

目录

《粉尘爆炸实操仿真软件与数值模拟（v3.0）》 使用说明书	1
目录	2
一、软件主要功能与运行环境	4
1、主要功能	4
2、软件的运行环境	10
二、软件技术指标与特点	12
1、主要技术指标	12
2、技术特点	14
三、软件的操作	15
1、仿真实验操作	15
2、操作步骤提示	15
3、操作界面图例	15
4、其余项目的操作	16
四、软件特点	16
1、用新型编程语言作为开发工具	16
2、智能性	17
3、版权	17
五、销售与服务	19
1、软件销售	19
2、售后服务	19

“燃烧与爆炸理论”、“化工安全工程”及“消防工程学”三门课程是安全工程、消防工程专业的主干课程，粉尘爆炸、气体爆炸是相关课程的核心知识点。

粉尘爆炸是一种复杂的物理化学现象，涉及到多相反应系统中动量、能量和质量的同时传递。粉尘爆炸研究涉及到诸如两相流、化学反应动力学、化学反应热力学、传热传质学、燃烧学、爆炸力学、气体动力学、计算力学、动态测试技术等学科，还需考虑其相当敏感的众多影响因素，如非均相系统的多相流动、化学反应以及传热传质等各种输运现象的相互作用与耦合，另外还涉及到亚音速向超音速的转变，压缩波向激波的转变，爆炸向爆轰的转变等，同时粉尘爆炸与否还有一些难以解释的偶然因素。上述因素导致粉尘爆炸比气体爆炸要复杂得多，并且工业上的粉尘爆炸经常发生在复杂的几何结构中，这些均使得粉尘爆炸研究具有相当的难度。学生通过软件的反复训练，可以提高实际装置操作技能、实验安全性，掌握实验事故预防处理方法及粉尘爆炸的数值模拟研究方法，教学效果显著，学生可用最短的时间进入实验状态，有效提升学生的分析和设计能力，教师可用最少的时间有效开展实验，具有极好的创新性和示范作用。

软件以粉尘爆炸为主线，从粉尘爆炸的条件、特点，粉尘爆炸机理及影响因素、粉尘爆炸和气体爆炸的比较、粉尘爆炸基本参数、实验测量方法及爆炸预防措施，完成对粉尘防爆技术相关理论学习和测量操作技能训练。软件分叁部分，第一部分为粉尘爆炸及其灾害、爆炸的预防及控制基本知识教学素材，第二部分为粉尘爆炸相关实验、实验仿真、实验演示与事故仿真动画视频。课件教学内容包括：粉尘爆炸及其灾害、爆炸的预防及控制（粉尘多次爆炸、粉尘爆炸管道传播、天花板积尘爆炸、设备局部过热引发爆炸）、20升球形爆炸测试仿真训练、实验视频包括20升球形爆炸测试实验，最小点火能测试实验，粉尘云最低着火温度测试实验等。第三部分为粉尘爆炸的数值模拟，包括密闭容器内粉尘从扩散到爆炸的数值模拟。

软件适用于安全工程、消防工程专业本科生与研究生《燃烧与爆炸理论》、《化工安全工程》及《消防工程学》等课程理论与实验教学。

一、软件主要功能与运行环境

1、主要功能

(1) 粉尘爆炸理论与实验多媒体课件

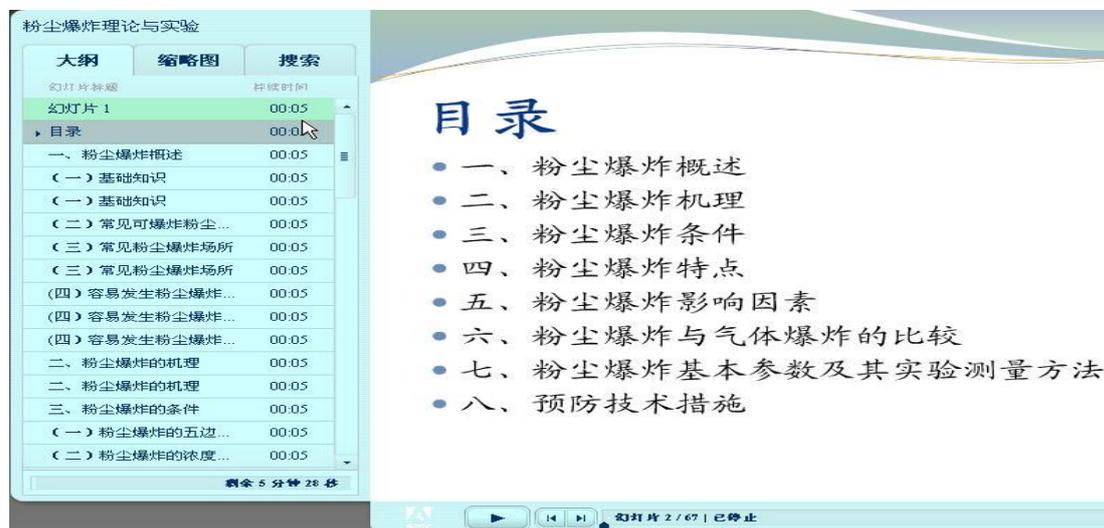


图 多媒体课件目录

(2) 20 升球型爆炸测试系统仿真实验

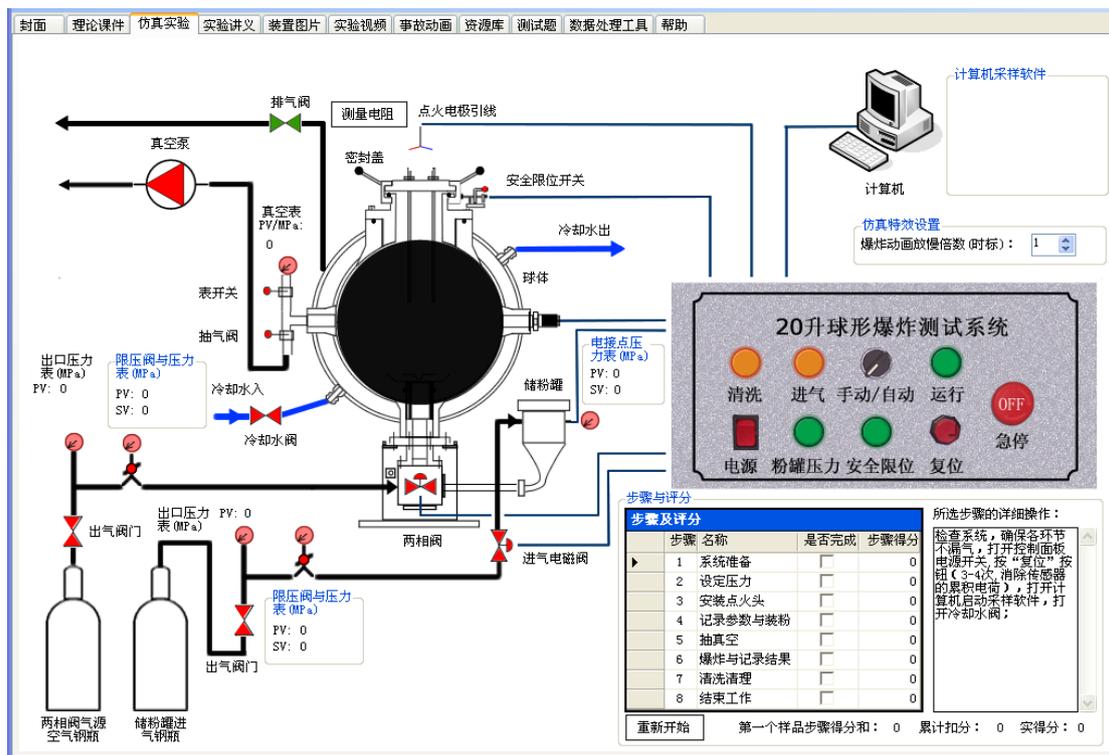


图 仿真实验界面

(3) 20 升球型爆炸测试系统实验讲义

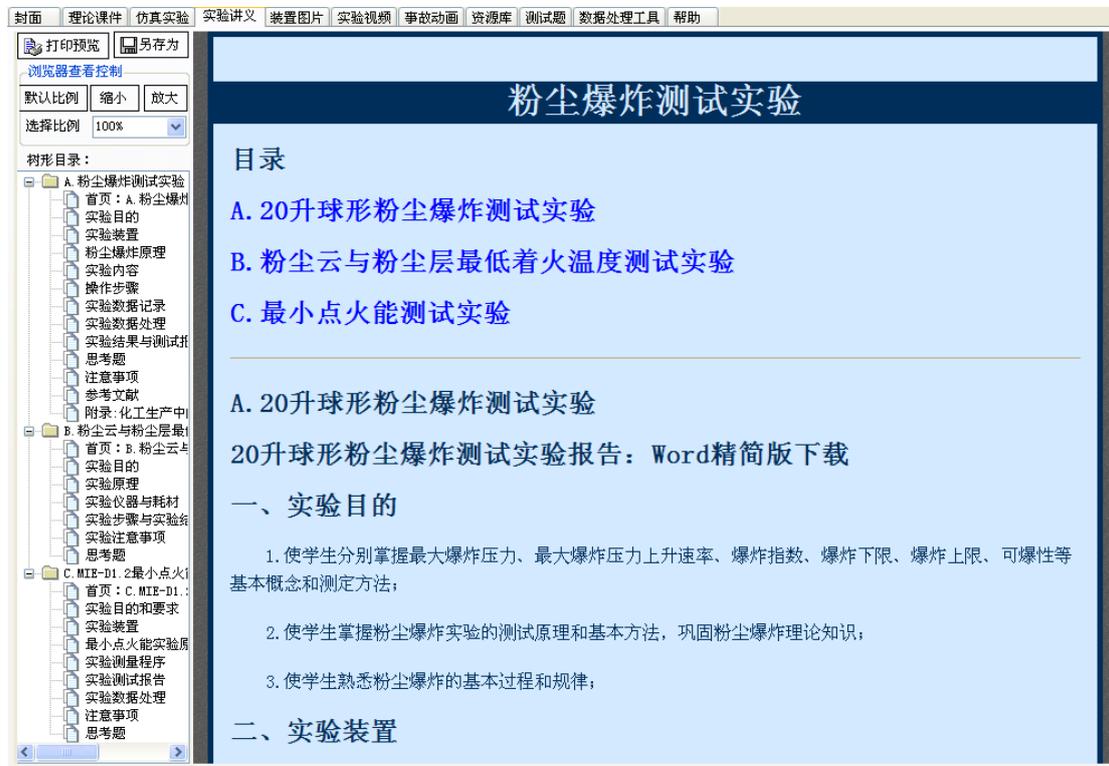


图 实验讲义

(4) 20升球型爆炸测试系统实际装置图片

粉尘爆炸实验装置图片

目录

- A、20升球形粉尘爆炸测试实验装置
- B、最小点火能测试实验装置
- C、粉尘云与粉尘层最低着火温度测定实验装置

A、20升球形粉尘爆炸测试实验装置



20L球形爆炸实验装置

The image shows a laboratory setup for a 20L spherical explosion test. On the left, there are two tall, dark gas cylinders with gauges. In the center, a spherical metal chamber is mounted on a stand. To the right, a computer workstation with a monitor and a control panel with several buttons is visible. The background shows a window with a view of the outdoors.

图 现场图片

(5) 20升球型爆炸测试系统实验视频

- 1、20升球形粉尘爆炸测试实验
- 2、最小点火能测试实验
- 3、粉尘云与粉尘层最低着火温度测定实验

粉尘爆炸实验视频



图 实验视频

（6）粉尘爆炸事故动画

- 1、粉尘多次爆炸
- 2、天花板积尘爆炸
- 3、粉尘爆炸管道传播
- 4、局部过热引发糖厂爆炸

3D动画视频



图 粉尘爆炸事故动画

（7）数值模拟

由于粉尘爆炸是一种复杂的物理化学现象，且常发生在复杂环境中，因此对粉尘爆炸发展过程的研究造成了很大困难。随着计算机技术的快速发展，以计算流体力学为基础的数值模拟技术已成为粉尘爆炸研究的有力工具。

数值模拟应用于粉尘爆炸研究，能够节约成本，减少人力物力，并且能够得到传统实验得不到的直观信息，但是模拟的结果需要大量的试验结果来检验，以不断优化模型，得到比较准确的模拟过程。实验与数值模拟相结合的方式将会有助于了解粉尘爆炸机理、火焰传播发展、粒子分布以及爆炸危险性等信息，能够对过程工业中预测粉尘爆炸发展过程和评估爆炸后果起到直接的借鉴作用。

先采用 icem 划分网格，检查网格质量是否合格，再导入 fluent 进行数值计算，点击开始计算，能看见各个参数的运行曲线，最终得到粉尘的扩散图，再点燃粉尘，看见密闭容器内压力曲线不断上升，最终略微下降一些，最后看见温度云图，燃烧区、未然区、火焰传播界面等。

(8) 粉尘爆炸相关资源库



图 粉尘爆炸相关资源库

(9) 联机测试题

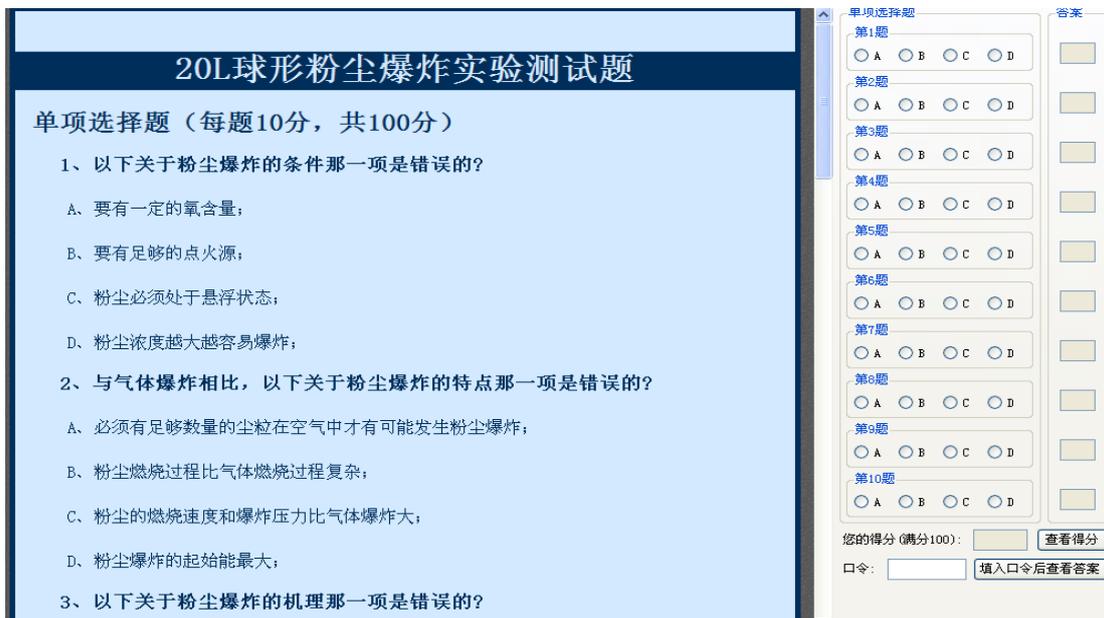


图 联机测试题

(10) 数据处理工具

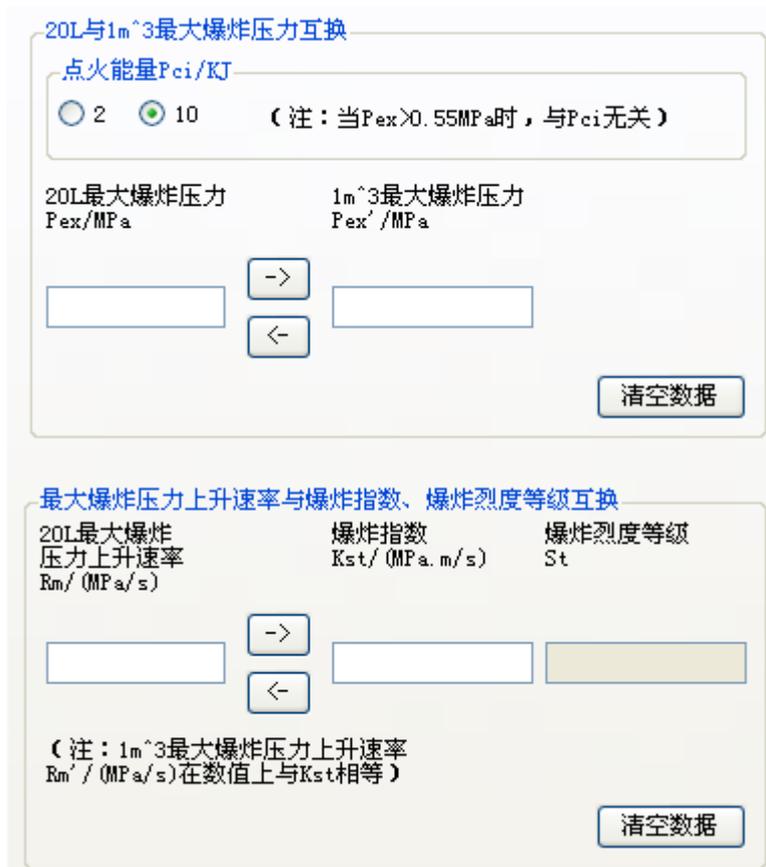


图 数据处理工具

(11) 软件帮助

2、软件的运行环境

(1) 硬件环境

个人计算机其最低硬件配置为：1.6GHz 及以上的 CPU，512MB 及以上的 RAM，1024×768 及以上分辨率的显示器,5400RPM 及以上的硬盘。

(2) 软件环境

操作系统：简体中文 Windows XP/Win7/Win8/Win10。

Windows 系统组件：win2000/XP/2003 请安装.NET Framework 2.0 框架，如图。



图 .NET Framework 2.0 框架

Win7 下请在控制面板>程序>打开或关闭 windows 功能里勾选安装.NET Framework 3.5 框架，如图。

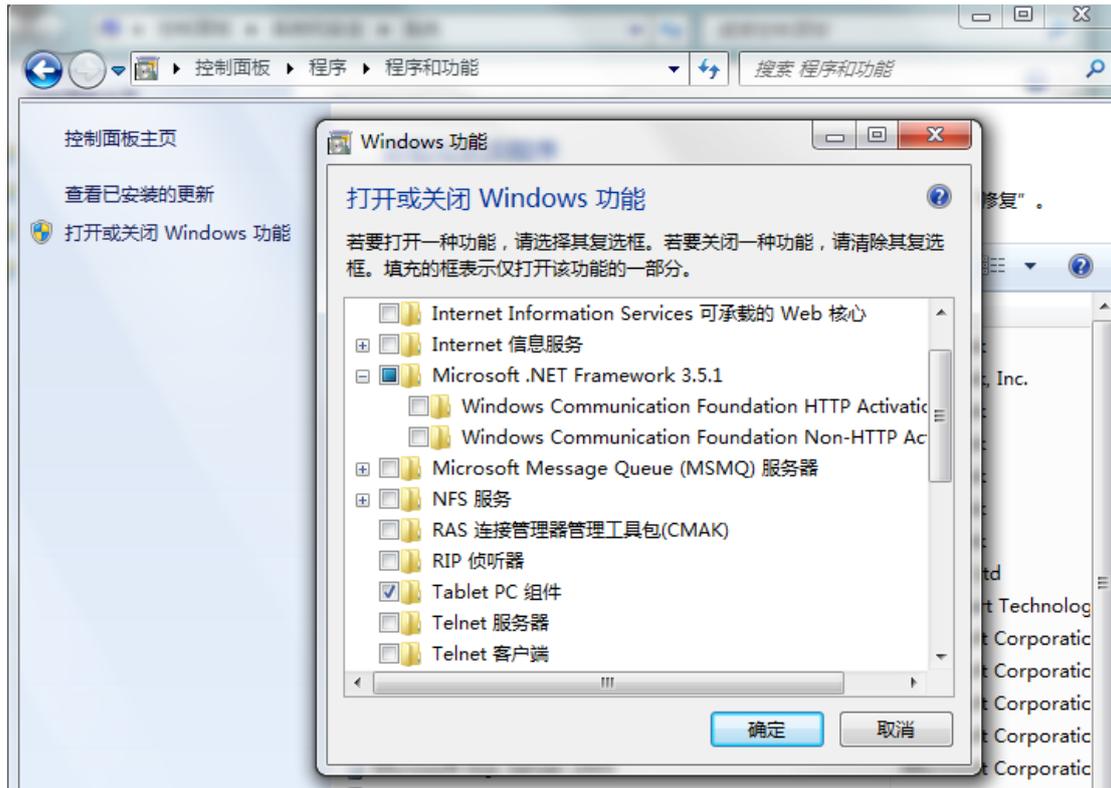


图 Win7 .NET Framework 3.5 框架

Win8/Win10 下安装.NET Framework 3.5 框架，请参考文档《在 Win8 上安装.NET Framework 3.5.pdf》，安装完成后可以打开控制面板检查，如图。

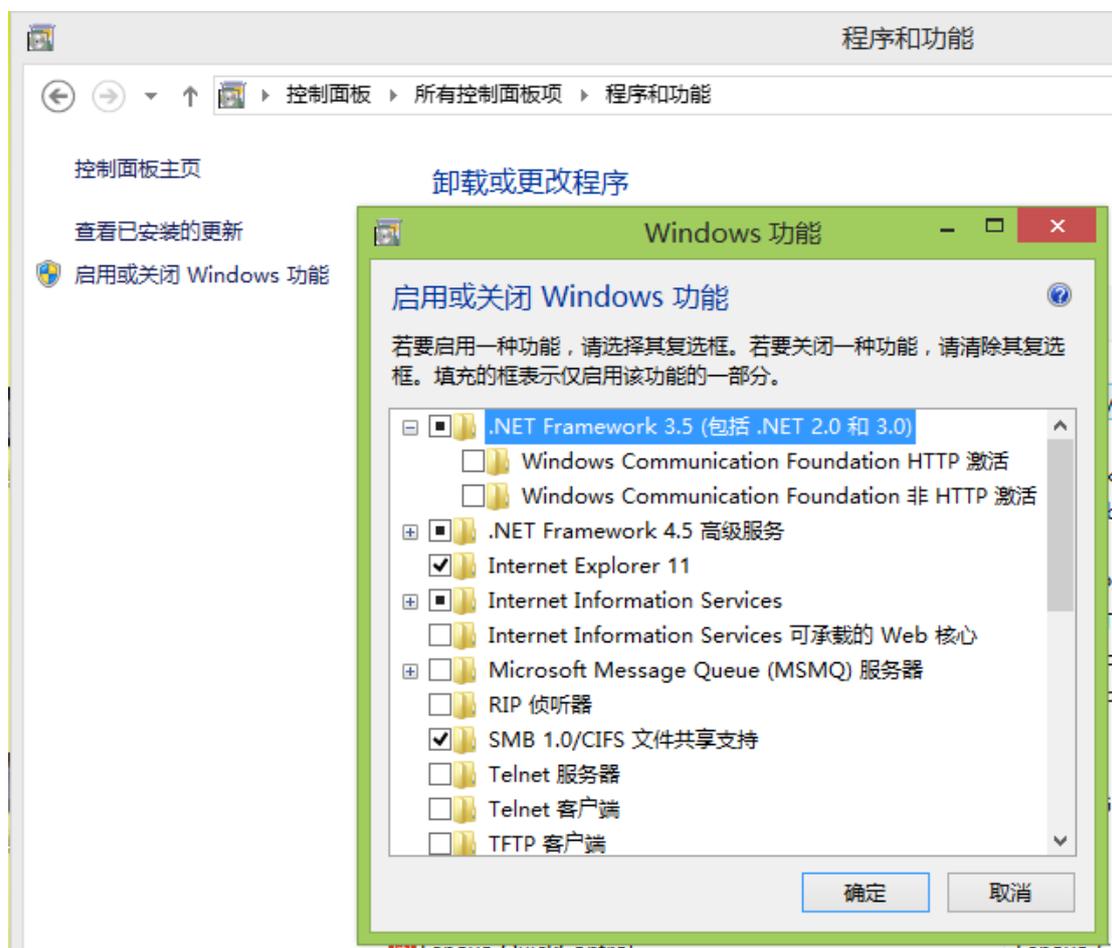


图 Win8 .NET Framework 3.5 框架

二、软件技术指标与特点

1、主要技术指标

(1) 可进行的仿真测试项目：最大爆炸压力、最大爆炸压力上升速率、爆炸指数、爆炸下限、可爆性。

下图为仿真软件生成的 P-t 曲线。

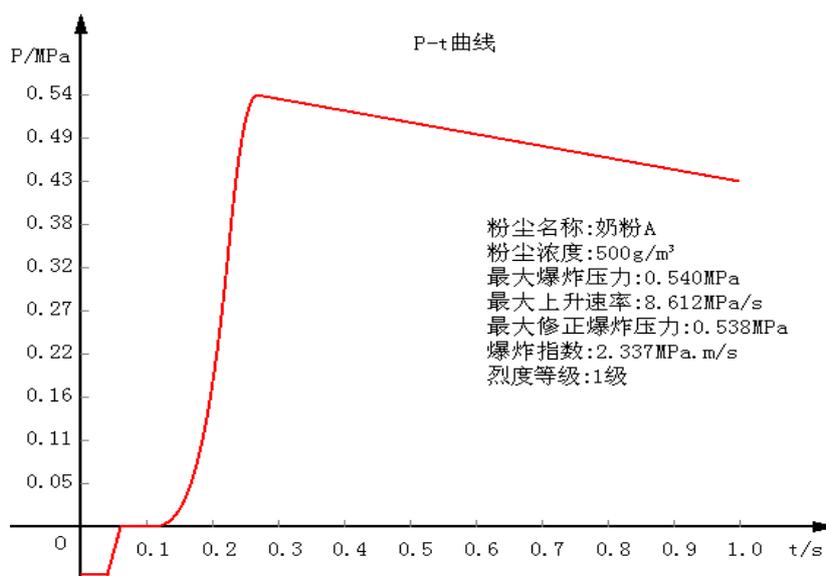


图 P-t 曲线

(2) 仿真实验与操作：可以进行 20L 球型爆炸测试系统实验的仿真操作、智能评分、故障模拟、错误操作警告。

(3) 实验讲义。

带树形目录的实验讲义。

(4) 由计算机评分的实验测试题

输入口令"ngd"后可查看答案。

(5) 实验相关的现场视频、照片等多媒体资料。

(6) 软件可以仿真十多种粉尘爆炸数据。

下图为十多种粉尘爆炸数据。操作时选择粉尘，填写粉尘浓度，记录粉尘参数。

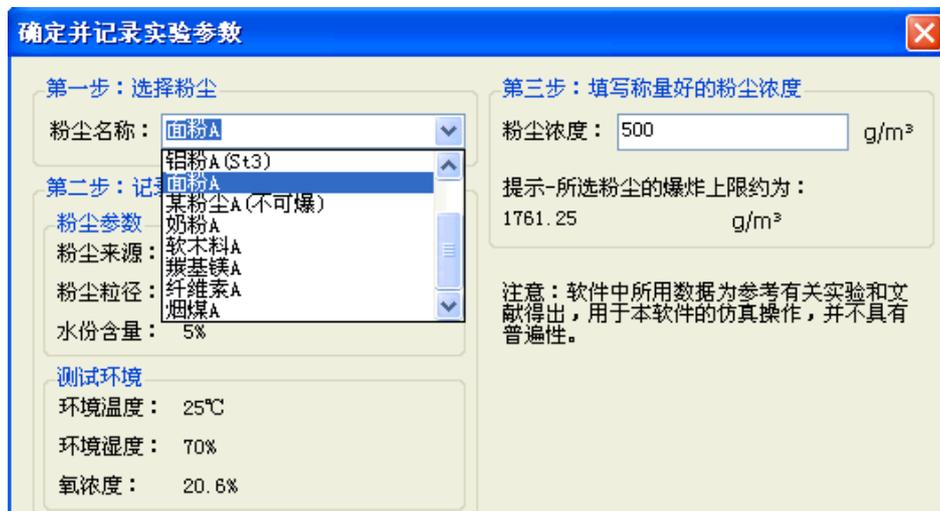


图 十多种粉尘爆炸数据

2、技术特点

软件的技术特点如下：

（1）智能化

仿真软件含有仿真过程的数学模型，可以智能化地响应操作者的操作并动态显示相应的结果；

（2）仿真化

仿真软件的操作界面模仿真实过程或真实过程的操作界面，真实过程仿真效果强，并且可以设定仿真时标查看真实过程无法显示的细节；

（3）安全性

对真实过程先行仿真操作，进行故障、事故等模拟操作，可以避免许多真实操作中的危险因素；

（4）经济性

智能仿真软件可以在计算机上反复操作，方便地选择原料，从而节约实际运行的费用；

（5）便捷性

智能仿真软件具有智能操作提示、评分系统、文字、照片、视频等多媒体资料，非常方便新手进行操作练习，迅速提高动手能力。

下图为事故模拟窗口。



图 事故模拟窗口

三、软件的操作

软件的操作可以参看实验讲义、软件帮助。

1、仿真实验操作

仿真实验界面为软件的核心部分，若鼠标移至控件上变为手型的均可操作，但应按照正确的操作步骤进行，否则仿真软件会提示错误并扣分。

2、操作步骤提示

仿真实验界面中的右下角有操作步骤的提示。操作时可以先选中某一步骤，然后参考“所选步骤的详细操作”进行实验，如下图。按“重新开始”为从新开始进行仿真实验。下图为步骤与评分系统。

步骤与评分

步骤及评分			
步骤	名称	是否完成	步骤得分
1	系统准备	<input checked="" type="checkbox"/>	15
2	设定压力	<input checked="" type="checkbox"/>	10
3	安装点火头	<input checked="" type="checkbox"/>	15
4	装粉	<input checked="" type="checkbox"/>	10
5	抽真空	<input checked="" type="checkbox"/>	10
6	爆炸与记录	<input checked="" type="checkbox"/>	20
7	清洗清理	<input checked="" type="checkbox"/>	10
8	结束工作	<input type="checkbox"/>	0

所选步骤的详细操作：
 打开排气阀，在控制面板上将“手动/自动”调成手动，按下“进气”按钮，然后按下“清洗”按钮，进气和清洗需重复三次；断开点火电极引线，打开安全限位阀，打开密封盖，用吸尘器清理球罐内部残余粉尘，清理点火杆以下次待用；

重新开始 步骤得分和： 90 累计扣分： 25 实得分： 65

图 步骤与评分系统

3、操作界面图例

操作界面图例如下图所示。

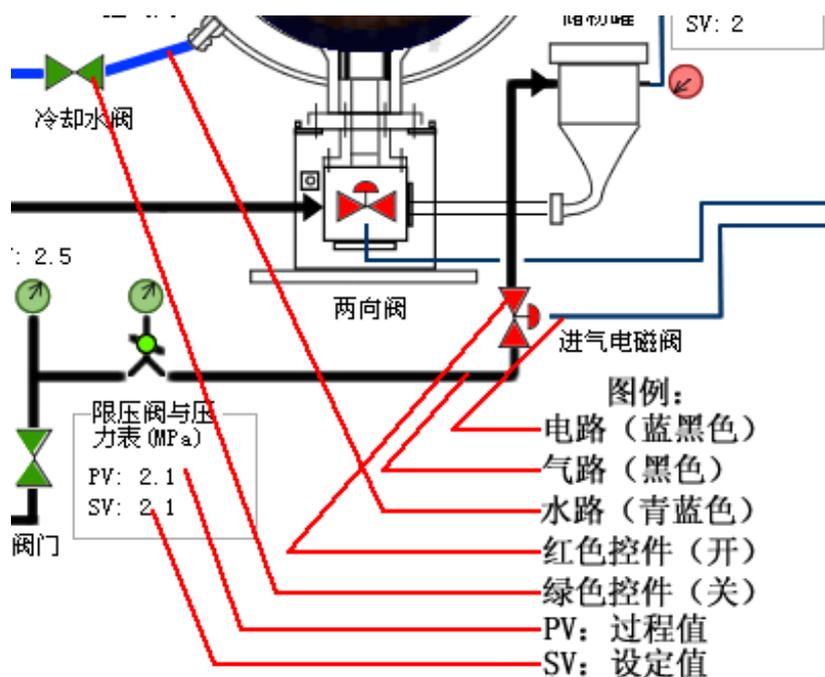


图 操作界面图例

4、其余项目的操作

1、实验讲义项的操作

为方便教师利用投影仪讲解实验，实验讲义浏览器设有查看比例。展开左侧的树形目录可方便的导航浏览讲义中的内容，也可以打印与另存讲义。

2、测试题项的操作

所有测试题均为单项选择题，学生做完试题后可以查看得分，由教师输入口令“ngd”后可以查看答案。

3、其余各项的操作

其余各项主要为文档、照片、视频等多媒体资料以及计算工具、帮助等，点击相应的选项卡即可方便地操作。

四、软件特点

软件具有以下特点：

1、用新型编程语言作为开发工具

软件采用新型的 C#2008 编程语言作为开发工具，便于构建符合数学模型的数据结构，表现形式多样，界面友好，操作方便。

2、智能性

不像 Flash 等动画仿真软件只能按顺序操作和演示，由于本软件可以编程，故可以智能化地动态地响应操作者的选择性操作，并且进行判断和自动评分。

3、版权

(1) 版权信息

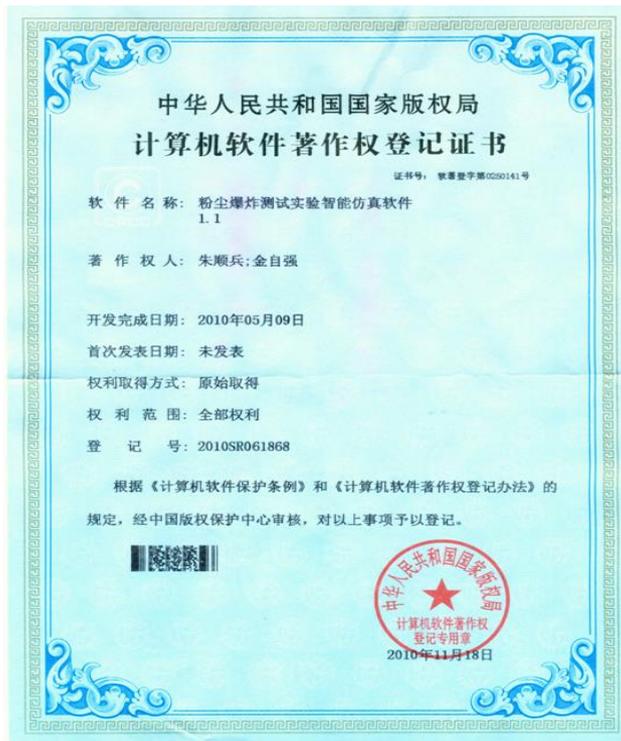




图 软件著作权证书

五、销售与服务

1、软件销售

本软件可以在授权用户学校范围内不限次数的安装和使用。

联系人：朱顺兵（13913399658，电子邮件：13913399658@139.com）、
金自强（13770657030，电子邮件：zqjin@njtech.edu.cn）。

2、售后服务

- （1）远程指导用户进行本软件的安装、使用和维护。
- （2）提供软件光盘、使用说明书等资料。
- （3）在满足本软件软、硬件的环境下终生质保，免费更新。