



# 航空实验教学中心 典型多媒体课件简介

# 目 录

典型课件简介.....	2
1 流体力学基础课程实验.....	4
2 实验空气动力学课程实验.....	6
3 流体力学实验课程实验教学大纲.....	8

## 典型课件简介

流体力学基础实验、空气动力学实验和高速空气动力学实验等三门课程理论性和实践性都很强。航空器在空中飞行的一些力学现象抽象，看不见摸不着。通过地面模拟试验或近似实验再现飞行过程和现象，帮助学生理解概念，了解工程应用具有重要意义。三门课程使用的仪器设备庞大，造价昂贵，甚至仅有一台套，影响了学生的创造发挥和观察效果。因此，我们全部以实验现场原型为基础，以实验教学为目标，充分利用现代教学手段制作了 12 个项目的实验教学课件，可以反复观察实验现象，了解原理，掌握方法，增强了试验效果，提高了实验教学质量。

具体实验项目有：流体力学演示实验、雷诺数测量实验、管路沿程损失试验、文德利流量计参数测量实验、气流平均偏角测量实验、圆球阻力及其压强分布实验、风速管校测实验、低速全机模型纵向三分力实验、全机纵向三分力与机翼机身相互干扰实验、超音速翼型模型表面压力测定试验、超音速气流观测试验、喷管轴向马赫数测定实验。这些课件可视化强，操作方便，能有效帮助学生自由自主安排实验时间，帮助他们预习复习实验课程，激发学生实验积极性和主动性，培养他们的创新思维。

下面对流体力学演示实验课件作以重点介绍。

流体力学演示实验有 8 个实验内容，这些实验设备均是自行研发

的。依据流体力学和空气动力学原理，借助水、流动空气和烟雾等可视化介质和其它手段，使飞机、导弹、火箭等飞行器的基本原理直观形象地再现，加深学生的理解。用简单的机构和模型，再现空气动力学现象，既反映空气动力学的存在，又反映空气流场压力的变化情况，说明流线形状对阻力的影响。通过典型机翼、飞机等模型教具的结构设计分析，加深学生对课程中相关概念的理解。二元烟风洞说明机翼在飞行中空气的绕流、涡流等现象，能反映速度、压力、升力的大小，襟翼的作用，迎角的影响。三元烟风洞说明飞机模型立体绕流情况，特别是翼尖的涡流现象。伯努利方程演示再现了气流流场速度和压强的关系，说明速度大，压强小。阻力演示实验说明外形形状对阻力的影响，用杠杆天平测量阻力大小，流线型阻力最小，钝头状最大。升阻力演示实验说明升力、阻力与迎角和速度的关系。粘性演示实验是通过两个有一定距离的无接触转动圆盘，主动圆盘置下通过电机带动转动，当速度达到某一值时，置上的从动圆盘随之转动，说明了空气的粘性作用。乒乓球吹风演示实验是用鼓风机向上吹气，乒乓球置于气口，当气流速度达到一定值后，乒乓球会悬浮在气流空中，说明速度高的地方压强小，才使乒乓球停留于空中。这些课件增强了学生的感知认识，活跃了学习氛围，提高了学生学习的积极性和主动性。

西北工业大学  
航空实验教学中心

2009年6月

## 1 流体力学基础课程实验

**适用专业：**飞行器设计与工程、理论与应用力学、安全工程、飞行器生命与环境保护工程

### 一、实验教学的目的是、任务与要求

**目的：**通过实验观察不同流态及相关影响，掌握压力损失及流量的测量方法，使学生基本掌握流体力学实验的原理和方法，为以后专业课程的学习打下良好的基础。

**任务与要求：**观察层流到紊流的转换过程及雷诺数对转换的影响，测量管道沿程损失，测量管道流量；翼型表面压力分布测量及全机极曲线的测量。了解雷诺实验原理，掌握  $Re_c$  的测量方法，熟练掌握流体力学基本实验的方法和技能。

### 二、实验项目及学时分配：

序号	实验项目	学时	实验内容	实验类型	备注
1	雷诺数实验	2	管道流态观察； $Re_c$ 测定。	综合型	

### 三、主要教材（讲义、实验指导书）：

1. John D. Anderson, 《Fundamentals of Aerodynamics》, McGraw—Hill, Inc. 1991 年
2. 郭建中, 水力学实验指导书（一）、（二）、（三）
3. 实验流体力学

### 四、使用主要仪器设备说明：

1. 雷诺实验台  $D=2.55\text{ cm}$

2. 管路实验设备(沿程损失)  $\phi=2.2\text{ cm}$  ,  $L=500\text{ cm}$ , 实  
验压力采集系统(工控微机+32路压力变送器)

3. 管路实验设备(文德利流量计)  $D_1=5.24\text{ cm}$  ,  $D_2=1.75\text{ cm}$ ,  
实验压力采集系统(工控微机+32路压力变送器)

4. F-2 低速风洞

5. 机械纵向三分力天平: 升力  $Y$ 、阻力  $X$ 、俯仰力矩  $M_z$

6. 数据采集系统(电阻应变框+多通道5位半数字电压表)

7. F-3 翼型风洞

## 2 实验空气动力学课程实验

(适用专业：飞行器设计与工程)

### 一、实验教学的目的、任务与要求

通过学生亲自动手做实验，促进掌握空气动力学基本原理和掌握空气动力学基本实验技术。实验应能够让学生接触测压、测力和流动显示等基本实验技术。

### 二、实验项目及学时分配：

实验项目	学时	实验内容	实验类型
动量定律实验	2	测定圆柱管嘴射流对平板的冲击力，验证恒定总流动量方程。	综合型
文德利流量计实验	2	测定文氏管流量系数 $\mu$ 随 $Re$ 数变化规律	综合型
风洞实验段平均气流偏角测量实验	2	用全机模型正反装测力法测量风洞实验段气流偏角	综合型
圆球压力分布及测紊流度实验	2	测量圆球表面压力分布及利用圆球阻力随 $Re$ 变化特点测量风洞实验段紊流度	综合型
机翼极曲线实验	2	测量机翼模型的升力、阻力，画出机翼的极曲线	综合型
动量法测型阻实验	2	用尾排测出翼型尾流的总压分布，通过积分计算翼型的型阻	综合型

### 三、主要教材（讲义、实验指导书）：

1. 实验空气动力学
2. 郭建中，水力学实验指导书（二）、（三）

3. 陆森林, 低速风洞实验指导书

4. 流体力学、

#### 四、使用主要仪器设备说明:

管路实验设备, 三角量水堰, F-2 低速回流开口风洞, 数据采集系统(电阻应变框+多通道 5 位半数字电压表), 测压紊流球, 木制全机模型, 数字式无汞大气压力计, 斜管压力计, 排管压力计



### 3 流体力学实验课程实验教学大纲

**适用专业：**飞行器设计与工程、安全工程、理论与应用力学、飞行器生命与环境保障工程

**先修课程：**流体力学、空气动力学、实验流体力学

#### 一、实验教学的目的、任务与要求，

巩固课堂理论学习内容，增加感性认识，了解飞行器实验的基本过程，掌握空气动力学的基本实验方法。

使学生能够将课堂中学到的基础理论知识进行实验验证，激发学生探索空气动力学新问题和新现象的主动性，提高学生的动手能力和相关专业知识的综合运用能力。

#### 二、实验项目及学时分配：

实验项目	学时	实验内容	实验类型
全机纵向三分力实验	2	测试飞行器的气动力	综合型
风速管校测实验	2	校测风速管	综合型
微型飞行器实验	2	测量微型飞行器气动力	创新研究
通风机空气动力性能测量	2	测量通风机的性能	综合型
陈列室综合实验	2	流体力学基本定理验证	综合型
风洞落差系数测量	2	测量一般低速风洞的落差系数	综合型
孔口管嘴实验	2	测定孔口管嘴的流量系数、收缩系数、流速系数	综合型
毕托管测速实验	2	测量管嘴淹没出流点流速及测点流速系数	综合型

### 三、主要教材（讲义、实验指导书）：

1. 《Fundamentals of Aerodynamics》，John D. Anderson 著 McGraw—Hill, Inc. 1991
2. 《Foundation of Aerodynamics Bases of Aerodynamic Design》，Arnold M. Kuethe & Chuen-Yen Chow 著 John Wiley & Sons, Inc. 5 edition, 1997
3. 《空气动力学基础》，徐华舫 著 北京航空学院出版社，1987
4. 《空气动力学》，陈再新，刘福长，鲍国华著，航空工业出版社，1992 年。
5. 风洞实验，恽起麟 编著，国防工业出版社。
6. 风洞实验数据的误差与修正，恽起麟 编著，国防工业出版社。
7. 风洞天平，贺德馨 主编，国防工业出版社。

### 四、使用主要仪器设备说明：

1. 主要仪器设备包括：低湍流度风洞、电子应变天平、测压系统、飞行器模型。
2. 低湍流度风洞：该风洞为直流式低速低湍流度风洞， $V = 3 \sim 70 \text{ m/s}$ ， $\varepsilon = 0.02\% \sim 0.1\%$ ，三元实验段  $1.05 \times 1.2 \times 2.8$  米，二元实验段  $0.4 \times 1.0 \times 2.8$  米。流场品质优良，其性能满足国军标。曾荣获国家科技进步二等奖。
3. 电子应变天平：采用六分量电子应变天平，其性能满足国军标。

4. 飞行器模型：根据需要选用不同的飞行器模型。
5. 测压系统：采用管排压力测量系统，优点：压力发布非常直观，且精度满足要求，缺点：效率太低。