

液态燃爆物手册

刘吉平 刘 烁 主 编



科学出版社

液态燃爆物手册

刘吉平 刘 烁 主编



科学出版社

北 京

内 容 简 介

液态燃爆物是具有潜在危险性的化学品,本书主要对其进行介绍。全书共13章,第1章总体介绍液态燃爆物的特点、组成、分类,以及对社会的危害、研究现状与管控等;第2章至第13章主要介绍易燃、易爆危险液体,包括硝酸酯类、硝基类、叠氮类、烷烃类、烯烃类、炔烃类、芳香类、醇酮类、过氧化物类及其他类的各种特性,以及在生产、销售、运输、使用环节中潜在的危险性。

本书适合公安、安检等领域相关工作人员、仪器研发人员、生产安全管理人员、企业管理人员参考阅读,也可供案件侦破和物证鉴定人员,大专院校和研究所的研究人员、研究生及高年级本科生、工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

液态燃爆物手册/刘吉平,刘烁主编. —北京:科学出版社,2017. 11

ISBN 978-7-03-054960-0

I. ①液… II. ①刘… ②刘… III. ①危险物品管理-手册 IV. ①F251-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 260562 号

责任编辑:牛宇锋 周 炜 / 责任校对:桂伟利

责任印制:张 伟 / 封面设计:蓝正设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京九州迅驰传媒文化有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年11月第 一 版 开本:720×1000 B5

2017年11月第一次印刷 印张:28 1/4

字数:546 000

定价:180.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

众所周知,危险化学品的生产、运输、储藏、使用等环节蕴藏着潜在的危险性,管理不善可能对社会造成严重的影响。此外,一些易得的化学材料具有携带隐蔽、识别困难、现场配用等特点,因而成为恐怖分子实施犯罪的手段之一。危险化学品的种类和数量与日俱增的今天,它将对社会的安全构成越来越大的威胁。

步入 21 世纪以来,全球范围内由于液态燃爆物生产事故、利用液态燃爆物制造恐怖活动,继而引发火灾、爆炸的恶性事件呈现出愈演愈烈之势,已引起世界各国的重视和社会的普遍关注,成为各国迫切需要解决的重大安全问题。在我国,随着工业经济的发展以及转型时期自身矛盾的凸显,由化学品和易得化学材料引发的火灾爆炸和恐怖案件正处于相对活跃期。尤其是 2013 年以来,液态燃爆物制造的恐怖活动更是呈现出地域扩大化、袭击常态化的趋势。因此,加强液态燃爆物生产原料来源的安全管控,提高液态燃爆物安检场所的识别精度和丰富液态燃爆物的检测手段,对预防和控制液态燃爆物引发火灾、恐怖爆炸事故的发生具有重要的作用。

《液态燃爆物手册》一书是在“十一五”国家科技支撑计划支持和公安、安检及应对生产安全管理需求的牵引下,由北京理工大学材料学院刘吉平教授及其团队以及公安部物证鉴定中心刘烁研究员共同编写的。刘吉平教授所在团队多年从事液态燃爆物及相关性能研究,在液态燃爆物制备、安检、识别和管控等方面取得一系列重要成果。该书的出版将对我国安全科学技术发展、化学品事故和恐怖事件预防起到积极的促进作用。愿《液态燃爆物手册》成为我国公安、安检及消防人员,国家安全生产监督管理人员,企业安全管理人员,有关高等院校和科研院所的师生及科研人员的良师益友,为圆中国梦发挥重要作用。

刘吉平

2017 年 6 月

前 言

随着 21 世纪科学技术和生产的迅速发展,化学品的种类和数量日益增多,化学品安全问题,尤其是易燃易爆危险液体的安全问题已引起了全世界人们的关注。危险化学品重大事故的频发,不仅给人们的生命和财产带来巨大损失,同时对生态环境也造成了严重的污染。液态燃爆物是非常危险的化学品,其品种繁多、涉及面广、原料易得、制作简单、查处难度大,故而一些恐怖分子和犯罪嫌疑人通过简单的化学处理,就可以利用液态燃爆物自制爆炸物实施犯罪,这也成为当前恐怖犯罪的主要特点和重要手段之一。轰动全球的 2001 年 12 月 22 日美国“鞋子炸弹”案,2006 年 8 月 10 日英国爆炸袭击未遂案,2008 年以来我国发生的公交车恐怖袭击和邮包连环爆炸案,以及 2015 年 11 月 13 日巴黎恐怖袭击事件等都是利用液态燃爆物作为炸药制造的爆炸案件,充分证明危险近在咫尺。另外,我国处于生产安全事故的“高发期”,经济的快速发展,新出现的化学品大量增加,如果对化学品不甚了解,极易酿成重大事故。同时,如何查处和识别液态燃爆物是当前我国反恐和案件侦破的主要研究课题之一。

本书在“十一五”国家科技支撑计划的支持下,汇聚了作者的多项研究成果和多年的实际工作经验,不仅紧密结合课题研究成果,同时收集了大量易燃易爆危险液体的各种特性信息,为我国危险化学品的管控、液态燃爆物案件的侦破以及安全领域的监督和管理起到积极作用,为控制生产、销售、运输、使用中潜在的危险性提供依据,同时为我国科技人员尤其是高危一线的工作人员提供一个可靠的参考工具,这也是编写本书的目标。如果本书能为反恐、爆炸案件侦破和国家安全贡献一份力量,作者将感到万分欣慰。

本书由北京理工大学特种材料制备与应用学科课题组部分研究人员与公安部物证鉴定中心刘烁研究员共同编写完成:第 1 章由刘吉平教授执笔;第 2、3 章由王虎博士执笔;第 4 章由鲍田田硕士执笔;第 5、6 章由王晓君博士执笔;第 7、8 章由王栋博士执笔;第 9 章由毕晓露博士执笔;第 10 章由刘烁研究员执笔;第 11、12 章由赵伟博士、刘凯硕士执笔;第 13 章由王栋博士执笔。

由于作者水平有限,本书难免存在不足与疏漏之处,望得到读者的批评指正。

作 者

2017 年 7 月于北京

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 液态燃爆物的发展历史及一般特点	1
1.2 液态燃爆物的组成与分类	3
1.3 液态燃爆物原材料	6
1.3.1 氧化剂	6
1.3.2 可燃剂	9
1.3.3 添加剂	9
1.4 液态燃爆物对社会的危害	10
1.5 对液态燃爆物的研究与管控	12
1.5.1 液态燃爆物的研究现状	12
1.5.2 液态燃爆物及其原料的管控	14
第 2 章 硝酸酯类液体	18
2.1 硝酸甲酯	18
2.2 硝酸乙酯	19
2.3 硝酸正丙酯	21
2.4 硝酸异丙酯	22
2.5 硝酸正丁酯	23
2.6 硝酸异丁酯	24
2.7 硝酸正戊酯	25
2.8 硝酸异戊酯	26
2.9 亚硝酸乙酯	27
2.10 亚硝酸正丙酯	28
2.11 亚硝酸异丙酯	29
2.12 亚硝酸正丁酯	29
2.13 亚硝酸异丁酯	30
2.14 亚硝酸特丁酯	31
2.15 亚硝酸正戊酯	33
2.16 亚硝酸异戊酯	34

2.17	亚硝酸己酯	36
2.18	甘油一硝酸酯	37
2.19	氯代甘油硝酸酯	38
2.20	乙二醇二硝酸酯	39
2.21	一缩二乙二醇二硝酸酯	40
2.22	缩水甘油一硝酸酯	41
2.23	三乙二醇二硝酸酯	42
2.24	二缩三乙二醇二硝酸酯	43
2.25	甘油二硝酸酯	43
2.26	甲二醇二硝酸酯	44
2.27	1,2-丙二醇二硝酸酯	45
2.28	1,3-丙二醇二硝酸酯	45
2.29	1,3-丁二醇二硝酸酯	46
2.30	二羟甲基硝基乙烷二硝酸酯	47
2.31	二羟甲基硝基丙烷二硝酸酯	47
2.32	硝基甲氧基甲醇硝酸酯	48
2.33	氯代甘油二硝酸酯	49
2.34	甲酰基甘油二硝酸酯	49
2.35	乙酰基甘油二硝酸酯	50
2.36	硝化甘油	51
2.37	1,2,4-丁三醇三硝酸酯	52
2.38	硝基异丁基甘油三硝酸酯	53
2.39	季戊三醇三硝酸酯	54
2.40	一缩二甘油四硝酸酯	55
2.41	木糖醇硝酸酯	55
2.42	D-山梨糖醇六硝酸酯	56
第3章	硝基类液体	58
3.1	硝基甲烷	58
3.2	二硝基甲烷	59
3.3	三硝基甲烷	60
3.4	四硝基甲烷	61
3.5	硝基乙烷	62
3.6	1-硝基丙烷	63
3.7	2-硝基丙烷	65
3.8	三氯硝基甲烷	67

3.9 溴硝基甲烷	68
3.10 1-氯-1-硝基乙烷	69
3.11 1,1-二氯-1-硝基乙烷	70
3.12 氯硝丙烷	71
3.13 1-硝基-1-氯丙烷	71
3.14 2-硝基-2-氯丙烷	72
3.15 2-溴-2-硝基丙烷	73
3.16 1,3-二硝基丙烷	74
3.17 1-硝基丁烷	75
3.18 2-硝基丁烷	76
3.19 硝基叔丁烷	77
3.20 2,3-二甲基-2,3-二硝基丁烷	77
3.21 硝基苯	78
3.22 间硝基甲苯	80
3.23 邻硝基甲苯	81
3.24 2-硝基间二甲苯	82
第4章 叠氮类液体	84
4.1 叠氮甲烷	84
4.2 叠氮乙烷	85
4.3 叠氮丙烷	86
4.4 1,2-二叠氮基乙烷	86
4.5 1,3-二叠氮基丙烷	87
4.6 1,5-二叠氮-3-三硝基氮杂戊烷	87
4.7 1,3-重(叠氮甲基)氧杂环丁烷	88
4.8 3,3-重(叠氮甲基)氧杂环丁烷	89
4.9 2-叠氮基乙醇	89
4.10 三叠氮乙酸甘油酯	90
4.11 季戊四醇四叠氮乙酸酯	91
4.12 叠氮酸	92
4.13 叠氮化氯	92
第5章 其他含氮类液体	94
5.1 乙胺	94
5.2 乙二胺	96
5.3 二乙胺	97
5.4 N,N-二异丙基乙胺	99

5.5	三乙胺	100
5.6	正丙胺	102
5.7	二烯丙胺	103
5.8	二正丙胺	104
5.9	二异丙胺	105
5.10	三正丙胺	107
5.11	环丙胺	108
5.12	丁胺	109
5.13	异丁胺	110
5.14	<i>N</i> -甲基(正)丁胺	112
5.15	二异丁胺	113
5.16	正戊胺	115
5.17	正己胺	116
5.18	<i>N,N</i> -二甲基丙醇胺	117
5.19	<i>N,N</i> -二甲基异丙醇胺	119
5.20	<i>N,N</i> -二甲基甲酰胺	120
5.21	1,1-二甲基胍	122
5.22	1,2-二甲基胍	123
5.23	吡啶	124
5.24	1,2,5,6-四氢吡啶	126
5.25	2-甲基吡啶	126
5.26	3-甲基吡啶	128
5.27	2,4-二甲基吡啶	129
5.28	3,4-二甲基吡啶	131
5.29	2,5-二甲基吡啶	132
5.30	3,5-二甲基吡啶	134
5.31	2,6-二甲基吡啶	135
5.32	二乙基氨脒	136
5.33	甲基丙烯脒	137
5.34	正丁脒	139
5.35	丁醛肟	140
5.36	2,6-二甲基吗啡啉	141
5.37	1,4-二甲基哌嗪	143
第6章 烷烃类液体		145
6.1	1,1-二氯乙烷	145

6.2	1,2-二氯乙烷	146
6.3	1,2-二氯丙烷	147
6.4	1,3-二氯丙烷	148
6.5	1-氨基丙烷	149
6.6	2-氨基丙烷	150
6.7	1-碘-2-甲基丙烷	152
6.8	2-碘-2-甲基丙烷	153
6.9	1,2-环氧丙烷	154
6.10	1,2-环氧-3-乙氧基丙烷	156
6.11	2-甲基丁烷	156
6.12	1,4-二氯丁烷	158
6.13	1-氯-3-甲基丁烷	159
6.14	1-环己基正丁烷	160
6.15	氯代叔丁烷	161
6.16	1,2-环氧丁烷	162
6.17	2,2,3-三甲基丁烷	164
6.18	正戊烷	165
6.19	氯代正戊烷	166
6.20	2,2-二甲基戊烷	167
6.21	2-甲基戊烷	169
6.22	3-甲基戊烷	170
6.23	1,5-二氯戊烷	171
6.24	氯化环戊烷	172
6.25	2-甲基-3-乙基戊烷	174
6.26	1-碘戊烷	175
6.27	环戊烷	176
6.28	甲基环戊烷	177
6.29	正丁基环戊烷	179
6.30	正己烷	179
6.31	氯(代)正己烷	180
6.32	2,2-二甲基己烷	182
6.33	2,3-二甲基己烷	183
6.34	2,4-二甲基己烷	184
6.35	2,5-二甲基己烷	186
6.36	2-甲基己烷	187

6.37	3-甲基己烷	188
6.38	2,2,5-三甲基己烷	190
6.39	环己烷	191
6.40	甲基环己烷	192
6.41	叔丁基环己烷	194
6.42	1,2-二甲基环己烷	195
6.43	1,3-二甲基环己烷	196
6.44	1,4-二甲基环己烷	197
6.45	1,4-二氧杂环己烷	198
6.46	正庚烷	199
6.47	2-甲基庚烷	200
6.48	4-甲基庚烷	202
6.49	环庚烷	203
6.50	正辛烷	204
6.51	环辛烷	205
6.52	甲基三氯硅烷	206
6.53	乙烯(基)三氯硅烷	208
6.54	乙烯三乙氧基硅烷	209
第7章 烯烃类液体		211
7.1	异辛烯	211
7.2	4-乙烯-1-环己烯	212
7.3	3-氨基丙烯	214
7.4	苯乙烯	215
7.5	2-甲基苯乙烯	216
7.6	1,2-二氯乙烯	218
7.7	1,2-二氯丙烯	218
7.8	1,3-二氯丙烯	220
7.9	1,3-二氯-2-丁烯	221
7.10	3,3-二乙氧基丙烯	222
7.11	1-庚烯	223
7.12	2-庚烯	224
7.13	3-庚烯	225
7.14	1-癸烯	226
7.15	环己烯	227
7.16	环庚烯	228

7.17	环辛烯	229
7.18	1,3-环辛二烯	230
7.19	2-甲基-1-丁烯	231
7.20	2-甲基-2-丁烯	233
7.21	3-甲基-1-丁烯	234
7.22	3-碘-1-丙烯	235
7.23	2,6-二甲基-3-庚烯	237
7.24	1,5-环辛二烯	238
7.25	1,3,5,7-环辛四烯	239
7.26	1,3,5-环庚三烯	240
7.27	1,3-环己二烯	242
7.28	1,4-环己二烯	243
7.29	环戊烯	245
7.30	1,3-环戊二烯	246
7.31	2-甲基-1-戊烯	248
7.32	2-甲基-1,4-戊二烯	249
7.33	3-甲基-1,3-戊二烯	250
7.34	2-甲基-1,3-戊二烯	251
7.35	3-甲基-1,4-戊二烯	252
7.36	4-甲基-1,3-戊二烯	253
7.37	1-己烯	254
7.38	2-己烯	256
7.39	1,4-己二烯	257
7.40	2,4-己二烯	258
7.41	1,3-己二烯	259
7.42	1,5-己二烯	261
7.43	4-甲基苯乙烯	262
7.44	1-辛烯	264
7.45	2-辛烯	265
7.46	1,4-二氯-2-丁烯	266
第8章	炔烃类液体	268
8.1	2-丁炔	268
8.2	1-戊炔	269
8.3	2-戊炔	271
8.4	3-环戊基-1-丙炔	272

8.5	1-己炔	272
8.6	2-己炔	273
8.7	3-己炔	274
8.8	1-庚炔	275
8.9	2-辛炔	276
8.10	3-辛炔	276
8.11	4-辛炔	277
8.12	苯乙炔	279
第9章	芳香类液体	280
9.1	苯	280
9.2	甲基苯	281
9.3	1,2,3-三甲基苯	282
9.4	1,2,4-三甲基苯	283
9.5	1,3,5-三甲基苯	285
9.6	1,3-二乙基苯	286
9.7	1,4-二乙基苯	287
9.8	丙苯	288
9.9	正丁基苯	289
9.10	氟代苯	290
9.11	2-氟甲苯	291
9.12	3-氟甲苯	292
9.13	4-氟甲苯	293
9.14	间三氟甲基氯苯	294
9.15	溴苯	295
第10章	醇酮类液体	297
10.1	甲 醇	297
10.2	甲基异丁基甲醇	299
10.3	环丙基甲醇	300
10.4	1-丙醇	301
10.5	2-丙醇	302
10.6	2-甲基-1-丙醇	304
10.7	2-甲基烯丙醇	305
10.8	正丁醇	307
10.9	2-丁醇	308
10.10	3-甲基-1-丁醇	309

10.11	2-甲基-2-丁醇	311
10.12	3-甲基-2-丁醇	312
10.13	2-甲基-1-戊醇	313
10.14	2-甲基-2-戊醇	315
10.15	2-甲基-3-戊醇	316
10.16	3-甲基-3-戊醇	317
10.17	环戊醇	319
10.18	1-己醇	320
10.19	2-己醇	321
10.20	3-己醇	322
10.21	2-甲基环己醇	323
10.22	3-甲基环己醇	325
10.23	4-甲基环己醇	326
10.24	2-丙烯-1-醇	327
10.25	2-丁烯-1-醇	329
10.26	2-甲基-3-丁炔-2-醇	330
10.27	3-甲基-1-戊炔-3-醇	331
10.28	正丙硫醇	333
10.29	2-甲基-1-丙硫醇	334
10.30	正丁硫醇	335
10.31	2-甲基-2-丁硫醇	336
10.32	3-甲基-1-丁硫醇	338
10.33	环己(基)硫醇	339
10.34	甲基叔丁基(甲)酮	340
10.35	二异丁基酮	341
10.36	3-甲基-2-丁酮	343
10.37	3-甲基-2-戊酮	344
10.38	2-甲基-3-戊酮	345
10.39	4-甲基-2-戊酮	347
10.40	4-甲氧基-4-甲基-2-戊酮	348
10.41	环戊酮	349
10.42	2-己酮	350
10.43	3-己酮	352
10.44	5-甲基-2-己酮	353
10.45	环己酮	354

10.46	2-甲基环己酮	355
10.47	2-庚酮	357
10.48	3-庚酮	358
10.49	4-庚酮	359
10.50	环庚酮	360
10.51	3-辛酮	361
10.52	4-甲基-3-戊烯-2-酮	362
10.53	5-己烯-2-酮	363
10.54	乙酰(基)乙烯酮	364
10.55	桉叶油醇	365
第 11 章	过氧化物类液体	367
11.1	过氧化乙醚	367
11.2	过氧化丙酮(二聚体)	368
11.3	过氧化丙酮(三聚体)	369
11.4	过氧化环己酮	370
11.5	2-过氧化丁酮	371
11.6	过氧化苯	372
11.7	过氧化苯甲酸叔丁酯	373
11.8	二叔丁基过氧化物	374
第 12 章	其他危险液体	376
12.1	甲硫醚	376
12.2	乙醚	378
12.3	乙烯(2-氯乙基)醚	379
12.4	正丁基乙烯(基)醚	380
12.5	正丙醚	382
12.6	异丙醚	383
12.7	甲基丙基醚	385
12.8	乙基丙基醚	386
12.9	2,3-环氧-1-丙醛	387
12.10	α -甲基丙烯醛	388
12.11	正丁醛	390
12.12	2-甲基丁醛	391
12.13	3-甲基丁醛	392
12.14	正戊醛	394
12.15	α -甲基戊醛	395

12.16	2,3-二甲基戊醛	396
12.17	正己醛	398
12.18	正庚醛	399
12.19	辛醛	401
12.20	呋喃	402
12.21	2-甲基呋喃	403
12.22	2-甲基四氢呋喃	405
12.23	环己基氯	406
12.24	正丁酰氯	407
12.25	乙酰氯	409
12.26	异丁酰氯	410
12.27	环氧树脂	412
12.28	二硫化碳	413
12.29	环烷酸铜	414
12.30	环烷酸铅	415
12.31	氧茛	416
第 13 章	混合危险液体	418
13.1	低碳-硝基烷/碱类物质液体混合炸药	418
13.2	硝基烷/芳香族混合液体炸药	419
13.3	硝基烷/醇混合液体炸药	419
13.4	硝基烷/酯混合液体炸药	420
13.5	硝基烷/二氯甲烷混合液体炸药	420
13.6	胺类敏化硝基烷混合液体炸药	421
13.7	硝基烷/硝基醇混合液体炸药	421
13.8	四硝基甲烷基混合液体炸药	422
13.9	硝酸酯类为基的混合液体炸药	423
13.10	硝酸基混合液体炸药	424
13.11	二氧化氮类混合液体炸药	425
13.12	高氯酸脲-硝基化合物混合液体炸药	426
13.13	含过氧化氢混合液体炸药	427
13.14	奥斯屈莱特炸药	428
13.15	一硝酸胍	429
13.16	二硝酸胍	430
13.17	含水合胍、脂肪胺的硝酸胍混合液体炸药	430
参考文献		432

第1章 绪 论

经济的快速发展,人口流动的日益剧增,导致人际交往日趋复杂,由各种矛盾引发的社会矛盾越来越突出,由个体矛盾转化为群体及民族矛盾的事件时有发生。恐怖势力和国际反华势力的渗透,以及“疆独”、“藏独”势力的破坏,使国内安全形势日益严峻,如何预防恐怖爆炸是我国近期反恐和防恐研究的前沿。液态燃爆物对社会危害程度高,因而预防和控制液态燃爆物的燃烧或爆炸是我国反恐任务的重中之重。

液态燃爆物来源广泛,涉及化学工业生产与人们日常生活用品,其品种多、范围广、查处难度大,无论恐怖分子,还是普通公民,如果掌握了制备技术,可能对社会安定造成极大的隐患,严重时有可能引起社会局部动荡。现在民航及重要场馆等均采取禁止携带液态物品的方式以避免液态燃爆物的危害,这种处置方法虽然控制了相关案件发生的概率,但同时也给人们的出行带来很多不便。所以,对液态燃爆物的认识和研究是维护社会公共安全的迫切需求,也是巩固我国和谐稳定发展的重要保障。

1.1 液态燃爆物的发展历史及一般特点

液态燃爆物是指受到外界作用时,在短时间内能迅速释放出能量并具有流动性特征的一类化合物或混合物。也就是说,液态燃爆物是指常温下为液态的化合物或混合物,处于无外界氧化剂的情况下,经适当刺激,可引起极快速的化学反应,瞬间产生大量的热能和气体,使周围环境的温度和压力骤升,以产生巨大能量和破坏作用的一类具有流动性的物质^[1]。

由独立分子构成具有燃烧、爆炸性的液态化合物称为单质液态燃爆物,这类燃爆物有汽油、煤油、乙醚、乙醇、丙酮、氯仿、丙烷、硝化甘油、硝酸酯、硝基甲烷、过氧化物及叠氮化合物等;由两种或两种以上物质组成具有流动特性的燃烧爆炸物称为混合液态燃爆物,如苯与硝酸、硝基苯与高氯酸、丙酮与过氧化氢的混合物等。混合液态燃爆物可以是均匀的液态溶体,也可能是胶状液体或悬浮液,由两种非爆炸组分(其中至少有一种组分为液态)混制得到,这两种非爆炸组分可分别由氧化剂和可燃剂混合作用而成^[1]。硝酸、氧化氮和四硝基甲烷是这类混合液态燃爆物的氧化剂,苯、甲苯、乙醇、肼等可作为可燃剂。氧化剂组分为液体,可燃剂组分常为液体或固态硝基化合物。这类物品通常将组分隔离,在使