
2015 复合材料学

一、 概述题

- 1.玻璃钢 2.热解石墨 3.材料设计 4.功能复合材料
5.润湿性 6.相变增韧 7.玻璃陶瓷 8.热扩散系数

二、简答题

- 1.搜陶瓷基复合材料有哪些主要性能？
- 2.锁碳纤维应力—应变曲线与金属材料有何不同？
- 3.店聚合物基复合材料基体的组成成分及三个作用？
- 4.铺纤维复合材料对于纤维涂层的要求？
- 5.泡如何表征界面相的力学性能？
- 6.泡金属基复合材料中界面反应程度对材料性能的影响？
- 7.手金属基复合材料界面上原子配位类型有哪三种？
- 8.制压烧结的定义及优缺点？

三、论述题

- 1.试述复合材料制品的性能设计和结构设计中的科学问题。
- 2.试述陶瓷基复合材料的有机先驱体转化法的工艺过程及其特点。

参考答案：

二、概述题

1.玻璃钢

8、玻璃钢（p21-22，概 p79）【08、10、12、13、15 概述】

GFRP 是玻璃纤维增强热固性塑料的简称，是指玻璃纤维（包括长纤维、布、带、毡等）做为增强材料，热固性塑料（包括环氧树脂、酚醛树脂、不饱和聚酯树脂等）做为基体的纤维增强塑料，俗称玻璃钢。分为玻璃纤维增强环氧树脂、玻璃纤维增强酚醛树脂、玻璃纤维增强聚酯树脂。

2.热解石墨

40. 热解碳【10 概述】热解石墨 (p220)【12、15 概述】

热解碳 (PC) 和“CVD 碳”是在 1100℃左右碳源蒸汽经过热解而沉积在机制材料上的碳质的总称。

热解石墨 (PG) 是由碳氢化合物其他在 1750-2250℃沉积的碳, 其电性能、热性能和力学性能是各向异性的, 随测试方向而变化。

3.材料设计

4、材料设计 (P9)【06、09、11、15 概述】

材料设计是指在材料科学的理论知识和已有经验的基础上, 利用计算机技术, 按预定性能要求, 确定材料的组分和结构, 并预测达到预定性能要求应选择的工艺手段和工艺参数。其方法分为演绎法和归纳法两类, 这两种方法还可以结合运用以获得满足要求的新材料。通过改变材料的组分, 结构、工艺方法和工艺参数来调节材料的性能, 就是材料性能的可设计性。

4.功能复合材料

1. 复合材料的命名与分类方法【10 简答】功能复合材料 (p2-3)【06、12、15 概述】

复合材料可根据增强材料与基体材料的名称来命名, 将增强材料的名称放在前面, 基体材料的名称放在后面, 再加上“复合材料”。如玻璃纤维和环氧树脂构成的复合材料称为“玻璃纤维环氧树脂复合材料”。为书写, 也可仅写增强材料和基体材料的缩写名称, 中间加一斜线隔开, 后再加“复合材料”。如上述玻璃纤维和环氧树脂构成的复合材料, 也可写作“玻璃/环氧复合材料”。有时为突出增强材料和基体材料, 视强调的组分不同, 也可简称为“玻璃纤维复合材料”或“环氧树脂复合材料”。

功能复合材料: 具有各种特殊性能 (如阻尼、导电、导磁、换能、摩擦、屏蔽等) 的复合材料。

5.润湿性

17、润湿性 (p81)【15 概述】

湿润性是用于描述液体在固体表明上自动铺展程度的术语。它在描述复合材料工艺过程中增进结合或妨碍结合的机制方面是重要概念。具体指的是固体、液体在分子水平上紧密接触的可能程度, 湿润性好将促进结合。

6.相变增韧

38、相变增韧 (p241)【11、15 概述】

相变增韧是陶瓷材料的另一种增韧机制, 它通过陶瓷材料的相变效应来增加其韧性。陶瓷中裂纹尖端的应力场引起裂纹尖端附近的晶体结构发生相变 (亦称应力诱导相变), 当相变使该局部区域发生体积膨胀时, 体积膨胀会使基体裂纹闭合, 从而改善了陶瓷材料的断裂韧性。

7.玻璃陶瓷

10. 玻璃陶瓷 (p20)【10、11、15 概述】

许多无机玻璃可以通过适当的热处理使其由非晶态变为晶态, 这一过程称为反玻璃化。对于某些玻璃, 反玻璃化过程可以控制, 最后能够得到物残余应力的微晶玻璃, 这种材料称为玻璃陶瓷。

8.热扩散系数

二、简答题

1.陶瓷基复合材料有哪些主要性能？

3. 陶瓷复合材料的主要性能 (p7) 【15 简答】

陶瓷材料强度高、硬度大、耐高温、抗氧化，高温下抗磨损性好、耐化学腐蚀性优良，热膨胀系数和相对密度较小，这些优异的性能是一般常用金属材料、高分子材料及其复合材料所不具备的。但陶瓷材料抗弯强度不高，断裂韧性低，限制了其作为结构材料使用。当用高强度、高模量的纤维或晶须增强后，其高温强度和韧性可大幅度提高。

2.碳纤维应力-应变曲线与金属材料有何不同？

17. 碳纤维应力应变曲线特征 (p52) 【11、15 简答】

碳纤维的应力-应变曲线为一条直线，伸长小，断裂过程在瞬间完成，不发生屈服。碳纤维轴向分子间的结合力比石墨大，所以它的抗张强度和模量都明显高于石墨，而径向分子间作用力弱，抗压性能较差，轴向抗压强度仅为抗张强度的 10%-30%，且不能结节。

3.聚合物基复合材料基体的组成成分及三个作用？

11. 复合材料聚合物基体的成分及其三种主要作用 (p21) 【15 简答】

基体很少是单一的聚合物，往往除了主要组分—聚合物以外，还包含其他辅助材料。在基体材料中，其他的组分还有固化剂、增韧剂、稀释剂、催化剂等，这些辅助材料是复合材料基体不可缺少的组分。

复合材料中基体有三种主要作用：把纤维粘在一起；分配纤维间的载荷；保护纤维不受环境影响。

4.纤维复合材料对于纤维涂层的要求？

26、对纤维涂层的具体要求 (p106) 【15 简答】

- ①与纤维和基体之间均具有良好的化学和物理相容性：要求它们之间的化学稳定性好以及与纤维和与基体热膨胀系数匹配性好。
- ②高稳定性：要求界面相在高温下不出现引起其功能失效的组织 and 结构变化。
- ③既与纤维又与基体润湿：要求界面涂层材料与纤维及基体之间的界面能合适，从而既能润湿纤维又能润湿基体。
- ④具有较低的剪切强度：要求在复合材料受力时界面热容易发生解离，以使从基体中扩展致裂纹的裂纹能在此发生偏转。
- ⑤有一定的厚度：若此厚度过小，则在复合材料制备中界面相容易消失或缩小，导致纤维与基体结合过强。在纤维表面进行单一材料的涂层往往很难满足上述全部要求，因此需要开发多层涂层（即复合涂层），它为界面控制提供了新思路。

5.如何表征界面相的力学性能？

28、界面相的力学性能表征 (p108-109) 【11、13 论述“测试方法及表征”，12 简答测试方法，15 简答】

表征界面力学性能的目的是为复合材料的力学性能估算和设计提供必要的界面力学性能数据，以使对复合材料力学性能的评价和设计渗入至微观结构层次，并以此为依据知道改善复合材料的设计与工艺（如选择合适的纤维、基体、复合工艺和纤维涂层等）。

测量界面强度的方法包括压痕法、纤维拔出试验、三点弯曲试验等。

①压痕法：压痕法测量界面强度的原理是首先制作含有一根纤维的微型复合材料棒状试样，在试样垂直于纤维的方向将试样磨平、抛光，并安装于标准显微硬度机的夹具上。将 V 形压头的尖端对准纤维的中心，在压头上施加一定的载荷 F ，使纤维沿着纤维/基体界面滑动一定距离，其位移量 u 取决于所加载荷的大小。假定压头所施加的载荷 F 完全由纤维与基体之间的界面剪切应力 τ 所承担，省去纤维被弹性压缩的变形量

②纤维拔出试验：将纤维的端部或中部复合在基体材料中，支撑纤维拔出试样，包括穿透试样和非穿透试样两种。将试样固定在夹具上，沿纤维轴向施加载荷 p ，将纤维从基体中拔出，

从而测定界面剪切强度。设界面剪切应力沿纤维临界长度均匀分布，界面的剪切强度
③三点弯曲试验：复合材料三点弯曲试验中的纤维轴平行于试样长度方向。测量层间剪切强度时试样采用小跨距（跨/高比等于 5，即 $s/h=5$ ）。【图见 P108-110】其横截面的层间剪切强度

6.金属基复合材料中界面反应程度对材料性能的影响？

34、金属基复合材料界面反应程度对性能影响（p225）【15 简答】

界面化学反应程度不同，对复合材料的性能影响程度差异很大。

- ①轻微的界面反应可以促进液态金属基体对增强体的润湿，从而提高界面结合强度；
- ②较重的界面反应产生脆性大的金属间化合物，使基体与增强体之间形成强界面结合，它对纤维增强复合材料的强度产生不利影响，而对晶须或颗粒增强金属复合材料影响不大；
- ③界面反应严重时，会导致增强体损伤和靠近增强体的局部基体成分改变，使增强体的固有强度和复合材料强度严重降级。

7.金属基复合材料界面上原子配位类型有哪三种？

8.热压烧结的定义及优缺点？

40、热压烧结的（定义及）优缺点（p259-260）【13、15 简答，11 论述】

热压烧结：将分散有晶须（短切纤维）的陶瓷粉体，或具有一定形状的预制坯件在高温下通过外加压力使其变成致密的、具有一定形状的坚硬固体的过程称为热压烧结。

优缺点：①优点：加压有利于制品致密化；成型压力低（仅为冷成型时的 1/10）；烧结时间短，因而晶粒不致过分长大。②缺点：制品性能有方向性（单向加压）；生产效率低，成本高；只适宜于制造形状较简单的制件、每次制备的件数较少。

三、论述题

1.试述复合材料制品的性能设计和结构设计中的科学问题。

24. 复合材料结构设计步骤，体现结构性能的主要内容以及考虑的环境条件（p87-88）【15 论述】

结构设计大致分为三个步骤：

- ①明确设计条件：如性能要求、载荷情况、环境条件、形状限制等。
- ②材料设计：包括原材料选择、铺层性能的确定、复合材料层合板的设计等。
- ③结构设计：包括复合材料典型结构件（如杆、梁、板、壳等）的设计，以及复合材料结构（如桁架、钢架、硬壳式结构等）的设计。

性能的主要内容：

- ①结构所能承受的各种载荷，确保在使用寿命内的安全；
- ②提供装置各种配件、仪器等附件的空间。对结构形状和尺寸有一定的限制。
- ③隔绝外界的环境状态而保护内部物体。

考虑的环境条件：

- ①力学条件：加速度、冲击、振动、声音等。
- ②物理条件：压力、温度、湿度等。
- ③气象条件：风雨、冰雪、日光等。
- ④大气条件：放射性、霉菌、盐雾、风砂等。

这里，条件①和②主要影响结构的强度和刚度，是与材料的力学性能有关的条件；条件③和④主要影响结构的腐蚀、磨损、老化等，是与材料的理化性能有关的条件

2.试述陶瓷基复合材料的有机先驱体转化法的工艺过程及其特点。

本题历年重复考察，参考前几年答案

注：全套哈工大复合考研真题（含答案）、题库均由
高分学长共同整理