

工贸企业有限空间作业较大事故 典型案例汇编

应急管理部执法工贸局

2024 年 3 月

目 录

第一章 农副食品加工业	1
一、主要生产工艺及有限空间类型	1
(一) 蔬菜腌制	1
(二) 肉制品加工	2
(三) 制糖加工	2
二、典型事故案例	3
(一) 辽宁盘锦德润商贸有限公司“8·31”较大中毒和窒息事故..	3
(二) 浙江金华方氏味真食品厂“4·20”较大中毒和窒息事故 ..	4
(三) 湖南岳阳聚香园食品有限公司“5·30”较大中毒和窒息事故....	6
(四) 广西钦州广泰食品厂“11·29”较大中毒和窒息事故	8
(五) 云南红河金珂糖业有限责任公司“1·14”较大中毒和窒息事故.	10
第二章 食品制造业	14
一、主要生产工艺及有限空间类型	14
(一) 乳制品制造	14
(二) 调味品、发酵制品制造	14
(三) 蜜饯制造	15
二、典型事故案例	16
(一) 甘肃临夏华安生物制品有限责任公司“5·7”较大中毒和窒息事故.	16
(二) 四川成都邑丰食品有限公司“6·13”较大中毒和窒息事故.	19
(三) 四川宜宾福荣笋类食品厂“5·24”较大中毒和窒息事故 .	21
(四) 河南焦作悯农面制品有限公司“7.18”较大中毒和窒息事故....	24
(五) 湖南浏阳赤马湖食品有限公司“8·14”较大中毒和窒息事故..	26
第三章 造纸和纸制品业	28
一、主要生产工艺及有限空间类型	28
(一) 纸浆制造	28
(二) 造纸	30

二、典型事故案例	31
(一) 河北保定永兴庄第二造纸厂“8·27”较大中毒和窒息事故.	31
(二) 湖南常德安乡众鑫纸业有限责任公司“8·28”较大中毒和窒息事故.	33
(三) 山东青岛九盛纸制品有限公司“12·25”较大中毒和窒息事故..	35
(四) 广西南宁大桥金玉纸业有限公司“5·21”较大中毒和窒息事故.	37
(五) 广东东莞双洲纸业有限公司“2·15”较大中毒和窒息事故.....	39
(六) 福建三明立丰再生纸厂“3·28”较大中毒和窒息事故 ...	41
第四章 皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业.....	44
一、主要生产工艺及有限空间类型	44
(一) 皮革鞣制加工	44
(二) 毛皮鞣制加工	45
(三) 羽毛(绒)加工	46
二、典型事故案例	47
(一) 河南周口瑞明皮革制品有限公司“5·31”较大中毒和窒息事故.	47
(二) 河北衡水紫裘皮草有限公司“10·14”较大中毒和窒息事故....	48
(三) 福建漳州大洋(漳州)皮业有限公司“3·19”较大中毒和窒息事故.	49
(四) 安徽六安文兴羽毛加工厂“4·24”较大中毒和窒息事故.	51
(五) 河北保定延旗羽绒加工厂“9·11”较大中毒和窒息事故.	53
第五章 纺织业.....	57
一、印染工艺及典型有限空间	57
二、典型事故案例	57
(一) 浙江湖州美欣达纺织印染科技有限公司“6·13”较大中毒和窒息事故.	57
(二) 浙江绍兴爱利斯染整有限公司“6·1”较大中毒和窒息事故....	60
(三) 河北晋州新大东纺织有限公司“10·27”较大中毒和窒息事故..	62
第六章 事故主要教训.....	64

第一章 农副食品加工业

一、主要生产工艺及有限空间类型

（一）蔬菜腌制

1. 生产工艺

酱腌菜以新鲜蔬菜为主要原料，经过淘洗、腌制、脱盐、切分、调味、分装、密封和杀菌等工序制作而成的各种蔬菜制品，如酱渍菜、盐渍菜、酱油渍菜、糖渍菜、醋渍菜、糖醋渍菜、虾油渍菜、发酵酸菜和糟渍菜等。

以盐渍菜为例，其基本工艺流程为：原料准备（对白菜、芥菜、生姜、蒜头等蔬菜进行预处理，并清洗干净）→腌制（使用适量的盐、糖、醋、酱油、花椒、辣椒等调料，将预处理后的蔬菜与调料混合均匀）→整理等后处理（晾晒、压榨、调味、发酵等）→罐装→灭菌→包装。

2. 典型有限空间

蔬菜腌制行业常见的有限空间有：发酵罐、腌制池，污水处理系统涉及的各类井、池、罐等。

在生产工艺中，蔬菜腌制伴有不同程度的发酵过程，由于盐渍浓度、pH 值、温度等因素，可能出现腐败细菌作用。腌制和发酵过程中腐败菌分解原料中的蛋白质等含氮物质，产生硫化氢、胺等有害物质。微生物硫酸盐还原菌利用各种有机质还原硫酸盐，在异化作用下直接形成硫化氢。

在污水处理环节，原水池、调节池、沉淀池、厌氧池（塔）、曝气池等一级、二级污水处理环节中的处理池中存在

的有机质腐败，可能产生硫化氢。

（二）肉制品加工

1. 生产工艺

肉制品加工指主要以各种畜、禽肉为原料加工成熟肉制品。按加工工艺，肉制品可以分为腌腊制品、酱卤制品、熏烧烤制品、干制品、油炸类、香肠制品、火腿制品、罐藏肉制品等。肉制品加工通常包括原料处理→肉类分割→调味→熏制→包装等流程。以扒鸡熟食为例，主要包括以下工序：白条鸡注盐水→腌制→滚揉→油炸→煮制→内包装→灭菌→外包装→成品入库。

2. 典型有限空间

肉制品加工企业典型有限空间主要是污水处理系统，污水来源于畜禽肉加工过程中产生的污水及生活污水，经厌氧分解、接触氧化池好氧分解等流程，可能存在硫化氢等有毒气体。

（三）制糖加工

1. 生产工艺

制糖指以甘蔗、甜菜等为原料制作成品糖，以及以原糖或砂糖为原料精炼加工各种精制糖的生产活动。制糖的工艺流程是：原料→提汁→澄清→蒸发→煮糖与结晶→分蜜→干燥→筛分→包装→贮藏。

2. 典型有限空间

制糖企业主要有限空间有：糖浆箱、煮糖罐等工艺设备，以及污水处理池。当携带有机物的糖浆液出现腐败发酵时，可

能产生硫化氢、甲醛等有毒有害气体。

二、典型事故案例

（一）辽宁盘锦德润商贸有限公司“8·31”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2023 年 8 月 30 日 17 时 50 分许，辽宁省盘锦市盘山县石新镇盘锦德润商贸有限公司腌渍池污水进行抽排水作业时，发生中毒事故，造成 4 人死亡。

2. 事故单位情况

德润公司成立于 2020 年，注册资本 1000 万元，经营范围为食品、农副产品加工销售等，主要产品为腌制萝卜。企业现有员工 15 人，其中临时雇工 8 人（死亡的 4 人均为临时雇工）。企业占地面积 1.2 万平方米，厂房为单层建筑。事故发生发生在腌制车间，车间内有 123 个腌制池。

发生事故的腌制池长 9.5 米、宽 5 米、深 3.5 米，采用砖砌结构。该公司于 2023 年 7 月下旬已将萝卜从腌渍池捞出，池内残留少量萝卜和腌渍污水，深度约 0.8 米，至事发当日已放置约 1 个月。



图 1 发生事故的腌制池

3. 事故发生经过

8月31日上午，德润公司实际控制人李某山安排张某庆、刘某军、王某对车间内的腌渍池污水进行抽排水作业。

16时50分许，张某庆通过铁梯下到腌渍池内清理水泵堵塞物，发生中毒晕倒于池内；刘某军下池对张某庆进行打捞施救，下去后也中毒晕倒在池中；王某见状后站在腌渍池内梯子上进行呼救，随后下到池内施救，也中毒晕倒池中；此时李某山和其他人员赶到腌渍池边，王某来准备下去救人，李某山让其拴上绳子再下去，王某来未听劝阻，通过铁梯下去4-5个阶梯就坠入池内中毒晕倒池中。

17时30分，现场人员通过杆子将绳子套在池内人员身上，将人打捞起出。

17时49分，医护人员赶到现场开展医疗救治，4人均已无生命体征。

4. 事故直接原因

事故腌渍池污水抽排过程中，作业人员未采取有效防控措施，擅自进入腌渍池中清理堵塞水泵的杂物，硫化氢在有限空间内持续快速释放，达到可立即威胁生命和健康浓度，导致事故发生。施救人员未采取正确的安全防护措施而盲目施救，导致事故进一步扩大。

（二）浙江金华方氏味真食品厂“4·20”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2019年4月20日8时11分许，浙江金华兰溪市方氏味真

食品厂在腌制池内临时储存小萝卜的过程中发生中毒和窒息事故，造成 3 人死亡，2 人受伤，事故直接经济损失 303 万元。

2. 事故单位情况

方氏食品厂成立于 2014 年 8 月 13 日，是一家以腌制加工小萝卜为主的企业。2018 年 10 月 9 日，方氏食品厂与桃花雨农业公司签订委托加工合同，约定方氏食品厂提供原材料，由桃花雨农业公司负责加工兰溪小萝卜、雪菜等产品，并在产品包装上注明委托方为方氏食品厂，制造商为桃花雨农业公司，实际由方氏食品厂自行生产。

事故发生在西楼厂房一楼的萝卜腌制车间，该车间长 18 米、宽 15 米，高 4 米，通风采光条件良好。车间共有南北向三列萝卜腌制池，自东向西每列分别为 4 个、7 个、5 个。发生事故的 13 号萝卜腌制池位于车间东南角，该池南北长 3.42 米，东西宽 2.95 米，深度 2.08 米。

3. 事故发生经过

2019 年 4 月 20 日上午 7 时许，腌制车间管理人员伍某和工人赵某到腌制车间上班，由伍某安排赵某将萝卜从腌制池里捞出。赵某穿着下水裤下到池内，用捞网将池内的萝卜捞到电动刮板输送机上，再由该机器输送到池外。伍某在池边控制刮板输送机并进行监护。

8 时许，赵某出现头晕、胸闷、呼吸困难和颤抖等症状。伍某见状，就大声呼救并立即下池救人。听到呼救声后，在相邻车间作业的方某、赵某、徐某某、陈某某、洪某某相继赶来并下到池中救人，在池边其他工人的协助下将靠近池边的赵某

拉出池外。方某在下池救人过程中感到腿麻、胸闷，就立即爬出池外并趴在池边施救，而伍某、赵某、徐某某、陈某某、洪某某 5 人出现头晕、胸闷、呼吸困难等症状相继倒在池中。

8 时 30 分许，120 救护车赶到现场，医护人员以及其他救援人员共同将池中的 5 名人员救出并送往兰溪市人民医院抢救。洪某某、赵某和伍某经抢救无效死亡。

4. 事故直接原因

方氏食品厂在腌制池内临时储存小萝卜的过程中，由于盐水浓度由高向低转化加速了厌氧发酵，产生了硫化氢、二氧化碳等有毒有害气体。随着小萝卜向池外转移，池内液面下沉，有毒有害气体在有限空间内形成积聚。作业人员赵福利在腌制池内作业出现中毒症状后，其他作业人员在没有采取相应防护措施的情况下陆续进入池内盲目施救，在有毒有害气体的综合作用下出现中毒和窒息，导致事故扩大。

（三）湖南岳阳聚香园食品有限公司“5·30”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2018 年 5 月 30 日上午 8 时许，湖南岳阳市聚香园食品有限责任公司（以下简称聚香园食品公司）在抽取腌制池废水时发生中毒窒息事故，造成 3 人死亡，直接经济损失 230 余万元。

2. 事故单位情况

聚香园食品公司厂房始建于 1976 年，早期是乡办企业（西塘红碎茶厂），因行业不景气转型从事**藠头**腌制行业，

2000 年西塘镇政府将厂房卖给了个体户李某从事泡菜腌制。聚香园食品公司负责人张某峰于 2014 年从李某处以一年 6 万租金租借厂房进行加工作业生产。

聚香园食品公司厂房建有一间面积 180 平方米左右的腌制工房。工房内存左右两侧共计有 11 个体积不等的腌制池（东侧设有五个腌制池，西侧设有六个腌制池），事故发生地点腌制池位于聚香园有限公司腌制池车间入口左侧由南往北方向第 2 个池，池长 3.6 米、宽 2.8 米、深 3.2 米的钢筋混凝土长方形地坑。

3. 事故发生经过

2018 年 5 月 30 日上午 7 时 30 分，聚香园食品公司处于停产放假期，常驻公司员工张某军发现腌制池发臭，叫上留守员工何某武和罗某保去清洗腌制池。

何某武和罗某宝 2 人到现场后开始使用抽水泵开始对腌制池内抽水，抽了大概 20 分钟后，腌制池内污水位下降至距离池底约 30 厘米时，覆盖在腌制池边缘的塑料膜堵住了抽水泵进水口，无法将污水抽出。

何某武在未采取任何防护措施的情况下，从木梯下到腌制池底将塑料膜捅破。在捅破塑料膜后，塑料膜外抽水管道中少量污水倒流进腌制池，何某武看见污水倒流后转身爬上木梯，在爬梯过程中因吸入池底污水产生的硫化氢气体而中毒晕倒，摔入池内（面部向上倒在池底，池底污水没有导致何某武窒息）。

罗某保见状立即喊张某军来救人，张某军也未采取任何防

护措施直接下到腌制池底部去救何某武，在救援过程中同样中毒晕倒。

此时，罗某保跑出公司铁门外喊救人，在附近村民家聊天的公司员工刘某兰得知公司出事后马上拨打了 120 急救电话，附近村民周某平一行三人闻讯赶到腌制池，周某平喊罗某保去找绳子，拿到绳子后周某平同样未采取任何防护措施冲下去救人，结果也中毒晕倒在池中。

最终，张某军、何某武当场死亡，周某平在送医后经全力抢救无效死亡。

4. 事故直接原因

腌制池液体腐坏变质，产生大量硫化氢等有毒气体，员工进入腌制池清理过程中，没有采取任何防护措施，吸入过量硫化氢后中毒身亡。

（四）广西钦州广泰食品厂“11·29”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2017 年 11 月 29 日上午 8 时 25 分左右，广西钦州市钦南区黎合江工业园广泰食品厂工人在清理腌辣椒池过程中发生中毒事故，造成 5 人死亡，直接经济损失 322.94 万元。

2. 事故单位情况

广泰食品厂位于钦南区沙埠镇黎合江工业园（现属钦南区金窝工业园），2003 年 6 月 24 日注册成立，为个人独资企业，该厂共有 15 人，经营范围是蔬菜制品（酱腌菜）、其他水产加工品等。生产工艺流程为：新鲜蔬果拣选、腌制、倒池、封

池、捞取切分、脱盐、调味、计量、包装等。

广泰食品厂由四个车间组成，从西往东排列分别是生产车间、包装车间、腌制车间和机修车间。其中腌制车间是一个由砖块、混凝土砌墙，金属板搭建拱形顶棚的封闭式厂房，南北长 52.6 米、东西宽 21.8 米、高 8.2 米。腌制车间在地面开挖并用水泥砌有 56 个腌制池。事故现场位于腌制车间 B9 号腌制池内，该池长 2.95 米、宽 2.90 米、深 2.60 米。

3. 事故发生经过

2017 年 11 月 29 日 8 时左右，广泰食品厂员工对工厂的腌制车间 B9 腌制辣椒池的存留物进行清理，池内从上到下依次有塑料薄膜、塑料桶、木板、塑料薄膜等物，最下面是约 40 厘米的辣椒、残渣、残液混合物。

员工在把池上面的塑料薄取出来后，李某梅和肖某珍先用梯子（长 3 米、宽 40 厘米）下到池内把塑料桶拖递上来，一部分员工拿塑料桶到边上清洗，另一部分员工继续清理池子，因有木板压住池子导致底部塑料薄膜拉不上来，李某梅和肖某珍开始清理木板，这时候李某梅说池水有点臭臭的，呼吸有点难受，于是李某梅就顺着木梯爬上地面来喘气。

8 点 20 分左右，肖某珍在辣椒池下面晕倒，李某梅发现便大声叫喊大家过来帮忙，赖某英、梁某红、张某玲、颜某英、林某杰等人就马上围到 B9 号辣椒池边来。此时李某梅已下到辣椒池里面想救肖某珍上来，但很快李某梅也晕倒在里面。接着，赖某英也下到辣椒池里面想把肖某珍、李某梅两人救上来，赖某英先将李某梅抱着爬上木梯想爬上来，但爬不动，赖

某英就自己顺着木梯先爬上来，刚爬到木梯的一半也晕倒跌回池底。正在附近维修铁门的李某钦和副厂长张某辉听到员工呼救后立即跑到事故池子旁边查看情况，其中李某钦顺着梯子下池救人，抱起其中一人想上来，但不久李某钦也晕倒在池底部。

8 点 30 分左右，厂长肖某、检验员梁某开及其他员工都赶到现场，肖某叫人找风扇来吹散池内的气味，当张某辉拿来风扇后，插上电源打开开关发现无电，于是去打电源总闸，回到池边发现老板肖某也下池救人晕倒在池内。

5 名被困人员救出时均生命体征消失，经现场抢救无效宣布死亡。

4. 事故直接原因

腌制辣椒池在长期腌制过程中，因辣椒腐坏变质以及添加的食品添加剂在长期的微生物分解和复杂的化学反应条件下，产生大量硫化氢和一氧化碳等混合气体。混合气体长期溶解于残液中或吸附于腌制池内各种残留物和淤泥中，以及存留在其上部覆盖的塑料膜下方空间。员工在对该池清理过程中，揭开塑料膜和搅动淤泥、残液，致使硫化氢和一氧化碳短时间大量涌出，导致没有采取任何防护措施的作业员工及陆续进入池内盲目施救的员工和厂长吸入过量硫化氢和一氧化碳，中毒后晕倒溺水身亡。

（五）云南红河金珂糖业有限责任公司“1·14”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2015 年 1 月 14 日 21 时 46 分许，云南省红河哈尼族彝族自治州金平县金珂糖业有限责任公司发生一起较大中毒事故，造成 4 人死亡，2 人中度中毒，直接经济损失 500 余万元。

2. 事故单位情况

金珂公司是由元江县金珂集团糖业有限责任公司全额出资，日榨甘蔗 8000 吨，年产白砂糖 12.48 万吨。2015 年 1 月 6 日开榨，至事故发生时共入榨甘蔗 12500 吨，生产白糖 950 吨。

金珂公司生产环节由压榨车间、制炼车间、锅炉车间、电力车间、化验室、机修车间、供排水车间 7 个车间组成。制炼车间五楼由南向北并列设置 8 个规格为 $4500 \times 3000 \times 2000\text{mm}$ 的自制糖浆箱，沿糖浆箱东面宽边布置有宽约 1000mm 的走道并安装有扶手。

各糖浆箱补给由一根 DN200mm 无缝钢管为主管，箱上部分别接一同等直径支管和配套闸阀控制，在支管出口下方约 300mm 位置的箱内壁焊接一过滤筛，糖浆自一楼精糖浆池用泵泵至糖浆箱。各糖浆箱的出料口和排污口均设置于箱体内壁底部，各箱体的出料口均用 DN150mm 支管连接 DN200mm 主管供应煮糖罐，排污共用一根 DN150mm 无缝钢管。出料管的控制方式为在箱体外走道下方设置闸阀控制，排污管的控制方式于 2014 年 12 月企业自行改装为在箱体内底板向外焊接一个 $200 \times 250 \times 150\text{mm}$ 的小箱体，小箱体底部设置一直径 150mm 的通孔作为排污口，用闷盖和螺栓连接封堵控制。

3. 事故发生经过

2015 年 1 月 10 日因天阴下雨糖厂停榨，未处理完的剩余糖浆存放在 7、8 号糖浆箱，7 号箱存有半箱糖浆约 14m^3 ，8 号箱存有整箱糖浆约 27m^3 。

14 日车间主任李某云对工作进行了安排，早班作业人员将停榨时已清洗好的 1-6 号糖浆箱内锈迹去除。

19 时许，中班煮糖工张某碧打开 7、8 号糖浆箱出料口闸阀，将糖浆顺管道放至四楼三号煮糖罐内煮炼，约 21 时放完。

21 时 20 分，李某荣组织陆某华、罗某英、李某友、韦某民、普某芳 5 人到五楼清洗 7、8 号糖浆箱。

21 时 40 分，李某友和韦某民先进入 8 号箱，李某友把拧下来的排污闷盖螺栓递给韦某民，韦某民将螺栓放在糖浆补给口下方的筛板上，觉得气味难闻，就出来箱子外面。李某荣看见李某友打不开排污闷盖，叫某秀芳下楼去拿工具。

21 时 46 分许，陆某华进入 7 号箱内，先用脚把箱底的糖浆泡沫扒开，在弯下腰准备用扳手拧闷盖螺栓时晕倒，发生急性中毒。

现场人员发现 7 号糖浆箱发生中毒后，用对讲机呼叫，并相继进入箱内进行施救，车间内的其他人员听到呼叫后，也相继到现场进行施救。最终李某荣、陆某华、韦某民和救援人员王某平 4 人送金平县人民医院，经确认已死亡。

4. 事故直接原因

腌留存于 7 号糖浆箱内携带有机物的糖浆液腐败发酵，产生硫化氢、甲醛等有毒有害气体积聚在糖浆箱底部。作业人员

未按“先通风、再检测、后作业”的要求进行作业，也未采取任何个体防护措施，进入箱内搅动剩余糖浆，使积聚在糖浆箱底部的硫化氢等有毒有害气体溢出导致人员中毒，救援人员盲目施救造成群死群伤。

第二章 食品制造业

一、主要生产工艺及有限空间类型

（一）乳制品制造

1. 生产工艺

乳制品制造指以生鲜牛（羊）乳及其制品为主要原料，经加工制成的液体乳及固体乳（乳粉、炼乳、乳脂肪、干酪等）制品的生产活动。乳制品主要分为 5 类：①饮用乳，包括消毒乳、咖啡乳、可可乳等；②发酵乳制品，包括干酪、酸凝乳、酸牛乳、乳酒等；③高脂乳制品，包括奶油、稀奶油、冰淇淋等；④浓缩乳制品，包括炼乳、灭菌浓缩乳、灭菌稀奶油等。⑤干燥乳制品，包括全脂奶粉、脱脂奶粉、稀奶油粉、酪乳粉、乳清粉、速溶奶粉、调制奶粉及冰淇淋粉等。

以发酵乳制品为例，其生产工艺主要包括以下几个步骤：材料准备→清洁和消毒→加入菌粉→发酵→冷却和取出→调味→巴氏杀菌和罐装。

2. 典型有限空间

乳制品制造企业典型有限空间包括发酵罐和污水处理系统涉及的池、井、罐等。

（二）调味品、发酵制品制造

1. 生产工艺

味精制造指以淀粉或糖蜜为原料，经微生物发酵、提取、精制等工序制成的，谷氨酸钠含量在 80% 及以上的鲜味剂的生产活动。味精的制作过程主要包括以下几个步骤：原料准备

（小麦或玉米等粮食作物作为味精原料，被磨成淀粉并转化为糖）→发酵（将转化后的糖放入发酵室进行发酵，通过酵母的作用将糖转化为酒精，然后酒精进一步转化为谷氨酸）→提取和精制（对含有谷氨酸的液体进行过滤和沉淀）→冷却结晶（去除杂质的液体被冷却并结晶，晶体被粉碎成均匀的颗粒）

酱油、食醋及类似制品制造指以大豆和（或）脱脂大豆，小麦和（或）麸皮为原料，经微生物发酵制成的各种酱油和酱类制品，以及单独或混合使用各种含有淀粉、糖的物料或酒精，经微生物发酵酿制的酸性调味品的生产活动。以醋为例，其主要工艺包括：原料准备（大米、小麦等经过淘洗、糖化等工序获得谷物淀粉）→糖化阶段（谷物淀粉研磨成粉末形成淀粉浆，加入适量的水，控制温度和湿度，使淀粉在酶的作用下转化成葡萄糖）→酒精发酵（将获得的葡萄糖液加入发酵罐中，接种酵母，将葡萄糖转化成酒精）→醋酸发酵（酒精发酵结束后，将发酵罐密封，控制通风和温度，引入醋酸菌，使其将酒精氧化成醋酸）→成品处理（经过过滤、澄清、稳定等工艺得到白醋产品）。

2. 典型有限空间

调味品、发酵制品企业典型有限空间包括发酵罐和污水处理系统涉及的池、井、罐等。

（三）蜜饯制造

1. 生产工艺

蜜饯制作指以水果、坚果、果皮及植物的其他部分制作糖果蜜饯的活动。蜜饯的制作过程通常包括以下几个步骤：原料

准备（选择合适的水果或蔬菜，如金桔、番茄、洛神花、芒果、柑橘皮、杨桃、冬枣、山楂等，并清洗干净）→切割和去核→腌制（将处理好的水果放入容器中，加入适量的水和糖，或者食盐、柠檬汁等调味品）→煮制（将腌制好的水果放入锅中，煮至水果变软、糖水黏稠）→烘烤或晒干（煮好的水果放入烤箱或烘干机中，烘烤至水分蒸发，果皮干燥）→冷却和包装。

2. 典型有限空间

蜜饯制作企业主要的有限空间包括腌制池（罐、箱）和污水处理系统，可能存在硫化氢、一氧化碳等有毒有害或易燃易爆物质，甚至缺氧风险。

二、典型事故案例

（一）甘肃临夏华安生物制品有限责任公司“5·7”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2023年5月7日上午9时30分许，甘肃省临夏州临夏县经济开发区华安生物制品有限责任公司发生较大中毒事故，造成4人死亡，2人受伤。

2. 事故单位情况

华安公司成立于2001年7月，注册资金4686万元，占地面积3万平方米，现有员工100余人，以甘肃、青海、新疆、西藏等地盛产的奶渣“曲拉”为原料生产各类乳制品。年产干酪素（酪蛋白）系列产品4000吨，酪素胶系列产品2000吨，奶油1000吨。

事故发生在干酪素生产车间。干酪素生产工艺主要包括原料粉碎、原料溶解、过滤分离、点酸中和、压滤烘干 5 个工序。事故发生部位为原料溶解工序的 1 号溶解罐，该罐高 2.3 米，直径 1.8 米，顶部设有直径为 0.4 米的人孔。

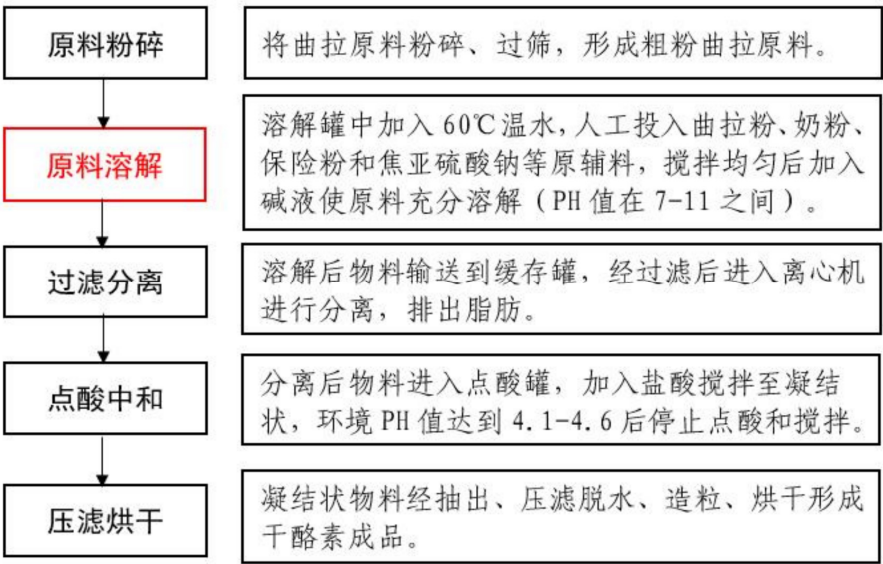


图 2 干酪素生产工艺流程



图 3 发生事故的溶解罐

3. 事故发生经过

5 月 7 日上午 8 时，干酪素生产车间副主任马某明安排干酪素生产车间溶解工段投料工贺某平生产作业。

9 时许，贺某平发现溶解工段 HA-GR-002 号溶解罐内出料管道阀门被掉落的原料纤维袋缠绕堵塞，未向其他人员报告情况，决定进入罐内清理出料管道阀门堵塞物。

9 时 20 分，贺某平进入 HA-GR-002 号溶解罐后晕倒，前来溶解工段检查生产情况的马某明发现贺某平在 HA-GR-002 号溶解罐内，立即通知随行的马某布迅速去找人施救。

9 时 21 分，等待救援人员的马某明独自进入罐内对贺某平进行施救，马某明将贺某平托到罐内活动爬梯上后在罐底晕倒。

9 时 22 分，赶来的马某某布和马某某麦将贺某平拉出罐口并抬至下料平台上后，马某某布又去找人施救，马某某麦独自进入罐内对马某明施救时晕倒。

9 时 24 分，总经理马某胜、氨基酸车间主任丁某忠、拜某燕、马某贤、马某等 5 人赶到下料平台后，发现 HA-GR-002 号溶解罐内已有马某麦、马某明在罐底晕倒，马某胜想进入罐内进行施救被丁某忠阻拦，随后，丁某忠进入罐内，随后施救无果后晕倒。

9 时 26 分，原料车间主任马某从干酪素生产车间消防柜取用 3 防毒面具并迅速返回 HA-GR-002 号溶解罐口，马某胜在罐口呼喊丁某忠无回应后，立即进入罐内施救，不久便晕倒。

马某戴了防毒面具后发现呼吸和视线受影响，便取下防毒面具，并在拜某燕、马某明等人帮助下在自己身上捆绑绳索后入罐施救，入罐不久便晕倒，罐外的马某贤、拜某燕立即拉绳子将马某救出罐，并抬至下料平台上，此后再无人进入罐内。

4. 事故直接原因

华安生物未严格执行工艺控制要求，致使残留物料发酵产生的硫化氢、氰化氢等有毒有害气体聚集，现场作业人员未经有限空间安全教育培训，未按照有限空间作业要求违章进入罐体作业，导致事故发生；发生事故后，现场救援人员未按照有限空间救援要求，违章指挥、盲目施救，导致事故扩大。

（二）四川成都邑丰食品有限公司“6·13”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2021年6月13日10时30分许，四川省成都市邑丰食品有限公司污水处理站生物接触氧化工序间抽排污水作业时发生中毒窒息事故，造成6人死亡，直接经济损失540余万元。

2. 事故单位情况

邑丰公司2003年12月23日成立，员工179人，产品种类主要有土豆、竹笋、金针菇等制成的狼牙土豆、泡椒春笋、蔬菜包、金针菇等，按加工过程分为前工序、拌配料、内包和外包等工序。

邑丰公司污水处理系统由新建和利旧改造两部分组成，其中新建部分为厂区原有荒废的污水处理池及周边空地上新建的地埋式格栅池、隔油池、集油池、调节池，新增厌氧反应器；利旧改造部分将盐池车间西南侧的16个盐渍池改造成为接触氧化池、沉淀池与清水池，邑丰公司在接触氧化间上方约2米处设置顶棚，顶棚及四周用透明玻纤板围护，形成一个密闭空间，同时，增设一台7.5千瓦/时的抽风机，抽风机前端接活

性炭除臭装置，事故发生时抽风装置完好。

3. 事故发生经过

因接触氧化间功能池内污泥养分不足，在端午节（6 月 12 日至 6 月 14 日）放假期间，邑丰公司安排长期为邑丰公司提供劳务服务的曹某红、高某君、高某（女）3 人将接触氧化间内 1 号至 14 号池内的污水抽排到接触氧化间外闲置的盐渍池内静置。

6 月 13 日 10 时 33 分，曹某红、高某君、高某和公司机修部部长徐某通过检修通道来到接触氧化间 1 号门旁，曹某红、高某君、徐某三人在未开启接触氧化间抽风机的情况下先后爬上钢斜梯从 1 号门进入接触氧化间内准备抽排 15 号池、16 号池内的污水及污泥浆，高某因闻到呛人气味未进入，在 1 号门旁等候。

10 时 41 分，高某听到异常响声，发现高某君落入 3 号池内，曹某红倒在 2 号池和 15 号池间的隔墙上，徐某转身时坠入 2 号池内。高某迅速跑到接触氧化间外呼救。郑某洪听到呼救声后立即给邑丰公司法定代表人吴某秋打电话报告，并赶往公司生产车间寻找防毒面具。

10 时 45 分，吴某秋与正在为公司锅炉房焊接铝合金作业的“拉特斯不锈钢制作”门市部负责人黄某荣、员工唐某及公司部分员工赶到现场开展救援。吴某秋进入接触氧化间后在对坠入 2 号池内的徐某实施救援时坠入 1 号池内，黄某荣、唐某在对吴建秋实施救援时坠入 1 号池内。高某君、徐某、唐某、黄某荣、吴某秋、曹某红 6 人抢救无效于当日死亡。

4. 事故直接原因

邑丰公司在接触氧化间准备抽排污水作业时，作业人员在未开启抽风机进行通风、未采取个体防护措施的情况下，进入硫化氢等有毒有害气体逸出积聚的相对密闭空间，吸入硫化氢等有毒有害气体导致中毒窒息，施救人员盲目施救导致事故扩大。

（三）四川宜宾福荣笋类食品厂“5·24”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2021 年 5 月 24 日，四川省宜宾市长宁县双河镇福荣笋类食品厂废水处理间发生中毒窒息事故，造成 7 人死亡，1 人受伤，直接经济损失约 761.95 万元。

2. 事故单位情况

福荣笋类食品厂为个人独资企业，成立于 2010 年 01 月 22 日，主要生产经营竹笋加工。2020 年产量 1778.58 吨，销售收入 882.16 万元。2021 年 1 至 4 月产量 646.85 吨，销售收入 309.17 万元。产品种类主要有罗汉笋、方竹笋、麻竹笋等制成的笋丝、笋条、笋片等 3 大类，商标是竹荣牌。福荣笋类食品厂有从业人员 18 人，企业内部未设置安全生产管理机构，未配备专（兼）职安全生产管理人员，生产分 4 个组，口头指定 4 名员工管理。2021 年 5 月 4 日至 5 月 24 日，有 13 人在厂内进行生产作业。事发前处于生产状态。

福荣笋类食品厂的废水处理设施由利嘉环境公司负责设计和建设，利嘉环境公司于 2017 年 10 完成了设备的安装和调

试。

事故发生的废水处理间位于厂区西北角，面积约 93m²，采用单层砖木混合结构，东墙、南墙为塑料轻质隔墙，西墙、北墙为砖墙，屋顶为木质桁架梁彩钢瓦。内部布置有 1#池（好氧池）、2#池（沉淀池）、3#池（除磷池）、4#池（调节池）、5#池（厌氧池）、6#池（污泥池）。1#池（好氧池）上方屋顶有 1×2（m²）开口；东墙北端设有通向清洗区的 0.7×1.8（m²）门洞，门洞内 4#池（调节池）北缘有可通向 5#池（厌氧池）顶盖的通道，高差 0.8 米，由 5 级钢梯相连。门洞南侧 3#池（除磷池）、4#池（调节池）上口有用 4 根杉木拼接成的宽约 0.6 米的木排，紧邻东墙。门洞外为清洗区，与切选间、浸泡间连通。

3. 事故发生经过

2021 年 5 月 4 日，福荣笋类食品厂废水处理间曝气风机和废水提升泵的两个交流接触器严重锈蚀失效，无法正常运行，处于停机状态。期间，该厂仍继续生产且废水照常排入废水处理设施。

5 月 24 日 12 时 40 分，福荣笋类食品厂创办人张某荣请来电工周某富维修。周某富先后更换了曝气风机交流接触器、废水提升泵交流接触器，并试机正常后关机交付张某荣。

14 时 03 分，周某富离开工厂。张某荣重新启动曝气风机后，安排福荣笋类食品厂工人刘某明维修 4#池（调节池）提升泵出水管道，并向 1#池（好氧池）撒了约二十斤面粉（系为好氧微生物提供营养物质），于 14 时 42 分离开工厂。

14 时 47 分，福荣笋类食品厂实际控制人和管理者张某松进入废水处理间，此时，刘某明在废水处理间对 4#池（调节池）提升泵废水管软管脱落进行恢复修理。

14 时 48 分 25 秒，清洁工黄某才（女）进入废水处理间看到张某松、刘某明倒在废水池边上，遂跑出呼救。

14 时 48 分 45 秒，工人袁某笔、冯某强、李某勇等人听到“有人触电出事”的呼救后，先关闭电闸再进入废水处理间施救，将张某松从 4#池（调节池）内拉出，仰放于 4#池（调节池）的木排上。袁某笔和冯某强先后晕倒在 3#池（除磷池）与 4#池（调节池）中间的隔墙上，2 人在消防员救援前掉入 3#池（除磷池）。李某勇摔倒后爬出废水处理间，在短暂昏迷苏醒后打电话给张某松。

14 时 50 分 55 秒，跟随前去施救的工人龙某付晕倒在废水处理间门洞处，被韩某芳（女）、周某容（女）抬出施救。

14 时 56 分，李某勇再次进入废水处理间，与其他施救人员破拆废水处理间的塑料隔板，并将张某松、刘某明抬至废水处理间外过道的空旷处。

15 时，周围群众在听到呼救后，从后门进入厂区施救时将厂区电源总闸关闭（视频监控设施断电），邻居周某、周某江、孟某刚相继进入废水处理间参与施救，周某最先进入废水处理间，对袁某笔施救时掉入 4#池（调节池）。周某江随后进入废水处理间，对周某施救时掉入 4#池（调节池）。孟某刚对周某江施救时掉入 4#池（调节池）。

事故最终造成张某松、刘某明、袁某笔、冯某强、孟某

刚、周某江和周某共 7 人死亡。

4. 事故直接原因

福荣笋类食品厂废水处理间好氧池曝气风机发生故障，期间企业未停止生产。曝气风机重新启动，导致高浓度硫化氢等有毒有害气体逸出扩散。作业及先期施救人员，在未采取任何安全防护措施的情况下进入废水处理间，吸入硫化氢等有毒有害气体导致中毒窒息。

（四）河南焦作悯农面制品有限公司“7.18”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2020 年 7 月 18 日 18 时许，焦作市武陟县焦作悯农面制品有限公司工人在发酵车间工作时掉入物料罐内，发生中毒窒息事故，造成 6 人死亡。

2. 事故单位情况

焦作悯农公司成立于 2019 年 7 月 9 日，有员工 10 人，属于食品生产小微企业，未取得食品生产许可证。

该企业经营范围包括面制品、豆制品、淀粉、谷元粉、面筋的加工、销售。生产工艺为：面粉加入地坑槽，通过螺旋将面粉加到搅拌桶，同时加入水，通过搅拌将面筋洗出、包装、销售。剩余面粉水用泵输送到物料罐内，并加入添加剂焦亚硫酸钠（用于防腐、漂白）后搅拌，经过沉淀将清水排出，留下浓度较高的淀粉和水混合物，用泵将浓度较高的混合物打至三足式离心机，除去水分，将淀粉装入包装袋销售。

事故现场位于焦作悯农公司车间沉淀区，东部靠南墙有一

套机器设备，靠北墙有一组 4 个塑料物料罐，4 个塑料物料罐南侧有脚手架，脚手架上平放有架板，架板距地面 165cm。沉淀区西部靠近北墙有一组 4 个塑料物料罐，靠近南墙有一组 4 个塑料物料罐，两组塑料物料罐中间有东西向脚手架，脚手架东侧有固定铁梯，脚手架上平放有架板，架板距地面 160cm。沉淀区内的 12 个塑料物料罐均为圆柱形，直径 280cm，高度 280cm。三组塑料物料罐顶部均固定有两根槽钢，每个塑料物料罐顶部的槽钢中间均固定着一个电机，电机下连着搅拌棒。

3. 事故发生经过

由于当事人全部在事故中死亡，事故发生经过无法直接还原。根据焦作悯农公司员工柴某红、高某玲以及救援人员朱某磊、王某波等人叙述，推断事故经过为：

2020 年 7 月 18 日，按照日常分工，李某强在发酵车间，方某停和秦某友在制浆车间，郭某（傻子）在面粉仓库添加面粉，秦某杰、高某玲、柴某红、张某奇（傻子）在淀粉车间正常工作，李某强厂房外西边的宿舍（厨房）休息，李某杰到厂外拉东西。

约 18 时许，秦某友（哑巴）在制浆车间“啊啊”大叫，方某停、秦某杰听到呼叫后随其进入发酵车间，闻讯赶到的李某强、李某杰也先后进入发酵车间。

18 时 25 分许，朱某磊回到公司寻找李某杰，柴某红告诉其李某杰在发酵车间，当朱某磊进入发酵车间并上到工作台后，发现 6 人全部在沉淀罐内，立即拨打 110、119、120 求救。

约 19 时 30 分，武陟县消防救援大队到达现场开展救援，

至 21 时，现场救援结束，2 人当场死亡，4 人被送到医院抢救无效死亡。

4. 事故直接原因

员工安全意识差，违反操作规程，违章作业，不慎坠入物料罐，导致中毒窒息死亡。其他员工对作业现场存在的风险辨识不清，处置不当，盲目进行施救，导致事故后果扩大。

（五）湖南浏阳赤马湖食品有限公司“8·14”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2017 年 8 月 14 日 15 时左右，浏阳市赤马湖食品有限公司厂区发生中毒和窒息事故，造成 3 人死亡，直接经济损失 102.5 万元。

2. 事故单位情况

浏阳市赤马湖食品有限公司成立于 2011 年 3 月 21 日，为一家作坊式食品加工生产企业。2017 年 4 月底该公司暂时停止了生产加工，至事故发生时一直未恢复生产活动。

发生事故的污水池位于剁辣椒厂房南侧，长 1000cm，宽 300cm，深 250cm，主要功能是储存公司厂区的生产和生活废水；该污水池池顶设置有 1 个清污口和 2 个通风口，清污口位于 2 个通风口之间，口径为 100cm×80cm。3 个开口平时均用水泥板封盖，事故发生时只有清污口盖板被掀开。该公司厂区污水池的清理一直采用服务外包的形式。

3. 事故发生经过

2017 年 8 月 14 日下午 2 时左右，公司法定代表人汪某主

到厂区进行巡查。临近 15 时左右，由于担心大雨过后厂区的污水池可能会发生堵塞，汪某主将该池清污口的水泥盖板掀开，准备从清污口对污水池的情况进行观察。

汪某主伸头往池内查看的过程中，突然一头栽进池内，站在一旁的屈某国开始大声呼救，厂区的门卫颜某明听到呼救声后迅速赶到现场，并顺手搬来一把梯子搭在清污口内，然后顺着梯子下到池内进行施救，但瞬间昏倒在池内。此时汪某、孔某香和部分周边群众也先后赶到了现场。汪某由于救人心切，不顾劝阻也顺着梯子下到池内，但同样在瞬间昏倒。周边群众迅速拨打报警电话，并将污水池的 2 个通风口全部掀开以便于空气对流，同时有人搬来电风扇开始往池内进行通风。

15 时 40 分左右，汪某主、颜某明、汪某被先后从池内打捞上来，3 人经抢救无效后死亡。

4. 事故直接原因

主要负责人对污水池内产生的有毒有害气体的危害性认识不足，在未穿戴任何防护装备、未先进行通风和检测的情况下蹲在清污口伸头观察池内情况导致中毒昏迷坠入池内。在场人员未及时报警，未分析分辨事故原因，在未配备防毒面具、安全绳索等应急装备和器材情况下盲目施救，导致事故人员伤亡进一步扩大。

第三章 造纸和纸制品业

一、主要生产工艺及有限空间类型

（一）纸浆制造

1. 生产工艺

制浆是利用化学法、机械法或化学与机械相结合的方法，使植物纤维原料中的纤维离解，成为纸浆。

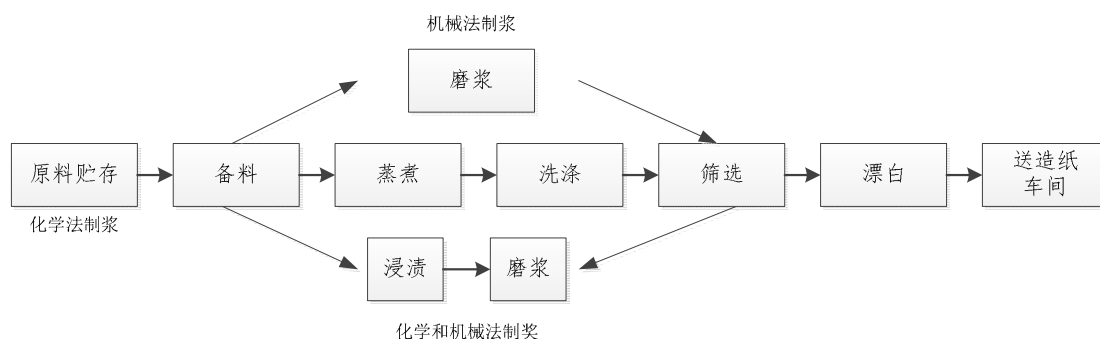


图 4 制浆工艺流程

化学法制浆是利用化学药品的水溶液处理造纸原料，使之离解成浆的方法。根据蒸煮所使用的化学药剂不同可分为碱法制浆和亚硫酸盐制浆。碱法制浆又分为烧碱法和硫酸盐法。烧碱法蒸煮使用的化学药剂为氢氧化钠，硫酸盐法使用的化学药剂为氢氧化钠和硫酸钠（芒硝）。另外在碱法制浆过程中还会加入助剂，比如硫化钠、硫化氢等。亚硫酸盐制浆法是在蒸煮液中加入亚硫酸盐。

机械法制浆是用机械设备将造纸原料离解成浆的方法。

化学机械法制浆是既采用化学药品，又利用机械设备使造纸原料离解成浆的方法。化学机械法在蒸煮液中加入亚硫酸钠

或亚硫酸氨等化学药剂。

另外，还可以用废纸制浆，废纸制浆主要分两种情况，一种生产本色浆，另一种是生产漂白浆。相对漂白浆，本色浆无脱墨、洗涤和漂白工序。



图 5 废纸制浆（漂白浆）工艺流程

2. 典型有限空间

（1）浆池（塔）

制浆工艺过程存在存浆池（塔）、贮浆池（塔）等浆池（塔）。

纸浆的主要成分是木纤维，这些木纤维是有机物，并且在制浆过程中会加入硫酸钠、亚硫酸钠或亚硫酸氨等，因此纸浆中富含氢、硫等元素，在微生物的作用下发酵分解会产生硫化氢、一氧化碳等有毒有害气体。特别是长时间未使用的浆池（塔），其内部的纸浆经过长时间的发酵，积聚大量的硫化氢等有毒有害气体，进入其内进行清理作业时，在高压水枪等的翻动下，易瞬间逸散出高浓度的硫化氢气体，存在较高的风险。

（2）污水处理池

制浆过程中蒸煮、漂白等工艺环节都有大量污水产生，污水产生量大，污水的主要成分为木素、所用的化学药剂等，易产生硫化氢等有毒有害气体，人员进入污水处理池进行检维修、清理等作业时，中毒风险较高。

（二）造纸

1. 生产工艺

从制浆车间来的成浆或商品浆板需要经过打浆、调料、筛选和净化等工序，再进入到造纸机的流浆箱网部、压榨部、表表面施胶等工序，抄成纸卷。

打浆是用机械的方法处理水中纤维，使其具有适合造纸机抄造需要的特性。没有经过打浆处理的纸浆无法在纸机上正常抄造或抄造的纸不能满足使用要求。

调料是加填、施胶、染色等工序的总称，主要目的是从不同角度改变纸浆和纸张的有关质量指标。

筛选是去除浆团和纤维束，并使纤维均匀分散。净化是除去纸浆的杂质。



图 6 造纸生产过程的基本工艺流程

2. 典型有限空间

（1）浆池（塔）

根据生产工艺的不同，造纸生产工艺过程中存在贮浆池、配浆池、叩前浆池（塔）、叩后浆池（塔）等浆池（塔）。

造纸行业的各类浆池（塔）内储存的纸浆易发酵产生硫化氢等有毒有害气体，在进入其内进行清理等作业时存在较高的中毒风险。

（2）白水池（塔）

在造纸生产工艺中，可能存在白水池（塔）。白水池

（塔）底部沉积物和白水中含有大量纤维和在生产过程中添加的填料和胶料，在微生物的发酵分解下，白水池（塔）内的白水以及底部沉积物易产生硫化氢等有毒有害气体，进入其内进行清理等作业时存在较高的中毒风险。



图 7 白水池（塔）

（3）回水循环池

回水循环池内循环水及污泥在厌氧条件分解产生硫化氢，因此池内易积聚高浓度的硫化氢等气体，人员进入其内进行清理等作业具有较高的风险。

（4）污水处理池

造纸过程中打浆、抄造等许多工艺环节都有污水产生，污水产生量大，污水的主要成分为木素、所用的化学药剂等，易产生硫化氢等有毒气体，人员进入污水处理池进行检维修、清理等作业时，中毒风险较高。

二、典型事故案例

（一）河北保定永兴庄第二造纸厂“8·27”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2015 年 8 月 27 日 11 时 40 分左右，河北省保定市蠡县永兴庄第二造纸厂第二车间工人在清理储浆池时发生中毒事故，造成 3 人死亡，直接经济损失 305 万元左右。

2. 事故单位情况

蠡县永兴庄第二造纸厂，始建于 1986 年 5 月，经营范围为新闻纸、书刊纸、文化用纸、瓦楞纸加工、生产销售等。企业占地 160 亩，原有 7 个生产车间，包括生产线 5 条，制浆线 2 条，污水处理厂 1 座。

2013 年 8 月，该厂将第二生产车间（事故发生车间）承包给了高阳县石家庄村村民田某珍，用于生产低档印刷纸，承包期限为 2 年（2013 年 9 月 1 日起至 2015 年 8 月 31 日止）。

3. 事故发生经过

为保障重大活动，该厂于 2015 年 8 月 20 日至 9 月 4 期间需要全天候停产。

8 月 26 日，田某珍安排工人陈某生和刘某峰 8 月 27 日上午去车间打扫卫生和清理储浆池。

8 月 27 日 9 时，田某刚（田某珍之子，在高阳县石家庄村石膏天花板厂上班）、田某珍等人来到蠡县永兴庄第二造纸厂。

11 时 40 分左右，一车间工人王某兴和冯某听到呼救后，发现二车间储浆池内有 3 个人，其中陈某生和刘某峰斜靠在池内的边墙上，田某刚站立着。与田某刚交流后，王某兴将一条扁形的刹车带抛到池内，由田某刚将其系在陈某生身上，将陈某生救出，随后用同样的方法将刘某峰救出，田某刚用抛下的

绳子拴在自己的胸部，被王某兴、冯某拽上来后，也瘫倒在地。

田某珍接到报告后赶到现场，拨打了 120 急救电话。最后，陈某生、刘某峰和田某刚相继死亡。

4. 事故直接原因

在未对储浆池进行通风换气、未检测有害气体和氧含量条件下，田某珍盲目指挥工人进入含有有害气体的储浆池内作业，在翻动堆积的垃圾时沼气不断溢出、硫化氢浓度上升。当一人身体出现异常后，另外两人先后盲目下池施救，也吸入硫化氢气体导致中毒窒息。

（二）湖南常德安乡众鑫纸业有限责任公司“8·28”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2015 年 8 月 28 日 10 时，湖南省常德市安乡众鑫纸业有限责任公司 1 名员工在清理联合厂房废纸制浆车间 1#浆池过程中，中毒晕倒跌入池内，8 名人员在下池施救过程中相继中毒，造成 8 人死亡、1 人受伤，直接经济损失 399.3 万元。

2. 事故单位情况

安乡众鑫纸业有限责任公司成立于 1978 年，以废纸和苇浆渣节为原料生产鞭炮纸。该公司事发前共有员工 30 人，日生产能力 24 吨左右，因夏季气温高工人不愿作业和烟花爆竹行业高温停产等原因，公司于 2015 年 6 月 29 日停产至事发日。

企业的联合厂房包含三个车间：废纸制浆车间和两个造纸

车间。每个车间的长度约 60 米，宽度约 14 米。联合厂房无机机械排风装置，空气与外界不易流通。事故发生在废纸制浆车间的其中一个地上浆池，事发浆池的体积为 50m³。

3. 事故发生经过

企业于 2015 年 6 月 29 日停产休息。

2015 年 8 月 28 日，准备恢复生产，上午组织职工对生产设施进行检查、清理、清洗及维护。

10 点 40 分左右，邓某荣扶梯子，熊某玉下池清理 1#浆池中旧木板时，中晕倒跌入池内并失去行动能力，邓某荣见状呼救，并伸手拉救熊某玉时一并掉入池内。现场工人刘某大声向四周呼救，车间内的李某和相邻两个车间作业的唐某化、陈某良、姚某武、朱某祥等人听到呼救后立即跑过来，爬上浆池准备施救，也相继倒入池中。机修工任某平以为事故源于电击，即快速跑去总开关处断电。这时，厂内其他人员均赶到现场，但因情况不明且伤亡已经过大而不敢施救。

安乡县消防大队接到报警后，先后救出 9 人，最终 8 人死亡，1 人受伤。

4. 事故直接原因

由于事故池中废纸浆液已经存放 50 余天，又处于高温季节，发酵后产生硫化氢、沼气等有毒有害气体，并形成严重缺氧环境。熊某玉在不了解浆池内是否存在有毒有害气体、未进行通风和检测的情况下，进入浆池进行清理作业产生中毒窒息。事故发生后，在场人员未及时报警，未分析分辨事故原

因，在未配备防毒面具、安全绳索等应急装备和器材情况下盲目施救，导致事故人员伤亡扩大。

（三）山东青岛九盛纸制品有限公司“12·25”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2015 年 12 月 25 日 16 时 20 分许，山东省青岛市即墨区青岛九盛纸制品有限公司内的非法烧纸作坊 1 名人员进入回水循环池清理污泥发生急性硫化氢中毒事故，作坊内的 4 名人员相继进入池内施救，造成 4 人死亡、1 人受伤，直接经济损失 215.99 万元。

2. 事故单位情况

青岛九盛纸制品有限公司成立于 2009 年 8 月 26 日，2013 年 8 月，该企业将第一厂区的厂房租赁给姜某煌使用，姜某煌利用回收的废纸经泡浆、烘干等工艺制作烧纸。2014 年 4 月，姜某煌将该厂房及设备转租给武某玉。武某玉承租后与武某德共同合伙经营。

武某玉承租的厂房主要包括打浆区、造纸区、回水循环区三个部分。

事故发生在武某玉承租厂房回水循环区的回水循环池，位于厂房西北角，共 8 个水池，水池用水泥盖板封闭。回水循环池长时间使用后池底会有沉淀物，主要由泥浆和纸浆组成，需要不定期清理。事故发生在北侧最西端的回水循环池，尺寸约为 5.2m×4m×3.2m，水泥盖板上留有 0.5m×0.5m 的人孔和直径为 15cm 的圆形管道孔。

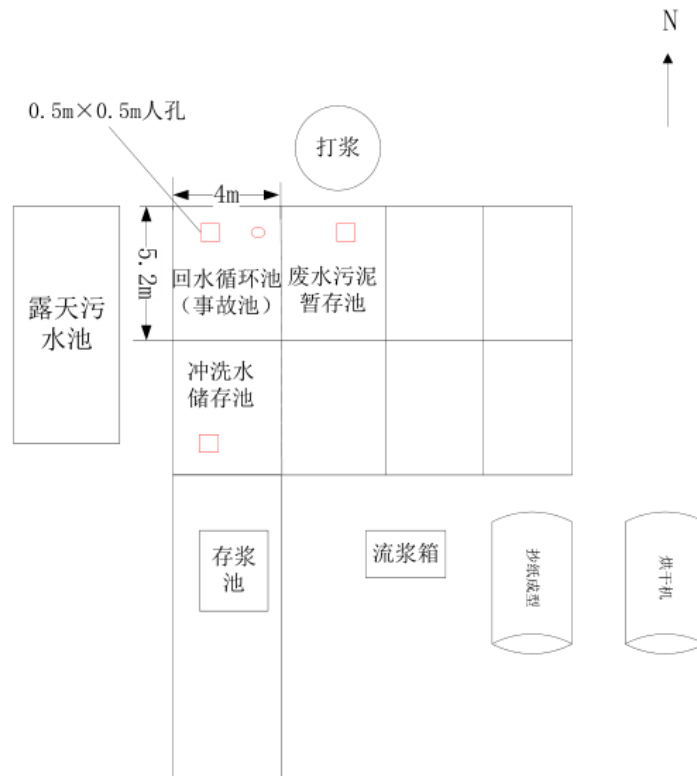


图 8 生产线平面布置

3. 事故发生经过

2015 年 12 月 25 日 16 时许，武某德安排武某玉进入回水循环池清理污泥，李某明在池外协助作业。

16 时 20 分左右，李某明发现武某玉仰面晕倒在池内，池底水未没及双耳。李某明立即呼喊作坊内人员前来救援。

武某德、李某正、张某峰、苗某友四人相继进入池内施救，张某峰被苗某友捆绑，由井口人员拉出池口外并送医院，经抢救脱险，其余 4 人均昏倒在池底，后经抢救无效死亡。

4. 事故直接原因

回水循环池内的循环水及污泥中存在蛋白质等含硫有机质，其在厌氧条件下降解或在硫酸盐还原菌作用下分解产生硫

化氢，在循环池密闭空间内积聚，形成可导致中毒昏迷的高浓度硫化氢气体环境。

现场操作人员在未进行通风检测、未采取任何防护措施的情况下进入回水循环池内作业，导致硫化氢中毒；作坊内其他人员在救援时未检测池内有毒气体含量，未采取任何防护措施，冒险施救，导致事故后果扩大。

（四）广西南宁大桥金玉纸业有限公司“5·21”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2017年5月21日14时许，广西南宁市宾阳县大桥金玉纸业有限公司第三车间1工人在进入回水循环池作业时中毒晕倒，车间内2名人员进入施救相继中毒晕倒在池内，造成3人死亡，直接经济损失274万元。

2. 事故单位情况

宾阳县大桥金玉纸业公司成立于2004年3月23日。公司共有三个车间，分别由韦某伟、韦某信、韦某桢3人自主经营、独立核算、自负盈亏。

事故发生在第三车间，2013年建成投产，规模小，只有1台造纸机。主要原料是大型纸厂弃用的废纸浆（成品浆）及市场回收的书报废纸，产品为生产箱包、皮鞋的内填充用纸，以及五金、陶瓷产品防碰刮的隔垫用纸，属于低端用纸。

事故具体发生在第三车间的回水循环池，第三车间共有2个回水循环池，一个供正常生产用、一个作为备用蓄水池（补充水源）。2个水池露天联建，尺寸一样，长、宽、深均分别为

4m、4m、3m，水池用混凝土浇筑封闭，2 个水池的水泥盖板上都留有 1.2m×1m 左右的人孔。回水循环池使用一段时间后，池底会有泥浆和纸浆沉淀物，需要不定期清理。

3. 事故发生经过

5 月 21 日 12:20 时左右，第三车间员工农某益需要进入回水循环池焊接水管，因水池内有水影响作业，便使用潜水泵抽水。

13:00 时左右，因水池内淤泥较多，水泵不再出水。农某益与韦某桉商定，向水池内投放漂白水（次氯酸钠溶液）消毒、漂白和沉淀后，再将水抽出直接排放。

14:00 时左右，农某益带领员工宋某佳、韦某来到回水循环池，准备投放漂白水。因宋某佳返回仓库取工具，农某益安排韦某从水池人孔进入池中。韦某进入后晕倒在水池中，农某益、莫某俊（韦某桉请来搭建铁皮雨棚遮雨的人员）相继进入池内施救后晕倒。闻讯赶来的人员用木柄铁耙将 3 名遇险人员救上来。3 人当场死亡。

4. 事故直接原因

回水循环池内循环水及污泥中存在蛋白质等含硫有机质，在厌氧条件下降解或在硫酸盐还原菌作用下分解产生硫化氢，并在密闭的回水循环池内积聚，形成可导致中毒死亡的高浓度硫化氢气体环境。事故发生后，在回水循环池人孔下方取样检测，检测出硫化氢含量达 93mg/m³。

金玉纸业公司第三车间负责人和管理人员在没有采取任何

安全防护措施情况下安排员工进入回水循环池进行清理作业，导致吸入硫化氢气体中毒。事故发生后，在场人员在现场情况不明且未配备应急救援设备设施情况下盲目施救，导致事故伤亡扩大。

（五）广东东莞双洲纸业有限公司“2·15”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2019年2月15日23时许，广东省东莞市双洲纸业有限公司3名工作人员在进行污水调节池清理作业时，发生气体中毒事故，6名人员相继下池施救中毒，造成7人死亡、2人受伤，直接经济损失约为人民币1200万元。

2. 事故单位情况

双洲纸业有限公司成立于2002年4月4日，产品为瓦楞纸，年生产能力为32万吨。采用废纸为原料，辅料主要包括淀粉、施胶剂、助流剂、硫酸铝。双洲纸业拥有2个生产车间（一车间和三车间），5条生产线，其中一车间3条生产线，三车间2条生产线。

一车间和三车间各设有一套污水处理系统。事故发生在一车间污水调节池（又称事故应急池）。该污水调节池为半地下池，有效高度4米（地上2米，地下2米），容积约2000立方米；池面平台设置有8个通气口（规格约1.5米×0.8米），平时以活动格栅覆盖（未上锁）；在东南角池面平台下约2米处设置有一个入孔（直径为0.6米）。

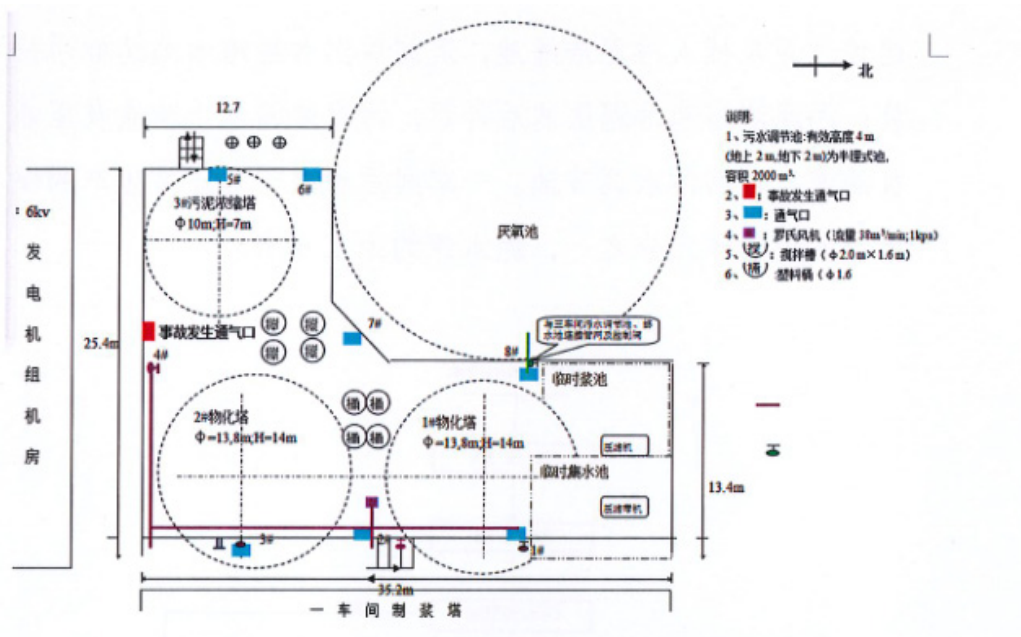


图 9 一车间污水调节池平面布置

3. 事故发生经过

双洲纸业自 2019 年 2 月 11 日起停机检修，环保部主任张某国布置工作，要求一车间班长莫某常于 2 月 15 日组织人员进入污水调节池清污。

2019 年 2 月 15 日 19 时 30 分左右，莫某常组织一车间环保部门清洗工人魏某火、熊某明、李某雄、萧某球、邹某田、邓某玲、张某春共 7 人分组轮番下池清理作业。

约 23 时 00 分，第三组人员邹某田、萧某球、魏某火 3 人开始下池作业。

第三组人员下池数分钟后，在 23 时 08 分前，位于一车间调节池平台的韦某听到池内的邹某田呼救，立即呼喊救人。邹某生（邹某田丈夫）第一个下池救人，莫某常指挥熊某明、余某平、李某礼下池，四人下池后中毒晕倒。之后，张某国、黄某军先后下池救人，张某军自行爬出池口。

张某春在事发现场拨通 120、119 电话求救，经全力营救，共救出被困人员 9 人。其中，魏某火、熊某明、李某雄、萧某球、邹某田、余某平、邹某生 7 人经现场抢救无效死亡，张某国、黄某军 2 人受伤。

4. 事故直接原因

污水调节池曝气不均匀，存在未曝气淤泥区，未曝气淤泥中的有机物发酵生成硫化氢等有毒气体，清淤时在高压水的扰动下释放、扩散，导致池内硫化氢浓度迅速增高。

邹某田等三人在未采取通风措施、未对氧气和有毒有害气体浓度进行检测的情况下，违规进入污水调节池内进行清淤作业，导致中毒。其他救援人员在不具备有限空间作业事故应急处置和能力、未做好自身防护的情况下，盲目施救，导致事故伤亡的扩大。

（六）福建三明立丰再生纸厂“3·28”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2021 年 3 月 28 日 17 时 37 分许，福建省三明市尤溪县立丰再生纸厂 1 名员工进入白水收集池内清洗作业时，导致中毒窒息，3 名现场人员先后进入施救中毒，导致 4 人死亡，直接经济损失 500 万元。

2. 事故单位情况

尤溪县立丰再生纸厂成立于 2007 年 4 月 3 日，主要从事机制再生纸生产、机制再生纸销售，现有从业人员 34 人，该

企业先后建成 3 条生产线，均由个人承包经营。

尤溪县立丰再生纸厂三条生产线工艺相同，以废纸、商品浆为原料生产机制再生纸。生产过程中的白水全部进入白水池沉淀后回用到制浆、调浆、洗浆工序，重复利用，以减少废水排放。

2021 年 3 月 19 日，立丰纸厂由于违反排污，停工停产整改，三条生产线全部停产。

事故发生地点为立丰纸厂第三生产线地下的白水池。该白水池为半封闭式，高约 2.96 米，为梯形状，池内分隔两仓，两仓底部相通，白水池内污水位约 0.37 米，进出口为 0.9*0.5 米长方形。平常每月要进入白水池清洗作业 1 至 2 次。



图 10 事故白水池入口

3. 事故发生经过

2021 年 3 月 28 日 16 时 11 分，第三生产线的承包人郑某财打电话给打浆工人蔡某金，安排当天下午清洗第三生产线白水池。

16 时 30 分，蔡某金独自一人到第三生产线白水池做清洗

白水池前的准备工作。17 时 37 分，蔡某金站在梯子上准备下池。

17 时 40 分，郑某琴（郑某财妻子）到现场，呼喊蔡某金但未回应，遂叫来郑某财，两人确认蔡某金已晕倒在白水池内。

17 时 6 分，员工李某红、刘某瑞、段某寿等人闻讯后来到现场。

17 时 51 分，郑某财戴上防毒面罩，带着绳子沿着梯子进入白水池，未到白水池底部就中毒晕倒，其佩戴的防毒面具脱落。

17 时 53 分，李某红在池外将郑某财佩戴的防毒面罩从白水池内拉出，戴上防毒面罩进入池内施救，中毒晕倒在白水池。

17 时 54 分，蔡某新到现场，头探到池内，将棍子伸入池内，想把蔡某金捞上来，但突然中毒摔到池中。

18 时 05 分，刘某瑞与随后到达的消防队员等合力把蔡某新、郑某财、蔡某金和李某红相继救出白水池，4 人经抢救无效死亡。

4. 事故直接原因

立丰纸厂停产过程中，将曝氧机电源关闭，白水池内的废水及杂物因腐败产生硫化氢等有毒有害气体。

蔡某金在清理白水池作业时，在未进行通风检测的情况下，违规进入白水池作业，吸入过量硫化氢气体后中毒窒息，施救人员在未做好自身防护的情况下，盲目施救造成事故扩大。

第四章 皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业

一、主要生产工艺及有限空间类型

（一）皮革鞣制加工

1. 生产工艺

皮革鞣制主要包括鞣前准备、鞣制、鞣后湿加工、干燥和整饰四大工段。由于鞣前准备、鞣制和鞣后湿加工工段都是在水溶液中进行，这三大工段所有的工序称为湿加工操作，干燥和整饰操作基本在干燥状态进行，称为干加工操作。

（1）鞣前准备阶段是初步加工阶段，此工段包括浸水、脱脂、脱毛、浸灰、剖层等工序。

（2）鞣制工段是皮革加工的主要工段，是实现由皮到革的质变过程，主要包括脱灰、软化、浸酸、鞣制等工序。

（3）鞣后湿加工是进一步提高与改善革的使用性能的生产加工，主要包括复鞣、中和、染色、加油和填充。

（4）干燥和整饰主要是对鞣后湿加工的湿革进行最终成品的加工，包括干燥、整理和涂饰工序。

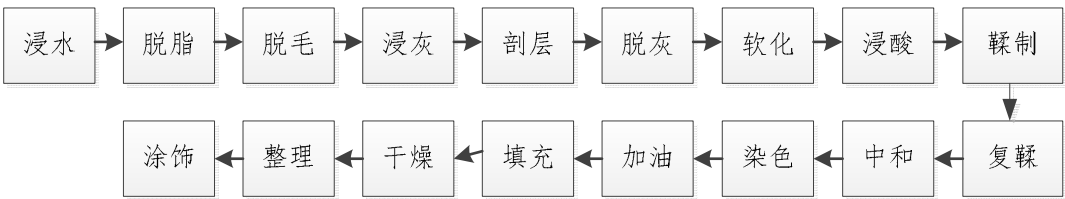


图 11 皮革鞣制加工工艺

2. 典型有限空间

（1）转鼓

转鼓是皮革鞣制加工行业企业在浸灰、鞣制、染色等工艺

中使用的设备，这些工艺为湿操作，需要加入水和化学品，转鼓的水中富含有机物和硫化物，易分解产生硫化氢等有毒有害气体，在打开加料口的瞬间，可突然涌出高浓度的硫化氢气体，导致人员中毒。同时人员在进入其内作业时，也可能会吸入硫化氢等有毒气体导致中毒。



图 12 转鼓

(2) 污水处理池

皮革加工行业大部分工艺属于湿操作，用水量大，污水来源于浸水、脱脂、脱毛、浸灰、脱灰、软化、浸酸、鞣制、湿态染整等工艺，污水中含有大量的碎皮、毛渣、油脂等有机物，易分解产生硫化氢等有毒有害气体。另外在脱毛工序中，普遍采用硫化钠或硫氢化钠等化学品进行脱毛，因此制革工艺中污水中硫化物含量较高，易产生硫化氢等有毒气体。

(二) 毛皮鞣制加工

1. 生产工艺

毛皮鞣制加工工艺与皮革鞣制加工工艺基本相同。由于毛皮鞣制不需要脱毛，相比皮革鞣制加工，其工序没有脱毛、浸

灰和脱灰工序。

2. 典型有限空间

毛皮鞣制加工行业的有限空间及安全风险与皮革鞣制加工行业基本相同。

（三）羽毛（绒）加工

1. 生产工艺

羽毛（绒）加工主要分为备料、水洗、分毛及拼堆等工段。

准备工段包括预分和除灰，用预分机和除灰将混杂在羽绒中的杂物和灰去除。

水洗工段包括洗毛、脱水、烘干和冷却。洗毛工序主要是用洗毛机清洗羽毛，清洗时必须加羽绒清洗剂，以除去油脂、灰尘和去除异味。脱水工序主要是用脱水机甩干清洗过的羽毛。烘干工序主要是用烘毛机进一步烘干经脱水的羽毛。冷却工序主要是用冷却机冷却烘干的羽毛，同时可以起到再次除灰作用。

分毛和拼堆工段包括分毛和拼堆，用分毛机对烘干后的分类产品进行品质检验。用打包机将检验合格的羽绒分品种包装，进行打包贮藏备用。

2. 典型有限空间

该行业有限空间作业风险较高的是污水处理系统中的各类污水池。

羽毛（绒）加工行业的污水主要来自洗毛工艺，污水中包含羽毛渣以及泥土、砂粒、粪便等，羽毛富含蛋白质，蛋白质

成分氨基酸中存在硫元素和氮元素。因此羽毛（绒）加工企业的污水处理池中的污水和淤泥易产生硫化氢等有毒气体。

二、典型事故案例

（一）河南周口瑞明皮革制品有限公司“5·31”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2015 年 5 月 31 日 18 时 30 分左右，河南省周口市扶沟县瑞明皮革制品有限公司在进行污水处理站调节池充气管道检修过程中，发生中毒窒息事故，造成 4 人死亡、9 人受伤，直接经济损失 528 万余元。

2. 事故单位情况

扶沟县瑞明皮革制品有限公司成立于 2013 年 10 月，公司租赁扶沟县德瑞皮革制品有限公司的厂房作为生产场所，两家公司共用污水处理站。2013 年 12 月 10 日，扶沟县瑞明皮革制品有限公司将公司出租给王某，出租期限为三年（2014 年 1 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日），王某进行羊皮鞣制加工生产半成品蓝湿皮。

公司的污水处理工艺主要由物化处理系统、生化处理系统组成。事故发生在污水处理站调节池，调节池为污水处理设施预处理构筑物，长 11.3 米、宽 5.4 米、深 3.1 米。

3. 事故发生经过

2015 年 5 月 31 日 18 时 30 分左右，公司承租人王某安排员工王某红下班后疏通污水处理站调节池管道。

19 时左右，王某查看疏通管道情况，发现王某红等 3 人晕

倒在调节池中，于是喊人救援，并下到调节池进行救人，其后晕倒。其他员工陆续过来救援，下池人员相继晕倒。

19 时 16 分许，停止救援，有关人员并拨打 119、120 电话报警求救。至此，事故池中有 9 人中毒，另有 4 名未下池人员出现中毒症状。

事故最终造成 4 人死亡，9 人受伤。

4. 事故直接原因

公司承租人王某，违章指挥职工进行清淤疏通管道作业，因作业场所存在有毒有害混合气体，致使作业人员中毒窒息。事故发生后，组织施救不当，造成事故后果扩大。

（二）河北衡水紫裘皮草有限公司“10·14”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2015 年 10 月 14 日 9 时 30 分，河北省衡水市枣强县紫裘皮草有限公司 1 人在清理污水处理车间预曝调节池作业过程中，中毒晕倒，3 人进入池中施救，相继晕倒在池中，造成 3 人死亡、1 人受伤，直接经济损失 239 万元。

2. 事故单位情况

枣强县紫裘皮草有限公司成立于 2009 年 3 月 9 日，主要从事皮毛硝染。公司设有生皮鞣制车间、染色车间、污水处理车间等。

事发地点为污水处理车间预曝调节池。该池为混凝土结构，长 11 米，宽 4.2 米，深 3.8 米，顶部为混凝土预制板盖板，在池子东南角留有长 1.6 米、宽 0.7 米的人孔口。

3. 事故发生经过

2015 年 10 月 14 日 9 时 30 分左右，公司污水处理车间工人王某召在清理预曝调节池作业过程中，中毒昏厥倒在池中。

在事发现场的公司职工王某海、孔某起和附近的刘某铎 3 人，在未采取任何安全防护措施的情况下，先后顺竹梯下到池底盲目救援，均中毒昏厥倒在池中。

听到呼救的公司员工马某亮等人采用鼓风机向池中鼓风，最终将 4 人救出。最终，王某召、孔某某和王某海 3 人经抢救无效死亡，刘某铎受伤。

4. 事故直接原因

王某召在清理预曝调节池作业过程中违规操作，未穿戴安全防护用品，吸入硫化氢等有毒混合气体后中毒窒息死亡。其他人员未采取任何防护措施，盲目施救，先后中毒窒息死亡、受伤，导致事故扩大。

（三）福建漳州大洋（漳州）皮业有限公司“3·19”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2016 年 3 月 19 日 13 时 20 分许，福建省漳州市漳浦县赤湖皮革园区大洋（漳州）皮业有限公司 1 名员工进入污水处理站污泥滤液池排除污泥泵故障时，发生气体中毒，另 2 名员工下池施救也相继中毒，造成 3 人死亡。

2. 事故单位情况

大洋皮业公司成立于 2006 年 7 月 28 日，生产经营范围为

猪、牛、羊盐渍皮、蓝湿皮新技术加工等。公司共有员工 96 人。

事故发生在公司污水处理站环保压滤车间污泥滤液池。污水处理站位于厂区东北角，污泥压滤车间位于污水处理站的北面，滤液池位于污泥压滤车间中心偏北，滤液的污泥泵位于滤液池池底。滤液池呈上小下宽的封闭池体结构，池口为长 900mm、宽 1000mm 方形口，池面由水泥盖板封闭，池体上方是长 900mm、宽 1000mm、高 2000mm 的长方体竖直通道，通道下面是一个面积 6m²，深度 3m 的方形池体。

3. 事故发生经过

2016 年 3 月 18 日，漳浦县大洋皮业有限公司滤液池抽水泵发生故障，环保部经理罗某生带领环保部当班现场组长覃某连、员工陈某贤进行维修，当天未完成维修作业。

3 月 19 日，覃某连、陈某贤继续进行维修作业。3 月 19 日 13 时 20 分许，覃某连指派陈某贤进入滤液池检查排除污水处理站污泥泵故障，陈某贤下到滤液池后发生中毒。覃某连发现后下池施救，也发生中毒并呼救。压滤车间的刘某民等人听到呼救声前往施救，刘某民让其他工友用绳子拴住他下池救人，刘某民下池后感到呼吸困难，叫工友把他拉上去，工友在往上拉的过程中绳子脱落，刘某民掉落池中并发生中毒。

15 时 00 分许，3 名中毒人员被消防人员救出，经抢救无效确认死亡。

4. 事故直接原因

覃某连违规指派陈某贤冒险进入滤液池作业，陈某贤因滤

液池底部硫化氢、甲烷等气体中毒晕倒死亡。覃某连、刘某民在未配备使用应急救援防护装备的情况下先后盲目进入滤液池施救，相继中毒死亡，导致事故扩大。

（四）安徽六安文兴羽毛加工厂“4·24”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2019 年 4 月 24 日 20 时许，安徽省六安市舒城县干汉河镇文兴羽毛加工厂 1 人进行污水处理站调节池清污作业时中毒，2 人相继进入施救中毒，造成 3 人死亡，直接经济损失 103.6 万元。

2. 事故单位情况

舒城县干汉河镇文兴羽毛加工厂成立于 2005 年 11 月 14 日，经营范围为羽毛加工。该厂与和盛羽毛球材料厂共用污水处理设施，共用的污水处理站位于舒城县干汉河镇文兴羽毛加工厂厂区内西侧。

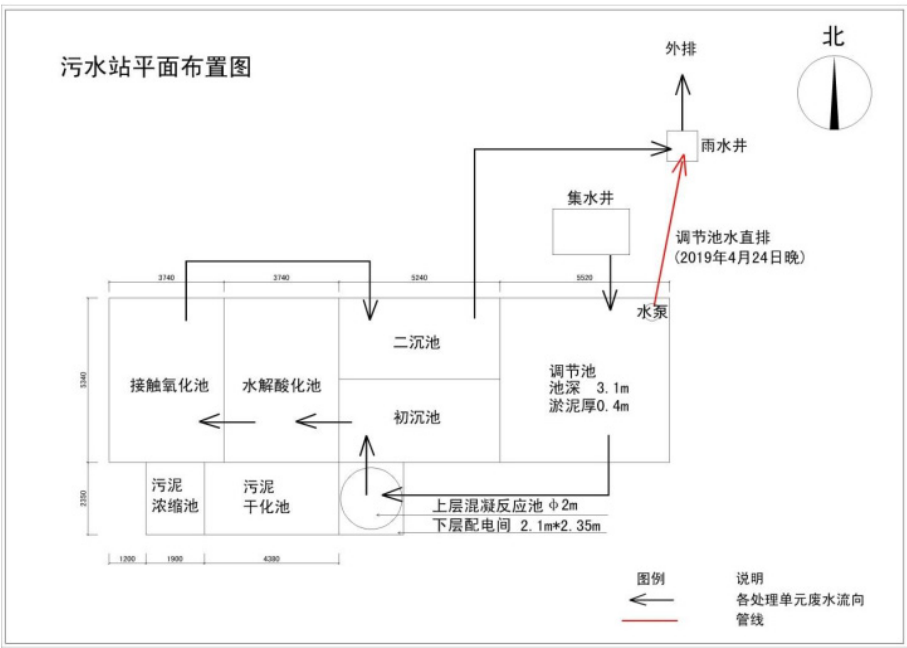


图 13 污水处理站平面布置

事故发生在污水处理站的污水调节池。该污水调节池为砖混结构建筑，池深 3.1 米，长 5.7 米，宽 5.6 米，为减少污水调节池散发的恶臭气味对周边环境和居民生活的影响，2019 年 3 月，调节池池口上方增设了可揭开的塑料顶棚。该污水调节池一般 1~2 个月清污一次。



图 14 污水调节池

3. 事故发生经过

2019 年 4 月 24 日下午，厂长石某文雇佣宋某权对污水调节池进行清污，宋某权找到周某年帮忙，石某文在污水调节池周围现场指挥。

19 点 12 分，三人检查清污设备后开始清污。

19 点 57 分，宋某权在未对池内有毒气体进行检测、未佩戴任何有毒气体防护用品等情况下，下到调节池内进行清污。

19 点 59 分，周某年发现池内宋某权情况危险，在未戴任何防护用品情况下，下到调节池内施救。

20 点 03 分 59 秒，石某文观察池内清污情况，发现池内两人情况危急。

20 点 04 分 05 秒，石某文未戴任何防护用品，下到调节池

内施救，之后三人均未从池内上来。

25日凌晨4点30分左右，石某文妻子李某发现丈夫夜里没回家休息，到厂内查看情况。

4点34分，李某发现有人倒在调节池内的淤泥中。

4点47分，李某向舒城县公安局110指挥中心报警。三人救出后均已死亡。

4. 事故直接原因

污水调节池内的污水主要来自羽毛清洗等工艺，清洗产生的污水含有碳、氢、氧、氮或硫等元素的羽毛角质蛋白质和化合物等，污水中羽毛角质蛋白质等发酵、腐败，产生硫化氢等有毒气体。

宋某权在未进行通风检测、未佩戴防护用品、现场无监护人员的情况下，违规进入含有硫化氢等有毒气体的污水调节池进行清污作业，导致事故发生。事故发生后，周某年、石某文在未做好自身安全防护、未佩戴必要的呼吸器具和救援器材的情况下盲目施救，造成事故后果扩大。

（五）河北保定延旗羽绒加工厂“9·11”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2021年9月11日凌晨2时30分左右，河北省保定市徐水区崔庄镇大辛庄村延旗羽绒加工厂1人进行污水处理车间浮渣池污泥潜水泵检查作业时，发生有限空间中毒窒息事故，6人进入池内进行施救中毒，造成6人死亡，1人受伤，直接经济损失约700万元。

2. 事故单位情况

保定市徐水区延旗羽绒加工厂原名为徐水县延旗羽绒加工厂，于 2003 年由马某义、田某友、陈某某、田某新、马某运、蒋某某等 7 人共同投资建厂，经营范围为羽绒加工，共有员工 15 人，整个厂区由西向东分为办公区、物料储存区、洗毛车间、污水处理车间。

事故发生在污水处理车间浮渣池内。污水处理车间主要包括氧化池、沉淀池、浮渣池、清水池、压泥机、超滤系统。

事故浮渣池长 6 米、宽 3 米、高 3 米，位于地面以下，左上角留有 1 米见方出入口，事发时池底存有 0.3 米深污泥；浮渣池内设有 1 台污泥潜水泵。

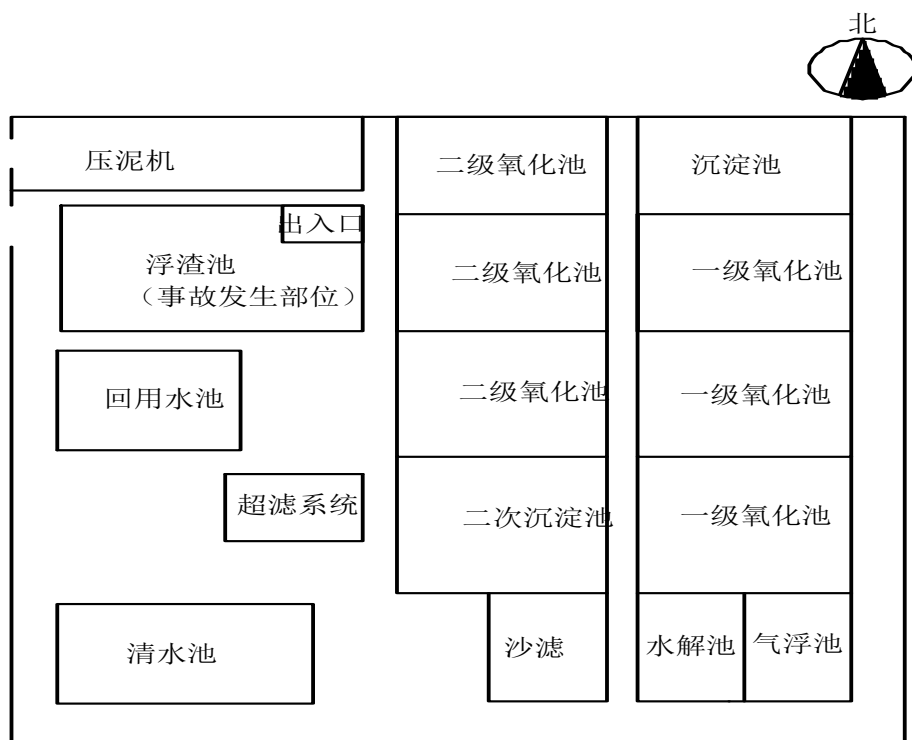


图 15 污水处理车间平面布置



图 16 发生事故的浮渣池

3. 事故发生经过

2021 年 9 月 11 日凌晨 2 时 20 分，田某友怀疑污泥潜水泵出现故障，通知污水工马某才关闭压泥机，自己通过浮渣池出入口下到浮渣池内检修污泥潜水泵，并打算同时用水冲洗池底的污泥。

马某才关闭压泥机后，发现田某友进入浮渣池后晕倒在池底。闻讯而来的陈某春、李某峰、王某曙、李某明，陆续进入浮渣池内施救，中毒晕倒。

接到报告的田某新和马某义同时赶到污水浮渣池。田某新认为是因触电导致晕倒，拉闸断电后，和马某义通过浮渣池出入口下到池中，二人下去后中毒晕倒。

9 月 11 日 2 时 30 分，王某芝报警。最终田某友、陈某某、田某新、李某明、李某峰和王某曙 6 人死亡，马某义经抢救脱离生命危险。

4. 事故直接原因

浮渣池内的含水污泥来自洗毛废水及少量生活废水，含水污泥中含有羽毛渣，羽毛中蛋白质含量占 78%左右，蛋白质成

分氨基酸中存在硫元素和氮元素。含羽毛渣污水污泥在浮渣池内分解产生甲烷、硫化氢等有毒有害气体。检测数据分析显示，浮渣池内气体含有硫化氢、一氧化碳、氨、甲烷。

延旗羽绒加工厂工人违规进入含有毒有害气体的浮渣池进行作业时，发生中毒窒息事故，其他人员盲目施救导致事故伤亡扩大。

第五章 纺织业

一、印染工艺及典型有限空间

纺织印染工业涵盖棉、毛、麻、丝绢、化纤等类别的纺织及印染。印染生产工艺主要工序为染色、印花、溢流等。

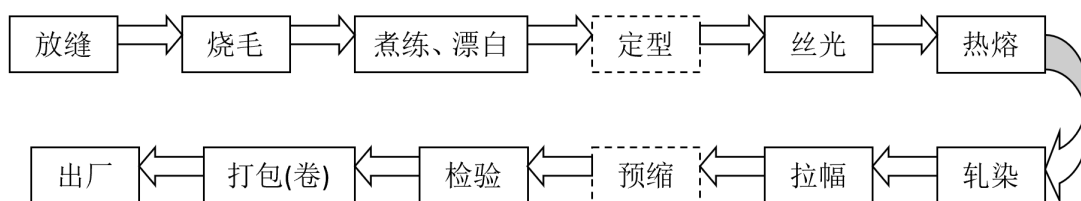


图 17 染色工艺流程示意图

纺织企业典型有限空间为污水处理设施。染色、印花过程中煮练、漂白等环节会产生漂练污水和印染污水，这些污水汇集到污水站进行处理，在缺氧条件下，极易产生硫化氢、甲烷、一氧化碳、氨气等有毒有害、易燃易爆气体。

二、典型事故案例

（一）浙江湖州美欣达纺织印染科技有限公司“6·13”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2020年6月13日14时23分许，浙江省湖州市吴兴区的浙江美欣达纺织印染科技有限公司污水处理站检维修作业时，发生中毒窒息事故，造成4人死亡、5人受伤，直接经济损失600余万元。

2. 事故单位情况

美欣达印染公司类型为其他有限责任公司，经营范围为印

染技术的研发、货物及技术进出口，棉印染业，灯芯绒制造和销售，纺织品、服装销售等。2018 年 10 月起，由湖州久久现代服务发展有限公司负责该污水处理站环保设施提升改造，并负责污水处理站日常管理、运营、维护，该污水处理站日处理量为 10500 吨。

事发具体地点为污水处理站初沉池，初沉池为物化原理处理污水的工艺环节，可除去污水中的可沉物和漂浮物，日常添加 PAM、硫酸亚铁两种药剂。初沉池于 2019 年 3 月 8 日新建并投入使用。事发印染污水中主要污染物包括染料、纤维杂质、浆料、油剂、助剂、酸碱以及无机盐等，呈碱性（pH 值基本在 8 左右）。

3. 事故发生经过

2020 年 6 月上旬，美欣达印染公司污水处理池在反应池至初沉池的进水管道进水缓慢，有堵塞现象。湖州久久现代服务发展有限公司股东、污水处理站负责人彭某毅决定采用硫酸冲洗堵塞管道的方式进行检维修清淤作业，并联系了湖州吉昌化学有限公司（该公司长期向该污水处理站提供硫酸，用于污水处理工艺）。

6 月 13 日上午 8 点，彭某毅指挥员工王某荣、沈某荣、莫某梁、沈某等 4 人对反应池利用水泵进行抽水，至 10 点多，反应池水基本抽干，初沉池露出进水管道管口。王某荣、莫某梁两人用约两寸塑料管经初沉池西门、行车平台，插入进水管道管口内。

13 时 30 分，彭某毅叫来硫酸罐车（驾驶员为杨某斌，个

体工商户)进入初沉池西侧道路边,13时35分左右,开始向初沉池进水管内打硫酸(浓度约40%,总量约2吨)。

14时08分,彭某毅认为已经疏通,停止打硫酸作业。莫某梁由初沉池东侧门入内,沿初沉池边缘步行,准备收取离东侧门约5m处抽水用的水管。因吸入大量硫化氢坠落至初沉池内。彭某毅、王某荣在初沉池外听到声音,由初沉池东门进入查看。由于里面光线黑暗,王某荣出去取手电筒。

14时09分,彭某毅因吸入过量硫化氢坠落至初沉池内。员工潘某斌、金某萍在初沉池西侧道路边听到呼喊声后,由初沉池西北侧门进入。由于味道过重,金某萍指挥潘某斌取安全绳来,自己进入门内查看,晕倒在初沉池西北侧门约5米处边缘上。同时,沈某荣在初沉池东侧门外发现情况后,至机修间喊来潘某伟、徐某发由初沉池东侧门进入。潘某伟与潘某斌发现金某萍倒在地上,共同将金某萍抬至值班室急救。

14时15分,沈某荣、徐某发由东侧门进入后,先后因吸入过量硫化氢晕倒在初沉池边缘上。沈某、杨某斌随后发现情况,进入初沉池东侧门内,也因吸入过量硫化氢晕倒在初沉池边缘上。

至此,莫某梁、彭某毅坠入初沉池中;沈某荣、徐某发、沈某、杨某斌倒于初沉池边缘;金某萍、潘某斌、潘某伟自行逃离至值班室等待医治。

15时许,救援人员将沈某荣、徐某发、沈某、杨某斌救出初沉池,连同潘某伟、潘某斌、金某萍共计7人送医救治。其中沈某和沈某荣送医后抢救无效死亡。坠入初沉池的彭某毅、

莫某梁被救出后，经确认均已无生命体征。

4. 事故直接原因

污水处理站检维修作业时，管道堵塞采用硫酸冲洗清淤（非常规工艺），因硫酸与污水、淤泥中的硫化物发生化学反应，产生大量硫化氢，且初沉池顶部加盖，形成密闭空间，导致硫化氢无法及时散发，高浓度集聚于初沉池内。作业人员进入初沉池平台后因吸入过量硫化氢而中毒窒息，施救人员进入初沉池盲目施救，导致事故扩大。

（二）浙江绍兴爱利斯染整有限公司“6·1”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2018年6月1日上午9时左右，浙江省绍兴市柯桥区安昌街道的浙江爱利斯染整有限公司原厂区在进行污水收集池清理作业时发生中毒事故，导致3名作业人员中毒死亡，直接经济损失405万元。

2. 事故单位情况

爱利斯公司原厂区位于柯桥区安昌街道盛陵村，占地面积90亩，公司经营范围为纺织、印染丝织品、涤棉化纤布及生产服装、自营进出口业务。事发时，位滨海工业区的厂区已正式生产。

爱利斯公司原厂区于2016年2月7日停止生产，从6月份开始对厂区污水设施进行了拆除，于同年年底完成了对所有污水池的清理，当时由于厂区内的生产设备尚未完全拆除，为收集设备拆除过程中残留在设备、管道内的污渣、污水及部分

地表雨水，以防污水外溢，爱利斯公司原厂区保留了一个地下污水收集池（即事故池）的使用。该收集池为全钢筋混凝土结构，设置在地下，池长宽均为 15 米，深 5.2 米，靠东侧敞开有一长 15 米、宽 2 米的口子。原厂区关停后，由陈某甫（系陈某钢的父亲，爱利斯公司创始人）负责原厂区的管理，并安排 8 名员工留守。污水收集池的管理工作交陈某负责。

3. 事故发生经过

爱利斯公司原厂区负责人陈某甫事发前两天交代陈某清理污水收集池污泥。6 月 1 日早上，陈某会同潘某和张某对污水收集池进行清理作业。

9 时左右，留守员工陈某良在巡查路过污水收集池附近时听到响声，赶到现场后发现 3 人倒在污水收集池内，就大声呼救。留守员工徐某松听到呼救声后立即跑到现场，并打电话给陈某甫和陈某定（系陈某钢的弟弟）。陈某定赶到现场后，拨打了 119 和 120 急救电话，并同陈某良、徐某松一起用绳索、铁钩等工具将陈某拉出污水池。

9 时 40 分左右，119 和 120 赶到，消防员联合公司员工将潘某和张某救出。三名人员被送往医院进行抢救无效死亡。

4. 事故直接原因

陈某、潘某、张某安全意识淡薄，在没有采取任何安全防护措施的情况下，下池进行清理作业，由于污水收集池中的有机物及硫酸盐分解、发酵产生了硫化氢，导致中毒死亡。

（三）河北晋州新大东纺织有限公司“10·27”较大中毒和窒息事故

1. 事故基本情况

2013 年 10 月 27 日 18 时 30 分左右，河北新大东纺织有限公司污水处理站氧化池组在清淤过程中发生硫化氢中毒事故，造成 3 人死亡、1 人受伤，直接损失约 320 万元。

2. 事故单位情况

新大东纺织公司成立于 2007 年 4 月，前身为河北业盛源纺织印染有限公司，下设 5 个车间、7 个部门，员工 700 人。公司以棉纱、少量染料为原料生产各种牛仔布（牛仔布是色经白纬织物，其经纱需要经过染色加工），面料品种花色达 1000 多个，年销售收入 3.28 亿元。

3. 事故发生经过

2013 年 10 月 27 日，新大东纺织公司安排机修车间设备保全工段清理污水站氧化池底部淤泥（产品牛仔布是色经白纬织物，其经纱需要经过染色加工，过程中产生污水，纱线上的浮色经过冲洗收集排到工厂的污水站。污水池内污泥经污泥泵输送到污泥浓缩池，再经过高压泵输送到板框压滤机脱水，形成固体污泥后，再由有资质污泥处理公司统一处理）。

18 时左右，1#、2#、3#、5#池清淤结束，部分人员到食堂就餐，剩余王某、李某、陈某良、潘某峰 4 人继续清理 4#池。

18 时 25 分左右，4#池底部淤泥仅剩约 40cm 深，抽泥泵流量减少，王某和李某下池人工清淤，陈某良和潘某峰在池上负责监护。王某和李某下池作业后不久中毒，在池上负责监护的

陈某良、潘某峰急忙向周围大声呼救，并在未采取任何防护措施的情况下进入池内救人，下池后也相继中毒。

王某、陈某良和潘某峰 3 人中毒较重，经抢救无效死亡，李某中毒较轻，经抢救脱离生命危险。

4. 事故直接原因

王某和李某在未对池内进行有效通风的情况下，贸然进入含有硫化氢气体的池内造成中毒。陈某良、潘某峰作为监护人员对池内环境状况不清、未采取任何防护措施，盲目下池施救造成事故扩大。

第六章 事故主要教训

一、企业安全意识淡薄，有限空间作业风险认识不足

经统计，80%以上事故企业未开展过有限空间作业安全专题培训，企业从主要负责人至一线员工安全意识淡薄，不具备安全生产知识和管理能力，只顾生产、不管安全，不了解有限空间作业安全知识和本企业有限空间作业存在的风险因素，未对本企业有限空间进行辨识，不了解事故防范和应急措施，不掌握有限空间安全作业技能。

部分企业虽然开展了有限空间作业安全相关管理工作，但普遍存在制度脱离实际、风险分析不正确、审批流于形式、未执行“先通风、再检测、后作业”流程，给事故发生埋下了隐患。浙江湖州美欣达纺织印染科技有限公司“6·13”较大中毒和窒息事故中，美欣达印染公司采用硫酸冲洗堵塞管道的方式进行污水池清淤作业，导致硫化氢大量逸出，致使作业人员中毒。

二、安全投入不足，相关防护用品、装备不到位

事故调查报告显示，大多数事故企业未根据有限空间危险因素的特点，配备符合国家标准或者行业标准的气体检测报警仪器、机械通风设备、呼吸防护用品、全身式安全带等有限空间作业防护用品和应急救援装备。

有的事故企业虽然配备防护用品、装备，但普遍存在防护用品、装备选型错误，或者未对设备进行经常性的维护、保养和定期检测，导致设备无法正常使用。福建三明立丰再生纸厂

“3·28”较大中毒窒息事故中，救援人员错误地选用防毒面具作为救援呼吸防护用品，导致施救人员自身中毒。

三、有限空间作业现场安全管理混乱，违规违章作业现象严重

发生较大事故的工贸企业，普遍在作业前未开展安全交底，且未执行“先通风、再检测、后作业”的作业流程，冒险进入有限空间实施作业。发生突发情况后，救援人员也未佩戴任何防护装备冒险进入有限空间内实施救援，先后中毒晕倒导致事故扩大。

另外，事故现场未配备监护人员，或者监护人能力不强、作用发挥不明显，未能起到有效监护、信息沟通、管控风险、协助救援等作用，现场缺乏科学有效的指挥和处置，导致事故后果不断扩大。河北晋州新大东纺织有限公司“10·27”较大中毒和窒息事故中，2名人员在污水站氧化池上负责监护，当2名下池作业人员中毒后，负责监护的2人在未采取任何防护措施的情况下进入池内救人，也相继中毒。

四、未对承包/承租单位履行安全管理义务，包而不管

一些事故企业将污水处理池等有限空间承包给其他单位进行管理和作业，忽视承包单位是否具有有限空间作业能力，现场作业人员是否经过培训、是否配备和正确使用防护用品等。

另外，事故企业还存在未与承包单位签订合同或安全生产管理协议，或者协议中转嫁安全生产职责，未履行“开展安全生产检查、督促隐患整改”等安全管理义务的情况。山东青岛九盛纸制品有限公司“12·25”较大中毒事故中，事故企业将厂房出租给个人，签订租赁合同时未签订安全生产管理协议，

未将出租的厂房纳入公司统一管理。

五、企业应急准备不足，盲目施救问题突出

事故企业普遍未制定有限空间作业现场处置方案，或者未按应急预案组织开展应急演练，导致预案可操作性不足，人员应急处置能力差，企业应急准备严重不足。广东东莞双洲纸业有限公司“2·15”较大中毒事故中，企业虽然制定了预案，但是未开展演练，相关人员不具备突发情况下的应急处置能力。

有限空间作业事故中盲目施救问题十分突出，多数事故由于救援人员未能正确分辨事故原因，在未穿戴防护用品的情况下盲目进入有限空间内施救导致的。河北保定延旗羽绒加工厂“9·11”较大中毒窒息事故、湖南常德安乡众鑫纸业有限责任公司“8·28”较大中毒窒息事故等多起事故中，救援人员均采取了错误的处置方式，导致事故伤亡的扩大。