



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112653361 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 22

(21) 申请号 202011487225.6

H02P 27/08 (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.16

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112653361 A

CN 110176889 A, 2019.08.27

CN 110061675 A, 2019.07.26

JP 2005151640 A, 2005.06.09

(43) 申请公布日 2021.04.13

CN 111510028 A, 2020.08.07

CN 111786606 A, 2020.10.16

(73) 专利权人 深圳市英威腾电气股份有限公司

地址 518055 广东省深圳市南山区桃源街

道长源社区学苑大道1001号南山智园

A7栋501

US 2010156334 A1, 2010.06.24

EP 2515431 A2, 2012.10.24

CN 102124644 A, 2011.07.13

CN 102751936 A, 2012.10.24

JP 2010154598 A, 2010.07.08

(72) 发明人 王宇 沈文 王二峰 吴轩钦

梅威

Yuxin Li 等.High-Frequency Signal

Injection using Extend State Observer for

Position Sensorless PMSM Drives.《2020

15th IEEE Conference on Industrial

Electronics and Applications (ICIEA)》

.2020,

(74) 专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事

务所(普通合伙) 44285

专利代理师 陈彦如

审查员 贾贺帅

(51) Int.Cl.

H02P 6/18 (2016.01)

H02P 21/18 (2016.01)

H02P 25/026 (2016.01)

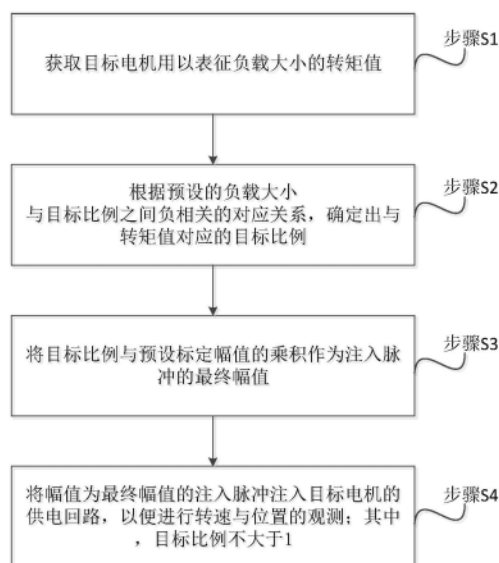
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

一种高频注入观测方法、装置及设备

(57) 摘要

本发明公开了一种高频注入观测方法,考虑到电机所带负载越大的情况下,电机的相电流中的换流纹波的幅值也越大并提升了相电流信噪比,因此本申请中可以以负相关的对应关系,根据负载大小对注入脉冲的幅值进行调节,也即在换流纹波幅值较高的情况下降低注入脉冲的幅值,以便在保证可靠观测的前提下,抑制电机相电流的信噪比不超出观测信噪比的需求,可以降低目标电机在运行过程中的高频振动强度并降低电磁噪音,有利于降低电机的高频损耗并提升用户体验。本发明还公开了一种高频注入观测装置及设备,具有如上高频注入观测方法相同的有益效果。



1. 一种高频注入观测方法,其特征在于,包括:

获取目标电机用以表征负载大小的转矩值;

根据预设的负载大小与目标比例之间负相关的对应关系,确定出与所述转矩值对应的目标比例;

将所述目标比例与预设标定幅值的乘积作为注入脉冲的最终幅值;

将幅值为所述最终幅值的所述注入脉冲注入所述目标电机的供电回路,以便进行转速与位置的观测;

其中,所述目标比例不大于1;

所述获取目标电机用以表征负载大小的转矩值具体为:

获取所述目标电机的用以表征负载大小的转矩电流检测值;

则所述预设的负载大小与目标比例之间负相关的对应关系具体为:

预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系;

所述获取所述目标电机的用以表征负载大小的转矩电流检测值之后,根据预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系,确定出与所述转矩值对应的目标比例之前,该方法还包括:

对所述转矩电流检测值进行低通滤波;

所述预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系具体为:

当所述转矩电流检测值小于等于轻载设定阈值时,所述目标比例为1;

当所述转矩电流检测值大于所述轻载设定阈值且小于重载设定阈值时,所述目标比例与所述转矩电流检测值呈反比例线性关系;

当所述转矩电流检测值大于等于所述重载设定阈值时,所述目标比例为预设比例最小值。

2. 根据权利要求1所述的高频注入观测方法,其特征在于,所述将所述目标比例与预设标定幅值的乘积作为注入脉冲的最终幅值之前,该高频注入观测方法还包括:

获取所述目标电机的转矩电流的瞬态调节幅度;

根据预设的瞬态调节幅度与补偿比例之间正相关的对应关系,确定出与所述瞬态调节幅度对应的补偿比例;

则所述将所述目标比例与预设标定幅值的乘积作为注入脉冲的最终幅值具体为:

将所述目标比例以及所述补偿比例之和与预设标定幅值的乘积作为所述注入脉冲的最终幅值;

其中,所述最终幅值不大于所述预设标定幅值。

3. 根据权利要求2所述的高频注入观测方法,其特征在于,所述获取所述目标电机的转矩电流的瞬态调节幅度具体为:

获取所述目标电机的 \hat{q} 轴电流的控制误差;

则所述根据预设的瞬态调节幅度与补偿比例之间正相关的对应关系,确定出与所述瞬态调节幅度对应的补偿比例具体为:

根据预设的控制误差与补偿比例之间正相关的对应关系,确定出与所述控制误差对应的补偿比例。

4. 根据权利要求3所述的高频注入观测方法,其特征在于,所述预设的控制误差与补偿比例之间正相关的对应关系具体为:

当所述控制误差小于等于稳态阈值时,所述补偿比例为0;

当所述控制误差大于所述稳态阈值且小于瞬态阈值时,所述补偿比例与所述转矩电流检测值呈正比例线性关系;

当所述控制误差大于等于所述瞬态阈值时,所述补偿比例为预设比例最大值。

5. 根据权利要求4所述的高频注入观测方法,其特征在于,所述预设比例最大值为1。

6. 一种高频注入观测装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取目标电机用以表征负载大小的转矩值;

确定模块,用于根据预设的负载大小与目标比例之间负相关的对应关系,确定出与所述转矩值对应的目标比例;

计算模块,用于将所述目标比例与预设标定幅值的乘积作为注入脉冲的最终幅值;

动作模块,用于将幅值为所述最终幅值的所述注入脉冲注入所述目标电机的供电回路,以便进行转速与位置的观测;

其中,所述目标比例不大于1;

所述获取模块具体用于:

获取所述目标电机的用以表征负载大小的转矩电流检测值;

则所述预设的负载大小与目标比例之间负相关的对应关系具体为:

预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系;

所述获取所述目标电机的用以表征负载大小的转矩电流检测值之后,根据预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系,确定出与所述转矩值对应的目标比例之前,该高频注入观测装置还包括:

对所述转矩电流检测值进行低通滤波;

所述预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系具体为:

当所述转矩电流检测值小于等于轻载设定阈值时,所述目标比例为1;

当所述转矩电流检测值大于所述轻载设定阈值且小于重载设定阈值时,所述目标比例与所述转矩电流检测值呈反比例线性关系;

当所述转矩电流检测值大于等于所述重载设定阈值时,所述目标比例为预设比例最小值。

7. 一种高频注入观测设备,其特征在于,包括:

存储器,用于存储计算机程序;

处理器,用于执行所述计算机程序时实现如权利要求1至5任一项所述高频注入观测方法的步骤。

一种高频注入观测方法、装置及设备

技术领域

[0001] 本发明涉及电机控制领域,特别是涉及一种高频注入观测方法,本发明还涉及一种高频注入观测装置及设备。

背景技术

[0002] 在某些具备一定凸极率的同步电机(例如永磁同步电机或同步磁阻电机)中,可以通过注入高频脉冲的方式来实现电机转速以及位置的观测,从而便于电机控制系统根据观测到的转速以及位置数据对电机进行控制,然而虽然通过注入高频脉冲的方式可以保证电机零低速观测的有效性,但是其也会加剧电机运行过程中的高频振动并提高电磁噪音,增加了电机的高频损耗并降低了用户体验。

[0003] 因此,如何提供一种解决上述技术问题的方案是本领域技术人员目前需要解决的问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种高频注入观测方法,可以降低目标电机在运行过程中的高频振动强度并降低电磁噪音,有利于降低电机的高频损耗并提升用户体验;本发明的另一目的是提供一种高频注入观测装置及设备,可以降低目标电机在运行过程中的高频振动强度并降低电磁噪音,有利于降低电机的高频损耗并提升用户体验。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种高频注入观测方法,包括:

[0006] 获取目标电机用以表征负载大小的转矩值;

[0007] 根据预设的负载大小与目标比例之间负相关的对应关系,确定出与所述转矩值对应的目标比例;

[0008] 将所述目标比例与预设标定幅值的乘积作为所述注入脉冲的最终幅值;

[0009] 将幅值为所述最终幅值的所述注入脉冲注入所述目标电机的供电回路,以便进行转速与位置的观测;

[0010] 其中,所述目标比例不大于1。

[0011] 优选地,所述获取目标电机用以表征负载大小的转矩值具体为:

[0012] 获取所述目标电机的用以表征负载大小的转矩电流检测值;

[0013] 则所述预设的负载大小与目标比例之间负相关的对应关系具体为:

[0014] 预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系。

[0015] 优选地,所述获取所述目标电机的用以表征负载大小的转矩电流检测值之后,所述根据预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系,确定出与所述转矩值对应的目标比例之前,该方法还包括:

[0016] 对所述转矩电流检测值进行低通滤波。

[0017] 优选地,所述预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系具体为:

[0018] 当所述转矩电流检测值小于等于轻载设定阈值时,所述目标比例为1;

- [0019] 当所述转矩电流检测值大于所述轻载设定阈值且小于重载设定阈值时,所述目标比例与所述转矩电流检测值呈反比例线性关系;
- [0020] 当所述转矩电流检测值大于等于所述重载设定阈值时,所述目标比例为预设比例最小值。
- [0021] 优选地,所述将所述目标比例与预设标定幅值的乘积作为所述注入脉冲的最终幅值之前,该高频注入观测方法还包括:
- [0022] 获取所述目标电机的转矩电流的瞬态调节幅度;
- [0023] 根据预设的瞬态调节幅度与补偿比例之间正相关的对应关系,确定出与所述瞬态调节幅度对应的补偿比例;
- [0024] 则所述将所述目标比例与预设标定幅值的乘积作为所述注入脉冲的最终幅值具体为:
- [0025] 将所述目标比例以及所述补偿比例之和与预设标定幅值的乘积作为所述注入脉冲的最终幅值;
- [0026] 其中,所述最终幅值不大于所述预设标定幅值。
- [0027] 优选地,所述获取所述目标电机的转矩电流的瞬态调节幅度具体为:
- [0028] 获取所述目标电机的 q 轴电流的控制误差;
- [0029] 则所述根据预设的瞬态调节幅度与补偿比例之间正相关的对应关系,确定出与所述瞬态调节幅度对应的补偿比例具体为:
- [0030] 根据预设的控制误差与补偿比例之间正相关的对应关系,确定出与所述控制误差对应的补偿比例。
- [0031] 优选地,所述预设的控制误差与补偿比例之间正相关的对应关系具体为:
- [0032] 当所述控制误差小于等于稳态阈值时,所述补偿比例为0;
- [0033] 当所述控制误差大于所述稳态阈值且小于瞬态阈值时,所述补偿比例与所述转矩电流检测值呈正比例线性关系;
- [0034] 当所述控制误差大于等于所述瞬态阈值时,所述补偿比例为预设比例最大值。
- [0035] 优选地,所述预设比例最大值为1。
- [0036] 为解决上述技术问题,本发明还提供了一种高频注入观测装置,包括:
- [0037] 获取模块,用于获取目标电机用以表征负载大小的转矩值;
- [0038] 确定模块,用于根据预设的负载大小与目标比例之间负相关的对应关系,确定出与所述转矩值对应的目标比例;
- [0039] 计算模块,用于将所述目标比例与预设标定幅值的乘积作为所述注入脉冲的最终幅值;
- [0040] 动作模块,用于将幅值为所述最终幅值的所述注入脉冲注入所述目标电机的供电回路,以便进行转速与位置的观测;
- [0041] 其中,所述目标比例不大于1。
- [0042] 为解决上述技术问题,本发明还提供了一种高频注入观测设备,包括:
- [0043] 存储器,用于存储计算机程序;
- [0044] 处理器,用于执行所述计算机程序时实现如上所述高频注入观测方法的步骤。
- [0045] 本发明提供了一种高频注入观测方法,考虑到电机所带负载越大的情况下,电机

的相电流中的换流纹波的幅值也越大并提升了相电流信噪比,因此本申请中可以以负相关的对应关系,根据负载大小对注入脉冲的幅值进行调节,也即在换流纹波幅值较高的情况下降低注入脉冲的幅值,以便在保证可靠观测的前提下,抑制电机相电流的信噪比不超出观测信噪比的需求,可以降低目标电机在运行过程中的高频振动强度并降低电磁噪音,有利于降低电机的高频损耗并提升用户体验。

[0046] 本发明还提供了一种高频注入观测装置及设备,具有如上高频注入观测方法相同的有益效果。

附图说明

[0047] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对现有技术和实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0048] 图1为本发明提供的一种高频注入观测方法的流程示意图;

[0049] 图2为本发明提供的一种基于高频注入的永磁同步电机无位置传感器矢量控制系统框图;

[0050] 图3为高频注入观测中信号解调和锁相环的实现原理框图;

[0051] 图4为本发明提供的另一种高频注入观测方法的流程示意图;

[0052] 图5为本发明提供的一种高频注入观测方法的原理框图;

[0053] 图6为本发明提供的与传统高频注入观测的转速信号观测对比图;

[0054] 图7为本发明提供的与传统高频注入观测的位置信号观测对比图;

[0055] 图8为本发明提供的一种高频注入观测方法的V相电流 i_v 的反馈波形;

[0056] 图9a为采用传统高频注入观测方法时满载运行下相电流中注入频率电流谐波的幅值示意图;

[0057] 图9b为采用本申请中的高频注入观测方法时满载运行下相电流中注入频率电流谐波的幅值示意图;

[0058] 图10为本发明提供的一种高频注入观测装置的结构示意图;

[0059] 图11为本发明提供的一种高频注入观测设备的结构示意图。

具体实施方式

[0060] 本发明的核心是提供一种高频注入观测方法,可以降低目标电机在运行过程中的高频振动强度并降低电磁噪音,有利于降低电机的高频损耗并提升用户体验;本发明的另一核心是提供一种高频注入观测装置及设备,可以降低目标电机在运行过程中的高频振动强度并降低电磁噪音,有利于降低电机的维修成本并提升用户体验。

[0061] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0062] 请参考图1,图1为本发明提供的一种高频注入观测方法的流程示意图,该高频注

入观测方法包括：

[0063] 步骤S1：获取目标电机用以表征负载大小的转矩值；

[0064] 具体的，考虑如上背景技术中的技术问题，又结合考虑到电机所带负载越大的情况下，电机的相电流中的换流纹波的幅值也越大并提升了高频电流分量的幅值，此时高频电流分量幅值已超出观测的信噪比要求且会导致电机高频振动的加剧与电磁噪音的增大；，现有技术中未充分考虑到该因素，因此本申请中对相电流中的高频电流分量幅值进行实时检测并通过注入脉冲幅值的调节使其保持在合理范围内，从而保证观测信噪比满足要求的前提下高频振动及电磁噪音的幅度保持可控。而为了对信噪比进行控制，那么就需要对导致信噪比提升的其中一个因素：用以表征负载大小的转矩值进行监控，从而便于后续步骤中对相电流的信噪比进行协调控制。

[0065] 具体的，为了更好地对本发明实施例进行说明，请参考图2，图2为本发明提供的一种基于高频注入的永磁同步电机无位置传感器矢量控制系统框图，图中，基于高频注入的转速与位置观测由脉冲注入，信号解调，锁相环，电流反馈滤波和转速反馈滤波共5个部分实现。在进行脉冲注入时可以将方波电压脉冲注入在估计的磁极轴 \hat{d} 轴上，脉冲的幅值与周期分别为 V_{pul} 和 T_{pul} ，这一注入方式也被称作脉振注入方式。图3为信号解调和锁相环的实现原理框图，由于脉冲注入在电机的相电流 i_v, i_w 中产生了高频电流信号，将该高频信号在估计的转子坐标系 $\hat{d}\hat{q}$ 坐标系中进行提取后，可得到与转子位置估计误差 $\Delta\theta$ 正相关的误差信号 $\varepsilon(\Delta\theta)$ 。将误差信号 $\varepsilon(\Delta\theta)$ 送入锁相环后，锁相环的闭环调节作用将 $\varepsilon(\Delta\theta)$ 调节至0，实现转子转速与位置的估计，估计结果分别为 $\hat{\omega}_r, \hat{\theta}_r$ 。

[0066] 具体的，相电流中的频率与注入脉冲频率相近的高频电流（以下简称注入频率电流）的幅值 I_{hf} 直接影响了电机速度与位置的观测过程中的信噪比，如式(1)所示。式(1)中， I_{hf} 为 $\hat{d}\hat{q}$ 坐标系下得到的注入频率电流的幅值， ξ 为电机的电感凸极率。大多数分析高频注入信噪比的文献都以式(1)为依据，只考虑了注入脉冲幅值 V_{pul} 和电机的凸极率 ξ 的影响，即 V_{pul} 或 ξ 越大，信噪比越高。

$$[0067] \quad I_{hf} \sim \frac{V_{pul} T_{pul} (\xi - 1)}{L_q} \Delta\theta \quad (1)$$

[0068] 事实上，在电机的实际运行过程中，影响 I_{hf} 幅值的另一个因素为PWM调制产生的高频电流谐波。研究显示，在电机带载运行下相电流的频谱分布中，在0.5倍载频与0.25倍载频附近有明显的谐波尖峰，这些谐波由逆变器的不连续换流行为产生，其频率与通常选取的注入频率（1000Hz，2000Hz）相近，其幅值与相电流中换流纹波的幅值 ΔI_h 成正比。由式(2)中 ΔI_h 的解析式可知，直流母线电压 V_{dc} 与载频 f_c 固定的情况下，调制比 M 的增大或绕组电感 L 的减小都会增大 ΔI_h 。当电机的负载增大时，阻感压降的增大与磁饱和程度的加深导致调制比 M 的增大与绕组电感 L 的减小同时发生，相应地，注入频率附近频率的高频电流谐波幅值也会增加，同频段的电磁噪音增大，这一现象在定子电感较小的电机中尤其明显。

$$[0069] \quad \Delta I_h = \frac{M V_{dc}}{\sqrt{12\pi L f_c}} \sqrt{\frac{3\pi}{8} M^2 - \frac{8}{3} M + \frac{\pi}{2}} \quad (2)$$

[0070] 步骤S2：根据预设的负载大小与目标比例之间负相关的对应关系，确定出与转矩

值对应的目标比例;具体的,由于电机的负载大小的提升会使得相电流中注入频率电流分量的幅值增大以致于超出观测信噪比的需求,因此可以适当减小注入频率电流分量的幅值,从而避免信噪比升的太高,因此本申请中可以以负相关的对应关系,确定出与转矩值对应的目标比例,而这个比例是注入脉冲的最终幅值所占预设标定幅值的比例(且该比例不大于1),将该目标比例作为后续步骤的数据基础可以实现对于信噪比的限制并降低电机产生的噪音。

[0071] 当然,除了利用预设的对应关系确定出目标比例外,还可以设计负载大小与注入脉冲幅值的对应关系确定出最终幅值(最终幅值不大于预设标定幅值)以便直接确定出最终幅值,本发明实施例在此不做限定。

[0072] 步骤S3:将目标比例与预设标定幅值的乘积作为注入脉冲的最终幅值;

[0073] 具体的,由于上述步骤中确定出的目标比例即最终幅值与预设标定幅值的比例,因此在本步骤中可以将目标比例与预设标定幅值的乘积作为注入脉冲的最终幅值,该最终幅值与负载的转矩值也呈负相关关系,最终幅值可以作为后续步骤的数据基础。

[0074] 步骤S4:将幅值为最终幅值的注入脉冲注入目标电机的供电回路,以便进行转速与位置的观测;

[0075] 其中,目标比例不大于1。

[0076] 具体的,可以将注入脉冲的幅值调整为最终幅值后注入目标电机的供电回路,也即在换流纹波幅值较高的情况下降低注入脉冲的幅值,从而通过对于注入脉冲幅值这个可控因素的调整来使得相电流的信噪比保持在一定水平,主要是保障信噪比不会突然因为负载大小的增加而大幅度提高,以便在保证可靠观测的前提下,抑制电机相电流的信噪比不超出观测信噪比的需求,可以降低目标电机在运行过程中的振动强度并降低电磁噪音,有利于降低电机的维修成本并提升用户体验。

[0077] 其中,本发明实施例中注入脉冲的注入方式可以为多种,例如可以为脉振方波注入方式、脉振正弦注入方式以及旋转正弦注入方式中的任一种等,本发明实施例在此不做限定。

[0078] 本发明提供了一种高频注入观测方法,考虑到电机所带负载越大的情况下,电机的相电流中的换流纹波的幅值也越大并提升了相电流信噪比,因此本申请中可以以负相关的对应关系,根据负载大小对注入脉冲的幅值进行调节,也即在换流纹波幅值较高的情况下降低注入脉冲的幅值,以便在保证可靠观测的前提下,抑制电机相电流的信噪比不超出观测信噪比的需求,可以降低目标电机在运行过程中的高频振动强度并降低电磁噪音,有利于降低电机的高频损耗并提升用户体验。

[0079] 在上述实施例的基础上:

[0080] 作为一种优选的实施例,获取目标电机用以表征负载大小的转矩值具体为:

[0081] 获取目标电机的用以表征负载大小的转矩电流检测值;

[0082] 则预设的负载大小与目标比例之间负相关的对应关系具体为:

[0083] 预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系。

[0084] 具体的,通过电机的转矩电流检测值可以便捷且准确地表征出负载的大小。

[0085] 当然,除了通过电机的转矩电流检测值获取负载的转矩值外,还可以通过其它多种方式获取转矩值,本发明实施例在此不做限定。

[0086] 作为一种优选的实施例,获取目标电机的用以表征负载大小的转矩电流检测值之后,根据预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系,确定出与转矩值对应的目标比例之前,该方法还包括:

[0087] 对转矩电流检测值进行低通滤波。

[0088] 具体的,为了避免电流瞬态和测量噪声导致负载的转矩值判断错误,可以首先对转矩电流检测值进行低通滤波处理,然后再根据预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系,确定出与转矩值对应的目标比例。

[0089] 作为一种优选的实施例,预设的转矩电流检测值与目标比例之间负相关的对应关系具体为:

[0090] 当转矩电流检测值小于等于轻载设定阈值时,目标比例为1;

[0091] 当转矩电流检测值大于轻载设定阈值且小于重载设定阈值时,目标比例与转矩电流检测值呈反比例线性关系;

[0092] 当转矩电流检测值大于等于重载设定阈值时,目标比例为预设比例最小值。

[0093] 具体的,考虑到在轻载的情况下,相电流的信噪比不会很高,电机的电磁噪音也就不会很明显,并且同时为了保障转速与位置观测的可靠性,本发明实施例中设置了轻载设定阈值,当转矩电流检测值小于等于轻载设定阈值时,目标比例为1,也即在此种情况下注入脉冲的幅值即为预设标定幅值,既保证了观测的可靠,也不会导致电磁噪音过大。

[0094] 具体的,当转矩电流检测值大于轻载设定阈值且小于重载设定阈值时,目标比例与转矩电流检测值呈反比例线性关系,线性关系的设定基本与负载大小与信噪比提升的关系相对应,也能够很好地克服随着负载大小的提升导致的信噪比的提升。

[0095] 当然,除了本申请中提供的线性负相关关系,还可以通过其他类型的负相关关系(如反比例函数等)确定不同转矩电流大小下的注入脉冲幅值比例,本发明实施例在此不做限定。

[0096] 具体的,为了保证能够对电机的转速以及位置进行可靠的观测,本发明实施例中,当转矩电流检测值大于等于重载设定阈值时,目标比例为预设比例最小值,以便保障可靠的观测效果。

[0097] 为了更好地对本发明实施例进行说明,请参考图4以及图5,图4为本发明提供的另一种高频注入观测方法的流程示意图,图5为本发明提供的一种高频注入观测方法的原理框图,作为一种优选的实施例,将目标比例与预设标定幅值的乘积作为注入脉冲的最终幅值之前,该高频注入观测方法还包括:

[0098] 步骤S203:获取目标电机的转矩电流的瞬态调节幅度;

[0099] 步骤S204:根据预设的瞬态调节幅度与补偿比例之间正相关的对应关系,确定出与瞬态调节幅度对应的补偿比例;

[0100] 则将目标比例与预设标定幅值的乘积作为注入脉冲的最终幅值具体为:

[0101] 步骤S205:将目标比例以及补偿比例之和与预设标定幅值的乘积作为注入脉冲的最终幅值;

[0102] 其中,最终幅值不大于预设标定幅值。

[0103] 具体的,在图4中,步骤S201与步骤S1相同,步骤202与步骤S2相同,步骤S206与步骤S4相同。

[0104] 具体的,在图5中, K_1 为上述的目标比例,而 K_2 为上述的补偿比例, I_{thL} 为上述的轻载设定阈值, I_{thH} 为上述的重载设定阈值, ΔI_{thL} 为稳态阈值, ΔI_{thH} 为瞬态阈值, i_q 为转矩电流检测值, Δi_{qc} 为瞬态调节幅值, V_{adj} 为最终幅值。

[0105] 具体的,考虑到在电机的给定转速突变或者负载突变等情况下,转矩电流会经历时间很短但幅度较大的瞬态调节过程,由于转矩电流的短时间大幅变化会在相电流中产生较大的高频干扰,该干扰可能会严重降低观测的信噪比而导致观测不可靠,因此,大幅度瞬态调节下需增大注入脉冲的幅度,亦即补偿比例与瞬态调节幅度之间应保持正相关关系,因此保证了在转矩电流的瞬态调节幅度较大的情况下信噪比的稳定性,从而保证了转速与位置观测的可靠性以及电机运行的稳定性。

[0106] 其中,为了限制电机的电磁噪音,目标比例以及补偿比例之和与预设标定幅值的乘积对应的最终幅值不应大于预设标定幅值,也可以理解为目标比例以及补偿比例之和不大于1。

[0107] 作为一种优选的实施例,获取目标电机的转矩电流的瞬态调节幅度具体为:

[0108] 获取目标电机的 \hat{q} 轴电流的控制误差;

[0109] 则根据预设的瞬态调节幅度与补偿比例之间正相关的对应关系,确定出与瞬态调节幅度对应的补偿比例具体为:

[0110] 根据预设的控制误差与补偿比例之间正相关的对应关系,确定出与控制误差对应的补偿比例。

[0111] 具体的,通过目标电机的用以表征目标电机的转矩电流的瞬态调节幅度的 \hat{q} 轴电流的控制误差,可以快速准确地确定出目标电机的转矩电流的瞬态调节幅度,且实现成本较低。

[0112] 当然,除了上述方式之外,还可以通过其他多种方式获取目标电机的转矩电流的瞬态调节幅度,本发明实施例在此不做限定。

[0113] 作为一种优选的实施例,预设的控制误差与补偿比例之间正相关的对应关系具体为:

[0114] 当控制误差小于等于稳态阈值时,补偿比例为0;

[0115] 当控制误差大于稳态阈值且小于瞬态阈值时,补偿比例与转矩电流检测值呈正比例线性关系;

[0116] 当控制误差大于等于瞬态阈值时,补偿比例为预设比例最大值。

[0117] 具体的,考虑到当负载变化量在较低程度的一定范围内时,在环路中引入的高频干扰的量非常小,可以忽略不计,此种情况下可以不必对目标比例进行补偿,因此当控制误差小于等于稳态阈值时,补偿比例为0。

[0118] 具体的,考虑到负载变化量与其在环路中引入的高频干扰的程度基本也呈线性关系,因此本发明实施例中,当控制误差大于稳态阈值且小于瞬态阈值时,补偿比例与转矩电流检测值呈正比例线性关系,可以很好地补偿由于负载突变所带来的高频干扰,以便保证观测可靠性以及电机运行的稳定性。

[0119] 当然,除了本申请中提供的线性正相关关系,还可以通过其他类型的正相关关系(如二次函数等)确定不同转矩电流调节器输入偏差下的注入脉冲幅值比例,本发明实施例在此不做限定。

[0120] 其中,考虑到注入脉冲的幅值过高时会直接导致信噪比的过高,因此本发明实施例中设置了预设比例最大值,当控制误差大于等于瞬态阈值时,补偿比例为预设比例最大值,以便保障不会因为注入脉冲直接导致电机振动加剧以及噪音的加大。

[0121] 作为一种优选的实施例,预设比例最大值为1。

[0122] 具体的,为了设置的便捷性,可以将预设比例最大值设置为1,并且由于设置了最终幅值不会大于预设标定幅值,因此即使补偿比例与目标比例之和大于1,最终得到的最终幅值也不会高于预设标定幅值,也就不会直接导致信噪比过高。

[0123] 另外,为了更好地对本发明实施例进行说明,请参考图6至图9,图6为本发明提供的与传统高频注入观测的转速信号观测对比图;图7为本发明提供的与传统高频注入观测的位置信号观测对比图;图8为本发明提供一种的高频注入观测方法的V相电流 i_v 的反馈波形;图9a为采用传统高频注入观测方法时满载运行下相电流中注入频率电流谐波的幅值示意图;图9b为采用本申请中的高频注入观测方法时满载运行下相电流中注入频率电流谐波的幅值示意图;图6-图9所示为根据上述的高频注入观测方法所得到的矢量控制结果,其中注入脉冲频率为1000Hz,电机经历了空载—60%额定负载—100%额定负载—20%额定负载—空载的负载变化,通过方案中相关参数的合理调节,转速观测结果(图6)与位置观测结果(图7)始终保持可靠,对图8中100%额定负载段的V相电流进行频谱分析得到图9(b),并与恒定注入脉冲下的满载V相电流的频谱(图9(a))进行对比,对比结果表明,采用脉冲调节后满载运行时注入频率电流的幅值缩小了2倍以上,产生的电磁噪音明显降低。

[0124] 请参考图4,图4为本发明提供了一种高频注入观测装置的结构示意图,该高频注入观测装置包括:

[0125] 获取模块1,用于获取目标电机用以表征负载大小的转矩值;

[0126] 确定模块2,用于根据预设的负载大小与目标比例之间负相关的对应关系,确定出与转矩值对应的目标比例;

[0127] 计算模块3,用于将目标比例与预设标定幅值的乘积作为注入脉冲的最终幅值;

[0128] 动作模块4,用于将幅值为最终幅值的注入脉冲注入目标电机的供电回路,以便进行转速与位置的观测;

[0129] 其中,目标比例不大于1。

[0130] 对于本发明提供的高频注入观测装置的介绍请参照前述的高频注入观测方法的实施例,本发明实施例在此不再赘述。

[0131] 请参考图5,图5为本发明提供了一种高频注入观测设备的结构示意图,该高频注入观测装置包括:

[0132] 存储器5,用于存储计算机程序;

[0133] 处理器6,用于执行计算机程序时实现如前述实施例中高频注入观测方法的步骤。

[0134] 对于本发明提供的高频注入观测设备的介绍请参照前述的高频注入观测方法的实施例,本发明实施例在此不再赘述。

[0135] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。还需要说明的是,在本说明书中,术语“包括”、“包含”或者其他任何其任何变体意在涵

盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0136] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其他实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

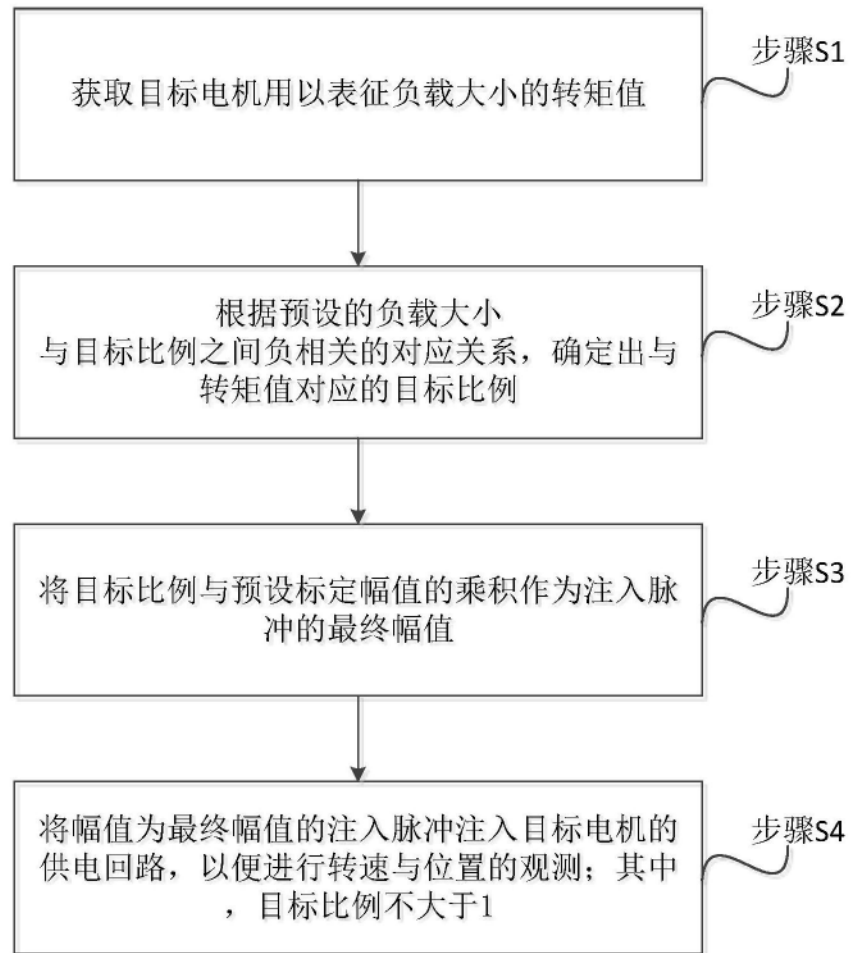


图1

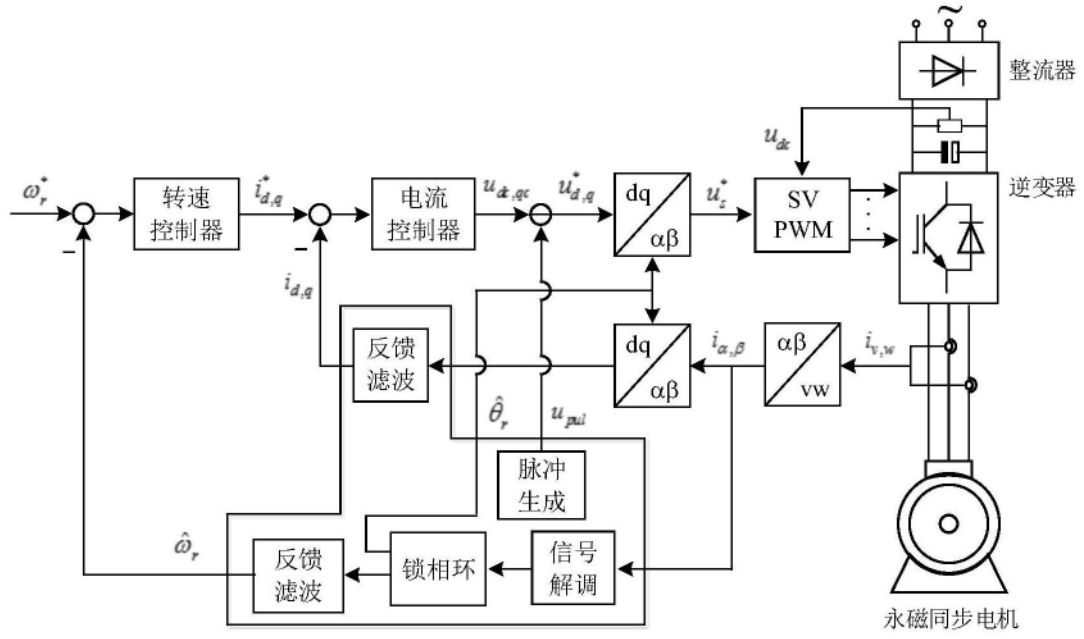


图2

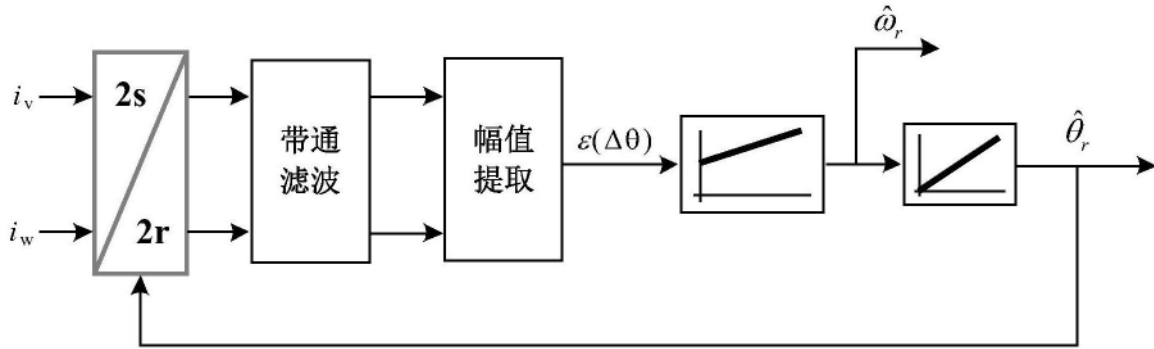


图3

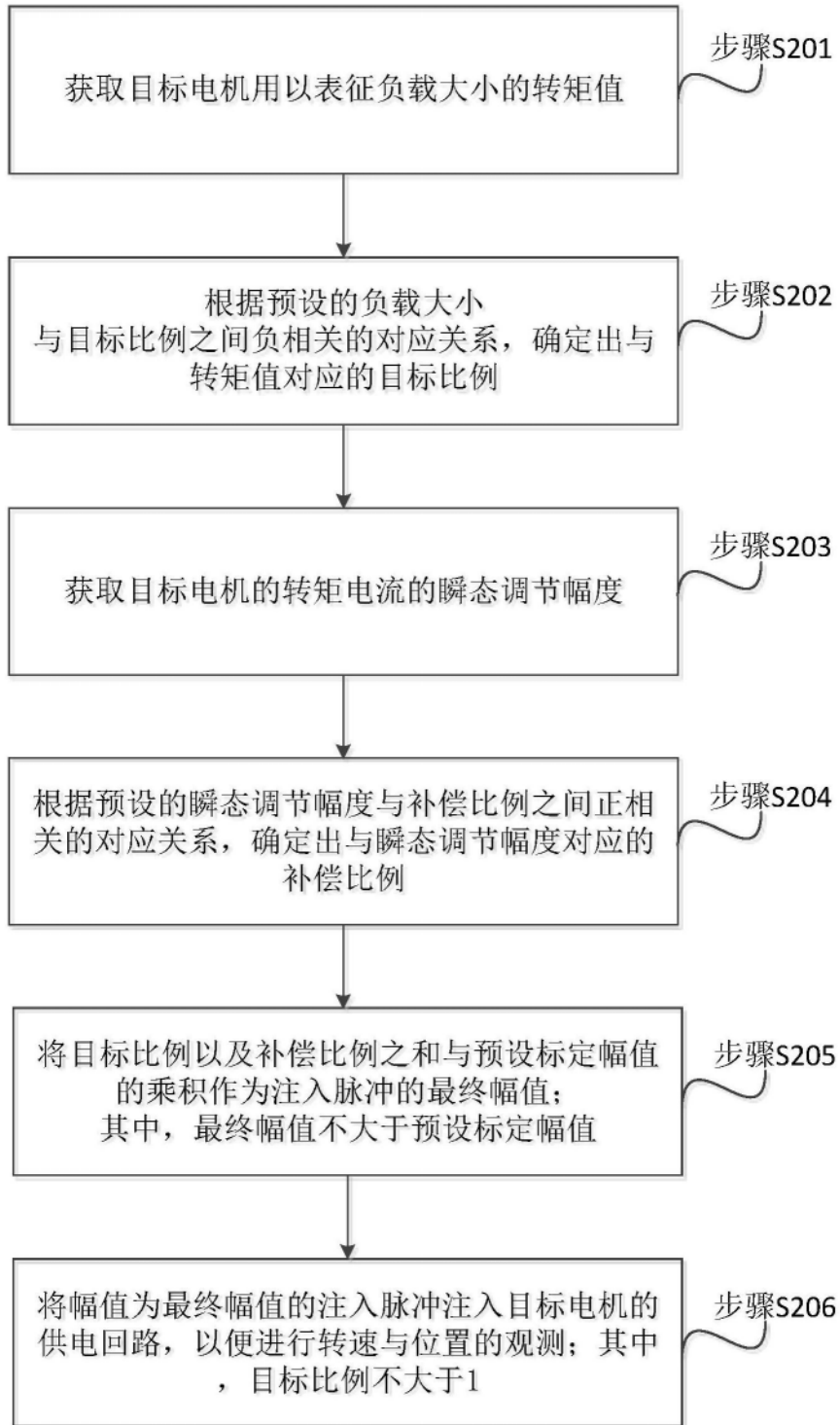


图4

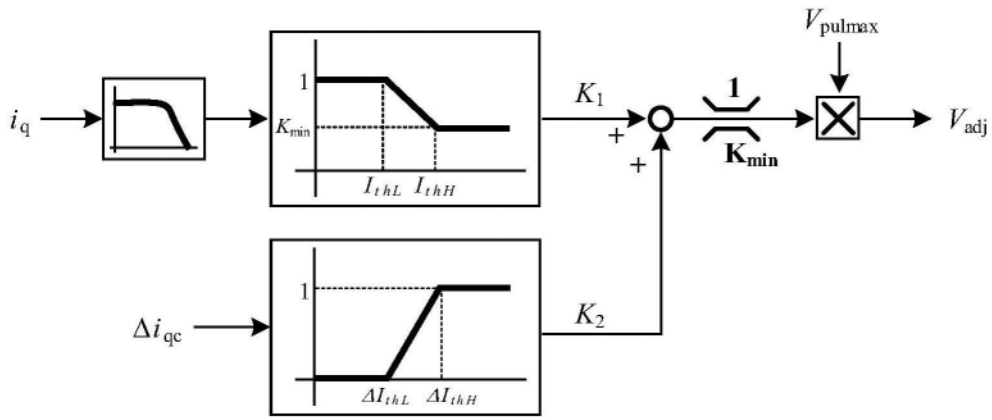


图5

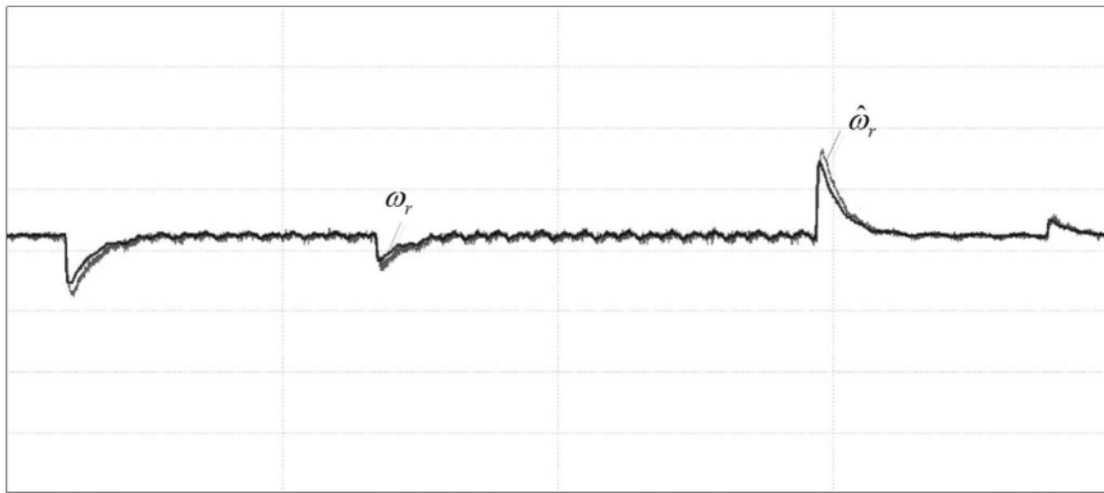


图6

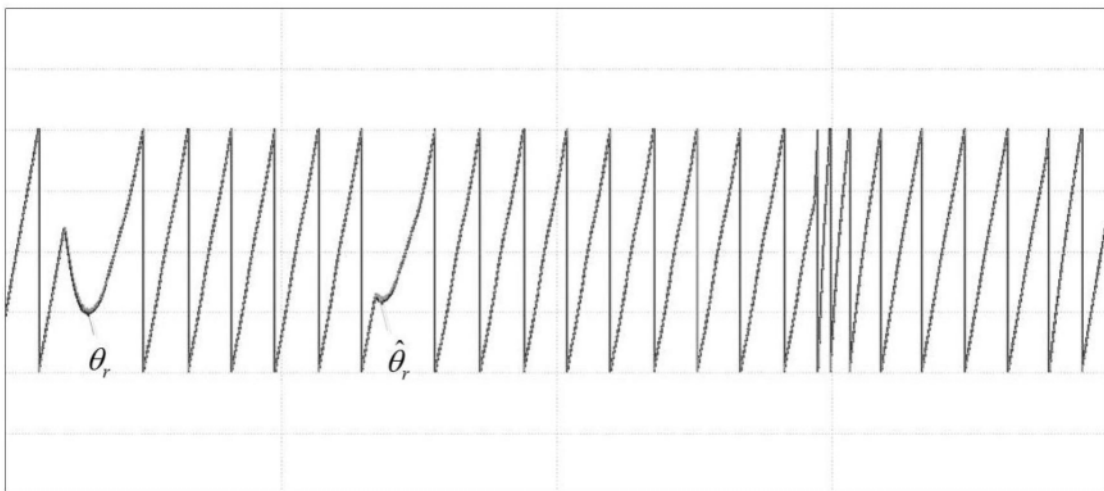


图7

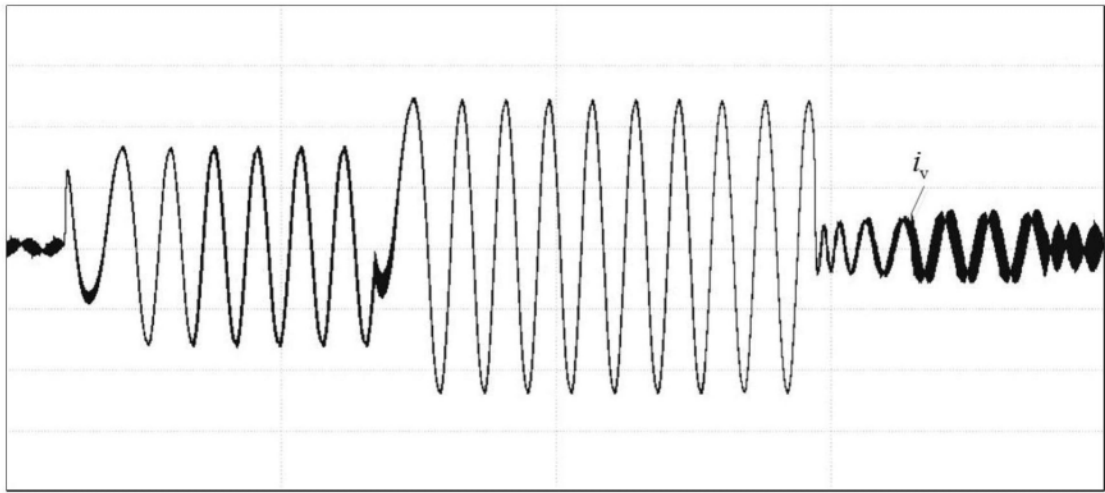


图8

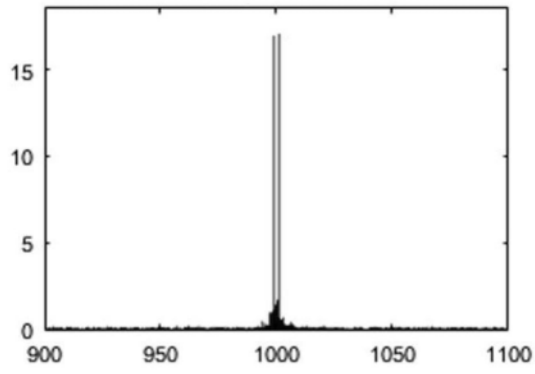


图9a

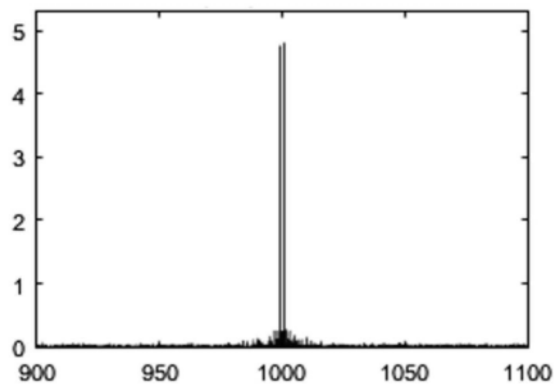


图9b

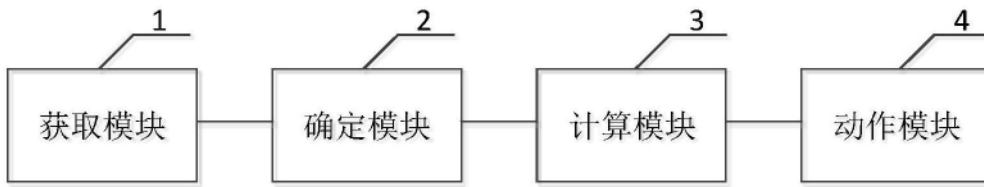


图10

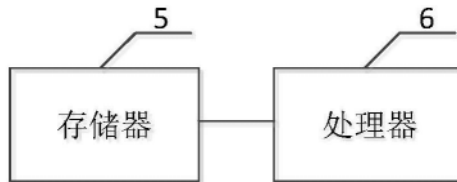


图11