

## 一种新型外压失稳实验装置

### 技术领域

本发明涉及一种教学用实验设备，具体是一种可升降的小型过程控制实验教学装置。

### 背景技术

测控与过控类专业，特别是测控技术与仪器、过程装备与控制工程专业的实践教学中，需要用到过程控制实验装置平台，以使學生能更清晰的了解过程控制的工作原理。而三容液箱是工业过程中许多被控对象的典型抽象模型，在非线性、大惯性过程控制研究应用中具有广泛代表性。实现对三容液箱液位、流量、压力的测试、测量和自动化控制及应用可作为测控与过控类专业的典型实验教学内容。现有的小型过程控制实验教学装置测量的物理量单一，管路单一，无法进行复杂的扰动实验及多回路的实验，液箱的相对高度无法根据实验的不同进行调节，实验教学演示结果较差。

针对上述问题，公开号为 CN205140357U 的中国发明专利，提供了“一种小型过程控制实训装置”，其通过 3 个容器之间设置 4 个阀门进行液箱的水平多容实验与液箱的竖直多容实验。但其实验过程中的水力运动依然完全是依靠水力泵压实现，使得每一组实验装置得到的实现数据相同，不具有普遍性，功能较为单一。而其他现有技术所提供的设备，一般也都存在类似的问题。因此无法提供更多样化的实验环境，无法满足教学测试的要求，特别是无法直观的模拟高度落差，在实践教学中往往直接忽略这部分实验，或者采用垫高的方式进行相关实验，其精度控制和便捷程度，都远远达不到实验的要求。

### 发明内容

针对上述问题，本发明提供一种可升降的小型过程控制实验教学装置，通过设置升降式结构，使其能够在现有技术的基础上，进一步的实现竖直方向的过程控制实验教学。

本发明的技术方案是：

一种可升降的小型过程控制实验教学装置，包括液箱；

所述液箱顶部为液箱盖板，液箱盖板上设有多个升降装置；

所述升降装置上放置有对应的容器；

所述液箱上设有送液管线，送液管线包括主管，在主管的后段设有多个出口分支，并通过各个出口分支分别连接到多个容器侧面顶部的，在送液管线的起始段设有送液阀门，在送液管线的起始段设有入口阀门，出口分支设有多个分支阀门；

在液箱内，送液管线的初始段设有潜水泵；

## 说明书

各容器顶端之间设有连接管线，连接管线的连接处与分支管线的连接处在同一水平位置；

各容器侧面的底部都设有连接到液箱的排液管线，排液管线上都设有出口阀门；

各容器顶部背面都设有一根溢出管线，并连接到液箱；

所述送液管线的主管为硬质管线，出口分支、排液管线、连接管线、溢出管线均为金属软管。

进一步的，所述容器有3个，分别为一号容器、二号容器、三号容器，3个容器均为尺寸相同的长方体筒状结构，其顶端为开口结构。

进一步的，在3个容器上均设有液位计，在1-3个容器内设有温度传感器和加热装置，在入口管线主管上设有压力传感器和流量计，所述液箱前端设有控制器连接板，温度传感器、压力传感器、流量计、加热装置、阀门、水泵等均通过数据线连接到控制器连接板，控制器连接板上设有PLC控制接口及DDC控制器接口。

进一步的，所述升降装置为剪力升降台，其结构为两排交叉连接的铰链连杆机构，在两排交叉连接的铰链连杆机构的铰链之间均通过连接杆连接，在其中两根同水平面平行设置的连接杆的中部，均设有同轴的螺纹孔，两个螺纹孔的螺旋方向相反，螺纹孔为梯形螺纹结构，螺纹孔之间设有一根连接调节螺纹杆，所述调节螺纹杆为梯形螺纹，分为两部分，两部分的螺旋方向相反；

交叉连接铰链连杆机构最底部，一根为固定结构，另一根设有配套的滑槽，铰链在滑槽内滑动，滑槽上设有位移刻度，位移刻度用于标识容器实时高度。

更进一步的，调节螺纹杆的一端为多边形块，如矩形，其外部设有配套的转动螺母，转动螺母内部与多边形块相配合，且在转动螺母侧面和多边形块侧面都设有一根联通的螺纹孔作为转动螺纹孔，并配套有连接螺栓，转动螺母侧面为齿轮结构，调节螺纹杆的另一端设有锁紧螺母组。

更进一步的，所述锁紧螺母组包括两个螺母，两个螺母上都设有一根通孔，通孔具有一定斜度，两个螺母贴紧后，通孔保持同轴，在通孔内插入一根配套的销钉，以固定锁紧螺母组。具体的是，斜度为：1:200。

更进一步的，所述转动螺母设有配套的转动扳手，所述转动扳手主体为一个圆盘，圆盘内设有配套转动螺母外周的齿轮型孔，圆盘外侧设有两根对称的把手。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：

- 1、该可升降的小型过程控制实验教学装置结构清晰，装置稳定可靠；
- 2、该可升降的小型过程控制实验教学装置的容器截面为方形，截面积更大，控制效果更好；

## 说明书

3、该可升降的小型过程控制实验教学装置的一号容器、二号容器、三号容器中相邻的两个容器之间的顶端设有连接管线连通，连接管线为金属软管，其中3个容器上均设有溢出管，溢出管也为金属软管，3个溢出管使得3个容器之间不会相互干扰，从而更好地实现溢出保护；

4、该可升降的小型过程控制实验教学装置的升降装置位于容器与液箱盖板之间，可以拆卸，更利于后期维护；

5、可升降的小型过程控制实验教学装置的3个升降装置相互独立，3个容器之间的相对位置高度可以改变，即不但能够进行水平多容试验，还能进行竖直多容试验，使得每一台实验装置都可以测得不同的数据，使数据更具有普遍性、真实性，学生的可操作性更强；

6、该可升降的小型过程控制实验教学装置的金属软管连接不仅可以使得3个容器之间的相对高度可变，而且还可以保证整个装置连接的密封性；

7、该可升降的小型过程控制实验教学装置可以实现液位、压力、流量和温度四大热工参数的PID控制、串级控制、以及比值控制等；

8、该可升降的小型过程控制实验教学装置控制器连接板上设有PLC控制器接口及DDC控制器接口，从而实现PLC的教学。

9、本发明的升降装置，采用手动操作的模式，提高学生动手能力和参与度，且升降机构能够调整不同高度，并且便于观察其高度实时位置，在调整后可以通过取下转动螺母或链接锁紧螺母组等方式实现升降装置的位置固定保持，且通过设置配套的转动扳手，能够更有效的固定。

### 附图说明

图1为可升降的小型过程控制实验教学装置结构示意图；

图2为可升降的小型过程控制实验教学装置的电路连接示意图；

图3为三号容器沿着图1中E-E线的剖面示意图；

图4为升降装置的结构示意图；

图5为调节螺纹杆的结构示意图；

图6为图5的左视图；

图7为转动扳手的结构示意图；

图8为本发明的用作竖直多容实验的三维示意图。

图中：1-液箱、2-液箱盖板、3-升降装置、4-液位计、5-金属软管、6-分支阀门、7-一号容器、8-二号容器、9-三号容器、10-温度传感器、11-入口管道主段、12-入口阀门、13-流量计、14-压力传感器、15-控制器连接板、16-调节螺纹杆、17-U形加热管、18-PWM潜水泵、

19-位移刻度、20 转动扳手、21-出口阀门、

1601-转动螺母、1602-转动螺纹孔、1603-多边形块、1604-限位挡片、1605-右旋螺纹段、1606-左旋螺纹段、1607-锁紧螺母组、1608-通孔、1609-销钉、1610-连接螺栓、

2001-圆盘、2002-齿轮型孔、2003-把手。

### 具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

#### 实施例 1

请参阅图 1~3, 本发明实例中, 一种可升降的小型过程控制实验教学装置, 包括水箱 1、水箱盖板 2、升降装置 3、液位计 4、金属软管 5、分支阀门 6、一号容器 7、二号容器 8、三号容器 9、温度传感器 10、入口管道主段 11、入口阀门 12、流量计 13、压力传感器 14、控制器连接板 15、螺纹杆 16、加热装置、PWM 潜水泵 18, 所述水箱盖板 2 固定在水箱 1 上, 容器共三个分别为一号容器 7、二号容器 8、三号容器 9, 三个容器的顶端通过连接管线连通, 连接管线为金属软管, 并且三个容器上均设有溢出管线, 溢出管线为金属软管, 三个溢出管线的设置实现三个容器的溢出保护并且不会相互干扰, 相邻两个容器之间设有连接管线, 以保证一号容器 7、二号容器 8 以及三号容器 9 之间的相对位置高度可以任意改变且不会影响密封性, 入口管道主段 11 与水箱盖板 2 相连, 并在连接处设有入口阀门 12, 入口管道主段 11 为硬管, 且设置为 C 字型环路, 下半部分在水箱盖板 2 上表面, 以此便于安装流量计 13 和压力传感器 14, 并在出口分支采用金属软管 5, 以保证一号容器 7、二号容器 8 以及三号容器 9 之间的相对位置高度可以任意改变且不会影响密封性, 在三个容器侧面底部都设有出口管线和出口阀门 21。所述分支阀门 6 为电动球阀门, 入口阀门 12 为手动球阀门, 一号容器 7、二号容器 8、三号容器 9 均为方形容器, 截面积更大, 控制效果更好; 所述升降装置 3 共三个, 且均匀间隔地固定在水箱盖板 2 上, 位于三个容器与水箱盖板 2 之间, 通过螺纹或卡紧装置等实现容器和升降装置 3 的连接, 升降装置 3 使三个容器之间的相对位置高度可以任意改变, 从而能够进行水平多容试验与竖直多容试验, 且每台实验装置可测的数据不尽相同, 所述水箱 1 内置有一个 PWM 潜水泵 18, PWM 潜水泵 18 通过入口管道主段 11 产生出口分支并分别连接至一号容器 7、二号容器 8、三号容器 9, 该可升降的小型过程控制实验教学装置采用 PWM 控制的直流转三相调速水泵, 控制范围从 2V-24V, 使得控制范围达到 8%-100%, 而且更加可靠、噪声更低, 且潜水泵在水中散热极好; 所述压力传感器 14 和流量计 13 设在 PWM 潜水泵 18 与一号容器 7 之间的入口管道主段 11 上, 液位计 4 设在一号容器 7、二号容器 8、三号容器 9 上, 温度传感器 10 设在一号容器、二号容器 8 上, 压力传感器 14 和流量计 13 的数量均为一个, 液位计 4 的数量为三个, 温度传感器 10 的数量为两个, 控

制全面，可以实现温度、压力、流量、液位控制，以及串级、前馈反馈等高级实验，以便提高实验效率；所述加热装置为 U 形加热管 17，U 形加热管 17 位于三号容器 9 内部，U 形加热管的数量为一个；所述水箱 1 前端设有控制器连接板 15，控制器连接板 15 上设有 PLC 控制器接口及 DDC 控制器接口，能够支持所有的 PLC 控制器，或者 DDC 控制器，例如 S7-200，S7-300，AS3700 等控制器，PLC 控制器接口可以连接工业 PLC，从而实现 PLC 的教学；所述可升降的小型过程控制实验教学装置采用 24V5A 的电源适配器，使得整个系统更加安全。

### 实施例 2

如图 1、3、4、5、6、7 所示，三个升降装置 3 具体为小型机械式剪力升降台，分别位于一号容器 7、二号容器 8、三号容器 9 的底部，且与水箱盖板 2 的顶部连接；三个升降装置 3 之间相互独立，在未达到极限位置下，三个升降装置并不会相互干扰，升降装置 3 的相互独立使得一号容器 7、二号容器 8 和三号容器 9 之间相互独立，从而达到三个容器之间的相对竖直位移可以发生改变。三个容器之间的相对竖直位移的改变在现实场景中有很重要的应用，如要对一栋公寓的不同楼层实施供水，可以先通过本实验装置进行模拟分析，先根据“相似原理”将不同楼层的高度变化为一号容器 7、二号容器 8、三号容器 9 的相对竖直高度，再将实际的泵压转换为该实验装置中 PWM 潜水泵 18 的泵压，然后通过压力传感器 14、流量计 13 实时记录各容器的状态，最后通过控制器连接板 15 连接的 PLC 控制器或者 DDC 控制器对进水量的大小进行实时控制。

所述升降装置 3 的结构为两排交叉连接的铰链连杆机构，在两排交叉连接的铰链连杆机构的铰链之间均通过连接杆连接，在其中两根同水平面平行设置的连接杆的中部，均设有同轴的螺纹孔，两个螺纹孔的螺旋方向相反，螺纹孔为梯形螺纹结构，螺纹孔之间设有一根连接调节螺纹杆 16，所述调节螺纹杆 16 为梯形螺纹，分为右旋螺纹段 1605 和左旋螺纹段 1606；交叉连接铰链连杆机构最底部，一根为固定结构，另一根设有配套的滑槽，铰链在滑槽内滑动，滑槽上设有位移刻度 19，位移刻度 19 用于标识容器实时高度，调节螺纹杆 16 的一端为多边形块 1603，如矩形，其外部设有配套的转动螺母 1601，转动螺母 1601 内部与多边形块 1603 相配合，且在转动螺母 1601 侧面和多边形块 1603 侧面都设有一根联通的螺纹孔作为转动螺纹孔 1602，并配套有连接螺栓 1610，转动螺母 1601 侧面为齿轮结构，调节螺纹杆 16 的另一端设有锁紧螺母组 1607，所述锁紧螺母组 1607 包括两个螺母，两个螺母上都设有一根通孔 1608，通孔具有一定斜度，两个螺母贴紧后，通孔保持同轴，在通孔内插入一根配套的销钉 1609，以固定锁紧螺母组。销钉 1609 的具体结构是，钉体为斜度为 1:200，还有一个平面状的钉头，便于插入和取出。

所述转动螺母 1601 设有配套的转动扳手 20，所述转动扳手 20 主体为一个圆盘 2001，圆

## 说明书

盘 2001 内设有配套转动螺母 1601 外周的齿轮型孔 2002，圆盘 2001 外侧设有两根对称的把手 2003。

在最初设置高度的时候，取下容器，将调节螺纹杆 16 两端分别插入升降装置 3 的螺纹孔，然后安装好调节螺纹杆 16，装配好转动扳手，并通过转动扳手 20 转动调节螺纹杆 16 调整到合适高度，然后安装锁紧螺母组 1607 及其销钉 1609，放置容器，在后续实验中如果需要调整高度，则取下锁紧螺母组 1607，通过转动扳手 20 旋转并观察。

### 实施例 3

U 形加热管 17 位于三号容器 9 内部，数量为一个，温度传感器 10 位于一号容器 7、二号容器 8、三号容器 9 内，其数量为三个，启动 PWM 潜水泵 18，保持入口阀门 12、出口阀门 21 开度不变，设置三号容器 9 中的目标温度，开启三号容器 9 中的 U 形加热管 17 使其开始进行加热，温度传感器 10 测定容器内实时温度，可用来模拟温度控制下的纯滞后实验（从设置设定的温度，到检测到温度达到设定值所需时间，即为滞后时间），以及实施例 2 中的应用中。

### 实施例 4

在三个容器上都设置温度传感器 10，并在三个容器内都设置 U 形加热管 17，单个容器内 U 形加热管 17 与温度传感器 10 可用来做温度控制、温度滞后控制实验，通过分别设定三个容器的温度，以控制一号容器 7、二号容器 8、三号容器 9 中 U 形加热管 17 加热功率不同，并保持一定温差，以模拟测试预热器的的工作状态，同时测试不同温度下的热损失率。

在上述多个实施例中，本发明所述的可升降的小型过程控制实验教学装置多处采用金属软管 5，使装置更加牢固、可靠、密封性良好；所述可升降的小型过程控制实验教学装置的容器截面为正方形，截面积更大，控制效果更好；所述可升降的小型过程控制实验教学装置的一号容器 7、二号容器 8、三号容器 9 的顶端通过管道连通，其中一个容器上设有溢出管线，通过一个溢出管线就实现三个容器的溢出保护；所述可升降的小型过程控制实验教学装置，一号容器 7、二号容器 8、三号容器 9 两两之间设有一个入口阀门 12 与金属软管 5，以保证一号容器 7、二号容器 8 以及三号容器 9 之间的相对位置高度可以任意改变且不会影响密封性；所述可升降的小型过程控制实验教学装置的升降装置 3 位于三个容器与水箱盖板 2 之间，以使三个容器之间的相对位置高度可以任意改变，从而能够进行水平多容试验与竖直多容试验，且每台实验装置可测的数据不尽相同；所述可升降的小型过程控制实验教学装置采用 PWM 控制的直流转三相调速水泵，控制范围从 2V-24V，使得控制范围达到 8%-100%，而且更加可靠，噪声更低，潜水泵在水中，散热极好；所述可升降的小型过程控制实验教学装置包含一个压力传感器 14，一个流量计 13，三个液位计 4，三个温度传感器 10，控制全面，可

## 说明书

---

以实现温度、压力、流量、液位四个热工参量的 PID 控制，串级控制，以及比值控制等。另外还能满足 2-3 人同时进行温度、流量、液位、压力控制，以及串级、前馈反馈等高级实验，以便提高实验效率；所述可升降的小型过程控制实验教学装置的 U 形加热管 17 位于三号容器 9 内部；所述可升降的小型过程控制实验教学装置控制器连接板 15 上设有 PLC 控制器接口及 DDC 控制器接口，能够支持所有的 PLC 控制器，或者 DDC 控制器，PLC 控制器接口可以连接工业 PLC，从而实现 PLC 的教学；所述可升降的小型过程控制实验教学装置采用 24V5A 的电源适配器，使得整个系统更加安全。

以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制，虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明，任何熟悉本专业的技术人员，在不脱离本发明技术方案范围内，当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，但凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的范围内。