

密集烤房配套生物质能换热器的设计

王政¹, 韦建玉¹, 沈燕金², 黄崇峻¹, 敖金成³, 孔万军⁴, 陈计华⁴

(1.广西中烟工业有限责任公司, 南宁530001; 2.云南省烟草公司文山州公司, 云南文山663000; 3.云南瑞升烟草技术(集团)有限公司, 昆明650106; 4.昆明双维科技有限公司, 昆明650299)

摘要:为解决密集烤房生物质能配套设备换热器存在换热效率低、易回火、易腐蚀和结渣、积灰严重及使用寿命短等问题,基于前期应用及国内外换热器的对比,设计了便于基建的新型烟叶调制的生物质能换热器,其目的就是为了满足烟叶调制的换热要求。该换热器主要由过火方管、输热筒、散热箱、散热管、贮灰管等构成。主要通过增加输热筒、散热箱、散热管上的散热片和散热管孔径以提高换热效率,通过优化清灰装置以实现换热器在不停止工作的情况下清除输热筒及散热管中的积灰和结渣,具有结构简单、可靠耐用的特点。

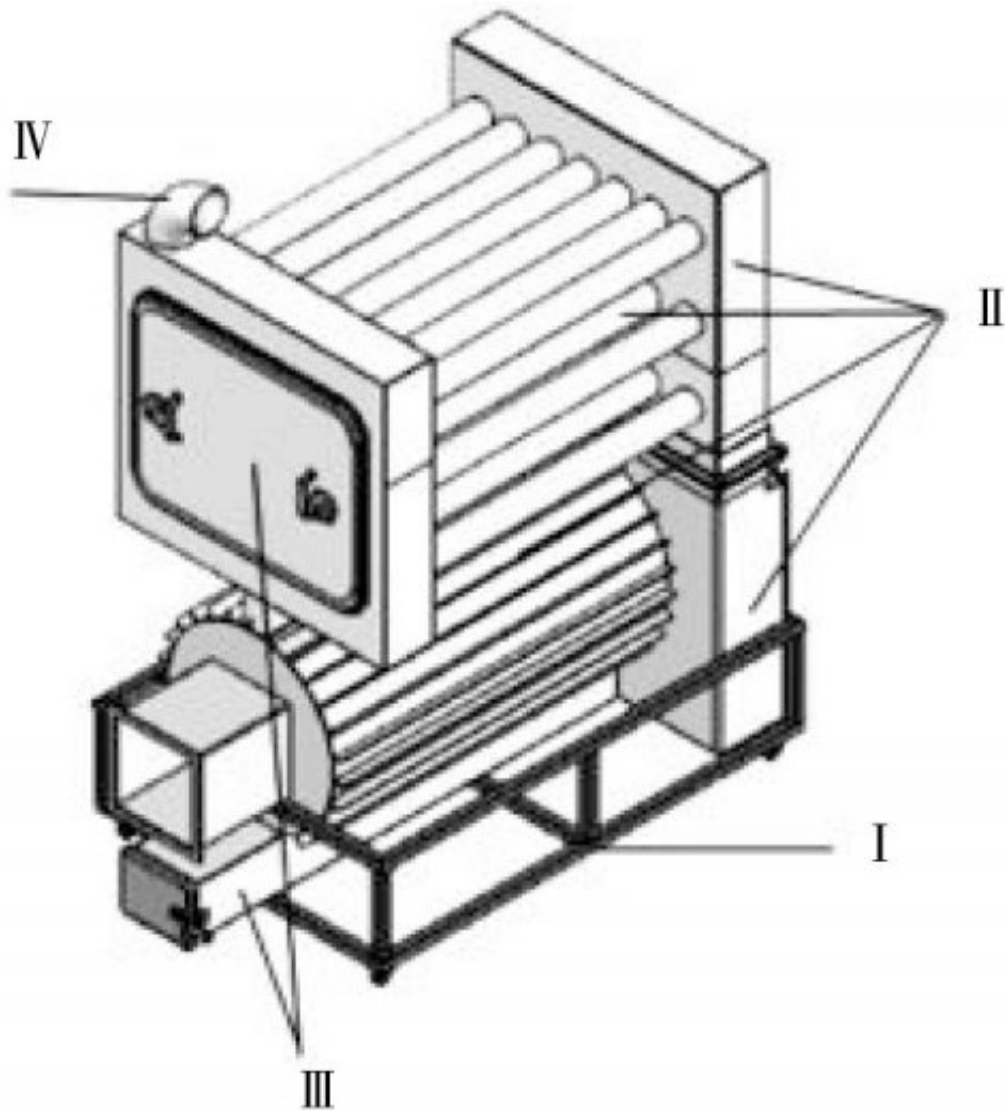
长期以来,中国烟叶调制的密集烤房一直利用煤炭作为主流燃料。有研究表明,每烘烤1.0kg干烟叶需耗煤1.5~2.0kg,热能利用仅30%[1],能耗和用工远高于国外[2]。据测算,一个20座规模的密集烤房群,整个烘烤季排放烟尘4.0~5.0t,CO₂160~220t[3],产生的SO₂3.4~5.6t,NO_x1.6~2.8t[4]。而近年来,随着烟叶烤场及调制时间的进一步集中,区域环境污染问题已引起广泛关注。由于生物质成型燃料燃烧时CO₂排放量基本为0,NO_x排放量仅为燃煤的1/5,SO₂排放量仅为燃煤的1/10[5]。因而生物质成型燃料作为一种环境友好型清洁能源受到广泛关注。

研究表明,使用生物质颗粒燃料替代燃煤可实现减工降本、提质增效目的[6,7],生物质颗粒密集烤房更具有推广价值[8]。探讨烤烟低碳烘烤技术,发展绿色生态烘烤[9],充分利用生物质能源[10],对促进中国现代烟草农业的健康可持续发展具有重要意义。

然而,生物质成型燃料中含有碱金属元素,尤其是秸秆类成型燃料中碱金属元素含量较高,炉膛内的温度很容易达到灰分的熔点,使灰分软化,黏附在炉膛内壁和换热管上形成积灰和结渣,造成换热管碱金属及氯腐蚀严重[11,12],因此对设备要求较高[13]。因此,进一步开展换热效率高、耐腐蚀的换热器对提高中国作物秸秆类生物质能源利用效率具有重要意义。目前,为解决生物质成型燃料燃烧结渣、换热效率低等难题,许多学者从-料预处理[14,15]、添加剂[16-18]、优化燃烧设备[19,20]等方面开展了大量研究,但关于密集烤房用的生物质能换热器的设计与研究鲜见报道。鉴于此,本研究设计了主要用于密集烤房烟叶烘烤的生物质能换热器,对提高中国作物秸秆类生物质能源利用具有重要意义。

1 总体结构

生物质能换热器如图1所示,主要由支架、换热系统、积灰和结渣清除系统及废气排放系统构成。换热器箱体长、宽、高分别为1493、860、1493mm。换热器置于换热室,换热室墙体为水泥砌的实心砖,换热器的方形过火管与墙体浇筑为一体,与烤房外的燃烧机相连。



I. 支架; II. 换热系统; III. 积灰和结渣清除系统; IV. 废气排放系统

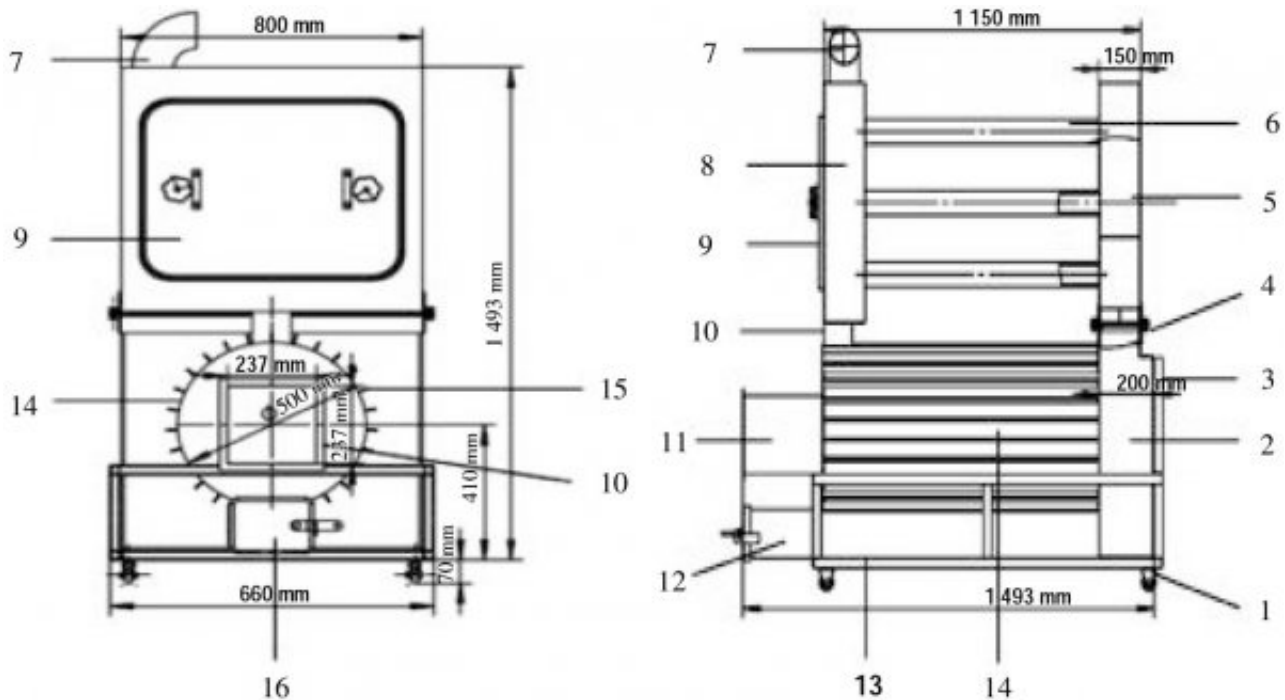
图 1 生物质能换热器的总体结构

1.1 换热器系统构件与尺寸

输热筒包括短方形过火管、贮灰管、输热筒端盖、圆管、圆管散热片，其长、高分别为1291、630mm。为提高基建便利和密封性，短方形过火管采用耐酸钢，内框边长234mm，外框边长277mm。贮灰管长、宽、高分别为1287、200、150mm，清灰门同过火管基建于换热室外。输热筒端盖直径与输热管圆管一致，均为500mm，其中圆管长为1004mm。为提高散热效率，圆管上焊接散热片，散热片由23根钢片组成。

右散热箱下部包括右散热板下部、散热箱下外板、散热片、散热箱连接管、插框。箱体长、宽、高分别为800、208、718mm。右散热箱下部一侧与输热筒焊接相连，顶端通过连接框、插框与散热器焊接相连。为提高其散热效率和使用寿命，分别在外侧焊接散热片和内部装填耐火砖。

散热器箱体包括散热管、左散热箱、右散热箱。为提高散热效率和使用寿命，散热管由21根不锈钢管（304/1.5）均匀3组排列，连接左右散热箱，直径和长度分别为76、850mm。左散热箱包括左散热板、出烟管、散热箱外板、右隔板、压紧螺栓M12×200-C、清灰门，箱体长、宽、高分别为800、150、737mm。右散热箱包括右散热箱板上部、右散热箱外板、右隔板和散热箱连接管，箱体长、宽、高分别为800、150、740mm，如图2所示。



- 1.万向轮;2.右散热箱下部;3.散热片;4.连接框和插框;5.右散热箱上部;
6.散热管;7.出烟管;8.左散热箱总成;9.清灰门;10.“U”立柱;11.短方形管;
12.贮灰管;13.散热器支架;14.输热筒;15.散热片;16.贮灰门

图 2 生物质能换热器的总体结构

1.2 换热系统的工作原理

在引风机的作用下，生物质燃料燃烧机将火焰由短方形过火管，以高温烟气形式进入输热筒，经右散热箱下部进入散热器，利用“U”形回路完成换热过程。高温烟气在缓慢流动过程中，携带着的灰尘颗粒自动沉降到贮灰管和散热管，剩余少量部分通过出烟管排放到大气中。贮灰管和散热管中的灰尘颗粒和结渣定期手动从清灰门清除。高温烟气在经过输热筒、右散热箱下部、右散热箱上部、散热管、左散热箱时逐渐将热量释放到换热室。与此同时，换热室内的热空气，经引风机泵入烟叶调制室，泵入速率依据烟叶烘烤工艺进行调控。

2 提高散热效率系统的设计

2.1 散热系统的结构

该热交换器散热系统包括输热筒及其散热片、右散热箱下部及其散热片、右散热箱上部集成及其散热片、21根3层排列的 76mm 散热钢管、左散热箱构成。

2.2 散热系统的工作原理

生物质燃料在燃烧机中燃烧，在供气装置作用下，形成沸腾燃烧火焰，随气流由过火管进入换热器，换热器将生物质能转变成空气热能，空气热能在风机的作用下，被送入烟叶调制室进行烟叶烘烤。

3 积灰和结渣清除系统的设计

3.1 积灰和结渣清除系统的结构

生物质颗粒燃料在燃烧时产生的高温烟气进入热交换器后，很容易在输热筒、散热箱及散热管上产生积灰和结渣。积灰和结渣如果不及时清除，不仅导致换热效率的降低，同时会造成换热器构件的腐蚀，从而降低换热器的使用寿命。

3.2积灰和结渣清除系统的工作原理

该换热器由5个主要散热单元构成，其中输热筒、散热箱右下部和散热箱右上部中的积灰或结渣在重力沉降作用下落入贮灰管，并从贮灰管清灰门人工清除，而3组平行排列及左散热箱体中产生的积灰或结渣通过左散热箱体上的清灰门进行人工手动清除（图3）。左散热箱体上的清灰门进行人工手动清除。

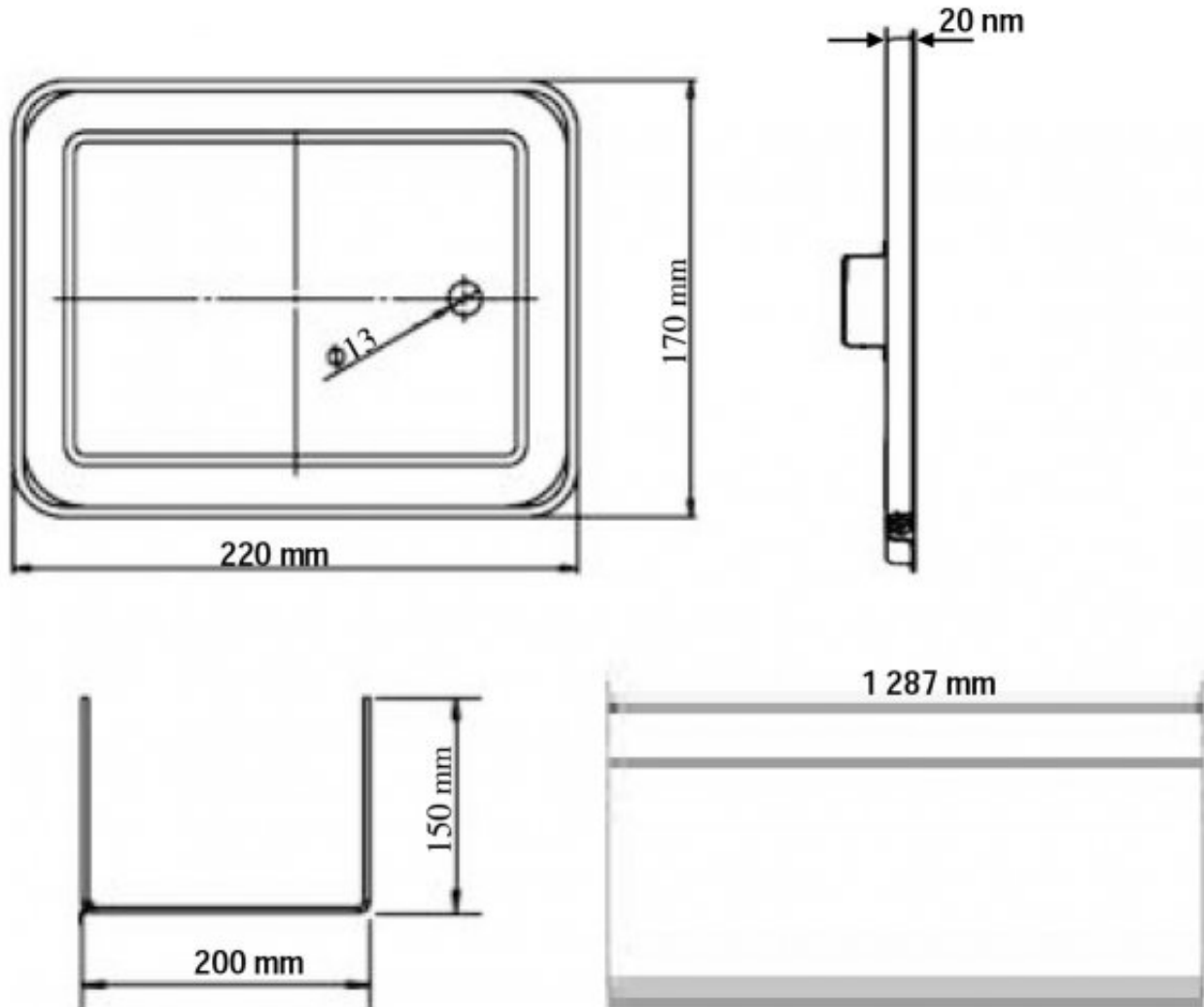


图3 清灰门和贮灰门结构

4密封方案的设计

为了避免换热室的热空气向外界泄露，以及换热器部件连接处发生高温烟气泄露，设计了密封方案。输入同前端焊接方形过火管，便于与换热室墙体基建，连接部用混凝土密封。换热器的输热筒、散热箱右下部、散热箱右上部、21根散热管及左散热箱各连接处均焊接密封，无虚焊，焊后修磨焊疤并进行倒钝处理。

5结论

- 1) 该密集烤房用生物质能换热器结构简单、便于安装搬运、可靠性高，可以满足以生物质成型燃料为热能的换热要求。通过在输热筒、散热箱上焊接大量散热片，加上回路设计以及增加散热管孔径从而大大提高换热器的换热效率。
- 2) 该换热器可以实现在不停止工作的条件下有效清除输热筒及散热管上的积灰和结渣。另外，输热筒使用耐酸钢，散热箱及散热管均使用304不锈钢，大大提高换热器的耐腐蚀性，有效提高设备的使用寿命。

3) 该设备的推广应用有助于提高农林废弃资源的综合利用和烤烟清洁生产水平。

参考文献：

- [1] 宋朝鹏,贺帆,王战义,等.提高烤房热能利用率的途径初探[J].安徽农业科学,2008,36(18):7743-7744.
- [2] 宋朝鹏,孙福山,许自成,等.我国专业化烘烤的现状与发展方向[J].中国烟草科学,2009,30(6):73-77.
- [3] 宫长荣,陈江华,吴洪田,等.密集烤房[M].北京:科学出版社,2010.
- [4] 肖艳松,李晓燕,李圣云,等.不同类型的烤房烘烤效果比较[J].烟草科技,2009(2):61-63.
- [5] 罗娟,侯书林,赵立欣,等.典型生物质颗粒燃料燃烧特性试验[J].农业工程学报,2010,26(5):220-226.
- [6] 韦忠,高华军,范东升,等.生物质颗粒燃料烘烤烟叶的效果分析[J].南方农业学报,2017,48(12):2228-2233.
- [7] 蒋笃忠,陈洪浪,何阳,等.生物质颗粒燃烧炉在密集烤房上的应

- 用[J].农学学报,2017,7(8):82-86.
- [8] 许锡祥,陈承亮,吕作新,等.几种新型密集烤房烘烤效果比较[J].中国烟草科学,2017,38(5):82-86.
- [9] 武圣江,杨秀祥,李明,等.我国烤烟烘烤突出问题和解决思路探讨[J].江苏农业科学,2014,42(2):232-234.
- [10] 王文超,贺帆,徐成龙,等.烟叶烘烤节能技术研究进展[J].南方农业学报,2011,42(10):1267-1270.
- [11] 王翠苹,李定凯,王凤印,等.生物质成型颗粒燃料燃烧特性的试验研究[J].农业工程学报,2006,22(10):174-177.
- [12] 刘圣勇,刘小二,王森,等.Ⅱ型生物质成型燃料锅炉的研制[J].农业工程学报,2007,23(12):100-104.
- [13] 姚宗路,赵立欣,RONNBACK,等.生物质颗粒燃料热性及其对燃烧的影响分析[J].农业机械学报,2010(1):97-102.
- [14] 顾怀胜,曾中林,王邦,等.烤烟秸秆固体成型燃料的工艺优化[J].安徽农业科学,2013,41(5):2263-2265.
- [15] 霍丽丽,孟海波,田宜水,等.粉碎秸秆类生物质原料物理特性试验[J].农业工程学报,2012,28(11):189-195.
- [16] 袁艳文,赵立欣,孟海波,等.玉米秸秆颗粒燃料抗结渣剂效果的比较[J].农业工程学报,2010,26(11):251-255.
- [17] 马孝琴,骆仲决,方梦祥,等.添加剂对秸秆燃烧过程中碱金属行为的影响[J].浙江大学学报,2006,40(4):599-604.
- [18] BHATTACHARYA S P,HARTTING M. Control of agglomeration and defluidization burning high-alkali,high-sulfur lignites in a small fluidized bed combustors effect of additive size and type and the role of calcium[J].Energy and fuels,2003,17:1014-1021.
- [19] 刘立果,张学军,刘云,等.生物质燃料热风炉换热器的设计与研究[J].中国农机化学报,2016,37(9):204-207.
- [20] 张江勇,孙桓五,李戟,等.生物质热风炉换热器结构优化与分析研究[J].农机化研究,2013(3):237-241.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/173260.html>