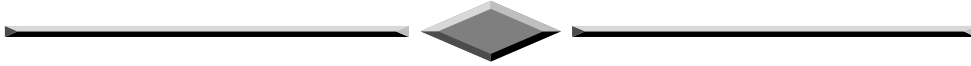




离心泵串并联实验 3D 仿真软件 操作手册



北京东方仿真软件技术有限公司

二零一六年五月



目录

1、软件背景.....	3
2、实验原理.....	3
2.1、实验目的.....	3
2.2、实验原理.....	4
3、软件操作.....	6
3.1、软件运行界面.....	6
3.2、3D 场景仿真系统介绍.....	8
3.2.1、移动方式.....	8
3.2.2、视野调整.....	8
3.2.3、任务系统.....	8
3.2.4、阀门操作/查看仪表.....	9
4、实验步骤.....	9
4.1、实验前准备.....	9
4.2、泵 I 特性曲线测定.....	10
4.3、泵 II 特性曲线测定.....	10
4.4、双泵并联特性曲线测定.....	11
4.5、双泵串联特性曲线测定.....	11
附：实验思考题答案.....	12



1、软件背景

虚拟现实技术是近年来出现的高新技术，也称灵境技术或人工环境。虚拟现实是利用电脑模拟产生一个三维空间的虚拟世界，提供使用者关于视觉、听觉等感官的模拟，让使用者如同身临其境一般，可以及时、没有限制地观察三维空间内的事物。

虚拟现实技术的应用正对员工培训进行着一场前所未有的革命。虚拟现实技术的引入，将使企业进行员工培训的手段和思想发生质的飞跃，更加符合社会发展的需要。虚拟现实应用于培训领域是教育技术发展的一个飞跃。它营造了“自主学习”的环境，由传统的“以教促学”的学习方式代之为学习者通过自身与信息环境的相互作用来得到知识、技能的新型学习方式。

虚拟现实已经被世界上越来越多的大型企业广泛地应用到职业培训当中，对企业提高培训效率，提供员工分析、处理能力，减少决策失误，降低企业风险起到了重要的作用。利用虚拟现实技术建立起来的虚拟实训基地，其“设备”与“部件”多是虚拟的，可以根据随时生成新的设备。培训内容可以不断更新，使实践训练及时跟上技术的发展。同时，虚拟现实的交互性，使学员能够在虚拟的学习环境中扮演一个角色，全身心地投入到学习环境去，这非常有利于学员的技能训练。由于虚拟的训练系统无任何危险，学员可以反复练习，直至掌握操作技能为止。

2、实验原理

2.1、实验目的

- 1、增进对离心泵并、串联运行工况及其特点的感性认识。
- 2、绘制单泵的工作曲线和两泵并、串联总特性曲线。

2.2、实验原理

在实际生产中，有时单台泵无法满足生产要求，需要几台组合运行。组合方式可以有串联和并联两种方式。下面讨论的内容限于多台性能相同的泵的组合操作。基本思路是：多台泵无论怎样组合，都可以看作是一台泵，因而需要找出组合泵的特性曲线。

1、泵的并联工作

当用单泵不能满足工作需要的流量时，可采用两台泵（或两台以上）的并联工作方式，如图所示。离心泵 I 和泵 II 并联后，在同一扬程（压头）下，其流量 Q 并是这两台泵的流量之和， $Q_{\text{并}}=Q_{\text{I}}+Q_{\text{II}}$ 。并联后的系统特性曲线，就是在各相同扬程下，将两台泵特性曲线 $(Q-H)_{\text{I}}$ 和 $(Q-H)_{\text{II}}$ 上的对应的流量相加，得到并联后的各相应合成流量 $Q_{\text{并}}$ ，最后绘出 $(Q-H)_{\text{并}}$ 曲线如图所示。图中两根虚线为两台泵各自的特性曲线 $(Q-H)_{\text{I}}$ 和 $(Q-H)_{\text{II}}$ ；实线为并联后的总特性曲线 $(Q-H)_{\text{并}}$ ，根据以上所述，在 $(Q-H)_{\text{并}}$ 曲线上任一点 M，其相应的流量 Q_{M} 是对应具有相同扬程的两台泵相应流量 Q_{A} 和 Q_{B} 之和，即 $Q_{\text{M}}=Q_{\text{A}}+Q_{\text{B}}$ 。

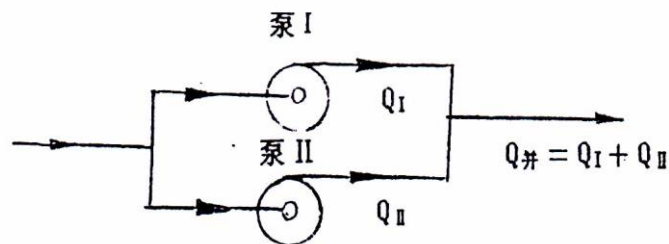


图 1 泵的并联工作

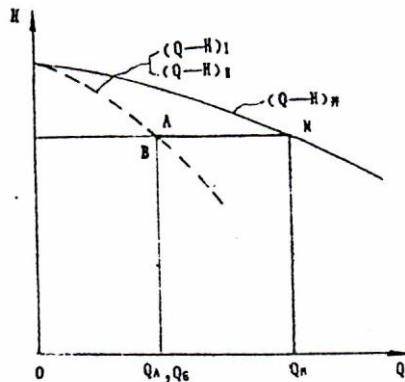


图2 两台性能曲线相同的泵的并联特性曲线

上面所述的是两台性能不同的泵的并联。在工程实际中，普遍遇到的情况是用同型号、同性能泵的并联，如图所示。 $(Q-H)_I$ 和 $(Q-H)_{II}$ 特性曲线相同，在图上彼此重合，并联后的总特性曲线为 $(Q-H)_{并}$ 。本实验台就是两台相同性能的泵的并联。

进行教学实验时，可以分别测绘出单台泵 I 和泵 II 工作时的特性曲线 $(Q-H)_I$ 和 $(Q-H)_{II}$ ，把它们合成为两台泵并联的总性能曲线 $(Q-H)_{并}$ 。再将两台泵并联运行，测出并联工况下的某些实际工作点与总性能曲线上相应点相比较。

2、泵的串联工作

当单台泵工作不能提供所需要的压头（扬程）时，可用两台泵（或两台上）的串联方式工作。离心泵串联后，通过每台泵的流量 Q 是相同的，而合成压头是两台泵的压头之和。串联后的系统总特性曲线，是在同一流量下把两台泵对应扬程叠加起来就可得出泵串联的相应合成压头，从而可绘制出串联系统的总特性曲线 $(Q-H)_{串}$ 如图所示。串联特性曲线 $(Q-H)_{串}$ 上的任一点 M 的压头 H_M ，为对应于相同流量 Q_M 的两台单泵 I 和 II 的压头 H_A 和 H_B 之和，即 $H_M = H_A + H_B$ 。

教学实验时，可以分别测绘出单台泵 I 和泵 II 的特性曲线 $(Q-H)_I$ 和 $(Q-H)_{II}$ ，并将它们合成为两台泵串联的总性能曲线 $(Q-H)_{串}$ ，再将两台泵串联运行，测出串联工况下的某些实际工作点与总性能曲线的相应点相比较。

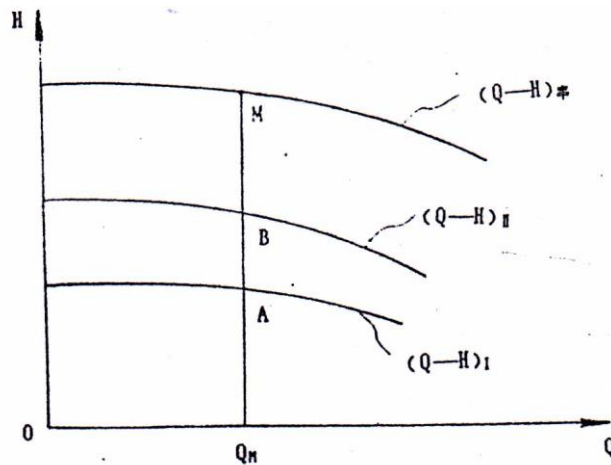


图 3 两台泵的串联的特性曲线

3、软件操作

3.1、软件运行界面



图 1：3D 场景仿真系统运行界面

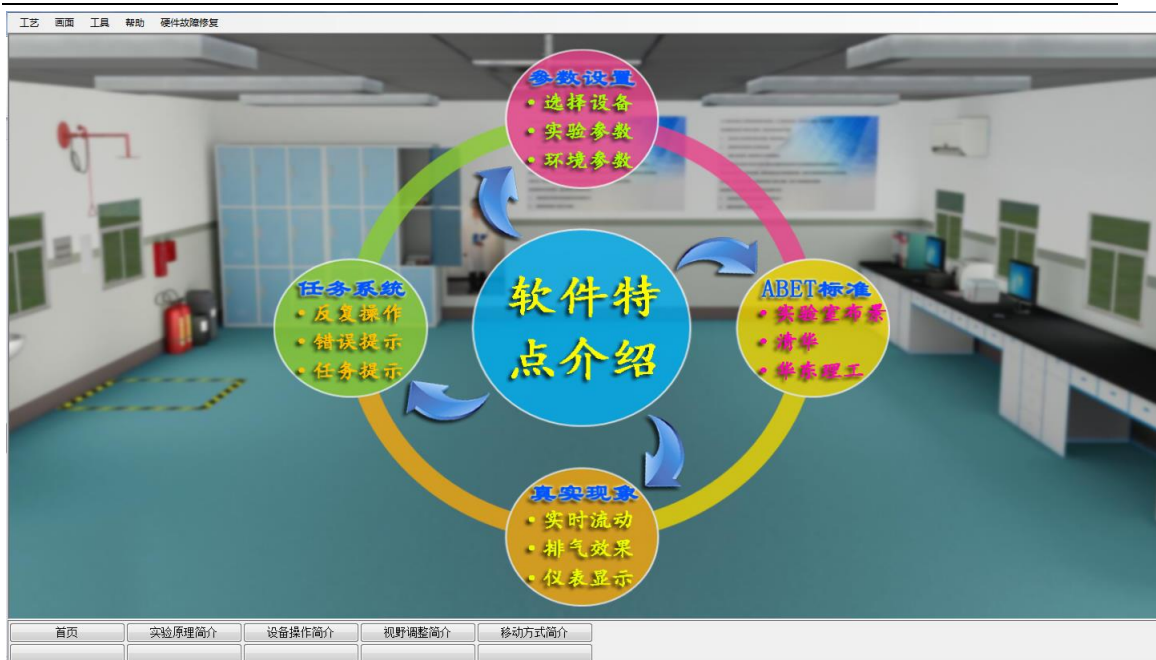


图 2：实验操作简介界面

ID	步骤描述	得分	组信息	操作说明
S0	离心泵调节流量方法中经济性最差的是（ ）调节。	0.0		
S1	当离心泵内充满空气时，将发生气缚现象，这是因为（ ）。	0.0		
S2	两台不同型号的泵串联运行，串联工作点的扬程为40m，若去...	0.0		
S3	从你所测定的特性曲线中分析，你认为以下哪项措施可以最有...	0.0		
S4	以下哪项设备本实验没有使用？	0.0		
S5	采用离心泵串联可改变工作点，对于管路特性曲线较平坦的...	0.0		
S6	以下哪种方法能改变离心泵的特性曲线？	0.0		
S7	离心泵启动和关闭之前，为何要关闭出口阀？	0.0		
S8	两台同型号的离心泵串联使用后，扬程（ ）。	0.0		
S9	离心泵串联实验中，启动泵后，出水管不出水，泵进出口处...	0.0		
S10	随流量增大，泵的压头及真空表的数据有什么变化规律？	0.0		
S11	两台同型号的离心泵串联使用后，流量（ ）。	0.0		
S12	用一输送系统将水送到出口高位槽，设管内为完全湍流，...	0.0		
S13	离心泵是靠高速旋转的（ ）而使液体获得压头的。	0.0		
S14	泵的扬程是指单位重量的液体通过泵后（ ）的增加值，也就...	0.0		
S15	流量就是泵的出水量，它表示泵在单位时间内排出液体的（ ...	0.0		
S16	两台同型号的离心泵串联使用目的是（ ）。	0.0		
S17	两台同型号的离心泵串联使用目的是（ ）。	0.0		
S18	离心泵的扬程是由以下哪种方式流入流出的？	0.0		
S19	以下哪项不属于离心泵的优点？	0.0		

图 3：操作质量评分系统运行界面

操作者主要在 3D 场景仿真界面中进行操作，根据任务提示进行操作；实验操作简介界面可以查看软件特点介绍、实验原理简介、视野调整简介、移动方式简介和设备操作简介；评分界面可以查看实验任务的完成情况及其得分情况。

3.2、3D 场景仿真系统介绍

本软件的 3D 场景以化工原理实验室为蓝本进行仿真。

3.2.1、移动方式

- 按住 WSAD 键可控制当前角色向前后左右移动。
- 点击 R 键可控制角色进行走、跑切换。

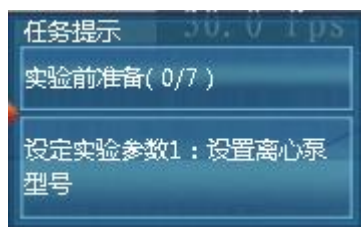
3.2.2、视野调整

- 软件操作视角为第一人称视角，即代入了当前控制角色的视角。所能看到的场景都是由系统摄像机来拍摄。
- 按住鼠标左键在屏幕上向左或向右拖动，可调整操作者视野向左或是向右，相当于左扭头或右扭头的动作。
- 按住鼠标左键在屏幕上向上或向下拖动，可调整操作者视野向上或是向下，相当于抬头或低头的动作。

按下键盘空格键即可实现全局场景俯瞰视角和人物当前视角的切换。

3.2.3、任务系统

- 点击运行界面右上角的任务提示按钮即可打开任务系统。



- 任务系统界面左侧是任务列表，右侧是任务的具体步骤，任务名称后边标有已完成任务步骤的数量和任务步骤的总数量，当某任务步骤完成时，该任务步骤会出现对号表示表示完成，同时已完成任务步骤的数量也会发生变化。



3.2.4、阀门操作/查看仪表

当控制角色移动到目标阀门或仪表附近时，鼠标悬停在该物体上，此物体会闪烁，说明可以进行操作。

- 左键双击闪烁物体，可进入操作界面，切换到阀门/仪表近景。
- 在界面上有相应的设备操作面板或实时数据显示，如液位，压力。
- 点击界面右上角关闭标识即可关闭界面。

4、实验步骤

4.1、实验前准备

- (1) 设定实验参数 1：设置离心泵型号
- (2) 启动总电源。
- (3) 设定实验参数 2：调节离心泵转速（频率默认 50）
- (4) 设定实验参数完成后，记录数据。



- (5) 检查泵 I 的出口阀 V2 是否关闭。
- (6) 检查泵 II 的出口阀 V4 是否关闭。
- (7) 检查泵 I 和泵 II 的串联阀 V5 是否关闭。

4.2、泵 I 特性曲线测定

- (1) 打开泵 I 的入口阀 V1。
- (2) 启动泵 I 电源。
- (3) 步骤 A: 略开泵 I 的出口阀 V2, 调节其开度
- (4) 步骤 B: 待泵 I 真空表、压力表和流量计读数稳定后, 测读并记录。
- (5) 重复进行步骤 A 和 B, 总共记录 10 组数据。
- (6) 点击实验报告查看泵 I 特性曲线。
- (7) 关闭泵 I 的出口阀 V2。
- (8) 断开泵 I 电源。
- (9) 关闭泵 I 的入口阀 V1。

4.3、泵 II 特性曲线测定

- (1) 打开泵 II 的入口阀 V3。
- (2) 启动泵 II 电源。
- (3) 步骤 C: 略开泵 II 的出口阀 V4, 调节其开度。
- (4) 步骤 D: 待泵 II 真空表、压力表和流量计读数稳定后, 测读并记录。
- (5) 重复进行步骤 C 和 D, 总共记录 10 组数据。
- (6) 点击实验报告查看泵 II 特性曲线。
- (7) 关闭泵 II 的出口阀 V4。
- (8) 关闭泵 II 电源。
- (9) 关闭泵 II 的入口阀 V3。



4.4、双泵并联特性曲线测定

- (1) 打开泵 I 的入口阀 V1。
- (2) 启动泵 I 电源。
- (3) 略开泵 I 的出口阀 V2。
- (4) 打开泵 II 的入口阀 V3。
- (5) 启动泵 II 电源。
- (6) 略开泵 II 的出口阀 V4。
- (7) 步骤 E: 调节 V2 和 V4 开度, 使两个压力表读数相同, 测读并记录流量和压力。
- (8) 重复进行步骤 E, 总共记录 10 组数据。
- (9) 点击实验报告查看两泵并联特性曲线
- (10) 关闭泵 I 的出口阀 V2。
- (11) 断开泵 I 电源。
- (12) 关闭泵 I 的入口阀 V1。
- (13) 关闭泵 II 的出口阀 V4。
- (14) 断开泵 II 电源。
- (15) 关闭泵 II 的入口阀 V3。

4.5、双泵串联特性曲线测定

- (1) 打开泵 I 的入口阀 V1。
- (2) 打开泵 II 的入口阀 V3。
- (3) 启动泵 II 电源。
- (4) 待泵 II 运行正常后, 打开串联阀 V5。
- (5) 启动泵 I 电源。
- (6) 待泵 I 运行正常后, 关闭泵 II 入口阀 V3。
- (7) 步骤 F: 略开泵 II 的出口阀 V4, 调节其开度。
- (8) 步骤 G: 待泵 I 的真空表、泵 II 的压力表和流量计读数稳定后, 测



读并记录。

- (9) 重复进行步骤 F 和 G，总共记录 10 组数据。
- (10) 点击实验报告查看两泵串联特性曲线。
- (11) 关闭泵 II 的出口阀 V4。
- (12) 断开泵 II 电源。
- (13) 关闭串联阀 V5。
- (14) 断开泵 I 电源。

附：实验思考题答案

1-5: ABBCD

6-10: CACAD

11-15: ABBDA

16-20: CBABD