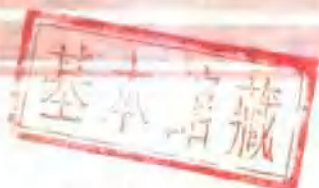


175671



生产中呼吸器官的 保 护

C. A. 托罗鲍夫著



机械工业出版社

3
262

182

4113
5/5262

175671

4 113
—
52

生产中呼吸器官的保护

C. A. 托罗鲍夫 著

貝靜芬 戴瑞芳 譯

隋 勤 校



机械工业出版社

1958

出版者的話

本書主要敘述各种类型的工业用防尘面罩与防毒面具的构造、作用、应用范围、使用方法、試驗方法以及过滤材料与吸收剂的再生方法，可供化学、机械、冶炼、紡織等工厂以及矿山的工程技术人员、工长、安技工作人员与工会劳动保护工作人员参考之用。

苏联 С. А. Торфлов 著 “Защита органов дыхания на производстве” (Издательство высшего профиздат 1951年第一版)

NO. 1884

1958年7月第一版 1958年7月第一版第一次印刷

787×1092 1/32 字数61千字 印张3 $\frac{1}{4}$ 0,001 - 2,000册

机械工业出版社(北京东交民巷27号)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业许可证出字第008号

定价(10)0.50元

目 录

序 言	5
第 一 章 呼吸器官保护的一般問題	7
呼吸阻力	8
有害空間	9
呼吸器官保护器的分类	10
第 二 章 防尘呼吸面罩	11
过滤材料	14
不带活門的呼吸面罩	18
装有活門的呼吸面罩	21
过滤层的再生	25
防尘呼吸面罩的维护和保管	26
第 三 章 过滤式防毒面具	27
吸着剂层的作用	31
工业用防毒面具滤毒罐	34
工业用防毒面具的面罩	43
防毒面具滤毒罐吸收剂的再生	46
第 四 章 防尘呼吸面罩和防毒面具的試驗	53
呼吸阻力試驗	53
呼吸活門的漏气試驗	54
呼吸面罩的防尘与防烟試驗	56
防毒面具滤毒罐有效保护時間的試驗	60
毒气濃度在仪器上的測定	65
防毒面具滤毒罐密封性試驗	68
第 五 章 隔离式防毒面具	70
供氧式防毒面具	70
軟管式自动吸气防毒面具	76

软管式供气防毒面具.....	81
保护油漆工和喷漆工用的软管式防毒面具.....	83
第 六 章 个人防护器材的选 擇	89
第 七 章 吸入器和甦生器.....	93
第 八 章 毒气救护站	96
附 录 生产工房工作区内空气中有毒气体和蒸汽的	
最高容許濃度	100
参考文献	102

序 言

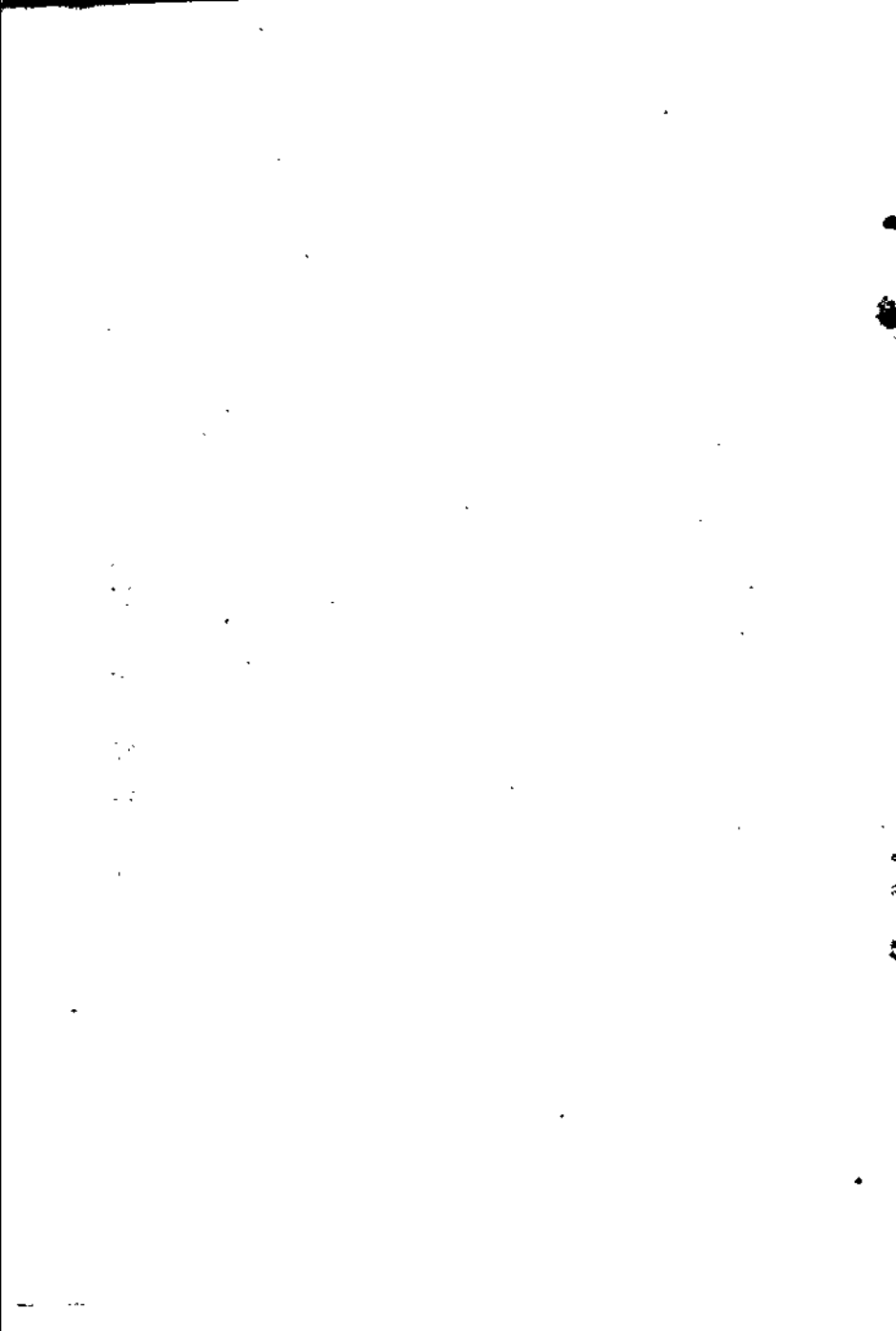
由于党和政府的关怀，苏联在改善劳动条件方面取得了巨大的成就。

首先就重视了工艺过程的組織、用无毒或含毒較少的物質代替有毒物質、远距离控制、設備的密封和安裝有效通风設備以及采取其他类似的措施。但是，在个别生产过程中，例如：涂漆（噴漆）和噴砂工作中，至今尚不能使空气保持非常清洁。在这种情况下，应使用呼吸器官个人保护器。排除事故和进行修理工作时也可以使用呼吸器官保护器。

苏联現在生产各种呼吸器官保护器。无论什么生产条件都能选到某种保护器。

本書的任务是向那些在自己工作中需要使用呼吸器官保护器的人指出工业上有那些防毒面具以及如何使用这些防毒面具。

本書可供工厂安技科工作人員、工程师、技术指导員和工会劳动保护积极分子使用。



第一章

呼吸器官保护的一般問題

人在呼吸过程中从空气中吸入氧气而呼出碳酸气。

空气的成分是固定的，其中含有氧气20.9%、碳酸气0.03%、氮气79.03%。

呼出的空气中平均含有氧气16.3%、碳酸气4%、氮气79.7%。

呼出空气的成分，可因吸气的深浅和所做工作的性質等，而有显著的变化。

吸气时，空气经过鼻腔或口腔到气管；气管是宽大的管道，其管壁是由许多坚硬的软骨环组成的。空气由气管进入支气管；支气管又分成许多细小管子，即毛细支气管；毛细支气管之末端是许多小泡袋，称为肺泡。整个气管系统是空气进入肺泡的管道；空气和血液就在肺泡内进行气体交换。

吸气时，不是全部吸入的空气都能到达肺脏，其中一部分留在口腔、气管、支气管内，因此这部分空气并不参与呼吸过程。

这部分空气的容积等于呼吸器官“无效”空间的体积，而留在“无效”空间的空气一般约占呼出空气的33%。可以说，平均每500立方公分呼出的空气中包括：肺泡内的空气360立方公分，“无效”空间的空气约140立方公分。

进行正常呼吸时，空气中的氧气不能少于16%。空气中的氧气透过布满肺脏表面的毛细管的薄壁，而溶于血液

中。与吸入空气接触的肺臟表面面积大約为90平方公尺。

根据工作性質、工作强度以及其他条件，人所需要的空气量是不同的。

各种不同条件下，呼吸所需的空气量（公升/分鐘）

静止状态.....	8~9
坐着.....	10
站立时.....	12
行走时.....	17
快走时.....	25
跑步时.....	64

进行繁重工作时，需要的氧气較多，因而应该有較多的空气进入肺臟。

呼 吸 阻 力

戴上呼吸器官的保护器，就好像把人的呼吸管道延长了似的，呼吸就需要化費額外劳动，或者說，呼吸管道的加长使呼吸过程增加了一定的困难。

戴着保护器时，要以相当的力量来完成呼吸过程；因为面罩、带有吸收器的滤毒罐和活門对空气的通过造成一些阻碍，这样就增加了呼吸的阻力（呼气 and 吸气时）。这个阻力通常以水柱高来衡量。防毒面具的呼吸阻力是由防毒面具各个部分（滤毒罐、活門和折綫管）的阻力組成的。

工作愈繁重，呼吸时需要的空气就愈多，同时呼吸的阻力也就愈大。因此，戴着保护器工作时（特别是繁重体力劳动时），伴随着相当大的呼吸阻力。戴着工业用防毒面具工作时，呼吸阻力可以达到30~40公厘水柱。

苏联工业用过滤式防毒面具，在气流速度每分鐘30公升时，呼吸阻力是18~20公厘水柱，而較好的呼吸面罩的

呼吸阻力是6~8公厘水柱。

呼吸阻力的增加是戴过滤式保护器的缺点之一。然而，正确的选择过滤式保护器，并且使工人进行练习，这个缺点就没有重要的意义了。现代技术正力求减少戴保护器工作时的呼吸阻力；改善的途径是：采用更加完善的吸着剂和过滤层，减小滤毒罐的尺寸等等。

呼气时阻力的坏处不小，因为在平静地呼吸时，呼气是被动的，只是由于吸气肌肉松弛而产生的现象。因此呼气时，甚至于阻力并没有显著地增加，也会使人很快就感到疲乏。

戴着保护器长时间工作时，呼气的阻力不应大于1.5~2公厘水柱。

有害空间

过滤式保护器是由过滤器和面罩两部分所组成的。防毒面具的面罩部分一般都不能紧贴在面部表面上，因而面

部表面和面罩之间有空隙，即所谓“有害空间”（图1）。呼出的空气经过这个空间时，有一部分（最后“一份”）停留住，而充满这个空间。因此，吸气时，和进入面罩的新鲜空气一起，同时也吸入了有害空间内已经染污的空气。有害空间的体积愈大，进入肺脏的废气就愈多（碳酸气、水蒸汽）。



图1 有害空间简图

有害空间的体积愈小，戴着防毒面具呼吸就愈容易。

有害空間的体积决定于面罩部分的尺寸，因此一定要按面部的大小来选择面具。

現代工业用防毒面具及面罩的有害空間的体积約为200~300立方公分。

根据 B. И. 帕力金契斯基的實驗，有害空間的最大許可体积約为385立方公分。有害空間体积約500立方公分时，就不能保証呼吸时所必需的气体交換，并且会发生有害的作用。表1說明，有害空間的影响，在靜止状态时特別容易覺察到。这种現象和呼吸阻力正相反，因为呼吸阻力在靜止状态时数值最小。进入肺臟的空气容积愈大，即人戴着保护器时完成的工作强度愈高，則有害空間所起的作用也就愈小。

肺脏通气量与工作强度的关系如表1。所謂肺脏通气量是指吸入和呼出的空气的容积。

肺脏通气量与工作性質的关系(按霍多特) 表1

序号	工作性質	有害空間的体积： (立方公分)	每分鐘的呼吸量 (公升)	肺臟通气量 (%)
1	靜态	0	5.8	0
		127	7.8	31.1
		260	9.2	58.7
		387	9.6	65.5
2	步行(速度到7公里/小时)	0	21.5	0
		127	25.3	19.1
		260	29.1	35.3
		387	33.2	45.0
3	跑步(速度11公里/小时)	0	40.5	0
		127	41.3	2.0
		260	48.3	19.3

呼吸器官保护器的分类

所有用于保护呼吸器官的器具可分为隔离式和过滤式两种。

隔离式防毒面具（软管式或供氧式的）的使用范围如下：空气中氧的含量不足（少于16%）时；空气中毒物的浓度很大，使用过滤式保护器不完全可靠时；染污空气的杂质的成分不詳时。

过滤式防毒面具（防尘呼吸面罩及各种类型、各种牌号的带滤毒罐的防毒面具）的使用范围如下：空气中含有氧不少于16%时；过滤层足能保证滤净进入气管的空气时。

第二章

防尘呼吸面罩

生产性的灰尘系根据卫生、物理化学和降落速度等许多特征进行分类。灰尘的性质综述于表2中。

表 2

序号	灰 尘 的 种 类	灰 尘 的 性 质
1	根据灰尘的来源	有机的 无机的 混合的
2	根据尘粒的性质	硬的 软的 有尖边的灰尘
3	根据灰尘对人的器官的作用性质	普通毒性的 刺激性的 致癌性的 中性的
4	根据灰尘的溶解度	溶解的 不溶解的
5	根据尘粒的大小（按吉巴斯Tа666方法）	尘粒的大小有：10微公尺以上的；10至0.1微公尺的；0.1微公尺以下的（烟）

灰尘降落速度对于测定灰尘的危害性有着很大的意义。因为尘粒在空气中停留的时间愈长，灰尘可能侵入呼吸道的危险性也就愈大。

灰尘降落的速度与其大小的关系如表 3。

球形石英尘粒的降落速度

表 3

尘粒的直径	灰尘在空气中的降落速度 (秒)	灰尘在空气中的降落速度 (小时)
100 微公尺 (10 ⁻² 公分)	78.6 公分	2829.3 公尺
10 微公尺 (10 ⁻³ 公分)	7.87 公厘	28.293 公尺
1 微公尺 (10 ⁻⁴ 公分)	0.00787 公厘	28.293 公分
0.1 微公尺 (10 ⁻⁵ 公分)	0.000787 公厘	2.829 公厘

从表 4 可以看出，由于较大的尘粒降落速度很快，工房内空气中微尘也就占多数。2 微公尺以下的微尘在矿物尘和金属尘中百分比比较高，在植物尘和动物尘中百分比则较低。

生产工房内空气中微尘的大小

表 4

序号		百 分 率		
		2 微公尺以下	2—10 微公尺	10 微公尺以上
1	工作时使用刚玉	18.9	80.0	0.1
2	烟灰	87.0	11.2	1.8
3	木材加工厂	61.8	32.1	6.1
4	金属的干磨和磨削	92.0	3.6	1.4
5	抛光	91.6	7.5	0.9
6	湿磨	79.6	17.2	3.2
7	干钻探	31.6	67.9	0.5
8	湿钻探	30.9	69.1	—

从空气中已有的尘粒中，5~10 微公尺的较大尘粒几乎完全被阻在上呼吸道，并随粘液一起排出。而较小的微尘能进入呼吸道的深处，一直可到肺泡。于是就有一部分微尘

阻滯在肺泡里。因此微尘对人的器官有很大的害处，呼吸面罩过滤层应既能擋住 5~10 微公尺的粗尘粒，又能擋住 >0.1 微公尺的小尘粒。

按現行标准，生产工房工作区域内空气中的最大容許含尘量在石英砂含量大于 50% 的各种灰尘中为每立方公尺空气 中含 2 毫克，而其他灰尘的最大含量，視卫生特点的不同，每立方公尺的空气中为 10 毫克以下。根据这些标准以及空气中的实际含尘量，就能計算出呼吸面罩所必需的防尘效率。譬如說，如果在一立方公尺的空气中含尘量为 100 毫克，而含尘量只允許有 2 毫克时，則呼吸面罩的防尘效率不得低于 98%。

空气 中含尘量的一些数值如表 5。

工作区域内空气中的含尘量 (概略数值) 表 5

序号	生产或生产过程	含尘量 (毫克/立方公尺)
采 矿 工 作		
1	干钻探，不使用吸尘设备	500—3000
2	干钻探，使用吸尘设备	1—4
3	湿钻探，在水中加石 油 皂	1—4
鑄 造 車 間		
4	造型	1—3
5	在設有通风设备的澆鑄附近	2—10
6	在未設有通风设备的澆鑄附近	30—40
工 具 的 切 磨		
7	在抽气设备有效作用时	1—3
8	在抽气设备失效时	8—20
織 布 工 厂		
9	澆花間	2—8
10	織布車間	2—10
11	发电站中实行机械化并进行密封和抽气的煤炭厂， 破碎煤炭	5—10
12	抽气工作不太有效的煤炭厂，破碎煤炭	50—400
13	清洁的外界空气	0.1—0.15
14	污穢地区的外界空气	1.0—5.0

过 滤 材 料

为要阻住尘粒、烟和雾就要使用各种各样的过滤材料。过滤是由动力和吸收两个过程构成。在吸收过程中，当尘粒大于过滤层的孔时，尘粒就被过滤层的孔阻住。贴附在过滤层纖維上的小尘粒由于布朗运动的结果而被阻住，或在含尘空气通过纖維弯曲孔道运动时所产生的离心力的作用下而被抛到孔壁上。尘粒电荷对过滤层中的烟雾的下沉可与以影响。在阻擋灰尘的动力过程中，灰尘通过过滤材料层的运动时间起很大作用。过滤层纖維的質点之間距离愈小，空气运动的线速度也就愈大，从而才能促使尘粒降落。用很薄的纖維制造过滤层，能使过滤材料层更加紧密，从而使气流通过的阻力增大。所以在选择过滤材料时，必須考虑到各种各样的因素。属于过滤材料的有各种不同的物質。各种棉花和所謂人造棉的木質纖維皆是一种植物性的过滤材料。动物性的过滤材料有各种羊毛和駱駝毛等。人造纖維如：醋酸纖維和酪朊纖維皆是一种特殊的过滤材料。

各种不同纖維材料的主要規格列于表6中。

当作过滤材料用的各种多孔厚紙基本上是用含石棉混合物的纖維制成的。过滤材料上有孔对于阻擋灰尘是很重要的，孔的半徑应小于灰尘的半徑。烟粒具有一种凝聚的性能，所以过滤材料上孔的半徑应大于烟粒的半徑。

在使用过程中，过滤层对烟粒的过滤效能会提高，但是不可能将烟粒完全擋住。

为过滤烟霧，就1克其孔道大小比烟粒还大的有孔物質而言，过滤层的几何面就需要很大。

各种过滤材料纖維的厚度和长度

表 6

序号	纖維材料名称	厚度 (微米)	长
1	棉花	10~25	21~30公厘
2	亚麻	15~17	4~63公厘
3	苧麻	15~28	100~300公分
4	黄麻	16~32	0.8~4.1公厘
5	印第安麻	20~39	3.5~8.5公分
6	羊毛	11~85	33~450公厘
7	生絲	13~26	无限大
8	人造絲	10~40	无限大
9	各种石棉	0.75~9	

活性材料，例如活性炭的几何面很小，所以这些材料阻滞灰尘和烟霧不太有效。

最典型的过滤材料表面的尺寸列于表 7 中。

捕集烟霧用炭和过滤材料的单位表面的尺寸 (按哈道特) 表 7

序号	物質名称	单位表面 (包括孔) (平方公尺/克)	单位几何面 (不包括孔) (平方公尺/克)
1	活性炭	300~700	0.002
2	棉花	4	2.7
3	人造棉	11.5	1.0
4	人造絲	7.3	—

人造棉 (木質纖維) 几乎是大多数过滤层的主要材料。人造棉过滤层对烟霧不同大小微粒的过滤率如表 8。

人造棉过滤层的渗透性(按米里尼柯夫) 表 8

序号	烟露微粒的半径(微公尺)	过滤层渗透性(%)
1	0.03以下的微粒	52.4
2	0.05~0.1的微粒	87.6
3	0.1~0.2的微粒	93.9
4	0.2~0.4的微粒	30.4
5	0.4~0.8的微粒	4.2
6	0.8以上的微粒	—

表中的数值说明, 从人造棉过滤层还能透过大量 0.1 至 0.2 微公尺半径的尘粒。假如以 r 表示尘粒的平均半径, 以 d 表示过滤层纤维的平均直径, 则 r 和 d 之比表示过滤层阻滞灰尘的效能。这个比值愈大, 阻滞的灰尘也就愈多。

有一种丝和羊毛混合物制成的过滤层效率很高。为了减少吸湿性, 这种过滤层都浸有油脂。所以它能有效地阻滞微尘。为要增加灰尘阻滞量, 就必须采用厚层的过滤材料(立体式过滤层)或者过滤表面大的薄层过滤材料(展开式过滤层)。

鉴定过滤层的质量是根据它的过滤效能, 即根据过滤层所阻滞的尘粒数量与过滤层前面已有的尘粒数量之比。

$$\eta = \frac{n_0 - n}{n_0} \cdot 100,$$

式中 η ——过滤效能(%);

n_0 ——过滤层前面的尘粒数量;

n ——过滤层后面的尘粒数量。

如上所述, 在鉴定保护器的质量时, 必须考虑到空气