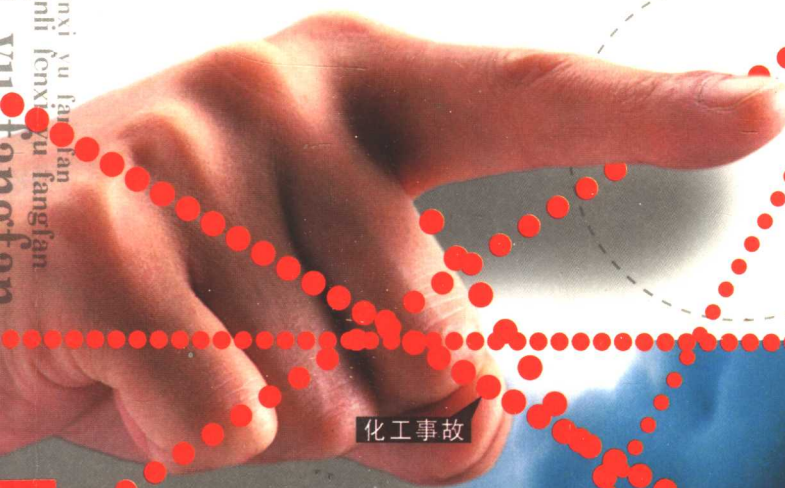


huagong shigu anli fenxi yu fangfan

化工事故

案例分析与防范

huagong shigu anli fenxi yu fangfan
huagong shigu anli fenxi yu fangfan
huagong shigu anli fenxi yu fangfan



化工事故

案例分析

守信 编著

合肥工业大学出版社

化工事故案例分析与防范

马守信 编著

化工事故案例分析与防范

责任编辑 权 怡

出	版: 合肥工业大学出版社
地	址: 合肥市屯溪路 193 号
电	话: 总编室: 0551-2903038 发行部: 0551-2903198
版	次: 2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷
开	本: 850×1168 1/32
印	张: 8.375
字	数: 207 千字
发	行: 全国新华书店
印	刷: 合肥现代印务有限公司
邮	编: 230009
网	址: www.hfutpress.com.cn E-mail: press@hfutpress.com.cn
标准书号:	ISBN 7-81093-14
定	价: 15.00 元

如有影响阅读的印装质量问题, 请与出版发行单位联系调换。

序

正值全面贯彻实施《安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》之际,编者认真总结、研究已经发生的典型事故并编写了本书,这是一件很有意义的事情。

本书收录的化工事故案例大都来自不同的书刊资料,再经提炼编入。与以往编写的化工事故案例书相比,本书的特点是所列案例基本包括了化工系统重点防范的事故内容,同时对其他高危害、高损失事故作适当介绍,并归纳为8个类别,即8章进行分类介绍,每章的开始部分都附有本章导言,让读者在未涉及具体内容之前先对本章全貌有所了解;同时,通过事故的发生经过、发生原因、暴露出的问题和防范措施对案例深入浅出地分析说明,揭示其内在因果关系和事故发生规律,并有机地传播新规范、新标准规程和其他安全知识,体现出很强的实用性;本书编排分类清楚,内容集中,便于读者接受。

本书的面世,不仅能使读者对案例分析有个真实的了解,重要的是能帮助大家对事故保持清晰的记忆,引发思考,增强安全意识。本书所用案例是以原始资料为依据,原则上保留了原事故的发生经过、事故原因。同时,在编写中注重总结事故原因及暴露出的问题和需采取的防范措施,对防范类似事故的发生有着指导作用。本书是化工系统安全技术、监督管理和生产人员必备的警示参考书,可作为安全生产教育事故案例教学教材。

梁开勇

2004年8月18日

前 言

安全是人们常谈的话题,既有正面经验,也有反面教训。本书是谈反面教训的,其中不乏血与泪的教训。

现代化工企业与其他行业相比,在各个环节中存在的不安全因素较多,其危险性和危害性较大,事故后果严重。最近一个时期,我国 28 万多家化工企业中(生产从业人员超过 500 万),重特大化学事故发生频率逐年上升,据统计,仅 2002 年全国就发生化学事故 592 起,造成 873 人死亡,1551 人受伤。因此,总结、研究已发生的典型事故更是人们所关心的问题。几年前的“中国氯碱工业安全技术研讨会”上碰到的一件事,使我们萌发了编写这本书的想法。当时,代表们交流的主要内容是正面阐述安全生产各类问题即正面经验,同时会议秘书组也编写了一本《全国氯碱行业事故分析及案例》资料发给与会者交流。典型发言时,有几位专家结合该资料介绍了几个在国内较有影响的重大生产事故的发生过程、原因及处理经验和结果,激发了近百名与会者代表的兴趣,纷纷提出要求多介绍一些解剖事故、吸取教训的例子。他们或是生产第一线的专职安全人员和领导,或是某一方面的行家里手,其中不乏中专、大专和助工、工程师等工程技术人员。那些典型事故他们也许听说过、见到过甚至经历过,因而引起了他们感情的共鸣。我们觉得,总结事故教训尤胜于总结正面经验,因为重大事故的警示作用比单纯正面经验的示范作用来得更直接、更实际而更使人久久难忘。我们相信,经过大家的共同努力,教训可以变为经验,它可以鞭策和促进人们科学地指导安全生产。

从事故中受到触动,从案例分析中得到启发,吸取并接受教训,促进事故预想和防范,能使化工安全管理工作做得更科学一些、更规范一些,为企业职工营造一个良好的安全工作环境。这是编写此书的初衷和愿望。

在《安全生产法》和新修订的《危险化学品安全管理条例》已开始贯彻实施的时候,我们编写了这本书。主要是参考有关资料,结

合实地调研收集到的一些近 10 年来化工系统发生的各种类别的典型事故案例,联系实际,考虑到发生的事故情况复杂、原因千差万别,分为 8 个事故类别,对案例进行了概括地整理、筛选,针对每起事故,从事故经过、事故原因分析、暴露出的问题和防范措施 4 个方面入手,并结合现行规章制度和国家有关安全标准规程深入浅出地加以分析。从这些书中记录的各个事故案例来看,很多事故的发生不是偶然的、孤立的,无论是从技术角度还是在管理方面都是有规律可循的,而且大多是可以避免的。

本书章节设计和选用案例涵盖了化工系统重点防范事故中的着火爆炸、中毒窒息、登高坠落和触电事故,涉及到生产工艺、设备、厂区作业、泄漏治理和危险化学品储运等方面发生的典型事故,其中介绍许多应普遍吸取的教训,令人深省,其指导意义远远超出化工领域。本书可供各级化工部门、所有化工企事业单位以及从事安全、劳动保护工作的技术、管理和安全监督人员参考;可作为安全生产教育事故案例教学用书,也给其他行业相关人员提供了一份可借鉴的资料。

本书由马守信高级工程师编写,原安徽省安全生产委员会常务副主任、安徽省劳动厅副厅长、安徽省劳动保护科学技术学会理事长、中国劳动保护学会理事梁开勇热情地为本书作序,在此非常感谢。

还要十分感谢安徽省安全生产监督管理局、安徽省特种设备监督检验中心、中科院合肥物质研究院、安徽省氯碱化工集团公司(原合肥化工厂)和安徽省劳动保护科研所长期负责安全、劳动保护工作的专业人员和高级工程师凌盛风、黄霞志、巢强、吴玉昆、王新元、孙静华、曾杰、范培基等,他们对本书初稿进行认真审阅,并提出了宝贵意见,凌盛风和黄霞志担任本书的主审。

在编写过程中,王忠明、姜燕两同志也给予支持和帮助;本书得以顺利问世,还得到了合肥工业大学出版社的同志的大力支持,在此特别感谢。

由于水平所限和本书案例取材的局限性,分析的不够准确,疏漏之处,敬请读者和同行专家批评指正。

编 者

2004 年 8 月 24 日

目 录

第 1 章 工艺事故案例	(1)
1.1 盐酸合成炉点火操作中氢气喷爆事故	(2)
1.2 隔膜法电解生产中电解槽事故	(4)
1.3 聚氯乙烯反应釜空气出料爆炸事故	(6)
1.4 酒精蒸馏釜超压爆炸事故	(8)
1.5 鲁奇煤制氨生产汽化炉停产事故	(10)
1.6 乙苯生产中烃化反应不好,乙苯生成量下降	(13)
1.7 乙苯生产原料不合格,反应器出料系统堵塞事故	(15)
1.8 硝酸异辛酯试生产爆炸事故	(18)
1.9 硝铵溶液爆炸事故	(20)
1.10 山梨醇生产操作事故	(27)
1.11 白炭黑生产蒸馏系统疏通泄料事故	(29)
1.12 苯乙烯生产中蒸气过热炉火焰外喷事故	(30)
1.13 苯和乙烯反应系统中碱液结晶限流事故	(32)
1.14 氯乙烯制备中混合脱水系统地沟爆炸事故	(34)
1.15 氮肥生产中混合气中毒事故	(37)
第 2 章 设备事故案例	(39)
2.1 氢分塔爆炸事故	(40)
2.2 氧气钢瓶爆炸事故	(41)
2.3 地下天然气管线爆炸事故	(44)
2.4 氨冷器爆炸事故	(46)

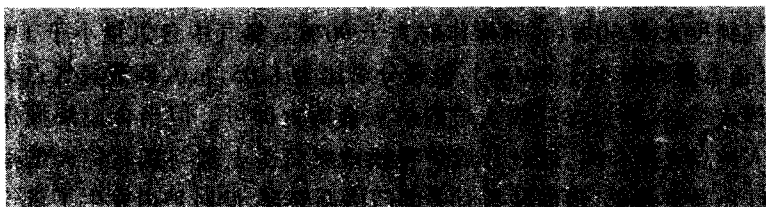
2.5	煤气换热管腐蚀损坏事故	(51)
2.6	蒸气喷射泵腐蚀穿孔事故	(54)
2.7	锅炉严重缺水爆管事故	(56)
2.8	锅炉给水泵断轴事故	(58)
2.9	合成氨机组联轴器螺栓断裂事故	(59)
2.10	氮氢气循环机活塞杆断裂事故	(62)
2.11	压缩机曲轴断裂事故	(65)
2.12	汽轮机组飞车事故	(71)
第3章	动火事故案例	(75)
3.1	动火未办理动火证,乙苯管内物料着火事故	(76)
3.2	管线置换不彻底,动火引起物料着火事故	(76)
3.3	现场检查不到位,动火引起易燃品着火事故	(77)
3.4	违章施焊引起管内火药爆炸事故	(79)
3.5	气焊明火烤结晶管,引起硝铵爆炸事故	(81)
3.6	排油管漏气,动火引起地沟爆炸事故	(82)
3.7	配管动火引起污水调节池燃爆事故	(83)
3.8	停车补焊冷却塔爆炸事故	(85)
3.9	焊接空油桶爆炸事故	(87)
3.10	明火引起氯乙烯爆炸事故	(88)
3.11	盲目接闸刀引起易燃蒸气爆炸事故	(89)
3.12	违章吸烟油罐爆炸事故	(91)
3.13	违章动火油罐爆炸事故	(92)
3.14	电气耐压试验时发生氢爆事故	(95)
3.15	金属工具撞击火花引起爆炸事故	(96)
3.16	焊接炉条时一氧化碳中毒事故	(97)
3.17	焊花引燃油盘致人烧伤事故	(99)
第4章	进入容器事故案例	(101)
4.1	清釜作业中氯乙烯着火事故	(102)

4.2	暖汽箱内氧气助燃着火事故	(103)
4.3	再生器试漏爆炸事故	(104)
4.4	清洗塔内扒瓷环时混合气爆炸事故	(105)
4.5	酒精脱脂引起分馏塔爆炸事故	(106)
4.6	违章进入聚合釜捡工具中毒窒息事故	(107)
4.7	出料管未隔绝,聚合釜中毒事故	(108)
4.8	氮气窜入聚合釜窒息事故	(109)
4.9	中断反应罐作业引起苯中毒事故	(110)
4.10	酱油贮槽内窒息事故	(111)
4.11	合成反应器内一氧化碳中毒事故	(113)
4.12	阀门井煤气中毒事故	(115)
4.13	除油池中毒事故	(116)
4.14	用水降尘,反应甬内硫化氢中毒事故	(117)
4.15	抽盲板过早,再生气中毒事故	(119)
4.16	盲目投料,钡浆槽中毒事故	(121)
4.17	清理反应器引起窒息事故	(122)
4.18	风洞内转动设备伤害事故	(125)
4.19	硫化塔内持电焊把切割时触电事故	(127)
第5章	高处坠落事故案例	(128)
5.1	高处作业未系安全带坠落伤亡事故	(129)
5.2	未正确使用安全带坠落伤亡事故	(130)
5.3	架空管廊上紧阀门时坠落伤亡事故	(131)
5.4	清洗锥顶盐桶时滑落伤害事故	(131)
5.5	清槽爬梯时坠落事故	(132)
5.6	吊盐口未设护栏坠落身亡事故	(133)
5.7	安装孔盖板移去致人坠落事故	(134)
5.8	平台扶梯口作业时不慎坠落事故	(135)
5.9	房顶作业时瓦破人坠事故	(136)

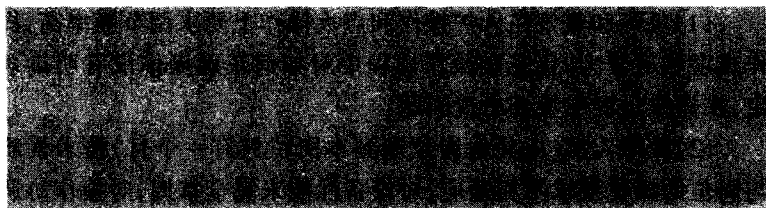
5.10	天花板框架下陷人坠落事故·····	(137)
5.11	竹梯晃动人坠落事故·····	(138)
5.12	脚手架搭设缺陷坠落事故·····	(139)
5.13	钢脚手架横杆滑动坠落伤害事故·····	(140)
5.14	违章乘提升机坠落事故·····	(142)
5.15	主厂房合成间砌墙坠落事故·····	(143)
5.16	算子板滑动坠落伤害事故·····	(144)
5.17	高空钢梁上作业时坠落死亡事故·····	(145)
5.18	登高路线不当坠落伤亡事故·····	(146)
5.19	夜间行走不慎坠落伤害事故·····	(147)
5.20	拆法兰喷出蒸汽致人烫伤坠落事故·····	(148)
5.21	金属梯触及旧电线触电坠落事故·····	(149)
5.22	自制吊篮坠落事故·····	(150)
5.23	龙门吊架倒塌人坠事故·····	(151)
5.24	吊物撞击伤人事故·····	(152)
5.25	吊环断裂坠落事故·····	(153)
第 6 章	泄漏事故案例·····	(155)
6.1	用手查找漏点烫伤手掌事故·····	(156)
6.2	氢气管道堵漏不当,引起静电起火事故·····	(157)
6.3	煤气管道堵漏时造成中毒事故·····	(158)
6.4	甲苯塔泄漏爆炸事故·····	(159)
6.5	石脑油罐顶溢油火灾事故·····	(164)
6.6	液化气罐根部泄漏爆炸事故·····	(166)
6.7	聚合釜人孔垫圈泄漏事故·····	(168)
6.8	电缆线地沟爆炸事故·····	(170)
6.9	二氧化硫连接管泄漏中毒事故·····	(171)
6.10	液氯槽车泄漏事故·····	(173)
6.11	农药厂毒气储罐泄漏事故·····	(175)

第7章 危险化学品储存与运输事故案例	(182)
7.1 备料间氯酸钠燃爆事故	(183)
7.2 库存脱氧剂遇水燃烧事故	(186)
7.3 货仓 SBS791 橡胶自燃火灾事故	(187)
7.4 危险化学品仓库特大爆炸火灾事故	(191)
7.5 炼油厂汽油罐区爆炸事故	(198)
7.6 转运爆竹药料爆炸事故	(205)
7.7 液氨罐车爆炸事故	(210)
7.8 违章运雷管爆炸事故	(212)
7.9 一甲胺槽罐车途中泄漏事故	(214)
7.10 氟化钠槽车坠落山谷事故.....	(217)
7.11 大庆 62 号油轮火灾事故	(220)
7.12 原油驳船燃爆事故.....	(223)
第8章 其他事故案例	(226)
8.1 提前试车活塞伤人事故	(227)
8.2 试运泵伤害事故	(228)
8.3 拆高压线护架中触电伤害事故	(229)
8.4 潜水泵漏电触电事故	(230)
8.5 电焊机电源线破损触电事故	(231)
8.6 皮肤碱液烧伤事故	(233)
8.7 去现场不戴安全帽头部受伤事故	(235)
8.8 加油站爆炸事故	(236)
8.9 厂房火灾事故	(237)
8.10 花炮爆炸事故.....	(242)
8.11 客运中巴车爆炸事故.....	(249)
8.12 货运列车路外伤亡事故.....	(251)
8.13 脚被绊摔倒伤害事故.....	(254)
参考文献	(255)

第 1 章 工艺事故案例



导致化工工艺事故的主要原因除工艺设计不合理、操作人员误操作、工艺指标控制不当、原材料不合格、公用工程异常等因素外,仪表事故和设备事故也会引发工艺事故。本章从近 10 年来化工生产中发生的工艺事故案例中选录了如下典型案例,根据工艺条件的异常对案例的原因进行了分析,并针对事故的不同原因及暴露出的问题提出相应措施,以期后人能够借鉴这些经验教训来提高工艺操作水平。





1.1 盐酸合成炉点火操作中氢气喷爆事故

1. 事故经过

在合成盐酸生产中,开车时合成炉点火操作过程中氢气喷爆事故是较常见的事故之一。造成氢气喷爆的原因是多方面的,但在保证氢氯原料气体工艺质量和水流喷射泵能力的前提下,主要是氢气进口管阀门泄漏和操作上不协调造成的。1993年3月,天津某化工厂盐酸车间开车点火时,原料氢气压力控制在73.32kPa,氯气压力控制在大于98.07kPa,氢气纯度大于98%,氯气纯度大于60%(正常操作时大于90%),氯气中含氢量小于1%(正常操作时小于0.4%),氢氯分子比为1.05:1.0,调节氢气点火棒火焰后,经点火口放入炉内炉头套筒上即可。但当合成炉操作人员点火操作时,通过合成炉视镜观察灯头上氢与氯燃烧火焰呈红色异常现象,随即联系有关部门协调处理,此时炉内发生了氢气爆炸,造成该炉顶部防爆膜破裂,合成炉系统紧急停车。

2. 事故原因分析

经调查分析认为,造成此次氢气喷爆事故的原因,主要是合成炉氢气进口管调节阀门处空气进入炉内,而操作者技术不熟练,对氢气调节操作与点火操作配合不协调,致使合成炉内存在的氢气与空气混合达到爆炸极限,被点火时的火焰引爆,发生事故。

3. 暴露出的问题

(1)氢气和氯气在入炉操作和点火操作上要求调节频率高,操作难度相对较大,且安全操作规程中对如何正确操作没有明确规定,在操作过程中势必出现问题。

(2)操作人员(从其他岗位调到本岗位只有一个月)技术素质与岗位的操作要求不相适应,对设备性能未完全掌握,对操作协调

工作不熟,在发生事故时束手无策,未能发挥应有作用。

4. 防范措施

(1)严格点火操作程序。合成炉点火时严格按基本程序进行,即先点燃氢气,再开氯气置换炉内空气进行燃烧。具体步骤是:

①开启氢气阻火器的氢气阀。

②开启氢气放空阀及其室内氢气阀,调节氢气流量调节阀,使氢气流量处于最低限量。

③调节点火棒火焰(约90mm长度)后,经合成炉点火口放入炉内炉头套筒上。

④开启氢气阻火阀,再慢慢开启氢气进炉考克,待炉内氢气燃烧后,随即关闭点火棒的考克和放空阀。

⑤开启吸收塔进水阀进行吸收。

⑥开启氯气的阻火器阀,再开启氯气流量调节阀,刚开车时的流量在最低限量,以后逐渐增大,并调节氯氢配比。

⑦封闭炉门,全面检查是否正常,随时注意氢气和氯气的流量压力波动情况。

(2)完善炉头点燃控制操作。点火前,分别进行全面和重点检查合成炉系统各部位是否正常和完善,严防泄漏点存在;稳定氢气和氯气点火工艺指标(如压力、温度、纯度和含量等),杜绝用氢、用氯的随意性。点火时,时刻注意氢氯入炉流量由小到大,随时调节氢氯配比。

(3)炉火点着后,燃烧正常,即在正常的氢氯配比下的灯头燃烧火焰应该是有有力、呈青白带黄色。

(4)加强操作工的岗前知识培训,使其熟知岗位操作程序和步骤,提高其对问题的分析、判断能力和对事故的应变能力,并稳定操作工队伍。

1.2 隔膜法电解生产中电解槽事故

1. 事故经过

食盐电解是由隔膜电解槽来完成的,是电解食盐水溶液的主要工序。隔膜法电解食盐水就是在电解槽中采取阳极与阴极之间设置隔膜,把阳极产物与阴极产物隔开得到氢气、氯气和烧碱的一种工艺方法。由于氢气和氯气的存在,同时又有在电源作用下的火花因素,以致电解工艺过程中的危险性较大。1992年8月3日4时,辽宁省某化工厂电解车间在电解生产过程中,当班操作人员发现电解槽阳极室液面有下降趋势,但未引起注意,4时30分出现盐水液面过低现象,隔膜露出液面,在进行调整时电解槽发生爆炸,最后被迫停槽检修,造成生产中断。

2. 事故原因分析

经各方面人员研究分析,认为此次电解槽爆炸,主要是因阳极室氯气中含氢量达到爆炸范围(超过4%),而电解槽中存在着产生火花的因素所致。

(1)造成氯气中含氢气的原因主要有:

①电解槽氢气出口堵塞,引起阴极室压力升高,氢气进入阳极室与氯气混合。

②电解槽隔膜吸附性能变差或更换新槽时受机械损伤,使石棉隔膜产生孔洞或部分脱落,以致氢气和氯气相互渗漏、混合。

③操作中,向电解槽阳极室内加盐水时,由于液面计失灵或盐水中断或液面下降未及时调整,造成盐水液面过低(甚至干涸),氢气通过阴极膜渗入阳极室与氯气混合,导致氯中含氢量升高。

最后判明造成此次阳极室氯、氢混合的直接原因是注入盐水中断,液面下降,隔膜露出液面,氢气渗入阳极室,引起氯气中含氢

量增高。

(2)引起氢气与氯气的混合物着火爆炸的着火源可能是:

①槽体接地产生的电火花。

②断电器因结盐、结碱漏电及氢气管道系统漏电产生电位差而发生放电火花。

③排放碱液管道对地绝缘不好而发生放电火花。

④电解槽内部构件较大的电位差或两极之间的距离小而发生放电火花等。

3. 暴露出的问题

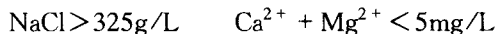
(1)隔膜电解在运行中发生爆炸事故,暴露了该厂在有关电解槽安全措施等方面存在着漏洞,在电解设备及部件的安装、维护、使用管理上不严格,规程制度上不周全,工艺操作上不熟练。

(2)对电解现场检查不力,在盐水供料系统和液面控制故障方面没有引起车间领导的重视和操作人员的注意,给电解过程埋下隐患,反映出安全第一的思想没有落到实处。

4. 防范措施

针对此次爆炸,结合已发生的电解槽事故,提出如下防范措施。

(1)应保证盐水质量达到下列要求:



(2)应保持电解过程连续操作,控制好阳极室液面高于隔膜的安全高度。采用盐水供料器间断供料方式,不断加入盐水,不断流出电解液,以保持液面平稳。

(3)严格控制隔膜制作及安装技术要求,特别是严格控制石棉绒的用量和配比、苛比与打浆、吸附真空速度、干吸与干燥、套装与注入盐水等技术环节,防止隔膜穿孔、脱落,亦不得使用生锈隔膜。

(4)定期取样分析氯气和氢气,防止相互含量超过规定。若发

现超过规定,应立即采取措施。如氯气中含氢升高,而液面又无法再提高或碱液管无法再降低时,应立即停槽检修或更换隔膜。

(5) 氢气系统与电解槽的阴极箱之间应有良好的电气绝缘,整个氢气系统应良好接地,并设置必要的水封或阻火器等安全装置。

(6) 加强技术培训,提高操作水平和处理事故的能力。在生产中当遇到突然停电或其他原因突然停车时,高压阀不能立即关闭,以免电解槽中氯气倒流而发生爆炸。应在电解槽后安装放空管,以便及时减压,并在高压阀门上安装单向阀,以有效的防止跑氯,避免污染环境和带来火灾危险。

1.3 聚氯乙烯反应釜空气出料爆炸事故

1. 事故经过

1990年1月27日1时30分,湖南省某化工厂聚氯乙烯车间1号聚合反应釜 13m^3 搪瓷釜,设计压力为 $(8 \pm 0.2) \times 10^2 \text{kPa}$,该釜加料完毕后,18时40分达到指示温度,开始聚合;聚合反应过程中,由于其间反应激烈,注加稀释水等操作以控制反应温度。28日早6时50分,釜内压力降到 $3.42 \times 10^2 \text{kPa}$,温度 51°C ,反应已达12小时。取样分析釜内气体氯乙烯、乙炔含量后,根据当时工艺规定可向氯乙烯柜排气到8时,釜内压力为 $1.7 \times 10^2 \text{kPa}$ 。白班接班后,继续排气到8时53分,釜内压力降至 $1.5 \times 10^2 \text{kPa}$,即停止排气而开动空气压缩机压入空气向3号沉析槽出料。9时10分,3号沉析槽泡沫太多,已近满量,沉析岗位人员怕跑料,随即通知聚合操作人员把出料阀门关闭,以便消除沉析槽泡沫,而后再启动空气压缩机用压缩空气压料,但由于出料管线被沉积树脂堵塞,此时虽釜内压力已达到 $4.22 \times 10^2 \text{kPa}$,物料仍压不过来,空气压缩机被迫停机。当时聚合操作人员林某赶到干燥工段找回当班班