

安全生产事故分析与预防丛书

化工生产事故 分析与预防

王凯全 主编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

安全第一，预防为主
以人为本，减少危害
居安思危，防患未然
安全生产，和谐发展

内容提要

本书介绍了发生在化工和石油化工行业的100余起事故案例，说明了每起事故的经过，在事故原因分析的基础上，提出了事故预防的主要原则和方法。本书适用于化工和石油化工行业安全管理和工程技术人员参考，也可作为高等院校安全专业以及相关专业师生的教学参考资料。

安全生产事故分析与预防丛书

- 炼油生产事故分析与预防
- 化工生产事故分析与预防
- 危险化学品事故分析与预防
- 催化裂化事故分析与预防
- 工程施工事故分析与预防

责任编辑：白素萍 龚志民

责任校对：吕 宏

封面设计：七星工作室

ISBN 978-7-80229-532-2



9 787802 295322 >

定价：25.00元

安全生产事故分析与预防丛书

化工生产事故分析与预防

王凯全 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书介绍了发生在化工和石油化工行业的 100 余起事故案例,说明了每起事故的经过,在事故原因分析的基础上,提出了事故预防的主要原则和方法。本书适用于化工和石油化工行业安全管理和工程技术人员参考,也可作为高等院校安全专业以及相关专业的教学参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

化工生产事故分析与预防/王凯全主编. —北京:中国石化出版社,2007

(安全生产事故分析与预防丛书)

ISBN 978-7-80229-532-2

I. 化… II. 王… III. ①化学工业-工伤事故-事故分析 ②化学工业-工伤事故-预防 IV. TQ086

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 031118 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

金圣才文化发展(北京)有限公司排版

北京科信印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 32 开本 10.75 印张 234 千字

2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

定价:25.00 元

前言

事故是在生产活动过程中，由于人们受到科学知识和技术力量的限制，或者由于认识上的局限，当前还不能防止、或能防止但未有效控制而发生的违背人们意愿的事例序列。化工和石油化工是现代生产过程中危险源最集中、危险性最高的行业之一，其生产中的原料和产品绝大多数为易燃、易爆及有毒、有腐蚀性的物质，生产工艺的连续性强，自动化程度高，技术复杂，设备种类繁多，极易发生具有严重破坏性的火灾、爆炸、毒物泄漏等重大事故。这些事故不但迫使化工和石油化工生产系统暂时或较长期地中断运行，而且造成人员伤亡或者财产损失，严重威胁职工的生命和国家财产的安全。近年来随着化工和石油化工生产规模的不断扩大，生产中的事故的规模及其后果的严重程度都在大大增加。目前就世界范围而言，化工和石油化工事故的危害已居各种工业事故危害的首位。

安全工作的基本任务是防止各类事故的发生，避免或减少事故造成的人员伤亡和财产损失。事故是人类不希望发生的事件，同时也是人类以生命和财产为代价获得的极其宝贵的财富，必须十分珍惜。为了更有效地预防事故，控制事故的损失，我们要认真总结经验教训，分析事故发生的原因，研究事故发展的规律，吸取事故的教训。

本书收集、整理了一些发生在化工和石油化工行业的典型事故，基本素材均取自近期国内外公开出版的刊物和相关网站。按“事故经过、事故分析、事故预防”三部分进

行整理，以“事故物料、工艺过程或单元、事故类型”三次进行命名，依事故发生的时间先后进行排列整理成书，供读者参考。

本书由江苏工业学院王凯全教授担任主编，邢志祥教授、袁雄军、黄勇以及研究生程志斌、李强、应惠亚、徐庆松、徐显维、王宁、尹齐峰、康美华等参与了资料的收集和整理工作。由于这些事故案例并非出自作者第一手资料，难免有不当之处，望读者谅解，同时在此向各位原创者表示感谢。

目 录

第1章 有机化工事故

1. 环己烷氧化反应槽爆炸事故 (1)
2. 甲苯储罐爆炸事故 (8)
3. 梯恩梯炸药硝化机爆炸事故 (10)
4. 间二硝基苯硝化反应锅爆炸事故 (14)
5. 丁烷积聚爆炸事故 (16)
6. 对硝基苯甲酸车间火灾事故 (17)
7. 可发性聚苯乙烯爆燃事故 (20)
8. 烷基苯管壁物料着火事故 (22)
9. 甲醇槽爆炸事故 (24)
10. 氯乙烯泄漏事故 (26)
11. 可燃物料泄漏爆炸事故 (28)
12. 肼合成次钠分配台爆炸事故 (30)
13. 油料球罐火灾爆炸事故 (32)
14. 环氧乙烷储罐爆炸事故 (39)
15. 硝铵溶液爆炸事故 (41)
16. 一氧化碳急性中毒事故 (47)
17. 光气爆炸事故 (50)
18. 甲烷中毒窒息事故 (57)
19. 催化装置硫化氢中毒事故 (59)
20. 环氧乙烷计量槽爆炸事故 (62)
21. 蒸煮物料喷溅事故 (65)

22. 硝基苯甲酸工段爆燃火灾事故	(68)
23. 一硝基甲苯爆炸事故	(71)
24. 急性甲苯中毒事故	(75)
25. 氯化苯工段氯化尾气爆鸣事故	(77)
26. 高压加氢中质润滑油泄漏着火事故	(84)
27. 液氨泄漏事故	(88)
28. 羟基亚乙基二磷酸合成反应釜爆炸事故	(90)
29. 聚氯乙烯聚合车间碱液烧伤事故	(92)
30. 碳四物料喷溅事故	(94)
31. 雷尼镍制备闪爆事故	(98)
32. 硝基苯精制 T-102 塔爆炸事故	(102)
33. 硝化反应釜爆炸事故	(104)

第2章 无机化工事故

34. 黄磷酸洗锅爆炸事故	(108)
35. 氮气置换窒息死亡事故	(109)
36. 火药爆炸事故	(111)
37. 硫化氢中毒事故	(113)
38. 氢气泄漏爆炸事故	(115)
39. 硫化氢中毒事故	(116)
40. 浓硫酸储罐爆炸事故	(119)
41. 水洗取暖箱爆裂事故	(120)
42. 氢分塔蓄冷器爆炸事故	(122)
43. 空分充氧台着火事故	(124)
44. 黄化罐清理中毒事故	(125)
45. 氯气干燥填料塔爆炸事故	(127)
46. 氯磺酸泄漏事故	(130)

47. 氢氧净化氢气储柜爆炸事故	(132)
48. 氯氢气系统爆炸事故	(134)
49. 铜洗系统含氢气体爆炸事故	(136)
50. 液氯充装工段氯气泄漏事故	(138)
51. 煤气净化硫化氢气体泄漏中毒事故	(140)
52. 盐酸石墨合成炉爆炸事故	(143)
53. 焦化加工浓硫酸喷溅灼伤事故	(144)
54. 高压加氢中质润滑油泄漏着火事故	(146)
55. 液氯储槽爆炸事故	(150)
56. 双氧水车间爆炸火灾事故	(153)
57. 高压充氧软管燃爆事故	(156)
58. 氯干燥除雾器爆炸事故	(161)

第3章 化工装备事故

59. 电捕焦油器起火事故	(166)
60. 磺酸脱酸离心机解体事故	(167)
61. 乙苯装车管内物料着火事故	(171)
62. 苯乙烯蒸气过热炉火焰外喷事故	(172)
63. 清洗塔内混合气爆炸事故	(174)
64. 硅酸锆干燥器爆炸事故	(176)
65. 油预处理软化锅爆炸事故	(177)
66. 清釜坠落事故	(180)
67. 离心式空压机喘振事故	(181)
68. 氢氮压缩机排油水视镜爆炸事故	(183)
69. 锅炉爆炸事故	(185)
70. 催化粗汽油罐憋压事故	(188)
71. 硝酸异辛酯化釜爆炸事故	(191)

72. 压缩厂房火灾事故·····	(194)
73. 冷冻系统油氨分离器爆炸·····	(198)
74. 抽提板框板爆炸事故·····	(200)
75. 缺氧窒息死亡事故·····	(202)
76. 氯乙烯聚合釜放空管断裂事故·····	(205)
77. 环氧乙烷钢瓶爆炸事故·····	(209)
78. 窑尾焊接触电事故·····	(212)
79. 流化床反应器爆燃事故分析·····	(214)
80. 乙醛聚合事故未遂·····	(216)
81. 甲苯-2,4-二异氰酸酯(TDI)中毒事故·····	(220)
82. 氮气中毒事故·····	(221)
83. 氨液烫伤事故·····	(223)
84. 锅炉反复爆管事故·····	(226)
85. 尿素熔融液烫伤事故未遂·····	(228)
86. 反应釜氯气泄漏·····	(231)
87. 两起液化气泄漏爆炸事故分析·····	(233)
88. 聚丙烯高位计量槽闪爆事故·····	(235)
89. 一起丙烯腈储罐爆炸事故分析·····	(237)
90. 29起物料泄漏事故分析·····	(239)
91. 6起二氧化氯气体爆炸事故·····	(244)

第4章 农药化肥事故

92. 苯低位槽爆炸事故·····	(249)
93. 异氰酸甲脂储罐泄漏事故·····	(250)
94. 涕灭威肟储罐泄漏事故·····	(258)
95. 合成气体爆炸事故·····	(260)
96. 氧气瓶爆炸事故·····	(263)

97. 氢气泄漏火灾事故	(266)
98. 铜氨液再生器爆炸事故	(268)
99. 压缩机汽缸爆炸事故	(270)
100. 氮肥生产中混合气中毒事故	(271)
101. 氮气窒息事故	(273)
102. 洗气塔煤气中毒事故	(277)
103. 高温熔融硫灼烫事故	(282)
104. 甲氧胺混合气体爆炸事故	(284)
105. 氯乙酸氰剂量罐爆炸事故	(286)
106. 球罐放空管断裂事故	(288)
107. 合成氨车间煤气中毒事故	(290)
108. 合成车间氢气泄漏爆炸事故	(292)
109. 液氨灌装爆炸事故	(293)
110. 尿素车间氨泄漏事故	(298)

第5章 橡胶树脂事故

111. 胶浆房油气火灾事故	(301)
112. 酒精蒸馏釜超压爆炸事故	(303)
113. 过氧化苯甲酰干燥器爆炸事故	(306)
114. 药渣爆炸事故	(308)
115. 树脂反应釜爆炸火灾事故	(310)
116. 加氢氢化釜爆炸事故	(312)
117. 污水调节池燃爆事故	(315)
118. 三氯化氮爆炸事故	(317)
119. 液氯罐腐蚀泄漏中毒事故	(319)
120. 酯化罐罐内作业伤亡事故未遂	(323)

第6章 塑料化纤染料事故

- 121. 环氧乙烷反应釜爆炸事故 (327)
- 122. 化纤布着火火灾事故 (329)

第 1 章 有机化工事故

1. 环己烷氧化反应槽爆炸事故

1974 年 6 月 1 日 16 时许，英国 NyPro 公司发生爆炸事故，造成厂内 28 人死亡，36 人受伤，厂外 53 人受伤，经济损失达 2.544 亿美元。

1. 事故经过

1974 年 3 月 27 日傍晚，英国 NyPro 公司已内酰胺反应系统中的 5 号氧化反应槽的碳钢外壳发现 150cm 长的裂纹，造成环己烷外泄，其原因因为硝酸类物质产生的应力腐蚀。值班人员向主管报告经同意后，开始降低反应系统的压力和温度，准备停车检验泄漏点。经检验为氧化反应槽的内衬、外壳皆产生相当程度的破裂，不适合再参与反应过程，因此决定拆下 5 号氧化反应槽，以便检修。

翌日早上，经厂务会讨论后，厂长与相关技术人员认为停车检修需要 3~6 个月，而当时英国国内对于己内酰胺的需求甚急，不适合停工降低工厂产能，为了让该车间继续运行，决定将第 5 号氧化反应槽搬离，并在 4 号和 6 号氧化反应槽间连接一管线暂时以 5 座氧化反应槽维持生产。

在拆下 5 号氧化反应槽后，即进行修复工作。在装 4 号和 6 号氧化反应槽间连接管线时，施工人员仅在现场地面上以粉笔画一简单的修复工程图样，并没有预先规划并绘制正规的设计工程图及进行必要的工程应力详细核算。现场

以鹰架支撑管子。两氧化反应槽间因有高度差(约相差 35.5cm),故以三曲旁通管作为两氧化反应槽间的连接管,而原来氧化反应槽出口处的伸缩接头管径为 72cm,但当时厂内只有管径为 51cm 的管线可用。施工人员经大概的计算后,认为 51cm 管线尚可提供反应时所需的流量,并以直管计算压力后得知其反应亦可承受操作时的压力,决定以此管取代之。三曲旁通管仅以分成四点的鹰架支撑着,结构上并不坚固。3 月 30 日 2 时完成全部修复作业。

修复后经试漏检测即恢复生产。但到 5 月 29 日又发现泄漏,其位置为下部液面计处。于是将整个反应系统的压力降低至 0.15MPa,并降低温度使之冷却,停工 2 天执行部分修复工作。于 6 月 1 日 4 时再度开工。不久环己烷的循环部分又发生泄漏,因此停止加热,再度进行修补,至早上 5 时才开工。在 6 月 1 日 7 时换班时,值班主管对压力情况未对下一班值班人员交代清楚,因此值班人员并未注意压力变化情况。

到 6 月 1 日下午,开始有可燃性气体外泄,但并无人员警觉或注意到。将近 16 时,空气中弥漫着大量的可燃性气体,并向外扩散。2min 后,可能在氢气 2 车间遇点火源着火,随即发生了爆炸。环己烷蒸气云的爆炸造成 2 个替代的伸缩接头受不当的外力引起破裂挫曲,而连接 4 号和 6 号氧化反应槽的三曲管因爆炸而扭曲成“<”形掉落在地面。由此可以推断出 2 个替代的伸缩接头受不了当时的外力引起破裂弯曲,造成容器内环己烷大量外泄。

2. 事故分析

由于工厂管理的不良、人员操作的失误及设备安置的错误,都直接或间接地导致了这次灾难的发生。该起事故

原因归纳如下：

(1) 维修过程无详细的规划

查出5号氧化反应槽破裂需维修后，连接4号和6号氧化反应槽的管线的设计，并不是由有经验的工程师负责，整个设计图是用粉笔简略地画在现场的地上。氧化反应槽出口部分的法兰原应配装72cm管线，却以51cm管线代替，且对于此旁通管既未作强度计算，也未实施耐压检验。由事故发生后旁通管弯曲成“<”状掉落，究其原因是旁通管的安装不够完好。依英国国家标准规定，为了使伸缩管能在管轴方向伸缩，应安装伸缩接头；为防止因内部流体压力所产生的轴向移动，应在伸缩管附近对伸缩接头加以固定。但是该厂并没有按照标准正确地作业。

(2) 工厂的人事管理及生产工艺修改管理不良

根据调查，事故发生前公司内有一位总工程师离职，职务空缺后并没有人员填补这一职位。在移除5号氧化反应槽后进行4号、6号氧化反应槽暂时性连接工程时，这一职位空缺情况已经影响工艺修改。在执行改善工程前，应先进行必要的风险评估，以确保基本过程整体设计没有被改变或破坏。缺乏有经验的资深专业技术人员的指导，这是事故发生的祸因之一。如果该厂没有工艺修改管理制度的话，修改前专家评估小组必会先查看有关法规、标准、操作规程等相关资料，然后才会订立安全的具体方案，不至于因总工程师的离职而有考虑不周之憾，以免重大事故的发生。工艺修改管理制度的欠缺是此起事故的关键因素。

(3) 值班人员交代不清

爆炸前，6月1日上午曾有一次换班，但上班值班主管并没对下一值班人员交代凌晨泄漏修补情况，以至于值班

人员不了解情况，而造成疏于查巡修补后的设备。

(4) 测漏时压力设定不足

在修复后使 0.39MPa 的氮气进行试漏时发现泄漏，进行部分焊接修补，再以 0.88MPa 的氮气压力试漏确定无泄漏，于 4 月 1 日再度运转。但是，依据英国标准规定，泄漏试验应以设计压力的 1.3 倍以上的压力进行水压试验。如果该厂当时使用 1.18MPa 以上的压力试验，必然会立即发现缺陷处，这场事故或许能防患于未然。再者，如果现场不能做水压试验时，亦可用气压试验代替，但是对于可能发生的危险应有妥善的防范措施。

(5) 不锈钢管产生锌脆化现象

化工厂锌的来源一般为镀锌钢料(如栏杆、阶梯、通道等)，或是广泛用于保温材料的镀锌铁丝。当不锈钢管受到应力(0.57MPa)和高温时，不用直接接触，只要附近有含锌物质就会导致锌的脆化现象，使不锈钢突然失效。因此，当不锈钢材料受到相当高温时，不锈钢表面应仔细检查或酸洗。该起事故发生后，在事故现场收集到不锈钢管发现有锌脆化表面龟裂现象，经研究，判断为与分离器连接的 21cm 不锈钢管线因锌产生脆化而发生龟裂。

(6) 硝酸盐腐蚀反应槽

对碳钢最具侵蚀性的物质为硝酸盐与碱性化合物。当碳钢与上述可溶性盐类接触时，其硝酸根离子应当保持在 100ppm 以下，否则当金属表面温度超过 50℃ 时，可溶性盐类会被结晶析出而导致应力腐蚀。经专家鉴定，5 号氧化反应槽外壳的裂纹是由硝酸盐产生的应力腐蚀所致。当发现 5 号氧化反应槽有裂纹时，未对其他氧化反应槽进行检查，同时也未探究其裂纹原因并采取措施。

(7) 厂区建筑物、设备的配置不良

死亡 28 人中有 18 人死于控制室内, 因为该厂控制室、实验室、办公室等皆位于爆炸中心点的附近, 且控制室是小木屋构造, 而并非耐爆结构, 造成爆炸区附近被完全摧毁, 人员死伤严重。

(8) 该厂储存过多的危险性可燃物质

该厂事故当时储存着 1500m^3 环己烷、 300m^3 石脑油、 50m^3 甲苯、 120m^3 苯、 2046m^3 汽油。该厂经过许可的危险物质储存量仅有 32m^3 石脑油、 6.8m^3 汽油, 但该厂却储存着大量未获批准储存的危险物质, 这些物质也是爆炸后造成连续 10 天大火的主要原因。

(9) 氮气的供应不足

该厂某些生产过程安全的保障有赖于供给足够的氮气。但事故后调查资料显示, 环己烷氧化系统再次开车操作常受氮气供应不足而停顿, 其原因是该厂本身氮气的产能不足, 又无足够的氮气储存设备, 需要厂外的供应补充。因此, 工厂本身具有足够的氮气生产设备, 或有足够的安全可靠的氮气储存设备, 才可能维持厂区的安全。

(10) 缺乏紧急应变能力

事故发生时, 厂内员工未马上执行紧急应变处理程序, 他们只能做一些简单的修复工作, 各相关人员缺乏紧急应变能力的训练。

3. 事故预防

由该爆炸事件, 可明确地看出此灾难的发生原因不外乎人为的操作失误、厂区的配置不良、工艺设备故障及人事管理及工艺修改管理的缺失。总结此事件的教训, 可以得到以下启示: