



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104074785 B

(45) 授权公告日 2016.04.27

(21) 申请号 201410240245.1

(22) 申请日 2014.05.30

(73) 专利权人 北京化工大学

地址 100029 北京市朝阳区北三环东路15号

(72) 发明人 李双喜 张秋翔 蔡纪宁 金朝旭

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 纪佳

(51) Int. Cl.

F04D 27/00(2006.01)

F04D 29/08(2006.01)

F04D 29/66(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102128272 A, 2011.07.20,

CN 102797695 A, 2012.11.28,

EP 2557339 A1, 2013.02.13,

US 2013/0259660 A1, 2013.10.03,

李燕等. 离心压缩机轴位移故障自愈调控系统的研究. 《北京工业大学学报(自然科学版)》. 2009, 第36卷(第5期), 第92-96页.

朱亮等. 主动调控型密封调控试验研究. 《流体机械》. 2012, 第40卷(第7期), 第1-6页.

智冬等. 新型气体离心密封的试验研究. 《流体机械》. 2012, 第40卷(第3期), 第12-15页.

审查员 徐建华

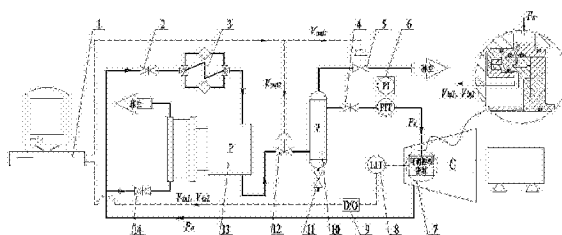
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈方法及自愈系统

(57) 摘要

一种可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈方法及自愈系统, 自愈方法包括以下步骤: 电涡流位移传感器和数据采集装置实时采集可调控型密封补偿环和非补偿环的轴向位移信号; 智能调控装置处理所述实时轴向位移信号, 得到所述被测可调控型密封补偿环和非补偿环的实时轴向位移偏移量, 并将该偏移量与可调控型密封的平衡工作膜厚联动, 得到可调控型密封实时工作膜厚; 实时工作膜厚与允许工作膜厚区间比较, 得出实时工作膜厚偏离允许工作膜厚区间的偏差值; 智能调控装置经分析、调整可调控型密封实时工作膜厚。本发明还包括一套在线自愈系统, 实时检测可调控型密封状态, 提高离心压缩机工作稳定性。



CN 104074785 B

1. 一种可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、电涡流位移传感器和数据采集装置实时采集可调控型密封补偿环的轴向位移信号 V_{in1} 和非补偿环的轴向位移信号 V_{in2} ;

S2、智能调控装置处理所述实时轴向位移信号 V_{in1} 和 V_{in2} ,计算得到所述被测可调控型密封补偿环的实时轴向位移偏移量 Δh_1 和非补偿环的实时轴向位移偏移量 Δh_2 ,进而将偏移量 Δh_1 和 Δh_2 与可调控型密封的平衡工作膜厚 h 联立,得到可调控型密封实时工作膜厚 H ; $H=h+\Delta h_1+\Delta h_2$;

S3、实时工作膜厚 H 与允许工作膜厚区间 $[H_1, H_2]$ 比较,得出实时工作膜厚 H 偏离允许工作膜厚区间 $[H_1, H_2]$ 的偏差值 ΔH ; $H < H_1$ 时, $\Delta H = H - H_1$; $H > H_2$ 时, $\Delta H = H - H_2$;

S4、智能调控装置分析所述膜厚偏差值 ΔH ,得到外加调控气修正可调控型密封膜厚偏差值 ΔH 时所应进行的调控气压力调整,并输出调控信号 V_{out1} 和调控信号 V_{out2} 至调控气供气装置; $\Delta H < 0$ 时,调控信号 V_{out1} 是关信号,调控信号 V_{out2} 是开信号, $\Delta H > 0$ 时,调控信号 V_{out1} 是开信号,调控信号 V_{out2} 是关信号;

S5、调控气供气装置根据得到的调控信号 V_{out1} 和调控信号 V_{out2} 迅速调整电磁阀的开关,控制高压气的引入或排出,得到调整后的调控气压 P_s ;调控气压 P_s 改变,瞬时改变可调控型密封气膜参数,调整可调控型密封实时工作膜厚 H ;

S6、循环步骤S1-S5,直至可调控型密封实时工作膜厚 H 处于允许工作膜厚区间 $[H_1, H_2]$ 内,即 $H_1 \geq H \geq H_2$ 。

2. 一种可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈系统,其特征在于:所述自愈系统包括智能控制系统和气路系统;所述智能控制系统中电涡流位移传感器(8)安装在离心压缩机(7)机体上,并与数据采集卡(9)相连;数据采集卡(9)采集的数据通过信号连接线传入智能调控中心(1);智能调控中心(1)直接与安装在稳压罐(10)上的电磁阀I(5)和电磁阀II(12)相连,并协调两电磁阀的开关;

所述气路系统中离心压缩机(7)的出口气压为 P_0 ,所述离心压缩机(7)出口的一路气体分成为两部分,一部分流经截止阀I(2)流入过滤装置(3)作为调控气气源,另一部分流经截止阀III(14)流入气体增压泵(13)作为气体增压泵(13)的驱动气;过滤装置(3)与气体增压泵(13)相连,气体增压泵(13)与电磁阀II(12)相连;稳压罐(10)与电磁阀I(5)、电磁阀II(12)和排空阀(11)相连,并经过截止阀II(4)直接给离心压缩机(7)的可调控型密封提供调控气;压力表(6)测量并显示调控气压 P_s 。

3. 根据权利要求2所述的可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈系统,其特征在于:调控气供气系统包括截止阀I(2)、过滤装置(3)、截止阀II(4)、电磁阀I(5)、稳压罐(10)、排空阀(11)、电磁阀II(12)、气体增压泵(13)和截止阀III(14);过滤装置(3)过滤的气体经气体增压泵(13)增压后进入稳压罐(10),受控的电磁阀I(5)和电磁阀II(12)经过协调动作,控制稳压罐(10)内气体的出入,进而控制稳压罐(10)内气体的压力,得到调整后的调控气压 P_s 。

4. 根据权利要求2所述的可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈系统,其特征在于:所述调控气气源和气体增压泵(13)的驱动气是引自离心压缩机(7)出口气体的一路,气压为 P_0 ,其中部分气体经过冷却、过滤、升压和稳压后进入可调控型密封。

5. 根据权利要求2所述的可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈系统,其特征在于:

所述的智能调控中心(1)为PC机。

可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈方法及自愈系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈方法及自愈系统,可以在离心压缩机工况出现波动的情况下,通过调节电磁阀的开关或电动调节阀的开度,控制稳压罐中气体的压力,从而达到改变可调控型密封调控气压力,消除密封气膜厚度波动的目的。适用范围可扩展到其他旋转机械的平衡盘密封,如汽轮机、蒸汽轮机和涡轮泵等。

背景技术

[0002] 随着石化生产设备向着大型化、集中化、自动化和节能环保方向发展,人们越来越关注石化设备的持续生产能力和安全稳定性。尤其是在石化产业中作为动力核心的压缩机也愈发受到关注。

[0003] 传统的离心压缩机平衡盘气体密封,主要通过迷宫密封来实现。迷宫密封性能稳定,生产可靠性高,但其泄漏量大,能量浪费严重。随着目前工业的发展,离心压缩机作为能耗大的设备,其投入、运行的成本也越来越高,离心压缩机运行的稳定性和效率的高低影响着企业的经济效益,而平衡盘过大的泄漏率却直接制约整套装置效率的提升。

[0004] 国内研究学者首次提出了离心压缩机平衡盘的迷宫—干气组合式密封,降低了密封的泄漏量,提高了离心压缩机的生产效率。但是普通的动压式密封主要适用于某一特定的工况,当密封工作的压力变化时可能会引起密封工作状态改变而导致密封失效或损坏。

[0005] 基于以上情况,应用于离心压缩机的可调控型平衡盘密封《外加压式动静压气体润滑密封装置》被提出。新型的可调控型平衡盘密封利用气体的动压效应和静压效应完成离心压缩机平衡盘的轴端密封,不仅大大降低了密封泄漏量,而且其自愈调控性能允许其随着压缩机工况的改变,随时调整调控气压力,将性能维持在最佳状态。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈方法及自愈系统。以配合新型的可调控型密封改变目前离心压缩机平衡盘密封泄漏量大的问题。

[0007] 本发明的思想路线和技术目的如下:

[0008] 一种应用于可调控型离心压缩机平衡盘密封的在线自愈方法及自愈系统,利用电涡流位移传感器测得密封的膜厚信号,实时调节与稳压罐相连接的电磁阀的开关,调节稳压罐中的气体压力,改变可调控型密封的调控气压力,达到在线自愈的目的。采用智能调控中心、电涡流位移传感器和数据采集卡等构建智能控制系统,采用电磁阀、稳压罐、气体增压器和过滤装置构建调控气供气系统。本自愈方法可以稳定密封气膜厚度,保证密封在离心压缩机工作过程中始终保持最佳工作状态。

[0009] 一种可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈方法,包括以下步骤:

[0010] S1、电涡流位移传感器和数据采集装置实时采集可调控型密封补偿环的轴向位移信号 V_{in1} 和非补偿环的轴向位移信号 V_{in2} ;

[0011] S2、智能调控装置处理所述实时轴向位移信号 V_{in1} 和 V_{in2} ,计算得到所述被测可调

控型密封补偿环的实时轴向位移偏移量 Δh_1 和非补偿环的实时轴向位移偏移量 Δh_2 ,进而将偏移量 Δh_1 和 Δh_2 与可调控型密封的平衡工作膜厚 h 联立,得到可调控型密封实时工作膜厚 H 。 $H=h+\Delta h_1+\Delta h_2$;

[0012] S3、实时工作膜厚 H 与允许工作膜厚区间 $[H_1, H_2]$ 比较,得出实时工作膜厚 H 偏离允许工作膜厚区间 $[H_1, H_2]$ 的偏差值 ΔH 。 $H < H_1$ 时, $\Delta H = H - H_1$; $H > H_2$ 时, $\Delta H = H - H_2$;

[0013] S4、智能调控装置分析所述膜厚偏差值 ΔH ,得到外加调控气修正可调控型密封膜厚偏差值 ΔH 时所应进行的调控气压力调整,并输出调控信号 V_{out1} 和调控信号 V_{out2} 至调控气供气装置。 $\Delta H < 0$ 时,调控信号 V_{out1} 是关信号,调控信号 V_{out2} 是开信号, $\Delta H > 0$ 时,调控信号 V_{out1} 是开信号,调控信号 V_{out2} 是关信号;

[0014] S5、调控气供气装置根据得到的控制信号 V_{out1} 和调控信号 V_{out2} 迅速调整电磁阀的开关,控制高压气的引入或排出,得到调整后的调控气压 P_s 。调控气压 P_s 改变,瞬时改变可调控型密封气膜参数,调整可调控型密封实时工作膜厚 H ;

[0015] S6、循环步骤S1-S5,直至可调控型密封实时工作膜厚 H 处于允许工作膜厚区间 $[H_1, H_2]$ 内,即 $H_1 \geq H \geq H_2$ 。

[0016] 一种可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈系统,所述自愈系统包括智能控制系统和气路系统。所述智能控制系统中电涡流位移传感器8安装在离心压缩机7机体上,并与数据采集卡9相连;数据采集卡9采集的数据通过信号连接线传入智能调控中心1;智能调控中心1直接与安装在稳压罐10上的电磁阀I5和电磁阀II12相连,并协调两电磁阀的开关;

[0017] 所述气路系统中离心压缩机7的出口气压为 P_0 ,所述离心压缩机7出口的一路气体分成为两部分,一部分流经截止阀I2流入过滤装置3作为调控气气源,另一部分流经截止阀III14流入气体增压泵13作为气体增压泵13的驱动气;过滤装置3与气体增压泵13相连,气体增压泵13与电磁阀II12相连;稳压罐10与电磁阀I5、电磁阀II12和排空阀11相连,并经过截止阀II4直接给离心压缩机7的可调控型密封提供调控气;压力表6测量并显示调控气压 P_s 。

[0018] 所述的可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈系统,其特征在于:调控气供气系统包括截止阀I2、过滤装置3、截止阀II4、电磁阀I5、稳压罐10、排空阀11、电磁阀II12、气体增压泵13和截止阀III14;过滤装置3过滤的气体经气体增压泵13增压后进入稳压罐10,受控的电磁阀I5和电磁阀II12经过协调动作,控制稳压罐10内气体的出入,进而控制稳压罐10内气体的压力,从而得到符合计算要求的调控气压 P_s 。

[0019] 所述的可调控型离心压缩机平衡盘密封在线自愈系统,其特征在于:所述调控气气源和气体增压泵13的驱动气是引自离心压缩机7出口气体的一路,气压为 P_0 ,其中部分气体经过冷却、过滤、升压和稳压后进入可调控型密封。

[0020] 本发明与已有的可调控型密封配合,不仅可以有效的解决离心压缩机平衡盘密封泄漏量大的问题,而且能够实现主动调控密封膜厚和气膜刚度的目的。相比以往平衡盘密封,稳态和动态性能、变工况适应性能更加优秀,促进了离心压缩机向高转速、高压压缩比等极端工况发展。

附图说明

[0021] 图1为自愈方法流程框图

[0022] 图2为自愈系统流程图

[0023] 图中：

[0024] 1-智能调控中心；2-截止阀Ⅰ；3-过滤装置；4-截止阀Ⅱ；5-电磁阀Ⅰ；6-压力表；7-离心压缩机；8-电涡流位移传感器；9-数据采集卡；10-稳压罐；11-排空阀；12-电磁阀Ⅱ；13-气体增压泵；14-截止阀Ⅲ。

具体实施方式

[0025] 以下结合附图对本发明的具体实施例加以说明。但不应将此理解为本发明的范围仅局限于以下实例。在不脱离本发明上述技术思想情况下，根据本领域普通技术知识和惯用手段做出的各种替换或变更，均应包括在本发明的范围内。

[0026] 如图1所示为本发明实施的在线自愈方法流程框图。可调控型密封安装在工业离心压缩机的轴端平衡盘处，当离心压缩机转速或者进气压力等工况发生改变时，相应的离心压缩机轴向就会发生微小位移。电涡流位移传感器和数据采集装置实时采集可调控型密封补偿环的轴向位移信号 V_{in1} 和非补偿环的轴向位移信号 V_{in2} ；

[0027] 智能调控装置处理所述实时轴向位移信号 V_{in1} 和 V_{in2} ，计算得到所述被测可调控型密封补偿环的实时轴向位移偏移量 Δh_1 和非补偿环的实时轴向位移偏移量 Δh_2 ，进而将偏移量 Δh_1 和 Δh_2 与可调控型密封的平衡工作膜厚 h 联立，得到可调控型密封实时工作膜厚 H 。 $H=h+\Delta h_1+\Delta h_2$ ；

[0028] 实时工作膜厚 H 与允许工作膜厚区间 $[H_1, H_2]$ 比较，得出实时工作膜厚 H 偏离允许工作膜厚区间 $[H_1, H_2]$ 的偏差值 ΔH 。 $H < H_1$ 时， $\Delta H = H - H_1$ ； $H > H_2$ 时， $\Delta H = H - H_2$ ；

[0029] 智能调控装置分析所述膜厚偏差值 ΔH ，得到外加调控气修正可调控型密封膜厚偏差值 ΔH 时所应进行的调控气压力调整，并输出调控信号 V_{out1} 和调控信号 V_{out2} 至调控气供气装置。 $\Delta H < 0$ 时，调控信号 V_{out1} 是关信号，调控信号 V_{out2} 是开信号， $\Delta H > 0$ 时，调控信号 V_{out1} 是开信号，调控信号 V_{out2} 是关信号；

[0030] 调控气供气装置根据得到的控制信号 V_{out1} 和调控信号 V_{out2} 迅速调整电磁阀的开关，控制高压气的引入或排出，得到调整后的调控气压 P_s 。调控气压 P_s 改变，瞬时改变可调控型密封气膜参数，调整可调控型密封实时工作膜厚 H ；

[0031] 循环步骤S1-S5，直至可调控型密封实时工作膜厚 H 处于允许工作膜厚区间 $[H_1, H_2]$ 内，即 $H_1 \geq H \geq H_2$ 。

[0032] 该方法将测得的可调控型密封气膜厚度作为反馈信号，通过智能计算并调整调控气压力，达到故障在线自愈目的。为实现以上在线自愈方法，本发明包括一系列完整的自愈调控系统，如图2所示。

[0033] 自愈系统包括智能控制系统和气路系统。当离心压缩机7工况改变，轴向发生位移时，与离心压缩机7转轴紧固连接的可调控型密封非补偿环同样发生轴向位移，智能控制系统中的电涡流位移传感器8检测到可调控型密封补偿环的轴向位移信号 V_{in1} 和非补偿环的轴向位移信号 V_{in2} ，并将信号 V_{in1} 和 V_{in2} 传送给与电涡流传感器8相连的数据采集卡9；数据采集卡9将采集的数据进行初步处理后，通过信号连接线传入到智能调控中心1；智能调控中心1根据初始设定的计算方法将信号 V_{in1} 和 V_{in2} 进行处理、比较和转化得到相应的控制信号 V_{out1} 和 V_{out2} 。智能调控中心1输出控制信号 V_{out1} 和控制信号 V_{out2} 至与智能调控装置相连的电磁阀Ⅰ5和电磁阀Ⅱ12，协调两电磁阀的开关；

[0034] 所述气路系统中离心压缩机7出口气压为 P_0 ,所述离心压缩机7出口一路气体分成两部分,一部分流经截止阀I2流入过滤装置3作为调控气气源,另一部分流经截止阀III14流入气体增压泵13作为气体增压泵13的驱动气;气体经过过滤装置3后进入气体增压泵13进行升压,升压后的气体通过电磁阀II 12进入稳压罐;稳压罐10与电磁阀II 12、电磁阀I5和排空阀11相连,其中电磁阀I5控制高压气排出,给稳压罐10降压,电磁阀II 12控制高压气进入,给稳压罐10升压,排空阀11起排空作用,通过协调各阀的开关动作,可在稳压罐10中获得压力稳定并符合要求的调控气;最后调控气经过截止阀II 4直接进入离心压缩机7的可调控型密封。

[0035] 调控气进入离心压缩机7的可调控型密封之后,其工作原理如图2中双点划线圆内所示。同专利《外加压式动静压气体润滑密封装置》所述,外加气压为 P_s 的调控气流经可调控型密封内调控气流通通道,在密封端面节流装置节流作用下进入密封两端面间,利用气体静压效应形成稳定气膜。当密封运转时,加工在密封端面上的动压槽压缩气体,利用气体动压效应进一步提升端面气膜工作参数。通过主动的调节外加调控气的压力 P_s 可以有效的改变密封工作参数,使密封维持在最佳工作状态。

[0036] 以上只是本发明的一种结构形式,本发明不仅可以应用于离心压缩机平衡盘的可调控型密封,而且可以应用于其他可进行端面调控的气膜密封的自愈调控。

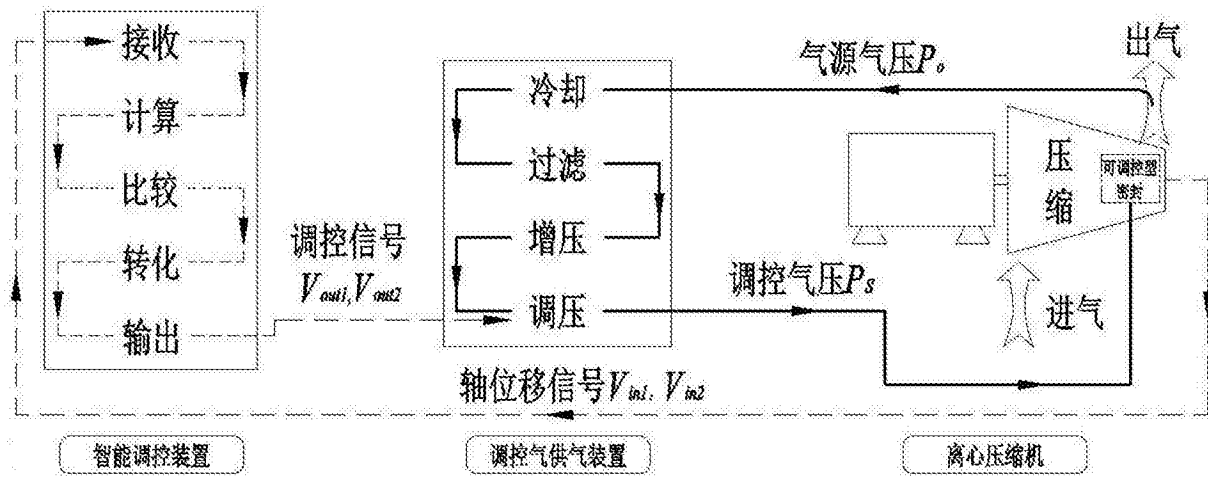


图1

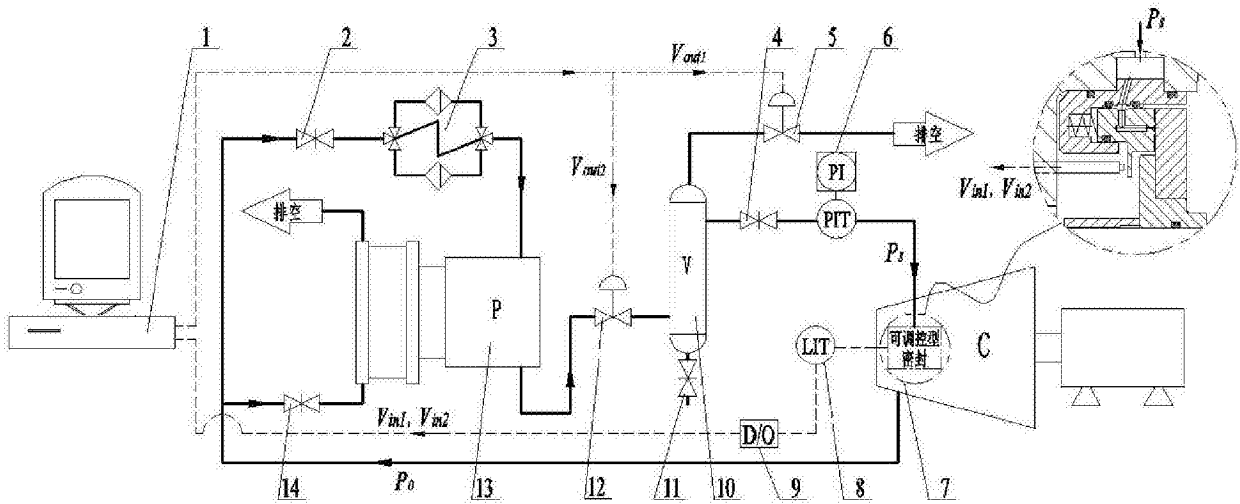


图2