

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203628620 U

(45) 授权公告日 2014.06.04

(21) 申请号 201320778349.9

(22) 申请日 2013.11.29

(73) 专利权人 南京加诺能源设备有限公司

地址 210037 江苏省南京市中央路 276-1 号  
601 室

(72) 发明人 郝建设 虞斌 束强 孙维  
秦敬虚 陈越

(74) 专利代理机构 南京天翼专利代理有限责任  
公司 32112

代理人 蒋家华 查俊奎

(51) Int. Cl.

F22D 1/40 (2006.01)

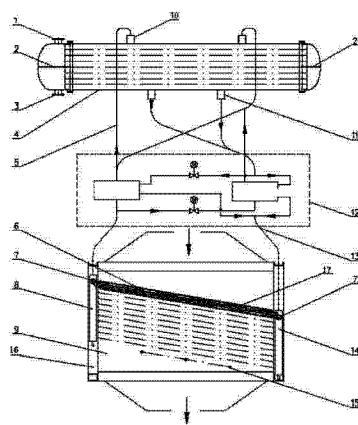
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

强化复合相变换热器

## (57) 摘要

本实用新型公开了一种强化复合相变换热器，包括管壳式换热器、烟气换热器、连接管壳式换热器与烟气换热器的导汽管和下降管；管壳式换热器、烟气换热器、导汽管和下降管组成一个密闭的自然循环回路；所述导汽管与管壳式换热器上的蒸汽进口相连，下降管与管壳式换热器上的冷凝水回水口相连；所述蒸汽进口高于冷凝水回水口，冷凝水回水口设置在管壳式换热器的底端；烟气换热器包括由翅片管并联构成的管排、两个联箱管、上升管集箱、下降管集箱和壳程；管排位于壳程内；管排的两端分别与两个联箱管，并且管排与两个联箱管相通；所述两个联箱管分别设置在壳程的两侧，且与壳程相通。



1. 一种强化复合相变换热器，其特征在于，包括管壳式换热器(4)、烟气换热器(9)、连接管壳式换热器(4)与烟气换热器(9)的导汽管(5)和下降管(13)；所述管壳式换热器(4)、烟气换热器(9)、导汽管(5)和下降管(13)组成一个密闭的自然循环回路；所述导汽管(5)与管壳式换热器(4)上的蒸汽进口(10)相连，下降管(13)与管壳式换热器(4)上的冷凝水回水口(11)相连；所述蒸汽进口(10)高于冷凝水回水口(11)，冷凝水回水口(11)设置在管壳式换热器(4)的底端；

其中，所述烟气换热器(9)包括由翅片管(6)并联构成的管排(17)、两个联箱管(7)、上升管集箱(8)、下降管集箱(14)和壳程(16)；所述管排(17)位于壳程(16)内；管排(17)的两端分别与两个联箱管(7)，并且管排(17)与两个联箱管(7)相通；所述两个联箱管(7)分别设置在壳程(16)的两侧，且与壳程(16)相通；所述上升管集箱(8)的位置高于下降管集箱(14)的位置。

2. 如权利要求1所述的强化复合相变换热器，其特征在于，还包括列管式换热器(12)；所述列管式换热器(12)位于管壳式换热器(4)与烟气换热器(9)之间，并通过导汽管(5)和下降管(13)与管壳式换热器(4)和烟气换热器(9)相连通。

3. 如权利要求1所述的强化复合相变换热器，其特征在于，还包括测温装置(15)；所述测温装置(15)设置在位于底端的翅片管(6)上。

4. 如权利要求1所述的强化复合相变换热器，其特征在于，所述翅片管(6)与水平面形成一个锐角，所述锐角为 $10^{\circ}$  ~  $20^{\circ}$ 。

## 强化复合相变换热器

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种强化复合相变换热器，尤其涉及锅炉尾部低温烟气余热回收及其他类似行业烟气余热回收，通过回收烟气的余热用来加热锅炉系统的除盐水或生活用水，从而提高锅炉的热效率的强化复合相变换热器。

### 背景技术

[0002] 众所周知，锅炉的排烟温度是锅炉的热损失的主要指标，排烟温度每降低 15℃ 可提高锅炉效率约 1%。为了充分利用锅炉的排烟温度，提高锅炉的效率，利用烟气余热加热其他介质(锅炉凝结水、补给水、取暖回水或送风等)，可达到合理用热、节能降耗、减少污染物排放的目的。国内自从 80 年代年以来，已经形成了直接换热、间接换热、各换热元件组合的集成技术，但这些技术在工程案例中可归纳为低压(低温)省煤器、低温换热器、热管等几类换热技术。目前这些技术的开发应用，已经为低温余热利用带来了突破，然而锅炉尾气中含有不同程度的 SO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O 及灰尘，这些技术在应用的同时却面临着低温腐蚀、积灰以及热管失效等问题，此类省煤器、换热器在锅炉尾部低温烟气工况下使用时寿命较短，换热效果不佳。而原有老式相变换热器或只能布置在锅炉尾部水平烟道中，或无法调节蒸发段给水温度，这样就造成换热器积灰、传热效率下降、现场布置困难、低温腐蚀等问题。目前对于大多数锅炉而言，由于位置受限，电除尘器后已无水平烟道，烟气流经电除尘器后垂直下降进入引风机后排空。

### 发明内容

[0003] 本实用新型所要解决的技术问题是：针对现有锅炉尾部低温烟气余热回收的问题；在锅炉日常运行中，由于使用煤质与设计工况存在一定的偏差，以及锅炉长期使用后热效率下降，锅炉排烟温度达不到设计要求，大量的热能被浪费。若在锅炉尾部用普通的光管或翅片管式换热器降低锅炉排烟温度时，首先要面临低温酸露点腐蚀问题，在许多工程实例中，此类换热器在此工况下的使用寿命很难超过两年的技术问题。

[0004] 为解决上述技术问题，本实用新型采取的技术方案是：

[0005] 一种强化复合相变换热器，包括管壳式换热器、烟气换热器、连接管壳式换热器与烟气换热器的导汽管和下降管；所述管壳式换热器、烟气换热器、导汽管和下降管组成一个密闭的自然循环回路；所述导汽管与管壳式换热器上的蒸汽进口相连，下降管与管壳式换热器上的冷凝水回水口相连；所述蒸汽进口高于冷凝水回水口，冷凝水回水口设置在管壳式换热器的底端；

[0006] 其中，所述烟气换热器包括由翅片管并联构成的管排、两个联箱管、上升管集箱、下降管集箱和壳程；所述管排位于壳程内；管排的两端分别与两个联箱管，并且管排与两个联箱管相通；所述两个联箱管分别设置在壳程的两侧，且与壳程相通；所述上升管集箱的位置高于下降管集箱的位置。

[0007] 本实用新型还包括列管式换热器；所述列管式换热器位于管壳式换热器与烟气

换热器之间，并通过导汽管和下降管与管壳式换热器和烟气换热器相连通。本实用新型所述的列管式换热器为现有技术中的列管式换热器，其具体的结构本实用新型不做详细的说明。本实用新型设置列管式换热器其目的在于监控下降管集箱内的冷凝水的回水温度。

[0008] 本实用新型还包括测温装置；所述测温装置设置在位于底端的翅片管上。本实用新型所述的测温装置采用的是现有技术中的液体测温仪，其具体结构本实用新型不做详细的说明。本实用新型设置测温装置其目的在于来严格监控翅片管的管壁温度，使之远离烟气酸露点温度，使设备运行时处于双重保护状态，保证整个系统连续、安全、可靠的运行。

[0009] 本实用新型所述翅片管与水平面形成一个锐角，所述锐角为 $10^{\circ} - 20^{\circ}$ 。其作用主要是使得：上升管集箱的位置高于下降管集箱的位置，这样有利于循环回路内汽水循环。

[0010] 本实用新型所述的管壳式换热器为现有技术中的管壳式换热器，其具体结构本实用新型不做详细说明。不过为了使得现有技术中的管壳式换热器能更好的满足本实用新型的要求，本实用新型采用隔板将管壳式换热器的壳程分为四个回路。

[0011] 本实用新型的工作原理：

[0012] 本实用新型强化复合相变换热器在使用时，强化复合相变换热器内的烟气换热器安装在锅炉尾部垂直烟道上，管壳式换热器安装的位置高于烟气换热器；

[0013] 烟气换热器内的翅片管内充满介质，当烟道内的烟气横向冲刷翅片管后产生饱和蒸汽，翅片管内的饱和蒸汽通过联箱管汇集至上升管集箱内，而上升管集箱通过导汽管连接至管壳式换热器的蒸汽进口，至此烟气换热器内的饱和蒸汽被输送至管壳式换热器的壳程内。由于烟气换热器与管壳式换热器的壳程通过导汽管和下降管相连后形成一密闭的自然循环回路，外部除盐水进入管壳式换热器内，与管壳式换热器内的饱和蒸汽换热后由管壳式换热器内的水出口返回除盐水母管内；此时而饱和蒸汽在与除盐水换热后被冷却为冷凝水，冷凝水通过管壳式换热器的冷凝水回水口进入下降管后返回烟气换热器的下降管集箱内，通过联箱管冷凝水被均分至翅片管中，往复循环。

[0014] 本实用新型与现有技术相比：(1)合理利用锅炉尾部空间布置，节约设备的占地面积；(2)能够大幅度降低锅炉烟气的排放温度，使大量低温热能被有效回收，产生可观的经济效益；(3)在降低排烟温度的同时，如能够保持金属受热面壁面温度高于酸露点，避免了结露腐蚀，可大幅度降低设备的维护成本，延长设备的使用寿命；(4)采用列管式换热器这一装置，保证换热器金属受热面最低壁面温度处于可控状态，使排烟温度和壁面温度保持相对稳定，并适应锅炉的燃料品种以及负荷的变化；(5)烟气从上而下通过烟气换热器，并且翅片布置完全平行于烟气流向，使设备有一定的自清灰能力，更好的解决了设备的积灰问题。

## 附图说明

[0015] 图1是本实用新型的结构示意图。

[0016] 其中，1、水进口，2、隔板，3、水出口，4、管壳式换热器，5、导汽管，6、翅片管，7、联箱管，8、上升管集箱，9、烟气换热器，10、蒸汽进口，11、冷凝水回水口，12、列管式换热器，13、下降管，14、下降管集箱，15、测温装置，16、壳程，17、管排。

## 具体实施方式

[0017] 为使本实用新型的内容更加明显易懂,以下结合附图 1 和具体实施方式做进一步的描述。

[0018] 为了使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本实用新型进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。

[0019] 如图 1 所示,本实用新型由烟气换热器 9 和管壳式换热器 4 组成,通过导汽管 5 和下降管 13 将烟气换热器 9 和管壳式换热器 4 的壳程相连,组成一密闭的自然循环回路。附图 1 中烟气换热器 5 包括,翅片管 6 通过联箱管 7 并联组合成管排 17,管排 17 的两端分别与两个联箱管 7 相连,并且管排 17 与两个联箱管 7 相通;所述两个联箱管 7 分别设置在壳程 16 的两侧,且与壳程 16 相通;所述上升管集箱 8 的位置高于下降管集箱 14 的位置。图 1 中的管壳式换热器 4 的管程则由隔板 2 分为 4 回程。

[0020] 下面结合附图对本实用新型作进一步说明。

[0021] 烟气换热器 9 布置于锅炉尾部垂直烟道内,翅片管 6 内充满介质,当烟气横向冲刷翅片管 6 后产生饱和蒸汽,翅片管 6 内的饱和蒸汽通过联箱管 7 汇集至上升管集箱 8 内,而上升管集箱 8 通过导汽管 5 连接至管壳式换热器 4 的蒸汽进口 10,至此烟气换热器 9 内的饱和蒸汽被输送至管壳式换热器 4 的壳程内。

[0022] 由于烟气换热器 9 与管壳式换热器 4 的壳程通过导汽管 5 和下降管 13 相连后形成一密闭的自然循环回路,外部除盐水通过管壳式换热器 4 的水进口 1 进入管壳式换热器 4 的管程内,与管壳式换热器 4 壳程内的饱和蒸汽换热后,由管壳式换热器 4 的水出口 3 返回除盐水母管。而管壳式换热器 4 壳程内的饱和蒸汽在与除盐水换热后被冷却为冷凝水,冷凝水通过管壳式换热器 4 的冷凝水回水口 11 进入下降管 13 后返回烟气换热器 9 的下降管集箱 14,通过联箱管 7 冷凝水被均分至翅片管 6 中,往复循环。

[0023] 本实用新型在实际运行时,通过监控下降管集箱 14 中的冷凝水回水温度,根据回水温度调节导汽管 5 和下降管 13 上的设有的电动调节阀的开度来控制列管式换热器 12 的启动与停止;并同时调节管壳式换热器 4 管程中除盐水流量,使回水温度高于烟气酸露点温度 15°C—20°C,并使之接近于饱和温度,使设备避免低温酸露点腐蚀。同时,烟气换热器 9 最底部的翅片管 6 上的两侧各装有 3 组测温装置 15,此 6 组测温装置用来严格监控翅片管 6 的管壁温度,使之远离烟气酸露点温度,使设备运行时处于双重保护状态,保证整个系统连续、安全、可靠的运行。

[0024] 具体实施例:

[0025] 以某电厂为例,该厂使用的是内蒙古褐煤,若使用普通光管或翅片管换热器,当水温低于 70°C—80°C 时,容易产生酸露点,而当水温高于 80°C 时,由于传热温差较小,此时便需要大幅增加换热面积,这将直接增加设备体积、重量和成本。同时当烟气产生酸露点时,烟气中的灰尘将变的潮湿,此时灰尘更容易附着在换热器的换热管表面,换热器长期在此工况下运行容易造成灰堵,将直接增加引风机的负荷,严重时将影响日常生产运行。本实用新型的技术在设计时充分利用了锅炉尾部紧凑的空间,将强化复合相变换热器布置于电除尘器出口至引风机之间的垂直烟道段。强化复合相变换热器在设计时,烟气换热器 9 内的管排与水平面呈 10°—20° 角布置,这样有利于循环回路内汽水循环。同时强化复合相变换热器在设计时,烟气横向冲刷烟气换热器的换热管束,采用对流换热,使烟气温度将到了

110° -115°。相变段的壁温可以保证不受冷端介质与烟气介质温度对壁温的影响。根据密闭容器的相变原理,在一定压力下,饱和水和和饱汽自然循环,达到热平衡,且内部多个换热单元联通并保持壁温相等。当改变上段蒸汽的外部冷却速率就可以打破热平衡,这样可使得在新的压力下,产生新的壁温,因此整体壁温基本均匀的。强化复合相变换热器在设计时将烟气侧烟气换热器换热的热端与管壳式水换热器的冷端绝热分开,间接换热;同时,设计时着重考虑了调节冷凝水的回水温度,以解决了低温腐蚀问题。

[0026] 通过以上所诉的具体实施例,对本实用新型的目的、技术方案、有益效果进行了进一步的详细说明,凡采用等同替换或等效变换的技术方案,均在本实用新型要求的保护范围内。

[0027] 本实用新型未涉及部分均与现有技术相同或采用现有技术加以实现。

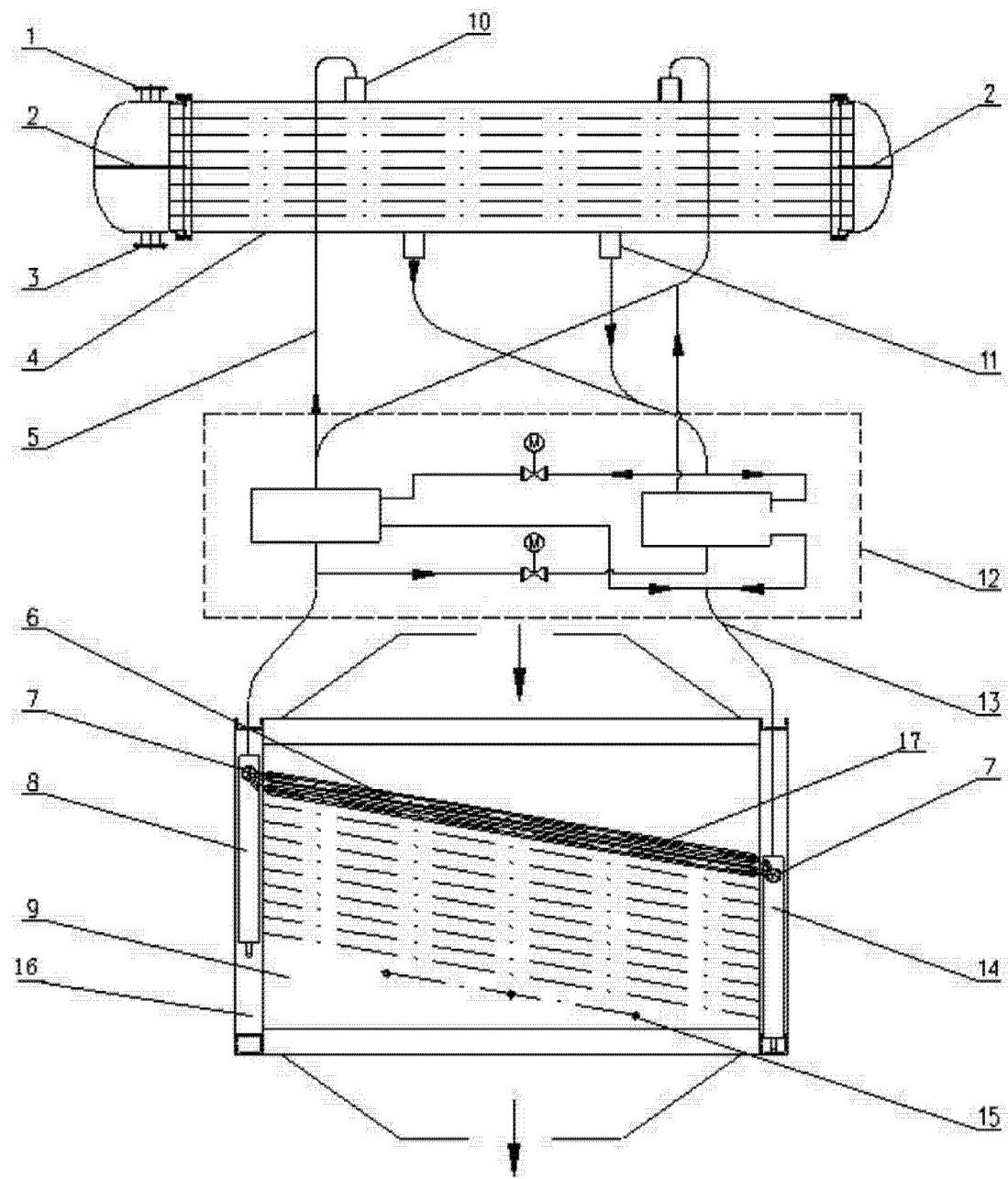


图 1