(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 118862425 B
(45)授权公告日 2025.02.18

(21)申请号 202410847709.9
(22)申请日 2024.06.27
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 118862425 A
(43)申请公布日 2024.10.29
(73)专利权人 国家电投集团科学技术研究院有限公司
地址 102209 北京市昌平区未来科技城国家电投集团科学技术研究院有限公司院内A座8层至11层
专利权人 国家电投集团江苏电力有限公司
国家电投集团协鑫滨海发电有限公司
(72)发明人 张福国 李硕 余从极 王建设 陈城 刘新 张尔弩 刘夕初 刘立婷 鲍泽文
(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙) 11201
专利代理师 谢丽莎
(51)Int.Cl.
G06F 30/20(2020.01)
G06F 17/18(2006.01)
G06F 119/02(2020.01)
G06F 119/08(2020.01)
(56)对比文件
CN 102192495 A,2011.09.21
CN 112989694 A,2021.06.18
审查员 王轩

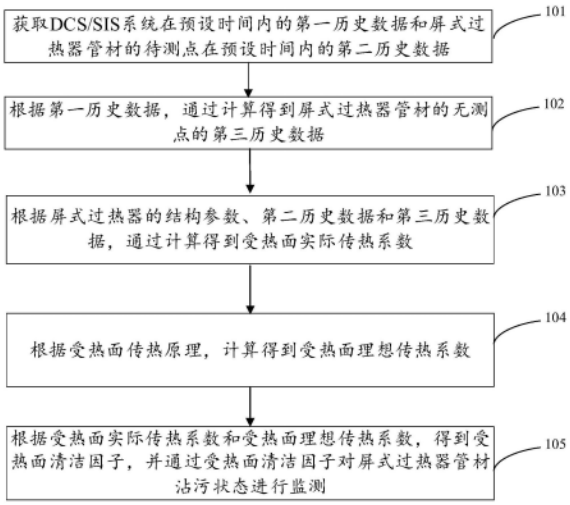
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54)发明名称

一种超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测方法

(57)摘要

本申请提出一种超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测方法、装置及存储介质,获取DCS/SIS系统在预设时间内的第一历史数据和屏式过热器管材的待测点在预设时间内的第二历史数据;根据第一历史数据,通过计算得到屏式过热器管材的无测点的第三历史数据;根据屏式过热器的结构参数、第二历史数据和第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数;根据受热面传热原理,计算得到受热面理想传热系数;根据受热面实际传热系数和受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子,并通过受热面清洁因子对屏式过热器管材沾污状态进行监测。本公开降低了成本,实现了对屏式过热器沾污状况的实时监测,保证了屏式过热器不同部位沾污因子计算值的可靠性。



CN 118862425 B

1.一种超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测方法,其特征在于,所述方法包括:

获取DCS/SIS系统在预设时间内的第一历史数据和屏式过热器管材的待测点在所述预设时间内的第二历史数据,其中,所述第一历史数据包括出口蒸汽温度、出口压力、进口蒸汽温度和进口压力,所述第二历史数据包括待测点的出口汽温、待测点的出口压力和待测点的蒸汽流量;

根据所述第一历史数据,通过计算得到所述屏式过热器管材的无测点的第三历史数据,其中,所述第三历史数据包括无测点的出口汽温;

根据所述屏式过热器的结构参数、所述第二历史数据和所述第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数;

根据受热面传热原理,计算得到受热面理想传热系数;

根据所述受热面实际传热系数和所述受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子,并通过所述受热面清洁因子对所述屏式过热器管材沾污状态进行监测。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述第一历史数据,通过计算得到所述屏式过热器管材的无测点的第三历史数据,包括:

根据所述出口蒸汽温度和所述出口压力计算出口焓;

根据所述进口蒸汽温度和所述进口压力计算进口焓;

根据所述出口焓和所述进口焓,计算屏间热偏差系数和同屏热偏差系数;

根据所述屏间热偏差系数和同屏热偏差系数,计算所述无测点的受热面焓增;

根据所述受热面焓增,通过计算得到所述屏式过热器管材的无测点的出口汽温。

3.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述屏式过热器的结构参数、所述第二历史数据和所述第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数,包括:

根据所述屏式过热器的结构参数,得到受热面各管材的流量;

根据所述受热面各管材的流量、所述第二历史数据和所述第三历史数据,通过计算得到所述屏式过热器每根管材的吸热量;

获取受热面的烟气温度和蒸汽温度,并基于所述受热面的烟气温度和蒸汽温度,得到受热面整体温压平均值;

基于所述受热面整体温压平均值和所述屏式过热器每根管材的吸热量,得到受热面实际传热系数。

4.根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述基于所述受热面整体温压平均值和所述屏式过热器每根管材的吸热量,得到受热面实际传热系数,包括:

对所述受热面整体温压平均值进行修正,得到修正后的受热面整体温压平均值;

基于所述修正后的受热面整体温压平均值和所述屏式过热器每根管材的吸热量,得到受热面实际传热系数。

5.根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述根据所述受热面各管材的流量、所述第二历史数据和所述第三历史数据,通过计算得到所述屏式过热器每根管材的吸热量,包括:

根据所述第二历史数据和所述第三历史数据,得到所述屏式过热器各管材的进口焓和出口焓;

根据所述受热面各管材的流量和所述屏式过热器各管材的进口焓和出口焓,通过计算

得到所述屏式过热器每根管材的吸热量。

6.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述受热面实际传热系数和所述受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子,包括:将所述受热面实际传热系数与所述受热面理想传热系数的比值,确定为受热面清洁因子。

7.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述通过所述受热面清洁因子对所述屏式过热器管材沾污状态进行监测,包括:

若所述受热面清洁因子处于第一区间范围,则所述屏式过热器管材处于第一状态;

若所述受热面清洁因子处于第二区间范围,则所述屏式过热器管材处于第二状态;

若所述受热面清洁因子处于第三区间范围,则所述屏式过热器管材处于第三状态。

8.一种超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测装置,其特征在于,所述装置包括:

获取模块,用于获取DCS/SIS系统在预设时间内的第一历史数据和屏式过热器管材的待测点在所述预设时间内的第二历史数据,其中,所述第一历史数据包括出口蒸汽温度、出口压力、进口蒸汽温度和进口压力,所述第二历史数据包括待测点的出口汽温、待测点的出口压力和待测点的蒸汽流量;

第一计算模块,用于根据所述第一历史数据,通过计算得到所述屏式过热器管材的无测点的第三历史数据,其中,所述第三历史数据包括无测点的出口汽温;

第二计算模块,用于根据所述屏式过热器的结构参数、所述第二历史数据和所述第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数;

第三计算模块,用于根据受热面传热原理,计算得到受热面理想传热系数;

监测模块,用于根据所述受热面实际传热系数和所述受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子,并通过所述受热面清洁因子对所述屏式过热器管材沾污状态进行监测。

9.一种电子设备,包括:

至少一个处理器;以及

与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行权利要求 1-7中任一项所述的方法。

10.一种非临时性计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1-7任一项所述的超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测方法。

一种超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测方法

技术领域

[0001] 本申请涉及沾污状态监测技术领域,尤其涉及一种超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测方法、装置及存储介质。

背景技术

[0002] 目前,电站锅炉实际运行中受热面积灰是最普遍的现象之一,主要表现为灰熔点较低的煤灰颗粒在高温区域受热熔融后又凝结在温度稍低的水平烟道内的对流受热面管材表面。在锅炉长周期运行过程中,管材沾污问题往往导致管材吸热量严重不足,影响受热面的水动力特性,增大热偏差,进而引发受热面爆管等一系列严重后果,因此对管材沾污状态的有效监测是火电厂日常经营过程中金属监督与运行优化工作的重点之一。

[0003] 现有技术中,可以在水平烟道内各个对流受热面出口与入口所在横截面加装压力传感器,从而获取各对流受热面烟道出入口截面处的压差以表征受热面的沾污情况;或者,可以通过收集每一时刻各对流受热面的关键参数,如工质进出口蒸汽温度、工质流量、进出口截面烟气温度等,实时计算每一时刻各受热面的实际吸热量与理想吸热量之比,从而判断各对流受热面的沾污状况。

[0004] 但是,上述依据受热面进出口截面压差来评估沾污程度的过程中,需要配置大量压力测量仪器,投资成本较大,且锅炉对流受热面工作环境复杂,受沾污位置、沾污成分不同的影响,压差实时计算值可能无法准确、快速地反应当前受热面的沾污情形,从而导致对沾污状况的判断出现偏差,准确率较低。

发明内容

[0005] 本申请提供一种超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测方法、装置及存储介质,以至少解决上述相关技术中出现的技术问题。

[0006] 本申请第一方面实施例提出一种超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测方法,所述方法包括:

[0007] 获取DCS/SIS系统在预设时间内的第一历史数据和屏式过热器管材的待测点在所述预设时间内的第二历史数据;

[0008] 根据所述第一历史数据,通过计算得到所述屏式过热器管材的无测点的第三历史数据;

[0009] 根据所述屏式过热器的结构参数、所述第二历史数据和所述第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数;

[0010] 根据受热面传热原理,计算得到受热面理想传热系数;

[0011] 根据所述受热面实际传热系数和所述受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子,并通过所述受热面清洁因子对所述屏式过热器管材沾污状态进行监测。

[0012] 可选的,在本公开的一个实施例中,所述第一历史数据包括出口蒸汽温度、出口压力、进口蒸汽温度和进口压力;所述根据所述第一历史数据,通过计算得到所述屏式过热器

管材的无测点的第三历史数据,包括:

[0013] 根据所述出口蒸汽温度和所述出口压力计算出口焓;

[0014] 根据所述进口蒸汽温度和所述进口压力计算进口焓;

[0015] 根据所述出口焓和所述进口焓,计算屏间热偏差系数和同屏热偏差系数;

[0016] 根据所述屏间热偏差系数和同屏热偏差系数,计算所述无测点的受热面焓增;

[0017] 根据所述受热面焓增,通过计算得到所述屏式过热器管材的无测点的出口汽温。

[0018] 可选的,在本公开的一个实施例中,所述根据所述屏式过热器的结构参数、所述第二历史数据和所述第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数,包括:

[0019] 根据所述屏式过热器的结构参数,得到受热面各管材的流量;

[0020] 根据所述受热面各管材的流量、所述第二历史数据和所述第三历史数据,通过计算得到所述屏式过热器每根管材的吸热量;

[0021] 获取受热面的烟气温度和蒸汽温度,并基于所述受热面的烟气温度和蒸汽温度,得到受热面整体温压平均值;

[0022] 基于所述受热面整体温压平均值和所述屏式过热器每根管材的吸热量,得到受热面实际传热系数。

[0023] 可选的,在本公开的一个实施例中,所述基于所述受热面整体温压平均值和所述屏式过热器每根管材的吸热量,得到受热面实际传热系数,包括:

[0024] 对所述受热面整体温压平均值进行修正,得到修正后的受热面整体温压平均值;

[0025] 基于所述修正后的受热面整体温压平均值和所述屏式过热器每根管材的吸热量,得到受热面实际传热系数。

[0026] 可选的,在本公开的一个实施例中,所述根据所述受热面各管材的流量、所述第二历史数据和所述第三历史数据,通过计算得到所述屏式过热器每根管材的吸热量,包括:

[0027] 根据所述第二历史数据和所述第三历史数据,得到所述屏式过热器各管材的进口焓和出口焓;

[0028] 根据所述受热面各管材的流量和所述屏式过热器各管材的进口焓和出口焓,通过计算得到所述屏式过热器每根管材的吸热量。

[0029] 可选的,在本公开的一个实施例中,所述根据所述受热面实际传热系数和所述受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子,包括:将所述受热面实际传热系数与所述受热面理想传热系数的比值,确定为受热面清洁因子。

[0030] 可选的,在本公开的一个实施例中,所述通过所述受热面清洁因子对所述屏式过热器管材沾污状态进行监测,包括:

[0031] 若所述受热面清洁因子处于第一区间范围,则所述屏式过热器管材处于第一状态;

[0032] 若所述受热清洁因子处于第二区间范围,则所述屏式过热器管材处于第二状态;

[0033] 若所述受热清洁因子处于第三区间范围,则所述屏式过热器管材处于第三状态。

[0034] 本申请第二方面实施例提出一种超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测装置,所述装置包括:

[0035] 获取模块,用于获取DCS/SIS系统在预设时间内的第一历史数据和屏式过热器管材的待测点在所述预设时间内的第二历史数据;

[0036] 第一计算模块,用于根据所述第一历史数据,通过计算得到所述屏式过热器管材的无测点的第三历史数据;

[0037] 第二计算模块,用于根据所述屏式过热器的结构参数、所述第二历史数据和所述第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数;

[0038] 第三计算模块,用于根据受热面传热原理,计算得到受热面理想传热系数;

[0039] 监测模块,用于根据所述受热面实际传热系数和所述受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子,并通过所述受热面清洁因子对所述屏式过热器管材沾污状态进行监测。

[0040] 本发明第三方面实施例提出的电子设备,其中,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,处理器执行所述程序时,能够实现如上第一方面所述的方法。

[0041] 本发明第四方面实施例提出的计算机存储介质,其中,所述计算机存储介质存储有计算机可执行指令;所述计算机可执行指令被处理器执行后,能够实现如上第一方面所述的方法。

[0042] 本申请的实施例提供的技术方案至少带来以下有益效果:

[0043] 本公开提供的超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测方法、装置及存储介质,获取DCS/SIS系统在预设时间内的第一历史数据和屏式过热器管材的待测点在预设时间内的第二历史数据;根据第一历史数据,通过计算得到屏式过热器管材的无测点的第三历史数据;根据屏式过热器的结构参数、第二历史数据和第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数;根据受热面传热原理,计算得到受热面理想传热系数;根据受热面实际传热系数和受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子,并通过受热面清洁因子对屏式过热器管材沾污状态进行监测。由此,本公开所需历史数据采集便利,无需要加装额外的仪器设备,降低了成本,并且通过受热面清洁因子实现了对屏式过热器沾污状况的实时监测,保证了屏式过热器不同部位沾污因子计算值的可靠性。

[0044] 本申请附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本申请的实践了解到。

附图说明

[0045] 本申请上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0046] 图1为根据本申请一个实施例提供的超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测方法的流程示意图;

[0047] 图2为根据本申请一个实施例提供的超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测装置的结构示意图。

具体实施方式

[0048] 下面详细描述本申请的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本申请,而不能理解为对本申请的限制。

[0049] 下面参考附图描述本申请实施例的超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测

方法及装置。

[0050] 图1为根据本申请一个实施例提供的超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测方法的流程示意图,如图1所示,所述方法可以包括以下步骤:

[0051] 步骤101、获取DCS/SIS系统在预设时间内的第一历史数据和屏式过热器管材的待测点在预设时间内的第二历史数据。

[0052] 在本公开的一个实施例中,可以根据屏式过热器沾污特性,获取电厂DCS/SIS系统在预设时间内每次执行吹灰动作后半个吹灰周期内受热面的第一历史数据。

[0053] 其中,在本公开的一个实施例中,上述第一历史数据可以包括出口蒸汽温度、出口压力、进口蒸汽温度和进口压力。以及,在本公开的一个实施例中,上述第二历史数据可以包括待测点的出口汽温、待测点的出口压力和待测点的蒸汽流量。

[0054] 以及,在本公开的一个实施例中,上述预设时间可以根据需要进行设定。例如,预设时间为过去一周,或者,预设时间为过去3天。

[0055] 步骤102、根据第一历史数据,通过计算得到屏式过热器管材的无测点的第三历史数据。

[0056] 在本公开的一个实施例中,屏式过热器中有部分管材上不存在测点,也即是,无法获取屏式过热器中部分管材的第三历史数据。基于此,在本公开的一个实施例中,可以根据第一历史数据,通过计算得到屏式过热器管材的无测点的第三历史数据。

[0057] 具体地,在本公开的一个实施例中,上述根据第一历史数据,通过计算得到屏式过热器管材的无测点的第三历史数据的方法可以包括以下步骤:

[0058] 步骤1、根据出口蒸汽温度和出口压力计算出口焓;

[0059] 步骤2、根据进口蒸汽温度和进口压力计算进口焓;

[0060] 步骤3、根据出口焓和进口焓,计算屏间热偏差系数和同屏热偏差系数;

[0061] 步骤4、根据屏间热偏差系数和同屏热偏差系数,计算无测点的受热面焓增;

[0062] 步骤5、根据受热面焓增,通过计算得到屏式过热器管材的无测点的出口汽温。

[0063] 其中,在本公开的一个实施例中,可以根据水和水蒸汽IAPWS-IF97函数库中的函数,基于出口蒸汽温度和出口压力计算出口焓,以及,基于进口蒸汽温度和进口压力计算进口焓。

[0064] 以及,在本公开的一个实施例中,通过上述步骤得到出口焓和进口焓后,可以根据屏间宽度方向的出口焓和进口焓,通过第一公式计算屏间热偏差系数,其中,第一公式为:屏间热偏差系数=(屏间出口焓-屏间进口焓)/平均焓增。

[0065] 进一步地,在本公开的一个实施例中,同屏热偏差系数与上述屏间热偏差系数的方法相同,可以将上述第一公式中的屏间出口焓和屏间进口焓改为同屏出口焓和同屏进口焓,得到同屏深度方向的同屏热偏差系数。

[0066] 进一步地,在本公开的一个实施例中,通过上述步骤得到同屏热偏差系数和屏间热偏差系数后,可以根据屏间热偏差系数和同屏热偏差系数,通过第二公式计算无测点的受热面焓增,其中,第二公式为:受热面焓增=平均焓增×屏间热偏差系数×同屏热偏差系数。

[0067] 进一步地,在本公开的一个实施例中,通过上述计算得到受热面焓增后,可以根据受热面焓增,通过计算得到屏式过热器管材的无测点的出口汽温。具体地,在本公开的一个

实施例中,可以通过受热面焓增和受热面进口焓,通过第三公式计算得到受热面出口焓,其中,第三公式为:受热面出口焓=受热面焓增+受热面进口焓。以及,在本公开的一个实施例中,可以基于受热面出口压力和受热面出口焓,通过IAPWS-IF97函数库中的函数计算得到受热面出口汽温。其中,在本公开的一个实施例中,屏式过热器管材的无测点的出口压力和待测点的出口压力相同。在本公开的一个实施例中,上述受热面进口焓可以根据进口温度和进口压力,以及IAPWS-IF97函数库中的焓计算公式得到。

[0068] 在本公开的一个实施例中,通过上述步骤可以通过受热面的第一历史数据推测出屏式过热器管材的无测点的出口汽温,使得后续可以根据无测点的出口汽温得到屏式过热器每根管材的吸热量,使得计算结果更加准确。

[0069] 步骤103、根据屏式过热器的结构参数、第二历史数据和第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数。

[0070] 在本公开的一个实施例中,通过上述步骤得到第三历史数据后,可以根据屏式过热器的结构参数、第二历史数据和第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数。

[0071] 具体地,在本公开的一个实施例中,上述根据屏式过热器的结构参数、第二历史数据和第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数的方法可以包括以下步骤:

[0072] 步骤1031、根据屏式过热器的结构参数,得到受热面各管材的流量;

[0073] 步骤1032、根据受热面各管材的流量、第二历史数据和第三历史数据,通过计算得到屏式过热器每根管材的吸热量;

[0074] 步骤1033、获取受热面的烟气温度和蒸汽温度,并基于受热面的烟气温度和蒸汽温度,得到受热面整体温压平均值;

[0075] 步骤1034、基于受热面整体温压平均值和屏式过热器每根管材的吸热量,得到受热面实际传热系数。

[0076] 其中,在本公开的一个实施例中,上述根据屏式过热器的结构参数,得到受热面各管材的流量的方法可以包括:确定各管材的流量偏差系数,并根据各管材的流量偏差系数得到受热面各管材的流量。

[0077] 以及,在本公开的一个实施例中,上述确定各管材的流量偏差系数的方法可以包括:

[0078]
$$\eta_{11}=\sqrt{\frac{K_0}{K_1}\eta_{10}^2-B_1}$$

$$\eta_{12}=\sqrt{\frac{K_0}{K_2}\eta_{10}^2-B_2}$$

$$\cdots\cdots$$

$$\eta_{1n-1}=\sqrt{\frac{K_0}{K_{n-1}}\eta_{10}^2-B_{n-1}}$$

[0079] 其中,η_{10},η_{11},η_{12},……,η_{1n-1}分别为第1,2,3,……,n排管子的流量不均匀系数;B_1,B_2,B_3,……,B_{n-1}分别为第2,3,……,n排管子的系数;K_0,K_1,K_2,……,K_{n-1}分别为第1,2,3,……,n排管子的流量系数。

[0080] 其中,上述B_i可以按下式进行计算:

[0081] $$B_i = A_i \frac{(b_i - a_i) - (b_0 - a_0)}{H_{fp}}$$

[0082] 其中，b_i为第i根管子在汇流集箱的静压分布，a_i为第i根管子在分配集箱的静压分布，H_{fp}分配集箱的焓。

[0083] 以及，上述流量系数K_i可以按下式进行计算：

[0084] $$K_i = Z_i \frac{\upsilon_i}{2gf_i^2}$$

[0085] 其中，f_i为管子总流通截面积，g为重力加速度，U_i为第i根管道流速。

[0086] 进一步地，上述系数A_i可以按下式进行计算：

[0087] $$A_i = \frac{J_{fi}}{Z_i}\left(\frac{F_{fp}}{f_i}\right)^2$$

[0088] 其中，F_{fp}为分配集箱的流通截面积，J_{fi}为第i管组比容系数。

[0089] 进一步地，上述管子总阻力系数Z_i可以按下式进行计算：

[0090] $$Z_i = FJ_{JLQi} + \sum(\xi_{沿程} + \xi_{局部}) = FJ_{JLQi} + \left(\frac{\lambda}{d}l + \sum \zeta\right)$$

[0091] 其中，FJ_{JLQ}为第i根节流孔板附加阻力，λ为管子沿程阻力系数，l为管子长度，d为管子直径，ξ为管子局部阻力系数。

[0092] 进一步地，上述对于管子入口没有节流圈/节流孔板的Z_i可以按下式进行计算：

[0093] $$Z_i = \sum(\xi_{沿程} + \xi_{局部}) = \left(\frac{\lambda}{d}l + \sum \zeta\right)。$$

[0094] 进一步地，在本公开的一个实施例中，上述根据各管材的流量偏差系数得到受热面各管材的流量的方法具体可以包括：根据各管材的流量偏差系数，通过第四公式得到受热面各管材的流量，其中，第四公式为：

[0095] $$D_{ij} = \frac{D}{n_i n_j} * \eta_{ij}$$

[0096] 其中，D为受热面管道的总流量，n_i为屏间管子数量，n_j为同屏管子数量，η_{ij}为第i屏j管的流量偏差系数，D_{ij}为第i屏j管的流量。

[0097] 以及，在本公开的一个实施例中，通过上述步骤得到受热面各管材的流量后，可以根据受热面各管材的流量、第二历史数据和第三历史数据，通过计算得到屏式过热器每根管材的吸热量。具体地，在本公开的一个实施例中，上述根据受热面各管材的流量、第二历史数据和第三历史数据，通过计算得到屏式过热器每根管材的吸热量的方法具体可以包括：根据第二历史数据和第三历史数据，得到屏式过热器各管材的进口焓和出口焓；根据受热面各管材的流量和屏式过热器各管材的进口焓和出口焓，通过计算得到屏式过热器每根管材的吸热量。

[0098] 其中，在本公开的一个实施例中，可以根据第二历史数据中待测点的出口汽温和出口压力，得到待测点的出口焓，并根据待测点的进口汽温和进口压力，得到待测点的进口焓，然后将出口焓与进口焓的差值确定为待测点各管材的焓增。在本公开的一个实施例中，

可以根据现有待测点获取进口集箱的蒸汽温度,根据热力计算式计算受热面进口压力的负荷、给水压力和主蒸汽压力的函数公式,并根据现有的给水压力和主蒸汽压力,计算受热面进口压力。

[0099] 以及,在本公开的一个实施例中,无测点各管材的焓增计算方法与上述待测点各管材的焓增计算方法相同,本公开实施例在此不做赘述。

[0100] 以及,在本公开的一个实施例中,上述根据受热面各管材的流量和屏式过热器各管材的进口焓和出口焓,通过计算得到屏式过热器每根管材的吸热量的方法具体可以包括:基于各管材的焓增和受热面各管材的流量,通过第五公式得到屏式过热器每根管材的吸热量,其中,第五公式为:

[0101] $$Q_{ij}=\frac{D_{ij}}{B_{cal}}(h''_{ij}-h'_{ij})$$

[0102] 其中,D_{ij}为第i屏j管的流量,B_{cal}为计算燃料量,Q_{ij}为第i屏j管吸热量h''_{ij}为第i屏j管的出口焓,h'_{ij}为第i屏j管的进口焓。

[0103] 进一步得,在本公开的一个实施例中,可以通过炉膛声波测温装置,获取受热面的烟气温度和蒸汽温度。其中,上述炉膛声波测温装置可以安装在锅炉炉膛折焰角附近,水平布置,通过声波法获取炉膛烟气温度场信息。

[0104] 在本公开的另一个实施例中,可以采用数值模拟的方法实现不同负荷下烟气温度数据驱动模型,并获取受热面的烟气温度和蒸汽温度。具体地,在本公开的一个实施例中,可以采用flunt仿真计算不同负荷下,炉膛不同截面下的烟气温度。以及,根据流体力学的知识,质量守恒方程(连续性方程)、能量守恒方程(伯努利方程)和动量守恒方程(Navier-Stokes方程)是描述理想流体流动现象的三个方程。基于此,通过上述三个方程,可以特定时刻在非常复杂流场中的各个点位上获得所需参数(如速度、温度和压力),且导出其他相关物理量。

[0105] 以及,在本公开的一个实施例中,通过上述步骤获取受热面的烟气温度和蒸汽温度后,可以基于受热面的烟气温度和蒸汽温度,得到受热面整体温压平均值。具体地,在本公开的一个实施例中,基于受热面的烟气温度和蒸汽温度,得到受热面整体温压平均值的方法可以包括:基于受热面的烟气温度和蒸汽温度,通过第六公式得到受热面整体温压平均值,其中,第六公式为:

[0106] $$\Delta t=\frac{\Delta t_{max}-\Delta t_{min}}{\ln\frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}}$$

[0107] 其中,Δt_{max}为受热面烟气温度和蒸汽温度两端端差较大值,单位为℃;Δt_{min}为受热面烟气温度和蒸汽温度两端端差较小值,单位为℃;Δt为受热面整体温压平均值,单位为℃。

[0108] 以及,在本公开的一个实施例中,上述基于受热面整体温压平均值和屏式过热器每根管材的吸热量,得到受热面实际传热系数的方法可以包括:对受热面整体温压平均值进行修正,得到修正后的受热面整体温压平均值,并基于修正后的受热面整体温压平均值和屏式过热器每根管材的吸热量,得到受热面实际传热系数。

[0109] 其中,在本公开的一个实施例中,上述对受热面整体温压平均值进行修正,得到修

正后的受热面整体温压平均值的方法可以包括:通过第七公式对受热面整体温压平均值进行修正,得到修正后的受热面整体温压平均值,其中,第七公式为:

$$\Delta t_{cp} = \Delta t * \frac{1}{(1+T_a s)^2} + K * Q_{gz} * (1 - \frac{1}{(1+T_a s)^2})$$

[0110]

$$Q_{gz} = \frac{1}{mn}\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} Q_{ij}$$

[0111] 其中,Q_{gz}是Q_{ij}的平均值,m为屏的总数,n为管的总数,T_a为深度调峰工况下受热面惯性时间常数,K为受热面实时整体传热系数,KW/(m2*℃);Δt_{cp}为修正后的受热面整体温压平均值,单位为℃;s为传递函数对应的自变量,系统传递函数与描述其运动规律的微分方程对应。

[0112] 以及,在本公开的一个实施例中,上述对受热面整体温压平均值进行修正,可以更好的满足炉膛烟气温度对受热面传热的影响和满足深度调峰运行工况对受热面传热的影响。

[0113] 进一步地,在本公开的一个实施例中,上述基于修正后的受热面整体温压平均值和屏式过热器每根管材的吸热量,得到受热面实际传热系数的方法可以包括:基于修正后的受热面整体温压平均值和屏式过热器每根管材的吸热量,通过第八公式得到受热面实际传热系数,其中,第八公式为:

[0114] $$k_{sj} = \frac{B_{cal} * Q_{gz}}{H_{受热面积} * \Delta t_{cp}}$$

[0115] 其中,$H_{受热面积}$为受热面面积,k_{sj}为受热面实际传热系数,KW/(m2*℃)。

[0116] 步骤104、根据受热面传热原理,计算得到受热面理想传热系数。

[0117] 在本公开的一个实施例中,根据受热面传热原理,通过第九公式计算得到受热面理想传热系数,其中,第九公式为:

[0118] $$k_{lx} = \frac{1}{a_d + a_f}$$

[0119] 其中,a_d为受热面对流放热系数,单位为KW/(m2*℃);a_f为受热面辐射放热系数,单位为KW/(m2*℃);k_{lx}为受热面理想放热系数,单位为KW/(m2*℃)。

[0120] 步骤105、根据受热面实际传热系数和受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子,并通过受热面清洁因子对屏式过热器管材沾污状态进行监测。

[0121] 其中,在本公开的一个实施例中,通过上述步骤得到受热面实际传热系数和受热面理想传热系数后,可以根据受热面实际传热系数和受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子。

[0122] 具体地,在本公开的一个实施例中,上述根据受热面实际传热系数和受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子的方法可以包括:将受热面实际传热系数与受热面理想传热系数的比值,确定为受热面清洁因子。

[0123] 进一步地,在本公开的一个实施例中,通过上述步骤得到受热面清洁因子后,通过受热面清洁因子对屏式过热器管材沾污状态进行监测的方法可以包括:若受热面清洁因子

处于第一区间范围,则屏式过热器管材处于第一状态;若受热清洁因子处于第二区间范围,则屏式过热器管材处于第二状态;若受热清洁因子处于第三区间范围,则屏式过热器管材处于第三状态。其中,第一状态可以为严重积灰状态,第二状态可以为积灰需要清洁状态,第三状态可以为正常理想状态。

[0124] 示例的,在本公开的一个实施例中,受热面清洁因子的范围为[0,1],第一区间范围为[0,0.5),第二区间范围为[0.5,0.7),第三区间范围为[0.7,1],假设当前受热面清洁因子的值为0.6,则当前受热清洁因子处于第二区间范围,说明此时为积灰需要清洁状态。

[0125] 综上所述,本申请提供的超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测方法,获取DCS/SIS系统在预设时间内的第一历史数据和屏式过热器管材的待测点在预设时间内的第二历史数据;根据第一历史数据,通过计算得到屏式过热器管材的无测点的第三历史数据;根据屏式过热器的结构参数、第二历史数据和第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数;根据受热面传热原理,计算得到受热面理想传热系数;根据受热面实际传热系数和受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子,并通过受热面清洁因子对屏式过热器管材沾污状态进行监测。由此,本公开所需历史数据采集便利,无需要加装额外的仪器设备,降低了成本,并且通过受热面清洁因子实现了对屏式过热器沾污状况的实时监测,保证了屏式过热器不同部位沾污因子计算值的可靠性。

[0126] 图2根据本申请一个实施例提供的超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测装置的结构示意图,如图2所示,所述装置可以包括:

[0127] 获取模块201,用于获取DCS/SIS系统在预设时间内的第一历史数据和屏式过热器管材的待测点在预设时间内的第二历史数据;

[0128] 第一计算模块202,用于根据第一历史数据,通过计算得到屏式过热器管材的无测点的第三历史数据;

[0129] 第二计算模块203,用于根据屏式过热器的结构参数、第二历史数据和第三历史数据,通过计算得到受热面实际传热系数;

[0130] 第三计算模块204,用于根据受热面传热原理,计算得到受热面理想传热系数;

[0131] 监测模块205,用于根据受热面实际传热系数和受热面理想传热系数,得到受热面清洁因子,并通过受热面清洁因子对屏式过热器管材沾污状态进行监测。

[0132] 在本公开的一个实施例中,上述第一历史数据包括出口蒸汽温度、出口压力、进口蒸汽温度和进口压力;上述第一计算模块202,具体用于:

[0133] 根据出口蒸汽温度和出口压力计算出口焓;

[0134] 根据进口蒸汽温度和进口压力计算进口焓;

[0135] 根据出口焓和进口焓,计算屏间热偏差系数和同屏热偏差系数;

[0136] 根据屏间热偏差系数和同屏热偏差系数,计算无测点的受热面焓增;

[0137] 根据受热面焓增,通过计算得到屏式过热器管材的无测点的出口汽温。

[0138] 进一步地,在本公开的一个实施例中,上述第二计算模块203,具体用于:

[0139] 根据屏式过热器的结构参数,得到受热面各管材的流量;

[0140] 根据受热面各管材的流量、第二历史数据和第三历史数据,通过计算得到屏式过热器每根管材的吸热量;

[0141] 获取受热面的烟气温度和蒸汽温度,并基于受热面的烟气温度和蒸汽温度,得到

受热面整体温压平均值；

[0142] 基于受热面整体温压平均值和屏式过热器每根管材的吸热量，得到受热面实际传热系数。

[0143] 进一步地，在本公开的一个实施例中，上述第二计算模块203，还用于：

[0144] 对受热面整体温压平均值进行修正，得到修正后的受热面整体温压平均值；

[0145] 基于修正后的受热面整体温压平均值和屏式过热器每根管材的吸热量，得到受热面实际传热系数。

[0146] 进一步地，在本公开的一个实施例中，上述第二计算模块203，还用于：

[0147] 根据第二历史数据和第三历史数据，得到屏式过热器各管材的进口焓和出口焓；

[0148] 根据受热面各管材的流量和屏式过热器各管材的进口焓和出口焓，通过计算得到屏式过热器每根管材的吸热量。

[0149] 进一步地，在本公开的一个实施例中，上述监测模块205，具体用于：

[0150] 将受热面实际传热系数与受热面理想传热系数的比值，确定为受热面清洁因子。

[0151] 进一步地，在本公开的一个实施例中，上述监测模块205，具体用于：

[0152] 若受热面清洁因子处于第一区间范围，则屏式过热器管材处于第一状态；

[0153] 若受热清洁因子处于第二区间范围，则屏式过热器管材处于第二状态；

[0154] 若受热清洁因子处于第三区间范围，则屏式过热器管材处于第三状态。

[0155] 综上所述，本申请提供的超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测装置，获取DCS/SIS系统在预设时间内的第一历史数据和屏式过热器管材的待测点在预设时间内的第二历史数据；根据第一历史数据，通过计算得到屏式过热器管材的无测点的第三历史数据；根据屏式过热器的结构参数、第二历史数据和第三历史数据，通过计算得到受热面实际传热系数；根据受热面传热原理，计算得到受热面理想传热系数；根据受热面实际传热系数和受热面理想传热系数，得到受热面清洁因子，并通过受热面清洁因子对屏式过热器管材沾污状态进行监测。由此，本公开所需历史数据采集便利，无需要加装额外的仪器设备，降低了成本，并且通过受热面清洁因子实现了对屏式过热器沾污状况的实时监测，保证了屏式过热器不同部位沾污因子计算值的可靠性。

[0156] 为了实现上述实施例，本公开还提出一种计算机存储介质。

[0157] 本公开实施例提供的计算机存储介质，存储有可执行程序；所述可执行程序被处理器执行后，能够实现如图1所示的方法。

[0158] 在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0159] 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为，表示包括一个或更多个用于实现定制逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分，并且本申请的优选实施方式的范围包括另外的实现，其中可以不按所示出或讨论的顺

序,包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序,来执行功能,这应被本申请的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

[0160] 尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本申请的限制,本领域的普通技术人员在本申请的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

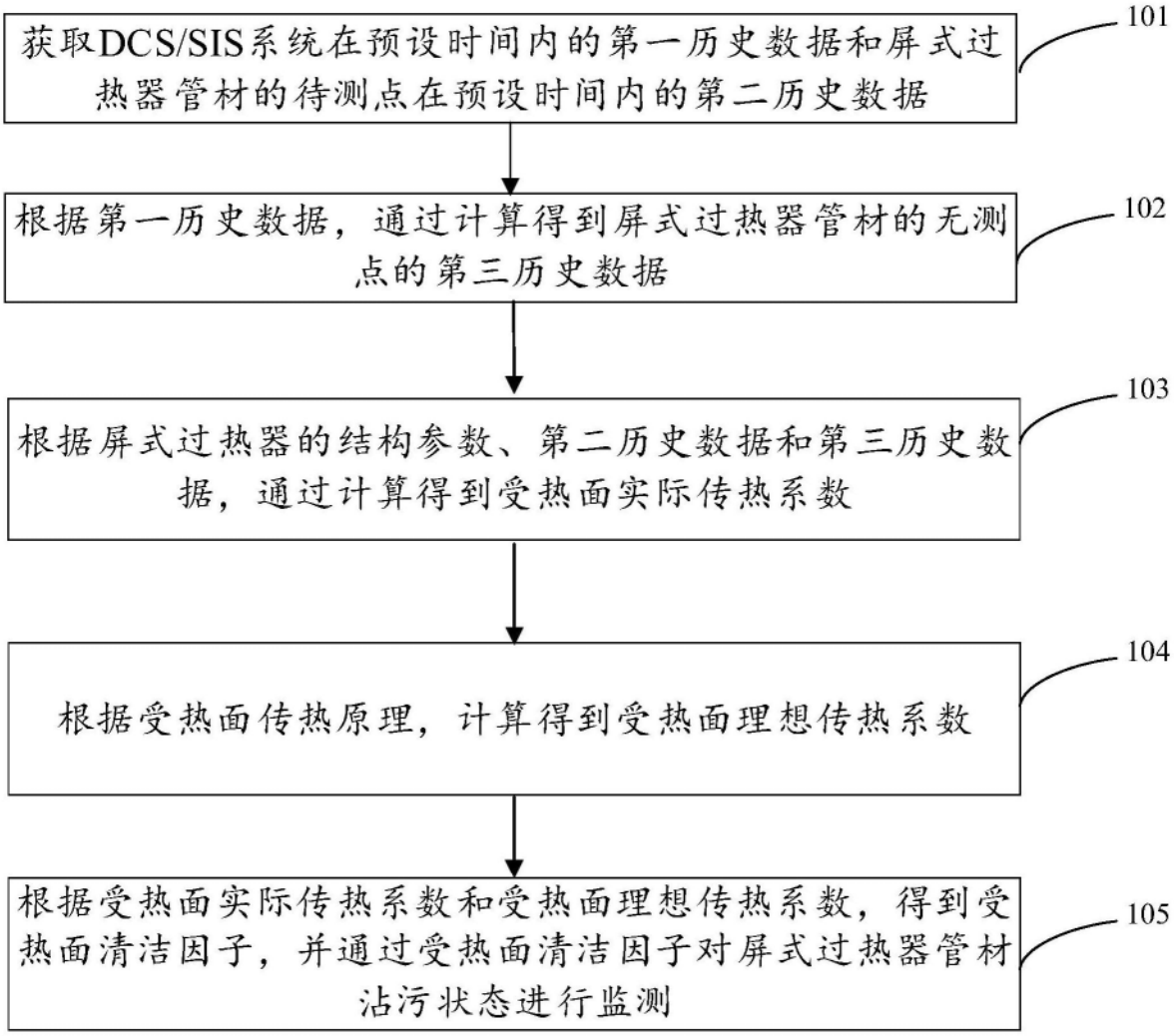

获取DCS/SIS系统在预设时间内的第一历史数据和屏式过热器管材的待测点在预设时间内的第二历史数据
101
根据第一历史数据，通过计算得到屏式过热器管材的无测点的第三历史数据
102
根据屏式过热器的结构参数、第二历史数据和第三历史数据，通过计算得到受热面实际传热系数
103
根据受热面传热原理，计算得到受热面理想传热系数
104
根据受热面实际传热系数和受热面理想传热系数，得到受热面清洁因子，并通过受热面清洁因子对屏式过热器管材沾污状态进行监测
105

图1

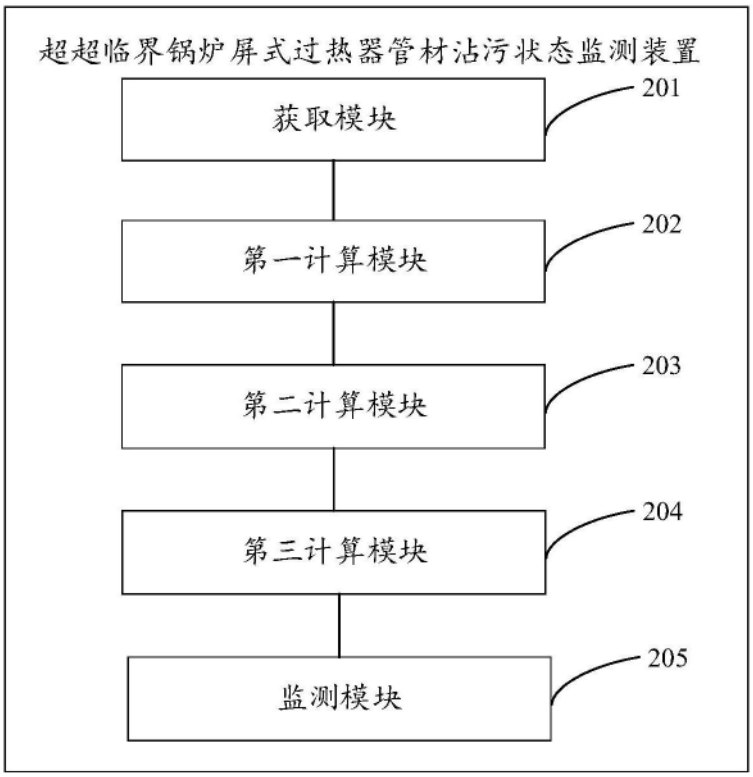

超超临界锅炉屏式过热器管材沾污状态监测装置
获取模块
201
第一计算模块
202
第二计算模块
203
第三计算模块
204
监测模块
205

图2