

(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
2016 年 12 月 8 日 (08.12.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/192308 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06F 17/50 (2006.01) H02K 26/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/094306
- (22) 国际申请日: 2015 年 11 月 11 日 (11.11.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510288664.7 2015 年 5 月 29 日 (29.05.2015) CN
- (71) 申请人: 东莞思谷数字技术有限公司 (DG-SY-GOLE DIGITAL TECHNOLOGY CO., LTD) [CN/CN]; 中国广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区工业南路 6 号松湖华科 1 栋二层, Guangdong 523000 (CN)。 华中科技大学 (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区珞瑜路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。
- (72) 发明人: 李国民 (LEE, Kok Meng); 中国广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区工业南路 6 号松湖华科 1 栋二层, Guangdong 523000 (CN)。 白坤 (BAI, Kun); 中国广东省东莞松山湖高新技术产业开发区工业南路 6 号松湖华科 1 栋二层, Guangdong 523000 (CN)。
- (74) 代理人: 广州粤高专利商标代理有限公司 (YOGO PATENT & TRADEMARK AGENCY LIMITED COMPANY); 中国广东省广州天河体育西路 191 号中石化大厦 B 塔 3912 室, Guangdong 510620 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST,

[见续页]

(54) Title: METHOD FOR BALANCING EXTERNAL FORCE LOAD IN MACHINE TOOL SPINDLE MOTOR

(54) 发明名称: 一种机床主轴电机中平衡外力负载的方法

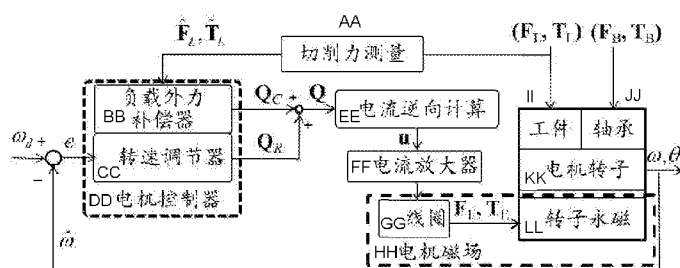


图 4

AA CUTTING FORCE MEASUREMENT	GG COIL
BB LOADED EXTERNAL FORCE COMPENSATOR	HH MOTOR MAGNETIC FIELD
CC ROTATION SPEED ADJUSTER	II WORKPIECE
DD MOTOR CONTROLLER	JJ BEARING
EE REVERSE CURRENT CALCULATION	KK MOTOR ROTOR
FF CURRENT AMPLIFIER	LL PERMANENT MAGNET ROTOR

(57) Abstract: Disclosed is a method for balancing an external force load in a machine tool spindle motor, which belongs to the field of spindle motor control. In the method, a multidimensional electromagnetic force output of a motor is used, and a current in a coil of the motor is controlled so that the electromagnetic force counteracts cutting forces applied to a workpiece from different directions in a cutting process while the rotation of the spindle motor is maintained. Therefore, the force sustained by a spindle bearing is reduced, and the purposes of reducing bearing wear and vibration in the cutting process are achieved. In the present invention, it is unnecessary to add another extra device to a machine tool spindle system, and the cutting forces can be counteracted by just controlling the current in the coil of the motor, and thus the service life of the spindle system can be greatly prolonged while the cutting quality is improved.

(57) 摘要: 本发明公开了一种机床主轴电机中平衡外力负载的方法, 属于主轴电机控制领域, 该方法利用电机多维的电磁力输出, 通过控制电机线圈中的电流, 在维持主轴电机旋转的同时使得电机电磁力抵消切削过程中作用于工件上的各方向的切削力, 从而减小主轴轴承受力, 达到降低轴承磨损、减少切削过程中的振动的目的。本发明不需要在机床主轴系统上额外添加其它装置, 只需控制电机线圈中的电流即可抵消切削力, 在提高切削质量的同时可以极大地延长主轴系统的使用寿命。

WO 2016/192308 A1



SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW。

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG)。

- (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,

根据细则 4.17 的声明:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种机床主轴电机中平衡外力负载的方法

技术领域

本发明属于车削加工领域，更具体地，涉及一种机床主轴电机中平衡外力负载的方法。

背景技术

车削加工车床的加工方式是被加工工件由夹具固定，通过转轴和主轴电机转子连接，在旋转轴承的支撑下由电机带动旋转并在刀具作用下进行车削。

由于加工过程中有较大的切削力作用于工件上（如图 1 所示），这些作用力包括工件以及夹具等和转子直接连接的重量在运行过程中都需要由轴承来支撑。这些作用力以及相应产生的力矩在每个方向差异较大，因而作用在轴承上产生的反作用力也是不平衡的。在高速旋转过程中，轴承上的不平衡反作用力会产生振动，影响加工品质。在长时间不平衡的状态下运行轴承也会磨损和老化，增加了系统维修的频率，减少了使用年限。

为了减少不平衡的负载对主轴系统的损害，现有方法是通过在转轴上加入可调节的模块，通过改变其质量分布来平衡不对称的负载，如偏心转动的工件。这种方法可以从一定程度上克服不平衡的工况，但仅限于对重量、偏心等于工件相关的调节，对于引起轴承不平衡作用力的主要因素——不平衡的切削力作用无法做到实时调节。

图 2 显示了工件所受作用力及主轴电机主要部件的示意图。 F_E 、 F_B 、 F_L 分别为电磁力、轴承支撑力、负载作用力（包括工件自重以及切削力）； T_E 、 T_B 、 T_L 为对应的力矩。除了旋转方向，其他方向上合力以及合力矩为零。图 2 同时显示了主轴电机的转子永磁体及定子线圈。现有主轴电机目标是

提供大转矩或高转速，因此采用了对称三相电的输入，及关于圆心对称的两个线圈通入大小相同的电流，相邻的线圈三个一组，通入电流有 120 度的相位差。由于转子永磁体的周期性布置，这样线圈的通电顺序会在旋转方向叠加产生较大的合力矩提供工件转矩，但其他方向的电磁力相互抵消，合力及合力矩为零。现有主轴电机这样的控制方式产生的结果是在除旋转的其他方向，负载作用力、力矩 F_L 、 T_L 全部由轴承承担，就会引起前文提到的振动以及磨损等问题。

发明内容

针对现有技术的以上缺陷或改进需求，本发明提供了一种机床主轴电机中平衡外力负载的方法，其中通过对其关键步骤尤其是整体控制原理的研究和设计，相应能够利用电机的电磁力及力矩来抵消主轴转子及工件自重、尤其是切削力这类能够引起轴承不平衡的作用力，测试表明能够显著减小电机主轴的轴承作用力，由此解决轴承在运行过程中的磨损以及引起的振动和系统老化的技术问题。

为实现上述目的，按照本发明，提供了一种机床主轴电机中平衡外力负载的方法，其特征在于，该方法包括下列步骤：

1) 对作为车削对象的工件，实时测量其上施加的切削力 $\hat{F}_L$ ，并相应获得其切削力矩 $\hat{T}_L$ ；与此同时，对电机自身转速控制器输出的旋转力矩 τ_d 进行测量；

2) 基于步骤 1) 所获得测量结果，通过调节电机线圈中的电流来控制电磁力向量，以此方式，在维持电机转动的同时平衡主轴电机转子上的切削力向量，所述电机线圈中电流的向量 $\mathbf{u}$ 按按照以下表达来予以计算：

$$\mathbf{u} = [\mathbf{A}]^T ([\mathbf{A}][\mathbf{A}]^T)^{-1} \mathbf{Q}$$

$$\text{其中, } [\mathbf{A}] = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_1 & \dots & \mathbf{K}_j & \dots & \mathbf{K}_{N_E} \\ \mathbf{s}_1 \times \mathbf{K}_1 & \dots & \mathbf{s}_j \times \mathbf{K}_j & \dots & \mathbf{s}_{N_E} \times \mathbf{K}_{N_E} \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{Q} = \begin{bmatrix} -\hat{\mathbf{F}}_L \\ -\hat{\mathbf{T}}_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0^{5 \times 1} \\ \tau_d \end{bmatrix}$$

由此完成了整体的主轴电机平外力平衡控制过程;

其中, N_E 为表示电机线圈总数量; $\mathbf{K}_j$ 为第 j 个电机线圈施加于电机转子的电磁力与该线圈中所通入电流之间的比值, 并且 $j=1,2,\dots,N_E$; $\mathbf{s}_j$ 为电机中心点到电机线圈第 j 个线圈的中心点之间的向量, 并且 $j=1,2,\dots,N_E$, 此外, 所述 $\hat{\mathbf{F}}_L$ 和 $\hat{\mathbf{T}}_L$ 分别为测量得到的切削力和切削力矩, τ_d 是由转速控制器输出的旋转力矩。

总体而言, 通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比, 能够取得下列有益效果:

1) 可以实时补偿主轴系统的负载及切削力, 因而避免这些负载及外力直接作用于主轴系统中的轴承上, 从而极大的减少了轴承的作用力, 降低其磨损以及由此产生的振动和系统老化问题。

2) 直接由主轴电机的电磁力进行多自由度的力和力矩补偿, 只需要改变电机的控制方法及驱动方式, 不需要在主轴系统中外加任何装置。

附图说明

图 1(a)、图 1(b) 分别为柱状零件和盘状零件车削加工过程中工件受切削力分析图;

图 2 (a)、图 2 (b) 分别是车削加工主轴电机及主要部件受力图;

图 3 电机中单个永磁体-线圈之间电磁力示意图;

图 4 是按照本发明的主轴电机平衡外力负载控制原理图;

图中, 1-工件, 2-车刀, 3-线圈, 4-永磁体。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。此外，下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

图 3 所示为电机中单个线圈和单个永磁体之间的电磁力。XYZ 坐标系为以电机几何中心为原点建立的电机坐标系，其中 X, Y 轴在电机中心对称面上，X 轴为水平方向，Y 轴为竖直向上，Z 轴沿电机中心对称面法向方向，与 X, Y 轴正交。

线圈和永磁体之间的电磁力与线圈中的电流 I 以及永磁体的极化强度 m 成正比。同时，因为它们之间的电磁力的每个分量都取决于两者之间的相对位置，因而电磁力及相应的电磁力矩 $\mathbf{F}_E$ 和 $\mathbf{T}_E$ 可以表示如下：

$$\mathbf{F}_E = mI [f_r(\sigma)\vec{e}_r + f_t(\sigma)\vec{e}_t + f_z(\sigma)\vec{e}_z]$$

$$\mathbf{T}_E = \mathbf{s} \times \mathbf{F}_E$$

其中， $\vec{e}_r$ 、 $\vec{e}_t$ 和 $\vec{e}_z$ 分别为线圈 3 中心点在电机坐标系中沿线圈 3 的径向、切向和轴向方向的单位向量； $\mathbf{s}$ 为电机坐标系原点到线圈 3 中心点的向量；通过将线圈 3 中心和永磁体 4 中心投影在 XY 平面上，线圈 3 和永磁体 4 的相对位置可由坐标原点到两投影点连线之间的夹角 σ 来表示； $f_r(\sigma)$ 、 $f_t(\sigma)$ 和 $f_z(\sigma)$ 分别为电磁力在线圈中心处沿径向、切向和轴向的三个分量。由于 $f_r(\sigma)$ 、 $f_t(\sigma)$ 和 $f_z(\sigma)$ 取决于线圈和永磁体的相对位置，在计算中可以通过多项式拟合的方法获得 $f_r(\sigma)$ 、 $f_t(\sigma)$ 和 $f_z(\sigma)$ 的函数，便于快速计算。

单个线圈 3 和单个永磁体 4 之间的相互关系均可由上述公式得到。对于由多个永磁体和多个线圈组成的电机系统，而六维电磁力向量 $\mathbf{Q}_E$ （包括三方向电磁力及三方向的电磁力矩，下同）可在上述公式基础上通过线性叠加获得，即

$$\mathbf{Q}_E = \begin{bmatrix} \mathbf{F}_E \\ \mathbf{T}_E \end{bmatrix} = [\mathbf{A}] \mathbf{u}$$

$$\text{其中, } [\mathbf{A}] = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_1 & \dots & \mathbf{K}_j & \dots & \mathbf{K}_{N_E} \\ \mathbf{s}_1 \times \mathbf{K}_1 & \dots & \mathbf{s}_j \times \mathbf{K}_j & \dots & \mathbf{s}_{N_E} \times \mathbf{K}_{N_E} \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{u} = [\dots \quad I_j \quad \dots]^T, j=1, \dots, N_E$$

上述各式中, $\mathbf{K}_j$ 为第 j 个线圈施加于电机转子的电磁力与该线圈中通入电流的比值, m_i 为第 i 个永磁体的磁化强度; σ_{ij} 为第 j 个线圈中心在 XY 平面投影点与坐标原点的连线和第 i 个永磁体中心在 XY 平面投影点与坐标原点的连线之间的夹角; I_j 为第 j 个线圈中通入的电流, N_E 为线圈数量, N_P 为永磁体数量; $\mathbf{u}$ 为全部线圈电流组成的向量, $f_r(\sigma_{ij})$ 、 $f_t(\sigma_{ij})$ 和 $f_z(\sigma_{ij})$ 为用 σ_{ij} 替换 $f_r(\sigma)$ 、 $f_t(\sigma)$ 和 $f_z(\sigma)$ 中的 σ 得到函数。

可平衡外力的主轴电机控制原理如图 4 所示。在切削过程中, 切削力以及轴承的支撑作用力分别通过工件和轴承作用于电机转子。

为了减小机床主轴轴承上的作用力, 主轴电机在提供使电机自身旋转的力矩的同时, 使电磁力向量抵消切削力向量, 因此主轴电机的控制器分为外力负载补偿器和转速调节器, 控制器的总输出等于两部分输出之和, 即:

$$\mathbf{Q} = \mathbf{Q}_C + \mathbf{Q}_R = \begin{bmatrix} -\hat{\mathbf{F}}_L \\ -\hat{\mathbf{T}}_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{0}^{5 \times 1} \\ \tau_d \end{bmatrix}$$

其中, $\hat{\mathbf{F}}_L$ 和 $\hat{\mathbf{T}}_L$ 是由测量得到的实时切削力及相应的力矩, τ_d 是由转速控制器输出的克服转子惯量及轴承摩擦的旋转力矩, 一般可由 PI 控制实现:

$$\tau_d = k_p e + k_i \int e dt$$

其中, e 为速度误差, k_p 和 k_i 为比例及积分系数。

另外电磁力向量 $\mathbf{Q}_E$ 等于控制器的总输出 $\mathbf{Q}$ ，由 $[\mathbf{A}]\mathbf{u} = \begin{bmatrix} -\hat{\mathbf{F}}_L \\ -\hat{\mathbf{T}}_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0^{5 \times 1} \\ \tau_d \end{bmatrix}$ 可

以求出电流向量 $\mathbf{u}$ ，即可得到每个线圈中的电流。

由于 $\mathbf{u}$ 的解不唯一，可以获得总功率最小的电流向量 $\mathbf{u}$ 的最优解：

$$\mathbf{u} = [\mathbf{A}]^T ([\mathbf{A}][\mathbf{A}]^T)^{-1} \mathbf{Q}$$

所求电流信号经过电流放大器，产生准确的电流输出并通入电机线圈，便产生了能够抵消切削力/力矩的电磁力/力矩，从而减少了轴承受力，达到减振和减少轴承磨损的目的。

本领域的技术人员容易理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种机床主轴电机中平衡外力负载的方法，其特征在于，该方法包括下列步骤：

1) 对作为车削对象的工件，实时测量其上施加的切削力 $\hat{\mathbf{F}}_L$ ，并相应获得其切削力矩 $\hat{\mathbf{T}}_L$ ；与此同时，对电机自身转速控制器输出的旋转力矩 τ_d 进行测量；

2) 基于步骤 1) 所获得测量结果，通过调节电机线圈中的电流来控制电磁力向量，以此方式，在维持电机转动的同时平衡主轴电机转子上的切削力向量，所述电机线圈中电流的向量 $\mathbf{u}$ 按按照以下表达来予以计算：

$$\mathbf{u} = [\mathbf{A}]^T ([\mathbf{A}][\mathbf{A}]^T)^{-1} \mathbf{Q}$$

$$\text{其中, } [\mathbf{A}] = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_1 & \dots & \mathbf{K}_j & \dots & \mathbf{K}_{N_E} \\ \mathbf{s}_1 \times \mathbf{K}_1 & \dots & \mathbf{s}_j \times \mathbf{K}_j & \dots & \mathbf{s}_{N_E} \times \mathbf{K}_{N_E} \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{Q} = \begin{bmatrix} -\hat{\mathbf{F}}_L \\ -\hat{\mathbf{T}}_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0^{5 \times 1} \\ \tau_d \end{bmatrix}$$

由此完成了整体的主轴电机平外力平衡控制过程；

其中， N_E 为表示电机线圈总数量； $\mathbf{K}_j$ 为第 j 个电机线圈施加于电机转子的电磁力与该线圈中所通入电流之间的比值，并且 $j=1,2,\dots,N_E$ ； $\mathbf{s}_j$ 为电机中心点到电机线圈第 j 个线圈的中心点之间的向量，并且 $j=1,2,\dots,N_E$ ，此外，所述 $\hat{\mathbf{F}}_L$ 和 $\hat{\mathbf{T}}_L$ 分别为测量得到的切削力和切削力矩， τ_d 是由转速控制器输出的旋转力矩。

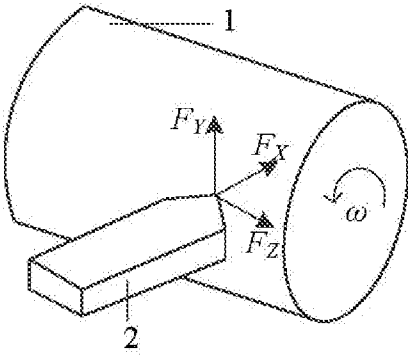


图 1(a)

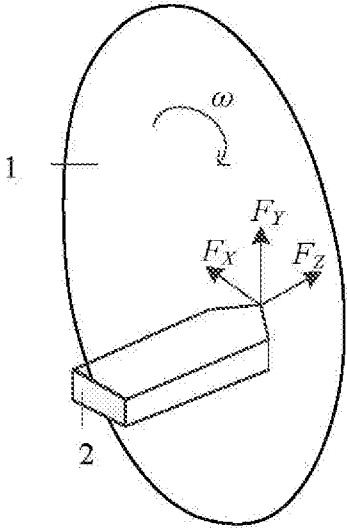


图 1(b)

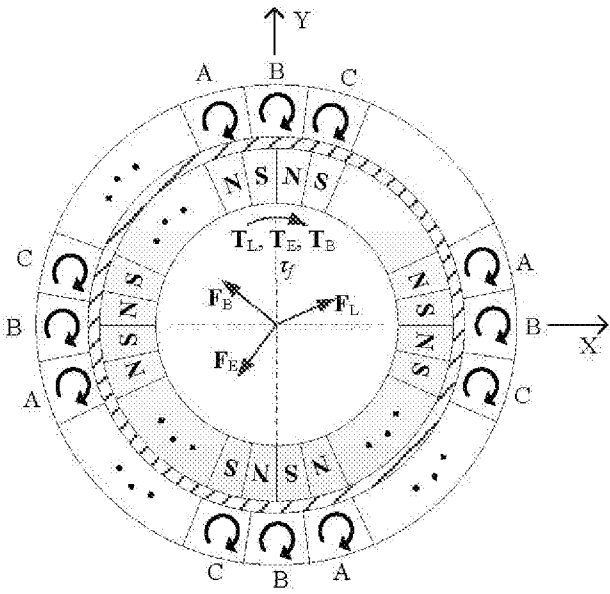


图 2(a)

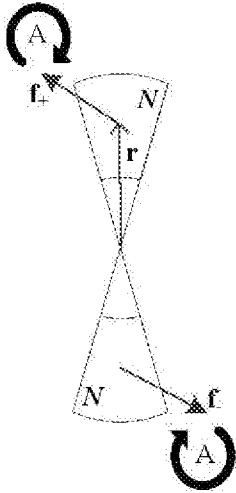


图 2(b)

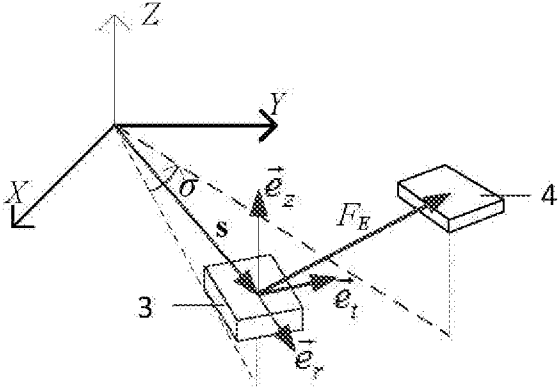


图 3

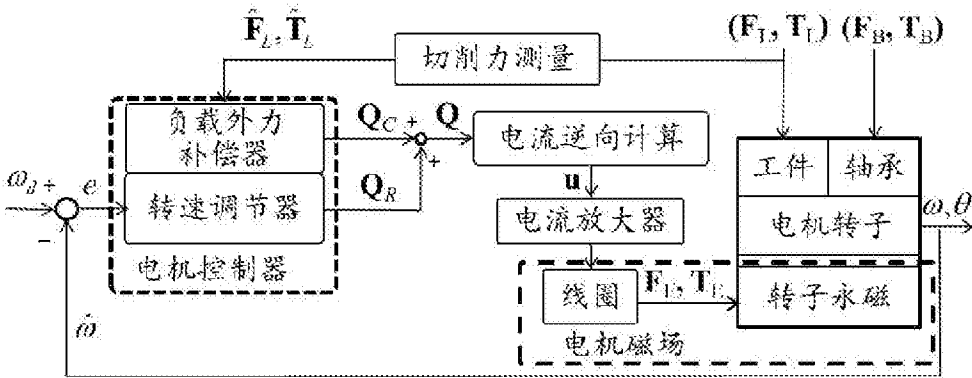


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/094306

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 17/50 (2006.01) i; H02K 26/00 (2006.01) 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)

G06F; H02K

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)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: machine, spindle, motor, banlanc+, force, load, cut+, moment, coil, electromagnet+, current, vector, rotat+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104866677 A (UNIVERSITY HUAZHONG SCI & TECHNOLOGY et al.) 26 August 2015 (26.08.2015) claim 1	1
A	CN 103869757 A (UNIVERSITY DALIAN TECHNOLOGY) 18 June 2014 (18.06.2014) the whole document	1
A	CN 103115724 A (UNIVERSITY SHENZHEN) 22 May 2013 (22.05.2013) the whole document	1
A	CN 202726639 U (SHENYANG MACHINE TOOL GROUP DESIGN RES) 13 February 2013 (13.02.2013) the whole document	1
A	CN 103712807 A (CHENGDU JINFUTIANXIA INVESTMENT MANAGEMENT CO., LTD.) 09 April 2014 (09.04.2014) the whole document	1
A	JP 2012223874 A (DAIDO KOGYO KK.) 15 November 2012 (15.11.2012) the whole document	1

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 24 February 2016	Date of mailing of the international search report 03 March 2016
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer SUN, Weiwei Telephone No. (86-10) 62412076

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/094306

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104866677 A	26 August 2015	None	
CN 103869757 A	18 June 2014	None	
CN 103115724 A	22 May 2013	CN 103115724 B	20 May 2015
CN 202726639 U	13 February 2013	None	
CN 103712807 A	09 April 2014	None	
JP 2012223874 A	15 November 2012	JP 5562896 B2	30 July 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/094306

A. 主题的分类

G06F 17/50(2006.01)i; H02K 26/00(2006.01)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)

G06F; H02K

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))

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 机床, 电机, 主轴, 平衡, 外力, 负载, 切削, 旋转, 力, 力矩, 线圈, 电磁, 向量, 电流, machine, spindle, motor, banlanc+, force, load, cut+, moment, coil, electromagnet+, current, vector, rotat+

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
PX	CN 104866677 A (华中科技大学 等) 2015年 8月 26日 (2015 - 08 - 26) 权利要求1	1
A	CN 103869757 A (大连理工大学) 2014年 6月 18日 (2014 - 06 - 18) 全文	1
A	CN 103115724 A (深圳大学) 2013年 5月 22日 (2013 - 05 - 22) 全文	1
A	CN 202726639 U (沈阳机床集团设计研究院有限公司) 2013年 2月 13日 (2013 - 02 - 13) 全文	1
A	CN 103712807 A (成都金福天下投资管理有限公司) 2014年 4月 9日 (2014 - 04 - 09) 全文	1
A	JP 2012223874 A (DAIDO KOGYO KK) 2012年 11月 15日 (2012 - 11 - 15) 全文	1

☐ 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

2016年 2月 24日

国际检索报告邮寄日期

2016年 3月 3日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

孙薇薇

电话号码 (86-10)62412076

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/094306

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	104866677	A	2015年 8月 26日	无			
CN	103869757	A	2014年 6月 18日	无			
CN	103115724	A	2013年 5月 22日	CN	103115724	B	2015年 5月 20日
CN	202726639	U	2013年 2月 13日	无			
CN	103712807	A	2014年 4月 9日	无			
JP	2012223874	A	2012年 11月 15日	JP	5562896	B2	2014年 7月 30日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)