

木材窑干技术指南

〔苏联〕中央木材机械加工科学研究所等编



中国林业出版社

苏联森林工业、纸浆造纸工业和木材加工工业部

全苏制材工业科学-生产联合公司

中央木材机械加工科学研究所

木材窑干技术指南

林伟奇 译
宗子刚

中国林业出版社

(京)新登字033号

Руководящие Технические материалы
по Технологии Камерной Сушки Древесины
Издание Дниинмода Архангельск 1985

根据苏联中央木材机械加工科学研究所出
版的1985年阿尔汉格尔斯克俄文版译出

木材窑干技术指南

林伟奇 译
宗子刚

中国林业出版社出版(北京西城区刘海胡同7号)
新华书店北京发行所发行 外文印刷厂印刷

860×1168毫米32开本 5.25印张 120千字

1992年3月第1版 1992年3月第1次印刷

印数 1—1000册 定价: 3.50元

ISBN 7-5038-0660-5/T B · 0170

前 言

在木材窑干技术指南中，包括规定锯材窑干过程的工艺基准，以及对锯材窑干的组织和工艺问题的建议。

新编的技术指南中纳入了最近制定的锯材干燥技术和工艺方面的内容。这份新的指南出版后，1971、1977和1982年的版本即告无效。

新版技术指南的有效日期为1968年1月1日至1990年12月31日。

参加新版技术指南制定工作的人员为：

中央木材机械加工科学研究所——技术科学副博士 E.C. 鲍格丹诺夫（第1、2、4、5、7、8章，附录1、2），工程师 A.A. 安德列叶娃（第2章，附录2），O.И. 格林科娃（第1章），B.B. 库拉科娃（第5章），B.B. 诺维科夫（第8章）；

莫斯科林学院——技术科学博士 П.С. 谢尔高夫斯基（第3、4、6、7章），技术科学博士 Б.Н. 乌戈列夫（第2—4章），技术科学副博士 Г.С. 舒滨（第4、6、7章，附录3），工程师 H.B. 斯库拉托夫（第3章），A.B. 契莫丹诺夫（第4章），И.А. 索罗钦娜（第6章）；

西伯利亚技术学院——技术科学副博士 Л. Н. 克罗托夫（第1、3、4章）和技术科学副博士 B. Н. 奥斯洛诺维奇（第3章）；

里沃夫斯克林学院——技术科学副博士 П. В. 比列伊（第4章）；

列宁格勒林学院——技术科学副博士 С.И. 阿基申科夫（第2章）。

制定工作的领导者是：Е. С. 鲍格丹诺夫，П. С. 谢尔高夫斯基，Г. С. 舒滨，Б. Н. 乌戈列夫和 Л. Н. 克罗托夫。

本指南付印前的准备工作是由中央木材机械加工科学研究所木材干燥实验室和莫斯科林学院木材水热处理教研室完成的。

编辑委员会由技术科学副博士 Е. С. 鲍格丹诺夫（责任编辑），技术科学博士 П. С. 谢尔高夫斯基，技术科学副博士 Л.Н. 克罗托夫和技术科学副博士 Г.С. 舒滨组成。

内 容 简 介

《木材窑干技术指南》是苏联80年代木材干燥研究成果和生产经验的技术总结资料，并具有指导作用，经苏联森林工业、纸浆造纸工业和木材加工工业部批准，规定有效期限，在全国实施。

该书是集中苏联木材干燥界知名学者集体编写的。内容全面系统，数据实现了标准化、系列化，其中包括：干燥锯材的堆积，干燥质量标准，窑干工艺基准，干燥过程的实施，干燥周期的确定，干燥窑生产率的计算，干燥过程的控制，车间生产组织与计划，技术经济指标的检测手段和方法等。基本反映了当代木材窑干技术水平，是目前少见的木材干燥技术实现标准化系列化的资料。

我国现有的木材干燥技术基础主要借鉴苏联50年代的技术，标准化系列化工作刚刚开始。因此，将该书介绍给国内设计、生产单位以及教育、科研机构，对促进木材干燥技术将会起到较大的作用。

目 录

前 言

1.干燥前锯材的堆积.....	1
2.干燥质量要求的标准.....	6
3.干燥基准.....	13
4.干燥过程的实施.....	29
5.干燥后锯材的保管.....	46
6.锯材窑干时间的确定.....	55
7.锯材干燥窑生产率的计算.....	78
8.木材干燥窑技术经济指标的试验和确定方法.....	93
附录1.有关木材干燥窑介质参数的远距离检查和自动调 节的建议.....	108
附录2.有关干燥车间作业的计划、统计和组织工作的 建议.....	119
附录3.计算锯材干燥持续时间的原始方程式和曲线图...	133

1. 干燥前锯材的堆积

1.1 材堆的形式和大小

窑干采用两种形式的材堆：

叠垛式（图1.1-a）：由若干个预先用堆垛机或人工堆积好的板垛，借助起重运输设备叠垛而成。

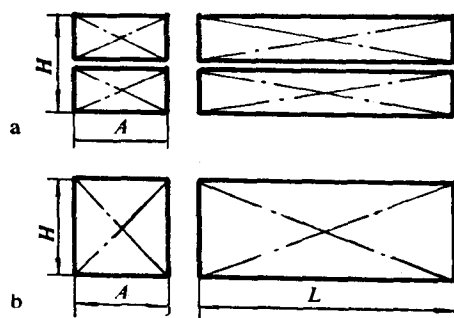


图1.1 材堆的形式

a. 叠垛式 b. 整体式

整体式（图1.1-b）：用堆板机堆垛或人工堆成的整体材堆。

材堆横断面的形状应是长方形的，端面应按垂直线堆整齐。

材堆的尺寸应与干燥窑的结构相适应。材堆最合适的尺寸见表1.1。

表1.1 材堆的尺寸 (m)

尺 寸	周期式干燥窑	连续式干燥窑	
		材堆纵向移动	材堆横向移动
宽 度	1.8	1.8	1.8;2.0
高 度	2.6;3.0	2.6;3.0	3.0;5.0
长 度 *	2.5;4.5;6.5	4.5;6.5	6.8**

* 在周期式干燥窑中干燥毛料时, 材堆长度等于毛料的长度或其倍数。

** 如干燥窑的宽度允许, 材堆长度最大可达7m。

1.2 锯材堆垛的原则

材堆应由同一树种、同一厚度的锯材组成。

材堆的基础应坚硬牢固, 顶面应成水平面。基础的长度应等于材堆的长度。建议采用活动车架作为材堆的基础。

材堆的堆积方法根据干燥介质通过材堆的循环方式来决定:

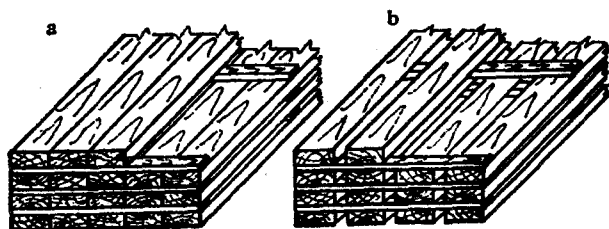


图1.2 锯材堆积方法举例

a.不留空格 b.留空格

(1) 对干燥介质横向循环的干燥窑, 采用板材之间不留空格的堆积法 (图1.2-a);

(2) 对干燥介质顺着材堆水平循环和垂直循环 (其中包括自然循环) 的干燥窑, 采用板材间留空格的堆积法 (图1.2-b)。

毛边板应大小头交错堆放。

如果板材宽窄不一, 窄的应堆放在材堆中间, 宽的放在两侧。如果材堆的宽度容纳不下板材的整块数, 则应在材堆的中部留空隙。

在留空格的材堆或板垛中, 空格的总宽度: 当堆放整边材时应为材堆宽度的35%; 堆放毛边板时应为材堆宽度的5—7%。空格应按材堆的宽度均匀分布。

在同一个材堆或板垛中, 允许错开堆放不同长度的板材。这时, 长板放在材堆或板垛的两侧, 短板放在中间。端头相对放置的短板, 至少应放在两个隔条上, 而且使外侧端头应与材堆端面对齐 (图1.3)。

材堆的各层板材之间要用层间隔条隔开, 而材堆的上下板垛之间要用垛间隔条隔开。



图1.3 材堆中木板的放置方法

在材堆中应预留空位 (见4) 放置检验板。检验板放置位置不应小于两个隔条。

1.3 对隔条配置的要求

板层之间的隔条数量视木材的树种、锯材的厚度和材堆的长度而定(表1.2)。

沿材堆高度方向的隔条放置位置应上下对齐。最边上的隔条离锯材端面的距离应不大于25mm,隔条末端伸出材堆侧面不应大于25mm。

表1.2 材堆中每层隔条的数量

锯材厚度 (mm)	针叶树材			阔叶树材		
	材堆的长度(m)					
	2.5	4.0—4.5	6.5—6.8	2.5	4.0—4.5	6.5—6.8
16—19	5	8	12	7	10	14
22—25	5	7	10	6	9	12
32—40	4	5	7	5	7	9
50和50以上	3	4	6	4	5	7

当用机器堆积时最边上的隔条离材堆端面的距离应在100mm以内,而每层隔条的数量可根据堆垛机的技术参数确定。

材堆中每层垛间隔条的数量应与每层层间隔条数量相同(表1.2)。在堆积材堆时,垛间的隔条应与层间的隔条垂直成行。

1.4 隔条的尺寸和要求

隔条按用途分为层间隔条和垛间隔条,前者是把堆放在材堆

或材垛中的锯材逐层隔开；后者是在堆积叠垛式材堆时把材垛上下隔开。隔条的尺寸见表1.3。

表1.3 隔条尺寸

隔条用途	尺寸(mm)		
	厚 度	宽 度	长 度
层间隔条	25*	40	1800;2000
柴间隔条	75;100	75;100	1800;2000

* 材堆高度在3m 以内时，可用22mm 厚的隔条；材堆高度为5m 时，隔条尺寸可达32mm厚和50mm 宽。

隔条尺寸的容许误差是：厚度 $\pm 1\text{mm}$ ；宽度 $\pm 2\text{mm}$ ；长度 $\pm 10\text{mm}$ 。

堆放坯料时，若坯料厚度不大于 32mm，宽度不大于 70mm，容许用坯料本身作为隔条。

隔条由没有腐朽和青变的针、阔叶树材制成。

当要求锯材干燥到运输含水率时，做隔条用的木材含水率不应超过22%；当要求锯材干燥到使用含水率时，做隔条用的木材含水率不应超过10%。

根据苏联国家标准 ГОСТ 7016—82 的规定，工作材面的表面粗糙度 R_{max} 数值应为 $800\mu\text{m}$ 。

隔条应平行地堆放在料筐里保存，料筐要放在防雨防雪的场所。

堆积材堆前要对隔条进行检查，测量隔条的尺寸。

隔条的厚度和宽度用有 0.1mm 刻度的卡尺测量。

尺寸不符合规定的隔条，以及变形和折断的隔条都不容许使用。

2. 干燥质量要求的标准

质量要求适用于针、阔叶树锯材和坯料，内容包括窑干质量的等级、指标、指标标准和确定这些指标的方法。

2.1 干燥质量的等级

根据干燥锯材（坯料）的用途，规定将干燥质量分为四个等级。

I、II、III级规定锯材或坯料干燥到木制品的平均使用含水率，其质量应达到如下要求：

I级——能够按ГОСТ 6449.1—82进行机械加工和装配，制作高精度的组合部件（如某些键器具的机械连接、精密机器制造和仪器制造、建筑承重胶合木结构、模型制造、滑雪板等等）；

II级——能够按ГОСТ 6449.1—82进行部件的机械加工和装配，用于重要的组合部件（如家具生产、收音机和电视机壳、键器具的外壳、细木工部件、木制建筑防护结构、客车车厢和汽车制造等等）；

III级——能够按ГОСТ 6449.1—82进行部件的机械加工和装配，用作较次要的组合部件（如长条细木建筑制品、货车制造、农业机械制造、普通包装箱等等）。

零级——规定锯材或坯料（包括出口锯材或坯料）干燥到运输含水率。

2.2 干燥质量指标

干燥质量指标包括:

(1) 材堆中干燥材平均含水率与给定的终含水率之间的偏差;

(2) 材堆中单块锯材或坯料的含水率同材堆中锯材平均含水率之间的偏差;

(3) 干燥锯材(坯料)厚度上的含水率落差;

(4) 干燥锯材(坯料)内的残余应力。

锯材(坯料)干燥质量指标应当标准化,根据干燥质量等级和制品的使用条件规定出相应的标准(见表2.1)。

表2.1中采用的终含水率是以下三种基本情况下的极限值:

$W_k = 7\%$ ——年平均温度 $t_{cp} = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ 和年平均相对湿度 $\varphi_{cp} = 0.4 \pm 0.1$ 的有取暖设备的房屋;

$W_k = 10\%$ —— $t_{cp} = (7-20)^\circ\text{C}$ 和 $\varphi_{cp} = 0.6 \pm 0.1$ 的湿度较高的有供暖设备的房屋;

$W_k = 15\%$ —— $t_{cp} = 4.3 \pm 1^\circ\text{C}$ 和 $\varphi_{cp} = 0.75 \pm 0.2$ 的室外使用条件。

平均终含水率的具体数值,可根据制品和产品的技术条件来规定。

对于按零级质量干燥到运输含水率的锯材,根据锯材的厚度来规定终含水率,以使95%的单块板材的含水率不超过22—23%。

表2.1 锯材和坯料干燥质量标准指标

干燥质量指标	质量等级			
	I	II	III	O
材堆中锯材或坯料的平均终含水率(%)	7;10**	7;10; 15**	10;15**	
当锯材的厚度为:				
小于32mm				16
38—50mm				18
50mm以上				20
单块锯材的含水率与材堆平均含水率之间的偏差*(%)	不超过 ±2	不超过 ±3	不超过 ±4	
当锯材的厚度为:				
小于32mm				±6
38—50mm				±4
50mm以上				±2.5
含水率均方根差S(%)	±1.0	±1.5	±2.0	
当锯材的厚度为:				
小于32mm				±3
38—50mm				±2
50mm以上				±1.25
厚度上含水率落差(%):				
厚度为13—22mm	<1.5	<2.0	<2.5	不检查
厚度为25—40mm	<2.0	<3.0	<3.5	不检查
厚度为45—60mm	<2.5	<3.5	<4.0	不检查
厚度为70—90mm	<3.0	<4.0	<5.0	不检查
残余应力条件指标(应力试验片齿的相对变形)(%)	<1.5	<2.0	不检查	不检查

* 单块板材(坯料)的含水率与材堆平均含水率之间的容许偏差取±2S。

** 当干燥到使用含水率时,材堆中锯材平均终含水率应根据制品使用条件的平均温度和空气相对湿度来确定。

2.3 质量指标的检验方法

2.3.1 干燥锯材（坯料）平均含水率的检验

为了确定一批锯材的平均含水率，须从材堆的不同部位取出至少9块板材（坯料）。企业通过干燥试验确定每个干燥窑的快干区和缓干区。

从每块选出的板材（坯料）中距板端至少0.3m处，垂直于板的长度横向切取两块沿纤维方向尺寸为10—12mm的切片（含水率试验片），根据ГОСТ 16588—79干燥重量法测定它们的含水率。

从选出的板材（坯料）的含水率数值求得算术平均值，作为材堆的锯材含水率。

试验片的木材不应含有树皮和ГОСТ 2140—81规定的可见缺陷。

材堆中厚度不大于40mm的锯材（坯料），可根据ГОСТ 16588—79用电力湿度计来检验含水率。

2.3.2 材堆中单块板材（坯料）的含水率 与平均终含水率之间的偏差的检验

材堆中单块板材（坯料）的含水率与平均终含水率之间的偏差，可由均方差来检查。均方差 S 的计算公式如下，精确度可达0.1%

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (W_i - W_{cp})^2}{n-1}}$$

式中: W_i ——单块试验片的含水率(%) ;
 W_{cp} ——整批锯材的平均含水率(%) ;
 n ——试验片的数量。

当均方差 S 大于容许范围时(见表2.1), 锯材(坯料)必须进行湿热处理或补充干燥(ГОСТ19773—84)。

2.3.3 锯材(坯料)厚度上含水率落差的检验

为了确定锯材(坯料)厚度上的含水率落差(心层和表层的含水率之差), 应在含水率试验片旁边再切取确定分层含水率用的试验片。这种试验片应从材堆缓干区取出的锯材上切取。

切取试验片的锯材的数量, 对Ⅰ级材应不少于5块, Ⅱ级和Ⅲ级材应不少于3块。

试验片按图2.1所示的方法锯开(劈开)。

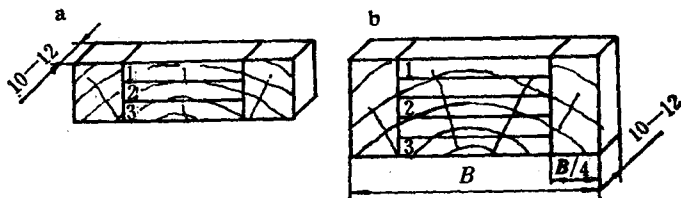


图2.1 分层含水率试验片锯解图

a. 适用于厚度小于32mm的锯材(坯料)

b. 适用于厚度大于32mm的锯材(坯料)

B , 锯材(坯料)的宽度 1, 3, 试验片的表层 2, 试验片的心层

根据 ГОСТ 16588—79 的方法2和3, 确定每个试验片的心层和表层(两个表层一起称重)的含水率。