

## 想知道你的口罩电镜放大后是什么样吗？

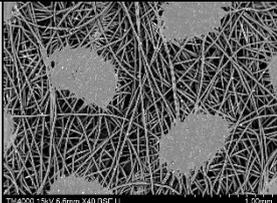
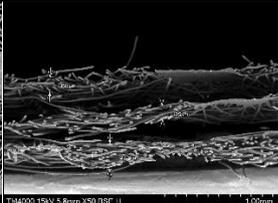
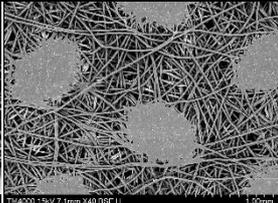
——编者按：如果你打开了这篇文章，那么思想深邃、见解独到的你一定也知道，在测试仪器行业，任何单一测试仪器都无法提供解决复杂问题的全面信息（如果有，请偷偷告诉我在哪里买），就更不要妄想对其下结论了。因此，本文仅限于提供电镜测试结果，提供读者全新的思考视角，不下口罩相关的任何结论。

2020年注定是不平凡的一年，戊戌岁末，农历春节未至，新型冠状病毒肺炎疫情却捷足先登。于是，全国人民在党和政府的号召下，吹响了一场全民防疫的“全民大战肺炎”战役号角，人们纷纷戴上口罩，闭门谢客，用自己的实际行动配合肺炎战斗大局。日前，口罩的使用量已达到峰值状态，那么到底口罩放大后是什么样子，什么样的口罩才能真正起到过滤作用呢？壕无人性的工程师同事居然凑齐了七种口罩，让我们用日立的台式扫描电镜把它们一一放大研究一下吧。



图 1 戴口罩的人群

### 实验结果

1#_普通防尘口罩			
实物	正面	截面	反面
			
2#_PM2.5 口罩			
实物	正面	截面	反面

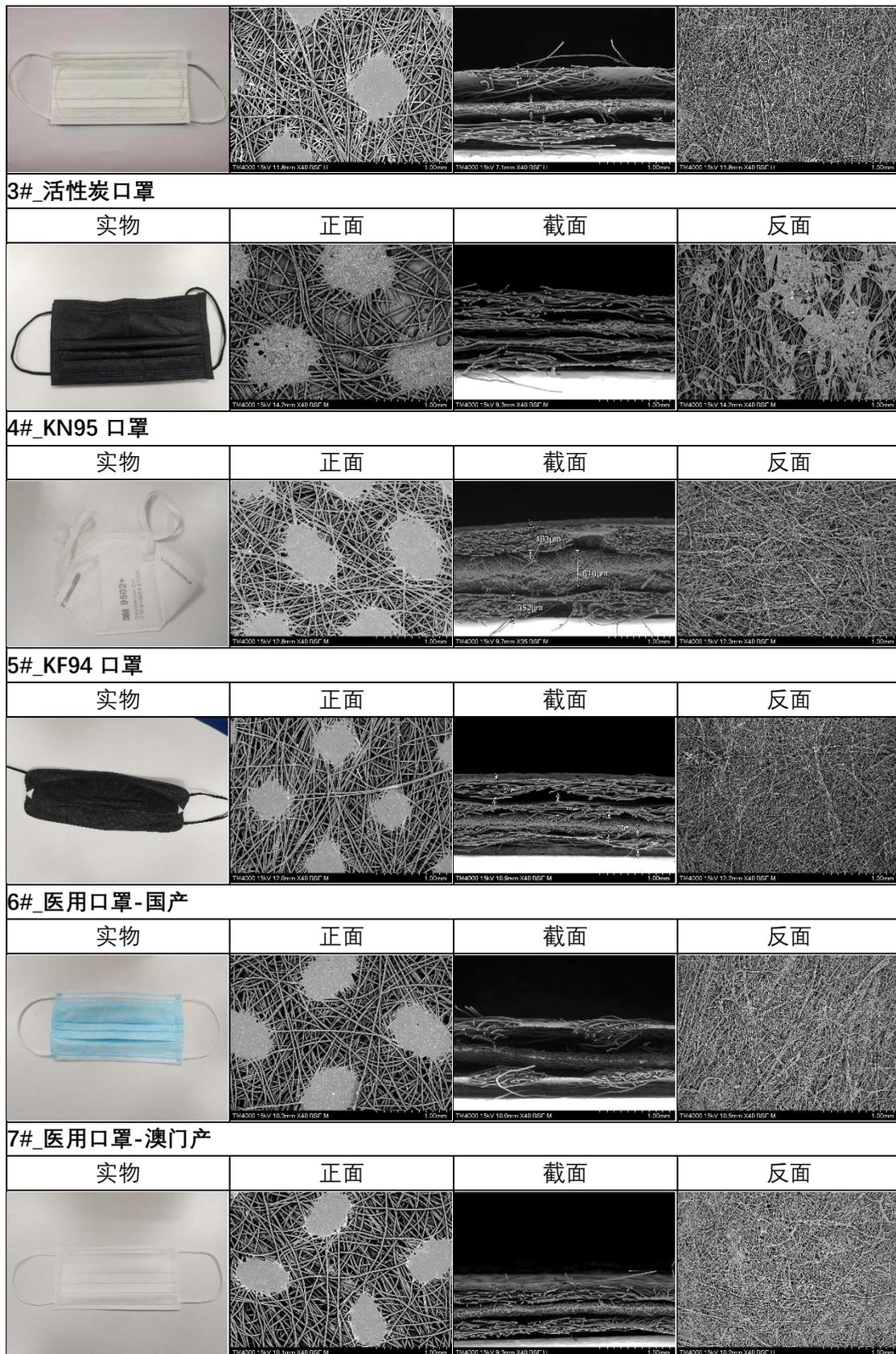


图 2 七种口罩的正面、截面、反面对比结果 放大倍数 40×

经过扫描电镜的放大，可以发现，这些口罩的结构大同小异，最外面的正面和贴近脸部的反面都是单层的 PP 纺粘层，其中的点状结点是静电纺丝工艺的结果，纤维的粗细程

度要比中间的熔喷层粗得多，主要过滤比较粗大的微尘、漂浮纤维、颗粒物等、保护脆弱的中间层纤维。中间层的 PP 喷熔过滤层（不一定都有）则起到过滤更细小颗粒物、阻隔细菌病毒的作用。

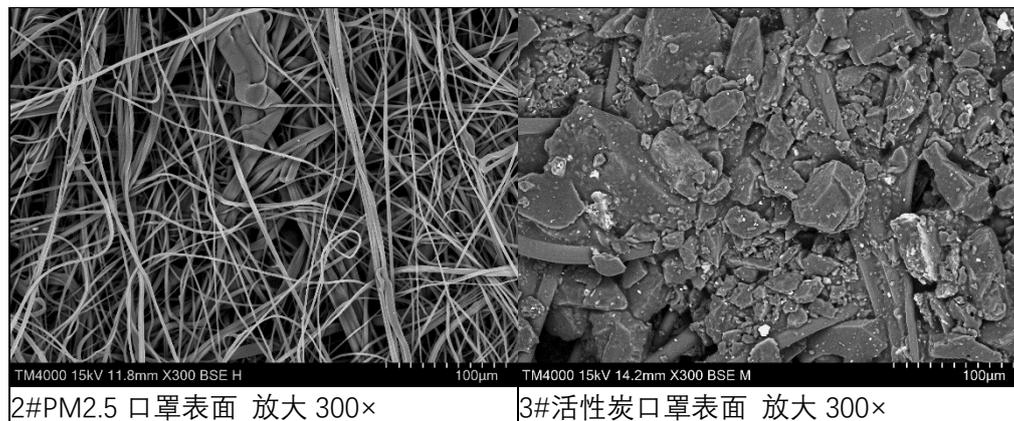


图 3 PM2.5 口罩和活性炭口罩的放大对比

图 3 反映了活性炭口罩相对于其他六种口罩的独有特点，在纤维之间和纤维本体上负载了大量的活性炭颗粒物，借助活性炭的吸附作用，除了过滤粉尘、微细粉之外，还可以帮助对有机气体、恶臭挥发物、毒性粉尘等进行吸附，尤其适用在需要防毒、刺激性气体环境等场合，而且相对于一次性口罩，这种口罩一般可以多次使用。但是，截面图中可以看出由于活性炭口罩的织物密度问题（中间根本没有 PP 喷熔过滤层!），和普通棉口罩一样根本起不到防飞沫和细菌、病毒的作用，所以建议大家在这次狙击疫情中不要佩戴此类口罩。

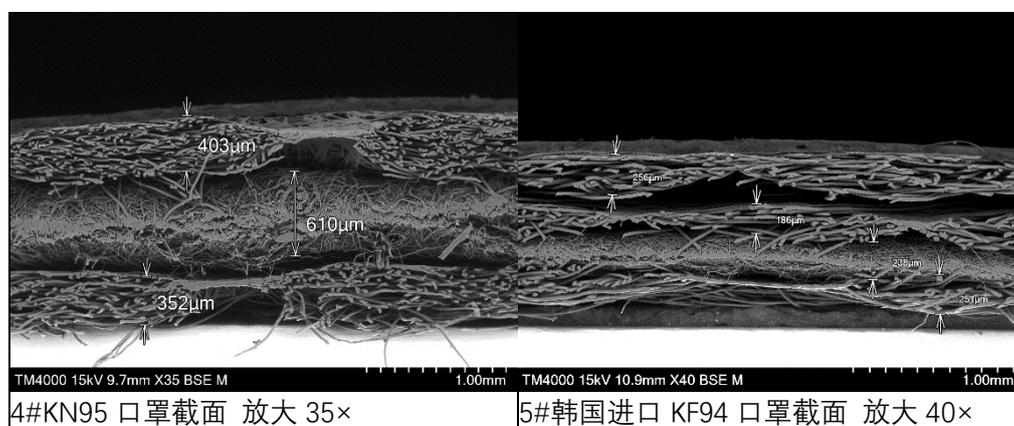


图 4 KN95 口罩和韩国进口 KF94 口罩的截面放大对比

对比来看，从层数上来讲，3#活性炭口罩和 5#KF94 口罩的厚度是 4 层，而其余的口罩大都是 3 层。那么，是不是就意味着层数越多实际使用效果越好呢？并不是。虽然从结构上来讲，中间 PP 喷熔过滤层的厚度和质量则是反映口罩过滤或吸附更细小颗粒物能力的主要指标，如果从这个角度来看，图 4 中相对于 5#韩国进口 KF94 口罩的 238µm，4#KN95 口罩的中间过滤层最厚，达到了惊人的 610µm，预估过滤效果较好。但值得注意的是，据报道称，过厚的超细滤膜 PP 喷熔过滤层虽然过滤效果好，同时也可能会带来闷气、通气不畅的问题，影响佩戴的舒适度，不适合原本就有呼吸系统疾病的人群使用。

## 实验过程

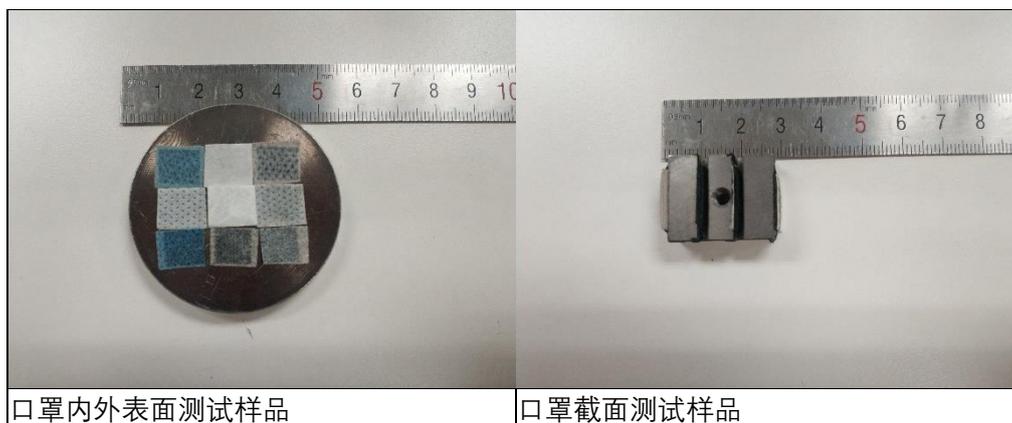


图 5 口罩测试样品

本文的实验制样过程非常简单，如图 5 所示，只需要剪下口罩中要观测的部分，尺寸约 1cm 见方，用双面导电胶粘在直径 5cm 的样品台子上即可，截面的观察则使用截面样品台竖直粘在侧面，保证被观察面朝上，即可直接放入电镜样品仓（仓体  $\phi$  80mm）观察。

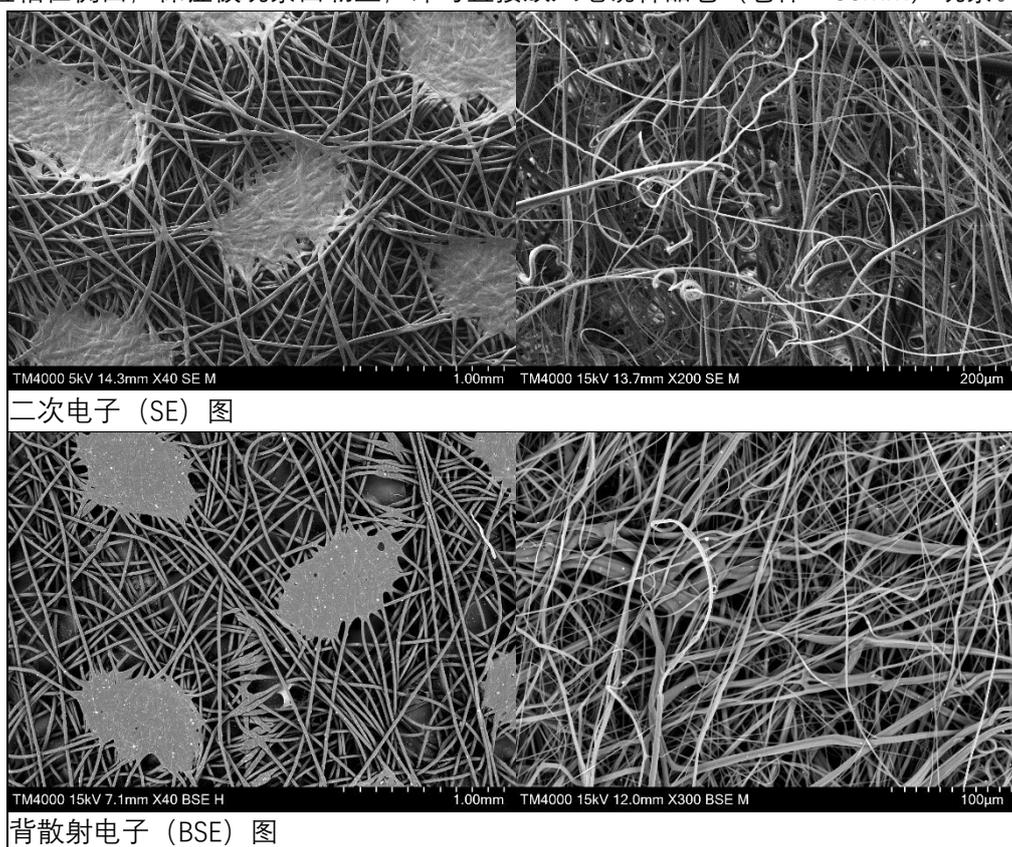


图 6 不导电的口罩样品直接拍得的 SE 和 BSE 图像

经过约两分钟自动抽真空，便可自动生成图像并拍照。而生成的图片按照采集信号的探测器类型又可以分为二次电子(SE)图片和背散射电子(BSE)图片，SE 图片主要反映口罩表面的微区形貌起伏，BSE 图片主要反映夹杂物或异物（如图 6 中结点上的白色小点）。两者的信号还可以随意叠加，生成既包含形貌起伏信息又包含成分衬度信息的 MIX 模式图片。不

得不说，日立的新一代台式扫描电镜 TM4000Plus II 是目前市面上唯一一台可以实现此功能的台式电镜。

- 最后，提醒大家的是，截止发稿，目前的新冠病毒疫情防控形势依然严峻，外出时口罩还是要坚持戴。针对以下两个口罩相关的热点问题，我们参考了专家的说法，给大家提供相关建议，供参考。

## 口罩的选型问题

“主要看暴露风险等级，N95 级别的如果您不是一线医护人员没必要戴，如果您也不是一线的警察、人群秩序维护人员、窗口工作人员也没必要戴医用外科口罩，仅仅是下楼买菜一次性口罩使用足够，在家则完全可以不戴，没有必要过度消费本来已经非常紧缺的医疗资源。”——来自《江苏卫视》公益广告。不过我想大部分朋友面临的已经不是这个问题了，毕竟现阶段也买不到这么多口罩供你选呀，对吧？

## 口罩能否重复利用的问题

此问题情况稍稍复杂，在网上参考了诸多专家的意见之后，总结如下。

中国工程院院士闻玉梅女士通过实验研究，其结果显示，通过烘箱 56℃及热风吹风 30 分钟以后，口罩的滤过截留功能都没有明显的变化，特别是经热吹风 30 分钟后，使用过口罩上的病毒几乎被灭活，与没有病毒的一次性医用口罩差不多，一次性口罩可以重复利用。

中山大学附属第三医院感染科副主任医师李建国认为，熔喷无纺布的纤维阻隔和静电吸附作用是有一定的饱和度的，达到一定程度，它就不再具备吸附病原体的作用，所以外科口罩一般来说持续使用四个小时，就必须更换了。那在什么样的情况下，我们才考虑重复使用一次性的医用口罩呢？他建议，患有呼吸道传染病的患者，如果一定要到医院就诊，而又没有新的一次性口罩的情况下，可以考虑重复使用一次性的医用口罩。重复利用口罩的目的是，减少这些病人因为咳嗽或者打喷嚏，把飞沫传播出去的可能性。

中国疾病预防控制中心研究员冯录召认为，口罩的问题，普通居民在风险比较小的地方使用一次性口罩，在保障口罩清洁、结构完整，尤其是内层不受污染的情况下是可以重复使用的，每次使用之后都应该放在房间比较洁净、干燥、通风的地方。另外，还是要分具体的情况，如果是独处，比如在家里没有跟外人接触，可以不戴口罩，包括在私家车上，或者单独在户外、在小区里溜弯，在行人稀少的公园里散步，这些都不必要戴口罩。但是出入人员密集的公共场所，乘坐交通工具，包括商场，乘坐电梯，包括会议室，去普通医疗机构(除了发热门诊)的患者，可以佩戴普通医用口罩，就是我们所说的一次性医用口罩。这种情况下回家后将口罩置于洁净、干燥、通风的地方还可以重复使用。对于密集场所的工作人员，包括从事和疫情相关的行业人员、行政管理人员、警察、保安、快递人员等等，建议佩戴医用外科口罩，可以根据实际情况适当延长口罩的使用时长和更换频率。一般来说，如果口罩没有明显的脏污变形，可以不必每四小时一换，但是如果出现了脏污、变形、损坏、有异味时，需要及时更换。

洛阳市疾控中心消毒与媒介生物控制所所长赵进奎认为，一次性医用口罩的设计就是为了一次性使用的，不建议重复使用。鉴于目前口罩紧缺的现状，作为万不得已的权宜之计，网上说的这种做法基本可行，但忽略了一个重要步骤——保持干燥和清洁！因为一次

性医用口罩的内层是吸湿层，戴一段时间后内层很容易湿，可能导致细菌、病毒等微生物的滋生。如果您不得已需要保存一次性医用口罩，我们建议将取下来的口罩放在太阳下暴晒或自然晾干，用紫外线灯照射也是可以的。网上还有说法称，将口罩放在沸水中消毒、晾干就能重复使用，这是不可取的，用沸水煮会导致口罩材质发生变化，失去了防护的意义。

上海疾病预防控制中心朱仁义表示，在这个特殊时期，口罩对广大市民来说都是无比珍贵，在感染风险较低的情况下，一次性口罩也是可以重复使用的。说到重复使用要分具体情况，如果是独处、在私家车上、单独在户外、在小区遛弯、在行人稀少的地方散步，则都不必要戴口罩，但是出入人员密集的公共场所、乘坐公共交通工具，必须要佩戴一次性医用口罩，回家后如果口罩没有发生变形、发潮、损坏、被污染的情况，只需要把口罩放在通风处晾一下，保持口罩的清洁就可以重复使用，切不可在保鲜袋、密封袋中存放。普通市民在日常生活中、工作中使用一次性口罩，没有明显污染或破损，建议一个口罩使用不超过五天。期间，没有必要对口罩进行额外消毒，目前没有相关试验表明，对口罩喷洒酒精、蒸煮、微波炉加热、紫外线、消毒柜等做法能有效杀灭微生物，使用上述方法反而会是一次性口罩的有效性降低。

再结合国家卫健委高级别专家组成员、著名传染病学家李兰娟院士介绍的两种新冠病毒的杀死方法：1，新型冠状病毒本身对外界抵抗力不强，56℃，30分钟就死亡了；2，乙醚、75%的乙醇、含氯的消毒剂都可以有效地灭活病毒。我想，关于自己家的口罩是否能重复利用的问题，聪明的你是不是也已经有了自己的判断呢。

参考信息：

腾讯网——杀死冠状病毒的方法 <https://new.qq.com/rain/a/20200128A09X38>

搜狐网——口罩重复利用 [https://www.sohu.com/a/369977719\\_115354](https://www.sohu.com/a/369977719_115354)

腾讯网 <https://new.qq.com/omn/20200211/20200211A0HTZF00.html>

洛阳网 <http://news.lyd.com.cn/system/2020/02/01/031570967.shtml>

本地宝 <http://bj.bendibao.com/news/202028/269139.shtml>

百度网 <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1658168447161673853&wfr=spider&for=pc>