



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105644724 B

(45)授权公告日 2018.07.06

(21)申请号 201511002474.0

审查员 陈力涛

(22)申请日 2015.12.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105644724 A

(43)申请公布日 2016.06.08

(73)专利权人 武汉船用机械有限责任公司

地址 430084 湖北省武汉市青山区武东街九号

(72)发明人 朱真利 李洪强 马志刚 周闯

温新民 林龙飞

(74)专利代理机构 北京三高永信知识产权代理

有限责任公司 11138

代理人 徐立

(51)Int. Cl.

B63B 27/24(2006.01)

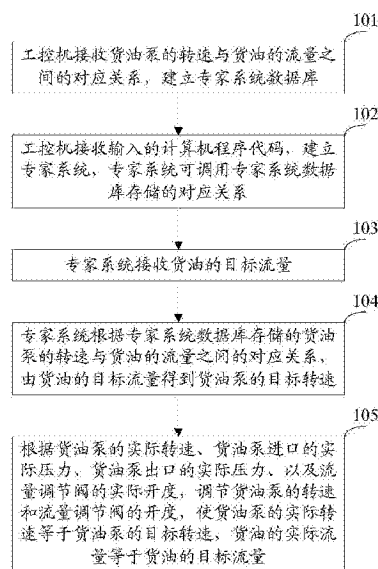
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种货油装卸控制方法和系统

(57)摘要

本发明公开了一种货油装卸控制方法和系统,属于船舶领域。所述方法包括:接收货油的目标流量;根据货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系,由所述目标流量得到货油泵的目标转速;根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、以及流量调节阀的实际开度,调节货油泵的转速和流量调节阀的开度,使所述实际转速等于所述目标转速,货油的实际流量等于所述目标流量。本发明实现了货油装卸的自动化,大大减少了工作人员的工作量,提高了工作效率。



1. 一种货油装卸控制方法,其特征在于,所述方法包括:

接收货油的目标流量;

根据货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系,由所述目标流量得到货油泵的目标转速;

根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、以及流量调节阀的实际开度,调节货油泵的转速和流量调节阀的开度,使所述实际转速等于所述目标转速,货油的实际流量等于所述目标流量;

所述根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、以及流量调节阀的实际开度,调节货油泵的转速和流量调节阀的开度,使所述实际转速等于所述目标转速,货油的实际流量等于所述目标流量,包括:

第一步,根据所述目标转速调节所述货油泵的转速,直到所述货油泵的实际转速等于所述目标转速;

第二步,当所述货油泵的实际转速等于所述目标转速时,若所述货油的实际流量不等于所述目标流量,则调节所述流量调节阀的开度,直到所述货油的实际流量等于所述目标流量;

第三步,当所述货油的实际流量等于所述目标流量时,若所述货油泵的实际转速不等于所述目标转速,则调节所述货油泵的转速,直到所述货油泵的实际转速等于所述目标转速;

循环执行所述第二步和所述第三步,直到所述货油泵的实际转速等于所述目标转速,所述货油的实际流量等于所述目标流量。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

接收货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

获取货油舱的实际液位和压载舱的实际液位;

根据所述货油舱的实际液位和所述压载舱的实际液位,控制压载泵的转速、以及压载水阀门的开度。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述根据所述货油舱的实际液位和所述压载舱的实际液位,控制压载泵的转速、以及压载水阀门的开度,包括:

根据所述货油舱的实际液位,确定所述货油舱的卸货速度;

根据所述压载舱的实际液位,确定所述压载舱的压载速度;

当所述货油舱的卸货速度 $> \lambda$ *所述压载舱的压载速度时,提高所述压载泵的转速,并增大所述压载水阀门的开度;

当所述货油舱的卸货速度 $< \lambda$ *所述压载舱的压载速度时,减小所述压载泵的转速,并减小所述压载水阀门的开度;

其中, λ 为常数。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

获取所述货油泵的实际转速、所述货油泵的温度、所述货油泵的振动频率、所述货油泵的连通口的实际压力、所述流量调节阀的实际开度、所述货油舱的液位、所述压载泵的实际转速、所述压载泵的温度、所述压载水阀门的实际开度;

采用主元分析法PCA分析所述货油泵的实际转速、所述货油泵的温度、所述货油泵的振动频率、所述货油泵的连通口的实际压力、所述流量调节阀的实际开度、所述货油舱的液位、所述压载泵的实际转速、所述压载泵的温度、所述压载水阀门的实际开度,得到平方预测误差SPE;

当得到的SPE大于样本数据的SPE上限时,进行报警。

6. 一种货油装卸控制系统,其特征在于,所述系统包括:

目标接收模块,用于接收货油的目标流量;

确定模块,用于根据货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系,由所述目标流量得到货油泵的目标转速;

调节模块,用于根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、以及流量调节阀的实际开度,调节货油泵的转速和流量调节阀的开度,使所述实际转速等于所述目标转速,货油的实际流量等于所述目标流量;

所述调节模块用于,

第一步,根据所述目标转速调节所述货油泵的转速,直到所述货油泵的实际转速等于所述目标转速;

第二步,当所述货油泵的实际转速等于所述目标转速时,若所述货油的实际流量不等于所述目标流量,则调节所述流量调节阀的开度,直到所述货油的实际流量等于所述目标流量;

第三步,当所述货油的实际流量等于所述目标流量时,若所述货油泵的实际转速不等于所述目标转速,则调节所述货油泵的转速,直到所述货油泵的实际转速等于所述目标转速;

循环执行所述第二步和所述第三步,直到所述货油泵的实际转速等于所述目标转速,所述货油的实际流量等于所述目标流量。

7. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述系统还包括:

关系接收模块,用于接收货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系。

8. 根据权利要求6或7所述的系统,其特征在于,所述系统还包括:

液位获取模块,用于获取货油舱的实际液位和压载舱的实际液位;

控制模块,用于根据所述货油舱的实际液位和所述压载舱的实际液位,控制压载泵的转速、以及压载水阀门的开度。

9. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述控制模块包括:

第一确定单元,用于根据所述货油舱的实际液位,确定所述货油舱的卸货速度;

第二确定单元,用于根据所述压载舱的实际液位,确定所述压载舱的压载速度;

调节单元,用于当所述货油舱的卸货速度 $> \lambda$ *所述压载舱的压载速度时,提高所述压载泵的转速,并增大所述压载水阀门的开度;当所述货油舱的卸货速度 $< \lambda$ *所述压载舱的压载速度时,减小所述压载泵的转速,并减小所述压载水阀门的开度;其中, λ 为常数。

10. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述系统还包括:

参数获取模块,用于获取所述货油泵的实际转速、所述货油泵的温度、所述货油泵的振动频率、所述货油泵的连通口的实际压力、所述流量调节阀的实际开度、所述货油舱的液位、所述压载泵的实际转速、所述压载泵的温度、所述压载水阀门的实际开度;

分析模块,用于采用主元分析法PCA分析所述货油泵的实际转速、所述货油泵的温度、所述货油泵的振动频率、所述货油泵的连通口的实际压力、所述流量调节阀的实际开度、所述货油舱的液位、所述压载泵的实际转速、所述压载泵的温度、所述压载水阀门的实际开度,得到平方预测误差SPE;

报警模块,用于当得到的SPE大于样本数据的SPE上限时,进行报警。

一种货油装卸控制方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及船舶领域,特别涉及一种货油装卸控制方法和系统。

背景技术

[0002] 货油装卸与压载系统为油船的重要组成部分,一般包括用于抽送货油的货油泵和扫舱泵、用于往压载水舱注水或排水的压载泵、以及用于控制货油泵、扫舱泵和压载泵三者实现货油装卸的控制系统。

[0003] 现有的控制系统基本上由工作人员手动操作:在油船达到卸货港后,通过控制系统启动货油泵以额定速率卸货;当货油舱中货油余量达到第一设定值时,减小货油泵的速率;当货油舱中货油余量达到第二设定值时,通过控制系统关闭货油泵,并启动扫舱泵进行扫舱以抽出余油。

[0004] 在实现本发明的过程中,发明人发现现有技术至少存在以下问题:

[0005] 工作人员在整个货油装卸的过程中需要根据货油装卸与压载系统的状况(如货油泵压力等)调节控制系统的控制参数(如货油泵转速等),增加了工作人员的工作量。

发明内容

[0006] 为了解决现有技术工作量大的问题,本发明实施例提供了一种货油装卸控制方法和系统。所述技术方案如下:

[0007] 一方面,本发明实施例提供了一种货油装卸控制方法,所述方法包括:

[0008] 接收货油的目标流量;

[0009] 根据货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系,由所述目标流量得到货油泵的目标转速;

[0010] 根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、以及流量调节阀的实际开度,调节货油泵的转速和流量调节阀的开度,使所述实际转速等于所述目标转速,货油的实际流量等于所述目标流量;

[0011] 所述根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、以及流量调节阀的实际开度,调节货油泵的转速和流量调节阀的开度,使所述实际转速等于所述目标转速,货油的实际流量等于所述目标流量,包括:

[0012] 第一步,根据所述目标转速调节所述货油泵的转速,直到所述货油泵的实际转速等于所述目标转速;

[0013] 第二步,当所述货油泵的实际转速等于所述目标转速时,若所述货油的实际流量不等于所述目标流量,则调节所述流量调节阀的开度,直到所述货油的实际流量等于所述目标流量;

[0014] 第三步,当所述货油的实际流量等于所述目标流量时,若所述货油泵的实际转速不等于所述目标转速,则调节所述货油泵的转速,直到所述货油泵的实际转速等于所述目标转速;

[0015] 循环执行所述第二步和所述第三步,直到所述货油泵的实际转速等于所述目标转速,所述货油的实际流量等于所述目标流量。

[0016] 在本实施例的一种实现方式中,所述方法还包括:

[0017] 接收货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系。

[0018] 在本实施例的另一种实现方式中,所述方法还包括:

[0019] 获取货油舱的实际液位和压载舱的实际液位;

[0020] 根据所述货油舱的实际液位和所述压载舱的实际液位,控制压载泵的转速、以及压载水阀门的开度。

[0021] 可选地,所述根据所述货油舱的实际液位和所述压载舱的实际液位,控制压载泵的转速、以及压载水阀门的开度,包括:

[0022] 根据所述货油舱的实际液位,确定所述货油舱的卸货速度;

[0023] 根据所述压载舱的实际液位,确定所述压载舱的压载速度;

[0024] 当所述货油舱的卸货速度 $> \lambda$ *所述压载舱的压载速度时,提高所述压载泵的转速,并增大所述压载水阀门的开度;

[0025] 当所述货油舱的卸货速度 $< \lambda$ *所述压载舱的压载速度时,减小所述压载泵的转速,并减小所述压载水阀门的开度;

[0026] 其中, λ 为常数。

[0027] 在本实施例的又一种实现方式中,所述方法还包括:

[0028] 获取所述货油泵的实际转速、所述货油泵的温度、所述货油泵的振动频率、所述货油泵的连通口的实际压力、所述流量调节阀的实际开度、货油舱的液位、压载泵的实际转速、压载泵的温度、压载水阀门的实际开度;

[0029] 采用主元分析法PCA分析所述货油泵的实际转速、所述货油泵的温度、所述货油泵的振动频率、所述货油泵的连通口的实际压力、所述流量调节阀的实际开度、所述货油舱的液位、所述压载泵的实际转速、所述压载泵的温度、所述压载水阀门的实际开度,得到平方预测误差SPE;

[0030] 当得到的SPE大于样本数据的SPE上限时,进行报警。

[0031] 另一方面,本发明实施例提供了一种货油装卸控制系统,所述系统包括:

[0032] 目标接收模块,用于接收货油的目标流量;

[0033] 确定模块,用于根据货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系,由所述目标流量得到货油泵的目标转速;

[0034] 调节模块,用于根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、以及流量调节阀的实际开度,调节货油泵的转速和流量调节阀的开度,使所述实际转速等于所述目标转速,货油的实际流量等于所述目标流量;

[0035] 所述调节模块用于,

[0036] 第一步,根据所述目标转速调节所述货油泵的转速,直到所述货油泵的实际转速等于所述目标转速;

[0037] 第二步,当所述货油泵的实际转速等于所述目标转速时,若所述货油的实际流量不等于所述目标流量,则调节所述流量调节阀的开度,直到所述货油的实际流量等于所述目标流量;

[0038] 第三步,当所述货油的实际流量等于所述目标流量时,若所述货油泵的实际转速不等于所述目标转速,则调节所述货油泵的转速,直到所述货油泵的实际转速等于所述目标转速;

[0039] 循环执行所述第二步和所述第三步,直到所述货油泵的实际转速等于所述目标转速,所述货油的实际流量等于所述目标流量。

[0040] 在本实施例的一种实现方式中,所述系统还包括:

[0041] 关系接收模块,用于接收货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系。

[0042] 在本实施例的另一种实现方式中,所述系统还包括:

[0043] 液位获取模块,用于获取货油舱的实际液位和压载舱的实际液位;

[0044] 控制模块,用于根据所述货油舱的实际液位和所述压载舱的实际液位,控制压载泵的转速、以及压载水阀门的开度。

[0045] 可选地,所述控制模块包括:

[0046] 第一确定单元,用于根据所述货油舱的实际液位,确定所述货油舱的卸货速度;

[0047] 第二确定单元,用于根据所述压载舱的实际液位,确定所述压载舱的压载速度;

[0048] 调节单元,用于当所述货油舱的卸货速度 $>\lambda$ *所述压载舱的压载速度时,提高所述压载泵的转速,并增大所述压载水阀门的开度;当所述货油舱的卸货速度 $<\lambda$ *所述压载舱的压载速度时,减小所述压载泵的转速,并减小所述压载水阀门的开度;其中, λ 为常数。

[0049] 在本实施例的又一种实现方式中,所述系统还包括:

[0050] 参数获取模块,用于获取所述货油泵的实际转速、所述货油泵的温度、所述货油泵的振动频率、所述货油泵的连通口的实际压力、所述流量调节阀的实际开度、货油舱的液位、压载泵的实际转速、压载泵的温度、压载水阀门的实际开度;

[0051] 分析模块,用于采用主元分析法PCA分析所述货油泵的实际转速、所述货油泵的温度、所述货油泵的振动频率、所述货油泵的连通口的实际压力、所述流量调节阀的实际开度、所述货油舱的液位、所述压载泵的实际转速、所述压载泵的温度、所述压载水阀门的实际开度,得到平方预测误差SPE;

[0052] 报警模块,用于当得到的SPE大于样本数据的SPE上限时,进行报警。

[0053] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

[0054] 通过根据货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系,由接收的货油的目标流量得到货油泵的目标转速,并根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、以及流量调节阀的实际开度,调节货油泵的转速和流量调节阀的开度,使货油泵的实际转速等于货油泵的目标转速,货油的实际流量等于货油的目标流量,实现了货油装卸的自动化,大大减少了工作人员的工作量,提高了工作效率。

附图说明

[0055] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0056] 图1是本发明实施例一提供的一种货油装卸控制方法的流程图;

- [0057] 图2是本发明实施例一提供的货油泵控制设备的结构示意图；
- [0058] 图3是本发明实施例一提供的货油舱和加载舱的结构示意图；
- [0059] 图4是本发明实施例一提供的故障检测的曲线图；
- [0060] 图5是本发明实施例二提供的一种货油装卸控制系统的结构示意图。

具体实施方式

[0061] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0062] 实施例一

[0063] 本发明实施例提供了一种货油装卸控制方法，特别适用于65000吨原油轮，参见图1，该方法包括：

[0064] 步骤101：工控机接收货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系，建立专家系统数据库。

[0065] 在实际应用中，可以先获取货油泵的多种转速、以及货油泵以多种转速转动时对应最大工作效率的货油的流量，再根据货油泵的多种转速、以及货油泵以多种转速转动时对应最大工作效率的货油的流量，人为绘制出货油泵的转速与货油的流量之间的对应曲线，即得到货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系，将该对应关系输入工控机，即可建立专家系统数据库。具体地，货油泵的多种转速、以及货油泵以多种转速转动时对应最大工作效率的货油的流量可以先进行理论计算，再通过实验进行修正得到。例如，货油泵的转速为500-1600转/分钟时的达到最大工作效率的货油的流量。

[0066] 步骤102：工控机接收输入的计算机程序代码，建立专家系统，专家系统可调用专家系统数据库存储的对应关系。

[0067] 在本实施例中，输入的计算机程序代码包括查找专家系统数据库存储的对应关系、根据目标值和实际值下发控制命令等。比如货油泵的实际转速小于货油泵的目标转速，则向驱动货油泵的透平机调速马达下发升速命令；货油泵的实际转速大于货油泵的目标转速，则向驱动货油泵的透平机调速马达下发降速命令。

[0068] 步骤103：专家系统接收货油的目标流量。

[0069] 在本实施例中，货油的目标流量由用户输入。

[0070] 步骤104：专家系统根据专家系统数据库存储的货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系，由货油的目标流量得到货油泵的目标转速。

[0071] 步骤105：根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、以及流量调节阀的实际开度，调节货油泵的转速和流量调节阀的开度，使货油泵的实际转速等于货油泵的目标转速，货油的实际流量等于货油的目标流量。

[0072] 在实际应用中，可以先根据货油泵的目标转速调节货油泵的转速，直到货油泵的实际转速等于货油泵的目标转速。当货油泵的转速等于货油泵的目标转速时，若货油的实际流量不等于货油的目标流量，则调节流量调节阀的开度，直到货油的实际流量等于货油的目标流量，由于流量调节阀的开度会影响流量，进而影响货油泵的负载、转速，因此货油泵的实际转速在此过程中随调节流量调节阀的实际开度的变化而变化。当货油的实际流量等于货油的目标流量时，若货油泵的实际转速不等于货油泵的目标转速，则调节货油泵的

目标转速,直到货油泵的实际转速等于货油泵的目标转速……如此循环,直到最后货油泵的实际转速等于货油泵的目标转速,货油的实际流量等于货油的目标流量。

[0073] 在实际应用中,参见图2,货油泵部分的控制设备可以包括工控机1、可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称PLC)2、传感器3、透平机控制箱4。其中,传感器3用于获取各种数据,如货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、流量调节阀的实际开度;PLC 2将传感器获取的数据进行模数转换、去噪处理后汇总给工控机;工控机1上根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、流量调节阀的实际开度,下发相应的指令给PLC 2;PLC 2再向透平机控制箱4下发控制信号;透平机控制箱4按照控制信号控制驱动货油泵的透平机和流量调度阀。

[0074] 在本实施例的一种实现方式中,该方法还可以包括:

[0075] 获取货油舱的实际液位和压载舱的实际液位;

[0076] 根据货油舱的实际液位和压载舱的实际液位,控制压载泵的转速、以及压载水阀门的开度。

[0077] 在实际应用中,参见图3,货油舱和压载舱通常一一对应设置,在货油舱装卸货油时,对应的压载舱进行工作,保持船体的平衡,保证装卸过程中船体结构不受损坏。针对固有船型,压载舱和货油舱的分布、形状、容积固定,货油舱的装卸速度和压载舱的压载速度满足如下公式:货油舱的卸货速度 $=\lambda$ *压载舱的压载速度。

[0078] 可选地,根据货油舱的实际液位和压载舱的实际液位,控制压载泵的转速、以及压载水阀门的开度,可以包括:

[0079] 根据货油舱的实际液位,确定货油舱的卸货速度;

[0080] 根据压载舱的实际液位,确定压载舱的压载速度;

[0081] 当货油舱的卸货速度 $>\lambda$ *压载舱的压载速度时,提高压载泵的转速,并增大压载水阀门的开度;

[0082] 当货油舱的卸货速度 $<\lambda$ *压载舱的压载速度时,减小压载泵的转速,并减小压载水阀门的开度;

[0083] 其中, λ 为常数。

[0084] 在具体实现中, λ 可以根据实际的船型、货油舱和压载舱的结构计算得到。

[0085] 在本实现方式中,先对船体的构造和各个舱室进行分析,确定对应的货油舱和压载舱,形成货油舱的液位与压载舱的液位之间的对应关系,再根据该对应关系进行控制,以使压载舱的液位与货油舱的液位匹配,保证油船的船体结构不受损坏和整条油船装卸的动态平衡

[0086] 在本实施例的另一种实现方式中,该方法还可以包括:

[0087] 获取货油泵的实际转速、货油泵的温度、货油泵的振动频率、货油泵的连通口的实际压力、流量调节阀的实际开度、货油舱的液位、压载泵的实际转速、压载泵的温度、压载水阀门的实际开度;

[0088] 采用主元分析法PCA分析货油泵的实际转速、货油泵的温度、货油泵的振动频率、货油泵的连通口的实际压力、流量调节阀的实际开度、货油舱的液位、压载泵的实际转速、压载泵的温度、压载水阀门的实际开度,得到平方预测误差(squared prediction error,简称SPE);

[0089] 当得到的SPE大于样本数据的SPE上限时,进行报警。

[0090] 其中,样本数据为货油装卸系统正常工作时采集的数据。

[0091] 利用主元分析法对关联数据进行数据融合,对融合的数据进行处理和特征提取,通过SPE判断系统工作是否正常,对全船的货油装卸过程和设备进行故障监测,确保货油装卸系统安全可靠地运行。

[0092] 具体地,货油泵的实际转速、货油泵的温度、货油泵的振动频率、货油泵的连通口的实际压力、流量调节阀的实际开度、货油舱的液位、压载泵的实际转速、压载泵的温度、压载水阀门的实际开度会发送到工控机,工控机对所接收的数据进行融合处理,具体如下:

[0093] 采集训练观测数据 X ,训练集中包含 m 个观测变量,每个变量有 n 个观测值,把这些数据用矩阵的形式表示,得到一个 $n \times m$ 维的数据矩阵,即:

$$[0094] \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

[0095] PCA把数据矩阵 $X \in \mathbb{R}^{n \times m}$ 分解作为得分的乘积以及负荷:

$$[0096] \quad X = TP^T + E$$

[0097] 其中 E 是残余矩阵, $T \in \mathbb{R}^{n \times d}$ 和 $P \in \mathbb{R}^{m \times d}$ 分别是得分和负荷矩阵。主元空间中的投影将把变量的原集降为 d 个隐藏变量。给定一个新的样本向量 $x \in \mathbb{R}^{m \times 1}$,那么PCA得分、估计和残差向量可以给定如下:

$$[0098] \quad \text{得分: } t = P^T x$$

$$[0099] \quad \text{估计: } \hat{\mathbf{x}} = \mathbf{P}\mathbf{P}^T \mathbf{x}$$

$$[0100] \quad \text{残差: } e = (I - \mathbf{P}\mathbf{P}^T) x$$

[0101] PCA不能捕获的变量的测量能够由SPE来检测。SPE定义为 e 的平方和:

$$[0102] \quad \text{SPE} = e^T e = x^T (I - \mathbf{P}\mathbf{P}^T) x$$

[0103] SPE的上限(即样本数据的SPE上限)控制能通过下式来计算

$$[0104] \quad \text{SPE}_\alpha = \theta_1 \left[\frac{c_\alpha \sqrt{2\theta_2 h_0^2}}{\theta_1} + 1 + \frac{\theta_2 h_0 (h_0 - 1)}{\theta_1^2} \right]^{-1/h_0}$$

[0105] 其中, c_α 是与上限 $(1-\alpha) \times 100\%$ 相应的标准正态偏差, $h_0 = 1 - 2\theta_1\theta_3 / (3\theta_2^2)$,

$$\theta_1 = \sum_{j=d+1}^m \lambda_j^2, \quad 1=1,2,3, \text{ 且 } \lambda_j \text{ 是与数据协方差的第 } j \text{ 个负荷向量相关的特征值。}$$

[0106] 当平方预测误差大于SPE上限时,系统发生故障,在工控机上进行报警显示。

[0107] 采用数据融合和主元分析的方式,可以识别单个传感器不能识别的故障。例如,同种工况下,转速、流量和出口压力相同,振动与正常工况时的数值相比偏大,则系统表现为轴承存在过度疲劳或者轴承同心度偏差现象,但是振动值又达不到单个报警阈值,不能直接监测出该故障;但是通过SPE统计量的方式可轻易地将其进行故障检测。某一时刻正常与异常数据如表1所示:

[0108] 表1

[0109]

序号	转速	流量	出口压力	振动	轴承密封温度
正常数据					
1	999	2045	1.1Mpa	0.2	60℃
异常数据(第810个样本)					
2	1000	2050	1.11Mpa	0.4	75℃

[0110] 若振动阈值为0.5,则表1的情况看不出异常,但参见图4,通过SPE的预报方差可以得到从图4的曲线图看出,在第810个采样点时发生故障,其对应的数字异常,表现为轴承故障。

[0111] 在具体实现中,本实现方式对应的设备可以独立于控制货油泵、压载泵的设备,以保证系统的安全可靠。

[0112] 可选地,该方法还可以包括:

[0113] 当货油泵的实际转速、货油泵的温度、货油泵的振动频率、货油泵的连通口的实际压力、流量调节阀的实际开度、货油舱的液位、压载泵的实际转速、压载泵的温度、压载水阀门的实际开度中的至少一个超过对应的设定阈值时,进行报警。

[0114] 可针对单独的故障如货油泵轴承温度高、穿舱轴承温度高、货油泵的连通口的压力大、货油泵振动大等,通过将传感器获取的数据直接与阈值比较,并在超过阈值时进行报警,甚至停机,实现简单方便高效。

[0115] 本实现方式不仅仅能够直接由传感器监测故障,而且还可以把隐含在传感器里面的信息进行融合处理,得到系统存在的其它故障,解决了在传感器数量不变的情况下,对系统的安全保护进行全方位地监测,特别适用于不能够直接由传感器反映的故障,此时通过对传感器信息进行融合处理后却能够很轻易地识别出来,提高了系统的安全保护的可靠性。

[0116] 需要说明的是,本实施例主要从货油泵控制、压载控制、安全控制三个方面分别进行了说明,实现本实施例提供的方法的设备也可以按照这三个方面划分,如透平货油泵控制系统、压载控制系统、安保控制系统。

[0117] 容易知道,在货油泵和压载泵进行货油装卸的最后,通常由真空自动扫舱系统辅助配合,因此该方法还可以包括:

[0118] 当货油舱的液位小于设定值时,控制真空自动扫舱系统进行扫舱。

[0119] 本发明实施例通过根据货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系,由接收的货油的目标流量得到货油泵的目标转速,并根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、以及流量调节阀的实际开度,调节货油泵的转速和流量调节阀的开度,使货油泵的实际转速等于货油泵的目标转速,货油的实际流量等于货油的目标流量,实现了货油装卸的自动化,大大减少了工作人员的工作量,提高了工作效率。

[0120] 实施例二

[0121] 本发明实施例提供了一种货油装卸控制系统,参见图5,该系统包括:

[0122] 目标接收模块201,用于接收货油的目标流量;

[0123] 确定模块202,用于根据货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系,由目标流量得到货油泵的目标转速;

[0124] 调节模块203,用于根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、以及流量调节阀的实际开度,调节货油泵的转速和流量调节阀的开度,使实际转速等于目标转速,货油的实际流量等于目标流量。

[0125] 在实际应用中,目标接收模块201、确定模块202、调节模块203可以由专家系统实现。专家系统可调用专家系统数据库存储的对应关系,根据专家系统数据库存储的货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系,由货油的目标流量得到货油泵的目标转速。然后先根据货油泵的目标转速调节货油泵的转速,直到货油泵的实际转速等于货油泵的目标转速。当货油泵的转速等于货油泵的目标转速时,若货油的实际流量不等于货油的目标流量,则调节流量调节阀的开度,直到货油的实际流量等于货油的目标流量,由于流量调节阀的开度会影响流量,进而影响货油泵的负载、转速,因此货油泵的实际转速在此过程中随调节流量调节阀的实际开度的变化而变化。当货油的实际流量等于货油的目标流量时,若货油泵的实际转速不等于货油泵的目标转速,则调节货油泵的目标转速,直到货油泵的实际转速等于货油泵的目标转速……如此循环,直到最后货油泵的实际转速等于货油泵的目标转速,货油的实际流量等于货油的目标流量。

[0126] 在本实施例的一种实现方式中,该系统还可以包括:

[0127] 关系接收模块204,用于接收货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系。

[0128] 在本实施例的另一种实现方式中,该系统还可以包括:

[0129] 液位获取模块,用于获取货油舱的实际液位和压载舱的实际液位;

[0130] 控制模块,用于根据货油舱的实际液位和压载舱的实际液位,控制压载泵的转速、以及压载水阀门的开度。

[0131] 可选地,第二控制模块可以包括:

[0132] 第一确定单元,用于根据货油舱的实际液位,确定货油舱的卸货速度;

[0133] 第二确定单元,用于根据压载舱的实际液位,确定压载舱的压载速度;

[0134] 调节单元,用于当货油舱的卸货速度 $> \lambda$ *压载舱的压载速度时,提高压载泵的转速,并增大压载水阀门的开度;当货油舱的卸货速度 $< \lambda$ *压载舱的压载速度时,减小压载泵的转速,并减小压载水阀门的开度;其中, λ 为定值。

[0135] 在本实施例的又一种实现方式中,该系统还可以包括:

[0136] 参数获取模块,用于获取货油泵的实际转速、货油泵的温度、货油泵的振动频率、货油泵的连通口的实际压力、流量调节阀的实际开度、货油舱的液位、压载泵的实际转速、压载泵的温度、压载水阀门的实际开度;

[0137] 分析模块,用于采用PCA分析货油泵的实际转速、货油泵的温度、货油泵的振动频率、货油泵的连通口的实际压力、流量调节阀的实际开度、货油舱的液位、压载泵的实际转速、压载泵的温度、压载水阀门的实际开度,得到SPE;

[0138] 报警模块,用于当得到的SPE大于样本数据的SPE上限时,进行报警。

[0139] 本发明实施例通过根据货油泵的转速与货油的流量之间的对应关系,由接收的货油的目标流量得到货油泵的目标转速,并根据货油泵的实际转速、货油泵进口的实际压力、货油泵出口的实际压力、以及流量调节阀的实际开度,调节货油泵的转速和流量调节阀的

开度,使货油泵的实际转速等于货油泵的目标转速,货油的实际流量等于货油的目标流量,实现了货油装卸的自动化,大大减少了工作人员的工作量,提高了工作效率。

[0140] 需要说明的是:上述实施例提供的货油装卸控制系统在控制货油装卸时,仅以上述各功能模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成,即将系统的内部结构划分成不同的功能模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。另外,上述实施例提供的货油装卸控制系统与货油装卸控制方法实施例属于同一构思,其具体实现过程详见方法实施例,这里不再赘述。

[0141] 上述本发明实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0142] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成,也可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0143] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

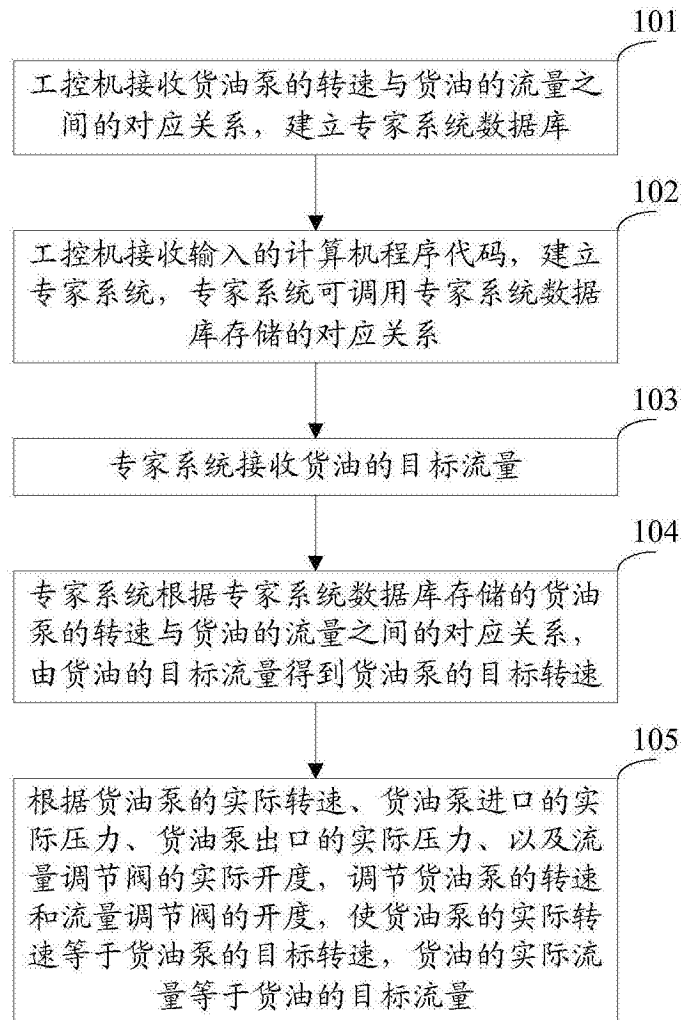


图1

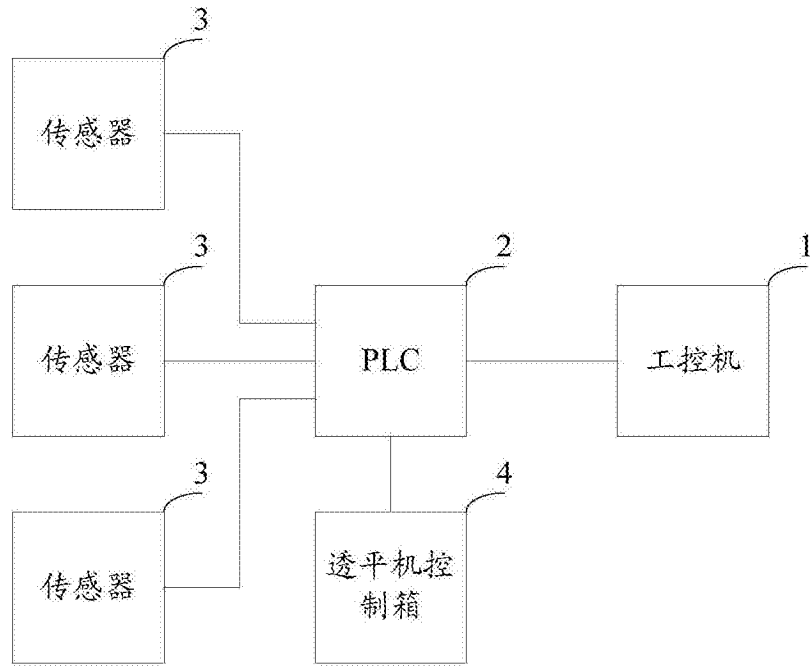


图2

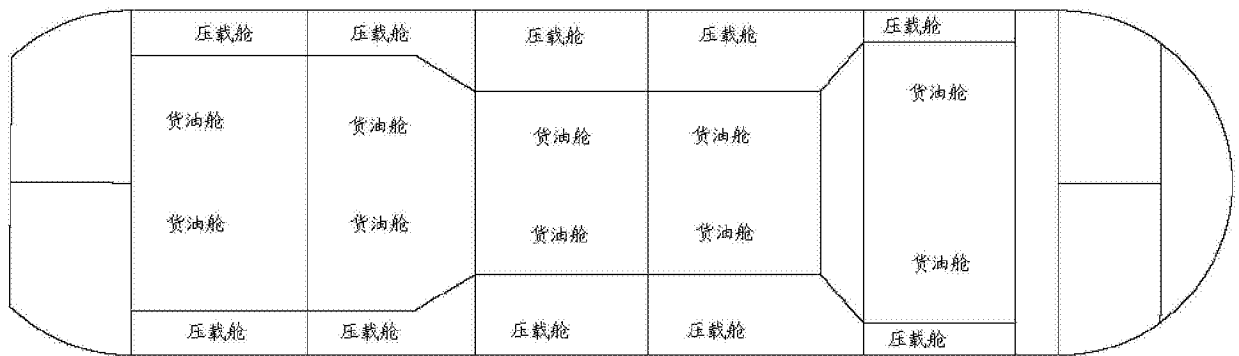


图3

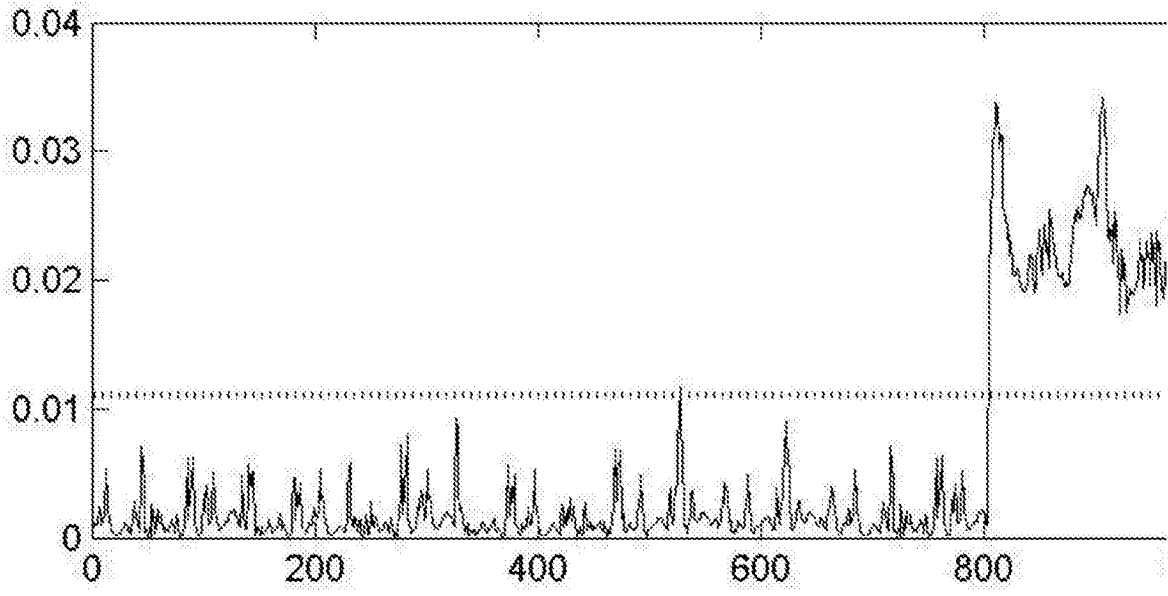


图4

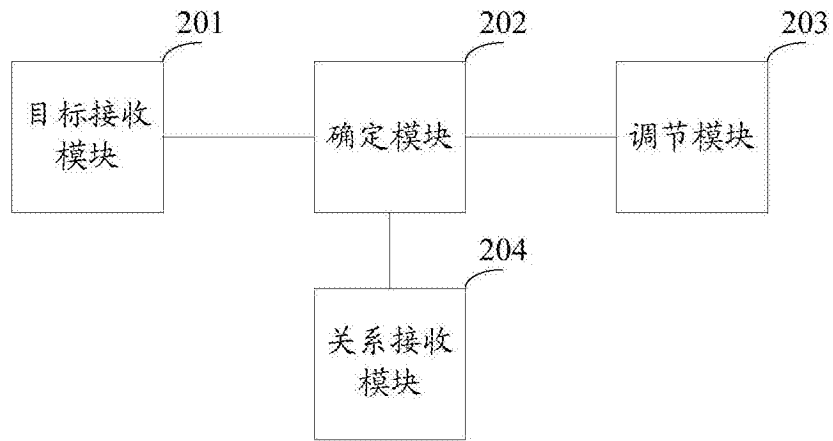


图5