



山东交通学院

表面化学热处理

主讲教师：孔秀华



轮机
工程材料

☑ 定义

- 把零件置于一定的介质中加热与保温，使介质中的一种或几种活性原子渗入零件表面层，以改变表层的化学成分、组织和性能的热处理工艺。
- 与表面淬火相比，不仅改变零件表面层的组织，也改变表面层的化学成分。

☑ 分类

- 根据渗入的元素不同，化学热处理可分为渗碳、氮化、碳氮共渗、渗硼、渗铝等。



可控气氛渗碳炉



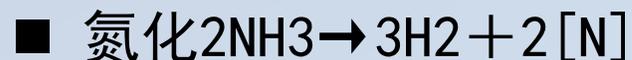
渗碳回火炉

☑ 化学热处理的基本过程

□ 表面化学热处理基本过程是由分解、吸收、扩散三个基本过程组成。

■ 介质分解过程：加热介质中作为渗剂的分子分解出活性原子的过程。

■ 例如：渗碳



☑ 化学热处理的基本过程

- 表面吸收过程：活性原子向固溶体溶解或与钢中某些元素形成化合物。
- 原子向内部扩散过程：渗入零件表面的原子达到饱和后，活性原子将继续向零件内部扩散的过程。表面与内部浓度差越大，温度越高，活性原子扩散速度越快，渗层也越厚。

☑ 钢的渗碳

- 渗碳工艺是将低碳钢零件置于高碳介质中加热到 A_{c3} 以上，保温足够的时间，获得零件表面高碳层的热处理工艺。
- 渗碳的目的是为了提高零件表面的硬度、耐磨性。而心部保持良好的韧性。
- 渗碳工艺仅适于低碳钢（如15，20，25钢）和低碳合金钢。用于制作齿轮、活塞销类等零件。



经渗碳的齿轮

☑ 渗碳工艺

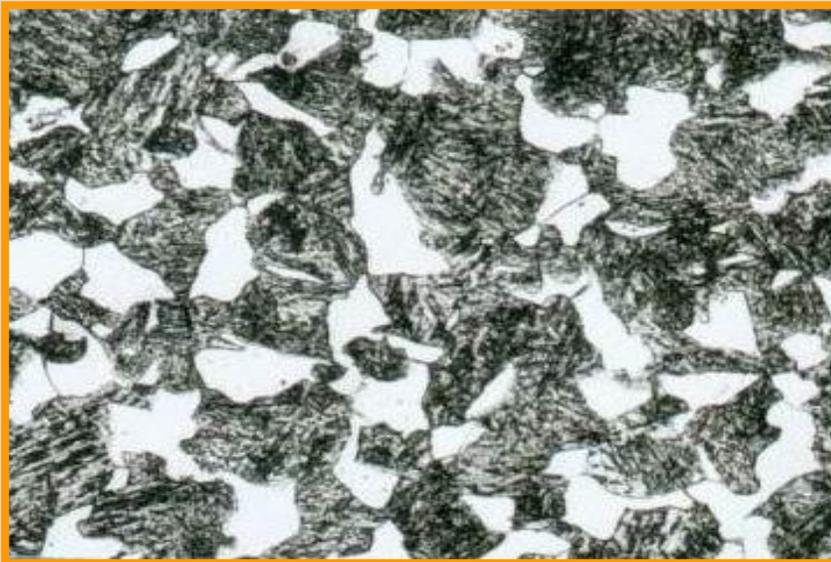
- 工艺：将钢加热到900—950℃，保温10小时左右。
- 渗碳后的组织：一般渗碳层深度为0.5~2.5mm，表层含碳量在0.9%~1.05%，心部仍为低碳。若工件渗碳后缓慢冷却，从表面到心部的组织为
 $P+Fe_3C \parallel \rightarrow P \rightarrow P+F$ 。
- 根据渗碳介质的状态不同，渗碳可分为气体渗碳、固体渗碳和液体渗碳三种。

☑ 热处理及组织

- 渗碳缓冷后，需重新加热到 A_{c1} 以上 $30-50^{\circ}\text{C}$ 淬火+低温回火。
- 最终获得的组织为：
 - 表层：M回+颗粒状碳化物+A'（少量）。
 - 心部淬透时：M回+F。



渗碳淬火后的表层组织



M+F

☑ 固体渗碳法

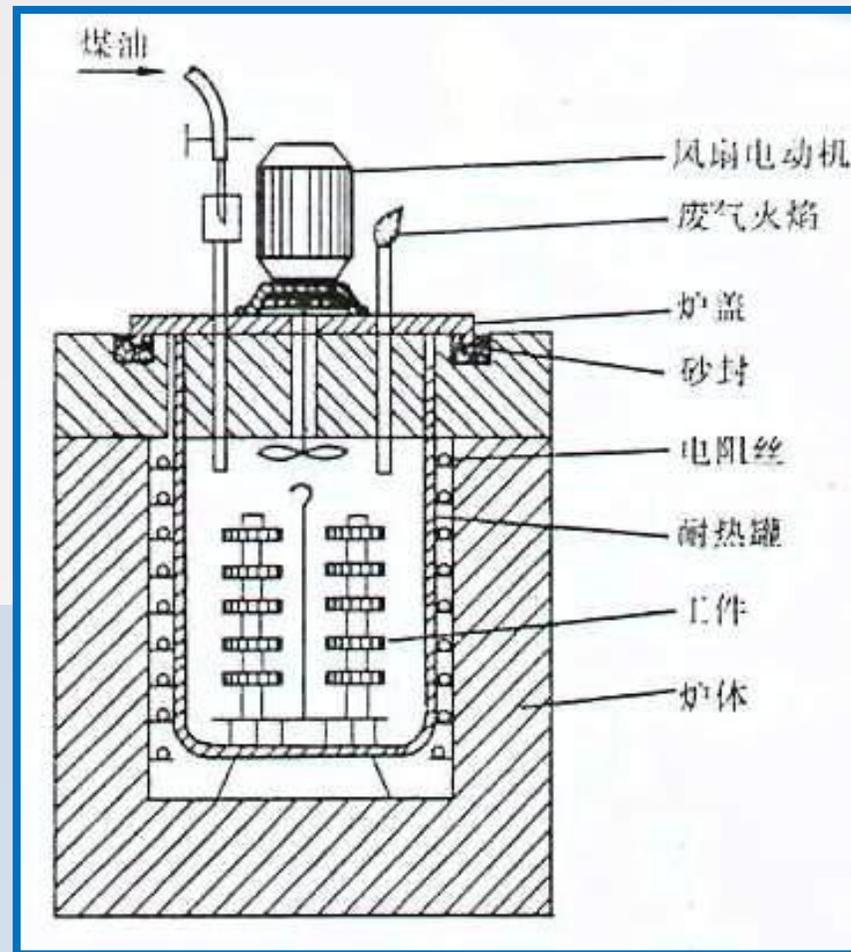
- 将工件埋入渗剂（木炭和催化剂）中，装箱密封后在 $900\sim 950^{\circ}\text{C}$ 下加热渗碳。
- 优点：操作简单，成本低。
- 缺点：渗速慢，质量不稳定。

真空渗碳炉



☑ 气体渗碳法

- ❑ 将工件放入密封炉内，在高温渗碳气氛中渗碳。
- ❑ 渗剂为气体（煤气、液化气等）或有机液体（煤油、甲醇等）。
- ❑ 优点：质量好，效率高。便于直接淬火。
- ❑ 缺点：渗层浓度与深度不易控制。



气体渗碳法示意图

☑ 氮化

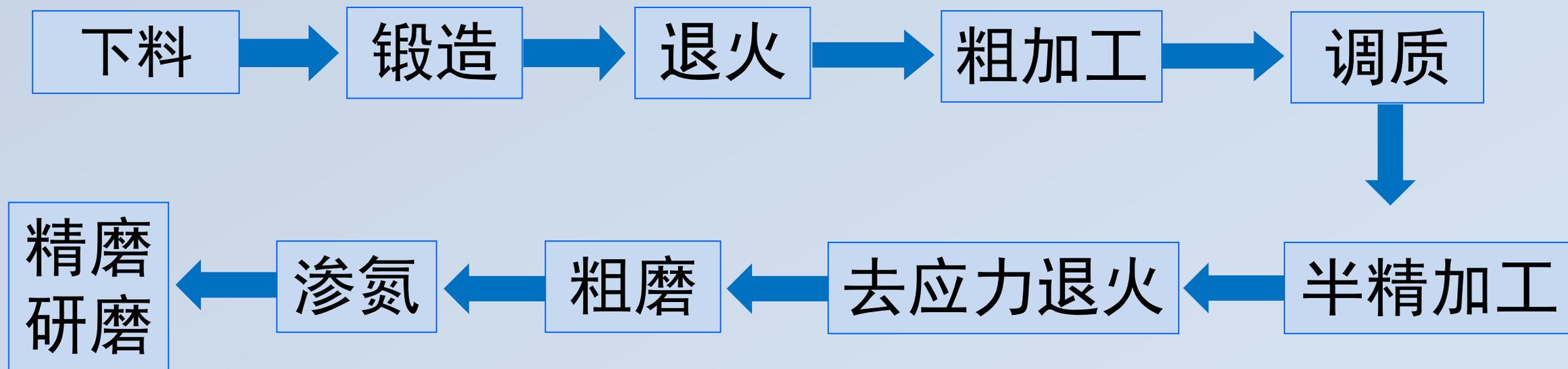
- 定义：氮化是使活性氮原子渗入零件表面的工艺称为氮化或渗氮。
- 目的：提高零件表面硬度、耐磨性、疲劳强度等。
- 氮化用钢：为含Cr、Mo、Al、Ti、V的中碳钢。
- 常用钢号为38CrMoAl。



井式气体氮化炉

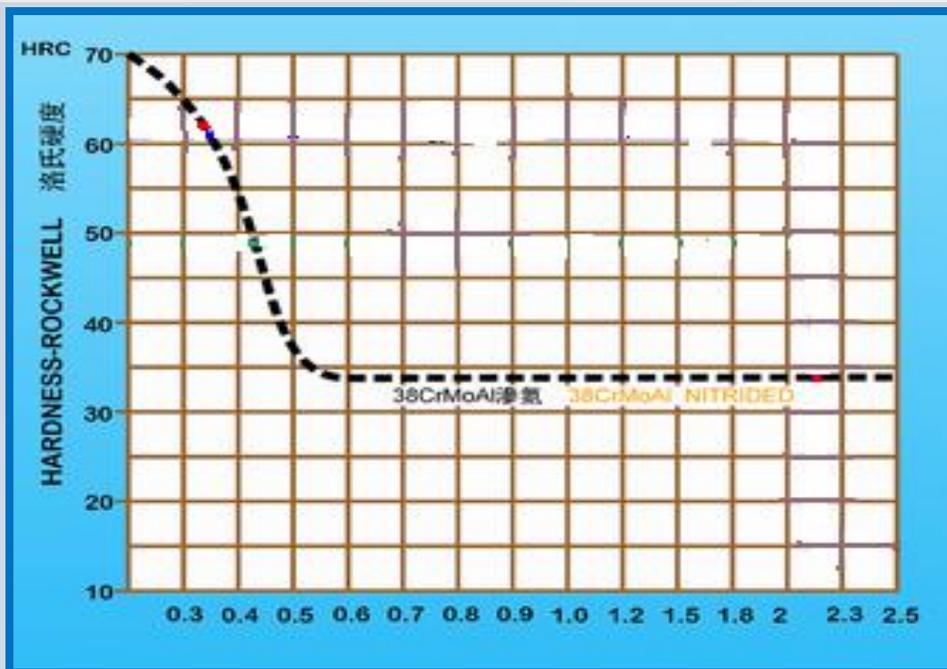
☑ 渗氮零件的工艺路线

□ 38CrMoAlA钢

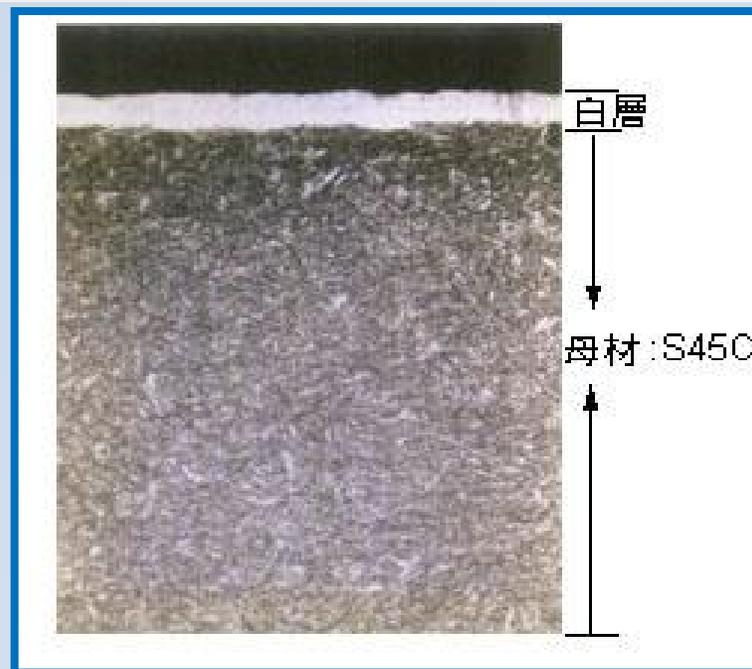


☑ 氮化的特点及应用

- 氮化件表面硬度高（HV1000-2000），耐磨性高。
- 疲劳强度高。由于表面存在压应力。



38CrMoAl 氮化层硬度



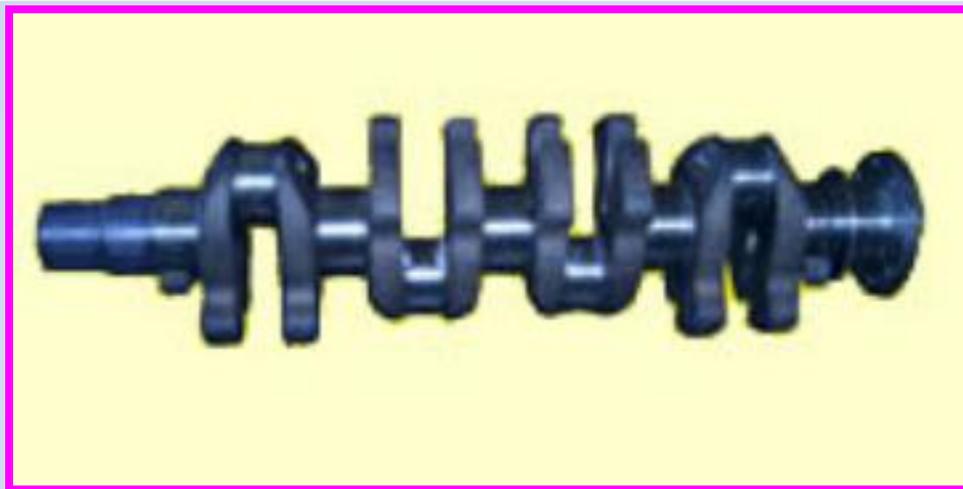
氮化层组织

☑ 氮化的特点及应用

- 工件变形小。原因是氮化温度低(500-570℃)，氮化后不需进行热处理。
- 耐蚀性好。因为表层形成的氮化物化学稳定性高。
- 氮化的缺点：工艺复杂，成本高，氮化层薄。
- 应用：用于耐磨性、精度要求高的零件及耐热、耐磨及耐蚀件。例如发动机气缸套、曲轴、排气阀等。



缝纫机用氮化件



经氮化的机车曲轴

☑ 氮化工艺

- 气体氮化：将零件置于通入氨气的氮化炉中，氮化层厚度为0.3~0.5mm。氮化前零件须进行调质处理，以改善加工性和保证较高的强度和韧性。

☑ 氮化工艺

- 离子氮化：又称辉光离子氮化。是在电场作用下，使电离的氮离子高速冲击作为阴极的工件，从而使氮离子渗入零件表面的一种化学热处理。
- 与气体氮化相比，氮化时间短，氮化层均匀，脆性小，耐磨性和疲劳强度较高等特点。此外，劳动条件好、无公害。



离子氮化炉

☑ 碳氮共渗工艺

- 有气体碳氮共渗、和液体碳氮共渗。
- 气体碳氮共渗又分为中温气体碳氮共渗和低温气体碳氮共渗（软氮化）。
- 中温气体碳氮共渗用钢为低碳钢，渗剂为煤油和氨气。共渗温度为820-860℃，渗层深度一般为0.3~0.8mm。
- 软氮化用中碳钢，渗剂为尿素或甲酰胺。以渗氮为主。共渗温度为500~700℃，渗层深度一般为0.1~0.4mm。软氮化速度快、时间短，渗层硬度一般为400~700HV，渗层脆性小，变形很小和不易脱落。
- 液体碳氮共渗称为氰化。

☑ 其他工艺

- 渗硼、渗铬：提高零件的耐磨性和耐腐蚀性。
- 渗铝、渗硅：提高零件的耐热性和抗氧化性。

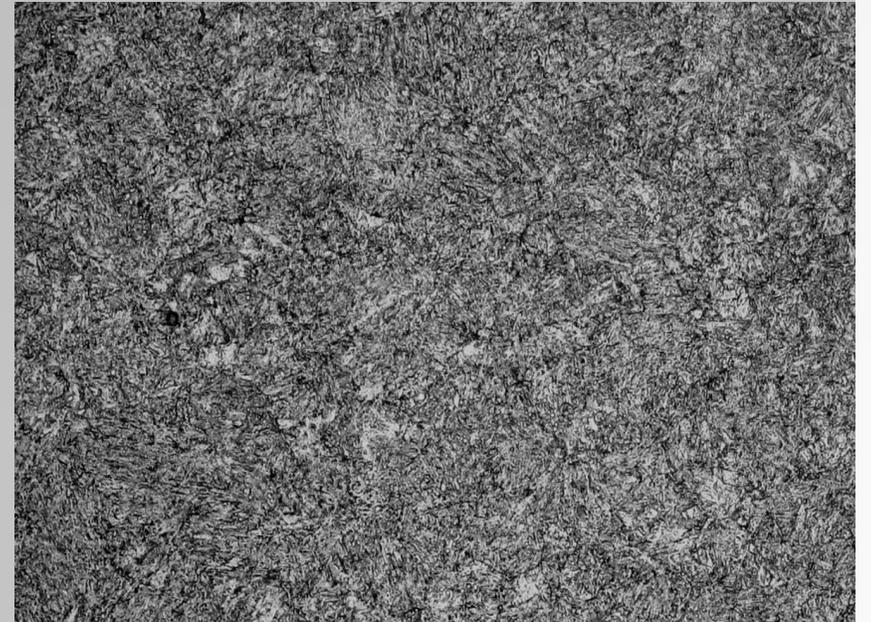


考考你



1. 零件表面化学热处理可以改变表面的_____D_____。

- A. 成分 B. 组织 C. 性能 D. 成分、组织和性能



参考答案：

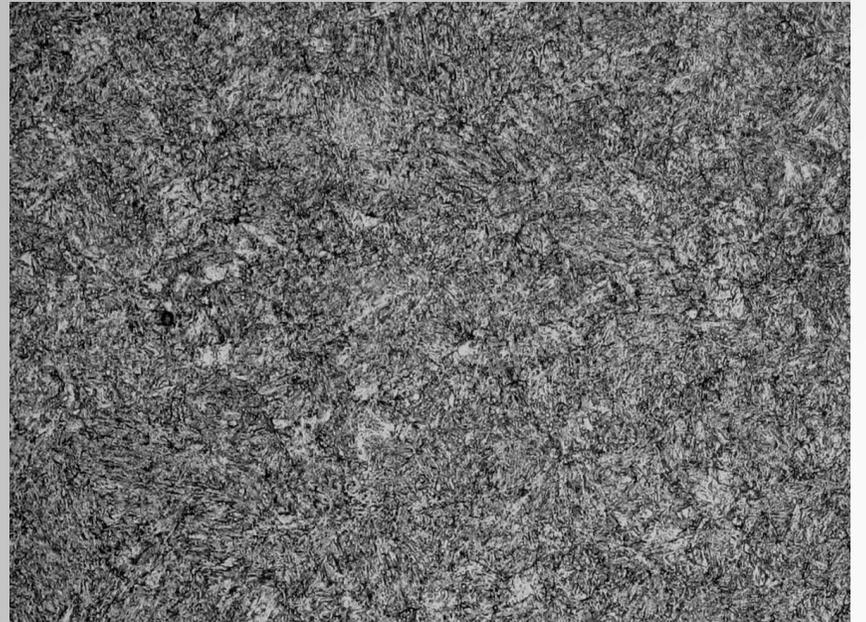


考考你



2. 渗碳工艺适用于 A 。

- A. 低碳钢 B. 中碳钢 C. 高碳钢 D. 铸铁



参考答案：



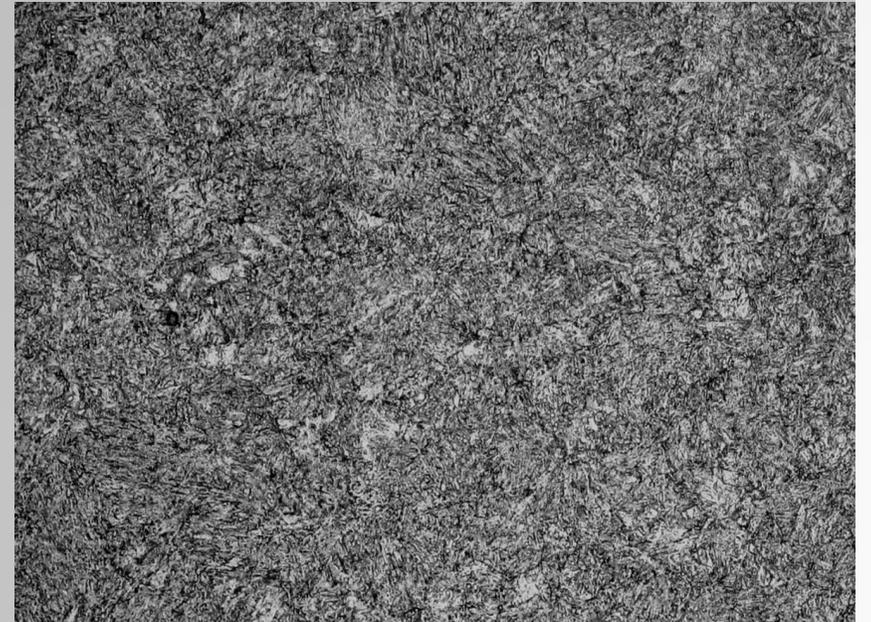
考考你



3. 下列属于改变表面化学成分和组织（配以适当热处理）的表面化学热处理是 **D** 。

I. 表面淬火； II. 渗碳； III. 渗氮； IV. 氮化。

- A. I B. I + IV C. II + III D. II + III + IV



参考答案：

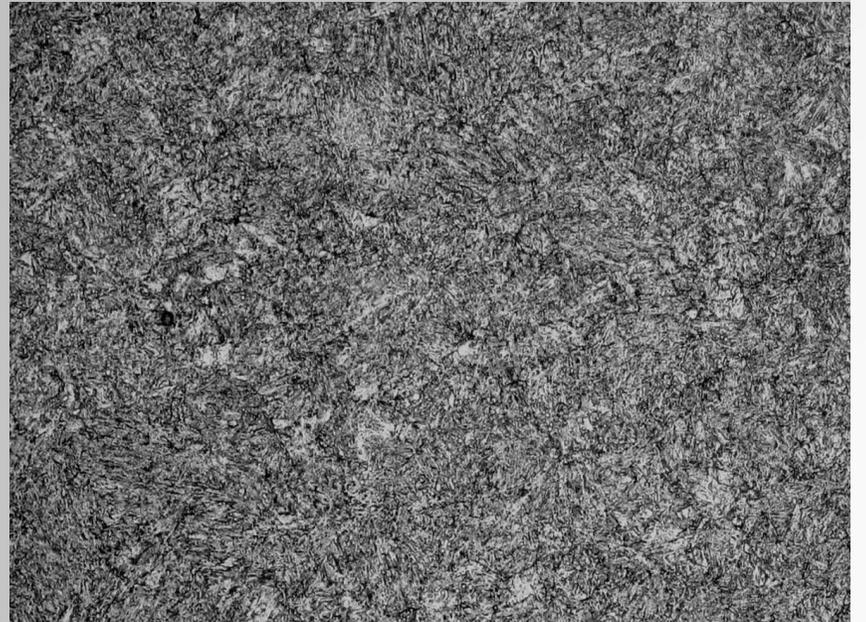


考考你



4. 零件表面渗碳后可获得的组织相当于 C。

- A. 低碳钢 B. 中碳钢 C. 高碳钢 D. 合金钢



参考答案：

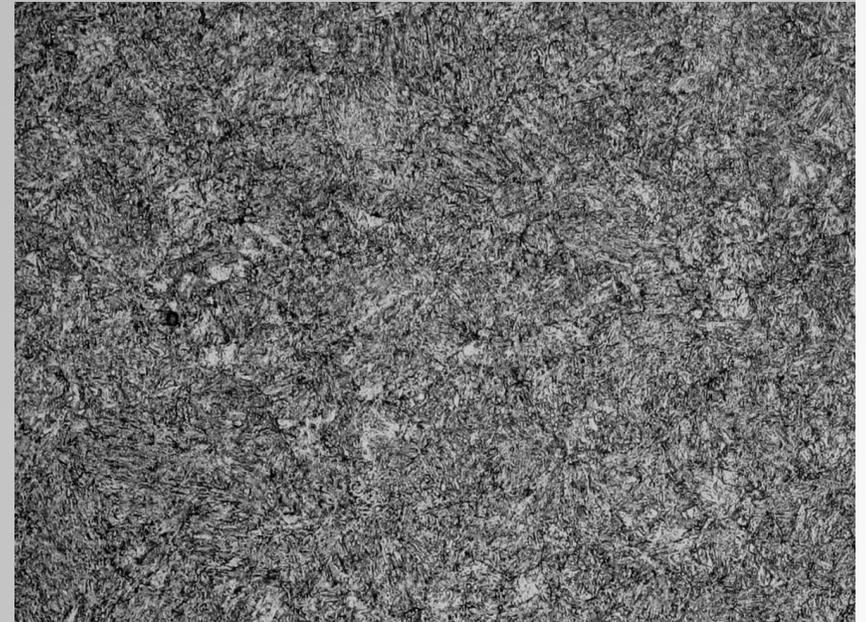


考考你



5. 液体C-N共渗称为 D 。

- A. 氮化 B. 离子氮化 C. 气体氮化 D. 氰化



参考答案：



山东交通学院

谢谢观看

Thanks for watching!

轮机
工程材料