

鐵道科學技術譯叢

木材干燥資料

鐵道科學研究院編譯

人民鐵道出版社

鐵道科學技術譯叢

材 干 燥 資 料

鐵道科學研究院編譯

人 民 鐵 道 出 版 社

一九五七年·北京

本書系摘譯蘇聯「木材加工工業」雜誌及其他有關木材干燥的文獻八篇，合成一冊作為鐵路科學技術譯叢出版，其主要內容是介紹高溫高濕快速干燥法和石蠟油干燥法以及如何增加生產、縮短時間和提高木材干燥的技術成果各種方法，可供車輛製造廠、車輛修理廠、木材加工工廠及其他從事木材干燥的工作人員作參考。

參加本書譯者：奚威，朱政賢，林忠獻，蔣祖良。

鐵道科學技術譯叢

木材干燥資料

鐵道科學研究院編譯

責任編輯 王育泉

人民鐵道出版社出版

（北京市霞公府17號）

北京市書刊出版業營業許可証出字第010號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印

（北京市建國門外七聖廟）

書號 836 開本 $850 \times 1168 \frac{1}{2}$ 印張 $2 \frac{1}{2}$ 字數 56 千

1957年10月第1版

1957年10月第1版第1次印刷

印數 0001—777 冊 定價（10）0.40 元

目 录

前 言

一、加速木材干燥过程及木材干燥室的改进·····	3
二、干燥車間改建的經驗·····	22
三、在石蜡油中木材的高温干燥·····	26
四、松木、云杉的板材和方材毛料在石蜡油中的干燥時間···	35
五、山毛櫸的石蜡油干燥与浸注·····	38
六、木材的快速干燥程序·····	43
七、木材过热蒸汽干燥·····	47
八、木材对流干燥時間的計算·····	56

前 言

我国有不少本質良好的木材在天然干燥过程中遭到了腐朽變質，也有不少在不适当的人工干燥条件下裂为薪炭之材，由於弯曲桥振干縮抽縫造成的后期貶質，更是当前交通运输工具和房屋建筑工程的木構件中屢見不鮮的事实。

然而这种缺点不是不能克服的，只要善於掌握科学技术，这种損失就会大大減少。因此，如何提高木材干燥技术应成为「合理使用木材」的主要关键之一。

这里特介紹有关木材干燥的苏联文献八篇，主要包括下列两个部分，可供車輛制造厂，車輛修理厂，木材加工工厂和其他木材干燥从業人員参考閱讀。

1. 介紹为增加生产、縮短干燥時間的进步方法——「高温高溼快速干燥」，以及这种方法存在的問題和应加注意的地方。

2. 介紹用石蜡油干燥木材的方法解决了哪些問題和技术中尚存在的問題。

本書承东北林学院朱政賢同志校閱，謹致謝意。

铁道科学研究院

一、加速木材干燥过程及木材干燥室的改进

И·В·克列契托夫 Б·С·查列夫

序

在建筑和工業上使用湿的木材，会大大地縮短建筑物和制品的使用年限，而造成大量的木材損耗。

但是一直到現在，經干燥室人工干燥的木材仅佔10—15%。

要增加干鋸材的数量，就需要有大批的干燥机构。

普通的干燥方法已經不能滿足工業的需要。應該採用一种新的更快的干燥方法。

本書作者認為：用高温干燥木材，可以加速干燥过程。

高温干燥程序在瓦斯干燥室內是很容易达到的。

根据研究的結果可以作这样的結論：即对木材进行短时期的高温处理比起在同一温度下作長时期的处理更少影响到木材的物理力学性質。

對於很多零件來說：如建筑上用的、家具制造上用的以及其它木制品，由於高温处理降低了一些物理力学性質，可是並沒有多大的影响，因为这种降低，是在后备强度範圍之內的。

利用高温干燥，是可以大大地縮短干燥週期的，有助于提高干鋸材的出产量。因此，在各种企業里，對於高温干燥，應該广泛地加以运用。

今后，必須繼續进行科学研究工作，研究高温干燥的好的方面（如提高木材形狀和尺寸的稳定性以及消毒等），並且还須要研究改善或限制高温干燥的有害影响。

这就給予一种能够在生产中广泛推广高温干燥使加速干燥过程的可能性。

同时，还必须用下列这些方法来提高干燥室的生产力，即增加加热器的加热面积，干燥室的四周（門和牆壁）使之严密，很好地保养干燥设备（加热器，冷凝罐，迴水垫圈等），正确地堆积堆垛，加大室内空气或瓦斯的流动速度，提高干燥質量等。

作者在这里所介绍的改进木材干燥室的方法，可以使干燥室的生产力提高50%。

責任校閱者3·B·勃罗年闊

第一章 高温干燥程序的运用

提高干燥介质和木材的温度，能增加木材的导湿性和可塑性，即大大地加快了干燥过程。

当木材的温度提高到 100°C 以上时，在木材内部会造成水蒸汽超出压力，这样也能够加快干燥过程。

运用高温程序能加速很多材种的干燥过程，降低它的吸湿性，提高它在大气下的稳定性；干燥针叶材时发生树脂聚合现象，可以预防加工后树脂分泌在制成品的表面，此外，高温对木材有充分的消毒作用。

工业上的木材干燥室在使用高温干燥程序时，最主要的困难是干燥室的圍牆渗透水汽。只有在干燥室相当严密时才能使室内的湿球温度升高到 75°C 以上。如果是用过热蒸汽的干燥过程，特别是要在第一阶段使木材温度达到 100°C ，就必须具有一种严密程度良好而绝热防湿的专门的干燥室。

运用高温干燥程序，无论是在瓦斯干燥室或是在蒸汽干燥室内都可以大大地缩短干燥过程。

表1是在周期式快速可逆循环蒸汽干燥室内进行的实际干燥结果（主要是各种断面的松木齐边锯材），干燥过程最终阶段的温度高于 100°C （在沙拉普尔斯基联合工厂和莫斯科木材加工联

表 1

鋸材		干燥周期		干燥过程的加速	
規 格 公厘	平均含水量%		实际的	标准的	%
	最 初	最 終			
19×120×5500	113	18	1.6	2.5	150
19×150×5500	124	18	1.6	2.7	160
19×110—130×6400*	66	16	1.0	1.5	150
25×160×5500	114	22	1.5	2.8	190
25×120—150×5500	119	22	1.6	2.9	180
50×180—210×6400**	73	12	2.4	5.2	210
55×75×2200—3250	84	8	3.6	7.6	210
65×120×2400	109	12	4.6	9.2	200
65×120×3250	81	9	4.6	9.0	190
85×110×2200—3200	83	10	5.5	11.5	200

* 云杉鋸材。

** 毛边松木鋸材。

合工厂)。鋸材的干燥質量良好。

从表 1 中明显的可以看到，鋸材的实际干燥周期平均比标准干燥周期縮短了 0.5—1 倍。並且那些帶有髓心的板材也沒有發生裂隙。

厚度为 45~50 公厘的樺木毛边鋸材，它的干燥过程縮短了 1.4 倍，而厚度为 60 公厘的椴木毛边鋸材的干燥过程縮短了 1.8 倍（椴木的标准干燥周期是按樺木确定的）。这些木料都是最初含水量为 70~90% 的新鋸割的鋸材。

圖 1 为断面 85 × 85 公厘和長 3 公尺左右的松木鋸材在周期式快速可逆循环蒸汽干燥室內，从最初含水量 78% 干到最終平均含水量 10% 的干燥过程圖。空气温度几乎在整个干燥过程中都在 100°C 以上；干燥过程后半期的平均温度曾达到 110°C。在这种条件下的干燥周期比标准干燥周期縮短了 1.7 倍。

中央木材机械加工科学研究院（ЦНИИМОД）在基洛夫木材厂的周期式可逆噴气瓦斯干燥室內的研究表明：加快了干燥

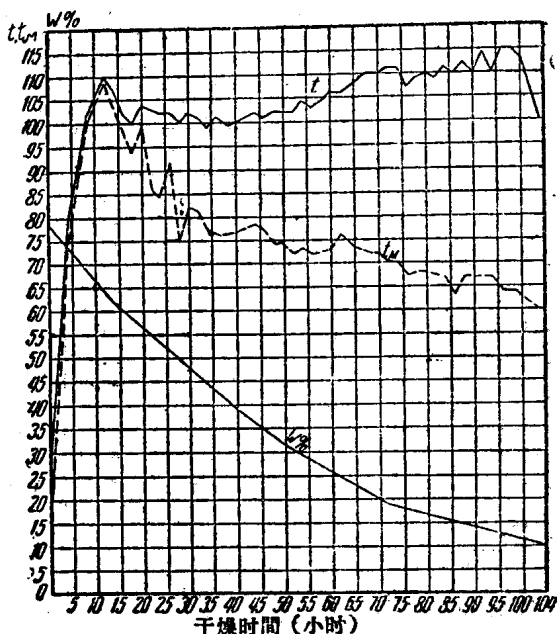


圖1. 工業干燥室温度高於100°C的干燥过程圖

过程和标准干燥过程比較起来,並不影响到堆垛內的干燥均匀度。

中央木材机械加工科学研究所研究的是温度在105°C以下的木材干燥。

研究表明: 运用这种高温干燥程序所造成的木材的剩余內力,並不会超过用标准程序所造成的內力。这就說明了在干燥过程的后半期木材在高温下有很大的可塑性。

1. 干燥程序

表2为細木工和建筑用的針叶材(樟子松、云杉、紅松及冷杉)鋸材在强制快速循环干燥室內(干燥介質为空气或烟瓦斯)的高温程序。

干燥程序中的湿球温度保持一个常数,因此它們既可以用在

表 2

鋸材干燥程序							
木材含水量 %	厚度 16—35 公厘			厚度 36—60 公厘			
	湿 度 °C	干 湿 球 温 度 °C	干燥介质的 相对湿度 %	湿 度 °C	干 湿 球 温 度 °C	干燥介质的 相对湿度 %	
高於 40	85	10	66	82	8	71	
40	91	15	53	85	10	65	
30	95	20	45	90	15	53	
20	100	25	37	95	20	45	
15	105	30	37	100	25	37	
10	110	35	37	105	30	37	

周期式干燥室，也可以用在連續式干燥室，其中包括蒸汽干燥室及瓦斯干燥室。

在蒸汽干燥室內使用这种程序，必須使干燥室的圍牆很好地密閉，將加热器加热面积增加 50—100%，將供給加热器的蒸汽压力提高到 4—5 个大气压。冷凝罐必須經常保持在正常的状态。此外，最好採用快速的强制循环。

如果企業中實現这种高温干燥程序有困难的話，那末在干燥室內必須使温度保持在最大可能的高度，而在过程中根据木材含水量的变化只調整干湿球温度差。

在瓦斯干燥室內执行这种干燥程序比較容易，但在周期式瓦斯干燥室內对木材进行最終的高温高湿处理时必须使用蒸汽。

当干燥厚度为 36—60 公厘而沒有重要用途的針叶材时，可以使用上面介紹的薄材的干燥程序，並且在干燥最后阶段允許有 40°C 的干湿球温度差。

表 3 为一般細木工用的厚度从 16 到 30 公厘的柞木鋸材干燥程序。

莫斯科第三家具厂运用这个程序后，干燥周期比标准的縮短了 30—40%。

表 3

木料厚度 16—30 公厘			
木材含水量 %	温 度 °C	干湿球温度差 °C	干燥介質的湿度 %
高於 40	59	4	81
40 — 30	61	6	73
30 — 20	64	9	63
20 — 15	68	13	52
15 — 10	73	18	41
低於 10	80	25	29

这种用於較薄的柞木板材而其湿球温度保持不变的干燥程序，可以广泛运用於連續式干燥室。

2. 干燥質量的改进

基於各种用途，要求干材有不同的干燥質量。對於那些不容許有剩余內力存在，和在其断面上不容許有不均匀水分分佈的木材，應該在干燥过程结束后进行專門的高温高湿处理。針叶材的最終处理温度为 70—90°C，並使干燥介質保持較高的湿度（与木材最終含水量超过 5 % 的平衡含水量相适应的湿度）。

最終处理的时间決定於干燥后木材內部所存在的內力程度和期望全部的或部分的消除內力的要求。對於不同規格的木材，最終处理的时间要在实际生产情况下根据經驗来确定。譬如 50 公厘厚的做高級家具用的柞木板材干到含水量 $8 \pm 2\%$ ，其最終处理時間約为 10—15 小时。

最終高温高湿处理的結束是根据內力試驗片来决定，不管在切取的当时或是在試驗片經過快干之后，都不应發生变形。

在建有連續式干燥室的干燥車間里，應該同时要有周期式干燥室，在这些周期式干燥室內，不但可以干燥一些小批的而要求質量較高的木材，並且还可以对从連續式干燥室內推出的个别鋸材堆垛进行最終的高温高湿处理。用以进行最終处理的周期式干

燥室，可以建在卸料（干材端）的地方，成为連續式干燥室的延續。

木材性質及其用途是各种各样的。因此在使用新的干燥程序时，必須考虑到干燥室的狀況，對於木材干燥質量的各种不同要求，不同的地方条件，以及工厂自身干燥鋸材的經驗。

虽然研究这种新的干燥程序的工作还在繼續进行中，但就已經得到的經驗說明它可以广泛地运用在生产中。研究加速干燥过程的总的方向，就是干燥过程中高温的运用。根据中央木材机械加工科学研究所的介紹，这种高温干燥程序已經在一些工厂中使用了，其中有基洛夫木材厂、烏文斯基木材厂、沙拉普尔斯基木材厂、拉斯托夫斯基家具厂以及其他一些工厂。

3. 溫度对木材物理力学性質的影响

研究各种树种木材的結果表明：在干燥过程中大大地提高溫度会降低木材的强度（首先是冲击抗弯强度）。

但是對於某些材料或零件，如建筑上的壁板，細木工生产中作圍护用的木板和其他一些降低木材强度並沒有实际意义的零件，作短时期的 $100-120^{\circ}\text{C}$ 的高温处理，可以大大地縮短干燥周期。

對於要求完全保存木材力学强度的木料，如雪橇、椅子、軍用材料、特种零件等，其干燥程序的溫度仅限於 100°C 以下。

因此必須將各种制品對於木材强度的要求和实际上必要的木料强度合理地区分开来。

在技术条件中必須指出各种規格木材的强度指标，並且要分出那些要求不很高的指标。根据这些指标再在技术条件中标明它的干燥溫度。

第二章 木材干燥室的改进

許多木材加工工厂目前还在使用一些陈旧的周期式和連續式蒸汽干燥室，有的是自然循环，有的是緩慢强制循环。

所有这些干燥室內加热器的加热面积，對於薄鋸材的干燥都不能在标准干燥時間內干好。

冬季里，大多数干燥室由於蒸汽压力不够，無法保持干燥程序的温度，以致延長了干燥時間。

並且在这些干燥室內木料的干燥是不均匀的。为了使卸出的堆垛沒有部分过湿現象，干燥过程的終止实际上是以干燥最慢部分的木材含水量来决定，这样就額外地加長了干燥時間。

圖 2 表示堆垛不同地位的干燥曲綫： α —堆垛外沿进風处的木材干燥曲綫， δ —堆垛中下部木材的干燥曲綫。堆垛内部木料

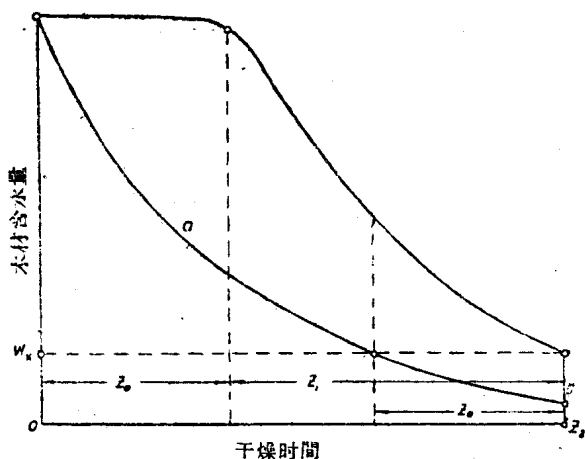


圖 2. 由於木材干燥的不均匀而延長的干燥周期

α ——堆垛外沿进風处的木材干燥曲綫； δ ——慢干部分的木材干燥曲綫。
 Z_1 ——堆垛內木材均匀干燥的时间； Z_0 ——由於堆垛內木材的不均匀干燥而延長的干燥周期； W_k ——木材的最終含水量（最大容許的）。

干燥的迟緩現象是由於从堆垛外圍流到内部的空气因在外層蒸發水分而造成很高湿度的緣故。

这样，堆垛中部的木料在干燥过程第一阶段干得非常慢，而且甚至完全不干燥。而在堆垛的外層此时却足足蒸發掉了一半以上的水分。

曲綫 δ 最初一段的水平（或接近於水平）部分为堆垛内部木料干燥时的損失時間。为了使堆垛中部达到所要求的最終含水量，就差不多需要这样一段長的時間使堆垛留在干燥室內繼續进行干燥。

干燥周期相对延長的時間 i ，可以用下式来計算：

$$i = \frac{Z_0}{Z_2 - Z_0} = \frac{Z_0}{Z_1},$$

式中 Z_1 —木料堆垛均匀干燥所須要的時間；

Z_2 —实际干燥時間；

Z_0 —由於堆垛内部木材干燥不均匀而延長的干燥時間。

从圖 2 的曲綫变化性質看来，我們可以得出結論：除了干燥時間被延長之外，並且在这种条件下木料干燥得不均匀，具有各种不同的最終含水量。

最后使堆垛在干燥室內存放一个时候，可以部分地达到平衡木材最終含水量的目的，但这又会增長了干燥時間。

在木材平均最終含水量較低的情況下，堆垛含水量分佈不均匀的現象会好一些。这种現象在空气流动速度小的干燥室內更为明显。

空气快速流动對於干燥周期和干燥均匀度都有良好的影响，这是現今广泛建筑强制快速循环干燥室的先决条件。

对質量要求較高的木材进行干燥时，空气在板面上的流动速度不能低於 1 公尺/秒，在高温干燥时不能低於 2 公尺/秒。在气流不平衡时还要增加速度。

科学研究和工厂中的实际生产經驗証明：在工業用的干燥室

內提高干燥介質(空气或瓦斯)的温度可以大大地縮短干燥周期。

普通厚度的針叶鋸材的干燥周期 Z ，与在同一干湿球温度差之下，在 $50-110^{\circ}\text{C}$ 温度範圍內的干燥介質温度 t 成平方反比：

$$\frac{Z^1}{Z} = \left(\frac{t}{t^1} \right)^2 \text{ 或 } Z^1 = \left(\frac{t}{t^1} \right)^2 \cdot Z,$$

式中 Z^1 —在温度 t^1 时的干燥周期。

例如，干燥室內的温度从 65°C 提高到 90°C 时，干燥过程的加快为：

$$Z^1 = \left(\frac{65}{90} \right)^2 \cdot Z = \frac{4200}{8100} \cdot Z = 0.52 \cdot Z,$$

也就是說，干燥过程將近縮短了一半。

可知在干燥室內如果温度从 50°C 升至 70°C ($\frac{50^2}{70^2} \approx 0.5$)，就从 70°C 升至 100°C 时，干燥过程便縮短一半。

这时干燥室的热量損失平均仅仅加大了 $25-40\%$ ，也就是說当提高干燥介質的温度时可以提高干燥設備的热效率，因此能更有效更充分地利用鍋炉房所供給的热力。

木堆內的空气呈緩慢循环时，用提高温度的方法来加速干燥过程是很难达到預定結果的，由於堆垛中心干燥較慢而造成板材之間含水量的不均匀。因此要有效地使用高温干燥程序必須改善那些旧的干燥設備，把它們改裝为强制快速循环干燥室，而且木堆內的空气循环最好是可逆的。

要实现快速的干燥方法，首先要改善热力供应，消除目前供应上的缺点，然后才能进行根本的干燥室改裝。

1. 干燥室的热力供应

干燥室加热器內的蒸汽压力不应小於 3 大气压，最好压力能够再提到 4—5 大气压。在干燥室內的蒸汽主管上必須按置压力計。蒸汽的浪費、管路和干燥室圍牆过多的热量損失，是由於沒有很好絕热的緣故。我們必須使这一类損失达到最小的程度。此

外，在加熱管後面還應該裝置冷凝罐，並經常地使它工作正常。同時在冷凝罐上設置一個單獨的檢查管，以便檢查冷凝罐的工作情況。

檢查管可安置在冷凝罐與凝結水管之間。

冬季在感到蒸汽供應不足的時候，就應該提高鍋爐的蒸汽發生量：如改善燃料供應，改進爐灶，增加或更換鍋爐和加強通風等。

干燥室有時會由於從鍋爐房通出的蒸汽管直徑過小而得不到充足的蒸汽。

這種現象在全部打開蒸汽管汽閥的情況下，從鍋爐房和干燥室的蒸汽壓力差上可以檢查出來，這個壓力差不能大於1大氣壓。不然就要添設蒸汽管或更換舊有的蒸汽管。

由於干燥室及其設備的不正常（首先是由於冷凝罐和門有缺點）而造成大量的熱力損失，使經常感到蒸汽不足。

2. 干燥室的嚴密性

在蒸汽干燥室內進行高溫干燥，必須防止從干燥室內漏出水汽，應使干燥室具有高度的嚴密性。

溫度的升高，大大的增加了空氣的濕容量。因此，如果使空氣保持高溫，即使在相同的空氣交換的條件下，隨空氣排出的水分量就會激烈的增高。同時，溫度的升高可以增大干燥室上部的壓力和干燥室下部的真空度，這樣便破壞了正常的空氣交換。

用較低的溫度干燥薄材時，我們盡量設法把多余的水汽排出室外，但用高溫干燥中等的和薄的木料時，就必須要用一種特殊的方法把水汽保持在室內不使其排出。

經驗證明：在普通生產用的干燥室內很難使其濕球溫度超過 75°C ，但是當干燥室的嚴密和絕熱良好時，濕球溫度有時可提高至 80°C 。然而在木材最終高溫高濕處理時，欲使干燥室內的濕球溫度達到 80°C 以上，大半是不可能的。

即使完全关闭换气閘門，水汽还会透过很厚的牆壁和天棚、穿过門縫大量的排出，而且会凝結在地板上。

为了减少透过牆壁的水汽損失，必須在干燥室內的牆壁上刷上一層防水層（如耐溶瀝青等），並定期修補燙坏的牆灰。

为了减少热量損失和水汽的洩漏，还必須加强干燥室天棚的絕热性。

热量和水汽的大量損失，严重的破坏了干燥程序，这种現象是由於干燥室門不正常以及干燥室在結構上不合乎要求的結果。

在不正常的温度湿度下，干燥室門会很快地坏掉（特別是門的四角的联接部份）。因此为了加强門的堅固性，必須在門的四周釘上角鉄。

圖3为中央木材机械加工科学研究所与国立木材加工企业設計院所設計的裝有角鉄的双扇門，这种門能够充分保証关闭紧密和耐用，以及在使用中不变形。为了使門四周的防漏麻布層紧压門框，可以採用中央木材机械加工科学研究所設計的槓桿式偏心門門。

如果干燥室門直接打开在室外、而不是在室內或在有遮盖的管理走廊內，就可以做成双重門。而且內門可以做得輕便些。

對於設有双重門的干燥室，必須經常地檢查垫条凸出堆垛的部分，以及堆垛本身是否会碰到內門，以免引起过早的磨損或碰坏門上的防漏麻布層。为了預防这种損坏，堆积木垛应按照棧板来进行。当門扇开到 90° 时它必須在門框界限以外，即把鉸鏈和門框安置在一个适当的位置。

門上麻布層与門框之間的縫隙、門扇的合縫，应按照中央木材机械加工科学研究所提出的方法，用帆布条填塞。

鉄軌和門之間的窟窿，可用鋸末或砂子堵起来。

有些工厂为了使室門达到高度的严密，在每次打开室門之后用粘土把所有的縫隙塗起来。

排气管与进气道必須要有很好的操縱閘門。同样地，在干燥