

# 火炸药的 化学与工艺学

第



卷

国防工业出版社

# 火炸药的化学与工艺学

(第Ⅱ卷)

〔波〕T 乌尔班斯基 著

欧育湘、秦保实 译

国防工业出版社

## 内 容 简 介

本书分为三篇。第一篇介绍硝酸类炸药,包括脂肪族硝酸和硝酸胺(如硝基胍和硝基脲等)、芳香族硝酸(如特屈儿等)和杂环硝酸(如黑索金和奥克托金等);第二篇介绍起爆药,包括几种常用的单体起爆药(如雷米、叠氮化铅、二硝基重氮酚、斯蒂芬酸铅和特屈拉辛等)和混合起爆药;第三篇介绍混合炸药,包括黑火药、矿用炸药、猛炸药的混合物以及无烟药和复合推进剂等。对以上各品种,都介绍了其物理化学性质、爆炸性质、制造方法和工艺理论等问题。本书具有化学理论与工艺技术相结合的特点,是一本有价值的参考书。

本书可供从事火炸药生产和科研的工人、工程技术人员以及有关院校的师生参考。

Chemistry and Technology of Explosives

Vol. I

T. Urbanski

PERGAMON 1967年

\*

火炸药的化学与工艺学

(第 I 卷)

[波] T. 乌尔班斯基 著

欧育湘、秦保实 译

\*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

\*

787×1092 1/16 印张 32 1/4 745 千字

1976年3月第一版 1976年3月第一次印刷 印数: 0,001—5,200册

统一书号: 15034·1437 定价: 3.30元

# 毛主席语录

古为今用，洋为中用。

一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

全党都要注重战争，学习军事，准备打仗。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

# 目 录

## 第一篇 硝 胺

第一章 概论	11
§ 1-1 硝胺的结构和化学性质	11
§ 1-2 硝胺的制备	16
1-2-1 直接硝化	16
1-2-2 间接硝化	18
§ 1-3 做为炸药的硝胺	21
参考文献	21
第二章 脂肪族硝胺和硝酰胺	23
§ 2-1 硝胺(硝酰胺)	23
§ 2-2 甲基硝胺	24
§ 2-3 亚甲基二硝胺	24
§ 2-4 乙烯二硝胺	25
§ 2-5 硝基胍胺	28
§ 2-6 硝基胍	28
2-6-1 物理性质	28
2-6-2 化学性质	30
2-6-3 爆炸性质	33
2-6-4 硝基胍的制造	34
§ 2-7 硝基脒	36
§ 2-8 其他脂肪族硝胺	37
2-8-1 二硝基二甲基乙二酰二胺 (MNO)	37
2-8-2 二硝基二乙基乙二酰二胺	38
2-8-3 二硝基二甲基磺酰二胺	38
2-8-4 N-硝基-二乙醇胺二硝酸盐 (DINA)	38
2-8-5 二硝基-二-( $\beta$ -羟乙基)-乙二酰二胺二硝酸盐 (NENO)	39
2-8-6 二硝基二甲基酒石酰二胺二硝酸盐	39
2-8-7 二硝基-二-( $\beta$ -羟乙基)-磺酰二胺二硝酸盐	40
参考文献	40
第三章 芳香族硝胺	42
§ 3-1 特屈儿	42
3-1-1 二甲基苯胺的硝化	42
3-1-2 二硝基甲基苯胺的硝化	45
3-1-3 制造特屈儿时生成的副产物	46
3-1-4 制造特屈儿的一般规则	48
3-1-5 物理性质	49
3-1-6 化学性质	51
3-1-7 爆炸性质	53
3-1-8 毒性	54
3-1-9 特屈儿制造	55

3-1-10 特屈儿同系物和同型物	59
3-1-11 特屈儿的多环同型物	63
§ 3-2 硝酸-硝酸酯	65
§ 3-3 硝酸-硝基酚	67
§ 3-4 硝酸-氧化偶氮化合物	68
§ 3-5 硝基亚甲基蓝	68
参考文献	69
<b>第四章 杂环硝酸</b>	<b>71</b>
§ 4-1 黑索金	71
4-1-1 物理性质	72
4-1-2 化学性质	73
4-1-3 爆炸性质	76
4-1-4 毒性	78
§ 4-2 黑索金的制造	79
4-2-1 硝酸对乌洛托品的作用	79
4-2-2 用乌洛托品、硝酸和硝酸铵制造黑索金	93
4-2-3 用氨基磺酸、甲醛和硝酸制造黑索金	94
4-2-4 用多聚甲醛、硝酸铵和醋酸酐制造黑索金	96
4-2-5 用二硝酸乌洛托品、二硝酸铵和醋酸酐制造黑索金	97
4-2-6 方法4和方法5制造黑索金的理论	99
§ 4-3 奥克托金	102
§ 4-4 高黑索金	104
§ 4-5 三聚氰胺的硝基衍生物	104
§ 4-6 亚硝酸胺	105
参考文献	108

## 第二篇 起 爆 药

<b>第一章 概论</b>	<b>110</b>
参考文献	111
<b>第二章 雷酸及其盐</b>	<b>112</b>
§ 2-1 雷酸	112
§ 2-2 雷汞	114
2-2-1 物理性质	115
2-2-2 化学性质	118
2-2-3 爆炸性质	122
2-2-4 毒性	124
2-2-5 雷汞制造	124
2-2-6 雷汞的进一步处理和贮存	127
2-2-7 废料的处理	129
§ 2-3 其他雷酸盐	130
参考文献	131
<b>第三章 叠氮酸及其盐</b>	<b>133</b>
§ 3-1 叠氮酸	133
§ 3-2 叠氮化铅	139
3-2-1 中性叠氮化铅	139
3-2-2 碱性叠氮化铅	146

§ 3-3 叠氮化铅的制造	147
3-3-1 德国法	147
3-3-2 制造叠氮化铅的连续法	147
§ 3-4 叠氮化银	149
§ 3-5 叠氮化铜	151
§ 3-6 其他金属叠氮化物	152
§ 3-7 有机叠氮化物	156
参考文献	161
<b>第四章 其他起爆药</b>	<b>165</b>
§ 4-1 重氮化合物	165
4-1-1 氧化二硝基重氮苯(二硝基重氮酚)	165
4-1-2 氧化重氮苯的性质	167
4-1-3 硝仿重氮苯	168
§ 4-2 氨基胍的衍生物	169
4-2-1 特屈拉辛	169
4-2-2 亚硝基胍	173
§ 4-3 氰氨盐	173
§ 4-4 硝基胍盐	174
§ 4-5 硝基酚盐	174
4-5-1 苦味酸铅	174
4-5-2 斯蒂芬酸铅	175
4-5-3 其他斯蒂芬酸盐	180
4-5-4 二硝基间苯二酚铅	181
§ 4-6 亚硝基酚盐	181
§ 4-7 硝胺盐	181
§ 4-8 “异硝胺”(亚硝基羟胺)盐	181
§ 4-9 中棕酸盐	183
§ 4-10 乙二酸盐	183
§ 4-11 过氧化物	184
§ 4-12 乙炔及其盐(乙炔化物)	186
4-12-1 乙炔亚铜	186
4-12-2 乙炔银	187
§ 4-13 其他各种起爆药	187
4-13-1 硫化氮	187
4-13-2 硒化氮	187
4-13-3 硫氰酸盐	188
4-13-4 络盐	188
4-13-5 高氯酸银	189
§ 4-14 混合起爆药	189
4-14-1 概述	189
4-14-2 混合起爆药的制造	192
4-14-3 用于炸药铆钉的混合炸药	196
参考文献	196

## 第三篇 混合炸药

第一章 猛性混合炸药 .....	201
§ 1-1 可熔混合炸药 .....	201
1-1-1 硝基化合物的可熔混合炸药 .....	201
1-1-2 含硝酸盐的可熔混合炸药 .....	205
1-1-3 可熔混合炸药的制造和选择 .....	207
1-1-4 可熔混合炸药的钝感 .....	208
§ 1-2 半熔和不熔混合炸药 .....	209
1-2-1 含硝酸盐(主要是硝酸盐)的混合炸药 .....	210
1-2-2 含铝和其他金属的混合炸药 .....	215
1-2-3 含氯酸盐和高氯酸盐的混合炸药 .....	221
1-2-4 含高氯酸酐和高氯酸铵的混合炸药 .....	221
§ 1-3 塑性炸药 .....	226
§ 1-4 混合炸药中各组份的不相容性 .....	233
参考文献 .....	229
第二章 液体炸药 .....	232
§ 2-1 历史沿革 .....	232
§ 2-2 含二氧化氮、硝酸和四硝基甲烷的混合物 .....	232
§ 2-3 含过氧化氢的混合物 .....	233
§ 2-4 含液氧的混合物(液氧炸药) .....	233
§ 2-5 液体火箭推进剂 .....	233
2-5-1 含二氧化氮的混合物 .....	234
2-5-2 含硝酸的混合物 .....	234
2-5-3 过氧化氢( $H_2O_2$ ) .....	240
2-5-4 肼 .....	244
2-5-5 1,1-二甲基肼(UDMH) .....	246
2-5-6 含液氧和液态臭氧的混合物 .....	247
2-5-7 硝酸酯 .....	247
2-5-8 环氧乙烷 .....	248
§ 2-6 增加用于火箭发动机的液体推进剂的能量的尝试 .....	248
2-6-1 含金属粉的混合物 .....	248
2-6-2 硼、硅和铍的化合物 .....	249
2-6-3 有机金属化合物 .....	249
2-6-4 氟及其衍生物 .....	249
2-6-5 含高氯酸的混合物 .....	250
2-6-6 自由基了或自由基的反应 .....	252
§ 2-7 总括 .....	252
§ 2-8 附注 .....	255
参考文献 .....	255
第三章 黑火药 .....	258
§ 3-1 历史沿革 .....	258
§ 3-2 黑火药的组成和种类 .....	260
§ 3-3 改进的黑火药 .....	264
§ 3-4 黑火药的燃烧理论 .....	267



§ 3-5 黑火药的爆炸性质 .....	270
§ 3-6 黑火药的制造 .....	272
3-6-1 原材料 .....	272
3-6-2 诸成分的研磨 .....	274
3-6-3 诸成分的混合 .....	276
3-6-4 压药 .....	278
3-6-5 造粒 .....	279
3-6-6 后处理 .....	281
3-6-7 混同 .....	282
§ 3-7 炮用黑火药 .....	283
§ 3-8 黑火药工厂的安全问题 .....	283
参考文献 .....	284
<b>第四章 复合火箭推进剂</b> .....	<b>286</b>
§ 4-1 概论 .....	286
§ 4-2 含高氯酸盐的混合物 .....	287
4-2-1 概述 .....	287
4-2-2 高氯酸盐与弹性体的混合物。聚硫橡胶推进剂 .....	288
4-2-3 含聚硫橡胶复合推进剂的火箭装药的制造工艺 .....	291
4-2-4 高氯酸盐与其它弹性体的混合物 .....	297
4-2-5 高氯酸盐与塑料的混合物 .....	297
§ 4-3 含硝酸铵的混合物 .....	300
§ 4-4 复合推进剂各组份混合的新方法 .....	304
§ 4-5 其他复合推进剂及其特性 .....	305
4-5-1 几种推进剂的特性 .....	305
4-5-2 含苦味酸铵的混合物 .....	306
§ 4-6 复合推进剂的爆炸性能 .....	306
参考文献 .....	306
<b>第五章 矿用炸药</b> .....	<b>308</b>
§ 5-1 矿用炸药安全性的研究 .....	308
§ 5-2 第一次世界大战前的安全炸药 .....	313
§ 5-3 矿井中爆破的条件 .....	316
§ 5-4 第一次世界大战期间使用的矿用炸药 .....	317
§ 5-5 第一次世界大战后的研究 .....	317
5-5-1 爆炸的火焰 .....	318
5-5-2 固体颗粒的影响 .....	319
5-5-3 冲击波 .....	320
§ 5-6 炸药安全性的一般讨论 .....	320
5-6-1 炸药安全性的一般条件 .....	320
5-6-2 煤矿炸药的爆燃 .....	323
5-6-3 煤尘的爆炸性 .....	324
§ 5-7 矿用炸药的基本成分 .....	325
5-7-1 氧化剂 .....	325
5-7-2 活性成分和可燃物 .....	326
5-7-3 氧平衡 .....	327
5-7-4 增加安全性的惰性成分 .....	329
5-7-5 惰性中和剂 .....	333

§ 5-8 矿用炸药的试验	334
5-8-1 爆轰的传播	334
5-8-2 爆轰感度	334
5-8-3 炸药的威力	337
5-8-4 对甲烷和煤尘的安全性试验	338
5-8-5 统计学在炸药的巷道试验中的应用	342
§ 5-9 矿用炸药的安定性	342
§ 5-10 各国应用的矿用炸药	342
5-10-1 比利时	342
5-10-2 捷克	345
5-10-3 法国	346
5-10-4 德国	348
5-10-5 英国	353
5-10-6 匈牙利	359
5-10-7 日本	361
5-10-8 波兰	365
5-10-9 美国	368
5-10-10 苏联	371
§ 5-11 联合使用爆破和注水进行煤的破碎	376
§ 5-12 液氧炸药	377
§ 5-13 炸药的其他和平利用	380
参考文献	380
第六章 矿用炸药的制造	383
§ 6-1 硝酸炸药的制造	383
6-1-1 原料	383
6-1-2 各成分的混合	386
6-1-3 装药包	389
6-1-4 浸石蜡和包装	389
§ 6-2 铵油炸药	390
§ 6-3 代那买特的制造	392
6-3-1 原料	392
6-3-2 各成分的混合	392
6-3-3 装药包	396
6-3-4 代那买特的解冻	397
§ 6-4 氯酸盐和高氯酸盐炸药的制造	399
§ 6-5 煤矿用爆破筒	400
6-5-1 二氧化碳爆破筒	400
6-5-2 水蒸汽爆破筒	400
6-5-3 压气爆破筒	402
参考文献	403
第七章 无烟药	404
§ 7-1 发展简史	404
§ 7-2 无烟药的性质	407
7-2-1 物理性质	407
7-2-2 爆炸性质	407
7-2-3 机械性能	415
7-2-4 炮口焰和消焰的方法	415

7-2-5	烟的生成	418
7-2-6	无烟药的烧蚀性	418
7-2-7	无烟药的安定度	419
7-2-8	安定度试验	424
§7-3	无烟药的安定处理	426
7-3-1	用二苯胺作安定剂	426
7-3-2	无机安定剂	428
7-3-3	有机安定剂	429
7-3-4	假安定剂	431
参考文献		432
<b>第八章 无烟药的制造</b>		434
§8-1	引言	434
§8-2	硝化纤维素无烟药	434
8-2-1	命名法	434
§8-3	硝化纤维素无烟药的制造	436
8-3-1	硝化纤维素的脱水	436
8-3-2	硝化纤维素混合物的制备	442
8-3-3	硝化纤维素的部分溶解	443
8-3-4	药团的成型	448
8-3-5	不安定无烟药的安定处理	475
§8-4	球形药	476
§8-5	硝化纤维素散状无烟药(舒尔采无烟药)	482
§8-6	双基药	483
8-6-1	含挥发性溶剂的硝化甘油无烟药	484
8-6-2	无溶剂硝化甘油无烟药	485
8-6-3	低含量硝化甘油的无溶剂无烟药	490
8-6-4	德国工厂中无溶剂无烟药的制造	495
8-6-5	日本的无溶剂无烟药	498
§8-7	无焰装药和无焰无烟药	498
§8-8	含太安(季戊四醇四硝酸酯)的无烟药	501
§8-9	含脂肪族硝基化合物的无烟药	501
§8-10	火箭用无烟药	502
8-10-1	概述	502
8-10-2	浇铸双基推进剂	504
§8-11	无烟药制造中一般安全注意事项	508
参考文献		511

# 火炸药的化学与工艺学

(第Ⅱ卷)

〔波〕T 乌尔班斯基 著

欧育湘、秦保实 译

国防工业出版社

## 内 容 简 介

本书分为三篇。第一篇介绍硝酸类炸药，包括脂肪族硝酸和硝酸胺（如硝基胍和硝基脲等）、芳香族硝酸（如特屈儿等）和杂环硝酸（如黑索金和奥克托金等）；第二篇介绍起爆药，包括几种常用的单体起爆药（如雷米、叠氮化铅、二硝基重氮酚、斯蒂芬酸铅和特屈拉辛等）和混合起爆药；第三篇介绍混合炸药，包括黑火药、矿用炸药、猛炸药的混合物以及无烟药和复合推进剂等。对以上各品种，都介绍了其物理化学性质、爆炸性质、制造方法和工艺理论等问题。本书具有化学理论与工艺技术相结合的特点，是一本有价值的参考书。

本书可供从事火炸药生产和科研的工人、工程技术人员以及有关院校的师生参考。

Chemistry and Technology of Explosives

Vol. I

T. Urbanski

PERGAMON 1967年

\*

火炸药的化学与工艺学

(第 I 卷)

[波] T. 乌尔班斯基 著

欧育湘、秦保实 译

\*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

\*

787×1092 1/16 印张 32 1/4 745 千字

1976年3月第一版 1976年3月第一次印刷 印数：0,001—5,200册

统一书号：15034·1437 定价：3.30元

## 译者的话

波兰T. 乌尔班斯基所著的《火炸药的化学与工艺学》已出版有三卷。第Ⅰ卷介绍硝化理论和硝基化合物；第Ⅱ卷介绍硝酸酯类炸药和可作为炸药组份的含氧酸盐；第Ⅲ卷介绍硝胺类炸药、起爆药和混合炸药（包括发射药和复合推进剂）。这套书引用资料较多，内容比较丰富，具有化学理论与工艺技术相结合的特点，是一部有价值的参考书。本书系根据英文版第Ⅲ卷（Chemistry and Technology of Explosives, Vol. Ⅲ, T. Urbanski, 1967）翻译的。

第Ⅰ卷的中译本曾由国防工业出版社于1965年出版，书名为《炸药的化学与工艺学》，译自1961年德文版。因为后来出版的英文版较德文版内容有所增加，所以这次在翻译出版第Ⅰ、Ⅱ卷时，又根据英文版将第Ⅰ卷重新译出，并且为了符合我国的习惯叫法，这次出版时三卷书的书名统称为《火炸药的化学与工艺学》。

遵照毛主席关于“洋为中用”的教导，本书在译校时对原文中与技术内容无关的部分作了删改，但保留了文献编号，读者如须了解更详细的内容，可根据列出的参考文献编号去查阅有关资料。

译文的编排及段落划分，基本上按原文处理，对于少数欠妥之处，译校者给予了适当的调整和改编。

译校时发现原文有若干明显的错误，在译文中已于更正，有些还以译者注的形式在文下加有注码说明。对原文中一些不够明确的句子，有些也加有注码予以解释，不过这些解释可能不尽正确，请读者自鉴。

本书的第Ⅰ卷是由孙荣康同志翻译的，第Ⅱ卷是由牛秉彝、陈绍亮同志翻译的，第Ⅲ卷的前两篇由欧育湘同志翻译，后一篇由秦保实同志翻译。此外，还有杨元生、钟一鹏、侯佐明、潘苏平等同志参加了全书的审校工作。本书在审校过程中，得到了有关院校的大力支持与帮助，在此顺致谢意。

限于译者水平，译文中定有许多不妥之处，欢迎批评指正。

# 目 录

## 第一篇 硝 胺

第一章 概论	11
§ 1-1 硝胺的结构和化学性质	11
§ 1-2 硝胺的制备	16
1-2-1 直接硝化	16
1-2-2 间接硝化	18
§ 1-3 做为炸药的硝胺	21
参考文献	21
第二章 脂肪族硝胺和硝酰胺	23
§ 2-1 硝胺(硝酰胺)	23
§ 2-2 甲基硝胺	24
§ 2-3 亚甲基二硝胺	24
§ 2-4 乙烯二硝胺	25
§ 2-5 硝基胍胺	28
§ 2-6 硝基胍	28
2-6-1 物理性质	28
2-6-2 化学性质	30
2-6-3 爆炸性质	33
2-6-4 硝基胍的制造	34
§ 2-7 硝基脒	36
§ 2-8 其他脂肪族硝胺	37
2-8-1 二硝基二甲基乙二酰二胺 (MNO)	37
2-8-2 二硝基二乙基乙二酰二胺	38
2-8-3 二硝基二甲基磺酰二胺	38
2-8-4 N-硝基-二乙醇胺二硝酸盐 (DINA)	38
2-8-5 二硝基-二-( $\beta$ -羟乙基)-乙二酰二胺二硝酸盐 (NENO)	39
2-8-6 二硝基二甲基酒石酰二胺二硝酸盐	39
2-8-7 二硝基-二-( $\beta$ -羟乙基)-磺酰二胺二硝酸盐	40
参考文献	40
第三章 芳香族硝胺	42
§ 3-1 特屈儿	42
3-1-1 二甲基苯胺的硝化	42
3-1-2 二硝基甲基苯胺的硝化	45
3-1-3 制造特屈儿时生成的副产物	46
3-1-4 制造特屈儿的一般规则	48
3-1-5 物理性质	49
3-1-6 化学性质	51
3-1-7 爆炸性质	53
3-1-8 毒性	54
3-1-9 特屈儿制造	55

3-1-10 特屈儿同系物和同型物	59
3-1-11 特屈儿的多环同型物	63
§ 3-2 硝酸-硝酸酯	65
§ 3-3 硝酸-硝基酚	67
§ 3-4 硝酸-氧化偶氮化合物	68
§ 3-5 硝基亚甲基蓝	68
参考文献	69
<b>第四章 杂环硝酸</b>	<b>71</b>
§ 4-1 黑索金	71
4-1-1 物理性质	72
4-1-2 化学性质	73
4-1-3 爆炸性质	76
4-1-4 毒性	78
§ 4-2 黑索金的制造	79
4-2-1 硝酸对乌洛托品的作用	79
4-2-2 用乌洛托品、硝酸和硝酸铵制造黑索金	93
4-2-3 用氨基磺酸、甲醛和硝酸制造黑索金	94
4-2-4 用多聚甲醛、硝酸铵和酞酸酐制造黑索金	96
4-2-5 用二硝酸乌洛托品、二硝酸铵和酞酸酐制造黑索金	97
4-2-6 方法4和方法5制造黑索金的理论	99
§ 4-3 奥克托金	102
§ 4-4 高黑索金	104
§ 4-5 三聚氰胺的硝基衍生物	104
§ 4-6 亚硝酸	105
参考文献	108

## 第二篇 起 爆 药

<b>第一章 概论</b>	<b>110</b>
参考文献	111
<b>第二章 雷酸及其盐</b>	<b>112</b>
§ 2-1 雷酸	112
§ 2-2 雷汞	114
2-2-1 物理性质	115
2-2-2 化学性质	118
2-2-3 爆炸性质	122
2-2-4 毒性	124
2-2-5 雷汞制造	124
2-2-6 雷汞的进一步处理和贮存	127
2-2-7 废料的处理	129
§ 2-3 其他雷酸盐	130
参考文献	131
<b>第三章 叠氮酸及其盐</b>	<b>133</b>
§ 3-1 叠氮酸	133
§ 3-2 叠氮化铅	139
3-2-1 中性叠氮化铅	139
3-2-2 碱性叠氮化铅	146



§ 3-3 叠氮化铅的制造	147
3-3-1 德国法	147
3-3-2 制造叠氮化铅的连续法	147
§ 3-4 叠氮化银	149
§ 3-5 叠氮化铜	151
§ 3-6 其他金属叠氮化物	152
§ 3-7 有机叠氮化物	156
参考文献	161
<b>第四章 其他起爆药</b>	<b>165</b>
§ 4-1 重氮化合物	165
4-1-1 氧化二硝基重氮苯(二硝基重氮酚)	165
4-1-2 氧化重氮苯的性质	167
4-1-3 硝仿重氮苯	168
§ 4-2 氨基胍的衍生物	169
4-2-1 特屈拉辛	169
4-2-2 亚硝基胍	173
§ 4-3 氰氨盐	173
§ 4-4 硝基胍盐	174
§ 4-5 硝基酚盐	174
4-5-1 苦味酸铅	174
4-5-2 斯蒂芬酸铅	175
4-5-3 其他斯蒂芬酸盐	180
4-5-4 二硝基间苯二酚铅	181
§ 4-6 亚硝基酚盐	181
§ 4-7 硝胺盐	181
§ 4-8 “异硝胺”(亚硝基羟胺)盐	181
§ 4-9 中棕酸盐	183
§ 4-10 乙二酸盐	183
§ 4-11 过氧化物	184
§ 4-12 乙炔及其盐(乙炔化物)	186
4-12-1 乙炔亚铜	186
4-12-2 乙炔银	187
§ 4-13 其他各种起爆药	187
4-13-1 硫化氮	187
4-13-2 硒化氮	187
4-13-3 硫氰酸盐	188
4-13-4 络盐	188
4-13-5 高氯酸银	189
§ 4-14 混合起爆药	189
4-14-1 概述	189
4-14-2 混合起爆药的制造	192
4-14-3 用于炸药铆钉的混合炸药	196
参考文献	196