

环形水槽技术方案书

产品型号：HXSC-2

1、简述：

流场内部不同截面内的水流会造成流场底部泥沙的悬浮与转移，这种现象在对河海岸、河海出口等研究项目中扮演着重要角色：泥沙的演变将会逐渐影响流场床型，进而改变整个流场内部属性，对标至实际中，河、海的泥沙转移会直接影响港口的疏浚、近水工程设施的建设、河床的稳定性等，与此同时，由于流场底部往往富含各类营养要素，泥沙的转移会使得不同流层面的营养要素转换，这意味着对生态环境的建设同样需要针对泥沙转移现象进行研究。综上所述，本实验平台通过模拟真实流场下的流速变化对泥沙转移现象的成因、过程进行研究观察，探讨流场底部泥沙被水流侵蚀的条件与结果。

2、工作原理：

本实验平台主体为环形水槽，内置水循环系统、剪力环等机构，可实现：单向/多向流循环流动，可变流速流动，非规律性扰动性流动等，最大条件模拟真实条件。同时实验平台内部配备多种传感器，可对流速、营养度、浊度等参数实时进行采集。

3、平台简介：

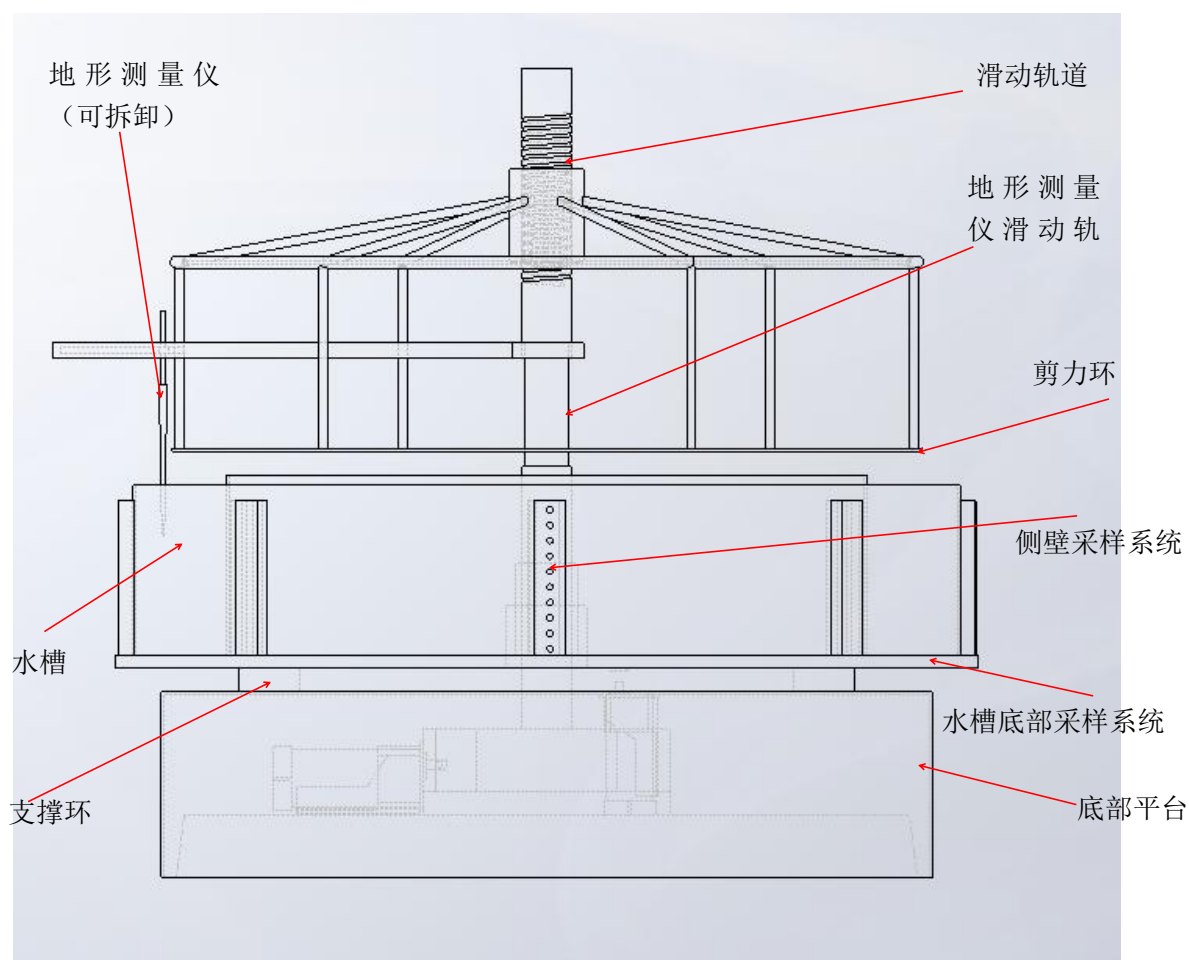


图 1 环形实验平台概念图

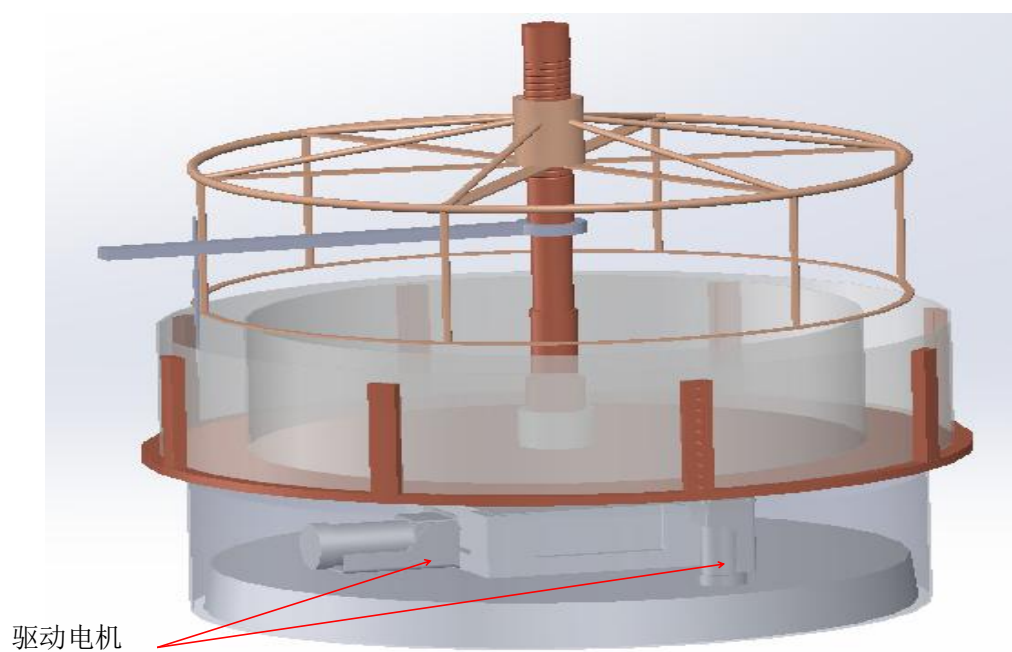


图 2 环形实验平台模型图

如上述图片所示，整体实验装置分为上层旋转装置、中部环形水槽、底部支撑三部分，水槽外径 3m，水槽深 0.5m，水槽宽 0.3m，结构主材料为 316 不锈钢，水槽主材料为钢化玻璃，槽内流速不小于 0.7m/s。

上层旋转装置主要部件为剪力环，触水部分宽 290mm，外径 2970mm，设计转速为 0.5 转/min 至 10 转/min，最大线性速度 1.5m/s，主材料为 316 不锈钢。

中部环形水槽包含水槽主体、环形支撑，主材料为 316 不锈钢与钢化玻璃，水槽外壁厚度 10mm，底部厚度 12mm，通过底部电机提供旋转动力，转速设计为 1 转/min-10 转/min，最大线性速度 1.5m/s。

底部支撑分为外壳与内部结构，外壳采用 4mm 的 304 不锈钢板折弯而成，外径 2.5m，内部结构包含支撑轴承与动力电机。

4、传感器相关：

本实验装置配有常用采集仪器如流速仪、地形仪、以及与之匹配的水样采集系统等，如有更多数据采集需求可增加设备位置并定制。

4.1 流速测量系统

水槽底部布置流速传感器，随水槽同步转动，传感器在水槽内深度可调，通过无线通信方式与控制主机进行数据交互。该产品适用于同步测量河工、水工和港工模型水体的多点流速，通过键盘可输入测杆 K 值、C 值、模型流速比尺 v 、采样时间 T_c 、采样间隔时间 T_w 。通过切换，可在显示器上显示出流速值 V 和旋浆脉冲计数 N ，上述参数也可在与流速仪相联之监控机上设置。

主要技术特点：

启动流速：不大于 2cm/s；

最大流速：2m/s；

流速测量准确度：≤3%；

通信接口：RJ45 标准，10M 以太网接口，五类线；

通信协议：支持 TCP/IP 协议包括：ETHRENET、IP、UDP、TCP。

4.2 水下地形测量系统

●地形仪即地形自动测量分析系统基于先进的超声测距技术进行设计，是具有高精度、高自动化以及高采集效率的地形自动测量分析系统。系统主要用于模型试验、水槽试验的地形测量，能实现在测量范围内的测点自动定位、数据自动测量，提高测量效率。同时系统提供一套功能丰富的软件，可完成专业的数据采集和数据分析，实现地形断面图显示等分析功能。

地形测量系统技术参数如下：

地形测量范围：水深 0.10m~0.5m；

地形测量精度：±1mm；

组件定位精度：垂向±1mm，横向±1 mm；

无损测量：可以在有水或者无水情况下测量，无水情况下探头非接触测量，不干扰地形，有水情况下测量探头只需要没入水面很小一部分，对水流干扰小，对地形无干扰；

测桥荷载：≤15kg 时，形变不影响地形测量精度；

通信接口：RJ45 标准，10M 以太网接口，五类线；

通信协议：支持 TCP/IP 协议包括：ETHRENET、IP、UDP、TCP。

4.3 水样采集系统

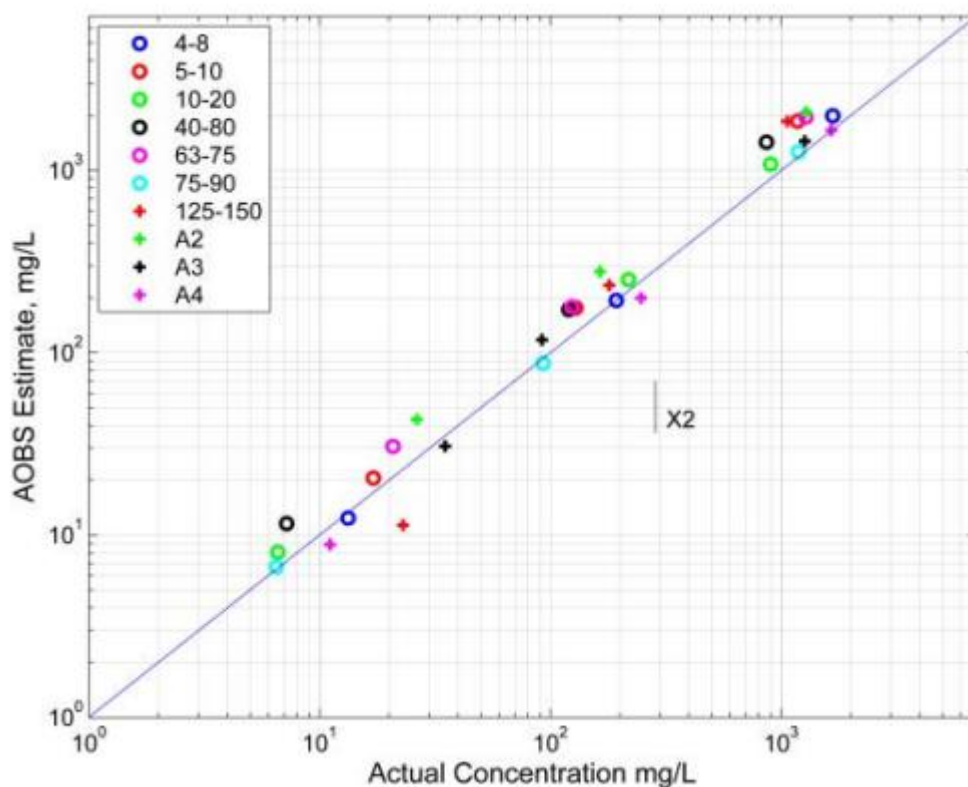
水样采集系统由电磁阀门、管道、真空泵及控制软件组成。可实现最大 10 个通道水样的自动采集。通道间的采集顺序及采集时间可调。最大采集流量 1L/min。采集时间 1-60s 无线可控。



4.4 含沙量实时测量系统

采用光学后向散射和声学后向散射成对技术，进行含沙量实时测量，声学后向散射频率：8MHz，含沙量浓度测量范围：1-30kg/m³，浊度测量范围：0-3000NTU，对于 1 - 500 μm 范围内的粒度，在 2 级系数内进行近似恒定校准。其测量数值同实际的浓度数据几乎完全吻合呈现 1：1 的状态。





5、本实验平台特点与应用情况：

5.1 平台特点

(1) 水槽与上部旋转装置同轴不同步旋转，同时采用剪力环替代桨叶与水槽内水体接触，最大程度增强内部水体环境稳定性。

(2) 配备两处独立采样系统，可实现水样、沉积质样、流速信息的采集，并实现远程自动控制。

(3) 可根据需求对环形水槽横截面不同流层的流速分布进行率定以便实验。

(4) 水下地形测量设备位置可调，测量灵活性较高。

5.2 本平台可实现的相关实验

(1) 泥沙再悬浮临界力实验（泥沙起动实验）

即沉积后的底泥再次释放至上覆水体时所需要的外界扰动力，同时可以视作：本处于静止的泥沙颗粒，测试水流流速达到某极限值时，泥沙颗粒开始运动，此时可视此流速为冲刷流速，同时相应的冲击力亦可视作泥沙再悬浮临界力。

（2）静水质量沉积速率实验（泥沙沉降实验）

即覆盖水体在稳态条件下底泥沉积的速率，亦可视为：一定速率流速的作业完成后，不同质量的泥沙沉积率与沉积时间。

（3）挟沙能力实验

水流条件一定时，水体所挟带的泥沙量为常数值，即为挟沙能力。以往的环形实验平台由于上层旋转装置桨叶的存在，使得本实验难以进行（桨叶极大的阻碍了泥沙的转运），本平台由于特殊的构造设计使得进行挟沙实验可行。

（4）侵蚀率—应力关系与侵蚀沙粒粒径实验

通过水样采集分析，可视为：为了观察不同条件下的泥沙在不同盐度条件下的流场内部的动态沉积现象，截取一定流速范围内的某一时间段，连续的测量水样内的各项参数变化，进而得出类比结果。

（5）全流层的推移质输沙率实验

即单位时间内通过流场断面的推移质沙量，亦可视作水流的输沙能力实验（不同条件下的水流所带动泥沙量与带动距离）。

（6）污染物和营养物交换实验(通过采集的水样测试)

（7）临界沉降力实验（通过摩擦力计算，依托重力、惯性力等条件下的固体颗粒向流场底部沉降的最大综合作用力）

(8) 海床粗糙度&生物特性实验

(9) 其他适宜条件下的水力特性实验

(10) 流速流向仪器等水文设备的率定（水槽不转，剪力环提出水面运动），精度达到国标水平以上。

6 技术指标

1. *水槽主体：外径 3m，水槽深 0.5m，水槽宽 0.3m，结构主材料为 316 不锈钢，水槽主材料为无色透明有机玻璃。环形水槽装置分为上层旋转装置、中部环形水槽、底部支撑三部分；
2. 水槽与上部旋转装置同轴不同步旋转，同时采用剪力环替代桨叶与水槽内水体接触，最大程度增强内部水体环境稳定性。配备两处独立采样系统，可实现水样、沉积质样、流速信息的采集，并实现远程自动控制。
3. 上层旋转装置：主要部件为剪力环，触水部分宽 290mm，外径 2970mm，设计转速为 0.5 转/min 至 10 转/min，主材料为 316 不锈钢；
4. 中部环形水槽包含水槽主体、环形支撑，主材料为 316 不锈钢与钢化玻璃，水槽外壁厚度 10mm，底部厚度 12mm，通过底部电机提供旋转动力，转速设计为 1 转/min-10 转/min；
5. 底部支撑分为外壳与内部结构，外壳采用 4mm 的 304 不锈钢板折弯而成，外径 2.5m，内部结构包含支撑轴承与动力电机；
6. 流速测量系统：启动流速：不大于 2cm/s；最大流速：2m/s；流

速测量准确度： $\leq 3\%$ ；通信接口：RJ45 标准，10M 以太网接口，五类线；通信协议：支持 TCP/IP 协议包括：ETHRENET、IP、UDP、TCP。

7. 地形测量系统：地形测量范围：水深 0.10m~0.5m；地形测量精度： $\pm 1\text{mm}$ ；组件定位精度：垂向 $\pm 1\text{mm}$ ，横向 $\pm 1\text{mm}$ ；无损测量：可以在有水或者无水情况下测量，无水情况下探头非接触测量，不干扰地形，有水情况下测量探头只需要没入水面很小一部分，对水流干扰小，对地形无干扰；测桥荷载： $\leq 15\text{kg}$ 时，形变不影响地形测量精度；通信接口：RJ45 标准，10M 以太网接口，五类线；通信协议：支持 TCP/IP 协议包括：ETHRENET、IP、UDP、TCP。
8. 水样采集系统：由电磁阀门、管道、真空泵及控制软件组成。可实现最大 10 个通道水样的自动采集。通道间的采集顺序及采集时间可调。最大采集流量 1L/min。采集时间 1-60s 无线可控。
9. *含沙量实时测量系统：采用光学后向散射和声学后向散射成对技术进行含沙量实时测量，要求声学后向散射频率：8MHz，含沙量浓度测量范围：1-30kg/m³，浊度测量范围：0-3000NTU，对于 1 - 500 μm 范围内的粒度，在 2 级系数内进行近似恒定校准。其测量数值同实际的浓度数据几乎完全吻合呈现 1: 1 的状态。
10. 实验功能：（1）泥沙再悬浮临界力实验（泥沙起动实验），（2）静水质量沉积速率实验（泥沙沉降实验），（3）挟沙能力实验，（4）侵蚀率—应力关系与侵蚀沙粒粒径实验，（5）全流层的推

移质输沙率实验，（6）污染物和营养物交换实验(通过采集的水样测试)，（7）临界沉降力实验（通过摩擦力计算，依托重力、惯性力等条件下的固体颗粒向流场底部沉降的最大综合作用力），（8）海床粗糙度&生物特性实验，（9）其他适宜条件下的水力特性实验，（10）流速流向仪器等水文设备的率定（水槽不转，剪力环提出水面运动）。

7 配置清单

序号	项目	数量(套)	备注
1	水槽槽体及转动系统	1	
2	无线流速测量系统	1	8 个测点
3	地形测量系统	1	1 台设备可自由调整位置
4	无线全自动水样采集装置	1	10 通道
5	实时含沙量测量系统	1	1 个系统可布放在不同高度
6	环形水槽测控软件系统	1	