

生产性粉尘与尘肺概述

广州市职业病防治院
中山大学公共卫生学院

刘移民

2010.1



一、生产性粉尘的来源和分类

- (一) 来源
- 生产性粉尘的来源非常广泛。矿山开采、凿岩、爆破、运输、隧道开凿、筑路等；冶金工业中的原材料准备、矿石粉碎、筛分、配料等；机械制造工业中原料破碎、配料、清砂等；耐火材料、玻璃、水泥、陶瓷等工业的原料加工；皮毛、纺织工业的原料处理；化学工业中固体原料加工处理，包装物品等生产过程，甚至宝石首饰加工；由于工艺原因和防、降尘措施不够完善，均可产生大量粉尘，污染生产环境。



(二) 分类

- 生产性粉尘的分类方法很多，按粉尘的性质可概括为两大类：

1. 无机粉尘 (**inorganic dust**) 无机粉尘包括矿物性粉尘如石英、石棉、滑石、煤等；金属性粉尘如铅、锰、铁、铍、锡、锌等及其化合物；人工无机粉尘如金刚砂、水泥、玻璃纤维等。



2. 有机粉尘 (**organic dust**) 有机粉尘包括动物性粉尘如皮毛、丝、骨粉尘；植物性粉尘如棉、麻、谷物、亚麻、甘蔗、木、茶粉尘；人工有机粉尘如有机染料、农药、合成树脂、橡胶、人造有机纤维粉尘等。

在生产环境中，以单纯一种粉尘存在的较少见，大多数情况下为两种以上粉尘混合存在，一般称之为混合性粉尘 (**mixed dust**)。



二、粉尘的理化特性及其卫生学意义

- 粉尘的理化特性不同，对人体的危害性质和程度亦不同，所以其理化特性有重要卫生学意义。从卫生学角度出发，主要应考虑的粉尘理化特性如下：
 - (一) 粉尘的化学成分、浓度和接触时间
- 作业场所空气中粉尘的化学成分和浓度是直接决定其对人体危害性质和严重程度的重要因素。根据化学成分不同，粉尘对人体可有致纤维化、刺激、中毒和致敏作用。如二氧化硅粉尘致纤维化，但游离型和结合型、结晶型和非结晶型的作用各异。



- 某些金属（如铅及其化合物）粉尘通过肺组织吸收，进入血液循环，引起中毒。另一些金属（如铍、铝等）粉尘可导致过敏性哮喘或肺炎。同一种粉尘，作业环境空气中浓度越高，暴露时间越长，对人体危害越严重。

（二）粉尘的分散度

- 分散度是指物质被粉碎的程度，以粉尘粒径大小（ μm ）的数量或质量组成百分比来表示，前者称为粒子分散度，粒径较小的颗粒越多，分散度越高；后者称为质量分散度，粒径较小的颗粒占总质量百分比越大，质量分散度越高。



- 粉尘粒子分散度越高，其在空气中漂浮的时间越长，沉降速度越慢，被人体吸收的机会就越多；而且，分散度越高，比表面积越大，越易参与理化反应，对人体危害越大。
- 当粉尘粒子比重相同时，分散度越高，粒子沉降速度越慢；而当尘粒大小相同时，比重越大的尘粒沉降越快。
- 因此，在设计通风防尘措施时，必须根据不同的比重，采用不同风速。当粉尘质量相同时，其形状越接近球型，在空气中所受阻力越小，沉降速度越快。



(三) 粉尘的硬度

- 坚硬并外型尖锐的尘粒可能引起呼吸道黏膜机械损伤；而进入肺泡的尘粒，由于质量小，肺泡环境湿润，并受肺泡表面活性物质影响，对肺泡的机械损伤作用可能并不明显。



（四）粉尘的溶解度

- 铅、砷等有毒性粉尘可在呼吸道溶解吸收，其溶解度越高，对人体毒作用越强；石英粉尘很难溶解，可在体内持续产生危害作用。正常情况下，呼吸道黏膜的pH值为6.8-7.4，如吸入的粉尘溶解引起pH范围改变，可引起呼吸道黏液纤毛上皮系统排除功能障碍，导致粉尘阻留。



（五）粉尘的荷电性

- 物质在粉碎过程和流动中相互摩擦或吸附空气中离子而带电。尘粒的荷电量除取决于其粒径大小、比重外，还与作业环境温度 and 湿度有关。漂浮在空气中**90%-95%**的粒子荷正电或负电。同性电荷相斥增强了空气中粒子的稳定程度，异性电荷相吸使尘粒撞击、聚集并沉降。一般来说，荷电尘粒在呼吸道内易被阻留。



(六) 粉尘的爆炸性

- 煤、面粉、糖、亚麻、硫磺、铅、锌等可氧化的粉尘，在适宜的浓度下，（如煤尘 **35g/m^3** ；面粉、铝、硫磺 **7g/m^3** ；糖 **10.3g/m^3** ），一旦遇到明火、电火花和放电时，会发生爆炸，导致重大人员伤亡和财产损失事故。



三、粉尘对健康的影响

(一) 粉尘在呼吸道的沉积

- 粉尘被吸入呼吸道后，主要通过撞击（**impaction**）、重力沉积（**gravitational sedimentation**）、随机热动力冲击（又称布朗运动 **Brownian diffusion**）、静电沉积（**electrostatic deposition**）、截留（**interception**）而沉降。撞击主要发生在大气道分岔处，随着气道变小总截面积增大，气流减慢，粉尘由于重力沉降阻留于气道表面。



(二) 粉尘对人体的致病作用

- 所有不溶或难溶的粉尘对身体都是有害的，生产性粉尘根据其理化特性和作用特点不同，可引起不同疾病。

1. 呼吸系统疾病

- (1) 尘肺：在生产环境中长期吸入粉尘导致的以肺纤维化为主的一类疾病。



- (2) 粉尘沉着症：有些生产性粉尘（如锡、钡、铁等）吸入后，沉积于肺组织中，呈现一般异物反应，可继发轻微的纤维性改变，对健康无明显危害，脱离粉尘作业后，病变无进展，X线胸片阴影可逐渐消退。
- (3) 有机粉尘引起的肺部病变：吸入棉、亚麻、大麻等粉尘可引起棉尘症；吸入被霉菌、细菌或血清蛋白污染的有机粉尘可引起职业性变态反应性肺泡炎；吸入聚氯乙烯、人造纤维粉尘可引起非特异性慢性阻塞性肺病等。



(4) 呼吸系统肿瘤：石棉、放射性矿物、镍、铬、砷等粉尘均可致肺部肿瘤。

(5) 粉尘性支气管炎、肺炎、哮喘性鼻炎、支气管哮喘等。

2. 局部作用 粉尘作用于呼吸道黏膜，早期引起其功能亢进、黏膜下毛细血管扩张、充血，黏液腺分泌增加，阻留更多粉尘，久之酿成肥大性病变，然后由于黏膜上皮细胞营养不足，终造成萎缩性病变，呼吸道抵御能力下降。体表长期接触粉尘还可导致堵塞性皮炎、粉刺、毛囊炎、脓皮病。



- 金属磨料可引起角膜损伤、浑浊。沥青粉尘可引起光感性皮炎。

3. 中毒作用

- 吸入铅、砷、锰等粉尘可在呼吸道黏膜很快溶解吸收，导致中毒。



四、粉尘危害的控制

- 粉尘危害非常普遍，无论发达国家还是发展中国家都有，尤以发展中国家为甚，全世界大约近上亿劳动者接触粉尘危害。1995年4月国际劳工组织（ILO）和世界卫生组织（WHO）职业卫生联合委员会提出一项“ILO/WHO全球消除矽肺的国际规划”，号召世界各国行动起来，在2005年前明显降低矽肺发病率，在2015年消除矽肺这一职业卫生问题。



- 我国情况并不乐观，尘肺防治工作任务重道远，全国登记的接尘人员近**2000**万人，国有企业粉尘监测合格率一般在**60%**左右，乡镇企业约在**35%**上下；这还未包括未登记接尘人数的部分私有企业，这些企业的粉尘危害异常严重，且几乎没有粉尘监测记录。所以，我国欲达到**ILO**和**WHO**提出的目标，必须采取强有力和效果明显的措施。



(一) 法律措施

(二) 技术措施

- 用工程技术措施消除或降低粉尘危害，是预防尘肺最根本的措施。
- 1. 改革工艺过程、革新生产设备 是消除粉尘危害的主要途径，如遥控操纵、计算机控制、隔室监控等措施避免工人接触粉尘；采用风力运输、负压吸砂等措施减少粉尘外溢；用含石英低、危害较小的石灰石代替石英砂作为铸型材料。



2. 湿式作业 为一种相对经济又简单实用的防、降尘措施，如采用湿式碾磨石英、耐火原料，矿山湿式凿岩，井下运输喷雾洒水，煤层高压注水等，可在很大程度上防止粉尘飞扬，降低作业场所粉尘浓度。在进行湿式作业时，需考虑喷雾水滴大小与捕捉尘粒能力间的关系，提高效率，节约用水，并注意水的再利用，避免污染水源。



3. 密闭抽风除尘 对不能采取湿式作业的场所，应采用密闭抽风除尘方法。如采用密闭尘源和局部抽风相结合，防止粉尘外溢。抽出的含尘空气在经除尘装置（例如静电除尘）处理后排入大气。



4. 个人防护和个人卫生 在作业现场防、降尘措施难以使粉尘浓度降至国家卫生标准所要求的水平时，可佩带防尘护具作为辅助防护措施。效果较好的有防尘安全帽、送风头盔、送风口罩等，适用于粉尘浓度高的环境。在粉尘浓度低的环境可佩带防尘口罩。
- 经常进行体育锻炼，注意营养，增强个人体质，提高防病能力。此外，还应注意个人卫生，尤其杜绝将粉尘污染的工作服带回家。



- 个人防护用品的正确使用与职业健康监护的正常进行是保护工人健康的关键。





- 我国在控制粉尘危害、预防尘肺发生方面，结合国情做了不少行之有效的
工作，在取得丰富经验的基础上，将
上述防、降尘措施概括为“**革、水、
密、风、护、管、教、查**”八字方针
，对我国控制粉尘危害具有重大指导
意义。



谢谢大家！