

口罩功能说明（版本：2020 年 4 月 9 日）

<https://www.vogelsang.info/cn-zh/printing-against-corona/>

本文档描述了以 3D 打印工艺制作的口罩的结构和使用方法。

口罩的使用不能代替减少感染传播的一般措施和指导。口罩不是经认证的医用防护服！选择合适的过滤材料和使用口罩的风险由您自负！



图 1：口罩的透视图

接下来首先介绍各个零件的结构和功能。接着介绍以合适的 3D 打印工艺制作的过程。然后，提示如何调整口罩以适应不同脸型。

零件

口罩由两个 3D 打印的部件和家用小零件组成。图 2 显示了所有零件，其含义如下：

1. 3D 打印的基体或框架
2. 3D 打印的夹紧环，用于固定过滤材料
3. 过滤材料
4. 紧固带（此处使用三根橡皮筋）
5. 止回阀薄膜

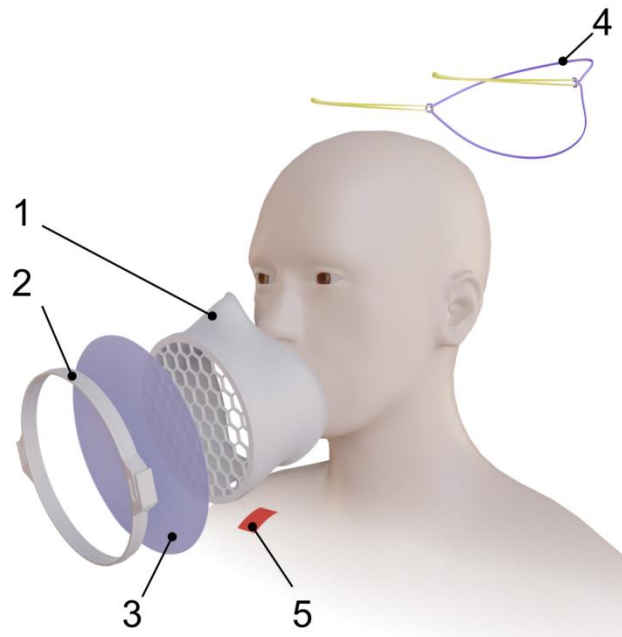


图 2：口罩的零件

下面将详细介绍各个零件。

基体或框架

基体是使用“熔融沉积成型”3D 打印工艺制作的薄壁部件。此工艺是将塑料线加热到一定温度并变成糊状，以便可以通过喷嘴将材料分布在平面或层中。通过依次叠放多层，可以创建三维物体。采用此工艺制作的部件，各个层之间的强度比一个层内的强度低。在拆卸/安装夹紧环时请注意这一点，尽量减少薄壁上的弯曲和拉力。

夹紧环

使用夹紧环将合适的过滤材料夹紧到基体上。基体有一圈凸起，夹紧环中则有一道相应的凹槽，确保在装配状态下有确定的位置。环的边缘有用于紧固带的支架。每个支架都由一个内舌片和一个外舌片组成。内舌片用于固定带子。外舌片可防止紧固带滑落。安装张紧环，使内舌片朝下（见图 1）。

紧固带

紧固带用于将口罩固定在头上。例如，可以使用三根橡胶带来制作紧固带。三根橡皮筋通过环扣相互扣在一起。中间的橡皮筋在后脑勺上张开。橡皮筋张得越开，口罩上的拉力就越小。图 3 显示了带有三根橡皮筋的布置。

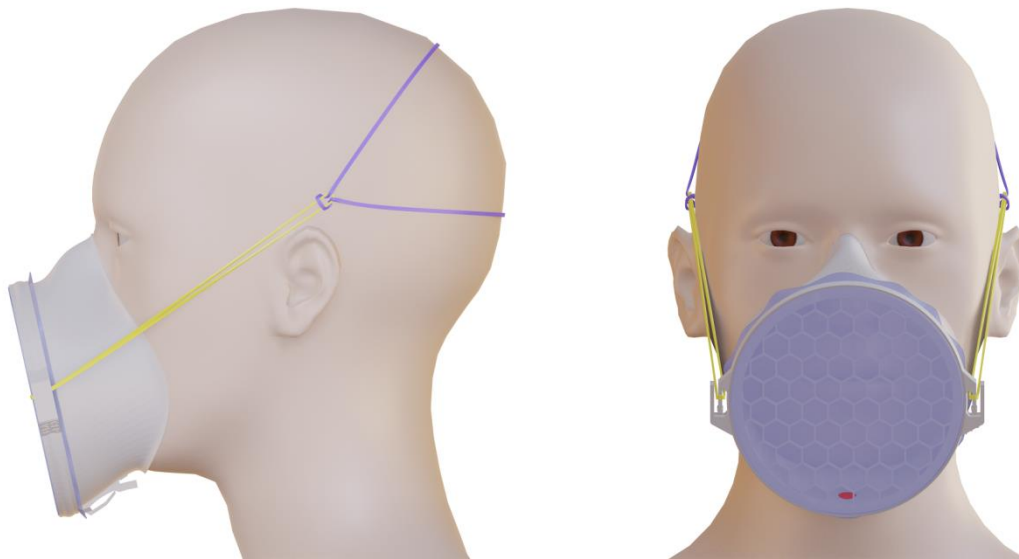


图 3: 用紧固带固定口罩

过滤单元

选择合适的过滤材料由用户自行负责。针对该材料，用真空吸尘器袋和擦碗布进行了测试。在这一点上，可参考 2013 年和 2008 年的测试（参见 [1] 和 [2]）。

将所选过滤材料切成直径为 15 cm 的圆形，并使用夹紧环将其夹紧在基体上。请不要用力过大，否则基体可能会在负载下破裂。如果过滤材料相对较厚，建议加热夹紧环或打印更大的夹紧环。

止回阀

基体设有一个用于薄膜的装置，用作止回阀。例如，塑料文件袋或文件夹背面适合用作薄膜。将薄膜材料切成 19 x 24 mm 大小，然后嵌入装置中。**每次使用口罩之前，请检查薄膜是否正确贴合！**图 4 显示了安装有薄膜的装置。



图 4：带薄膜的止回阀

吸气时，会在口罩内部产生负压，使薄膜被吸入，从而关闭腔室。呼气时，会产生超压，使薄膜向外压，从而打开腔室。图 5 显示了止回阀的功能。

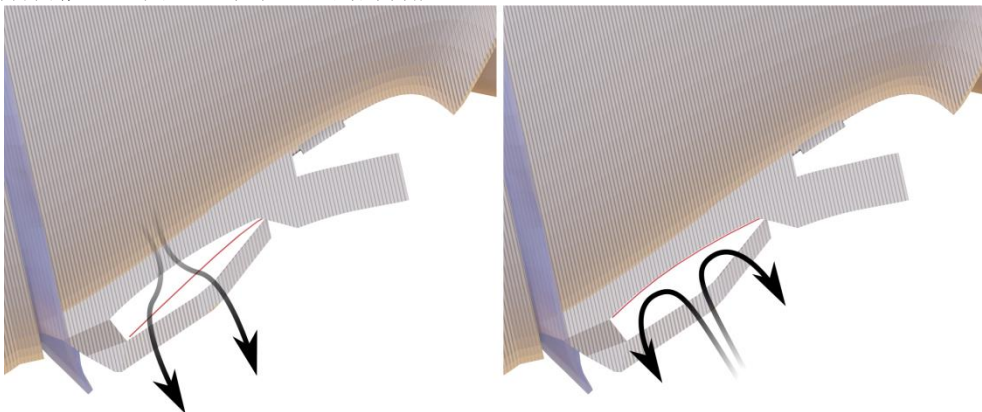


图 5：呼吸和吸气时打开和关闭阀门

该功能可以使呼气时水分和热量散失，并在使用渗透性低的过滤器时减轻呼吸阻力。目的是提高佩戴舒适度。

请注意，气溶胶可以通过止回阀逸出。**发生感染时，必须用胶带将开口封闭！** 在这种情况下，也可以打印不带止回阀的基体。为此有一个单独的文件可用。

增材制造（3D 打印）

如果您不是自己制作口罩，请继续阅读“调整口罩”一节。

基体和夹紧环可以使用熔融沉积成型制作。我们在以下边界条件下，取得了良好结果：

- 材料：PETG

- 层高：最大 0.3 mm
- 喷嘴直径：0.4 mm
- 线宽：最大 0.5 mm（壁厚至少为 1 mm——至少应打印 2 条线。）
- 流量“flow”：最小 100%

版本 11 的基准值是：制作一个口罩耗时约 2.5 小时，用材约 46 g。

调整口罩

口罩应均匀地贴在脸上。如果发现压力点，则可以通过加热来调整基体的形状。为此，必须将相应的区域加热到大约 90 度。不要加热整个口罩，否则可能会变形。这样会使稍后夹紧环的安装更加困难。

在使用口罩之前，用平坦的表面（例如桌子）覆盖过滤器并吸气，从而检查止回阀的密封性。基体和脸部之间不得有空气泄漏，并且止回阀处不得有空气逸出。呼气时，阀门打开，空气只能通过止回阀逸出。在吸气和呼气之间快速切换时，应该听到止回阀发出敲击声。如果不能保证正确打开和关闭阀门，请分别用胶带密封开口的内部和外部。

资料来源:

[1] 2013 年过滤材料测试:

Anna Davies、KatyAnne Thompson、Karthika Giri、George Kafatos、Jimmy Walker、Allan Bennett: 测试自制口罩的功效: 能否在流感大流行中起到保护作用?。《灾难医学和公共卫生准备》杂志, 可查阅 CJO 2013 doi:10.1017/dmp.2013.43

(https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/0921A05A69A9419C862FA2F35F819D55/S1935789313000438a.pdf/testing_the_efficacy_of_homemade_masks_would_they_protect_in_an_influenza_pandemic.pdf)

[2] 2008 年过滤材料测试: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2440799/>