

北京大学新闻中心主办

English Version



[首页](#) | [新闻纵横](#) | [领导活动](#) | [党团建设](#) | [北大学术](#) | [北大人](#) | [德赛论坛](#) | [菁菁校园](#) | [社团之光](#) | [信息预告](#)  
[北大喜报](#) | [院系动态](#) | [交流合作](#) | [服务社会](#) | [招生快讯](#) | [出版快讯](#) | [体育建设](#) | [艺术北大](#) | [媒体北大](#) | [重大新闻](#)  
[讲座一览](#) | [推荐文章](#) | [历史长廊](#) | [光影燕园](#) | [教育视点](#) | [学术视点](#) | [文化视点](#) | [科技视点](#) | [宣传部主页](#) | [高校新闻网](#)

新闻搜索:

关键字:

搜索

高级搜索

新闻纵横

## 工学院力学与空天技术系陶建军课题组关于管流稳定性的研究取得重要进展

热点新闻排行榜

日期: 2009-12-29 信息来源: 工学院 访问量:



Internet Explorer

最可能的原因是:

- 未连接到 Internet
- 该网站遇到了问题
- 在地址中可能输入了错误的地址

您可以尝试以下操作:

- 检查您的 Internet 连接
- 重新键入地址。
- 返回到上一页。
- 更多信息

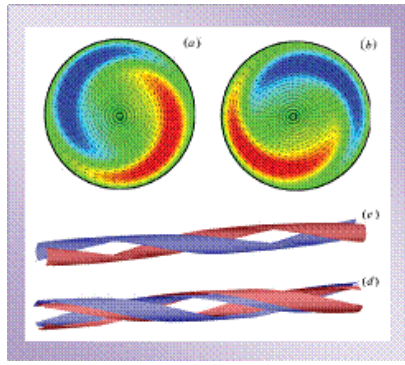
Physical Review Letters 近期刊发了工学院力学与空天技术系、湍流与复杂系统国家重点实验室陶建军课题组的论文“Critical Instability and Friction Scaling of Fluid Flows through Pipes with Rough Inner Surfaces” 103, 264502 (2009), 报道了他们在管流稳定性研究上取得的最新成果。

1883年Reynolds的管流实验为流体力学家和物理学家提出了两个世纪难题: 湍流和层流-湍流的转换。如今人们对湍流的认识已取得了很大进展, 但管流的转换机制仍然是未解之谜。这与管流的独特性质有关。层流到湍流的转换过程常常是以流动的失稳为先导的。在过去一百多年里理论学者做了许多尝试, 发现管流不同于其它剪切流(如边界层流): 它总是线性稳定的, 而人们在实际工程应用中观察到的管流常常是处于湍流状态的。理论与现实这一明显冲突的直接推论是: 在管流的失稳与转换过程中有限幅值扰动的非线性作用必不可少。引入较大幅值扰动的一种方法是初始扰动, 其相关的数值和实验研究近五年来取得了一些进展。另一种是来自于流场的边界, 这或许是更为自然的一种扰动, 如壁面的粗糙度, 因为没有壁面是绝对光滑的。

粗糙壁面对流动的影响很早就引起了人们的重视。Nikuradze在1933年就完成了迄今仍是最为系统的实验研究, 测出了摩擦系数在不同粗糙度时与Reynolds数的关系。但在近八十年的时间里人们对粗糙管流的失稳及转换机制的认识仍是模糊不清的, 原因很简单: 粗糙单元特征尺度与管径几个数量级的差异不但给理论分析制造了巨大的障碍, 给数值模拟也带来很大的困难, 即便是在当今的计算条件下。为了解决上述问题, 陶建军课题组首先针对微小尺度的粗糙元建立了物理模型, 通过积分方法求得了基本流场的渐进解, 并进一步解析地给出了粗糙壁对平均流场的非线性贡献。

通过稳定性分析, 该课题组得到以下结果: (1) 提出了粗糙管流的一种失稳机制: 即粗糙壁引起的Reynolds应力会修正平均流场, 尽管修正量很小, 但足够引起螺旋状的不稳定结构(见右图)。理论预测临界雷诺数同实验基本吻合。(2) 决定流动失稳的并不是粗糙度, 而是粗糙元的形状, 这同人们以往的认识是不同的, 但同Nikuradze的实验是定性符合的。(3) 更有趣的, 基于理论模型的分析, 陶建军课题组给Nikuradze的实验结果提出了一新的标度关系式, 它可将已有的属于不同分支的实验数据在整个Reynolds数范围内(从层流到湍流)重合在一条曲线上, 这一结果强烈暗示人们可能需要修改关于管流转换的基本概念。换言之, 该转换过程有可能是确定性的, 至少对粗糙壁引起的转换过程是这样。这些结果对航海及航空航天工程中实现更有效的流动控制有重要意义。

由于以上结论仍是基于简化的物理模型, 目前更深入的研究工作还在进行当中。



最不稳定模态在临界状态时的扰动场。(a) (b)为截面内的相差四分之一周期的扰动速度场，云图为轴向扰动速度。(c)为轴向扰动速度的等值面。(d)为轴向涡量的等值面。图中显示非对称的螺旋状的流向涡结构会首先失稳，这同以往的实验观测是吻合的。

编辑：碧荷

[打印页面] [关闭页面]

[本网介绍](#) | [设为首页](#) | [加入收藏](#) | [校内电话](#) | [诚聘英才](#) | [关于我们](#) | [广告服务](#) | [投稿须知](#) | [新闻投稿](#) | [投稿统计](#)

投稿邮箱: E-mail:xinwenzx@pku.edu.cn 新闻热线:010-62756381

北京大学新闻中心 版权所有 建议使用1024\*768分辨率 技术支持:清木源科技