

爆破员 安全员 保管员 统一培训教材

爆破作业人员读本

房泽法 贾永胜 等 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

爆破员 安全员 保管员 统一培训教材

爆破作业人员读本

房泽法 贾永胜 赵根 李本平 刘铨铭 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

爆破员、安全员、保管员（统称“三大员”）是爆破作业单位必须取得持证资格的爆破作业人员。

本书主要针对“三大员”的文化程度，从施工操作的实际应用出发，对民用爆破器材的基本常识、爆破技术的基础知识、常用的各类爆破作业和施工操作、爆破项目的安全管理等方面做了较为简明的系统阐述，是“三大员”必须熟练掌握的一部学习工具书。

本书在原教材的基础上，通过2004年以来的教学实践和培训工作进行了多次修订，引入了最新的国家标准和行业规范要求，是当今“三大员”培训的一部好教材，同时本书亦可供从事爆破的其他人员学习和参考。

图书在版编目（CIP）数据

爆破作业人员读本：爆破员、安全员、保管员统一
培训教材 / 房泽法等编. — 北京：中国水利水电出版社
，2013.5

ISBN 978-7-5170-0867-5

I. ①爆… II. ①房… III. ①爆破—技术培训—教材
IV. ①TB41

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第091949号

书 名	爆破员 安全员 保管员 统一培训教材 爆破作业人员读本
作 者	房泽法 贾永胜 等 编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	145mm×210mm 32开本 8.5印张 220千字
版 次	2013年5月第1版 2013年5月第1次印刷
印 数	0001—5000册
定 价	58.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

序

自改革开放以来，我国的爆破事业得到迅速发展，为国民经济和社会发展做出了积极贡献！

爆破作为一个特种行业，国家历来强调从业人员必须经过专门培训、考核合格并取得公安机关颁发的作业证才能具备执业资格。

为配合爆破员、安全员、保管员的培训考核工作，武汉市工程爆破协会在原有自编教材的基础上编写了这本《爆破作业人员读本》。本书针对爆破员、安全员、保管员技能要求，注重提高爆破作业人员的业务素质和安全意识，并将新的行业规范和标准纳入其中，为施工操作人员的培训提供了一本有价值的参考教材，相信会受到大家的青睐。

中国工程爆破协会理事长
中国工程院院士



2013 年 4 月

前 言

爆破作业属于危爆行业的施工作业，关系到人民生命和财产的公共安全，“责任重于泰山”。爆破作业人员是爆破工程项目的组织者和参与者，其安全责任意识、技术业务素质、施工操作技能和岗位管理水平直接影响到工程是否能顺利进行，影响到企业的经济效益和社会效益。

鉴于此，湖北省工程爆破协会与武汉市工程爆破协会以《民用爆炸物品安全管理条例》（国务院第466号令）、国家标准《爆破安全规程》（GB 6722）及公安部《爆破作业单位资质条件和管理要求》（GA 990—2012）、《爆破作业项目管理要求》（GA 991—2012）等有关法律法规、行业标准及规范为依据，展望爆破新技术、新材料、新工艺的不断创新发展要求，结合爆破作业单位的实际和爆破项目施工的特点，在2004年第1版《爆破培训简明教程》的基础上，继2007年、2010年的修编后，又一次对章节内容做了较大的增减和修订，以《爆破作业人员读本》的新面孔奉献给爆破作业单位的爆破员、安全员、保管员（统称“三大员”）以做培训之用。

本书力求从爆破作业人员从事爆破项目施工操作的应用出发。对必须熟练掌握的常用爆破器材、爆破基础知识、各类爆破作业的实际操作和安全管理作出介绍，

内容深入浅出，浅显易懂，贴近实际，具有可读性。不仅适合“三大员”学习使用，亦可供爆破作业单位的其他管理人员阅读和参考。“三大员”培训中可根据不同学员对象、文化程度、业务素质状况和需求，进行内容增减，做到各有侧重。

我们殷切期望从事爆破作业的人员认真学习、钻研业务、提高技能、勤于管理、重视安全，抓好每一个爆破作业项目的各项工作，为我国工程爆破事业的发展做出应有的贡献。

在这里，对负责和修编本书而付出辛勤劳动的专家、教授及工作人员表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中难免有片面和疏漏之处，恳请专家、读者赐教，不胜感激。

湖北省工程爆破协会会长 谢先启
武汉市工程爆破协会 理事长 张文煊

2013年4月

目 录

序

前言

第一章 工业炸药常识	1
第一节 炸药爆炸基本概念	1
第二节 炸药的起爆和感度	2
第三节 炸药的爆炸性能	5
第二章 常用工业炸药	11
第一节 工业炸药分类	11
第二节 常用工业炸药	13
第三章 起爆器材与起爆技术	19
第一节 工业雷管	19
第二节 电力起爆技术	33
第三节 导爆索起爆技术	45
第四节 导爆管雷管起爆系统	48
第四章 爆破技术基础知识	56
第一节 爆破作用原理	56
第二节 影响爆破效果的主要因素	61
第五章 台阶爆破	66
第一节 深孔台阶爆破	66
第二节 浅孔台阶爆破	81
第六章 硐室爆破	85
第一节 硐室爆破概述	85

第二节	硐室爆破施工	86
第七章	掘进爆破	97
第一节	概述	97
第二节	掘进爆破的掏槽方法	98
第三节	巷道掘进爆破参数设计	104
第四节	隧道掘进爆破方法	109
第八章	光面爆破和预裂爆破	120
第一节	概述	120
第二节	光面爆破和预裂爆破设计	122
第三节	光面爆破和预裂爆破施工	130
第四节	爆破效果评价与验收	137
第九章	拆除爆破	141
第一节	概述	141
第二节	基础拆除爆破	147
第三节	建筑物拆除爆破	153
第四节	构筑物拆除爆破	159
第五节	水压爆破	174
第十章	水下工程爆破	179
第一节	概述	179
第二节	水底裸露药包爆破	182
第三节	水下钻孔爆破	186
第十一章	爆破安全知识	191
第一节	爆破有害效应安全控制与监测	191
第二节	盲炮及其处理	198
第十二章	爆破工程事故案例与点评	202
第一节	爆破器材引起的事故案例	202
第二节	早爆事故案例	206

第三节	拒爆事故案例	207
第四节	爆破有害效应事故案例	209
第十三章	爆破工程安全管理	213
第一节	爆破资质分级管理	213
第二节	爆破安全评估	222
第三节	爆破安全监理	224
第四节	民用爆炸物品安全管理	227
第五节	民用爆炸物品信息管理系统	237
习题		244
习题答案		261

工业炸药常识

第一节 炸药爆炸基本概念

一、爆炸现象

我们在日常生活中经常遇到爆炸现象。根据爆炸现象产生的原因及特征，可将其分为三类：物理爆炸、化学爆炸和核爆炸。轮胎爆炸是一种物理爆炸现象；炸药爆炸是一种化学爆炸，是我们主要关注的爆炸现象。炸药爆炸的特征是：在发生爆炸处，周围压力突然升高，附近物体受到冲击或破坏，同时伴有声、光、热效应。

炸药发生爆炸应具备三个条件：放热化学反应，反应时生成大量气体，反应速度快，三者缺一不可，称为炸药爆炸三要素。

二、炸药化学变化的基本形式

根据炸药化学反应速度和传播性质的不同，可将炸药化学变化分成：热分解、燃烧、爆炸和爆轰四种基本形式。

（一）炸药的热分解

炸药在常温下会发生热分解，分解速度很慢，不会形成爆炸。但是随着环境温度的升高，分解速度加快，温度升高到爆点时，热分解转化成爆炸。

炸药的热分解性能对炸药的储存有影响。例如，库房的温度和药箱（袋）堆放数量、堆放方式都会对炸药的热分解产生影响。因此，炸药仓库内的药箱堆放不宜过高，堆放不宜过紧，并应注意库房通风，防止温度升高，造成热分解加剧而引起爆炸



事故。

(二) 炸药的燃烧

在敞开条件下，大多数炸药能够稳定燃烧而不会发生爆炸。但燃烧速度会随着温度的增高和压力的增大而加快，当外界压力和温度超过某一极限值时，炸药很快由燃烧变为爆炸。

(三) 炸药的爆炸和爆轰

炸药以不稳定的速度进行传爆的过程称为炸药的爆炸，以稳定的速度传爆的过程称为炸药的爆轰。炸药的爆炸和爆轰的传播速度通常达每秒数千米，而炸药的爆炸速度与外界条件关系不大，即使在敞开条件下也能进行高速爆炸反应。

炸药化学变化的四种基本形式虽然在性质上有不同之处，但它们之间却有着密切的联系，在一定条件下可以互相转化。炸药的热分解在一定条件下可以转变为燃烧；炸药的燃烧随着环境温度和压力的增加，又可转化为爆炸或爆轰。

第二节 炸药的起爆和感度

一、炸药的起爆

炸药具有爆炸的可能性，但在常态下处于相对的稳定状态，不会自行发生爆炸。要使炸药发生爆炸，必须给炸药某一局部施加一定的外能。炸药在外能作用下发生爆炸的过程，称为炸药的起爆。使炸药起爆所需的外能，则称为起爆能。

多种形式的外能都可以激起炸药爆炸，但从爆破作业安全和有效使用炸药的角度看，热能、爆炸能和机械能较有实际意义。

(一) 热能起爆

热能起爆是当炸药受到热或火焰的作用时，其局部温度达到爆发点而引起的爆炸。利用热能起爆炸药是爆破技术中较常见的方式。例如，火雷管起爆法就是利用导火索的火焰来引爆火雷管；电雷管起爆法则是利用通电桥丝的灼热点燃引火药，进而引



爆雷管。

(二) 机械能起爆

机械能起爆是在撞击、摩擦、枪击等机械力作用下使炸药发热达到爆点而产生的爆炸。工程爆破中一般不采用机械能起爆炸药，但在生产、储存、运输或使用炸药时，必须注意因机械能作用引起的意外爆炸事故。

(三) 爆炸能起爆

工程爆破中常用一种炸药的爆炸能量来引爆另一种炸药。例如爆破作业中利用雷管、导爆索、中继药包的爆炸能来起爆工业炸药。

除了热能、机械能和爆炸能外，冲击波、光能、超声振动、粒子轰击、高频电磁波等外部能量也可激起炸药爆炸，因此在爆破作业中也应引起注意。

二、炸药的感度

不同的炸药在同一外能作用下，有的很容易起爆，有的则较难起爆或不能起爆。例如有些工业炸药可以用 8 号雷管直接引爆，而有些则不能。这说明，不同种类的炸药发生爆炸的难易程度是不同的。炸药在外能作用下发生爆炸的难易程度称为该炸药的感度。

起爆某炸药所需的外能小，表明该炸药的感度高；而起爆某炸药所需的外能大，则该炸药的感度低。碘化氮只要用羽毛轻轻触及就可以引起爆炸，其感度很高；而硝酸铵要用几十克甚至数百克梯恩梯炸药引爆，其感度很低。

炸药的感度对于炸药的制造、加工、运输、储存和使用的安全十分重要。感度过高的炸药容易发生爆炸事故，而感度过低的炸药又给起爆带来困难。通常，工业炸药对热能、撞击和摩擦作用的感度都较低，要靠爆炸能来起爆。

根据外能对炸药作用形式的不同，炸药的感度可分为热感度、撞击感度、摩擦感度和起爆感度等。



(一) 热感度

炸药在热能作用下发生爆炸的难易程度称为炸药的热感度，通常用爆发点和火焰感度等来表示。炸药的爆发点是指炸药开始爆炸所需加热到的最低温度。炸药自分解开始到爆炸所经历的时间称为爆炸延滞期。一些炸药爆发 5min 延滞期的爆发点列于表 1-1 中。

表 1-1 部分炸药的爆发点

炸药名称	爆发点 (°C)	炸药名称	爆发点 (°C)
EL 乳化炸药	330	雷汞	175~180
2 号岩石硝铵	186~230	二硝基重氮酚	150~151
3 号露天硝铵	171~179	黑索金	230
2 号煤矿硝铵	180~188	硝化甘油	200
一级煤矿许用粉状乳化	307	梯恩梯	290~295
二级煤矿许用粉状乳化	293	硝酸铵	300
三级煤矿许用粉状乳化	299	黑火药	290~310

从表 1-1 中可以看出，炸药特别是用于装填雷管的起爆药，其热感度一般较高，即这些炸药对热能较敏感，在使用和保存爆炸物品时应远离火源，以防发生误爆。

(二) 撞击感度

炸药在撞击作用下发生爆炸的难易程度称为炸药的撞击感度。撞击感度用垂直落锤仪测定。

(三) 摩擦感度

炸药在摩擦作用下发生爆炸的难易程度称为摩擦感度。摩擦感度用摆式摩擦仪测定，用爆炸次数与试验总次数的百分比表示。

(四) 起爆感度

炸药受到其他炸药的爆炸作用而发生爆炸的难易程度称为炸药的起爆感度。单质猛炸药的起爆感度可以用保证该炸药起爆所需的最小起爆药量来衡量。工程爆破中常用的硝铵炸药和乳化炸



药等混合炸药的起爆感度，一般采用殉爆距离来衡量。

第三节 炸药的爆炸性能

工业炸药的爆炸性能较多，其中与工程爆破有关的主要有：爆速、威力、猛度、爆速及聚能效应等。

一、爆速

爆速是指炸药爆炸时爆轰波在药柱中的传播速度，单位通常用 m/s 或 km/s 表示。爆速愈大，爆力也愈大。

炸药的爆速与药柱直径有关。随着药包直径的增大，炸药的爆速相应增大。当药包直径增大至某一数值时，爆速不再随着直径的增大而升高，而是保持一个恒定值，这时药包直径称为药包极限直径，用 $d_{\text{限}}$ 表示。随着药包直径的减小，炸药的爆速逐渐下降。当药包直径减小至某一数值时，继续减小药包直径，炸药爆炸完全中断，这时的直径称为药包临界直径，用 $d_{\text{临}}$ 表示。

炸药的爆速也与装药密度有关。在炮孔内，爆速随炸药装填密度的增加而增加，当密度达到某一临界点时，爆速也达到了最大值。如果再增加密度，爆速反而下降，甚至出现压死熄爆现象。

二、威力

炸药威力或称炸药的作功能力，是指炸药在介质内部爆炸时对其周围介质产生的整体压缩、破坏和抛掷能力。炸药威力的大小与炸药爆炸时释放出的能量大小成正比，炸药的爆热愈高，生成气体量愈多，爆力愈大。

炸药威力常用铅柱扩容法进行测定。铅柱是用纯铅熔铸成的圆柱体，其规格尺寸如图 1-1 所示。试验时称取 10g 被测试炸药，装入直径 24mm 的锡箔纸筒内插入雷管后放入孔底，堵上石英砂。爆炸后铅柱圆孔扩大成梨形，测出炸药爆炸前后钻孔的容积增加值，用毫升 (mL) 表示，即称为该炸药的爆力。

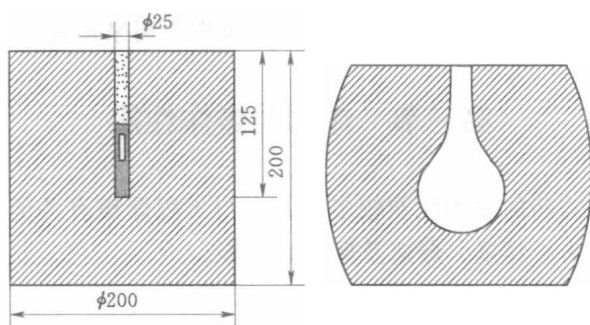


图 1-1 铅柱扩容法测炸药威力示意图 (单位: mm)

工程爆破中通常使用相对威力的概念。所谓相对威力系指以某种已知炸药 (如铵油炸药) 的威力作为比较的标准。以单位重量炸药作比较的, 称为相对重量威力; 以单位体积炸药作比较的, 则称为相对体积威力。在选用乳化炸药等含水炸药进行爆破参数设计时, 一般以对体积威力来衡量比较合适。

三、猛度

炸药的猛度是指炸药在爆炸瞬间对与药包邻接的固体介质所产生的局部压缩、粉碎和击穿能力。炸药爆速愈高, 其猛度愈大, 即对临近岩石的粉碎能力越强。猛度作用范围很小, 一般认为不超过药包直径的 2.0~2.5 倍。炸药的猛度常用铅柱压缩法测定, 测定方法见图 1-2。

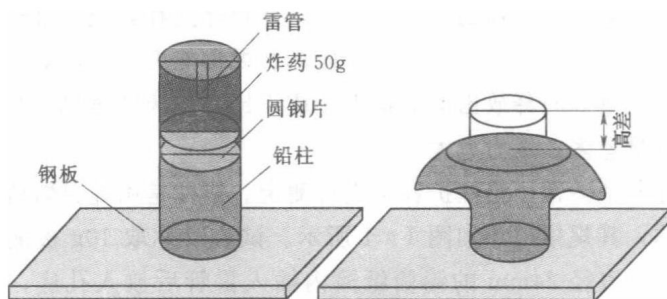


图 1-2 铅柱压缩法测炸药猛度示意图



四、殉爆距离

炸药爆炸时激起与它不相接触的邻近炸药发生爆炸的现象称为殉爆。主发药包爆炸时能引爆沿轴线布置的另一药包的最大距离称为该种炸药的殉爆距离，其单位一般用厘米（cm）表示。炸药的殉爆距离愈大，表明炸药的起爆感度愈高，传爆性能愈好。

殉爆距离的测定方法如图 1-3 所示。取两卷药量和药包直径相等的测试炸药包，其中一药卷的端面装上 8 号雷管作为主发药包。用与药包直径相同的圆木棒在水平的松沙土地上压出半圆槽，将两卷药包放入槽内，主发药包的窝心与被发药包的平面端相对，量出两药包间距 L ，随后起爆。被发药包连续三次都能殉爆时两药包最大间距就是该炸药的殉爆距离。

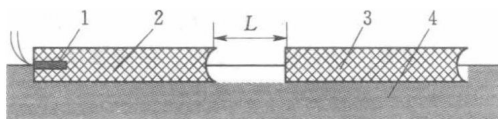


图 1-3 殉爆距离 L 测定方法

1—雷管；2—主发药包；3—被发药包；4—砂土地

炸药的殉爆距离与药包约束条件有关，外壳越坚硬，殉爆距离越大。殉爆距离也与主、被发药包之间的介质有关，若两者之间有惰性介质，则殉爆距离降低。

炸药的殉爆距离还与主、被发药包的装药密度、药包直径有关，药包直径越大，装药量越多，则殉爆距离越大。有些国家采用殉爆度来表示炸药的殉爆感度。其定义是卷装炸药的最大殉爆距离与药包直径的比值称为该种炸药的殉爆度。

在工程爆破中，殉爆距离对于确定合理的孔网参数、分段装药结构、盲炮处理等都具有指导意义。在炸药厂和危险品库房的设计中，它是确定安全距离的重要依据。

五、聚能效应

如图 1-4 所示的爆炸实验表明，某特定装药形状（如锥形



孔、凹穴)可以使炸药能量在空间上重新分配,大大地加强某一方向的局部破坏作用,这种利用装药一端的空穴以提高局部破坏作用的现象称为聚能效应。能产生聚能效应的装药称为聚能装药,而其特定的装药形状如锥形孔、凹穴等,称为聚能穴。

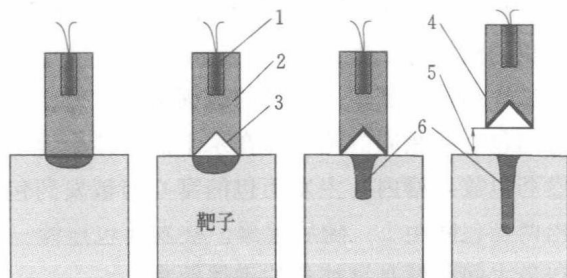


图 1-4 药柱形状不同对靶子的破坏情况

1—雷管; 2—药柱; 3—凹穴; 4—金属罩;

5—炸高; 6—破坏效果

聚能效应是炸药爆炸作用的一种特殊情况,聚能装药爆炸时爆炸气体产物向聚能穴汇集,在凹穴轴线方向上形成一股高速运动的强大射流,即聚能流。聚能流具有极高的速度、密度、压力和能量密度,并在离聚能穴底部一定距离处达到最大值,因此其破坏作用增强了。

影响聚能效应的因素有以下四点:

(1) 炸药性能:爆速越高、装药密度越大的炸药聚能效果越好。实际上,只有爆速高、猛度大的炸药才具有明显的聚能效应。

(2) 装药尺寸:装药直径越大穿甲效应也越大,但金属射流速度不增大,穿甲能力也不按比例增大,提高装药直径有一定的限度。装药高度 H 大于药柱直径 D 与聚能穴深度之和的聚能效果较好。

(3) 药型罩材料:带有金属罩的装药聚能效应更好。炸药爆炸时,金属罩受到高温高压作用而沿聚能穴轴线上形成高速的金