

“鋸—乾—剖”加工方法 對降低 3.5cm 相思樹板材翹曲之功效

翟思湧 黃清吟 李銘鐘

摘 要

為探討“鋸—乾—剖”加工方法(Saw-Dry-Rip Process, SDR)是否可有效降低相思樹製品翹曲之發生,藉以提高其利用價值,特以臺灣中部產約 30 年生相思樹為試材進行試驗。試材規格為 3.5×8×95cm 及 3.5×16×95cm 兩種。試驗處理有四:(1).CC=傳統製材,傳統窯乾;(2).CH=傳統製材,高溫窯乾;(3).SC=連續製材,傳統窯乾;(4).SH=連續製材,高溫窯乾。

研究結果顯示:SC 及 SH 處理之平均翹曲均較 CC 及 CH 為低,SDR 加工方法具有抑制相思樹板材發生翹曲之功效。CH 及 SH 較 CC 及 SC 可節省電力 65% 以上,節省油料 60% 以上,縮短乾燥時間 72% 以上;但 CH 及 SH 之乾燥缺點較嚴重,影響木材強度。對相思樹而言,SDR 加工方法以採行傳統窯乾為宜。

關鍵詞:“鋸—乾—剖”加工方法、連續製材、高溫乾燥、相思樹。

翟思湧,黃清吟,李銘鐘1987。“鋸—乾—剖”加工方法對降低 3.5cm 相思樹板材翹曲之功效。林業試驗所研究報告季刊, 3(1):379-392.

The Efficiency of Saw-Dry-Rip Process on Reducing Warp of 3.5cm Acacia Lumber

Sy-Yung Jai Ching-Yin Hwang Ming-Chung Lee

[SUMMARY]

1987年12月送審

1988年2月通過

唐讓雷
主審委員:
黃彥三

The objective of this research was to evaluate the efficiency of SDR process in reducing warp of 3.5cm acacia (*Acacia confusa*) lumber. Eighteen sample bolts, 95cm in length, 30cm (average) in diameter, cut from 30-year-old Taiwan acacia in central Taiwan, were used for this study. The study was a 2 by 2 factorial design using two sawing methods (conventional-sawing and live-sawing) and two drying methods (conventional-drying and high-temperature drying). Treatment combinations were:

(A).CC=Conventional sawing/conventional drying (control).

(B).CH=Conventional sawing/high-temperature drying.

(C).SC=SDR live sawing/conventional drying.

(D).SH=SDR live sawing/high-temperature drying.

The final sizes of the test boards were 3.5×8×95cm and 3.5×16×95cm.

The results of this experiment were as follows:

1. SDR live-sawing, whether with conventional or high-temperature drying, produced more flat boards than conventional sawing. The SC treatment reduced warp more than 43 percent over the CC control, while SH treatment reduced warp 32 percent (Table 4).
2. Treatments SC and SH showed the least amounts of warps, with 13.89 percent and 7.90 percent of the test boards warp-free, respectively. While CC and CH had no warp-free boards (Table 3).
3. CH and SH reduced drying time by 72 percent, and saved power and oil consumptions by more than 65 percent and 60 percent respectively, as compared with CC and SC (Table 6).
4. Treatments CH and SH showed higher amounts of drying defects, especially honeycombs and collapses, as compared with CC and SC (Table 5). Most of the mechanical properties of CH and SH were also significantly (at 0.05 level) lower than those of CC and SC, with the exception of impact bending and compression parallel to grain (Table 8).
5. The relationship between moisture content and shrinkage in all the treatments was in a curvilinear correlation.
6. It is recommended that the SDR process using conventional-drying could be the best way of reducing warp for 3.5cm-thick acacia lumber.

Key words: Saw-Dry-Rip process, live-sawing, high-temperature kiln drying, Acacia.

Jai, S. Y., C. Y. Hwang, and M. C. Lee.1987. The Efficiency of Saw-Dry Rip Process on Reducing Warp of 3.5cm Acacia Lumber. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series, 3(1): 379-392,

一、前言

相思樹(*Acacia confusa*)為本省最常見之樹種。全島平地到處生育。據林務局統計，目前公私有造林面積約 26,000 餘公頃。木材年輪分明，邊材黃褐色，心材暗赭色，堅重緻密具光澤，耐衝擊摩

擦及水濕，各項強度亦大，實可供作家具地板等之上材。唯此種木材之伐期通常較短，胸徑最大者亦不過 30 cm 左右，屬小徑木，受生長應力(growth stress)影響之程度較深(Dinwoodie, 1966; Larson, et al., 1983; Maeglin, et al., 1981)極易發生翹曲與乾裂。用途受限。故迄目前為止僅用作坑木，枕木

，薪炭，與簡單農具等；並以薪炭為大宗。此對相思樹木材之質地言，實嫌可惜。

生長應力是在樹木生長過程中形成。樹幹之外緣為引張應力(tension stress)，中央為壓縮應力(compression stress)。引張應力在臨界樹皮部份最大，向髓心逐漸減低，達到一中和層(neutral zone)後，隨轉為壓縮應力；此壓縮應力逐漸增強，至髓心達於最高。

為克服生長應力對一般小徑闊葉木所引起之困擾，美國林產研究所 Hiram Hallock 於 1978 年進行試驗研究而發展出“鋸一乾一剖”加工方法(Saw-Dry-Rip process, SDR)。以其就 Yellow poplar 進行試驗之結果顯示，SDR 對降低駝背翹(crook)，弓形翹(bow)，及扭曲(twist)均有助益(Hallock, et al., 1978)。

所謂 SDR 加工方法，是先將原木平行同一平面連續鋸製(live-sawn)為盤木(flitches)，兩側稍加修整後直接進行高溫乾燥至需要含水率，然後再縱剖為適用尺寸(Hallock, et al., 1978; Larson, et al., 1983; Maeglin, 1978)。連續製材可使盤木寬向(面)之應力保持平衡，防止側向彎曲。縱然原木非呈完美的圓筒形，寬大盤木仍可抑制側向翹曲的趨勢，補償天然均衡之不足。至乾燥後期，由於乾燥應力之轉換可抵償(消除)一部份縱向生長應力(longitudinal growth stress)。同時高溫乾燥所採用之溫度(110℃以上)會軟化木質素，使在應力狀態下之纖維相互滑動而達無應力狀態。當木質素冷凝後，木材即保持在無應力狀況下(Maeglin et al., 1981; Maeglin et al., 1983; Simpson, 1983)。Huber 等人以 Aspen 進行試驗之結果顯示，SDR 具有降低翹曲之功效，並以高溫乾燥之效果最佳(Huber et al., 1984)。Maeglin 與 Boone 等人自 1979 至 1985 年間分別以 Aspen, Yellow poplar, Cottonwood, Basswood, Red maple, Sweetgum, 及 Black willow 進行試驗之結果顯示，SDR 對降低翹曲均具效益(Maeglin, 1979; Maeglin et al., 1980; Maeglin et al., 1981; Maeglin, 1985)。但對易為幼齡材(juvenile wood)引起縱向翹曲之 Po-

nderosa pine 言，SDR 不具顯著效益(Maeglin et al., 1983)。

SDR 加工方法並非限於使用高溫乾燥。筆者以橡膠木(Rubber wood)進行試驗之結果顯示，只要採行 SDR，不論高溫或傳統窯乾，均有降低翹曲之功效。但高溫具有縮短乾燥時間和節省能源之效益(翟思湧, 1986)。Maeglin 與 Simpson 等人以 SDR 配合真空減濕乾燥(vacuum-dehumidification drying)，就 Red oak, Sweetgum 與 Blackgum 進行試驗之結果指出 SDR 在乾燥溫度最高僅為 65℃ 之條件下，亦具有降低翹曲之顯著功效(Maeglin et al., 1986)。

本研究之目的在探討 SDR 是否可抑制相思樹木材之翹曲困擾，從而提高其利用價值，供為高級家具用材。本研究承農委會資助經費得以完成，特此致謝。

二、材料及方法

(一)試驗設計

製材方法採用兩種：一為傳統製材法(conventional sawing)，亦即求品製材法(grade sawing)，以獲得最佳品等與最高材積為製材要旨；另一為連續製材法(live sawing)，即平行同一平面將原木連續縱鋸為一定厚度之盤木(flitches)，至剖完為止。乾燥方法亦為兩種：一為傳統窯乾；另一為高溫窯乾。以上四種方法組合為下列四種處理：

- (1)CC=傳統製材，傳統窯乾(對照組)；
- (2)CH=傳統製材，高溫窯乾；
- (3)SC=連續製材，傳統窯乾；
- (4)SH=連續製材，高溫窯乾。

(二)試材來源

本試驗所用試材乃購自本省南投約 30 年生之相思樹(*Acacia confusa*, Taiwan acacia)。共得原木 18 段，長 95cm，平均直徑 30.06cm，最大 42.40cm，最小 20.50cm。所有原木分為 4 組。分組之際，盡量使每一組內均含有各種徑級之原木，並使其材積接近。結果 CC 及 CH 處理各有原木 4 段

，SC及SH處理各5段。有關試材特性詳見表1

表1. 試材特性

Table 1. Characteristics of material used in experiment.

樹種 Species	產地 Origin	直徑 Diameter (cm)	品等 Grade	平均生材(1)(2) 含水量 Ave. Green M. C. (%)	平均比重(1)(2) Ave. Sp. Gr (Wo/Vg)	平均絕乾收縮率(1)(2) Ave. Ovendry Shrinkage (%)	
						弦向 Tangential	徑向 Radial
相思樹 Taiwan acacia	Acacia confusa 南投 Nan-Tou	Ave. 30.06 Max. 42.40 Min. 20.50	二等以上 No. 2 and better	55.73 (1.91)	0.798 (0.014)	7.96 (0.48)	3.54 (0.25)

(1)試體數為 20. Number of specimen is 20.

(2)括號內數值為標準誤。 Value in parenthesis represents standard error.

(三)製材

採用傳統製材法之兩組原木(CC及CH)，乃依求品製材(grade-sawing)之要領直接將95cm長之原木鋸製為3.5cm厚、8及16cm寬之製品。採用連續製材之兩組原木(SC及SH)，乃先將原木縱剖—最少為8cm寬之“開鋸面”(opening face)，然後平行此面鋸切3.5cm厚之盤木，兩邊修為平行線後暫告完成。所有鋸妥之試材均以防水塑膠布嚴密包裹後置於5°C之冷藏庫中準備乾燥處理。

(四)乾燥

傳統窯乾所採用之基準為T6-C4(見表2)。高溫窯乾採用蒸汽空氣混合法(mixture of steam and air process)，乾球溫度110°C，濕球溫度82°C。兩種乾燥處理之最後含水率均定為10%，並於乾燥末期施以均勻及調節處理。

(五)縱剖

SC及SH兩組試材經乾燥後隨即縱剖為8及16cm寬之板材，並盡量求取最高之製材率。

表2. 3.5cm相思樹板材所採用之傳統窯乾基準-T6-C4

Table 2. Conventional drying schedule used for 3.5cm Acacia lumber.

平均含水量 Ave. M. C.	乾球溫度 D. B. T.	濕球溫度 W. B. T.	平衡含水量 E. M. C.
%	°C		%
40以上	49	45	14.1
40	49	43	12.1
35	49	41	9.7
30	54	41	6.8
25	60	38	4.1
20	66	38	2.9
15以下	82	54	3.3
均勻處理 E. T.	82	72	7.6
調節處理 C. T.	82	79	14.5

(六) 測驗項目

1. 翹曲程度——

對板材而言，翹曲(warp)包含駝背翹(crook)，弓形翹(bow)，瓦形翹(cup)，與扭曲(twist)等四種類型。同一板材之翹曲有時會包含兩種類型以上。故為統計方便，僅測定某一最嚴重之類型代表之。翹曲程度以最大撓度(maximum deflection)計之。此外，翹曲之測定共分兩個階段，第一次在乾燥縱剖後立即行之，第二次於貯存 20 週後行之，藉以觀察翹曲(尤其 SH 及 SC)是否回彈或發生其他變化。

2. 乾裂與潰陷——

(1)端裂(end check)：以樣板兩端橫斷面積內所發生乾裂之總長計算之。

(2)面裂(surface check)：以樣板平面積內所發生乾裂之總長計算之。

(3)蜂巢裂(honeycomb)：自距樣板任一端 30cm 處垂直板長鋸開，檢查斷面上是否發生蜂巢裂，並以其總長計算之。

(4)潰陷(collapse)：以樣板兩面最大潰陷深度之和計算之。

3. 乾燥效果——

乾燥效果之測計包括：乾燥速率，乾燥應力，能源消耗，含水率之均勻性，以及徑弦向收縮率等五個項目。

4. 材積收率——

收率之測定有二：(1)各處理最後所得 3.5cm 厚，8 及 16cm 寬乾製品材積對其原木材積之百分率；(2)各處理無翹曲缺點之百分率。該項計算基礎又分為絕乾材積及原木材積兩種。

5. 機械性質——

為瞭解不同處理對試材之機械性質是否具有影響，特參照 ASTM D-143 之標準，分別進行靜力彎曲，衝擊彎曲，縱向壓力，縱向剪力，及硬度等五項測定。

三、結果與討論

(一) 翹曲程度

各處理不同翹曲程度所佔之百分率詳見表 3。未發生翹曲之試材比率：SC 處理(連續製材，傳統窯乾)為 13.89%；SH 處理(連續製材，高溫窯乾)為 7.90%；而 CH 處理(傳統製材，高溫窯乾)及對照組 CC 處理(傳統製材，傳統窯乾)均為 0%。若將撓度小於 6mm 者計入，則 SC 為 80.55%；SH 為 68.43%；CH 為 53.65%；而 CC 僅為 32.61%。以採行連續製材者為優。

就平均翹曲言(表 4)：第一次測計，即窯乾縱剖後立即測計之結果為 CC 7.93mm；CH 7.42mm；SC 4.49mm；SH 5.37mm。經變方分析結果，差異在 0.05 水準顯著，再經鄧肯試驗結果，CC 與 CH 以及 SC 與 SH 兩者間之差異在 0.05 水準均不顯著。CC 與 CH 之平均翹曲均較 SC 及 SH 為大。放置 20 週後，再行第二次之測計結果顯示，SC 與 SH 均稍為增加，而 CC 與 CH 卻稍為降低。但經變方分析與鄧肯試驗結果，與第一次相同。此足顯示，只要採行連續製材(SDR)，不論傳統或高溫窯乾，均有降低相思樹翹曲之功效。SC 與 SH 對 CC 之翹曲降低率分別為窯乾後(第一次測定)43.38%與 32.28%；貯存 20 週後(第二次測定)38.32%與 26.14%。CH 對 CC 亦顯示有降低翹曲之功效，此或因高溫乾燥時木材表層很快產生永久引張定形(permanent tension set)而抑制了翹曲之發生所使然。惟 CH 之翹曲幅度卻居 4 個處理之冠(表 4)。

以上所得結果與 Huber 等(1984)，Maeglin 等(1983)，以及筆者(翟思湧，1986)分別就 Aspen，Yellow poplar 及 Rubber wood 進行試驗所得之結果相同。

(二) 乾裂與潰陷

各處理之乾裂與潰陷情形，經變方分析結果差異在 0.05 水準均顯著(表 5)。再經鄧肯試驗結果如下：在面裂與端裂方面以 CH 最為嚴重，CC 與 SC 次之，但兩者之差異在 0.05 水準不顯著，SH 最為輕微。在蜂巢裂方面，也以 CH 最為嚴重，SH 次之，CC 與 SC 均無蜂巢裂發生。在潰陷方

表 3. 各處理之翹曲百分率

Table 3. Warp percent frequency by treatment.

翹 曲 Warp (mm)	處 理 Treatment			
	CC	CH	SC	SH
0	0	0	13.89	7.90
0.5— 3.5	8.70	14.63	27.78	28.95
3.5— 6.5	23.91	39.02	38.88	31.58
6.5— 9.5	39.13	26.83	16.67	21.05
9.5—12.5	17.39	7.32	0	7.89
12.5—15.5	6.52	7.32	0	0
15.5—18.5	4.35	0	2.78	2.63
18.5—21.5	0	2.44	0	0
21.5—24.5	0	2.44	0	0
Total (%)	100	100	100	100

- 1. CC=傳統製材，傳統窯乾。
(Conventional sawing/conventional drying).
- CH=傳統製材，高溫窯乾。
(Conventional sawing/high-temperature drying).
- SC=連續製材，傳統窯乾。
(SDR live sawing/conventional drying).
- SH=連續製材，高溫窯乾。
(SDR live sawing/high-temperature drying).

面仍以 CH 最嚴重，SH 次之，CC 與 SC 無潰陷發生。

綜上觀之，相思樹木材採行高溫乾燥，易生瑕疵。尤其蜂巢裂與潰陷嚴重影響木材品質。本研究結果之 CH 與 SH 潰陷情形雖極輕微，但蜂巢裂卻較嚴重。至於同樣採行高溫乾燥，為何 SH 之嚴重程度較 CH 為輕；尤其面裂與端裂反為 4 個處理中最輕微者，尚須另作進一步之探討。

(三)乾燥效益

有關乾燥效果之比較資料詳見表 6。各處理原始與最後含水量經 F 值測驗結果，差異在 0.05 水準不顯著，此可說明各處理之試材在乾燥前後，其含水量之均勻性均在同一水平。至於各處理邊心層含水率差異雖以 SC 最低(1.09%)，其他處理較高

(2.39~2.65%)，但經變方分析結果，差異在 0.05 水準不顯著，故可謂其表、心層含水率之均勻性亦達同一標準。在此情形下，再就乾燥速率進行變方分析結果顯示差異在 0.05 水準顯著。再經鄧肯試驗結果：採行高溫窯乾之 CH 及 SH，乾燥速率最高，但兩者間的差異不顯著；採行傳統窯乾之 CC 及 SC，乾燥速率較低，兩者間的差異亦不顯著。高溫窯乾較傳統窯乾可減少乾燥時間 2/3 以上。有關各處理在乾燥過程中之含水率降低情形，詳見圖 1。

在節省能源方面，CH 對 SC 及 CC 可節省電力分別為 65.16% 及 67.12%，節省油料分別為 60.84% 及 61.41%。SH 對 SC 及 CC 可節省電力分別為 66.67% 及 68.54%，節省油料分別為

表 4. 翹曲之平均值，幅度，以及對 CC 處理之降低百分率
Table 4. Warp average, range and percent reduction over CC treatment.

處理(1)(2) Treatment	平均翹曲(3)(5) Average warp		幅 度(4) Range		對 CC 之降低率 Reduction over CC	
	窯乾後 After K.D.	20 週後 after 20W.	窯乾後 after K.D.	20 週後 after 20W.	窯乾後 after K.D.	20 週後 after 20W.
	----- mm ----- % -----					
CC	7.93A (0.54)	7.88A (0.50)	18	17	—	—
CH	7.42A B (0.69)	7.23A (0.65)	22	21	6.43	8.25
SC	4.49C (0.53)	4.86B (0.42)	17	16	43.38	38.32
SH	5.37B C (0.60)	5.82B (0.62)	17	21	32.28	26.14

1. CC=傳統製材，傳統窯乾。(Conventional sawing/conventional drying).

CH=傳統製材，高溫窯乾。(Conventional sawing/high-temperature drying).

SC=連續製材，傳統窯乾。(SDR live sawing/conventional drying).

SH=連續製材，高溫窯乾。(SDR live sawing/high-temperature drying).

2. 各處理之樣本數：CC=46, CH=41, SC=40, SH=38。

Total number of samples per treatment: CC=46, CH=41, SC=40, SH=38.

3. 平均值後註有相同字母者，表示鄧肯氏新多變域法測定結果差異在 0.05 水準不顯著。

Comparable means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level according to Duncan's new multiple range test.

4. 幅度自 0 至表列數字。Range is from 0 to value shown.

5. 括號內數值係指標準誤。Value in parenthesis represents standard error.

61.89%，及 62.45%。

在乾燥應力(表面僵化)之解除方面，CC 處理施以 16 小時之調節處理，5 塊樣板中 4 塊無僵化，1 塊輕微僵化。SC 處理施以 17 小時之調節處理，則 3 塊樣板無僵化，2 塊逆僵化，顯示處理時間稍長。CH 及 SH 處理均施以 22 小時之調節處理，結果 CH 有 3 塊樣板無僵化，2 塊輕微僵化。SH 有 2 塊無僵化，3 塊輕微僵化。由此觀之，3.5cm 厚相思樹木材採行傳統或高溫窯乾，分別施以 16 或 22 小時之調節處理，足可消除其乾燥應力。

綜合以上，單就乾燥速率，能源消耗，以及含水量之均勻程度觀之，高溫乾燥(SH, CH)似屬有利；但如考慮到乾裂與潰陷等缺點(表 5)，高溫乾

燥似又不適於相思樹木材。為使兩者兼顧，將高溫乾燥基準予以修訂改為低高溫兩段乾燥法(low-high-temperature kiln drying)，或為可行的方式(Boone, 1986)。

(四)收縮率

各處理之徑弦向收縮率與含水量之關係分別詳示於圖 2，及圖 3。各該收縮率經共變異分析(analysis of covariance)差異在 0.01 水準顯著。以含水率降至 10% 為準，弦向收縮以 CC 為最大，SC 最小；徑向收縮則反以 SC 最大，CC 最小。CH 及 SH 均居中。

若就各處理含水量達 10% 之徑弦向收縮比觀之：則 CC 為 1:3.3，CH 為 1:2.1，SC 為 1:1.4，SH 為 1:1.7。不論採行高溫或傳統窯乾，連續製材

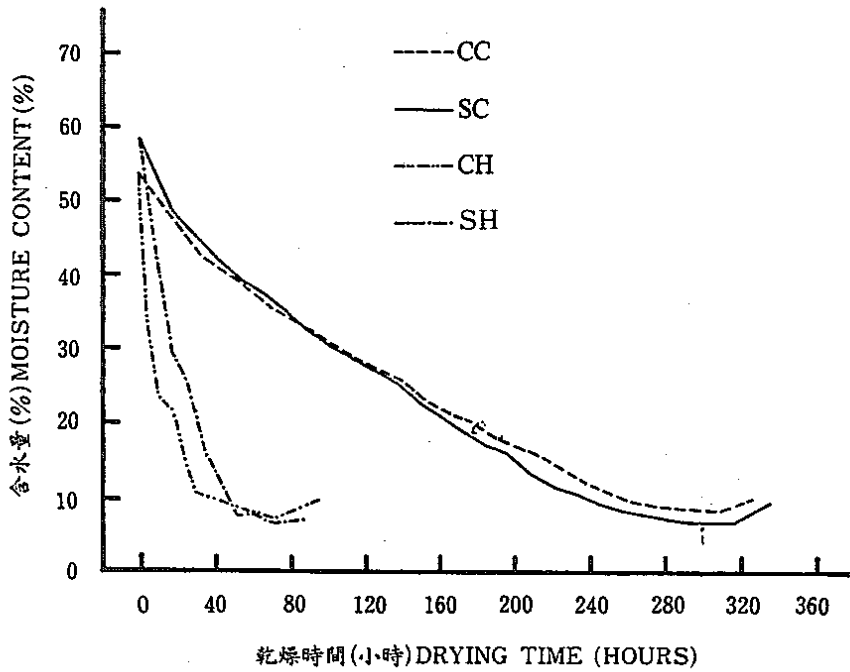


圖1. 不同處理3.5cm相思樹板材之乾燥曲線

Figure. 1. Drying curves by treatment of 3.5 cm acacia lumber.

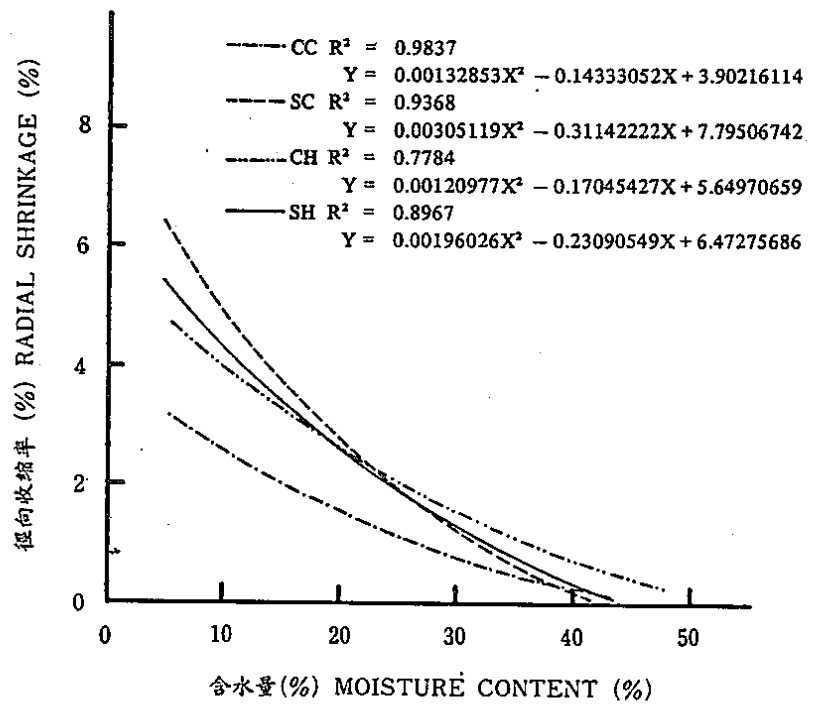


圖2. 不同處理3.5cm相思樹板材之含水量與徑向收縮率關係

Figure 2. Relationship between M. C. and radial shrinkage by treatment for 3.5 cm Acacia lumber.

表 5. 各處理之乾裂與潰陷情形
Table 5. Check and collapse data by treatment.

處 Treatment	理(1)(2) Surface check	表 面 裂(3)(4) End check	端 裂(3)(4) Honeycomb	蜂 巢 裂(3)(4) Collapse	潰 陷(3)(4)
	----- cm -----				
CC	58.86B (10.80)	32.40B (2.25)	0.00C (0.00)	0.00B (0.00)	
CH	119.65A (19.86)	62.07A (4.04)	3.65A (0.48)	0.18A (0.03)	
SC	40.37B (8.67)	38.86B (3.96)	0.00C (0.00)	0.00B (0.00)	
SH	3.52C (1.80)	18.62C (3.53)	2.15B (0.53)	0.05B (0.02)	

- (1) CC=傳統製材, 傳統窯乾。(Conventional sawing/conventional drying).
 CH=傳統製材, 高溫窯乾。(Conventional sawing/high-temperature drying).
 SC=連續製材, 傳統窯乾。(SDR live sawing/conventional drying).
 SH=連續製材, 高溫窯乾。(SDR live sawing/high-temperature drying).
- (2) 各處理之樣本數: CC=46, CH=41, SC=40, SH=38。
 Total number of samples per treatment: CC=46, CH=41, SC=40, SH=38。
- (3) 平均值後註有相同字母者, 表示鄧肯氏新多變域法測定結果差異在0.05水準不顯著。
 Comparable means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level according to Duncan's new multiple range test.
- (4) 括號內數值係指標準誤。Value in parenthesis represents standard error.

後直接乾燥(SC, SH)有降低徑弦向收縮比之趨勢。

(五)材積收率

如表 7 所示, CC 處理(傳統製材, 傳統窯乾)最後尺寸乾製品之材積收率為 67.48%; CH(傳統製材, 高溫窯乾)為 68.01%; SC(連續製材, 傳統窯乾)為 49.12%; SH(連續製材, 高溫窯乾)為 51.10%。傳統製材之收率較連續製材高出約 17%。但就各處理所得乾製品總材積中無翹曲試體之比率觀之, 則 SC=22.02%, SH=8.63%, CC 與 CH 均為 0。對其原木材積之比率亦分別為 SC=10.81%, SH=4.41%, CC 與 CH 同前。故若考慮製品品質, 則以採用 SDR 為佳。再者, 由於高溫乾燥易招致嚴重的乾燥缺點(表 4,5), 故對相思樹言, 以 SC 處理最為適宜。

(六)機械性質

不同處理之機械性質比較如表 8。進行該項測試時之試材含水量分別為: CC=10.70%, CH=13.04%, SC=12.15%, 及 SH=12.90%。測試完畢後, 再將全部數據調整至含水率為 12% 之同一標準進行分析比較。結果顯示: 除縱向壓力一項, CH 及 SH 處理之強度大於 CC 及 SC 且差異在 0.05 水準顯著外, 其餘各項均以 CC 及 SC 為強。但在衝擊彎曲方面, 各處理間之差異在 0.05 水準不顯著; 在硬度與彈性係數方面, SC 與 CH 之差異在 0.05 水準不顯著; 在破壞係數與彈性限界之纖維應力方面 SC 與 CH 及 SH 之差異在 0.05 水準亦不顯著。

綜上觀之, 高溫乾燥有使相思樹木材強度減弱之趨勢。此或因該種木材進行高溫窯乾易生蜂巢裂

表6. 不同處理之乾燥效果比較
Table 6. Comparison of drying effect by treatment.

處理(1)	樣板數	原始(2)(6) 含水率 M. C. (%)	平均(2) Average	最後含水率(4) Shell	心層(3) Core	差異(3) Difference	無價化 Not casehar- dened	輕微價化 Slightly casehar- dened	價化 casehar- dened	逆價化 Reverse casehar- dened	乾燥時間 (在窯時間) Drying time (kiln resi- dence time) (hrs.)	總消耗 電力 Total power consu- mption (kwh)	總消耗 油量 Total oil consu- mption (L)	乾燥速率(4) Drying rate (%/MC/ hr)
CC	5	53.63 (1.32)	10.39 (0.97)	9.29B (0.49)	11.80 (2.62)	2.65 (1.06)	4	1	0	0	324.67	1621	482	0.133B (0.003)
CH	5	53.01 (2.27)	11.93 (0.83)	10.39A (0.39)	12.74 (1.23)	2.46 (0.78)	3	2	0	0	93.67	533	186	0.439A (0.021)
SC	5	58.05 (4.51)	10.48 (0.48)	10.72A (0.22)	10.16 (0.72)	1.09 (0.34)	3	0	0	2	335.50	1530	475	0.142B (0.013)
SH	5	58.24 (6.02)	9.70 (0.10)	8.57B (0.17)	10.96 (0.52)	2.39 (0.39)	2	3	0	0	89.33	510	181	0.544A (0.066)

- (1) CC = 傳統製材，傳統窯乾 (Conventional sawing/conventional drying).
 CH = 傳統製材，高溫窯乾 (Conventional sawing/high-temperature drying).
 SC = 連續製材，傳統窯乾 (SDR live sawing/conventional drying).
 SH = 連續製材，高溫窯乾 (SDR live sawing/high-temperature drying).
 (2) F 值測驗結果，各處理試材之原始與最後平均含水量均勻程度之差異在0.05水準不顯著。
 After F-test, differences of the uniformity of initial and final average M. C. between treatments are not significant at 0.05 level.
 (3) 變方分析結果，各處理面之差異在0.05水準不顯著。
 After analysis of variance, differences between treatments are not significant at 0.05 level.
 (4) 變方分析結果，各處理面之差異在0.05水準顯著；再經鄧肯氏新多變數檢定法測定結果各處理間之差異在0.05水準亦顯著。
 After analysis of variance, differences between treatments are significant at 0.05 level; and then after Duncan's new multiple range test, it also shows significant differences between treatments.
 (5) 括號內數值係指標準誤。Value in parenthesis represents standard error.

表 7. 不同處理之3.5cm乾製品收率
Table 7. Yield of 3.5cm dry lumber by treatment.

處 理(1) Treatment	原 木 材 積 Vol. of saw logs (m ³)	乾 製 品 材 積 Vol. of dry lumber (m ³)	乾 製 品 收 率 Yield of dry lumber (%)	無 翹 曲 乾 製 品 材 積 Vol. of zero warp dry lumber (m ³)	無 翹 曲 乾 製 品 收 率 Yield of zero warp dry lumber (%)	
					對 原 木 Based on logs	對 製 品 Based on lumber
CC	0.286	0.193	67.48	0	0	0
CH	0.272	0.185	68.01	0	0	0
SC	0.342	0.168	49.12	0.037	10.81	22.02
SH	0.272	0.139	51.10	0.012	4.41	8.63

- (1) CC=傳統製材，傳統窯乾 (Conventional sawing/conventional drying).
- CH=傳統製材，高溫窯乾 (Conventional sawing/high-temperature drying).
- SC=連續製材，傳統窯乾 (SDR live sawing/conventional drying).
- SH=連續製材，高溫窯乾 (SDR live sawing/high-temperature drying).

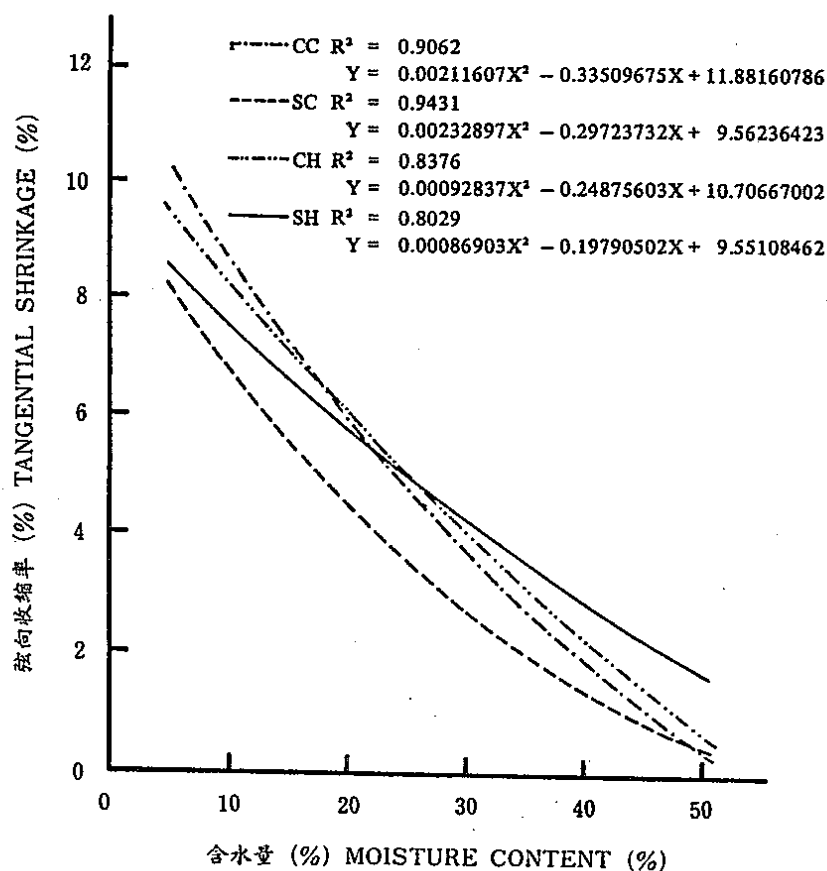


圖3.不同處理3.5cm相思樹板材之含水量與弦向收縮率關係
Figure 3. Relationship between M. C. and tangential shrinkage by treatment for 3.5 cm Acacia lumber.

表 8. 不同處理相思樹木材之機械性質比較(5)(6)

Table 8. Comparisons of mechanical properties of Acacia lumber by treatment.

處理(1)(2)	含水率(3)	比	重(3)	靜力彎曲(3)		縱向壓力(3)		縱向剪力(3)		衝擊彎曲(4) 吸收之能量	硬 度(3)	
				MOR	彈性極限 纖維應力 at elastic limit	MOE	Compression parallel to grain (kgf/cm ²)	Shear parallel to grain (kgf/cm ²)	縱 切 面 Longitudinal surface		橫 切 面 End surface	
C C	10.70 B	0.938 A	1.038 A B	1943	1009	171600	642	318	2.3	6.27	12.64	
	(0.24)	(0.007)	(0.007)	(68)	(28)	(4714)	(3)	(14)	(0.3)	(0.37)	(0.70)	
C H	13.04 A	0.944 A	1.066 A	1847 A	947 A	167200 A	595 C	306 A	2.4	6.08 A	12.01 A	
	(0.45)	(0.017)	(0.018)	(64)	(26)	(4594)	(2)	(13)	(0.3)	(0.35)	(0.67)	
S C	12.15 A	0.880 A B	0.987 B C	1587	731	149700	621	203	2.0	4.94	9.88	
	(0.27)	(0.025)	(0.028)	(43)	(28)	(3170)	(16)	(16)	(0.2)	(0.35)	(0.31 A)	
S H	12.90 A	0.832 B	0.938 C	1656 B	772 B	152900 B	662 A B	210 B	2.0	5.11 A	10.31 A	
	(0.53)	(0.031)	(0.033)	(45)	(29)	(3237)	(17)	(16)	(0.2)	(0.37)	(0.48)	
S H	12.90 A	0.832 B	0.938 C	1706	768	153600	643	282	2.2	5.12	10.87	
	(0.53)	(0.031)	(0.033)	(75)	(27)	(4686)	(5)	(19)	(0.2)	(0.37)	(0.72)	
S H	12.90 A	0.832 B	0.938 C	1716 A B	777 B	154000 B	649 B	283 A	2.2	5.14 A	10.93 A	
	(0.53)	(0.031)	(0.033)	(76)	(27)	(4700)	(5)	(19)	(0.2)	(0.37)	(0.73)	

- (1) CC=傳統製材，傳統蒸乾 (Conventional sawing/conventional drying).
 CH=傳統製材，高溫蒸乾 (Conventional sawing/high-temperature drying).
 SC=連續製材，傳統蒸乾 (SDR live sawing/conventional drying).
 SH=連續製材，高溫蒸乾 (SDR live sawing/high-temperature drying).
 試體數：含水率與比重各16其餘各20。
- (2) Total number of specimen 16. each for M. C. & SP/GR. 20 each for all the rest.
- (3) 平均值後註有相同字母者，表示經鄧肯氏新多變域檢定法測定結果差異在0.05不顯著。
 Comparable means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level.
- (4) 變方分析結果差異在0.05水準不顯著。
 After variance analysis differences between treatments are not significant at 0.05 level.
- (5) 括號內數值為標準誤。Values in parenthesis are standard errors.
- (6) 變方分析係以含水率推算至12%為準。Variance analysis based on converted M. C. of 12%.

(表 5)所使然。

四、結論與建議

1. SC(連續製材, 傳統窯乾)與 SH(連續製材, 高溫窯乾)處理之平均翹曲均較 CC(傳統製材, 傳統窯乾)與 CH(傳統製材, 高溫窯乾)為低。“鋸一乾一剖”(SDR)加工方法有降低相思樹木材發生翹曲之功效。

2. SC 與 SH 之無翹曲製品收率分別為 22.02% 及 8.63%, 而 CC 及 CH 均為 0。

3. CH 與 SH 較 CC 及 SC 可節省電力 65% 以上, 節省油料 60% 以上, 縮短乾燥時間 72% 以上。

4. CH 與 SH 之乾燥缺點尤其蜂巢裂與潰陷較為嚴重, 對木材之強度性質具有減弱之影響。

5. 各處理之徑弦向收縮率均與其含水率之變化成曲線相關。

6. 對相思樹而言, SDR 加工方法以採行傳統窯乾為宜。若欲達降低翹曲與節省能源之雙重功效, 則應對“SDR”中之“D”, 亦即乾燥方法另作深入之探討與修正。“低高溫”乾燥或為可以採行之有效方式。

引用文獻

翟思湧。1986。“鋸一乾一剖”加工方法對降低橡膠木 6cm 正角材翹曲之功效。林試所研究報告季刊, 1(2): 177-192。

Boone, R. S. 1986. High-temperature kiln-drying red maple lumber-some options. *FPJ*, 36(9):19-25.

Dinwoodie, J. M. 1966. Growth stress in timber----- A review of literature. *Forestry*, 39(2): 162-170.

Hallock, H., and E. H. Bulgrin. 1978. A look at yellow-poplar for studs. USDA Forest Service, FPL research note 0238.

Huber, H., R. R. Maeglin, and D. Bozaan. 1984. Commercial evaluation of SDR (Saw-Dry-Rip)-using

aspen for door parts. *FPJ*, 34(11/12):35-39.

Larson, T., R. W. Erickson, and H. D. Petersen. 1983. Saw-Dry-Rip processing: Taking the crook out of the stud game. Agricultural Experiment Station Series No. 1884 University of Minnesota, St. Paul, Minnesota.

Maeglin, R. R. 1978. Yellow-poplar studs by S-D-R. *Southern Lumberman*, issue of Dec. 15, 1978.

Maeglin, R. R. 1979. Could S-D-R be the answer to the aspen oversupply problem? *Northern Logger and Timber Processor*, July 1979. pp. 24-25.

Maeglin, R. R., and R. S. Boone. 1980. High quality studs from small hard woods by the SDR process. *Proceedings of the Twenty-Third Annual Joint Meeting of the Midwest and Wisconsin-Michigan Wood Seasoning Associations*, Dec. 1980, pp. 36-51.

Maeglin, R. R., and R. S. Boone. 1981. Manufacturing quality structural lumber from hardwoods using the Saw-Dry-Rip process. *Proceedings of Ninth Annual Hardwood Symposium of the Hardwood Research Council*.

Maeglin, R. R., E. H. Bulgrin, and H. Y. Hallock. 1981. Yield comparisons between 4/4 lumber and SDR studs from small woods-run yellow-poplar logs. *FPJ*, 31 (3):45-48.

Maeglin, R. R., and R. S. Boone. 1983. Manufacture of quality yellow-poplar studs using the Saw-Dry-Rip (S-D-R) concept. *FPJ*, 33(3): 10-18.

Maeglin, R. R., and R. S. Boone. 1983. An evaluation of Saw-Dry-Rip(SDR) for the manufacture of studs from small ponderosa pine logs. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Research Paper FPL-435.

Maeglin, R. R., and R. S. Boone. 1985. Evaluation of mixed hardwood studs manufactured by the Saw-Dry-Rip (SDR) process. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Research Note

FPL-0249.

Maeglin, R. R. 1985. Using poplar wood for structural lumber: The SDR Process. Paper presented at the 22nd Annual Meeting of the Poplar Council of the United States, 1985 June 25-27, Lawrence, KS.

Maeglin, R. R., W. T. Simpson, and J. G. Schroeder. 1986. The use of Saw-Dry-Rip to produce southern red oak, sweetgum, and blackgum squares. Proceedings, 14th annual hardwood symposium of the

Hardwood Research Council, 1986 May 18-21, Cashiers, NC. Memphis, TN: Hardwood Research Council; 1986: 148-161.

Simpson, W. T. 1983. Methods of reducing warp when drying. *Asian Timber*, 2(5):80-81.

USDA Forest Products Laboratory. 1982. Process turns out studs without the usual warp. *Forest Industries*, Sep. 1982, pp. 18-19.