

文章编号: 1671-251X(2009)06-0071-04

# 开放空间长阵列红外线扫描定位系统的研究

李立新, 李建法

(安阳师范学院电气电子信息工程系, 河南 安阳 455002)

**摘要:** 文章介绍了开放空间长阵列红外线扫描定位系统的构成和工作原理, 详细阐述了该系统中电子移位逐行扫描电路的设计、强日光红外线干扰处理和红外模块故障检测的实现, 并给出了系统软件设计。该系统采用电子移位逐行高速扫描技术、系统故障自动检测技术和多种抗室外强日光红外线干扰措施, 判别系统红外模块的故障位置和故障类型, 实现了快速、精确定位, 提高了系统的抗干扰能力以及定位的稳定性、可靠性和可维护性; 并利用 Delphi 开发系统主控软件, 完成定位结果的显示、输出、工作参数设置和状态检测等功能。该系统在实际工程中得到应用, 效果良好。

**关键词:** 定位; 开放空间; 长阵列; 红外线; 扫描

**中图分类号:** TN219      **文献标识码:** B

## Research of Long Array Infrared Scanning Position System in Open Space

LI Li-xin, LI Jian-fa

(Dept. of Electrical and Electronics Information Engineering of Anyang Normal University,  
Anyang 455002, China)

**Abstract:** The paper introduced composition and working principle of the long array infrared scanning position system in open space, expounded design of electronic displacement scanning circuit with line by line and interference processing of strong sunlight infrared and implementation of fault detection of infrared module, as well as gave software design of the system. The system uses the technology of electronic displacement high-speed scanning with line by line, the technology of automatic detection of system fault and many kinds of anti-interference measures of outdoor strong sunlight infrared to identify fault position and fault type of the infrared module of the system, which realizes quick and accurate position and improves ability of anti-interference of the system and stability, reliability and maintenance of the position. The system uses Delphi to develop the main control software of the system in order to finish the functions of display, output, setting of working parameters and state detection of the position result. The system has been applied in actual projects, which has good effect.

**Key words:** position, open space, long array, infrared, scanning

## 0 引言

在电厂、钢厂原料(铁矿粉、煤炭)质量检测所用的采样机自动控制系统中需要对汽车进行定位, 因

为只有确定作业区内车厢的位置, 才能保证采样机械手作业点落在车厢范围内。目前的定位系统多采用齿轮传动的机械移位红外线扫描方式, 虽然结构简单, 但是定位速度慢、定位精度低, 且难以克服室外强日光红外线干扰, 可靠性低, 难以满足实际定位对速度、精度和可靠性的要求。本文采用多种抗日光干扰措施以及电子移位逐行高速扫描技术<sup>[1]</sup>, 设计了一套开放空间长阵列红外线扫描定位系统, 可广泛应用于需要快速、精确确定物体位置的系统, 并在实际工程中得到应用。

收稿日期: 2009-02-04

作者简介: 李立新(1966-), 男, 河南安阳人, 副教授, 1989年毕业于电子科技大学, 现任安阳师范学院电气电子信息工程系副主任, 华东师范大学软件学院工程硕士研究生指导教师, 主要从事自动控制和电路设计方面的教学与研究工作。E-mail: aysyllx@sina.com

## 1 系统构成及工作原理

长阵列红外线扫描定位系统主要由红外发射阵列、红外接收阵列、扫描控制单片机和主机组成,如图 1 所示。其中红外发射阵列和红外接收阵列安装于工作区两侧正对车厢中部的的位置,分别由  $N$  个发射模块和  $N$  个接收模块组成,收发一一对应。在扫描控制单片机输出的移位脉冲 CLKf 和 CLKs 的作用下,发射模块和接收模块同步地从前到后轮流接通工作。当有汽车进入工作区时,由于车身的遮挡,部分接收模块就接收不到其对应位置发射模块发射的红外线。由扫描控制单片机在每个接收模块接通工作时采集其接收状态  $D_n$ , 经过预处理后发送给主机,进一步处理、转换、判断,就能判断工作区是否有车,并计算出汽车车厢在工作区中的纵向位置参数。

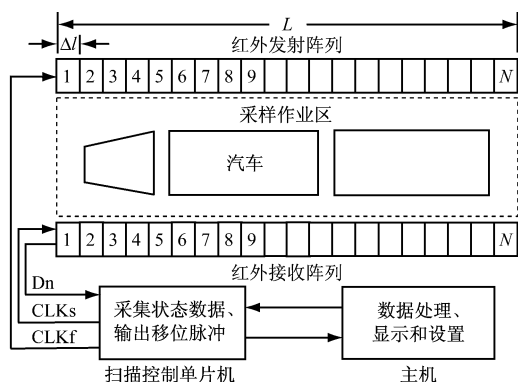


图 1 长阵列红外线扫描定位系统组成图

## 2 系统设计

由于电子移位逐行扫描电路、强日光红外线干扰和红外模块的故障检测直接影响到系统的稳定性和可靠性,所以对电子移位逐行扫描电路设计、强日光红外线干扰处理和红外模块故障自动检测是本系统设计的关键。

### 2.1 电子移位逐行扫描电路

电子移位逐行扫描电路由红外发射模块、红外接收模块、红外脉冲发生器、电子移位电路和扫描控制单片机组成,如图 2 所示。其中红外发射模块由电子开关和红外发射电路组成,电子开关在控制信号为高电平时导通,将红外脉冲发生器产生的红外脉冲发射出去;红外接收模块由电子开关和红外接收头组成,电子开关也在控制信号为高电平时导通,将红外接收头的接收状态输出到单片机;电子移位电路由 74HC164 串联组成<sup>[2]</sup>,有  $N$  个输出端子,每一个输出端子控制 1 个红外模块。扫描控制单片机输出的开关信号和移位时钟分别加入第一块

74HC164 的 AB 端和 CLK 端,开关信号为高电平脉冲,在移位时钟的作用下,该高电平脉冲的每个移位时钟周期向前移动 1 位。由于收发两侧移位时钟同步,所以,收发两侧对应位置上的红外模块会一对一地按顺序轮流接通工作,扫描控制单片机在每个移位时钟周期采集接收状态数据,由此达到电子移位逐行扫描的目的。

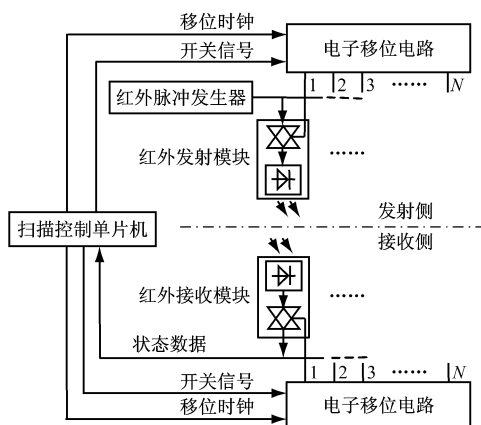


图 2 电子移位逐行扫描电路原理图

### 2.2 强日光红外线干扰处理

在实际工程应用中,室外日光红外线强度高,照射角度广,严重干扰红外传感器对红外信号的接收,不能对汽车进行可靠定位。本系统采取多种措施降低日光红外线的干扰。

首先,日光红外线直射方向在日出和日落时分与地面接近平行,而在其它时间与地面有较大角度,因此,采取红外传感器内藏式安装。如图 3 所示,将红外传感器内藏于箱体中,使有效感应面高于箱体上的透光窗口,避免日光红外线直接照射红外传感器。同时,让红外发射模块安装位置低于红外接收模块,因为红外发射管存在一定的发射角度,所以信号红外线可以直射到红外传感器上。其次,日光等背景红外线一般不会有剧烈波动,因此,做动态红外线发射效果较好。将红外线进行 38 kHz 的脉冲调制后发射<sup>[3]</sup>,并采用抗干扰能力较强的 SBX1610-02 接收头接收,可以从非直射日光红外线干扰中有效检出信号红外线。最后采用大功率发射管加大红外发射功率,以增大信号红外线与干扰红外线的对比强度,提高信号检出的可靠性,同时可以适应更大的发射距离。

经过上述抗干扰处理后,该系统在室外强日光干扰下可正常工作。

### 2.3 红外模块故障自动检测

本系统中包含数百个红外发射模块和红外接收

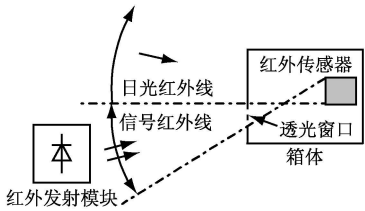


图3 红外传感器内藏式安装示意图

模块,电路长达数十米,故障发生点分散,类型多样,人工查找困难。为便于维护、提高系统稳定性,笔者采用红外模块自动检测方式判断故障模块的序号,以区分出常见的发射模块异常、接收模块异常和光路异常等故障类型。为了精确检测故障,检测过程采用3步扫描法,扫描原理如图4所示。第一步为正常的对位扫描,找出那些不能收到红外线信号的红外接收模块,其序号就是故障位置序号;第二步、第三步为错位扫描,分别通过前错位扫描和后错位扫描,让故障位置的红外接收模块与邻近无故障的红外发射模块错位配对,而让故障位置的红外发射模块与邻近无故障的红外接收模块错位配对,由此判断故障的类型。

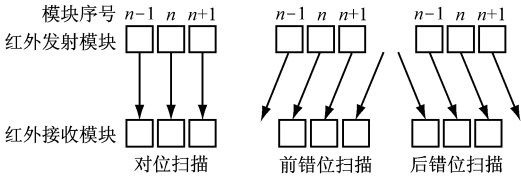


图4 3步扫描原理图

表1为3步扫描故障分析表。表1中:状态数据0表示接收正常,1表示接收异常,×表示任意;结果0表示正常,1表示红外发射模块异常,2表示红外接收模块异常,3表示红外收发模块皆异常,4表示光路异常。按照表1中的第一种情况为例进行说明:第一步为对位扫描,表明故障位置序号为 $n$ , $n-1$ 和 $n+1$ 位置正常;第二步为前错位扫描, $n$ 发射对应 $n-1$ 接收,接收异常,第三步为后错位扫描, $n$ 发射对应 $n+1$ 接收,接收异常,故判断 $n$ 位置发射模块异常,其它情况依此类推。

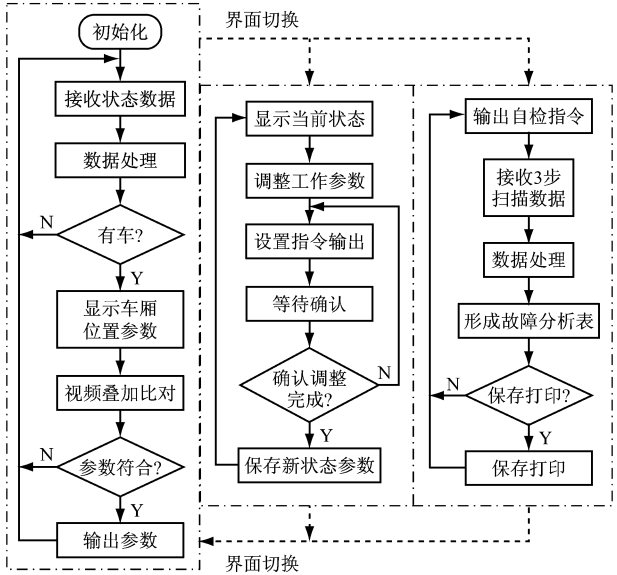
表1 3步扫描故障分析表

	红外接收模块序号											
	$n-1$	$n$	$n+1$	$n-1$	$n$	$n+1$	$n-1$	$n$	$n+1$	$n-1$	$n$	$n+1$
第一步	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
第二步	1	0	×	0	1	×	1	1	×	0	0	×
第三步	×	0	1	×	1	1	×	1	1	×	0	0
结果	0	1	0	0	2	0	0	3	0	0	4	0

扫描控制单片机将3步扫描的状态数据传送到主机,通过主机的故障检测算法完成故障模块序号及故障类型的识别和显示。

2.4 主机软件设计

主机软件主要完成数据处理任务。为满足系统的控制性能和开放性能,采用Delphi语言编写<sup>[4]</sup>主机软件,其流程如图5所示。



(a) 显示界面流程图 (b) 功能设置界面流程图 (c) 故障自检界面流程图

图5 主机软件流程图

2.5 实际应用中需要注意的事项

- (1) 根据现场要检测的最大长度 $L$ 和定位精度 $\Delta l$ 的要求确定阵列中模块的数量 $N$ ,要求 $N \times \Delta l = L$ ,由于各个模块的电路相同,可以任意串联。
- (2) 每个模块单次接通工作时间为 $\Delta t$ ,该时间可以按照扫描速度要求进行调整,1次完整的扫描时间 $T = N \times \Delta t$ 。
- (3) 将多个模块制作成1个电路板组件,并采用插拔式安装结构,尽量减少现场更换故障模块所需的时间。
- (4) 主机与单片机之间采用串行通信连接<sup>[5]</sup>。
- (5) 故障自动检测必须选择在工作区无车辆时进行。

3 结语

本文介绍的长阵列红外线扫描定位系统具有定位速度快、定位精度高、抗干扰能力强等特点,能够全天候稳定可靠工作,可广泛应用于需快速精确定位的系统。目前该系统已被集成到汽车物料自动采样系统中,在多个钢铁电力企业得到应用,运行效果良好。

参考文献:

[1] 苏光大. 微机图像处理系统[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.

文章编号: 1671- 251X( 2009) 06- 0074- 04

# 分布式无线矿井信息采集系统的设计与实现

李书旗<sup>1</sup>, 徐煜明<sup>2</sup>, 宋依青<sup>2</sup>, 王海滨<sup>1</sup>

(1. 河海大学计算机及信息工程学院, 2. 常州工学院计算机信息工程学院, 江苏 常州 213002)

**摘要:** 针对目前井下环境监测采取有线传输方式存在布线繁琐、线路依赖性强、成本高等问题, 文章提出了一种基于 nRF905 的分布式无线矿井信息采集系统的设计方案, 简要介绍了无线采集终端的硬件设计, 详细阐述了基于 nRF905 的无线通信协议栈的设计。实际应用表明, 该系统可及时为抢险和搜救工作提供信息, 具有一定的实用性。

**关键词:** 矿井; 信息采集; 无线通信; 分布式; nRF905; 终端节点; 协议栈

**中图分类号:** TD655. 3; TP934. 3

**文献标识码:** B

## 0 引言

矿井的安全问题是我国煤炭安全生产的头等问题, 而有效解决该问题的手段就是实现矿井的信息化<sup>[1]</sup>。目前, 煤矿井下环境监测主要采取有线传输方式, 该方式存在布线繁琐、成本高、线路依赖性强、移动性差等缺点。特别是矿井出现爆炸、垮塌等危险事故时, 传感器及线缆将会受到严重的损坏, 不能为抢险和搜救工作提供信息。近年来, 基于无线传感网络的煤矿井下环境监测的研究得到了国内外的广泛关注。为了对井下环境、人员健康和状况<sup>[2]</sup>等大量信息进行监测并及时报警, 同时解决大量布线所带来的问题, 本文设计了一种适合煤矿井下无线传感网络通信的分布式无线矿井信息采集系统, 该系统硬件采用以 nRF905 为核心的采集终端, 软件采用一种轻量型的通信协议, 以确保网络节点间的互联。

## 1 系统架构

分布式无线矿井信息采集系统用于将传感器采

集的矿井中各个不同地点的相关信息, 通过 nRF905 传输至巷道上的网关, 再用有线方式将网关数据传输至地面上的中央控制计算机。系统中的设备按照通信能力可分为全功能设备 (Full Function Device, FFD) 或称中心节点或网关和精简功能设备 (Reduced Function Device, RFD) 或称终端节点。FFD 和 FFD 之间、FFD 和 RFD 之间都可直接通信, RFD 和 RFD 之间可通过 FFD 实现通信。RFD 主要分为 2 种: 一种用于环境监测, 如瓦斯浓度、CO 浓度、空气温度、水位等, 放置于各个巷道; 另一种用于矿工生命体征的采集, 如脉搏、血压、呼吸、体温等, 佩戴在矿工身上。上述信号由传感器采集后经过放大、A/D 转换、信号处理, 最终由 nRF905 无线传输至矿井巷道壁上的网关。矿工佩戴的 RFD 均拥有一个 64 位的 IEEE 地址 (也可以使用 16 位短地址来减小数据包), 只要记录下 RFD 地址就可以很容易地确定矿工身份, 在发生矿难时即可根据网关最后的记录找到每个矿工的具体位置, 以便于营救。巷道中每隔几十米架设 1 个固定的网关, 各个网关用线缆相连, 用于收集 nRF905 的无线信号, 并将收集到的信号通过有线方式传输至地面上的中央控制计算机。由于矿井采掘面不断延伸, 有线设备的框架不便及时跟进, 所以应在采掘面

收稿日期: 2009- 02- 12

作者简介: 李书旗 (1965- ), 男, 工程师, 江苏泰州人, 研究方向为自动控制及实验研究。Tel: 0519- 85192021; E-mail: lisq@hhuc.edu.cn

[2] 李朝青. 单片机原理及接口技术[M]. 3 版. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.

[3] 徐克宝, 朱 苹, 陈广庆, 等. 数字链路循环码式光电开关传感器的调制编码原理[J]. 传感技术学报, 2007(2): 329~ 333.

[4] 王小华. Delphi5 程序设计与控件参考[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.

[5] 卢 超. 单片机与 PC 机的通信设计[J]. 工矿自动化, 2007(5): 119~ 121.