

山东军辉建设集团有限公司

“8·1”中毒和窒息死亡事故调查报告

2020年8月1日上午8时17分，山东军辉建设集团有限公司在位于天津经济技术开发区第十三大街43号的中粮天科生物工程（天津）有限公司，进行污水处理系统好氧池抽泥水及清池作业准备过程中，发生硫化氢中毒事故，造成山东军辉建设集团有限公司作业人员王某某（男，51岁，天津市滨海新区人）死亡、翟某某（男，57岁，山东省泰安市人）重伤、于某某（男，58岁，天津市津南区人）轻伤，截止目前，该事故造成直接经济损失218万余元。

事故发生后，开发区管委会领导高度重视，第一时间赶赴事故现场，指挥应急处置工作，要求做好死者家属安抚、伤者救治等善后工作，查明事故原因，按照“四不放过”的原则，依法依规做好事故调查处理工作。依据《中华人民共和国安全生产法》和《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院493号令）等有关法律法规，经管委会批准，成立了由应急局、工会和滨海新区公安局等部门组成的山东军辉建设集团有限公司“8·1”中毒和窒息死亡事故调查组，并邀请经开区纪委派员参加，开展事故调查工作。

事故调查组通过现场勘验、查阅资料、询问相关人员等调查

取证工作，查明了事故发生的经过和原因，认定了事故性质和责任，提出了对有关责任单位和责任人员的处理建议，并针对事故原因及暴露出的问题，提出了相关事故防范措施的建议。现将有关情况报告如下：

一、基本情况

（一）生产经营单位基本情况

1、山东军辉建设集团有限公司（简称“山东军辉公司”）

山东军辉建设集团有限公司成立于2004年9月6日，法定代表人：李某某，统一社会信用代码：91370983766663684M，注册资本：5亿元人民币，注册地址：山东省泰安市肥城市仪阳工业园区，企业类型：有限责任公司(自然人投资或控股)。该公司经营范围：压力容器设计、制造、安装、销售，压力管道安装，锅炉安装、改造、维修，化工石油工程，机电安装工程，防腐保温工程，房屋建筑工程，市政公用工程，园林绿化工程，钢结构安装，消防设施工程，电力工程，公路工程，铁路工程，建筑装饰装修工程等。

该公司总经理李某全面负责本单位的生产经营管理工作，是公司的主要负责人。

2、中粮天科生物工程（天津）有限公司（简称“中粮天科公司”）

中粮天科生物工程（天津）有限公司成立于2004年12月7

日，法定代表人：曹某某，统一社会信用代码：91120116767620694U，注册资本：9048 万元人民币，注册地址：天津经济技术开发区第十三大街 43 号，企业类型：有限责任公司(港澳台法人独资)，经营范围：食品添加剂、饲料添加剂、微胶囊化天然活性物质、植物天然活性物质有效成分产品的研发、生产、加工、销售和仓储；食品添加剂的进出口、批发；食品销售（凭许可证开展经营活动），并提供相关的技术咨询服务；非食用植物油的进出口、批发；化工产品（危险化学品及易燃易爆易制毒品除外）批发兼零售；自营和代理货物及技术进出口；粮食收储、批发兼零售。

该公司总经理曹某某全面负责公司的生产运营管理工作，是公司的主要负责人。

（二）项目情况

2020 年 7 月 23 日，中粮天科公司与山东军辉公司签订《2020 年 8 月车间检修委外项目工程合同》，按照合同约定，中粮天科公司将污水处理系统好氧池填料、曝气头更换、生物除臭系统碳箱更换等项目发包给山东军辉公司，双方签订施工合同的同时签订了安全生产管理协议。2020 年 7 月 24 日，中粮天科公司给山东军辉公司开具了《外委零星工程施工许可单》，交给山东军辉公司现场作业负责人孙某某，同意其进入中粮天科公司进行现场施工，2020 年 7 月 26 日，山东军辉公司作业人员进入中粮天科

公司开始进行施工作业。

（三）污水处理系统情况

1、建设情况

中粮天科公司污水处理系统于 2006 年 11 月建设完成，设计废水处理能力为 110 m³/d，2015 年 9 月，为满足三期项目废水处理需求，经改造扩容，将废水处理能力增加至 200 m³/d。2013 年，按照环保部门统一部署，中粮天科公司将污水处理系统中包括好氧池、中和池、气浮池、调节池、中间池、污泥沉淀池等设施进行加盖密封，同时增加生物除臭处理工艺和有机废气焚烧 RTO 系统。污水处理系统及后续改造均同中粮天科公司一期、二期、三期主体工程经环保部门验收。

2、工艺情况

中粮天科公司利用脂肪酸（脱臭馏出物）生产脂肪酸甲酯、天然维生素 E、植物甾醇。污水处理系统工艺流程为：生产中产生的含有油脂的污水，经过高位水槽进行降温，进入到一二级隔油池去除废水中的悬浮油（去除率在 35%左右），再到中和混凝池进行酸碱中和，经板框过滤的上清液进入调节池，调节水质和水量，控制 PH 值和 COD 浓度（PH 值一般在 6-7，COD 浓度一般在 8000mg/L），再由调节池打入气浮池，进行固液分离，去除悬浮絮体，气浮机出水进入中间池，再次调节 PH 和温度，中间池出水进入 UASB 厌氧塔，将废水中难降解的复杂、长链的大分

子有机物降解为易被微生物降解的短链小分子有机物，过程中产生的沼气经收集后送入 RTO 燃烧炉燃烧，UASB 厌氧塔出水进入氧化池（下称“好氧池”），通过曝气进一步降低 COD，后溢流到溢流池，经检测达标后通过总排口排放，溢流池定时排泥，进入污泥储存池，后经板框压滤机压渣处理。

来自中和混凝池、板框间、好氧池、溢流池等的废气通过水洗塔，经 UV 光解装置处理，至活性炭箱吸附后，通过尾气风机输送至烟囱排出。

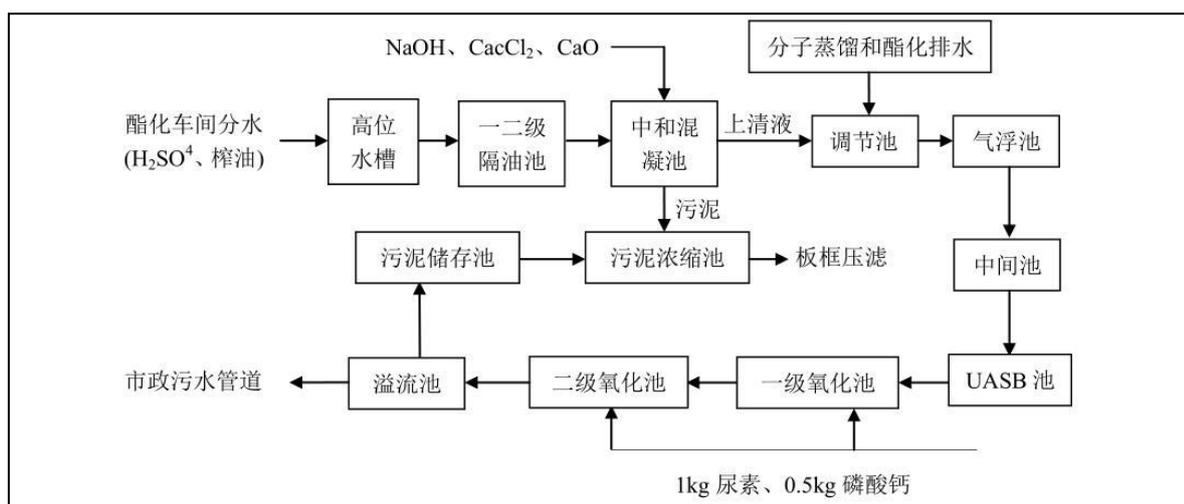


图 1 污水处理系统工艺流程图

3、好氧池情况

中粮天科公司污水处理系统好氧池于 2006 年建设完成，按照设计建设时为敞开式水池，南北长 24.8 米，东西宽 4.5 米，池深标高约 4.5 米（高出地面 3.25 米），为半地下池体。2013 年，因环保要求，中粮天科公司将好氧池地上部分及上方约 2m 的空间采用 PVC 材料进行封闭。封闭壳体的外壁上开有检修口，

检修口设置检修门，平时采用螺栓封闭，未上锁，通过钢梯可以上到二层平台打开螺栓通过检修门进入好氧池内进行相关作业。

（四）硫化氢理化性质

硫化氢是无色、具有臭鸡蛋气味的剧毒气体。其相对空气密度 1.19，沸点为 -60.2°C ，熔点为 -83.8°C ，自燃点为 260°C 。硫化氢的分子构型与水相似，呈 V 形，易溶于水， 20°C 时 1 体积水可溶 2.5 体积的硫化氢。硫化氢的化学性质不稳定，在空气中容易燃烧，燃烧时会产生蓝色火焰，其爆炸极限为 4.3%~45.5%。

硫化氢属窒息性气体，为高毒类，一般经呼吸道侵入，通过呼吸道粘膜进入血液，与呼吸链中的细胞色素氧化酶作用，在体内被氧化成无毒的硫酸盐、硫代硫酸盐，由尿排出，在体内无蓄积作用。硫化氢的氧化影响了细胞氧化过程，造成组织缺氧，可引起呼吸道中毒炎变、肺水肿等。硫化氢也能和二硫键 (-S-S-) 起作用，使血红蛋白转化为硫化血红蛋白，失去携氧功能。硫化氢还会对中枢神经系统有强烈的麻醉、麻痹作用，引起“闪击样”中毒，造成脑组织充血、水肿、变性。轻度中毒时，可引发流泪、畏光、眼睛刺痛，结膜充血水肿，引发角膜炎，随着吸入量的增多，会有头痛、头昏、全身乏力、视物模糊。中度中毒时，伴有头部剧痛、心悸、恶心、呕吐、腹泻、呼吸困难，意识模糊、烦躁、发绀、昏迷、抽搐，并有脉搏快弱、心音低钝及支气管炎、肺水肿等表现。重度中毒时，由于多为吸入高浓度硫化氢引起，

吸入后会立即出现神智模糊，昏迷、心悸、抽搐或肌肉强直等状况，有时可呈现“闪击样”死亡。

（五）事故死者、伤者情况

1、王某某，男，51岁，天津市滨海新区新城镇人，汉族。2020年7月26日由山东军辉公司现场施工负责人孙某某带领进入中粮天科公司，从事设备设施检维修作业，在本次事故中硫化氢中毒，呼吸、心跳骤停经抢救无效死亡。

2、翟某某，男，57岁，山东省泰安市人，汉族。2020年7月26日由山东军辉公司现场施工负责人孙某某带领进入中粮天科公司，从事设备设施检维修作业，在本次事故中硫化氢中度中毒，构成重伤，目前在泰达医院接受治疗，病情稳定，逐步恢复中。

3、于某某，男，58岁，天津市津南区葛沽镇人，汉族。2020年7月27日由山东军辉公司现场施工负责人孙某某带领进入中粮天科公司，从事设备设施检维修作业，在本次事故中硫化氢轻度中毒，在泰达医院接受治疗，已于8月17日治愈出院。

二、事故发生经过及善后处理情况

（一）事故发生过程

2020年8月1日，中粮天科公司安排山东军辉公司从事污水处理系统活性炭炭箱更换作业，未安排进行好氧池相关维修作业。上午7时10分左右，山东军辉公司孙某某自行带领作业人

员刘某某、王某某、翟某某、于某某等人进入中粮天科公司准备进行污水处理系统活性炭炭箱更换和好氧池抽泥水、清池作业，7时17分左右刘某某、于某某、翟某某三人用手推车取长木板、雨靴等工具，7时40分左右到好氧池附近，翟某某、于某某两人肩抗木板一前一后登上好氧池二层平台放置木板，7时43分左右返回地面，之后刘某某、于某某二人修理损坏的泥浆泵，王某某、翟某某二人用手推车去取排风扇、电线轴等工具，8时15分左右返回好氧池附近，为好氧池进行抽泥水、清池作业做准备工作。期间，中粮天科公司值班经理胡某某，运行值长胡某某，现场监护王某某、柴某某等人先后告知某某、刘某某等人当天不能进行好氧池相关作业。

8时15分左右，孙某某告知刘某某、王某某、于某某等人停止好氧池相关作业，并让他们将之前放置为好氧池二层平台上的木板等工具取下来，8时16分左右，王某某、于某某走上好氧池钢斜梯上至好氧池二层平台，准备将木板搬回地面，8时17分左右，王某某晕倒为好氧池二层平台离检修门3.7米左右位置，于某某感觉头晕，立即从二层平台上下至地面，翟某某发现后随即呼喊中粮天科公司李某某、山东军辉公司刘某某等人施救，同时上至好氧池二层平台准备施救，也晕坐在平台上。8时19分左右，翟某某、王某某两人先后被孙某某、李某某等人救至地面，进行心肺复苏、人工呼吸等急救措施，孙某某随即拨打

120 急救电话，8 时 37 分左右，120 急救赶到事故现场，将两人送往泰达医院进行抢救，后王某某经抢救无效死亡。翟某某被送至医院 ICU 进行救治，于 8 月 11 日转入普通病房，目前病情稳定，稳步恢复。于某某自行前往泰达医院接受治疗，已于 8 月 17 日治愈出院。

事故发生后，8 时 24 分，中粮天科公司总经理曹某某接到带班经理电话报告事故发生情况，9 时 23 分向经开区应急局报告了事故发生情况。经开区应急局按照规定时限将事故情况上报滨海新区应急局。

事故现场照片及示意图如下：



图 2 事故现场示意图

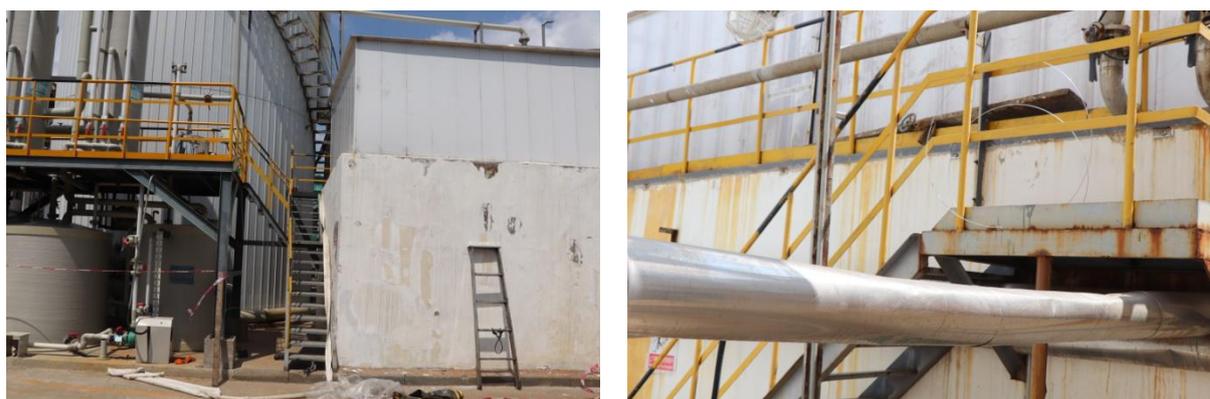


图 3 事故现场照片

(二) 应急处置及善后处理情况

经开区应急局接到事故报告后，主要负责人及执法人员立即赶赴事故现场调查核实事故情况，进行应急处置，对好氧池周围进行封闭，调集应急物资和处置队伍对硫化氢气体含量进行检测，召集专家赶赴事故现场，立即制定、实施应急处置方案，最终将好氧池抽风系统切换至 RTO 燃烧炉，消除硫化氢超标和外溢隐患，同时，经开区生态环境局持续开展好氧池周边环境检测，事故应急处置过程平稳顺利，未发生次生灾害和环境污染。好氧池硫化氢浓度检测情况如下：

表 1 好氧池检测情况表

时间	氧气%VOL	可燃 气%LEL	硫化氢 ppm	一氧化碳 ppm	检测地点	结 论
12:50	21.00%VOL	0%LEL	超限值	0.0ppm	内部场院东北角 事发反应池	硫化氢严重超标
13:05	21.00%VOL	0%LEL	超限值	0.0ppm	内部场院东北角 事发反应池	硫化氢严重超标
13:20	21.00%VOL	0%LEL	超限值	0.0ppm	内部场院东北角 事发反应池	硫化氢严重超标

(注：检测仪器量程为硫化氢 0-300ppm，按照《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》规定，H₂S 最高容许浓度为 10 mg/m³，检测仪器最高量程 300ppm 折算约为 455 mg/m³)

2020 年 8 月 17 日，山东军辉公司魏某某与死者家属签订《赔偿协议书》，完成死者赔偿事宜，死者遗体已于 8 月 31 日由家属进行火化安葬；8 月 26 日，魏某某与于某某签订《赔偿协议书》，完成赔偿事宜；目前，翟某某尚处于医治恢复期，待治愈

后双方再沟通赔偿事宜。

三、事故原因和性质

通过对事故进行详细调查，综合分析相关情况，事故调查组认为此事故的原因及事故性质如下：

（一）硫化氢产生及外溢原因

中粮天科公司污水处理系统处理的污水主要为酯化过程中产生的油脂污水，有机硫含量较高。在 UASB 厌氧塔厌氧反应中，硫还原菌在厌氧条件下，将废水中的高价硫还原产生 H_2S 。产生的 H_2S 一部分形成气体进入 RTO 燃烧处理系统，一部分溶解到污水中，进入到好氧池内。好氧池内的曝气系统是使空气与污水强烈接触的一种手段，其目的是将空气中的氧气通过曝气传递到污水中，氧由气相向液相进行传质转移。污水中溶解的 H_2S 在氧的作用下生成硫单质，沉淀到污泥中，在氧过量时生成 SO_2 ，与好氧反应过程中产生的其他废气进入到尾气处理系统。

氧气少量时， H_2S 生成硫单质和水： $O_2+2H_2S=2S+2H_2O$

氧气过量时， H_2S 生成 SO_2 和水： $3O_2+2H_2S=2SO_2+2H_2O$

因检修需要，中粮天科公司于 7 月 30 日停止好氧池曝气，废水中的 H_2S 不能被氧化消耗，同时沉淀到好氧池底部污泥里的含硫物质随着水质的腐败，继续生成 H_2S ，增加了污水中 H_2S 浓度。而随着水质的腐败，污水 PH 值降低使溶解到污水中的 H_2S 溶解度降低，同时 H_2S 在污水中的溶解度随温度升高而降低，在

夏季高温的作用下， H_2S 不断挥发至好氧池内的空气中。

好氧池内产生的废气采用负压经尾气处理系统处理后排空，因活性炭炭箱腐蚀需进行修复，中粮天科公司于7月30日停止尾气风机，尾气处理系统停止运行。在没有其他通风设备运行的情况下，废水中挥发出来的 H_2S 在封闭的好氧池内聚集，造成好氧池空间气体 H_2S 浓度严重超标。

尾气处理系统停止运行后，污水中的气体挥发，好氧池内部由负压转为微正压，好氧池检修门处于敞开状态， H_2S 通过检修门挥发外溢至二层平台。

（二）事故发生直接原因

山东军辉公司作业人员上至好氧池二层平台搬运工具，未采取安全防护措施，吸入硫化氢气体导致中毒，造成一死一轻伤，是事故发生的直接原因。

施救人员未采取安全防护措施，盲目施救，又造成一人重伤，是事故扩大的原因。

（三）事故发生间接原因

1、山东军辉公司

（1）对承包项目安全管理不到位

该公司任命的项目负责人未到场履职；未对承包项目作业内容进行风险辨识并采取有效的防控措施，未对作业人员进行安全技术交底和风险告知；未给作业人员配备预防硫化氢中毒的劳保

防护用品；现场安全管理不到位，未履行与中粮天科公司签订的《工程（施工）外包安全管理协议》服从甲方的统一安排的规定，现场负责人随意进行工作安排，作业人员盲目作业。

（2）对有限空间作业安全管理不到位

好氧池抽泥水、清池作业是有限空间作业，该公司未按照《工贸企业有限空间作业安全管理与监督暂行规定》（原国家安全总局令第59号）的规定，对作业环境进行评估，分析存在的危险有害因素，提出消除、控制危害的措施，未按照公司制定的有限空间作业方案的要求，落实有毒有害气体检测、作业安全审批、防护用品配备等安全措施，未安排现场负责人员和监护人员，未制定有限空间安全操作规程，作业人员随意靠近有限空间检修门，暴露于有限空间有毒有害气体外溢范围，未履行有限空间作业的直接管理责任。

（3）对作业人员进行安全教育培训和考核不到位

该公司仅对作业人员进行口头安全教育、培训，未经考核合格就安排其上岗作业，未按照《工贸企业有限空间作业安全管理与监督暂行规定》（原国家安全总局令第59号）的规定，对作业人员进行有限空间专项安全培训，作业人员风险意识淡薄，在无任何安全措施的情况下，进行有限空间作业的准备工作的准备工作，在发生硫化氢中毒的事故后，未采取任何防护措施，盲目施救，造成事故扩大。

(4) 事故隐患排查工作不到位

公司未建立切实可行的事故隐患排查治理制度，未对承包项目进行事故隐患排查治理工作，未采取技术、管理措施及时发现并消除各类事故隐患。

2、中粮天科公司

(1) 对承包商的安全管理不到位

该公司执行公司《项目承包方安全管理制度》不到位，对山东军辉公司的安全资格审查不严；对外来作业人员进行了安全教育培训，但未对后增加的于某某进行；未按制度要求对山东军辉公司的安全技术措施方案进行审查，未按制度要求对山东军辉公司对从业人员的安全技术交底情况进行监督检查，未及时发现并排除山东军辉公司作业过程中的事故隐患。

(2) 对检维修安全管理不到位

该公司因活性炭炭箱腐蚀需进行修复，将好氧池尾气处理系统进行关闭，硫化氢在好氧池内聚集，未采取封闭等进一步的管控措施对危险场所进行管理；对外承包商未听从安排擅自到检维修场所进行好氧池作业的行为进行了口头制止，但未能管控到位。

(四) 事故性质

经调查，事故调查组认定山东军辉公司“8·1”中毒和窒息死亡事故是一起生产安全责任事故。

四、对事故责任单位及有关责任人员的处理建议

(一) 责任单位

1、山东军辉公司

山东军辉公司对承包项目安全管理不到位，对有限空间作业安全管理不到位，对作业人员进行安全教育培训和考核不到位，事故隐患排查工作不到位，对事故发生负有责任，建议由天津经开区应急局依据《中华人民共和国安全生产法》的相关规定，对其处 35 万元人民币罚款的行政处罚。

2、中粮天科公司

中粮天科公司对承包商的安全管理不到位，对检维修安全管理不到位，对事故发生负有责任，建议由天津经开区应急局依据《中华人民共和国安全生产法》的相关规定，对其处 30 万元人民币罚款的行政处罚。

(二) 责任人员

1、山东军辉公司主要负责人李某某

山东军辉公司主要负责人李某某未组织制定本单位安全生产规章制度和操作规程；未督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患，未履行《中华人民共和国安全生产法》规定的安全生产管理职责，导致事故发生，对事故发生负有管理责任；建议由天津经开区应急局依据《中华人民共和国安全生产法》的相关规定，对李某某依法处 2019 年年收入百分之三

十罚款的行政处罚。

2、中粮天科公司主要负责人曹某某

中粮天科公司主要负责人曹某某未严格按照《中华人民共和国安全生产法》的要求，有效督促、检查本单位对外承包商安全管理工作，及时消除生产安全事故隐患，对事故发生负有领导管理责任，建议由天津经开区应急局依据《中华人民共和国安全生产法》的相关规定，对曹某某依法处 2019 年年收入百分之三十罚款的行政处罚，建议给予政务记过处分。

3、其他人员

山东军辉公司项目负责人张某某未到场履职，导致公司对项目安全管理缺失，对事故发生负有管理责任，建议山东军辉公司按照公司内部规定予以处理，并将处理结果报经开区应急局备案。

中粮天科公司生产总监蒋某某，调度长史某某，安环部经理、带班经理胡某某，检修外委组组长王某某，后勤专员陈某某等存在对承包商安全资格审查不严，对承包商安全管理不到位，对检维修安全管理不到位的行为，对事故发生负有管理责任，建议中粮天科公司按照公司内部规定予以处理，并将处理结果报经开区应急局备案。

五、事故防范措施建议

(一) 山东军辉公司应深刻汲取本次事故教训，严格落实企

业安全生产主体责任，加强对承包项目作业现场的安全管理，服从甲方统一协调，加强有限空间作业的安全管理工作，严格落实有限空间作业的内部安全审批，制定有限空间安全操作规程，制定设备设施安全操作规程。

（二）山东军辉公司应加强对从业人员的安全教育培训与考核，提高员工安全意识，加强事故隐患排查工作，排除各类事故隐患，避免事故再次发生。

（三）中粮天科公司应进一步提升防范和化解安全风险的能力，全面落实安全风险管控措施，加强对外承包商作业、检维修作业及危险作业的安全管理，尤其是有限空间作业应采取更严格的安全管理措施。

（四）经开区应急局召开事故现场会，对事故进行全区通报；经开区生态环境局与应急局共同研究环保设施安全监管方式，提出整治方案，加强环保设施的安全监管。

事故调查组

2020年9月30日