

两种木材干燥窑窑型结构的分析

林伟奇

李杰 范少展

(中南林学院 株洲 412006)

(海南西联木材厂)

摘要 本文介绍了两种顶吹型干燥窑的结构特征,测定了通过材堆的气流速度、空气再循环比、壳体与环境温度差和对主要技术经济指标等资料的分析,评估它们结构的优缺点。也探讨了橡胶木的干燥基准和过程自动控制问题。

关键词 橡胶木; 顶吹型干燥窑; 空气再循环比; 干燥基准

1 窑型结构与分析

为满足市场对橡胶木干燥质量的要求,近年来引进了一批德国HILDEBRAND HTR-100型金属壳体干燥窑,及台湾省日龚企业股份有限公司的JK-100型干燥窑。它们都属顶吹型干燥窑,其结构如图1、图2所示。它们的内部尺寸($l \times b \times h$, mm)分别为 $5860 \times 5400 \times 4500$ 和 $21000 \times 3800 \times 6200$;材堆尺寸分别为 $5000 \times 3000 \times 3000$ 和 $18500 \times 2400 \times 4000$ 。通风间分别装有铸铝六叶片、功率

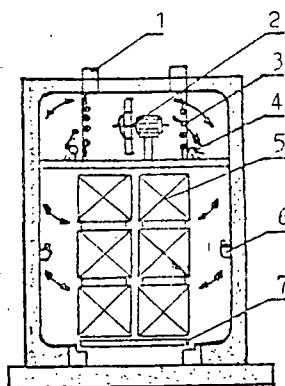


图2 JK-100型干燥窑

图中: 1.进排气道, 2.轴流风机, 3.双金属换热器, 4.喷蒸管, 5.材堆, 6.干湿球温度计, 7.横梁

为3.0kW的风扇三台; 八叶片、2.2kW的风扇九台, 风机转速都为1450r/min。前者可容40mm厚的橡胶木 25m^3 , 后者为 100m^3 。

1.1 风速均匀性的分析

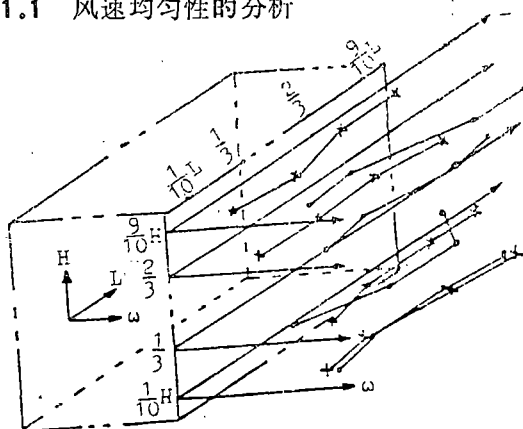


图3 材堆风速测点位置及各平面上进口风速曲线

H—材堆高度 L—材堆长度

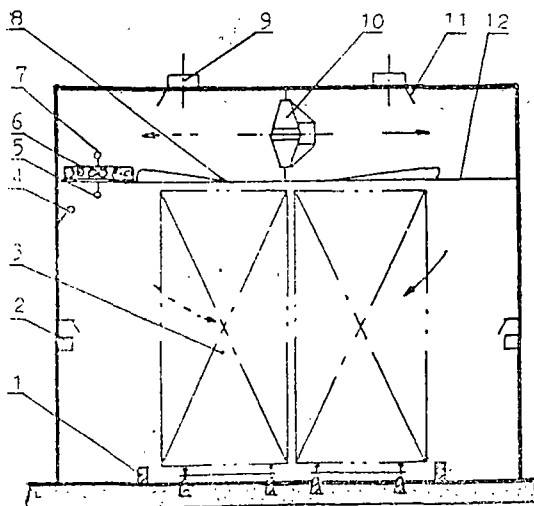


图1 HTR-100型金属壳体干燥窑(1)

图中: 1.挡板, 2.DC装置, 3.材堆, 4.喷水管, 5.冷凝水排除管, 6.双金属换热器, 7.进气管, 8.水平顶板, 9.进排气道, 10.轴流风机, 11.挡板, 12.横梁

收稿日期: 1992-12-21

用QDF-2A型热球式电风速计, 分别测定上述两种窑内的材堆风速, 测点位置见图3。

风速测定结果见表1及表2。图4为材间风速沿材堆高度和长度的分布曲线。表3为风速均匀性。

表1 HTR-100型窑材堆内各测点进口介质循环风速统计表

测点位置	前 (靠大门)		中L ₁		中L ₂		后 (靠端墙)		平均风速		均方差		变异系数(%)	
	L/10		L/3		2L/3		9L/10		(m/s)		(m/s)			
	A向	B向	A向	B向	A向	B向	A向	B向	A向	B向	A向	B向	A向	B向
上, 9H/10	2.20	0.90	2.00	1.00	3.00	0.05	3.00	0.50	2.55	0.73	0.5260	0.2631	20.63	36.04
中H ₁ , 2H/3	2.50	1.20	2.20	1.30	2.50	1.00	2.20	1.30	2.35	1.20	0.1732	0.1414	7.37	11.78
中H ₂ , H/3	1.70	2.40	2.30	2.00	2.60	2.00	1.40	1.90	2.08	2.08	0.6185	0.2218	29.74	10.66
下, H/10	2.60	2.40	2.20	2.00	2.20	2.40	2.40	2.60	2.35	2.35	0.1995	0.2517	8.15	10.71
平均风速 (m/s)	2.25	1.73	2.25	1.53	2.58	1.48	2.25	1.58	2.33	1.59	0.1650	0.1031	7.08	6.48
均方差 (m/s)	0.4041	0.7890	0.2517	0.5058	0.3305	0.9770	0.6608	0.8921	0.1930	0.7549	• 1992.7.24进行风速测定			
变异系数 (%)	17.96	45.61	11.19	32.01	12.81	59.26	29.37	56.46	8.28	47.47				

表2 JK-100型窑材堆内各测点进口介质循环风速统计表

测点位置	前 (靠大门)		中L ₁		中L ₂		后 (靠端墙)		平均风速		均方差		变异系数(%)	
	L/10		L/3		2L/3		9L/10		(m/s)		(m/s)			
	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口
上, 9H/10	2.10	0.70	1.20	0.70	1.70	0.05	1.80	0.70	1.70	0.65	0.3742	0.1000	22.01	15.38
中H ₁ , 2H/3	2.00	0.90	2.00	1.70	1.50	1.00	1.40	1.00	1.73	1.15	0.3202	0.3697	18.51	32.15
中H ₂ , H/3	1.50	0.90	1.20	0.80	1.80	1.50	0.90	1.70	1.35	1.23	0.3873	0.4426	28.69	35.98
下, H/10	1.00	1.10	0.90	1.10	0.90	1.70	0.90	1.40	0.93	1.33	0.0503	0.2873	5.41	21.60
平均风速 (m/s)	1.65	0.90	1.33	1.08	1.48	1.18	1.25	1.20	1.43	1.09	0.1764	0.1371	12.33	12.58
均方差 (m/s)	0.5066	0.1633	0.4717	0.4500	0.4032	0.5378	0.4359	0.4397	0.3739	0.3024	• 1992.7.31进行风速测定			
变异系数 (%)	30.70	18.14	35.47	41.67	27.24	45.57	34.87	36.64	26.14	27.75				

表3 两种窑型风速均匀性对比

项 目	HTR-100				JK-100	
	进 口		出 口		进 口	出 口
	A向	B向	A向	B向		
材堆平均风速 (m/s)	2.33	1.59	0.85	1.11	1.43	1.09
均方差 (m/s)	0.4190	0.7051	0.5280	0.5982	0.1914	0.3965
变异系数 (%)	17.98	44.35	62.12	53.89	13.38	36.37

从上述图表资料可以看出:

①这两种干燥窑材堆内进口介质循环风速达到2.33~1.43m/s,出口风速也达0.85~1.09m/s,都具有较好的空气动力特性。

②HTR-100型金属壳体窑只在A向一侧

配置加热器,且材堆两侧与墙壁之间有900mm宽的大气道。在通风间由于结构的非对称性,而使A向和B向的进口风速差异较大,B向的风速明显小于A向,变异系数也较大。但出口风速差异较小。

③JK-100型窑体狭长,材堆宽度为2400mm,材堆进出口风速只衰减24%,差异较小,最大与最小风速的差值为1.2m/s。而HTR-100型窑体宽而短,材堆宽度为3000mm,材堆进出口风速衰减达64%~30%,差异大,风速最大差值达2.1m/s。由于材堆较宽,气流的阻力损失大,而且双材堆并列时中间必有缝隙,也使风速减小。可见HTR-100型窑

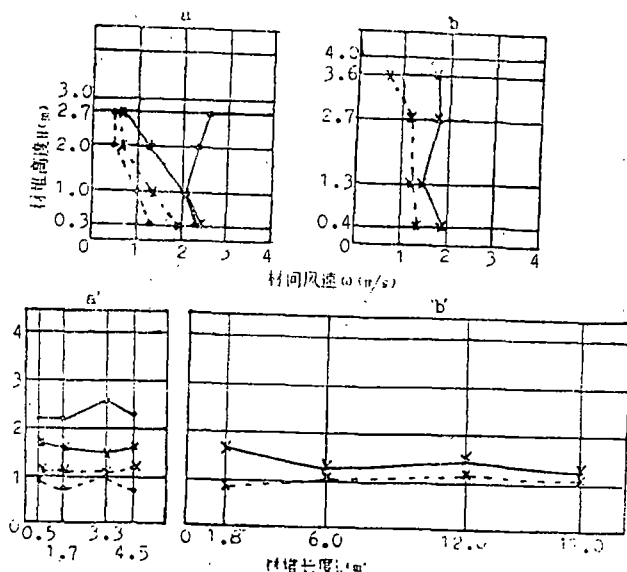


图4 材间风速分布曲线

a、a' 为HTR-100型窑；b、b' 为JK-100型窑

进口风速：——·A向曲线 ×——·B向曲线

出口风速：——·A向曲线 ×——·B向曲线

进出口风速平均变异系数分别为31.17%和58%，远大于JK-100型窑的13.38%和36.37%，说明离散程度较大。

1.2 空气再循环比

对金属壳体窑在进排气口全开和关闭时进行比较测定，测得空气进入材堆的气流速度衰减9%~15%。这是因为在进排气口关闭后参与循环的空气量少了，因而流速降低。由此算出的循环空气量^[2]，可知有91%~85%的空气量进行再循环。

对八座金属壳体窑的32个进排气口和两座砖体窑的36个进排气口的风速测定结果是，前者进气口平均风速为4.8m/s、排气口风速3.7m/s，后者分别为3m/s和2.1m/s。经计算它们进入的新鲜空气都为循环空气量的4%~5.3%，这与文献^[3]所述的简单干燥窑中“大部分空气是再循环的，而引入的新鲜空气仅是通风量的5%~15%”是一致的。它们排出的废气量都是循环空气量的2%~4%。

为了减少干燥窑的热能损失，必须使大部分空气再循环，进入的和参与循环的空气量维持较低的比率，但这样会使空气介质吸

收水分的势能降低，延缓木材的干燥速度。所以在干燥过程中要根据木材的性状(厚度、树种等)确定最佳进气量。这是决定干燥窑生产率 and 产品质量的主要因素之一，也是决定能耗高低的大问题。

综合这两种顶吹型结构干燥窑，设计时进入材堆的风速应达1.50~3.00m/s，进排气口的风速应达3.00~5.00m/s，空气再循环比为91%~85%，进入的新鲜空气量应为循环空气量的5%~15%。即每米³被干木料平均每小时应有2000~3000m³的循环空气量。

1.3 干燥窑壳体保温性

使用7151型半导体温度计测量壳体表面的温度与环境温度之差，根据温差数值的大小，判断保温性能的好坏。据黑龙江省黑Q/HDW 2095—88标准的规定：温差不超过20℃者，可认为保温性符合要求^[4]。

据测定金属窑壳体平均温差为5.0℃，砖体窑为10.9℃。这两种窑为吊挂式的铝合金保温门，其温差仅为5.6~5.4℃。砖体窑的顶棚没有特殊的保温层，因而温差高达14.1℃，侧墙只有200mm厚的空心水泥砖砌墙体，温差也有7.6℃（当时的环境温度为32℃，窑内干球温度为80℃）。

金属壳体窑保温性、气密性和耐腐蚀性都比砖体窑优越。据对凝结水排除量的称重计算，平均每窑每小时蒸汽消耗量为47.2kg。按中等板厚计算，干燥1m³橡胶木的蒸汽耗量为600kg，而砖体窑因为窑体容量大，窑内温度在80℃以上，最高可达100℃（而金属窑最高只达80℃），干燥周期比金属窑短，因而单位汽耗就小为440kg。

2 工艺与干燥基准

新鲜的橡胶木锯材先经真空加压防腐处理后，再进入窑干处理。金属壳体窑采用微

机控制系统,实现了干燥过程的全自动控制。根据橡胶木的规格及使用要求,向微机输入预定的干燥基准表,由微机对窑内的木材含水率、温度、湿度等各种基准参数实行定时循环采样、转换、计算,把计算结果对照基准表的控制参数,根据对照差异发出相应指令,通过控制执行机构使窑内温湿度的变化与基准表的不同阶段的温湿度对应。操作者可从荧光屏上看到窑内材堆的含水率、介质的温度、平衡含水率、干燥梯度等参数的动态情况,以及加热器供热程度、风机转向、转速、进排气道开闭程度等工作状况都可形象地看到。还可以看到条形图直观地显示出预热、干燥、调湿、冷却各个阶段的干燥基准值与实际值,干燥基准也可以修改。橡胶木各种厚度的干燥基准列于表4、表5。

表4 HTR-100型窑干燥基准表

含水率 (%)	厚度<3cm		厚度3~6cm		厚度>6cm	
	温度(℃)	梯度	温度(℃)	梯度	温度(℃)	梯度
>70	70	2.5	65	2.5	65	2.5
60~70	75	3	70	2.8	70	2.8
50~60	80	3.5	75	3.2	75	3.2
40~50	80	4.0	80	4	80	3.5
30~40	80	4.5	80	4.2	80	3.4
25~30	80	4.2	80	3.8	80	3.2
20~25	80	4	80	3.5	80	3
15~20	80	4.2	80	4	80	2.8
10~15	80	4.5	80	4.2	80	3.2
<10	80	4.5	80	4.2	80	3.2

表5 JK-100型窑干燥基准表

含水率 (%)	厚度3cm以下		厚度3~6cm	
	t干	t湿	t干	t湿
>70	70	67	70	67
60~70	75	68	75	68
50~60	80	68	80	68
40~50	85	65	85	67
30~40	87	63	87	66
25~30	85	65	85	67
20~25	87	67	85	68
15~20	90	66	87	67
10~15	90	63	90	67
<10	92	63	90	65

防腐处理后的橡胶木初含水率为60%~

80%,经干燥后终含水率为8%~14%。干燥质量良好,应力和含水率落差指标较小,符合1~2级材的要求。由于橡胶木多为短材(长1m左右),堆垛困难,因而变形较多,如变弯的木材达10%,后来每个垛堆都用钢带捆扎,可防止变形,如西联木材厂由于防腐和干燥质量良好,车间质量管理小组被海南省授予1992年省优秀质量管理小组的称号。

3 结论

3.1 JK-100型窑的空气动力特性好于HTR-100型窑,风速不均程度较小。进入材堆的风速为1.50~3.00m/s,进排气口的风速3.00~5.00m/s。每1m³被干料平均每小时的循环空气量为2000~3000m³。

3.2 干燥窑的风机应能正反方向回转,以造成可逆循环气流,消除干燥速度不均匀的现象。风机转向的间隔根据不同的树种及木材规格而异,通常干燥软材时为4~6小时、硬材时8~12小时。

3.3 主要技术经济指标如下:

	HTR-100	JK-100
壳体材料	金属	砖砌
造价(元/m ³ 木材)	11000	3000
容积利用系数	0.18	0.20
总加热面积(m ²)	120	700
单位加热面积 (m ² /m ³ 木材)	4.8	7
电耗(kWh/m ³ 木材)	108	38
煤耗(kg/m ³ 木材)	600	440

4 参考文献

- 林伟奇.家具科技资料汇编第十九辑.全国家具工业科技情报站出版,1992,3~4
- 南京林产工业学院主编.木材干燥.中国林业出版社,1981,191~197
- (美)R.B.基伊著,王士瑞等译.干燥原理及其应用,上海科学技术文献出版社,1986,383~388
- 林检(木机)字(88)第40号检验报告,林业部木工机械产品质量监督检验站,1988.

泡桐无性系CO20木材性质与利用研究

柴修武

熊耀国

(中国林科院木材工业研究所 北京 100091)

(中国林科院林业研究所 北京 100091)

摘要 在四川省资中县集约栽培的试验林内采集了泡桐无性系CO20和泡桐各五株进行了多项试验研究。证实了泡桐无性系CO20的木材纤维长度、微纤丝角和纤维素的相对结晶度优于泡桐; 综纤维素、 α -纤维素以及木材物理力学的主要性能指标低于泡桐。制浆得率低。浆张物理性能接近或超过两种相思树木材指标。

关键词 泡桐无性系; 木材性质; 化学机械浆 (CMP)

泡桐无性系CO20(*Paulownia fortunei* CL'CO20') 是由中国林业科学研究院林业研究所和四川省资中县林场经过十余年试验选育出来的, 它具有生长快、干形直、抗逆性强等特点, 与一般泡桐(*P. fortunei*) 相比, 高生长提高5%~17%; 胸径增粗

3%~23%; 材积增加32%~70%; 成材期缩短2~3年。已在四川、贵州等省大面积推广^[1]。本文就泡桐无性系CO20的木材解剖特征、化学成分、木材物理力学性质以及制浆造纸工艺特性等项试验研究进行比较, 为进一步筛选无性系和木材利用提供依据。

收稿日期: 1992-6-04

为国家“七五”攻关项目泡桐属的良种选育的一部分。参加本项研究的有曾月星、黄洛华、陆熙娴、骆秀琴、房桂干人等, 本文承王培元研究员审阅并提出修改意见。

1 材料和方法

1.1 材料 由曾宗泽按国标GB 1927-80《木材物理力学试材采集方法》的规定, 在

An analysis on the structure of two timber drying kilns

Lin Weiqi

(Central-South Forestry College, Zhuzhou 412006)

Li jie Fan Shaozhan

(Hainan Xilian Wood Processing Factory)

Abstract In this paper, the structural characteristics of two overhead-fan kilns were described. Based on the data about velocity of air flowing through the stack, ratio of recirculating air, difference between ambient temperature and that of the kilns wall, advantages and defects of the two kilns were clarified. Finally, a drying schedule for rubber wood was introduced and description about the autocontrol process was included.

Keywords Rubber wood; Overhead-fan kilns; Ratio of recirculating air; Drying schedule