

# 等离子天体物理学系列讲座

## 第 一 期

主 题：为什么我们需要等离子体物理

主 讲：吴京生 先生（美国马里兰大学资深教授）

时 间：2010年5月8-18日（双日上午9:30-12:00）

地 点：南京市北西路2号紫金山天文台327室

筹办单位

紫金山天文台

人事教育处

太阳和太阳系等离子体研究团组

2010年4月20日

## 本期内容简介

虽然大多数研究者都同意等离子体物理对日地空间科学与天体物理的研究极其重要，但我们仍常常陷于种种疑惑。例如：(1) 流体理论对等离子体的讨论是否足够？(2) 微观等离子理论的必要性究竟体现在哪里？(3) 经常强调非常重要的“波-粒相互作用”只对能与波共振的少数速度较高的粒子才重要吗？等等。吴先生在本期的系列讲座中就将此类等离子天体物理的基本问题展开深入、浅出的广泛讨论，为我们释疑解惑。

### **第一讲：什么是现代等离子体物理 (a.m. 9:30-12:00, May 10)**

现代等离子体物理已经是一门相当复杂，同时又发展非常迅速的学科，其内容涉及流体力学、电动力学、统计力学、非线性科学、动力理论 (Kinetic theory) 等等。第一讲主要针对“什么是现代等离子体物理”这一问题做概括介绍，为后续 4 讲中通过一些具体的、有代表性的物理过程来讨论等离子体物理与太阳物理、空间科学和天体物理之间密切关系打下基础。

### **第二讲：等离子体中的波动、涨落和湍流 (a.m. 9:30-12:00, May 12)**

波动是等离子体物理中十分重要的一个方面，然而在流体力学中讨论的“波”和广义等离子体物理学中讨论的“波”可以很不一样。这一讲从 Klimontovich 形式的等离子体统计理论出发，介绍宏观和微观的波动概念，进而理解微观动力不稳定性与湍流之间的关系和物理意义。与此同时，还将讨论几类相关的非线性过程和概念，诸如准模、模-模耦合、共振、等等。

### **第三讲：等离子体中的“离子拾起”过程 (a.m. 9:30-12:00, May 14)**

这一讲着重介绍吴先生于 80 年代中提出、并发展的一个非常简单、但又十分重要的物理过程：“离子拾起 (ion pickup)”的理论。从“离子拾起”这一过程我们可以真正体会到“波-粒相互作用”的物理意义，同时也可以看到微观等离子物理对空间物理和天体物理的应用价值。更重要的是从这一过程中我们可以看到阿尔芬波 (Alfven waves) 在现代等离子体物理中具有不可取代的重要地位。

### **第四讲：准线性理论与湍流阿尔芬波 (a.m. 9:30-12:00, May 16)**

在现代等离子体物理学中准线性理论是一个不可或缺的组成部分，但是长久以来大家主要关注的是波-粒共振导致的准线性理论，因而很少讨论阿尔芬波的问题，因为阿尔芬波不能与质子共振。这一讲先简短回顾传统准线性理论，然后主要介绍一种简单、但更具一般性的准线性理论的推导，其结果包括共振和非共振两种过程。并进一步讨论阿尔芬波以及由阿尔芬湍流引起的有关质子的加热过程。

### **第五讲：关于离子加热的理论问题 (a.m. 9:30-12:00, May 18)**

如何增加离子的温度是众所周知的重要问题，太阳高温日冕和天体物理中高温星冕的来源都是几十年来让人绞尽脑汁的“谜”。这一讲先概括地讨论几类主流的想法，然后介绍吴先生最近提出的一种“假加热” (Pseudo-heating) 的新想法。