

基于数字图像处理的电缆绝缘层参数测量系统

樊春玲, 王延海, 吕欣

(青岛科技大学 自动化与电子工程学院, 山东 青岛 266042)

摘要: 针对计量部门测量电缆绝缘层直径和厚度等参数的问题, 设计了一种基于数字图像处理技术的电缆绝缘层参数测量系统。测量系统以 VC++ 为平台。首先对显微镜放大倍数进行标定, 并采集电缆绝缘层图像; 其次将图像二值化处理后运用 Roberts 算子对其进行边缘检测; 最后利用边缘轮廓特征计算出电缆绝缘层参数。针对本测量系统, 选取适当电缆绝缘层进行测试。测试结果表明, 系统可靠、精度高, 能够方便地解决电缆绝缘层参数的测量问题。

关键词: 电缆绝缘层; 图像处理; 参数; VC++; 图像测量

中图分类号: TP391

文献标识码: A

Cable insulation parameters measuring system based on digital image processing

FAN Chun Ling, WANG Yan Hai, LV Xin

(College of Automation and Electrical Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: A cable insulation parameters measuring system based on digital image processing is designed which aims to facilitate the research of testing and measuring cable insulation layer thickness and diameter. The whole system is implemented under VC++ platform. Firstly, the amplification coefficient of microscope is calibrated and image is captured. Secondly, binary processing of image is carried on through soft programming in this measuring system, and then edge outline of image is identified by edge detection based on Roberts operator. Finally, the cable insulation layer parameters are measured by using the amplification coefficient of microscope. On the basis of this measuring system, a lot of cable insulation layers were tested, and experimental results show that this system is reliable, highly accurate and easy to give solutions for measuring cable insulation layer parameters.

Key words: cable insulation layer; image processing; parameters; VC++; image measurement

我国对电缆绝缘层直径和厚度等参数有明确的标准^[1], 并给出了最低限和最高限, 生产厂家必须严格按照此标准来指导电缆的工业化生产。因此, 计量和检定部门要对厂家生产的电缆绝缘层厚度和外径尺寸进行测量, 来检验电缆是否符合国家标准。然而到目前为止, 计量和检定部门对电缆绝缘层厚度等尺寸的测量仍然采用传统的基于机械投影仪的人工测量方法^[2]。一般的机械投影仪放大倍率在 10 倍以上, 对于最普通的类型, 如测量单芯圆形电缆绝缘层厚度, 应将电缆图像移至视场中央, 每隔 60° 测量对称的三对点, 记录每个位置电缆内外层读数, 求出 6 组数据中的最小值和算术

平均值分别作为电缆绝缘层最小厚度和平均厚度。虽然这种传统的测量方法有很大的光学测量优势, 但是操作繁琐、读数不方便、准确性差, 而且后期数据处理更是加重了劳动强度。随着计算机技术的迅猛发展, 计算机已经被应用到了社会生产和生活的各个领域, 在精密测量领域也是如此。为此, 本文将传统的光学测量方法与数字图像处理技术相结合, 设计出了一套自动化程度较高的电缆绝缘层参数测量系统。本测量系统利用光学显微镜成像, 由 CCD 摄像机摄取图像信号, 经 A/D 转换后送至计算机内存, 从而完成计算机对图像的采集过程。计算机利用由 VC++ 开发的软件系统对采

集的图像数据进行处理,并最终获得被测对象的几何参数。

1 总体结构及工作原理

1.1 总体结构

电缆绝缘层参数测量系统主要由图像采集、图像处理、图像测量、结果输出等几部分组成,配合相应的软件系统完成对电缆绝缘层直径和厚度等参数的测量。图像采集部分由显微镜、CCD摄像机和计算机组成,图像分析及图像测量部分主要由VC++开发出来的软件系统完成。硬件系统构成如图1所示。

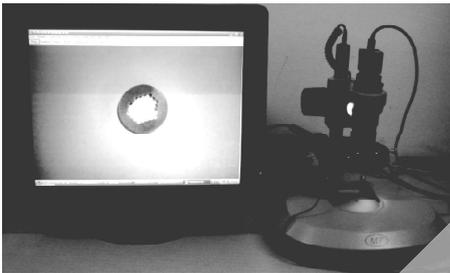


图1 硬件系统构成

1.2 工作原理

本系统通过标定已知标准件的方法来获取显微镜的放大倍数,放大的标准件尺寸被转换成屏幕像素进行存储,而屏幕尺寸与计算机的显示模式和屏幕像素存在一定的比例关系,因此可以得到放大的标准件的尺寸,经计算就可得到标准件的放大倍数,即显微镜的放大倍数。第一步应将标准件放于光学显微镜测量平台上,调试显微镜的光源系统,使标准件暴露在良好的光源之中。然后,CCD摄像机对将要识别、解释的对象以图像的形式记录下来,并由计算机将此电信号转换成数字信号^[1],以便计算机对其进行各种必要的处理。计算机捕获到标准件图像数据后,还必须有一套很好的软件系统与之配套。Visual C++是微软公司推出的一个面向对象的、数值计算能力强大的可视化开发工具,并且它在图形处理方面有较大优势。第二步,将电缆绝缘层切片放于测量平台上,利用软件系统将此切片图像以BMP格式存储于计算机内部,然后对此图像进行二值化、边缘检测和封闭边界的提取等操作,最后根据标定出的显微镜放大倍数测出电缆绝缘层的最小厚度及最小直径。为了更好地保存各种信息,本文设计了相应的Excel数据表单,并应用了ODBC技术完成对数据库的操作。原理图如图2所示。

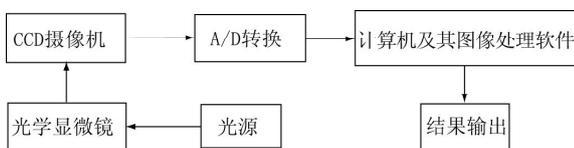


图2 测量系统原理框图

2 图像采集

本文采用VC++6.0开发出基于对话框的专用图像测量软件。软件中主要包括4大部分:图像采集、图像处理、参数计算及结果输出。而图像采集部分是此软件完成的第一个重要部分。采集部分有如下功能:

(1)启动程序,进行界面的初始化。

(2)采集。当按下菜单文件中的采集选项时,程序首先调用CameraInit()函数,判断系统是否处在摄像机运行模式下,若是则调用CameraStop()和CameraUnInit()函数,退出拍摄过程;若不是则重新设置界面模式来达到采集图像的要求,然后调用CameraPlay()函数来驱动摄像机运行。

(3)图像存储。软件通过调用CameraCaptureFile()函数将图像以BMP格式存储在计算机中。

(4)设置。在设置功能中可以实现对显微镜摄影效果的诸多调整,如曝光设置、白平衡、曝光时间、光照频率等,以提高采集图像的清晰度,使后期对图像的操作和处理更加高效。其中曝光设置是通过AE锁来实现的,AE锁是用于自动曝光时人为控制曝光量,保证主体曝光正常。在这个过程中CameraSetAeState(m_Aeen)函数起到了关键作用,当按下AE锁之后,曝光时间和增益被锁定,可通过目标来实现曝光量的人为调整,而CameraGetExposureTime()函数和CameraGetAnalogGain()函数可分别用来调节曝光时间和增益。

3 图像处理

3.1 图像的二值化

任何一幅图像都包含着丰富的图像信息,对于图像处理而言,关键在于如何提取这些信息并找出其中的特征^[4]。CCD原始图像为灰度图像,像素值范围为0~255^[5],图像中包括了目标物体、背景还有噪声,而背景和噪声将对图像测量精度产生一定的影响,因此需要对图像进行预处理。要想从多值的数字图像中直接提取出目标物体,滤除不利因素,最常用的方法就是设定一个阈值 T ,用 T 将图像的数据分成2部分:灰度大于或等于阈值的像素其灰度值为255,否则为0。这是研究灰度变换的最特殊的方法,称为图像的二值化。

阈值的选择至关重要,选择不当则可能将被测物的信息归于背景或将背景的信息归于被测物。为了使查找的边缘更理想,本文利用VC++编写程序对图像进行二值化处理,采用迭代法计算二值化的阈值。具体步骤如下:

- (1)根据图像的灰度直方图选择阈值的初值为 T ;
- (2)利用阈值 T 将图像分割成2个区域 R_1 和 R_2 ;
- (3)分别计算出区域 R_1 、 R_2 的均值 u_1 、 u_2 ;
- (4)求出新的阈值 $T=(u_1+u_2)/2$;

(5)重复(2)~(4),直到均值 u_1 、 u_2 恒定不变,这时所得到的 T 就是二值化处理所需求的阈值。

图3为二值化处理后的效果图。

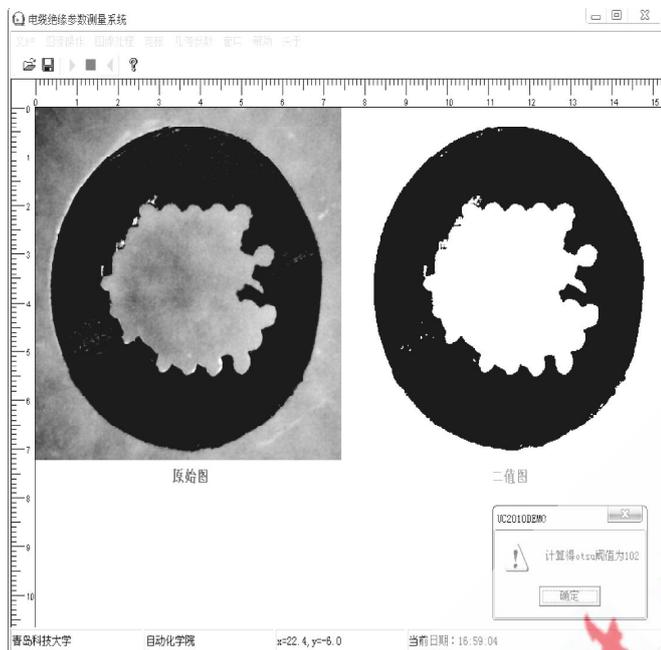


图3 图像二值化处理效果图

3.2 边缘提取

边缘检测是计算机识别中非常重要的图像处理手段。边缘检测对于灰度级间断的检测是最普通的检测方法,利用边缘检测,计算机可以将图像转化为有利于识别的边缘灰度图^[6]。

零件尺寸测量的关键在于边缘轮廓的提取。图像上颜色相近的像素连在一起形成了不同的区域,在不同区域间的边缘表现为颜色灰度的跃变。边缘检测就是利用微分等方法,通过对灰度跃变的分析寻找图像区域边缘的技术。而且图像的边缘对于几何尺寸参数的计算也是非常重要的,通过检测它可以获得零件边缘点位置的数据信息,运用一定的计算方法得到待测的几何参数。

由于图像测量系统一般是在现有的最优环境下获取被测物体的图像,因此图像测量系统的边缘检测算法侧重于定位的精确,要求不漏检真边缘同时不产生伪边缘。本系统采用的方法是:首先利用图像的灰度直方图分布得到该图像灰度的阈值,再根据阈值将图像二值化,形成锐化图像,然后选择边缘检测算子检测边缘,最后获得图像边缘的曲线。本系统采用Roberts算子对图像进行边缘检测,Roberts算子是针对图像 2×2 邻域的处理来求对角线像素灰度的差分。设 $G(x)$ 为Roberts算子的计算结果,则这种算子的计算公式为:

$$G(A_0) = scale \times (|A_0 - A_3| + |A_1 - A_2|) \quad (1)$$

其中 A_0 、 A_1 、 A_2 、 A_3 分别为相邻的4个像素, $scale$ 为差分比例系数。

4 图像测量

4.1 系统标定

在本测量系统中,工件经过显微镜物镜放大后,实际尺寸和显示的图像尺寸之间成一个线性比例。因此需要一个系统的标定过程,即确定实际尺寸和图像尺寸之间的测量比常数 k 。其具体的标定步骤为:

(1)选取一个尺寸已知的标准零件。本文选用尺寸一定的标准尺作为标定工件,已知它的实际尺寸为 d 。

(2)将标定工件放置于显微镜平台上进行测量。此时需保证测量系统处于正常的工作状态,即光源、相机的参数以及工件和相机之间的相对位置等均与正常工作时相同。在这样的环境下,利用函数GetDeviceCaps

()测量出以像素为单位的工件尺寸 d_{pixel} 。

(3)按公式 $k=d/d_{pixel}$ 计算标定系数。 k 体现了测量系统像素尺寸和实际物理尺寸之间的转换关系。本测量系统采用的是直径为1 mm的标准件。图4为工件定标界面。

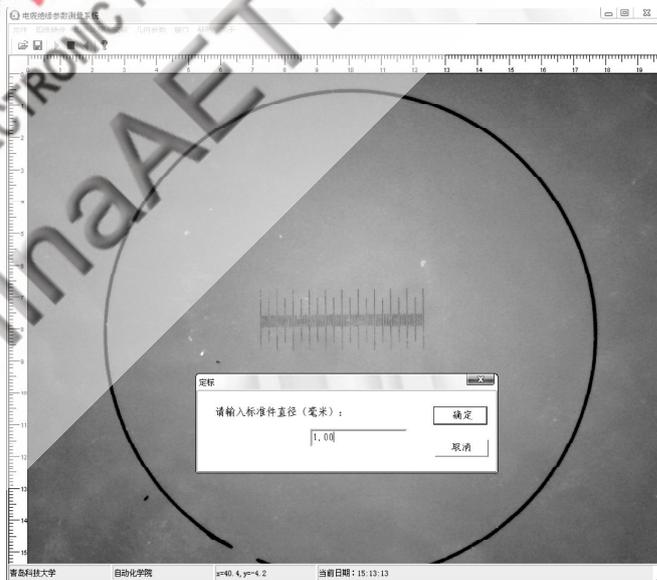


图4 系统定标

4.2 实验数据及分析

电缆绝缘层图像经过预处理后,就可以进入到标定好的测量系统进行厚度和直径的测量。通过像素个数与测量比 k 的计算,根据公式 $L=kN$ 即可得到实际电缆绝缘层的测量尺寸 L 。

根据中华人民共和国国家标准之电线电缆绝缘厚度的测量方法,当绝缘试片内表面呈现绞合线芯线痕时,各点上的厚度应在线痕的凹槽底部最薄处,沿试片圆周尽可能等距离测量6点。

(下转第10页)

(上接第6页)

本文所要测量的绝缘材料层与国家规定的一种截面图相似,所以可以根据国家规定的以上方法尽可能等距离地测量6点,然后根据 $L=kN$ 计算出实际的尺寸,如图5所示。

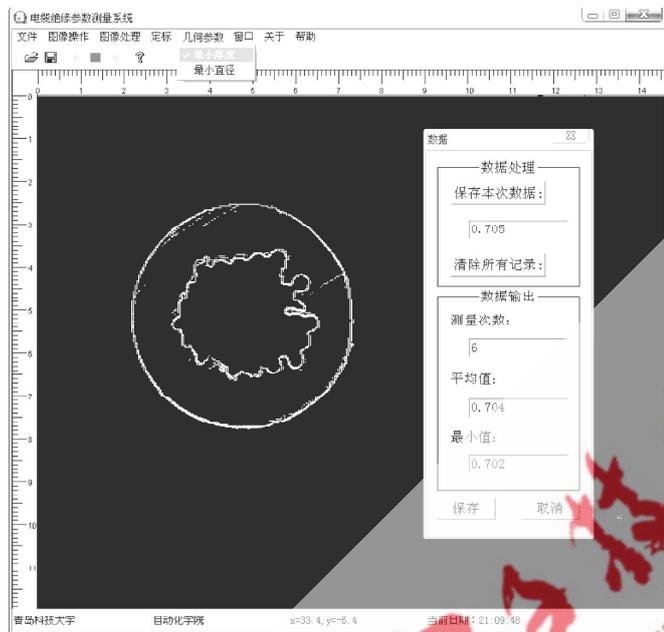


图5 光缆几何参数测量图

《电子技术应用》www.ChinaAET.com
根据图5测得的数据可知电缆绝缘层的厚度值为0.704 mm,与标准件相比误差不超过0.01 mm,符合规定。

本文设计了基于图像处理技术的电缆绝缘参数测量系统,该系统选用不需附加采集卡的CCD摄像头,通过USB接口将采集到的数据输入计算机。本文所采用的测量方法是将传统的光学方法和基于数字图像的测量技术相结合,与传统的测量方法相比,既继承了光学成像的优点,又充分利用了计算机强大的数据处理能力,操作简单,自动化程度高,较好地避免了人为主观因素的影响。

参考文献

- [1] 吴纪国.数字图像处理技术在几何量精密测量中的应用研究[D].四川:中国工程物理研究院,2005.
- [2] 金泰义,孙颖博.电缆绝缘层厚度在线检测研究[J].上海计量测试,1994,21(4).
- [3] 高木干雄,下田隼久.图像处理技术手册[M].北京:科学出版社,2007.
- [4] 左飞,万晋森,刘航.Visual C++数字图像处理开发入门与编程实践[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [5] 赖志国.Matlab图像处理与应用[M].北京:国防工业出版社,2007.
- [6] 张冬芳,王向周.基于数学形态学的图像边缘处理[J].微计算机信息,2006,8(1):186-187.

(收稿日期:2009-04-21)

Maxim推出具有亚皮秒级抖动性能的频率合成器

Maxim推出用于高速系统的带有9路相位对齐LVPECL输出的低抖动频率合成器MAX3671/MAX3673。这两款器件采用低噪声VCO和PLL架构,从62.5 MHz参考时钟输入产生高频(312.5 MHz)、低抖动(0.3psRMS)时钟信号。MAX3671通过3个四电平控制输入配置,可同时产生两路不同的频率,分别为以太网端口和MAC提供时钟;MAX3673产生CPRI/UMTS参考时钟输出(122.88 MHz、245.76 MHz)。该性能省去了昂贵的高频振荡器和扇出缓冲器,节省了电路板空间,降低了成本。MAX3671可理想用于企业交换机和路由器等以太网接口应用,MAX3673非常适合需要CPRI参考时钟的无线基站。

MAX3671/MAX3673工作在-40℃至+85℃扩展级温度范围,采用3.3 V ± 5%电源供电。器件提供56引脚TQFN无铅封装。可提供评估板以加速设计进程。

Maxim公司电话:010-62115199,传真:010-62115299,网址: <http://www.maxim-ic.com.cn>。