

复习题 1

一、填空题

1. 通过晶体中原子中心的平面叫 _____。 2. 晶体中原子（离子或分子）规则排列的方式称为 _____。
3. 晶格中与任一个原子相距最近且距离相等的原子的数目叫做 _____。
4. 在体心立方晶格中，原子密度最大的晶面是 _____。在面心立方晶格中，原子密度最大的晶面是 _____。
5. 在体心立方晶格中，原子密度最大的晶向是 _____。在面心立方晶格中，原子密度最大的晶向是 _____。
6. 体心立方晶胞的致密度为 _____。面心立方晶胞的致密度为 _____。
7. 一种金属元素同另一种或几种其它元素，通过熔化或其它方法结合在一起所形成的具有金属特性的物质叫做 _____。
8. 组成合金独立的、最基本的单元叫做 _____。
9. 在金属或合金中，具有一定化学成分、具有一定晶体结构的均匀组成部分叫做 _____。
10. 合金组元通过溶解形成一种成分和性能均匀、且结构与组元之一相同的固相称为 _____。
11. 合金组元相互作用形成晶格类型和特性完全不同于任一组元的新相叫 _____。
12. 固态合金中有两类基本相，它们是 _____ 和 _____。
13. 金属材料的组织取决于它的 _____ 和 _____。

二、选择题

1. 某晶面在 x 、 y 、 z 三个坐标轴上的截距分别为 2, 1, _____，则该晶面的晶面指数为：
a. (1 2 0) b. (2 1 0) c. (0 1 2)
2. 金属化合物的特性一般是：
a. 熔点较高、硬度高、脆性大 b. 熔点较低、硬度低、脆性低
c. 熔点较低、硬度高、脆性低
3. 固溶体的晶体结构与：
a. 溶剂的晶体结构相同 b. 溶质的晶体结构相同
c. 与溶质和溶剂的晶体结构都不同

三、是非题

1. 致密度越大原子排列紧密程度就越大。
2. 面心立方晶体的致密度大于体心立方的致密度。
3. 配位数越大原子排列紧密程度就越小。
4. 面心立方晶体的配位数小于体心立方的配位数。
5. 在立方晶系中，晶面指数 (hkl) 实际表示一组原子排列相同的垂直晶面。
6. 在立方晶系中，晶向指数 $[uvw]$ 实际表示一组原子排列相同的垂直晶向。
7. 在立方晶系中，晶面族 $\{hkl\}$ 表示许多原子排列相同但空间位向不同（即不平行）的晶面。
8. 在立方晶系中，晶向族 $\langle uvw \rangle$ 表示许多原子排列相同但空间位向不同（即不平行）的晶向。
9. 金属晶体具有确定的熔点。
10. 纯金属在熔化过程中，温度保持不变。
11. 非晶体材料在加热时，由固态转变为液态时，其温度逐渐变化。
12. 晶体缺陷都造成晶格畸变。

13. 晶格畸变增大位错运动的阻力，使金属的滑移变得困难，从而提高合金的强度和硬度。

14. 组织由数量、形态、大小和分布方式不同的各种相组成。

15. 金属材料的组织可以由单相组成，也可以由多相组成。

四、简答题

1. 什么是金属的晶体结构？说明三种常见的金属晶体结构。

答：晶体中原子（离子或分子）规则排列的方式称为晶体结构。三种常见的金属晶体结构：体心、面心和密排六方晶格。

2. 说明实际金属的缺陷和缺陷对材料性能的影响。

答：晶体缺陷包括：点缺陷（空位、间隙原子、异类原子）、线缺陷（刃型位错、螺型位错）、面缺陷（晶界、亚晶界）。

晶体缺陷对材料性能的影响：

点缺陷造成晶格畸变，使金属的电阻率、屈服强度增加，密度发生变化。位错导致晶格畸变，产生内应力，位错较少时和较多时，屈服强度高，当含一定量的位错时，强度降低。面缺陷都产生晶格畸变，增大位错密度，提高金属的强度。晶界越多，晶粒越细，金属的塑性变形能力越大，塑性越好。

3. 什么是固溶强化？造成固溶强化的原因是什么？

答：固溶强化：通过形成固溶体使金属的强度和硬度提高的现象。

原因：随着溶质原子的溶入，固溶体晶格发生畸变。晶格畸变增大位错运动阻力，使金属的滑移变得困难，从而提高了合金的强度和硬度。

4. 什么是金属化合物？说明铁碳相图中存在的金属化合物及其机械性能特点。

答：合金组元相互作用形成晶格类型和特性完全不同于任一组元的新相。

铁碳相图中存在的金属化合物是：**Fe₃C**。机械性能特点：硬而脆。

5. 什么是固溶体？说明铁碳相图中存在的固溶体。

答：固溶体是指合金组元通过溶解形成一种成分和性能均匀、且结构与组元之一相同的固相。

铁碳相图中存在的固溶体有：高温铁素体、铁素体和奥氏体。

6. 什么是间隙相？什么是间隙固溶体？两者有何区别。

答：间隙相是指当非金属原子半径与金属原子半径之比小于**0.59**时，形成具有简单晶格的金属化合物。间隙固溶体是指溶质原子进入溶剂的间隙中形成的固溶体。区别：间隙固溶体属于固溶体，其结构与溶剂相同；间隙相属于金属化合物，其结构和特性不同于任一组元。

复习题 2

一、名词解释

1. 同素异构转变：金属在固态下随温度改变从一种晶格转变为另一种晶格的过程。

2. 加工硬化：金属发生塑性变形，随变形度的增大，金属的强度和硬度显著提高，塑性和韧性明显下降。

3. 奥氏体：碳在**-Fe**中间隙固溶体。

4. 过冷奥氏体：在**A₁**温度以下存在的奥氏体。

5. 铁素体：碳在**-Fe**中的间隙固溶体。

6. 珠光体：**F**和**Fe₃C**的两相机械混合物。

7. 马氏体：碳在**-Fe**中的过饱和的固溶体。

8. 退火：将组织偏离平衡状态的钢加热到适当温度，保温一定时间，然后缓慢冷却（一般为随炉冷却），以获得接近平衡状态组织的热处理工艺。

9. 正火：将钢件加热到**Ac₃**（对于亚共析钢）和**Accm**（对于过共析钢）以上**30 ~ 50**，保

温一定时间，在自由流动的空气中均匀冷却的热处理工艺。

10.淬火：将钢加热到相变温度以上，保温一定时间，然后快速冷却以获得马氏体的能力。

11.淬透性：钢淬火时获得马氏体的能力。

12.淬硬性：钢淬火后硬度会大幅度提高，能够达到的最大硬度。

13.调质处理：淬火 + 高温回火的热处理工艺。

14.回火脆性：钢回火时，在某一温度段，脆性增加，冲击韧性明显下降的现象。

15.回火稳定性：淬火钢在回火时，抵抗强度、硬度下降的能力称为回火稳定性。

16.滑移：在切应力的作用下，晶体的一部分沿一定的晶面（滑移面）上的一定方向（滑移方向）相对于另一部分发生滑动。

二、填空题

1.冷却速度越大，则开始结晶温度越_____，过冷度也就越_____。

2.晶核的形成有两种方式，它们是_____和_____。

3.在液体金属中加入孕育剂，以细化晶粒、改善组织，这种处理称为_____。

4.单晶体塑性变形的方式有两种，它们是_____和_____。

5.金属在再结晶温度以上的塑性变形加工称为_____。

6.金属在再结晶温度以下的塑性变形加工称为_____。

7.按层间距珠光体类型的组织分为珠光体、_____和_____。

8.过冷奥氏体在 350 -550 之间等温转变形成的产物为_____。

9.过冷奥氏体在 350 - M_s 之间等温转变形成的产物为_____。

10.下贝氏体的形态为_____。

11.马氏体的形态有两种，它们是_____和_____。

12.马氏体的碳质量分数越大，马氏体的硬度越_____。

13.奥氏体的碳质量分数越高，淬火后残余奥氏体含量越_____。

14.马氏体的形态有两种，它们是_____和_____。

15.马氏体的碳质量分数越大，马氏体的硬度越_____。

16.奥氏体的碳质量分数越高，残余奥氏体含量越_____。

17.球化退火是使钢中_____的热处理工艺。

18.球化退火一般的加热温度为_____。

19.亚共析钢淬火加热温度为_____。

20.过共析钢淬火加热温度为_____。

21.65 钢的淬透性比 45 钢的淬透性_____。

22.65 钢的淬硬性比 45 钢的淬硬性_____。

23.40Cr 的淬透性比 45 钢的淬透性_____。

24. 20Cr 的淬透性比 20CrMnTi 的淬透性_____。

25.仅对钢的表面加热、冷却而不改变其成分的热处理工艺称为_____。

三、选择题

1.渗碳体的碳质量分数为：

a. 6.69% b. 2.11% c. 0.77%

2.珠光体的碳质量分数为：

- a. 6.69% b. 2.11% c. 0.77%
3. 碳在 γ -Fe 中的最大溶解度为：
a. 6.69% b. 2.11% c. 0.77%
4. T10 钢的碳质量分数为：
a. 10% b. 1.0% c. 0.1%
5. 工业纯铁的机械性能特点是：
a. 强度低、硬度低、脆性大
b. 强度低、硬度低、塑性好
c. 强度高、硬度高、脆性大
6. 渗碳体的机械性能特点是：
a. 硬度低、脆性大
b. 硬度低、塑性好
c. 硬度高、脆性大
7. 20 钢与 45 钢的机械性能比较：
a. 20 钢强度低、硬度低、塑性好
b. 20 钢强度低、硬度低、塑性差
c. 20 强度高、硬度高、塑性差
8. F、P、Fe₃C 三者强度最高的是：
a. F b. P c. Fe₃C
9. 铁碳相图中，铁碳合金随碳质量分数的增加，对亚共析钢组织的变化是：
a. P 增多，F 减少 b. P 减少，F 增多
c. P 减少，F 减少
10. 铁碳相图中，铁碳合金随碳质量分数的增加，过共析钢组织的变化是：
a. P 增多，Fe₃C 减少 b. P 减少，Fe₃C 增多
c. P 增多，Fe₃C 增多
11. 铁碳相图中，铁碳合金随碳质量分数的增加，下列哪种描述是正确的。
a. F 减少，塑性增加 b. F 减少，塑性降低
c. F 增加，塑性降低
12. 铁碳相图中，铁碳合金随碳质量分数的增加，下列哪种描述是正确的。
a. Fe₃C 增加，硬度提高
b. Fe₃C 增加，硬度降低
c. Fe₃C 减少，硬度提高
13. 滑移的实质是：
a. 位错在切应力作用下运动的结果
b. 孪生 c. 位错在正应力作用下运动的结果
14. 回复的主要作用是：
a. 降低残余内应力，保留加工硬化效果
b. 消除加工硬化 c. 改变晶格类型
15. 消除加工硬化可采用：
a. 再结晶退火 b. 回复 c. 喷丸
16. 亚共钢完全奥氏体化的临界温度为：
a. Ac₁ b. Ac₃ c. Accm
17. 过共钢完全奥氏体化的临界温度为：
a. Ac₁ b. Ac₃ c. Accm

18.亚共钢加热到 Ac_1 以上， Ac_3 以下得到的组织为：

- a. A+F b. A c. P+F

19.过共钢加热到 Ac_1 以上， $Accm$ 以下得到的组织为

- a. A+Fe₃C b. A c. P+Fe₃C

20.共析钢过冷奥氏体在 A_1-650 等温冷却得到的产物是：

- a. P b. S c. T

21.亚共析钢过冷奥氏体在 A_1-650 等温冷却得到的产物是：

- a. P b. F+P c. Fe₃C +P

22.过共析钢过冷奥氏体在 A_1-650 等温转变得到的产物是：

- a. P b. F+P c. Fe₃C +P

23.过共析钢过冷奥氏体 $650-600$ 等温转变得到的产物是：

- a. S b. F+S c. Fe₃C +S

24.过冷奥氏体转变成马氏体是一种：

- a. 扩散型转变 b. 半扩散型转变
c. 非扩散型转变

25.过冷奥氏体转变成贝氏体是一种：

- a. 扩散型转变 b. 半扩散型转变
c. 非扩散型转变

26.过冷奥氏体转变成珠光体是一种：

- a. 扩散型转变 b. 半扩散型转变
c. 非扩散型转变

27. 亚共析钢正火后得到的组织是：

- a. S b. F+S c. Fe₃C +S

28. 共析钢正火后得到的组织是：

- a. S b. F+S c. Fe₃C +S

29. 过共析钢正火后得到的组织是：

- a. S b. F+S c. Fe₃C +S

四、判断题

- 1.奥氏体晶粒细，淬火后得到的马氏体也细小。
2. 下贝氏体具有的机械性能是硬度高，韧性好，具有较好的综合机械性能。
3. 高碳马氏体硬而脆、塑性、韧性极差。
4. 低碳马氏体不仅强度高，而且塑性、韧性也好。
5. 亚共析钢随碳质量分数减少，淬透性降低。
6. 过共析钢随碳质量分数增加，淬透性降低。

五、问答题

1.什么是过冷度？简要说明纯金属结晶的条件。

答：过冷度：理论结晶温度与实际结晶温度之差。

纯金属结晶的条件：存在一定的过冷度，使液固自由能差大于建立界面所需的表面能。

2. 为什么要细化铸态晶粒？简要说明细化铸态金属晶粒的措施。

答：晶粒越细，强度越高，塑性和韧性越好。

细化铸态金属晶粒的措施有：(1)增大过冷度，主要采用冷却能力较强的模子；(2)变质处理，即在液体金属中加变质剂；(3)振动和 (4)搅拌。

3. 何谓同素异构转变？请写出纯铁的同素异晶体。

答：同素异构转变：金属在固态下随温度的改变，由一种晶格转变为另一种晶格的现象。纯铁的同素异晶体： α -Fe、 γ -Fe、 δ -Fe

4. 铁碳相图中存在哪 5 个单相？

答：5 个单相是： L 相、 δ 相、 γ 相、 α 相、 Fe_3C 相

5. 利用杠杆定律计算 40 钢室温组成相 F 和 Fe_3C 的质量分数，即 $W(F)$ 和 $W(Fe_3C)$ 。

$$W(F) = \frac{6.69 - 0.40}{6.69} \times 100\% = 94.02\%$$

$$W(Fe_3C) = 1 - 94.02\% = 5.98\%$$

6. 利用杠杆定律计算 40 钢室温组织 F 和 P 的质量分数，即 $W(F)$ 和 $W(P)$ 。

$$W(F) = \frac{0.77 - 0.40}{0.77} \times 100\% = 48.05\%$$

$$W(P) = 1 - 48.05\% = 51.95\%$$

7. 细晶粒金属材料为什么具有较好的强度、塑性和韧性？

答：(1) 金属晶粒越细，晶界越多，变形抗力越大，金属的强度就越大。

(2) 晶粒越细，金属的变形越分散，减少了应力集中，推迟裂纹的形成和发展。

(3) 由于细晶粒金属的强度较好，所以断裂时需要消耗较大的功，因而韧性也较好。

8. 比较退火状态下 $T10$ 钢和 $T12$ 钢的强度和硬度，并简要说明原因。

答：强度： $T10 > T12$ ，硬度： $T10 < T12$

$T10$ ： $W(C)=1.0\%$ ， $T12$ ： $W(C)=1.2\%$

都为过共析钢，组织都为 $P+Fe_3C$ 随碳质量分数的增加，由于强度高的 P 减少，所以强度降低。随碳质量分数的增加，由于硬度高的渗碳体增多，所以硬度升高。

9. 比较退火状态下， 20 钢和 45 钢的强度和塑性，并简要说明原因。

答：强度： $20 < 45$ 塑性： $20 > 45$ 。碳质量分数 20 钢为 0.2% ， 45 钢为 0.45% ，都是亚共析钢；

组织为： $F+P$ 。

因为亚共析钢随碳质量分数的增加， P 增加， F 减少，所以强度增加，塑性降低。

10. 简述滑移的特点。

答：滑移的特点 (1) 滑移在切应力作用下发生 (2) 滑移是位错运动的结果 (3) 滑移使晶体总变形量为原子间距的整数倍 (4) 滑移一般在密排面上并沿其上的密排方向进行 (5) 滑移时晶体伴随有转动。

11. 比较室温下纯铜和纯铁的塑性，并简要说明原因。

答：纯铜的塑性比纯铁的塑性好。原因：纯铜是面心立方晶格，纯铁是体心立方晶格，两种晶格的滑移系相同，但面心立方晶格的滑移方向比体心立方晶格的多，而滑移方向对滑移所起的作用比滑移面大，故纯铜的塑性比纯铁的塑性好。

12. 简述金属的塑性变形对金属组织的影响。

答：(1)晶粒变形，形成纤维组织。(2)亚结构形成，细化晶粒。(3)形成形变织构。

13. 简述塑性变形对金属性能的影响。

答：(1)产生加工硬化(2)由于纤维组织和形变织构的形成使金属的性能产生各向异性。(3)电阻增大，耐腐蚀性降低(4)产生残余应力。

14. 什么是加工硬化？简述造成加工硬化的原因。

答：加工硬化：金属发生塑性变形，随变形度的增大，金属的强度和硬度显著提高，塑性和韧性明显下降的现象。

原因：位错密度增加，造成位错运动阻力增大，引起塑性变形抗力提高。另外晶粒破碎细化，使强度得以提高。

15. 什么是再结晶？说明再结晶对金属性能的影响。

答：再结晶：变形后的金属在较高温度加热时，由于原子扩散能力增大，被拉长（或压扁）、破碎的晶粒通过重新生核、长大变成新的均匀、细小的等轴晶，这个过程称为再结晶。

再结晶使金属的强度和硬度明显降低，而塑性和韧性大大提高，加工硬化现象消除，内应力全部消失。

16. 试比较 T8 钢、45 钢和 40Cr 的淬透性和淬硬性，并说明理由。

答：(1)淬透性比较：40Cr>T8>45

原因：(a) 40Cr 是合金钢，除 Co 以外所有合金元素都使 C 曲线向右移，提高淬透性。

(b) T8 钢和 45 钢都是碳钢，对于碳钢共析钢的淬透性最好。T8 属于共析钢

(2)淬硬性比较：T8>45>40Cr

淬硬性主要取决于碳质量分数。三种钢的碳含量为：T8:0.8%，45:0.45%，40Cr:0.4%

17. 试分析 45 钢经调质处理和正火处理后组织和性能的差别？

答：调质处理后是回火索氏体，渗碳体为细粒状，有强化作用，其综合机械性能好；正火得到的是索氏体+铁素体，索氏体中渗碳体为片状。调质处理后的机械性能和正火后的相比，不仅强度高，而且塑性和韧性也较好。

18. 简要说明低碳马氏体和高碳马氏体的形态和性能。

答：低碳马氏体形态为板条状，性能：不仅强度较高，而且塑性、韧性也较好。

高碳马氏体的形态为针状，性能：硬而脆，塑性、韧性极差。

19. 为什么过共析钢淬火温度为 $A_{c1}+30 \sim 50$ ？

答：过共析钢加热到 $A_{c1}+30 \sim 50$ 的两相区时，组织中会保留少量的二次渗碳体，有利于钢的硬度和耐磨性，由于降低了奥氏体中的碳质量分数，可以改变马氏体的形态，减少残余奥氏体的量。

20. 亚共析钢的合适的淬火温度是多少？为什么？

答：合适的淬火温度： $A_{c3}+30 \sim 50$ 。如果淬火加热温度低于 A_{c3} ，则淬火后组织中会保留 F(淬火组织为 F+M)，使钢的硬度降低。如果淬火温度太高，淬火得到的 M 粗大，使机械性能恶化，同时增大淬火应力，使变形和开裂的倾向增大。

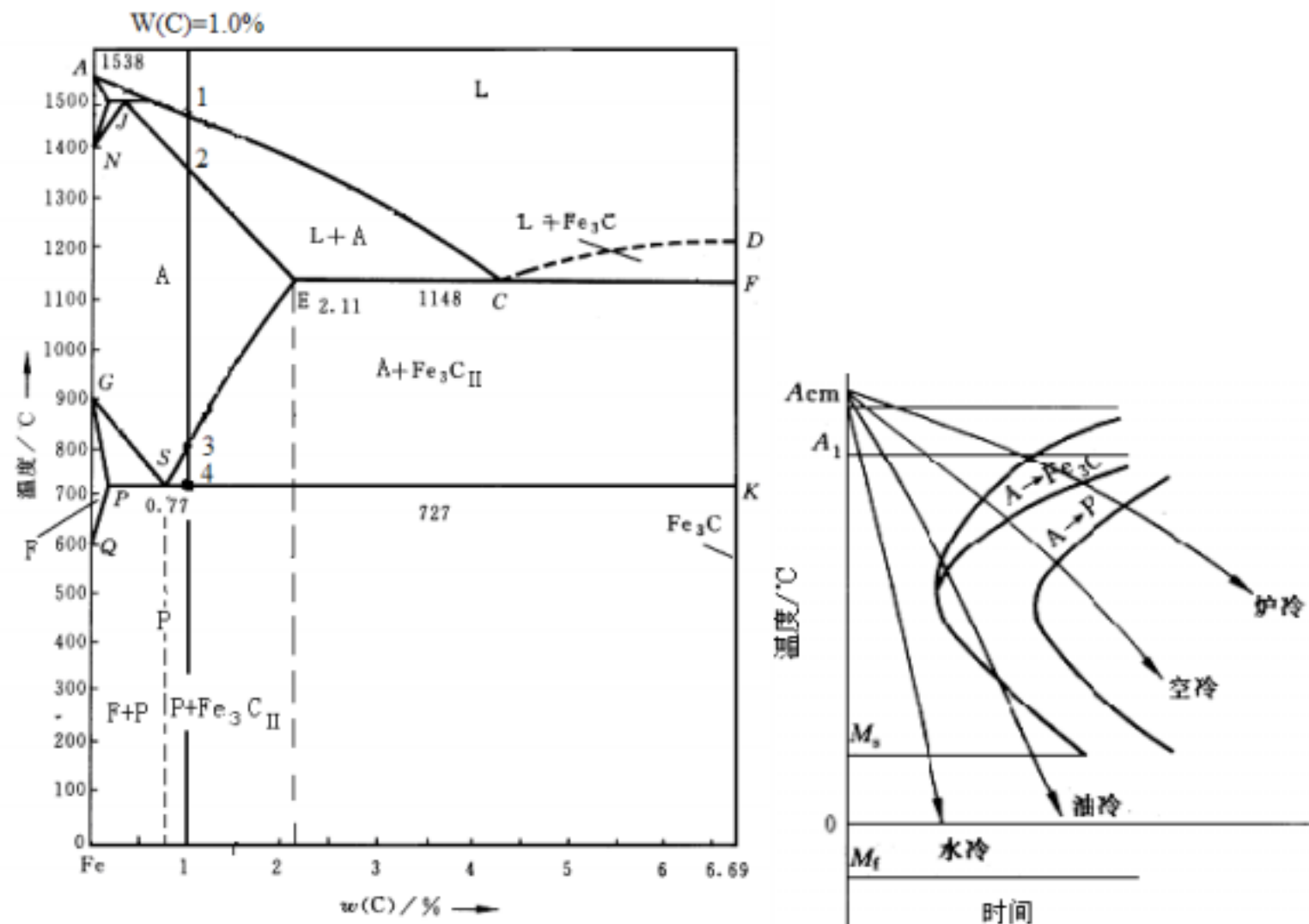
21. 什么是回火脆性？如何防止第二类回火脆性？

答：回火脆性：钢回火时，在某一温度段，脆性增加，冲击韧性明显下降的现象。

措施：(1) 回火后快冷(2) 在钢中加入适当的 Mo 或 W。

六、综合题

1. 根据铁 - 碳相图 (图 1) 和过共析钢连续冷却曲线示意图 (图 2), 回答以下问题。
- (1) 图 1 中 T10 钢冷却到 4 点时将发生什么反应? 4 点反应前和反应后的组织分别是什么?
- (2) 将 T10 钢的室温平衡组织加热到 760 和 890 分别得到的组织是什么? 然后在水中冷却分别得到的组织是什么? 哪个温度是该钢合适的淬火加热温度?
- (3) 图 2 中过共析钢加热到完全奥氏体化后, 然后进行空冷、油冷后分别得到的组织是什么?



- (4) 画出 45 钢、T10 钢室温平衡组织示意图。

1. 答: (1) 发生共析反应。

反应前 $A + Fe_3C$, 反应后 $P + Fe_3C$

(2) 加热到 760 : $A + Fe_3C$,

加热到 890 : A

加热到 760 然后水冷 : $M + Fe_3C + A'$;

加热到 890 然后水冷 : $M + A'$

合适的淬火加热温度为 : 760

(3) 空冷 : $S + Fe_3C$; 油冷 : $T + M + A'$

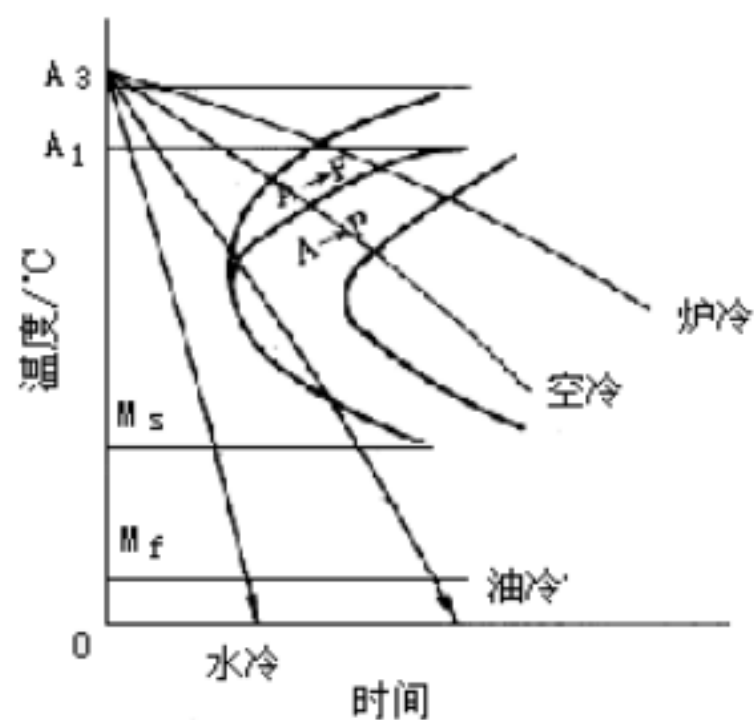
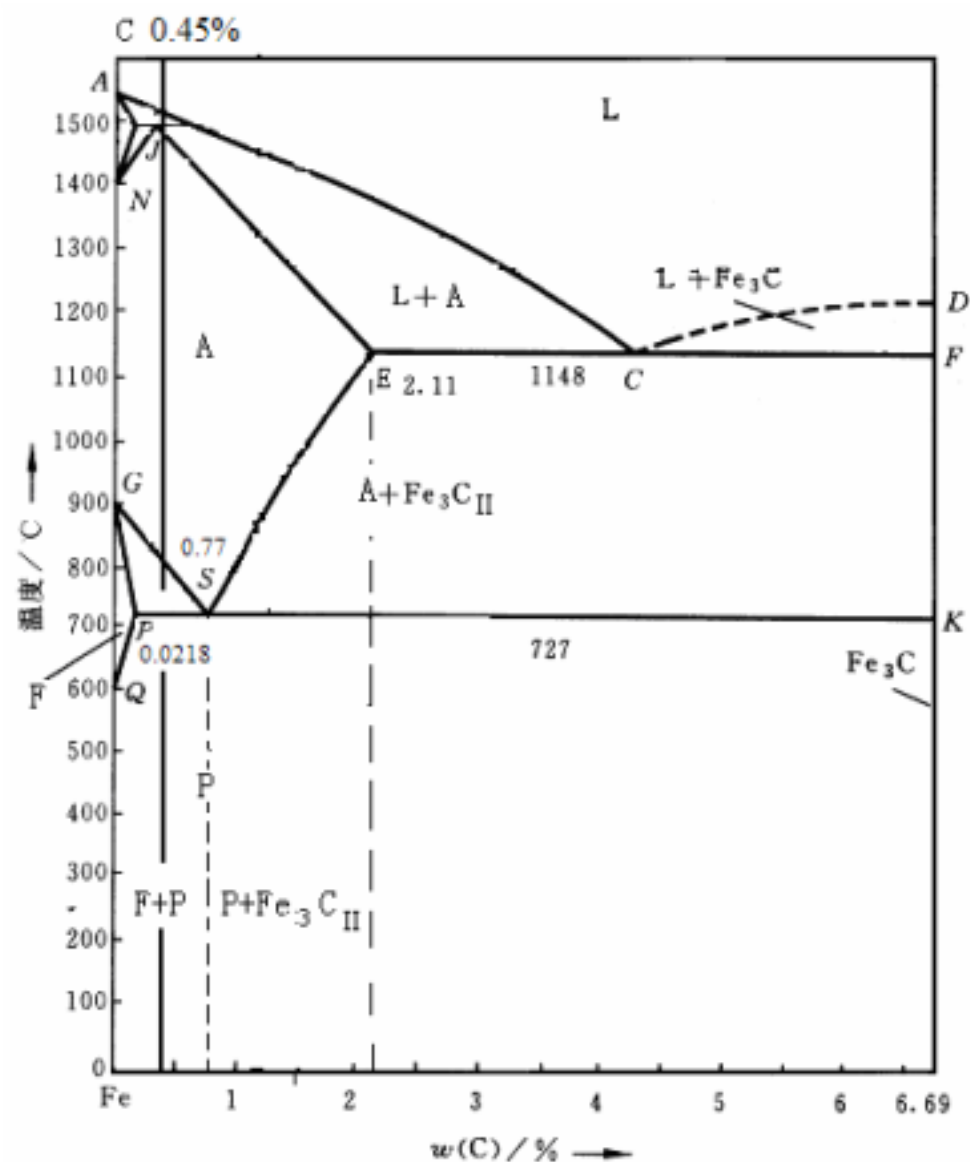
2. 根据铁 - 碳相图 (图 1) 和亚共析钢连续冷却曲线示意图 (图 2), 回答以下问题。

(1) 根据图 1 分别说明碳在 α -Fe 和 γ -Fe 中的最大溶解度是多少?

(2) 45 钢从液态缓慢冷却到 727 , 将发生什么反应? 反应前和反应后 45 钢的组织是什么?

(3) 45 钢完全奥氏体化的加热温度是多少? 如果加热到 Ac_1 以上, Ac_3 以下得到的组织是什么?

(4) 图 2 所示的亚共析钢过冷奥氏体空冷、油冷和水冷得到的组织分别是什么?



2. 答：(1)碳在 δ -Fe 和 γ -Fe 中的最大溶解度分别为： 0.0218% 和 2.11%
 (2)发生共析反应 .反应前 $F+A$,反应后 $F+P$
 (3) 完全奥氏体化的温度 Ac_3 以上,加热到 Ac_1 以上, Ac_3 以下得到的组织是： $F+A$
 (4) 空冷： $F+S$,油冷： $T+M$,水冷： M

复习题 3

一、名词解释

1. 变质处理：在液体金属中加入孕育剂或变质剂，以细化晶粒和改善组织。
2. 石墨化：铸铁中碳原子析出并形成石墨的过程。
3. 时效：在室温下放置或低温加热时，强度和硬度会明显升高。

二、填空题

1. Q235 是_____钢，可制造 _____等。
2. T12 是_____钢，可制造 _____等。
3. 40Cr 是_____钢，可制造 _____等。
4. W18Cr4V 是_____钢，可制造 _____等。
5. 白铜是指以铜和 _____为主的合金。

6. 黄铜是指以铜和 _____ 为主的合金。

7. 铝合金时效热处理包括两个阶段，它们是

_____ 和 _____。

8. 铝合金按其成分及生产工艺特点，可分为

_____ 和 _____。

三、选择题

1. 高速钢淬火、回火后得到的组织是：

a. 回火 M+ 细粒状碳化物 + 残余奥氏体

b. 回火 S+残余奥氏体 c. 回火 S+细粒状碳化物

2. GCr15 合金钢中，Cr 的质量分数为：

a. 15%

b. 1.5%

c. 0.15%

3. 弹簧常用的热处理工艺为：

a. 淬火 + 低温回火

b. 淬火 + 中温回火

c. 淬火 + 高温回火

4. 轴类零件为了获得良好的综合机械性能，常用的最终热处理工艺为：

a. 淬火 + 低温回火

b. 淬火 + 中温回火

c. 淬火 + 高温回火

5. 刀具类零件为了提高表面硬度和耐磨性，常用的最终热处理工艺为：

a. 淬火 + 低温回火

b. 淬火 + 中温回火

c. 淬火 + 高温回火

6. 下面哪种牌号的钢硫、磷含量最低。

a. Q235A

b. Q235B

c. Q235C

d. Q235D

7. 机架和机床床身应选用

a. 白口铸铁

b. 麻口铸铁

c. 灰口铸铁

四、判断题

1. 白口铸铁中碳主要以渗碳体的形式存在，灰口铸铁中碳主要以石墨的形式存在。

2. 灰口铸铁强度性能不如钢，是因为组织中没有钢的组织。

3. 把经过淬火时效的铝合金，迅速加热到 (200 ~ 300) 或略高一些的温度，保温 (2 ~ 3)min，在清水中冷却，使其恢复到淬火状态，这种工艺称作时效处理。

4. 可以通过球化退火使普通灰口铸铁变成球墨铸铁。

5. ZChPbSb16-16-2 是铅基滑动轴承合金。

6. ZChSnSb11-6 是滚动轴承合金。

五、问答题

1. 试述合金渗碳钢的合金化及热处理特点。

答：合金渗碳钢：碳质量分数一般为 0.10% ~ 0.25%；加入提高淬透性的合金元素 Cr、Ni、Mn 等；加入阻碍奥氏体晶粒长大的元素，主要是加入少量强碳化物形成元素 Ti、V、W、Mo 等。

热处理：渗碳后直接淬火，再低温回火。

2. 试述合金调质钢的合金化及热处理特点。

答：合金调质钢：碳质量分数一般为 0.25% ~ 0.50%；加入提高淬透性的合金元素 Cr、Ni、Mn、Si、B 等；加入防止第二类回火脆性的元素 Mo、W。

热处理：淬火 + 高温回火。

3. 试比较下列四个钢号：**20CrMnTi**、**65**、**T8**、**40Cr** 的淬透性和淬硬性，并说明理由。

答：淬透性 **20CrMnTi>40Cr>T8>65**。

原因：淬透性与合金元素含量有关，合金元素含量越高，淬透性越高；对于碳钢而言共析钢的淬透性最好。

淬硬性：**T8>65>40Cr>20CrMnTi**

原因：淬硬性与碳质量分数有关，碳质量分数越高，淬硬性越高。

4. 已知某零件采用合金钢 **60Si2Mn** 制造，试回答以下问题：

(1) 该合金钢的种类、合金元素 **Si**、**Mn** 的质量分数和作用。

(2) 该合金钢的用途，常用的热处理工艺和热处理后得到的组织。

答：(1) 种类：合金弹簧钢，质量分数：**W(Si) 2%**、**W(Mn)<1.5%**，作用：提高淬透性，提高屈强比。

(2) 用途：制造弹簧；热处理工艺：淬火 + 中温回火；最终组织：回火 **T**

5. 已知某零件采用 **1Cr18Ni9Ti**（第 5 版教材中新牌号为 **12Cr18Ni9Ti**）制造，试回答以下问题：

(1) 该合金钢的种类、用途、合金元素 **Cr**、**Ni**、**Ti** 的质量分数。

(2) 该合金钢固溶处理后再进行稳定化处理的目的是什么？

5. 答：(1) 该合金钢为奥氏体不锈钢，用作管道、医疗器械等。**W(Cr)=18%**，**W(Ni)=9%**，**W(Ti)<1.5%**

(2) 稳定化处理的目的是：将钢加热到 **850 -880** 使钢中铬的碳化物完全溶解，而钛的碳化物不溶解。然后缓慢冷却，让溶于奥氏体的碳与钛以碳化钛形式充分析出，碳将不再跟铬形成碳化物，消除晶界贫铬，避免晶间腐蚀的产生。

6. 已知某零件采用 **40CrNiMo** 制造，试回答以下问题：

(1) 该合金钢的碳质量分数、种类和用途。

(2) 分别说明合金元素 **Cr**、**Ni**、**Mo** 在该合金钢中的作用。

(3) 该合金钢一般常用的最终热处理工艺、最终的组织与组织的性能。

6 答：(1) **W(c)=0.4%**、合金调质钢、制造轴等。(2) **Cr**、**Ni**：提高淬透性，**Mo**：防止第二类回火脆性。(3) 一般最终热处理：调质处理（淬火 + 高温回火）。最终组织：回火索氏体。

性能：良好的综合机械性能。

7. 说明灰口铸铁的种类和石墨的形态。

答：球墨铸铁 — 球状，可锻铸铁 — 团絮状 蠕墨铸铁 — 蠕虫状，变质铸铁 — 细片状

普通灰口铸铁 — 粗片状

8. 试述石墨形态对铸铁性能的影响。

答：片状石墨：对基体有割裂作用，引起应力集中，抗拉强度和塑性都低。

球状石墨：应力集中较低，具有很高的强度，又有良好的塑性和韧性。

石墨形状越接近球状对基体的割裂作用越小，引起应力集中越低。

9. 什么是石墨化？简述石墨化的三个阶段。

答：(1) 石墨化：铸铁中碳原子析出并形成石墨的过程。

(2) 第一阶段：铸铁液体结晶出一次石墨（过共晶铸铁）和通过共晶反应形成共晶石墨。

第二阶段：奥氏体沿 **E S** 线析出二次石墨。

第三阶段：通过共析反应共析出石墨。

10. 与钢相比灰口铸铁性能有什么优缺点。

答：缺点：抗拉强度低，塑性差。

优点：切削加工性能优异；铸造性能良好，有很好的耐磨性能、抗振性能；对缺口不敏感。

六、综合题

1. 车床主轴在轴颈部位的硬度为 **(50~55)HRC** , 其余地方为 **(20~24)HRC** 。工艺路线为: 下料 锻造 正火 粗加工 调质 精加工 轴颈表面淬火及低温回火 磨削加工, 试回答以下问题:

(1) 从下列牌号中选择一种制造主轴的材料。

10、1Cr18Ni9Ti、T12、40Cr

(2) 确定热处理工艺参数(主要是温度) 。

(3) 分析组织和性能 。

1.答: (1) **40Cr**

(3)组织与性能 原始组织: **F+P**

正火: 组织为: **F+S**。

调质(淬火+高温回火): 组织为: 回火 **S**, 良好的综合机械性能。

表面淬火+低温回火: 组织为: 表面为回火 **M**, 硬度较高, 耐磨。心部为回火 **S**, 良好的综合机械性能。

2. 某弹簧的制造工艺路线为: 下料 压成型 热处理 **1** 热处理 **2** 喷丸处理。

试回答以下问题:

(1)从下列材料中选择一种作为该零件的材料。

45, T12, 65Mn, GCr15

(2)热处理 **1**、热处理 **2** 分别是什么? 加热温度各是多少 ?

(3)分别说明热处理 **1**、热处理 **2** 后获得的组织和组织的该性能特点。

2.答: (1) **65Mn** (2) 热处理 **1** 为淬火, **Ac3+30 ~ 50** ; 热处理 **2** 为中温回火, **350 ~ 500** 。

(3) 淬火后的组织为: **M**, **M** 硬度高, 脆性大; 中温回火后的组织为: 回火 **T**, 回火 **T** 具有高的弹性极限和屈服强度。

3. 锉刀制造工艺路线为: 热轧钢板下料 - 锻造柄部 - 球化退火 - 机加工 - 淬火 + 低温回火。 回答以下问题:

(1)从下列材料中选择一种作为该零件的材料。

10, 40Cr, T12, 65Mn

(2)确定热处理工艺参数。

(3)为什么球化退火加热温度略高于 **Ac1** ?

(4)分析组织。

3.答: (1) **T12** (3)加热到略高于 **Ac1**, 以便保留较多的未溶碳化物粒子和较大的奥氏体碳浓度分布的不均匀性, 促进球状碳化物的形成。若加热温度过高, 二次渗碳体易在缓慢冷却中以网状析出。

(4) 组织

原始组织: **P+Fe3C** (连续的网状组织)

球化退火后的组织: 在铁素体基体上分布着细小均匀的球状渗碳体。

淬火: **Fe3C (球状)+M+A'**

低温回火: **Fe3C (球状)+回火 M+A'**

4.汽车变速箱齿轮制造工艺路线为:

下料 锻造 正火 切削加工 渗碳 淬火 + 低温回火 喷丸 磨削加工。 试回答以下问题

(1)从下列材料中选择一种作为该零件的材料。

10, 20CrMnTi, T12, 1Cr18Ni9Ti

(2) 渗碳的目的, 渗碳前后表面的碳含量。

(3) 低温回火后该汽车齿轮的表面组织和心部组织各是什么?

(4) 简要说明齿轮类零件的选材。

4.答: (1)**20CrMnTi**

(2)渗碳: 提高表面的碳含量, 提高淬硬性;

渗碳前 **0.2%**, 渗碳后 **1.0%**

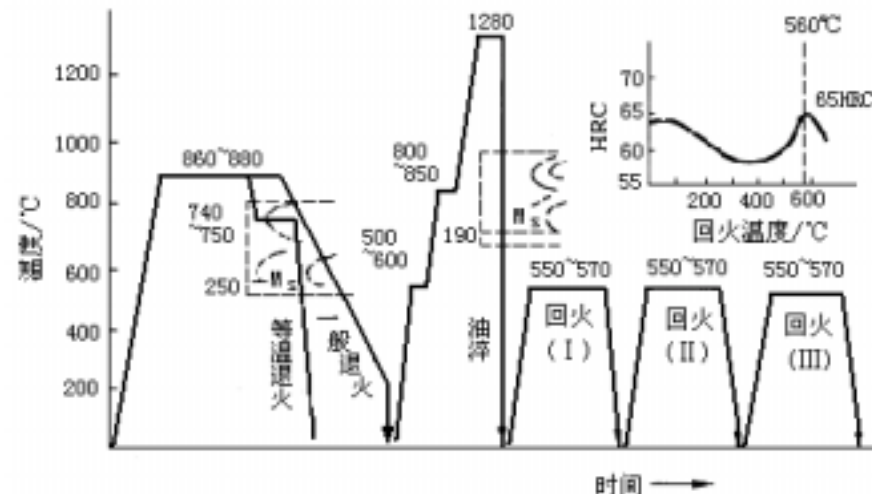
(3)表面组织：合金渗碳体 +回火 M+A' ； 淬透时的心部组织：回火 M 。

(4)齿轮类零件选：低、中碳钢或低、中碳合金钢。

5.W18Cr4V 制造某刀具的热处理工艺路线图，试回答以下问题：

(1) 说明 W18Cr4V 钢种和合金元素 W、Cr、V 的作用 。

(2) 分析该钢淬火和回火热处理的特点。



5.答：(1) W18Cr4V 为高速钢，W 保持高的热硬性、Cr 提高淬透性、V 提高硬度和耐磨性。

(2)热处理特点：

1) 因导热性差，淬火加热二次预热；

2)淬火温度高，使难熔的碳化物溶于奥氏体，保证淬火后的高硬度；

3)550 -570 三次回火，减少残余奥氏体，并产生二次硬化。

复习题 4

一、填空题

1. 可以通过加热和冷却的方法使其重复地软化(或熔化)和硬化(或固化)的塑料称为_____。
2. 初加热时软化，可塑造成型，但固化后再加热将不再软化，也不溶于溶剂，这类塑料称为_____。
- 3.复合材料是由基体相和_____构成。
4. 玻璃纤维增强工程塑料的复合材料，称为_____。
- 5.由两种或几种物理化学性质不同的物质，经一定方法得到的一种新的多相固体材料称为_____材料。
- 6.纤维复合材料的主要承载体是_____。
- 7.颗粒复合材料的主要承载体是_____。

二、选择题

- 1.聚氯乙烯是一种
 - a.热固性塑料，可制作化工用排污管道
 - b.热塑性塑料，可制作导线外皮等绝缘性材料
 - c.热固性塑料，可制作雨衣、台布等
- 2.有机玻璃与无机玻璃相比，透光度
 - a. 较低
 - b.较高
 - c.相同
- 3.塑料王是：
 - a. 聚四氟乙烯
 - b. 聚乙烯
 - c. 聚氯乙烯

三、判断题

1. 陶瓷的塑性很差，但强度都很高。
2. 纯氧化物陶瓷在高温下会氧化。

3. 碳化物金属陶瓷作工具材料时，通常被称为硬质合金。

4. 韧窝是脆性断裂的微观特征。

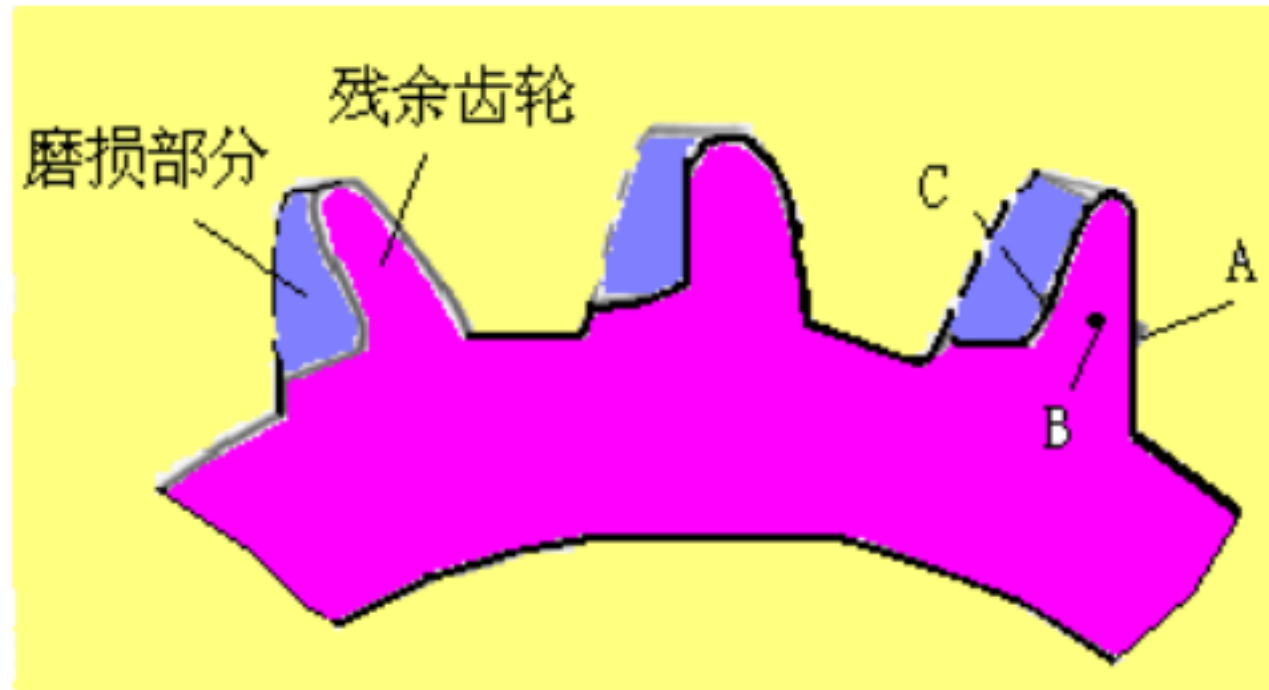
5. 杯锥状断口是脆性断裂的宏观特征。

6. 脆性断口表面平齐。

7. 解理花样是脆性断裂断口的微观特征。

四、问答题

1. 一从动齿轮，用 **20CrMnTi** 钢制造，使用一段时间后齿轮严重磨损，如图所示



A 点：碳质量分数为 **1.0 %**，

组织为 **S+碳化物**，

硬度为 **30HRC**；

B 点：碳质量分数为 **0.8%**，

组织为 **S**，硬度为 **26HRC**；

C 点：碳质量分数为 **0.2%**，

组织为 **F+S**，硬度为 **86HRB**。

据查，该批齿轮的制造工艺是：锻造 正火 机加工 渗碳 预冷淬火 低温回火 磨加工。试分析该齿轮失效的原因。

1. 答：表面所得的组织不正确、硬度没达要求。

淬火 + 低温回火应得到的组织为：

表面：回火 **M+A'** 合金渗碳体。硬度 **60HRC ~ 62HRC**

而现在表面的组织为 **S+碳化物**，硬度为 **30HRC**，这说明渗碳后淬火不正确，取出工件在空气中停留时间过长。淬火变成了正火。

2. 一尺寸为直径 **30mm × 250mm** 的轴，用 **30** 钢制造，经高频表面淬火（水冷）和低温回火，要求摩擦部分表面硬度达到 **50HRC-55HRC**，但使用过程中摩擦部分严重磨损。试分析失效原因，并提出解决问题的办法。

答：失效原因：**30** 钢碳质量分数为 **0.3%**，该钢经表面淬火 + 低温回火后硬度达不到要求，因为碳质量分数太低。

解决办法一：表面渗碳，然后表面淬火 + 低温回火。

解决办法二：采用 **45** 钢。采用调质，然后表面淬火 + 低温回火。

答案：一：1 晶面 2 晶体的结构 3 配位数 4 {110}{111} 5 《111》《110》 6：68%，74% 7 合金 8 组元 9 相 10 固溶体 11 金属化合物 12 固溶体，金属化合物 13 成分，制造工艺 二 aaa

三：对对对 错错错 对对对 对对对 对对对 对对对

复习题 2 二 1 低，大 2 自发生核，非自发生核 3 变质处理 4 滑移，孪生 5 热加工

6 冷加工 7 索氏体, 屈氏体 8 上贝氏体 9 下贝氏体 10 黑色针状 11 板条状, 针状

12 大 13 多 14 板条状, 15 大 16 多 17 渗碳体球化 18 略高于 A_{c1} $A_{c3}+30$ -50

20 $A_{c1}+30$ -50 21 好 22 高 23 好 24 差 25 表面热处理

三 . 1a2c3b4b5b6c7a8b9a10b11b12a13a14a15a16b17c18a19a20a21b22c23c24c25b26a27b28

a29c 四, 对对对对对对

复习题 3 二 1 普通碳素结构, 钢筋 2 碳素工具, 板锉 3 合金调质, 轴 4 高速, 车刀 5 镍 6

锌 7 固溶处理, 时效 8 形变铝合金, 铸造铝合金 三 1a2b3b4c5a6d7c 四 对错错错对错

复习题 4 一 1 热塑性塑料 2 热固性塑料 3 增强相 4 玻璃钢 5 复合 6 纤维增强相 7 基体 二

1b2b3a 三错错对错错对对