

# 特稿 | 当他们无法呼吸：重症患者氧疗设备何来

财 china.caixin.com/2020-02-29/101522180.html



【财新网】（记者 丁捷 赵宁）肆虐两个多月的新冠病毒已经袭击数万人，致2000多人死亡。病毒引发的症状从初期的发热、无力、轻咳，又恶化为呼吸衰竭，以及一系列的多器官衰竭，危及生命。在这场与死神争夺时间的“战役”中，氧气成为救命必需品。但相应氧疗救治的医疗器械面临供需缺口，不足的不仅仅是呼吸机。缺口如何填补？

“我看到大家都在捐赠口罩，立刻想到呼吸机也会短缺。”专注于尘肺病患者救治的公益组织——大爱清尘的创始人王克勤说。这家机构第一时间行动，在1月24日除夕夜便开始启动向疫区捐赠呼吸机以及制氧机的项目。

及时的氧疗措施成为挽救患者生命之关键。多位参与新冠肺炎患者救治的医生向财新记者表示，在没有特效药的情况下，患者一旦出现呼吸困难就需要给予及时的氧疗，保证患者血氧饱和度达到一定数值，缓解病程向重症及危重症转化。目前重症及危重症患者的救治为医院最紧迫的任务。

“肺功能就像汽车的发动机，正常的速度可以开到一百，但新冠肺炎下只能开到七八十，这个时候如果马力不够就缺氧了，达不到肺功能的要求，会越来越缺氧，导致呼吸衰竭”。上海市闵行区中医医院急诊监护室副主任刘小路说。

氧疗救治根据病人病情严重程度分为四类：第一，接受鼻高流量吸氧；第二，无创呼吸机供氧；第三，气管插管有创呼吸机支持，进行肺复张和俯卧位；第四，采用ECMO（体外膜肺氧合），ECMO也被称为“最后一道守护者”。因此，氧疗所需的高流量氧疗仪、无创/有创呼吸机、ECMO就成为了救治的关键。但初期病毒肆虐，医院人满为患，大量患者需要呼吸支持。毫无准备的医院，不仅基础防护物资短缺，这些治疗设备更难以应对喷涌的患者。

“在缺乏特效药情况下，呼吸机和ECMO，在新冠肺炎治疗过程当中意义重大。”复旦大学附属华山医院副院长马昕2月12日在湖北省新冠肺炎疫情防控发布会上表示，新冠肺炎病人的肺功能受到明显损害，呼吸机对它进行支持，增加氧气提供，能够让病人肺功能获得最好恢复。此外，有的病人肺功能损害非常严重，ECMO通过体外循环给病人血液里输入氧气，让病人病损的肺能够充分休息。

多个公益组织和民间团体发起筹款，组织捐赠呼吸机等氧疗救治器械，在医院最紧急的时刻缓解了救治压力。随着全国疫情防控措施升级，疫情扩散得到控制，新增确诊病例规模减少，医院病人收治压力减轻。

但已经确诊的近8万人仍在治疗中，近8000名重症患者更是救治的压力所在，其中大多患者需要吸氧支持，部分危重症病人需要无创或有创呼吸机支持。

“救治压力集中在危重症病人，死亡率很高。进入ICU后，这些病人也难以短期内好转，床位压下来，后续如果有重病人需要转入，就很艰难。”赴武汉天佑医院援助的某医疗队呼吸科副主任医师李颖说。一旦ICU病床扩增，呼吸机等治疗设备的需求也会随之增加。

“将重症救治设备供应作为重中之重。”2月24日晚，国家工信部在会议上表示，继续下大力气抓好医疗物资保障，在全力保障口罩、防护服等医疗物资供给基础上，下一步将重点开展医疗救治急需的呼吸机、心电监护仪等医疗设备生产供应。2月22日，湖北省经济和信息化厅厅长王祺扬在新闻发布会上介绍，ECMO、大流量无创呼吸机、心脏监护仪等救治重症病人的医疗设备还是紧缺。

目前患者救治的设备缺口正在缓解。2月25日，国家工信部在新闻发布会上介绍，截至2月24日，已经协调1.5万台呼吸机运往湖北。

医院对重症及危重症患者的救治或还面临更系统的问题。院内专门收治传染病人的ICU负压病房在普通医院少之又少，短期内更是无法改造，病人或因病房条件不具备无法及时得到有创呼吸机治疗。

“传染病专科医院在装修的时候设计了负压病房，负压手术室，可以通过负压装置将房间内的气溶胶吸走，避免病房内的人员感染。”湖北中西医结合医院医务部主任张凌杰说。但受限于医疗资源，更多危重症患者在非传染病医院救治，进行气管插管，上有创呼吸机，患者呼吸道开放，肺里病毒直接暴露在空气中，产生气溶胶，医务人员感染风险加大。

湖北省中西医结合医院只有几个标准的负压病房，但目前医院插管的病人已经超过13个，危重症病人有25个。张凌杰介绍，医院尽可能采取的措施是，这类病人单独隔离在一个病房，在单独的病房内对病人插管，之后消毒。“插管对医务人员感染风险很高，但是现在还是要冒着风险尽量去做。不插管有些病人确实很快就维持不住，缺氧时间长了人就不行了。”张凌杰说。

## 何为氧疗救治

李颖刚来支援武汉天佑医院时，曾遭遇病人因缺氧而死的极端病例。她在查房时发现，一位病人氧气不够，医院自备氧流量，把通道打开提高加氧量后，情况缓解。但之后氧气再次不够用，这才发现是医院整个供氧中心压力不够。

武汉所有医院前期几乎都处于这样的困境。“第一周刚来的时候，收进来的全是呼吸衰竭的病人，氧流量加不上去，病房的氧气装置也来不及补充，他们病情越来越重。这些没氧气、呼吸不上的患者，只能眼睁睁看着走掉。”李颖说。

李颖表示，武汉天佑医院作为第三批定点医院，来医院就诊的患者几乎全是呼吸衰竭的重症病人，大部分需要采用高流量吸氧装置，少部分用面罩吸氧。早期阶段，很多病人连一般氧疗都难以解决，中心供氧不足，病房内氧气量来不及补充，床位非常紧张，大量病人滞留在外面的。

这些病人中，重型患者的重要指标为，呼吸困难，血氧饱和度低于93%，呼吸频率每分钟大于30，动脉血氧分压与吸氧浓度之比小于300等。目前没有治疗新冠病毒的特效药，如果病人的血氧饱和度过低，多个器官就会发生缺氧，造成器官功能衰竭。因此病人急需通过氧疗，配合抗病毒和抗菌药物治疗，为下一步争取时间。

如何选择氧疗方式？这与病人的病程发展有关。上述四类氧疗和呼吸支持救治中，赴武汉协和医院援助的浙江大学邵逸夫医院副主任医师祝继洪介绍，对于重症患者，除了常规治疗措施之外，常用的氧疗方式是采用低流量的鼻导管吸氧。如果患者呼吸窘迫和低氧血症无法改善，就需要使用高流量氧疗，“尤其重症病人，如果控制不好，可能会向危重症发展，肺部损伤加重，氧合指数更低，需要更高的氧流量或进一步的呼吸支持”。

“如果经过1到2小时的高流量氧疗后，血氧饱和度还是持续下降，或者呼吸困难非加重，我们会换成无创呼吸机或有创机械通气。”祝继洪解释，无创呼吸机使用时通常会用一个面罩罩住病人的嘴巴和鼻子，然后呼吸机提供压力和氧气来帮助病人呼吸和改善氧合。这种情况要求病人清醒，并配合呼吸机通气。

但一旦上无创呼吸机后，病人需要更加精细的护理和严密的监测。若短时间内病情无改善甚至恶化，则考虑进行气管插管和有创机械通气。祝继洪介绍，临床上要根据病人耐受情况和氧合改善情况随时调整呼吸机参数和使用的药物。

如果无创呼吸机支持力度不够，病人血氧饱和度和氧合指数继续恶化，出现呼吸窘迫，呼吸性酸中毒，血液内乳酸值增高，脏器功能受损，病人就此发展为危重症。这时需要使用有创呼吸机气管插管。插管时，病人会抵抗，牙关紧闭，肌肉僵直，需要用药物让病人肌松镇静。早期病人需要的氧浓度较高，有的甚至需要纯氧，治疗缓解后需要的氧浓度逐渐下降。有创呼吸机可以帮助调整氧浓度。

如果以上步骤均失效，无法阻挡病情恶化，将最终采用挽救的治疗措施，给病人上ECMO（体外膜肺氧合）。但ECMO的使用对医护人员、病房条件要求都较高，风险极大。湖北荆州洪湖市人民医院医生曾庆朗表示，医院使用ECMO非常困难，病人情况不好控制，院内感染风险也非常大。

多位医生向财新记者强调，降低病死率的关键是患者救治要前移，早发现早治疗，避免重症患者向危重症转移。目前来看，重症、危重症病例总量减少，部分病例转为死亡病例，轻型、普通型病例病情得到控制。降低病死率，为重症及危重症患者救治提供氧气的设备更加不可或缺。

## 呼吸机一度难求

但如此众多的患者同时发病，任何医院都措手不及。医护人员面临供氧系统不足和抢救器械的短缺。

一方面，武汉很多医院中心供氧系统难以保证大多数病房输氧，管道少，承压能力弱，制氧规模也难以大幅提高。（参见：[武汉医院缺氧 一线医生呼吁解决供氧问题](#)）另一方面，四类氧疗救治中，鼻高流量吸氧、无创呼吸机、有创呼吸机、ECMO，武汉及周边地区医院一度处于紧缺状态。

例如：武汉红十字会医院是二级医院，平时吸氧量只能满足100多个病人。限于条件，只能采用高流量吸氧和无创机械通气两种抢救方式。因没有负压病房，不能为危重症患者做有创的插管治疗，担心病人呼出的病毒产生气溶胶造成医护人员感染。医院也没有ECMO。

武汉市肺科医院院长彭鹏2月7日在新闻发布会上表示，重症病人需要100%吸氧，极危重病病人的氧气需求量是重症病人的10倍以上。目前武汉市肺科医院的氧气用量已达到日常用量峰值的10倍以上，供应已经无法再继续增加。呼吸机需要氧气来驱动，氧气不能增加，就不能投入更多呼吸机对危重病人进行救治。前期这一问题可能在多个医院存在。

除供氧系统不足外，呼吸机等医疗器械的缺乏也严重影响着一线医生的救治。疫情后期，救治压力集中在重症以及危重症患者上，医院对有创呼吸机的需求增加。有创呼吸机是病人在使用无创呼吸机一到两个小时内，血氧饱和度仍然没有改善，而进一步采取的措施。

湖北省中西医结合医院是湖北省一家三甲医院，目前收治486名病人，其中约20%为重症病人，危重症病人有25个。张凌杰介绍，重症、危重症病人救治中，院方对有创呼吸机的需求加大。目前医院有超过13名危重症病人做了插管治疗，但医院的有创呼吸机仅15台左右，一旦更多病人病情加重，有创呼吸机跟不上，病人或将面临呼吸衰竭的困境。

祝继洪所工作的援鄂医疗队接管了协和医院的肿瘤中心一个病区。医疗队这次配备了6台有创呼吸机，14台的无创呼吸机，20余台高流量吸氧装置。这些设备数量目前尚能支持病区收治的重症病人。但他介绍，前来支援的另一支浙江医疗队，因为重症监护室的几例病人转为了危重症，需要气管插管治疗，而病区的有创呼吸机的使用量已基本饱和。

随着部分危重症病人病情恶化，呼吸机和ECMO告急。武汉中心医院重症医学科一名医护人员2月15日透露，后湖院区开放的521张床位，近一半感染患者为医生、护士和家属，甚至有的插了管、上了ECMO。“重症监护室只有10张床位，即使是同济、协和，重症病床几十张床位，也无法保证每个床位配有呼吸机。医院唯一的ECMO，调到肺科医院去支援，现在两个院区所有东西都很紧缺，中心医院后湖院区根本没有条件收危重病人。”

疫情前期，医院呼吸机等大量设备紧缺，与患者短期暴增，医院日常设备储备有限有关。刘小路介绍，对于无创/有创呼吸机，医院平时都有正常的配比。“这个配比跟重症监护室的床位有关。”刘小路说，监护室每张床位都要配备一台小型呼吸机，但大型插管呼吸机就无法保证每个床位都有。大型呼吸机价格昂贵，便宜的也要几十万，更好的还有上百万的。除必需外，医院不会采购太多。

湖北中西医结合医院副院长凌瑞杰也介绍，平时医院急诊科和ICU病房，以及其他相关科室会有呼吸机，但都不多，“一个科一两台”。整个医院也就二十台左右。前期医院大量涌进呼吸道疾病的病人，部分病情发展还比较快，呼吸机极度紧缺，“这个病人还没用完，那个病人又来了。”

ECMO国内医院普及率更低。截至2018年年底全国仅400台设备，非常稀有。武汉规模最大的新冠肺炎定点医院中南医院为例，全院累计提供病床超过5400张，仅有两台ECMO。目前仅三级医院配备，在一、二级医院极为少见，即便在1400多家三甲医院中，大部分医院也并未配备ECMO。尚未普及主要是因为医院对ECMO效用仍处于认知阶段，而且医生学习成本高、患者花费大。关键问题是，这类急救设施平时需求量并不是太高，也没有必要大量配备，是疫情突发后对日常配置形成挑战。（参见：[武汉“救命机器”ECMO为什么紧缺？](#)）

## 民间力量援助

在一片口罩、防护服物资告急的信息海洋里，有经验的公益机构和民间团体发现了医院缺氧的难题，开始筹资捐赠制氧机、呼吸机等设备。

1月24日除夕夜，专注于尘肺病患者救治的公益组织——大爱清尘开始向武汉及周边地区捐赠呼吸机以及制氧机。

“1月23号、24号，舆论关注点都在口罩、防护服等基础物资这一块。我们基金会医疗专家委员会判断，呼吸机这块需求会越来越大。”大爱清尘执行秘书长陈中和观察，武汉封城前夕，不少医院向社会发布物资求助公告中，并没有出现呼吸机等医疗器械。陈中和询问院方后得知，呼吸机已经严重不足，但医疗器械价格更贵，院方担心影响捐赠的积极性，捐赠公告首先考虑基础防护品。

大爱清尘团队志愿者的调研统计发现，呼吸机缺口普遍存在。如：2月20日，湖北省妇幼保健院（光谷院区）列为新冠肺炎定点医院，开放820张床位收治重症和危重症患者。按目前报告的病例数，危重患者占比20%，参照省指挥部呼吸机配置标准，呼吸机总需求数为287台，目前已有呼吸机（含已采购尚在运送途中）171台，缺无创呼吸机116台；湖北省第三人民医院有病床1100张，接收新冠病人1100名，现有呼吸机40台，缺20台。

陈中和表示，制氧机需求也很大。一是武汉集中收治隔离之前，很多病人自家隔离，存在呼吸困难的情况；二是随着患者增多，中心供氧系统不够用时，需要一些制氧设备缓解；三是湖北各地对传染病的防治水平差距比较大，很多小医院、诊所是临时建立的救治场地，没有中心供氧系统，只是靠提供氧气罐来给病人用。

卓明灾害信息服务中心负责人郝南也在1月23日武汉封城前后意识到，制氧机是一个急需的物资。制氧机以家用为主，医院平时依靠的是中心供氧系统，很少采购单个的制氧机。

当时郝南看到武汉大量病人在家迟迟等不到一张病床，病情加重的就出现呼吸困难。他先是发起筹集制氧机的项目，捐赠给住不上院的病人，还有病房内缺乏中心供氧系统的基层医院。

但到2月2日，郝南开始筹集呼吸机了，“因为我们发现，如果没有呼吸机的话，病房开不了，病人就永远住不进医院”。

同样在除夕夜，浙江微笑明天慈善基金会开始募捐呼吸机。理事长吴伟表示，确诊人数越来越多了以后，需要更多的呼吸机。一般来说，中等规模的三甲医院，平时也就配二三十台呼吸机，武汉的医院加在一起，在平时也就能够解决约一两千名患者的治疗需求。现在是湖北几万名病人需要救助，需求量远超以往。

吴伟表示，武汉几个大的医院，如协和、天佑、湖北妇幼保健院等，存在较大需求量，包括后来新成立的雷神山、火神山医院，基金会的捐赠资源也往此倾斜。而缺口也是一个动态的过程，但他观察，每个医院平均下来，都会缺少大概15-30台呼吸机，甚至更多。目前随着武汉医疗捐赠物资增多，基金会开始往二三线城市和区级和社区医院拓展。

但呼吸机的募捐并不顺利。郝南刚开始筹款遇到的问题是，资方认为需求不真实，还要尽力说服公众呼吸机重要并急需，筹集款项。另外，筹集到的呼吸机还因为封城封路，运输不畅。

留给民间机构的呼吸机货源已经不多。2月2日开始筹集呼吸机的时候，郝南的志愿团队就发现全国有创呼吸机就剩四五百台，第二天，“这四五百台也没了”。

随着社会各界力量的介入，医疗器械缺口正在弥补。凌瑞杰在2月10日被调去方舱医院，2月22日，方舱医院收治了860多名轻症患者。他介绍，方舱的氧气储备还很充足，有企业捐来了90台制氧机，加上政府调拨的，一共有100多台制氧机。还有五六十罐氧气瓶，需要吸氧的病人不多。李颖所支援的武汉天佑医院呼吸机的紧缺目前也有所缓解。大爱清尘分别向湖北省妇幼保健院（光谷院区）和湖北省第三人民医院发放100台、40台呼吸机，基本解决医院燃眉之急。

截至2月26日，大爱清尘累计向湖北15地市202家医院直接捐赠2768台呼吸机与制氧机。据不完全统计，据“一呼一吸”民间小组不完全统计，十多家参与抗疫的基金会共捐赠各种类型的呼吸机总数达数千台。

“一呼一吸”小组中负责对接医院需求的志愿者陶雅瑜说，目前，医院对呼吸机的需求呈现差异化。不同医院内配套设备不同，对呼吸机的类型需求也不同。部分类型的呼吸机在医院现有条件下难以使用，还有的呼吸机医院没有使用经验，缺乏会操作的医务人员，也用不上。

医院方面，患者数量及病情发展随时变化，医院对高流量氧疗仪、呼吸机等救治设备的需求也实时变动。呼吸机的捐赠需要更精准匹配医院的实际需求。

## 从极度短缺到精细化供给

疫情爆发后，医用防护品企业库存告罄，工厂加班加点生产医疗器械，医疗物资源源不断送往疫区腹地，紧缺程度有所缓解，巨大的缺口被渐渐填补。

“到目前为止，我们公司了解到的，高流量湿化氧疗仪缺口在3000台以上，无创呼吸机的缺口至少1000台。”医疗科技公司BMC怡和嘉业的市场部负责人姜栋说。还有生产厂商甚至表示，疫情爆发以来，运往湖北呼吸机的销量，已经超过了公司十年生产量。

“工厂里机器没停，处在假期的工人被召集回来，一直在加班加点生产。前期库存不够，我们只能按照生产能力，尽可能供应。我们发货原则是，只要是湖北的需求，100%发货，其他地区先放缓。”江苏鱼跃医疗（002223.SZ）湖北地区经理朱艳波说。

她表示，疫情爆发至今，公司生产的呼吸机95%都发去了湖北。额温枪，制氧机、呼吸机面罩在内的医疗设备，公司每天平均发出去近6000箱，最多时候达到7000箱。工信部发布的运往湖北1.5万台呼吸机，鱼跃的无创呼吸机占了5000多台。

呼吸机作为抗新冠病毒的必备物资，疫情期间却货源不足。生产企业和供应商均表示，虽

然平时各大厂家和代理商基本上都会有库存，但疫情期间甚至连原材料都缺。

朱艳波介绍，无创呼吸机分两类，其一为单水平的呼吸机，针对睡眠呼吸阻塞、打鼾等病人，其二为双水平的呼吸机，针对肺部疾病的患者。两者总库存量接近1万，按照公司平时销售情况，针对疫情的后库存量并不如前者。“从武汉封城到正月15日，临床所需的呼吸机型号一下就没货了。日产能约为200至300台，但一直处于一生产出来就拖走的状态，我们在不停备料、生产。”

生产工厂外，物资紧缺的压力向医疗电商袭来。医疗器械B2B电商平台——南京贝登医疗销售部徐驰表示，大年初二前后，随着确诊病例数量增加，医院需要配备大量的呼吸机和制氧机。半个月贝登公司向疫情地区供应呼吸机超过300台，制氧机则更多。前期以制氧机和无创呼吸机为主，进入疫情中期后又增加大量的有创呼吸机。“主要是针对湖北，其他地区近日都比较稳定了。”他表示，供应商普遍存在原材料不足，包括呼吸机、制氧机、口罩、防护服在内，这直接影响工厂的产能。

医院配备无创呼吸机有限。“一些三甲医院，可能配备十几到几十台无创呼吸机，普通病房配置到比较少，有的医院甚至一台都没有。有些大型无创呼吸机，操作起来程序复杂，对于很多不是呼吸内科的医生存在门槛。”姜栋说。

紧缺的还有高流量湿化氧疗仪，这也与国内医院配备很少有关。姜栋表示，虽然它的适用场景非常广泛，但是它在国内推广的时间很短，仅仅4-5年的时间，而且近两年才开始大范围应用，而这种“新”设备在国外发展的更早，但是最早只是应用于新生儿科。

朱艳波表示，最开始公司只提供3升、5升这种低流量的吸氧机，但此后接到国家工信部、卫健委的通知，需要公司研发更高流量的吸氧机配合市场需求。她介绍，公司在48小时之内生产10升流量的吸氧机到前线，配合危重病患者的治疗。“这种高流量的制氧机需要专门再定制，更适用危重病人，平时需求量不这么大。”

医疗器械企业股票一度飘红。节后开盘至今，头部企业迈瑞医疗（300760.SZ）区间涨幅达28.06%，成为公募、私募和证券公司关注度最高的上市公司。截至2月17日，公司制造中心向全国医院交付约3.5万台医疗设备。其中重症治疗及康复所需的呼吸机、监护仪等需求量较往年同期呈现爆发式增长，公司在短时间内的供应存在压力。

据华经产业研究院发布的《2019--2025年中国呼吸机行业市场深度分析及发展前景预测报告》，2018年中国医用呼吸机需求量为1.47万台，这已经比上一年增长了14.8%。但这次疫情中，重症患者曾一度超过一万例。短短两月之内，病人对呼吸机的需求量接近全国一年的需求量。呼吸机供应压力传导到产业的各个层面。

最为紧张的阶段已经过去。疫情逐渐控制，全国重症病例也已呈现平缓下降趋势，截至2月27日，全国重症病例7952例。通过政府调配、社会捐赠，呼吸机的缺口正逐渐缓解。但对医院而言，危重患者救治复杂，未来一段时间这些患者的救治仍然存在压力，也需要更精密的医疗器械。短期内，这类医疗器械的需求还将持续。□

**（李颖为化名，实习记者张阳、王伊文对此文亦有贡献）**

**此文限时免费阅读。感谢热心读者订阅财新通，支持新闻人一线探求真相！成为财新通会员，畅读财新网！**

**更多报道详见：**[【专题】新冠肺炎防疫全纪录（实时更新中）](#)