

(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 2020/006971 A1

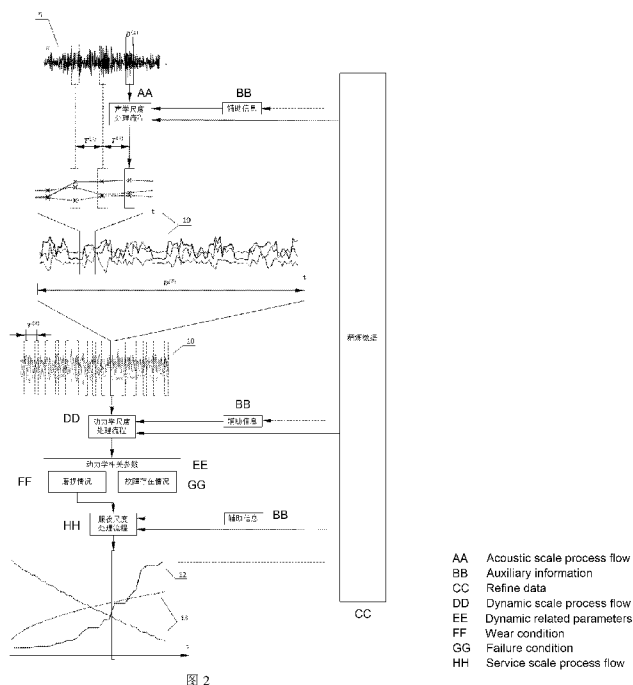
- (51) 国际专利分类号:
G01M 3/24 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/117060
- (22) 国际申请日: 2018 年 11 月 23 日 (23.11.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810715922.9 2018 年 7 月 3 日 (03.07.2018) CN
- (71) 申请人: 清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国北京市海淀区清华大学,
Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 黄伟峰 (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: MULTI-SCALE REAL-TIME MONITORING AND ANALYSIS METHOD FOR MECHANICAL SEAL

(54) 发明名称: 一种机械密封多尺度实时监测分析方法



(57) Abstract: A real-time monitoring and analysis method for a mechanical seal. In the method, an acoustic emission signal generated by a friction pair at a mechanical seal end surface is measured; a specific acoustic source generate signals on a plurality of specific frequency bands; the scale on which these signals are collected and recognized are referred to as acoustic scale; in a seal operating process, motion is produced due to a dynamic effect, thus causing the acoustic emission signal to change accordingly; the feature is reflected on the time scale equivalent to a period of rotation; the scale is referred to as dynamic scale; in a long-term seal service process, cumulative

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))。

performance changes occur due to running-in, wear, aging of elastic elements; for the feature, the long-term change process of the acoustic emission signal needs to be considered; the scale is referred to as service scale; according to different physical connotations of the features of the acoustic emission signal on different scales, analysis is performed, on multiple scales, in combination with other auxiliary information, thereby determining the real-time working state of the seal and provide a performance change expectation of the seal.

(57) 摘要: 一种用于机械密封的实时监测分析的方法, 其测量机械密封端面摩擦副产生的声发射信号, 特定的声源会在特定的若干个频段上产生信号, 采集并识别这些信号的尺度称为声学尺度; 密封运行过程中因动力学上的作用而产生运动, 导致声发射信号随之变化, 这一特征在与旋转周期相当的时间尺度上体现, 这一尺度称为动力学尺度; 密封长期服役过程中性能因磨合、磨损、弹性元件老化原因发生累积性的性能变化, 这一特征需要考察声发射信号长期的变化历程, 这一尺度称为服役尺度, 根据声发射信号在不同尺度上的特征所具备的不同物理内涵, 在多个尺度上结合其他辅助信息开展分析, 从而判断密封的实时工作状态并给出密封的性能变化预期。

一种机械密封多尺度实时监测分析方法

技术领域

本发明属于流体密封领域和声发射监测技术领域，特别涉及一种机械密封多尺度实时监测分析方法。

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，形成密封的摩擦副，在极大地减少泄漏的同时避免甚至消除接触。

机械密封结构紧凑，导致使用者很难掌握关于密封工作状态的信息，这意味着当密封性能不佳甚至发生故障时无法准确地判断原因，也无法很好地预知密封的失效风险从而采取应对措施。同时，已有人提出采用主动调控的方式来实时地调整密封的工作状态，而这样的技术也须基于对密封工作状态的准确掌握来实施。针对上述机械密封维护和发展的需要，对机械密封进行实时监测尤为必要。

目前已有的机械密封监测技术主要包括端面温度监测、电涡流监测、反射超声监测和声发射监测等。其中，声发射监测不仅工程应用便利，而且其携带了关于密封摩擦副状态的丰富的信息，因而具有很大的应用潜力，但解读出声发射信号中的大量信息非常困难。多项前沿的科学研究已经分别从不同的角度阐述了声发射信号在特定方面的特征与机械密封工作状态的对应关系，但未形成综合分析声发射信号的系统性方法。

发明内容

为了克服上述现有技术的不足，本发明提供一种机械密封多尺度实时监测分析

方法，其测量机械密封端面摩擦副产生的声发射信号，根据声发射信号在不同尺度上的特征所具备的不同物理内涵，在多个尺度上结合其他辅助信息开展分析，从而判断密封的实时工作状态并给出密封的性能变化预期。

为了实现上述目的，本发明采用的技术方案是：

一种机械密封多尺度实时监测分析方法，测量机械密封端面摩擦副产生的声发射信号，根据声发射信号在不同尺度上的特征所具备的不同物理内涵，在多个尺度上结合其他辅助信息开展分析，从而判断密封的实时工作状态并给出密封的性能变化预期。

所述多尺度的实现方法是：在某个时间尺度（称为第 N 级时间尺度）上进行分析可以得到特定的结果，这一结果除本身具有物理意义外，还作为时间上更长的下一级（即第 $(N+1)$ 级）时间尺度的分析对象——在第 $(N+1)$ 级时间尺度上分析第 N 级的结果随时间的变化，将会得出另一方面的结果，并且类似地，这一结果不仅本身具有物理意义，还可以作为第 $(N+2)$ 级时间尺度的分析对象，依此类推。同时，在特定的条件下，较长的时间尺度下的结果也可以反馈给较短的时间尺度。

所述的测量机械密封端面摩擦副产生的声发射信号的方法是通过材料内部能量释放产生的应力波，使机械密封的端面上会产生声发射信号。

所述尺度为声学尺度、动力学尺度和服役尺度，其中，特定的声源会在特定的若干个频段上产生信号，采集并识别这些信号的尺度称为声学尺度；密封运行过程中因动力学上的作用而产生运动，导致声发射信号随之变化，这一特征在与旋转周期相当的时间尺度上体现，这一尺度称为动力学尺度；密封长期服役过程中性能因包括磨合、磨损、弹性元件老化在内的原因发生累积性的性能变化，这一特征需要考察声发射信号长期的变化历程，这一尺度称为服役尺度。

在多个尺度上结合其他辅助信息开展分析，从而判断密封的实时工作状态并给出密封的性能变化预期的具体步骤/方法是：

声学尺度：声学尺度的分析由一段时间很短的声发射波形结合辅助信息（可以是设备固有的信息、其他两个尺度输出的结果或非声发射的测量结果）获得一系列对应于摩擦副各方面状态的表征量。一种典型的方法是，对频率谱进行滤波、引入辅助信息修正等预处理，然后经由预设的根据频带与物理过程的对应关系建立的映射函数将频率谱变换为一系列物理表征量。这些表征量一方面本身具有向用户展示密封工作状态的作用，另一方面也是动力学尺度分析的基础。

动力学尺度：密封动环随轴旋转时，对密封系统产生周期性的激励，从而导致密封系统产生周期性的动力学响应。而这种周期性响应的具体形式则与密封系统的摩擦剧烈程度和周向不均匀性（如偏斜、波度等）等有密切的关系。通过实验测试或计算机模拟预先得到声学表征量动态变化模式与密封状态的关系的典型情况，即可反过来对被测量的设备在声学尺度分析的基础上进行进一步推断。

服役尺度：密封运行过程中，密封环不可避免地会产生磨损（即使是正常工作的非接触式密封也会在起停过程中发生磨损），弹簧和副密封也可能在长时间使用的过程中性能下降。由于已经可以通过动力学尺度的分析来判断摩擦的剧烈程度，那么在此基础上得到磨损率，再利用预先建立的累计磨损率与密封劣化进度的关系，即可预估未来的性能变化和失效风险。同时，劣化进度本身也可以作为声学尺度和动力学尺度分析的参考。

本发明的有益效果：

本发明测量机械密封端面摩擦副产生的声发射信号，根据声发射信号在不同尺度上的特征所具备的不同物理内涵，在多个尺度上结合其他辅助信息开展分析，从

而判断密封的实时工作状态并给出密封的性能变化预期。

附图说明

图 1 是声发射传感器安装示意图。

图 2 是本发明的流程示意图。

图 3 是声学尺度示意图。

图 4 是动力学尺度示意图。

图 5 是服役尺度示意图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明作进一步详细说明。

实施例 1

参见图 1。机械密封的静环 1 浮动支承在静环座 4 上，与之配对的是固联于轴上随之旋转的动环 3。一个微型声发射传感器 4 被联接在静环 1 的背部，从而实时地将密封摩擦副产生的声发射信号转换为电信号，经放大器放大后，由采集系统（包括采集卡、采集软件及它们所依托的计算机）以 $f_s = 2\text{MHz}$ 的采样率采集信号 $U^{(0)}$ ，其称为原始信号。

参见图 2，总的来说，本例的分析方法从声发射原始信号 5 出发，以其为主，辅以辅助信息和由经过实验数据标定的算法，经由声学尺度、动力学尺度和服役尺度三个不同的时间尺度上的处理，得到一系列关于密封工作状态的信息。具体来讲，在各个时间尺度上采用针对性的分析方法，得出物理表征量并传给时间更长的尺度（本例中声学尺度向动力学尺度传递摩擦功耗、最大接触深度和泄漏率，动力学尺度向服役尺度传递磨损率），同时每个尺度都能各自得到对分析密封工作状态有意义的结果。同时，本例中声学尺度分析的部分辅助信息也来自服役尺度分析的结果。

声学尺度：

参见图 3，在原始信号 5 中取连续的 $M = 256$ 个采样点划分为一个声学尺度分析段 6，则每个声学尺度分析段对应的时间长度为 $D^{(1)} = 128\mu\text{s}$ 。对每个声学尺度分析段，进行下面的处理流程：

(1) 进行快速傅立叶变换，计算功率谱 7。将各频率上的功率表示为 $M/2 = 128$ 维的初始特征向量。

(2) 采用预处理算法对初始特征向量进行预处理，得到预处理后的特征向量 8。预处理主要包括三个目的：①降噪，②使功率谱平滑化（避免极微小的频率差异带来的不具有实际物理意义的差异性结果），③依据转速和累积磨损量进行修正，④进行必要的非线性映射以便后续线性分析开展。

(3) 用转换矩阵将预处理后的初始特征向量 8 转换为一组具备实际意义的物理表征向量 9：摩擦功耗、最大接触深度和泄漏率，将它们组装为 3 维向量 $U^{(1)}$ 。

这样便由每个声学尺度分析段 6 推算得到一个 3 维的声学尺度的物理表征向量 9。

在原始信号中均匀地取声学尺度分析段，使每两个相邻的声学尺度分析段中点的时间间隔为 $T^{(1)} = 512\mu\text{s}$ （本例中 $T^{(1)} > D^{(1)}$ ，故两个相邻的声学尺度分析段中存在被舍弃的数据，这样的取法可以减少计算量。 $T^{(1)} > D^{(1)}$ 并非必然的选择，计算资源充足的情况下也可采用 $T^{(1)} = D^{(1)}$ 甚至 $T^{(1)} < D^{(1)}$ 的方式以提高分析准确性）。这样，由各个声学尺度分析段得到的物理表征向量 9 便形成了相邻项时间间隔为 $T^{(1)} = 512\mu\text{s}$ 的序列 10。

动力学尺度：

参见图 4，动力学尺度的分析是对前述的声学尺度表征向量序列进行的，请参见图 2：

(1) 选取一段时长 $D^{(2)}$ 满足 $D^{(2)}/T^{(1)}$ 为整数, 且 $D^{(2)} \geq KT^{(s)}$ 并且 $D^{(2)}$ 尽量小。其中 $T^{(s)}$ 为旋转周期; K 为整数且 $K \geq 2$, 以(2~10)为佳, 本例取 $K = 3$ 。例如, 转速为 6000rpm, 则旋转周期为 $T^{(s)} = 10\text{ms}$, 那么取长度为 $D^{(2)} = 59T^{(1)} = 30.208\text{ms}$ 的时段。提取该时段的声学尺度表征向量序列 (称为实测序列), 记为 $U^{(1)}(i), i = 0, 1, \dots, 58$;

(2) 调取相应的密封型号、压强和转速的典型状态库 11 用于比对计算。典型状态库中包括数十个典型状态, 每个典型状态以同样的 $T^{(1)}$ 记录了其声学尺度表征向量在一个周期内的变化序列 (记为 $U_j^{(1)}(i), i = 0, 1, \dots, 19$, j 为典型状态编号, 称为典型序列), 同时记录了磨损状况 (磨损形式和磨损率) 和故障源存在情况 (是否存在故障、若存在故障那么故障原因是什么);

(3) 计算选取时段的实测物理表征量序列与各个典型状态的一致度。将典型状态的物理表征量序列 $U_j^{(1)}(i), i = 0, 1, \dots, 19$ 自我首尾相接共 $K - 1 = 2$ 次, 得到 $\tilde{U}_j^{(1)}(i), i = 0, 1, \dots, 39$, 按下式计算一致度

$$C_j = \max_{\Delta i=0,1,\dots,19} \sum_{i=0}^{39} \tilde{U}_j^{(1)}(i) U^{(1)}(i + \Delta i)$$

找出一致度最高的典型状态, 将其磨损状况和故障源存在情况判断为密封此时最可能处于的状态。当存在多个典型状态的一致度都很高而差别不大时, 则认为它们都有较大可能。近似认为累积磨损量是决定密封端面的劣化过程的主要因素, 将磨损率记为 $U^{(2)}$ 用于服役尺度的分析。

服役尺度:

参见图 5。本例中服役尺度的分析围绕密封环的磨损过程中其可靠性的变化来进行。参见图 3:

(1) 由于动力学分析可以获得磨损率 $U^{(2)}$ ，那么便可以计算密封运行中的磨损量：对于稳定工作过程，每隔一段时间选取一段时长为 $D^{(2)}$ 的动力学尺度分析段，相邻动力学尺度分析段中点时间差为 $T^{(2)}$ ，以该分析段求得的磨损率代表以该分析段中点为中点的 $T^{(2)}$ 时间区间内的磨损率；对于变转速工作过程，直接计算其过程中的磨损量。对于每个密封环，计算其累积磨损量 12；

(2) 通过可靠性测试实验分析，建立密封环累积磨损量与各可靠性指标（如密封环 90%可靠度寿命、未来 3 个月损坏概率）的对应关系。

对照(1)(2)之结果，即可得到密封环的各可靠性指标 13。这些可靠性指标可作为评价密封继续服役的风险、如果继续服役预计需要在多长时间后报废的依据，以便制定生产计划。

同时，累积磨损量一旦求得，便被接下来一段时间内的声学尺度分析所采用。

权利要求书

1、一种机械密封多尺度实时监测分析方法，其特征在于，测量机械密封端面摩擦副产生的声发射信号，根据声发射信号在不同尺度上的特征所具备的不同物理内涵，在多个尺度上结合其他辅助信息开展分析，从而判断密封的实时工作状态并给出密封的性能变化预期。

2、根据权利要求1所述的一种机械密封多尺度实时监测分析方法，其特征在于，所述多尺度的实现方法是：在某个时间尺度（称为第N级时间尺度）上进行分析可以得到特定的结果，这一结果除本身具有物理意义外，还作为时间上更长的第(N+1)级时间尺度的分析对象——在第(N+1)级时间尺度上分析第N级的结果随时间的变化，将会得出另一方面的结果，并且类似地，这一结果不仅本身具有物理意义，还可以作为第(N+2)级时间尺度的分析对象，依此类推；

在特定的条件下，较长的时间尺度下的结果也可以反馈给较短的时间尺度。

3、根据权利要求2所述的一种机械密封多尺度实时监测分析方法，其特征在于，所述尺度为声学尺度、动力学尺度和服役尺度，其中，特定的声源会在特定的若干个频段上产生信号，采集并识别这些信号的尺度称为声学尺度；密封运行过程中因动力学上的作用而产生运动，导致声发射信号随之变化，这一特征在与旋转周期相当的时间尺度上体现，这一尺度称为动力学尺度；密封长期服役过程中性能因包括磨合、磨损、弹性元件老化在内的原因发生累积性的性能变化，这一特征需要考察声发射信号长期的变化历程，这一尺度称为服役尺度。

4、根据权利要求3所述的一种机械密封多尺度实时监测分析方法，其特征在于，在声学尺度上结合其他辅助信息开展分析，从而判断密封的实时工作状态并给出密封的性能变化预期的具体步骤是：声学尺度的分析由一段时间很短的声发射波形结

合辅助信息获得一系列对应于摩擦副各方面状态的表征量，一种典型的方法是，对频率谱进行滤波、引入辅助信息修正等预处理，然后经由预设的根据频带与物理过程的对应关系建立的映射函数将频率谱变换为一系列物理表征量，这些表征量一方面本身具有向用户展示密封工作状态的作用，另一方面也是动力学尺度分析的基础。

5、根据权利要求3所述的一种机械密封多尺度实时监测分析方法，其特征在于，在动力学尺度上结合其他辅助信息开展分析，从而判断密封的实时工作状态并给出密封的性能变化预期的具体步骤是：密封动环随轴旋转时，对密封系统产生周期性的激励，从而导致密封系统产生周期性的动力学响应，而这种周期性响应的具体形式则与密封系统的摩擦剧烈程度和周向不均匀性等有密切的关系，通过实验测试或计算机模拟预先得到声学表征量动态变化模式与密封状态的关系的典型情况，即可反过来对被测量的设备在声学尺度分析的基础上进行进一步推断。

6、根据权利要求3所述的一种机械密封多尺度实时监测分析方法，其特征在于，在服役尺度上结合其他辅助信息开展分析，从而判断密封的实时工作状态并给出密封的性能变化预期的具体步骤是：密封运行过程中，密封环不可避免地会产生磨损，弹簧和副密封也可能在长时间使用的过程中性能下降，由于已经可以通过动力学尺度的分析来判断摩擦的剧烈程度，那么在此基础上得到磨损率，再利用预先建立的累计磨损率与密封劣化进度的关系，即可预估未来的性能变化和失效风险。

7、根据权利要求6所述的一种机械密封多尺度实时监测分析方法，其特征在于，将劣化进度本身作为声学尺度和动力学尺度分析的参考。

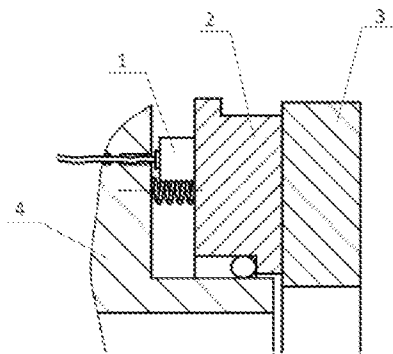


图 1

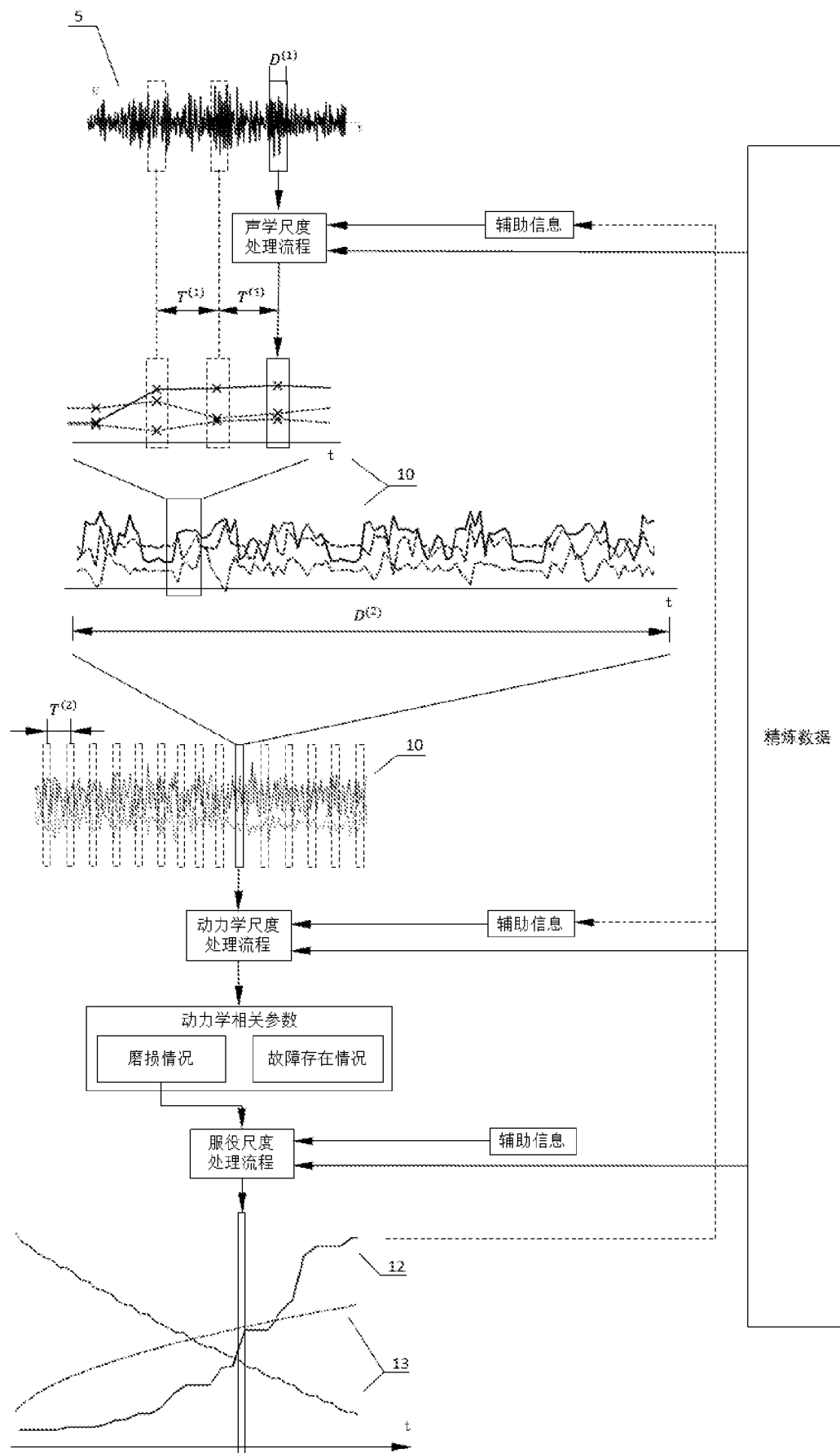


图 2

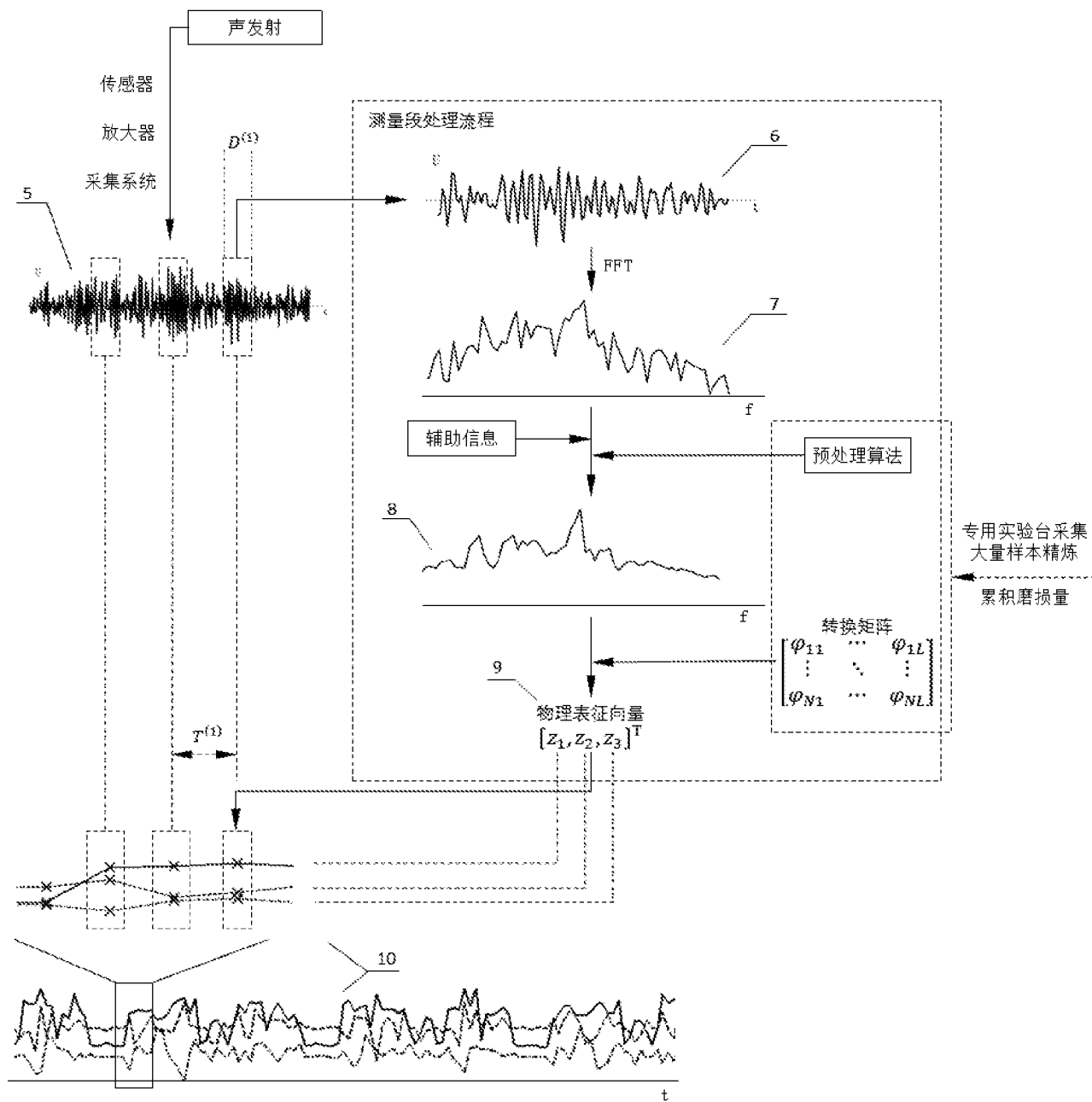


图 3

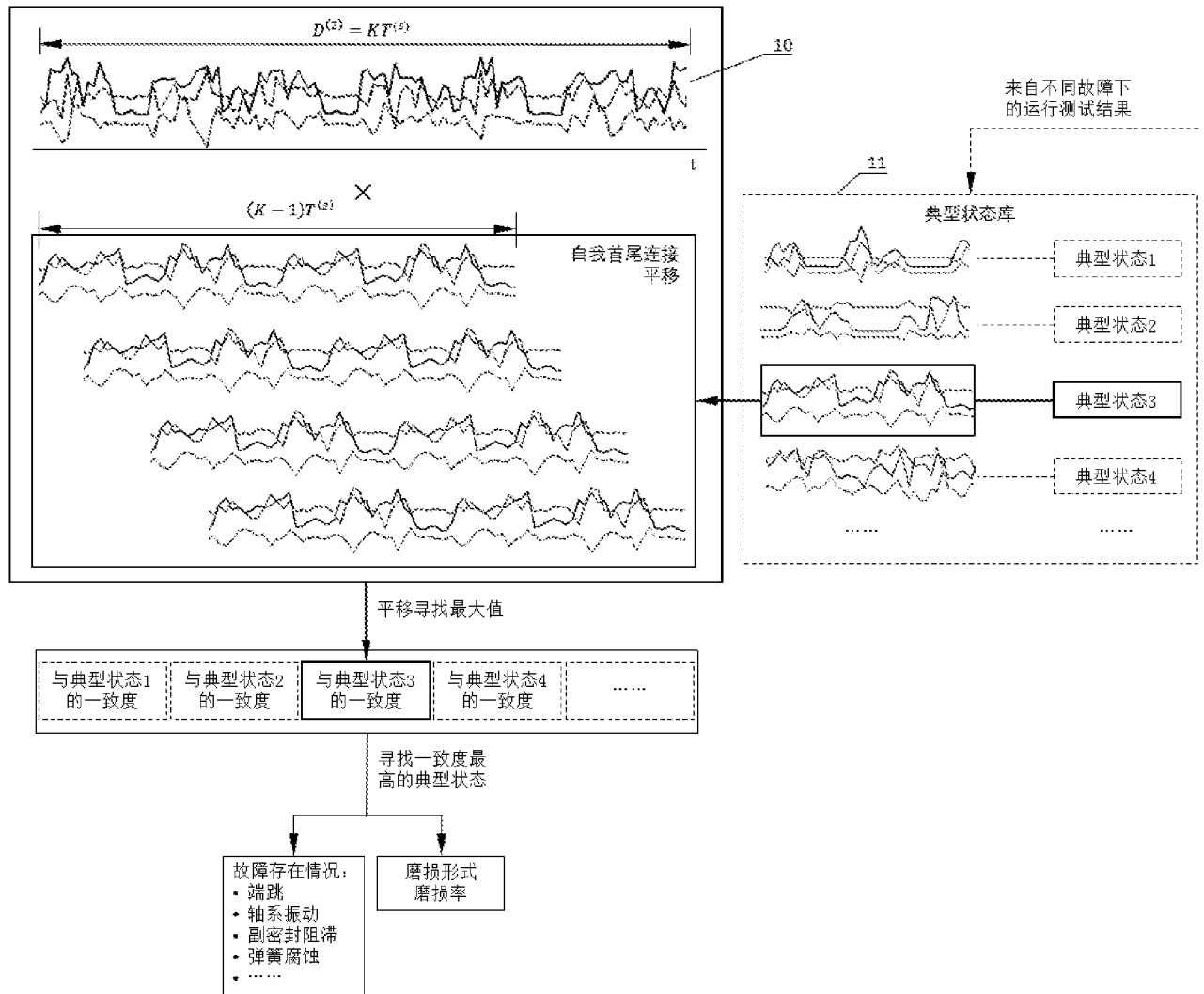


图 4

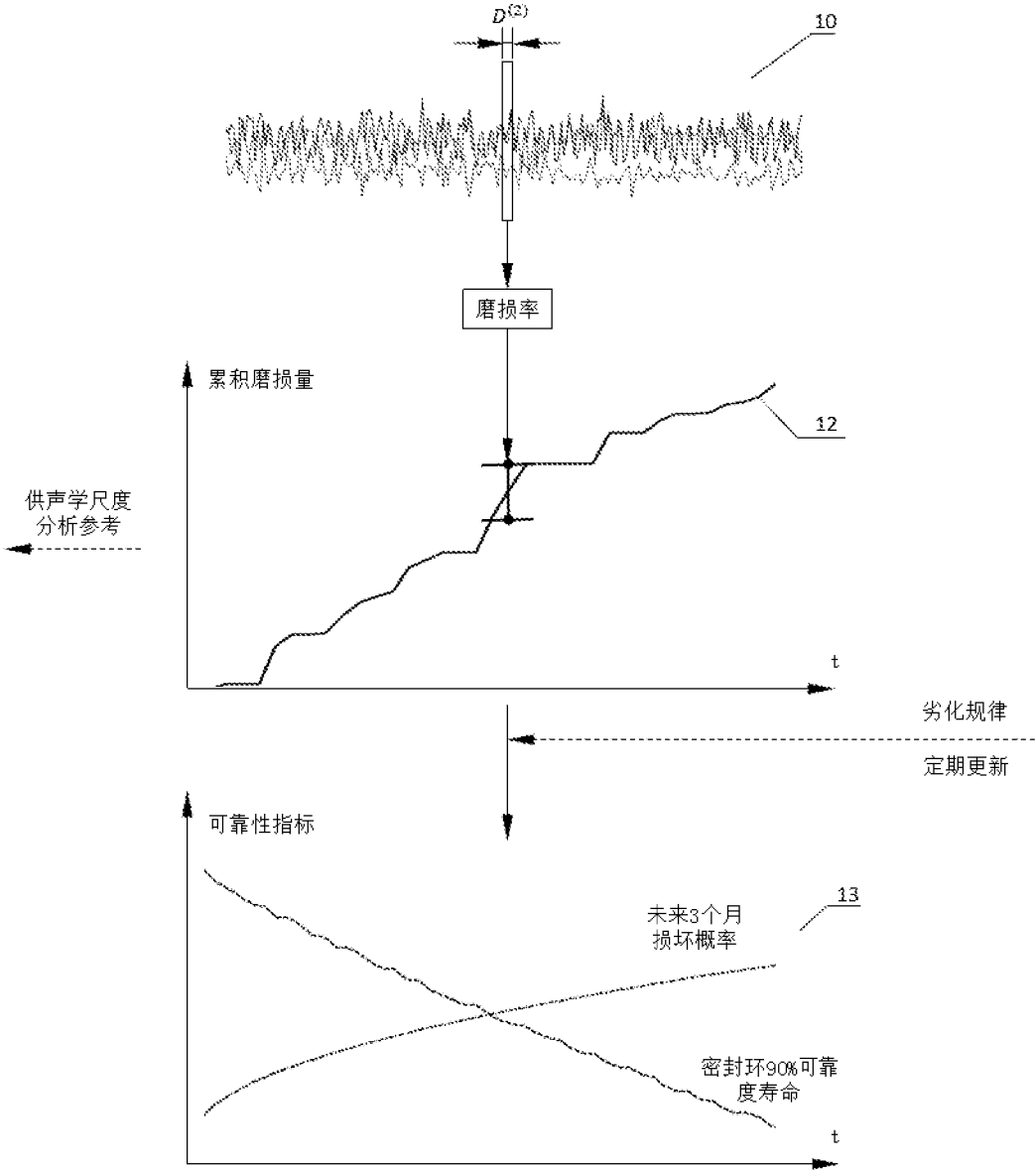


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/117060

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M 3/24(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)

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 清华大学, 黄伟峰, 机械密封, 声发射, 动力学, 服役, 磨损, 劣化, 摩擦副, 声学, mechanical seal, acoustic emission, dynamic, service, wear rate, friction pair

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 206845897 U (TSINGHUA UNIVERSITY ET AL.) 05 January 2018 (2018-01-05) description, paragraphs [0031]-[0065], and figures 1 and 10	1, 2
A	CN 106679947 A (SINOMACH INTELLIGENCE TECHNOLOGY CO., LTD. ET AL.) 17 May 2017 (2017-05-17) entire document	1-7
A	CN 103837303 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 04 June 2014 (2014-06-04) entire document	1-7
A	US 2010106429 A1 (HORAK, MICHAEL N.) 29 April 2010 (2010-04-29) entire document	1-7
A	US 6360610 B1 (JARZYNSKI, JACEK ET AL.) 26 March 2002 (2002-03-26) entire document	1-7

☐ 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

08 March 2019

Date of mailing of the international search report

27 March 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

**National Intellectual Property Administration, PRC (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/CN2018/117060

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	206845897	U	05 January 2018	None			
CN	106679947	A	17 May 2017	None			
CN	103837303	A	04 June 2014	CN	103837303	B	30 March 2016
US	2010106429	A1	29 April 2010	US	8527214	B2	03 September 2013
US	6360610	B1	26 March 2002	WO	0133208	A1	10 May 2001
				AU	3640401	A	14 May 2001

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/117060

A. 主题的分类

G01M 3/24(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)

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))

CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 清华大学, 黄伟峰, 机械密封, 声发射, 动力学, 服役, 磨损, 劣化, 摩擦副, 声学, mechanical seal, acoustic emission, dynamic, service, wear rate, friction pair

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	CN 206845897 U (清华大学 等) 2018年 1月 5日 (2018 - 01 - 05) 说明书第[0031]-[0065]段以及附图1, 10	1-2
A	CN 106679947 A (国机智能科技有限公司 等) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 全文	1-7
A	CN 103837303 A (清华大学) 2014年 6月 4日 (2014 - 06 - 04) 全文	1-7
A	US 2010106429 A1 (HORAK, MICHAEL N.) 2010年 4月 29日 (2010 - 04 - 29) 全文	1-7
A	US 6360610 B1 (JARZYNSKI, JACEK 等) 2002年 3月 26日 (2002 - 03 - 26) 全文	1-7

☐ 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

2019年 3月 8日

国际检索报告邮寄日期

2019年 3月 27日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

受权官员

刘畅

传真号 (86-10)62019451

电话号码 86- (10) -53962364

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/117060

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	206845897	U	2018年 1月 5日	无			
CN	106679947	A	2017年 5月 17日	无			
CN	103837303	A	2014年 6月 4日	CN	103837303	B	2016年 3月 30日
US	2010106429	A1	2010年 4月 29日	US	8527214	B2	2013年 9月 3日
US	6360610	B1	2002年 3月 26日	W0	0133208	A1	2001年 5月 10日
				AU	3640401	A	2001年 5月 14日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)