

# 空气源热泵烤房与生物质新能源烤房对烤后烟叶经济效益的影响

黄宁, 祖庆学, 刘红峰, 周建云, 蔡武, 黄勇辉, 罗明华

(贵州省烟草公司贵阳市公司, 贵州贵阳550002)

**摘要:** 为空气源热泵烤房及生物质新能源烤房的推广提供参考, 比较常规燃煤烤房、空气源热泵烤房及生物质新能源烤房烘烤烟叶的用工成本、能耗成本、烟叶等级及经济性状差异。结果表明: 空气源热泵烤房烤后烟叶经济性状最佳, 上等烟率、中等烟率、橘黄烟率分别达81.00%、19.00%和95.05%, 无下等烟; 用工成本、能耗成本空气源热泵烤房均比生物质新能源烤房和常规燃煤烤房低40%以上, 综合效益提高13%以上。

烟叶调制是烟叶获得优良品质和工业可用性的关键过程, 密集烘烤的推广应用有利于降低烟叶的烘烤难度、减少劳动强度以及节约烘烤成本, 提高烟叶的烘烤质量, 为稳定产区规模、推进“卷烟上水平”提供了强有力的支撑, 取得了良好的社会效益和经济效益。烟叶在烘烤过程中需要消耗大量的能量, 但现阶段密集烤房主要是以煤为燃料, 在其燃烧中产生的SO<sub>2</sub>、粉尘和CO<sub>2</sub>等是大气污染和温室气体

体的主要来源, 且由于烤房升温不均匀易导致烟叶烤坏而造成经济损失<sup>[1]</sup>

。因此, 在烤烟适宜产区进行高效减排新能源密集烤房供热设备的研发与应用, 是顺应绿色、环保、节能、减排的国家需求和减工降本、提质增效的行业需求。新式烤房通过利用太阳能、电能、生物质能等多种新能源应用于烟叶的烘烤调制过程, 有助于减少污染气体的排放, 从而克服传统燃煤式密集烤房存在的碳排放量大、污染环境等弊端; 而且还能够降低能耗、减少用工, 有利于节能、生态、降本生产目标的实现, 并能提高经济效益和烟叶质量, 具有良好的应用发展前景<sup>[2-7]</sup>

。空气

源热泵和新型

生物质密集烤房在烤烟过程

中具有明显的优势, 符合国家能源应用方向和大气污染

防治法<sup>[8-12]</sup>

, 但是空气源热泵及生物质能源烤房的使用在贵阳烟区还未见报道。因此, 以常规燃煤密集烤房为对照, 研究空气源热泵和生物质新能源烤房对贵阳烟区烤烟烘烤成本及经济效益的影响, 探索适合现代烟草农业发展需要的烘烤设备, 以期“省工、节能、环保、高效、安全”的烤烟烘烤设备创新提供可靠的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试烟叶

烟叶为云烟87的中部叶, 采自开阳县龙岗镇同一农户、同一烟地、长相与成熟一致。

### 1.2 烤房

1.2.1 空气源热泵气流下降式烤房 为河南佰衡节能科技有限公司提供, 通过空气与高温高压的制冷剂在冷凝器进行热交换, 被加热的空气经送风口进入烤房与烟叶进行热湿交换, 将烟叶内的水分汽化蒸发, 完成热湿交换的热湿空气受控制器控制或被排出烤房经蒸发器进行热回收, 或再次经冷凝器加热送入烤房的集成系统。电机、风机及自控设备均由河南佰衡节能科技有限公司提供。

1.2.2 生物质能源气流下降式烤房 为辽宁海帝升有限公司提供, 以木屑、烟秆和其他农作物秸秆等生物质材料为原料, 采用生物质颗粒机进行压制代替煤炭燃烧。

1.2.3 普通燃煤气流下降式密集烤房 以燃煤为能源。

### 1.3 试验设计

试验在贵阳市开阳县龙岗烟叶烘烤工场进行, 共3个处理。处理1, 空气源热泵烤房; 处理2, 生物质能源烤房; 对照(CK), 燃煤烤房。每个处理单独烘烟3次, 均采用挂竿装烟。烘烤烟叶取样点为距烤房隔热墙的2.0m、4.0m和6.0

m处，取样各2竿。门及观察窗位置摆放具有代表性的烟叶各1~2竿，便于烘烤过程观察。

#### 1.4 经济性状及成本统计

1.4.1 经济性状 各处理取标记烤后烟叶进行统一初分级、打包。由烟草行业烟叶专业评级员根据烤后烟叶颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分、色度等分级因素，参照烤烟国家分级标准（GB 2635-92）评价烤后烟叶的整体外观质量及等级结构。由抽样烟叶样本推算总体烟叶样本，记录每个处理烤后烟叶的各个等级比例及重量，根据当地烟叶收购价格，统计各个处理烤后烟叶的产值、中上等烟率、橘黄烟率、均价等指标。

1.4.2 用工和能耗成本 统计各处理用工量和所消耗的煤、电和生物质成本。

#### 1.5 数据处理

利用Excel和SPSS对数据进行统计分析。

### 2 结果与分析

#### 2.1 不同烤房烤后烟叶的等级

从表1看出，不同烤房烘烤后上等烟率和橘黄烟率均表现为处理1 > 处理2 > CK，中等烟率表现为CK > 处理1 > 处理2，各处理间差异不显著，下等烟率处理1为0，对照和处理2相差不大。表明，处理1烤后烟叶经济性状明显优于处理2和CK。原因可能是热泵烤房在烘烤过程中表现出稳温优势，不易发生温度波动现象所致。

**表 1 不同处理烤后烟叶的等级**

Table 1 Grade of tobacco leaves cured in three different curing barns %

处理 Treatment	上等烟 First-class tobacco	中等烟 Midium-class tobacco	下等烟 Low-class tobacco	橘黄烟 Orange tobacco
CK	76.65 a	22.10 a	1.25 a	88.21 a
1	81.00 a	19.00 a	0.00 b	95.05 a
2	80.23 a	18.56 a	1.21 a	93.13 a

注：同列不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )，下同。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significance of difference at  $P < 0.05$  level. The same below.

#### 2.2 不同烤房的烘烤成本

从表2看出，用工量处理1的最少，分别比处理2和对照减少用工2.5个和2个；1kg烟叶平均用工成本分别比处理2和对照减少0.57元和0.83元，降幅为40.14%和5&45%，差异显著；说明使用空气源热泵烤房明显节省人工，原因是常规烤房（CK）平均每炕加煤24次，生物质能源烤房平均每炕加料33次，而空气源热泵烤房无需加料。1kg干烟耗电量以外

理2最低，处理1最高；1kg烟叶能耗总成本（耗电量和耗燃料量）以处理1最低，分别比对照和处理2低40%和76%。1 kg烟叶的用工成本和能耗成本总和与处理1最低，分别比对照和处理2低40%和67%。

表 2 不同烤房烘烤烟叶的成本

Table 2 Cost of tobacco leaves cured in three different curing barns

处理 Treatment	干烟叶重/ [kg/(房·次)] Dry tobacco leaf weight	用工成本 Labor cost			能耗成本 Energy cost			合计/ (元/kg 烟叶) Total
		用工/ 个	费用/ 元	平均/ (元/kg 烟叶)	耗电量/ (kW/h)	燃料 量/kg	能耗总 费用/元	平均/ (元/kg 烟叶)
CK	451.7	7.5	900	1.99 a	294.9	572	823.94	1.82 b
1	466.1	5.5	660	1.42 b	1 303.3	0	606.05	1.30 c
2	426.6	8.0	960	2.25 a	244.1	948	976.51	2.29 a

注：用工费用按 120 元/(人·d)；煤价按 1 200.00 元/t，电价按 0.465 元/(kW·h)，生物质燃料按 910.00 元/t。

Note: The labor cost, coal price, electricity price and biomass fuel are 120 Yuan/ (person · d), 1200.00 Yuan/t, 0.465 Yuan/ (kW · h) and 910.00 Yuan/t respectively.

### 2.3不同烤房烘烤烟叶的经济效益

从表3看出，1kg干烟叶的综合效益以处理1最高，为27.32元，比CK和处理2分别高13.17%和14.16%，差异显著；处理2的综合效益比CK略低，差异不显著。说明热泵烤房比燃煤密集烤房具有较明显的增值效应，而生物质能源则由于用工成本和能耗的增加，经济收益反而下降。

表 3 不同烤房烘烤烟叶的综合效益

Table 3 Comprehensive benefit of tobacco leaves cured in three curing barns

处理 Treatment	投入/ (元/kg) Input	产出/ (元/kg) Output	效益/ (元/kg) Benefit	较 CK±/% Compared with CK±
CK	3.82 b	27.96	24.14 b	—
1	2.72 c	30.04	27.32 a	13.17
2	4.54 a	28.47	23.93 b	—0.87

注：产出为不同烤房 1 kg 不同等级烟叶的平均价格。

Note: The output is the average price of 1kg tobacco leaves with different grade cured in different curing barns.

### 3结论与讨论

不同烤房烤后烟叶的上等烟率、橘黄烟率均是空气源热泵烤房的较高，分别达81%和95.05%，且下等烟率为0。空气源热泵烤房比常规燃煤烤房和生物质新能源烤房减少40%左右的人工投入，烟叶能耗总成本(耗电量和耗燃料量)减少40%以上，综合效益提高13%以上。

空气能热泵新能源烤房主要通过消耗电能为烘烤过程提供热能，平均每炕烘烤需要消耗1303.3kW/h，在烘烤过程中对升温、稳温的调控较容易，不需加料从而省去加料等辅助环节用工，且烤后烟叶外观质量佳，主要表现为烤后烟叶外观颜色鲜亮、色度强，橘黄烟比例和均价较高，几乎无烤坏烟现象发生。与传统密集烤房相比，空气源热泵烤房的

烘烤用工、能耗成本都明显低于传统燃煤密集烤房，而且烤后烟叶外观质量及经济性状均较好，从而有效实现减工降本，达到节能减排、提质增效的目的，并且烘烤过程实现无废渣、废气出现，绿色环保，具有良好的经济效益与生态优势。

生物质能源烤房主要依靠消耗生物质燃料为烟叶烘烤调制过程提供热能，平均每炕烘烤需要消耗862.98kg生物质能源，而添加1次生物质能源可以提供较长时间的热能。与传统煤炭密集烤房相比，在烘烤调制过程中对升温、稳温的调控容易，加料等操作使用便捷，能够满足正常烘烤需要，且烤后烟叶外观质量较好。但生物质能源由于燃烧值低于煤炭，加料次数多，导致烘烤用工成本和能耗成本均高于传统燃煤密集烤房，虽然烤后烟叶质量优于传统燃煤密集烤房，但差异不大，其减工降本效果不明显。

烟农对空气源热泵烤房及生物质能源烤房的接受程度调查结果显示：空气源热泵烤房由于改造成本高，烟农普遍较难接受，但如果无偿提供设备，则接受积极性很高。烟农对生物质新能源烤房选择意愿较低，原因一是其改造成本高，烟农和合作社均不愿意出资；二是生物质能燃料供应商不稳定，难以满足一次性大量采购，且价格偏高；三是在相同重量下，生物质能源材料体积明显大于煤炭，其堆放储存不方便。

#### 参考文献

- [1]官长荣，周义和，杨焕文.烤烟三段式烘烤导论[M].北京：科学出版社，2006.
- [2]罗勇，谢已书，艾复清.密集烤房不同装烟方式对经济效益的影响[J].贵州农业科学，2011，39(11)：52-54.
- [3]徐秀红，孙福山，王永，等.我国密集烤房研究应用现状及发展方向探讨[J].中国烟草科学，2008，29(4)：54-56，61.
- [4]谢已书，邹叙，何昆，等.散叶插签装烟密集烘烤对烟叶质量和经济效益的影响[J].贵州农业科学，2010，38(10):58-60.
- [5]贺智谋，邱荣俊，廖成福，等.空气能热泵烤房与传统密集烤房烟叶烘烤成本及质量对比研究[J].安徽农业科学，2013，24(24):10033，10044.
- [6]李绍德.两种能源烤房散叶烘烤对比试验[J].安徽农业科学，2015，43(22):247-248，328.
- [7]潘建斌，王卫峰，宋朝鹏，等.热泵型烟叶自控密集烤房的应用研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版)，2006，34(1)：25-29.
- [8]高琴，朱启法，查道喜，等.烘烤新能源技术节能增效研究[J].环境科学导刊，2017，36(4):68-71.
- [9]王承伟，范伟，宾俊，等.新型生物质密集烤房的应用效果研究[J].作物研究，2017，31(3):302-306.
- [10]聂荣邦，王政，韦建玉，等.空气能热泵密集烤房研制及其烟叶烘烤效果[J].作物研究，2017，31(2)：178-180.
- [11]胡小东，晏飞，邹聪明，等.清洁能源在烤烟密集烤房中的应用研究进展[J].贵州农业科学，2017，45(5):132-138.
- [12]江泽民.对中国能源问题的思考[J].上海交通大学学报，2008，42(3):345-359.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/165830.html>