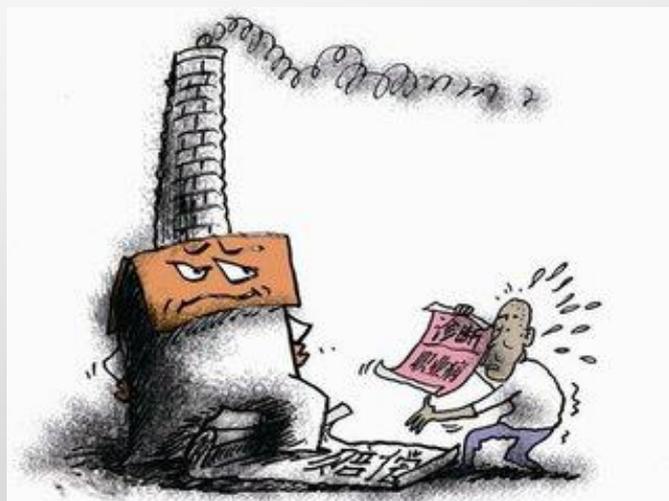


# 安全工程概论-职业危害与防护

- 一、工业有害物质的产生及危害
- 二、工业有害物质的控制
- 三、控制有害物质的通风与净化技术
- 四、劳动环境



## 一、工业有害物质的产生及危害

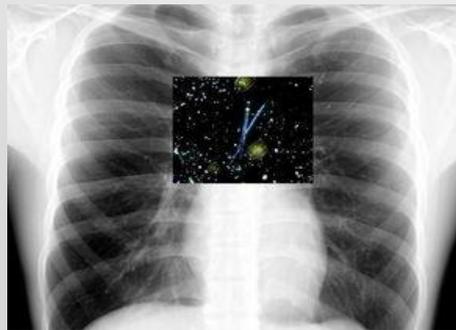
- 工业过程中产生的各种有害物质如粉尘、有害气体等，如果不加以预防和控制，会造成室内外空气环境严重污染和破坏，影响生产正常运行，造成职业危害和影响动植物生长，因此必须采取措施。
- 1. 粉尘的产生、性质及危害
- 2. 有害气体的来源及危害



# 1. 粉尘的产生、性质及危害

## (1) 粉尘的产生:

- **固体物料的加工过程**，如采矿、选矿过程中的矿石开采、破碎、研磨及耐火材料的加工等。
- **粉状物料**的搬运、配料、分级，如矿粉、水泥、面粉的装卸、运输、筛分等**生产过程**。
- **物质燃烧、氧化和凝结过程**，如煤燃烧、矿石燃烧、金属冶炼过程中会产生大量的烟尘。固体或液体微粒分散在空气介质中形成气溶胶粒子，一般以灰尘、烟、烟雾和雾的形式在大气中处于浮游状态。



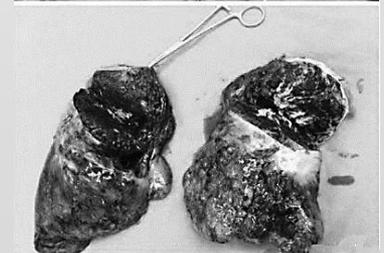
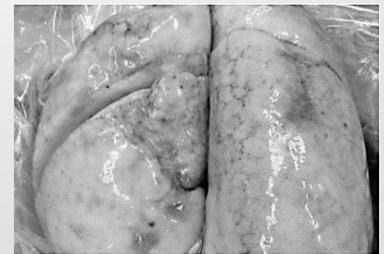
## (2) 粉尘的性质:

- **粉尘成分:** 化学成分基本上无变化。但有些微细颗粒含有有毒物质、放射性物质和游离二氧化硅，如石英岩、花岗岩等含有大量的二氧化硅。
- **粉尘的粒径与粒径分布:** 粉尘的粒径是代表粉尘大小的尺度。由于粉尘的形状、大小不规则，通常用其“当量粒径”来表示。按粒径大小可分为粗尘 ( $> 40\mu\text{m}$ )、细尘 ( $10 \sim 40\mu\text{m}$ )、微尘 ( $0.25 \sim 10\mu\text{m}$ )、超微尘 ( $< 0.25\mu\text{m}$ )。
- 粉尘的粒径分布又称粉尘的分散度，是指在粉尘集合体中，各种粒径或粒径区间的尘粒所占的比例。

- **粉尘的密度：**单位体积粉尘的质量称为粉尘的密度，分为真密度和容积密度。
- **湿润性：**指粉尘与液体接触时，能否相互附着或附着强弱的特性；湿润性强的粉尘有利于湿式除尘。
- **比表面积：**单位质量粉尘的总表面积称为比表面积。比表面积与粒径成反比，粒径愈小，比表面积愈大。
- **粉尘的荷电性：**悬浮于空气中的粉尘，通常带有电荷；电除尘器就是利用粉尘的荷电性进行除尘的。
- **粉尘的爆炸性：**粉尘在空气中达到一定浓度并在一定温度下完全和氧接触会发生爆炸。

### (3) 粉尘的危害:

- 粉尘的危害是多方面的，如**爆炸性**危害，有些毒性强的金属粉尘（铅、锌、锰、铬、镉、镍等）进入人体后会引起**中毒和死亡**，具有放射性的粉尘进入肺部后产生**内照射**，但最普遍且**严重的危害是能引起各种尘肺病**。
- 尘肺病是由于长期大量吸入粉尘而引起的以肺组织纤维化为主的职业病，如矽（硅）肺病、煤肺病、煤矽肺病等，其中以矽肺病最为普遍。



## 什么是PM2.5?

- PM2.5指环境空气中空气动力学当量直径 $\leq 2.5\mu\text{m}$ 的颗粒物。它能较长时间悬浮于空气中，其在空气中含量浓度越高，就代表空气污染越严重，与较粗的大气颗粒物相比，PM2.5粒径小，面积大，活性强，易附带有毒、有害物质（例如，重金属、微生物等），且在大气中的停留时间长、输送距离远，因而对人体健康和大气环境质量的影响大。
  - ✓ 世界卫生组织公布了有关空气污染的报告指出，由细颗粒物“PM2.5”等导致的污染正在全球蔓延，每年约有300万人死于肺癌等相关疾病，空气污染“已成为人类健康所面临的最大环境风险”，而每年全球因此损失超过5万亿美元。
  - ✓ **令人窒息！新德里PM2.5突破999**，年轻人、小孩和老年人，大家都呼吸困难，眼睛刺痛，空气污染太严重了”。

## 什么是PM10?

- PM10指空气动力学当量直径 $\leq 10\mu\text{m}$ 的颗粒物称为可吸入颗粒物。可吸入颗粒物通常来自在未铺沥青、水泥的路面上行使的机动车、材料的破碎碾磨处理过程以及被风扬起的尘土。PM10中的有害成分在机体内和大气中都有累积性。当铅在人体内积累到一定程度时就会影响人体的生理机能和造血机能，尤其是对青少年及幼儿的中枢神经系统和造血系统影响更大。

## PM2.5和PM10哪个危害更大?

PM 10是可吸入颗粒物，意思是小于PM10直径颗粒可以进入气管。在气管中可以通过纤毛、粘液阻挡咳嗽吐痰排出。PM2.5是细颗粒物，意思是小于PM2.5的颗粒物可以进入肺泡，然后交换进入血液循环，甚至到达脑部。当然PM2.5更危险。

## 2.有害气体的来源及危害

(1) 有害气体来源：有害气体主要来源于金属冶炼、化工、造纸、电镀、喷漆、印染与漂白等生产过程。例如铅、锌在冶炼过程中会产生大量的铅、锌蒸气，在焦炉煤气和溶剂的生产过程中会产生大量的苯蒸气，在煤和石油等燃料的燃烧、化工电镀等生产过程会产生大量的一氧化碳、二氧化硫和氮氧化物等有害气体。



## (2) 有害气体对人体的危害:

- **汞蒸气**: 汞是一种剧毒物质, 随呼吸道和胃、肠进入人体会产生中毒反应, 急性中毒表现在消化器官和肾脏, 慢性中毒会使人出现易怒、头疼、记忆力减退、营养不良和贫血等症状。
- **铅**: 在高温下变为大量铅蒸气并迅速氧化和凝集成氧化铅微粒。铅及其氧化物通过呼吸道、消化道、皮肤进入人体内并蓄积, 会破坏消化系统、造血器官和神经系统, 使人恶心、胃痛、食欲不振和神经衰弱, 严重时会出现中毒性脑症。
- **苯**: 无色透明特殊芳香味液体, 易挥发。通过呼吸道和皮肤表面进入人体, 损害神经系统和造血系统, 使人出现头痛、头晕、神志不清、恶心、呕吐等症状。

- **一氧化碳**：无色无味气体，吸入后造成人体缺氧引起窒息中毒。
- **二氧化硫**：无色有强烈刺激性臭味气体，吸入后咳嗽流泪，重者引起肺水肿、吼水肿直至声带痉挛而窒息死亡。
- **硫化氢**：臭鸡蛋味剧毒气体，对眼、呼吸道有强烈刺激作用，引起肺水肿、支气管炎及肺炎，严重时头疼、头昏、恶心、呕吐等症状，直至生命危险。
- **氮氧化物**：二氧化氮活性大，红棕色，毒性是一氧化氮的4~5倍，对呼吸器官有强烈刺激，能引起肺水肿，潜伏期可能有头昏、乏力、食欲减退、烦躁、失眠等症状。

### (3) 有害物质对生产和大气的影晌:

- **粉尘对生产的影响:** 产品和仪器设备受到粉尘的污染后,使精密仪器等仪器的质量降低。某些旋转部件,因受粉尘沾污而迅速磨损,甚至报废。
- 作业环境空气中的粉尘还会使光照度和能见度降低,是造成生产事故发生的不安全因素。有些粉尘如面粉、谷物微粒、煤尘、矿尘和金属微粒在一定浓度和温度下会发生爆炸,造成人员伤亡和财产损失。



- 有害气体对农作物生产的影响：植物叶表面产生伤斑或使植物枯萎；生理机能受到破坏，造成叶片变黄，产量下降，品质变坏。
- 有害气体对大气的影响：根据燃烧性质和排入大气中的污染物的成分可分为“**煤烟型**”污染，主要污染物是烟尘、粉尘和二氧化碳；“**石油型**”污染，主要污染物是氮氧化物、烯烃等碳氢化合物；“**复合型**”污染，主要污染物是二氧化硫、含重金属的漂尘、硫酸烟雾、光化学烟雾等共同作用的产物。



## 二、工业有害物质的控制

有害物质对人体的危害，不仅与有害物性质有关，而且还与有害物质浓度有关。一般来说，浓度越大，对人体危害越大。

### 1. 工业有害物质的卫生与排放标准:

- 有害物质浓度：**质量浓度**： $\text{mg}/\text{m}^3$ 。**体积浓度**： $\text{ml}/\text{m}^3$ 。**颗粒浓度**：指每立方米空气中所含有害物质的颗粒数，即  $\text{N}/\text{m}^3$ 。
- 有害物质卫生标准。
- 有害物质排放标准。



- 有害物质卫生标准：主要参照2010年修订的《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2000），其中对工业场所空气中有害物质的最高允许浓度、空气的温度、相对湿度和风流速度以及对工业企业卫生防护距离标准都做了具体规定。
- 有害物质排放标准：为了保护环境和人民身体健康，促进工农业发展，我国先后颁布了《工业“三废”排放试行标准》、《煤炭工业污染物排放标准》、《大气污染综合排放标准》、《工业窑炉大气污染物排放标准》等。同时，各省、市、自治区也相应制定了本地区标准。

## 2. 有害物质综合控制方法:

- 改进生产工艺，减少有害物质产生；
- 加强通风，降低有害物质浓度；
- 实行个体防护，防止人身受到伤害；
- 进行科学管理，建立健全规章制度。



深圳市卓安安全设备有限公司



深圳市卓安安全设备有限公司



必须戴出入证



必须戴安全帽



必须戴防护眼镜



必须戴护耳器



必须穿防护服



必须戴防护口罩



必须戴防护手套



必须穿防护鞋

### 三、控制有害物质的通风与净化技术

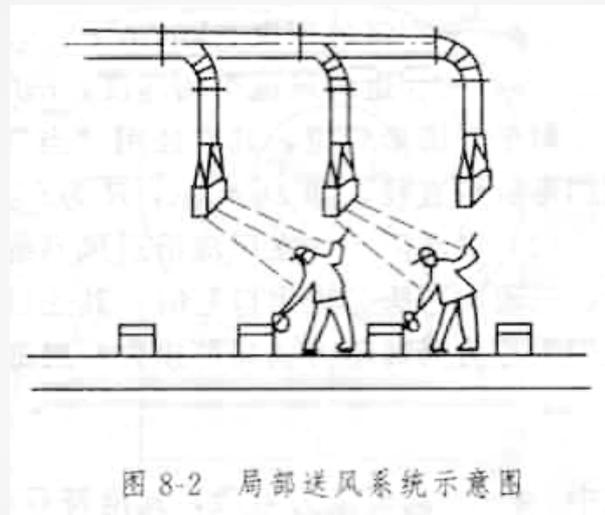
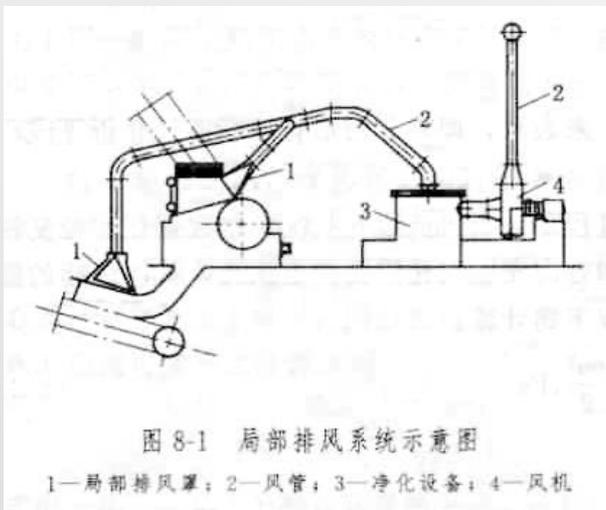
- 1. 通风方法
- 2. 粉尘净化技术
- 3. 有害气体净化技术



## 1. 通风方法

- 通风的目的是排出或稀释车间内所产生的粉尘、有毒和有害气体，使其不扩散到车间内或浓度符合卫生标准，以改善车间内的作业环境，保护工人身体健康。
- 按通风方式分为**局部通风**和**全面通风**。
- 按通风动力分为自然通风和机械通风。

## (1) 局部通风



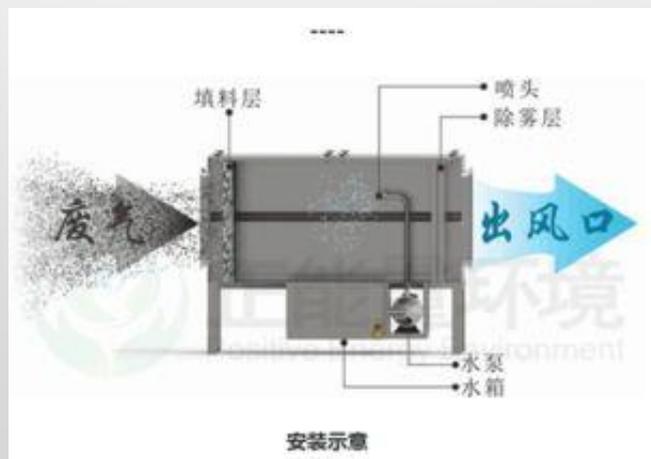
## (2) 全面通风

对于生产有害物质量大、分布面大、浓度高的车间，一般采用全面通风系统，即用新鲜空气将车间内的有害物进行稀释，同时将污浊空气排出室外，使整个车间内有害物质的浓度降低到卫生标准所允许的浓度。

## 2. 粉尘净化技术

### (1) 粉尘净化方式：

- **重力分离**：气流中的尘粒在重力作用下，自然沉降并从气流中分离。
- **离心力分离**：含尘气流做圆周运动时，在离心力的作用下，尘粒靠惯性从气流中分离。
- **惯性碰撞**：含尘气流在运动过程中遇到水滴、纤维等物体时，由于气流方向发生变化，尘粒与物体相碰撞。



- **截留捕集**：含尘气流绕过水滴、纤维等物体表面时，尘粒与物体表面接触而被截留。
- **扩散作用**：微小粉尘粒子随气体分子一起做布朗运动，在运动过程中与物体表面相接触，从气流中分离。
- **凝聚作用**：尘粒通过超声波、加湿等凝并作用，使微小的尘粒凝并增大。
- **静电力分离**：带有电荷的尘粒，在静电力的作用下从气流中分离。

## (2) 除尘器类型:

- **机械除尘器**: 包括重力沉降室、惯性除尘器和旋风除尘器等, 此类除尘器效率较低, 常用作多级除尘系统的前级。
- **过滤除尘器**: 包括袋式除尘器、纤维层除尘器、颗粒层除尘器等, 其原理是利用惯性碰撞、截留和扩散等作用捕集粉尘。此类除尘器效率高, 但结构比较复杂。
- **湿式除尘器**: 包括泡沫除尘器、湿式旋风除尘器、湿式纤维除尘器和金属丝除尘器及文氏管除尘器等。此类除尘器主要以水为介质, 结构简单, 除尘效率高。
- **静电除尘器**: 包括干式与湿式静电除尘器, 是利用尘粒荷电后, 在静电力作用下分离的原理捕集粉尘, 此类除尘器效率高, 成本也高。

### 3. 有害气体净化技术

#### (1) 燃烧法

燃烧法是通过氧化反应将有害气体中的烃类成分转化为二氧化碳和水，其他成分也可转化为易于回收或允许向大气中排放的物质。对于有机溶剂蒸气和碳氧化合物常采用燃烧法进行净化处理。燃烧法分为热力燃烧和催化燃烧两类，前者主要利用锅炉燃烧室或生产用的加热炉实现；后者是利用催化剂在低温下实现对有机物的完全氧化。

## (2) 冷凝法

对于浓度高、冷凝温度高的有害蒸气如电镀时产生的铬酸蒸气，可采用冷凝法使其从废气中分离。

## (3) 吸收法

吸收法的原理是用一定比例的液体与混合气体接触，通过分子扩散作用使吸收质从气相转移到液相的质量传递过程。此种方法广泛应用于有害气体的净化，如硫氧化物、氮氧化物、氯化氢和硫化氢等。常用的吸收装置有喷淋塔、填料塔、湍流塔、筛板塔和文丘里吸收塔等。

- 对吸收装置有以下基本要求：
  - (1) 气液之间接触面积大、时间长；
  - (2) 阻力小、处理能力大、吸收效率高；
  - (3) 采用气液逆流操作，使其之间扰动强烈；
  - (4) 设备耐磨、耐腐蚀，运行安全可靠。
- 喷淋塔和填料塔的结构如图所示。两者的原理都是气体从下部进入，吸收剂从上面向下喷淋。喷淋塔上部设有液滴分离器。填料塔内放置填料后，可增大气流接触面积。吸收效率与液滴大小、气流速度、液气比、阻力、接触面积及时间等参数有关。

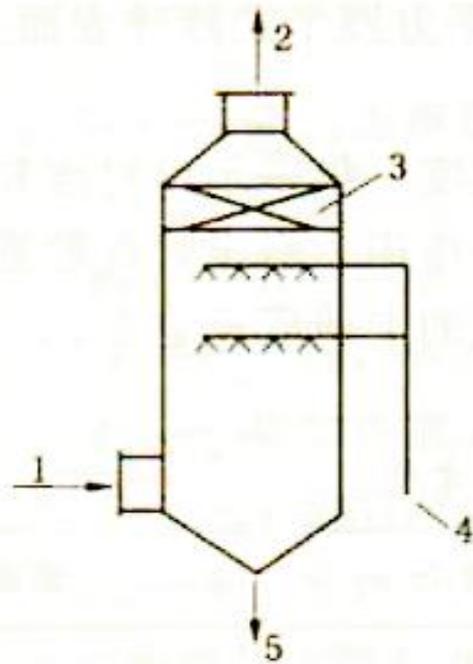


图 8-7 喷淋塔

- 1—有害气体入口；2—净化气体出口；  
 3—液滴分离器；4—吸收剂入口；  
 5—吸收剂出口

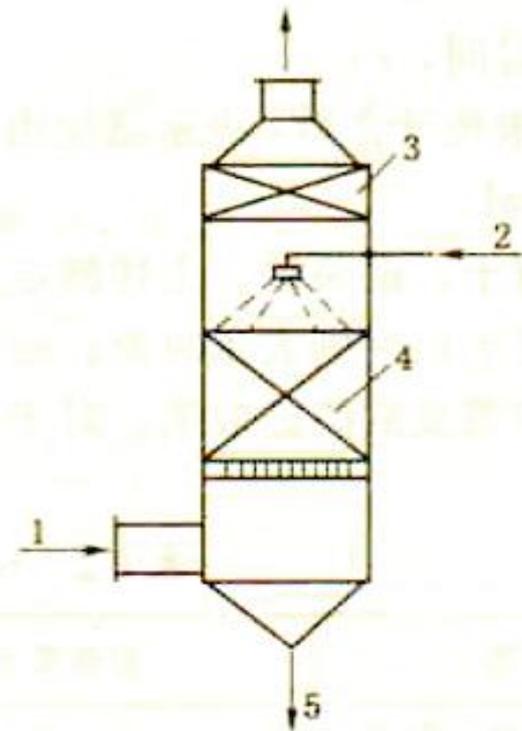


图 8-8 填料塔

- 1—有害气体入口；2—吸收剂入口；  
 3—液滴分离器；4—填料；  
 5—吸收剂出口

## 四、劳动环境

- 劳动环境的气候条件
- 噪声与振动危害及防护
- 工业照明



# 1. 劳动环境的气候条件

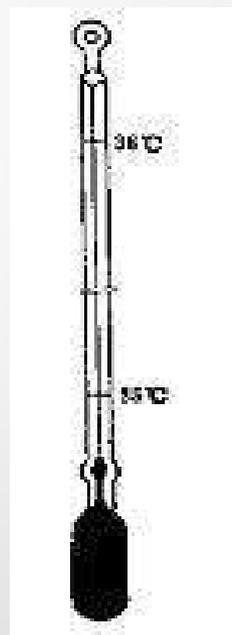
(1) 气候条件的舒适性:

- 人在劳动、学习和休息的时候，感觉舒适与否主要取决于气温、湿度和风速等参数。当室内湿度为50%时，不同劳动条件下的适宜温度为：
  - (1) 坐于办公室脑力劳动，18~24℃；
  - (2) 坐于工作台旁轻体力劳动，18~23℃；
  - (3) 站立工作台旁轻体力劳动，17~22℃；
  - (4) 站立重体力劳动，15~21℃；
  - (5) 繁重体力劳动，15~20℃。
- 当湿度超过70%时，人会感到不舒适；低于30%时，人会感到口鼻粘膜干燥。最适宜的湿度是40%~60%。



## (2) 气候条件的综合评价：

- 气候条件是由温度、湿度和风速三者的综合作用所决定的，单独用某一因素来评价都是不全面的。
- 对劳动环境气候条件舒适程度的评价，通常采用卡他度。卡他度是用以模拟人体表面散热速率影响的综合指标，其仪表称为卡他温度计，简称卡他计。



$$H = \frac{F}{t}, \text{cal} / \text{cm}^2 \cdot \text{s}$$

式中 t——时间，s； F——卡他计常数，表示温度由38℃降至35℃时每平方厘米贮液球表面上的散热量，cal。

- 卡他度有干、湿两种。
- 干卡他度：仅表示以**对流和辐射**方法的散热效果。**湿卡他度**则表示**对流、辐射和蒸发三者**的综合作用。

劳动强度	轻微劳动	一般劳动	繁重劳动
干卡他度	> 6	> 8	> 10
湿卡他度	> 18	> 25	> 30

表1 不同劳动强度时卡他度参考值

### (3) 气候条件对人体的影响:

- 气候条件中对人体影响的主要因素是温度。高温作业环境会引起人的体温升高，使人的正常生理机能失调，对人体的神经系统、循环系统、消化系统和泌尿系统等造成不良影响，严重时会使人中暑。



- 低温作业人体的散热速率加快；若作业环境湿度大、风速高时，人体的传导散热快，导致人体过冷，发生伤风感冒等疾病。过低的温度使人体组织缺氧、缺血，产生组织性病变和冻伤事故，严重时 would 冻僵。
- 不良的气候条件会使人感到疲劳、神经系统紊乱、精力不集中、心里不安，导致工作能力降低，生产效率不高。在炎热夏季和寒冷冬季，会使生产过程中的事故频率增大，严重影响安全生产。
- 因此，在恶劣的气候条件下作业时，都要采取相应的防护措施。

## 2. 噪声与振动危害及防护

**噪音：** 指由**物体不规则的振动**而产生的声音，即音高和音强变化混乱、听起来不谐和的声音。

### (1) 噪声基本知识：

- 声压：声波对传播媒质的作用，在原大气压基础上出现压强增量，该压强增量称为声压。
- 声强：声波传播具有一定的能量，用能量大小来表示声音的强弱称之为声强。

- 声功率：声源在单位时间内对垂直于声波传播方向上向外辐射的总声能量称之为声功率，其单位是W。
- 通常用声压级、声强级和声功率级来表示声音的大小，其单位用分贝（dB）来表示。其数学表达式分别为：

$$L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0} \quad L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad L_w = 10 \lg \frac{W}{W_0}$$

式中： $L_p$ 、 $L_I$ 、 $L_w$ ——分别为声压级、声强级、声功率级，dB；

- 声压级、声强级和声功率级的单位都是dB。dB无量纲，是一个相对单位。三者分别是以耳对1000Hz纯音的听阈声压、听阈声强、听阈声功率为基准的。

## (2) 噪声对人的危害:

- **损害听觉**。人耳习惯于70~80dB (A) 的声音。日常生活中，各种声音的强度在75 dB (A) 以下时，听觉不会受到损伤；但在工业生产中，某些噪声的强度远大于此值。
- 据调查资料，暴露在85 dB (A) 以下，听觉受到轻微损伤；在85~90 dB (A) 环境中，少数人会轻度耳聋；在90~95 dB (A) 环境中，出现中度耳聋；在95~100 dB (A) 环境中，则有一定数量的人造成噪声性耳聋；在100 dB (A) 以上，则会有相当数量人造成噪声性耳聋。

- **损害健康**。噪声对人的神经系统、心血管系统、消化系统和视觉器官等都会产生危害，能使人的大脑皮层和抑制失去平衡，导致条件反射异常；长期接触噪声，会使人消化功能紊乱，造成消化不良、食欲不振、体质无力等现象；还会引起视力减退、眼花等症状。
- **影响工作效率**。噪声干扰了人们的睡眠、语言交谈和思考问题。人在喧闹嘈杂的作业环境中，会心情烦躁，注意力不集中，极易产生疲劳、反应迟钝等，不仅会降低工作效率，而且还会引起意外事故发生，影响安全生产。

- **对女性生理机能的损害**。专家们曾在哈尔滨、北京和长春等7个地区经过为期3年的系统调查，结果发现噪声不仅能使女工患噪声聋，且对女工的月经和生育均有不良影响。另外可导致孕妇流产、早产，甚至可致畸胎。
- 国外曾对某个地区的孕妇普遍发生流产和早产作了调查，结果发现她们居住在一个飞机场的周围，祸首正是那飞起降落的飞机所产生的巨大噪声。

- **噪声对儿童身心健康危害更大**，噪声可损伤听觉器官，使听力减退或丧失。专家已证明，家庭室内噪音是造成儿童聋哑的主要原因，若在85分贝以上噪声中生活，耳聋者可达5%。
- **噪声对视力的损害**。当噪声强度达到90分贝时，人的视觉细胞敏感性下降，识别弱光反应时间延长；噪声达到95分贝时，有40%的人瞳孔放大，视模糊；而噪声达到115分贝时，多数人的眼球对光亮度的适应都有不同程度的减弱。同时，噪声还会使色觉、视野发生异常。调查发现噪声对红、蓝、白三色视野缩小80%。所以驾驶员应避免立体场音响的噪声干扰，不然易造成行车事故。

### (3) 振动对人体的危害:

振动直接危害人体健康，往往伴随产生噪声，并降低人员知觉和操作的准确度，不利于安全生产。其危害：

- **局部振动**。工业生产中最常见的和对人危害最大的是局部振动。以手麻最为常见，当症状严重时，手指及关节变形，肌肉萎缩，出现白指、白手。
- **全身振动**。全身振动多为低频率、大振幅的振动，可能引起人体器官的共振而妨碍其机能。振动对人的影响主要取决于振动频率，频率4~8Hz的振动对人体危害最大，其次是10~12Hz和20~25Hz的振动。

#### (4) 噪声控制与防护:

- 控制噪声的基本途径是降低声源噪声，阻止声源传播，对受害者进行个体防护和采取技术措施。
- **降低声源噪声**。控制噪声最有效的方法是降低声源噪声，如研制和选择噪音低的设备，改进生产加工工艺，提高机械设备的加工精度和装配技术，使发声体的声音降低到最低限度。
- **防止噪声传播**。在城市规划时要进行合理布局，例如：把工厂与居民区分开；把高噪声机器与低噪声机器分开；把高噪声的车间与低噪声的车间分开等。
- **个体防护**。主要措施有佩戴防声耳塞或耳罩，在耳道内塞防声棉等防护用具，以阻止强烈的噪声进入耳道内造成伤害。

### (5) 噪声控制技术措施:

- **吸声技术**。声波在传播过程中遇到用吸声材料做成的屏障时，其中一部分噪声的能量被屏障反射回去，一部分声能被吸声材料吸收。
- **隔声技术**。将发声的物体或需要保持安静的场所，用隔声良好的构件封闭起来，这种方法称隔声。例如用隔声门、隔声窗和隔声罩等将产生噪声的声源与工作场所隔离开，形成隔音操作室、休息室等；也可以将噪声源全部封闭，以降低声能的辐射。

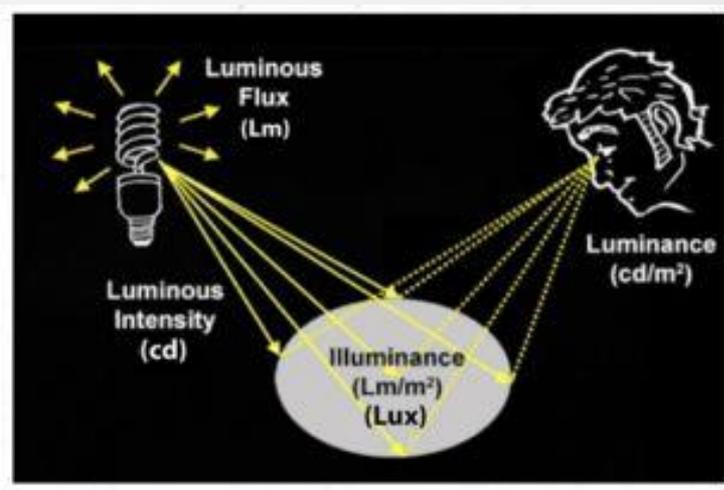
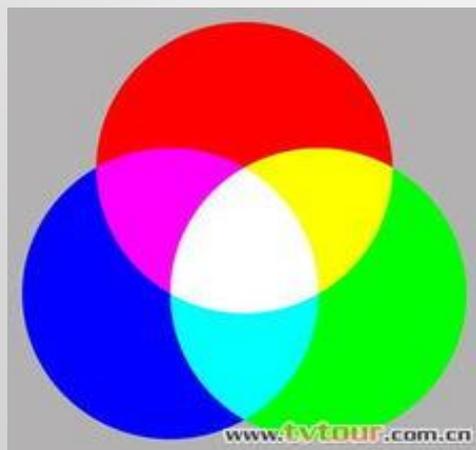
- **消声技术**。消声技术是允许气流通过而阻止声波传播，实现降低空气动力噪声的措施，常用的装置是消声器。评价消声器的优劣主要有消声量，消声频率和阻力损失三项指标。
- **隔振技术**。是在振动设备与防振设备之间设置减振器或减振材料，使振动设备产生的振动由减振器来吸收，以减少振动设备的干扰。

### 3. 工业照明

#### (1) 光与视觉基本知识:

- 光学基本概念

在电磁辐射波中，光是一种特殊频段的辐射波，其波长在380~780nm之间，该范围内的电磁辐射波称为可见光波（即可见辐射）。波长小于380nm的是紫外线、x射线、 $\gamma$ 射线和宇宙射线；波长大于780nm的是红外线和各种无线电波，这些辐射波均称为不可见辐射。



- 在可见光范围内，光的波长不同，人们在视觉上感觉的颜色也不一样。光分为单色光和复色光，前者是指颜色仅由单一波长的光组成，后者是指由不同波长的光混合而成。
- ✓ 光的波长不同，其辐射功率也不相等，所以人们会看到红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等各种颜色；
- ✓ 即使光的波长相等，人眼对各种单色光的视觉感受也不一样。



## (2) 视觉特性与功能:

- **适应性**。当环境亮度发生变化时，人的视觉感受会随之顺应。  
亮 → 暗 → 什么也看不见 → **锥体细胞**恢复功能 → 逐渐看清物体，此种过程称为暗适应。明适应与上述过程正相反，由于锥体细胞工作恢复较快，**所以明适应时间较短。**
- **调节性**。人的眼睛观察物体时，通过改变晶体的曲率使物体的成像能清晰地映在视网膜上，这种视觉适应观察距离变化的能力称为调节功能。调节功能的快慢与观察距离、照明状况有关。

- **视角**。眼睛对观察的物体所形成的张角称为视角。与物体的大小成正比，与距离成反比。因此，视角综合了物体大小和远近两项指标。
- **灵敏度**。视觉灵敏度和对比灵敏度，前者是指视觉辨认物体细节的能力，即通常所说的视力；后者是人眼辨识视觉对象和背景对比的能力。
- **视觉感受速度**。物体光线自作用于视网膜开始到形成视觉印象，需要有一个感受过程，这一过程所需要的最小时间的倒数称为视觉感受速度，它与环境亮度、对比、视角有关。

### (3) 颜色视觉特性:

- 人眼感受物体所辐射和反射的光波长不同，故有不同的颜色。阳光是各种不同波长的光对眼睛的综合刺激作用，所以阳光是无色的。
- A. **颜色特性**。颜色包括黑白系列和彩色系列两大类。前者是由黑色、白色和各种深浅不同的灰色所组成；后者是除黑白系列以外的各种颜色。**颜色的色调、明度和彩度是颜色的三要素**。色调是颜色相互区分的主要特征，与光的波长有关，不同波长的光在视觉上感受为不同的色调。颜色反射的光线越多，明度越大。**纯白色可反射100%的光线，所以明度最大。黑色明度为零**。彩度是指颜色的纯洁度，也称为饱和度。波长范围越窄，颜色越接近饱和，彩度也越大。颜色所具有的色调、明度和彩度的这些特征，有利于改善视觉条件，提高人们识别物体的能力。

- B. 颜色视觉特性。颜色视觉特性是指颜色对比、适应和常恒性。颜色对比包括明度、色调和彩度的对比。任何两种颜色，只要有其中某一特性不同，视觉就容易将其区分。对于视觉来说，颜色对比优于亮度对比，它遵守明视度顺序。因此，在工作环境中利用此规律可突出各种颜色的作用效果。
- 人的眼睛受到某种颜色长时间的刺激后，会形成对该种颜色光预先适应，其色调微小变化的分辨力将会降低，再去观察其他颜色时，其他颜色的明度和彩度也会下降。这种人眼在颜色的刺激作用下所造成的视觉变化称为颜色适应。颜色适应性不利于视觉，易于造成操作失误和判断错误。因此，作业场所中应有多种色调，以防造成错觉。
- 各种物体的颜色，在显色性良好的光照明条件下，无论怎样变化，人眼对物体的色感觉却始终保持不变，这种现象称为色觉常恒性。正是因为这种特性，人们对各种物体的颜色才有记忆性。

### (3) 工作场所照明:

- A. 光源选择

工业生产场所通常采用天然光照明、人工照明和混合照明三种方式。天然光明亮、柔和，人眼感到舒适。因此，在工程照明设计中应尽量利用天然光，用人工光照明作为辅助，以保持稳定的照度。

- B. 照明方式

a) **一般照明**: 是采用人工方式为照亮整个工作场所而设置的照明条件，不考虑光线的特殊的需求，适合于工作点密集或工作点不固定的场所。这种方式照度均匀、视野好、投资少，但耗电量。

- b) **局部照明**：是为增强某一作业点的照度而设置的照明条件，一般靠近作业点布置，照度高、耗能少，但在设置上要避免直接眩光和照度不均匀的影响。对于作业点要求照度不大时，一般不宜采用这种方式。
- c) **混合照明**：是指采用一般照明和局部照明两种方式相结合构成的照明条件。此种方式既经济合理，又能满足照度均匀的要求。通常一般照明的照度与总照度之比为1：5，对有特殊要求的作业点，可适当提高一般照明的比例。

- C. 避免眩光

眩光是光源或光滑物体表面反射出对人眼有强烈刺激的光线，一般有直接眩光、反射眩光 and 对比眩光。眩光的危害主要是破坏视觉对光环境的适应，使人产生不舒适感和分散注意力，会造成视觉疲劳和引起各种眼病，以致影响工作效率和质量。避免眩光的措施主要有限制光源亮度，合理分布光源，采用散射光线，避免反射眩光，适当提高环境亮度和照度稳定性，减少对比眩光。

- D. 照度均匀

在工业照明设计中，应力求照度均匀分布，以减少作业者明暗适应的频率，从而提高视觉效率，保证产品质量和安全生产。通常要求工作场所内最大、最小照度值与平均值之差不大于1/6。

(4) 照明与安全效应：

- 照明对视觉的影响。照明条件的优劣对视觉影响至关重要，若照明条件不好，作业者需反复辨认观察对象，易于造成视觉疲劳。
- 照明对工作的影响。良好的照明条件，可减少视觉疲劳，有利于提高工作效率。工作场所照度均匀，亮度合理，可提高作业速度和产品质量。据统计资料表明，改善车间照明水平，产量可提高4%~35%，质量亦有明显的提高。

- 照度对安全的影响。作业场所照度不足、不匀、不稳以及对比度不好，不仅影响工作效率，而且也是造成事故的主要原因。据英国统计资料，人工照明比天然光照明的事故率增加25%，其中因跌倒造成的事故增加74%。美国统计资料表明，约有5%的企业伤亡事故是由于照明很差引起的，而且占总事故数的20%。
- 照明对心理的影响。照明质量对人的心理具有重要的影响，照明条件好会激发人的积极性，从而提高工作效率；照明不好影响人的情绪，容易产生差错。通常明亮的场所使人心情愉快，刺眼的眩光和昏暗的光线使人厌倦。

## (5) 作业场所色彩调节:

### • A. 颜色调节的功能

色彩调节的主要目的是改善视觉条件，利用颜色的效果，进行正确的观察和操作。由于房间、设备、机构、信号和背景等颜色，对人的生理和心理都会产生影响，所以作业场所内正确地运用色彩调节会得到如下的效果：

- 1) 提高照明，改善视觉条件；
- 2) 提高对观察对象的分辨力，减少差错和事故的发生；
- 3) 调节作业者情绪，减少工作疲劳；
- 4) 激发劳动热情，提高工作效率和安全效应。

- B. 颜色的生理作用

在作业过程中，人眼根据色调、明度和彩度的一种或几种差别能够辨别观察对象，当具有颜色对比时，使视觉条件得到改善，提高了辨认灵敏度，并且眼睛不易疲劳。

人们视觉对不同的颜色具有不同的敏感性，在选择颜色对比时，彩度和色调起决定作用。对色调来说，黄色最引人注目，红橙色次之。所以黄色常用作警戒色，如对于危险地点或部位通常涂以黑黄相间的颜色以示警告。

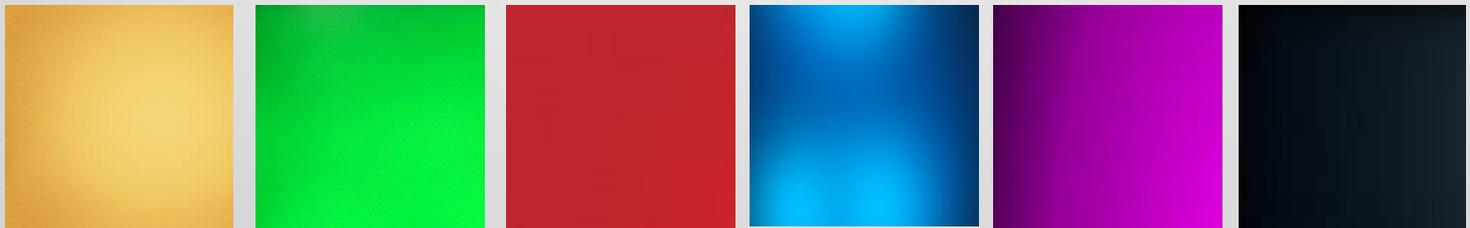
颜色还会对人体其他机能产生作用。如红色调会使人各种器官兴奋，促进血压上升和心率加快；而蓝色则会使人各种器官机能稳定，会使血压下降和减缓脉搏的作用；橙色可增进人的食欲；紫色对视觉不利。因绿黄色在生理上呈中性反应，故工作场所常采用此系列颜色。

- C. 颜色的心理作用

颜色对人的心理有如下作用：

- (1) **冷暖感**：如人们对红、橙、黄、棕等颜色有温暖感，常称暖色；
- (2) **兴奋和抑制感**：如青色、紫色有镇静感，红色、橙色会使人有兴奋感；
- (3) **轻松和压抑感**：颜色明度高会使人产生轻松感，反之会使人产生压抑感；
- (4) **大小感**：颜色明度高，物体显得大；反之，显得小。通常黄色物体看起来显得最大，绿、红、蓝紫色看起来依次显得小。

此外，颜色还有轻重感，前进和后退感等等。



## • D. 作业场所颜色的应用

- 根据颜色的对比特性，选用一种主色调，一至两种辅助色，使作业环境色彩美观、明亮、和谐，有利于提高视觉功能。
- 根据颜色反光的特性，利用不同颜色的反光系数不同，改善照明条件。如生产车间采用明度高的颜色，增加光的扩散和反射，以减少阴影，使光线柔和。但彩度要适宜，不要过大。
- 设备主体通常以蓝绿色调为宜，或采用乳白、浅灰和套色，尽量少采用深灰色。
- 操作机构应与主体色调和谐，彩度和明度适当高些，以引人高度醒目。
- 工作台与加工或观察对象之间应形成适当的色调对比，以便易于认知。对于关键部位和工艺特点，如开关、按钮、加油点、工艺流程、管线系统，用颜色予以标识，并与背影形成对比，以便易于识别。

## • E. 安全色的应用

安全色是用语言表达安全信息的颜色，其目的是使人们能够迅速发现或识别各种标志和信号，引起高度注意，以防差错和事故发生。我国国家标准《安全色》规定：红、蓝、黄、绿四种颜色为安全色。标准中还规定：红、蓝、绿色以白色为对比色，黄色采用黑色为对比色。当用文字、符号对安全标志加以说明时，黑、白色可互为对比色。

安全标志通常是由安全色、符号、文字和几何图形构成，以表示规定和安全信息。安全标志有禁止、警告、指令和提示四种类型。

安全色的含义及用途：

- **红色表示禁止、停止意思。**禁止、停止和有危险的器件设备或环境涂以红色的标记。如禁止标志、交通禁令标志、消防设备。
- **黄色表示注意、警告的意思。**需警告人们注意的器件、设备或环境涂以黄色标记。如警告标志、交通警告标志。
- **蓝色表示指令、必须遵守的意思。**如指令标志必须佩带个人防护用具、交通知识标志等。
- **绿色表示通行，安全和提供信息的意思。**可以通行或安全情况涂以绿色标记。如表示通行，机器，启动按钮，安全信号旗等。

## 二、安全标志的含义及用途：

- 禁止标志的含义是禁止人们不安全行为的图形标志。其基本形式为带斜杠的圆形框。圆环和斜杠为红色，图形符号为黑色。衬底为白色。
- 警告标志的含义是提醒人们对周围环境引起注意，以避免可能发生危险的图形标志。其基本形式是正三角形边框。三角形边框及图形为黑色，衬底为黄色。



- 指令标志的含义是强制人们必须做出某种动作或采用防范做事的图形标志。其基本形式是圆形边框。图形符号为白色，衬底为蓝色。
- 提示标志的含义是向人们提供某种信息的图形标志。其基本型式是正方形边框。图形符号为白色，衬底为绿色。





谢谢!

