

化 学 工 程 与 工 艺 专 业

《化工设备设计基础》课程

实 验 指 导 书

南京工业大学机械与动力工程学院

二〇一五年四月

学生实验手册

- 1、实验前，预习实验指导书，明确每次实验的目的与要求，考虑好实验设备、仪器、工具及其他物品的名称、数量、规格等，经教师提问合格后，才可进行实验；
- 2、实验时，必须使用指定的仪器、设备和工具，不得随便动用本实验无关的其他东西；
- 3、实验时，必须先熟悉机器、设备和操作规程，开动机器及设备，应先经指导教师检查同意，不懂、不会时严禁操作；
- 4、发生不正常的现象或事故，必须立即切断电源（或电器设备），报告老师；
- 5、实验完毕后，整理实验用仪器设备，清洁场地；使用指定的仪器、设备和工具，不得随便动用本实验无关的其他东西；
- 6、实验完毕后，整理实验用仪器设备，清洁场地；使用指定的仪器、设备和工具，不得随便动用本实验无关的其他东西；
- 7、实验完毕后，认真整理数据，按照要求写出实验报告；

实验名称 典型化工设备与零部件实验

一、实验目的:

1. 培养学生了解、掌握一些基本典型化工设备与零部件的结构和功能, 培养及提高学生观察现象、读图识图能力, 增加对化工设备的感性认识。
2. 培养学生了解、掌握典型蒸发工段工艺流程, 初步接触、了解化工生产装置的一些特性, 增加对化工工艺的感性认识。
3. 巩固、加深理解所学的理论知识。

二、实验原理

1、实验工艺流程

本实验台中采用 0.25m^2 薄膜蒸发器实验流程, 以水作介质进行蒸发器性能研究。实验流程图见图一。

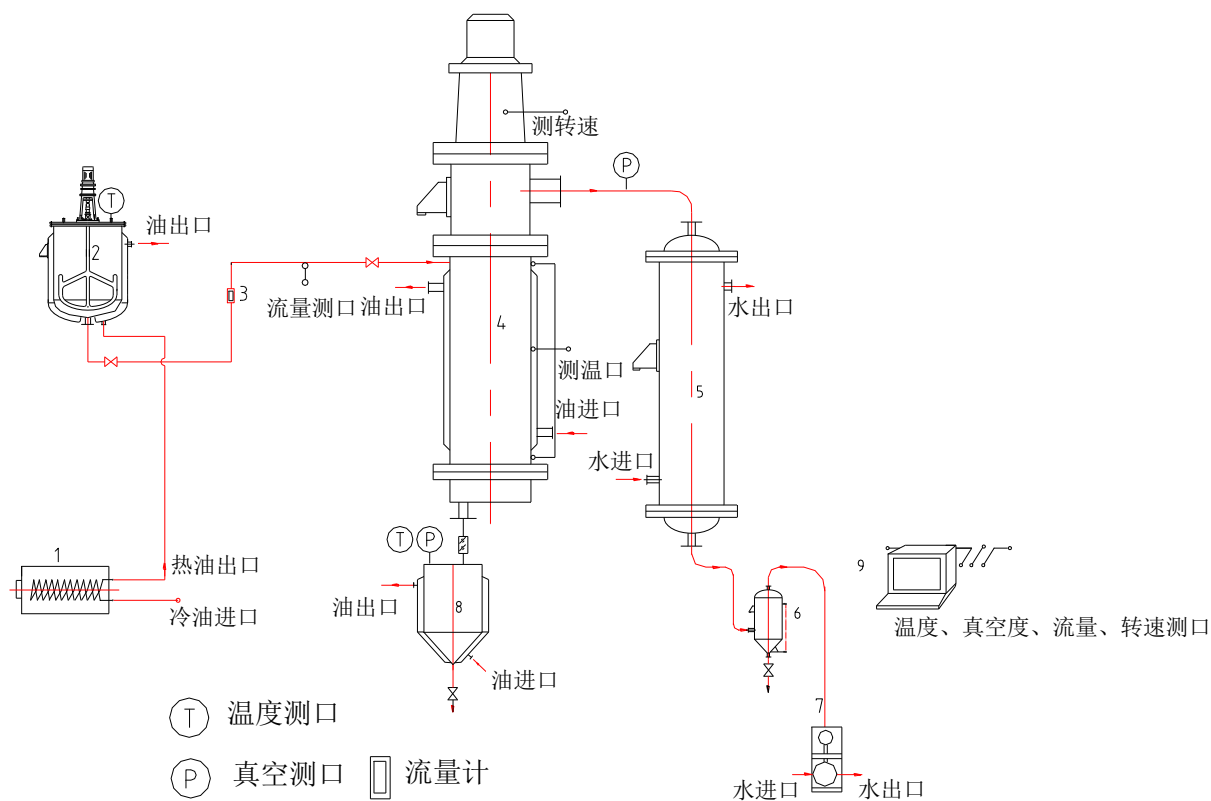


图1 薄膜蒸发器实验台流程

- 1 热油炉 2 加料罐 3 流量测量装置 4 蒸发器 5 冷凝器 6 真空泵 7 真空泵
8 接受罐 9 工控机

实验流程中, 介质从加料罐经过流量计计量后进入蒸发器, 由转子上物料分布器分配后经过刮板强制搅动成膜, 液膜在筒壁上受热后部分液体汽化, 一次蒸汽由真空泵经过冷凝器冷凝后抽出, 浓缩液体由蒸发器下部封头排出。为增加实验过程的可视性, 蒸发器底部设置了一个视镜。

系统中设立了 5 个温度测量点, 2 个压力测量点, 1 个流量测量点和 1 个转速测量点。

2、工艺性能参数

物料的蒸发受以下几个参数的影响：加热温度 t ，真空度 P ，物料流量 Q 和刮板搅拌的转速 n 。即：浓缩度 NSD 可表示为以上几个参数的函数 $NSD = f(t, P, Q, n)$ 。如改变参数中的任何一个量值都将影响到浓缩度。为此以上几个参数的检测和控制至关重要。

3、实验测试系统

3.1、压力测量

实验所采用的是压阻式压力变送器。压力变送器：型号：MPM484 型，量程：0 ~ -100KPa，精度：0.5%

压阻式压力计是根据半导体的压阻效应来工作的。它以单晶硅为基体，按特定的晶面，根据不同的受力形式加工成弹性应变元件，并在弹性应变元件的适当位置，用集成电路技术扩散出四个等值的应变电阻，组成惠斯登电桥。不受压力作用时电桥处于平衡状态，当受到压力作用时，一对桥臂的电阻变大，另一对变小，电桥失去平衡。若对电桥加上恒流源，输出端便有对应于所加压力的电压信号输出。测得电压的大小，即可知道待测压力的大小。单晶硅材料由于弹性很好，其转换的滞后与蠕变很小，所以转换精度较高。

3.2、温度测量

实验所采用的是 WREK-281E 型热电偶温度传感器。温度传感器：型号：WREK-281（ $\Phi 6$ 长 100mm，300mm， $\Phi 4$ 长 150mm）热电偶，测温范围：0~300℃，等级：E 级
热电偶温度仪表由热电偶和连接导线组成，其核心元件是热电偶。它将温度信号转换成电信号，本实验中测温范围是 0~300℃。

3.3、流量测量

本系统采用 LZD-15NH 型金属转子流量计，流量传感器：型号：LZD-15NH，测量范围：0~100L/h，等级 1.5%。

转子式流量计的结构如图 2 所示。它由一个锥形管和一个可在锥形管中上下自由运动的转子两个基本部分组成。当被测流体通过锥形管时，流体从转子与锥形管的环隙中流过，转子受到一个向上的力而浮起。当转子在流体中受到的向上作用力与转子在流体中的重量相等时，转子就静止在某一高度上。这样通过转子的重力、浮力求得转子两边的压差后，可以根据压差求得所测的流量。通过传感器把信号传输到计算机中。

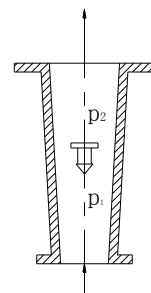


图2 转子流量计工作原理图

3.4、转速测量

实验台中采用霍尔式转速传感器。测量范围 60~10000 转/分。它是利用电机转动过程中，磁钢的远离和靠近形成变化的周期性磁场，经电路转换为方波后进行计数，从而计算出转速。

4 实验装置

4.1、0.25m² 刮板式薄膜蒸发器

设备蒸发段采用 $\phi 180 \times 4.5$ mm 不锈钢无缝管制成，蒸发面积 0.25m²。分离筒内装除雾器，除雾器开设 $\phi 5$ 小孔固定在主轴上，随主轴作旋转运动以达到除雾沫之目的。刮板

装设在导槽中，可以沿径向自由活动，材质采用聚四氟乙烯。主轴由不锈钢无缝钢管制作，上轴头密封采用单端面小弹簧机械密封，下轴头采用碳质轴承静密封型式。

4.2、QXD-40 油炉

油炉采用电加热方式加热导热油，电功率 48KW。工作时利用循环油泵强制导热油在系统中供热，将热能传给用热设备，然后返回油炉内重新加热循环。

4.3、JZJS70 型罗茨水环泵真空机组

JZJS70 型罗茨水环泵真空机组是以罗茨泵为主泵，水环式真空泵为前级泵串联而成。使用罗茨真空泵时必须有一台前级泵串联，且待前级真空泵抽到一定压力后罗茨真空泵再开始工作。水环真空泵适于抽除大量水蒸汽的气体，但与油封机械泵比较，选用它作为前级泵所达到的极限压力要低一些。JZJS150 型罗茨水环泵真空机组抽气速率 70L/S，极限真空 25Pa。

4.4、F=2m² 冷凝器

本系统流程中，选用了 F=2m² 的换热器，其作用是冷凝真空系统中的二次蒸汽，提高整个系统的真空度。换热器型式是固定管板换热器。

4.5、原料罐

原料罐用于预热原料。其结构是一个带搅拌器的反应釜，罐体外有夹套，可以通过导热油加热预热原料。原料罐采用填料密封，内置浆式搅拌器。

4.6、V=0.25m³ 缓冲罐

缓冲罐是真空机组前端保护设备，用于分离蒸发过程中产生的二次蒸汽中水和气体的分离。

4.7、V=0.11m³ 接受罐

接受罐用于浓缩液体的收集。

5、实验步骤

5.1、开车前准备工作

- (1) 检查设备机泵是否正常，真空泵液位到线。
- (2) 检查管道系统是否正常，物料、真空管道是否畅顺无阻。
- (3) 检查系统各阀门状态：
 - (a) 蒸发器进料阀、取样阀以及放空阀应处于关闭状态；蒸发器出料阀应处于开启状态。
 - (b) 蒸发器导热油进口阀、出口阀处于开启状态。
 - (c) 油炉注油泵前阀门应处于关闭状态，1[#]循环泵前进油阀、回油阀应处于开启状态；2[#]循环泵前进油阀、回油阀应处于关闭状态。
 - (d) 真空系统进口处阀门应处于关闭状态，旁通阀门处于关闭状态。
- (4) 整个系统无泄漏点。
- (5) 检查供电、仪表系统和操作柜是否正常。
- (6) 备齐必要的生产和检修用具，取样化验用具和操作原始记录表。
- (7) 清除岗位上一切与实验无关东西，注意安全操作。
- (8) 实验室内严禁烟火。

5.2、开车步骤

(1) 加热系统

(a) 在超温显示记录档设定上限报警温度，在工艺显示控制档分别设定下限、上限燃烧导热油温度。设置完成后，分别置换挡次在测量上，此时，超温显示记录档显示油炉出油温度，工艺显示控制测量档记录油炉回油温度。

(b) 开循环泵。正常时，循环泵进口应力 0.2MPa 以上，出口压力 0.1MPa 左右。

(c) 开电加热器。将导热油加热到要求温度后备用。

(2) 真空机组

(a) 打开罗茨泵冷却水进水阀，调节好流量。

(b) 打开主泵前阀门。按自动控制按钮。

(c) 启动水环泵。

(d) 启动真空度达到 0.09MPa 左右时，启动中间泵、主泵。

5.3、开启冷凝器进水阀门。

5.4、蒸发器

(a) 打开进料阀门加料，调节好加料流量。

(b) 开启蒸发器。

先开电机，将调速器缓缓地从 0 调到 300rpm，不能太快以防止电机烧坏。

5.5 观察视镜上出料情况，调节进料量。

5.6（必要时）系统稳定 5 分钟后，开始取样化验分析浓度。并根据化验结果进一步调节进料量，使出料浓度达到产品要求浓度。

5.3、停车步骤

(1)、关闭电加热器，停止加热，待油温降到 100℃ 以下时再关循环泵。

(2) 关蒸发器电机调速器。调速器转速从 300rpm 缓缓调至 0 后，电机空运转至变频器降温后关电机。

(3) 关进料阀，停止进料。

(4) 关罗茨-水环真空机组。

(a) 先关主泵前阀门。

(b) 关闭水环泵的进水阀门。

(5) 关闭水源，切断电源，整理现场。

6、实验报告

(1) 画出本实验台工艺流程简图。

(2) 画出化工设备（反应釜、换热器、蒸发器及分离器中任选一台）的结构简图。

(3) 列出本实验台中主要零部件名称。