



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102520010 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 18

(21) 申请号 201110390404. 2

(22) 申请日 2011. 11. 30

(66) 本国优先权数据

201110264795. 3 2011. 09. 08 CN

(73) 专利权人 赵歆治

地址 300190 天津市南开区龙川路 2 号美丽
心殿 2 号楼 2 门 101

(72) 发明人 赵歆治 杨沫

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代
理事务所 12201

代理人 程毓英

(51) Int. Cl.

G01N 25/20 (2006. 01)

审查员 刘博

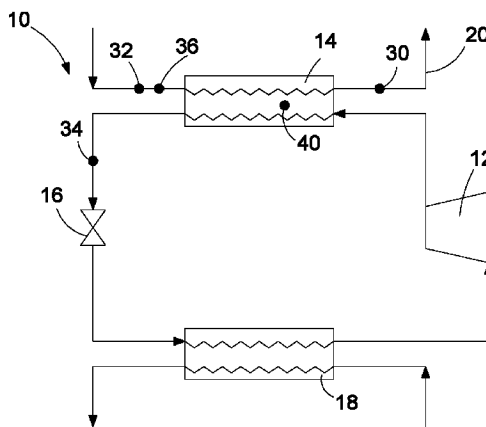
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种用于蒸气压缩循环冷水机组的冷凝器污垢检测方法

(57) 摘要

本发明属暖通空调工程领域, 涉及一种用于蒸气压缩循环冷水机组的冷凝器污垢检测方法, 包括下列步骤: 确定计算冷凝器过冷度及冷凝器端差的比例关系; 计算排除了制冷剂充注量影响的冷凝器端差; 计算排除制冷剂充注量影响的换热器传热系数与传热面积之积; 计算冷凝器污垢监测系数; 设定阈值, 当冷凝器污垢监测系数小于该阈值时, 判断冷凝器存在污垢故障, 需要进行清洗。本发明测量准确、稳定, 与传统的流量计相比节省了大量的仪器校准及维护费用。



1. 一种用于蒸气压缩循环冷水机组的冷凝器污垢检测方法,包括下列步骤:

(1) 确定冷凝器过冷度 T_{sc} ;

(2) 确定冷凝器端差 $APPR = T_c - T_{cond,o}$, 其中, T_c : 冷凝温度; $T_{cond,o}$: 冷凝器冷却水出口温度;

(3) 计算冷凝器过冷度 T_{sc} 及冷凝器端差 $APPR$ 的比例关系 $K_{sc,appr} = T_{sc} / APPR$;

(4) 计算冷凝器过冷度的变化 $\Delta T_{sc} = T_{sc} - T_{sc,rated}$, 其中, 额定冷凝器过冷度 $T_{sc,rated} = a * (T_{cond,o} - T_{cond,i}) + b$, $T_{cond,o}$: 冷凝器冷却水出口温度; $T_{cond,i}$: 冷凝器冷却水进口温度; a 和 b 为拟合方程系数, 由不同负荷试验工况条件拟合确定;

(5) 确定制冷剂充注量变化引起的端差变化 $APPR_{ref} = \Delta T_{sc} * K_{sc,appr}$;

(6) 计算排除了制冷剂充注量影响的冷凝器端差 $APPR^* = APPR - APPR_{ref}$

(7) 计算排除制冷剂充注量影响的换热器传热系数与传热面积之积

$UA^* = \dot{m}_{cond} * C_p * \ln(1 + \frac{\Delta T}{APPR^*})$, 其中, \dot{m}_{cond} : 中央空调主机的冷却水流量; C_p : 冷却水的比热;

ΔT : 冷凝器冷却水进出口温差;

(8) 计算冷凝器污垢监测系数 $VCFMS = UA^* / UA_{rated}$, 其中, UA_{rated} : 额定的换热器传热系数与传热面积之积;

(9) 设定一个小于 1 的阈值, 当冷凝器污垢监测系数 $VCFMS$ 小于该阈值时, 判断冷凝器存在污垢故障, 需要进行清洗。

一种用于蒸气压缩循环冷水机组的冷凝器污垢检测方法

技术领域

[0001] 本发明属暖通空调工程领域,具体涉及一种用于监测冷水机组冷凝器结垢故障的检测方法。

背景技术

[0002] 冷凝器是中央空调冷水机组系统中的重要换热设备,其作用是利用冷却水介质将来自压缩机的高温高压气态制冷剂予以冷却并使之在冷凝器内液化。冷水机组的冷却水循环系统多为敞开式系统,由于冷却水介质与大气接触,灰尘、微生物、悬浮物等污垢会不可避免地进入冷却水循环系统并逐渐地沉积在冷凝器的换热器表面。冷凝器的污垢会造成冷凝器传热热阻增加,传热系数下降,冷凝压力升高,进而引起压缩机的功耗增加,冷水机组性能系数降低。据相关文献统计,我国每年由于水垢造成的冷凝器设备费用损失高达6亿元人民币左右。由此可见,冷凝器污垢对冷水机组工作性能影响极大,及时地对冷凝器污垢故障进行检测和排除对于冷水机组的节能和系统的正常运行具有重要的意义。

[0003] 据相关文献表述,目前对于冷水机组冷凝器污垢的监测多采用热阻法,该方法能较为准确地测定冷凝器的结垢情况,但是需要在换热管埋设热偶来测量换热管壁温度。由于冷凝器换热管数量众多,使得此方法的测量成本极高,工程上难以实现。而且,其测量结果受堵管现象的影响极大。冷水机组冷凝器的污垢检测一直是工程领域中的一个难题,常规方法难以对污垢进行准确地测量及监测。

发明内容

[0004] 本发明的主要目的是克服现有技术的上述不足,提供一种对冷水机组冷凝器结垢故障进行监测的检测方法。本发明基于现有冷水机组的传感器测量值,利用建模方法对冷凝器的结垢故障进行监测。本发明的应用对象为蒸气压缩循环冷水机组,其系统应包括蒸发器、压缩机、管壳式冷凝器及节流装置。技术方案如下:

[0005] 一种用于蒸气压缩循环冷水机组的冷凝器污垢检测方法,包括下列步骤:

[0006] (1) 确定冷凝器过冷度 T_{sc} ;

[0007] (2) 确定冷凝器端差 $APPR = T_c - T_{cond,o}$, 其中, T_c : 冷凝温度; $T_{cond,o}$: 冷凝器冷却水出口温度;

[0008] (3) 计算冷凝器过冷度 T_{sc} 及冷凝器端差 $APPR$ 的比例关系 $K_{sc,appr} = T_{sc}/APPR$;

[0009] (4) 计算冷凝器过冷度的变化 $\Delta T_{sc} = T_{sc} - T_{sc,rated}$, 其中, 额定冷凝器过冷度 $T_{sc,rated} = a * (T_{cond,o} - T_{cond,i}) + b$, $T_{cond,o}$: 冷凝器冷却水出口温度; $T_{cond,i}$: 冷凝器冷却水进口温度; a 和 b 为拟合方程系数, 由不同负荷试验工况条件拟合确定;

[0010] (5) 确定制冷剂充注量变化引起的端差变化 $APPR_{ref} = \Delta T_{sc} * K_{sc,appr}$;

[0011] (6) 计算排除了制冷剂充注量影响的冷凝器端差 $APPR^* = APPR - APPR_{ref}$

[0012] (7) 计算排除制冷剂充注量影响的换热器传热系数与传热面积之积

$UA^* = \dot{m}_{cond} \times C_p \times \ln(1 + \frac{\Delta T}{APPR^*})$, 其中, \dot{m}_{cond} : 中央空调主机的冷却水流量; C_p : 冷却水的比热; ΔT : 冷凝器冷却水进出口温差;

[0013] (8) 计算冷凝器污垢监测系数 $VCFMS = UA^*/UA_{rated}$, 其中, UA_{rated} : 额定的换热器传热系数与传热面积之积;

[0014] (9) 设定一个小于 1 的阈值, 当冷凝器污垢监测系数 $VCFMS$ 小于该阈值时, 判断冷凝器存在污垢故障, 需要进行清洗。

[0015] 本发明可用于对中央空调主机的冷凝器结垢故障进行监测。该冷凝器污垢检测器基于现有冷水机组的传感器测量值, 利用建模的方法对冷凝器的结垢故障进行监测。本发明的结垢测量方法具有以下突出特点:

[0016] (1) 实验表明该方法可以准确、稳定地对冷凝器污垢故障进行检测;

[0017] (2) 该方法基于冷水机组现有传感器测量值, 采用虚拟污垢检测的方式对冷凝器污垢故障进行监测, 与传统的污垢检测方法相比节省了大量的设备成本;

[0018] (3) 该方法易于实现, 具有非常高的工程应用价值。

附图说明

[0019] 图 1 中央空调冷水机组制冷循环系统图。

具体实施方式

[0020] 图 1 是一个典型中央空调主机蒸气压缩制冷循环系统 10。系统 10 包括冷却水/空气循环系统 20 及冷冻水循环系统 22。制冷系统工作时压缩机 12 抽吸蒸发器 18 内的制冷剂蒸气被压缩后进入冷凝器 14。制冷剂在在冷凝压力下等压冷却成液体, 制冷剂冷凝时放出的热量传给冷却介质水/空气。冷凝后的液体通过节流装置 16 进入蒸发器 18。制冷剂在蒸发压力下沸腾, 与冷冻水进行换热。

[0021] 如图 1 所示, 适用于本发明的中央空调冷水机组应包括以下传感器: 冷凝器出口制冷剂温度 T_{11} 34, 冷凝温度 T_c 40, 冷却水进口温度 $T_{cond, i}$ 32, 冷却水出口温度 $T_{cond, o}$ 30 中央空调冷水机组的冷却水流量 \dot{m}_{cond} 36

[0022] 本发明的冷凝器污垢检测器通过以下具体技术方案实现:

[0023] (1) 首先确定首先利用冷水机组主机的出厂试验数据或者现场测量实验数据确定冷凝器过冷度 T_{sc} 及冷凝器端差 $APPR$ 的比例关系 ($K_{sc, appr}$)。其中冷凝器过冷度 T_{sc} 由下式确定:

$$[0024] \quad T_{sc} = T_c - T_{11} \quad (1)$$

[0025] 冷凝器端差 $APPR$ 由方程 (2) 确定:

$$[0026] \quad APPR = T_c - T_{cond, o} \quad (2)$$

[0027] 比例关系 ($K_{sc, appr}$) 由方程 (3) 确定:

$$[0028] \quad K_{sc, appr} = T_{sc} / APPR \quad (3)$$

[0029] 方程中所用参数解释如下:

[0030] T_{sc} : 冷凝器过冷度;

[0031] T_{11} : 冷凝器出口制冷剂温度 34;

[0032] T_c :冷凝温度 40

[0033] APPR :冷凝器端差

[0034] $T_{cond, o}$:冷凝器冷却水出口温度 30

[0035] (2) 根据步骤 1 所确定的冷凝器过冷度 T_{sc} 及冷凝器端差 APPR 的比例关系 ($K_{sc, appr}$) 对系统制冷剂充注量变化对冷凝器端差的影响进行预测见方程 (4)。制冷剂的充注量变化可以通过冷凝器过冷度的变化 ΔT_{sc} 间接表示。

$$[0036] \quad APPR_{ref} = \Delta T_{sc} * K_{sc, appr} \quad (4)$$

$$[0037] \quad \Delta T_{sc} = T_{sc} - T_{sc, rated} \quad (5)$$

[0038] 方程 5 中的额定冷凝器过冷度 $T_{sc, rated}$ 可由方程 (6) 确定：

$$[0039] \quad T_{sc, rated} = a * (T_{cond, o} - T_{cond, i}) + b \quad (6)$$

[0040] 上述方程中所用参数解释如下：

[0041] $APPR_{ref}$:制冷剂充注量变化引起的端差变化；

[0042] ΔT_{sc} :冷凝器过冷度变化；

[0043] $T_{sc, rated}$:额定冷凝器过冷度；

[0044] $T_{cond, o}$:冷凝器冷却水出口温度 30；

[0045] $T_{cond, i}$:冷凝器冷却水进口温度 32；

[0046] a 和 b :拟合方程系数, 该系数可由可由不同负荷试验工况条件下的试验数据确定拟合获得。

[0047] (3) 利用方程 7 排除制冷剂的充注量变化对冷凝器端差的影响

$$[0048] \quad APPR^* = APPR - APPR_{ref} \quad (7)$$

[0049] (4) 利用方程 (8) 及方程 (9) 根据传热学原理建立冷凝器污垢检测模型对冷凝器污垢故障进行监测

$$[0050] \quad UA^* = \dot{m}_{cond} \times C_p \times \ln\left(1 + \frac{\Delta T}{APPR^*}\right) \quad (8)$$

$$[0051] \quad VCFMS = UA^* / UA_{rated} \quad (9)$$

[0052] 方程中所用参数解释如下：

[0053] \dot{m}_{cond} :中央空调主机的冷却水流量 36；

[0054] C_p :冷却水的比热；

[0055] ΔT :冷凝器冷却水进出口温差

[0056] $APPR^*$:排除制冷剂充注量影响的冷凝器端差

[0057] UA^* :排除制冷剂充注量影响的换热器传热系数与传热面积之积

[0058] UA :换热器传热系数与传热面积之积

[0059] UA_{rated} :额定的换热器传热系数与传热面积之积

[0060] VCFMS :冷凝器污垢监测系数

[0061] 额定的换热器传热系数与传热面积之积 UA_{rated} 可由不同负荷试验工况条件下的试验数据确定。

[0062] (5) 对方程 (9) 确定的冷凝器污垢监测系数 VCFMS 进行评价, 当冷凝器污垢监测系数 VCFMS 小于一个不大于 1 的阈值, 例如 0.8 时, 即可判断冷凝器存在污垢故障, 进而建议用户对冷凝器进行清洗。

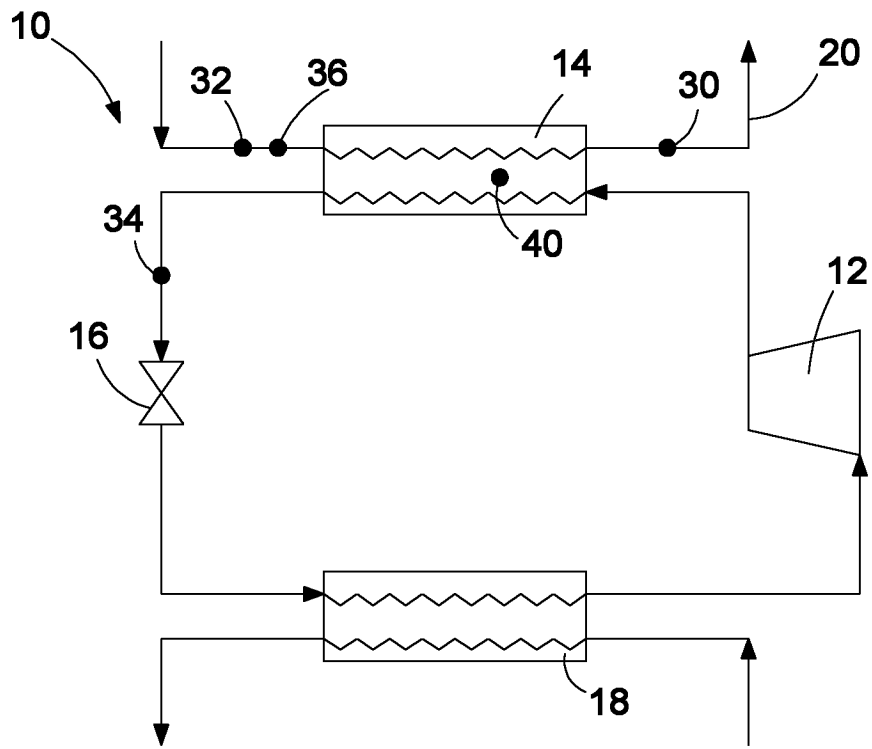


图 1