



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105190035 B

(45)授权公告日 2019.02.05

(21)申请号 201480013461.0

(22)申请日 2014.02.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105190035 A

(43)申请公布日 2015.12.23

(30)优先权数据
13/794,123 2013.03.11 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.09.10

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/018172 2014.02.25

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/163858 EN 2014.10.09

(73)专利权人 IMO工业股份有限公司
地址 美国新泽西

(72)发明人 尹丹 K·W·帕顿

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所 11038
代理人 顾玉莲

(51)Int.Cl.
F04B 49/00(2006.01)

审查员 牛亚楠

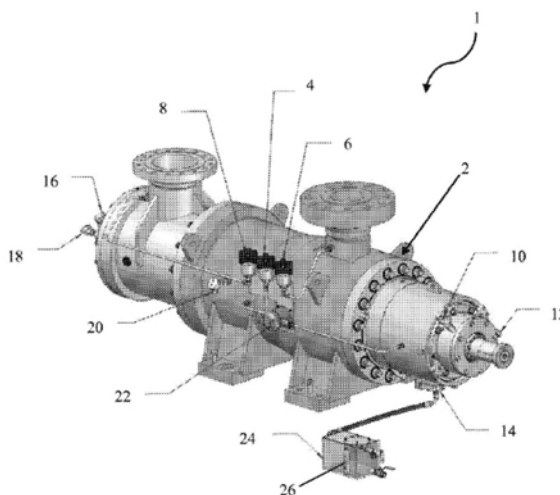
权利要求书4页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

智能泵监测和控制系统

(57)摘要

公开了一种用于监测和控制泵的系统和方法。所述方法可以：定义处理目标；从所述处理目标导出第一致动器控制信号 Y_c ；以及导出实际操作参数。所述方法可以进一步包括以下步骤：比较所述实际操作参数与预定义系统极限和泵极限以确定第二致动器控制信号 Y'_c ；比较所述实际操作参数与预定义流体极限以确定第三致动器控制信号 Y''_c ；比较所述实际操作参数与预定义正常处理极限以确定第四致动器控制信号 Y'''_c ；以及比较所述实际操作参数与至少一个预定义异常处理极限以确定第五致动器控制信号 Y''''_c 。所述方法可以进一步包括：确定致动器控制信号中哪个是最保守的致动器控制信号，并且根据最保守的致动器控制信号驱动所述泵。



1. 一种用于监测和连续地控制泵以便优化泵效率的方法,其包括:

定义至少一个处理目标;

从所述至少一个处理目标导出第一致动器控制信号 Y_c ;

通过可操作地连接至泵以便直接测量的至少一个传感器以及通过处理器的计算而导出多个实际操作参数;

比较所述多个实际操作参数中的与泵有关的至少一个实际操作参数与至少一个预定义系统极限和泵极限以确定第二致动器控制信号 Y'_c ;

比较所述多个实际操作参数中的与泵送的流体有关的至少一个实际操作参数与至少一个预定义流体极限以确定第三致动器控制信号 Y''_c ;

比较所述多个实际操作参数中的与正常操作有关的至少一个实际操作参数与至少一个预定义正常处理极限以确定第四致动器控制信号 Y'''_c ;

比较所述多个实际操作参数中的与异常操作有关的至少一个实际操作参数与至少一个预定义异常处理极限以确定第五致动器控制信号 Y''''_c ;

确定第二致动器控制信号 Y'_c 、第三致动器控制信号 Y''_c 、第四致动器控制信号 Y'''_c 、以及第五致动器控制信号 Y''''_c 中哪个是最保守的致动器控制信号;以及

根据最保守的致动器控制信号驱动所述泵,以便连续地控制所述泵;

其中所述泵通过在所述至少一个预定义系统极限和泵极限、所述至少一个预定义流体极限、所述至少一个预定义正常处理极限、和所述至少一个预定义异常处理极限内操作而连续地受到控制,使得所述泵被驱动成缓解损坏同时优化泵效率。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,比较所述与泵有关的至少一个实际操作参数与至少一个预定义系统极限和泵极限以确定第二致动器控制信号 Y'_c 的步骤包括:

如果所述与泵有关的至少一个实际操作参数超出所述至少一个预定义系统极限和泵极限,则基于所述至少一个处理目标、所述至少一个预定义系统极限和泵极限以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第二致动器控制信号 Y'_c ;以及

如果所述与泵有关的至少一个实际操作参数未超出所述至少一个预定义系统极限和泵极限,则基于所述至少一个处理目标、所述与泵有关的至少一个实际操作参数以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第二致动器控制信号 Y'_c 。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,比较所述与泵送的流体有关的至少一个实际操作参数与至少一个预定义流体极限以确定第三致动器控制信号 Y''_c 的步骤包括:

如果所述与泵送的流体有关的至少一个实际操作参数超出所述至少一个预定义流体极限,则基于所述至少一个处理目标、所述至少一个预定义流体极限以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第三致动器控制信号 Y''_c ;以及

如果所述与泵送的流体有关的至少一个实际操作参数未超出所述至少一个预定义流体极限,则基于所述至少一个处理目标、所述与泵送的流体有关的至少一个实际操作参数以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第三致动器控制信号 Y''_c 。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,比较所述与正常操作有关的至少一个实际操作参数与至少一个预定义正常处理极限以确定第四致动器控制信号 Y'''_c 的步骤包括:

如果所述与正常操作有关的至少一个实际操作参数超出所述至少一个预定义正常处理极限,则基于所述至少一个处理目标、所述至少一个预定义正常处理极限以及所述第一

致动器控制信号的函数来计算所述第四致动器控制信号 $Y''c$ ；以及

如果所述与正常操作有关的至少一个实际操作参数未超出所述至少一个预定义正常处理极限，则基于所述至少一个处理目标、所述与正常操作有关的至少一个实际操作参数以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第四致动器控制信号 $Y''c$ 。

5. 根据权利要求1所述的方法，其中，比较所述与异常操作有关的至少一个实际操作参数与至少一个预定义异常处理极限以确定第五致动器控制信号 $Y'''c$ 的步骤包括：

如果所述与异常操作有关的至少一个实际操作参数超出所述至少一个预定义异常处理极限，则基于所述至少一个处理目标、所述至少一个预定义异常处理极限以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第五致动器控制信号 $Y'''c$ ；以及

如果所述与异常操作有关的至少一个实际操作参数未超出所述至少一个预定义异常处理极限，则基于所述至少一个处理目标、所述与异常操作有关的至少一个实际操作参数以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第五致动器控制信号 $Y'''c$ 。

6. 根据权利要求1所述方法，其中，所述至少一个处理目标包括目标泵速度、目标泵吸入压力、目标泵压差、目标泵排放压力、目标泵流量以及目标流体温度中的至少一个。

7. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述至少一个预定义系统极限和泵极限包括系统速度极限、系统压力极限、系统流速极限、系统温度极限、泵速度极限、泵吸入压力极限、泵排放压力极限、泵压差极限、泵粘度极限以及泵振动极限中的至少一个。

8. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述至少一个预定义正常处理极限包括处理速度极限、处理吸入压力极限、处理排放压力极限、处理压差极限、处理流速极限、处理温度极限以及处理振动极限中的至少一个。

9. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述至少一个预定义异常处理极限包括空穴现象严重性极限、空运行严重性极限、气泡严重性极限、作为流量计的泵流量极限、泵效率极限、轴承润滑健康极限、泄漏率和趋势极限、严重外部泄漏极限以及来自振动极限的FFT分析中的至少一个。

10. 根据权利要求1所述的方法，其中，最保守的致动器控制与最低泵速度、最低泵压力、最低泵温度以及最低泵流速中的至少一个相关联。

11. 一种用于监测和连续地控制泵以便优化泵效率的系统，其包括：

致动器，所述致动器可操作地连接至泵，用于根据致动器控制信号驱动所述泵；

至少一个传感器，所述至少一个传感器可操作地连接至所述泵，用于监测所述泵的各种操作参数以便直接测量以及用于监测由所述泵泵送的流体；

控制器，所述控制器可操作地连接至所述致动器和所述至少一个传感器，其中，所述控制器配置为：

从至少一个预定义处理目标导出第一致动器控制信号 Yc ；

从通过所述至少一个传感器收集的信息以及处理器进行的至少一种计算来导出多个实际操作参数；

比较所述多个实际操作参数中的与泵有关的至少一个实际操作参数与至少一个预定义系统极限和泵极限以确定第二致动器控制信号 $Y'c$ ；

比较所述多个实际操作参数中的与泵送的流体有关的至少一个实际操作参数与至少一个预定义流体极限以确定第三致动器控制信号 $Y''c$ ；

比较所述多个实际操作参数中的与正常操作有关的至少一个实际操作参数与至少一个预定义正常处理极限以确定第四致动器控制信号 $Y''c$ ；

比较所述多个实际操作参数中的与异常操作有关的至少一个实际操作参数与至少一个预定义异常处理极限以确定第五致动器控制信号 $Y'''c$ ；

确定第二致动器控制信号 $Y'c$ 、第三致动器控制信号 $Y''c$ 、第四致动器控制信号 $Y''c$ 、以及第五致动器控制信号 $Y'''c$ 中哪个是最保守的致动器控制信号；以及

将最保守的致动器控制信号传送至所述致动器，以便连续地控制所述泵；

其中所述泵通过在所述至少一个预定义系统极限和泵极限、所述至少一个预定义流体极限、所述至少一个预定义正常处理极限、和所述至少一个预定义异常处理极限内操作而连续地受到控制，使得所述泵被驱动成缓解损坏同时优化泵效率。

12. 根据权利要求11所述的系统，其中，所述控制器配置为：如果所述与泵有关的至少一个实际操作参数超出所述至少一个预定义系统极限和泵极限，则基于所述至少一个预定义处理目标、所述至少一个预定义系统极限和泵极限以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第二致动器控制信号 $Y'c$ ；以及如果所述与泵有关的至少一个实际操作参数未超出所述至少一个预定义系统极限和泵极限，则基于所述至少一个预定义处理目标、所述与泵有关的至少一个实际操作参数以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第二致动器控制信号 $Y'c$ 。

13. 根据权利要求11所述的系统，其中，所述控制器配置为：如果所述与泵送的流体有关的至少一个实际操作参数超出所述至少一个预定义流体极限，则基于所述至少一个预定义处理目标、所述至少一个预定义流体极限以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第三致动器控制信号 $Y''c$ ；以及如果所述与泵送的流体有关的至少一个实际操作参数未超出所述至少一个预定义流体极限，则基于所述至少一个预定义处理目标、所述与泵送的流体有关的至少一个实际操作参数以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第三致动器控制信号 $Y''c$ 。

14. 根据权利要求11所述的系统，其中，所述控制器配置为：如果所述与正常操作有关的至少一个实际操作参数超出所述至少一个预定义正常处理极限，则基于所述至少一个预定义处理目标、所述至少一个预定义正常处理极限以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第四致动器控制信号 $Y''c$ ；以及如果所述与正常操作有关的至少一个实际操作参数未超出所述至少一个预定义正常处理极限，则基于所述至少一个预定义处理目标、所述与正常操作有关的至少一个实际操作参数以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第四致动器控制信号 $Y''c$ 。

15. 根据权利要求11所述的系统，其中，所述控制器配置为：如果所述与异常操作有关的至少一个实际操作参数超出所述至少一个预定义异常处理极限，则基于所述至少一个预定义处理目标、所述至少一个预定义异常处理极限以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第五致动器控制信号 $Y'''c$ ；以及如果所述与异常操作有关的至少一个实际操作参数未超出所述至少一个预定义异常处理极限，则基于所述至少一个预定义处理目标、所述与异常操作有关的至少一个实际操作参数以及所述第一致动器控制信号的函数来计算所述第五致动器控制信号 $Y'''c$ 。

16. 根据权利要求11所述系统，其中，所述至少一个预定义处理目标包括目标泵速度、

目标泵吸入压力、目标泵压差、目标泵排放压力、目标泵流量以及目标流体温度中的至少一个。

17. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述至少一个预定义系统极限和泵极限包括系统速度极限、系统压力极限、系统流速极限、系统温度极限、泵速度极限、泵吸入压力极限、泵排放压力极限、泵压差极限、泵粘度极限以及泵振动极限中的至少一个。

18. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述至少一个预定义正常处理极限包括处理速度极限、处理吸入压力极限、处理排放压力极限、处理压差极限、处理流速极限、处理温度极限以及处理振动极限中的至少一个。

19. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述至少一个预定义异常处理极限包括空穴现象严重性极限、空运行严重性极限、气泡严重性极限、作为流量计的泵流量极限、泵效率极限、轴承润滑健康极限、泄漏率和趋势极限、严重外部泄漏极限以及来自振动极限的FFT分析中的至少一个。

20. 根据权利要求11所述的系统,其中,最保守的致动器控制与最低泵速度、最低泵压力、最低泵温度以及最低泵流速中的至少一个相关联。

智能泵监测和控制系统

技术领域

[0001] 本公开一般涉及用于机械的监测系统的领域,以及更具体地涉及用于不断的、自动的泵状态监测和控制的系统和方法。

背景技术

[0002] 常常通过使用由经验丰富的操作者执行的目测技术来确定诸如泵的旋转机械的状况。在故障可能出现之前,常常可以通过目测检测诸如裂化、泄露、腐蚀等故障模式。温度和振动是泵操作性能的关键指标。超出任一等级均可以指示需要调整和/或修护。

[0003] 可以通过使用,例如,红外热像技术,手动地测量在表面上的温度变化。另外,耳机可以用于监听非期望的磨损状况。例如,在轴承中的高分贝嗡嗡声可以指示在接触表面中的瑕疵。

[0004] 使用这种手动状况监测允许调整泵操作、安排泵维修、或者采取其他动作,以避免如果允许非期望的操作状况持续存在会引发的损坏或者泵故障。在劣化初期介入的性价比通常远远高于在故障之后维护的性价比。

[0005] 人工监测的一个缺点在于:这种监测通常仅是周期性地执行。由此,如果在检查之间出现不利状况,则可能发生机械故障。而且,即使是经过适当训练的劳动力,人工监测仍与这种类型的任何人工监督都会自然出现的误差、误判、疏忽以及一定程度的性能的不一致性相关联。

[0006] 因此,需要提供一种用于持续、连贯地监测泵操作状况的系统和方法。将进一步需要提供这种自动调整泵操作的方式的系统和方法以避免损坏和泵故障并且提高泵效率。这种系统和方法具有增强泵操作、减少停机时间以及提高能源效率的潜力。应在制造期间使这种系统和方法适合应用于新机械或者作为改装添加至现有设备。

发明内容

[0007] 提供本发明内容以简单地介绍对在将以下详细说明中进一步描述的概念的选择。本发明内容不旨在识别所要求的主题的关键特征或者基本特征,亦不旨在帮助确定所要求的主题的范围。

[0008] 根据本公开,提供了一种用于监测和控制泵的智能方法和系统。所述方法的示例性实施例可以包括以下步骤:定义处理目标;从所述处理目标导出第一致动器控制信号 Y_c ;以及导出实际操作参数。所述方法可以进一步包括以下步骤:比较所述实际操作参数与预定义系统极限和泵极限以确定第二致动器控制信号 $Y'c$;比较所述实际操作参数与预定义流体极限以确定第三致动器控制信号 $Y''c$;比较所述实际操作参数与预定义正常处理极限以确定第四致动器控制信号 $Y'''c$;以及比较所述实际操作参数与至少一个预定义异常处理极限以确定第五致动器控制信号 $Y''''c$ 。所述方法可以进一步包括:确定致动器控制信号中哪个是最保守的致动器控制信号,并且根据最保守的致动器控制信号驱动所述泵。

[0009] 根据本公开的系统的示例性实施例可以包括:致动器,所述致动器可操作地连接

至泵,用于根据致动器控制信号驱动所述泵;至少一个传感器,所述至少一个传感器可操作地连接至所述泵,用于监测所述泵的各种操作参数以及由所述泵泵送的流体;以及控制器,所述控制器可操作地连接至所述致动器和所述至少一个传感器。所述控制器可以配置为:从预定义处理目标导出第一致动器控制信号 Y_c ;以及从通过所述至少一个传感器收集的信息导出实际操作参数。所述控制器可以进一步配置为:比较所述至少一个实际操作参数与至少一个预定义系统极限和泵极限以确定第二致动器控制信号 $Y'c$;比较所述至少一个实际操作参数与至少一个预定义流体极限以确定第三致动器控制信号 $Y''c$;比较所述至少一个实际操作参数与至少一个预定义正常处理极限以确定第四致动器控制信号 $Y'''c$;比较所述至少一个实际操作参数与至少一个预定义异常处理极限以确定第五致动器控制信号 $Y''''c$ 。所述控制器可以进一步配置为确定致动器控制信号中哪个是最保守的致动器控制信号,并且将最保守的致动器控制信号传送至所述致动器。

附图说明

[0010] 通过示例的方式,现将参照附图对所公开的装置的具体实施例进行描述,在附图中:

[0011] 图1是图示了包括安装在其上的多个状况监测传感器的示例性泵的等距视图;

[0012] 图2是图示了图1的泵的剖面图,详细说明了相对于泵的动力转子孔安装的多个传感器中的两个传感器的位置;

[0013] 图3是图示了图2的泵的剖面图,详细说明了相对于泵的空转转子孔安装的多个传感器中的两个传感器的位置;

[0014] 图4是图示了所公开系统的示意图;

[0015] 图5是图示了与图4所示系统一起使用的示例性控制器的等距视图;

[0016] 图6是图示了扩展为包括远距离监测的图4的系统的示意图;以及

[0017] 图7是图示了所公开的方法的示例的流程图。

具体实施方式

[0018] 参照图1-3,智能泵监测和控制系统1(下文称为“系统1”)示出为安装至示例性泵2。所图示的泵2是多轴螺旋泵,但可以设想,本文所描述的系统1和方法可以与各种其他类型的泵相关联地实施,包括离心泵、齿轮泵、螺杆泵。

[0019] 系统1可以包括各种在整个泵2的适当位置处安装的传感器。例如,传感器可以包括:空穴压力传感器4、排放压力传感器6、进口压力传感器8、轴承振动传感器10、轴承温度传感器12、密封泄露率监测器14、空转振动传感器16、配流盘温度传感器18以及套管磨损监测器20。在所图示的实施例中,泵2还设有毁灭性的密封失效开关22以及与浮动开关26适配的密封泄露槽24。可以设想,传感器4可以包括各种上面未提及的附加传感器,其包括但不限于:各种附加压力、温度、振动、流量、粘度、泵磨损、泄露率以及毁灭性的泄露传感器。为了方便起见,在下文中将传感器4-26统称为“传感器4”。如本领域的技术人员要了解的,传感器4中的每个传感器在适合于收集所需的与泵2的操作状况和由泵2泵送的流体有关的信息的位置处连接至泵2。

[0020] 图4示出了包括控制器28的系统1,控制器28经由连通链路30可操作地联接至泵2。

控制器28可以为任何适当类型的控制器,但不限于比例-积分-微分(PID)控制器或者可编程逻辑控制器(PLC)。连通链路30一般示出为连接至泵2,但要理解的是,在实际应用中,连通链路30可以联接至单独的传感器4,以及联接至电致动器(未示出),该电致动器响应于由控制器28生成的致动器控制信号驱动泵2。单独的传感器4可以向控制器28发送表示泵2的一个或者多个操作状况的信号。控制器28可以包括执行软件指令的处理器32,如下面将详细描述,软件指令用于从接收到的信号确定一个或者多个操作状况是否在正常的或者所需极限之内,并且用于相应地修改致动器控制信号。非易失性存储器3可以与处理器32相关联,用于存储软件指令并且/或者用于存储从传感器4-26接收到的数据。显示器36可以联接至控制器28,以便提供对于泵2的状况有关的信息的本地显示和远程显示。诸如键盘的输入装置38可以联接至控制器28,以便使用户能够与系统1相互作用。

[0021] 连通链路30图示为硬接线连接。然而,要了解,连通链路30可以具体化为任何各种无线或者硬接线连接。例如,可以通过使用WiFi、蓝牙、PSTN(公共交换电话网)、卫星网络系统、诸如,例如,用于SMS和分组语音通信的GSM(全球移动通信系统)网络、用于分组数据和语音通信的通用分组无线业务(GPRS)的蜂窝网络、或者,诸如,例如用于TCP/IP、VOIP通信的以太网/互联网的有线数据网络来实施连通链路30。

[0022] 图5示出了包括显示器36和键盘38的控制器28的示例性实施方式,控制器28在本实施例中设置为触摸屏显示器。可以为各种户内或者户外应用配置控制器28。在所图示的实施例中,控制器28包括不锈钢外罩,具有由聚碳酸酯密封保护层封闭以阻挡紫外线光线的彩色触摸屏。可以为I等级、2区的危险区域配置控制器28。可以通过使用适当的IS屏障隔离通过控制器28接收并且生成的所有信号。可以由外罩压力控制系统对外罩进行密封、净化、加压以及监测,以确保没有可燃气体或者蒸汽进入外罩。如所提及的,外罩(包括控制器28)可以靠近泵2或者在遥远的安全区处安装。

[0023] 控制器28可以包括紧急停止开关39,在发生紧急情况时,紧急停止开关39用于远程控制系统的断路使泵停止。可以设想,控制器28可以进一步包括预加热器(未示出)以使系统能够在寒冷的环境(例如,低至 -45° (-49° F))下操作。更进一步地,可以设想,还可以实施恒湿器和暖风机(未示出)以监测和控制控制器28内的湿度。

[0024] 图6示出了包括远程存取能力的系统1的实施例。如上所描述的,系统1包括泵2,泵2具有经由连通链路30联接至控制器28的多个传感器。控制器28包括本地显示器36和键盘38。本实施例的控制器28联接至调制解调器40,调制解调器40使远程计算机42能够访问控制器28。远程计算机42可以用于显示大体上与在控制处28处本地显示的信息相同的信息。调制解调器40可以使控制器28能够传播电子邮件、文本消息以及寻呼机信号以向用户发出关于被监测的泵2的状况的警报。可以经由集成服务器(未示出)实行这种到控制器和来自控制器的通信,集成服务器实现了经由互联网对控制器28的远程访问。另外,可以通过电子邮件、互联网、以太网、RS-232/422/485、CANopen、DeviceNet、Profibus、射频无线电、电话陆线、蜂窝网络以及卫星网络中的一个或者多个传递数据和/或警报。

[0025] 参照图7,示出了图示了根据本公开的用于操作泵2的示例性方法的流程图。除非另有规定,则可以通过软件算法整体地或者部分地执行所描述的方法,诸如可以存储在存储器34中并且由控制器28的处理器32执行的软件算法。

[0026] 在本方法的步骤100中,可以在控制器28中建立一个或者多个“处理目标”,诸如,

通过在由控制器28的处理器32执行的算法中定义目标。这可以在控制器28的初始配置期间(例如,在安装时)或者之后执行。处理目标可以包括各种所需的操作参数,诸如最佳泵和流体特性,力图在泵2的操作期间获得并且/或者保持所需的操作参数。示例性处理目标包括但不限于:目标泵速度、目标泵吸入压力、目标泵压差、目标泵排放压力、目标泵流量以及目标流体温度。指定的特定处理目标和每个指定目标的值可以取决于许多因素,诸如所使用的特定类型的泵、由泵2执行的特定处理以及泵送的特定流体。

[0027] 在本方法的步骤110中,可以在控制器28中建立一个或者多个预定义“系统极限和泵极限”,诸如,通过在由控制器28的处理器32执行的算法中定义极限。这可以在控制器28的初始配置期间(例如,在安装时)或者之后执行。系统极限和泵极限可以包括各种操作边界值(例如,最小值和/或最大值),在各种操作边界值内,系统1和泵2应该在正常状况下运行。示例性系统极限和泵极限可以包括但不限于:系统速度极限(例如,发动机或者电动机速度)、系统压力极限、系统流率极限、系统温度极限、泵速度极限、泵吸入压力极限、泵排放压力极限、泵压差极限、泵粘度极限以及泵振动极限。一般而言,系统极限是整个系统的物理极限或者设计极限,以及由于系统极限由除了与泵2相关联的因素外的其他因素确定,因此其范围可以大于或者小于泵极限的范围。例如,指定系统极限的因素可以与在泵2外部的系统部件有关,诸如电动机、发动机、联轴器、负载等。因此,泵极限可以在系统极限内或者反之亦然,或者两组极限可以部分地重叠。

[0028] 在本方法的步骤120中,可以在控制器28中建立一个或者多个预定义“流体极限”,诸如,通过在由控制器28的处理器32执行的算法中定义极限。这可以在控制器28的初始配置期间(例如,在安装时)或者之后执行。流体极限可以包括与被泵送的具体流体相关联的各种操作界限值(例如,最小值和/或最大值),其中,在泵2的正常操作期间,不应该遍历这种极限值。示例性流体极限可以包括但不限于:在定义温度范围内的粘度极限、温度极限、具体重力极限、空气含量极限、固体含量数量和大小极限以及不同的流体(即,除了旨在被泵送的流体之外的流体)数量极限。

[0029] 在本方法的步骤130中,可以在控制器28中建立一个或者多个预定义“正常处理极限”,诸如,通过在由控制器28的处理器32执行的算法中定义极限。这可以在控制器28的初始配置期间(例如,在安装时)或者之后执行。正常处理极限可以包括与由泵2执行的特定过程相关联的各种操作极限值(例如,最小值和/或最大值)。这种处理极限通常将在上面所描述的系统极限和泵极限的范围内。即,与特定过程相关联的极限一般将不超出系统1和泵2的指定作业能力。示例性正常处理极限可以包括但不限于:处理速度极限、处理吸入压力极限、处理排放压力极限、处理压差极限、处理流率极限、处理温度极限以及处理振动极限。

[0030] 在本方法的步骤140中,可以在控制器28中建立一个或者多个预定义“异常处理极限”,诸如,通过在由控制器28的处理器32执行的算法中定义极限。这可以在控制器28的初始配置期间(例如,在安装时)或者之后执行。异常处理极限可以包括与泵2的操作相关联的可以指示诸如空穴或者空运行的某些异常处理状况的各种操作极限值(例如,最小值和/或最大值)。示例性异常处理极限可以包括但不限于:空穴现象严重性极限、空运行严重性极限、气泡严重性极限、作为流量计的泵流量极限、泵效率极限、轴承润滑健康极限、泄漏率和趋势极限、严重外部泄漏极限以及来自振动极限的快速傅里叶变换(FFT)分析。

[0031] 在本方法的步骤150中,可以从上面所描述的预定义处理目标整体地或者部分地

导出第一致动器信号 Y_c ，其中 Y_c 可以是旨在按照与处理目标（诸如，目标速度、压力、温度等）一致的方式驱动泵2的信号。例如， Y_c 可以由控制器28的处理器32执行的算法的乘积，该算法将预定义处理目标值以及泵2的特定已知特性（诸如，泵2的尺寸和容量）纳入考虑。

[0032] 在本方法的步骤160中，可以确定一个或者多个实际操作参数，诸如，通过传感器4进行直接测量、通过基于测量得到的参数进行计算、或者通过基于测量得到的和已知的参数的组合进行计算。例如，对于直接测量到的参数，可以直接测量实际泵进口和排放压力，诸如，通过上面所描述的进口和排放压力变换器6和8。可以测量实际泵速度，诸如，通过编码器或者附接至联接至泵2的电机（未示出）的其他速度传感器，或者，可以从联接至泵2的变速传动装置（未示出）读取实际泵速度。可以通过轴承温度传感器12或者配流盘温度传感器18测量实际泵温度。可以测量实际泵振动等级，诸如，通过轴承振动传感器10或者通过空转振动传感器16。可以测量实际泵流速，诸如，通过位于泵2的排放侧的流量计（未示出）。可以测量实际流体温度，诸如，通过热电偶、电阻温度检测器（RTD）、或者沉入被泵送流体中或者接近被泵送流体的任何其他合适的温度测量装置（未示出）。可以测量实际流体粘度，诸如，通过位于泵2的排放侧的粘度计（未示出）。可以测量泵送流体的实际比重，诸如，通过位于泵2的排放侧的质量流量计（未示出）。可以测量实际固体含量、空气含量和不同流体等级，诸如，通过可以沉入被泵送流体中或者接近被泵送流体的一个或者多个摄像头并且结合配置为处理由摄像头捕获的图像来确定这种等级的软件。

[0033] 对于计算得到的实际操作参数，可以计算实际泵压差，诸如，通过处理器32，作为在实际进口压力与排放压力之差。可以计算空穴严重性等级，作为泵级间压力（由空穴压力变换器4测量得到的）与泵进口压力之差以及泵排放压力与泵进口压力之差。可以计算空运行严重性等级，作为空穴严重性等级的标准偏差幅度（或者其变化）。也可以计算气泡严重性等级，作为空穴严重性等级的标准偏差幅度（或者其变化）（一般将更大的空气液体之比理解为空运行条件，而更大的液体空气之比可以表示气泡）。可以根据泵容量、泵磨损等级（诸如，可以通过外壳磨损检测器20测量得到）、流体粘度、泵速度、泵进口压力和泵排放压力来计算泵效率等级。可以根据泵容量、泵磨损等级、流体粘度、泵速度、泵进口压力、泵排气压力和泵效率等级来计算作为流量计等级的泵流量。可以根据泵尺寸、流体粘度、泵速度、泵进口压力、泵排气压力和泵流速来计算轴承润滑健康等级。可以根据在密封泄漏槽24中的流体高度和时间来计算泄漏率和趋势等级（诸如，可以通过浮动开关26测量得到）。可以根据泵容量、泵效率等级、泵速度和泵流速来计算严重外部泄漏极限。可以从测量得到的泵振动等级计算来自振动等级的FFT分析。

[0034] 在本方法的步骤170中，可以将如上所描述的测量或者计算得到的与泵2有关的一个或者多个实际操作参数与如上所描述的对应的预定义系统极限和泵极限进行比较。可以通过处理器32来执行这种比较。例如，可以将实际泵速度与预定义泵和系统速度极限进行比较。可以将实际泵压力（即，进口压力、排放压力和压差）与预定义处理压力极限进行比较。可以将实际泵流速与预定义处理流速极限进行比较。可以将实际泵温度与预定义泵和系统温度极限进行比较。可以将实际流体粘度与预定义泵粘度极限进行比较。可以将实际泵振动等级与预定义泵振动极限进行比较。

[0035] 在本方法的步骤180中，如果在步骤170中确定与泵2有关的实际操作参数中的所有参数确实落入对应的预定义系统极限和泵极限内，那么可以计算第二致校正动器控制信

号 $Y'c$ (即,相对于第一致动器控制信号 Yc 进行校正),该第二致校正动器控制信号 $Y'c$ 旨在按照使实际操作参数更加接近(上面所描述的)预定义处理目标的方式来驱动泵2。具体地,可以根据(上面所描述的)处理目标、预定义系统极限和泵极限和第一致动器控制信号 Yc 来计算 $Y'c$ 。

[0036] 在本方法的步骤190中,如果在步骤170中确定与泵2有关的实际操作参数中的所有参数确实落入对应的预定义系统极限和泵极限内,那么可以计算第二致校正动器控制信号 $Y'c$ (即,相对于第一致动器控制信号 Yc 进行校正),该第二致校正动器控制信号 $Y'c$ 旨在按照使实际操作参数更加接近(上面所描述的)预定义处理目标的方式来驱动泵2。具体地,可以根据处理目标、实际操作参数和第一致动器控制信号 Yc 来计算 $Y'c$ 。

[0037] 在本方法的步骤200中,可以将如上所描述的测量或者计算得到的与泵送流体有关的一个或者多个实际操作参数与如上所描述的对应的预定义流体极限进行比较。可以通过处理器32来执行这种比较。例如,可以将特定温度范围内的实际流体粘度与定义温度范围内的预定义粘度极限进行比较。

[0038] 可以将实际流体粘度与预定义泵粘度极限进行比较。可以将流体的实际比重与预定义流体重力极限进行比较。可以将流体种的实际固体含量数量和大小等级与预定义固体含量数量和大小极限进行比较。可以将流体中的实际不同流体数量等级与预定义不同流体数量极限进行比较。可以将实际流体粘度与预定义泵粘度极限进行比较。

[0039] 在本方法的步骤210中,如果在步骤200中确定与泵2和流体有关的实际操作参数中的任何一个未落入对应的预定义异常处理极限内,那么可以计算第三校正致动器控制信号 $Y''c$ (即,相对于第一致动器控制信号 Yc 进行校正),该第三校正致动器控制信号 $Y''c$ 旨在按照使实际操作参数落入预定义流体极限内的方式来驱动泵2。具体地,可以根据(上面所描述的)处理目标、预定义流体极限和第一致动器控制信号 Yc 来计算 $Y''c$ 。

[0040] 在本方法的步骤220中,如果在步骤200中确定与泵2和流体有关的实际操作参数中的所有参数确实落入对应的预定义系统极限和泵极限内,那么可以计算第三校正致动器控制信号 $Y''c$ (即,相对于第一致动器控制信号 Yc 进行校正),该第三校正致动器控制信号 $Y''c$ 旨在按照使实际操作参数更加接近(上面所描述的)预定义处理目标的方式来驱动泵2。具体地,可以根据处理目标、实际操作参数和第一致动器控制信号 Yc 来计算 $Y''c$ 。

[0041] 在本方法的步骤230中,可以将如上所描述的测量或者计算得到的与泵2有关的一个或者多个实际操作参数与如上所描述的对应的预定义正常处理极限进行比较。可以通过处理器32来执行这种比较。例如,可以将实际泵速度与预定义处理速度极限进行比较。可以将实际泵压力(即,进口压力、排放压力和压差)与预定义处理压力极限进行比较。可以将实际泵流速与预定义处理流速极限进行比较。可以将实际流体粘度与预定义泵粘度极限进行比较。可以将实际泵振动等级与预定义泵振动极限进行比较。

[0042] 在本方法的步骤240中,如果在步骤230中确定与泵2有关的实际操作参数中的任何一个未落入对应的预定义正常处理极限内,那么可以计算第四致校正动器控制信号 $Y'''c$ (即,相对于第一致动器控制信号 Yc 进行校正),该第四致校正动器控制信号 $Y'''c$ 旨在按照使实际操作参数落入预定义正常处理极限内的方式来驱动泵2。具体地,可以根据(上面所描述的)处理目标、预定义正常处理极限和第一致动器控制信号 Yc 来计算 $Y'''c$ 。

[0043] 在本方法的步骤250中,如果在步骤230中确定与泵2有关的实际操作参数中的所

有参数确实落入对应的预定义正常处理极限内,那么可以计算第四致校正动器控制信号 $Y''c$ (即,相对于第一致动器控制信号 Yc 进行校正),该第四致校正动器控制信号 $Y''c$ 旨在按照使实际操作参数更加接近(上面所描述的)预定义处理目标的方式来驱动泵2。具体地,可以根据处理目标、实际操作参数和第一致动器控制信号 Yc 来计算 $Y''c$ 。

[0044] 在本方法的步骤260中,可以将如上所描述的测量或者计算得到的与泵2和流体有关的一个或者多个实际操作参数与如上所描述的对应的预定义异常处理极限进行比较。可以通过处理器32来执行这种比较。例如,可以将实际空穴严重性等级与预定义空穴严重性极限进行比较。可以将实际空运行严重性等级与预定义空运行严重性极限进行比较。可以将实际气泡严重性等级与预定义气泡严重性极限进行比较。可以将作为流量计的实际泵流量等级与作为流量计的预定义泵流量极限进行比较。可以将实际泵效率等级与预定义泵效率极限进行比较。可以将实际轴承润滑健康等级与预定义轴承润滑健康极限进行比较。可以将实际泄漏率和趋势等级与预定义泄漏率和趋势极限进行比较。可以将实际严重外部泄漏等级与预定义严重外部泄漏极限进行比较。可以将实际来自振动等级的FFT分析与预定义来自振动极限的FFT分析进行比较。

[0045] 在本方法的步骤270中,如果在步骤260中确定与泵2和流体有关的实际操作参数中的任何一个未落入对应的预定义异常处理极限内,那么可以计算第五致校正动器控制信号 $Y'''c$ (即,相对于第一致动器控制信号 Yc 进行校正),该第五致校正动器控制信号 $Y'''c$ 旨在按照使实际操作参数落入预定义异常处理极限内的方式来驱动泵2。具体地,可以根据(上面所描述的)处理目标、预定义异常处理极限和第一致动器控制信号 Yc 来计算 $Y'''c$ 。

[0046] 在本方法的步骤280中,如果在步骤260中确定与泵2和流体有关的实际操作参数中的所有参数确实落入对应的预定义异常处理极限内,那么可以计算第五致校正动器控制信号 $Y'''c$ (即,相对于第一致动器控制信号 Yc 进行校正),该第五致校正动器控制信号 $Y'''c$ 旨在按照使实际操作参数更加接近(上面所描述的)预定义处理目标的方式来驱动泵2。具体地,可以根据处理目标、实际操作参数和第一致动器控制信号 Yc 来计算 $Y'''c$ 。

[0047] 在本方法的步骤290中,控制器28的处理器32可以确定(如上面所描述的计算得到的)校正致动器控制信号 $Y'c$ 、 $Y''c$ 、 $Y'''c$ 、或者 $Y'''c$ 中的哪一个是最保守的致动器控制信号。校正致动器控制信号 $Y'c$ 、 $Y''c$ 、 $Y'''c$ 、或者 $Y'''c$ 中的一个最保守校正致动器控制信号可以是以最低速度、压力、温度、流速等驱动泵2的信号,或者是相对于其他校正信号按照最不可能超过如上面所描述的预定义操作极限(即,系统极限和泵极限、流体极限、正常处理极限和异常处理极限)的方式驱动泵2的信号。

[0048] 在本方法的步骤300中,将在步骤290中确定的最保守的致动器控制信号(即, $Y'c$ 、 $Y''c$ 、 $Y'''c$ 、或者 $Y'''c$)通过控制器28传送至致动器。从而,根据最保守的致动器控制信号来驱动泵2。因此,按照缓解损坏或者故障的风险同时优化泵效率的方式,来持续地操作泵2。

[0049] 如此处使用的,以单数形式描述的带有词语“一”或者“一个”的元件或者步骤应该被理解为不排除复数元件或者步骤,除非明确说明了这种排除。而且,提及本发明的“一个实施例”不旨在被诠释为排除也包含所描述特征的另外的实施例的存在。

[0050] 例如,可以通过使用可以存储指令或者一组指令的存储介质、计算机可读介质或者制品来实施所公开装置的一些实施例,该指令在由机器执行时,可以使该机器执行根据本公开的实施例的方法和/或操作。这种机器可以包括,例如,任何合适的处理平台、计算

平台、计算装置、处理装置、计算系统、处理系统、计算机、处理器等,并且可以通过使用硬件和/或软件的任何合适组合来实施。计算机可读介质或者制品可以包括,例如,任何合适类型的存储器单元、存储器装置、存储器制品、存储器介质、存储装置、存储制品、存储介质和/或存储单元,例如,存储器(包括非暂时性存储器)、可移除或者不可移除介质、可擦除或者不可擦除介质、可写入或者可重写介质、数字或者模拟介质、硬盘、软盘、光盘只读存储器(CD-ROM)、可刻录光盘(CD-R)、可再写光盘(CD-RW)、光盘、磁介质、磁光介质、可移除存储器卡或者盘、各种类型的数字通用光盘(DVD)、磁带、盒式录音带等。指令可以包括通过使用任何合适的高阶、低阶、面向对象的、可视的、编译的和/或翻译的编程语言实施的任何合适类型的代码,诸如,源代码、编译码、翻译码、可执行代码、静态代码、动态代码、加密代码等。

[0051] 基于上述信息,本领域的技术人员容易理解到,本发明容许有广泛的效用和应用。在不脱离本发明的实质或者范围的情况下,本发明的除了本文描述的实施例之外的许多实施例和更改例、以及许多变型例、修改例和等效布置都将通过本发明及其前述说明而变得显而易见或者由本发明及其前述说明合理地提示。因此,虽然已经相对于本发明的优选实施例对本发明进行了详细描述,但是要理解,本公开仅仅是对本发明的图示和示例说明,并且仅仅是为了提供对本发明的全面且能够实施的公开。前述公开不旨在被视为限制本发明或者排除任何其他这种实施例、更改例、变型例、修改例或者等效布置;本发明仅受随附权利要求书及其等效物限制。虽然本文采用了具体术语,但它们仅用于一般的或说明性的意义,不旨在限制之目的。

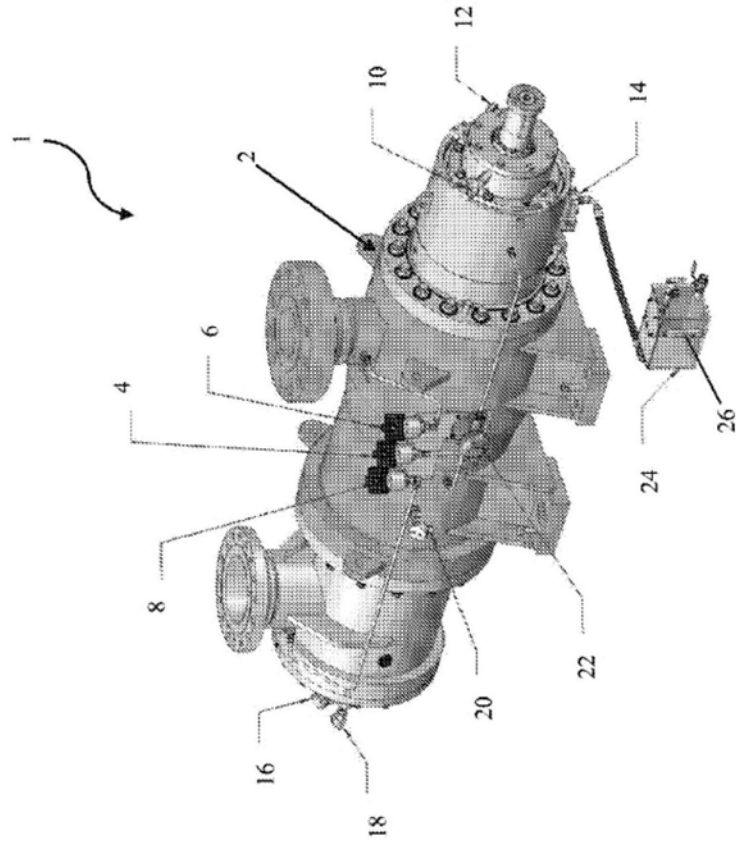


图1

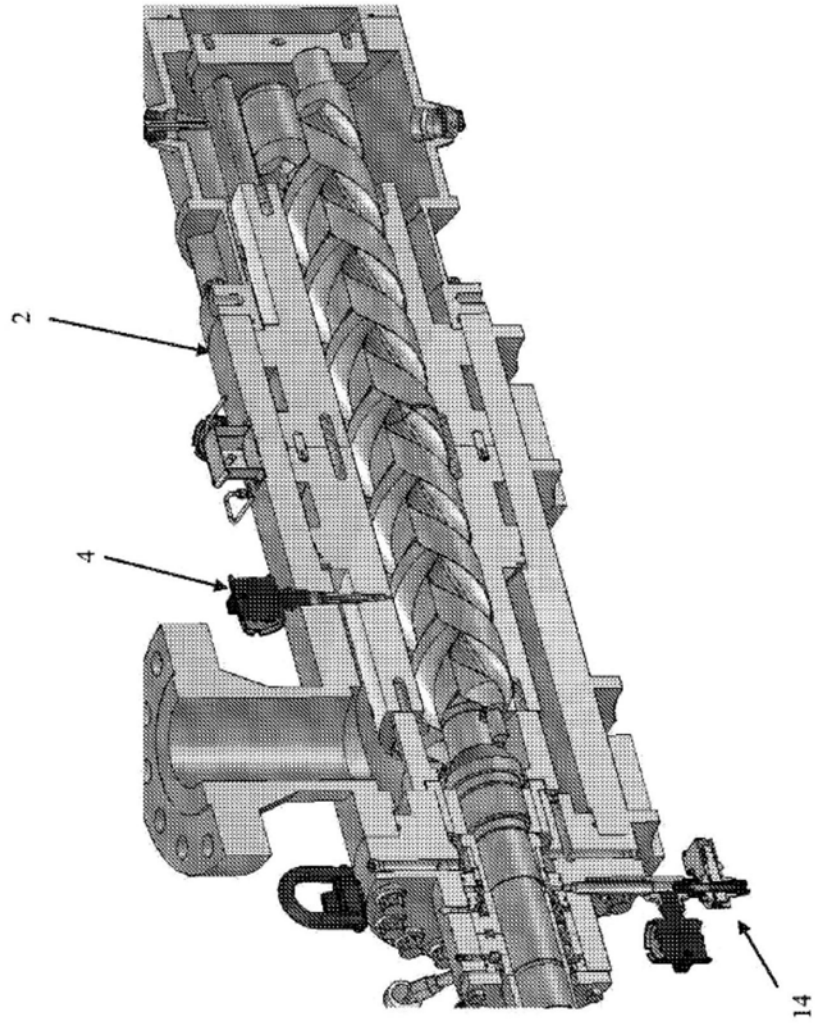


图2

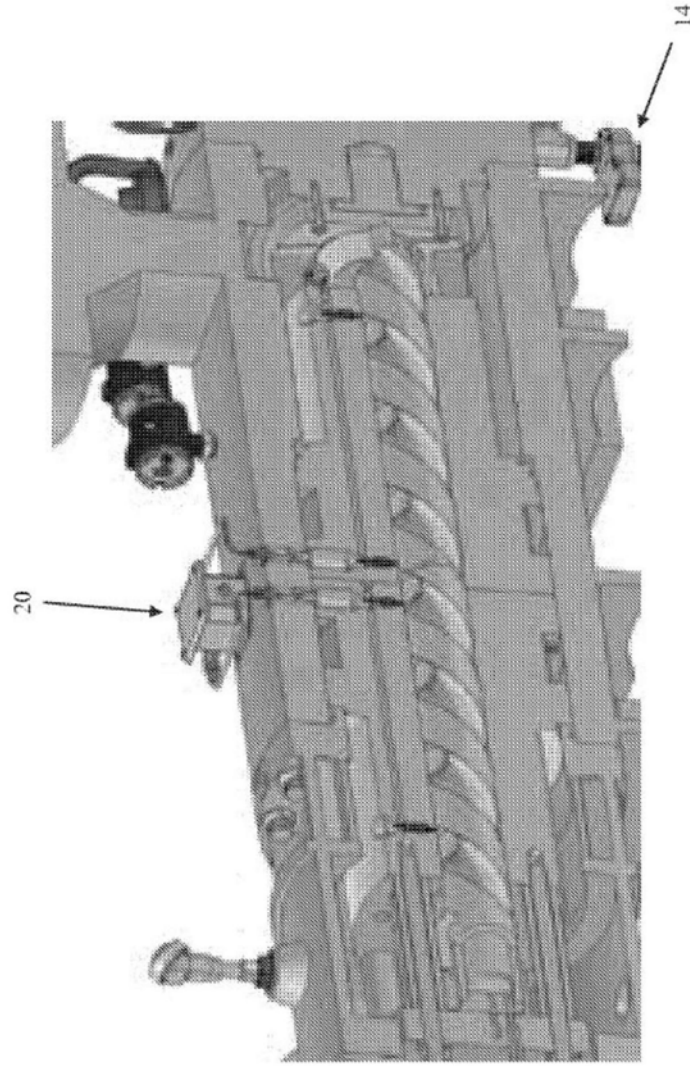


图3

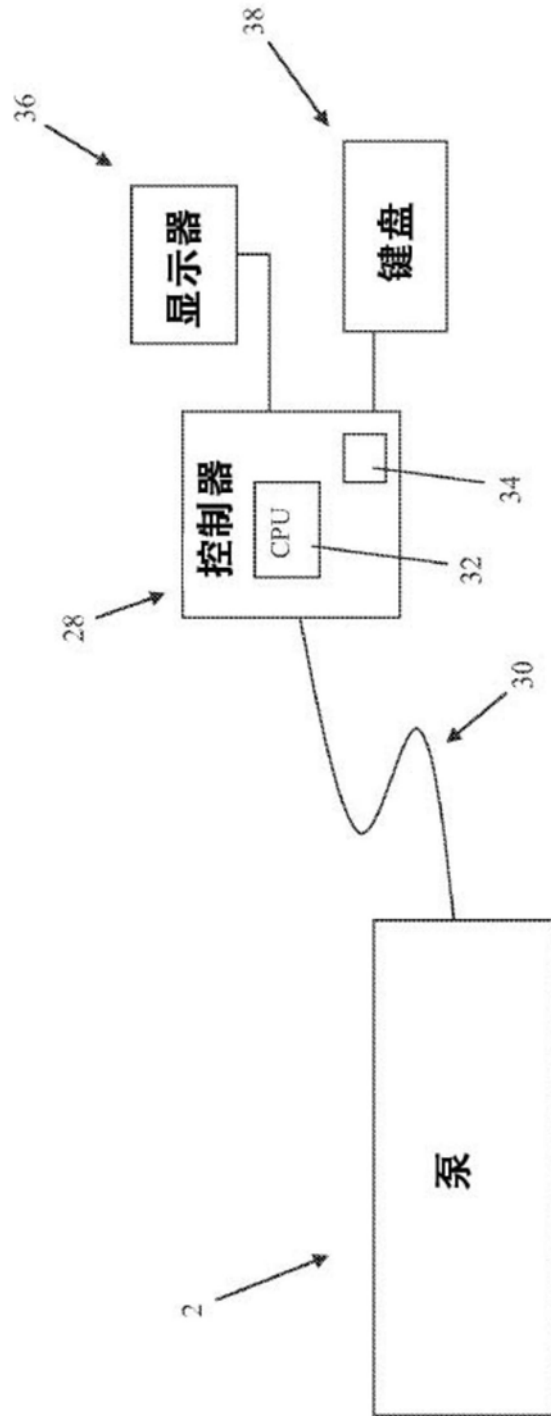


图4

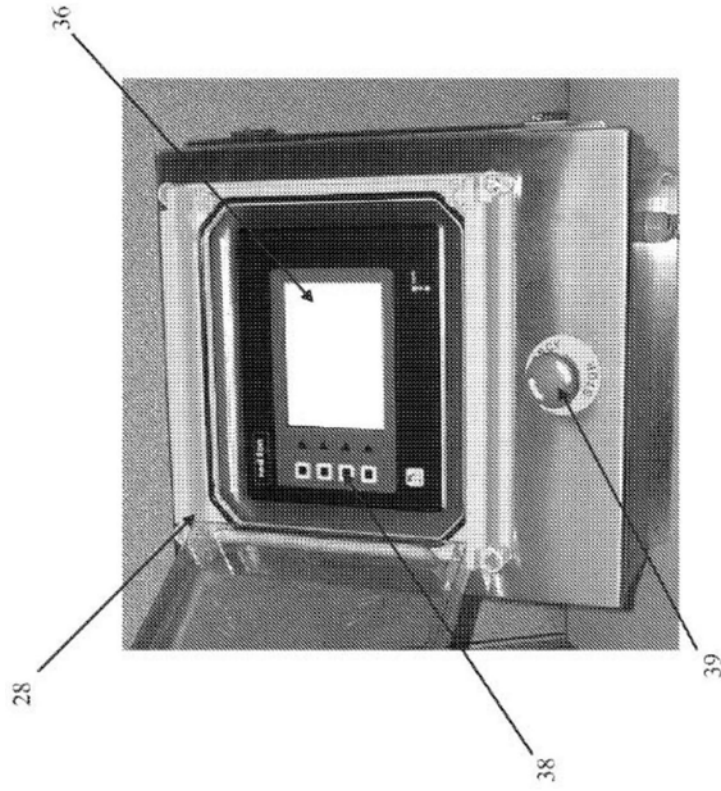
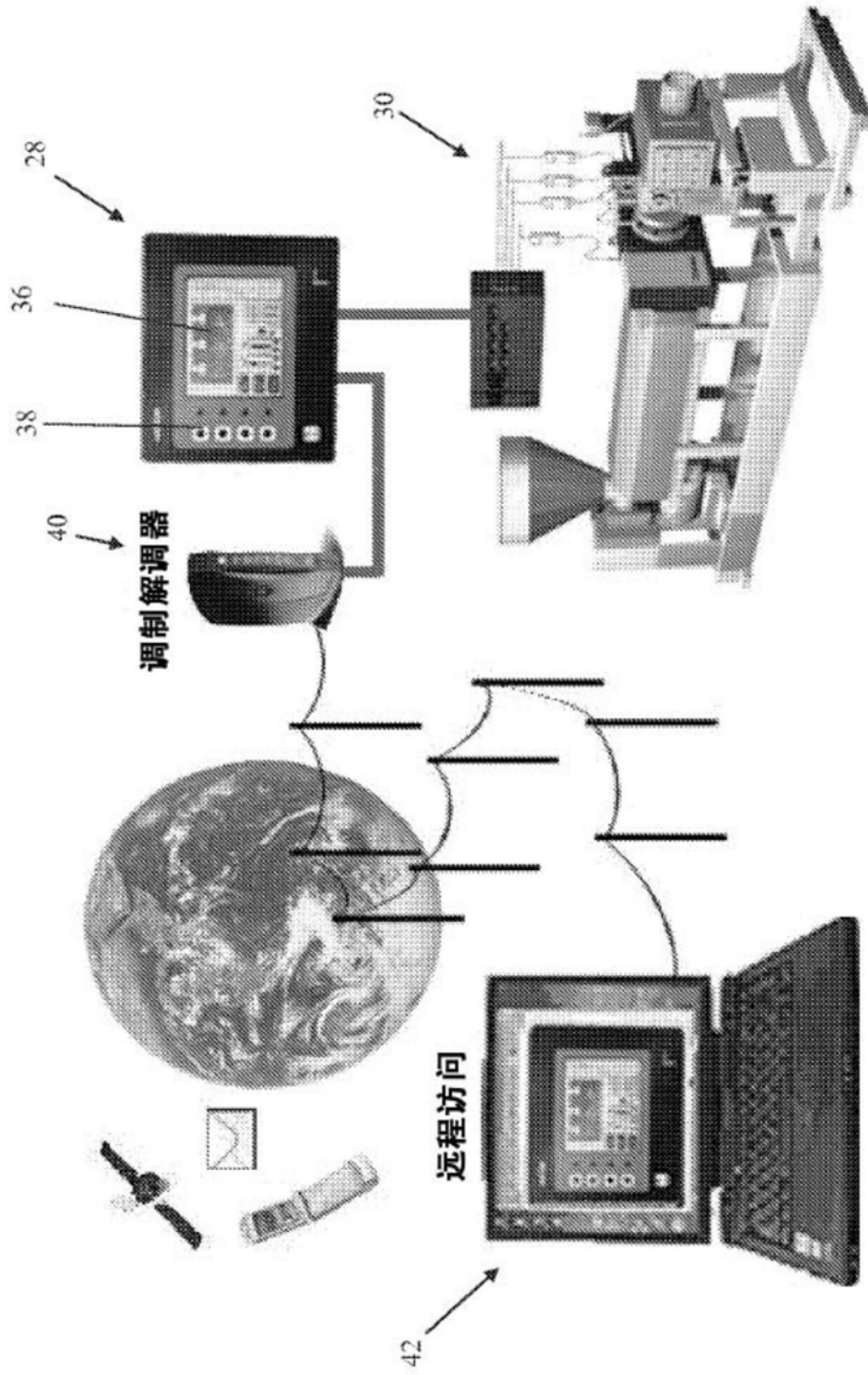


图5



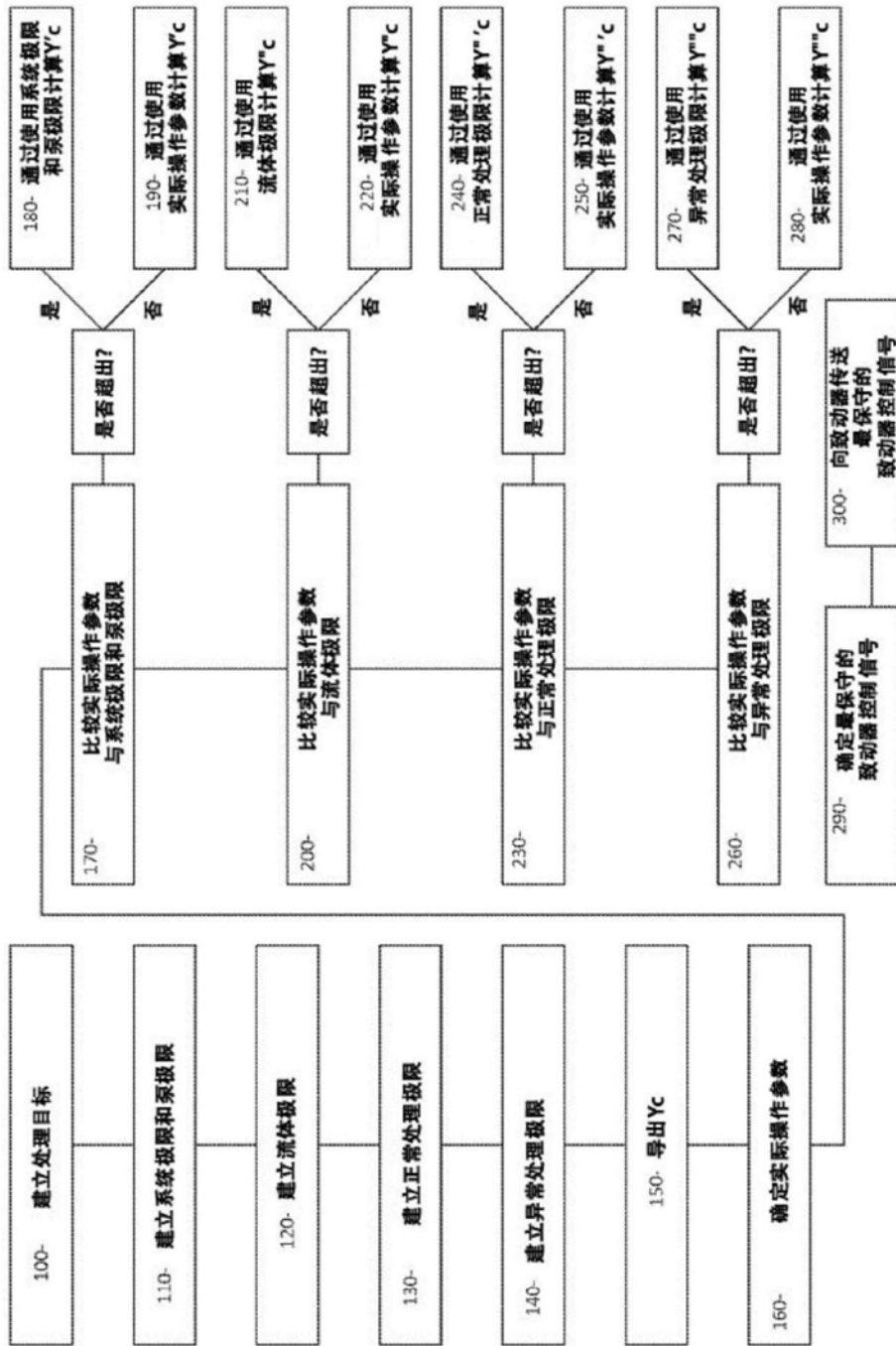


图7