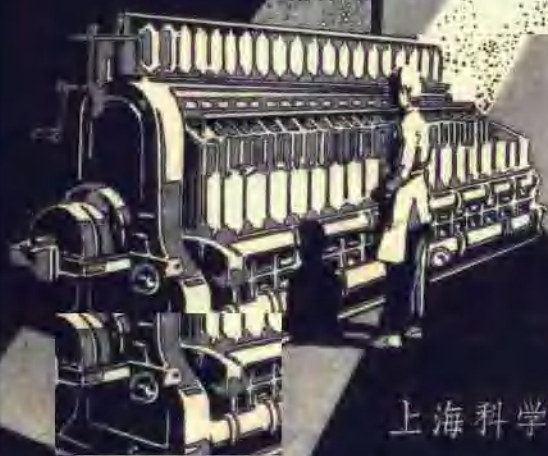


衛生知識叢書

防止工業灰塵

黃鄭 建衍 權森 著



上海科學普及出版社

內 容 提 要

工業生產中所產生的各種各樣灰塵，大多會影響人體健康，不僅引起疾病，嚴重的還可能危害生命。為了解決這一問題，必須在各種工廠中改善生產環境，加強個人防護，來保護工人健康。

紡織廠、儀器廠、面粉廠、鑄砂廠、木廠、制麵廠、石粉廠、捲煙廠、玻璃廠、煤礦、建築工地……等處，都有大量灰塵產生，我們應該怎樣來消滅或抵抗這些灰塵呢？本書介紹了各種實際措施和方法，可以給全國工廠中管理勞動與生產安全的同志們作為解決問題的參考。

總號：016

防止工業灰塵

著 者：黃 健 叔 鄭 衍 香

封面設計：金 雲 尘

出 版 者：上海科學普及出版社

(上海市調陽路475號)

上海市書刊出版業營業許可證出字第085號

發 行 者：新華書店上海發行所

印 刷 者：上海市印刷五廠

上海江蘇路110號

開本：787×1092 1/32

印張：3 1/2

1957年5月第一版

字數：17,000

1957年5月第一次印刷

印數：4,050

統一書號：T 140128-2

定 價：1 角 3 分

6285
H653

目 錄

形形色色的灰尘·····	1
數一數 稱一稱·····	3
工业灰尘“制造所”·····	5
灰尘怎样伤害人·····	6
在工厂范围以外·····	9
最高容許濃度·····	10
防止工业灰尘的方法·····	10
1. 合理地改进生产技术过程·····	11
(1) 改变加工产品或成品的結合狀態、改变生产技术过程·····	11
(2) 代用材料·····	11
(3) 溼式作业·····	11
(4) 密閉生产設備·····	13
2. 安裝專門的除尘設備·····	15
(1) 砂輪防护罩·····	15
(2) 排尘罩·····	16
3. 含尘空气的淨化·····	16
(1) 乾式除尘法·····	17
沉淀除尘室·····	17

离心式除尘器	18 *
慣性除尘器	19
布袋濾过器	20
(2) 溼式除尘法	20
油性濾过器	20
水洗濾过器	21
电力除尘器	21
4. 卫生保健措施	23
(1) 增加人体的抵抗力	23
(2) 个人防护	23
防尘口罩	23
壓风式防尘头盔	24
养成个人卫生习惯	24
(3) 調整劳动組織	25
(4) 医学职业选择和定期体格檢查	25
結 語	26

在我們生活、工作和休息中一刻也不能缺少的空气里，存在着成千上万看得見的或看不見的灰尘。这些灰尘和人們发生着密切的关系。在許多工业战线上，还有許多对人特別有害的灰尘，停留在空气里面。这些灰尘是怎样的？在哪些情况下会发生这样的灰尘？它們对人的影响到底怎样？該怎样来防止它們的損害？这里，我們就来談談这些問題吧。

形形色色的灰尘

一般灰尘可以根据粒子直徑大小分成三种：直徑在10微米以上的称为“固有灰尘”；直徑在0.1—1微米之間的称为“云”；直徑在0.1微米以下的称为“烟”。灰尘粒子有的大，有的小，这种性质就叫做“分散度”。粒子大的灰尘比較容易在空中下沉；0.1微米以下的粒子在空气中就几乎不下沉，2微米以下的灰尘在流动的空气中也不容易下沉。工业上所产生的灰



图 1. 几种灰尘粒子的大小（面粉厂灰尘、煤灰尘、硫酸亚铁、空中灰尘、氧化锌烟霧），放大約 650 倍。

尘，一般都在10微米以下，并且有40—90%在2微米以下（图1）。因此，工业灰尘多半能长久地浮游在空中。在侵入人体的可能性上，一般认为小于5微米的灰尘粒子，才有机会通过人体呼吸道的重重障碍，而进入肺泡——呼吸道的末梢。粒子愈大，愈容易被上部呼吸道所阻挡，25微米以上的灰尘粒子，就几乎全部被鼻毛所阻留了。

从形态来看，工业灰尘的粒子有的边缘平滑，近于圆形，有的棱角尖锐（图2）。各种工业灰尘粒子的硬度也各不相同。棱角尖锐的、粗糙的、硬度高的尘粒象玻璃、青铜等，对于上呼吸道

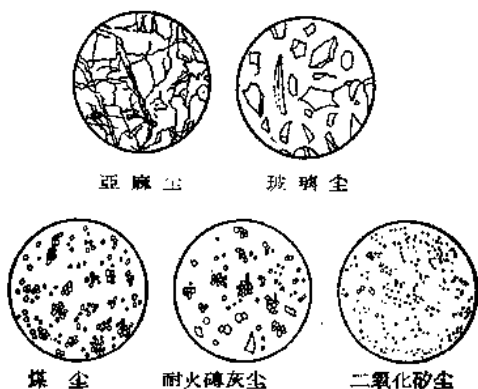


图2. 几种灰尘的形状

的粘膜更容易损伤，并且容易固定在粘膜内。长而柔软的纤维象棉尘，容易沉积在气管和大的支气管里面，结果在表面复盖着一层绒毛状的粘性物质，并且容易引起上部呼吸道的慢性发炎。

灰尘还有一些其他的性质，象溶解度、荷电性、比重、爆发性等，也或多或少和灰尘对人的影响有些关系，或者和灰尘的防止方法有较多的关系。

灰尘的溶解度对人的影响，是和毒性的大小有关的。毒性

灰尘象氧化鉛等，是溶解度愈大的，毒性作用也愈大；非毒性灰尘象面粉等，却是溶解度愈大，危害性反愈小。

灰尘的比重，可以影响灰尘在空气中停留的时间。比重大，在空气中停留的时间就少，人吸入的机会也少；比重小，在空气中停留的时间长，人吸入的机会也就多。

有些有机灰尘，能和空中的氧气结合氧化而突然爆炸，这就是灰尘的爆发性。例如煤的灰尘混在空中，达到一定的浓度时，就很容易引起矿井的爆炸，伤害很多生命。



图 3. 计数法用的冲击式采样瓶

数一数 称一称

怎样才知道空气里有多少分量的灰尘呢？不论是工作场所的灰尘量或是室外大气里的灰尘量，卫生医师们都能用各种科学的方法来测定。在工作场所里，一般的方法是把一定体积的带有灰尘的空气，用吸尘器吸到特制的采样瓶里，瓶里预先装好一定量的液体，带灰尘的空气通过液体时，灰尘就浮悬在液体中，不再随空气跑出去(图3)；然后从这种液体中吸取定量，在显微镜下观察，数出灰尘的粒数，就可以推算出空气里灰尘的含量了。



图 4. 重量法用的集尘器

这种方法叫做“计数法”。

也可以用重量法来测定灰尘量。这种方法是用吸尘器把一定量的带有灰尘的空气，吸到

塞有玻璃丝的集尘管里（图 4），把集尘管在吸尘前后的重量加以比较，就可以知道空气中所含灰尘的重量（图 5）。把吸来的灰尘进行化学分析，还可以求出灰尘的成份和含有游离二氧化硅的分量。

室外大气中的灰尘量，同样可以用上面两种方法来测定。不过室外大气单位体积中含有的灰尘量，一定比在工作场所内同样体积里的灰尘量要少得多，因此在测定的时候也就需要吸取更多的空气量，才能查得出来。此外，还可以用沉淀法来测定大气中的灰尘量。这就是用一种无盖的玻璃罐或洋磁罐，放在露天里一定的地点 6—15 天或更久，让大气中的灰尘自由沉降在罐中，然后收集到实验室里来检查罐内灰尘量，再推算出 24 小时内，每平方公尺的地面上可以沉降多少灰尘。

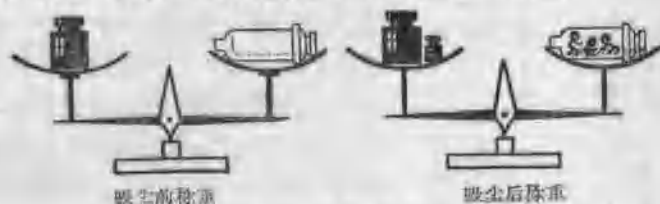


图 5. 集尘管的称重

工业灰尘“制造所”

工业中所产生的灰尘是从那里来的呢？主要是从这样三种生产过程中来的：粉碎固体物；熔化某些金属；不完全的燃烧。

粉碎固体物这种过程，在很多的生产中都用得到。例如开采矿石、岩石，开凿隧道等，都要把石头钻孔，然后装了火药爆炸。这钻孔和爆炸的过程，都能发生大量的石头灰尘。又如把矿石磨成石粉、锯木块等都会有大量灰尘飞扬。在粉碎固体物时，还有压碎、拌和及过筛等步骤（例如磨碎后的石粉要用过筛的方法把它分类），在这些步骤中都能引起灰尘的大量飞扬。

在熔化金属时，有些金属的蒸汽能和氧气化合成金属氧化物，凝结后成为有毒的灰尘。例如在炼铜时，由于铜的原料中含有许多杂质，其中常包括有锌，而锌的沸点又远比铜的熔点低，因此在铜还没有熔化时，锌已成为蒸汽，在空中和氧化合成氧化锌，凝结成微细的尘粒（氧化锌烟雾）而侵害人体。

此外，不完全的燃烧产物也是灰尘的来源之一；我们经常接触到的煤烟，就是这一类的灰尘。

上面的这些生产过程，可以看作是工业灰尘的“制造所”。而这种“制造所”又并不是少数，所以引起的問題是很广泛的。

灰 尘 怎 样 伤 害 人

長期在有大量灰尘的环境中工作或生活，对人的健康是有損害的。首先灰尘对于身体表面可能发生刺激。例如有些工作产生的高速度或銳利的尘粒，就能引起皮肤或眼睛的外伤；有腐蝕性的灰尘，象重鉻酸鹽、石灰和磷酸鈉等，停留在鼻中隔上，能使鼻中隔穿孔；尘粒附着在鼻咽部的粘膜，甚至深入到支气管的粘膜，初期可引起粘膜肥厚，逐漸发展可以变为萎縮性的炎症；金屬灰尘、煤尘等对眼睛能引起机械的刺激，烟草灰尘能麻痺眼角膜內的感覺神經末梢，这几种灰尘都能使眼結膜或角膜发炎。

人的上部呼吸道內的顫毛上皮，本来有一种保护作用，可以使附着在气管壁的灰尘粒子，随着咳嗽和痰液咯出来，但是在吸入多量的棉毛纖維灰尘时，这些灰尘就象前面講到的那样要沉积在气管里面，在粘膜上形成絨毛狀的膜，这就破坏了原有的保护作用。

大量灰尘落在皮肤表面上，能堵塞住汗腺和皮脂腺的排泄管，使皮肤的正常机能发生障碍而引起皮肤炎、毛囊炎、脂漏、粉刺等。

灰尘除了对局部的刺激作用以外，对人还能发生其他的損害。帶有毒性的灰尘能引起中毒，例如氧化鋅的烟霧能引起鑄造热。有些灰尘象羽毛灰尘，能引起某些人的過敏作用而发生气喘。受到炭疽感染的兽毛灰尘，飞揚开来还可以傳播炭疽病。

重鉻酸鉀、氧化鐵等灰塵，還可以引起肺部的癌腫。

但是，灰塵所引起的最主要的損害，是灰塵吸入肺內所造成的“塵肺”。塵肺是一種由於大量灰塵停留在肺臟內所引起的慢性疾病。不過我們也不必因此就對一切灰塵都“談虎色變”，因為不是任何大小的灰塵都能引起塵肺的。

前面已經說過，人類上部呼吸道具有保護的機能，稍大一些的灰塵大都會被阻留在鼻、咽、氣管和支氣管內，只有小於5微米的粒子才最容易進入肺泡。此外，也並不是任何種類的灰塵都會引起塵肺。象面粉、木屑、棉纖維等有機性的灰塵，都不會引起塵肺的。只有大量的、能夠持久停留在肺內的某些無機性灰塵，方能引起塵肺。由於吸入的灰塵性質不同，塵肺可以分為以下幾種，其中以“矽肺”為最常見、最嚴重，發生得最為普遍，它是由含有游離狀態的二氧化矽所引起的塵肺；其次是“石棉肺”，它是由石棉灰塵所引起的塵肺，石棉內含有氧化鎂、氧化鐵和矽酸鹽，但是沒有游離的二氧化矽，所以有人叫它為“矽酸鹽肺”；其他象鐵末、煤塵所引起的肺部疾病就通稱為塵肺。

含游離二氧化矽的塵粒，被人體吸入後所造成的矽肺，是一種全身性疾病。這種塵粒大量進入肺組織後，逐漸溶解在體液中，並隨時放出矽酸，刺激附近的組織，使附近組織死亡，而在肺中生成一個個的小硬塊，稱為“矽結節”，在肺部的X光照片上就可以看到許多小點子。此外，在循環系統、消化系統，特別是神經系統，也都有相應的變態情況。在病的起初時，自己感覺不到什麼，等到感覺不適，變態已到了相當程度了。

病人自己的主观感觉，在早期可以有轻微的咳嗽，心口发闷，特别是每天早晨咳嗽，但是痰很少；到后来逐渐会有气急，特别在劳动以后更厉害；在后期，即使不劳动时也会有气急的现象。矽肺病人病变的发展，常和他所吸入矽尘的量有关。在工作条件极坏，工人吸进极大量的矽尘时，可能几个月内就会发病。工作条件较好的，可能几年以后才发病。病的过程很缓慢，很容易和肺结核同时存在；合并有结核病的，结果大都不好，可以致死。

二氧化矽在自然界的分布是很广泛的，在工业中遇到二氧化矽的机会也是很多的。象矿石的开采，鑛岩，采石，开凿隧

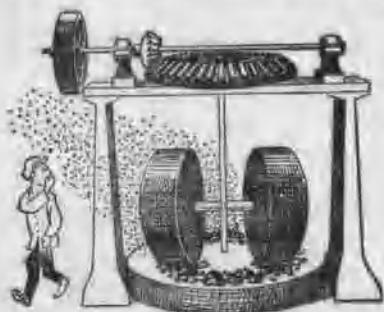


图 6. 礦石的磨碎

道、制造和琢磨石器，矿石的轧碎磨粉（包括轧碎、磨粉、过筛、包装、搬运）（图 6）等过程，都能使含二氧化矽的灰雾飞扬。还有机械铸造的翻砂车间所用的型砂，磁器工业所用的原料陶土，制造搪瓷和玻璃用的各种石粉，制造耐高温的砂砖所

用的原料等，也都含有多少不等的游离二氧化矽，在拌和原料时也能使二氧化矽灰尘飞扬。金属的铸件用喷砂法打光，或在砂轮上磨光时，也能引起大量矽尘的飞扬。这些各种各样的灰尘虽然都含有二氧化矽，但含有的量并不一致：含游离二氧化矽的百分数愈高，那么和这种灰尘经常接触的工人得矽肺的可

能性也愈大。

在工厂范围以外

工业灰尘，不仅对工厂内工作的工人们健康有影响，而且还经常超出工厂范围以外，影响附近居民的卫生条件，甚至影响整个城市的卫生条件。在工业比较集中的地区或城市，这些工厂的烟囱，就成为城市大气污染的主要源泉。

根据苏联学者们的研究，大气被工业灰尘污染的城市中，居民的呼吸器患病率、眼部外伤和眼结膜炎患病率都显著地增加。

工业城市的大气中所含的大量烟尘，还能使空气中的水蒸汽容易找到凝结的核心，因而促进云和雾的形成，使阴雾天气增多，空气湿度加大，减低城市中的天然光线，影响太阳的辐射，特别是能吸收掉对人体生长与生活机能有重要意义的紫外线，使太阳的紫外线辐射损失25%—50%，这一切当然对居民的健康有很大的影响。住在工厂的下风的居民所受的危害更大：灰尘和煤烟经常飞进他们的室内，弄脏地板、墙壁、傢俱、衣服，以及一切室内设备，以致他们不得不经常地关着窗户，妨碍了住宅正常的通风，使居民们不能满足对清洁空气的要求。

大量灰尘和煤烟落在树叶上，能阻塞植物的呼吸孔，使日光难于进入叶绿素中，因而使植物的营养发生障碍，影响植物的正常生长。这样，就使得我们不能很好地把城市绿化起来。

最高容許濃度

要叫空气里一点灰尘都没有是做不到的事，同时也没有这样的必要。但是为了保障工人和居民的健康，应该限定工作场所和大气中的灰尘不超过一定数量，这个限定的数量，在卫生学上叫做“最高容許濃度”，一般都用灰尘重量表示。这种“最高容許濃度”应该由国家作为法令公布，让大家能够遵守。很多国家都已有了这种规定；我国国家建设委员会与卫生部共同批准的“工业企业设计暂行卫生标准”（标准 101—56）中也有了规定：含石英10%以上的各种粉尘（石英、石英岩等）以及石棉灰尘最高容許濃度为 2 毫克 / 立方公尺，其他各种粉尘是 10 毫克 / 立方公尺。关于在住宅区大气中的灰尘容許含量，我国目前尚无规定；在苏联规定煤烟为每昼夜平均 0.05 毫克 / 立方公尺，其他无毒灰尘为每昼夜平均 0.15 毫克 / 立方公尺。

防止工业灰尘的方法

生产中防止灰尘的方法，主要有以下两方面：

1. 把生产技术过程合理地加以改进，以消除形成灰尘的根源，或者使空气中灰尘濃度降低到最低限度。
 2. 对个人进行卫生保健措施，以帮助他抵抗灰尘的侵袭。
- 两方面的工作应同时进行，才能有效地防止工业灰尘的危害。

1. 合理地改进生产技术过程

(1) 改变加工产品或成品的结合状态，改变生产技术过程：这是消除工业灰尘的治本方法。例如，可以规定把石灰作成石灰乳来应用，把有毒的粉末物质作成泥膏状供应，这样在应用的时候就不会有灰尘发生。在改变生产技术过程上，例如目前醋酸铅的生产有两种方法：一种是將青鉛燒熔，氧化成氧化鉛粉，再磨碎、过篩，用醋酸浸泡做成醋酸鉛；另一种是將青鉛熔化后，放入水缸中，迅速冷却爆破，做成海棉狀鉛，再用醋酸浸泡，做成醋酸鉛，省去磨碎、过篩的过程。很明显地，采用第二种生产过程，可以消除鉛尘的产生。

(2) 代用材料：为了避免工人与危害較严重的石英尘接触，尽量在生产中用不含石英的材料来代替含石英的材料，也是很有意义的措施。例如清理鑄件时，用高压水流或金鋼砂代替石英砂，用金鋼砂制成的磨輪代替天然砂的磨輪等。

(3) 溼式作业：在对生产技术过程沒有影响时，可以采用溼式作业，例如溼式鑽孔、溼式研磨、房間的溼式打扫等。

在采矿掘进巷道或筑路开凿隧道时采用乾式鑽孔，灰尘浓度可达2000毫克/立方公尺，如果采用溼式鑽孔（例如水心风鑽）（图7），灰尘浓度就大大降低。水心风鑽又可以分为軸式和边式两种。使用軸式水风鑽，灰尘浓度能降到10—20毫克/立方公尺；使用边式水风鑽，可以使灰尘浓度降到9毫克/立方公尺以下。不过水心风鑽使用时风力很大，一部分灰尘虽然被水打溼，但是极細小的灰尘不容易被水打溼，仍旧可以散布在

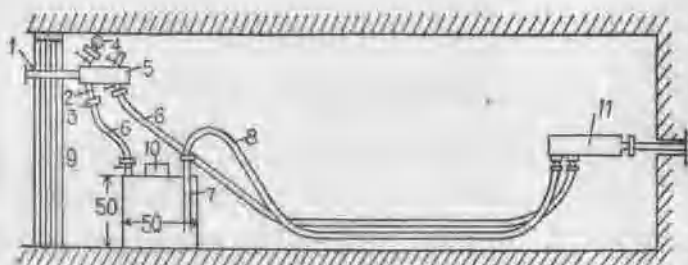


图 7. 水心風管示意图

- | | | | |
|--------|------------|---------|--------|
| 1. 空气管 | 2. 气門 | 3. 联系软管 | 4. 气压計 |
| 5. 棘环 | 6. 空气管 | 7. 水桶 | 8. 水管 |
| 9. 支柱 | 10. 灌液体的支管 | 11. 風管 | |

空气里。尘粒能否被水所打溼，是决定于水的表面張力。如果在水里加入溼潤剂，象 0.25 % 食鹽、0.25 % 氯化鈣或 0.08—0.16 % 石油皂，使水的表面張力降低，就更容易打溼灰尘（图 8）。

用溼式鑽孔有以下的缺点：不宜用于頁岩层；比較重，攜帶不方便；能打溼衣服；不能完全消灭灰尘。

石粉磨碎的生产过程原来一般都是乾式的，也可以改变为溼式的——在磨碎石塊时噴水，过篩分选等过程都在水里进行。这种新的溼式磨粉裝置，



图 8. 不同表面張力的液体使灰尘粒子溼潤的情况

表面張力大的液体，不容易將灰尘粒子打溼（左图）

表面張力小的液体，比較容易將灰尘粒子打溼（右图）

也曾上海順昌石粉廠試驗初步成功（圖9）。根據測定，在水磨時的空氣中灰塵濃度，僅有乾磨時的幾千分之一。



圖 9. 石英粉濕式生產主要設備

（4）密閉生產設備：把發生灰塵的生產過程象過篩、包裝等各項設備，加以密閉化和自動化。密閉化使得發生的灰塵不能飛散到空氣中，自動化使人不和灰塵接觸，這都是比較根本的防止工業灰塵的方法。不過密閉生產過程時，應該把全部能產生灰塵的生產過程都密閉起來，例如在石粉廠，就應該把研磨、過篩、裝料等全套設備密閉（圖10）。密閉時還要注意下面幾件事，以免影響密閉的效果：