

## 流体力学

S12

CCTAM2009-002843

## 动脉系统中的旋转流动现象在临床中的应用

邓小燕

北京航空航天大学生物与医学工程学院, 北京 100191

虽然引发动脉粥样硬化、血栓形成和动脉搭桥后血管内膜增生局部性的机理仍不是十分清楚、仍有大量研究工作需要做。但不管其机理为何, 目前科学界普遍认为血管几何形状发生急剧变化的部位(包括搭桥处)血流受扰动而产生的流动分离及涡旋区是导致这些疾病局部性现象产生的根源。研究心血管疾病局部性的发病机理固然重要, 在其机理尚不十分清楚时, 将这些疾病的局部性现象与血流流场有相关性这样一个事实临床上加以运用更有可取之处。

血流动力学研究发现, 升主动脉处的血流呈旋动流态(血流作螺旋一样的运动)。主动脉弓处血流的旋动是大自然巧夺天工的设计, 是升主动脉血管管壁光滑冲刷以防止动脉粥样硬化形成的保证。近几年研究发现, 血流的旋动现象不仅仅局限在升主动脉, 在腿部的大动脉和冠状动脉处也存在。更有趣的是, 有人甚至还发现, 腿部大动脉的内壁表面并不象人们过去所认为的那样是光滑的, 它的表面并不光滑, 而是具有一些像螺线一样的结构。也许正是这些螺线结构, 使得这些动脉内的血流呈旋动流态。这种流态的好处是: 一方面, 它可使血流稳定, 减小湍流; 另一方面, 它可使血管壁得到光滑冲刷, 减小血液中有有害物质(如脂质等)在血管壁的沉积。Frazin 等甚至认为, 由于动脉分叉空间构型的特性, 灌注人体(动物)各器官的血流形态大都是旋动流态。近年来, 已经开始了将此旋动流原理用于临床医学的尝试, 特别是在动脉血管的搭桥方面, 已经有人提出了应该把搭桥术后宿主血管内是否有旋动流产生以及旋动指数的大小作为判断搭桥质量的一个指标。

沿此思路, 作者开展了将动脉系统旋动流原理用于心血管介入治疗和器械设计的研究工作。希望能解决小口径人造血管的急性血栓堵塞和搭桥手术后血管内膜增生而引起的血管再狭窄问题、解决腔静脉滤器植入后的血栓堵塞问题和血管内支架植入后的再狭窄问题。

作者两年多来的研究表明, 在心血管介入治疗和器械设计中引入旋动流确实可明显改善这些器械中的血流流场, 达到抑制小口径人造血管的急性血栓形成和搭桥手术后血管内膜增生的目的, 目前作者正在研究旋动流原理在血管内支架和腔静脉滤器中的应用。然而, 要将这一理念真正应用于临床还有很长的路要走, 其中旋动流血管内支架和腔静脉滤器对微创手术安放装置有特殊的要求, 需要设计新的专用导管系统。国家自然科学基金资助项目(10632010, 30670517, 10572017)

S12

CCTAM2009-002844

## 微重力气液两相流动与传热

赵建福

中国科学院微重力重点实验室, 中国科学院力学研究所, 北京 100190, jfzhao@imech.ac.cn

微重力条件下的气液两相流动与传热现象不仅在航天科技领域有重要的应用前景, 而且由于抑制了重力和两相密度差所引起的浮力分层与相间滑移等因素的干扰, 能够简化流动复杂性, 突出流动中经由液气界面产生的相互作用, 对揭示气液两相流动与传热现象内在控制机理极为有利, 因此得到国际航天工程界和微重力流体力学界的高度重视, 是目前相当活跃的研究前沿领域之一。中国科学院国家微重力实验室自 20 世纪 90 年代中期创建伊始, 即将微重力气液两相流动与传热作为主要研究方向之一, 先后完成了“和平号”空间站气液两相流实验、IL-76 失重飞机气液两相流实验、第 22 颗返回式卫星和实践 8 号育种卫星搭载池内沸腾实验、NML 落塔池内沸腾实验、NML 落塔燃料电池内部气液两相流动及其电性能实验(与北京工业大学合作)等微重力实验研究项目, 并通过地面对比实验及深入的数据分析和理论探索, 得到如下结果:

(1) 管内绝热气液两相流: 首个长期、稳定微重力条件下圆管气液两相流型图和低重力条件下方管气液两相流型图, 预测微重力气液两相弹状流—环状流转换的半理论 Weber 数模型, 低重力条件下方管气液两相流摩擦压降数据及一个新的预测微重力气液两相泡状流压降的均相流模型等。

(2) 池内沸腾: 不同压力和过冷度条件下丝状表面和平板表面上的微重力池内沸腾传热曲线, 临界热流(CHF) 数据及其与重力相关的尺度关系, 微重力池内沸腾现象中的气泡动力学行为及一个计入 Marangoni 效应的气泡脱落模型等。

(3) 燃料电池微细通道气液两相流动: 直接甲醇燃料电池(DMFC)内 CO<sub>2</sub> 气泡生成与运动规律及其对燃料电池电性能的影响, H<sub>2</sub> 质子交换膜燃料电池(PEMFC)内水滴的生成与两相流动的发展及其对燃料电池电性能的影响等。

本文首先对上述成果予以详细评述, 然后结合该领域国际发展现状与我国航天(尤其是载人航天)事业的发展需求, 对我国微重力气液两相流动与传热研究近期的发展趋势予以探讨。国家自然科学基金(19789201, 10202025, 10432060, 50406010), 中国科学院知识创新工程(KJCX2-SW-L05, KACX2-SW-02-03)资助项目

关键词: 微重力, 气液两相流, 池内沸腾, 燃料电池

S12

CCTAM2009-002845

## 流体中自由下落圆盘

李存标

北京大学湍流与复杂系统研究国家重点实验室, 北京 100871

对静水中薄圆盘的自由下落运动进行了实验研究。通过立体视觉方法测量了运动中 6 个自由度的变化, 通