

An illustration at the top of the cover depicts an industrial landscape with various structures, including tall chimneys, a bridge, and a building with a tower, set against a hazy background.

工業礦物原料叢書

玻璃原料

別尼著

地質出版社

工業礦物原料叢書

玻 璃 原 料

別 尼 著

地質出版社

1954 • 北京

本書係蘇聯地質部礦物原料研究所主編的“對礦物原料之質量方面的工業要求叢書”(Требования промышленности к качеству минерального сырья)(爲簡便起見,我們簡稱“工業礦物原料叢書”)第二十九冊“玻璃原料”(выпуск 29, стекловое сырье),係蘇聯別尼(И. И. Бень)著,蘇聯國立地質書籍出版社(Госгеолиздат)1947年出版。

本書由東北地質學院地質勘探系翻譯,地質部編譯出版室夏文豹、張子廉校訂。

工業礦物原料叢書 第十三號

書號0114 玻璃原料 50千字

著者	別尼
譯者	東北地質學院地質勘探系
出版者	地質出版社

北京安定門外六鋪炕

北京市書刊出版營業部登記證出字第005號

發行者	新華書店
印刷者	北京市印刷一廠

北京西便門南大街一號

印數(京)1—4005冊一九五四年十二月北京第一版

定價4,500元 一九五四年十二月第一次印刷

開本31''×43'' $\frac{1}{2}$ 2 $\frac{1}{2}$ 印張

目 錄

原 序.....	3
緒 論.....	5
一、玻璃品製造法.....	6
二、玻璃工業用礦物原料.....	25
三、玻璃加工用輔助原料.....	63
四、玻璃工業用耐火材料.....	64
五、在玻璃工業地理分佈上原料的 作用及其意義.....	68
參考文獻.....	72

原 序

在玻璃生產上，對礦物原料質量的要求，特別是對有害雜質的限制是極不相同的。各種玻璃產品對化學成分以及粒度均有其特殊的要求。同樣，技術加工過程也要求原料能符合於一定的標準。就中如玻璃內“裂隙”的生成，這不僅由於不遵守規定的熔製玻璃的操作規程所致，而且由於所用原料質量的不良也可以造成“裂隙”。

上述這些情況表明：只有在相當熟悉各種玻璃產品的種類、消費者對產品的要求以及生產的技術後，才能得出玻璃原料的正確可靠的評價。

另一方面，在評定主要玻璃原料礦床的工業價值時，如只單單瞭解現有的條件，那是不够的，還必須進一步瞭解玻璃企業機構所必需的所有主要原料的技術經濟指標。即使具備了優質石英砂的鞏固基地，也仍不能決定在該地是否可以建設工廠的問題，還必須要有運輸方便和十足雄厚的燃料基地、當地的碳酸質岩石基地以及不斷供給工廠以驗和優質耐火材料的可能性等。

在這些情況下，綜合地根據玻璃生產的現代技術所採用的材料，來闡明對玻璃原料質量的要求，那是非常重要的。

從地質部門的觀點看來，屬於工業礦物原料叢書的這一本小冊子正是介紹解決上述問題的一本書籍。它能使地質工作者熟悉近代玻璃工業的情況，瞭解玻璃製造及加工的特點，同時使他們對國民經濟的這一重要部門所採用的各種礦物原料的技術意義和經濟價值有一明確的概念。

緒 論

凡熔製玻璃用的各種礦物質統稱為玻璃原料。

隨着技術的發展和玻璃品種類的增多，原料的種類也日見增加。原料的名稱目前已達數十種之多，其中包括大量化學成分極不相同的物質。

根據技術用途及在玻璃配料中的比重，玻璃原料可分為下列三類：

(1) 主要玻璃原料——配料中的主要組成部分，它的用量甚大；

(2) 輔助原料——使玻璃具有某些特種性質而加於配料中的原料（着色劑、消音劑等）；

(3) 輔助原料——成品機械加工用的原料（磨料等）。

根據玻璃原料的成因，則可分為天然原料（石英砂、碳酸鹽、天然碳酸鈉等）及人工原料（合成碳酸鈉、各種化合物——硼酸、氧化鋅、鉛丹、二氧化錫等）。

本書僅將詳細地討論天然原料，而且着重討論其中的主要原料。因為輔助原料的用量較小，所以祇準備簡略地順便說一下。

同時，還準備補充講一下某些原料問題，雖然這些原料並不屬於狹義的玻璃原料，但它們在玻璃工業上却起着很大的作用。

大家知道，除直接組成玻璃配料的原料和玻璃產品加工

用的原料以外、在玻璃工業中還大量地利用着動力原料及耐火材料。

在玻璃生產上，無論是動力原料或耐火材料都起着極大的作用，有時，它們對玻璃工廠的工作和地理分佈也起着決定性的影響。如果當地沒有燃料基地，那末，即使是高品位的大型石英砂礦床，在當時也可能沒有實際價值。因此在進行玻璃原料礦床的工業評價時，地質工作者不能忽視玻璃工廠主要原料的供給問題，同時亦應該像關心石英砂那樣地來關心燃料問題。

上述這些情況就是本書基本內容的依據，在基本內容中也涉及動力原料及耐火材料問題。這些資料無疑地將會幫助地質工作者去進一步瞭解玻璃企業，認識它乃是對礦物原料基地有其特殊要求的一定的工業技術的綜合體。

一、玻璃品製造法^①

幾種主要玻璃的成分和性質

玻璃的製造過程可歸結如下：在高溫下，熔化和熔製一種物質或幾種物質的混合物（即所謂的配料）；把所得的熔融物逐漸冷卻到塑製產品時所必需的黏度。在熔合砂，白堊及碳酸鈉的混合物時，可以製得玻璃液，根據近代的觀點，這種玻璃液含有偏矽酸鈉 $\text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{O}$ ，偏矽酸鈣 $\text{SiO}_2 \cdot \text{CaO}$ 及游離二氧化矽 SiO_2 。但是這一種見解並不是沒有疑問的。

① 這一章是在戈洛勃參加下編成的。

在熔製各種成分的玻璃時，配料中各別組份間所發生的反應，以及這時所生成的化合物的特徵，是目前工藝學家、物理化學家和岩石學家們共同廣泛綜合研究的對象。

在擬定玻璃的成分時，首先要注意到它的主要性質——化學穩定性，即抵抗大氣營力、水、酸和鹼作用的能力。這一重要性質在頗大程度上決定了玻璃產品的質量和使用過程中的性狀。其中大氣營力（如對窗玻璃）和水起着特別的作用。

在幾十年以前，曾嘗試着將化學性穩定的玻璃的化學成分綜合成專門的化學式。

最先由裘馬（Дюма），繼之由魏別爾（Вебер）所提出的玻璃化學式為鈉和鈣的複三矽酸鹽 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ ，其通式則為： $\text{R}_2\text{O} \cdot \text{RO} \cdot 6\text{SiO}_2$ 。該式被叫做玻璃的“標準式”，它表示了組成化學性穩定的玻璃，即組成工業上適用的玻璃的各種氧化物間的分子比。但是，以後很快就發覺，許多種玻璃的組成並不符合此式，因此契依什涅爾（Чейшнер）提出了較為複雜的化學式；以後，為了表示出玻璃中氧化鈉和氧化鈣的各種比例，克爾涅爾（Кернер）又把上式作了修正。經過修正以後，分子式 $\text{R}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ 便符合於真實的情況了，並可應用於簡單的三種組份的玻璃的計算上。直到現在，上述的玻璃成分仍為絕大多數工業玻璃的主要成分。

此外，各種特種玻璃都具有極其複雜的化學成分。近年來，對成分複雜的多成分玻璃的應用上，曾作了很大的努力，結果在目前的玻璃製造業中，所用的化學元素實際上已佔現有化學元素總數的75—80%。

在現代的玻璃製造業中，由於對玻璃的要求及製造方法

的不同，所以每一種玻璃都特別規定有標準的化學成分。按照其用途，各種玻璃在物理化學性質、機械性質以及光學性質方面都應該符合於一定的技術條件。玻璃之所以會具備這些性質，主要是由於採用了特殊的成分，其次則由於採用了補充的加工方法。

下面簡單地討論一下玻璃的最主要性質。

化學穩定性或抵抗風化作用（表現在玻璃表層的破壞上）的性質，如前所述，這是玻璃的主要性質，是所有的玻璃都應該具備的性質。對片玻璃、玻璃器皿、水表玻璃以及潛望鏡用玻璃等來說，這一性質起着極重要的作用。對水和各種化學試劑的高度化學穩定性是實驗室玻璃器皿和藥用細頸玻璃瓶等的重要性質。

抗熱性或經受劇烈的溫度變化而不破損的性質也是玻璃的主要性質之一。這一性質對許多種玻璃，如對實驗室用玻璃器皿、裝盛用玻璃器皿、家用玻璃器皿、各種照明裝備等都具有很大的實際意義。

在銲接玻璃及銲接玻璃和金屬時，熱膨脹係數起着很重要的作用。由於熱膨脹係數小而具有的極大的抗熱性乃是石英玻璃的一個特出的特性。石英玻璃具有許多非常貴重的性質，這些性質保證了它在各種工業上的廣泛應用。

在玻璃的其他熱學性質中應該指出的有熱容量及導熱性。玻璃的導熱性低，所以可用它作絕熱材料。

製造玻璃時，特別是用機械化方法製造時，玻璃的黏度有着頭等重要的意義。模製玻璃的各種方法都要求黏度在一定的溫度間隔下有一確定的徐徐的變化。

在玻璃的模製過程中，表面張力也起着作用。

機械性質（單獨的，或呈一定結合的）是評定許多種普通用或專門用玻璃品質量不可缺少的指標。這些性質中應該指出的有：硬度、抗張強度、抗壓強度、抗撓強度、抗擊強度以及抗內壓力強度、脆性、彈性等。在研磨及磨光玻璃時，硬度和脆性很為重要。機械性質決定了建築用玻璃及許多光學玻璃的質量。

“斯大林玻璃”^① 可作為機械堅固性比普通玻璃高的玻璃的例子，這種玻璃馳名國外，並稱作“安全玻璃”。它是由片玻璃經過特殊淬火而製成的。在淬火過程中，形成了分佈方式特殊的內應力，就是這種內應力使玻璃具有了很强的機械堅固性。經過淬火的玻璃，其用途很為廣泛。

玻璃的光學性質也決定於化學成分，它在光學儀器生產上起着獨特的作用。除去光的折射和分散作用外，吸光性及透明度亦是光學玻璃的特別重要的性質。最大的透光性應為無色玻璃所必備。相反，僅能透過一定種類光的特性乃為各種有色玻璃，如濾光器、信號燈等的重要性質。

最後，還應該提一提玻璃的電性，如導電性、介電常數及電流擊穿阻抗（сопротивление пробиванию электрическим током）。玻璃的弱導電性很有實用意義，它可用作絕緣材料。作大型電動機繞組用的玻璃纖維製的絕緣體較其他絕緣體具有更多的優點。目前，這種絕緣體佔有了顯著的地位。

上面所列舉的各種性質，主要是由玻璃的成分來決定的，而且各種氧化物對玻璃性質的影響也能隨着與其他組份間對比的不同而顯著變化。

① 俄文為 сталинит，是一種極硬的工具合金——校者註。

若干大量生產的玻璃之化學成分

表 1

玻璃種類	分析所得的玻璃成分(%)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
再爾科窗玻璃 英國資料 比利時資料	70.64	0.77	0.11	—	10.58	0.09	微跡	17.02	—	0.78
	71.50	—	1.82	—	10.95	1.93	—	13.70	—	0.50
	70.64	0.77	0.11	—	10.58	0.09	—	17.02	—	—
	71.2	1.8	—	—	8.0	3.5	—	15.0	—	0.5
美國資料 玻璃研究所提出的窗 玻璃的近代成分 機器製造的板玻璃 康斯坦丁諾夫工廠 (林型式機) 烏爾舍爾工廠(林 型式機) 美國資料(魯阿蘭式 機)	71.70	1.12	1.83	0.07	8.76	0.15	—	14.80	0.91	0.36
	70.83	2.10	0.51	0.11	10.48	2.25	—	13.55	0.39	0.38
	62.00	13.74	1.97	—	10.91	0.95	0.11	12.00	—	—
	59.56	13.09	1.45	—	11.28	0.09	—	10.34	2.60	—
歐文斯式機 歐文斯式機	74.54	0.35	0.05	—	10.70	—	0.05	14.30	—	—
	72.5—77.0	—	—	—	7.5—9.0	—	—	15.5—18.0	—	—
手工製造的器皿玻璃 機器製造的器皿玻璃 (美國玻璃杯) 裝瓶用器皿玻璃	74.23	0.61	0.10	—	4.67	4.93	—	2.13	13.14	—
	74.5	—	—	—	9.0	—	—	16.5	—	—

若干特種玻璃的化學成分 表 2

玻璃種類	分析所得的玻璃成分 (%)												
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	ZnO	B ₂ O ₃	Sb ₂ O ₃	As ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	PbO
熱穩定玻璃 派熱克斯 裴拉克斯	80.4	2.0	0.25	0.29	0.06	—	—	11.7	—	0.7	4.4	0.2	—
	75.6	5.6	—	0.1	—	—	—	14.3	—	—	3.3	0.4	—
電瓶玻璃 美國製 莫斯科電瓶工廠製	68.9	—	—	5.20	5.60	—	—	—	—	—	20.3	—	—
	73.0	1.10	—	5.5	3.90	—	—	—	—	—	16.6	—	—
化學穩定玻璃 “友誼的小丘”工廠製 (№ 23)	68.39	3.88	—	8.51	—	—	—	2.66	—	—	9.42	7.14	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
溫度計玻璃 “友誼的小丘”工廠製 (№ 16—III)	66.58	3.84	微跡	7.18	0.17	—	6.24	0.91	—	—	14.8	微跡	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
藥用玻璃 細頸藥瓶玻璃	67.34	10.37	—	6.29	微跡	—	—	7.50	—	—	7.98	0.5	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
光學玻璃 重晶石 輕鎂黃 重晶石鎂黃	39.0	—	—	4.0	—	—	—	—	1.0	0.2	3.0	4.0	49.0
	68.5	—	—	—	—	9.7	1.0	3.5	—	0.2	12.0	5.0	—
	39.6	—	—	2.0	—	44.0	7.7	5.0	—	0.4	—	—	3.0

表 1 中所列的是各種大量生產的玻璃的若干標準組成。

近年來，在各種特種玻璃的工業製造上，已獲得了巨大的成就。屬於特種玻璃的有各種有色玻璃、消音玻璃、能吸收和通過紫外線的玻璃、變琴射線管用玻璃等。其次還可指出一種“派熱克斯”型的玻璃，這種玻璃的軟化溫度之高和膨脹係數之小已接近於石英玻璃。另外還有各種具有多種寶貴特性的淬火玻璃和磷玻璃，以及在各工業部門中佔顯著地位的許多種玻璃。

在約 2000 °C 的溫度下，由熔化二氧化矽的各種結晶變體而製得的單組份石英玻璃具有特殊的意義。石英玻璃的工業生產極為複雜，成本也高，但是，不論是不透明的或是透明的石英玻璃，其應用範圍均極廣泛。

目前，蘇聯已精通了石英玻璃的生產方法。在碳阻電爐中熔煉是製造不透明石英玻璃的基本方法。

表 2 中所列的為若干特種玻璃的大致組成。

最後，我們援引若干種玻璃用配料的成分（以砂為 100 的重量單位計算）（表 3）。

砂重 100 的配料成分

表 3

玻 璃 種 類	原 料 種 類							
	砂	碳酸鈉	硫酸鹽	白堊	石灰石	白雲石	碳酸鉀	鉛丹
窗玻璃	100.0	20.8	28.8	—	7.6	18.2	—	—
電瓶玻璃	100.0	35.10	1.6	—	—	24.0	2.7	—
手工壓製的器皿玻璃	100.0	22.0	—	10.0	—	—	22.0	12.0
手工製造的瓶玻璃	100.0	30.0	10.0	50.0	—	—	—	—
機器製造的瓶玻璃	100.0	25.5	17.5	21.75	—	—	—	—

上述成分清楚地表明：所有大量生產的玻璃的主要原料是石英砂、碳酸鈉、硫酸鈉及碳酸質岩石——石灰石、白堊或白雲石，因為它們把主要氧化物都引入玻璃中去了。

在不同成分的玻璃中， SiO_2 的平均含量在 60—75% 之間， CaO 在 5—11% 之間， Na_2O 在 12—17% 之間。

玻璃品的分類

玻璃品的各種各樣的品種包括形狀及大小不同的各種產品：有小自直徑幾個 μ 、顯微鏡用蓋玻璃的柔軟玻璃纖維和小玻璃珠，大至玻璃柱、反射鏡、航空及汽車路用的玻璃等。

由於玻璃的物理-化學特性和機械特性，玻璃成為非常有用的工業材料。它能經受各種製模和加工：可將它鑄造、熔製、軋製、壓平、吹製、拉長等。

此外，玻璃能經受各種機械加工：研磨和磨光、車削、切割、打鑽及銑。另外玻璃也能經受起化學處理和熱處理：用侵蝕和以酸磨光、加火磨光以及用火切割等方法。

玻璃品的價值低、主要原料的普遍性、及上述玻璃的特點使它成為非常有價值的材料，並使它在日常生活中及工業上取得日新月異的使用範圍。

由於玻璃的化學成分、以及實際製取方法和使用條件的多樣性，將它們分類也有許多困難。

茨什麥爾(Цшиммер)在他的“玻璃熔製理論”一書中，以及後來的伊耶布先-馬爾維捷爾曾把成分不同的所有玻璃品分成下列十類（或級）：

類 別	玻 璃 種 類
I	石英玻璃
II	鏡玻璃或片玻璃
III	瓶玻璃
IV	透明玻璃
V	化學玻璃
VI	光學玻璃
VII	琺瑯
VIII	釉藥
IX	有色玻璃
X	不透明玻璃

茨什麥爾的分類是分類工作的第一次試驗，現在不能認為這種分類是令人滿意的，因為它沒有包括許多新出現的玻璃類型。此外，只根據化學成分的分類也是一個缺點。

基泰戈羅茨基（Китайгородский）教授所提出的分類法是將玻璃按化學成分加以系統化，而將玻璃品按生產及加工方式加以系統化為基礎。

蘇聯科學院定名委員會擬定了玻璃品的工業分類法，使各種玻璃品和在製造任何產品時對玻璃液的質量要求相協調。根據該分類法把所有玻璃品分成4類，也就是11組或71種產品。該委員會所提出的玻璃品工業分類的草案如下表所示（表4）。

蘇聯國家計劃委員會中央統計局（ЦСУ Госплана СССР）按照國民經濟計劃上的名稱把所有製造成的各種玻璃分成主要4類，也分成若干亞類。

科學院定名委員會的分類法具有較詳細的性質，因為它除了按產品的特徵（即使用範圍）來分類外，同時也考慮到

表 4

類別	組別	種 別	按玻璃 液中鐵 含量的 百分的 等級	%
I 片玻璃	第一組 拉製片玻璃 (及吹製片玻璃)	1.普通窗玻璃 2.攝影玻璃 3.優質片玻璃(光滑彎曲的三層安全玻璃) 4.信號燈用玻璃	V	至0.20
	第二組 軋製片玻璃	5.鏡玻璃 6.圖案玻璃 7.普通裝甲玻璃 8.優質裝甲玻璃	IV V IV	至0.10 至0.20 至0.10
II 中空玻璃	第三組 器皿玻璃	9.鉛玻璃 10.無鉛玻璃 11.食器	II III	至0.02 至0.06
	第四組 器皿玻璃	12.無色瓶 13.半白色瓶 14.深色瓶 15.透明的藥瓶 16.半白色藥瓶 17.普通香料瓶 18.優質香料瓶	IV VI VII IV V III	至0.10 至0.30 不定 至0.10 至0.20 至0.06
	裝盛用器皿 玻璃	19.普通玻璃器皿 20.優質玻璃器皿 21.番茄狀小瓶 22.家用半白玻璃器皿 23.家用深色玻璃器皿 24.半白化學用瓶 25.深色化學用瓶	V IV VII VI VI VII	至0.20 至0.10 不定 至0.50 至0.30 不定
	第五組 照明裝備用 玻璃	26.燈罩 27.電燈用製品 28.電學裝備用玻璃 29.礦井用玻璃	IV V IV	至0.10 至0.20 至0.10
	第六組 電瓶玻璃	30.白熾燈 31.無線電真空管 32.變容管 33.水銀燈 34.發生器電燈 35.煤氣燈	VI IV	至0.30 至0.10

續表 4

	第七組 工業用中空 玻璃	36.化學器皿 37.化學及物理儀器 38.醫學用玻璃 39.玻璃管及模塑物 40.寒暑表用玻璃 41.特別堅固的玻璃 42.熱水瓶用玻璃 43.蓄電池 44.乾電池 45.顯影用盤	V VII V	至0.20 不定 至0.20
III 塊玻璃	第八組 建築用玻璃	46.裝飾表面用的玻璃 47.裝飾玻璃窗用玻璃 48.溫室用玻璃 49.玻璃瓦 50.建築用零件 51.藝術雕刻用品	VII IV IV VII IV III	不定 至0.10 至0.10 不定 至0.10 至0.06
	第九組 服飾用玻璃	52.釧扣、珠子、玻璃球、人造寶石、 鍍玻璃等	IV	至0.10
	第十組 工業用玻璃	53.絕緣器 54.透化玻璃 55.機械結構的零件 56.禁射線保護用玻璃	VII VI VII II	不定 至0.30 不定 至0.02
	第十一組 光學工業用 玻璃	57.前列涅爾玻璃 58.戈羅范玻璃 59.頭燈 60.聚光鏡 61.普通反射鏡 62.特種反射鏡 63.眼鏡玻璃 64.工具玻璃 65.精密的攝光器	III IV IV IV IV III III I	至0.06 至0.10 至0.10 至0.10 至0.06 至0.06 至0.02
IV 纖維狀及多 孔狀玻璃	纖維狀及多 孔狀玻璃	66.玻璃棉花 67.玻璃氈 68.玻璃纖維 69.玻璃織物 70.化學過濾器 71.泡沫玻璃	VII VI VII	不定 至0.30 不定