

(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 9 日 (09.01.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/006779 A1

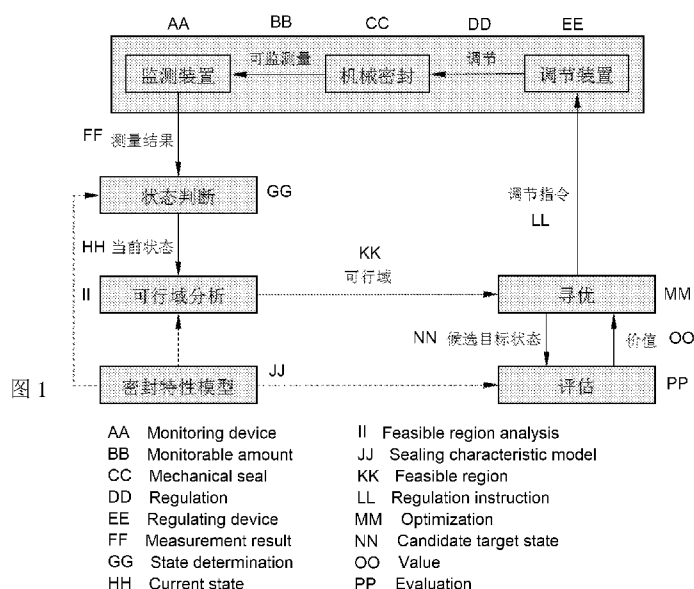
- (51) 国际专利分类号:
F16J 15/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/095757
- (22) 国际申请日: 2018 年 7 月 16 日 (16.07.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810708566.8 2018年7月2日 (02.07.2018) CN
- (71) 申请人: 清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国北京市海淀区清华大学,
Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 黄伟峰 (HUANG, Weifeng); 中国北京市
海淀区清华大学, Beijing 100084 (CN)。 刘向锋

(LIU, Xiangfeng); 中国北京市海淀区清华大学,
Beijing 100084 (CN)。 尹源 (YIN, Yuan); 中国北
京市海淀区清华大学, Beijing 100084 (CN)。 刘
莹 (LIU, Ying); 中国北京市海淀区清华大学,
Beijing 100084 (CN)。 李德才 (LI, Decai); 中国北
京市海淀区清华大学, Beijing 100084 (CN)。 李
永健 (LI, Yongjian); 中国北京市海淀区清华大学,
Beijing 100084 (CN)。 索双富 (SUO, Shuangfu);
中国北京市海淀区清华大学, Beijing 100084
(CN)。 王子羲 (WANG, Zixi); 中国北京市海淀区
清华大学, Beijing 100084 (CN)。 贾晓红 (JIA,
Xiaohong); 中国北京市海淀区清华大学, Beijing
100084 (CN)。 郭飞 (GUO, Fei); 中国北京市海
淀区清华大学, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人: 西安智大知识产权代理事
务所 (XI'AN CYDA INTELLECTUAL PROPERTY

(54) Title: INTELLIGENT REGULATION SYSTEM AND METHOD FOR MECHANICAL SEAL

(54) 发明名称: 一种机械密封智能调节系统与方法



(57) Abstract: An intelligent regulation system for a mechanical seal, the system comprising: a monitoring device for measuring a signal correlated with a seal in real time; a control device, comprising a state determination module, a feasible region analysis module, an evaluation module and an optimizing module, wherein the state determination module unscrambles the signal obtained by the monitoring device to estimate the state of the seal; the feasible region analysis module determines, according to a current state, a state that the seal can reach by means of the regulating effect of a regulating device; the evaluation module evaluates a value for the state of the seal; and

AGENCY); 中国陕西省西安市雁塔区科技路195号世纪颐园A707段俊涛, Shaanxi 710075 (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, 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)。

根据细则4.17的声明:

- 关于发明人身份(细则4.17(i))
- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))
- 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则4.17(iii))
- 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))。

the optimizing module searches a feasible region, where the seal is regulated, for a regulating method with a relatively high value to the greatest extent, and accordingly sends an instruction to the regulating device; and the regulating device for actively applying an action to the seal according to the instruction given by the control device.

(57) 摘要: 一种机械密封智能调节系统, 包括: 监测装置, 实时测量与密封相关的信号; 控制装置, 包括状态判断模块、可行域分析模块、评估模块和寻优模块, 其中, 状态判断模块解读由监测装置得到的信号以估计密封的状态, 可行域分析模块依据当前状态判断调节装置的调节作用可以使密封达到的状态, 评估模块对密封的状态评估价值, 寻优模块从密封调节的可行域中尽可能地寻找得到较高价值的调节方式, 据此对调节装置发出指令; 调节装置, 根据控制装置给出的指令主动地对密封施加作用。

一种机械密封智能调节系统与方法

技术领域

本发明属于流体密封领域和自动控制领域，特别涉及一种机械密封智能调节系统与方法。

背景技术

机械密封是旋转机械设备中的一种常见轴端密封形式。其配对的动环和静环相对旋转，形成具有一定稳定性的摩擦副，在限制泄漏的同时减轻甚至消除接触。然而，这种来自于对密封的润滑、动力学、传热与变形的精妙设计的稳定性有时仍然无法在较强的异常因素的影响下维持摩擦副的稳定，导致密封性能下降，寿命缩短，甚至发生无预兆的失效。

针对这一问题，人们提出引入在密封中引入外加的调节装置，在实时监测的基础上，采用反馈控制的方法尝试将密封维持在某种理想状态附近。这种方法的不足之处在于，由于机械密封机理的复杂性和结构的紧凑性，调节装置在机械密封系统中的调节能力往往是有限的，这包括两个方面：一是许多异常因素是无法（或至少很难）被一种或多种特定的调节装置的功能所刚好抵消的，更何况实践上不同种类的调节装置在占用空间上可能存在干涉；二是调节装置的调节强度是有限的，尤其是在一些高参数的机械密封中（通常来说，对可靠性有极高要求的也正是高参数的密封），密封本身的机理带来的稳定性也相当强大，调节装置所能带来的改变可能并不占据支配地位。这两点意味着，如果按反馈控制的方法设定一个确定的目标状态，这个目标状态一般是不可达的，然而作为非线性系统的密封的状态与性能的关系是复杂的，即：并非状态越接近某个高性能的目标状态，性能就越佳。进一步说，在不同的具体应用场合下，用户对密封的各方面性能（如泄漏、磨损量、扭矩等）可能有着不同的需要，应当从安全性、经济性等多个角度去综合评判对性能的需要。

发明内容

为了克服上述现有技术的缺点，本发明的目的在于提供一种机械密封智能调节系统与方法，其在实时监测并分析密封状态的基础上，依据用户要求的综合性能目标，寻找最佳的且通过调节可达的状态，并通过调节装置将密封调节到这一状态。

为了实现上述目的，本发明采用的技术方案是：

一种机械密封智能调节系统，包括：

监测装置，实时测量与密封相关的信号；

控制装置，包括状态判断模块、可行域分析模块、评估模块和寻优模块，其中，所述状态判断模块解读由监测装置得到的信号以估计密封的状态，所述可行域分析模块依据当前状态判断调节装置的调节作用可以使密封达到的状态，所述评估模块对密封的状态评估价值，所述寻优模块从密封调节的可行域中尽可能地寻找得到具有最高的安全和/或经济效益的调节方式，据此对调节装置发出指令；

调节装置，根据控制装置给出的指令主动地对密封施加作用。

所述监测装置主要包括传感器、信号预处理装置、采集卡、采集软件及必要的作为载体的终端设备。

所述与密封相关的信号包括上下游压力、膜内压力、转速、密封环温度、密封环位移、密封环间电容以及摩擦副声发射，所述调节装置对密封施加的作用为力、压强变化、形状变化以及加热/冷却中的一种或者多种组合。

所述状态判断模块对监测装置测得的信号进行滤波并按照标定关系得出被测物理量的值；所述评估模块首先由给定的密封状态计算其性能，然后将性能参数按照实际应用场景的需求综合起来，从而将每个密封状态映射为一个价值量。

本发明还提供了一种机械密封智能调节方法，实时测量与密封相关的信号，执行控制算法，生成对密封施加作用的指令，进行密封调节，其中，所述控制算法依次包括状态判断环节、可行域分析环节、评估环节和寻优环节，所述状

态判断环节解读由监测装置得到的信号以估计密封的状态，所述可行域分析环节依据当前状态判断调节装置的调节作用可以使密封达到的状态，所述评估环节对密封的状态评估价值，所述寻优环节从密封调节的可行域中尽可能地寻找得到较高价值的调节方式，据此发出指令。

所述状态判断环节中，对测得的信号进行滤波并按照标定关系得出被测物理量的值，当传感器的测量并不能提供确定密封状态的全部信息时，状态判断算法给出密封状态的概率分布，并依据调节后的信号变化作进一步判断。

所述状态判断、可行域分析和评估均依据密封的特性模型设计精确或近似计算的方法，所述密封的特性模型指特定状态的密封会带来怎样的性能和产生怎样的可监测要素，及未来状态将如何转变。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：

针对机械密封主动调节中线性反馈算法由于调节机构的能力限制和密封系统的非线性特征而不适用的问题，根据具体的应用场合制定最优化策略。

附图说明

图 1 是本发明系统三个装置的典型组合方式，必要时组合方式也可进行调整。在它们的作用下，密封可以尽可能地达成具体应用场景下的最大价值，达到精准调控的目的。

图 2 是本发明实施例 1 中采用静环浮动式设计的密封结构示意图。

图 3 是本发明实施例 1 中锥高调节的示意图。

图 4 是本发明实施例 2 中采用静环浮动式设计的密封结构示意图。

图 5 是图 3 中的静环端面示意图。

具体实施方式

为了使本发明的发明目的、技术方案及技术效果更加清楚明白，以下结合附图对本发明的具体实施例进行描述。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

参考图 1，本发明为一种机械密封智能调节系统，其在实时监测并分析密封状态的基础上，依据用户要求的综合性能目标，寻找最佳的且通过调节可达的

状态，并通过调节装置将密封调节到这一状态，其包括：

(1) 监测装置

监测装置主要包括传感器、信号预处理装置（如放大器、信号转换器等）、采集卡、采集软件，及必要的作为载体的终端设备（如工控机）。监测装置实时地测量与密封相关的多种信号，可用的通常包括上下游压力、膜内压力、转速、密封环温度、密封环位移、密封环间电容、摩擦副声发射等。

(2) 控制装置

以软件和运行它的终端设备为控制算法载体。区别于传统的反馈控制，本发明控制算法主要包括以下环节：状态判断、可行域分析、评估和寻优。

状态判断环节解读由监测装置得到的信号以估计密封的状态。其对测得的信号进行滤波并按照标定关系得出被测物理量的值。对部分信号种类来说，还需要依据相应的密封模型进行推算（比如，由密封环中某点测得的温度，依据密封的传热分析来推算密封端面摩擦剧烈程度）。有时传感器的测量并不能提供确定密封状态的全部信息，此时状态判断算法给出密封状态的概率分布，并依据调节后的信号变化作进一步判断。

可行域分析环节依据当前状态判断调节装置的调节作用可以使密封达到的状态。

评估环节对密封的状态评估价值。其首先由给定的密封状态计算其性能，然后将性能参数按照实际应用场景的需求综合起来。总的说来这一环节将每个密封状态映射为一个价值量。

寻优环节从密封调节的可行域中尽可能地寻找得到较高价值的调节方式，据此对调节装置发出指令。

其中，状态判断、可行域分析和评估均依据密封的特性模型——即特定状态的密封会带来怎样的性能和产生怎样的可监测要素，及未来状态将如何转变——设计精确或近似计算的方法。

(3) 调节装置

调节装置根据控制算法给出的指令主动地对密封施加作用（这种作用可能

是各种形式的，如力、压强变化、形状变化、加热/冷却等，当然也包括了多种形式作用的组合）。

以下是本发明的两个具体实施例。

实施例 1：

某机械密封用于密封无危险、无污染的物料，希望在避免密封环的磨损以避免更换密封环的成本的同时，尽可能减少泄漏以提高物料产率，最终实现经济效益的最大化。

请参见图 2，密封采用静环浮动式设计（静环 1 经由弹簧 4 浮动支承在静环座 3 上，且与静环座 3 间由副密封 5 阻隔泄漏）。将压电叠堆环 6 镶嵌在密封静环 1 上，其可在施加电压时改变密封端面的锥高 δ （见图 3）：锥高（本例仅涉及收敛锥）增大会增强密封的流体静压效应，增大静环与动环的间隙，从而减轻或消除接触，但会增大泄漏量。

采用静环背部对称布置的两个微型声发射传感器 7 测量来自密封摩擦副的声发射信号。

状态判断算法依据声发射传感器测得的信号判断密封状态。具体方式如下：

- (1) 根据预先测定的材料声发射谱线库（特定材料配副接触摩擦引发的声发射信号出现的若干频带，以及摩擦剧烈程度不同导致的各频带比例变化），由一小段（时间长度远小于转轴周期的）声发射信号得出接触剧烈程度和接触压力分布（当接触更多地源于两环的压紧时，接触压力的分布会更为分散；若接触更多地源于两环的偏斜，则接触压力的分布更集中）。通过实验测定，可以标定由声发射信号各频带的功率到两环轴向中心距离和两环夹角的函数；
- (2) 对比两个声发射传感器测得的信号的相位来得到声源中主要成分的大致位置。由这一位置随转轴旋转的变化，及(1)得出的两环轴向中心距离及两环夹角随转轴旋转的变化，得出动环偏摆、静环偏斜力矩和轴向压紧程度。

可行性分析算法在调节装置可达的范围内预设若干个调节装置锥高节点，

分析各节点处密封将会处于的状态，并通过它们插值得到可达状态的曲线。采用已经比较成熟的机械密封数值模型即可实现这样的分析。

评估算法首先由给定的密封状态得到预期的磨损率（与接触压力的分布和转速有关）和泄漏率（由动环偏摆、静环偏斜力矩和轴向压紧程度计算出），然后将它们折算成密封环磨损和物料泄漏带来的经济损失率。

寻优算法在由前述的可行性算法得出的可行域中进行一维寻优，以得到可以使经济损失率尽可能小的目标状态（由算法中生成的候选目标状态计算经济损失率的过程通过前述评估算法完成），并分析达成目标状态所需的锥高，调节装置据此改变压电叠堆环 6 两端的电压。考虑到问题的非线性，为避免收敛到局部最优解，采用模拟退火算法进行寻优：

- (1) 针对可行域为一维这一特征，将可行域变换为一个状态参量 p ；
- (2) 取可行的初始状态参量 $p(0)$ ，由前述评估算法计算其相应的损失率 $q(0)$ ；
- (3) 令 $n=0$ ；
- (4) 基于当前状态参量，即 $p(n)$ ，随机变换出 $p'(n+1)=p(n)+e(q(n))$ ，其中 e 是一个随机量，其服从以 $k_1 \cdot q(n)$ 为标准差、0 为均值的高斯分布（但从分布中截去使 $p'(n+1)$ 不可行的部分）；
- (5) 由前述评估算法计算 $p'(n+1)$ 所对应的损失率 $q'(n+1)$ ；
- (6) 若 $q'(n+1) \leq q(n)$ 则接受新解，即令 $p(n+1)=p(n)$ ，相应地 $q(n+1)=q'(n+1)$ ；
否则，以 $P=\exp(-(q'(n+1)-q(n))/(k_2 \cdot q(n)))$ 的概率接受新解。若未接受新解，则令 $p(n+1)=p(n)$ ，相应地 $q(n+1)=q(n)$ ；
- (7) 判断是否满足结束条件（ n 达到上限或连续多次未接受新解），若结束则将此 $p(n+1)$ 作为结果；否则， n 累加 1，跳转到(4)。

实施例 2：

某用于冷却系统的密封，需要在发生故障时做出应急调节，尽可能保证工作机温度降到足够低之前冷却系统保持正常工作。

请参见图 4，密封采用静环浮动式设计，图 5 为其静环端面示意图，静环 1 端面上的三个节流孔 8 分别被导到独立受控的三个流体源 10 上，每个流体源的

压强都可在一定范围内独立地改变。调节这些流体源的压力可以影响端面上的流体压力分布，从而实现对密封状态的调整。其可以有效地对两环整体的靠近或远离以及静环的倾斜进行补偿，但对于其他问题（如动环倾斜、密封端面的磨损、密封支承零部件老化、流体介质含磨粒等）则无法直接补偿，但依然可能通过合理的调节来间接地减少其不利影响。

布置四个电涡流位移传感器 9 以测量密封环的运动。其中三个 (9-1,2,3) 周向均布在静环的背面，一个 (9-4) 布置在动环的背面。

状态判断算法由已测得的密封环运动，判断密封的动环偏摆状况和静环浮动支承状况：动环背面传感器测得的即为动环的偏摆运动；静环背面所测得的运动中，滤除与动环背面传感器测得的一致成分（设静环背面测得运动为 $\mathbf{U}_s$ ，动环背面测得运动为 $\mathbf{U}_r$ ，定义一种经标准化的范数 $\|\cdot\|$ 并寻找 $\min(\|\mathbf{U}_s - \alpha \cdot \mathbf{U}_r\|)$ ，给出范数最小化后的 $\mathbf{U}_s - \alpha \cdot \mathbf{U}_r$ ），即为静环浮动支承的状况（其进一步分解为分为轴向和两个角向共三个分量），最终用四个参量表示密封状态。

可行性分析算法预设了三个流体源压强极限设定值的 $2^3=8$ 种组合，采用机械密封数值模型分析每种组合下密封将会处于的状态，并由它们围成调节可达状态的大致边界。

评估算法由给定的密封状态得出预期的磨损率，在考虑此磨损率影响的情况下计算未来的预期泄漏率变化，并进一步推算这样的未来泄漏变化条件下冷却系统将工作机降到安全温度以下所需的时间。

寻优算法采用模拟退火算法，在由前述的可行性算法得出的可行域中随机地变换产生候选状态，用前述评估算法计算其时间需求，并以一定的接受准则决定是否用新的候选状态进行下一步迭代。最终找到使时间需求尽可能小的目标状态，并在找到后分析达成目标状态所需的受控流体源压强，发送给调节装置。具体做法与实施例 1 的基本类似：

(1) 将前述的表示密封状态的四个参量标准化，定义为状态向量 $\mathbf{p}$ ；

(2) 取可行的初始状态向量 $\mathbf{p}(0)$ ，由前述评估算法计算其相应的时间需求 $q(0)$ ；

- (3) 令 $n=0$;
- (4) 基于当前状态参量, 即 $\mathbf{p}(n)$, 随机变换出 $\mathbf{p}'(n+1)=\mathbf{p}(n)+\mathbf{e}(q(n))$, 其中 $\mathbf{e}$ 是一个随机向量, 其服从以 $k_1 \cdot q(n)$ 为标准差、0 为均值的四维高斯分布 (但从分布中截去使 $\mathbf{p}'(n+1)$ 不可行的部分);
- (5) 由前述评估算法计算 $\mathbf{p}'(n+1)$ 所对应的时间需求 $q'(n+1)$;
- (6) 若 $q'(n+1) \leq q(n)$ 则接受新解, 即令 $\mathbf{p}(n+1)=\mathbf{p}'(n+1)$, 相应地 $q(n+1)=q'(n+1)$; 否则, 以 $P=\exp(-(q'(n+1)-q(n))/(k_2 \cdot q(n)))$ 的概率接受新解。若未接受新解, 则令 $\mathbf{p}(n+1)=\mathbf{p}(n)$, 相应地 $q(n+1)=q(n)$;
- (7) 判断是否满足结束条件 (n 达到上限或连续多次未接受新解), 若结束则将此 $\mathbf{p}(n+1)$ 作为结果; 否则, n 累加 1, 跳转到(4)。

权 利 要 求 书

1、一种机械密封智能调节系统，其特征在于，包括：

监测装置，实时测量与密封相关的信号；

控制装置，包括状态判断模块、可行域分析模块、评估模块和寻优模块，其中，所述状态判断模块解读由监测装置得到的信号以估计密封的状态，所述可行域分析模块依据当前状态判断调节装置的调节作用可以使密封达到的状态，所述评估模块对密封的状态评估价值，所述寻优模块从密封调节的可行域中尽可能地寻找得到具有最高的安全和/或经济效益的调节方式，据此对调节装置发出指令；

调节装置，根据控制装置给出的指令主动地对密封施加作用。

2、根据权利要求1所述机械密封智能调节系统，其特征在于，所述监测装置主要包括传感器、信号预处理装置、采集卡、采集软件及必要的作为载体的终端设备。

3、根据权利要求1所述机械密封智能调节系统，其特征在于，所述与密封相关的信号包括上下游压力、膜内压力、转速、密封环温度、密封环位移、密封环间电容以及摩擦副声发射，所述调节装置对密封施加的作用为力、压强变化、形状变化以及加热/冷却中的一种或者多种组合。

3、根据权利要求1所述机械密封智能调节系统，其特征在于，所述状态判断模块对监测装置测得的信号进行滤波并按照标定关系得出被测物理量的值；所述评估模块首先由给定的密封状态计算其性能，然后将性能参数按照实际应用场景的需求综合起来，从而将每个密封状态映射为一个价值量。

4、一种机械密封智能调节方法，其特征在于，实时测量与密封相关的信号，执行控制算法，生成对密封施加作用的指令，进行密封调节，其中，所述控制算法依次包括状态判断环节、可行域分析环节、评估环节和寻优环节，所述状态判断环节解读由监测装置得到的信号以估计密封的状态，所述可行域分析环

节依据当前状态判断调节装置的调节作用可以使密封达到的状态，所述评估环节对密封的状态评估价值，所述寻优环节从密封调节的可行域中尽可能地寻找得到较高价值的调节方式，据此发出指令。

5、根据权利要求4所述机械密封智能调节方法，其特征在于，所述与密封相关的信号包括上下游压力、膜内压力、转速、密封环温度、密封环位移、密封环间电容以及摩擦副声发射，所述对密封施加的作用为力、压强变化、形状变化以及加热/冷却中的一种或者多种组合。

6、根据权利要求4所述机械密封智能调节方法，其特征在于，所述状态判断环节中，对测得的信号进行滤波并按照标定关系得出被测物理量的值，当传感器的测量并不能提供确定密封状态的全部信息时，状态判断算法给出密封状态的概率分布，并依据调节后的信号变化作进一步判断。

7、根据权利要求4所述机械密封智能调节方法，其特征在于，所述评估环节中，首先由给定的密封状态计算其性能，然后将性能参数按照实际应用场景的需求综合起来，从而将每个密封状态映射为一个价值量。

8、根据权利要求4所述机械密封智能调节方法，其特征在于，所述状态判断、可行域分析和评估均依据密封的特性模型设计精确或近似计算的方法，所述密封的特性模型指特定状态的密封会带来怎样的性能和产生怎样的可监测要素，及未来状态将如何转变。

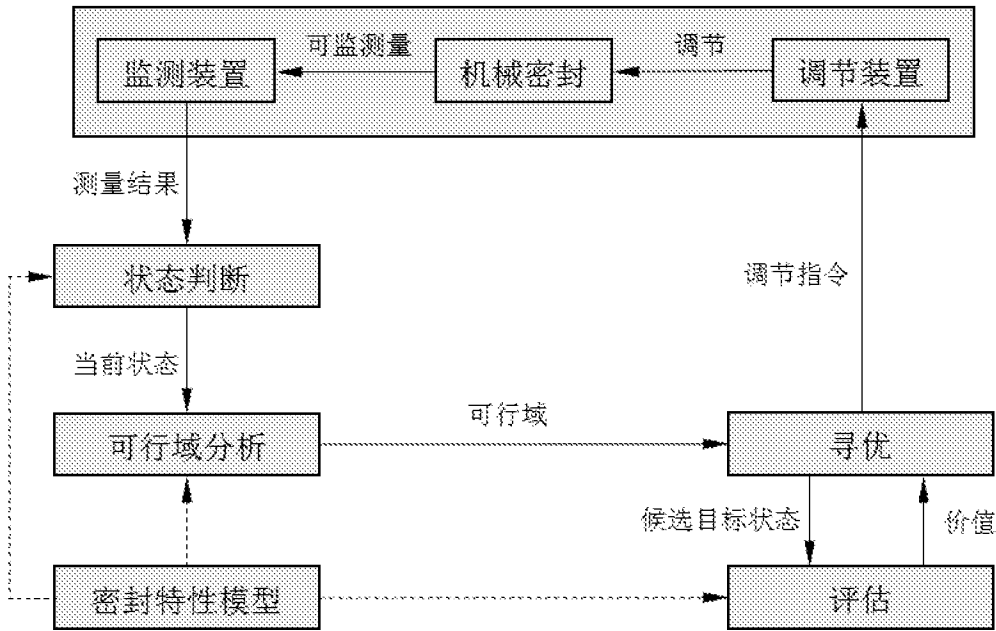


图 1

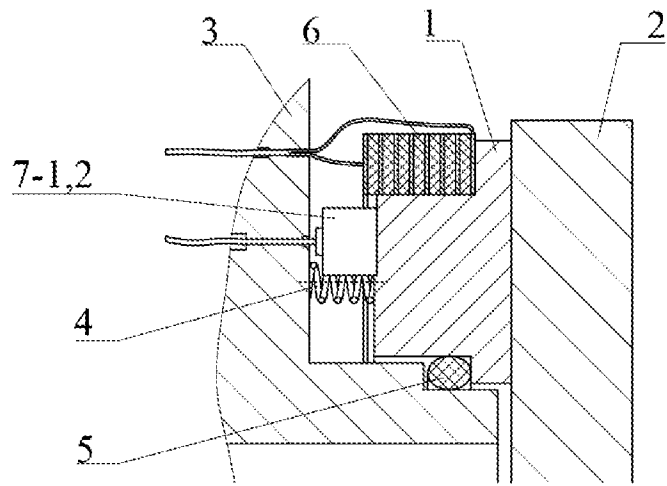


图 2

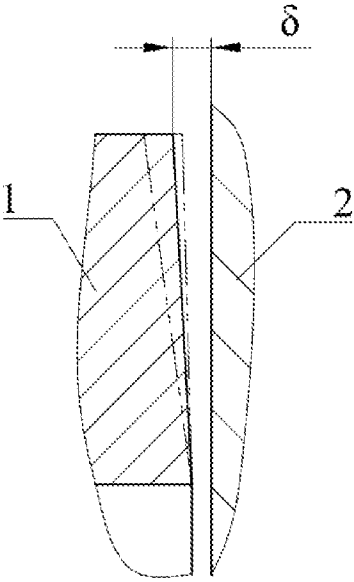


图 3

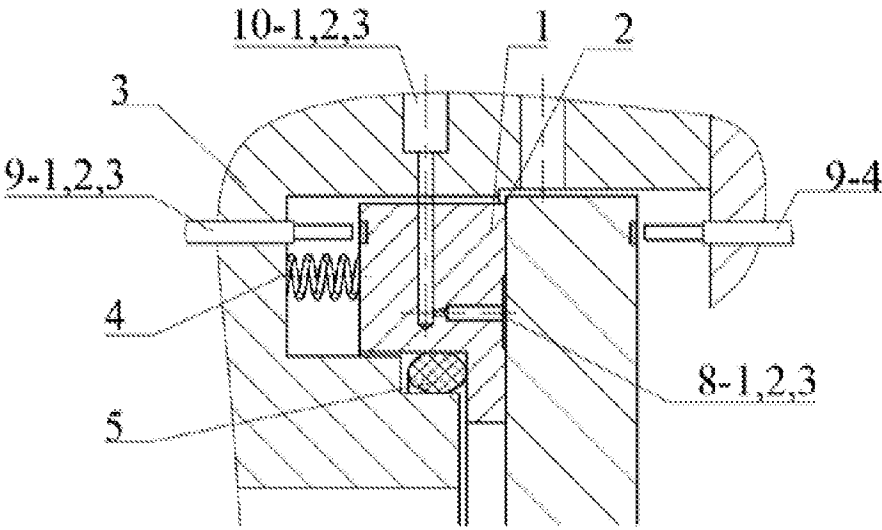


图 4

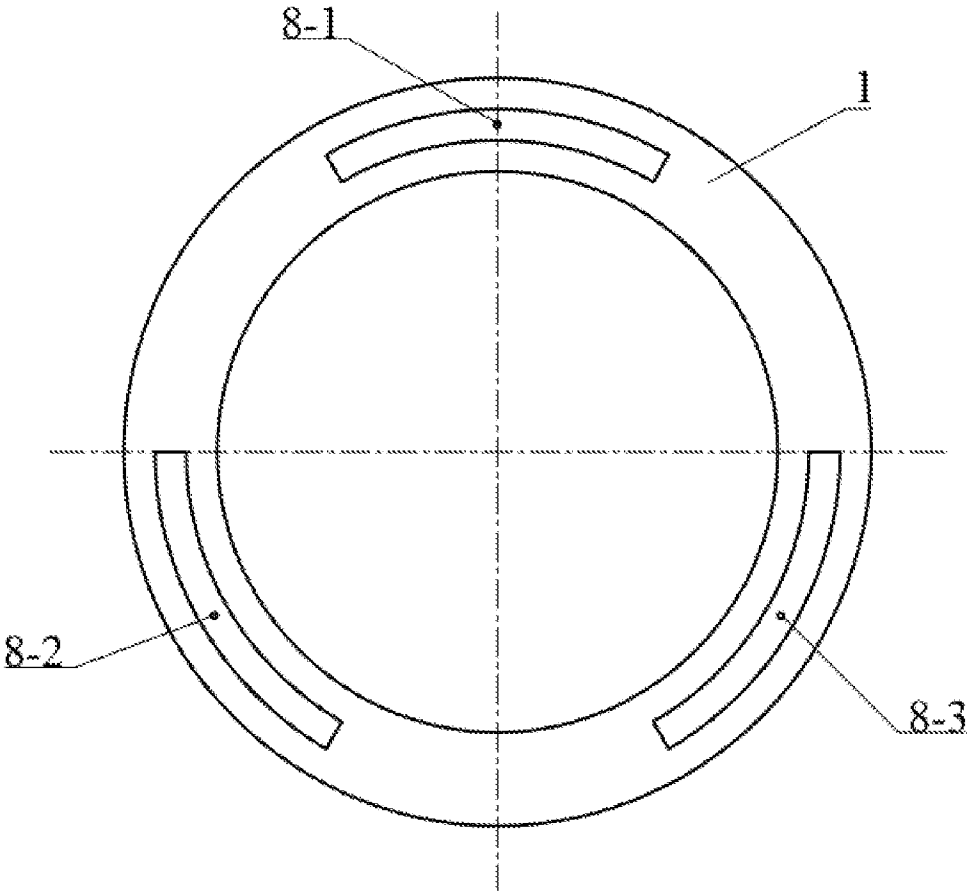


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/095757

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16J 15/00(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)

F16J; G01M

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)

CNABS; VEN; CNKI; CNTXT; USTXT; EPTXT: 机械密封, 封闭, 监测, 检测, 测试, 反馈, 闭环, 传感器, 寻优, 评估, 评测, 预估, mechanical, seal, sense, detect, assess, optimizing, estimator

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104390012 A (NANJING TECHNOLOGY UNIVERSITY) 04 March 2015 (2015-03-04) description, paragraphs [0083]-[0190], and figures 1-4	1-9
A	CN 206860883 U (CHENGDU SAILE HUAXIN ELECTROMECHANICAL CO., LTD.) 09 January 2018 (2018-01-09) entire document	1-9
A	CN 204988696 U (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM ET AL.) 20 January 2016 (2016-01-20) entire document	1-9
A	EP 1455123 A1 (NIPPON PILLAR PACKING CO., LTD.) 08 September 2004 (2004-09-08) entire document	1-9

☐ 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

12 September 2018

Date of mailing of the international search report

30 September 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/095757

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	104390012	A	04 March 2015	CN	104390012	B	15 June 2016
CN	206860883	U	09 January 2018	None			
CN	204988696	U	20 January 2016	None			
EP	1455123	A1	08 September 2004	JP	2004263802	A	24 September 2004
				DE	602004004560	D1	22 March 2007
				KR	101066295	B1	20 September 2011
				DE	602004004560	T8	14 February 2008
				JP	3792205	B2	05 July 2006
				KR	20040078566	A	10 September 2004
				US	2004173971	A1	09 September 2004
				US	2006261559	A1	23 November 2006
				US	7229076	B2	12 June 2007
				DE	602004004560	T2	25 October 2007
				EP	1455123	B1	31 January 2007

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/095757

A. 主题的分类

F16J 15/00(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)

F16J; G01M

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))

CNABS; VEN; CNKI; CNTXT; USTXT; EPTXT; 机械密封, 封闭, 监测, 检测, 测试, 反馈, 闭环, 传感器, 寻优, 评估, 评测, 预估, mechanical, seal, sense, detect, assess, optimizing, estimator

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 104390012 A (南京工业大学) 2015年 3月 4日 (2015 - 03 - 04) 说明书第[0083]-[0190]段、附图1-4	1-9
A	CN 206860883 U (成都赛乐化新机电有限公司) 2018年 1月 9日 (2018 - 01 - 09) 全文	1-9
A	CN 204988696 U (中国石油大学华东等) 2016年 1月 20日 (2016 - 01 - 20) 全文	1-9
A	EP 1455123 A1 (NIPPON PILLAR PACKING) 2004年 9月 8日 (2004 - 09 - 08) 全文	1-9

☐ 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

2018年 9月 12日

国际检索报告邮寄日期

2018年 9月 30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

受权官员

陈飞

传真号 (86-10)62019451

电话号码 86-(512)-88995299

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/095757

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	104390012	A	2015年 3月 4日	CN	104390012	B	2016年 6月 15日
CN	206860883	U	2018年 1月 9日	无			
CN	204988696	U	2016年 1月 20日	无			
EP	1455123	A1	2004年 9月 8日	JP	2004263802	A	2004年 9月 24日
				DE	602004004560	D1	2007年 3月 22日
				KR	101066295	B1	2011年 9月 20日
				DE	602004004560	T8	2008年 2月 14日
				JP	3792205	B2	2006年 7月 5日
				KR	20040078566	A	2004年 9月 10日
				US	2004173971	A1	2004年 9月 9日
				US	2006261559	A1	2006年 11月 23日
				US	7229076	B2	2007年 6月 12日
				DE	602004004560	T2	2007年 10月 25日
				EP	1455123	B1	2007年 1月 31日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)