



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110645591 B

(45) 授权公告日 2025. 06. 27

(21) 申请号 201910918368.9

F28D 7/16 (2006.01)

(22) 申请日 2019.09.26

F28F 1/08 (2006.01)

F28F 21/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110645591 A

(56) 对比文件

CN 211176877 U, 2020.08.04

CN 101813323 A, 2010.08.25

CN 209341634 U, 2019.09.03

CN 104266504 A, 2015.01.07

(43) 申请公布日 2020.01.03

(73) 专利权人 中国科学院广州能源研究所

地址 510640 广东省广州市天河区五山能源路2号

审查员 朱丽丹

(72) 发明人 涂爱民 朱冬生 李修真 尹应德
刘世杰

(74) 专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限公司 44001

专利代理师 周友元 莫瑶江

(51) Int. Cl.

F23L 15/04 (2006.01)

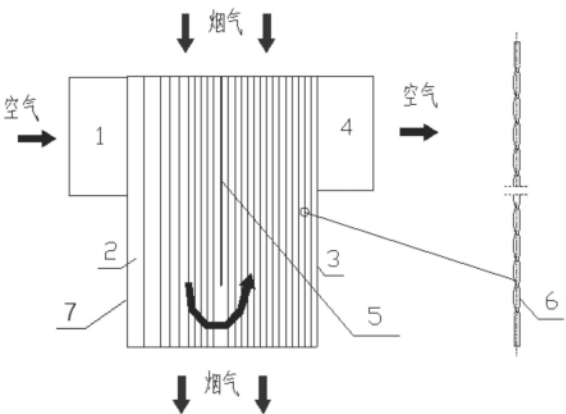
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种可避免烟气低温腐蚀的高比表面管空气预热器

(57) 摘要

本发明公开了一种可避免烟气低温腐蚀的高比表面管空气预热器,具有一管程和二壳程,包括中间隔板、换热管和壳体;中间隔板竖直布置在壳体中间,将壳体分成底部相通的空气预热I段和空气预热II段,空气预热I段顶部侧面设有空气入口段,空气预热II段顶部侧面设有空气出口段;换热管为多根,竖直间隔铺设在壳体内部,且位于空气预热I段的换热管采用自空气流入侧开始呈由疏到密的渐进式管间距布置。本发明的空气预热器,采用壳侧U型双程并流式、换热管单程布置,结构紧凑、占地小,入口段的换热管采用呈渐密间距布置,可有效降低空气预热器入口段低温腐蚀风险。



1. 一种可避免烟气低温腐蚀的高比表面管空气预热器,具有一管程和二壳程,其特征在于:包括中间隔板(5)、换热管(6)和壳体(7);

中间隔板(5)竖直布置在壳体(7)中间,将壳体(7)分成底部相通的空气预热I段(2)和空气预热II段(3),空气预热I段(2)顶部侧面设有空气入口段(1),空气预热II段(3)顶部侧面设有空气出口段(4),构成一个双壳程的U形流动空间;

换热管(6)为多根,竖直间隔铺设在壳体(7)内部,且位于空气预热I段(2)的换热管(6)采用自空气流入侧开始呈由疏到密的渐进式管间距布置;

换热管(6)之间的间隙构成空气流动通道,换热管(6)内构成烟气流动通道;

所述的烟气从换热管(6)顶端进入空气预热I段(2)和空气预热II段(3);

所述的换热管(6)为扭曲椭圆高比表面换热管;

所述的扭曲椭圆高比表面换热管的两端设置有直圆管,以便与壳体(7)的顶部和底部气密连接;

相邻的扭曲椭圆高比表面换热管在最大变径凸点处相互接触形成自支撑结构;

运行时,烟气从空气预热器顶部分成两股分别进入空气预热I段(2)和空气预热II段(3)内的换热管(6)中,从上到下,流经空气预热器再合并进入后续烟气净化系统,从空气入口段(1)流入的空气呈顺流方式沿空气预热I段(2)向下流动,在底部进入空气预热II段(3)并转而向上流动,此时与管内烟气呈逆流式换热,最后经空气出口段(4)流出。

一种可避免烟气低温腐蚀的高比表面管空气预热器

技术领域

[0001] 本发明涉及废热回收利用技术,具体涉及一种可避免烟气低温腐蚀的高比表面管空气预热器。

背景技术

[0002] 空气预热器是一种回收烟气余热、提升进入炉窑的空气温度、降低炉窑燃料消耗、改善燃烧状况的常用炉窑辅助设备。传统管式空气预热器较转轮式空气预热器具有不易泄露、更换检修容易等特点,但由于空气入口温度低,管式空气预热器的运行过程中常常会遇到低温腐蚀问题,严重影响到设备使用寿命和安全运行。另一方面,传统管式空气预热器普遍采用直圆管,换热能效低,体积庞大;且由于换热器多为错流式布置,为了降低管外烟气侧流动阻力,普遍采用了较低的烟气流速,一方面降低了换热器整体换热系数,另一方面错流式布置受换热温差限制,空预器出口烟气温度普遍偏高,未能实现最大限度的回收烟气余热。

发明内容

[0003] 为了克服传统管式空气预热器的不足,本发明提供一种可避免烟气低温腐蚀的高比表面管空气预热器,采用壳侧U型双程并流式、换热管单程布置,结构紧凑、占地小,入口段采用呈渐密间距布置可有效降低空气预热器入口段低温腐蚀风险。

[0004] 为实现上述目的,本发明的技术方案为:

[0005] 一种可避免烟气低温腐蚀的高比表面管空气预热器,具有一管程和二壳程,包括中间隔板、换热管和壳体;

[0006] 中间隔板竖直布置在壳体中间,将壳体分成底部相通的空气预热I段和空气预热II段,空气预热I段顶部侧面设有空气入口段,空气预热II段顶部侧面设有空气出口段;

[0007] 换热管为多根,竖直间隔铺设在壳体内部,且位于空气预热I段的换热管采用自空气流入侧开始呈由疏到密的渐进式管间距布置;

[0008] 换热管之间的间隙构成空气流动通道,换热管内构成烟气流动通道。

[0009] 如此,空气流程呈U型,可与换热管内的烟气进行顺、逆流换热,同时,空气预热I段的换热管采用变管间距调整管外空间,管间距由疏到密,可降低入口段空气流速,继而降低入口空气侧换热系数,保证入口段管壁温度高于酸露点温度,从而避免入口段换热管受到低温腐蚀。

[0010] 进一步地,所述的烟气从换热管顶端进入空气预热I段和空气预热II段。如此,空气预热I段为顺流式换热,入口低温空气先与高温烟气换热,可以较高的管壁温度,进一步避免受到低温腐蚀,空气预热II段为逆流式换热,扩大换热管壁的传热温差,有助于减少空气预热II段(主换热段)换热面积。

[0011] 进一步地,所述的换热管为扭曲椭圆高比表面换热管。如此,换热管采用椭圆管经螺旋扭曲而成,可有效增强管外扰流和管内旋流,提高管内外对流换热系数。

[0012] 进一步地,所述的扭曲椭圆高比表面换热管的两端设置有直圆管,以便与壳体的顶部和底部气密连接。

[0013] 进一步地,相邻的扭曲椭圆高比表面换热管在最大变径凸点处相互接触形成自支撑结构。如此,可使管束间形成变空间变流场的特点。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0015] 1、采用单管程双壳程结构形式,且空气在第一壳程阶段的管排间距采用了自流入侧开始呈由疏到密的管间距,不仅大大改善了空气预热器的换热性能,还克服了传统管式空气预热器入口段受低温腐蚀的风险,从而可以采用普通碳钢管作为换热管材料,降低空气预热器材料成本,而且可以实现最大限度的烟气温降,从而获得最大的节能收益。

[0016] 2、采用了扭曲椭圆高比表面管作为换热元件,提高空气侧流速和强化管内外换热,从而提高整体换热效果和热回收水平,降低余热回收综合成本,达到更好的节能减排效果。

附图说明

[0017] 图1为本发明的空气预热器的主视平面示意图;

[0018] 图2为空气预热I段的布管方式示意图,上方为空气入口侧,下方为中间隔板侧;

[0019] 图3为空气预热I段的换热管的壁温分布图;

[0020] 附图标记说明:1-空气入口段;2-空气预热I段;3-空气预热II段;4-空气出口段;5-中间隔板;6-换热管;7-壳体。

具体实施方式

[0021] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0022] 如图1所示,一种可避免烟气低温腐蚀的高比表面管空气预热器,包括空气入口段1、空气预热I段2、空气预热II段3、空气出口段4、中间隔板5、换热管6和壳体7。

[0023] 壳体7为空气预热器的主体,中间隔板5竖直布置在壳体7中间,将壳体7内部分隔成底部相通的空气预热I段2和空气预热II段3,空气入口段1设置在壳体7左侧上部,与空气预热I段2相通,空气出口段4设置在壳体7右侧上部,与空气预热II段3相通,构成一个双壳程的U形流动空间。

[0024] 换热管6竖直间隔铺设在壳体7内部,换热管6之间的间隙构成空气流动通道,换热管6内构成烟气流动通道。为了提高空气预热器的综合换热性能,换热管6采用椭圆管经螺旋扭曲而成的高比表面管,并在其两端均设置有直管段,便于与壳体7上、下两个端面焊接。

[0025] 运行时,烟气从空气预热器顶部分成两股分别进入空气预热I段2和空气预热II段3内的换热管6中,从上到下,流经空气预热器再合并进入后续烟气净化系统。从空气入口段1流入的空气呈顺流方式沿空气预热I段2向下流动,在底部进入空气预热II段3并转而向上流动,此时与管内烟气呈逆流式换热,最后经空气出口段4流出。

[0026] 为了控制入口段换热管壁面温度高于酸露点温度从而避免低温腐蚀,如图2所示,在空气预热I段2内,自进风侧起向中间隔板延伸,换热管6呈从疏到密布置,通过调节管外侧流通截面的面积来控制管外对流换热系数,继而控制管壁温度高于酸露点温度。

[0027] 为了更好的说明本专利的入口段管壁温度控制,这里以烟气的酸露点74℃,环境空气温度21℃为例,参见图3,自进风侧起,1-7排横向管间距为126mm,8-11排横向管间距79mm,第12排起横向间距为63mm,纵向间距则均为63mm且等于扭曲椭圆管长轴,从而纵向管束可以形成自支撑。则第一排管的管壁温度为74.1℃,第二排75.2℃且空气温度升至26.5℃,以后的每一排管的管壁温度均高于74℃,同时空气温度逐渐升高,且对于同样横向管间距的管排,随着排数增加管壁温度也将增加。总体上每一排管的管壁温度均能维持在酸露点以上,从而避免被低温腐蚀。

[0028] 综上,本申请的可避免烟气低温腐蚀的高比表面管空气预热器,结构设计采用了壳侧U型双程并流式,其中空气预热I段2采用了顺流式防低温腐蚀布置方式且换热管自进风侧呈渐密间距管排布置、空气预热II段3采用了逆流式布置。烟气余热回收的换热管6采用扭曲椭圆换热管,具有良好的强化传热效果,保证气体流速的同时减小压降,不易发生振动且有较强的抗积灰的能力。本申请的空气预热器相比与传统的空气预热装置,体积减少30-50%,重量减少35-55%,实现烟气余热回收高效节能运行。

[0029] 上述实施例只是为了说明本发明的技术构思及特点,其目的是在于让本领域内的普通技术人员能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此限制本发明的保护范围。凡是根据本发明内容的实质所做出的等效的变化或修饰,都应涵盖在本发明的保护范围内。

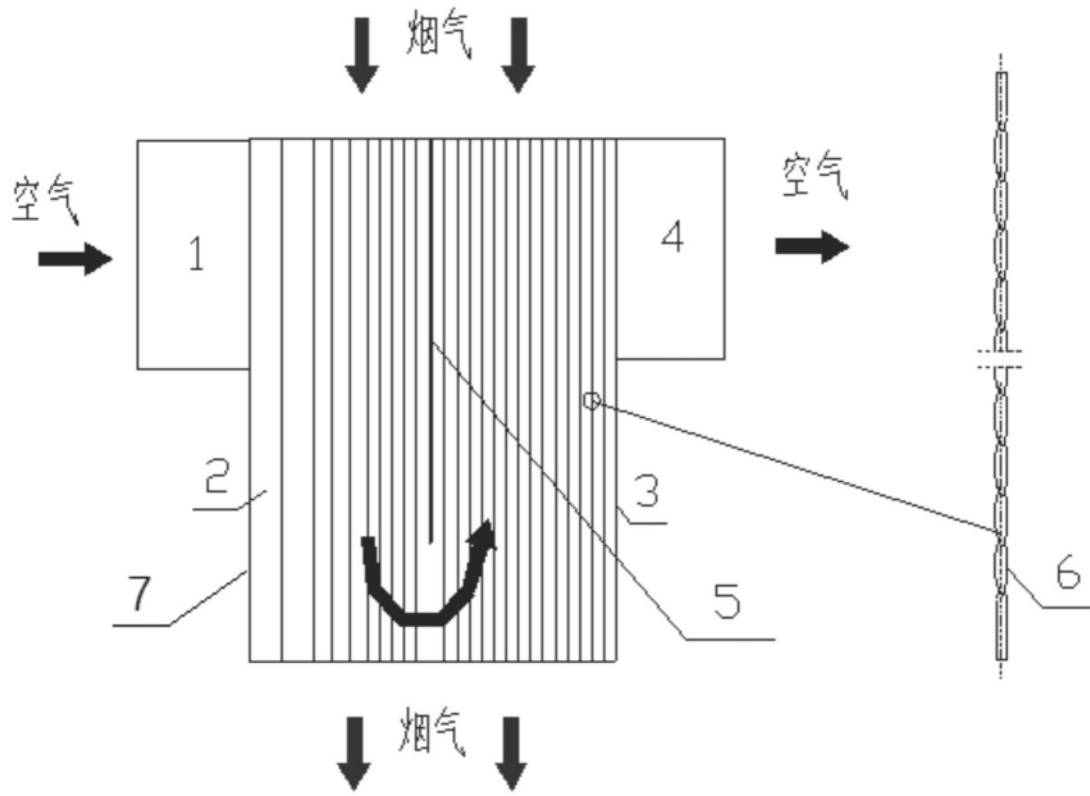


图1

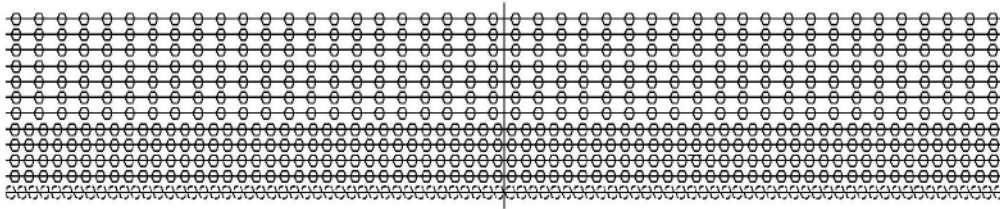


图2

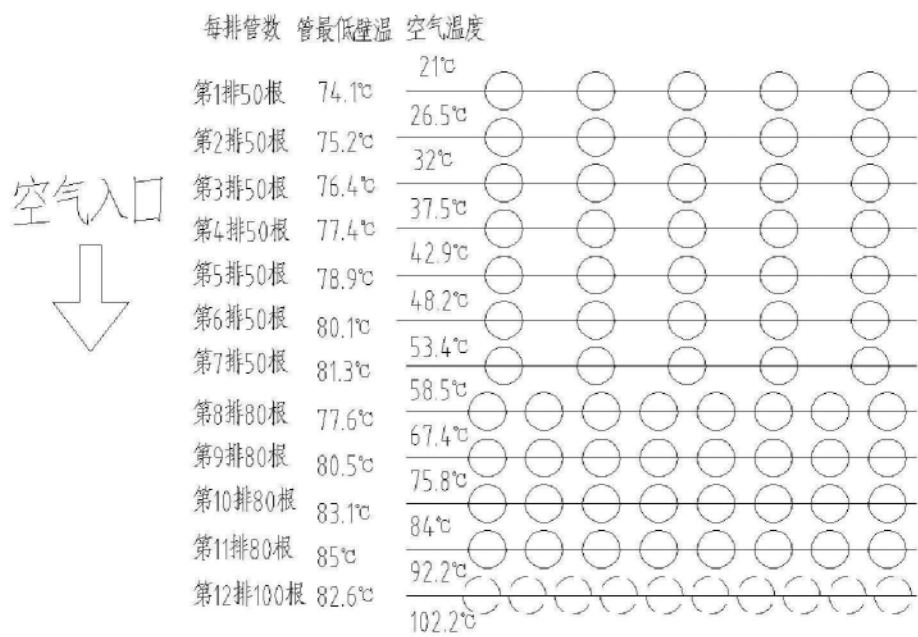


图3