

## 微波再生口罩的研究

严尔豪<sup>1</sup> 张驰<sup>1</sup> 侯欢<sup>1</sup> 郝大程<sup>2</sup>

1 电气信息工程学院, 大连交通大学, 辽宁 大连 116028

2 环境与化学工程学院, 大连交通大学, 辽宁 大连 116028

**[摘要]**在新冠疫情爆发以来, 我国的医用及生活防护物资出现了极度短缺的状况, 此外, 大量废弃的防护物资使环境承受了巨大压力。如何能使防护物资简单便捷地循环利用, 成了人们关注的焦点。文中主要在微波灭菌和口罩领域进行研究, 从微波灭菌的机理和各类口罩的特性进行分析, 以达到实现微波再生口罩的目的。

**[关键词]**微波灭菌; 简单便捷; 循环利用; 再生口罩

DOI: 10.33142/sca.v3i7.2678

中图分类号: TU991.2

文献标识码: A

### Study on Microwave Regeneration Mask

YAN Erhao<sup>1</sup>, ZHANG Chi<sup>1</sup>, HOU Huan<sup>1</sup>, HAO Dacheng<sup>2</sup>

1 College of Electrical Information Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian, Liaoning, 116028, China

2 College of Environmental and Chemical Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian, Liaoning, 116028, China

**Abstract:** Since the outbreak of nCoV, there has been an extreme shortage of medical and life protective materials in China. In addition, a large number of abandoned protective materials have put great pressure on the environment. How to make protection materials simple and convenient recycling has become the focus of attention. In this paper, the microwave sterilization and mask field are mainly studied. The mechanism of microwave sterilization and the characteristics of various masks are analyzed to achieve the purpose of microwave regeneration of masks.

**Keywords:** microwave sterilization; simple and convenient; recycling; regenerative mask

### 引言

新冠疫情的爆发, 造成了国家和个人防护物资的极度短缺, 我国目前的口罩生产能力难以满足人们的需求。因此, 微波再生口罩会极大缓解国家目前面临防护物资短缺和环境所承受的压力。经过调查研究, 微波灭菌技术使再生口罩成为了现实。

#### 1 微波灭菌的机理

微波是一种频率为 300MHZ-300GHZ 的电磁波, 具有波长短的特性, 波长在 0.1mm-1m 之间, 是分米波、厘米波、毫米波和亚毫米波的统称。微波可以穿透瓷器、玻璃而不被吸收, 水和食物会吸收微波而使自身能量升高发热<sup>[1]</sup>。

##### 1.1 微波灭菌的热效应

通过用微波处理菌体的方法, 菌体内部的极性分子和电荷分布不均, 吸收微波能量后, 分子开始高速运动, 同时吸收了能量的极性分子相互碰撞, 传递能量, 产生大量的热能<sup>[2]</sup>。微波处理后, 菌体的温度均匀快速上升, 温度越高, 菌体活性越低, 灭菌效果越好<sup>[3]</sup>。

##### 1.2 微波灭菌的非热效应

非热效应是近些年来主要由国外的学者提出的, 微波具有特殊的效应, 对细胞状态和结构产生影响, 影响酶的活性, 可以降低反应的活化能, 催化反应的进行<sup>[4]</sup>。经实验研究表明: 用 2450MHZ, 3KW (家用微波炉) 的微波在不同照射强度、不同照射时间分别照射菌体 (干、湿菌体), 其温度无明显变化时, 对湿菌的消杀效果优于干菌。此实验表明微波具有非热效应, 菌群含水量越多, 灭菌效果越好<sup>[5]</sup>。

## 2 各类口罩的特性

### 2.1 医用外科口罩

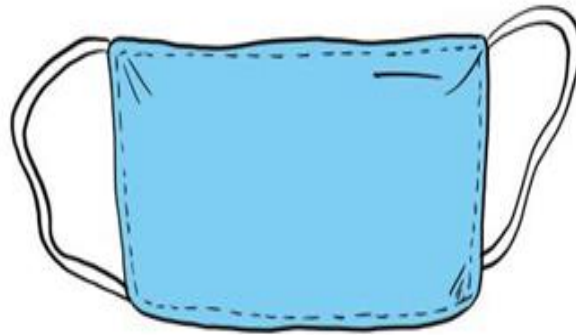


图 1 医用外科口罩外形

标准的医用外科口罩分 3 层，外层有阻水作用，可防止飞沫进入口罩里面；中层有过滤作用，可阻隔  $>90\%$  的  $5\ \mu\text{m}$  颗粒；近口鼻的内层用以吸湿。

### 2.2 医用防护口罩

医用防护口罩用于过滤空气中的颗粒物，阻挡飞沫、血液、体液、以及病毒的入侵。医用防护口罩分为三层，外层为无纺布和聚丙烯熔喷材料，中层为聚丙烯熔喷材料，内层为无纺布。具有防水，密合性等优点。



图 2 医用防护口罩结构图

### 2.3 N95 颗粒物防护口罩

N95 口罩隔滤的微粒，直径可小至 0.3 微米。在测试中，阻隔直径 0.075 微米的微粒，成功率有 95%。冠状病毒肺炎（非典型肺炎）病毒的直径约 0.1 至 0.12 微米。



图 3 N95 口罩

如图 4 所示, 含有 3 层结构, SMS (2 个 S 层, 1 个 M 层)。目前市场上新出现 5 层结构的 N95 口罩, 含有两层熔喷布过滤层、一层热风棉、两层无纺布。

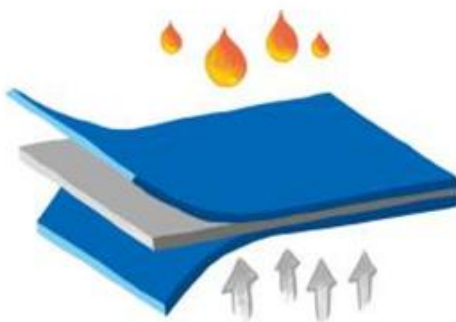


图 4 N95 结构示意图

S 表示纺粘层 (Spunbond), 直径大概在  $20\ \mu\text{m}$  左右, 主要作用是支撑口罩结构, 对阻隔作用不大

M 表示阻隔层或熔喷层 (Meltblown), 这是口罩的最重要的结构, 直径在  $2\ \mu\text{m}$  左右, 这个在阻隔细菌病毒、血液渗透起最重要的作用<sup>[6]</sup>。

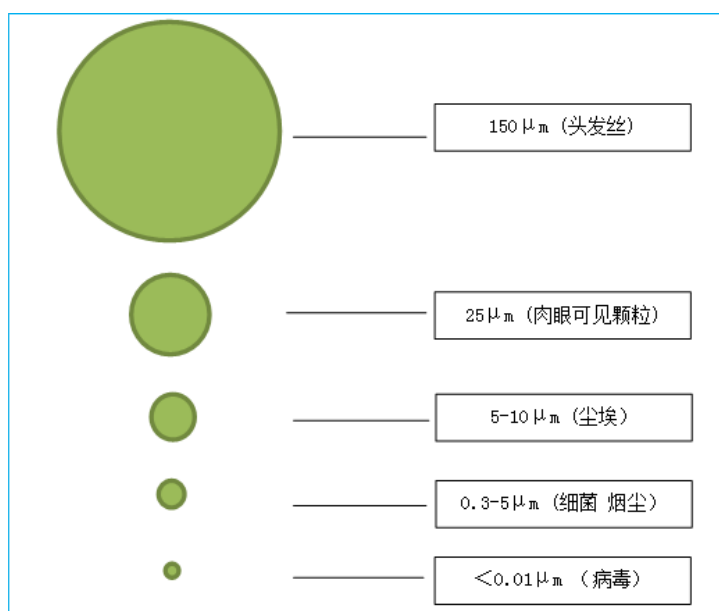


图 5 细菌病毒大小示意图

### 3 通过家用微波炉实现微波再生口罩的探究

#### 3.1 理论可行性分析

家用微波炉的工作功率为 2450MHZ, 简单来说, 当微波辐射到食物上, 食物里的极性分子高速震荡而产生热能, 达到加热食物的目的。通常加热的温度不超过 120 摄氏度, 大多数情况在 100 摄氏度以下。在这个温度下, 大多数细菌病毒会被杀死。因为细菌主要是由蛋白质、水、核酸、无机物、脂肪等构成的凝聚态介质; 病毒主要由核酸和蛋白质构成。细菌和病毒对高温很敏感, 高温使蛋白质失活变性, 造成细菌和病毒死亡。

专家表示: 新型冠状病毒在高温下也不易存活。口罩的材料主要是无纺布和熔喷布, 是一种非极性分子材料, 而微波辐射对非极性分子不会造成结构破坏。口罩中的细菌和病毒会因为微波辐射死亡。因此, 使用家用微波炉实现再生口罩有了理论依据。

### 3.2 操作可行性分析

为了探究家用微波炉实现再生口罩的可行性，我们找来家用微波炉实验。

实验材料：家用微波炉、医用外科口罩

实验步骤：

第一步：检查口罩的完整性，然后挑出口罩里的金属条（不破坏口罩的基本结构）。



图 6 挑出金属条的口罩

第二步：用小喷壶往口罩上喷适量水，以增强灭菌效果。

第三步：将口罩放在微波炉里的玻璃托盘上，打开微波炉的中高档，设置时间为两到四分钟。

第四步：打开微波炉，静置口罩到室温，然后取出观察。

实验结果分析：

口罩经微波照射前后对比图：



图 7 微波照射前的口罩



图 8 微波照射后的口罩

注意事项:

务必抽出金属丝再进行试验

试验过程中注意温度, 小心烫伤

微波再生口罩的加热次数不应超过 5 次

经实验结果观察得知, 口罩在微波照射前后表面和内部结构无明显差异。将微波照射后的口罩进行透气性测试和内层吸湿测试, 测试结果表明微波照射后的口罩与未经照射的口罩透气性和内层吸湿能力保持一致<sup>[7]</sup>。

### 结果与展望

通过对以上理论分析和实验结果综合得出, 微波再生口罩可以实现, 具有操作简单、便捷等优点。微波技术在我们日常生活中用途越来越广泛, 鉴于微波技术的发展, 我们应该发现他更广泛的用途, 应用在我们的日常生活中。微波再生口罩可以缓解我国口罩供应短缺的情况, 并且可以缓解我国因大量废弃口罩而带来的环境问题。

### 致谢

本文由大连交通大学大学生创新创业训练计划项目(编号: 202010150379)资助。

### [参考文献]

- [1] 邹训重, 张莉杰, 刘亚杰, 黎彧, 张精安, 林福杰, 林智娟. 微波灭菌的研究进展[J]. 广东微量元素科学, 2013, 20(06): 67-70.
- [2] 聂建红, 王瑞, 孙葳, 赵龙, 朱玉凤, 王凯, 鞠晓红. 微波灭菌及应用[J]. 吉林医药学院学报, 2009, 30(01): 51-53.
- [3] 王禹, 孙海涛, 王宝辉, 张东. 微波的热效应与非热效应[J]. 辽宁化工, 2006(03): 167-169.
- [4] 席晓莉, 吴道澄, 王刚. 微波灭菌的研究进展[J]. 生物医学工程学杂志, 2002(02): 334-336.
- [5] 王娅, 王春兰, 陈绪云, 王淑兰. 家用微波炉用于培养基灭菌的探讨[J]. 中国民康医学, 2008(07): 693-696.
- [6] 北京大学要茂盛教授团队. 家用微波炉再生口罩的科学原理与方法[EB/OL]. 公众号: 环境人 Environmentor, 2020. 2. 6.
- [7] 刘延波, 郝铭, 刘玲玲, 刘垚, 蔡秉焱, 陈志军. 口罩对新冠病毒的防护作用以及灭菌后的重复使用[J]. 国际纺织导报, 2020, 48(02): 50-54.

作者简介: 严尔豪, 男, 汉族, 陕西省咸阳市人, 大连交通大学 17 届轨道交通信号与控制专业学生。张驰, 男, 汉族, 陕西省西安市人, 大连交通大学本科 17 届电气工程及其自动化专业学生。侯欢, 男, 汉族, 陕西省宝鸡市人, 大连交通大学本科 17 届通信工程专业学生。郝大程(通信作者): 任大连交通大学环境与化学工程学院教授。