

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201681125 U

(45) 授权公告日 2010.12.22

(21) 申请号 200920350655.6

(22) 申请日 2009.12.28

(73) 专利权人 北京航空航天大学  
地址 100191 北京市海淀区学院路 37 号北航电子信息工程学院

(72) 发明人 阎照文 付路 王方明 戴飞  
谢树果 苏东林

(74) 专利代理机构 北京慧泉知识产权代理有限公司 11232  
代理人 王顺荣

(51) Int. Cl.  
G01R 29/08 (2006.01)

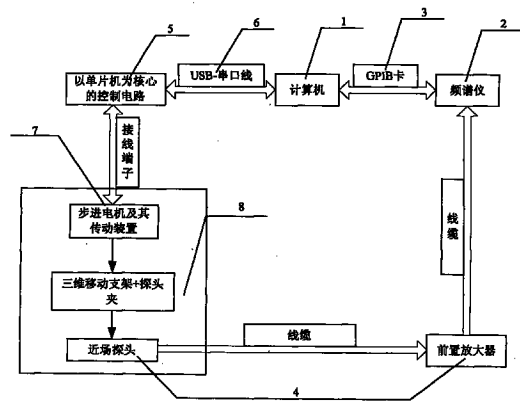
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 11 页

(54) 实用新型名称

一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置

(57) 摘要

本实用新型一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,它由硬件系统和扫描控制软件系统两部分构成。硬件系统包括:计算机一台、频谱分析仪一台、计算机与频谱分析仪通信的 GPIB 卡一个、近场探头和前置放大器一套、以单片机为核心的控制电路一个、连接计算机与控制电路的 USB- 串口线一个、步进电机及配套的传动装置两套和三维机械扫描平台一件;扫描控制软件系统包括:计算机与频谱仪之间的通信程序;计算机与单片机之间的串行通信程序;单片机控制步进电机的驱动程序;数据处理分析并显示的程序;面向用户的人机交互界面程序。本实用新型构思科学,结构新颖,提高了扫描效率和数据的准确性,它在电磁兼容近场测试领域里具有实用价值和广阔的应用前景。



1. 一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,其特征在于:该装置由硬件系统和扫描控制软件系统两部分构成;

硬件系统包括:计算机、频谱分析仪、计算机与频谱分析仪通信的 GPIB 卡、近场探头和前置放大器、以单片机为核心的控制电路、连接计算机与控制电路的 USB- 串口线、步进电机及配套的传动装置和三维机械扫描平台;它们之间的位置和连接关系是:该计算机通过 GPIB 卡连接到频谱分析仪上,该频谱分析仪的输入端通过前置放大器连接到近场探头上,该近场探头固定在三维机械扫描平台的三维移动支架上,该计算机通过 USB- 串口线连接到以单片机为核心的控制电路,该以单片机为核心的控制电路连接步进电机及配套的传动装置,该步进电机及配套的传动装置与三维机械扫描平台的三维移动支架相连接,该以单片机为核心的控制电路内置在三维机械扫描平台内,一套步进电机及配套的传动装置内置在三维机械扫描平台内,另一套步进电机及配套的传动装置,其传动装置内置在三维机械扫描平台内,而步进电机外露;

所述计算机是:采用 Windows XP 系统的 Dell 家庭台式机,该计算机通过 GPIB 卡连接到频谱分析仪上,通过 USB- 串口线连接到以单片机为核心的控制电路;

所述频谱仪是:AV4062 型频谱分析仪,它扫描的频谱范围为:9KHz ~ 2.9GHz,该频谱仪通过 GPIB 卡与计算机相连接,频谱仪的输入端通过前置放大器连接到一个近场探头上;

所述计算机与频谱分析仪通信的 GPIB 卡是:型号为 GPIB-USB-HS;该 GPIB 卡一端连接计算机,另一端连接频谱仪;

所述近场探头和前置放大器是:该近场探头是德国 LANGER EMV-Technik 公司生产的,包括于 PCB 内部干扰源定位的射频近场探头组即 RF1 和低频通用的低频选件组即 LF;本实用新型只使用其中近场探头组中的一个,该近场探头固定在三维机械扫描平台的三维移动支架上,输出线缆连接到前置放大器上;该前置放大器是:德国 LANGER EMV-Technik 公司生产的 PA 系列中的 PA303,其额定增益为 30dB,频率范围为 100KHz ~ 3GHz;该前置放大器一端连接近场探头,另一端连接到频谱仪的输入端;

所述以单片机为核心的控制电路是:以单片机为核心,其外围电路主要包括电源电路、复位电路、晶振电路、ISP 下载接口设计电路、JTAG 仿真接口电路、电平转换电路、电机控制电路和光电开关外围电路八个模块;其中,电源电路、复位电路、晶振电路、ISP 下载接口设计电路、JTAG 仿真接口电路与单片机相连接,两个电机控制电路与计算机 I/O 口相连接;而两个光电开关外围电路与单片机中断输入端口相连接;该电平转换电路由电平转换芯片 MAX232 及芯片标识的电阻、电容构成;该电机控制电路由电机驱动芯片 THB6128 及芯片标识的电阻、电容构成;该光电开关外围电路由光电开关及芯片标识的电阻、电容构成;该复位电路由开关、二极管、电阻和电容构成;该 ISP 下载接口设计电路只需要 2 \* 5 插座直接与单片机相连接;该 JTAG 仿真接口电路由四只 10 电阻和 2 \* 5 插座构成,并与单片机相连接;该电源电路采用 LM2576 芯片;该晶振电路中晶振为 8MHz;该单片机型号为 AVR ATmega32;

所述连接计算机与控制电路的 USB- 串口线是:USB 转串口的线缆,一端为 USB 接口,另一端为九针串口接口;

所述步进电机及配套的传动装置是:该步进电机为通用的两相混合式步进电机,共配置两个分别是 42 型即 42BYG250BII 和 57 型即 57BYG250AII 步进电机;步进电机内置在扫

描平台内靠近短边那一侧,并固定在扫描平台的底板上,其轴与其配套的传动装置相连接;该传动装置为滚珠丝杆,一端连接到步进电机的轴上,另一端固定在扫描平台短边那一侧相对的另一侧;

所述三维机械扫描平台是:由扫描测试平台、三维移动支架、探头夹、步进电机及配套的传动装置部件构成;该扫描测试平台是 800mm×600mm×10mm 的金属板;该三维移动支架包括竖直支架、支臂和倒 U 形支架三部分;该竖直支架安装在倒 U 形支架上,该支臂安装在竖直支架的前表面,该探头夹安装在三维移动支架的支臂上。

2. 根据权利要求 1 所述的一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,其特征在于:该计算机数量为 1 台。

3. 根据权利要求 1 所述的一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,其特征在于:该频谱分析仪数量为 1 台。

4. 根据权利要求 1 所述的一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,其特征在于:该计算机与频谱分析仪通信的 GPIB 卡为 1 个。

5. 根据权利要求 1 所述的一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,其特征在于:该近场探头和前置放大器数量为一套。

6. 根据权利要求 1 所述的一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,其特征在于:该以单片机为核心的控制电路数量为一个。

7. 根据权利要求 1 所述的一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,其特征在于:该连接计算机与控制电路的 USB- 串口线数量为一个。

8. 根据权利要求 1 所述的一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,其特征在于:该步进电机及配套的传动装置数量为两套。

9. 根据权利要求 1 所述的一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,其特征在于:该三维机械扫描平台数量为一台。

## 一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置

### (一) 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种用于进行电磁兼容测试的自适应扫描装置,尤其涉及一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,该装置可对芯片、印刷电路板(PCB)、线缆、机箱等电子器件及设备进行电磁扫描,并根据测试数据输出测试结果,而且可以用彩色的空间分布图直观地显示电磁辐射图,从而实现电磁辐射的“可视化”,有利于技术人员找出辐射位置进行故障诊断。本实用新型属于电磁兼容近场测试领域。

### (二) 背景技术

[0002] 所谓电磁兼容(Electromagnetic Compatibility,缩写EMC)是指:“设备、系统在共同的电磁环境中能一起执行各自功能的共存状态。包括以下两个方面:设备、系统在预定的电磁环境中运行时,可按规定的裕度实现设计的工作性能、且不因电磁干扰而受损或产生不可接受的降级;设备、系统在预定的电磁环境中正常地工作且不会给环境(或其它设备)带来不可接受的电磁干扰。”EMC的中心课题就是研究控制和消除电磁干扰(Electromagnetic Compatibility缩写EMI),包括电磁兼容测试技术、电磁兼容仿真技术和电磁兼容设计。目前,EMI测量已成为产品合格与否的一项重要指标,国家指定专门的机构对该指标进行测量,不同种类的产品有不同的指标要求和技术标准。电磁兼容测试包括远场测试和近场测试;远场测试为EMC标准认证测试,给出频率信息但无法获取位置信息;而近场测试可以定位干扰源,从源头上采取相应措施来减少电磁干扰,它有助于诊断识别潜在的干扰问题及干扰量范围,有助于采取各种有效的电磁加固措施。PCB是干扰源的产生地,在EMC设计中占据最主要的地位。在电子产品设计中,随着主频的提高,布线密度的增加,多电平方案和地平面/电源平面分割技术的使用,PCB中信号间存在着大量的辐射干扰,造成设备功能故障或者工作不稳定。同时,所有信号对外形成很大的电磁辐射,使得产品通过EMC测试成为上市的一个障碍。如果在产品的设计初期就进行恰当的EMC设计是比较理想的,而且事半功倍,但限于EMC设计者的水平和许多实际难以准确预料的情况,产品可能存在或多或少的问题。因此,借助于一定的电子产品故障诊断技术,如近场扫描,迅速查找PCB电磁干扰源就显得非常重要。近场扫描测量所依据的原理是,电磁辐射是被测设备(DUT)上的高频电流形成的。

[0003] 在用于进行故障诊断的近场测试系统中,传统的方法是手持探头式近场测试系统来确定干扰源。这种系统由于采用手持近场探头,人为造成误差不可避免,并且存在较大的时间成本和人力成本,因此效率和准确性都不高。

[0004] 近几年,市场上出现了电磁兼容扫描系统,有效地改进了传统的人工手持带来的影响,并且在一定程序上提高了效率和准确性。该系统大致可分为两种类型:一种是基于天线阵列的电磁干扰扫描系统,另一种是机械式电磁兼容扫描系统。目前,瑞典、加拿大等国研制出的这种电磁兼容扫描系统产品,受到了广泛的欢迎。

[0005] 基于天线阵列的电磁干扰扫描系统(EMSCAN),如加拿大容向系统科技有限公司推出的EMSCAN,它采用天线阵列组成的扫描平板(扫描器),再配上频谱仪、计算机、工控机以

及相应的软件构成扫描系统。这种扫描系统的优点是能一次测量获取被测物完整的电磁场信息,能迅速准确定位电磁干扰源;缺点是一方面对于非规则外轮廓产品或结构比较复杂的产品的测试精度和准确度会大大降低,另一方面平板扫描器由于采用阵列探头有的高达1280个,所以它的成本很高。

[0006] 机械式电磁兼容扫描系统(EMC Scanner),如瑞典 Detectus 公司推出的 EMCScanner,它采用单探头移动扫描的方式来采集电磁场值信息,并配置带动探头移动的支架、三维机械扫描平台,支持扫描的动力控制系统,频谱仪、计算机以及相应的配套软件。由于它能够与被测物外轮廓保持相对距离不变,所以对于非规则外轮廓产品及结构较复杂产品的测量会相对比较精确,而由于探头使用较少,成本相对于阵列天线扫描仪较低。但是,市面上存在的机械式扫描仪在运行过程中探头都是以固定的步进长度行径,并且在运行过程中不能更改。这样,当最初的步进长度设置得比较小时,而在扫描过程中如果某一区域电磁辐射值变化不大时,会造成不必要的扫描,导致时间上的浪费。另外,自适应的行进步长有助于快速地定位在设计者关心的区域上,本实用新型设计的自适应扫描装置有效地解决了这一问题。

### (三) 实用新型内容

[0007] 1、目的:本实用新型的目的在于提供一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,它能快速并有效地查找排除定位 PCB 等被测物上电磁干扰源,以便技术人员采取措施确保电子产品设计的正确性和可靠性。

[0008] 本实用新型设计的原理是利用一个在三维系统中精确运动的近场探头(包括电场探头和磁场探头),感应 PCB 等被测物上的电磁场分布,通过频谱分析仪获取该电磁场信息并传送给计算机,绘成电磁场的空间分布图,然后映射到 PCB 上的具体位置的电路模块上,以寻找 EMI 源。

[0009] 2、技术方案:本实用新型一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,该装置由硬件系统和扫描控制软件系统两部分构成。

[0010] 见图1,硬件系统包括:计算机、频谱分析仪、计算机与频谱分析仪通信的 GPIB(General Purpose for Interface Bus)卡(以下简称 GPIB 卡)、近场探头和前置放大器、以单片机为核心的控制电路、连接计算机与控制电路的 USB- 串口线(以下简称 USB- 串口线)、步进电机及配套的传动装置和三维机械扫描平台。它们之间的位置和连接关系是:该计算机通过 GPIB 卡连接到频谱分析仪上,该频谱分析仪的输入端通过前置放大器连接到近场探头上,该近场探头固定在三维机械扫描平台的三维移动支架上;该计算机通过 USB- 串口线连接到以单片机为核心的控制电路,该以单片机为核心的控制电路连接步进电机及配套的传动装置,该步进电机及配套的传动装置连接并控制三维机械扫描平台的三维移动支架进行移动。该以单片机为核心的控制电路内置在三维机械扫描平台内,一套步进电机及配套的传动装置内置在三维机械扫描平台内,另一套步进电机及配套的传动装置,其传动装置内置在三维机械扫描平台内,而步进电机外露。

[0011] 其中,该计算机数量为 1 台;

[0012] 其中,该频谱分析仪数量为 1 台;

[0013] 其中,该计算机与频谱分析仪通信的 GPIB 卡为 1 个;

[0014] 其中,该近场探头和前置放大器数量为一套;

[0015] 其中,该以单片机为核心的控制电路数量为一个;

[0016] 其中,该连接计算机与控制电路的 USB- 串口线数量为一个;

[0017] 其中,该步进电机及配套的传动装置数量为两套;

[0018] 其中,该三维机械扫描平台数量为一台。

[0019] 所述计算机是 :De11 的家庭台式机,采用 Windows XP 系统。该计算机一方面通过 GPIB 卡连接到频谱分析仪上,另一方面通过 USB- 串口线连接到以单片机为核心的控制电路。该计算机是系统控制、数据处理和显示的中枢。一方面通过 GPIB 卡与频谱仪通信,包括发送指令、获取数据并对所述数据进行处理和显示;另一方面通过 RS232 串口与以单片机为核心的控制电路板进行通信,包括发送控制指令及接收单片机的返回信号。

[0020] 所述频谱仪是 :中国电子科技集团公司第四十一研究所生产的 AV4062 型频谱分析仪。AV4062 型频谱分析仪采用了多种最新的设计技术,是一款具有高性价比的射频频谱仪,扫描的频谱范围为 :9KHz ~ 2.9GHz。该频谱仪一方面通过 GPIB 卡与计算机相连接,另一方面频谱仪的输入端通过前置放大器连接到一个近场探头上。该频谱仪一方面用于接收近场探头测得的电磁场信号,另一方面将接收到的信号进行适当的处理后通过 GPIB 卡传送给计算机。因此,频谱仪是硬件系统的一个信号采集处理站。

[0021] 所述计算机与频谱分析仪通信的 GPIB 卡是 :由美国国家仪器 (NATIONALINSTRUMENTS,缩写 NI) 公司生产,型号为 GPIB-USB-HS。该 GPIB 卡一端连接计算机一端连接频谱仪,是用于连接计算机和频谱仪的总线接口,实现了频谱仪与计算机之间的信息交互。

[0022] 所述近场探头和前置放大器是 :该近场探头是德国 LANGER EMV-Technik 公司生产的,共有两组七个,包括于 PCB 内部干扰源定位的射频近场探头组 (RF1) 和低频通用的低频 (LF) 选件组。在本实用新型中,只使用其中近场探头组中的一个,该近场探头固定在三维机械扫描平台的可移动支架上,输出线缆连接到前置放大器上,它是用于逐点采集 PCB 等被测件的电磁辐射数据的工具;该前置放大器是 :德国 LANGER EMV-Technik 公司生产的 PA 系列中的 PA303,其额定增益为 30dB,频率范围为 100KHz ~ 3GHz;该前置放大器一端连接一近场探头,另一端连接到所述频谱仪的输入端;它可以将近场探头测得的信号进行预处理并放大,使频谱仪能够采集到该微弱的电磁场信号。

[0023] 所述以单片机为核心的控制电路是 :以单片机为核心,其外围电路主要包括电源电路、复位电路、晶振电路、ISP 下载接口设计电路、JTAG 仿真接口电路、电平转换电路、电机控制电路和光电开关外围电路等八个模块。见图 2,其中,电源电路、复位电路、晶振电路与单片机相连接构成单片机的最小系统,也就是在这种情况下单片机可以正常运行;ISP 下载接口设计电路、JTAG 仿真接口电路与单片机相连接用于下载和调试程序时使用;电平转换电路实现电平转换从而用于串行通信;电机控制电路(两个)与计算机 I/O 口相连接分别用于控制两个步进电机;而光电开关外围电路(两个)与单片机中断输入端口相连接,为单片机提供中断信号从而产生外部中断。该以单片机为核心的控制电路从计算机串口接收控制指令并解析,从而驱动步进电机实现了对扫描方式的控制。该电平转换电路由电平转换芯片 MAX232 及芯片标识的电阻、电容构成;该电机控制电路由电机驱动芯片 THB6128 及芯片标识的电阻、电容构成;该光电开关外围电路由光电开关及芯片标识的电阻、电容构

成;该复位电路由开关、二极管、电阻和电容构成;该 ISP 下载接口设计电路不需要任何外围零件,只需要 2 \* 5 插座直接与单片机相连接;该 JTAG 仿真接口电路由四只 10 电阻和 2 \* 5 插座构成,并与单片机相连接;该电源电路采用 LM2576 芯片;该晶振电路中晶振为 8MHz;该单片机型号为 AVR ATmega32。

[0024] 所述连接计算机与控制电路的 USB- 串口线是:USB 转串口的线缆,一端为 USB 接口,另一端为九针串口接口。

[0025] 所述步进电机及配套的传动装置是:该步进电机为通用的两相混合式步进电机共配置两个分别是 42 型 (42BYG250BII) 和 57 型 (57BYG250AII) 步进电机。步进电机内置在扫描平台内靠近其一短边那一侧,并固定在扫描平台的底板上,其轴与其配套的传动装置相连接。步进电机将电脉冲信号转变成角位移,即给一个脉冲信号,步进电机就转动一个角度,并且步进电机的角位移与输入脉冲数严格成正比。步进电机是带动近场探头行进的原动力。该传动装置为滚珠丝杆,一端连接到步进电机的轴上,另一端固定在与该扫描平台其一短边那一侧相对的另一短边那一侧。该滚珠丝杠将电机的旋转运动转换为直线运动,从而带动三维移动支架及固定其上的近场探头实现直线移动。该三维机械扫描平台用于放置如 PCB 板等被测物,并通过三维移动支架带动近场探头进行三维移动,使近场探头在一个有限区域内实现对 PCB 板被测件的自动扫描。

[0026] 所述三维机械扫描平台是:由扫描测试平台、三维移动支架、探头夹、步进电机及配套的传动装置等部件构成。见图 3,其中,该扫描测试平台是金属板材,用来放置电磁兼容扫描系统待扫描测试的被测件,如芯片、电路板、机箱、电缆等,是装置对被测件进行自动扫描的硬件基础。扫描测试平台表面分为有效扫描区域和空白区域,该有效扫描区域即图 3 中所示方格区域,是指近场探头三维移动所能到达的区域,标明了原点位置、X 轴刻度、Y 轴刻度以及以 1cm 为边长的刻度方格。该三维移动支架见图 3,它包括竖直支架、支臂和倒 U 形支架三部分:该竖直支架安装在倒 U 形支架上,可与倒 U 形支架相对移动;该支臂安装在竖直支架的前表面,可与竖直支架相对移动;该倒 U 形支架可相对扫描测试平台相对移动。该三维移动支架是用于带动近场探头进行三维移动的装置。该探头夹见图 4,安装在三维移动支架的支臂上,用来固定近场探头,并随着支架的移动带动近场探头在有效扫描区域内进行三维移动,进而实现了近场探头对被测件的扫描功能。在图 5 中,阴影部分即 G 区域是探头夹要夹持的位置。由于 F 区域比 E 区域略粗,使得探头的每一次夹持位置都固定不变,探头很容易被固定,并且用户不需要费时间去选择夹持位置。近场探头为六棱柱形,根据这一特点设计出符合此形状的探头夹,它不仅实现了固定探头的基本功能,并且不会对探头产生任何损害。

[0027] 扫描控制软件系统包括:计算机与频谱仪之间的通信程序;计算机与单片机之间的串行通信程序;单片机控制步进电机的驱动程序;数据处理分析并显示的程序;面向用户的人机交互界面程序。

[0028] 它们之间的连接关系如图 6 所示:用户通过该面向用户的人机交互界面程序输入频谱仪的相关参数、控制指令等和对单片机的控制指令、扫描参数等;该计算机与频谱仪之间的通信程序把用户输入频谱仪的相关参数、控制指令等信息传送给频谱仪实现对频谱仪的控制并接收频谱仪的数据;该计算机与单片机之间的串行通信程序把对单片机的控制指令、扫描参数等信息传送给单片机实现对单片机的初始化和控制并接收单片机的相关信

息；该单片机根据接收的计算机的控制指令通过所述单片机控制步进电机的驱动程序实现对步进电机的控制和驱动；该计算机把从频谱仪接收的数据通过所述数据处理分析并显示的程序进行处理和显示。

[0029] 所述计算机与频谱仪之间的通信程序是：这个通信过程的程序设计流程图如图 7 所示；它包括计算机向频谱仪发送指令和计算机读取频谱仪的相关数据。

[0030] 所述计算机与单片机之间的串行通信程序是：计算机与单片机之间的通信流程图如图 8 所示，它包括计算机（即上位机）方面的串行通信程序设计和单片机（即下位机）方面的程序设计。计算机作为上位机，人可以直接通过上位机发出操控命令给下位机，且计算机屏幕上显示各种信号的变化；而单片机作为下位机，直接控制设备（步进电机）和获取设备（步进电机）状况送给上位机。这一过程为：计算机发出的命令首先给单片机，单片机再根据此命令解释成相应时序信号直接控制相应设备即步进电机；单片机不时将设备即步进电机状态数据反馈给计算机。单片机的程序包括主程序、串行中断服务程序和外部中断程序。其中，主程序是对必要的端口、专用寄存器等初始化，并等待串行中断的到来，其流程图如图 9 所示；而串行中断服务程序具体完成对不同的通信指令进行相应的响应并对步进电机进行相应地控制，即指令处理子程序，其流程图如图 10 所示；外部中断程序用来响应光电开关断“开”这一机械动作，其流程图如图 11 所示。

[0031] 所述单片机控制步进电机的驱动程序是：主要脉冲输入信号以驱动步进电机旋转和步进电机方向控制信号以控制电机正反转。该脉冲输入信号，主要是通过循环语句来实现；该步进电机方向控制信号通过假设语句来实现。

[0032] 所述数据处理分析并显示的程序是：由于从频谱仪提取的数据并不是直接可用的，我们需要对该数据进行处理，并对电磁辐射的显示进行设计；其数据处理包括提取数据、将数据分类存储、数据插值平滑以及显示等部分。

[0033] 所述面向用户的人机交互界面程序是：包括辐射情况卡、参数设置卡、幅度数据卡、频率数据卡、串口信息卡五个部分。

[0034] 该辐射情况卡是：主界面的第一面板，其包括开关按钮、实时数据显示窗口和辐射图显示区域。该实时数据显示窗口由于在扫描过程中实时的现实每一个位置点的频率和幅度信息；该辐射图显示区域用来显示扫描结束后形成的整体的电磁辐射图。

[0035] 该参数设置卡是：包括频谱仪参数设置和扫描参数设置。该频谱仪参数设置窗口包括命令输入窗口、设置扫宽、设置中心频率等；该扫描参数设置包括分为整体扫描参数设置、局部扫描参数设置、步长设置等。

[0036] 该幅度数据卡是：存储并显示各个位置点的幅度数据。

[0037] 该频率数据卡是：存储并显示各个位置点的频率数据。

[0038] 该串口信息卡是：包括指定的串口、波特率、输入数据的位数、流控制设置等参数。

[0039] 本实用新型的工作程序如下：

[0040] 测量前应先连接好各个硬件，见图 1。被测产品（PCB）放置于扫描仪平台上，频谱仪通过 GPIB 卡连接到计算机，高灵敏度近场探头装置在高精度的机械装置上，经放大器连接至频谱分析仪输入端；接着在电脑软件中输入校准因子、扫描带宽等数据；然后计算机通过串口发送指令控制步进电机驱动器，驱动器驱动步进电机牵引电场或磁场探头按预设方式扫描被测产品的表面，一旦到达三个方向坐标轴的极限位置，限位信号即使反馈到计



计算机并做出相应处理。在一定的扫描频率下的场强能够用有色图谱形象地表示出来,可在计算机屏幕上直观地观测到产品的电磁辐射三维图形及频谱变化,所有的测试数据都可存储在计算机中并可打印出来。另外,还可采用人工操作扫描:在电磁场探头前接入放大器再连至频谱仪,手动移动探头,这样更方便灵活,更容易查找泄漏位置。

[0041] 本实用新型所述的自适应扫描装置程序是结合计算机与频谱仪之间的通信程序、计算机与单片机之间的串行通信程序、单片机控制步进电机的驱动程序和数据处理分析并显示的程序协调实现的。所述自适应扫描装置程序实现流程图如图 12 所示。在所述自适应扫描过程中,探头行进步长是“自适应”的,它根据上两次数据结果的比较而对本次的步进长度进行相应的调整(变大、变小或者不变)。探头的行进路径仍然为蛇形路径,见图 13 中 D。所述自适应扫描过程中探头的行进示意图,如图 13 所示:其中,方格区域 A 表示电磁兼容扫描系统的有效扫描区域,白色区域 B 表示放置在有效扫描区域的如 PCB 板等被测件,黑点 C 表示探头欲停留位置。

[0042] 3、优点及功效:本实用新型一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置,其优点在于设计了一种自适应的扫描系统:当某一区域近场探头所接收的电磁辐射值基本相同时,系统可根据这种情况调整步进长度使之比初始步进大一些,以减小不必要的扫描步数从而减小扫描时间;当某一区域近场探头所接收的电磁辐射值差别很大时,可根据这种情况调整步进长度使之比初始步进小一些,这样可以细化电磁辐射值,以精确电磁辐射值的数据。可见,自适应扫描系统的设计与实现,不仅解决了时间浪费这一问题,从而有效地提高了扫描效率,而且另一方面也提高了扫描数据的准确性从而提高了整个系统的精确度。

#### (四)附图说明

[0043] 图 1 是本实用新型硬件系统框图。

[0044] 图 2 是以单片机为核心的控制电路框图。

[0045] 图 3 是三维机械扫描平台示意图。(a 主视图;b 左视图;c 俯视图)

[0046] 图 4 是探头夹截面示意图。

[0047] 图 5 是近场探头示意图。

[0048] 图 6 是各个软件部分连接关系示意图。

[0049] 图 7 是计算机与频谱仪之间通信的程序设计流程图。

[0050] 图 8 是计算机与单片机之间程序流程图。

[0051] 图 9 是下位机主程序流程图。

[0052] 图 10 是指令处理子程序流程图。

[0053] 图 11 是外部中断程序流程图。

[0054] 图 12 是自适应扫描系统程序实现流程图。

[0055] 图 13 是自适应扫描系统扫描过程示意图。

[0056] 图 14 是自适应系统中下位机工作流程图。

[0057] 图 15 是自适应系统中上位机工作流程图。

[0058] 图中符号说明如下:

[0059] 1 计算机;2 频谱分析仪;3 GPIB 卡;4 近场探头和前置放大器;5 以单片机为核心的控制电路;6 连接计算机与控制电路的 USB- 串口线;7 步进电机及配套的传动装置;8 三

维机械扫描平台 ;9 三维移动支架 ;10 探头夹 ;11 竖直支架 ;12 支臂 ;13 倒 U 形支架。

[0060] A 本实用新型的有效扫描区域 ;B 放置在有效扫描区域的被测件 ;C 探头欲停留位置 ;D 探头行进的蛇形路径 ;E 探头尾部 ;F 探头突出部位 ;G 探头夹夹持的位置。

### (五) 具体实施方式

[0061] 下面将结合附图和实施例对本实用新型做进一步的详细说明。

[0062] 见图 1, 本实用新型一种用于近场测试的电磁兼容自适应扫描装置, 由硬件系统和扫描控制软件系统两部分构成。硬件系统包括计算机 1 一台、频谱分析仪 2 一台、计算机与频谱分析仪通信的 GPIB 卡 3 一个、近场探头和前置放大器 4 一套、以单片机为核心的控制电路 5 一个、连接计算机与控制电路的 USB- 串口线 6 一个、步进电机及配套的传动装置 7 两套和三维机械扫描平台 8 一台。

[0063] 它们之间的位置和连接关系是 : 该计算机 1 通过 GPIB 卡 3 连接到一台频谱分析仪 2 上, 该频谱分析仪 2 的输入端通过近场探头和前置放大器 4 连接到一个近场探头上, 该近场探头固定在三维机械扫描平台 8 的三维移动支架 9 上 ; 该计算机 1 通过连接计算机与控制电路的 USB- 串口线 6 连接到以单片机为核心的控制电路 5, 该以单片机为核心的控制电路 5 连接步进电机及配套的传动装置 7, 该步进电机及配套的传动装置 7 连接并控制三维机械扫描平台 8 的三维移动支架 9 进行移动。其中, 以单片机为核心的电路 5 内置在三维机械扫描平台 8 内, 一套步进电机及配套的传动装置 7 内置在三维机械扫描平台 8 内, 另一套步进电机及配套的传动装置 7 内置在三维机械扫描平台 8 内, 而步进电机外露。

[0064] 所述计算机 1 是 : Dell 的家庭台式机, 采用 Windows XP 系统。该计算机 1 一方面通过 GPIB 卡 3 连接到一台频谱分析仪 2 上, 另一方面通过连接计算机与控制电路的 USB- 串口线 6 连接到以单片机为核心的控制电路 5。该计算机 1 是系统控制、数据处理和显示的中枢。一方面通过 GPIB 卡 3 与频谱仪 2 通信, 包括发送指令、获取数据并对所述数据进行处理和显示 ; 另一方面通过 RS232 串口与以单片机为核心的控制电路 5 进行通信, 包括发送控制指令及接收单片机的返回信号。

[0065] 所述频谱仪 2 是 : 中国电子科技集团公司第四十一研究所生产的 AV4062 型频谱分析仪。AV4062 型频谱分析仪采用了多种最新的设计技术, 是一款具有高性价比的射频频谱仪, 扫描的频谱范围为 : 9KHz ~ 2.9GHz。该频谱仪 2 一方面通过 GPIB 卡 3 与计算机 1 相连接, 另一方面频谱仪 2 的输入端通过前置放大器连接到一个近场探头上。该频谱仪 2 一方面用于接收近场探头测得的电磁场信号, 另一方面将接收到的信号进行适当的处理后通过 GPIB 卡 3 传送给计算机 1。因此, 频谱仪 2 是硬件系统的一个信号采集处理站。

[0066] 所述计算机与频谱分析仪通信的 GPIB 卡 3 是 : 由美国国家仪器 (NATIONALINSTRUMENTS, 缩写 NI) 公司生产, 型号为 GPIB-USB-HS。该 GPIB 卡 3 一端连接计算机 1 一端连接频谱仪 2, 是用于连接计算机 1 和频谱仪 2 的总线接口, 实现了频谱仪 2 与计算机 1 之间的信息交互。

[0067] 所述近场探头和前置放大器 4 是 : 该近场探头是德国 LANGER EMV-Technik 公司生产的, 共有两组七个, 包括于 PCB 内部干扰源定位的射频近场探头组 (RF1) 和低频通用的低频 (LF) 选件组。在本实用新型中, 只使用其中所述近场探头组中的一个, 该近场探头固定在三维机械扫描平台 8 的三维移动支架 9 上, 输出线缆连接到前置放大器上。它是用于逐

点采集 PCB 等被测件的电磁辐射数据的工具。该前置放大器是：德国 LANGEREMV-Technik 公司生产的 PA 系列中的 PA303,其额定增益为 30dB,频率范围为 100KHz ~ 3GHz ;该前置放大器一端连接一近场探头,另一端连接到所述频谱仪 2 的输入端 ;它可以将近场探头测得的信号进行预处理并放大,使频谱仪 2 能够采集到该微弱的电磁场信号。

[0068] 见图 2,所述以单片机为核心的控制电路 5 是 :以单片机为核心,其外围电路主要包括电源电路、复位电路、晶振电路、ISP 下载接口设计电路、JTAG 仿真接口电路、电平转换电路、电机控制电路和光电开关外围电路等八个模块。其中,该单片机型号为 AVRATmega32 ;该电源电路采用 LM2576 芯片 ;该复位电路由开关、二极管、电阻和电容构成 ;该晶振电路中晶振为 8MHz ;该电源电路、复位电路、晶振电路与单片机相连接构成单片机的最小系统,也就是在这种情况下单片机可以正常运行 ;ISP 下载接口设计电路、JTAG 仿真接口电路与单片机相连接用于下载和调试程序时使用 ;该 ISP 下载接口设计电路不需要任何外围零件,只需要 2 \* 5 插座直接与单片机相连接 ;该 JTAG 仿真接口电路由四只 10 电阻和 2 \* 5 插座构成,并与单片机相连接 ;电平转换电路实现电平转换从而用于串行通信 ;电机控制电路(两个)与计算机 IO 口相连接分别用于控制两个步进电机及配套的传动装置 7 ;而光电开关外围电路(两个)与单片机中断输入端口相连接,为单片机提供中断信号从而产生外部中断。该以单片机为核心的控制电路 5 从计算机 1 串口接收控制指令并解析,从而驱动步进电机及配套的传动装置 7,实现了对扫描方式的控制。该电平转换电路由电平转换芯片 MAX232 及芯片标识的电阻、电容元器件构成。该电机控制电路由电机驱动芯片 THB6128 及芯片标识的电阻、电容元器件构成。该光电开关电路由光电开关及芯片标识的电阻、电容元器件构成。

[0069] 见图 3,所述三维机械扫描平台 8 是 :由扫描测试平台、三维移动支架 9、探头夹 10、步进电机及配套的传动装置 7(两套)等部件构成。其中,该扫描测试平台是用来放置电磁兼容扫描系统待扫描测试的被测件,如芯片、电路板、机箱、电缆等,是装置对被测件进行自动扫描的硬件基础。该扫描测试平台为尺寸 800mm×600mm×10mm 的金属板,扫描测试平台表面分为有效扫描区域和空白区域,该有效扫描区域即图 3 中所示方格区域,是指近场探头三维移动所能到达的区域,标明了原点位置、X 轴刻度、Y 轴刻度以及以 1cm 为边长的刻度方格,该有效扫描区域为 500mm×400mm。该三维移动支架 9(如图 3 所示),它包括竖直支架 11、支臂 12 和倒 U 形支架 13 三部分 :竖直支架 11 安装在倒 U 形支架 13 上,可与倒 U 形支架 13 相对移动 ;支臂 12 安装在竖直支架 11 的前表面,可与竖直支架 11 相对移动 ;倒 U 形支架 13 可相对扫描测试平台相对移动。该倒 U 形支架 13 中横梁与平台的距离为 300mm,横梁厚度 50mm。近场探头与扫描测试平台的动态距离为 0 ~ 250mm,所述支臂 12 的高度为 300mm。该三维移动支架 9 是用于带动近场探头进行三维移动的装置。其中,该探头夹 10,如图 4 所示,安装在三维移动支架 9 的支臂 12 上,用来固定近场探头如图 5 所示,并随着三维移动支架 9 的移动带动近场探头在有效扫描区域内进行三维移动,进而实现了近场探头对被测件的扫描功能。在近场探头示意图图 5 中,阴影部分即 G 区域是探头夹 10 要夹持的位置。由于 F 区域比 E 区域略粗,使得探头的每一次夹持位置都固定不变,探头很容易被固定,并且用户不需要费时间去选择夹持位置。近场探头为六棱柱形,根据这一特点设计出符合此形状的探头夹 10,它不仅实现了固定探头的基本功能,并且不会对探头产生任何损害。该步进电机及配套的传动装置 7 是 :步进电机为通用的两相混合式步进电机,共配置两个,

分别是 42 型 (42BYG250BII) 和 57 型 (57BYG250AII) 步进电机。步进电机内置在扫描平台内靠近扫描平台其一短边那一侧,并固定在扫描平台的底板上,其轴与其传动装置相连接。步进电机将电脉冲信号转变成角位移,即给一个脉冲信号,步进电机就转动一个角度,并且步进电机的角位移与输入脉冲数严格成正比。步进电机是带动近场探头行进的原动力。其传动装置为滚珠丝杆,一端连接到步进电机的轴上,另一端固定在与该扫描平台其一短边那一侧相对的另一短边那一侧。该滚珠丝杠将电机的旋转运动转换为直线运动,从而带动三维移动支架 9 及固定其上的近场探头实现直线移动。该三维机械扫描平台 8 用于放置如 PCB 板等被测物,并通过三维移动支架 9 带动近场探头进行三维移动,使近场探头在一个有限区域内实现对 PCB 板被测件的自动扫描。

[0070] 扫描控制软件部分包括:计算机 1 与频谱仪 2 之间的通信程序;计算机 1 与单片机之间的串行通信程序;单片机控制步进电机的驱动程序;数据处理分析并显示的程序;面向用户的人机交互界面程序。

[0071] 见图 6,它们之间的连接关系是:用户通过所述面向用户的人机交互界面程序输入频谱仪的相关参数以及控制指令等和对单片机的控制指令以及扫描参数等;该计算机 1 与频谱仪 2 之间的通信程序把用户输入频谱仪的相关参数以及控制指令等信息发送给频谱仪 2 实现对频谱仪 2 的控制并接收频谱仪 2 的数据;该计算机 1 与单片机之间的串行通信程序把对单片机的控制指令以及扫描参数等信息发送给单片机实现对单片机的初始化和控制并接收单片机的相关信息;单片机根据接收的计算机 1 的控制指令通过单片机控制步进电机的驱动程序实现对步进电机的控制和驱动;计算机 1 把从频谱仪 2 接收的数据通过所述数据处理分析并显示的程序进行处理和显示。

[0072] 所述计算机 1 与频谱仪 2 之间的通信程序是:这个通信过程的程序设计流程图,如图 7 所示;它包括计算机 1 向频谱仪 2 发送指令和计算机 1 读取频谱仪 2 的相关数据。

[0073] 所述计算机 1 与单片机之间的串行通信程序是:计算机 1 与单片机之间的通信流程图,如图 8 所示,它包括计算机 1(即上位机)方面的串行通信程序设计和单片机(即下位机)方面的程序设计。计算机 1 作为上位机,人可以直接通过上位机发出操控制令给下位机,且计算机 1 屏幕上显示各种信号的变化;而单片机作为下位机,直接控制设备(步进电机)和获取设备(步进电机)状况送给上位机。这一过程为:上位机发出的命令首先给下位机,单片机再根据此命令解释成相应时序信号直接控制相应设备;下位机不时将设备状态数据反馈给计算机 1。下位机的程序包括主程序、串行中断服务程序和外部中断程序。其中,主程序是对必要的端口、专用寄存器等进行初始化,并等待串行中断的到来,其流程图如图 9 所示;而串行中断服务程序具体完成对不同的通信指令进行相应的响应并对步进电机进行相应的控制,即指令处理子程序,其流程图如图 10 所示;外部程序用来响应光电开关断“开”这一机械动作,其流程图如图 11 所示。

[0074] 所述单片机控制步进电机的驱动程序是:主要包括脉冲输入信号以驱动步进电机旋转和步进电机方向控制信号以控制电机正反转。该脉冲输入信号,主要是通过循环语句来实现;该步进电机方向控制信号通过假设语句来实现。

[0075] 所述数据处理分析并显示的程序是:由于从频谱仪 2 提取的数据并不是直接可用的,我们需要对该数据进行处理,并对电磁辐射的显示进行设计,它数据处理包括提取数据、将数据分类存储、数据插值平滑以及显示等部分。

[0076] 所述面向用户的人机交互界面程序是：包括辐射情况卡、参数设置卡、幅度数据卡、频率数据卡、串口信息卡五个部分。

[0077] 该辐射情况卡是：主界面的第一面板，其包括开关按钮、实时数据显示窗口和辐射图显示区域。该实时数据显示窗口由于在扫描过程中实时的现实每一个位置点的频率和幅度信息；该辐射图显示区域用来显示扫描结束后形成的整体的电磁辐射图。

[0078] 该参数设置卡是：包括频谱仪参数设置和扫描参数设置。该频谱仪参数设置窗口包括命令输入窗口、设置扫宽、设置中心频率等；该扫描参数设置包括分为整体扫描参数设置、局部扫描参数设置、步长设置等。

[0079] 该幅度数据卡是：存储并显示各个位置点的幅度数据。

[0080] 该频率数据卡是：存储并显示各个位置点的频率数据。

[0081] 该串口信息卡是：包括指定的串口、波特率、输入数据的位数、流控制设置等参数。

[0082] 本实用新型一种电磁兼容自适应扫描装置的扫描功能包括整体扫描、局部扫描和自适应扫描。其中，整体扫描是一种常规的扫描方法，即对整板进行扫描，测试结果也是整板的电磁辐射的情况；局部扫描，通常是用户进行整体粗扫以后或者用户经验判断某一局部区域是用户所关心的区域，那么只需对这一所关心的区域进行扫描，这样可以减少扫描时间，有效的提高了扫描效率；自适应扫描是本实用新型设计的一种新型的扫描方式，使用自适应扫描也是减少扫描时间、提高扫描效率和结果精度的一种创新的实用的方法。下面对自适应扫描装置进行详细描述：

[0083] 本实用新型是一种电磁兼容自适应扫描装置。在硬件方面（参见图 1），自适应扫描装置是计算机 1、单片机、近场探头、频谱仪 2 和步进电机之间进行控制和协调的过程。在软件方面，自适应扫描装置程序是结合 C 语言程序和虚拟仪器程序设计来实现的。

[0084] 本实用新型所述的自适应扫描装置程序是结合计算机 1 与频谱仪 2 之间的通信程序、计算机 1 与单片机之间的串行通信程序、单片机控制步进电机的驱动程序和数据处理分析并显示的程序协调实现的。所述自适应扫描装置程序实现流程图如图 12 所示。在所述自适应扫描过程中，探头行进步长是“自适应”的，它根据上两次数据结果的比较而对本次的步进长度进行相应的调整（变大、变小或者不变）。探头的行进路径仍然为蛇形路径，见图 13 中 D。所述自适应扫描过程中探头的行进示意图，如图 13 所示：其中，方格区域 A 表示电磁兼容扫描装置的有效扫描区域，白色区域 B 表示放置在有效扫描区域的如 PCB 板等被测件，黑点 C 表示探头欲停留位置。在扫描以前将 PCB 板等被测件的一个端点与扫描区域零点重合，按照如图 13 所示方式放置 PCB 板等被测件。扫描从零点开始以特定步进按照蛇形路径（见图 13 中 D）进行逐点读取电磁场信息，当根据前面的测量所得的电磁辐射值相差较大时，调整步进使长度变小，如图 13 中 8～14 区域；当根据前面的测量所得的电磁辐射值相差较小时，调整步进使长度变大，如图 13 中 14～18 区域。

[0085] 本发明所述的该自适应扫描装置，其操作使用方法的实现流程如图 12 所示，实现步骤如下：

[0086] 首先，计算机 1 根据用户输入的参数得到扫描范围、步进长度等扫描信息；

[0087] 第二步，计算机 1 根据扫描信息生成相应的行进指令发送给单片机；

[0088] 第三步，单片机根据相应的行进指令驱动步进电机做相应的动作；

[0089] 第四步，近场探头在步进电机的带动下行进，定位以后测量该位置的电磁辐射

值；

[0090] 第五步, 频谱仪 2 接收到近场探头测量得到的电磁辐射值, 并且计算机 1 接收频谱仪 2 得到的电磁辐射值；

[0091] 第六步, 计算机 1 判断是否超出扫描范围, 若没有, 比较分析测量得到的电磁辐射值, 从而根据分析调整步进长度, 然后重复第二步；若超出扫描范围, 对数据进行处理显示, 然后结束程序。

[0092] 见图 14, 在自适应扫描装置中, 下位机要不断地接收上位机发送的携带不同步进长度信息的指令, 从而根据不同的指令不断地去重新驱动步进电机的运动, 使探头可在同一次扫描过程中实现步进长度可调整的扫描形式。

[0093] 见图 15, 上位机在每次接收到频谱仪 2 传送的数据以后, 要把现有数据与之前的数据进行比对分析, 从而调整下一次扫描需要的步进长度信息, 得到新的扫描信息, 整合新的指令发送给下位机。

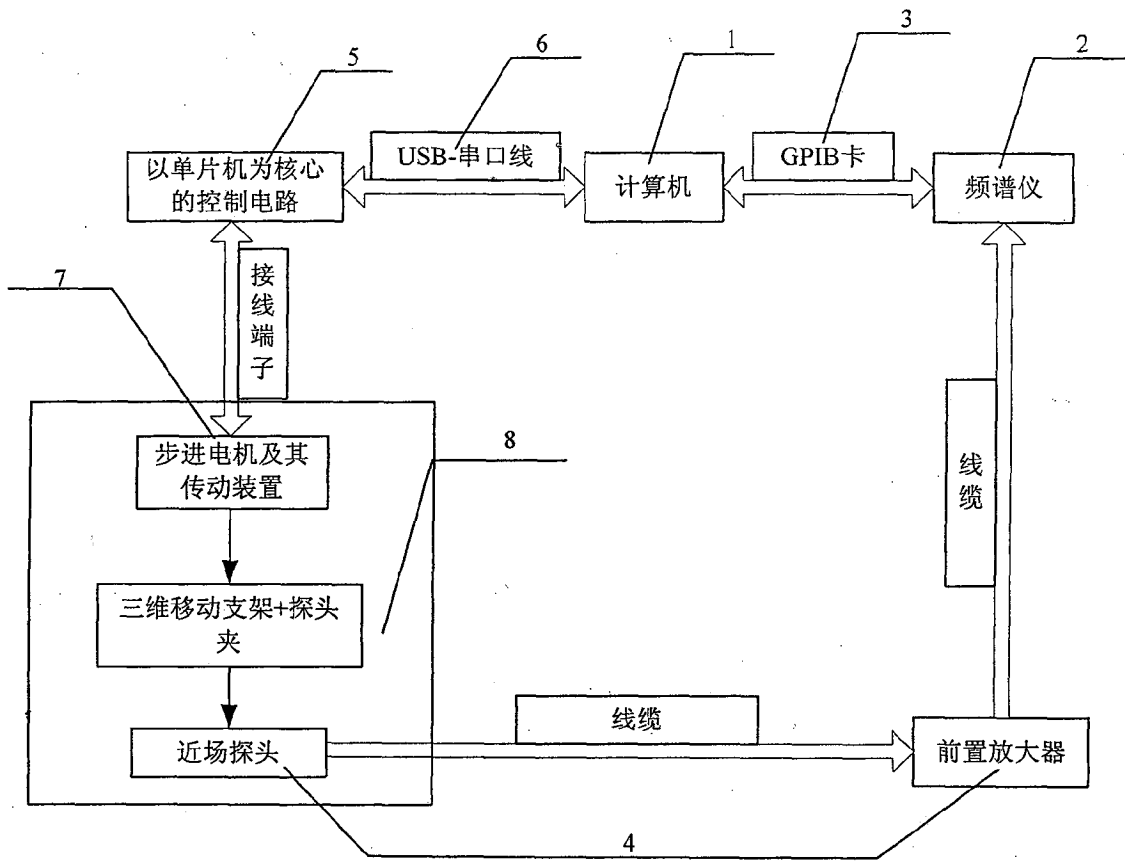


图 1

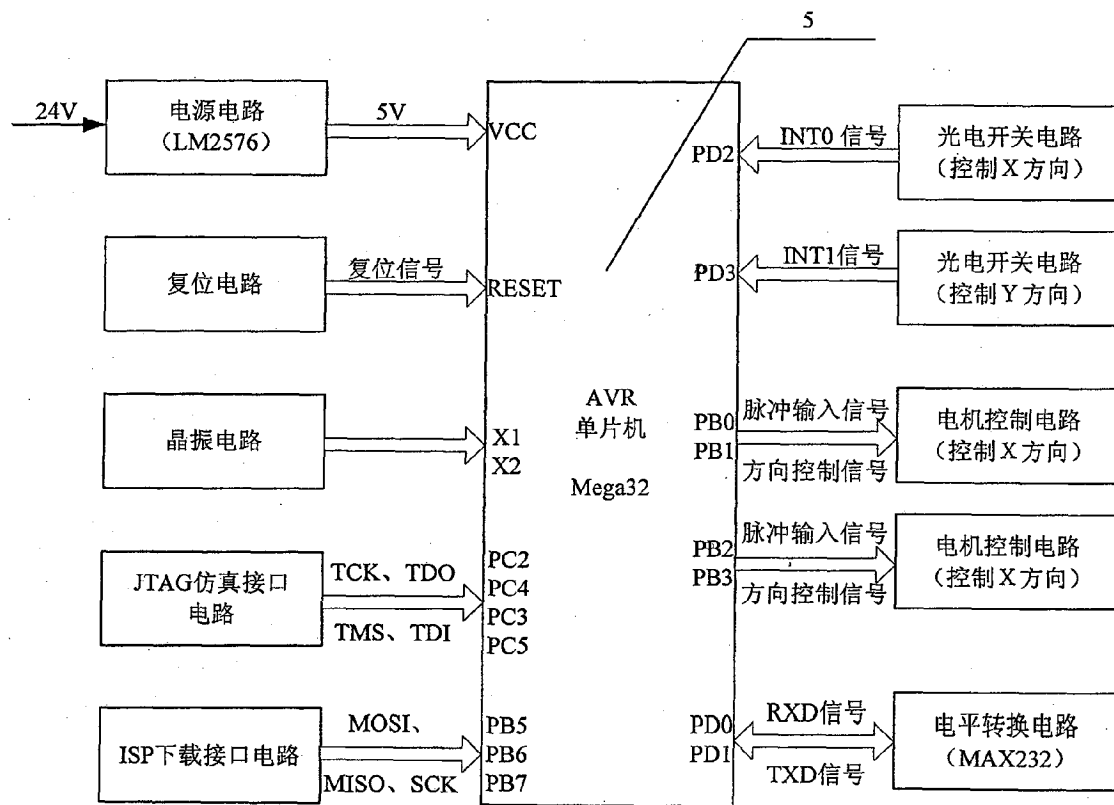


图 2



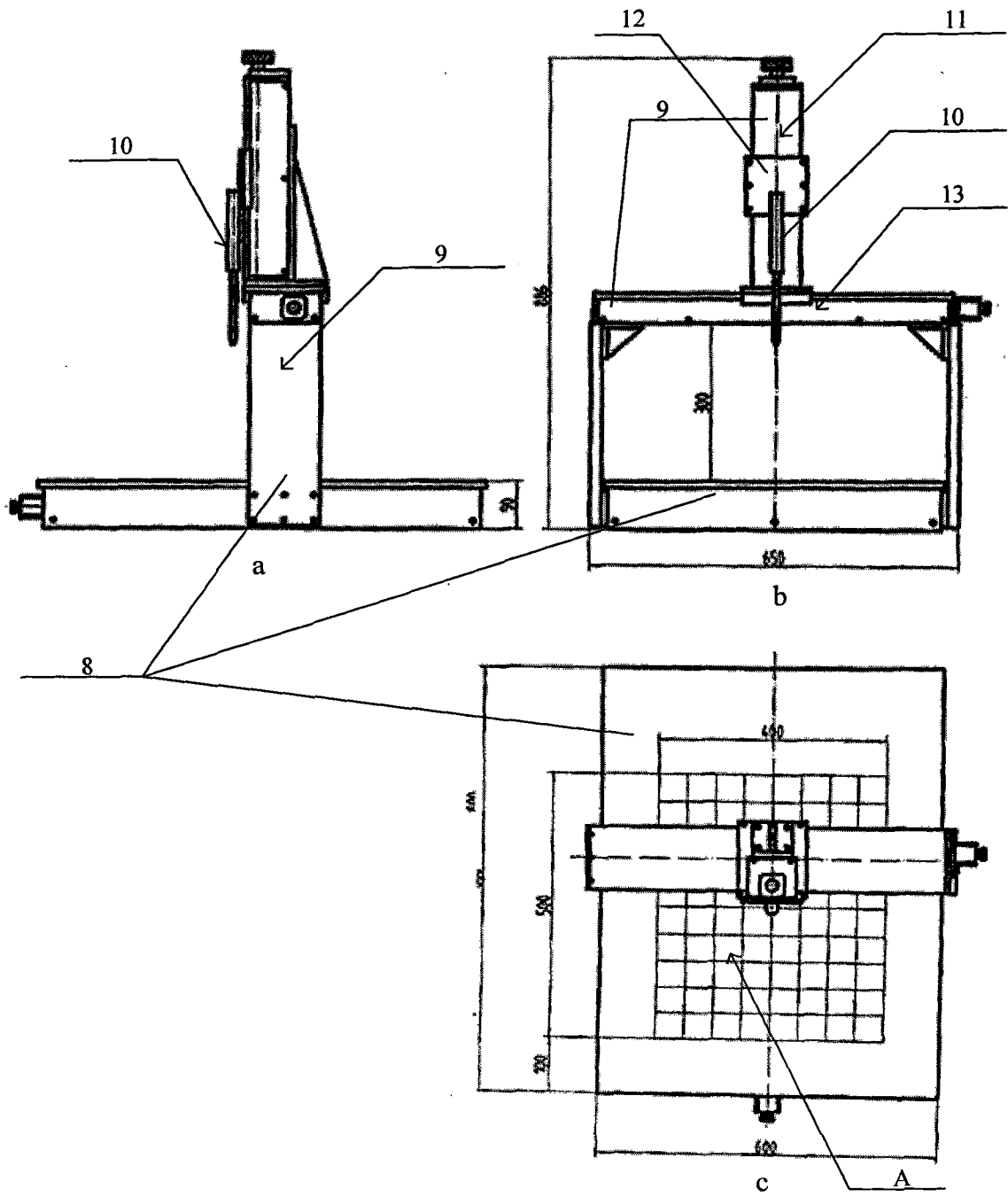


图 3

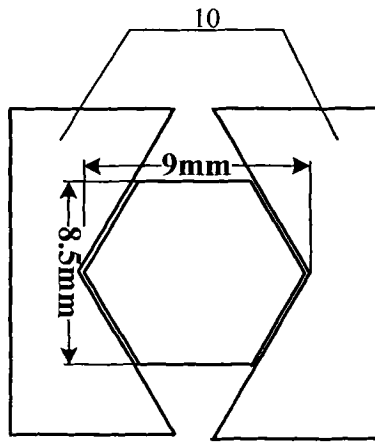


图 4

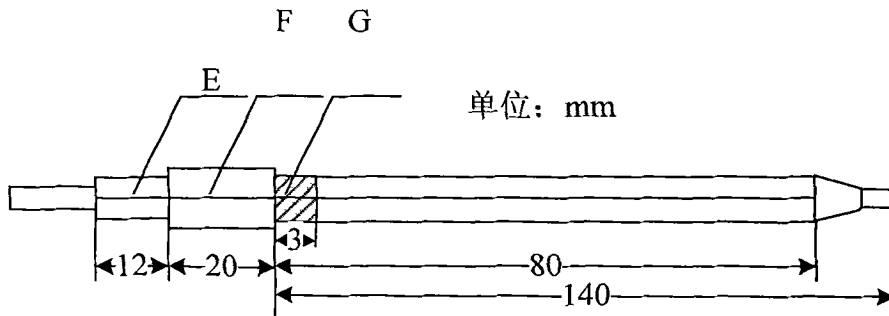


图 5

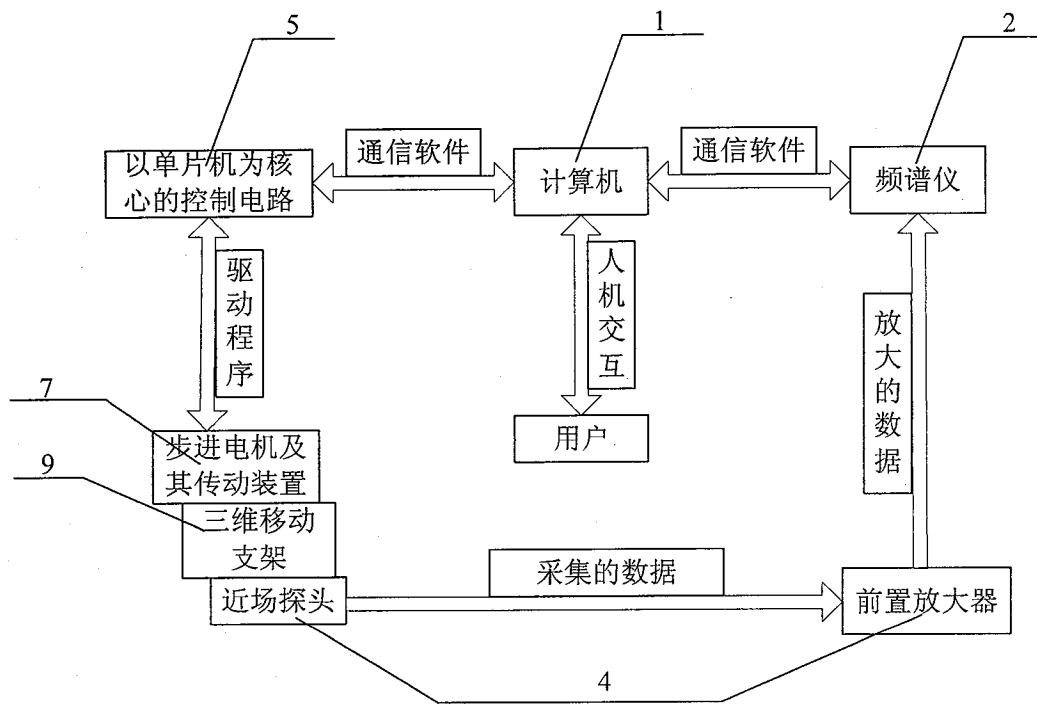


图 6

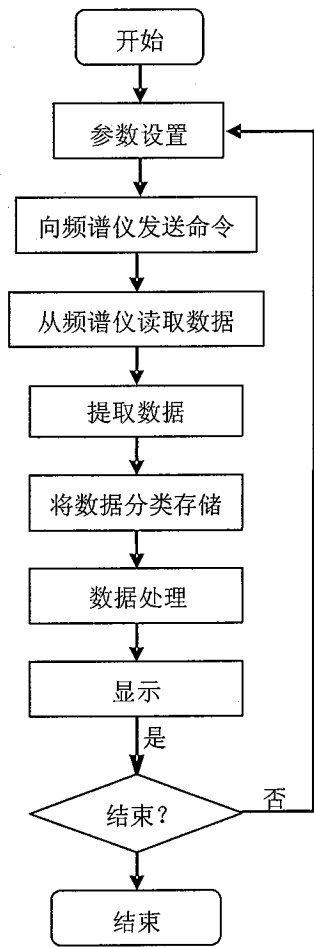


图 7

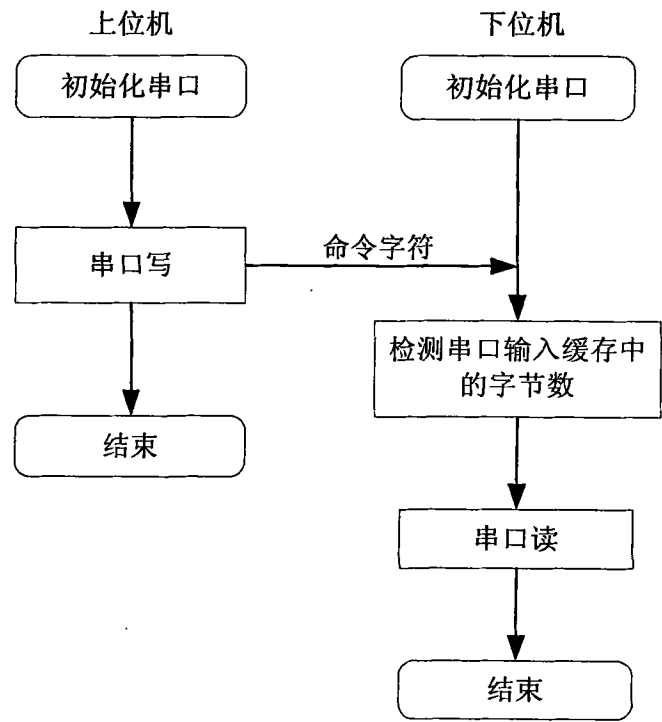


图 8

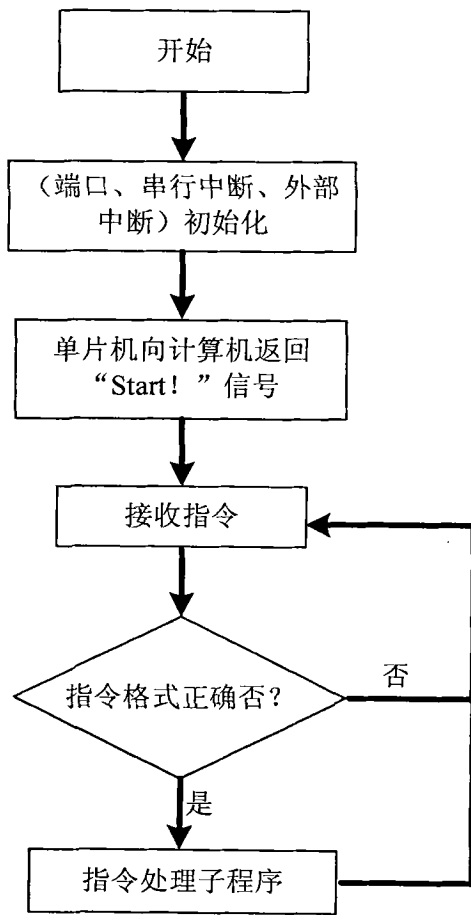


图 9

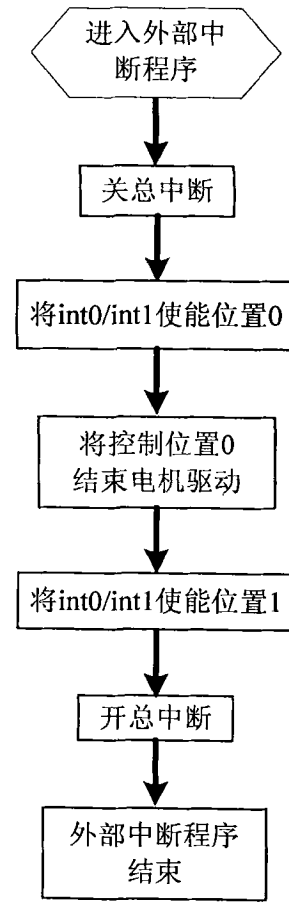


图 11

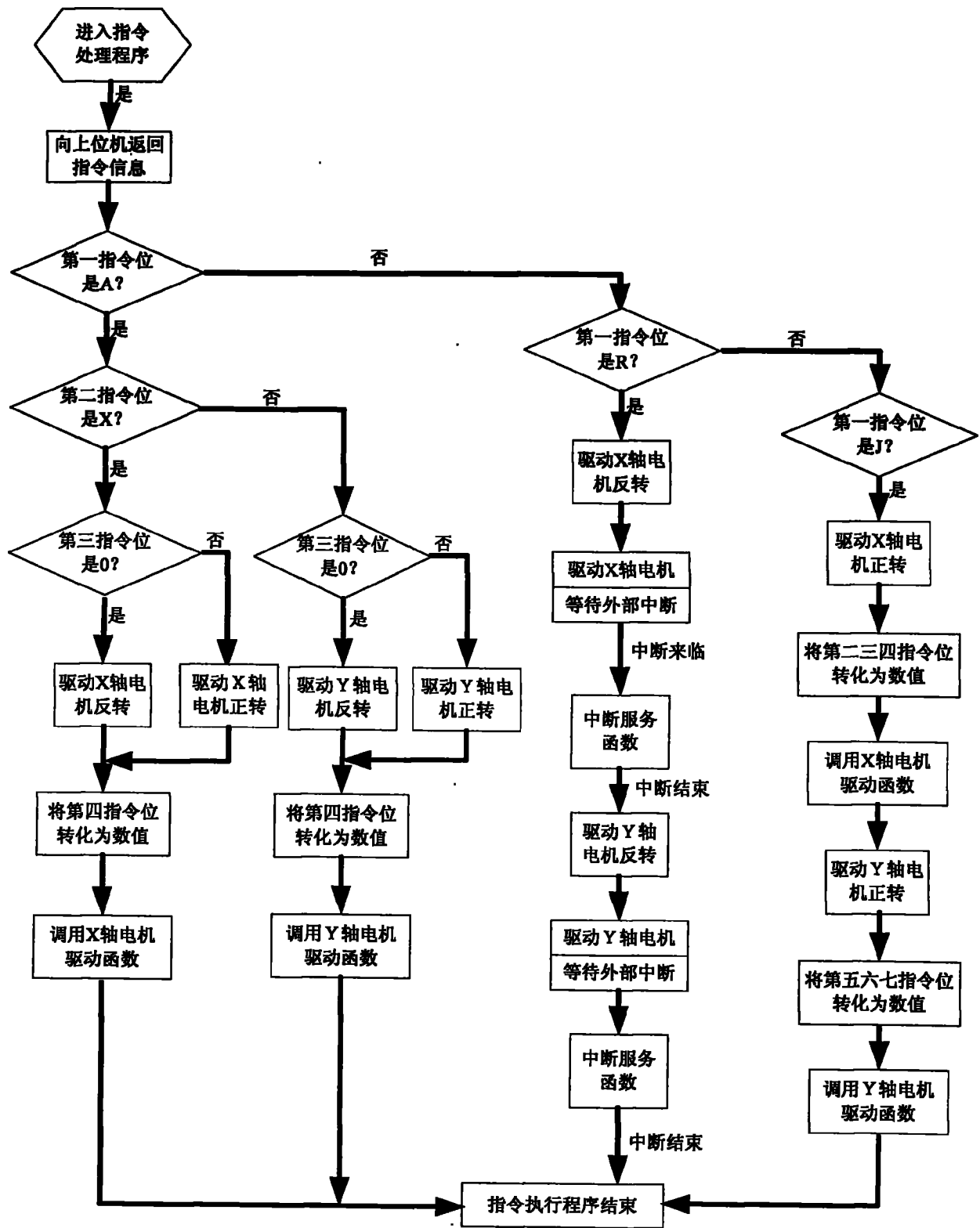


图 10

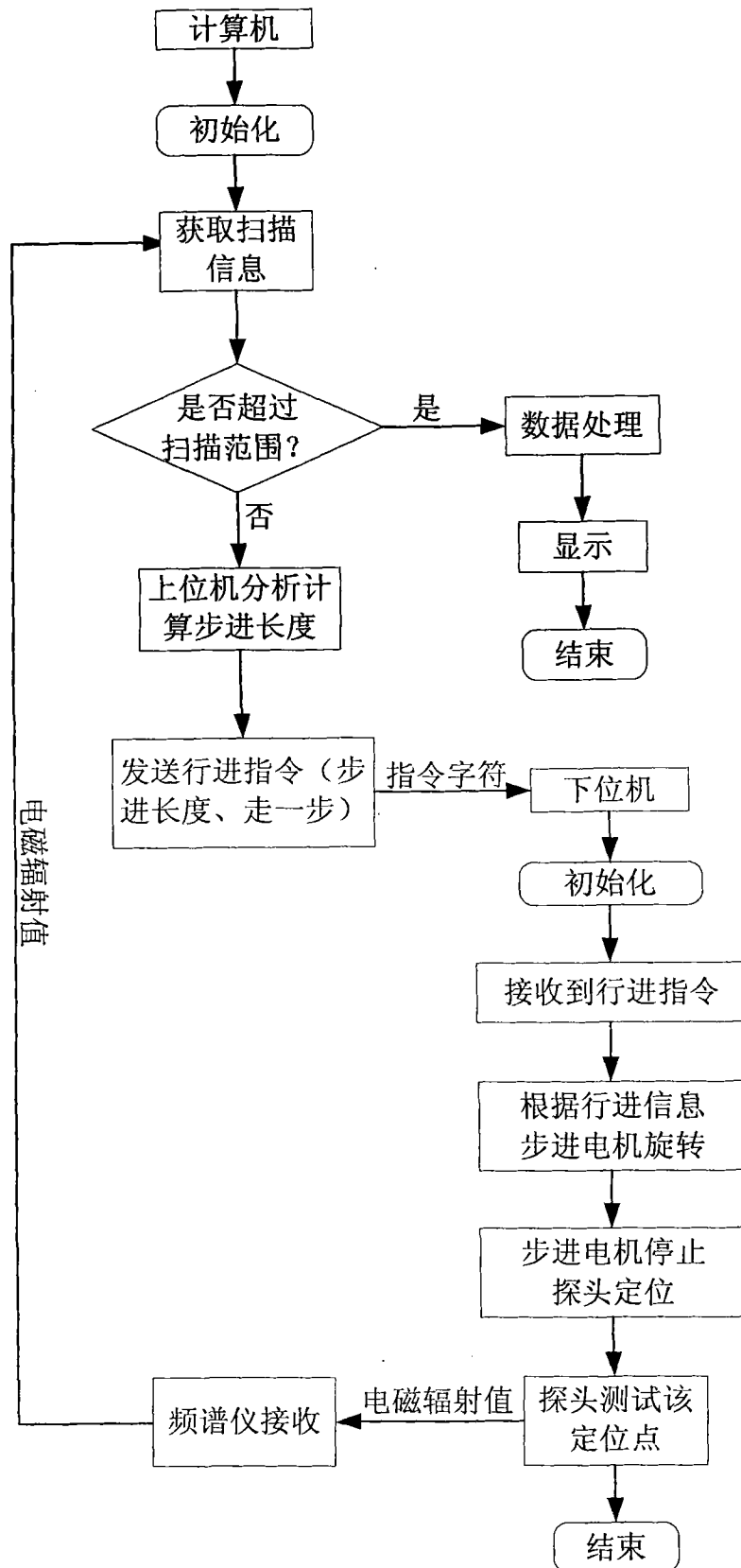


图 12

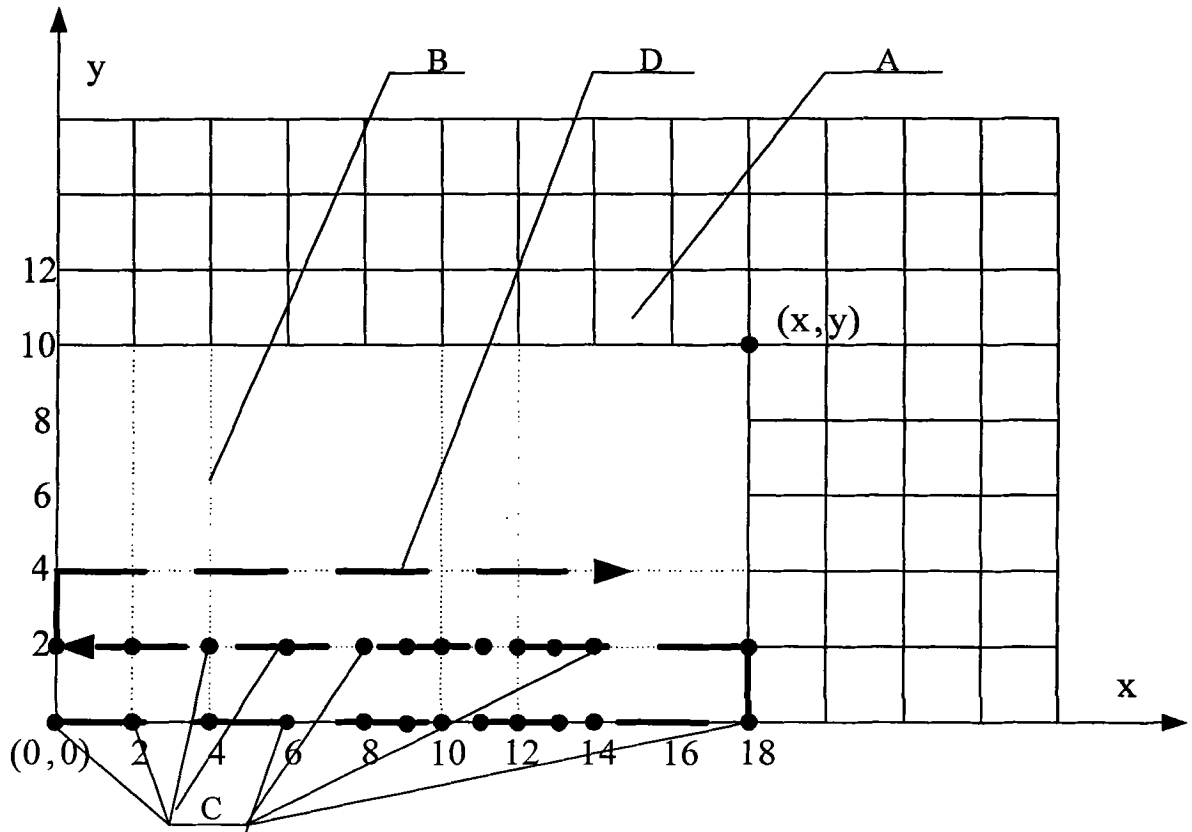


图 13

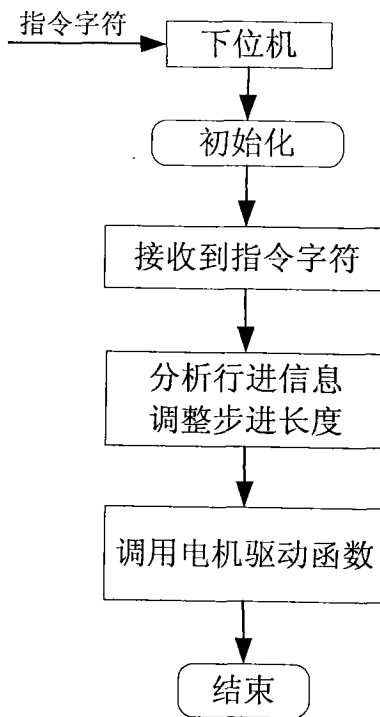


图 14



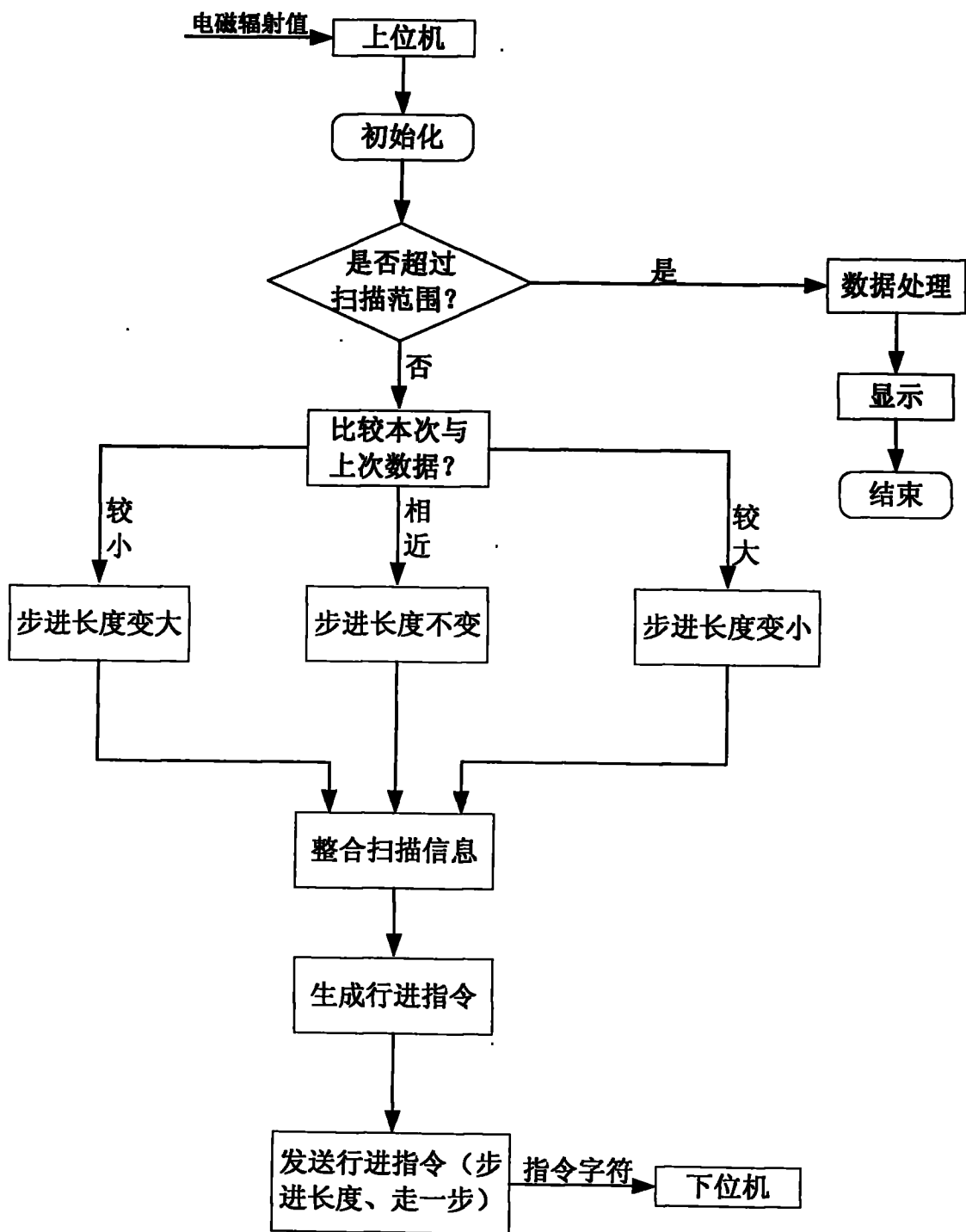


图 15