

超声波雾化器设计

卢少权

(中山泰坦工艺品有限公司 广东 中山 528445)

摘要：超声波雾化器是采用了一个核心零件，雾化片（压电陶瓷），给雾化片一个正弦曲线的信号（频率行业普遍使用1.7MHz，2.4MHz，3.0MHz），使得雾化片对水产生一个高频振动波，致使水里有很多微小气泡核迅速生长和崩塌，瞬间产生高温高压的能量，这种现象被称之为“空化作用”，超声波雾化，正是利用这种空化作用使得水分子团脱离分子之间的作用力，即分子键，而达到了雾气的颗粒直径范畴，水被雾化。

关键词：超声波，雾化，空化作用

1 超声波雾化器的基本原理

超声波雾化器的核心动力就是超声波在液体中会发生空化作用，所谓空化作用是指液体中本身存在的微小气泡核，在超声波的作用下不断生长并到达一定数量级以后发生塌崩，在液体中产生的高温、高压和激震波等作用，大肆破坏水分子与水分子之间的分子键作用力，使得水以小分子团方式脱离出来，这就是超声波雾化的整个过程。

影响超声波空化作用的因素：超声波空化作用的强弱与声学参数以及液体的物理化学性质有关。具体包括以下几个方面

a.超声波强度。超声波强度指单位面积上的超声功率，空化作用的产生大小与超声波强度有关。对于一般液体超声波强度增加时，空化作用强度也随之增大，但达到一定数值后，空化会趋于饱和，此时再增加超声波强度则会产生大量无用气泡，从而增加了散射衰减，降低了空化强度。

b.超声波频率。超声波频率越低，在液体中产生空化作用就越容易。也就是说要引起空化，频率愈高，所需要的声强愈大，空化作用是随着频率的升高而降低的。

c.液体的表面张力与黏滞系数。液体的表面张力越大，空化强度越高，越不易于产生空化作用。黏滞系数大的液体难以产生空化泡，而且传播过程中损失也大，因此同样不易产生空化作用。

d.液体的温度。液体温度越高，对空化的产生越有利，但也不是绝对的，因为当温度过高时，气泡中蒸汽压增大，因此气泡闭合时增强了缓冲作用而使空化作用减弱。

以上在雾量大小调控，雾气颗粒度大小控制，不同溶液的雾化效果差异，温度对雾化的影响等方面有着指导性意义，是产品研发主要的理论基础。（图1）

2 雾化片特性概述

雾化片的主要组成成分：压电陶瓷粉料，压电陶瓷主要由锆钛酸铅(PZT)所组成，在氧化锆(ZrO₂)、氧化铅(PbO)及氧化钛(TiO₂)等的粉末原料中，按一定比例适当添加微量的添加物后，由多道加工程序完成陶瓷粉料制作，再利用油压机使之压缩成各种规格形状，成型后在1350℃左右温度下进行烧结，所得的成品，再以电镀的方法或者不锈钢贴片法完成电极极化工作后，就是压电陶瓷晶片成品。

在实际使用过程中，雾化片可能受到液体的酸碱腐蚀，采用玻璃釉材质，并且涂有特氟龙涂层，可以延长雾化片的寿命，目前一般行业内的寿命平均水平是在3000-5000小时，比较好的可以做到8000小时，随着使用时间的推移，雾化片的雾化作用会越来越弱，与其本身的电性参数会随时间变化。

3 超声波雾化器结构设计选取

3.1 上加水和下加水方式结构之利与弊

目前市面上的传统加湿器加水方式都是设计一个封闭的水

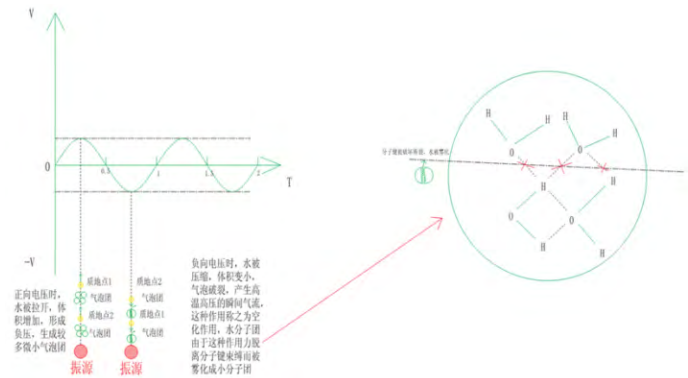


图1 空化作用的过程图

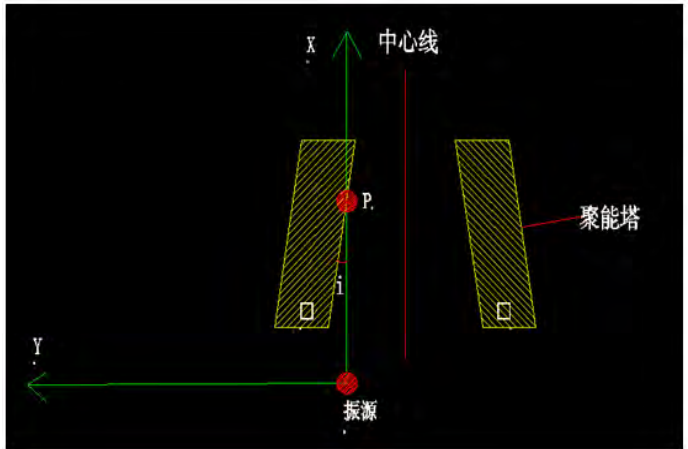


图2 简化数学模型导入以及波的叠加原理应用

箱，水箱底部设计一个螺牙旋合的水箱盖。加湿器使用时，加水的时候都是拿起水箱旋开水箱盖，然后往水箱里面加水，最后把水箱盖拧紧放回基座上面，行业内称之为“下加水”式加湿器，这种传统加水方式的加湿器存在一个不可解决的致命问题：水箱无法清洗干净，久而久之在水箱里面滋长青苔等藻类生物和繁殖很多细菌，很多用户在使用加湿器的时候没有经常清洗水箱的习惯，导致出来的雾气含有很多细菌，会容易引起人体的呼吸道疾病感染，严重影响人体健康，此外，此种加湿器加水不便利，用户需要把水箱180度翻过来加水，在加水过程由于手滑，容易导致水箱掉在地上，导致破碎。

新结构方式是通过设计一个聚能浮子结构，浮子的密度是0.92g/cm³，水的密度为1.0g/cm³，比水略轻，可以悬浮于水的顶面上，浮子设计位于雾化片正上方，浮子中部开通孔，直径是8-10mm，浮子周边设计一个圆筒支架，浮子落在圆筒支架里面，使得浮子中部通孔与雾化片保持较好的同轴度。这样（转下页）

1/3 焦煤替代灵武煤制备活性炭试验研究

徐迎节¹ 于 静²

(1、神华宁夏煤业集团太西洗煤厂,宁夏 石嘴山 753000 2、神华宁夏煤业集团石槽村矿,宁夏 银川 756000)

摘 要 通过将 1/3 焦煤和太西无烟煤以 100 :13 配掺、灵武煤和太西无烟煤以 100 :13 配掺,然后分别与焦油和水均匀混合后进行炭化、活化试验,对生产活性炭的生产工艺进行分析研究,将两者的产品指标和产品质量进行对比,达到提高活性炭强度,降低煤焦油用量,提高产品技术指标和活化效率,降低生产成本的目的。

关键词 1/3 焦煤;灵武煤;活化;强度;亚甲兰

Abstract: 1/3 coking coal and West anthracite to mixed by 100:13, Lingwu coal and Western anthracite to mixed by 100:13, then were uniformly mixed with water and tar and after carbonization, activation test, the production of activated carbon production process analysis, the two indicators and quality products to do an effective comparison, activated carbon to improve strength, reduce the amount of coal tar, improve product specification and activation efficiency, reduce production costs.

Key words: 1/3 coking coal; Lingwu coal; Activation; Strength; Methylene blue

活性炭是一种具有特殊微晶结构、空隙发达、比表面积巨大、吸附能力强的功能性碳材料^[1-3]。可以除臭除味净水,用作吸附剂、催化剂和催化剂载体,生产净水炭、脱色炭、脱硫脱硝脱汞炭及人造材料。作为优良的吸附剂、催化剂和催化剂载体,已广泛应用于制糖、医药、食品、化工、国防、农业以及人们的衣食住行中^[4-7]。近年来,中国的活性炭工业飞速发展。目前,全国除西藏、青海外的所有省、市、自治区均有活性炭生产厂家,品种近百个,牌号 100 多种,其中煤质活性炭占 70%左右。宁夏地区

现主要以太西无烟煤为主原料,配灵武煤进行生产制备活性炭。本文对生产活性炭的生产工艺进行了分析研究,将 1/3 焦煤替代灵武煤,与煤焦油混合后进行炭化、活化,并对此次工业化试验情况,进行分析,总结。通过这个方法达到降低煤焦油用量,提高产品强度,提高产品技术指标,提高活化效率,降低生产成本的目的。

1 试验方法

1.1 试验材料及设备

(转下页)

的设计,可以使得以上传统加湿器的最高水位液面至雾化片的距离 h 的设计可以增大很多,由于聚能浮子的存在,使得超声波在水中的传播可以将大部分能量聚集在聚能浮子中孔那里,这样可以获得较大的超声振荡能量,使得原来 30-40mm 的距离设计约束可以放宽,目前增加这个聚能浮子结构以后, h 的设计可以增加至 176±10mm,由于水位高度可以突破,这样就没有必要设计成传统加湿器这种封闭式水箱,可以直接设计成一个顶上开口的水箱,水直接从顶部的开口注入,非常便利,更重要的是这样水箱可以非常便利清洗,解决了这个传统加湿器解决不了的问题,这种新式的加水方式,称之为“上加水”。

3.2 超声波雾化器外出风和内出风的风道设计之利弊

内出风的风道结构的两大弊端:要求水箱盖与水箱的注塑大小精度比较高,否则无法保证得到气密性问题,就会在产品配合位置漏雾出来,如果风机失效以后,水箱内部的雾气可以从内部导风管进入电路板,造成烧板隐患。内出风的风道结构的有利方面是风道比较短,对风机的风量有效利用率高。

外出风的风道结构的两大优点:设计上对水箱盖与水箱的注塑要求很低,注塑大小误差可以放宽很多而对产品风道无影响,也不会出现漏雾问题发生,大大降低了注塑的工艺难度;风机失效时,雾化腔里面的雾气也无法游走到电路板上,对电路板保护比较好的方案。缺点是由于风道比较长,对风量有一定的机械损失,因此在风扇风量的选择的时候要考量这个问题。

4 突破传统水位高度限制的聚能塔结构创新设计(图 2)

理想状态下(不考虑波的传动衰减),振源(雾化片),当获得

电路一个正弦波信号的时候,振源处的波动方程 $y_0 = A \cos(\omega t + \psi_0)$;

则 P 点处的波动方程是 $y_p = A \cos[\omega t + \psi_0 - (2\pi/\lambda)X]$;

在 P 点处,入射波传到到聚能塔的内表面处,则有一个反射波被反射回去,反射波与在 P 点附近的传动波在 X 方向上叠加,得到的矢量和和以后再作为新的入射波传送到聚能塔内表面,再次发生波的叠加,以此类推,直至叠加波逃出聚能塔以外为止,在这个过程就是聚能塔的结构存在,使得超声波在其内发生若干次叠加,强化了超声波的空化作用,在聚能塔以内的微小气泡核瞬间生长与塌崩的热力学运动更加猛烈。

单次波的叠加矢量和方程为:

$$y_{\text{合}} = y_r + y_p - y_p [1 + \sin(\pi/2 - 2i)] = A [1 + \sin(\pi/2 - 2i)] \cos[\omega t + \psi_0 - (2\pi/\lambda)x]$$

其中 i 是聚能塔内表面的拔模斜度。

由此可见,超声波在水中传播,在聚能塔结构上会发生波的叠加作用,叠加的结果就是波做矢量求和,这样就增大了空化作用,可以突破原有 30-40mm 的水位高度限制,给上加水雾化器设计带来新的突破,可以使得产品纵向发展,扩大水箱有效容量。另外,可见 y 是关于 i 的递减函数; i 在 $(0, \pi/2)$ 区间,可见聚能塔内孔拔模斜度在满足模具脱模要求下应该越小越好。这个正是聚能塔结构设计的理论基础,本数学简易模型仅对聚能塔结构的波叠加做解析,未对整个复杂的空化作用建立详细的数学模型,因空化作用涉及十分复杂和不可控的微气核迅速生长与塌崩的物理和化学反应过程。