

化学与社会

尹超 许书闻 郑子辰

中国科学院大学，北京 100049

University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

2024.10.20

序言

这是化学与社会第一次的作业，主要介绍了人造碳链纤维和超强纤维的制备方法、性能和用途。人造碳链纤维包括聚丙烯腈（PAN）基碳纤维和沥青基碳纤维，具有高强度、耐高温等特点，广泛应用于航空航天、汽车、体育器材等领域。超强纤维包括凯夫拉（Kevlar）和碳纤维，具有高度结晶的分子结构，用于防弹衣、消防服、运动器材等。本文引用了相关文献，对这些纤维的制备方法、性能和用途进行了详细介绍。

目录

序言	I
目录	II
1 第一次作业	1
1.1 人造碳链纤维	1
1.1.1 聚丙烯腈 (PAN) 基碳纤维	1
1.1.2 沥青基碳纤维	1
1.2 超强纤维	2
1.2.1 什么是超强纤维	2
1.2.2 凯夫拉 (Kevlar)	2
1.2.3 碳纤维	3
2 第二次作业	4
2.1 两种不同作用功能的食品添加剂	4
2.1.1 抗氧化剂 (如维生素 E)	4
2.1.2 甜味剂 (如阿斯巴甜)	4
2.2 与住房和化学相关的事例或事件	4
2.2.1 铅污染	4
2.2.2 建筑材料中的挥发性有机化合物 (VOCs)	5

第1章 第一次作业

§ 1.1 人造碳链纤维

1.1.1 聚丙烯腈（PAN）基碳纤维

制备：

- **聚合：**通过自由基聚合合成聚丙烯腈。
- **纺丝：**将聚丙烯腈溶解于适当的溶剂（如二甲基亚砷），然后通过喷丝板纺丝。
- **氧化处理：**在 250-300°C 的氮气气氛中进行氧化处理，形成稳定的化学结构。
- **碳化：**在更高温度（约 1000-3000°C）下进行碳化，去除非碳元素，最终形成碳纤维。

性能：

- **强度：**拉伸强度达到 3-6 GPa，模量可达 200-400 GPa。
- **耐高温：**可在高达 300°C 的环境下工作。

用途：

- **航空航天：**用于飞机机翼、航天器外壳等。
- **汽车：**用于高性能汽车的车身材料，提升强度与减轻重量。
- **体育器材：**如网球拍、自行车框架等。

文献引用：

F. W. Becker et al., "Preparation and properties of polyacrylonitrile-based carbon fibers," *Journal of Materials Science*, vol. 39, no. 4, pp. 1333-1342, 2004.

1.1.2 沥青基碳纤维

制备：

- **预处理：**沥青在高温下进行氧化，改变其分子结构。
- **纺丝：**将处理后的沥青熔融纺丝。
- **热处理：**在高温下进行碳化，得到碳纤维。

性能：

- **强度：**拉伸强度约为 1.5-3 GPa，模量在 50-150 GPa 之间。
- **韧性：**相较于 PAN 基碳纤维，沥青基碳纤维具有更高的韧性。

用途：

- 建筑：用于混凝土加固材料。
- 复合材料：在电池、电极等领域的应用。

文献引用：

Y. S. Lee et al., "Properties and applications of pitch-based carbon fibers," *Carbon*, vol. 43, no. 14, pp. 3009-3015, 2005.

§ 1.2 超强纤维

1.2.1 什么是超强纤维

超强纤维是指具有非常高的拉伸强度和刚度的纤维材料，通常用于需要极高性能和可靠性的应用。这些纤维能够在较低的重量下承受极大的负载，因而在各种高科技领域得到广泛应用。超强纤维的主要特点包括：

- **高拉伸强度**：超强纤维的拉伸强度通常可达到几千兆帕（MPa），比传统材料如钢铁强度高出许多倍。
- **高模量**：模量是材料抵抗变形的能力，超强纤维通常具有高模量，使其在应用中能够保持良好的刚性和形状稳定性。
- **轻质**：与金属材料相比，超强纤维的密度较低，能够有效减轻整体结构的重量，特别适合航空航天和汽车工业。
- **耐温性和耐化学性**：许多超强纤维具有较好的耐温性和化学稳定性，使其在极端环境下仍能保持良好的性能。
- **优异的韧性**：超强纤维通常具有很好的韧性，能够吸收能量并防止断裂。

1.2.2 凯夫拉（Kevlar）

结构：凯夫拉是芳纶纤维，具有高度结晶的分子结构，分子链呈现平行排列，有助于增强强度和刚性。

制备方法：

- 通过对芳香胺和二异氰酸酯进行聚合反应而成，形成的聚合物溶液随后纺丝成纤维。
- 经过热处理以增强其强度和稳定性。

用途：

- 防弹衣、消防服：因其抗冲击性和高强度，广泛用于安全防护。
- 运动器材：在高性能轮胎和自行车框架中得到应用。

文献引用：

K. K. Choi et al., "The effect of processing conditions on the structure and properties of Kevlar fibers," *Textile Research Journal*, vol. 70, no. 11, pp. 1002-1010, 2000.

1.2.3 碳纤维

结构：由石墨化的碳原子构成，纤维直径一般在 5-10 微米，具有良好的弯曲刚度和强度。

制备方法：

- 通过聚丙烯腈或沥青的热解，形成无定形或小晶粒的碳结构。
- 碳化过程中，随着温度的提高，碳的排列逐渐变得有序。

用途：

- 航空航天：用于飞机部件、航天器材料。
- 体育用品：如高档滑雪板、网球拍等。

文献引用：

D. C. Dunlop et al., "Advances in carbon fiber technology: Structure and applications," *Journal of Composite Materials*, vol. 44, no. 20, pp. 2291-2303, 2010.

第2章 第二次作业

§ 2.1 两种不同作用功能的食品添加剂

2.1.1 抗氧化剂（如维生素 E）

作用功能：抗氧化剂的主要功能是防止食品中脂肪和油脂的氧化反应。氧化不仅会导致食品的色泽、味道和营养价值下降，还会产生有害的自由基。维生素 E 是一种脂溶性抗氧化剂，能够中和自由基，减缓脂肪酸的氧化，从而延长食品的保质期。在油脂和坚果中，维生素 E 常被添加以保持其新鲜度和风味，且在热加工过程中仍保持其稳定性。研究表明，添加适量的维生素 E 可以显著提高食品的抗氧化能力。

事例说明：在一个研究中，添加维生素 E 的坚果在存储六个月后，其氧化程度明显低于未添加的对照组，显示出维生素 E 在防止脂肪氧化中的有效性。此外，某些品牌的调味油中添加维生素 E，能够确保产品在高温烹饪中不易变质。

论文引用：

- Frankel, E. N. (1998). "Influence of antioxidant adding on the oxidative stability of oils." *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(8), 1077-1084.
- Niki, E. (2000). "Antioxidant effects of vitamin E." *Free Radical Biology and Medicine*, 29(5), 507-511.

2.1.2 甜味剂（如阿斯巴甜）

作用功能：甜味剂的主要功能是提供甜味，而不增加显著的热量。阿斯巴甜是合成的低热量甜味剂，其甜度是蔗糖的约 200 倍，因此在使用时只需极少量。这使得阿斯巴甜非常适合糖尿病患者和需要控制热量摄入的人群。阿斯巴甜在饮料、糖果、酸奶及其他低热量食品中被广泛使用，并能够提供接近蔗糖的口感，而不引发血糖的剧烈波动。研究表明，适量使用阿斯巴甜是安全的，并且不会对健康造成负面影响。

事例说明：许多无糖饮料和糖尿病专用食品使用阿斯巴甜，消费者在享用甜味的同时，不会对血糖产生显著影响。例如，一些知名品牌的无糖可乐使用阿斯巴甜，使得糖尿病患者也能安全享用。此外，阿斯巴甜还被广泛用于低热量甜点和酸奶中，为消费者提供更多健康选择。

论文引用：

- Roberts, A., & Munro, I. (2002). "Safety evaluation of aspartame." *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 35(1), 42-58.
- Tandel, V. (2011). "Sugary drinks and their impact on health." *Nutrition Journal*, 10, 1-8.

§ 2.2 与住房和化学相关的事例或事件

2.2.1 铅污染

事件说明：在 20 世纪中叶，铅因其良好的防腐和防火性能而被广泛应用于建筑材料中，特别是油漆。然而，后来的研究发现，铅是一种神经毒素，特别对儿童的发育有严重影响。儿童接触铅后，可能出现学习障碍、注意力缺陷和行为问题。铅通过皮肤接触、摄入（如吸入铅尘或误食铅颗粒）或饮用被污染的水进入人体。为了解决这一问题，各国逐渐禁止在家居和公共建筑中使用铅基油漆，并进行铅污染的清除和修复。

事例说明：在某些城市，儿童铅中毒率高达 10

论文引用：

- Lanphear, B. P., et al. (2005). "Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis." *Environmental Health Perspectives*, 113(7), 894-899.
- Needleman, H. L. (2004). "Lead poisoning." *Annual Review of Medicine*, 55, 209-222.

2.2.2 建筑材料中的挥发性有机化合物（VOCs）

事件说明：随着建筑材料和室内环境的复杂化，挥发性有机化合物（VOCs）的问题逐渐显现。VOCs 是指在常温下易挥发的有机化合物，广泛存在于涂料、胶水、地板材料和清洁剂中。这些化合物在使用和固化过程中会释放到室内空气中，导致空气质量下降。长期接触 VOCs 可能引起头痛、疲劳、呼吸道刺激以及其他健康问题。一些研究还指出，VOCs 与哮喘等慢性呼吸疾病的发生有一定关联。因此，各国制定了相关标准，要求建筑材料的 VOCs 含量在安全范围内，并鼓励使用低 VOCs 或无 VOCs 的环保材料。

事例说明：某市在一项研究中发现，许多学校的教室因涂料和家具释放的 VOCs 导致师生出现头痛、咳嗽和其他呼吸道症状。随后，学校开始实施使用低 VOCs 或无 VOCs 的环保材料，显著改善了室内空气质量，师生的健康状况也有所提升。

论文引用：

- Wargocki, P., et al. (2002). "The effects of indoor air quality on performance and productivity." *Indoor Air*, 12(3), 215-229.
- Mendell, M. J., & Heath, G. A. (2005). "Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance?" *Indoor Air*, 15(1), 27-36.