

PCB 安全距离测量方法的研究

Research on PCB Security Distance Measurement Method

唐喜利¹,朱浩冰¹,楼润瑜¹,王嘉珺²(1.厦门出入境检验检疫局,福建 厦门 361022;2.厦门大学软件学院,福建 厦门 361005)

Tang Xi-li¹,Zhu Hao-bing¹,Lou Run-yu¹,Wang Jia-jun²(1.Xiamen Entry-Exit Inspection And Quarantine Bureau,Fujian Xiamen 361022;2.Xiamen University School of software,Fujian Xiamen 361005)

摘要 该文对目前 PCB 安全距离测量方法进行了简单的介绍,提出一种利用软件算法 PCB 安全距离测量的方法,使得测出的安全距离更直观、更精确。

关键词 电气间隙;爬电距离;图片处理;测量

中图分类号 :TM93

文献标识码 :A

文章编号 :1003-0107(2015)02-0052-03

Abstract: This paper gives a brief introduction of the current PCB security distance measurement method. A method is proposed by using software algorithms PCB safety distance measurement. The safety distance measure will more intuitive and more accurate.

Key words: clearances;creepage distances;image processing;measurement

CLC number: TM93

Document code: A

Article ID :1003-0107(2015)02-0052-03

0 引言

电气间隙与爬电距离同为电子电气产品安全性能考核的重要参数。在相关安全标准中都对电气间隙与爬电距离的路径选择做了详细的规定,但在实际测量中,有的产品电气结构十分复杂,如其爬电距离所经过的路径可能翻越各种孔洞、沟槽或者肋条,因此准确测量电气间隙与爬电距离是一项复杂的工作。

1 常见的 PCB 安全距离测量方法

电气间隙与爬电距离的测量方法主要可分为以下三类^[1-3]:

(1)使用传统量具的人工近似测量方法

该方法首先采用人工选择测量路径,并将路径分段,对一些较复杂的路径进行近似处理,如使用投影平面替代弧面,最后使用卡尺、千分尺、分规、塞规等分段测量各段路径的长度,将测量的结果简单相加得出结果。在测量精度要求较高的情况下,测量较复杂的路径时不进行近似处理,借助软细线、铜线、焊锡丝等细线辅助测量,将这些细线贴近器具表面,对凹槽、圆柱

(坑)、不规则曲面等结构进行爬电距离路径拟合,然后取出细线,拉直,测量细线长度得出爬电距离的测量数据。亦可使用读数显微镜等精度较高的设备来提高测量精度。该方法是国内检验检疫单位进行电气间隙与爬电距离测量的主要测量方法。这种方法费时费力,且对于路径较复杂的情况,路径选择的准确性完全依靠检验人员的经验与素质,使得测量结果往往存在较大误差。

(2)图像测量法

通过工业相机或 X 光机获取器具的二维图像,在图像上人工选择最短路径并算出其长度。在结构较复杂的情况下,为了避免不相关内容对路径选择的影响,可在二维图像的基础上,将图像中的主要结构抽象,建立器具的二维物理模型,在模型上选择最短路径,计算长度。该方法仅适用于爬电距离的路径在一个平面上的情况,且路径的选择靠人工完成,不易保证路径选择的准确性。

(3)三维模型测量法

采用三维形貌测量技术来直接获得器具的三维形貌尺寸,建立三维模型,在此三维模型上通过人工辅助选择最短路径来计算爬电距离。该方法可对特别适合于

作者简介:唐喜利(1983-),女,厦门出入境检验检疫局检验检疫技术中心,检测员,工程师,硕士,从事进出口机电产品安规检测。

电气结构复杂的情况,如具有弧面、曲面及各种肋槽的情况,但人工选择路径仍是制约测量结果准确度的瓶颈。且高精度的三维形貌测量设备价格昂贵,三维表面形貌数据的获取需要较长时间,无法适应通关口岸等需要现场测量的工作环境。

2 软件算法完成 PCB 安全距离测量的设计思路

设计的总体思路是:先对 PCB 图像采集,再通过软件算法完成 PCB 安全距离的测量。算法主要包括 3 个部分:图像预处理、导线间电气间隙的测量、管脚间电气间隙与爬电距离的测量。算法框架如图 1 所示。

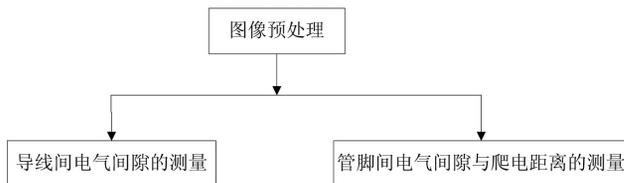


图 1 软件框架图

2.1 图像预处理

相机所采集的图像不可避免地含有噪声成分。首先采用图像平滑算法降低图像噪声,但平滑算法在消除噪声同时,也在一定程度上使图像模糊,因此降噪后,再对图像进行增强处理。系统采用中值滤波滤波算法对图像进行滤波降噪。

中值滤波是一种非线性的信号处理方法,中值滤波的主要特性是在一定条件下克服线性滤波器带来的图像细节模糊,而且对滤除脉冲干扰以及图像扫描噪声最为有效。但是对于一些细节特别多,特别是点、线、尖顶细节特别多的图像不宜采用中值滤波。在电路板图像的传输以及量化等过程中,可能存在各种寄生效应,主要表现在图像的灰度直方图中存在能量变异的点。

中值滤波算法的关键在于模板大小的选取。模板选取过大,容易造成像素漂移,影响测量精度;模板选取过小,则降噪效果不明显。

原始图像在平滑降噪处理之后,容易导致图像边缘、轮廓、细节的模糊。为了减少这类不利效果的影响,就需要利用图像锐化技术,使得以上所述模糊的部分变得清晰。导致图像模糊的根本原因是平滑使得图像受到了平均或积分运算,频域中的高频分量被衰减,可以用高通滤波器来使图像清晰。进行锐化处理的图像必须有较高的信噪比,否则锐化将使得图像的噪声信号大大增强。采用频域高通滤波的方法对图像进行增强。频域图像增强处理是通过改变图像中不同频率分量来实现的。图像频谱给出图像全局的性质,频域增强的本质就是让某个范围的分量或某些频率的分量受到抑制而让其他

分量不受影响,就可以改变输出图像的频率分布,达到增强的目的^[4]。与空域增强处理相比,频域增强技术并不像空域增强技术那么直接,通过逐个像素的处理达到目的。然而频域增强的原理可从频率分量来分析,其原理更加直观。

灰度修正是图像在空间域中简单而有效的增强办法,为了增加图像的灰度对比度,对图像某部分或者整体曝光不足进行灰度级校正,采用图像尺度变换的原理,实现了二维图像空间上的灰度均衡化。

2.2 导线间电气间隙的测量

两条导线间的电气间隙即这两条导线间的最短距离。测量时首先进行目标区域选取,将待测导线所在区域分割出来。测量过程包括:导线识别、导线分离、导线间最小距离的计算。算法流程图如图 2 所示。



图 2 导线间电气间隙的测量流程

PCB 图像中的导线是过孔与焊盘的连接线,是信号传输的通道。不同种类的走线有着不同特征与作用。手动框选待测量的目标导线所在区域,将目标区域从原图像中独立出来,仅针对目标区域进行处理,可有效提高算法的处理速度,并且摒除图像中其余不相关因影响,可提高测量结果的准确性。PCB 图像中,导线部分较亮,灰度值较大,基材部分较暗,灰度值较小,印刷标识为黑色,灰度值最小。可采用阈值分割算法,将镀铜导线部分与其他部分区分开。为了提高算法的自动化程度及鲁棒性,采用 OTSU 算法进行阈值分割。相邻两导线间边缘点之间的最短距离即为这两条导线之间的最短距离,因此首先对镀铜导线进行边缘提取,再计算两导线边缘点之间的最短距离。采用 Canny 算子进行镀铜导线边缘的提。经典的边缘提取方法是考察图像的每个像素在某个邻域内灰度的变化,利用边缘邻近一阶或二阶方向导数变化规律检测边缘。

2.3 管脚间电气间隙与爬电距离的测量

在安全标准中,要求印刷电路板的关键元器件,如光耦、大电容、变压器的管脚间的电气间隙与爬电距离必须大于某个确定的值,该值的大小与有效电压(或瞬态过压)、绝缘等级、污染等级、海拔高度等因素有关。

在测量关键元器件管脚间的电气间隙与爬电距离时,分别采集印刷电路板的元器件面与焊盘面的图像,通过几何配准,使得两张图像像素与像素间一一对应。再选取预测量的管脚所在的目标区域,分别计算管脚间的电气间隙与爬电距离。程序的框架如图 3 所示。

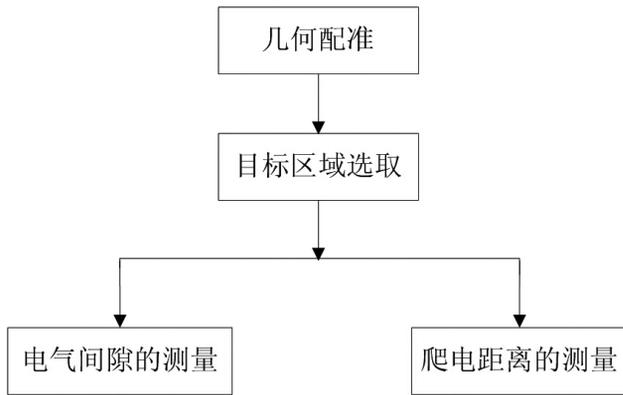


图 3 程序框架图

图像几何配准的目的是为了使得分时获取的 PCB 元器件面图像与 PCB 焊盘面图像像素与像素间的一一对应。进行图像配准时,首先计算图像的旋转角度 α ,按照相反的方向将图像旋转 α 角度,最后将图像中 PCB 所在区域平移至图像画布中心。

在 PCB 的元器件图像中,选取关键元器件(如光耦、大电容、变压器)所在的区域,由于图像对准后,PCB 元器件面图像与焊盘面图像像素间一一对准,可在 PCB 焊盘面图像中得到与元器件面所选区域相应的区域,该区域便是所选关键元器件管脚所在的区域。PCB 中,元器件的管脚通过焊锡与焊盘结合在一起,因此可通过测量焊盘之间的距离得到管脚间的距离。

为了增大管脚间的在给定工作电压下的绝缘耐压能力,常在管脚间进行开槽处理,以增大管脚间的爬电距离,如图 4 所示。若两焊盘间无开槽,则两焊盘间的爬电距离与电气间隙相等,若两焊盘间进行开槽处理,爬电路径须沿着绝缘表面行走,常常使得两管脚的爬点距离大于两管脚的电气间隙。在图 4 中,爬电距离测量路

径如蓝线所示,电气间隙测量路径如红线所示。

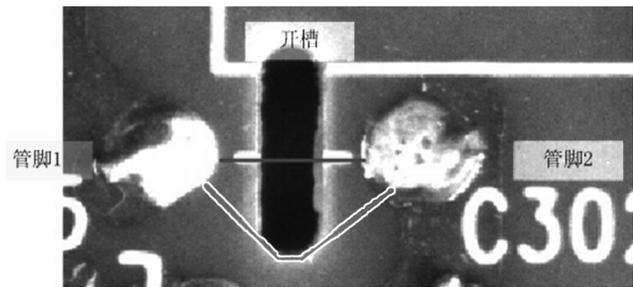


图 4 开槽后管脚间的电气间隙与爬电距离

3 总结

通过对目前 PCB 安全距离测量方法的优缺点比较,提出一种利用软件算法 PCB 安全距离测量的方法,使得测出的安全距离更直观、更精确,为以后 PCB 安全距离测量提供有价值的资料。

参考文献:

- [1] 汤培勇,俞健.新版家用电器产品的安全标准中电气间隙、爬电距离和固体绝缘的新规定浅析[J].中国科技信息,2010,(23):126+131.
- [2] 刘群兴,许少辉.爬电距离测量中的两个重要问题[J].认证技术,2010,(05):44-45+50.
- [3] 蒋用羽,赵建渝,王志芳,等.关于电气间隙和爬电距离最短路径的理解[J].中国医疗器械信息,2010,16(12):49-52.
- [4] 钱惟贤,陈钱,顾国华,等.一种具有噪声抑制功能的红外图像锐化算法[J].光学学报,2009,(7):1807-1811.