

## 第八单元 金属和金属材料

### 第一节 金属材料

- 金属材料：金属材料包括纯金属以及它们的合金。
- 金属的物理性质
  - 在常温下一般为固态（汞为液态），有金属光泽（大多数金属呈银白色，铜呈紫红色，金呈黄色）；
  - 导电性、导热性、熔点较高、有延展性、能够弯曲、硬度较大、密度较大。
- 金属之最
  - 地壳中含量最多的金属元素——铝
  - 人体中含量最多的金属元素——钙
  - 目前世界年产量最多的金属——铁（铁>铝>铜）
  - 导电、导热性最好的金属——银（银>铜>金>铝）
  - 熔点最高的金属——钨
  - 熔点最低的金属——汞
  - 硬度最大的金属——铬
  - 密度最大的金属——锇
  - 密度最小的金属——锂
- 金属的分类
  - 黑色金属：通常指铁、锰、铬及它们的合金。
  - 有色金属：通常是指除黑色金属以外的其他金属。
    - 重金属：如铜、锌、铅等
    - 轻金属：如钠、镁、铝等
- 金属的应用

物质的性质在很大程度上决定了物质的用途，但这不是唯一的决定因素。在考虑物质的用途时，还需要考虑价格、资源、是否美观、使用是否便利，以及废料是否易于回收和对环境的影响等多种因素。

  - 铜、铝——电线——导电性好、价格低廉
  - 钨——灯丝——熔点高
  - 铬——电镀——硬度大
  - 铁——菜刀、镰刀、锤子等
  - 汞——体温计液柱
  - 银——保温瓶内胆
  - 铝——“银粉”、锡箔纸
- 合金：由两种或两种以上的金属或金属与非金属经一定方法所合成的具有金属特性的物质。

合金是混合物。金属氧化物不是合金。
- 目前已制得的纯金属只有90多种，而合金已达几千种。
- 合金的硬度一般比组成它的纯金属的硬度大，抗腐蚀性强。
- 合金的熔点一般比组成它的纯金属的熔点低。
- 常见的合金：

合金	铁的合金	铜合金	焊锡	钛和钛合金	形状记忆合金
----	------	-----	----	-------	--------

	生铁	钢	黄铜	青铜			
成分	含碳量 2%~4.3%	含碳量 0.03%~2%	铜锌合金	铜锡合金	铅锡合金		钛镍合金
备注	不锈钢是含铬、镍的钢，具有抗锈蚀性能。 生铁较脆，钢铁具有韧性。 生铁常制成暖气片。		紫铜是纯铜		熔点低	见下	具有形状记忆效应

- 钛和钛合金：被认为是21世纪的重要金属材料，钛合金与人体具有良好的“相容性”，可用来造人造骨。  
钛和钛合金的优点：① 熔点高、密度小； ② 可塑性好、易于加工、机械性能好； ③ 抗腐蚀性能好。
- 生铁和钢性能不同的原因：含碳量不同。

## 第二节 金属的化学性质

- 金属与氧气的反应
  - 镁、铝：
    - ◆ 在常温下能与空气中的氧气反应： $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$   $4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$
    - ◆ 铝的抗腐蚀性能好的原因：铝在空气中与氧气反应，其表面生成一层致密的氧化铝薄膜，从而阻止铝进一步氧化。
  - 铁、铜
    - ◆ 在常温下、干燥的环境中，几乎不与氧气反应，但在潮湿的空气中会生锈。
    - ◆ 铁、铜在高温时能与氧气反应： $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$   $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$
  - 金即使在高温时也不与氧气反应。
- 金属与酸的反应：活泼金属+酸 → 盐+H<sub>2</sub>↑
  - 描述现象时，需要注意：① 如果有铁、铜元素参加反应，一定要注意溶液颜色的变化； ② 反应放热，但是只有镁和酸反应时放热现象明显。
- 置换反应：由一种单质和一种化合物反应，生成另一种单质和另一种化合物的反应是置换反应。  
当铁单质参加置换反应时，生成物中的铁元素呈+2价。
- 常见金属在溶液中的活动性顺序：

K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au

金属活动性由强逐渐减弱

- 在金属活动性顺序里，金属的位置越靠前，它的活动性就越强。
- 在金属活动性顺序里，位于氢前面的金属能置换出盐酸、稀硫酸（不可以用浓硫酸和硝酸）中的氢。
- 在金属活动性顺序里，位于前面的金属能把位于后面的金属从它们化合物的溶液里置换出来。
  - ◆ 钾、钙、钠不符合这一条。它们会先和水反应生成碱和氢气，然后碱和盐反应。
- 金属与盐溶液的反应：金属+盐→另一金属+另一盐（条件：“前换后，盐可溶”）  
在活动性顺序中，金属的距离大的，反应先发生。一个置换反应结束后，另一个置换反应才会发生。如在硫酸亚铁和硫酸铜的混合溶液中加入锌粒，锌会先和硫酸铜反应，反

应完毕后锌才和硫酸亚铁反应。

- “湿法冶金”的反应原理： $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$
- $\text{Fe}^{2+}$ 的盐溶液是浅绿色的， $\text{Fe}^{3+}$ 的盐溶液是黄色的， $\text{Cu}^{2+}$ 的盐溶液是蓝色的。
- 比较 Cu、Fe、Ag 三种金属的活动性顺序
  - 使用铁、银和溶液，一次性得出结果：  
操作及现象：把铁、银分别放入硫酸铜溶液中，铁表面没有现象；而银表面会附着一层红色物质，并且溶液会由蓝色逐渐变为无色。
  - 使用铜、硫酸亚铁溶液和硝酸银溶液，一次性得出结果：  
操作及现象：把铜分别放入硫酸亚铁溶液和硝酸银溶液中，硫酸亚铁溶液没有现象；而在硝酸银溶液中，铜表面会附着一层白色物质，溶液由无色逐渐变为蓝色。
  - 选用试剂时，要根据金属活动性顺序表将三种金属排序，然后将排在中间的金属变成盐溶液，或者将排在两边的金属变成盐溶液，这样才能一次性得出结果。

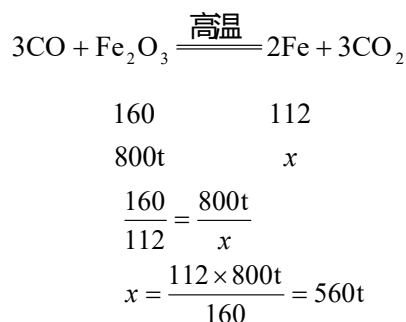
### 第三节 金属资源的利用和保护

- 矿石：工业上把能用来提炼金属的矿物叫做矿石。  
常见的矿石及主要成分：赤铁矿 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、磁铁矿 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )、黄铁矿 ( $\text{FeS}_2$ )、菱铁矿 ( $\text{FeCO}_3$ )、铝土矿 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、黄铜矿 ( $\text{CuFeS}_2$ )、辉铜矿 ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) 等。
- 铁的冶炼
  - 实验室——一氧化碳还原氧化铁
  - 工业——高炉炼铁
    - ◆ 设备：高炉（图见书 17 页）。
    - ◆ 原料：铁矿石（赤铁矿或磁铁矿）、焦炭、石灰石、（空气）。
    - ◆ 反应原理： $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2$ 、 $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 、 $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 。
    - ◆ 石灰石的主要作用是将矿石中的二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 转变为炉渣 ( $\text{CaSiO}_3$ )。
    - ◆ 产品：生铁（实验室中“炼”出的铁不含碳，而工业生产中炼出的铁含碳）。
- 含杂质的反应物或生成物的有关计算  
当参加反应的物质含杂质时，先要把含杂质的物质的质量换算成纯物质的质量，再进行计算。

一般利用该公式及其变形： $\text{纯度} = \frac{\text{纯物质的质量}}{\text{不纯物质的总质量}} \times 100\%$ 。

【例题】1000t 含氧化铁 80% 的赤铁矿石，理论上可以炼出含铁 96% 的生铁的质量是多少？

【解法 1】 1000t 赤铁矿石中含氧化铁的质量为： $1000\text{t} \times 80\% = 800\text{t}$   
设生成的铁的质量为  $x$ 。



折合为含铁 96% 的生铁的质量为  $560\text{t} \div 96\% = 583\text{t}$

答：800t 氧化铁理论上可以炼出生铁的质量为 583t。

【解法 2】 设理论上可以炼出含铁 96%的生铁的质量为  $x$ 。（ $x$  不是纯物质的质量，不能直接代入计算）

1000t 赤铁矿石中含氧化铁的质量为： $1000t \times 80\% = 800t$



$$\begin{array}{ccc} 160 & & 112 \\ 1000t \times 80\% & & x \times 96\% \end{array}$$

$$\frac{160}{112} = \frac{800t}{x \times 96\%}$$
$$x = \frac{112 \times 800t}{160 \times 96\%} = 583t$$

答：800t 氧化铁理论上可以炼出生铁的质量为 583t。

● 铁生锈的实验（见右图）

【实验器材】大试管、试管夹（带铁夹的铁架台）、胶塞、经煮沸迅速冷却的蒸馏水、植物油、洁净无锈的铁钉、棉花和干燥剂氯化钙等。

【实验过程】取三根洁净无锈的铁钉，一根放在盛有蒸馏水的试管中，并使铁钉外露一半；一根放在用植物油密封的蒸馏水中；一根放在干燥的空气中，注意每天观察铁钉锈蚀的现象，连续观察约一周。

【实验现象】第一个试管中的铁钉生锈，而第二、三个试管中没有明显现象。

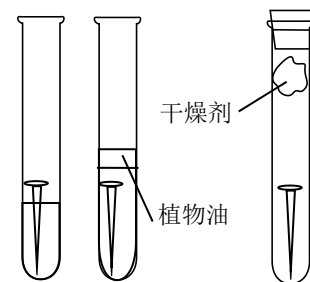
【实验结论】铁生锈实际上是铁与空气中的氧气、水蒸气共同作用的结果。

【注意事项】

第二个试管内没有现象，证明了铁钉生锈需要氧气；

第三个试管内没有现象，证明了铁钉生锈需要水蒸气。

铁锈很疏松，铁制品可以全部被锈蚀。



● 除去铁锈的方法

■ 物理方法：刀刮、砂纸打磨。

■ 化学方法：少量、多次地滴加稀盐酸或稀硫酸。

● 防止铁制品生锈的方法

■ 保持铁制品的洁净、干燥；

■ 擦干后涂一层保护膜（作用：隔绝空气、防水）。具体方法如下：

◆ 物理方法——刷漆（油漆或银粉）、涂油

◆ 化学方法——电镀其它金属（铬或锌）、烤蓝

■ 制成不锈钢。

● 金属资源的保护措施：

① 防止金属的腐蚀；

② 回收利用废旧金属；

③ 有计划、合理地开采矿物；

④ 寻找金属的代用品。（例如用塑料来代替钢和其他合金制造管道、齿轮和汽车外壳等）

意义：节约金属资源和能源，降低金属的生产成本，减少对环境的污染。