

木 材 乾 燥

王 長 生 編

人 民 鐵 道 出 版 社

木 材 乾 燥

王 長 生 編

人 民 鐵 道 出 版 社

一 九 五 五 年 · 北 京

本書介紹了木材乾燥的理論、木材乾燥法的種類及其內容、天然乾燥法、人工乾燥法（爐乾燥）、蒸汽乾燥爐的計算、木材真空乾燥及空氣的性質等。

本書可供車輛、建築及林業部門等木材乾燥工作者參考和學習之用，並可作為有關訓練班的教材。

木 材 乾 燥

王 長 生 編

責任編輯 尹 鍾 誠

人民鐵道出版社出版

（北京市霞公府十七號）

北京市書刊出版營業許可證出字第零壹零號

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）

一九五五年十一月初版第一次印刷平裝印1—1,080册

書號：419開本350×1168 $\frac{1}{2}$ 印張4 $\frac{1}{2}$ 插表1頁115千字 定價(8)0.84元

目 錄

第一章 木材乾燥的理論

第一節 木材含有水分的情況	1
一、水分的存在狀態	1
二、含水率	1
三、纖維飽和點	2
第二節 木材乾燥的意義	2
一、平衡含水率	2
二、木材乾燥的標準	3
三、木材含水率乾燥至規定標準的理由	3
四、木材含水率的實況	6
第三節 木材含水率與空氣的關係	6
一、溫度的影響	6
二、濕度的影響	7
三、木材的感濕範圍	7
第四節 木材水分外移的狀態	8
一、水分呈氣體狀態移動	8
二、水分呈液體狀態移動	8
三、水分呈氣體與液體狀態交互移動	8
第五節 木材乾燥的損傷	9

第二章 木材乾燥法的種類

第一節 木材乾燥法的分類	17
一、天然乾燥法	17
二、人工乾燥法	17

； ；

第二節 各種乾燥法的簡單內容	17
一、空氣中乾燥法	17
二、水中乾燥法	18
三、砂中乾燥法	18
四、火烤乾燥法	18
五、烟燻乾燥法	19
六、煮沸及蒸煮乾燥法	19
七、加熱空氣乾燥法	20
八、蒸汽乾燥法	20
九、過熱蒸汽乾燥法	20
十、真空乾燥法	20
十一、藥品乾燥法	20
十二、電力乾燥法	21

第三章 天然乾燥法

第一節 天然乾燥法的目的及其效果	22
第二節 天然乾燥的物理現象	23
第三節 影響天然乾燥的因素	24
一、空氣溫度及濕度的影響	24
二、堆積方向和風向的影響	25
三、地形及周圍狀況的影響	25
第四節 天然乾燥所需時間及乾燥度	25
第五節 天然乾燥場的設備	26
一、乾燥架	27
二、乾燥架及輸送路的佈置	28
三、木材的堆積法	28
第六節 乾燥場應注意事項	31

第四章 人工乾燥法——爐乾燥

第一節 爐乾燥的必要性及其好處	31
第二節 爐乾燥的物理現象	32

第三節 乾燥爐的種類.....33

 一、前進式乾燥爐.....34

 二、分室式乾燥爐.....36

 三、爐內加熱乾燥爐和爐外加熱乾燥爐.....38

 四、循環式乾燥爐.....39

 五、冷卻式乾燥爐.....46

 六、過熱蒸汽乾燥爐.....49

第四節 乾燥爐的選擇.....50

第五節 乾燥爐的建造.....51

 一、新建乾燥爐時應注意的事項.....51

 二、乾燥爐的型式、大小及個數.....52

 三、乾燥爐的建造內容.....53

第六節 乾燥作業法.....54

 一、工作上必要的器具和機械.....54

 二、木材在爐內的堆積.....55

 三、入爐的作業.....58

 四、乾燥日誌及乾燥經過表.....65

 五、過熱蒸汽及其乾燥作業的特徵.....66

 六、乾燥終了の作業.....67

 七、乾燥基準表.....68

 八、人工乾燥的缺點。預防和矯正的方法.....76

第七節 乾燥爐的能力計算.....79

 一、乾燥爐的乾燥能力.....79

 二、乾燥爐的標準乾燥能力.....81

 三、乾燥能力的換算.....82

第五章 蒸汽乾燥爐的計算

第一節 乾燥日數的計算.....85

 一、利用因數連乘的計算法.....85

 二、利用表列因數的計算法.....87

第二節 乾燥爐的計算.....90

第三節 鍋爐的選擇.....96

第四節	加熱管的計算	96
第五節	煙囪的計算	97
第六章 木材真空乾燥		
第一節	真空乾燥的重要性	101
第二節	真空乾燥水分移動的現象	102
第三節	在真空乾燥過程中水分移動現象的運用	102
第四節	真空乾燥設備	106
第五節	真空乾操作業法	108
一、	乾燥作業的必要器具和機械	108
二、	木材的堆積方法及試驗片	108
三、	準備加熱	109
四、	真空乾操作業方法的分類	110
五、	真空乾燥經過的觀測	113
六、	乾燥條件的標準	113
七、	乾燥終了的處理	115
第六節	真空乾燥所需熱量的計算	118
一、	熱量消耗統計	118
二、	加熱管的容量	120
三、	噴蒸管的容量	122
四、	冷凝器的容量	123
五、	主要設備	125
第七章 空氣的性質		
第一節	空氣的溫度和濕度與木材乾燥的關係	125
第二節	乾燥空氣的性質	126
第三節	濕潤空氣的性質	128
第四節	過熱蒸汽	131
第五節	空氣與水蒸汽的含熱量	131
第六節	濕度	132
第七節	有一定真空度的相對濕度、密度和潛熱	133
	附表1~4	135

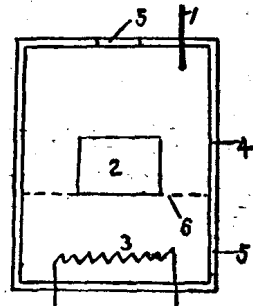
第一章 木材乾燥的理論

第一節 木材含有水分的情況

一、水分的存在狀態。木材由無數呈針狀或圓筒狀中空的細胞構成，細胞壁更由無數的微細胞構成。一部分水分存在於細胞壁各微細胞的中間；一部分水分存在於細胞的中腔。存在於細胞壁各微細胞中間的水分稱為結合水或凝結水；存在於細胞中腔的水分稱為自由水或遊離水。結合水飽和以後，才能有遊離水的存在。遊離水與微細胞的附着力較小，比較容易除去；結合水與微細胞的附着力較大，比較難以除去。

二、含水率。1. 利用絕乾重量作為測量含水率的標準：木材所含有的水分的重量與木材絕乾重量的百分比，稱為標準含水率（ R ，簡稱含水率，通常皆使用之，客貨車大中修規則所稱的含水率即指此種而言。其測定方法概述如下。

取木材的試驗片一塊，用天秤測其原來含有水分時的總重量為 W_1 ，然後將試驗片放入如第1圖所示乾燥箱中，箱內的溫度須保持 $95^{\circ}\sim 105^{\circ}\text{C}$ 的範圍，試驗片的水分逐漸蒸發，至最後不再變更的重量稱為絕乾重量（ W_2 ）。試驗片在乾燥箱中，約經二小時左右即可達到絕乾重量。故木材的含水率為



第 1 圖

1——溫度計；2——木材試驗片；3——電熱器；4——乾燥箱體；5——通風口；6——鐵絲網。

$$R = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

2. 利用原來含有水分時的總重量作為測定含水率的標準：此時含水率 R_1 為木材所含有的水分的重量與木材原來含有水分時的重量的百分比。設木材含有的水分的重量為 W_3 ，木材原來含有水分時的總重量為 W_1 ，則含水率為

$$R_1 = \frac{W_3}{W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

利用此法測定的含水率，雖然同種木材，但由於木材原來含有水分時的總重量是個變數，所以使用頗感不便，用者很少。

3. R 與 R_1 的換算：假設 R_1 為已知，則

$$\begin{aligned} R &= \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% = \frac{W_3}{W_2} \times 100\% = \frac{W_3}{W_1} \times 100 \times \frac{W_1}{W_2} \\ &= R_1 \times \frac{W_1}{W_2} = R_1 \left(\frac{W_2 + W_3}{W_2} \right) = R_1 \left(1 + \frac{W_3}{W_2} \right) \end{aligned}$$

由於
$$R = \frac{W_3}{W_2} \times 100,$$

$$\frac{R}{100} = \frac{W_3}{W_2},$$

所以
$$R = R_1 \left(1 + \frac{R}{100} \right) = \frac{100R_1 + RR_1}{100},$$

即
$$R = \frac{100R_1}{100 - R_1} \dots\dots\dots (3)$$

如 $R_1 = 25\%, 50\%, 75\%$,

則 $R = 33.3\%, 100\%, 300\%$ 。

三、纖維飽和點。木材含有水分的存在狀態有結合水與自由水兩種。如將自由水除去，只有結合水存在的含水率稱為纖維飽和點。一般木材的纖維飽和點約為20%~30%。

第二節 木材乾燥的意義

一、平衡含水率。木材細胞壁中的微細胞與水分子的附着力，與外界使水分子蒸發的力平衡時（即空氣中的蒸汽壓力與木

材表面的蒸汽壓力相等時)，則木材的含有水分不增不減，此時木材的含水率稱為平衡含水率。木材的平衡含水率因空氣的溫度、濕度而不同，如空氣中的溫度和濕度為常數，則平衡含水率亦為常數，如第 1 表。

二、木材乾燥的標準。在木材不受損傷的原則下，將木材的含水率乾燥至木製構造物使用地區氣候條件（溫度和濕度）所要求的平衡含水率，以減少木製構造物因氣候條件的變化而變形。

木材含水率的數值如較當時氣候條件所要求的平衡含水率為高時，則散失水分；如較當時氣候條件所要求的平衡含水率為低時，則吸收水分，最後達到平衡含水率而停止。散失或吸收水分，初期比較迅速，後來逐漸遲緩，所需時間的長短因木材種類而不同，硬木需時較長，軟木需時較短。

木製構造物的規定標準含水率的數值較低，而當時氣候條件所要求木材的平衡含水率的數值較高時，為了防止木材吸收水分，須將乾燥後的木板儲藏於能夠控制溫度和濕度的倉庫，即以木材的標準含水率為平衡含水率，根據第 1 表將溫度和濕度加以適當地控制。

三、木材含水率乾燥至規定標準的理由。木製構造物須根據使用地區的氣候條件一年變化的平均值，鐵路車輛須根據一年運用經過地區的氣候條件變化的平均值，決定其平衡含水率，作為木材乾燥時所要求的標準。即在某一固定地區，氣候條件也不是固定的，因而木製構造物也在不斷地吸收或散失水分，以達到各個時間的氣候條件所要求的平衡含水率。鐵路車輛運用地區很廣，所以吸收和散失水分頗為頻繁①。

含水率在纖維飽和點以下，木材吸收或散失水分時，則體積隨之脹縮，尤其是鐵路車輛運用時所遇到的氣候條件變化較大，所以車輛上木材的體積因吸收或散失水分，變化更為嚴重。這乃

① 鐵路車輛的木材，各面如用良質油漆徹底油飾，吸收或散失水分的性質可顯著降低。

在各種溫度及濕

濕度 溫度 %	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0	4.58	5.01	5.50	6.00	6.57	7.20	7.87	8.62	9.43	10.33
5	4.35	4.77	5.24	5.73	6.23	6.89	7.55	8.28	9.07	9.69
10	4.12	4.52	4.98	5.45	5.99	6.58	7.22	7.91	8.72	9.59
15	3.89	4.28	4.72	5.18	5.79	6.27	6.90	7.60	8.36	9.22
20	3.66	4.03	4.46	4.90	5.41	5.97	6.57	7.26	8.01	8.84
25	3.44	3.79	4.20	4.63	5.11	5.66	6.25	6.92	7.65	8.47
30	3.21	3.55	3.93	4.35	4.82	5.35	5.93	6.57	7.29	8.10
35	2.98	3.30	3.67	4.08	4.53	5.06	5.60	6.23	6.94	7.73
40	2.75	3.06	3.41	3.80	4.24	4.73	5.28	5.89	6.58	7.36
45	2.52	2.81	3.15	3.53	3.95	4.42	4.95	5.55	6.23	6.99
50	2.29	2.57	2.89	3.25	3.66	4.12	4.63	5.21	5.87	6.62
55	2.06	2.33	2.63	2.98	3.36	3.81	4.31	4.87	5.61	6.24
60	1.83	2.08	2.37	2.70	3.07	3.50	3.98	4.53	5.10	5.87
65	1.60	1.84	2.11	2.43	2.78	3.19	3.64	4.19	4.80	5.50
70	1.37	1.59	1.85	2.15	2.49	2.88	3.33	3.85	4.45	5.13
75	1.15	1.35	1.59	1.88	2.20	2.57	3.01	3.51	4.09	4.76
80	0.92	1.11	1.32	1.60	1.91	2.26	2.69	3.10	3.73	4.39
85	0.69	0.86	1.06	1.33	1.61	1.96	2.36	2.82	3.38	4.01
90	0.46	0.62	0.80	1.05	1.32	1.65	2.04	2.48	3.02	3.64
95	0.23	0.38	0.54	0.78	1.03	1.34	1.71	2.14	2.67	3.27
100	0.00	0.13	0.28	0.50	0.74	1.03	1.39	1.80	2.31	2.90

度時的木材含水率

第1表

50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
11.30	12.46	13.54	14.82	16.32	17.76	19.44	21.28	23.29	25.50	27.90
10.92	12.06	13.13	14.41	15.70	17.34	19.03	20.89	22.92	25.16	27.61
10.53	11.65	12.73	13.99	15.47	16.93	18.62	20.45	22.55	24.82	27.32
10.15	11.25	12.32	13.58	15.05	16.51	18.21	20.10	22.18	24.48	27.03
9.76	10.84	11.91	13.17	14.62	16.10	17.81	19.70	21.80	24.16	26.74
9.38	10.44	11.51	12.75	14.20	15.68	17.40	19.31	21.43	23.81	26.45
8.99	10.04	11.10	12.34	13.77	15.26	16.99	18.92	21.06	23.47	26.15
8.61	9.63	10.69	11.93	13.35	14.85	16.58	18.52	20.69	23.13	25.86
8.22	9.23	10.29	11.51	12.92	14.43	16.17	18.13	20.32	22.79	25.57
7.84	8.82	9.88	11.10	12.50	14.02	15.76	17.73	19.95	22.45	25.28
7.45	8.42	9.48	10.69	12.07	13.60	15.36	17.34	19.58	22.12	24.99
7.07	8.02	9.07	10.27	11.66	13.18	14.95	16.95	19.20	21.78	24.70
6.68	7.61	8.66	9.86	11.22	12.77	14.54	16.55	18.83	21.44	24.41
6.30	7.21	8.26	9.45	10.80	12.35	14.13	16.16	18.46	21.10	24.12
5.91	6.82	7.85	9.03	10.37	11.94	13.72	15.76	18.09	20.76	23.82
5.53	6.40	7.44	8.62	9.95	11.52	13.31	15.37	17.72	20.42	23.54
5.14	6.00	7.04	8.27	9.25	11.10	12.90	14.98	17.35	20.08	23.24
4.76	5.59	6.63	7.79	9.10	10.69	12.50	14.58	16.97	19.75	22.95
4.37	5.19	6.22	7.38	8.67	10.27	12.09	14.19	16.60	19.41	22.66
3.99	4.78	5.82	6.96	8.25	9.86	11.68	13.79	16.23	19.07	22.37
3.61	4.38	5.41	6.55	7.82	9.44	11.27	13.40	15.86	18.73	22.28

是木材不可避免的物理現象。可見木材在使用以前，縱然乾燥至規定標準，但由於氣候條件經常變化，所以使用時輕微的變形在所難免，如不徹底乾燥，其後果更不堪設想。爲了延長木製構造物的壽命及保證木製構造物的質量，木材在使用以前，必須乾燥至規定標準。

四、木材含水率的實況。木材含水率，通常皆指平均含水率而言。實際含水率的情況，因樹種及木材的位置而不同。一般在樹幹的同一斷面上，外側的含水率較內側高，新伐木材的外側含水率普通皆在80%以上，最多有達140%者。外側含水率較中央部約高30~40%，但有些木材例外，如榆木內側的含水率較外側爲高，樺木、楊木內外的含水率幾乎相同，樺木的含水率約爲70~90%，楊木的含水率約爲80~120%。縱然木材外側的含水率較高，採伐後存放不久，由於表面水分的蒸發，則外側的含水率逐漸降低。

經過水運的木材，可將木材中的有機成分（樹液）滲出一部，同時由於吸收水分而增加了含水率。樹液少的木材，其含有的水分容易移動，是以由水運的木材並不因含水率的增加而延長乾燥時間，且能減少在乾燥過程中的損傷。

軟木在水中存放日久，含水率將達150%，硬木將達50%。可見經過乾燥的木材，如不很好地油飾，在露天使用，夏季經常受到雨淋，將大量吸收水分，抹殺了以前的乾燥效果。

第三節 木材含水率與空氣的關係

木材乾燥，一般多使用120°C以上的攝氏溫度表測定溫度，以乾濕球溫濕度計測定濕度。溫度與濕度的關係，以及木材的含水率與溫度、濕度的關係概述如下。

一、溫度的影響。空氣溫度上升，則相對濕度下降，同時木材本身的體積增大，使水分子和木微細胞間的距離增大，則附着力減小，同時受空氣相對濕度下降而蒸發力增大的影響，結果附

着力與蒸發力失掉平衡，木材中含有的水分發生移動、蒸發現象而減少，最後再達到平衡含水率而停止。

二、濕度的影響。溫度不變，只濕度降低時，空氣中含有的水蒸汽量減少，因之水分的蒸發力增大，蒸發力與附着力失掉平衡，木材含有的水分移動、蒸發而減少，最後達到平衡含水率而停止。

根據以上情況，可見木材的含水率因空氣的溫度上昇及濕度下降而減小；反之，木材的含水率因空氣的溫度下降及濕度上昇而增加。

三、木材的感濕範圍。木材的含水率因空氣的溫度及濕度而有一定的標準，由平衡含水率的解釋即可明瞭。木材無論在天然乾燥和人工乾燥時，空氣的相對濕度一定在0~100%的範圍內變化；溫度在0°C及以下時，外界及木材內部的水分全部凍結，彼此毫無影響；但溫度在100°C及以上時，濕度在0%或不是飽和情況時，木材將達到絕乾狀態；若溫度在100°C，濕度在100%，且木材含水率極高，水分雖不能蒸發，但木材內部水分的體積因溫度昇高而膨脹，結果使水分外移，甚至於由木材表面滴下；若木材的含水率極低，木材的微細胞將自空氣中奪取水分，達到纖維飽和點而停止。在木材乾燥時，溫度不可經常達到100°C以上，以免影響材質。

所以，外界的溫度在0°C~100°C，濕度在0~100%之間變化，木材的含水率在0%至纖維飽和點之間變化。此含水率變化的範圍，稱為感濕範圍。修製車輛用的木板，假若木材乾燥至含水率極低時，即低於平衡含水率時，則車輛在高濕的環境中運用，將受外界空氣的影響而吸收水分，結果體積增大而變形。

原有的含水率降至纖維飽和點時，即將遊離水全部除去時，木材的體積並無變化；自纖維飽和點繼續降低，體積乃隨之逐漸縮小。

第四節 木材水分外移的狀態

木材中的水分由於凝結而呈液體狀態存在，很少一部分在木材空隙內呈氣體狀態存在。當外界情況變化時，內部的的水分徐徐增減，達到平衡含水率而停止。水分自內部移至外部是呈液體狀態移動，或呈氣體狀態移動，這在木材乾燥上是個相當重要的問題。若木材內部的的水分以液體狀態向表面移動，至表面再行蒸發，則蒸發所需熱量須在木材表面供應；若木材內部的的水分以氣體狀態向外擴散，則蒸發所需熱量須在木材內部供應，因而木材內部的溫度必將降低。木材的含水率在纖維飽和點以上時，木材的細胞壁被結合水所飽和，細胞間隙中含有水分及飽和蒸汽，假如溫度不變，木材內部不起蒸發及凝結作用，則水分只有呈液體狀態移動；只有當含水率在纖維飽和點以下及木材細胞空隙的水蒸汽在不飽和狀態時，才有可能發生氣體狀態移動。水分移動狀態有三種，分別討論如下。

一、水分呈氣體狀態移動。木材內部的的水分，如果呈氣體狀態移動時，必先蒸發，而後再行移動。根據實驗，一克經充分乾燥的松材粉末，當其吸收水分達到纖維飽和點時，放出約 17 卡的熱量；反之，放出水分時仍需供給 17 卡的熱量，同時爲了克服附着力，更需 150 卡的熱量，另外尚需大量的汽化熱。假若木材內部含有大量的結合水和自由水，則需要大量的熱，才能使之蒸發，但木材內部熱無來源，所以木材內部的的水分呈氣體狀態移動是不可能的。

二、水分呈液體狀態移動。由於木材表面水分的蒸發，使表面的水分減少，致木材水分的分佈曲綫（參看第 3 圖）呈傾斜狀態。當溫度升高時，由於體積的膨脹，使水分呈液體狀態沿着細胞壁內的微細胞間隙向木材表面移動，再由木材表面蒸發。

三、水分呈氣體與液體狀態交互移動。木材內部的的水分，被認爲是以氣體及液體狀態交互變化向木材表面移動：常木材中水

分分佈曲線呈傾斜現象時，木材的水分由細胞壁濕的一側蒸發，同時與細胞他側接觸的水蒸汽凝結，被細胞壁吸收通過，而後再蒸發，再凝結，陸續外移。水分在移動過程中，通過無數細胞壁及細胞中腔，經過多次的氣體及液體變化。

綜合以上三種移動形式，第一種在含水率較大時顯著地降低了水蒸汽的擴散速度，同時內部熱無來源，所以水分的移動幾乎不可能發生，僅在真空乾燥或空隙較大時才有發生的可能。一般都認為是呈第二、第三兩種狀態移動。在纖維飽和點以上時，認為係液體狀態移動；在纖維飽和點以下時，係液體與氣體交互變化的移動，但就熱量關係來說，其效果實際與液體狀態移動相同。所以在實用上皆可認為係液體狀態移動。

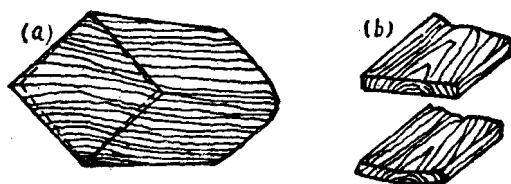
第五節 木材乾燥的損傷

木材的含水率達到纖維飽和點時，若再減少水分，則木材的體積開始成正比收縮，收縮率因纖維的方向而不同。木材的纖維在橫的方向收縮大，在縱的方向收縮小。將木材乾燥至絕乾狀態的收縮，在年輪切綫方向為4.0~14%，半徑方向為2.0~8.0%，縱方向為0.1~0.35%。縱然木材的纖維很直，經乾燥以後，由於各方向的收縮不同，木材頗難維持原形。實際木材的纖維經常呈扭曲狀態生長，是以在製材以後亦不能按一定方向收縮，即產生彎曲或扭曲的情形。又木材纖維的排列，因取材的不同，收縮率亦不一致。如取方形木材，則呈菱形收縮；平形板材，因兩側與原來木材中心的距離不同及含水率不同，收縮率亦不同，乾燥後發生變形（第2圖）。木材因構造上的天然性質，在乾燥中當然發生變形，但若水分減少適當，木材可不被損傷。一般木材損傷的造成，多由於構造上的原因或水分移動的不適當。茲將損傷分類敘述如下。

甲、由於木材構造上的原因，在水分減少時造成損傷（如扭曲、彎曲或菱形收縮等）；

乙、因水分移動不適當而造成損傷（如表面硬化及各種裂縫）；

丙、上面兩者同時發生而造成損傷（在此種情形，兩者的損傷更形擴大）。



第 2 圖

(a) 方木的變形收縮；(b) 木板收縮的彎曲。

木材由於構造上的原因而在乾燥時發生的損傷，無論用何種方法乾燥亦不能避免；如扭曲、彎曲等變形，在乾燥時如壓以重物，僅可略為減少。如損傷係因水分移動不適當，則將水分移動適當後，能夠完全防止。茲僅將因不適當地乾燥而產生的損傷及其防止方法略述如下。

一、表面硬化。所謂木材的表面硬化，即木材在乾燥過程中表面硬度增加的現象。在乾燥中，木材在表面含水率降至纖維飽和點以下時已開始收縮，而木材內部的含水率尚在纖維飽和點以上，內部不能與外部同時收縮，形成外部對內部壓縮，但又受到內部的阻止，結果外部產生表面張力，使木材表面極易發生裂紋。此種現象為表面硬化的第一階段。如乾燥繼續進行，內部收縮較外部收縮為大時，內部的收縮力對外部發生作用，但如外部不能與內部一致地收縮，則內部發生心裂；如外部與內部同時收縮，則發生表面下陷。此種情形稱為表面硬化的第二階段。

二、表面硬化的第一階段。木材水分雖然減少，但如含水率仍在纖維飽和點以上時，任何部分皆不發生收縮現象。體積很大的木材，各部分不能同時達到纖維飽和點，且外殼很迅速地先達