

实验教学大纲

文件目录

| | |
|---------------------|----|
| 1. 制定教学大纲的指导思想····· | 1 |
| 2. 材料力学实验教学大纲····· | 3 |
| 3. 理论力学实验教学大纲····· | 20 |
| 4. 流体力学实验教学大纲····· | 25 |
| 5. 数值模拟实验教学大纲····· | 49 |

制定教学大纲的指导思想

实验教学是构成高等学校课程教学的重要组成部分。本中心按照新世纪经济建设和社会发展对高素质创新人才培养的需要，与理论教学紧密结合，科学地设置实验项目，并注重先进性、开放性和将科研成果转化为教学实验，形成适应学科特点及自身系统性和科学性的、完整的实验体系；全面培养学生的科学作风，实验技能以及综合分析、发现和解决问题的能力，使学生具有创新、创业精神和实践能力。

为此，在确定实验教学大纲方面，本中心坚持如下原则：

(1) 充分给予学生开展实验的自主性，激发学生参加实验的能动性

在完成基本性实验以后，学生可以根据自己的专业和兴趣选择实验内容、自行设计实验方案、自己制备实验试件，甚至可以自己改进试验仪器。学生可以在现有软件上增加自己的功能模块。灵活多样和完全开放的实验教学模式为学生创造了施展才能的广阔空间。

(2) 不同类型的实验采用不同的方法

根据基本型实验、综合设计型实验和创新性实验的不同要求，以及学生的专业背景和学习能力的差异，采用不同的教学方法和考核方法。

对基本型实验，采取教师现场指导的方式，便于教师了解学生的学习状况，有针对性地解决实验学习中的问题，使学生尽快掌握基本的是实验操作。

对综合设计型实验，结合工程实践指定题目，学生可灵活运用实体实验、计算机设计和数值模拟等多种手段，使学生既掌握基本的实验方法，又充分了解新技术的应用，扩展其知识视野。

对于创新性实验，实验室全部开放，由学生自主实验，充分发挥学生的主观能动性和创造性。学生遇到问题，可以与教师、研究生或其他学生进行讨论。

(3) 注重实验教学与学生课外科技活动相结合

经过大学力学基本实验内容的锻炼，大学生已经将工程力学实验中心作为课外科技活动的重要场所。例如全国机械设计大赛、结构设计大赛、全国机器人大赛和学生研究训练等学生课外科技活动。学生利用实验室的仪器和软件完成了多项研究课题，有一些被列入学校科技星火计划。实验中心承担的毕业设计工作中，大部分题目来自工程企业实用内容。这些均为学生与企业联系的实习题目或指导教师与企业单位合作项目中的选题。

北京工业大学工程力学实验中心

材料力学实验教学大纲

Test Items for Mechanics of Materials(III,V)

适用专业：机械、土木等专业

实验学时：16

学 分：

相关理论课程名称：材料力学

使用教材或参考书：郑承沛编《材料力学》

开课学院与学科部：机电学院工程力学学科部

撰稿人：秦飞

日 期：2003.4

一、 目的与任务

工程力学承担的理论力学、材料力学、工程力学三门基础课程在工科大学教育中处于第一个工程技术教育的转变时期。作为工科教育的基础课程，主要承担着将数理化基础科学理论知识向工程应用转变的作用。在知识转变的同时，更为重要的是工程分析能力和综合实验动手能力的培养。对于学生而言，在物理中的实验是科学观测型实验，而从理论力学和材料力学开始进行的实验是工程型实验。理论力学和材料力学的实验教学是工程型实验的开端。

实验教学的目标：实验教学在基本实验操作和实验知识培养的基础上，应突出对学生实验动手操作能力的培养和部分综合应用实验手段以及理论分析手段的能力培养。

将理论力学和材料力学的实验从原有的验证型实验中改革为：工程力学实验教学三个阶梯。第一个阶梯是基础实验，在实验能力培养方面重点解决学生动手能力；第二个阶梯是综合实验，在实验能力培养方面重点培养学生独立工作的能力；第三个阶梯是提高型实验，重点培养学生的综合实验和综合分析能力。

二、 教学基本要求

在知识传授的同时，注重实验操作、实验分析、综合分析等能力培养。在具体实验中要求从场地、设备、到实验教学方法均应以实验能力培养为核心。基本型实验和综合型实验要求达到2-3人一组。开放实验教学方法从综合型实验开始，在开放实验中不允许教师和实验室人员辅助学生做实验，严格要求学生独立完成。允许学生失败，允许学生重做实验。提高实验提倡学生研究讨论。

三、 实验项目与安排方式

| 序号 | 实验项目名称 | 性质 | 学时 | 人数/组 | 开放否 | 必做或选做 |
|------|-----------------------|----|-----|------|-----|-------|
| 实验一 | 拉伸实验 | 操作 | 1.5 | 2-3 | 否 | 必做 |
| 实验二 | 压缩实验 | 操作 | 0.5 | 2-3 | 否 | 必做 |
| 实验三 | 弹性模量 E 及泊松比 ν 的测定 | 操作 | 1.5 | 2-3 | 否 | 必做 |
| 实验四 | 扭转实验 | 基本 | 0.5 | 2-3 | 否 | 必做 |
| 实验五 | 金属材料的冲击实验 | 基本 | 0.5 | 2-3 | 否 | 必做 |
| 实验六 | 叠梁弯曲实验 | 综合 | 2 | 2-3 | 是 | 必做 |
| 实验七 | 薄壁圆管弯扭组合的应力测定 | 综合 | 2 | 2-3 | 是 | 必做 |
| 实验八 | 电测综合型实验 | 设计 | 4 | 2-3 | 是 | 必做 |
| 实验九 | 弹塑性与电测综合型实验 | 提高 | 4 | 2-3 | 是 | 必做 |
| 实验十 | 金属表面残余应力测定 | 提高 | 1 | 2-3 | 是 | 选做 |
| 实验十一 | 测定金属材料疲劳裂纹扩展速率 | 提高 | 0.5 | 2-3 | 是 | 选做 |
| 实验十二 | 应力集中光弹性实验 | 基本 | 0.5 | 2-3 | 是 | 选做 |
| 实验十三 | 应力集中系数的光弹性测定与数值模拟 | 提高 | 4 | 2-3 | 是 | 选做 |

四、 综合成绩评定的方法

由于采取开放形式，没有教师时时监督，难免有学生不认真做实验。相应的检查措施必须跟上。为检查开放实验效果，根据具体情况在几个学期中进行了不同形式的考试。(1) 打乱班级的期末口试，全体教师都为主考官，学生随机分布。口试采取当场抽签、当场口答、当场给分的做法。并且将此成绩按 10% 计入期末总分中。(2) 将开放实验内容作为考题反映在期末试卷中，占总成绩的 (10-20)%。(3) 采取报告会的形式。最后 4 学时的大综合实验后，我们以理论课的课堂为基础，随机抽取学生到讲台上做报告，其余所有学生都可以提问，并给予评价，这种报告会开得非常热烈，土建学院中两个班的报告会在计划的 2 学时内没有完成，另外找时间又进行了一次。学生都踊跃上台发表自己的见解。

五、 实验模块大纲说明

从 99 级开始，工程力学实验中心进行实验教学改革，以突出工程实验能力培养为核心，对实验教学从内容、方法、到实验室管理进行了全面的改革。工程力学实验定位在对工程类本科生进行基本工程实验能力的培养。它将完成学生从物理的科学规律观测试验到工程实验的转变。为专业课程实验打下基础。

专业负责人签字：隋允康

教学院长签字：李晓阳

实验一、拉伸实验

Tension Test

实验学时：1.5

实验类型：操作性

实验所属理论课程名称：材料力学 III, V

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦飞

日期：2003.4

一、目的与任务

观察、比较低碳钢和铸铁的拉伸过程及破坏现象，测定其主要的力学性能指标，并比较其机械性能。

二、内容、要求与安排方式

1. 内容、要求

测定拉伸时的低碳钢屈服极限、强度极限；延伸率和断面收缩率。铸铁强度极限。要求同时了解国标的有关规定和实验项目。

2. 实验安排方式

分组：3人/组；同时安排组数：6组

三、场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：100 平米

2. 所用设备：

液压式万能材料试验机 300 kN 4 台

机械式材料拉伸试验机 50 kN 2 台

游标卡尺、分规 6 套

计算机、复印机 6 套

材料试验机数据采集系统 6 套

3. 消耗性器材

拉伸试件：低碳钢和铸铁（或铝试件）

计算机、复印机耗材

四、考核与成绩评定

1 考核的内容

实验方法、实验设备操作与材料性能。

2 成绩评定的方法

口试或考题。

五、实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的内容，新拉伸实验提高了基本实验的起点和更加贴近工程实际。

实验二、压缩实验

Compression Test

实验学时：0.5

实验类型：操作性

实验所属理论课程名称：材料力学 III, V

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦飞

日期：2003.4

一、目的与任务

观察、比较低碳钢和铸铁的压缩过程及破坏现象，测定其主要的力学性能指标，并比较其机械性能。

二、内容、要求与安排方式

1. 内容、要求

测定压缩时的低碳钢屈服极限；铸铁强度极限。要求观察破坏现象分析其原因。

2. 实验安排方式

分组：4人/组；同时安排组数：4组

三、场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：60 平米

2. 所用设备：

●CSS-1110 电子万能材料试验机 100KN 4 台

3. 消耗性器材

压缩试件：低碳钢和铸铁

四、考核与成绩评定

1 考核的内容

实验方法、实验设备操作与材料性能。

2 成绩评定的方法

口试或考题。

五、实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的内容，突出了材料性能基本实验的地位与作用。

实验三、弹性模量 E 及泊松比 ν 的测定

Measurement of Elastic Modulus E and Poisson ratio ν

实验学时：1.5

实验类型：操作性

实验所属理论课程名称：材料力学 III, V

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦 飞

日期：2003.4

一、目的与任务

1. 在比例极限内，测定钢材的弹性模量 E 和泊松比 ν ，并验证虎克定律。
2. 了解电测法的基本原理和方法，初步熟悉电阻应变仪的使用方法。

二、内容、要求与安排方式

1. 内容、要求

测定钢拉伸试件的弹性模量 E 和泊松比 ν 。要求验证虎克定律。

2. 实验安排方式

分组：3 人/组； 同时安排组数：8 组

三、场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：60 平米

2. 所用设备：

●1-5-2 型拉力试验机 50kN 8 台

●YJR-6 型静态数字应变仪 8 台

3. 消耗性器材

拉伸试件

电测耗材

四、考核与成绩评定

1 考核的内容

实验方法、实验设备操作与电测原理和桥路。

2 成绩评定的方法

口试或考题。

五、实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的内容，强调了重视基本实验的基本功。

实验四、扭转实验

Torsion

实验学时：0.5

实验类型：基本性

实验所属理论课程名称：材料力学 III, V

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦 飞

日期：2003.4

一、 目的与任务

观察、比较低碳钢和铸铁的受扭过程及破坏现象，测定其扭转性能指标，并比较其机械性能。

二、 内容、要求与安排方式

1. 内容、要求

测定低碳钢的扭转屈服极限、强度极限，铸铁的扭转强度极限，要求对低碳钢和铸铁的扭转各阶段应力分布和破坏方向进行分析与推导公式。

2. 实验安排方式

分组：16 人/组； 同时安排组数：1 组

三、 场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：60 平米

2. 所用设备：

●NJ-100B 型扭转试验机 1 台

3. 消耗性器材

扭转试件：低碳钢和铸铁

四、 考核与成绩评定

1 考核的内容

实验方法与材料性能分析。

2 成绩评定的方法

口试或考题。

五、 实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的内容，强调了重视基本实验的基本功训练。

实验五、金属材料的冲击实验

Impact Test of Metal Materials

实验学时：0.5

实验类型：基本性

实验所属理论课程名称：材料力学 III, V

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦 飞

日期：2003.4

一、 目的与任务

测定金属材料的冲击韧性，并观察其破坏情况。

二、 内容、要求与安排方式

1. 内容、要求

测定低碳钢和铸铁的冲击韧度，并比较其破坏情况。

2. 实验安排方式

分组：16 人/组； 同时安排组数：1 组

三、 场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：60 平米

2. 所用设备：

● JB-30A 冲击试验机 1 台

3. 消耗性器材

低碳钢和铸铁试件

四、 考核与成绩评定

1 考核的内容

实验方法、实验设备操作。

2 成绩评定的方法

口试或考题。

五、 实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的内容，即保留了基本实验的完整性。

实验六、叠梁弯曲实验

Bending Test of a Overlapped Beam

实验学时：2

实验类型：操作（研究）性

实验所属理论课程名称：材料力学 III, V

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦 飞

日期：2003.4

一、 目的与任务

1. 测定矩形截面叠梁在纯弯曲时的正应力分布，并与理论值比较，以验证弯曲正应力公式。
2. 进一步熟悉电测方法及电阻应变仪的使用。

二、 内容、要求与安排方式

1. 内容、要求

测定组合实验台装置矩形截面叠梁在纯弯曲时的正应力分布。要求推导其理论公式，验证弯曲正应力公式。

2. 实验安排方式

分组：2 人/组； 同时安排组数：10 组

实验方式：开放

三、 场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：60 平米

2. 所用设备：

●组合实验台装置和加载车装置 10 台

●YJR-6 型静态数字应变仪 10 台

3. 消耗性器材

调试工具和插头、焊锡等

四、 考核与成绩评定

1 考核的内容

实验方法、实验设备操作与理论分析。

2 成绩评定的方法

口试或考题。

五、 实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的内容，提高了原实验的起点和难度，由验证性实验变为综合性实验。

实验七、薄壁圆管弯扭组合的应力测定

Stress of thin-walled tube under Bending and torsion

实验学时：2

实验类型：综合性

实验所属理论课程名称：材料力学 III, V

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦 飞

日期：2003.4

一、 目的与任务

1. 用应变花测定平面应力状态下的主应力和主方向。
2. 熟悉不同的桥路接线方法及在组合变形情况下测取单一成分应变的方法。

二、 内容、要求与安排方式

1. 本实验涉及弯曲应力、扭转应力和应力状态分析三个知识点。
2. 内容、要求
测定薄壁曲拐一点的主应力和主方向及单一成分应变。要求用半桥和全桥测量。

3. 实验安排方式

分组：2 人/组； 同时安排组数：10 组

实验方式：开放

三、 场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：60 平米
2. 所用设备：
 - 组合实验台装置和加载车装置 10 台
 - YJR-6 型静态数字应变仪 10 台
3. 消耗性器材
调试工具、插头和焊锡等

四、 考核与成绩评定

- 1 考核的内容
实验方法、实验设备操作，理论分析和桥路运用。
- 2 成绩评定的方法
口试或考题。

五、 实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的内容，体现了理论分析和实验的综合性。

实验八、电测综合型实验

Application of strain gages: a research project

实验学时：4

实验类型：设计性

实验所属理论课程名称：材料力学 III, V

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦 飞

日期：2003.4

一、 目的与任务

1. 用电测方法和其它方法结合分析构件的应力或内力等。
2. 通过自行制定实验方案，实施方案（贴片、布线、测试等），并结合其它方法，分析实验结果的全过程，对一较复杂问题进行实验的综合训练。以培养实验动手能力和科学严谨的工作作风。

二、 内容、要求与安排方式

1. 内容

学生在教师指导下自主选择实验项目，或从实验室提供的 10 余种试件中选择。

2. 要求

学生自己设计、确定实验方案，要解决的问题等环节；自己动手实验、分析结果并撰写小论文形式的总结报告。鼓励将实验结果与理论分析、数值模拟等方法结果的比较。

3. 实验安排方式：分组：2 人/组； 同时安排组数：8 组

三、 场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：60 平米

2. 所用设备：

●1-5-2 型拉力试验机 50KN 8 台

●YJR-6 型静态数字应变仪 8 台

●计算机和 ANSYS 有限元程序

●408 型光弹仪 1 台

3. 消耗性器材：电阻片、导线等；贴片工具、棉花、酒精、砂纸

四、 考核与成绩评定

1 考核的内容：实验方法、实验设备操作及综合实验分析。

2 成绩评定的方法：口试、考题或小论文宣讲。

五、 实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的新内容，体现综合设计性和全过程能力培养，属有较高水平实验。

实验九、弹塑性与电测综合型实验

Research project on Elastic-Plastic behavior of structural members

实验学时：4

实验类型：提高性

实验所属理论课程名称：材料力学 III, V

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦 飞

日期：2003.4

一、 目的与任务

1 加深理解材料的弹塑性过程，材料进入塑性后的性态与卸载后的残余应力分布情况。

2X 射线法与电测法相结合。用电测法观察试件加、卸载时的应力、应变情况，用 X 射线法进行表面应力的测量。通过自行制定实验方案，实施方案（贴片、布线、测试等），并结合其它方法，分析实验结果的全过程，分析两种方法所测实验结果的全过程，对静态电测的基本测试技术、X 射线法表面应力的测量方法进行综合训练，以进一步巩固理论知识，从一般材料力学处理的弹性问题扩展到塑性问题，特别是会涉及到一些目前尚未有完整理论解的问题，与工程实际相结合，培养独立分析问题、解决问题的能力，培养实验动手能力，培养科学工作作风。

二、 内容、要求与安排方式

1. 内容

低碳钢试件用电测法测定在纯弯曲弹性状态及进入塑性后的应力-应变情况，观察屈服状态，观察分析卸载特点。从理论分析得出卸载后表面残余应力的状态，并用 X 射线法加以验证对比。

●要求

- ♣用电测法测定试样在纯弯曲段内上下表面处弹性及塑性阶段的应力应变情况。
- ♣用计算机画出弹塑性阶段的应力应变曲线及卸载曲线。
- ♣测定弹性模量 E 和泊松比 ν ，观察弹塑性阶段的泊松比 ν 的变化。
- ♣判断材料进入全塑性阶段（出现塑性铰）时的应力应变特征。
- ♣仔细观察卸载规律，得出相应结论。
- ♣从理论上计算出弹性极限载荷 P_e 、塑性极限载荷 P_u ，计算出卸载后的残余应力。将实验结果与理论分析进行对比。

2. 实验安排方式

分组：2 人/组； 同时安排组数：2 组

三、 场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：60 平米

2. 所用设备：

- ♣《X-95 型》X 射线应力测试仪 1 台
- ♣YJR-6 型静态数字应变仪 1 台
- ♣抛光机
- ♣加载小车
- ♣测力仪

3. 消耗性器材

试样

电阻片、导线等

贴片工具、棉花、酒精、砂纸

四、考核与成绩评定

1 考核的内容

实验方法、实验设备操作及弹塑性理论、综合实验分析。

2 成绩评定的方法

口试、考题或小论文宣讲。

五、实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的新内容，体现综合设计性和知识拓展训练，在学生能力培养方面，该实验项目在国内高校走在前列。

实验十、金属表面残余应力测定

Measuring for Residual Stress on Metal Surface

实验学时：1

实验类型：提高性

实验所属理论课程名称：材料力学 III, V

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦 飞

日期：2003.4

一、 目的与任务

- 1 了解残余应力仪的基本原理，用途及使用方法。
- 2 加深理解表面残余应力的概念，了解不同加工状态表面应力的分布情况，了解焊接残余应力的分布特点。

二、 内容、要求与安排方式

1. 内容

对各种加工方法和弯梁试件测定表面残余应力。

❁要求

- ❁了解残余应力的产生和工程应用。
- ❁用仪器测定残余应力并分析其结果。

2. 实验安排方式

分组：12 人/组； 同时安排组数：1 组

三、 场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：60 平米

2. 所用设备：

❁《X-95 型》X 射线应力测试仪 1 台

❁抛光机

3. 消耗性器材

试样

工具、棉花、酒精、砂纸

四、 考核与成绩评定

1 考核的内容

实验方法、实验设备原理及残余应力的理论、实验分析。

2 成绩评定的方法

口试、考题。

五、 实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的新内容，体现扩展性训练要求。

实验十一、测定金属材料疲劳裂纹扩展速率

Measurement of Fatigue Crack Growth Rate of metal Materials

实验学时：0.5

实验类型：操作性

实验所属理论课程名称：材料力学 III, V

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦飞

日期：2003.4

一、目的与任务

- 1 了解高频疲劳试验机的基本原理，用途及使用方法。
- 2 了解断裂力学实验的基本概念和方法。

二、内容、要求与安排方式

1. 内容

对 40CrNiMo 材料的标准 CT 试样，参考国标 GB6398-86 的实验方法得到计算裂纹扩展速率和应力强度因子的有关参数。

●要求

- ♣了解载荷监控系统。
- ♣了解裂纹扩展测量。
- ♣了解静态加载系统。
- ♣了解标定和调零方法。

2. 实验安排方式

分组：12 人/组； 同时安排组数：1 组

三、场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：60 平米

2. 所用设备：

- 高频疲劳试验机 1 台
- 计算机采集系统
- 打印机

3. 消耗性器材：试样、工具、棉花、酒精、砂纸

四、考核与成绩评定

- 1 考核的内容：实验方法、实验设备原理及断裂力学实验的基本参数。
- 2 成绩评定的方法：口试、考题。

五、实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的新内容，体现扩展性训练要求。

实验十二、应力集中光弹性实验

Test of Photoelasticity

实验学时：0.5

实验类型：基本性

实验所属模块：工程力学实验模块

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦飞

日期：2003.4

一、目的与任务

- 1 了解光弹性实验原理和光弹仪的使用方法。
- 2 用光弹性法测定带孔拉板（或带槽拉板）的应力集中系数 α 。

二、内容、要求与安排方式

1. 内容

- 1 了解光弹仪的各部分名称与作用。调整仪器，使之成像清晰。
- 2 在平面偏振光场中观察等差线和等倾线以及两种条纹的区别方法。
- 3 在圆偏振光场中观察等差线，熟悉条纹级次的判别方法。
- 4 在单色光下，用圆偏振光场，对径受压圆盘测定材料条纹值 f 。
- 5 观察带孔拉板模型的应力集中现象，判别其条纹级次。用旋转分析镜或载荷补偿法，测定其最高条纹级次，然后带入公式计算应力集中系数 α 。

●要求

- ♣了解光弹性法的基本原理和实验技术。
- ♣掌握带孔拉板模型应力集中系数 α 的测试方法和计算其值。

2. 实验安排方式

分组：8人/组； 同时安排组数：1组

三、场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：60 平米

2. 所用设备：

♣408 型光弹仪 1 台

3. 消耗性器材

试样、电池、镜头纸等

四、考核与成绩评定

- 1 考核的内容：实验方法、实验设备及光测实验原理、结果分析。
- 2 成绩评定的方法：口试、考题。

五、实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的新内容，体现扩展性训练要求。

实验十三、应力集中系数的光弹性测定与数值模拟

Determination of SCF by Photoelastic and Numerical Simulation

实验学时：4

实验类型：提高性

实验所属理论课程名称：材料力学 III, V

实验指导书名称：材料力学实验

相关理论课程名称：材料力学

撰稿人：秦 飞

日期：2003.4

一、 目的与任务

- 1 了解光弹性实验原理和光弹仪的使用方法。
- 2 用光弹性法测定带孔拉板（或带槽拉板）的应力集中系数 α 。
- 3 学习数值模拟方法与 ANSYS 程序（学生版）的使用。

二、 内容、要求与安排方式

1. 内容、要求

- 1 了解光弹仪的各部分名称与作用。调整仪器，使之成像清晰。
- 2 在平面偏振光场中观察等差线和等倾线以及两种条纹的区别方法。
- 3 在圆偏振光场中观察等差线，熟悉条纹级次的判别方法。
- 4 在单色光下，用圆偏振光场，对径受压圆盘测定材料条纹值 f 。
- 5 观察带孔拉板模型的应力集中现象，判别其条纹级次。用旋转分析镜或载荷补偿法，测定其最高条纹级次，然后带入公式计算应力集中系数 α 。
- 6 用有限元 ANSYS 程序计算。
- 7 理论应力集中系数与以上两种方法比较。

2. 实验安排方式：分组：2 人/组； 同时安排组数：1 组；实验方式：开放

三、 场地与设备

1. 负责此实验的实验室：工程力学实验中心 地点：一教 使用面积：40 平米
2. 所用设备：
 - 408 型光弹仪 1 台
 - 手电筒
 - 计算机、打印机
4. 消耗性器材：光弹试样、电池、镜头纸、加工工具等。

四、 考核与成绩评定

- 1 考核的内容：实验方法、实验设备及光测实验原理、结果分析。
- 2 成绩评定的方法：口试、考题。

五、 实验大纲说明

此实验是 2003 级新大纲的新内容，体现扩展性训练的较高层次要求。

北京工业大学工程力学实验中心

理论力学实验教学大纲

Tests for Theoretical Mechanics

适用专业：机械、土木、交通、材料等专业

实验学时：

学 分：

相关理论课程名称：理论力学

使用教材或参考书：哈工大《理论力学》

开课学院与学科部：机电学院工程力学学科部

撰稿人：李晓阳

日 期：2004-12-7

一、 目的与任务

工程力学承担的理论力学、材料力学、工程力学三门基础课程在工科大学教育中处于第一个工程技术教育的转变时期。作为工科教育的基础课程，主要承担着将数理化基础科学理论知识向工程应用转变的作用。在知识转变的同时，更为重要的是工程分析能力和综合实验动手能力的培养。对于学生而言，在物理中的实验是科学观测型实验，而从理论力学和材料力学开始进行的实验是工程型实验。理论力学和材料力学的实验教学是工程型实验的开端。

实验教学的目标：实验教学在基本实验操作和实验知识培养的基础上，应突出对学生实验动手操作能力的培养和部分综合应用实验手段以及理论分析手段的能力培养。

将理论力学和材料力学的实验从原有的验证型实验中改革为：工程力学实验教学的三个阶梯。第一个阶梯是基础实验，在实验能力培养方面重点解决学生动手能力；第二个阶梯是综合实验，在实验能力培养方面重点培养学生独立工作的能力；第三个阶梯是提高型实验，重点培养学生的综合实验和综合分析能力。

二、 模块教学基本要求：

在知识传授的同时，注重实验操作、实验分析、综合分析等能力培养。在具体实验中要求从场地、设备、到实验教学方法均应以实验能力培养为核心。基本型实验和综合型实验要求达到 2-3 人一组。开放实验教学方法从综合型实验开始，在开放实验中不允许教师和实验室人员辅助学生做实验，严格要求学生独立完成。允许学生失败，允许学生重做实验。提高实验提倡学生研究讨论。

三、 实验项目与安排方式:

| 序号 | 实验项目名称 | 性质 | 学时 | 人数/ 组 | 开放否 | 必做或 选做 |
|-----|-------------------|----|----|----------|-----|-----------|
| 实验一 | 机械振动系统激振频率的 测量 | 操作 | 2 | 2—3 | 否 | 必做 |
| 实验二 | 机械振动系统固有频率的 测量 | 设计 | 2 | 2—3 | 否 | 必做 |
| 实验三 | 振动系统的模态分析实验 | 设计 | 4 | 2—3 | 是 | 必做 |

四、 综合成绩评定的方法

由于采取开放形式,没有教师时时监督,难免有学生不认真做实验。相应的检查措施必须跟上。为检查开放实验效果,根据具体情况在几个学期中进行了不同形式的考试。

打乱班级的期末口试,全体教师都为主考官,学生随机分布。口试采取当场抽签、当场口答、当场给分的做法。并且将此成绩按 10%计入期末总分中。

将开放实验内容作为考题反映在期末试卷中,占总成绩的(10-20)%。采取报告会的形式。最后 4 学时的大综合实验后,我们以理论课的课堂为基础,随机抽取学生到讲台上做报告,其余所有学生都可以提问题,并给予评价,这种报告会开得非常热烈,土建学院中两个班的报告会在计划的 2 学时内没有完成,另外找时间又进行了一次。学生都踊跃上台发表自己的见解。

在此基础上,组织全校性的大型报告会,组织学生学术年会

五、 实验模块大纲说明

从 99 级开始,工程力学实验中心进行实验教学改革,以突出工程实验能力培养为核心,对实验教学从内容、方法、到实验室管理进行了全面的改革。工程力学实验定位在对工程类本科生进行基本工程实验能力的培养。它将完成学生从物理的科学规律观测试验到工程实验的转变。为专业课程实验打下基础。

专业负责人签字: 隋允康

教学院长签字: 李晓阳

机械振动系统激振频率的测量

Measurement of Exciting Frequency of Mechanical Systems

实验学时：2 实验类型：操作型

实验所属模块：工程力学实验模块

实验指导书名称：理论力学振动实验指导书

相关理论课程名称：理论力学

撰稿人：李晓阳 日期：2004年11月

一、 目的与任务

- 1、了解振动信号测量原理
- 2、了解简谐振动的位移、速度、加速度信号之间的关系
- 3、掌握测量简谐振动的位移、速度、加速度幅值的方法

二、 内容要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：

测定简谐强迫振动的激振频率，要求掌握测量原理，自己动手完成实验，写出实验报告。

- 2、实验安排方式：

按班级分组，每班分九组，每组3-4人，一次可同时安排3组

三、 场地与设备

- 1、实验室名称：工程力学实验中心，一教，800m²

| 2、所用设备： | 数量 | 型号 |
|---------|----|--------|
| 机械振动实验台 | 3 | zk-3 |
| 信号发生器 | 3 | |
| 功率放大器 | 3 | |
| 测振仪 | 3 | scz2-3 |

- 3、消耗性器材：计算机耗材

四、 考核与成绩评定

- 1、考核的内容：如何测量、计算机械振动系统的激振频率
- 2、成绩的评定方法：按实验步骤亲自动手操作完成实验，依据理论写出详细的实验报告，据此给予成绩。

五、 实验大纲说明

该实验为基础实验，要求学生结合理论与工程实际背景，掌握测量原理与方法，完成实验。

机械振动系统固有频率的测量

Measurement of Natural Frequencies of Mechanical Systems

实验学时：2 实验类型：设计型
实验所属模块：工程力学实验模块
实验指导书名称：理论力学振动实验指导书
相关理论课程名称：理论力学
撰稿人：李晓阳 日期：2004年11月

一、 目的与任务

- 1、了解机械振动系统共振时的特点
- 2、学会用“共振法”测量机械振动系统的固有频率

二、 内容要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：
测量系统的固有频率，要求掌握测量原理，自己动手完成实验，写出实验报告。
- 3、实验安排方式：
按班级分组，每班分九组，每组3-4人，一次可同时安排3组

三、 场地与设备

- 1、实验室名称：工程力学实验中心，一教，800m²
- 2、所用设备：

| 数量 | 型号 | |
|---------|----|--------|
| 机械振动实验台 | 3 | zk-3 |
| 信号发生器 | 3 | |
| 功率放大器 | 3 | |
| 测振仪 | 3 | scz2-3 |
- 3、消耗性器材：计算机耗材

四、 考核与成绩评定

- 1、考核的内容：如何测量、计算机械振动系统的固有频率
- 2、成绩的评定方法：按实验步骤亲自动手操作完成实验，依据理论写出详细的实验报告，据此给予成绩。

五、 实验大纲说明

该实验为基础实验，要求学生结合理论与工程实际背景，掌握测量原理与方法，完成实验。

振动系统的模态分析实验

Experimental Modal Analysis of Vibrating Systems

实验学时：4 实验类型：提高型实验
实验所属模块：工程力学实验模块
实验指导书名称：理论力学振动实验指导书
相关理论课程名称：理论力学
撰稿人：李晓阳 日期：2004 年 11 月

一、 目的与任务

- 1、了解数字化测试技术的原理与做法
- 2、学会用“锤击法”测量振动系统的参数
- 3、初步了解、掌握对振动系统进行模态分析的做法

二、 内容要求与安排方式

1、实验内容与要求：采用“锤击法”，利用 DASP 软件，对简支梁进行测量，而后对测量结果进行模态分析。要求初步了解、掌握数字化测试技术，初步了解、掌握对数字化测试结果的分析方法。

- 2、实验安排方式：按班级分组，每班分九组，每组 3-4 人，一次可同时安排 3 组

三、 场地与设备

- 1、实验室名称：工程力学实验中心，一教，800m²

| 2、所用设备： | 数量 | 型号 |
|---------------|----|------|
| 机械振动实验台 | 3 | zk-3 |
| 小力锤 | 3 | |
| 加速度计 | 3 | |
| 四合一电荷放大器 | 3 | |
| INV 数据采集分析系统仪 | 3 | |

- 3、消耗性器材

四、 考核与成绩评定

- 1、考核的内容：如何测量、计算机械振动系统的固有频率
- 2、成绩的评定方法：按实验步骤亲自动手操作完成实验，依据理论写出详细的实验报告，据此给予成绩。

五、 实验大纲说明

该实验为提高型实验，要求学生结合理论与工程实际背景，初步了解、掌握测量原理与方法，完成实验。

京工业大学工程力学实验中心

流体力学实验教学大纲

Experiments of Fluid Mechanics

学时： 32

学分：

适用对象： 水务工程、土木工程、交通土建、建筑环境与设备工程、
热能与动力工程（汽车）、（制冷）、应用化学、环境工程
等。

先修课程： 高等数学、理论力学等

使用教材及参考书：《流体力学教学实验任务书》，李长平、张英编著，
北京工业大学教材出版社，2003年5月出版

一、课程性质、目的和任务

流体力学是一门重要的技术基础课。很多工程专业都将水力学或流体力学作为人才培养的基础必修课之一。本课程实验在流体力学教学中占有非常重要的位置。流体力学是一门技术科学，实验方法是促进其发展的重要研究手段；理论分析、实验研究和数值计算相结合始终是水力学和流体力学的主要研究方法，它们是一种互相补充和验证，又不能互相取代的关系，实验方法仍是检验与深化研究成果的重要手段。但是，以往的流体力学理论教学往往与实验环节脱开进行，导致学生对某些抽象概念和流体运动规律发生时段上的理解困难；再加上某些专业课程分配的相对实验学时偏少，不可能使学生涉及比较全面的流体力学实验内容；再有，本实验室面对全校多专业开课，很多专业所要求的实验项目是相同的，但每年针对不同专业的实验教学大纲编写非常繁复，容易出错。为此，本实验室专门开设了“流体力学实验课程”，为上述各专业水力学及流体力学课程配套服务，合理安排理论授课与实验教学的学时分配，以期创造一种理论分析与实验

研究有机结合的良好环境，进一步达到培养学生实际应用能力的目的。

二、课程教学内容及要求

本课程共分大小 20 个实验单项，总计 32 学时。各专业班级任课教师可根据本专业特点、授课学时，随机选用若干实验单项，更好地为教学服务。另外，本实验室还专门开设了多媒体模拟室，配备多种流动基本及验证型实验项目课件，可为教师提供联合授课便利条件，把课堂上不易传授清楚及学生不易理解的难点知识，放到实验室结合实际流况及多媒体实验模拟同时进行，因而也解决了少学时班级实验课时过少，所能涉及的实验内容有限的矛盾，收到事半功倍的良好教学效果。

实验项目目录：

| 序号 | 实验名称 | 实验类型、要求 | 学时 | 页号 |
|------|----------|---------|----|----|
| 实验一 | 静水压强实验 | 综合型 【1】 | 2 | 3 |
| 实验二 | 平面静水总压实验 | 综合型 【2】 | 1 | 4 |
| 实验三 | 雷诺实验 | 综合型 【2】 | 1 | 5 |
| 实验四 | 虹吸原理实验 | 基本型 【3】 | 1 | 6 |
| 实验五 | 水击综合实验 | 基本型 【3】 | 1 | 7 |
| 实验六 | 流谱流线实验 | 基本型 【3】 | 1 | 8 |
| 实验七 | 仿真流动实验 | 综合型 【3】 | 1 | 9 |
| 实验八 | 多媒体模拟实验 | 创新型 【2】 | 2 | 10 |
| 实验九 | 自动量测实验 | 创新型 【2】 | 2 | 11 |
| 实验十 | 能量方程实验 | 综合型 【2】 | 1 | 12 |
| 实验十一 | 文透里流量计实验 | 综合型 【1】 | 2 | 13 |
| 实验十二 | 动量方程实验 | 综合型 【1】 | 2 | 14 |
| 实验十三 | 沿程阻力实验 | 综合型 【1】 | 2 | 15 |
| 实验十四 | 局部阻力实验 | 综合型 【1】 | 2 | 16 |
| 实验十五 | 明渠水面曲线实验 | 综合型 【2】 | 1 | 17 |
| 实验十六 | 离心泵性能实验 | 综合型 【1】 | 2 | 18 |
| 实验十七 | 圆柱绕流阻力实验 | 综合型 【1】 | 2 | 19 |
| 实验十八 | 紊流射流实验 | 综合型 【1】 | 2 | 20 |
| 实验十九 | 弯道实验 | 综合型 【1】 | 2 | 21 |
| 实验二十 | 平板边界层实验 | 综合型 【1】 | 2 | 22 |
| 总计 | 20 项 | | 32 | |

实验一、 静水压强实验

(Experiment of Stastic Hydraulics Pressure)

适用专业： 水务工程、土木工程、交通土建、建筑环境与设备工程、热能与动力工程（汽车）、（制冷）、机械制造、应用化学、环境工程等。

实验学时： 2 实验类型： 综合型（有电脑 CAI 教学及模拟测试、处理能力）

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 静水压强实验指导书

相关理论课程名称： 水力学、水力学与桥涵水文、流体力学等

前修课程名称： 高等数学、理论力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、 目的与任务

通过本实验，使学生熟悉与巩固专业基础课--“水力学或流体力学”当中的静力学部分之主要内容：包括点压强计算、等压面概念、静力学基本方程、容重测定等。

二、 内容、要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：测定点压强，测管水头概念，静力学方程，容重测定等。
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为 8 组，每组人数 2—3 人，可开放。

三、 场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建工学院 3 段 203 室流体力学实验大厅；面积：131.76m²。
- 2、所用设备：静水压强实验仪；数量：8 台。
- 3、消耗性器材：软管、缝纫机油、烧杯等。

四、 考核与成绩评定

- 1、考核的内容：点压强计算；容重计算；对静力学方程的理解；真空度概念；水头概念等。
- 2、成绩评定的方法：参考上述内容完成情况综合评定

五、 实验大纲说明

静水压强实验是各专业水力学及流体力学课程教学大纲要求入门必作实验，对学生流体力学知识的了解认识有很重要的意义。

实验二、 平面静水总压实验

(Experiment of Stastic Hydraulics Pressure)

适用专业： 水务工程、土木工程、交通土建、建筑工程、建筑环境与设备工程、热能与动力工程（汽车）、（制冷）、机械制造、应用化学、环境工程等。

实验学时： 1 实验类型： 综合型（有课件可进行基本）

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 平面上的静水总压力实验指导书

相关理论课程名称： 水力学、水力学与桥涵水文、流体力学等

前修课程名称： 高等数学、理论力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、 目的与任务

验证静水压力理论的正确性。

二、 内容、要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：基本或测定矩形平面上的静水总压力，
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为2组，每组人数4—9人，可开放。

三、 场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建工学院3段203室流体力学实验大厅；面积：131.76m²。
- 2、所用设备：静水总压力实验仪；数量：2台。
- 3、消耗性器材：蒸馏水等。

四、 考核与成绩评定

- 1、考核的内容：验证测试时考核报告完成情况，静水总压概念等。
- 2、成绩评定的方法：参考上述内容综合评定

五、 实验大纲说明

静水总压实验是各专业水力学及流体力学课程教学大纲要求的实验，对学生流体静力学知识的了解认识有重要意义。

实验三、雷诺实验

(Reynolds Experiment)

适用专业：水务工程、土木工程、交通土建、建筑工程、建筑环境与设备工程、热能与动力工程（汽车）、（制冷）、机械制造、应用化学、环境工程等。

实验学时： 1 实验类型：综合型（有模拟课件可展示）

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 雷诺实验指导书

相关理论课程名称： 水力学，水力学与桥涵水文、流体力学、工程流体力学等。

前修课程名称： 高等数学、理论力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、观察层流、紊流的流态及其转换特征。
- 2、测定临界雷诺数，掌握圆管流态判别准则。
- 3、学习古典流体力学中应用无量纲参数进行实验研究的方法，并了解其实用意义。

二、内容、要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：基本雷诺实验全过程，测定临界雷诺数。
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为 1 组，每组人数 8—10 人，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建院三段 206 室。
- 2、所用设备：雷诺实验仪 1 套；多媒体计算机一台及 CAI 电化教学课件一套。
- 3、消耗性器材：蒸馏水、特制颜色水、量筒、秒表、可控硅调速器及零件等。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：实验认真程度。
- 2、成绩评定的方法：略

五、实验大纲说明

雷诺实验是各专业水力学及流体力学课程要求必作的一项重点实验，对了解层、紊流流动及其过度过程有重要的意义。

实验七、仿真流动实验

Flow Display

适用专业：水务工程、土木工程、交通土建、建筑工程、建筑环境与设备工程、热能与动力工程（汽车）、（制冷）、机械工程、应用化学、环境工程等。

实验学时： 1 实验类型： 综合型

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 流动基本实验指导书

相关理论课程名称： 水力学、水力学与桥涵水文、流体力学、工程流体力学等

前修课程名称： 高等数学、理论力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、观察流体绕 30 余种不同固体边界的流动现象，进一步认识了解流体运动规律；
- 2、观察流速及边界变化对流体运动状态的影响。

二、内容、要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：观察液体绕不同固体边界流动现象，认识流体运动规律。
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为 1 组，每组人数 10—16 人，可开放。
本设备放置在模拟室，可随联合授课全班同时进行。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建院三段 204 模拟室。
- 2、所用设备：流动显示仪——1 套 7 挂件。
- 3、消耗性器材：蒸馏水、可控硅调速器及日光灯配件等。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：观看实验认真程度。
- 2、成绩评定的方法：略

五、实验大纲说明

流动显示是水力学及流体力学教学中不可缺少的基本性项目，可促进学生了解、认识流体在不同边界流场的迹线、边界层分离、尾流、旋涡等多种流动图谱知识。

实验八、多媒体模拟实验

适用专业：水务工程、土木工程、交通土建、建筑工程、建筑环境与设备工程、热能与动力工程（汽车）、（制冷）、机械工程、应用化学、环境工程等。

实验学时： 2 实验类型： 创新型

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 多媒体模拟实验指导书

相关理论课程名称： 水力学、水力学与桥涵水文、流体力学、工程流体力学等

前修课程名称： 高等数学、理论力学、计算机应用等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、通过对大部分教学实验的计算机多媒体模拟基本、及对流体运动规律的模拟揭示，进一步促进学生对流体力学知识的掌握。
- 2、启发学生计算机应用于教学实验方面的思路，掌握先进的模拟手段。

二、内容、要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：进行基本教学实验的全面电脑模拟，问题讨论，流态基本等。
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为 1 组，每组人数全班，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建院三段 204 模拟室。
- 2、所用设备：计算机多媒体模拟基本系统 1 套。
- 3、消耗性器材：计算机附件、投影机耗材、课件等。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：观看基本、讨论问题的态度等。
- 2、成绩评定的方法：略

五、实验大纲说明

较长时间以来，计算机技术在各领域的应用已成破竹之势，现代实验手段中计算机应用也必不可少。先进模拟量测、展示技术的开发与突破已成为检验一个学科实验技术水平的基本衡尺。

实验九、计算机自动量测实验

适用专业：水务工程、土木工程、交通土建、建筑工程、建筑环境与设备工程、热能与动力工程（汽车）、（制冷）、机械工程、应用化学、环境工程等。

实验学时： 2 实验类型： 创新型

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 自动量测实验指导书

相关理论课程名称： 水力学、水力学与桥涵水文、流体力学、工程流体力学等

前修课程名称： 高等数学、理论力学、计算机应用等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、熟悉计算机在教学实验当中的自动数据采集，处理技术。
- 2、启发学生计算机应用于实验测试方面的思路，掌握先进的实验手段。

二、内容、要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：进行管道压差、体积流量的计算机数采及联机处理。
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为 2 组，每组人数 4—6 人，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建院三段 203 实验大厅。
- 2、所用设备：计算机自动量测系统 2 套。
- 3、消耗性器材：计算机附件及耗材。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：操作态度，数采范围，疏密度，精度等。
- 2、成绩评定的方法：略

五、实验大纲说明

较长时间以来，计算机技术在各领域的应用已成破竹之势，现代实验量测手段中计算机应用也必不可少。先进量测技术的开发与突破已成为检验一个学科实验技术水平的必要衡尺。

实验十、恒定总流能量方程实验

适用专业： 水务工程、土木工程、交通土建、建筑工程、建筑环境与设备工程、热能与动力工程（汽车）、机械制造、应用化学、环境工程等。

实验学时： 1 **实验类型：** 综合型（有课件基本）

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 恒定总流能量方程实验指导书

相关理论课程名称： 水力学、水力学与桥涵水文、流体力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、观察恒定流条件下，通过管道水流的位置势能、压强势能和动能的沿程转化规律，加深理解能量方程的物理意义及几何意义。
- 2、考察均匀流、渐变流与急变流在水流特征及断面压强分布规律方面的差别，明确恒定总流能量方程的运用条件。
- 3、学习使用测压管、总压管测水头的实验技能及绘制水头线的方法。

二、内容、要求与安排方式【2】

- 1、实验内容与要求：基本或测定恒定流条件下管道水流的位置势能、压强势能和动能的沿程转化规律，绘制水头线。
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为 2 组，每组人数 6—8 人，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建工学院 3 段 204 室。
- 2、所用设备：能量方程实验仪；数量：2 台。
- 3、消耗性器材：软管、秒表等。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：实验认真程度。
- 2、成绩评定的方法：略

五、实验大纲说明

能量方程及水头线基本实验是各专业水力学及流体力学课程教学大纲要求的实验，对学生巩固能量方程运用，加深对水头线知识的认识有重要的意义。

实验十一、文透里流量计率定实验

Determine of flow with Venturi Pipe

适用专业：水务工程、土木工程、交通土建、建筑工程、建筑环境与设备工程、热能与动力工程（汽车）、（制冷）、机械制造、应用化学、环境工程等。

实验学时： 2 实验类型： 综合型（可进行数据自采及处理、并有课件基本）

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 文透里流量计实验指导书

相关理论课程名称： 水力学、水力学与桥涵水文、流体力学、工程流体力学等

前修课程名称： 高等数学、理论力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、通过实验掌握文透里流量计的原理及用途，学会流量系数的率定方法。
- 2、观察管道恒定流中文透里流量计的断面变化引起的动能和势能的转化情况，及真空现象加深对能量方程的理解。
- 3、学会体积法测流，及压差计的用法。

二、内容、要求与安排方式【1】

- 1、实验内容与要求：测定文透里管的压差计读数；体积法测流量；可实践数据自动采集及联机处理；可进行多媒体模拟实验。
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为4组，每组人数3—4人，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建工学院3段203室流体力学实验大厅；面积：131.76m²。
- 2、所用设备：文透里实验仪，数量4；计算机自动量测系统2；多媒体基本系统。
- 3、消耗性器材：玻璃胶；软管；秒表、清洗液等

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：系数率定的准确性；思考题回答的准确性及思路。
- 2、成绩评定的方法：参照上述内容综合评定。

五、实验大纲说明

文透里流量计率定是水力学及流体力学教学大纲要求的实验项目，大纲要求学生掌握压差式流量计的率定及使用方法。

实验十二、动量方程实验

Momentum Principle Experiment

适用专业：水务工程、土木工程、交通土建、建筑工程、建筑环境与设备工程、热能与动力工程（汽车）、（制冷）、机械工程、应用化学、环境工程等。

实验学时： 2 实验类型： 综合型（有电脑 CAI 教学及模拟测试、处理能力）

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 动量方程实验指导书

相关理论课程名称： 水力学，水力学与桥涵水文、流体力学、工程流体力学等

前修课程名称： 高等数学、理论力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、 目的与任务

- 1、测定管嘴喷射水流对平板所施加的冲击力。
- 2、测定动量修正系数。
- 3、验证恒定总流的动量方程。

二、内容、要求与安排方式

- 1、可观看计算机 CAI 电化教学片，或上机进行模拟实验。
- 2、测量活塞中心点的静水压强来计算水流的冲击力。
- 3、测定本实验装置的灵敏度。
- 4、验证 $U_{2x} \neq 0$ 对 F_x 的影响。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建院三段 203 实验大厅。
- 2、所用设备：动量实验仪 4 套；多媒体模拟室及 CAI 课件一套。
- 3、消耗性器材：蒸馏水、量筒、可控硅调速器及零件等。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：
 - 1) 实验认真程度，用 16 开纸书写实验报告，计算表格、曲线、图形等正规化。
 - 2) 说明成果计算和整理过程、主要计算公式及常数的取值。
 - 3) 根据所学理论对实验中的现象、问题进行分析。
- 2、成绩评定的方法：根据以上内容的完成情况综合评定，并注重思考题。

五、实验大纲说明

动量定律实验是各专业水力学及流体力学课程教学大纲要求必作的一项实验，对加深对流体力学三大方程之一的动量方程的认识有重要意义。

实验十三、沿程阻力实验

Experiment of long way Resistance

适用专业：水务工程、土木工程、交通土建、建筑工程、建筑环境与设备工程、热能与动力工程（汽车）、（制冷）、机械工程、应用化学、环境工程等。

实验学时： 2 实验类型：综合型（有电脑 CAI 教学及模拟测试、处理能力）

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 沿程阻力实验指导书

相关理论课程名称： 水力学、水力学与桥涵水文、流体力学、工程流体力学等

前修课程名称： 高等数学、理论力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、测定液体在不同雷诺数情况下，管流的沿程水头损失和沿程阻力系数。
- 2、深入理解沿程损失概念，掌握测定沿程阻力系数的方法。

二、内容、要求与安排方式【1】

- 1、实验内容与要求：测定管流的沿程水头损失和沿程阻力系数，
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为 4 组，每组人数 4—6 人，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建工学院 3 段 104 室流体力学实验大厅；面积：185.76m²。
- 2、所用设备：沿程阻力实验仪 4 台。
- 3、消耗性器材：软管；秒表；水桶、电子秤等。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：沿程损失及阻力系数计算的精确性，思考题回答的准确性等。
- 2、成绩评定的方法：根据以上内容综合评定，分 A.B.C.不及格等

五、实验大纲说明

沿程阻力测定是水力学及流体力学教学大纲要求的各专业必作实验项目，实验大纲要求学生熟练掌握沿程损失概念，阻力系数测定等管流流动阻力方面的知识。

实验十四、局部阻力实验

Experiment of Local Resistance

适用专业：水务工程、土木工程、交通土建、建筑工程、建筑环境与设备工程、热能与动力工程（汽车）、（制冷）、机械工程、应用化学、环境工程等。

实验学时： 2 实验类型：综合型（有电脑 CAI 基本及模拟测试、处理能力）

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 局部阻力实验指导书

相关理论课程名称： 水力学、水力学与桥涵水文、流体力学、工程流体力学等

前修课程名称： 高等数学、理论力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、测定突扩、突缩管道局部水头损失和局部阻力系数。
- 2、深入理解局部损失概念，掌握测定局部阻力系数的方法。

二、内容、要求与安排方式【1】

- 1、实验内容与要求：测定管流局部水头损失和局部阻力系数。
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为 4 组，每组人数 4—6 人，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建工学院 3 段 104 室流体力学实验大厅；面积：185.76m²。
- 2、所用设备：局部阻力实验仪 4 台。
- 3、消耗性器材：软管；秒表；水桶、电子秤等。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：损失及阻力系数计算的精确性，思考题回答的程度等。
- 2、成绩评定的方法：根据以上内容综合评定，分 A.B.C.不及格等

五、实验大纲说明

局部阻力是水力学及流体力学教学大纲要求的各专业必作实验项目，大纲要求学生熟练掌握损失概念，阻力系数测定等流动阻力方面的知识。

实验十五、非均匀流水面曲线实验

适用专业：水务工程、土木工程、交通土建、建筑工程等。

实验学时： 1 实验类型： 综合型 (有实验课件可进行模拟)

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 非均匀流水面曲线实验指导书

相关理论课程名称： 水力学、水力学与桥涵水文、流体力学等

前修课程名称： 高等数学、理论力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、基本在不同底坡情况下矩形水槽中非均匀渐变流的几种主要水面曲线及其衔接型式。
- 2、加深对非均匀渐变流水面曲线的感性认识，加深对理论知识与水面线计算方法的理解。

二、内容、要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：观察不同底坡情况下矩形水槽中非均匀渐变流的几种主要水面曲线及其衔接型式。进一步认识液体明渠流动规律。
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为 1 组，每组人数 10—16 人，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建院三段 104 实验大厅。
- 2、所用设备：机械变坡明渠水面曲线实验仪 1 台
- 3、消耗性器材：玻璃胶、三氯甲烷等。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：观看实验认真程度。
- 2、成绩评定的方法：略

五、实验大纲说明

非均匀流水面曲线是水力学教学中重要的基本性项目，可促进相关专业学生了解、掌握液体在各种底坡情况下的明渠水面线知识。

实验十六、离心泵性能实验

Performance of Centrifugal Pump

适用专业：水务工程、建筑环境与设备工程、热能与动力工程（汽车）、（制冷）等多学时专业及应用化学、环境工程等。

实验学时： 2 实验类型： 综合型

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 离心泵性能实验指导书

相关理论课程名称： 水力学，水力学与桥涵水文、流体力学，工程流体力学等

前修课程名称： 高等数学、理论力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、要求学生学会测定水泵所产生的水头（H）；水泵输水量（Q）；轴功率（N）和效率（ η ）之技能。
- 2、确定 Q~H、N、 η 之间的关系，熟练掌握绘制离心泵工作性能曲线的方法。

二、内容、要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：现场测定压力表、真空表、转速表、流量计及轴功率五项参数；学会使用各种仪器；记录水泵铭牌数据等。
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为 2 组，每组人数 4—6 人，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建工学院 3 段 104 室流体力学实验大厅；面积：185.76m²。
- 2、所用设备：水泵实验台 2 套。
- 3、消耗性器材：软管，水止，天平砝码等。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：各项参数测定的准确性；计算的正确性；曲线绘制的标准性及对水泵性能的正确理解。
- 2、成绩评定的方法：根据以上内容综合判断，分 A.B.C.不及格等。

五、实验大纲说明

离心泵工作性能测定是工程流体力学及给排水专业“泵与泵站”等课程教学大纲要求的必作实验项目，实验大纲要求学生熟练掌握离心泵各工作参数的测定方法，泵性能曲线的绘制方法等。

实验十七、圆柱状物体绕流阻力实验

Resistance of flow round Cylinder Body

适用专业：热能与动力工程（汽车）与（制冷）专业等

实验学时： 2 实验类型： 综合型

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 圆柱状物体绕流阻力实验指导书

相关理论课程名称： 流体力学，工程流体力学

前修课程名称： 高等数学、理论力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、测定二维圆柱体在气流中所受阻力及阻力系数。
- 2、测定圆柱体表面压强分布。
- 3、测定圆柱绕流尾流区流速分布。

二、内容、要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：如上
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为4组，每组人数2—5人，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建院三段104厅。
- 2、所用设备：多功能气流实验台2套。
- 3、消耗性器材：略

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：略
- 2、成绩评定的方法：根据以上内容综合判断，分A.B.C.不及格等。

五、实验大纲说明

空气动力学方面的实验项目是工程流体力学教学大纲要求的，是热能与动力工程等专业学生须作实验。

实验十八、紊流射流实验

Experiment of Turbulent shoot flow

适用专业：热能与动力工程（汽车）与（制冷）专业等

实验学时： 2 实验类型： 综合型

实验所属模块名称： 流体力学实验模块

实验指导书名称： 紊流射流实验指导书

相关理论课程名称： 流体力学，工程流体力学

前修课程名称： 高等数学、理论力学等

开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、测量紊流射流不同断面处流速分布；
- 2、根据断面处流速分布确定扇形喷嘴，圆柱形喷嘴，收缩形喷嘴的射流结构。
- 3、验证紊流射流运动规律并加深理解。

二、内容、要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：略
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为4组，每组人数2—5人，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建院三段104厅。
- 2、所用设备：多功能气流实验台2套。
- 3、消耗性器材：乳胶管等。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：略
- 2、成绩评定的方法：根据以上内容综合判断，分A.B.C.不及格等。

五、实验大纲说明

空气动力学方面的实验项目是工程流体力学教学大纲要求的，是热能与动力工程等专业学生须作实验。

实验十九、弯道实验

Experiment of flow path Turbulent Pipe

适用专业： 热能与动力工程（汽车）与（制冷）专业等
实验学时： 2 实验类型： 综合型
实验所属模块名称： 流体力学实验模块
实验指导书名称： 弯道实验指导书
相关理论课程名称： 流体力学，工程流体力学
前修课程名称： 高等数学、理论力学等
开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、通过量测压强分布，对流经弯道的流体运动规律加深理解。
- 2、测量弯道内侧、外侧、径向的压强分布。

二、内容、要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：如上
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为4组，每组人数2—5人，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建院三段104厅。
- 2、所用设备：多功能气流实验台2套。
- 3、消耗性器材：乳胶管等。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：根据对实验任务的理解程度和计算结果综合评定。
- 2、成绩评定的方法：根据以上内容综合判断，分A.B.C.不及格等。

五、实验大纲说明

空气动力学方面的实验项目是工程流体力学教学大纲要求的，是热能与动力工程等专业学生须作实验。

实验二十、平板边界层实验

Flat Boundary Layer

适用专业： 热能与动力工程（汽车）与（制冷）专业等
实验学时： 2 实验类型： 综合型
实验所属模块名称： 流体力学实验模块
实验指导书名称： 平板边界层实验指导书
相关理论课程名称： 流体力学，工程流体力学
前修课程名称： 高等数学、理论力学等
开课学院与专业： 建工学院流体力学实验室

一、目的与任务

- 1、测定光华平板或粗糙平板的边界层断面流速分布。
- 2、测定并计算光华平板或粗糙平板的位移厚度。
- 3、计算光华平板或粗糙平板的动量损失厚度。

二、内容、要求与安排方式

- 1、实验内容与要求：如上
- 2、实验安排方式：同时可安排的实验组数为4组，每组人数2—5人，可开放。

三、场地与设备

- 1、负责此实验的实验室名称、地点及使用面积：流体力学实验室；建院三段104厅。
- 2、所用设备：多功能气流实验台2套。
- 3、消耗性器材：乳胶管等。

四、考核与成绩评定

- 1、考核的内容：根据对实验任务的理解程度和计算结果综合评定。
- 2、成绩评定的方法：根据以上内容综合判断，分A.B.C.不及格等。

五、实验大纲说明

空气动力学方面的实验项目是工程流体力学教学大纲要求的，是热能与动力工程等专业学生须作实验。

三、课程教学基本要求

1、本课程教学环节安排基本按上述各实验单项中具体内容要求进行，综合型实验每班按 2~3 批分别进行，每次实验开始前，学生在实验签到本上签到，分组坐好，由指导教师讲述实验设备原理、操作顺序、注意事项等，然后开始测试。测试完成后，教师查看实验数据，不合理处予以重作。下一步进行问题讨论：安排方式是由学生按组提出问题，学生回答或教师解答，或由教师提出相关问题，学生回答等，直至达到对本实验相关内容基本理解、掌握的程度。最后教师再次提醒实验报告要求格式、内容、要点等，实验结束。一般情况要求学生 1~2 周内完成实验报告。

实验报告判分标准如上各单项中所述。

- 2、基本型实验项目安排形式：学生分组或全班一次进行，学生签到。
- 1) 观看所选项多媒体模拟实验，其间随机穿插问题讨论、提问等；
 - 2) 观看所选项基本型实验，其间穿插问题讨论、提问等。
 - 3) 根据需要决定学生是否完成书面实验报告。

四、实践环节、 略…

五、课时分配

| 实验类型 | 课时分配 | | | |
|---------------|------|-------------|------|---------------------|
| | 讲课 | 实测 | 问题讨论 | 其他 |
| 1 综合、验证型实验 | 10% | 70% | 20% | 1~2 周内 完成实验报告 |
| 2 基本型实验 | 20% | 观看基本 70% | 10% | 视教学要求决定 是否完成实验报告 |

制定者： 李长平 执笔

审定者：

批准者：

校对者：

2003·3·31

京工业大学工程力学实验中心

数值模拟实验教学大纲

课程类别：本科生课程（公选课）

课程名称：数值模拟的技术与国际著名应用软件

课程名称英译：Technology and international famous applied softwares of numerical simulation

课程代码：

开课单位：机电学院

适用学科：安全工程、机械工程、土木工程、交通工程、汽车工程、材料工程

开课学期：7

课内总学时：32

（其中讲授学时：24 自学学时： 其他环节学时：8）

学分：2 考核方式：考查+分析报告或小论文

先修课程：工程力学、计算机辅助设计、计算机程序设计语言

一、课程内容与学时分配

1、课程主要内容：

本课程包括有限元等的基础理论、工程软件的设计（总体设计、数据管理、图形显示和界面设计等）；有限元分析和 Abaqus 软件、MSC.Nastran 软件、Strand7 软件、CFX 软件等及结构优化简介。

2、课程具体安排

| 课次 | 学时 | 内容 |
|----|----|-----------------------------|
| 1 | 2 | 绪论 |
| 2 | 2 | 数值模拟的基本概念、基本原理 |
| 3 | 2 | 数值模拟的有限元等方法 |
| 4 | 2 | 数值模拟的软件实现 |
| 5 | 4 | Abaqus 软件介绍及其应用 |
| 6 | 4 | MSC.Patran/Nastran 软件介绍及其应用 |
| 7 | 4 | Strand7, CFX 等软件简介 |
| 8 | 2 | 选题和小论文撰写指导 |
| 9 | 8 | 上机实习及讨论 |
| 10 | 2 | 成果交流的小学术报告或小答辩 |
| | | 考查：考查 40%，数值实验报告 60%。 |

二、实验、实践环节的内容与要求

以上机实践为主，要求了解有关程序的主要设计思想和软件设计；能够熟练使用其中的一种程序。用一种相关软件解决某一实际问题并写出总结报告或论文。

三、教材及主要参考文献（顺序为：文献名，作者，出版时间，出版单位）

1、相关文献资料和书籍。

2、各种软件的理论和用户手册。

编写人：龙连春，杜家政

2005 年 6 月 5 日

学科责任教授签字：隋允康

2005 年 6 月 12 日

院学位分会主席签字：

年 月 日

院主管研究生教学院长签字：

年 月 日

[返回主目录](#)