

危险化学品储运与安全管理

霍 红 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

危险化学品储运与安全管理/霍红主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 4
ISBN 7-5025-5448-3

I. 危… II. 霍… III. ①化学品-危险货物运输
②化学品-危险物品管理 IV. TQ086. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 033719 号

危险化学品储运与安全管理

霍 红 主编

责任编辑: 梁 虹 胡全胜

文字编辑: 冯国庆

责任校对: 陶燕华

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

[http:// www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720 毫米×1000 毫米 1/16 印张 19 字数 330 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5448-3/X · 441

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

化工企业的原料及产品多为易燃、易爆、有毒、有腐蚀性的物质，因此与其他行业相比，化工生产的各个环节不安全因素较多，具有事故后果严重、危险性和危害性更大的特点。所以对安全生产的要求更加严格。客观上要求从事化工生产的管理人员、技术人员及操作人员必须掌握或了解基本的安全知识。化工生产的危险废物对生态环境和人类健康已经构成了严重危害。我国是一个发展中国家，随着经济的迅速发展，危险废物的产生量越来越大，且种类繁多、性质复杂，并且产生源数量分布广泛，管理难度非常大。因此加强对危险废物的控制和管理，既是保护我国生态环境和人民身体健康的迫切需要，也是我国履行国际公约的责任。危险评价在发达国家得到了企业和政府的高度重视，企业和政府都把进行危险评价，防止各种灾害事故发生，减少经济损失放在十分重要的地位。危险评价是提高企业安全管理水平和事故预防技术水平的有效措施。

本书分析了危险化学品的危险特性，提出了危险化学品的储运安全管理方法以及对化学危险废物的安全处置方法，介绍了危险评价方法，对化工生产进行安全分析和评价，从源头上减少危险事故的发生率。最后还从生态环境角度分析了化工生产对环境的影响，提出了工业企业生产环境管理方法。

本书由霍红任主编，参加编写的有李琦业、陈娜。由于时间仓促，书中可能会存在错误与不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 1 月

目 录

第一章 危险化学品的危险特性.....	1
第一节 概述.....	1
一、危险化学品的概念.....	1
二、危险化学品的分类.....	2
第二节 几种常见的危险化学品的危险特性.....	3
一、爆炸品.....	3
二、压缩气体和液化气体.....	3
三、易燃类危险化学品.....	4
四、毒害品和感染性物品.....	6
五、放射性物品.....	6
六、氧化剂和有机过氧化物.....	7
七、腐蚀品.....	8
第三节 危险化学品生产、使用中的危险性分析.....	8
一、典型化学反应的危险性分析.....	8
二、化工单元操作的危险性分析.....	17
第二章 危险化学品的储运安全.....	20
第一节 危险化学品储运安全管理.....	20
一、危险化学品储存管理.....	20
二、危险化学品的运输管理.....	29
第二节 储罐及储罐的安全附件.....	32
一、储罐及其分类.....	32
二、储罐的安全附件.....	32
第三节 危险化学品仓库及仓储安全.....	33
一、仓库储存危险化学品的火灾危险程度分类及储存设施.....	33
二、储存管理.....	34
三、运输管理.....	34
四、装卸管理.....	35
五、消防器材管理.....	35

第四节 危险化学品的储运安全	36
一、跑料事故	36
二、人身伤害	37
三、防火防爆	38
四、储罐灭火	38
第三章 危险废物管理与处理处置技术	41
第一节 危险废物概述	41
一、危险废物的特性	41
二、危险废物的产生源及现状	53
三、危险废物的采样、分析与鉴别	56
第二节 危险废物的管理	64
一、危险废物的全过程管理	65
二、中国危险废物管理	70
第三节 危险废物的收集、运输和储存	78
一、危险废物的收集	78
二、危险废物的运输	81
三、危险废物的储存	89
第四节 危险废物的回收与处理技术	94
一、危险废物的回收方法	94
二、危险废物的处理技术	106
第五节 焚烧	116
一、危险废物焚烧的一般问题	117
二、危险废物焚烧处置理论	119
三、危险废物的焚烧工艺	128
四、危险废物焚烧的运营与管理	141
第四章 危险评价方法	146
第一节 危险性评价方法简介	146
一、危险性评价的一般概念	146
二、危险性评价方法	146
第二节 危险因素及其辨识方法	154
一、危险因素与危害因素的产生	155
二、危险因素与危害因素的分类	156
三、危险辨识	159

四、危险辨识注意事项.....	163
第三节 作业条件危险性评价法.....	164
一、评价步骤.....	164
二、赋分标准.....	165
第四节 易燃、易爆、有毒重大危险源评价方法.....	166
一、评价单元的划分.....	167
二、评价的数学模型.....	167
第五节 重大事故后果分析法.....	171
一、泄漏.....	171
二、火灾.....	173
三、爆炸.....	176
四、中毒.....	177
第五章 常见的化工安全技术.....	178
第一节 防火防爆技术.....	178
一、灭火的基本原理.....	178
二、防火防爆技术措施.....	179
第二节 工业防毒技术.....	183
一、工业毒物的分类及毒性.....	183
二、工业毒物的危害.....	189
三、急性中毒的现场救护.....	204
四、综合防毒措施.....	206
第三节 压力容器安全技术.....	210
一、概述.....	211
二、压力容器的定期检验.....	215
三、压力容器的安全附件.....	216
四、压力容器的安全使用.....	222
第六章 安全分析与评价.....	228
第一节 安全系统工程概述.....	228
一、安全系统工程.....	228
二、安全系统工程的内容.....	231
三、“人-机-环境”系统.....	232
第二节 危险性预先分析与安全预测.....	234
一、危险性预先分析.....	234

二、安全预测·····	241
第三节 安全评价概述·····	245
一、安全评价目的·····	245
二、安全评价作用·····	246
三、安全评价一般程序·····	247
四、安全评价限制因素·····	247
第七章 安全管理·····	249
第一节 安全管理概述·····	249
一、安全管理的内涵·····	249
二、安全管理理论·····	249
第二节 安全目标管理·····	253
一、目标设置理论·····	254
二、安全目标管理的内容·····	256
三、安全目标管理的作用·····	259
第三节 安全生产责任制·····	260
一、企业各级领导的责任·····	260
二、各业务部门的职责·····	263
三、生产操作工人的安全生产职责·····	266
第四节 企业安全文化建设·····	266
一、企业安全文化建设的内涵·····	267
二、企业安全文化建设的必要性和重要性·····	267
三、企业安全文化建设过程中应注意的问题·····	268
第八章 环境保护与管理·····	270
第一节 概述·····	270
一、环境与环境问题·····	270
二、解决环境问题的关键——环境保护·····	272
第二节 环境污染·····	274
一、环境污染·····	274
二、几种常见的环境污染及其危害·····	276
第三节 环境保护法律、法规体系和监督管理体制·····	282
一、环境保护法律、法规体系结构·····	282
二、我国环境保护法律、法规体系组成·····	283
三、环境标准及其应用·····	284

四、环境管理的对象、目的和手段.....	286
五、环境保护监督管理体制.....	288
第四节 工业企业环境管理.....	289
一、工业企业环境管理的概念.....	289
二、工业企业环境管理的基本内容.....	289
三、工业企业环境管理体制.....	293
参考文献.....	294

第一章 危险化学品的危险特性

第一节 概 述

一、危险化学品的概念

化学品是指各种化学元素、由元素组成的化合物及其混合物，包括天然的或人造的。化学品中具有易燃、易爆、有毒、有害及有腐蚀特性，对人员、设施、环境造成伤害或损害的属于危险化学品。

化学品的危害主要包括燃爆危害、健康危害和环境危害。燃爆危害是指化学品能引起燃烧、爆炸的危险程度。健康危害是指接触后能对人体产生危害的大小。环境危害是指化学品对环境影响的危害程度。

火灾、爆炸事故有很大的破坏作用，化工、石油化工企业生产中使用的原料、中间产品及产品多为易燃、易爆物，一旦发生火灾、爆炸事故，会造成严重后果。据不完全统计，2000～2002年，由于化学品的火灾、爆炸所导致的事故占化学品事故的53%，伤亡人数占有事故伤亡人数的50.1%。这些事故都是由于化学品自身的火灾爆炸危险造成的。因此了解化学品的火灾、爆炸危害，正确进行危险性评价，及时采取防范措施，对搞好安全生产、防止事故具有重要意义。

由于化学品的毒性、刺激性、致癌性、致畸性、致突变性、腐蚀性、麻醉性、窒息性等特性，导致人员中毒的事故每年都发生多起。2000～2002年化学事故统计显示，由于化学品的毒性危害导致的人员伤亡占化学事故伤亡的49.9%。因此，关注化学品的健康危害，将是化学品安全管理的一项重要内容。

人们在充分利用化学品的同时，也产生了大量的化学废物，其中不乏有毒有害物质。由于毫无控制的随意排放及化学品其他途径的泄放，使环境状况日益恶化，严重污染了环境，因此，如何认识化学品的污染危害，最大限度地降低化学品的污染，加强环境保护力度，已是人们亟待解决的重大

问题。

二、危险化学品的分类

危险化学品的分类是危险化学品安全管理的基础，也是开展危险化学品固有危险性评估和专项安全评价不可缺少的内容之一，掌握危险化学品分类、标志知识，将有助于安全评价的开展。

《常用危险化学品分类及标志》（GB 13690—92）将危险化学品分为8类：

- 第1类 爆炸品
- 第2类 压缩气体和液化气体
 - 第1项 易燃气体
 - 第2项 不燃气体
 - 第3项 有毒气体
- 第3类 易燃液体
 - 第1项 低闪点液体
 - 第2项 中闪点液体
 - 第3项 高闪点液体
- 第4类 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品
 - 第1项 易燃固体
 - 第2项 自燃物品
 - 第3项 遇湿易燃物品
- 第5类 氧化剂和有机过氧化物
 - 第1项 氧化剂
 - 第2项 有机过氧化物
- 第6类 毒害品和感染性物品
 - 第1项 毒害品
 - 第2项 感染性物品
- 第7类 放射性物品
- 第8类 腐蚀品
 - 第1项 酸性腐蚀品
 - 第2项 碱性腐蚀品
 - 第3项 其他腐蚀品

第二节 几种常见的危险化学品的危险特性

一、爆炸品

本类化学品指在外界作用下（如受热、受摩擦、撞击等），能发生剧烈的化学反应，瞬时产生大量气体和热量，使周围压力急剧上升，发生爆炸，对周围环境造成破坏的物品。也包括无整体爆炸危险，但具有燃烧、抛射及较小爆炸危险的物品。

按其爆炸性的大小，爆炸品分为以下几种：具有整体爆炸危险的物质和物品；具有抛射危险，但无整体爆炸危险的物质和物品；具有燃烧危险和较小抛射危险或两者兼有，但无整体爆炸危险的物质和物品；无重大危险的爆炸物质和物品；非常不敏感的爆炸物质。

爆炸品具有以下特性。

(1) 爆炸性强 爆炸品都具有化学不稳定性，在一定外因的作用下能以极快的速度发生猛烈的化学反应，产生大量气体和热量，使周围的温度迅速升高，并产生巨大的压力而引起爆炸。

(2) 敏感度高 爆炸品对热、火花、撞击、摩擦、冲击波等敏感，极易发生爆炸。

二、压缩气体和液化气体

本类化学品系指压缩、液化或加压溶解的气体，并符合下述两种情况之一者：临界温度低于 50°C ，或在 50°C 时其蒸气压力大于 294kPa 的压缩或液化气体；温度在 21.1°C 时气体的绝对压力大于 275kPa ，或在 54.4°C 时气体的绝对压力大于 715kPa 的压缩气体；或在 37.8°C 时雷德蒸气压大于 275kPa 的液化气体或加压溶解气体。

按其性质分为以下三项：易燃气体；不燃气体（包括助燃气体）；有毒气体（毒性指标同第 6 类）。

压缩气体和液化气体的危险特性如下。

(1) 可压缩性 一定量的气体在温度不变时，所加的压力越大其体积就会变得越小，若继续加压会压缩成液态。

(2) 膨胀性 气体在光照或受热后温度升高，分子间的热运动加剧，体积增大，若在一定密闭容器内，气体受热的温度越高，其膨胀后形成的压力越

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

大。一般压缩气体和液化气体都盛装在密闭的容器内，如果受高温、日晒，气体极易膨胀，产生很大的压力。当压力超过容器的耐压强度时就会造成爆炸事故。

(3) 易燃可燃气体与空气能形成爆炸性混合物，遇明火极易发生燃烧爆炸。

(4) 除具有易燃性、毒性外，还有刺激性、致敏性、腐蚀性、窒息性等特性。

三、易燃类危险化学品

(一) 易燃液体

易燃液体是指闭杯闪点等于或低于 61℃ 的液体、液体混合物或含有固体物质的液体，但不包括由于其危险性已列入其他类别的液体。

本类物质在常温下易挥发，其蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物。

易燃液体具有以下几种危险特性。

(1) 易挥发性 易燃液体大部分属于沸点低、闪点低、挥发性强的物质。随着温度的升高，蒸发速度加快，当蒸气与空气达到一定浓度时，遇火源极易发生燃烧爆炸。

(2) 易流动扩散性 易燃液体具有流动性和扩散性，大部分黏度较小，易流动，有蔓延和扩大火灾的危险。

(3) 受热膨胀性 易燃液体受热后，体积膨胀，液体表面蒸气压同时随之增加，部分液体挥发成蒸气。在密闭容器中储存时，常常会出现鼓桶或挥发现象，如果体积急剧膨胀就会引起爆炸。

(4) 带电性 大部分易燃液体是非极性物质。在管道、储罐、槽车、油船的输送、灌装、摇晃、搅拌和高速流动过程中，由于摩擦易产生静电，当所带的静电荷聚积到一定程度时就会产生静电火花，有引起燃烧和爆炸的危险。

(5) 毒害性 大多数易燃液体都有一定的毒性，对人体的内脏器官和系统有毒性作用。

(二) 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品

此类物品易于引起和促成火灾，按其燃烧特性可分为以下三类：易燃固体——燃点低，对热、撞击、摩擦敏感，易被外部火源点燃，燃烧迅速，并可能散发出有毒烟雾或有毒气体的固体；自燃物品——自燃点低，在空气中易于

发生氧化反应，放出热量而自行燃烧的物品；遇湿易燃物品——遇水或受潮时发生剧烈化学反应，放出大量的易燃气体和热量的物品。有些不需明火，即能燃烧或爆炸。

1. 易燃固体的主要特性

(1) 易燃性 易燃固体容易被氧化，受热易分解或升华，遇火种、热源常会引起强烈、连续的燃烧。

(2) 可分散性与氧化性 固体具有可分散性。一般来讲，物质的颗粒越细，其比表面积越大，分散性就越强。当固体粒度小于 $0.01\mu\text{m}$ 时，可悬浮于空气中，这样能充分与空气中的氧接触，发生氧化作用。

固体的可分散性是受许多因素影响的，但主要还是受物质比表面积的影响，比表面积越大，和空气接触的机会就越多，氧化作用也就越容易，燃烧也就越快，则具有爆炸危险性。

另外，易燃固体与氧化剂接触，能发生剧烈反应而引起燃烧或爆炸。

(3) 热分解性 某些易燃固体受热后不熔融，而是发生分解现象。有的受热后边熔融边分解，如硝酸铵 (NH_4NO_3) 在分解过程中往往放出 NH_3 或 NO_2 、 NO 等有毒气体。一般来说，热分解的温度高低直接影响危险性的大小，受热分解温度越低的物质，其火灾爆炸危险性就越大。

(4) 对撞击、摩擦的敏感性 易燃固体对摩擦、撞击、震动也很敏感。例如，赤磷、闪光粉等受摩擦、震动、撞击等也能起火燃烧甚至爆炸。

(5) 毒害性 许多易燃固体有毒，或燃烧产物有毒，或有腐蚀性。如二硝基苯、二硝基苯酚、硫磺、五硫化二磷等。

2. 自燃物品的主要特性

(1) 极易氧化 自燃的发生是由于物质的自行发热和散热速度处于不平衡状态而使热量积蓄的结果。自燃物品多具有容易氧化、分解的性质，且燃点较低。在未发生自燃前，一般都经过缓慢的氧化过程，同时产生一定热量，当产生的热量越来越多，积热使温度达到该物质的自燃点时，便会自发地着火燃烧。

凡能促进氧化的一切因素均能促进自燃。空气、受热、受潮、氧化剂、强酸、金属粉末等能与自燃物品发生化学反应或对氧化反应有促进作用，它们都是促使自燃物品自燃的因素。

(2) 易分解 某些自燃物质的化学性质很不稳定，在空气中会自行分解，积蓄的分解热也会引起自燃，如硝化纤维素、赛璐珞、硝化甘油等。

3. 遇湿易燃物品的特性

(1) 遇水或酸反应性强 遇水、潮湿空气、酸能发生剧烈化学反应，放出易燃气体和热量，极易引起燃烧或爆炸。

(2) 腐蚀性或毒性强 某些遇湿易燃物品具有腐蚀性或毒性，如硼氢类化合物、金属磷化物等。

四、毒害品和感染性物品

此类危险化学品指进入肌体后，累积达一定的量后，能与体液和组织发生生物化学作用或生物物理学作用，扰乱或破坏肌体的正常生理功能，引起暂时性或持久性的病理改变，甚至危及生命的物品。

该类分为毒害品、感染性物品两类。其中毒害品按其毒性大小分为一级毒害品和二级毒害品。

毒害品的主要危险特性如下。

(1) 溶解性 很多毒害品水溶性或脂溶性较强。毒害品在水中溶解度越大，毒性越大，因为易于在水中溶解的物品更易被人吸收而引起中毒。如氯化钡易溶于水，对人体危害大，而硫酸钡不溶于水和脂肪，故无毒。但有的毒物是不溶于水但可溶于脂肪的，这类物质也会对人体产生一定危害。

(2) 挥发性 大多数有机毒害品挥发性较强，易引起蒸气的吸入中毒。毒物的挥发性越强，导致中毒的机会越多。一般沸点越低的物质挥发性越强，空气中存在的浓度高，易发生中毒。

(3) 分散性 固体毒物颗粒越小，分散性越好，特别是一些悬浮于空气中的毒物颗粒，更易吸入肺泡而中毒。

五、放射性物品

放射性物品是指放射性比活度大于 $7.4 \times 10^4 \text{ Bq/kg}$ 的物品。按其放射性大小细分为一级放射性物品、二级放射性物品和三级放射性物品。放射性物品的特性如下。

(1) 具有放射性，能自发、不断地放出人们感觉器官不能觉察到的射线。放射性物质放出的射线分为四种： α 射线，也叫甲种射线； β 射线，也叫乙种射线； γ 射线，也叫丙种射线；中子流。但是各种放射性物品放出的射线种类和强度不尽一致。

如果上述所列射线从人体外部照射时， β 射线、 γ 射线和中子流对人的危害很大，达到一定剂量易使人患放射病，甚至死亡。如果放射性物质进入体内时，则 α 射线的危害最大，其他射线的危害较大，所以要严防放射性物品进入

体内。

(2) 许多放射性物品毒性很大。 ^{22}Na 、 ^{27}Co 、 ^{90}Sr 、 ^{131}I 、 ^{210}Pb 等为高毒的放射性物品，均应注意。

(3) 不能用化学方法中和或者用其他方法使放射性物品不放出射线，而只能设法把放射性物质清除，或者用适当的材料加以吸收屏蔽。

六、氧化剂和有机过氧化物

此类物品具有强氧化性，易引起燃烧、爆炸，按其组成为以下两类。

(1) 氧化剂 指处于高氧化态，具有强氧化性，易分解并放出氧和热量的物质。包括含有过氧基的无机物，其本身不一定可燃，但能导致可燃物的燃烧；与粉末状可燃物能组成爆炸性混合物，对热、震动或摩擦较为敏感。按其危险性大小，分为一级氧化剂和二级氧化剂。

(2) 有机过氧化物 指分子组成中含有过氧键的有机物，其本身易燃易爆、极易分解，对热、震动和摩擦极为敏感。

氧化剂和有机过氧化物特性如下。

(1) 氧化剂中的无机过氧化物均含有过氧基，很不稳定，易分解放出原子氧，其余的氧化剂则分别含有高价态的氯、溴、氮、硫、锰、铬等元素，这些高价态的元素都有较强的获得电子的能力。因此氧化剂最突出的性质是遇易燃物品、可燃物品、有机物、还原剂等会发生剧烈化学反应引起燃烧爆炸。

(2) 氧化剂遇高温易分解放出氧和热量，极易引起燃烧爆炸。特别是有机过氧化物分子组成中的过氧基很不稳定，易分解放出原子氧，而且有机过氧化物本身就是可燃物，易着火燃烧，受热分解的生成物又均为气体，更易引起爆炸。所以，有机过氧化物比无机氧化剂有更大的火灾爆炸危险。

(3) 许多氧化剂如氯酸盐类、硝酸盐类、有机过氧化物等对摩擦、撞击、振动极为敏感。储运中要轻装轻卸，以免增加其爆炸性。

(4) 大多数氧化剂，特别是碱性氧化剂，遇酸反应剧烈，甚至发生爆炸。例如过氧化钠（钾）、氯酸钾、高锰酸钾、过氧化二苯甲酰等，遇硫酸立即发生爆炸。这些氧化剂不得与酸类接触，也不可酸碱灭火剂灭火。

(5) 有些氧化剂，特别是活泼金属的过氧化物，如过氧化钠（钾）等，遇水分解出氧气和热量，有助燃作用，使可燃物燃烧，甚至爆炸。这些氧化剂应防止受潮，灭火时严禁用水、酸碱、泡沫、二氧化碳灭火扑救。

(6) 有些氧化剂具有不同程度的毒性和腐蚀性。例如铬酸酐、重铬酸盐等既有毒性，又会烧伤皮肤；活性金属的过氧化物有较强的腐蚀性。操作时应做

好个人防护。

(7) 有些氧化剂与其他氧化剂接触后能发生复分解反应，放出大量热而引起燃烧爆炸。如亚硝酸盐、次亚氯酸盐等，遇到比它强的氧化剂时显示还原性，发生剧烈反应而导致危险。所以各种氧化剂亦不可任意混储混运。

七、腐蚀品

腐蚀品是指能灼伤人体组织并对金属等物品造成损坏的固体或液体，是与皮肤接触在 4h 内出现可见坏死现象或温度在 55℃ 时对 20 号钢的表面均匀、年腐蚀率超过 6.25mm 的固体或液体。

该类按化学性质分为三类：酸性腐蚀品、碱性腐蚀品和其他腐蚀品。按其腐蚀性的强弱又细分为一级腐蚀品和二级腐蚀品。

腐蚀品具有以下特性。

(1) 强烈的腐蚀性 它对人体、设备、建筑物、构筑物、车辆、船舶的金属结构都易发生化学反应，而使之腐蚀并遭受破坏。

(2) 氧化性 腐蚀性物质如浓硫酸、硝酸、氯磺酸、漂白粉等都是氧化性很强的物质，与还原剂接触会发生强烈的氧化还原反应，放出大量的热，容易引起燃烧。

(3) 稀释放热反应 多种腐蚀品遇雨水会放出大量的热，易燃液体四处飞溅，造成人体灼伤。

第三节 危险化学品生产、使用中的危险性分析

一、典型化学反应的危险性分析

(一) 氧化

如氨氧化制硝酸、甲苯氧化制苯甲酸、乙烯氧化制环氧乙烷等。

1. 火灾危险性

(1) 氧化反应需要加热，但反应过程又是放热反应，特别是催化气相反应，一般都是在 250～600℃ 的高温下进行，这些反应热如不及时移去，将会使温度迅速升高，甚至发生爆炸。

(2) 被氧化的物质大部分是易燃易爆物质。如乙烯氧化制取环氧乙烷中，乙烯是易燃气体，爆炸极限为 2.7%～34%，自燃点为 450℃；甲苯氧化制取

苯甲酸中，甲苯是易燃液体，其蒸气易与空气形成爆炸性混合物，爆炸极限为 $1.2\% \sim 7\%$ ；甲醇氧化制取甲醛中，甲醇是易燃液体，其蒸气与空气的爆炸极限是 $6\% \sim 36.5\%$ 。

(3) 氧化剂具有很大的火灾危险性。如氯酸钾、高锰酸钾、铬酸酐等都属于氧化剂，如遇高温或受撞击、摩擦以及与有机物、酸类接触，皆能引起着火爆炸；有机过氧化物不仅具有很强的氧化性，而且大部分是易燃物质，有的对温度特别敏感，遇高温则爆炸。

(4) 氧化产品有些也具有火灾危险性。如环氧乙烷是可燃气体；硝酸虽是腐蚀性物品，但也是强氧化剂；含 36.7% 的甲醛水溶液是易燃液体，其蒸气的爆炸极限为 $7.7\% \sim 73\%$ 。另外，某些氧化过程中还可能生成危险性较大的过氧化物，如乙醛氧化生产醋酸的过程中有过乙酸生成，过乙酸是有机过氧化物，性质极度不稳定，受高温、摩擦或撞击便会分解或燃烧。

2. 氧化过程的防火措施

(1) 氧化过程中如以空气或氧气作氧化剂时，反应物料的配比应严格控制在爆炸范围之外。空气进入反应器之前，应经过气体净化装置，消除空气中的灰尘、水汽、油污以及可使催化剂活性降低或中毒的杂质，以保持催化剂的活性，减少着火和爆炸的危险。

(2) 氧化反应接触器有卧式和立式两种，内部填装有催化剂。一般多采用立式，因为这种形式催化剂装卸方便，而且安全。在催化氧化过程中，对于放热反应，应控制适宜的温度、流量，防止超温、超压，避免混合气处于爆炸范围之内。

(3) 为了防止接触器在万一发生爆炸或着火时危及人身和设备安全，在反应器前和管道上应安装阻火器，以阻止火焰蔓延，防止回火，使着火不致影响其他系统。为了防止接触器发生爆炸，接触器应有泄压装置，并尽可能采用自动控制或调节以及报警联锁装置。

(4) 使用硝酸、高锰酸钾等氧化剂时，要严格控制加料速度，防止多加、错加。固体氧化剂应粉碎后使用，最好呈溶液状态使用。反应中要不间断搅拌。严格控制反应温度，决不许超过被氧化物质的自燃点。

(5) 使用氧化剂氧化无机物时，如使用氯酸钾氧化生成铁蓝颜料时，应控制产品烘干温度，使其不超过着火点，在烘干之前应用清水洗涤产品，将氧化剂彻底除净，以防止未完全反应的氯酸钾引起已烘干的物料起火。有些有机化合物的氧化，特别是在高温下的氧化，在设备及管道内可能产生焦状物，应及时清除，以防自燃。