

§ 1 绪论 (记得带putty)

2024年2月27日 星期二 01:48

§1.1 流变学 目标: 1) 定义的文字理解 2) 复杂流体概念外延

△ 流变学是研究材料流动和形变的科学。

rheology, deformation and flow, materials

rheology - 词由宾汉 (Eugene C. Bingham) 于 1920 年杜撰 (由 Markus Reiner 的建议)

阅读材料: Wikipedia 的 rheology 词条
Phys. Today 17: 62 (1964) 流变学者必读的经典散文

中文译为“流变学”，最早是谁的主意还有待考证。很可能是钱保功，钱人元，陈崇基。他们在建国前就在国外进行高分子物理研究，建国后在国内期刊使用“流变”一词且不加解释。

△ 的流变学主要限于流体流变学的范畴。对于许多简单流体，流变性质的研究就是粘度的测量。这些流体的粘度主要取决于温度和流体静压力。但是，聚合物的流变性质要复杂得多，因为聚合物的流变性质表现出非理想的行为。它除了具有复杂的切变粘度行为外，还表现出有弹性、法向应力和显著的拉伸粘度。而且，所有这些流变性质又都依赖于切变速率、分子量、聚合物的结构、各种添加剂的浓度以及温度。

△ 复杂流体 (complex fluids)

“材料的形变与流场”范围很广。实际上只关注非理想的固体和流体。包括但不仅限于高分子体系。

简单流体/固体组成的多相体系

粒子悬浮液, 乳液 (emulsion), 液体泡沫 (liquid foam), 胶束 (micelle), ...

聚合物体系: 线形聚合物溶液, e.g. 两亲性聚合物, 疏水改性聚合物, ...

线形聚合物熔体

不相容聚合物共混体系

粒子增强聚合物/复合材料, e.g. 纳米粒子, 碳纤, 碳纤, 发泡

弹性体, 凝胶

热固性树脂

...

复杂流体 (complex fluids), 软物质 (soft matter)
软凝聚态 (soft condensed matter)

McKinley (2015), Rheol. Bull. 84(1):14

A Hitchhikers Guide to Complex Fluids

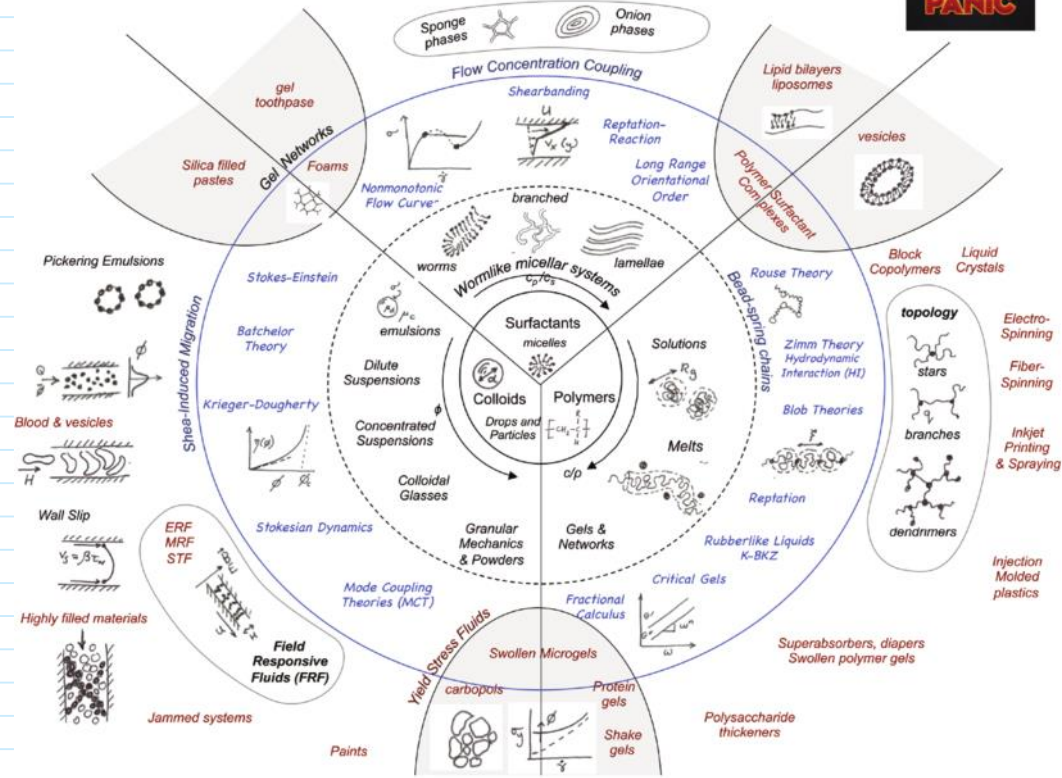


Figure 2: A one-page (and highly subjective) 'Hitchhikers Guide' to the Universe of Complex Fluids. At its core, the world of complex fluids can be divided (at its most elementary level) into three constituents; surfactants, polymers and colloids depending on the class of materials being studied. Within each segment, concentration or volume fraction mediate the specifics of the material response. As one moves outwards, finer scale structure and increasing complexity becomes apparent. The blue shell tries to indicate some of the most prevalent models and underpinning concepts that describe each class of complex fluids. In the outer shells, finer scale structures and many local exotica appear. Particularly interesting phenomena appear at the interfaces between the different material classes, giving rise to gels, soft solid materials with yield stresses and elastoviscoplastic characteristics. With thanks to Will Hartt, Lori Bacca and Liz Hollingdale for some of the inspiration and ideas contained herein.

复杂流体的特殊流动行为

目标: 复杂流体概念内涵 1) 粘弹性的各种表现 2) 什么是 De 数? 表达什么思想? 3) 剪切变稀增稠表现 4) 法向应力差效应 5) 魏森伯格数表征什么? 6) 线性与非线性粘弹性. 5) 这些复杂流动行为对聚合物工业的重要性

视频展示

粘弹性 (viscoelasticity) / 弹性余效 (after effect) / 记忆性 (memory)
(视频演示)

回顾《高分子物理》复旦大学第三版 5.8.4~5.8.8

德博拉 (Deborah) 数 $De \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\lambda}{t_{exp}}$ 阅读: [Deborah number - Wikipedia](#)

剪切变稀/增稠 (shear thinning / thickening)

(视频演示)

回顾《高分子物理》复旦大学第三版 5.4

法向应力差效应

(视频演示)

魏森伯格数 (Weissenberg number) $Wi = \lambda \dot{\gamma} = De \dot{\gamma} t_{exp}$ 阅读: [Weissenberg number - Wikipedia](#)

(1/11/2024)

魏森伯格数 (Weissenberg number) $Wi = \lambda \dot{\gamma} = De \dot{\gamma} \tau_{ap}$. 阅读: [Weissenberg number - Wikipedia](#)

△ 聚合物加工过程中的流动

注塑、压延、吹塑、压模、冷成型、纤维纺丝、混炼、挤出造粒。视频

[Plastic Processing Overview](#)

