

文章编号:1671-251X(2009)04-0072-06

# 入场汽车煤智能采样控制系统的设计<sup>\*</sup>

崔亚量<sup>1</sup>，崔金玲<sup>2</sup>，武海燕<sup>1</sup>，杨庆祥<sup>1</sup>

(1. 安阳工学院计算机科学与信息工程系,河南 安阳 455000;  
2. 河南师范大学物理与信息工程学院,河南 新乡 453002)

**摘要:**针对入场汽车煤人工采样方式劳动强度大、单纯的人为操作机械采样装置很难控制入场煤弄虚作假等问题,文章介绍了一套入场汽车煤智能采样控制系统的设计。该系统由车厢定位选点子系统、采样点坐标转换子系统、现场控制子系统、数据库子系统和通信子系统组成,采用数字图象处理技术和改进的模糊边缘检测算法实现车厢自动定位选点,采样点坐标经转换处理后,由PLC完成现场自动采样控制。实际应用表明,该系统精度高,可靠性好,操作简便,能满足实际需要。

**关键词:**入场汽车煤;自动采样;控制系统;定位选点;图象处理;坐标转换;模糊边缘检测算法

**中图分类号:**TD58;TP273      **文献标识码:**B

Design of Intelligent Sampling and Control System for Entree Truck Coal

CUI Ya-liang<sup>1</sup>, Cui Jin-ling<sup>2</sup>, WU Hai-yan<sup>1</sup>, YANG Qing-xiang<sup>1</sup>

(1. Computer Engineering Department of Anyang Institute of Technology, Anyang 455000, China.  
2. College of Physics & Information Engineering of Henan Normal University, Xinxiang 453002, China)

**Abstract:** Aiming at the problems that labor intensity of manual sampling way for entree truck coal was great and only human operating mechanical sampling equipment was difficult to control falsification phenomena of entree coal, the paper introduced design of a intelligent sampling and control system for entree truck coal. The system is composed of carriage positioning and siting subsystem, coordinate transformation of sampling points subsystem, field control subsystem, database subsystem and communication subsystem, adopts digital image processing technology and improved fuzzy edge-detection algorithm to realize automatic positioning and siting of carriage and field automatic sampling control is completed by PLC when coordinate of sampling points is transferred. Practical application showed the system has high precision, good reliability, convenient operation and can meet practical need.

**Key words:** entree truck coal, automatic sampling, control system, position and siting, image processing, coordinate transformation, fuzzy edge-detection algorithm

## 0 引言

煤是焦化厂炼焦、电厂和钢厂等企业的主要原料和能源,其质量的好坏直接影响着产品的质量。这些企业早期采用人工取样方式检测入场煤的质

量,但采用该方式工人的劳动强度很大,且效率很低。之后,各企业把取样环节改为机械取样装置,该类采样装置包括电气控制系统和行走机构,行走机构由大车和小车组成,其特征:小车上装有采样系统,采样的数量及采样点的选择由操作人员通过控制手柄现场决定。这种改进的技术在一定时间内取得了较好的效果,但仍然很难解决入场煤的弄虚作假问题。针对这一现状,笔者选用安阳市鑫达自动化工程有限公司生产的机械采样装置,设计了一套入场汽车煤智能采样控制系统,实现了入场汽车煤的自动采样检测。

收稿日期:2008-12-10

\*基金项目:河南省科技攻关项目(0424220222)

作者简介:崔亚量(1955-),男,河南安阳人,副教授,现主要从事大学物理的教学工作,已发表文章十余篇。Tel:0372-2909983;  
E-mail:cuiyaliang@yahoo.com.cn

## 1 系统总体结构

入场汽车煤智能采样控制系统由机械采样装置和控制系统2个部分组成。

### 1.1 机械采样装置

机械采样装置由大车、小车及采样头组成。大车沿车道方向移动,小车沿与车道垂直方向移动,采样头沿垂直方向移动。其中,采样头是机械采样装置的关键设备,既要满足煤质复杂情况下的采样要求,又要满足机械采样装置在整个冬季的投入率,因此,采样头的选型直接关系到整台设备能否正常投运。安阳市鑫达自动化工程有限公司生产的机械采样装置的采样头为全断面螺旋式采样头,煤由内筒短螺旋向上输送并经采样筒上口排出,在没有到达预定深度前,可以形成一个由样料队采样螺旋及筒体的冲洗过程,保证每次采样都不混样。

### 1.2 控制系统

控制系统主要由车厢定位选点子系统、采样点坐标转换子系统、现场控制子系统、数据库子系统、通信子系统等部分组成,如图1所示,实现了入场煤采样工艺全过程的PLC全自动控制以及实时监控、数据采集、设定采样方案、历史记录存档、报表和打印等功能。本文重点介绍定位选点子系统、采样点坐标转换子系统和现场控制子系统。

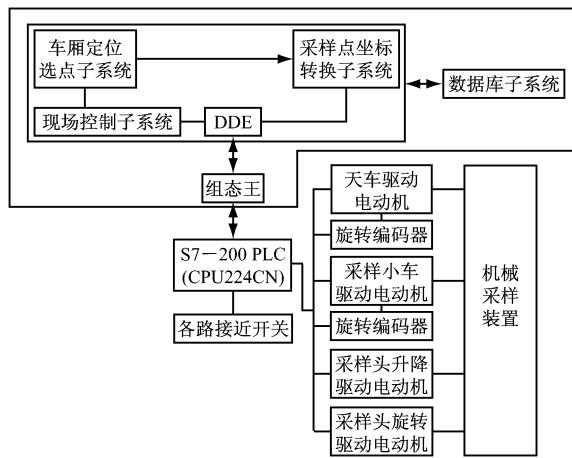


图1 控制系统结构框图

## 2 车厢定位选点子系统

车厢定位选点子系统是实现整个智能采样控制系统的关键,其中,车厢定位算法的优劣关系到系统采样控制功能的成败。通过调研、比较目前的各种车厢定位方案,该子系统决定采用数字图象处理的方法获取运煤汽车车厢在采样现场的坐标,从而确定车厢位于采样现场的区域,然后在该区域内按规

范生成随机采样点,最后将这些采样点在图片上的坐标值转换为现场采样点的物理坐标值。

### 2.1 动态图象捕捉功能的设计

动态图象捕捉功能在视频实时性、分辨率、周围环境的洁净度以及环境光照等方面要求较高。另外,为了便于车厢定位,还要优化确定摄像头的安装位置。因此,该功能的实现采用以下方案:

(1) 为减小环境光照对拍摄图象质量的影响,在采样区上方用铁皮制作顶棚,顶棚离地面高度为9 200 mm;(2) 在采样区上方的中间位置架设摄像头,如图2所示,实时获取待检运煤车辆的现场位置图象;(3) 摄像头开机启动后,其视频输出信号经视频采集卡输入到计算机系统,连续获得摄像头捕捉到的动态图象数据,并将该数据连续输出到前台应用程序指定的窗口区域中;(4) 当车辆停稳后,操作员启动车厢定位选点子系统,从动态视频中自动获取1帧图象,并保存为1张640×480的.bmp图片。

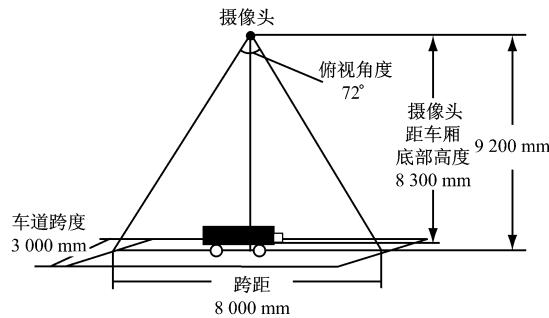


图2 摄像头安装位置示意图

### 2.2 车厢自动定位、选点功能的设计

车厢自动定位根据动态图象捕捉子功能获得的采样现场图片,使用数字图象处理技术识别出煤车车厢在采样现场图片中的位置(区域),然后将该区域作为生成随机采样点的约束条件,按规范随机产生采样点。

#### 2.2.1 车厢自动定位算法

该子系统中车厢自动定位算法选用基于模糊边缘检测算法。Pal. King 提出的第一个模糊边缘检测算法存在不少缺陷,在此基础上,学者们相继提出了各种改进模糊边缘检测算法<sup>[1~4]</sup>。其中,参考文献[3]提出的多层次边缘图象的快速模糊边缘检测算法具有较好的抑噪及边缘检测效果,且实时性较高,基本满足现场实时性的严格要求,但是该算法在车厢自动定位的应用过程中仍存在一些不足,如图象中一部分本应增强的灰度级没有被增强,不应增强的灰度级却得到了很大的增强,影响了下一步的边缘检测效果。因此,该子系统采用了在参考文献

[3] 算法的基础上,结合传统分割算法而得出的一种改进模糊边缘检测快速算法,当目标区域的面积大于整幅图象的 30% 时,性能达到最优<sup>[5~6]</sup>,该算法详见参考文献[7]。

### 2.2.2 随机采样点生成功能的设计与实现

当车厢成功定位后,系统自动调用随机采样点生成模块,在车厢区域范围内随机产生采样点。采样点的数量及采样点的分布需符合相应规范。

采样点的数量随运煤车吨位的不同而变化,一般为 2~5 个,每 10 t 增加 1 个采样点。采样点分布规范:将所得到的煤车车厢区域划分为 5 个相等的区域,在每个区域只能随机生成 1 个采样点。根据行业采样选点规范:当有 2 个采样点时,分别在第二、第五区域生成;当有 3 个采样点时,第一个采样点必须在第一区域生成,第二个采样点可在第二或第三区域生成,第三个采样点可在第三或第四区域生成;当有 4 个采样点时,应分别在第一、第二、第四、第五区域生成;当有 5 个采样点时,每个区域生成 1 个点。确定生成采样点的区域之后,利用随机函数在该区域产生坐标值。图 3 为采样区域内生成 3 个采样点的示意图,其中白色方框为采样点。



图 3 采样区域内生成 3 个采样点的示意图

## 3 坐标点转换子系统

车厢定位选点子系统生成的随机采样点的坐标值以像素为单位,称为随机采样点屏幕坐标。因此,需要设计相应的算法,实现屏幕坐标到现场物理坐标的转换。具体的转换算法如下所述:

(1) 定标。由于摄像头距车厢底部 8 300 mm,近似认为每度所对应的像素点个数相等(设摄像头俯视角为 72°,通过换算可知:1 个像素点对应 72° 640,1 个像素点对应的物理长度为

$$a = \tan(72^\circ 640) \times 8 300 \quad (1)$$

(2) 确定采样头原点(采样机复位停机后的位

置)在屏蔽坐标系中的坐标( $cx, cy$ )以及相对于图片中心原点 O 的坐标( $cxo, cyo$ ),求出( $cxo, cyo$ )相对于图片中心原点 O 的物理坐标( $PCXO, PCYO$ )。

(3) 建立以采样头原点为原点的坐标系 CX-CY。

(4) 设某个随机采样点的屏幕坐标为( $x, y$ ),通过坐标变换转换为相对于图片中心原点 O 的屏幕坐标( $xo, yo$ );根据定标将该屏幕坐标( $xo, yo$ )转换为相对于图片中心原点 O 的物理坐标( $pxo, pyo$ );最后将其转换为 CX-CY 坐标系中的坐标。

算法误差分析:该算法误差的引入主要有以下两种情况:

(1) 摄像头视角及车厢高度  $h$  引入的误差:如图 4 所示,设某个随机采样点  $P_1$  相对于中心点 O 的 X 轴向坐标为  $X_1$  (实际坐标),由于摄像头的固有视角,从摄像头看其在车厢底面的投影点为  $P_2$  (X 轴向坐标为  $X_2$ ),有:

$$X_2 = X_1 + h \times \tan \theta \quad (2)$$

而  $\tan \theta = X_1 / (8 300 - h)$ ,则有:

$$\begin{cases} X_2 = X_1 + h \times X_1 / (8 300 - h) \\ X_1 = (8 300 - h) \times X_2 / 8 300 \end{cases} \quad (3)$$

这时,  $X_2$  为  $P_1$  的视觉坐标值。从式(3)可知  $X_2 > X_1$ ,引入了误差  $X_2 - X_1$ ,且当  $h$  增大时,误差随之增大。

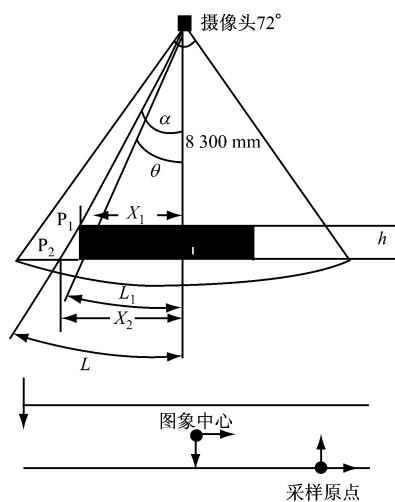


图 4 坐标转换算法误差分析图

(2) 定标引入的误差:采用的定标认为每度所对应的图片上像素点的个数相等,而实际上应为所对应的弧长相等。因此,设  $P_1$  的屏幕坐标为  $X_2$ ,经过定标可计算出其对应的圆心角为

$$= \frac{X_2 \times 36 \times 3.14}{320 \times 180} \quad (4)$$

实际对应的圆心角应为

$$= \frac{\cos(36 \times 3.14/180) \times X_2}{8300} \quad (5)$$

实际采样时对应的坐标为

$$X_2 = \tan \times 8300 \quad (6)$$

由此可知,  $X_2$  增加时, 误差随之增大, 但是该误差与摄像头视角及车厢高度  $h$  所引入的误差方向相反。因此, 总采样误差为

$$X = X_1 - X_2 = (8300 - h) \times X_2 / 8300 - \tan \left( \frac{\cos(36 \times 3.14/180) \times X_2}{8300} \right) \times 8300 \quad (7)$$

正是由于这 2 个部分的误差方向相反, 在很大程度上可相互抵消。因此, 总误差基本上可以达到控制要求。

#### 4 现场控制子系统

现场控制子系统是整个系统的最底层部分。该子系统从车厢定位选点子系统及坐标转换子系统获得采样点坐标, 控制机械采样装置实现采样功能。

##### 4.1 系统硬件设计

根据入场汽车煤智能采样控制系统的要求, 测控点分布如图 5 所示。系统共有 9 个接近开关 (大车原点、小车原点、大车左限位、大车右限位、小车前限位、小车后限位、升降上限位、升降下限位、升降下极限位) 及 1 个紧急停车开关量输入信号 (DI)、4 个测量大车和小车移动的 2 个正交旋转编码器 (编码器 1a、编码器 1b、编码器 2a、编码器 2b) 到高速计数器的开关量输入信号、10 个开关量输出信号 (大车右移、大车左移、小车后退、小车前进、取样上升、取样下降、螺旋反转、螺旋正转、料门、紧急停止指示)。

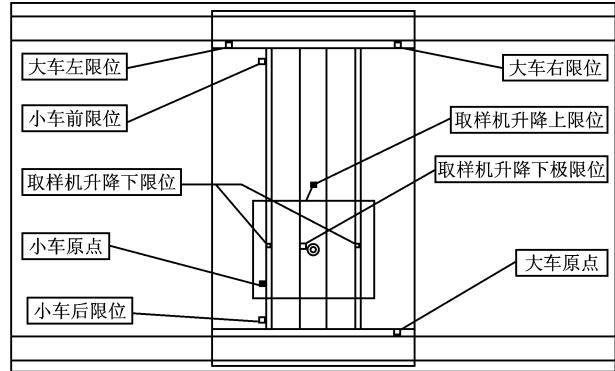


图 5 测控点分布图

现场控制子系统选用西门子 S7-200 系列 PLC (CPU 224) 和输入/输出混合扩展模块 EM223 构建 PLC 硬件模块。大车和小车的移动由 2 个 10 kW 的电动机带动, 采样头的升降、旋转由 2 个

2.2 kW 的电动机带动。旋转编码器选用 200 线的编码器。

#### 4.2 系统软件设计

该子系统软件包括 3 个部分: 主程序 MAIN 及 2 个子程序 SBR\_IN 和 SBR\_COMPUTE。定义的主要符号如表 1 所示。主程序 MAIN 流程如图 6 所示; 子程序 SBR\_IN 用于初始化 PLC, 计算大、小车当前位置及相对各自原点的偏移量, 最后对“大车左移 T”等中间变量赋初值, 其流程如图 7 所示; 子程序 SBR\_COMPUTE 基于大、小车当前位置及“程序控制”的 6 种状态, 通过计算及逻辑对系统进行操作控制, 其流程如图 8 所示。

表 1 定义的主要符号表

名称	符号	说明	名称	符号	说明
小车原点	I0.5	常开	大车左移 T	V40.0	输出中间位
大车左限位	I0.6	常闭	大车右移 T	V40.1	输出中间位
大车右限位	I0.7	常闭	小车前进 T	V40.2	输出中间位
小车前限位	I1.0	常闭	小车后退 T	V40.3	输出中间位
小车后限位	I1.1	常闭	取样上升 T	V40.4	输出中间位
升降上限位	I1.2	常开	取样下降 T	V40.5	输出中间位
升降下限位	I1.3	常闭	螺旋正转 T	V40.6	输出中间位
升降下极限位	I1.4	常开	螺旋反转 T	V40.7	输出中间位
开始采样	M0.3		料门	TV41.0	输出中间位
清洗标志	M0.4		大车 1 点	VW20	坐标值
取样结束	M0.5		大车 2 点	VW22	坐标值
大车右移	Q0.0		大车 3 点	VW24	坐标值
大车左移	Q0.1		大车 4 点	VW26	坐标值
小车后退	Q0.2		大车 5 点	VW28	坐标值
小车前进	Q0.3		小车 1 点	VW30	坐标值
取样上升	Q0.4		小车 2 点	VW32	坐标值
取样下降	Q0.5		小车 3 点	VW34	坐标值
螺旋反转	Q0.6		小车 4 点	VW36	坐标值
螺旋正转	Q0.7		小车 5 点	VW38	坐标值
料门	Q1.0		设定点数	VW6	
大车当前	VD100		已采样点数	VW8	
小车当前	VD104		程序控制	VW200	
大车偏移量	VD124		小车偏移量	VD128	

#### 5 结语

入场汽车煤智能采样控制系统采用数字图象处理技术实现车厢定位, 然后在定位区域内生成随机采样点, 再将随机采样点的坐标值传向现场采样控制子系统; 现场采样控制子系统的软件设计基于各个状态之间的转换。该系统已得到实际应用, 结果表明该采样系统可靠性高, 操作简便, 成本低, 可有

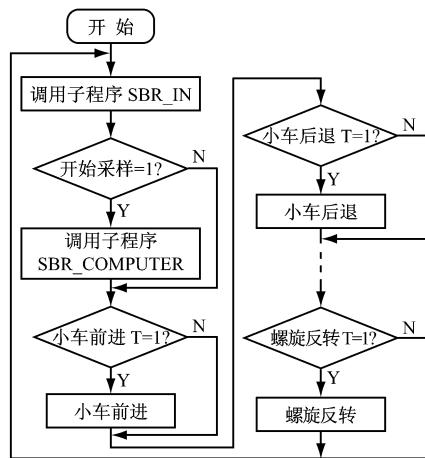


图 6 主程序 MAIN 流程图

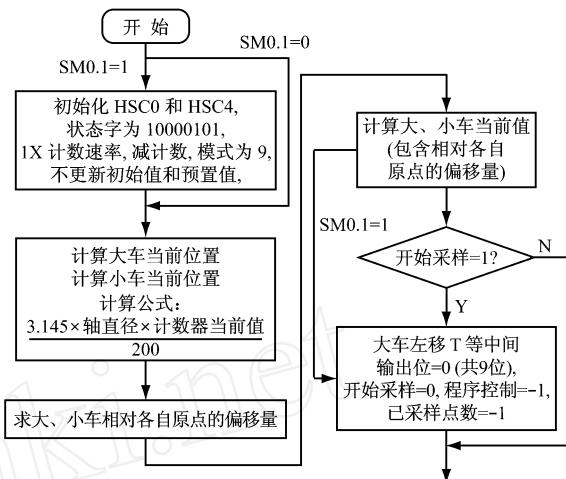


图 7 子程序 SBR\_IN 流程图

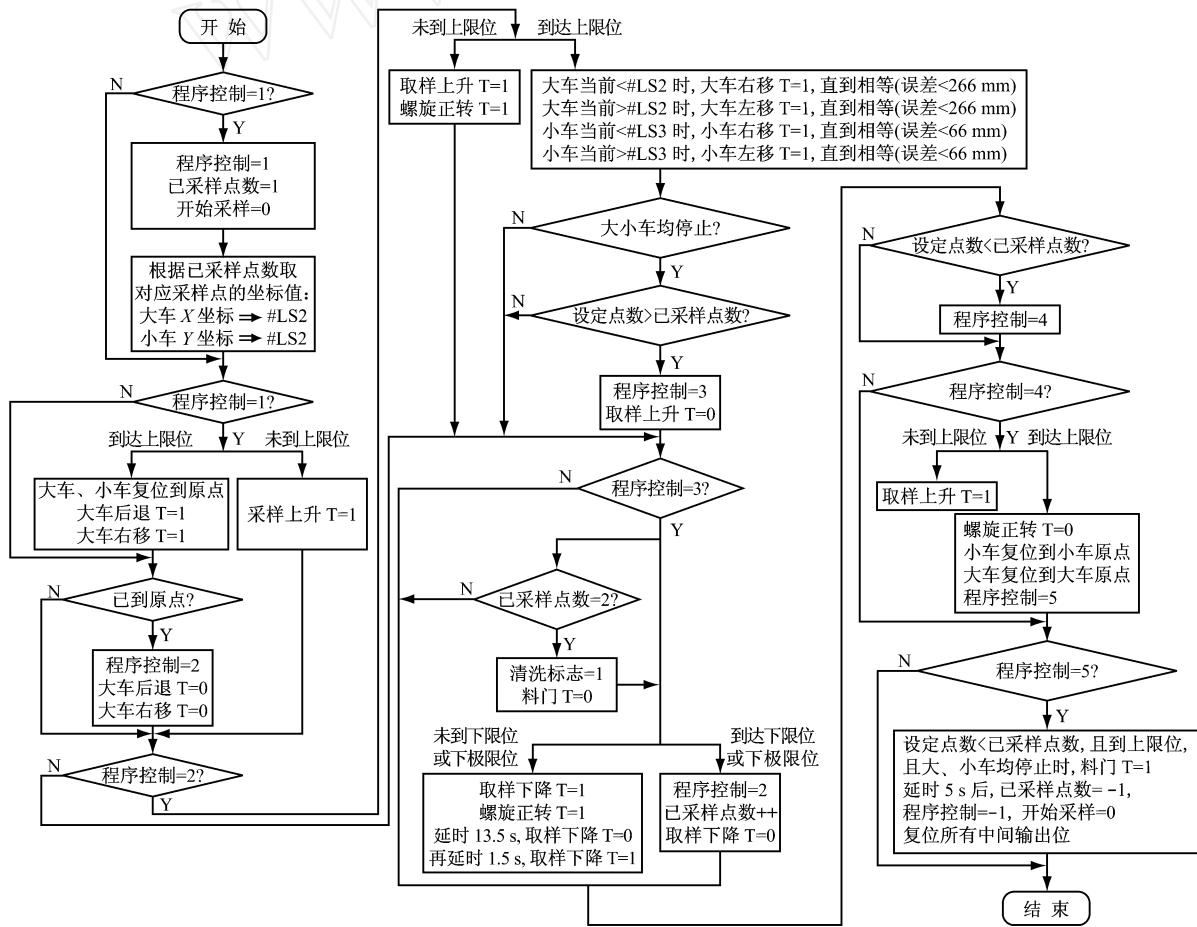


图 8 子程序 SBR\_COMPUTE 流程图

效解决入场汽车煤的掺假问题, 取得了良好的经济效益。

#### 参考文献:

[1] 张强劲, 李兴宽, 张丽莲. 改进的模糊竞争边缘检测方法 [J]. 昆明理工大学学报: 理工版, 2006, 31 (4):

50 ~ 53.

[2] 刘金华, 唐竟新, 龙图景. 一种改进的模糊边缘检测快速算法 [J]. 系统仿真学报, 2003, 2 (2): 273 ~ 274.

[3] 李会军, 宋爱国, 黄惟一. 多灰度层次图象的快速模糊边缘检测算法 [J]. 数据采集与处理, 2005, 6 (2): 135 ~ 138.

文章编号:1671-251X(2009)04-0077-04

# 基于 Vague 集相似度量的矿井通风机 故障诊断方法的研究

凌六一，黄友锐

(安徽理工大学电气与信息工程学院,安徽 淮南 232001)

**摘要:**针对矿井通风机故障特征与故障类别之间关系的复杂性和不确定性,文章提出了一种基于 Vague 集相似度量的矿井通风机故障诊断方法,将故障类型与故障特征向量之间的关系以及采样得到的故障特征向量用 Vague 集表示,通过计算并比较故障知识 Vague 集与故障样本 Vague 集之间的相似度量得到故障诊断结果。应用实例表明,应用该诊断方法对矿井通风机进行故障诊断的结果与实际情况相符,具有一定的合理性。

**关键词:**矿井通风机;故障诊断;Vague 集;相似度量

**中图分类号:**TD724/771      **文献标识码:**B

## Research of Fault Diagnosis Method of Mine Ventilator Based on Similarity Measures of Vague Sets

LING Liu-yi, HUANG You-rui

(College of Electrical and Information Engineering of Anhui University of Science and Technology,  
Huainan 232001, China)

**Abstract:** Aiming at complexity and uncertainty of relation between fault characteristics and fault types of mine ventilator, the paper proposed a kind of fault diagnosis method of mine ventilator based on similarity measures of Vague sets. The method makes relation between fault types and fault characteristics vectors and fault characteristics vectors collected to be expressed with Vague sets. Through calculating and comparing similarity measures between Vague sets of fault knowledge and Vague sets of fault samples, it gets results of fault diagnosis. The application example showed that the results of applying the diagnosis method to do fault diagnosis to mine ventilator are coincided with actual situation and the method has some rationality.

**Key words:**mine ventilator, fault diagnosis, Vague sets, similarity measures

收稿日期:2008-12-05

作者简介:凌六一(1980-),男,安徽枞阳人,硕士,讲师,现主要从事计算机控制和信息处理方面的教学和研究工作。E-mail: weiyi8ths@sohu.com

## 0 引言

矿井通风机作为矿井通风系统的核心设备,其运行状态直接关系着井下作业人员、设备和矿山的

[4] TIZHOOSH H R. Fast Fuzzy Edge Detection, Fuzzy Information Processing Society [C]// Proceedings. NAFIPS. 2002 Annual Meeting of the North American, 2002, New Orleans:239~242.

[5] 张祖勋,吴军,张剑清.一种基于线空间的直线抽取算法研究[J].武汉大学学报:信息科学版,2004,3(3):189~194.

[6] RISHIR R, CHAUDHURI P, MURTHY C A. Thresholding in Edge Detection: a Statistical Approach[J]. IEEE Trans on Image Processing, 2004, 13(7):927~936.

[7] 杨庆祥,武海燕.新的模糊边缘检测算法及在煤车定位中的应用[J].计算机工程与设计,2007,28(17):4 187~4 189.