

Primary Explosives

起爆药学

[捷克]罗伯特·马蒂阿什 (Robert Matyáš)

[捷克]伊日·帕赫曼 (Jiří Pachman)

著

张建国 (Zhang Jianguo) 张至斌 (Zhang Zhibin) 许彩霞 (Xu Caixia)

译



 Springer

Primary Explosives

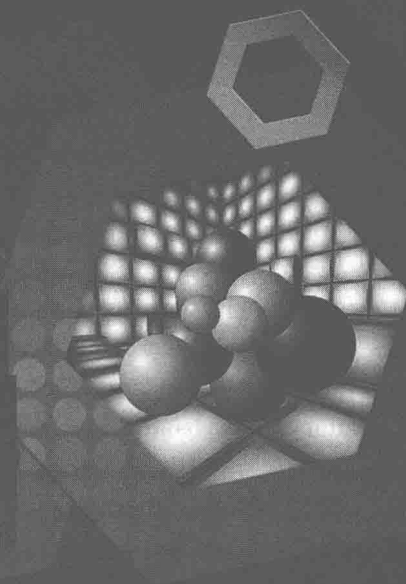
起爆药学

[捷克] 罗伯特·马蒂阿什 (Robert Matyáš)

著

[捷克] 伊日·帕赫曼 (Jiří Pachman)

张建国 (Zhang Jianguo) 张至斌 (Zhang Zhibin) 许彩霞 (Xu Caixia) 译



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

起爆药学/(捷克)罗伯特·马蒂阿什,(捷克)伊日·帕赫曼著;张建国,张至斌,许彩霞译.—北京:北京理工大学出版社,2016.5

ISBN 978-7-5682-2363-8

I. ①起… II. ①罗… ②伊… ③张… ④张… ⑤许… III. ①起爆药
IV. ①TQ563

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 113071 号

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2014-3969 号

Translation from English language edition:

Primary Explosives

by Robert Matyáš and Jiří Pachman

Copyright © 2013 Springer Berlin Heidelberg

Springer Berlin Heidelberg is a part of Springer Science + Business Media

All Rights Reserved

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 23.5

彩 插 / 1

字 数 / 405 千字

版 次 / 2016 年 5 月第 1 版 2016 年 5 月第 1 次印刷

定 价 / 88.00 元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 封 雪

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

译者序

本书对起爆药进行了详细阐述,介绍了各类起爆药的性质、制备和用途。第1章提供了起爆药的概述,如点火和起爆的基础知识、用于雷管和点火头中起爆药的使用要求的不同等。第2章主要介绍了起爆药的爆炸特性和感度。后续各章分别针对雷酸盐、叠氮化物、多硝基酚盐、二硝基重氮酚、苯并咪唑盐、四唑及配合物、有机过氧化物、氮卤化物、乙炔化物和其他物质,经相同的章结构编写,主要包括绪论、理化性质、爆炸性能、制备和应用。

本书可供相关专业工程技术人员使用,也可供化学、材料科学、兵器科学与技术专业高年级本科生、研究生阅读参考。

本书在翻译过程中,刘雨季、程立、单明新、高晋、郭卫明、黄阳飞、蒋俊、李雅茹、梁晓爱、刘剑超、米振浩、王涛、徐壮、张洪垒、赵婉君、陈思同、郑晓颀、李潘、肖旭、侯斌、周晓杨、姜怀玉、张纬经、丁柯夫等2014级研究生参与了部分翻译工作,在此一并表示感谢。原书中一些明显的笔误或印刷错误,改正以后并未加以说明。全书由张建国统稿,限于翻译者水平,加上本书涉及知识面广而新,译文中难免有不妥甚至错误之处,恳请广大读者批评指正。译者电子信箱:zjgbit@bit.edu.cn。

本书的出版得到了爆炸科学与技术国家重点实验室出版基金的资助。

译者

北京

2016年3月

中文版前言

我们非常高兴地看到，该书的第一版被译成中文出版。我们希望该书中文版本的出版，有助于中国同行在起爆药领域的研究工作。该中文版的内容与先前出版的英文版第一版内容几乎是一样的。

感谢张建国教授认真细致的翻译工作。在翻译过程中他发现了一些文字错误，与我们进行了充分沟通并加以修改更正。他在本书的翻译过程中付出了巨大的努力，在此，我们要再次感谢他。

罗伯特·马蒂阿什 伊日·帕赫曼

英文版前言

起爆药、起爆剂，代表炸药化合物中的一小类，用于初始起爆。简单地说，可以在各种各样的必须要用机械刺激、热刺激、电刺激才能使主装炸药燃烧或爆炸的初发器件中发现它们。

我们现在面临的一个压倒性声音的负面消息就是关于刑事犯罪和恐怖袭击中利用并且滥用炸药，这样，炸药本身具有更贬义的内涵，通常被更中立但毫无意义的“含能材料”这个术语所代替。公正地说，没有任何夸大其词，尽管不是众所周知，但炸药还是日常生活中不可缺少的一部分，现在比过去多很多。有人只认为炸药中的一小部分用于初始的起爆药——但我们发现我们中的大多数每天都和炸药联系在一起。例如：起爆器或安全气囊中的烟火器件。鉴于此，没有英文出版物来总结起爆药的特性、制备及用法着实令人吃惊。

当然了，宣称没有关于起爆药的可用信息也是不完全准确的。在处理炸药时，出版物中用一章或一段，或者用更大的篇幅（例如：在 Urbariski 的《炸药化学和技术》和 David 的《火炸药化学》中）来讨论起爆药是很常见的。另一个重要的资料来源是千百年来技术期刊中的专门论文、会议论文集中出版的文章，这些论文集中于某一特定物质或现象，而不太易于在更大的背景中把握起爆药的功能。在炸药的百科全书（这些百科全书中最著名、最全面的是 Fedoroff、Sheffield 和 Kaye 的《炸药及相关物大全》和 Meyer 的《炸药学》）中也包含相当数量的信息。然而，这些出版物中包含的信息很简洁，通常省略了许多至关重要的细节。关于起爆药的很多综合性的、珍贵的信息来源是

非英文出版物,虽然现今的翻译能力有所提高,但仍有许多潜在读者因为语言障碍而不能很好地阅读。有很多全面的、高质量的资料是用俄语、捷克语创作的,这令人非常遗憾。在这里,有人应该将 Bagal 的用俄语或捷克语写的《Khimiya itekhnologiya initsiiruyushchikh vzryvshchatykh veshchestv》(《起爆药化学和技术》)注释成《Méně známé traskaviny》(《浅谈起爆药》)。

考虑到以上情况,本书作者决定总结包括以上提到的资料来源的起爆药资料。给出的资料不仅限于已大量应用的传统起爆药,也包括有一些关于最近趋势的资料,当前主要研究的物质和被认为将来具有应用潜力的开发的项目,还包括由非专业人士经常非法生产的起爆药的资料。对于普通大众甚至是专家在互联网媒体上找到的稀奇甚至扭曲和错误的资料的这类物质,本书作者试图提供精准资料总结。作为化学工程师,我们不能抵制诱惑地在本书中包含了几个将来不大可能实际应用但是又不能忽略其有趣的性质的物质。

本书可供对爆炸化合物感兴趣的人群参考使用,特别是与化学专业相关的师生、从事炸药领域的研究人员、警察、刑侦学家、法医、士兵、从事火工品和爆炸器材生产的工程师,以及在其职业生涯中可能以各种形式与起爆药打交道的其他人员。具有中学化学基础的读者可能受益更多,然而,一个门外汉也可能学到很多关于某一物质的性质、制备方法和应用的知识。我们期望本书可以在以下方面对读者有所帮助:对起爆药的作用有更深刻的阐释、阐明起爆药的极其敏感性和危险性、提供精确定义、介绍起爆药发展历史的来龙去脉、概述这类物质未来的潜在应用。

除了前两章涉及起爆药的一般性能和敏感特性外,本书结构相当简单,每章包括一类物质。后面每章细分包括有关物质发现的资料,有时候包含几个逸闻趣事或历史故事,接下来是物理性质、化学性质、爆炸性质总结,制备方法的简单描述,最后一部分给出和应用有关的资料。我们没有力争极详细地讨论专门性能,旨在概述我们认为最重要的内容和我们特别关注的通过提及能够让读者在可利用的文献资源中容易找到的详细资料。对某些个别化合物

的合成并没给出特别详细的说明,对另一些个别物质的合成方法进行了强调。在某些必要地方,对一些主题进行了详尽讨论;而在其他地方,只是进行了简单介绍。然而,用这些参考文献,通常能很容易找到原始资料,包括所有细节。为了使工艺内容更容易使用,我们决定附上几个讨论物质的图片。在大多数情况下,这些是作者制备的产品的未公开的照片或作者提供的在其他可利用文献里找不到的图片。

最后,让我们感谢支持本书出版的所有人。没有他们的帮助,本书是不可能成功出版的。我们要特别感谢新加坡南洋理工大学含能材料研究所所长 How-Ghee Ang 教授,他有创作此项作品的最初想法,并且在本书写作的第一年准备工作中给予了慷慨支持。我们也要感谢捷克共和国巴尔杜比采大学含能材料研究所所长 Svatopluk Zeman 教授在本书第二阶段的支持,特别是为本书的完成创造了一个令人振奋的环境。同时,作为纪念,感谢 Jin Stmad 先生提供了珍贵的、未发表过的资料,这为有关起爆药的爆炸性能章节大大地增添了色彩。

我们还要感谢为我们提供专家咨询和一些起爆药样本的 Jin Nwsveda 和 Pavel Valenta,感谢具有获得难以获得的东西的能力的 Lenka Murckova,感谢绘图时具有无限耐心的 Monika Subrtova,感谢对本书进行初审的 Jakub Selesovsky、Zdenek Jalovy 和 John Svoboda。我们还特别感谢审阅手稿的来自华沙的 Wojskowa Akademia Techniczna 的 Stanistaw Cudzito 教授。

本书的成功出版是在捷克共和国青年体育教育部项目 (No. MSM-0021627501) 和捷克共和国内务部项目 (No. VG 20102014032) 支持下完成的。

罗伯特·马蒂阿什 伊日·帕赫曼

缩略词列表

2,4-DNR	2,4-二硝基间苯二酚;2,4-二硝基-1,3-苯二酚
2,4-LDNR	2,4-二硝基间苯二酚铅;2,4-二硝基-1,3-间苯二酚铅
4,6-DNR	4,6-二硝基间苯二酚;4,6-二硝基-1,3-苯二酚
4,6-LDNR	2,4-二硝基间苯二酚铅;2,4-二硝基-1,3-间苯二酚铅
5-ATZ	5-氨基-1 <i>H</i> -四唑
5-PiATZ	5-(2,4,6-三硝基苯胺)-1 <i>H</i> -四唑
Å	埃 (10^{-10} m)
APCP	高氯酸五氨基合钴(Ⅲ)
ATZ	5-氨基-1 <i>H</i> -四唑
AzTZ	5,5'-偶氮-1 <i>H</i> -四唑
b. p.	沸点
BaS	斯蒂芬酸钡;2,4,6-三硝基-1,3-间苯二酚钡
BFNP	双呋咱-2-硝基酚
BNCP	高氯酸[四氨·双(5-硝基四唑)]合钴(Ⅲ)
CL-14	5,7-二氨基-4,6-二硝基苯并氧化呋咱
CL-20	2,4,6,8,10,12-六硝基-2,4,6,8,10,12-六氮杂异伍兹烷
CMC	羧甲基纤维素
CoHN	硝酸胥钴
CP	高氯酸 2-(5-氟基四唑酸)五氨合钴(Ⅲ)
CPCN	硝酸(碳酸五氨)合钴(Ⅲ)
CTCN	硝酸(碳酸四氨)合钴(Ⅲ)
D	爆速
DADP	双丙酮双过氧化物

续表

DAHA	1,1-二氨基-3,3,5,5,7,7-六叠氮基-环四磷腈
DANT	4,6-二叠氮基-N-硝基-1,3,5-三嗪-2-氨
DDNP	2-重氮基-4,6-二硝基酚
DDT	爆燃转爆轰
Dinol	2-重氮基-4,6-二硝基酚
DNBF	4,6-二硝基苯并氧化呋喃
DNR	二硝基间苯二酚
DSC	差式扫描量热法
DTA	差热分析
DTG	微商热重分析法
E	能量
E_{50}	50%发火能量
EDNA	N,N-二硝基亚甲基二酰胺
$E_{\min}$	最小发火能量
en	1,2-乙二胺
ENTA	1,1-乙二硝胺-3,3,5,5-四叠氮基环三磷腈
ERDE	炸药研究发展机构
ESD	静电放电
Et_2O	乙醚
F of I	钝感指数 (相当于 RDX 炸药 50% 发火落高,钝感指数为 80)
FOX-7	1,1-二氨基-2,2-二硝基乙烯
GNGT	四氮烯
H_{10}	特定落锤质量下 10%发火的高度
H_{50}	特定落锤质量下 50%发火的高度
$H_{\min}$	特定落锤质量下最小发火高度
HMTD	六亚甲基三过氧化二胺
HMX	奥克托金
HNT	5-硝基-1H-四唑
IR	红外光谱

续表

IUPAC	国际纯粹与应用化学联合会
KBFNP	双呋咱-2-硝基酚钾盐
KDNBF	二硝基苯并氧化呋咱钾
KDNP	7-羟基-4,6-二硝基苯并呋咱钾盐
LA	叠氮化铅
LD ₅₀	半致死量
LD _{DS}	7-羟基-4,6-二硝基苯并呋咱钾盐
LS	斯蒂芬酸铅;2,4,6-三硝基间苯二酚铅
<i>m</i> -	间位
m. p.	熔点
Me	金属
MF	雷汞
MO	分子轨道
n_c/n_a	催化剂和丙酮的物质的量比
NC	硝化纤维素
NG	硝化甘油
NHN	硝酸胥镍
NKT	高氯酸[五氨·(5-硝基四唑)]合钴(Ⅲ)
NMR	核磁共振
NT	5-硝基-1 <i>H</i> -四唑
<i>o</i> -	邻位
<i>p</i>	压强
<i>p</i> -	对位
PAC	高氯酸[五氨·(1,5-环五亚甲基-四唑)]合钴(Ⅲ)
PbNATNR	斯蒂芬酸铅;5-硝氨基四唑铅
PBX	塑料黏结炸药
PDT	平板凹痕试验
PETN	季戊四醇四硝酸酯(太安)
PiC	三硝基氯苯;2-4-6-三硝基氯苯

续表

pK_a	酸电解常数
prob.	概率
PVA	聚乙烯醇
PVP-1	油井射孔弹中的起爆器
RC	加强帽
RDX	黑索金
SA	叠氮化银
SEM	电子扫描显微镜
SF	雷酸银
SII	简单初始脉冲
STANAG	北约标准化协议
T	温度
TAAT	4,4',6,6'-四(叠氮基)偶氮-1,3,5-三嗪
TAHT	4,4',6,6'-四(叠氮基)偶氮酸-1,3,5-三嗪
TATNB	1,3,5-三叠氮基-2,4,6-三硝基苯
TATP	三丙酮三过氧化物
T_{dec}	分解温度
TeATeP	3,3,6,6,9,9,12,12-八甲基-1,2,4,5,7,8,10,11- 八乙酸环十二烷
TeAzQ	2,3,5,6-四叠氮基-1,4-苯醌
Tetryl	N-甲基-N,2,4,6-四硝基苯胺
TMD	最大理论密度
TMDD	四甲基二脲二过氧化物
TNR	三硝基间苯二酚;2,4,6-三硝基-1,3-苯二酚
TNT	2,4,6-三硝基甲苯
UV	紫外光
ΔH_f	生成焓
ρ	密度

目 录

CONTENTS

第 1 章 起爆类物质介绍	001
1.1 单质起爆药	003
1.2 混合起爆药	004
1.3 环境危害:绿色起爆物质的出现	006
参考文献	009
第 2 章 起爆药的爆炸性能	011
2.1 密度对爆轰参数的影响	011
2.2 起爆能力	013
2.2.1 密度和压药压力的影响	014
2.2.2 比表面积的影响	019
2.2.3 装药直径的影响	020
2.2.4 约束的影响	020
2.2.5 猛炸药的影响	021
2.2.6 混合起爆药	021
2.3 感度	023
2.3.1 撞击感度	024
2.3.2 摩擦感度	028
2.3.3 静电感度	029
2.3.4 火焰感度	031
参考文献	032
第 3 章 雷酸盐	037
3.1 引言	037

3.1.1	雷酸	037
3.1.2	雷汞	039
3.1.3	雷银	056
3.1.4	其他雷酸盐	059
参考文献		063
第4章 叠氮化物		071
4.1	叠氮酸(HN_3)	071
4.2	叠氮化铅 $[\text{Pb}(\text{N}_3)_2]$	072
4.2.1	理化性质	072
4.2.2	化学反应性	074
4.2.3	感度	076
4.2.4	爆炸性能	077
4.2.5	制备	080
4.2.6	晶体生长中的自爆现象	084
4.2.7	用途	085
4.3	叠氮化铅的衍生物	086
4.3.1	碱式叠氮化铅	086
4.3.2	四价叠氮化铅	087
4.4	叠氮化银(AgN_3)	087
4.4.1	理化性质	087
4.4.2	感度	090
4.4.3	爆炸性能	091
4.4.4	制备	092
4.4.5	用途	095
4.5	叠氮化铜	095
4.5.1	理化性质	095
4.5.2	爆炸性能	097
4.5.3	制备	099
4.5.4	叠氮化铜制备过程中存在的问题	100
4.5.5	用途	103
4.6	其他金属的叠氮化物	103
4.6.1	理化性质	103
4.6.2	爆炸性能	105
4.6.3	制备	107
4.6.4	用途	108

4.7 有机叠氮化合物	108
4.8 三叠氮均三嗪	109
4.8.1 理化性质	109
4.8.2 爆炸性能	110
4.8.3 制备	113
4.8.4 用途	113
4.9 4,4',6,6'-四(叠氮基)胍基-1,3,5-三嗪和 4,4',6,6'-四(叠氮基) 偶氮基-1,3,5-三嗪	113
4.9.1 理化性质	114
4.9.2 爆炸性能	114
4.9.3 制备	115
4.9.4 用途	115
4.10 1,3,5-三叠氮基-2,4,6-三硝基苯	116
4.10.1 理化性质	116
4.10.2 爆炸性能	117
4.10.3 制备	118
4.10.4 用途	119
4.11 2,3,5,6-四叠氮-1,4-苯醌	119
4.11.1 物理性能	119
4.11.2 爆炸性能	120
4.11.3 制备	120
4.11.4 用途	120
参考文献	121
第5章 多硝基酚盐	134
5.1 苦味酸盐	134
5.1.1 苦味酸铅正盐	134
5.1.2 碱式苦味酸盐	135
5.2 二硝基间苯二酚盐	136
5.2.1 2,4-二硝基间苯二酚铅	136
5.2.2 4,6-二硝基间苯二酚铅盐	138
5.3 三硝基间苯二酚铅盐	141
5.3.1 斯蒂芬酸铅	141
5.3.2 碱式斯蒂芬酸铅	148
5.3.3 斯蒂芬酸铅的复盐	150
5.3.4 斯蒂芬酸钡	151

5.3.5 斯蒂芬酸的其他盐	153
参考文献	154
第6章 二硝基重氮酚	160
6.1 引言	160
6.2 结构	160
6.3 理化性质	161
6.4 爆炸性能	163
6.5 制备	165
6.6 应用	166
参考文献	167
第7章 苯并呋咱盐	170
7.1 引言	170
7.2 4,6-二硝基苯并氧化呋咱	171
7.2.1 理化性质	172
7.2.2 爆炸性能	172
7.2.3 4,6-DNBF 的制备	174
7.2.4 4,6-DNBF 盐的制备	175
7.2.5 应用	176
7.3 7-羟胺-4,6-二硝基-4,7-二氢苯并呋咱钾盐	177
7.4 7-羟基-4,6-二硝基苯并呋咱钾盐	178
7.4.1 理化性质	178
7.4.2 爆炸性能	178
7.4.3 制备	179
7.4.4 应用	180
7.5 双呋咱-2-硝基酚盐类	181
7.5.1 理化性质	181
7.5.2 爆炸性能	181
7.5.3 制备	182
7.5.4 应用	183
参考文献	183
第8章 四唑	189
8.1 四氮烯	191
8.1.1 理化性质	192
8.1.2 爆炸性能	192
8.1.3 制备	193

8.1.4 用途	194
8.2 5-氨基四唑盐	195
8.2.1 理化性质	195
8.2.2 爆炸性能	196
8.2.3 制备	196
8.2.4 用途	198
8.3 5-硝基四唑盐	198
8.3.1 理化性质	198
8.3.2 爆炸性能	200
8.3.3 制备工艺	204
8.3.4 应用	207
8.4 5-氯四唑盐	208
8.4.1 理化性质	208
8.4.2 爆炸性能	208
8.4.3 制备	208
8.4.4 应用	209
8.5 5-叠氮四唑盐	209
8.5.1 理化性质	210
8.5.2 爆炸性能	210
8.5.3 制备	210
8.5.4 应用	212
8.6 5,5'-偶氮四唑盐	212
8.6.1 理化性质	213
8.6.2 爆炸性能	214
8.6.3 制备	216
8.6.4 应用	217
8.7 有机取代四唑类衍生物	217
8.7.1 5-苦基四唑	218
8.7.2 1-(1H-四唑-5-基)胍硝酸盐	219
8.8 5-硝基四唑的有机衍生物	220
8.9 5-叠氮四唑有机衍生物	221
8.9.1 爆炸性能	221
8.9.2 制备	222
参考文献	222
第9章 含四唑环的配合物	230