



# 第九章 玻璃及加工工艺

---



# 玻璃及加工工艺

---

- 9.1 玻璃的基本特征
- 9.2 玻璃的工艺特征
- 9.3 常用玻璃材料
- 9.4 玻璃在设计中的应用



## 9.1 玻璃的基本特征

---

- 玻璃具有一系列的优良特征，如坚硬、透明、气密性、不透性、装饰性、化学耐蚀性、耐热性及电学、光学等性能，而且能用吹、拉、压、铸、槽沉等多种成型和加工措施制成多种形状和大小的制品。



# 9.1 玻璃的基本特征

---

- 玻璃是将原料加热熔融，冷却凝固所得的非晶态无机材料。因为玻璃的非晶态构造，其物理性质和力学性质等是各向同性的。
- (1)强度
  - 玻璃的强度取决于其化学构成、杂质含量及分布、制品的形状、表面状态和性质、加工措施等。
  - 玻璃是一种脆性材料，其强度一般用抗压、抗张强度等来表达。玻璃的抗张强度较低，因为玻璃的脆性和玻璃表面的微裂纹所引起的。玻璃的抗压强度约为抗张强度的**14—15**倍。



# 9.1 玻璃的基本特征

---

## ■ (2) 硬度

- 玻璃的硬度较大，硬度仅次于金刚石、碳化硅等材料，它比一般金属硬，不能用一般刀和锯进行切割。
- 玻璃的硬度值在莫氏硬度**5—7**之间。可根据玻璃的硬度选择磨料、磨具和加工措施，如雕刻、抛光、研磨和切割等。



# 9.1 玻璃的基本特征

---

## ■ (3) 光学性质

- 玻璃是一种高度透明的物质，具有一定的光学常数、光谱特征，具有吸收或透过紫外线和红外线、感光、光变色、光储存和显示等主要光学性能。
- 一般光线透过愈多，玻璃质量越好。因为玻璃品种较多，多种玻璃的性能也有很大的差别，如有的铅玻璃具有防辐射的特征。一般经过变化玻璃的成份及工艺条件，可使玻璃的性能有很大的变化。



# 9.1 玻璃的基本特征

---

## ■ (4) 电学性能

- 常温下玻璃是电的不良导体。温度升高时，玻璃的导电性迅速提升，熔融状态时则变为良导体。

## ■ (5) 热性质

- 玻璃的导热性很差，一般经受不了温度的急剧变化。制品越厚，承受温度急剧变化的能力越差。



# 9.1 玻璃的基本特征

---

## ■ (6) 化学稳定性

- 玻璃的化学性质较稳定。大多数工业用玻璃都能抵抗除氢氟酸以外酸的侵蚀。玻璃耐碱腐蚀性较差。
- 玻璃长久在大气和雨水的侵蚀下，表面光泽会失去，变得晦暗。尤其是某些光学玻璃仪器易受周围介质(如潮湿空气)等作用，表面形成白色斑点或雾膜，破坏玻璃的透光性，所以在使用和保存中应加以注意。





## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

- 玻璃的成型工艺视制品的种类而异，但其过程基本上可分为配料、熔化和成型三个阶段，一般采用连续性的工艺过程，如图9-2所示。

## 9. 2 玻璃的工艺特征

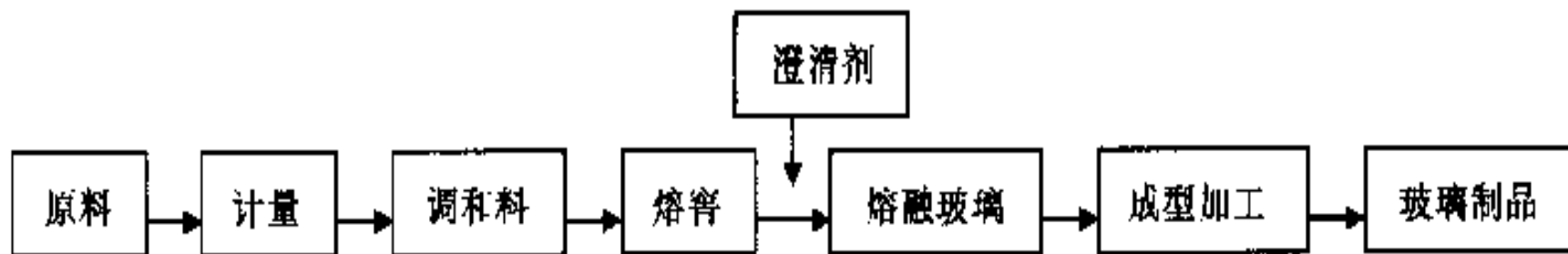


图9-2 玻璃制品制造工艺过程



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ 9 2 1 玻璃原料

- 用于制备玻璃配合料的多种物料统称为玻璃原料。根据用量和作用的不同，玻璃原料分为主要原料和辅助原料两类。
- 主要原料系指为向玻璃中引入多种主要成份而配入的原料，它们决定了玻璃制品的物理化学性质。辅助原料是为了赋予玻璃制品具有某些特殊性能和加速熔制过程所加的原料。
  -



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ (1) 主要原料

- ①石英砂：石英砂又称硅砂，其主要成份是二氧化硅 $\text{SiO}_2$ ，它是主要的玻璃形成氧化物，以硅氧四面体 $[\text{SiO}_4]$ 的构造组元形成不规则的连续网络，成为玻璃的骨架。
- ②硼酸、硼砂及含硼矿物：向玻璃中引入 $\text{B}_2\text{O}_3$ 的原料。在玻璃中的作用是降低玻璃的膨胀系数，提升其热稳定性、化学稳定性和机械强度，增长玻璃的折射率，改善玻璃的光泽。



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ (1) 主要原料

- ③长石、瓷土、蜡石：向玻璃中引入 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的原料。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 能提升化学的稳定性、热稳定性、机械强度、硬度和折射率，减轻玻璃液对耐火材料的侵蚀，并有利于氟化物的乳浊。
- ④纯碱、芒硝：向玻璃中引入碱金属氧化物 $\text{Na}_2\text{O}$ 的主要原料， $\text{Na}_2\text{O}$ 是玻璃的良好助熔剂，能够降低玻璃粘度，使其易于熔融和成型。



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ (1)主要原料

- ⑤方解石、石灰石、白垩：向玻璃中引入**CaO**的主要原料。**CaO**在玻璃中主要作用为稳定剂。
- ⑥硫酸钡、碳酸钡：向玻璃中引入**BaO**的主要原料。含**BaO**的玻璃吸收辐射线能力较强，常用于制作高级器皿玻璃、光学玻璃、防辐射玻璃等。
- ⑦铅化合物向玻璃中引入**PbO**的主要原料。**PbO**能增长玻璃的密度，提升玻璃折射率，使玻璃制品具有特殊的光泽和良好的电性能。



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ (2) 辅助原料

- ①澄清剂：向玻璃配合料或玻璃溶液中加入一种高温时本身能气化或分解放出气体，以增进排除玻璃中气泡的添加物称为澄清剂。
- ②着色剂：使玻璃制品着色的添加剂称为着色剂，一般使用锰、钴、镍、铜、金、硫、硒等金属和非金属化合物，其作用是使玻璃对光线产生选择性吸收，从而显出一定的颜色。



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ (2) 辅助原料

- ③脱色剂：为了提升无色玻璃的透明度，常在玻璃熔制时，向配合料中加入脱色剂，以清除玻璃原料中具有的铁、铬、钛、钒等化合物和有机物的有害杂质
- ④乳浊剂：使玻璃制品对光线产生不透明的乳浊状态的添加物称为乳浊剂。
- ⑤助熔剂：能促使玻璃熔制过程加速的添加物称为助熔剂或加速剂。





## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ 9 2 2 玻璃的熔制

- 玻璃的熔制是指将配合料经过高温熔融，形成均匀无气泡并符合成形要求的玻璃液的过程，它是玻璃生产中很主要的环节，是取得优质玻璃制品的主要确保。



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

- 玻璃的熔制是一种非常复杂的工艺过程，从工艺角度而论，大致能够分为硅酸盐的形成、玻璃的形成、澄清、均化和冷却五个阶段，表9—1所列是对常用的钠-钙-硅玻璃熔制过程以及所产生的反应、生成物和工艺条件的阐明。

## 9. 2 玻璃的工艺特征

表9-1 钠-钙-硅玻璃的熔制过程

阶段	反应	生成物	熔制温度
1. 硅酸盐的形成	石英结晶的转化, $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{CaO}$ 的生成各组分固相反应	硅酸盐和 $\text{SiO}_2$ 组成的烧结物	$800^\circ\text{C} \sim 900^\circ\text{C}$
2. 玻璃的形成	烧结物熔化, 同时硅酸盐与 $\text{SiO}_2$ 互相溶解	带有大量气泡和不均匀条缕的透明玻璃液	$1200^\circ\text{C}$
3. 澄清	玻璃液粘度降低, 开始放出气态混杂物 (加澄清剂)	去除可见气泡的玻璃液	$1400^\circ\text{C} \sim 1500^\circ\text{C}$
4. 均化	玻璃液长期保持高温, 其化学成分趋向均一, 扩散均化	消除条缕的均匀玻璃液	低于澄清温度
5. 冷却		玻璃液达到可成型的粘度	$200^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ 9.2.3 玻璃的成型

- 玻璃的成型是将熔融的玻璃液加工成具有一定形状和尺寸的玻璃制品的工艺过程。常见的玻璃成型措施有；压制成型、吹制成型和拉制成型。



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

- (1) 压制成型

- 压制成型是在模具中加入玻璃熔料加压成形，多用于玻璃盘碟、玻璃砖。图9—3为玻璃压制成型示意图。

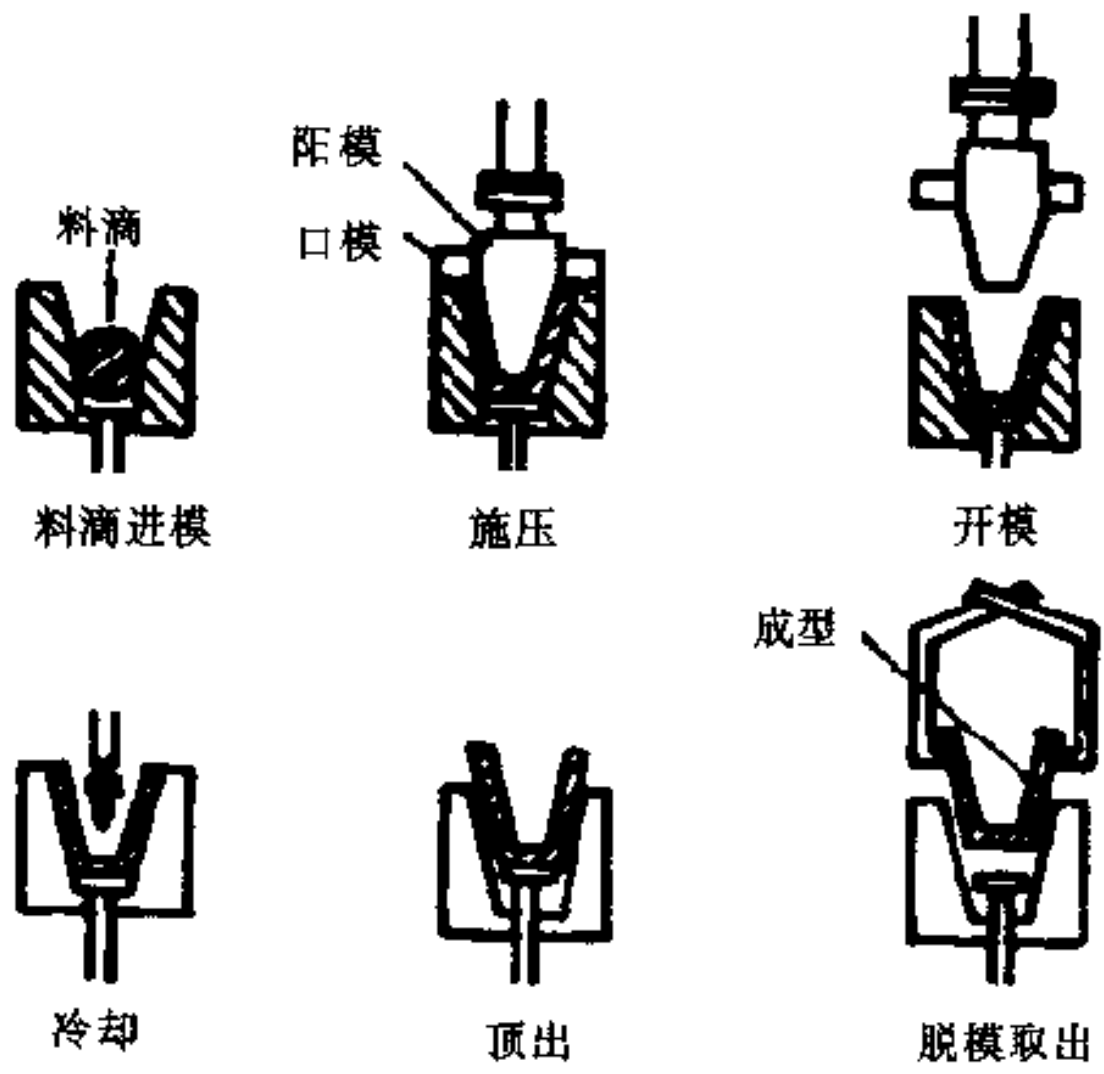
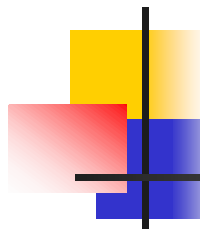


图 9-3 压制成型示意图



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ (2) 吹制成型

- 吹制成型是先将玻璃粘料压制成锥形型块，再将压缩气体吹入处于热熔态的玻璃型块中，使之吹胀成为中空制品。吹制成型可分为机械吹制成型和人工吹制成型，用来制造瓶、罐、器皿、灯泡等。
- 图9—4为机械吹制法成型广口瓶的示意图，图9—5为人工吹杯示意图

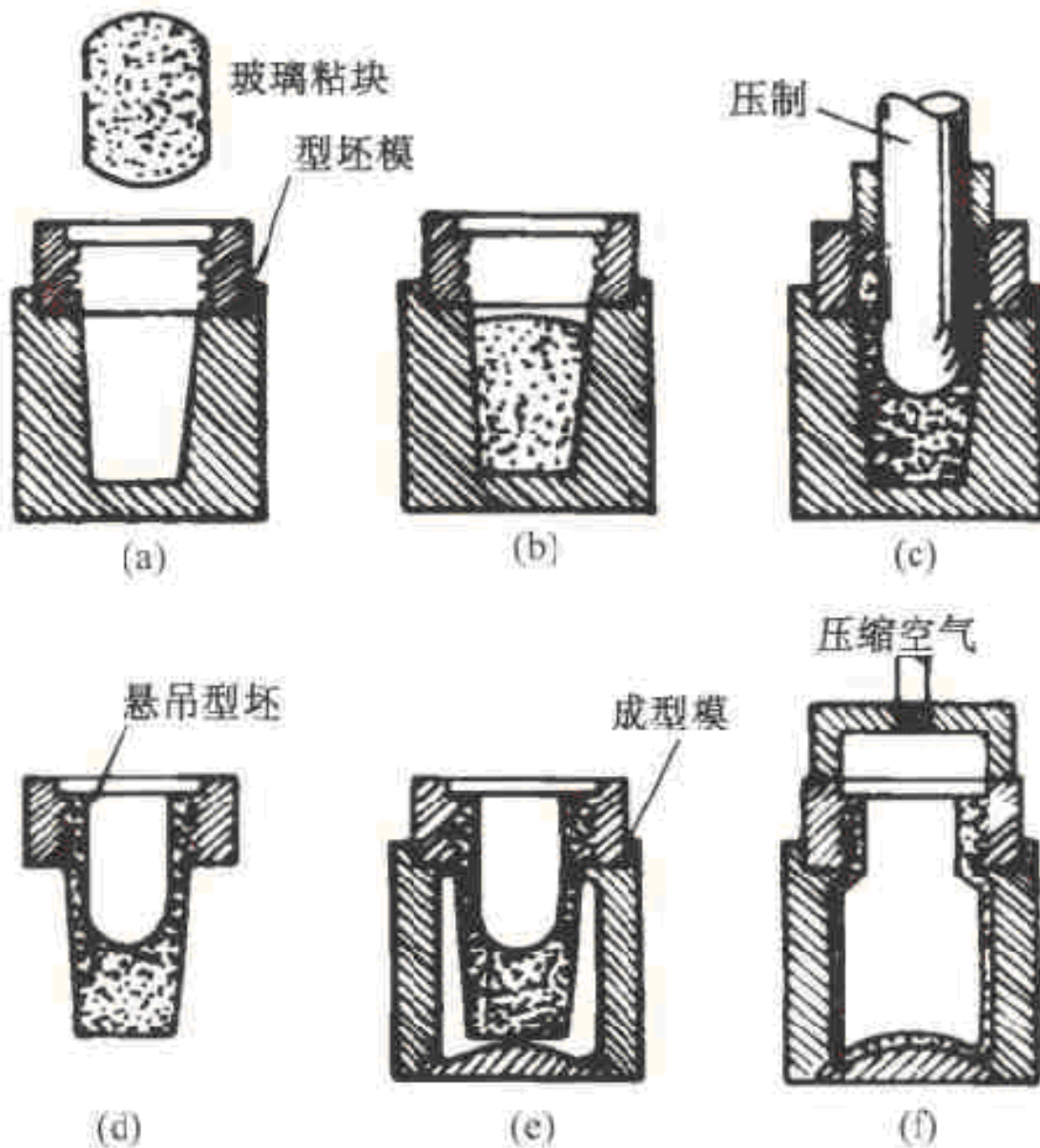
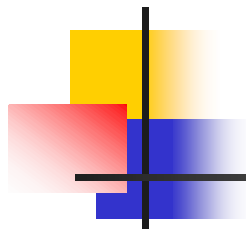


图9-4 吹制成型示意图





挑料



滚料



吹小泡



吹料泡



吹制及  
击脱吹管



割口  
烘口

图9-5 人工吹杯示意图。



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ (3) 拉制成型

- 拉制成型是利用机械牵引力将玻璃熔体制成制品，分为垂直拉制(图9—6)和水平拉制(图9—7)，主要用来生产平板玻璃、玻璃管、玻璃纤维等。

## 9. 2 玻璃的工艺特征

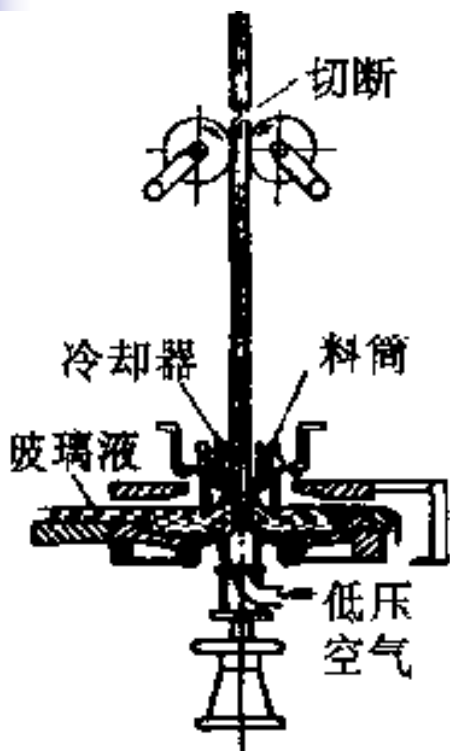


图9-6 垂直引上拉管示意图

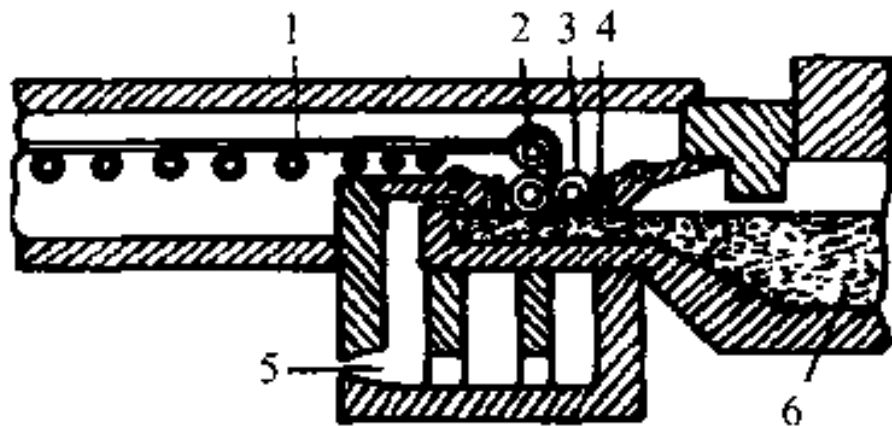


图9-7 玻璃板水平拉制示意图  
1-玻璃板；2-转动辊；3-成型辊；  
4-水冷挡板；5-燃烧器；6-熔融玻璃



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ (4)压延成型

- 压延成型是用金属辊将玻璃熔体压成板状制品，主要用来生产压花玻璃、夹丝玻璃等
- 该成型分为平面压延与辊间压延成型。图9—8为压延成型的示意图。

## 9. 2 玻璃的工艺特征

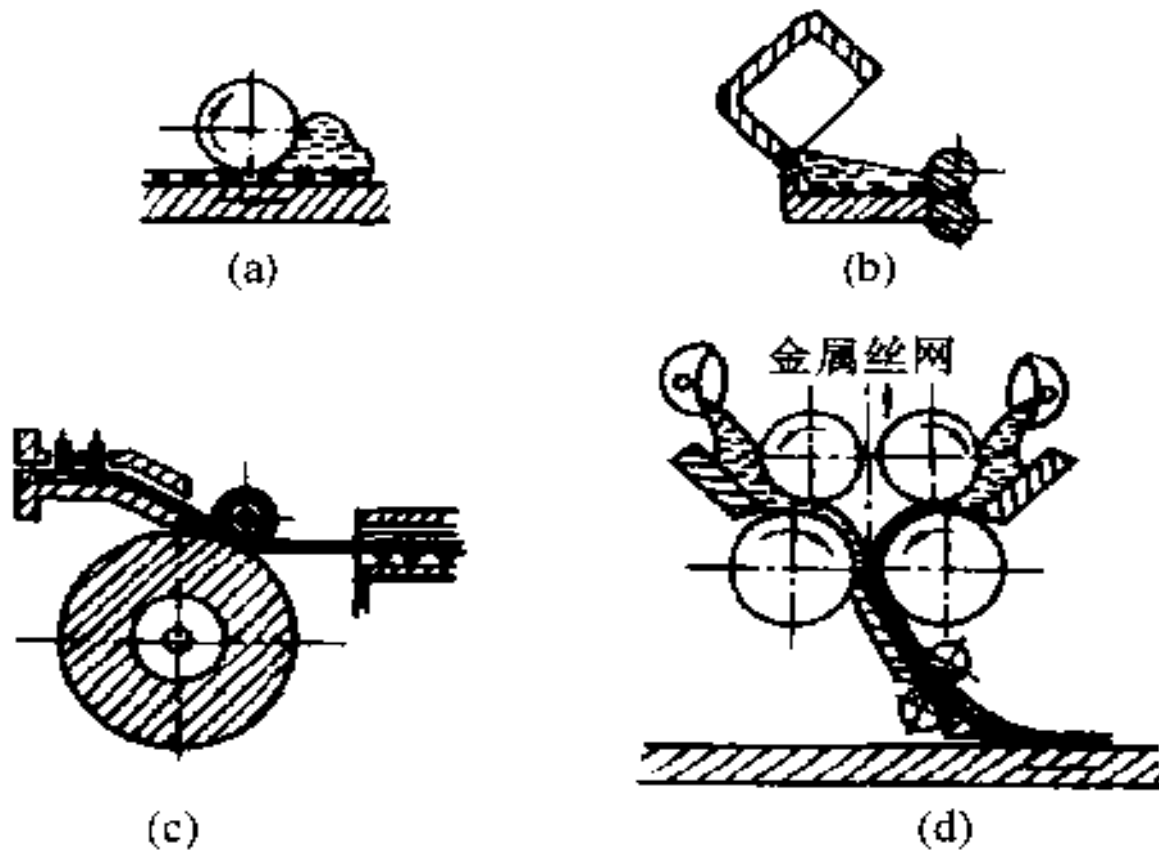


图9-8 压延成型示意图

(a) 平面压延；(b) 辊间压延；(c) 连续压延；(d) 加丝压延



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ 9. 2. 4 玻璃的热处理

- 玻璃制品在生产中，因为要经受剧烈和不均匀的温度变化，造成制品内部产生热应力。
- 构造变化的不均匀及热应力的存在会降低制品的强度和热稳定性，很可能在成型后的冷却、存储和机械加工过程中自行破裂；
- 制品内部构造变化的不均匀性，又可能造成玻璃制品光学性质的不均匀。
- 所以，玻璃制品成型后，一般都要经过热处理。



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

- 玻璃制品的热处理，一般涉及退火和淬火两种工艺。
  - 退火就是消除或减小玻璃制品中的热应力的热处理过程。对光学玻璃和某些特种玻璃制品，经过退火可使内部构造均匀，以到达要求的光学性能；
  - 淬火就是使玻璃表面形成一种有规律、均匀分布的压力层，以提升玻璃制品的机械强度和热稳定性。



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ 9.2.5 玻璃制品的二次加工

- 成型后的玻璃制品，除极少数能直接符合要求外(如瓶罐等)，大多数还须作进一步加工，以得到符合要求的制品。
- 经过二次加工能够改善玻璃制品的表面性质、外观质量和外观效果。
- 玻璃制品的二次加工可分为冷加工、热加工和表面处理三大类。





## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

- (1)玻璃制品的冷加工
  - 冷加工是指在常温下经过机械措施来变化玻璃制品的外形和表面状态所进行的工艺过程。
  - 冷加工的基本措施涉及研磨、抛光、切割、喷砂、钻孔和车刻等。



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ (1) 玻璃制品的冷加工

- ① 研磨是为了磨除玻璃制品的表面缺陷或成形后残余的凸出部分，使制品取得所要求的形状、尺寸和平整度。
- ② 抛光是用抛光材料消除玻璃表面在研磨后仍残余的凹凸层和裂纹，以取得光滑、平整的表面。
- ③ 切割是用金刚石或硬质合金刀具划割玻璃表面并使之在划痕处断开的加工过程。



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

### ■ (1) 玻璃制品的冷加工

- ④磨边是磨除玻璃边沿棱角和粗糙截面的措施。
- ⑤喷砂则是经过喷枪用压缩空气将磨料喷射到玻璃表面以形成花纹图案或文字的加工措施。
- ⑥钻孔是利用硬质合金钻头、钻石钻头或超声渡等措施列玻璃制品进行打孔。
- ⑦车刻又称刻花，是用砂轮在玻璃制品表面刻磨图案的加工措施。



## 9. 2 玻璃的工艺特征

---

- (2)玻璃制品的热加工
  - 有诸多形状复杂和要求特殊的玻璃制品，需要经过热加工进行最终成型。
  - 热加工还用来改善制品的性能和外观质量。
  - 热加工的措施主要有：火焰切割、火抛光、钻孔、锋利边沿的烧口等。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/288024002040006132>