

军用混合炸药

孙业斌 惠君明 曹欣茂 编著

兵器工业出版社

内容简介

本书介绍了目前军用和民用工程中所使用的各类混合炸药,包括以 TNT 为载体的混合炸药、高聚物粘结炸药、含铝炸药、燃料-空气炸药、液体炸药、战时代用炸药及低易损性炸药,重点讲述了混合炸药的设计方法、工艺制备及混合炸药的组成、分类、性能要求、爆轰参数与性能参数计算。

本书培养学生具有从事混合炸药的科研、生产及使用能力,同时具有对各类弹药的威力设计、工程爆破、爆炸加工及石油开发提供威力方案的能力。

本书可作为炸药与爆炸技术专业本科生、研究生教材,也可作为弹药专业及有关科技人员的重要参考书。

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、建立质量标准和明确岗位责任,制定了由主审人审查、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。这批教材的出版必将为兵工专业教材的系列配套,为教学质量的提高和培养国防现代化

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。

本教材由陈熙荣教授主审,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8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,并期待它早日出版。

周发歧

1987 年 12 月

炸药系列教材

军用混合炸药

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
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	陈仁学
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 13 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

目前,世界上已合成的单质炸药有上百种,但真正用于装填弹丸、战斗部及用于工程爆破、爆炸加工、石油开发的炸药却寥寥无几。为了更好地发挥已合成高能炸药的作用,便于安全可靠地装填使用,绝大部分则须制成混合炸药。《军用混合炸药》就是专门研究如何将不能单独用于装填弹丸、战斗部的单质炸药,通过专门设计及工艺处理,将它们变成可以大量使用的混合炸药的一门综合性科学技术教科书。

近年来,国内外不仅用混合炸药装填武器弹药,而且在很多工程领域中,如定向爆破、爆炸焊接、爆炸成型及石油开发中,也都使用混合炸药解决了用常规工艺方法较难解决或无法解决的工程问题。混合炸药在民用领域中也得到了广泛地应用。

现在,国内外尚没有一本单独讲述军用混合炸药的著作,本书编者集多年从事混合炸药教学、科研之经验,并收集了直到 90 年代初国内外发表的 latest 资料,力求编出特色、编出新意、编出水平。

本书在编写过程中,理论联系实际,突出重点,注意解决工程实际,尽量做到物理问题数学化,工程问题理论化,在论理和解决实际问题上下功夫,深入浅出,便于自学。

本书首次提出混合炸药按组分分类,首先在混合炸药设计中引入溶度积参数理论,解决混合炸药组分配伍、粘结剂熔解及粘结剂与增塑剂的互溶问题,使之更加理论化。在收集各种数据时,编者还自行计算,作了大量补充,以备读者查考。全书融汇了编者几十年从事混合炸药研究的设计思想,努力找出一套设计军用混合炸药的原则和思路,使设计方法尽量系统化、公式化。本书在计算反应热焓时,采用反应系统放热时为负值,吸热时为正值。

本书拟讲授 72 学时,包括大型作业和习题课 12 学时,部分内

容可以采用学生自学和教师总结的办法进行教学。每章末有充分的思考题和习题,以便学生课下重点复习。通过与实际结合紧密的习题,可使学生了解装填炸药与各类弹丸爆炸作用的关系,广开思路,培养正确的设计思想。

本书第1~4章由孙业斌教授编写,第5~7章由惠君明副教授编写,曹欣茂副教授参加了部分编写工作。全书由孙业斌教授担任统稿。陈熙荣教授担任本书主审,欧育湘教授、叶毓鹏教授、陈熙荣教授、宁培毅副教授和曹欣茂副教授参加了审定,对本书结构和内容提出了宝贵意见。殷海权研究员及曹欣茂副教授为本书的编写提供了部分素材及参考资料。在此,编者对上述专家的辛勤劳动和大力支持表示衷心的感谢!

编者在编写本书时,虽竭尽所能,但水平有限,谬误之处,恐所难免,希望读者不吝赐教。

编著者

1994.8

英文代号

- ABS: 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物
- Adiprenel: 液态聚醚型聚氨酯弹性体
- ABH: 偶氮-双(2,2',4,4',6,6'-六硝基联二苯)
- AFNOL: 2,2,8,8-四硝基-4,6-二氧-1,9-壬二醇和 4,4-二硝基庚二酰氯的缩聚物
- AP: 高氯酸铵
- AS: 丙烯腈-苯乙烯共聚物
- ATC: 乙酰柠檬酸三丁酯
- AN: 硝酸铵
- ADNT: 3,5-二硝基-1,2,4-三唑胺
- Aristowax: 微晶石蜡
- BDNPA: 双-(2,2'-二硝基丙醇)缩乙醛
- BDNPF: 双-(2,2'-二硝基丙醇)缩甲醛
- BDNPAF: BDNPA 与 BDNPF(1:1)的低共熔物
- bis-HNAB: 双(六硝基偶氮苯), $C_{24}H_6N_{16}O_{24}$
- BTF: 六亚硝基苯或苯并三氧化呋咱, $C_6N_6O_6$
- BTX: 5,7-二硝基-1-苦基苯并三唑, $C_{12}H_4N_8O_{12}$
- BO: 环氧丁烷
- BBP: 邻苯二甲酸丁苄酯
- BCP: 邻苯二甲酸环己、丁酯
- BDP: 邻苯二甲酸丁、癸酯
- BTNEN: 重(三硝基乙基)硝胺, $C_4H_4N_8O_{14}$
- Cab-O-Sil: 胶体二氧化硅
- CDS: 醋酸丁基纤维素
- CEF: 磷酸三(β -氯乙酯)

CEP: 磷酸氯乙酯
Colton: 三聚氰胺-甲醛树脂中空微球
CTA: 三醋酸纤维素
CE: 特屈儿
Carbowax: 聚乙二醇蜡
CS: 硬脂酸钙
CompD: 苦味酸铵
DATB: 二氨基三硝基苯, $C_6H_5N_5O_6$
DBP: 邻苯二甲酸二丁酯
DINA: 双(硝基乙基)硝胺或季纳
DINGU: 二硝基甘脲
DNPA: 丙烯酸-2,2-二硝基丙酯
DNT: 二硝基甲苯
DOP: 邻苯二甲酸二辛酯
DPA: 二苯胺
DIPAM: 2,2',4,4',6,6'-二氨基六硝基联苯;二苦酰胺
DNN: 二硝基萘
DODECA: 2,2',2'',2''',4,4',4''4''',6,6',6'',6'''-十二硝基-m-m'-
联四苯
DNPN: 4,4-二硝基戊腈
DNP: 二硝基酚
DEGDN: 二硝酸二乙酯
DBTDL: 二月桂酸二丁酯锡
DOS: 癸二酸二辛酯
DCHP: 邻苯二甲酸二环己酯
DIDP: 邻苯二甲酸二异癸酯
DMP: 邻苯二甲酸二甲酯
DDA: 己二酸二癸酯
DOA: 己二酸二辛酯

DOZ: 壬二酸二辛酯
DECH: 二乙烯环己烷
EDNA: 乙二硝胺, $C_2H_6N_4O_4$
EDNP: 4,4-二硝基戊酸乙酯
Elvax: 乙烯与醋酸乙烯酯共聚物
Estane: 热塑性聚酯型聚氨酯弹性体
Exon461: 三氟氯乙烯、四氟乙烯与偏氯乙烯的共聚物
EGDN: 乙二醇二硝酸酯
EDD: 乙二胺二硝酸酯
ENT: 5-硝基四唑乙二胺盐
 F_4 : 聚四氟乙烯
 F_{2641} : 偏二氯乙烯与全氟丙烯共聚物
 F_{2311} : 偏二氯乙烯和三氟氯乙烯(1:1)共聚物
 F_{246G} : 偏氟乙烯、四氟乙烯及六氟丙烯共聚物
FEFO: 双(1-氟-2,2-二硝基乙醇)缩甲醛
FG: 氟碳石墨
FPC461: 氯乙烯与三氟氯乙烯共聚物
FeAA: 乙酰丙酮铁
G: 石墨
HMX: 环四亚甲基四硝胺;奥克托今, $C_4H_4N_4O_8$
HNB: 六硝基苯, $C_6N_6O_{12}$
HNS: 六硝基芪, $O_{14}H_6N_6O_{12}$
HNAB: 2,2',4,4',6,6'-六硝基偶氮苯, $C_{12}H_4N_8O_{12}$
HNBP: 2,2',4,4',6,6'-六硝基联苯, $C_{12}H_4N_6O_{12}$
HN: 硝酸肼
Hycar-1572: 丁二烯、丙烯腈与少量甲基丙烯酸共聚物
Hycar-2600: 丙烯酸乙酯、苯乙烯与丙烯腈的共聚物
HTPB: 端羟聚丁二烯
HMD1: 六甲撑二异氰酸酯

Hexyl: 黑喜儿

KP: 高氯酸钾

KelF-800 }
KelF-3700 } 氟氯乙烯聚合物
KelF-827 }

Kratone: 苯乙烯、亚乙基丁烯和苯乙烯的嵌段共聚物

KN: 硝酸钾

Laminac: 不饱和聚酯-苯乙烯树脂

MAN: 甲胺硝酸盐

MEDINA: 甲二硝胺, $\text{CH}_4\text{N}_4\text{O}_4$

MMAN: 硝酸甲胺

MDI: 二苯基甲烷-4,4'-二异氰酸酯

MMAMA: 甲基丙烯酸甲酯与丙烯酸甲酯的共聚物

MNT: 一硝基甲苯

MAPP: 含 35.9 丙块、24.5 丙二烯、7.3 丙烯、18.5 丙烷、13.7
丁烷的混合物

NC: 硝化棉

NG: 硝化甘油

NM: 硝基甲烷

NP: 硝基增塑剂

NPS: 硝基聚苯乙烯

NPU: 硝基聚氨酯

NQ: 硝基胍

NONA: 九硝基联三苯, $\text{C}_{18}\text{H}_5\text{N}_9\text{O}_{12}$

N-100: 三官能团异氰酸酯

ONT: 2.2', 4.4'.4'', 6.6'.6''-八硝基-*m*-联三苯, $\text{C}_{18}\text{H}_6\text{N}_8\text{O}_{16}$

ONTA: 5-氧代-3-硝基-1.2.4-三唑

PA: 苦味酸

PBHT: 端羟聚丁二烯

PC: 一种热塑性聚碳酸酯
 PETN: 季戊四醇四硝酸酯;太安, $C_5H_8N_4O_{12}$
 PIB: 聚异丁烯
 PDFNEA: 聚丙烯酸-2,2-二氟-2-硝基乙酯
 PFDNEA: 聚丙烯酸-2,2-二硝基-2-氟乙酯
 Pelaspan: 可发泡的聚苯乙烯
 PS: 聚苯乙烯
 PTFE: 聚四氟乙烯
 PU: 聚氨酯
 PVA: 聚乙烯醇
 PVB: 聚乙烯醇缩丁醛
 PVC: 聚氯乙烯
 PVAC: 聚醋酸乙烯酯
 PVN: 聚乙烯醇硝酸酯
 PVFO: 聚乙烯醇缩甲醛
 PCL: 多氯卵磷脂
 PYX: 2,6-双(苦氨基)-3,5-二硝基吡啶
 PADP: 2,6-双(苦基偶氮)-3,5-二硝基吡啶, $C_{17}H_5N_{13}O_{16}$
 PATO: 3-苦氨基-1,2,4-三唑, $C_8H_5N_{13}O_{16}$
 PENCO: 2,2',4,4',6-五硝基二苯甲酮, $C_{13}H_5N_5O_{11}$
 PE: 聚乙烯
 PMMA: 聚甲基丙烯酸甲酯,有机玻璃
 PAP1: 多甲撑多苯基异氰酸酯
 PPG: 聚丙烯乙二醇
 PDMS: 聚二甲基硅氧烷
 RDX: 环三亚甲基三硝胺,黑索今, $C_3H_6N_6O_6$
 R-Salt: 1,3,5-三重氮-1,3,5-三亚硝基环己烷, $C_3H_6N_6O_3$
 SD33: 硅橡胶
 Sylgard: 低温固化硅酮树脂