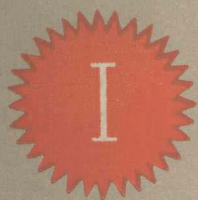


# 火炸药的 化学与工艺学

第



卷

国防工业出版社

介 简 容 内

本书介绍了火炸药的基本理论、组成、性质、用途、生产、贮存、运输、使用、销毁等各方面的知识。全书共分两卷，第一卷为火炸药的化学与工艺学，第二卷为火炸药的物理与测试学。本书可作为高等院校化学、化工、材料、机械、能源、环境、安全等专业的教材，也可供从事火炸药工作的工程技术人员参考。

# 火炸药的化学与工艺学

(第 I 卷)

〔波〕 T. 乌尔班斯基 著

孙荣康 译

Chemistry and Technology of Explosives

国防工业出版社

0.600-3-800 册

5.25元

1978.1.1

## 内 容 简 介

本书首先论述了硝化剂、硝化反应机理和混酸的性质等理论知识，接着阐述了硝基化合物、特别是芳香族硝基化合物的化学及工艺学问题。主要包括苯、甲苯、萘、酚和苯胺的硝基衍生物的物理化学性质、爆炸性质和制备方法，重点介绍了梯恩梯、苦味酸、二硝基萘和六硝基二苯胺等的制造技术和工艺理论。书的后两章简要地介绍了脂肪族硝基化合物的性能和应用。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。也可供从事有机化学中间体的工作者参考。

Chemistry and Technology of Explosives  
Vol. I

T. Urbanski

PERGAMON 1964年

\*

火炸药的化学与工艺学

(第 I 卷)

[波] T. 乌尔班斯基 著

孙荣康 译

\*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第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<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张29 666千字

1976年1月第一版 1976年1月第一次印刷 印数：0,001—3,800册

统一书号：15034·1425 定价：2.95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。

800088

## 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 I 卷（Chemistry and Technology of Explosives, Vol. I, T. Urbański, 1964）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 II、III 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，在译文中已予更正，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，下列同志参加了审校工作：杨元生、钟一鹏、侯佐明、潘苏平等。本书在审校过程中，得到了有关厂、所、院校的大力支持与帮助，在此顺致谢意。

# 目 录

爆炸物的分类.....	12
参考文献.....	14

## 第一章 硝化和硝化剂

§ 1-1 概述 .....	15
§ 1-2 硝酸 .....	16
§ 1-3 硝酸与其他无机酸的混合物 .....	18
1-3-1 早期的工作 .....	18
1-3-2 近代的研究 .....	22
§ 1-4 应用动力学研究来阐明硝化混合物的结构 .....	35
§ 1-5 结论 .....	44
参考文献.....	46

## 第二章 硝化理论

§ 2-1 硝化是加成反应 .....	49
§ 2-2 硝化是复置换反应 .....	54
§ 2-3 硝基进入的位置 .....	57
§ 2-4 硝化过程中的副反应 .....	65
参考文献.....	68

## 第三章 不常用的硝化剂和硝化方法

§ 3-1 用浓硝酸硝化烯烃和炔烃 .....	70
§ 3-2 用稀硝酸硝化 .....	71
§ 3-3 电解硝化 .....	73
§ 3-4 用硝酸蒸气硝化 .....	74
§ 3-5 二氧化氮 (NO <sub>2</sub> ) .....	76
3-5-1 单用二氧化氮硝化 .....	78
3-5-2 在有硫酸存在下用二氧化氮硝化 .....	85
3-5-3 在有傅化催化剂存在下用二氧化氮硝化 .....	86
3-5-4 在有活化硅胶存在下用二氧化氮硝化 .....	87
3-5-5 用二氧化氮的光化硝化 .....	88
§ 3-6 五氧化二氮 (硝酸酐).....	88
§ 3-7 氯化硝酰 (NO <sub>2</sub> Cl) .....	89
§ 3-8 氟化硝酰 (NO <sub>2</sub> F) .....	90
§ 3-9 三氧化二氮 (亚硝酸酐).....	90
§ 3-10 在有硝酸汞存在下用硝酸硝化.....	91
§ 3-11 有强氧化剂的硝化混合物.....	95

§ 3-12	亚硝酸作为硝化作用的催化剂和硝化剂	95
§ 3-13	在有过氧化氢存在下用亚硝酸硝化	98
§ 3-14	有机化合物作为硝化剂	100
3-14-1	硝酸酯	100
3-14-2	酰基硝酸酯(混合酐)	101
3-14-3	某些有机碱的硝酸盐	101
3-14-4	脂肪族硝基化合物	102
§ 3-15	在 $\gamma$ -射线作用下的硝化作用	103
§ 3-16	间接法引入硝基	103
3-16-1	取代磺酸基	103
3-16-2	取代卤素	103
3-16-3	取代作用的其他硝化反应	105
3-16-4	通过氧化引入硝基	106
参考文献		108

#### 第四章 用混酸的硝化操作

§ 4-1	混酸	113
4-1-1	混酸的成分	113
4-1-2	废酸的利用	115
4-1-3	混酸的焓	118
4-1-4	稀释热	120
4-1-5	酸类的混合	121
4-1-6	硝化温度	122
4-1-7	硝化过程中物料的混合	122
4-1-8	硝基化合物的溶解度	123
§ 4-2	硝化器的设计	124
4-2-1	传热装置	125
4-2-2	搅拌器	125
4-2-3	产品的分离和硝化器的卸料	127
§ 4-3	废水	128
参考文献		130

#### 第五章 硝基化合物概述

§ 5-1	硝基的结构	131
5-1-1	可见光和紫外吸收光谱	133
5-1-2	红外吸收光谱	137
5-1-3	硝基化合物的核磁共振和X-射线研究	140
§ 5-2	硝基化合物的化学性质	142
5-2-1	伯、仲、叔硝基化合物	142
5-2-2	杂环硝基化合物	146
5-2-3	作为炸药的硝基化合物	146
参考文献		147

#### 第六章 芳香族硝基化合物

§ 6-1	硝基的活性	149
§ 6-2	硝基对氢原子和取代基活性的影响。亲核反应	153

§ 6-3 自由基反应 .....	165
6-3-1 硝基化合物对聚合反应的抑制效应 .....	167
6-3-2 用芳香族硝基化合物硬化橡胶 .....	168
§ 6-4 硝基对于酚类和胺类的某些理化性质的影响 .....	169
§ 6-5 硝基化合物在浓酸中的性质 .....	170
§ 6-6 芳香族多硝基化合物的加成化合物 .....	171
§ 6-7 硝基化合物的其他反应 .....	174
参考文献 .....	175

## 第七章 苯的硝基衍生物

§ 7-1 硝基苯 .....	179
7-1-1 物理性质 .....	179
7-1-2 化学性质 .....	180
7-1-3 硝基苯的毒性 .....	180
7-1-4 硝基苯的制造 .....	180
§ 7-2 二硝基苯 .....	181
7-2-1 物理性质 .....	181
7-2-2 化学性质 .....	183
7-2-3 二硝基苯的毒性 .....	186
7-2-4 二硝基苯的爆炸性质 .....	187
7-2-5 二硝基苯的制造 .....	188
§ 7-3 三硝基苯 .....	192
7-3-1 对称三硝基苯的物理性质 .....	193
7-3-2 对称三硝基苯的化学性质 .....	193
7-3-3 对称三硝基苯的爆炸性质 .....	196
7-3-4 对称三硝基苯的制造 .....	196
7-3-5 三硝基苯不对称异构体的制造 .....	198
§ 7-4 四硝基苯 .....	199
§ 7-5 六硝基苯 .....	200
§ 7-6 苯的硝基衍生物的热化学性质 .....	201
参考文献 .....	203

## 第八章 甲苯的硝基衍生物

§ 8-1 甲苯的硝化 .....	205
§ 8-2 一硝基甲苯 .....	207
8-2-1 物理性质 .....	207
8-2-2 热化学性质 .....	208
8-2-3 化学性质 .....	208
8-2-4 毒性 .....	209
8-2-5 一硝基甲苯的制造 .....	209
8-2-6 硝化甲苯的工业方法 .....	212
8-2-7 异构体的分离 .....	213
§ 8-3 二硝基甲苯 .....	217
8-3-1 物理性质 .....	217
8-3-2 热化学性质 .....	218
8-3-3 化学性质 .....	218
8-3-4 毒性 .....	220



8-3-5	二硝基甲苯的制造	220
8-3-6	制造二硝基甲苯的工业方法	222
8-3-7	纯异构体的制备	223
§ 8-4	$\alpha$ -三硝基甲苯 (TNT)	224
8-4-1	物理性质	224
8-4-2	热化学性质	230
8-4-3	化学性质	230
8-4-4	$\alpha$ -三硝基甲苯的结构证明	239
8-4-5	二硝基甲苯硝化成三硝基甲苯的动力学	239
8-4-6	TNT的爆炸性质	243
8-4-7	$\alpha$ -三硝基甲苯的毒性	246
8-4-8	三硝基甲苯的代谢作用	248
§ 8-5	三硝基甲苯的不对称异构体	249
8-5-1	物理性质	249
8-5-2	热化学性质	249
8-5-3	化学性质	251
8-5-4	不对称三硝基甲苯的结构和制备	256
§ 8-6	甲苯硝化的其他副产物	257
§ 8-7	四硝基甲苯	258
参考文献		259

## 第九章 梯恩梯制造

§ 9-1	甲苯	263
§ 9-2	甲苯硝化成梯恩梯	264
§ 9-3	三段法制造梯恩梯	264
9-3-1	老的法国法	264
9-3-2	老的英国法	267
9-3-3	老的苏联法	270
9-3-4	德国法	272
§ 9-4	二段法制造梯恩梯 (老的意大利法)	277
§ 9-5	物料平衡	278
§ 9-6	连续硝化法	278
9-6-1	早期的方法	278
9-6-2	近代的方法	279
§ 9-7	梯恩梯的精制	287
9-7-1	结晶法精制	287
9-7-2	梯恩梯的亚硫酸钠处理和干燥	288
§ 9-8	连续生产梯恩梯的装置布置图	294
§ 9-9	亚硫酸钠处理液的中和及利用	297
§ 9-10	废水	297
§ 9-11	梯恩梯制造中的安全问题	298
参考文献		300

## 第十章 苯的高级同系物的硝基衍生物

§ 10-1	二甲苯的硝基衍生物	301
10-1-1	一硝基间位二甲苯的异构体 (MNX)	302

10-1-2	二硝基间位二甲苯的异构体 (DNX)	303
10-1-3	三硝基间位二甲苯的异构体 (TNX)	303
10-1-4	邻位-和对位二甲苯的一硝基衍生物	306
10-1-5	邻位-和对位二甲苯的二硝基衍生物	306
10-1-6	邻位-和对位二甲苯的三硝基衍生物	306
10-1-7	三硝基二甲苯 (TNX) 的制造	308
§ 10-2	苯的其他高级同系物的硝基衍生物	314
10-2-1	三甲苯的硝基衍生物	314
10-2-2	乙苯的硝基衍生物	315
10-2-3	硝基溶剂油	316
10-2-4	六硝基二苯基乙烯	316
10-2-5	联苯的硝基衍生物	317
10-2-6	混合物的硝化	317
§ 10-3	聚合物的硝基衍生物	318
10-3-1	硝基聚苯乙烯	318
参考文献		320

## 第十一章 萘的硝基衍生物

§ 11-1	概述	322
§ 11-2	萘的一硝基衍生物	325
§ 11-3	萘的二硝基衍生物	326
11-3-1	物理性质	326
11-3-2	工业产品的成分	327
11-3-3	化学性质	328
§ 11-4	萘的三硝基衍生物	329
11-4-1	三硝基萘异构体的化学性质	330
11-4-2	$\alpha$ -和 $\gamma$ -异构体的结构	330
11-4-3	三硝基萘的爆炸性质和用途	331
§ 11-5	萘的四硝基衍生物	331
§ 11-6	四硝基萘的结构	332
§ 11-7	硝基萘的热化学性质	333
§ 11-8	萘硝化时的副反应	333
§ 11-9	萘的硝基衍生物的制造	335
11-9-1	将萘硝化成一硝基萘	335
11-9-2	将萘硝化成二硝基萘	337
11-9-3	将硝基萘硝化成二硝基萘 (法国法)	338
11-9-4	将硝基萘硝化成三硝基萘 (法国法)	339
§ 11-10	2-甲基-1-硝基萘	340
参考文献		341

## 第十二章 卤代苯的硝基衍生物

§ 12-1	氯苯的硝基衍生物	342
12-1-1	氯苯的一硝基衍生物	343
12-1-2	氯苯的二硝基衍生物	344
12-1-3	邻位-和对位硝基氯苯的制造	347
12-1-4	对位硝基氯苯硝化成2, 4-二硝基氯苯	348
12-1-5	将氯苯硝化成二硝基氯苯 (格里斯海姆法)	349

12-1-6 氯苯的三硝基衍生物 ..... 349

12-1-7 硝基氯苯的热化学性质和爆炸性质 ..... 355

12-1-8 对位二氯代苯的硝基衍生物 ..... 355

12-1-9 1, 3, 5-三氯代苯的2, 4, 6-三硝基衍生物 ..... 357

12-1-10 2, 4, 6-三硝基-1, 3, 5-三氯代苯的制造 ..... 357

§ 12-2 氟苯的硝基衍生物 ..... 358

参考文献 ..... 358

### 第十三章 酚的硝基衍生物

§ 13-1 概述 ..... 360

§ 13-2 苯酚的一硝基衍生物 ..... 361

§ 13-3 苯酚的二硝基衍生物 ..... 362

13-3-1 物理性质 ..... 363

13-3-2 化学性质 ..... 363

13-3-3 二硝基苯酚的毒性 ..... 364

13-3-4 制造硝基苯酚的原则 ..... 365

13-3-5 直接硝化制造二硝基苯酚 ..... 367

13-3-6 水解二硝基氯苯制造二硝基苯酚 ..... 369

§ 13-4 苦味酸 ..... 370

13-4-1 物理性质 ..... 371

13-4-2 热化学性质 ..... 373

13-4-3 化学性质 ..... 374

13-4-4 爆炸性质 ..... 376

13-4-5 毒性 ..... 377

参考文献 ..... 378

### 第十四章 苦味酸的制造

§ 14-1 制造原理 ..... 380

14-1-1 苯酚的硝化 ..... 380

14-1-2 硝化二硝基苯酚 ..... 383

§ 14-2 硝化苯酚的方法 ..... 384

14-2-1 原料 ..... 384

14-2-2 用稀硝酸或硝酸与硝酸钠混合物的硝化法 ..... 384

14-2-3 苯酚磺酸的连续硝化 ..... 389

14-2-4 用浓酸硝化 ..... 390

§ 14-3 硝化二硝基苯酚的方法 ..... 394

§ 14-4 在有汞盐存在下硝化苯的方法 ..... 396

参考文献 ..... 397

### 第十五章 苯酚类的其他硝基衍生物

§ 15-1 苦味酸的异构体 ..... 398

§ 15-2 “异苦味酸” ..... 398

§ 15-3 苦味酸盐 ..... 399

15-3-1 苦味酸铵 ..... 401

15-3-2 苦味酸胍 ..... 402

15-3-3 苦味酸盐产生的危险 ..... 402

§ 15-4 苯酚的四硝基和五硝基衍生物 ..... 403

15-4-1 四硝基苯酚 .....	403
15-4-2 五硝基苯酚 .....	404
§ 15-5 甲酚的硝基衍生物 .....	404
15-5-1 2, 4, 6-三硝基间位甲酚 .....	405
15-5-2 三硝基间位甲酚的制造 .....	406
§ 15-6 芳基苯酚的硝基衍生物 3-羟基联苯的硝基衍生物 .....	407
§ 15-7 多元酚的硝基衍生物 .....	407
15-7-1 二硝基间苯二酚 .....	408
15-7-2 三硝基间苯二酚 (斯蒂芬酸) .....	409
15-7-3 三硝基间苯三酚 .....	412
15-7-4 二硝基邻苯二酚 .....	412
参考文献 .....	413

## 第十六章 苦味酸醚

§ 16-1 三硝基苯甲醚 .....	414
16-1-1 物理性质 .....	414
16-1-2 化学性质 .....	415
16-1-3 毒性 .....	415
16-1-4 爆炸性质 .....	416
§ 16-2 三硝基苯甲醚的制造 .....	416
§ 16-3 四硝基苯甲醚 .....	417
§ 16-4 三硝基苯乙醚 .....	417
§ 16-5 二苯醚的多硝基衍生物 .....	418
16-5-1 五硝基二苯醚 .....	418
16-5-2 六硝基二苯醚 .....	419
§ 16-6 各种酚醚的硝基衍生物 .....	420
§ 16-7 六硝基二苯基硫 .....	421
§ 16-8 六硝基二苯基砷 .....	422
参考文献 .....	422

## 第十七章 苯胺的硝基衍生物

§ 17-1 苯胺的一硝基衍生物 .....	424
§ 17-2 苯胺的二硝基衍生物 .....	424
§ 17-3 三硝基苯胺 (苦基胺) .....	425
§ 17-4 四硝基苯胺 .....	427
§ 17-5 五硝基苯胺 .....	428
§ 17-6 六硝基二苯胺 .....	428
17-6-1 物理性质 .....	429
17-6-2 化学性质 .....	429
17-6-3 爆炸性质 .....	430
§ 17-7 黑喜儿的制造 .....	430
§ 17-8 咪唑的硝基衍生物 .....	432
17-8-1 四硝基咪唑 .....	432
17-8-2 1, 3, 6, 8-四硝基咪唑的制造 .....	433
17-8-3 1, 2, 6, 8-四硝基咪唑的制造 .....	434
§ 17-9 三硝基苯胺的酰胺衍生物 .....	434

17-9-1 六硝基二苯基脲 .....	434
17-9-2 六硝基草酰苯胺 .....	435
17-9-3 六硝基二苯基胍 .....	435
§ 17-10 胺基酚的硝基衍生物 .....	435
17-10-1 三硝基间苯二胺 .....	435
17-10-2 苦胺酸 .....	436
§ 17-11 夹氮硫杂蒽的硝基衍生物 .....	436
参考文献 .....	437

## 第十八章 偶氮及氢化偶氮苯的硝基衍生物

§ 18-1 六硝基偶氮苯 .....	439
§ 18-2 六硝基氢化偶氮苯 .....	439
§ 18-3 氧化偶氮苯的硝基衍生物 .....	440
18-3-1 一硝基衍生物 .....	440
18-3-2 二硝基衍生物 .....	440
18-3-3 三硝基衍生物 .....	440
18-3-4 四硝基衍生物 .....	441
参考文献 .....	442

## 第十九章 脂肪族硝基化合物

§ 19-1 硝基甲烷 .....	443
19-1-1 物理性质 .....	443
19-1-2 安定性 .....	444
19-1-3 点火和燃烧 .....	444
19-1-4 爆炸性质 .....	446
§ 19-2 二硝基甲烷 .....	448
§ 19-3 三硝基甲烷 (硝仿) .....	449
§ 19-4 四硝基甲烷 .....	449
19-4-1 物理性质 .....	450
19-4-2 化学性质 .....	450
19-4-3 爆炸性质 .....	451
19-4-4 毒性 .....	453
19-4-5 制造 .....	453
§ 19-5 1, 2-二硝基乙烷 .....	454
§ 19-6 1, 1-二硝基乙烷 .....	454
§ 19-7 聚硝基乙烯 .....	455
§ 19-8 对称四硝基乙烷 .....	455
§ 19-9 六硝基乙烷 .....	455
§ 19-10 2, 2-二硝基丙烷 .....	456
§ 19-11 其他多硝基脂肪族化合物 .....	456
§ 19-12 一、二、和三硝基甲烷的硝基芳香族衍生物 .....	457
参考文献 .....	458

## 第二十章 硝基、亚硝基和亚硝基化合物

§ 20-1 二硝基二亚硝基苯 .....	461
§ 20-2 六亚硝基苯 .....	462
参考文献 .....	462



## 内 容 简 介

本书首先论述了硝化剂、硝化反应机理和混酸的性质等理论知识，接着阐述了硝基化合物、特别是芳香族硝基化合物的化学及工艺学问题。主要包括苯、甲苯、萘、酚和苯胺的硝基衍生物的物理化学性质、爆炸性质和制备方法，重点介绍了梯恩梯、苦味酸、二硝基萘和六硝基二苯胺等的制造技术和工艺理论。书的后两章简要地介绍了脂肪族硝基化合物的性能和应用。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。也可供从事有机化学中间体的工作者参考。

Chemistry and Technology of Explosives  
Vol. I

T. Urbanski

PERGAMON 1964年

\*

火炸药的化学与工艺学

(第 I 卷)

[波] T. 乌尔班斯基 著

孙荣康 译

\*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第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<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张29 666千字

1976年1月第一版 1976年1月第一次印刷 印数：0,001—3,800册

统一书号：15034·1425 定价：2.95元





# 目 录

爆炸物的分类.....	12
参考文献.....	14

## 第一章 硝化和硝化剂

§ 1-1 概述.....	15
§ 1-2 硝酸.....	16
§ 1-3 硝酸与其他无机酸的混合物.....	18
1-3-1 早期的工作.....	18
1-3-2 近代的研究.....	22
§ 1-4 应用动力学研究来阐明硝化混合物的结构.....	35
§ 1-5 结论.....	44
参考文献.....	46

## 第二章 硝化理论

§ 2-1 硝化是加成反应.....	49
§ 2-2 硝化是复置换反应.....	54
§ 2-3 硝基进入的位置.....	57
§ 2-4 硝化过程中的副反应.....	65
参考文献.....	68

## 第三章 不常用的硝化剂和硝化方法

§ 3-1 用浓硝酸硝化烯烃和炔烃.....	70
§ 3-2 用稀硝酸硝化.....	71
§ 3-3 电解硝化.....	73
§ 3-4 用硝酸蒸气硝化.....	74
§ 3-5 二氧化氮 (NO <sub>2</sub> ).....	76
3-5-1 单用二氧化氮硝化.....	78
3-5-2 在有硫酸存在下用二氧化氮硝化.....	85
3-5-3 在有傅化催化剂存在下用二氧化氮硝化.....	86
3-5-4 在有活化硅胶存在下用二氧化氮硝化.....	87
3-5-5 用二氧化氮的光化硝化.....	88
§ 3-6 五氧化二氮 (硝酸酐).....	88
§ 3-7 氯化硝酰 (NO <sub>2</sub> Cl).....	89
§ 3-8 氟化硝酰 (NO <sub>2</sub> F).....	90
§ 3-9 三氧化二氮 (亚硝酸酐).....	90
§ 3-10 在有硝酸汞存在下用硝酸硝化.....	91
§ 3-11 有强氧化剂的硝化混合物.....	95