

# 急性氰化物中毒事件卫生应急处置技术方案

凡能在空气中或人体组织内释出氰离子（CN<sup>-</sup>）的氰化物均可引起急性中毒。急性氰化物中毒是指短时间内接触较大量氰化物后引起的以中枢神经系统损害为主的全身性疾病。

## 1 概述

氰化物可分为无机氰化物（统称为氰类）和有机氰化物（统称为腈类）。无机氰化物多为白色、略带苦杏仁味的晶体或粉末，多易溶于水；有机氰化物多为无色液体。氰化物多为高毒或中等毒性化合物（附件1）。

氰化物可经呼吸道、胃肠道和皮肤、黏膜吸收进入体内。接触氰化物的常见机会：化工生产过程中生产氰化物或用氰化物作为原料制造药物、染料、合成有机树脂等；电镀行业如镀铜、镀铬等；采矿业（提取金、银、锌等）；塑料、尼龙等高分子聚合物燃烧产物。

## 2 中毒事件的调查和现场处理

现场救援时首先要确保工作人员安全，同时要采取必要措施避免或减少公众健康受到进一步伤害。现场救援和调查工作要求必须2人以上协同进行。

### 2.1 现场处置人员的个体防护

调查和处理经呼吸道和皮肤途径中毒的事件现场时，如现场出现昏迷/死亡病例或死亡动物，或者现场快速检测空气中氰化氢浓度高于 50mg/m<sup>3</sup>，必须使用自给式空气呼吸器（SCBA）和A级防护服，并佩戴氰化氢气体报警器；进入已经开放通风，现

场快速检测空气中氰化氢浓度低于  $50\text{mg}/\text{m}^3$ ，须选用可防含B类气体和至少P2级别颗粒物的全面型呼吸防护器（参见GB 2890-2009），C级以上防护服、化学防护手套和化学防护靴，并佩戴氰化氢气体报警器。

调查和处理经口途径中毒事件时，一般不必穿戴个体防护装备。现场采集可疑中毒食品样品时，须穿戴工作服、防颗粒物口罩、乳胶或化学防护手套。

现场救援人员给皮肤污染氰化物中毒病人洗消时，应选用可防含B类气体和至少P2级别颗粒物的全面型呼吸防护器、C级防护服、化学防护手套和化学防护靴。

医疗救护人员在现场医疗区救治中毒病人时，一般不必穿戴个体防护装备。

## **2.2 中毒事件的调查**

调查人员到达中毒现场后，应先了解中毒事件的概况，然后进行中毒事件相关场所、人员等调查工作，并及时向中毒事件指挥部提出收集并封存所有可疑中毒食品以及其他可能导致本次中毒事件物品，事件现场控制措施（如通风、切断危害源等）、救援人员的个体防护、现场隔离带设置、人员疏散等方面的建议。

### **2.2.1 中毒事件相关场所的调查**

经呼吸道和皮肤途径中毒事件的调查内容包括中毒现场环境状况、气象条件、通风措施、生产工艺流程、防护条件、接

触人员情况等。经口途径中毒事件的调查对象为中毒事件涉及的食品生产、加工至食用整个过程的各个场所，调查内容包括食品加工过程（包括使用的原料和配料、调料、食品容器、使用的工具），食品的分装、储存条件等。

### **2.2.2 中毒事件相关人员的调查**

调查对象包括中毒病人、目击证人及其他相关人员。调查内容包括了解中毒事件发生经过，中毒人员的接触时间、地点、途径以及物质种类，中毒人数、姓名、性别、工种，中毒的主要症状，中毒事件的进展情况、已经采取的紧急措施等。同时，还应向临床救治单位进一步了解相关资料（如抢救过程、临床治疗资料、实验室检查结果等）。

对现场调查的资料作好记录，进行现场拍照、录音等。取证材料要有被调查人的签字。

### **2.3 中毒样品的快速检测**

现场空气中氰化氢的测定，推荐使用便携式氰化氢检测仪的方法（附件 2）。当疑似氰化物中毒时，可使用对-邻试纸法现场快速定性检测食物、呕吐物、胃内容物中的氰化物（附件 3）。有条件可使用茚三酮比色法现场定量测定白酒、粮食和水中的氰化物（附件 4）。

### **2.4 中毒事件的确认和鉴别**

#### **2.4.1 中毒事件的确认标准**

同时具有以下三点，可确认为急性氰化物中毒事件：

- a) 中毒病人有氰化物接触机会;
- b) 中毒病人短时间内出现以中枢神经系统损害为主的临床表现, 重症病人常出现猝死。
- c) 中毒现场空气采样氰化物浓度增高, 中毒现场食物、病人呕吐物样品检出氰化物, 病人尿硫氰酸盐显著增高。

#### 2.4.2 中毒事件的鉴别

应注意与急性硫化氢、一氧化碳、有机溶剂、单纯窒息性气体、致痉挛性杀鼠剂中毒事件鉴别。

### 2.5 现场医疗救援

经呼吸道和皮肤途径的中毒病人应立即移离中毒现场至空气新鲜处, 保持呼吸道通畅。皮肤及黏膜污染者迅速脱去污染的衣物, 以大量流动清水彻底冲洗污染皮肤或眼睛。经口途径中毒意识清晰的病人, 应立即进行催吐。当出现大批中毒病人, 应首先进行现场检伤分类, 优先处理红标病人。

#### 2.5.1 现场检伤分类

- a) 红标, 具有下列指标之一者:  
意识障碍; 抽搐; 呼吸节律改变(叹气样呼吸、潮式呼吸); 休克。
- b) 绿标, 具有下列指标者:  
头痛, 头晕, 恶心, 呕吐、胸部紧束感等。
- d) 黑标, 同时具有下列指标者:  
意识丧失, 无自主呼吸, 大动脉搏动消失, 瞳孔散大。

#### 2.5.2 现场医疗救援

中毒病人保持安静休息，可间断给予亚硝酸异戊酯吸入，有条件时可给予吸氧治疗。红标病人立即用 3%亚硝酸钠溶液 10ml ~ 15 ml (6mg/kg ~ 12mg/kg) 缓慢静脉注射(2ml/min)，随后静脉注射 25% ~ 50%硫代硫酸钠溶液 20ml ~ 50ml，必要时 1h 后重复注射半量。如无亚硝酸钠也可用亚甲蓝替代，按 5mg/kg-10mg/kg 稀释后静注，随后立即给予硫代硫酸钠静脉注射（剂量同上）。出现反复抽搐、休克等情况时，及时采取对症支持措施。绿标病人脱离环境后，暂不予特殊处理，观察病情变化。

### 2.5.3 中毒病人的转送

中毒病人经现场急救处理后，应立即就近转送至综合医院或中毒救治中心继续观察和治疗。

## 3 中毒样品的采集与检测

### 3.1 采集样品的选择

在中毒突发事件现场，空气样品及可疑中毒的食物、中毒病人的呕吐物、胃内容物是首选样品。另外，可根据中毒事件的现场调查结果，确定还应采集的其它样品种类。

### 3.2 样品的采集方法

#### 3.2.1 空气样品的采集

##### a) 乙腈、丙烯腈空气样品的采集

以 500ml/min 流量采集 15min 空气于活性炭管上。采样后，立即封闭活性炭管两端，置清洁容器内运输和保存。样品在室温下可保存 5 天。

#### b) 丙酮氰醇空气样品的采集

在采样点，串联两只装有5.0ml吸收液(4g/L氢氧化钠溶液)的大型气泡吸收管，以200ml/min流量采集15min空气样品。采样后，立即封闭吸收管进出气口，置清洁容器内运输和保存。样品可保存7天。

### 3.2.2 其它样品的采集

呕吐物、胃内容物、固体食品和半流质食品使用具塞玻璃瓶或聚乙烯瓶密闭盛放，采样量50g~100g，加少量100g/L氢氧化钠将氰化物加以固定。液体样品(血液除外)使用具塞玻璃瓶或聚乙烯瓶盛放，采样量300ml~500ml，用100g/L氢氧化钠溶液调节pH>12。尿液样品使用具塞或加盖的塑料瓶，采样量≥50ml。

### 3.3 样品的保存和运输

所有样品采集后最好在4℃条件下冷藏保存和运输，如无条件冷藏保存运输，样品应在采集后24h内进行实验室检测。所有实验室检测完毕的样品，应在冷冻条件下保存一周，以备实验室复核。

### 3.4 推荐的实验室检测方法

a) 氰化氢和氰化物的异菸酸钠—巴比妥酸钠分光光度法  
(GBZ/T 160.29.5-2004)。

b) 吡啉—巴比妥分光光度法测定尿中硫氰酸盐  
(WS/T 39-1996)。

c) 工作场所空气中腈类化合物的测定 (GBZ/T

160.68-2007)。

## 4 医院内救治

### 4.1 病人交接

中毒病人送到医院后，由接诊医护人员与转送人员对中毒病人的相关信息进行交接，并签字确认。

### 4.2 诊断和诊断分级

救治医生向中毒病人或陪护人员询问病史，对中毒病人进行体格检查和实验室检查，确认中毒病人的诊断，并进行诊断分级。

#### 诊断分级

##### a) 观察对象

短期接触氰化物后出现轻度头晕、头痛、胸闷、气短、心悸、可伴有眼刺痛、流泪、咽干等眼和上呼吸道刺激症状等表现，一般在脱离接触后短时间内恢复。

##### b) 轻度中毒

明显的头痛、头晕、胸闷、心悸、恶心、呕吐、乏力，并有下列情况之一者：

i 明显呼吸困难；

ii 轻至中度意识障碍：意识模糊，嗜睡，谵妄状态；

iii 轻度代谢性酸中毒。

##### c) 重度中毒 出现下列情况之一者：

i 昏迷；

- ii 癫痫大发作样抽搐；
- iii 严重代谢性酸中毒；
- iv 猝死。

### 4.3 治疗

接收医院对所接收的中毒病人确认诊断和进行诊断分级后，根据病情的严重程度将病人送往不同科室进行进一步救治。观察对象留观 24h，轻度中毒病人住院治疗，重度中毒病人立即监护抢救治疗。

#### 4.3.1 清除毒物

脱去中毒病人污染的衣物，用肥皂水清洗污染的皮肤、毛发和指甲。眼部污染用生理盐水反复冲洗 20min。经口中毒者立即用清水彻底洗胃，洗胃后可给予 20%甘露醇导泻。

#### 4.3.2 特效解毒剂

凡出现呼吸困难者应给予解毒药物治疗，常用的解毒治疗方法有亚硝酸钠-硫代硫酸钠疗法，如无亚硝酸钠，可选用亚甲蓝-硫代硫酸钠疗法。

a) 亚硝酸钠-硫代硫酸钠疗法：首先缓慢静脉注射 3%亚硝酸钠溶液 10ml ~ 15ml，或按 6mg/kg ~ 12mg/kg 给药。然后，再静脉注射 25% ~ 50%硫代硫酸钠溶液 20ml ~ 50ml，必要时可重复给药。

b) 亚甲蓝-硫代硫酸钠疗法：亚甲蓝溶液按 5mg/kg ~ 10mg/kg 稀释后缓慢静脉注射，随后立即静脉注射 25% ~ 50%硫代硫酸钠溶液 20ml ~ 50ml，必要时可重复给药。



c) 4-二甲氨基苯酚(4-DMAP): 立即肌内注射 10% 4-DMAP 2ml 后, 缓慢静脉注射 25%~50% 硫代硫酸钠溶液 20ml~50ml, 必要时可重复给药。

#### 4.3.3 氧疗

可采用高流量吸氧治疗, 重度中毒病人可考虑给予高压氧治疗。

#### 4.3.4 对症支持治疗

保持呼吸道通畅, 纠正代谢性酸中毒, 维持水、电解质及酸碱平衡, 防治继发感染。密切监护心、脑、肺等重要脏器功能, 及时给予相应的治疗措施。

### 5 应急反应的终止

中毒事件的危险源及其相关危险因素已被消除或有效控制, 中毒食品和其他可疑毒物已经完全收缴和销毁, 未出现新的中毒病人且原有病人病情稳定 24h 以上。

## 附件 1

## 氰化物的理化性质和毒性

名称	分子式	理化性质	LD <sub>50</sub> (mg/kg)		备注
			经口	经皮	
氰化氢 (氢氰酸)	HCN	常温常压下为无色透明液体,有苦杏仁味,易蒸发,易溶于水、乙醇、乙醚、苯、氯仿等,水溶液称为氢氰酸。			人口服 MLD 值为 (0.7~3.5)mg/kg 人吸入 10min 的 MLC 值约为 200mg/m <sup>3</sup> , 人吸入 30min 的 MLC 值约为 150mg/m <sup>3</sup> 。
氰化钾	KCN	白色晶体,略带苦杏仁味,易溶于水,微溶于乙醇,在空气中潮解或遇酸性物质时放出氰化氢。	大鼠 5.0		人口服 MLD 值约为 2mg/kg
氰化钠	NaCN	白色晶体,略带苦杏仁味,溶于水,微溶于乙醇,在空气中潮解或遇酸性物质时放出氰化氢。	大鼠 6.4		人口服 MLD 值为 (1~2) mg/kg
氰化钙	Ca (CN) <sub>2</sub>	白色晶体或粉末,有明显苦杏仁味,易溶于水,并解离出氰化氢;可溶于乙醇,遇酸能析出氰化氢。			毒性比氰化钠略低
氯化氰	CNCl	无色气体或液体,易蒸发,有强烈刺激性臭味,溶于水及有机溶剂;遇水缓慢水解出氢氰酸和盐酸。			人吸入 30min 的 MLC 值约为 120mg/m <sup>3</sup>
溴化氰	CNBr	无色晶体,易蒸发,有刺激性臭味,溶于水、乙			人吸入 10min 的 MLC 值约为 400mg/m <sup>3</sup>

乙腈	CH <sub>3</sub> CN	醇和乙醚。 无色有芳香味的液体，易蒸发，溶于水，可与乙醇、乙醚、丙酮、氯仿等混溶，受热可释放出氰化氢。	小鼠 200~453	兔 约 1000	
丙腈	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> CN	无色液体，溶于水，可与乙醇混溶，微溶于乙醚，受热可释放出氰化氢。	大鼠 50~100	兔 0.2ml/kg	
丙烯腈	CH <sub>2</sub> CHCN	无色易蒸发液体，具有特殊气味，易燃烧，微溶于水，溶于各种有机溶剂。	大鼠 78~93		人口服 MLD 值为 (50~500) mg/kg
丙酮氰醇	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C(OH)CN	无色液体，溶于水、乙醇、乙醚、丙酮、苯，	大鼠 约 140	兔经皮 100mg/kg 后均死亡	人经皮吸收毒性 大

注：MLD 值——最低致死剂量；MLC 值——最低致死浓度。

## 附件 2

### 便携式氰化氢检测仪快速定量测定空气中的氰化氢

#### 1 适用范围

本方法适用于疑有氰化氢存在的情况下，采用相应范围的传感器，检测气体样品中氰化氢浓度。方法为定量测定。

#### 2 原理

内置采样泵，插入式电化学传感器。气体在电化学传感器上进行氧化还原反应，产生相应的电子信号，通过记录电信号的强度来估算氰化氢浓度。

#### 3 仪器必要的性能及参数条件

3.1 测定范围：（0～100）ppm或（3～120）mg/m<sup>3</sup>。

3.2 分辨率：1ppm。

3.3 实时显示浓度、时间统计加权平均值，短期暴露平均值。

3.4 高对比度数字显示，高亮度 LED 指示灯和蜂鸣器报警。

3.5 测定误差：≤±5%（满量程）。

3.6 响应时间：小于 30s。

3.7 恢复时间：小于 60s。

3.8 开机后全功能自动自检。

3.9 传感器寿命：≥2 年。

3.10 电源：充电电池，可以连续工作 10 个小时以上。

3.11 电池寿命：≥12 个月。

3.12 工作温度：-20℃ ~ 50℃。

3.13 环境湿度 (RH)：15% ~ 99% (非冷凝)。

3.14 安全：整机防爆。

3.15 有数据输出功能。

#### 4 仪器可选择的性能及参数条件

4.1 可使用多种气体传感器。

4.2 音频和可视报警，可选振动报警。

4.3 可编程序，自动发出警报。

4.4 内置采样泵，并有一个气体采样器，用来采集现场样品，带回实验室作进一步分析。

4.5 设有数据采集器，可做连续监测。

#### 5 测定

按照说明书操作。

校准、调零。

#### 6 注意事项

6.1 电化学传感器有一定的效期，即使不用，也应定期更换。

6.2 注意电池的寿命，及时充电。

6.3 严格按照说明书要求，定期使用标准气进行校准。

6.4 注意仪器的响应时间和回零时间。

## 附件 3

# 对-邻试纸法定性检测食物、呕吐物、胃内容物中的氰化物

## 1 适用范围

本方法适用于食品、呕吐物和胃内容物中氰化物的定性测定。环境样本和生物样本中氰化物定性测定可作为初步判断事件性质的重要参考，不能作为确定事件性质的依据。

## 2 原理

$\text{CN}^-$ 与对硝基苯甲醛缩合为苯偶姻，在碱性条件下，苯偶姻使邻二硝基苯还原，产生典型的紫色反应进行定性。

## 3 方法主要参数

3.1 最低检出限：1mg/kg。

3.2 干扰：硫化物对测定有干扰，使用醋酸铅棉可消除干扰。

3.3 全程测定时间：10min~20min。

## 4 器材与试剂

4.1 器材：100ml 锥形瓶，玻璃棒，小塑料管（可用微量加液器的吸头），定性滤纸，滴管数支，平口吸球，打孔胶塞。

4.2 试剂：酒石酸或硫酸氢钾；20g/L 氢氧化钠溶液；对硝基苯甲醛；邻-二硝基苯；无水乙醇；10%醋酸铅；脱脂棉。

### 4.2.1 硝基苯甲醛和邻二硝基苯溶液的制备

称取硝基苯甲醛 1.5g 和邻二硝基苯 1.7g，溶于 100ml 乙醇中。

### 4.2.2 对硝基苯甲醛和邻-二硝基苯试纸的制备

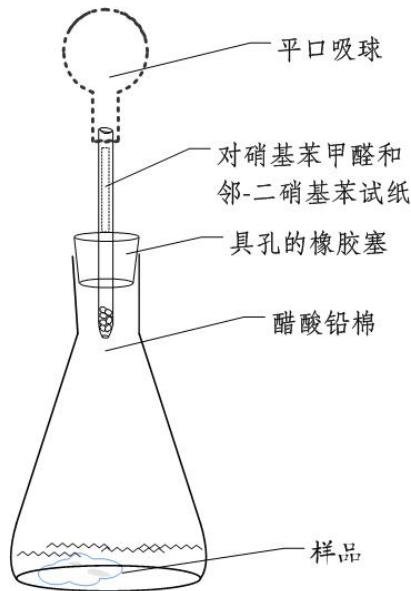
将普通定性滤纸裁成  $0.5\text{cm} \times 4\text{cm}$ ，浸泡在硝基苯甲醛和邻二硝基苯溶液中（4.2.1），5 分钟后取出，自然晾干，置于干燥瓶中备用。

#### 4.2.3 10% 醋酸铅棉制备

用 10%醋酸铅溶液浸透脱脂棉，压除多余溶液并使疏松， $100^{\circ}\text{C}$  下干燥后，置于干燥瓶中保存。

### 5 分析步骤

取小塑料管并将其插入打孔胶塞中，管内下端塞少许醋酸铅棉



对-邻试纸法测定氟化物  
装置示意图

（4.2.3），临用前将对硝基苯甲醛和邻-二硝基苯试纸用  $20\text{g/L}$  氢氧化钠溶液湿润，置于醋酸铅棉上方，套上平口吸球。

在锥形瓶中加入  $2\text{g}$  ( $2\text{ml}$ ) 样品、 $5\text{ml}$  水以及  $100\text{mg}$  酒石酸，迅速将带有小试管的胶塞塞紧，反应数分钟后，观察小塑料管内试纸变色情况。

### 6 结果判定

阳性：试纸显紫色。

阴性：试纸不显色。

氟化物的含量越高，试纸显色的时间越快，颜色越深，色泽保留的时间也越长。

### 7 质量控制

检测时，应同时加做标准、空白平行样品。

#### 8 注意事项：

检测中，如果醋酸铅棉花全变为黑色，说明样品中含有过量硫化物，应加大醋酸铅棉花的用量，重新试验。



## 附件 4

### 茛三酮比色法定量测定白酒、粮食和水中的氰化物

#### 1 适用范围

本方法适用于白酒、粮食和水样品中氰化物的定量分析。

#### 2 原理

在碱性条件下， $\text{CN}^-$  可催化茛三酮自身氧化还原反应，迅速生成红棕色产物，其呈色深浅与氰化物含量成正比，于分光光度计上定量测定。

#### 3 方法重要参数

3.1 线性范围：(0.0 ~ 2.0) mg/L。

3.2 最低检出限：0.5mg/kg。

3.3 全程测定时间：30min ~ 40min。

3.5 精密度 (RSD)：10%。

3.6 准确度 (回收率)：84% ~ 106%。

#### 4 试剂与器材

4.1 试剂：硅油 (消泡剂)：氢氧化钠，醋酸锌，酒石酸，碳酸钠，1茛三酮。

4.2 器材：100ml 锥形瓶，15ml 刻度试管，具塞金属导管，酒精炉，10ml 比色管，5ml 比色管，小型水浴杯，分光光度计。

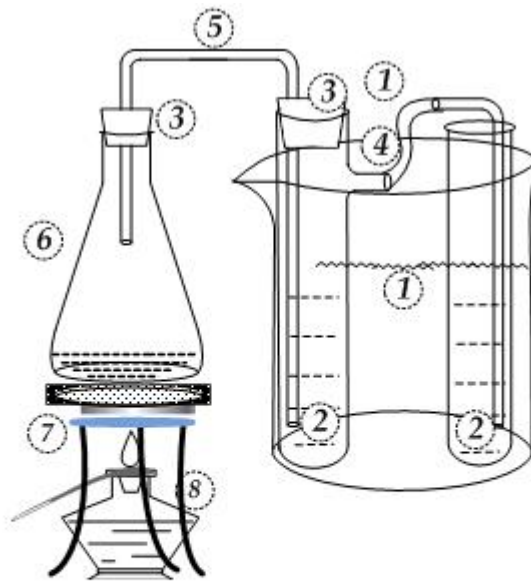
#### 5 操作步骤

##### 5.1 样品前处理

### 5.1.1 白酒样品

按公式取酒样，然后加 5mg 氢氧化钠，并加水至 5ml，摇匀后待用。

$$\text{酒样体积} = 5 \times 6 / \text{酒精度数}$$



1 水浴杯 2 氰化物吸收管 3 胶塞 4 乳胶管 5 金属导气弯管 6 100ml锥形瓶 7 酒精炉支架 8 可调式酒精炉

茚三酮比色法测定氰化物前处理装置示意图

### 5.1.2 粮食和水样

称取 2g (2ml) 样品，置于 100ml 锥形瓶中，加 30ml 水，加 4 滴硅油（消泡剂），另取 2 支 15ml 刻度试管，每管各加 5mg 氢氧化钠和 1ml 水，用具塞金属导管与锥形瓶连接起来，然后在锥形瓶中加入 0.5g 醋酸锌和 0.5g 酒石酸，迅速连接，置于酒精炉上，微火加热至沸腾（保持沸腾 5min），收集两支管内馏出液近 10ml，取下吸收管，撤去热源，合并馏出液，加水至 10ml 刻度，混匀，待测。

## 5.2 分析步骤

### 5.2.1 绘制标准曲线

取 5ml 比色管 6 支，分别加入 1mg/L 的氰化物标准溶液 0.00、0.10ml、0.20ml、0.30ml、0.40ml、0.50ml，加 10mg 茚三酮和 40mg 碳酸钠，加水至 5ml，放置 1 分钟后，用 1cm 比色皿在 480nm 波长处读取吸光度值，以浓度为横坐标，吸光度为纵坐标，制作标准曲线。

### 5.2.2 样品分析

取样品处理液 1.0ml，加 40mg 碳酸钠和 10mg 茚三酮，加蒸馏水至 5ml 刻度，混匀后，白酒样品以外的样品室温放置 10min 显色后，进行测定；白酒样品于 30℃ ~ 40℃ 水浴 5min 显色后测定。

用测定标准系列的操作条件测定样品溶液和空白对照溶液。样品吸光度减去空白对照吸光度后，由标准曲线得出氰化物含量。