



北京大学物理学院

大气动力学  
Atmospheric Dynamics

聂绩

# 聂 绩

物理学院北557

(jinie@pku.edu.cn)

<https://jiniepku.weebly.com>

研究方向：大气动力学，气候变化，极端天气

研究课题：

- 大气对流—大气环流相互作用
- 大气对流的气候效应
- 极端天气对气候变化的响应

欢迎感兴趣的同学参与本科生科研。

# 课程目的

- 大气科学的核心基础课程之一。
- 为后续的很多课程打好基础。
- 讲解经典理论知识。
- 训练培养思考大气问题的思维模式。

# 讲义和教材

- 偏重物理思维的培养, 强调理解
- 讲课方式: 电子讲稿+板书
  - 电子讲稿下载 (个人主页) :  
<https://jiniepku.weebly.com/teaching.html>
- 教材:
  - J. R. Holton: Introduction to Dynamic Meteorology

# 课程安排

- 时间:周二7-8节 (15:40-17:30)  
周五7-8节 (15:40-17:30)
- 地点: 三教207
- 成绩考核:

随堂测验	10%
作业 (3~4次)	15%
期中考试1	15%
期中考试2	15%
分组报告	20%
期末考试	25%

# 分组报告

- 根据人数，分为6~8个小组。
- 每个小组自由选择一个小题目，阅读文献，做30分钟的报告+20分钟的回答听众问题。
- 题目和报告的要求是应用大气动力学的知识，解释一个大气中的现象、过程、系统、等等。
- 听众打分。

# 答疑

- 教师答疑时间: 每周三 14:30-15:00
- 助教: 祝睿豪 (zhurh@pku.edu.cn)
- 助教答疑时间: \*\*\*  
\*\*\*

# 第 1 章 引言

## 2 大气运动的基本方程组

- 2.1 流体力学方程组
- 2.2 地球流体力学方程组
- 2.3 球坐标系下的地球流体力学方程组
- 2.4 一些近似方程
- 2.5 P坐标系

## 3 自由大气中的平衡运动

- 3.1. 平衡运动方程
- 3.2. 地转平衡和地转风
- 3.3. 惯性平衡与惯性风
- 3.4. 旋转平衡与旋转风
- 3.5. 梯度平衡与梯度风
- 3.6. 热成风

## 4 涡度和涡度方程

- 4.1. 环流定理
- 4.2. 涡度与涡度方程
- 4.3. 垂直涡度方程
- 4.4. 位势涡度方程
- 4.5. 散度方程、气压方程

## 5 行星边界层

- 5.1. 湍流
- 5.2. 雷诺平均运动方程
- 5.3 湍流参数化
- 5.4 近地面层
- 5.5 Ekman层
- 5.6 Ekman泵与旋转减弱

## 6 大气波动

- 6.1. 波动的基础知识
- 6.2. 扰动法
- 6.3. 大气声波
- 6.4. 浅水重力波
- 6.5. 重力内波
- 6.6. Rossby波

## 7 准地转动力学

- 7.1. 大气的层结特征
- 7.2. 天气尺度系统的尺度分析
- 7.3. 准地转方程组
- 7.4. 准地转位势涡度方程
- 7.5. 位涡反演
- 7.6. 准地转垂直速度方程

## 8 大气运动的稳定度

- 8.1. 稳定度的基本概念
- 8.2. 正压不稳定
- 8.3. 斜压不稳定
- 8.4. Eady波
- 8.5. 两层模式中的斜压不稳定波



# 课时安排（2018）

课时	内容	课时	内容
1	课程简介, 1引言	17	6大气波动1
2	2大气方程组1	18	6大气波动2
3	2大气方程组2	19	6大气波动3
4	2大气方程组3	20	期中考试2
5	2大气方程组4	21	7准地转1
6	2大气方程组5	22	7准地转2
7	3自由大气中的平衡运动1	23	7准地转3
8	3自由大气中的平衡运动2	24	8大气不稳定性1
9	3自由大气中的平衡运动3	25	8大气不稳定性2
10	期中考试1	26	8大气不稳定性3
11	4涡度和涡度方程1	27	分组报告
12	4涡度和涡度方程2	28	分组报告
13	4涡度和涡度方程3	29	分组报告
14	4涡度和涡度方程4	30	分组报告+课程总结回顾
15	5行星边界层1	31	
16	5行星边界层2	32	

\*2018第二学期除去假期, 共29节课

# 分组报告

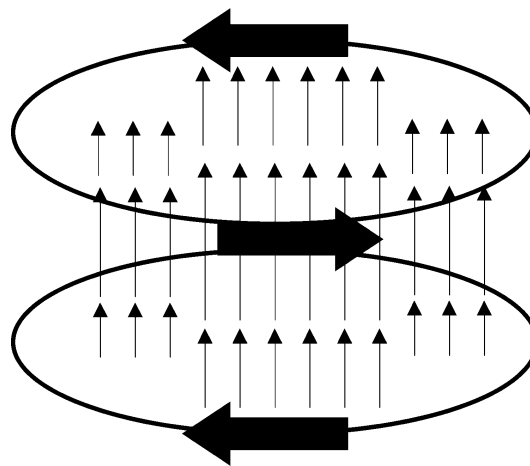
# 分组报告

- 根据人数，分为6~8个小组。
- 每个小组自由选择一个小题目，阅读文献，做30分钟的报告+20分钟的回答提问和教师点评。
- 题目和报告的要求是应用大气动力学的知识，解释一个大气中的现象、过程、系统、等等。
- 选题需要提前通过教师的同意（邮件将提纲，文献发送给我）。
- 听众打分。分数占总成绩的20%。

# 选题范例

使用正压涡度方程解释西风急流的南北移动。

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + J(\psi, \zeta + f) = S - r\zeta + \kappa \nabla^4 \zeta.$$



Vallis et al. 2004: A Mechanism and Simple Dynamical Model of the North Atlantic Oscillation and Annular Modes

