

SND0-60 型叉车装窑式木材干燥窑的设计

翁文增

(南京林业大学 南京 210037)

摘要 SND0-60 型叉车装窑式木材干燥窑,采用大跨度大容量设计。砖混结构,配用大型吊挂门和先进的通风装置、加热装置和监控装置。由于干燥窑的结构设计和工艺尺寸合理,设备性能先进,因此,干燥均匀、质量好,干燥效率高,节能效果显著,并易于操作和维修保养。

关键词 叉车装窑;木材干燥窑;结构特点;性能测试;经济分析

1991 年设计成功的 SND0-60 型叉车装窑式木材干燥窑,由江苏省溧阳平陵林机厂制造经营。叉车装窑无须铺设轨道和转运道,被干木料在专用垫板上按工艺要求垛成单元小材堆,装卸作业简单方便,劳动强度低、装卸效率高,装卸场占地面积小,投资省。该窑适用于大、中型企业的材长 2 m 的木、竹材整边板的干燥。产品自 1992 年投放市场以来,已在滇、闽、粤、吉林、赣、苏等省推广应用 30 余套。使用结果表明,该窑的干燥性能和使用性较好,节能效果显著。

1 主要技术参数

设计装载量(m^3 ,以 5 cm

厚整边板计): 60

不同规格木料的实计材积如下:

整边板厚 (cm)	2	3	4	5	6	7	8
实计材积 (m^3)	41.26	51.43	57.75	62.31	65.94	68.53	70.71

材堆尺寸($l \times b \times h, \text{m}$): $2 \times 1.2 \times 1.2$

每窑装堆数: 36

占地面积($l \times b, \text{m}$): 11.26×7.76

加热器散热总面积(m^2): 307.08

装机总功率(kW): 9

材堆中设计风速(m/s): $1.5 \sim 2.0$

要求供汽压力(MPa): ≤ 0.4

要求供汽能力(t/h): ≈ 0.6

2 主要结构特点

干燥窑的构造如图 1 所示。采用大跨度大容量设计,气流在上下一纵向一水平可逆循环。气流穿过材堆的总宽度为 4.8 m,既能确保干燥均匀,又提高了能量利用率和场地利用率。窑体为砖混结构,有特殊保护处理,因而具有较好的保温性和坚固性。大型吊挂门有较好的保温、气密性能,且不变形,耐腐蚀,操作方便、可靠。通风装置采用当今最先进的高强度超薄型扭曲机翼形叶片的可逆铸铝风机,配 H 级绝缘的耐高温电机直接传动,工况好、效率高、耐腐蚀。整体轧制的铜铝复合翅片管加热器,翅片无皱折、气流阻力小、传热效率高、使用寿命长。加热器的总体

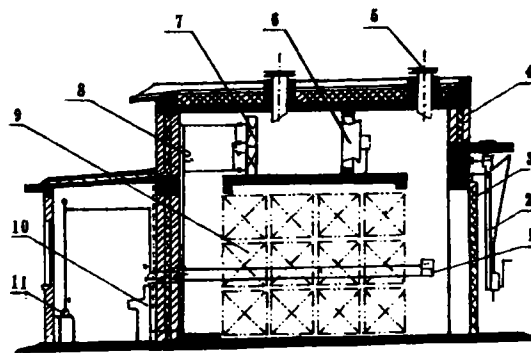


图 1 SND0-60 型叉车装窑式干燥窑纵剖面图

1-窑体; 2-窑门; 3-提门器; 4-温湿度测量装置;
5-进排气窗; 6-通风装置; 7-加热器; 8-喷蒸管;
9-材堆; 10-控制柜; 11-分汽管

收稿日期 1995-11-03

设计与窑型结构相匹配,使风速和温度分布均匀。加热系统终端采用新型自由半浮球UFO式疏水器,排水量大、漏汽率低、工作可靠、使用寿命长。喷蒸管装在窑的上部后端,在其进汽端有汽水分离设施,可使管内无积水,从而可防止管子锈蚀和喷出锈水对设备和木材的污染与损害。进排气装置电动遥控。温湿度测量采用电脑测温记录报警仪,可在材堆两侧各装一对干湿球温度计。有手动控制和自动控制两种操作方式。自动控制采用时间基准专家系统控制方法的“NLZC-I”型电脑自动控制装置,可避免操作的人为因素影响,确保工艺过程合理,达到既保证干燥质量,又可缩短干燥时间和节约能耗的目的。

3 性能测试和经济分析

福建省尤溪木地板厂于1993年购买本设备两套,当年12月26日投产。由该厂的技术副厂长和负责干燥的工程师及操作工对该窑进行全面的性能测试,结果如下:

3.1 材堆中风速分布均匀度

窑内装满材堆,木料厚度42 mm,隔条规格25 mm×25 mm。用QDF-2型热球式电风速仪,于室温状态($t=12\text{ }^{\circ}\text{C}$)在窑后端材堆的一侧,按上、中、下、左、中、右9个均布的测点,分别测定进风和出风时材堆水平气道内气流速度,如表1。进风侧和出风侧分别为 $1.71\pm0.033\text{ m/s}$ 和 $1.23\pm0.044\text{ m/s}$,分布非常均匀。由此也可看出,材堆总宽度4.8 m是合适的,不会影响干燥均匀度,又提高了能量利用率。

表1 材堆中风速分布(m/s)

进风侧				出风侧			
	左	中	右		左	中	右
上	1.8	1.7	1.7	上	1.2	1.2	1.25
中	1.7	1.7	1.7	中	1.2	1.2	1.2
下	1.7	1.7	1.7	下	1.2	1.2	1.3
平均值	$\bar{V}=1.71$			平均值	$\bar{V}=1.23$		
标准差	$S=0.033$			标准差	$S=0.044$		

3.2 温度分布均匀度

用8支热敏半导体温度传感器,在窑后端材堆的一侧,均匀设置8个测点,用电脑测

温记录仪测定窑干过程中各测点的温度变异。现取含水率 $W=50\%$ 阶段的材堆进、出风侧各测点的温度值列于表2。其温度分布均匀度分别为 $72.25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm1.035\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $68\text{ }^{\circ}\text{C}\pm1.069\text{ }^{\circ}\text{C}$,两侧的最大绝对偏差都是 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。可见温度分布也是比较均匀的。

表2 $W=50\%$ 阶段材堆进出风侧温度分布($^{\circ}\text{C}$)

进风侧				出风侧			
	左	中	右		左	中	右
上	74		71	上	68		67
中	72	73	71	中	68	70	67
下	72	73	72	下	67	68	69
平均值	$\bar{t}=72.25$			平均值	$\bar{t}=68$		
标准差	$S=1.035$			标准差	$S=1.069$		

3.3 干燥时间

被干木料为马尾松42 mm厚整边板。每窑实装材积 57 m^3 ,二窑共 114 m^3 。初含水率64%,终含水率11.42%,干燥时间96 h,干燥周期113 h(其中含停风闷窑4 h,吹风冷却10 h,装窑1.5 h,出窑1.5 h)。干燥时间比文献^[1]规定的额定干燥时间172 h缩短44%。

3.4 干燥质量检验

根据GB 6491—86《锯材干燥质量》进行检验,干燥均匀度、干燥应力和木板厚度上的含水率偏差如表3和表4所示。没有弯曲、开裂、皱缩、炭化、变色等各种可见干燥缺陷。全部符合一等材干燥质量标准,合格率100%。

表3 干燥均匀度(终含水率分布,%)

	前			中			后		
	左	中	右	左	中	右	左	中	右
上	11.5	11.4	11.5	11.5	11.4	11.5	11.4	11.4	11.4
中	11.2	11.4	11.5	11.4	11.4	11.5	11.5	11.4	11.4
下	11.2	11.4	11.5	11.4	11.4	11.4	11.5	11.4	11.4
平均	$\bar{W}=11.42$			标准	一等; 12 ± 3.0				
均方差	$S=0.079$			结论	符合一等材标准				

表4 干燥应力指标(Y)和沿厚度含水率偏差(ΔW)

Y (%)	前	中	后	ΔW (%)	前	中	后
	左	中	右		左	中	右
上	0.4	—	2.4	上	2.6	—	1.7
中	—	1.6	—	中	—	0.9	—
下	1.5	—	2	下	1.6	—	1.0
平均	$\bar{Y}=1.58<2$			平均	$\Delta\bar{W}=1.56<3$		
均方差	$S=0.750$			均方差	$S=0.680$		
结论	一等			结论	一等		

3.5 能耗分析

窑干期间锅炉共耗褐煤 12.6 t(发热量 $4\,000 \times 4.19\text{ kJ/kg}$); 每台风机实测功率 2.48 kW, 二座窑 6 台风机, 按工作时间 96+

10 小时计, 共耗电 1 577 kWh。由此可求得单位材积能耗和每蒸发 1 kg 水分能耗。并按电能的等价(耗)热值 $3\,000 \times 4.19\text{ kJ/kWh}^{[2]}$ 折算成标准煤耗, 如表 5。

表 5 能耗分析

树种	厚度 (mm)	初含水率 (%)	终含水率 (%)	干燥时间 (h)	干燥 1 m ³ 木材能耗		折标煤 (kg/m ³)	蒸发 1 kg 水分能耗		折标煤 (kg/kg)
					褐煤(kg)	电(kWh)		褐煤(kg)	电(kWh)	
马尾松	42	64	11.42	96	110	13.80	68.77	0.42	0.05	0.26

3.6 干燥成本及经济效益分析

①燃料费 当地煤价 170 元/t, 12.6 t, 共 2142 元。

②电费 按当地电价 0.27 元/kWh, 1 577kWh, 共 426 元。

③设备折旧费 二座干燥窑设备投资 29 万元, 基建费 17 万元, 按使用寿命 15 年, 每年工作 320 天计, 每工作一天折旧费为 95.83 元。

蒸发量为 2 t/h 的快装锅炉 12.99 万元, 软水处理设备 2.09 万元, 锅炉房 2.2 万元, 共计 17.28 万元。该锅炉还用于细木工板生产线单板旋切的原木蒸煮和成品热压。按干燥工段用汽量占 60%、使用年限为 10 年计, 每年 320 个工作日, 干燥段所摊锅炉折旧费为 31.42 元/天。

二项合计 126.80 元/天, 一个干燥周期按 5 天计, 费用 634 元。

④劳务费 干燥工每班 1 人, 司炉工 2 人, 装卸堆承包 12 个工, 5 天共 57 工, 工值 15 元/工, 共计费用 855 元。

⑤水费 按平均用水量 0.7m³/h 计, 96 h 共耗水 67.2 m³, 单价 0.38 元/m³, 合计 25.54 元。

⑥干燥成本 以上各项费用总和为 4 082.54 元, 由此求得干燥 1 m³ 木材的成本为 35.8 元。

⑦经济效益 按每立方米松木板材干燥后增值 150 元计, 可获纯利税 114.19 元/m³。正常生产年产量 7 524 m³, 每年可创利税 86 万元左右, 9 个月即可回收包括锅炉在内的全部投资。

4 参考文献

1 南京林产工业学院. 木材干燥. 林业出版社, 1981, 194
2 张管生. 热平衡计算方法分析. 工厂节能专辑, 机械工业出版社, 1984, 32

Design on "SND0-60" Wood Drying Kiln
Charged with Fork-lift

Weng Wenzeng

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract "SND0-60" wood drying kiln charged with fork-lift was designed for wide span and large capacity. The kiln was constructed of masonry with a large hanging door. propeller fans, heating elements, advanced measuring and controlling devices were adopted. Since the kiln construction and dimension were reasonable and the equipments performed very well, the efficiency and energy-saving were improved remarkably. In addition, it was durable, easy to operate and convenient to maintain.

Keywords Fork-lift charge; Wood drying kiln; Construction feature; Economic analysis