

2011 年硕士学位研究生入学考试（专业综合考试）试题

1. 为细化某纯铝件的晶粒，将其冷变形 5% 后与 650℃ 退火 1 小时，组织粗化，增大冷变形量至 80%，再于 650℃ 退火 1 小时，晶粒仍然粗大，试分析原因，指出上述工艺不合理之处，并制定合理的工艺（10 分）

前种工艺，由于铝件变形处于临界变形度下，故退火时可形成个别再结晶核心，最终晶粒极为粗大；而后种工艺，是由于进行再结晶退火时的温度选择不合理（温度过高），若按 $T_{再} = 0.4T_{熔}$ 估算，则 $T_{再} = 100^\circ\text{C}$ ，故再结晶温度不超过 200℃ 为宜。由于采用 630℃ 退火 1h，故晶粒仍然粗大。综上分析，在 80% 变形量条件下，采用 150℃ 退火 1h，则可使晶粒细化。

2. 以下是铝含量不同的两种铝青铜在干磨、湿磨两种情况下经过 100 次制动后的磨损量数据。试分析其中的原因？（10 分）

铝含量 (%)	相组成	干磨	湿磨
6	α	100 μ	0.6 μ
12	$\alpha + \beta$	4 μ	2.5 μ

$\alpha + \beta$ 的出现会导致硬度的提高，从而摩擦系数 μ 降低，摩擦力减小，磨碎量减小
湿磨时，研磨介质具有导热作用，硬度下降慢，从而摩擦系数 μ 减小，故磨损量小于干磨
而在 $\alpha + \beta$ 相中，湿磨介质通过孔隙进入相界，强度降低导致磨损量大于单独 α 相存在时

3. 根据铁碳相图，回答：（15 分）

① 分析含碳量对碳钢组织和机械性能的影响；

组织的变化：随着含碳量的增加组织由 F (+Fe₃C 三) → F+P → P → P+Fe₃C (二) → P+Ld (变态) + Fe₃C (二) → Ld (变态) → Ld (变态) + Fe₃C (一)

机械性能的影响：含碳量的增加硬度越高强度越高、韧性降低塑性降低

② 定性分析碳在 α -Fe 和 γ -Fe 中形成固溶体的类型，进入点阵中的位置和固溶度大小；

α -Fe：体心立方，间隙固溶体，碳原子占据晶格中的间隙位置，0.0218%；

γ -Fe：面心立方；间隙固溶体，碳原子占据晶格中的八面体间隙位置，2.11%；

③ 为什么钢铁零件选择在 910℃ 左右渗碳？

渗碳是指使碳原子渗入到钢表面层的过程。使工件的表面层具有高硬度和耐磨性，而工件的中心部分仍然保持着低碳钢的韧性和塑性，温度过低的其他相，比如马氏体，或珠光体的，不能均匀扩散到组织结构中，偏析严重，导致强度降低。温度过高，组织会重新生成核成长，会破坏原来的组织结构；

4. 需压制一形状复杂的钛阀门，选取用平均粒度 45 μm 的气雾化球形钛粉，结果压坯出现掉角现象，请指出问题所在及改进措施。（10 分）

调角现象是由于压坯密度分布不均匀造成的

改进措施：1、改善模壁的润滑状态，添加润滑剂减少摩擦力，改用模壁润滑取代整体润滑；

2、改变压制方式，采用双向压制；

3、合理设计磨具，保证台阶间的粉末压缩比相同；

4、改善粉末颗粒平均粒度，粒度较粗的粉末压缩性较好

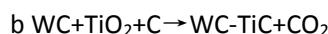
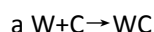
5. 什么是缺陷的不可见性判据？如何用不可见性判据来确定位错的布氏矢量？（10 分）

答：所谓缺陷的不可见性判据是指当晶体缺陷位移矢量所引起的附加相位角正好是 π 的整数倍时，有缺陷部分和没有缺陷部分的样品下表面衍射强度相同，因此没有衬度差别，故而看不缺陷。

利用缺陷的不可见性判据可以来确定位错的布氏矢量。具体做法是先看到位错，然后转动样品，选择一个操作反射 g_1 ，使得位错不可见。这说明 g_1 和位错布氏矢量垂直；再选择另

一个操作反射 g_2 ，使得位错不可见；那么 $g_1 \times g_2$ 就等于位错布氏矢量 b 。

6 说明以下两个生产碳化物的常用化学反应的物理化学本质并推断其工艺特点。（10 分）



7. 有一金属材料的多晶粉末电子衍射花样为六道同心圆环，其半径分别是：8.42mm，11.88mm，14.52mm，16.84mm，18.88mm，20.49mm，相机常数 $L\lambda = 17.00 \text{ mm}\text{\AA}$ 。请标定衍射花样、判定该粉末的晶体类型并求其晶格常数。（10 分）

解：已知 $R_1=8.42$ ； $R_2=11.88$ ； $R_3=14.52$ ； $R_4=16.84$ ； $R_5=18.88$ ； $R_6=20.49$

有 $R_1^2=70.8964$ ； $R_2^2=141.1344$ ； $R_3^2=210.8304$ ； $R_4^2=283.5856$ ； $R_5^2=356.4544$ ； $R_6^2=419.8401$ 。

$R_1^2/R_1^2=1$ ； $R_2^2/R_1^2=1.99$ ； $R_3^2/R_1^2=2.97$ ； $R_4^2/R_1^2=4$ ； $R_5^2/R_1^2=5.02$ ； $R_6^2/R_1^2=5.92$ 。

有 N 数列为：1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 。

由于金属材料中很少是简单立方结构，故考虑 N 数列为：2 : 4 : 6 : 8 : 10 : 12。

这是体心立方晶体结构，其值对应的晶面族指数是：110；200；211；220；310；222。

根据电子衍射基本公式 $Rd=L\lambda$ ，有

$d_1=2.019$ ； $d_2=1.431$ ； $d_3=1.171$ ； $d_4=1.009$ ； $d_5=0.900$ ； $d_6=0.829$ 。

$$d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

根据立方晶体晶面间距公式

$$a = 2.86 \text{\AA}$$

8. 为什么晶体材料的实际强度要远远低于其理论强度？分析影响晶体材料实际强度的因素以及提高其强度的途径。（15 分）

9. 烧结 Cu 基粉末冶金零件时有下列两种通氢方式，哪种方式制得的零件密度相对较高？分析其中的原因。（10 分）

a 预热、高温、冷却三个区都通以干纯氢气

b 仅在高温、冷却两个区通以干纯氢气

