

(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
2012 年 12 月 27 日 (27.12.2012)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2012/174761 A1

- (51) 国际专利分类号:
B23B 19/02 (2006.01) *B23Q 5/04* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/077155
- (22) 国际申请日: 2011 年 7 月 14 日 (14.07.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201110166055.6 2011 年 6 月 20 日 (20.06.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 西安交通大学 (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 洪军 (HONG, Jun) [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林咸宁西路 28 号,

Shaanxi 710049 (CN)。 李小虎 (LI, Xiaohu) [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 张进华 (ZHANG, Jinhua) [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 朱永生 (ZHU, Yongsheng) [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 田久良 (TIAN, Jiuliang) [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 李纯洁 (LI, Chunjie) [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。

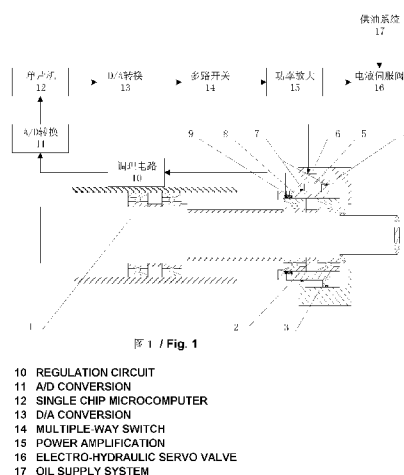
(74) 代理人: 西安通大专利代理有限公司 (XI'AN TONGDA PATENT AGENCY CO., LTD.); 中国陕西省西安市碑林咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。

(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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

[见续页]

(54) Title: NON-UNIFORM-DISTRIBUTION PRETIGHTENING-FORCE-CONTROLLABLE HIGH-SPEED MAIN SHAFT BASED ON REGULATION AND CONTROL OF HYDRAULIC SYSTEM AND CONTROL METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主轴及其控制方法



(57) Abstract: Disclosed are a non-uniform-distribution pretightening-force-controllable high-speed main shaft based on regulation and control of a hydraulic system and a control method thereof, comprising a main shaft (1). A rolling bearing (3) is mounted on the periphery of the main shaft (1), a hydraulic regulation and control pretightening force system is mounted on the rolling bearing (3) located at the front end of the main shaft, and the hydraulic regulation and control pretightening force system performs regulation and control through a regulation and control apparatus. The hydraulic regulation and control pretightening force system comprises a hydraulic actuating sleeve (8) acting on the periphery of the rolling bearing, and an end cover (4) mounted at the periphery of the hydraulic actuating sleeve (8) and forming a closed hydraulic oil chamber (5) with the hydraulic actuating sleeve. A temperature sensor (9) is mounted on the hydraulic actuating sleeve, and the regulation and control apparatus adjusts the pretightening force of the rolling bearing according to a signal detected by the temperature sensor (9). The high-performance high-speed main shaft under different working conditions is obtained by performing precise pretightening force regulation and control on different regulation and control points of the outer ring of the bearing under different temperatures, and closed-loop on-line regulation and control on the non-uniformly distributed pretightening force of the supporting bearing of the main shaft.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2012/174761 A1



CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,

BY, KG, KZ, MD, 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, 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))。

公开了一种基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主轴及其控制方法, 包括主轴(1), 主轴(1)外周安装有滚动轴承(3), 位于主轴前端的滚动轴承(3)上安装有液压调控预紧力系统, 该液压调控预紧力系统通过调控装置调控, 液压调控预紧力系统包括作用在滚动轴承外周的液压作动套(8), 安装在液压作动套(8)外周并与液压作动套形成封闭的液压油腔(5)的端盖(4); 其中, 液压作动套上安装有温度传感器(9), 调控装置通过温度传感器(9)检测到的信号对滚动轴承的预紧力进行调节。通过对不同温度下轴承外圈不同调控点进行预紧力精确调控, 并且对主轴支承轴承的非均匀分布预紧力的闭环在线调控, 以获得在不同工况下高性能的高速主轴。

基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主轴及其控制方法

技术领域

本发明属于高速主轴的滚动轴承性能调控应用领域，涉及一种基于液压系
5 统调控的非均匀分布预紧力可控高速主轴及其控制方法。

背景技术

滚动轴承作为高速主轴内部旋转支撑元件，其服役性能直接影响高速主轴
动力学性能，尤其是在主轴系统复杂的服役条件下，例如主轴在高速轻载、低
速重载更替的工况下，要求主轴轴承在不同情况下服役性能可控以适应主轴动
10 力学性能要求，从而保证高速加工的高精度与高可靠性。因此，如何实时调控
滚动轴承刚度、温度、旋转精度等服役性能以适应主轴系统的复杂工况至关重
要。相关研究表明，轴承预紧力调控技术已是轴承服役性能调整最有效的方法
之一。

传统轴承预紧技术多采用定位或定压恒值预紧方式，预紧力取值大都依据
15 经验或实验数据确定，这种恒定预紧技术已无法满足复杂工况下高速主轴对于
轴承服役性能调整的要求。为此，国内外诸多研究与学术机构就轴承预紧可控
技术开展了大量的研究，并取得一定的成果。在预紧力作用机理方面，主要提
出基于测量反馈闭环主动控制方式的预紧力自调节和基于轴系转速效应或材料
热效应的预紧力调节方式；在预紧控制机构方面，有基于压电材料、液压装置、
20 电磁装置及电致伸缩材料等主动式预紧力调整机构。

上述所述的预紧力调控装置都是对滚动轴承施加轴向均匀分布的预紧力。
而滚动轴承作为高速主轴的关键精密部件，结构尺寸、装配、工作载荷的细微
变化都将对其在复杂工况下的服役性能产生重大影响。单纯地对轴承施加均匀

分布的轴向预紧力，不能有效地消除轴向和径向游隙的非均匀分布性，也不能满足高速主轴在某些特定工况下工作载荷非均匀分布的要求，这势必要求从更为精细的角度出发探索滚动轴承预紧力的施加方式和大小，使滚动轴承的服役性能能够实现“精益求精”。因此，根据特殊工况或游隙的要求，研究非均匀分布预紧力及其施加装置显得尤为迫切。

发明内容

为了解决以上技术问题，本发明提供一种基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主轴及其控制方法，通过对非均匀分布预紧力的在线调控，实现降低高速滚动轴承的温升，提高其刚度、旋转精度，获得在整个工作转速范围内的动力学品质优良的主轴。

为实现上述目的，本发明提供了一种基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主轴，包括主轴，主轴外周安装有滚动轴承，所述位于主轴前端的滚动轴承上安装有液压调控预紧力系统，该液压调控预紧力系统通过调控装置调控，所述液压调控预紧力系统包括作用在滚动轴承外周的液压作动套，安装在液压作动套外周并与液压作动套形成封闭的液压油腔的端盖，其中，所述液压作动套上安装有温度传感器，所述调控装置通过温度传感器检测到的信号对滚动轴承的预紧力进行调节。

作为本发明的优选实施例，所述液压油腔沿周向均匀分布；

作为本发明的优选实施例，所述调控装置包括与温度传感器相连的调理电路，该调理电路的输出端通过 A/D 转换连接在单片机的输入端，所述单片机的输出端经 D/A 转换连接有多路开关，该多路开关经功率放大后连接在电液伺服阀上，该电液伺服阀与所述液压油腔内部相通；

作为本发明的优选实施例，所述端盖上开设有与所述液压油腔贯通的进油

通道，该进油通道设有进油口；

作为本发明的优选实施例，所述滚动轴承的额定动载荷 41.5KN；

本发明还提供了一种上述基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速
5 主轴的控制方法，当主轴转动时，温度传感器将测得的轴承外圈的温度模拟信
号经调理电路，再经 A/D 转换后输入到单片机中进行处理，单片机对不同轴承
外圈温度下各预紧力调控点预紧力值的数据进行查表，产生控制指令，然后经
D/A 转换后通过多路开关进行送出，最后通过功率放大控制电液伺服阀的阀芯
位移，进而控制进液压油腔处的压力，最终通过液压作动套调节滚动轴承的预
紧力。

10 本发明基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主轴及其控制方法
至少具有以下优点：本发明突破传统均匀分布预紧力作用，对不同温度下轴承
外圈不同调控点进行预紧力精确调控，实现高速化、高刚度、低温升、长寿命
等技术突破。通过对主轴支承轴承的非均匀分布预紧力的闭环在线调控，以获
得在不同工况下高性能的高速主轴。

15 附图说明

图 1 是本发明基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主轴的整体结
构示意图；

图 2 是本发明液压油腔分布示意图（以 8 个为例）；

图 3 是液压油腔结构图。

20 具体实施方式

下面结合附图对本发明基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主
轴及其控制方法作具体介绍：

请参阅图 1 所示，本发明基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主

轴包括主轴 1，主轴 1 外周安装有滚动轴承 3，所述位于主轴 1 前端的滚动轴承 3 上安装有液压调控预紧力系统，该液压调控预紧力系统通过调控装置调控。

所述液压调控预紧力系统包括作用在滚动轴承 3 外周的液压作动套 8，安装在液压作动套 8 外周并与液压作动套 8 形成封闭的空腔的端盖 4，所述液压作动套 8 与端盖 4 之间形成的封闭的空腔为液压油腔 5，所述端盖 4 上开设有与前述液压油腔 5 贯通的进油通道，该进油通道设置有进油口 6。所述液压作动套 8 上安装有温度传感器 9。

请特别参阅图 2 及图 3 所示，所述液压油腔 5 是由液压作动套 8 与端盖 4 组合而成，其个数为整数，在主轴 1 周向均匀分布，其位置与温度传感器 9 的位置接近，这样，通过调节各个液压油腔 5 中油液的压力，即可实现滚动轴承 3 预紧力大小和分布的调节。

所述调控装置包括与温度传感器 9 相连的调理电路 10，该调理电路 10 的输出端通过 A/D 转换 11 连接在单片机 12 的输入端，所述单片机 12 的输出端经 D/A 转换 13 连接有多路开关 14，该多路开关 14 经功率放大 15 后连接在电液伺服阀上 16，该电液伺服阀 16 的输入端还连接有供油系统，同时，该电液伺服阀 16 通过进油通道与液压油腔 5 内部相连。

所述主轴 1 转动时，前、后端由滚动轴承 3 支承，所述液压调控预紧力系统位于主轴前端滚动轴承 3 上，所述液压作动套 8 作为预紧力执行机构；所述多个温度传感器 9 安放在液压作动套 8 上，多个温度传感器 9 测得轴承外圈（预紧力调控点附近）的温度模拟信号，经调理电路 10，再经 A/D 转换 11 后，输入到单片机 12 中进行处理，单片机 12 对不同轴承外圈温度下各预紧力调控点预紧力值的数据进行查表，产生控制指令，经 D/A 转换 13，通过多路开关 14 进行送出，最后通过功率放大 15 控制电液伺服阀 16 的阀芯位移，进而控制进

油口 6 处的压力，由于该进油口 6 与液压油腔 5 相通，因此，压力油可作用在
液压作动套 8 上，由液压作动套 8 对滚动轴承 3 进行预紧力的调节。此外，电
液伺服阀 16、液压油腔 5 与供油系统 17 相接，形成回路。

本发明通过调节各个电液伺服阀 16，进而控制进入各个液压油腔 5 内油液
5 的压力和有无，从而实现预紧力大小和分布的调节。

本发明的基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主轴采用以下主
要部件：

滚动轴承：选择 SKF 3306A-Z，轴承内径 $\phi 30$ ，额定动载荷 41.5KN。采用
圆螺母及端盖实现轴承一端双向固定形式。

10 探针式铠装铂热电阻温度传感器：FY-ZWC-2012，西安方元电子有限公司。

A/D 转换器：ADC0808，美国 National Semiconductor 公司。

D/A 转换器：DAC0830 系列，美国 National Semiconductor 公司。

功率放大器：采用 IRF540 和 MUR820 等器件，ST 公司。

单片机：C8051F，Silicon Lab 公司。

15 多路开关：74HC4051，PHILIPS 公司。

电液伺服阀：HY120P 压力伺服阀，襄樊航宇。

供油系统：Rexroth 液压泵站，Rexroth 公司。

以上所述仅为本发明的一种实施方式，不是全部或唯一的实施方式，本领域
普通技术人员通过阅读本发明说明书而对本发明技术方案采取的任何等效的变
20 换，均为本发明的权利要求所涵盖。

权 利 要 求 书

1. 一种基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主轴，其特征在于：
包括主轴（1），主轴（1）外周安装有滚动轴承（3），所述位于主轴（1）前
端的滚动轴承（3）上安装有液压调控预紧力系统，该液压调控预紧力系统通
过调控装置调控，所述液压调控预紧力系统包括作用在滚动轴承（3）外周的
5 液压作动套（8），安装在液压作动套（8）外周并与液压作动套（8）形成封
闭的液压油腔（5）的端盖（4），其中，所述液压作动套（8）上安装有温度
传感器（9），所述调控装置通过温度传感器（9）检测到的信号对滚动轴承的
预紧力进行调节。
2. 如权利要求 1 所述的基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主
10 轴，其特征在于：所述液压油腔（5）沿周向均匀分布。
3. 如权利要求 2 所述的基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主
轴，其特征在于：所述调控装置包括与温度传感器（9）相连的调理电路（10），
该调理电路（10）的输出端通过 A/D 转换（11）连接在单片机（12）的输入
端，所述单片机（12）的输出端经 D/A 转换（13）连接有多路开关（14），
15 该多路开关（14）经功率放大（15）后连接在电液伺服阀上（16），该电液伺
服阀（16）与所述液压油腔（5）内部相通。
4. 如权利要求 3 所述的基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主
轴，其特征在于：所述端盖（4）上开设有与所述液压油腔（5）贯通的进油
通道，该进油通道设有进油口（6）。
- 20 5. 如权利要求 1 所述的基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主
轴，其特征在于：所述滚动轴承的额定动载荷 41.5KN。
6. 一种如权利要求 1 所述的基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高
速主轴的控制方法，其特征在于：当主轴（1）转动时，温度传感器（9）将

权 利 要 求 书

测得的轴承外圈的温度模拟信号经调理电路(10),再经 A/D 转换(11)后
输入到单片机(12)中进行处理,单片机(12)对不同轴承外圈温度下各预
紧力调控点预紧力值的数据进行查表,产生控制指令,然后经 D/A 转换(13)
后通过多路开关(14)进行送出,最后通过功率放大(15)控制电液伺服阀
5 (16)的阀芯位移,进而控制进液压油腔处的压力,最终通过液压作动套(8)
调节滚动轴承的预紧力。

说明书附图

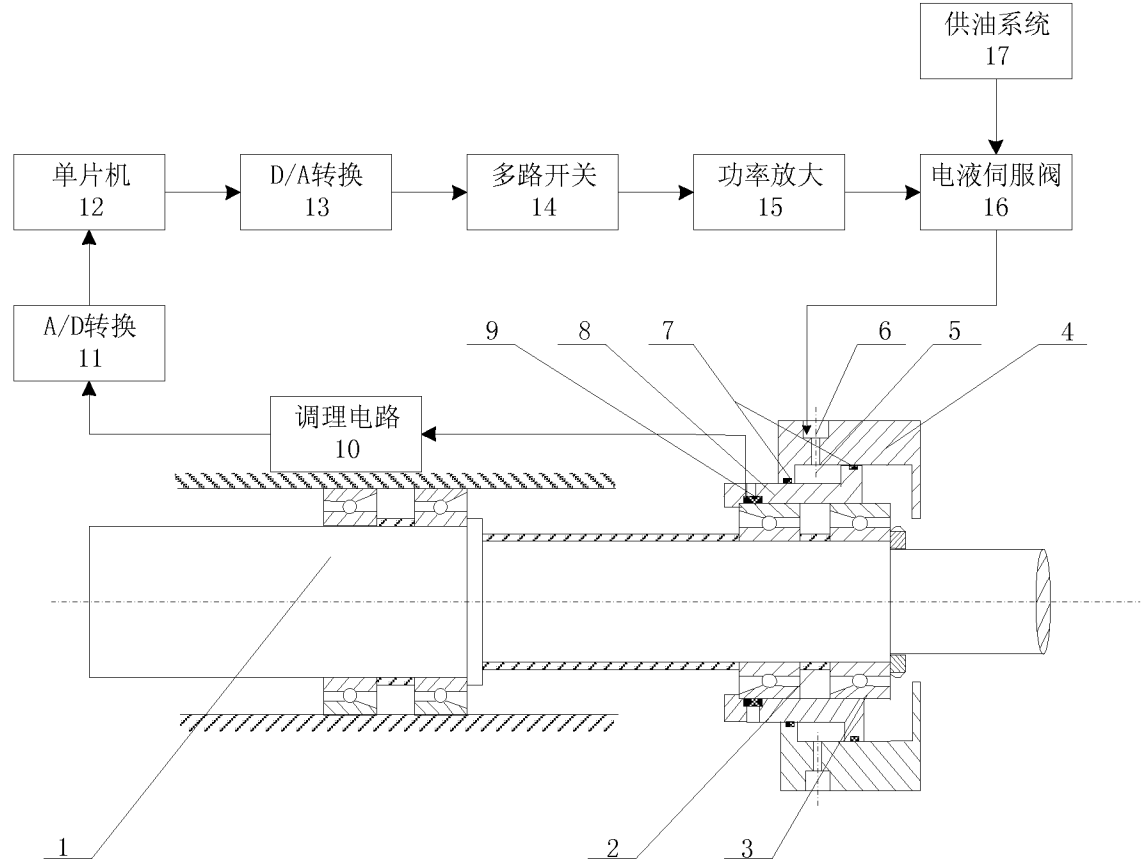


图 1

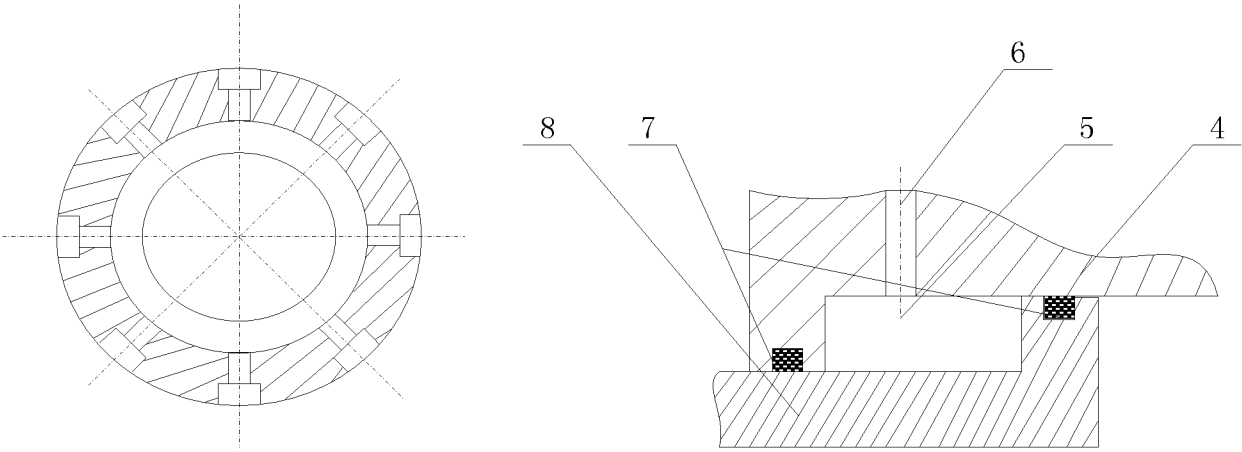


图 2

图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2011/077155

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

see the extra sheet

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)

IPC: B23B, B23Q, F16C, F16J

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: hydraulic, oil, fluid, pre-load, pre-tighten, main, principal, shaft, spindle, axis, bearing, control, adjust, regulate, sleeve, cover, chamber, cavity, room, temperature, thermal, sensor, transducer, detector

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP10089355A (DAIKIN IND., LTD.) 07 Apr. 1998 (07.04.1998), description, paragraphs [0006]-[0049], figures 1-2	1-6
X	CN1846911A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 18 Oct. 2006 (18.10.2006), description, page3, line 15 - page 4, line 7, figures 1-3	1-6
A	CN102059357A (WUXI MACHINE TOOL CO., LTD.) 18 May 2011 (2011.05.18), the whole document	1-6
A	CN201644816U (XI'AN HESHENG POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 Nov. 2010 (24.11.2010), the whole document	1-6

☒ 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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“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	“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 12 Mar. 2012 (12.03.2012)	Date of mailing of the international search report 29 Mar. 2012 (29.03.2012)
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 LIU, Jingyi Telephone No. (86-10)62085239

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2011/077155

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US3313581A (TOYOTA KOKI KABUSHIKI KAISHA) 11 Apr. 1967 (11.04.1967), the whole document	1-6
A	JIANG, Chun, Online measurement and control for preload of spindle bearing and influence on character of spindle system thereof (the second half), Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique, Apr. 1988, No. 4, page 38 to page 44, ISSN 1001-2265	1-6
A	CHEN, Zongnong, et al., Research of configuration and controlling performances of preload Controller of spindle bearing on precision machine tool, Journal of Zhejiang University(Natural Science), Jan. 1995, Vol. 20, No. 1, page 9 to page 16, ISSN 1008-973X	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2011/077155

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP10089355A	07.04.1998	NONE	
CN1846911A	18.10.2006	CN100402206C	16.07.2008
CN102059357A	18.05.2011	NONE	
CN201644816U	24.11.2010	NONE	
US3313581A	11.04.1967	BE650642A	18.01.1965
		FR1400991A	28.05.1965
		GB1020250A	16.02.1966
		CH434892A	30.04.1967
		DE1450044A	13.02.1969

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/077155

Continuation of: second sheet

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23B 19/02 (2006.01) i

B23Q 5/04 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2011/077155

A. 主题的分类

参见附加页

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)

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

IPC: B23B, B23Q, F16C, F16J

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: 液压, 预紧力, 主轴, 轴承, 调控, 控制, 套, 腔, 温度, 传感器

hydraulic, oil, fluid, pre-load, pre-tighten, main, principal, shaft, spindle, axis, bearing, control, adjust, regulate, sleeve, cover, chamber, cavity, room, temperature, thermal, sensor, transducer, detector

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
X	JP10089355A (DAIKIN IND. LTD.) 07.4 月 1998 (07.04.1998) 参见说明书第[0006]-[0049]段, 图 1-2	1-6
X	CN1846911A (东南大学) 18.10 月 2006 (18.10.2006) 参见说明书第 3 页第 15 行-第 4 页第 7 行, 图 1-3	1-6
A	CN102059357A (无锡机床股份有限公司) 18.5 月 2011 (2011.05.18) 参见全文	1-6
A	CN201644816U (西安合升动力科技有限公司) 24.11 月 2010 (24.11.2010) 参见全文	1-6
A	US3313581A (TOYOTA KOKI KABUSHIKI KAISHA) 11.4 月 1967 (11.04.1967) 参见全文	1-6

☒ 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

12.3 月 2012 (12.03.2012)

国际检索报告邮寄日期

29.3 月 2012 (29.03.2012)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

刘景逸

电话号码: (86-10) 62085239

C(续). 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	姜春, 主轴轴承预紧力的在线测量与控制及其对主轴系统特性的影响(下) 组合机床与自动化加工技术, 4 月 1988, 1988 年第 4 期, 第 38-44 页, ISSN 1001-2265	1-6
A	陈宗农 等, 精密机床主轴轴承预紧力控制器结构及控制性能研究 浙江大学学报(自然科学版), 1 月 1995, 第 29 卷第 1 期, 第 9-16 页, ISSN 1008-973X	1-6

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/077155

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
JP10089355A	07.04.1998	无	
CN1846911A	18.10.2006	CN100402206C	16.07.2008
CN102059357A	18.05.2011	无	
CN201644816U	24.11.2010	无	
US3313581A	11.04.1967	BE650642A	18.01.1965
		FR1400991A	28.05.1965
		GB1020250A	16.02.1966
		CH434892A	30.04.1967
		DE1450044A	13.02.1969

续：第 2 页，A 主题的分类

B23B 19/02 (2006.01) i

B23Q 5/04 (2006.01) i