



河南水利與環境職業學院

HENAN VOCATIONAL COLLEGE OF WATER CONSERVANCY AND ENVIRONMENT

水力学仿真实验实训系统

实

训

手

册



目 录

第一章 概述	1
1.1 软件功能简介	1
1.2 主要功能	1
1.3 运行环境介绍	1
第二章 软件功能的操作说明	3
2.1 实验选择	3
2.2 实验认知	4
2.3 自动演示	5
2.4 虚拟实验	6
2.5 最小化系统	11
2.6 退出系统	11

第一章 概述

1.1 软件功能简介

水力学仿真实验实训系统综合采用三维仿真技术、虚拟交互技术、计算机技术等先进技术，结合实验实际需求及专业技术，建立 1:1 的实验三维仿真模型，为水利工程领域提供了一种最直观的交流方式、最方便的设计工具和最先进的教育培训手段。

1.2 主要功能

(1) 系统支持漫游功能，学生可在实验室场景中进行漫游认知，对实验中所用到的实验仪器进行查看；

(2) 系统支持对实验原理、目的、注意事项内容的展示，以达到实验预习的效果；

(3) 系统支持自动演示和手动实验两种实验模式，自动演示模式中，学生观看实验操作流程及方法，手动实验提供参考；

(4) 手动实验模式设置实验流程提示功能，学生通过实验提示按照实验操作流程进行虚拟实验；

(5) 系统支持学生自定义实验参数，学生通过设置不同的参数，系统根据内置计算程序，得到不同实验工况数据；

(6) 实验现象演示功能，系统根据不同实验工况，展示不同实验现象，加强学生对实验原理的了解；

(7) 系统配置实验数据填写，实验数据处理表格，学生根据设置的实验参数，对实验中观察到的数据进行填写和计算，系统对计算错误的数据，进行提示，多次计算错误，系统将自动生成正确答案；

(8) 对于验证性实验，系统根据实验数据，自动生成实验曲线图。

1.3 运行环境介绍

CPU: Pentium III 或以上配置；

内存: 8G 及以上；

显卡: 标准 VGA 256 色显示模式以上；

硬盘: 120G 以上。

操作系统: Windows 7(或以上)



本软件只能运行在中文操作系统上,软件本身为中文版本,不支持其他语种版本。

注：运行本系统需使用管理员权限运行。

第二章 软件功能的操作说明

水力学仿真实验实训系统包含：文丘里实验、孔板流量计实验、静水压强实验、达西渗透定律实验、沿程阻力系数实验、能量方程实验、毕托管实验、虹吸原理实验、局部水头损失系数实验。

实验内容包含实验选择、实验简介、实验认知、自动演示和虚拟实验五部分内容。

2.1 实验选择

运行“水力学仿真实验实训系统”，进入实验选择页面，如下图：



实验选择页面包含以下内容：

- (1) 实验系统名称：水力学仿真实验实训系统
- (2) 实验内容：文丘里实验、孔板流量计实验、静水压强实验、达西渗透定律实验、沿程阻力系数实验、能量方程实验、毕托管实验、虹吸原理实验、局部水头损失系数实验。
- (3) 进入实验场景：选择实验，点击“进入”按钮，进入该实验的三维场景页面。

下面以“文丘里实验”为例介绍实验的操作方法，其他实验操作方法与文丘里实验操作方法类似。

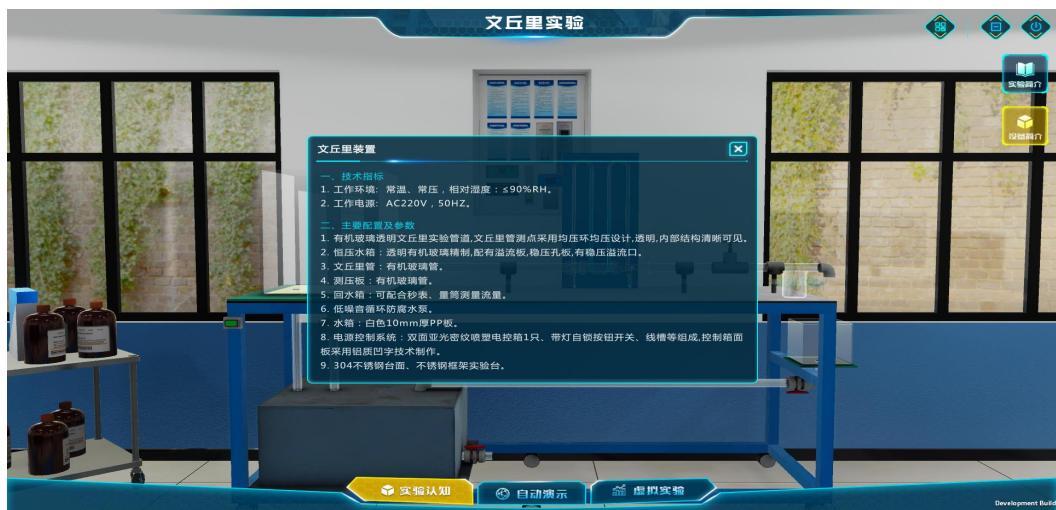
2.2 实验认知

实验选择页面，选择“文丘里实验”，点击“进入”按钮，进入文丘里实验页面，如下图：



实验认知模块包含以下内容：

- (1) 场景漫游：在实验室场景中任意漫游，通过键盘 W(↑)/S(↓)/A(←)/D(→) 向前后左右方向移动，鼠标右键控制方向；
- (2) 实验认知：点击“实验认知”按钮，查看文丘里实验装置信息；



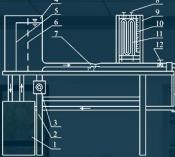
- (3) 实验简介：点击“实验简介”按钮，查看文丘里实验的实验简介内容。实验简介包含：实验目的和要求、实验原理、实验注意事项等内容，如下图：



文丘里实验

实验目的和要求

(1) 了解文丘里流量计的构造、原理及使用方法；
 (2) 掌握文丘里流量计测量流量和流量系数的方法；
 (3) 点绘流量系数与实测流量关系。



式中：
 ΔH —两断面测压管水头差
 K —为文丘里流量计常数，对给定管径是常数
 由于阻力的存在，实际通过的流量 $Q_{\text{实}}$ 恒小于 $Q_{\text{理}}$ ，今引入一个无量纲因数 μ ，对计算结果进行修正。
 即 $Q_{\text{实}} = \mu Q_{\text{理}} = \mu K \sqrt{\Delta H}$
 另由静力学基本方程可得气-水多管压差计的 ΔH 为

$$\Delta H = H_1 - H_2 + H_3 - H_4$$

 实验表明， μ 是雷诺数的函数，在雷诺数 $Re < 2 \times 10^4$ 以前，流量系数随雷诺数的增大而增大。在 $Re > 2 \times 10^4$ 以后，流量系数接近于常数 0.98，一般认为流量系数为 0.92~0.98。

实验原理

当流体通过文丘里流量计时，由于圆管段和喉管段的断面面积不同而产生压差，通过的流量不同，其压差的大小也不同，所以可以根据压差的大小来测定流量。

根据能量方程式和连续性方程式，可得不计阻力作用时的文丘里管过水能力关系式

$$Q_{\text{理}} = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2g[(Z_1 + \frac{P_1}{\rho g}) - (Z_2 + \frac{P_2}{\rho g})]} = K \sqrt{\Delta H}$$

$$K = \sqrt{\frac{\pi}{4} \frac{d^2}{(1 - \frac{d}{D})^4}}$$

$$\Delta H = (Z_1 + \frac{P_1}{\rho g}) - (Z_2 + \frac{P_2}{\rho g})$$

实验注意事项

(1) 测验管中的空气必须排完，否则测量压差的数据不正确；
 (2) 每次改变流量应待水流稳定后方能读取数据，否则影响测量精度；
 (3) 每次实验前要检查称重仪器中的水是否排出或排放是否停止，如水未排出或排放未停止，要等待排放停止后再进行下一次测量。

实验认知 自动演示 虚拟实验

(4) 返回实验选择：点击  按钮，返回实验选择页面；

(5) 系统最小化：点击  按钮，系统最小化显示在状态栏；

(6) 退出系统：点击  按钮，退出水工钢筋混凝土结构仿真培训系统。

2.3 自动演示

文丘里实验页面，选择“自动演示”菜单，进入实验自动演示页面，如下图：

文丘里实验

2 / 10 计算系数 K ，并填写实验常数表。

管道直径 D (cm)	喉管直径 d (cm)	运动粘度 u (cm^2/s)	系数 K ($\text{cm}^{3/2}/\text{s}$)
2	1	0.01	35.911



实验认知 自动演示 虚拟实验

自动演示包含以下内容：

(1) 自动演示：系统自动展示实验的操作过程；



(2) 其他操作：自动演示过程中允许用户切换到实验其他操作页面；

(3) 文丘里实验自动演示步骤：

1/10 点击实验仪器，设置管道直径、喉管直径；

2/10 计算系数 K，并填写实验常数表；

3/10 打开恒压水箱水泵开关，进行实验；

4/10 调节恒压水箱阀门，减小水箱溢流量；

5/10 重复开关管道阀门，排出管道内空气；

6/10 关闭管道阀门，点击压差计，查看压差计液面高度值；

7/10 调节管道阀门开度，调节流量大小；

8/10 点击压差计、烧杯，并填写实验数据记录表格；

9/10 多次调节管道流量，重复实验；

10/10 根据实验数据记录表格中数值，计算并填写实验数据计算表格。

2.4 虚拟实验

文丘里实验页面，选择“虚拟实验”菜单，进入虚拟实验页面，如下图：



虚拟实验包含以下内容：

(1) 实验步骤：文丘里实验步骤共 10 步，每一步操作系统默认给出操作实验仪器高亮闪烁提示要操作的实验仪器设备。

1/10 点击实验仪器，设置管道直径、喉管直径；

2/10 计算系数 K，并填写实验常数表；

3/10 打开恒压水箱水泵开关，进行实验；



- 4/10 调节恒压水箱阀门，减小水箱溢流量；
5/10 重复开关管道阀门，排出管道内空气；
6/10 关闭管道阀门，点击压差计，查看压差计液面高度值；
7/10 调节管道阀门开度，调节流量大小；
8/10 点击压差计、烧杯，并填写实验数据记录表格；
9/10 多次调节管道流量，重复实验；
10/10 根据实验数据记录表格中数值，计算并填写实验数据计算表格。

(2) 实验操作：进入虚拟实验，默认进行第一步实验操作。

第一步：点击实验仪器，设置管道直径、喉管直径；管道直径范围 1-5cm，喉管直径为管道直径的一半。



第二步：2/10 计算系数 K，并填写实验常数表；



第三步：打开恒压水箱水泵开关，进行实验；水箱水位要达到溢流状态。



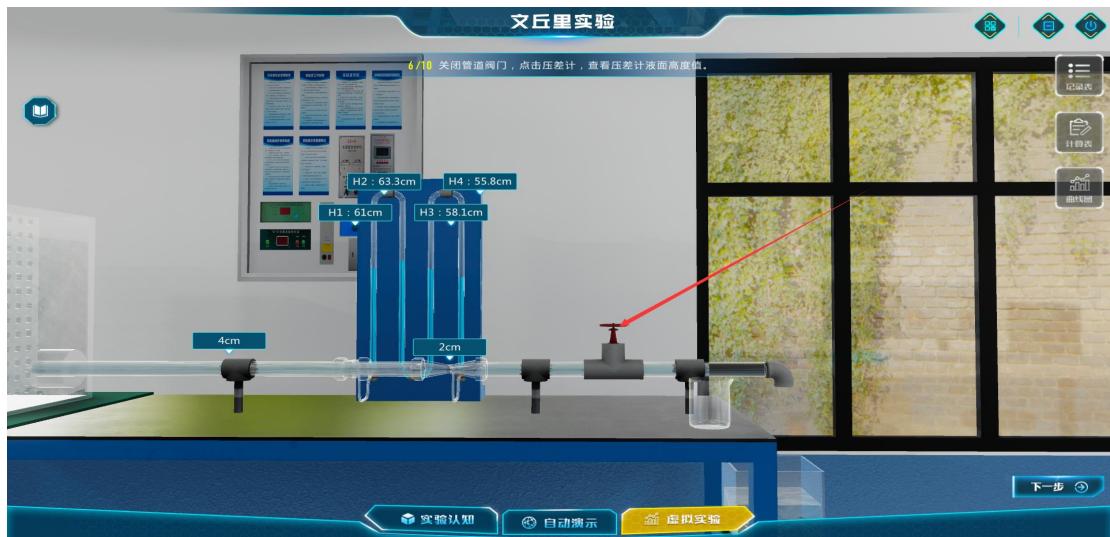
第四步：调节恒压水箱阀门，减小水箱溢流量；



第五步：重复开关管道阀门，排出管道内空气；



第六步：关闭管道阀门，点击压差计，查看压差计液面高度值；



第七步：调节管道阀门开度，调节流量大小；



第八步：点击压差计、烧杯，并填写实验数据记录表格；



第九步：多次调节管道流量，重复实验；



文丘里实验

9/10 多次调节管道流量，重复实验。

实验数据记录表格

实验序号	H1(cm)	H2(cm)	H3(cm)	H4(cm)	时间t(s)	水量V(mL)
0(关闭时)	61.0	63.3	58.1	55.8	t	0
1	74.2	50.1	71.3	42.6	5.17	5058.5
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

确定

实验认知 自动演示 虚拟实验

计时 3.58 停止

H2 : 41.3cm H4 : 33.8cm
H1 : 83cm H3 : 80.1cm

4577.46mL

下一步

第十步：根据实验数据记录表格中数值，计算并填写实验数据计算表格。

文丘里实验

10/10 根据实验数据记录表格中数值，计算并填写实验数据计算表格。

实验数据计算表格

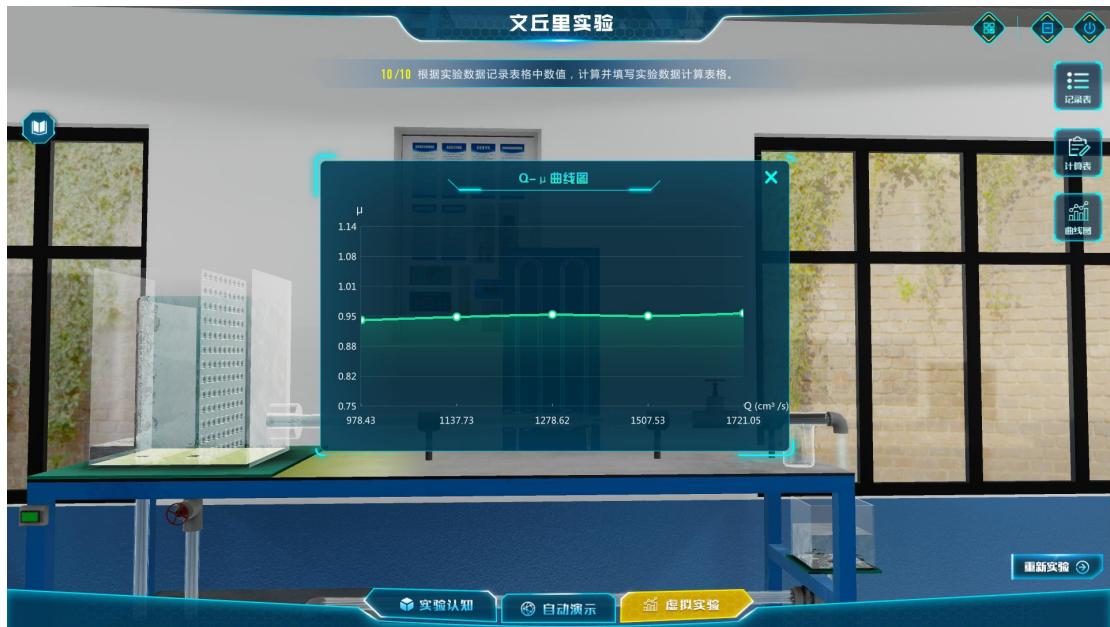
实验序号	实际流量Q(cm ³ /s)	理论流量Q'(cm ³ /s)	水面差ΔH(cm)	Re	流量系数μ
0(关闭时)	0	0	0	0	0
1	978.43	1043.78	52.8	31144.5	0.937
2	1278.62	1347.52	88	40699.74	0.949
3	1507.53	1594.41	123.2	47986.05	0.946
4	1721.05	1807.89	158.4	54782.84	0.952
5	1137.73	1205.26	70.4	36215.09	0.944
6					
7					
8					
9					
10					

确定 查看曲线

实验认知 自动演示 虚拟实验

下一步

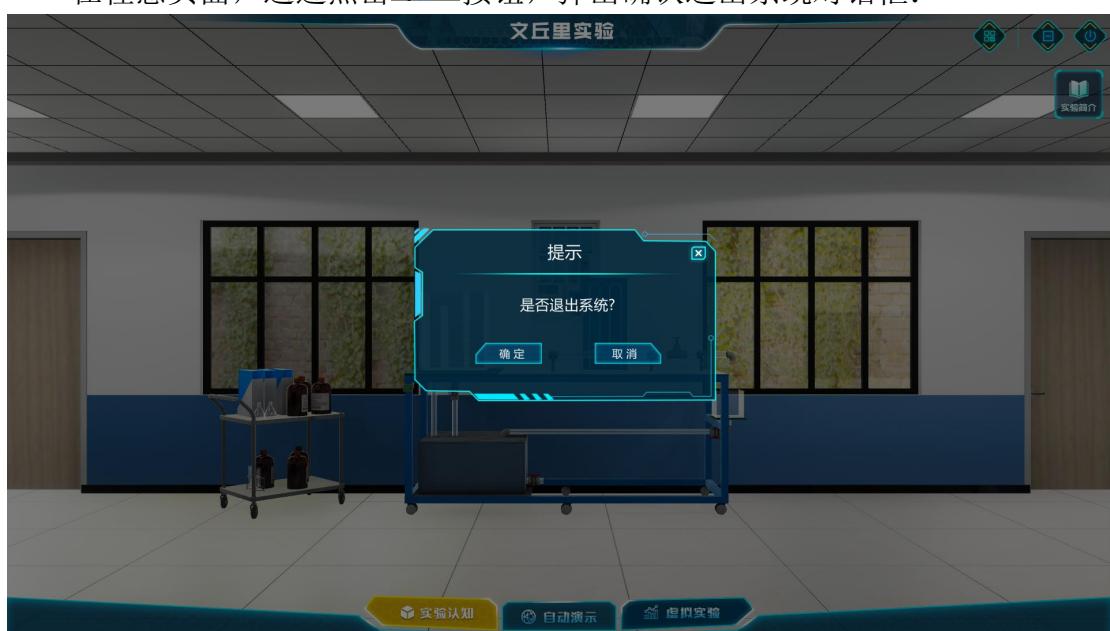
点击“查看曲线”按钮，查看生成的 Q-μ 曲线图



2.5 最小化系统

在任意页面，通过点击 按钮，系统默认最小化显示在任务栏。

2.6 退出系统



- (1) 选择“确认”按钮退出水力学仿真实验实训系统系统；
- (2) 选择“取消”按钮，取消退出水力学仿真实验实训系统系统；
- (3) 点击 按钮，关闭退出系统对话框。