

802

# 华南理工大学 2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

（请在答题纸上做答，试卷上做答无效，试后本卷必须与答题纸一同交回）

科目名称：金属学及热处理

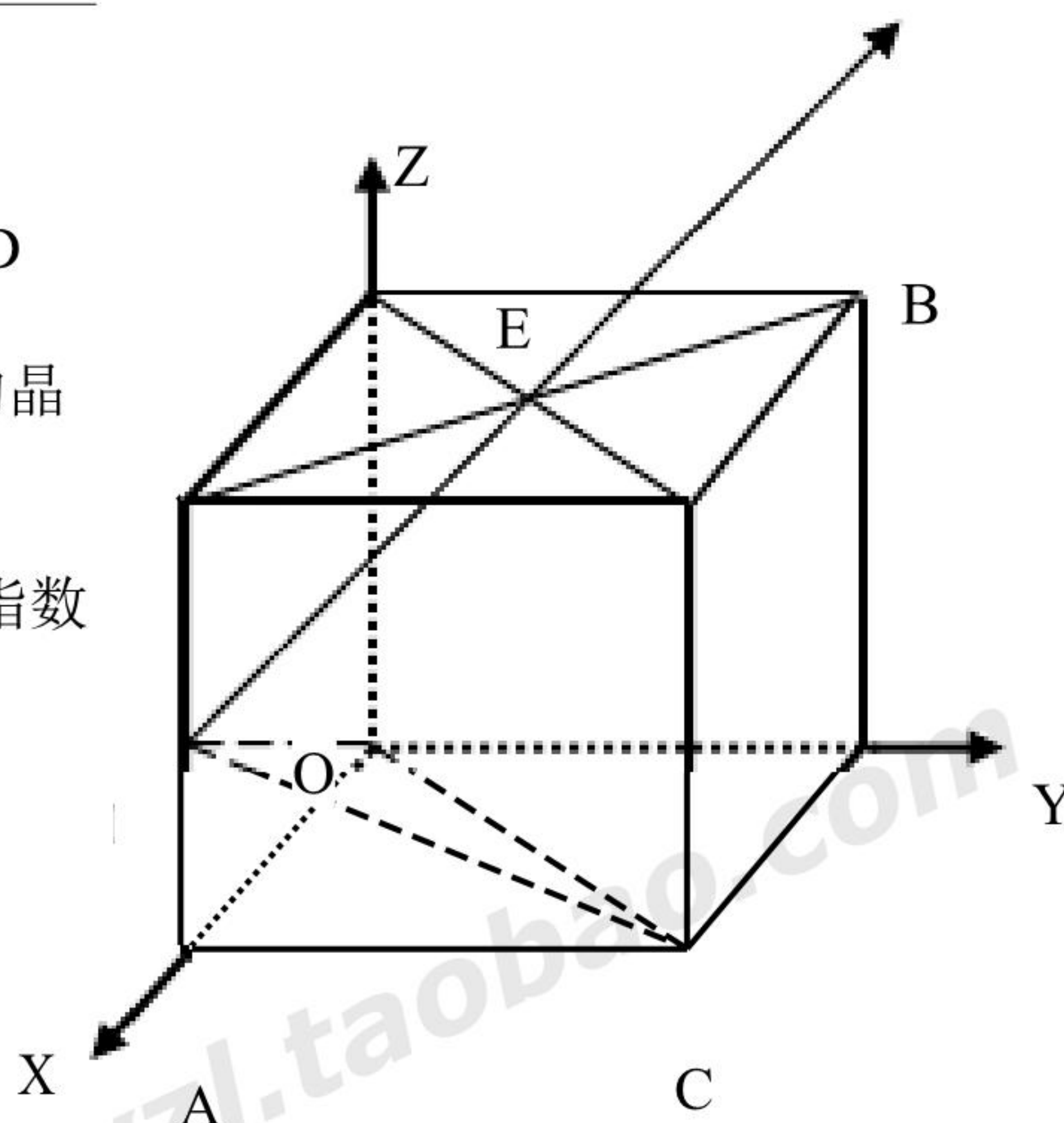
适用专业：材料加工工程

共 9 页

## 一、填空题（每空 0.5 分，共 30 分）

1. 纯铁在固态时有两种晶格类型，存在于  $912^{\circ}\text{C}$  以下以及高温  $1394\sim 1538^{\circ}\text{C}$  之间的具有 \_\_\_\_\_ 晶格，分别称为 \_\_\_\_\_ Fe 和 \_\_\_\_\_ Fe，其致密度为 \_\_\_\_\_；存在于  $912\sim 1394^{\circ}\text{C}$  温度范围内时，具有 \_\_\_\_\_ 晶格，称为 \_\_\_\_\_ Fe，其致密度为 \_\_\_\_\_；它们均称作铁的 \_\_\_\_\_ 体。

2. 右图为一立方晶胞，A、B、C 为顶点，D 为棱边中点，E 为上平面中心点，DE 的晶向指数为 [ \_\_\_\_\_ ]，OCD 的晶面指数为 ( \_\_\_\_\_ )。



3. 已知纯金属铝的原子半径为  $0.1434\text{ nm}$ ，则其晶格常数为 \_\_\_\_\_。
4. 实际金属晶体中存在有线缺陷、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三类缺陷。其中线缺陷为一维缺陷，它有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种基本类型。
5. 位错线是\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_的边界线。
6. 金属结晶过程是\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_的过程，而\_\_\_\_\_是必要条件。
7. 塑性变形的方式主要有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_，而大多数情况下是\_\_\_\_\_。
8. 在工业生产中，为了细化铸态金属晶粒而提高性能，采用的方法主要有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。



- \_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
9. 合金中的基本相结构有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两大类，其中前者具有较高的\_\_\_\_\_性能，适宜做\_\_\_\_\_相；后者具有较高的\_\_\_\_\_，适宜做\_\_\_\_\_相。
10. 二元合金组元\_\_\_\_\_完全相同是形成无限固溶体的必要条件。
11. 碳在 $\alpha$ -Fe 中的间隙固溶体称为\_\_\_\_\_，它具有\_\_\_\_\_晶体结构，在\_\_\_\_\_℃时碳的最大溶解度为\_\_\_\_\_%。
12. 变形金属在加热时，会发生\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三个阶段的变化。
13. 锡的熔点为 232℃，其再结晶温度是\_\_\_\_\_，在室温下变形属于\_\_\_\_\_加工。
14. 随着塑性变形量的增大，金属的强度和硬度升高，塑性和韧性下降的现象称为\_\_\_\_\_现象，这种现象可通过\_\_\_\_\_处理加以消除。
15. 钢的淬硬性主要决定于\_\_\_\_\_，而钢的淬透性主要决定于\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
16. 共析钢加热时奥氏体化形成是由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_及\_\_\_\_\_等四个基本过程所组成。
17. 采用 45 钢制造的机床传动齿轮，预先热处理应采用\_\_\_\_\_处理，使其整体获得\_\_\_\_\_组织，最终热处理应采用\_\_\_\_\_处理，使其表面获得\_\_\_\_\_组织，以满足使用性能要求。
18. HT200 是\_\_\_\_\_的牌号，其中的碳主要以\_\_\_\_\_的形式存在，其形态呈\_\_\_\_\_状。
19. 20CrMnTi 钢是\_\_\_\_\_钢，Cr 的主要作用是\_\_\_\_\_。

## 二、选择题 (每小题 1 分,共 20 分)

1. 面心立方晶格中原子排列密度最大的晶面和晶向分别是\_\_\_\_\_。



- A.  $\{110\}$ 、 $\langle 111 \rangle$       B.  $\{111\}$ 、 $\langle 110 \rangle$       C.  $\{100\}$ 、 $\langle 111 \rangle$
2. 在立方晶系中，点阵常数是指 \_\_\_\_\_。
- A. 最近邻原子间距      B. 晶胞棱边的长度      C. 最近邻原子中心间距之半
3. 铁丝在室温下反复弯折，会越变越硬，直到断裂；而铅丝在室温下反复弯折，则始终处于软态，其原因是\_\_\_\_\_。
- A. Pb 不发生加工硬化，不发生再结晶，Fe 发生加工硬化，不发生再结晶  
B. Fe 不发生加工硬化，不发生再结晶，Pb 发生加工硬化，不发生再结晶  
C. Pb 发生加工硬化，发生再结晶，Fe 发生加工硬化，不发生再结晶  
D. Fe 发生加工硬化，不发生再结晶，Pb 发生加工硬化，不发生再结晶
4. 一个位错环可以是 \_\_\_\_\_。
- A. 各部分都是螺位错      B. 各部分都是刃位错  
C. 一部分为螺位错，一部分为刃位错
5. 原子越过能垒的激活能为  $Q$ ，则扩散速率 \_\_\_\_\_。
- A. 随  $Q$  增加而减小      B. 随  $Q$  增加而增加      C. 与  $Q$  无关
6. 置换固溶体中原子扩散机制为 \_\_\_\_\_。
- A. 换位扩散机制      B. 空位扩散机制      C. 间隙扩散机制
7. 滑移面及滑移方向与外力 \_\_\_\_\_ 时，最易滑移。
- A. 平行      B. 成  $45^\circ$  夹角      C. 加工硬化
8. 在过冷奥氏体等温转变图的“鼻子”处孕育期最短，故 \_\_\_\_\_。
- A. 过冷奥氏体稳定性最好，转变速度最快  
B. 过冷奥氏体稳定性最好，转变速度最慢  
C. 过冷奥氏体稳定性最差，转变速度最快  
D. 过冷奥氏体稳定性最差，转变速度最慢
9. 采用 65Mn 钢制造的弹簧，淬火后经  $450^\circ\text{C}$  回火获得 \_\_\_\_\_ 组织，从而具有高的弹性极限。



- A. 回火马氏体      B. 回火托氏体      C. 回火索氏体
10. 对于亚共析钢，适宜的淬火加热温度一般为 \_\_\_\_\_，淬火后的组织为均匀的马氏体。
- A.  $Ac_1+30\sim 50^\circ C$       B.  $Ac_m+30\sim 50^\circ C$       C.  $Ac_3+30\sim 50^\circ C$       D.  $A_0+30\sim 50^\circ C$
11. 一次渗碳体、二次渗碳体、三次渗碳体 \_\_\_\_\_。
- A. 晶体结构不同，组织形态相同
- B. 晶体结构相同，组织形态不同
- C. 晶体结构与组织形态都不同
12. 对球墨铸铁进行热处理，是通过改变 \_\_\_\_\_ 来改善性能的。
- A. 石墨形态      B. 石墨数量      C. 基体组织
13. 为改善有严重网状渗碳体的 T12 钢的切削加工性，宜采用 \_\_\_\_\_ 作预先热处理。
- A. 球化退火      B. 完全退火      C. 正火+球化退火
14. 有一过共析钢工件，淬火后组织为粗针马氏体+大量残余奥氏体，硬度、韧性、耐磨性均偏低，其主要原因是 \_\_\_\_\_。
- A. 淬火冷却速度过慢      B. 加热温度过高，超过了  $Acc_m$
- C. 加热时间不足，奥氏体未均匀化
15. 某零件调质处理以后其硬度偏高，可采用的补救措施是\_\_\_\_\_。
- A. 重新淬火后，选用稍低一些的温度回火
- B. 再一次回火，回火温度降低一些
- C. 再一次回火，回火温度提高一些
16. 淬火钢回火处理时，力学性能变化的一般趋势是随着回火温度升高，\_\_\_\_\_。
- A. 强度、硬度降低，塑性、韧性升高
- B. 强度、硬度升高，塑性、韧性降低
- C. 强度、硬度、塑性、韧性都升高
17. 高速钢淬火处理冷却时，常常在  $580\sim 600^\circ C$  停留 10~15 分钟，然后在空气中冷



却，这种操作方法叫做\_\_\_\_\_。

- A. 双介质淬火                  B. 等温淬火                  C. 分级淬火

18. 下述材料中，\_\_\_\_\_的锻造性能最好。

- A. 可锻铸铁                  B. 优质高碳高合金钢                  C. 低碳钢

19. 马氏体片的粗细，主要取决于\_\_\_\_\_。

- A. 淬火冷却速度                  B. 母相奥氏体的晶粒度                  C. Ms 点的高低

20. 对于可热处理强化的铝合金，其热处理方法为\_\_\_\_\_。

- A. 淬火 + 低温回火                  B. 完全退火  
C. 水韧处理                  D. 固溶 + 时效

三、判断题（正确用“√”，错误用“×”表示。每小题 1 分,共 15 分）

- ( ) 1. 空间点阵相同的晶体，它们的晶体结构不一定相同。
- ( ) 2. 在立方晶系中，晶向[112]与晶面(112)互相垂直。
- ( ) 3. Cu-Ni 合金在室温下是单相固溶体，因单相固溶体的硬度随溶质原子的溶入量的增加而提高，所以含 Ni90% 的合金的硬度比含 Ni50% 的高。
- ( ) 4. 碳原子通常位于  $\alpha$ -Fe 的八面体间隙中，这说明体心立方晶格的八面体间隙比四面体间隙大得多。
- ( ) 5. 滚动轴承钢 GCr15 由于含碳量高（0.95~1.05%）、含 Cr 也高达 15%，因而具有高的硬度、耐磨性和红硬性。
- ( ) 6. 在室温下，金属的晶粒越细，则强度越高、塑性越低。
- ( ) 7. 除Co以外的合金元素溶入奥氏体后都增大其稳定性，使C曲线右移， $V_k$ 减小。
- ( ) 8. 再结晶过程是有晶格类型变化的结晶过程。
- ( ) 9. 采用 38CrMoAl 钢制造的工件渗氮后经淬火和低温回火处理，可以显著提高工件表面的硬度和耐磨性。



- ( ) 10. 含碳量为 0.15%和 0.35%的钢属于亚共析钢，在室温下的组织均由珠光体和铁素体组成，所以它们的力学性能相同。
- ( ) 11. 淬透性相同的钢在任何情况下所获得的淬硬层深度都是相同的。
- ( ) 12. 淬火马氏体在回火时出现的第一类回火脆性，既不能用热处理，也不能用合金化加以消除。
- ( ) 13. 纯铜在熔点以下加热或冷却均无同素异构转变，故不能通过热处理方法加以强化。
- ( ) 14. 化学热处理既改变工件表面的化学成分，又改变其表面组织。
- ( ) 15. 加工硬化是由于位错密度增加以致缠结，使金属强度提高，所以当金属中无位错存在时，强度最低。

#### 四、简答题（每小题 6 分,共 30 分）

- 试从亚稳态和平衡态的关系简述相变时过冷和过热现象的本质，为什么会发生这两种现象？
- 简述晶界存在对材料变形机制的影响，以及晶粒尺寸对材料力学性能（屈服强度）的影响，并写出定量关系式。
- 试从晶体学的角度解释为什么具有HCP结构的金属的脆性要比FCC和BCC结构的金属大，并举例说明和分析。
- 试将下述四种铁-碳(Fe-C)合金及其对应的显微组织按强度由高到低排列，并分析和解释做出这种排序的原因。
 

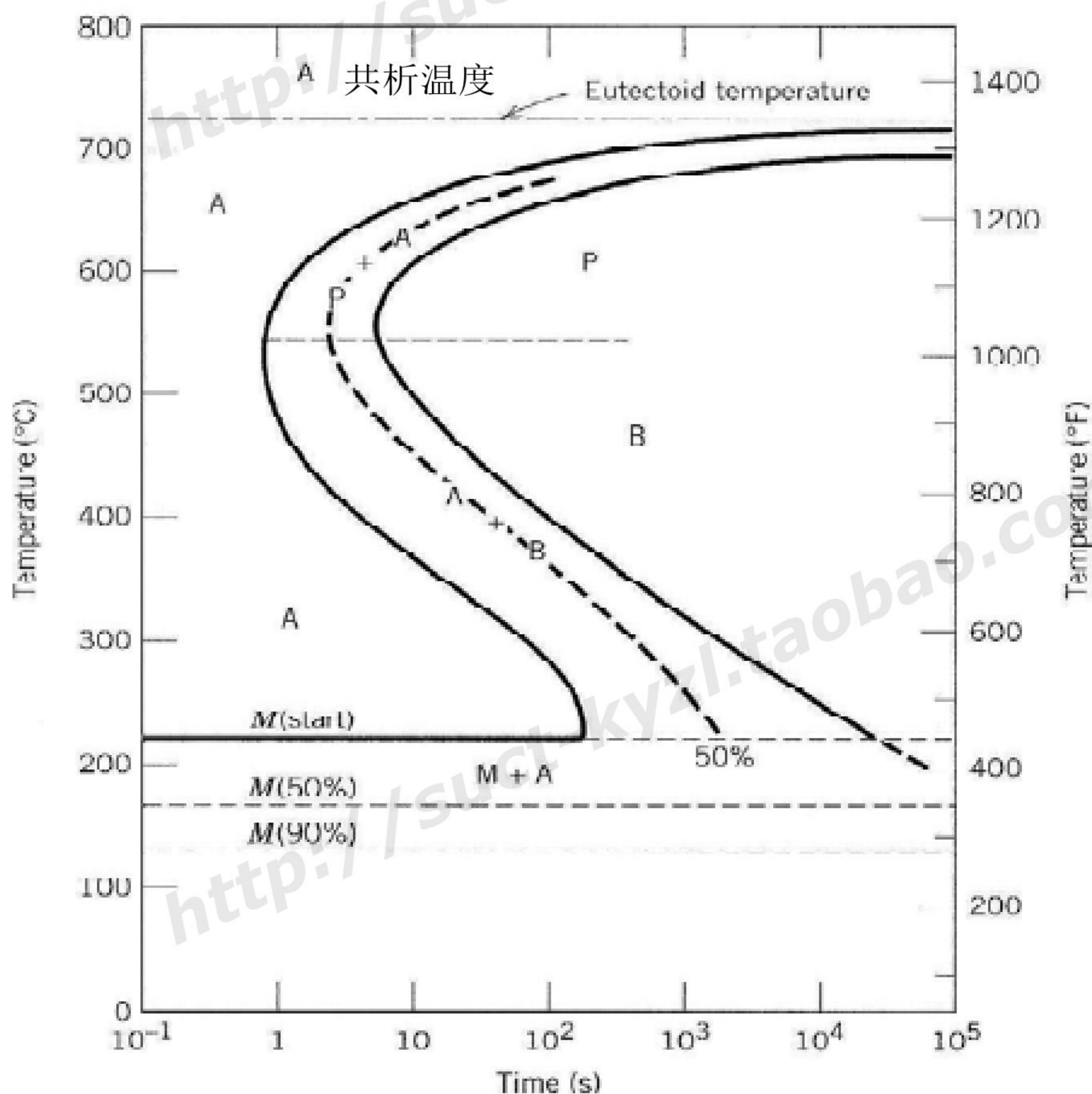
(a) 0.25wt%C合金 ↓ 球状珠光体；	(b) 0.25wt%C合金 ↓ 粗片状珠光体；
(c) 0.60wt%C合金 ↓ 细片状珠光体；	(d) 0.60wt%C合金 ↓ 粗片状珠光体。
- 某一碳钢在平衡冷却条件下所得显微组织中含有50%的珠光体和50%的铁素体，问：
  - 该钢的含碳量是多少？是什么钢号？
  - 若该合金加热到730℃时，在平衡条件下将获得什么组织？



(3) 若加热到850℃时，又将得到什么组织？

### 五、分析、论述题（55 分）

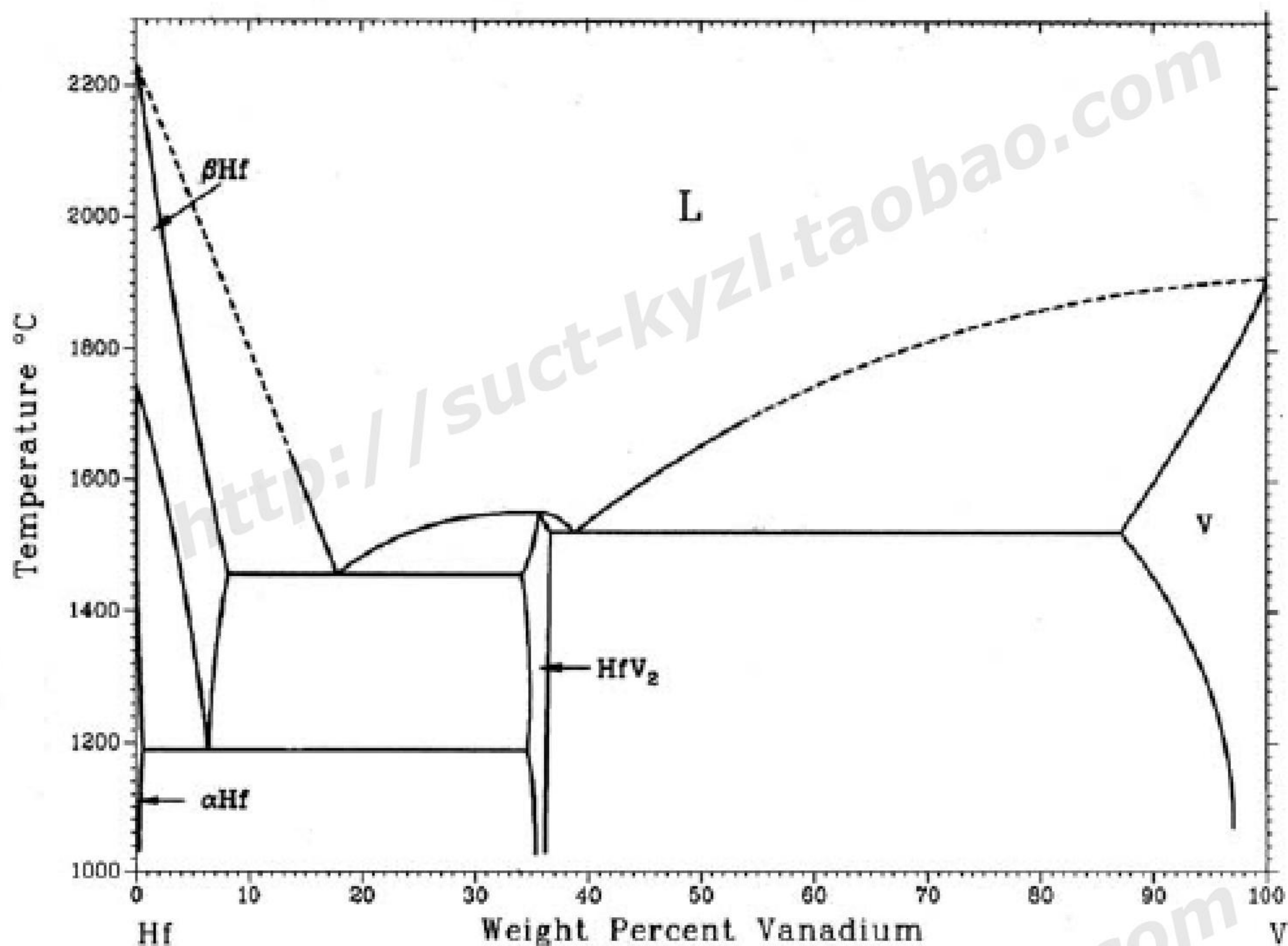
1. 某种共析钢的等温转变曲线如下图所示，其中 A 表示奥氏体，B 表示贝氏体，M 表示马氏体，P 表示珠光体。现将该钢种的小工件加热至 800℃后进行热处理，请制定冷却工艺以获得：(a)100%的马氏体组织；(b)100%的贝氏体组织；(c)50%的马氏体和 50%的珠光体组织；并说明原因。（可在图中示意画出从共析温度冷却的工艺曲线）(9 分)



2. 下图所示为铪-钒（Hf-V）二元合金相图，图中只标出了单相区。请参考铁-碳（Fe-C）



相图的各相反应规律，写出共晶点反应和共析点反应的温度和合金成分，并给出冷却过程上述相转变过程的反应式。（提示：共三个反应点）(9分)



3. 现用一块厚度为 30mm 的低碳钢板将一个密闭容器分隔成两部分，然后在容器的一部分通入渗碳气氛（富碳），而其另一部分与脱碳气氛（贫碳）相通，在 700°C 下达到稳定状态后：（1）试写出描述该过程物质传输的方程；（2）计算通过铁板厚度方向碳的传输量（设定在靠近铁板渗碳侧表面下 5mm 和 10mm 处的碳浓度分别为 1.2 kg/m<sup>3</sup> 和 0.8 kg/m<sup>3</sup>，碳的扩散系数为  $3 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ ）；（3）讨论影响该工艺过程的主要因素。（此题为选做题，可在此题及下面第 4 题中任选一题，9 分）
4. 含碳 2.2% 的铁碳合金试样，其室温组织为珠光体和厚网状的游离渗碳体，没有发现莱氏体，试分析其原因。（此题为选做题，可在此题及上面第 3 题中任选一题，9 分）



分)

5. 用 W18Cr4V 钢制造的高速切削刀具（如铣刀），其加工工艺路线如下：

锻造—球化退火—机加工—1270℃加热淬火—560℃三次回火—精加工

(1) 简述钢中的碳（0.7~0.8%）及各合金元素的主要作用。（4 分）

(2) 请分析工艺路线中各热处理工序的主要目的。（9 分）

6. 根据铁-碳合金（钢）典型的显微组织，如球状珠光体、粗片状珠光体、细片状珠光体、贝氏体、马氏体、回火马氏体，试述其相组成、各相排列特点、力学性能特点。（15 分）