

BUILDING AND APPLICATION OF TOBACCO BULK CURING BARN

Revolution of
Chinese Tobacco Curing Equipment



烤烟 密集烘烤 及其配套技术

中国烟叶烘烤设备的一次革命

王汉文 主编

中国科学技术大学出版社

烤烟密集烘烤及其配套技术

——中国烟叶烘烤设备的一次革命

主编 王汉文

中国科学技术大学出版社

2006·合肥

图书在版编目 (CIP) 数据

烤烟密集烘烤及其配套技术: 中国烟叶烘烤设备的一次革命/王汉文主编. —合肥: 中国科学技术大学出版社, 2006.7

ISBN 7-312-01986-2

I. 烤… II. 王… III. 烟叶烘烤 IV. TS44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 079658 号

中国科学技术大学出版社出版发行

(安徽省合肥市金寨路 96 号, 邮编: 230026)

合肥学苑印务有限公司

全国新华书店经销

开本: 850×1168/32 印张: 3.5 插页: 2 字数: 86 千

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1—6000 册

ISBN 7-312-01986-2/TS-6 定价: 20.00 元

编 委 会

主 编 王汉文

副主编 李 桐 韩永镜 唐经祥 李 谦

审 稿 王能如 邵伏文

编写人员

陈江华 王道支 宫长荣 刘建利

周义和 王 刚 王大洲 刘炎红

陈其峰 高玉中 高正良 孙敬权

任四海 李 明 祖朝龙 陈国豪

姚 方

前 言

烤房是烟叶生产的基础设施，也是落实三段式烘烤工艺和提高烟叶质量的关键设备。随着中国烟叶生产组织方式的转变，与适度规模种植相配套的烘烤设备成为制约因素。为了解决这一重要课题，在国家烟草专卖局副局长何泽华的亲切关怀下，在中国烟叶公司总经理赵振山、安徽省烟草专卖局（公司）主要负责人赵洪顺和河南农业大学教授宫长荣的重视和指导下，在吉林省烟叶公司的大力支持下，安徽省结合当地实际，引进和研制了密集烤房，并进行了大量改进和创新，使密集烤房成为安徽省新建烤房的主流设备之一，因其安全性高，易操作，显著提高烟叶质量，受到广大烟农的欢迎和好评，我国烘烤专家评价其代表了国内烘烤设备的发展方向。截止到 2005 年底，密集烤房已在全国 13 个省推广了 58000 多座。同时，安徽省针对种植十亩左右农户，在芜湖市公司开展将传统普通烤房改造成小型密集烤房的试验，并在生产中示范应用成功，取得了良好效果。2004 年，我省密集烤房通过了国家烟草专卖局组织的专家鉴定，专家组对安徽的工作给予了高度评价，将该项技术评定为国内领先水平。2005 年，该项目获得了国家烟草专卖局科技进步三等奖。中国烟叶公司陈江华副总经理

称之为“中国烟叶烘烤设备的第二次革命”。2005年，中国烟叶公司将其作为全国推广的主要烘烤设备之一。根据中国烟叶生产发展规划，到“十一五”期末，全国累计新建、改建80万座集约化烘烤设施，覆盖面积1500万亩，保证80%以上的烟叶实现集约化烘烤。

为了配合密集烤房在全国的迅速推广，我们特编写此书，本书是一本以实用为主的普及读物，可作为全国从事烟叶生产工作，尤其是从事烟叶烘烤技术人员的培训教材，也是广大烟农朋友在烤房建造和烘烤配套技术的参考资料。

由于时间仓促，水平所限，书中难免出现疏漏和不足之处，敬请有关专家和广大读者批评指正。

目 录

前 言	(i)
第一章 密集烘烤概述	(1)
第一节 烤烟烘烤的发展	(1)
第二节 密集烘烤设备的分类	(4)
第三节 密集烘烤原理	(5)
第四节 密集烘烤的特点	(7)
第二章 密集烤房的建造	(15)
第一节 烤房建造的基本要求	(15)
第二节 烤房的结构和规格	(19)
第三节 烤房的围护结构	(30)
第四节 加热设备	(33)
第五节 通风及调湿设备	(37)
第六节 监控系统	(43)
第七节 使用前的检查与测试	(46)
第八节 传统普遍烤房的密集化改造	(47)
第三章 密集烤房烘烤工艺	(54)
第一节 烘烤前准备	(54)
第二节 密集烘烤的基本理论	(61)
第三节 烟叶烘烤特性与烘烤原则	(66)
第四节 密集烘烤的特殊要求	(69)

第五节	烘烤工艺.....	(71)
第六节	密集烘烤操作要点.....	(79)
第七节	密集烘烤常见问题与对策.....	(85)
第四章	密集烘烤相关技术的展望.....	(92)
第一节	烘烤的节能.....	(92)
第二节	密集烘烤的自动化控制.....	(93)
第三节	散叶烘烤.....	(97)
参考文献		(100)

第一章 密集烘烤概述

第一节 烤烟烘烤的发展

烤烟是一种独特的经济作物，从田间采收的鲜烟叶必须经过特殊的初加工（即烘烤），才能形成和固定得到卷烟工业所需的原料品质，换言之，消费者期望得到的烟叶品质只有通过这一初加工才能形成。烤烟鲜烟叶的加工是由农户来进行，鲜烟叶水分含量很高，又是活的离体器官，因而使得这一过程复杂多变和不易控制。在许多烟区，烘烤环节成为制约烤烟质量和可持续发展的重要因素。

国外的烤烟烘烤最初是在采用火管加热的同时，采用低密度挂烟方式，通过气流自然上升或下降方式进行通风排湿，对应的设备称为普通烤房。上个世纪六七十年代，美国、日本等发达国家开始采用了机械化强制通风的密集烘烤设备，极大地提高了烘烤的效率和烘烤质量的稳定，至今已成为许多国家主要的烘烤方式。与普遍烤房相比，密集烘烤中的装烟密度较高、设备可控性较高（多数配备自动化设备）；对机械、电力、燃料等要求较高，运行中总体物资成本高而人力成本低，较为适

宜国外农场式经营。随后我国也开始引进了国外烘烤设备进行试验,但因价格昂贵和能耗太大,只在一些科技示范基地中使用,没有得到大面积推广。

我国自种植烤烟以来,普遍采用的是气流上升式普通烤房,不同历史时期和不同烟区所采用的烤房,其规格标准差异较大。上个世纪 80 年代,普通烤房有了一定的技术规范。到 90 年代中期,随着对外交流的加强和技术研发,以三段式烘烤工艺配套技术的推广,带动了我国普通烤房的标准化改造,极大提升了烤房的性能。同时,针对普通烤房的技术革新层出不穷,加热系统的蜂窝煤火炉和螺旋火管、通风系统的热风道配套部分热风循环技术、监控系统的报警及半自动化等技术普遍被烟区应用于生产实践,取得了较好的效果。然而,在普通烤房性能不断发展和完善的同时,代表先进烘烤模式的密集烘烤在我国的引进、推广、应用、发展缓慢。目前,全国采用的烟叶烤房 95% 以上仍为普通烤房。

我国密集烘烤的研究工作始于上个世纪 60 年代。1975 年,河南省烟草甜菜工业科学研究所,借鉴国外密集烤房,结合我国实际,设计了第一代以煤为燃料的密集烤房,随后在福建省、河南等省进行试点。结构上,以气流上升式为主。规格有长 6 米、7 米、8 米三种,宽度有 2 米和 2.7 米两种。供热方式有烟管式和风管式两种。主要设备有观察窗、回风口、竹帘型多孔板、密封整体散热器、挂烟设备。烘烤过程采取高温变黄,快排湿定色,

急火杀青，是一种以快干、防黑为主，追求简单变黄的工艺。这与当时的工业需求、生产水平和烟叶素质有关。同期，中国农科院青州烟草研究所、安徽省农科院烟草研究所等部门也在许多烟区相继设计和推广使用了土木结构的密集烤房，并结合实际对节能和自动控制等技术进行了研究。到了 70 年代末，随着农村分田到户和联产承包责任制的推行，我国烤烟生产户均种植规模大幅度降低，种植规模的缩小使得容量较大的密集烘烤逐步减少，加上电力短缺、机械工业落后等因素，密集烤房在很多地方迅速消失，只在一些人少地广的地区得以延续和保留，如吉林等地。

上个世纪八九十年代，吉林省将密集烤房进一步完善和发展，成功地将蜂窝煤灶嫁接到半堆积烤房上，用地面斜坡代替分风板，并探讨烘烤的半自动化控制。另外，贵州、福建、云南等省也进行了密集烤房的研究。

2002 年起，以安徽为代表的烟区又重新对密集烘烤进行了改进和推广应用，其目的是为适应适度规模种植或农场化种植模式的需要，通过边研究改进边推广应用，逐步完善了目前应用的 $8\text{m} \times 2.7\text{m}$ 规格的气流上升式密集烤房，并在各省烟区迅速推广，获得了成功，得到了广大烟农的接受和好评。2004 年，安徽省的“AH 系列烤烟密集烤房研究与应用”通过科技成果鉴定，表明密集烘烤在我国又进入新的实用推广阶段。2004 年 7 月，国家烟草专卖局在芜湖市召开了全国烤烟适度规模配套烘

烤设备推广应用现场观摩会，安徽省适度规模种植的组织形式和配套烘烤设备得到全国各烟叶产区代表的高度评价，适度规模种植模式被国家局领导评价为符合我国烟叶生产模式的发展方向，所研制的不同规格的密集烤房被与会专家和中国烟叶公司领导评价为是中国烘烤设备的又一次革命。

2002 年安徽省共建密集烤房 95 座，2003 年推广 1200 支。自 2002 年起云南、贵州、广东、广西、河南、山东、辽宁、吉林、福建、湖北、湖南等叶草主产省份同行纷纷来皖考察和引进了密集烤房。据中国烟叶公司统计，截至 2004 年全国共推广密集烤房 14000 多座。沉寂了二十多年的密集烤房迎来了第二个春天，有望在全国范围内推广，成为中国未来主流烘烤设备，国家烟草专卖局将密集烤房列为 2005 年全国重点推广项目。密集烤房的使用是对适度规模种植的有力支持，具有广泛的应用前景，将对我国的烘烤设备和烟叶生产组织方式的变革产生深远的影响。

第二节 密集烘烤设备的分类

在我国，烟叶烘烤设备主要是以烤房的形式出现的，和其他设备（特别是房子）相比，烤房除有严密的围护结构，还有特殊的架烟设备、加热设备、通风设备、监控设备等，有些烤房还有机械和动力设备。目前，对于

密集烤房的分类没有相应的标准,区别不同烤房的时候常以某一显著特征作为依据。如,按照加热系统采用的燃料分类,密集烤房可分为燃煤烤房(含木柴和秸秆)、燃油烤房、电烤房等。燃煤烤房又可分为蜂窝煤烤房和散煤烤房,早期直接使用散煤,现在许多烟区采用了蜂窝煤。火炉的形式如立式和卧式,也可成为分类依据。按照装烟室的规格,密集烤房常见有 $2.7\text{m} \times 6\text{m}$ 、 $2.7\text{m} \times 7\text{m}$ 、 $2.7\text{m} \times 8\text{m}$ 、 $2.7\text{m} \times 4\text{m}$ 等几种。

密集烤房采用的是完全热风循环和强制性通风两种通风方式。按照烤房内气流的运动方向分类,有气流下降式密集烤房和气流上升式密集烤房,还有气流平移(吹)式密集烤房。

按照烤房的装烟密度分类,还可为分低密度密集烤房(挂杆和烟夹)和高密度密集烤房(箱式和散叶堆积)。

目前,还有一些针对烤房的技术创新,例如太阳能的利用、红外涂料的应用、自动化控制、连续化烘烤等,使密集烤房的局部甚至整体产生了新的特征。但这些技术可以理解为对密集烤房的技术改进范围内,一般不作为分类的依据。

第三节 密集烘烤原理

烟叶烘烤的实质是烟叶脱水干燥的物理过程和内部生化变化过程的协调和统一。所谓烟叶烘烤技术,就是

调制烟叶品质并确保在烟叶品质最佳时及时干燥固定的技术。为达到烟叶最佳品质时干燥固定，烘烤中通过控制温度、湿度、通风、时间等因素来形成最适宜的工艺。相应的烤房就需要有足够的供热、通风排湿（有些时候还需要加湿）能力并易于控制。

普通烤房在加工（烘烤）烟叶时，由位于烤房底部的火炉和火管产生热量，由烤房上下自然位差产生通风排湿（多数是如此），控制火炉的燃烧和烤房进风量的大小，调节烤房内温湿度及通风强度，从而满足烟叶烘烤需要。对于普通烤房，能够供应的热量和排湿能力都是相对较小的，仅能满足低密度分布状态下的烟叶调制。

而采用高密度装烟，情况就发生了变化。密集烤房在加工（烘烤）烟叶时，由于高密度装烟，必然需要有更强大供热能力，才能保证烟叶干燥过程能量的供应，保证烤房能够及时升温。另外，高密度装烟时要求供热更均匀，否则在烘烤时会出现比低密度时更大的烘烤进度（包括时间和空间）差异。总之，高密度对供热的要求更高，一般采用的是集中供热和导热系数高的火管。

另一方面，在高密度装烟时，空气流经烟层的阻力显著加大，如果风压不够大，热空气就很难流动起来，也可以理解为穿透不了烟层，无法按要求完成干燥的任务。

第三方面，高度装烟设备需均匀的分风设施，密集烘烤设备的供热主要是通过不停的热风循环传递到达烟

叶，风力不能到达的位置得到的热量很少并且在时间上滞后很多，因此，均匀的分风并顺利穿透烟层是高密度装烟对通风系统的基本要求。

由于机械通风比自然通风产生更大的排湿能力，需要对整个烤房系统的外循环（即进冷风和出热风）进行合理设计，否则可能会产生效率较低的现象，最典型的是产生排湿循环，即排出的湿空气又由进风口进入烤房。

总之，由于高密度装烟导致的一些特点，在多数的密集烘烤中，将加热室和装烟室分开，在加热室内集中供热，由风机将热空气吹入装烟室，均匀分风后流经烟叶，再循环到加热室或排出烤房，控制装烟室温湿度，从而达到烘烤烟叶的目的。这就是密集烘烤的基本原理。

第四节 密集烘烤的特点

什么是密集烘烤？简单的讲，就是密集状态下的烟叶烘烤。由于涉及其他相关要求，一般认为，密集烘烤具有以下基本属性（特点）：

一、装烟密度大，烘烤效率高

密度大是密集烘烤最基本的特点，但其密度也有一定范围，而不是越大越好。在国外，最初的密集烘烤一般采用接近鲜烟叶自然堆放的密度，因而有人翻译为“堆积烘烤”。在我国，为避免和有些烟区采用的“半捂半

烤”和“堆积烘烤”方法混淆，一直称为密集烘烤。如果装烟密度高于鲜烟叶自然堆放密度，就会造成烟叶的机械损伤进而影响烤后的质量，或者待烟叶失水后再装烟，进而无法控制装烟的均匀性，因此，可以将鲜烟叶自然堆放的密度界定为实际使用的密度上限。经测算，鲜烟叶自然堆放的密度约为普通烤房装烟密度的4倍。在我们的实际使用中，采用普通烤房3倍略高的密度烘烤效果比较好。装烟过密，可能导致烟叶难以烤透。如果装烟密度低，一般也能顺利烘烤，但也可能导致气流短路，影响烘烤效果。同时，装烟密度太低必然表现出效率低、成本高，违背了密集烘烤提高效率，降低生产成本的初衷。

二、机械强制通风，完全热风循环

由于装烟密度大，必须有较大的风力才能穿透烟层，因而密集烘烤都有机械强制通风，而且采用完全的热风循环。根据测定，密集烘烤中，流经烟层的叶间风速在0.2~0.3米/秒，是普通烤房的8~10倍。如果风速不够，就难以在高密度下完成对烟叶的供热和带走水分；如果风速过高，又会降低烟叶的评吸质量，主要是引起香气物质的损失，导致烟叶香气质和香气量下降，并且也加大了动力成本。实际应用中，采用的一般为小风压、低转速、大风量的轴流风机。

三、集中供热，安全性高

为保证大量烟叶干燥所需的热量，密集烤房都有强大的供热能力，火炉的燃烧效率较高，火管一般采用导热快的金属制作。为提高安全性，一般将加热室和装烟室分开，在加热室内集中供热，通过完全的热风循环将热量源源不断送往装烟室内。密集烘烤对燃料要求相对较高，国外许多密集烘烤设备以燃油、天然气等为燃料，供热迅速同时易于准确控制，国内目前仍以煤炭为主要燃料，成本相对较低。

四、操作简便，自动化程度高

密集烘烤采用集中供热、机械通风，易于准确控制，同时给自动控制提供了较好的接口平台，装烟量大，同时也降低了控制成本，因此密集烤房一般配套自动化或半自动化控制系统，可以实现烘烤的温湿度自动控制和烘烤工艺的自动执行。即使在完全手动控制时，由于强大的供热能力和排湿能力，在掌握烘烤工艺进程上也比普通烤房简便得多。

由于密集烘烤装烟密度大，又使得烤房内环境稳定，不易受到外界环境变化的影响，烤房的外表面积相对较小也有利于节能。由于机械强制通风导致烤房的排湿能力强，对烤房的湿度可控性强，因而不易烤坏烟，有利于烘烤工艺的准确执行。