

典型事故三：吉林通化化工股份有限公司“1·18”爆炸事故

一、事故调查分析

（一）事故概要

1、事故简介

2014年1月18日14时18分，吉林省通化县二密镇通化化工股份有限公司甲醇合成系统甲醇工段水洗岗位供水泵房发生爆炸，造成3人死亡、5人受伤，直接经济损失255万元。

2、事故原因

（1）直接原因

当班岗位操作工在排液结束后，未能关严精醇外送阀门，且回流管阀门开度过大，导致净醇塔内稀醇液低位运行。替班操作工接班后，未发现净醇塔底部稀醇液位低于300mm控制线，导致高压工艺气体回流到稀醇罐，并造成回流管线断裂，致使大量可燃混合气体（以 H_2 为主， H_2 爆炸极限为4.1-75%）迅速充满供水泵房，达到爆炸极限，受静电引燃后发生爆炸。

（2）间接原因

①企业对长期存在的安全隐患未进行彻底整改。

②企业对交接（替）班和巡视制度落实不到位。

③企业对水洗岗位操作规程未认真执行和落实，岗位操作人员对公司制定的水洗岗位操作规程落实不到位。

④企业相关人员安全意识淡薄。

（二）基本情况

1、事故发生单位基本情况

通化化工股份有限公司前身是通化县化肥厂，于1975年建成投产，属地方国营企业。1998年9月，企业改制为股份有限公司，2002年6月国有股退出，成为股份制民营企业。该公司是以生产化肥为主的中型化工企业，年可生产甲醇5000吨、尿素130000吨、合成氨100000吨。公司现有职工870人，下设13个科室，10个车间，3个二级单位，专业技术人员65人，安全管理人员24人，特种作业人员共计168人，均持证上岗。其中：压力容器88人、焊工12人、电工37人、液氨充装工7人、起重工12人、仪表

自动化 12 人。

2、事故生产系统有关情况

此次事故发生的具体地点是甲醇合成系统甲醇工段水洗岗位的供水泵房。

在企业整个生产系统中，甲醇合成系统是附属净化系统，主要功用是通过联醇生产工艺去除原料气体中的 CO、CO₂ 成分。充分利用原料气体中的 CO、CO₂、H₂ 在合成装置内反应产生副产品甲醇，在节能降耗的同时，可达到净化原料气，为净化工段（铜洗工段）减轻负荷的功效。

甲醇合成系统工艺流程：原料气经五段压缩后，进入甲醇合成塔进行反应（CO、CO₂ 和 H₂ 反应生成甲醇和水），反应生成的工艺气体进入甲醇分离器；在分离器内，甲醇液排至闪蒸槽，被送至甲醇精馏岗位，而反应后的工艺气体则进入净醇塔；在净醇塔内，通过软水洗涤回收残存在工艺气体中的少量甲醇蒸汽，洗涤后的工艺气体进入下一净化工段（铜洗工段），经铜洗精炼后的工艺气体进入氨合成系统。

（1）甲醇工段

甲醇合成系统由甲醇、铜洗 2 个工段组成，其中：企业在甲醇工段设置了合成岗位和水洗岗位，合成岗位主要负责甲醇合成设备的安全运行操控，水洗岗位负责甲醇合成后的工艺气体进行洗涤净化设备的安全运行操控。

（2）甲醇水洗岗位

甲醇水洗岗位作用是通过软化水对净醇塔内的工艺气体进行洗涤，吸收气体中微量甲醇，软化水循环使用，含醇浓度达到 30-35% 时送往精醇单元回收。主要工作内容为：对稀醇回收作业单元的各运行设备进行巡视检查，根据设备运行参数（如液位、软水浓度等数据）即时启闭相关阀门、设备的操控，满足工艺运行要求。

（3）供水泵房

供水泵房位于甲醇工段控制室北侧，砖混结构，与控制室实体墙相隔。经测量，该泵房长 6.3 m、宽 5.0 m、高 3.0 m（计算容积为：94.5 m³），北侧设 1.8×1.5 m 木框结构窗户 1 扇、西侧为门。室内南北向设置 2 个作业单元，一个是软水补充作业单元，人工操控补水，向净氨塔供水；另一个为稀醇回收作业单元，向净醇塔供水。

(4) 净醇塔

净醇塔设备在供水泵房外，内部为空塔设计，入口有一混合器，将软水与醇后气充分混合进入塔内，气体进入下一工段（铜洗），液体由下部出来进入稀醇罐循环回收。净醇塔的作用是将甲醇合成系统出口的醇后气用软水洗去气体中夹带的甲醇，净化后的气体送至铜洗岗位，含有甲醇的液体送至稀醇罐循环使用，当稀醇罐甲醇浓度超过 30% 时送至甲醇精馏岗位。

净醇塔是 1994 年新上甲醇项目时安装的设备，是利用原铜洗分离器替代的设备（净醇塔和原铜洗分离器工艺介质相近，并且原铜洗分离器的设计压力 15 MPa 高于净醇塔的设计压力 12 MPa）。原铜洗分离器没有液位计安装孔，设备改造时，企业从铁岭毕克仪器仪表有限公司订购了磁翻板液位计，并将该液位计的液相接在塔出口管线上，该设备改造安装均由企业自行完成，经企业组织相关专家验收后便投入运行至今。该液位计带有液位报警远传功能，配套安装了排液自动控制阀门组（由手动控制和自动控制阀门组成，可分别实现手动和自动操作）控制排液量。因液位计安装在出口排液管道上，排液时管道中液体流速快，造成输出信号不准确，无法实现液位报警和自动控制功能，自动控制阀门组自控阀门在设备投入使用后一直没有运行，净醇塔排液控制一直使用手动操控阀门，企业制定了现场操作规程规范操控。

(5) 稀醇回收作业单元

稀醇回收作业单元主设备有 2 台柱塞泵和 1 个储液槽。储液槽按其用途称之为稀醇罐，1994 年项目优化改造时，稀醇罐为利旧设备。该装置为碳钢圆柱形结构，罐高 1.35 m、直径 1.0 m、壁厚 8 mm，设有顶盖，顶部外接 2 个放空管（尺寸分别为：DN80、DN20）、1 个补水管（尺寸：DN32）、1 个稀醇液回流管（一端连接稀醇罐上盖，另一端接入净醇塔塔底集液内，尺寸：DN20 Φ 24 \times 4.5，回流管线长 15 m）；侧面接有现场液位计，底部有 1 个输出管（尺寸：DN40 Φ 45 \times 3.5）与柱塞泵入口相连，输出管另一端接入净醇塔塔顶部气液混合器。稀醇罐工作介质液位高低由现场液位计显示，补液由人工操作完成。

稀醇回收作业单元主要工作介质是软水（经过净化处理过的水，不含钙、镁等离子），其功用是利用水与甲醇的互溶性，吸收气体中甲醇，为下一工段提供净化后的工艺气体，回收后的甲醇溶液去精醇工段再加工回收利用；软

水由一台柱塞泵（共 2 台，1 用 1 备）提供循环动力，供水管路处于闭路循环运行状态。

正常运行时，柱塞泵将稀醇罐内软水加压送到净醇塔内，吸收原料气中的甲醇成分形成稀醇液，稀醇液在净醇塔底部被收集并保持一定的液位，在净醇塔内气体压力（12 MPa）作用下，由排液管道阀门组控制，使其受控回流到稀醇罐，形成闭合循环回路。分析工定时分析稀醇罐内软水内甲醇浓度，浓度超过 30%时，由操作工打开精醇外送阀门送精醇系统（去精醇工段再加工回收利用），并关闭回流阀，同期进行稀醇罐内补软水操作。为保障安全，在甲醇系统 1995 年投运后，水洗岗位人员就按现场操作规程进行现场操控。同时，公司巡检制度规定甲醇岗位每小时对分管区域巡视一次；公司交接班制度规定，岗位上下班和替班作业必须当面交接班，对岗位存在隐患不处理完，上班操作人员不准交班，下一班操作人员不准接班，直至将隐患处理结束才准接班。

（6）事发时稀醇回收作业单元状态

稀醇回收作业单元正常运行时，供、回水管路处于闭环运行状态，工作介质循环使用，精醇外送阀门处于关闭状态，只有浓度达到或超过 30%时，才同期打开精醇外送阀门和补水阀门，关闭回流阀门。（注：精醇外送阀门的功用：在塔内的高压作用下，将净醇塔内的高浓度稀醇液通过管道输送到精醇罐）。

事故发生后现场勘验检查时，稀醇回收作业单元所有输液管线和在用设备（除回液管在稀醇罐上盖处断裂外）均未发现泄漏痕迹；经专家组现场试验，回流阀门、精醇外送阀门开关灵活、密封性能良好。经调查核实，事故发生后，合成车间主任陈本茂紧急关闭回流管总阀、支阀时，发现去精醇工段的精醇外送阀门处于微开状态，回流阀门处于开启状态。

（三）事故发生时间序列

日期	时间	描述
1 月 18 日	8:00	丁班甲醇岗位鲁某和杨某接班后，经车间化验员刘某化验分析稀醇浓度为 43.8%，鲁某进行了放醇作业，大约 20 分钟左右稀醇罐液位放到规定位置，关

		闭去精醇阀门，对稀醇罐进行补液，操作完成后，进入正常循环。
1月18日	10:00	化验分析稀醇浓度为21.7%，不用放醇。
1月18日	12:00	稀醇浓度经化验达到了40.5%，鲁某按操作程序进行了20分钟左右的放醇和补液工作。
1月18日	下午	甲醇岗位主操工鲁某临时有事请假，经车间主任批准后，由姜某（甲班主操工）替班。
1月18日	13:41	在车间段长李某的安排下，鲁某和铜洗岗位的张某离岗去公司仓库领料，13时58分返回车间。
1月18日	13:53	姜某到达车间门口。
1月18日	14:00	化验分析稀醇浓度为20.3%，不用放醇。
1月18日	14:05	接替鲁某的姜某来到甲醇操作室，此时副操工杨某在本操作室监视电脑数据。
1月18日	14:15	姜某、杨某听见甲醇水洗供水泵房有冒气声音，主操工姜某立即向供水泵房跑去，副操工杨某以为是闪蒸槽上方放空阀响声，通过查看电脑数据，确认闪蒸槽压力正常后，也向供水泵房方向跑去，在跑到车间门口时，想到“副线”（输送冷空气的调节阀）没关，就返回操作室，在刚要关“副线”的一瞬间，供水泵房内发生爆炸。
1月18日	14:15	铜洗岗位主操作工张某（距甲醇岗位约50米）听到有冒气声音后，立即往供水泵房方向跑去。同时，在电气维修车间进行安全检查的孙某、滕某，在调度室开会的王某、林某、杨某、陈某、徐某等人都听到了甲醇水洗泵房有冒气声音，分别跑向甲醇水洗供水泵房查看，刚到泵房外面发生爆炸。

（四）事故损失情况

此次事故造成3人死亡、5人受伤，直接经济损失255万元。



图 1 事故现场损毁情况



图 2 事故装置损毁情况

（五）事故原因分析

1、直接原因分析

当班岗位操作工在 12 时排液结束后，未能关严精醇外送阀门，且回流管阀门开度过大，在进入净醇塔的稀醇液流量不变，排出稀醇液流量加大的情况下，进、出净醇塔的工作介质下降至控制线以下，导致净醇塔内稀醇液低位运行。替班操作工接班后没有对现场进行巡视，未发现净醇塔底部稀醇液液位低于 300 mm 控制线，直至净醇塔内液体排空，导致高压工艺气体回流到稀醇罐，高压气体造成常压设备稀醇罐罐顶破裂，并造成回流管线断裂，致

使大量可燃混合气体（以 H₂ 为主，H₂ 爆炸极限为 4.1-75%）迅速充满供水泵房，并达到爆炸极限，由于高压工艺气体释放时与回流管管口磨擦产生静电，引燃混合气体发生爆炸。

2、间接原因分析

（1）企业对长期存在的安全隐患未进行彻底整改。1995 年企业改造时将净醇塔液位计安装在塔底部出液管线上，造成去精醇阀门打开时，无法正确显示净醇塔液位，造成补液、排液时液位都不准确，且自动控制阀自设备运行使用后一直未投入使用，无法实现液位与阀门的联锁控制和液位报警。虽然企业制定了相应操作规程，但未从根本上消除安全隐患。

（2）企业对交接（替）班和巡视制度落实不到位。在实际执行中，岗位操作人员未认真执行公司制定的交接（替）班和巡视制度，未做到不交接（替）班不准接班，接班后必须进行现场巡视的规定。

（3）企业对水洗岗位操作规程未认真执行和落实，岗位操作人员对公司制定的水洗岗位操作规程落实不到位。

（4）企业相关人员安全意识淡薄，曾发生过窜气现象，只是未引发事故，未引起企业重视，未采取有效措施对存在的隐患进行整改。

二、事故应急处置

事故发生后，企业紧急启动一级应急预案，全厂各车间紧急停车，立即疏散人员，将受伤的王某、孙某、徐某、杨某、林某、王某某等 6 名职工送至市人民医院进行抢救。14 时 40 分，核对出勤，发现有 2 人失踪。

接到事故报告后，通化县领导和县相关部门负责人到达事故现场，立即启动通化县生产安全事故应急处置预案，县消防大队和公安干警参与救援工作，先后调用 3 台吊车参与倒塌供水泵房的清理工作。省市领导和相关专家先后到达事故现场指挥抢险救援。1 月 19 日 2 时 50 分、9 时 55 分，分别搜寻出张某、姜某等 2 名失踪人员遗体。1 月 22 日 2 时 41 分，重伤人员王某经全力抢救医治无效死亡。

三、反思与建议

（一）反思

此次事故反映出企业在风险管理、作业安全管理、事故和事件管理中存

在的问题，企业对长期存在的安全隐患整改不彻底，对发生的未遂事故也没有引起足够重视，现行的操作规程和巡视制度流于形式，都应该引起足够重视。

（二）建议

1、建议公司聘请有资质的中介机构或专家对所有在用设备、安全附件进行一次全面彻底的安全大检查，认真细致的排查，全面彻底整改安全隐患；对照工业和信息化部《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录》，对不符合化工安全标准的工艺和在用设备予以淘汰，在规定时限内达到安全生产标准化标准。

2、进一步完善各项安全生产规章制度、岗位操作规程和相关部位的应急救援预案，加强对岗位操作人员的安全培训教育，让每位操作人员都能熟练掌握本岗位的操作技能和事故应急处置能力。

3、严格按规定的程序和标准组织、落实事故防范和整改措施。