

水曲柳高溫爐干試驗

目 录

一、序言.....	2
二、試驗材料和方法.....	3
三、結果及討論.....	4
(一)干燥过程初期的基准.....	5
(二)干燥过程中間时期的基准.....	5
(三)干燥过程終期的基准.....	6
(四)中間时期高溫高湿处理的效用.....	7
(五)木材的預热处理.....	8
(六)木材的終了处理.....	10
(七)干燥过程中木材发生缺陷的观察.....	11
(八)干燥時間及干燥质量.....	13
(九)过热蒸汽干燥初步試驗.....	16
(十)水浸或食盐处理对于干燥的影响.....	16
四、建議的高溫快速炉干基准及操作要点.....	17
五、結語.....	18

水曲柳高溫爐干試驗*

一、序 言

水曲柳 (*Fraxinus Mandshurica* Rupr.) 系东北林区主要闊叶树材之一。为車輛、造船、家俱、門窗、电柱橫樑木等用材的主要材料。东北及华北木材加工厂干燥車間的生产中除針叶树材外以水曲柳的数量为最多。

这种木材干燥比較困难。干燥既慢，并且容易发生翘曲等缺陷。厚度 5 厘米的板材通常需要干燥 18 天(新锯材干燥到終了含水率 10%)，厚度 7 厘米的板材需要 40—45 天。在生产中发生橫向翘曲的现象亦很严重，生产中通常有五分之二的木板有严重的橫向翘曲。此外材面凹陷、材面裂紋亦很多，有时还发生內裂，使木料遭受很大的降等损失。因此，研究解决水曲柳的干燥問題，对于提高干燥車間的生产率和减少木材干燥过程中的降等损失具有更重要的意义。

在目前的技术条件下加速炉干过程的主要途径是采用高溫干燥。液态水分的黏着力随着温度的升高而降低，水蒸汽扩散强度随温度的升高而显著地增加，因而当温度增高时木材内部水分向表面移动的速度随之加快。在这种情况下能够达到加快干燥速度而木材不致受到损伤。苏联中央木材机械加工科学研究所提出的針叶树成材的高溫基准已經成功的运用到生产中^①。我院曾經研究提出的紅松及紅皮云杉等針叶树材的高溫基准生产上运用的結果证明亦有显著的效果^②。虽然闊叶树材在高溫下多半要比針叶树材容易发生开裂、翘曲和皱縮等缺陷，但是，从某些研究和生产实践指出，許多闊叶树材在干燥过程中的一定时期迅速的提高温度来加速干燥仍然是可能的。II·B·索柯洛夫曾指出，任何材种当含水率大約为 18—20% 以下时可以采用很高的温度进行干燥^③。苏联乌克兰木材机械加工科学研究所曾經研究制訂了水青岡成材的高溫快速基准，厚度 2.5 厘米的成材干燥过程終期温度为 105°C^④，水青岡毛坯終期温度达 112°C^⑤。

本試驗的目的在于研究水曲柳成材在干燥过程中各个时期的特点，根据这些特点制訂一种适当的高溫快速炉干基准和有关操作工艺，从而能够縮短炉干时间和减少或消除干燥过程中发生的缺陷。

* 参加本試驗工作的人员除本所干燥組同志外，还有安徽农学院进修教师夏金声同志。

二、試驗材料和方法

試驗用原木系从木材公司調撥。原木直徑22—50厘米。購到之原木在保存期間兩端，用瀝清及石灰塗刷，并保持樹皮完整，以減少其水分蒸發。試板于試驗前臨時鋸制，其含水率一般均在75—85%之間。這樣的含水率与新伐木材相近。

為了能夠與生產條件一致，試板鋸解採用一般下鋸法，即試板包括有邊板、中心板和髓心板。試板下鋸法參見圖1。試板尺寸為 $3 \times 20 \times 200-250$ 和 $5 \times 20 \times 200-250$ 厘米兩種。

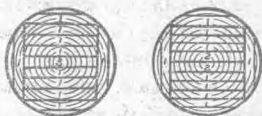


圖1 示試板的類型

1. 邊板； 2. 中心板； 3. 髓心板。

試驗系利用家具工廠使用的小型YM式干燥爐進行的。木堆內空氣循環速度平均1.5米/秒。圖2示試驗用干燥爐的外形。

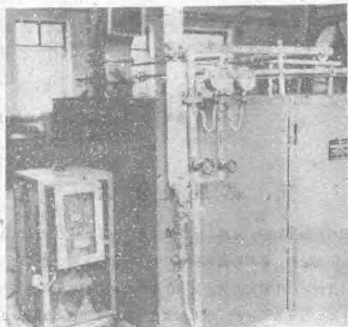


圖2 木試驗採用的干燥爐

为了便于比較分析把干燥过程分为初期、中間时期和終期三个时期。在每一个时期内应用不同的基准比較其干燥速度、干燥缺陷、和木材厚度上含水率分布、內应力以及殘留变形的状况。

初期相当于干燥基准的最初一个阶段，終期相当于干燥基准的最后一个阶段，中間时期包括最初和最終阶段之間各阶段。

干燥过程中木材含水率的測定利用含水率檢驗板进行。檢驗板的含水率用称重法确定。檢驗板的长度为1米，其断面尺寸与所有試板相同（3或5×20厘米）。每炉檢驗板3—6块，包括边板及中心板。

木材厚度上內应力状况、含水率分布和殘留变形的观察在預先选好的試板上编制小試样来进行。为了便于比較，每次采用的試板均为靠近中心的边板。作內力等观察用的試板选定后两端涂以瀝清漆，并随同其他試板放入木堆中。每次的內应力等試样均在其离端部25—30厘米以上部分鋸取。

內应力試样齿长8厘米，齿宽0.6厘米（木板厚度3厘米者）或0.9厘米（木板厚5厘米者）。

分层含水率試样为5层（木板厚3厘米者，但最初几次試驗中为3层）或7层（木板厚5厘米者）。

殘留变形試样的齿条数，木板厚3厘米时5条，木板厚5厘米时7条。內应力試样、分层含水率試样及殘留变形試样的编制方法參見图3。

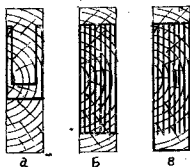


图3 示內应力(a)分层含水率(b)及殘留变形(c)試样鋸取方法

三、結果及討論

厚度3厘米的板材試驗了12炉，厚度5厘米的板材試驗4炉。在这些試驗中分別对于干燥过程的初期、中間时期、終期的基准和中間处理、預热处理、終了处理的工艺进行了观察比較，并对干燥过程中缺陷发生的情况作了記載和分析。此外，还初步探索了应用过热蒸汽加速干燥的可能性，比較了水煮和食盐处理对于加速干燥的效用。这些結果分別說明如下。

(一) 干燥过程初期的基准

新锯成材在干燥初期表面层的含水率还很高，这时蒸发迅速，而木材易于发生端裂和材面裂纹，并且在湿热的状态下易于形成伸张的残留变形，这种变形是造成干燥后期木材发生内裂的主要原因。因此，初期基准是否适当对于干燥成果非常重要。

厚度3厘米的板材分别应用不同的温度或湿度进行了比较试验。试板开始的含水率60—70%，干燥至30—25%。试验结果列于表1。

干燥初期不同基准干燥结果比较

表1

試驗号	基 准			干燥速度(每小时降低含水率)	发生开裂的情况	其 他
	温度(°C)	相对湿度(%)	平衡含水率(%)			
24	70	86	15.0	0.51	仅有端裂	外层伸张变形小(见图4中24—3)
25	80	88	15.1	0.56	有端裂和材面裂纹	外层伸张变形较大(见图4中25—4)
26	70	80	12.7	0.68	有端裂及材面裂纹	外层伸张变形大(见图4中26—4)

表1所列结果表明：在干燥初期相对湿度对于干燥速度的影响比温度的影响为显著。以温度70°相对湿度86%为基础，当增高温度或降低相对湿度时，干燥速度均有不同的加快，但木材发生了较多的开裂（尤以当增高温度时为严重），并且外层伸张变形亦较大（参见图4）。因此，认为干燥初期温度不宜高于70°C，相对湿度不宜低于80%。



图4 不同基准时木材残留变形的比较
(各试板含水率为25%)

(二) 干燥过程中间时期的基准

在整个干燥过程中，由于内部水分向表面移动的速度愈来愈落后于蒸发速度，致使干燥速度愈来愈缓慢。欲使干燥加速，需要不断地调整基准，即降低相对湿度或增高温度。

根据试验中的观察，水曲柳成材干燥过程中间时期基准的调整应注意以下二点：

1、一般干燥基准规定当含水率降至40%时才开始调整基准，这种规定对水曲柳是不恰当的。按照本试验中观察的结果指出，水曲柳湿材含水率多半在80—90%，厚度3厘米的板材开始含水率30%左右时，经过20—24小时含水率降到60%（厚度5厘米的板材经过2天左右降到60%）。在此以后端部及材面的开裂现象基本上已不再继续出现，而

干燥速度逐渐缓慢下来。对于厚3厘米的板材如果干燥基准不变更,含水率60%以上时期每小时含水率平均降低1.7—2.0%,含水率60%至50%时每小时含水率平均降低0.6—1.0%。由此可知,为了加速干燥应当在60%起调整基准,最好是降低空气湿度。试验结果指出在含水率60%到50%时空气湿度由84%改为80%时,每小时含水率平均降低1.1%。

2、根据内应力试样的分析,厚度3厘米和5厘米的板材均在含水率40%左右时木材外层开始由伸张应力转变为压缩应力(厚度5厘米的板材较3厘米者发生略早一些),

图5示厚3厘米的板材在干燥过程中内应力变化的情况。这种情况表明达到这一时期时木材表面开裂的危险已完全没有了,因此可以更多抽使空气湿度降低,使木材断面上含水率梯度加大,

和干燥速度加快。试验中曾采用不同的基准进行比较的结果指出,厚度3厘米板材,在含水率50%至20%的时期中,相对湿度由74%逐

渐调整到41%,可不致引起木材的损伤,而干燥速度有显著的增加。(参见表2)

渐调整到41%,可不致引起木材的损伤,而干燥速度有显著的增加。(参见表2)

渐调整到41%,可不致引起木材的损伤,而干燥速度有显著的增加。(参见表2)

渐调整到41%,可不致引起木材的损伤,而干燥速度有显著的增加。(参见表2)

渐调整到41%,可不致引起木材的损伤,而干燥速度有显著的增加。(参见表2)

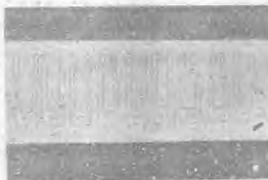


图5 厚度3厘米水曲柳板材在干燥过程中内应力发展情况

- 1、由38—1至38—9各个试样制取时期的含水率依次为:70%, 53%, 41%, 30%, 28%, 26%, 17%, 4%, 7%;
- 2、38—5系在中間处理后制取;
- 3、38—9系在終了处理后制取。

干燥过程中間时期应用不同基准的干燥时间

表2

試驗号	各含水率阶段的温度(°C)				各含水率阶段的相对湿度(%)				含水率50%至20%的干燥时间 (小时)
	50—40	40—30	30—25	25—20	50—40	40—30	30—25	25—20	
30	72	75	78	82	80	76	70	62	37
34	72	75	80	85	76	70	64	52	53
44	72	75	80	85	74	67	56	41	47

(三) 干燥过程終期的基准

试验结果表明厚度3厘米的板材当含水率降至15%以下时可以采用105°C的温度干燥而不致发生内裂或其他缺陷。在这样的温度下干燥速度显著的加快。与采用100°C时比較大約加快 $\frac{2}{3}$ (参见表3)。

厚度3厘米水曲柳成材干燥过程終期不同温度下的干燥速度 表3

試驗号	温度(°C)	相对湿度(%)	干燥速度(每小时降低含水率,%)
29	100	30	0.56
30	100	30	0.56
35	100	29	0.51
34	105	29	0.86
38	105	35	0.90

厚度5厘米的板材如温度增加过剧会使翘曲增加。而发生内裂的情况与中间处理有关,在未进行中间处理的情况下虽然采用的温度仅为95°C,个别木板材发生了内裂。但在含水率20—10%时进行一至二次中间处理,虽然温度增至105°C亦未发生内裂。

(四) 中间时期高温高湿处理的效用

在干燥过程中,沿着木材断面的不同层次由于干燥不均而产生不同的残留变形。干燥前半期外层木材产生伸张残留变形,如果这种变形过大就会使木材在后半期发生内裂。进行高温高湿处理可以使残留变形减小。

試驗中观察了在整个干燥过程中残留变形发展的情况。厚度3厘米的木板干燥1天或厚度5厘米的板材干燥两天时木板最外层已有明显的伸张残留变形发生(此时平均含水率约为60%),以后外层的伸张残留变形继续加大,一般在平均含水率降至30—20%时达到最大,再后内面各层逐渐产生伸张残留变形。图6示木板厚度上残留变形发展的一般情况。为了消除伸张残留变形以防止内裂,可在外层伸张已达至最大而内层开始伸张时期进行高温高湿处理。这种处理对于消除伸张残留变形能够获得良好的效果。图7—1示厚5厘米板材在含水率23%时处理前后外层伸张变形的情况。



图6 水曲柳板材在干燥过程中残留变形的发展情况

1. 厚3厘米的板材; 2. 厚5厘米的板材

至于处理时的空气湿度，据各次试验的比较，以采用高的相对湿度效果较好。图7—2示厚度5厘米的板材在温度为 90°C 和相对湿度90%下处理14小时处理前后伸张变形的情况，与图7—1所示的情况比较（处理时相对湿度100%），可以看出在90%的相对湿度下处理效果较差。



图7 中间处理前后残留变形的比较

1. 处理时相对湿度100%；
2. 处理时相对湿度90%。

(五)木材的预热处理

预热处理的主要目的在于使木材在开始干燥前迅速地熟透和消除气干时所发生的内应力，以便于以后的干燥。新锯成材一般不具有内应力，预热的效果应以木材完全熟透为标准。根据木材内部温度实际的测定指出，厚度5厘米的板材，当炉内空气温度达到 85°C 相对湿度为95%以上时，约经过3小时木材内部可以达到稳定的温度（ 83.5°C ，参见图8），厚度3厘米的木板，当炉内温度达到 100°C 相对湿度为95%以上时，约经过1点20分达到稳定的温度（ 98°C ，参见图9）。上述测定是对个别木板进行的，测定的木板放在木堆的端部。考虑到这种情况，为使整个木堆的木板完全熟透，则处理时间应略加长。

预热的温度通常以高于初期基准 $8-10^{\circ}\text{C}$ 为准。但从生产上某些情况看预热温度增高有使干燥加速的趋势，而对质量无影响。为了考察和利用这种现象，试验时曾分别采用不同的温度进行比较，其结果列于表4。

预热处理温度对于干燥速度的影响

表4

试验号	温度($^{\circ}\text{C}$)	相对湿度(%)	预热时间(小时)	干燥速度(每小时降低含水率)	备注
29	80	100	5	0.93	74%至51%平均速度
44	100	95	2	0.98	68%至55%平均速度
33	103	100	4	1.20	80%至66%平均速度
34	105	100	6	1.00	78%至54%平均速度
30	105	100	10	1.70	81%至57%平均速度

从表列数值可以看出，预热温度增高时可使以后的干燥加快，温度超过 100°C 时干燥加速较多，并且时间愈长加速愈多。

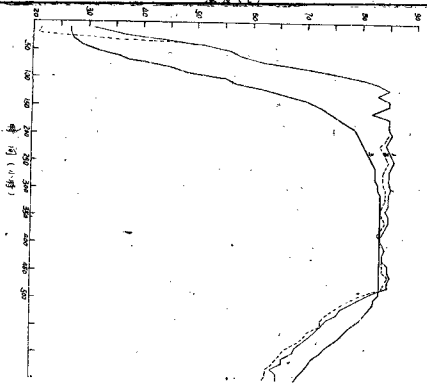


图 8 厚度 5 厘米水曲柳板材内部温度上升过程
1. 干燥温度; 2. 湿球温度; 3. 木材内部温度

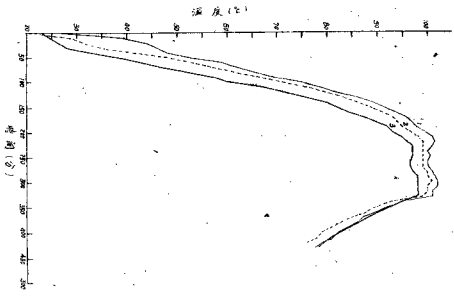


图 9 厚度 3 厘米水曲柳板材内部温度上升过程
1. 干燥温度; 2. 湿球温度; 3. 木材内部温度

(六) 木材的終了处理

終了处理的目的在于使木材断面上含水率变为均匀, 消除木材中的内应力和使各木板間的干燥程度趨于一致。家俱細木工以及許多工艺用品和乐器材料等要求高的干燥质量, 这些材料在干燥結束前需要进行終了处理。

終了处理的基准和时间因树种、材厚、木材含水率及内应力状况等而不同。在本試驗的基准下材厚3厘米的板材当含水率为8%时, 应用85°C的温度和85%的相对湿度(平衡含水率約13%)处理15小时左右大部分内应力可以消除, 含水率落差一般在4%以下。达到同样的效果材厚5厘米的板材处理时间需延長为24小时。各种厚度木材处理結果參见表5。图10示处理前后木材内部殘留变形的情况。



图10 終了处理前后殘留变形的比較

1. 厚度3厘米的板材, 45-13系处理前, 45-14处理后。
2. 厚度3厘米的板材, 44-8系处理前, 44-9处理后。

終了处理結果

表5

材厚 (厘米)	处理基准和时间			依内应力板檢查結果			依木堆木板抽查結果			試驗号
	温度 (°C)	相对湿度 (%)	时间 (小时)	含水率 (%)	含水率落 差(%)	内应力 指标** (毫米)	平均含水 率(%)	含水率落 差(%)	内应力 指标** (毫米)	
3	85	85	15	9	—	—	13	-0.1-1.1	—	44
	85	89	14	8-11	0.5-1.0*	-1-2	9-13	-0.5-2.8	-3-8.5	33,34
5	85	85	22-24	8-10	1.3-1.8	7	9-10	-0.2-4.3	2-7	43,45

*——指含水率落差試样分为三层。

**——指内应力試样的两个齿在含水率均匀后的弯曲度。

(七) 干燥过程中木材发生缺陷情况的观察

1、翘曲和材面凹陷现象

水曲柳成材干燥过程中容易发生横向翘曲，宽度20厘米的木板在沒有压紧情况下其翘曲一般达5—6毫米，有时甚至到8毫米。开始翘曲时期，厚度3厘米木板是在含水率降至40%左右时，厚度5厘米者在含水率50%左右时，以后继续加大。图11示翘曲发展的一般情况。但翘曲的大小与木板的类型有关，愈近中心板翘曲愈大，图12示同一木段不同部位锯出的木板的翘曲的比较。

横向翘曲系因弦向收缩与径向收缩不一致而引起。但干燥基准不适当会使翘曲程度加大。当木板在适当的压紧的情况下翘曲可以克服。

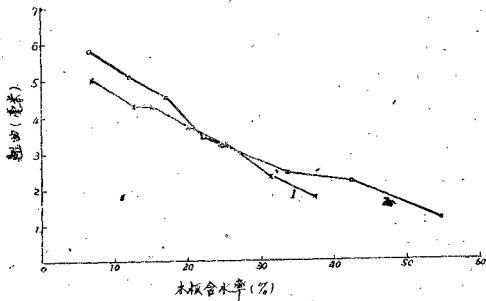


图11 水曲柳成材在干燥过程中横向翘曲的变化

1. 厚度3厘米的中心板； 2. 厚度5厘米的中心板



图12 木段横断面上不同部位紫出的木板翘曲的比较



图13 中心板产生的凹陷现象

除翘曲外，水曲柳还容易产生材面凹陷现象。这种现象发生于干燥过程的后半期，尤其是将近终了时期。并且以中心板为严重（参见图13），近于边部的木板上尚未发现。根据试验资料的分析，产生这种现象的原因有二：（1）由于干燥前期木材外层产生了较大的伸展残留变形，至干燥后半期内层含水率迅速下降，而有急速收缩的趋势，对于外层产生一种拉力，此种拉力使外层向内凹陷。试验中采用了断面为 5×20 厘米长度各为0.5, 1.0, 5.0, 20, 30, 和40厘米的试样同时在 90°C 的温度下进行干燥。发现长度5厘米以下的试样没有凹陷，长度5厘米以上的试样两端部分亦未凹陷，而长试样的中间部分都发生了凹陷。这种现象表明长试样的端部和短试样因内外干燥一致没有残留变形，因而不发生凹陷，在长试样的中间部分木材外层先干，内层后干，外层产生了伸展变形，因而引起凹陷。（2）沿木材宽度的各部分的收缩不一致是产生凹陷的第二个原因。在同一圆盘上沿半径方向测定不同部位收缩的结果指出，在髓心附近收缩较小，距髓心越远收缩越大，至一定距离时达到最大（距髓心3—5厘米处），以后收缩又逐渐减小（参见图14）。与凹陷的部位比较，凹陷最大的部分正与收缩最大的部分相当。

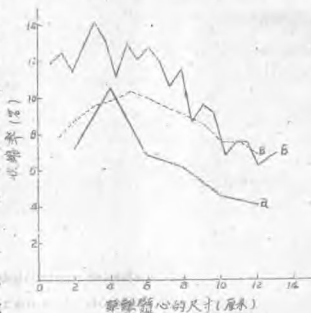


图14 沿半径方向不同部位收缩的变化
a. 径向收缩；b. 弦向收缩；B. 中心板厚度收缩

为了防止凹陷干燥前半期应使木材的伸张变形尽可能的减小，或在后半期进行中間高温高湿处理，以消除外层的伸张变形。

2、开裂

端裂和材面裂紋发生于干燥前半期，并且多数是在預热以后和开始干燥时期发生的，而在含水率降至60%以下时裂紋基本上不再发生。正常的部分一般很少发生材面裂紋，而髓心及树节部分即使在很軟的基准下仍常发生裂紋。厚度3厘米的木板即使在很硬的基准下亦未有內裂，但厚度5厘米的木板如未进行中間处理会有內裂发生。

(八) 干燥时间及干燥质量

应用上述試驗及分析所拟定的基准干燥时，木材的干燥时间和干燥质量结果列于表9。

厚度3厘米的板材干燥时间（不包括終了处理）只需3.9—4.7天，比现行生产时间可縮短 $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{3}$ 。厚度5厘米的板材需11.4—12.9天，比现行生产时间縮短 $\frac{1}{5}$ 。厚度3厘米及5厘米板材的干燥过程曲线分别示于图15及16。

終了含水率的变动一般在8—10%的范围内，有5%的木板含水率为17—20%。

材面裂紋不显著，表中所列裂紋其长度一般为5—20厘米。

横向翘曲比较显著。发生翘曲的木板約佔8—20%，翘曲度4—6毫米（木板寬20厘米）。但这种缺陷在实际生产中可用增加木堆上部加压的重物来减少。

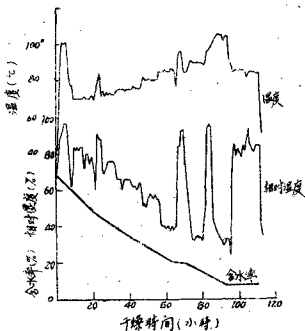


图15. 厚度3厘米水曲柳板材干燥过程曲线

干燥时间及干燥重量

表 6

材厚(厘米)	試驗号	开始含水量(%)	終了含水量(%)	干燥基准		干燥时间(小时)	干燥量					備註	
				初期 温度(°C)	終期 温度(°C)		含水分变动范围(%)	厚度上含水分差(%)	内应力指标(毫米)	裂紋	紋路		弯曲
3	34	77.7	8.7	70	80	105	23	117(14)	8.3-8.9	-0.6-0.1	-3-3	輕微表裂-13% 略腫-12%	含水量20%时处理一次。 木板24块
	38	78.2	7.8	70	84	106	33	129.5(18)	6.6-10.1	-3.5-2.0	2-4	輕微表裂-10% 略腫-20%	含水量20%时处理一次。 木板30块
	44	68.3	12.5	70	84	105	35	110.5(18)	11.4-13.6	-0.1-1.1	2-4	輕微表裂-6% 略腫-8%	含水量20%时处理一次。 木板52块
5	43	74.0	9.1	66	86	105	33	334(24)	8.8-9.4	-0.2-4.3	-1-1	輕微表裂-20% 略腫-18% 甚腫-2%	含水量21%时16%各处理一次。 木板45块
	45	67.4	10.2	66	86	100	33	232(22)	10.1-10.2	1.5-2.8	5-6	輕微表裂-21% 略腫-20%	含水量21%时15%各处理一次。 木板54块

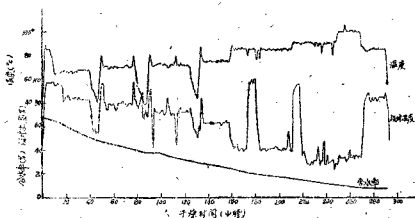


图16. 厚5厘米水曲柳板材干燥过程曲线

(九) 过热蒸汽干燥初步試驗

厚度3厘米的木板曾采用过热蒸汽进行干燥。初步结果指出，采用过热蒸汽干燥虽然干燥时间缩短更多，但木材发生了严重的开裂。因此这种方法还不能夠建議采用。高温干燥与过热蒸汽干燥的比较列于表7。

水曲柳成材高温干燥与过热蒸汽干燥结果比较

表7

组别	基 准	从含水率70%干至10%的干燥时间	木材发生缺陷的情况
高温干燥	温度70—105°C 相对湿度84—20%	89—105小时	仅髓心及树节处有裂纹
过热蒸汽干燥	前半期采用105°C的过热蒸汽 后半期温度110°C，相对湿度80—70%	52小时	部分木板有严重裂纹，已不能使用。

(十) 水煮或食盐处理对于干燥的影响

試驗中曾观察了木材在入炉前用水煮处理和食盐溶液处理对于干燥速度和翘曲开裂的影响。观察的结果列于表8。这些结果表明：

(1) 水煮处理能使干燥时间缩短。一般可缩短干燥时间10%左右。但翘曲略有增加。

(2) 食盐处理者翘曲略减小，但干燥时间在多数情况下略有延长。而应用饱和食盐溶液在100°C的温度下处理时时间延长很多。这种现象表明食盐处理后对于干燥速度

的影响与处理温度和时间有关。这种关系尚待进一步研究确定。

(3) 开裂的情况尚未发现有差别。

干燥前不同处理对干燥的影响

表 8

组别	試驗尺寸 (厘米)	干燥基准	試材在干燥前的处理	含水率60%干燥时 至10%的干燥比較 時間(时)(%)	翻曲 (毫米)	开 裂	
I	3×20×35	在60°C恆溫下 干燥	1. 不处理	114	100	1.2	未
			2. 水煮7小时(100°C)	115	101	1.5	未
			3. 飽和食鹽溶液浸7小时 (50°C)	115	101	0.5	未
II	3×20×35	在70°C恆溫下 干燥	1. 不处理	100	100	4.1	未
			2. 水煮7小时(100°C)	89	89	2.4	未
			3. 飽和食鹽溶液浸7小时 (50°C)	110	110	1.5	未
III	3×20×35	在80°C恆溫下 干燥	1. 不处理	71	100	3.4	未
			2. 水煮10小时(100°C)	66	93	4.0	未
			3. 飽和食鹽水煮12小时 (100°C)	99	140	3.2	未
IV	3×18×35	在90°C恆溫下 干燥	1. 不处理	43	100	2.6	未
			2. 水煮10小时(100°C)	43	100	2.4	未
			3. 飽和食鹽水煮12小时 (100°C)	80	186	3.0	未
V	5×20×35*	干燥过程中湿度 由66升至105°C 相对湿度由86% 降至33%	1. 不处理	273.5	100	1.2—2.9	未
			2. 水煮10小时(100°C)	242.5	83	1.6—4.5	未
			3. 飽和食鹽溶液浸14小时	265.5	97	2.6—4.8	未

* 在第5组中指出由含水率60%干至10%的干燥时间。

四、建議的高溫快速炉干基准及操作要点

根据上述的試驗結果，水曲柳干时，干燥初期为防止材面裂紋，宜采用較高的相对湿度(80%以上)，而溫度不宜过高。为了加速干燥可以在含水率60%时逐步調整基准。含水率达40%以下时，相对湿度可以急速下降，含水率达15%以下时可以迅速的加高溫度。干燥后半期应以飽和蒸汽进行中間处理。3厘米者1—2次，5厘米者2—3次。建議采用下列基准(表9)。

水曲柳成材高溫快速爐干基準表

表9

木材含水率	材厚：3 厘米			材厚：5 厘米		
	干球溫度°C	干濕球差°C	相對濕度%	干球溫度°C	干濕球差°C	相對濕度%
60 以上	70	4	84	66	3.5	86
60—50	70	5	80	68	4	84
50—40	72	6	76	70	5	80
40—30	75	9	67	72	7	72
30—25	80	13	56	75	10	63
25—20	85	18	45	80	15	50
20—15	90	23	37	85	20	43
15—10	105	32	33	90	27	33
10 以下	105	32	33	100	27	33

預熱處理：3 厘米的：溫度 100°C ，相對濕度 100% ，處理3小時。

5 厘米的：溫度 85°C ，相對濕度 100% ，處理6小時。

中間處理：3 厘米的：在含水率達 $30-20\%$ 時進行。溫度 $90-95^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 100% ，處理4—6小時。

5 厘米的：在含水率達 20% ，和 15% 時進行：溫度 $90-95^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 100% ，處理4—8小時。

終了處理：3 厘米的：溫度 85°C ，相對濕度 84% ，處理15—16小時。

5 厘米的：溫度 85°C ，相對濕度 84% ，處理20—24小時。

為了減少木材的翹曲，除應特別注意木材的正確堆棧外，並應把墊條距離減小，厚度3厘米的板材可取30厘米，厚度50厘米的板材取40—50厘米，木堆上部應加壓重物（或採用彈簧拉緊裝置）將木堆壓緊。墊條應由硬木製成，損壞了的墊條應及時更換。由於中心板最容易翹曲，堆棧時應把這樣的木板堆在木堆下部。

五、結 語

1. 上述建議的基準由於應用了較高的溫度（尤其是干燥終期溫度增加更多）可以使干燥時間顯著的縮短。與現有生產比較可縮短 $\frac{1}{5}-\frac{1}{3}$ 。建議在家俱門窗、木材工藝用

品、地板以及其他不以强度为主要要求的材料的干燥中采用这种基准。由于这种基准对木材强度的影响尚未试验，对于要求强度为主的材料，现在还不宜采用。

2. 初步观察结果认为水曲柳木材在干燥前应用水蒸气处理可以缩短干燥时间约10%，建议生产上试用。

参 考 文 献

- 1、И. В. 克利契托夫, В. С. 查列夫: 加速木材干燥过程及木材干燥室的改进。(木材干燥资料, 人民铁道出版社出版, 1957年)
- 2、何定华、崔竞群: 提高炉内温度加速干燥过程的初步试验报告(一) 红松干燥试验。森林工业出版社出版, 1957年。
- 3、И. В. 索柯洛夫: 木材快速干燥法。何定华等译, 林业出版社, 1958年。
- 4、П. С. Сергаскин: Гидротермическая обработка Древесины. Москва 1958.
- 5、А. Ф. Дацковский: Скоростная Сушка Букowych Заготовок Циклическим Способом, Древообрабатывающая промышленность. No 11, 1958.