

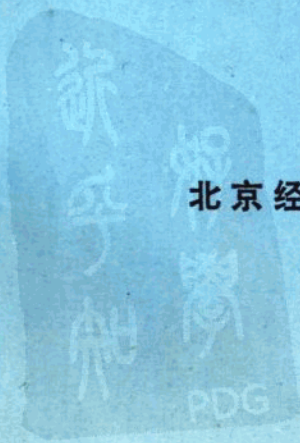
粉尘危害及控制

苏汝维 编



北京经济学院安全工程系

1987.10



目 录

第一章 粉尘危害与防尘综合措施

第一节 粉尘的来源.....	(1)
第二节 粉尘的危害.....	(2)
第三节 粉尘国家标准.....	(5)
第四节 防尘综合措施.....	(8)
第五节 防尘与经济效益.....	(10)

第二章 尘源控制方法

第一节 密闭尘源.....	(12)
第二节 消除正压.....	(13)
第三节 削弱飞溅.....	(13)
第四节 局部抽风, 吹吸结合.....	(14)
第五节 气幕隔离.....	(16)
第六节 静电抑制.....	(17)
第七节 水力消尘.....	(18)
第八节 真空清扫.....	(19)

第三章 我国通风除尘技术的现状及同国外的差距

第一节 通风技术.....	(22)
第二节 除尘技术.....	(25)

专题研究:

I. 袋式除尘器在特殊情况下安全可靠运行的对策.....	(31)
II. 乡镇企业的粉尘危害与治理途径.....	(37)
III. 怎样正确选用防尘口罩.....	(41)

第一章 粉尘危害与防尘综合措施

第一节 粉尘的来源

一、粉尘

能较长时间悬浮在空气中的固体微粒称为粉尘。工业生产中产生的粉尘称为生产性粉尘（以下简称粉尘）。

根据通常的分类法，粉尘可分为下列几种。

（一）按理化性质来分

按理化性质可分为无机性粉尘、有机性粉尘和混合性粉尘。

1. 无机性粉尘

无机性粉尘包括：矿物性粉尘，（如石英、石棉、滑石、煤尘等）；金属性粉尘（如铜、铁、锰、锌、铅尘等）；和人工无机性粉尘（如金刚砂、水泥、石墨、玻璃尘等）。

2. 有机性粉尘

有机性粉尘包括：动物性粉尘（如兽毛、骨质、角质尘等）；植物性粉尘（如棉、麻、甘蔗、谷物、木质、烟草、茶尘等）；和人工有机粉尘（如TNT炸药、有机染料尘等）。

3. 混合性粉尘

混合性粉尘是指上述各类粉尘的两种或几种混合存在的粉尘。在实际生产环境中遇到的粉尘有的就属于混合性粉尘，如金属磨削加工时产生的粉尘，既有金属性粉尘，又有金刚砂粉尘。

（二）从卫生学角度来分

从卫生学角度可分为呼吸性（又称可吸入性）粉尘和非呼吸性（又称不可吸入性）粉尘。呼吸性粉尘是指能进入人的细支气管到达肺泡的粉尘微粒。其粒径在5微米（1微米= 10^{-3} 毫米）以下。由于呼吸性粉尘能到达人的肺泡，并沉积在肺部，故对人体健康危害最大。

此外，还可以分为有毒粉尘（如铅尘），无毒粉尘（如铁矿石尘）以及易燃易爆粉尘（如硫黄尘）、非易燃易爆粉尘（石灰石尘）等。

二、粉尘的产生

许多工业生产部门，例如冶金行业的冶炼厂、烧结厂、耐火材料厂；机械行业的铸造厂；建材行业的水泥厂、石棉制品厂、砖瓦厂；轻工行业的玻璃厂、陶瓷厂；化工行业的橡胶厂、农药厂、化肥厂；纺织行业的棉纺厂、麻纺厂等等在生产中均产生大量粉尘。粉尘产生的原因有以下几个方面：

（一）固体物质的机械破碎过程，如用破碎机将矿石破碎或用球磨机将煤块磨成煤粉；

(二) 固体表面的加工过程, 如用砂轮机磨削刀具和用喷砂清除工件上的铁锈;

(三) 粉粒状物料的贮运、装卸、混合、筛分、输送、包装以及成型过程, 如水泥的运输和包装;

(四) 物质的加热和燃烧以及金属的焊接和冶炼过程, 如煤在锅炉中燃烧后所产生的烟气就夹杂着大量粉尘。锅炉每燃烧 1 吨煤可产生 3~11 公斤的粉尘排放物, 而冲天炉每熔炼 1 吨金属平均要产生约 10 公斤粉尘排放物。又如焊接过程由于金属元素的蒸发和氧化也会产生大量金属粉尘。

三、粉尘的扩散

上面提到的破碎机、球磨机、砂轮机工作时都会产生粉尘。我们把这些产生设备或产生粉尘的地点(如焊接作业点、喷砂作业点)叫做尘源。

如果粉尘从尘源处产生后, 就在尘源附近运动, 危害还不小。粉尘之所以构成危害, 是由于其在尘源处产生后, 在室内气流的带动下会扩散到生产环境空气中, 造成粉尘在车间内到处弥漫, 危害工人的健康。因此减少和防止粉尘的扩散, 就成为防尘工作的重要任务。

第二节 粉尘的危害

粉尘对人体、对生产、对环境、对自然景物的美观、对生态平衡、对经济效益都有影响。危害的程度取决于从尘源散发的粉尘量, 粉尘的物理、化学性质, 以及尘源周围的情况。

一、对人体的危害

空气、水和阳光是生命的三个要素, 空气对人之所以重要, 是因为人每时每刻都不能离开空气。一个成年人每天大约需要 19 米³ 空气以便从中取得所需的氧气。如果工人工作地点(又称作业点或工作区)的空气中含有大量粉尘, 在这种环境下工作的工人吸进肺部的粉尘量就越来越多, 当达到一定数量时, 就能引起肺组织发生纤维化病变, 使肺部组织逐渐硬化, 失去正常的呼吸功能, 发生尘肺病。

(一) 尘肺

尘肺是指工人在生产劳动中吸入粉尘而引起的以肺组织纤维化为主的疾病。它具有发病率高、死亡率高的特点, 是一种严重的职业性疾病。尘肺病人身体衰弱, 呼吸困难, 十分痛苦。尘肺还容易并发其他疾病, 如肺结核、肺原发性心脏病等。并发症使尘肺病人的病情恶化, “升级”, 加速患者死亡。直到目前, 这种病在世界各国还没有很理想的治疗方法。因此尘肺病不仅严重地危害着工人的健康与生命, 给劳动者本人和家庭带来不幸和痛苦, 而且还极大地破坏生产力, 妨碍社会主义建设的顺利进行。

按发病原因, 尘肺可以分为以下五类。

1. 矽肺

由于吸入含有游离二氧化硅的粉尘而引起的尘肺称为矽肺。硅在自然界分布极广, 约占地壳组成的 28%, 大约有 95% 的矿石都含有游离二氧化硅。工业上常用的矿石和原料的游离二氧化硅含量见表 1-1。由此可见, 接触游离二氧化硅粉尘作业的广泛程度。拿工厂来说, 游离二氧化硅粉尘危害最严重的是石英厂、石粉厂、玻璃厂、耐火材料厂、电瓷厂、铸

造厂、陶瓷厂。从行业看，危害最严重的是煤炭、建材、铸造和冶金。因此，如果不注意防尘、矽肺病就可能在一些主要工业部门大量地发生，从而成为危害程度最大的一种职业病。所以，予防尘肺，重点应放在矽肺上。

常用矿石和原料的游离 SiO_2 含量

表 1—1

名 称	游离 SiO_2 含量(%)	名 称	游离 SiO_2 含量(%)
水晶石英	99.96	方解石	0.03
石 英	99.26	海 石	93.0
白石英块	96.9~98.6	长石粉	62.5~66
砂石英块	95.1	玉石粉	10.1
雨化石块	85.7	滑石粉	4.0
石英斑岩	69.0	黄石灰石粉	1.58
花 岗 岩	68.9	大理石粉	1.5
片 麻 岩	64.4	石 棉	5.5
闪 长 石	53.7	白 土	60.89
煤 矿 石	47.0~78.3	红 土	44.4
辉 石	28.7	粘 土	42.6~50
萤 石	17.16	黄 泥	20.65
白 云 石	4.49	陶 土	18.1~44.75
石 岩 石	1.8~2.0	矾 土	16.1
黑 石	0.78~1.30	白 泥	9.1~23

2. 硅酸盐肺

由于吸入含有硅酸盐（结合二氧化硅）粉尘而引起的尘肺称为硅酸盐肺。石棉肺、滑石肺、水泥肺均属于硅酸盐肺。

我国石棉资源丰富，开采和应用日益广泛。由于石棉具有优良的理化性质，故广泛应用于建筑、航空、汽车、拖拉机、机器、造船、铁路运输、机电等工业部门，作为防火、隔热、制动、绝缘、衬垫、填充物的材料。因此除采矿及选矿外，加工工业也极为发达，如制作石棉布、石棉绳、石棉板等。据资料介绍，长期吸入石棉粉尘，可以在石棉肺的基础上并发肺癌。所以，随着石棉工业的发展，接触石棉作业工人的增多，预防石棉肺显得越来越重要。

3. 炭素尘肺

由于吸入炭素粉尘而引起的尘肺称为炭素尘肺。煤肺、炭黑肺、石墨肺均属于炭素尘

肺。

4. 混合性尘肺

由于吸入含有游离二氧化硅和其他粉尘而引起的尘肺称为混合性尘肺。如煤矽肺、铸工尘肺等。

煤矿工人所患的尘肺，多为煤矽肺。这是由于煤矿的岩层游离二氧化硅含量较高，而煤本身就含有游离二氧化硅。在矿工中，不少人既从事过采煤，又从事过岩石掘进。

5. 金属尘肺

由于吸入含有金属粉尘而引起的尘肺称为金属尘肺。如电焊工人所患的焊工尘肺等。

总之，尘肺是一个总名称，习惯上，接触什么粉尘致病，诊断时就叫什么尘肺。

目前我国只把矽肺、石棉肺、滑石肺、煤肺、炭黑肺、煤矽肺、铸工尘肺七种列为法定职业病。

(二) 尘肺的发病因素

尘肺病人从接触粉尘到发病一般要10年左右的时间（时间长的15~20年，短的1~2年，有的甚至不到半年）。尘肺发病时间（发病工龄）长短，主要取决于粉尘中游离二氧化硅的含量、粉尘的粒径大小和吸入量。劳动强度大小，个人身体状况和个人防护好坏对尘肺的发病也有不同程度的影响。

1. 游离二氧化硅含量

大量的实验研究和卫生学调查都表明，粉尘中游离二氧化硅含量越高，发病时间越短，病变发展速度也越快。对含石棉的粉尘，石棉含量越高，就越容易得石棉肺。

2. 粉尘的粒径

人体呼吸器官对粉尘的进入有防御机能，随吸气进入呼吸道的粉尘并不全部进入肺泡，大部分被阻留在鼻腔中或粘附在各级支气管的粘膜上，随着呼吸和痰液排出体外。仅有很少一部分粒径小于10微米的粉尘有可能进入肺泡而沉积在肺部。粒径越小，在空气中停留时间越长，通过上呼吸道而被吸入肺部机会越多。此外，粒径越小，粉尘的比表面积（单位质量粉尘的总表面积）越大，在人体内的化学活性越强，导致肺组织纤维化的作用越明显。所以粒径越小，对人体的危害性越大。从尸解死于矽肺的人肺组织中发现的尘粒，有95~99%的粒径都小于5微米。所以，现在一般认为5微米以下的粉尘对人体的危害性最大。

3. 粉尘的吸入量

粉尘的吸入量与工人工作地点空气中的含尘浓度（含尘浓度是指每立方米空气中所含粉尘的质量，以毫克/米³表示）和接触粉尘的时间成正比。含尘浓度越高，从事粉尘作业的时间越长，则吸入量越多，就越容易得尘肺病。对从事同一作业的生产工人来说，接触时间基本上是个常数。所以，只要控制住作业点的含尘浓度，即可控制住粉尘的吸入量，也就在一定程度上控制住尘肺病的发生。

4. 劳动强度

人的呼吸量是随着劳动强度的增加而增加的。这是因为在劳动过程中人体内新陈代谢所消耗的“能”，需要氧气参加生物化学反应才能“吐故纳新”。劳动强度越大，用的“能”越多，所需的氧气也就越多。据推算，在含尘浓度相同的作业环境中，从事中度和重度劳动强度的工人比从事轻度劳动强度的工人吸入的粉尘量相应增加1.5~3倍。由此可见，劳动强度大小是影响尘肺发病的重要因素之一。

5. 个人身体状况

因为粉尘是通过人体起作用而引起尘肺病的，所以人体本身的一些因素影响着尘肺的发生或发展。一般说来，体质差的、患有各种慢性病（如支气管炎、心脏和肺部疾病）的工人比较容易发病。但是，如果吸入肺内的粉尘量过多，体质差异也就不明显了。

此外，对防尘措施不维护保养，不注意个人防护（如不戴防尘口罩等）的工人也容易发病。

（三）尘肺的诊断

尘肺的诊断应结合职业史，临床症状和劳动卫生条件，但主要还是以X线胸片为依据。尘肺的X线分期规定如下：

1. 正常范围：代号“0”；
2. 可疑（疑似）尘肺：代号“0—1”；
3. 一期尘肺：代号“I”；
4. 二期尘肺：代号“II”
5. 三期尘肺：代号“III”。

尘肺诊断一经确定，不论是I期、II期或III期，都应调离粉尘作业，并给予适当治疗和妥善安排。

二、对生产的影响

空气中的粉尘落到机器的转动部件上，会加速转动部件的磨损，降低机器工作的精度和寿命。有些小型精密仪表，若掉进粉尘会使部件卡住而不能正常工作。粉尘对油漆、胶片生产和某些产品（如电容器、精密仪表、微型电机、微型轴承等）的质量影响很大。这些产品一经玷污，轻者重新返工，重者降级处理，甚至全部报废。尤其是半导体集成电路，元件最细的引线只有头发直径的二十分之一或更细，如果落上粉尘就会使整块电路报废。粉尘弥漫的车间，降低了可见度，影响视野，妨碍操作，降低劳动生产率，甚至造成事故。

三、对大气的污染

我国工业和生活窑炉每年排入大气的烟尘约有1400万吨，此外还有大量通风系统排出的粉尘。据统计，大中型水泥企业排入大气的粉尘量约占水泥产量的10%左右。炼钢电弧炉每冶炼一吨金属可产生6~12公斤的粉尘排放物。一台蒸发量为10吨/时的工业锅炉，每天约有500公斤粉尘排入空中。如果不对工厂排出的含有大量粉尘的空气进行净化处理，就会严重污染大气。散入大气中的粉尘，粒径大于10微米的很快落到地面，称为落尘；粒径小于10微米的叫做飘尘。飘尘中有相当一部分比细菌还小，它可以几小时、几天甚至几年浮游在大气中。这些微细粉尘一般具有很强的吸附能力。很多有害气体、液体或某些金属元素（如镍、铬、锌等）都能吸附在其上，随着人的呼吸而被带入肺部深处或粘附在支气管的管壁上，引起或加重呼吸器官的各种疾病。另外，飘尘还会降低大气的可见度，促使烟雾的形成，使太阳辐射能的传递受到影响。

第三节 粉尘国家标准

防尘工作搞好了还是没有搞好，依据是什么？依据就是国家制定的三个标准——卫生标

准、粉尘危害程度分级标准与排放标准。

一、卫生标准

卫生标准是1979年由国家颁布的《工业企业设计卫生标准》的简称。这个标准对车间空气中粉尘的最高容许浓度作了具体规定，见表1—2。表中最高容许浓度是工人工作地点空气的含尘浓度不应超过的数值。工人工作地点是指工人为观察和管理生产过程而经常或定期停留的地点，如生产操作在车间内许多不同地点进行，则整个车间均算为工作地点。

车间空气中粉尘的最高容许浓度

表 1—2

编 号	物 质 名 称	最高容许浓度(毫克/米 ³)
1	含有10%以上游离二氧化硅的粉尘(石英、石英岩等)①	2
2	石棉粉尘及含有10%以上石棉的粉尘	2
3	含有10%以下游离二氧化硅的滑石粉尘	4
4	含有10%以下游离二氧化硅的水泥粉尘	6
5	含有10%以下游离二氧化硅的煤尘	10
6	铝、氧化铝、铝合金粉尘	4
7	玻璃棉和矿渣棉粉尘	5
8	烟草及茶叶粉尘	3
9	其他粉尘②	10

①含有80%以上游离二氧化硅的粉尘，宜不超过1毫克/米³；

②其他粉尘系指游离二氧化硅含量在10%以下，不含有毒物质的矿物性或动植物性粉尘。

车间空气中最高容许浓度是衡量生产环境污染程度和评价防尘措施效果的依据。它是到现场卫生学调查和对工人健康状况的观察，以及动物实验研究资料为主要依据制定的。一般认为，只要使工人工作地点含尘浓度达到卫生标准，工人在此环境下即使工作几十年也不致得尘肺病。国内一大批防尘工作先进单位的事实表明，二十多年不发生新的尘肺患者是完全可能的。

现行的卫生标准尚未制定出呼吸性粉尘的最高容许浓度，而呼吸性粉尘是导致尘肺发病和发展的重要因素。当然，卫生标准不是一成不变的，随着国家经济的发展，科学技术的提高，卫生标准的规定将会越来越严格，工人的劳动环境将会越来越好。

二、粉尘危害程度分级标准

粉尘危害程度分级标准是1986年由国家颁布的《生产性粉尘作业危害程度分级标准》的简称。这个标准根据生产性粉尘中游离SiO₂含量、工人接尘时间肺总通气量(指工人在一个工作日的接尘时间内吸入含尘气体的总体积，以升/日·人表示)以及生产性粉尘浓度超标倍数三项指标，将接触生产性粉尘作业危害程度分为五级：0级；I级危害；II级危害；III级

危害；Ⅳ级危害。分级表见表1—3。表中生产性粉尘浓度超标倍数系指在工作地点测定空气中粉尘浓度超过该种生产性粉尘的最高容许浓度的倍数。

粉尘危害程度分级标准，是劳动保护科学管理的一项基础标准，是确定生产作业场所内工人接触粉尘危害程度大小的依据。制定分级标准的目的是，为了加强劳动保护科学管理，以便将不同危害程度的粉尘作业，分出轻重缓急，区别对待，采取相应的防尘措施和其他政策性措施，使其逐步减轻职业危害，最终达到卫生标准规定的最高容许浓度。该标准不适用于放射性粉尘和引起化学中毒的粉尘，也不适用于矿山井下作业。

生产性粉尘作业危害程度分级表

表 1—3

生产性粉尘中游离 二氧化硅含量	工人接尘时间 肺总通气量 (升/日·人)	生产性粉尘浓度超标倍数							
		0	~1	~2	~4	~8	~16	~32	~64
≤10%	~4000								
	~6000								
	>6000	0	I		I		II		IV
>10%~40%	~4000								
	~6000								
	>6000								
>40%~70%	~4000								
	~6000								
	>6000								
>70%	~4000								
	~6000								
	>6000								

三、排放标准

排放标准是1973年由国家颁布的《工业“三废”排放试行标准》的简称。这个标准对十三类有害物质的排放量或排放浓度作了具体规定。现将有关粉尘的排放标准列于表1—4中。

排放浓度的规定是以居住区大气中粉尘最高容许浓度作为依据的。即从烟囱排出的粉尘，经过大气的混合、扩散和稀释作用后，落到地面的粉尘浓度不致对居民的健康和环境造成危害。制定排放标准的目的在于加强对污染源的控制，使环境和居民的健康得到更好的保护。同时也为环境管理部门提供了监督依据。

目前，各省、市、自治区结合本地的实际情况，并综合考虑控制技术的可能性和经济合理性，以及地区的差异性等因素，先后制定了地区性的排放标准。

排 放 有 害 物 企 业 或 有 害 物 名 称	排放浓度(毫克/米 ³)
工业及采暖锅炉、炼钢电炉	200
水泥	150
含10%以上的游离二氧化硅或石棉的粉尘、玻璃棉和矿渣棉粉尘、铝化物粉尘等	100
含10%以下游离二氧化硅的煤尘及其他粉尘	150

第四节 防尘综合措施

我国多年来防尘工作的实践证明,在多数情况下,单靠某一种方法是难以解决粉尘危害问题的。要切实搞好防尘工作,使工人工作地点的含尘浓度达到卫生标准,就必须采取综合措施。概括起来,就是教、革、水、密、风、护、管、查八个字。现将这八个方面分述于下。

教——即宣传教育。防尘工作是一件关系到广大职工的生命和健康的重要事情,防尘工作能否搞好,与企业及其主管部门的各级领导干部和群众的思想认识有着非常密切的关系。通过宣传教育,提高他们对防尘工作重要性、必要性和迫切性的认识,是搞好防尘工作的思想基础。宣传教育还应包括对企业领导干部、劳动保护干部和从事粉尘作业的工人进行防尘技术知识的普及教育。只有在他们既认识到防尘工作的重要性,又掌握向粉尘危害作斗争所需要的本领时,才能结合企业的实际情况,采取切实可行而又有效的防尘措施,把防尘工作搞好。

革——即改革工艺,采用新技术。改革工艺设备和工艺操作方法,采用新技术,以及向机械化、自动化、密闭化方向发展,是消除和减少粉尘危害的根本途径。例如,采用气力输送各种粉粒状物料,用风选代替筛选,能避免运输和分级过程中粉尘的飞扬。用游离二氧化硅含量低的石灰石砂代替游离二氧化硅含量很高的石英砂制作型砂,用低尘低毒焊条代替高尘高毒焊条,可以大大减轻粉尘对人体的危害。使生产过程机械化、自动化、密闭化、在粉尘浓度很高的场合,采用机械手隔离操作,可避免粉尘与人体直接接触。用磨液(磨料与水的混合物)喷射加工新工艺取代沿用近一个世纪的磨料喷射加工方法,可以从根本上消除粉尘的污染和对人体的危害。采用高压静电技术对开放性尘源实行就地抑制,可以有效地防止粉尘扩散,大大降低作业点的含尘浓度。

水——即湿法防尘。这是一种简便、经济、有效的防尘措施,在工艺条件许可的条件下,应尽可能采用此法。水对绝大多数粉尘有良好的“亲和力”,如将干法粉碎、研磨、筛分、混合过程改为湿法(使物料含水量保持在3~10%)操作,可以减少粉尘的产生和飞扬。在车间内进行洒水清扫,用水冲洗地面,能有效防止二次扬尘。国内广泛采用水爆清砂和水力清砂清理铸件,使作业点含尘浓度大幅度下降。如某重型机器厂用干法落砂时(落砂的铸件是用水玻璃干法造型的大型铸钢件),作业点的含尘浓度为1585毫克/米³,而用湿法时仅为1.69毫克/米³。近年来,上海、青岛、沈阳等石棉制品厂建立了湿纺车间,用湿法纺线代替传统的干法纺线,从根本上解决了石棉粉尘的危害。但湿纺产品用途有限,全面推广还

有一定困难。

密——即密闭尘源。它常与通风措施配合使用。某耐火材料厂的硅砖车间，原设有整套通风除尘装置，由于密闭不好，车间内粉尘浓度仍高达400毫克/米³。设备进行严格密闭后，粉尘浓度降到2~3毫克/米³。这个例子说明密闭尘源的重要。

风——即通风除尘。就是用通风的方法来控制尘源，使作业点的含尘浓度不超过卫生标准的规定，抽出的含尘气体需经除尘器净化，使之符合排放标准后再排至室外大气中。

护——即个人防护。个人防护是防尘技术措施中重要的辅助措施。从事粉尘作业工人佩戴的防尘口罩、防尘面具、防尘头盔是保护呼吸器官不受粉尘侵害的个人防尘用具，也是防止粉尘侵入人体的最后一道防线。防尘工作的实践表明，即使粉尘作业场所已采用湿法防尘、通风除尘等防尘措施，使作业点的含尘浓度接近或达到国家卫生标准，但总还有一些未被捕集，而危害性又最大的微细粉尘飘浮在车间空气中。因此，使用防尘用具阻挡这部分粉尘侵入人体的呼吸器官，对保障工人的身体健康，防止矽（尘）肺病的发生仍具有重要意义。

管——即维护管理。对待防尘设施必须象对待主机设备一样，加强维护管理。防尘设施投入使用后，必须有专人负责管理，定期维修。同时要制定合理的管理和操作制度。这样才能使设备经常保持良好的运行状态，发挥其应有的效能。如无人管理，通风除尘设备不能正常使用，会给工人身体健康和环境带来危害。例如密闭罩损坏和风管堵塞时，大量粉尘就会从罩内逸出，污染车间空气。又如袋式除尘器的滤袋损坏时，大量粉尘就会直接排入厂区上空，污染其他车间和厂外居民区的空气。我国每年投入使用的防尘设施不少，但由于缺乏严格的科学管理，没有起到应有的作用。某工业部1977年在全国调查了1518个通风除尘系统，其中只有800个在使用。而这800个系统中，只有20%效果较好。有人说，防尘工作三分在设备（技术），七分在管理，这话有一定道理。

查——即加强监督检查。对防尘工作，同样要实行国家监察、企业行政监督和群众监督相结合的制度。在加强劳动部门监察的同时，企业及其主管部门，也要建立和健全监督检查机构，把防尘工作管起来。定期测定作业点的含尘浓度和排放浓度，检查防尘措施和除尘设备的运行情况，从而查看粉尘的危害程度和已有防尘措施的效果，为制定和改进防尘措施，选择除尘设备提供依据。所以，测定工作无论是对事前调查，还是事后分析都起着重要的作用。另外，为了早期发现尘肺病人，及时采取治疗措施和其他措施，应对从事粉尘作业的工人进行定期的健康检查。

这八个方面既有组织措施，又有技术措施。技术措施虽然能起决定性作用，但它必须通过组织措施才能付诸实施，持久地发挥作用。

建国以来防尘工作的实践证明，什么时候、什么地方重视了防尘工作，充实了机构，加强了管理，落实了防尘措施，那里的生产就发展，尘肺病的发病率就低。反之，那里的尘肺病就严重。例如，北京耐火材料厂（该厂在1973年以前，所有粉尘作业点都超过国家卫生标准，高的超过1000倍。该厂大力抓了防尘工作以后，现在粉尘作业点的合格率已达到96~97.1%）等一批防尘工作先进单位的经验也表明，只要领导重视，加强管理，充分依靠群众，积极采取防尘综合措施，完全可以把作业点的含尘浓度降到国家卫生标准以下，防止尘肺病的发生。

第五节 防尘工作与经济效益

尘肺病人从接尘到发病有一个缓慢的十年左右或更长的时间，不象伤亡事故那把“快刀子”那样触目惊心，因而往往被人们忽视。对粉尘这把“软刀子”的危害性认识不足，加之有些领导干部对提高经济效益存在片面理解，防尘工作就更提不到议事日程上。例如，在办厂的时候，强调因陋就简，土法上马，简易投产，不是防尘设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产，而是光上生产能力，忽视为职工创造合乎卫生要求的劳动条件。当一些同志这样做的时候，还自认为这是把钱用在刀刃上，是多快好省的办法。面对企业存在严重的粉尘危害的现实，又不肯花钱去解决，总以我们国家穷，没有钱为理由，说什么投资搞防尘是一没产值，二没利润，看不到经济效益等等。这是对防尘工作认识不足的表现。

现在各行各业都讲经济效益。搞好防尘工作到底有没有经济效益？合算不合算？关于这个问题，可以从以下四个方面来看。

一、从粉尘影响产品质量而造成的经济损失看

粉尘已成为影响某些化工、机械、电气产品质量的关键问题，由此而造成的经济损失是大的。关于这个问题，前面已有介绍，这里不再赘述。

二、从回收物料的经济价值看

有些粉尘本身就是宝贵的原料、辅料或成品，如石粉厂、水泥厂、石棉厂、耐火材料厂、化工厂等，只要把排放的粉尘收回来，本身就是财富。例如，某耐火材料厂自1973年认真搞防尘以来，每年回收粉料4,000多吨，价值30多万元，而该厂每年的防尘经费（包括设备更新、维修和运行费用）只需20万元。再如，目前我国49个大中型水泥企业的回转窑绝大多数都安装了电除尘器，其他设备也都配备了各种类型的除尘设备。这些除尘设备投入使用，不但防止了粉尘的污染，而且每年还可回收粉料160万吨，加上县以上地方水泥厂每年回收的164万吨粉料，共计324万吨。这些回收下来的原料，每吨按15元计算，价值即达3,720万元。如果把这些钱用来治理粉尘危害或发展生产，就能解决很大问题。如果把这些回收下来的原料，折合到产量和产值中，就等于每年多增产248万吨水泥，新增加1.5亿多元产值。

三、从矽（尘）肺病给国家造成的经济损失看

目前，国家为抚养矽（尘）肺病人每年需开支费用6亿元。暂且不说矽（尘）肺病人及其家属的痛苦和所造成的政治影响，仅从这6亿元经济损失来说，就不是一个小的数目。如果这6亿元不是用于矽（尘）肺病人，而是用来搞防尘，就能完成几千个粉尘治理项目，使许多企业的劳动条件得到根本改善，不少工人也可免受粉尘之害。由于在30年前没有每年用6亿元来改善劳动条件，结果30年后每年就必须拿出6亿元来抚养那些矽（尘）肺病人。到头来，钱也花了，本来可以不得矽（尘）肺病的人而得病了，有的甚至死了，而粉尘危害却依然存在。要消除粉尘危害，还要花不少的钱。

这里必须强调指出，由于矽（尘）肺病人从接尘到发病乃至死亡是有一个长过程的，所以计算矽（尘）肺病给国家造成的经济损失不能只着眼于一两年、两三年，而应该纵观10年、

20年、30年。这样，才能从中找出规律性的东西，从而得出正确的结论。如某莹石公司是由于1950年开办的，他们在1965年以前没有抓防尘工作，因而车间的粉尘浓度很高，严重地影响着职工的健康。据统计，该公司于1950~1965年调入的职工中，包括经理、安全科长在内的全体人员无一幸免，全部都得了矽（尘）肺病。于1963年开始出现矽肺患者死亡，到1983年3月已死亡179人。这是一个极为惨痛的教训，这一不幸的结局迫使公司从1966~1983年的17年里，为抚养这828名矽肺病人已花了920万元（包括工资、医疗费、补助费）。对尚幸存的649人，按其病情推算，预计在今后13年内将陆续被粉尘夺去生命，还要花780万元。30年内为抚养828各矽肺病人共需要费用1,700万元。而这个公司的总投资额也仅仅只有1,376万元。试看，抚养矽肺病人的费用竟比该公司的总投资额还要多325万元。上述活生生的数字，使该公司清醒地看到，必须认真抓好防尘工作。这样做，既能保证工人们的健康，又能保证把生产搞上去。于是，他们从1966年开始狠抓防尘工作，粉尘作业点的合格率已达到94.13%，从而控制住了矽肺的发展，取得了1966年以后进公司的职工中没有发现一例矽肺病的好成绩，生产也蒸蒸日上。他们确实尝到了甜头。从1966至1983年的17年里，已用防尘经费达261万元，平均每年14.4万元。在今后13年中尚需防尘经费180万元。30年内用于防尘的经费共计441万元，只相当于抚养矽肺病人费用1,700万元的四分之一，忆往昔，如该公司在开办初期就认真抓防尘，这828名职工可以不得矽肺病，1,700万元养矽肺病人的钱可以节省下来发展生产，这828名职工还可以为国家创造1.12亿元的财富，相当于防尘经费441万元的25倍。计算表明，在这30年内，防尘经费、抚养矽肺病人的费用和为国家创造的产值的比率分别为1:4:25。也就是说，在开办初期，每花1元防尘经费，粉尘危害可以消除，工人可以不得矽肺病，在30年内可以省下4元抚养矽肺病人的抚养费，为国家创造25元的产值。这才是真正的经济效益和社会效益。

四、从劳动生产率的降低而造成的经济损失看

在一个企业里，如果劳动条件恶劣，大批矽肺病人的出现并陆续死亡，一定会使广大职工产生恐惧心理，引起人心浮动。同时，工人在这种环境下也不可能安心搞生产，再加上大批职工过早地丧失劳动能力，企业只好另找新工人接替，而新工人由于经验不足，技术不熟练，会使企业的劳动生产率大幅度下降，因此所造成的经济损失更是难以估量。

上述事实说明，建厂之初就做到“三同时”，经济效益最高，早治理比晚治理经济效益高，晚治理比不治理经济效益高。那种认为把钱用在防尘上收不到经济效益的论点是站不住脚的，也是不符合事实的。

上述某莹石公司在付出惨痛的代价后下决心把防尘工作搞上去，并取得了显著成效，其经验是可贵的，教训也是深刻的，应当引以为鉴。目前还存在粉尘危害的企业，都应从中吸取教训，要避免再走某莹石公司走过的弯路。有人可能会说，没有经验嘛！“交学费”嘛！应然，由于没有经验，一时没去做，或者没有做好，交点“学费”也在所难免。但问题在于我们的“学费”交得太多了，又总是毕不了业。我们不能再交这样的“学费”了，否则，付出的代价就太大了。

第二章 尘源控制方法

人们习惯把产生粉尘的设备（如锅炉、冲天炉、轮碾机、落砂机）和地点（如焊接作业点、喷砂作业点等）称作尘源。

有的尘源，如锅炉，主要是污染室外的大气，可使用除尘器将其产生的粉尘予以捕集，不使粉尘散发到室外大气中。而多数尘源，如轮碾机、落砂机等，主要是污染室内（车间）空气，为此，必须就地对其进行控制，不使粉尘散发到室内。如果是用通风方法来控制，还需要设置除尘器，将排出的含尘气体予以净化，使之达到排放标准后再排至室外大气中。本文着重谈谈对后一类尘源的就地控制。

粉尘之所以构成危害，是由于其在尘源处产生后还会散发到周围空气中，污染车间空气，危害工人的身体健康。因此，防止粉尘扩散就成为防尘工作的重要任务。

粉尘扩散可以认为是如下两种气流连续作用造成的结果：一种是伴随生产过程产生的气流，如诱导气流、剪切气流、热气流等，这统称为一次尘化气流。一次尘化气流将粉状物料扬起，使物料尘化，形成局部含尘空气。根据资料介绍，一个粒径为10微米的水泥尘粒，受到机械力作用以5米/秒的初速抛出后，在距抛射点约4.5毫米处，其速度即降至5毫米/秒，很快失去动能。这表明，如果没有其他气流的影响，即使借助机械力，一次尘化作用给予粉尘的能量是不足以使粉尘在室内散布的，它只能造成局部地点的空气污染，范围有限。另一种是由于通风或冷热气流对流而形成的室内气流，称为二次气流。二次气流能把含尘空气从局部地点带走，使其在车间内扩散蔓延。粉尘扩散的方向和范围，取决于二次气流的方向和速度。

尘源控制技术就是为防止粉尘扩散而采取的技术措施。从以上分析可以看出，采取削弱尘化强度、控制一次尘化气流、隔断二次气流和组织吸捕气流等措施，能够有效控制尘源，达到防止粉尘扩散的目的，如果将这些措施加以具体化，就是密闭尘源，消除正压，削弱飞溅，局部抽风、吹吸结合，气幕隔离，静电抑制，水力消尘和真空清扫等。现将这些措施分述于下。

第一节 密闭尘源

将尘源点或产尘设备包围在罩内，并尽可能密闭起来，是防止扬尘的重要手段。例如某耐火材料厂的硅砖车间，原设有整套通风除尘装置，由于密闭不好，车间内粉尘浓度仍高达400毫克/米³。设备进行严格密闭后，粉尘浓度降到2~3毫克/米³，可见密闭尘源的重要。由于密闭罩开口面积较小（一般只留出必要的工作孔或物料进出口），用较小的排风量就可以有效地防止粉尘处逸，因此，只要条件允许，应首先考虑采用。

第二节 消除正压

粉尘从密闭罩内逸出的主要原因是罩内存在正压（没有局部抽风时）。形成正压的原因之一是由于物料从高处下落时诱导了大量空气（即诱导空气），使罩内局部地点压力升高，形成正压。例如物料从上部皮带输送机经溜槽向下部皮带输送机转运时就存在这种情况。为了消除正压，增加缓冲作用，除了密闭罩本身应具有足够的空间外，还可以采取下列方法：

1. 降低溜槽高度。按照物料颗粒大小，诱导空气量分别与落料高度的 $1/2$ 或 $2/3$ 次幂成正比。高度越低，物料诱导的空气量就越少。

2. 减小溜槽倾角。这样可以增加物料与溜槽壁之间的摩擦与碰撞，从而降低诱导空气的能量。

3. 在溜槽内装设隔流挡板（图1），以隔断诱导气流，减少诱导空气量。如果溜槽较长，为了减弱物料的冲击，也可在溜槽上下部分各装一块。

4. 用连通管将下部正压区（下部皮带输送机受料点）与上部负压区（溜槽上部）相连，使空气循环流动，以降低下部正压区的正压（图2）。

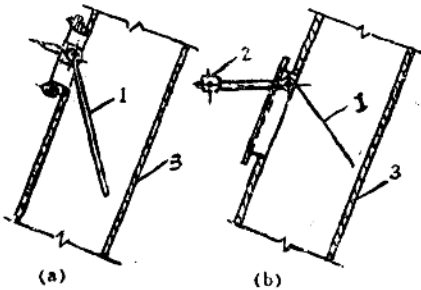


图1 溜槽隔流挡板

(a) 自重式 (b) 配重式
1—隔流挡板；2—重锤；3—溜槽

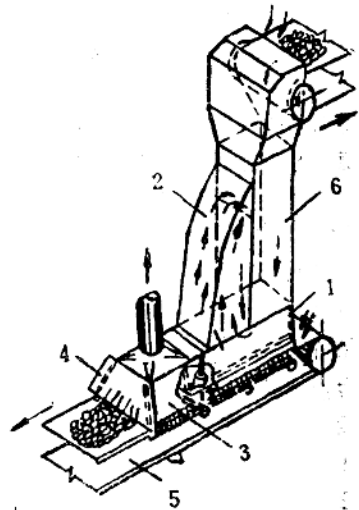


图2 设有连通管的密闭罩

1—密闭罩；2—连通管；3—抽风罩，
4—橡皮帘布；5—皮带；6—溜槽

第三节 削弱飞溅

粉尘从密闭罩内逸出的另一个原因是物料的飞溅。图3(a)是一个密闭的料槽产生飞溅的情况。飞溅时含尘气体流速很高，虽然罩上有抽风，但单靠抽风在罩内形成的负压仍控制不住它，结果粉尘仍然穿过密闭罩上的孔口或缝隙外逸。在这种情况下，最简单而又有效的办法是扩大罩子的容积（图3(b)），使含尘气流到达罩壁的孔口或缝隙以前已将其大部分能量消耗掉，速度也相应地大大减小。这时，罩内的负压就能把它控制住，粉尘也就不会外逸。

实践表明，将受料点处的密闭罩做成双层（图4），可使内外罩之间的空气保持较均匀的负压（有局部抽风时），对防止飞溅十分有效。这种结构适用于落差高的，以及各种破碎机下部的皮带输送机受料点。

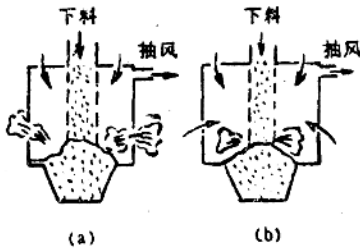


图3 飞溅的两种情况

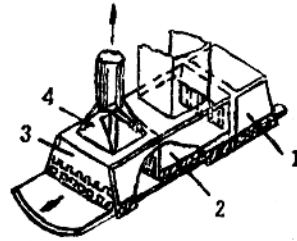


图4 双层密闭罩

1—外层罩；2—内层罩；3—橡皮挡帘；4—抽风罩

第四节 局部抽风，吹吸结合

局部抽风有两种情况，一是在尘源点或产生设备的密闭罩上设置抽风罩进行抽风，二是在尘源近旁设置局部吸尘罩进行抽风。

1. 在密闭罩上设置抽风罩

在采取消除正压的措施后，密闭罩内的正压会大大降低，但总还存在一定正压。为了防止粉尘外逸，还要在密闭罩上设置抽风罩（见图2上的标号3），抽出一一定量的空气，使罩内保持一定的负压。这样，密闭罩上的孔口或缝隙处就只能往里进气，而不会向外冒尘。

为使排风量在保证粉尘不逸出罩外的条件下为最小，而又不致将大量物料吸进除尘系统，设计时应满足下列要求：

- 1) 应尽可能减小密闭罩上的孔口或缝隙面积，以减小排风量。
- 2) 抽风罩的罩口（排风口）尽可能离密闭罩的敞开口远些，以免过多抽入与防尘无关的空气量。
- 3) 抽风罩的罩口应避免正对产生点的气流中心，也不要设在物料飞溅区内，以免抽走过多的物料。如皮带输送机受料点上的抽风罩，至少应与溜槽边缘保持300~500毫米的距离，罩口离皮带机表面的高度应不小于皮带机宽度0.6倍。
- 4) 与抽风罩相接的一段管道最好垂直安设，以防吸入物料造成堵塞。
- 5) 对大型密闭罩，为保持罩内负压均匀和降低排风口的风速，在密闭罩上可设置两个或两个以上的抽风罩。

2. 在尘源近旁设置局部吸尘罩

当受到生产设备或工艺条件限制，不能将尘源全部或局部密闭时，可将罩子设在尘源近旁，依靠罩口外吸气流运动把从尘源散发的粉尘吸入罩内。这类吸尘罩统称外部吸尘罩。根据尘源情况和工艺过程的不同，外部吸尘罩可以设在尘源上部、下部或侧面，分别称

为上吸罩、下吸罩或侧吸罩，如图5所示。



图5 外部吸尘罩

(a) 上吸罩；(b) 下吸罩；(c) 侧吸罩

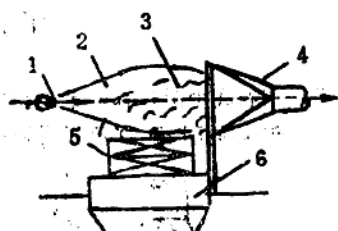


图6 落砂机吹吸罩

1—吹风口；2—射流；3—汇流；4—排风罩；
5—带链型的砂箱；6—落砂机

为了用较小的排风量就能取得良好的吸尘效果，在设计外部吸尘罩时，应注意下列两点：

1) 吸尘罩的罩口离尘源要近，尽可能接近尘源。这点人们在熄灭蜡烛火焰时已在不知不觉中领会到。人们在熄灭蜡烛火焰时总是用嘴吹，而没有人会用嘴吸。这说明象嘴那样的吹风口与吸风口所造成的气流流动特性是完全不同的。前者在流体力学中称为射流，后者称为汇流。试验表明，从吹风口吹出的射流可以作用到很远的地方，而吸风口（相当于外部吸尘罩的罩口）只有在离尘源很近的范围内才有吸尘效果，所以罩口离尘源要近。当罩子不能设置在尘源近旁，而且罩口至尘源最远的距离又较大时，就不宜采用外部吸尘罩。在这种情况下，可以采用吹吸罩（图6），利用吹风口吹出的射流，把从尘源（如落砂机）散发出来的粉尘吹向吸风口（排风罩的罩口），在吸风口前汇流的作用下被吸进罩内。在控制效果相同的情况下，采用吹吸结合的吹吸罩，排风量可以大大减小，吸风口至尘源越远，效果越明显。目前，吹吸罩已在落砂机、大型振动筛、炼钢电弧炉等设备上得到应用。

2) 设计吸尘罩时，尽可能使罩口顺（迎）着含尘气流的运动方向。有些生产过程和设备产生的含尘气流，常常朝着某个方向运动，如砂轮机加工零件时，粉尘总是从切削点呈切线方向射出，而热源上部的热气流总是上升的。如果将吸尘罩设置在热源上方，就可以充分利用含尘热气流本身的动能，让这股气流直接进入罩内。这种吸尘罩称为热源上部的接受罩，图7表示排除含尘热气流的两种方法比较。（a）图表示吸尘罩顺着上升热气流的运动方向，所以排尘效果较好；（b）图说明吸尘罩排除上升热气流时，必须使上升热气流拐弯，因而效果较差。在排除运动惯性较大的粗粉尘时，“顺”这个原则就更为重要。

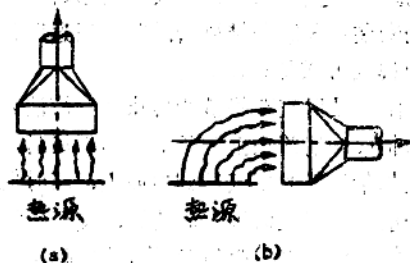


图7 排除热气流的两种方法比较