

稻麦打捆秸秆直燃热风炉的研发

闻俊 (上海市农业机械鉴定推广站, 上海 201601)

摘要 对稻麦打捆秸秆直燃热风炉的研发背景、技术上的难点、解决方法和热风炉的组成、功用、特点作了介绍;对所产生的社会效益、经济效益、生态效益以及市场前景和推广价值进行了分析。

关键词 打捆秸秆;直燃;热风炉

中图分类号 S22 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)34-363-04

Research and Development of the Rice Straw Direct Fired Hot Blast Stove

WEN Jun (Shanghai Agriculture Machinery Identification and Extension Station, Shanghai 201601)

Abstract The research background, technical difficulties, the composition, function and characteristics of the rice and wheat straw direct fired hot blast stove were introduced. The social benefit, economic benefit, ecological benefit and market prospect were analyzed.

Key words Straw bale; Direct combustion; Hot blast stove

高效、节能、低碳、环保、安全、可靠的产品是国家、政府倡导的,也是深受广大民众喜爱的。稻麦打捆秸秆直燃热风炉就是具有以上特点的农业机械产品,为秸秆的综合利用开辟了新途径,新用途,是把秸秆变废为宝的新型产品。

1 研发背景

农业生产中的秸秆处理是一项非常头痛的事情,一烧了之,既污染环境,又浪费资源,还存在着火灾隐患、交通隐患,各级政府投入大量的人力、物力和财力禁止秸秆焚烧,虽取得了一些效果,但这是下策,秸秆的综合利用才是上策。目前秸秆的综合利用有还田做肥料、做饲料喂牛、做燃料发电、做燃料棒等。但这些利用有诸多弊病,秸秆还田做肥料,每个季节都在还田,一是土地承受不了这么多秸秆,二是增加病虫害,影响作物产量,三是影响作物出苗、影响产量,四是隐性污染环境,水稻田的水排放时,还田秸秆腐烂的水一起排放,造成隐性环境污染。做饲料喂牛成本高,秸秆消耗量少。做燃料发电,秸秆的收集、运输等成本高。做燃料棒,投入大,工艺复杂,性价比不高。为了就地取材、因地制宜对秸秆进行利用,笔者研发并初步试制成功了稻麦打捆秸秆直燃热风炉。

2 技术上的难点及解决方法

将稻麦打捆秸秆直燃热风炉用在谷物干燥上,必须解决3个技术难题。一是秸秆燃烧后产生大量的烟尘,如何处理不造成环境污染和对被干燥谷物的污染;二是秸秆燃烧的热效能不高,如何提高热效能,有效地对谷物进行干燥;三是如何控制被干燥谷物所需的温度,种子所需的干燥温度一般在38~42℃,商品粮所需的干燥温度一般在45~55℃。

首先在炉膛的设计上,使烟尘与热风分离,保证有害物质不进入干燥机,确保被干燥谷物不受污染。在烟道的设计上,采用多级弯道,以降低烟尘排放速度,再经过多道喷淋使烟尘沉降到烟尘收集器里,使烟尘排放符合有关法律法规和国家标准规定的要求,从而保证环境不受污染和被干燥谷物不受污染。

相同质量的煤、柴油和秸秆其燃烧产生的热效能,秸秆是最低的,如何提高热效能,有效地对谷物进行干燥,设计上炉膛的容积增大,比一般燃煤热风炉的炉膛容积大三分之一左右,再在内部增加、布置若干吸热片,用于吸收热量和储存热量,解决了热效能低的问题,保证有足够的热能有效地对谷物进行干燥。

采用温度传感器和二次仪表的温度显示,监察热风炉热风输出的热风温度,采用热风控制阀门、温度传感器和二次仪表等,把温度控制在被干燥谷物所需的温度。

3 稻麦打捆秸秆直燃热风炉的组成和各部分作用

3.1 热风炉的组成 热风炉由燃烧系统、控制系统、热风输出系统、烟尘排放处理系统四大系统组成,见热风炉示意图(图1)。

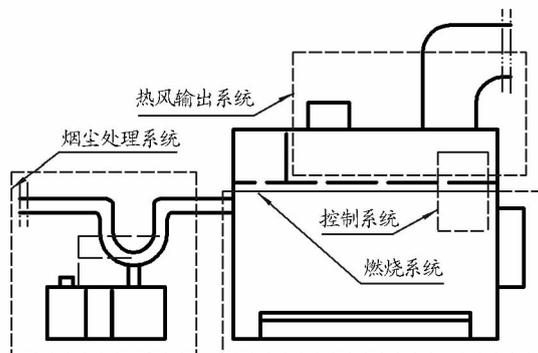
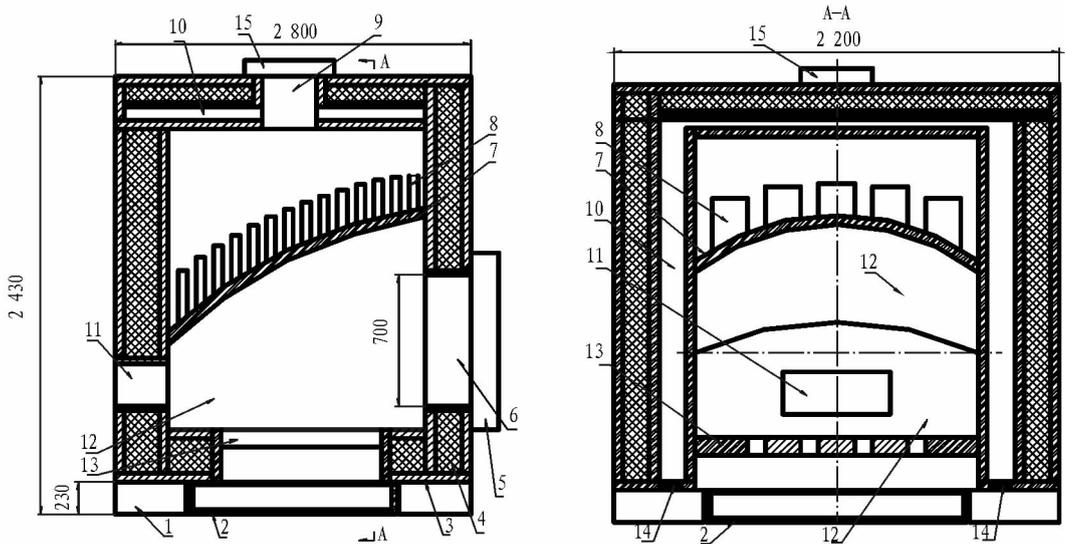


图1 热风炉示意

3.2 各个系统的构成和作用

3.2.1 燃烧系统。燃烧系统主要由炉膛、保温隔热层、炉门、草木灰承接盘等组成。燃烧系统的作用是把农田中收集到打好捆的秸秆直接放到热风炉炉膛内燃烧,产生热量,供给谷物干燥机干燥谷物。其组成部分的功用是:①炉膛。在设计时增大其容积,使秸秆草捆有足够的燃烧空间,产生热量。②保温隔热层。燃烧产生的热量不外泄和防止烫伤等发生。③炉门。在设计时开口要大些,便于秸秆草捆送入炉膛。④草木灰承接盘。设计时考虑不少于2个,交替承接秸秆燃烧后的草木灰,使其有充分的冷却时间和便于清理草木

灰。热风炉结构示意图见图2(已获国家专利,专利号 ZL 2015 2 0107686.4)。



注:1.底脚;2.承接盘;3.外壁;4.保温隔热层;5.炉门;6.炉口;7.炉膛顶部;8.吸热储热片;9.热风输出口;10.通风道;11.烟尘输出口;12.炉膛;13.炉膛底部;14.通风道进口;15.热风机。

图2 热风炉结构示意图

3.2.2 控制系统。控制系统由温度传感器、二次仪表、控制按钮、控制箱体等组成。控制系统的作用是使各工作部件正常工作和把温度控制在被干燥谷物所需的温度。组成部分的功用是:①温度传感器。实时测量热风输出系统等的温度,反馈到二次仪表。②二次仪表。显示各个传感器测得的数据。③控制按钮。根据温度显示,需要控制风门大小、增加或减少热风风量,起到控制温度的目的。④控制箱体。安装各种控制元器件等。

3.2.3 热风输出系统。热风输出系统主要由热风机、热风控制阀门、吸热储热片、热风输送管道等组成。热风输出系统的作用是把吸收和储存的热量有效地送到谷物干燥机干燥谷物。其组成部分的功用是:①热风机:把热量通过热风输送管道输送到谷物干燥机。②热风控制阀门:控制风门大小,调节热风风量。③吸热储热片:吸收和储存热量,是提高热效能的关键。

3.2.4 烟尘排放处理系统。烟尘排放处理系统主要由吸烟尘风机、水泵、水箱、喷淋系统、烟尘收集器、过滤装置、进水口、排水口、烟尘清理口等组成。

烟尘排放处理系统的作用是对秸秆燃烧过程中产生的烟尘进行处理,使烟尘的排放符合有关法律法规和国家标准规定的要求。其组成部分的功用是:①吸烟尘风机。把秸秆燃烧过程中产生的烟尘吸入烟道中,同时作为燃烧风机助燃。②水泵。为喷淋系统提供有一定压力的水源。③水箱。储存水和循环水回收。④喷淋系统。对有热量的烟尘进行冷却和使烟尘沉降到烟尘收集器中,保护环境。⑤烟尘收集器。收集被喷淋系统处理掉的烟尘和废水。⑥过滤装置。把烟尘收集器中的废水进行过滤,回到水箱循环利用。⑦进水口。水箱首次注水或清理水箱后注水。⑧排水口。清理水箱后排水等。⑨烟尘清理口。方便清除沉淀的烟尘。烟

尘排放处理系统见图3(已获国家专利,专利号 ZL 2015 2 0107524.0)。

4 稻麦打捆秸秆直燃热风炉特点

4.1 高效、节能 由于设计构思的巧妙、合理,一台热风炉能带多台批式循环谷物干燥机,效率高;在喷淋系统设计时,已考虑了喷淋用水的循环利用,节水、节能;就地取材、变废为宝,减少了煤、油等资源的消耗,效率高、能耗少。

4.2 低碳、环保 由于对烟尘的排放进行了有效的处理,排放符合有关法律法规和国家标准的规定,无环境污染,低碳;且烟道与热风分离,被干燥谷物的无污染,低碳、环保。

4.3 安全、可靠 采用保温材料 and 保温设计,热量外传少,防止烫伤事故的发生;采用2个托盘,用来交替承接秸秆燃烧后的草木灰,使其有充分冷却时间和便于清理,防止烧伤事故的发生,安全、可靠。

4.4 操作简单方便、实用性强、效果好 秸秆是就地取材的,打好捆的秸秆可直接送入炉中燃烧,无需任何再加工,成本低;炉膛内秸秆燃烧后,只需向炉膛内添加成捆秸秆,清理秸秆燃烧后的草木灰即可。操作简单方便,能对种子、商品粮等谷物干燥,不影响谷物干燥周期和干燥性能,实用性强、效果好。

5 社会效益、经济效益、生态效益

5.1 社会效益 一方面,每年全国各地由于秸秆的焚烧,由此引发的火灾、交通事故等损失巨大,政府投入大量的人力、物力和财力禁止和监督秸秆的焚烧,特别是在召开重大会议、重大赛事时,投入更大;另一方面,可利用的资源造成大量浪费,污染环境,破坏生态。稻麦打捆秸秆直燃热风炉为秸秆的综合利用开辟了新途径,为谷物干燥机干燥谷物提供了新能源,直接能创造经济效益,同时,大量节约煤、油等资源。

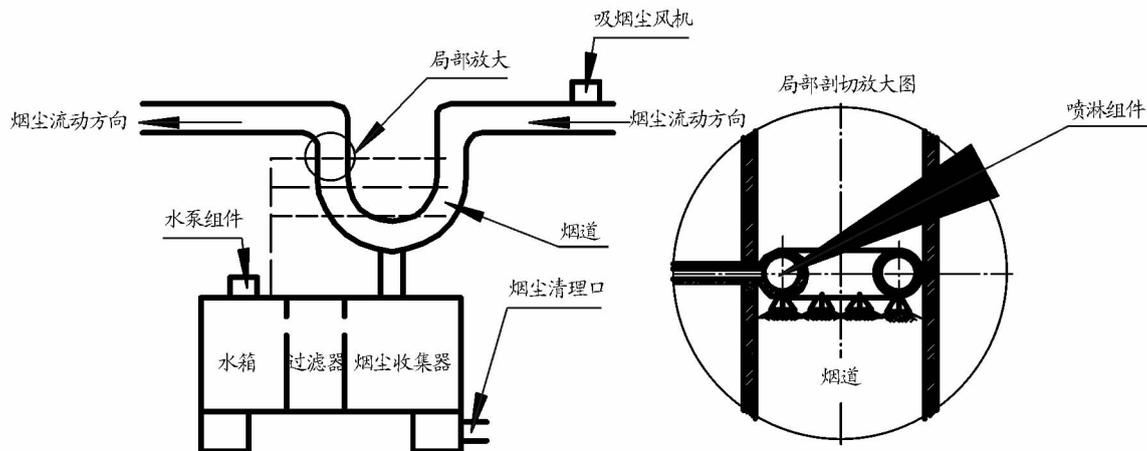


图3 烟尘排放处理系统示意

5.2 经济效益 经上海三村水稻专业种植合作社对该热风炉初试的情况分析,一台燃烧打捆秸秆的热风炉,带3台批式循环谷物干燥机(每台12 t)。

从2014年10月22日至11月16日,25 d内,共干燥了约900 t水稻(每24 h干燥36 t水稻),燃烧了水稻秸秆约176 t,按水稻秸秆产量 9.0 t/hm^2 计算,处理了约 20 hm^2 的水稻秸秆。如果燃煤或燃油,每干燥12 t水稻,需耗煤约0.4 t或耗油约200 L,干燥900 t水稻,可节约煤约30 t或油约15 000 L。按煤0.96元/kg计,节约人民币28 800元;按柴油6.8元/L计,节约人民币102 000元。

从2015年5月20日至6月9日,20 d内,共干燥了约720 t小麦,(每24 h干燥36 t小麦),燃烧了麦秸秆约106 t,按麦秸秆产量 6.0 t/hm^2 计算,处理了约 17.67 hm^2 的麦秸秆。如果燃煤或燃油,每干燥12 t小麦,需耗煤约0.4 t或耗油约200 L,节约煤约24 t或油约12 000 L。按煤0.96元/kg计,节约人民币23 040元,按柴油6.8元/L计,节约人民币81 600元。经济效益一目了然。

5.3 生态效益

5.3.1 稻麦秸秆处理量大且快。该热风炉一次燃烧水稻秸秆3~4捆,48~64 kg(按水稻秸秆每捆16 kg计),10 min左右向炉内添加一次水稻秸秆3~4捆,1 h燃烧水稻秸秆20捆左右,水稻秸秆重约320 kg,按22 h为一个干燥周期,可燃烧了水稻秸秆440捆左右,处理了水稻秸秆重约7 040 kg,按水稻秸秆产量 9.0 t/hm^2 计算,即(每天)可处理约 0.8 hm^2 的水稻秸秆,同时可干燥水稻36 t。一次燃烧小麦秸秆3~4捆,36~48 kg(按麦秸秆每捆12 kg计),10 min左右向炉内添加一次小麦秸秆3~4捆,1 h燃烧了小麦秸秆20捆左右,处理了麦秸秆重约240 kg,按22 h为一个干燥周期,可燃烧小麦秸秆440捆左右,处理了麦秸秆重约5 280 kg,按麦秸秆产量 6.0 t/hm^2 计算,即可(每天)处理约 0.87 hm^2 的麦秸秆,同时可干燥小麦36 t。

每干燥水稻或小麦36 t,每天可处理稻秸秆约 0.8 hm^2 或麦秸秆约 0.87 hm^2 。处理量大且快、效果好,解决了秸秆利用的时间约束紧、茬口时间短的农时问题。同时为环境保

护、生态保护、节省资源做出了巨大贡献。

5.3.2 综合利用、副产品是有机钾肥。秸秆燃烧后产生的草木灰是有机钾肥,可直接施放到农田,也可和鸡鸭、羊等畜禽粪共施,以壮肥力,无污染;草木灰还可对蚜虫(一种粘附在农作物叶片上的,吸取叶片养分的害虫)进行有效防治,可减少农药的喷销量。

5.4 效益分析 综合来看,稻麦打捆秸秆直燃热风炉的应用社会效益巨大,生态效益良好,经济效益可观。大量节约了煤、油等资源,减轻了农民的支出和负担;最主要的是为秸秆综合利用开辟了新途径,解决了秸秆焚烧造成的种种危害,变废为宝、就地取材,大大减少了长距离运输成本,增加了农民收益。同时也解决了因灾害性天气收获的粮食不能及时干燥而造成霉烂,使粮食大量损失。

6 对稻麦打捆秸秆直燃热风炉的进一步改进和提升

稻麦打捆秸秆直燃热风炉的开发、设计、试制,是项利国利民、惠及百姓、造福人类、造福子孙后代的工作,希望能得到政府和有关部门政策的扶持和财力的支持,进一步改进和提升。

对该热风炉进行进一步优化设计和改进,使热风炉的使用燃料范围更加广泛,除了稻麦秸秆外,对玉米秸秆、油菜秸秆、棉花秸秆、大豆秸秆等,特别是对农业生产中废弃的各种藤蔓进行有效处理,使其变废为宝;同时改善农业环境,增加农民收入。

在烟尘的排放、热效能的利用、使用的材料等方面加以进一步的研究,使其更环保、更有效、更合理。

在机具的整体布局、外观质量、部件间的协调等方面加以改进,使外观、涂漆质量、漆膜附着力等符合JB/T 1615、JB/T 9832.3、JB/T 5673标准的要求,使其布局更合理,外观美观大方、部件间更有协调性。

在制造、加工工艺上加以改进。热风炉的生产需要大量的优质钢材和机械加工、焊接加工等。改进用数控机床加工零部件、焊接机器人完成焊接加工等。改进工艺工装和加工设备,可大幅提升产品质量,缩短制造周期,提高生产效能,降低生产成本,减轻劳动强度,增加经济效益。

在产品试制完成后,能得到权威部门的科学检测和鉴定,相关指标符合国家标准、行业标准的要求。烟尘排放浓度,城市 $\leq 100 \text{ mg/Nm}^3$ 、县城 $\leq 250 \text{ mg/Nm}^3$ 、农村 $\leq 350 \text{ mg/Nm}^3$;粉尘浓度 $\leq 10 \text{ mg/m}^3$;风机噪声 $\leq 90 \text{ dB(A)}$ 、工作间噪声 $\leq 85 \text{ dB(A)}$ 等。用数据说话,用事实验证。

7 市场前景和推广价值

根据《2009年上海统计年鉴》,2008年上海粮食作物播种(复种)面积为 17.45 万 hm^2 ,其中,麦子种植面积为 5.34 万 hm^2 、水稻种植面积为 10.86 万 hm^2 、油菜种植面积为 1.43 万 hm^2 。据测算,2008年上海市粮油作物秸秆产量约为 130 万 t ,其中,麦子秸秆产生量约为 24.62 万 t 、水稻秸秆产生量约为 91.89 万 t 、油菜秸秆产生量约为 13.16 万 t 。预计在2015年之前,上海市秸秆产量将保持在约 $120 \text{ 万} \sim 130 \text{ 万 t}$ 。这些秸秆如何处置是个问题。

首先,实现秸秆全量还田,须配置大功率农业机械,并增加作业量。据测算,还田作业,单位面积成本 675 元/hm^2 ,多增加一次还田作业,单位面积成本增加 600 元/hm^2 ,给经济效益本来就低的农业及收入较低的农民增加了压力。此外,秸秆在腐熟过程中还产生甲烷等气体,不利农作物生长,需另行施加氮肥予以中和。

其次,有机肥利用成本高出其他原料,价格缺乏竞争力。目前,秸秆收购价格为 $400 \sim 440 \text{ 元/t}$ (到厂价格,包括收集、运输成本),且有机肥生产企业还需将秸秆粉碎加工后才能加以利用,这使得秸秆粉的成本约 1428 元/t ,而使用麦糠粉的价格仅为 1000 元/t 左右,由此大大降低了有机肥生产企业利用秸秆的积极性。

再次,建立秸秆收集、储运系统的难度较大。秸秆堆积密度远低于木质材料,长距离运输不仅效率低且成本高。秸秆若要集中处置,需有堆场等配套设施,在土地资源紧张的地区,难以配置专门堆放场所,且堆放场所的安全也是个问题。

第四,秸秆利用的时间约束非常明显。秸秆产生时间主

要集中在 $5 \sim 6$ 月和 $10 \sim 11$ 月,尤其是“三夏”期间,由于茬口时间短(收种间隔仅 10 d 左右),快速收集、处理秸秆的时限要求特别紧张。归集秸秆需要大量的劳动力,特别是上海农业劳动力不仅成本高,且较为紧缺,“三夏”季节尤为明显。

稻麦打捆秸秆直燃热风炉能解决上述问题。秸秆无需还田或做有机肥,当地的种粮大户、粮食种植专业合作社、大型粮库等用秸秆作燃料来干燥粮食,可就地取材,秸秆的收集处理与粮食的干燥时间在同一时期,用打捆机打捆后,直接送附近的种粮大户、粮食种植专业合作社等作燃料来干燥谷物,简单、方便,处理秸秆量大且快,既解决了秸秆还田或做有机肥带来的各种弊病,还可解决运输成本高、储运难度大、需有堆场、茬口时间短、劳动力紧缺等问题。同时可大量节约煤、油等资源,增加农民收入和相关企业的经济效益,为秸秆综合利用开辟了新途经和新用途,解决了秸秆焚烧造成的种种危害。稻麦打捆秸秆直燃热风炉的使用,在解决自身的烟尘排放、热效能等问题后,对农业大省乃至全国农村的秸秆综合利用,起到不可估量的作用,具有广阔的市场前景和极高的推广价值。

8 结语

我国是农业生产大国,每年有大量的粮食丰收,但与此同时也产生了大量的秸秆。秸秆年年禁年年烧,是个难以解决的问题。稻麦打捆秸秆直燃热风炉可以有效解决因秸秆焚烧或废弃而带来的环境污染,保护生态环境,提高土地地力;可以促进秸秆的资源化、商品化和产业化利用,发展循环经济,增加农民收入,对促进社会主义新农村建设、打造绿色、生态和低碳的新农村,具有重要的现实意义,是项利民、造福百姓、造福子孙后代的工作。

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业部. 热风炉质量评价规范:NY/T464-2001[S]. 北京:中国标准出版社,2001.
- [2] 上海市发展和改革委员会,上海市农业委员会. 上海市秸秆综合利用规划(2010年-2015年)[A]. 2010.

(上接第354页)

3 结语与讨论

根据在实验室实际测出的个参数值,利用Curve软件模拟分析,可得出拟合方程式以及式中各系数值和较高的拟合度,从而通过该拟合方程式便可以计算出各压力下的参数值,为其提供理论依据。

参考文献

- [1] 宋会江. 扇形喷嘴的雾化特性研究[J]. 连铸,2011(3):31-33.

- [2] 周俊虎,周林华,杨卫娟,等. 新型扇形雾化喷嘴的实验研究[J]. 过程工程学报,2007,7(4):652-656.
- [3] 林翔,刘桓龙,王国志,等. 扇形喷嘴的低压射流特性研究[J]. 机床与液压,2015(3):164-167.
- [4] 杨学军,严荷荣,周海燕,等. 扇形雾喷嘴的试验研究[J]. 中国农机化,2005(1):39-42.
- [5] 林翔. 扇形喷嘴的高压射流特性研究[D]. 成都:西南交通大学,2014.
- [6] 张晓东,董志国,郝鹏飞,等. 扁平扇形喷嘴设计及试验研究[J]. 机械设计与研究,2008,24(1):89-92.
- [7] 池保华,仲伟聪,杨国华,等. 气动扇形喷嘴雾化特性的实验研究[J]. 火箭推进,2013,39(3):38-43.