



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101929737 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 27

(21) 申请号 200910162753. 1

(22) 申请日 2009. 08. 13

(73) 专利权人 青岛福润德自动化技术有限公司
地址 266071 山东省青岛市市南区中国香港
中路 32 号五矿大厦 1101 室

(72) 发明人 崔兆宝 赵炳仁

(74) 专利代理机构 北京中伟智信专利商标代理
事务所 11325

代理人 张岱

(51) Int. Cl.

F24H 9/20(2006. 01)

H05B 6/06(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1196160 A, 1998. 10. 14,

CN 101413711 A, 2009. 04. 22,

CN 87204199 U, 1988. 10. 12,

CN 201000171 Y, 2008. 01. 02,

CN 2564937 Y, 2003. 08. 06,

US 5739505 A, 1998. 04. 14,

JP 11219777 A, 1999. 08. 10,

JP 2008139015 A, 2008. 06. 19,

审查员 霍芳

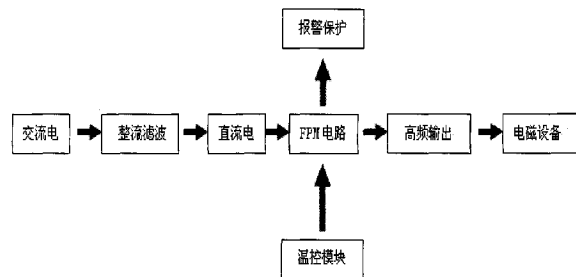
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

一种电磁加热精确温控系统

(57) 摘要

本发明公开了一种电磁加热精确温控系统,包括电磁加热温控装置、电磁线圈、测温传感器、液体输送管道和密封阀门,其中:所述电磁加热温控装置输出交流高频电流至所述电磁线圈;所述液体输送管道的两端和所述密封阀门相连;所述密封阀门的封口处设有法兰,所述法兰的两个筒片之间进一步设有防渗漏橡胶垫,所述法兰上设有六个紧固孔,用于通过螺丝紧固防渗漏;所述电磁线圈用于通过电流产生磁场在液体输送管道中的被加热液体上产生涡流,从而实现电磁线圈对被加热液体进行电磁加热;该电磁加热精确温控系统,具有热惯性小、温控速度快、节能环保、用户操控便捷的特点。



1. 一种电磁加热精确温控系统,其特征在于,包括电磁加热温控装置、电磁线圈、测温传感器、液体输送管道和密封阀门,其中:

所述电磁加热温控装置输出交流高频电流至所述电磁线圈;

所述液体输送管道的两端和所述密封阀门相连;

所述密封阀门上设有第一仓和第二仓,加热时,被加热液体从所述第一仓进入和导出;所述第二仓上设有螺纹栓孔,用于通过螺丝将加热元件的螺纹栓紧固;

所述密封阀门的封口处设有法兰,所述法兰的两个筒片之间进一步设有防渗漏橡胶垫,所述法兰上设有六个紧固孔,用于通过螺丝紧固防渗漏;

所述电磁线圈用于通过电流产生磁场在液体输送管道中的被加热液体上产生涡流,从而实现电磁线圈对被加热液体进行电磁加热;

所述测温传感器,配置在被加热液体上与所述电磁加热温控装置相连,用于探测被加热液体的温度,所述电磁加热温控装置采集所述测温传感器测得的温度值,并根据该测温值调整交流高频电流的输出,所述调整包括调整输出交流高频电流的大小或调整通断;

所述电磁加热温控装置包括:一个微处理器模块 MCU、一个温度检测模块、交流高频输出模块、AC/DC 交直流转换电路模块、以及电源,其中:

所述电源,用于为所述电磁加热温控装置提供电能,将输入的交流电输出至所述 AC/DC 交直流转换电路模块转换为直流电;

所述交流高频输出模块,在所述微处理器模块 MCU 控制下,将直流电转换为电磁加热所需的交流高频电流输出至所述电磁线圈;

所述温度检测模块与被加热液体上的测温传感器相连接,用于检测获得测温传感器的测温值,并将该测温值反馈给所述微处理器模块 MCU;

所述微处理器模块 MCU 根据所接收的测温值,控制调整所述交流高频输出模块的输出电流大小,或者根据需要调整是否停止或启动输出交流高频电流;

所述电磁线圈,是采用耐高温金属线材绕制而成,材料是在电磁感应下易于产生涡流生热的金属线材;

所述电源输入的交流电为 220 伏 50 赫兹的交流市电;所述交流高频输出模块,对直流电进行转换后的高频交流电为 18KHz 至 30KHz 的高频交流电;

所述交流高频输出模块是脉冲频率调制 PFM 控制电路;

所述微处理器模块 MCU 根据所接收的测温值,控制调整所述交流高频输出模块的输出电流大小时,采用直接调整交流高频输出模块的交流高频输出电压来实现,或采用直接调整电源的阻值配合 AC/DC 交直流转换电路模块来实现;

所述微处理器模块 MCU 根据所接收的测温值,控制调整所述交流高频输出模块的输出电流大小,实现温度控制时,采用比例 - 积分 - 微分控制器 PID 方式,或者采用自整定方式进行温度控制;

所述电磁加热温控装置进一步还包括:

触摸屏,用于供用户通过触摸屏对整个加热温控系统进行控制,用户通过界面输入控制参数,查看当前加热温度;

可编程计算机控制器 PCC,用于将用户通过触摸屏输入的控制信息输出至所述微处理器模块 MCU,实现用户对整个温控系统的控制;

告警电路,当温度值达到预设告警条件时,对用户进行告警提示;

所述触摸屏和可编程计算机控制器 PCC 配置有一个直流电源模块,输出 24V 的直流电对触摸屏和 PCC 模块供电;

所述电磁加热精确温控装置,在采用自整定方式进行温度控制时,在自整定开始时,先将 PID 的采样时间设为 0;输入滤波常数默认值为 0%;微分增益默认值为 50%;

所述电磁加热精确温控系统在使用时:首先,所述电磁加热温控装置通过内部 AC/DC 交直流转换电路模块将 220V,50Hz 的交流电变成直流电;然后,经过所述 PFM 控制电路将直流电转换成 18-30KHz 高频交流电;高速变化的电流通过电磁线圈根据材料不同,产生高速变化的不同波长磁场,当磁场内的磁力线通过所述加热元件时,在所述加热元件内产生无数的小涡流,从而使所述加热元件本身高速发热;在加热过程中,测量被加热液体的温度值,进行温度控制的微处理器模块 MCU 根据被测温度调整所述 PFM 控制电路输出的交流高频电流大小。

一种电磁加热精确温控系统

技术领域

[0001] 本发明涉及采用电磁加热的温度控制技术领域,特别涉及一种电磁加热精确温控系统。

背景技术

[0002] 对于电炉、坩埚、衬底加热台、注塑机或挤压成型机等涉及需要加热的设备而言,为保证最优的工作性能和产品品质,往往需要进行温度控制,加热的同时将温度保持在设定值或在一个较小的浮动范围内。传统的加热方式通常采用阻性的电热丝或电热线圈对液体进行加热,通过这些加热器进行热传导将热能传导至被加热物体或材料,因上述材质具有良好的导热保温性能从而可以实现加热功能。

[0003] 但是由于热传导方式加热会存在较大的热惯性,尤其是在温度超过额定值后,往往还需要额外利用冷却设备来使温度尽快恢复到额定值,这就造成无法实现精确温控的结果。此外,普通加热方式对电网的冲击很大,普通加热器只要通电电流就会到达最大值,在功率较大的情况下,会降低变压器及电缆的使用寿命。

[0004] 现有液体加热方式使用燃煤、燃气、燃油等,都存在热效率低、产生污染等缺点;而使用电热管加热方式存在电热管寿命短、易漏电等缺点;而采用电磁加热的普通方式,是通过电磁加热内流液体的铁管,加热铁管内的液体,也存在热效率低、热量反向加热电磁线圈导致线圈过热、机芯寿命低的缺点。因而,对于此类的既需要加热又需要将加热温度进行精确控制的产品,如何保证精确温控则成为一个急需解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题在于,提供一种电磁加热精确温控系统,用于对被加热液体进行加热并且能进行精确温度控制。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种电磁加热精确温控系统,包括电磁加热温控装置、电磁线圈、测温传感器、液体输送管道和密封阀门,其中:

[0007] 所述电磁加热温控装置输出交流高频电流至所述电磁线圈;

[0008] 所述液体输送管道的两端和所述密封阀门相连;

[0009] 所述密封阀门上设有第一仓和第二仓,加热时,被加热液体从所述第一仓进入和导出;所述第二仓上设有螺纹栓孔,用于通过螺丝将所述加热元件的螺纹栓紧固;

[0010] 所述密封阀门的封口处设有法兰,所述法兰的两个筒片之间进一步设有防渗漏橡胶垫,所述法兰上设有六个紧固孔,用于通过螺丝紧固防渗漏;

[0011] 所述电磁线圈用于通过电流产生磁场在液体输送管道中的被加热液体上产生涡流,从而实现电磁线圈对被加热液体进行电磁加热;

[0012] 所述测温传感器,配置在被加热液体上与所述电磁加热温控装置相连,用于探测被加热液体的温度,所述电磁加热温控装置采集所述测温传感器测得的温度值,并根据该测温值调整交流高频电流的输出,所述调整包括调整输出交流高频电流的大小或调整通

断。

[0013] 所述电磁加热温控装置优选包括：一个微处理器模块 MCU、一个温度检测模块、交流高频输出模块、AC/DC 交直流转换电路模块、以及电源，其中：

[0014] 所述电源，用于为所述电磁加热温控装置提供电能，将输入的交流电输出至所述 AC/DC 交直流转换电路模块转换为直流电；

[0015] 所述交流高频输出模块，在所述微处理器模块 MCU 控制下，将直流电转换为电磁加热所需的交流高频电流输出至所述电磁线圈；

[0016] 所述温度检测模块与被加热液体上的测温传感器相连接，用于检测获得测温传感器的测温值，并将该测温值反馈给所述微处理器模块 MCU；

[0017] 所述微处理器模块 MCU 根据所接收的测温值，控制调整所述交流高频输出模块的输出电流大小，或者根据需要调整是否停止或启动输出交流高频电流。

[0018] 所述电磁线圈，可以是采用耐高温金属线材绕制而成，材料是在电磁感应下易于产生涡流生热的金属线材。

[0019] 所述电源输入的交流电优选为 220 伏 50 赫兹的交流市电；所述交流高频输出模块，对直流电进行转换后的高频交流电为 18KHz 至 30KHz 的高频交流电。

[0020] 所述交流高频输出模块优选是脉冲频率调制 PFM 控制电路。

[0021] 所述微处理器模块 MCU 可以根据所接收的测温值，控制调整所述交流高频输出模块的输出电流大小时，采用直接调整交流高频输出模块的交流高频输出电压来实现，或采用直接调整电源的阻值配合 AC/DC 交流直流转换模块来实现。

[0022] 所述微处理器模块 MCU 可以根据所接收的测温值，控制调整所述交流高频输出模块的输出电流大小，实现温度控制时，采用比例 - 积分 - 微分控制器 PID 方式，或者采用自整定方式进行温度控制。

[0023] 所述电磁加热温控装置可以进一步还包括：

[0024] 触摸屏，用于供用户通过触摸屏对整个加热温控系统进行控制，用户通过界面输入控制参数，查看当前加热温度；

[0025] 可编程计算机控制器 PCC，用于将用户通过触摸屏输入的控制信息输出至所述微处理器模块 MCU，实现用户对整个温控系统的控制；

[0026] 告警电路，当温度值达到预设告警条件时，对用户进行告警提示。

[0027] 所述触摸屏和可编程计算机控制器 PPC 优选配置有一个直流电源模块，输出 24V 的直流电对触摸屏和 PPC 模块供电。

[0028] 所述电磁加热精确温控装置，可以在采用自整定方式进行温度控制时，在自整定开始时，预先将 PID 的采样时间设为 0；输入滤波常数默认值为 0%；微分增益默认值为 50%。

[0029] 本发明的电磁加热精确温控系统，采用电磁线圈对被加热液体进行加热，克服了传统加热器热惯性较大不易控制加热的缺陷，并且提供了测温传感器实时监测加热温度，在计算出控制量后，采用自整定和 PID 结合的控制过程，自整定开始后，可快速将温度整定后趋向于设定温度。

附图说明

- [0030] 图 1 是电磁加热温控系统的示意图；
- [0031] 图 2 是电磁加热温控系统的一个具体实施例的示意图；
- [0032] 图 3 是整个电磁加热精准温控系统的总流程图；
- [0033] 图 4 是图 1 所示电磁加热温控系统的电源电路示意图；
- [0034] 图 5 是 A/D 转换的工作原理图；
- [0035] 图 6 是 A/D 转换电路的结构图；
- [0036] 图 7 是自整定模式的流程图；
- [0037] 图 8 是图 7 中 PID 分支的工作原理图；
- [0038] 图 9 是本发明的温控系统进行自整定模式时的温控结果示意图。

具体实施方式

[0039] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，以下结合附图对本发明作进一步地详细说明。

[0040] 如图 1 所示，显示了该电磁加热精确温控系统的组成示意图，包括电磁加热温控装置、电磁线圈、测温传感器、液体输送管道和密封阀门，其中：

[0041] 所述电磁加热温控装置输出交流高频电流至所述电磁线圈；

[0042] 所述液体输送管道的两端和所述密封阀门（属于本领域技术人员易于理解的机械结构，图中未具体画出）相连；

[0043] 所述密封阀门上设有第一仓和第二仓（属于本领域技术人员易于理解的机械结构，图中未具体画出），加热时，被加热液体从所述第一仓进入和导出；所述第二仓上设有螺纹栓孔，用于通过螺丝将所述加热元件的螺纹栓紧固；

[0044] 所述密封阀门的封口处设有法兰（属于本领域技术人员易于理解的机械结构，图中未具体画出），所述法兰的两个筒片之间进一步设有防渗漏橡胶垫，所述法兰上设有六个紧固孔，用于通过螺丝紧固防渗漏；

[0045] 所述电磁线圈用于通过电流产生磁场在液体输送管道中的被加热液体上产生涡流，从而实现电磁线圈对被加热液体进行电磁加热；

[0046] 所述测温传感器，配置在被加热液体上与所述电磁加热温控装置相连，用于探测被加热液体的温度，所述电磁加热温控装置采集所述测温传感器测得的温度值，并根据该测温值调整交流高频电流的输出，所述调整包括调整输出交流高频电流的大小或调整通断。

[0047] 密封阀门（属于本领域技术人员易于理解的机械结构，图中未具体画出）具有两种，一种封口处设有法兰，法兰的两个筒片之间进一步设有防渗漏橡胶垫，法兰上设有六个紧固孔，用于通过防水紧固螺丝紧固防渗漏。另一种密封阀门仅设有一个仓，不设有第二个仓。

[0048] 一种实施方式为：液体输送管道的一端与设有进液口的密封阀门相连接，另一端与设有出液口的密封阀门相连接；密封阀门上设有第一仓和第二仓，出液口或进液口分别设置于密封阀门的第一仓上，加热时，液体从所述第一仓进入和导出；第二仓上设有螺纹栓孔，用于通过防水紧固螺丝将加热线圈的螺纹栓紧固。

[0049] 另一种实施方式为：液体输送管道的一端与设有进液口的密封阀门相连接，另一

端与设有出液口的密封阀门相连接；设有出液口的密封阀门上设有第一仓和第二仓，出液口设置于密封阀门的第一仓上，加热时，液体从所述第一仓导出；第二仓上设有螺纹栓孔，用于通过防水紧固螺丝将加热元件的螺纹栓紧固；密封阀门的第一仓的封口处设有法兰，所述法兰的两个筒片之间进一步设有防渗漏橡胶垫，所述法兰上设有六个紧固孔，用于通过防水紧固螺丝紧固防渗漏；设有进液口的密封阀门上不设置法兰和第二仓，仅设有第一仓，出液口设置于密封阀门的第一仓上，加热时，液体从所述第一仓进入。

[0050] 如图 1 所示，所述电磁加热温控装置，包括一个微处理器模块 MCU，一个温度检测模块，交流高频输出模块，AC/DC 转换电路模块，电源。其中：

[0051] 所述电源用于为所述电磁加热温控装置提供电能，市电从电源输入后，输出至所述 AC/DC 转换电路模块转换为直流电，直流电输出至交流高频输出模块；

[0052] 所述交流高频输出模块在微处理器模块 MCU 控制下，将直流电转换为电磁加热所需的交流高频电流输出至所述电磁线圈。

[0053] 所述温度检测模块与被加热液体上的测温传感器相连接，用于检测获得测温传感器的测温值，并将该测温值反馈给所述微处理器模块 MCU。所述微处理器模块 MCU 根据所接收的测温值，控制调整所述交流高频输出模块的输出电流大小，或者根据需要调整是否停止或启动输出交流高频电流。

[0054] 所述微处理器模块 MCU 作为整个电磁加热系统的控制核心，来对整个加热系统进行加热控制，其中配置有用于精确温度控制的软件系统。

[0055] 所述电磁线圈，可以采用耐高温金属线材绕制而成，根据设备大小加热面积来确定。所述测温传感器，配置的位置在每一区加热体的中心位置，跟加热体接触。被加热液体，用于在电磁线圈通过高频交流时感应生热，材料是在电磁感应下易于产生涡流生热的金属材料，例如铁材料或钢材料或者它们各自的合金材料。

[0056] 电磁加热精确温控系统进入正常工作后，在电磁加热温控装置的控制下，根据反馈得到的测量温度调整高频电流来调整改变线圈加热，进入测温 - 加热 - 测温 - 加热或停加热的这种实时调整工作状态。

[0057] 如图 2 所示，给出了基于图 1 所示的电磁加热精确温控系统的一个具体实施例。

[0058] 图 2 所示的实施例中，被加热液体上配置有 3 个电磁线圈用于对被加热液体不同部分进行电磁加热，被加热液体的每个电磁线圈加热部位配置有一个测温传感器，此处测温传感器为 PT100。所述电源部分采用 220 伏 50 赫兹的交流市电电源，将市电输入至由 MCU 构成的微电脑加热控制器中，在微电脑加热控制器控制下，将市电进行 AC/DC（交流 / 直流）转换为直流后，再将直流利用交流高频输出模块转换为 18KHz 的高频交流电压输入至多个电磁线圈中，用于对被加热液体进行加热。该实施例中，还包括一个用户控制界面，即触摸屏，用于供用户通过触摸屏对整个加热温控系统进行控制，用户可通过界面输入控制参数，例如设定的温度值或者通过触摸屏启动或停止加热，用户还可通过触摸屏查看当前加热温度。用户通过触摸屏输入的控制信息（包含温度控制指令和设定温度值信息）通过一个 PCC(programming computer controller) 可编程计算机控制器模块输出至所述微电脑加热控制器（即对应图 1 所示的微处理器模块 MCU），从而实现用户对整个温控系统的控制。所述触摸屏和 PPC 可编程计算机控制器模块配置有一个直流电源模块，输出 24V 的直流电对触摸屏和 PPC 模块供电。

[0059] 如图 3 所示,显示了整个电磁加热温控系统的工作原理图。

[0060] 首先,电磁加热温控装置通过内部 AC/DC 转换电路(此处可以为整流滤波电路)将 220KV,50Hz 的交流电变成直流电;再经过 PFM(脉冲频率调制, Pulse Frequency Modulation)控制电路(即图 1 所示的交流高频输出模块)将直流电转换成 18-30KHz 高频电压;高速变化的电流通过电磁线圈会根据材料不同,产生高速变化的不同波长磁场,当磁场内的磁力线通过被加热金属物体时,会在被加热金属物体内部产生无数的小涡流,从而使被加热金属物体本身高速发热。在加热过程中,测量被加热液体的温度值,进行温度控制的温控模块(即图 1 所示的 MCU 模块)根据被测温度调整 PFM(脉冲频率调制, Pulse Frequency Modulation)控制电路输出的交流高频加热电流大小,还可预设一下告警条件,当温度值达到告警条件时,还可对用户进行告警提示。MCU 进行温度控制可以经过比例(Proportion)-积分(Integral)-微分(Derivative)控制器 PID 进行温度控制,或经过自整定进行温度控制。

[0061] 如图 4 所示,给出了电磁加热精确温控系统的图 1 所示的电源部分的电路示意图。该电源通过阻值的调整来适应温控系统对电源要求。即调整交流高频输出时,可以对交流高频输出模块进行调整来实现,也可以再 MCU 模块控制下,通过调整将市电转换为直流电的电源的阻值来实现。具体采用上述哪种调整方式,可以根据需要来选择。

[0062] 图 1 所示微处理器 MCU 模块用于主要控制温度调整,为核心温控模块。图 5 和图 6 是 MCU 模块中的一个 A/D 转换电路的工作原理及结构示意图。该 A/D 转换电路将电源提供的电流转换成数字信号,再根据控制算法进行计算,输出控制量。图 6 所示的双向可控硅采用移相的方法进行触发,过零检测电路检测电源 A 相电压的过零点,向温控系统中 MCU 控制模块发出中断信号,从而启动计时器工作。根据控制量进行计数,到零后由接口芯片发出触发信号。触发电路据此发出触发脉冲,进而控制可控硅的导通,调控设备的温度。在采样周期到时,采集温度数据,根据控制算法算出控制量;同时,检测电源 A 相的过零信号;A 相过零,则引起中断,进行可控硅触发移相处理。

[0063] 如图 7 所示,显示了 PID 控制的流程图。

[0064] 首先运行主程序,进行数据预置;

[0065] 判断是否到达采样时间,若是则进一步判断是否进入自整定程序,若否则直接结束调整;

[0066] 判断是否进入自整定程序,若是则执行自整定程序;执行自整定程序已结束,则更新 PID 参数重新返回判断是否需进行自整定,若尚未结束,则进一步判断是否已完成调整,若未完成,则重新返回判断采样时间是否到时,若已完成则结束。

[0067] 判断不进入自整定程序时,则进入 PID 支路,进行比例积分未分处理,之后判断是否已完成调整,若未完成,则重新返回判断采样时间是否到时,若已完成则结束。

[0068] 本发明具有如下两个特点:

[0069] 1、输出可以是数据形式 D,也可以是开关量形式 Y,在编程时可以自由选择,如图 6 所示。

[0070] 2、通过自整定可得到最佳的采样时间及 PID 参数值,提高了控制精度。如图 7、图 8 所示。图 8 详细解释了图 7 中的 PID。图 9 是控温精准的结果。

[0071] 如图 8 所示,显示了模拟 PID 控制系统原理图。图 8 中, PID 的控制规律如下:

[0072] $e(t) = r(t) - c(t)$

[0073] $u(t) = K_p[e(t) + 1/T_i \int e(t) dt + T_D de(t)/dt]$

[0074] 其中, $e(t)$ 为偏差, $r(t)$ 为给定值, $c(t)$ 为实际输出值, $u(t)$ 为控制量; K_p 、 T_i 、 T_D 分别为比例系数、积分时间系数、微分时间系数。

[0075] 运算结果:

[0076] 1. 模拟量输出: $MV = u(t)$ 的数字量形式。

[0077] 2. 开关点输出: $Y = T * [MV / \text{PID 输出上限}]$ 。Y 为控制周期内输出点接通时间。随着测定值 PV 的增加操作输出值 MV 减少, 用于加热控制。

[0078] 所述电磁加热精确温控系统, 在工作时, 具有自整定模式。用户需要时, 可以选用自整定模式, 使系统自动寻找最佳的控制参数 (采样时间、比例增益 K_p 、积分时间 T_i 、微分时间 T_D)。在自整定开始的时候, 用户预先将 PID 的控制周期 (采样时间) 设为 0。在自整定前, 当前测定温度与环境温度必须一致, 才能达到最佳整定效果。输入滤波常数, 具有使采样值变化平滑的效果, 其默认值为 0%, 表示不滤波。微分增益, 属于低通滤波环节, 具有缓和输出值急剧变化的效果, 其默认值为 50%, 增大该微分增益值将使缓和作用更为明显, 一般用户无需改动。

[0079] 自整定过程中对温度调整的示意图, 如图 9 所示。其中, +DIFF 为控制温度上限, -DIFF 为控制温度下限。自整定开始后, 温度按照曲线所示变化, 完成整定后温度趋向于设定温度, 再次启动加热时不需再进行整定。

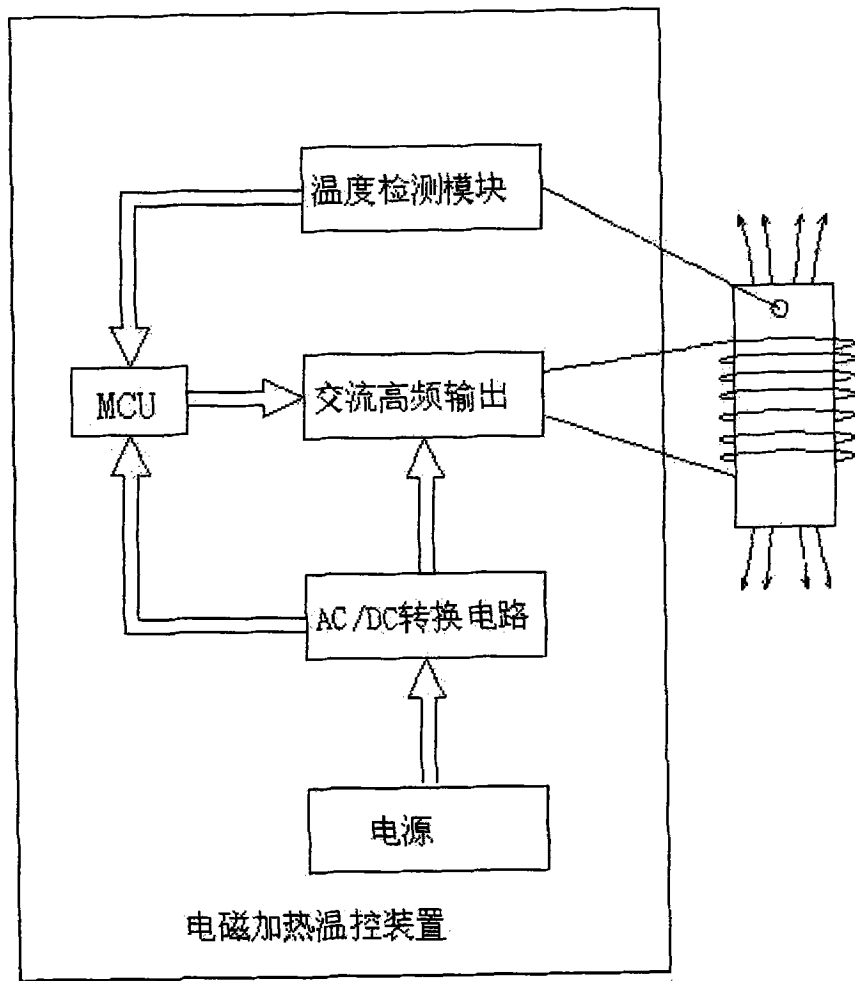


图 1

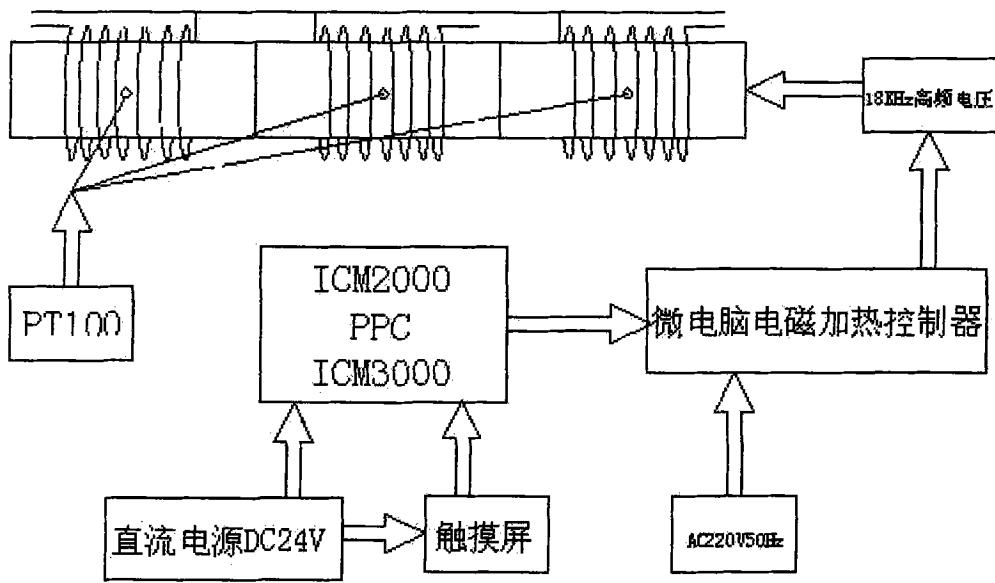


图 2

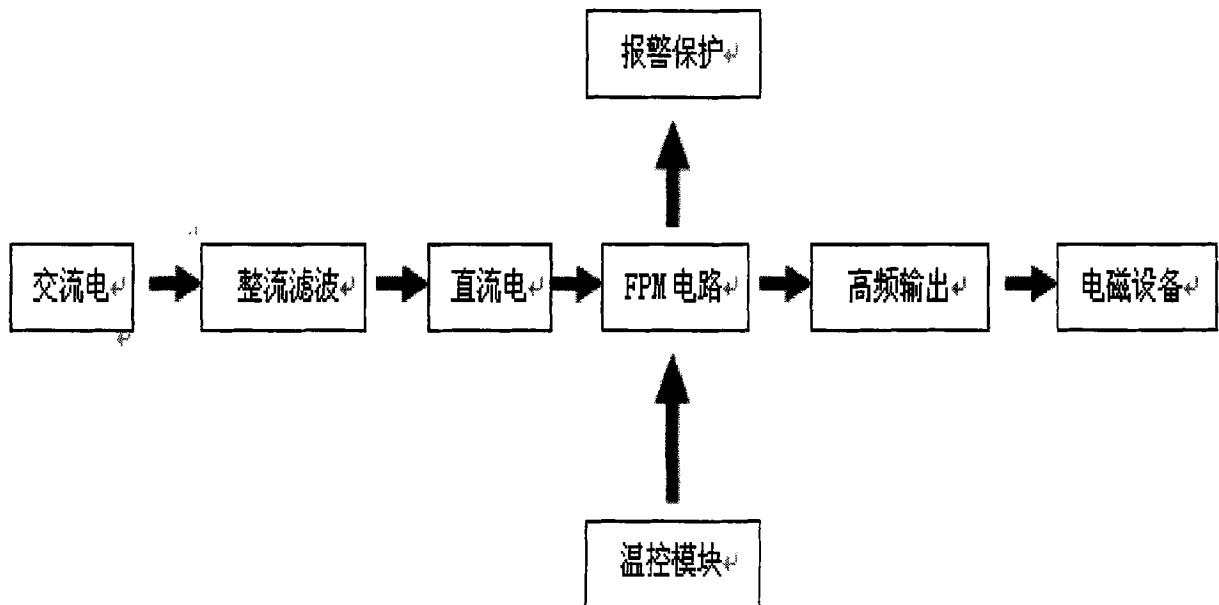


图 3

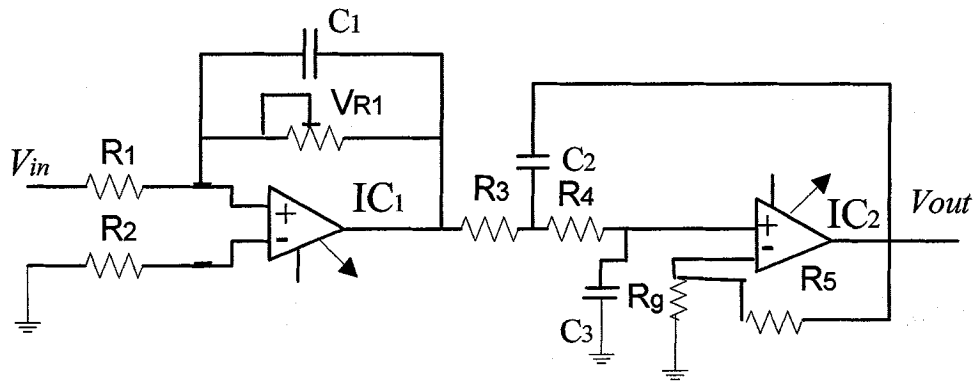


图 4

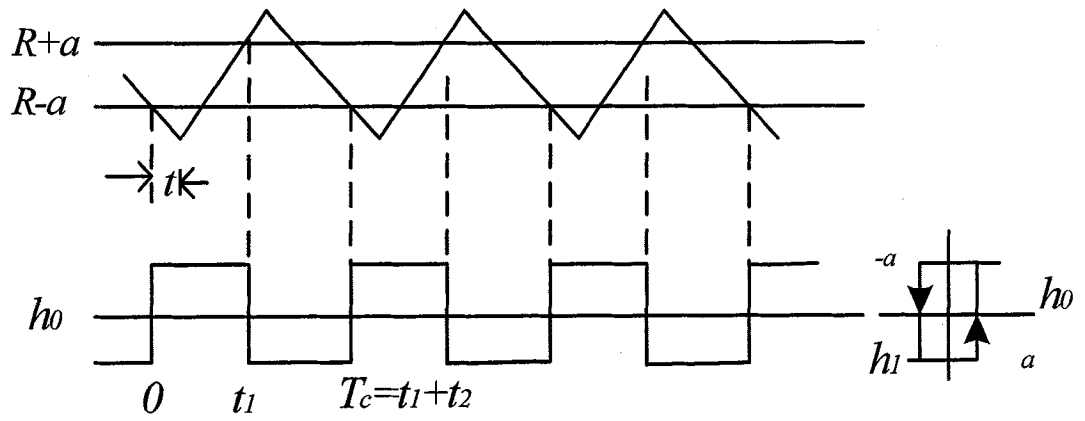


图 5

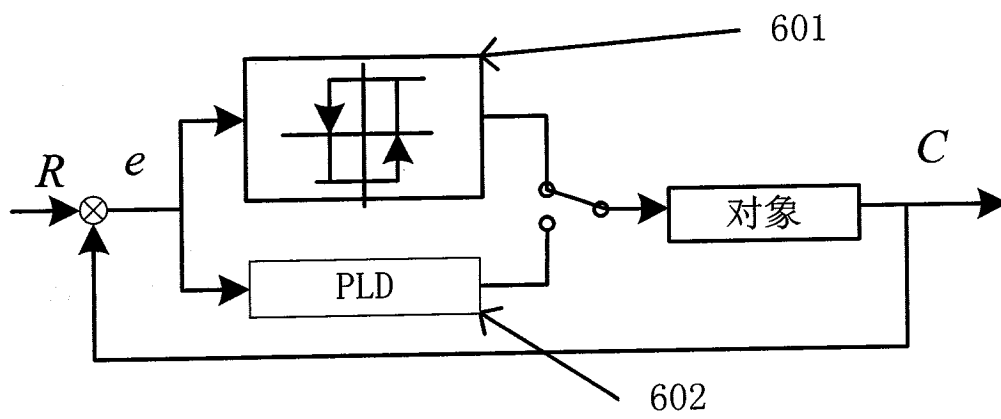


图 6

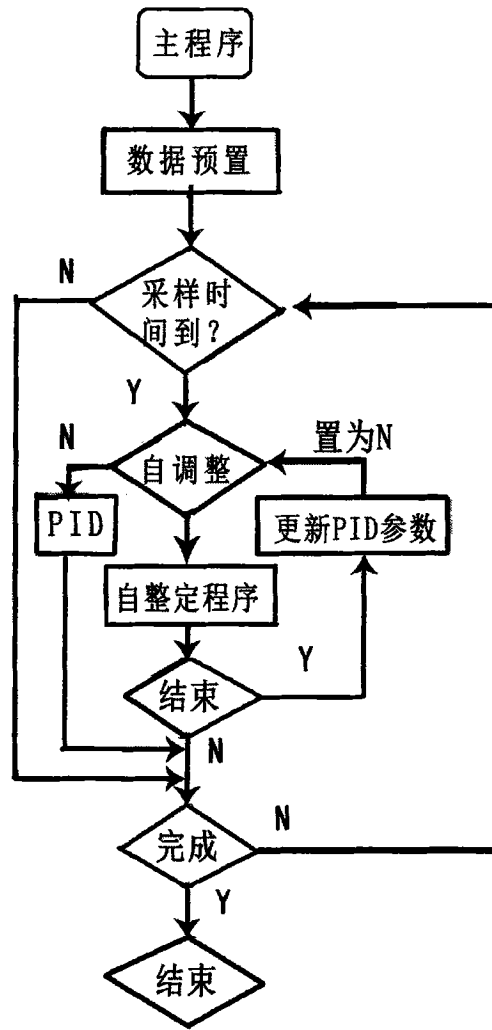


图 7

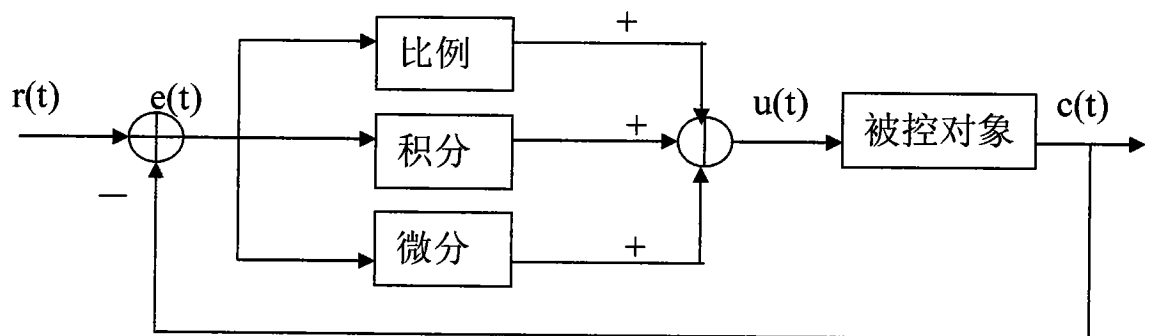


图 8

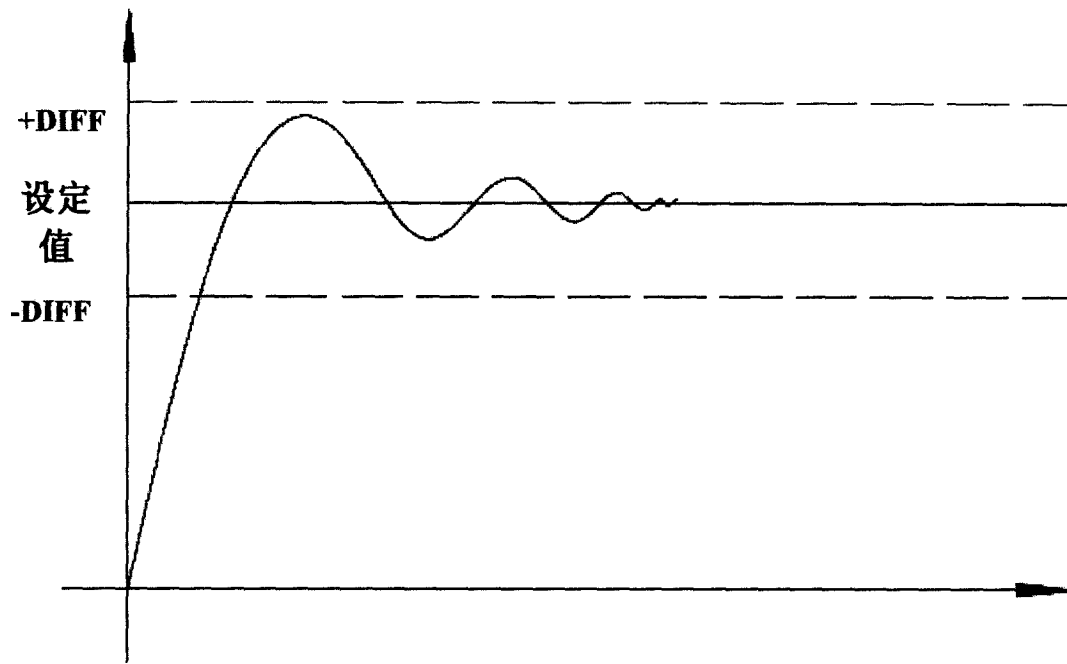


图 9