

玻璃化学

(论文集)

M·范杰尔利克等 著

建筑工程出版社

玻 璃 化 学

(論文集)

郭祝岷等 譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內容提要 在这个文集中，闡述了捷克學者們在玻璃化學與工藝學領域中的最新工作。在本文集的五篇文章中敘述了：玻璃與矽酸鹽化學分析方法（包括快速分析與板譜分析），矽酸鹽物理化學領域中的工作，玻璃顆粒化的方法，以及有色玻璃的制备方法。

本文集系根據М.М.波哥斯洛夫的俄譯本譯出，其中第一篇由單瑛、邢曼鈺、李家治等翻譯，第二篇由沈錫思、吳云鳳、詹瓊珠、陸時言等翻譯，第三篇和第四、五篇分別由單瑛和董祐嵩翻譯。全書經郭祝崑同志校閱。

原本說明

書名	ХИМИЯ СТЕКЛА · (СБОРНИК 1)
著者	(論文集)
出版者	Издательство иностранной литературы
出版地點及年月	Москва 1950

玻璃化學
(論文集)

郭祝崑等 譯

編輯：朱黎明 設計：閻正堅

1958年12月第1版 1958年12月第1次印刷 5,060冊

787×1092· $\frac{1}{32}$ · 120千字 · 印張 5 $\frac{5}{16}$ · 定價(10) 0.77元

建築工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行 · 書號：1067

· 建築工程出版社出版(北京市西郊百萬莊)
(北京市書刊出版業營業許可証出字第052號)

序 言

提供讀者們以这本捷克斯洛伐克學者工作的文集，無疑地將會引起大家的興趣。捷克斯洛伐克是一個玻璃工業發達的國家。捷克的各种玻璃，例如晶質玻璃、大理石玻璃、窗板玻璃、顏色玻璃、刻花玻璃、以及許多其他玻璃，都曾取得廣泛的聲譽。在資本主義捷克的情況下，技術玻璃的生產受到了阻礙，因為那時國家的全部經濟都受着其他資本主義國家的控制。

人民捷克的玻璃工業的發展正在沿着另一條道路前進：許多國民經濟部門的成長，要求主要要加強工業玻璃與技術玻璃的生產。

本文集的目的，就在於向我們的廣大讀者介紹一些在捷克玻璃工業中使用着的化學分析方法，以及一些在有色玻璃和矽酸鹽物理化學領域中最有意思的工作。

从本文集的材料中可以看出，民主捷克的學者們正在有興趣地和創造性地解決着玻璃工業生產向他們提出的任務。在矽酸鹽化學領域中工作着的研究家們，對於應用在矽酸鹽和玻璃方面的極譜分析有着很大的興趣。工廠實驗室應當特別注意到玻璃快速分析的詳細描述。關於錦紅的文章和玻璃顆粒化過程的敘述則對工藝學家們是有興趣的。

在有一個問題上我們不能同意作者的意見（見139頁），這在附注中已經加以說明。另外在M.瓦爾夫的文章“玻璃的快速分析方法”後面，我們列舉了蘇聯文獻有關玻璃分析

方面的簡短目錄*（見161頁）。

本書出版的同時，我們可以有把握地說，了解了下面所載的幾篇文章後一定會有幫助於我國的學者們和玻璃工業的生產者們的創造性工作，並且將進一步鞏固蘇聯與民主捷克之間的友誼的聯繫。

技術科學碩士Л.И.布聶耶娃（Л.И.Бунеева）

* 此目錄現移在本書的最後。

目 录

序 言

玻璃的試驗方法 (M. 范杰尔利克, O. 普尔日达尔,

3. 謝費尔) (1)

玻璃的快速分析法 (M. 瓦尔夫) (56)

✓ 玻璃熔制速度与常数 τ (M. 瓦尔夫) (115)

✓ 吸收热輻射玻璃的研究 (M. 范杰尔利克, Ф. 謝尔) (123)

錦紅玻璃 (P. 科尼耶柯, B. 德罗尔雅克) (152)

文 献 (155)

玻璃的試驗方法

M. 范杰尔利克, O. 普尔日达尔, 3. 謝費尔

M. Fanderlik, O. Pfidal, Z. Schaefer, Rozbory
Sklarske, Technické rozbory, svazek VI, díl I,
Kapitola VI, Praha, 1949

制造玻璃用原料的特征

着 色 剂

鉄的化合物 三价鉄使玻璃着色成黄色或黄棕色, 而二价鉄使玻璃着色成青綠色。在玻璃熔制中, 时常使用氧化鉄和人造的或天然的四氧化三鉄。在玻璃生产中, 四氧化三鉄不太适用, 因为它比較难溶于熔融的配合料中。在天然的含鉄矿物中, 赤鉄矿、褐鉄矿、菱鉄矿、針鉄矿、云斑石、花崗石以及玄武岩等都可用来着色玻璃。

錳的化合物 实际上二氧化錳并不使玻璃着色, 而一氧化錳使玻璃具有紫色。在玻璃熔制时使用軟錳矿。除了軟錳矿的着色性能以外, 还利用着它的氧化能力。它通常含有80—85%, 在个别情况下含有近95%的 MnO_2 。其余的成分为二氧化矽、碳酸鈣和硫酸鋇、氧化鉄和氧化鋁。在着色氧化物中, 有时常遇到氧化鎳、氧化鈷和氧化鉻。氧化鉄的含量不

* 在翻譯时略去了某些大家所熟悉的試驗方法与原料的外貌叙述(俄文本編輯注)。

应超过 1%，因为氧化鉄的含量过多，会損害軟錳矿的着色作用。在制造特种玻璃时，也使用高錳酸鉀，它是一种强氧化剂。在玻璃熔制中，錳的化合物也用来使玻璃体脫色。在制造橄欖色的瓶玻璃时，除可以使用錳外，尚含有相当数量氧化鉄的錳矿。在大多数情况下，这种多鉄的、与錳矿在一起的矿物为：軟錳矿、硬錳矿及紅矽錳石等。

銅的化合物 利用氧化銅可以使玻璃着成藍色。胶体状态的元素銅能使玻璃着成紅色。在玻璃生产中常使用氧化銅、氧化亞銅和銅滓，有时也使用胆矾。

在所有含銅的着色物中，对于氧化銅或氧化亞銅与氧化鉄而言，有着必需的百分率。这些物質具有必需的水分。

鈷的化合物 使玻璃着成藍紫色。在玻璃生产中可以使用四氧化三鈷，偶或也使用碳酸鈷或磷酸鈷以及砷酸鈷。在使用这些鈷的化合物以前，必須先确定其中氧化鈷 CoO 的含量。其中所含的杂质是鉄与鎳。玻璃制造业所需要的氧化鈷，在外售时都規定有一定的标记和成分（見表 1）。

表 1

化 合 物 名 称	分 子 式	商标符号	CoO含量%
白色氧化鈷·····	Co_3O_4	F K O	93.40
黑色氧化鈷·····	Co_2O_3	R K O	90.40
砷酸鈷·····	$\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	A K O	37.6
磷酸鈷·····	$\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	P O K	44
碳酸鈷·····	CoCO_3	K O H	63

鎳的化合物 将玻璃着成棕色、紫色或綠色。在玻璃工业中主要是采用无水的或含水的一氧化鎳，它又被称为白色

的或綠色的一氧化鎳，而市售的三价氧化鎳則被称为黑色氧化鎳。有时也使用碳酸鎳与硝酸鎳。商业名称为白色或白綠色一氧化鎳的无水一氧化鎳，含有少量氧化鉄与氧化鈷的杂质，这些杂质决定着該种商品的质量。市售的以綠色一氧化鎳为名的氢氧化鎳，其用途与普通一氧化鎳相同。通常在玻璃生产中用来着色的鎳化合物成分如下（表 2）：

表 2

化 合 物 名 称	NiO 含量%
白綠色一氧化鎳.....	100
黑色氧化鎳.....	90
綠色氢氧化鎳.....	80
黑色氢氧化鎳.....	60

所有这些化合物，皆含有高百分率的水分。

鉻的化合物 在玻璃制造中所采用的鉻的化合物，是两种氧化程度的氧化物—— Cr_2O_3 与 CrO_3 。氧化鉻使玻璃着成綠色，而鉻酐使玻璃着成黃色。氧化鉻和氢氧化鉻、或者是鉻酸鉀；鉻酸鈉和鉻酸鋅、或者是重鉻酸鉀与重鉻酸鈉均可用作原料。

在玻璃熔制中应用最普遍的鉻的化合物，其近似成分示于表 3。

鈾的化合物 它能使玻璃着成黃到綠色，为此常采用“鈾黃”，更常使用鈾酸鈉，只在极少数情况下采用氧化鈾。鈾酸鈉相当于 83.4% 氧化鈾，一般是非常純的，但含有不溶解的沉淀物与吸湿水。

表 3

化 合 物 名 称	Cr ₂ O ₃ 含量 %	化 合 物 名 称	Cr ₂ O ₃ 含量 %
重鉻酸鉀.....	52	鉻酸鉀.....	39.5
重鉻酸鈉.....	51.7	鉻酸鈉 (含水的) ...	22
氧化鉻.....	100	鉻酸鈉 (无水的) ...	48
鉻酸銅.....	42.3	鉻酸鉛.....	23.5
鉻酸鐵.....	56.5	鉻酸鋅.....	42
鉻酸鋁.....	30		

金 用各种不同的金的制品可以使玻璃着色，其中包括“肉桂紫”（“Кассиев пурпур”）及溶解于王水中的金。金的制品的着色能力极强，金的含量为 0.001% 时就能使玻璃呈玫瑰色，而当金的含量为 0.002% 时，使玻璃呈鮮紅色。在玻璃熔制中多半是采用金的氯化物。

銀 使玻璃着成黃色，它和金一样成胶体状态。通常使用硝酸銀来着色玻璃，偶尔也用氯化銀或用制造鏡子时玻璃涂銀所得的廢料。

在玻璃熔制中，最普遍的銀的化合物的近似成分示于表 4。

表 4

化 合 物 / 名 称	Ag 含量 %
氧化銀.....	93
硝酸銀.....	64
碳酸銀.....	78
氯化銀.....	75

硒〔1〕 类似于胶体状态的金，使玻璃着成紅色。玻璃体的顏色仅在玻璃退火后才显露出来。玻璃可以用元素硒（紅色的或黑色的）与硒酸鈉、硒酸鉀、硒酸鋇或硒酸鋅、或所謂硒酞、或錳紅来着色，后者是錳的硫与硒的复盐。

紅色或黑色的元素硒具有較高的純度，精煉过的黑色硒含有99%的Se。

在硷金屬的硒酸盐中，主要使用約含45.7% Se 的 硒酸鈉。

也有采用硒酸鋅的，它与上列化合物相比較有这样的优点：即是硒酸鋅中的鋅在一定程度上与玻璃体中的相当部分的硒相結合。硒的化合物中的杂质极少，当确定它的質量时，不必将它们估計在內。主要的是确定硒的含量。

稀土金屬 在玻璃熔制中应用稀土金屬，可以使玻璃体获得洁淨的（不带淡灰色）顏色。市售的稀土金屬为其氧化物、氢氧化物与草酸盐。

鉀 四价鉀使玻璃体着成紅黃色，而三价鉀并不显著着色。

鐳 不使玻璃着色，但能提高晶質玻璃的光泽。

釷 使玻璃着成紅紫色。

鐳 使玻璃着成黃綠色，即所謂“釷灰”，就是釷与鐳的配合（其中Nd：Pr=1.5：1和1：1.5）。稀土金屬的制品有以下各种化学成分：氧化鉀—99.30%CeO₂，氢氧化鐳—72%Pr₂O₃，氢氧化釷—72%Nd₂O₃。

釩 使玻璃着成綠色。其色泽与着色强度决定于玻璃的化学成分。釩酸鉍含有76.2%V₂O₅。

磷酸盐 它引起玻璃的乳濁現象，使它失去透明性。以前是用骨灰来制造不透明玻璃，但骨灰的化学成分极不稳定

(骨灰約含25—40% P_2O_5)。現在主要以含20% P_2O_5 與17% Na_2O 的磷酸鈉 $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ ，或磷酸鈣來替代骨灰。無水磷酸鈉含有50% P_2O_5 與44% Na_2O 。

在鈣的磷酸鹽中最普遍的是三磷酸鹽，它含有54.2%的 CaO 與45.8%的 P_2O_5 ，以及鈣與其他元素的混合物〔2〕。

過磷酸鹽對於玻璃熔制並不是十分滿意的原料，因為它們是非常不純淨的。磷灰石的情況也是如此，必須測定其中鐵的化合物的含量。

定量和定性分析

着色劑和脫色劑

銅 在熔制玻璃時，採用氧化銅和銅渣，有時也用胆礬。將0.3—0.5克氧化銅或銅渣溶於熱鹽酸中。用濾紙濾出不溶物，在瓷坩堝內灼燒，並稱重。濾液在250毫升的燒瓶中濃縮到10—20毫升，加入一勺固體硫化鈉，將溶液溫熱之。然後，滴入硫氰化鉀或銨的飽和溶液到沉淀不再繼續生成為止。用冷水稀釋到100—150毫升，隨後將溶液放置3—4小時。用古氏坩堝將沉淀濾出，以含少量二氧化硫的冷水洗滌，再用清水洗滌，在溫度 105° — $110^{\circ}C$ 烘干。

如必須全分析，則按以下方法進行較好：將0.3—0.5克試樣溶解於鹽酸中，過濾，測定其不溶部分，濾液用氨水中和至弱酸性，然後以硫化氫飽和。用硝酸溶解硫化物的沉淀，放在電解杯中，用鉑電極在電壓2伏特和電流0.2安培下進行電解。此時銅在陰極析出，如有鉛存在，則 PbO_2 在陽極析出。電解後的溶液可用硫化氫來測定第二組金屬。

將已除去硫化銅的濾液稀釋、煮沸、除去硫化氫，并用硝酸氧化，以氨水沉淀倍半氧化物，以硫化氫沉淀第三組二價金屬，用草酸鹽沉淀鈣，鎂則用磷酸鹽沉淀為磷酸鎂。

在工業氧化銅中銅含量的快速約略測定，是將0.2—0.3克試樣溶解在少量硝酸中，濾出不溶殘渣，濾液用旋轉電極電解1—2小時，電流強度約1安培。電解終了時，將溶液從電解杯中移出（停止電流後），用水清洗陰極，隨後用酒精洗滌、烘乾和稱重。

溶液內少量的鐵可用比色法來測定。但溶液中的銅必須先行分離，然後煮沸除去硫化氫，再用硝酸氧化，並將溶液移至量瓶內，稀釋到刻度。含鐵量較多時，可採用任何一種通常分離倍半氧化物的方法來測定。這些方法在分析有色玻璃章節中敘述之。

硫酸銅中的銅，最好是將溶液用硫酸酸化後電解測定，或取0.5克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，先用1毫升硫酸酸化溶液，採用硫氰酸法來測定。

氧化鐵 熔製玻璃時常採用 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 和鐵渣。將0.5克氧化物置於小杯內，在水浴上加熱使之溶解於濃鹽酸中，並將溶液蒸發至乾。如還有未分解的殘渣，那末再加些鹽酸，繼續蒸發到乾。也可以在鉑坩堝中用酸性硫酸鉀熔融，使氧化鐵轉為溶液。

將蒸乾後的殘渣或溶塊，溶於含有少量鹽酸的水中，濾出不溶殘渣，稱其重量。濾液移入250毫升的量瓶內，取適量部分（其中應不超過0.1克 Fe_2O_3 或 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ），用氨水沉淀鐵；灼燒，稱 Fe_2O_3 的重量，或用高錳酸鹽的滴定來測定鐵量，或用正羥基喹啉來沉淀（參看有色玻璃分析）。這裡可能存有鋁，如果必須除去它，那末可用正羥基喹啉來分離

或測定氧化鐵和鋁的总量，再在另一适量部分溶液中，用高錳酸盐滴定鐵，以差減法測出氧化鋁的含量。如含大量的鋁，可用礆來分離，但應將被分出的氫氧化鐵溶解于鹽酸中，再用氨水沉淀鐵，灼燒沉淀并稱 Fe_2O_3 的重量。照樣用氨水將鋁重復沉淀二次。濾去 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 或它和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 混合物后的濾過液。在以后用來測定鈣、鎂和礆金屬雜質。

含錳的添加物 常採用軟錳礦 (MnO_2)，很少用高錳酸鉀。將0.5克研細的軟錳礦放在500毫升的容器中，加入75毫升0.5N草酸和20毫升硫酸 (1 : 4)，加熱到黑色小粒消失。溶液用200毫升熱水稀釋。過量的草酸用高錳酸盐滴定之，1毫升0.5N KMnO_4 相當于0.002173克 MnO_2 。

如要測定主要雜質，稱取軟錳礦1克溶解于鹽酸中。濾出不溶殘渣 (二氧化矽，鋁的化合物)，稱重。濾液蒸發至干，殘渣在水浴上或烘箱中烘乾，冷卻，用鹽酸和水處理以及過濾。灼燒后，測得被溶解的二氧化矽。用氨水沉淀二次，分出 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的混合物，用普通的方法 (假使它們是大量存在時) 將它們分離 (參看有色玻璃章節)，如鐵的含量不多，可另取試樣以比色法來測定 Fe_2O_3 。從倍半氧化物总量中減去氧化鐵，即為氧化鋁的含量。溶液中的錳可用溴水、過氧化氫或過硫酸鹽在氨水介質中氧化。沉淀溶于鹽酸內，測定 $\text{Mn}_2\text{P}_2\text{O}_7$ (參看有色玻璃章節)。濾去 $\text{MnO}(\text{OH})_2$ 后的濾液——用草酸盐測定鈣——用磷酸盐測定鎂。

氧化鉍 在水浴上將0.5—1.0克研細的粉末溶于濃鹽酸中，并蒸發到干。若尚未完全溶解，再加入鹽酸，繼續蒸發到黑色粉粒完全溶解為止。濾出不溶的殘渣，或稱其重量，或用酸性硫酸鉀在鉍坩堝內熔融，將熔塊溶解于水中，濾出

不溶物，灼燒和称重。將濾液合并并稀釋到300—400毫升，用數滴硝酸氧化，并用氨水沉淀。然后溶解于鹽酸中，再沉淀一次，灼燒沉淀，稱 R_2O_3 的重量。在用酸性硫酸鉀熔融之后，在其中測定氧化鐵和氧化鋁。分出 R_2O_3 后的總濾液，移入 500 毫升的量瓶中，加水到刻度，取出適量部分，借電解法來測定鈷或按下列方法用 α -亞硝基 β -萘酚來沉淀：用吸移管吸取一部分溶液，用水稀釋到250毫升，加入20毫升濃鹽酸溶液，加熱到沸騰，用稍微過量的 α -亞硝基 β -萘酚醋酸或酒精溶液來沉淀鈷。靜置二小時后，過濾，用稀鹽酸（1 : 5）洗滌，最后用熱水洗滌。在沉淀上加入草酸，在瓷坩堝內灼燒到所有的鈷都變成 Co_3O_4 。另取試樣，用二甲基二乙醛脒測定鎳。如有鈣和鎂存在時，溶液中的鈷可借電解法來測定，或另取試樣用硫化氫將鈷分離。

碳酸鈷，有時亦用于玻璃的着色，可用同樣的方法來分析。試樣易溶解于鹽酸；如較純者，可用電解法來測定鈷或者簡單地灼燒為 Co_3O_4 。在此情況下，必須用定性分析來確証其中是否含有其他雜質。

氧化鎳和碳酸鎳 將0.5—1.0克試樣溶解于鹽酸中，濾去不溶殘渣。用氨水沉淀二次（用數滴硝酸氧化鐵之后），分出 R_2O_3 ，并將濾液用數滴鹽酸酸化，加水到250毫升。取適量部分進行電解，或用二甲基二乙醛脒來沉淀。后者測定的詳細步驟記在分析含鎳玻璃一節中（見第17頁）。電解測定與測定鈷的情況相同：用吸移管吸取適量部分溶液進行電解，加入3—5克硫酸鎂（以增加導電性）和25—30毫升濃氨水，總容積約120毫升；在電流強度1安培和電壓3—4伏特下進行電解。溶液加熱到60°C時電解加速，一小時內可析出0.3克鎳。溶液中痕量的鎳，可用二甲基二乙醛脒來鑑

定。如溶液中已不含有銀，將電極（在終斷電流時）用水和酒精清洗，烘乾並稱重。

金 應用的是氯化金或溶解在王水中不含銀的金币，銀也能使玻璃着色。市售的氯化金具有相當於其標價的純度。測定溶解在王水中的金，是將溶液用鹽酸多次蒸發直到干涸。然後在稀釋了的溶液中加入過量的10%硫酸鐵，溶液在水浴上加熱數小時。過濾析出的金，用鹽酸酸化過的水洗滌到濾過液中不再有鐵的反應為止，最後用清水洗滌，並在瓷坩堝中灼燒。

銀 採用的是化學純的硝酸銀或者是鏡子鍍銀的廢品。硝酸鹽沒有分析的必要。銀的廢品溶解在硝酸中，溶液過濾，將濾液在氨水介質中於近於沸點的溫度下進行電解，電壓為1.0—1.3伏特。如用旋轉陰極則電解需8分鐘。銀亦可測定為氯化銀。溶液加入熱鹽酸後，在暗處用古氏坩堝過濾，用含有少量硝酸的水洗滌，先在100°C乾燥，然後在135°C烘乾至恆重。

稀土金屬 熔製玻璃時，常用稀土草酸鹽，氫氧化物，或稀土氧化物如鈾、鈮和鐳。稀土混合物僅能測定其總量：只有鈾可用一般方法來單獨測定。

可以購到極純的稀土元素的化合物（但有時亦略摻雜入不易分離的其他稀土）。氧化物的量可用簡單的灼燒法來測定。假使有鋁、鈣等雜質，那末必須按下法進行：將試樣溶解於鹽酸中（如為二氧化鈾則須加入過氧化氫或碘），用稍過量的氨水沉淀，將摻雜的鈣、鎂和礆金屬分離出來。將沉淀溶於鹽酸中，使中和到弱酸性（或中性），加入熱草酸，靜置到冷卻並過濾。如有大量鋁摻雜在內，必須再次進行沉淀。

灼燒草酸盐为 CeO_2 、 Nd_2O_3 或 Pr_6O_{11} (根据分析的对象是何种氧化物而定)。在混合物中鉍的測定可用氧化滴定法来进行(參看玻璃的分析)。

硒 熔制玻璃时, 常用元素硒、硒酸钠、鋅或鋇。試样用盐酸溶解(元素硒用硝酸溶解)。溶液以水稀釋, 加热, 并用硫酸脒或硫酸酏来使硒还原。溶液煮沸到硒由紅色轉为黑色。然后用过滤坩堝过滤并在 105°C 烘干。为了在还原时不使硒与水汽同时升华, 最好經常保持冷却。

硒酸盐也能用滴定法来測定。将 1 克硒酸盐溶解于燒瓶中, 加入 3—4 克碘化鉀, 用数滴濃盐酸酸化过的水来稀釋。析出的碘尽可能迅速地用硫代硫酸钠溶液来滴定, 近于終点时, 加入淀粉浆。反应中所析出的紅色硒, 在近終点时滤出。必要时, 在进行第二次滴定时, 可注意比較二溶液顏色的改变, 而不經過滤: 1 毫升 $0.5\text{N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 相当于 0.00433 克 Na_2SeO_3 或 0.00198 克 Se 。

熔制玻璃的配合料

熔制玻璃所用的配合料, 通常含有碳酸钠、碳酸鉀、石灰、砂石、少量的硫酸钠、砷等。鉛玻璃的配合料含有碳酸鉀(常杂有碳酸钠)、少量的硝石和砷、紅丹以及砂石。有些配合料还可能含有碳酸鋇、氧化鋅、氫氧化鋁、花崗石、火成岩等等。

其分析方法如下: 先測定水溶物, 然后測定酸溶物以及酸所不能溶解的部分。每一部分分別測定。在一般的工业分析中, 不可能有特別准确的結果, 例如, 欲准确地測定碳酸钠和碳酸鉀之間的比例这是不可能的, 因为后者本身即含有未知量的碳酸钠。同样也不可能將花崗石和火成岩与砂石分