



火炸药技术系列专著



火炸药及其制品 燃烧爆炸事故调查与防范

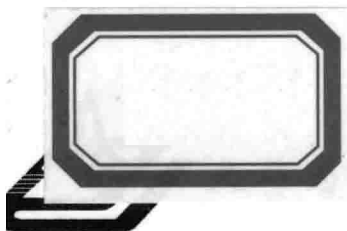
Combustion & Explosion Investigation and Precaution
for Explosives & Propellants and their Products

王东生 等编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press



技术系列专著

国防科技图书出版基金

火炸药及其制品燃烧爆炸 事故调查与防范

Combustion & Explosion Investigation and Precaution
for Explosives & Propellants and their Products

王东生 张丽君 尚耀锋
李素灵 董文学 顾勇 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

火炸药及其制品燃烧爆炸事故调查与防范/王东生等
编著. —北京:国防工业出版社,2013.7

ISBN 978-7-118-08711-6

I. ①火... II. ①王... III. ①炸药-爆炸事故-
事故分析 ②炸药-爆炸事故-事故预防 IV. ①0383

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 123951 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷责任有限公司

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 21 字数 376 千字

2013 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 95.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。
2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。
3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。
4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金
评审委员会

国防科技图书出版基金 第七届评审委员会组成人员

主任委员	王 峰			
副主任委员	吴有生	蔡 镭	杨崇新	
秘 书 长	杨崇新			
副 秘 书 长	邢海鹰	贺 明		
委 员	才鸿年	马伟明	王小谟	王群书
(按姓氏笔画排序)	甘茂治	甘晓华	卢秉恒	巩水利
	刘泽金	孙秀冬	陆 军	芮筱亭
	李言荣	李德仁	李德毅	杨 伟
	肖志力	吴宏鑫	张文栋	张信威
	陈良惠	房建成	赵万生	赵凤起
	郭云飞	唐志共	陶西平	韩祖南
	傅惠民	魏炳波		

作者简介



王东生 在兵器工业安全技术研究所专家组工作,是湖北卫东控股集团有限公司总设计师,研究员级高级工程师。主要负责事故调查、安全评审、规范修编与设计研究等工作。曾参加过某弹药库爆炸事故、某雷管销毁爆炸事故、某模拟发射装置试验爆炸事故、某榴弹装配爆炸事故、某导弹推进剂燃烧爆炸事故、某炸药装袋爆炸事故等多起国防工业燃烧爆炸事故调查,任事故调查技术组

组长。是国家国防科技工业局和中国兵器工业集团公司的安全生产专家,多次参加上级组织的安全检查、安全评审及重大建设项目安全设施竣工验收,多次参加火炸药及制品工程设计安全规范的编制、修订和研讨及对兵器行业相关安全管理人员的安全知识培训等。主要论著:编著《兵器噪声的危害与防治》,国防工业出版社;编著《射击与训练》,国防工业出版社;参加编写《常规兵器工业安全技术事故资料丛书》靶场分册,国防工业出版社;主编《小量火药、炸药及其制品建筑设计安全规范》;参加编写《火药、炸药、弹药、引信及火工品工厂设计安全规范》,并获国家级二等奖。



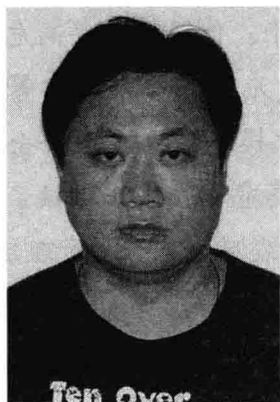
张丽君 在兵器工业安全技术研究所从事安全评价、安全评估、安全评审和职业健康安全管理体系审核工作。高级工程师, 国家注册安全工程师, 一级安全评价师, 职业健康安全管理体系高级审核员。参加编写《全国注册助理安全工程师资格考试辅导教材》。2008年担任评价组长完成的某生产线技术改造项目安全验收评价报告获全国优秀工程咨询成果一等奖。2010年担任审核组长完成的某有限公司职业健康安全管理体系审核入选中国认证认可协会《2011年度良好认证审核案例》(中认协监[2011]84号)。



尚耀锋 在兵器工业安全技术研究所工作, 先后从事国防工业和民爆行业工程设计、安全评价、安全技术咨询等工作, 参与过多项国家重点投资项目的安全评价, 并担任评价项目负责人。现为全国注册安全工程师、二级安全评价师。



李素灵 在兵器工业安全技术研究所工作,主要从事国防工业的安全评估、评价、评审和咨询、事故调查、规范修编等工作。曾多次参加兵器工业集团公司组织的生产线安改、技改项目验收、危险源销爆处理验收、燃烧爆炸重大危险源评估及改造方案评审。参与某模拟试验装置爆炸事故分析及国防科技工业局组织的安全检查。参与《火药、炸药及其制品建设工程设计安全规范》修订。为国家注册安全工程师、二级安全评价师。



董文学 在兵器工业安全技术研究所工作,现任工程防护研究室主任、高级工程师、注册安全工程师、一级安全评价师,主要从事国防科技工业建设项目安全评审、安全评价、安全咨询工作及爆炸荷载作用下防护结构研究与设计工作,作为主要起草人参加过GB50154—2009《地下及覆土火炸药仓库设计安全规范》、GB50161—2009《烟花爆竹工程设计安全规范》、北京市《烟花爆竹零售网点设置管理安全要求》等国家和地方规范标准的制定工作。



顾勇 研究生学历,湖北卫东控股集团有限公司董事局主席,国际特级职业经理人,湖北省优秀企业家、湖北省123工程优秀民营企业首批人选、2012年中国杰出职业经理人、湖北省有突出贡献中青年专家、享受国务院政府津贴待遇的工程技术专家。他致力于民营企业经营和发展,使湖北卫东控股集团有限公司从一个默默无闻的亏损企业跃居全国民爆起爆器材生产企业的前列。大力倡

导科技创新,并身先士卒,是11项国家专利技术的发明人。曾带领团队参与多个重大科研项目,并多次获得国家、省部级发明成果奖,其中6项获得国家发明成果奖。他以“智慧做事,慈善做人,诚信经营,回报社会”的企业价值观和“尊重人、保护人、塑造人”的安全文化核心理念,不断促进企业发展进步,持续提升企业安全管理水平。他根据多年高危生产企业的实践经验积累,运用心理学、管理学、行为科学及组织学等知识,经过不断提炼和探索,创造发明了一种全方位提高企业本质安全的管理法——顾氏管理法,为我国高危行业领域和高危生产企业提供了一个科学、实用、先进的安全管理范式。2011年,其发明的“顾氏管理法”荣获湖北省企业管理现代化创新成果一等奖、“顾氏隐患整改跟进法”荣获国家安全生产监督管理局“安全生产工作实践应用创新三等奖”,并被国家安监总局列为全国安全示范先进典型,向全国推广。

序

火炸药包括枪炮发射药、推进剂和炸药,是陆、海、空、二炮武器装备实现“远程打击、高效毁伤”的动力能源、威力能源,是武器装备的重要组成部分,是大幅度提高武器装备作战效能最直接、最根本的源泉所在。武器装备的需求,有力促进了火炸药技术的发展;而火炸药的创新发展,又推动了武器装备的更新换代,甚至促使战争模式发生革命性变化。瑞典国防研究院一位专家曾说过:在现有基础上,使武器弹药的威力提高3倍以上时,武器装备的品种和战争模式将发生革命性变化,届时,战场上的毁伤与防护将出现不对称,占有技术和装备优势的一方,将完全占据战争的主动权。

我国火炸药行业经过几十年奋斗,从仿制走向自行研制,至今已形成一定规模的火炸药科研生产体系,为国防科技和武器装备发展做出了重要贡献。近十年来,在总装备部和国防科工局亲切关怀和领导下,火炸药行业技术进步取得令人瞩目的成绩,获得了大量创新性科研成果。

在国防工业出版社的大力支持下,我们开展《火炸药技术系列专著》的编著,目的是反映近十年来火炸药行业构建自主创新平台,加强与前沿技术交叉融合,努力提高自主创新能力等取得的丰硕成果。系列专著将充分展示这些成果的科学技术水平,体现火炸药及相关学科扎实的理论、新颖的学术思想和显著的技术创新。火炸药技术系列专著的出版,将为加强科学发展观的实践,为国防科技和武器装备发展,为科技人才培养做出贡献。

《火炸药技术系列专著》包括以下内容:

1. 先进火炸药设计与制备的理论和实践;
2. 火炸药装药设计与工艺理论及应用技术;
3. 火炸药用新型含能材料与功能材料技术;
4. 火炸药绿色制造与数字化工艺技术;
5. 新概念火炸药技术;
6. 火炸药燃烧爆炸基础理论与基础技术;

7. 火炸药性能测试与评估技术;
8. 废弃火炸药的处理与再利用技术。

上述内容,将充分反映著作者近年来在相关领域的最新科研成果,突出先进性和创新性;同时针对性地参考和引用国内外相关研究领域的最新科研动态,特别注重与相关化学、物理学、弹道学、材料力学、测试学、空气动力学、生物学、光学等学科的交叉融合,系统地、全面地描述当今火炸药科学与技术发展的最新研究成果,预测未来新军事变革和信息化战争对火炸药技术的需求、火炸药技术的发展趋势和应用前景。这些专著是火炸药专业人员和相关专业科技人员、管理人员的重要参考书和必备的火炸药学术著作。

总装备部火炸药技术专业组
2010年3月

前 言

在我国兵器、航天、船舶、电子科技、核工业、民爆行业、烟花爆竹行业及有关行业内,大多数生产企业、科研院所和大专院校在生产、科研中均会遇到生产、使用、试验、储存、运输和销毁火炸药及其制品等易燃易爆物品的情况,因此,都存在发生燃烧爆炸事故的风险。建国六十几年以来,在我国兵器工业、航天行业、民爆行业、烟花爆竹行业等的发展历程中,曾发生过相当数量的燃烧爆炸事故。燃烧爆炸事故危害波及的范围,不仅能够造成现场生产人员的伤亡、建筑物的破坏、设备的损坏,还能波及几十米、几百米,甚至能造成几千米处的周围建筑物损坏和人员伤亡。燃烧爆炸事故的发生,将直接影响到社会的安定以及和谐社会的创建。

进入 21 世纪后,尤其是《安全生产法》颁布后,“实现安全生产”成为创建和谐社会的一个重要指标。现在,国家又将安全生产(安全发展)作为一项基本国策长期坚持,可见,国家和人民群众对安全越来越重视,安全意识在不断加强。

国防工业有关部门对本系统的各个单位的危险源(点)进行了统计,截至目前约有 3700 多个。其中兵器工业的危险源(点)约占总数的 67%。找出事故隐患,进行整改,对预防事故发生具有重要意义。事故发生后,进行事故调查、查明事故原因、吸取经验教训、处理事故责任者、教育相关人员,也是十分必要的。

作者根据自己多年参加调查处理事故的经验及所掌握的大量事故调查材料编成此书,通过本书编制旨在向大家介绍火炸药及其制品燃烧爆炸事故造成的重大损失和特点,说明事故调查处理的目的是重要意义。介绍燃烧爆炸事故的调查处理原则、程序、组织、内容、方法等,并从工程设计、安全评价及综合安全管理等方面介绍事故的预防措施,为安全技术管理人员、安全信息管理人员、安全检查人员和有关领导提供技术依据,便于他们在事故调查处理及企事业单位进行日常安全管理、安全培训的使用,亦可作为主管部门的领导和高等院校师生参考。本书选材先进,内容丰富,观点科学,图文并茂,便于掌握。并苦心孤诣地列举了许多经过作者参与调查的重大事故案例,警世人们吸取血的教训,搞好安全科研生产工作,当好“事前诸葛亮”,避免书中叙述的悲剧重演。

本书内容大多是作者多年积累的工作经验和参与的燃烧爆炸事故调查的总

结。在编著此书过程中得到了中国兵器工业集团公司质量安全与社会责任部、安徽省国防科技工业办公室、中国五洲工程设计有限公司、兵器工业安全技术研究所及湖北卫东控股集团有限公司的大力支持与帮助,安徽省国防科技工业办公室徐成然主任、周永久处长,云南省国防科技工业局孙维霜局长、李海祥处长,西安近代化学研究所赵凤起研究员,北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室冯顺山教授,217 研究所张幼平所长、魏新熙副所长,3305 厂夏春宇副厂长、李贵德处长,474 厂关峻岭厂长、孙炳文处长,672 厂肖亚东副厂长、李智厂助及吴波、李建平副处长,846 厂刘辉松总工程师,安徽霍山科皖特种铸造有限公司陈象青董事长,西藏高争民爆物质有限责任公司白艳琼总经理提供了许多宝贵意见,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 安全与事故	1
1.1.1 安全、事故有关的概念	1
1.1.2 事故的特征	1
1.1.3 事故的相关理论	2
1.2 事故的分类和事故的等级划分	7
1.2.1 事故的分类	7
1.2.2 企业职工伤亡事故与等级划分	8
1.3 燃烧爆炸事故及其特点	10
1.3.1 燃烧爆炸事故	10
1.3.2 燃烧爆炸事故的特点	11
1.4 燃烧爆炸性物质	12
1.4.1 火药	12
1.4.2 炸药	13
1.4.3 火炸药制品	17
第 2 章 燃烧爆炸事故的常见原因	19
2.1 自燃	19
2.1.1 自燃的定义及现象	19
2.1.2 自燃的分类	19
2.1.3 自燃性物质	19
2.1.4 自燃事故举例	20
2.2 火星	21
2.2.1 火星散落起火的原因	21
2.2.2 常见的火星	21
2.2.3 火星散落起火事故举例	22
2.3 雷击	26

2.3.1	雷电的产生	26
2.3.2	雷击危害	26
2.3.3	雷击事故举例	27
2.4	摩擦	29
2.4.1	摩擦的定义	29
2.4.2	摩擦引起燃烧爆炸事故的机理	30
2.4.3	摩擦引起的燃烧爆炸事故举例	30
2.5	撞击	32
2.5.1	撞击的定义	32
2.5.2	撞击引起燃烧爆炸的机理	33
2.5.3	撞击引起燃烧爆炸事故举例	33
2.6	化学反应	35
2.6.1	氧化、氧化剂	35
2.6.2	还原、还原剂	36
2.6.3	可燃剂	36
2.6.4	化学反应引起燃烧爆炸的机理	36
2.6.5	化学反应引起燃烧爆炸事故举例	36
2.7	受热	38
2.7.1	受热分解引起燃烧爆炸的机理	38
2.7.2	受热分解引起燃烧爆炸事故举例	38
2.8	电气短路起火	41
2.8.1	电气短路	41
2.8.2	电气短路起火引起燃烧爆炸事故举例	41
2.9	电点火	45
2.9.1	电点火引起燃烧爆炸的机理	45
2.9.2	电点火引起燃烧爆炸事故举例	46
2.10	着火	47
2.10.1	着火的机理	47
2.10.2	着火的事例	48
2.11	遇水	50
2.11.1	遇水燃烧的物质	50
2.11.2	遇水燃烧物质引起燃烧爆炸事故举例	51
2.12	静电放电	52
2.12.1	静电的定义	52
2.12.2	静电的产生	52

2.12.3	静电的危害	54
2.12.4	静电火花引起燃烧爆炸事故举例	54
2.13	射频	55
2.13.1	射频的定义及划分	55
2.13.2	射频辐射的危害	55
2.13.3	对讲机起爆工业电雷管事故举例	56
第3章	事故调查处理	58
3.1	事故调查的目的、意义和原则	58
3.1.1	事故调查的目的和意义	58
3.1.2	事故调查处理的原则	60
3.2	事故调查的内容、所需工具和组织	60
3.2.1	事故调查处理的内容	60
3.2.2	事故调查需要的工具	62
3.2.3	事故调查的组织	63
3.3	事故调查的方法	68
3.3.1	排除法	68
3.3.2	事故原点法	73
3.3.3	事故树分析法	74
3.3.4	变更分析法	76
3.4	事故现场炸药 TNT 当量判定方法	78
3.4.1	按周围建筑物的破坏情况推算爆炸药量	78
3.4.2	按爆坑的长度、宽度、深度计算爆炸药量	85
3.4.3	按生产设备生产能力核算在线爆炸药量	86
3.4.4	按收发记录推算爆炸药量	87
3.4.5	根据现场有关人员提供情况推算爆炸药量	87
3.4.6	根据电子监控系统记录的数据分析推算爆炸药量	87
3.4.7	按现场人员伤害情况估算事故爆炸药量	88
3.5	事故调查报告的编写	89
3.5.1	事故调查报告的编制目的和原则	89
3.5.2	事故调查报告的格式和内容	89
第4章	燃烧爆炸事故的预防	91
4.1	燃烧爆炸事故的经验教训和预防对策	91
4.1.1	燃烧爆炸事故的经验教训	91