

煤矿
爆破
实用手册

MEIKUANG BAOPU
SHIYONG SHOUCHE

高全臣 张金泉 主编

煤炭工业出版社

煤矿爆破实用手册

主编 高全臣 张金泉

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿爆破实用手册 / 高全臣, 张金泉主编. —北京: 煤炭工业出版社, 2008. 4

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3221 - 0

I. 煤… II. ①高…②张… III. 煤矿 - 爆破技术 - 技术手册 IV. TD235.4 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 174319 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行



开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 61¹/₂
字数 1475 千字 印数 1—2,000
2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷
社内编号 6022 定价 300.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

主 编 高全臣 张金泉
副主编 马芹永 杨小林 戴 俊 王立安 高文乐
陈 昌

编写人员 (以姓氏笔画为序)

马亿刚	马芹永	王小林	王立安	王新生
孔宪军	刘世堂	刘殿书	刘国利	刘杰英
贞永峰	李 义	李廷春	李晓宇	单仁亮
杨小林	杨民刚	张昌锁	郑选荣	陈寿峰
陈士海	张金泉	张宪堂	段宝福	高文乐
高全臣	高尔新	高 铭	梁为民	崔景奎
韩红强	雷成祥	戴 俊	魏 红	

编审人员 刘清泉 王捷帆 孙金铎

前 言

随着国民经济的快速发展,煤炭作为我国的基础能源,其需求量逐年增大,安全高效地搞好煤炭生产是煤矿工程技术人员共同的目标。矿山爆破技术贯穿于矿井建设和煤炭生产全过程的核心技术之一,在矿山的复杂环境中实施各类爆破工程,特别是在有瓦斯、煤尘和高涌水地下矿井中的爆破作业,其施工技术难度大、危险性高,直接关系到煤炭生产的安全和生产效率。矿山爆破技术的施工工艺规定严格,技术性很强,必须要有严格规范的施工技术程序和安全管理规程。目前我国尚缺少一部能全面系统反映煤矿爆破理论、控制爆破技术、不同爆破技术的施工工艺、爆破新技术应用和爆破安全管理技术的实用手册。为此,煤炭学会爆破专业委员会与煤炭工业出版社经过多年的酝酿,决定组织力量编写和出版这本《煤矿爆破实用手册》,为我国煤矿工程技术人员提供最有指导价值的专业工具书,为煤矿安全高效生产和煤炭工业发展作出贡献。

《煤矿爆破实用手册》是一部大型专业性书籍,是以手册形式汇集和总结煤矿爆破的科学理论、应用技术和管理知识,全面反映现代爆破技术和管理水平的工具书,不仅包含矿山各种爆破技术的理论原理和施工工艺,还包含了矿用爆破器材的安全生产工艺和各类地面控制爆破理论及施工技术。在各类爆破技术中都列举了相应爆破工程设计和应用的典型实例,不仅可供煤炭系统的工程设计人员、煤矿工程技术与施工人员、各级领导和管理人员使用,而且可供各行业从事爆破工程的技术人员及有关院校相关专业的师生参考使用。

全书共分七篇30章,第一篇爆破基本理论,包含第一章至第五章,由山东科技大学的张金泉任主编;第二篇矿用爆破器材,包含第六章至第十章,由安徽理工大学的马芹永任主编;第三篇煤矿井下爆破技术,包含第十一章至第十六章,由中国矿业大学(北京)的高全臣任主编;第四篇露天爆破与拆除爆破技术,包含第十七章至第十九章,由河南理工大学的杨小林任主编;第五篇爆破安全与爆破量测技术,包含第二十章至第二十三章,由西安科技大学的戴俊任主编;第六篇煤矿爆破钻眼破岩理论和工具,包含第二十四章

至第二十五章，由太原理工大学的王立安任主编；第七篇特种爆破技术，包含第二十六章至第三十章，由山东科技大学的高文乐任主编。

全书的结构调整、内容取舍、深度统一、技术审查、行文润色及全面审定、检查工作，由主编高全臣及张金泉负责。

煤矿爆破界的老前辈王树仁教授、杨永琦教授、胡峰教授和刘清泉教授为本书的编写提出了许多指导意见，特别是刘清泉教授花费大量时间详细审阅了书稿，不仅提出了许多具体修改意见和建议，并提供了大量翔实的文献资料供相关编写人员参考。在此，对这些老前辈特表示诚挚的谢意！

本书各篇在编写过程中都参考、摘录了已公开发表的教材、著作、论文和内部资料的部分内容和图表，谨向这些编者、著者及单位深表谢意！

限于编者水平，书中难免有疏漏之处，敬请使用者提出宝贵的意见。

编者

2007年9月

目 次

第一篇 爆破基本理论

第一章 炸药爆炸理论.....	3
第一节 爆炸及炸药的基本概念.....	3
第二节 炸药化学变化.....	4
第三节 炸药爆炸主要性能参数.....	9
第四节 炸药爆轰理论.....	15
第五节 炸药的爆炸作用及感度.....	29
第二章 岩石基本性质与分级.....	31
第一节 岩石物理性质.....	31
第二节 岩石的力学性质.....	37
第三节 岩石坚固性与分级.....	47
第四节 岩石可爆性分级.....	50
第五节 煤的基本特性.....	56
第三章 岩石爆破作用原理.....	65
第一节 岩石爆破作用.....	65
第二节 岩石中的爆炸应力波.....	73
第三节 装药量计算原理.....	86
第四节 影响爆破作用效果的因素.....	94
第四章 毫秒爆破理论.....	99
第一节 毫秒爆破原理.....	99
第二节 毫秒爆破的起爆方式.....	102
第三节 毫秒爆破间隔时间的确定.....	108
第四节 毫秒爆破的减震作用.....	111
第五章 光面爆破和预裂爆破理论.....	113
第一节 光面爆破和预裂爆破原理.....	113
第二节 光面爆破参数设计.....	118

第三节	预裂爆破参数设计	124
第四节	光面与预裂爆破质量评价	128

第二篇 矿用爆破器材

第六章	矿用炸药	133
第一节	矿用炸药及其分类	133
第二节	硝酸铵类炸药的主要成分	134
第三节	含水炸药	138
第四节	煤矿许用炸药	141
第五节	硝化甘油类炸药	146
第六节	国外煤矿许用炸药简介	149
第七章	矿用起爆器材	152
第一节	火雷管	152
第二节	电雷管	153
第三节	导火索	161
第四节	导爆索与继爆管	163
第五节	导爆管与导爆管雷管	165
第六节	发爆器与起爆电源	167
第八章	矿用爆破器材性能检测	172
第一节	矿用炸药物理性能检测	172
第二节	矿用炸药感度测试	173
第三节	矿用炸药爆炸性能测试	177
第四节	矿用炸药安全性与有害气体测试	181
第五节	矿用起爆器材性能测定	182
第九章	矿山爆破起爆技术	187
第一节	炸药的起爆	187
第二节	电力起爆法	189
第三节	非电起爆法	193
第四节	其他起爆方法	199
第十章	矿用爆破器材的生产与管理	203
第一节	安全生产基本要求	203
第二节	炸药生产安全技术	211
第三节	起爆器材生产安全技术	235

第四节	矿用爆破器材的运输	248
第五节	矿用爆破器材的储存与保管	252
第六节	矿用爆破器材的销毁	255
第七节	炸药生产劳动与环境保护	257

第三篇 煤矿井下爆破技术

第十一章	煤矿井下爆破作业环境及对策	269
第一节	爆破与瓦斯	269
第二节	爆破与煤尘	274
第三节	爆破诱发突水	278
第四节	井下杂散电流及有害气体	280
第五节	改善井下爆破作业环境的方法	283
第十二章	平巷掘进爆破技术	291
第一节	平巷掘进掏槽爆破技术	291
第二节	平巷掘进爆破参数设计	300
第三节	炮孔布置、起爆网路及钻眼机具	304
第四节	平巷光面爆破技术	308
第五节	平巷定向断裂控制爆破技术	314
第六节	大断面巷道掘进爆破技术	319
第七节	煤岩巷道的爆破技术	324
第十三章	斜井掘进爆破技术	328
第一节	斜井掘进爆破的特点	328
第二节	斜井爆破参数设计	329
第三节	斜井爆破施工技术要点	334
第四节	斜井中深孔爆破技术	338
第五节	斜井爆破技术应用实例	342
第十四章	立井掘进爆破技术	349
第一节	井筒掘进掏槽爆破方式	349
第二节	井筒掘进爆破参数设计	352
第三节	立井爆破网路	360
第四节	钻眼机具与爆破器材的选择	363
第五节	立井井筒爆破图表编制及工程实例	365

第十五章 采煤工作面爆破技术	383
第一节 炮采工作面毫秒爆破技术.....	383
第二节 急倾斜煤层采煤爆破技术.....	389
第三节 长孔水封爆破采煤技术.....	398
第四节 采煤工作面强制放顶爆破技术.....	402
第五节 机采面切割槽爆破与松动爆破技术.....	403
第十六章 煤仓与溜煤眼爆破技术	405
第一节 木垛法与普通法爆破技术.....	405
第二节 吊罐法爆破施工技术.....	408
第三节 爬罐法爆破施工技术.....	418
第四节 深孔分段爆破成井技术.....	421
第五节 超深孔一次爆破成井技术.....	432
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> 第四篇 露天爆破与拆除爆破技术 </div>	
第十七章 露天台阶爆破技术	449
第一节 爆破方案选定.....	450
第二节 爆破参数设计.....	451
第三节 布孔方式与爆破网路.....	456
第四节 装药结构.....	461
第五节 露天深孔爆破施工技术.....	462
第六节 露天深孔台阶毫秒爆破.....	464
第七节 露天台阶预裂爆破.....	466
第八节 露天爆破块度控制.....	470
第九节 露天台阶爆破技术进展.....	474
第十八章 露天硐室爆破技术	481
第一节 硐室爆破的分类.....	481
第二节 硐室爆破设计.....	483
第三节 药包布置方法.....	485
第四节 爆破参数设计.....	492
第五节 条形药包爆破.....	509
第六节 硐室爆破施工技术与安全.....	513
第七节 硐室爆破工程实例.....	517

第十九章 煤矿建(构)筑物拆除爆破技术	522
第一节 拆除爆破原理与设计方法	522
第二节 基础类构筑物拆除爆破技术	527
第三节 高耸构筑物拆除爆破技术	534
第四节 楼房拆除爆破技术	545
第五节 水压拆除爆破技术	562
第六节 煤矿井下拆除爆破技术	572

第五篇 爆破安全与爆破量测技术

第二十章 煤矿爆破危害与安全防护	577
第一节 爆破地震效应与防护	577
第二节 爆破空气冲击波与防护	581
第三节 爆破个别飞散物与防护	584
第四节 爆破噪声与防护	587
第五节 爆破有害气体与防护	588
第二十一章 煤矿爆破事故的预防与处理	592
第一节 早爆的预防	592
第二节 拒爆的预防与处理	598
第三节 煤矿巷道爆破施工安全	601
第四节 立井掘进爆破的安全技术	607
第五节 石门揭煤与震动爆破安全措施	609
第六节 采煤爆破安全技术	612
第七节 穿过破碎地层带的爆破安全施工	615
第八节 煤矿爆破事故典型案例	616
第二十二章 煤矿爆破实用量测技术	621
第一节 爆破量测仪表与系统组成	621
第二节 煤岩力学性质的超声波量测	625
第三节 爆破应力波与地震波参数量测	634
第四节 爆破空气冲击波参数量测	639
第五节 爆破效果观测方法	645
第六节 测量数据处理与分析	651
第二十三章 煤矿生产涉爆人员及爆破安全管理	656
第一节 煤矿生产涉爆人员的基本条件与要求	656

第二节	煤矿生产涉爆人员的工作职责	658
第三节	煤矿生产涉爆人员培训	660
第四节	煤矿生产涉爆人员管理	663
第五节	煤矿爆破安全管理	663
第六节	爆破器材信息管理系统	666
第七节	中国爆破安全网	671

第六篇 煤矿爆破钻眼破岩理论和工具

第二十四章	钻眼方法和破岩机理	677
第一节	钻眼方法及钻眼机械分类	677
第二节	冲击破岩机理	679
第三节	切削破岩机理	684
第四节	滚压破碎岩石机理	691
第五节	金刚石钻头破碎机理	697
第二十五章	井下钻眼机具	704
第一节	凿岩机及其分类	704
第二节	风动凿岩机	704
第三节	其他动力凿岩机(液压、电动、内燃)	727
第四节	煤电钻和岩石电钻	740
第五节	凿岩台车	747
第六节	立井凿岩钻架	759
第七节	井下潜孔钻	771
第八节	钻眼工具	776

第七篇 特种爆破技术

第二十六章	冻土爆破技术	799
第一节	概述	799
第二节	冻土物理力学性质	800
第三节	冻土爆破试验与爆破参数	810
第四节	冻土爆破技术在立井施工中的应用	815
第二十七章	静态破碎技术	825
第一节	静态破碎剂破碎法	825

第二节	燃烧剂破碎法·····	833
第三节	静态破碎法的应用实例·····	833
第二十八章	聚能爆破及其应用 ·····	841
第一节	聚能原理与射流形成过程·····	841
第二节	聚能药包的构成及影响因素·····	844
第三节	聚能爆破的应用实例·····	850
第二十九章	水下(压)爆破及其应用 ·····	859
第一节	水下爆破作用·····	859
第二节	水下爆破原理及其参数计算·····	861
第三节	水下(压)爆破设计与施工·····	865
第四节	井下采掘水压爆破·····	880
第五节	水下爆破的安全与防护·····	884
第三十章	爆炸加工及特殊介质爆破 ·····	889
第一节	爆炸加工与合成·····	889
第二节	爆炸压缩·····	908
第三节	特殊介质的爆破·····	918
第四节	特殊环境中的爆破·····	923
附录 ·····		928
附录 A	常用炸药的组成及性能参数表·····	928
附录 B	我国部分煤田煤岩坚固性及强度特征·····	935
附录 C	国内主要炸药品种、性能参数及安全生产要求·····	937
附录 D	凿岩设备与机具类型及技术特性·····	949
后记 ·····		966
参考文献 ·····		967

第一篇

爆破基本理论

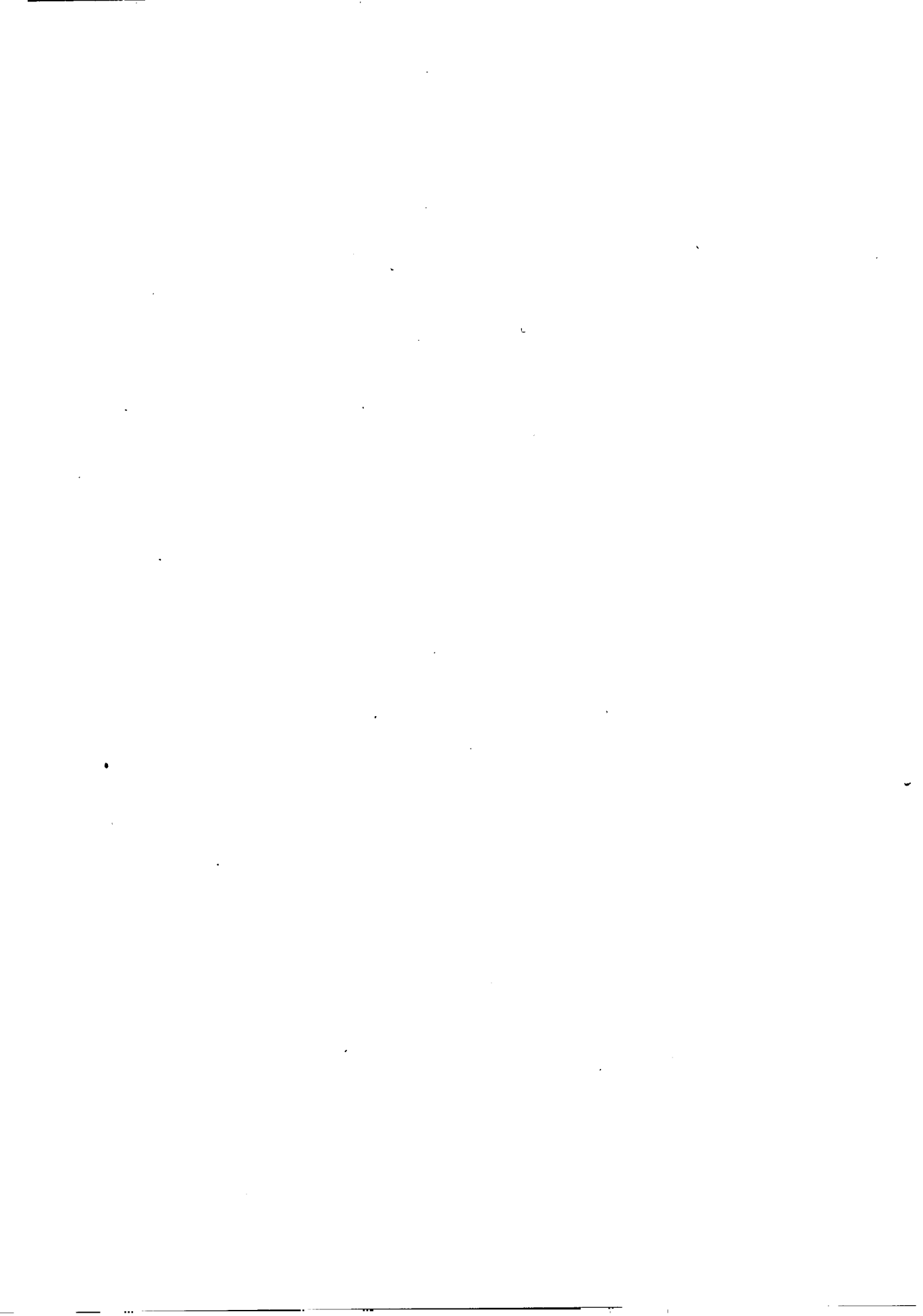
主 编 张金泉

副 主 编 马亿刚 高文乐 毕卫国

编写人员 (以姓氏笔画为序)

马亿刚 毕卫国 李廷春 张金泉

陈士海 段宝福 高文乐



第一章 炸药爆炸理论

第一节 爆炸及炸药的基本概念

一、爆炸及炸药的定义

(一) 爆炸的定义及其分类

爆炸是物质系统一种极迅速的物理或化学变化。在变化过程中，瞬时放出其内含能量，并借助系统内原有气体或爆炸生成气体的膨胀，对系统周围介质作功，使之产生巨大的破坏效应，并伴随有强烈的发光和声响。在生产实践、科学研究和日常生活中，经常会遇到各类爆炸现象，按引起爆炸的原因不同，爆炸可分为物理爆炸、核爆炸和化学爆炸三类。

(1) 物理爆炸是指由物理原因造成的爆炸，爆炸过程中仅仅是物质形态的变化，而不发生化学变化。例如，锅炉爆炸、氧气瓶爆炸和轮胎放炮等都是物理爆炸。

(2) 核爆炸是指由核裂变（如 U^{235} 的裂变）或核聚变（如氘、氚、锂的聚变）引起的爆炸。核爆炸放出能量极大，相当于数万吨至数千万吨梯恩梯爆炸能，并辐射出很强的各种射线。

(3) 化学爆炸是指由化学变化造成的爆炸。炸药爆炸、瓦斯或煤尘爆炸、汽油与空气混合物的爆炸等都是化学爆炸。在生产实践中，主要是应用炸药的爆炸反应，因此，本书中如未特别指明，爆炸即指炸药爆炸。

(二) 炸药的定义

炸药是在一定条件下，能够发生快速化学反应，放出能量，生成气体产物，并显示爆炸效应的化合物或混合物。

在平常条件下，炸药是比较安定的物质，但一旦外界给予足够的活化能，使炸药内各种分子的运动速度和相互间的碰撞增加，使之发生迅速的化学反应，就会丧失安定性，引起炸药的爆炸。需要指出的是，炸药爆炸通常是从局部分子被活化、分解开始的，其反应热又使周围炸药分子被活化、分解，如此循环下去，直至全部炸药反应完毕。

二、炸药爆炸的基本特征

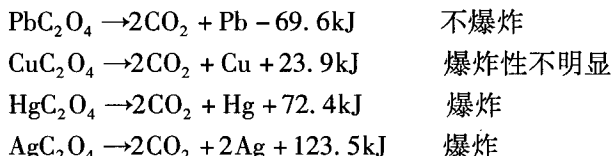
反应的放热性、生成气体产物、反应的快速性是炸药爆炸的三个基本特征，也是构成爆炸的必要条件，又称为爆炸的三要素。

(一) 反应的放热性

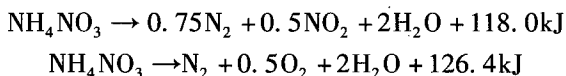
炸药爆炸就是将蕴藏的大量化学能（潜能）以热能形式迅速释放出来的过程。

放出大量热能是形成爆炸的必要条件，吸热反应或放热不足都不能形成爆炸。从各种

草酸盐的反应热效应与其爆炸性的比较可以证实这一点。



对于同一种化合物，由于激起反应的条件和热效应不同，也有类似的结果。例如，硝酸铵，在常温至 150℃ 的反应为吸热反应；加热到 200℃ 时，分解反应虽为放热反应，但放热量不大，仍然不能构成爆炸；若迅速加热到 400℃ ~ 500℃，或用起爆药柱强力起爆，由于放热量增大，就会引起爆炸。其爆炸反应方程式为



(二) 生成气体产物

炸药爆炸放出的能量必须借助气体介质才能转化为机械功，因此，产生气体产物是炸药作功不可缺少的条件。炸药能量转化的过程：放出的热能先转化为气体的压缩能，后者在气体膨胀过程中转化为机械功。如果物质的反应热很大，但没有气体生成，就不会具有爆炸性。例如，铝热剂反应：



按每公斤放热量计算比梯恩梯高，并能形成 3000℃ 高温，使生成产物熔化，但不能形成爆炸。若浸湿铝热剂或松散铝热剂含有空气，就可能产生类似爆炸现象。

炸药爆炸放出的热量不可能全部转化为机械功，但生成气体越多，热量利用率就越高。

(三) 反应的快速性

炸药爆炸反应是由冲击波所激起的，因此其反应速度和爆炸速度都很高，爆炸速度可达每秒数千米，在反应区内炸药变成爆炸气体产物的时间只需要几微秒至几十微秒。爆炸过程的高速度决定了炸药能够在很短时间内释放大量能量，因此单位体积内的热能很高，从而具有极大的威力（炸药在单位时间内的作功能力）。这是爆炸反应区别于燃烧及其他化学反应的一个显著特点。如果反应速度很慢，就不可能形成强大威力的爆炸。例如，煤在燃烧过程中，燃烧产生的热量通过热传导和热辐射不断散失，所以不会发生爆炸。

第二节 炸药化学变化

一、氧平衡

(一) 炸药的氧平衡及氧系数

炸药的氧平衡是指炸药内含氧量与可燃元素充分氧化所需氧量之间的关系。氧平衡用每克炸药中剩余或不足氧量的克数或百分数来表示。炸药的氧系数是指炸药中含氧量与可燃元素充分氧化所需氧量之比，用它也可以表示氧平衡关系。含氧量有多余时称为正氧平衡，不足时称为负氧平衡，相等时称为零氧平衡。

炸药主要由 C, H, O, N 四种元素组成，其分子式可以写成通式 $\text{C}_a\text{H}_b\text{N}_c\text{O}_d$ 。单质炸