

中等專業學校教學用書

普通硫酸盐工艺学

(下 册)

Ю. М. 布特 Т. Н. 杜捷罗夫 合著
M. A. 馬 特 維 也 夫

建筑工程出版社

81.5
164
2:1

中等专业学校教学用书

普通矽酸鹽工艺学

(下 冊)

前重工业出版社翻譯組 譯

建筑工程出版社出版

本書根据苏联国家建筑材料書籍出版社 (Государственное издательство литературы по строительным материалам) 出版的 Ю.М.布特 (Ю.М.Бутт), Г.Н.杜捷罗夫 (Г.Н.Дудеров) 及 М.А.馬特維耶夫 (М.А.Матвеев) 合著的“普通矽酸盐工艺学” (Общая технология силикатов) 1950年版譯出。原書經苏联建筑材料工业部教育司批准为中等专业学校教学用書。

本書共計三篇：建筑胶凝材料、陶瓷及玻璃。

本書分上下册出版。下册为原書的玻璃全篇。由前重工业出版社翻譯組郭長生、徐忠本兩同志担任譯校。

Ю.М.БУТТ, Г.Н.ДУДЕРОВ, М.А.МАТВЕЕВ:

ОБЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СИЛИКАТОВ

ПРОМСТРОЙИЗДАТ(МОСКВА-1950)

普通矽酸盐工艺学(下册) 前重工业出版社翻譯組 譯

1957年12月第1版 1961年3月第4次印刷 6,086-14,095册

850×1168 $\frac{1}{32}$ • 170,000字 • 印張6 $\frac{9}{16}$ • 定价(10) 1.00元

建筑工程出版社印刷厂印刷 • 新华書店发行 • 書号: 1082

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

緒 論

1. 历史概要

玻璃在国民經济中、在科学和技术上应用得極广泛。例如，平板玻璃广泛地用作住宅、工業建築物、火車、电車、無軌电車、汽車、輪船等等的窗玻璃；用玻璃来制造很多种光学仪器：显微鏡、望远鏡、双目望远鏡、照相机；用玻璃来制造电灯泡、無綫电灯泡、灯罩、天棚灯、信号透鏡、实验用器皿和日用器皿，以及諸如此类等等。

玻璃的各种性質，使得有可能用它来制造形狀和大小極不相同的制品。

玻璃工業最初是在三千五百年以前出現于古埃及。埃及的玻璃工業中心是菲維城。

但是在那时玻璃尚未获得广泛的应用，当时的玻璃工人是不知道玻璃吹管的。根据一些研究家的資料，于羅馬时代之初才开始使用玻璃；而根据另一些研究家的資料，玻璃开始使用于紀元前一世紀的中叶。

玻璃工業在威尼斯获得了巨大的發展。当时在該地玻璃工人的手艺被認為是十分榮譽的，以致玻璃工人不同于其他的手艺人，而享有各种优待，甚至有权担任高級的国家职务。威尼斯由于玻璃制品的生产所获得的利益是很大的，所以对玻璃的制造方法严守秘密。

保留到現在的玻璃制品証实，俄国人老早就掌握了制造有色玻璃和玻璃制品的技艺。И. И. 赫沃依科的考古研究証明，在第九世紀至第十世紀时，在基輔已經有了一家制造顏色不同的玻璃环的玻璃制造作坊。許多其他研究工作証明，第九世紀时在俄国

已有过玻璃制造业。发掘城市，特别是发掘南方的城市时，发现厚玻璃细颈小瓶形状的玻璃器皿，其上还镶有玻璃纤维装饰物。这些器皿是在十一世纪至十三世纪时制造的。据B.A.雷巴科夫的可靠的资料证实：在俄国，古时的灵巧的俄罗斯人们用自己的方法来发展玻璃制造业。但是蒙古人的侵略在很长时期内阻止了俄国玻璃制造业的发展。

第一座玻璃工厂是由叶里谢·柯叶特于十七世纪四十年代在距离莫斯科60俄里的杜哈尼诺村建造的，该厂一直开办到1702年。在1659年以前，生产玻璃制品是该厂的专利。以后在俄国尚建造了许多其他玻璃制造工厂。据П.Г.柳博米罗夫说，在1720年已经有了近12座玻璃厂。

俄国玻璃制造的科学原理，是由天才的俄国学者M.B.罗蒙诺索夫所制定的，他在1748年至1752年内研究了2000种以上不同成分的有色玻璃。

M.B.罗蒙诺索夫经多方奔走之后，终于在1752年自议院获得建造“他所发明的有色玻璃制造厂”的指令。这座工厂于1754年建成，主要制造杂色镶嵌玻璃；用这种杂色镶嵌玻璃，M.B.罗蒙诺索夫和自己的学生们一道制成了杂色镶嵌图案。

1764年，科学院院士K.T.拉克斯曼首先利用硫酸钠来把氧化钠加进玻璃成分内来熔炼玻璃，而且得到了成功。这位俄罗斯学者的著名的发明，被广泛地采用于玻璃熔炼的实际生产中。至今仍用硫酸钠和苏打一道来熔炼很多种工业玻璃。另一位俄罗斯学者A.K.楚古诺夫在上世纪的60年代研究了玻璃配料分层的原因，首先提出消除这种现象的方法——配料制块法。

现在，制块法被认为是制备玻璃熔炼配料的最完善的方法。

天才的俄国化学家Д.И.门捷列夫确定，玻璃是“氧化物的非结晶的矽石熔合物”。Д.И.门捷列夫关于玻璃性质同加入其中的氧化物的数量和性质的关系的天才的见解，乃是以后创立玻璃物理性质计算方法，即所谓玻璃性质互加法则的原则；此方法认为玻璃的物理性质等于组成玻璃的各氧化物性质的总和。

Д.И.門捷列夫的学說不仅是在他活着的时期，而且在以后的年代里都給予玻璃科学的發展以甚大的影响。

到18世紀60年代初期，在俄国已經有25座以上的玻璃工厂分佈在各省。这时，这些工厂無論是在“精巧”窖的数量方面，或是在工人人数方面，都扩大了自己的实力。大多数工厂都有了燃燒木柴的四坩堝窖。

俄国十八世紀中叶的玻璃工厂主要是制造窗玻璃、玻璃瓶和日用器皿。到十九世紀初叶时，在俄国玻璃工厂的数量已大大地增加了；例如，在1804年已經有近150座，在1883年——196座，而在1913年則已經有275座工厂，并且工厂中的工人数量也增达75000人。

沙皇俄国的玻璃工業并未發展成为机器化的工業；在玻璃工業中，正如多少世紀以前一样，“主要的机器”是吹玻璃工人的肺，沒有这种“机器”，玻璃工業是不能存在的。手工劳动、十二小时的工作日、微薄的工資和非人的劳动条件乃是革命前的俄国玻璃工業的特点。

第一次世界大战使得大部分玻璃工厂都遭到破坏。

玻璃工業的衰落，自第一次世界大战时开始后，在国内战争年代里更为厉害地繼續着。在四年內，进行生产的工厂竟縮減了二分之一以上。只有在苏維埃政权胜利后，才为迅速恢复和繼續發展玻璃工業創立了现实的前提。在1927~1928年，玻璃工業已經达到了战前水平；1926年是苏联玻璃工業發展史中机械化和机器化的第一年；在这年达格斯坦的第一座用机器法制造窗玻璃的“达格斯坦之燄”工厂投入了工業生产。

在偉大的十月社会主义革命以前，所有玻璃工厂都是按照祖先們制定的方法和配方进行生产的。革命后，“保守秘密”則为集体討論工作方法和生产組織所代替，并出現了工厂實驗室和研究院；这些實驗室和研究院就成为在生产中推行科学成就的倡导者。

社会主义經濟的發展和巩固使得有可能將玻璃工業推进到新的技术基础之上。

随着連續垂直引上玻璃原板的方法的采用，苏联的全部工厂中平板玻璃的制造过程就机械化了。在第一个斯大林五年計劃中，我国玻璃工業的發展历史揭开了新的一頁。1929年，古斯-赫魯斯塔尔內依城捷尔任斯基工厂开始采用了第一套平板玻璃垂直引上机械。安裝在这个工厂里的玻璃原板引上机是莫斯科“紅色普列士亞”机器制造厂所制造的。1932年，玻璃研究院实验工厂和СКДО工厂已掌握了铁路運輸自动閉塞装置用的透鏡的生产。从这时起，苏联就摆脱了这类極重要的玻璃制品的进口情况。

同年，在莫斯科电灯泡制造厂里，工人發明家С.И.柯罗列夫所發明的玻璃管和芯柱的引上机投入了工業生产。这个方法完全保証了苏联电灯工業和無綫电灯工業对玻璃管、芯柱和毛細管的需要。1933年，以最新技术設備装备成的、用机器制造平板玻璃的戈麦尔玻璃厂开工了。

1934年標誌着新的技术成就——高尔基机械化平板玻璃工厂和奥尔忠尼啓則城的机器制造玻璃罐头的新工厂都开工了。1937年，戈麦尔玻璃厂和“無产者”工厂掌握了制造磨光鏡玻璃的輸送装置，并將其投入生产。

在建造新工厂的同时，改建了旧有的工厂。新創建了光学玻璃和技术玻璃工業。

在社会主义經營的三十二年内，玻璃工業以其高度的生产技艺和机械化的規模而上昇到我国国民經济中的重要地位。在很多种制品方面苏联的玻璃工業都超过了外国的玻璃制造技术。十月革命后創立的研究院，其科学研究工作的广泛开展促进了新技术的發展。

И.И.基太戈罗茨基配制了并在生产中应用了無鉛成分的电灯泡玻璃；这种成分的玻璃由于轉为应用連續溶煉法和机器方法制造电灯泡而被广泛地采用着。

И.И.基太戈罗茨基还創立了薄層熔煉玻璃的学說，提出了鋁鎂石成分的玻璃和螺旋式連續送料入池窖法，从而大大提高了平板玻璃垂直引上机的生产能力。

苏联的玻璃工业成功地运用着苏联的平板玻璃無槽子磚引上的新法，当工厂采用此法时，并不需要將垂直引上机加以很大的改变。

具有很大的經濟、科学和国防意义的光学玻璃的生产已被成功地掌握了。从1927年起，苏联就停止由国外輸入光学玻璃。光学玻璃工厂享有着应得的光荣。苏联学者Д. С. 罗日傑斯特文斯基、И. В. 格列边希柯夫、Н. И. 卡恰洛夫、Г. Ю. 茹柯夫斯基、Д. Д. 馬克苏托夫、Г. Г. 斯柳薩列夫、В. К. 沃阿諾和其他等人的研究工作，全具有世界意义。

在苏联，工程师М. А. 巴巴查年、В. С. 米納祥和Ф. С. 恩捷里斯建造了世界上第一座机器制造平板玻璃的电熔爐，并使它投入了生产。

苏联的学者、工程师和斯达汉諾夫工作者們創始研究的各种問題，上面所提到的只是其中的一小部分，但已經很显明地表明了苏联玻璃工业蓬勃發展的情况。

玻璃工业中的斯达汉諾夫工作者推翻了旧的生产定額，按照新的方式組織了生产和劳动过程。早在1936年机器引上三毫米厚的玻璃原板的速度就已达55~58米/小时，而在某些个别情况下竟达65米/小时，可是旧的定額却是30~40米/小时。

苏联玻璃工业中的社会主义竞赛成为培养玻璃制造业中的优秀革新者和先进人物的方式。其中很多人，例如玻璃板快速引上的首倡者С. Ф. 卡拉謝夫同志和С. Д. 哈利托諾夫同志，高尔基玻璃厂的工作者和里加“薩尔坎达烏加瓦”玻璃厂的革新者П. П. 切列德尼欽柯同志和Ж. Ф. 朱伊馬契同志等等，在1948年荣获了斯大林獎金。在平板玻璃快速引上方面，苏联佔世界玻璃工业的首位。

П. П. 切列德尼欽柯、Ж. Ф. 朱伊馬契、С. Ф. 卡拉謝夫和其他等人，在垂直引上机上所达到的100~150米/小时的玻璃原板引上速度，乃是世界記錄。

在我国，以高速度地恢复了在偉大的衛国战争年代里为敌

人所破坏的玻璃工厂，并建造了许多新的工厂。

社会主义国民经济的日益增长的需求，无论是对玻璃制品的品种和质量，或是对组织大量生产玻璃制品方面，都提出了新而又新的高度要求。

发展玻璃科学并在生产上实现此项科学成就的科学工作者和生产工作者的前所未有的合作，乃是玻璃工业今后在技术进步的途径上继续获得成就的保证。

2. 玻璃及其结构的简述

在近25年内，科学家们提出了一系列关于玻璃结构的假说。在创立和探讨这些假说中，苏联的学者起着主导作用。A. A. 列别杰夫、И. В. 格列边希柯夫、A. И. 斯托札罗夫、O. K. 包特文金、П. П. 柯别科、Я. И. 弗连克利、E. A. 波拉伊-柯希茨、H. H. 瓦连柯夫和其他等人的研究工作，对于玻璃熔炼的理论 and 实践具有巨大的意义。

早在1921年，科学院院士 A. A. 列别杰夫首次发表了所谓晶子假说；那时他曾指出，可以把玻璃的结构看作是细粒的晶粒组成的普通熔合物。A. A. 列别杰夫把玻璃的结构看作是各种矽酸盐和氧化矽的微晶生成物的聚积，而此等生成物的性质则依玻璃的化学成分而定，这些微晶体可由一定的化合物形成，也可由固溶体形成。

与标准的晶格相比较，微晶体乃是变形的结构生成物，且或多或少鲜明地表现出相应的标准结晶结构的特点。显然微晶生成物中心部分具有最规则的结构；越靠近外围，晶格的变形程度就越大，各单个微晶体中间的区域是无定形性质的夹层。E. A. 波拉伊-柯希茨就把这类结构生成物叫做微晶子。

现在，国立光学研究院借助于X射线结构法、电子照相法及其他现代化的研究方法所进行的工作证明，晶子假说乃是关于玻璃结构的先进科学假说。A. A. 列别杰夫和同事们确定：根据成分，在玻璃中既有氧化物(SiO_2)的结构，也有化合物的结构；玻

璃也就是这类晶子的熔合物。例如，在关于鈉硼矽酸鹽玻璃 X 射綫分析結果的著述中，波拉伊-柯希茨作了如下的結論：“玻璃是一种晶体熔合物，这些晶体于熔煉玻璃时在熔融物中为微晶粒。”

院士 И. В. 格列边希柯夫是玻璃結構的化学假說的創立者。他認為，鈉鈣矽酸鹽玻璃主要是由二矽酸鈉、偏矽酸鈣和氧化矽按一定比例所組成。

玻璃成分中的主要氧化物，在其与氧化矽相熔合时就生成矽酸鹽，这类矽酸鹽的分子在大多数情况下都含有一个到兩個單位的 SiO_2 。游离的殘余氧化矽生成堅固的矽氧骨架，为各种矽酸鹽相互間的过冷溶液所充填。鑒于玻璃的粘度高，我們就有可能設想在玻璃中有着独特的十分堅固的結構，并且在構成此种結構中游离的氧化矽分子具有头等作用。在矽氧骨架的晶胞中有碱金属和碱土金屬的偏矽酸鹽和二矽酸鹽，以及它們相互間的化合物；在玻璃中有这种矽氧骨架存在就使得玻璃具有稳定性。

О. К. 包特文金推导出玻璃結構的聚集假說。他認為，在異常溫度間隔^①內玻璃的特性之一乃是其中同分子的聚集現象。

当液体的温度降低时，聚集体的数量就增加；一直到温度降低到 T_g 点时为止——即液态变为脆性的轉变点时为止。

現在札哈林阿先假說也为大家所知曉。

这一假說認為玻璃的結構乃是連續的網絡，离子、原子或原子羣位于網絡結点上。与規則的晶格不同，玻璃的晶格是不規則的。玻璃網絡結構的基础是單元晶胞，晶胞的重复就形成網絡，但是这种重复过程却不像結晶結構那样有規則。例如，石英玻璃的結構与結晶石英的結構一样，都是由許多矽氧四面体所構成。在構成結晶石英基础的晶格中，每一个矽氧四面体对于任何一个其他四面体的取向是有一定規律的。在石英玻璃的結構網絡中，各四面体的互相取向仅仅在最鄰近的矽氧四面体間有一定的規律。随着离开此四面体愈远，相互取向的規律性就逐漸遭到破

① 異常溫度間隔就是某一溫度間隔($T_f - T_g$)，在此間隔內玻璃的性質隨同溫度的变化而急剧地、躍進式地發生变化。

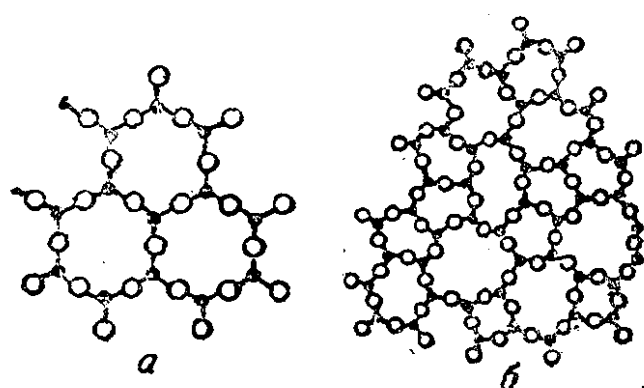


圖 120 物質的結晶結構 a 和物質的玻璃狀結構 b 的簡圖

坏，因而相离較远的四面体就任意地排列了。物質的結晶結構 a 和物質的玻璃狀結構 b 的簡圖如圖 120。

札哈林阿先否認玻璃中有一定成分的化合物分子的存在。

A. A. 列別傑夫的玻璃晶子結構假說較札哈林阿先的連續的變形網絡的玻璃結構假說具有更多的實驗根據。晶子假說的結論很能与玻璃态物質的物理化学分析資料相符。現在这个假說比其他的关于玻璃結構的假說能解釋更多的因素。

3. 工業玻璃及其成分

玻璃工艺分为玻璃液工艺和玻璃制品工艺。

玻璃液主要是按照化学成分而分类，即根据加入其成分中的玻璃形成物而定，例如有鈉鈣玻璃液、鉛鉀玻璃液、硼矽酸鹽玻璃液、磷酸鹽玻璃液和諸如此类。

玻璃制品按照各种标准进行分类：按照用途或使用情况分为窗玻璃、鏡板玻璃、玻璃器皿、瓶玻璃等等；按照样式和形狀分为实心玻璃和空心玻璃等等；最后，按照制造方法分为吹制玻璃、拉制玻璃、压制玻璃等等。

凡用来制造各种工業和日用玻璃制品的玻璃，就叫做工業玻璃。通常工業玻璃又分为通用玻璃和技术玻璃。最主要的通用玻璃包括有：窗玻璃，鏡板玻璃，夾絲玻璃，包裝容器玻璃（瓶玻璃，罐頭盒玻璃，化粧品盒玻璃、藥瓶玻璃），器皿玻璃，灯泡玻璃等。

技术玻璃有：光学玻璃，信号玻璃，照明工程玻璃，电灯泡和無綫电灯泡玻璃，實驗室用玻璃和許多其他特种用途的玻璃。

日用玻璃的化学成分

表 1

玻 璃 的 名 称	形成玻璃的氧化物 (以重量百分数计)					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O
手工制造的窗玻璃	71.0~75.0	0.5~2.5	0.4~0.5	9.0~15.0	—	11.0~14.0
机器制造的窗玻璃和镜板玻璃	71.5~72.5	1.5~2.0	0.3 以下	10.0~10.5	1.5~2.0	13.5~14.0
铸造的(机制的)镜板玻璃	72.5~73.0	0.3~0.5	0.02~0.1	13.0~14.5	0.1~0.2	12.0~13.5
夹丝玻璃(机制铸造的)	72.5~74.0	0.3~0.5	0.1~0.3	10.5~12.0	0.1~0.3	14.0~15.0
手工制造的白色和半白色瓶玻璃	70.0 以下	3.0~6.0	3.0~0.5	12.0~14.0	—	13.0 以下
机器制造的半白色瓶玻璃	67.0~68.0	3.0~3.5	0.5 以下	10.5~11.0	1.5~2.0	14.5~15.5
机器制造的暗色瓶玻璃	69.0~70.0	3.0~3.5	2.0~2.5	9.0~10.0	—	14.5~15.5
手工制造(吹制)的日用器皿玻璃	74.0~75.0	0.5~0.8	0.06以下	7.00以下	5.5~6.5	10.0~10.5
压制的日用器皿玻璃	74.0~76.0	0.5~0.8	0.1 以下	5.0~7.0	1.5~2.5	13.0~16.0
机器制造(压吹)的日用器皿玻璃	71.0~76.0	0.3~0.5	0.1 以下	4.5~7.5	2.0~2.5	10.5~15.5
手工制造(吹制)的灯玻璃	73.0~71.0	1.0~1.5	0.3~0.4	12.5~13.0	—	11.5~12.0

最主要的日用玻璃的化学成分列于表 1。

对于各种玻璃成分的要求，既根据玻璃的使用特点而定，也根据制造方法而定。

机器法制造玻璃时，玻璃液成分的恒定最为重要，因为玻璃液成分如有变动，对机器的操作和产品的质量有很坏的影响。例如，对机器制造的窗玻璃所提出的主要要求如下：在玻璃原板成型过程的时间内，玻璃液的粘度和玻璃液的硬化速度都必须与机器的操作制度相适应；玻璃在对机器通路所规定的温度下不应结晶。这一要求保证了产品质量良好和机器的高生产能力。

现在对用垂直引上机制造的窗玻璃来说，最好的成分乃是所谓铝镁成分：

SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Na_2O
71~72%	1~2%	8~9%	2.5~3.5%	14~15%

在这种成分中含有氧化铝和氧化镁，这是与以前所用成分的不同之点。

铝镁玻璃具有化学稳定性，在较低的温度下（950~970°）即行结晶，并且其特点是成型性能良好。

瓶玻璃和其他容器玻璃，按其用途应该特别能抗各种化学侵蚀作用。这种玻璃同样必须能很好地抵抗各种机械作用，因为在包装和运输时易受到撞碰，此外还要经受住气体的压力。所以，为增强这种玻璃的机械强度和耐化学侵蚀性。在其成分中加入大量氧化铝。

属于器皿玻璃的有大量日用玻璃制品：餐具和各种装饰与化粧品。器皿玻璃的用途极多，因而使它的成分变动范围极广。

器皿玻璃在成型为制品和以后加工的温度下不应结晶。器皿玻璃的制造包括很多作业，并且需要较长的时间。所以常常采用所谓“长玻璃”，因为温度降低时这种玻璃的粘度增加较慢。器皿玻璃制品必须精致美丽。器皿玻璃可以是无色的，也可以带有各种色彩。所以制造器皿玻璃须采用高质量的原料，并且使用脱色剂，使玻璃在熔炼过程中脱色。在窗玻璃和容器玻璃的成分中，

氧化鈣的含量可增達10%，有時可借減少氧化鈉的含量而增加得更多。在器皿玻璃中，氧化鈣的含量卻不超過6.5~7%；可是與瓶玻璃、窗玻璃相比，在器皿玻璃中含有更多氧化矽——達76%，因為氧化矽能提高玻璃的化學穩定性，並能生成更多的“長玻璃”。器皿制品的鈉鈣玻璃具有下列平均成分(%)：

SiO_2	CaO	Na_2O	总和
76	7	16	99

其餘百分之一為各種雜質，而首先是氧化鋁，它是由於耐火材料溶於玻璃液中而雜入玻璃內的。

迄今為止，曾廣泛採用鈉鈣玻璃來製造大部分日用器皿制品。但是，由於斯達漢諾夫運動的發展，這種成分的玻璃已因硬化過慢，以致降低勞動生產率而成為不合理的成分了。

鋁鎂玻璃具有優良性質，故現在仍被採用。

當用氧化鉀代替氧化鈉時，器皿玻璃所呈現的色彩更為純淨。所以製造較貴重的器皿制品時，採用鉀碱代替蘇打。

為使器皿玻璃具有光澤和光彩(световая игра)，在其成分中加入能顯著提高其折射率的氧化物，例如氧化鉛和氧化鋇，通常當加入這些氧化物時，相應地減少氧化鈣。在玻璃中用 PbO 代替部分的 CaO 與用 K_2O 代替部分的 Na_2O ，則可制得所謂的“半水晶”，它不同於普通玻璃之點在於有較亮的光澤和光彩，用它來製造質量較高的器皿。

鉛鉀玻璃稱為“水晶玻璃”。用它來製造高質量器皿、化粧用具以及光學透鏡。

用於各種技術目的和特种目的的玻璃，與“通用”玻璃不同，它具有一系列的特种性質。對於這類玻璃的質量要求特別高。這類玻璃的應用範圍逐年地擴大。

目 录

第三篇 玻 璃

緒論	7
1. 历史概要	7
2. 玻璃及其結構的簡述	12
3. 工業玻璃及其成分	14
第一章 玻璃的最主要性質	
玻璃性質的互加性	18
密度和机械性質	19
1. 比重和比容	20
2. 抗張強度	21
3. 耐壓強度	22
4. 彈性	22
玻璃的熱學性質	23
1. 熱容量	23
2. 導熱性	24
3. 熱膨脹	25
4. 溫度急變抵抗性	27
第二章 原料及其在玻璃製造中的作用	
形成玻璃的主要物料	29
氧化矽	29
氧化硼	31
氧化鈉	33
氧化鉀	36
氧化鉛	37
氧化鋅	38

氧化鋇	39
代用劑	39
碎玻璃	39
着色劑	40
乳濁劑	44
脫色劑	44
澄清劑	45
第三章 原料的準備和貯存	
1. 選砂	48
2. 原料的干燥	54
3. 原料的粉碎	55
4. 原料的篩析	56
5. 碎玻璃的製備	56
6. 原料的貯存	57
第四章 玻璃配合料的配制	
1. 配合料成分的計算	59
2. 原料的稱量	64
3. 配合料中各原料的混合	65
4. 配合料的制塊	70
5. 配合料質量的檢查	71
第五章 玻璃熔窯	
1. 坩堝窯	73
2. 池窯	76
3. 玻璃熔窯的耐火材料和檢修	80
第六章 玻璃的熔煉	
1. 玻璃熔煉原理	82
2. 玻璃熔煉工藝	86
第七章 玻璃制品的退火	
1. 玻璃退火窯	97
2. 玻璃制品退火檢驗	104

81.5
164
2:1

中等专业学校教学用书

普通矽酸盐工艺学

(下 册)

前重工业出版社翻译组 译

建筑工程出版社出版