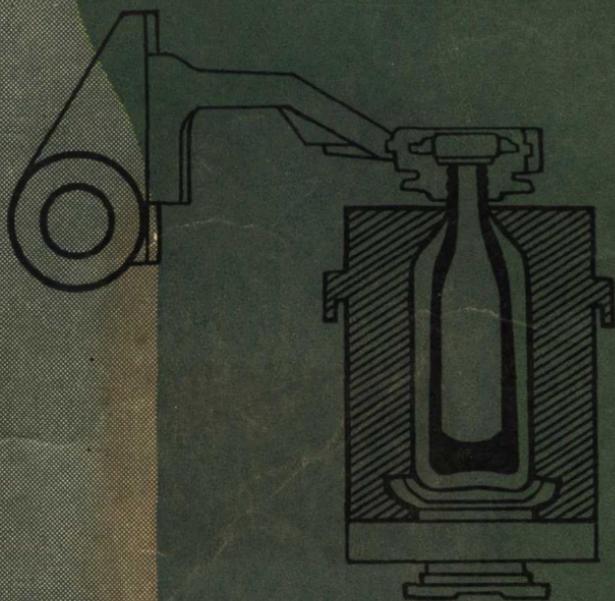


# 玻璃生产技术



梁德海、陈茂雄 编译  
张 维 翰 校

# 玻璃生产技术

梁德海 陈茂雄 编译

张维翰 校

轻工业出版社

## 内 容 简 介

本书介绍了国外七十年代瓶罐玻璃厂的全部生产技术。全书十五章，分章介绍了玻璃池窑、供料道、制瓶机等主要设备以及测控仪表、质量管理、设备维修、附属设施、玻璃瓶罐轻量化等问题。本书开头，还比较全面地叙述了玻璃的性质、种类和所用的原料。

书中取材面广，且以叙述国外先进技术及所用现代设备和科学的管理方法为主，因而可作为培训瓶罐玻璃厂职工的技术教材；当然，也可供全国玻璃行业中的广大技术人员、工人和有关大专院校中的师生参考。

### 玻 璃 生 产 技 术

梁德海 陈茂雄 编译

张维翰 校

\*

轻工业出版社出版

(北京阜成路8号)

国防科委印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

\*

787×1092毫米1/32印张，12 24/32插页，2 字数，278千字

1982年5月 第一版第一次印刷

印数：1-8,000 定价：1.50元

统一书号：15042·1642

## 前 言

建国以来，我国玻璃工业有了很大发展，但目前全国玻璃生产技术水平与先进国家相比，还存在一定的差距。为便于了解和掌握国外水平，适应我国玻璃工业现代化的需要，我们特合力编译了这本书。

本书是以日本东洋玻璃公司技术部1977年编写的“研修ハンドブック”(职工钻研生产技术用手册)为基础，并参考国内外有关文献编译而成的。书中着重叙述了七十年代先进国家瓶罐玻璃厂生产技术，以供技术人员和管理人员参考。本书也适于当作培训职工的技术教材。

本书的编译是在轻工业部设计院金效先副总工程师指导下进行的，并由张维翰同志校核了全书。在编译过程中，轻工业设计院宋企成同志，太原玻璃瓶厂刘维钧和翟胜利同志，曾给予大力帮助。在此，一并表示感谢。

编译者

于1980年8月

## 概 述

玻璃的制造方法，最初是由人们在生产实践中经过不断摸索而形成的。随着社会的发展和科学技术的进步，制造玻璃的客观规律逐渐为人们所了解和掌握，并逐步有了提高。

十九世纪中叶，发生炉煤气和蓄热室式池窑开始应用于玻璃的熔制；随后，机械生产法也应用于玻璃的成形和加工；化学工业提供了纯碱，以及优质耐火材料，如熔融石英、电熔莫来石和电熔锆刚玉等耐火砖。所有这些，都对玻璃工业的发展起了巨大的促进作用。

作为玻璃主要产品之一的瓶罐，是人们所熟悉的、喜用的包装容器。近年来，随着工业技术的发展，制造出塑料、复合材料、专用包装纸、马口铁、铝箔等多种新型包装材料。玻璃这种包装材料就处于同其它包装材料的剧烈竞争之中。由于玻璃瓶罐具有透明度，化学稳定性好，价格便宜，外形美观，生产工艺简单，能够多次回收使用等等优点，所以尽管遇到其它包装材料的竞争，玻璃瓶罐仍具有其它包装材料不能代替的特点。因此，玻璃瓶罐是一种有发展前途的优良的包装材料。

随着瓶罐玻璃工业的发展，目前瓶罐玻璃的生产技术已达到相当高的水平。在原料方面，采用先进科学技术对石英砂进行精加工，使原料达到标准化，有利于保证玻璃的质量。在熔制方面，窑炉结构和熔化技术有了很大的改进和提高，

使用高热值燃料，选用优质耐火材料，采用搅拌技术、电助熔和窑体保温等措施，使窑炉的热效率不断提高，炉龄得到延长，同时窑炉也在向大型和高温熔化方面发展。在成形方面，行列式制瓶机已发展到8组、10组，采用双滴料和三滴料进行成形。在瓶罐高速生产的情况下，检验和包装也已实现了自动化。为了克服玻璃瓶的壁厚、重量大，以及易于碰坏等缺点，一些国家正在向薄壁轻量瓶发展。

近二、三十年来，由于人们对玻璃的结构和性质的认识越来越深入，不仅研究出各种玻璃的制造方法，而且也研制出许多新型瓶罐玻璃，从而使瓶罐玻璃工业得到进一步发展。

为适应今后瓶罐玻璃工业发展的需要，以及使读者多掌握一些玻璃制品生产的知识，在本书第一、二章中，对玻璃的性质和种类，以及制造玻璃的各种原料作了比较全面的介绍。其它各章分别详细介绍了玻璃池窑、供料道、制瓶机等主要设备以及测控仪表、质量管理、设备维修、附属设施以及玻璃瓶罐轻量化等问题。因为本书取材以瓶罐玻璃厂的全部生产技术为主，不言而喻，从事瓶罐生产的技术人员、工人和管理人员都可从中学到许多专业生产知识。当然，全国中等以上的瓶罐玻璃厂用作为培训全厂职工的专业技术教材，也是合适的。但本书分章论述的面较广，而且以国外瓶罐玻璃厂的所用全部先进设备为主，如何结合国内生产实际，用以有效提高国内生产水平，还有待本书再版时予以修改补充。

# 目 录

概述	I
<b>第一章 玻璃的性质和种类</b>	<b>1</b>
1-1 玻璃的定义	1
1-2 玻璃的特点	1
1-3 玻璃的主要性质	2
1-4 玻璃按成分的分类和用途	6
1-5 玻璃的用途和制品的种类	8
1-6 玻璃制造方法概述	10
1-7 新型玻璃	12
<b>第二章 原料和配料</b>	<b>19</b>
2-1 原料	19
2-2 配料计算及自动配料	45
<b>第三章 瓶罐玻璃的熔制</b>	<b>58</b>
3-1 池窑的类型	58
3-2 池窑的结构	61
3-3 池窑的基础和钢结构	75
3-4 池窑的主要辅助装置	76
3-5 池窑的运行和修砌	86
3-6 池窑的强化熔制	95
3-7 池窑的出料量和耗热量	100

3-8	玻璃熔体的缺陷·····	102
3-9	排烟脱硫装置·····	103
<b>第四章</b>	<b>玻璃瓶罐的成形和退火·····</b>	<b>106</b>
4-1	瓶罐的生产过程·····	106
4-2	供料道·····	107
4-3	着色供料机·····	125
4-4	供料机·····	125
4-5	自动制瓶机·····	132
4-6	瓶子输送带·····	145
4-7	拨瓶器·····	146
4-8	送瓶机·····	147
4-9	退火窑·····	147
4-10	其它设备·····	154
<b>第五章</b>	<b>玻璃池窑和供料道用耐火材料·····</b>	<b>157</b>
5-1	耐火材料在池窑中的使用·····	157
5-2	供料道中使用的耐火材料·····	180
5-3	陶瓷耐火纤维制品在池窑 和供料道中的使用·····	182
5-4	电熔浇铸砖砖形尺寸的合理选择·····	189
<b>第六章</b>	<b>玻璃瓶罐的彩饰·····</b>	<b>192</b>
6-1	玻璃瓶罐印花的发展·····	192
6-2	网膜印花的操作过程·····	193
6-3	印花网膜·····	194
6-4	印花色釉·····	196
6-5	刮釉板·····	200
6-6	印花操作·····	201

6-7	烤花窑	207
6-8	不合格印花玻璃瓶的处理	210
6-9	污水处理装置	211
6-10	印花的缺陷	212
6-11	塑料膜套彩饰的玻璃瓶	213
<b>第七章</b>	<b>玻璃瓶罐的检验</b>	<b>215</b>
7-1	检验的目的	215
7-2	玻璃瓶罐的种类	215
7-3	玻璃瓶罐各部名称	216
7-4	玻璃瓶罐的合缝线	217
7-5	检验的种类	218
7-6	检验方法	218
7-7	检验机	218
7-8	制品缺陷的种类	223
<b>第八章</b>	<b>质量管理</b>	<b>229</b>
8-1	质量管理	229
8-2	何谓质量	233
8-3	何谓管理	234
8-4	玻璃厂的质量管理活动	236
8-5	法律上的规定	238
8-6	统计的方法	239
8-7	管理图	273
<b>第九章</b>	<b>测量和控制</b>	<b>279</b>
9-1	配料方面的计量和控制	279
9-2	池窑的测量和控制	282
9-3	供料道温度的测定和控制	300

9-4	退火窑及烤花窑的温度控制	302
9-5	其它	305
<b>第十章</b>	<b>工厂的主要辅助设备</b>	<b>308</b>
10-1	供油设备	308
10-2	液化石油气供应设备	316
10-3	废热锅炉	318
10-4	机械加工设备	319
10-5	其它辅助设备	319
<b>第十一章</b>	<b>运输和包装</b>	<b>324</b>
11-1	原料、燃料的运入	324
11-2	玻璃制品的包装箱	325
11-3	制箱机	325
11-4	托板	327
11-5	带捆包装	327
11-6	塑料收缩包装	328
11-7	叉式升降车和其它厂内运输车	330
11-8	制品的出厂运输	330
11-9	制品仓库	331
<b>第十二章</b>	<b>试验和测定装置</b>	<b>332</b>
12-1	玻璃物理化学性能的测定及分析装置	332
12-2	瓶子重量、容量、尺寸的测定装置	338
12-3	瓶子强度的测定装置	341
12-4	其它	344
<b>第十三章</b>	<b>机器设备的计划维修</b>	<b>345</b>
13-1	计划维修	345
13-2	计划维修的制定	346

13-3	计划维修的执行	348
13-4	在机器上操作时注意事项	349
<b>第十四章</b>	<b>模具及其维护</b>	<b>351</b>
14-1	模具材料	351
14-2	模具的加工工艺	355
14-3	模具的设计	362
14-4	模具的检查	365
14-5	I. S 制瓶机模具的正确安装	367
14-6	模具的维护	372
<b>第十五章</b>	<b>玻璃瓶罐的轻量化</b>	<b>377</b>
15-1	玻璃瓶的重容比	378
15-2	影响玻璃瓶轻量化的若干因素	379
15-3	玻璃瓶轻量化技术的发展	388
15-4	玻璃瓶轻量化的前景	393
主要参考文献		393

# 第一章 玻璃的性质和种类

## 1-1 玻璃的定义

关于玻璃的定义，有各种说法；(1) 玻璃是过冷液体以固体状态而存在的物质；(2) 玻璃是一种透明或半透明的无定形物质，其主要成分一般为硅酸盐，但有时是由硼硅酸盐或磷酸盐等混合物组成的；(3) 玻璃是熔融液体冷却时不析出结晶，逐渐硬化而形成的无机物质；(4) 玻璃是把加热到熔点以上的熔融液体适当地急冷，在不析晶的情况下硬化形成的具有各向同性的无定形物质。到目前为止，虽然统一的、公认的玻璃定义尚未形成，但根据已有的关于玻璃定义的各种说法，把玻璃理解为“熔体因受冷却，粘度逐渐增大而形成的非晶态固体物质”，还是比较适宜的。

## 1-2 玻璃的特点

玻璃的外观类似固体，但从微观结构来看，由于近程有序和远程无序，因而又有些像液体。其主要特点可以归纳如下：

(1) 透明及各向同性 一般玻璃是透明的，并在任何方向具有相同性质，也就是说，玻璃态物质各个方向的折射率、硬度、弹性系数、介电常数等都是相同的，这点与液体类似。

(2) 耐化学性 玻璃对于大气中的水汽、水和弱酸等具

有稳定性，不溶解也不生锈。

(3)不透过性 气体和液体都不能透过玻璃。

(4)脆性 玻璃硬且脆，受到强大的力时即破碎，机械强度很低。

(5)耐热性 玻璃受热到数百度也不变化。

(6)绝缘性 在常温下玻璃的电导率很小，所以玻璃是绝缘体；但是，在高温下玻璃的电导率急剧增加。

(7)成形性 玻璃能够用多种多样的成形方法制成板状、管状、纤维状，以及各种形状的制品。

(8)加工性 玻璃可以进行研磨、弯曲、磨刻以及熔封等加工。

## 1-3 玻璃的主要性质

各种玻璃制品的应用范围不同，对玻璃性能的要求也就不同。例如，瓶罐玻璃应具备有较高的强度和化学稳定性，光学玻璃需要相当高的光学均匀性和透明度。为了恰当地应用玻璃，就必须了解玻璃有哪些性质。

玻璃的主要性质有：强度、硬度、光学性质、热学性质、电气性质和化学性质。

### 1-3.1 强 度

玻璃具有非常高的抗压强度，但抗拉强度较低。

玻璃的理论强度非常高，可达到100000公斤/厘米<sup>2</sup>，但实际强度大约为理论强度的 $\frac{1}{100}$ 以下。这是因为玻璃表面存

在着肉眼看不见的小伤痕。当玻璃受到拉力作用时，内部应力促进这些小伤痕扩大，从而降低强度。普通的退火玻璃的强度大约是700公斤/厘米<sup>2</sup>，钢化玻璃的强度大约是1400~2800公斤/厘米<sup>2</sup>。

因此，为了提高玻璃的强度，就需尽量避免玻璃表面划伤。另外，还可以采取：（1）使玻璃表面层处于压缩状态（如钢化玻璃）；（2）在玻璃结构上，不使促进表面伤痕扩大的内部应力集中（如微晶玻璃）；（3）结合（1）与（2）两种办法，既造成玻璃表面处于压缩状态，又不使促进表面伤痕扩大的内部应力集中（如钢化微晶玻璃）。

钢化玻璃的厚度有一定限度，太厚或太薄的玻璃钢化效率都不高。厚度为10毫米左右的玻璃，其钢化效率最好。它的强度是普通玻璃的1~2倍。

### 1-3.2 硬 度

玻璃的硬度比较大，用普通的刀或锯不能切割。但玻璃比石英软，所以用砂子研磨，可以制成磨砂玻璃。切割玻璃须使用金刚石，或用非常坚硬的钢制刀具。

### 1-3.3 光 学 性 质

光有可见光和不可见光，如紫外线、红外线等等。普通的平板玻璃，能透过可见光线的80~90%，其余则被吸收或反射；紫外线大部分不能透过，但红外线比较容易透过。根据用途，改变玻璃的成分，能达到透过或遮断某种光线的要求。

石英玻璃对于从紫外线到红外线之间的各种波长的光线

都容易透过。无色的硅酸盐玻璃虽与石英玻璃相似，但实际上，因其含有杂质（主要是铁），所以紫外线不易透过。因此，为了提高紫外线的透射系数，就必须减少玻璃中的含铁量。

遮断紫外线的玻璃，有琥珀色玻璃、含六价铬的绿色玻璃和含五价钒的玻璃。

吸收红外线的玻璃是含二价铁的玻璃。

遮断  $x$  线、 $\gamma$  线的玻璃是含多量铅的玻璃。

用作红外线检波器的，即能使长波长的红外线透过的玻璃，是不含硅酸盐、硼酸盐、磷酸盐等的硫属化物玻璃和锗酸盐玻璃等特殊玻璃。

### 1-3.4 热传导和热膨胀系数

玻璃的导热性很差。导热性良好的物质，即使局部受热，也能很快地把热量传到全部而使局部过热现象消失，所以耐热性强。

一般说来，薄玻璃的导热比厚玻璃快，所以耐热强度大，但是机械强度小。

玻璃的热膨胀系数比较小，普通玻璃的热膨胀系数大约是铅的 $1/3$ 、黄铜的 $2/5$ 。

### 1-3.5 电气性质

玻璃在常温下，导电性能很差，亦即为绝缘体。由于玻璃是透明体，易于加工，气体和液体都不能通过，而且膨胀系数又小，所以广泛应用于电气制品。

石英玻璃，虽然热膨胀系数小，耐热性、电绝缘性也非常好，但是熔融、成形和加工都较为困难，故实用性较差。

微晶玻璃一般也具有良好的电气特性。

灯泡、真空管的泡壳，一般使用钠钙玻璃。但当电流大，泡壳温度高时，则应使用热膨胀性低、耐热性和电绝缘性都比较好的硼硅酸玻璃。特殊的灯泡泡壳有的也使用石英玻璃。

灯泡的芯柱，要求介电性好，大都使用铅玻璃。

玻璃在升温后变成熔体时，就成为导体，因此这种特性被利用于玻璃的电熔制，或者在使用重油燃烧熔制玻璃时，利用于电辅助加热（电助熔）。

### 1-3.6 耐化学性

普通玻璃，在酸中不易受到侵蚀，在碱中则稍受到侵蚀，但在氟酸中能完全被溶化。在高温受热的情况下，普通的水也能侵蚀玻璃，如再加以压力，则侵蚀更为剧烈。此外，即使不加热不加压，长期放置在空气中时，空气中的水分也会使玻璃受到极微量的侵蚀。

在普通的玻璃容器中，长期贮存液体药品时，往往因为溶出微量的碱性物质，造成药品变质。特别是医疗用的药品和注射剂，如果变质，就会对人体造成危害。为了提高耐化学性，就要减少玻璃中的碱性成分，增加二氧化硅的成分。但是减少碱性成分，增加二氧化硅成分时，会使玻璃的熔制困难，同时也给成形和加工带来困难，因此用于化学、医药方面的玻璃，基本上使用含硼、铝玻璃。石英玻璃用于化学方面较为理想，但由于熔制、成形和加工都比较困难，除特殊用途外，一般不采用。

## 1-4 玻璃按成分的分类和用途

### 1-4.1 钠钙玻璃

钠钙玻璃容易熔制和加工，而且最便宜，所以，一般对耐热性、化学稳定性没有特殊要求的玻璃，如瓶罐玻璃、器皿玻璃、平板窗玻璃、照明玻璃等都使用这种玻璃。其产量占玻璃生产量的大部分。

具有代表性的钠钙玻璃组成是： $\text{SiO}_2$  72%， $\text{Na}_2\text{O}$  15%， $\text{CaO}$  11%， $\text{Al}_2\text{O}_3$  2%。为了调节这种玻璃的熔制和加工性能，有时用 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{PbO}$ 、 $\text{BaO}$ 等代替一部分 $\text{CaO}$ 。

### 1-4.2 铅玻璃

铅玻璃易于成形和加工，并具有优越的电气特性和高的折射率，所以除用于生产高级晶质器皿和特殊的光学机械部件外，还用于制作灯泡的芯柱和霓虹灯管等。

铅玻璃的组成，一般较多的是： $\text{SiO}_2$  68%， $\text{PbO}$  15%， $\text{Na}_2\text{O}$  10%， $\text{K}_2\text{O}$  6%， $\text{CaO}$  1%。另外，铅含量更高，比重增大的玻璃，可用于生产工艺品或吸收 $x$ 线和 $\gamma$ 线等放射线的防护玻璃等。

### 1-4.3 硼硅酸盐玻璃

一般称为硬质玻璃。这种玻璃化学稳定性好，热膨胀系数低，耐热度高。除制造理化仪器、容器和烹调用的器皿外，还用于制造计量玻璃和各种玻璃管等。另外，因为具有优良的电绝缘性，在电气方面的用途也很广。这种玻璃的代表性