

实验十八 高压放电处理气态污染物综合实验

一、实验目的

本实验要求综合应用材料学、电工学、机械设计等各学科知识，根据所给目标污染气体搭建出合适的气体放电装置，并使用该装置进行污染物净化实验；从而掌握高气压放电技术的原理和影响净化效率的主要因素。

二、实验原理

气体放电治理气态污染物近年来在国内外都有广泛研究。常用的气体放电方法有直流电晕放电、脉冲电晕放电法、介质阻挡放电等方法，其中介质阻挡放电是产生常温非平衡等离子体的一种较理想的方法，也是最早得到应用的放电方法之一。本实验就采用这种方法。其原理如图 18-1 所示，在两个电极上分别覆盖厚度为 l_d 的电介质薄层，放电气隙为 l_g ，两块放电电极上施加高频高压交流电，此时放电间隙的电场强度可用下式表示：

$$E_g = \frac{V\varepsilon_d}{2l_d\varepsilon_g + l_g\varepsilon_d} \quad (18-1)$$

从上式可以看出，增加外加电压 V 、电介质的介电常数 ε_d ，减小 l_g 和 l_d ，能够得到较高的电场强度。放电间隙中通入污染空气。放电间隙内的电子从电场获得能量，加速向正极运动，在此过程中与周围原子分子碰撞，电子把自身的能量转移给它们，使其激励电离，形成自由基、准分子，并再重新结合成无害的简单气体分子。

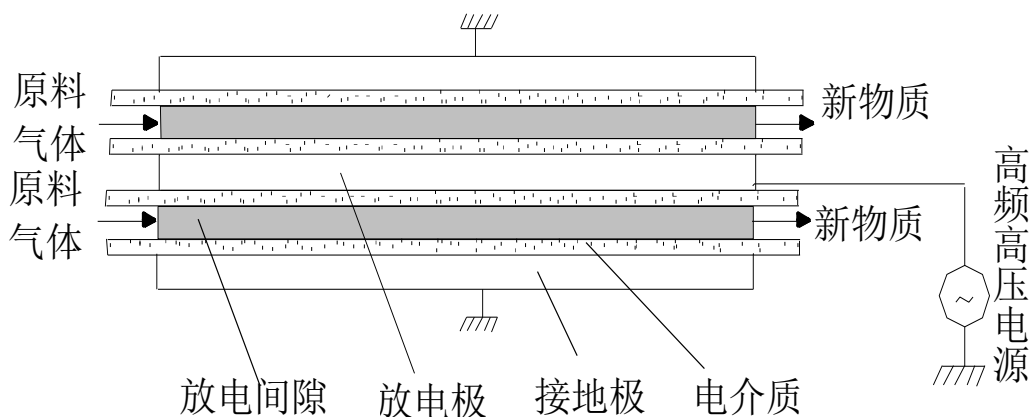


图 18-1 高压气体放电原理图

三、实验装置和仪表

1. 气体流量计	4 支
2. 电热恒温水浴锅	1 台
3. 高压反应器	1 支
4. 手持激光测温仪	1 台
5. Q-3 高压静电电压表	1 台

6. 温湿度表	1 支
7. 手持式 VOCs 检测仪	1 台
8. 空气压缩机	1 台
9. 水雾过滤器	1 台
10. 接触式调压器	1 台

四、 实验步骤

1. 读取室内空气的温度和相对湿度。
2. 测定放电装置中气体停留时间对净化效率的影响

(1)测量气体放电单元的宽度、长度和放电间隙间距。计算放电间隙的截流断面面积。

(2)如图 18-2 所示，打开恒温水浴箱并调节开关等到其升到适宜温度；打开各路阀门，并打开空气压缩机。空气一路直接进入气体混合箱，一路进入恒温水浴箱(装有污染物溶液的抽滤瓶)，强制通风带出污染物气体分子进入气体混合箱，当两路气流在混合箱中混合后保持通气数分钟，使污染物的浓度趋于稳定，注意检测气路密闭性。

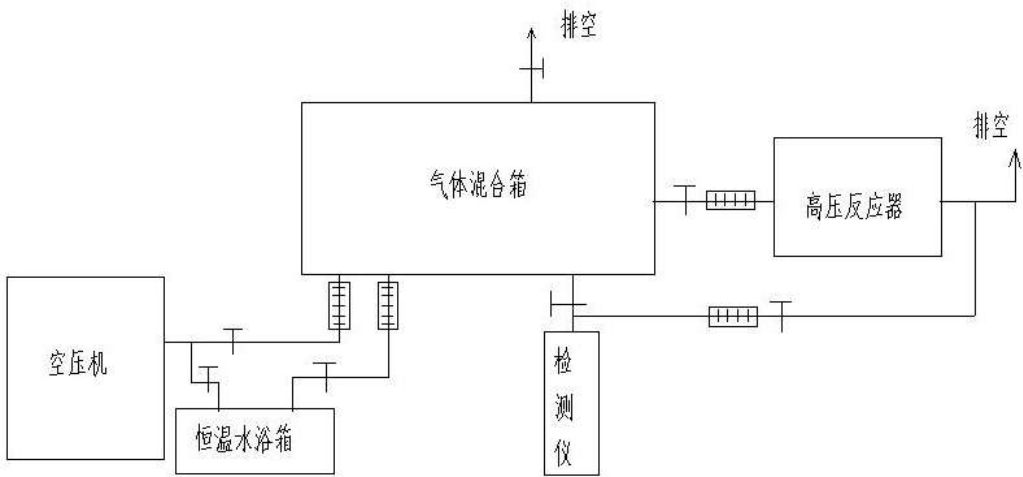


图 18-2 实验流程示意图

(3)记录进出口气体流量计的数值。根据放电间隙的截流断面面积换算气体流速，并根据气体放电单元的长度和风速计算放电装置中气体停留时间。

(4)打开气体混合箱和检测仪之间的阀门，关闭高压反应器和检测仪之间的阀门，打开检测仪电源，测量反应的进气浓度值，注意严格按照检测仪的使用要求操作；为了得到准确值，每个测点平行测定 3 个值，并取其平均。

(5)关闭检测仪电源，关闭气体混合箱和检测仪之间的阀门，打开高压反应器和检测仪之间的阀门；打开供电电源开关，旋转接触式调压器的旋钮，同时观测并联在高压反应器上的 Q-3 表上显示的电压，当电压达到合适值的时候，停止调节。此时反应已经开始，打开检测仪电源，测量出气浓度值。则净化效率按照下式计算，

$$\eta = (1 - \frac{C_0}{C_i}) \times 100\% \tag{18-2}$$

式中 C_i —— 进口气体浓度，mg/m³；

C₀—— 出口管道中气体浓度，mg/m³。

(6)使用不同进气流量。再重复步骤(3)、(4)和(5)，得到多组数据。

2. 测量进气浓度对净化效率的影响

(1)在固定气体流量和供电条件下，使用相似的操作步骤测量反应的进气和出气浓度值。

(2)保持其他条件不变，通过调节两个进气阀门的开闭程度来调节空气和污染气体的配比，从而改变气体混合箱出来的混合污染气体浓度(即进气浓度)。再重复步骤(1)，得到另一组数据。

(3)继续改变进气浓度，重复测得多组数据。

3. 供电参数对净化效率的影响

(1)同样保持进气流量、进气浓度和供电频率等条件不变，分别使用多组供电电压，测定其净化效率。

(2)同样保持进气流量、进气浓度和供电电压等条件不变，改变供电频率，测定其净化效率。

4. 反应器温度对净化效率的影响

保持进气流量、进气浓度和供电参数等条件不变，延长反应时间，分别在运行 3 分钟、5 分钟、7 分钟、9 分钟等时使用激光测温仪测量反应器表面温度，并测量相应时刻的出气浓度。分析反应器温度变化趋势及对净化效率的影响。

五、 实验数据的记录与整理

实验时间_____年 _____月 _____日

实验小组成员：_____

空气温度：_____；空气相对湿度：_____。

放电单元长度：_____；宽度：_____；放电间隙间距：_____。

1. 将每次记录和计算的实验数据记录下来，格式可参考表 18-1。

表 18-1 实验记录表

测定次数	气体流量	供电电压	供电频率	进气浓度	出气浓度	停留时间	净化效率
1							
2							
3							
.....							

2. 分别作出进气浓度、停留时间、供电参数等对净化效率的影响曲线图。

六、 思考题

1. 试根据所作实验曲线图，分析各影响因素与净化效率间的相关性，并说明原因。
2. 试分析空气湿度和温度对实验效果有何影响，为什么？
3. 实验中还存在哪些干扰因素？
4. 如果利用该方法制作一个污染物净化装置，应该如何确定其主要工艺参数？

