

木材常规蒸汽干燥室散热器 面积配置的分析

周永东¹, 张璧光², 李 梁³, 伊松林²

(1. 中国林科院木材工业研究所; 国家林业局木材科学与技术重点实验室, 北京 100091; 2. 北京林业大学材料科学与技术学院, 北京 100083; 3. 国家知识产权局专利局机械部, 北京 100086)

摘要: 为了给木材干燥设备制造企业提供优化设备配置和节能降耗的技术参数, 探讨了木材常规蒸汽干燥室的壳体类型、蒸汽温度、风速及我国各地气候条件等因素对散热器面积配置的影响。分析结果表明: 干燥室壳体及保温材料类型、散热器内蒸汽温度对散热器面积配置影响很大; 年平均气温高的地区, 干燥室所需散热器面积小于寒冷地区; 干燥室内风速高时所需散热器面积较小。

关键词: 木材干燥; 常规蒸汽干燥室; 散热器面积; 配置

中图分类号: S782.31

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2010)03-0025-03

Effect of Heat Exchange Area on Energy Consumption in Conventional Wood Drying Kiln

ZHOU Yong-dong¹, ZHANG Bi-guang², LI Liang³, YI Song-lin²

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry; Key Laboratory of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China; 2. Material Science and Technology College, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. State Intellectual Property Office of the People's Republic of China, Beijing 100086, China)

Abstract: To improve wood drying kiln efficiency, the following conditions in conventional dry kilns were analyzed for this paper: wall structure, wall insulation, heat exchanger vapor temperature, air velocity, heat exchanger area and temperature and weather conditions in different areas of China. The results showed that kiln walls, wall insulation, and vapor temperature inside the heat exchanger played important roles for reducing energy consumption. Kilns in cold regions required more heat exchangers than in warm regions. It was found that the air velocity also affected heat exchanger performance.

Key words: wood drying; conventional drying kiln; heat exchanger area; configuration

在国务院《国家中长期科学和技术发展规划纲要》中,“能源”及“节能”排在了所有重点领域及优先主题中的第一位,“坚持节能优先,降低能耗”是工业发展的基本思路。木材干燥是木制品加工中的重要技术组成,锯材干燥能耗占锯材加工能耗的40%~

70%,能源成本约占干燥总成本的50%以上^[1]。如何在保证干燥质量的前提下,降低能耗,从而降低木制品产品成本,提高经济效益,是多年来木材加工企业面临的一个主要问题。

我国目前及今后相当长的时期内,木材干燥仍以常规蒸汽干燥为主。当前,国内木材干燥室的热力计算,多来自于前苏联时期的文献,在设计木材干燥设备时,未进行实际计算及优化配置,只凭经验配置散热器面积,严重影响企业的生产效率。

收稿日期: 2009-04-01; 修改日期: 2009-07-22

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD18B0701)。

作者简介: 周永东(1968—),男,中国林科院木材工业研究所研究员,博士。

通讯作者: 张璧光,女,北京林业大学材料科学与技术学院教授。

笔者通过不同条件下干燥室的热力计算及分析,探讨了壳体类型和保温情况、气候条件、散热器内蒸汽温度以及风速等条件,对常规蒸汽干燥室散热器面积配置的影响。以期为企业根据自身条件合理配置散热器,稳定干燥工艺控制,提高生产效率以及能源利用率提供技术参考。

1 散热器面积的计算

以砖混壳体结构干燥室为例,表 1 列出了笔者在计算过程中涉及到的相关基本参数。利用周期式常规干燥室的热力计算公式^[2],计算出应配置的散热器面积为 129.15 m²(计算过程略)。

表 1 砖混壳体结构干燥室及木材相关基本参数
Tab. 1 Typical drying parameters for brick and concrete structural drying kilns

项目	取值
室外环境年平均温度/℃	14
干燥材积/m ³	40
壳体面积/m ²	200
壳体传热系数 W/(m ² ·℃)	0.507
散热管放热系数 W/(m ² ·℃)	23.605
空气密度/(kg·m ⁻³)	0.999 8
供热蒸汽温度/℃	140
窑内风速/(m·s ⁻¹)	1.5
干燥窑内平均温度/℃	80
木材密度/(g·cm ⁻³)	0.4
木材初含水率/%	50
木材终含水率/%	12

注:砖混壳体结构为 240 mm 内墙砖+100 mm 膨胀珍珠岩块+240 mm 外墙砖。

2 不同因素对干燥室散热器面积配置的影响

2.1 材积及供汽温度

干燥室壳体为砖混结构,根据以往的研究和实践总结,对应的木材干燥室单位材积配置散热器面积^[2]列于表 2。

表 2 不同材积及蒸汽温度对应的
单位材积散热器面积

Tab. 2 Unit area of heat exchanger inside drying kiln for different lumber volumes and steam temperatures				
材积/m ³	散热面积/(m ² ·m ⁻³ 木材)			
	120 ℃	130 ℃	140 ℃	150 ℃
40	4.843	3.874	3.229	2.767
60	4.708	3.767	3.139	2.690
80	4.717	3.773	3.144	2.695
100	4.762	3.810	3.175	2.721

从表 2 中可以看出,当蒸汽温度一定时,材积变化对散热器面积的影响较小;并且在本例的条件下,当材积为 40 m³ 时,单位材积所需加热器面积反而最大。这主要是因为材积较小时,壳体散热所占比例较大所致。

当材积相同时,蒸汽温度的变化对散热器面积配置有较大影响,随着蒸汽温度的提高,散热面积减小,且降幅较大。如材积为 40 m³ 时,蒸汽温度为 150 ℃ 对应的散热器面积,较 120 ℃ 时小 42.85%。因此,在干燥设备设计阶段,确定蒸汽温度对于降低干燥设备成本有着重要意义。

2.2 气候区域及墙体类型

我国各地气候条件差异悬殊,导致干燥过程中壳体的热损耗也会有很大差别,因此,干燥室所需要的供热也不同。表 3 为全国 7 个主要气候区域的主要代表城市及年均气温^[3]。

表 3 全国主要气候区域及年均温度

Tab. 3 Annual average temperature in different regions in China		
地区	代表城市	年均气温/℃
东北区	海拉尔、齐齐哈尔、佳木斯、哈尔滨、长春、沈阳	9
华北区	北京、太原、济南、郑州、徐州	14
长江区	南京、上海、汉口、宜昌、长沙、芷江、温州	19
华南区	南宁、梧州、广州、汕头、厦门、湛江	24
西南区	成都、重庆、西昌、贵阳、昆明	20
西北区	延安、西安、兰州、西宁、酒泉	5
新疆区	阿勒泰、乌鲁木齐、哈密、喀什、和田	12

干燥室壳体材料不同,干燥过程中的热量损失也不一样^[4-7]。本研究选取 3 种壳体类型:砖体、砖混、金属,对不同地区、不同墙体类型干燥室,所需配置的散热面积进行分析。3 种壳体类型的热力学参数列于表 4,其余参数如:木材材积、含水率、风速等与表 1 相同。

表 4 3 种干燥窑壳体及相关热力学参数

Tab. 4 Wall structures and related thermal parameters			
壳体类型*	放热系数/(W·m ⁻² ·℃ ⁻¹)		传热系数/(W·m ⁻² ·℃ ⁻¹)
	室内	室外	
砖体	20	8	1.420
砖混	20	8	0.507
金属	20	8	0.250

*:1)砖壳体厚 370 mm; 2)金属壳体结构为铝板和彩钢板之间夹 100 mm 聚氨酯泡沫。

干燥室应配置加热器面积计算结果列于表 5。从表 5 可见,壳体类型对于散热器面积的配置有显著

表 5 不同地区不同壳体类型干燥室
单位材积所需配置的散热面积
Tab.5 Unit area of radiator for different wall
structures in different regions m²/m³ 木材

壳体类型	东北	华北	长江	华南	西南	西北	新疆
砖体	3.931	3.809	3.686	3.563	3.661	4.029	3.858
砖混	2.811	2.767	2.724	2.680	2.715	2.846	2.785
金属	2.496	2.475	2.453	2.431	2.449	2.513	2.483

影响。如在东北地区,金属壳体结构所需散热器面积较砖体结构干燥窑小 36.5%,主要是金属壳体的预制板保温性能相对较好,故所需散热器面积小。

同时,壳体内保温材料的种类和厚度,对其保温性能影响也较大。同一种保温材料,其厚度越大,保温性能越好,反之则越差;同一种厚度,导热系数小的,其保温性能优于导热系数大的,如聚氨酯发泡材料优于聚苯板材料。因此,寒冷地区尤其需要重视壳体类型的选择。

2.3 风速

以砖混壳体结构为例,风速在 1.3~2.0 m/s 变化时,所需配置散热器面积的计算结果列于表 6。

表 6 不同风速时干燥室单位材积所需配置的散热面积
Tab.6 Unit area of radiator for different air
velocity through lumber stacks

风速/ (m·s ⁻¹)	散热面积/ (m ² ·m ⁻³ 木材)	风速/ (m·s ⁻¹)	散热面积/ (m ² ·m ⁻³ 木材)
1.3	2.826	1.7	2.635
1.4	2.776	1.8	2.591
1.5	2.727	1.9	2.549
1.6	2.680	2.0	2.508

表 6 表明,风速对干燥室散热器面积配置也有一定的影响。风速高,加热器的传热系数增加,可减少散热器面积的配置,但会增加电机的能耗;此外,空气流速还应考虑所干燥木材的树种及干燥工艺要求。如干燥室既干燥硬阔叶树材也干燥针叶树材,则采用变频电机调节风速,不仅操作灵活,而且能起到节能的作用。

上述对干燥室散热器面积的配置进行的计算与分析,还需进一步完善。有些参数,如导热系数、放热系数等的精确性,有待进一步验证。因此,笔者在文中提供的分析数据只能作为干燥室散热器配置的定

性分析,为不同地区、不同条件下干燥室散热面积配置提供参考。

对当前干燥室的热力计算,多源自前苏联,只能参考其计算方法。实质性的定量分析,需在木材干燥室系统能量平衡测试的基础上,通过测量不同墙体材料的导热系数,不同风速条件下散热器的放热系数等参数值后才能确定。

3 结论与建议

1) 干燥室壳体类型对散热器面积的配置影响很大。目前常用的 3 种壳体类型,以单位材积配置散热器面积排序为:金属<砖混<砖体。所处地区的气候温度越低,散热器面积配置应越大。

2) 干燥室的供汽温度对散热器面积配置的影响较大,散热器面积的配置设计,必须考虑锅炉供热管网中的蒸汽温度。

3) 干燥室内风速对散热器面积的配置也有一定的影响,但增大风速会增加电机的能耗,需综合考虑干燥工艺进行配置。

4) 干燥室散热器配置与木材干燥节能关系密切,干燥设备加工企业需要依据干燥室类型、壳体、热源、风速、散热器种类、被干燥木材树种、期望的干燥周期及当地气候条件等,确定干燥室散热面积的配置,如能通过系统的研究与开发,将其编写成软件,则会发挥更大的作用。

参考文献:

[1] 朱政贤.我国木材干燥工业发展世纪回顾与前瞻[J]. 林产工业, 2000,27(1):7-10.
[2] 朱政贤.木材干燥(第二版)[M]. 北京:中国林业出版社,1992.
[3] 电子工业部第十设计院.空气调节设计手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1995.
[4] 傅秦生,何雅玲,赵小明.热工基础与应用[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
[5] 戴增安.木材干燥窑的保温性与节能分析[J]. 木材工业,1997, 11(2): 32-35.
[6] 唐晓淑,张璧光,高建民.木材干燥室保温材料的选择与节能计算[J]. 木材工业,2001, 15(2):25-27.
[7] 颜文飞.不同厚度干燥窑保温门的散热量计算[J]. 木材工业, 2000, 15(5):19-21.

(责任编辑 鲍加芬)

欢迎订阅,欢迎赐稿,欢迎发布信息、刊登广告
详情查阅:www.cwijournal.com