

全国安全生产培训系列教材

**危险化学品生产经营单位
主要负责人和安全
生产管理人员培训教材（下册）**

国家安全生产监督管理总局培训中心 组织编写

煤炭工业出版社

委 员 会

主 任 孙华山

副 主 任 张平远 刘继文 张广华

委 员 (按姓氏笔画为序)

万平玉	万世波	牛开建	支同祥	王海军
孙国建	刘 强	李万春	李永红	张文杰
张世昌	张洪勇	苗 忻	陈斐莹	崔慕晶
程云书	赖 辉	稽建军		

主 编 崔克清

编写人员

支同祥	刘 强	程云书	牛开建	刘利民
杨有启	刘荣海	彭金华	陈网桦	黄卫星
李建明	张宗国	伍 勇	沈士明	张礼敬
蔡永明	张 薇	陶 刚	徐 宏	谈宗山
蔡凤英	王凯全	邵 辉	张振祥	吴 竟
王艳华				

序

党和国家高度重视安全生产。党的十六届五中全会确立了安全发展的指导原则，提出了“十一五”时期安全生产的奋斗目标、主要任务和政策措施。在党中央、国务院领导下，依靠各地区、各部门和各单位共同努力，当前在经济持续高速增长的情况下，全国安全生产保持了总体稳定、趋于好转的发展态势。

但由于多种因素的影响，安全生产形势依然严峻，特大事故多发尚未得到有效控制，重点行业领域的问题仍然相当严重。从国内外的统计分析资料来看，绝大多数事故的发生是由人的不安全行为造成的，具体表现为安全知识不够，安全意识不强，安全习惯不良。而提高安全知识，增强安全意识，改善安全习惯，最有效的手段之一就是强化安全教育培训。安全生产的实践证明，人对安全生产的重视程度、管理水平、操作技能等直接作用于安全生产，因此，安全培训是安全生产重要的基础性工作之一，是搞好安全生产的治本之策，是建立安全生产长效机制的重要举措，是提高从业人员安全素质和安全生产技能，强化安全意识的有效途径，充分、有效地发挥培训教育的作用，对促进安全生产工作，落实以人为本的科学发展观具有十分重要的作用。

为把安全教育培训工作纳入法制化、规范化轨道，必须大力加强安全培训教材的编写工作。根据“生产经营单位主要负责人、安全生产管理人员安全生产培训大纲”，国家安全生产监督管理总局培训中心组织力量编写了《全国安全生产培训系列教材》，其中的《金属非金属矿山主要负责人和安全生产管理人员培训教材》，《危险化学品生产经营单位主要负责人和安全生产管理人员培训教材》已经通过有关专家审定，即将出版。这对于保证安全培训教学质量，切实提高这一领域相关人员的安全管理水平和专业技能具有重要意义。

希望本套系列教材的其他专业教材也能尽快出版发行，满足安全教育培

训工作的需要。并在今后的教学培训实践中，不断探索、积累、完善，真正形成一套安全培训的精品教材，为实现“十一五”安全生产奋斗目标做出积极贡献。

孙华品

二〇〇六年元月

前 言

危险化学品,是指那些易燃、易爆、有毒和具有腐蚀性的化学品。危险化学品是一把“双刃剑”,它一方面在发展生产、改变环境和改善生活中发挥着不可替代的积极作用;另一方面,当我们违背科学规律、疏于管理时,其固有的危害性将对人类生命、物质财产和生态环境的安全构成极大威胁。危险化学品的破坏力和危害性,已经引起世界各国及国际组织的高度重视和密切关注。

危险化学品的危险性,不易识别,常常是潜在的,突变的,甚至是瞬间的。由于危险化学品的生产经营和应用过程是连续化、自动化、高参数运行、高能量储备,安全问题隐藏于每一个环节之中,稍有失误、失控,就会导致系统或整体出现问题,发生的事故往往带有灾难性。许多重大的灾难,往往就是由一个小小的缺陷而引发的。

根据“危险化学品生产经营单位主要负责人和安全生产管理人员安全生产培训大纲”在全面收集和总结了几十年来工业生产过程,特别是化工、石油化工、冶金化工、制药工业、生物工程、建材工业等危险化学品生产和应用领域安全生产的经验和知识基础上,吸取了国外的先进技术和成果,研究目前国内危险化学品生产应用中存在的主要问题,编写了《危险化学品生产经营单位主要负责人和安全生产管理人员培训教材》。在编写过程中,多次组织国内有很高学术理论水平和丰富经验的专家、教授、学者进行研究和探讨,克服了种种困难,调用现代信息工具,查阅大量资料,结合教学、科研和社会实践,反复修改,最终完成了这本书的编写工作。

本教材内容涉及危险化学品的分类总论、特性分析、技术鉴别、贮存安全、包装安全、运输安全、运行及检修安全、处理安全、事故状态下的应急和救援以及相关法律法规等。在本教材出版之际,向为编写本教材给予关怀和指导的国家安全生产监督管理局有关专家领导和专家、向热情帮助和支持这本书出版的有关单位和同志们表示衷心的感谢。

编 者

2005年12月

目 录

第一章 危险化学品分类与界定	1
第一节 中国及联合国对危险化学品的界定与分类法	1
第二节 日本消防法对危险化学品的分类法	3
第三节 美国防火协会对危险化学品的分类法	4
第二章 危险化学品分类鉴别技术	5
第一节 爆炸性物质的主要种类	6
第二节 危险特性筛选试验	7
第三节 忌水性、易燃性、自燃性物质试验	8
第四节 氧化性混合危险性物质试验	11
第五节 腐蚀性物质鉴别	15
第六节 危险货物包装标志	16
第七节 化学品安全标签	21
第八节 化学品安全技术说明书编写	22
第三章 危险化学品特性分析与事故规律	28
第一节 危险的多重性、复杂性	28
第二节 可燃气体危险性	29
第三节 易燃液体的危险性	30
第四节 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品	40
第五节 爆炸物爆炸危险性	43
第六节 危险化学品典型事故案例	48
第四章 危险物质燃烧及其特性	59
第一节 燃烧及燃烧危险	59
第二节 燃烧过程	60
第三节 燃烧(爆炸)反应形式	61
第四节 燃烧的种类	65
第五章 危险物质爆炸及其特性	73
第一节 爆炸的种类	73
第二节 可燃气体(蒸气)混合系、可燃蒸气(云)爆炸	73

第三节	热爆炸与热分解爆炸	75
第四节	凝聚相爆炸物爆炸	77
第五节	喷雾爆炸与粉尘爆炸	78
第六章	危险物质加工生产过程安全技术	81
第一节	工艺过程与工艺装置	81
第二节	工艺过程危险性分析	81
第三节	工艺安全性与安全控制技术	85
第四节	防止工艺过程危害一般措施	87
第五节	泄压装置与稳定装置	88
第六节	危险物安全处理	90
第七节	防止误操作的安全措施	91
第八节	防止意外事故破坏或扩展的安全措施	91
第九节	平面安全布置及建筑物、构筑物安全措施	92
第十节	防止火灾蔓延及爆炸扩展的安全措施	93
第十一节	流体局限化安全措施	94
第十二节	消防灭火系统安全措施及报警、通信系统安全设计	94
第十三节	典型反应过程安全技术	96
第十四节	化工单元运行安全技术	101
第十五节	化工工艺参数安全控制	103
第七章	危险物质加工生产装置开车、停车、检修安全技术	106
第一节	试运转方案及程序安全设计	106
第二节	公用工程设备、辅助设备的启动	113
第三节	安全装填催化剂	114
第四节	模拟运转安全	115
第五节	装置运转安全设计	116
第六节	装置停车安全	117
第七节	装置试运操作安全	119
第八节	装置试运转事故预防	127
第九节	装置性能试验与检修安全	128
第八章	危险物质加工装置与设备安全技术	134
第一节	装置材料安全设计	134
第二节	容器及设备安全技术	136
第三节	管道及管系安全技术	142
第四节	锅炉与辅机安全技术	148
第九章	危险化学品的电气安全	159
第一节	配电和用电安全	159

第二节	电气防爆	167
第三节	防雷	173
第四节	静电防护	177
第十章	职业危害与预防控制技术	180
第一节	危险化学品毒害问题	180
第二节	职业病危害因素与职业病	183
第三节	生产过程安全防护技术	187
第四节	危险化学品中毒急救措施	191
第十一章	危险物质的处理技术与应急救援	194
第一节	重大事故应急救援体系	194
第二节	事故应急预案的策划与编制	200
第三节	化学品混合危险及处理	202
第四节	扑救压缩或液化气体事故	203
第五节	扑救易燃液体事故	204
第六节	扑救爆炸物品事故	205
第七节	扑救遇湿易燃物品事故	206
第八节	火灾条件下烟气控制	207
第九节	清洁阻燃材料选用	210
第十节	危险化学品废弃物处理	211

第一章 危险化学品分类与界定

第一节 中国及联合国对危险化学品的界定与分类法

为了和国际接轨，中国危险化学品所采用的界定与分类法基本上是源于联合国的，仅在个别地方有微小差别。

《国际危规》对危险货物的分类：

第1类 爆炸品

- 1.1 具有整体爆炸危险的物质和物品；
- 1.2 具有抛射危险，但无整体爆炸危险的物质和物品；
- 1.3 具有燃烧危险、较小爆炸或较小抛射危险，或两者兼有，但无整体爆炸危险的物质和物品；
- 1.4 无重大危险的爆炸物质和物品；
- 1.5 有整体爆炸危险的很不敏感的物质；
- 1.6 没有整体爆炸危险的极不敏感物品。

第2类 气体

- 2.1 易燃气体；
- 2.2 非易燃、无毒气体；
- 2.3 有毒气体。

第3类 易燃液体

第4类 易燃固体、易自燃物质、遇水放出易燃气体的物质

- 4.1 易燃固体、自反应物质和固体退敏爆炸品；
- 4.2 易自燃物质；
- 4.3 遇水放出易燃气体的物质。

第5类 氧化物质和有机过氧化物

- 5.1 氧化物质；
- 5.2 有机过氧化物。

第6类 有毒和感染性物质

- 6.1 有毒物质；
- 6.2 感染性物质。

第7类 放射性物质

第8类 腐蚀品

第9类 杂类危险物质和物品

中国国家标准“危险货物分类和品名编号”(GB 6944—86)，从运输的角度给危险货物(含物质和其制成品即物品)下的定义是：凡具爆炸、易燃、毒害、腐蚀、放射性等性质，在运输、装卸和贮存保管过程中，容易造成人身伤亡和财产损毁而需要特别防护的货

物，均属危险货物。如表 1-1 所示。

表 1-1 中国关于危险货物的分类法
(GB 6944—86)

危险物名称	类, 项编号	主要特性	备注
第 1 类爆炸物质 (品)	1.1	具有整体爆炸危险的物质和物品	关于 1.5 项, 联合国危险品运输专家委员会的建议 (橘皮书) 和我国的 GB 14371—93 称为“有整体爆炸危险的非常不敏感物质”。1991 年后, 联合国又增加了“1.6 项无整体爆炸危险的极端不敏感物品”, 此项危险仅限于单个物品的爆炸
	1.2	无整体爆炸危险, 但有抛射危险的物质和物品	
	1.3	具有燃烧危险和较小爆炸或较小抛射危险, 或二者兼有, 但无整体爆炸危险的物质和物品	
	1.4	无重大危险的爆炸物质和物品。万一被点燃或引爆, 危险作用大部分局限在包装件内部, 而对包装件外部无重大危险	
	1.5	非常不敏感的爆炸物质	
第 2 类压缩气体和液化气体	2.1	它们是压缩、液化或加压溶解的 易燃气体的气体。临界温度 $< 50^{\circ}\text{C}$, 或者 21.1°C 不燃气体 } 的气体绝对压力 $> 275\text{kPa}$ 或 54.4°C 有毒气体 } 时 $> 715\text{kPa}$ 或 37.8°C 时雷德蒸汽压 $> 275\text{kPa}$ 的液化气、加压溶解气	
	2.2		
	2.3		
第 3 类易燃液体	3.1	低闪点液体: 即闭口闪点 $< -18^{\circ}\text{C}$	联合国的标准为: 闭口闪点 $\leq 60.5^{\circ}\text{C}$ 或开口闪点 $\leq 65.6^{\circ}\text{C}$ 的可燃液体
	3.2	中闪点液体: $-18^{\circ}\text{C} < \text{闭口闪点} < 23^{\circ}\text{C}$	
	3.3	高闪点液体: $23^{\circ}\text{C} < \text{闭口闪点} < 61^{\circ}\text{C}$	
第 4 类易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品	4.1	易燃固体: 燃点低、对热、机械作用较敏感	遇湿易燃物品有的也称禁水性物质
	4.2	自燃物品: 燃点低, 在空气中易被氧化、放热、燃烧	
	4.3	遇湿易燃物品: 遇水或受潮后剧烈反应、放热、燃烧	
第 5 类氧化剂与有机过氧化物	5.1	氧化剂: 处于高氧化态 - 具较强氧化性, 易分解而放出氧和热	
	5.2	有机过氧化物: 含 $-\text{O}-\text{O}-$ 基团的有机物	
第 6 类毒害品与感染性物品	6.1	毒害品: LD_{50} 固体 $\leq 500\text{mg/kg}$ 液体 $\leq 2000\text{mg/kg}$ 粉尘、烟雾、蒸汽 $\leq 10\text{mg/L}$ 皮肤接触 $24\text{h} \leq 1000\text{mg/kg}$	
	6.2	感染性物品: 含致病微生物、引起病态甚至死亡的物质	
第 7 类放射性物品	7	放射性比活度 $> 7.4 \times 10^4\text{Bq/kg}$	$> 0.002\mu\text{Ci}$
第 8 类腐蚀品	8.1	酸性腐蚀品 } 与皮肤接触 24h 内可见坏死; 碱性腐蚀品 } 55°C 下对 20 钢表面腐蚀率 其他腐蚀品 } $> 6.25\text{mm/a}$	
	8.2		
	8.3		
第 9 类杂类	9.1	磁性物品: 空运时, 包装件表面任何一点距 2.1m 处磁场强度 $H \geq 0.159\text{A/m}$	
	9.2	另行规定的物品: 如具麻醉、毒害性物品, 未包括在上述 8 类中的危险性物品	

第二节 日本消防法对危险化学品的分类法

这是日本自治省从消防的角度对危险性物质所做的分类（表1-2），并规定了相应的界定评价法。即在明确这些危险性物质含义的基础上，通过试验予以判定。

表1-2 1998年修订的日本消防法中的危险化学品分类法

类别	性质	品名	类别	性质	品名
第一类	氧化性固体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 氯酸盐类； 2. 高氯酸盐类； 3. 无机过氧化物； 4. 亚氯酸盐类； 5. 溴酸盐类； 6. 硝酸盐类； 7. 碘酸盐类； 8. 高锰酸盐类； 9. 重铬酸盐类； 10. 国家法令所规定的其他物质； 11. 含有上述物质之一的物质。 	第四类	易燃性液体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 特殊易燃物； 2. 第一石油产品类； 3. 醇类； 4. 第二石油产品类； 5. 第三石油产品类； 6. 第四石油产品类； 7. 动植物油类。
第二类	可燃性固体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 硫化磷； 2. 赤磷； 3. 硫磺； 4. 铁粉； 5. 金属粉； 6. 镁； 7. 国家法令所规定的其他物质； 8. 含有上述物质之一的物质； 9. 易燃性固体。 	第五类	自反应性物质	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有机过氧化物； 2. 硝酸酯类； 3. 硝基化合物； 4. 亚硝基化合物； 5. 偶氮化合物 (azo compound)； 6. 重氮化合物 (diazo compound)； 7. 肼衍生物； 8. 国家法令所规定的其他物质； 9. 含有上述物质之一的物质。
第三类	自然发火性物质及禁水性物质	<ol style="list-style-type: none"> 1. 钾； 2. 钠； 3. 烷基铝； 4. 烷基锂； 5. 黄磷； 6. 碱金属（钾、钠除外）及碱土金属； 7. 有机金属化合物（烷基铝及烷基锂除外）； 8. 金属氢化物； 9. 金属磷化物； 10. 钙或铝的碳化物； 11. 国家法令所规定的其他物质； 12. 含有上述物质之一的物质。 	第六类	氧化性液体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高氯酸； 2. 过氧化氢； 3. 硝酸； 4. 国家法令所规定的其他物质； 5. 含有上述物质之一的物质。

第三节 美国防火协会对危险化学品的分类法

美国国家（或称全美）防火协会 NFPA（National Fire Protection Association）的化学危险品和爆炸物品委员会，早在 1928 年就协同美国化学学会编辑了常用化学危险物品表（NFPA₄₉）。数十年几经修订，1961 年更名为化学危险品资料，从 1964 年版本开始以“NFPA No 49”作为其分类号码而成为由 16 卷组成的全美消防法规（National Fire Codes）的一部分。这里介绍的为 1975 年版本 NFPA No 49 中所用的“危险物品分类制度”（表 1-3）。

表 1-3 危险性分类、分级及危险性内容

级别	危险性		
	易燃性	人身危害性	反应危险性
0	无	暴露于火灾条件下对人无害和危害性低于普通可燃物	在火灾下也很稳定，且不与水反应，可用常规灭火作业
1	点燃前须预热的物品。如大多数可燃固体	对人有轻微危害，最好用隔绝式呼吸器	本身稳定，但升温、升压下可变得不稳定，遇水能缓慢反应和放热，接近火区用水时要小心
2	点燃前须缓慢受热的液体和易放出蒸气的固体，可用雾状水灭火，因水可使之冷却至闪点以下	对人身有危害，戴隔绝式呼吸器后可自由进入事故区	本身极不稳定，易发生剧烈反应但不起爆。含常温常压或升温升压下能剧烈反应，遇水剧烈反应或生成潜在爆炸性混合物，灭火应站在有防护的地点
3	常温下能着火的液体，闪点低，水灭火无效。尘粒、会闪火的片状或纤维固体。自身含氧能迅速燃烧的固体及常温下于空气中能自燃的物品	对人身有极大危害，进入事故区时必须全身防护、戴隔绝式呼吸器，不准许外露皮肤	本身可发生爆炸反应，必需强力起爆源或在密闭条件下受热。或遇水会爆炸。灭火时应先在防爆设施后进行
4	非常易燃的气体，极易挥发的易燃液体，易形成爆炸性混合物的粉尘	气体或蒸汽侵入消防人员防护服可致人死亡。消防人员须着可防止皮肤接触的专用防护服	常温常压下能爆炸，对机械或热的局部冲击很敏感。如处在炽烈或大规模火灾中，则火灾区人员必须全部疏散

复习提要

1. 掌握中国危险化学品分类方法。
2. 了解联合国、美国、日本危险化学品的分类方法。

第二章 危险化学品分类鉴别技术

根据物质的理化特性指标来区分物质是否属于危险品是合理的；但在实际应用时，尚须考虑其他特性和试验数据。世界上通用的界定危险物质的界限有以下诸项。

1. 爆炸物质

- (1) 当冲击感度超过 2% 的物质称为爆炸物质。
- (2) 延滞期 5s，爆点在 350℃ 以下的物质称为爆炸物质。
- (3) 爆速大于 3000m/s 的物质称为爆炸物质。

2. 易燃气体

爆炸下限低于 10% 或爆炸范围大于 12% 的气体称为易燃气体。

3. 易燃液体

闭杯闪点在 61℃（包括 61℃）以下的液体称为易燃液体。

它可以分为 3 小类：

3.1 类 闭杯闪点 $< -18^{\circ}\text{C}$

3.2 类 闭杯闪点 $\geq -18 \sim 23^{\circ}\text{C}$

3.3 类 闭杯闪点 $\geq 23 \sim 61^{\circ}\text{C}$

《国际危规》还建议以商品的沸点来确定包装类别，因为液体的闪点与沸点之间有一定的关系（表 2-1）。

表 2-1 商品包装与闪点及沸点的关系

包装类	闭杯闪点/℃	沸点/℃
包装类 I	< -18	< 35
包装类 II	$-18 \sim 23$	> 35
包装类 III	$23 \sim 61$	> 35

4. 易燃固体

- (1) 引燃温度低于 300℃，燃烧速度大于 0.2cm/s 的固体物质，称为易燃固体。
- (2) 粉尘的爆炸下限大体上在 25~45mg/L，爆炸上限约为 80mg/L 称为易燃固体。

5. 毒害品

符合表 2-2 数据的物质均为毒害品。一般应测试两项才能作出正确判断。

6. 放射性物质

放射性强度大于 0.002 $\mu\text{Ci/g}$ 的任何固体、液体或气体物质，称为放射性物质。

7. 腐蚀品

- (1) 与皮肤接触在 4 小时之内出现坏死现象的酸性或碱性物质称为腐蚀品。
- (2) 对 P₃ 型钢（ISO/DIS2607）或类似的钢或铝，在 55℃ 时的年腐蚀率超过 6.25mm 的酸性或碱性物质，称为腐蚀品。

表2-2 判定毒害品的标准

标准 包装类	试验条件	200~300g 刚成熟的 白鼠 (雌雄各半) 14 天内死亡 50% $LD_{50}/(mg \cdot kg^{-1})$	兔子裸露皮肤接触 24 小时 14 天内死亡 50% $LD_{50}/(mg \cdot kg^{-1})$	粉尘、烟雾粒径小于 $10\mu m$ 白鼠 (雌雄各半) 连续吸入 1 小时 14 天内死亡 50% $LC_{50}/(mg \cdot L^{-1})$
		I		≤ 5
II		$> 5 \sim 50$	$> 40 \sim 200$	$> 0.5 \sim 2$
III	固体	$> 50 \sim 500$	$> 200 \sim 1000$	$> 2 \sim 10$
	液体	$> 50 \sim 2000$	$> 200 \sim 1000$	$> 2 \sim 10$

第一节 爆炸性物质的主要种类

从危险货物运输的角度已有前述我国与联合国的标准；从化学的角度，主要有以下种类。

1) 爆炸性化合物类

爆炸性化合物类分子中往往含有特殊基团。常见的主要有如下几种。

(1) 带 $-NO_2$ 、 $-NO$ 的有机与无机化合物，如某些硝酸盐、亚硝酸盐、硝基、亚硝基化合物、硝酸酯。

(2) 某些无机卤酸盐与高卤酸盐，有机卤酸酯与高卤酸酯。

(3) 含 $-N=C=$ 的雷酸盐及氰化物，如雷汞 $Hg(ONC)_2$ 。

(4) 含 $-O-O-$ 及 $-O-O-O-$ 的有机过氧化物，臭氧化合物。

(5) 含 $-N=N-$ 的偶氮(重氮)化合物；含 $-N=N\equiv N$ 的重金属氮化合物，如叠氮化铅 $Pb(N_3)_2$ 。

(6) 含 $-C\equiv C-$ 的化合物，如乙炔银 $Ag-C\equiv C-Ag$ 。

(7) 含 $-NX_2$ 的有机与无机化合物，如二氟氨基化合物。

2) 爆炸性混合物类

爆炸性混合物种类更多。因为以某种爆炸性化合物为基础，添加其他一些物质后的混合物，或一种氧化性单质、化合物与另一种可燃性单质或化合物以适当比例混合后也可构成爆炸物。从形态上看，爆炸性混合物可是固、液、气态的，也可是固-气、固-液、固-液气，液-气的多相体系。

对于实用价值较大的爆炸物即炸药，若按爆炸性质与用途分又有如下几种。

(1) 起爆药类。也叫一次炸药或初级炸药。其主要特点是可因简单而较弱的激发冲量(如撞击、摩擦、火焰等)作用即引起爆炸反应，且此爆炸反应由燃烧成长为稳定的爆轰所需时间极短，所需药量极少。故它主要用来制备各种起爆器材和火工品。常用的起爆药有雷汞 $[Hg(ONC)_2]$ ，叠氮化铅 $[Pb(N_3)_2]$ ，斯蒂酚酸铅 $[C_6H(NO_2)_3O_2Pb \cdot H_2O]$ ，二硝基重氮酚 $[C_6H_2N_2O(NO_2)_2]$ ，代号 DDNP，皆特拉辛 $(C_2H_8N_{10}O)$ 等化合物以及

一些混合物。

(2) 猛炸药类。也叫二次炸药、次级炸药或高级炸药。其主要特点是各种感度较低,需要较强的激发冲量(通常是借助于起爆药的爆炸作用)起爆,才能引起爆炸反应至爆轰。一般简单的激发冲量不易直接引起爆轰,就是引起了爆炸反应也需要较多的炸药量和较长的成长时间才能达稳定爆轰。一旦发生了爆轰,其释放能量的速度(爆速)与大小(单位质量或体积炸药所放出的热)较大,可造成较大的破坏。故在军事和工业上主要用来做破坏功和爆破功。常用的猛炸药分类如下。a. 单体(也叫单质)炸药,如硝基化合物(含C-NO₂) TNT、苦味酸;硝基胺(含N-NO₂)类黑索今(RDX)、奥克托金(HMX);硝酸酯(含O-NO₂)太安(PETN)、硝化甘油(NG);二氟氨基化合物(含C-NF₂) C₅H₈N₄F₈等。b. 混合炸药,如猛炸药混合物B炸药(RDX/TNT=50/50)、彭托利特(PETN/TNT=50/50)、氧化-还原型炸药硝酸铵炸药(硝酸铵/木粉/敏化剂)、铵油炸药(硝酸铵/柴油=95/5)、乳化炸药(硝酸铵/硝酸钠/水/乳化剂/油/其他添加剂)等。

(3) 火药类。又可分为发射药和推进剂。其主要特点是基本反应形式为平行层燃烧。燃烧速度因密闭度和压力而可由每秒毫米级的缓慢燃烧至每秒数百米的爆燃,它主要用来作火炮发射和火箭推进以做抛射功。有的也可做点火药、延时药等。如果装药结构不合理或遭破坏,或受到非常强烈的冲击等,也可能由燃烧转为爆轰(如膛炸),造成巨大的破坏。

(4) 烟火剂。一般是由氧化剂与可燃物(包括可燃金属粉)及少量其他添加剂组成。其基本反应形式也是燃烧。实际使用中就是利用它燃烧时产生的热、色、光、声、气、烟等效应来达到某种目的。例如军事上用来作燃烧弹、照明弹、曳光弹、信号弹、烟幕弹;民用方面作烟火礼花、爆竹、指示信号、舞台焰火效果等。

第二节 危险特性筛选试验

对一种反应性化学物质的危险性,尽管经过文献调查、理论估算后可以有一个初步的了解,但一般仍需要经过实验加以确认。即筛选、标准、规模3个层次的试验。

筛选试验(screening)也叫辨别试验或鉴别试验,联合国橘皮书里又叫初步试验,通常多指物质对机械刺激(撞击、摩擦)、热及火焰的敏感性。其特点是用很少的试样、很简便的方法就能很快获得有关该物质危险性的重要信息,既经济,又安全,这一点对于尚无经验的新型危险性物质特别是怀疑有爆炸性的物质来说是非常重要的。再者,筛选试验具有探索、摸底性质,可为后面的实验研究准备条件、积累经验,实现初步评价的目的。

按照筛选试验的特点和目的,可以算作筛选试验的具体试验方法已有很多,这里介绍几种提供信息多,且质量好的较理想的方法。如吉田流程图中的撞击感度试验、SCD-SC试验和着火性试验。这是根据物质在生产、贮运、使用等过程中可能受到的意外外界作用(主要是机械、热和明火等实际情况)而设计的。常见的筛选试验种类列于表2-3中。

表 2-3 用于凝聚相危险性物质的筛选试验

名 称	所测定的数据
SC-DSC BAM 着火性试验 UK Bickford 的着火性试验 US 可燃性固体着火试验 燃烧性试验 电火花着火性试验	分解开始温度, 分解热, 着火性和燃烧性
克虏伯发火点试验 粉末堆的发火点试验 在开放容器中的放热分解试验及动态试验和静态试验 化学物质的恒温安定性试验	自然发火温度, 分解强度
落锤试验	由撞击产生的发火, 爆炸
Hartmann 粉尘爆炸试验	空气中粉尘的发火、爆炸
闪点测定	化学药品的引火性闪点
液体化学物质的自然发火温度	化学药品的发火温度

第三节 忌水性、易燃性、自燃性物质试验

一、忌水性物质试验

特别危险物系中, 其中有遇水或受潮时可发生剧烈化学反应, 并放出大量的易燃气体和热量的物质或物系, 该项物质虽以实验结果为依据的, 但其特点是: 遇水、酸、碱、潮湿发生剧烈的化学反应, 放出可燃气体和热量。当热量达到可燃气体的自燃点或可燃气体接触外来火源时, 会立即着火或爆炸。

遇湿易燃物质常见的有: 锂、钠、钾、钙、铷、铯、镁、钙、铝等金属的氢化物(如氢化钙)、碳化物(电石)、硅化物(硅化钠)、磷化物(如磷化钙、磷化锌), 以及锂、钠、钾等金属的硼氢化物(如硼氢化钠)和镁粉、锌粉、保险粉等轻金属粉末。

遇湿易燃物质的定量标准, 是指在大气温度下与水进行反应试验时, 在试验程序的任何一个步骤发生自燃或释放易燃气体的速度 $> 1L / (kg \cdot h)$ 的物质。参照《国际危规》中湿易燃物品包装类别的划分标准, 可将遇湿易燃物品划分为以下 3 个危险级别:

①一级遇湿易燃物品。指在常温常压下可与水发生剧烈反应, 并一般表明所产生的气体有自燃趋势, 或该物质在大气温度下极易与水反应, 并且易燃气体的释放速度 $\geq 1L / (kg \cdot min)$, 的物质;

②二级遇水易燃物品。指在常温常压下极易与水反应, 易燃气体的最大释放速度, 且 $< 1L / (kg \cdot min)$ 的物质;

③三级遇湿易燃物品。指在常温常压下能缓慢与水反应, 其易燃气体的最大释放速

度 $\geq 1\text{L}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 而且 $< 20\text{L}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 的物质。

二、易燃物质试验

易燃固体是指燃点低, 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。如: 红磷、硫磷化合物(三硫化二磷), 含水 $> 15\%$ 的二硝基苯酚等充分含水的炸药, 任何地方都可以擦燃的火柴, 硫磺、镁片、钛、锰、锆等金属元素的粒、粉或片, 硝化纤维的漆纸、漆片、漆布, 生松香、安全火柴、棉花、亚麻、黄麻、大棉等均属此项物质。

易燃固体包括退敏固体爆炸物、自反应物质、极易燃烧的固体和通过摩擦可能起火或促成起火的固体及丙类易燃固体等。

①退敏固体爆炸物质。指用充分的水或酒精浸湿或被其他物质稀释后, 形成均一的固体混合物而被抑制了爆炸性能的固体爆炸物。

此类物质在储运状态下, 退敏试剂应均匀的分布在所储运的物质之中。对于含有水或用水浸湿退敏的爆炸物, 如果预计在低温(0°C 以下)条件下储运, 应当添加如乙醇等适当相溶的溶剂来降低液体的冰点, 以防结冰后影响退敏效果。由于退敏爆炸物在干燥状态下属于爆炸品, 所以在储运时必须说明在充分浸湿的条件下才能作为易燃固体储运。属于此类物质的有: 含水不低于 30% 的苦味酸银、含水不低于 20% 的硝基胍、硝化淀粉, 含水不低于 15% 的二硝基苯酚、二硝基苯酚盐、二硝基间苯二酚和含水不低于 10% 的苦味酸铵(以上含水量均为质量百分比)等。

②自反应物质。指在常温或高温下由于储存或运输温度太高或含有混合杂质引起激烈的热分解, 一旦着火无须空气便可发生极其危险的反应, 特别是在无火焰分解情况下可散发毒性蒸汽或其他气体的固体。这些物质主要包括脂肪族偶氮化合物、有机叠氮化合物、重氮盐类化合物、亚硝基类化合物、芳香族硫化酰肼化合物等固体物质, 如偶氮二异丁腈、苯磺酰肼等。

③极易燃烧的固体和通过摩擦可能起火或促进起火的固体。指在标准试验中, 燃烧时间 $< 45\text{s}$ 或燃烧速度 $> 22\text{mm}/\text{s}$ 的粉状、颗粒或糊状的固体物质或能够被点燃, 并在 10min 以内可使燃烧蔓延到试样的全部的金属粉末或金属合金以及经摩擦可能起火的物质和被水充分浸湿抑制了自燃性的易自燃的金属粉末等。这类物质主要包括湿发火粉末(用充分的水湿透, 以抑制其发火性能的铅粉、钛粉、锆粉等), 铈铁合金(打火机用的火石), 铈的板块、锭或棒状物, 七硫化四磷、三硫化四磷、五硫化二磷等硫化物以及氢化锆、氢化钛等金属的氢化物, 癸硼烷, 冰片、萘、樟脑等有机升华的固体, 及聚乙烯醛、仲甲醛等有机聚合物, 硫、锆等有机聚合物, 硫、锆等可燃的元素、火柴、点火剂等。

储存和运输中将易燃固体分为3个危险级别。

(1)一级易燃固体。指用充分的水、酒精或其他添加剂抑制了爆炸性能的爆炸物(硝化纤维除外), 不属于爆炸品的既不是自反应物质又不是氧化剂和有机过氧化物的物质;

(2)二级易燃固体。指自反应物质和标准试验时燃烧时间 $< 45\text{s}$, 并且火焰通过湿润区段的固体物质, 以及燃烧反应在 5min 内传播到整个试样的金属粉末或合金粉末;

(3)三级易燃固体。指在标准试验时, 燃烧时间 $< 45\text{s}$, 且湿润区阻止火焰蔓延至少