

职业病危害因素检测

臭氧是一种具有特殊臭味的淡蓝色气体，浓度低时像青草味，浓度高时像鱼腥草味。

硫化氢正常是无色、易燃的酸性气体，浓度低时带恶臭，气味如臭蛋；浓度高时反而没有气味，因为高浓度的硫化氢可以麻痹嗅觉神经。

氨味是一种具有极强刺激性的味道。

甲醛是一种无色、有强烈刺激性气味的气体，鼻子对甲醛的嗅觉感低浓度即可嗅到。

职业病危害因素检测

- 1. 职业病危害因素检测概述
 - 1.1 职业病危害因素检测常用术语
 - 1.2 职业病危害因素检测概念
 - 1.3 职业病危害因素检测工作程序
 - 1.4 我国职业病危害因素检测相关法律法规和标准
- 2. 工作场所空气中有害物质采集技术
 - 2.1 空气样品的采集方法
 - 2.1.1 危害来源
 - 2.1.2 有害物质在空气中的存在状态
 - 2.1.3 空气样品的采集方法
 - 2.1.4 影响采样效果的因素
 - 2.2 空气样品的采集规范
 - 2.2.4 三种容许浓度的检测样品的采集
 - 2.2.5 标准采样体积
- 3. 样品预处理技术
 - 3.1 滤料样品的预处理
 - 3.2 吸收液样品的预处理
 - 3.3 固体吸附剂管样品的预处理
- 4. 化学物质的实验室分析技术
 - 4.1 原子吸收光谱法
 - 4.1.1 原子吸收光谱法的原理及特点
 - 4.1.2 适用范围
 - 4.2 原子荧光光谱法
 - 4.2.1 原子荧光光谱法的原理及特点
 - 4.2.2 适用范围
 - 4.3 电感耦合等离子体发射光谱法
 - 4.3.1 电感耦合等离子体发射光谱法的原理及特点
 - 4.3.2 适用范围
 - 4.4 紫外可见分光光度法
 - 4.4.1 紫外可见分光光度法的原理及特点
 - 4.4.2 适用范围
 - 4.5 离子色谱法
 - 4.5.1 离子色谱法的原理及特点
 - 4.5.2 适用范围
 - 4.6 气相色谱法
 - 4.6.1 气相色谱法的原理及特点
 - 4.6.2 适用范围
 - 4.7 高效液相色谱法
 - 4.7.1 高效液相色谱法的原理及特点
 - 4.7.2 适用范围
 - 4.8 离子选择电极法
 - 4.8.1 离子选择电极法的原理及特点
 - 4.8.2 适用范围

4.9 不分光红外分析法	
4.9.1 不分光红外分析法的原理及特点	
4.9.2 适用范围	
5.工作场所空气中粉尘的检测	
5.1 总粉尘浓度的测定	
5.1.1 总粉尘的定义	
5.1.3 主要器材	
5.1.5 测定	
5.2 呼吸性粉尘浓度的测定	
5.2.1 呼吸性粉尘的定义	
5.2.5 测定	
5.3 粉尘分散度的测定	
5.4 粉尘中游离二氧化硅含量的测定—焦磷酸法	
5.5 石棉纤维浓度的测定	
6.工作场所物理因素的测量	
6.1 噪声	
6.1.4 测量方法	
6.2 高温	
6.2.2 测量参数	
6.2.4 测量方法	
6.3 超高频辐射	
6.3.4 测量方法	
6.4 高频电磁场	
6.5 微波辐射	
6.6 工频电场	
6.7 紫外辐射	
6.7.4 测量方法	
6.8 激光辐射	
6.9 手传振动	
6.9.2 计算	
7.职业病危害因素检测报告编制	
8.职业病危害因素检测工作的质量控制	
8.1 空气样品采集工作的质量控制	
8.2 检测分析工作的质量控制	
8.3 职业病危害因素检测结果的分析与处理	
9.职业病危害因素检测工作的安全健康环境对策	
10.计算题	

1.职业病危害因素检测概述

1.1 职业病危害因素检测常用术语

- 1)职业病危害：对从事职业活动的劳动者可能导致职业病及其他健康影响的**各种危害**。
- 2)职业病危害因素：职业活动中影响劳动者健康的、存在于生产工艺过程以及劳动过程和生产环境中的**各种危害因素**的统称。
- 3)工作场所：劳动者进行职业活动、并由用人单位直接或间接控制的所有工作地点。
- 4)工作地点：劳动者从事职业活动或进行生产管理而经常或定时停留的岗位或作业地点。
- 5)蒸气：液态物质气化或固态物质升华而形成的气态物质。
- 6)气溶胶：以液体或固体为分散相，分散在气体介质中的溶胶物质，如粉尘、烟或雾。
- 7)粉尘：能够较长时间悬浮于空气中的固体微粒。

8)烟：分散在空气中的直径小于0.1um的固体微粒。

9)雾：分散在空气中的液体微滴，多由蒸汽冷凝或液体喷散形成。

10)**职业接触限值**：劳动者在职业活动过程中长期反复接触，对绝大多数接触者的健康不引起有害作用的容许接触水平，是跟业性有害因素的接触限制量值。化学有害因素的职业接触限值包括**时间加权平均容许浓度**、**短时间接触容许浓度**和**最高容许浓度**三类，物理因素职业接触限值包括时间加权平均容许限值和最高容许限值。

11)时间加权平均容许浓度(PC-TWA)：以时间为权数规定的8h工作日、40h工作周的平均容许接触浓度。

12)短时间接触容许浓度(PC-STEL)：在遵守PC-TWA前提下容许短时间(15min)接触的浓度。

13)最高容许浓度(MAC)：工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质均不应超过的浓度。

14)超限倍数：对未制定PC-STEL的化学有害因素，在符合8h时间加权平均容许浓度的情况下，任何一次短时间(15min)接触的浓度均不应超过的PC-TWA的倍数。

15)采样点：指根据监测需要和工作场所状况，选定具有代表性的、用于空气样品采集的工作地点。

16)空气收集器：指用于采集空气中气态、蒸气态和气溶胶态有害物质的器具，如大注射器、采气袋、各类气体吸收管及吸收液、固体吸附剂管、无泵型采样器、滤料及采样夹和采样头等。

17)空气采样器：指以一定的流量采集空气样品的仪器，通常由抽气动力和流量调节装置等组成。

18)无泵型采样器：指利用有毒物质分子扩散、渗透作用为原理设计制作的、不需要抽气动力的空气采样器。

19)个体采样：指将空气收集器佩带在采样对象的前胸上部，其进气口尽量接近呼吸带所进行的采样。

20)采样对象：指选定为具有代表性的、进行个体采样的劳动者。

21)定点采样：指将空气收集器放置在选定的采样点、劳动者的呼吸带进行采样。

22)采样时段：指在一个监测周期（如工作日、周或年）中，选定的采样时刻。

23)采样时间：指每次采样从开始到结束所持续的时间。

24)短时间采样：指采样时间**一般**不超过15min的采样。

25)长时间采样：指采样时间**一般**在1h以上的采样。长时间检测**要求**最好8小时。

26)采样流量：指在采集空气样品时，每分钟通过空气收集器的空气体积。

27)标准采样体积：指在气温为20℃，大气压为101.3kPa(760mmHg)下，采集空气样品的体积，以L表示。

28)呼吸带：距离人的鼻孔30cm所包含的空气带。

29)采样效率：空气收集器在采样过程中能够采集到的待测物量占通过该空气收集器的空气中待测物总量的百分数。

30)样品空白：在采集空气样品的同时制备空白样品，其制备过程除不连接空气采样器采集工作场所空气外，其余操作与空气样品完全相同。

31)检出限：测定方法在给定的概率P=95%(显著水准为5%)时能够定性检出样品中待测物的最低浓度或含量。

32)最低检出浓度：在采集一定量（体积）的样品时，测定方法能够定性检出样品中待测物的最低浓度。

33)穿透容量：在采集空气样品过程中，固体吸附剂管发生穿透时所吸附待测物的量。

1.2 职业病危害因素检测概念

职业病危害因素，又称职业性有害因素，是指在职业活动中产生和(或)存在的、可能对职业人群健康、安全和作业能力造成不良影响的因素或条件，包括化学、物理、生物等因素。职业病危害因素分为：粉尘类、放射性物质类（电离辐射）、化学物质类、物理因素、生物因素、导致职业性皮肤病的危害因素、导致职业性眼病的危害因素、导致职业性耳鼻喉口腔疾病的危害因素、导致职业性肿瘤的职业病危害因素、其他职业病危害因素共十大类115种。

我国职业病危害因素的检测方法主要包括工作场所物理因素测量，工作场所有害物质的空气检测以及工作场所有害物质的生物检测等。

1.3 职业病危害因素检测工作程序

1.项目委托 2.现场调查 3.检测方案制订 4.检测前准备 5.现场采样和现场检测 6.实验室检测 7.数据处理 8.报告编制 9.报告审核签发

1.4 我国职业病危害因素检测相关法律法规和标准

- 《中华人民共和国职业病防治法》2001年10月27日颁布，2022年5月1日施行，2011年12月31日修订。
- 《中华人民共和国尘肺病防治条例》
- 《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》

2.工作场所空气中有害物质采集技术

2.1 空气样品的采集方法

2.1.1 危害来源

1.化学因素 2.物理因素 3.生物因素

2.1.2 有害物质在空气中的存在状态

1. 气体和蒸气
2. 气溶胶：雾、烟、粉尘

2.1.3 空气样品的采集方法

1. **气体和蒸气**：直接采样法、有泵性采样法{ 液体吸收法（大型气泡吸收管、小型气泡吸收管、多孔玻板吸收管、冲击式吸收管）、固体吸附剂法（活性炭、硅胶、高分子多孔微球、浸渍固体吸附剂）、浸渍滤料法 }、无泵性采样法
2. **气溶胶**：滤料采样法、冲击式吸收管法、多孔玻板吸收管法
3. 蒸气和气溶胶共存：浸渍滤料法、聚氨酯泡沫塑料法、串联法、冲击式吸收管和多孔玻板吸收管

吸收管	吸收液 用 量/ mL	采样流 量/ L*min^-1	性能要求	规格	适用范围
大型气 泡吸收 管	5-10	0.5-2.0	内、外管接口为标准磨口 内管出气口内径 (1.0±0.1)mm 管尖距外管大不于5mm	优质无 色或棕 色玻璃	气态和蒸气 态
小型气 泡吸收	2	0.1-1.0	内、外管接口为标准磨口 内管出气口内径 (1.0±0.1)mm	优质无 色或棕	气态和蒸气 态

管	吸收液	采样流	(1.0±0.1)mm 管尖距外管大不于5mm 性能要求	色玻璃	态
吸收管	用	量/L*min^-1		规格	适用范围
多孔玻 板吸收 管	量/mL 5-10	0.1-1.0	玻板及孔径应均匀、细 致、不产生特大气泡	优质无 色或棕 色玻璃	气态和蒸气 态；雾态气 溶胶
冲击式 吸收管	5-10	0.5-2.0; 3(气溶胶)	内、外管接口为标准磨 口，内管垂直于外管底 出气口内径(1.0±0.1)mm 管尖距外管(5.0±0.5)mm	/	气态和蒸气 态；气溶胶 态

2.1.4 影响采样效果的因素

1. 采样效率
 - 采样效率是衡量采样方法的主要性能指标。
 - 采样效率是指能够被采样仪器采集到的待测物量占通过该采样仪器空气中待测物总量的百分数。
 - 用于职业危害采样的平均效率一般应**不小于90%**。
2. 穿透容量
 - 穿透容量的概念：穿透容量是指当通过采样介质的空气中待测物量达到原空气中待测物量的5%时，采样介质所吸附的待测物的量。
 - 影响穿透容量的因素：1.待测物的极性、扩散系数、化学活性等。2.吸附剂的性质。3.采样流量。4.气温和湿度。

2.2 空气样品的采集规范

《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》（GBZ 159-2004）

2.2.4 三种容许浓度的检测样品的采集

职业接触限值为**最高容许浓度**的样品采集：

$$C_{MAC} = \frac{c \cdot v}{F \cdot t}$$

C_{MAC} — — — 空气中有毒物质的最高浓度， mg/m^3 ；

c — — — 测得样品溶液中的有害物质的浓度， $\mu g/mL$ ；

v — — — 一样品溶液体积， mL ；

F — — — 采样流量， L/min ；

t — — — 采样时间， min 。

职业接触限值为**短时间接触容许浓度**的样品采集：

$$C_{STEL} = \frac{c \cdot v}{F \cdot t}$$

C_{STEL} — — — 空气中有毒物质的短间接接触浓度， mg/m^3 ；

c — — — 测得样品溶液中的有害物质的浓度， $\mu g/mL$ ；

v — — — 一样品溶液体积， mL ；

F — — — 采样流量， L/min ；

t — — — 采样时间， min 。此处 t 取 $15min$ 。

职业接触限值为**时间加权平均容许浓度**的样品采集：

采样仪器能够满足全工作日连续一次性采样时，空气中有毒物质8h时间及加权平均浓度按下式计算：

$$C_{TWA} = \frac{c \cdot v}{F \cdot 480} \times 1000$$

C_{TWA} — — — 空气中有毒物质8h时间加权平均浓度， mg/m^3 ；

c — — — 测得样品溶液中的有害物质的浓度， $\mu g/mL$ ；

v — — — 样品溶液的总体积， mL ；

F — — — 采样流量， L/min ；

480 — — — 时间加权平均容许浓度规定的以8h计， min 。

采样仪器不能满足全工作日连续一次性采样时，可根据采样仪器的操作时间，在工作日内进行2次或者2次以上的采样。空气中 C_{TWA} 按下式计算：

$$C_{TWA} = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_n T_n}{8}$$

C_{TWA} — — — 空气中有毒物质8h时间加权平均浓度， mg/m^3 ；

C_1 、 C_2 、 C_n — — — 测得样品溶液中的有害物质的浓度， $\mu g/mL$ ；

T_1 、 T_2 、 T_n — — — 劳动者在相应的有害物质浓度下的工作时间， h ；

8 — — — 时间加权平均容许浓度规定的以8h。

折减系数RF计算：

$$RF = \frac{40}{h} \times \frac{168 - h}{168 - 40}$$

2.2.5 标准采样体积

标准采样体积的换算公式：

$$V = V_t \times \frac{293}{(273 + t)} \times \frac{P}{101.3}$$

V_0 — — — 标准采样体积， L ；

V_t — — — 温度为 t 、大气压为 P 时的采样体积， L ；

t — — — 采样点的气温， $^{\circ}C$ ；

P — — — 采样点的大气压， kPa 。

3.样品预处理技术

3.1 滤料样品的预处理

1. 洗脱法（洗脱效率）

$$\text{洗脱效率} = \frac{\text{被洗脱的待测物量}}{\text{滤料上的待测物总量}} \times 100\%$$

2. 消解法（消解回收率）

$$\text{消解回收率} = \frac{\text{测得待测物量}}{\text{滤料上的待测物总量}} \times 100\%$$

3.2 吸收液样品的预处理

1. 稀释或浓缩

2. 溶剂萃取

3.3 固体吸附剂管样品的预处理

1. 溶剂解吸法

- 2. 热解吸法
- 3. 解析效率

$$J = \frac{n}{N} \times 100\%$$

J — — — 解吸效率，%；

n — — — 被解吸得待测物量， μg ；

N — — — 固体吸附剂上吸附的待测物总量， μg 。

影响溶剂解吸法解吸效率的因素：

- 1. 解吸液的性质和用量
- 2. 解吸时间和解吸方式

影响热解吸法解吸效率的因素：

- 1. 解吸温度和时间
- 2. 载气流量和通气时间
- 3. 热解吸器

4.化学物质的实验室分析技术

4.1 原子吸收光谱法

4.1.1 原子吸收光谱法的原理及特点

4.1.2 适用范围

绝大多数金属元素以及部分金属

4.2 原子荧光光谱法

4.2.1 原子荧光光谱法的原理及特点

4.2.2 适用范围

4.3 电感耦合等离子体发射光谱法

4.3.1 电感耦合等离子体发射光谱法的原理及特点

4.3.2 适用范围

4.4 紫外可见分光光度法

4.4.1 紫外可见分光光度法的原理及特点

4.4.2 适用范围

4.5 离子色谱法

4.5.1 离子色谱法的原理及特点

4.5.2 适用范围

4.6 气相色谱法

4.6.1 气相色谱法的原理及特点

4.6.2 适用范围

4.7 高效液相色谱法

4.7.1 高效液相色谱法的原理及特点

4.7.2 适用范围

4.8 离子选择电极法

4.8.1 离子选择电极法的原理及特点

4.8.2 适用范围

4.9 不分光红外分析法

4.9.1 不分光红外分析法的原理及特点

4.9.2 适用范围

5.工作场所空气中粉尘的检测

5.1 总粉尘浓度的测定

《工作场所空气中粉尘测定 第1部分：总粉尘浓度》（GBZ/T 192.1-2007）

5.1.1 总粉尘的定义

总粉尘是指可进入整个呼吸道（鼻、咽和喉、胸腔支气管、细支气管和肺泡）的粉尘，简称**总尘**。

总粉尘浓度的测定采用**滤膜称重法**。

5.1.3 主要器材

过氯乙烯滤膜或其他测尘滤膜；空气中粉尘浓度不大于50mg/m³时，用直径37mm或40mm的滤膜；粉尘浓度大于50mg/m³时，用直径75mm的滤膜。

天平感量为0.1mg或0.01mg。

5.1.5 测定

$$C = \frac{m_2 - m_1}{V \cdot t} \times 1000$$

C — — — 空气中总粉尘的浓度， mg/m^3 ；
 m_2 — — — 采样前的滤膜含量， mg ；
 m_1 — — — 采样后的滤膜含量， mg ；
 V — — — 采样流量， L/min ；
 t — — — 采样时间， min 。

5.2 呼吸性粉尘浓度的测定

《工作场所空气中粉尘测定 第2部分：呼吸性粉尘浓度》（GBZ/T 192.2-2007）

5.2.1 呼吸性粉尘的定义

呼吸性粉尘是指按呼吸性粉尘标准测定方法所采集的可进入肺泡的粉尘粒子，其空气动力学直径均在 $7.07\mu\text{m}$ 以下，空气动力学直径 $5\mu\text{m}$ 粉采粒子的采集效率为50%，简称**呼尘**；空气动力学直径是指某颗粒物（任何形状和密度）与相对密度为1的球体在静止或层流空气中若沉降速率相等，则球体的直径视作该颗粒物的空气动力学直径。

呼吸性粉尘浓度的测定一般采用**预分离-滤膜称量法**。

5.2.5 测定

$$C = \frac{m_2 - m_1}{V \cdot t} \times 1000$$

C — — — 空气中呼吸性粉尘的浓度， mg/m^3 ；
 m_2 — — — 采样前的滤膜含量， mg ；
 m_1 — — — 采样后的滤膜含量， mg ；
 V — — — 采样流量， L/min ；
 t — — — 采样时间， min 。

5.3 粉尘分散度的测定

5.4 粉尘中游离二氧化硅含量的测定—焦磷酸法

5.5 石棉纤维浓度的测定

6.工作场所物理因素的测量

检测结果应该包括**接触强度**和**接触时间**。

6.1 噪声

稳态噪声：在观察时间内，采用声级计“慢档”动态特性测量时，声级波动小于 3dB(A) 的噪声称为稳态噪声，如纺织及产生的噪声。

非稳态噪声：在观察时间内，采用声级计“慢档”动态特性测量时，声级波动大于等于 3dB(A) 的噪声称为非稳态噪声。

脉冲噪声：噪声突然爆发又很快消失，持续时间小于等于 0.5s ，间隔时间大于 1s ，声压有效值变化大于等于 40dB(A) 的噪声称为脉冲噪声。

等效连续A计权声压级（等效声级）：在规定的时间内，某一连续稳态噪声的A计权声压，具有与时变的噪声相同的均方A计权声压，则这一连续稳态噪声的声级就是该时变噪声的等效声级，单位为 dB(A) 。

当作业现场中，存在有损听力、有害健康或有其他危害的声音，且每日 8h 或每周 40h 噪声暴露等效声级大于等于 80dB(A) 的作业，即为**噪声作业**。

6.1.4 测量方法

工作场所风速超过 3m/s 时，传声器应戴风罩，尽量避免电磁场的干扰。工作场所风速超过 6m/s 时，应停止测量。

计算：

1. 非稳态噪声的工作场所，按声级相近的原则把一天的工作时间分为 n 个时间段，用积分声级计测量每个时间段的等效声级 L_{Aeq,T_i} ，按照公式计算全天的等效声级：

$$L_{Aeq,T} = 10lg(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n T_i 10^{0.1L_{Aeq,T_i}})$$

$L_{Aeq,T}$ — — — 全天内累积接触时间的等效声级， $dB(A)$ ；

L_{Aeq,T_i} — — — 时间段 T_i 内等效声级， $dB(A)$ ；

T — — — 这些时间段的总时间， h ；

T_i — — — 第 i 时间段的时间， h ；

n — — — 总的时间段的个数。

2. 一天8h等效声级 $L_{EX,8h}$ 的计算：根据等能量原理将一天实际工作时间内接触噪声强度规格化到工作8h的等效声级，按公式计算：

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T_e} + 10lg \frac{T_e}{T_0}$$

$L_{EX,8h}$ — — — 指一天实际工作时间内接触噪声强度规格化到工作8h的等效声级， $dB(A)$ ；

T_e — — — 实际工作日的累积接触噪声时间， h ；

L_{Aeq,T_e} — — — 实际工作日的等效声级， $dB(A)$ ；

T_0 — — — 标准工作日时间，8h。

3. 每周40h的等效声级：通过 $L_{EX,8h}$ 计算规格化每周工作5d(40h)接触的噪声强度的等效连续A计权声级用公式：

$$L_{EX,W} = 10lg(\frac{1}{5} \sum_{i=1}^n T_i 10^{0.1(L_{EX,8h})_i})$$

$L_{EX,W}$ — — — 每周等效接触值， $dB(A)$ ；

$L_{EX,8h}$ — — — 指一天实际工作时间内接触噪声强度规格化到工作8h的等效声级， $dB(A)$ ；

n — — — 至每周实际工作天数， d 。

6.2 高温

高温作业：有高温或有强烈的热辐射或伴有高气湿相结合的异常气象条件，WBGT指数超过规定限值的作业。

高温作业是指在生产劳动过程中，其工作地点平均WBGT指数**大于等于25℃**的作业。

WBGT指数：又称湿球黑球温度指数，是综合评价人体接触作业环境热负荷的一个基本参量，单位为℃。

接触时间率：劳动者在一个工作日内实际接触高温作业的累计时间与8h的比率。

本地区室外通风设计温度：近十年本地区气象台正式记录每年最热月的每日13~14时的气温平均值。

6.2.2 测量参数

WBGT指数、接触时间率，体力劳动强度等。

湿球黑球湿度(WBGT)指数是评价高温作业的主要参数，它综合考虑了气温、气湿、气流和辐射热四个因素。

6.2.4 测量方法

计算：

$$\text{室外：} WBGT = \text{湿球温度} (^\circ\text{C}) \times 0.7 + \text{黑球温度} (^\circ\text{C}) \times 0.2 + \text{干球温度} (^\circ\text{C}) \times 0.1$$

$$\text{室内：} WBGT = \text{湿球温度} (^\circ\text{C}) \times 0.7 + \text{黑球温度} (^\circ\text{C}) \times 0.3$$

WBGT指数的平均值计算公式：

$$WBGT = \frac{WBGT_{\text{头}} + 2 \times WBGT_{\text{腹}} + WBGT_{\text{踝}}}{4}$$

WBGT — — — WBGT 指数平均值；

$WBGT_{\text{头}}$ — — — 测得头部的 WBGT 指数；

$WBGT_{\text{腹}}$ — — — 测得腹部的 WBGT 指数；

$WBGT_{\text{踝}}$ — — — 测得踝部的 WBGT 指数。

时间加权平均 WBGT 指数计算公式：

$$WBGT^- = \frac{WBGT_1 \times t_1 + WBGT_2 \times t_2 + \dots + WBGT_n \times t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

$WBGT^-$ — — — 时间加权平均 WBGT 指数；

$t_1, t_2 \dots t_n$ — — — 工作人员在第 1, 2...n 个工作地点实际停留的时间；

$WBGT_1, WBGT_2 \dots WBGT_n$ — — — 时间 $t_1, t_2 \dots t_n$ 时的测量值。

6.3 超高频辐射

超高频辐射：又称超短波，指频率为 30-300MHz 或波长为 10~1m 的电磁辐射，包括脉冲波和连续波。

脉冲波：以脉冲调制所产生的超高频辐射。

连续波：以连续振荡所产生的超高频辐射。

功率密度：单位面积上的辐射功率，以 P 表示，单位为 mW/cm²。

6.3.4 测量方法

功率密度与电场强度 E 计算公式：

$$P = \frac{E^2}{3770}$$

P — — — 功率密度，mW/cm²；

E — — — 电场强度，V/m。

6.4 高频电磁场

高频电磁场：或称高频辐射，指频率为 100kHz~30MHz，相应波长为 3km~10km 范围的电磁场（或波）。

6.5 微波辐射

微波：频率为 300MHz~300GHz、按长为 1m~1mm 围内的电磁波，包括脉冲微波和连续微波。

脉冲微波：指以脉冲调制的微波。

连续微波：指不用脉冲调制的连续振荡的微波。

平均功率密度：表示单位面积上一个工作日内的平均辐射功率。

日剂量：表示一日接受辐射的总能量，等于平均功率密度与受辐射时间（按 8h 计算）的乘积，单位为 μW·h/cm² 或 mW·h/cm²。

6.6 工频电场

电场辐射频率为 1~100Hz 的为极低频电场，频率为 50~60Hz 的为工频电场。

主要测量其电场强度，以 V/m 或 kV/m 表示。

6.7 紫外辐射

紫外辐射的波长范围是100~400nm。

(1)长波紫外线(UVA): 波长为400~315nm, 又称黑斑区。

(2)中波紫外线(UVB): 波长为315~280nm, 又称红斑区。

(3)短波紫外线(UVC): 波长为280~100nm, 又称杀菌区。

6.7.4 测量方法

电焊弧光的主频率分别为365nm、290nm以及254nm, 其相应的加权因子5, 分别为0.00011、0.64以及0.5, 具体计算方法如下:

$$E_{eff} = 0.00011 \times E_A + 0.64 \times E_B + 0.5 \times E_C$$

E_{eff} ———有效辐照度;

E_A ———所测UVA的辐照度;

E_B ———所测UVB的辐照度;

E_C ———所测UVC的辐照度。

6.8 激光辐射

激光: 指波长为200nm~1mm之间的相干光辐射。

激光器: 通过受激发射过程产生和放大光辐射的装置。

照射量: 受照面积上光能的面密度, 单位为J/cm²。

辐照度: 单位面积照射的辐射通量, 单位为W/m²。

照射时间: 激光照射人体的持续时间, 用t表示。

6.9 手传振动

物体在力的作用下, 沿直线或弧线经过某一中心位置来回重复运动叫**振动**; 振动体离开中心位置的品大位移叫**振幅**(m或mm); 振动体华位时间内振动的次数叫**频率**(即振动频率): 振动体在单位时间内的位移量叫**速度**(m/s); 振动体在单位时间内的速度变化叫**加速度**(m/s²)。振动体的加速度与位移成正比, 而加速度的方向和位移方向相反。在生产中, 由生产或工作设备产生的振动称为生产性振动。按振动作用于人体的部位和传导方式的不同, 分为手传振动(或手臂振动, 或局部振动)和全身振动。

手传振动: 生产中使用手持振动工具或接触受振工件时, 直接作用或传递到人的手臂的机械振动或冲击。接触机会常见于使用风动工具(风铲、风镐、风钻、气锤、凿岩机、捣固机、铆钉机等)、电动工具(电钻、电锯、电刨等)、高速旋转工具(砂轮机、抛光机等)的作业。

全身振动: 全身振动是指工作地点或座椅的振, 人体足部或臀部接触振动, 通过下肢躯干传导至全身。接触机会常见于在交通工具(汽车、火车、船舶、飞机、拖拉机、收割机等)上的作业或在作业台(钻井平台、振动筛操作台等)上的作业。

日接振时间: 工作日中使用手持振动工具或接触振动工件的累积接振时间。

6.9.2 计算

(1)计算工作日中接振总能量:

$$(a_{hw})_{eq(T)} = \sqrt{\frac{\sum a_{hw}^2 \times t_i}{\sum t_i}}$$

$(a_{hw})_{eq(T)}$ ———工作日中接振总能量, m/s^2 ;

t_i ———每次接触振动时间;

a_{hw} ——— t_i 时间段内的频率计权加速度值。

(2)计算4h等能量领率计权振动加速度值：在日接振时间不足或超过4h时，要将其换算为相当于接振4h的频率计权振动加速度值，可按公式计算。

$$(a_{hw})_{eq(4)} = \sqrt{\frac{T}{4}} \times (a_{hw})_{eq(T)}$$

$(a_{hw})_{eq(4)}$ — — — 4h等能量频率计权振动加速度。

7.职业病危害因素检测报告编制

8.职业病危害因素检测工作的质量控制

8.1 空气样品采集工作的质量控制

8.2 检测分析工作的质量控制

8.3 职业病危害因素检测结果的分析与处理

9.职业病危害因素检测工作的安全健康环境对策

10.计算题

平均值（算术平均值）的计算公式：

$$A_n = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n}$$

方差的计算公式：

$$s^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - r)^2$$

标准差的计算公式：

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - r)^2}$$

标准误的计算公式：

$$\sigma_x = \frac{1}{\sqrt{n}} \sigma$$

128.某喷漆工位每天工作6h，经过职业卫生现场调研得知,工作中接触苯（PC-TWA 为6mg/m3、STEL 为10mg/m3）、甲苯（PC-TWA 为50mg/m3、STEL 为100mg/m3）、二甲苯（PC-TWA为50mg/m3、STEL 为100mg/m3）有害因素，且具有相似的毒性作用，对其工位进行定点短时间检测，检测结果如：请分析判断该工位是否符合卫生接触限制要求。

时间段	苯 (mg/m3)	甲苯 (mg/m3)	二甲苯 (mg/m3)
8:00-10:00	4.5	40	50
10:00-12:00	5.0	60	35

14:00-16:00 时间段	5.5 苯 (mg/m ³)	50 甲苯 (mg/m ³)	45 二甲苯 (mg/m ³)
--------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------

答：苯的TWA= $(4.5 \times 2 + 5 \times 2 + 5.5 \times 2) / 8 = 3.75 \text{ mg/m}^3$

甲苯的TWA= $(40 \times 2 + 60 \times 2 + 50 \times 2) / 8 = 37.5 \text{ mg/m}^3$

二甲苯的TWA= $(50 \times 2 + 35 \times 2 + 45 \times 2) / 8 = 32.5 \text{ mg/m}^3$

三种有害物质的C-TWA<PC-TWA，并且STEL也满足要求，但是三中有有害物质具有相似的毒性作用，具有叠加作用。

$C1/L1 + C2/L2 + C3/L3 = 3.75/6 + 37.5/50 + 32.5/50 = 2.025 > 1$ ，所以该工位不符合卫生接触限制要求。

129.某车间某工种每周工作5天，每天工作时间8h。据调查劳动者工作中接触乙酸乙酯(PC-TWA为200mg/m³)状况为：300mg/m³，接触3小时；60mg/m³，接触2小时；120mg/m³，接触3小时。根据上述情况，请分析判断该工种劳动者接触乙酸乙酯水平是否符合卫生学要求，要求说明理由。

答：该工种劳动者每工作班接触乙酸乙酯浓度为：

$TWA = (C1T1 + C2T2 + C3T3) / 8 = (300 \times 3 + 60 \times 2 + 120 \times 3) \div 8 = 172.5 \text{ (mg/m}^3\text{)}$

小于PC-TWA(200mg/m³)因此该工种劳动者接触乙酸乙酯水平未超过国家职业接触限值，符合要求。

130.某车间某工种每周工作六天，每天工作时间8h。据调查劳动者工作中接触乙酸乙酯(PC-TWA为200mg/m³)状况为：300mg/m³，接触3小时；60mg/m³，接触2小时；120mg/m³，接触3小时。根据上述情况，请分析判断该工种劳动者接触乙酸乙酯水平是否符合卫生学要求，要求说明理由。

答：1)该工种劳动者每工作班接触乙酸乙酯浓度为：

$C-TWA = (C1T1 + C2T2 + C3T3) / 8 = (300 \times 3 + 60 \times 2 + 120 \times 3) \div 8 = 172.5 \text{ (mg/m}^3\text{)}$

2)由于该工种劳动者每周作业时间为48h，因此PC-TWA折减系数为：

$RF = (40 \div 48) \times [(168 - 48) \div (168 - 40)] = 0.78$

3)超时工作职业接触限值=PC-TWA×RF=200×0.78=156(mg/m³)

因此该工种劳动者接触乙酸乙酯水平超过国家职业接触限值，不符合要求。

131.某车间同时散发几种有害气体，散发量分别为：盐酸2.1kg/h，氢氟酸0.1kg/h，硫酸0.2kg/h，乙二醇0.3kg/h。求该车间所需的全面通风量。

【解】由GBZ2.1-2007可知，上述化学物质的短时间容许浓度或MAC为：盐酸7.5mg/m³，氢氟酸2mg/m³，硫酸2mg/m³，乙二醇40mg/m³。

答：设，进风为洁净空气，各有害物质浓度为零。取安全系数K=6。

盐酸 $L1 = 6 \times 2.1 \times 10^6 / (3600 \times 7.5) = 467 \text{ mg/m}^3$

氢氟酸 $L2 = 83.3 \text{ m}^3/\text{s}$

硫酸 $L3 = 166.7 \text{ m}^3/\text{s}$

乙二醇 $L4 = 87.5 \text{ m}^3/\text{s}$

几种酸雾同时散发对人体产生职业危害，所需风量为各自风量的和。

$L = L1 + L2 + L3 + L4 = 804.5 \text{ m}^3/\text{s}$

132.经过对某加油站职业卫生现场调研得知，某加油工每天工作12h；某日对其接触溶剂汽油的情况进行了现场检测，检测结果如下：8:00-10:00为200mg/m³；10:00-13:00为100mg/m³；13:00-18:00为150mg/m³；18:00-20:00为结账时间，不接触，请计算并判定其结果是否符合职业接触限值要求。

答：TWA = $(200 \times 2 + 100 \times 3 + 150 \times 5 + 2 \times 0) / 8 = 181.25 \text{ mg/m}^3 < 300 \text{ mg/m}^3$ ；

同时各个点STEL<450 mg/m³，分析认为该岗位溶剂汽油接触情况符合职业接触限值要求。

133.某工作场所存在甲、乙、丙三种化学有害因素，甲、乙、丙三者具有相加作用，三者的职业接触限值(PC-TWA)分别为6mg/m³，50mg/m³，50mg/m³，三种有害因素检测结果：(C-TWA)分别为：5mg/m³，30mg/m³，20mg/m³。请计算并判定其结果是否符合职业接触限值要求。

答：C = $C1/L1 + C2/L2 + C3/L3 = 5/6 + 30/50 + 20/50 = 0.83 + 0.60 + 0.40 > 1$ ，不符合要求。

134.某箱包生产企业工人接触苯的情况为：10mg/m³，接触2h；15mg/m³，接触1h；8mg/m³，接触4小时。计算该工人一个工作日内接触苯的时间加权平均浓度为多少。

答：TWA=(C₁T₁+C₂T₂+C₃T₃)/8=(10×2+15×1+8×4)÷8=8.375(mg/m³)

135.某电子企业的作业环境同时存在的危害因素有三氯乙烯（PC-TWA 为30mg/m³）、铅烟（PC-TWA 为0.03mg/m³）、二氯乙烯（PC-TWA 为2mg/m³）和正己烷（PC-TWA 为100mg/m³），检测发现其浓度分别为27mg/m³、0.006mg/m³、1.6mg/m³、40mg/m³，该作业场所卫生状况如何？

答：三氯乙烯和正己烷都为有机溶剂，具有相似的神经毒性，27÷30+40÷100=1.3>1；铅和二氯乙烯为相似的金属毒性，0.006÷0.03+1.6÷2=1，由于前者大于1，因此职业场所不符合职业卫生要求。

136.假设某车间苯的散发量为6000mg/h，三氧化硅散发量为1000mg/h，如果新风中正己烷浓度为30mg/m³，请问设计通风量至少应为多少m³/h（请列出计算公式）？

答：假设设计通风量为X m³/h，由GBZ2.1可知，上述化学物质的短时间浓度为：苯10mg/m³，三氧化硅为2mg/m³。则苯的通风量为L₁=6000/10=600m³，三氧化硅通风量为：L₂=1000/2=500m³/h，正己烷通风量为L₃=30X/(180-30)=0.2X，所以设计通风量L=X=L₁+L₂+L₃=600+500+0.2X，X=1375 m³/h。

137.某两级除尘器串联，已知粉尘的初始浓度为10g/m³，排放标准为30mg/m³，第一级除尘器效率为85%，求第二级除尘器的效率至少多少？

解：全效率=（10000-30）/10000=0.997

0.997=1-（1-0.85）（1-二级除尘器效率）得二级除尘器效率为98%。

138.旋风除尘器进口截面积为0.24m²，局部阻力系数为9，在标准大气压下，20度时，测得压差为1296Pa，该除尘器处理风量为？

解：压差=局部阻力系数×空气密度×V²/2

得：1296=9×1.2×0.5×V²/2 V=15.5m/s

L=VF= 15.5×0.24=3.72m³/s=3600×3.72 L=13392m³/h。

139.某车间使用脱漆剂，每小时消耗量为4Kg，脱漆剂成分为苯50%，醋酸乙酯30%，乙醇10%，松节油10%，求全面通风所需空气量？（安全系数K=6,苯容许浓度40mg/m³，醋酸乙酯300mg/m³，松节油300mg/m³）进入车间空气中，上述四种溶剂的浓度为零。即Y₀=0。分别计算每种溶剂蒸汽稀释到最高容许浓度以下所需风量。

解：苯：L₁=6×4000000×50%/[(40-0)×3600]=83.34m³

醋酸乙酯：L₂=6×4000000×30%/[(300-0)×3600]=6.66 m³

乙醇：L₃=0（乙醇无规定，不计风量）

松节油：L₄=6×4000000×10%/[(300-0)×3600]=2.22 m³

L=L₁+L₂+L₃+L₄=83.34+6.66+0+2.22=92.22 m³

140.假设某车间苯的散发量为3000mg/h，甲苯散发量为10000mg/h，正己烷的散发量为5000mg/h，如果新风中正己烷浓度为30mg/m³，请问该车间设计通风量至少应为多少m³/h。（苯的PC-TWA 为6mg/m³；甲苯的PC-TWA 为50mg/m³；正己烷的PC-TWA 为100mg/m³）

解：3000/6+10000/50+5000/（100-30）=771.4m³/h

141.假设某车间苯的散发量为 6000mg/h，三氧化硫散发量为 1000mg/h，正己烷的散发量为 10000mg/h,如果新风中正己烷浓度为 30mg/m³,请问设计通风量至少应为多少 m³/h。（请列出计算方法，PC-STEL: 苯10mg/m³，2mg/m³，180mg/m³）

解：6000/10+1000/2+10000/（180-30）=600+500+66.7=1166.7m³/h

142.某车间使用稀释剂，每小时消耗量为3kg。稀释剂的主要成分：二甲苯30%，乙酸乙酯50%、乙醇20%，计算车间空气符合卫生标准所需的最小风量。

答：根据计算公式 $L=M/(YS-Y_0)$ ；其中： L -换气量， m^3/h ； M -有害物质产生量。 Mg/h ；

YS -卫生标准中规定的职业接触限值； mg/m^3 ； Y_0 -新鲜空气中该种有害物质的本底浓度， mg/m^3 。

二甲苯消耗量 M 为： $3 \times 1000 \times 1000 \times 30\% = 900000mg$ ；

乙酸乙酯消耗量 M 为： $3 \times 1000 \times 1000 \times 50\% = 1500000mg$ ；

根据生产实际，职业接触限值选取PC-TWA值，即 YS （二甲苯）为 $50mg/m^3$ ， YS （乙酸乙酯）为 $200mg/m^3$ ， $Y_0 \approx 0$

$L = 900000/50 - 0 + 1500000/200 - 0 = 18000 + 7500 = 25500m^3/h = 25500/3600 = 7.08 m^3/s$

因此，车间空气符合卫生标准的最小风量为 $7.08 m^3/s$ 。
