

## 2015 年材料与工程复试笔试

1•材料的四大要素是什么？它们之间的关系如何？

1. 材料的四要素为：合成与加工、组成与结构、性质、使用性能
  - a) 组成和结构是材料在原子分子的度量，
  - b) 合成与加工是指建立原子、分子和分子聚集体的新排列，在原子尺度到宏观尺度的所有尺度上对结构进行控制以及高效而有竞争力地制造材料和零件的演变过程。
  - c) 性质是材料功能特性和效用的定量度量和描述。
  - d) 使用性能通常是指材料在最终的使用过程中的行为和表现。
2. 材料学就是研究四要素之间的关系的一门学科。对材料科学与工程的发展来说，上述四个要素是基本的，整体的，缺一不可的。材料的四要素反映了材料科学与工程研究的共性问题，其中合成和加工、使用性能是两个普遍的关键要素。在四个要素上，各种材料相互借鉴、相互补充、相互渗透。

- 1) 材料的合成与加工决定了 组成与结构，
- 2) 组成与结构决定了材料的 性质，
- 3) 材料的性质是组成与结构 的外在反映，又提供了材料的 

使用性能
------

。
- 4) 只有通过合成与加工改变了材料的结构与成分，才能改变和控制材料的使用性能，
- 5) 材料的使用性能与使用环境有关

要有效地使用材料，必须了解合成与加工、组成与结构、性质、使用性能及使用环境的影响。

在四要素关系中，最基本的是组成与结构和使用性能的关系，材料学的主要任务就是研究材料的组成与结构、使用性能及二者间的关系。

2. 材料的加工与合成的定义和内容、关系以及发展前景

定义和内容：

1. 合成与加工是指建立原子、分子和分子聚集体的新排列，在从原子尺度到宏观尺度的所有尺度上对结构进行控制以及高效而有竞争力地制造材料和零件的演变过程。

2. 合成是指原子、分子重新排列或者相互反应以制造新材料的物理与化学方法。合成是发现新的化学现象和物理现象的主要源泉，合成还是新技术开发和现有技术改进中的关键要素。

3. 加工（成型加工），除了上述为生产材料而进行的原子、分子控制外，还包括较大尺度的概念，有时也包括制造等工程问题。

关系：

1. 材料的合成与加工工艺决定了材料的组成与结构，从而决定了材料的性质；
2. 合成决定材料的组成，赋予材料的基本性质；加工改变材料的结构，进一步改进和实用化材料，最终赋予材料使用性能
3. 合成时需要考虑材料的加工性能，而加工又对合成工艺的改进提出要求
4. 合成与加工是控制产品质量、成本的关键

发展前景：

现今，合成与加工的区别日渐模糊，这是由于材料在合成时往往预先考虑到后续加工，如高分子材料的注射成型将单体快速混合，充模，瞬间同步完成聚合反应与成型。

新型导电聚合物、陶瓷超导体、无位错单晶等材料的出现，表明了合成与加工基础研究对新材料开发的重要性，而通过对材料加工过程中动力学现象的研究改进加工工艺。

3 • 离子键、共价键、金属键有无方向性？并加以说明？

/分子中各结合键特点（离子键，金属键，共价键）

/什么是四种原子结合力，讨论由此产生的材料性能上的区别

1) 离子键

a) 离子键是正、负离子依靠静电库仑力而产生的键合。

b) 离子键无方向性和饱和性。离子周围总是尽可能多的排列带异性电荷的离子，使体系能量最低；离子键本质上是静电力，包括静电引

力和静电斥力；二者达到平衡时，体系能量最低，形成离子化合物，故没有

方向性和饱和性。

c) 离子晶体因其依靠强键力-静电库仑力结合。故其结构非常稳定。表现为晶体的熔点高、硬度大、导电性差、膨胀系数小。

## 2) 共价键

a) 共价键是由原子之间通过共用电子对或电子云重叠而产生的键合。

b) 共价键有方向性和饱和性。共价键形成时，由于能量上的原因，总是选择在合适方向上成键，即共价键具有方向性。此外，由于共价键来源于电子共享，因此形成共价键的数目必然受到电子结构限制，即共价键具有饱和性。

c) 共价键结合力很大，因此共价晶体结构比较稳定，具有熔点高、硬度大、导电性差等性质。

## 3) 金属键

a) 金属键是失去最外层电子的原子实和自由电子组成的电子云之间的静电库仑力而产生的键合。

b) 金属键无饱和性和方向性，特点是电子的共有化。其外层电子比共价键更共有化，故金属键缺乏方向性和饱和性。

c) 自由电子运动导致了金属的高导电率，高热导率。

## 4、什么是同位素？-为什么 M 不是整数？

具有相同质子数，不同中子数的同一元素的不同核素互为同位素，各同位素的相对原子质量是整数。

M 为元素的相对原子质量，其相对原子质量是其所有同位素根据在自然界的丰度求平均值得出的。

以碳元素为例，碳元素有三种同位素，即稳定同位素  $^{12}\text{C}$ 、 $^{13}\text{C}$  和放射性同位素  $^{14}\text{C}$ ，它们在自然界的丰度分别为 A、B、C：

碳元素的相对原子质量  $M=12 \times A+13 \times B+14 \times C$ ，因此 M 不是整数。

## 5、合成/加工某一种材料的示意图？

6•材料研究的热点问题是什么？ 举例说明并分析原因？ 以及说明发展前景？

### 1) 气凝胶

原因：高孔隙率、低热导率、比表面积大，隔热保温性能优异、密度最低的固体。具有独特的纳米多孔三维空间网络结构，95% 以上由空气构成。

发展趋势：目前绝大部分气凝胶为二氧化硅气凝胶，但其仍有韧性差、制备工艺繁琐的缺点。近年来，有机-无机杂化气凝胶和有机气凝胶快速发展，进一步提高了气凝胶的性能。气凝胶凭借高透光率和低热导率可以作为太阳能集热器的保温材料，也可以作为冰箱的隔热材料以减少制冷剂对环境的破坏，还可以作为保暖服装的填充材料。以气凝胶作为夹层的玻璃窗具有优良的吸声和隔热性能。美国 NASA 将气凝胶作为航天器重返大气和火星探测器抵抗夜晚超低温的隔热材料。我国核潜艇反应堆上也使用了气凝胶隔热材料。总的来说，气凝胶在节能环保、保温隔热、电子器件、建筑、军工、航空航天等领域有巨大潜力。

### 2) 石墨烯

原因：具有优良的导电和光学性能；已知强度最高的材料之一，具有良好的韧性；超导性，高载流子迁移率

发展趋势：2010 年诺贝尔物理学奖造就近年技术领域和资本市场石墨烯炙手可热，将在光电显示、半导体、柔性电子器件、储能电池、传感器、航天、军工、复合材料、生物医药等领域快速增长。

### 3) 碳纳米管

原因：高硬度、良好的韧性、优良的导电性能、较高的热导率、最高比强度材料 发展趋势：功能器件电极、催化剂载体、传感器等。

### 4) 拓扑材料

原因：拓扑材料的拓扑不变量为零；具有特殊对的表面态“螺旋表面态”，理论上可以实现无能耗传输

发展：超低功耗电子元件；量子计算机基础材料

## 7、逐步聚合和连锁聚合的区别，从原料、原理、分子量控制三个方面说明

	连锁聚合	逐步聚合
原料	烯类. 包括单取代和 1,2-或取代 的单烯类. 共轭二烯类, 是加聚 前主要单质 但一般情;况下. 大部由烯类并不能自动打开 双键而 聚合] 而是有赖于引发剂或外加	进行缩合和缩聚反应的两种官能团可 L: (分属于两种单体分子, 也可能 在同一种单体分子上可
原理	由链引发. 链增长. 链终止等基 元反应组成”其速率常数和活化能各不相同, 显示出慢引发. 快 增长. 链终止的动力学特征, 总 反应速率由链引发控制口 一经引 发, 链增长和链终止几乎瞬间随 即完成.	逐步聚合反应无活性中心, 通过单 体中不同官能团之间相互反应而逐 步增长, 每步反应的速率和活化能 大致相同, 特征区分出慢引发、链 增长和链终止。
分子量控制	1、增加反应时间, 转化率提高, 分子 量变化较小 2、微量苯醌类抑制剂可消灭活性 中心*使聚合终止。	1、延长缩聚时间, 分子量提高, 而 转化率变化较小

## 8、说明非晶材料的“近程有序，远程无序”情况？

组成材料的质点空间排列若具有周期性和对称性则为晶体；反之，若质点空间排列无周期性和对称性，即不存在远程有序性，只在相邻几个原子之间有序（近程有序），为非晶态材料/玻璃态材料。这一特点简述为“近程有序，长程无序”。 远程有序：材料的结构在原子、分子尺度有序排列； 近程有序：材料的结构在宏观范围内没有有序排列； 例如玻璃，其每一个硅氧四面体局部区域离子排列有序， 而宏观来看原子排列无 序。

## 9、如何增加非金属/高分子材料的耐热性？并解释其原理？

增加聚合物的耐热性主要有三个途径

- 1•增加链刚性：引入环状结构、大位阻侧基和共轭双键
- 2•增加分子间作用力：交联、引入强极性基团或能形成氢键的基团
3. 提高结晶度：退火、加入成核剂或加入填充剂、增强剂起到类似结晶的物理交联作用

即马克三角原理。

结晶聚合物较之非晶聚合物，具有明显的熔点、较高的密度、较高的模量和良好的耐溶剂性，因此结晶性聚合物的物理与化学稳定性都较高。故耐热聚合物常有较高的结晶度，如聚烯烃、聚酰胺等。

交联使聚合物分子形成三维空间网络结构，链段和分子链运动受限制，聚合物的玻璃化温度和模量均随交联密度的增加而增加，没有粘流态，升温只会逐渐分解。因此增加交联可增加聚合物的耐热性，如酚醛、脲醛等热固性塑料。

聚合物分子主链上引入环状结构、大位阻侧基或形成共轭结构后，分子链内旋转困难，链段运动受限制，增加了分子链的刚性，增加了玻璃化温度、熔点和热稳定性。例如，聚苯硫醚 PPS 和聚芳砜 PASF 。

10、以你研究过的课题为例，从课题的选定（目的）、研究的方法和意义、研究的条件和内容、可能出现的结果、创新点方面出发介绍你的研究。

课题：全水发泡聚氨酯硬质泡沫的研发

选题目的：

发泡体系中扩链剂的官能团种类和官能度是控制聚氨酯泡沫的密度和尺寸稳定性的关键条件。/本课题针对全水发泡聚氨酯体系，选择醇类和胺类的扩链剂，同时选用不同官能度的扩链剂，研究扩链剂的官能团种类和官能度对聚氨酯泡沫密度和尺寸稳定性的影响，"探索最佳的扩链剂以获得低密度、高强度、尺寸稳定性良好的全水发泡聚氨酯泡沫。

研究方法和内容：\*

1) 以水作为发泡剂，选择了三个水含量（3%，4%和5%）进行实验，探究其用量对聚氨酯泡沫性能的影响；

2) 以丁二醇（BDO）、丙三醇（GCO）、二乙醇胺（DEOA）为扩链剂制备一系列聚氨酯泡沫，通过红外光谱、扫描电镜、导热仪、万能试验机等测试研究聚氨酯泡沫的结构、微观形貌、导热性能、抗压性能等。以此探索水的用量、扩链剂的种类等对聚氨酯泡沫性能的影响。

研究意义：

1. 水作为一种“绿色”发泡剂，所制备的聚氨酯泡沫无毒副作用，对臭氧层的消耗潜值为零，并且不带来温室效应，成为取代传统发泡剂（氢氟烃化合物 HFC）的理想选择。”然而水发泡所生成的 CO<sub>2</sub> 气体的导热率较高，且 CO<sub>2</sub> 从泡孔内逸出的速率远大于空气进入的速率，故生成的硬质泡沫塑料尺寸稳定性较差 / 欲制得尺寸稳定性较好的 CO<sub>2</sub> 发泡的硬泡，一般须增加密度，而目前泡沫正朝着低密度化发展， / 因此，通过调整配方以调控聚氨酯泡沫的密度和尺寸稳定性具有十分重要的意义。

研究结果：

对于墙体保温的聚氨酯硬泡，导热系数要在  $0.024\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  以下。

1. 在低水用量条件下发泡时，使用丁二醇为发泡剂，因为丁二醇发泡的导热系数较低，保温性能较好。
2. 在高水用量条件下发泡时，使用丙三醇为发泡剂，此时泡体的压缩性能较好，能增加保温材料的强度。
3. 综合性能相对较好的体系为水用量选择 4%，扩链剂选用丁二醇。

创新点：本研究通过实验对比确定了能够满足实际需求和相关标准的水发泡聚氨酯硬质泡沫配方，以水作为发泡剂取代了对臭氧层有较大伤害的氟氯烃类发泡剂，同时具有较好的隔热性能，环保节能。

11、列举查询外文文献的网站？并说明如何使用？以及世界上著名的三大文献检索系统是什么，和它们收录什么内容？ SCI 收录和 EI 收录的意思。2014/2015

1) 查询文献：

外文：ScienceDirect, Springer link, Wiley, Eisewier, ACS, RSC

中文：万方、维普、中国知网

## 2) 文献查找方法：

- i. 直接法：按标题，作者，类别，关键词 直接查询。
- ii. 追溯法：按参考文献，年，卷，页 查询。
- iii. 顺查法：根据检索，课题的 起始年代利用选定的检索工具，由远及近的逐个 查找。
- iv. 倒查法：与顺查顺序相反，由近及远。
- v. 抽查法：重点抓住学科专业发展 高潮阶段，文献发表数量较多的年代， 抽  
出一个或几个时间段 进行查找。
- vi. 缩环法：在检索信息时，既利用 成套的检索工具检索，又利用原始文献后所 附的参考文献进行回溯，分阶段按周期的交替使用。

## 三大文献检索系统：

SCI（科学引文索引）：由美国科学信息研究所于 1961 年创办出版的引文数 据库，收录全世界出版的 自然科学各学科的核心期刊；

EI（工程索引）：美国工程信息公司出版的工程技术类综合检索工具，收录 工程技术领域的重要文献；

ISTP（科技会议录索引）：由美国科学信息研究所于 1978 年编辑出版的科技 会议录索引。该索引收录 自然科学各学科的会议文献

SCI 收录：在 SCI 收录的期刊上刊登的论文

EI 收录：在 EI 收录的期刊上刊登的论文

## 12、固体材料结构类型的 转变主要是受哪些因素的影响？

固体材料存在同素异构转变、非晶态的晶化、相分离和结构弛豫等结构转变。

- 1) 同素异构转变：改变温度或压力等条件，可使固体从一种 晶体结构变为另一 种晶体结构，影响因素是温度和压力。
- 2) 非晶态的晶化：非晶态是 亚稳态，通过成核和晶核长大过程可以发生 晶化， 影响因素是温度和扩散。
- 3) 相分离：当温度、压强等外界条件变化时，多组元体系有时会分离成具有不

同组分和结构的几个相，影响因素是温度

4) 结构弛豫：在外界因素影响下，一个偏离了原来平衡态或亚稳态的体系恢复到原来状态的过程。	影响因素是时间和退火温度	的体系恢复
---	--------------	-------

13、以聚合物，陶瓷，金属 中的任一物质，对其组成，结构，性能的检测说出三 种方法，并说明原理？

以聚合物为例\*

结构：TEM 、 SEM 、 XRD

TEM

组成：NMR 、 FTIR

FTIR

性能：万能试验机、DSC 、 TGA 、 TMA

DSC

14、塑料，橡胶，纤维的区别。

通常所说的塑料、橡胶，是按照  $T_g$  在室温之上或室温之下划分的。

塑料：对于晶态聚合物， $T_m$  为使用的上限温度。对于 非晶态聚合物，处于 玻璃态， $T_g$  是使用的上限温度。

橡胶：处于高弹态的非晶态聚合物， $T_g$  是使用的下限温度， $T_g$  应低于室温  $70^\circ\text{C}$  以上，对于硫化橡胶  $T_d$  是使用的上限温度，对于未硫化橡胶  $T_f$  是使用的上 限温度。

纤维：大部分纤维是 晶态聚合物， $T_m$  应高于室温  $150^\circ\text{C}$  以上；分子排列有 一定规则和取向。

16、材料的力学性能（弹性，塑性，硬度，韧性，强度）和 热学性能有着相同的 “结构起源”

简述这种 “结构起源”，并说出这种结构的表征手段。2014/2015

无论哪种材料，都是由 小单元组合而成，即结构决定性质，性质反映结构， 这种小单元可以追溯到分子、原子等。材料的性质包括，力学性质和热学性质<sup>o</sup> 而力学性质分为 模量，韧性，断裂强度，冲击强度等。热学性质分为温度，内能，焓变，熵变，自由能等。无论哪种性质都是由这种小单元决定，即共同的起源——小单元（分子，原子等）

表征：核磁共振谱，紫外光谱等。

18、导体、半导体、绝缘体三者的区别。

- 1) 各种物体对电流的通过有着不同的阻碍能力，这种阻碍能力常用电阻率衡量。电阻率是用来表示各种物质电阻特性的物理量。
  - a) 电阻率小的（约  $10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$ ）、导电性能好的物体叫做导体。
  - b) 电阻率很大的（电阻系数约为  $10^8 \Omega \cdot \text{m}$ ）、导电性能很差的物体叫做绝缘体。
  - c) 导电性能介于导体和绝缘体之间的物体叫做半导体，这种材料在一定温度范围内随温度升高而增加电荷载流子的浓度，电阻率下降
- 2) 导体与绝缘体之间没有绝对的界限，在条件变化时，导体也成为绝缘体，或绝缘体也成为导体。
- 3) 绝缘体的禁带宽度较大，价带顶的电子难以跃迁到导带底成为自由电子，故电导率较低；导体的禁带宽度较小，价带顶的电子容易跃迁到导带底成为自由电子，同时在价带顶形成空穴，故电导率较高；半导体禁带宽度介于二者之间，故电导率也介于二者之间。（能带理论）

19、什么是红外光谱，什么是拉曼光谱，用途。

红外光谱：\*

1. 是分子吸收光谱的一种。利用物质对红外光区电磁辐射的选择性吸收来进行结构分析及定性和定量分析的方法。被测物质的分子在红外线照射下，只吸收与其分子振动、转动频率相一致的红外光。
2. 对红外光谱进行剖析，可对物质进行定性分析。化合物分子中存在着许多原子团，各原子团被激发后，都会产生特征振动，其振动频率也必然反映在红外光谱上。据此可鉴定化合物中各种原子团，也可进行定量分析。

拉曼光谱：

- 1) 当用波长比试样粒径小得多的单色光照射气体、液体等透明试样时，大部分的光会按原来的方向投射，而一小部分则按不同的角度散射开来，产生散射光。在垂直方向观察时，除了与入射光有相同频率的瑞利散射外，还对称分布着若干条很弱的与入射光频率发生位移的拉曼谱线，这种现象称为拉曼效应
- 2) 由于拉曼谱线的数目，位移的大小，谱线的长度直接与试样分子振动或转动能及有关，因此，对拉曼光谱的研究可以得到有关分子振动或转动的信息。  
目前拉曼光谱分析技术已广泛应用于物质的鉴定，特别适合没有极性的对称分子的检测。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/765330030240012012>