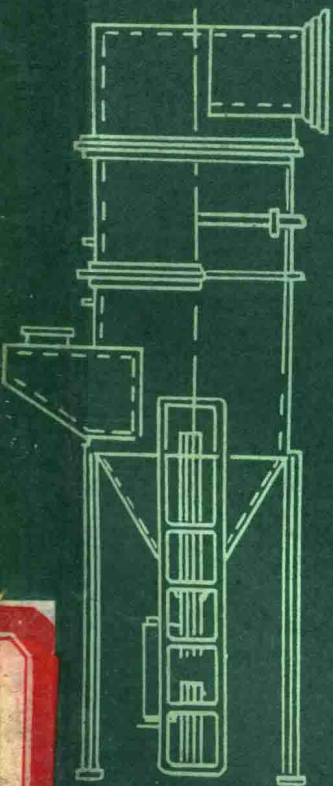


59827

通风与除尘



福州市通风除尘学习班

目 录

总 论	(1)
第一节 职业病防治工作中两条路线的斗争.....	(1)
第二节 矽尘概说.....	(2)
第三节 矽肺病概述.....	(5)
第四节 坚持无产阶级政治挂帅, 努力贯彻“八字”防尘综合措施.....	(7)
第一章 有关空气及其性质的基本知识	(10)
第一节 空气的组成及大气压力.....	(10)
第二节 气体状态的变化.....	(11)
第三节 浓度的概念.....	(19)
第二章 主要的通风方法	(21)
第一节 全面通风.....	(21)
第二节 局部送风.....	(23)
第三节 局部排气.....	(25)
第三章 自然通风	(52)
第一节 自然通风的概念.....	(52)
第二节 自然通风原理.....	(52)
第三节 自然通风的计算方法.....	(54)
第四节 自然通风的设计原则.....	(65)
第五节 风帽.....	(67)
第四章 空气的除尘	(71)
第一节 粉尘的来源及其性质.....	(71)
第二节 含尘空气的净化.....	(72)
第三节 介绍几种除尘器.....	(73)
第五章 通风管道计算	(88)
第一节 空气在管道内的流动规律.....	(88)

第二节	管道阻力	(90)
第三节	通风管道的设计和计算	(114)
第六章	通风机	(126)
第一节	离心式通风机的构造和作用原理	(126)
第二节	离心式通风机的特性	(127)
第三节	离心式通风机的选择	(132)
第七章	通风除尘的测定与管理	(137)
第一节	测试仪表	(137)
第二节	通风除尘的测定	(143)
第三节	通风系统的调整与运行管理	(149)
编 后		(153)

总 论

第一节 职业病防治工作中两条路线的斗争

伟大领袖毛主席教导我们：“为什么人的问题，是一个根本的问题，原则的问题。”在我们无产阶级专政的社会主义国家里，职防工作必须坚持无产阶级政治挂帅，在毛主席革命路线指引下，全心全意为广大工农兵服务，为社会主义建设服务，为巩固无产阶级专政而奋斗。

但是，解放二十多年来，职防战线也和其他战线一样，充满着两个阶级、两条道路、两条路线的激烈斗争。

毛主席历来十分关怀广大工人的健康，早在一九五二年对工矿企业发出了专门的指示：“在实施增产节约的同时，必须注意职工的安全、健康和必不可少的福利事业。”毛主席的这个指示是对我国劳动人民最大的关怀和最大鼓舞。一九五六年，国务院作出了《关于防止厂矿企业中矽尘危害的决定》。随着社会主义事业的发展，职防事业也迅速发展起来。一九五八年以来，在社会主义建设总路线的光辉照耀下，特别是近几年来，在毛主席关于“工业学大庆”和关于“打破洋框框，走自己工业发展道路”的伟大号召鼓舞下，我国工人阶级意气风发，大大发扬了无产阶级的彻底革命精神。他们横扫帝、修框框，大破洋教条，大批封、资、修，总结和发展的我国自己的职防工作经验，坚决走为工农兵服务、为社会主义生产建设服务的道路。

防止矽尘危害是职业病防治的一项突出的重点工作。一九六三年周总理指示：“争取在三、五年内，解决我国工业企业中的矽尘危害问题。”促使我国防尘工作掀起了广泛的群众运动，广大工人群众高举毛泽东思想伟大红旗，总结了一整套适合我国工业生产特点的综合措施，即“宣”、“革”、“水”、“密”、“风”、“护”、“管”、“查”。群众性防尘防毒小组遍地开花，进一步完善和发展了防尘工作经验。一九六四年福州玻璃厂制砂工人，自力更生，土法上马，大搞技术革新，试验成功湿式筛砂的新工艺，基本上清除了矽尘危害。

一九六五年我国工人阶级坚持无产阶级政治挂帅，发扬大无畏的革命首创精神，在一般湿法作业的基础上，成功地创造了水爆清砂新工艺，成为铸造工艺史上的创举。目前，随着风动输砂、烘砂、制烘的全部机械化、自动化、密闭化等新装备的广泛采用，使我国防尘工作走向一个崭新的阶段，许多厂的工人群众坚决贯彻毛主席的革命路线，用毛泽东思想大搞防尘防毒的群众运动，自力更生，土法上马，发扬“穷棒子”精神，积极贯彻综合防尘措施，许多粉尘点的面貌大大改观。在与毒物进行斗争中，广大工人更是发扬“一不怕苦，二不怕死”的革命精神，大搞技术革新和技术革命，创造出许多宝贵的经验，如无毒电镀新工艺，酸洗工艺中采用缓蚀剂等，从根本上减少或消除了毒物的危害，在防暑降温方面也取得了显著的成效。

然而，叛徒、内奸、工贼刘少奇妄图在我国实行资本主义复辟，积极推行“利润挂帅”“生产第一”和“专家治厂”的反革命修正主义路线，压制了工人群众的积极性和创造性，对

防尘防毒工作带来了严重妨碍。这次无产阶级文化大革命，广大革命群众彻底摧毁了刘少奇的资产阶级司令部，在党的领导下组织起来，用毛泽东思想武装头脑，因地制宜改善劳动环境，迎来了生产上的大跃进。职防事业的发展日新月异，呈现一派空前的大好形势，这一切都是毛泽东思想的伟大胜利！是毛主席革命路线的伟大胜利。

回顾职防工作两条路线斗争的历史，我们必须遵循毛主席“要认真总结经验”的伟大教导，认真总结职防战线上两条路线斗争的经验教训。他们主要表现在：是坚持无产阶级政治挂帅，以毛泽东思想统帅技术，还是技术脱离政治，而在实际上突出了资产阶级政治，让资产阶级政治统帅业务；是大搞群众运动，充分发挥革命群众的积极性、创造性，使得人人关心、人人动手做好工作，还是脱离广大劳动群众，只由少数“专家”、卫生、技术人员冷冷清清地闭门造车；是发扬敢于创造，敢于革命精神并和科学态度相结合，走我国自己的发展道路，还是因循守旧，不加批判地照抄、照搬封、资、修一套；是密切结合我国社会主义生产建设的实际，还是理论脱离实际；是发扬“节约每一个铜板为着战争和革命事业，为着我们的经济建设”的精神，勤俭办一切事业，还是盲目贪大求洋，任意浪费国家财产；是为工农兵服务，为社会主义生产建设服务，还是为别的什么服务，等等。“路线是个纲，纲举目张。”突出了路线斗争，就必然推动了职防工作沿着正确的轨道迅速发展，因此，我们必须高举毛泽东思想伟大红旗，深入开展批修整风的群众运动，肃清刘少奇一类骗子反革命修正主义路线的影响。依靠党的一元化领导，发动群众，充分发挥集体作用，打好人民战争，争取尽快地改变福州市防尘防毒的面貌。用实际行动迎接“抓革命，促生产”的新高潮，迎接工农业生产的大跃进。

第二节 矽尘概说

矽尘是指含游离二氧化矽在10%以上，能在一定时间内浮游于空气中的固体微粒。

一、产生矽尘的行业与工种：

1. 矿山方面：

- (1) 有色金属矿的采掘：如钨矿、金矿、铜矿、铋矿等。
- (2) 黑色金属矿的采掘：如铁矿等。
- (3) 非金属矿的采掘：如煤矿、石英矿、石棉矿等。

矿山接触矽尘的工种主要有凿岩、爆破、支柱、运输及选矿等工种。

2. 工厂方面：

- (1) 矿石及岩石加工业，接触工种有轧石、磨粉、筛粉、包装、运输、雕岩等。
 - (2) 玻璃业，接触工种有轧石、磨粉、司炉、加料等。
 - (3) 耐火材料及建筑材料加工业，接触工种有轧石、磨粉、拌料、运料、窑工等。
 - (4) 铸造业，接触工种有配砂、混砂、造型、开箱、清砂、铸件砂轮清理、清砂气割、喷砂清理、砂箱清理等。
 - (5) 陶瓷业、搪瓷业，接触工种有配料、拌料、窑工、喷花等。
 - (6) 其他有砌炉、泡化碱制造、失蜡浇铸制模、乒乓球石英砂抛球、专业石英砂炒货、橡胶大车等工种也接触矽尘。
3. 开掘隧道、筑路、地质勘探等也都接触矽尘。

以上工种在开放性干式作业条件下，均可产生大量矽尘，危害工人健康。

二、含矽原料中游离二氧化矽的含量：

矿石和岩石是工业上很重要的原料，其中都含有一定量的二氧化矽。由于产品的要求不同，所用原料的含矽量也不同，同时由于原料的产地不同，同样原料其含矽量也有很大差别。工业上常用的几种原料的含矽量如表一。

表一 工业常用原料含矽量

原料名称	游离二氧化矽含量(%)	原料名称	游离二氧化矽含量(%)
1. 矿石性粉尘：		滑石粉	4.0
砂石英块	95.10	大理石粉	1.5
白石英块	96.90~98.60	玉石粉	10.1
雨花石块	85.70	石棉	5.5
石英斑石	69.0	煤矿石	47.0~78.3
海砂	93.0	白土	60.89
花岗岩	68.9	水晶石英	99.96
白云石	4.4	石英	99.26
黄泥	20.65	方解石	0.03
长石粉	62.50~66.0	萤石	17.16
黄石灰石粉	1.58	辉石	28.7
陶土	18.0~44.75	闪长石	53.7
石灰石	1.8~2.0	片麻岩	64.4
粘土	42.6~50	红土	44.04
白泥	9.0~23.0	黑石	0.78~1.3
矾土	16.1	水泥熟料	1~2.04
2. 人工无机性粉尘：		水泥混合原料	18.95
小高炉灰	3.0	砖瓦尘	17.9~26.8
炼钢矿	30.64	3. 其他：	
水泥生料	7.22	贝壳粉	3.2

三、粉尘的分类：

1. 按粉尘粒子的大小分类：

(1) 尘埃：粒子直径大于10微米，在静止的空气中停留的时间很短，依加速度沉降。

(2) 尘雾：粒子直径在0.1~10微米之间，因其大小接近于空气分子，受气体分子碰撞而呈布朗氏运动存在于空气中，有相当强的扩散能力，在静止的空气中几完全不沉降，或非常缓慢地曲折地降落。

2. 按粉尘粒子的光学特性分类：

(1) 可见粉尘：粒子直径大于10微米，肉眼可以看见。

(2) 显微粉尘：粒子直径在0.25~10微米之间，在普通显微镜下才能看见。

(3) 超显微粉尘：粒子直径小于0.25微米，只有在超显微镜下才能看见。

3. 意义：

曾通过各种方法进行试验和测量，认为10微米以上的粉尘颗粒完全可以被阻留在鼻腔、鼻咽及大气管内。5~10微米的粒子虽可以达到肺泡，但是数量非常少，绝大部分都被阻留在上呼吸道。小于5微米的尘粒，因为在空气中悬浮的时间较长，所以进入呼吸道深部的机会就越大，因此对人体的危害性也越大。从测定结果来看，生产环境空气中80~90%是小于5微米的尘粒，在人体肺中发现的尘粒95%以上也是小于5微米的。因此，我们就必须抓住对人体危害性最大的5微米以下的粉尘这个突出的矛盾，采取切实有效的预防措施，以保护工人健康。

四、粉尘的理化性质及其卫生学意义：

了解粉尘的理化性质和它对人体危害特点，针对这些特性采取有效的防尘措施，对预防矽肺的发生有重要意义。

1. 分散度：

是表示物质被粉碎的程度和大小颗粒在空气中分布的情况。空气中粉尘越微小则其分散度越高，反之则越低。分散度的高低可以影响其他的理化性质。如：

(1) 沉降速度：粉尘的沉降速度主要取决于尘粒的分散度和比重，部分也取决于粒子的形态。据有关部门的研究，比重为2.62的石英尘，由于颗粒直径大小不同其沉降速度差异很大，如表二。

表二 不同直径的石英尘粒的沉降速度

尘粒直径(微米)	沉降速度(米/时)	倍 数
100	2829.6	10 ⁶
10	28.296	10 ⁴
1	0.28296	10 ²
0.1	0.0028296	1

从表可以看出，比重和形状相同的尘粒，其沉降速度决定于分散度的高低，分散度越高的尘粒沉降速度就越慢，在空气中浮游的时间就越长，因而被吸入肺部的机会也就越多，对人体的危害性就越大。

在实际生产条件下，粉尘的形态是多种多样的。在沉降过程中，空气对它的阻力不同，并且经常由于热源，机器的转动和工人在操作时经常走动等因素的影响，加以气流的影响，使尘粒的沉降速度变慢。

(2) 比表面积：分散度越高，尘粒在单位质量的总表面积，即比表面积就越大。

比表面积愈大则物质表面层对空气气体分子的吸附能力就增大。由于吸附使尘粒上形成了特有的薄膜，阻碍了粉尘的凝聚，因此，就大大提高了粉尘的稳定程度。

尘粒的比表面积愈大，被吸入人体的机会就越多，并且进入人体后的化学活性也愈大。但是，应指出，比表面积的大小与人体的危害性不是绝对成正比的。通过试验证明：能形成矽肺病的外界因素，除了要有足够数量的微小颗粒的矽尘进入人体外，还必须要使吸入矽尘达到一定的重量才能致病。所以，我们在矽肺防治工作中应注意吸入矽尘重量这个因素。

2. 荷电性：

高分散度的粉尘粒子通常都带有电荷。电荷的来源是由于粉碎加工时摩擦而带电，或者

是因吸附空气离子而获得电荷，浮游离子的荷电性对尘粒在空气中的稳定程度有一定的影响。例如：浮游的粉尘带相同电荷时，由于相互排斥，不易凝集，使尘粒在空气中稳定程度增高，如带异电荷则沉降速度加快。粉尘的荷电量取决于它的大小、重量、温度和湿度，高温使带电增多，高湿使荷电减少。通常认为矽尘带阳电而碱性和金属尘粒带阴电。

经研究证实：荷电粉尘入肺容易为机体所阻留。荷电程度不同能影响机体对粉尘的吞噬速度。

3.吸湿性：

粉尘有一定的吸湿性。它吸湿能力决定于它的成分、大小、荷电状态、温度和气压条件等。粉尘的吸湿能力随着压力增加而增加，随温度升高而下降，随尘粒变小而减小。了解这一特性，增加粉尘的吸湿条件，以防止粉尘对人体的危害。

4.扩散性：

粉尘具有一定的扩散性，所以防尘口罩或除尘器能将其阻留吸收。尘雾能吸附在滤尘物料的表面，而尘烟因与气体分子有相同的扩散性，所以在普通的除尘器中不沉降。要阻留这种粉尘微粒，则需要应用粉尘的亲水特性或带电特性制造特殊的除尘器，如水浴除尘器或静电除尘器等。

5.溶解度：

粉尘的溶解度大小对人体的危害程度，因粉尘的作用性质不同而异。由于粉尘的毒物化学特性不同，其溶解度在病理危害的反应也有显著的差别。例如石英粉尘被吸入机体的组织液和细胞浆中，可以溶解一部分形成二氧化矽的胶体溶液，这种胶体溶液在矽肺的纤维性变过程中起了重要的作用。

6.粉尘的化学成分：

粉尘的化学成分和在空气中的含量直接决定粉尘对人体的有害作用。粉尘的组成成分中游离二氧化矽的含量越多，则对人体的危害性越大。

在实际工作中评价一个生产场所空气中粉尘的危害程度时，除了要知道粉尘的浓度、分散度外，了解粉尘中游离二氧化矽的含量也是很重要的。

第三节 矽肺病概述

矽尘对人体的主要危害是能引起一种职业病——矽肺。

一、病因：

矽肺是由于长期吸入含有大量游离二氧化矽的粉尘所引起的，以肺部纤维化病变为主的一种全身性疾病。凡是能产生大量矽尘的行业、工种，如不加强防护，都有可能发生矽肺病。矽尘进入肺内后，游离二氧化矽慢慢溶解，产生毒性作用，使肺内纤维化组织增生，形成象针尖大小的硬结节，叫做矽结节。随着病情发展，矽结节越多，肺就变得越硬，呼吸功能越差。

矽肺的发病是由于内外综合因素所决定的。

外因：矽尘中游离二氧化矽的含量愈高，危害愈大；粉尘在空气中的浓度越高，被吸入肺部的粉尘越多，越易得矽肺病；粉尘的颗粒越小，危害愈大；接触矽尘的工龄愈长，矽肺发病的可能性越大。

内因：劳动强度愈大，机体换气量增加，随空气吸入的粉尘量就多，发病率就高。同时矽肺的发病与个人健康状况及机体感受性有密切关系。如患有各型活动性结核、心脏病者，容易发生矽肺病。

以上的内外因素受社会制度的制约。在我国，毛主席、党中央对广大工人阶级无微不至的关怀，制定了“预防为主”的方针，颁布了一系列关于消除矽尘危害的具体规定和办法，为消灭矽肺病提供了可靠保证。而资本主义国家，由于资本家追逐利润，根本不顾工人健康，故矽肺等职业病越来越多，无法消灭。

二、症状：

矽肺病是个慢性病，初期多无明显症状，有的人完全没有症状。矽肺最常见的自觉症状首先是呼吸困难。早期有胸闷感，活动后气急，甚至在安静时也发生呼吸困难。其次常见有咳嗽，尤其早晨咳嗽加剧，初期痰量不多。胸疼也是最常见的症状，多在矽肺早期出现。胸疼性质多为钝痛，有时刺痛。全身状态一般较好。晚期由于影响到心脏，右心肥大，发生肺原发性心脏病，全身极度衰弱，丧失劳动力。

矽肺最常见的合并症为肺结核、肺炎。特别是矽肺与肺结核合并时，可互相影响使病情恶化。因此，必须严禁有活动性肺结核的人从事矽尘作业。在防尘的同时应大力开展防痨工作。

矽肺患者死亡原因多为合并肺结核、肺炎和右心衰竭。

三、诊断：

矽肺的诊断绝不是一项单纯技术性工作，而是带有强烈的政治内容。所以，对矽肺的诊断如同其它职业病一样，必须慎重，采取领导、工人代表和医务人员三结合形式，进行集体诊断。

诊断的主要依据是：职业史、症状、化验、呼吸功能测定及X线胸片检查。其中以职业史和X线胸片检查为重点。

一九六三年中央颁布了矽肺诊断标准。主要根据矽结节的多少分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期。在X线胸片上发现一定数量肯定的矽结节阴影即可诊断Ⅰ期矽肺。矽结节布满两侧肺野为Ⅱ期矽肺。矽结节逐渐变大融合或直径大于2厘米的团块状阴影即列入Ⅲ期矽肺。对怀疑有矽肺者列为观察对象，定期复查。

四、治疗：

在矽肺治疗工作中，存在着两种宇宙观的斗争。唯心论和形而上学的观点认为矽肺是“不治之症”；辩证唯物论的观点认为人们是能够认识矽肺的发展规律，从而找出制服矽肺的办法。

1964年我国研制成功治疗矽肺新药——克矽平。经过近三年来试验证明，克矽平对矽肺有预防和治疗作用，对早期矽肺疗效更好，现已开始在全国各地推广应用。各地遵照毛主席关于“中国医药学是一个伟大的宝库，应当努力发掘，加以提高”的指示，广泛开展中草药及新医疗法治疗矽肺的群众运动，收到了良好的效果，积累了不少经验。中草药姜半夏、木贼草经动物实验证明其对矽肺有抑制作用，目前正在应用于临床。矽肺治疗中每一个成就都是对“不治之症”谬论的有力批判。只要我们以毛主席哲学思想为武器，发动群众，反复实践，走中西

医结合的道路，打一场人民战争，一定能够攻克矽肺难关。

第四节 坚持无产阶级政治挂帅，努力贯彻“八字”防尘综合措施

我国广大工人群众努力学习马列主义、毛泽东思想，总结了一整套立足于为工农兵服务的、适合我国工业生产特点的防尘综合措施，概括起来就是：“宣”、“革”、“水”、“密”、“风”、“护”、“管”、“查”八个字。

“宣”：即宣传教育。首先必须高举毛泽东思想伟大红旗，坚持无产阶级政治挂帅，以两条路线斗争为纲，加强阶级教育，运用各种形式做好防尘、防毒的宣传教育工作。其中包括搞好工业战线生产斗争中劳动保护工作方面的革命大批判，正确对待毒尘的危害，介绍一般防尘、防毒常识、职业病知识及掌握有效的防护方法。还要加强各单位的防尘、防毒经验交流，及时推广先进经验。

“革”：即革新工艺流程及设备，采用新技术新措施，改有毒材料为无毒材料，这是防尘、防毒的发展方面。平板浇铸原用石英砂含矽量很高，现改为白云石，就彻底地解决了矽尘危害。又如目前采用的风动送砂设备就是一项工艺改革，一方面它可以把烘砂、运砂、制砂过程连成一整体，减低了劳动强度，提高了生产效率；另一方面也解决了运砂过程中粉尘的危害。再如水爆清砂新工艺的采用一并解决了粉尘问题。所以，除尘、防毒工作人员必须和生产技术工人紧密结合，大搞技术革命，大搞综合利用，从改进工艺中解决尘毒问题。

“水”：即将物料加湿和洒水清扫。于堆放粉料的场地或破碎物料的进出口，在物料可以加湿的条件下应尽量利用加湿措施，同时在场经常洒水打扫，以免粉尘到处飞扬。这是一项简便行之有效的方法，只要我们切实使用，生产工艺部门密切配合（如恰如其分地提出物料干湿度要求等），是能够收到很好的效果的。

“密”：即密闭尘源。在物料破碎及运送过程中，由于风吹或机械振动等影响，粉尘容易散发出来，如果把粉源封闭起来，那么生产工人就可和粉尘完全隔绝，收到良好的效果。此项措施往往由于设备的密闭造成生产操作中的不便而不能顺利地坚持使用。这就一方面要求密闭措施的设计要从生产实际出发，使密闭装置尽量不影响操作并使用方便；另一方面生产工人也要协作落实防尘措施，坚持使用，确保工人身体健康。

“风”：即通风和除尘。自然通风的有利条件应该充分加以利用，如保证尘毒车间空气流通。也可采用升高屋面气楼，改变建筑物的布置等措施。当自然通风不能满足要求时，就要采用机械除尘，如用通风机把粉尘由管道吸走，再用除尘器把粉尘排除或回收。

“护”：即个人防护。口罩及其他防护用品也是必要的个人防护用具（如特制泡沫塑料防尘口罩），它往往和防护设备配合使用，弥补设备除尘的不足，也是一种方便的临时防护措施。但必须经常注意检查使用效果，并加以不断改进。

“管”：即维护管理。通风装置在施工、调整后，必须将调节装置固定好。作出指示后，不轻易变动。使用除尘器时，需经常注意防止漏风，影响除尘效率。风管、弯头及集尘箱的灰尘要定期清理，不使堵塞，等等。总之，必须有一套严格的全面的管理制度，并在日常工作中加强督促，坚决执行。

“查”：即粉尘测定与身体检查。定期测定生产现场及周围环境的粉尘浓度，从中看出粉尘危害的严重程度，为改善劳动环境使之达到国家卫生标准，确保工人健康提供依据，这也是工

厂卫生保健部门加强职业病防治工作中不可缺少的一项内容。定期对接触尘毒的工人进行身体检查，可以诊断受害者的病情轻重程度，从而有针对性地有效地采取防护与治疗措施。工业企业设计卫生国家标准《国家建（GBJ）1—62》中对车间空气中有害气体、蒸气及粉尘的最高容许浓度作了规定，现将有关部分摘录于表三。

表三 车间空气中有害气体、蒸气及粉尘的最高容许浓度

编 号	物 质 名 称	最高容许浓度 (毫克/立方米)
一、气体与蒸气		
1	一氧化碳	30
2	二氧化碳	20
3	二硫化碳	10
4	溶剂汽油（换算成C）	300
5	苯	50
6	苯及其同系物的一硝基化合物（硝基苯及硝基甲苯等）	5
7	金属汞	0.01
8	氟化氢	1
9	氨	30
10	氧化氮（换算成 N_2O_5 ）	5
11	氢氟酸的盐类（换算成HF）	1
12	酚	5
13	氰化氢及氢氰酸盐（换算成HCN）	0.3
14	硫化氢	10
15	四氯化碳	50
二、粉尘		
16	含有10%以上游离二氧化硅的粉尘（石英，石英岩）	2
17	石棉粉尘及含有10%以上石棉的粉尘	2
18	含有10%以下游离二氧化硅的滑石粉尘	4
19	含有10%以下游离二氧化硅的水泥粉尘	6
20	含有10%以下游离二氧化硅的煤尘	10
21	其他各种粉尘	10
三、金属、非金属及其化合物的气溶胶		
22	氧化锌	7
23	钍	0.05
24	五氧化二钒烟	0.1
25	钒铁合金	1
26	铅及其无机化合物	0.01
27	铍及其化合物	0.001
28	锰及其化合物（换算成 MnO_2 ）	0.3

为了更好地贯彻“八字”防尘综合措施，必须注意下列几点：

（1）坚持群众路线，大搞群众运动。毛主席教导我们：“什么工作都要搞群众运动，没有群众运动是不行的。”所以防尘工作同其他工作一样必须大搞群众运动，调动一切积极因素，打一场人民战争。要成立干部、工人、技术人员三结合的防尘、防毒小组，特别要注意发挥生产

工人的积极性，这是做好防尘工作的关键。如有些厂的防尘、防毒设备，过去由于设计人员关在房间里脱离实际设计了一大批所谓正规的吸风罩，结果不能使用，造成了很大的浪费。而有些单位生产工人结合生产实际，自己动手，利用废料，很快地解决了粉尘危害。

(2)土法上马，土洋结合，贯彻两条腿走路的方针，是一个多快好省地搞好防尘防毒的方针。要反对“贪大求洋”、“重洋轻土”的错误思想。有的工厂对土的看不惯、洋的上不去，结果使防尘工作一直停滞不前。有的工厂土法上马，从土到洋，防尘工作不断巩固和完善。两个方针两种结果。因此，防尘、防毒工作必须贯彻以土为主、土洋结合的正确方针，才能使防尘防毒工作，蓬勃发展，遍地开花。

(3)加强调查研究。防尘设施既要结合本单位的具体情况有重点地选用，又要注意它们各个方面的联系，并全面贯彻执行。技术人员要深入现场调查研究，摸清工艺过程，生产操作设备布置等方面情况与特点，以便采用最有效的防护措施。

以上几点意见，提供讨论参考。在贯彻“八字”防尘综合措施的具体实践中，一定会碰到许多新的问题，这就要依靠广大工人群众以毛泽东思想为武器，结合具体情况，大搞群众运动，群策群力把防尘防毒工作搞好，并不断总结和丰富防尘工作的经验，为开创一条我国自己的先进的防尘防毒工作的道路而奋斗！

第一章 有关空气及其性质的基本知识

第一节 空气的组成及大气压力

空气是气体以及其它杂物的混合物，它是由数量几乎无变化的几种主要气体（氮、氧、氢、二氧化碳），数量经常变化的水蒸汽，为数极少的稀有气体（氦、氖、氩、氪、氙等），尘粒，工业烟雾和细菌等各种杂物所组成。

混有水蒸汽在内的空气叫做湿空气，不混有水蒸汽在内的空气叫做干空气。实际上，完全不含水蒸汽的干空气，在大气中是没有的。空气中的水蒸汽含量随空气的温度和大气压力在较大的范围内变化。如果在一定的温度和压力下，空气中所含的水蒸汽到达了最大可能的含量时，这种空气就称做饱和空气。

因此，我们所观测到的大气压力是干空气和空气中所含水蒸汽的总压力，即大气压力是由干空气与水蒸汽的分压力所合成。则

$$P_a = h_1 + h_w \text{ (毫米水柱)}$$

式中： P_a ——大气压力（毫米水柱）；

h_1 ——干空气的分压力（毫米水柱）；

h_w ——水蒸汽的分压力（毫米水柱）。

大气的压力可以通过实验来显示出来。用一根较长的玻璃管，例如一米长，里面装有水银见图 1—1a。用手指将开口端堵住，倒放在水银槽里。按照主观想象管内水银将流入水银槽，且管内水银面与槽内水银面相同。但事实并不如此，水银不完全流入槽内而是形成水银柱，如图 1—1b，管内水银面离槽内水银面的高度为 76 厘米，水银上端没有空气是为真空。其次将水银管倾斜，只要管子足够长的话，不管倾斜的角度如何，管中水银面与水银槽中水银面的垂直高度总是保持在 76 厘米。这现象说明了大气压力的存在，大气压向槽内水银迫使管内水银保持 76 厘米的高度。据此就可以定出大气压力的大小。

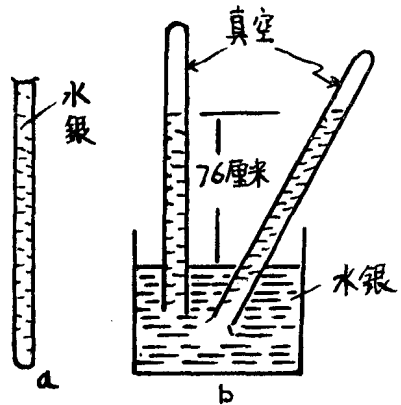


图1—1

管内水银本身有重量，它的趋向要流入槽内。在此同时大气压力迫使管内水银上升，现水银柱不动说明这二个力是相等的。因此就可以将 76 厘米水银（汞）柱高度定为一个大气压力，即：

$$1 \text{ 大气压力} = 76 \text{ 厘米汞高} = 760 \text{ 毫米汞高}$$

用符号可以写成 $1 \text{ 大气压力} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg}$

式中 cm 是厘米的符号， mm 是毫米的符号， Hg 是水银（汞）的符号， $1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$ 。

76 厘米水银高度的压力究竟有多少大呢？可按下式计算：

$$P_a = rh$$

式中： P_a ——大气压力， r ——水银的容重， h ——水银柱高度。水银的容重 $r = 13.6 \times 10^3$ 公斤/米³， $h = 76$ 厘米 = 0.76米，所以：

$$\begin{aligned} 1 \text{ 大气压力 } P_a &= rh = 13.6 \times 10^3 \text{ 公斤/米}^3 \times 0.76 \text{ 米} \\ &= 1.0336 \times 10^4 \text{ 公斤/米}^2 \\ &= 1.0336 \text{ 公斤/厘米}^2 \end{aligned}$$

如果玻璃管内不是装的水银而是装的是水，也可看到这一现象。但因为水的容重（1000公斤/米³）比水银轻，因此水柱的高度就很高，由实验或经计算1大气压力的水柱高度应为1033.6厘米或10336毫米。在通风工程中常用水柱高度来表示大气压力：

$$1 \text{ 大气压力} = 1033.6 \text{ 厘米水柱} = 10336 \text{ 毫米水柱}$$

在工程中，往往用工程大气压力来表示：

$$1 \text{ 工程大气压力定义为 } 1 \text{ 公斤/厘米}^2 = 10000 \text{ 公斤/米}^2 = 10000 \text{ 毫米水柱} = 10 \text{ 米水柱。}$$

大气压力的单位换算见表1—1

表 1—1 大气压力的单位换算表

公斤/米 ²	公斤/厘米 ²	大气压	汞柱(厘米)	水柱(毫米)
1.0336×10^4	1.0336	1	760.00	1.0336×10^4
1×10^4	1	0.9678	753.56	1.0×10^4

大气压力还有一个单位就是巴，在气象报告中气压就是用巴或毫巴作单位。

$$1 \text{ 大气压力} = 1013 \text{ 毫巴} = 1.013 \text{ 巴}$$

第二节 气体状态的变化

在通风除尘过程中，我们是利用空气的流动（自然的或机械的）带走灰尘和排除有害气体。因此，有关空气（气体）的状态变化是通风工程的基本知识，必须予以了解。

描述气体状态的三个量：

一、体积（V）：

由于气体的分子可以在空间自由运动，因此它不象固体或液体有明显的体积。通常我们把气体分子能到达的空间称为它的体积。例如管道内气体的体积就是管道的体积。

体积的单位用立方米（米³）或立方厘米（厘米³）来表示，两者的关系为：

$$1 \text{ 米}^3 = 1000000 \text{ 厘米}^3 = 10^6 \text{ 厘米}^3, \text{ 因为 } 1 \text{ 米} = 100 \text{ 厘米。}$$

相同的体积，但里面的气体不同，状态也就不同。如气球里是空气，则气球不会上升。如果气球里装的是氢气，那末气球就要上升了。这是因为氢气分子的重量比空气分子的重量轻。不同气体的分子它们的重量不一样。这种情况可以用容量这一量反映出来。所谓容量就是单位体积的气体重量。可用 $r = G/V$ 来表示。其中 r 代表容重， G 代表气体的重量， V 代表气体的体积。容重的单位用千克/米³或公斤/米³表示。例如在1个大气压力下，零温时：

$$\text{空气的容重 } r_{\text{空}} = 1.293 \text{ 公斤/米}^3$$

$$\text{氢气的容重 } r_{\text{氢}} = 0.0896 \text{ 公斤/米}^3$$

我们知道热空气可以在空间上升。这是因为热空气的容重要比冷空气的容重小。例如 60°C 时空气的容重 $r = 1.060$ 公斤/米³， 0°C 空气的容重 $r = 1.293$ 公斤/米³。热空气的容重比冷空气小的原因，是因为热空气温度高，温度越高，气体分子的运动速度越大。热空气的分子速度要比冷空气的分子速度大，因此热空气的分子所能达到的空间（即体积）要比冷空气的大，因而容重小。

不同温度下的空气容重见第三章表3—1。

二、温度 (t) :

温度是表示物体的冷热程度。气体的温度高，就是说气体分子的热运动剧烈，也就是分子运动的速度大，或者说分子的动能大。

温度的单位一般用 $^{\circ}\text{C}$ （摄氏）表示，以冰水的温度作为 0°C ，沸水的温度作为 100°C 。在有些情况下，温度用绝对温度 $^{\circ}\text{K}$ 来表示。两者关系为：

$$T^{\circ} = 273^{\circ} + t^{\circ}\text{C}$$

例如 $t = 10^{\circ}\text{C}$ ，如用绝对温度表示，则

$$T^{\circ} = 273^{\circ} + 10^{\circ} = 283^{\circ}\text{K}$$

三、压力 (P) :

我们生活在大气中，每时每刻都受到大气压力的作用，只是不感觉到而已。通风管道中气体对管道壁的压力，它的产生是由于气体分子在作不停地自由运动，每一个分子在运动时都有一定的速度。当分子飞向器壁时就与器壁碰撞，因此器壁受到分子给它的压力。大量气体分子同时对器壁碰撞的结果就形成气体对器壁的压力。当气体分子的速度越大（也即气体温度越高），器壁受到气体的压力越大，例如把已经有些瘪的乒乓球，放入热水中，乒乓球可以恢复原状。其次气体的密度（即单位体积中气体分子的数目）越大，器壁所受的压力也越大，例如自行车轮胎的打气。

气体压力的测量主要是利用液柱的高度差。如图1—2，现测量容器V内气体压力。将一盛有液体的U形管与容器相连。当阀门未打开时U形管两边液柱高度相同。开动阀门后，容器V与A端连通，管内液体来回摆动，最后稳定。此时液柱高度可能有下述三种情况：

(1) 两边液柱高度不等，B端比A端高如图1—2a。这是因为容器V内的气体压力要比大气压力 P_a 大，液体压向B端，大出的部分就是高度为 h 的液柱重量所引起的压力，其数值为 rh 。故V内气体压力为：

$$P = P_a + rh$$

容器内气体的压力与大气压力的差，即 $P - P_a$ 称为压力差，压力差是相对的。

$$P - P_a = rh$$

当 $P > P_a$ 时， $P - P_a$ 是正值，此时容器内的气压比大气压 P_a 大，因此我们称容器内的气压为正压。有时又把压力差称为压头。当气体是静止时又称为静压头。

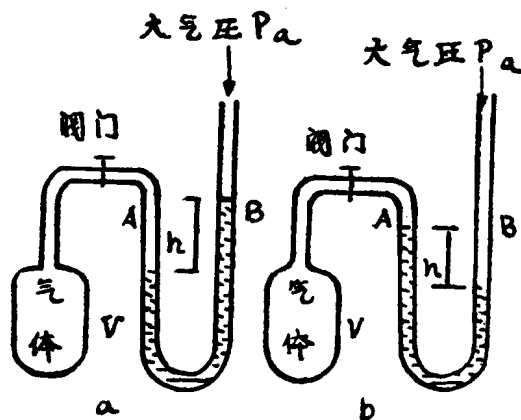


图1—2

(2) 若A端比B端高如图1—2b, 这说明容器V内的气体压力比大气压力 P_a 小, 用式表示:

$$P = P_a - rh$$

$$P - P_a = -rh$$

此处 $P - P_a < 0$ 是负值, 容器内的气压为负压或负压头。

在通风工程中常说某处气体压力为90毫米水柱, 这是指该处气体压力比大气压力大90毫米水柱, 因此该处的实际气压是 $10336 + 90 = 10426$ 毫米水柱。如果该处气体为-90毫米水柱气压, 那末实际气压应为 $10336 - 90 = 10246$ 毫米水柱。

(3) 若A、B两端液柱一样高, 则说明容器内的气体压力就是大气压力, $P = P_a$, 压力差 $P - P_a = 0$ 。

我们描述气体的任一状态就是由上述的压力 P 、体积 V 及温度 T 确定的。当气体受外界影响时, 如将热量加入(加热)、自气体内取出热量(冷却)以及由外部对气体做功(压缩)等等, 均可改变气体之状态(P 、 V 、 T 中之任一值或三值同时变更)。它们变化规律, 也即它们变化前后状态之间的关系, 一般可表现为三个过程。设变化前状态用 P_1 、 V_1 、 T_1 来表示, 变化后状态用 P_2 、 V_2 、 T_2 来表示。分述如下:

(1) 保持温度不变的等温过程:

用实验来讨论。实验装置如图1—3, A、B是两根开口的玻璃管, 中间用橡皮管连接, 里面装有水银, 玻璃管上有刻度, 水银的位置从刻度上读出。现将活塞关闭。在A端, 活塞到水银面的空间就是管内气体的体积 V_1 (V_1 可由管上读数算出)。管中的气体是一定量的, 此时气体压力 P_1 就是大气压力。然后将B管慢慢升高, A、B管内水银也随之慢慢升高如图1—3b。在此过程中, A端气体受压缩, 体积逐渐减小为 V_2 。因压缩缓慢进行, 故在压缩过程中温度不变。此时B端水银面比A端要高, 气体的压力 P_2 比 P_1 大, $P_2 = P_1 + rh_1$ 。 h_1 是A、B两端水银柱的高度差, h_1 可以从刻度上读出, 因此 P_2 就可算出。经过实验得到

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

如果将B管向下移动, 则两管的水银也都下降如图1—3c, 此时气体体积增大为 V_3 , 压力 P_3 减小, 等于 $P_1 - rh_2$ 。我们发现 P_3 与 V_3 的乘积也与 $P_1 V_1$ 、 $P_2 V_2$ 相等, 可写成

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = \dots = \text{常数}$$

上式的意义就是对一定量的气体来说, 气体状态在变化过程中, 如果温度保持不变, 那末在任一状态下 P 与 V 的乘积是一常数, 故可简写为 $PV = \text{常数}$ 。气体压力增大, 体积减小。压力减小, 体积增大。意即在温度不变时气体(空气)的体积与作用于气体(空气)上的压力成反比。

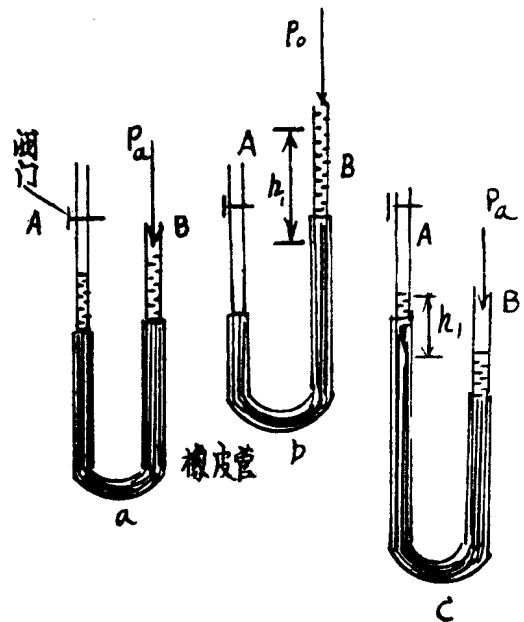


图1—3

例 图1—4中的管子是埋在地下的煤气管。煤气由A端进入, 从B端出去。已知煤气在进入A处时, 其相对压力为1大气压。由于管道阻力损失, 煤气的压力逐渐减弱, 至

出口处相对压力为0.2大气压。若A处每小时有500米³的煤气进入，现问每小时在出口处流出多少煤气？如果A处煤气的容量为 $r = 1.16$ 公斤/米³，求出口处煤气的容重。

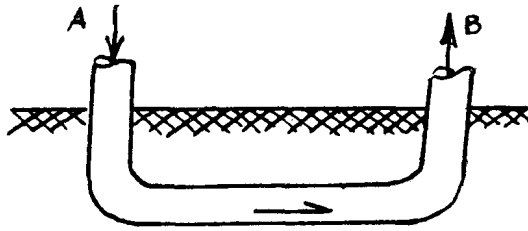


图1—4

解 煤气管埋在地下，地下的温度变化不大，故煤气在管道流动的过程可认为是等温过程。本题要求计算二部分，一是求出口处流出多少煤气，二是求出口处煤气的容重。

第一部分：根据等温过程的方程 $P_1 V_1 = P_2 V_2$ ：

现已知 $V_1 = 500$ 米³/时，A处压力由题中给出相对压力为1大气压，这就是说A处的压力比大气压力大1个大气压，所以A处的实际压力 $P_1 = 1 + 1 = 2$ 大气压。同理，在B处 $P_2 = 1 + 0.2 = 1.2$ 大气压。

由上式

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2}$$

$$V_2 = \frac{2 \times 500}{1.2} = 833 \text{米}^3/\text{时}$$

由计算可知在B处每小时有833米³煤气流出。

第二部分：求B处煤气的容重：

在计算前，先说明一个问题，气体在管道流动时，如果管子不漏气，那末流入的气体重量应等于流出的气体重量。

由前面知道容重的定义是单位体积的重量 $G_1 = r_1 V_1$ ，在B处流出的煤气重量 $G_2 = r_2 V_2$ 。因流入的煤气重量等于流出的煤气重量，

所以

$$G_1 = G_2$$

$$r_1 V_1 = r_2 V_2$$

现 $V_1 = 500$ 米³/时， $r_1 = 1.16$ 公斤/米³， $V_2 = 833$ 米³/时

所以

$$r_2 = \frac{V_1 r_1}{V_2} = \frac{500 \times 1.16}{833} = 0.696 \text{公斤/米}^3$$

故在出口处煤气的容重为0.696公斤/米³。

(2) 保持压力不变的等压过程：

如图1—5 a，容器放在温度为 T_1 的水内，此时容器内气体的体积为 V_1 （由容器的形状可算出），温度为 T_1 。玻璃管水平放置，现水银不动，那末水银两端压力相等，所以容器内气体压力 P_1 就是大气压力。现将水加热，温度升高到 T_2 ，容器内气体受热膨胀其体积为 V_2 。在膨胀过程中管内水银向右移动，最后水银不动，如图1—5 b，此时气体压力仍为大气压力。所以这是一个等压过程。经计算现得到

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} = \dots = \text{常数}, \text{亦可写成 } \frac{V}{T} = \text{常数}$$