

普通高等教育
兵工类规划教材

工业炸药

吕春绪 刘祖亮 倪欧琪 编著



兵器工业出版社

TQ560
L-236

工业炸药

吕春绪 刘祖亮 倪欧琪 编著

兵器工业出版社

(京) 新登字049号

内 容 简 介

本书系统地阐述了工业炸药的基本内容,着重讨论了工业炸药爆轰理论、工业炸药的爆轰参数估算、工业炸药配方设计、性能及制造工艺。同时,结合科研介绍了工业炸药的某些新进展和新成果。

本书可作为高等院校有关专业教材,适于大学生、研究生和教师阅读。也可供从事工业炸药研究及生产的有关科研人员和工程技术人员参考。

工 业 炸 药

吕春绪 刘祖亮 倪欧琪 编著

*

兵器工业出版社 出版

(北京市海淀区车道沟10号)

新华书店总店科技发行所发行

各地新华书店经销

北京市燕山联营印刷厂印装

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 16.375 字数: 409.25千字

1994年1月第1版 1994年1月第1次印刷

印数: 1—4000 定价: 7.70元

ISBN 7-80038-737-2/TQ·27(课)

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、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、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、建立质量标准、明确岗位责任，建立了由主审审查、责任编委复审和教编室审定等5个文件。并根据兵工类专业的特点，成立了九个专业教学指导委员会和两个教材编审小组。以加强对兵工类专业教材建设的规划、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，力争系统配套，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

AB F 58/04

必将为兵工专业教材的系列配套，为教学质量的提高、培养国防现代化人才，为促进兵工类专业科学技术的发展，都将起到积极的作用。

本教材由云主惠主审，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兵工教材编审室

1992年12月

我非常赞成和积极支持编写炸药系列教材，因为它是培养新一代炸药工程技术人员迫切需要的。这套炸药系列教材选题全面、内容丰富。我预祝这套教材编写成功，并期待它早已出版。

周发歧

1987年12月

炸药系列教材

工业炸药

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	宁培毅	叶毓鹏	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	预计出版日期
1	炸药理论	松全才	1995年12月
2	炸药原材料化学与工艺学	叶毓鹏	1994年12月
3	硝基化合物炸药化学与工艺学	孙荣康	1992年10月
4	硝胺及硝酸酯炸药化学与工艺学	任特生	1993年10月
5	炸药合成化学	欧育湘	1995年12月
6	炸药实验室制备方法	张熙和	1995年12月
7	炸药分析	欧育湘	1994年3月
8	炸药反应工程	李鸿云	1995年2月
9	炸药生产工艺设计	戴隆泽	1994年12月
10	军用混合炸药	孙业斌	1994年12月
11	工业炸药	吕春绪	1993年12月
12	炸药与装药安全技术	刘光烈	1994年12月
13	炸药毒性与防护	程景才	1994年2月
14	炸药装药工艺学	刘光烈	1995年12月

“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，而大力发展硝酸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”共十四本（见次页），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，归功于各编者多年来锲而不舍的辛勤劳动，归功于炸药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

1992年12月

前 言

本书是根据炸药及有机化工专业教学大纲编写的。要求学生通过学习本书，了解工业炸药的主要内容，熟练掌握工业炸药的爆轰理论、配方设计、爆轰参数估算、制造方法选择、最佳工艺条件选择及产品分析检测等。通过教学实践，使学生对新型工业炸药及其制造方法具有设计和研究能力。

本书编写过程中注意了系统性，以各种典型工业炸药品种为主线，详细地阐述了它们的配方、性能和工艺；体现了新颖性，在查阅大量国内外参考资料的基础上，结合我们的科研实践，介绍了本学科近期的新进展和新成果。每章之后均列出主要参考资料，以便于读者对该领域有更深入的了解；加强了理论性，在工业炸药爆轰理论、安全炸药理论、含水炸药乳状液理论及硝酸铵改性的表面活性理论等方面均进行了比较详细的论述，反映了该领域的理论现状，在某些方面阐明了我们自己的观点。

全书教学时数为60学时，其中课内讲授50学时，习题课及讨论课10学时。

本书可作为高等院校有关专业的教材，也可供从事工业炸药研究及生产的工程技术人员参考。

本书第1, 2, 6, 8, 9章由吕春绪教授编写；第3, 4, 5, 7章由刘祖亮讲师编写；第9章部分内容和第10章由仇欧琪讲师编写。全书由吕春绪教授主编。云主惠教授担任本书主审，欧育湘教授、叶毓鹏教授、张熙和教授、李伟民教授、孙业斌副教授和宁培毅副教授参加了审定，为本书结构和内容提出了宝贵意见。钟一鹏高工和王忠礼高工等为本书提供了部分素材及参考资料。在此深表感谢。

因水平所限，书中疏漏和错误在所难免，敬请读者批评指正。

编著者 1992年5月

目 录

1. 工业炸药通论	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 国内外工业炸药研究与发展	(1)
1.3 工业炸药的应用	(11)
参考文献	(13)
2. 工业炸药的爆轰	(16)
2.1 工业炸药爆轰特征	(16)
2.2 工业炸药的爆速及其影响因素	(25)
2.3 工业炸药的高速爆轰和低速爆轰	(37)
2.4 工业含铝炸药的爆轰特性	(44)
2.5 工业炸药的起爆、传爆及爆燃	(56)
2.6 工业炸药爆轰参数计算	(65)
参考文献	(74)
3. 工业炸药的原材料	(76)
3.1 氧化剂	(76)
3.2 可燃剂	(104)
3.3 敏化剂	(116)
参考文献	(129)
4. 铵梯炸药	(131)
4.1 概述	(131)
4.2 铵梯炸药的性能及改进	(141)
4.3 铵梯炸药的制造	(168)
4.4 硝酸铵气流干燥系统的设计和举例	(197)
参考文献	(217)

5. 铵油炸药	(218)
5.1 概述	(218)
5.2 铵油炸药的组成与设计	(221)
5.3 铵油炸药的性质	(226)
5.4 铵油炸药的制造和装药	(236)
5.5 铵油炸药的改进与发展	(240)
参考文献	(243)
6. 含水炸药	(245)
6.1 概述	(245)
6.2 水在工业含水炸药中的作用	(246)
6.3 乳化炸药	(249)
6.4 水胶炸药与浆状炸药	(287)
6.5 含水炸药的研究与发展	(299)
参考文献	(301)
7. 矿用安全炸药	(303)
7.1 概述	(303)
7.2 安全炸药基本理论	(305)
7.3 安全炸药的设计和评价	(340)
7.4 矿用炸药的品种、性能和制造	(353)
参考文献	(374)
8. 液体炸药	(377)
8.1 概述	(377)
8.2 国内外液体炸药的现状	(378)
8.3 硝酸胍-水合肼类液体炸药	(381)
8.4 硝基甲烷类液体炸药	(403)
8.5 高氯酸脲类液体炸药	(404)
8.6 硝酸类液体炸药	(406)
8.7 液体炸药的研究和发展	(407)
参考文献	(414)

9. 其它工业炸药	(417)
9.1 工业耐热炸药	(417)
9.2 低爆速炸药	(432)
9.3 胶质炸药	(439)
9.4 工业含铝炸药	(445)
9.5 特种爆破剂	(447)
参考文献	(460)
10. 工业炸药分析与测试技术	(463)
10.1 概述	(463)
10.2 工业炸药性能测试	(464)
10.3 工业炸药测试新方法	(483)
参考文献	(493)
附录A 乳化炸药配方计算程序	(494)
附录B 液体炸药冲击压计算程序	(497)

1 工业炸药通论

1.1 概 述

工业炸药又称民用炸药，是以氧化剂与可燃物为主体，按照氧平衡原理构成的爆炸性混合物，属于非理想炸药。工业炸药具有成本低廉、制造简单、应用方便可靠等特点。工业炸药广泛用于煤矿冶金、石油地质、交通水电、林业建筑、金属加工和控制爆破等方面。特别是矿用工业炸药在现代工业炸药中占主导地位，主要用于采掘、修筑及开挖等岩石工程中。随着爆破技术日益广泛地得到应用，工业炸药也迅速得以发展。

早期，工业炸药基本包括三大类，即硝化甘油类炸药、铵梯炸药及安全炸药等。后来，铵油炸药、液体炸药及各种类型含水炸药迅速发展起来。特别是20世纪60年代，美国Cook等人发明了浆状炸药⁽¹⁾，其基本特点是以水抗水，在炸药体系中加入一定量的水，却使产品抗水性有突破。浆状炸药的成功称之为工业炸药的一次革命，为新型工业炸药的研制开创了广阔天地，为以后水胶炸药及乳化炸药的诞生奠定了基础，为工业炸药发展史揭开了新的一页。

1.2 国内外工业炸药研究与发展

工业炸药在品种、工艺、基础理论和应用技术等方面近年来发展得相当快，各方面的研究已逐步形成一个比较完整的科学技术体系。多年来，很多专著及论著都比较系统地总结和论述了工业