

热泵型太阳能密集烤房烘烤节能途径探讨

彭宇¹, 王刚^{2*}, 马莹¹, 何兵², 李家俊³, 陈风雷³,
王丰³, 杨双剑³, 周长华², 邵忠顺¹, 曹鹏¹, 吴良学¹

(1. 贵州省黔西南州烟草公司, 贵州 兴义 562400; 2. 英美烟草远东烟叶有限公司,
云南 昆明 650011; 3. 贵州省烟草公司, 贵州 贵阳 550004)

摘要: 为了探索节能减排的烤烟烘烤模式, 2009—2010年, 在贵州省黔西南州兴义市修建了2栋热泵太阳能密集烤房, 并进行了烤烟烘烤节能试验。每栋烤房可装鲜烟叶3500 kg, 烘烤烟叶质量与普通密集烤房相当。使用热泵烘烤烟叶(CK), 每千克干烟叶耗电3.08 kW·h, 能耗成本为1.40元。使用热泵并利用太阳能作为辅助能源, 则每千克干烟叶能耗成本较对照节省24.29%。使用热泵供热, 并利用太阳能, 同时将排湿热循环利用, 则每千克干烟叶能耗成本为0.94元, 与CK相比, 能耗成本节省达32.86%。结果表明, 热泵型太阳能密集烤房烘烤烟叶质量好, 节能效果显著。

关键词: 热泵; 太阳能; 密集烤房; 烘烤; 节能; 烤烟

中图分类号: S572 S214.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)08-0215-04

Discussions on Energy Saving Ways of Heat Pump and Solar Energy Bulk Curing Barn

PENG Yu¹, WANG Gang^{2*}, MA Ying¹, HE Bing², LI Jia-jun³, CHEN Feng-lei³,
WANG Feng³, YANG Shuang-jian³, ZHOU Chang-hua², SHAO Zhong-shun¹,
CAO Peng¹, WU Liang-xue¹

(1. Tobacco Corporation in South West of Guizhou, Xingyi 562400, China;

2. British American Tobacco Far East Leaf Co., Ltd., Kunming 650011, China;

3. Tobacco Corporation of Guizhou, Guiyang 550004, China)

Abstract: In 2009—2010, two heat pump and solar energy bulk curing barns were built and used in south west of Guizhou. Using solar energy could increase loading room temperature from ambient temperature to 48°C. When the heat pump was used for curing tobacco (control), power consumption and energy cost per kg dry leaf were 3.08 kW·h and 1.40 yuan, respectively. By using heat pump and solar energy together, energy cost per kg dry leaf was 1.06 yuan, saving 24.29% compared to the control. While using heat pump and solar energy accompanied by recycling use of exhausted hot moisture, energy cost per kg dry leaf was 0.94 yuan, saving 32.86% compared to the control. With development and improvement of heat pump technology and solar energy utilization technology, heat pump and solar energy bulk curing barn as a new energy saving way will have a good promotion prospect.

Key words: Heat pump; Solar energy; Bulk curing barn; Curing; Energy saving; Flue-cured tobacco

贵州省黔西南州是国内著名的优质烤烟产区, 年产烤烟达4万t。是国家烟草专卖局规划制定的特色烟区、优质烟叶储备区及潜力烟区之一。黔西

南州位于贵州省西南部, 属珠江水系南北盘江流域, 地处黔、滇、桂三省区结合部。位于东经104°35′—106°32′, 北纬24°38′—26°11′, 是云贵高原边缘山地

收稿日期: 2011-01-21

基金项目: 中国烟草总公司贵州省公司科技项目

作者简介: 彭宇(1972-), 男, 贵州六盘水人, 本科, 主要从事烤烟生产与收购管理。E-mail: pengyu215@msn.com

*通讯作者: 王刚(1964-), 男, 贵州湄潭人, 本科, 主要从事烤烟生产与研究。E-mail: georgewang1964@sohu.com

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

向广西丘陵地过渡的斜坡地带,深居内陆,日照充分,降水充足,霜期短,气温变化小,常年温暖湿润,属亚热带季风湿润气候,气候资源得天独厚。全州热量充足,常年年均气温 13.6~19.6℃,年平均日照时数为 1436~1648 h,年太阳辐射总量为 4100~4600 MJ/m²,是贵州省最温暖、光照最充足的地区。在烟叶烘烤季节 7—9 月日照时数为 400 h 以上,其中兴义市达最高,为 474 h,较云南玉溪、蒙自同期日照时数还多^[1]。

目前,黔西南州烤烟烘烤均采用煤炭作为燃料。使用煤炭作燃料,需要向空气中排放大量 CO₂ 等温室气体,且煤是一种不可再生的能源。如能充分利用黔西南州的光、热资源,修建热泵太阳能烤房,利用电能作为主要能源,将太阳能作为一种辅助能源,实为一种节能减排的有益尝试。

2009—2010 年,在黔西南州兴义市修建了 2 栋高温热泵型太阳能密集烤房,并开展了 2a 的烤烟烘烤节能试验。

1 材料和方法

1.1 热泵太阳能密集烤房修建

2009 年在兴义市万屯镇盘新烟叶工场修建 2 栋热泵型太阳能密集烤房。2010 年 7 月对其进行了优化设计和改造。烤房装烟室规格为 2.6 m×6 m,其内部结构与气流下降式卧式密集型烤房相同,共 2 路、3 层,每炕可装烟叶约 360 竿,3 500 kg 鲜烟叶。

1.2 热泵太阳能密集烤房设备材料

采用高温热泵主机,向烤房提供主要热源。12 kW 电加热管,作为辅助电加热设备。太阳能加

热室采用 8 m×2.1 m 阳光板作为透光材料,黑色金属板作为吸热设备,保温棉作为保温隔热材料,370 W 耐高温风机作为太阳能加热室循环风机,普通百叶窗作为太阳能加热室进风口。采用烤烟烘烤自动控制系统及太阳能温差控制系统对烘烤及太阳能的利用进行自动或手动控制。烤房墙体采用 10 cm 厚夹芯彩钢板建成,保温隔热效果良好。

1.3 烘烤试验处理

2009—2010 年,采用云烟 87 品种下部、中部及上部烟叶在 2 栋热泵型太阳能密集烤房内进行烘烤,共烘烤烟叶 14 炕(次)。

分别利用高温热泵(CK)、高温热泵+太阳能、高温热泵+太阳能+排湿热循环利用 3 种方式烘烤烟叶,比较不同组合方式节能效果。并与普通密集烤房烘烤烟叶质量进行比较。

1.4 热泵太阳能密集烤房结构及工作原理

热泵太阳能密集型烤房的主要构成为:烤房装烟室;太阳能加热/供热系统;热泵供热系统;通风排湿系统;自动化温湿度控制系统;太阳能温差控制系统。

热泵太阳能密集烤房结构及工作原理见图 1。使用时,启动热泵,热泵吸收空气中的热量进入烤房加热室内。太阳能加热室通过阳光板吸收阳光,将光能转化为热能,加热黑色吸热板及空气,通过开启太阳能加热室循环风机,太阳能加热室进风门自动开启,形成小循环,将加热的空气送入烤房加热室。通过烤房循环风机将热空气送入装烟室内,热空气通过烟层后向下,返回烤房加热室进行循环。分别使用后排湿口或前排湿口,对排湿热进行循环利用或不利用。

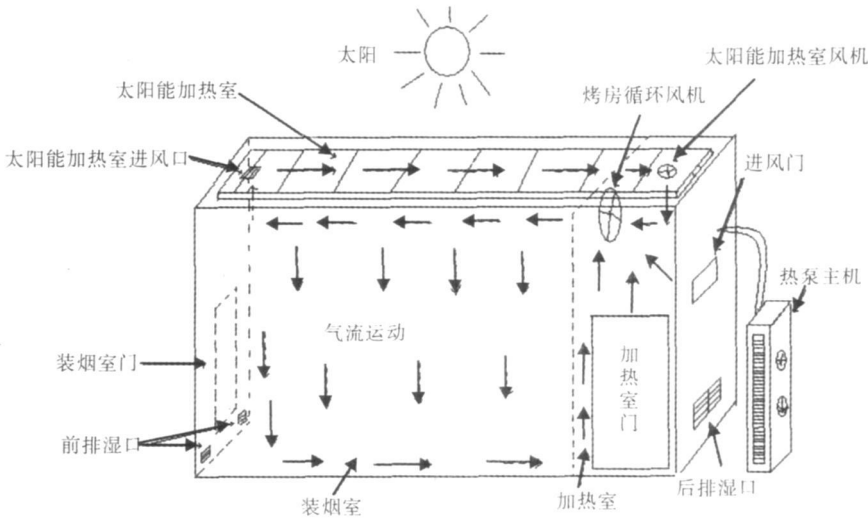


图 1 热泵太阳能密集烤房结构示意图

2 结果与分析

2.1 热泵太阳能烤房升温性能检测

在晴天时, 同时使用热泵、辅助电加热及太阳能对空载烤房升温性能进行了检测。检测升温性能时关闭进风门, 不排湿。

由表 1 可以看出, 烤房装烟室温度由室温升至 80.0℃, 用时 27 min, 耗电 9 kW·h。表明烤房升温性能良好, 升温灵敏、升温强度足够。另外, 太阳能加热室最高温度可达 120℃, 表明太阳热能潜力巨大, 热效率高。

表 1 热泵太阳能密集烤房升温性能

装烟室温度/ ℃	时间	电表读数/ (kW·h)	太阳能加热室 温度/℃
34.4	12:54	4751	120.0
39.6	12:56		118.0
51.4	12:59	4752	92.0
55.0	13:00		89.6
60.0	13:02		83.6
65.0	13:03	4754	82.5
72.0	13:08		79.7
75.0	13:11	4757	79.9
78.0	13:16		80.5
80.0	13:21	4760	83.0

2.2 太阳能对装烟室的升温效果检测

只使用太阳能, 对空载烤房装烟室升温性能进行了检测。检测时开启太阳能加热室风机及烤房循环风机, 关闭进风门, 不排湿, 观察太阳能对装烟室的升温强度和灵敏度。检测结果见表 2。

由表 2 可以看出, 在晴天中午时段, 只利用太阳能, 也可使烤房装烟室温度升至 48.0℃, 用时 78 min。升至最高温度后, 由于太阳能逐渐减弱, 装烟室温度逐渐下降。

表 3 热泵太阳能密集烤房与普通密集烤房调制(中部)烟叶化学成分比较

烤房类型	烟碱/%	总糖/%	全氮/%	磷/%	钾/%	粗蛋白/%	氯/%	淀粉/%
热泵太阳能烤房	2.32	23.5	1.88	0.21	1.58	8.61	0.54	4.96
普通密集烤房	2.30	23.2	1.85	0.22	1.67	8.51	0.61	5.38

2.5 热泵太阳能密集烤房烘烤节能效果

普通密集烤房每千克干烟叶能耗成本为 1.35 元。由表 4 可以看出, 使用热泵(CK)烘烤, 每千克干烟叶耗电量平均为 3.08 kW·h, 能耗成本稍高, 为 1.40 元。但使用热泵与利用太阳能结合, 可节省能耗成本 24.29%。如果使用热泵与利用太阳能结合, 同时将排出的湿热空气加以循环利用, 每千克干烟叶能耗成本则为 0.94 元, 可节省能耗成本达

表 2 热泵太阳能密集烤房空载时太阳能对烤房装烟室的升温效果

装烟室温度/ ℃	时间	太阳能加热室 温度/℃
26.8	11:37	78.0
30.8	11:40	75.0
32.8	11:41	69.0
35.0	11:46	63.0
38.0	11:52	64.0
40.0	11:56	66.1
45.0	12:28	69.0
47.0	12:46	70.5
48.0	12:55	72.1
47.3	13:18	65.7
47.1	13:24	63.6

2.3 太阳能密集烤房烘烤工艺

为了充分利用太阳能, 针对热泵太阳能密集烤房采用了特殊的烘烤工艺。上炕当晚不启动热泵, 不开循环风机。第 2 天白天如是晴天, 则只使用太阳能, 开启太阳能加热室循环风机及烤房循环风机, 将装烟室温度控制在 38℃以内。如装烟室温度过高, 则关闭太阳能加热室循环风机。在夜间及阴雨天气时, 则开启热泵, 维持烟叶变黄需要的温度。进入定色期及干筋期后, 则开启热泵, 利用太阳能作补充, 必要时同时开启辅助电加热, 维持烟叶变化需要的温度, 直至将烟叶烤干。每炕烟叶通常耗时 5.5~6.5 d。

2.4 热泵太阳能密集烤房烘烤烟叶质量

热泵太阳能密集烤房烘烤烟叶质量与普通密集烤房烘烤烟叶质量一致。烟叶质量好, 桔黄色烟叶比例高、身份适中、油分足、有光泽。由表 3 可以看出, 使用热泵太阳能密集烤房与普通密集烤房烘烤烟叶, 其化学成分非常接近。

32.86%。

表 4 热泵太阳能密集烤房烘烤节能效果比较

烤房热源 利用类型	每千克干烟耗 电量/(kW·h)	干烟能耗成 本/(元/kg)	比对照 节省/%
热泵(对照)	3.08	1.40	—
热泵+太阳能	2.32	1.06	24.29
热泵+太阳能+排湿 热循环利用	2.06	0.94	32.86

3 结论与讨论

试验结果表明,热泵太阳能密集烤房由室温升至 80 0℃ 仅需 27 min,耗电 9 kW·h,表明烤房升温灵敏,保温隔热效果好。烘烤烟叶质量好,与普通密集烤房相当。太阳能利用率高,仅使用太阳能也可使烤房装烟室在空载时最高升温至 48℃。

使用热泵烘烤烟叶,1 kg 干烟叶耗电成本平均为 1.40 元,而普通密集烤房能耗(燃煤+电)成本稍低,平均为 1 kg 干烟叶 1.35 元。但通过使用热泵与利用太阳能结合,1 kg 干烟叶的能耗成本降低 24.29%。如使用热泵与利用太阳能结合的同时,对烤房排湿热加以循环利用,则 1 kg 干烟叶的能耗成本比对照节省 32.86%。

太阳能是巨大的,可以不断再生的、清洁的,是取之不尽、用之不竭的能源。从太阳能的特性和发展状况可以看出,太阳能的利用有着广阔的前景^[2]。

经过改进发展成熟的热泵以其高效回收低温环境中的热能,节能环保的特点,成为当前最有价值的新能源科技之一。空气源热泵可作为无污染的“绿色能源技术”加以推广应用^[3]。

在烤烟烘烤上,使用最新的热泵技术与利用太阳能结合,并对排出的湿热空气加以回收利用,不失为一种崭新的能源利用方式,是节能减排的有效途径。使用热泵与利用太阳能结合用于烤烟烘烤,目前尚处于试验摸索阶段。随着热泵技术的进一步发展和成熟,热泵的热效率会更进一步提高,太阳能的利用技术也日臻完善,建造成本会逐步趋于合理,热泵太阳能烤房的节能、减排效果将更加明显。因此,未来热泵太阳能密集烤房在烤烟烘烤方面的节能环保优势将更加突出,热泵太阳能密集烤房具有一定的应用前景。

参考文献:

- [1] 蒋斌,田野,尚峰,等.黔西南自治州日照时数对烟叶品质的影响分析[C]//马莹,田野,李洪勋.黔西南烟草科技论文集.贵阳:贵州科技出版社,2009:13-19.
- [2] 王君一,徐任学.农村太阳能实用技术[M].北京:金盾出版社,2006:8.
- [3] 王天宁,丁巍.空气源热泵在铁路行业中的应用[J].水电与新能源,2010(5):74-76.

(上接第 214 页)

3 讨论

从试验结果可以看出,用标准玉米样品配制的标准溶液作为参比,测定饲料玉米样品中的微量营养元素,Cu、Mn、Zn、Fe、Mg、K 的标准加入回收率分别是 97.08%、98.44%、99.75%、100.02%、105.00%、101.43%,RSD 在 0.31~2.32,精密度和准确度都较高。

由于标准玉米样品中含有和饲料玉米中同样的微量元素,因此利用本试验建立的方法只需要配制一套标准溶液就可以测定所有微量元素,而传统方法则需要配制所有待测元素的标准溶液,因而新方法降低了测定成本。

用本试验建立的方法测定玉米中的营养元素,依据标准玉米样品和饲料玉米样品的成分基本一致,所配制的标准溶液和饲料玉米样品溶液的基体

元素基本相同,因而在原子吸收测定中标准溶液和样品产生的背景吸收也基本相同,从而减少了测定误差。而且由于不必再消除干扰,可使操作变得相对简单快捷。

与用传统方法配制的标准溶液所测定的结果做对比,本研究建立的方法测定玉米中的营养元素的误差更小,测定结果更接近物质的实际含量,操作简便快捷,可以在饲料生产中广泛运用。

参考文献:

- [1] 张长新,陈阵.我国玉米贸易发展趋势与应对策略[J].经济纵横,2009(4):33-35.
- [2] 刘志.食品营养学[M].北京:中国轻工业出版社,1996:48-49.
- [3] 穆家鹏.原子吸收分析方法手册[M].北京:原子能出版社,1989:26-95.