

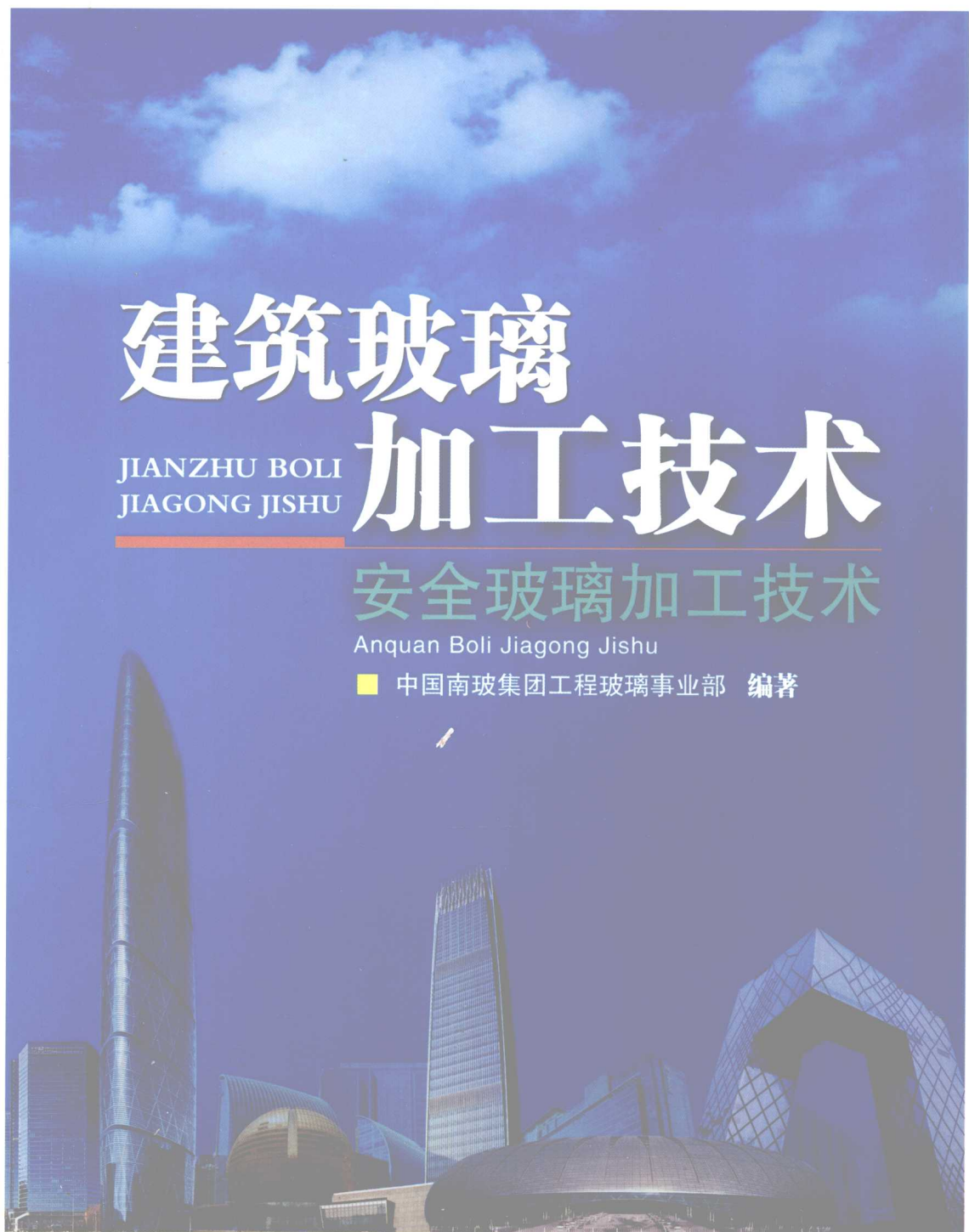
建筑玻璃 加工技术

JIANZHU BOLI
JIAGONG JISHU

安全玻璃加工技术

Anquan Boli Jiagong Jishu

■ 中国南玻集团工程玻璃事业部 编著



华南理工大学出版社




建筑玻璃 加工技术

JIANZHU BOLI
JIAGONG JISHU

安全玻璃加工技术

Anquan Boli Jiagong Jishu

■ 中国南玻集团工程玻璃事业部 编著



常州大学图书馆
藏书章

华南理工大学出版社

· 广州 ·

图书在版编目(CIP)数据

安全玻璃加工技术/中国南玻集团工程玻璃事业部编著. —广州: 华南理工大学出版社, 2010. 3

(建筑玻璃加工技术)

ISBN 978-7-5623-2966-4

I. 安… II. 中… III. 建筑玻璃-加工-安全技术 IV. TQ171.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 232462 号

总发行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼 邮编 510640)

营销部电话: 020-87113487 87110964 87111048 (传真)

E-mail: scutc13@scut.edu.cn http: //www. [scutpress.com.cn](http://www.scutpress.com.cn)

策划编辑: 乔丽 吴翠微

责任编辑: 王建洲

印刷者: 惠州市海天印刷有限公司

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 67 字数: 1673 千

版次: 2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

定价: 128.00 元 (全 4 册)

版权所有 盗版必究

序

中国南玻集团股份有限公司经过 25 年的不懈努力，从 50 万美元创业开始，发展成为迄今资产过百亿、产品涵盖绿色可再生能源和节能环保产品的大型企业集团。其核心产业——玻璃深加工产业由一条钢化炉和一条镀膜线，发展到今天拥有 10 多条大型磁控溅射连续镀膜生产线及与之相配套的钢化、中空等深加工生产线。产品方面，由刚起步时提供简单钢化片和热反射镀膜单片，到现在提供单银、双银和三银低辐射中空系列产品。产品不断升级，产能不断扩大，广泛应用到国内外大型建设项目和民用建筑。

这些都是与南玻集团广大工程技术人员的艰苦努力和技术创新分不开的，为此，我们组织南玻集团工程玻璃事业部的专业技术人员编写了“建筑玻璃加工技术系列书”。本系列书总结了南玻集团工程玻璃事业部 20 多年来积累的玻璃深加工技术和经验，按照玻璃深加工工艺及专业分为《玻璃镀膜工艺技术》、《玻璃镀膜真空技术》、《安全玻璃加工技术》、《中空玻璃加工设备与技术》、《玻璃设备电气控制》等。内容涵盖有关建筑玻璃深加工方面的生产设备原理和生产工序工艺技术知识，其宗旨是希望能对建筑玻璃深加工从业人员专业技术水平的提高有所帮助，为国家的建筑节能事业作出更大的贡献。

本系列书的出版，也将给南玻集团的玻璃深加工从业人员提供很好的学习培训教材。借此系列书出版之际，谨向南玻集团参加编写此系列书的同事们表示深切的谢意。

吴国斌

2009 年 7 月

前 言

随着国民经济的发展，建筑安全玻璃在建筑物上的应用越来越多，各种安全玻璃的生产工艺、生产设备推陈出新。目前，国内尚没有系统的安全玻璃生产技术方面的书籍能够满足安全玻璃生产企业和技术人员的使用要求。中国南玻集团工程玻璃事业部组织技术人员编写了这本《安全玻璃加工技术》，作为南玻集团技术人员的培训教材，也可供相关行业的科研人员参考。

本书介绍了安全玻璃生产的工艺理论、生产技术、生产设备、应用技术等内容。本书分成三个部分：玻璃钢化工艺、建筑玻璃夹层工艺、建筑彩釉玻璃工艺。其中，玻璃钢化工艺部分由白振中编写，建筑玻璃夹层工艺部分由张会文编写，建筑彩釉玻璃工艺部分由李文胜编写。

在本书编写过程中，得到了相关设备厂家、原材料生产厂家的大力支持，他们为本书的编写提供了许多技术资料，在此向他们表示衷心感谢！

由于编者技术水平所限，书中难免存在不妥和疏漏之处，欢迎读者批评指正。

编 者

2009年7月

《建筑玻璃加工技术》

编 委 会

顾 问 吴国斌

主 任 江少华

编 委 陈可明 白振中 陈海峰 左养利 梁 忠

执行编委 李文胜 叶光岱

《玻璃镀膜工艺技术》

主 编 陈可明

参 编 (按姓氏笔画排序)

许武毅 黄达权 黄成德 崔平生 曾小绵

《玻璃镀膜真空技术》

主 编 陈海峰

参 编 余洪书

《安全玻璃加工技术》

主 编 白振中

参 编 (按姓氏笔画排序)

李文胜 张会文

《中空玻璃加工设备与技术》

主 编 左养利

参 编 (按姓氏笔画排序)

王 健 莫际朗 魏华金

《玻璃设备电气控制》

主 编 梁 忠

参 编 (按姓氏笔画排序)

李元生 张学强 张文东 韩全寿

集团简介

中国南玻集团股份有限公司成立于1984年，为中外合资企业。1992年2月，公司A、B股同时在深交所上市，成为中国最早的上市公司之一。经过25年的发展，集团目前拥有下属企业33家，总资产100余亿元，员工近万人，是中国玻璃行业最具竞争力和影响力的大型企业。

南玻集团主营业务为：玻璃原材料（石英砂）开采、高档浮法玻璃原片、工程及建筑玻璃、精细玻璃、光伏科技绿色能源产品（高纯硅材料、太阳能超白玻璃、晶体硅太阳能电池、薄膜太阳能电池及其组件）等产品的研制、开发、生产经营及设备技术的咨询和服务，以及投资控股、兴办实业等。

从优质砂矿基地和现代化的浮法玻璃生产基地，到先进的工程玻璃制造基地，南玻集团拥有从硅砂—玻璃原片—玻璃深加工完整的传统玻璃产业链；集团同时在东莞麻涌建立了以太阳能超白玻璃、太阳能电池为主要产品的绿色能源产业园；在湖北宜昌建立了高纯多晶硅生产基地，形成了从多晶硅—硅片—电池片—太阳能电池的太阳能产业链。

南玻集团在国内建有完整的产销网络体系，并在中国香港、澳大利亚、中东等地设有子公司，产品远销美国、日本等多个国家，是国内玻璃行业中产品门类最全、技术含量最高、品牌最响并完成了全国性产业布局的龙头企业，也是中国最大的工程及建筑玻璃供应商。

工程玻璃事业部

工程玻璃是南玻集团最重要的品牌支柱产业之一。工程玻璃事业部总部位于深圳蛇口，在深圳、东莞、天津、成都、吴江等地设有大型生产基地，在国内近50个大中型城市布有销售网点，在中国香港、澳大利亚、中东等地设有子公司，在日本、美国、俄罗斯设有销售办事机构，产品远销世界各地。

南玻集团工程玻璃产品涵盖全部种类的建筑玻璃，产品包括：低辐射镀膜玻璃（Low-E玻璃）、热反射镀膜玻璃、中空玻璃、夹层玻璃、图案夹层玻璃、彩釉玻璃、热弯玻璃、钢化玻璃、弯钢化玻璃、防火玻璃及由上述玻璃构成的各种复合玻璃产品。

目 录

第一部分 玻璃钢化工艺

第一章 玻璃的结构与组成	1
第一节 玻璃的结构.....	1
第二节 玻璃结构中阳离子的分类和各种氧化物在玻璃中的作用.....	9
第三节 玻璃的热历史	12
第四节 玻璃成分、结构、性能之间的关系	14
第五节 玻璃的成分	14
第六节 平板玻璃生产工艺	15
第二章 玻璃的性质	18
第一节 玻璃的黏度	18
第二节 玻璃的表面张力	22
第三节 玻璃的表面性质	24
第四节 玻璃的密度	26
第五节 玻璃的力学性质	28
第六节 玻璃的热学性能	32
第七节 玻璃的光学性能	35
第八节 玻璃的电学性质	38
第九节 玻璃的化学稳定性	40
第三章 玻璃钢化原理	43
第一节 玻璃的应力	43
第二节 玻璃的退火	47
第三节 玻璃的钢化原理	50
第四章 玻璃钢化工艺	56
第一节 各种玻璃钢化技术	56
第二节 钢化玻璃的性能	57
第三节 玻璃的钢化工艺	58
第四节 玻璃钢化工艺参数的确定原则和使用范围	68
第五节 钢化工艺对玻璃原片的要求	71
第六节 钢化玻璃缺陷的解决方法	74

第五章 玻璃钢化设备	81
第一节 玻璃平钢化设备	81
第二节 玻璃连续平钢化设备	107
第三节 玻璃弯钢化设备	112
第六章 玻璃钢化设备的维护	117
第一节 Tamglass 双室炉平钢化设备的维护	117
第二节 北玻弯钢化设备的维护	139
第三节 兰迪钢化设备的维护与保养	150
第七章 钢化玻璃的自爆及热浸处理	154
第一节 钢化玻璃自爆的原因	154
第二节 钢化玻璃自爆的解决方法	157
第三节 钢化玻璃的热浸工艺	158
第四节 钢化玻璃热浸设备	161
第八章 玻璃化学钢化工艺	163
第一节 玻璃化学钢化的机理	163
第二节 离子交换的方法	163
第三节 离子交换的工艺因素	165
第四节 化学钢化玻璃的性能	171
第五节 化学钢化玻璃的生产设备	171
第六节 化学钢化玻璃的检测标准	173
第九章 钢化玻璃的检测手段和检验标准	174
第一节 钢化玻璃的性能测试方法	174
第二节 建筑用钢化玻璃的国家标准	180
第三节 建筑用钢化玻璃的强制认证措施	182
第四节 玻璃的应力检测	183

第二部分 建筑玻璃夹层工艺

第十章 夹层玻璃	189
第十一章 夹层玻璃材料	193
第一节 玻璃	193
第二节 PVB 胶片	193
第十二章 夹层玻璃的生产过程及工艺	200
第一节 PVB 胶片的准备	200

第二节	在玻璃上铺设 PVB 胶片	200
第三节	合片房的条件	202
第四节	辊压除气和黏结	203
第五节	真空除气	206
第六节	夹层玻璃在高压釜内处理	207
第十三章	夹层玻璃产品的缺陷及处理方法	211
第一节	外观缺陷的表现及处理	211
第二节	夹层玻璃性能缺陷现象及处理	216
第十四章	夹层玻璃性能的测试及标准	220
第十五章	夹层生产设备的操作及保养	225
第一节	生产岗位操作要求	225
第二节	管理规程和作业指导书	229

第三部分 建筑彩釉玻璃工艺

第十六章	概述	236
第十七章	釉料	243
第一节	釉料的成分	243
第二节	釉料的配制	245
第三节	釉料的技术性能和颜色	247
第十八章	釉料的配色	250
第一节	颜色的混合	250
第二节	颜色的三属性	254
第三节	彩釉的配色	255
第十九章	印刷网版的准备	262
第一节	制版的主要材料	262
第二节	彩釉玻璃制版工艺	270
第二十章	彩釉玻璃生产工艺和检验标准	285
第一节	生产准备	285
第二节	施釉	293
第三节	烘干和清洁	303
第四节	釉料的烧结	304

第五节 彩釉玻璃常见问题及应对	307
第六节 彩釉玻璃的检验标准	309

附 录

附录 I JC/T 977—2005 化学钢化玻璃	310
附录 II GB 15763.2—2005 建筑用安全玻璃 第 2 部分：钢化玻璃	323
附录 III GB/T 18144—2000 玻璃应力测试方法	334
附录 IV GB 15763.3—2009 建筑用安全玻璃 第 3 部分：夹层玻璃	339
附录 V 彩釉玻璃检验标准	362
参考文献	373

第一部分 玻璃钢化工艺

第一章 玻璃的结构与组成

玻璃是一种具有许多优良特性的材料，随着科学技术的发展，逐步从日用材料进入重要的工程材料领域。平板玻璃具有透光、隔音、隔热、耐候性好等优良性能，能够用多种成形方法和加工方法制成各种形状、大小和不同特性的玻璃制品。平板玻璃及其后加工制品广泛用于建筑物及车辆、船舶、飞机等运输工具，在国民经济中起着重要的作用。

不同组成的玻璃制品有着明显不同的性质，除了日用玻璃外，还有各种具有特殊性能的玻璃品种，如激光玻璃、变色玻璃、电子玻璃等。

第一节 玻璃的结构

玻璃的物理、化学性质不仅取决于其化学成分，而且与其微观结构有着密切的关系。只有认识了玻璃的微观结构，掌握了玻璃成分、微观结构、性能三者之间的内在联系，才有可能通过改变其化学成分、热历史，或利用某些物理的、化学的处理方法，制成符合预期物理、化学性能的玻璃材料或制品。

一、玻璃的特征和转变

1. 玻璃的特征

物质在宏观性质上的表现，实质上是其微观结构的反映。自然界中，物质存在着三种聚集状态，即气态、液态和固态。固体物质存在着晶态和非晶态（无定形态）两种状态。所谓非晶态，是指以不同方法获得的以结构无序为主要特征的固体物质状态。

玻璃态属于无定形态，其力学性质类似于固体，是具有一定透明度的脆性材料，破碎时往往有贝壳状断面。但从微观结构看，玻璃态物质中的质点呈近程有序、远程无序，因而又有些像液体。从状态的角度理解，玻璃是一种介于固体和液体之间的聚集状态。

按照《硅酸盐词典》的定义，玻璃是由熔融物而得的非晶态固体，因此玻璃的定义也可理解为：玻璃是熔融、冷却、固化的非结晶（在特定条件下也可能成为晶态）的无机物，是过冷的液体。现代科学技术的发展已使玻璃的含义有了更大的扩展。玻璃具有如下四个基本特征。

(1) 各向同性

玻璃体的任何方向都具有相同性质。就是说，玻璃态物质各个方向的硬度、弹性模量、热膨胀系数、导热系数、电导率、折射率等都是相同的。实际上，玻璃的各向同性是

统计均质结构的外在表现,表明物质内部质点的随机分布和宏观的均匀状态,这点与液体类似。

必须指出,当玻璃中存在内应力时,结构均匀性就遭到破坏,玻璃就显示出各向异性,如出现明显的光程差。

(2) 介稳性

玻璃处于介稳状态,是因为玻璃是由熔体急剧冷却而得。由于在冷却过程中黏度急剧增大,质点来不及形成晶体的有规则排列,系统的内能不是处于最低值,而是处于介稳状态(热力学因素)。

尽管玻璃处于较高能量状态,但由于常温下黏度很大,转变成晶体的速率极小,因而实际上不能自发地转化为晶体(动力学因素)。只有在一定的外界条件下,即必须克服物质由玻璃态转化为晶态的势垒,才能使玻璃析晶。因此,从热力学的观点看,玻璃态是不稳定的;但从动力学的观点看,它又是稳定的。因为它具有从自发放热转化为内能较低的晶体的倾向,但在常温下,转变为晶体的概率很小,所以说玻璃处于介稳状态。

(3) 固态和熔融态间转化的渐变性和可逆性

玻璃态物质由熔体转变为固体是在一定温度区间(转化温度范围)进行的,性质变化过程是连续和可逆的,它与结晶态物质不同,没有固定的熔点。

当物质由熔体向固体转化时,如果是结晶过程,在系统中必有新相生成,并且在结晶温度时,许多性质发生突变。但是,当熔体向固态玻璃转化时,随着温度的逐渐降低,熔体的黏度逐渐增大,最后形成固态玻璃。此凝固过程是在较宽温度范围内完成的,始终没有新的晶体生成。从熔体向固态玻璃过渡的温度范围取决于玻璃的化学组成,一般波动在几十到几百摄氏度内。因此,玻璃没有固定的熔点,而只有一个软化温度范围。在此范围内,玻璃由黏性体经黏塑性体、黏弹性体逐渐转变成为弹性体。这种性质的渐变过程正是玻璃具有良好加工性能的基础。

(4) 性质随成分变化的连续性和渐变性

在玻璃形成过程中,玻璃的性质随成分发生连续、逐渐的变化。例如,在 $R_2O - SiO_2$ 系统中,玻璃的弹性模量随 Na_2O 或 K_2O 含量的上升而下降,随 Li_2O 含量的上升而上升。

由于性质随成分变化的连续性,因此在大部分情况下,玻璃的一些物理性质是玻璃中所含各氧化物成分的部分性质之和,可以利用玻璃性质的加和性计算已知成分玻璃的性质。

任何物质只要具有以上四个基本特征,不论它们的化学组成如何,都可以称之为玻璃。

2. 玻璃的转变

玻璃体可以看作是介于液体与晶体间的特殊状态。玻璃从熔融态冷凝转变成固态的过程中,结构不断重新组合和调整,具有链状或三维空间结构的原子团相互间进一步聚合,即玻璃内部有序区域同组成的熔体内有进一步的扩展。这个转变过程和液态与晶态相变过程有本质上的区别,它反映了玻璃内部结构的变化。

任何熔体转变为固态玻璃都是带有动力学条件的。熔体冷却速率越快,冷却后固态玻璃的结构越接近高温时熔体的结构。同组成的玻璃可能由于成形条件的不同而具有不同的结构和性质。淬火玻璃的结构较退火玻璃更接近于熔体的结构,差别的大小主要取决于冷

却速度。

值得注意的是，在转变温度区域内的某一温度下，玻璃熔体有对应于该温度的平衡结构。温度越低，玻璃的黏度越大，达到平衡结构的速度越慢，需要的时间也越长（即松弛时间）。接近平衡结构的过程也是玻璃稳定化的过程。因而在一定意义上，固态玻璃的物理性质是相对的，并不是一个常数。例如，玻璃的密度、折射率、电阻等性质，是随着冷却速度的增加而降低的，这是由于固态玻璃从熔体冷却至某一温度，需要一定时间才能达到该温度下的均衡所致。工业生产中，可以利用这一点来调整玻璃的性质。

二、玻璃的结构学说

人们对玻璃结构的认识，是一个实践、认识、再实践、再认识，并不断深化的过程。多年来，人们曾提出过各种有关玻璃结构的假说，但由于涉及的问题比较复杂，到目前为止还没有完全一致的结论。

“玻璃结构”是指离子或原子在空间的几何配置以及它们在玻璃中形成的结构形成体。最早试图解释玻璃本质的是塔曼（G. Tamman）的过冷液体假说，认为玻璃是过冷液体，玻璃从熔体凝固为固体的过程仅是一个物理过程，即随着温度的降低，组成玻璃的分子因动能减小而逐渐接近，同时相互作用力也逐渐增加使黏度上升，最后形成堆积紧密、无规则的固体物质。实际上玻璃的形成过程要比单纯分子间距的改变复杂得多。随后有许多人做了大量工作，最有影响的近代玻璃结构的假说有晶子学说、无规则网络学说、凝胶学说、五角形对称学说、高分子学说等。其中，最能解释玻璃性质的是晶子学说和无规则网络学说。

1. 晶子学说

列别捷夫（А. А. Лебедев）于1921年在研究光学玻璃退火中发现，在玻璃折射率随温度变化的曲线上，于520℃附近出现突变（见图1-1），难以单纯用玻璃内部存在应力来解释，他把这一现象解释为玻璃中的石英“微晶”发生晶形转变所致。他认为玻璃是由无数“晶子”所组成，晶子是具有晶格变形的有序排列区域，分散在无定形介质中，从晶子部分到无定形部分是逐步过渡的，两者之间并无明显界线。兰德尔（Randell）于1930年提出玻璃由微晶与无定形物质两部分组成，微晶具有规则的原子排列并与无定形物质间有明显的界限，微晶尺寸为1.0~1.5 nm，质量分数为80%以下，微晶取向无序。

根据晶子学说，在500℃以下，玻璃折射率的变化只与温度有关；而在520~590℃范围内折射率的突变则是由于结构的变化，假定玻璃中存在微晶石英结构，因而在上述温度范围内发生了多晶转变现象。

在较低温度范围内，测定玻璃折射率时也发现若干突变。将SiO₂质量分数高于70%的Na₂O-SiO₂与K₂O-SiO₂系统的玻璃，在50~300℃范围内加热并测定折射率时，观察到在85~120℃、145~165℃和180~210℃范围内折射率有明显的变化。这些温度恰巧与磷石英及方石英的多晶转变温度相符合。值得指出的是，折射率变化的幅度与玻璃中二氧化硅的含量有关。根据这些实验数据，可以进一步认为玻璃中含有多种晶子。

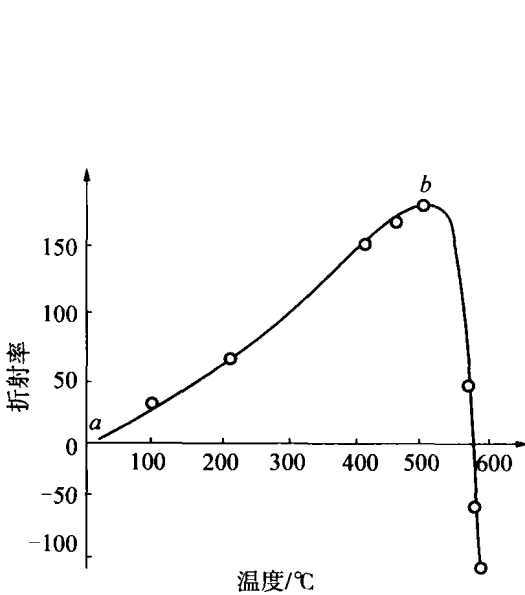
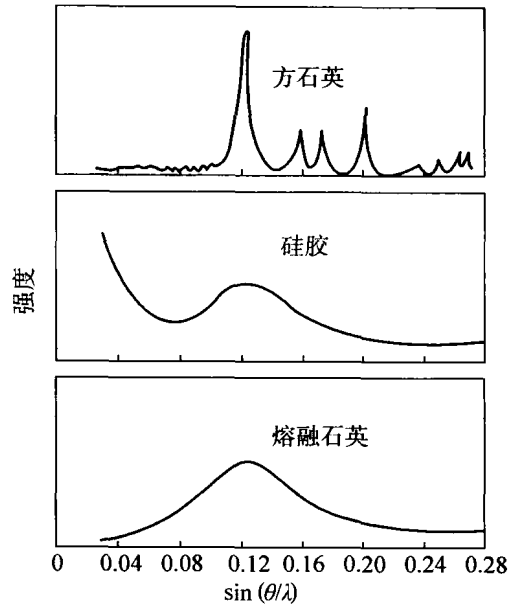


图 1-1 玻璃折射率随温度变化的曲线

图 1-2 方石英、硅胶、熔融石英
X 射线衍射图

晶子学说为 X 射线衍射结构分析数据所证实，玻璃的 X 射线衍射图一般有宽广的（或弥散的）衍射峰，与相应晶体强烈尖锐的衍射峰有明显不同，但二者峰值所处的位置基本是相同的（见图 1-2）。另外，实验证明，把晶体磨成细粉，颗粒度小于 $0.1 \mu\text{m}$ 时，其 X 射线衍射图也发生一种宽广的（或弥散的）衍射峰，与玻璃类似，而且颗粒度愈小，衍射图的峰值宽度愈大。这些都是玻璃中存在“晶子”的佐证。

玻璃的晶子学说揭示了玻璃中存在有规则排列区域，换句话说，在玻璃结构中有一定的有序区域，这构成了这个学说的合理部分。这对于玻璃的分相、晶化等本质的理解有重要价值，但初期的晶子学说机械地把这些有序区域当作微小晶体，并未指出相互之间的联系，因而对玻璃结构的理解是初级的和不完善的。

在长期的发展过程中，该学说将晶子的看法逐渐深化，目前倾向于认为晶子不同于具有正常晶格的微小晶体，而是晶格极度变形的比较有规则排列的区域。在多组分玻璃中，晶子的化学组成也可不同。晶子相互间由中间过渡层所隔离，距晶子愈远，不规则程度也愈显著。总的来说，晶子学说强调了玻璃结构的近程有序性、不均匀性和不连续性。晶子学说可以解释玻璃一些性质变化的规律。

2. 无规则网络学说

查哈里阿森（W. M. Zachariasen）于 1932 年提出了无规则网络学说。他借助于哥希密特（Goldschmidt）的离子结晶化学的一些原理，并参照玻璃的某些性能（如硬度、热传导、电绝缘性等）与相应晶体的相似性而提出来的。他描述了离子-共价键的化合物，如熔石英、硅酸盐和硼酸盐玻璃的结构。指出玻璃的近程有序与晶体相似，即形成阴离子多面体（三角体和四面体），多面体间顶角相连形成三度空间连续的网络，但其排列是拓扑无序的。

无规则网络学说提出氧化物 A_mO_n 能形成玻璃应具备以下条件:

- ①氧离子最多同 2 个阳离子 A 相结合;
- ②围绕阳离子 A 的氧离子数不应过多 (一般为 3 或 4 个);
- ③网络中这些氧多面体以顶角相连, 不能以多面体的边或面相连;
- ④每个多面体中至少有 3 个氧离子与相邻的多面体相连形成三度空间发展的无规则连续网络。

根据上述条件, B_2O_3 、 SiO_2 、 GeO_2 、 P_2O_5 、 V_2O_5 、 Ta_2O_5 、 As_2O_5 、 Sb_2O_5 等能形成玻璃, 由它们所组成的多面体成为网络的结构单元, 而 R_2O 和 RO 未能满足上述条件, 只能作为网络外体, 处在网络之外, 填充在网络的空隙之中。

对于熔融石英玻璃, 该学说提出熔融石英玻璃的基本结构单元像石英晶体一样也是硅氧四面体, 玻璃被看作是由硅氧四面体为结构单元的三度空间网络所组成的, 但其排列无序, 缺乏对称性和周期性的重复。当熔融石英玻璃中加入碱金属或碱土金属氧化物时, 硅氧网络断裂, 碱金属或碱土金属离子均匀而无序地分布于某些硅氧四面体的空隙中, 以维持网络中局部的电中性 (见图 1-3)。对硼酸盐玻璃与磷酸盐也作了类似的描述。把简单的 B_2O_3 和 P_2O_5 玻璃看成是分别由硼氧三角体 $[BO_3]$ 和磷氧四面体 $[PO_4]$ 连接的无序二度空间网络。图 1-3 是无规则网络学说的玻璃结构模型示意图。

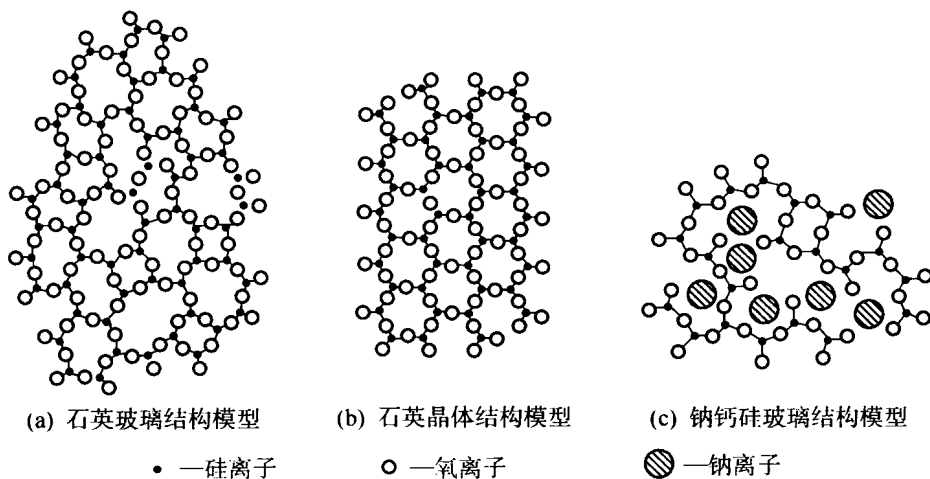


图 1-3 无规则网络学说的玻璃结构模型示意图

后来, 瓦伦 (B. E. Warren) 等人的 X 射线衍射结果证实无规则网络学说的基本观点。随后, 笛采尔 (Dietzel)、孙观汉和阿本等人又从结构化学的观点, 根据各种氧化物在形成玻璃结构网络中所起作用的不同, 进一步区分为玻璃网络形成体、网络外体 (或称为网络调整体) 和中间体氧化物。

无规则网络学说着重说明了玻璃结构的连续性、统计均匀性与无序性, 可以解释玻璃的各向同性、内部性质均匀性和随成分改变时玻璃性质变化的连续性等。因此, 这个学说获得较为广泛的应用, 流传较广。