



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108955005 A

(43)申请公布日 2018.12.07

(21)申请号 201710371716.6

(22)申请日 2017.05.24

(71)申请人 杭州三花研究院有限公司

地址 310018 浙江省杭州市下沙经济开发  
区12号大街289-2号

(72)发明人 不公告发明人

(51)Int. Cl.

F25B 49/02(2006.01)

F25B 41/06(2006.01)

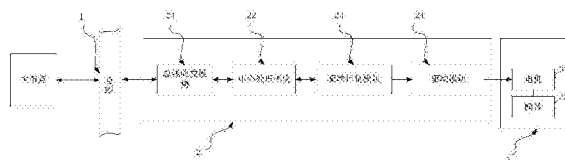
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

## (54)发明名称

控制系统以及控制方法

## (57)摘要

本发明公开一种控制系统以及控制方法,其能够控制电子膨胀阀,控制系统包括中心处理模块和驱动控制模块,驱动控制模块在电子膨胀阀的任一相线圈未施加电压时采集该相线圈的电压,将该线圈的电压转化为的数字信号并存储;中心处理模块从驱动控制模块读取数字信号,并将读取的数字信号进行累计得到累计值,根据累计值与预设阈值的关系判断电子膨胀阀的运行状况,这样有利于提高电子膨胀阀控制的可靠性。



1. 一种控制系统,所述控制系统能够用于控制电子膨胀阀,所述控制系统包括中心处理模块和驱动控制模块,其特征在于,在电子膨胀阀工作时,所述驱动控制模块在所述电子膨胀阀的任一相线圈未施加电压时段采集未施加电压的该相线圈的电压,并将该相线圈的电压转换为数字信号,所述控制系统存储并在任一相线圈未施加电压时段内实时更新所述数字信号;所述中心处理模块读取所述数字信号,所述控制系统将所述数字信号根据所述电子膨胀阀发生异常的概率转化为转换值,异常概率高的数字信号形成第一转换值,异常概率低的数字信号形成第二转换值,所述第一转换值的绝对值大于所述第二转换值的绝对值,所述转换值依次进行累计得到累计值,根据所述累计值与预设阈值的大小关系判断所述电子膨胀阀的运行状态。

2. 根据权利要求1所述的控制系统,其特征在于:所述预设阈值为正数,所述第一转换值为正数;正常运行状态下,所述数字信号对应的转换值至少包括负数;所述累计值设置有最小值,当所述累计值小于所述最小值时,将所述最小值赋给所述累计值,当所述累计值大于所述预设阈值,判定所述电子膨胀阀运行状况态为异常运行。

3. 根据权利要求1所述的控制系统,其特征在于:所述预设阈值为负数,所述异常概率高的数字信号形成的第一转换值为负数;正常运行状态下,所述数字信号对应的转换值至少包括正数;所述累计值设置有最大值,当所述累计值大于所述最大值时,将所述最大值赋给所述累计值,当所述累计值小于所述预设阈值,判定所述电子膨胀阀运行状况态为异常运行。

4. 根据权利要求1至3任一项所述的控制系统,其特征在于:所述中心处理模块为所述累计值预设初始值,所述初始值的类型与所述预设阈值的类型相同,所述累计值等于上一次的累计值与上本次的数字信号之和,其中第一次累计值等于所述初始值与第一次读取的所述数字信号之和。

5. 根据权利要求4所述的控制系统,其特征在于:所述步进电机运行的一个整步包括至少两个微步,所述驱动控制模块包括微步寄存器,所述微步寄存器能够存储当前电机的微步值,所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段对应同一微步值,所述中心处理模块读取所述数字信号的时刻与所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段不同。

6. 根据权利要求5所述的控制系统,其特征在于:所述中心处理模块读取的相邻两次所述数字信号之间包括一次所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段。

7. 根据权利要求5所述的控制系统,其特征在于:相邻两次所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段至少包括一次所述中心处理模块读取所述数字信号。

8. 根据权利要求5至7任一项所述的控制系统,其特征在于:所述异常运行包括电子膨胀阀堵转;所述电子膨胀阀包括电机,所述中心处理模块控制所述电机的速度避开所述电机的一个或多个谐振区间对应的速度,所述电机的谐振区间对应的速度与所述电机的本身属性相关。

9. 一种控制方法,所述控制方法能够用于控制电子膨胀阀,所述电子膨胀阀通过控制系统控制,所述控制系统包括中心处理模块和驱动控制模块,在所述电子膨胀阀工作时,所述驱动控制模块在所述电子膨胀阀的任一相线圈未施加电压时段采集未施加电压的该相线圈的电压,并将该相线圈的电压转换为数字信号,所述控制系统存储并在任一相线圈未

施加电压时段内实时更新所述数字信号;所述中心处理模块读取所述数字信号;所述控制方法包括如下步骤:

- a1、读取预设阈值 $bemf_{thr}$ ;
- a2、读取数字信号 $bemf_i$ ,  $i$ 为读取的次数,  $i=1, 2, \dots$ ;
- a3、将所述数字信号 $bemf_i$ 根据异常概率形成对应的转换值 $EQUIbemf_i$ ,  $i$ 为读取的次数,  $i=1, 2, \dots$ ;
- a4、计算累计值 $bemftotal_i = bemftotal_{i-1} + EQUIbemf_i$ , 其中,  $i$ 为读取的次数,  $i=1, 2, \dots$ , 其中 $bemftotal_{i-1}$ 为上一次累计值, 当 $i=1$ 时, 所述累计值 $bemftotal_0=0$ ;
- a5、比较累计值 $bemftotal_i$ 与预设阈值 $bemf_{thr}$ 的大小;
- a6、判断累计值 $bemftotal_i$ 的绝对值是否大于预设阈值 $bemf_{thr}$ 的绝对值, 如果是, 判定所述电子膨胀阀的运行状态, 如果否, 执行步骤a2。

10. 一种控制方法, 所述控制方法能够用于控制电子膨胀阀, 所述电子膨胀阀通过控制系统控制, 所述控制系统包括中心处理模块和驱动控制模块, 在所述电子膨胀阀工作时, 所述驱动控制模块在所述电子膨胀阀的任一相线圈未施加电压时采集未施加电压的该相线圈的电压, 并将该相线圈的电压转换为数字信号, 所述控制系统存储并在任一相线圈未施加电压时段内实时更新所述数字信号; 所述中心处理模块读取所述数字信号; 所述控制方法包括如下步骤:

- a1、读取预设阈值 $bemf_{thr}$ 和设置初始值 $bemftotal_0$ ;
- a2、读取数字信号 $bemf_i$ ,  $i$ 为读取的次数,  $i=1, 2, \dots$ ;
- a3、将所述数字信号 $bemf_i$ 根据异常概率形成对应的转换值 $EQUIbemf_i$ ,  $i$ 为读取的次数,  $i=1, 2, \dots$ ;
- a4、计算累计值 $bemftotal_i = bemftotal_{i-1} + EQUIbemf_i$ , 其中,  $i$ 为读取的次数,  $i=1, 2, \dots$ , 其中 $bemftotal_{i-1}$ 为上一次累计值, 当 $i=1$ 时, 所述累计值 $bemftotal_1 = bemftotal_0 + EQUIbemf_1$ ;
- a5、比较累计值 $bemftotal_i$ 与预设阈值 $bemf_{thr}$ 的大小;
- a6、所述中心处理模块判断累计值 $bemftotal_i$ 的绝对值是否大于预设阈值 $bemf_{thr}$ 的绝对值, 如果是, 判定所述电子膨胀阀的运行状态, 如果否, 执行步骤a2。

11. 根据权利要求9或10所述的控制方法, 其特征在于: 所述电子膨胀阀的运行状态包括电子膨胀阀的异常运行, 所述累计值 $bemftotal_i$ 的绝对值大于预设阈值 $bemf_{thr}$ 时, 所述中心处理模块判定所述电子膨胀阀异常运行并生成异常信号。

12. 根据权利要求11所述的控制方法, 其特征在于: 在步骤a2和步骤a3之间增加了步骤b3, 所述步骤b3判断读取的所述数字信号的时刻与所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段是否不同, 如果是, 返回执行步骤a2, 否则执行步骤a3。

13. 根据权利要求12所述的控制方法, 其特征在于: 还包括设置于步骤b3之后的步骤b31, 所述步骤b31判断读取的相邻两次所述数字信号之间包括一次所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段, 如果是, 执行步骤a3, 否则执行步骤a2。

14. 根据权利要求12所述的控制方法, 其特征在于: 还包括设置于步骤b3后的步骤b31, 所述步骤b31判断相邻的两次所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段是否读取一次所述数字信号, 如果是, 执行步骤a3, 否则执行步骤a2。

15. 根据权利要求13或14所述的控制方法,其特征在于:所述异常运行包括电子膨胀阀堵转,在步骤a1后或步骤a1前还包括步骤b2,所述步骤b2控制所述电机的速度避开所述电机谐振区间,所述电机谐振区间对应的速度与所述电机的本身属性相关。

## 控制系统以及控制方法

### 【技术领域】

[0001] 本发明涉及控制技术领域,尤其涉及一种控制系统以及控制方法。

### 【背景技术】

[0002] 通常,空调系统包括压缩机、冷凝器、蒸发器以及膨胀阀等主要部件,其中膨胀阀用于控制从冷凝器到蒸发器的制冷剂的流量,为了提高控制精度,越来越多的空调系统采用电子膨胀阀,电子膨胀阀在运行过程中,存在杂质异物进入的可能,从而引起电子膨胀阀被卡住,进而导致流量不准确。

[0003] 现有技术中,控制器根据电子膨胀阀的线圈的反向电动势确定的理论位置给电子膨胀阀发送驱动信号控制电子膨胀阀运行,但是在电子膨胀阀的运行过程中,当电子膨胀阀卡住或者堵转时,存在通过反向电动势确定的电子膨胀阀的理论位置和电子膨胀阀的实际位置不符的情况,但是控制器根据该理论位置给电子膨胀阀发送驱动信号,这样电子膨胀阀将不能按照控制器的要求运行到目标位置,进而导致整个空调系统的运行混乱。

[0004] 因此,有必要对现有的技术进行改进,以解决以上技术问题。

### 【发明内容】

[0005] 本发明的目的在于提供一种控制系统以及控制方法,有利于提高控制的可靠性。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供一种控制系统,所述控制系统能够用于控制电子膨胀阀,所述控制系统包括中心处理模块和驱动控制模块,在电子膨胀阀工作时,所述驱动控制模块在所述电子膨胀阀的任一相线圈未施加电压时段采集未施加电压的该相线圈的电压,并将该相线圈的电压转换为数字信号,所述控制系统存储并在任一相线圈未施加电压时段内实时更新所述数字信号;所述中心处理模块读取所述数字信号,所述控制系统将所述数字信号根据所述电子膨胀阀发生异常的概率转化为转换值,异常概率高的数字信号形成第一转换值,异常概率低的数字信号形成第二转换值,所述第一转换值的绝对值大于所述第二转换值的绝对值,所述转换值依次进行累计得到累计值,根据所述累计值与预设阈值的大小关系判断所述电子膨胀阀的运行状态。

[0007] 所述预设阈值为正数,所述第一转换值为正数;正常运行状态下,所述数字信号对应的转换值至少包括负数;所述累计值设置有最小值,当所述累计值小于所述最小值时,将所述最小值赋给所述累计值,当所述累计值大于所述预设阈值,判定所述电子膨胀阀运行状况为异常运行。

[0008] 所述预设阈值为负数,所述异常概率高的数字信号形成的第一转换值为负数;正常运行状态下,所述数字信号对应的转换值至少包括正数;所述累计值设置有最大值,当所述累计值大于所述最大值时,将所述最大值赋给所述累计值,当所述累计值小于所述预设阈值,判定所述电子膨胀阀运行状况为异常运行。

[0009] 所述中心处理模块为所述累计值预设初始值,所述初始值的类型与所述预设阈值的类型相同,所述累计值等于上一次的累计值与上本次的数字信号之和,其中第一次累

计值等于所述初始值与第一次读取的所述数字信号之和。

[0010] 所述步进电机运行的一个整步包括至少两个微步,所述驱动控制模块包括微步寄存器,所述微步寄存器能够存储当前电机的微步值,所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段对应同一微步值,所述中心处理模块读取所述数字信号的时刻与所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段不同。

[0011] 所述中心处理模块读取的相邻两次所述数字信号之间包括一次所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段。

[0012] 相邻两次所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段至少包括一次所述中心处理模块读取所述数字信号。

[0013] 所述异常运行包括电子膨胀阀堵转;所述电子膨胀阀包括电机,所述中心处理模块控制所述电机的速度避开所述电机的一个或多个谐振区间对应的速度,所述电机的谐振区间对应的速度与所述电机的本身属性相关。

[0014] 本发明还公开了一种控制方法,所述控制方法能够用于控制电子膨胀阀,所述电子膨胀阀通过控制系统控制,所述控制系统包括中心处理模块和驱动控制模块,在所述电子膨胀阀工作时,所述驱动控制模块在所述电子膨胀阀的任一相线圈未施加电压时段采集未施加电压的该相线圈的电压,并将该相线圈的电压转换为数字信号,所述控制系统存储并在任一相线圈未施加电压时段内实时更新所述数字信号;所述中心处理模块读取所述数字信号;所述控制方法包括如下步骤:

[0015] a1、读取预设阈值 $bemf_{thr}$ ;

[0016] a2、读取数字信号 $bemf_i$ , $i$ 为读取的次数, $i=1,2,\dots$ ;

[0017] a3、将所述数字信号 $bemf_i$ 根据异常概率形成对应的转换值 $EQUIbemf_i$ , $i$ 为读取的次数, $i=1,2,\dots$ ;

[0018] a4、计算累计值 $bemftotal_i=bemftotal_{i-1}+EQUIbemf_i$ ,其中, $i$ 为读取的次数, $i=1,2,\dots$ ,其中 $bemftotal_{i-1}$ 为上一次累计值,当 $i=1$ 时,所述累计值 $bemftotal_0=0$ ;

[0019] a5、比较累计值 $bemftotal_i$ 与预设阈值 $bemf_{thr}$ 的大小;

[0020] a6、判断累计值 $bemftotal_i$ 的绝对值是否大于预设阈值 $bemf_{thr}$ 的绝对值,如果是,判定所述电子膨胀阀的运行状态,如果否,执行步骤a2。

[0021] 本发明还公开了一种控制方法,所述控制方法能够用于控制电子膨胀阀,所述电子膨胀阀通过控制系统控制,所述控制系统包括中心处理模块和驱动控制模块,在所述电子膨胀阀工作时,所述驱动控制模块在所述电子膨胀阀的任一相线圈未施加电压时采集未施加电压的该相线圈的电压,并将该相线圈的电压转换为数字信号,所述控制系统存储并在任一相线圈未施加电压时段内实时更新所述数字信号;所述中心处理模块读取所述数字信号;所述控制方法包括如下步骤:

[0022] a1、读取预设阈值 $bemf_{thr}$ 和设置初始值 $bemftotal_0$ ;

[0023] a2、读取数字信号 $bemf_i$ , $i$ 为读取的次数, $i=1,2,\dots$ ;

[0024] a3、将所述数字信号 $bemf_i$ 根据异常概率形成对应的转换值 $EQUIbemf_i$ , $i$ 为读取的次数, $i=1,2,\dots$ ;

[0025] a4、计算累计值 $bemftotal_i=bemftotal_{i-1}+EQUIbemf_i$ ,其中, $i$ 为读取的次数, $i=1,2,\dots$ ,其中 $bemftotal_{i-1}$ 为上一次累计值,当 $i=1$ 时,所述累计值 $bemftotal_1=$

$bemftotal_0 + EQUIbemf_1$ ;

[0026] a5、比较累计值 $bemftotal_i$ 与预设阈值 $bemf_{thr}$ 的大小;

[0027] a6、所述中心处理模块判断累计值 $bemftotal_i$ 的绝对值是否大于预设阈值 $bemf_{thr}$ 的绝对值,如果是,判定所述电子膨胀阀的运行状态,否则,执行步骤a2。

[0028] 所述电子膨胀阀的运行状态包括电子膨胀阀的异常运行,所述累计值 $bemftotal_i$ 的绝对值大于预设阈值 $bemf_{thr}$ 时,所述中心处理模块判定所述电子膨胀阀异常运行并生成异常信号。

[0029] 在步骤a2和步骤a3之间增加了步骤b3,所述步骤b3判断读取的所述数字信号的时刻与所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段是否不同,如果是,返回执行步骤a2,否则执行步骤a3。

[0030] 还包括设置于步骤b3之后的步骤b31,所述步骤b31判断读取的相邻两次所述数字信号之间包括一次所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段,如果是,执行步骤a3,否则执行步骤a2。

[0031] 还包括设置于步骤b3后的步骤b31,所述步骤b31判断相邻的两次所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段是否读取一次所述数字信号,如果是,执行步骤a3,否则执行步骤a2。

[0032] 所述异常运行包括电子膨胀阀堵转,在步骤a1后或步骤a1前还包括步骤b2,所述步骤b2控制所述电机的速度避开所述电机谐振区间,所述电机谐振区间对应的速度与所述电机的本身属性相关。

[0033] 与现有技术比较,控制系统以及控制方法,控制系统通过对采集的电压信号转换为数字信号,并根据异常概率对数字信号进行转换累计得到累计值,根据所述累计值与预设阈值的关系控制电子膨胀阀的运行状态,提高了电子膨胀阀的运行状态的控制的可靠性。

#### 【附图说明】

[0034] 图1包括控制系统的第一种实施方式的功能示意图;

[0035] 图2包括控制系统的第二种实施方式的功能示意图;

[0036] 图3包括图1或图2中驱动控制模块的一种实施方式示意图;

[0037] 图4包括未施加电压的一相线圈电流与时间的对应关系示意图;

[0038] 图5包括未施加电压的一相线圈电压与时间的对应关系示意图;

[0039] 图6为电机的a相线圈和b相线圈的电流与时间的对应关系示意图;

[0040] 图7为控制方法的第一种实施方式的流程示意图;

[0041] 图8为控制方法的第二种实施方式的流程示意图;

[0042] 图9为控制方法的第三种实施方式的流程示意图;

[0043] 图10为控制方法的第四种实施方式的流程示意图。

#### 【具体实施方式】

[0044] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明:

[0045] 电子膨胀阀用于空调系统,空调系统还包括压缩机、冷凝器以及蒸发器,电子膨胀

阀用于控制从冷凝器到蒸发器的制冷剂的流量。电子膨胀阀根据控制系统的要求运动；电子膨胀阀包括电机和阀体，步进电机包括线圈和转子，控制系统包括中心处理模块和驱动控制模块，中心处理模块根据电子膨胀阀的运行状态发送控制信号控制步进电机动作，该中心处理模块可以集成于空调系统的控制器也可以为集成于该空调系统的上位机的控制器，比如车辆的控制器；本实施例中，驱动控制模块在电子膨胀阀的任一相线圈未施加电压时采集未施加电压的该相线圈的电压，并将该相线圈的电压转换为数字信号，并存储；中心处理模块读取该数字信号并进行转换得到转换值，将转换值依次累计得到累计值，中心处理模块根据累计值与预设阈值的关系判断电子膨胀阀的运行状况。这样，中心处理模块通过将数字信号根据异常概率的大小进行转换得到转换值，并将转换值进行累计，判断电子膨胀阀的运行状态，这样累计值之间可以进行抵消，有利于排除偶尔的误判，有利于提高对电子膨胀阀运行状态判断的可靠性。本实施例中，电子膨胀阀的运行状态包括异常运行和正常运行，电子膨胀阀的异常运行包括电子膨胀阀堵转、电子膨胀阀运行速度异常等。本实施例以电子膨胀阀的堵转进行说明。另外，本实施例中的电子膨胀阀可以应用于家用空调系统，也可以用于车用空调系统，只要利用本方案的控制方法和控制系统均在本发明的保护范围内。本实施例以应用于车用空调系统的控制系统和控制方法进行阐述。

[0046] 参见图1，本实施例中，控制系统2包括总线收发模块21、中心处理模块22、驱动控制模块23和驱动模块24，电子膨胀阀3包括电机31和阀体32，电机31为步进电机；控制系统2可以控制电子膨胀阀3的运行；其中控制系统2连接总线1和电子膨胀阀3；总线收发模块21用于接收总线1发送的控制信号并发送至中心处理模块22；中心处理模块22从驱动控制模块23里读取数字信号后进行方法运算并判断步进电机31的运行状况；驱动控制模块23在电子膨胀阀的任一相线圈未施加电压时采集未施加电压的该相线圈的电压，并将该相线圈的电压转换为数字信号并存储；驱动模块24用于接收驱动控制模块23发送的控制信号，控制步进电机31电流供电与关断。当然以上总线收发模块21可以为LIN收发模块也可以是其他通信模块如CAN收发模块或PWM通信模块。

[0047] 参见图2，本实施例中，控制系统2包括总线收发模块21、中心处理模块、驱动控制模块23、驱动模块24；与第一种实施方式相比，中心处理模块集成于汽车热管理中心处理模块22，汽车热管理中心处理模块22除了给驱动控制模块23发送控制信号外，还要给汽车的其他设备发送控制信号，这样设置中心处理模块，节省了空间，简化了控制系统的连接；总线收发模块21用于接收LIN总线或/和CAN总线1发送的控制信号并发送至汽车热管理中心处理模块22，其中总线收发模块21也可以是其他通信模块，如PWM通信模块。

[0048] 参见图3，本实施例中，驱动控制模块23包括线圈采样保持电路231、ADC电路232和逻辑处理寄存器233；假设电机31包括线圈a和线圈b，线圈采样保持电路231交替从线圈a和线圈b中选择一个作为当前电压采样源，即开始采样时选择线圈a为当前电压采样源，下次采用就选择线圈b为当前电压采样源，这样交替采样，被选中的线圈两端电压被其采样并输出给ADC电路232；ADC电路232将模拟信号转换为数字信号，并输出给逻辑处理寄存器233；逻辑处理寄存器233包括bemf寄存器234，其存储ADC电路232传送的数字信号，ADC电路232转换的数字信号就在bemf寄存器234中相应更新，逻辑处理寄存器233基于输入的基准时钟，控制生成的驱动信号给驱动模块；逻辑处理寄存器233可以提供时钟信号给线圈采样保持电路231，使得其对线圈的电压采样只在电子膨胀阀的任一相线圈未施加电压时段内进



行。

[0049] 逻辑处理寄存器233还包括微步寄存器235,该微步寄存器235保存的值为当前电机运行所处的微步值,因此通过读取该微步寄存器中值即可判断当前电机运行处于什么微步位置;对于电机步进模式设定值为16微步(即一个整步分为16微步来走)时,该寄存器值范围可以为0到63,该范围对应4个整步,即一个驱动周期,当步进模式设定值更改,该寄存器范围可以相应更改。

[0050] 驱动控制模块23在电子膨胀阀的任一相线圈未施加电压时间段采集未施加电压的该相线圈的电压,并将该相线圈的电压转换为数字信号,并存储,在该时间段内,驱动控制模块23对线圈的电压进行多次采样,采样次数取决于电机速度和采样频率,通常,电机速度越大,采样频率越大,对线圈电压的采样次数就越多,每次线圈电压采样值都会被实时更新到bemf寄存器234中,结合参见图4和图6,图6中第一时段 $T_{a0}$ (对应微步值为0)和第二时段 $T_{b0}$ (对应微步值为16)分别对应为a、b相线圈未施加电压时间段,设置线圈电压采样在该时段内发生,这样微步为0,即第一时段 $T_{a0}$ 最后一次电压采样值保存在bemf寄存器234,会一直保存到第二时段 $T_{b0}$ 之前,第一时段 $T_{a0}$ 对应图4所示的第一时刻 $T_1$ 和第二时刻 $T_2$ 之间的时段,驱动控制模块23在第一时刻 $T_1$ 和第二时刻 $T_2$ 之间,对线圈电压不断采样,并更新保存于bemf寄存器234;如图5所示,本实施例中,根据电机的速度,第一次采集 $S_{10}$ ,最后一次采样 $S_{27}$ ,采样的次数为18次,每次采样值都会被更新并保存到bemf寄存器234,第二时刻 $T_2$ 以后,bemf寄存器保存最后一次的采样值直到第二时段 $T_{b0}$ 的开始时刻,如图6中,第一时段 $T_{a0}$ 的结束时刻至第二时段 $T_{b0}$ 的开始时刻,bemf寄存器234一直保存最后一次的采样值。

[0051] 图5所示,第一次采样 $S_{10}$ 到第18次采样 $S_{27}$ 发生在第一时段 $T_{a0}$ 内,该时段对应的微步寄存器235的同一个微步值;如果电机步进模式设定值为16微步,微步寄存器235对应值范围可以为0到63,该范围对应4个整步,即一个驱动周期,该微步值分别为0,16,32,48,微步值为0时,对应图4所示的第一时刻 $T_1$ 和第二时刻 $T_2$ 之间的时段。

[0052] 参见图4,刚对线圈停止施加电压时即第一时刻 $T_1$ ,线圈的电流不是马上变为零,总是存在第一时刻 $T_1$ 至延迟时刻 $T_{decay}$ 时刻之间的线圈电压不是线圈实际反向电动势的问题;这样,可以在逻辑处理寄存器233中集成延时模块236,使得中心处理模块22从驱动控制模块23里读取的数字信号bemf<sub>i</sub>在延迟时刻 $T_{decay}$ 之后,使得采集到的线圈的电压更接近实际反向电动势,进一步提高控制可靠性。

[0053] 参见图7,本实施例中,控制方法能够控制电子膨胀阀的电机的运行状态,其中该控制方法通过以上的控制系统进行控制,该控制方法包括以下步骤:

[0054] a1、读取预设阈值bemf<sub>thr</sub>;

[0055] a2、读取数字信号bemf<sub>i</sub>,i为读取次数,i=1,2,……;

[0056] a3、中心处理模块将所述数字信号bemf<sub>i</sub>转化为转换值EQUIbemf<sub>i</sub>;其中异常概率高的数字信号对应的第一转换值的绝对值大于堵转概率低的数字信号对应的第二转换值的绝对值,预设阈值bemf<sub>thr</sub>与转换值EQUIbemf<sub>i</sub>的类型相同;

[0057] a4、计算累计值bemftotal<sub>i</sub>=bemftotal<sub>i-1</sub>+EQUIbemf<sub>i</sub>,i为读取次数,i=1,2,……,其中bemftotal<sub>i-1</sub>为上一次累计值,当i=1时,所述累计值bemftotal<sub>1</sub>=bemftotal<sub>0</sub>+EQUIbemf<sub>1</sub>,其中bemftotal<sub>0</sub>=0;

[0058] a5、块判断累计值bemftotal<sub>i</sub>的绝对值是否大于或小于预设阈值bemf<sub>thr</sub>,如果是,

执行步骤a6, 如果否, 执行步骤a2;

[0059] a6、中心处理模块判定电子膨胀阀的异常运行并生成异常信号。

[0060] 其中, 电子膨胀阀的运行状态包括异常运行, 异常运行包括堵转状态。

[0061] 这样的控制方法通过将数字信号设置成与异常运行概率相对于的转换值进行累计, 并与预设阈值进行比较, 这样进一步提高控制的可靠性。

[0062] 本实施例中, 异常概率包括堵转概率; 预设阈值包括正数或负数, 预设阈值为正数, 第一转换值为正数, 正常运行状态下, 数字信号对应的转换值至少包括负数, 累计值设置有最小值, 当累计值小于最小值时, 将最小值赋给所述累计值, 当累计值大于预设阈值, 判定所述电子膨胀阀运行状况为电子膨胀阀的运行状态为异常运行, 进而判定电子膨胀阀堵转。

[0063] 预设阈值为负数, 异常概率高的数字信号形成的第一转换值为负数, 正常运行状态下, 数字信号对应的转换值至少包括正数, 累计值设置有最大值, 当所述累计值大于所述最大值时, 将最大值赋给所述累计值, 当累计值小于预设阈值, 判定电子膨胀阀运行状况为所述电子膨胀阀的运行状态为异常运行, 进而判定电子膨胀阀堵转。

[0064] 图8为控制方法的第二种实施方式流程图; 本实施例中, 控制方法能够用于控制电子膨胀阀的电机的运行状态, 其中该控制方法通过以上的控制系统进行控制, 该控制方法包括以下步骤:

[0065] a1、为累计值 $bemftotal_i$ 预设初始值 $bemftotal_0$ , 并读取预设阈值 $bemf_{thr}$ ;

[0066] a2、读取数字信号 $bemf_i$ ,  $i$ 为读取次数,  $i=1, 2, \dots$ ;

[0067] a3、将数字信号 $bemf_i$ 转化为转换值 $EQUIbemf_i$ ; 其中, 异常概率高的数字信号对应的第一转换值的绝对值大于堵转概率低的数字信号对应的第二转换值的绝对值, 累计值 $bemftotal_i$ 预设的初始值 $bemftotal_0$ 的类型与转换值 $EQUIbemf_i$ 的类型相同, 预设阈值 $bemf_{thr}$ 与转换值 $EQUIbemf_i$ 的类型相同, 中心处理模块计算累计值 $bemftotal_i = bemftotal_{i-1} + EQUIbemf_i$ , 其中 $i$ 为读取的次数,  $i=1, 2, \dots$ ;

[0068] a4、计算累计值 $bemftotal_i = bemftotal_{i-1} + EQUIbemf_i$ ,  $i=1, 2, \dots$ ; 其中 $bemftotal_{i-1}$ 为上一次累计值, 当 $i=1$ 时, 所述累计值 $bemftotal_i = bemftotal_0 + EQUIbemf_1$ , 其中 $bemftotal_0$ 为初始值; 累计值等于上一次的累计值与上本次的数字信号之和, 其中第一次累计值等于初始值与第一次读取的所述数字信号之和。

[0069] a5、判断累计值 $bemftotal_i$ 是否大于或小于预设阈值 $bemf_{thr}$ , 如果是, 执行步骤a6, 如果否, 执行步骤a2;

[0070] a6、中心处理模块判定电子膨胀阀的异常运行并生成异常信号。

[0071] 相对于第一种实施方式, 本实施例中, 根据电机转速以及电机属性等为累计值预设初始值, 进一步提高控制系统的可靠性。

[0072] 图9为控制方法的第三种实施方式流程图; 本实施例中, 控制方法用于控制电子膨胀阀的电机的运行状态, 其中该控制方法通过以上的控制系统进行控制, 该控制方法包括以下步骤:

[0073] a1、为累计值 $bemftotal_i$ 预设初始值 $bemftotal_0$ , 并读取预设阈值 $bemf_{thr}$ ;

[0074] a2、中心处理模块读取数字信号 $bemf_i$ ,  $i$ 为读取次数,  $i=1, 2, \dots$ ;

[0075] b3、判断读取的所述数字信号的时刻与所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加

电压的时段是否不同,如果是,返回执行步骤a2,否则执行步骤a3;

[0076] a3、将数字信号 $bemf_i$ 转化为转换值 $EQUIbemf_i$ ;其中,异常概率高的数字信号对应的第一转换值的绝对值大于堵转概率低的数字信号对应的第二转换值的绝对值,累计值 $bemftotal_i$ 预设的初始值 $bemftotal_0$ 的类型与转换值 $EQUIbemf_i$ 的类型相同,预设阈值 $bemf_{thr}$ 的类型与转换值 $EQUIbemf_i$ 的类型相同,计算累计值 $bemftotal_i = bemftotal_{i-1} + EQUIbemf_i$ ,其中 $i$ 为读取的次数, $i = 1, 2, \dots$ ;

[0077] a4、计算累计值 $bemftotal_i = bemftotal_{i-1} + EQUIbemf_i$ , $i$ 为读取次数, $i = 1, 2, \dots$ ;

[0078] a5、判断累计值 $bemftotal_i$ 是否大于或小于预设阈值 $bemf_{thr}$ ,如果是,执行步骤a6,如果否,执行步骤a2;

[0079] a6、中心处理模块判定电子膨胀阀的异常运行并生成异常信号。

[0080] 相对于第二种实施方式,本实施例,判断读取的所述数字信号的时刻与所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段是否不同,进而将中心处理器读取数字信号 $bemf_i$ 的时间设定为第二时段 $T_{b0}$ 之后,这样避免中检测到的线圈的电压值大于反向电动势值,进一步提高控制系统的可靠性。

[0081] 图10为控制方法的第四种实施方式流程图;本实施例中,控制方法能够用于控制电子膨胀阀的电机的运行状态,其中该控制方法通过以上的控制系统进行控制,该控制方法包括以下步骤:

[0082] a1、为累计值 $bemftotal_i$ 预设初始值 $bemftotal_0$ ,并读取预设阈值 $bemf_{thr}$ ;

[0083] a2、读取数字信号 $bemf_i$ , $i$ 为读取次数, $i = 1, 2, \dots$ ;

[0084] b3、判断读取的所述数字信号的时刻与所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段是否不同,如果是,返回执行步骤a2,否则执行步骤b31;

[0085] b31、判断读取的相邻两次所述数字信号之间是否包括一次所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段,如果是,执行步骤a3,否则执行步骤a2;

[0086] a3、将数字信号 $bemf_i$ 转化为转换值 $EQUIbemf_i$ ;其中,异常概率高的数字信号对应的第一转换值的绝对值大于堵转概率低的数字信号对应的第二转换值的绝对值,累计值 $bemftotal_i$ 预设的初始值 $bemftotal_0$ 的类型与转换值 $EQUIbemf_i$ 的类型相同,预设阈值 $bemf_{thr}$ 的类型与转换值 $EQUIbemf_i$ 的类型相同,计算累计值 $bemftotal_i = bemftotal_{i-1} + EQUIbemf_i$ ,其中 $i$ 为读取的次数, $i = 1, 2, \dots$ ;

[0087] a4、中心处理模块计算累计值 $bemftotal_i = bemftotal_{i-1} + EQUIbemf_i$ , $i$ 为读取次数, $i = 1, 2, \dots$ ;

[0088] a5、中心处理模块判断累计值 $bemftotal_i$ 是否大于或小于预设阈值 $bemf_{thr}$ ,如果是,执行步骤a6,如果否,执行步骤a2;

[0089] a6、中心处理模块判定所述电子膨胀阀的异常运行并生成异常信号。

[0090] 相对于第三种实施方式,本实施例中,增加步骤b31;这样在第一时段 $T_{a0}$ 至第二时段 $T_{b0}$ 之间只读取一次 $bemf_i$ 值进行运算,可以提高控制效率。

[0091] 当然,步骤b31也可以为或者在步骤b31之后设置以下步骤:判断相邻的两次所述电子膨胀阀的任一相所述线圈未施加电压的时段是否读取一次所述数字信号,如果是,执行步骤a3,否则执行步骤a2,这样有利于防止信号跳变,有利于提高控制的精确性。

[0092] 在步骤a1后或步骤a1前还包括步骤b2,步骤b2控制电机的速度避开电机谐振区

间,电机谐振区间对应的速度与电机的本身属性相关,其中步骤b2在具体实时方式中未示出。

[0093] 需要说明的是:以上实施例仅用于说明本发明而并非限制本发明所描述的技术方案,尽管本说明书参照上述的实施例对本发明已进行了详细的说明,但是,本领域的普通技术人员应当理解,所属技术领域的技术人员仍然可以对本发明进行修改或者等同替换,而一切不脱离本发明的精神和范围的技术方案及其改进,均应涵盖在本发明的权利要求范围内。

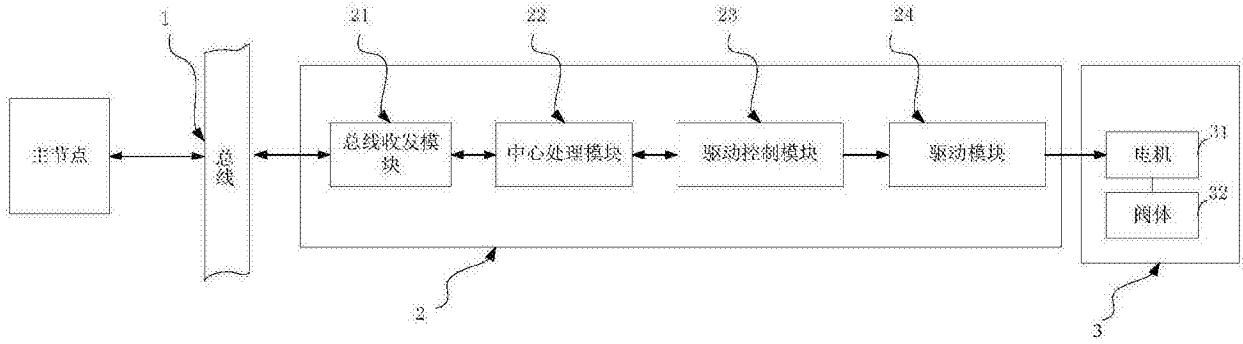


图1

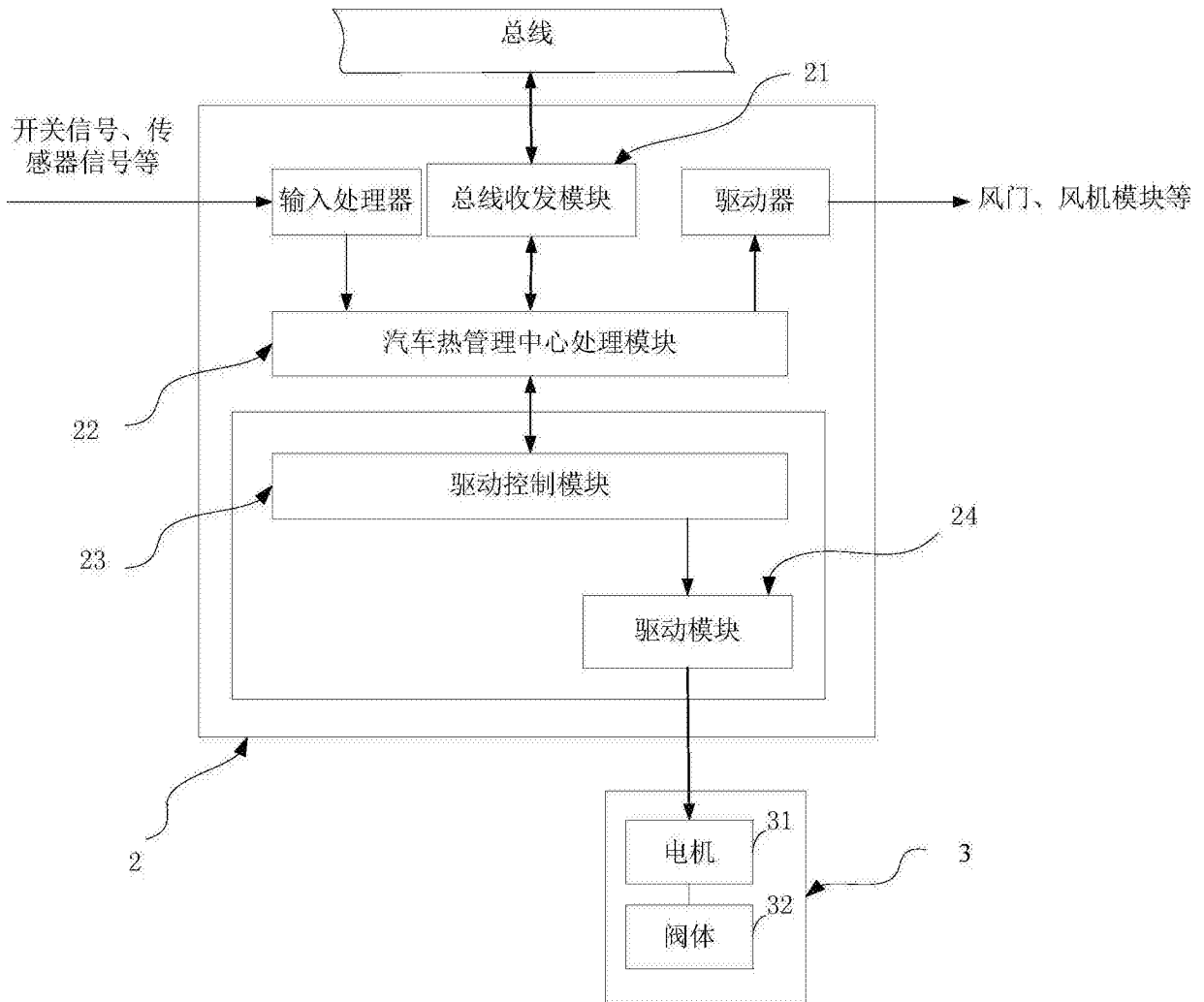


图2

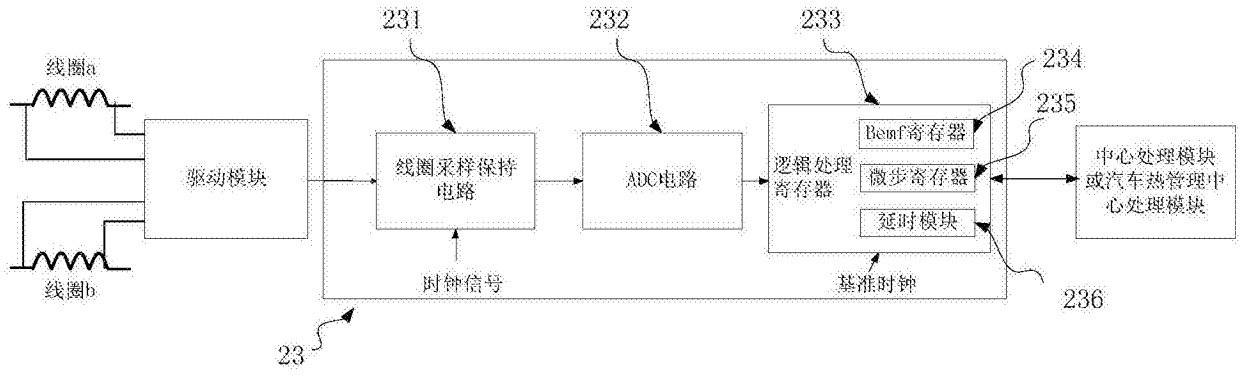


图3

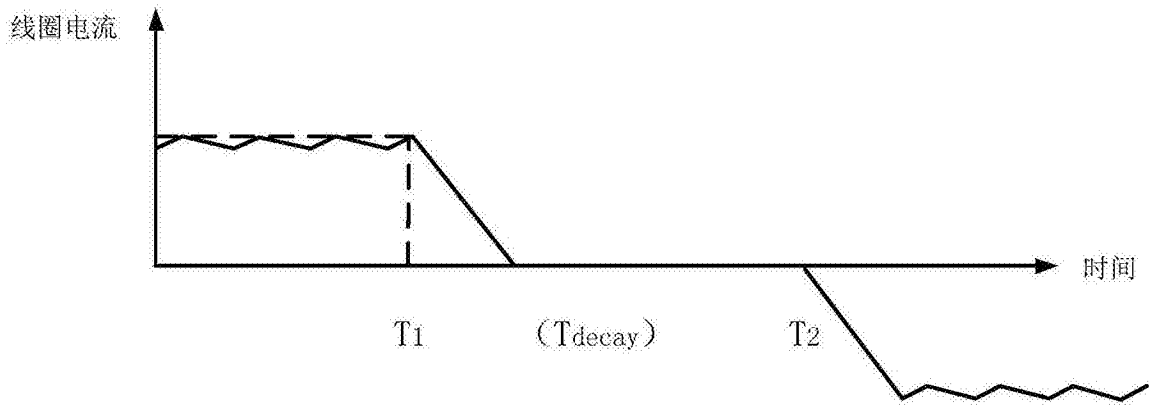


图4

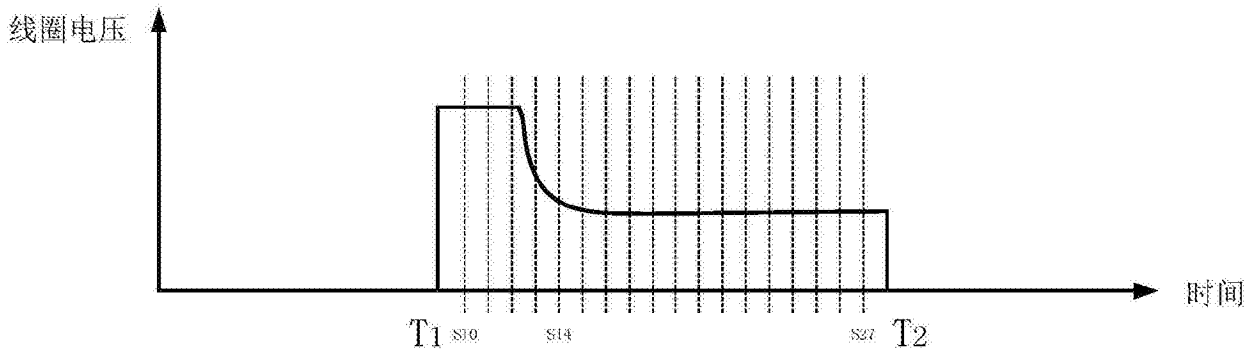


图5

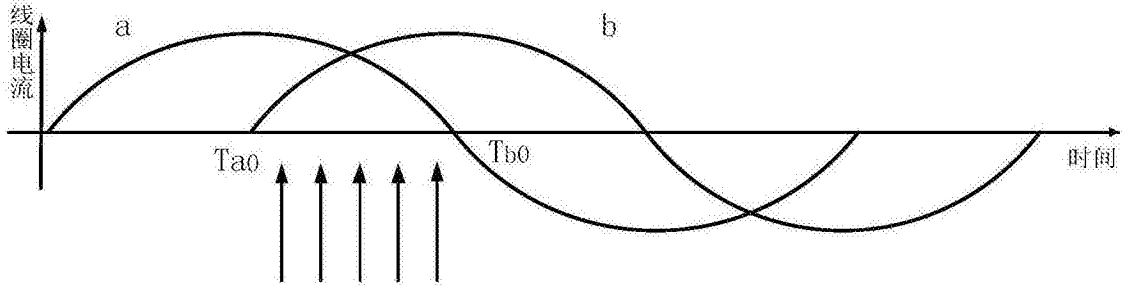


图6

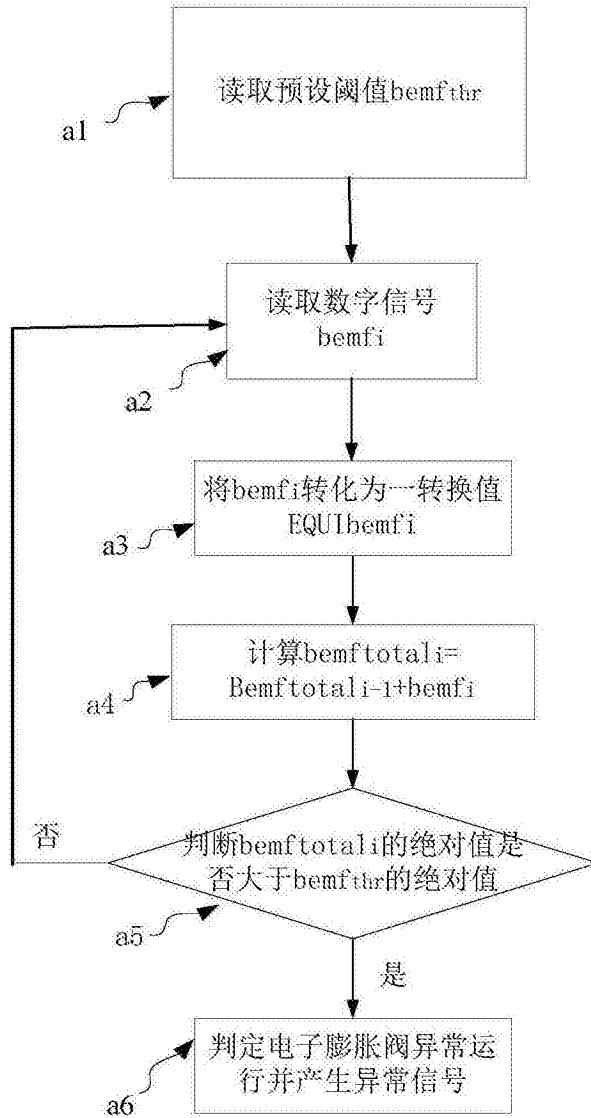


图7

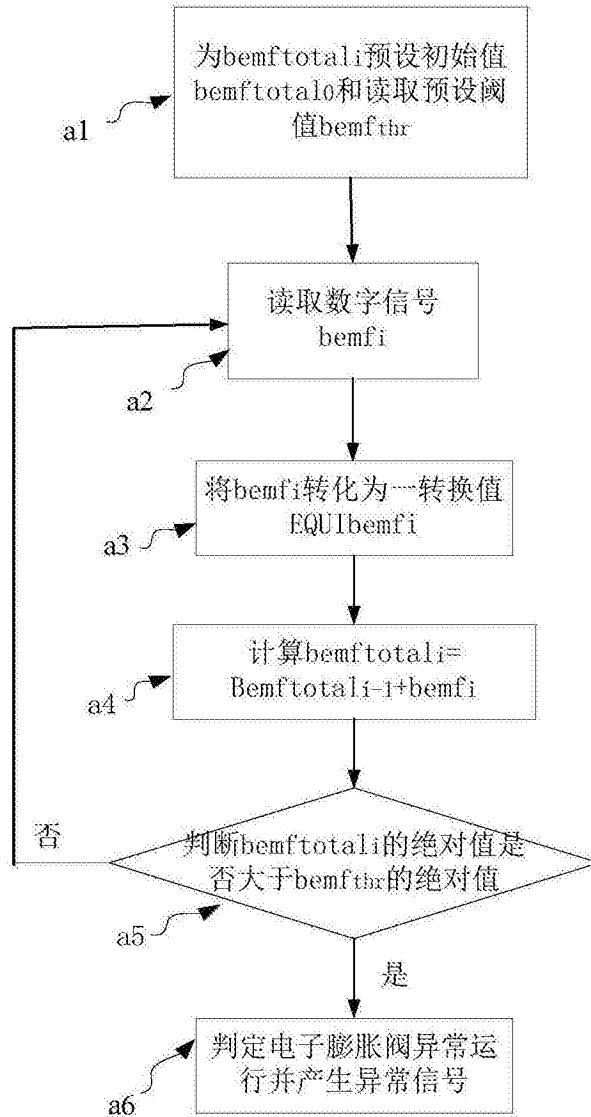


图8



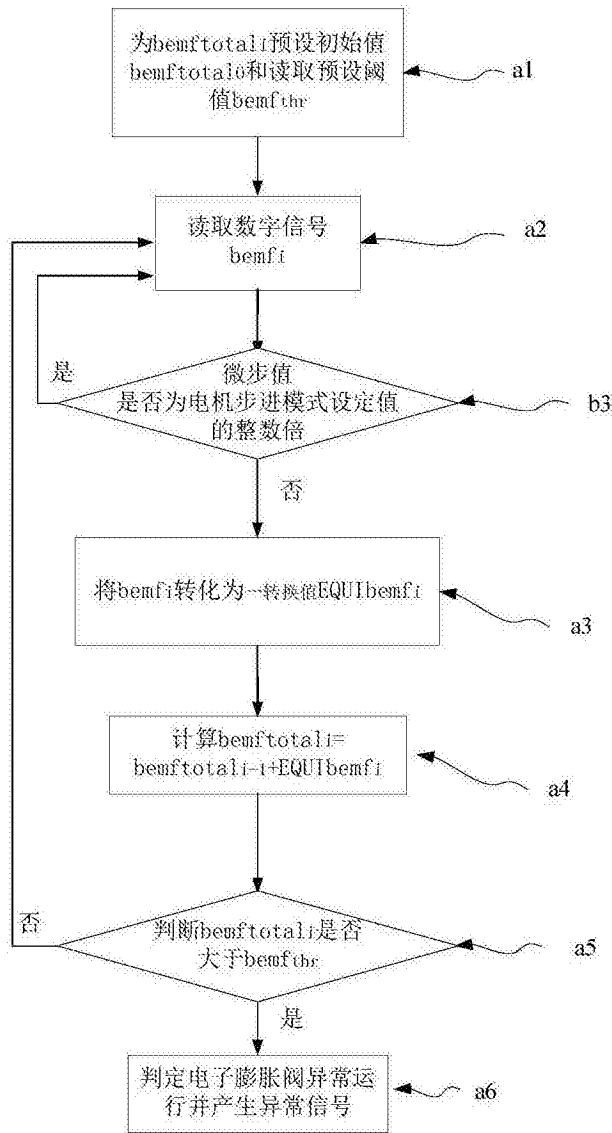


图9

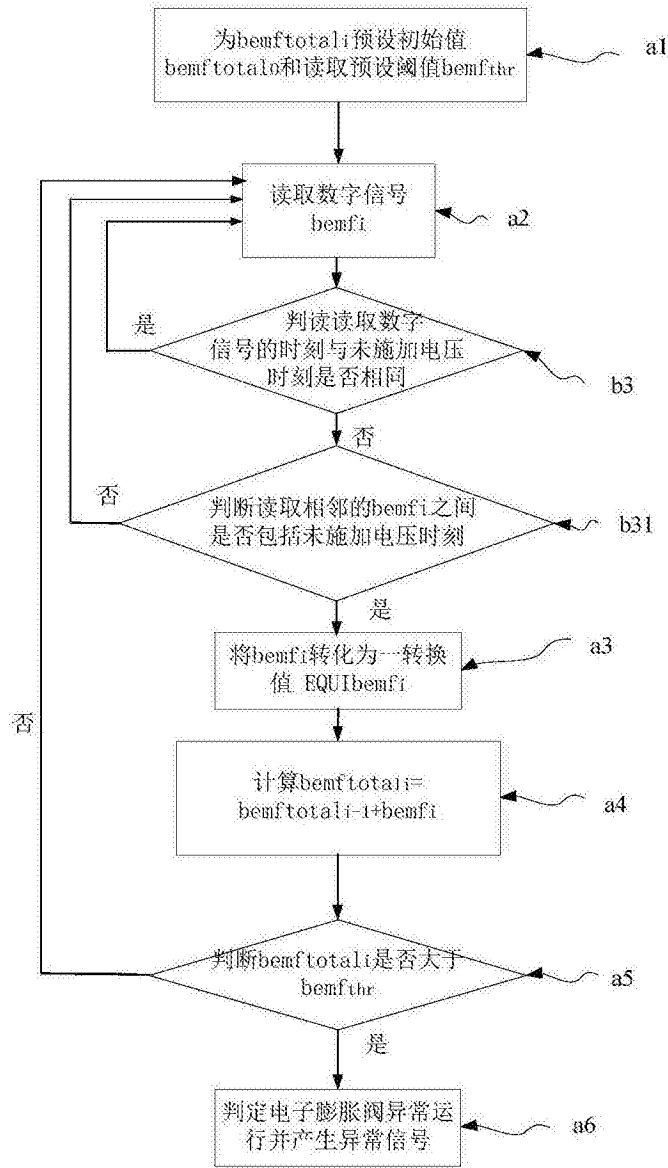


图10