(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115193831 A
(43)申请公布日 2022.10.18

(21)申请号 202210663503.1

(22)申请日 2022.06.13

(71)申请人 湖南华菱节能发电有限公司
地址 417000 湖南省娄底市娄星区凤阳街(涟钢2号办公楼5楼)

(72)发明人 邹联 宋澜波 周小力 贺兴 胡灿 黄杰光

(74)专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限责任公司 11258
专利代理师 赵秀芹

(51)Int.Cl.
B08B 9/032(2006.01)
B08B 9/057(2006.01)

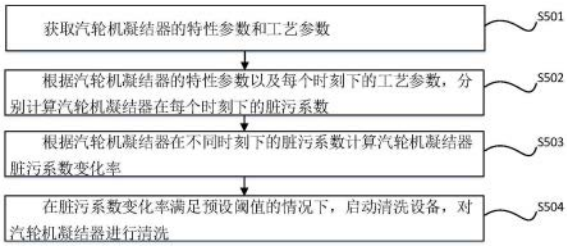
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种汽轮机凝结器的清洗系统、方法和控制器

(57)摘要

本申请公开了一种汽轮机凝结器的清洗系统、方法和控制器。该系统包括控制器和清洗设备。控制器用于根据所述汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数，分别计算所述汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数；根据所述汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率；在所述脏污系数变化率满足预设阈值的情况下，启动所述清洗设备，对所述汽轮机凝结器进行清洗。如此，该清洗系统能够根据对汽轮机凝结器的脏污程度进行实时监测，并能够及时有效地对脏污严重的汽轮机凝结器进行清洗，能够保证汽轮机凝结器的清洁度和发电机组的效率。



CN 115193831 A

1.一种汽轮机凝结器的清洗系统,其特征在于,包括:

汽轮机凝结器,所述汽轮机凝结器包括进液口和出液口;

清洗设备,所述清洗设备的清洗液进液管路与所述进液口连接,所述清洗设备的清洗液出液管路与所述出液口连接;

控制器,用于获取汽轮机凝结器的特性参数和至少两个时刻下的工艺参数;根据所述汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数,分别计算所述汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数;根据所述汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率;在所述脏污系数变化率满足预设阈值的情况下,启动所述清洗设备,对所述汽轮机凝结器进行清洗。

2.根据权利要求1所述的清洗系统,其特征在于,所述汽轮机凝结器的进液口包括分别位于所述汽轮机凝结器两侧的第一进液口和第二进液口,所述汽轮机凝结器的出液口包括分别位于所述汽轮机凝结器两侧的第一出液口和第二出液口;

所述清洗液进液管路包括清洗液进液总管路、与所述第一进液口连接的第一清洗液进液分路和与所述第二进液口连接的第二清洗液进液分路;

所述清洗液出液管路包括清洗液出液总管路、与所述第一出液口连接的第一清洗液出液分路和与所述第二出液口连接的第二清洗液出液分路。

3.根据权利要求1所述的清洗系统,其特征在于,所述清洗设备包括反冲洗设备;所述反冲洗设备包括:

第一循环水母管进口阀,设置在所述第一清洗液进液分路上;

第一循环水母管出口阀,设置在所述第一清洗液出液分路上;

第二循环水母管进口阀,设置在所述第二清洗液进液分路上;

第二循环水母管出口阀,设置在所述第二清洗液出液分路上;

反冲洗泵,设置在清洗液出液总管路上的反冲洗泵,所述反冲洗泵与所述第一循环水母管进口阀之间设置有第一反冲洗入口阀,所述反冲洗泵与所述第二循环水母管入口阀之间设置有第二反冲洗入口阀;

第一反冲洗出口阀,设置在所述第一清洗液进液分路与清洗液出液总管路之间;

第二反冲洗出口阀,设置在所述第二清洗液进液分路与清洗液出液总管路之间。

4.根据权利要求1所述的清洗系统,其特征在于,所述清洗设备还包括设置在第三清洗液进液分路上的胶球清洗设备,所述第三清洗液进液分路的进液端与所述第二清洗液出液管路的出液端连接;所述胶球清洗设备包括:

沿着所述清洗液流动的方向依次设置在所述第三清洗液进液分路上的第二胶球清洗收球阀、收球装置、胶球清洗泵、加球装置以及第一胶球清洗入口阀;所述第一胶球清洗入口阀与所述第一循环水母管进口阀的进液口之间通过管路连接;

第一胶球清洗收球阀,所述第一胶球清洗收球阀设置在所述收球装置的进液口与第一清洗液出液分路中的第一循环水母管出口阀的出液口之间;

第一胶球清洗收球阀和第二胶球清洗入口阀,顺次设置在所述加球装置的出液口与所述第二清洗液进液分路之间。

5.根据权利要求4所述的清洗系统,其特征在于,所述控制器具体用于:

在所述脏污系数变化率大于第一阈值且小于第二阈值时,启动所述反冲洗设备对所述

汽轮机凝结器进行清洗；

在所述脏污系数变化率大于第二阈值时，启动所述胶球清洗设备对所述汽轮机凝结器进行清洗；

在所述脏污系数变化率小于第一阈值时，每隔预设时长，启动所述反冲洗设备对所述汽轮机凝结器反冲洗一次。

6.根据权利要求1-4任一项所述的清洗系统，其特征在于，所述控制器还用于：在启动所述清洗设备之前，在当前负荷大于目标负荷时，降低所述汽轮机凝结器的负荷比例至目标负荷比例，所述目标负荷比例为启动所述清洗设备所需要的负荷。

7.一种汽轮机凝结器的清洗方法，其特征在于，应用于权利要求1-6任一项所述的控制器，所述方法包括：

获取汽轮机凝结器的特性参数和工艺参数；

根据所述汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数，分别计算所述汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数；

根据所述汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率；

在所述脏污系数变化率满足预设阈值的情况下，启动所述清洗设备，对所述汽轮机凝结器进行清洗。

8.一种汽轮机凝结器的清洗系统中的控制器，汽轮机凝结器的清洗系统还包括：汽轮机凝结器和清洗设备，所述汽轮机凝结器包括进液口和出液口；所述清洗设备的清洗液进液管路与所述进液口连接，所述清洗设备的清洗液出液管路与所述出液口连接；所述控制器包括：

获取模块：用于获取所述汽轮机凝结器的特性参数以及至少两个时刻下的工艺参数；

第一计算模块：用于根据所述汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数，分别计算所述汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数；

第二计算模块，用于根据所述汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率；

清洗模块，用于在所述脏污系数变化率满足预设条件的情况下，启动所述清洗设备，使清洗液在所述清洗液进液管路、汽轮机凝结器以及清洗液出液管路之间循环流动，进而实现所述汽轮机凝结器的清洗。

一种汽轮机凝结器的清洗系统、方法和控制器

技术领域

[0001] 本申请属于设备清洗领域，尤其涉及一种汽轮机凝结器清洗系统、方法和控制器。

背景技术

[0002] 在钢铁厂中，由于发电机组的设备运行环境通常较为恶劣，而且大部分发电机组的循环水池都为开放式，空气中的灰尘容易被吸入循环水池中，且循环水中钙镁离子浓度较高，容易造成汽轮机凝结器冷却液管淤积和结垢，造成凝结器换热效果差，从而导致真空下降，发电机组效率降低。

[0003] 在现有技术中，在汽轮机凝结器正常运行时，一般采用定时清洗的方式对汽轮机凝结器进行清洗，无法对汽轮机凝结器的脏污程度进行实时监测，以此及时有效地对脏污严重的汽轮机凝结器进行清洗，会影响发电机组的经济性和安全性。因此，有必要提供一种汽轮机凝结器的清洗方法。

发明内容

[0004] 本申请实施例提供一种汽轮机凝结器清洗系统、方法和控制器，能够对汽轮机凝结器的脏污程度进行实时监测，及时有效地对脏污严重的汽轮机凝结器进行清洗，能够保证汽轮机凝结器的清洁度和发电机组的效率。

[0005] 一方面，本申请实施例提供一种汽轮机凝结器的清洗系统，该系统包括：

[0006] 汽轮机凝结器，该汽轮机凝结器包括进液口和出液口；

[0007] 清洗设备，该清洗设备的清洗液进液管路与进液口连接，该清洗设备的清洗液出液管路与出液口连接；

[0008] 控制器，用于获取汽轮机凝结器的特性参数和至少两个时刻下的工艺参数；根据汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数，分别计算汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数；根据汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率；在脏污系数变化率满足预设阈值的情况下，启动清洗设备，对汽轮机凝结器进行清洗。

[0009] 在其中一个实施例中，上述涉及的汽轮机凝结器的进液口包括分别位于汽轮机凝结器两侧的第一进液口和第二进液口，汽轮机凝结器的出液口包括分别位于汽轮机凝结器两侧的第一出液口和第二出液口；

[0010] 清洗液进液管路包括清洗液进液总管路、与第一进液口连接的第一清洗液进液分路和与第二进液口连接的第二清洗液进液分路；

[0011] 清洗液出液管路包括清洗液出液总管路、与第一出液口连接的第一清洗液出液分路和与第二出液口连接的第二清洗液出液分路。

[0012] 在其中一个实施例中，上述涉及的清洗设备包括反冲洗设备；反冲洗设备包括：

[0013] 第一循环水母管进口阀，设置在第一清洗液进液分路上；

[0014] 第一循环水母管出口阀，设置在第一清洗液出液分路上；

[0015] 第二循环水母管进口阀，设置在第二清洗液进液分路上；

[0016] 第二循环水母管出口阀，设置在第二清洗液出液分路上；

[0017] 反冲洗泵，设置在清洗液出液总管路上的反冲洗泵，反冲洗泵与第一循环水母管进口阀之间设置有第一反冲洗入口阀，反冲洗泵与第二循环水母管入口阀之间设置有第二反冲洗入口阀；

[0018] 第一反冲洗出口阀，设置在第一清洗液进液分路与清洗液出液总管路之间；

[0019] 第二反冲洗出口阀，设置在第二清洗液进液分路与清洗液出液总管路之间。

[0020] 在其中一个实施例中，上述涉及的清洗设备还包括设置在第三清洗液进液分路上的胶球清洗设备，第三清洗液进液分路的进液端与第二清洗液出液管路的出液端连接；该胶球清洗设备包括：

[0021] 沿着清洗液流动的方向依次设置在第三清洗液进液分路上的第二胶球清洗收球阀、收球装置、胶球清洗泵、加球装置以及第一胶球清洗入口阀；第一胶球清洗入口阀与第一循环水母管进口阀的进液口之间通过管路连接；

[0022] 第一胶球清洗收球阀，第一胶球清洗收球阀设置在收球装置的进液口与第一清洗液出液分路中的第一循环水母管出口阀的出液口之间；

[0023] 第一胶球清洗收球阀和第二胶球清洗入口阀，顺次设置在加球装置的出液口与第二清洗液进液分路之间。

[0024] 在其中一个实施例中，上述涉及的控制器具体用于：

[0025] 在脏污系数变化率大于第一阈值且小于第二阈值时，启动反冲洗设备对汽轮机凝结器进行清洗；

[0026] 在脏污系数变化率大于第二阈值时，启动胶球清洗设备对汽轮机凝结器进行清洗；

[0027] 在脏污系数变化率小于第一阈值时，每隔预设时长，启动反冲洗设备对汽轮机凝结器反冲洗一次。

[0028] 在其中一个实施例中，上述涉及的控制器还用于：在启动清洗设备之前，在当前负荷大于目标负荷时，降低汽轮机凝结器的负荷比例至目标负荷比例，目标负荷比例为启动清洗设备所需要的负荷。

[0029] 第二方面，本申请实施例提供了一种汽轮机凝结器的清洗方法，应用于第一方面的任一项实施例中所示的控制器，该方法包括：

[0030] 获取汽轮机凝结器的特性参数和工艺参数；

[0031] 根据汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数，分别计算汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数；

[0032] 根据汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率；

[0033] 在脏污系数变化率满足预设阈值的情况下，启动清洗设备，对汽轮机凝结器进行清洗。

[0034] 第三方面，本申请实施例提供了一种汽轮机凝结器的清洗系统中的控制器，汽轮机凝结器的清洗系统还包括：汽轮机凝结器和清洗设备，汽轮机凝结器包括进液口和出液口；清洗设备的清洗液进液管路与进液口连接，清洗设备的清洗液出液管路与出液口连接；该控制器包括：

[0035] 获取模块:用于获取汽轮机凝结器的特性参数以及至少两个时刻下的工艺参数;

[0036] 第一计算模块:用于根据汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数,分别计算汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数;

[0037] 第二计算模块,用于根据汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率;

[0038] 清洗模块,用于在脏污系数变化率满足预设条件的情况下,启动清洗设备,使清洗液在清洗液进液管路、汽轮机凝结器以及清洗液出液管路之间循环流动,进而实现汽轮机凝结器的清洗。

[0039] 相较于现有技术,本申请具有以下有益效果:

[0040] 本申请实施例提供的一种汽轮机凝结器的清洗系统、方法和控制器。该系统包括控制器和清洗设备,其中,清洗设备的清洗液进液管路与所述进液口连接,所述清洗设备的清洗液出液管路与所述出液口连接;控制器用于根据所述汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数,分别计算所述汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数;根据所述汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率;在所述脏污系数变化率满足预设阈值的情况下,启动所述清洗设备,对所述汽轮机凝结器进行清洗。如此,该清洗系统能够根据对汽轮机凝结器的脏污程度进行实时监测,并能够及时有效地对脏污严重的汽轮机凝结器进行清洗,能够保证汽轮机凝结器的清洁度和发电机组的效率。

附图说明

[0041] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单的介绍,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。

[0042] 图1是本申请实施例提供的一种汽轮机凝结器清洗系统的架构示意图;

[0043] 图2是本申请实施例提供的另一种汽轮机凝结器清洗系统的架构示意图;

[0044] 图3是本申请实施例提供的另一种汽轮机凝结器清洗系统的架构示意图;

[0045] 图4是本申请实施例提供的另一种汽轮机凝结器清洗系统的架构示意图;

[0046] 图5是本申请实施例提供的一种汽轮机凝结器的清洗方法的流程示意图;

[0047] 图6是本申请实施例提供的一种控制器的结构示意图。

具体实施方式

[0048] 下面将详细描述本申请的各个方面的特征和示例性实施例,为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及具体实施例,对本申请进行进一步详细描述。应理解,此处所描述的具体实施例仅意在解释本申请,而不是限定本申请。对于本领域技术人员来说,本申请可以在不需要这些具体细节中的一些细节的情况下实施。下面对实施例的描述仅仅是为了通过示出本申请的示例来提供对本申请更好的理解。

[0049] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要

素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0050] 为了解决现有技术问题，本申请实施例提供了一种汽轮机凝结器的清洗系统、方法和控制器。该系统包括控制器和清洗设备，其中，清洗设备的清洗液进液管路与所述进液口连接，所述清洗设备的清洗液出液管路与所述出液口连接；控制器用于根据所述汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数，分别计算所述汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数；根据所述汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率；在所述脏污系数变化率满足预设阈值的情况下，启动所述清洗设备，对所述汽轮机凝结器进行清洗。

[0051] 如此，该清洗系统能够根据对汽轮机凝结器的脏污程度进行实时监测，并能够及时有效地对脏污严重的汽轮机凝结器进行清洗，能够保证汽轮机凝结器的清洁度和发电机组的效率。

[0052] 下面首先对本申请实施例所提供的汽轮机凝结器清洗系统进行介绍。

[0053] 如图1所示，本申请实施例提供的汽轮机凝结器清洗系统可以包括：

[0054] 汽轮机凝结器101，该汽轮机凝结器包括进液口和出液口；

[0055] 清洗设备102，该清洗设备的清洗液进液管路与进液口连接，该清洗设备的清洗液出液管路与出液口连接；

[0056] 控制器103，用于获取汽轮机凝结器的特性参数和至少两个时刻下的工艺参数；根据汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数，分别计算汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数；根据汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率；在脏污系数变化率满足预设阈值的情况下，启动清洗设备，对汽轮机凝结器进行清洗。

[0057] 作为一示例，汽轮机凝结器101通过清洗剂管路与清洗设备连接。

[0058] 作为一示例，清洗设备102根据控制器发送的清洗指令，将清洗液通过与清洗剂管路注入汽轮机凝结器，对汽轮机凝结器进行清洗。

[0059] 作为一示例，控制器103可以布置在远程场景中，通过网络、光纤向清洗设备发送清洗指令。首先获取汽轮机的特性参数和工艺参数，计算多个时刻下的汽轮机凝结器的脏污系数，并计算脏污系数变化率，根据变化率判断是否启动清洗设备对汽轮机凝结器进行清洗。控制器获取的汽轮机凝结器的特性参数可以包括冷却面积、汽轮机凝结器热负荷、管束壁厚度，获取的汽轮机凝结器的工艺参数可以包括排汽量、凝结水温度、冷却液流量、冷却液出口温度、冷却液进口温度。汽轮机凝结器的特性参数是汽轮机在出厂时设定的，汽轮机凝结器的工艺参数是通过传感器测量得到的。

[0060] 以上为本申请实施例提供的一种汽轮机凝结器清洗系统，该系统包括控制器和清洗设备，其中，清洗设备的清洗液进液管路与所述进液口连接，所述清洗设备的清洗液出液管路与所述出液口连接；控制器用于根据所述汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数，分别计算所述汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数；根据所述汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率；在所述脏污系数变化率满足预设阈值的情况下，启动所述清洗设备，对所述汽轮机凝结器进行清洗。如此，该清洗系统

能够根据对汽轮机凝结器的脏污程度进行实时监测，并能够及时有效地对脏污严重的汽轮机凝结器进行清洗，能够保证汽轮机凝结器的清洁度和发电机组的效率。

[0061] 为了提高对汽轮机凝结器清洗的效率，作为一种可选的实现方式，如图2所示，上述汽轮机凝结器的进液口可以包括分别位于该汽轮机凝结器两侧的第一进液口201和第二进液口202，汽轮机凝结器的出液口可以包括分别位于汽轮机凝结器两侧的第一出液口203和第二出液口204；

[0062] 清洗液进液管路可以包括清洗液进液总管路205、与第一进液口201连接的第一清洗液进液分路206和与第二进液口202连接的第二清洗液进液分路207；

[0063] 清洗液出液管路可以包括清洗液出液总管路208、与第一出液口203连接的第一清洗液出液分路209和与第二出液口204连接的第二清洗液出液分路210。

[0064] 如此，通过设置多个清洗剂进液管路和多个清洗剂出液管路，能够提高对汽轮机凝结器的清洗效率，还能够避免当单个清洗剂管路出现故障时，无法对汽轮机凝结器进行清洗的情况。

[0065] 为了减缓汽轮机凝结器的脏污速度，作为另一种可选的实现方式，如图3所示，上述的清洗设备可以包括反冲洗设备；该反冲洗设备可以包括：

[0066] 第一循环水母管进口阀301，设置在第一清洗液进液分路上；

[0067] 第一循环水母管出口阀302，设置在第一清洗液出液分路上；

[0068] 第二循环水母管进口阀303，设置在第二清洗液进液分路上；

[0069] 第二循环水母管出口阀304，设置在第二清洗液出液分路上；

[0070] 反冲洗泵305，设置在清洗液出液总管路上的反冲洗泵，反冲洗泵与第一循环水母管进口阀之间设置有第一反冲洗入口阀306，反冲洗泵与第二循环水母管入口阀之间设置有第二反冲洗入口阀307；

[0071] 第一反冲洗出口阀308，设置在第一清洗液进液分路与清洗液出液总管路之间；

[0072] 第二反冲洗出口阀309，设置在第二清洗液进液分路与清洗液出液总管路之间。

[0073] 如此，通过在汽轮机凝结器上安装反冲洗设备，能够避免汽轮机凝结器经常被垃圾堵塞管口，反冲洗设备可定期使凝结器内循环冷却液反向运行，冲走冷却管板上的垃圾，以此减缓汽轮机凝结器的脏污程度，保证汽轮机的正常运行。

[0074] 为了进一步地提高清洗效果和效率，在上述图3的实施例的基础上，如图4所示，上述的清洗设备还可以包括设置在第三清洗液进液分路上的胶球清洗设备，第三清洗液进液分路401的进液端与第二清洗液出液管路的出液端连接；该胶球清洗设备可以包括：

[0075] 沿着清洗液流动的方向依次设置在第三清洗液进液分路上的第二胶球清洗收球阀402、收球装置403、胶球清洗泵404、加球装置405以及第一胶球清洗入口阀406；第一胶球清洗入口阀与第一循环水母管进口阀的进液口之间通过管路连接；

[0076] 第一胶球清洗收球阀407，第一胶球清洗收球阀设置在收球装置的进液口与第一清洗液出液分路中的第一循环水母管出口阀的出液口之间；

[0077] 第一胶球清洗收球阀407和第二胶球清洗入口阀408，顺次设置在加球装置的出液口与第二清洗液进液分路之间。

[0078] 如此，通过在汽轮机凝结器上安装胶球清洗设备，能够在汽轮机连续工作不降低负荷的情况下，随时投入使用，能够对汽轮机凝结器进行有效清洁，能延长凝结器的使用寿

命，减轻人力劳动强度，增加企业的经济效益。

[0079] 基于图4所示的一种汽轮机凝结器清洗系统，其控制器可以具体用于：

[0080] 在脏污系数变化率大于第一阈值且小于第二阈值时，启动反冲洗设备对汽轮机凝结器进行清洗；

[0081] 在脏污系数变化率大于第二阈值时，启动胶球清洗设备对汽轮机凝结器进行清洗；

[0082] 在脏污系数变化率小于第一阈值时，每隔预设时长，启动反冲洗设备对汽轮机凝结器反冲洗一次。

[0083] 作为一示例，当脏污系数变化率高于3％且低于4％时，启动反冲洗设备对汽轮机凝结器进行清洗，并开始计时。当脏污系数变化率低于3％时，停止计时；当脏污系数变化率仍然高于3％且低于4％时，每隔8小时启动反冲洗设备对汽轮机凝结器进行清洗一次；当脏污系数高于4％时，启动胶球清洗设备对汽轮机凝结器进行清洗。

[0084] 作为一示例，启动反冲洗设备对汽轮机凝结器进行清洗的过程可以具体如下：

[0085] 当脏污系数变化率大于第一阈值且小于第二阈值时，反冲洗泵启动；

[0086] 第一反冲洗入口阀和第一反冲洗出口阀自动打开，上述阀门完全打开后，第一循环水母管进口阀和第一循环水母管出口阀自动关闭，凝结器开始反冲洗；

[0087] 凝结器进行反冲洗30分钟后，第一循环水母管进口阀和第一循环水母管出口阀自动开启，上述阀门完全打开后，第一反冲洗入口阀和第一反冲洗出口阀关闭，第一侧冲洗完毕；

[0088] 第二反冲洗入口阀和第二反冲洗出口阀自动打开，上述阀门完全打开后，第二循环水母管进口阀和第二循环水母管出口阀自动关闭，凝结器开始反冲洗；

[0089] 凝结器进行反冲洗30分钟后，第二循环水母管进口阀和第二循环水母管出口阀自动开启，上述阀门完全打开后，第二反冲洗入口阀和第二反冲洗出口阀关闭，第二侧冲洗完毕；

[0090] 第一侧和第二侧均冲洗完毕后，反冲洗泵停止运行，完成反冲洗。

[0091] 作为另一示例，启动胶球清洗设备对汽轮机凝结器进行清洗的过程可以具体如下：

[0092] 当脏污系数变化率大于第二阈值时，胶球清洗泵启动；

[0093] 第一胶球清洗入口阀、第二胶球清洗入口阀、第一胶球清洗收球阀和第二胶球清洗收球阀自动打开，凝结器开始胶球清洗；

[0094] 凝结器进行胶球清洗1小时后，第一胶球清洗入口阀、第二胶球清洗入口阀、第一胶球清洗收球阀和第二胶球清洗收球阀关闭，胶球清洗泵停止运行，胶球清洗完成；

[0095] 胶球清洗完毕后，提醒运行人员检查收球装置收球情况，并进行计数，计数后将球加入加球装置。

[0096] 如此，能够根据预先设置好的多个阈值和脏污系数变化率，自动判断是否启动反冲洗设备或胶球清洗设备，能够及时地对汽轮机凝结器进行清洗，还能够提高对汽轮机凝结器的清洗效率，以保证汽轮机的正常运行。

[0097] 此外，为了保证汽轮机的正常运行，上述任一实施例中的控制器还用于在启动清洗设备之前，在当前负荷大于目标负荷时，降低汽轮机凝结器的负荷比例至目标负荷比例，

目标负荷比例为启动清洗设备所需要的负荷。

[0098] 其中，作为示例，目标负荷可以为75%的额定负荷。

[0099] 由于启动清洗设备时，水流量减少，会导致冷却量下降，导致汽轮机冷凝器真空下降。由此，控制器在启动清洗设备之前，降低汽轮机凝结器的负荷比例至目标负荷比例，能够防止汽轮机冷凝器真空下降，保证汽轮机的正常运行，避免汽轮机组效率降低。

[0100] 基于上述实施例提供的清洗系统，本申请实施例还提供了一种汽轮机凝结器的清洗方法。该清洗方法应用于上述清洗系统中的控制器。

[0101] 如图5所示，该方法包括以下步骤：

[0102] S501：获取汽轮机凝结器的特性参数和工艺参数；

[0103] S502：根据汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数，分别计算汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数；

[0104] S503：根据汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率；

[0105] S504：在脏污系数变化率满足预设阈值的情况下，启动清洗设备，对汽轮机凝结器进行清洗。

[0106] 以上为本申请实施例提供的一种汽轮机凝结器清洗方法，上述方法应用于控制器，该方法通过获取得到的汽轮机凝结器的特性参数和工艺参数，计算汽轮机凝结器多个时刻下的脏污系数，根据多个时刻下的脏污系数计算得到脏污系数变化率，当脏污系数变化率满足预设阈值时，控制清洗设备启动，对汽轮机凝结器进行清洗。

[0107] 如此，通过本申请实施例提供的清洗方法，能够根据汽轮机凝结器的特性参数和工艺参数，计算得到脏污系数变化率，以此对汽轮机凝结器的脏污程度进行实时监测，及时有效地对脏污严重的汽轮机凝结器进行清洗，能够保证汽轮机凝结器的清洁度和发电机组的效率。

[0108] 在S501中，在一个示例中，汽轮机凝结器的特性参数可以包括冷却面积、汽轮机凝结器热负荷、管束壁厚度，汽轮机凝结器的工艺参数可以包括排汽量、凝结水温度、冷却液流量、冷却液出口温度、冷却液进口温度。根据汽轮机的实际运行情况，获取汽轮机凝结器的特性参数和工艺参数。在一个示例中，汽轮机凝结器的特性参数是汽轮机在出厂时设定的，汽轮机凝结器的工艺参数是通过传感器测量得到的。

[0109] 在S502中，根据汽轮机凝结器的特性参数和多个时刻下的工艺参数，分别计算得到多个时刻下的脏污系数。在一个示例中，获取汽轮机凝结器的冷却面积、汽轮机凝结器热负荷、管束壁厚度，和多个时刻下的排汽量、凝结水温度、冷却液流量、冷却液出口温度、冷却液进口温度，代入下列公式(1)至(5)中，计算得到汽轮机脏污系数。

[0110] 在一个示例中，根据以下公式(1)至(5)计算得到脏污系数：

[0111] $$\beta_c = \frac{K}{K_0 \beta_t \beta_m} \qquad (1)$$

[0112] $$K = \frac{Q}{A \cdot \Delta t} = \frac{D_k(h_S - h_c)}{A \cdot \Delta t} = \frac{W C_w (t_2 - t_1)}{A \cdot \Delta t} \qquad (2)$$

[0113] $$\Delta t = \frac{t_2 - t_1}{ln\frac{t_s - t_1}{t_s - t_2}} \quad (3)$$

[0114] 其中，β_c为汽轮机凝结器脏污系数；

[0115] K为总传热系数；

[0116] K_0为第一计算系数，其中，K_0根据t_s确定；

[0117] β_t为第二计算系数，其中，β_t根据t_1确定；

[0118] β_m为第三计算系数，其中，β_m根据h确定；

[0119] Q为汽轮机凝结器热负荷；

[0120] A为冷却面积；

[0121] Δt为对数平均温差；

[0122] D_k为排汽量；

[0123] h_S为排汽水比焓，其中，h_S根据t_s确定；

[0124] h_c为凝结水比焓，其中，h_c根据t_c确定；

[0125] W为冷却液流量；

[0126] C_w为冷却液比热；

[0127] t_2为冷却液出口温度；

[0128] t_1为冷却液进口温度；

[0129] t_s为排汽温度；

[0130] V为冷却液流速；

[0131] h为管束壁厚度。

[0132] 在一个示例中，根据舍维列夫公式计算冷却液流速V：

[0133] (1)当V≥1.2m/s时，

[0134] $$hf = \frac{0.00107V^2L}{D^{1.3}} \quad (4)$$

[0135] (2)当V<1.2m/s时，

[0136] $$hf = \frac{0.00912V^2L}{D^{1.3}}\left(1 + \frac{0.867}{V}\right)^{0.3} \quad (5)$$

[0137] 其中，hf为沿程水力损失；

[0138] D为管径；

[0139] L为管束长度。

[0140] 在S503中，根据在S502中计算得到的多个不同时刻下的脏污系数，代入公式(6)中，计算得到汽轮机凝结器脏污系数变化率。

[0141] $$\varphi\% = \frac{\beta_c - \beta'_c}{\beta_c} \quad (6)$$

[0142] 其中，$\varphi\%$为汽轮机凝结器脏污系数变化率；

[0143] β'_c为除β_c所处的时刻以外的其他时刻下的脏污系数。

[0144] 在S504中，在脏污系数变化率满足预设阈值的情况下，启动清洗设备，对汽轮机凝

结器进行清洗。在一个示例中，当在S503中计算得到的脏污系数变化率超过5%时，表示汽轮机凝结器脏污严重，启动清洗设备，对汽轮机凝结器进行清洗。

[0145] 基于上述实施例提供的一种汽轮机凝结器清洗方法，本申请实施例还提供了一种汽轮机凝结器的清洗系统中的控制器。

[0146] 如上述实施例所述，该汽轮机凝结器的清洗系统还可以包括：汽轮机凝结器和清洗设备，汽轮机凝结器可以包括进液口和出液口；清洗设备的清洗液进液管路与进液口连接，清洗设备的清洗液出液管路与出液口连接。

[0147] 其中，如图6所示，该控制器600可以包括：

[0148] 获取模块601：用于获取汽轮机凝结器的特性参数以及至少两个时刻下的工艺参数；

[0149] 第一计算模块602：用于根据汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数，分别计算汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数；

[0150] 第二计算模块603，用于根据汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率；

[0151] 清洗模块604，用于在脏污系数变化率满足预设条件的情况下，启动清洗设备，使清洗液在清洗液进液管路、汽轮机凝结器以及清洗液出液管路之间循环流动，进而实现汽轮机凝结器的清洗。

[0152] 本申请实施例的一种汽轮机凝结器清洗系统中的控制器，通过获取模块601获取得到的汽轮机凝结器的特性参数和工艺参数，第一计算模块602计算汽轮机凝结器的脏污系数，第二计算模块603根据不同时刻的脏污系数计算脏污系数变化率，清洗模块604在脏污系数变化率满足预设阈值的情况下，启动清洗设备，对汽轮机凝结器进行清洗。

[0153] 如此，根据本实施例提供的一种汽轮机凝结器清洗系统中的控制器，能够及时的对汽轮机凝结器的脏污情况进行监测和清洗，不仅可以保证汽轮机凝结器的清洁度，同时可以提高机组的工作效率。

[0154] 以上所述，仅为本申请的具体实施方式，所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为了描述的方便和简洁，上述描述的系统、模块和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。需要明确的是，本申请并不局限于上文所描述并在图中示出的特定配置和处理。为了简明起见，这里省略了对已知方法的详细描述。在上述实施例中，描述和示出了若干具体的步骤作为示例。但是，本申请的方法过程并不限于所描述和示出的具体步骤，本领域的技术人员可以在领会本申请的精神后，作出各种改变、修改和添加，或者改变步骤之间的顺序。

[0155] 还需要说明的是，本申请中提及的示例性实施例，基于一系列的步骤或者装置描述一些方法或系统。但是，本申请不局限于上述步骤的顺序，也就是说，可以按照实施例中提及的顺序执行步骤，也可以不同于实施例中的顺序，或者若干步骤同时执行。

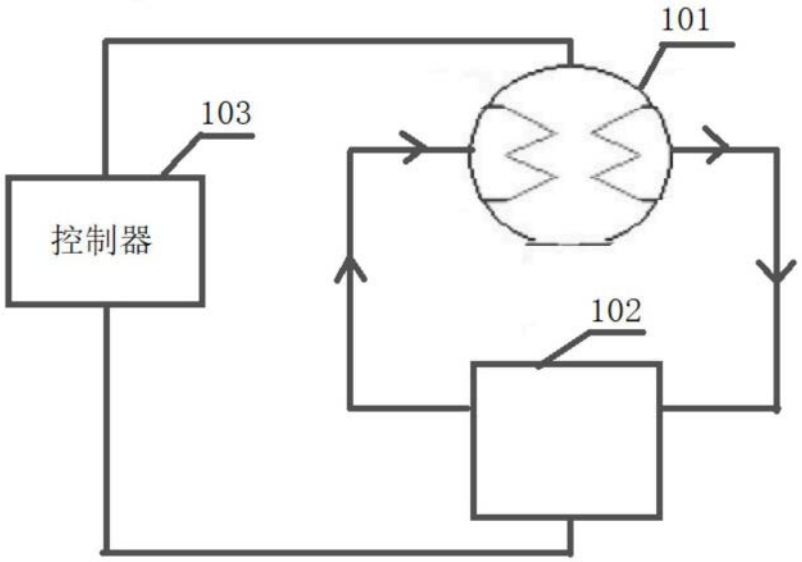

101
103
控制器
102

图1

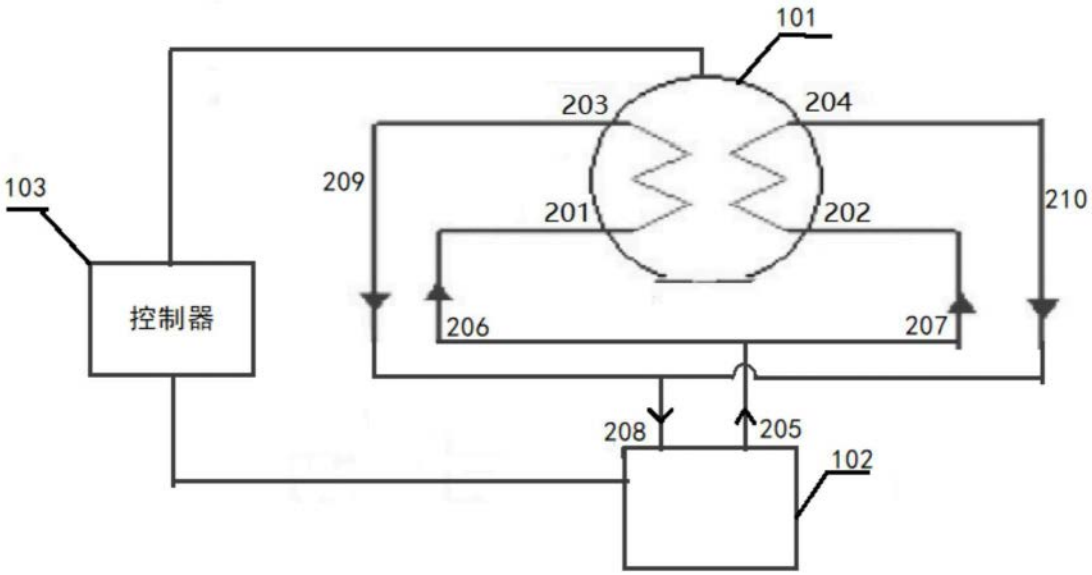

101
203
204
209
210
103
201
202
控制器
206
207
208
205
102

图2

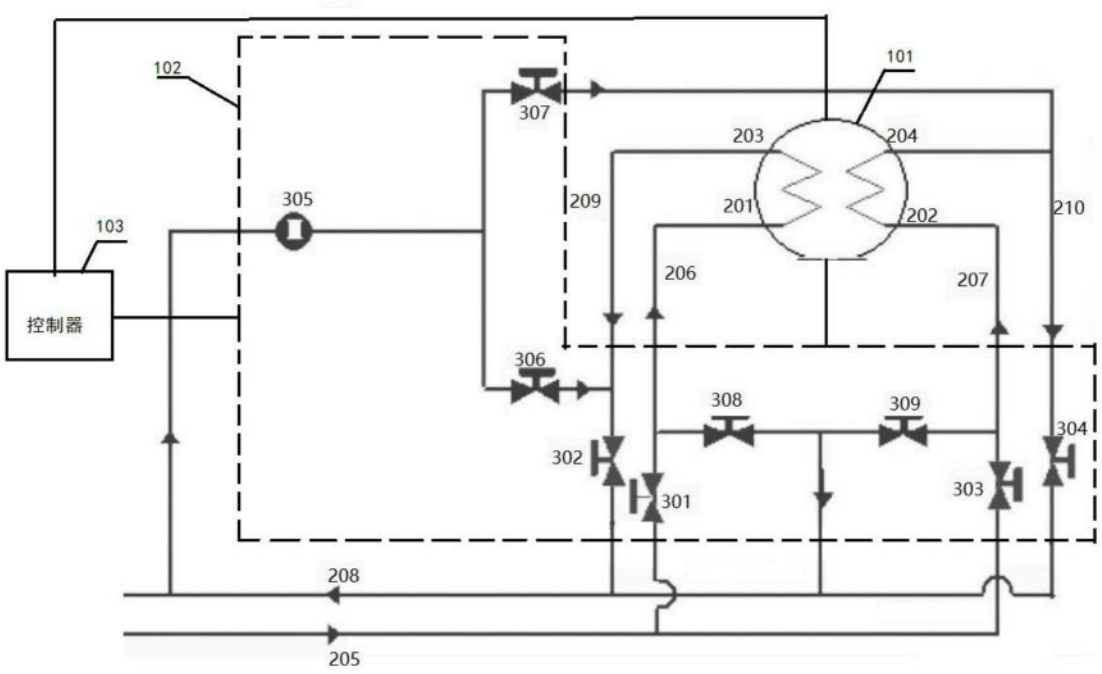

102
101
307
203
204
305
209
201
202
210
103
206
207
控制器
306
308
309
304
302
303
301
208
205

图3

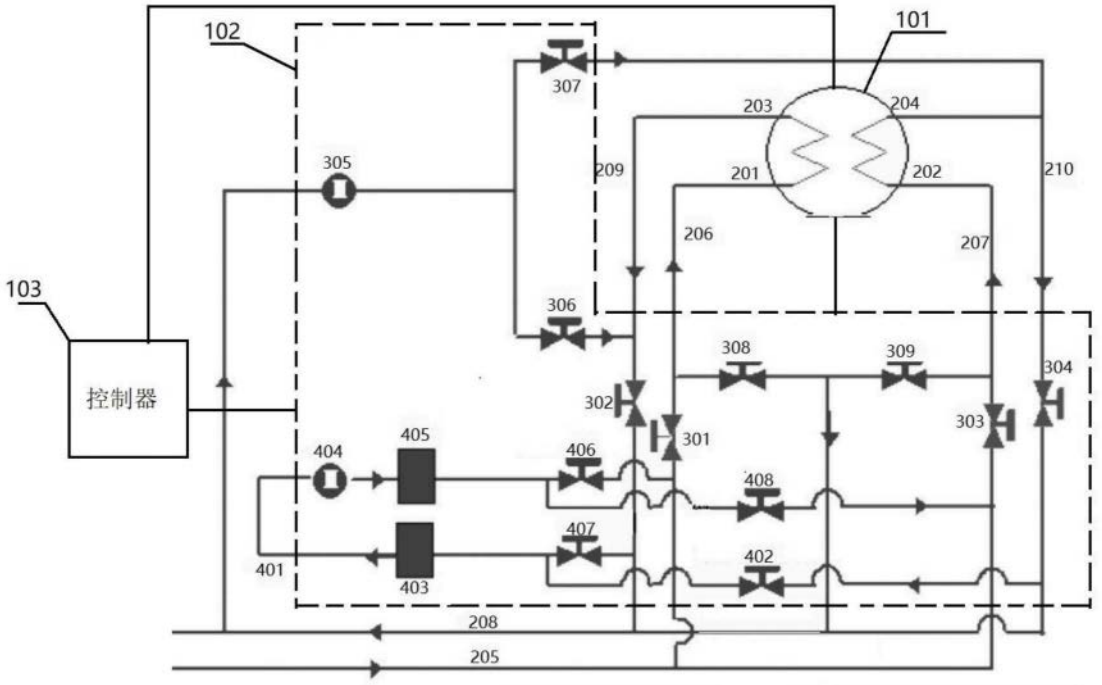

102
101
307
203
204
305
209
201
202
210
206
207
103
306
308
309
304
控制器
302
303
301
404
405
406
408
407
402
401
403
208
205

图4

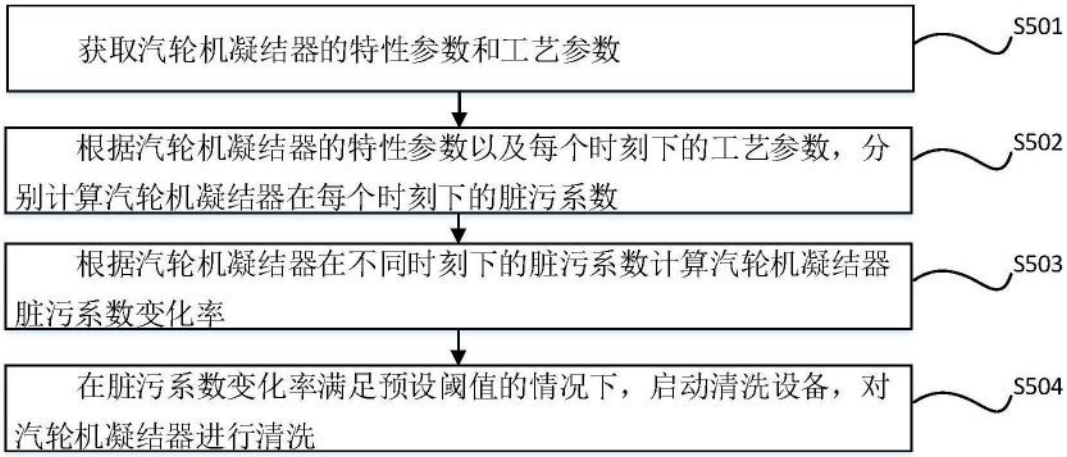

获取汽轮机凝结器的特性参数和工艺参数
S501
根据汽轮机凝结器的特性参数以及每个时刻下的工艺参数，分别计算汽轮机凝结器在每个时刻下的脏污系数
S502
根据汽轮机凝结器在不同时刻下的脏污系数计算汽轮机凝结器脏污系数变化率
S503
在脏污系数变化率满足预设阈值的情况下，启动清洗设备，对汽轮机凝结器进行清洗
S504

图5

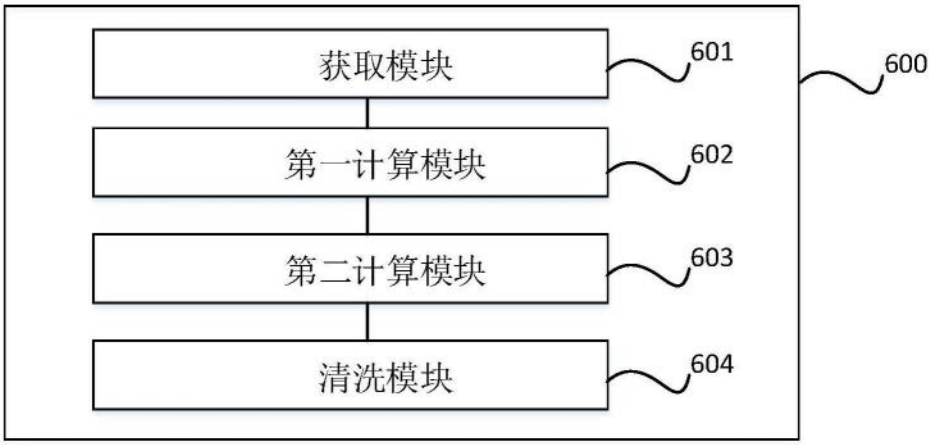

获取模块
601
第一计算模块
602
第二计算模块
603
清洗模块
604
600

图6