



北京大学
PEKING UNIVERSITY

2020-2021学年北京大学工学院国家奖学金答辩

工学院能源与资源工程系

2020级博士2班 王传玺

导师：徐克

王传玺

教育经历:

- 2016.09 - 2020.07, 本科, 北京大学工学院 能源与环境工程
- 2020.09至今, 博士, 北京大学工学院 力学 (能源与资源工程)

研究方向:

碳封存中毛细封存 (capillary trapping) 的稳定性

热力学:

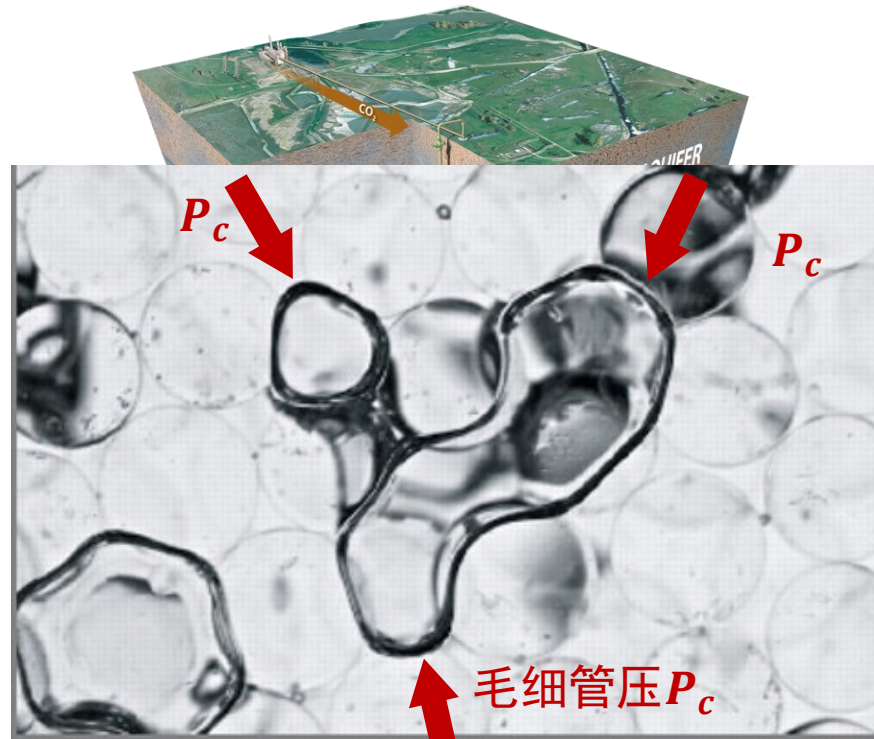
- 毛细平衡下气泡的热力学稳定性

动力学:

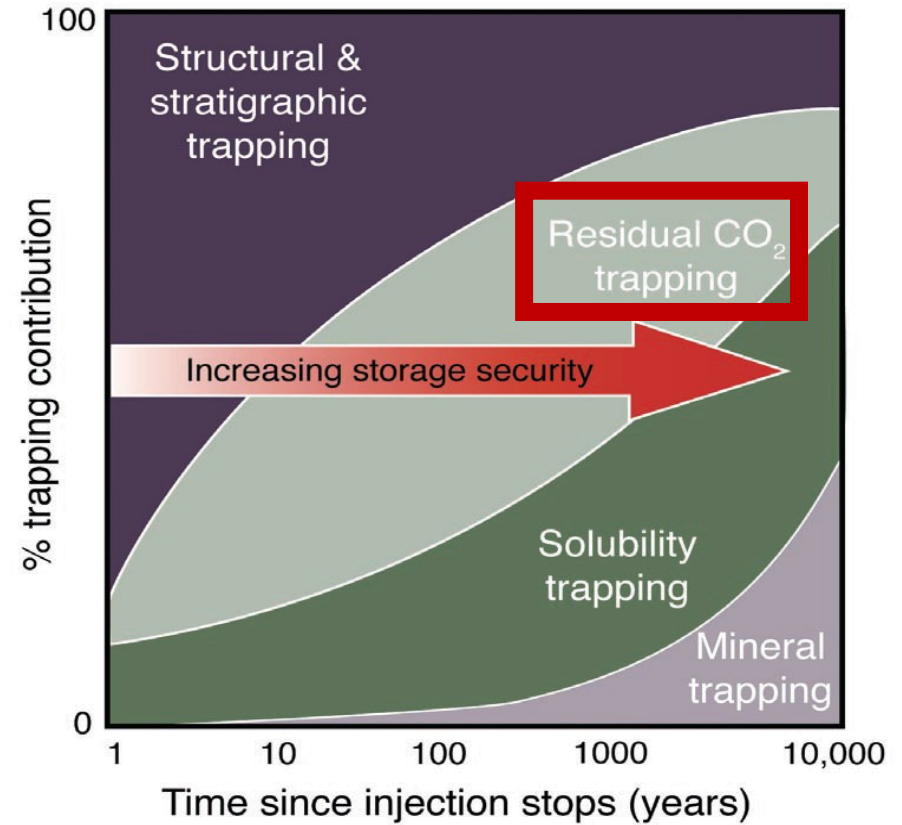
- 多孔介质中气泡群的熟化动力学
- 外场作用下的气泡在多孔介质中的运移



研究动机：CO₂ 地质封存

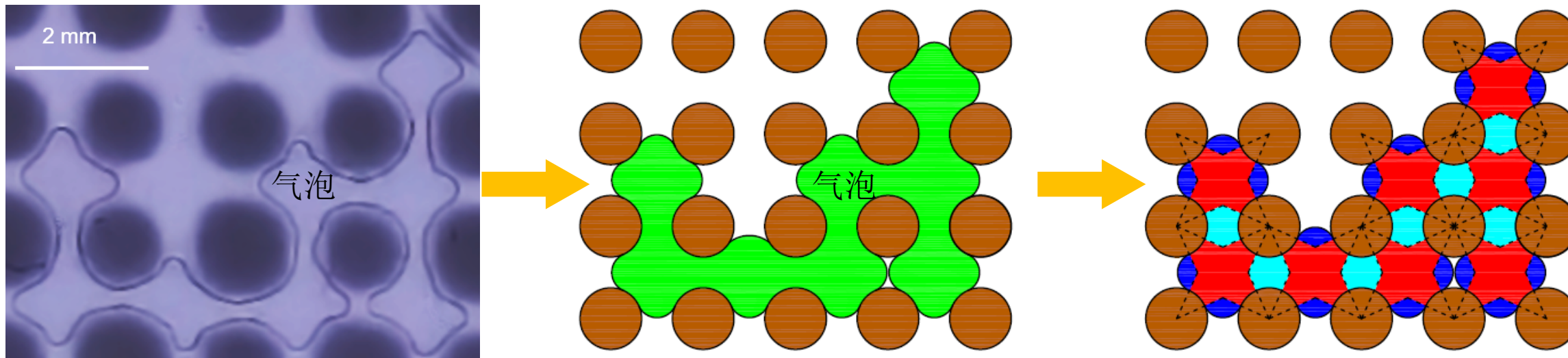


Laboratory core flooding experimental systems for CO₂ geo-sequestration: An updated review over the past decade (2016)
Energy & Environmental Research Center



Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. "Carbon dioxide capture and storage." (2005)

毛细封存是水力学最稳定的封存机制！ 热力学是否稳定？

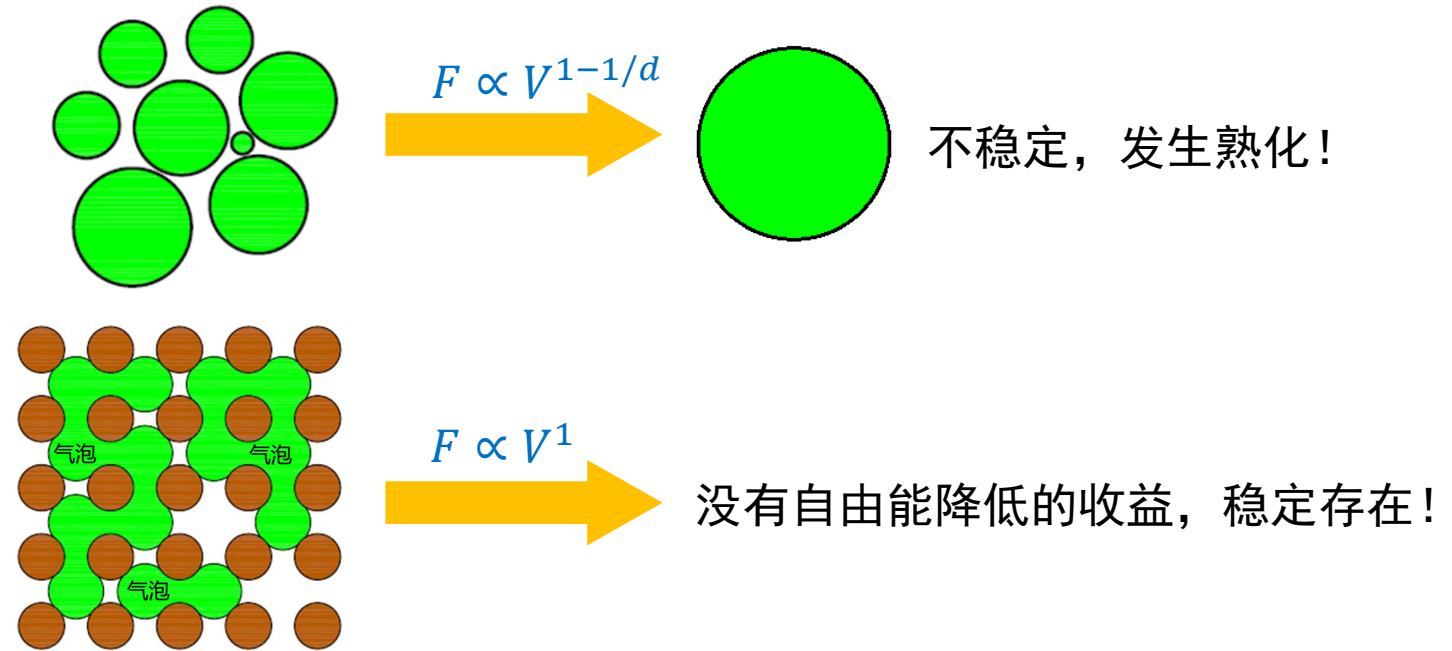
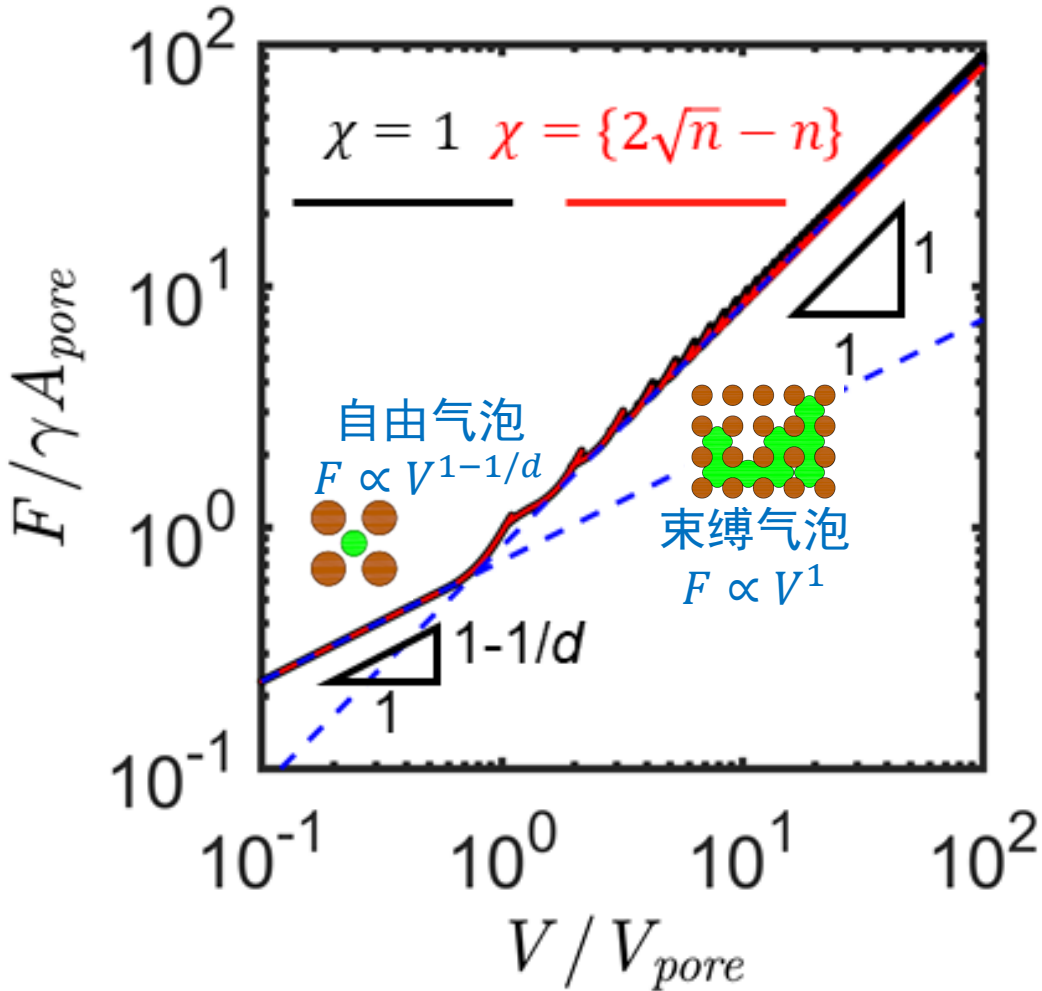


建立**二维均质孔喉模型**，将**气泡分割**成若干单元，通过“**毛细平衡**”和“**稳定性分析**”，**搜索**所有水力学稳定的气泡构型，进而描述毛细管压、表面自由能。

$F \propto V \Rightarrow$ 多孔介质中气泡群的热力学稳定性

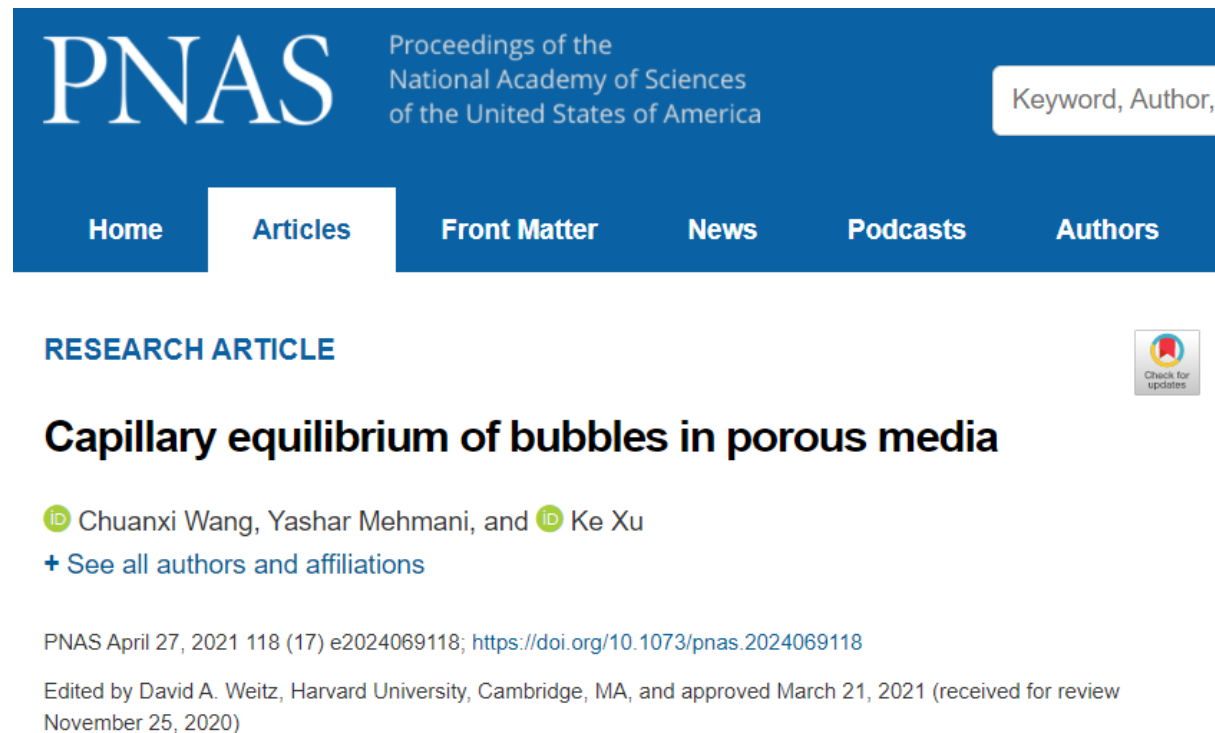
在 $F \propto V^m$ 的设定下:

$$\frac{F_{\text{合并后}}}{F_{\text{合并前}}} = \frac{(\sum V_i)^m}{(\sum V_i^m)} \begin{cases} < 1, & \text{当 } m < 1 \text{ 时} \\ = 1, & \text{当 } m = 1 \text{ 时} \\ > 1, & \text{当 } m > 1 \text{ 时} \end{cases}$$



均质多孔介质中的气泡群是热力学稳定的!

该研究首次通过简单模型阐明了均质多孔介质中气泡群热力学稳定的原因，为更好评估碳封存的长期稳定性提供了关键论据。



PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America




Keyword, Author,

Home Articles Front Matter News Podcasts Authors

RESEARCH ARTICLE

Check for updates

Capillary equilibrium of bubbles in porous media

 Chuanxi Wang,  Yashar Mehmani, and  Ke Xu

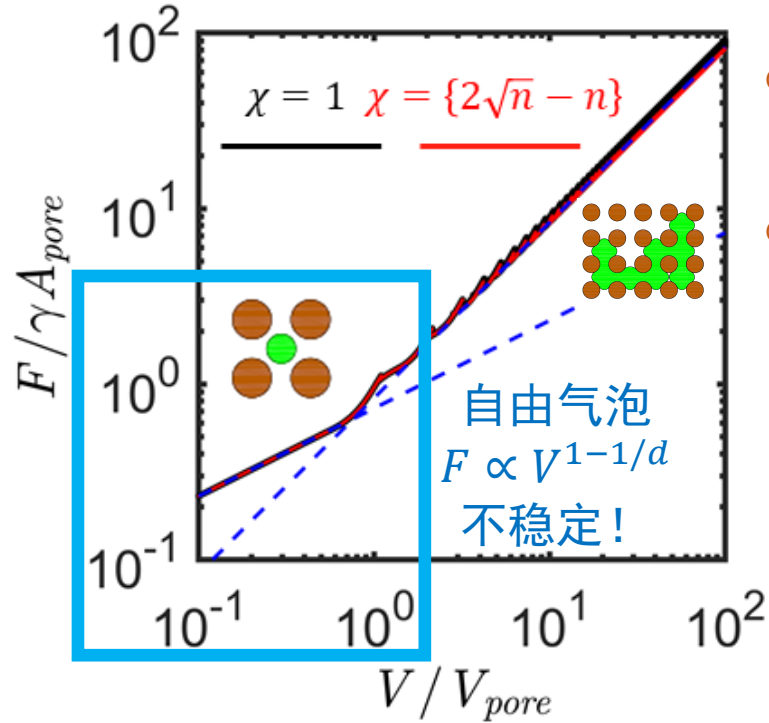
+ See all authors and affiliations

PNAS April 27, 2021 118 (17) e2024069118; <https://doi.org/10.1073/pnas.2024069118>

Edited by David A. Weitz, Harvard University, Cambridge, MA, and approved March 21, 2021 (received for review November 25, 2020)

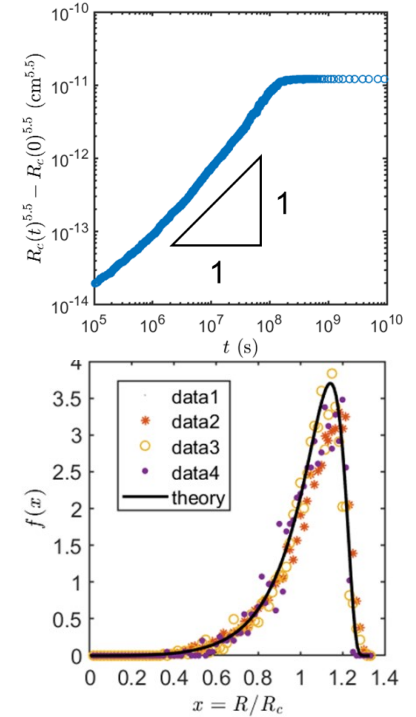
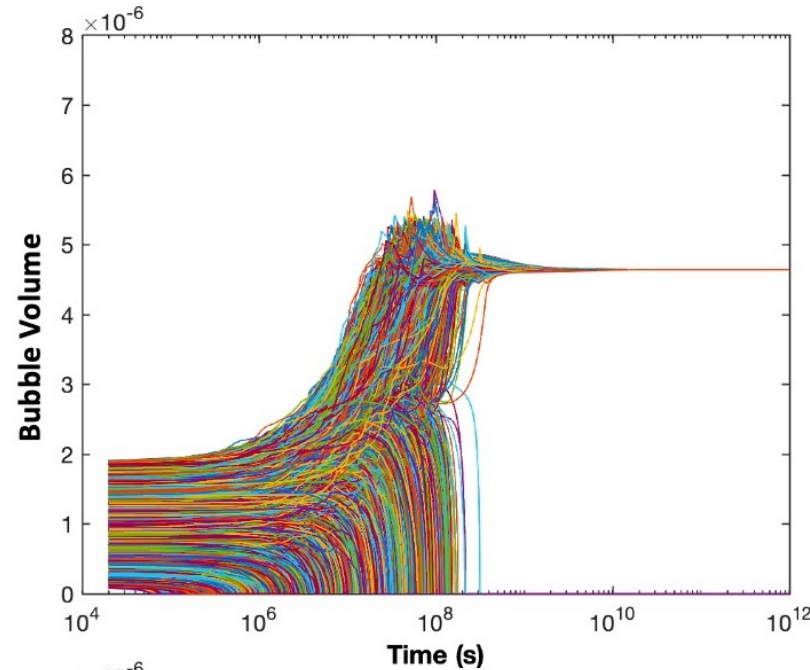
PNAS April 27, 2021 118 (17) e2024069118; <https://doi.org/10.1073/pnas.2024069118>

多孔介质中气泡群的熟化动力学



$$\odot R_c^{5.5}(t) - R_c^{5.5}(0) = \frac{11 \times 3^{3.5} D_m x_0 \sigma A_t \sqrt{V_0}}{2^{12} \pi^{1.5} K p x L_t}$$

$$\odot f(x) = 9190 x^3 (4 - 3x)^{-\frac{19}{6}} (3x^2 + 8x + 16)^{-\frac{23}{12}} \exp \left[\frac{2}{3x-4} - \frac{\sqrt{2}}{12} \tan^{-1} \left(\frac{3x+4}{4\sqrt{2}} \right) \right]$$



- 多孔介质中气泡间的传质模式改变、传质对称性破缺；
- 推导出多孔介质中气泡群演化的新标度律 $R_c^{5.5} \propto t$ 和粒径分布函数；
- Yu and Wang et al. to be submitted.

学术会议

- 2020年9月，在InterPore2020会议上做口头报告；
- 2020年12月，在AGU FALL MEETING会议上做电子海报展示；
- 2020年12月，在深圳参加第十一届全国流体力学大会学术会议，提交会议摘要并进行了现场报告。



社会工作

- 参加第33期党课学习，成为入党积极分子，争取早日入党；
- 担任本科生限选课《渗流物理》课程助教，讲授习题课；
- 参与学生石油工程师协会的组织工作，担任理事长一职；
- 获得北京大学工学院第七届“学术新星”荣誉称号。





北京大学
PEKING UNIVERSITY

2020-2021学年北京大学工学院国家奖学金答辩

谢谢大家!

工学院能源与资源工程系

20博2班 王传玺

导师：徐克