

---

# 第八章

## 材料表面处理技术



## 8.1 概 述

---

1. **表面改性技术:** 利用现代技术改变材料表面的化学组成、相结构, 提高材料表面性能的处理技术。
2. **薄膜技术:** 采用物理气相沉积和化学气相沉积的方法在零件表面上沉积厚度为100nm至数微米薄膜的形成技术。
3. **涂镀层技术:** 在零件表面涂覆一层或多层表面层的形成技术。



## 4. 表面工程技术的功能和作用

- (1) 提高材料表面的耐磨性、耐腐蚀性以及抗高温氧化性。
- (2) 提高材料抗疲劳的能力。
- (3) 提高材料耐热、导热、隔热、吸热、热反射的性能。
- (4) 赋予材料特定的物理性能，如电、声、光、磁、电转换及存储记忆的功能。
- (5) 赋予制件表面装饰的特性。



## 8.2 化学镀

---

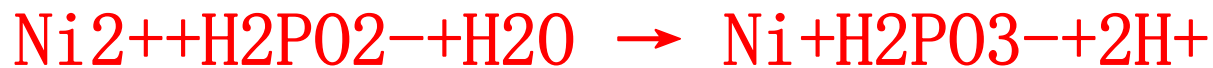
### 化学镀的特点：

1. 可处理的基体材料广泛。
2. 镀层厚度非常均匀。
3. 化学镀镍磷合金具有高的硬度和好的耐磨性。
4. 化学镀的非晶态结构镀层具有极好的耐蚀性。
5. 镀层与基体的结合力高，不易脱落。
6. 成本高，稳定性差，不易维护、调整和再生。



## 8.2.1 化学镀镍的原理

1. 反应过程为:



2. 部份H<sub>2</sub>PO<sub>2</sub><sup>-</sup>发生自身氧化还原反应，沉积出磷:



3. 发生析氢反应:



## 8.2.2 化学镀镍溶液的组成

### 组成

1. 主盐：即镍盐，为镀层金属的来源。
2. 还原剂：主要有次磷酸钠、硼氢化钠、烷基胺硼烷等。
3. 络合剂：柠檬酸、酒石酸、乳酸、苹果酸等。
4. 缓冲剂：维持镀液正常的pH值。
5. 稳定剂
6. 加速剂
7. 表面活性剂：湿润剂。如十二烷基硫酸钠、十二烷基苯磺酸钠等。
8. pH值调整剂：可调整镀液的pH值，如 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{NaOH}$ 、氨水等。



## 8.2.3 化学镀镍溶液的配制

1. 按需配制镀液的体积进行计算，称量出各种化学药品。
2. 用适量热水并在不断搅拌下溶解镍盐。
3. 将络合剂及其他添加剂也用热水溶解，再将镍盐溶液在搅拌条件倒入其中，混合均匀。
4. 将另配制的次磷酸钠在搅拌下加入到镍盐及络合剂溶液中。  
上述溶液的配制用水量应为总体积的3/4左右。
5. 用稀碱溶液调整pH值，稀释至规定体积。
6. 必要时溶液进行过滤，便可使用。



## 8.2.4 化学镀镍工艺控制和操作

### 1. 碳钢和低合金钢的化学镀镍前处理

- (1) 酸洗。
- (2) 水洗。
- (3) 零件表面打磨和抛光。
- (4) 脱脂。
- (5) 热水清洗。
- (6) 冷水清洗。
- (7) 电解清洗。
- (8) 热水清洗。
- (9) 冷水清洗。
- (10) 活化。
- (11) 冷水清洗。
- (12) 去离子水洗。
- (13) 化学镀镍。
- (14) 冷水清洗。
- (15) 干燥。





## 2. 化学镀镍工艺的控制

- (1) 镀液温度：50℃ 以上。
- (2) 镀液pH值：对化学镀镍过程产生重大影响。
- (3) 装载比：零件的施镀面积与镀液体积之比，用 $\text{dm}^2/\text{L}$ 表示。
- (4) 镀液的老化：化学镀镍过程中，镍盐和次磷酸盐将逐渐消耗。
- (5) 镀液的搅拌与过滤：保证镀液及温度的均匀。
- (6) 镀后热处理：提高化学镀镍层的硬度。



## 8.3 铝及铝合金的阳极氧化处理

---

### 阳极氧化:

在适当的电解质溶液中，将要处理的金属作为阳极，在外电流的作用下，使其表面生成氧化膜的过程。

### 8.3.1 阳极氧化膜的形成机理

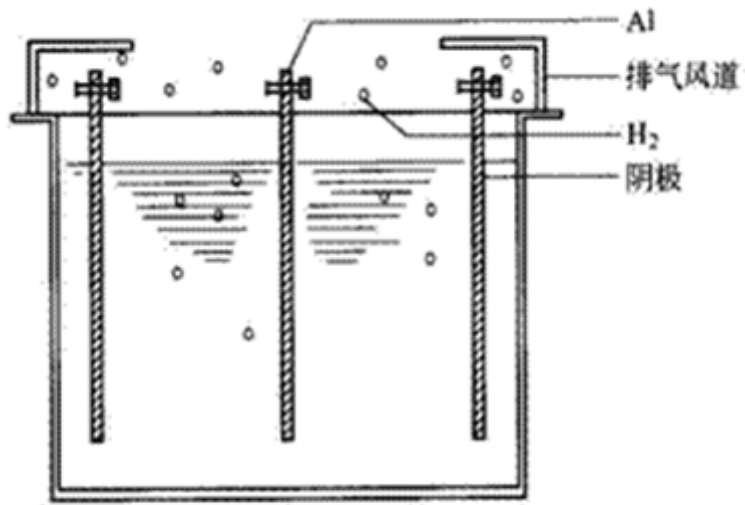


图 8-1 铝及其合金阳极氧化基本原理

进行阳极氧化时，在阳极发生下列反应：



在阴极发生氢离子的还原反应：



酸对生成的氧化膜进行化学溶解：





## 8.3.2 铝及其合金的阳极氧化

### 1. 工艺流程

机械抛光→除油脂→清洗→化学抛光或电解抛光→清洗→  
阳极氧化→清洗→中和→清洗→(染色→清洗→)封孔处理  
→检验

### 2. 阳极氧化工艺





---

### 3. 阳极氧化电解液成分和工艺参数的影响

- (1) 硫酸的质量浓度
- (2) 铝离子
- (3) 温度
- (4) 电流密度
- (5) 时间
- (6) 搅拌

### 8.3.3 阳极氧化膜的着色和封闭

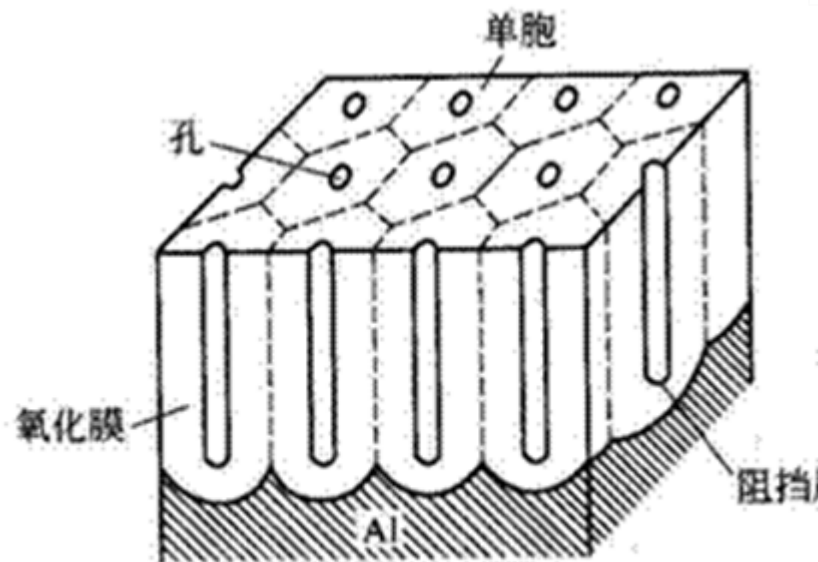


图 8-2 阳极氧化膜微孔的显微结构模型



# 1. 氧化膜的着色

## (1) 有机染料着色工艺

## (2) 着色处理的注意事项

- ①用蒸馏水或去离子水配制染色液。
- ②染料完全溶解后，煮沸、过滤，用蒸馏水稀释至所需浓度，再调整pH值，待温度控制到工艺范围后染色。
- ③需染色的零件，在阳极氧化后用冷水清洗干净。
- ④染色时，避免零件之间互相贴合和碰撞。
- ⑤避免不同染色液间相互污染。
- ⑥零件染色后，不宜放在水中长时间漂洗，以免表面脱色发花。



---

## 2. 氧化膜的封闭处理

- (1) **高温封闭法**: 利用水化反应将非晶质氧化膜变成化学钝态的结晶质氧化膜的过程
- (2) **常温封闭法**: 用以氟化镍为主的溶液进行封闭
- (3) **有机物封闭法**: 采用有机物进行封闭



## 8.4 真空蒸发镀膜

### 8.4.1 真空蒸发镀膜装置及原理

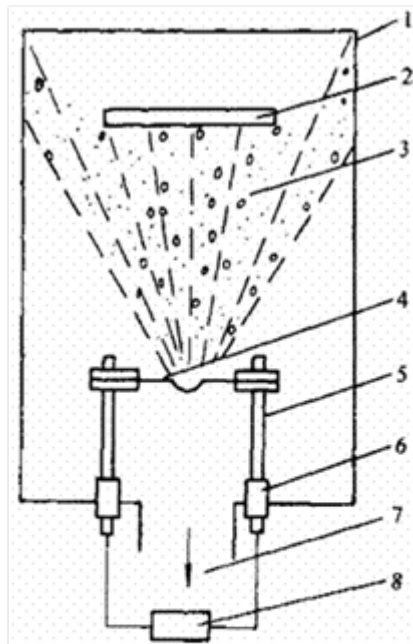


图 8-3 真空蒸发镀膜装置示意图

1—镀膜室 2—基板 3—金属蒸发流纹  
4—电阻蒸发源 5—电极 6—电极密封绝缘件 7—排气系统 8—交流电源



## 8.4.2 真空蒸发镀工艺及应用

### 1. 真空蒸发镀的应用

工艺简单，操作容易，成膜速度快，效率高

### 2. 塑料金属化装饰镀：

- (1) 前处理；(2) 涂底漆；(3) 镀铝；
- (4) 涂面漆；(5) 染色。



## 8.5 材料表面的化学蚀刻

### 8.5.1 化学蚀刻的原理和特点

1. 可加工能被化学介质腐蚀的金属和非金属材料，不受被加工材料的硬度影响，不发生物理变化。
2. 加工后表面无毛刺、不变形、不产生加工硬化现象。
3. 只要腐蚀液能浸入的表面都可加工。
4. 加工时不需特殊夹具和贵重装备。
5. 腐蚀液和废气污染环境，对设备和人体也有危害作用，需采取适当防护措施。

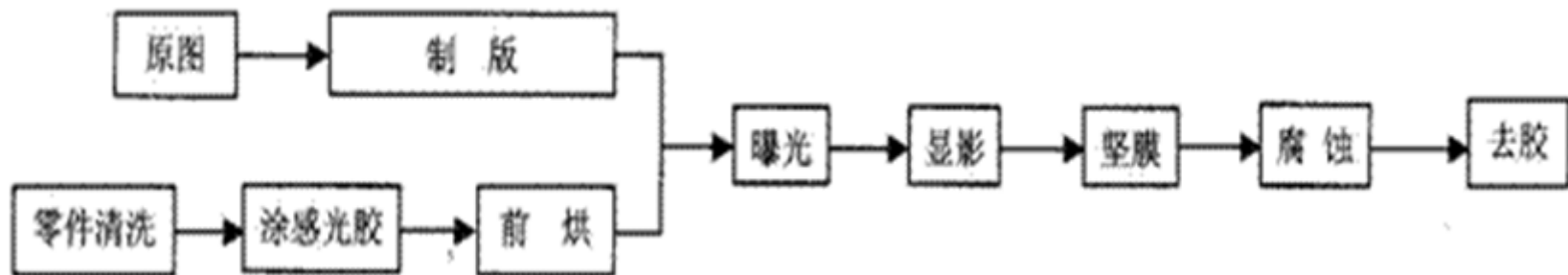
## 8.5.2 光化学蚀刻技术

定义：化学蚀刻技术与光刻技术结合在一起使用的技术。



图 8-4 装饰纹的阴文图案

## 主要工艺过程:





## 8.5.3 阳极氧化与化学蚀刻的综合训练

- (1) 选取材料;
- (2) 前处理:
  - a) 脱脂除油; b) 清洗;
  - c) 出光; d) 清洗
- (3) 阳极氧化;
- (4) 清洗;
- (5) 着色;
- (6) 清洗。
- (7) 封闭及干燥。
- (8) 上蜡。
- (9) 描图。
- (10) 雕刻。
- (11) 腐蚀。
- (12) 清洗。
- (13) 除蜡。