

南京航空航天大学
2010 年硕士研究生入学考试试题

考试科目： 工程材料学

一、名词解释：（20 分）

合金

同素异晶转变

铁素体

再结晶

淬透性

二、试计算面心立方（FCC）晶体的晶格致密度。（25 分）

三、铁碳相图知识测验：（25 分）

1. 默画出铁碳相图，并标注出所有温度和成分点；
2. 40、60、T12 钢的室温平衡组织是什么？它们从高温液态平衡冷却到室温要经过哪些转变？
3. 画出纯铁、40 钢、T12 钢的室温平衡组织，并标注其中的组织。

四、钢的热处理知识测验：（20 分）

1. T8 钢经淬火后得到什么组织？经退火后得到什么组织？
2. T8 钢淬火后分别在 200℃、400℃、600℃回火又得到什么组织？

五、要制造齿轮、连杆、热锻模具、弹簧、冷冲压模具、滚动轴承、车刀、铣刀、机床床身等零件，试从下列牌号中分别选出合适的材料并叙述所选材料的名称、成分、热处理工艺和零件制成后的最终组织。（20 分）

T10 65Mn HT300 W6Mo5Cr4V2 GCr15Mo 40Cr 20CrMnTi Cr12MoV 5CrMnMo

六、叙述铸铁不同阶段石墨化程度与其最终组织的关系。（20 分）

七、用一根冷拉钢丝绳吊装一大型工件进入热处理炉，并随工件一起加热到 1000℃保温，当出炉后再次吊装工件时，钢丝绳发生断裂，试分析其原因。（20 分）

06 工程材料学答案

一、（20 分）每小题 4 分

合金：由两种或两种以上金属元素；或金属与非金属元素熔炼、烧结或通过其方法由化学键组合而成的具有金属特性的物质。

同素异晶转变：在固态下，同一种元素由一种晶体结构转变为另一种晶体结构的转变。

铁素体：碳溶解在 α -Fe 中形成的间隙固溶体。

再结晶：冷变形金属在加热时其组织和性能都恢复到变形前的软化状态的过程。

淬透性：一种热处理工艺性能，表示材料在淬火时获得淬硬层深度的能力。

二、（20 分）

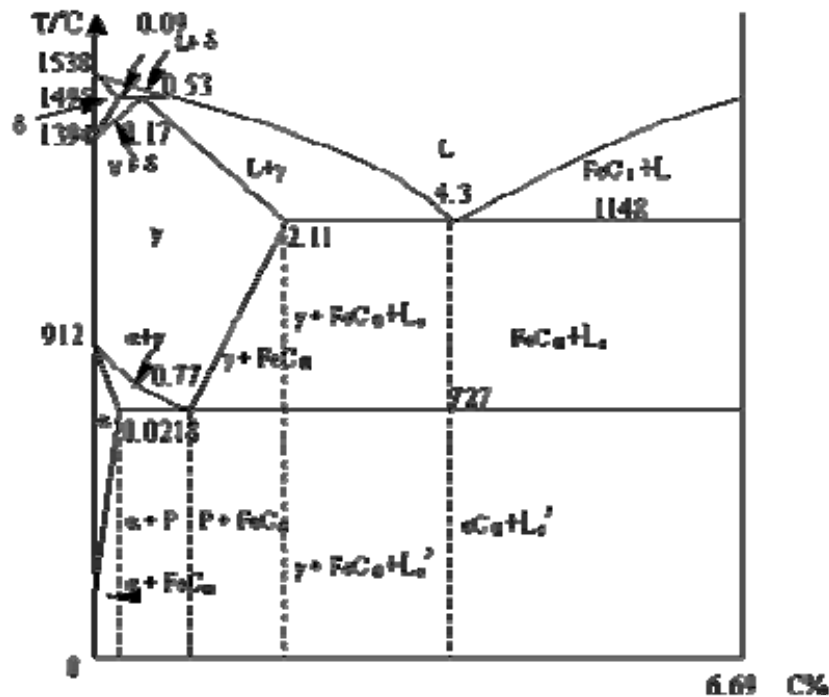
解：在 FCC 结构中晶胞的原子数为 $n = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，并且晶格常数 $a = b = c$ ，

所以其原子半径为 $r = \frac{\sqrt{2}}{4}a$ ，因此密度为原子体积与晶胞体积之比，所以致密度

$$\kappa = \frac{m}{V} = \frac{4 \times \frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{\sqrt{2}}{4}a\right)^3}{a^3} = 0.74.$$

三、(25分)

1. (7分)



2.

40 钢：从高温到低温发生的转变有 $L \rightarrow \delta$ ，匀晶转变；

$L_{0.53} + \delta_{0.09} \xrightarrow{1495} \gamma_{0.17}$ ，包晶转变； $L \rightarrow \gamma$ ，匀晶转变； $\gamma \rightarrow \alpha$ ，同素异晶转变； $\gamma_{0.77} \xrightarrow{727} \alpha_{0.0218} + Fe_3C$ ，共析转变；室温组织为 P+F。(4分)

60 钢：从高温到低温发生的转变有 $L \rightarrow \gamma$ ，匀晶转变； $\gamma \rightarrow \alpha$ ，同素异晶转变； $\gamma_{0.77} \xrightarrow{727} \alpha_{0.0218} + Fe_3C$ ，共析转变；室温组织为 P+F。(4分)

T12 钢：从高温到低温发生的转变有 $L \rightarrow \gamma$ ，匀晶转变； $\gamma \rightarrow Fe_3C$ ，二次析出渗碳体； $\gamma_{0.77} \xrightarrow{727} \alpha_{0.0218} + Fe_3C$ ，共析转变；室温组织为 P+Fe₃C。

3. (每个图 2 分)



四、（20 分）

1. 答：

淬火后组织为马氏体；（2 分）

退火后组织为珠光体。（2 分）

2.

200℃回火后为回火马氏体；（2 分）

400℃回火后为回火托氏体；（2 分）

600℃回火后为回火索氏体。（2 分）

五、（20 分）

答：

齿轮：20CrMnTi 渗碳钢；C%=0.2%，Cr，Mn，Ti<1.5%；渗碳+淬火+低温回火；组织为回火马氏体。（3 分）

连杆：40Cr 调质钢；C%=0.4%，Cr<1.5%；调质处理（淬火+高温回火）；组织为回火索氏体。、

弹簧：65Mn 弹簧钢；C%=0.65%，Mn<1.5%；淬火+中温回火；组织为回火托氏体。

冷冲压模具：Cr12MoV 冷变形模具钢；C%>1%，Cr=12%，Mo，V<1.5%；淬火+低温回火；组织为回火马氏体。

滚动轴承：GCr15Mo 轴承钢；C%=1%，Cr=1.5%，Mo<1.5%；球化退火+淬火+低温回火；组织为回火马氏体。

车刀：W6Mo5Cr4V2 高速钢；W%=6%，Mo%=5%，Cr%=4%，V%=2%；淬火+560℃三次回火；组织为回火马氏体+碳化物。

锉刀：T10 碳素工具钢；C%=1%；淬火+低温回火；组织为回火马氏体+碳化物。

热锻模具：5CrMnMo 热变形模具钢；C%=0.5%，Cr，Mn，Mo<1.5%；淬火+高温回火；组织为回火索氏体。

机床床身：HT300 灰口铁；无需热处理。

六、（20 分）

名 称	石 墨 化 程 度		显 微 组 织	评分标准
	第一阶段	第二阶段		
灰口铸铁	完全石墨化	完全石墨化	铁素体+石墨	2分
	完全石墨化	部分石墨化	铁素体+珠光体+石墨	2分
	完全石墨化	未石墨化	珠光体+石墨	2分
麻口铸铁	部分石墨化	未石墨化	莱氏体+珠光体+石墨	2分
白口铸铁	未石墨化	未石墨化	莱氏体+珠光体+渗碳体	2分

七、

答：冷拉钢丝绳是利用加工硬化效应提高其强度的，在这种状态下的钢丝中晶体缺陷密度增大，强度增加，处于加工硬化状态。在 1000℃时保温，钢丝将发生回复、再结晶和晶粒长大过程，组织和结构恢复到软化状态。在这一系列变化中，冷拉钢丝的加工硬化效果将消失，强度下降，在再次起吊时，钢丝将被拉长，发生塑性变形，横截面积减小，强度将比保温前低，所以发生断裂。