

1 什么是复合材料，复合材料有哪些特点，并结合复合材料的特点说明其应用领域广泛的原因。

答：复合材料是由两种或两种以上不同性质的材料，通过物理或化学的方法，在宏观上组成具有新性能的材料。各种材料在性能上互相取长补短，产生协同作用，使复合材料的综合性能优于原组成材料而满足不同的要求。

复合材料的特点：

A 典型的复合材料是在一个特定的基体中，填充有一种或多种填充体；

B 既能保留原组分或材料的主要特色，并通过复合效应获得原组分所不具备的性能；

C 可以通过材料设计使各组分的性能相互补充并彼此关联，从而获得新的优越性能

复合材料主要应用领域：

A 航空航天领域 复合材料热稳定好，比强度、比刚度高，可用于制造飞机机翼和卫星天线大型运载火箭的壳体等

B 汽车领域 复合材料具有特殊的振动阻尼特性，可减震和降低噪声，同时抗疲劳性能好，可用于制造汽车车身、受力构件及内部构件。

C 医学领域 碳纤维复合材料具有优异的力学性能和不吸收 X 射线特性，可用于制造医用 X 光机和矫形支架等。碳纤维复合材料还具有很好的生物相容性，生物环境下稳定性好，可用作医用材料。

此外，复合材料还可以用在化工和机械制造领域和制造体育器件及建筑行业。

2 对 RTM 工艺过程进行简单描述，并说明该工艺的特点，能够制备什么样的制品，并给出实际制品的例子，并说明制备该制品的工艺过程及工艺条件。

答：RTM 工艺是把增强体材料切成或制成预成型体，放入模腔之中。预成型体放置于合适的位置，以保证模具的密封。合模后，树脂被注射到模腔之内，流经增强体，把气体排出，并润湿纤维（增强体），多余的树脂将从排气孔处排出模腔。之后，树脂在一定的条件下经固化后，取出的是制品。

RTM 特点：1.由于体系的压力很低，它在很多方面得到广泛应用；2.RTM 可制备泡沫夹心结构，以增加预成型体的刚性，同时也可以提高三维结构的复杂性；3.RTM 具有一体化成型特点，这是其他工艺所不能达到的；4.RTM 具有设计灵活特点，RTM 可放置模内金属嵌入件，制备内嵌结构制品

树脂转移成型可制备从汽车扶手等小制品，到水处理单元、风力发电机叶片等大制品，是应用领域非常广泛的一种制备复合材料的加工工艺。

一种木塑复合材料的工艺过程及工艺条件如下：第一步将重量配比为 30~70 份热塑性塑料、30~70 份植物纤维、5~10 份聚烯烃与多单体固相接枝共聚物在高速混合机中预混合，温度 30~60℃，时间 20~30 分钟；第二步将预混料加入到双螺杆挤出机中进行挤出，挤出机主螺杆转速 80~150 转，螺杆温度 160~200℃；第三步挤出产物经口模定型并经水冷却、切粒，即得所述一种木塑复合材料。

3 什么是手糊成型？手糊成型有哪些优缺点？该工艺可制备哪些复合材料制品？手糊成型常用的树脂体系有哪些？

答：手糊成型是先将树脂、固化剂及各种配料制成树脂糊，在模具上刷一层树脂糊，再铺贴上一层事先裁好的纤维织物，用辊子或刮刀压实，赶出气泡。再重复上述操作，直到达到要求的厚度为止。然后在一定的条件下进行固化，得到制品。

手糊成型工艺优点：1.操作简便，操作者容易培训 2.设备投资少，生产费用低 3.模具材料来源广，制作相对简单 4.能生产大型和复杂结构的制品 5.制品可设计性好，且容易改变设计。

手糊成型工艺缺点：1.制品质量依赖于操作者得技能水平，质量不易控制 2.生产效率低、周期长 3.产品的力学性能较低。

手糊成型制品：波形瓦、浴盆、冷却塔、卫生间、贮槽、风机叶片、各类渔船、游艇、大型雷达天线罩、设备防护罩、飞机蒙皮、机翼、火箭外壳等。

手糊成型常用的树脂体系有不饱和聚酯树脂胶液、环氧树脂胶液、33 号胶衣树脂（间苯二甲酸型）、36PA 胶衣树脂、自熄性胶衣树脂、39 号胶衣树脂、21 号树脂（新戊二醇型）。

4 简述制备树脂基复合材料的缠绕成型有哪些优点和缺点？请结合缠绕成型的特点，说明该工艺适合制备哪些制品。

答：缠绕成型就是把连续的纤维束（布）用树脂润湿后均匀而有规律地缠绕在旋转的轴上的一种成型方法。

优点：1. 由于可以按照承力要求确定纤维的方向、层次、数量，可实现强度的设计。2. 纤维伸直和按规律排列的整齐性和精确度高于任何其它成型方法，制品能充分发挥纤维的强度，因此比强度和比刚度均高。3. 玻璃钢压力容器比钢质减重 40-60%。4. 生产效率高可成型各种尺寸的制品。

缺点：1. 设备投资大。2. 不能生产凹形制品。

纤维缠绕过程：

1. 螺旋缠绕 该方法适合于细长几何形状的制件，如压力管、（导弹）发射管。

2. 环状缠绕 汽车弹簧片、油箱轴承等

3. 平面缠绕（极向缠绕）纤维在一平面内运动（旋转），同时轴芯也在旋转，火箭发动机壳体是最大的单向缠绕制品。

5 金属基复合材料加工中的难点是什么，如何解决这些难点？在金属基复合材料的加工过程中应考虑哪几方面的问题？

答：难点：1) 高温下的界面反应、氧化反应等；2) 金属与增强体之间浸润性差，甚至不浸润；3) 将增强体按设计要求的含量、分布、方向均匀地分布。

解决办法：1) 增强体表面处理

作用是：有效防止界面反应，相互扩散，溶解等；有效改善基体与增强体的润湿性；优化界面结构和性能。

表面处理方法：化学气相沉积；物理气相沉积；溶胶、凝胶法；电镀、化学镀

2) 加入适当合金元素, 优化合金成份

作用: 有效改善金属基体之间的浸润性; 有效地防止界面反应;

例如: 加入钛、锆、铌、钽等元素, 可有效改善纤维与铝液的浸润性,

3) 优化工艺方法及工艺参数

加工过程中应考虑的问题:

加工过程中应考虑的问题:

A. 增强体的分散问题

B. 制造过程对制品性能的影响

C. 制造过程中应避免各种不利反应

D. 简单易行, 适于批量生产, 尽可能直接制成接近最终形状和尺寸的零件

6 热塑性树脂基复合材料与热固性树脂基复合材料在性能和加工工艺上的区别是什么?

答: 热塑性树脂是指具有线型或分枝型结构的有机高分子化合物, 热固性树脂是以不饱和聚酯、环氧树脂、酚醛树脂等为主的高分子化合物。

性能上:

热塑性树脂—柔韧性大, 脆性低, 加工性能好, 但刚性、耐热性、尺寸稳定性差  
热固性树脂—刚性大, 耐腐蚀性、耐热性、尺寸稳定性好, 不易变形, 成型工艺复杂, 加工较难

加工工艺上:

热塑性树脂—受热软化或熔融, 可进行各种线型加工, 冷却后变得坚硬。再受热, 又可进行熔融加工, 具有可重复加工性。

热固性树脂—受热熔融的同时发生固化反应, 形成立体网状结构, 冷却后再受热不熔融, 在溶剂中不溶解, 不具有重复加工性。

7 举例说明什么是功能型复合材料, 简述功能复合材料的特点, 它与结构型复合材料的区别及功能型复合材料的发展趋势。

答: 功能复合材料就是除力学性能以外, 还提供其他物理性能, 并包括部分化学和生物性能的复合材料。如: 导电、超导、半导、磁性、压电、阻尼、吸声、屏蔽、阻燃、防热等功能。

举例: 导电复合材料可用作阳极材料、发热元件、传感器等; 磁性复合材料可用作永磁电机、磁性开关和信息记录等; 阻尼功能复合材料可减振降噪。

功能复合材料的特点:

1) 应用面宽; 2) 研制周期短; 3) 附加值高; 4) 小批量, 多品种; 5) 适于特殊用途。

结构复合材料主要作为承力结构使用的材料, 由能承受载荷的增强体组元 (如玻璃、陶瓷、高聚物、金属、天然纤维和颗粒等) 与能联结增强体成为整体材料同时又起传力作用的基体组元 (如树脂、金属、陶瓷、和水泥等) 构成。功能材料是指除力学性能以外还提供其它物理、化学、生物等性能的复合材料。包

括压电、导电、雷达隐身、永磁、光致变色、吸声、阻燃、生物自吸收等种类繁多的复合材料。

功能复合材料的发展趋势：①由单功能向双功能、多功能化发展；②由功能向机敏、智能化方向发展；③功能—承力一体与轻量化；④功能体的高性能化与微细化；⑤使用性能的稳定性与长寿命；⑥高精确度的设计技术与设计制造一体化；⑦无余量成型与低成本制造技术。

8 什么是纳米复合材料？用一个具体实例说明制备纳米复合材料所面临的困难是什么，应如何解决？

答：纳米复合材料是指尺度为 1 nm — 100 nm 的超微粒经压制、烧结或溅射而成的凝聚态固体。它具有断裂强度高、韧性好，耐高温等特性。

如溶液插层复合法制备纳米复合材料，方法是：将高分子聚合物链在溶液中借助于溶剂而插层进入层状硅酸盐片层之间，然后挥发除去溶剂，即可实现聚合物与硅酸盐在纳米尺度上的复合。但该方法需要合适的溶剂来同时溶解高分子聚合物和硅酸盐，而且大量的溶剂不易回收，对环境不利。

改进方法是将高分子聚合物加热到熔融状态下，在静止或剪切力的作用下直接插入到硅酸盐片层之间，制得纳米复合材料。该方法由于不使用溶剂，工艺简单，并且可以减少对环境的污染。

9 设计制备某一复合材料制品的方案

答：一种木塑复合材料的工艺过程及工艺条件如下：第一步将重量配比为 30~70 份热塑性塑料、30~70 份植物纤维、5~10 份聚烯烃与多单体固相接枝共聚物在高速混合机中预混合，温度 30~60℃，时间 20~30 分钟；第二步将预混料加入到双螺杆挤出机中进行挤出，挤出机主螺杆转速 80~150 转，螺杆温度 160~200℃；第三步挤出产物经口模定型并经水冷却、切粒，即得所述一种木塑复合材料。

10 举出一个复合材料树脂体系的实例，并说明各组分的作用。

答：如不饱和聚酯树脂体系，各组分及其作用如下：

- 1 交联剂：通过引发剂作用使线性聚酯分子交联成三维网状的体型大分子结构。
- 2 引发剂：打开交联剂分子和不饱和聚酯分子链上的双键，开形成自由基，发生自由共聚反应，达到交联固化的目的。引发剂一般为过氧化物。
- 3 促进剂：使引发剂降低分解活化能，降低引发温度。
- 4 阻聚剂：增加不饱和聚酯树脂的贮存稳定性，调节适用期。
- 5 增稠剂：调节不饱和聚酯树脂的粘度。