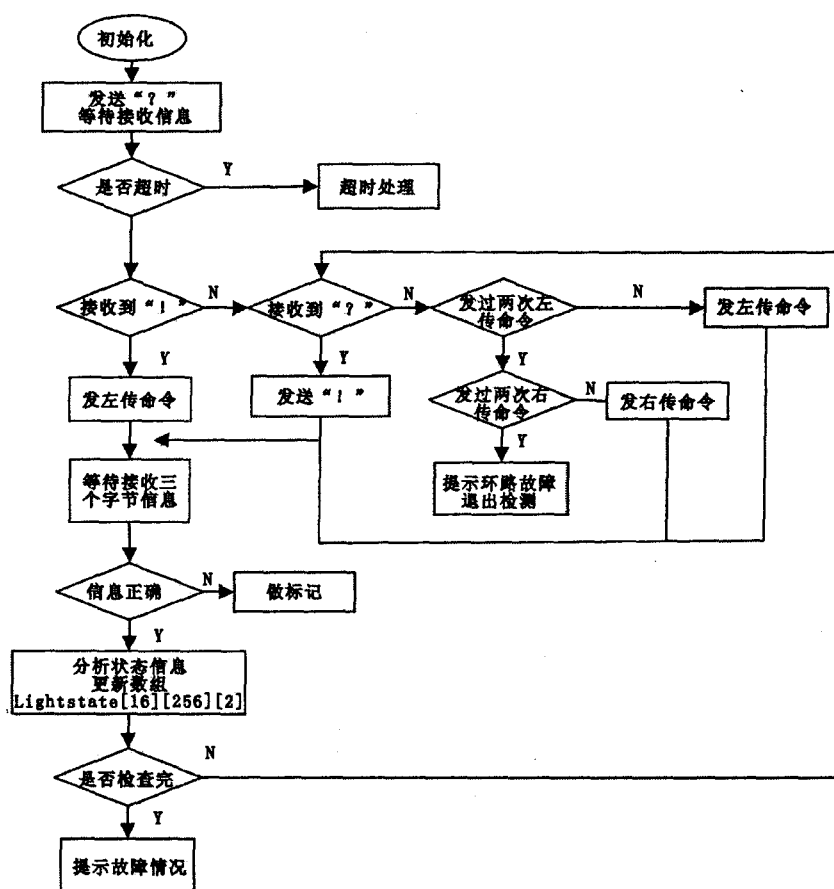


图5 检测模块流程图

5 本项目研究成果的市场应用需求分析

随着我国经济改革开放政策的进行,航空运输业以其快捷方便之特点得以迅速发展,目前在国内投入营运的民航机场已达一百多个,还需新建、扩建大批民用航空机场.而机场目视助航灯光系统是各类机场夜航飞行的必备设施,保证助航灯光系统的完好运行,为飞行员提供安全可靠的地面跑道信息,对飞行安全保障具有非常重要的意义.助航灯光故障计算机检测定位系统因其具有实时快速发现助航灯光系统故障,故障定位准确迅速,抗干扰能力强,有利于及时发现并排除助航灯光系统故障,保证助航灯光系统的完好率,从而保证飞机飞行安全等优点,而且该系统设计原理技术先进,不必增加专用检测电缆,系统反应快速实时,可靠性高,填补了国内空白,性能可以做到与国际同类产品相

一致的性能水平,可以替代同类进口产品,而系统价格却比国外同类产品低好几倍,可为国家节省大批外汇,在企业批量生产后,将会带来非常好的社会效益和经济效益,该系统的推广应用前景十分良好。

参考文献:

- [1] 附件(ANNEX)14-机场,机场电气设备使用标准,国际民航组织公约(ICAO),1987.
- [2] AC150/5345-30,机场电气设备使用标准,美国联邦航空署(FAA),1987.
- [3] AC5345/150-10E,机场电气设备使用标准,美国联邦航空署(FAA),1987.
- [4] AC120-57,机场电气设备使用标准,美国联邦航空署(FAA),1987.
- [5] L-827,机场电气设备使用标准,美国联邦航空署(FAA),1987.
- [6] AC150/5345-46B,机场电气设备使用标准,美国联邦航空署(FAA),1988.
- [7] ICAO机场设计手册第五部分,机场电气设备使用标准,国际民航组织公约,1987.
- [8] AC150/5345-46B,机场电气设备使用标准,美国联邦航空署(FAA),1987.
- [9] AC150/5345-47A,机场电气设备使用标准,美国联邦航空署(FAA),1987.

The Designing for Airdrom Aid Navigating Lamplight Failure Inspection Orientation System

WANG Hui-lin¹, YANG Sheng-yun¹, YU Xiao-chun¹, XIE Shi-wu², LIN Qing-ying¹

(1.Department of Mathematics and Information Technology, Hanshan Normal University, Chaozhou 521041
China; 2.Department of Physics and Electronic Engineering, Hanshan Normal University,
Chaozhou 521041, China)

Abstract: The Aid Navigating Lamplight System is very important for airplanes to land and take off safely. And it is especially important for night flights. However the environments for the aid navigating Lamplight application are usually rough and wide, posing great difficulties to inspection and maintaining. For these reasons a system of aid navigating lamplight failure inspection orientation is urgently required to detect the failure point quickly and accurately so that repairs can be done correspondingly. This system checks the working lamplight on-line and transfers the failure message with carrier wave through the power supply cable of the system without adding extra transferring cable. The system also displays the Lamplight map, airdrome flight former chart, lamplight equipment mould, lamplight control equipment mould and color alarm or flash alarm.

Key words: aid navigating lamplight; lamplight failure; computer inspect measure; orientation