

工農 生產技術便覽 做玻璃用品

師技 社造製工化華中

著編 英文劉

410689/413
版出局書華中



一九五二年六月初版

工農生產技術便覽

做玻璃用品 (全一冊)

◎定價人民幣一千七百元

編著者

劉文

英

出版者

上海河南中路二二一號
中華書局股份有限公司

印刷者

上海澳門路四七七號
中華書局上海印刷廠

發行者

三聯·中華·商務·開明·聯營聯合組織
中國圖書發行公司

各地分店

三聯書局
中華書局
商務印書館
開明書店
聯營書店

* 印翻得不 · 權作著有 *

總目編號(15222) 印數1—5,000

做玻璃用品

目錄

一 總說	三—五
二 雜談玻璃化學	五—一〇
三 原料	一〇—一八
(一) 非金屬氧化物	
(二) 金屬氧化物	
四 一般成分	一八—二四
五 一般設備	二四—二九
六 性狀	二九—三一
七 做玻璃	三一—三六

做玻璃用品

中華化工技師 劉文英編著

一 總說

我們在商場中所習見的玻璃器具，都稱為玻璃用品。有些是屬於餐具方面的，有些是屬於裝飾方面的，有些是屬於物理和化學儀器方面的，有些是屬於特種用具的，花樣的繁多，形體的奇異，製造的精巧，品質的純潔，品名的新穎，色彩的鮮豔，不但使人悅目驚奇，並且可貴可愛，可說是近代玻璃工業的新拓展。

第一次大戰前，一般玻璃器具，還不十分精緻。到德國擁有了顯微鏡、望遠鏡、照相機上所用的玻璃鏡的時候，才引起人們的注意和研究，不但在科學上發揮了極大的力量，而且在軍事上也占有重要的地位，為近代玻璃工業打下基礎。

在十六世紀以前，人們就會做玻璃了，不過品質不大好，能被日光及空氣腐蝕。這種遺留下來的玻璃標本，可以在埃及找到，人們都認為玻璃工業是發源於埃及的。近經專家研究的結果，認為玻璃工業的發源，還不是埃及，究竟是那一個國家，那一

個種族，至今還沒有肯定的答案。那時埃及所製的器物，大概作爲裝飾品，後來傳入羅馬，許多人努力研究，就慢慢地熟習這項工藝的製造法則，並做出很多新穎的玻璃器具來。

羅馬的玻璃製品，運到英國，大受歡迎，於是英國便成爲羅馬的玻璃市場。直到羅馬皇族垮台，玻璃工業的重心漸漸移到非尼司，非尼斯人又從近東的舊家鄉得來許多精巧的手藝，便掌握着那時的玻璃事業。

非尼斯人想利益獨占，怕手藝工人到海外去，洩漏技術與祕密，下令禁止工人出境，這使過剩的工人彼此競爭，無形中使玻璃的製法和技術大大的進步。現在吹玻璃的各種方法，還有很多是他們所遺留下來的。

一五五〇年，非尼斯人在倫敦設廠製造玻璃用品，英政府准許他們現金交易，很多的英國青年那時候參加了他們的工作，便獲得製造玻璃的方法。

一五八六年，發現用煤炭做燃料，比柴火的溫度高，出品也好，這使玻璃工業跨上一大步。

我國的玻璃工業，還沒有發達，雖有少數玻璃工廠分散在各大城市，但多數是手

工製造的小型工廠，範圍既狹窄，出品也低劣。爲了未來與前途，是值得我們研究、探討和努力的。

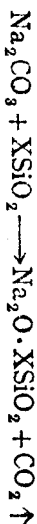
二 雜談玻璃化學

玻璃是一個極奇怪的化合物，這種化合形態，可以說在無機化學裏少有。本來元素與元素的化合，或是元素與原子團的化合，都有一定的規則與比率，既形成化合物以後，也必具不變的物理與化學性質的。譬如說：燃碳得二氧化碳，不問含碳質的燃料是那一種，礦質的碳氫化合物也好，動植物體的碳水化合物也好，各種煤各種炭也好，在空氣充足的地方燃燒起來，必定是和一定份量的氧化合而成二氧化碳的。這樣產生的二氧化碳，從來沒聽說過有不同的形態或不同的組成，始終是保持着一定的元素組成及具有滅火等性質的氣體的。只有玻璃，既可以取用不同的化合單位，又可以給以不同的比率，製成品雖然都是玻璃，但顯然地具有不同的構成，異樣的品性。這種事實，可以使若干化學原理與定律在此不適用，否則，便得探討另一些解釋。

我們在無機化學裏曾學習過，非金屬的氧化物，常是酸的酐，所以又稱爲酸性氧

化物；金屬氧化物如果與水作用，會生成無機的鹼類，所以又稱為鹼性氧化物。我們也曉得這兩種氧化物在一起又可發生化學反應，而生成一個鹽類的化合物，同時，不同的氧化物必產生不同的鹽，也必互有當量的關係及一定的組成。活性金屬或是輕金屬氧化物和活潑非金屬的氧化物間的這樣反應最普遍、最多，從來沒有脫離過化學的基本原則與定律。有的，那便是玻璃。

二氧化矽與碳酸鈉攪在爐裏熔融，它們能够化合成矽酸鈉——一種鹽，這句話很合原則。但如果說在這個作用裏，我們可以隨便地增減二氧化矽的用量的話，便是一件希奇古怪的事了。這種事實，我們解釋起來，只能說是二氧化矽的特性，它可以用多或少份量與碳酸鈉化合，使成品成為多種化合物的混合物，因此，它們的反應也就難以決斷，只能用一個不定的方程式表示化學變化如下：



矽酸鹽

上式中的「X」代表二氧化矽的不定倍數，這使矽酸鈉的矽鈉基也具有不定的量（普通「X」約為四），照這式子看，活像是兩種氧化物的結合體，活像是一個物理的混合

物，事實上却是經過化學反應，形成新的東西了。

通常所用的玻璃，是用二氧化矽、碳酸鈉及碳酸鈣做原料的製成品，可以稱為矽酸鈣鈉，化學組成約為 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6-8\text{SiO}_2$ 。你看這式子像個通常所見到的鹽類嗎？

根據上面這些情形，我們可以認定，玻璃的生成，是幾種像矽這類的非金屬氧化物，具有特種的個性，它們可以用不定的（不是絕對的）比率與金屬氧化物反應成相符的不定量的非金屬酸鹽，使玻璃具不同的元素組成，不同的當量組成，而獲得品性各異的各種玻璃。

熔融的矽酸鈉放冷以後，雖然可以凝成玻璃般的固體，但性質軟，不夠做通常玻璃的條件的。但可以趁它在白熱時，倒在水裏，讓它擴散成膠狀的透明液體，製成水玻璃，俗稱泡花鹼。

通常所用的鈉玻璃，都不是純粹的矽酸鈉，而是像上面說的矽酸鈣鈉。

天然的二氧化矽是結晶形的，石英與非結晶形的矽土俗稱砂。碳酸鈣廣含於石灰石，把這些原料研細，和透，儘量地讓它們彼此間增加接觸面，不但可以促進它們的

作用，減少反應的時間，也可以製成較好的成品，這種原理是廣用軟玻璃製造，而必須注意的。

鐵這元素常為製造玻璃的人們所禁忌，因為原料裏即使含有微量的鐵，都可能生成矽酸亞鐵，使玻璃着淡綠色，為此，二氧化錳便變成廠家的重要副原料，藉它的氧化作用，可以把矽酸亞鐵氧化成淡黃色的矽酸鐵。有時候也用砷或少量的硒以除色。硫酸鈉有天然的礦產，稱芒硝又叫元明粉，比碳酸鈉便宜，很多廠家採用，並用礬如焦炭、木炭等做還原劑，使它成為氧化物。優良的鈉玻璃，鈉金屬的氧化物含量很少，大概只占金屬化物總量的百分之四到六（其餘都是氧化鈣），而每一當量的金屬氧化物必含二氧化矽(SiO_2)一個半到兩個。

最純潔的玻璃是光學玻璃，用於各種透鏡，如顯微鏡、望遠鏡、照相機等，必須無色，無空氣泡，也沒有固體粒子或組成不均等缺點，所以在製造的時候，必得長久拌攪，冷卻也得極慢。能够製造這種玻璃，可以說還是近四五十年間的事。近年來發明用氧化硼、或氧化磷來代替二氧化矽的一部甚至全部，以鋇、鋅、鎂、鉛等氧化物代替石灰與碳酸鈉的一部或全部，才能獲得現在的成就。

飛機上所用的快鏡，有用鋇、鎢、鎢的氧化物，完全不用砂土製造的，這種玻璃折射率特別高。也有用氧化鈹(BeO)代替石灰，成品可以讓紫外線透過，作日光燈及醫院的窗用玻璃等。

有色玻璃是加了重金屬氧化物的產物，如用氧化鈷成黃色，用二氧化鎢或氧化金成紅色，用氧化情況下的氧化銅得藍色，但還原情況下的氧化銅便是暗紅色，用三氧化鉻成綠色，氧化銀成黃色，二氧化錳却是紫色。看這些顏色和金屬的關係，很像各金屬游子的本色。奇怪的是一種氧化物常可得幾種不同的顏色，這不但與金屬的各種不同原子價有關，在玻璃裏散佈的程度，及金屬或金屬氧化物膠體顆粒的精細程度，都可以影響它在玻璃裏所顯具的色澤。

利用彈性極高的可塑性的乙烯基聚合體，使薄薄的板玻璃塊地黏好，加壓以後，可以製成不容易擊碎的完全玻璃，汽車上、飛機上都採用它。

砂土的熔點極高，可達攝氏一千六百七十度，任何氣、液、固三種燃料都不能達到這種高溫而使它熔化，只有電爐。熔融以後的產物便不是原來的砂，而是一種緊密排列結合的玻璃狀物質了，這東西不但可以耐高熱，抗強酸，而且它的膨脹率極低，

只有玻璃的四分之一，耐溫度突變的能力也就愈大，這性質非常適合於製造儀器，所以製儀器的玻璃需含高度的矽土或石英，便是這個理由。可惜熔化不易，製造比較困難（加氧化硼可以降低它的熔點）。這種玻璃幾乎是不含石灰的硼矽酸鈉，質地既堅又硬，所以又稱硬質玻璃。

三 原料

主要原料是二氧化矽，或是硼與磷的氧化物，這是非金屬的氧化物，金屬氧化物以鈉及鈣為主要原料，但其他金屬氧化物也時常用到，以替代鈉與鈣的氧化物，製造一些特種性質的玻璃。

實際上所用的原料，却並不是這些氧化物，而是這些元素的鹽類，原因是取得這種原料比較經濟方便，並且它們一到高溫便都可以分解的。如氧化鈉是用碳酸鈉或是硫酸鈉與碳的混合物來替代的，倘使真的要氧化鈉，那成本不知要高多少哩。

二氧化錳是製造玻璃不可缺少的原料，製有色玻璃須加入另外一些金屬氧化物，這些原料，雖然不是主要原料，但至少也可以說是副原料。

(一) 非金屬氧化物

1. 二氧化矽：最主要的酸性氧化物原料，是矽與石英的主要成份，也可以連合鋁及其他氧化物。這些氧化物構成岩石或粘土，存在於大自然中，所以粘土、花崗石、長石等都可以做玻璃的原料。起初取用燧石，研細過篩，作為矽素的來源，當時稱為燧玻璃便是根據這個意思。現在已通用矽了，較好的玻璃須用白矽，否則便是矽的結晶石英。取自天然的矽，常附着一些礦物鹽或有機物，在製造以前，都須加以提煉，大概是先用水洗，使除去能溶解於水中的鹽類，然後加熱，燒去有機物，過篩檢去過大的粒子及沙塊，才可充作原料。

2. 氧化硼：取用硼砂或硼酸，這是製造玻璃中最有用的一種物質，可溶性極大，能降低砂的熔點，有阻止色質呈現的特性，能增加玻璃的透明度及堅韌性，略有抵抗溫度突變的力量，同時，有小量的硼存在時，能够抵制水的侵蝕，用作製造上等玻璃原料。

3. 氧化磷：用磷酸鈣或磷酸鈉作原料，常以製造半透明的玻璃，對於增加玻璃光澤上有很大的成效。

(二)金屬氧化物

1. 氧化鈉：不論它是碳酸鹽、硫酸鹽、或硝酸鹽，都是製造玻璃上通用的物質。自一八五〇年以來，除用碳酸鈉以外，還加上硫酸鈉，如製造鏡用的玻璃。不含鐵質的硫酸鈉，它在熔化爐中，作用與碳酸鈉相仿，也為矽酸所分解，如果加入碳質，化合更易。碳質，普通都用焦炭末，製造上等玻璃使用木炭，用量要少，以免過分還原而成硫化鈉及硫磺，使玻璃染成黃色或棕色（如染有棕黃色可加氧化劑以糾正）。硫酸鈉的熔化比較困難，浮渣也比較的多，會放出有害的烟氣，所以近來很少用它。

因為矽酸鈉能溶解於水，所以鈉鹽裏必須加鉛、鋇、鈣等的氧化物，以減少它的易溶性。至於不容易冷卻，這剛好使製造玻璃器具時，可以從容工作。含鈉如果在百分之十八以上，涼在空氣中，不久便會消失它的透明度的。

2. 氧化鉀：通常用碳酸鉀，製造上等鉀玻璃，須用純粹不含有鈉、鐵等雜質的碳酸鉀，它的液化力很強，能吸收空氣中水份，須當心存貯。用來製造水晶玻璃，只是價格太大，人們已難得用它。

3. 氧化鈣：除生石灰外，石灰石和消石灰中都含有這種東西，熔化時放出二氧化

礬，可以做玻璃的澄清劑。這也是一種天然鹽基，加入純粹的矽酸鹽，可以減少玻璃的易溶性，使它耐久穩固。石灰和氧化矽混合後經較高的溫度，便能化合，也可以做玻璃的助熔劑。

4. 氧化鋇：碳酸鋇和硫酸鋇，是一種很重的白色粉末，可以用來代鈣，也得同等效果，性質和鈣相仿，較高溫度時，玻璃極流動，可以增加玻璃的光澤，並能減少呈色。

5. 氧化鉛：黃鉛粉價廉，但是成份不定；紅鉛粉在攝氏五百五十度時放出氧以補助熔化。氧化鉛(PbO)在高溫的時候，易被還原成金屬鉛，在製造時必須多加氧化劑，所以很少用它。紅色氧化鉛，有氧化、澄清、去色和增強密度、折光力等作用，是鉛玻璃的主要原料。

6. 氧化鋁：氧化鋁、氫氧化鋁 高嶺土和長石，使用時對於玻璃的膠粘性及耐久性，有一定的效力，倘若用量過多，能使熔融的玻璃，呈現顯著的減縮，並多少失去它的透明度。

7. 氧化鋅：製造各種不透明玻璃的鹽基類。

8. 氧化鎂：白雲石及硫酸鎂，也是一種鹽基類，白雲石用來製造玻璃瓶。用鎂代鉛的玻璃，近來用在製電燈泡上。

9. 硝酸鉀：能氧化玻璃中熔融的金屬，增加玻璃的色澤；熔化後，它能放出氧氣，提清玻璃，並能除去玻璃中的色質。

10. 硝酸鈉鉀：是硝酸鉀和鈉的一種複鹽，價廉，但是不很純潔，和硝酸鉀的作用相仿，不過它的氧化力，不及硝酸鉀。

11. 氟化鈣：螢石用在製造不透明或半透明的玻璃，不能過量，它能侵蝕熔盆，至於變形，這是因為氟氣發散的緣故。

12. 助熔劑：兩種以上的物體化合，全靠它密切的混合程度怎樣以為斷。熔化玻璃原料時，其中一部份的物質，熔化容易，而能引起其他物質的熔化的，這種物質，便稱它為助熔劑，如鉀鹽、鈉鹽、石灰、硼砂、硼酸、碎玻璃等都是。氟石也可作為助熔劑，並能產生乳白色和減低砂質的效力。

13. 澄清劑：玻璃熔化時，常常呈現着一種小氣泡在玻璃裏，影響製成品的品質不少。所以過去的一般廠家通常都是用濕木材、蕃薯、蘿蔔等物加入，使它發生氣體的

物質，放出大泡，引出小泡，消滅這種毛病，現在已都用硝酸銨、氧化鉀等了。但用氧化鉀時，常有極小量的氧化鉀存留在玻璃中。

14. 還原劑：還原劑的作用，是使鹽類變成氧化物，如用硫酸鈉、硫酸鉍時，以焦炭或木炭做還原劑，硫酸鹽便立刻分解成氧化金屬及二氧化硫。但使用時，不能過量，否則，玻璃便呈現黃色。又還原劑不能和氧化劑同時並用，這是要特別注意的。

15. 漂白劑及氧化劑：漂白劑及氧化劑是玻璃工人常常用來降低或消失有害玻璃的色素，並且能防止還原的。在煅燒時放出氧氣和有機物化合，生成漂白作用。通用的氧化劑及漂白劑是硝酸鉀、過氧化鉍、二氧化錳等。尤其是二氧化錳，自古以來便認為是褪色玻璃的漂白劑，可以氧化深色的矽酸低鐵成為淺色的高鐵鹽；並且錳在玻璃中的紫色，和鐵在玻璃中所呈現的綠色，互相抵消。但矽酸鐵含量在千分之一以上，二氧化錳的漂白作用便失去效用了。紅色的矽酸銨，也有同樣作用，故加入小量的氧化銨、氧化鈷，可以漂白銨用玻璃。

一般原料概況表