文章编号:1005－0523(2007)05－0089－04

基于 Linux 的真空断路器真空度测试仪的实现

杨丰萍

(华东交通大学 电气与电子工程学院,江西 南昌 330013)

摘要:首先介绍了磁控放电法的原理并详细说明了检测仪的工作原理,论述了如何构建微机测控系统和嵌入式 Linux 系统,然后移植了相应的应用软件并编写测试仪的应用程序,最后基于 MiniGUI 设计测试系统的人机交互界面.

关 键 词:真空度;磁控放电法;嵌入式 Linux;MiniGUI

中图分类号:TP206　　**文献标识码**:A

1 前言

真空断路器与包括油断路器、空气断路器等传统开关装置相比,具有开断故障能量损耗小、开断容量大、寿命长、可频繁操作无火灾爆炸危险、易维护和性价比高等优点.但是当真空度降低时,灭弧性能也要降低,导致真空断路器性能降低甚至无法正常工作.

真空灭弧室真空度的测试方法主要有:工频耐压法、高频放电法、观察法、火花计法、吸气剂颜色变化的判定法、高频电流法、耦合电容法、磁控放电法、电光变换法及射线法等,综合考虑测试灵敏度、操作性和性价比等因素,磁控放电法是目前定量测试真空度较好的方法.

2 检测原理及硬件原理图

真空度测试仪的测试原理为:将灭弧室两触头拉开一定的开距,施加脉冲高压将灭弧室置于螺线管线圈内或将∏型电磁线圈置于灭弧室外侧,向线圈通以大电流从而在灭弧室内产生与高压同步的脉冲磁场.在脉冲强磁场和强电场的作用下灭弧室中的电子作螺旋运动,并与残余气体分子发生碰撞电离,所产生的离子电流与残余气体密度即真空度近似成比例关系.

使用磁控放电法测试真空度时,在灭弧室触头间施加高电压,这时,在触头与屏蔽罩之间及两触头之间便建立了强电场.根据场致发射学说,在强电场作用下阴极(包括低压电极及与高压电极相邻的屏蔽罩)表面上会有电子发射电流.在没有磁场时,该电子电流沿电场方向直接流向阳极,由于灭弧室内残留气体分子密度较小,即电子的平均自由行程 λ 大于极间距 d,使电子几乎不与残留气体分子相碰撞.当在灭弧室上套装新型励磁线圈并通以励磁电流后,触头与屏蔽罩之间及两触头之间的空间内,有些区域其磁场与电场垂直相交,使场致发射电子做旋轮线运动,也有些区域的磁场与电场间有一夹角,电子的运动轨迹可分解为两种运动:

(1) 在磁场 B 和与 B 垂直的电场分量 En 的联合作用下,电子在与 B 垂直的平面内做旋轮线运动.

(2) 在与 B 平行的电场分量 Et 的作用下电子沿 B 方向做加速、碰撞后减速、再加速的运动.两种运动的叠加使场致发射电子沿 B 做偏斜的旋轮线运动,这样一来就大大地加大了电子运动的自由行程以及与残留气体分子的碰撞概率.

为使灭弧室内残留气体分子在电、磁场作用下产生足够的电离并形成稳定的自持放电,必须使得

收稿日期:2007－05－28

作者简介:杨丰萍(1967－),女,江西萍乡人,汉族,副教授,从事交通信息工程及控制、计算机测控等方面的研究.

(C)1994-2025 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

从阴极发射的每个电子在抵达阳极时，由其产生的众多正离子轰击阴极，再轰击出一个新的二次电子．用数学公式可表示为：

$$\gamma[\exp(\int_0^l \alpha \cdot dl) - 1] = 1 \qquad (2-1)$$

式中，γ 为阴极受正离子轰击时的二次电子发射系数，与阴极材料性质及正离子能量有关，α 为汤生第一电离系数．

欲使式(2－1)成立必须要满足两个条件：

第一是从阴极发射的每个电子在抵达阳极前与气体分子已发生$(\gamma g)^{-1}$次碰撞(g 为考虑每次碰撞时电离几率小于 1 而引入修正系数)，即要求电子在抵达阳极前的行程 l 足够长，也就是要求磁场线圈产生的轴向磁场必须大于某一数值；第二是电子与气体分子在碰撞时能产生碰撞电离，并至少产生 γ^{-1}个正离子，即要求电子在两次碰撞间积累足够多的动能，也就是要求触头间的电场强度必须大于某一数值．

根据磁控放电法原理，设计测试仪硬件框图如图 1 所示：

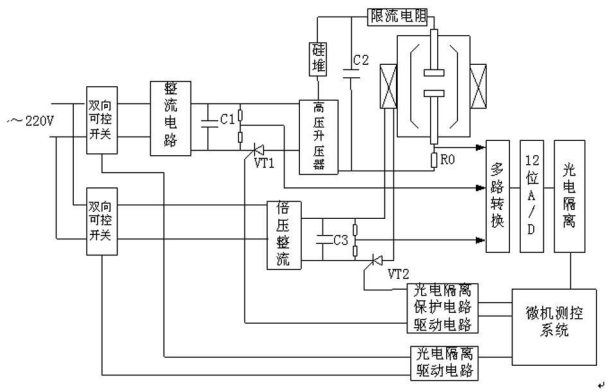

图 1　测试仪硬件框图

测试工作过程为：首先由微机测控系统输出两路控制信号，经驱动电路使双向可控开关接通，经整流电路给电场电容 C1 充电，经倍压整流电路给磁场电容 C3 充电，C1、C3 上的充电电压值经过分压后返回给微机测控系统，当电容 C1 上的电压达到预定值，C3 上的电压达到预定值后．将可控开关断开，停止对 C1、C3 充电．接着由微机测控系统再发出两路控制信号，经驱动电路控制触发晶闸管 VT1、VT2 导通，从而使电场电容 C1 对升压器初级线圈放电，电容 C3 对励磁线圈放电．升压器次级的高电压经硅堆整流、电容 C2 滤波后输出到灭弧室的触头上．当励磁线圈产生的磁场达到某一临界值时，真空灭弧室的极间会产生离子，离子电流经取样电阻 R0、A/D、数字光隔后输入微机测控系统．

3　微机测控系统硬件平台和微型嵌入式 Linux 系统的构建

目前国内几乎所有的真空断路器真空度测试仪器因为数据处理能力有限，只在出厂前固定存储了几组不同管径的真空度 P 与离子电流 I 之间的对应关系曲线，测试时根据测得的离子电流，查询相应管径的 P—I 曲线获得真空度值．

但是对于不同的真空管型号，由于其结构不同，在同等触头开距、同等真空度、同等电场与磁场条件下、离子电流的大小也不相同，而上述测试仪器无法存入特定待测真空管的 P—I 对应曲线，所以存在一定的误差．

依据测试系统功能需求，设计微机测控系统硬件框图如图 2 所示：

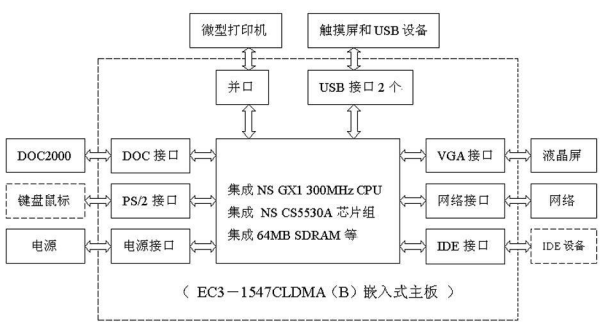

图 2　微机测控系统硬件框图

嵌入式主板集成了 X86 内核的 CPU 和 SDRAM 等，是硬件平台的核心，负责测试过程的控制和数据的处理，DOC2000 作为存储设备，存储了自行裁减的嵌入式 Linux 操作系统、操作控制界面程序和检测数据，触摸屏作为输入设备，结合操作控制界面负责检测参数的输入，液晶屏和微型打印机作为输出设备，液晶屏负责整个检测过程人机交互界面的显示，微型打印机将检测相关参数和检测结果打印出来，网络联接实现将检测结果上传到上层数据中心．

测试系统需要且只需要操作系统提供特定的功能，为了降低硬件资源的消耗，本文采用经过裁减的微型嵌入式 Linux．构建嵌入式 Linux 主要包括根据需要精简内核、构建小型根文件系统和实现系统引导等三部分．

内核，是一个操作系统的核心．它负责管理系统的进程、内存、设备驱动程序、文件和网络系统，决定着系统的性能和稳定性．

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

将不需要的功能编译进入内核可能会增加被系统攻击者利用的漏洞,所以将不需要的功能裁减掉;同时为了使系统加速,删除不必要的驱动程序,从而可以减小内核长度.本测试系统需要裁减编译内核时一方面要重新编译内核以增加对硬件或软件的支持,比如本系统需要增加对 DOC2000 的支持,增加对 FrameBuffer 的支持等;另一方面因为测试系统硬件存储资源有限,删除不必要的模块,从而减少模块对存储资源的占有.

Linux 的文件系统是一个庞大的系统,为了减少占用的系统资源,符合产品较小的尺寸需求,优化文件系统的物理布局,简化系统文件的配置和文件属性、访问模式的设置,本系统通过对 Red Hat Linux 9.0 根系统文件系统全面的裁剪,构造出一个微型的嵌入式 Linux 根文件系统.本系统的小型根文件系统大小总计 18M,包括 boot、bin、dev、etc、lib、mnt、proc、sbin、tmp、usr、var 和 tools 等目录文件.

本系统采用 GRUB 引导装入器,GRUB 使用配置文件来决定引导媒体以及它必须启动的内核,以下是本系统的配置文件的内容:

```
default=0
timeout=10
splashimage=(dc0,0)/boot/grub/splash.xpm.gz
title Red Hat Linux (2.4.18)
    root (dc0,0)
    kernel /boot/vmlinuz-2.4.18 ro root=/dev/nftla1 vga=0x311
    initrd /boot/initrd-2.4.18.img
```

4　测试系统应用程序和人机交互界面的设计

系统应用程序软件采用事件触发机制,主要由以下几个模块组成:系统管理模块、系统登陆退出模块、用户管理模块、参数输入模块、检漏模块、真空度测试模块、漏率计算模块、记录生成模块、记录查询模块、打印模块、网络传输模块等.测试仪应用程序功能结构框图如图 3.

P—I 点输入模块使得用户在使用过程中根据定标实验结果,往测试系统中存储特定真空管的真空度 P 与离子电流 I 的对应关系曲线.该对应曲线可以供后续的真空度测试模块用.

真空度测试模块主要实现真空断路器在外加高压和强磁场条件下的电离电流的测量,并且查询电离电流—真空度的对比标准,得到具体真空度的数值;

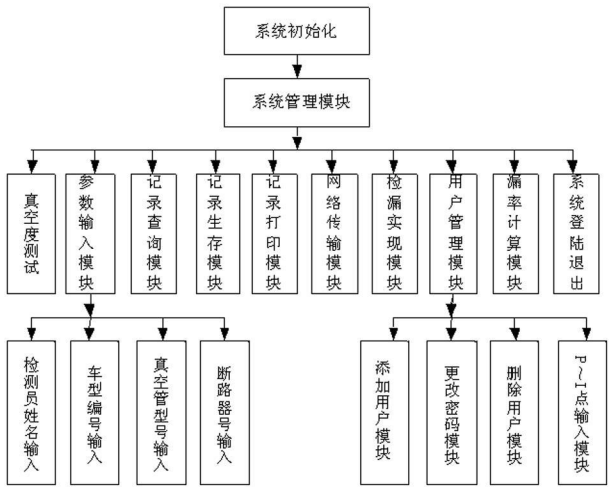

图 3　应用程序功能结构图

记录生成模块、记录查询模块、打印模块、网络传输模块实现测试结果的记录,查询、打印输出和远程网络传输.

为了使界面友好并易于操作,系统采用了轻型、占用资源少的图形用户界面 MiniGUI 来设计操作显示界面.图 4 为真空断路器真空度测试仪操作和检测结果显示的主界面.因为测试仪的检测精度为 10^{-5} Pa,所以真空度低于 1.0×10^{-5} Pa 时,检测结果显示为<1.0E－5 Pa(国标规定真空度大于 6.6×10^{-2} Pa 时为不合格,这样处理完全符合实际要求).当对某断路器第一次检测真空度或真空度为<1.0E－5 Pa,漏率将自动显示为"额定年限".

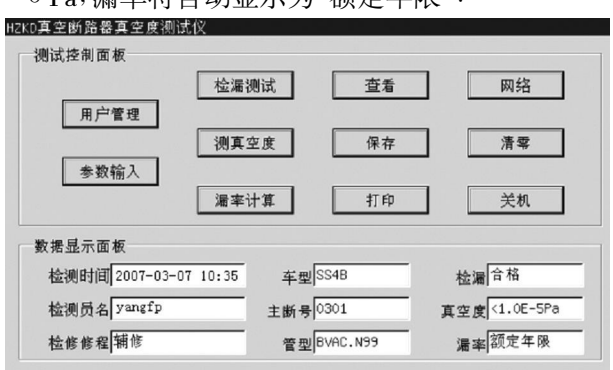

图 4　BVAC·N99 真空断路器检测结果

5　结束语

根据磁控放电法原理,以嵌入式 Linux 为软件平台,研制了一套功能较强、体积小巧、便携式的的真空度测试仪.该测试仪采用了嵌入式技术,对软硬件进行高度裁减,具有很好的人机交互性能、数据处

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

理性能和网络传输性能.

参考文献:

[1] 云伟俊 · 真空灭弧室真空度测试方法与在线检测技术研究[D]· 上海交大硕士论文,2003.
[2] Karim Yagbmour 著 · 构建嵌入式 LINUX 系统[M]· 中国电力出版社,2004
[3] 罗奕 ·Linux 操作系统的定制和精简[J]· 计算机时代,2005,(5),55—57
[4] 杨清华,陈仕修,沈远茂 · 真空灭弧室真空度检测技术的现状和方法[J]· 电工技术杂志 2003,(5),16—18

The Development of Vacuum Circuit Breaker's Vacuum Degree Tester Based on Embedded Linux

YANG Feng-ping

(School of Electrical and Electronic Eng·, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: First, the theory of magnet—controlled discharge is introduced and the working principle of the tester is explained in detail in this paper·And how to construct measurement and control system based on microcomputer and embedded Linux system is dissertated·Then relevant application software is transplanted and the application program for the tester is compiled·At last the man—machine display interface of the test system is designed based on MiniGUI·

Key words: vacuum degree; magnet—controlled discharge; embedded linux; miniGUI

(上接第 66 页)区域帧差相结合的办法,能够对各种车型的违章行为进行快速、准确的抓拍,在实际应用中,取得了不错的效果.但是就当前的算法来看,功能还比较单一,还需要在车牌自动识别、逆行检测、超速检测、压黄线检测等方面继续完善.

参考文献:

[1] 刘亚,艾海舟,徐光佑 · 一种基于背景模型的运动目标检测与跟踪算法[J]· 信息与控制,2002,31(4):315～319.
[2] Stauder J, Mech R, Ostermann J·Detection of Moving Cast Shadows for Object Segmentation [J]·IEEE Transactions on Multimedia, 1999, 1(1):65—76.
[3] 郭捷,施鹏飞 · 基于颜色和纹理分析的车牌定位方法[J]· 中国图象图形学报,2002,7A(5):472～476.
[4] 张引,潘云鹤 · 彩色汽车图像牌照定位新方法[J]· 中国图象图形学报,2001,6(4):375～377.

Research of Video Detecting Algorithm for Traffic Violations

LIU Xiao-wei[1], HU Zhen-min[2], YU He-ling[3]

(1·Department of Computer Science, Technological Academy of JiangXi Normal University of Science and Technology, Nanchang, 330038;
2·East China Jiaotong University, Nanchang 330013, Jiang xi Scientifical Material Corporation, Nanchang 330000, China)

Abstract: Traffic violations video detection system is one of the critical techniques in the intelligent transportation system·Due to conditions of illumination, weather, foot passenger and the like, the algorithms of vehicle detection based on region detection and license plate location are proposed·The results have shown that the algorithm in the thesis is effective and of good applicable value after plenty of experiments and analyses·

Key words: video detection HSV color space license plate location

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net