

流体力学 实验

韦 未 胡 威/主编



 科学出版社

流体力学实验

韦 未 胡 威 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据《流体力学实验教学大纲》编写而成,分为常规实验项目和开放性实验项目两部分,常规实验项目包括流体静力学实验、恒定总流伯努利方程综合型实验、文丘里综合型试验、雷诺实验、动量定律综合型实验、孔口出流与管嘴出流实验、局部水头损失实验、沿程水头损失实验、毕托管测速与修正因数标定实验、达西渗流实验、平面上的静水总压力测量实验;开放性实验项目包括油的密度测定、恒定总流伯努利设计性实验、文丘里设计实验、局部水头损失实验。

本书可作为高等院校土木工程专业、水利水电工程专业学生的流体力学实验指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

流体力学实验/韦未, 胡威主编. —北京: 科学出版社, 2017.3

ISBN 978-7-03-052198-9

I. ①流… II. ①韦… ②胡… III. ①流体力学—实验—高等学校—教材 IV. ①O35-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 055443 号

责任编辑: 郭勇斌 彭婧煜 欧晓娟 / 责任校对: 李 影

责任印制: 张 伟 / 封面设计: 蔡美宇

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 3 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2017 年 3 月第一次印刷 印张: 7

字数: 90 000

定价: 25.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

本书编委会

主 编：韦 未 胡 威

编 委：（按姓氏拼音排列）

陈方竹 李 青 刘 远

譙 雯 周买春

目 录

第一部分 常规实验项目

实验一 流体静力学实验	3
一、实验目的和要求	3
二、实验装置	3
三、实验原理	5
四、实验内容与方法	5
五、数据处理及成果要求	7
六、注意事项	7
实验二 恒定总流伯努利方程综合型实验	9
一、实验目的和要求	9
二、实验装置	9
三、实验原理	11
四、实验内容与方法	11
五、数据处理及成果要求	14
六、注意事项	19
实验三 文丘里综合型实验	20
一、实验目的和要求	20
二、实验装置	20
三、实验原理	22
四、实验内容与方法	23
五、数据处理及成果要求	24
六、注意事项	26
实验四 雷诺实验	27
一、实验目的和要求	27
二、实验装置	27

三、实验原理	29
四、实验内容与方法	30
五、数据处理及成果要求	31
六、注意事项	32
实验五 动量定律综合型实验	34
一、实验目的和要求	34
二、实验装置	34
三、实验原理	36
四、实验内容与方法	36
五、数据处理及成果要求	38
六、注意事项	39
实验六 孔口出流与管嘴出流实验	40
一、实验目的和要求	40
二、实验装置	40
三、实验原理	42
四、实验内容与方法	43
五、数据处理及成果要求	44
六、注意事项	46
实验七 局部水头损失实验	47
一、实验目的和要求	47
二、实验装置	47
三、实验原理	49
四、实验内容与方法	51
五、数据处理及成果要求	51
六、注意事项	52
实验八 沿程水头损失实验	55
一、实验目的和要求	55
二、实验装置	55
三、实验原理	57
四、实验内容与方法	58
五、数据处理及成果要求	59
六、注意事项	61

实验九 毕托管测速与修正因数标定实验	62
一、实验目的和要求	62
二、实验装置	62
三、实验原理	64
四、实验内容与方法	66
五、数据处理及成果要求	66
六、分析思考题	67
七、注意事项	67
实验十 达西渗流实验	69
一、实验目的和要求	69
二、实验装置	69
三、实验原理	71
四、实验内容	72
五、数据处理及成果要求	73
六、分析思考题	75
七、注意事项	75
实验十一 平面上的静水总压力测量实验	76
一、实验目的和要求	76
二、实验装置	76
三、实验原理	78
四、实验内容与方法	80
五、数据处理及成果要求	81
六、注意事项	81
第二部分 开放性实验项目	
实验十二 测定油的密度	87
一、实验装置	87
二、实验原理及方法	88
三、数据处理及成果要求	89
实验十三 恒定总流伯努利方程设计性实验	91
一、实验装置	91
二、实验原理	92

三、成果要求·····	95
实验十四 文丘里设计性实验·····	96
一、实验装置·····	96
二、实验内容与方法·····	97
三、成果要求·····	98
实验十五 局部水头损失实验·····	99
一、实验目的和要求·····	99
二、实验装置·····	99
三、实验原理·····	100
四、实验内容与方法·····	101
五、成果要求·····	101
参考文献·····	102

第一部分

常规实验项目



实验一 流体静力学实验

一、实验目的和要求

- (1) 掌握用测压管测量流体静压强的技能。
- (2) 验证不可压缩流体静力学基本方程。
- (3) 通过对诸多流体静力学现象的实验观察进行分析, 加深流体静力学基本概念理解, 提高解决静力学实际问题的能力。

二、实验装置

1. 实验装置简图

实验装置简图见图 1-1。

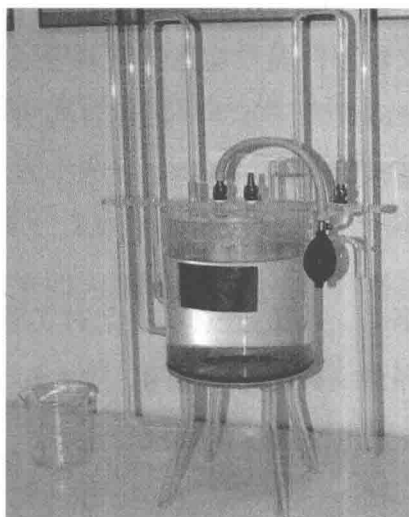


图 1-1 流体静力学实验装置简图

实验装置及各部分名称见图 1-2。

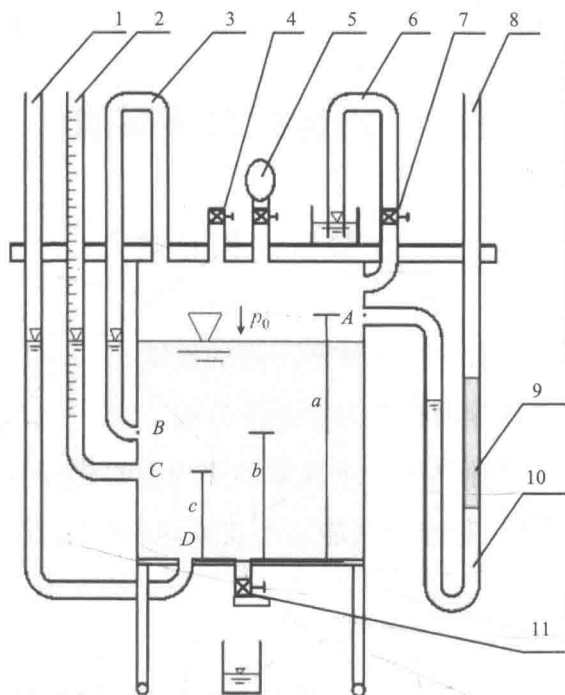


图 1-2 流体静力学综合型实验装置示意图

- 1.测压管；2.带标尺测压管；3.连通管；4.通气阀；5.加压打气球；6.真空测压管；
7.截止阀；8.U 型测压管；9.油柱；10.水柱；11.减压放水阀

说明：下述中的仪器部件编号均指实验装置示意图中的编号，如测管 2 即为图 1-2 中“带标尺测压管”。后述各实验中述及的仪器部件编号也均指相应实验装置示意图中的编号。

2. 基本操作方法

(1) 设置 $p_0=0$ 条件。打开通气阀 4，此时实验装置内压强 $p_0=0$ 。

(2) 设置 $p_0>0$ 条件。关闭通气阀 4、放水阀 11，通过加压打气球 5 对装置打气，可对装置内部加压，形成正压。

(3) 设置 $p_0<0$ 条件。关闭通气阀 4、加压打气球 5 底部阀门，开启放水阀 11 放水，可对装置内部减压，形成真空。

(4) 水箱液位测量。在 $p_0 = 0$ 条件下读取测管 2 的液位值, 即为水箱液位值。

三、实验原理

在重力作用下不可压缩流体静力学基本方程

$$z + \frac{p}{\rho g} = C \text{ 或 } p = p_0 + \rho gh \quad (1-1)$$

式中: z ——被测点相对基准面的位置高度;

p ——被测点的静水压强(用相对压强表示, 以下同);

p_0 ——水箱中液面的表面压强;

ρ ——液体密度;

h ——被测点的液体深度。

四、实验内容与方法

1. 定性分析实验

(1) 测压管和连通管判定。

按测压管和连通管的定义, 实验装置中管 1、2、6 和 8 都是测压管, 当通气阀 4 关闭时, 管 3 无自由液面, 是连通管。

(2) 测压管高度、压强水头、位置水头和测压管水头判定。

测点的测压管高度即为压强水头 $\frac{p}{\rho g}$, 不随基准面的选择而变, 位

置水头 z 和测压管水头 $z + \frac{p}{\rho g}$ 随基准面选择而变。

(3) 观察测压管水头线。

测压管液面的连线就是测压管水头线。打开通气阀 4, 此时 $p_0 = 0$, 那么管 1、2 和 3 均为测压管, 从这三管液面的连线可以看出, 对于同

一静止液体，测压管水头线是一根水平线。

(4) 判别等压面。

关闭通气阀 4，打开截止阀 7，用打气球稍加压，使 $\frac{p_0}{\rho g}$ 为 0.02 m 左右，判别下列几个平面是不是等压面：

a. 过 C 点作一水平面，对管 1、2、8 及水箱中液体而言，这个水平面是不是等压面？

b. 过 U 型管 8 中的油水分界面作一水平面，对管 8 中液体而言，这个水平面是不是等压面？

c. 过管 6 中的液面作一水平面，对管 6 中液体和方盒中液体而言，该水平面是不是等压面？

根据等压面判别条件——质量力只有重力、静止、连续、均质和同一水平面，可判定 b、c 是等压面。在 a 中，对管 1、2 及水箱中液体而言，它是等压面，但对管 8 中的水或油来讲，它都不是同一等压面。

(5) 观察真空现象。

打开放水阀 11 降低箱内压强，使管 2 的液面低于水箱液面，这时箱体内 $p_0 < 0$ ，再打开截止阀 7，在大气压力作用下，管 6 中的液面就会上升到一定高度，说明箱体内出现了真空区域（负压区域）。

(6) 观察负压下管 6 中液位变化

关闭通气阀 4，开启截止阀 7 和放水阀 11，待空气自管 2 进入圆筒后，观察管 6 中的液面变化。

2. 定量分析实验—测点静压强测量

根据基本操作方法，分别在 $p_0 = 0$ 、 $p_0 > 0$ 、 $p_0 < 0$ 与 $p_B < 0$ 条件下测量水箱液面标高 ∇_0 和测压管 2 液面标高 ∇_H ，分别确定测点 A、B、C 和 D 的压强 p_A 、 p_B 、 p_C 和 p_D 。

五、数据处理及成果要求

1. 记录有关信息及实验常数

实验设备名称: _____

实验台号: _____

实验者: _____

实验日期: _____

各测点高程: $\nabla_B = \underline{\hspace{2cm}} \times 10^{-2} \text{ m}$; $\nabla_C = \underline{\hspace{2cm}} \times 10^{-2} \text{ m}$;

$\nabla_D = \underline{\hspace{2cm}} \times 10^{-2} \text{ m}$ 。

基准面选择: $z_C = \underline{\hspace{2cm}} \times 10^{-2} \text{ m}$; $z_D = \underline{\hspace{2cm}} \times 10^{-2} \text{ m}$ 。

2. 实验数据记录及计算结果

实验数据及计算结果填写见表 1-1。

3. 成果要求

(1) 回答定性分析实验中的有关问题。

(2) 由表 1-1 中计算的 $z_C + \frac{p_C}{\rho g}$ 和 $z_D + \frac{p_D}{\rho g}$, 验证流体静力学基本方程。

六、注 意 事 项

(1) 用打气球加压、减压需缓慢, 以防液体溢出及油柱吸附在管壁上; 打气后务必关闭打气球下端阀门, 以防漏气。

(2) 真空实验时, 放出的水应通过水箱顶部的漏斗倒回水箱中。

(3) 在实验过程中, 装置的气密性要保持良好。

实验二 恒定总流伯努利方程综合型实验

一、实验目的和要求

(1) 通过定性分析实验，提高对动水力学诸多水力现象的实验分析能力。

(2) 通过定量测量实验，进一步掌握有压管流中动水力学的能量转换特性，验证流体恒定总流的伯努利方程，掌握测压管水头线的实验测量技能与绘制方法。

二、实验装置

1. 实验装置简图

实验装置简图见图 2-1。

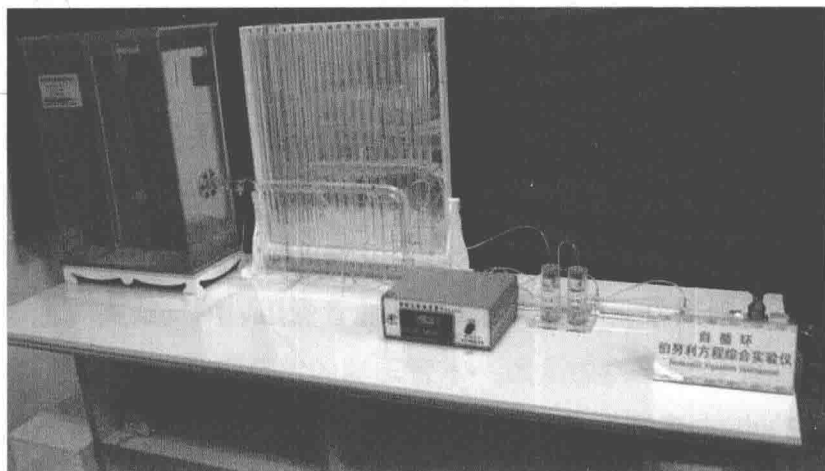


图 2-1 恒定总流伯努利方程综合性实验装置简图