

高等学校本科生教学质量与教学改革工程

首都师范大学实验室开放基金 立项课题优秀论文集

2014 ~ 2015

首都师范大学 条件装备处 编
教 务 处



首都师范大学出版社
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

高等学校本科生教学质量与教学改革工程

首都师范大学实验室开放基金 立项课题优秀论文集

(2014~2015)

首都师范大学 条件装备处 编
教 务 处



首都师范大学出版社

CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

首都师范大学实验室开放基金立项课题优秀论文集. 2014~2015/首都师范大学条件
装备处,首都师范大学教务处编. —北京:首都师范大学出版社,2015. 12

ISBN 978-7-5656-2628-9

I. ①首… II. ①首… ②首… III. ①自然科学—文集 ②社会科学—文集
IV. ①Z427. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 267760 号

SHOUDU SHIFAN DAXUE SHIYANSHI KAIFANG JIJIN LIXIANG KETI YOUXIU LUNWENJI
首都师范大学实验室开放基金立项课题优秀论文集(2014~2015)

首都师范大学 条件装备处 编
教 务 处

首都师范大学出版社出版发行
地 址 北京市西三环北路 105 号
邮 编 100048
电 话 68418523(总编室) 68982468(发行部)
网 址 www. cnupn. com. cn
印 刷 北京印刷一厂
经 销 全国新华书店发行
版 次 2015 年 12 月第 1 版
印 次 2015 年 12 月第 1 次印刷
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 19. 5
字 数 434 千
定 价 42. 00 元

版权所有 违者必究
如有质量问题 请与出版社联系退换

编委会名单

主 编 宋 军

副主编 蓝叶芬 战永佳

顾 问 王德胜

编 委 (按姓氏笔画排序)

王 风	王自彬	方 平	邓利华	冯海燕
刘伟健	刘 慧	祁晓廷	李会先	李红芸
李昂晟	李诗朦	吴高臣	吴敏华	张 端
周旋子	赵秦岭	聂营营	黄 露	董增刚

目 录

自行搭建实验装置，研究与水波有关的物理现象 闫毅芊 李琨 杨定桥(1)

研究水波的特性 周颖琦 张宁馨 宫婷婷 卢家兴(5)

自制斯特林热机，并对其性能进行研究 冯佳 邓培培 杨志通(11)

不同方式增加支持细胞数量对精原干细胞数量的影响
..... 郑禹轩 韩继轩 罗洋 孙菲 王闪 王善林(19)

城市典型下垫面对主要大气污染物的影响分析——以北京为例
..... 郑晓霞 陈凡涛 束同同 晏星 赵文慧(30)

Estimating wetland vegetation abundance from Landsat-8 OLI imagery: A comparison
between LSMA and multinomiallogit modelling methods
..... Min Zhang Zhaoning Gong Wenji Zhao Ruiliang Pu Ke Liu(42)

CT 数据的三维高质量体绘制算法研究与实现
..... 左飞飞 杨平 郭丹阳 邓小娟 王琳(59)

模拟法庭与对抗式庭审两种法学实验教学方式的比较研究
..... 龚力 程新森 刘宏扬 周荣超 邓雯宇(72)

激光衍射法及频闪法研究水波物理现象 郑雯霏 顾蕊 胡明轩(82)

自制斯特林热机，并对其性能进行研究 周芬慧 郭畅 赵婧雅(85)

自制装置研究水波相关性性质 王明敏 郭翊航 刘亚楠(89)

竹红菌素在食品防腐中的应用 马楚翹 王菲 王蒙娜(93)

The effect of atomoxetine and its co-administration with haloperidol on impulsivity in rats
..... Xingna Qin Xinwang Li Lin Tian Jingling Sun Ruisi Cui(107)

城乡二元文化经验与创造性的关系 王伟璐 薛雪 曹晓晴(124)

自媒体浪潮下的思想政治教育课创新研究 邹媛婷(142)

交流电桥测量精度和灵敏度的分析研究
..... 赵欢 董巧燕 闫海涛 施宇蕾(155)

中国古代科技仪器记里鼓车的研究和教具仿制 李帅 周颖琦 黄瑞瑞(162)

基于虚拟仪器的加速度传感器性能研究 孟凡聪 邹璐(167)

维生素 C 对苯甲酸钠致畸效应的拮抗作用研究 马新竹 司雪晨 汤维 孙昀(172)

DNA 聚合酶 zeta 二聚体的生物学功能 胡瑱霞(181)

影响果蝇睾丸干细胞分化的基因筛选 杨明冉 陈红艳 刘恩民(192)

基于生活水平维度的县级贫困度量研究——以武陵片区北部为例 孙林(200)

小学生电子书包使用意愿影响因素研究 周晨蕊 孙众 尤佳鑫(211)

自我监控、外部奖励和机会允许性对不道德行为的影响 张娜(224)

不同情绪状态对认知控制的影响：来自 Stroop 任务和前瞻记忆的证据
..... 闭媛 黄婧 田嘉 潘婷 刘云芳 何国婉(245)

移动互联网时代手机网络文学产业发展研究 朱文琪 齐晓帆 张瑶(257)

以模拟法庭为依托探索对法学专业学生的立体化培养途径
..... 程新森 龚力 邓雯宇 刘宏扬 周荣超(299)

自行搭建实验装置， 研究与水波有关的物理现象

闫毅芊 李琨 杨定桥

指导教师：苏波

(首都师范大学物理系)

摘要：本文阐述了基于光的折射定律，光敏电阻传感器原理以及单片机数据采集与处理，进行水波相关参数(如波长、周期与振幅等等)的测量方法，利用激光器、光敏电阻等器件，采用光折射方法设计了激光测量水的振动频率实验。本文介绍了相关实验原理和装置。

关键词：水波；折射定律；振动频率；激光

1. 引言

物理学上水波很容易被认为是一种横波，实际上并非如此。在平衡的情况下，水的表面是水平的。水面发生扰动时，使水面恢复水平的回复力有两个，一个是重力，另一个是表面张力。水波中，对水面质点提供的回复力在波长很小时，表面张力的作用是主要的，这种波叫作表面张力波。对于波长很长很长的波，表面张力的作用可以忽略，波动主要是重力作用的结果，这种波叫作重力波。由于水的不可压缩性，波峰中的水必然是从附近的波谷中流出来的。因此，水波中的每个质点的运动都是由纵向运动和横向运动合成的。当平静的水面受到扰动后，水产生振动，并且向外传播，这是波传播最典型的例子。虽然水的振动和水波向外传播情况能被看到，但水的振动频率与水波传播速度较难测定。因此本实验用激光器、光敏电阻等器件，采用光折射的方法设计成水的振动频率与水波传播速度测定实验装置。该实验测量方法简单，对被测物无影响。

2. 实验原理及装置

2.1 振源

通过与微型电机相连的偏心轮带动振子，控制电机转速来控制振子的振动频率。振源如图 1 所示。

2.2 激光器，光敏电阻及其照射路线

当光线从甲媒质(折射率为 n_1)入射到乙媒质(折射率为 n_2)，并且入射角 α 与折射角 β 都很小时，根据折射定律有

$$\sin\alpha/\sin\beta = n_2/n_1 \approx \alpha/\beta \quad (1)$$



图 1 振源装置示意图

图 2 是光线垂直入射到水面上的示意图， $H_{\text{水}}$ 、 $H_{\text{玻}}$ 、 $H_{\text{空}}$ 分别为水面高度、容器底部的玻璃厚度及容器底部到硅光电池的距离， ΔL 为照射在光敏电阻上光斑中心离开平衡位置中心的距离， $n_{\text{空}}$ 为空气的折射率， $n_{\text{水}}$ 为水的折射率， $n_{\text{玻}}$ 为玻璃的折射率。

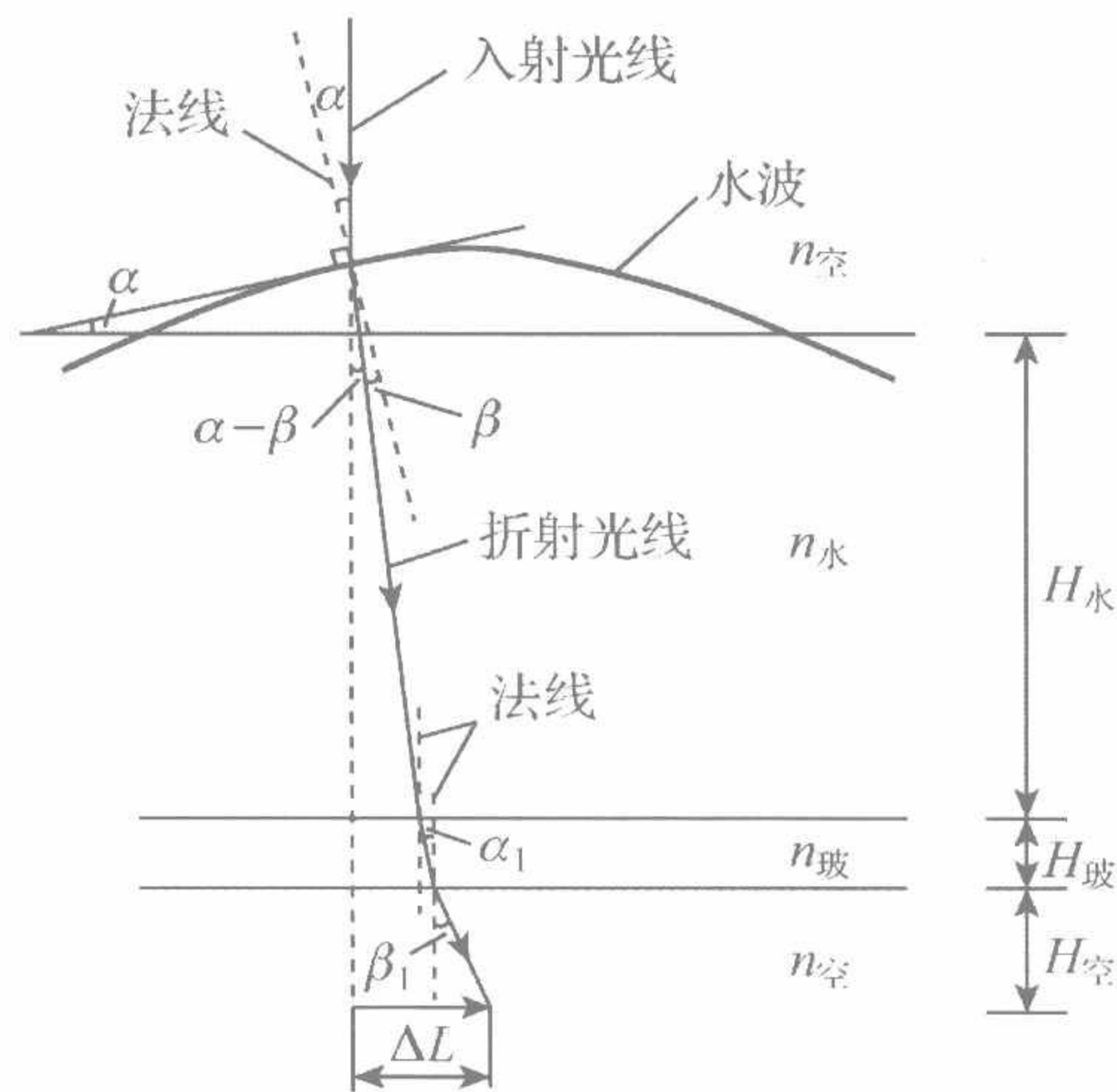


图 2 光线入射到水波上示意图

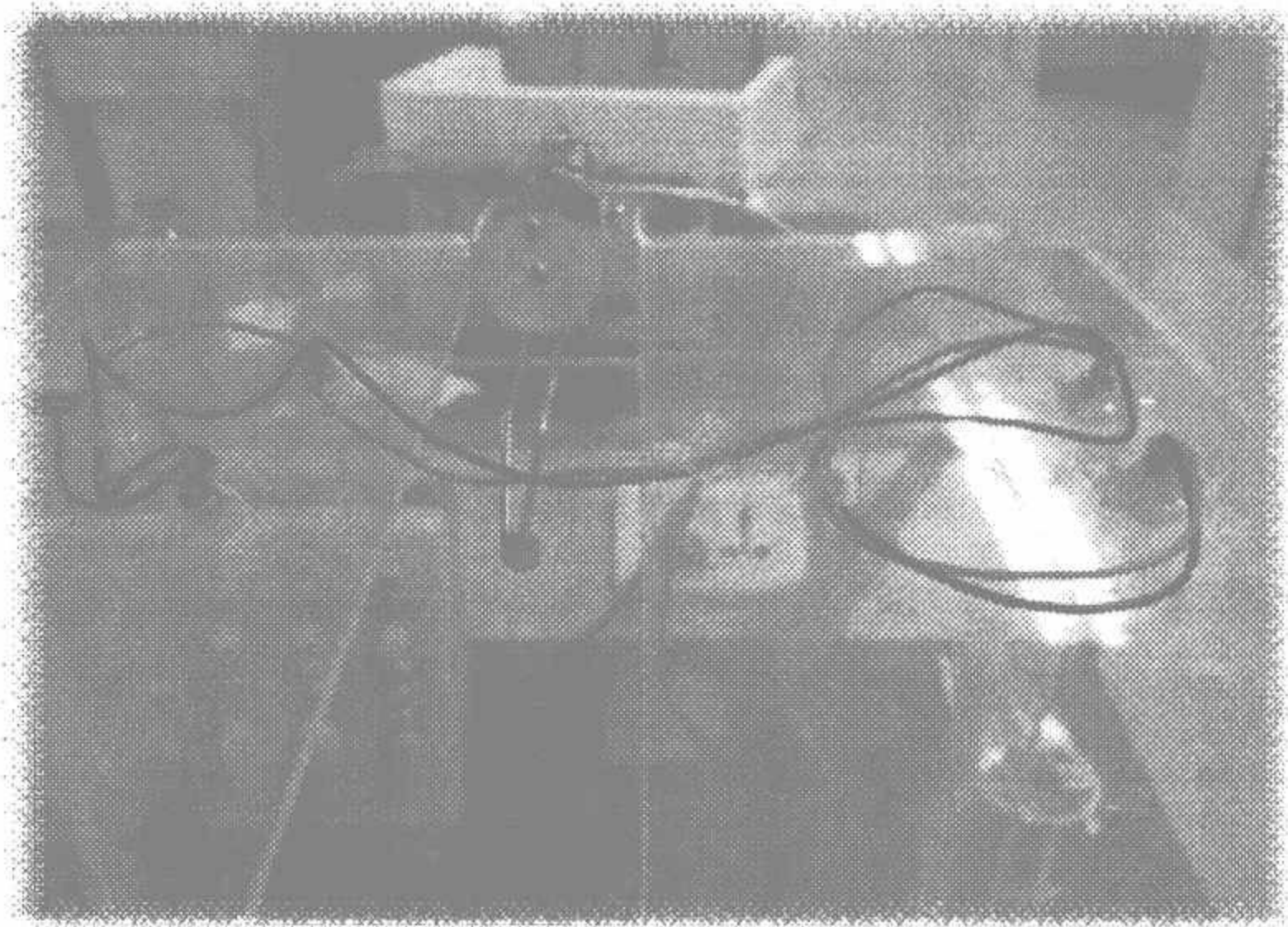


图 3 激光器放置示意图

2.3 实验装置全图

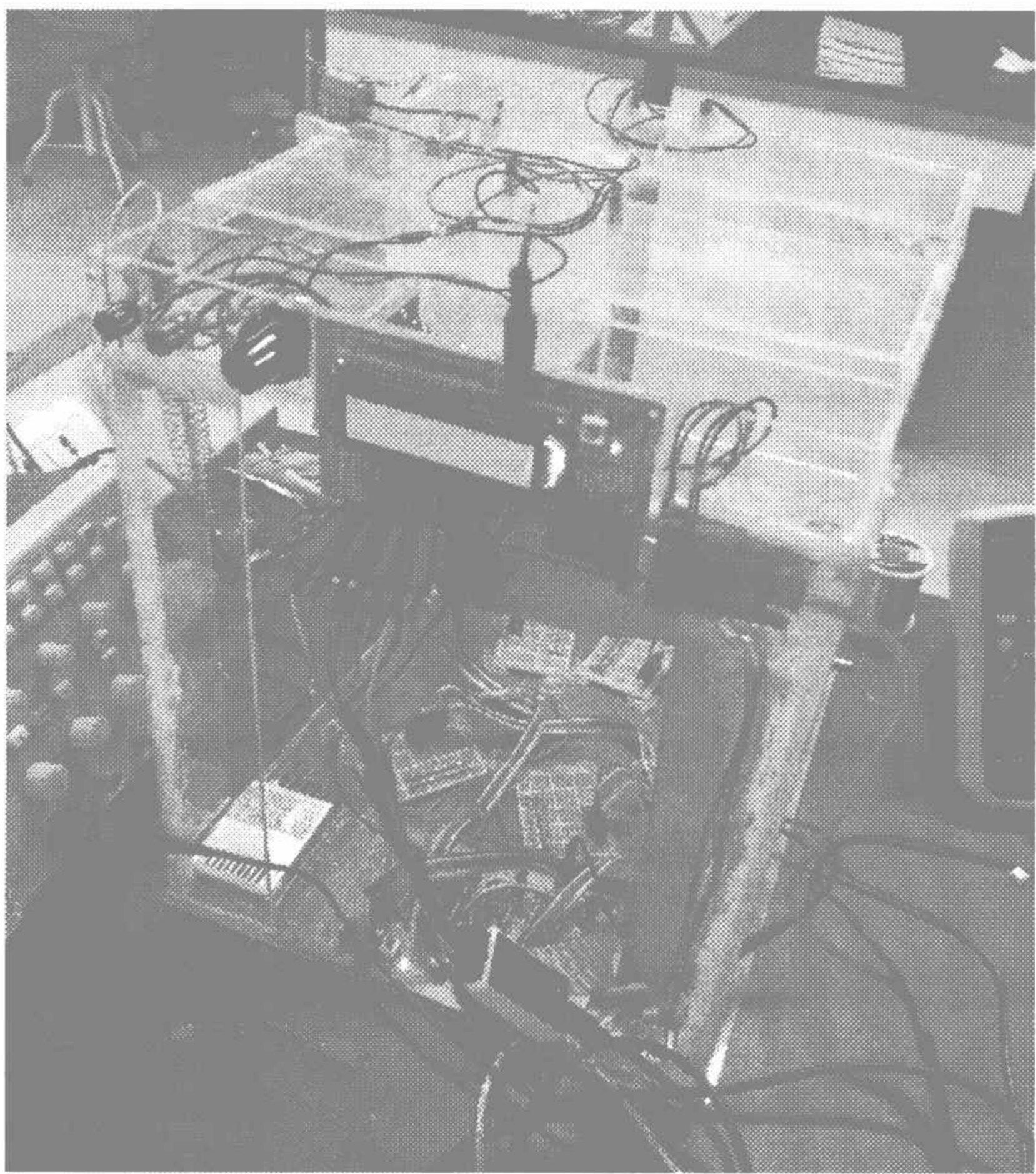


图 4 实验装置全图

2.4 相关参数测量原理

固定激光照射器，同时在其正下方固定光敏电阻，光敏电阻可测得激光偏移的最大位置，单片机同时记录达到最大位移的次数，并计算相邻两次最大偏移的时间差即为水

波振动周期。

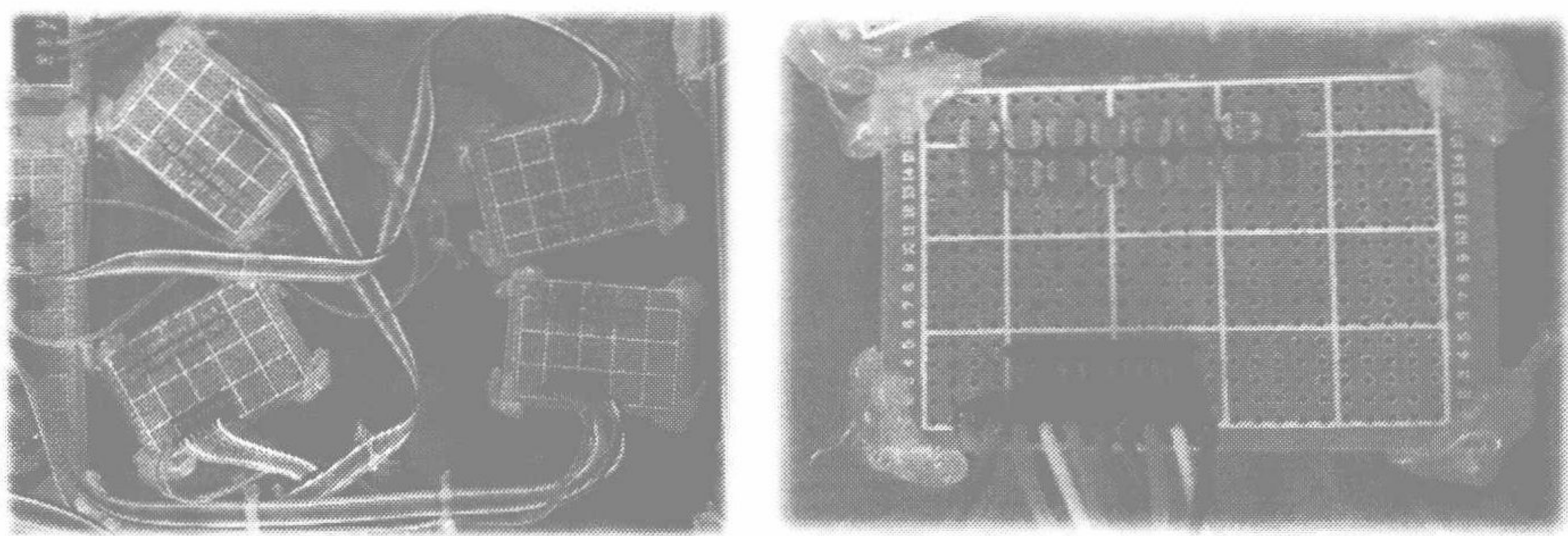


图 5 光敏电阻放置示意图

通过查询资料文献，可得在此低频条件下，水波极限波长近似为 1.93cm。放置两个与振源距离不同的激光发射器，两者距离差小于水波极限半波长。通过光敏电阻上测得的偏移距离，可以计算出两个不同位置上水波的相位，从而可进一步计算出水波波长。

本实验中水波强度较弱，在到达水槽边缘时几乎衰减为零，所以不考虑回波影响。我们近似认为等相位面由诸多同心圆组成。如图 6 所示。

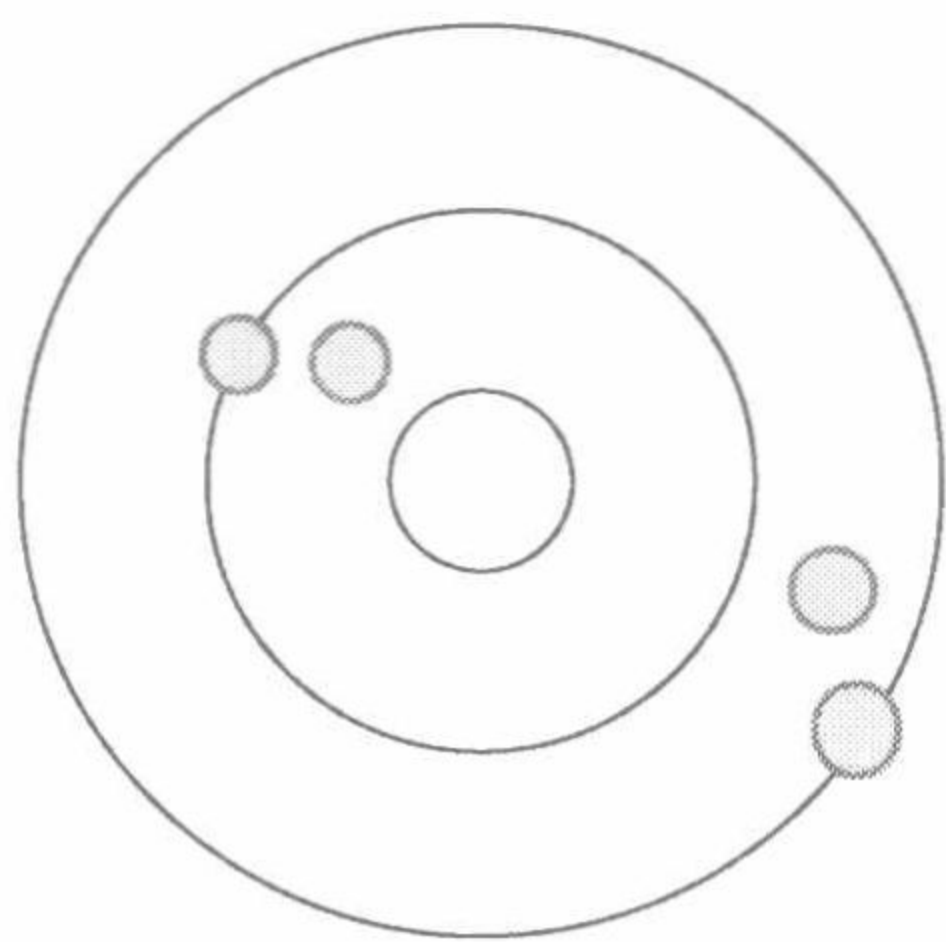


图 6 水波等相位面示意图

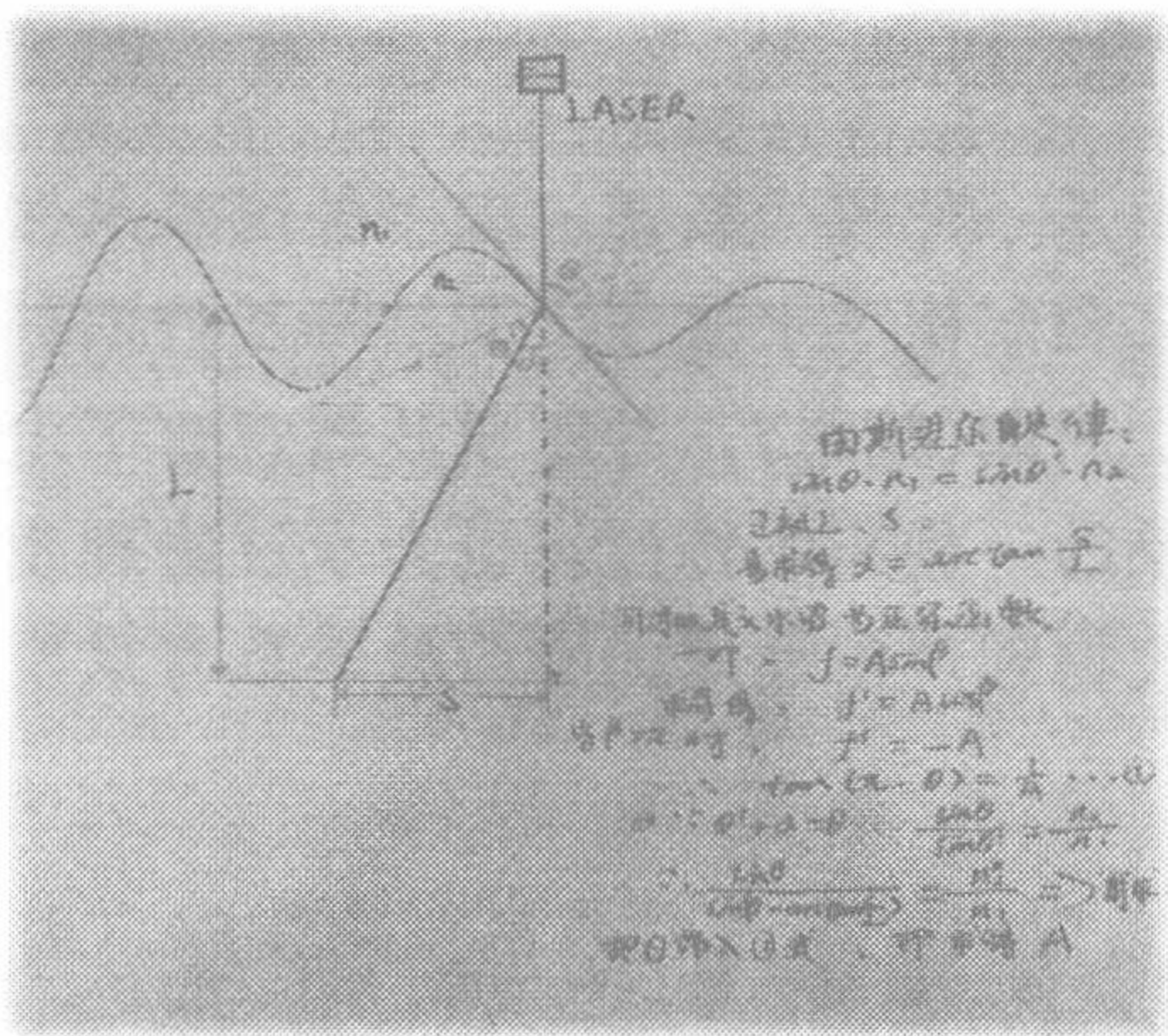


图 7 振幅计算示意图

水波波形局部可近似正弦波处理，当水波前进，激光会照射到水波波形的不同位置，形成不同的入射角，发生不同的折射，从而光敏电阻有不同的感光范围。易证，当激光如图 7 所示照射水波时，偏移距离 S 最大。进而可求得此局部水波的振幅。

同样，距离振源不同位置分别放置两枚激光照射器，按照如上方法测得两个不同位置的振幅，按照距离差，即可求得阻尼系数。

3. 实验部分

3.1 实验内容

(1)测量水的振动频率(周期)

打开半导体激光器，使半导体激光器照在光敏电阻边缘。打开微型电机，使水振动，

水波开始向外传播。光敏电阻可测得激光偏移的最大位置，单片机同时记录达到最大位移的次数，并计算相邻两次最大偏移的时间差即为水波振动周期。

(2)测量水波波长

观察两个距离差小于水波极限半波长的激光器照射的激光，通过光敏电阻上测得的偏移距离，可以计算出两个不同位置上水波的相位，从而可进一步计算出水波波长。

(3)测量水波的振幅

测得最大偏移距离 S ，通过单片机已经编好的程序计算求得此局部水波的振幅。

3.2 实验数据

(1)测量水的振动频率

组数	1	2	3	4	5	6	7
f/Hz	13.65	18.83	23.02	29.00	29.99	32.87	35.09

(2) 测量水波波长

组数	1	2	3	4	5	6	7
λ/cm	2.37	1.81	1.40	1.12	0.980	0.758	0.667

4 结论与展望

本文提供了一种较为新颖的实用的测量水波相关物理现象的实验方法。实验中我们通过自主设计和制作了水波产生、测量及数据处理装置，利用光的折射原理巧妙地测量了水波波长、周期(频率)，并用示波器观察了电磁波的波形和频率，本实验不仅测定了水波物理现象的一些相关特性，也为水波物理现象的测量提供了一些可供参考的实验数据，对于水波物理现象性质的实验教学具有重要意义。

参考文献

[1] 赵凯华，罗蔚茵．新概念物理·力学[M]．北京：高等教育出版社，1995：313—314.
[2] 沈元华，陆申龙．基础物理实验[M]．北京：高等教育出版社，2003：81—83.
[3] 郑永令，贾起民，方小敏．力学[M]．北京：高等教育出版社，2002：417—422.

研究水波的特性

周颖琦 张宁馨 宫婷婷 卢家兴
指导教师：苏波
(首都师范大学物理系)

摘要：本文阐述了基于 LabVIEW 编程下对水波发生器产生的水波进行波速、波长、频率、振幅及阻尼系数的测量和计算。

关键词：LabVIEW 编程；水波发生器；波速；波长；频率；振幅；阻尼系数

1 引言

石头落入水中，木棒搅动水面都会产生水波。波是某一物理量的扰动或振动在空间逐点传递时形成的运动。水波和波一样，都是能量传递的一种方式，其能量就表现为波的形势向外传播。

由于水波是生活中最常见的一种波，研究水波的特性有助于我们更加全面地认识波。本文正是基于 LabVIEW 编程下对水波发生器产生的水波进行波速、波长、频率、振幅及阻尼系数的测量和计算，从而分析出水波的一些特性。本实验的实验仪器及装置有：水波发生器、直流电源、摄像头、虚拟仪器数采卡、导线、刻度尺、硅光电池、激光器、软件：LabVIEW、暴风影音。

2 正文

2.1 波速的测定

利用速度=距离/时间的原理，用摄像机拍摄水波从波源产生到固定点(纸边)的过程，通过暴风影音按帧播放(1/25 秒一帧)测得传播所用时间，用刻度尺测得传播距离。

2.1.1 测量水深对波速的影响

分别测量和计算不同水深下的波速，并进行比较。经过测量分析，得到图 1。可以看出，水深越深，波速越慢。

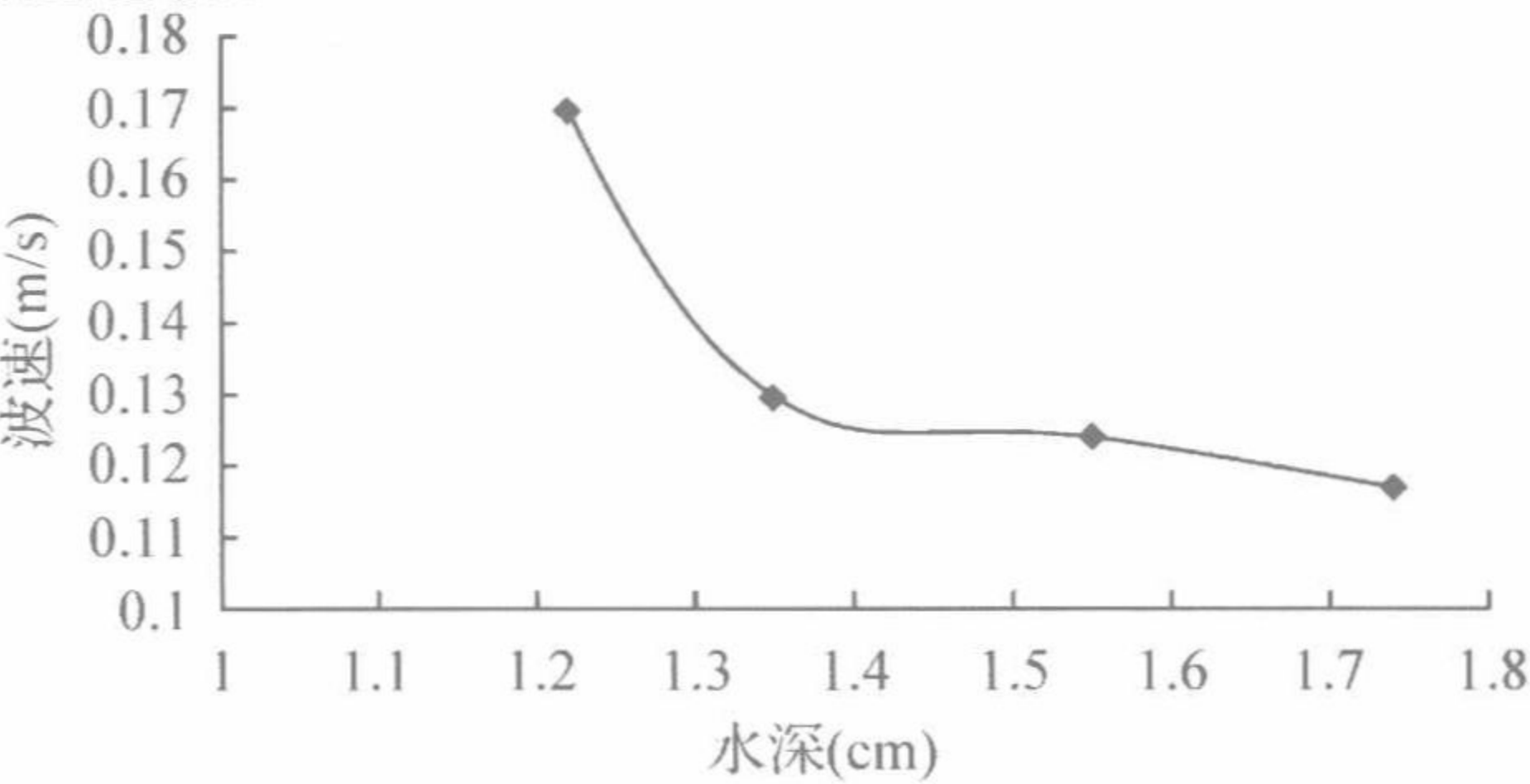


图 1 水深对水波传播速度的影响

2.1.2 测量密度对波速的影响

分别测量和计算同一水深时，不同密度的食盐和绵白糖溶液中水波的波速，并进行比较。经过测量分析，得到图 2。可以看出，密度越大，液体传播速度越小。

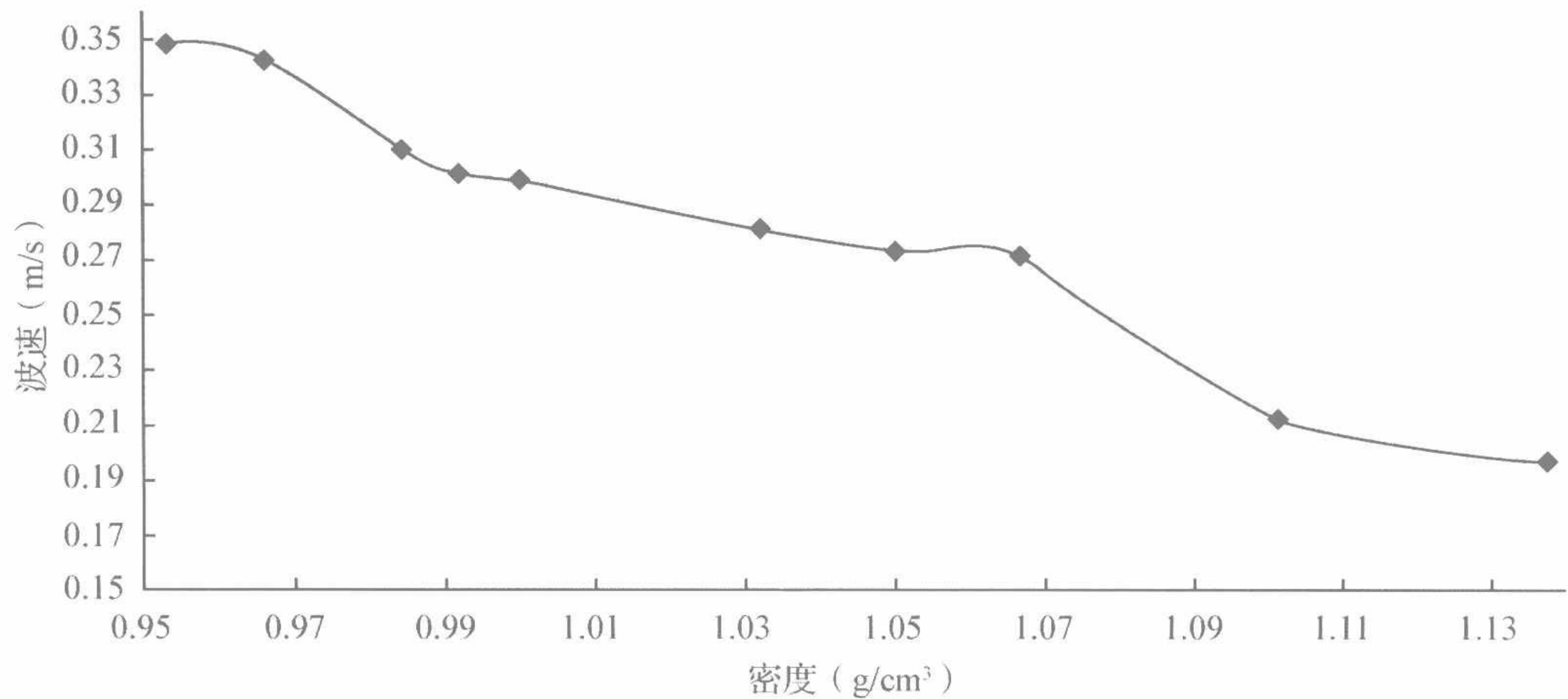


图 2 盐溶液密度对传播速度的影响

2.1.3 测量液体黏滞性对波速的影响

在相同水深的条件下，观察上述不同密度的食盐和绵白糖溶液中表面水波的速度的曲线，比较相同情况时食盐和绵白糖溶液中表面水波的速度。经过测量分析，得到图 3。可以看出，相同条件下，黏滞性越大的溶液，传播速度越小。

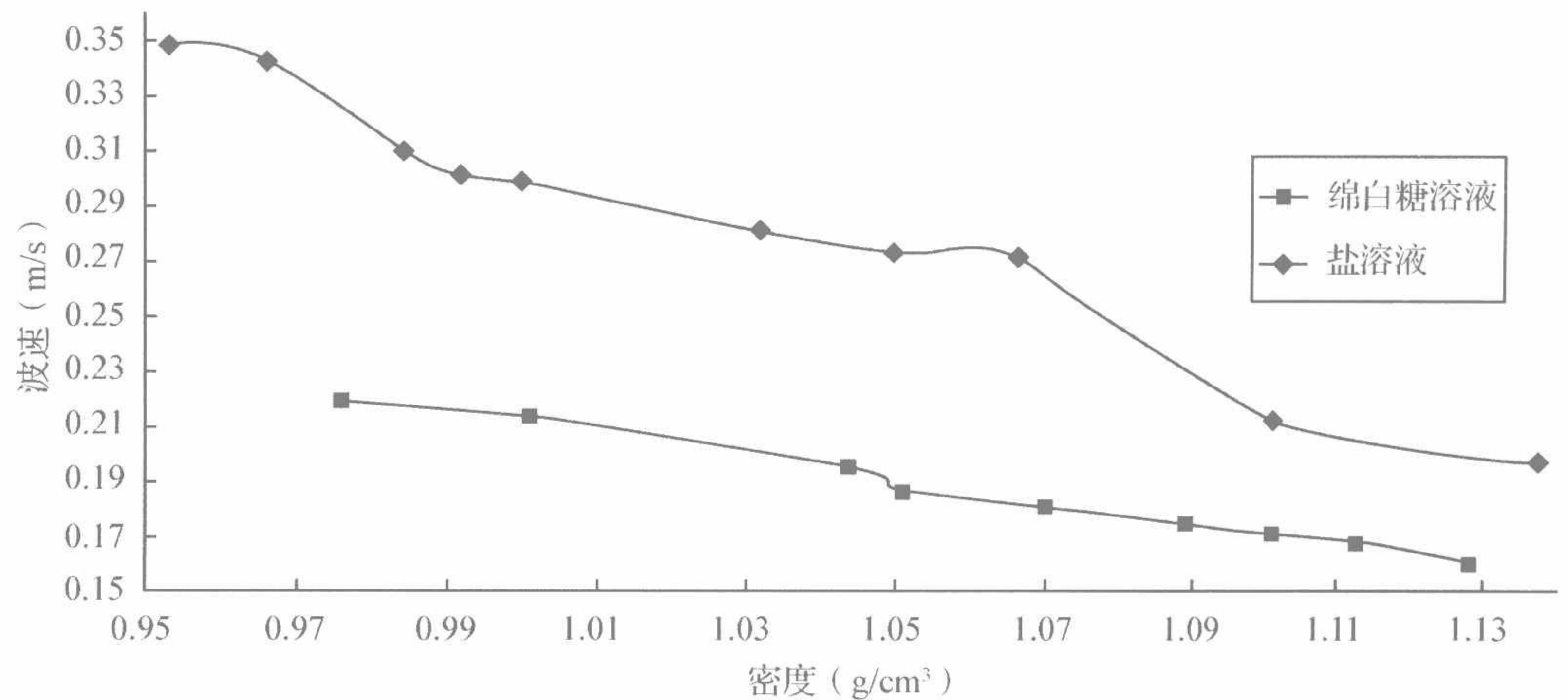


图 3 盐溶液与绵白糖溶液对传播速度的影响的对比图

2.1.4 测量温度对水波表面波速的影响

测量同一水深时，水在不同温度下表面水波的速度。经过测量分析，得到图 4。可以看出温度越高，波速越大。

2.2 波长的测定

根据 LabVIEW 的 Vision 模块，测量显示区域与录制区域比例，通过读取录制区域

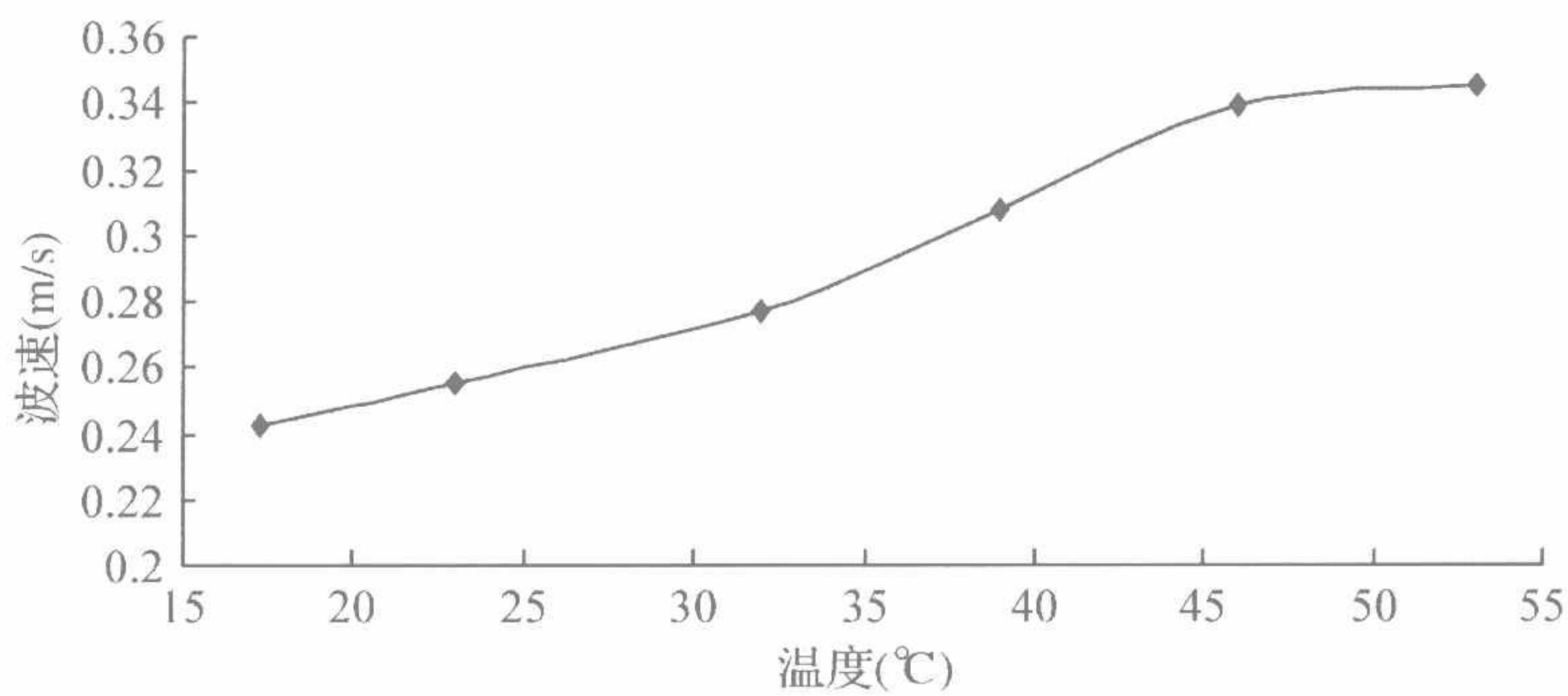


图 4 温度对水波表面波速的影响

坐标进行计算。如图 5。经过测量，平均波长为 0.6317cm。

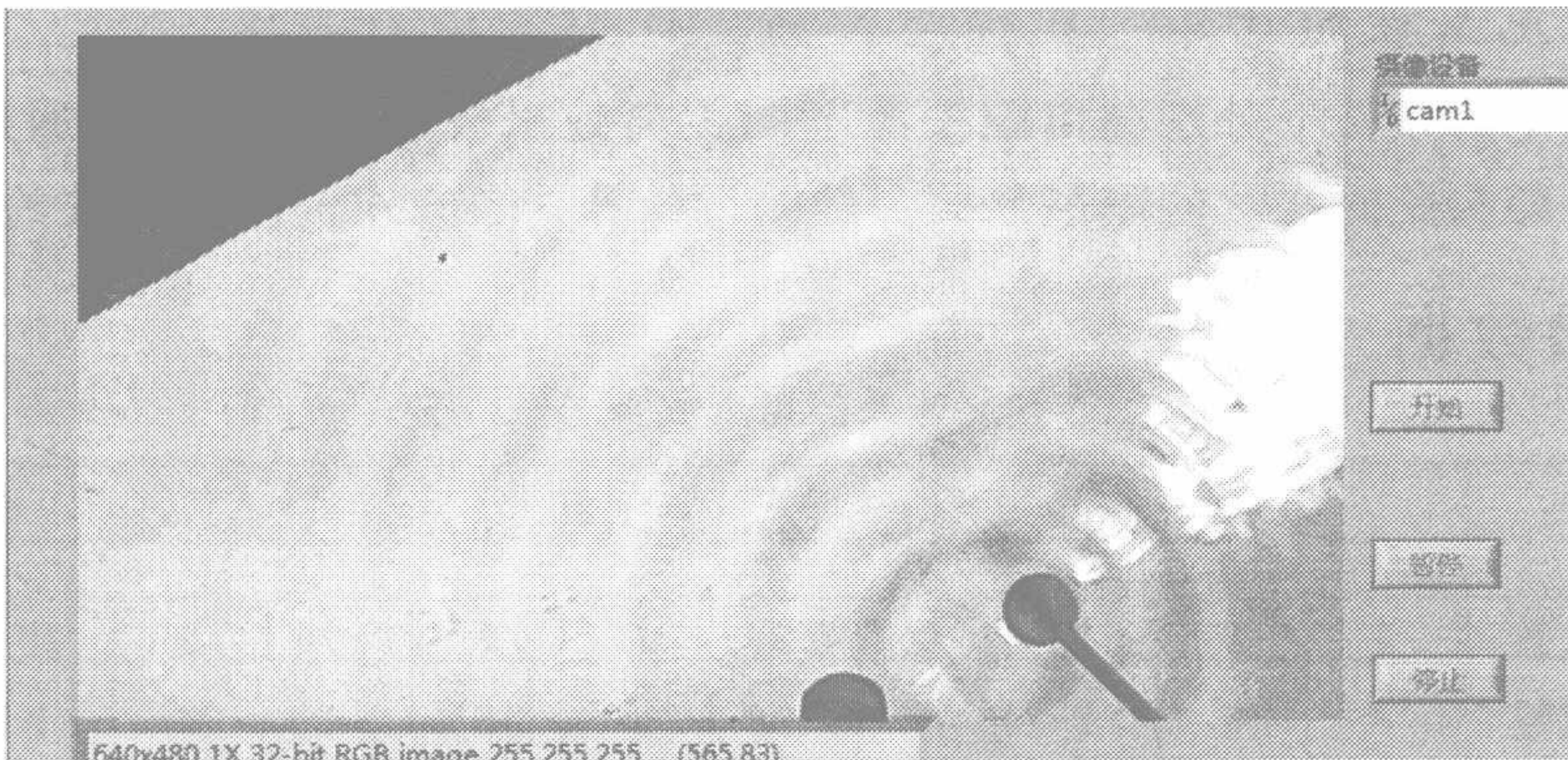


图 5 波长的测定

2.3 频率的测定

利用硅光电池把变化的激光位置信号转化为变化的电压信号的原理。将激光垂直射到硅光电池上，当水波发生器频率恒定时，产生水波的频率也恒定。通过 LabVIEW 软件分析可得到频率。如图 6 所示。

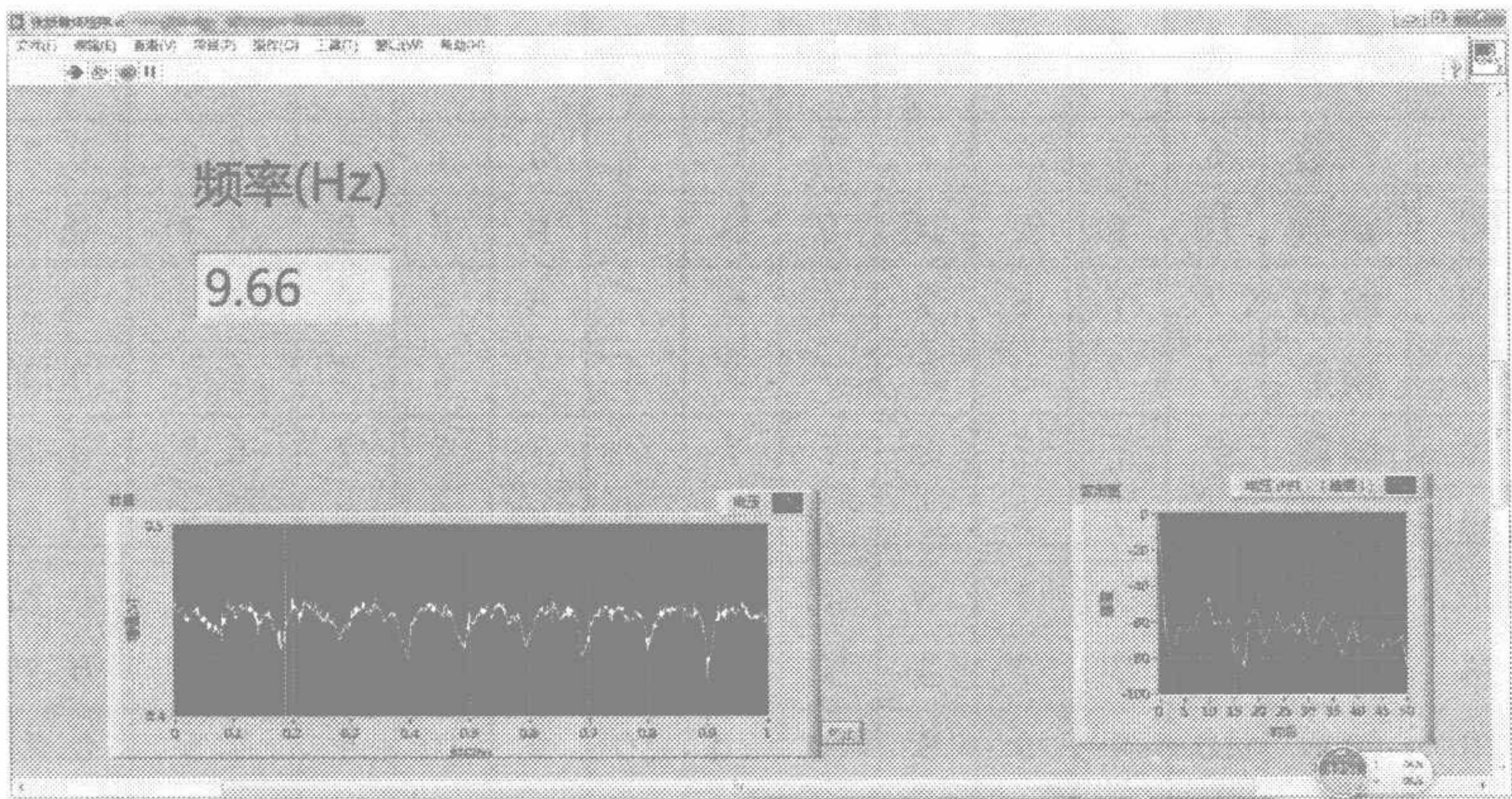


图 6 测量水波频率软件截图

2.4 振幅的测定

利用硅光电池把变化的激光位置信号转化为变化的电压信号的原理。通过测量电压的变化，计算可以得出振幅。利用 2.3 所测得的频率，根据公式 $\Delta U \approx (n_{\text{水}} - n_{\text{空}}) \cdot \left(\frac{H_{\text{水}}}{n_{\text{水}}} + \frac{H_{\text{玻}}}{n_{\text{玻}}} + \frac{H_{\text{空}}}{n_{\text{空}}} \right) A \omega \cos \omega t$ 计算出振幅 A 。其中 $H_{\text{水}}$ 为水深， $H_{\text{玻}}$ 为玻璃厚度， $H_{\text{空}}$ 为水槽底部到硅光电池的距离。 $n_{\text{水}} = 1.3$ 为水的折射率， $n_{\text{玻}} = 1.5$ 为玻璃的折射率， $n_{\text{空}} = 1$ 为空气的折射率。

还可以通过理论推导的公式： $A = \arctan(\arcsin(n \cdot \sin(n \cdot \sin(\arctan(\frac{x}{h}))))$ 其中 x 为 1/2 激光扫过距离(m)， h 为水面距硅光电池的距离， n 为水的折射率 1.3。对其进行验证。

2.5 阻尼系数的计算

在水波稳定的条件下分别测出距振源不同距离处水波表面的振幅，通过公式 $Ae^{-\beta x} = A'$ 计算出 β 即为此时水波的阻尼系数。经测量计算，自来水的阻尼系数约为 0.4213。

3. 实验数据

(1)波速

表 1 水深对水波传播速度的影响

水深(cm)	次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	波速(m/s)
1.22	帧数	8	6	7	7	8	7	8	8	7	7	0.1696
1.35	帧数	9	10	10	10	10	10	9	9	9	10	0.1294
1.55	帧数	9	11	9	9	10	9	9	9	9	11	0.1242
1.74	帧数	11	10	10	11	10	10	11	10	10	12	0.1171

注：测量距离为距振源的距离。测量距离为 8.20cm。测量温度 19.2℃。

表 2 盐溶液密度对传播速度的影响

编号	密度(g/cm³)	次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均帧数	波速(m/s)	测量距离(cm)
1(清水)	0.95	帧数	6	6	7	7	7	6	7	6	7	7	6.6	0.3488	9.21
2(盐水)	0.96	帧数	10	9	9	10	9	9	9	9	8	9	9.1	0.3434	12.50
3(盐水)	0.98	帧数	7	7	6	7	6	6	7	6	7	6	6.5	0.3115	8.10
4(盐水)	0.99	帧数	7	7	6	7	7	7	6	7	6	7	6.7	0.3022	8.10
5(盐水)	1.00	帧数	7	7	7	6	7	7	7	7	6	7	6.8	0.2977	8.10
6(盐水)	1.03	帧数	7	7	8	7	7	8	7	7	7	7	7.2	0.2812	8.10
7(盐水)	1.05	帧数	8	7	7	8	7	8	7	8	7	7	7.4	0.2736	8.10
8(盐水)	1.06	帧数	8	7	7	8	7	7	8	8	7	7	7.4	0.2736	8.10
9(盐水)	1.10	帧数	10	9	9	9	10	10	10	9	10	9	9.5	0.2131	8.10
10(盐水)	1.13	帧数	10	10	11	10	10	11	11	10	10	10	10.3	0.1966	8.10

注：固定测量水深：1.25cm。测量距离为距振源的距离。测量温度 19.2℃。

表 3 绵白糖溶液密度对传播速度的影响

编号	密度 (g/cm ³)	次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均 帧数	波速 (m/s)	测量距离 (cm)
1(清水)	0.976	帧数	11	11	12	11	12	12	11	11	11	12	11.4	0.2193	10
2(糖水)	1.001	帧数	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	11.7	0.2137	10
3(糖水)	1.044	帧数	12	13	13	13	13	13	13	13	13	12	12.8	0.1953	10
4(糖水)	1.051	帧数	13	14	13	14	13	13	14	13	14	13	13.4	0.1866	10
5(糖水)	1.07	帧数	13	14	14	14	14	14	14	13	14	14	13.8	0.1811	10
6(糖水)	1.089	帧数	14	14	14	15	14	14	15	14	14	15	14.3	0.1748	10
7(糖水)	1.101	帧数	14	15	14	15	15	14	15	15	14	15	14.6	0.1712	10
8(糖水)	1.113	帧数	15	15	15	15	15	15	14	15	15	15	14.9	0.1677	10
9(糖水)	1.128	帧数	15	16	15	15	16	16	16	16	15	16	15.6	0.1602	10

注：固定测量水深：1.25cm。测量距离为距振源的距离。测量温度 19.2℃。

表 4 温度对水波表面波速的影响

测量温度(℃)	17.3	23.0	32	39	46
次数	帧数	帧数	帧数	帧数	帧数
1	10	9	8	8	7
2	9	9	9	7	7
3	9	8	9	8	7
4	10	9	8	8	7
5	9	9	7	8	7
6	9	9	9	7	7
7	9	9	8	7	6
8	9	9	8	7	6
9	10	9	8	7	7
10	10	9	8	7	6
平均帧数	9.4	8.9	8.2	7.4	6.7
波速(m/s)	0.2420	0.2556	0.2774	0.3074	0.3395

(2)波长

X_1	Y_2	X_2	Y_2	波长(cm)
421	109	385	86	0.6993
356	97	370	68	0.6723
388	233	412	244	0.5834
320	204	292	203	0.6221
316	187	287	189	0.6452
406	109	426	90	0.6046
311	168	285	164	0.5836
369	96	380	68	0.6522
314	165	295	145	0.6038
340	112	327	85	0.6507
平均波长(cm)				0.6317

(3)频率

频率	9.618	9.661	9.749	9.627	9.553	9.712	9.762	9.687
(Hz)	9.565	9.836	9.745	9.882	9.524	9.736	9.653	9.683
平均频率(Hz)								9.687

(4)振幅

振幅	6.301	6.339	6.322	6.333	6.301	6.313	6.307	6.269	6.256	6.288
(mm)	6.322	6.326	6.301	6.256	6.326	6.294	6.269	6.313	6.275	6.321
平均值(mm)										6.302

当频率为 9.687Hz，水深为 1.87cm 时，我们测得 20 组振幅，平均值为 6.302mm。

(5)阻尼系数

振幅 A (mm)	距振源距离 L_1 (cm)	振幅 A' (mm)	距振源距离 L_2 (cm)	阻尼系数(m^{-1})
5.91	3.34	5.36	5.85	0.4213

4. 结论与展望

本文提供了一种全面科学的，较为新颖的测量水波特性的实验方法。利用硅光电池将光信号转为电压信号巧妙地将不可测量的信号量变成了可测量的。利用 LabVIEW 软件强大的分析功能对测量数据进行分析，得出了科学可验证的实验结论。通过多种方法进行实验验证保证了实验数据的科学有效性。对于水波特性方面的实验教学具有重要意义。

参考文献

[1]<http://mall.cnki.net/magazine/Article/YZDZ199301008.htm>.
[2]http://xueshu.baidu.com/s?tn=SE_baiduxueshu_clgjeupa&wd=水波特性&ie=utf-8.

自制斯特林热机，并对其性能进行研究

冯佳 邓培培 杨志通

指导教师：张利胜

(首都师范大学物理系)

摘要：这次研究的目的是多种因素对周期的影响，过程是研究了大于 5 度的单摆的周期、一杆多摆及弹簧摆的摆动现象，方法用的是实验法、空白对比法、观察记录法、公式推理法、归纳法等，结论是摆动周期除了和绳长 L 有关系，也与摆动的角度、与其他摆球的摆动有关系。

关键词：现象；周期；摆动；

背景：人类目前正逐渐进入太空时代，对宇宙科学的探索早已成为了科技的主题。根据前人的研究，我们发现了宇宙中所有的天体都可以看作摆体。一些天体运动，星球翻转危机等等，都可以通过研究天体摆动来解释。而双球摆、倒立摆等摆动模型又涉及混沌学的领域，可见摆动研究仍处于发展阶段，有许许多多的研究方向。

目的：现在研究基本的摆动，可以有助于我们对天体摆动有一个直观基础的理解，有利于以后研究更高层次摆动。

意义是探究出单摆、双摆、复合摆等的摆动规律，初步推测不同周期的摆之间有什么相互影响。解决一些复合摆周期性摆动现象的规律。为以后研究更高层次的摆体运动打下基础。

主要方法：实验法、物理建模法和理论推导法

范围：大于 5 度的单摆的周期、一杆多摆的周期及弹簧摆的周期

1 设计原理与方法

1.1 斯特林热机(Stirling Engine)

一种由外部供热使气体在不同温度下作周期性压缩和膨胀的封闭往复式发动机，由苏格兰牧师斯特林提出。斯特林热机在 19 世纪初被发明，目前已经发展为上百种不同的机械结构。斯特林热机是一种高效率的能量转换装置。相对于内燃机燃料在气缸内燃烧的特点，斯特林热机仅采用外部热源，工作气体不直接参与燃烧，因此又被称为外燃机。只要外部热源温度足够高，无论是使用太阳能、废热、核原料、生物能等在内的任何热源，都可使其运转，安全且清洁。此特点使人们在能源工程技术领域对斯特林热机的研究兴趣日益增加。斯特林热机极有可能成为未来动力的来源之一。斯特林热机采用封闭气体循环模式，工作气体可选取空气、氮气、氦气等。如图 1 所示，在热机封闭的气缸内充有一定容积的工作气体。汽缸一端为热腔，另一端为冷腔。置换器活塞推动工作气体在两来回运动，气体在低温冷腔中被压缩，然后流到高温热腔中迅速加热，膨胀做功。如此循环不休，将热能转化为机械能，对外做功。