

内部资料

劳动保护国家标准编制说明

黑龙江省劳动局保护处编印

一九八四年十月

按：为认真贯彻执行已颁布的劳动保护国家标准，劳动人事部保护局先后两次召开了贯彻国家标准座谈会，现将会议讲解的部分国家标准编制说明等有关资料，印发供各地、各部门组织贯彻学习。

“自吸过滤式防尘口罩安全卫生技术标准”编制说明

冶金部安全技术研究所

一九八一年三月

一、目的、意义和使用范围

自吸过滤式防尘口罩，是广大职工为预防职业性尘肺，经常佩戴的一种个人防护用品。近年来，这种口罩在科学研究和生产方面都有较大的发展，已有二、三十个品种。但由于我国尚无防尘口罩安全卫生标准及相应的检验规则，以致一些不合格的产品大量投入市场。据统计，必要时每年用于个人防护的纱布口罩多达二亿个，折合平纹布一千八百六十万米；而这种口罩对危害人体最大的五个微米以下的粉尘的阻尘效率只有百分之十左右。国家花了钱，消耗了大量棉纱资源，未能起到保护工人健康的作用。本标准的制订，将为提高防尘口罩的安全卫生技术水平，保证产品质量，提供技术依据，使防尘口罩真正能起到防尘的作用，以保障职工的安全和健康。

本标准适用于预防尘肺等危害而佩戴的自吸过滤式简易防尘口罩和带呼吸阀的复式防尘口罩，不适用于送风口罩和面罩等劳动防护用具。

二、制订标准的简要过程

一九七九年初，国家劳动总局委托我所负责制订自吸过滤式防尘口罩安全卫生技术标准。同年三月，我所会同湖南冶金防治防护研究所、长沙百货站劳动保护科，组成了

起草小组，五月份提出了初稿，在商业部召开的二十八个省市劳保用品交流会上征求了意见，进行了四次较大修改。一九八〇年六月十日到十二日，在武汉召开了预审会。参加会议的有二十六个有关防尘口罩的研究、教学、制造、销售单位及劳动部门的代表共三十一人，又对标准草案进行了修改，并一致认为可以作为国家标准提交审议。此后，国家劳动总局以（80）劳总护字73号文向各产业部门、各地劳动部门征求意见。一九八〇年九月二十六日到二十八日，国家劳动总局主持，在武汉召开了审定会议。参加会的有四十三单位，四十七位代表。会议经过充分协商、讨论，肯定标准是比较先进的，填补了我国防尘口罩标准的空白；同时也提出了一些数据需要进行补充的建议。到十一月底，又将补充数据送交卫生部、中国医学科学院卫生研究所等十四个有关单位审查，都对补充数据表示满意，没有提出不同意见。

三、主要指标确定的依据

1、阻尘效率

阻尘效率是表示阻止粉尘的能力，其中包含对阻止粉尘的量和粉尘粒径的要求。

在理化性质相同的情况下，尘肺的发生、病理改变与吸入粉尘的量有密切关系。这一结论，已为国内外学者通过对尘肺患者尸体解剖分析和动物实验所证实。

此外，尘肺的发生与尘的粒径有关，国内外研究的也很多。研究证明进入肺泡的尘粒95%以上小于5微米，用石英尘进行动物气管注入试验，在重量相同而分散度不同时，只有1~5微米的粒子引起肺部纤维化最严重。现在将5微米以下的粉尘称为呼吸性粉尘，它的危害性最大。生产现场的调查，实际上漂浮的粉尘90~95%是5微米以下的粒径。

因此，为了保证佩戴口罩者吸入后的空气符合卫生要求，在确定阻尘效率时必须满足下列条件：试验用尘95%以上小于5微米；发尘柜中浓度45~75毫克/米³，流量30升/分，测定时间10分钟。

根据我国现有防尘口罩的实际情况以及考虑不同作业场所粉尘的浓度和二氧化矽含量，便于选择不同的口罩，将阻尘效率按5%的级差分为四级：1级 $\geq 99\%$ 、2级 $\geq 95\%$ 、3级 $\geq 90\%$ 、4级 $\geq 85\%$ 。

2、呼吸阻力：

口罩的呼吸阻力以毫米水柱表示，代表对人体呼吸障碍影响的大小。

根据模拟不同劳动强度下佩戴不同阻力的口罩试验，观察到戴阻力大的口罩时，呼

吸频率增加而肺通量比对照者低。用六种不同阻力的口罩让工人试戴,收集工人的反映,当阻力超过5毫米水柱时,工人就感到呼吸困难,而接近10毫米水柱时感到严重困难。

因此,我国口罩阻力标准要求吸气阻力 ≤ 5 毫米水柱,呼气阻力 ≤ 3 毫米水柱。

3、口罩死腔:

由于口腔、鼻腔、咽头、气管、支气管和细支气管区间的空气不发生气体交换,被称为呼吸道生理死腔或无效腔。这一容积一般是150毫升。口罩死腔是指口罩主体与颜面接触的空隙部分,因为这一部分空气不能全部置换,而成人人为的死腔。

确定口罩死腔的依据是:

(1) 口罩死腔与肺泡通气量有关。正常人每分钟肺泡通气量等于潮气量(500毫升)减去死腔的气量(150毫升)乘以呼吸频率。如果口罩死腔增大,就会减少佩戴者的肺泡通气量。佩戴者为了要维持一定的通气量只有增加呼吸频率,而频率增加使气道内气流速度相应加快,导致阻力增加,能量消耗增多。法国学者曾测定15种口罩死腔在84~190毫升之间,死腔减少了15%的通气量。

(2) 口罩死腔与二氧化碳含量有关。正常情况下,大气中二氧化碳含量是0.03~0.04%,生理实验证明,当空气中二氧化碳含量由正常增至2%时,就会出现呼吸障碍症状,但死腔小于人的一次吸气量的一半时,吸入二氧化碳的量就不会超过2%。

根据以上情况,为了使口罩满足一定的有效通气量,又不使口罩主体的二氧化碳含量超过2%的条件。其死腔设计应是:

$$V(\text{死腔毫升}) = \frac{\text{正常人安静时一次空气吸入量(毫升)} - \text{呼吸道生理死腔(150毫升)}}{2}$$

正常人安静时一次空气吸入量为500~600毫升,从上式计算出口罩的死腔,最大不应超过175~225毫升。本标准采用180毫升,与日本标准相同。

4、视野:

从眼科学知道,在弱光下对运动着的物体周边视野具有较高的灵敏性,为了便于工人操作和不致由于佩戴口罩妨碍视野造成事故,应尽量不缩小周边视野。根据我国口罩的调查和工人意见,口罩的下方视野应不小于65度(正常75度),即妨碍下方视野不大于10度,至于两侧视野,由于正常人侧视野可至100度,头两侧运动灵活,戴用口罩对侧视野的影响不大,因此可不作规定。

5、重量：

口罩的重量除了少数国家有明确规定外，多数国家未定出指标。根据我国现有口罩的调查和工人意见，认为重量以不大于150克比较合适。

6、呼气阀气密性：

呼气阀气密性的好坏影响到口罩的阻尘效果。气密性差的阀，当吸气时关闭不严，粉尘可以从此吸入。根据日本标准的要求和我国研制的吸气阀，当试验压力在200毫米水柱恢复至零值的时间不超过10秒时即符合口罩的要求。

四、本标准与国外同类标准的对比分析

防尘口罩在国际上尚没有统一的技术标准。鉴于各国试验用材料不同（砂尘、亚甲兰、石蜡），流量不同（30升/分，85升/分）可比性差。现仅将基本条件相近的标准对比分析如下：

（一）阻尘效率：

我国标准与西德、意大利、比利时、奥地利相接近，比美国、日本要低。差距主要在采用的试验尘粒径比这些国家稍大。

（二）呼吸阻力：

我国标准与西德、意大利、法国、奥地利、荷兰等标准相比，阻力要求较低，与苏联比较相接近。美国和英国用较大流量85升/分，阻力也相应的大些。从以上比较，我国呼吸阻力的标准是先进的。

（三）视野、死腔、重量：

除了日本和苏联有指标外，多数国家未见规定。日本规定口罩下分视野为60度，苏联规定平均（双侧）影响视野不大于25%。我们规定口罩下视野不小于65度，即妨碍下方视野不大于10度，与日、苏相比较要优。死腔，我国规定180毫升与日本相同。重量，我国规定最重不大于150克，比日本（200克）、苏联（300克）都要轻。

论“过滤式防尘口罩安全卫生技术标准”

(冶金部安全技术研究所余启元)

摘 要

本文对“过滤式防尘口罩技术标准”中几项主要标准、阻尘效率、呼吸阻力、死腔容积、视野等从卫生学、生理学角度进行了论述。并比较了国外防尘口罩的标准，提出了适合我国口罩标准的意见。笔者建议阻尘效率最大99.5%，最小不低于85%，最大吸气阻力5毫米水柱，最大呼气阻力3毫米水柱；为了保证周边视野的敏感性，下视野不小于65度或妨碍下视野不大于10度；死腔容积设计下列公式计算：

$$V = \frac{C - d}{2}$$

V——死腔容积(毫升)

C——正常人静态一次吸入空气量(毫升)

d——生理呼吸道死腔(毫升)

前 言

当防尘技术措施尚不能把空气中的粉尘浓度降到国家卫生标准以下时，防尘口罩是预防工人患矽肺的辅助方法。我国早在1958年就颁布了条例，规定“接触矽尘作业工人必须戴防尘效率高而又不闷气的口罩”。二十多年，防尘口罩作为防止矽尘危害的措施之一，为保护工人健康起到了一定作用。但是，至今尚无防尘口罩的技术标准，以致于一些不合格的产品投入市场，如每年用于防尘的纱布口罩达2亿个，折合成平纹布为1680多万米。这种纱布口罩在粉尘浓度313—581毫克/米³时，阻尘效率在80%左右。因此，佩戴纱布口罩不能保证吸入合乎卫生标准的清洁空气。

本文试图从卫生学、生理学方面阐述防尘口罩的几项主要安全卫生标准，以供在制

订时参考。

一、阻尘效率*

尘肺的发生与长期吸入粉尘的量有着密切关系。瑞典学者用时间加权暴露量(TWE)对498名工人历年的X光片表现进行了分析,发现吸入肺内的尘量在5克以下的没有矽肺,5—7.5克约58%有矽肺、7.5—10克72%发生矽肺,10—12.5克85%矽肺、而12.5—15克100%患矽肺。刘占元氏等分析矽肺I期进期率与粉尘浓度有密切系统。同样工作10年的工人,粉尘在300—500毫克/米³的浓度时100%的工人患I期矽肺,而粉尘浓度在100—200毫克/米³时有80.7%工人患矽肺,而浓度在50—100毫克/米³只60%工人患矽肺。据Nogelschmidt报导有色金属矿工人患尘肺死亡尸解。发现肺内粉尘沉积量I期有5克,II期有6克、III期有7克。X Y X P n H a试验,一次给大鼠气管内分组注入不同量(0.001—50毫克)的石英粉尘,结果只有当注入量达6毫克及以上时才引起病变。国内许多研究进一步证明空气中粉尘浓度与矽肺发病率有明显相关性,即粉尘浓度高、矽肺发病率工龄短。如果,防尘口罩阻止粉尘进入肺部,那么就能起到预防尘肺的功用。

因此,对于阻尘效率的要求原则是必须保证通过口罩后的空气是清洁的,即空气含尘浓度不超过允许的卫生标准。各国根据不同作业场所,对不同类型的口罩其阻尘效率有不同标准要求。我国武安301、武安302和武安4型防尘口罩的阻尘效率是99—99.5%。这种口罩在含游离二氧化矽10%以上的粉尘作业区(最高允许浓度2毫克/米³)佩戴时,粉尘浓度在200—400毫克/米³的情况下可保证佩戴者吸入的空气是清洁的。若是含游离二氧化矽低于10%的煤尘,最高允许浓度是10克/米³时上述三种口罩可在粉尘浓度1,000—2,000毫克/米³的条件下佩戴。鉴于各种工作地点粉尘的危害程度不同,空气中含尘浓度也不同,建议阻尘效率1级口罩为99.5%、2级90—98%、3级不小于85%,以便根据实际情况选用适宜的防尘口罩。

阻尘效率的另一重要因素是粉尘的粒径大小。这是因为尘肺的发生,不仅与吸入的尘量有关,而且也与尘的粒径大小有关(还与游离二氧化矽含量、个体免疫机能、粉尘中其它元素性质等有关)。M、P、ne T P O B等研究发现进入肺泡的粒子中95—99.5%小于5微米。肺中粉尘的滞留率与现场空气中粉尘的分布状况是相符合的。Topckun多次观察,矿坑空气中小于2微米的微细尘粒占90—95%。我国调查生产现场空气中粉尘粒径小于5微米的占90%以上。Зур М Y H A指出,肺脏纤维化的速度与石英的粒子

大小有关，即石英粉尘颗粒愈小，纤维化的发展速度愈快。King、Mochant Y、Harrison和Nageise Chmidt用动物实验，证明最能形成纤维化的粒径是1~2微米。E、B、XYX PuHa用气管内注入染尘法研究了<1、1—2、3—5、10—20、20—40微米的石英粉尘对大白鼠的致病作用。当重量相同（50毫克）而分散度不同时，发现只有1~2微米的粉尘造成的矽肺最严重。B、B、CYX A H O B等分析了矿山尘肺发展的综合因素得到类似的结论，即粉尘粒度在0~5微米组的发病率高。四川医学院、天津医学院等用不同大小的石棉尘进行动物实验，表明小于3微米的实验组肺脏纤维化最严重。

从上所述，看出粉尘粒径在0~5微米的范围是最有危害性的，致病作用最强。因此，各国在制订防尘口罩阻尘效率的同时，都提出了粒径的要求标准，笔者认为目前我国采用以5微米以下的粉尘占90%以上作为标准粉尘，测口罩的阻尘率是恰当的，这既符合尘肺尸解肺中粉尘滞留率（95%小于5微米），也符合动物实验结论（5微米以下粉尘致病作用强）与现场空气中粉尘实际分布状况一致。但是，需要指出的是，用什么样的粉尘（气溶胶）进行试验，在国外并非一致。除了多数采用矽尘（石英）外，英国、法国还采用亚甲兰、氯化钠、西德用石蜡、油雾；英国为了煤矿工人研制的防尘口罩，则采用含不同湿度的煤尘为气溶胶进行试验。美国除用矽尘外还用铅烟气溶胶试验以防铅尘、用醋酸异戊酯鉴定口罩气密性。

二、呼吸阻力

呼吸阻力决定生产工人是否愿意佩戴和坚持佩戴。科学研究表明口罩阻力与呼吸频率、深度、肺通气量有关。A、B Ж u A Y K用六种不同的防尘口罩进行比较，共81名工人佩戴、戴口罩时间最长是30个班，最短是9个班，测定工前工后的口罩阻力变化，并征求工人意见。结果阻力超过5毫米水柱的口罩，工人感到呼吸困难，接近10毫米水柱感到严重呼吸困难。此外，还对两名健康成年（19岁和22岁）人戴上口罩在实验室进行轻重两种劳动模拟试验，测定受试者和对照者的生理变化。分析表明，戴阻力大的口罩者呼吸频率和肺通气量比对照者要低。作者认为肺通气量降低的原因可能与二氧化碳的影响有关。

从呼吸生理知道，呼吸障碍分为外呼吸障碍和内呼吸障碍。外呼吸障碍的发生，或者是由于完成吸气和呼气动作的呼吸气管受到侵害；或者是由于搬运氧气和二氧化碳的血液成分发生变化，或者是由于吸入空气成分发生变化。口罩的阻力可以引起呼

吸障碍。因为阻力高的防尘口罩相当于一种异物侵犯上呼吸道，造成机械性狭窄，表现出一种所谓狭窄性呼吸——缓慢而深的特异性呼吸。这是由于在阻力增加，使每次吸气时空气较难进入肺脏成为吸气性呼吸困难。同时，空气进入肺脏缓慢使肺脏迷走神经末梢受到的刺激较迟，不能迅速引起呼气，所以呼气本身也延续较久。当佩戴呼吸阻力高的口罩发生呼吸障碍时，迫使呼吸肌增强工作克服阻力障碍，以维持正常的肺通气量。结果氧耗增加，造成呼吸肌疲劳，佩戴者发生更严重呼吸困难。

基于上述原因，各国对口罩的呼吸阻力有明确规定，①多数国家采用流量30升/分，要求最大吸气阻力不超过8毫米水柱。苏联和日本分别是4毫米水柱和6毫米水柱（1级与2级）。②呼气阻力低于吸气阻力，一般要求是3~6毫米水柱。③美国和英国采用较大流量84升/分，因此阻力比其他国家大。

根据一些单位对防尘口罩的研究以及现场工人佩戴的意见，采用流量30升/分，建议最大吸气阻力1级5毫米水柱，2级与3级3.5毫米水柱；最大呼气阻力不大于3毫米水柱。

三、死腔问题（或称无效腔）

从生理学上我们知道，存在于口腔、鼻腔、咽头、气管、支气管和细支气管中的空气，不发生气体交换，所以称为呼吸道死腔（*deadspace*）或无效腔。其容积一般是150毫升（120~180毫升）。而防尘口罩死腔是指口罩主体与颜面接触部的空隙，存在空隙中的气体（呼和吸入气体）不能完全进行交换，因此造成人为的死腔。

口罩死腔容积大小与肺泡通气量有密切关系。正常人每次吸入肺泡的潮气量（500毫升）参与气体交换的仅是接触肺泡的气量，亦即等于潮气量减去死腔（*dead space*）的气量（150毫升），乘以呼吸频率，才是有效通气量——每分钟肺泡通气量。口罩死腔过大，必然要降低佩戴者的肺泡通气量。如果要维持必须的肺泡通气量只有增加呼吸频率。有人指出，潮气量小，频率高的呼吸，即浅速呼吸，不但有效通气量相对减少，而且气道内气流速度快，气道阻力亦相应增加。结果呼吸功增加，能量消耗增多，进一步加重体力负担。（*Hristlenn*）等试验表明，当死腔为34~190毫升时，肺脏气体交换功率下降了8.5~21%。

死腔大小的另一问题是二氧化碳对呼吸的影响。我们知道大气中正常情况下，二氧化碳含量是0.03~0.04%。

指出当空气中二氧化碳含量由正常的0.04%增至2%时，就会出现呼吸障碍症

状。пpед ТеҀеckue的研究证明,当死腔小于人的一次吸气量的一半时,吸入二氧化碳就不会超过2%。因此,НaKуTuH主张口罩主体内二氧化碳,在中等劳动强度时(吸入空气1000毫升)不超过0.5%;在相对静止时(吸入空气500毫升)平均含量不超过1.5%。日本规定死腔不小于180毫升。

基于上述,为了保证一定的有效通气量,把口罩主体内二氧化碳含量控制在2%以下,笔者认为口罩死腔容积设计应符合下列公式:

$$V = \frac{C - d}{2}$$

V——口罩死腔容积(毫升)

C——正常人安静时一次空气吸入量(毫升)

d——呼吸道生理死腔(毫升)

正常人,若安静时一次吸入空气量为500~600毫升,生理死腔平均为150毫升,那么从上式计算出口罩死腔,最大容积不超过180毫升。

四、其他问题

防尘口罩除了对上述要求外,还应考虑有利工作。妨碍视野,影响操作的口罩,尽管其他方面好,仍不能为佩戴者接受。然而多数国家未明确规定,只有苏联和日本提出了标准。苏联规定口罩影响视野不大于25%(双测平均视野)。日本规定可视范围下方为60度,如果采取正常人下方视野为75度,即妨碍下方视野允许在15度。劳氏指出,周边视野有特别的重要性,因为在弱光下及对运动着的物体有较高的灵敏性。因此,笔者认为在设计口罩时应尽量不妨碍视野。对我国口罩建议下视野不得低于65度,即妨碍下方视野允许在10度范围,这样比较有利于工人操作。至于两测视野,由于正常颞侧视野可至100度,口罩妨碍影响较小,因此可不作具体规定。

关于防尘口罩的重量标准,除了苏联和日本有要求外,多数国家未提出。苏联有人曾用各种不同重量的防尘口罩让工人佩戴。然后了解工人反映意见。结果工人反映超过120克即有不适感。但是苏联规定单独有过滤盒部件的口罩,重量不大于300克,而简易式的口罩不大于75克。日本规定,特级不大于200克,1级不大于160克,2级不大于110克。根据我国现有口罩的调查和工人意见,建议重量标准1级(有双过滤盒)不大于150克,2级(单过滤盒)不大于120克。

此外,对于制造口罩的材料,还要求无毒,不产生易挥发物质,刺激皮肤和呼吸器

官。

需要指出的是,实验方法,特别是能自动控制、调节高低浓度粉尘的发生装置以及标准粉尘等问题尚待进一步解决。

结

语

本文就防尘口罩的几项主要技术标准,主要是阻尘效率、呼吸阻力和死腔等从卫生学、生理学进行了阐述。比较了国外有关标准,提出了我国防尘口罩的标准。

制订标准是一项重要工作。它“不仅是现代发达的工业社会不可分割的部分,而且也是防止生产和社会活动中发生祸害的工具之一”同时,也“是把这一学科放到实践中去检验,使它成为可以让人接受的行动的手段和准则”。因此,国外对防护用品也不例外,提出了标准要求,在国际标准组织下设立安全个体委员会(简称ISO TC94),欧洲标准委员会下设呼吸保护器委员会(简称CEN/TK79)负责制订,交流各国防护用品的标准。西德于1977年对呼吸保护器标准进行了修订;加拿大于1978年在多伦多召开了第一届个人防护装置会议,讨论了关于呼吸、脚、头、眼和听觉器官防护装置标准化问题。

总之,这一工作的重要意义,正如G. Steincke指出的“保健与劳动保护的标准化是人民的健康与安全的标志”。

过 滤 式 防 毒 面 具 标 准 编 制 说 明

北京市劳动保护科学研究所

一九八一年五月

防毒面具用于呼吸器官防护,是御防职业中毒的有效个体防护器具。过滤式防毒面具就其生产量和使用面而言,在国内外各类呼吸器(防毒用)中居于首位,对保护接触毒物作业人员的健康起到了重要作用。由于该器材直接关系使用者的安危,在研究和生

产中应进行严格的试验和检查。五十年代以来。许多国家先后制订了这类产品的标准，对质量的保证和提高收到了显著效果。我国解放以来，过滤式防毒面具的研究、生产和使用已有较大的发展，但一直无统一标准，加之缺少相应的管理制度。以致部份低质产品投入市场。造成不良影响。为促进防毒工作，确保戴用人员的安全健康，制订国家标准是十分必要的。

一九七九年九月，国家劳动总局在北京主持召开了标准编制工作会议。根据“标准”符合科学性、先进性、现实性的精神提出了研究和实验项目，明确了任务分工。一年多来，有关单位大力协作，进行了“中国成年人头型系列”。“呼吸阻力对人体某些功能的影响，基础性工作的探讨，对过滤式防毒面具性能的检验方法作了较系统的总结和必要验证；查阅了日、西德、美国、英国、苏联等国近期有关标准，对国内产品的质量和使用作了调查。这一系列工作，为本标准的制订提供了较丰富的依据。在此基础上，提出了“标准”草案，经多方征集意见。确定了“标准”的审查稿。

本标准对国内已有产品进行了归类，在保证防护功能的前提下，根据现今可能达到的水平范围，规定了应有的各项技术指标，与某些先进国家标准相比，大体接近。部份略有提高。另外，本标准以适应工农业防毒的各种特殊需要，参考了国外先进标准中的指标和国内部份研究实验数据，提出了一些新品种的技术要求（如一眼式全面罩，大型、小型滤毒罐），对我国今后研究、设计和生产高质量高功效的防毒面具会起指导作用，促进产品更新换代。

标准编制中还注意到了有关名词术语的确切性和统一性。

过滤式防毒面具按其用途，必须具备：1）对有害气体、蒸气和气溶胶有足够的防御能力，安全可靠；2）符合人体卫生学要求，不引起生理伤害。为此，“标准”中对与上述有关的参数作出规定，以保证产品的有效性能。本标准从这一原则出发，提出并确定了主要技术指标现说明如下：

一、防护性能

防毒面具的防护性能指对有害气体、蒸气、气溶胶等毒物危害的防御能力。可用防护系数表示。其定义为环境空气中的污染物浓度 C ，与吸入气中污染物浓度 C_i 之比，它与防毒面具各部件的质量有关，因此许多国家常常采取规定各主要组件的性能指标来保证全套面具的防护功能，总的防护要求是使人体吸入气中毒物低于工业卫生标准浓度（或伤害浓度）。

1、面罩部分

面罩是使人体呼吸器官（或面部）与染毒空气隔离的重要组件。面罩气密性与防护能力有关，它包括与人体颜面的密合，面罩各部件连接的密封和呼气阀的气密，三者都将造成漏泄而导致染毒空气进入罩体被人吸入的可能。因而，对上述三方面的气密值应有所控制。

1.1.面罩的气密性

面罩的气密性常用“漏气系数”表示。目前国内外大多通过人的佩戴试验来确定其数值。也有的采用标准头型进行评价（如日本等），我国“成年人头型系列标准”（GB 2428—81）已公布尚待摸索试验条件，因而本标准暂定用人佩戴试验的方法，试验中，指示介质采用无毒的微细粒子（直径小于 1μ ）如氯化钠、中性油雾，DOP气溶胶（近期资料提出其致癌性），六氟化硫，其浓度可用仪器监测。也是各国标准中常用的方法（德苏英等）。本标准认为用油雾法或钠焰法试验均可。

面罩的“漏气系数”大小标志着佩戴者吸入毒物量的多少，全面罩、半面罩使用条件不同，因此漏气系数应有差异。

1.1.1.面罩“漏气系数”

全面罩确定为低于0.005%（英国标准为0.25%），即是说，当空气中毒物浓度达工业卫生标准的20000倍时，由于面罩泄漏进入的毒物浓度也低于国家工业卫生标准。对工农业中防毒，这样的防护能力一般可以满足。因相当国家工业卫生标准20000倍的浓度对许多工业有害气体来说属较高浓度范围。（体积浓度多在0.5%以上）

半面罩确定为低于5%（与英国标准相同），即是说，当空气中毒物浓度为国家工业标准的20倍时，由于半面罩的泄漏进入的毒物浓度低于国家“工业卫生标准”，对于一般较低毒物浓度（0.1%以下）环境的防护可基本满足。

目前国产面罩在选配范围内大多能达到这一水平。

工业面罩与军用面罩相比。漏气系数是可放宽一些，因军用面罩是用于毒性极强的生化战剂防护，稍有漏泄将造成戴用者的中毒。

1.1.2.呼气阀的气密性

呼气阀直接影响面罩气密，在面罩佩戴使用过程中尤其重要。各国标准中均规定了呼气阀的气密指标，由于面具使用中罩体内可能出现的负压值约为 $120\text{mm H}_2\text{O}$ ，本标准采用在 $120\text{mm H}_2\text{O}$ 压差条件下进行气密检验，（定容腔为 150mL ）标准中所规定的

全面罩呼气阀气密指标相当于压差由120→60 mm H₂O时漏气量不超过1.2 mL/min, 半面罩呼气阀气密指标相当于压差由120→0 mm H₂O时漏气量不超过10.8 mL/min, 如按中等劳动强度作业人员吸气量(约30 mL/min)计算, 通过呼气阀进入罩体内的气体分别低于总吸入气量的 $4 \times 10^{-3}\%$ 和 $3.6 \times 10^{-2}\%$ 。若毒物浓度是1%和0.1%则毒物经阀的漏泄率分别为0.4 P P m, 0.36 P P m, 由计算看出按此规定呼气阀对面罩气密的影响是极其微小的。

2. 滤毒器部分:

滤毒器是滤除人体吸入空气中有毒气体蒸气 and 气溶胶的唯一部件, 它对防毒面具的防护功能起着决定性作用, 各国的标准中对不同容量滤毒器(包括罐和盒)的抗毒指标作了严格规定。即是在特定的试验条件下, 确定各种滤毒器的最低有效防护时间, 并要求在此期间内, 将试验气中毒物完全吸收。保证透过气体纯净。对可用于毒烟雾防护的滤毒器, 同时需进行气溶胶的透过试验, 用透过系数来表示。

2.1. 滤毒器防毒时间:

防毒时间的确定是一复杂问题。目前国内外对此还未找到全面的更为确切的方法。因为滤毒器往往同时对若干性质类似的毒剂起防护作用, 但防护能力的大小存在差异, 要定量区分需作大量工作, 因此有关标准中规定防护时间是有条件的。它只说明对某一试验毒剂在实验条件下的防护性能, 而不能确切给出同类各毒物的防护时间。但根据试验防护时间的长短可以判断其质量的好坏、吸附效率、吸毒容量, 并由此可大体估计对同类毒物的作用能力。

为保证滤毒器的防毒性能, 各国标准中规定了检验方法。要求对各类罐, 选择较有代表性的一种试验毒剂在一定条件下进行防毒时间的试验。

关于滤毒器防毒时间, 根据我国现阶段产品工艺质量及种类, 分别作了规定, 原有品种与苏联七十年代末水平大体相同, 新品种与先进标准相近。

2.2. 防烟雾性能:

本标准规定用油雾法或钠烟法测定透过系数, 这是国内外(西欧共同体苏联等)普遍采用的方法, 标准油雾, 钠烟粒子平均直径为0.3 μ 、0.5 μ 左右, 属穿透力极强的粒径范围。本标准规定, 大中型滤毒罐低于0.01%, 小型滤毒罐为1%, 滤毒盒低于5%, (与英国相同、比日本严格)对于工业防护是足够的。

2.3. 排尘量

在呼吸过程中滤毒器自身产生的尘量应低于国家标准。0.24级相当于 $4\text{mg}/\text{m}^3$ 、0.12级相当于 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

二、有关生理学参数

过滤式防毒面具与人体生理学有密切关连的项目是呼吸阻力，有害空间和视野以及原材料选择等。易于给戴用者带来直观感觉而引起麻烦的是呼吸阻力。这些参数确定的合理与否对使用者的作业能力影响较大，甚至带来生理影响，使护具本身失其功效。标准考虑到上述因素，尽可能结合人体生理卫生和习惯作出较为科学的规定。

1.1.呼吸阻力：

呼吸阻力以毫米水柱（Pa）表示，研究资料表明，呼吸阻力与呼吸频率、深度、肺通气量有关，阻力增大可引起呼吸道机械性狭窄，氧耗增加呼吸困难。有的文献报导呼吸阻力的极限值为 $15\text{mm H}_2\text{O}$ 。超过便有主观反应，严重者产生呼吸道病变。人体的吸气是主动的，呼气是被动的，是由呼吸肌扩张而产生的生理现象，易于疲劳。因此人体可以承受较大的吸气阻力，而只能适应较小的呼气阻力，呼吸阻力的增加将导致人的作业能力的下降，因此呼吸阻力应以小为好。

过滤式防毒面具的阻力值。多数国家的标准中采用通入 $30\text{l}/\text{min}$ 连续气流来测定。一些国家在 $85\text{l}/\text{min}$ 或 $95\text{l}/\text{min}$ 连续气流条件下测定。此值相当于人体进行中等劳动作业时肺通气量的2~3倍，即为此呼吸条件下的峰值流量，这意味着戴用人员作业过程中全套面具可能出现的最大阻力。本标准中涉及的阻力值是在 $30\text{l}/\text{min}$ 连续气流条件下确定的。

阻力往往与防护能力相关，如若此指标要求放宽尺度对提高其功能有利。本标准对这一性能参数进行了探讨，在给定不同呼吸阻力（除实验器材阻力外附加值为（1）吸气0，呼气0；（2）吸气 $20\text{mm H}_2\text{O}$ ，呼气 $10\text{mm H}_2\text{O}$ ；（3）吸气 $30\text{mm H}_2\text{O}$ ，呼气 $10\text{mm H}_2\text{O}$ ；（4）吸气0，呼气 $20\text{mm H}_2\text{O}$ ）时观测正常人进行递增功量运动时的某些生理指标。其结果认为：第（3）、（4）组阻力运动对体会产生不良影响。如运动中，摄氧量、血压低于对照组（1），运动后部份受试者出现头痛等，而对于第（2）组阻力值，正常人可以耐受，能进行一定负荷的运动。目前国外工业防毒面具的阻力（ $30\text{l}/\text{min}$ 时测定值）吸气一般低于 $25\text{mm H}_2\text{O}$ ，呼气一般低于 $12\text{mm H}_2\text{O}$ ；考虑到上述情况，本标准认为，工业防毒面具的呼气阻力应在 $10\text{mm H}_2\text{O}$ 以下，吸气阻力应在 $22\text{mm H}_2\text{O}$ 以下。

导管式防毒面具的使用时间一般是短暂的，长者一小时左右，而直接式防毒面具的使用时间较长，有的要连续佩戴。根据这一具体情况，本标准对各种类型面具呼吸阻力指标作了相应规定，为保证这一额定指标，分别对其主要部件的阻力值提出要求如下。

1.1.1. 面罩阻力

全面罩（包括导气管）吸气阻力值定为低于 $4 \text{ mm H}_2\text{O}$ ，半面罩吸气阻力值低于 $2 \text{ mm H}_2\text{O}$ 。

全面罩呼气阀阻力值低于 $10 \text{ mm H}_2\text{O}$ ，半面罩呼气阀阻力值低于 $5 \text{ mm H}_2\text{O}$ 。

1.1.2. 滤毒器

滤毒器阻力值在防毒面具中占主要地位。因其滤毒速率和容量决定于滤毒剂粒度、装填量等产生阻力的因素，因此要求滤毒器性能好，势必导致一定的阻力。

本标准分别规定了不同种类滤毒罐和滤毒盒阻力值（与日本、苏联、西德等相近）。

上述组件阻力值的控制就可保证导管式面具吸气总阻力小于 $22 \text{ mm H}_2\text{O}$ ，而直接式防毒面具总吸气阻力小于 $16 \text{ mm H}_2\text{O}$ 。

通过生理实验，认为标准中所涉及的导管式面具宜于在中等劳动强度（功量级相当于男 36000 千克重米/时）以内使用。
女 24000

1.2. 实际有害空间的确定：

存留于鼻咽腔、气管、支气管的空气，不参与肺部气体交换，这一区域称为呼吸器官死腔，其容积约为150毫升。面罩与人体颜面接触部位内存在空隙，因它是呼吸气体的必经通道，充满的气体不能完全被交换，形成了人为的几何死腔既妨碍人体肺部通气量，（法国学者测定15种口罩死腔在84~190ml时通气量减少约15%）但又对面罩的设计、人的佩戴舒适感有益。确切地说对肺换气直接有影响的是实际有害空间体积，它将促使戴用者增大呼吸气量来满足生理需要，随之而来的是加重体力负担。据X Ologm实验当人体吸气量为 25.6 l/min 时，如有害空间是260ml时则肺换气变化为35.3%。实际有害空间与几何死腔有关，但当几何死腔一定而设计不同时，在一定条件下测定，却有不同或差异较大的实际有害空间数值。

考虑到影响人体肺通气量的因素主要是实际有害空间，所以本标准认为对面罩这一项目作规定是恰当的。

实际有害空间随人体呼吸量的不同而改变,根据防毒面具具体使用情况,这一特性指标应选定在中等偏下的劳动强度时的肺通气量条件下测定。

关于实际有害空间大小的确定除考虑肺气交换率外,还应看到二氧化碳对呼吸的影响。当含量增至1.5%时就会出现生理反应。在生理学上作业能耐受。但钙、磷代谢障碍大气CO₂含量为0.03%,人体呼出气中CO₂浓度约为4.6%,为保证中等劳动强度(一次呼入空气量约为1000ml)有效通气量并使吸入气中CO₂浓度低于伤害浓度1.5%(日、美等国家工业卫生标准规定为0.9%)本标准建议实际有害空间容积设计符合下式:

$$V = \frac{B - C}{A} - d$$

式中: V: 面罩实际有害空间 (ml)

C: 中等劳动强度时一次吸气量 (1000ml)

d: 呼吸器官死腔 (150ml)

A: 呼出气CO₂浓度 (4.6%)

B: 吸入气CO₂浓度 (1.5%)

将各数值代入上式计算实际有害空间容积为176毫升。

如若实际有害空间定为230毫升,用上式可计算出吸入气中CO₂浓度为1.75%。考虑到全面罩一般使用时间短及国内现有工艺水平。因此对未设置口鼻罩(阻水罩)的全面罩其有效死腔可放宽尺度暂定230毫升。

1.3. 视野:

面罩视野常常影响佩戴人员的观察和操作。有的对总视野和双目视野定出限度(苏联等国)有的对方位视野有要求。(日本等国)前者对野外作业,较宽阔的观察有利。后者则对室内操作,近距离的视物关系密切,根据工业防毒面具的使用场所条件,对视野的表示用总视野、双目视野和下方视野,既有利眼窗质量比较,又较符合眼科学中对周边视野的要求。为使作业工人不致由于视野妨碍造成事故,应扩大周边视野。本标准根据国产面罩测试数据以及工效学要求,ISO规定下方视野>30°,分别对全面罩和半面罩作了规定。与国外若干同类产品的该项指标相当。

1.4. 材料

各国标准规定防毒面具所用材料应是无毒,与颜面接触的橡胶,塑料材料对皮肤无