

# 浅谈砷化氢气体中毒的预防

杨正兵

云锡文山锌铟冶炼有限公司

**[摘要]**在有色金属冶炼的过程中,含砷物料在酸性环境下反应容易产生砷化氢气体,如预防不到位,将会对作业人员造成严重的伤害。由于砷化氢属于极毒气体,只需要吸入很少的量就能使作业人员中毒,造成中毒人员急性肾衰竭后死亡,一旦中毒,对人体的伤害很难逆转。本文,以生产过程中实用的措施方法为例,对砷化氢气体的预防措施进行简要阐述。

**[关键词]**砷化氢产生的条件;砷化氢的检测方法;工艺、设备设施预防

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.11.390

## 一、砷化氢产生的条件

砷化氢(化学式:AsH<sub>3</sub>)又称砷化三氢、砷烷、肿。是最简单的砷化合物,无色、剧毒、可燃气体。标准状态下,AsH<sub>3</sub>是一种无色,密度高于空气,可溶于水及多种有机溶剂的气体。它本身无臭,但空气中有大约0.5ppm的肿存在时,它便可被空气氧化产生轻微类似大蒜的气味。

在酸性环境下,同时又有还原剂存在,含砷物料与酸反应就有可能产生砷化氢气体,如含砷物料的浸出过程、置换过程等,传统湿法炼锌企业中可能产生砷化氢的区域为:净液工序锌粉除杂、铁粉沉铜、铟浸出工序、铟置换工序。在其他企业中,高砷物料仓库如漏雨、潮湿等也可能会有砷化氢产生(如铅锌冶炼行业中含砷较高的铟渣、铅银渣等)。

从国内发生过的大部分砷化氢中毒的案例统计中发现,冶炼企业最容易发生砷化氢中毒事故的情况有两种,第一是含砷物料反应槽冒槽或未能保持负压,导致砷化氢气体外溢造成周边作业人员中毒;第二是对涉及砷化氢的槽罐进行有限空间作业过程未进行有效的清洗、置换和检测,防护措施不到位等可能造成砷化氢中毒。

## 二、砷化氢的检测方法

砷化氢的检测目前没有非常可靠的自动化检测设备,目前市面上能够购买到的固定式、便携式检测仪由于检测精度达不到要求已被国家列入淘汰设备名录,禁止使用。(国内较为知名的气体检测品牌梅思安、中安电子等固定式和便携式砷化氢检测仪测量精度最低为0.1ppm,均达不到国标的要求)。而部分厂家生产的各种便携式、固定式砷化氢检测仪虽然精度显示为0.01ppm,但经过实践试用发现,检测仪误报、错报情况尤为严重,检测仪在不会产生砷化氢的环境中遇到蒸汽、酸雾等其他气体仍然会出现误报情况。企业花了大量的资金采购检测仪,却无法达到预期的效果。

根据国家工作场所职业危害接触限值(GBZ2.1-2007)中化学因素规定的砷化氢职业病危害限值为0.03mg(折算值约0.0086ppm),由于只需要很少的量就能致人中毒,所以,如果在没有防护措施的情况下,当检测仪能检测出砷化氢含量

时,人员吸入量就已经足以造成中毒。

目前最可靠的检测方法是采用溴化汞试纸或氯化汞试纸进行检测,在可能产生砷化氢的作业点、反应槽口增设溴化汞试纸。由于溴化汞在光照、常温下会逐渐挥发,所以试纸在空气中暴露后会逐渐失效(通常有效时间不超过16小时,根据不同的工况环境有所变化)。为了保证检测试纸始终处于有效状态,必须要求涉及砷化氢产生的岗位每班上岗前对试纸进行更换,并对作业人员进行经常性培训,使作业人员熟练掌握砷化氢气体中毒的预防措施,即一旦试纸变色(一般是变黄,高浓度的砷化氢可以使试纸变为紫黑色),证明有砷化氢产生,作业人员必须立即撤离。制备完成的溴化汞试纸,一般要密闭保存在避光的深色玻璃瓶内,避免溴化汞试纸中化学成分挥发。

## 三、工艺、设备设施预防

对于砷化氢气体的预防,应优先从工艺系统上进行调整,避免产生砷化氢。例如采用含砷低或不含砷的物料进行替换,使工艺系统不具备产生砷化氢的条件。从目前国内的冶炼企业面临的原料采购现状来看,这一点几乎不可能实现,大部分冶炼企业原料来源复杂,吃“百家矿”几乎是大多数冶炼厂的常态。而哪怕是拥有自有矿山的冶炼企业,在自有原料中也很难保证砷杂质一定会处于很低的水平。

如果从工艺上物料含砷无法采用不含砷的物料替换,或者原料中含砷处于较高的水平,就必须严格控制反应过程,避免冒槽事故的发生。

湿法炼锌生产中的置换或净化反应过程中是最有可能发生砷化氢中毒的环节。湿法炼锌中铜的回收需采用铁粉来置换铜,净化过程需要使用锌粉来去除电解液中的杂质,置换过程、净化过程中若铁粉或锌粉加入量过大,就可能造成反应槽内反应过于剧烈,大量置换出的海绵铜覆盖在反应槽液面之上形成大量泡沫。同时置换反应产生的大量氢气夹带着砷化氢气体由于海绵铜泡沫覆盖液面无法及时排出,直接就会造成反应槽内液面在短时间内急剧上涨,并从反应槽顶部加料口等各处孔洞喷涌而出造成冒槽事故。

置换、净化过程通畅都需要用蒸汽进行加热，蒸汽进入槽内后，会将铁粉或锌粉的下料口处落下的金属粉尘粘在下料口处，随着粘着的粉尘不断增加，下料口会逐渐缩小直至完全堵死。而此时下料皮带仍然在进行给料，就会形成大量的铁粉或锌粉积存在下料口处。当作业人员发现下料口堵塞后，在对下料口进行清理的过程中，下料口处积存大量的锌粉或铁粉就会瞬间落入槽内，导致反应槽内发生剧烈的置换反应，从而引发冒槽事故。一旦发生冒槽事故，大量矿浆夹带着砷化氢气体从反应槽内快速喷涌而出，极易造成周边作业人员吸入砷化氢气体中毒。因此严格控制反应温度、进料速度、酸度、压力等，避免反应过于剧烈导致冒槽事故发生，从而使砷化氢扩散至作业区域，是预防砷化氢中毒的有效手段。

在设备设施上，应对反应槽设置负压抽风系统，保持反应槽始终处于负压状态杜绝烟气外溢（建议采用自然抽力，避免因停电导致负压失效）。如采用机械抽风系统来保持反应槽处于负压状态的，必须要设置抽风机联锁报警设施，并在作业现场设置明显的报警电铃、声光报警等设备与风机联锁，在抽风机损坏、突然停电、风机故障跳停等紧急情况时，作业人员能第一时间接到报警信息及时撤离。

若条件允许，采用机械抽风洗涤加自然抽风两种排气方式同时安装在可能产生砷化氢气体的反应槽上是最可靠的措施。在机械抽风正常运行时，自然排风管可充当进气口，避免反应槽内矿浆被机械抽风系统抽到吸收塔内。在停电或机械抽风系统跳闸后，自然排风管可作为应急排气口，自然排风管在烟囱效应的作用下，确保反应槽内仍然处于负压状态，避免砷化氢气体溢出。

反应槽槽底应设置一定的倾斜角度，避免使物料在槽底堆积，应设置成斜底或锥底，反应槽是锥底的需在底部设置排污阀。若设置成平底槽，一旦物料在槽底堆积后，就必须使用人工进入到槽内进行清理作业，增加了作业风险。作业人员在槽底物料堆积的情况下进入槽内进行清理作业，清理过程中搅动槽底物料可能产生砷化氢气体，而槽内通风不良，作业人员在缺乏专业防护装备的情况下在有限空间内极易发生砷化氢泄漏中毒事故。

#### 四、作业过程个人防护

涉及砷化氢气体产生的岗位，必须为作业人员配备符合国家标准的预防砷化氢气体中毒的防毒口罩。砷化氢属于无机气体，根据国标《呼吸防护 自吸过滤式防毒面具》（GB2890-2009）的要求，防砷化氢中毒的防毒口罩过滤件应为B型，过滤件色标为灰色。

防毒口罩目前较受欢迎的品牌为南核军工生产的南核防毒口罩和3M防毒口罩，砷化氢防毒过滤盒型号南核生产的89021。条件好的企业可以为作业人员配备全面罩，效果更好。在作业人员进入涉及砷化氢产生的区域前就必须要求正确佩戴好防毒口罩，并先观察好溴化汞试纸的颜色情况，遵循溴化汞试纸白色作业，溴化汞试纸变黄立即撤离的原则。

在需要进入可能产生砷化氢的反应槽内进行检修、清理作业时，必须先将槽内物料排空，并使用清水对反应槽进行清洗。清洗完成后使用轴流风机对反应槽进行强制通风吹扫半小时以上，吹扫后使用工具粘贴溴化汞试纸探入槽内进行有害气体检测，试纸不变色才能进入槽内作业。所有进入可能产生砷化氢的反应槽内作业的人员，必须佩戴长管呼吸器或者空气呼吸器，作业过程中不得取下面罩，作业人员身上在胸部显眼部位粘贴溴化汞试纸，方便相互观察，一旦试纸变色立即撤离。

进入涉及砷化氢气体的槽罐进行作业，作业过程务必要按照置换清洗→通风→溴化汞试纸检测→佩戴长管呼吸器→有监护作业的顺序进行作业，作业过程保持正常通风，长管呼吸器的进气风机必须放置在空气新鲜处。

#### 五、应急处置

日常管理过程中，涉及砷化氢产生的岗位必须配备有空气呼吸器或长管呼吸器等应急救援装备，方便在紧急情况时使用。并购置部分砷化氢解毒剂（二巯丙磺钠注射液）储存于临近医院备用。

冒槽事故，是砷化氢外溢最常见的现象之一，防止冒槽事故的发生才能有效的避免人员中毒。一旦发生反应槽冒槽，大量的物料和烟气外溢，作业人员必须立即撤离至安全区域（上风向50米以上空旷地带）。冒槽结束后，作业人员必须穿戴空气呼吸器，使用溴化汞试纸对涉及的区域进行检测，并增加强制通风措施，在试纸不变色的情况下才能进行清理，避免盲目清理引发中毒事故。

通常，砷化氢中毒的发病时间不会超过24小时，如有人员未能及时撤离，又恰好经过砷化氢外溢的区域，应查看其是否出现头晕、恶心、冒虚汗等类似感冒的症状，如有上述症状立即将该人员送至医院进行观察治疗，并观察其尿液颜色变化。如尿液呈酱油色，必定是砷化氢中毒。

从工艺控制、设备设施改进、个人防护三方面入手，就能最大限度地避免砷化氢中毒事故的发生。

#### 参考文献

[1] 史章牛. 以企业安全文化提升企业安全管理[J]. 科技情报开发与经济, 2009, 19(06): 190-191.