

---

---

# 玻璃製法

李 仁 堪 譯

世 界 書 局 印 行

---

---

版權所有  
翻印必究

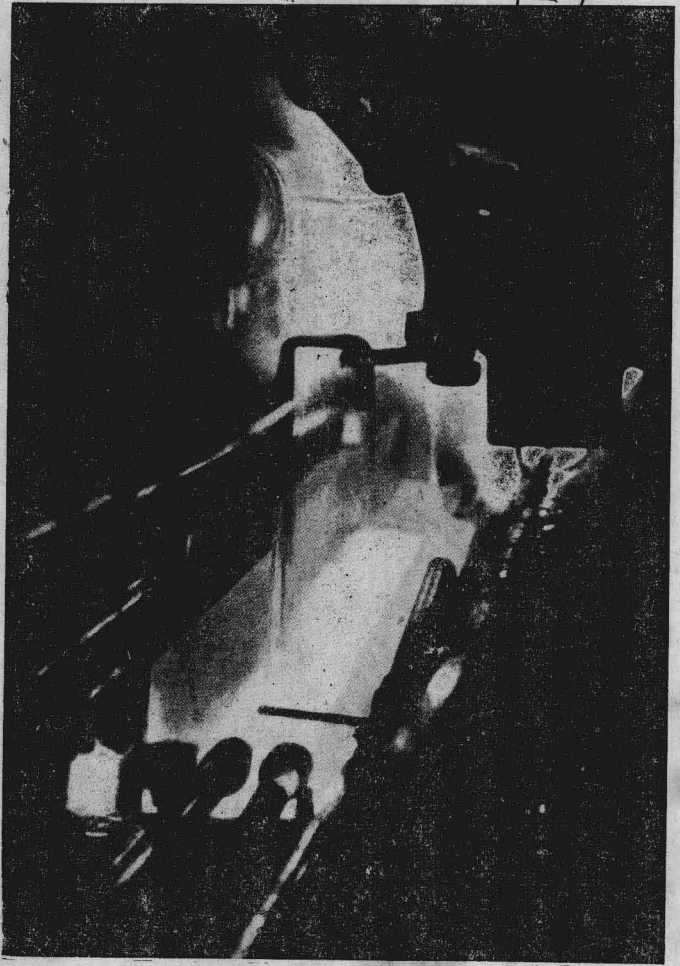
中華民國二十九年八月初版

玻璃製造法

實價國幣一元

外加運費匯費

原 著 者 瑪 省  
譯 者 李 仁 堪  
發 行 人 陸 高 誼  
出 版 者 世 界 書 局  
發 行 所 上 海 及 各 省 世 界 書 局



李比——呵文士——福兒得克兒奔片玻璃方法  
Libby—Owens—Ford Colburn Sheet-glass Process

## 譯者序

我國之玻璃工業，尙在極幼稚時期，一切玻璃消費，幾全仰給外國，大約以窗玻璃及板玻璃，入口最多。以我國幅員之廣，每年消費，雖無精確統計，而其數量之鉅，當可想見。惟玻璃器物，運輸較其他商貨困難，原料又隨地可得，若自造以供吾人所需，極占優勝；且我國工資低廉，雖不能作大量之生產，與外國競爭，但冀供求自給，非不可能也。茲特將英國瑪省先生所著「玻璃」一書，譯成華文，以供一般熱心此項工業者之研究焉。

本編原著，自出版後，已增印數次，於一九二三年再版時，復經安古士巴特溫士先生增訂；對於玻璃製造之各種方法，備述無遺，尤以對於玻璃之化學性質，及物理特性，敘述詳明，可供一般製造家之參考。譯者學識淺陋，未能以生動之筆墨，如原文之描寫明悉。全書完全直譯，并無增改，文字力求簡明。亦以我國出版之各種工學叢書中，關於玻璃工業一項，幾不多見，是以不揣簡陋，譯成是篇，以爲熱心研究者之一助而已。



# 原序

進至廿世紀之初，手工藝尚普遍的應用於玻璃工業，現已完全成爲過去之事實，僅做精美之玻璃器具時用之，此誠動人之事實也。玻璃製造，近已全變爲機械的條件，此項工業，數世紀以來，均原用舊法，并無變更。直至大戰發生，始完全改變，熱烈的應用自動機械於玻璃製造。在戰爭之數年間，歐洲的玻璃製造，決不能有多大的進步，此固顯然易知者。他一方面，美國得以發展其機械的玻璃製造，幾無阻礙，故較其他地方，已直趨前車矣。大戰後不久，美國所得的經驗與知識，始爲英國及歐洲所引用，加以當地之經營及搗求，玻璃工業，即於數年內，完全改革，自古舊的手工藝的製造玻璃，忽而變爲科學的新興工業。英國玻璃工業的發展，大多得力於雪佛而得大學（University of Sheffield）教授特能博士（W. E. S. Turner），博士居領導之地位，以科學的立場，供給設計，否則近數年之進步，實不可能。在一九一四年之前，英島玻璃，習得自海外，玻璃之種類繁多，成分與性質亦各異。大戰之初，吾人尚不知玻璃在戰爭上，有重要之性質。在戰前，凡玻璃器具，尚待吾人追求研究之工作者，多來自德國，有顯微鏡及望遠鏡用之玻璃鏡，亦有最完美之照相鏡頭等多種。由於戰事之發生，追求的需要，成爲嚴厲化，因一般製造家，在科學家未供給與所需之方式以

前，不能有所變更。因此特能教授，於雪佛而得大學內，設立玻璃工藝專門學科——直至今，世界各大學中，有此項專科者，以此爲僅見。——并搜集舉世關於玻璃工藝之書籍，現居於本國有價值的科學團體中之一，其數約七百種，搜集地方，約三十國。社會上主要的工作，不過給大學玻璃專科內，研究所得結果，作居間的發行人。此項研究工作，已完成有無上價值之表現，并仍在繼續次第的拓展着。玻璃工業，將來當有驚人之進展，而得自特能教授最大之努力，亦爲不異之論。

L. M. Angus-butterworth

例言

- (一) 本篇全體均係直譯，書中凡自稱「本國」「吾人」均指英國而言。
- (二) 書中凡稱「大陸」之處，係英人對歐洲之通稱。

# 目錄

第一章	玻璃工業之沿革	一
第二章	玻璃製造之化學性質及所用之材料	六
第三章	玻璃之化學的及物理的特性	一六
第四章	各種不同的玻璃組織	二四
第五章	有色玻璃及美術寶石	二八
第六章	褪色劑	三二
第七章	耐火材料之應用	三五
第八章	玻璃廠熔爐	四二
第九章	玻璃熔盆及其製造	五四
第十章	煅煉車與煅煉	六四
第十一章	高熱表	六九

第十二章	玻璃手工	七一
第十三章	玻璃瓶	八〇
第十四章	冕玻璃及片玻璃	八四
第十五章	玻璃板	八九
第十六章	管桿及化學玻璃器具	九二
第十七章	光學玻璃	一〇〇
第十八章	修飾玻璃	一〇二
第十九章	此項工業各地的支派情形	一一〇

參考書籍



# 玻璃製造法

## 第一章 玻璃工業之沿革

在不久之前，吾人均以爲玻璃製造的發源地，係埃及；最近佛靈得敗特李（Flinders Petrie）先生，始陳述其不確。照其發掘工作及研究結果，埃及人自己，亦係從較早的海外人學得此項工藝。惟現時存在最早的玻璃，遺留下來的標本，係得自埃及。吾人曾經記錄，玻璃製造，流傳該處，遠在十五十六世紀以前；於今幾至三千五百年。

古埃及及玻璃的標本，吾人現在所存有者，均得自埃及墓中；全不像現時的普通玻璃，尙無透明的玻璃，且所作之器物，形體甚小。玻璃大抵作裝飾之用，嘗用爲一種鎔化的嵌工，嵌入胸前針等金屬片內。其後吾人可以博證，埃及及玻璃，在構造的性質及修飾上，均有大進步。在希臘爲出產此種希奇陶器的地方，其時玻璃尙少見，所有者多來自埃及，或者可以說完全由埃及傳來。

在羅馬卽不像希臘，彼處很注意玻璃的用途，因常與埃及交易接觸，遂亦成爲熟習此項手工藝者。一個橄欖色的羅馬有座玻璃杯，於光線下透視之，似爲深紅色；此杯現爲羅斯且而得（Lord Rothschild）所儲藏，約爲三四世紀之物，週圍刻有五個人物，均係雕刻在同一玻璃片上，而形態卻非常活躍，此玻璃器鑲與金屬座及金屬邊。

羅馬玻璃，亦有輸入英國，其時此地尙無有製造，有數種優美的樣品，曾於太姆司（Thames）山谷，及哥且司特附近，坟墓中掘得。在安哥沙克省（Anglo-Saxon）時代，玻璃製造工藝，首先傳入此島，惟不久間，卽因衰弱而復消失，約數世紀之久。

在十三、十四、十五世紀中之撒里生泥克（Saracenic）玻璃，稱爲全部玻璃製造史中所遇見，最優美，最修飾者。此類的動人處，因新近實行施用實質的磁釉於玻璃表面，亦稱無上。此實羅馬技藝上的一種進步，彼等初亦不知，不過於偶然間，應用不透明的塗料而得。

人物物件，常遇見於此種有釉之玻璃瓶及玻璃杯上；有在馬上作球戲者，放鷹者，施與黃色；有狹尾船，有白馬；坐着的人物，有飲者，食者，弄樂器者等等。有時吾人遇見一塊絨布上，發見犬逐鹿追兔。（但非電氣上用之一類）鳥形更爲習見。——飛鵝，或長頸蒼鷺，更有一種奇形小魚，大頭長翅，則普通不易尋見。

開羅 (Cairo) 清真寺內之燈，亦大部份爲此種釉玻璃傳留下來者。此爲一種真正的燈籠，懸於各清真寺之天花板上；至於實際盛油之燈，形體甚小，置於此宏大的外壳內。

在羅馬皇族崩潰之時，玻璃工業之中心，移於非尼司 (Venice)。由此看來，很顯明的，非尼司人直接從其近東的舊家鄉，得着此項精巧的手藝。若謂彼等承受自羅馬者，僅最小的數量者，殊少證實也。其後很長的期間，爲非尼司享受很有勢力的專賣及出口玻璃，數量增加，達歐洲各部。此項貿易，集中於非尼司郊外的一個島上，馬來諾 (Murano) 地方。若果一個此項手工藝的人，企圖離開馬來諾，被查出時，會受嚴峻的處分，竟致於船中，爲其教養者，以暗殺的手段，處死之。因此工人均不敢往海外，將其工藝教授他人。玻璃工業，爲非尼司所占，至少有七百餘年。很著名的，此地有許多美麗的器具，無盡止的各種形式的出品，吹玻璃的工人的技術，亦臻最完備之境。於此可以證明，在非尼司吹玻璃的工人，遠在十三世紀卽有之。

非尼司人，曾擴張其貿易，以玻璃酒具，輸入英國。因途程遙遠，多有損壞之虞，致此種玻璃器具，極端昂貴，亦因之甚爲寶貴。直至十六世紀中葉，本國日用的酒具，多用錫器或瓦器，玻璃器因太易破碎，而又太昂貴，僅於特別情形時，間用之。

在一五五〇年，非尼司人，在倫敦當地，設廠製造玻璃酒具，他們以倫敦哥前特 (Crotchet) 大會廳爲

家，英王許彼等自由現銀交易，許多英國青年，爲彼輩服役，在此項過程中，不數年間，他們大部份的技術，已傳給這些本地工人，即由此創立本國製造之基。

早年在外國之一般玻璃產家，最負盛望者，爲假克開塞林 (Jacob Varselyne)，生於一五二二年，在非尼同；卒於一六〇六年，在英國。當時曾有如下之記載：「假克開塞林，在我們英國本城，以最大之資本，及大能耐，設立熔煉爐，僱用多人，製造玻璃飲具，形式一如吾人所習見在馬來諾城所製造者。」

一個淺形玻璃座杯，曾經確信係假克開塞林，爲伊力沙敗士皇后 (Queen Elizabeth) 特造之物，現仍保存於大不列顛博物館內，此實爲其作品中維一的較好的標本，在溫底掃大公所 (Windsor Castle) 爲皇家收集而得。其後尙有如是之題詞：「我深信係上帝所賜」開塞林葬於開提城內之小禮拜堂內，該處遊人，現仍可觀見爲其樹立以資紀念之銅標。

玻璃酒具，很久的繼續着，完全的照用古時金屬酒杯的式樣，即在玻璃酒杯之前所用者。

在牛得 (Tudor) 時代，中古的宮城內，有許多廣擴的貴族住宅，少有窗口係狹長條形的。此種原因，天然的需要較大的片狀玻璃，以供窗櫺之用，即於其時，非尼同的製造家，即第一個製造玻璃酒具的人，來自羅林 (Lorraine) 留居本土，製造頁形玻璃。窗玻璃的手工藝，與造酒具玻璃者，並駕齊趨，日新月異，其後遂

成爲玻璃工業的兩大枝派。羅林的一派，相傳爲羅馬時代，留居卡而 (Carthage) 的玻璃製造家的後裔。(圖一)

在一五八六年，初用煤炭，代替木材，并因此進步，而得高熱。其初，此種熔爐，樹立於沙塞克士 (Sussex) 及英國南部其他各地。新燃料自然的，逐漸被採用。即至一六一五年，政府始完全禁用木材。因應用煤炭之故，此項工業，不得不移於煤田附近，遂引起滿且士特 (Manchester) 士叻不來 (Stourbridge) 及牛開司駝 (Newcastle) 等處之玻璃工業。



圖 1. 1800 年前古英國玻璃熔爐



## 第二章 玻璃製造之化學性質及所用之材料

「玻璃」普通的意義及特性係具有堅硬，脆，非結晶，透明，或不透明，半透明等，諸特性的堅固物質；由熔化硅（或砂）質，與活潑的金屬熔劑而成。此項金屬，或稱爲媒熔劑，如鹼類，鹽基類，或金屬養化物。硅，以天然的自由狀態，廣大的存於燧石，石英，及砂中。而砂尤爲近世普遍的用以製造玻璃者。當砂與養化鉛，共同加熱，至高溫時，砂即爲活潑的媒熔劑，即熔化的鹼與養化鉛所熔化；直至完全變成一堆熔融的玻璃。此種鹼類媒熔劑，如鈉，鉀，及養化鉛，當熱度增加時，活動力甚強，至於全體沸騰，發散水蒸氣；直至熔解完全，始停止落下，成爲清靜的，如液的金屬熔化物。十分柔軟而有展性，呈糖漿的狀態。在此種情狀下，即可預備工作。熔化此項混合物所需之時間與溫度，不能一定，應按照所配合的成分，以爲比例。

砂（二養化砂）連合鋁，及其他養化物，以自由狀態，廣佈於天然物中。如粘土，花崗石，長石等，亦適用於玻璃製造。原初製造的玻璃，係以燧石，研碎過篩，用作硅質，所以古時有燧玻璃之稱。但現在潔白的沙，廣闊的沉澱下來，供給我們很大的便利，而又無需耗廢的來源，遂成爲舉世通用之者。好的潔白的沙，得自巴黎附近的凡聽布羅（Fontainebleau）。別的來源，有里鋪（Lippe），林（Lynn），安里司奔（Aylesbury），人

島 (Isle of Wight)、荷郎德 (Holland)、及奔景 (Belgium)。這些地方來的，大概都歸製造水晶玻璃的廠家，及製造精美性的玻璃者。如化學用具、玻璃杯、罇、及藥瓶等，均係需用最純潔的沙質。其他較爲普通的，如雷改特 (Reigate) 及敗格效特 (Bagshot) 等處的砂，甚至於紅色的砂，多半用來製造底一等的玻璃器皿，如皮酒瓶、果醬罇等，比較寬放的，在化學性質上，雖多有不純物在內，亦可以用。只有最佳的清淨硅砂，才用來製造水晶的光學玻璃。此種用途的砂，須先用水洗滌，以出去其中含有的鹽質、壓垢、及其他不純物；經過洗滌之後，又須燒至赤熱，或稱焙煉，以燒燬其中的有機物體；俟冷後，又經過精密的篩，以除去大粒或團塊。經過此項預備工作後的砂，即可預備按照所需的配合成份，稱出重量，裝入有蓋的木質櫥內，置於配合室，或其相近的地方，與其他用以配合製造玻璃的材料併儲。

碱類中，鉀或鈉，或兩者的混合物，無論其爲碳酸鹽、硫酸鹽、或硝酸鹽，均爲玻璃製造上所通用者。鈉與鉀的硅酸化合物，構成最易熔融的玻璃，但不甚耐久，易消溶於水，是以不能單獨使用。在製造玻璃器具，以供家常使用者，常加入他種鹽基，如鉛、鋇、鈣等之養化物，以減少硅酸的易溶性。

鉀 (碳酸鉀) 在戰前被玻璃製造者，自士塔士坎特 (Stassfurt) 運入本境，頗爲一般製造水晶玻璃者所重視；因其與上等的白砂混合，可得無色的硅酸化合物；近時因其太貴，而又難得，已鮮用於此途。碳酸鉀

最易溶化，於空氣中，吸收多量之濕氣，故當存儲時，須保存於密封箱內。

鉀與鈉對於熔融玻璃的色澤上，均有很大的效力，所以很值得使用。鉀硅酸鹽構成的玻璃，比較鈉硅酸鹽的玻璃尤佳，亦較為清淨。

蘇打灰（碳酸鈉）為近代最通用之物，以其能減少鹼的消耗，（即用少量之鹼）而構成鹽基，在各種玻璃器具中，使用最多，而最普通。在英國，鈉的碳酸化物，係由普通食鹽製成，食鹽以密得郎得儲量最多。此項普通食鹽，或稱氯化鈉，經過化學的處理後，變為碳酸化物，即可供製造玻璃之用，與蘇打灰同。

鹽晶（硫酸鈉）為鹼類之一，用於窗玻璃，及玻璃瓶之製造。在配合時，各成份中如含有鈉的硫化物在內，須照比例，用少量的任何碳酸化物，以助食鹽的分解，並促進硅酸鈉的合成，如木炭、煤均可。鈉的硫化物，應用於此類玻璃器具，不過取其價廉而已。用硫化鈉配合的玻璃，終不如用碳酸鉀或鈉做鹽基者，那樣潔淨而又無色，因此最佳的水晶玻璃，不能用硫化鈉製造之。

硝石（硝酸鉀）用之於玻璃成份的配合，能養化其中熔融的金屬，而增進玻璃的色澤；在熔化後，牠能放出養氣，提清玻璃，並能於熔融物內，保持養化進行，此項活動，可以補助除去色質。

智利硝石（硝酸鈉）係硝酸鉀與鈉的一種複鹽，價值頗廉，但不甚純淨。在玻璃內，與硝酸鉀的作用

相似，惟其養化力，遠不及硝酸鉀的強盛。出產於智利，為天然產出之礦石，尚須提煉，使復結晶後，才供使用。硼酸在玻璃內用作酸的活動，如硅酸一樣，能使玻璃增加可熔性，及透明度。當其熔化於玻璃中，對於一定的某數種金屬養化物，其活動作用，有阻止色質呈現的特性。此為一種昂貴的物質，但有時頗需用於製造光學的及特種的化學玻璃，構成硼酸鹽於玻璃中，以替代通常的硅酸的一部份。但不能用多量，若用量過多，能使所產生的玻璃質，失其堅固性。

硼砂（硼酸鈉）含有硼酸及鈉，為玻璃製造中很有用的物質，為增加熔性的活動劑。若配合時，加入的分量過多，能使全體金屬，相當的沸騰。在配合比例，有節制時，可用於玻璃的熔煉工程，能熔解呈色的養化物，於熔融物中，分散其色素。

生硼砂及硼酸鈣，亦用於玻璃製造，不過取其含有硼酸，足資利用而已。

石灰石（碳酸鈣）亦為一種天然鹽基，加入單獨的硅酸鹽內，可減少易熔性，或構成鈉與鈣的複硅酸鹽。應用石灰，可使玻璃於使用時，增加耐久性，及穩定性。石灰在高熱時，又能構成很強的流動性。其用量須照所含鹽基數量之比，加以精確的規劃，否則出產不穩固的，劣質玻璃。使用過量，能使玻璃變成非玻璃質。