



《微重力流体力学》简介

唐泽眉

中国科学院力学研究所, 北京 100080

微重力流体科学是流体力学与空间材料、空间生物技术、燃烧交叉的新兴学科。研究微重力环境中流体的流动、迁移, 热、质输运和相变等基本规律, 还有物理化学问题和低温问题, 这是微重力科学的基础和核心。

近三十年来, 随着空间技术的进步, 空间科学迅速发展。空间飞行器在轨道自由飞行时, 其间的微重力水平仅为地面的 $10^{-3} \sim 10^{-6}$ 量级, 在地面重力作用下常见的浮力对流、静压不均匀和沉降等现象都极大地减弱。因此, 有可能利用微重力条件得到在地面条件下难于得到的高质量生物制品和新材料。但是, 在微重力环境中, 许多在地面上的次级效应, 例如, 在自由面上温度或浓度分布不均匀形成的表面张力驱动对流, 相变对流等与自由面或界面有关的现象将变得很重要, 会出现一些在地面上尚未见到的新现象。空间应用和流体力学基础研究的需要促进了微重力流体科学的发展。

由中国科学院胡文瑞院士和徐硕昌研究员合著的《微重力流体力学》一书, 是一部以空间材料科学为背景的微重力流体力学专著, 全书共三十万字, 分为六章。该专著不仅综述了近三十年来国内、外有关课题的研究工作, 并总结了胡文瑞院士指导的研究集体在十多年来取得的研究结果。

书中首先介绍了微重力环境的特点, 当前微重力流体的主要研究内容, 包括微重力物理学所涉及的临界现象、燃烧、分散体系及空间晶体生长过程中的问题。还着重介绍了微重力流体科学的研究途径。它需经详细的地面机理研究, 理论和数值分析, 小尺寸系统地面实验研究及短时微重力实验, 以提高机会很少的空间实验的成功率。

本专著从微重力流体基本流动方程出发, 相应于特定的微重力环境, 以当前国内、外微重力流体科学关心的前沿课题为例, 详细地论述和讲解了以下与空间材料过程有关的微重力流体问题。

(1) 流体界面上的表面张力行为: 界面的平衡和稳定以及表面张力引起的液桥和液体射流不稳定现象。微重力条件下由于表面张力的驱动形成的对流和扩散, 包括 Person 对流以及在不同位形条件下的热毛细对流, 这种对流在较高的温度差作用下会产生振荡, 详细讨论了热毛细对流的振荡特征和综合实验测量, 归纳了世界上当前提出的四种振荡机理以及振荡的激发机制。

(2) 微重力条件下的液滴动力学问题：当重力极大的减弱时，气泡和液滴的平衡、迁移和运动以及之间的相互作用都不同于地面的情况，浮力和沉淀对气泡、液滴的驱动作用极大减弱。在空间焊接、材料加工的过程中很容易产生气泡，极难排除。这是微重力材料加工技术中必须解决的问题。本书中介绍了球形等温液滴振荡的理论及实验，非等温液滴迁移的线性、非线性理论及实验研究结果，以及液滴或气泡的相互作用，旋转液滴的分岔和演化。

(3) 空间材料加工过程：详细讨论了空间晶体生长，纯扩散过程。总结了空间浮区法晶体生长、溶液晶体生长及气相晶体生长近年来的研究结果。

微重力流体科学是一门迅速发展的科学，涉及面非常广，一些课题的研究正在深入开展，如微重力两相流，复杂流体，电或磁流体力学以及和空间生物技术有关的问题等。希望著者能随着微重力流体科学的发展结合空间应用的需要为本书不断地增添新的内容。

这本专著已于1999年4月由科学出版社出版，对有志于空间科学工作的流体力学、材料科学、生物技术以及航天工程等专业大学高年级学生、研究生、教师及科技人员均有参考价值，定能在我国微重力科学及应用这门新兴学科分支的发展中发挥作用。

更 正

“微重力条件下气 / 液两相流流型的研究进展” (赵建福. 力学进展, 1999, 29(3): 369~382) 中, 公式 (3) 应为

$$X_C = K_1 \frac{\nu_G}{\nu_L} \left(K_1 \frac{\nu_G}{\nu_L} + Su^{2/3} \right)^{-1} \quad (3)$$

相应地, 图 5 应修改为:

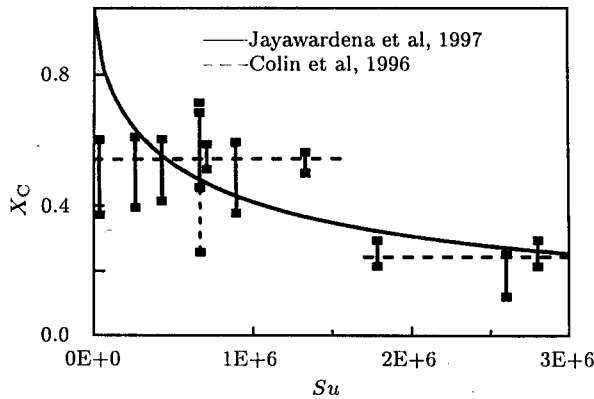


图 5 微重力条件下泡状流 - 弹状流间的转换条件

此外, 公式 (10) 应为

$$W_G = We_{SG}^{1/2} = [4\kappa C_0 \sqrt{\alpha} (1 - \alpha) / (C_0 - 1)]^{1/2} \quad (10)$$

特此更正, 并向广大读者致歉.