

<<云雾爆轰>>

图书基本信息

书名：<<云雾爆轰>>

13位ISBN编号：9787030351852

10位ISBN编号：7030351851

出版时间：2012-7

出版时间：科学出版社

作者：白春华、梁慧敏、李建平、张奇

页数：300

字数：451000

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

<<云雾爆轰>>

内容概要

云雾爆轰是爆轰学的重要组成部分，是由云爆武器发展推动形成的一门新兴科学。主要研究问题包括：云雾爆轰燃料、云雾爆轰控制、云雾爆轰威力评价等。

《云雾爆轰》内容包括绪论和三篇共9章内容。

在绪论中主要介绍了云雾爆轰特点及其发展过程等内容。

在第一篇中，系统地介绍了处于当前领先水平的固液混合云爆燃料的设计理论与研究方法，并进一步介绍了典型两次引爆型和一次引爆型云爆燃料作用机理、配方设计以及主要性能等内容。

在第二篇中，分别介绍了两次引爆型和一次引爆型云雾爆轰控制理论与技术，并较系统地介绍了两次引爆型子母式航空云爆弹技术。

在第三篇中，介绍了云爆威力测试方法和云爆威力评价方法，以及基于实验测试结果计算云爆等效TNT当量方法等。

《云雾爆轰》包含较完整的云雾爆轰内容，且绝大部分内容是作者的科研成果，具有系统性和先进性。

。

《云雾爆轰》可作为从事云雾爆轰基础与应用科学研究的参考书，同时可作为力学、安全科学与工程、兵器科学与技术等学科教师和学生教学参考书。

<<云雾爆轰>>

作者简介

无

<<云雾爆轰>>

书籍目录

前言第1章 绪论1.1 云雾爆轰及其特点1.2 云雾爆轰燃料发展综述1.3 云雾爆轰控制发展综述1.4 云雾爆轰应用参考文献第一篇 云雾爆轰燃料第2章 固液混合云爆燃料及其特点2.1 固液混合云爆燃料结构2.1.1 云爆燃料分析2.1.2 固液混合燃料结构发明2.2 固液混合云爆燃料状态2.2.1 组分作用力2.2.2 物理稳定性2.2.3 最佳固液比例2.3 固液混合云爆燃料组分表面能2.3.1 表面能影响因素2.3.2 固液混合燃料的组分亲液性2.3.3 表面能测定2.4 固液混合燃料理化性能研究方法2.4.1 爆轰参数计算方法2.4.2 组分相容性研究方法2.4.3 长贮性研究方法2.4.4 发射安全性研究方法2.5 固液混合云爆燃料制备与装药方法2.5.1 制备方法2.5.2 装药方法2.5.3 装药质量检测方法参考文献第3章 两次引爆型云爆燃料3.1 云爆燃料分散和爆轰机理3.1.1 云爆燃料爆炸分散机理3.1.2 云雾爆轰机理3.2 液体云爆燃料3.2.1 环氧烷烃类云爆燃料3.2.2 碳氢类云爆燃料3.3 固液混合云爆燃料配方设计3.3.1 配方设计原则3.3.2 组分选择3.3.3 配方优化设计3.4 B-1云爆燃料主要性能3.4.1 理化性能3.4.2 分散性能3.4.3 起爆性能3.4.4 爆轰性能参考文献第4章 一次引爆型云爆燃料4.1 一次引爆型云爆燃料作用机理4.1.1 分散爆轰机理4.1.2 分散爆轰状态场4.2 “什米尔-2”云爆燃料4.2.1 燃料配方4.2.2 燃料主要原材料指标4.2.3 燃料主要性能4.3 振动装填超压型固液混合云爆燃料4.3.1 配方设计原则4.3.2 配方优化设计4.3.3 B-1云爆燃料主要性能4.4 压力装填超压型固液混合云爆燃料4.4.1 配方设计原则4.4.2 配方优化设计4.4.3 B-2云爆燃料主要性能4.5 抗高过载型固液混合云爆燃料4.5.1 配方设计原则4.5.2 高过载高旋转条件下燃料安全性分析4.5.3 配方优化设计4.5.4 B-3云爆燃料主要性能4.6 温压型固液混合云爆燃料4.6.1 配方设计原则4.6.2 大装药量温压型云爆燃料的物理状态4.6.3 配方优化设计4.6.4 B-4云爆燃料主要性能参考文献第二篇 云雾爆轰控制第5章 两次引爆型云爆控制5.1 两次引爆型云爆过程5.1.1 战斗部系统构成5.1.2 战斗部终点作用过程5.2 定点强起爆方法5.2.1 随机起爆方法分析5.2.2 定点强起爆方法分析5.2.3 二次引信运动轨迹控制5.3 分散装药5.3.1 云爆燃料分散“窜火”现象分析5.3.2 “T”形分散装药结构5.3.3 复合分散装药结构5.4 子母式云爆战斗部5.4.1 子弹壳体结构5.4.2 子弹装药结构5.4.3 子弹作用过程数值分析5.5 整体式云爆战斗部5.5.1 -500 整体式战斗部结构5.5.2 聚能开壳整体式战斗部结构5.5.3 预制槽开壳整体式战斗部结构5.5.4 整体式云爆战斗部数值分析参考文献第6章 一次引爆型云爆控制6.1 已有一次引爆方法可行性分析6.1.1 化学催化法6.1.2 光化学起爆法6.1.3 燃烧转爆轰法6.1.4 高速湍动热喷流法6.1.5 SWACER机理及分析6.2 基于分散爆轰法的云爆战斗部6.2.1 战斗部系统构成6.2.2 战斗部终点作用过程6.3 分散起爆装药6.3.1 分散起爆装药管6.3.2 分散起爆装药结构6.4 云爆榴弹弹体6.4.1 头部引信云爆榴弹弹体6.4.2 底部引信云爆榴弹弹体6.4.3 云爆榴弹发射过程数值分析6.4.4 云爆榴弹威力场数值分析6.5 装药质心控制6.5.1 云爆燃料密度的计算6.5.2 固液混合态云爆燃料密度测试6.5.3 装药体积调节器结构参考文献第7章 子母式航空云爆弹技术7.1 子母式航空云爆弹系统7.1.1 系统组成7.1.2 系统作用过程7.2 母弹飞行稳定性7.2.1 飞行稳定性试验7.2.2 飞行稳定性数值分析7.3 母弹尾部流场数值分析7.3.1 母弹尾部流场数值分析模型7.3.2 数值分析结果7.4 母弹开舱可靠性7.4.1 开伞过程分析7.4.2 母弹开舱可靠性分析7.5 子母弹落点散布7.5.1 子弹飞行过程分析7.5.2 子弹落点散布数值分析参考文献第三篇 云雾爆轰威力评价第8章 云爆威力测试8.1 云爆试验系统8.1.1 实验室云爆试验系统8.1.2 靶场云爆试验系统8.2 云爆威力测试8.2.1 爆轰过程测试8.2.2 超压测试8.2.3 温度测试8.2.4 地震波测试参考文献第9章 云爆威力评价9.1 云爆威力评价方法9.1.1 爆轰潜能法9.1.2 爆轰能量法9.1.3 冲击波能量法9.1.4 冲击波参数法9.1.5 有效作用区面积法9.1.6 等效靶方法9.2 云爆毁伤评价准则9.2.1 冲击波毁伤评价准则9.2.2 热辐射毁伤评价准则9.2.3 振动毁伤评价准则9.3 云爆TNT当量计算9.3.1 计算方法9.3.2 试验结果评定参考文献彩图

<<云雾爆轰>>

章节摘录

版权页：插图：第1章绪论 1.1 云雾爆轰及其特点 本书中“云雾爆轰”含义是，本身不具备爆轰条件的燃料在爆炸等动载荷作用下与空气混合形成满足爆轰条件的燃料空气炸药云雾，并通过适当方法控制时间、位置和能量等条件起爆燃料空气炸药云雾并实现爆轰。

云雾爆轰是由在当前常规武器装备中占有特殊地位的云爆武器（通常称为云爆弹）发展形成的一门新兴科学技术；反过来，云雾爆轰也是推动云爆弹发展的理论和技术基础。

云雾爆轰包含的科学问题主要有：形成高能量燃料空气炸药云雾的云雾爆轰燃料理论与技术（简称为云雾爆轰燃料），实现燃料空气炸药云雾可靠爆轰的云雾爆轰控制理论与技术（简称为云雾爆轰控制），以及科学评价云爆弹毁伤能力的云雾爆轰威力评价方法（简称为云雾爆轰威力评价）等。

云雾爆轰过程是云爆弹终点作用过程的完整体现。

与常规弹药终点的高能炸药爆轰相比，云爆弹的云雾爆轰具有以下显著特。

一、装药效率高 由于初始装填的燃料自身不具备爆轰条件，其爆轰反应的氧化剂来源于当地空气中的氧气，因此云雾爆轰反应产生的能量可达数倍TNT当量。

下面以TNT高能炸药、液体环氧丙烷燃料和固体铝粉燃料为例分析云雾爆轰能量。

TNT炸药爆轰反应方程式为 $C_7H_5O_6N_3 \cdot 2.5H_2O + 3.5CO + 3.5C + 1.5N_2$ (1-1) 式中，TNT炸药爆轰反应的氧化剂来源于TNT炸药本身，其质量占TNT总质量的42.3%，最终产生爆热为1.09kcal /g。

环氧丙烷燃料云雾爆轰反应方程式为 $C_3H_6O + 4O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$ (1-2) 式中，环氧丙烷燃料云雾爆轰反应的氧化剂来源于空气中的氧气，其质量占总反应物质量的71.3%，爆轰反应产生的爆热为5.91kcal/g，爆轰等效TNT当量的5.42倍。

铝粉燃料云雾爆轰反应方程式为 $Al + 0.75O_2 \rightarrow 0.5Al_2O_3$ (1-3) 式中，铝粉燃料云雾爆轰反应的氧化剂同样来源于空气中的氧气，其质量占总反应物质量的47.1%，爆轰反应产生的爆热为7.2kcal/g，爆轰等效TNT当量的6.6倍。

二、爆轰体积大 云雾爆轰是通过炸药爆炸载荷等作用使燃料在空气中分散，形成燃料空气炸药云雾，在云雾达到爆轰浓度的条件下起爆，形成大范围的爆轰区。

一般燃料装填密度为100g/cm³量级，云雾爆轰燃料浓度为10-4g/cm³量级，即燃料空气炸药云雾爆轰体积是燃料装填体积的104倍量级。

而高能炸药爆轰发生在装药内部，爆轰体积与装药体积相当。

三、压力衰减缓慢且冲量大 云雾爆轰过程中，爆轰区内部产生爆轰波，爆轰区外部产生冲击波，它们共同构成云雾爆轰压力作用区，超压载荷是云爆弹产生的最主要的毁伤因素。

云雾爆轰产生的峰值超压随距离衰减缓慢，且云雾爆轰在每一点产生的超压随时间衰减缓慢，具有较大的冲量。

无论是峰值超压随距离衰减，还是空间点超压随时间衰减，云雾爆轰与高能炸药爆轰具有明显的不同之处。

图1-1 (a) 为云雾爆轰与高能炸药爆轰的峰值超压随距离衰减曲线的比较，图1-1 (b) 为云雾爆轰与高能炸药爆轰的空间点超压随时间衰减曲线的比较。

四、毁伤因素多 云雾爆轰除产生超压毁伤因素外，还会产生热辐射、缺氧、地震波等多种毁伤因素。

在云雾爆轰产生大体积爆轰区的同时还会产生大体积高温火球，高温火球的温度高达10³ 量级，持续时间为10²ms量级。

由于云雾爆轰反应会消耗空气中的氧气，在云雾爆轰区内会产生缺氧，缺氧时间取决于周围空气的扩散过程。

云雾爆轰为大体积爆轰过程，在地面上作用时会产生地震波效应，地震波沿地表和地下向外传播。

云雾爆轰的特点决定了云爆弹的作战使用方法。

云爆弹终点作用的核心特点是产生大体积爆轰、超压衰减缓慢以及产生大体积高温火球等目标毁伤因素。

只有充分发挥其优势和特点，才能实现对战场目标的高效毁伤。

<<云雾爆轰>>

云爆弹能够产生高效毁伤的目标包括以下3类。

一、复杂环境和隐蔽条件下的目标 云爆弹终点作用过程首先是燃料在空气中扩散，形成大体积燃料空气炸药云雾，然后将其引爆产生大体积云雾爆轰区。

由于扩散能够使燃料进入复杂环境和隐蔽防护的目标内部或周围，形成燃料空气炸药云雾，云雾爆轰后能够对目标产生爆轰直接作用，从而达到对目标的高效毁伤效果。

而高能炸药弹药爆轰发生在战斗部内部，向外传播的冲击波及破片是以战斗部为中心向外运动的，对直接暴露的目标能够产生有效毁伤，对隐蔽或遮挡的目标不能产生直接作用，难以取得有效的毁伤效果。

因此，云爆弹能够产生高效毁伤效果的目标包括：拥有战壕、工事、掩体等隐蔽设施的人员和装备；隐蔽在山洞、山区、丛林中的人员和装备；港口、机场、建筑群等物质密集区的人员和装备等。

图1-2为云爆弹有效毁伤隐蔽目标的示意图。

二、暴露的面软目标 面软目标是指分散布置的对低超压和大冲量敏感的目标。

由于云爆弹终点作用能够产生低超压、大冲量的超压场，其最大峰值压力在MPa量级，冲量在MPa \cdot ms量级。

因此，云爆弹适合打击的目标有：停机坪飞机、无装甲集群车辆和通信指挥中心等。

三、易燃易爆物质 由于云爆弹终点作用能够产生大体积高温火球，且温度高达10³量级，持续时间长达10²ms量级，能够达到部分易燃易爆物质的引燃引爆条件，产生引燃引爆，并能进一步引起系统燃烧或系统爆炸。

这类目标存在的场所有：化工厂、燃料库和弹药库等。

对缺氧导致人员窒息效应的分析如下。

云爆弹爆轰反应区内部确实会出现无氧或缺氧的现象，如果人员暴露于其内部就能够产生窒息效应。但需要指出的是，对于暴露人员来说，他们会同时受到爆轰产生的超压作用和窒息作用。

而超压对人员的毁伤条件是10⁻¹mPa即可致死，而云雾爆轰区内的超压达到100mPa量级，远大于人员毁伤条件，且作用时间在ms量级。

因此，暴露在爆轰区内的人员首先会因超压作用致死，而来不及受到缺氧产生的窒息毁伤。

1.2 云雾爆轰燃料发展综述 云雾爆轰燃料简称为云爆燃料，是随云爆弹发展起来的一种特殊燃料，它有别于通常意义上的民用工业和日常生活中使用的燃料，也不同于常规武器装填的高能炸药。

但从燃料定义上来说，这类燃料也具有与通常燃料相同的基本特征，其本身不含氧化剂，与外界空气混合后即可发生氧化反应放出能量，实现对外界做功[2]。

但云爆燃料与外界空气混合后的化学反应是爆轰反应，爆轰即物质能量释放的极限状态，以其最大的反应速率释放能量，产生压力、温度等状态突变，实现对爆轰区域内以及爆轰区域外目标的有效毁伤。

从武器装药定义上来说，这类燃料又满足武器装药定义，即装填在武器战斗部中并为武器毁伤目标提供能量。

但其在武器作用过程中与常规高能炸药装药具有本质不同，常规高能炸药装药本身能够达到爆轰化学反应的条件，自身带有氧化剂，爆轰化学反应发生在战斗部内部，爆轰状态与外界条件无关。

而云爆弹装填的燃料本身不具备发生爆轰反应的条件，必须将其与当地空气混合形成燃料空气炸药云雾，再将其引爆才能发生爆轰反应。

云爆燃料研究是云爆弹研究的重要组成部分。

云爆弹包括两种类型，即两次引爆型和一次引爆型。

云爆弹是从两次引爆型发展起来的，同样云爆燃料研究也是从两次引爆型燃料研究开始的。

到目前为止，云爆燃料研究经历了半个多世纪的发展，呈现了不断失败、不断进步的发展过程[3~5]。

最早的云爆燃料选择的是易分散和易爆轰的气体燃料，如丙烷、丙二烯等[6]。

气体燃料以分子形式存在，通过在空气中自由扩散即可满足爆轰所要求的物理状态，且气体燃料空气混合物具有较小的起爆能量，易于起爆和爆轰传播。

从实现爆轰的角度来说，气体燃料是一种理想的云爆燃料。

<<云雾爆轰>>

但从武器装药要求上来说，气体燃料具有明显不足。

武器装药的基本要求是能量大，能量是由物质本身的能量特性和装药量两方面决定的。

即使气体燃料本身的能量特性能够满足武器需要，但最大问题是气体燃料的装填密度太低，常温常压下气体燃料的密度为 10^{-3}g/cm^3 量级，装填量太少，战斗部装药总能量远远不能满足武器需要。

若通过加压提高气体燃料装填密度，会给战斗部强度提出特殊要求，致使战斗部无法满足分散燃料等基本要求。

因此，气体燃料很难成为云爆弹产品的装药，世界各国也没有将气体燃料作为云爆弹武器装备的主要燃料。

为了克服气体燃料装填密度低的问题，人们首先选择液体燃料作为云爆弹装填燃料 [7 ~ 9]。

美国选择了环氧烃类燃料作为云爆弹装填燃料 [10]，他们首先选择的是环氧乙烷液体燃料，其装密度为 0.87g/cm^3 ，约为丙烷气体燃料的103倍。

云爆弹装填燃料除具有装填密度大的特点外，还必须能够形成易于实现爆轰的燃料空气炸药云雾，即在空气中具有良好的雾化性能，因此选择燃料的另一个重要指标是沸点，环氧乙烷燃料的常压沸点是 10.5°C 。

美国在进行了充分的研究工作之后，将环氧乙烷液体燃料应用到了武器装备中 [11, 12]。

其中，CBU-55B航空云爆弹就是应用的典型产品，成为世界上第一个云爆弹产品，并在越南战争中首次投入战场使用，产生了特殊的目标毁伤效果，同时对常规武器装备的发展产生了重大影响。

随着人们对云爆弹需求的增长，对云爆弹装填燃料提出了更高要求。

环氧乙烷燃料基本的威力能够满足要求，但发现其在高温长贮过程中出现了聚合现象，易挥发，且具有较大的毒性 [13]。

在这种情况下，美国开始了寻找代替环氧乙烷的新燃料的研究工作 [14]。

研究工作仍局限在环氧烃类燃料，最终确定环氧丙烷燃料作为新一代云爆燃料。

环氧丙烷与环氧乙烷相比，装填密度和分散爆轰性能相当，其装填密度为 0.83g/cm^3 ，常压下沸点为 33.9°C ，但物理和化学稳定性及毒性都明显优于环氧乙烷燃料。

美国基于环氧丙烷液体燃料开发了一批云爆弹武器型号用于装备部队，并在1991年海湾战争中大量投入使用，取得了很好的战术和战略效果。

目前环氧丙烷液体燃料仍是美国装备云爆弹型号的主体燃料。

苏联的两次引爆型云爆弹燃料研究走了自己的发展道路。

苏联结合自己的国情选择液体碳氢化合物作为云爆燃料 [15]，主要是石化产品或石化副产品，如戊二烯 (C_5H_8) 等。

1, 3-戊二烯燃料在常温常压下的装填密度为 0.68g/cm^3 ，比美国环氧丙烷燃料低，常压下的沸点为 42.3°C ，比美国环氧丙烷燃料高。

苏联云爆燃料的理化性能与美国的环氧丙烷相当，但这种燃料符合他们自己的国情，来源广泛，价格低廉。

苏联基于液体云爆燃料研究成果开发了两次引爆型云爆弹装备型号，其中“ $\text{C}5\text{H}_8$ -500 航空云爆弹”是典型产品 [16]，据报道该产品在苏联阿富汗战争和俄罗斯车臣战争中都投入了使用，取得了预期的效果。

随着云爆弹在战争中作用的突现，世界军事大国更加重视云爆弹装备的发展，将提高云爆弹威力提到了重要位置，给云爆燃料研究提出了更高要求 [17]。

美国和俄罗斯等国家先后开展了含高热值金属粉的云爆燃料的研究工作。

研究工作采取两条技术路线：一是在原有的液体燃料中添加金属粉，形成液固混合燃料，以达到提高云爆燃料能量的目的；二是开展全固型云爆燃料的研究工作，开发一种全新的云爆燃料，目的是大幅度提高云爆弹装填燃料能量。

在液固混合燃料研究方面，美国首先开展了在环氧丙烷液体燃料中加入高密度、高热值、低耗氧铝粉等的研究工作 [18]，在云爆弹威力性能上取得了明显效果。

试验结果表明，在环氧丙烷液体燃料中加入质量分数为30%的铝粉，这种燃料空气炸药的云雾爆轰峰值超压从原来的 2.3mPa 提高到 3.0mPa ，提高近30%。

<<云雾爆轰>>

但其出现了武器应用性能的问题，即状态稳定性问题。

加入液体环氧丙烷中的铝粉，由于存在较大的密度差，出现了铝粉沉降现象，不均匀状态的燃料对燃料的分散和起爆都会产生严重影响。

为了解决铝粉沉降问题，美国首先开展了增稠液体以提高液体悬浮能力的研究工作 [19]，选择MOA（失水山梨醇单油酸酯）和Span-80（脂肪醇聚氧乙烯醚）为增稠剂，使铝粉与环氧丙烷形成悬浮乳状液，然后采用胶凝化技术 [20]，加入多元醇和胶凝剂（二氧化硅、炭黑、辛酸铝等）以胶凝环氧丙烷与铝粉混合物 [21, 22]，得到了状态稳定的凝胶状液固混合燃料。

但是，由于增稠和胶凝使液体黏度增大，在炸药爆炸载荷驱动下燃料在空气中不易破碎和雾化，达不到稳定起爆和爆轰的条件，最终导致云爆弹终点爆轰率下降。

该项研究工作未取得预期成果，液固混合燃料没有研制成功，当然没有形成武器装备。

全固型燃料研究方面，美国、苏联等选择了铝粉、镁粉等金属粉，其热值高、密度大、耗氧较低，更重要的是这些组分具有较好的武器化应用性能，包括：来源广泛、价格低廉及对人员和环境危害较小。

美国科学家首先研究了微米片装铝粉在自由场条件下的起爆和爆轰性能，结果表明 [23]：微米片装铝粉空气混合物在自由场中爆轰峰值超压能达到5.0MPa，比环氧丙烷等液体燃料提高一倍以上，说明高热值金属粉具有非常明显的威力优势，但其临界起爆药量为2.27kgC4炸药。

因此，铝粉等金属粉作为云爆燃料存在两方面问题：一是金属粉自然状态下密度低，如铝粉自然状态密度约为0.5g/cm³，装入战斗部中状态不稳定，在勤务处理条件下密度会发生改变，无法满足武器化要求。

若采用加压工艺提高装填密度，会增加金属粉颗粒间结合能，在炸药爆炸载荷作用下会产生烧结结块，无法形成稳定起爆和爆轰传播的燃料空气炸药云雾，最终导致云爆弹终点爆轰率低。

二是金属粉空气混合物临界起爆药量过大，武器难以满足。

微米片装铝粉空气混合物临界起爆药量大于2.27kgC4炸药，在武器中应用时为提高作用可靠性，应选择一倍以上的起爆系数，即云爆弹云雾起爆药量至少达到4.54kgC4炸药，相当于5kg以上的TNT炸药，这在大多数武器中都难以满足。

正是因为上述两个问题没有解决，至今全固体组分云爆燃料仍未研制成功。

长期以来，两次引爆型云爆燃料研究是否成功和能否推广使用取决于其综合性能好坏，其中包括燃料本身具有的威力性能（如装填密度、云雾爆轰参数等）和燃料空气炸药云雾的形成性能（如液体的破碎雾化、固体颗粒表面结合能等），还包括武器化应用性能（如安全性、长储性及原材料来源等）。具备先进性能的两次引爆型云爆燃料是永恒的研究课题。

典型的两次引爆型云爆燃料的分散和爆轰过程如图1-3所示。

一次引爆型云爆弹装填燃料要以满足一次引爆型云爆弹终点边分散边爆轰过程为前提，再综合考虑武器化应用性能 [24]。

一次引爆型云爆燃料与两次引爆型云爆燃料具有相同之处，也具有明显的不同之处。

相同之处在于，两种云爆燃料均需具有高威力性能，同时必须具有较好的分散性能，空气必须参与爆轰反应；不同之处在于，由于在燃料分散的初始阶段空气进入很少，一次引爆型燃料自身要带有一定量的氧化剂，以满足初期云雾爆轰使用。

因此，一次引爆型云爆燃料要具有实现边分散边爆轰的感度梯度、氧含量梯度等性能。

<<云雾爆轰>>

编辑推荐

《云雾爆轰》可作为从事云雾爆轰基础与应用科学研究的参考书，同时可作为力学、安全科学与工程、兵器科学与技术等学科教师和学生教学参考书。

<<云雾爆轰>>

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>