

文章编号:1671-251X(2015)04-0030-03

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.04.008

赵文生. 遥控型电液控制系统操作人员精确定位技术[J]. 工矿自动化, 2015, 41(4): 30-32.

遥控型电液控制系统操作人员精确定位技术

赵文生

(北京天地玛珂电液控制系统有限公司, 北京 100013)

摘要:针对遥控型电液控制系统操作人员在控制支架动作时易产生误动作的问题,结合煤矿综采工作面实际情况,研究了遥控型电液控制系统操作人员精确定位技术,通过 RSSI 信息归一化、场强区域划分、传感器优化分布等措施将定位精度提高到 1.5 m,满足了遥控型电液控制系统的要求。

关键词:电液控制系统; 精确定位; 遥控; 综采工作面; RSSI

中图分类号:TD355.4 文献标志码:A 网络出版时间:2015-03-31 08:31

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20150331.0831.008.html>

Precise positioning technology of operator of remote-controlled
electro-hydraulic control system

ZHAO Wensheng

(Beijing Tiandi-Marco Electronic-Hydraulic Control System Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: In view of problem that operator of remote-controlled electro-hydraulic control system is easy to malfunction while controlling the support action, precise positioning technology of operator of remote-controlled electro-hydraulic control system was studied combined with actual situation of fully mechanized coal mining face, and the positioning accuracy was improved to 1.5 m by RSSI information normalization, field strength zoning and optimal sensor positioning to meet requirements of remote-controlled electro-hydraulic control system.

Key words: electro-hydraulic control system; precise positioning; remote control; fully mechanized coal mining face; RSSI

0 引言

电液控制系统与传统机械液压控制系统相比具有管路简单、操作灵活、效率高等特点。目前,支架电液控制系统已成为煤矿综采工作面生产技术水平的重要标志。但目前的电液控制系统大多针对高产矿井设计,不适用于大量中低产矿井。遥控型电液控制系统不同于现有电液控制系统,其在简化系统组成、提高可靠性的同时,大大改善了操作的灵活性,降低了系统成本。手持遥控器可移动操作,方便观察支架状态,但同时也带来了新的安全风险。如何对操作人员进行精确定位,保证人员安全,并及时

闭锁所在支架成为研究重点。笔者通过研究综采工作面电磁场分布规律,并根据规律优化定位方法,实现了对遥控型电液控制系统操作人员的精确定位。

1 遥控型电液控制系统

支架电液控制是计算机技术、控制技术、通信技术、传感器技术和液压技术综合一体化的新技术^[1-3]。利用该技术可加快支架动作速度,提高自动化程度,减少操作劳动量,提高效率,加强安全保障,增加对支架工况和控制过程的监视功能。

遥控型电液控制系统由支架控制器、人机操作界面、传感器、隔离耦合器、电源箱、连接器、电磁先

收稿日期:2014-09-23;修回日期:2015-01-12;责任编辑:胡娟。

基金项目:国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2013AA06A410)。

作者简介:赵文生(1980—),男,河北鹿泉人,工程师,硕士,现主要从事液压支架电液控制系统研究工作,E-mail:zhaows@tdmarco.com。

导阀、主阀、主机、网络变压器等组成(图 1)。现有支架电液控制系统由于在每台液压支架上都配有人机交互装置,增加了支架电液控制系统成本,在薄煤层应用时操作维修不方便。

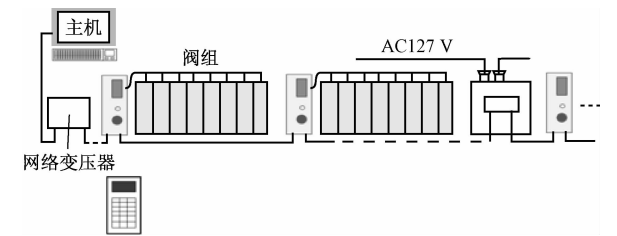


图 1 遥控型电液控制系统示意

遥控型电液控制系统采用无线通信技术,将人机界面从电控系统中分离出来,用支架遥控器替代人机界面功能,减少了设备数量,降低了系统成本,提高了可靠性。然而遥控操作相对于固定位置人机界面操作存在一定风险,操作人员在控制支架动作时若发生移动容易产生误动作,甚至发生事故。因此,需对遥控型电液控制系统操作人员进行精确定位,并自动闭锁操作人员所在支架。

工作面安全定位不同于传统煤矿人员定位技术,由于支架宽度一般为 1.50 m 或 1.75 m,所以定位系统的定位精度需达到 1.50 m。传统的区域定位技术无法满足该要求,因此,需研究适用于遥控型电液控制系统的工作面精确定位技术。

2 RSSI 定位技术

目前常用的煤矿人员定位算法有 TOA(Time of Arrival)、TDOA(Time Difference of Arrival)、AOA(Angle of Arrival)、超宽带、RSSI(Received Signal Strength Indicator)及中质心、凸规划等^[4-5]。

TOA、TDOA、AOA 等算法的定位精度受设备复杂程度的影响,普通设备(如基于 JN5168 芯片的设备)TOA 精度能达到 5 m,超宽带可达到厘米级精度,但价格昂贵^[6]。RSSI 定位技术无需任何定位测量专用设备,可通过寄存器读取信号 RSSI 值,采用距离与 RSSI 值关系曲线来确定移动节点的位置。

无线信号传输的一个重要特点是信号强度随距离的增大而衰减,有如下经验公式^[7]:

$$L_d = L_1 + 10\eta \lg \frac{d}{m} + v \tag{1}$$

$$L_1 = 10\lg G_t G_r \left(\frac{c/f}{4\pi} \right)^2 \tag{2}$$

式中: L_d 为经过距离 d 后的信道损耗; η 为信道衰减系数(2~6); v 为考虑阴影效应时的高斯随机变

量,其标准差取值为 2~8; G_t 为发射天线增益; G_r 为接收天线增益; c 为光速; f 为载频。

在不同芯片中,受硬件和调制方式的影响,经验公式会有相应变化。CC2530 支持 IEEE802.15.4 协议,在物理层采用 DSSS(直接序列扩展频谱)和 O-QPSK(正交相移键控)调制方式,IEEE802.15.4 给出了简化的信道模型^[8]:

$$\begin{cases} \text{RSSI}(d) = P_t - 40.2 - 10 \times 2 \times \lg \frac{d}{m} & d \leq 8 \text{ m} \\ \text{RSSI}(d) = P_t - 58.5 - 10 \times 3.3 \times \lg \frac{d}{m} & d > 8 \text{ m} \end{cases}$$

式中: P_t 为发射功率。

RSSI 值与传输距离的关系如图 2 所示。由图 2 可知,当传输距离小于 1 m 时,RSSI 值与传输距离近似呈线性关系;随着传输距离的增大,RSSI 值逐步减小,当距离超过 1 m 时,由于反射、阻挡、吸收等因素的影响,RSSI 值呈波浪式下降。

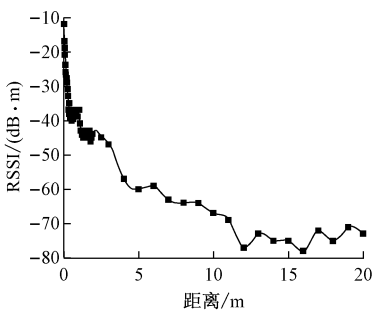


图 2 RSSI 值与传输距离的关系

3 精确定位技术

遥控型电液控制系统操作人员精确定位技术原理:将工作面区域分割为一系列地理围栏,当遥控器进入特定地理围栏时进行区域定位,并根据归一化 RSSI 统计信息进行精确定位运算。位置信息固化于定位标签中,定位标签定时发送含有其位置信息的广播帧,遥控器进入标签所在区域时收到广播帧,完成区域定位。精确定位系统结构如图 3 所示。

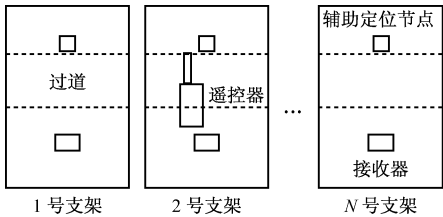


图 3 精确定位系统结构

3.1 RSSI 归一化

由于信号强度与天线极化、电路板一致性、阻容件误差等存在一定关系,所以需对不同定位标签

RSSI 值进行归一化设置。归一化措施包括:① 保证安装方式统一,天线方向一致,从而保证极化情况基本一致;② 生产过程中对无线模块进行测试,将测试结果与标准模块对比,将差值作为修正信息写入模块 EEROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory),定位标签发送的广播帧包含该修正信息;遥控器收到定位广播帧后采用修正信息对测得的 RSSI 值进行修正,从而获得归一化 RSSI 数值。

3.2 RSSI 与传输距离的转换

发送与接收设备之间的距离在 1 m 以内时, RSSI 值基本按照理论值减小;在 1 m 以外时,受反射波影响, RSSI 值不会减小,而是上下波动,即 1 m 以外的距离无法推测;当距离约为 1 m 时,根据实测值推测的模块距离与理论值基本一致,距离增大后误差变大,无法定位。因此,将 1 m 以内定义为 near, 1 m 以外定义为 far,以此来区分距离,并将 30 cm 以内定义为 immediate。将进入 1 m 以内定义为进入该地理围栏,并参与精确距离计算,遥控器与定位标签的距离小于 30 cm 时,遥控器执行连接接收器等安全操作。由于支架宽度为 1.5 m,在每个支架上部署一个定位节点即可使人员到某定位节点的距离小于 1 m,所以,该算法可满足遥控型电液控制系统对于定位精度的要求。

3.3 节点场强分布

场强测试点分布如图 4 所示。按照图 4 布置 2 个定位节点位于 B3, D3 处,分别测试 A1—E5 处 2 个定位节点的场强分布,具体如图 5 所示。根据图 5 的场强分布规律,按照三角法计算遥控器的坐标,并执行支架自动闭锁操作。

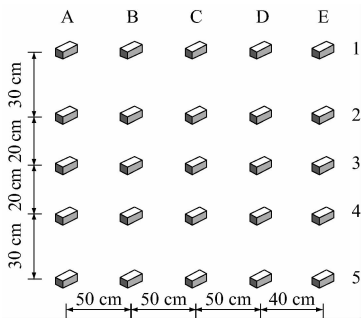
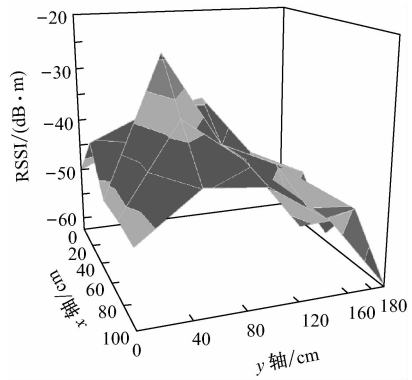


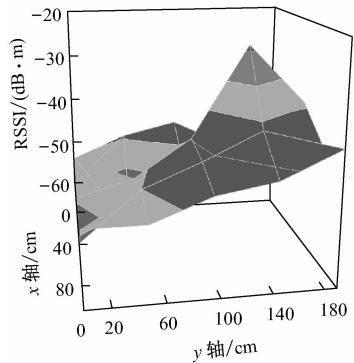
图 4 场强测试点分布

4 结语

根据现有的遥控型电液控制系统通信平台,通过软件扩展实现对系统操作人员的精确定位。遥控型电液控制系统操作人员精确定位技术通过对场强



(a) B3 节点



(b) D3 节点

图 5 B3, D3 节点场强分布

分布进行区域划分,并根据场强与传输距离的线性关系计算精确距离;通过增加辅助定位节点的数量,可以提高定位精度,增强系统扩展性。

参考文献:

[1] 李首滨,韦文术,牛剑峰. 液压支架电液控制及工作面自动化技术综述[J]. 煤炭科学技术, 2007, 35(11): 1-5.

[2] 张良. 液压支架电液控制系统的应用现状及发展趋势[J]. 煤炭科学技术, 2003, 31(2): 5-8.

[3] 李首滨. 国产液压支架电液控制系统技术现状[J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(1): 53-56.

[4] 张治斌,徐小玲,阎连龙. 基于 Zigbee 井下无线传感器网络的定位方法[J]. 煤炭学报, 2009, 34(1): 125-128.

[5] 杨维,王彬. 矿井巷道层状型无线监测无线传感器网络的实现[J]. 煤炭学报, 2008, 33(1): 94-98.

[6] 刘思迪. 基于 UWB 的无线传感器网络定位算法研究及系统设计[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2011: 12-30.

[7] 方震. 位置数据库已知的无线传感器网络研究[D]. 北京: 中国科学院大学, 2007: 4-8.

[8] IEEE Std 802. 15.4 - 2003 Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)[S].