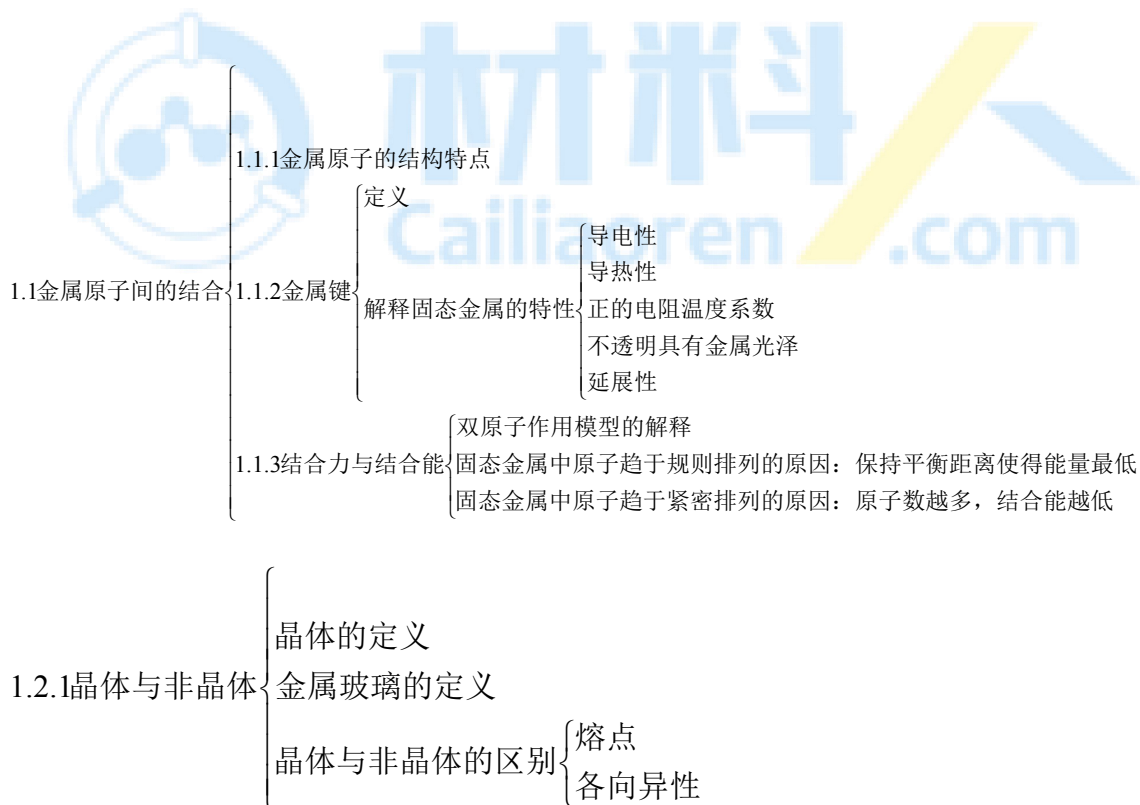


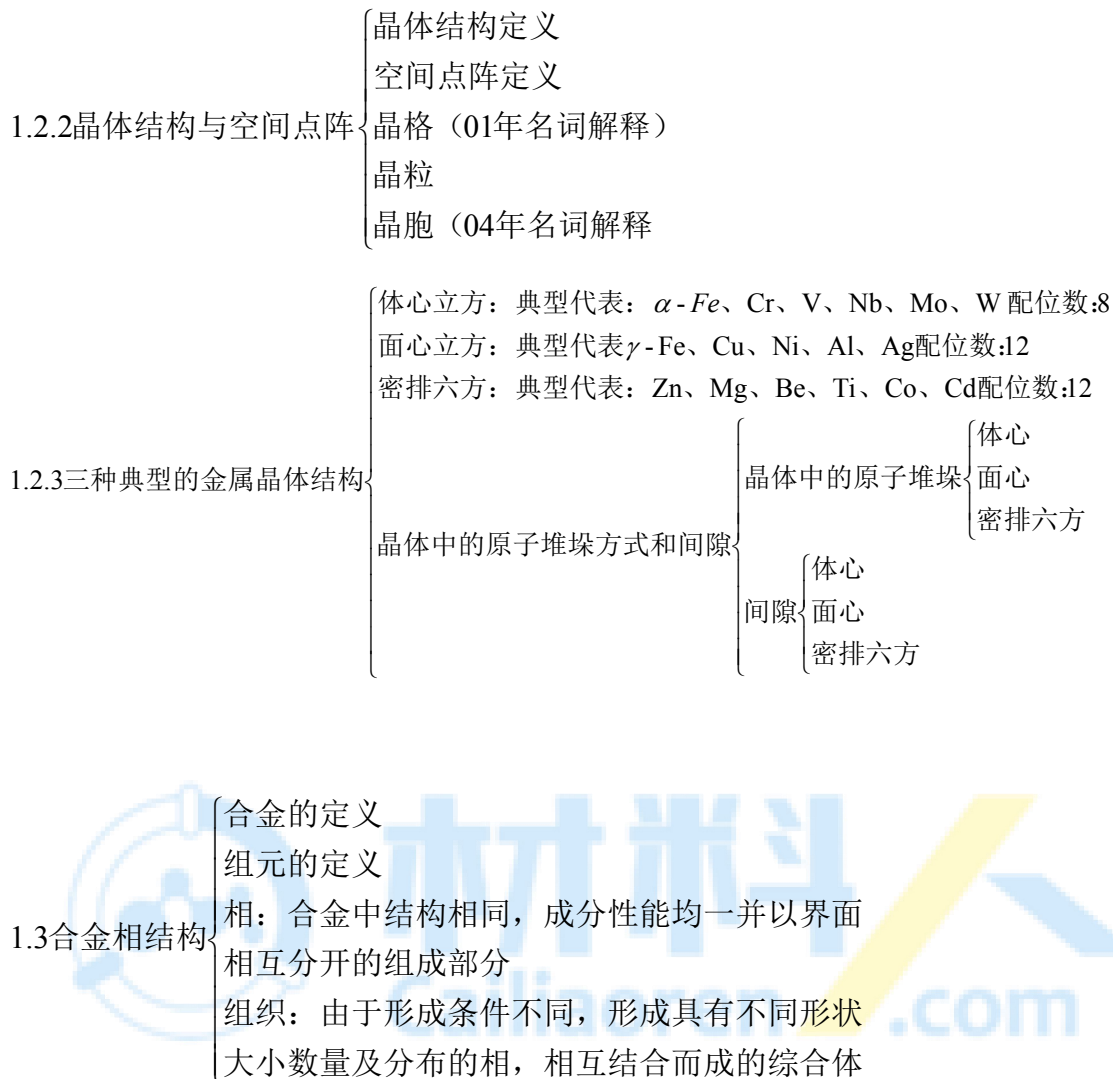
这个是我十二月初快考研的时候总结的，那个时候已经把书看了很多遍，真题也做了，但是对书的结构掌握的还是不太好，于是我就按照目录把知识点总结了，起个提纲挈领的作用，把前后章节互相联系起来，而且可以把突发的灵感标到相应知识点上。我把一些认为重点的知识点着重做了叙述（有些内容还是没加进去，譬如四面体八面体间隙，材料强化、细化方法等，有些知识点打算整理成题库的形式，仔细斟酌再发布）。

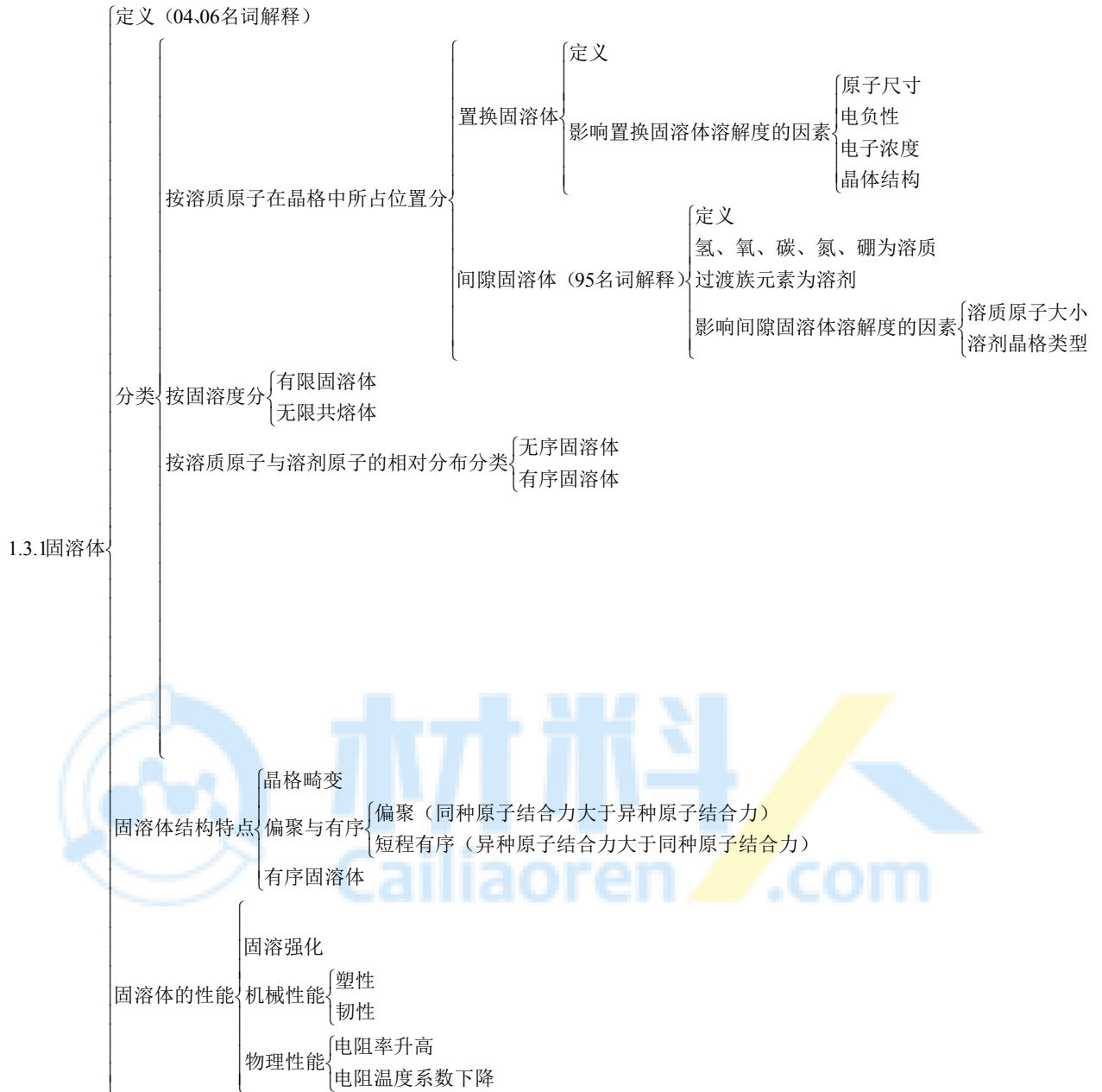
第二章中的过冷度作为大题考的（从结晶的条件出发解释）。第四章的渗碳体存在形式作为大题的形式考的（往年真题中的原题）。第六章的热加工冷加工区别和组织变化作为大题考的，还有滑移系也是大题。第七章热处理原理中的贝氏体珠光体马氏体转变同作为大题考的。第八章第九章是热处理原理应用（第九章由于时间原因没总结，那一章也挺重要的，复试的时候也考，还有第五章三元相图今年没考，不过考纲里有，一定要看，往年真题里有，研究一下就会了），我把一些知识点总结到了笔记本上，随时记忆。

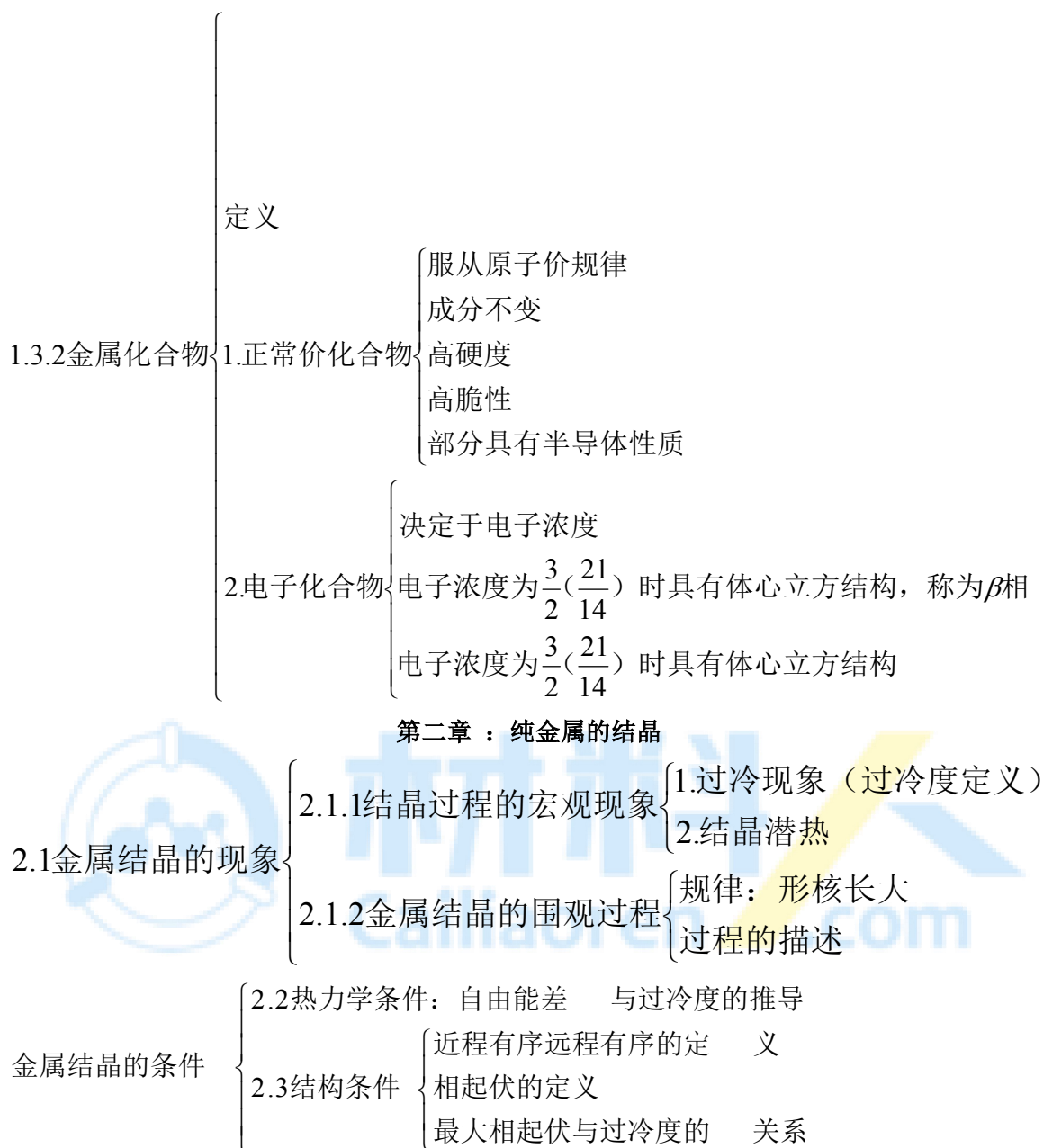
我拿出来这个来是希望抛砖引玉，给大家个启发，专业课要多总结，嘿嘿（CCT曲线分析，铁碳相图分析一定要会，这个分是必须要拿的，我因为没踏实的去做，导致算数的时候算错了，这个是教训，一定要自己算一遍，自己画一画。还有就是今年出了个比较怪异的相图题，可能我没复习到感觉怪异吧，还是劝大家把知识点复习到位，这样能拿到高分）。

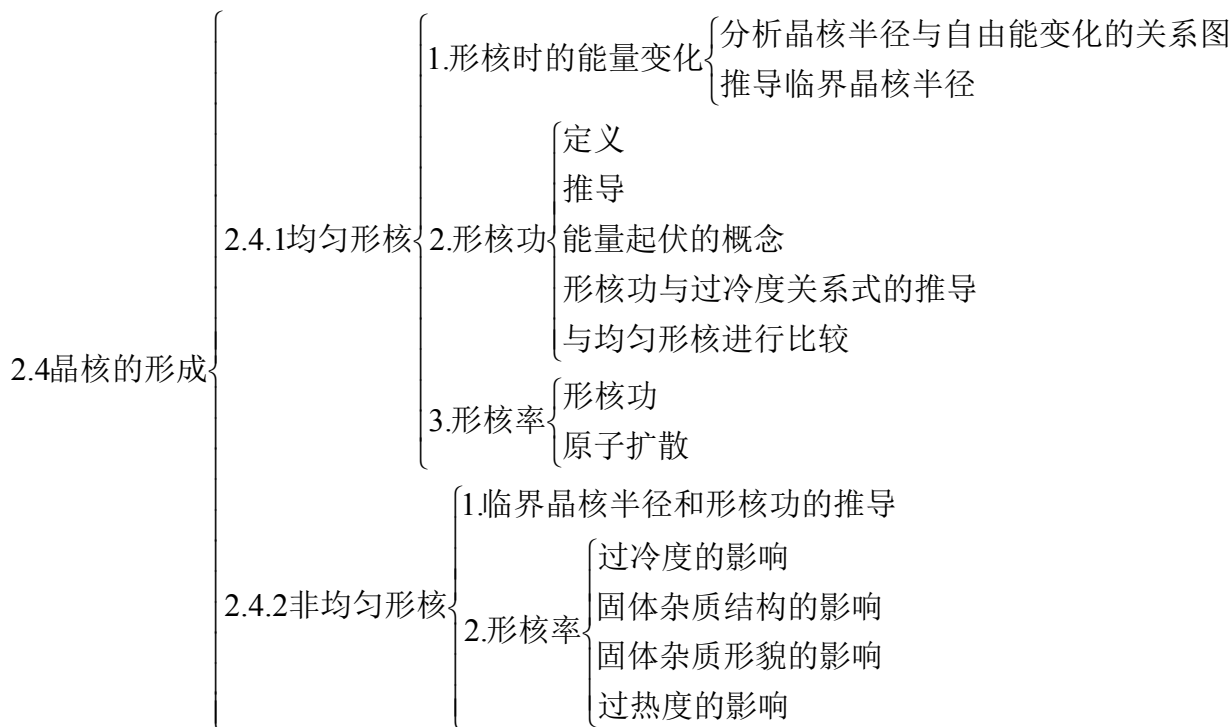
## 第一章 金属与合金的晶体结构











金属的结晶形核要点 {
   
1.液态金属的结晶必须在过冷的液体中进行
   
2.临界形核半径与表面能成正比，与过冷度成反比
   
3.形核既需要结构起伏，也需要能量起伏，二者皆是液体本身存在的自然现象
   
4.晶核的形成过程是原子的扩散迁移过程，需要在一定的温度下进行
   
5.工业生产中液体金属的凝固总是以非均匀形核方式进行

2.5.1固液界面的微观结构 {
   
1.光滑界面 ( $\alpha \geq 5$ )
   
2.粗糙界面 ( $\alpha \leq 2$ )

2.5.2晶体长大机制 {
   
光滑界面 { 二位晶核长大机制  
螺型位错长大机制
   
粗糙界面：垂直长大机制

2.5.3固液界面前沿液体中的温度梯度 {
   
正温度梯度
   
负温度梯度

2.5.4晶体生长的界面形状 {
   
1.在正的温度梯度下 { 光滑界面：以密排面为表面具有规则的几何外形  
粗糙界面：平面长大
   
2.在负的温度梯度下 { 光滑界面 {  $\alpha$ 值小时 { 小温度梯度下长成规则的几何外形  
大温度梯度下形成树枝晶  
 $\alpha$ 值大时 负温度梯度下仍能长成规则形状的晶体  
粗糙界面为树枝状生长



- 2.5.5 长大速度
- 光滑界面（速度慢）
    - 二位晶核长大
    - 螺位错长大
  - 粗糙界面：垂直长大速度快
- 晶体长大的要点
- 1. 具有粗糙界面的金属其长大机理为垂直长大所需过冷度小，长大速度大。
  - 2. 具有光滑界面的金属化合物，亚金属或非金属
    - 其长大机理有两种方式
      - 螺型位错
      - 二位晶核
 他们的长大速度都很慢所需过冷度很大。
  - 3. 晶体生长的界面形态与界面前沿的温度梯度和界面的微观结构有关
    - 正温度梯度
      - 光滑界面的一些小晶面互成一定角度呈锯齿状
      - 粗糙界面的形态为平行于  $T_m$  等温面的平直界面，呈平面长大
    - 负的温度梯度
      - 金属亚金属的界面呈树枝状
      - $\alpha$  值较高的金属保持光滑界面状态
- 2.5.6 晶粒大小的控制
- 细晶强化的定义
- $$Z_v = 0.9(\text{体积}) \text{ 或 } 1.1(\text{面积}) \times \left(\frac{N}{G}\right)^{\frac{3}{4}}$$
- 1. 控制过冷度
    - 采用金属性或石墨型代替砂型
    - 增加金属型的厚度降低金属型的温度
    - 采用蓄热多散热快的金属型
    - 局部加冷铁
    - 水冷铸型
    - 低温浇注
  - 2. 变质处理：在浇注前往液态金属中加形核剂存进形成大量非均匀形核
  - 3. 震动搅动
    - 依靠从外面输入能量促使晶核提前生成
    - 使成长中的枝晶破碎，增加晶核数目

### 第三章 二元合金相图和合金的凝固







### 3.2.5成分过冷及其对生长形状的影响

#### 1.形成成分过冷的条件及其影响因素

- 成分过冷定义  
(01、02、03、13名词解释)
- $$\frac{G}{R} = \frac{mC_0(1-k_0)}{k_0}$$

#### 2.对晶体成长形状的影响

- 不出现成分过冷：平面状生长
- 出现成分过冷：
  - 胞状生长
  - 树枝状生长

$C_0$ (合金成分)、 $G$ (温度梯度)、 $R$ (凝固速度)  
是影响成分过冷的主要因素

### 3.3共晶相图及结晶

#### 3.3.1相图分析

#### 3.3.2典型合金的平衡结晶过程及组织

##### 1.伪共晶 (99、2000、2012名词解释)

- 平衡条件获得或  
不平衡条件获得
- 消除方法：  
均匀化退火转变为  
平衡态的固溶体

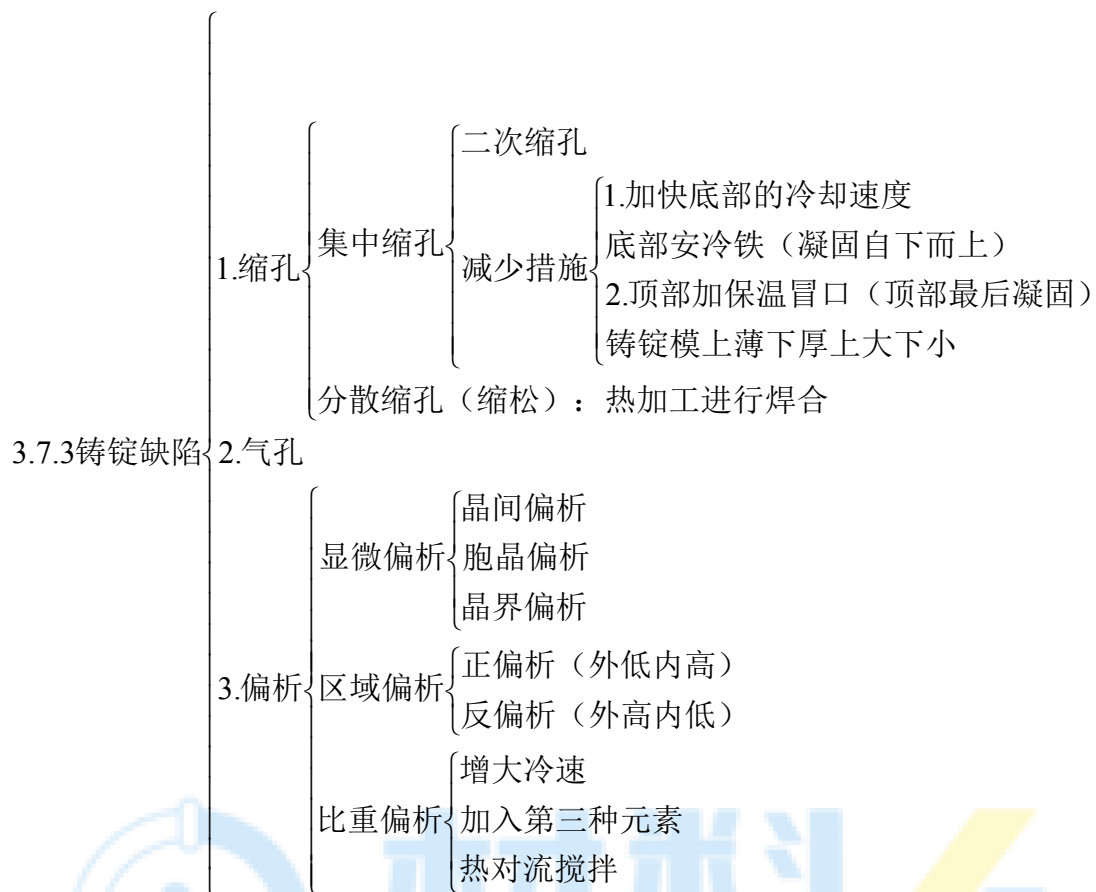
#### 3.3.3不平衡结晶及组织

##### 2.离异共晶 (06名词解释)









#### 第四章 铁碳合金

##### 4.4 含碳质量分数对铁碳合金平衡组织和性能的影响

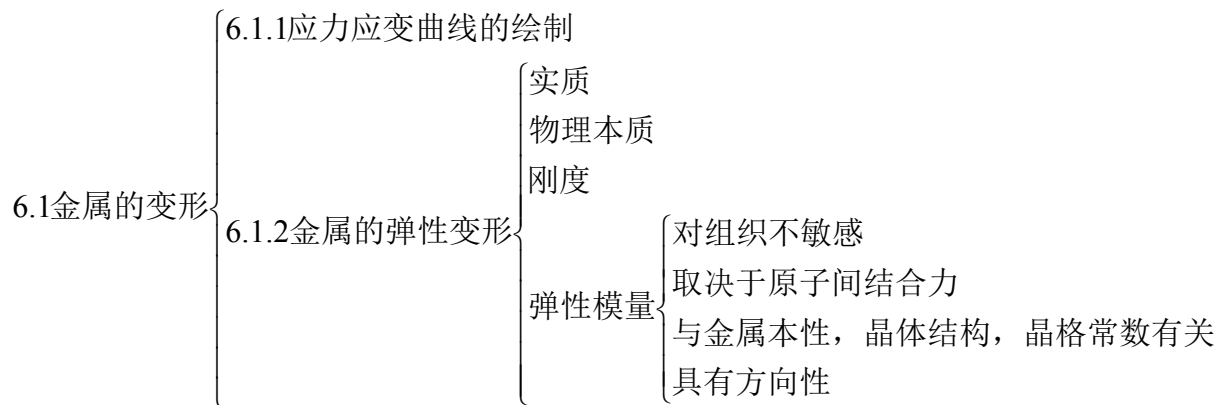
4.4.1对平衡组织的影响	{按组织区分的铁碳合金相图的绘制 铁碳合金的成分与组织的关系 五种渗碳体的来源形状
4.4.2对机械性能的影响	{强度变化趋势 ( $w_{(c)} = 1\%$ 达到极值) {硬度变化趋势 {对组织不敏感 取决于相的数量和硬度 直线升高 {塑性变化趋势 {出现莱氏体氏塑性接近零 主要由铁素体提供 {韧性变化趋势 {对组织十分敏感 出现二次渗碳体韧性急剧下降 趋势大
4.4.3对工艺性能的影响	<div data-bbox="576 1189 794 1234">1.切削加工性能</div> <div data-bbox="799 987 1342 1435">                         {低碳钢切削热大粘刀                          高碳钢硬度高                          中碳钢性能好                          250HB                          奥氏体组织钢导热性低热量集中                          粗晶粒钢切削性能好                          珠光体中的渗碳体形态 {亚共析钢片状                          过共析钢网状                     </div> <div data-bbox="576 1458 794 1503">2.可锻性：奥氏体组织具有良好的可锻性</div> <div data-bbox="576 1794 699 1839">3铸造性</div> <div data-bbox="703 1503 1592 2018">                         {流动性 {含碳质量分数越高，流动性越好                          浇注温度越高，流动性越好                          过热度越大，流动性越好                          共晶铸铁恒温凝固，流动性好                          {收缩性 {体收缩（产生缩孔、缩松原因） {液态收缩                          凝固收缩                          {线收缩（内应力、变形、裂纹原因） {固态收缩                          含碳量大，收缩小                          {枝晶偏析 {固相线液相线距离越大偏析越严重                          成分在共晶点附近偏析小                     </div>
	材料人考研学院



#### 4.5.1 钢中的杂质元素及其影响

- 1. 锰和硅的影响
  - 脱氧剂，除氧
  - 锰还可以除硫
  - 溶入铁素体提高强度
  - 溶入渗碳体
  - 锰
    - 固溶强化
    - 增加珠光体数量
  - 硅
    - 镇静钢中多
    - 固溶强化
- 2. 硫的影响
  - 只溶于钢液中
  - 固态以FeS夹杂形式存在
  - FeS形成离异共晶，造成严重偏析，形成热脆
  - 形成热裂纹
  - 产生气孔和缩松
  - 提高切削加工性能
  - 消除方法：加入适量的锰
- 3. 磷的影响
  - 钢中磷都固溶于铁中
  - 具有很强的固溶强化作用
  - 剧烈降低钢的低温脆性，即冷脆
  - 具有严重的偏析倾向，难以热处理消除
  - 益处
    - 降低铁素体的韧性，提高切削加工性能
    - 与铜共存，提高钢的抗大气腐蚀能力
- 4. 氮的影响
  - 害处
    - 蘸火时效
    - 应变时效
  - 解决方法：加入Al
    - 生成ALN
    - 细化晶粒
- 5. 氢的影响
  - 氢脆
  - 白点
- 6. 氧及其它非金属夹杂物的影响
  - 破坏基体连续性
  - 降低机械性能

## 第六章 金属的塑性变形和再结晶



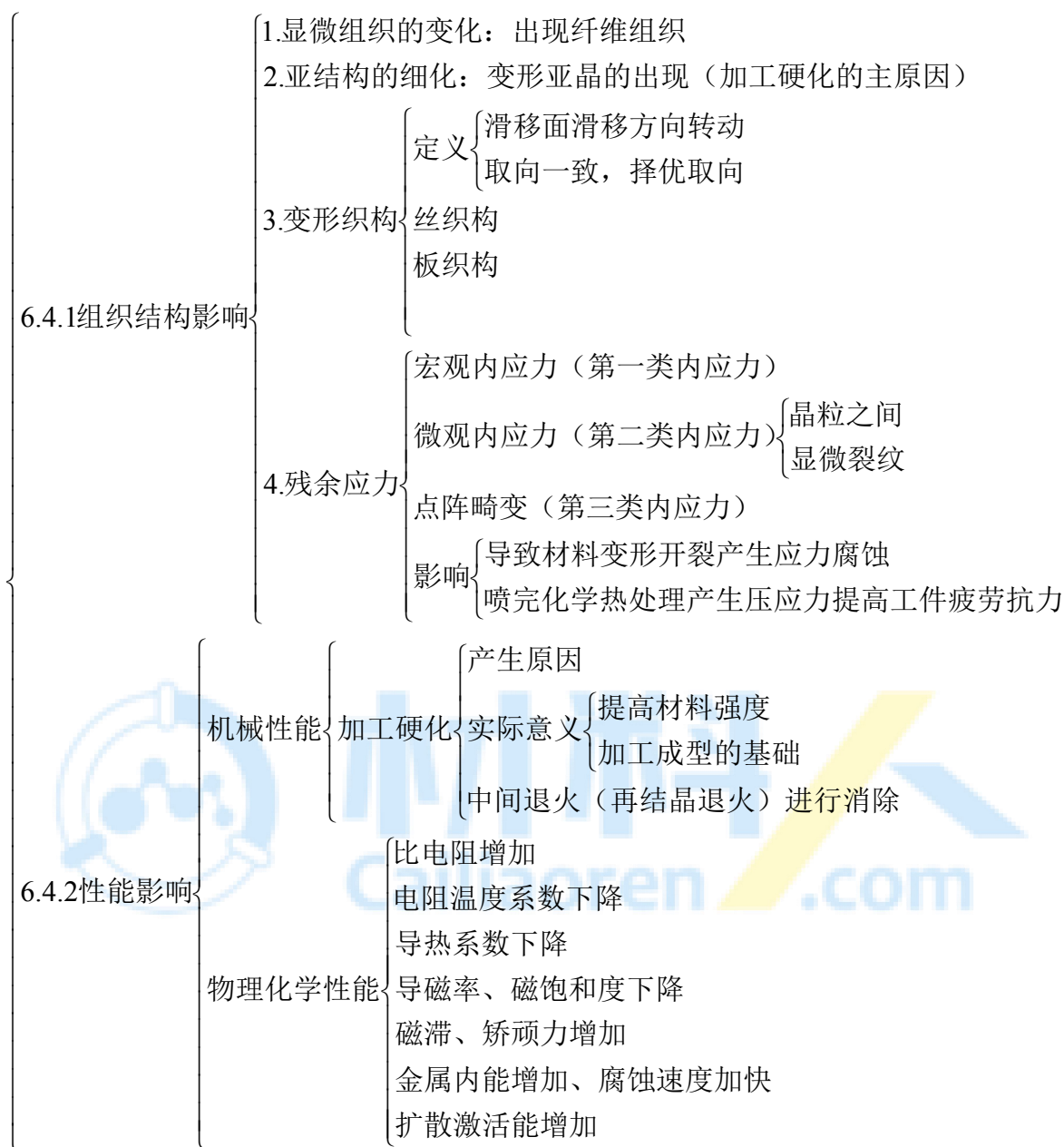
6.2单晶体的塑性变形	6.2.1滑移	1.滑移带与滑移线及其滑移的定义	
		2.滑移系	{ <div>定义</div> <div>体心立方结构<math>\langle 111 \rangle \times \{110\} = 12</math></div> <div>面心立方结构<math>\langle 111 \rangle \times \{110\} = 12</math></div> <div>密排六方结构<math>\langle 1120 \rangle \times \{0001\} = 3</math></div>



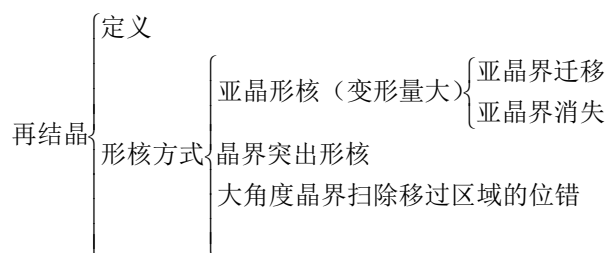
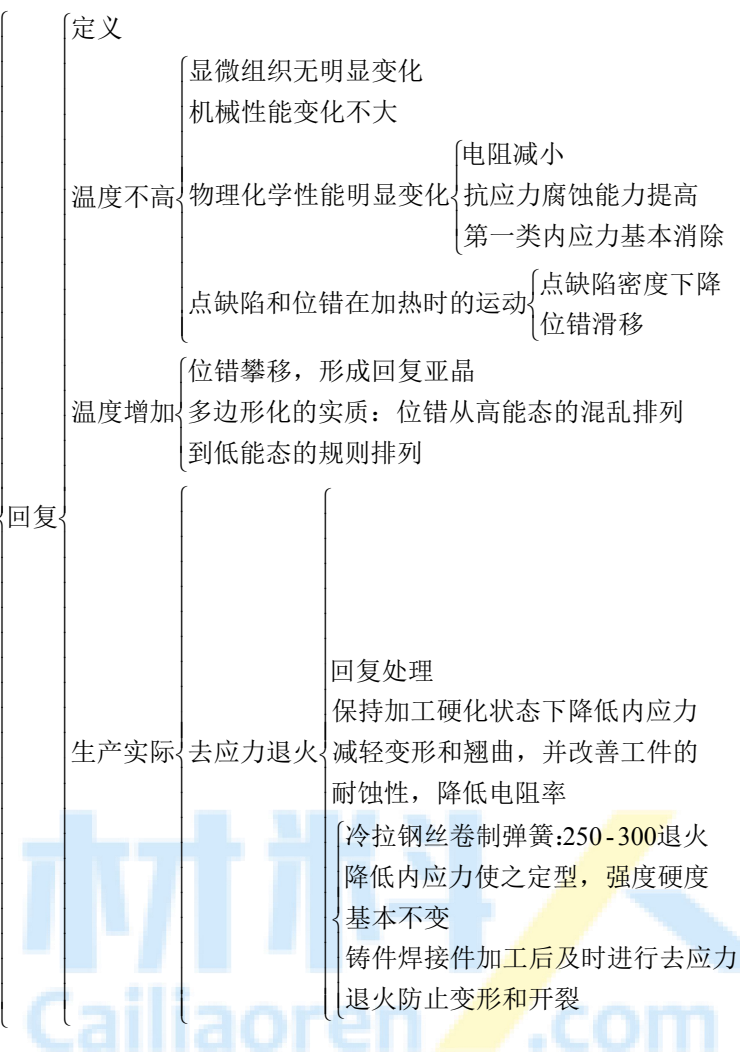


6.3.1多晶体的塑性变形特点	<ul style="list-style-type: none"> <li>不同同时性</li> <li>相互协调性</li> <li>不均匀性</li> </ul>
6.3多晶体的塑性变形	6.3.2晶粒大小对塑性变形的影响
	$\sigma_s = \sigma_0 + Kd^{-\frac{1}{2}}$ <p><math>\sigma_0</math>: 单晶体的屈服强度 (晶内对变形的抗力)</p> <p><math>K</math>: 表征晶界对强度的影响 (与晶界结构有关 与温度关系不大)</p> <p><math>d</math>: 晶粒平均直径</p>
霍尔佩奇公式的说明	<ul style="list-style-type: none"> <li>屈服强度: <math>n \rightarrow \tau \rightarrow</math> 转移 <math>\rightarrow</math> 屈服强度</li> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>小晶粒 <math>n</math> 小, 屈服强度高</li> <li>大晶粒 <math>n</math> 大, 屈服强度低</li> </ul> </li> <li>塑性           <ul style="list-style-type: none"> <li>一定体积晶粒数目多</li> <li>变形分散度大</li> <li>晶粒内部与晶界应变度小</li> <li>变形均匀</li> <li>断裂前承受较大的变形量</li> <li>获得较大的断面收缩率和延伸率率</li> </ul> </li> <li>韧性           <ul style="list-style-type: none"> <li>晶粒细小, 晶界曲折</li> <li>阻止裂纹传播</li> <li>吸收更多能量</li> </ul> </li> </ul>

## 6.4 塑性变形对金属组织与性能的影响



## 6.5冷变形金属的回复与再结晶



6.5.3再结晶温度及其影响因素

- 定义
- 1.变形程度  $\uparrow T_{\text{再}} \downarrow$
- 2.金属的纯度  $\uparrow T_{\text{再}} \uparrow$
- 3.原始晶粒尺寸  $\uparrow T_{\text{再}} \uparrow$
- 4.加热时间  $\uparrow T_{\text{再}} \downarrow$  和加热速度  $\uparrow T_{\text{再}} \uparrow$

6.5.4再结晶晶粒大小的控制

- 1.变形程度
- 2.原始晶粒尺寸
- 3.杂质与合金元素
- 4.变形温度
- 5.退火温度

6.5.5晶粒长大（界面能差）

- 1.晶粒长大主要靠晶界迁移
  - 移动方向指向曲率中心
  - 大吃小
  - 平直化
  - 交角 $120^\circ$
- 2.出现二次再结晶
  - 定义
  - 原因
    - 夹杂物第二相不均匀
    - 温度很高长时间保温弥散质点聚集溶解
    - 晶粒脱离杂质约束突然长大
    - 晶粒粗大，导磁率高

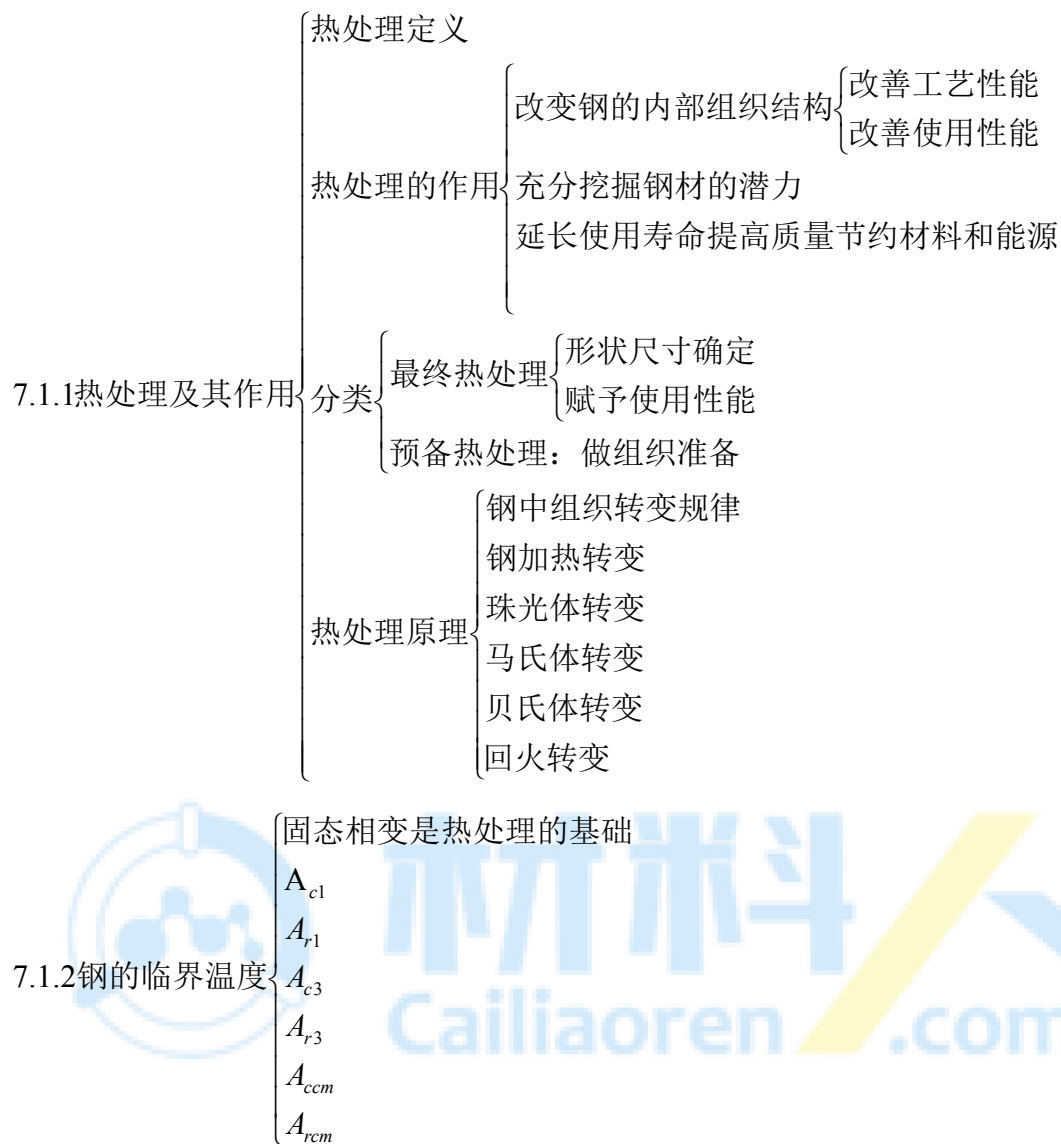
6.6金属的热加工

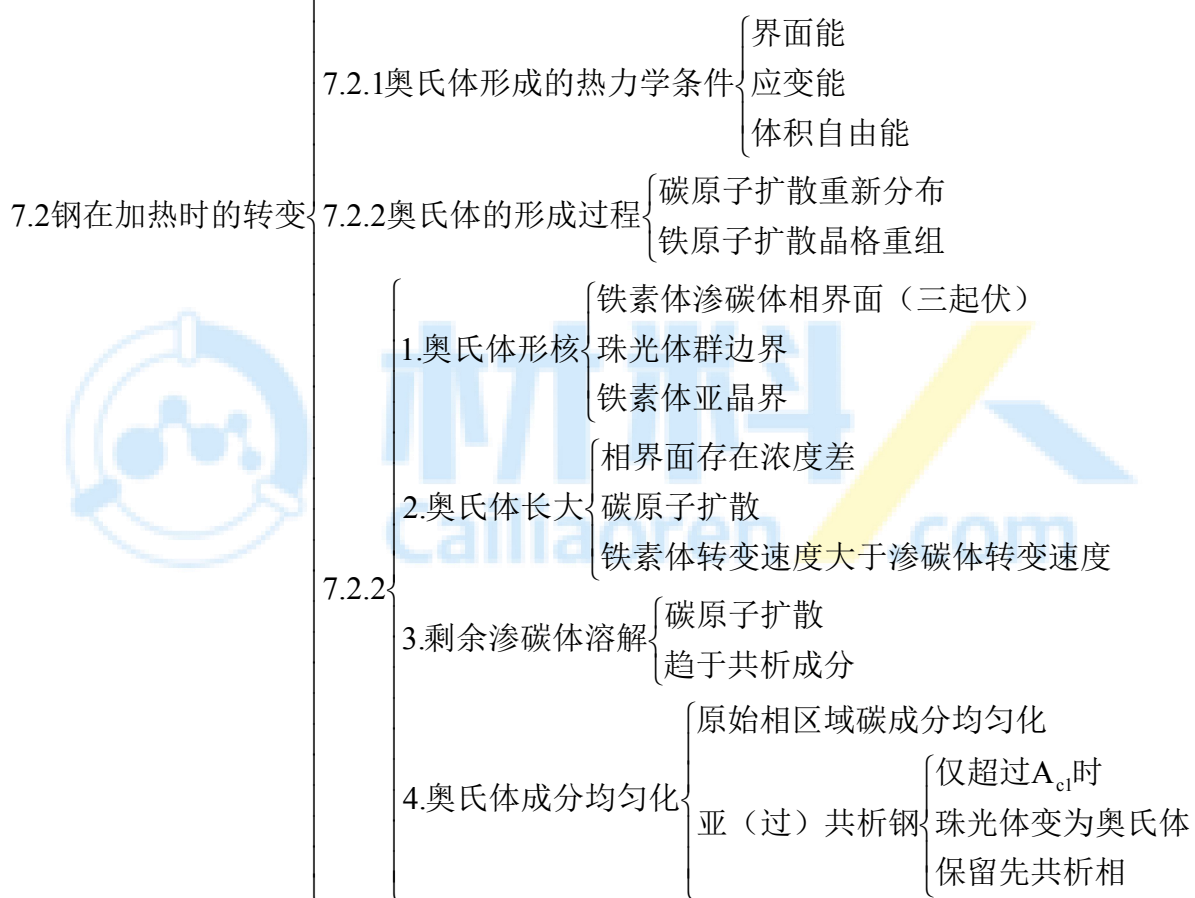
- 6.6.1金属的热加工与冷加工
  - 动态回复动态再结晶
  - 加工温度
    - 固相线以下
    - 再结晶温度范围以上
- 6.6.2热加工对金属组织的与性能的影响

热加工对金属组织与性能的影响

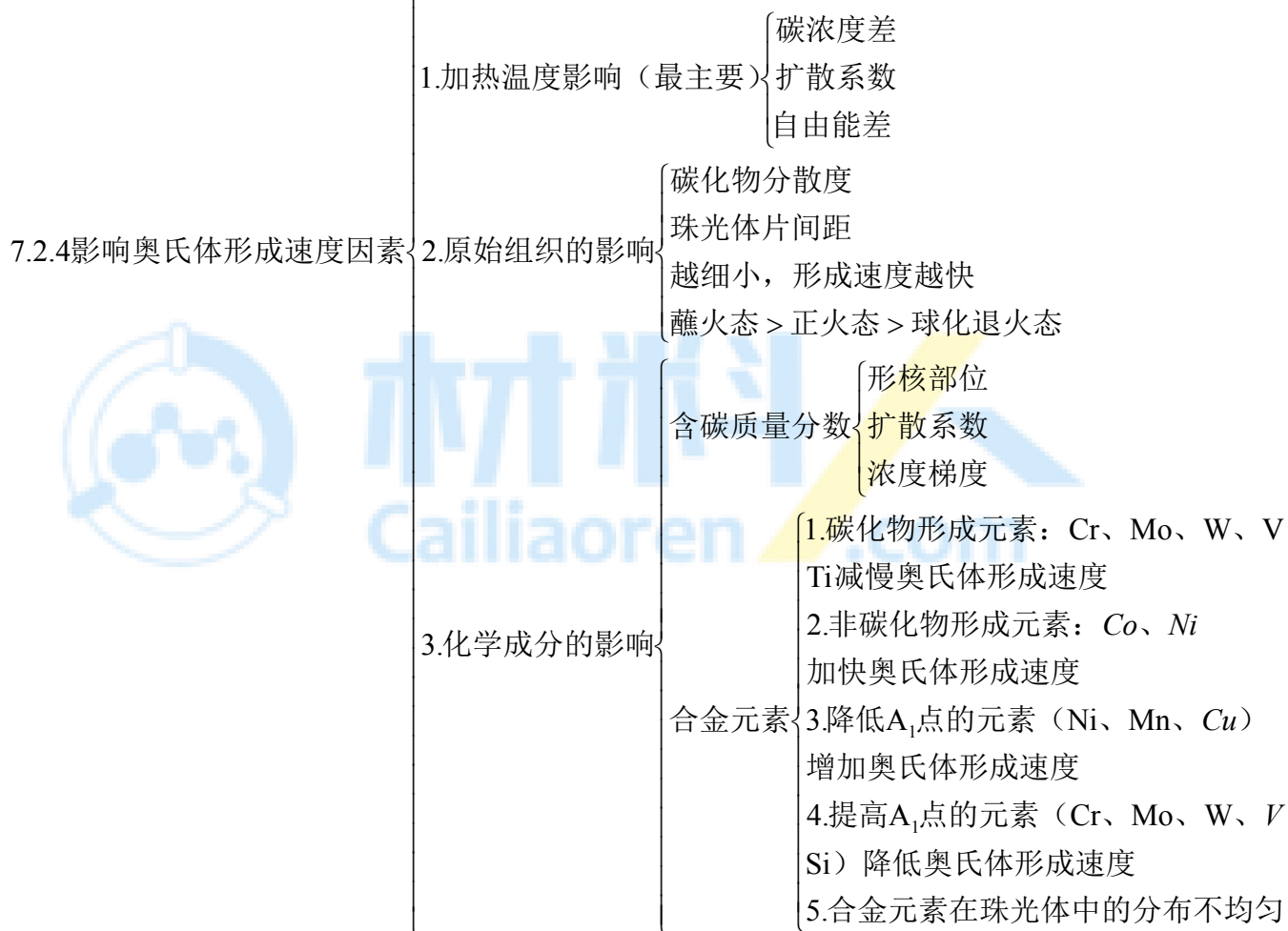
- |              |  |
|--------------|--|
| 1.改善铸锭和钢坯的组织 | { <div>1.改善组织缺陷，增加材料致密度</div> <div>2.柱状晶树枝晶破碎，细化晶粒</div> <div>3.合金钢中大块初晶<br/>共晶碳化物、夹杂物打碎并均匀分布</div> <div>4.消除偏析，均匀成分</div> |
|--------------|--|

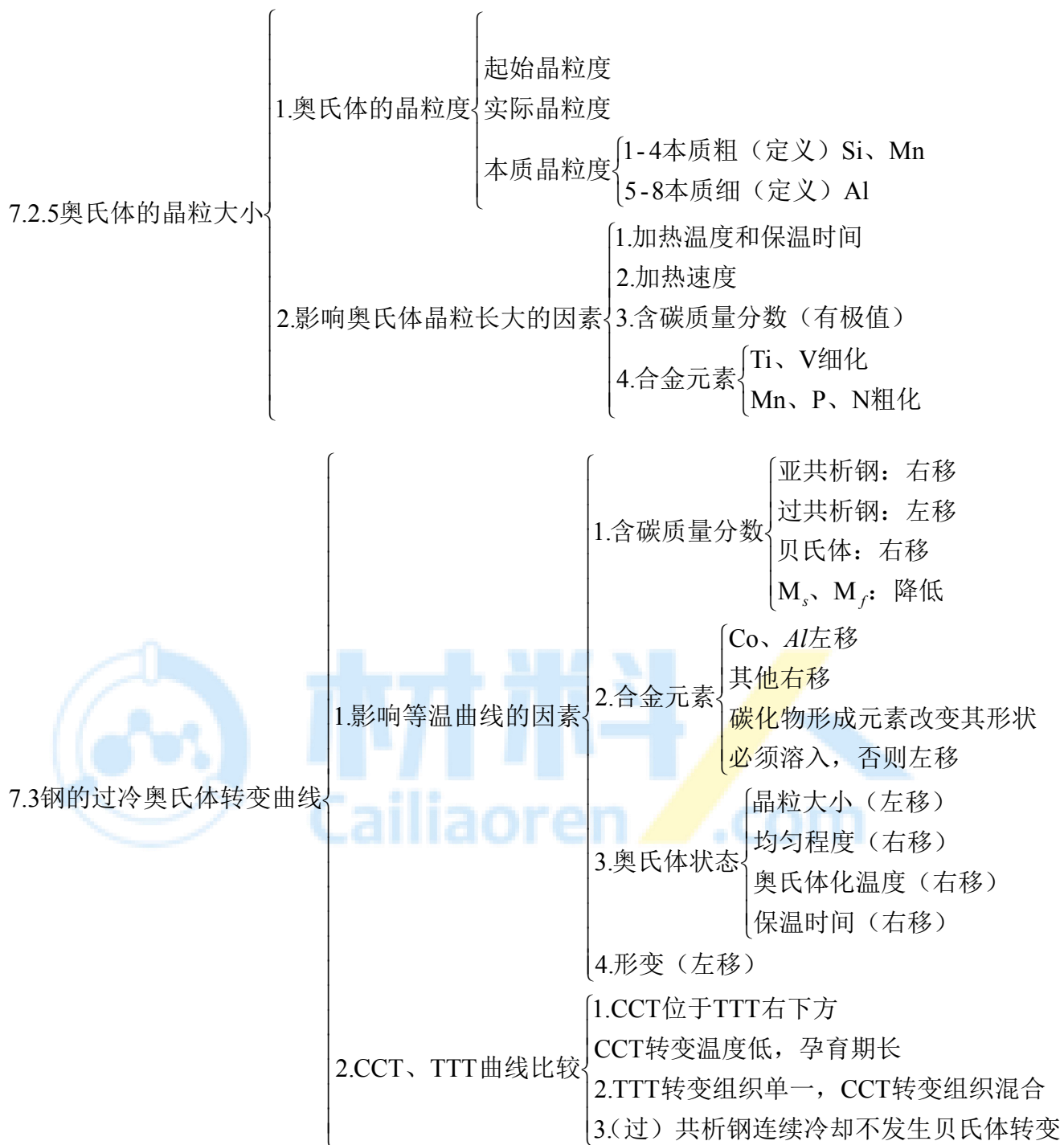
## 第七章 钢在加热和冷却时的转变

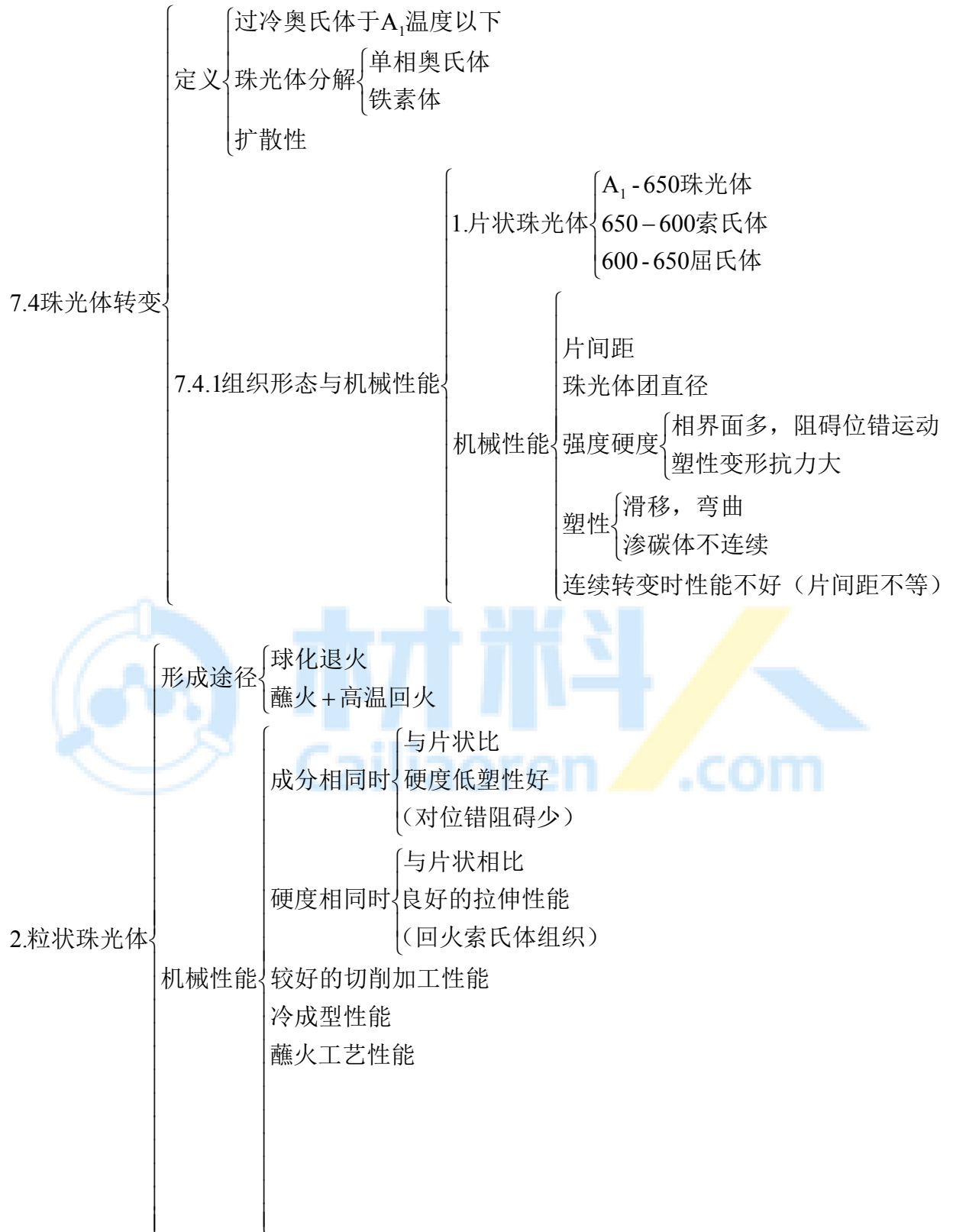




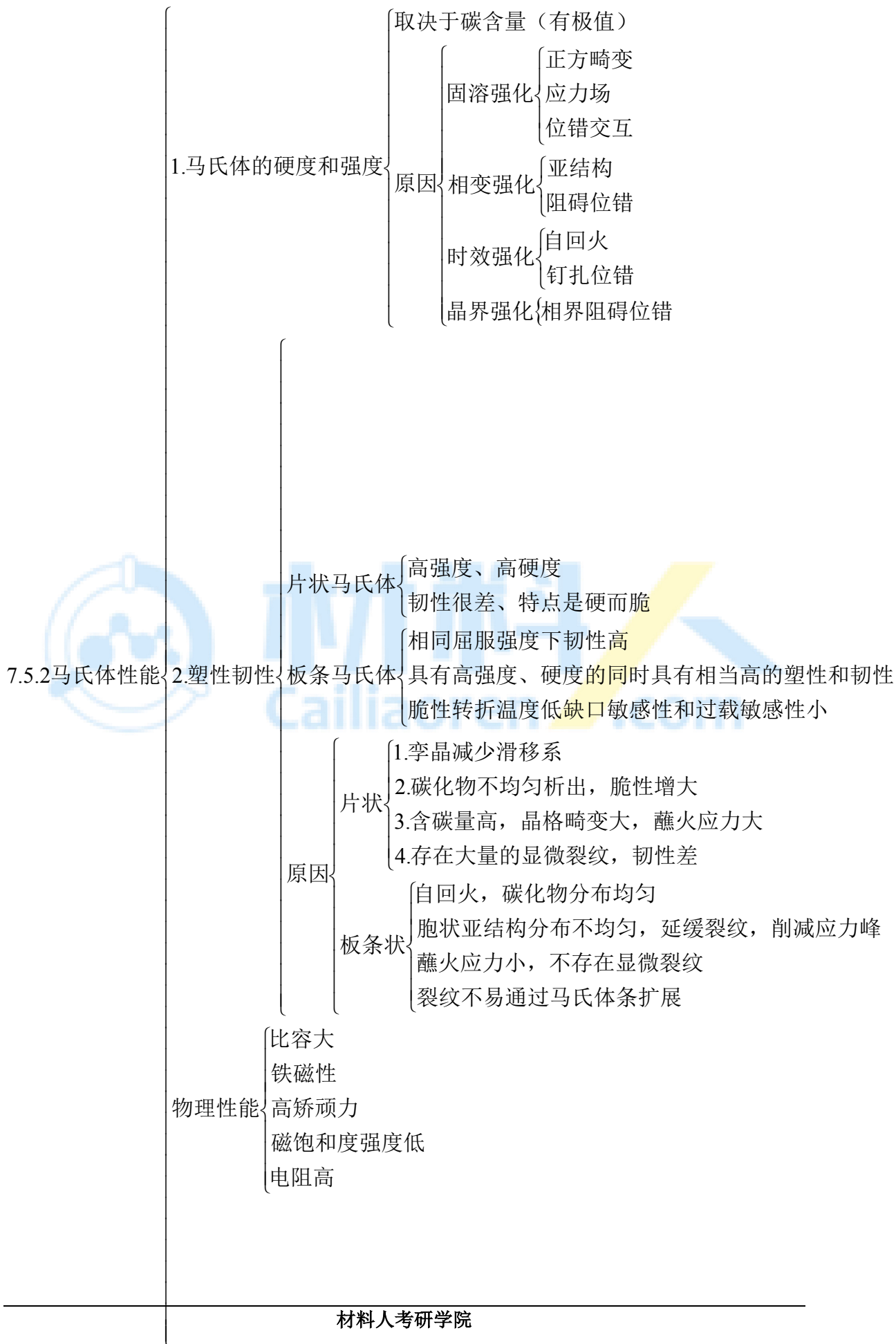


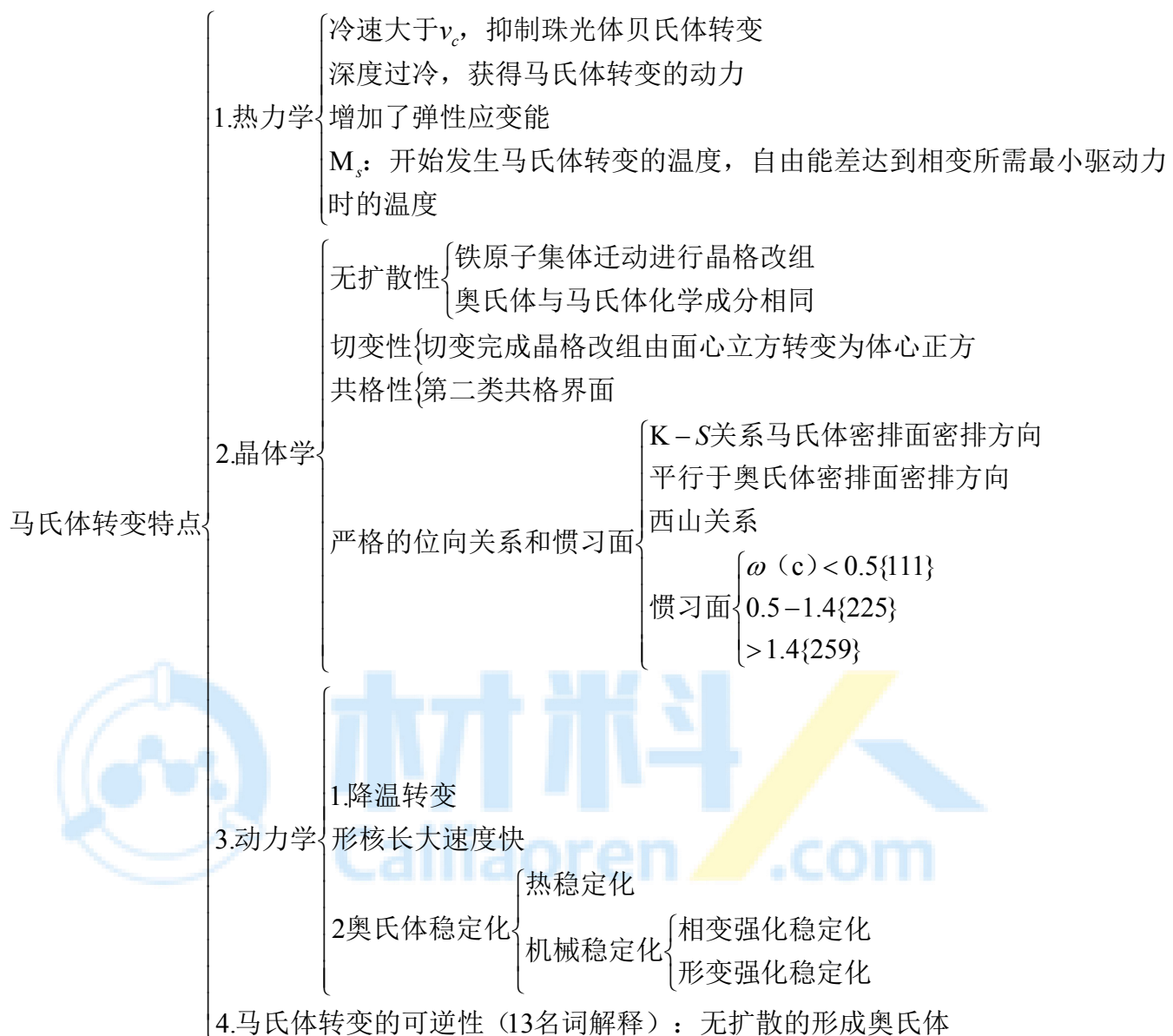






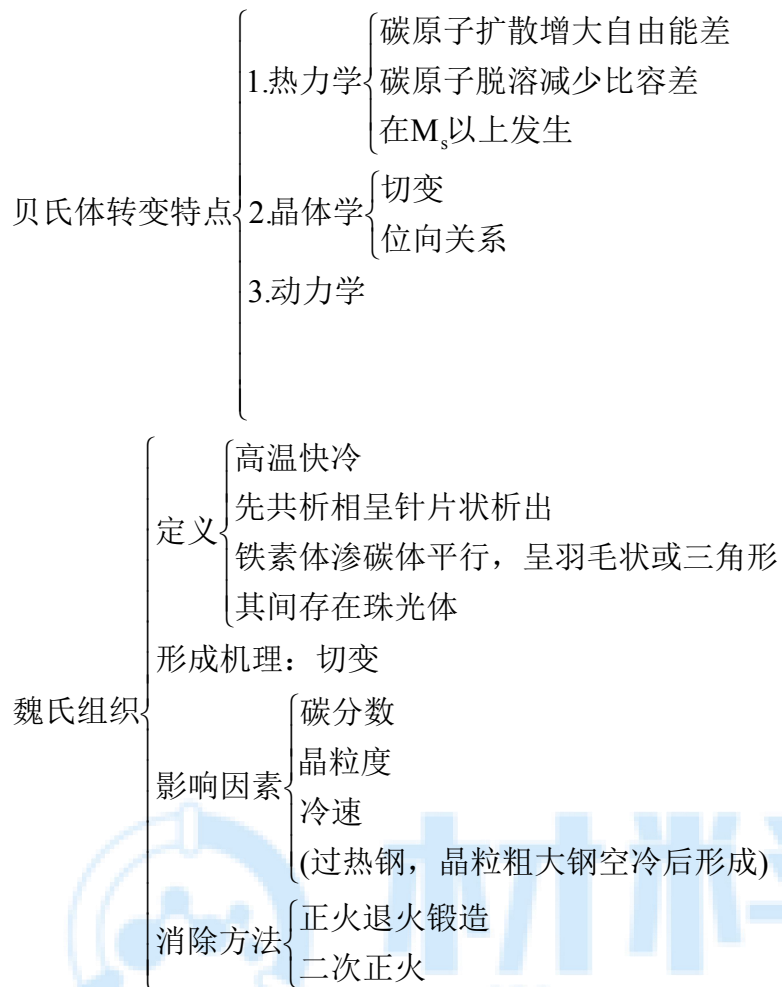




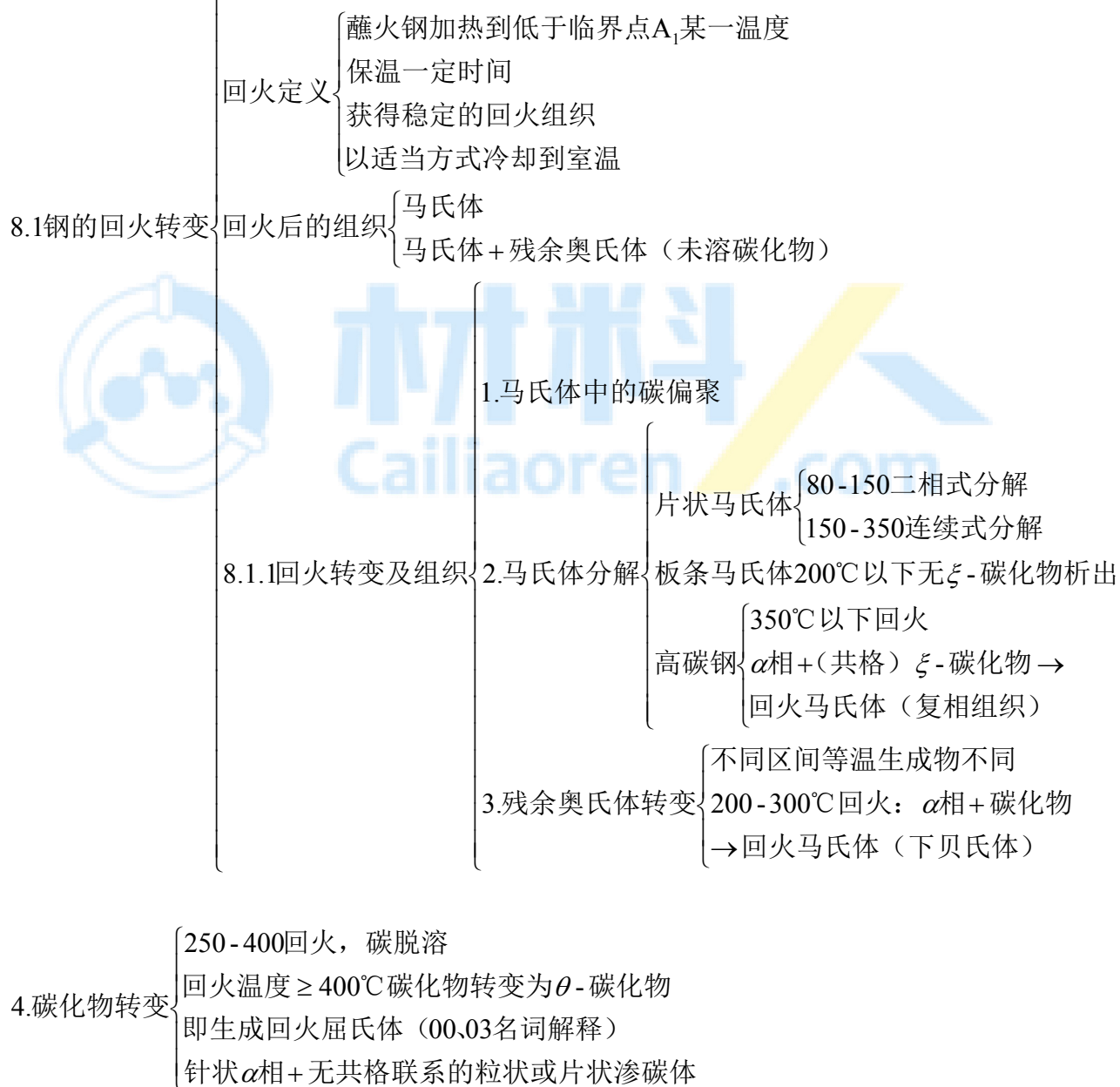






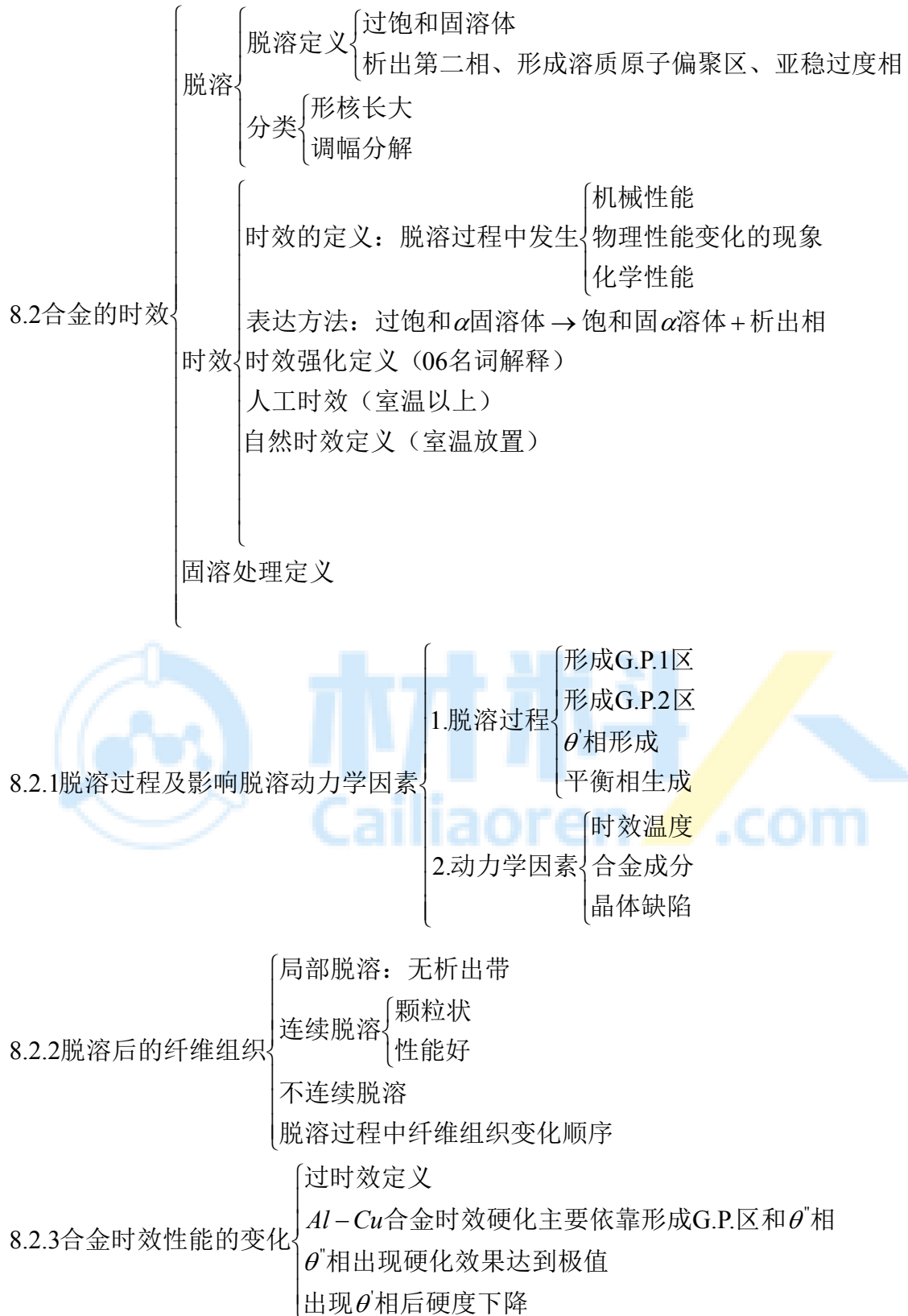


第八章钢的回火转变及合金时效



5. 渗碳体长大、 $\alpha$ 相回复、再结晶
- 350°C 时第三类内应力消除
  - 400°C 以上
    - 渗碳体聚集球化  $\rightarrow$  粒状渗碳体
    - $\alpha$ 相回复
  - 350-500°C 时第二类内应力消除
  - 500-600°C 时第一类内应力消除
  - 500-650°C 形成回火索氏体
  - 即多边形铁素体 + 粗粒状渗碳体
- 8.1.2 蘸火钢回火时机械性能的变化
- 1. 硬度
    - 总体下降
    - 回火稳定性定义：抵抗回火过程中硬度下降的能力
  - 2. 强度和韧性
    - 强度下降
    - 塑性上升
      - 400°C 最显著
      - 350°C 弹性极限达到极值

- 定义
- 钢的冲击韧性在某些温度区间回火时显著降低
  - 变化总趋势时增大
- 8.1.2 回火脆性
- 第一类回火脆性
    - 250-400°C 即低温回火脆性
    - 原因：马氏体分解析出断续的薄壳状碳化物
    - 降低晶界脆性，不可逆，加入硅、锰提高脆化温度
  - 第二类回火脆性
    - 合金结构钢中产生
    - 450-650°C
    - 杂质元素在原奥氏体晶界偏聚
    - 防治方法
      - 小尺寸
        - 高温回火快速冷却
        - 提高纯度
        - 加入 Mo、W 等元素
      - 大截面
        - 亚共析钢：亚温蘸火
        - 形变热处理





8.3调幅分解	调幅分解定义	<ul style="list-style-type: none"><li>扩散偏聚机制</li><li>结构相同成分不同</li></ul>
	8.3.1调幅分解的热力学条件	<ul style="list-style-type: none"><li>是固态相变</li><li>调幅分解线</li><li>拐点曲线内侧：调幅分解</li><li>拐点曲线外侧：形核长大</li></ul>
	8.3.2调幅分解过程：上坡扩散	
	8.3.3结构、显微组织、性能	<ul style="list-style-type: none"><li>定向排列</li><li>强韧性</li><li>弥散度、高屈服强度</li></ul>

