



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105571354 B

(45)授权公告日 2017.12.19

(21)申请号 201610078839.6

F28F 19/00(2006.01)

(22)申请日 2016.02.04

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 205537221 U,2016.08.31,权利要求1-

申请公布号 CN 105571354 A

7.

(43)申请公布日 2016.05.11

CN 203731933 U,2014.07.23,说明书2-13

(73)专利权人 杭州华电能源工程有限公司

段,图1-2.

地址 310030 浙江省杭州市西湖区西湖科

CN 2075331 U,1991.04.17,说明书第3-4

技园区西园九路2号

页,图1-5.

(72)发明人 宁玉琴 孙少鹏 田鑫 胡清

CN 1519530 A,2004.08.11,全文.

蒋文 王晓霞

KR 1472302 B1,2014.12.12,全文.

(74)专利代理机构 杭州天欣专利事务所(普通

审查员 侯杉杉

合伙) 33209

代理人 张狄峰

(51)Int.Cl.

F28D 7/06(2006.01)

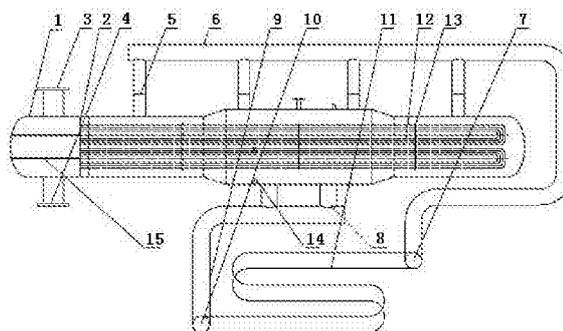
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置及烟气余热回收方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置及烟气余热回收方法。目前还没有一种设计合理的烟气余热回收装置及方法。本发明的烟气余热回收装置包括换热器壳体、管板、上升管、上升管集箱、冷凝液出口接管、下降管、下降管集箱、烟气换热管排、双U型管束和分程隔板,换热器壳体内为卧式放热腔,管板安装在换热器壳体内,管板将换热器壳体分成左段和右段并将卧式放热腔分隔成左腔和右腔,烟气换热管排的一端通过上升管集箱与上升管连接,另一端通过下降管集箱与下降管连接,双U型管束通过管板固定在换热器壳体的右腔内。本发明在凝结水流量较小时,既保证烟气换热管排完全避免低温腐蚀,又保证管壳式换热器不易发生泄露。



1. 一种基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置,其特征在于:包括换热器壳体、管板、进水接管、出水接管、蒸汽进口接管、上升管、上升管集箱、冷凝液出口接管、下降管、下降管集箱、烟气换热管排、双U型管束、液位计和分程隔板,所述换热器壳体内为一个卧式放热腔,所述管板安装在换热器壳体内,该管板将换热器壳体分成左段和右段并将换热器壳体内的卧式放热腔分隔成独立的左腔和右腔,所述进水接管和出水接管均安装在换热器壳体的左段,该进水接管和出水接管分别安装在换热器壳体的顶部和底部并且均与换热器壳体内的左腔相连通,所述蒸汽进口接管安装在换热器壳体上,该蒸汽进口接管与换热器壳体内的右腔相连通,所述上升管的一端与蒸汽进口接管连接,该上升管的另一端与上升管集箱连接,所述冷凝液出口接管安装在换热器壳体的底部,该冷凝液出口接管与换热器壳体的右腔相连通,所述下降管的一端与冷凝液出口接管连接,该下降管的另一端与下降管集箱连接,所述烟气换热管排的一端通过上升管集箱与上升管连接,该烟气换热管排的另一端通过下降管集箱与下降管连接,所述双U型管束通过管板固定在换热器壳体的右腔内,该双U型管束由上下两组U型管束组成,所述液位计安装在换热器壳体上,该液位计中的上接管和下接管均与换热器壳体的右腔相连通,所述分程隔板安装在换热器壳体的左腔内,该分程隔板将换热器壳体的左腔从上至下依次分隔成低温腔、中温腔和高温腔;在被加热的凝结水流量较小时,既保证烟气换热管排完全避免低温腐蚀,又保证管壳式换热器不易发生泄露;所述管板呈竖直状结构;所述分程隔板呈水平状结构。

2. 根据权利要求1所述的基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置,其特征在于:所述蒸汽进口接管安装在换热器壳体的顶部。

3. 根据权利要求1所述的基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置,其特征在于:所述蒸汽进口接管的数量为四根。

4. 根据权利要求1所述的基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置,其特征在于:所述双U型管束中,位于上面一组的U型管束的上半段与换热器壳体的左腔的低温腔相连通,位于上面一组的U型管束的下半段以及位于下面一组的U型管束的上半段均与换热器壳体的左腔的中温腔相连通,位于下面一组的U型管束的下半段与换热器壳体的左腔的高温腔相连通。

5. 根据权利要求1所述的基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置,其特征在于:所述烟气余热回收装置还包括支撑板,所述支撑板穿插在双U型管束的U型管束之间。

6. 一种如权利要求1-5任一权利要求所述的基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置的烟气余热回收方法,其特征在于:所述烟气余热回收方法的步骤如下:烟气换热管排内的闭式循环水吸收管外烟气的余热后,发生相变形成汽水混合物,汽水混合物依次经过上升管集箱、上升管和蒸汽进口接管进入换热器壳体的右腔内,然后在双U型管束外冷凝放热,形成的冷凝液下落到右腔的底部,再依次经过冷凝液出口接管、下降管和下降管集箱后重新回到烟气换热管排内吸热,构成一个闭式自然循环;低温凝结水通过进水接管进入换热器壳体的左腔的低温腔,然后依次流经双U型管束的上面一组U型管束、中温腔、双U型管束的下面一组U型管束和高温腔,在双U型管束内吸收右腔内蒸汽冷凝放出的热量变成高温凝结水,再从出水接管引出。

7. 根据权利要求6所述的基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置的烟气余热回收方法,其特征在于:所述蒸汽进口接管的数量为四根,四根蒸汽进口接管均安装在换热器

壳体的顶部,从烟气换热管排内产生的汽水混合物依次流经上升管集箱和上升管之后,分为四路通过四根蒸汽进口接管进入到换热器壳体的右腔内。

## 基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置及烟气余热回收方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置及烟气余热回收方法,主要用于燃煤电站锅炉领域,能够回收烟气余热且减少电站锅炉污染物排放。

### 背景技术

[0002] 国内很多燃煤电站锅炉由于设计制造、运行调整、煤种变更等诸多原因,导致锅炉排烟温度严重偏离了设计值,约高于设计值 $20^{\circ}\text{C}$ – $50^{\circ}\text{C}$ 。排烟温度偏高导致排烟热损失增加,锅炉效率降低,从而直接影响火电机组运行经济性,不利于节能。排烟温度升高,还会引起飞灰比电阻和烟气流增大,从而降低电除尘器的除尘效率,不利于环保。

[0003] 为克服上述问题,国内外出现了形式多样的烟气余热回收装置,比较典型的有低温省煤器和卧式相变换热器。低温省煤器是一种布置在锅炉尾部烟道内的换热器,烟气在换热管外放热,凝结水在换热管内吸热。低温省煤器可由有效地降低锅炉尾部烟温,回收烟气余热,但是凝结水直接在换热管内换热,由于凝结水入口水温度通常低于烟气酸露点,导致换热管最低壁温低于烟气酸露点,易使换热管排发生低温腐蚀,为了减缓低温腐蚀速率,换热管排需使用成本更昂贵的防腐材料。如公开号为CN104964266A的中国专利中,公开了一种烟气锅炉余热利用系统,即为低压省煤器系统,该系统就存在低温腐蚀的问题。卧式相变换热器的主体由烟气换热管排和管壳式换热器构成,通过控制烟气换热管排的最低壁温,使其高于烟气酸露点,来保证烟气换热管排不腐蚀、不结露。但是,管壳式换热器常见的结构形式只有固定管板式和单U型管式。为了保证管壳式换热器管内凝结水的湍流换热效果,凝结水流速有最低限制值,当管壳式换热器管内的凝结水流量很小时,在凝结水流速满足要求的情况下,换热管必须很长,这使得整个管壳式换热器过于狭长,换热管排刚性变差,不利于换热管排以及整个管壳式换热器的刚性支撑,且影响外形美观。又如公开号为CN101907413A的中国专利中,公开了一种卧式相变换热器,该卧式相变换热器采用的是单U型管式的管壳式换热器,该卧式相变换热器用于回收烟气余热,可以完全避免烟气换热管排的酸腐蚀现象。当可回收的烟气余热量较多时,该卧式相变换热器比较适用,但是当可回收的烟气余热量较少时,加热的凝结水量也较小,采用该形式的烟气余热回收装置,会使得U型管束长度过长,整个管壳式换热器过于狭长,换热管排刚性变差,不利于换热管排以及整个管壳式换热器的刚性支撑,且影响外形美观。

[0004] 综上所述,目前还没有一种可以在被加热的凝结水流量较小时,既能保证烟气换热管排完全避免低温腐蚀,又能保证管壳式换热器不易发生泄露的烟气余热回收装置及烟气余热回收方法。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术中存在的上述不足,而提供一种结构设计合理,在凝结水流量较小时,既能保证烟气换热管排完全避免低温腐蚀,又能保证管壳式换热器

不易发生泄露的基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置及烟气余热回收方法。

[0006] 本发明解决上述问题所采用的技术方案是：该基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置的结构特点在于：包括换热器壳体、管板、进水接管、出水接管、蒸汽进口接管、上升管、上升管集箱、冷凝液出口接管、下降管、下降管集箱、烟气换热管排、双U型管束、液位计和分程隔板，所述换热器壳体内为一个卧式放热腔，所述管板安装在换热器壳体内，该管板将换热器壳体分成左段和右段并将换热器壳体内的卧式放热腔分隔成独立的左腔和右腔，所述进水接管和出水接管均安装在换热器壳体的左段，该进水接管和出水接管分别安装在换热器壳体的顶部和底部并且均与换热器壳体内的左腔相连通，所述蒸汽进口接管安装在换热器壳体上，该蒸汽进口接管与换热器壳体内的右腔相连通，所述上升管的一端与蒸汽进口接管连接，该上升管的另一端与上升管集箱连接，所述冷凝液出口接管安装在换热器壳体的底部，该冷凝液出口接管与换热器壳体的右腔相连通，所述下降管的一端与冷凝液出口接管连接，该下降管的另一端与下降管集箱连接，所述烟气换热管排的一端通过上升管集箱与上升管连接，该烟气换热管排的另一端通过下降管集箱与下降管连接，所述双U型管束通过管板固定在换热器壳体的右腔内，该双U型管束由上下两组U型管束组成，所述液位计安装在换热器壳体上，该液位计中的上接管和下接管均与换热器壳体的右腔相连通，所述分程隔板安装在换热器壳体的左腔内，该分程隔板将换热器壳体的左腔从上至下依次分隔成低温腔、中温腔和高温腔。由此使得该烟气余热回收装置可以在被加热的凝结水流量较小时，既能保证烟气换热管排完全避免低温腐蚀，又能保证管壳式换热器不易发生泄露。

[0007] 作为优选，本发明所述蒸汽进口接管安装在换热器壳体的顶部。

[0008] 作为优选，本发明所述蒸汽进口接管的数量为四根。

[0009] 作为优选，本发明所述双U型管束中，位于上面一组的U型管束的上半段与换热器壳体的左腔的低温腔相连通，位于上面一组的U型管束的下半段以及位于下面一组的U型管束的上半段均与换热器壳体的左腔的中温腔相连通，位于下面一组的U型管束的下半段与换热器壳体的左腔的高温腔相连通。

[0010] 作为优选，本发明所述管板呈竖直状结构。

[0011] 作为优选，本发明所述烟气余热回收装置还包括支撑板，所述支撑板穿插在双U型管束的U型管束之间。支撑板用来支撑双U型管束。

[0012] 作为优选，本发明所述分程隔板呈水平状结构。

[0013] 一种基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收方法，其特点在于：所述烟气余热回收方法的步骤如下：烟气换热管排内的闭式循环水吸收管外烟气的余热后，发生相变形成汽水混合物，汽水混合物依次经过上升管集箱、上升管和蒸汽进口接管进入换热器壳体的右腔内，然后在双U型管束外冷凝放热，形成的冷凝液下落到右腔的底部，再依次经过冷凝液出口接管、下降管和下降管集箱后重新回到烟气换热管排内吸热，构成一个闭式自然循环；低温凝结水通过进水接管进入换热器壳体的左腔的低温腔，然后依次流经双U型管束的上面一组U型管束、中温腔、双U型管束的下面一组U型管束和高温腔，在双U型管束内吸收右腔内蒸汽冷凝放出的热量变成高温凝结水，再从出水接管引出。由此使得在被加热的凝结水流量较小时，既保证烟气换热管排完全避免低温腐蚀，又保证管壳式换热器不易发生泄露。

[0014] 作为优选,本发明所述蒸汽进口接管的数量为四根,四根蒸汽进口接管均安装在换热器壳体的顶部,从烟气换热管排内产生的汽水混合物依次流经上升管集箱和上升管之后,分为四路通过四根蒸汽进口接管进入到换热器壳体的右腔内。

[0015] 本发明与现有技术相比,具有以下优点和效果:1、利用闭式循环水的两级相变传热,将烟气余热加热低加系统的凝结水,可以排挤低加抽汽,提高机组经济效率,降低机组发电煤耗。2、汽水混合物从管壳式换热器壳体的上方进入到放热腔内,可以保证蒸汽与U型管束内的凝结水充分换热,换热效果好。3、利用基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置,使得在被加热的凝结水流量较小时,既能保证烟气换热管排完全避免低温腐蚀,又能保证管壳式换热器不易发生泄露。4、结构简单,设计合理,构思独特,使用方便,市场前景广阔。

### 附图说明

[0016] 图1是本发明实施例中基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置的主视结构示意图。

[0017] 图2是本发明实施例中基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置的左视结构示意图。

[0018] 图中:1-换热器壳体、2-管板、3-进水接管、4-出水接管、5-蒸汽进口接管、6-上升管、7-上升管集箱、8-冷凝液出口接管、9-下降管、10-下降管集箱、11-烟气换热管排、12-双U型管束、13-支撑板、14-液位计、15-分程隔板。

### 具体实施方式

[0019] 下面结合附图并通过实施例对本发明作进一步的详细说明,以下实施例是对本发明的解释而本发明并不局限于以下实施例。

[0020] 实施例。

[0021] 参见图1至图2,本实施例中基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收装置包括换热器壳体1、管板2、进水接管3、出水接管4、蒸汽进口接管5、上升管6、上升管集箱7、冷凝液出口接管8、下降管9、下降管集箱10、烟气换热管排11、双U型管束12、支撑板13、液位计14和分程隔板15。

[0022] 本实施例中的换热器壳体1内为一个卧式放热腔,如图1所示,本实施例中的管板2安装在换热器壳体1内,管板2呈竖直状结构,管板2将换热器壳体1分隔成左段和右段,并将换热器壳体1内的卧式放热腔分隔成独立的左腔和右腔。

[0023] 本实施例中的进水接管3和出水接管4均安装在换热器壳体1的左段,该进水接管3和出水接管4分别安装在换热器壳体1的顶部和换热器壳体1的底部并且均与换热器壳体1内的左腔相连通。本实施例中的蒸汽进口接管5安装在换热器壳体1上,蒸汽进口接管5与换热器壳体内1的右腔相连通。本实施例中的上升管6的一端与蒸汽进口接管5连接,上升管6的另一端与上升管集箱7连接。本实施例中的冷凝液出口接管8安装在换热器壳体1的底部,冷凝液出口接管8与换热器壳体1的右腔相连通,下降管9的一端与冷凝液出口接管8连接,下降管9的另一端与下降管集箱10连接。本实施例中的烟气换热管排11的一端通过上升管集箱7与上升管6连接,烟气换热管排11的另一端通过下降管集箱10与下降管9连接。

[0024] 本实施例中的双U型管束12通过管板2固定在换热器壳体1右腔内,双U型管束12由上下两组U型管束组成,每组U型管束均呈“U”字逆时针旋转90度后的结构,支撑板13穿插在双U型管束12间,支撑板13用来支撑双U型管束12。本实施例中的液位计14安装在换热器壳体1上,液位计14中的上接管和下接管均与换热器壳体1的右腔相连通,分程隔板15安装在换热器壳体1的左腔内,分程隔板15呈水平状结构,分程隔板15将换热器壳体1的左腔从上至下依次分隔成低温腔、中温腔和高温腔。

[0025] 本实施例中的蒸汽进口接管5安装在换热器壳体1的顶部。蒸汽进口接管5的数量优选为四根,四根蒸汽进口接管5通常均呈竖直状结构。

[0026] 本实施例的双U型管束12中,位于上面的一组U型管束的上半段与换热器壳体1的左腔的低温腔相连通,位于上面一组U型管束的下半段以及位于下面一组U型管束的上半段均与换热器壳体1的左腔的中温腔相连通,位于下面一组U型管束的下半段与换热器壳体1的左腔的高温腔相连通。

[0027] 本实施例中的基于双U型管壳式换热器的烟气余热回收方法的步骤如下:烟气换热管排11内的水吸收管外烟气的余热后,烟气换热管排11内的水发生相变形成汽水混合物,汽水混合物依次经过上升管集箱7、上升管6和蒸汽进口接管5进入换热器壳体1内的右腔内,然后汽水混合物在双U型管束12外冷凝放热,汽水混合物冷凝后形成的冷凝液下落到右腔的底部,并依次经过冷凝液出口接管8、下降管9和下降管集箱10后重新回流到烟气换热管排12内,回流到烟气换热管排12内的水继续进行吸热,构成一个闭式自然循环。

[0028] 本实施例中的低温凝结水通过进水接管3进入换热器壳体1的左腔的低温腔,然后依次流经双U型管束12中的上面一组U型管束、中温腔、双U型管束12中的下面一组U型管束和高温腔,低温凝结水在双U型管束12内吸收右腔内蒸汽冷凝放出的热量变成高温凝结水后,再从出水接管4引出。由此使得在被加热的凝结水流量较小时,既能保证烟气换热管排11完全避免低温腐蚀的情况,又能保证管壳式换热器不易发生泄露。

[0029] 本实施例当蒸汽进口接管的数量为四根,且四根蒸汽进口接管均安装在换热器壳体的顶部时,从烟气换热管排内产生的汽水混合物依次流经上升管集箱和上升管之后,会分为四路通过四根蒸汽进口接管进入到换热器壳体的右腔内,使得汽水混合物在右腔内的放热更加均匀,换热效果更好。

[0030] 此外,需要说明的是,本说明书中所描述的具体实施例,其零、部件的形状、所取名称等可以不同,本说明书中所描述的以上内容仅仅是对本发明结构所作的举例说明。凡依据本发明专利构思所述的构造、特征及原理所做的等效变化或者简单变化,均包括于本发明专利的保护范围内。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,只要不偏离本发明的结构或者超越本权利要求书所定义的范围,均应属于本发明的保护范围。

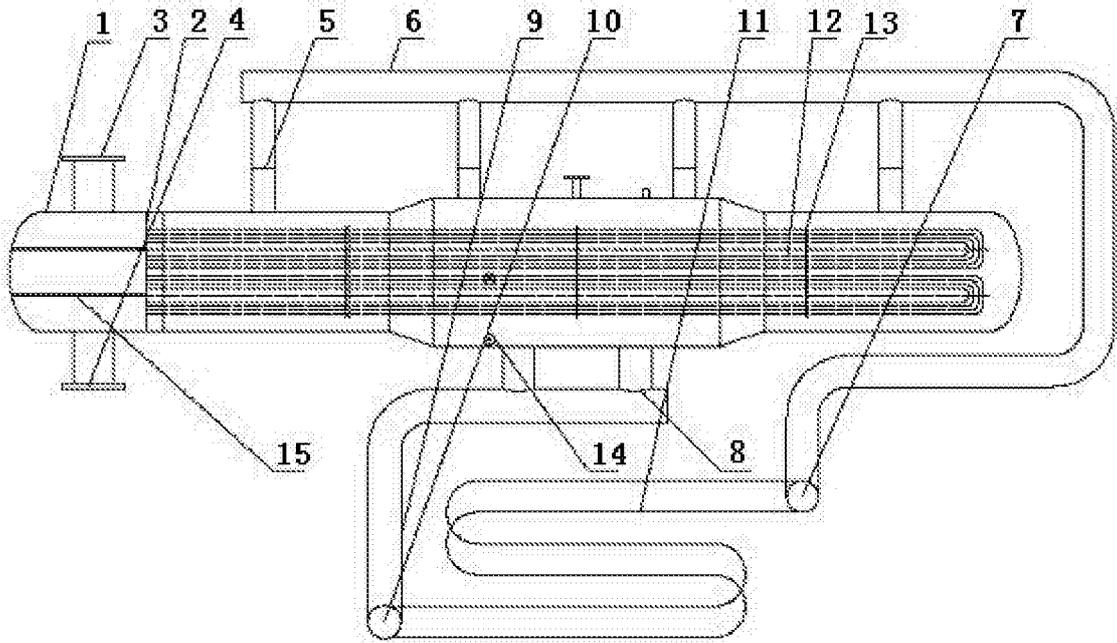


图1

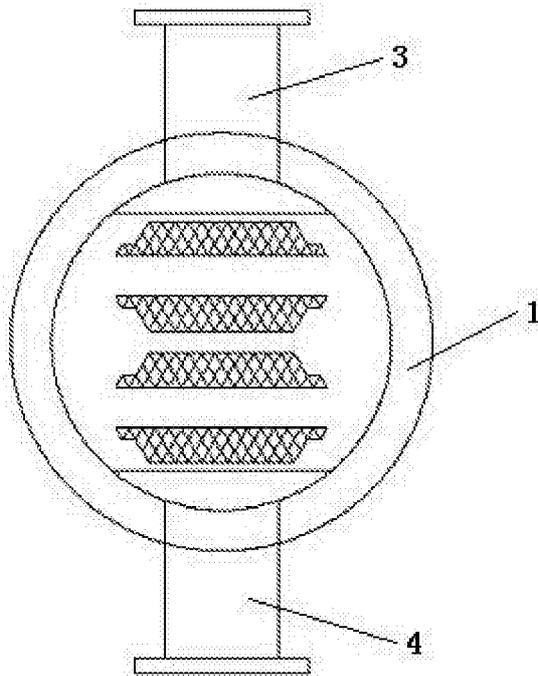


图2