



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1906441 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 200580001775. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2005.07.06

F22B 35/10 (2006.01)

(30) 优先权数据

04016248.9 2004.07.09 EP

(56) 对比文件

EP 0639253 B1, 1995.02.22, 全文.

US 3196844 A, 1965.07.27, 全文.

US 2337851 A, 1943.12.28, 全文.

US 374396 A, 1973.11.27, 全文.

CN 1209868 A, 1999.03.03, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.06.27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2005/053227 2005.07.06

审查员 杨轶

(87) PCT申请的公布数据

W02006/005708 DE 2006.01.19

(73) 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 阿克塞尔·巴特林 鲁道夫·克拉尔

弗兰克·托马斯

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 侯宇 陶凤波

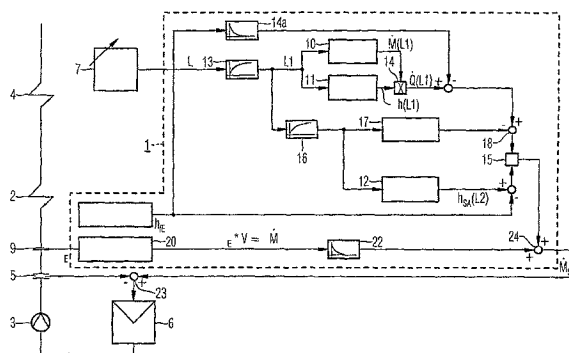
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

直流式锅炉的运行方法

(57) 摘要

本发明涉及一种直流式锅炉的运行方法。本发明的目的是应在任何运行状态和技术不复杂的情况下能同步改变通过蒸发器加热面 (4) 的给水质量流量 (I) 和在蒸发器加热面 (4) 内加入的热量。为此, 为用于调整给水质量流量 (I) 的设备配设一个给水流量调节器 (1), 它的控制参数是给水质量流量 (I) 以及它的给水质量流量的额定值 (II) 根据一个属于蒸发器功率的额定值 L 控制, 其中, 作为输入参数之一将预热器 (2) 进口处给水密度的实际值 ρ_E 输入所述给水流量控制器 (1) 中。



1. 一种直流式锅炉的运行方法,它包括一个蒸发器加热面 (4)、一个在流动介质方面连接在该蒸发器加热面 (4) 上游的预热器 (2)、一个用于调整给水质量流量 $\dot{M}$ 的设备以及一个为此设备配设的给水流量控制器 (1),它的控制参数是给水质量流量 $\dot{M}$ 以及它的关于所述给水质量流量 $\dot{M}$ 的额定值 $\dot{M}_s$ 根据一个关于蒸发器功率的额定值 L 来控制,其中,将所述预热器 (2) 进口处给水密度的实际值 ρ_E 作为输入参数之一输入所述给水流量控制器 (1)。

2. 按照权利要求 1 所述的方法,其中,将所述预热器 (2) 出口处给水密度的实际值 ρ_A 作为另一个输入参数输入所述给水流量控制器 (1)。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,参数

$$\dot{M} + \Delta\bar{\rho} \cdot V$$

用作所述给水质量流量的额定值 $\dot{M}_s$,其中, $\dot{M}$ 是所述预热器 (2) 进口处的给水质量流量的实际值, $\Delta\bar{\rho}$ 是在所述预热器 (2) 内部给水的平均密度随时间的变化以及 V 是所述预热器 (2) 的容积。

4. 按照权利要求 3 所述的方法,其中,在所述预热器 (2) 进口处给水的密度 ρ_E 用作所述平均密度 $\bar{\rho}$ 的近似值。

5. 按照权利要求 3 所述的方法,其中,在所述预热器 (2) 内给水的平均密度随时间的变化 $\Delta\bar{\rho}$ 通过一个有微分特性的功能元件生成。

6. 按照权利要求 4 所述的方法,其中,在所述预热器 (2) 内给水的平均密度随时间的变化 $\Delta\bar{\rho}$ 通过一个有微分特性的功能元件生成。

7. 按照权利要求 2 所述的方法,其中,所述进口密度信号输入一个延迟元件 (28),该延迟元件以给水通过所述预热器 (2) 的通过时间作为延迟时间常数,并相应于所述预热器 (2) 的一个热力学时间常数地进行 PT1- 延迟,如此生成的信号随后负值归入所述出口密度信号中。

8. 按照权利要求 3 所述的方法,其中,所述进口密度信号输入一个延迟元件 (28),该延迟元件以给水通过所述预热器 (2) 的通过时间作为延迟时间常数,并相应于所述预热器 (2) 的一个热力学时间常数地进行 PT1- 延迟,如此生成的信号随后负值归入所述出口密度信号中。

9. 按照权利要求 7 所述的方法,其中,所述延迟时间以及所述预热器 (2) 的热力学时间常数交互地与锅炉负荷相匹配。

10. 按照权利要求 8 所述的方法,其中,所述延迟时间以及所述预热器 (2) 的热力学时间常数交互地与锅炉负荷相匹配。

11. 按照权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,所述给水流量控制器 (1) 按需要接通和关闭。

直流式锅炉的运行方法

[0001] 本发明涉及一种直流式锅炉的运行方法,它包括一个蒸发器加热面和一个在流动介质方面连接在蒸发器加热面上游的预热器以及一个调整在蒸发器加热面内给水质量流量 $\dot{M}$ 的设备。

[0002] 在直流式锅炉中,加热多根共同构成燃烧室气密外壁的锅炉管,导致流动介质在锅炉管内通过时完全蒸发。流动介质(通常是水)在其蒸发前供给在流动介质方面连接在蒸发器加热面上游的预热器(通常也称为省煤器)并在那里预热。

[0003] 根据直流式锅炉的运行状态和与之相关联地根据当前的锅炉功率,调整在蒸发器加热面内的给水质量流量。当负荷改变时,蒸发器流量和供入蒸发器加热面内的热量尽可能同步改变,因为要不然不能可靠避免在加热器加热面出口处的流动介质单位焓(比焓)的大幅度波动。单位焓这种不希望的大幅度波动,使得难以控制从锅炉排出的新汽温度,以及除此之外导致过高的材料负荷并因而缩短锅炉的使用寿命。

[0004] 为了防止在锅炉的任何运行状态下单位焓的大幅度波动和大的温度波动,设置一个给水流量控制器,它即使在负荷变换时也能根据运行状态提供必要的给水额定值。

[0005] 由 EP0639253 已知一种直流式锅炉,其中给水流量通过预先计算给水量调整。作为这种计算方法的基础在这里是蒸发器加热面的热平衡,热平衡时应考虑尤其在蒸发器加热面进口处的给水质量流量。

[0006] 但经验表明,直接在蒸发器加热面进口处进行给水质量流量的测量在技术上复杂,而且不能在任何运行状态下均可靠地进行。取代这种做法,改而采用测量在预热器进口的给水质量流量并纳入给水量计算中,然而它并不在任何情况下都等于蒸发器加热面进口处的给水质量流量。

[0007] 也就是说当流入预热器的介质的温度改变时,或基于改变了加热使预热器内部的流动介质密度改变时,导致预热器内质量储入或转出效应(Massenein-und-ausspeicherungseffekte),以及在预热器进口处的给水质量流量与在蒸发器加热面进口处的给水质量流量不一致。若在调整给水质量流量时不考虑或只是不充分地考虑这种储入和转出效应,则会导致已提及的单位焓大幅度波动并因而导致在蒸发器加热面出口处流动介质大的温度波动。

[0008] 在这里,温度波动的量与负荷变换的速度有关以及当负荷快速变换时特别大。因此,迄今有必要对负荷变换速度加以限制,并因而只能接受锅炉效率较低后果。此外,在万一发生运行故障时出现的快速和无法控制的负荷变换,缩短了锅炉的使用寿命。

[0009] 因此本发明的目的是提供一种上述类型的锅炉运行方法,它可以在任何运行状态不需要很大的技术成本就能基本上同步改变通过蒸发器加热面的给水质量流量和加入蒸发器加热面的热量。

[0010] 按本发明为达到此目的采取的措施是,为用于调整给水质量流量 $\dot{M}$ 的设备配设一个控制器,它的控制参数是给水质量流量 $\dot{M}$ 以及它的给水质量流量额定值 $\dot{M}_s$,根据一个属于蒸发器功率的额定值 L 控制,其中,作为输入参数之一向控制器输入预热器进口给水密度的实际值 ρ_E 。

[0011] 本发明考虑问题的出发点是,为了同步改变通过蒸发器加热面的给水质量流量和加入蒸发器加热面的热量,应实现蒸发器加热面的热流平衡。为此,最佳的方式虽然应规定在蒸发器加热面进口测量给水质量流量,但由于直接测量蒸发器进口的给水质量流量业已证实不能可靠地实施,所以现在所述的测量在一个就介质方面恰当前移的位置,亦即在预热器进口处进行。然而因为在预热器内可能产生质量储入和转出效应,测量值可能掺假,所以应当恰当地补偿这种效应。为此,在蒸发器加热面进口的给水质量流量的计算应基于另一些易于获得的测量参数进行。对于修正在预热器进口处获得的给水质量流量的测量值特别适用的测量参数,是在预热器加热面内流动介质的平均密度及其随时间的变化。

[0012] 为了特别准确地计算通过蒸发器加热面的热流以及还为了特别准确的随后修正给水质量流量的测量值,有利地规定附加地获得在预热器加热面出口的流动介质密度。由此有可能特别准确地得知并因而也能考虑所谓的储入和转出效应。按附加的或另一种有利的进一步发展,作为给水质量流量的额定值 $\dot{M}_s$ 采用表达式 $\dot{M} + \Delta\bar{\rho} \cdot V$,其中, $\dot{M}$ 是预热器进口处的给水质量流量实际值, $\Delta\bar{\rho}$ 是在预热器内流动介质平均密度随时间的变化,以及 V 是预热器的容积。因此,通过量 $\Delta\bar{\rho} \cdot V$ 考虑了所述的储入和转出效应。

[0013] 若在预热器内部加入流动介质内的热量是稳定的,也就是说不随时间改变,则为了计算额定值 $\dot{M}_s$ 可以近似地采用预热器进口处流动介质的密度 ρ_E 代替平均密度 $\bar{\rho}$ 。也就是说,在这种情况下密度 ρ_E 随时间的改变可假定等于平均密度 $\bar{\rho}$ 随时间改变,从而不需要附加地获知在蒸发器加热面出口处流动介质的密度 ρ_A 。

[0014] 在计算给水质量流量额定值 $\dot{M}_s$ 时应当考虑,若近似地采用预热器进口处流动介质的密度 ρ_E 代替平均密度 $\bar{\rho}$,则进口密度变化的信号必须相应于系统的通过时间予以延迟。因此进口密度的实际值 ρ_E 有利地通过一个在控制技术中常用的具有PT1-特性的微分元件,转换为一个以预热器通过时间作为时间常数延迟的进口密度改变。

[0015] 但尤其例如当负荷变换时预热器内加热改变的情况下,亦即在预热器内部加入流动介质内的热量不稳定的情况下,平均密度 $\bar{\rho}$ 及其随时间的改变 $\Delta\bar{\rho}$ 的计算,不能仅仅通过近似地采用进口密度实施。因为在算术平均时, ρ_E 和 ρ_A 在 $\bar{\rho}$ 的计算中各占一半,所以在不稳定加入热量的情况下而进口密度 ρ_E 恒定时,出口密度 ρ_A 的二分之一改变被用作预热器内密度变化的计量。

[0016] 在这种情况下也通过一微分元件生成密度信号对时间的导数。但因为出口密度的改变在时间上发生在预热器内的质量储存效应之后,所以密度信号有利地以约为1秒钟的较小的时间常数予以PT1-延迟。

[0017] 通过分别确定在预热器进口和出口处流动介质的密度,可以此方式考虑预热器内的给水储入和转出效应,以及使给水流量额定值方便地与锅炉的运行情况相配。

[0018] 因此,即使在给水温度在进入预热器之前突然改变的情况下,也能特别准确地控制锅炉。这例如可能由于连接在预热器上游的外部预热部分突然损坏发生的。在发生此类故障时,预热器进口处流动介质密度内的这种跃变基本上不变地通过直至出口。但是在预热器内流动介质平均密度 $\bar{\rho}$ 的变化已经被完全纳入在预热器进口处密度的改变中,所以在蒸发器加热面出口的密度变化不再能对给水质量流量额定值 $\dot{M}_s$ 的计算修正起什么作用。因此,优选地采用一个校正电路,校正电路在这种情况下补偿DT1-元件的反应,它微分和

延迟预热器出口的密度信号。为此,有利地将进口密度信号供给一个以预热器通过时间为时间常数的延迟元件,并相应于预热器热力学时间常数地进行 PT1- 延迟,以及将如此生成的信号负值地归入出口密度信号。

[0019] 此校正电路在任何情况下都能促使正确地考虑密度变化:当入流介质的温度突然改变时,如所说明的那样不考虑出口密度 ρ_A 的改变。但若进口密度 ρ_E 保持常数,而在预热器内的热量输入变化并因而出出口密度 ρ_A 改变,则在预热器出口不进行修正,并在给水质量流量额定值 $\dot{M}_s$ 的计算中充分考虑所述热量输入变化产生的效果。

[0020] 现在,若例如在负荷变换时随着供热变化的同时也改变了进口密度 ρ_E ,则分别不仅考虑由于进口处密度跃变引起的质量储入和转出效应,而且也考虑基于供热的改变引起的存储效果。对于在预热器出口处的修正,只考虑由于改变供热产生的变化,因为由于进口处的密度跃变也在出口处延时地产生的变化,只是在进口处考虑和在出口处补偿。

[0021] 有利地,预热器的延迟时间以及热力学时间常数交互地或互补地与锅炉的负荷相配。

[0022] 有利地,给水流量控制器可根据锅炉运行状态接通和关闭。

[0023] 采用本发明获得的优点主要在于,在考虑预热器内给水的平均密度作为修正值的情况下,通过计算给水质量流量同步控制通过蒸发器加热面的给水流量和加入蒸发器加热面的热量,以特别简单和可靠的方式,在直流式锅炉所有可能的运行状态,可靠地防止了在蒸发器加热面出口处流动介质单位焓的大幅度波动和所产生新汽的大的温度波动,并因而降低材料负荷和延长锅炉使用寿命。

[0024] 下面借助附图详细说明本发明的实施例。其中:

[0025] 图 1 表示直流式锅炉的给水流量控制器;

[0026] 图 2 表示给水流量控制器另一种实施形式;

[0027] 图 3a 表示在直流式锅炉全负荷运行时在入流的给水温度突然改变的情况下直流式锅炉蒸发器加热面出口处流动介质单位焓随时间的变化曲线;

[0028] 图 3b 表示在直流式锅炉部分负荷运行时在入流介质温度突然改变的情况下单位焓随时间的变化曲线;以及

[0029] 图 3c 表示在负荷变换的情况下单位焓随时间的变化曲线。

[0030] 在所有的图中相同的部分采用同样的附图标记。

[0031] 图 1 示意表示一种用于生成直流式锅炉给水质量流量额定值 $\dot{M}_s$ 的设备 1。直流式锅炉有一个也称为省煤器的给水预热器 2,它处于一个没有详细表示的烟道内。就流动介质而言在预热器 2 上游连接一台给水泵 3 以及在其下游连接一个蒸发器加热面 4。在从给水泵 3 通往预热器 2 的给水管内设一测量装置 5,用于测量通过给水管的给水质量流量 $\dot{M}$ 。

[0032] 为给水泵 3 的一个驱动电机配设一个调节器 6,借助测量装置 5 测量的给水质量流量 $\dot{M}$ 的调节偏差 $\Delta \dot{M}$ 作为控制参数处于其进口。为调节器 6 配设用于生成给水质量流量额定值 $\dot{M}_s$ 的设备 1。

[0033] 此设备设计用于特别符合要求地确定额定值 $\dot{M}_s$ 。在这里考虑到不直接在蒸发器加热面 4 前,而是在预热器 2 前进行给水质量流量 $\dot{M}$ 实际值的检测。由此,在确定给水质量流量 $\dot{M}$ 测量值时,由于在预热器 2 内的质量储入或转出效应可能产生不准确度。为了对此加以补偿,规定通过考虑在预热器 2 进口处给水的密度 ρ_E 修正此测量值。设备 1 的输入

参数一方面有一个由额定值发生器 7 输出的直流式锅炉功率额定值 L , 以及另一方面有根据测量装置 9 的压力和温度测量确定的预热器 2 进口处给水密度的实际值 ρ_E 。

[0034] 直流式锅炉功率的额定值 L (它在运行时总是随时间改变和在未表示的燃烧控制回路内直接提供给燃料调节器) 也供给设备 1 的一个第一延迟元件 13 的进口。此延迟元件 13 输出一个第一信号或一个延时的第一功率值 $L1$ 。第一功率值 $L1$ 供给所述给水流量控制器 1 函数发生器的函数发生器单元 10 和 11 的进口。在函数发生器单元 10 的出口出现一个给水质量流量的值 $\dot{M}(L1)$, 以及在函数发生器单元 11 的出口出现一个由蒸发器加热面 4 出口处的单位焓 h_{1A} 与此蒸发器加热面 4 进口处的单位焓 h_{1E} 构成的差值 $\Delta h(L1)$ 。值 $\dot{M}$ 和 Δh 作为 $L1$ 的函数根据直流式锅炉稳态运行时测得的 $\dot{M}$ 和 Δh 值确定, 并储存在函数发生器单元 10 或 11 内。

[0035] 输出量 $\dot{M}(L1)$ 和 $\Delta h(L1)$ 在设备 1 函数发生器的一个乘法元件 14 内互乘。所得的乘积值 $\dot{Q}(L1)$ 相当于在功率值 $L1$ 时蒸发器加热面 4 内的热流, 以及, 必要时在通过一个在微分元件 14a 内根据进口焓确定的、表征蒸发器内储入或转出效应的功率系数修正后, 作为分子输入除法元件 15 内。作为分母在除法元件 15 内输入借助一个加法元件 19 生成的、在蒸发器加热面 4 出口处单位焓额定值 $h_{SA}(L2)$ 与借助测量装置 9 测量的蒸发器加热面 4 进口单位焓实际值 h_{1E} 之间的差值。

[0036] 额定值 $h_{SA}(L2)$ 取自设备 1 函数发生器的第三函数发生器单元 12。函数发生器单元 12 的输入值在第二延迟元件 16 的出口处形成, 后者的输入参数是在第一延迟元件 13 出口处的第一功率值 $L1$ 。与此相应, 第三函数发生器单元 12 的输入值是相对于第一功率值 $L1$ 延时的第二功率值 $L2$ 。作为 $L2$ 函数的值 $h_{SA}(L2)$ 根据在直流式锅炉稳态运行时测量的 h_{SA} 值确定, 以及储存在第三函数发生器单元 12 内。

[0037] 可以从除法元件 15 的出口提取给水质量流量额定值 $\dot{M}_s$, 用于在加法元件 23 内进行的、构成输入调节器 6 内借助装置 5 测量的预热器 2 内给水质量流量实际值的调节偏差。

[0038] 微分元件 17 的进口与第二延迟元件 16 的出口相连, 微分元件 17 的出口值负值地供给一个加法元件 18。此加法元件 18 以微分元件 17 的输出信号修正在蒸发器加热面 4 内热流 $\dot{Q}(L1)$ 的值。

[0039] 由测量装置 9 测得的在预热器 2 进口给水的温度和压力实际值, 在计算元件 20 内换算为预热器 2 进口处给水密度的实际值 ρ_E 。它提供给微分元件 22 的进口并与预热器的容积相乘。如此算出的基于在预热器 2 内部储入和转出效应使给水质量流量改变的近似值 $\Delta \dot{M}$, 通过一个集成在微分元件 22 内以给水通过预热器 2 的通过时间作为时间常数的延迟元件, 供给一个加法元件 24, 它以 $\Delta \dot{M}$ 修正来自微分元件 15 的质量流量的额定值 $\dot{M}_s$, 并由此可以在调整给水质量流量时考虑基于预热器 2 进口给水温度并因而密度的改变导致的质量储入和转出效应。

[0040] 图 2 表示给水流量调节器另一种实施形式, 它也可以在预热器 2 内部热量的加入随时间改变的情况下, 在调整给水质量流量时可靠地考虑质量储入和转出效应。

[0041] 为此, 按图 1 的给水流量控制器, 在按图 2 的实施例中补充考虑在预热器 2 出口处流动介质的密度 ρ_A 。为了确定在预热器 2 出口处流动介质的密度, 在预热器 2 出口设一个用于测量流动介质压力和温度的测量装置 21。计算元件 26 根据测量的温度和压力确定在

预热器 2 出口处流动介质密度的实际值 ρ_A , 作为连接在下游的加法元件 30 的输入信号。加法元件 30 的输出信号供给微分元件 36, 它将其时间导数与预热器 2 的容积相乘提供作为输出信号。此描述预热器 2 出口处给水质量流量随时间的改变 $\Delta \dot{M}_A$ 的输出信号供给加法元件 36, 它作为第二输入参数包括在预热器 2 进口处给水质量流量的改变 $\Delta \dot{M}_E$ 。

[0042] 加法元件 36 作为输出信号有基于在预热器 2 内质量储入和转出效应引起的、根据 $\Delta \dot{M}_A$ 和 $\Delta \dot{M}_E$ 算出的给水质量流量的平均改变 $\Delta \dot{M}$ 。除法元件 36 的输出信号在加法元件 24 处归入除法元件 15 的输出信号, 以修正给水质量流量的额定值。

[0043] 在运行故障的情况下, 这种例如在位于上游的预热部分突然损坏时引起的运行故障导致流入预热器 2 的给水温度突变, 此时计算元件 26 的输出信号还必须修正进口密度改变的影响。若这一点没有实现, 则两次, 亦即在确定预热器 2 进口处给水密度和预热器 2 出口处给水密度时均考虑预热器 2 进口处密度跃变的影响。为了对此进行修正, 微分元件 20 的输出信号归入延迟元件 28, 它具有给水通过预热器 2 的通过时间作为时间常数。如此产生的信号通过一个具有预热器 2 蓄热常数的延迟元件 32 负值地归入加法元件 30。由此在出口密度信号中消除了预热器 2 进口处密度跃变的影响, 并因而在计算正确的质量流量时只是一次而非双倍地考虑。

[0044] 在使用设备 1 的情况下给水流量控制可以在锅炉的任何运行状态非常简单地确定通过蒸发器加热面 4 的给水质量流量额定值 $\dot{M}_s$ 。通过将此给水质量流量与加入蒸发器加热面内的热量准确地调谐, 能可靠防止在蒸发器加热面 4 出口处新汽出口温度大的波动和单位焓的大幅度波动。由此可以避免由于温度波动造成高的、导致缩短直流式锅炉使用寿命的材料负荷。

[0045] 图 3a 中表示的在蒸发器加热面 4 出口处三个单位焓 (kJ/kg) 随时间 (t) 的变化曲线 (曲线群 I 至 III) 是直流式锅炉全负荷运行时连接在预热器 2 上游的预热部分损坏的情况下获得的。图 3a 中的曲线轨迹 I 适用于这种情况, 即, 在给水流量控制时没有考虑在预热器 2 进口的给水通过模拟运行故障引起的密度改变, 也就是说作为给水质量流量的额定值 $\dot{M}_s$ 采用按图 1 或 2 的除法元件 15 未经修正的输出信号。

[0046] 曲线轨迹 II 适用于这种情况, 即, 在给水流量控制时如图 1 中表示的那样仅考虑预热器 2 进口密度 ρ_E 随时间的改变, 并因而只考虑基于在预热器 2 进口处的温度跃变引起的质量储入和转出效应。基于在预热器 2 内加热的改变并因而加入给水内热量的改变引起的质量储入和转出效应仍不考虑。这种情况对应于图 1 所示的给水流量控制。

[0047] 最后, 曲线轨迹 III 表示在附加地考虑基于预热器 2 内加热的改变引起的质量储入和转出效应的情况下单位焓随时间的变化曲线, 这对应于图 2 所示的给水流量控制。在这种情况下, 图 2 中的加法元件 24, 除微分元件 15 的输出量外, 作为第二输入参数有根据 $\Delta \dot{M}_A$ 和 $\Delta \dot{M}_E$ 计算的给水质量流量平均变化 $\Delta \dot{M}$ 。也就是说给水流量控制在这种情况下不仅考虑了预热器 2 进口处的密度 ρ_E , 而且附加地考虑了预热器 2 出口处的密度 ρ_A 。通过分别确定两个密度 ρ_E 和 ρ_A , 可以考虑不仅基于预热器 2 内加热的改变而且基于预热器 2 进口处给水温度改变引起的质量储入和转出效应。

[0048] 图 3b 表示在蒸发器加热面 4 出口处三个单位焓 (kJ/kg) 随时间 (t) 的变化曲线 (曲线群 I 至 III), 所针对的是直流式锅炉部分负荷运行 (最大功率的 50%) 时当连接在

预热器 2 上游的预热部分损坏时的情况。

[0049] 图 3b 中的曲线轨迹 I 如在图 3a 中那样适用于这种情况,即,在给水量控制时没有考虑在预热器 2 进口处因连接在预热器 2 上游的预热部分损坏引起的给水密度的变化,也就是说,作为给水质量流量的额定值 $\dot{M}_s$ 使用按图 1 或 2 的除法元件 15 未经修正的输出信号。

[0050] 图 3b 中的曲线轨迹 II 如在图 3a 中那样适用于这种情况,即,在给水量控制时如图 1 中表示的那样仅考虑预热器 2 进口处密度 ρ_E 随时间的改变。仍不考虑基于预热器 2 内加热的改变引起的质量储入和转出效应。这种情况对应于图 1 所示的给水量控制。

[0051] 在图 3b 中的曲线轨迹 III 如在图 3a 中那样表示在附加地考虑基于预热器 2 内加热的改变引起的质量储入和转出效应的情况下单位焓随时间的变化曲线,这对应于图 2 所示的给水量控制。

[0052] 图 3c 表示在从全负荷运行到部分负荷运行(100%负荷到 50%负荷)的负荷变换时,直流式锅炉蒸发器加热面 4 出口处三个单位焓(kJ/kg)随时间(t)的变化曲线(曲线群 I 至 III)。

[0053] 图 3c 中的曲线轨迹 I 如在图 3a 中那样适用于这种情况,即,在给水量控制时没有考虑在预热器 2 进口处因预热器 2 损坏引起的给水密度的变化,也就是说,作为给水质量流量的额定值 $\dot{M}_s$ 使用按图 1 或 2 的除法元件 15 未经修正的输出信号。

[0054] 图 3c 中的曲线轨迹 II 如在图 3a 中那样适用于这种情况,即,在给水量控制时如图 1 中表示的那样仅考虑预热器 2 进口处密度 ρ_E 随时间的改变。仍不考虑基于预热器 2 内加热的改变引起的质量储入和转出效应。这种情况对应于图 1 所示的给水量控制。

[0055] 在图 3c 中的曲线轨迹 III 如在图 3a 中那样表示在附加地考虑基于预热器 2 内加热的改变引起的质量储入和转出效应的情况下单位焓随时间的变化曲线,这对应于图 2 所示的给水量控制。

[0056] 按图 3a、3b 和 3c 的曲线图表明,图 1 或 2 所示的给水量控制器 1 特别适用于避免在蒸发器加热面 4 出口处单位焓的大幅度波动。

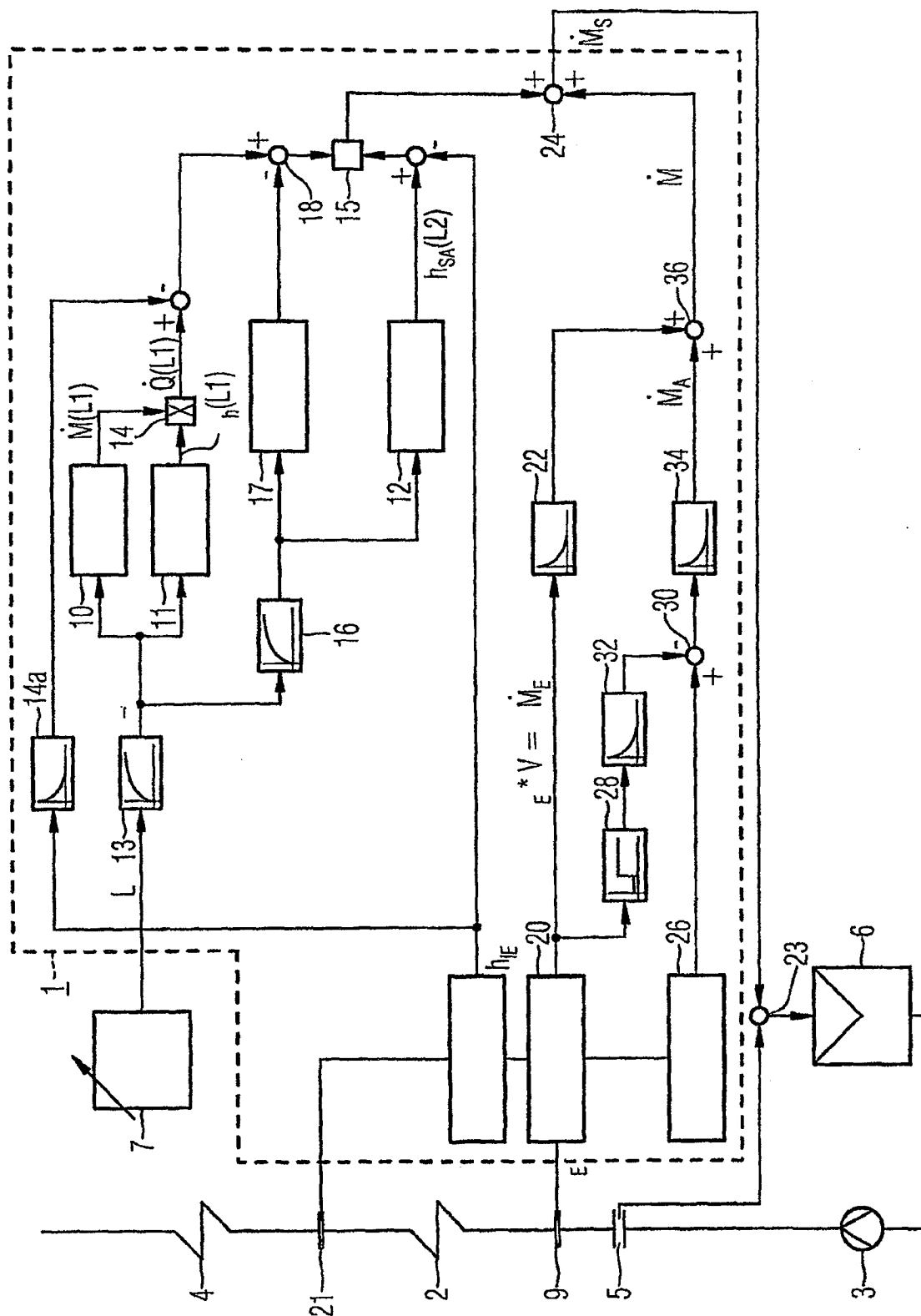


图 2

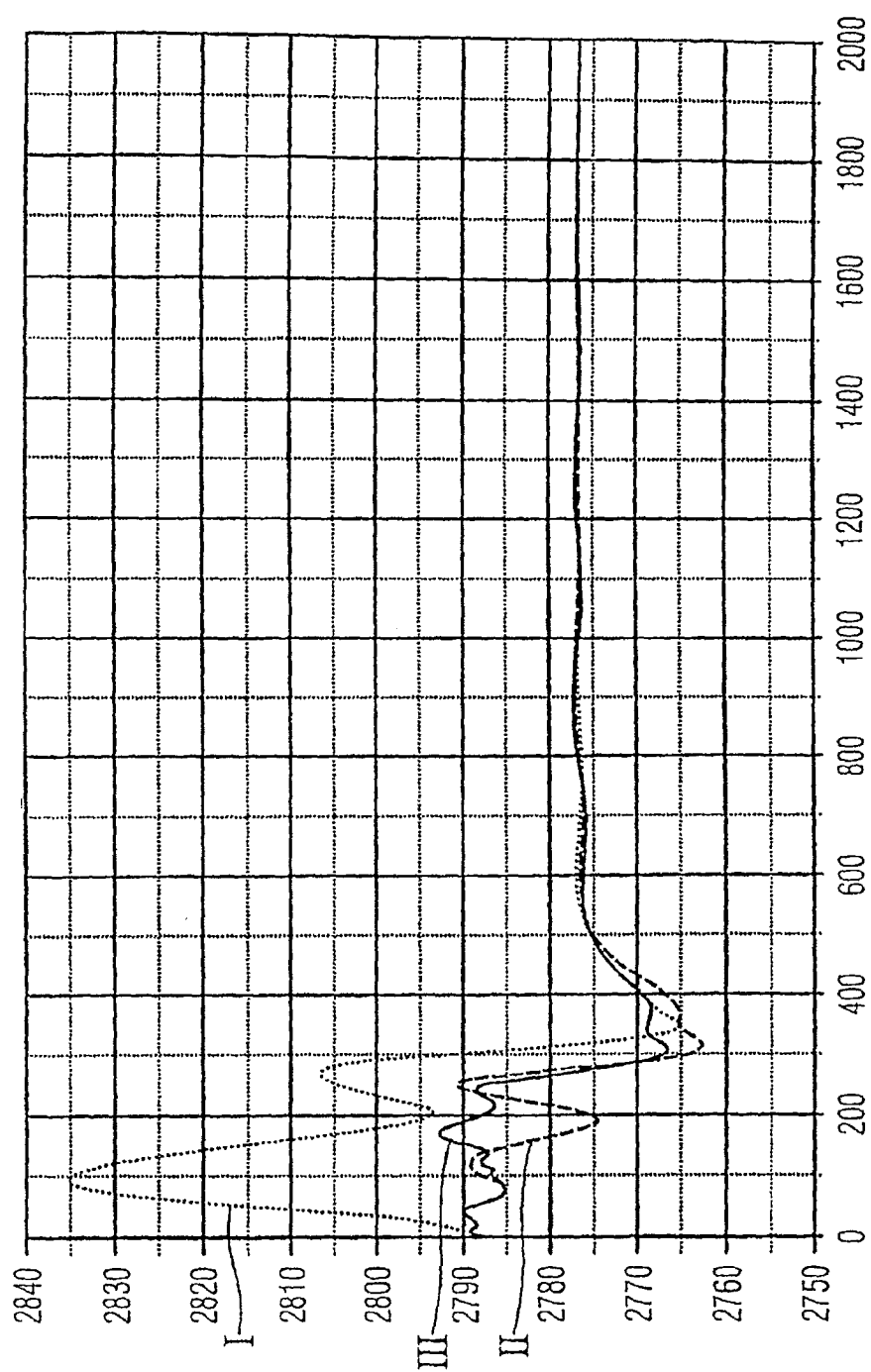


图 3a

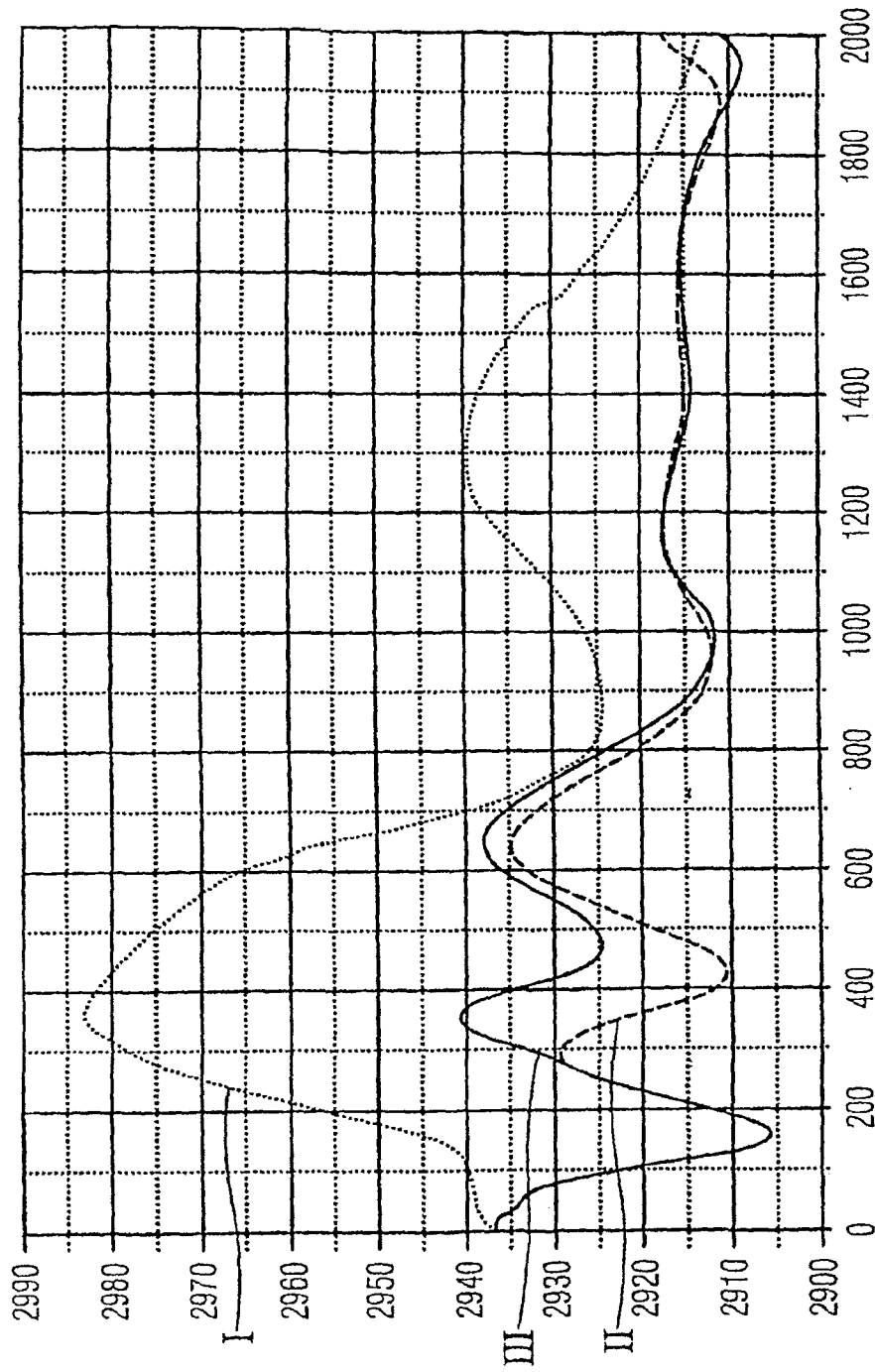


图 3b

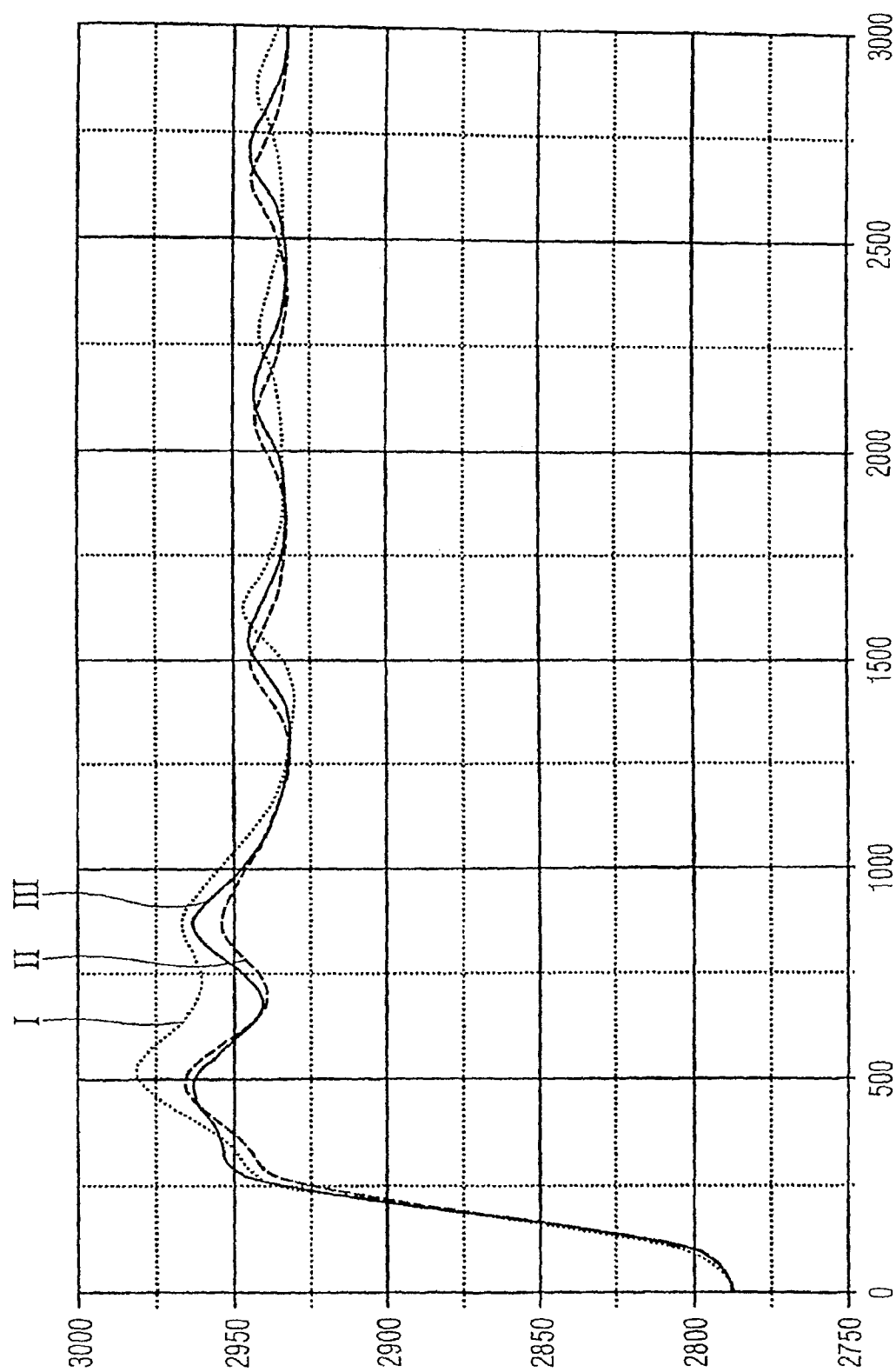


图 3c