

橫貫公路森林開發處
臺灣省林業試驗所 合作報告
臺灣省林務局

第十七號

BULLETIN
of
TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE
in co-operation with
E/W HIGHWAY FORESTRY DEVELOPMENT
TAIWAN FOREST BUREAU
No. 17

粒片板製造條件影響其性質之研究

張宗漢

The Manufacturing Factors Influence Upon Properties
of Particleboard

by
Tsung-Han Chang

中華民國六十二年一月
臺灣省林業試驗所印行
臺灣 臺北

Published by
TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE
Taipei, Taiwan, China
1973

紙片板製造條件影響其性質之研究

論文

The Manufacturing Factors Influence Upon

目錄 (Contents)

提要 (Summary)	1
一、緒言 (Introduction)	1
二、試驗設計 (Experimental Design)	1
三、試驗材料 (Experimental Materials)	2
四、試驗方法 (Experimental Methods)	3
五、試驗結果及討論 (Results and Discussion)	4
六、結論 (Conclusions)	8
七、參考文獻 (Literature Cited)	8

粒片板製造條件影響其性質之研究

張 宗 漢

The Manufacturing Factors Influence Upon Properties of Particleboard

by

Tsung—Han Chang

提 要 本試驗係分別板材種類，以迴歸分析檢定三種膠合劑比及三種粒片形狀比，對於粒片板之抗彎強度，吸水率及厚度膨脹率之效應。其試驗結果顯示：

(1) 膠合劑及粒片形狀對於抗彎強度不具顯著之效應。

(2) 針葉樹粒片板之 M/U 達 0.3 時，其膨脹率已呈顯著之降低，而潤葉樹粒片板之 M/U 須達 0.4 時才有顯著之效應。

(3) 針葉樹粒片板之吸水率及膨脹率，受粒片形狀之影響不太顯著，而潤葉樹粒片板有顯著之影響，其 S/F \leq 1 時，板之性質最佳。

一、緒 言：

粒片板的物理性質，可區分為強度性質及吸水性質二大類，此二種物理性質均受膠合劑種類、粒片形狀及板材種類所影響，本試驗之目的，在於探求此三種單因子及其複因子交感對於粒片板性質之效應。

本試驗所使用之粒片板，係利用豐原鎮建昌粒片板工廠所有設備，依照試驗設計製作而成，試板運回本所，進行各項物理性質測定，因此本試驗結果可供粒片板工業界參考之用。

二、試驗設計：

本試驗係採用尿素膠 (Urea Formaldehyde Resin) 及美腊明膠 (Melamine Formaldehyde Resin) 二種膠合劑，配合成 100:10、100:40 及 100:80 三種比例之混合膠，粒片係用鉋片型 (Shaving Type) 及裂片型 (Flake Type) 二種粒片，依照重量配合成 1:1、2:1 及 3:1 三種混合粒片，板材種類有針葉樹板、潤葉樹板及針潤葉樹混合板三種。

三種板材之組合樹種列如下表：

板種材料	S:F	鐵 杉 雲 杉			楠 木 類			櫟 櫟 類		
		總 計	S	F	總 計	S	F	總 計	S	F
針粒	1:1	60	30	30	40	20	20			
葉片	2:1	60	40	20	40	27	13			
樹板	3:1	60	45	15	40	30	10			

潤粒	1 : 1					78	37.5	37.5	25	12.5	12.5
葉片	2 : 1					75	50	25	25	17	8
樹板	3 : 1					78	56	19	25	19	6
針粒	1 : 1	30	30	20	20	37.5		37.5	12.5		12.5
潤片	2 : 1	40	40	27	27	25		25	8		8
葉板	3 : 1	45	45	30	30	19		19	6		6

註：①單位%

②S : Shaving Particle F : Flaker Particle

以上各因子共有 $3 \times 3 \times 3 = 27$ 個組合。

試驗設計因子代號：

- (1) 膠合劑 (U) : $U_1 = \text{尿素膠} / \text{美腊明膠} = 100/10$ (體積比)
 $U_2 = \text{尿素膠} / \text{美腊明膠} = 100/40$ (體積比)
 $U_3 = \text{尿素膠} / \text{美腊明膠} = 100/80$ (體積比)
- (2) 板材種類 (S) : A = 針葉樹板
 B = 潤葉樹板
 C = 針潤葉樹混合板。
- (3) 粒片形狀 (F) $F_1 = \text{鉋片型粒片} / \text{裂片型粒片} = 1/1$ (重量比)
 $F_2 = \text{鉋片型粒片} / \text{裂片型粒片} = 2/1$ (重量比)
 $F_3 = \text{鉋片型粒片} / \text{裂片型粒片} = 3/1$ (重量比)

三、試驗材料：

1. 粒片性質：

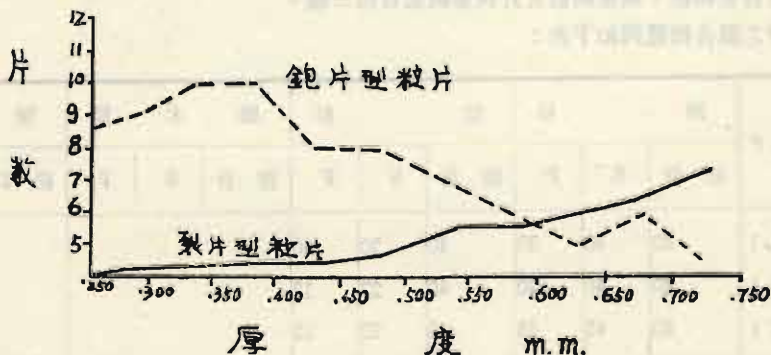
(1) 粒片粗細度：

	+ 20 mesh	- 20 + 10 mesh	- 10 + 4 mesh	- 4 mesh
鉋片型粒片	49.2%	33.8%	15.4%	1.6%
裂片型粒片	27.6%	39.9%	29.7%	3.2%

註：①+通過，-不通過

②20mesh=20孔/英寸

(2) 粒片厚度：每千片中厚度變化如下圖：



(3) 粒片重量

	20 mesh	10 mesh
	+	+
鈎片型粒片	0.0022g/粒片	0.0089g/粒片
裂片型粒片	0.0037g/粒片	0.0149g/粒片

註：含水率 8%。

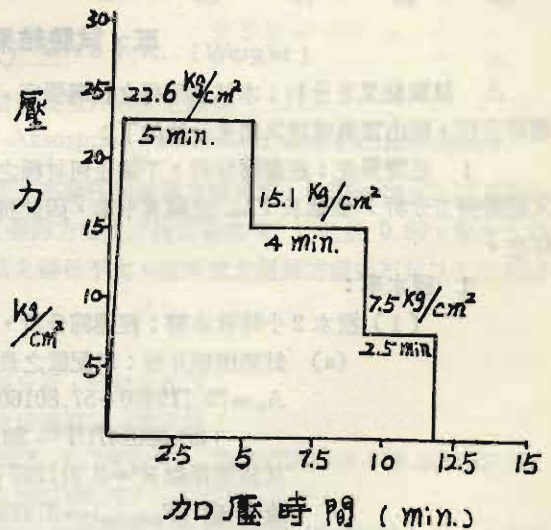
2. 膠合劑性質：

	酸鹼度 PH (30°C)	粘度 C. P. (30°C)	固形物成份 Solid Content
U ₁	7.7	69	50.0
U ₄	7.8	72.5	51.4
U ₈	7.9	80.0	51.6

3. 試板製造之條件：

本試驗所用之粒片板，係利用建昌粒片板工廠之設備製造而成，試板製造時，其條件如下：

- (1) 粒片混膠前含水率 $8 \pm 2\%$
- (2) 粒片混膠後含水率 $16 \pm 3\%$
- (3) 熱壓溫度 $130 \pm 5^\circ\text{C}$
- (4) 熱壓壓力：採用三段式熱壓如右圖：
- (5) 試板大小
4ft. \times 8ft. \times 15m. m.



四、試驗方法：

每一組合製造 6 張 4 \times 8 呎試板，27 個組合共計 162 張試板，依出板先後秩序，標明 1 至 6 記號，從中取出 1、3 及 5 號試板，每一試板於定位四角上，標明 1 至 4 記號，試板從中分割成 4 塊，2 \times 4 呎小試板，取對角之 1 及 3 號小試板製取試片，每一組合共計 6 塊小試板。

小試板依照下圖製取試驗試片：

以上製取之試片，放入本所溫度控制室中，控制室內相對濕度為 $65 \pm 1\%$ ，溫度為 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ ，經過10天左右試片達到 $11.5 \pm 0.5\%$ 之含水率。

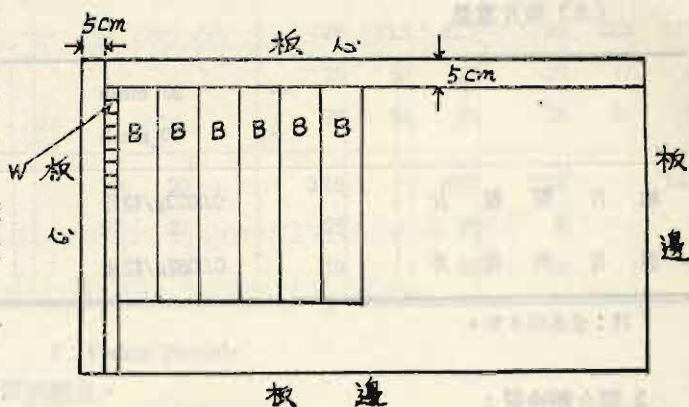
試片達到標準含水率後，自控制室中取出，並進行下列各項試驗：

(1) 抗彎強度 (Static Bending)：

依 ASTM D1037—64規格，測定最大荷重及破壞係數 (MOR)，由於試片的比重不均勻 (0.50至0.68)，本所徐倫本顧問指導，將比重之平方除 MOR，以緩和比重差誤所造成 MOR 之差誤。

(2) 吸水率及膨脹率 (Water Absorption and Thickness Swelling)

由本所顧問徐倫本博士之指導，將吸水率及膨脹率試片，依照德國 DIN 標準，試片 $2.5 \times 2.5\text{cm}$ ，利用德國 Mammut Siegen 製造，水迴旋及水溫控制設備，進行 2 小時及 24 小時之浸水試驗，水溫保持於 20°C ，每塊小試板製取 8 個試片求其平均值。



W (B) $2.5 \times 2.5\text{cm}$.

Water Absorption and Thickness Swelling

B (6) $7.5 \times 4\text{cm}$.

Static Bending

五、試驗結果及討論：

A. 試驗結果及分析：本試驗所得之抗彎強度、吸水率及厚度膨脹率，與膠合劑及粒片形狀間之迴歸分析，經由電腦處理其結果分述如下：

1 抗彎強度：經迴歸分析，不論任何材種之粒片板，其迴歸方程式之決定係數均低於 0.26，又迴歸變方分析 F 值低於 $F_{0.05}$ 之顯著準準，因此抗彎強度對於膠合劑及粒片形狀無顯著之迴歸關係存在。

2 吸水率：

(1) 浸水 2 小時吸水率：經迴歸分析，其結果如下：

(a) 針葉樹粒片板：所配置之最適迴歸方程式為：

$$A_A = 75.119400 - 57.801605U - 110.471664UF + 122.322159U^2F \\ + 28.329147UF^2 - 30.548233U^2F^2$$

其決定係數 $R^2 = 0.911757$ ，迴歸變方分析 F 值為 99.19046021，大於 1% 理論 F 值 ($F_{0.01(5,48)} = 3.444$)，故該迴歸方程式迴歸有極顯著意義。其迴歸線繪圖如圖一。

(b) 闊葉樹粒片板：所配置之最適迴歸方程式為：

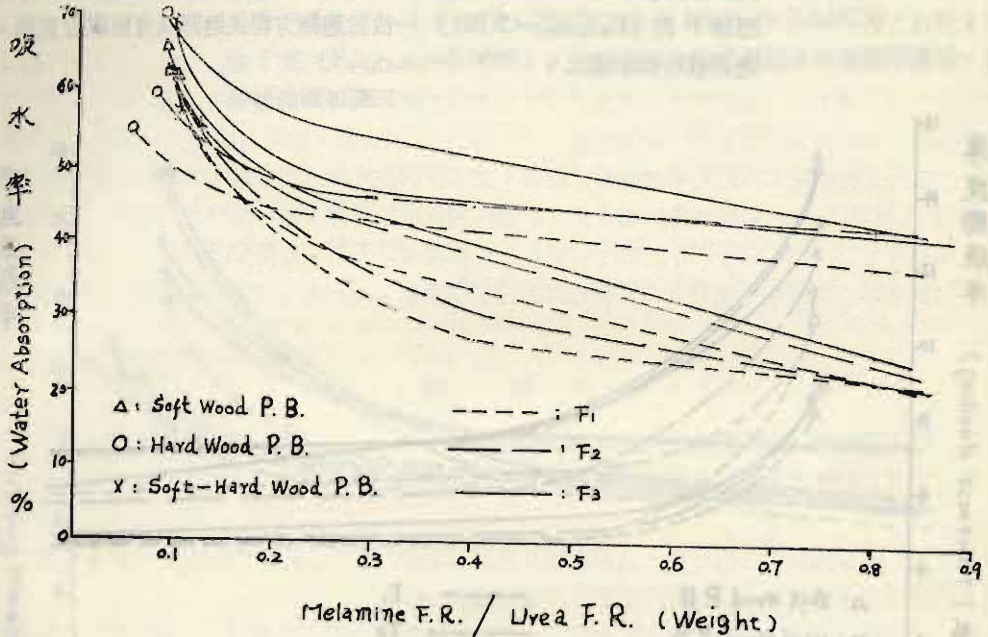
$$A_B = 46.112930 + 9.308090F - 89.389526UF + 100.562393U^2F \\ + 21.738724UF^2 - 29.230255U^2F^2$$

其決定係數 $R^2 = 0.614849$ ，迴歸變方分析 F 值為 15.32526207，大於 1% 理論 F 值 ($F_{0.01(5,48)} = 3.444$)，故該迴歸方程式迴歸有極顯著意義。其迴歸線繪圖如圖一。

(c) 針闊葉樹粒片板：所配置之最適迴歸方程式為：

$$A_c = 76.616989 - 92.743942U - 136.153061UF + 210.279999U^2F \\ + 47.262833UF^2 - 64.739029U^2F^2$$

其決定係數 $R^2=0.888456$ ，迴歸變方分析 F 值為 76.46452332 ，大於 1% 理論 F 值 ($F_{0.01(5,48)}=3.444$)，故該迴歸方程式迴歸有極顯著意義。其迴歸線繪圖如圖一。



圖一：吸水率與膠合劑及粒片形狀之關係

Fig. 1 The relationship among Water Absorption, Adhesives and Particle Shape

(2) 浸水 24 小時吸水率：經迴歸分析，不論任何材種之粒片板，其迴歸變方分析 F 值均大於 $F_{0.01}$ 之顯著水準，然而其迴歸方程式之決定係數 R^2 均低於 0.60 ，即吸水率之變異原因與膠合劑及粒片形狀之關係不大，故所求之迴歸方程式不足以表示其間之關係。

3 厚度膨脹率：

(1) 浸水 2 小時厚度膨脹率：經迴歸分析，其結果如下：

(a) 針葉樹粒片板：所配置之最適迴歸方程式為：

$$S_{2A} = 6.793058 + 3.500261F - 0.760379F^2 - 24.047562UF + 19.565292U^2F \\ + 5.449952UF^2 - 3.981729U^2F^2$$

其決定係數 $R^2=0.884383$ ，迴歸變方分析 F 值為 59.91894531 ，大於 1% 理論 F 值 ($F_{0.01(6,47)}=3.231$)，故該迴歸方程式迴歸具有極顯著意義。其迴歸線繪圖如圖二。

(b) 闊葉樹粒片板：所配置之最適迴歸方程式為：

$$S_{2B} = 2.586665 + 11.603605F - 1.972541F^2 - 21.852600UF \\ + 15.444139U^2F + 1.288589U^2F^2$$

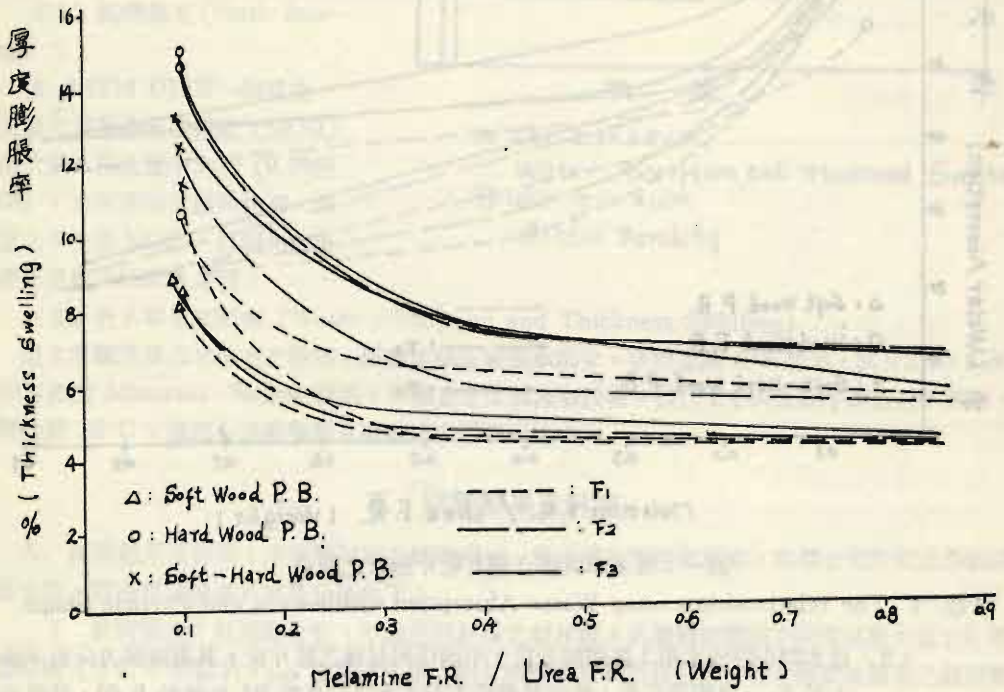
其決定係數 $R^2=0.933094$ ，迴歸變方分析 F 值為 133.88497925 ，大於 1% 理論 F 值 ($F_{0.01(5,47)}=3.444$)，故該迴歸方程式迴歸具有極顯著意義。其迴

歸線繪圖如圖二。

(c) 針闊葉樹粒片板：所配置之最適迴歸方程式為：

$$S_{2c} = -7.894347 + 45.710632U + 25.207947F - 40.288071U^2 \\ - 6.168748F^2 - 97.415588UF + 84.953064U^2F \\ + 25.268692UF^2 - 21.994278U^2F^2$$

其決定係數 $R^2=0.954884$ ，迴歸變方分析 F 值為119.05249023，大於1%理論 F 值 ($F_{0.01(8,45)}=2.951$)，故該迴歸方程式迴歸具有極顯著意義。其迴歸線繪圖如圖二。



圖二 浸水2小時厚度膨脹率與膠合劑及粒片形狀之關係

Fig. 2 The relationship among Thickness Swelling (in 2 hrs), Adhesives and Particle Shape

(2) 浸水24小時厚度膨脹率：經迴歸分析，其結果如下：

(a) 針葉樹粒片板：所配置之最適迴歸方程式為：

$$S_{24A} = 11.979345 - 11.254544U^2 - 17.937576UF + 29.020538U^2F \\ + 4.221988UF^2 - 6.937994U^2F^2$$

其決定係數 $R^2=0.658144$ ，迴歸變方分析 F 值為18.48202515，大於1%理論 F 值 ($F_{0.01(5,43)}=3.444$)，故該迴歸方程式迴歸具有極顯著意義。其迴歸線繪圖如圖三。

(b) 闊葉樹粒片板：所配置之最適迴歸方程式為：

$$S_{24B} = 6.907521 + 10.309358F - 1.765541F^2 - 23.856598UF \\ + 15.670842U^2F + 2.099250UF^2$$

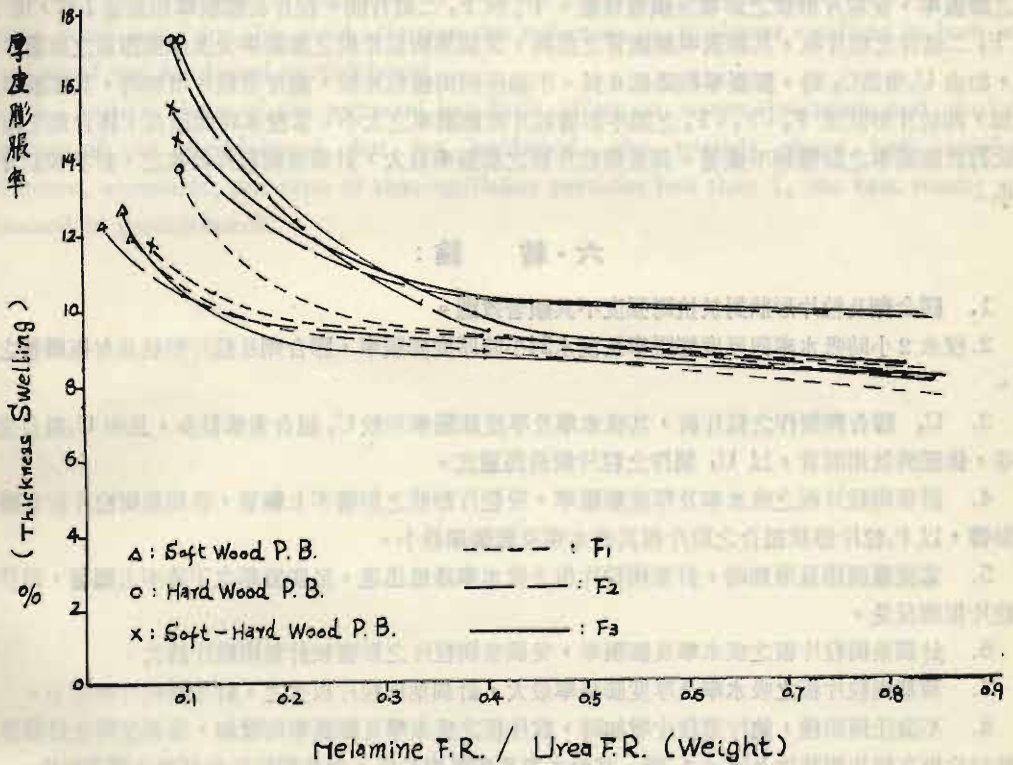
其決定係數 $R^2=0.900978$ ，迴歸變方分析 F 值為87.34832764，大於1%理

論 F 值 ($F_{0.01(3,4)}=3.444$)，故該迴歸方程式迴歸具有極顯著意義。其迴歸線繪圖如三。

(c) 針葉樹粒片板：所配置之最適迴歸方程式為：

$$S_{24C} = -11.417903 + 69.926025U + 30.014099F - 57.413696U^2 - 7.363834F^2 - 107.297882UF + 89.973282U^2F + 27.161163UF^2 - 22.736572U^2F^2$$

其決定係數 $R^2=0.864076$ ，迴歸變方分析 F 值為 35.75840759，大於 1% 理論 F 值 ($F_{0.01(8,45)}=2.9506$)，故該迴歸方程式迴歸具有極顯著意義。其迴歸線繪圖如圖三。



圖三 浸水24小時厚度膨脹率與膠合劑及粒片形狀之關係

Fig. 3 The relationship among Thickness Swelling (in 24 hrs) Adhesives and Particle Shape

B. 討論：

1. 抗彎強度：抗彎強度受膠合劑及粒片形狀變異之影響不顯著，此可由迴歸分析之結果而得知。

2. 吸水率：浸水 2 小時之吸水率，受膠合劑及粒片形狀變異之影響，不論在任何樹種，均有極顯著之效應。由圖一得知， U_1 增為 U_4 時，吸水率呈顯著之下降，平均約降低 20% 吸水率，而由 U_4 增為 U_8 時，吸水率之降低不太顯著，平均只降低 5% 吸水率。因此 U_4 最具效用。針葉樹粒片板之吸水率，受粒片形狀之影響不太顯著，且美臘明膠量增加時吸水率下降迅速，如由 U_1 增為 U_4 時，平均約下降 10% 吸水率。闊葉樹粒片板之吸水率，受粒片形狀之影響顯著，當美臘明膠量增加時，吸水率下降不如針葉樹粒片板之迅速，如由 U_1 增為 U_4 時，平均約下降 20% 吸水率。針葉樹粒片板之吸水

率，受粒片形狀之影響非常顯著，且受美臘明膠量多寡之影響亦呈顯著效應，即針葉樹粒片板兼具針葉樹及闊葉樹二種粒片板之特性。不論任何樹種之粒片板，鉋片型粒片增加時，其吸水率亦增加，反之則減少，即粒片形狀呈 F_3 、 F_2 、 F_1 之順序影響粒片板吸水率之大小。于 U_4 組合之粒片板，鉋片型粒片由 F_1 增為 F_2 時，其吸水率約增加 4%，而由 F_2 增為 F_3 時，其吸水率約增加 7%。浸水 24 小時之吸水率受膠合劑及粒片形狀之影響不顯著。

3. 厚度膨脹率：不論任何樹種，浸水 2 小時及 24 小時，厚度膨脹率受膠合劑及粒片形狀之影響呈極顯著之效應。由圖二及圖三，膨脹率因 U_1 增為 U_4 而呈極顯著之降低，約降低 5%，但由 U_4 增為 U_5 時，膨脹率之降低不顯著，約為 0.3%。針葉樹粒片板之膨脹率，受粒片形狀之影響不顯著，而當美臘明膠量增加時，膨脹率之降低亦較少，如由 U_1 增為 U_4 時，膨脹率約降低 3%；闊葉樹粒片板之膨脹率，受粒片形狀之影響呈顯著效應， F_1 與 F_2 二組合間，粒片板膨脹率相差達 4%，但 F_2 與 F_3 二組合之粒片板，其膨脹率無顯著之差異，又闊葉樹粒片板之膨脹率受美臘明膠量之影響亦較大，如由 U_1 增為 U_4 時，膨脹率約降低 6%。不論任何樹種粒片板，鉋片型粒片增加時，其膨脹率亦增加，即粒片形狀呈 F_3 、 F_2 、 F_1 之順序影響粒片板膨脹率之大小。當浸水時間越長，膠合劑及粒片形狀對於膨脹率之影響越不顯著。闊葉樹粒片板之膨脹率最大，針葉樹粒片板次之，針葉樹粒片板最小。

六、結 論：

1. 膠合劑及粒片形狀對於抗彎強度不具顯著效應。
2. 浸水 2 小時吸水率與厚度膨脹率及浸水 24 小時厚度膨脹率，膠合劑及粒片形狀具有極顯著之效應。
3. U_4 膠合劑製作之粒片板，其吸水率及厚度膨脹率均較 U_1 組合者低很多，且與 U_5 組合者略相等，依經濟效用而言，以 U_4 製作之粒片板最為適宜。
4. 針葉樹粒片板之吸水率及厚度膨脹率，受粒片形狀之影響不太顯著，而闊葉樹粒片板有顯著之影響，以 F_1 粒片形狀組合之粒片板其吸水率及膨脹率最小。
5. 當美臘明膠量增加時，針葉樹粒片板之吸水率降低迅速，但膨脹率之下降不太顯著，而闊葉樹粒片板則反是。
6. 針葉樹粒片板之吸水率及膨脹率，受闊葉樹粒片之影響較針葉樹粒片為大。
7. 闊葉樹粒片板之吸水率及厚度膨脹率最大，針葉樹粒片板次之，針葉樹粒片板最小。
8. 不論任何樹種，鉋片型粒片增加時，粒片板之吸水率及膨脹率均增加，當闊葉樹及針葉樹二種粒片板之粒片形狀比 $S/F \leq 1$ 時，其吸水率及膨脹率最低，針葉樹粒片板則無此顯著特性。
9. 樹種、膠合劑及粒片形狀均影響粒片板之吸水率及膨脹率。製作針葉樹粒片板時， M/U 於 0.3 即可使其膨脹率減少最大，且 S/F 對於粒片板之吸水率及膨脹率影響不大。闊葉樹及針葉樹二種粒片板，其 M/U 須達 0.4 時 膨脹率才減少最大，且 S/F 須小於 1。

七、參考文獻：

1. Leo Mitlin: Particleboard Manufacture and Application, P.9—47, 73—117
2. C.H. Burrows: Particle Board from Douglas-Fir Bark—Without Additives, P.1-37
3. ASTM (1965) Part16 D1037—64 P.330—360
4. 日本林業試驗場編：木材工業，P.605—633
5. 張魯智：試驗技術講義，P.90—115
6. 葉樹蕃：試驗設計學，P.150—158, 172—185
7. 李景仁著 汪永祺譯：統計推論（下冊），P.90—142

Summary

A total of 81 boards (4x8 ft.) were prepared and tested. The data from tests were analyzed statistically. And main effects and interactions of three factors—species, adhesives, and particle shape were examined. Each of these factors had three levels, or conditions.

Results of analysis are as follows :

1. Adhesives and particle shape had little effect on static bending strength.
2. The effect of melamine-and urea-formaldehyde ratios on thickness swelling of softwood particleboard is significantly reduced when the ratio reaches 0.3, but the ratio must reach to 0.4 for the most effective the reduction in thickness swelling in both soft-hard wood and hardwood particleboard.
3. particle shape of the softwood had little effect on water absorption and thickness swelling of the particleboard, but for hardwood, the particle shape had significant influence, especially, the ratio of shaving/flaker particles less than 1, the best results were obtained in particleboard.

...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...

...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...
 ...the ... of ...

六、結 語

1. 關於...
2. 關於...
3. 關於...
4. 關於...
5. 關於...
6. 關於...
7. 關於...
8. 關於...
9. 關於...
10. 關於...

七、參考文獻

1. Lee, H. H. (1950) *Parasitology*, 41: 1-17
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...
7. ...
8. ...
9. ...
10. ...