

《海岸动力学》实验指示书

杨成渝 编

重庆交通大学河海学院

二〇一三年六月

目 录

前 言.....	2
实验一 波浪三要素测试实验.....	3
实验二 波浪传质速度实验.....	8
实验三 波浪传播浅水变形实验.....	11
实验四 波浪作用下的泥沙运动实验.....	15
实验五 不规则波谱分析实验.....	19
实验六 岸滩演变演示实验.....	22
实验七 波浪与水流相互作用特性实验.....	25

前 言

水力学、港口工程、海岸动力学三门课是水港专业本科、专科教学必开课，实验教学是课堂教学必要补充和深化，海岸动力学波浪方面的实验是对波浪理论、波浪特性的进一步理解，增强学生的感性认识，了解波浪与各种建筑物的相互作用，进一步巩固课堂所学的专业理论。通过实验使学生掌握实验设计的基本原理和实验的主要内容及实验手段，学会使用常规的仪器设备以及一般的量测原理并对所学结果结合理论知识进行分析。培养学生的综合实验能力和从事港口工程，海岸工程科研的初步能力。

本教材是港口、航道及海岸工程专业实验教材中的一本。

本《海岸动力学》实验教材适用于港口、航道及海岸工程专业本科生、研究生使用，也可供相关专业科研试验参考。所列实验项目基本上概括了海岸动力学的主要内容。本教材着重介绍了波浪要素、波浪的传质速度、波浪传播浅水变形和不规则波产生的过程、现象和量测方法，以及波浪斜向入射破碎后引起沙质岸滩演变、波浪作用下泥沙运动规律、波浪与水流相互作用特性等。同时，对仪器设备使用和测量技术以及成果整理分析也作了较详细的叙述。

本教材由重庆交通大学杨成渝参考原渠时勤实验教材和现行《海岸动力学》教材改编而成。多年以来，许多同志为此作了大量的工作。谨此表示衷心感谢。

杨成渝

二〇一三年六月

实验一 波浪三要素测试实验

1. 实验目的

周期、波高、波长是波浪的三要素。本实验是要求学生知道在实验室如何来测定这三要素以及影响波高、波长的其它因素。采用弥散方程计算其理论值,并与实验值相比较。波要素测量是一切波浪实验的基础,必须要求学生切实学会这些测量。

2. 实验内容

- (1) 波高仪的使用和率定
- (2) 记录仪的使用
- (3) 波周期 T (秒)的测定
- (4) 波高(米)的测量
- (5) 波长(米)的测量

3. 设备

- (1) 秒表一只
- (2) 记录仪一台
- (3) 波高仪二套
- (4) 米尺一根
- (5) 记录纸若干
- (6) 计算器

4. 实验准备工作

- (1)初次进行波浪实验,主意听取实验教师的课堂讲解;
- (2)细心熟悉各种不同类型实验仪器的使用方法;
- (3)将水槽充水,水深约 40~50 厘米左右;
- (4)调整造波机,使造出的波浪稳定,有光滑的波面。

5. 注意事项

- (1) 注意用电安全和保护自己；
- (2) 各种仪器、设备的电源开关不能反复开关或按压，以免造成损坏；
- (3) 波浪周期应从大到小，调整臂应从小到大。以免损坏调速电机和造波机；
- (4) 调整臂调整时应停机进行；
- (5) 调整臂为旋转部件，请学生注意安全。

6. 试验步骤

6.1 波周期 T 的测定

(1).秒表测量

调整造波机的推板往复运动的周期。测量连续数十个波所用的时间，求出每一个波的平均周期 $T = \Delta T / (N-1)$ 。

(2).记录仪测量

首先确定记录纸走纸速度 V ，例如确定为每秒钟记录纸前进 10 毫米,然后开动造波机,待波浪稳定后(一般十个波峰过后)，开动记录纸走纸马达，至少记录十个波。例如可在记录纸上测量出 N 个波形所走的距离 M ,便可算出相应的波周期 T 。

表 1-1 波浪周期记录表

走纸速度 V (米/秒)	波峰数 N (个)	距离 M (米)	波周期 $T=M/(V \cdot (N-1))$ (秒)

6.2 波高 H 的测定

(1) 波高仪的标定

要测波高，必须先对浪高仪进行标定，即求出比例系数 K 。一般电阻式波高仪受温度影响较大，因此每次使用前都要标定。标定是在静水中进行的。先将浪高仪测针放入水中大约 $1/2$ ，记录纸前进一点，作为零水位线，然后依次下降测针 2cm，每次都前进一下记录纸，下降 8~10cm 后，再返回零水位处。依上法再每次上提 2cm，每次都前进记录纸，直到上升 8~10cm。然后在记录纸上读出最高线与最低线之差，例如为 N cm，则比例系数 K 为：

$$K=8\text{cm} / N \quad \text{或} \quad K=10\text{cm} / N。$$

表 1-2 波高仪标定记录表

波 峰		波 谷		Ki=8cm / N
入水深	记录点偏移	出水深	记录点偏移	
0		0		
2		2		
4		4		
6		6		
8		8		

注：线性系统的 K 为常数，且每支传感器(或通道)均需标定，不可互换。

(2) 波高的测定

有了标定系数 K ，测波高就容易了。开动生波机等待波浪稳定后记录波浪，然后在记录

纸上量出波峰与波谷的和 h ，则可算得波高： $H=K \cdot h(\text{cm})$

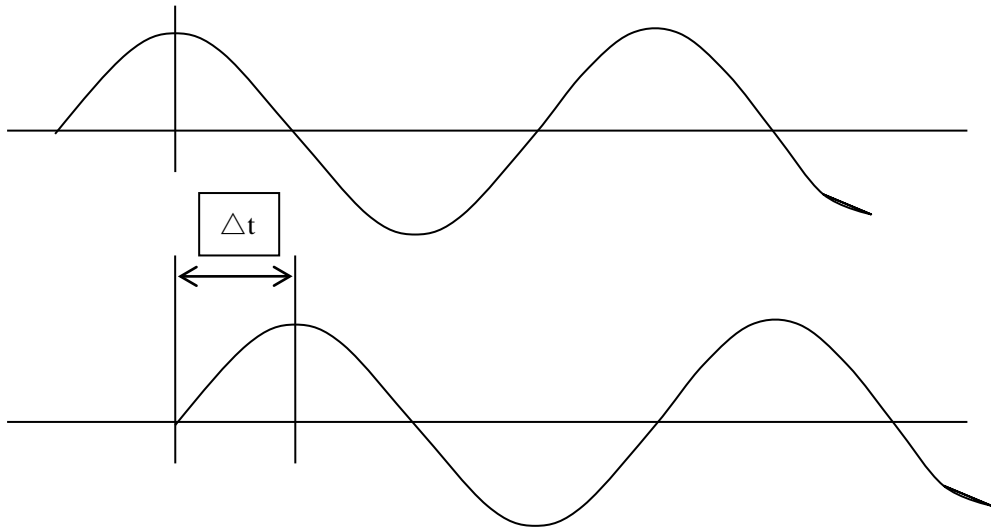
表 1-3 波高标定记录表

E	F	$h=E+F$	$H=K \cdot h$

注：E~波峰高，F~波谷高。

(3) 波长的测定

假定在波浪槽中放二台浪高仪的传感器，它们之间的距离是 ΔL 。波浪向前推进时，同一个波峰经过前后两支传感器的时间差为 Δt 。在记录纸上画有二条波浪的过程线，波浪过程线上两波峰的时间跨度即为 Δt 。如图所示：



两条波浪过程线中两个波峰之差是 Δt ，则

$$\Delta L = C \cdot \Delta t$$

C是波速、 $C=L/T$ 。T是周期、L是波长，所以

$$\Delta L = (L/T) \cdot \Delta t$$

$$L = \frac{\Delta L \cdot T}{\Delta t}$$

表 1-4 波长记录表

ΔL (米)	Δt (秒)	T (秒)	$L = \frac{\Delta L \cdot T}{\Delta t}$ (米)

7. 结果整理与分析

填好上述各表, 求出波长的实测值与理论值(通过弥散方程迭代求出波数 k)

8. 实验报告

(1)整理数据, 填好上面的表格;

(2)将波长的实测值与理论值进行比较, 两者的差别有多大(%) ,为什么?

实验二 波浪传质速度实验

1. 实验内容、要求

本实验的主要内容是测量线性波和非线性波的传质速度，使学生了解线性波没有质量输移，而非线性波存在有质量输移，而且主要发生在近表面处；这种输移在近岸裂流和泥沙横向输移中有重要意义。

2. 实验目的意义

波浪传质速度即是波浪质量输移速度，是波浪非线性性质的重要特性。但对线性波而言,从理论上讲，质点轨迹是封闭的，故传质速度为零。本实验就是证明，在深水情况下，线性波没有质量输移，而在浅水中非线性波存在质量输移，并证明波浪的传质速度沿水深是变化的，且仍满足流量平衡原理。由于波浪的非线性性质主要集中在表面，所以本实验只测表面传质速度。如果要测量整个断两上传质速度沿水深的分布，必须采用其他方法。因为这些方法过于困难，这里不在赘述。

3. 仪器设备

- (1).规则波造波机；
- (2).秒表，米尺；
- (3).记录仪一台；
- (4).波高仪二套；
- (5).塑料泡沫小球若干。

4. 实验准备工作

- (1)将水槽充水，水深约 40~50 厘米左右；
- (2)调整造波机，使造出的波浪为线性波。记下周期和调整臂的位置；
- (3)再调整造波机,使造出的波浪为非线性波，记下相应的周期和调整臂的位

置；

(4)做好塑料泡沫小球，用铁丝适当增加小球重量，以防小球太轻。

5. 实验步骤

(一)调整造波机的振幅，使之产生较小的波浪(线性波)；

(1)选用一个适当大小的塑料小球放入水中；

(2)造波机造波；

(3)待波浪稳定后，记下小球在波峰时的位置，同时记下起始时间；

(4)待过 N 个波后，再记下小球在波峰(第 N 个波峰)处的位置和时间

(5)测量两个位置之间的距离 ΔL 和历时 Δt ；

(6)重复进行步骤(3)~(5)。

(二)调整造波机，使之产生较大的波浪(非线性波)，并重复(一)组中的步骤(1)~(6)。

6. 注意事项

在调整造波机时应遵守如下原则：

(1).即波周期应从大到小，调整臂应从小到大。以免损坏调速电机和造波机。

(2).调整臂调整时应停机进行。

(3).调整臂为旋转部件，请学生注意安全。

七.结果整理与分析

仅测量自由表面传质速度。

这种方法简单易行，是用目测加秒表进行。选用一块适当大小的塑料泡沫小球放入水中。然后造波机造波，待波浪稳定后。立即记下小球所在波峰时的位置，同时记下其起始时间，待过 N 个波后又记下小球在波峰处的位置，并记下其终止时间，测量两个位置之间的距离 ΔL 和历时 Δt 。则波浪传质速度为：

$$V = \Delta L / (\Delta t \cdot N)$$

N 要大于 5，最好 5~10 个波。

记录格式为

(1)线性波:

波周期 $T=$ _____ 秒, 波长 $L=$ _____ 厘米,

波高 $H=$ _____ 厘米。

表 2-1 线性波实验记录表

次数	1	2	3	4	5	平均传质 速度 (厘米 / 秒)	
Δt (秒)							
ΔL (厘米)							
传质速度 (厘米 / 秒)							

(2)非线性波:

波周期 $T=$ _____ 秒, 波长 $L=$ _____ 厘米,

波高 $H=$ _____ 厘米。

表 2-2 非线性波实验记录表

次数	1	2	3	4	5	平均传质 速度 (厘米 / 秒)	
Δt (秒)							
ΔL (厘米)							
传质速度 (厘米 / 秒)							

8.实验报告

(1)填好上面的表格;

(2)比较线性波和非线性波表面质量输移的差别,为什么?

实验三 波浪传播浅水变形实验

1. 实验内容、要求

波浪传播浅水变形包括：波浪折射、绕射和破碎等较多内容。折射、绕射需要在较大的港泄中进行，波浪破碎可在水槽中进行。本次实验只在水槽中进行波浪在人造斜坡上的增水、破碎、减水、爬高等试验，并将测量的结果与理论值进行比较。

- (1) 测量入射波浪周期、波高、波长；
- (2) 测量破波前的水深，斜坡坡度；
- (3) 测量破波水深，破波高；
- (4) 测量破波后的水深及波高；
- (5) 测量爬高；
- (6) 记录入射波、坡波带、破波后波浪的过程线；
- (7) 求出其增、减水值及平均水位分布图。

2. 实验目的意义

本实验是一个综合性实验。该实验综合了波浪行进到岸边时形态的变化，是岸滩演变、泥沙运动，港口、航道淤积的主要原因。要求学生了解波浪在水深变浅过程中出现的增水、减水、破碎、爬高等现象以及出现这些现象的原因及其物理机制。并测量出：

- (1) 破波高与破波水深的关系；
- (2) 波浪破碎后的波高、波长与水深的关系；
- (3) 波浪爬高。

加强学生对波浪及其变形的物理意义与作用机制的认识和理解。

3. 仪器设备

- (1) 30 米水槽及规则波造波机；

- (2) 人造斜坡(可变坡度);
- (3) 浪高仪(三台);
- (4) 直尺;
- (5) 波形记录仪等。

4. 实验准备工作

(1) 该实验用的人造斜坡长度至少 3 米, 才能观察到波浪传播在水深变浅过程中的变化的全过程;

(2) 斜坡坡度要可调节, 以适应不同水深和不同周期的波浪;

(3) 实验人员要预先做好预备实验, 调整水深, 波周期、波高和斜坡坡度。

使斜坡上的波浪能产生明显的增水、减水、破碎和爬高, 且容易测量;

(4) 调整好波形记录仪;

(5) 标定好传感器及波高仪;

(6) 调节好适当的实验水深。

5. 实验步骤

(1) 根据预备实验, 再次调整好水深、波周期、波高和斜坡坡度;

(2) 记下斜坡与静水位交点 A(在斜坡水边上);

(3) 记录仪走纸, 记下静水位位置;

(4) 开动造波机造渡, 待波浪稳定后, 测出入射波浪的波要素(T、H、C);

(5) 在斜坡上找出破波位置, 做好标记, 测出该点到水边线(A 点)的距离 X_b 、波高 H_b , 水深 h_b , 并记录下该处的波浪过程线;

(6) 在破波带以内选取一适当的点做好标记, 测出该点到水边线(A 点)的距离 X_x 、波高 H_x 、水深 h_x , 并记录下该处的波浪过程线;

(7) 找出波浪在斜坡上的最大爬高位置, 做好标记并测出最大爬高 η_{max} ;

(8) 根据各测点的波浪过程线求出其增、减水值和破波指标 γ_b ;

(9) 画出平均水位分布图。

6. 记录表格

波高仪及传感器标定系数: $K1=$ _____, $K2=$ _____, $K3=$ _____ ,

斜坡坡度 $\beta=$ _____度, 坡前水深 $h=$ _____厘米。

表 3-1 实验记录表

测量次数		1	2	3	备 注
波周期 T (秒)					
波 高 H (厘米)					
破 波 带	破波高 H_b (厘米)				
	破波水深 h_b (厘米)				
	距A点距离 X_b (厘米)				
破 波 后	波 高 H_x (厘米)				
	相应水深 h_x (厘米)				
	距A点距离 X_x (厘米)				

7. 结果整理与分析

(1).破波指标

实验

$$\gamma_b = H_b/h_b, \quad (\text{取三次平均值})$$

理论值

$$\gamma_b = (1.40 \sim 6.85 \text{tg}\beta)^{-1}, \quad \text{当 } \text{tg}\beta \leq 0.07 \text{ 时}$$

$$\gamma_b = 1.09, \quad \text{当 } \text{tg}\beta > 0.07 \text{ 时}$$

将以上结果加以比较。

(2) 破波带上的减水值 η_b

(a) 在记录纸上找出静水位位置;

(b) 在记录纸上找出破波带的平均水位(见图 3-1);

(c) 由(a)、(b)求得 η_b 。

(3).最大爬高

实测值:

$R_{max} =$ (厘米);

理论值:

$R_{max} = (K \cdot h_b) / (1 - K) + \eta_b$ (厘米);

式中: $K = 1 / (1 + 8 / 3\gamma^2) = 0.194$ $\gamma = 0.801$;

比较以上结果。

(4). 利用第(2)步的方法, 找出破波后的增水值 η_x ;

(5). 破波后的波高

实测 $H_x =$ (厘米);

理论值 $H_x = \gamma(h + \eta)$ (厘米);

比较以上结果。

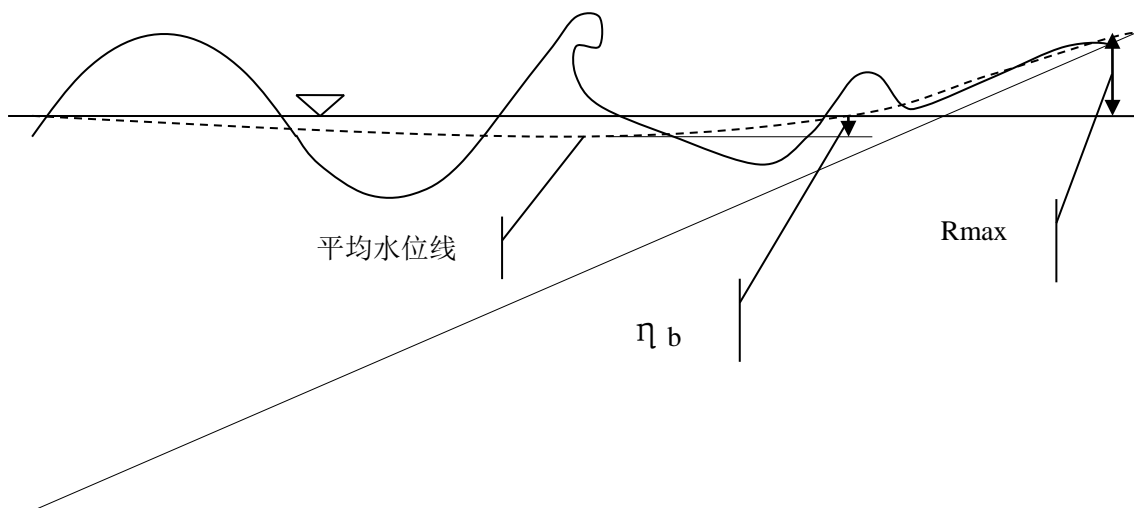


图 3-1 破波带减水值示意图

8. 实验报告

- (1) 整理试验成果;
- (2) 描述波浪传播在水深变浅过程中的形态变化。

实验四 波浪作用下的泥沙运动实验

1. 实验内容、要求

(1) 观察泥沙在波浪作用下的运动形式。同河流一样，泥沙在波浪作用下形成的沙纹是推移质运动的一种方式。沙纹的存在对泥沙运动有极大的影响，在波浪的作用下尤其如此。河流中的沙纹是不对称的。在波浪作用下泥沙形成的沙纹是接近对称的，随着波浪水流呈现不对称性，形成的沙纹也呈现不对称性。

(2) 观察并描述在波浪作用下沙纹上泥沙的搬运和输移方式。沙纹的存在使波浪作用下的泥沙运动具有非常复杂的性质。当水流强度不大，沙纹背后形成的旋涡强度不大，不足以使泥沙悬移时，泥沙仅沿着沙纹床面作往复推移。由于非线性波浪的不对称性，正向波浪作用时推移距离大于反向波浪作用时的推移距离，这时泥沙将沿波浪传播方向产生净输移。但当水流强度较大，沙纹背后形成较强的旋涡时，情况就变得十分复杂。在一定的条件下，泥沙可能逆着波浪传播方向而输移。

(3) 观察并描述在波浪作用下沙纹上泥沙运动的四个阶段。

2. 实验目的意义

通过本实验，使学生认识泥沙在波浪作用下的运动与河流中的泥沙运动不同。建立净向位移、净输沙率、泥沙沙纹尺度与波浪要素和泥沙粒径的关系，增强近岸泥沙运动对港口、航道和岸滩演变的影响，加强工程意识。

3. 实验仪器和设备

- (1)30 米水槽及规则波造波机；
- (2)波高仪 2 支；
- (3)模型沙，米尺；
- (4)记录仪等。

4. 实验准备

在上课前由实验人员在水槽底部铺设厚约 5 厘米、至少 5 米长的模型沙并摊平。调整造波机，选择好波要素及适当水深。使该泥沙在波浪作用下运动形成的泥沙沙纹易于观测。

5. 实验步骤

- (1) 恢复地形；将水槽中模型沙铺平，测量水深；
- (2) 启动造波机，仔细观察泥沙运动和沙纹形成的过程，泥沙云的运动形态和波峰、波谷的关系；
- (3) 测量波要素；
- (4) 停止造波机，测量沙纹的波长，波高；
- (5) 重复(1)~(4)步。

6. 注意事项

模型沙如采用天然沙，必须预先将沙洗净，去掉悬移质，以免水槽中的水变得太浑浊而不易观察。

7. 结果整理与分析

- (1) 仔细描述沙纹上泥沙云的运动和波浪运动的关系，分四个阶段：
 - (a) 波峰到来阶段；
 - (b) 波浪由波峰过渡到波谷转向阶段；
 - (c) 波谷阶段；
 - (d) 波浪由波谷过渡到波峰转向阶段。

以上阶段要求用图形加以说明。

- (2) 判定输沙方向

计算：

- (a) 水流强度系数

$$F = \frac{\rho U_m^2}{(\rho_s - \rho)gD} \left(\frac{D}{2a_m}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$U_m = \frac{\pi H}{T} \left(\frac{1}{sh(kh)}\right)$$

$$a_m = \frac{H}{2} \frac{1}{sh(kh)}$$

式中： ρ_s — 泥沙比重；

ρ — 水的比重；

k — 波数 $k = 2\pi / L$ ；

g — 重力加速度；

D — 泥沙中值粒径；

(b)厄塞尔参数

$$U = HL^2 / h^3$$

式中： H — 波高；

L — 波长；

h — 水深；

T — 周期；

(c)比较

当 $F > 0.28U^{1/4}$ 时，泥沙净离岸输沙；

当 $F < 0.28U^{1/4}$ 时，泥沙净向岸输沙。

(1)描述

表 4-1 实验观察记录表

阶 段	泥 沙 运 动 描 述
波 峰 阶 段	
由波峰到波谷过渡阶段	
波 谷 阶 段	
由波谷到波峰转向阶段	

(2)计算成果

表 4-2 实验记录表

泥沙 比重 ρ kg/m ³	泥沙 中值 粒径 D ₅₀ (cm)	波高 H (cm)	水深 h (cm)	波周期 T (sec)	波长 L (cm)	um (cm/sec)	am (cm)	F	U
结 论									

8. 实验报告

- (1) 整理试验成果；
- (2) 描述波浪作用下沙纹的发育过程和沙纹上泥沙的运动方式。

实验五 不规则波谱分析实验

1. 实验内容、要求

1.1 实验内容

- (1) 了解实验室中不规则波产生的过程和方法；
- (2) 观察了解不规则波现象；
- (3) 了解不规则波的数据采集和分析方法。

1.2 实验要求

调整造波机产生期望的不规则波，学生要仔细作好观察记录，正确描述不规则波现象，并要求学生了解用数据采集系统采集分析不规则波的过程，与期望的波谱进行分析比较。

2. 实验目的意义

在实验室中模拟天然的不规则波是研究波浪对近岸建筑物的作用最有效的手段。不规则波造波机是进行这种研究的必备设备。在实验室中学生能观察到不规则波并能分析出波的统计特征(外型特征)与波浪组成内在的联系。使学生对不规则波浪既有感性认识，又有理性的理解，对增强学生的工程意识具有重要意义。

3. 实验仪器设备

- (1) 港池或水槽；
- (2) 浪高仪 4~8 支；
- (3) 港池或水槽不规则波造波机系统：该系统由液压泵源、液压伺服系统、推波板和计算机信号控制系统组成；
 - (a) 液压伺服系统：液压泵站(动力源)，电液伺服动作器(油缸、电液伺服阀、位移传感器)。另外考虑到油温控制系统还配备了冷却装置。
 - (b) 波浪信号发生器：在不规则波系统中，用于控制电液伺服机构运动的电子仪器。它能够直接产生规则波信号，也可以接受由计算机送来的规则或不规

则波信号，控制伺服油缸和推波板运动，产生规则波和不规则波。

(c) 数据采集系统：把电阻或传感器接在放大器上，其输出通过滤波和模数(A / D)转换进入计算机。

计算机是控制系统、数据采集及数据处理系统的中心。

4. 实验准备工作

实验员应确定适当的水深，选取某种形式的波浪谱和其基本参数，作好准备实验。要注意放大系数的调整,应遵守从小到大的原则。各个浪高仪的标定系数要输入计算机。试机成功后保持系统状态待命。

5. 实验步骤

本造波机系统目前所配备的一些应用程序的基本功能可分为六个步骤：

(1) 模拟量和数字量相互转换的测试程序——将数字信号转换成电压信号以控制造波机运动以及将采集的电压信号转换成数字信号完成数据采集过程，即：A / D 及 D / A 的转换；

(2) 测量仪器(如波高仪等)标定程序；

(3) 造波板位移信号生成程序——生成离散数字信号通过 A / D 板控制造波运动，

(4) 造波板位移控制和数据采集程序，

(5) 产生模型中期望的规则波和不规则波谱的自动迭代程序，

(6) 数据处理程序，

以上程序构成了进行海岸工程规则波和非规则波谱模型试验的基本程序。

6. 注意事项

非规则波造波系统为重大精密仪器，必须在专门技术人员的严格监管指导下进行一切操作，以免损坏设备。

7. 结果整理与分析

计算机通过程序 WAVE(该程序的功能是对一系列实测的波浪通过快速富里叶

变换), 将时域序列信号变成频域系列信号而得到频谱。有了时域谱和频域谱就可以得到所需要的平均波高、有效波高、各阶矩等有用的信息。各种分析由计算机完成。

8. 实验报告

- (1) 整理试验成果;
- (2) 与期望的波谱进行分析比较。

实验六 岸滩演变演示实验

1. 实验内容、要求

通过该实验使学生了解：

沿岸带泥沙顺岸作纵向运动(沿岸输沙)是沿岸带最重要的泥沙搬运作用。在沙质海岸上，沿岸输沙主要发生在破波带内，主要动力是破波及破波产生的沿岸流。沙质海岸的沿岸输沙主要是由于波浪斜向入射破碎后引起的。

该实验是一个综合性演示实验，几个典型的岸滩包括：

- (1) 观察裂流以及月牙形地形的形式，
- (2) 滩头弯地形——其中又有：
 - (a) 波浪垂直入射时情况；
 - (b) 波浪斜向入射时情况；
- (3) 对数螺旋线地形的形成。

2. 实验目的意义

通过实验使学生从感性认识上知道近岸泥沙在波浪作用下的运动以及地形对泥沙运动的影响，从而在规划设计海岸建筑物时能考虑这种影响。为港口工程学习打下基础。

3. 实验仪器设备

- (1) 港池；
- (2) 不规则波造波机；
- (3) 模型和地形模型沙

4. 实验准备工作

模型布置如附图所示。在模型内的模型沙都按 1: 10 坡度铺设。实验员应作好预备实验，确定适当的水深、波要素及波浪(斜向入射)的入射角度，以便能形成比较理想的典型地形。

5. 实验步骤

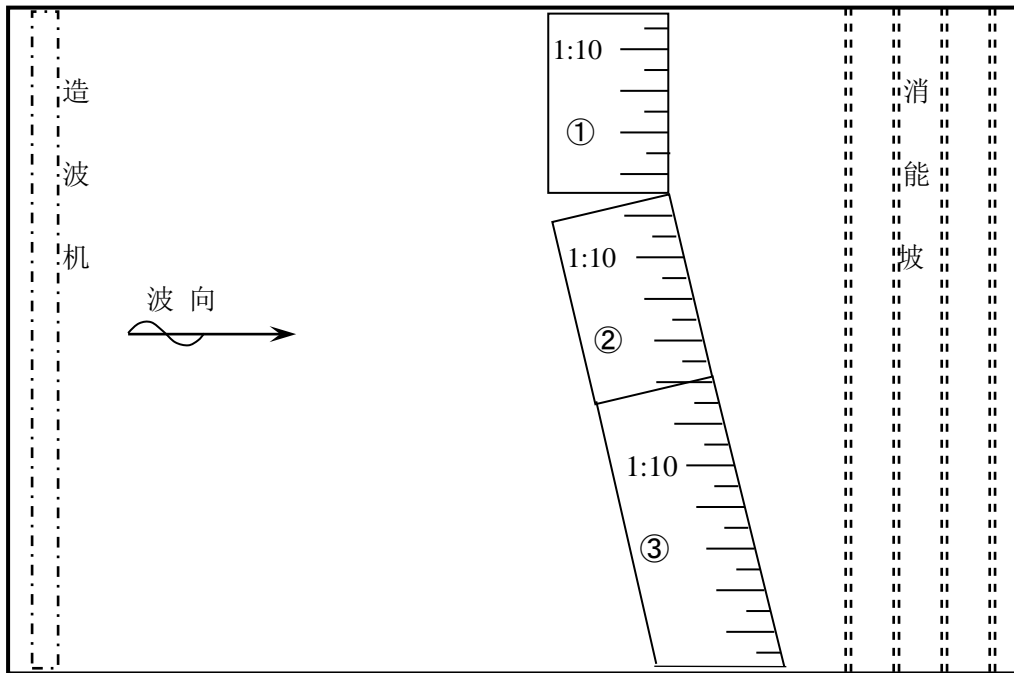
- (1) 实验人员预先按照图安装铺设好模型，按 1:10 的坡度铺好模型沙；
- (2) 根据预备实验调整好波周期和波高，以使实验效果最快最好；
- (3) 恢复地形；
- (4) 学生预先观察原地形，并做好记录；
- (5) 开动造波机，学生观察四种地形的变化过程，其重点是：
 - (a) 平直海岸上的裂流以及月牙形地形的形成过程；
 - (b) 在波浪斜向入射的 2, 3 单元中，泥沙的运动方向及等高线的变化；
- (6) 待地形稳定以后，比较各种地形，并与课本上的内容相比较，作好观察记录；
- (7) 完成实验报告。

6. 注意事项

造波机为大型精密仪器，需由专人操作，学生只完成实验观测和实验报告。

7. 结果整理与分析

- (1) 平直海滩上的裂流以及月牙地形的形成过程；
- (2) 在斜向波入射的情况下，第 2, 3 单元中泥沙运动及等高线的变化；
- (3) 以上要给出最终的地形图并注上各种地形的尺寸。



①平直海滩，波浪正向入射；②平直海滩，波浪斜向入射；③对数螺旋线地形
图 6-1 岸滩平面布置图

8. 实验报告

- (1) 整理试验成果；
- (2) 分析近岸泥沙在波浪作用下的运动和地形对泥沙运动的影响及其规律与作用机制，在规划设计海岸建筑物时应如何考虑这些影响。

实验七 波浪与水流相互作用特性实验

1. 实验内容、要求

本实验的主要内容为水流对波浪外形尺寸的影响。考虑到实验的难度，只研究规则波浪和水流同向的情况。至于波浪对流场的影响，由于一般流速仪不能测往复流速，本实验不作研究。

通过这个实验，要求学生增强由于水流的存在，波浪的外形尺寸会有变化，学会测量和计算波浪的这种改变。

2. 实验目的意义

通常在海上波浪与水流同时存在，在水流较强的区域，它的影响将不容忽视。它不仅改变了波浪的尺度及传播方向，而且由于流场的改变也将影响近、离岸工程结构的受力状况。这一点对于在波流共存条件下，如何应用 Morison 方程具有重要意义。

3. 实验仪器设备

- (1) 能加水流的水槽及规则波造波机；
- (2) 波高仪 2 支；
- (3) 波形记录仪；
- (4) 流速仪或电磁流量计。

4. 实验准备工作

由于该实验难度较大，实验人员应做好预备试验。调整好水深、流量及相应的波要素，固定波要素及水深不变，至少应有三种流量的实验数据。

5. 实验步骤

- (1) 调整水深到预定水深 h ；
- (2) 按预先调整好的波周期、波高造波；
- (3) 测量出没有水流条件下的波高 H_s ，波长 L_s ，波周期 T_s 后停止造波；

- (4) 加水流，先放一小流量 Q_1 ，并保持原来水深；
- (5) 用流速仪或电磁流量计测出断面平均流速 u ；
- (6) 造波机造波(保持原定波要素)，测量出波周期 T ，波高 H 。波长 L 后，停止造波；

- (7) 加大流量，并保持原来水深；
- (8) 重复步骤(5)~(6)；
- (9) 再加大流量，重复步骤(5)~(6)。

记录格式：

$u=0$ 时： $T_s=$ _____秒； $C_s=$ _____厘米 / 秒； $H_s=$ _____厘米；
 $K_s=$ _____； $L_s=$ _____厘米； $h=$ _____厘米。

$u \neq 0$ 时：

表 7-1 静水波要素表

次 数	1	2	3
断面平均流速 u (厘米 / 秒)			
H (厘米)			
L (厘米)			
C 厘米 / 秒			
K			

6. 注意事项

- (1) 水流流量应从小到大，流量不要改变太厉害，否则水位及流速调整需要很长时间；
- (2) 电磁阀门的开避要严格遵守操作规程，并注意安全；
- (3) 流量及水位调整时要互相配合，寻找有经验的人操作，以提高实验效率。

7. 结果整理与分析

设静水中的波高、波长、波周期、波速、波数分别为 H_s 、 L_s 、 C_s 、 K_s ，水流中的值分别为 H 、 L 、 T 、 C 、 K 。根据文献(1)

$$\frac{H}{H_s} = \left(1 - \frac{u}{C}\right)^{1/2} \cdot \left(\frac{L_s}{L}\right)^{1/2} \cdot \left(\frac{A_s}{A}\right)^{1/2} \cdot \left(1 + \frac{u}{C} \cdot \frac{2-A}{A}\right)^{1/2}$$

$$\frac{L}{L_s} = \frac{C}{C_s} = \left(1 - \frac{u}{C}\right)^{-2} \frac{\tanh(kh)}{\tanh(k_s h)}$$

式中 A 为波浪传递率: $A = 1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)}$

8. 实验报告

将计算结果与实验结果填入下面的表格:

水深 $h =$ _____ 厘米; 波周期 $T_s =$ _____ 秒;

波高 $H_s =$ _____ 厘米; 波长 $L_s =$ _____ 厘米。

表 7-2 加流时波要素表

次 数		1	2	3
断面平均流速 u (厘米 / 秒)				
波高 H (厘米)	实测值			
	计算值			
波长 L (厘米)	实测值			
	计算值			

并绘出下图:

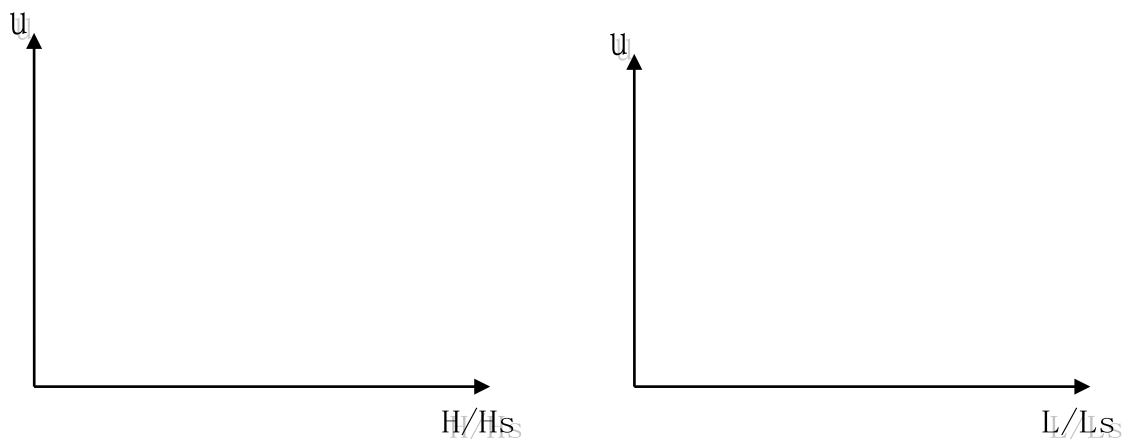


图 7-1 平均流速 u 时波要素的变化

- (1) 整理试验成果;
- (2) 分析在水流影响下波浪三素发生变化的原因和机理。

参考文献

- [1] 李玉成, 波浪与水流共同作用下波要素的变化, 海洋通报 Vol.3.N0.3,1984, 11-20.
- [2] 陈士萌, 海岸动力学, 北京: 人民交通出版社 1988 年 12 月
- [3] 周生国, 工程检测技术, 北京: 北京工业学院出版社 1986 年 6 月
- [4] 华东水利学院, 模型实验量测技术, 北京: 水利电力出版社, 1984 年 11 月
- [5] 吴宋仁, 海岸动力学, 北京: 人民交通出版社, 2000 年 2 月