

鋼化玻璃的生產

重工業出版社

鋼化玻璃的生產

Г. П. Петров 著

中央建工局技術研究室

徐曾祚 趙廣威 合譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

重工業出版社

譯 者 的 話

鋼化玻璃是一種特殊玻璃，有其一定的特性：高的機械強度和衝擊強度以及對熱的穩定性與破碎的安全性等。其應用範圍亦廣，可以做汽車、飛機、輪船、火車等的門窗玻璃，也可以用到防護罩、掘煤機的前燈上，對工業生產具有一定的價值。

鋼化玻璃，在蘇聯已被廣泛利用；在我國，目前尚未大量生產，今後，由於工業發展的要求，在這方面應作更多的努力。

本書——「鋼化玻璃的生產」——是一九五二年莫斯科出版的「Производство стекла “Сталинит”」一書的譯本，在翻譯時，由於工作急需，故將原書上的序言和小註省略，但，這對原書的豐富內容並無多大的影響。希望讀者對譯本不吝指正。

鋼 化 玻 璃 的 生 產

ПРОИЗВОДСТВО СТЕКЛА “СТАЛИНИТ”

原 著 者：Г. П. Петров

原出版者：Промстройиздат (Москва 1952)

中央建工局技術研究室

徐曾祥 趙廣威 合譯

重工業出版社（北京東交民巷36號）出版 新華書店發行

25開本 · 共64面 · 定價 6,000 元

初版（1—3,500 冊）一九五四年四月北京市印刷一廠印

目 次

第一章 關於鋼化玻璃的一般知識	1
1. 玻璃的某些性質.....	1
2. 玻璃的鋼化和退火.....	3
3. 鋼化玻璃的製得.....	4
4. 鋼化玻璃的特性.....	6
5. 鋼化玻璃與夾層玻璃優缺點的比較.....	11
第二章 鋼化玻璃生產中應用的設備	12
1. 電爐.....	12
2. 風柵.....	20
3. 運輸, 懸掛及固定玻璃用之設備.....	25
第三章 生產鋼化玻璃的技術操作原理	33
1. 玻璃的切割.....	33
2. 玻璃邊的加工.....	33
3. 玻璃鋼化的準備.....	34
4. 玻璃的加熱.....	36
5. 玻璃的冷卻.....	40
6. 彎曲鋼化玻璃的生產.....	44
第四章 在玻璃鋼化時控制破碎和廢品的方法	46
1. 一般形態的廢品.....	46
2. 玻璃鋼化時的廢品和破碎.....	47
第五章 鋼化玻璃的試驗方法和檢查	52
1. 外部缺陷, 癭子和厚度的檢查.....	52
2. 機械強度的試驗.....	52
3. 光的曲折和透明度的確定.....	53
4. 熱的穩定性的測定.....	54
5. 鋼化程度和均齊性的測定.....	55

第六章 鋼化玻璃的機械加工.....	57
參考文獻.....	59

第一章 關於鋼化玻璃的一般知識

單層高強度的鋼化玻璃是由普通的矽酸玻璃藉特殊的熱處理(鋼化)製成的,它的化學成份可以在足夠的範圍內變動。在熱處理時玻璃中產生了很平均的內在應力,由於這些應力的存在使玻璃產生了一系列有價值的性質;提高了機械彎曲和衝擊強度、彈性、耐熱性以及使用時的安全性。

究竟什麼是鋼化玻璃,它的製造方法是什麼,基本特性是怎樣的,為什麼這些特性是由於熱處理的結果而獲得的,爲了更好的理解這些問題必須熟悉一些普通玻璃的物理性質以及在玻璃徐冷和急冷的過程中——玻璃的鋼化和退火過程中——所產生的一些物理現象。

1. 玻璃的某些性質

耐壓力: 玻璃的耐壓力以使試樣破壞最小荷重量來確定,荷重量用試樣橫斷面上單位面積所受的公斤數來表示。耐壓力的數量在理論上可以根據玻璃的化學成份來計算;實際上可以用水壓機在正立方形的試樣上壓棒來測定。

抗張力: 玻璃的抗張力由使玻璃製成的桿狀試樣斷裂的最小荷重來決定。荷重量用試樣橫斷面上單位面積所受公斤數來表示。這個抗張力的數量同樣可以在理論上根據玻璃的化學成份來計算和實際中測定。

熱傳導性: 玻璃的熱傳導性以其熱傳導係數來算定。熱傳導係數表示着;當玻璃立方體二邊的溫度差爲 1°C , 同時熱量不能從其餘各邊散失時從玻璃立方體一邊傳導至另一邊的熱量。

熱傳導係數 λ 可以由方程式確定:

$$\lambda = \frac{l \cdot Q}{S \Delta t z} \text{ cal/cm, sec}^{\circ}\text{C}$$

l試樣(立方體)一面的長度 (cm)

Q一定時間(Z)內通的熱量 (cal)

S試樣橫斷面之面積 (cm^2)

Δt試樣相對兩面的溫度差 ($^{\circ}\text{C}$)

Z Q cal 熱量通過試樣的時間 (sec)

各種玻璃的熱傳導係數互相間的差別很小,在 $0.0017 \sim 0.0023 \text{ cal/cm sec } ^{\circ}\text{C}$ 的範圍內變動。

表2中引用了某些其他材料的熱傳導係數用來做比較;

幾種技術玻璃熱傳導係數

表 1

玻璃名稱	玻璃的化學成份 %								熱傳導係數 $\frac{\text{cal/cm}}{\text{sec}^\circ\text{C}}$
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	B ₂ O ₃	
垂直引上機製玻璃	72.00	1.50	0.10	9.50	0.20	0.70	16.00	—	0.00208
鑄鏡玻璃	72.20	0.20	0.08	13.00	0.10	0.42	14.00	—	0.00207
火石玻璃	79.50	2.25	0.10	1.25	0.10	0.30	3.50	13.00	0.00286

某些材料的熱傳導係數

表 2

材料名稱	熱傳導係數 $\frac{\text{cal/cm}}{\text{sec}^\circ\text{C}}$
銀.....	1.006
銅.....	0.92
鋁.....	0.48
鐵.....	0.15
鋼.....	0.10
建築用磚.....	0.0007
片狀石棉.....	0.00038
軟木塞.....	0.00001

從表 1 及表 2 中所引用的材料可以看出：玻璃的熱傳導係數比金屬要小得多，比磚、石棉、軟木塞要大些，玻璃具有低的熱傳導係數是玻璃能用鋼化方法獲得大量內在應力的重要特性之一。

熱膨脹：玻璃的熱膨脹可用它的綫膨脹係數及體膨脹係數來算定。

試樣加熱一度時，其單位長度的增加，稱之謂綫膨脹係數 (α)

$$\alpha = \frac{l_t \cdot l_0}{l_0 \cdot t},$$

l_0 0°C 時試樣的長度。

l_t $t^\circ\text{C}$ 時試樣的長度。

t加熱試樣的溫度。

試樣加熱一度其單位體積的增加稱之謂體膨脹係數 (β)。

$$\beta = \frac{V_t - V_0}{V_0 \cdot t},$$

V_0 ……0°C時試樣的體積。

V_t …… t °C時試樣的體積。

t ……試樣的加熱溫度。

體膨脹係數近於綫膨脹係數的3倍。即。 $\beta = 3\alpha$ 。

玻璃的綫膨脹係數用特殊的儀器來測定，但亦可根據玻璃的化學成份用計算的方法來確定。

石英綫膨脹係數等於 5×10^{-7} ；普通玻璃的綫膨脹係數不超過 100×10^{-7} 。

表3中引用了某些玻璃用計算方法求得的綫膨脹係數。

表 3

玻 璃 名 稱	玻 璃 的 化 學 成 份 %								綫膨脹係數
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	B ₂ O ₃	
垂直引上機玻璃	72.00	1.50	0.10	9.50	0.20	0.70	16.00	—	88.85×10^{-7}
鑄 鏡 玻 璃	72.20	0.20	0.03	13.00	0.10	0.42	14.00	—	85.75×10^{-7}
火 石 玻 璃	79.50	9.95	0.10	1.25	0.10	0.30	3.50	15.0	13.02×10^{-7}

2. 玻璃的鋼化和退火

如果我們很快地冷却已加熱至軟化溫度的玻璃板，由於玻璃的導熱不良其各層的冷却速度將有不同。外層的要比內層的冷却的快些，因而外層與內層產生了溫度降，溫度降的大小，決定於冷却速度及玻璃的熱傳導度，冷却速度愈大，熱傳導速度愈低，則玻璃板外層與內層的溫度降也就愈大（熱傳導度高的材料如拿金屬來說在冷却過程中外層和內層溫度差就很小）。溫度降使被冷却的玻璃中產生內在應力。當外層較冷正在變硬的時候要竭力的收縮，而此時內層還比較熱還處在可塑狀態，阻止着這種收縮，此時外層感受着拉力，而內層感受着壓縮力。

當還處在可塑狀態的玻璃內層，剛開始冷却（硬化）應力情形就改變了，已經硬化並且轉為脆性狀態的外層，阻止着內層的收縮，因為在它們佔據了大於這一溫度下所佔的體積之後，最後一部份才硬化，這就在內層中造成了伸張應力，同時外層也感受了壓縮應力。

這些應力在玻璃完全冷却及其溫度降消失以後遺留下來故名謂殘留應力。玻璃中的殘留應力是在可塑狀態轉為脆性狀態的過程中產生，也只有再一次將玻璃

加熱至軟化溫度時才能消除。

玻璃中所產生殘留應力的多少，決定於溫度降及其熱膨脹係數的大小，溫度降及熱膨脹係數愈大則殘留應力亦愈大。

由於快速冷卻而在玻璃中產生大量殘留應力的過程稱之謂鋼化。膨脹係數很小的玻璃如石英玻璃，石英玻璃不可以加以鋼化。含二氧化矽多氧化鈉少的硼矽酸玻璃必須在比普通鏡玻璃或垂直引上機玻璃冷卻激烈得多的時候才能進行鋼化。

當玻璃冷卻得很猛烈時其中能够形成超過其擴張強度的應力，在這種情況下玻璃碎裂了，破碎成很多細小的破片。

當玻璃冷卻時其中能形成所謂暫時應力，暫時應力發生於玻璃已經從可塑狀態轉為脆性狀態後的冷卻過程中。在玻璃內層與外層溫度平衡之後就消失。

將已加熱至低於軟化溫度的玻璃快速冷卻，同樣也能使它破裂，此時產生的破片大，而且在破裂時幾乎沒有聲音，如果徐徐冷卻已加熱至軟化溫度的玻璃則外層與內層間的溫度降可以小得不能引起殘留應力，這一過程稱之謂退火。為了避免由於存在不均衡的殘留應力所引起的有害後果幾乎所有的玻璃都經過退火。

具有不均衡殘留應力的玻璃製品有本身產生炸裂的趨向，並且耐熱性低，不易切割（平板玻璃）。反之具有均衡的殘留應力的玻璃的製品，具有高的機械強度和耐熱性的有價值性質。

在大多數情況下，退火過程是於一定的溫度範圍內在專門的退火窖中進行，其溫度範圍根據玻璃的化學組成來決定。在過程開始的退火最高溫度和在退火末了的退火最低溫度限定了這一範圍。退火最高溫度使玻璃的應力在極短的時間之內消失，而退火最低溫度事實上不可能消除殘餘應力，低於這一溫度所發生的應力是暫時的。

玻璃中存在的殘留應力，在加熱時只有當溫度高於退火最低溫度時才開始消失，其消失的速度隨着溫度增加，當退火過程終了後也就是玻璃經過與退火最低溫度相當以後，玻璃的冷卻速度可以大大的增加，而沒有引起殘留應力的危險，但是在這以後，速度也不應超過一定的限度，高出這一限度所產生的暫時應力能使玻璃破裂。

3. 鋼化玻璃的製得

鋼化玻璃的基本製得過程如下：

將普通平板玻璃放在特設的電爐中，從兩面均勻的加熱整個的玻璃面，在這種情況下，熱至 $610 \sim 350^{\circ}\text{C}$ ；使玻璃剛要軟化，但在不變形的程度下移至特設

風柵中，從玻璃的兩面均勻的用冷風使玻璃冷却之。

最適宜的冷却速度有一定的極限；速度過大產生的應力能使玻璃破裂，速度過小產生的應力又不能保證玻璃應有的機械強度。

應力在鋼化了的玻璃板中順着厚度分佈着；外層受着壓縮應力，而內層受着伸張力。

在圖1中壓縮應力部分位於 O_1O_1 軸的右邊，用正號表示。伸張力部分位於 O_1O_1 軸的左邊，用負號表示。

從圖1裏可以看出，玻璃最外邊受着最大的壓縮應力，隨着應力的消除，從外層往板中心受着的壓縮應力將愈來愈小。最後由外層到 a 處壓縮應力即等於零。在這一距離的範圍以外開始了伸張應力的部分，隨着接近板中心伸張應力就愈大，而在中心則獲得了最大值。

鋼化玻璃中心最大的應力數量可按巴爾切涅夫 (Бартонов) 公式來計算。

$$f_0 = \frac{\alpha \cdot E}{1 - \sigma} Tg \cdot l_1,$$

α玻璃的線膨脹係數

E楊氏係數 (彈性係數)

σ帕松比 (Коэффициент Пуассона)

Tg玻璃從粘性狀態到脆性狀態的轉化溫度。

l依冷却强度為轉移的變數。

這樣嚴格對稱應力的分佈 (對 00 軸來說) 只有在理想那樣均勻地加熱與冷却玻璃的情況下才有可能。

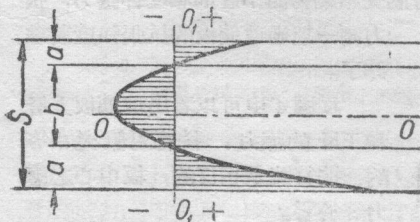


圖3 鋼化了的玻璃板中應力不均稱之分佈圖

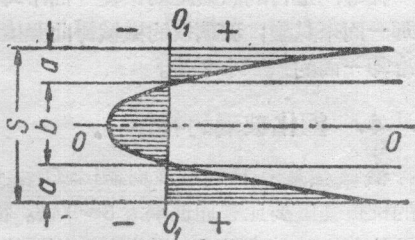


圖1 應力在鋼化了的玻璃中順着厚度分佈之圖式

實際上在生產的條件下玻璃鋼化時這種對稱性是有些破壞的，當嚴重違反操作規程時，玻璃的一面比另一面冷却較激，應力帶將與 00 軸相對移動，壓縮應力將有不同，而伸張應力帶將向冷却較小一面移動，同時伸張應力的最高帶就不在 00 軸上 (圖2)

如果我們只冷却被加熱後的玻璃的

一面，那末應力的分佈較上面的情況更不均衡。伸張應力帶將更多的一面移動。

從專門進行的試驗證明：從一面冷卻的玻璃板其機械彎曲強度是不同的，看從那一面來試驗；玻璃板的機械彎曲強度從受到冷卻的一面來試驗，要比沒有受到冷卻一面的強度小 2 倍。

4. 鋼化玻璃的特性

機械強度：機械強度為鋼化玻璃主要特性之一，由於這些主要特性鋼化玻璃的抗折強度要比普通玻璃大 5~6 倍。從表 4 中可以看出鋼化玻璃機械彎曲強度要比普通玻璃高得多，隨着試驗板厚的減小而降低。

退火和鋼化玻璃試驗結果

表 4

玻璃厚度 mm	彎 曲 強 度 kg/cm^2	
	退 火 玻 璃	鋼 化 玻 璃
12.25	426	2160
15.50	—	2280
17.50	489	2260
18.50	—	2334
19.00	586	2520
19.50	—	2490
20.2	593	2670

鋼化玻璃的彎曲強度，以應力順着玻璃的厚度的良好分佈為先決條件，為了更好理解為什麼就是這些應力使機械彎曲強度增加，我們就應該研究一下由於外加荷重而引起的應力在退火玻璃與鋼化玻璃中的分佈情形。

如果我們使放於兩個支點上的退火玻璃受集中荷重 P 的作用（圖 3）那末在荷重 P 的作用下，玻璃將彎曲了。並且上層感受壓縮力而下層則感受伸張力，張力

剛一超過玻璃板的抗張強度就破碎了。

從圖 4 中可以看出玻璃板上層和下層的應力，按絕對值是相等的，按符號是相反的，板中心之應力等於零。

現在我們來研究由於荷重使鋼化玻璃彎曲的情形，在鋼化玻璃中

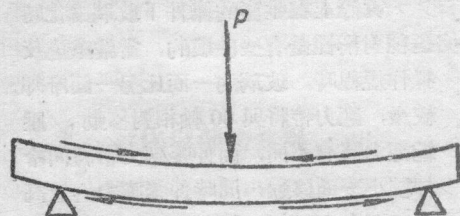


圖 3 外加荷重作用下之玻璃板

已經存在鋼化所引起的應力如圖 1 所示，順着玻璃的厚度以拋綫形分佈，鋼化玻璃板彎曲時彎曲荷重所引起的應力，添入了殘餘的熱應力，將應力用代數法相加，並將總應力受到彎曲荷重作用後鋼化玻璃板順着厚度分佈的情形繪製成圖，如圖 5(θ) 所示。

從圖 5 中可以看出，受到彎曲荷重作用後，鋼化玻璃板中的壓縮應力要比退火玻璃板中的為大，而伸張應力則較小，同時鋼化玻璃板中，最大的張力不像退火玻璃存在於表面上，而移向了板的中心。

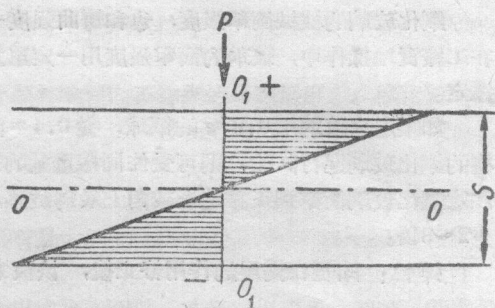


圖 4 彎曲荷重在退火玻璃板中引起的應力圖

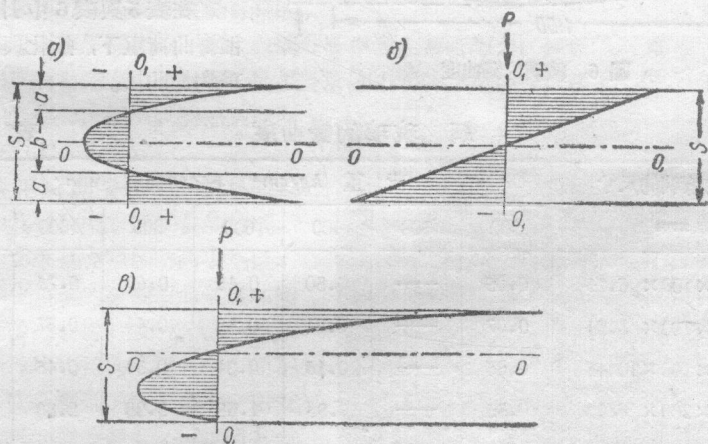


圖 5 受到彎曲荷重作用鋼化玻璃板中的總應力圖。α 鋼化玻璃板 β 荷重下的退火玻璃板 γ 荷重下的鋼化玻璃板

如果注意到玻璃的耐壓力比玻璃的抗張力幾乎大十倍，那末當鋼化玻璃彎曲時，增加了上層的壓縮應力，實際上沒有影響到減少它的強度而大大的減少了下層的張力，却使它強度的增高受到了限制。

此外在鋼化過程中，玻璃表面上的極微細的裂痕受到強烈的壓縮，同樣也使鋼化玻璃的機械強度提高。

鋼化玻璃的機械衝擊強度，也和彎曲強度一樣，要比普通玻璃超過好多倍。在工廠實地操作中，玻璃的衝擊強度用一定重量的鋼球自由落下時之最大高度來鑑定。

如果退火玻璃用 0.8 kg 的鋼球，從 0.4 m 的高度落下擊破時，那麼以同樣規格的鋼化玻璃進行試驗，則可受住同樣重量的鋼球從 2 m 高落下的衝擊，但必須注意鋼化玻璃衝擊到正靠邊上或角上最為敏感，在這種情況下它的衝擊強度要減少 $2\sim 3$ 倍。

彈性：固體在變形的作用終止後，恢復它原來形狀的性能稱之謂彈性，鋼

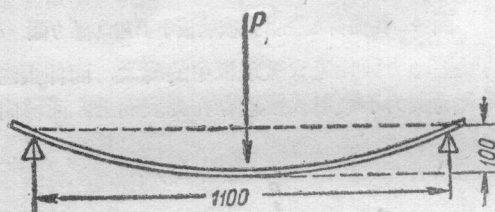


圖 6 玻璃的彎曲度

化玻璃的彈性大大超過普通玻璃，一片長 1.200 mm 寬 350 mm ，厚 6 mm 鋼化玻璃放在兩個支點上，在集中荷重的作用下彎曲時，其彎曲度可達 100 mm (圖 6)

在表 5 與表 6 中引用了各種彎曲荷重下，鋼化與退火玻璃的彎曲度。

鋼化玻璃的彎曲度

表 5

鋼化玻璃的尺寸 mm	荷 重 kg/cm^2 下之彎曲度 mm						
	200	300	400	600	800	1000	1500
$300 \times 100 \times 6.15$	0.09	—	0.30	0.45	0.59	0.75	1.18
$200 \times 100 \times 8.24$	0.07	—	0.21	0.52	0.44	0.57	0.88
$200 \times 100 \times 10.45$	0.05	—	0.15	0.24	0.34	0.45	0.69
$400 \times 200 \times 6.33$	0.55	—	0.98	1.63	2.23	2.80	4.59

退火玻璃的彎曲度

表 6

退 火 玻 璃 尺 寸 mm	荷 重 kg/cm^2 彎曲度 mm		
	200	300	400
$300 \times 100 \times 6.27$	0.10	0.21	0.33
$400 \times 200 \times 6.24$	0.29	0.61	破碎

熱的穩定性：當溫度驟然改變時，玻璃抵抗炸裂的能力稱之謂玻璃的熱的穩定性。

玻璃的熱的穩定性一般是鑑定驟然改變而不炸裂的最高溫度差。鋼化玻璃的熱的穩定性高於同一化學成份的退火玻璃，由垂直引上機製之平板玻璃而被加工製成的鋼化玻璃，可經受住 $120\sim 130^{\circ}\text{C}$ 溫度差而不炸裂。

玻璃的化學成份是影響其熱的穩定性最主要的因素。熱膨係數較小之玻璃，具有大的熱的穩定性。石英玻璃具有最大的熱的穩定性。含有 $79\sim 80\%$ SiO_2 ， $12\sim 13\%$ B_2O_3 的硼矽酸玻璃，具有相當高的熱的穩定性，鋼化玻璃的熱的穩定性，不僅與化學成份有關，而且與它的規格也有關係。普通規格較小之玻璃，能够受住較大之溫度差而不炸裂，向減少玻璃的熱膨脹係數方向去變動它的化學成份可以製得熱穩定性達到 350°C 的鋼化製品，這一點在製造高壓鍋爐水表用玻璃時，是很重要的。

與普通玻璃比較，鋼化玻璃熱穩定性的增加，也和它的機械強度增加一樣與它的內部應力大小及性質是有關的。

當溫度驟然變化時，鋼化玻璃外層中發生暫時應力，被玻璃內部存在的方向，相反的壓縮應力所抵償。結果外層應力暫時完全消失或產生不很大的壓縮應力或伸張應力，這由試體熱試驗所引起拉力大小來決定。

使用時的安全性：對於裝在汽車和其他類型交通工具的玻璃，主要的要求是在破壞時的安全性，由於鋼化玻璃的機械彎曲強度和衝擊強度很高，彈性相當大，以及破碎時碎片的特殊性質——小而不尖銳，完全滿足了這一要求，由於鋼化玻璃的彈性很大，可以將其安裝在司機室上，（特別是裝在結構輕便的汽車上）因變形而產生彎曲力不致破裂，由於鋼化玻璃的衝擊強度很大，故能保護司機或乘客免受偶然或有意投到玻璃上的打擊，鋼化玻璃破碎時，分成許多不大的碎片，碎片上散滿了稠密的裂縫

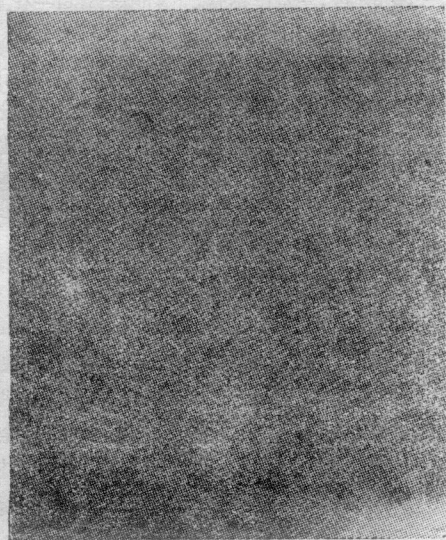


圖 7 破裂後鋼化玻璃上 L 網 的 性質

網，儼如蜂巢一樣（圖7）當力量不大時這些破碎就能分離的很小（大小近乎豌豆）而且不失銳，故不能帶來碰傷割傷或重傷。

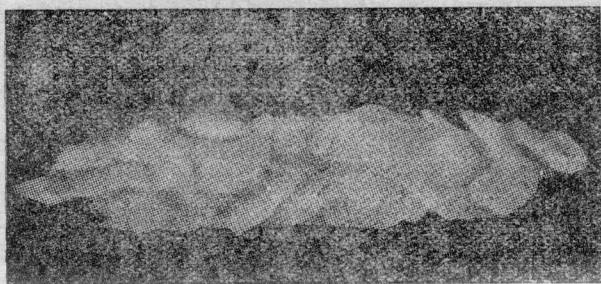


圖 8 破裂後鋼化玻璃的破片

鋼化玻璃的這種破碎性質，是平均分佈在整個玻璃面上的大量因鋼化而產生的內在應力所引起的。

鋼化玻璃的破碎首先是在內層（伸張應力帶）其碎片依靠了外層的保護，雖然保護的力量很弱，但能够使其保持在一起，組成較大的佈滿裂縫的集合體。

透明性：鋼化玻璃的透明度和同一化學成份的普通玻璃沒有區別，完全依玻璃的顏色和厚度為轉移。

光的曲折：垂直引上機製得的玻璃有一個很大的缺點，即所謂波紋或線條，波紋或綫條位於引上的玻璃帶上，由於一系列的原因出現程度有大有小，玻璃上的波紋由於它的程度不同，通過這種玻璃觀察物體時能引起某種程度上的折光，因此國際標準和技術條件都規定了對於建築上或工業上用的玻璃其波紋或綫條存在的程度，磨光的玻璃如果在研磨機上加工，產生很大的厚度差或所謂「楔形」也造成光的曲折。

鋼化過程不能在任何程度上消滅或減小玻璃的波紋或綫紋。相反的由於玻璃的變形（特別是和夾鉗接觸的地方）以及表面過度軟化的結果，能够造成增加光的曲折條件，因此玻璃鋼化後其曲折程度應重新測定。

性質的不變性：對於所有的建築材料，同樣對於玻璃提出主要要求之一是，在運用時能保持其原有性質，鋼化玻璃完全符合了這一要求。除了機械彎曲強度、衝擊強度、彈性、耐熱性以及安全性外，鋼化玻璃無論在低溫或高溫的情況下，都可長時間的使用，實際即具備不改變其性質的性能。

在溫度 $+50^{\circ}\text{C}$ 和 -25°C 時所做鋼化玻璃的彎曲強度和衝擊強度的試驗證明在這些溫度範圍內其機械強度及碎片的性質都不變化。

在汽車上使用的過程中，不可避免的對鋼化玻璃起着長期的震動作用，但這也不引起其特性的改變。

鋼化玻璃的特性，依其應力的大小及性質為轉移，因此只有涉及內部應力全部或部分消失，才能使這些特性削弱，只有當鋼化玻璃加熱至超過退火溫度下時其中的內部應力才消失，加熱溫度愈高應力消失的速度愈快，因而溫度高於低的退火溫度下的情況時，就排斥了應用鋼化玻璃的可能。

鋼化玻璃的透明度和同一化學成份的普通玻璃沒有區別。

鋼化玻璃和普通玻璃一樣，透明度實際上在很長的一段時間內不發生變化。透明度只有由於機械或化學方法破壞玻璃的表面才能降低（由於鹼化作用造成光澤模糊或產生混亂現象）鋼化玻璃的透明度也與普通玻璃一樣並不因紫外綫而減小。

5. 鋼化玻璃與夾層玻璃優缺點的比較

在沒有將鋼化玻璃推廣到汽車工業中去以前，裝在汽車上的玻璃幾乎專門採用夾層玻璃。

夾層玻璃是由兩片普通玻璃於中間貼進一層透明有機中間層的（賽璐珞、Бутафоль等）重合玻璃。有機填充料藉特殊黏合劑的幫助，在加壓浸漬器中在極高的壓力之下（通常在 20 大汽壓）壓縮的結果使黏到玻璃上。

爲了避免潮氣滲透到玻璃板中間去，在夾層玻璃周圍繞上一層不透水的封口料。夾層玻璃最主要的缺點就是不耐久，儘管已繞上封口料的夾層玻璃。久而久之還是脫膠。毛病首先發生在邊上，逐漸擴展到整個玻璃面上。

用賽璐珞做填充料製的夾層玻璃由於紫外綫作用逐漸失去透明度而發暗，在不很大的打擊下夾層玻璃就破裂了，但破裂並不分散成碎片，却都牢固的保持在中間層上，這樣保證了使用的安全性，並且在產生裂口後仍能繼續應用。

夾層玻璃的一些缺點，都是鋼化玻璃的優點，鋼化玻璃正如前面所說的除了有經久的高度機械與耐熱的特性外，同時在使用時具有不改變的性質的性能。而且製造鋼化玻璃沒有製造夾層玻璃那樣複雜。

鋼化玻璃與夾層玻璃比較起來，唯一的缺點是當它破碎時蒙上一層稠密的裂口網，這些裂口使透視困難，以致司機不可能繼續駕駛汽車，此外在振動時鋼化玻璃碎片即由窗框中飛出。

第二章 鋼化玻璃生產中應用的設備

1. 電爐

在鋼化玻璃生產中專門應用電爐來鋼化，這是技術操作過程要求在爐的工作帶中溫度分佈平均（無論上下左右），並能正確地自動調整溫度在 $600^{\circ}-650^{\circ}\text{C}$ 的範圍內所決定的。這些要求在電爐中最易實現。此外，由於結構上的特點：輕便，管理方便，勞動條件等，電爐較其他類型的爐子有本質上的優越性。

電爐工作原理：電爐的作用原理是基於電流通過某種導體時使它發熱。電爐的發熱體也就是這些導體。當電流通過時，它們發熱，並放出熱量，使爐中產生需要的溫度。

導體的發熱度決定於電流強度及所製導體的材料。

如果我們用 I 表示電路中的電流強度，用 V 表示電壓，用 R 表示電阻，則存在於這些數值間的關係可用下面的公式表示之：

$$I = \frac{V}{R},$$

即電路任一段上的電流強度與該段兩端之電壓成正比例。這一關係即衆所周知的歐姆定律。

從這個定律中可以看出，當電路中電壓變化時電流強度也變化着。電流強度用安培計測量，電壓用伏特計測量。

導體中流通的電流強度愈大，則導體發熱愈強，如果電流強度增加二倍，則導體的放出熱量增加四倍。

存在於電路中的電阻 R 與製造此電路中導體的物質的電阻係數 ρ 導體長度 l 及截面積 S 有關。此關係可用方程式表示之：

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

導體的電阻用歐姆來表示，一米長，截面積為一平方毫米 (mm^2) 的導體的電阻稱之為電阻係數。電阻係數決定於製該導體的材料。

表 7 中引用了某些材料的電阻係數。

當電壓，長度及截面積不變時，導體的發熱度決定於電阻係數。因此製導體的材料也就是根據它的用途來選擇例如：用來製造向電能消費處傳導電壓的電綫應這樣考慮，使得通過這些電綫的電流不能使它們發熱很大。製造用作電爐發熱