

(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
2020年1月16日 (16.01.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/011059 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01R 31/34 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/094314
- (22) 国际申请日: 2019年7月2日 (02.07.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810766938.2 2018年7月13日 (13.07.2018) CN
- (71) 申请人: 上海交通大学 (SHANGHAI JIAOTONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国上海市闵行区东川路800号, Shanghai 200240 (CN)。江苏龙城精锻有限公司 (JIANGSU LONGCHENG PREC FORGING CO. LTD) [CN/CN]; 中国江苏省常州市武进区龙域西路26号, Jiangsu 213164 (CN)。
- (72) 发明人: 赵震 (ZHAO, Zhen); 中国上海市闵行区东川路800号, Shanghai 200240 (CN)。胡成亮 (HU, Chengliang); 中国上海市闵行区东川路800号, Shanghai 200240 (CN)。汤敏俊 (TANG, Minjun); 中国江苏省常州市武进区龙域西路26号, Jiangsu 213164 (CN)。汤晓峰 (TANG, Xiaofeng); 中国江苏省常州市武进区龙域西路26号, Jiangsu 213164 (CN)。成锦盛 (CHENG, Jinsheng); 中国江苏省常州市武进区龙域西路26号, Jiangsu 213164 (CN)。孙伟 (SUN, Wei); 中国江苏省常州市武进区龙域西路26号, Jiangsu 213164 (CN)。
- (74) 代理人: 上海交达专利事务所 (SHANGHAI JIAODA PATENT AGENCY); 中国上海市长宁区定西路788号4楼B座王毓理, Shanghai 200052 (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,

(54) Title: MAGNETIC PERFORMANCE MEASURING DEVICE FOR SERIALIZED CLAW POLE GENERATOR ROTORS

(54) 发明名称: 面向系列化爪极式发电机转子的磁性能测量装置

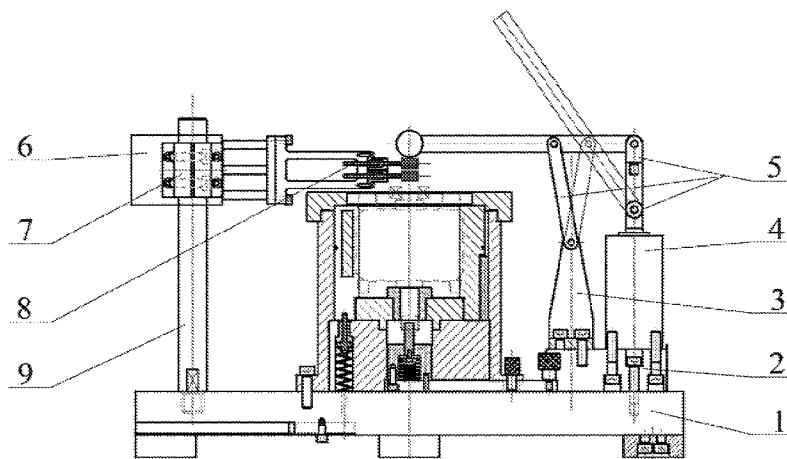


图1

(57) Abstract: A magnetic performance measuring device for serialized claw pole generator rotors (16), comprising: an excitation power supply turn-on mechanism, a rotor magnetic field detecting mechanism, a measuring position adjusting mechanism and a pressing mechanism that are successively and fixedly arranged, wherein the rotor magnetic field detecting mechanism comprises: a detection box, and a positioning base (10), an adjusting ring (12), a shaft sleeve (17) and a serialized grooved magnetic conduction ring (13) that are successively arranged in the detection box, and the adjusting ring (12) and the shaft sleeve (17) are used to position different models of tested rotors (16) to achieve a serialized measurement. The claw pole generator rotors (16) are directly used as objects to be measured, the pressing mechanism is used to reduce the influence of the position fluctuation of the rotors (16) during testing, and a measurement position may be changed by means of adjusting an angle of an indexing plate (20), which thus facilitates a plurality of measurements of the same rotor (16) so as to eliminate system errors. A series of different models of rotors (16) may be more conveniently and quickly measured without damaging the tested rotors (16). The measurement results are more sensitive and more directly reflect the pros and

[见续页]



WO 2020/011059 A1

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, 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, 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, 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))。

cons of the tested rotors (16). The measurement process is relatively simple and low-cost.

(57) 摘要: 一种面向系列化爪极式发电机转子 (16) 的磁性能测量装置, 包括: 依次固定设置的励磁电源接通机构、转子磁场检测机构、测量位置调整机构和压紧机构, 转子磁场检测机构包括: 检测箱以及依次设置于检测箱内的定位底座 (10)、调整环 (12)、轴套 (17) 和系列化带槽导磁环 (13), 利用调整环 (12) 与轴套 (17) 定位不同型号被测转子 (16), 实现系列化测量。把爪极式发电机转子 (16) 直接作为被测对象, 利用压紧机构减小测试过程中转子 (16) 的位置波动带来的影响, 通过调整分度盘 (20) 角度可以改变测量位置, 便于同一转子 (16) 多次测量以消除系统误差; 可以在不破坏被测转子 (16) 的条件下, 更方便快捷地实现一系列不同型号转子 (16) 的测量, 测量结果更为敏感且更为直接地反映被测转子 (16) 的优劣, 测量流程相对简单、成本低廉。

面向系列化爪极式发电机转子的磁性能测量装置

技术领域

[0001] 本发明涉及的是磁性能测量技术，具体是一种面向系列化爪极式发电机转子的磁性能测量装置。

背景技术

[0002] 目前评价爪极式发电机转子性能的方法是利用测试发电机发电效率的装置获得转速电流关系曲线。但是，该方法所需测试台架较为复杂且昂贵，测试中需要完成发电机的整体装配和拆解过程，整个测试流程复杂，而且人工装机过程中引入很多不可控的影响因素。传统磁性能的测量方法需要制作标准试样（参见《GB/T 13012-2008 软磁材料直流磁性能的测量方法》），且容易忽略爪极制造过程引起的性能不均现象，对应的测量结果并不能完全反映由爪极装配而成的转子的整体磁性能。研究直接测定爪极式发电机转子磁性能的方法，则能够避免上述不足，适合电机装配前每件检测，且可用于分析转子装配与爪极制造工艺对转子磁性能的影响规律。

发明内容

[0003] 本发明针对现有技术存在的上述不足，提出一种面向系列化爪极式发电机转子的磁性能测量装置，利用爪极式发电机转子自身励磁线圈，设计系列化带槽导磁环和角度可调的分度圆盘用于改变测量位置，通过一次装夹多位置测量来消除系统误差。

[0004] 本发明是通过以下技术方案实现的：

[0005] 本发明包括：依次固定设置的励磁电源接通机构、转子磁场检测机构、测量位置调整机构和压紧机构。

[0006] 所述的转子磁场检测机构包括：检测箱以及依次设置于检测箱内的定位底座、调整环、轴套和系列化带槽导磁环；调整环和轴套孔轴配合，利用调整环与轴套定位不同型号被测转子，实现系列化测量。

[0007] 所述的励磁电源接通机构包括：通过高度调整滑块活动设置于导柱上的气缸以及与气缸的操纵端相连的电源接头及引出导线，其中：电源接头及引出导线的两极与转子磁场检测机构中的直流磁性能测量仪的励磁电流输出端口正负极相连。

[0008] 所述的被测爪极式发电机转子包括：转子轴、轴承套、配对爪极、风扇叶片、轴承、励磁线圈集电极；所述的定位底座的中心设有通孔，该通孔的直径为被测爪极式发电机转子轴的1~2倍并与调整环孔轴相匹配。

[0009] 所述的系列化带槽导磁环上设有四个用于缠绕测量线圈的向心卡槽，该测量线圈之间相

互串联，计算磁通量时将所测得的四个向心卡槽对应的平面的测量结果取平均，使得转子在实际测量过程中实现容错，其对应导线缠绕方法为：以任一卡槽为起点，先按顺时针方向将导线缠绕至目标圈数，然后引入相邻卡槽按逆时针方向缠绕相同圈数，再引入相邻下一卡槽按顺时针方向缠绕相同圈数，最后引入第四个卡槽按逆时针方向缠绕相同圈数，分别将开始引入的导线一端和最后引出的导线一端作为测量线圈的正负两极；

[0010] 所述的线圈目标圈数的最大匝数可以通过公式：
$$n_{\max} = \frac{\varphi_{\max}}{4.8h_{\text{槽}} \times t_{\text{槽}}}$$
计算获得，其中： φ_{\max} 为直流磁性能测量仪的磁通量最大量程。

[0011] 所述的测量位置调整机构包括：异形花键轴及其支撑座和带调整把手的分度圆盘，其中：分度圆盘上设有限位孔并与套筒下端外缘的限位孔通过销钉连接。

[0012] 所述的压紧机构包括：固定底座、三角支撑座、液压缸、连杆结构以及压紧球头，其中：液压缸推动连杆机构使得压紧球头与被测爪极式发电机转子的转子轴上端接触，并施加轴向压力来压紧被测转子防止其在测量过程中因冲击磁场而引起的震动，进一步减小测量误差。

技术效果

[0013] 与现有的通过发电机性能台架试验来评价爪极式发电机转子性能优劣的方法相比，本发明提供了一种新的技术途径，测量评价过程中无需反复拆装发电机，测量结果更为敏感更为直接地反映爪极式发电机转子的优劣，整个测试流程相对简单，可以大幅节省测量成本。从材料磁性能测量来看，与现行中国标准《GB/T 13012-2008 软磁材料直流磁性能的测量方法》规定了环形试样方法和磁导计测量方法相比，本发明可以把爪极式发电机转子直接作为被测对象，利用夹紧机构减小测试过程中转子的位置波动带来的影响，避免了标准试样的加工历史对检测结果的影响，也更加地方便快捷；可以实现电机装配前每件无损检测，用于分析转子装配与爪极制造工艺对转子磁性能的影响规律。此外，通过调整分度盘角度可以轻松改变测量位置，便于同一转子多次测量以消除系统误差；通过更换标准化的垫块和导磁环，可以实现一系列不同型号转子的测量。

附图说明

[0014] 图1为本发明结构的示意图；

[0015] 图2为可调定位机构的结构示意图；

[0016] 图3为被测爪极式发电机转子的结构示意图；

[0017] 图4为定位底座的零件示意图；

[0018] 图5为调整环的零件示意图；

[0019] 图6为轴套的零件示意图；

[0020] 图7为系列化带槽导磁环的零件示意图；

[0021] 图 8 为套筒的零件示意图；

[0022] 图 9 为测量位置调整机构及分度圆盘的结构示意图；

[0023] 图 10 为实施例整体磁化曲线示意图；

[0024] 图中：底板 1、固定底座 2、三角支撑座 3、液压缸 4、连杆结构 5、气缸 6、高度调整滑块 7、电源接头及引出导线 8、导柱 9、定位底座 10、向心卡槽 11、调整环 12、系列化带槽导磁环 13、盖板 14、套筒 15、被测爪极式发电机转子 16、转子轴 16-1、轴承套 16-2、配对爪极 16-3、风扇叶片 16-4、轴承 16-5、励磁线圈集电极 16-6、轴套 17、异形花键轴 18、支撑座 19、带调整把手的分度圆盘 20。

具体实施方式

[0025] 如图 1 所示，为本实施例涉及的一种面向系列化爪极式发电机转子的磁性能测量装置，包括依次固定设置的励磁电源接通机构、转子磁场检测机构、测量位置调整机构和压紧机构。

[0026] 如图 1 所示，所述的励磁电源接通机构包括：通过高度调整滑块 7 活动设置于导柱 9 上的气缸 6 以及与气缸 6 的操纵端相连的电源接头及引出导线 8，其中：电源接头及引出导线 8 的两极与转子磁场检测机构中的直流磁性能测量仪的励磁电流输出端口正负极相连，电源接头工作时与被测转子上的集电环接触，电源接头一端与气缸连接，利用气缸的可伸缩性调整电源接头与集电环的接触状态电源接头的高度，以匹配不同的被测爪极式发电机转子。

[0027] 如图 2 所示，所述的转子磁场检测机构包括：盖板 14、底板 1 和套筒 15 构成的检测箱以及依次设置于检测箱内的定位底座 10、调整环 12、轴套 17 和系列化带槽导磁环 13，其中：定位底座 10 固定于套筒 15 下端，调整环 12 嵌入定位底座 10，利用调整环 12 与轴套 17 定位不同型号被测转子 16，实现系列化测量。

[0028] 所述的套筒 15 下端外缘设计有两个限位孔，相邻限位孔位置夹角为 30 度，

[0029] 所述的套筒 15 通过螺钉与底板 1 固定连接，盖板 14 放置于套筒 15 上端采用螺纹连接以压紧带槽导磁环 13，防止其因冲击磁场而引起的振动。

[0030] 所述的套筒 15 和定位底座 10 下端都设计有 40°的扇形槽，方便测量位置调整机构旋转；其均采用顺磁材料制成。

[0031] 如图 3 所示，所述的被测爪极式发电机转子 16 包括：转子轴 16-1、轴承套 16-2、配对爪极 16-3、风扇叶片 16-4、轴承 16-5、励磁线圈集电极 16-6。

[0032] 如图 4 所示，所述的定位底座 10 的中心设有通孔，该通孔的直径为被测爪极式发电机转子轴 16-1 的 2~3 倍并与调整环 12 孔轴相匹配。

[0033] 如图 5 所示，所述的调整环 12 的外直径为 $D_{\text{调整环}} = (1.05 \sim 1.1) D_0$ ， D_0 为具体被测爪极式发电机转子 16 的外直径，高度 $H_{\text{调整环}} = 0.5 H_{1-\min}$ ， $H_{1-\min}$ 为被测的一系列爪极式发电机转子

轴 16-1 下端长度 H_1 中的最小值。调整环 12 通过内部通孔与轴套 17 孔轴配合连接；调整环 12 下端通过一个环形结构与定位底座 10 孔轴配合连接，该环形结构的内直径与定位底座 10 的中心通孔直径相同，其采用顺磁材料制成。

[0034] 如图 6 所示，所述的轴套 17 的内直径 $d_{\text{轴套}}$ 与转子轴 16-1 直径相同，具体包括：阶梯形的大端和小端，其中：大端外直径为爪极式发电机转子轴承套 16-2 的 2 倍，小端直径与调整环 12 的通孔直径相同；大端高度 $h_{\text{轴套}} = \eta(H_1 - H_{\text{调整环}})$ ，系数 η 取 0.8~0.9，小端高度与调整环 12 高度相同，其采用顺磁材料制成。

[0035] 如图 7 所示，为了保证测量时带槽导磁环 13 可以有效覆盖放入其中的被测爪极式发电机转子 16，所述的系列化带槽导磁环 13 的高度 $H_{\text{导磁环}} = h_1 + h_{\text{槽}} + h_2$ ，其中： $h_{\text{槽}} = 0.8H_0$ ， H_0 为待测爪极式发电机转子 16 上下端面距离， h_1 不小于 $0.1H_0$ ， $h_2 = H_{\text{调整环}} + h_{\text{轴套}} + 0.1H_0$ 。

[0036] 所述的带槽导磁环 13 上设有四个用于缠绕测量线圈的向心卡槽 11，四个向心卡槽 11 之间的夹角分别为 2α 、 90° 、 2β 和 90° ， α 与 β 满足 $|\alpha - \beta| = (1 \sim 2)^\circ$ ， $\alpha + \beta = 90^\circ$ 。四个卡槽

的宽度 $t_{\text{槽}} = \kappa \frac{S_{\text{爪极}}}{h_{\text{槽}}}$ ， $\kappa = 0.165 \sim 0.185$ ， $S_{\text{爪极}}$ 为组成被测爪极式发电机转子的爪极凸台截面积；

卡槽周向宽度为 5~6mm；卡槽的内径向深度 $t_{\text{内}}$ 为 4~5mm， $t_{\text{外}}$ 不小于 5mm。带槽导磁环 13 的内径与被测转子外径的单边间隙为 0.2~0.4mm，带槽导磁环 13 的外径 $D_{\text{导磁环}} = d_{\text{内}} + 2t_{\text{槽}} + 2t_{\text{外}} + 2t_{\text{内}}$ 。其材料为高磁导率高饱和磁感应强度的软磁材料。

[0037] 所述的测量线圈之间相互串联，计算磁通量时将所测得的四个平面的测量结果取平均，使得转子在实际测量过程中实现容错，其对应导线缠绕方法为：以任一卡槽为起点，先按顺时针方向将导线缠绕至目标圈数，然后引入相邻卡槽按逆时针方向缠绕相同圈数，再引入相邻下一卡槽按顺时针方向缠绕相同圈数，最后引入第四个卡槽按逆时针方向缠绕相同圈数。分别将开始引入的导线一端和最后引出的导线一端作为测量线圈的正负两极。

[0038] 所述的线圈目标圈数的最大匝数可以通过公式： $n_{\text{max}} = \frac{\varphi_{\text{max}}}{4.8h_{\text{槽}} \times t_{\text{槽}}}$ 计算获得，其中： φ_{max} 为直流磁性能测量仪的磁通量最大量程。

[0039] 为了实现适配系列化爪极式发电机转子 16，所述的系列化带槽导磁环 13 的总高度 $H_{\text{导磁环}}$ 和外直径 $D_{\text{导磁环}}$ 为定值，即带槽导磁环 13 的总高度 $H_{\text{导磁环}}$ 为所有型号待测爪极式发电机转子对应的带槽导磁环高度中的最大值，外直径 $D_{\text{导磁环}}$ 也为所有型号待测爪极式发电机转子对应的带槽导磁环外直径中的最大值。根据被测爪极式发电机转子 16 的转子外直径 D_0 ，转子

端面高度 H_0 和转子轴下端长度 H_1 可以计算出与之配套的带槽导磁环 13、调整环 12 和轴套 17 关键几何参数。

[0040] 所述的系列化爪极式发电机转子 16 型号参数，单位 mm：

转子编号	H_0	H_1	D_0	d 转子轴
型号 1	79.8	39.25	91.8	17
型号 2	79.8	39.25	93.8	17
型号 3	79.8	39.25	98.8	18
型号 4	74	36	98.8	17
型号 5	74	36	98.8	18

[0041] 所述的调整环 12 几何参数，单位 mm：

转子编号	适配调整环	
	D 调整环	H 调整环
型号 1	96.4	18
型号 2	98.5	18
型号 3	104	18
型号 4		
型号 5		

[0042] 所述的轴套 17 几何参数，单位 mm：

转子编号	适配轴套	
	d 轴套	h 轴套
型号 1	17	17
型号 2		
型号 3	18	17
型号 4	17	15.3
型号 5	18	15.3

[0043] 所述的带槽导磁环 13 几何参数，单位 mm：

转子编号	适配带槽导磁环								
	h 槽	h_1	h_2	t 槽	t 内	t 外	d 内	D 导磁环	H 导磁环
型号 1	63.8	≥ 8	43	6	5	≥ 5	92.4	132.4	114.8

型号 2	63.8	≥ 8	43	6	5	≥ 5	94.4		
型号 3	63.8	≥ 8	43	6	5	≥ 5	99.4		
型号 4	59.2	≥ 7.4	40.7	6.5	5	≥ 5	99.4		
型号 5	59.2	≥ 7.4	40.7	6.5	5	≥ 5	99.4		

[0044] 如图 8 所示, 所述的套筒 15 的上端与带槽导磁环 13 孔轴间隙配合, 下端与定位底座 10 孔轴间隙配合, 套筒 15 的厚度一般为 10~15mm; 套筒 15 下端设计有 40°的扇形槽, 方便测量位置调整机构旋转, 其采用顺磁材料制成。

[0045] 所述的盖板 14, 通过内螺纹与套筒 15 上端连接, 并压紧带槽导磁环 13, 其采用顺磁材料制成。

[0046] 如图 9 所示, 所述的测量位置调整机构包括: 异形花键轴 18 及其支撑座 19 和带调整把手的分度圆盘 20, 其中: 分度圆盘 20 上设有限位孔并与套筒 15 下端外缘的限位孔通过销钉连接。工作时, 旋转调整把手 20 至套筒 15 的限位孔限位位置, 带动与之固定连接的支撑座 19, 支撑座 19 上异形键槽带动异形花键轴 18, 异形花键轴 18 带动被测转子 16 旋转至目标测量位置。

[0047] 所述的压紧机构包括: 固定底座 2、三角支撑座 3、液压缸 4、连杆结构 5 以及压紧球头, 其中: 液压缸 4 推动连杆机构 5 使得压紧球头与被测爪极式发电机转子 16 的转子轴上端接触, 并施加轴向压力来压紧被测转子防止其在测量过程中因冲击磁场而引起的震动, 进一步减小测量误差。

[0048] 所述的底板 1, 用于固定定位底座、套筒、压紧机构和励磁电源接通机构。

[0049] 本装置通过以下方式进行测试:

[0050] 开始测试前, 需要在直流磁性能测量仪中输入爪极式发电机转子自身的励磁线圈匝数 N_1 , 测量线圈匝数, 为带槽导磁环的卡槽上缠绕线圈的总和, 带槽导磁环的卡槽横截面积 $h_{槽} \times t_{槽}$ 。

[0051] 第一步, 试样准备: 准备好待测爪极式发电机转子 16, 检查待测爪极式发电机转子, 手动确认转子轴是否紧固, 利用万能电表检查其励磁线圈及引出导线是否断路。

[0052] 第二步, 安装定位: 根据待测爪极式发电机转子型号选取带槽导磁环 13、调整环 12 和轴套 17, 安装完成测量装置, 将待测爪极式发电机转子 16 放入测量装置中, 确认定位可靠。

[0053] 第三步, 接线: 励磁电源接通机构的电源接头及引出线与直流磁性能测量仪的励磁电流输出端口 N1 的正负极连接; 测量线圈导线的两极分别与直流磁性能测量仪的测量电流输入端口 N2 的正负极连接。

[0054] 第四步, 检测: 设定励磁电流范围为 0~3.75A 和测量结果采集频率, 开始测量并得到相应的励磁电流-平均磁感应强度的关系曲线。

[0055] 第五步：记录测试结果。

[0056] 第六步：重复检测，旋转分度圆盘的调整把手，使分度圆盘的限位与套筒上的第二个定位孔对正并用销钉连接，重复第四和第五步。

[0057] 第七步：对多次重复测量的结果取平均值，获得爪极式发电机转子的整体磁化曲线，横坐标为励磁电流值，纵坐标为平均磁感应强度。

[0058] 第八步：更换需要测量的爪极式发电机转子或者爪极式发电机转子型号，重复第一至第七步，获得所有测试爪极式发电机转子的整体磁化曲线，如图 10 所示。

[0059] 上述具体实施可由本领域技术人员在不背离本发明原理和宗旨的前提下以不同的方式对其进行局部调整，本发明的保护范围以权利要求书为准且不由上述具体实施所限，在其范围内的各个实现方案均受本发明之约束。

权 利 要 求 书

1、一种面向系列化爪极式发电机转子的磁性能测量装置，其特征在于，包括依次固定设置的励磁电源接通机构、转子磁场检测机构、测量位置调整机构和压紧机构；

所述的转子磁场检测机构包括：检测箱以及依次设置于检测箱内的定位底座、调整环、轴套和系列化带槽导磁环，调整环和轴套孔轴配合，利用调整环与轴套定位不同型号被测转子，实现系列化测量。

2、根据权利要求 1 所述的装置，其特征是，所述的励磁电源接通机构包括：通过高度调整滑块活动设置于导柱上的气缸以及与气缸的操纵端相连的电源接头及引出导线，其中：电源接头及引出导线的两极与转子磁场检测机构中的直流磁性能测量仪的励磁电流输出端口正负极相连。

3、根据权利要求 1 所述的装置，其特征是，所述的检测箱包括：盖板、底板和套筒，其中：套筒通过螺钉与底板固定连接，盖板放置于套筒上端采用螺纹连接以压紧带槽导磁环，防止其因冲击磁场而引起的振动。

4、根据权利要求 1 所述的装置，其特征是，所述的被测爪极式发电机转子包括：转子轴、轴承套、配对爪极、风扇叶片、轴承、励磁线圈集电极；所述的定位底座的中心设有通孔，该通孔的直径为被测爪极式发电机转子轴的 1~2 倍并与调整环孔轴相匹配。

20

5、根据权利要求 1 所述的装置，其特征是，所述的调整环的外直径为 $D_{\text{调整环}}=(1.05\sim 1.1)D_0$ ， D_0 为具体被测爪极式发电机转子的外直径，高度 $H_{\text{调整环}}=0.5H_{1-\min}$ ， $H_{1-\min}$ 为被测的一系列爪极式发电机转子轴-下端长度 H_1 中的最小值，该调整环通过内部通孔与轴套孔轴配合连接；调整环下端通过环形结构与定位底座孔轴配合连接，该环形结构的内直径与定位底座的中心通孔直径相同。

6、根据权利要求 1 所述的装置，其特征是，所述的轴套的内直径 $d_{\text{轴套}}$ 与转子轴-直径相同，具体包括：阶梯形的大端和小端，其中：大端外直径为爪极式发电机转子轴承套-的倍，小端直径与调整环的通孔直径相同；大端高度 $h_{\text{轴套}}=\eta(H_1-H_{\text{调整环}})$ ， η 为系数，小端高度与调整环

30

高度相同，其采用顺磁材料制成。

- 7、根据权利要求 1 所述的装置，其特征是，所述的系列化带槽导磁环的高度 $H_{\text{导磁环}} = h_1 + h_{\text{槽}} + h_2$ ，其中： $h_{\text{槽}} = 0.8H_0$ ， H_0 为待测爪极式发电机转子上下端面距离， h_1 不
5 小于 $0.1H_0$ ， $h_2 = H_{\text{调整环}} + h_{\text{轴套}} + 0.1H_0$ ；

- 所述的系列化带槽导磁环上设有四个用于缠绕测量线圈的向心卡槽，四个向心卡槽之间的
夹角分别为 2α 、 90° 、 2β 和 90° ， α 与 β 满足 $|\alpha - \beta| = (1 \sim 2)^\circ$ ， $\alpha + \beta = 90^\circ$ 。四个卡槽的宽
度 $t_{\text{槽}} = \kappa \frac{S_{\text{爪极}}}{h_{\text{槽}}}$ ， $\kappa = 0.165 \sim 0.185$ ， $S_{\text{爪极}}$ 为组成被测爪极式发电机转子的爪极凸台截面积，卡
槽周向宽度为 $5 \sim 6\text{mm}$ ；卡槽的内径向深度 $t_{\text{内}}$ 为 $4 \sim 5\text{mm}$ ， $t_{\text{外}}$ 不小于 5mm ，带槽导磁环的内径
10 与被测转子外径的单边间隙为 $0.2 \sim 0.4\text{mm}$ ，带槽导磁环的外径 $D_{\text{导磁环}} = d_{\text{内}} + 2t_{\text{槽}} + 2t_{\text{外}} + 2t_{\text{内}}$ 。

- 8、根据权利要求 7 所述的装置，其特征是，所述的测量线圈之间相互串联，其对应导线
缠绕方法为：以任一卡槽为起点，先按顺时针方向将导线缠绕至目标圈数，然后引入相邻卡槽
按逆时针方向缠绕相同圈数，再引入相邻下一卡槽按顺时针方向缠绕相同圈数，最后引入第四
15 个卡槽按逆时针方向缠绕相同圈数，分别将开始引入的导线一端和最后引出的导线一端作为
测量线圈的正负两极；

所述的线圈目标圈数的最大匝数可以通过公式： $n_{\text{max}} = \frac{\varphi_{\text{max}}}{4.8h_{\text{槽}} \times t_{\text{槽}}}$ 计算获得，其中： φ_{max} 为直
流磁性能测量仪的磁通量最大量程，将所测得的四个向心卡槽对应的平面的测量结果取平均，
使得转子在实际测量过程中实现容错。

20

- 9、根据权利要求 1 或 7 所述的装置，其特征是，所述的系列化带槽导磁环的总高度 $H_{\text{导磁环}}$
和外直径 $D_{\text{导磁环}}$ 为定值，即带槽导磁环的总高度 $H_{\text{导磁环}}$ 为所有型号待测爪极式发电机转子对应
的带槽导磁环高度中的最大值，外直径 $D_{\text{导磁环}}$ 也为所有型号待测爪极式发电机转子对应的带槽
导磁环外直径中的最大值，根据被测爪极式发电机转子的转子外直径 D_0 ，转子端面高度 H_0 和
25 转子轴下端长度 H_1 可以计算出与之配套的带槽导磁环、调整环和轴套关键几何参数。

10、根据权利要求 1 所述的装置，其特征是，所述的套筒的上端与带槽导磁环孔轴间隙配
合，下端与定位底座孔轴间隙配合，套筒下端设有用于测量位置调整机构旋转的扇形槽。

11、根据权利要求 1 或 10 所述的装置，其特征是，所述的测量位置调整机构包括：异形花键轴及其支撑座和带调整把手的分度圆盘，其中：分度圆盘上设有限位孔并与套筒下端外缘的限位孔通过销钉连接。

5

12、根据权利要求 1 所述的装置，其特征是，所述的压紧机构包括：固定底座、三角支撑座、液压缸、连杆结构以及压紧球头，其中：液压缸推动连杆机构使得压紧球头与被测爪极式发电机转子的转子轴上端接触，并施加轴向压力来压紧被测转子防止其在测量过程中因冲击磁场而引起的震动，进一步减小测量误差。

10

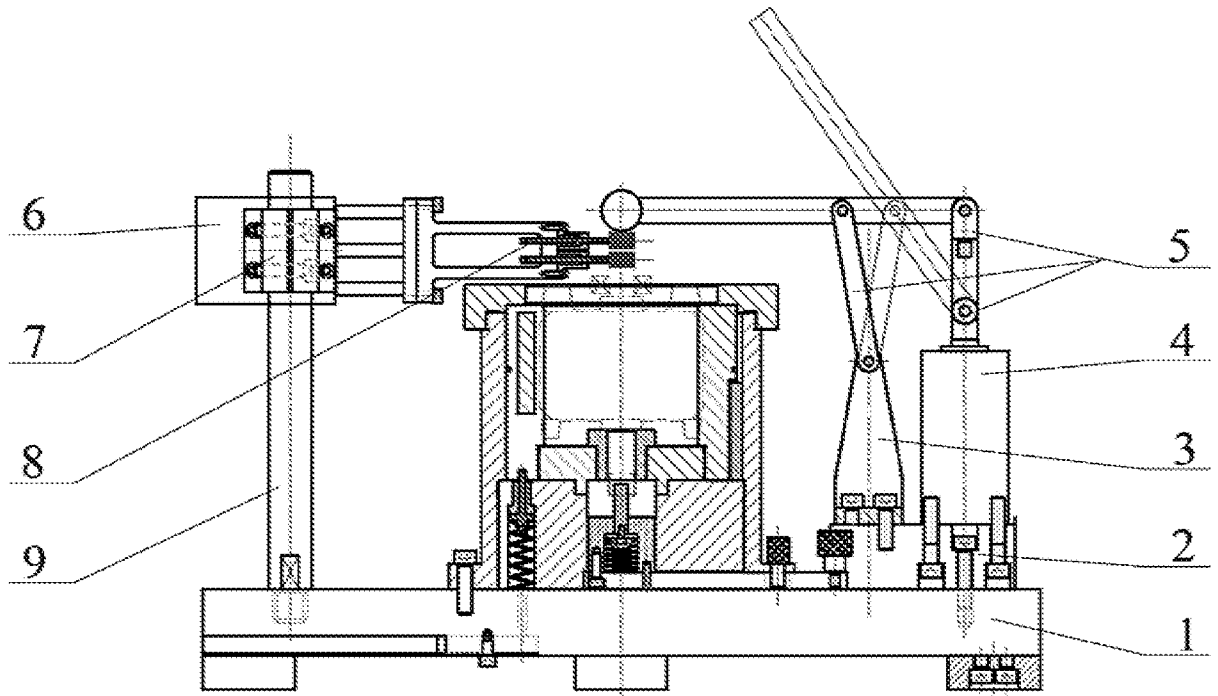


图 1

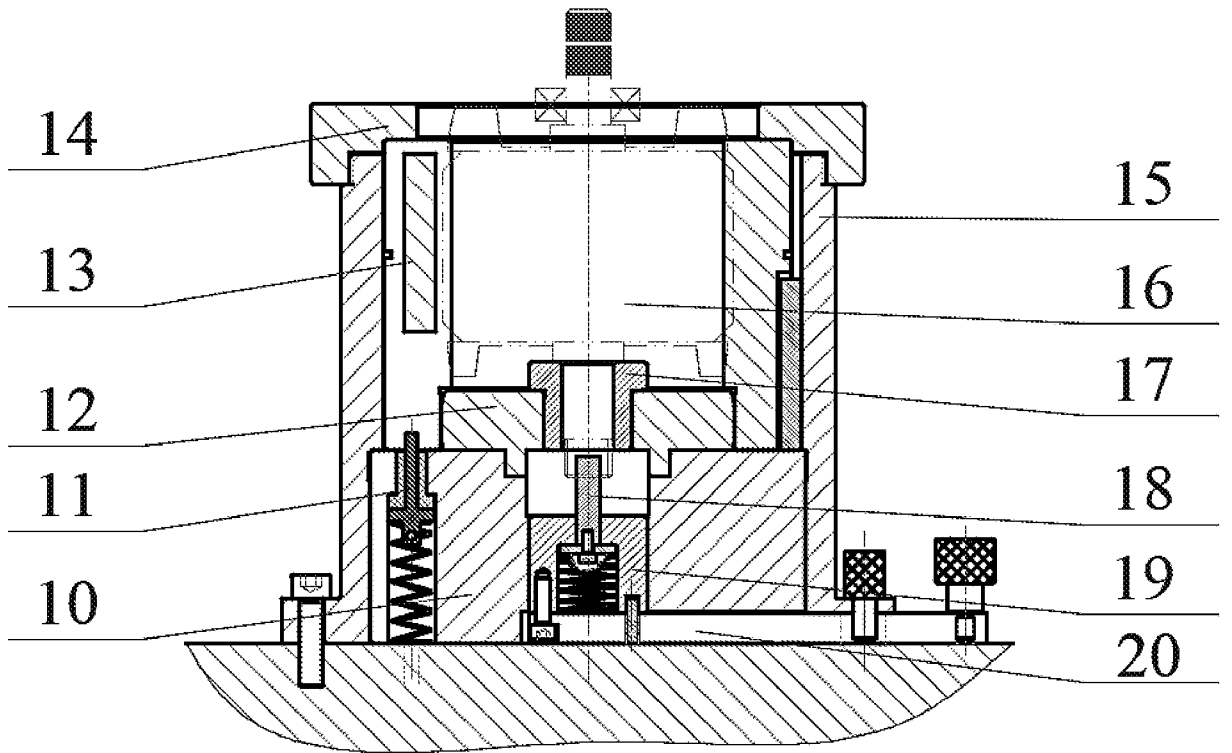


图 2

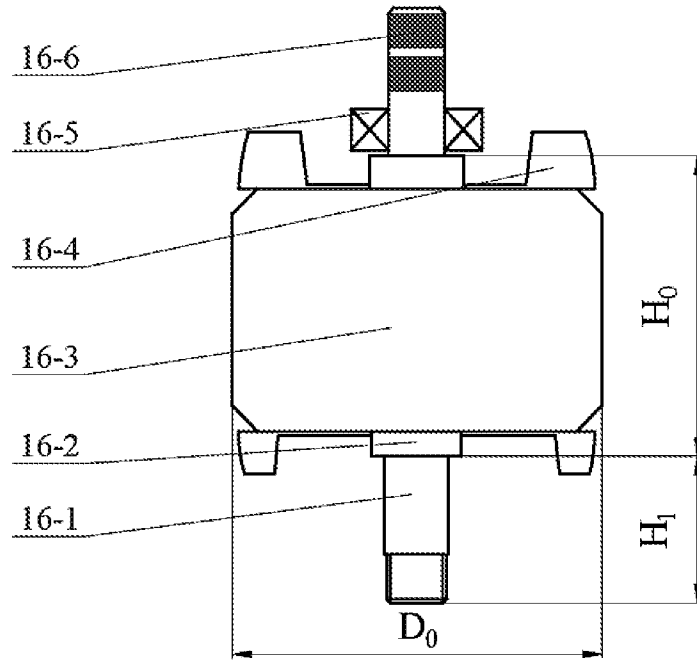


图 3

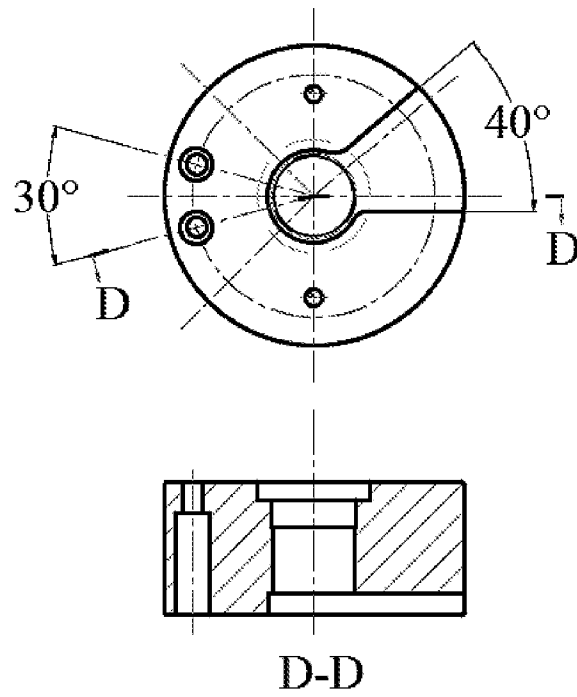


图 4

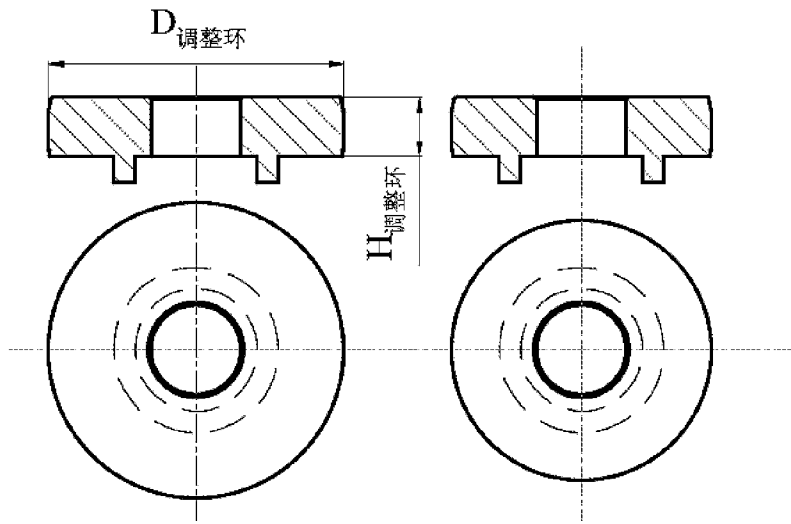


图 5

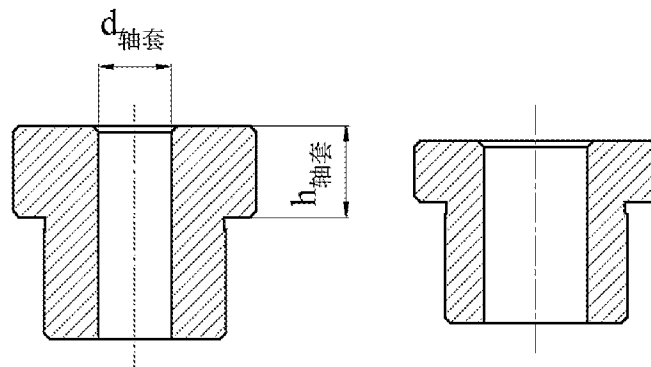


图 6

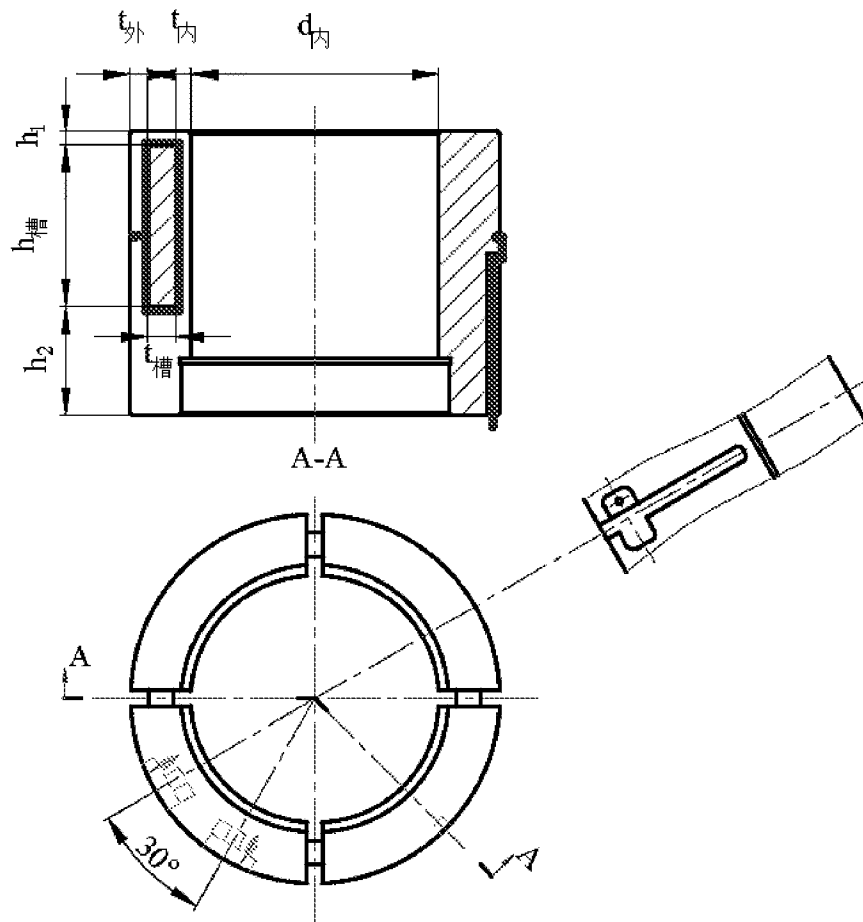


图 7

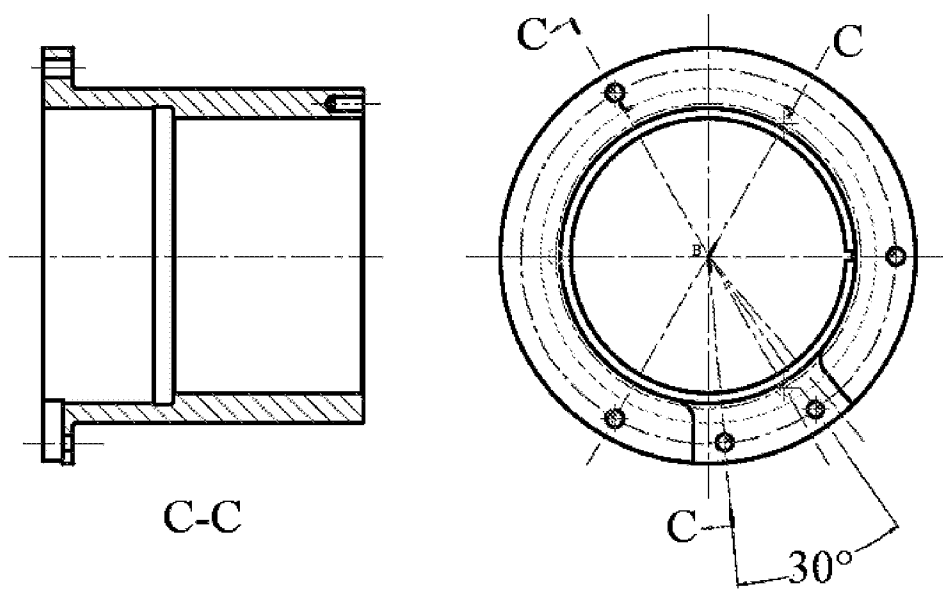


图 8

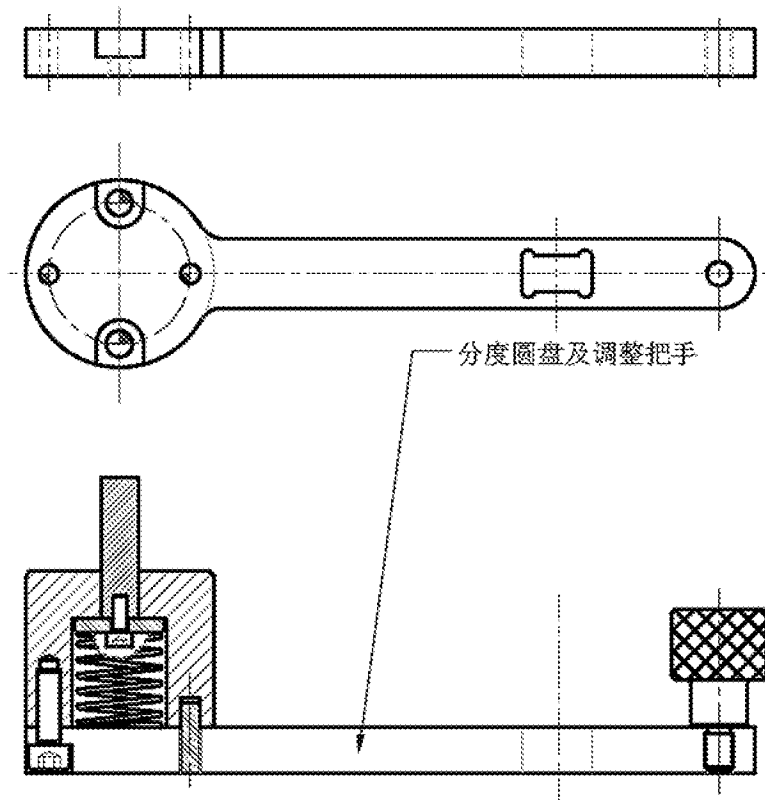


图 9

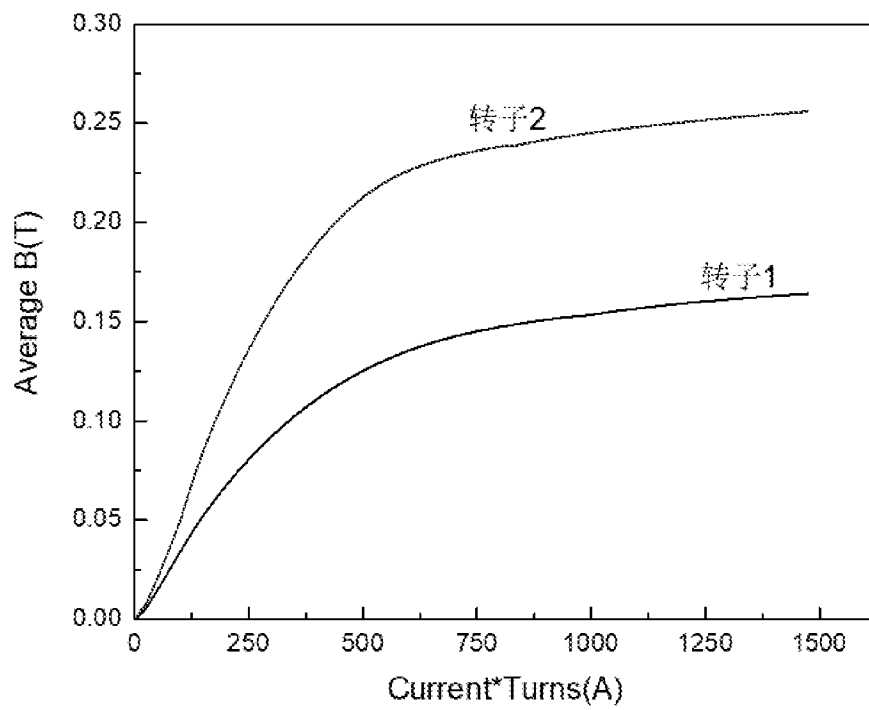


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/094314

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/34(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)

G01R31/-

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, CNKI, WPI, EPODOC: 转子, 电机, 磁, 不同, 各种, 型号, 规格, 尺寸, 轴套, 套筒, 套环, 调整, 导磁环, 槽, 压紧, rotor, rotor, magnet+, differen+, size, specification?, sleeve, revis+, adjust+, compact, press+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109116232 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY ET AL.) 01 January 2019 (2019-01-01) description, paragraphs [0025]-[0058], and figures 1-10	1-12
Y	CN 107037360 A (ANHUI JIANGHUAI AUTOMOBILE GROUP CORP., LTD.) 11 August 2017 (2017-08-11) description, paragraphs [0032]-[0046], and figures 1-6	1, 3-6, 9, 10
Y	CN 202309407 U (SHANGYU HUASHENG MOTOR CO., LTD.) 04 July 2012 (2012-07-04)	1, 3-6, 9, 10
A	CN 106341015 A (WELLING (WUHU) MOTOR MFG CO., LTD. ET AL.) 18 January 2017 (2017-01-18) entire document	1-12
A	CN 105866577 A (CHANGSHU INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 17 August 2016 (2016-08-17) entire document	1-12
A	CN 106680717 A (SUZHOU WEIBEI MOTOR TECH CO., LTD.) 17 May 2017 (2017-05-17) entire document	1-12

 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

18 September 2019

Date of mailing of the international search report

26 September 2019

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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/094314**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 107064797 A (ZHEJIANG SAVENGY ELECTRIC TECH CO., LTD.) 18 August 2017 (2017-08-18) entire document	1-12
A	CN 203759228 U (HANGZHOU KEDE MAGNETIC INDUSTRY CO., LTD.) 06 August 2014 (2014-08-06) entire document	1-12
A	JP 585682 A (HITACHI LTD.) 13 January 1983 (1983-01-13) entire document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/094314

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109116232	A	01 January 2019	CN	109116232	B	02 August 2019
CN	107037360	A	11 August 2017	CN	107037360	B	04 June 2019
CN	202309407	U	04 July 2012	None			
CN	106341015	A	18 January 2017	None			
CN	105866577	A	17 August 2016	CN	105866577	B	07 August 2018
CN	106680717	A	17 May 2017	None			
CN	107064797	A	18 August 2017	None			
CN	203759228	U	06 August 2014	None			
JP	585682	A	13 January 1983	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/094314

<p>A. 主题的分类</p> <p>G01R 31/34(2006.01)i</p> <p>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</p>																													
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G01R31/-</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 转子, 电机, 磁, 不同, 各种, 型号, 规格, 尺寸, 轴套, 套筒, 套环, 调整, 导磁环, 槽, 压紧, rotator, rotor, magnet+, differen+, size, specification?, sleeve, revis+, adjust+, compact, press+</p>																													
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109116232 A (上海交通大学 等) 2019年 1月 1日 (2019 - 01 - 01) 说明书第[0025]-[0058]段, 附图1-10</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 107037360 A (安徽江淮汽车集团股份有限公司) 2017年 8月 11日 (2017 - 08 - 11) 说明书第[0032]-[0046]段, 附图1-6</td> <td>1、3-6、9、10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 202309407 U (上虞华盛电机有限公司) 2012年 7月 4日 (2012 - 07 - 04)</td> <td>1、3-6、9、10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106341015 A (威灵芜湖电机制造有限公司 等) 2017年 1月 18日 (2017 - 01 - 18) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105866577 A (常熟理工学院) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106680717 A (苏州韦贝电机科技有限公司) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107064797 A (浙江赛安电气科技有限公司) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 203759228 U (杭州科德磁业有限公司) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 109116232 A (上海交通大学 等) 2019年 1月 1日 (2019 - 01 - 01) 说明书第[0025]-[0058]段, 附图1-10	1-12	Y	CN 107037360 A (安徽江淮汽车集团股份有限公司) 2017年 8月 11日 (2017 - 08 - 11) 说明书第[0032]-[0046]段, 附图1-6	1、3-6、9、10	Y	CN 202309407 U (上虞华盛电机有限公司) 2012年 7月 4日 (2012 - 07 - 04)	1、3-6、9、10	A	CN 106341015 A (威灵芜湖电机制造有限公司 等) 2017年 1月 18日 (2017 - 01 - 18) 全文	1-12	A	CN 105866577 A (常熟理工学院) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 全文	1-12	A	CN 106680717 A (苏州韦贝电机科技有限公司) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 全文	1-12	A	CN 107064797 A (浙江赛安电气科技有限公司) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 全文	1-12	A	CN 203759228 U (杭州科德磁业有限公司) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 全文	1-12
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																											
PX	CN 109116232 A (上海交通大学 等) 2019年 1月 1日 (2019 - 01 - 01) 说明书第[0025]-[0058]段, 附图1-10	1-12																											
Y	CN 107037360 A (安徽江淮汽车集团股份有限公司) 2017年 8月 11日 (2017 - 08 - 11) 说明书第[0032]-[0046]段, 附图1-6	1、3-6、9、10																											
Y	CN 202309407 U (上虞华盛电机有限公司) 2012年 7月 4日 (2012 - 07 - 04)	1、3-6、9、10																											
A	CN 106341015 A (威灵芜湖电机制造有限公司 等) 2017年 1月 18日 (2017 - 01 - 18) 全文	1-12																											
A	CN 105866577 A (常熟理工学院) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 全文	1-12																											
A	CN 106680717 A (苏州韦贝电机科技有限公司) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 全文	1-12																											
A	CN 107064797 A (浙江赛安电气科技有限公司) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 全文	1-12																											
A	CN 203759228 U (杭州科德磁业有限公司) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 全文	1-12																											
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																												
2019年 9月 18日	2019年 9月 26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	杨晓林																												
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(10)-53962460																												

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	JP 585682 A (HITACHI LTD.) 1983年 1月 13日 (1983 - 01 - 13) 全文	1-12

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/094314

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	109116232	A	2019年 1月 1日	CN 109116232 B	2019年 8月 2日
CN	107037360	A	2017年 8月 11日	CN 107037360 B	2019年 6月 4日
CN	202309407	U	2012年 7月 4日	无	
CN	106341015	A	2017年 1月 18日	无	
CN	105866577	A	2016年 8月 17日	CN 105866577 B	2018年 8月 7日
CN	106680717	A	2017年 5月 17日	无	
CN	107064797	A	2017年 8月 18日	无	
CN	203759228	U	2014年 8月 6日	无	
JP	585682	A	1983年 1月 13日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)