

普通高等教育
兵工类规划教材

炸药合成化学

欧育湘 周智明 编著



兵器工业出版社

责任编辑：陈剑函

封面设计：邹晓燕

ISBN 7-80132-098-0



9 787801 320988 >

ISBN 7-80132-098-0 / TQ · 58 (课)

定 价： 20.00 元

炸药合成化学

欧育湘 周智明 编著

兵器工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

炸药合成化学/欧育湘,周智明编著. —北京:兵器工业出版社,1998.7

ISBN 7-80132-098-0

I. 炸… II. ①欧… ②周… III. 炸药-合成化学
IV. TQ564

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 21538 号

兵器工业出版社 出版发行

(邮编:100081 北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

北京市迪鑫印刷厂印装

*

开本:850×1168 1/32 印张:13.875 字数:338千字

1998年7月第1版 1998年7月第1次印刷

印数:1-1000 定价:20.00元

内容简介

本书论述九类含能化合物的合成路线、反应机理、合成方法、结构鉴定及主要性能。这九类化合物是：硝仿系化合物、偕二硝基氮杂环化合物、芳烃三硝基甲基化合物、多硝基萘及硝基喹啉、苯并氧化咪唑硝基化合物、三唑硝基化合物、含硫多硝基芳烃化合物、高能量密度化合物、含能有机叠氮化合物。

本书主要反映我国炸药合成工作者的科研成果，合成理论与合成工艺相结合，且汇集了为数众多的新含能化合物的合成操作，极具参考价值。

本书可作为高等学校含能材料专业及相关专业本科生的教材，也可供炸药合成工作者参考。

出 版 说 明

遵照国务院国发〔1978〕23号文件精神,中国兵器工业总公司承担全国高等学校兵工类专业教材的规划、编审、出版的组织工作。自1983年兵总教材编审室成立以来,在广大教师的积极支持和努力下,在国防工业出版社、兵器工业出版社和北京理工大学出版社的积极配合下,已完成两轮兵工类专业教材的规划、编审、出版任务,共出版教材211种。这批教材的出版对解决兵工专业教材有无问题、稳定教学秩序、促进教学改革及提高教学质量都起到了积极作用。

为了使兵工类专业教材更好地适应社会主义现代化建设需要,特别是为国防现代化培养人才的需要,反映国防科技的先进水平,达到打好基础、精选内容、逐步更新及利于提高教学质量的要求,我们以提高教材质量为主线,完善编审制度、制定质量标准及明确岗位职责,制定了由主审人审查、责任编辑复审和教编室审定等5个文件。根据兵工类专业的特点,成立了十个专业教学指导委员会,以更好地编制兵工类专业教材建设规划,加强对教材的评审和研究工作。

为贯彻国家教委提出的“抓好重点教材,全面提高质量,适当发展品种,力争系列配套,完善管理制度,加强组织领导”的“八五”教材建设方针。兵总教材编审室在总结前两轮教材编审出版工作的基础上,于1991年制订了1991~1995年兵工类专业教材编写出版规划,共列入教材220种。这些教材都是从学校使用两遍以上、实践证明是比较好的讲义中遴选的,专业教学指导委员会从兵工专业教材建设的整体考虑对编写大纲进行了审查,认为符合兵工专业培养人才要求,符合国家出版方针。这批教材的出版必将对

兵工专业教材的系列配套,对提高教学质量和培养国防现代化人才,对促进兵工类专业科学技术的发展,起到积极的作用。

本教材由陈博仁教授主审,经中国兵器工业总公司火炸药专业教学指导委员会复查,兵总教材编审室孙业斌教授审定。

限于水平和经验,这批教材的编审出版难免有缺点和不足之处,希望使用本教材的单位和广大读者批评指正。

中国兵器工业总公司教材编审室

1994年11月

炸药系列教材

炸药合成化学

炸药系列教材编审委员会：

主任委员：欧育湘

副主任委员：孙业斌 张熙和 叶毓鹏

委员：(按姓氏笔划)：

于永忠	叶毓鹏	宁培毅	朱春华
孙业斌	肖学忠	李福平	李伟民
张宇建	张熙和	张明南	陈博仁
陈仁学	欧育湘	董海山	

炸药系列教材

序号	教材名称	主编人
1	炸药理论	松全才
2	炸药原材料化学与工艺学	叶毓鹏
3	硝基化合物炸药化学与工艺学	孙荣康
4	硝胺及硝酸酯炸药化学与工艺学	任特生
5	炸药合成化学	欧育湘
6	炸药实验室制备方法	张熙和
7	炸药分析	欧育湘
8	炸药反应工程	刘有智
9	炸药生产工艺设计	戴隆泽
10	军用混合炸药	孙业斌
11	工业炸药	吕春绪
12	炸药与装药安全技术	刘光烈
13	炸药毒性与防护	程景才

“炸药系列教材”序言

我们谨以这套“炸药系列教材”献给我国炸药行业的全体同仁,希望它为发展我国炸药科学技术、为培养炸药专业后继人才做出贡献。

炸药不仅是武器的能源,也是国民经济许多部门不可缺少的含能材料,在军用及民用两方面都占有重要的地位。我们祖国是黑火药的故乡,而黑火药是现代火炸药的始祖,从10世纪至19世纪,黑火药是世界上唯一使用的火炸药,它对军事技术、人类文明及社会进步所产生的深远影响,至今世所公认。现代炸药的合成始于18世纪。1771年,英国P. 沃尔夫(Woulfe)合成了苦味酸,用作黄色染料;直到1885年,法国才将苦味酸用于装填弹药。1863年,德国J. 维尔布兰德(Wilbrand)制得了梯恩梯;1902年,德国首次以梯恩梯装弹。1899年由G. 亨宁(Henning)合成的黑索今在第二次世界大战中受到各国的普遍重视,并发展了一系列以黑索今为基的高能混合炸药。1941年,G. F. 赖特(Wright)和W. E. 巴克曼(Bachmann)发现的奥克托今,在战后得到了实际应用,使炸药性能提高到了一个新的水平。至此,从应用的主炸药而言,炸药的发展经历了第一代苦味酸,第二代梯恩梯,第三代黑索今的三个里程碑,现在正逐步进入以黑索今、奥克托今为主炸药,并以改进炸药性能为重点的新阶段,而大力发展硝胺类炸药和积极研制不敏感炸药,则将是今后较长时期炸药发展的重要方向。

建国以来,我国的炸药工业与炸药科学技术从无到有,从小到

大,从仿制到自行设计,有了长足的发展,特别是在炸药合成方面,已接近或赶上国际水平,混合炸药的研制和应用也已跃居世界先进国家的行列。但就炸药学科总体而言,我国仍落后于经济发达国家。为了使我国炸药科学技术稳步发展,尽快缩小与先进国家的差距,进而达到国际水平,我们非常需要培养一支掌握现代炸药知识且结构合理的技术队伍,这是振兴我国火炸药行业的百年大计,这套炸药系列教材就是为实现这一目的而编写的。另外,我国有一大批在炸药园地上辛勤耕耘了几十年的专家,他们在长期的教学、科研和生产中,取得了丰硕的成果和积累了极为丰富的经验,这是我国炸药行业非常宝贵的财富。现在这些专家大多年事日高,非常希望把他们多年获得的成就传给后人,这套“炸药系列教材”也是为了实现专家们的这一心愿及为我国留下这一宝贵财富而编写的。

“炸药系列教材”共十三本,涉及炸药原材料、合成、生产工艺、应用、性能测试、分析及技术安全等各个方面,取材得体、新颖,既反映现代炸药科学技术水平,又结合我国炸药科研、生产现状及编著者本人多年积累的教学实际经验。与国内已出版的同类专著和教材相比,内容有较大幅度的翻新,有一部分教材则系国内首次公开出版。本系列教材全面采用国家法定计量单位,贯彻执行国家现行标准,读后将令人有耳目一新之感。

本系列各门教材均聘请实际经验丰富、学术造诣较深的教授和副教授担任主编,编写大纲于1987年10月经专家审定后,教材的初稿又通过炸药系列教材编审委员会初审和专家主审,最后由兵工教材编审室审定定稿。

“炸药系列教材”的出版,归功于各编者数年来锲而不舍的辛勤劳动,归功于炸药系列教材编审委员会各位专家的热情指导,归功于兵工教材编审室的积极倡导与卓有成效的努力工作,归功于兵器工业总公司教育局及有关领导的关心和支持,还归功于兵器工业出版社和有关院校印刷厂的鼎力协助,我们对此满怀感激之

情。

在我国编写炸药系列教材尚属首次,且限于水平,教材中的缺点、错误或不尽人意之处在所难免,我们热切期待来自读者的建议、批评和指正。

“炸药系列教材”编审委员会

欧育湘、孙业斌执笔

1991年10月

前 言

本书不同于以前出版的炸药合成化学专著，它不叙述合成炸药的各类有机反应，也不涉及一般制式单体炸药的合成，而是分章论述九类新含能化合物的合成路线、反应机理、合成方法、结构鉴定及主要性能。这九类化合物是：硝仿系化合物、偕二硝基氮杂环化合物、芳烃三硝基甲基化合物、多硝基茈及硝基喹啉、苯并氧化呋喃硝基化合物、三唑硝基衍生物、含硫多硝基芳烃化合物、高能量密度化合物、含能有机叠氮化合物。上述九类化合物依序分编为1~9章，每章均汇集了为数众多的新含能化合物的合成操作，理论与实践结合，且除第8章外，各章皆为我国炸药合成工作者的科研成果，取材于十几年我国有关期刊、会议录及研究生的毕业论文，其中不少为本书作者及主审者的著述和指导的研究生论文。本书第10章为《超酸及硝镪盐硝化剂》，它反映了当前硝化剂这一领域内的最新成就，有很多可供合成新含能化合物时选用。

建国以来，在炸药合成方面，我国一直居于世界先进国家的行列，其成就为海外同行所关注，本书的内容也从一个侧面反映我国炸药合成的水平。作者希望，本书的出版，不仅可为我国含能材料专业的本科生提供一本适用的教材，而且有可能在发展我国炸药合成化学方面发挥微薄的作用。

本书第1、2、3、4、7章由周智明编写，第5、6、8、9、10章由欧育湘编写，全书由欧育湘统稿，陈博仁主审。另外，本书经宁培毅、曹欣茂、孙业斌、张熙和、叶毓鹏预审，并提出了很多宝贵意见，在此谨致谢忱。本书编著过程中，参考和引用了北京理工大学樊能

廷、廖支援、冯增国、周智明、王乃兴、李加荣、闫红、王鹏、彭卫民、邵协、王炳华、王广义、徐一鸣、夏士勇、崔昱、符书臻等同学的研究毕业论文，谨向他们表示深切的感谢。

因本书由两人执笔，故在诸多方面定有不够划一之处，且由于编著者的水平，书中错误和不妥之处，也恐所难免，请读者不吝指出，十分感谢。

欧育湘

1996年12月31日

目 录

1 硝仿系化合物	(1)
1.1 硝仿及其反应	(1)
1.2 乙炔硝化液的制备	(3)
1.3 多硝基化合物的 Mannich 反应	(5)
1.3.1 Mannich 反应的机理	(6)
1.3.2 Mannich 反应实例	(20)
1.4 硝仿系化合物的合成及性质	(27)
1.4.1 4,4,4,2-四硝基-2-氮杂丁烷(174)	(28)
1.4.2 4,4,4,2-四硝基-2-氮杂丁烷(174)衍生物	(30)
1.4.3 1,1,1,3,6,8,8,8-八硝基-3,6- 二氮杂辛烷(186)	(35)
1.4.4 1,1,1,3,5,5,5-七硝基-3-氮杂戊烷(18)及 其亚硝化物	(47)
1.4.5 1,1,1,7,7,7-六硝基-3,5-二氮杂-4- 羰基(氧代)庚烷(50)	(50)
参考文献	(51)
2 含偕二硝基氮杂环化合物	(54)
2.1 含偕二硝基六元氮杂环化合物——1,3,5,5- 四硝基-1,3-二氮杂环己烷(13)	(55)
2.1.1 合成反应	(55)
2.1.2 合成方法	(56)
2.2 含偕二硝基七元氮杂环化合物——1,4,6,6- 四硝基-1,4-二氮杂环庚烷(18)	(57)

2.2.1	合成反应	(57)
2.2.2	合成方法	(58)
2.3	含偕二硝基氮杂八元环化合物	(58)
2.3.1	1,3,3,5,7,7-六硝基-1,5-二氮杂环 辛烷(22)(简称 HCO 或 7507)	(58)
2.3.2	1-亚硝基-3,3,5,7,7-五硝基-1,5- 二氮杂环辛烷(23)	(65)
2.3.3	1-亚硝基-3,3,7,7-四硝基-1,5-二氮 杂环辛烷(25)	(68)
2.3.4	1,5-二亚硝基-3,3,7,7-四硝基-1,5- 二氮杂环辛烷(26)	(70)
2.3.5	1-硝酰氧乙基-3,3,5,7,7-五硝基-1,5- 二氮杂环辛烷(30)	(72)
2.4	含偕二硝基氮杂十元环化合物	(77)
2.4.1	合成反应	(77)
2.4.2	合成方法	(81)
	参考文献	(83)
3	芳烃三硝基甲基化合物	(84)
3.1	芳烃三硝基甲基化反应	(84)
3.1.1	Титов 的工作	(86)
3.1.2	Новиков 等人的工作	(88)
3.1.3	Ronzio 反应和 Титов 方法的推广	(91)
3.2	均三(三硝基甲基)苯(43)	(92)
3.2.1	设计思想	(92)
3.2.2	合成反应	(94)
3.2.3	合成方法	(102)
3.3	芳基三硝基甲烷衍生物	(104)
3.3.1	芳香醛肟	(104)
3.3.2	芳基二硝基甲烷	(104)

3.3.3	芳基二硝基甲烷钾盐	(112)
3.3.4	芳基三硝基甲烷	(113)
3.3.5	合成反应及方法	(116)
3.4	4-甲硝胺基-3,5-二硝基苯基二硝基甲烷钾 盐(162)的晶体结构	(133)
3.4.1	化合物的制备	(133)
3.4.2	晶体学数据	(134)
3.4.3	结构描述与讨论	(136)
	参考文献	(139)
4	多硝基芪类及硝基喹啉氧化物	(141)
4.1	概述	(142)
4.1.1	TNT(1)及DNT(2)的反应产物	(142)
4.1.2	HNS(10)的主要物理性能	(147)
4.2	硝基苜阴离子的 Michael 加成反应	(149)
4.2.1	3-取代苯基喹啉-N-氧化物	(149)
4.2.2	3-取代苯基喹啉-N-氧化物的分子结构	(156)
4.3	3,3'-双六硝基芪	(159)
4.3.1	3,3'-双(2,2',4,4',6,6'-六硝基芪)(BHNS,78)	(159)
4.3.2	硝基叠氮基芪	(164)
4.4	3,3'-二取代六硝基芪	(168)
4.4.1	合成反应	(169)
4.4.2	合成方法	(174)
4.5	成核剂的作用机理及分子结构	(176)
4.5.1	添加剂对铸装 TNT(1)和 B 炸药的过冷温度 和结晶形态的影响	(176)
4.5.2	成核剂的分子结构	(180)
4.5.3	成核剂的作用机理	(187)
	参考文献	(189)