



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107024985 A

(43)申请公布日 2017. 08. 08

(21)申请号 201710062586.8

(22)申请日 2017.01.24

(71)申请人 瑞声科技(新加坡)有限公司

地址 新加坡宏茂桥10道65号

(72)发明人 司宏伟 谢兵 蒋亮

(74)专利代理机构 长沙市阿凡提知识产权代理

有限公司 43216

代理人 胡国良 金茜

(51) Int. Cl.

G06F 3/01(2006.01)

H02P 3/18(2006.01)

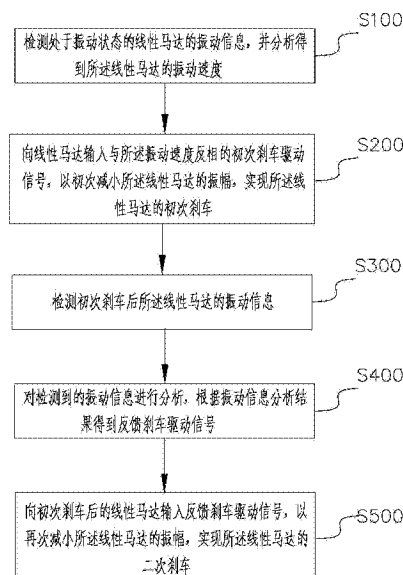
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

线性马达刹车方法和装置,及触觉反馈系统

(57)摘要

本发明提供一种线性马达刹车方法及装置以及触觉反馈系统。该刹车方法包括步骤:S100:检测处于振动状态的线性马达的振动信息,并分析得到所述线性马达的振动速度;S200:向线性马达输入与所述振动速度反相的初次刹车驱动信号,以初次减小所述线性马达的振幅,实现所述线性马达的初次刹车;S300:检测初次刹车后所述线性马达的振动信息;S400:对步骤S300中检测到的振动信息进行分析,根据振动信息分析结果得到反馈刹车驱动信号;S500:向初次刹车后的线性马达输入反馈刹车驱动信号,以再次减小所述线性马达的振幅,实现所述线性马达的二次刹车。本发明可实现线性马达振幅的迅速降低,缩短刹车时间,且在线性马达振幅很小时,也可实现线性马达的快速刹车功能。



1. 一种线性马达刹车方法,其特征在于,包括以下步骤:

S100:检测处于振动状态的线性马达的振动信息,并分析得到所述线性马达的振动速度;

S200:向线性马达输入与所述振动速度反相的初次刹车驱动信号,以初次减小所述线性马达的振幅,实现所述线性马达的初次刹车;

S300:检测初次刹车后所述线性马达的振动信息;

S400:对步骤S300中检测到的振动信息进行分析,根据振动信息分析结果得到反馈刹车驱动信号;

S500:向初次刹车后的线性马达输入反馈刹车驱动信号,以再次减小所述线性马达的振幅,实现所述线性马达的二次刹车。

2. 根据权利要求1所述的线性马达刹车方法,其特征在于,所述步骤S200中,所述初次刹车驱动信号为固定波形驱动信号。

3. 根据权利要求1所述的线性马达刹车方法,其特征在于,所述步骤S300中,所述振动信息为线性马达的振动速度和/或振动加速度和/或线性马达振动时产生的反向电动势。

4. 根据权利要求1所述的线性马达刹车方法,其特征在于,所述步骤S400中,所述反馈刹车驱动信号用于提供使所述线性马达振幅减小的电磁阻力。

5. 一种线性马达刹车装置,其特征在于,包括线性马达、驱动模块、检测模块、反馈控制模块和主控制模块;

所述检测模块与所述主控制模块和所述反馈控制模块连接,用于检测线性马达的振动信息并将振动信息发送到所述主控制模块和所述反馈控制模块;

所述主控制模块分别与所述检测模块和所述驱动模块连接,用于根据所述振动信息产生初次刹车控制信号,并向所述驱动模块发出初次刹车控制信号;

所述反馈控制模块分别与所述检测模块和所述驱动模块连接,所述反馈控制模块接收所述检测模块检测到的振动信息并进行振动信息分析,根据振动信息分析结果得到反馈刹车控制信号,并将反馈刹车控制信号发送到驱动模块;

所述驱动模块分别与所述主控制模块、所述反馈控制模块和所述线性马达连接,所述驱动模块分别根据所述主控制模块发送的所述初次刹车控制信号产生所述初次刹车驱动信号以驱动所述线性马达实现初次刹车,并根据所述反馈控制模块发送的反馈刹车控制信号产生反馈刹车驱动信号,以驱动所述线性马达实现二次刹车。

6. 根据权利要求5所述的线性马达刹车装置,其特征在于,所述振动信息为所述线性马达的振动速度和/或振动加速度和/或线性马达振动时产生的反向电动势;所述检测模块包括速度传感器和/或加速度传感器和/或电动势传感器。

7. 根据权利要求5所述的线性马达刹车装置,其特征在于,所述初次刹车驱动信号为与所述振动马达的振动速度反相的信号。

8. 根据权利要求5所述的线性马达刹车装置,其特征在于,所述反馈刹车驱动信号用于提供使所述线性马达振幅减小的电磁阻力。

9. 根据权利要求5所述的线性马达刹车装置,其特征在于,所述反馈控制模块和主控制模块相连接,将反馈刹车控制信号发送到主控制模块,主控制模块存储所述反馈刹车控制信号。

10. 一种触觉反馈系统,其特征在于,包括触觉检测模块,以及如权利要求5-9中任一项所述的线性马达刹车装置;

所述触觉检测模块检测触觉操作动作,将检测到的触觉操作动作转化为触觉操作信号,并将所述触觉操作信号发送到所述线性马达刹车装置中的主控制模块;

所述线性马达刹车装置中的主控制模块对触觉检测模块检测到的触觉操作信号进行分析,根据触觉操作信号分析结果并结合所述线性马达的振动信息得到初次刹车控制信号,控制所述线性马达刹车装置中的驱动模块产生初次刹车驱动信号,驱动线性马达实现初次刹车。

11. 根据权利要求10所述的触觉反馈系统,其特征在于,所述触觉反馈系统还包括存储模块,用于存储触觉反馈文件,使所述线性马达刹车装置中的主控制模块根据触觉反馈文件的内容并结合所述线性马达的振动信息产生初次刹车控制信号。

12. 根据权利要求11所述的触觉反馈系统,其特征在于,所述触觉检测模块为压电传感器。

13. 根据权利要求11所述的触觉反馈系统,其特征在于,所述触觉反馈系统还包括无线通信模块,用于与其他触觉反馈系统或智能终端进行无线通信,或用于连入网络。

线性马达刹车方法和装置,及触觉反馈系统

技术领域

[0001] 本发明属于线性马达领域,具体涉及一种线性马达刹车方法、线性马达刹车装置以及具有该种线性马达刹车装置的触觉反馈系统。

背景技术

[0002] 线性马达由于其尺寸小、启动快、刹车快的优越性能,在振动反馈的应用中使用的越来越广泛,常用于模拟各种各样的振动情形。在各类应用中,有一类情形要求线性马达振动可以实现很快刹车,可是线性马达的加速度往往很慢才能刹住。图1示出了现有技术中的一种线性马达刹车装置。该种装置通常包括主控制模块5、与主控制模块5连接的驱动模块2以及与该驱动模块2连接的线性马达1。该种触觉反馈系统中并不存在反馈控制,因此其无法监控和反馈个体参数的波动及环境变化。现有技术中存在一种具有反馈控制的线性马达刹车装置,该装置中使用默认电压和波形控制线性马达刹车,其不能实现最优最快的刹车;当振动很小时,驱动电压本身的精度、采样率及其细微变化、电压比特数、优化测量装置和因为环境变化等带来的偏差限制了进一步控制驱动波形实施刹车的效果。另外,该种反馈控制只能基于对F0的跟踪,并且只能在部分周期驱动,其导致数个周期后才能完成刹车工作,且稳定性不好。该种线性马达刹车装置的时间与电压的关系图如图2所示。

发明内容

[0003] 本发明提出了一种线性马达刹车方法,本发明在现有技术的基础上,通过反馈控制在初次刹车的基础上增加二次刹车过程,以实现快速刹车。

[0004] 本发明的技术方案如下:

[0005] 一种线性马达刹车方法,包括以下步骤:

[0006] S100:检测处于振动状态的线性马达的振动信息,并分析得到所述线性马达的振动速度;

[0007] S200:向线性马达输入与所述振动速度反相的初次刹车驱动信号,以初次减小所述线性马达的振幅,实现所述线性马达的初次刹车;

[0008] S300:检测初次刹车后所述线性马达的振动信息;

[0009] S400:对步骤S300中检测到的振动信息进行分析,根据振动信息分析结果得到反馈刹车驱动信号;

[0010] S500:向初次刹车后的线性马达输入反馈刹车驱动信号,以再次减小所述线性马达的振幅,实现所述线性马达的二次刹车。

[0011] 进一步的,所述步骤S200中,所述初次刹车驱动信号为固定波形驱动信号。

[0012] 进一步的,所述步骤S300中,所述振动信息为线性马达的振动速度和/或振动加速度和/或线性马达振动时产生的反向电动势。

[0013] 进一步的,所述步骤S400中,所述反馈刹车驱动信号用于提供使所述线性马达振幅减小的电磁阻力。

[0014] 本发明还提供一种线性马达刹车装置,包括线性马达、驱动模块、检测模块、反馈控制模块和主控制模块;

[0015] 所述检测模块与所述主控制模块和所述反馈控制模块连接,用于检测线性马达的振动信息并将振动信息发送到所述主控制模块和所述反馈控制模块;

[0016] 所述主控制模块分别与所述检测模块和所述驱动模块连接,用于根据所述振动信息产生初次刹车控制信号,并向所述驱动模块发出初次刹车控制信号;

[0017] 所述反馈控制模块分别与所述检测模块和所述驱动模块连接,所述反馈控制模块接收所述检测模块检测到的振动信息并进行振动信息分析,根据振动信息分析结果得到反馈刹车控制信号,并将反馈刹车控制信号发送到驱动模块;

[0018] 所述驱动模块分别与所述主控制模块、所述反馈控制模块和所述线性马达连接,所述驱动模块分别根据所述主控制模块发送的所述初次刹车控制信号产生所述初次刹车驱动信号以驱动所述线性马达实现初次刹车,并根据所述反馈控制模块发送的反馈刹车控制信号产生反馈刹车驱动信号,以驱动所述线性马达实现二次刹车。

[0019] 一个实施例中,所述振动信息为所述线性马达的振动速度和/或振动加速度和/或线性马达振动时产生的反向电动势;所述检测模块包括速度传感器和/或加速度传感器和/或电动势传感器。

[0020] 一个实施例中,所述初次刹车驱动信号为与所述振动马达的振动速度反相的信号。

[0021] 进一步的,所述反馈刹车驱动信号用于提供使所述线性马达振幅减小的电磁阻力。

[0022] 进一步的,所述反馈控制模块和主控制模块相连接,将反馈刹车控制信号发送到主控制模块,主控制模块存储所述反馈刹车控制信号。

[0023] 本发明还提供一种触觉反馈系统,包括触觉检测模块,以及前面任意所述的线性马达刹车装置;

[0024] 所述触觉检测模块检测触觉操作动作,将检测到的触觉操作动作转化为触觉操作信号,并将所述触觉操作信号发送到所述线性马达刹车装置中的主控制模块;

[0025] 所述线性马达刹车装置中的主控制模块对触觉检测模块检测到的触觉操作信号进行分析,根据触觉操作信号分析结果并结合所述线性马达的振动信息得到初次刹车控制信号,控制所述线性马达刹车装置中的驱动模块产生初次刹车驱动信号,驱动线性马达实现初次刹车。

[0026] 进一步的,所述触觉反馈系统还包括存储模块,用于存储触觉反馈文件,使所述线性马达刹车装置中的主控制模块根据触觉反馈文件的内容并结合所述线性马达的振动信息产生初次刹车控制信号。

[0027] 进一步的,所述触觉检测模块为压电传感器。

[0028] 进一步的,所述触觉反馈系统还包括无线通信模块,用于与其他触觉反馈系统或智能终端进行无线通信,或用于连入网络。

[0029] 本发明提出了一种线性马达刹车方法及装置,以及触觉反馈系统,其采用初次刹车(开环控制)的方式实现线性马达振幅的迅速降低,并采用反馈刹车(闭环控制)的方式控制线性马达的自然衰减,从而进一步减小该振动马达的振荡周期,缩短刹车时间;该刹车方

法可在线性马达振幅很小时,仍可实现线性马达的快速刹车功能。

附图说明

- [0030] 图1是现有技术中线性马达刹车装置结构示意图;
- [0031] 图2为现有技术中线性马达刹车方法实验图;
- [0032] 图3是本发明实施例1中线性马达刹车方法流程图;
- [0033] 图4为本发明实施例1中线性马达刹车方法实验图;
- [0034] 图5为本发明实施例2中线性马达刹车装置结构示意图;
- [0035] 图6为本发明实施例3中线性马达刹车装置结构示意图;
- [0036] 图7为本发明实施例4中触觉反馈系统结构示意图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图及实施例,对本发明的技术方案做详细描述。应当理解,附图中所示各零部件是示意性而非限制性的,各特征未按比例画出。

[0038] 实施例1

[0039] 如图3所示,本发明提出了一种线性马达刹车方法,本发明中所述线性马达也可称为直线电机、直线马达或线性电机,所述线性马达包括定子和振子,包括振子和定子,所述定子可被驱动产生感应磁场的结构,所述振子与定子相互作用,产生感应电动势。本发明中所述线性马达的刹车,为所述定子被刹车驱动信号驱动产生与原感应磁场方向相反的感应磁场,从而驱使振子振动减弱,振幅减小的过程。

[0040] 本发明具体包括以下步骤:

[0041] S100:检测处于振动状态的线性马达的振动信息,并分析得到所述线性马达的振动速度。其中,该振动信息包括线性马达的振动速度和/或线性马达振动时产生的反向电动势。根据该振动信息可获得该线性马达的振动速度。当然,在本发明的其他实施例中,除了通过反向电动势计算得到线性马达的振动速度外,也可以采用其他方式,例如速度传感器等物理手段直接测得该线性马达的振动速度。

[0042] S200:向线性马达输入与所述振动速度反相的初次刹车驱动信号,以初次减小所述线性马达的振幅,实现所述线性马达的初次刹车。其中,所述刹车驱动信号可为固定波形驱动信号,如方波驱动信号或正弦驱动信号,驱动信号的具体参数,如振幅和频率等,可根据实际情况进行调节。其中,该初次刹车实际上是对线性马达的开环控制。优选的,经过初次刹车后,所述线性马达的振动加速度下降至初始加速度的10%以下。

[0043] S300:检测初次刹车后线性马达的振动信息。所述振动信息包括线性马达的振动速度和/或线性马达的振动加速度和/或线性马达振动时产生的反向电动势。所述振动速度可使用振动传感器检测;所述加速度可使用加速度传感器,如加速度计进行检测;所述反向电动势可使用电动势传感器进行检测,如磁电感式传感器、霍尔式传感器或压电式传感器。本步骤中采集线性马达的振动信息,可单独采集线性马达的振动速度、线性马达的振动加速度和线性马达振动时产生的反向电动势中的一种信息,也可采集其中的两种信息,也可三种信息均采集。

[0044] S400:对步骤S300中检测到的振动信息进行分析,根据振动信息分析结果得到反

馈刹车驱动信号。在该步骤S400中,根据该线性马达的振动信息可以反推获得线性马达的振动速度,随后根据该振动速度获得反馈刹车驱动信号。其中,该反馈刹车驱动信号用于提供使该线性马达的振幅减小的电磁阻力;该电磁阻力通过跟踪该线性马达的振动速度的变化获得的,且电磁阻力与该线性马达振动阻尼同相位。

[0045] S500:向初次刹车后的线性马达输入反馈刹车驱动信号,以再次减小所述线性马达的振幅,实现所述线性马达的二次刹车。其中,该二次刹车实际上是对线性马达进行闭环控制。

[0046] 本实施例中,首先采用开环控制的方式实现初次刹车,使该线性马达以最快的速度将加速度降到极低的水平(例如衰减到初始加速度的10%以下);随后通过闭环控制的方式实现线性马达的二次刹车(自动负反馈刹车),由此控制线性马达自然衰减,从而进一步减小该振动马达的振荡周期,缩短该线性马达的刹车时间。该刹车方法可在线性马达振幅非常小的时候仍能实现快速刹车。

[0047] 可以理解,本发明提出的线性马达刹车方法,并不局限于两次刹车,可根据实际情况,在初次刹车的基础上,循环步骤S300-S500,直到达到预期的刹车效果,结束循环。例如,可根据实际情况进行三次刹车或四次刹车等。

[0048] 下面通过仿真实验将本发明所提出的方法与现有技术进行对比。由图2和图4所示,图2为现有技术中线性马达刹车方法实验图,图4为本发明实施例1中线性马达刹车方法实验图。图2中,曲线9为输入控制信号,曲线10为线性马达振动加速度信号,曲线11为线性马达的输出加速度信号。由曲线10和11可见,使用固定模型驱动线性马达刹车后,线性马达的振动加速度仍在一段时间内保持原始振动状态,即刹车响应速度慢。而在图4中,曲线12为初次刹车后线性马达振动加速度信号,曲线13为二次刹车后线性马达振动加速度信号。采用本发明的刹车方法后,在初次刹车后,线性马达的振动加速度降低程度较弱,而二次刹车之后,线性马达已近似达到停止振动的状态,即本发明所提出的线性马达刹车方法显著的减少了刹车时间,刹车响应速度快。

[0049] 实施例2

[0050] 如图5所示,本发明提出了一种线性马达刹车装置,所述线性马达刹车装置包括线性马达1、驱动模块2、检测模块3、反馈控制模块4和主控制模块5。

[0051] 所述检测模块3与主控制模块5和反馈控制模块4连接,用于检测线性马达1的振动信息并将振动信息发送到反馈控制模块4。其中,所述振动信息为所述线性马达的振动速度和/或振动加速度和/或线性马达振动时产生的反向电动势。对应的,检测模块3可为速度传感器,用于检测线性马达的振动速度;所述检测模块也可为加速度传感器,用于检测线性马达的振动加速度;所述检测模块也可为电动势传感器,用于检测线性马达振动时产生的反向电动势,所述电动势传感器可使用磁电感式传感器、霍尔式传感器或压电式传感器中的一种或几种。

[0052] 所述主控制模块5分别与所述检测模块3和与驱动模块2连接,用于根据所述振动信息产生初次刹车控制信号,并向所述驱动模块发出初次刹车控制信号。

[0053] 所述反馈控制模块4分别与检测模块3和驱动模块2连接,反馈控制模块4接收检测模块3检测到的振动信息并进行振动信息分析,根据振动信息分析结果得到反馈刹车控制信号,并将反馈刹车控制信号发送到驱动模块。

[0054] 所述驱动模块2分别与主控制模块5、反馈控制模块4和线性马达1连接,驱动模块2分别根据主控制模块5发送的初次刹车控制信号产生初次刹车驱动信号以驱动所述线性马达1实现初次刹车,并根据反馈控制模块4发送的反馈刹车控制信号产生反馈刹车驱动信号,以驱动所述线性马达实现二次刹车。其中,所述初次刹车驱动信号为与所述振动马达的振动速度反相的信号。该反馈刹车驱动信号用于提供使该线性马达的振幅减小的电磁阻力;该电磁阻力通过跟踪该线性马达的振动速度的变化获得的,且电磁阻力与该线性马达刹车同相位。

[0055] 所述线性马达1分别在初次刹车驱动信号和反馈刹车驱动信号的驱动下刹车。

[0056] 图1为现有技术中线性马达刹车装置结构示意图,可见,现有技术中的线性马达刹车装置只包括线性马达1、驱动模块2和主控制模块5,现有技术中实现线性马达刹车的过程即为主控制模块5发出初次刹车控制信号,驱动线性电机1刹车。所述方法采用默认电压和波形驱动线性电机刹车,刹车相应速度和精确度均不高,且不可进一步调节,不能提供最优最快的解决方案。

[0057] 参照图5,本发明提供的线性马达刹车装置增加了检测模块3和反馈控制模块4。在工作时,主控制模块5向驱动模块2发送初次刹车控制信号,驱动模块2根据初次刹车控制信号产生初次刹车驱动信号驱动线性马达进行初次刹车。所述初次刹车驱动信号可为固定波形,如采用方波或正弦波,波形的参数如振幅或频率等可根据具体情况调节,线性马达1在驱动模块2的驱动下进行初次刹车。检测模块3检测初次刹车后线性马达1的振动信息,并将检测到的振动信息发送到反馈控制模块4;反馈控制模块4对振动信息进行分析,根据分析结果得到反馈刹车控制信号并发送至驱动模块2;驱动模块2根据反馈刹车控制信号产生反馈刹车驱动信号驱动线性马达进行二次刹车。

[0058] 与现有技术相比,本发明所提出的线性马达刹车装置采用检测模块3和反馈控制模块4联合使用的方法,在初次刹车的基础上,根据线性马达的具体工作状态进行再次刹车,使刹车过程具有较好的自适应性,可根据实际情况调节反馈刹车控制信号,选取不同的反馈刹车驱动信号,提供符合实际情况的刹车解决方案。

[0059] 实施例3

[0060] 如图6所示,为本发明提出的一种线性马达刹车装置,本实施例与实施例2的区别在于,反馈控制模块4与主控制模块5连接。在工作时,反馈控制模块4除了将反馈刹车控制信号发送给驱动模块2,还将反馈刹车控制信号发送至主控制模块5,主控制模块5存储所述反馈刹车控制信号。本实施例中,主控制模块5对每次产生的反馈刹车控制信号进行存储,便于随时监控反馈控制装置2和线性马达1的工作状态,并可对所有存储的反馈刹车控制信号与线性马达刹车过程中检测得到的振动信息结合分析,得到线性马达最优反馈控制信号,即在所述反馈控制信号的驱动下,线性马达的刹车响应速度快、稳定性强、精度高,刹车效果最好。

[0061] 实施例4

[0062] 如图7所示,为本发明提出的一种触觉反馈系统,包括实施例2中提出的线性马达刹车装置和触觉检测模块6。所述触觉检测模块6检测触觉操作动作,将检测到的触觉操作动作转化为触觉操作信号,并将所述触觉操作信号发送到所述线性马达刹车装置中的主控制模块5。其中,所述触觉检测模块6可为各种可检测触觉的装置,本实施例中采用压电传感

器,检测压力信号。

[0063] 工作过程中,当有外界给予触觉检测模块6一个操作动作,触觉检测模块6将所述操作动作转化为电信号,即触觉操作信号,并将所述触觉操作信号发送至所述线性马达刹车装置中的主控制模块5。主控制模块5对触觉检测模块6检测到的触觉操作信号进行分析,根据触觉操作信号分析结果并结合所述线性马达的振动信息得到初次刹车控制信号,控制所述线性马达刹车装置中的驱动模块产生初次刹车驱动信号,驱动线性马达进行初次刹车。本发明提出的触觉反馈系统可根据外界信号驱动线性马达进行初次刹车,例如,当使用者按压触觉检测模块6,由于本发明中触觉检测模块6为压电传感器,则触觉检测模块6将按压操作转化为电信号,即触觉操作信号,线性马达刹车装置根据所述触觉操作信号并结合所述线性马达的振动信息进行初次刹车驱动控制。

[0064] 此外,本发明所提出的触觉反馈系统还包括存储模块7和无线通信模块8,所述无线通信模块8可为蓝牙通信装置、红外通信装置或WIFI通信装置。所述存储模块7用于存储触觉反馈文件,使所述线性马达刹车装置可根据触觉反馈文件的内容驱动线性马达实现初次刹车操作,而不需要根据触觉检测模块6检测的触觉操作信号驱动线性马达的初次刹车。所述触觉反馈文件为记录触觉反馈控制信号的文件,例如基于振动强度相对值的触觉反馈文件、基于振动强度绝对值的触觉反馈文件以及基于特定终端设备的触觉反馈文件。所述无线通信模块8用于与其他触觉反馈系统或智能终端进行无线通信,或用于连入网络。例如,所述无线通信模块8将触觉反馈系统与其他智能终端无线连接,实现无线信号传输,触觉反馈系统可根据接收到的智能终端发送出的控制信号驱动线性马达初次刹车。再例如,所述无线通信模块8将触觉反馈系统接入网络,实现网络数据传输,从网络下载触觉反馈文件,用下载的触觉反馈文件驱动线性马达初次刹车。

[0065] 本实施例中的提出的触觉反馈系统中使用的线性马达刹车装置为实施例2中提出的线性马达刹车装置,也可使用实施例3中提出的线性马达刹车装置。

[0066] 应当理解,以上借助优选实施例对本发明的技术方案进行的说明是示意性的而非限制性的。本领域的普通技术人员在上述实施例的基础上可以对各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

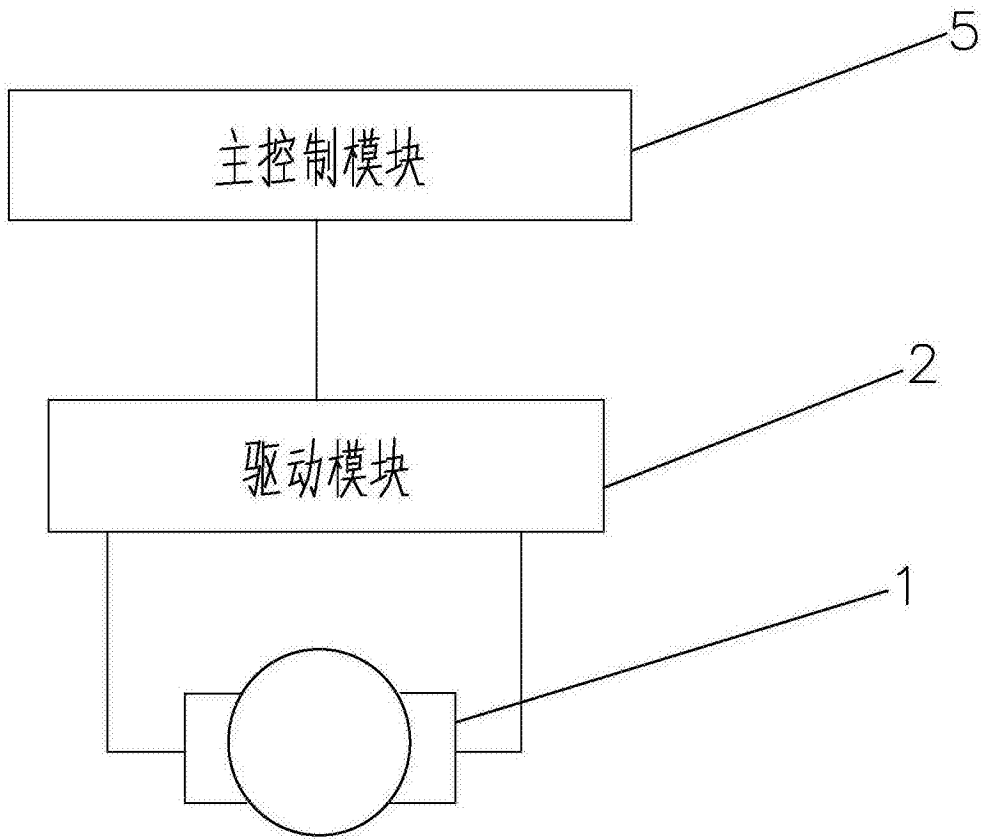


图1

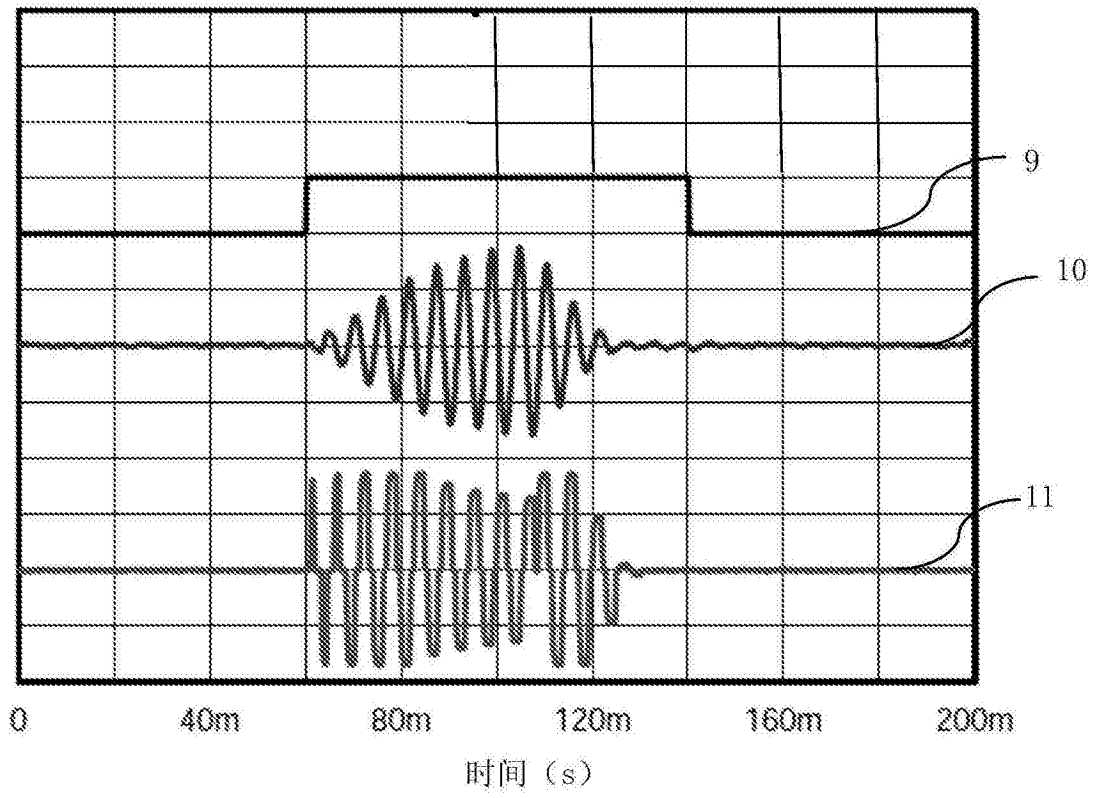


图2

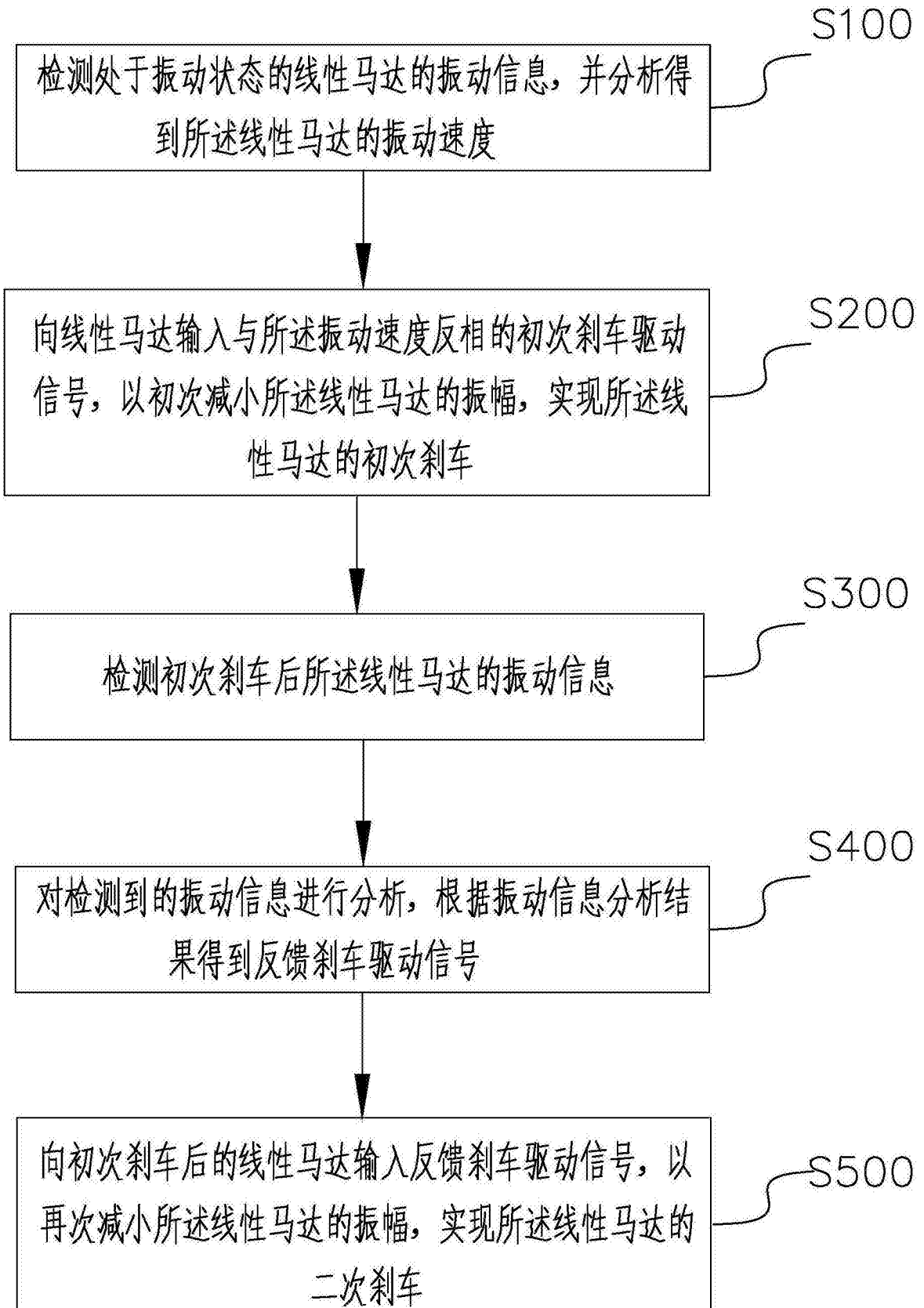


图3

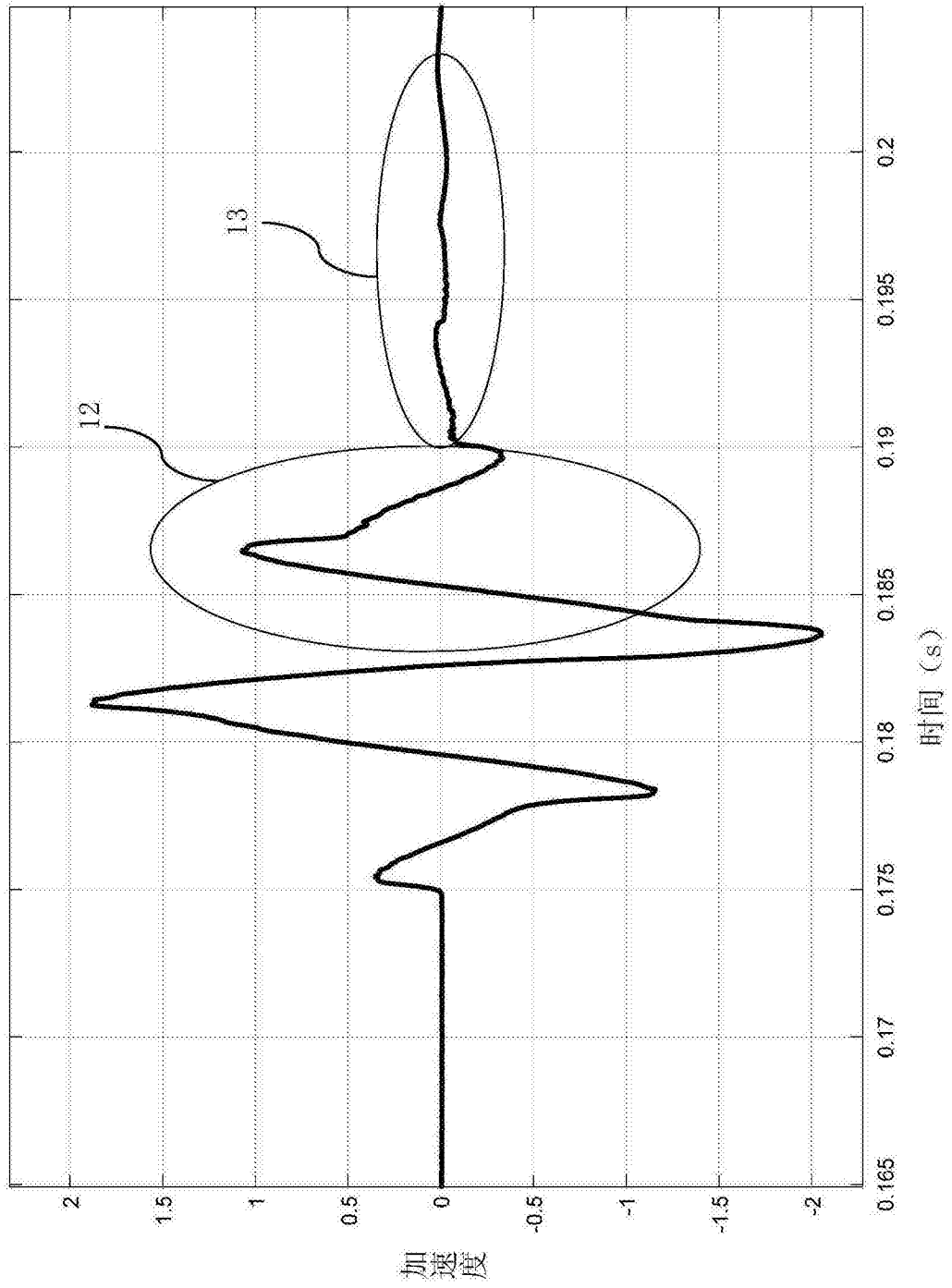


图4

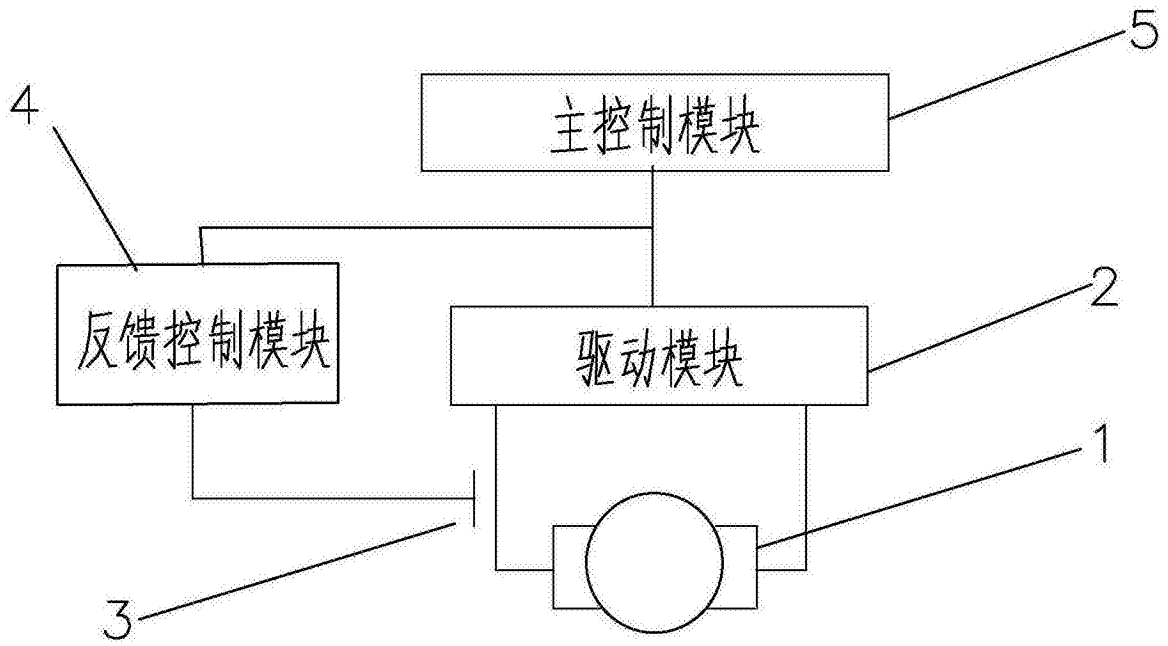


图5

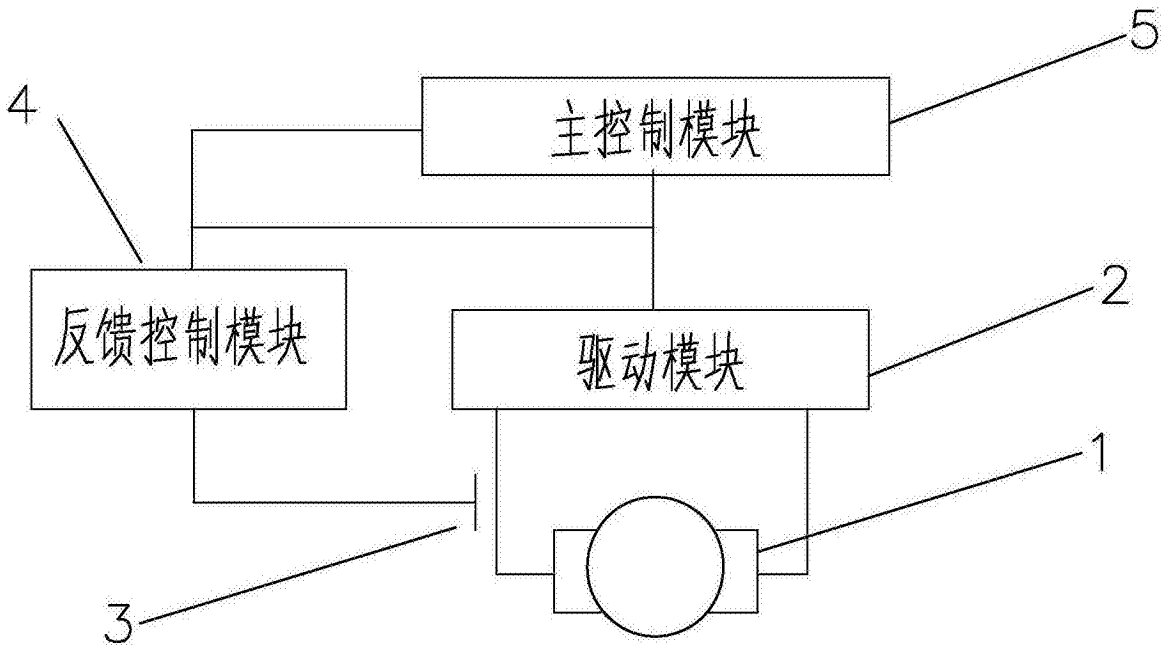


图6

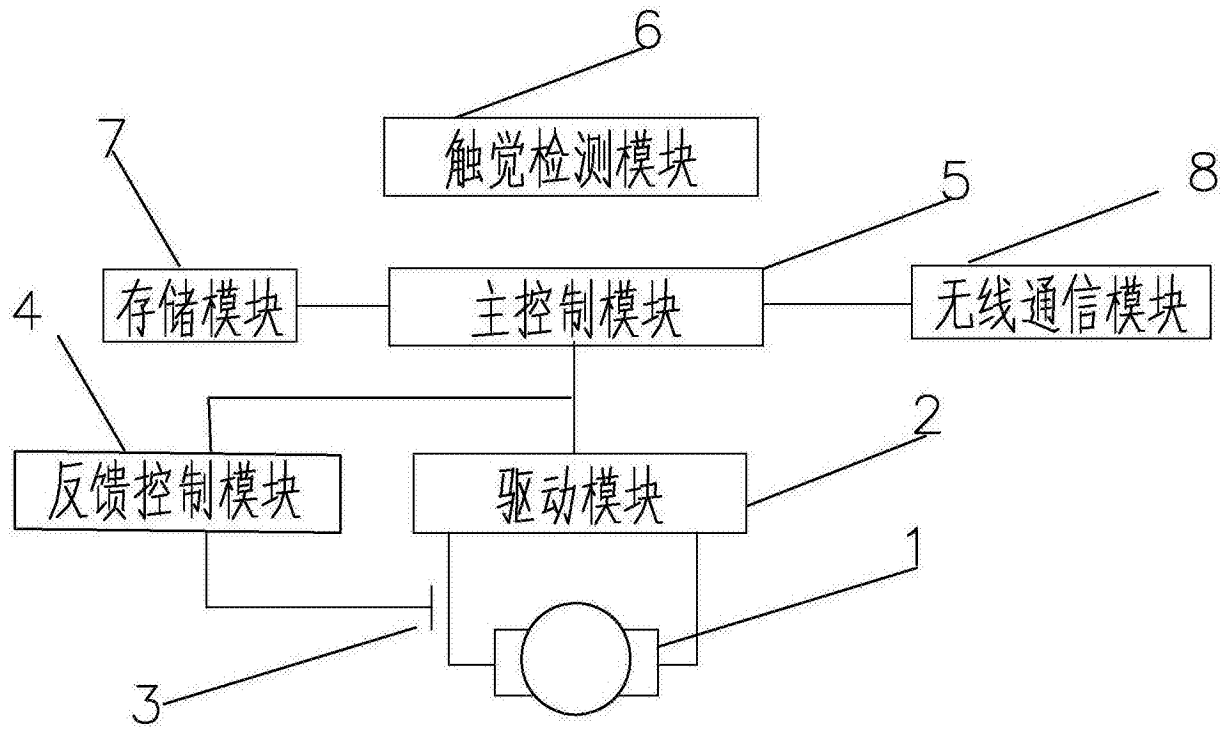


图7