

■ 高等学校理工科土木工程类规划教材

水力学实验教程

HYDRAULICS EXPERIMENT

尚全夫 崔 莉 王庆国 编著



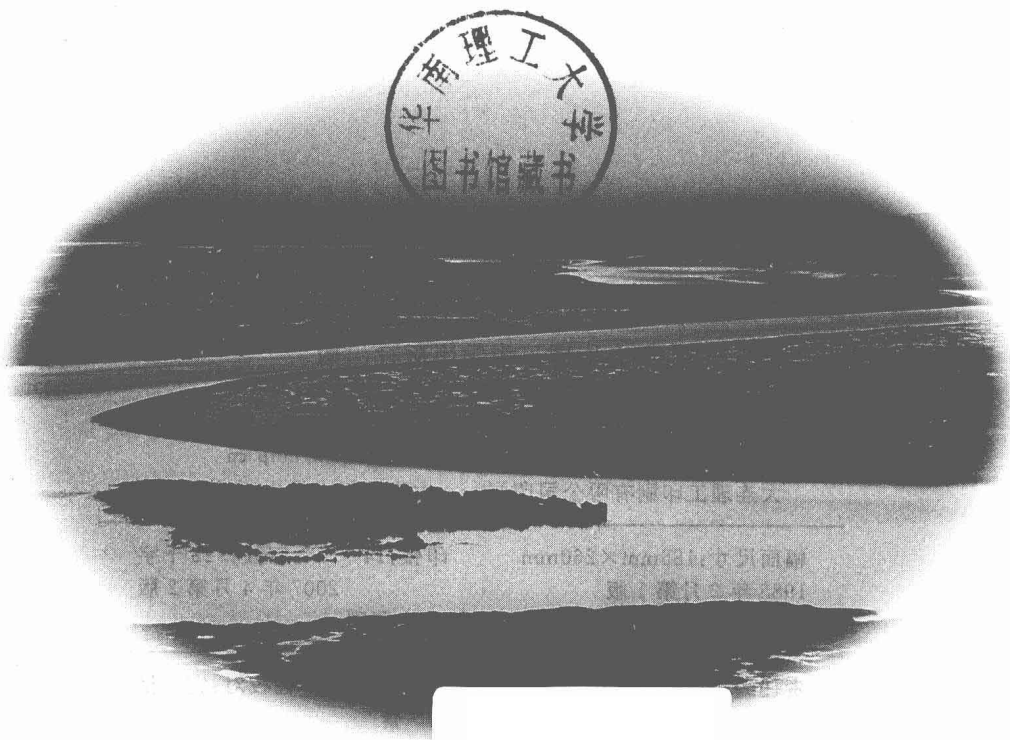
大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

■ 高等学校理工科土木工程类规划教材

水力学实验教程

HYDRAULICS EXPERIMENT

尚全夫 崔 莉 王庆国 编著



大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

水力学实验教程 / 尚全夫, 崔莉, 王庆国编著. —2 版. —大连: 大连理工大学出版社, 2007. 4

ISBN 978-7-5611-0052-3

I. 水… II. ①尚… ②崔… ③王… III. 水力实验—高等学校—教材 IV. TV131

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 045725 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023

发行: 0411-84708842 邮购: 0411-84703636 传真: 0411-84701466

E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm×260mm	印张: 14	字数: 312 千字
1988 年 2 月第 1 版		2007 年 4 月第 2 版
2007 年 4 月第 2 次印刷		

责任编辑: 梁 峰 范业婷	责任校对: 宜 呈
封面设计: 宋 蕾	

ISBN 978-7-5611-0052-3

定 价: 22.00 元

前 言

实验教学是高等教育人才培养计划中实践性教学的重要环节,也是培养研究型人才和应用型人才的必然要求。随着现代实验技术和信息技术的快速发展,建立系统化和信息化的实验教学体系与实验方法,有着更为积极的意义。本书旨在通过对实验理论、实验技术及实验数据计算机处理的全过程加以详尽的论述,使学生在掌握实验基本理论的基础上,建立现代的实验理念,培养分析问题与解决问题的能力,锻炼实验动手能力。同时,通过实验,深化对水力学专业知识的理解,达到能够基本掌握运用实验手段验证理论、认识规律、优化设计的目的。

本书主要针对水力学这门专业基础课,并根据作者多年实验教学和科研实验的积累,同时也吸收了国内外许多优秀成果编写而成。全书共 3 篇,第 1 篇涵盖了水静力学,液体流动,管流与摩阻,明渠,闸、堰泄流,渗流,波浪运动,水泵等基础理论。选编了 25 个实验,同时对实验目的、实验原理、实验步骤与方法、实验资料整理及实验报告要求等,系统地加以归纳,便于学生掌握和运用;第 2 篇简要介绍了相似理论及模型设计;第 3 篇重点讲述了实验数据的分析与处理。

本书由尚全夫、崔莉编写,王庆国修订。马震岳教授审阅了全书。

由于作者水平有限,本书的缺点和不足在所难免,敬请相关专家学者指正,也请同学们在学习和使用中对需要完善和补充的地方提出切实的意见,以达到教学相长的目的。大家有任何意见或建议,请通过以下方式与我们联系:

邮箱 jcjf@dutp.cn

电话 0411—84707962 84708947

作 者

2007 年 3 月

目 录

第 1 篇 水力学实验

第 0 章 绪 论 / 1

0.1 水力学实验的目的 / 1

0.2 实验报告要求 / 1

第 1 章 流体参数的测量 / 3

1.1 概 述 / 3

1.2 基本物理量的计算 / 3

1.2.1 密 度 / 3

1.2.2 重 度 / 3

1.2.3 相对密度(比重) / 4

1.2.4 容 重 / 4

1.2.5 黏滞性 / 4

1.3 水位测量 / 6

1.3.1 测尺法 / 6

1.3.2 测针法 / 6

1.3.3 测压管法 / 7

1.3.4 自动跟踪式水位仪 / 7

1.3.5 钼丝水位计 / 8

1.3.6 水位传感器 / 8

1.4 压强测量 / 9

1.4.1 恒定流动压强测量方法 / 9

1.4.2 压强瞬时值的测量 / 12

1.5 流速测量 / 13

1.5.1 流速值的测量 / 13

1.5.2 流向的测量 / 16

1.6 流量测量 / 16

1.6.1 管道中的流量测量 / 16

1.6.2 明渠流量测量 / 19

实验 1.1 流体黏滞系数的测定 / 23

第 2 章 水静力学 / 25

2.1 概 述 / 25

2.2 静水压强及其特性 / 25

2.3 水静力学基本方程 / 25

2.4 压强的表示方法及单位 / 26

2.5 作用在平面上的静水总 压力 / 26

2.6 作用在曲面上的静水总 压力 / 27

2.7 浮力、浮体的平衡与稳定 / 27

实验 2.1 验证水静力学基本 方程 / 28

实验 2.2 稳定和浮力实验 / 31

第 3 章 液体流动的基本原理 / 35

3.1 流动的类型 / 35

3.1.1 无压流和有压流 / 35

3.1.2 恒定流和非恒定流 / 35

3.1.3 均匀流和非均匀流 / 35

3.1.4 层流和紊流 / 36

3.1.5 有势流和有涡流 / 36

3.2 流 线 / 36

3.3 连续原理 / 36

3.4 能量方程 / 37

3.5 动量定律 / 37

实验 3.1 水流的能量转换实验 / 38

实验 3.2 动量定律实验 / 41

实验 3.3 平面势流的水电比拟 实验 / 43

实验 3.4 边界层流速分布与边界层厚度发展实验 / 46

第 4 章 管流与摩阻 / 51

4.1 雷诺数 / 51

4.2 圆管中水流的能量损失 / 52

4.3 沿程损失 / 52

4.3.1 沿程水头损失 / 52

4.3.2 沿程阻力系数 / 53

4.4 局部损失 / 57

实验 4.1 流动形态实验 / 58

实验 4.2 管流沿程阻力实验 / 61

实验 4.3 管路局部阻力实验 / 64

实验 4.4 文丘里流量计实验 / 66

第 5 章 明 渠 / 69

5.1 概 述 / 69

5.1.1 弗劳德数 / 69

5.1.2 临界流 / 69

5.1.3 急流与缓流 / 70

5.2 明渠流的能量 / 71

5.2.1 总水头 / 71

5.2.2 断面比能 / 71

5.2.3 几个关系图 / 71

5.3 水流的动量函数 / 72

5.4 棱柱形明渠中恒定非均匀渐变流水面线形式、微分方程式 / 73

5.5 断面比能原理及动量函数的应用 / 73

5.5.1 水跃与消能 / 73

5.5.2 底流式消能防冲 / 75

实验 5.1 明渠流速测量 / 78

实验 5.1.1 毕托管测流速 / 78

实验 5.1.2 光电流速仪测流速 / 81

实验 5.2 水跃实验 / 83

实验 5.3 水工建筑物下游的底流消能实验 / 86

实验 5.4 各种水面线的演示 / 90

第 6 章 闸、堰泄流 / 92

6.1 堰流与孔流 / 92

6.1.1 定 义 / 92

6.1.2 堰流类型 / 92

6.1.3 堰流与孔流的分界 / 93

6.2 闸孔出流 / 93

6.2.1 闸孔出流流态判别准则 / 93

6.2.2 闸孔出流能力的基本计算式 / 94

6.3 孔口与管嘴出流 / 94

6.3.1 概 念 / 94

6.3.2 薄壁孔口与管嘴恒定出流时过水能力的计算 / 95

6.3.3 孔口的非恒定出流 / 96

6.4 堰顶溢流 / 97

6.4.1 宽顶堰流 / 97

6.4.2 曲线型实用堰流 / 99

实验 6.1 孔口、管嘴实验 / 101

实验 6.2 闸孔出流实验 / 104

实验 6.3 宽顶堰溢流实验 / 106

实验 6.4 实用堰泄流实验 / 109

第 7 章 渗 流 / 111

7.1 基本概念与渗流模型 / 111

7.2 达西定律 / 111

7.3 无压恒定渐变渗流的基本方程及其浸润线 / 112

7.4 土坝渗流 / 113

7.5 恒定渗流的基本微分方程及其解法 / 114

实验 7.1 达西实验 / 116

实验 7.2 有压(或无压)渗流的水电比拟实验 / 117

第 8 章 波浪运动 / 123

8.1 波浪要素与分类 / 123

- 8.2 拉格朗日连续性方程式和运动方程式 / 124
 - 8.2.1 连续性方程式 / 124
 - 8.2.2 运动方程式 / 124
- 8.3 有限振幅推进波 / 125
 - 8.3.1 深水推进波 / 125
 - 8.3.2 浅水推进波 / 127
- 8.4 有限振幅立波 / 129
 - 8.4.1 深水立波 / 129

- 8.4.2 浅水立波 / 130
- 实验 8.1 波浪要素测定实验 / 132
- 第 9 章 水 泵 / 136
 - 9.1 水泵的作用 / 136
 - 9.2 水泵的性能及性能曲线 / 136
 - 9.2.1 水泵性能 / 136
 - 9.2.2 泵的性能曲线 / 138
 - 实验 9.1 离心泵性能实验 / 139

第 2 篇 相似原理及模型设计

第 10 章 相似原理及水工模型设计方法 / 143

- 10.1 引 言 / 143
- 10.2 水力模型试验 / 143
- 10.3 流动相似的意义及特征 / 144
 - 10.3.1 流动相似的意义 / 144
 - 10.3.2 相似的特征 / 144
- 10.4 相似原理的应用 / 151
 - 10.4.1 重力相似准则 / 151
 - 10.4.2 阻力相似准则 / 152
 - 10.4.3 黏滞力相似准则(雷诺准则) / 154
 - 10.4.4 弹性力相似准则 / 155

- 10.4.5 表面张力相似准则 / 156
- 10.4.6 局部惯性力相似准则 / 156
- 10.4.7 压力相似准则 / 156
- 10.5 水工模型设计 / 159
 - 10.5.1 水工模型的设计方法 / 159
 - 10.5.2 水工模型试验的种类 / 160
- 10.6 对水工模型试验的评价 / 160
- 习 题 / 161
- 实验 10.1 模型设计 / 162

第 3 篇 实验数据处理方法

第 11 章 实验数据处理 / 164

- 11.1 基本概念 / 164
 - 11.1.1 真值与平均值、最佳值 / 164
 - 11.1.2 误差及误差的分类 / 166
 - 11.1.3 误差的表示法 / 167
 - 11.1.4 精 度 / 169
- 11.2 误差分析 / 169
 - 11.2.1 偶然误差(随机误差)的分布 / 169

- 11.2.2 统计上允许的合理误差范围 / 170
- 11.2.3 可疑观测量的取舍 / 170
- 11.2.4 间接测量中误差估计 / 171
- 11.2.5 多次测量的 M 的平均值及均方根误差 / 173
- 11.2.6 有效数字 / 173
- 11.3 随机数据的基本特征 / 174
 - 11.3.1 均方值、均值与

方差 / 175	12.3.3 分组平均法 / 189
11.3.2 概率密度函数与概率 分布函数 / 175	12.3.4 最小二乘法 / 191
11.3.3 自相关函数 / 176	12.3.5 曲线拟合效果的 标志 / 195
11.3.4 功率谱密度函数 / 177	12.4 回归直线与相关系数的 简易求法 / 201
实验 11.1 水流脉动压力测量 与分析 / 178	12.5 回归方程的稳定性与两条 回归直线的比较 / 203
第 12 章 实验数据的方程表示 ——曲线拟合 / 182	12.5.1 回归方程的稳定性 / 203
12.1 问题的提出 / 182	12.5.2 两条回归直线的 比较 / 204
12.2 经验公式的选取 / 183	习 题 / 207
12.3 经验公式中系数的确定 / 188	附录 / 210
12.3.1 直线图解法 / 188	参考文献 / 213
12.3.2 选点法 / 189	

第 1 篇

水力学实验

第 0 章 绪 论

0.1 水力学实验的目的

水力学是一门应用性很强的技术学科,实验是研究技术学科非常重要的手段。由于液体运动的复杂性,水力学的研究就更加离不开科学实验。现代水力学的蓬勃发展是和飞跃进步的现代实验技术分不开的。因此水力学实验课是学习理论知识、探求水流运动规律很重要的一环。

水力学实验课的目的主要有:

- (1)观察水流现象,扩大感性认识,为提高理性分析能力打下基础。
- (2)理论联系实际,验证水流运动的基本规律。确定某些公式中的待定系数以及在实验中学习水力学基本知识。
- (3)学会使用水力学实验的基本测量仪器,掌握一定的实验技术,培养动手能力。
- (4)培养分析实验数据,整理实验结果及编写实验报告的能力。
- (5)培养严谨踏实的科学作风,为进行科学研究打下基础。

0.2 实验报告要求

1. 实验报告一般应包括以下内容

- (1)班级,姓名,同组人,实验日期。
- (2)实验名称。
- (3)实验目的与要求。
- (4)设备简图。
- (5)水流现象的描述及实验原始记录。

(6) 计算有关结果(在水力学实验中,用计算器计算即足够精确,但须注意有效数字的运算法则),并将所用公式明确列出。

(7) 结果的表示:在实验中除根据测得的数据整理并计算实验结果外,一般还要采用图表或曲线来表达实验的结果。曲线均应绘在方格纸上。图中应注明坐标轴所代表的物理量及比例尺。实验的坐标点应当用记号表出。例如“×”、“。”、“△”、“·”等。当连接曲线时,不要用直线逐点连成折线,应当根据多数点所在的位置,描绘出光滑的曲线。图 0-1(a)所示为不正确的描法,图 0-1(b)所示为正确的描述。

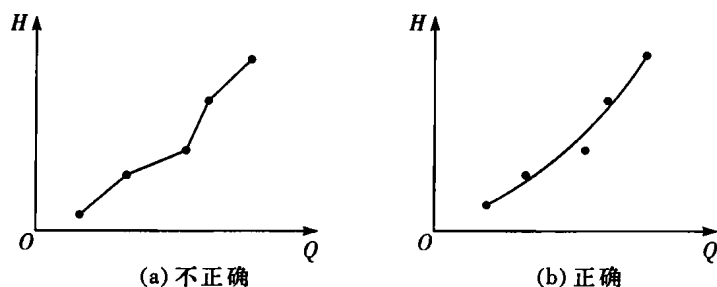


图 0-1

(8) 在报告最后部分应当对实验结果进行分析和评价,对误差加以分析,说明本实验的优缺点,写出心得体会,并回答教师指定的思考题。

实验前必须进行充分预习,如有要求(作业和计算)应将预习报告一并交上。

2. 实验报告必须按要求每人独立完成一份,并按规定时间交上,要求文字通顺,字迹清楚,表格曲线必须使用相应器具绘制,线条要清楚、整洁,按一定的比例绘制,计算无误。

3. 实验报告应妥为保管,教师批改发回后应认真阅读,及时改正错误,学期结束时整理上交,作为考核依据。

第 1 章 流体参数的测量

1.1 概 述

在水力学的研究中,对各种水力要素的测量与分析是很重要的。水力学学科和现代实验技术的不断发展,进一步促进了现代力学的蓬勃发展。

在水力学实验中,经常需要测量的量有水位、流量、流速及流向、压强等。本章介绍这些量的测量原理和基本方法。

测量方法可分为直接法和间接法。直接法就是根据被测量的基本定义,由测量数据直接决定该量的大小。例如,对恒定水位的测量,可把测尺插入水中,读出水面读数便可。间接法就是用测量的数据,经过一定的函数关系进行换算得到所求的量。例如,在测量经过某一断面的水量及经过的时间之后,用二者的商可算出流量。另外,间接测量还包括非电量的电测法、光学法等。

用来测量的仪器可分为动态与静态两种。静态测量仪器可用以测量流体各要素的时均值,动态仪器可以测量流体的瞬时值,如流速、水位和压强等随时间变化的值。

1.2 基本物理量的计算

1.2.1 密 度

单位体积内流体所含有的质量叫做液体的密度。

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中 ρ ——密度, kg/m^3 ;
 m ——液体的质量, kg ;
 V ——该质量所占有的体积, m^3 。

1.2.2 重 度

单位体积液体作用所产生的重力叫重度(或重率、容重)。

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (1-2)$$

式中 γ ——重度, N/m^3 ;
 W ——液体产生的重力, N ;
 V ——该液体所占有的体积, m^3 。

重度与密度的关系为

$$\gamma = \rho g \quad (1-3)$$

式中 g ——重力加速度,取 9.80 m/s^2 。

1.2.3 相对密度(比重)

液体的质量与 4°C 时的同体积蒸馏水的质量之比叫做相对密度。相对密度是量纲一的量,用 S 表示。

1.2.4 容重

液体的容重常常用比重计(图 1-1)测定。

把比重计置于盛有所测液体的容器中,由于其下部装有重物,它将铅直地浮在液体中。比重计标尺上位于液面的刻度数,就指示出液体的容重或密度的数值。

液体的容重可用一种较简单的方法测定,就是把所测液体和已知容重的液体分别注入相连通的两个弯管里,如图 1-2 所示,使两液面在中间弯管中处于同一水平面上。此时未知的容重 γ_1 就可以用已知的容重 γ_2 表示:

$$\gamma_1 = \frac{h_2}{h_1} \gamma_2 \quad (1-4)$$



图 1-1 比重计

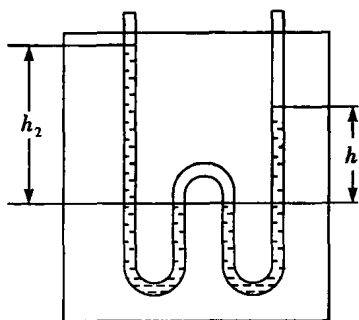


图 1-2 容重的测量

1.2.5 黏滞性

在运动状态下,液体具有抵抗剪切变形的能力,这就是黏滞性。

在液体做层流运动时,互相接触的液层之间产生的剪切应力为

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad (1-5)$$

式中 μ ——比例常数,通常称为液体的动力黏滞系数(也称黏滞系数)。在工程单位制中,单位为 $\text{kgf} \cdot \text{s/m}^2$;在国际单位制中,单位为 $\text{N} \cdot \text{s/m}^2$,即 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ 。

液体的动力黏滞系数与温度有关,这种关系多半是用经验公式来确定的。对于水

$$\mu = \frac{0.01775\rho}{1 + 0.0337t + 0.00022t^2} \quad (1-6)$$

动力黏滞系数 μ 与液体密度 ρ 之比,称为运动黏滞系数。

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1-7)$$

在国际单位制中,单位为 m^2/s 。

水的运动黏滞系数 ν , 动力黏滞系数 μ 与温度的关系见表 1-1。

表 1-1 水的运动黏滞系数 ν 、动力黏滞系数 μ 与温度关系表

温度 ℃	μ $10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	ν $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	温度 ℃	μ $10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	ν $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
0	1.792	1.792	40	0.656	0.661
1	1.731	1.731	41	0.644	0.649
2	1.673	1.673	42	0.632	0.637
3	1.619	1.619	43	0.621	0.627
4	1.567	1.567	44	0.610	0.616
5	1.519	1.519	45	0.599	0.605
6	1.473	1.473	46	0.588	0.594
7	1.428	1.428	47	0.578	0.584
8	1.386	1.386	48	0.568	0.574
9	1.346	1.346	49	0.559	0.565
10	1.308	1.308	50	0.549	0.556
11	1.271	1.271	52	0.532	0.539
12	1.236	1.237	54	0.515	0.522
13	1.203	1.204	56	0.499	0.506
14	1.171	1.172	58	0.483	0.491
15	1.140	1.141	60	0.469	0.477
16	1.111	1.112	62	0.455	0.463
17	1.083	1.084	64	0.442	0.451
18	1.056	1.057	66	0.429	0.436
19	1.030	1.032	68	0.417	0.426
20	1.005	1.007	70	0.406	0.415
21	0.981	0.983	72	0.395	0.404
22	0.958	0.960	74	0.385	0.395
23	0.936	0.938	76	0.375	0.385
24	0.914	0.917	78	0.366	0.376
25	0.894	0.897	80	0.357	0.367
26	0.874	0.877	82	0.348	0.358
27	0.855	0.858	84	0.339	0.350
28	0.836	0.839	86	0.331	0.342
29	0.818	0.821	88	0.324	0.335
30	0.801	0.804	90	0.317	0.328
31	0.784	0.788	92	0.310	0.322
32	0.768	0.772	94	0.303	0.315
33	0.752	0.756	96	0.296	0.308
34	0.737	0.741	98	0.290	0.302
35	0.723	0.727	100	0.284	0.295
36	0.709	0.713			
37	0.695	0.700			
38	0.681	0.686			
39	0.668	0.673			

运动黏滞系数亦可表示为

$$\nu = \frac{0.01775}{1 + 0.0337t + 0.00022t^2}$$

1.3 水位测量

在水力学实验和科研中,经常需要测量水位。随着水流运动状态的不同,水流表面的特性也有区别,测量时应针对不同的特点来选取最合适的方法。

1.3.1 测尺法

直接用标尺插入水中测取水位读数的方法称为测尺法。由于表面张力的影响,此法精度较低。

1.3.2 测针法

如图 1-3 所示为一种常用国产测针的结构图。测针尖下端接触水面处为针形或弯钩形,如图 1-4 所示,测量时可在拟测水位处固定测针架,也可以用一测针筒将水引出,把测针装在筒上测量。使用针形测针时测针逐渐下放,直至针尖刚好触及它在液面的倒影。弯钩形测针精度较高,使用这种测针时,应把它浸入液体之中,并逐渐上提直到钩尖恰好接触液面。

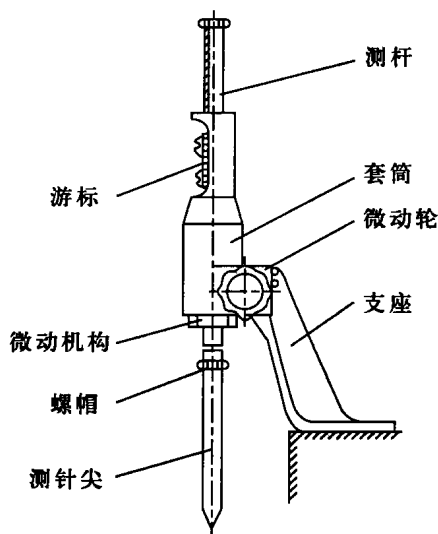


图 1-3 测针结构

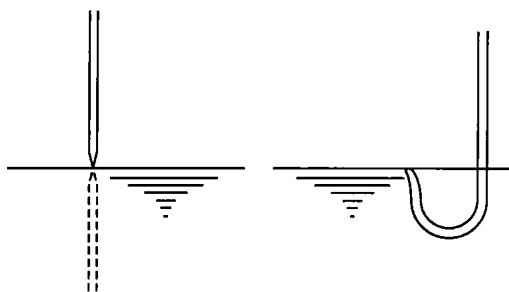


图 1-4 测针尖

需要多点测量时可将测针安装在活动测针架上以便左右移动和沿导轨来回滑动,可测出任意断面处的水位和水深。测杆上带有的刻度通常以毫米为最小分度。在杆套上附有游标,其读数精度为 0.1 mm。

测量水面有波动的水位时,通常采用以下两种方法:

(1) 测量几次高水位,读数为 $a_1, a_2, \dots, a_n$, 平均值为 a ; 测量几次低水位,读数为 b_1 ,

$b_2, \dots, b_n$, 平均值为 b , 平均水位为 $\frac{a+b}{2}$ 。

(2) 用一直径为 5~6 cm 的玻璃筒, 与待测点连接成连通管, 可消除水面波动, 直接用测针测量玻璃管内的水位。

使用测针时, 向下驱动测杆应多加小心, 以免用力过猛, 针尖触底而弯曲。

1.3.3 测压管法

在液体容器的侧壁上开一个小孔, 安装一测嘴, 外接透明玻璃管, 如图 1-5 所示, 玻璃管内水位必将与容器内部水位同高。在测压管旁安装标尺便可读出容器内的水位。要注意的是玻璃管不宜太细, 内径大于 10 mm 为宜, 以免由于毛细现象及表面张力的影响使读数不准。

上述方法多用于恒定流动水位的测量。随着现代科学技术的发展, 测量随时间而变化的水位的方法越来越多, 下面介绍几种目前较为先进的仪器。

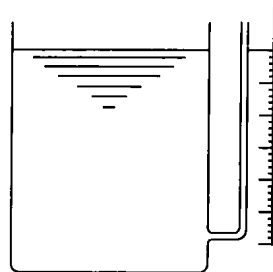


图 1-5 测压管

1.3.4 自动跟踪式水位仪

自动跟踪式水位仪有测点多、可同步、自动测量等优点; 如与数字显示器、记录仪或打印机配套使用, 又有节省人力, 使用方便等优点, 一般实验室均可配备。如图 1-6 所示为跟踪式水位仪工作原理示意图。跟踪式水位仪的传感器是两根不锈钢探针, 较长一根接地, 另一根短的针尖没入水中 0.5~1.5 mm, 当探针相对水面不动时, 两针之间的水电阻是不变的。水电阻接入测量电桥的一个臂, 这时电桥是平衡的, 无信号输出。当水位上升(或下降)时, 水电阻增大(或减小)则电桥失去平衡, 因此有信号输出。输出信号经放大器

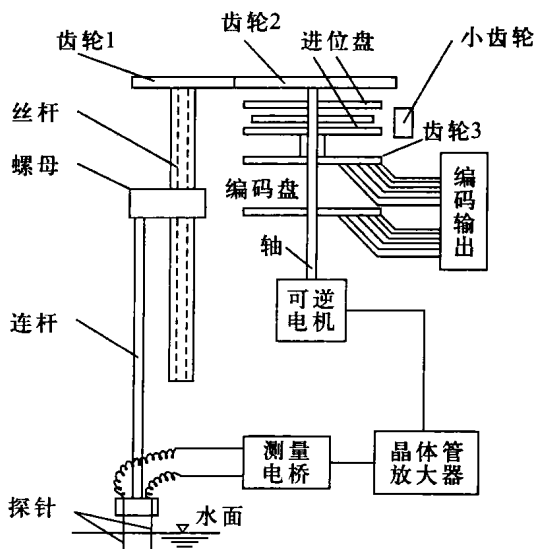


图 1-6 跟踪式水位仪工作原理示意图

放大后驱动可逆电机。电机的旋转通过齿轮 2、齿轮 1、丝杆、螺母、连杆等变成探针的上下移动,驱动探针又回归到平衡位置。这样,探针就跟着水位变化。

利用这种仪器可以测记各种波动情况下的水位变化。但由于仪器传动部分中的惯性还不能完全消除,对水位变动较快的情况仍不能很好跟踪。

目前国产跟踪式水位仪最大速度为 5.5 mm/s,跟踪最大距离为 2 000 mm,实验室常用的跟踪式水位仪跟踪最大距离为 400 mm、200 mm,读数误差为 ± 0.1 mm。一般用于明渠水位的测量。

1.3.5 钽丝水位计

钽丝水位计的传感器是利用电容的转换原理制成。由钽丝、氧化膜和水构成一个电容器,水面上下变动时电容量随浸水深度呈线性变化,整机的电流或电压输出亦随此电容量呈线性变化,将电流或电压送到记录仪器。测量系统的流程如图 1-7 所示。

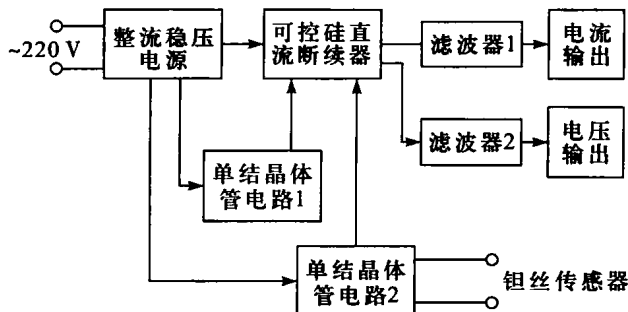


图 1-7 钽丝水位计测量系统框图

传感器的长短,可根据被测对象,例如波浪的波高范围而选择大、中、小不同型号,形状似一弓形。钽丝的直径为 0.4~1.0 mm,其表面经过一定的工艺处理后形成一层氧化钽薄膜。在一定的条件下此薄膜不导电。金属杆为铜质,杆与钽丝之间用绝缘块绝缘,将直流电流的负极连于金属杆,正极连于钽丝。当传感器放入水中后,钽丝与水体就形成了电容的两极,氧化钽薄膜形成了两极间的绝缘体,其电容 C 与水深 h 的关系为

$$C = Kh \quad (1-8)$$

使用时可将电容的变化转换为电流的变化送入示波器,以示波图形式记录下来。这样水深与光点偏移的关系为

$$h = K\lambda \quad (1-9)$$

式中 K ——率定系数,由实验获得;

λ ——光点偏移。

利用钽丝水位计及相应的电路能够较完满地测记各种水面变化,其最大误差约为 0.5 mm,多用于波浪的测量。

1.3.6 水位传感器

水位传感器由敏感元件、传感元件和测量电路 3 部分组成。水位传感器有超声波水位传感器、液深传感器、压力传感器和浮子传感器。可以直接固定在所测断面的底部或静