(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2022 年 3 月 24 日 (24.03.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/057010 A1

(51) 国际专利分类号:
H02P 21/05 (2006.01) *H02P 25/06* (2016.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/123500

(22) 国际申请日: 2020 年 10 月 26 日 (26.10.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010995519.3 2020年9月21日 (21.09.2020) CN

(71) 申请人: 瑞声声学科技（深圳）有限公司 (AAC ACOUSTIC TECHNOLOGIES (SHENZHEN) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴三道6号南京大学深圳产学研大楼A座, Guangdong 518057 (CN)。瑞声科技（南京）有限公司(AAC TECHNOLOGIES (NANJING) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省南京市栖霞区仙林大学城元化路南大科学园新兴产业孵化基地研发楼8层, Jiangsu 210093 (CN)。

(72) 发明人: 陈敏(CHEN, Min); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴三道6号南京大学深圳产学研大楼A座, Guangdong 518057 (CN)。郭顺(GUO, Shun); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴三道6号南京大学深圳产学研大楼A座, Guangdong 518057 (CN)。王洪兴(WANG, Hongxing); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴三道6号南京大学深圳产学研大楼A座, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 深圳中细软知识产权代理有限公司 (SHENZHEN CIPRUN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国广东省深圳市南山区桃源街道峰景社区龙珠七路040号中爱花园办公楼801, Guangdong 518000 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT,

(54) **Title:** METHOD FOR SUPPRESSING THRUST RIPPLE OF LINEAR MOTOR, RELATED DEVICE, AND MEDIUM

(54) **发明名称:** 一种直线电机推力波动的抑制方法、相关设备和介质

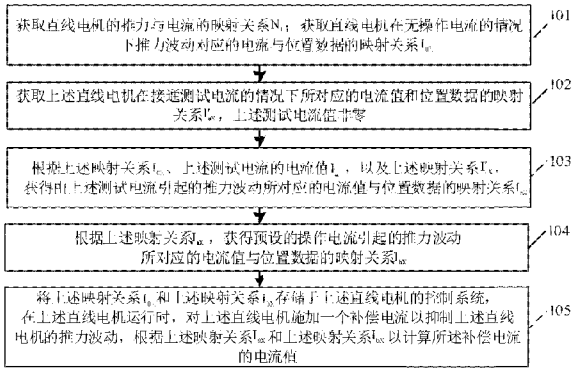


图 1

101 Obtain a mapping relationship NI between thrust of a linear motor and a current, and obtain a mapping relationship I0X between a current and position data corresponding to a thrust ripple of the linear motor when there is no operating current

102 Obtain a mapping relationship I'aX between a current value and position data corresponding to the linear motor when the linear motor is connected to a test current, the test current value being non-zero

103 According to the mapping relationship I0X, the current value Ia of the test current, and the mapping relationship I'aX, obtain a mapping relationship IaX between a current value and position data corresponding to a thrust ripple caused by the test current

104 According to the mapping relationship IaX, obtain a mapping relationship IbX between a current value and position data corresponding to a thrust ripple caused by a preset operating current

105 Store the mapping relationship I0X and the mapping relationship IbX to a control system of the linear motor, apply a compensation current to the linear motor when the linear motor is operating to suppress a thrust ripple of the linear motor, and calculate the current value of the compensation current according to the mapping relationship I0X and the mapping relationship IbX

(57) **Abstract:** A method for suppressing a thrust ripple of a linear motor, a related device, and a medium. The method comprises: obtaining a mapping relationship I_{0X} between a current and position data corresponding to a thrust ripple of a linear motor when there is no operating current (101); obtaining a mapping relationship I'_{aX} between a current value and position data corresponding to the linear motor when the linear motor is connected to a test current, the test current value being non-zero (102); according to the mapping relationship I_{0X}, the current value I_a of the test current, and the mapping relationship I'_{aX}, obtaining a mapping relationship I_{aX} between a current value and position data corresponding to a thrust ripple caused by the test current (103); according to the mapping relationship I_{aX}, obtaining a mapping relationship I_{bX} between a current value and position data corresponding to a thrust ripple caused by a preset operating current (104); and storing the mapping relationship I_{0X} and the mapping relationship I_{bX} to a control system of the linear motor, applying a compensation current when the linear motor is operating to suppress a thrust ripple, and calculating the current value of the compensation current according to the mapping relationship I_{0X} and the mapping relationship I_{bX} (105).

WO 2022/057010 A1

[见续页]

JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种直线电机推力波动的抑制方法、相关设备和介质，其中方法包括：获取直线电机在无操作电流的情况下推力波动对应的电流与位置数据的映射关系I_{0X}（101）；获取所述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的电流值与位置数据的映射关系I'_{aX}，所述测试电流值非零（102）；根据所述映射关系I_{0X}、所述测试电流的电流值I_a，以及所述映射关系I'_{aX}，获得由测试电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系I_{aX}（103）；根据所述映射关系I_{aX}，获得预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系I_{bX}（104）；将所述映射关系I_{0X}和所述映射关系I_{bX}存储于所述直线电机的控制系统，在直线电机运行时施加一个补偿电流以抑制推力波动，根据映射关系I_{0X}和映射关系I_{bX}以计算补偿电流的电流值（105）。

一种直线电机推力波动的抑制方法、相关设备和介质

技术领域

本发明涉及直线电机技术领域，尤其涉及一种直线电机推力波动的抑制方法、相关设备和介质。

背景技术

直线电机是一种将电能直接转换成直线运动机械能，而不需要任何中间转换机构的传动装置。它可以看成是一台旋转电机按径向剖开，并展成平面而成。

直线电机的推力波动是其应用方面的主要缺陷之一，因为推力波动是电机振动与噪音产生的原因，特别是在低速运行时，还可能引起共振，影响使用效果。

在直线电机的设计中，减小推力波动是其主要目标之一，常用的方法有：控制电机移动相应的位置，通过采集此间的电流和位置信息，根据采集到的数据集计算操作电流的补偿值，但是该方式仅能够补偿直线电机由于定位力而引起的推力波动，在电机结构中还存在其他各种因素引起的推力波动，未得到有效抑制。

发明内容

基于此，有必要针对上述问题，提供一种直线电机推力波动的抑制方法、相关设备和介质，用于解决直线电机中产生的推力波动无法得到有效抑制，影响直线电机工作效果的问题。

本发明的技术方案如下：

一方面，提供了一种直线电机推力波动的抑制方法，包括：

步骤 S0:获取直线电机的推力与电流的映射关系 N_I；

步骤 S1:获取直线电机在无操作电流的情况下推力波动对应的电流与位置数据的映射关系 I_{0X}；

步骤 S2:获取所述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的推力和位置数据的映射关系 F_{aX}，根据所述映射关系 F_{aX} 以及所述映射关系 N_I，获取所述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的电流值与位置数据的映射关系 I'_{aX}，所

述测试电流值非零;

步骤 S3:根据所述映射关系 I_{0X}、所述测试电流的电流值 I_a，以及所述映射关系 I'_{aX}，获得由所述测试电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系 I_{aX};

步骤 S4:根据所述映射关系 I_{aX}，获得预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系 I_{bX};

步骤 S5:将所述映射关系 I_{0X} 和所述映射关系 I_{bX} 存储于所述直线电机的控制系统，在所述直线电机运行时，对所述直线电机施加一个补偿电流以抑制所述直线电机的推力波动，根据所述映射关系 I_{0X} 和所述映射关系 I_{bX} 以计算所述补偿电流的电流值。

可选的，所述步骤 S1 包括:

控制所述直线电机的操作电流为零，通过外力控制所述直线电机的动子匀速移动，采集移动过程中所述动子在不同位置所对应的所述直线电机所受的推力，获得在所述无操作电流下所述直线电机的推力与位置数据的映射关系 F_{0X};

根据所述映射关系 N_I，和所述映射关系 F_{0X}，获得所述映射关系 I_{0X}。

可选的，所述步骤 S2 包括:

控制所述直线电机的操作电流为测试电流，通过外力控制所述直线电机的动子匀速移动，采集移动过程中所述动子在不同位置所对应的所述直线电机所受的推力，获得在所述测试电流下所述直线电机的推力与位置数据的映射关系 F_{aX};

根据所述映射关系 N_I，和所述映射关系 F_{aX}，获得所述映射关系 I'_{aX}。

可选的，所述步骤 S3 包括:

根据以下关系等式获得所述映射关系 I_{aX}:

在各个位置下，由所述测试电流引起的推力波动所对应的电流值等于，由所述映射关系 I'_{aX} 计算得到的电流值减去所述测试电流的电流值 I_a，再减去由所述映射关系 I_{0X} 计算得到的电流值。

可选的，所述步骤 S5 包括:

获取预设的操作电流的电流值 I_b;

根据所述映射关系 I_{0X} 和所述映射关系 I_{bX}，确定所述补偿电流的电流值与位置数据的映射关系 I_{b0X}; 根据所述映射关系 I_{b0X}，获得所述补偿电流在各个位

置处的电流值;

在各个位置，控制所述直线电机的操作电流调整为目标电流值，所述目标电流值为所述补偿电流的电流值与所述预设的操作电流的电流值I_b之和。

可选的，所述步骤S5还包括:

根据以下关系等式获得所述映射关系I_{b0X}:

在各个位置下，所述补偿电流的电流值等于，由所述映射关系I_{0X}计算得到的电流值加上由所述映射关系I_{bX}计算得到的电流值。

另一方面。提供了一种直线电机，包括直线电机部件和控制系统，所述控制系统包括如第一方面所述方法获得的参考数据，所述参考数据包括在无操作电流的情况下推力波动对应的电流与位置数据的映射关系I_{0X}和预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系I_{bX}，所述控制系统用于在所述直线电机运行时，对所述直线电机施加一个补偿电流以抑制所述直线电机的推力波动，根据所述映射关系I_{0X}和所述映射关系I_{bX}以计算所述补偿电流的电流值。

另一方面，提供了一种直线电机推力波动的抑制装置，包括:

获取模块，用于获取直线电机的推力与电流的映射关系N_I；获取直线电机在无操作电流的情况下推力波动对应的电流与位置数据的映射关系I_{0X}；

获取模块还用于，获取所述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的推力与位置的映射关系F_{aX}，所述测试电流值非零;

处理模块，用于:

根据所述映射关系N_I以及映射关系F_{aX}获取所述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的电流值和位置数据的映射关系I'_{aX}

根据所述映射关系I_{0X}、所述映射关系N_I，以及所述映射关系I'_{aX}，获得由所述测试电流值引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系I_{aX};

根据所述映射关系I_{aX}，获得预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系I_{bX};

将所述映射关系I_{0X}和所述映射关系I_{bX}存储于所述直线电机的控制系统，以用于计算在所述直线电机运行时施加的补偿电流的电流值，以实现抑制所述直线电机的推力波动。

另一方面，提供了一种存储介质，储有计算机指令程序，所述计算机指令

程序被处理器执行时，使得所述处理器执行如上所述第一方面及其任一种可能的实现方式的步骤。

另一方面，提供了一种计算机设备，包括至少一个存储器、至少一个处理器，所述存储器存储有计算机指令程序，所述计算机指令程序被所述处理器执行时，使得所述处理器执行如上所述第一方面及其任一种可能的实现方式的步骤。

本发明的有益效果在于：通过先分别测得在0操作电流以及测试电流时直线电机匀速运动时输出的推力与位置数据的映射关系，然后根据电机的推力电流关系计算期望行程时的两组电流与位置数据的映射关系，折算成某一具体电流下的电流与位置数据的映射关系，将该映射关系插值补偿获得预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系，将0操作电流下对应的电流与位置数据的映射关系和上述预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系存储于直线电机的控制系统，可以在直线电机工作时利用该映射关系对任意操作电流进行补偿，同时抑制了直线电机由于定位力引起的推力波动以及由于电流幅值变化引起的推力波动，使最终直线电机输出推力的波动得到更全面有效的抑制。

附图说明

图1为本发明提供的一种直线电机推力波动的抑制方法的流程示意图；

图2为本发明提供的另一种直线电机推力波动的抑制方法的流程示意图；

图3为本发明提供的一种直线电机推力波动的抑制装置的结构示意图；

图4为本发明提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，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，所描述的实施例仅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作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。

本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用

于区别不同对象，而不是用于描述特定顺序。此外，术语“包括”和“具有”以及它们任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元，而是可选地还包括没有列出的步骤或单元，或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其他步骤或单元。

在本文中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本发明的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是，本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

本发明实施例中提到的直线电机是一种将电能直接转换成直线运动机械能，而不需要任何中间转换机构的传动装置。它可以看成是一台旋转电机按径向剖开，并展成平面而成。直线电机也称线性电机、线性马达、直线马达、推杆马达等。

一般由定子演变而来的一侧称为初级，由动子（转子）演变而来的一侧称为次级。在实际应用时，将初级和次级制造成不同的长度，以保证在所需行程范围内初级与次级之间的耦合保持不变。直线电机可以是短初级长次级，也可以是长初级短次级。考虑到制造成本、运行费用，以直线感应电动机为例：当初级绕组通入交流电源时，便在气隙中产生行波磁场，次级在行波磁场切割下，将感应出电动势并产生电流，该电流与气隙中的磁场相作用就产生电磁推力。

本申请实施例中涉及到的直线电机的位置数据、位置信息或者位置移动等术语，均可以理解为是针对直线电机的动子，即该动子的移动、位置等。

下面结合本发明实施例中的附图对本发明实施例进行描述。

请参阅图 1，图 1 是本发明实施例提供的一种直线电机推力波动的抑制方法的流程示意图。该方法可包括:

101、获取直线电机的推力与电流的映射关系 N_I；获取直线电机在无操作电流的情况下推力波动对应的电流与位置数据的映射关系 I_{0X}。

本发明实施例的执行主体可以为一种直线电机推力波动的抑制装置，该直线电机推力波动的抑制装置可以对直线电机产生的推力波动进行抑制，或者说，可以为直线电机建立推力波动抑制的模型。在可选的实施方式中，上述直

线电机推力波动的抑制装置可以为包括直线电机的系统，也可以为电子设备，上述电子设备可以为终端设备，包括但不限于诸如膝上型计算机、平板计算机之类的其它便携式设备或者台式计算机。

在永磁电机中，即使定子绕组没有激励，也存在电磁转矩，此电磁转矩称之为定位力矩，或者是齿槽转矩/磁阻转矩。本申请实施例中的操作电流指的是控制直线电机的电流，但由于直线电机定位力和直线电机工作中该操作电流的影响，实际电流可能与操作电流不一致，因此可以理解为本申请实施例中提到“电流对应的电流”，即为操作电流对应的实际电流。即在无操作电流的情况下推力波动引起的电流与位置数据的映射关系，可以看作定位力对应的电流与位置数据的映射关系，可以表示为直线电机的定位力曲线，可以根据实际测试统计或者仿真测试获得。

在一种可选的实施方式中，上述步骤 101 具体可包括:

控制上述直线电机的操作电流为零，通过外力控制上述直线电机的动子匀速移动，采集移动过程中上述动子在不同位置所对应的上述直线电机所受的推力，获得在上述无操作电流下上述直线电机的推力与位置数据的映射关系 F_{0X}；

根据上述映射关系 N_I，和上述映射关系 F_{0X}，获得上述映射关系 I_{0X}。

具体的，可以将该直线电机的操作电流设置为 0，并通过对拖设备拉动该直线电机匀速、缓慢地移动相应的位置行程，并在此过程中通过力传感器测量获得直线电机的推力，以及该推力所对应的位置，即操作电流为 0 的情况下该直线电机的推力与位置数据的映射关系，可表示为特定位置（X）下的推力 F_{0X}。

本申请实施例中，直线电机推力与电流的关系是直线电机的一类特征参数，可以是根据测试获得仿真获得的，也可以是直线电机中存储的信息，此处不做限制。通过该直线电机推力与电流的关系，可以换算出 F_{0X} 对应的电流-位置数据集，即可获得在操作电流为 0 的情况下所对应的电流与位置数据的映射关系，可表示为特定位置（X）下，操作电流为 0 所对应的（定位力所对应的）电流值 I_{0X}。

102、获取上述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的电流值和位置数据的映射关系 I'_{aX}，上述测试电流值非零。

在一种可选的实施方式中，上述获取上述直线电机在测试电流的情况下所

对应的电流和位置数据的映射关系I'_{aX}，包括:

控制上述直线电机的操作电流为测试电流，通过外力控制上述直线电机的动子匀速移动，采集移动过程中上述动子在不同位置所对应的上述直线电机所受的推力，获得在上述测试电流下上述直线电机的推力与位置数据的映射关系F_{aX};

根据上述映射关系N_I，和上述映射关系F_{aX}，获得上述映射关系I'_{aX}。

上述测试电流可以根据需要设置，并且不为0，比如测试电流为I_a使用特定带力F_a的负载进行测试。具体的，可以将该直线电机的操作电流设置为I_a，并通过对拖设备拉动该直线电机匀速、缓慢地移动相应的位置行程，并在此过程中通过力传感器测量获得直线电机的推力，以及该推力所对应的位置，即操作电流为I_a的情况下该直线电机的推力与位置数据的映射关系，可表示为特定位置（X）下的推力F_{aX}。

进一步地，根据直线电机的推力与电流的关系进行换算，可以得到F_{aX}对应的电流-位置数据集，即可获得在操作电流为I_a的情况下所对应的电流与位置数据的映射关系，可表示为特定位置（X）下，操作电流为I_a所对应的电流值I_{aX}。

103、根据上述映射关系I_{0X}、上述测试电流的电流值I_a，以及上述映射关系I'_{aX}，获得由上述测试电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系I_{aX}。

本申请实施例中根据前述测得的映射关系和直线电机的推力与电流的关系，可以推导出以特定电流引起的推力波动对应的电流值，以后续在任意电流下进行该直线电机的推力波动抑制。

本申请实施例中在实验阶段中通过无操作电流的情况进行测试，该情形下，在无操作电流的情况下的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系可以理解为仅因直线电机中定位力引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系。因此可以根据上述获得的映射关系，推导出仅因操作电流引起的推力波动。

本申请实施例中的操作电流指的是控制直线电机的电流，但由于直线电机定位力和直线电机工作中该操作电流的影响，实际电流可能与操作电流不一致，因此可以理解为本申请实施例中提到“电流对应的电流”，即为操作电流

对应的实际电流。

在一种实施方式中，上述步骤103具体包括:

根据以下关系等式获得上述映射关系I_{aX}:

在各个位置下，由上述测试电流引起的推力波动所对应的电流值等于，由上述映射关系I'_{aX}计算得到的电流值减去上述测试电流的电流值I_a，再减去由上述映射关系I_{0X}计算得到的电流值。

本申请实施例中需要去除定位力引起的推力波动的影响，以获得仅由特定的测试电流引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系。具体的，测试电流值I_a引起的推力波动对应的电流值，为$I_{aX} = I'_{aX} - I_a - I_{0X}$。

104、根据上述映射关系I_{aX}，获得预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系I_{bX}。

本申请实施例中根据上述由测试电流值引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系，可以推导计算得到任意操作电流I_b引起的推力波动对应的电流-位置数据，为I_{bX}，即可以作为上述预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系，用于直线电机控制系统。可以是先根据已有对应关系获得多组由不同电流值引起的推力波动所对应的电流-位置数据，再进行整合获得的。具体的，任意操作电流I_b引起的推力波动对应的电流与位置数据的映射关系，为$I_{bX} = I_b / I_a \cdot I_{aX}$。

通过该预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系I_{bX}，可以在已知该直线电机的操作电流时，确定由该操作电流引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系。

105、将上述映射关系I_{0X}和上述映射关系I_{bX}存储于上述直线电机的控制系统，在上述直线电机运行时，对上述直线电机施加一个补偿电流以抑制上述直线电机的推力波动，根据上述映射关系I_{0X}和上述映射关系I_{bX}以计算上述补偿电流的电流值。

在获得在无操作电流的情况下推力波动引起的电流与位置数据的映射关系，和预设的操作电流值引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系之后，可以整合为预设的操作电流所对应的补偿电流与位置数据的映射关系，即包括了对定位力和操作电流引起的推力波动的电流补偿，存储在直线电机的控制系统中。

在一种实施方式中，可以根据上述映射关系I_{0X}和上述映射关系I_{bX}，将各个位置数据对应的电流值引起的推力波动所对应的电流，与上述定位力对应的电流相加，获得上述各个位置数据所对应的各个补偿电流值；

将上述各个补偿电流值与上述各个位置数据的映射关系作为上述映射关系I_{b0X}。

具体的，可以将$I_{b0X}=I_{bX}+I_{0X}$作为相应的电流与位置的映射数据集（即上述预设的操作电流所对应的补偿电流与位置数据的映射关系），插值进入直线电机控制系统，用于计算操作电流的补偿值，来抑制直线电机中定位力和操作电流引起的推力波动。

本发明通过分别测试直线电机在水平安装时，空载和带力负载情况下移动期望行程时的电流与位置数据的映射关系，折算成某一具体电流下的电流与位置数据的映射关系，将该映射关系插值补偿获得预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系，将在无操作电流的情况下推力波动（定位力）引起的电流与位置数据的映射关系和上述预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系存储于直线电机的控制系统，可以计算与直线电机的推力波动成正比的操作电流的补偿值，可以在直线电机工作时利用该映射关系对任意操作电流进行补偿，同时对定位力引起的推力波动和操作电流引起的推力波动进行了抑制，使最终直线电机输出推力的波动得到更全面有效的抑制。

为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，可以参阅图2，图2是本发明实施例提供的另一种直线电机推力波动的抑制方法的流程示意图。如图2所示，该方法可以在图1所示实施例中的步骤之后执行，并作为图1所示实施例获得数据的一种应用方式。该方法包括：

201、获取预设的操作电流的电流值I_b。

202、根据上述映射关系I_{0X}和上述映射关系I_{bX}，确定补偿电流的电流值与位置数据的映射关系I_{b0X}；根据上述映射关系I_{b0X}，获得上述补偿电流在各个位置处的电流值。

203、在各个位置，控制上述直线电机的操作电流调整为目标电流值，上述目标电流值为上述电流的电流值与上述预设的操作电流的电流值I_b之和。

本发明实施例的执行主体可以为一种直线电机推力波动的抑制装置，该直

线电机推力波动的抑制装置可以对直线电机产生的推力波动进行抑制，具体的，其中的直线电机可以执行本发明实施例中的步骤。还可以为一种包括直线电机部件和控制系统的直线电机，其中控制系统包括如图 1 所示实施例中方法获得的预设补偿电流与位置数据的映射关系，该控制系统可以基于在无操作电流的情况下推力波动引起的电流与位置数据的映射关系和预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系，计算与直线电机的推力波动成正比的操作电流的补偿值，并使用补偿值对操作电流进行补偿。

在可选的实施方式中，上述直线电机推力波动的抑制装置可以为包括直线电机的系统，也可以为电子设备，上述电子设备可以为终端设备，包括但不限于诸如膝上型计算机、平板计算机之类的其它便携式设备或者台式计算机，在此种情形中包括软件仿真方式执行本发明实施例中的步骤。

在图 1 所示实施例步骤的基础上，可以获得直线电机在任意操作电流影响下产生的推力波动对应的补偿电流值，通过预先补偿的方式来抑制推力波动。

其中，在无操作电流的情况下推力波动引起的电流与位置数据的映射关系表示为 I_{0X}，预设电流值 I_b 引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系表示为 I_{bX}。

可以将 $I_{b0X} = I_{bX} + I_{0X}$，作为完整的补偿电流计算规则，计算操作电流的补偿值，具体来说，该直线电机运行时，针对任意操作电流值 I_b，可以根据预设补偿电流与位置数据的映射关系计算出补偿的电流值 I_{b0X}，在具体位置 X 补偿特定的电流 I_{b0X}，则最终电机实际运行的电流 $I_{b_total} = I_b + I_{b0X}$。

在考虑定位力引起的推力波动抑制时，可以控制电机移动相应的位置，通过采集此间的电流和位置信息，将得到的数据集使用插值的方法作为操作电流的补偿值，这种方法可以一定程度上抑制直线电机的推力波动。但是仅补偿了直线电机由于定位力而引起的推力波动。在直线电机中，操作电流的幅值变化也是影响直线电机推力波动的一个重要原因，若不对此因素进行补偿校正，将最终影响直线电机输出推力效果，使其推力波动仍未得到有效抑制。

而本发明实施例考虑到操作电流对直线电机推力波动的影响，分别测得操作电流为 0 以及某一值（测试电流）时直线电机匀速运动时输出的推力-位置数据，然后根据电机的推力与电流的关系计算期望行程时的两组实际电流-位置数据，根据操作电流值，将对应的电流-位置数据集插值补偿至操作电流

中，使最终直线电机输出推力的波动得到抑制。可以在直线电机工作时利用该映射关系对任意操作电流进行补偿，同时对定位力引起的推力波动和操作电流引起的推力波动进行了抑制，使最终直线电机输出推力的波动得到更全面有效的抑制。

基于上述直线电机推力波动的抑制方法实施例的描述，本发明实施例还公开了一种直线电机推力波动的抑制装置。请参见图 3，直线电机推力波动的抑制装置 300 包括:

获取模块 310，用于获取直线电机的推力与电流的映射关系 N_I；获取直线电机在无操作电流的情况下推力波动对应的电流与位置数据的映射关系 I_{0X}；

获取模块 310 还用于，获取上述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的推力与位置的映射关系 F_{aX}，上述测试电流值非零;

处理模块 320，用于:

根据上述映射关系 N_I 以及映射关系 F_{aX} 获取上述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的电流值和位置数据的映射关系 I'_{aX}；

根据上述映射关系 I_{aX}，获得预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系 I_{bX}；

将上述映射关系 I_{0X} 和上述映射关系 I_{bX} 存储于上述直线电机的控制系统，以用于计算在上述直线电机运行时施加的补偿电流的电流值，以实现抑制上述直线电机的推力波动。

可选的，上述直线电机推力波动的抑制装置 300 还包括补偿模块 330 和控制模块 340；其中:

上述获取模块 310 还用于，获取获取预设的操作电流的电流值 I_b；

上述补偿模块 330，用于根据上述映射关系 I_{0X} 和上述映射关系 I_{bX}，确定上述补偿电流的电流值与位置数据的映射关系 I_{b0X}；根据上述映射关系 I_{b0X}，获得上述补偿电流在各个位置处的电流值;

上述控制模块 340，用于在各个位置，控制上述直线电机的操作电流调整为目标电流值，上述目标电流值为上述补偿电流的电流值与上述预设的操作电流的电流值 I_b 之和。

根据本发明的一个实施例，图 1 和图 2 所示的方法所涉及的各个步骤均可以是由图 3 所示的直线电机推力波动的抑制装置 300 中的各个模块执行的，此

处不再赘述。

本发明实施例中的直线电机推力波动的抑制装置300，直线电机推力波动的抑制装置300可以获取直线电机在无操作电流的情况下推力波动引起的电流与位置数据的映射关系，和直线电机在测试电流的情况下所对应的电流和位置数据的映射关系，该测试电流非零，并根据上述映射关系、和直线电机的推力与电流的关系，可以获得由测试电流值引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系，再根据由测试电流值引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系，获得预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系，然后将在无操作电流的情况下推力波动引起的电流与位置数据的映射关系和预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流与位置数据的映射关系存储于直线电机的控制系统，以用于计算与该直线电机的推力波动成正比的操作电流的补偿值，可以在直线电机工作时利用该映射关系对任意操作电流进行补偿，同时对定位力引起的推力波动和操作电流引起的推力波动进行了抑制，使最终直线电机输出推力的波动得到更全面有效的抑制。

基于上述方法实施例以及装置实施例的描述，本发明实施例还提供一种直线电机。该直线电机至少包括直线电机部件和控制系统，该控制系统包括如图1所示实施例的方法获得的参考数据，该参考数据包括在无操作电流的情况下推力波动对应的电流与位置数据的映射关系I_{0X}和预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系I_{bX}，上述控制系统用于在上述直线电机运行时，对上述直线电机施加一个补偿电流以抑制上述直线电机的推力波动，根据上述映射关系I_{0X}和上述映射关系I_{bX}以计算上述补偿电流的电流值。

基于上述方法实施例以及装置实施例的描述，本发明实施例还提供一种电子设备。请参见图4，该电子设备至少包括处理器410、非易失性存储介质420、内存储器430和网络接口440，其中，处理器410、非易失性存储介质420、内存储器430和网络接口440可通过系统总线450或其他方式连接，通过网络接口440可以与其他设备进行通信。

非易失性存储介质420即计算机存储介质可以存储在存储器中，上述计算机存储介质用于存储计算机程序和操作系统，内存储器430也存储有计算机程序，上述计算机程序包括程序指令，上述处理器可用于执行上述程序指令。处

理器 410（或称 CPU（Central Processing Unit，中央处理器））是终端的计算核心以及控制核心，其适于实现一条或多条指令，具体适于加载并执行一条或多条指令从而实现相应方法流程或相应功能；在一个实施例中，本发明实施例上述的处理器 410 可以用于进行一系列的处理，包括如图 1 和图 2 所示实施例中方法等等。

本发明实施例还提供了一种计算机存储介质（Memory），上述计算机存储介质是终端中的记忆设备，用于存放程序和数据。可以理解的是，此处的计算机存储介质既可以包括终端中的内置存储介质，当然也可以包括终端所支持的扩展存储介质。计算机存储介质提供存储空间，该存储空间存储了终端的操作系统。并且，在该存储空间中还存放了适于被处理器加载并执行的一条或多条的指令，这些指令可以是一个或一个以上的计算机程序（包括程序代码）。需要说明的是，此处的计算机存储介质可以是高速 RAM 存储器，也可以是非不稳定的存储器（non-volatile memory），例如至少一个磁盘存储器；可选的还可以是至少一个位于远离前述处理器的计算机存储介质。

在一个实施例中，可由处理器加载并执行计算机存储介质中存放的一条或多条指令，以实现上述实施例中的相应步骤；具体实现中，计算机存储介质中的一条或多条指令可以由处理器加载并执行图 1 和/或图 2 中方法的任意步骤，此处不再赘述。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的装置和模块的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

在本发明所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，该模块的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如，多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。所显示或讨论的相互之间的耦合、或直接耦合、或通信连接可以是通过一些接口，装置或模块的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的，作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理模块，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络模块上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块

来实现本实施例方案的目的。

在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。该计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行该计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本发明实施例的流程或功能。该计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。该计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者通过该计算机可读存储介质进行传输。该计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（digital subscriber line，DSL））或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。该计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。该可用介质可以是只读存储器（read-only memory，ROM），或随机存储存储器（random access memory，RAM），或磁性介质，例如，软盘、硬盘、磁带、磁碟、或光介质，例如，数字通用光盘（digital versatile disc，DVD）、或者半导体介质，例如，固态硬盘（solid state disk ，SSD）等。

权利要求

1、一种直线电机推力波动的抑制方法，其特征在于，包括:

步骤 S0:获取直线电机的推力与电流的映射关系 N_I;

步骤 S1:获取直线电机在无操作电流的情况下推力波动对应的电流与位置数据的映射关系 I_{0X};

步骤 S2:获取所述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的推力和位置数据的映射关系 F_{aX},根据所述映射关系 F_{aX} 以及所述映射关系 N_I,获取所述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的电流值与位置数据的映射关系 I'_{aX}，所述测试电流值非零;

步骤 S3:根据所述映射关系 I_{0X}、所述测试电流的电流值 I_a，以及所述映射关系 I'_{aX}，获得由所述测试电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系 I_{aX};

步骤 S4:根据所述映射关系 I_{aX}，获得预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系 I_{bX};

步骤 S5:将所述映射关系 I_{0X} 和所述映射关系 I_{bX} 存储于所述直线电机的控制系统，在所述直线电机运行时，对所述直线电机施加一个补偿电流以抑制所述直线电机的推力波动，根据所述映射关系 I_{0X} 和所述映射关系 I_{bX} 以计算所述补偿电流的电流值。

2、根据权利要求 1 所述的直线电机推力波动的抑制方法，其特征在于，所述步骤 S1 包括:

控制所述直线电机的操作电流为零，通过外力控制所述直线电机的动子匀速移动,采集移动过程中所述动子在不同位置所对应的所述直线电机所受的推力，获得在所述无操作电流下所述直线电机的推力与位置数据的映射关系 F_{0X};

根据所述映射关系 N_I，和所述映射关系 F_{0X}，获得所述映射关系 I_{0X}。

3、根据权利要求 2 所述的直线电机推力波动的抑制方法，其特征在于，所述步骤 S2 包括:

控制所述直线电机的操作电流为测试电流，通过外力控制所述直线电机的动子匀速移动，采集移动过程中所述动子在不同位置所对应的所述直线电机所受的推力，获得在所述测试电流下所述直线电机的推力与位置数据的映射关系 F_{aX}；

根据所述映射关系 N_I，和所述映射关系 F_{aX}，获得所述映射关系 I'_{aX}。

4、根据权利要求 1-3 任一项所述的直线电机推力波动的抑制方法，其特征在于，所述步骤 S3 包括:

根据以下关系等式获得所述映射关系 I_{aX}:

在各个位置下，由所述测试电流引起的推力波动所对应的电流值等于，由所述映射关系 I'_{aX} 计算得到的电流值减去所述测试电流的电流值 I_a，再减去由所述映射关系 I_{0X} 计算得到的电流值。

5、根据权利要求 4 所述的直线电机推力波动的抑制方法，其特征在于，所述步骤 S5 包括:

获取预设的操作电流的电流值 I_b;

根据所述映射关系 I_{0X} 和所述映射关系 I_{bX}，确定所述补偿电流的电流值与位置数据的映射关系 I_{b0X}；根据所述映射关系 I_{b0X}，获得所述补偿电流在各个位置处的电流值;

在各个位置，控制所述直线电机的操作电流调整为目标电流值，所述目标电流值为所述补偿电流的电流值与所述预设的操作电流的电流值 I_b 之和。

6、根据权利要求 5 所述的直线电机推力波动的抑制方法，其特征在于，所述步骤 S5 还包括:

根据以下关系等式获得所述映射关系 I_{b0X}:

在各个位置下，所述补偿电流的电流值等于，由所述映射关系 I_{0X} 计算得到的电流值加上由所述映射关系 I_{bX} 计算得到的电流值。

7、一种直线电机，其特征在于，包括直线电机部件和控制系统，所述控制系统包括如权利要求 1-6 任一项所述方法获得的参考数据，所述参考数据包括在无操作电流的情况下推力波动对应的电流与位置数据的映射关系 I_{0X} 和预

设的操作电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系 I_{bX}，所述控制系统用于在所述直线电机运行时，对所述直线电机施加一个补偿电流以抑制所述直线电机的推力波动，根据所述映射关系 I_{0X} 和所述映射关系 I_{bX} 以计算所述补偿电流的电流值。

8、一种直线电机推力波动的抑制装置，其特征在于，包括：

获取模块，用于获取直线电机的推力与电流的映射关系 N_I；获取直线电机在无操作电流的情况下推力波动对应的电流与位置数据的映射关系 I_{0X}；

获取模块还用于，获取所述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的推力与位置的映射关系 F_{aX}，所述测试电流值非零；

处理模块，用于：

根据所述映射关系 N_I 以及映射关系 F_{aX} 获取所述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的电流值和位置数据的映射关系 I'_{aX}；

根据所述映射关系 I_{0X}、所述映射关系 N_I，以及所述映射关系 I'_{aX}，获得由所述测试电流值引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系 I_{aX}；

根据所述映射关系 I_{aX}，获得预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系 I_{bX}；

将所述映射关系 I_{0X} 和所述映射关系 I_{bX} 存储于所述直线电机的控制系统，以用于计算在所述直线电机运行时施加的补偿电流的电流值，以实现抑制所述直线电机的推力波动。

9、一种存储介质，存储有计算机指令程序，其特征在于，所述计算机指令程序被处理器执行时，使得所述处理器执行如权利要求 1 至 6 中任一项所述方法的步骤。

10、一种计算机设备，其特征在于，包括至少一个存储器、至少一个处理器，所述存储器存储有计算机指令程序，所述计算机指令程序被所述处理器执行时，使得所述处理器执行如权利要求 1 至 6 中任一项所述方法的步骤。

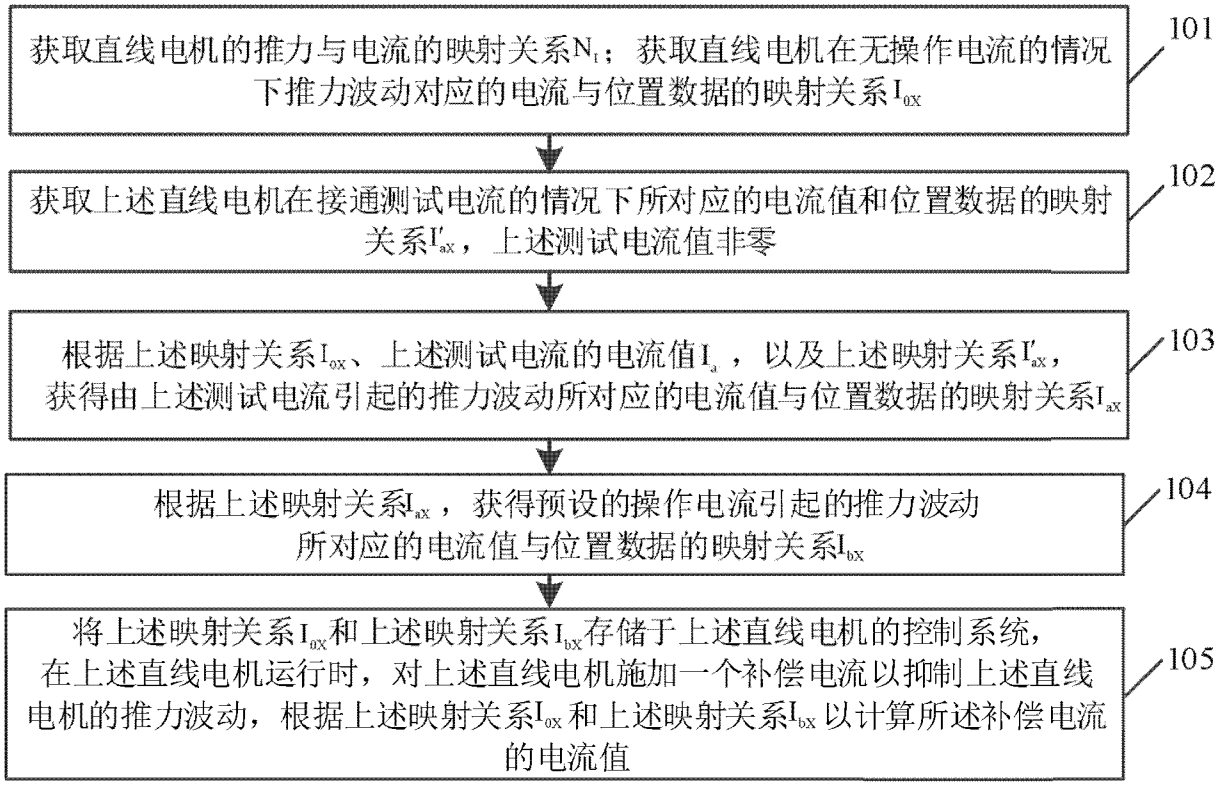

获取直线电机的推力与电流的映射关系N_i；获取直线电机在无操作电流的情况下推力波动对应的电流与位置数据的映射关系I_{0X}
101
获取上述直线电机在接通测试电流的情况下所对应的电流值和位置数据的映射关系I'_{ax}，上述测试电流值非零
102
根据上述映射关系I_{0X}、上述测试电流的电流值I_a，以及上述映射关系I'_{ax}，获得由上述测试电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系I_{ax}
103
根据上述映射关系I_{ax}，获得预设的操作电流引起的推力波动所对应的电流值与位置数据的映射关系I_{bx}
104
将上述映射关系I_{0X}和上述映射关系I_{bx}存储于上述直线电机的控制系统，在上述直线电机运行时，对上述直线电机施加一个补偿电流以抑制上述直线电机的推力波动，根据上述映射关系I_{0X}和上述映射关系I_{bx}以计算所述补偿电流的电流值
105

图 1

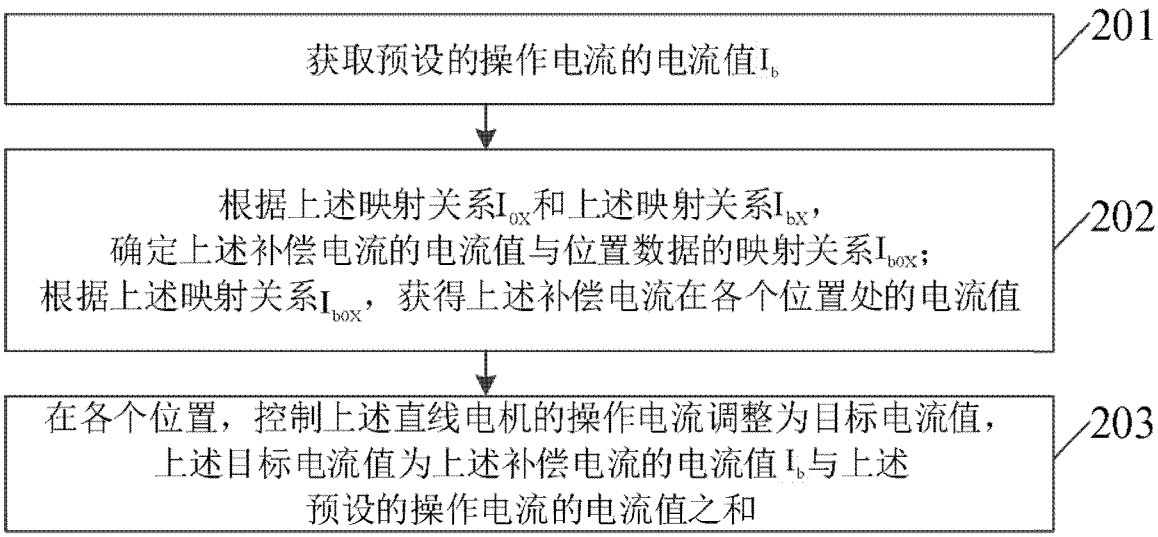

获取预设的操作电流的电流值I_b
201
根据上述映射关系I_{0X}和上述映射关系I_{bX}，
确定上述补偿电流的电流值与位置数据的映射关系I_{boX}；
根据上述映射关系I_{boX}，获得上述补偿电流在各个位置处的电流值
202
在各个位置，控制上述直线电机的操作电流调整为目标电流值，
上述目标电流值为上述补偿电流的电流值I_b与上述
预设的操作电流的电流值之和
203

图 2

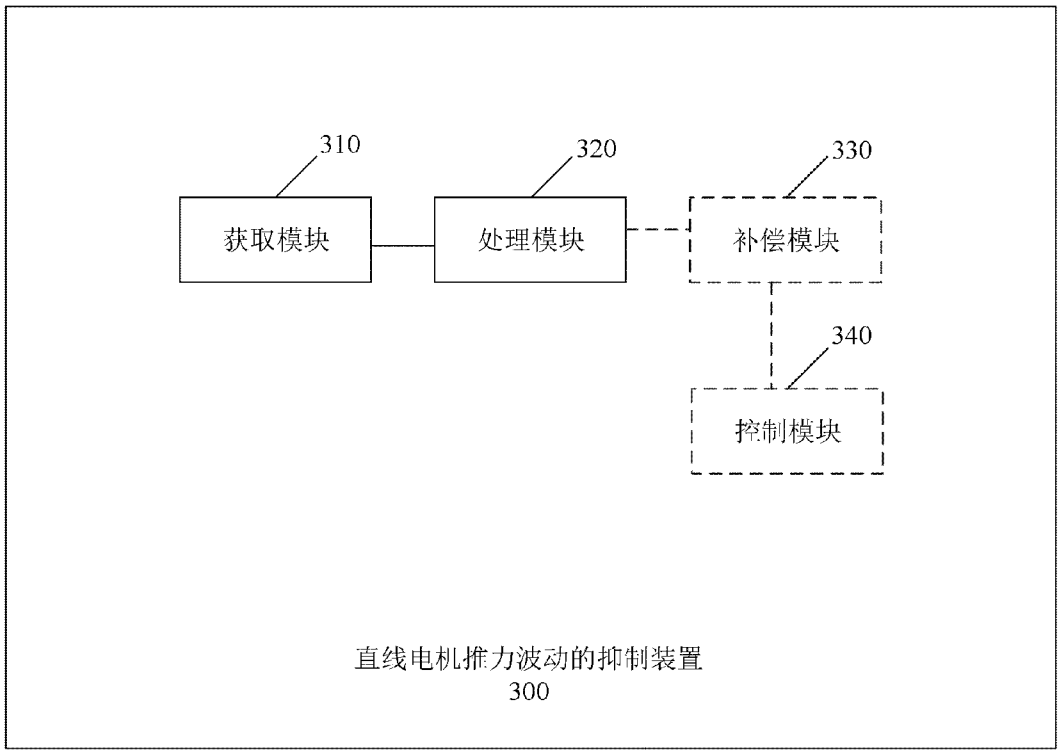

310
320
330
获取模块
处理模块
补偿模块
340
控制模块
直线电机推力波动的抑制装置
300

图 3

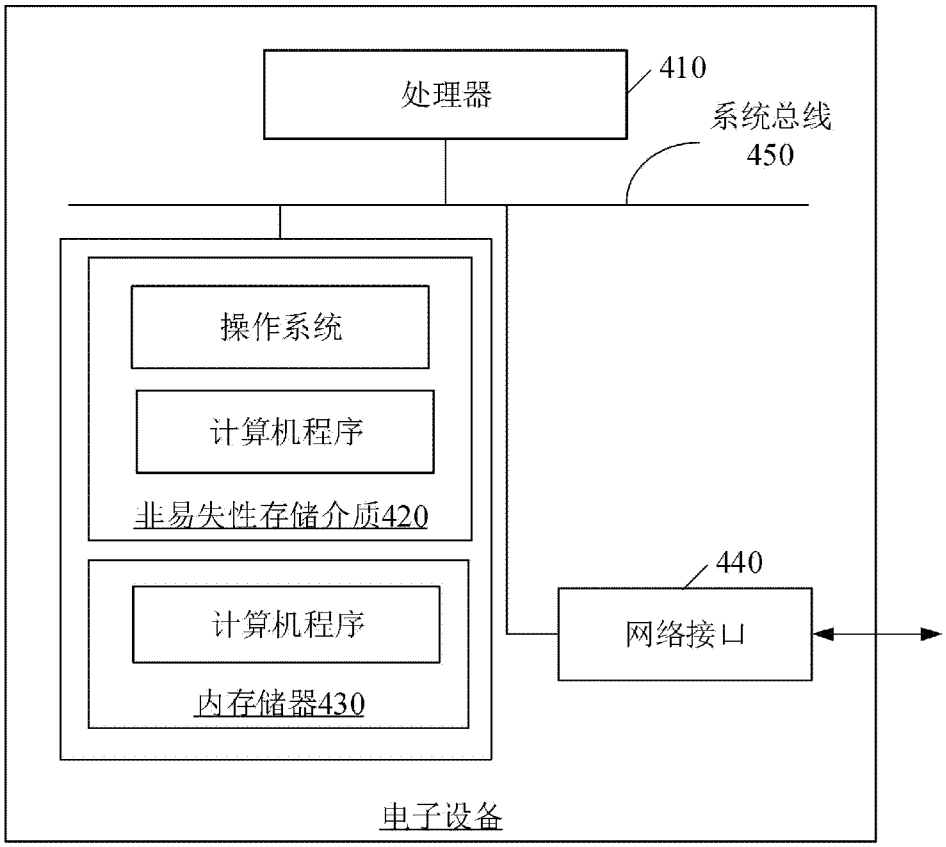

处理器
410
系统总线
450
操作系统
计算机程序
非易失性存储介质420
计算机程序
内存储器430
440
网络接口
电子设备

图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/123500

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P 21/05(2006.01)i; H02P 25/06(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 直线电机, 线性电机, 推力, 波动, 脉动, 抑制, 补偿, 校正, 电流, 位置, 映射, 对应, 查表, linear motor, thrust, ripple, suppress+, compensat+, correct+, current, position, mapping, correspondence, look 1w up, table

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104201964 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 10 December 2014 (2014-12-10) description, paragraphs [0046]-[0083], and figures 1-4	1-10
A	CN 109379011 A (WUHAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 22 February 2019 (2019-02-22) entire document	1-10
A	CN 103346721 A (JIANGSU UNIVERSITY) 09 October 2013 (2013-10-09) entire document	1-10
A	CN 105093859 A (HEILONGJIANG UNIVERSITY) 25 November 2015 (2015-11-25) entire document	1-10
A	JP 2009159751 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 16 July 2009 (2009-07-16) entire document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 May 2021	**27 May 2021**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/123500

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 104201964 A	10 December 2014	CN 104201964 B	01 September 2017
CN 109379011 A	22 February 2019	None	
CN 103346721 A	09 October 2013	None	
CN 105093859 A	25 November 2015	CN 105093859 B	31 May 2017
JP 2009159751 A	16 July 2009	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/123500

A. 主题的分类

H02P 21/05(2006.01)i; H02P 25/06(2016.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H02P

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI：直线电机，线性电机，推力，波动，脉动，抑制，补偿，校正，电流，位置，映射，对应，查表，linear motor, thrust, ripple, suppress+, compensat+, correct+, current, position, mapping, correspondence, look 1w up, table

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 104201964 A (东南大学) 2014年 12月 10日 (2014-12-10) 说明书第[0046]-[0083]段，图1-4	1-10
A	CN 109379011 A (武汉科技大学) 2019年 2月 22日 (2019-02-22) 全文	1-10
A	CN 103346721 A (江苏大学) 2013年 10月 9日 (2013-10-09) 全文	1-10
A	CN 105093859 A (黑龙江大学) 2015年 11月 25日 (2015-11-25) 全文	1-10
A	JP 2009159751 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 2009年 7月 16日 (2009-07-16) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2021年 5月 14日	2021年 5月 27日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	樊春燕
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(010)-53961286

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/123500

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104201964	A	2014年 12月 10日	CN	104201964	B	2017年 9月 1日
CN	109379011	A	2019年 2月 22日		无		
CN	103346721	A	2013年 10月 9日		无		
CN	105093859	A	2015年 11月 25日	CN	105093859	B	2017年 5月 31日
JP	2009159751	A	2009年 7月 16日		无		