

科目代码: F05

科目名称: 云降水物理学

第一部分 课程目标与基本要求

云、雾、降水物理过程是大气水循环的核心组成部分,是地球大气的热量、水份和动量平衡的关键因素,它不仅影响到局地的和短期的天气过程,也影响到大气环流和全球气候的变化。此外,云和降水还会影响大气污染、大气雷电和电磁辐射的传播。

本课程以大气热力学和大气动力学为基础,研究大气中水分在各阶段所经历的物理过程,即研究云、雾和降水和形成、发展和消散的物理规律,是大气科学中最为重要的分支学科之一,是雷达气象学、天气导变、强风暴等物理气象学的核心,与《云动力学》、《云降水物理实验》等课程相配合,共同构筑专业知识结构的核心框架。

课程教学目标是使学生掌握云降水形成的基本原理,培养学生从微物理角度分析和解决大气科学问题的能力。

第二部分 课程内容与考核目标

1. 绪论

- (1) 掌握云降水物理学的学科性质和研究意义;
- (2) 熟悉研究方法体系;
- (3) 理解学科发展与社会经济进步的关系;
- (4) 了解主要研究对象;
- (5) 了解学科发展历史;

2. 云降水宏观特征

- (1) 掌握湿空气达到饱和的主要途径
- (2) 掌握云内湿度和含水量的一般特征、积状云和层状云的宏观特征、热泡理论、气团雷暴的结构与生命史;
- (3) 熟悉锋面气旋中的雨带结构;
- (4) 了解大气水循环过程、雾的形成过程与结构特征、卷云的宏观特征、热带气旋的云系结构特征;
- (5) 初步了解全球云、雾、降水分布和云的日、季变化;

3. 云降水微观特征

- (1) 掌握云降水粒子相态和尺度谱分布、云的胶体稳定性;
- (2) 熟悉云降水粒子谱分布数据处理方法及微物理特征量的计算;
- (3) 理解不同云降水粒子的尺度谱分布差异;

4. 云的形成—核化理论

- (1) 了解水汽、液水、冰的结构及其与空气之间的界面特性
- (2) 掌握核化的概念、可溶性核上的凝结核化过程、柯拉方程及其意义；
- (2) 熟悉云凝结核和大气冰核的性质和特点、冰核起核化作用的条件；
- (3) 理解同质核化的基本性质、同质冻结核化和异质冻结核化的差异；
- (4) 了解离子和不可溶粒子表面凝结核化的基本特点；
- (5) 初步了解由化学势概念导出开尔文公式；

5. 云雾粒子的扩散增长

- (1) 掌握 Maxwell 方程的推导、扩散系数、导热系数、扩散增长基本规律、贝吉龙理论及基本规律；
- (2) 熟悉云滴群凝结增长过程基本规律；
- (3) 理解冰晶凝华增长处理方法；
- (4) 了解单滴凝结增长方程的推导思路、冰晶的形状与温度和湿度的关系；
- (5) 初步了解云滴的起伏凝结增长理论；

6. 暖云降水理论

- (1) 掌握微滴下落末速度规律、碰撞效率概念及规律、雨滴繁生机制；
- (2) 熟悉 Stokes 末速定律推导、连续碰并增长方程的推导及应用；
- (3) 理解凝结增长与碰并增长的共同作用过程；
- (4) 了解随机碰并增长模型、凝结增长过渡到碰并增长的可能机制；

7. 冷云降水理论

- (1) 掌握冷云降水的主要机制、冰质粒繁生机制、“播种云—供应云”降水机制；
- (2) 熟悉连续碰并增长方程对冰相粒子碰并增长过程的应用；
- (3) 理解成云致雨的物理总过程；
- (4) 初步了解大气冰相粒子的运动特性；

8. 冰雹物理基础

- (1) 掌握冷雹分层结构的形成机制、干增长和湿增长概念；
- (2) 熟悉冰雹云结构与冰雹形成过程的关系；
- (3) 理解干增长和湿增长判据；
- (4) 了解雹胚与云体温度的关系；

9. 人工影响天气原理

- (1) 掌握暖云和冷云增雨、人工抑雹、人工消雾的基本原理；
- (2) 熟悉人工影响天气主要催化剂的性质；

第三部分 有关说明与实施要求

1. 考试目标的能力层次的表述

本课程对各考核点的能力要求一般分为三个层次用相关词语描述：

较低要求—了解：基础知识和基本概念；

一般要求—理解：基本原理和物理规律；

较高要求—掌握：理论分析与定量计算。

2、命题考试的若干规定

(1)本课程的命题考试是根据本大纲规定的考试内容来确定的，根据本大纲规定的各种比例(每种比例规定可有 5 分以内的浮动幅度，来组配试卷，适当掌握试题的内容、覆盖面、能力层次和难易度)。

(2)各章考题所占分数大致如下：

第 1-2 章：	10%
第 3-4 章：	20%
第 5-6 章：	30%
第 7-8 章：	30%
第 9 章：	10%

(3)其难易度分为易、较易、较难、难四级，每份试卷中四种难易度，试题分数比例一般为 2：3：3：2。

(4)试卷中对不同能力层次要求的试题所占的比例大致是：“了解”占 10%， “理解”占 20%， “掌握”占 70%。

(5)试题可出现的题型有选择题、名词解释、简答题、分析论述题、计算题等多种类型。

(6)考试方式为闭卷笔试。考试时间为 180 分钟，试题主要测验考生对本学科的基础理论、基本知识和基本技能掌握的程度，以及运用所学理论分析、解决问题的能力。试题要有一定的区分度，难易程度要适当。

(7)题型举例

●名词解释：冰晶效应

●简答题：平水面和平冰面饱和水汽压差的最大值位于什么温度？这是冰晶效应进行最有效的环境温度吗？简述其理由。

●分析论述题：试述云滴群凝结增长的规律。