



河南水利與環境職業學院

HENAN VOCATIONAL COLLEGE OF WATER CONSERVANCY AND ENVIRONMENT

压力管道水锤实验三维 虚拟仿真实验系统

实
训
手
册

目 录

第一章 概述	1
1.1 项目背景	1
1.2 水锤现象	1
1.3 软件主要特点与使用条件	1
1.4 软件性能	1
1.5 运行环境介绍	1
第二章 实验平台操作说明	3
2.1 实验简介	3
2.2 自动演示	3
2.3 虚拟实验	4
2.4 仪器展示	8
2.5 实验数据	10
2.6 退出系统	10

第一章 概述

1.1 项目背景

按照《压力管道水锤实验》实验大纲的要求，开发 BIMCLASS《压力管道水锤实验》三维虚拟仿真实验平台，实现自主开展压力管道水锤的三维虚拟仿真实验。

1.2 水锤现象

在有压管路中流动的液体，由于某种外界因素（比如阀门突然关闭、水泵突然停机等）使其流速发生突然变化（即动量发生变化），从而引起压强突然变化（升压和降压交替进行），这种水力现象就称为水锤。由于升压和降压交替进行时，对于管壁或阀门的作用犹如锤击一样，故也称之为水锤。

1.3 软件主要特点与使用条件

（1）虚拟实验操作环境完全按照《压力管道水击实验》的真实实验室环境进行三维虚拟场景的构建，效果逼真，画面质量高。

（2）内置数值仿真计算程序，能够对各种工作水箱水位、压力管道沿程压力的实时分布、压力管道流量等参数进行实时精确计算（自阀门动作之后），仿真精度在 5%以内。

（3）能够在三维虚拟仿真实验场景中自动演示《压力管道水击实验》实验的完整操作步骤。

（4）实验操作学员可以在三维虚拟实验场景中进行随意行走漫游，点击查看实验装置和设备相关信息。

1.4 软件性能

压力管道水锤实验三维虚拟仿真实验系统，使用过程运行流畅，计算工程数据时占用 CPU 不超过 20%。

1.5 运行环境介绍

操作系统： Windows 7 及以上；

硬盘： 100G 以上， 建议 200G 以上；

内存： 建议 4G 以上；

显存： 2G 以上；



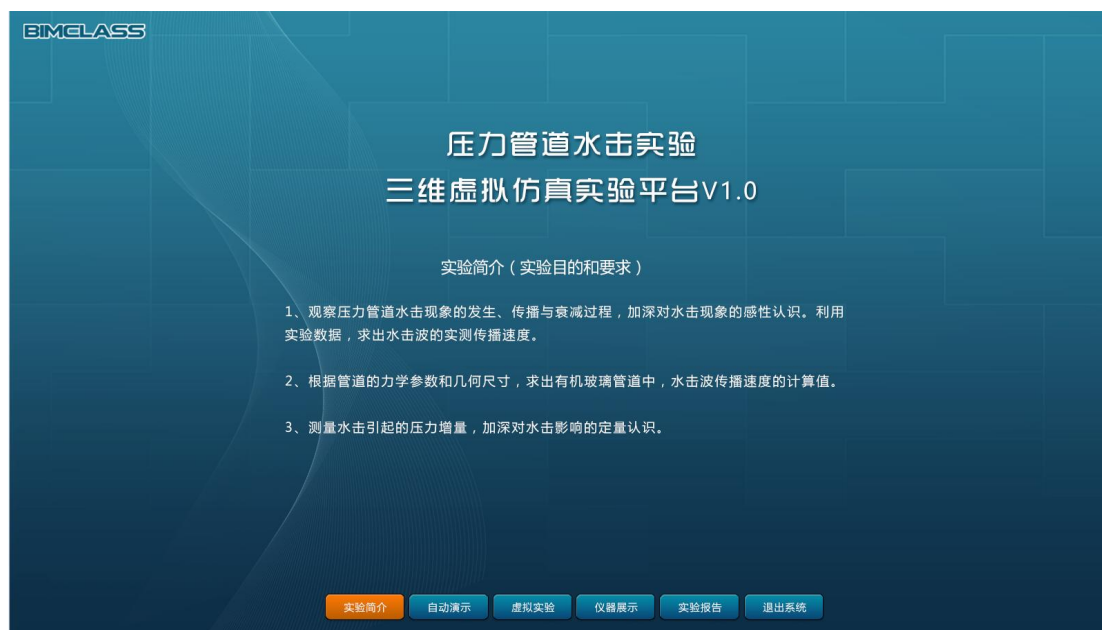
本软件只能运行在中文操作系统上,软件本身为中文版本,不支持其他语种版本。

第二章 实验平台操作说明

压力管道水锤实验三维虚拟仿真实验系统包括实验简介、自动演示、虚拟实验、仪器展示、实验数据、退出系统六部分。

2.1 实验简介

点击“实验简介”按钮，打开实验简介页面，如下图：



实验简介（实验目的和要求）包括以下内容：

- （1）观察压力管道水锤现象的发生、传播与衰减过程，加深对水锤现象的感性认识。利用实验数据，求出水锤波的实测传播速度。
- （2）根据管道的力学参数和几何尺寸，求出有机玻璃管道中，水锤波传播速度的计算值。
- （3）测量水锤引起的压力增量，加深对水锤影响的定量认识。

2.2 自动演示

自动演示主要讲解实验的操作过程和步骤，使学生快速的了解实验的内容及操作流程，保证实验的质量。自动演示过程中，不支持手动操作。

点击“自动演示”按钮，进入自动演示页面，如下图：



自动演示包括以下步骤:

- (1) 了解实验目的和要求;
- (2) 检查压力传感器和流量传感器是否正常工作;
- (3) 检查阀门开关是否关闭;
- (4) 设置并记录已知数据;
- (5) 打开电源开关 (绿色按钮);
- (6) 观察工作水箱水位状态直至产生溢流;
- (7) 打开阀门开关, 观察水管中水流流速直至平稳;
- (8) 待管道中的水流稳定后, 将管端阀门快速关闭, 产生水锤现象;
- (9) 观察压力传感器和流量传感器生成的曲线图;
- (10) 记录各测点的压强特征值;
- (11) 生成实验数据;
- (12) 关闭电源开关, 溢流状态停止;
- (13) 本次实验完成后进行下一组实验。


2.3 虚拟实验

虚拟实验作为本软件的主体, 是学生操作和学习的主要虚拟环境, 设计界面友好, 交互操作方便, 三维沉浸感强。虚拟实验主要包括: 虚拟实验环境认知、实验参数设置、实验方法与步骤提示、视角切换、其他状态及提示。

2.3.1 虚拟实验环境认知



利用虚拟现实技术和计算机仿真技术模拟真实的压力管道水锤实验环境，通过该平台，可以进行以下操作：

- (1) 针对压力管道水锤实验实验室，通过三维虚拟漫游互动操作方式，实现对水泵、流量传感器、压力传感器等设备的认知。
- (2) 支持任意漫游、虚拟互动操作；
- (3) 通过操作虚拟摇杆向各个方向移动。

2.3.2 实验参数设置

参数设置有两种方式：

- 1、点击设备，弹出设备属性对话框，设置参数：

- (1) 点击需设置参数设备，如：水箱，弹出水箱设备参数对话框，如下图：



设备信息包括以下内容：

设备作用：储水装置；

参数名称：上游水箱水位；

参数单位：m

参数数据设置：手动输入数据为 5m；

设置参数后，点击“确定”按钮，设置的数据被记录，点击“取消”按钮，取消设置参数操作。

2、点击“参数设置”按钮，在参数设置对话框中直接设置参数，如下图：



The image shows a 'Parameter Setting' (参数设置) dialog box with a dark blue background. It contains several input fields for different parameters, each with a label and a value. At the bottom, there are two buttons: '确定' (Confirm) in blue and '取消' (Cancel) in red.

Parameter Name	Value
上游水箱水位(m)	5
第一段管道长度(m)	2
第二段管道长度(m)	20
第三段管道长度(m)	2
第四段管道长度(m)	2
第五段管道长度(m)	20
有机玻璃管道直径(m)	0.1
管道糙率	0.014
阀门操作时间(s)	0.2
仿真总时间(s)	2

2.3.3 实验方法步骤

1、准备阶段。

了解实验目的和要求；熟悉各种仪器设备的使用方法；检查各种仪器设备是否连接正常。

2、实验步骤

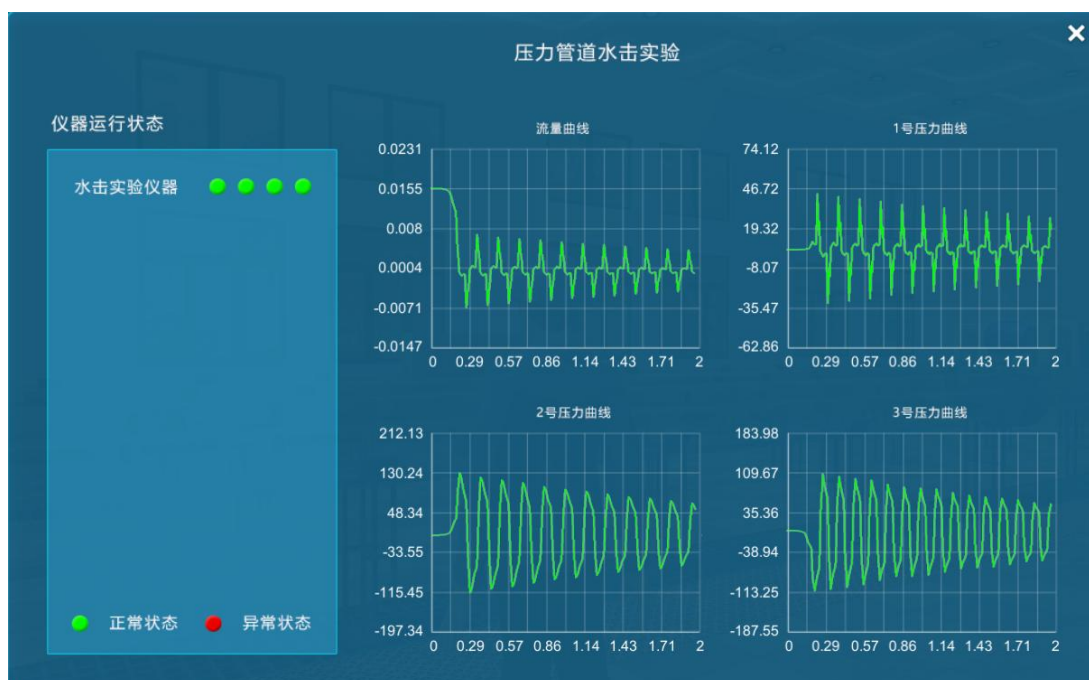
(1) 设置实验参数：第一段管道长度、第二段管道长度、第三段管道长度、第四段管道长度、第五段管道长度、有机玻璃管道直径、管道糙率、阀门操作时间、仿真总时间；

参数设置

上游水箱水位(m)	<input type="text" value="5"/>
第一段管道长度(m)	<input type="text" value="2"/>
第二段管道长度(m)	<input type="text" value="20"/>
第三段管道长度(m)	<input type="text" value="2"/>
第四段管道长度(m)	<input type="text" value="2"/>
第五段管道长度(m)	<input type="text" value="20"/>
有机玻璃管道直径(m)	<input type="text" value="0.1"/>
管道糙率	<input type="text" value="0.014"/>
阀门操作时间(s)	<input type="text" value="0.2"/>
仿真总时间(s)	<input type="text" value="2"/>

确定
取消

- (2) 打开电源开关（绿色按钮），启动水泵向工作水箱供水，直至产生溢流；
- (3) 打开阀门开关，观察水管中水流流速直至平稳；
- (4) 待管道中的水流稳定后，将管端阀门快速关闭，产生水锤现象；
- (5) 点击“趋势监控”按钮，观察压力传感器和流量传感器生成的曲线图；



(6) 记录各测点的压强特征值;

(7) 生成实验数据;



压力管道水击实验数据

已知数据	数据项	数据值	测量数据	数据项		数据值
	管道内径(m)	0.1		流量 (m³/s)	最大值	0.0155
	阀门前管道长度(m)	26			最小值	-0.0071
	管道糙率	0.014		阀门前压强 (KPa)	最大值	130.2354
	阀门操作时间 (S)	0.2			最小值	-115.4469
	仿真总时间 (s)	2		阀门后压强(KPa)	最大值	109.6714
					最小值	-113.2482

(8) 关闭电源开关, 溢流状态停止;

(9) 本次实验结束。

2.3.4 视角切换

点击按钮  切换到第一人称视角; 点击按钮 

切换到第三人称视角。

2.3.5 其他状态及提示

(1) 默认工作水箱和回水水箱都有一定水位, 其中工作水箱水位高于管道。

(2) 未打开电源开关操作阀门时, 提示“请打开电源开关”, 并在电源开关位置出现提示。

(3) 点击红色按钮时, 提示“紧急按钮, 非紧急情况下不允许使用”。

(4) 打开电源开关时, 绿色按钮点亮, 和初始状态有差别。

(5) 关闭电源开关时, 绿色按钮恢复初始状态, 和工作状态有差别。

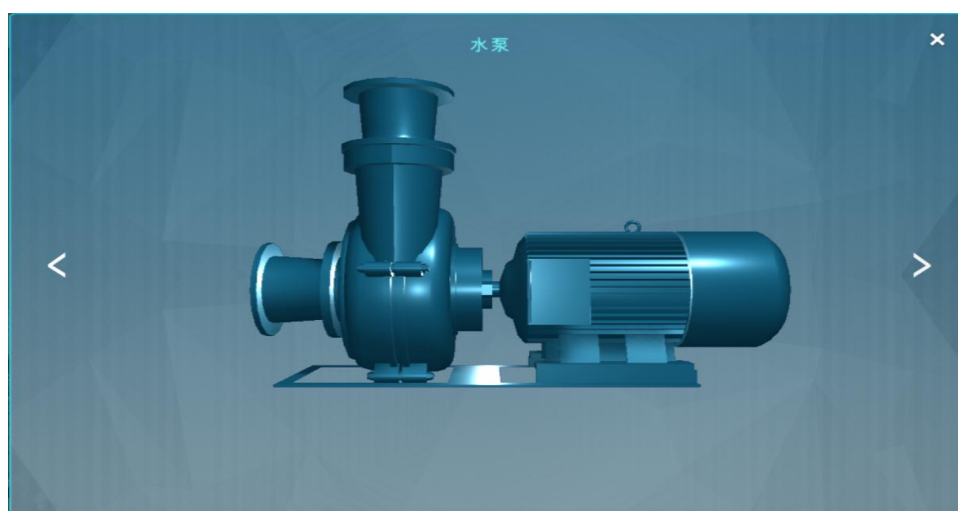
2.4 仪器展示

压力管道水锤实验三维虚拟仿真实验平台主要的仪器包括: 压力传感器、水泵、电磁流量计。

(1) 压力传感器



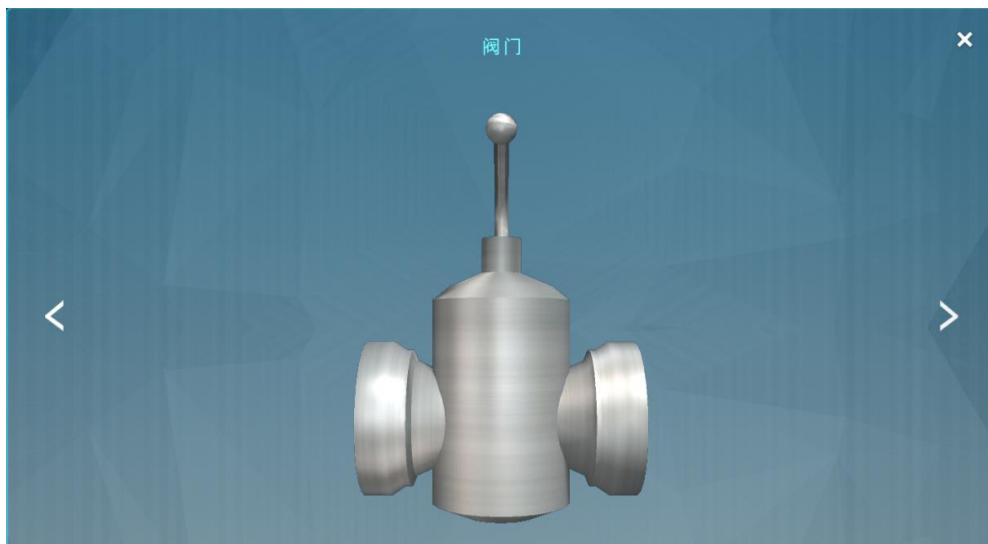
(2) 水泵:



(3) 流量的测量: 采用电磁流量计进行流量测量。



(4) 阀门



2.5 实验数据

点击“实验数据”按钮，弹出压力管道水锤实验数据，如下图：

压力管道水击实验数据

×

已知数据	数据项	数据值	测量数据	数据项	数据值
	管道内径(m)	0		流量 (m³/s)	最大值 0
	阀门距管道长度(m)	0		最小值 0	
	管道频率	0		阀门前压强 (KPa)	最大值 0
	阀门操作时间 (S)	0		最小值 0	
	仿真总时间 (s)	0		阀门后压强(KPa)	最大值 0
				最小值 0	

实验简介

自动演示

虚拟实验

数据演示

实验数据

退出系统

2.6 退出系统

点击“退出系统”按钮，弹出确认退出对话框，如下图：



(1) 点击“确认”按钮，退出压力管道水锤实验三维虚拟仿真实验平台；



(2) 点击“取消”按钮，取消退出系统操作，继续运行压力管道水锤实验三维虚拟仿真实验平台。