

# 海军工程大学 2027 年博士研究生招生考试大纲

科目代码：3033

科目名称：爆炸物理学

## 一、考试要求

主要考查学生对爆炸物理学基本概念的理解与掌握。能够准确表述冲击波的传播、爆轰的激发、稳定与不稳定爆轰波的传播，以及爆炸对介质和目标的直接作用等问题的化学与物理内涵，掌握炸药现象及其特征，气态、凝聚态炸药爆轰的理论计算方法，并能够运用相关的近似计算方法解决炸药起爆、爆轰及其对目标作用、常规武器战斗部威力计算等实际问题。

## 二、考试内容

### 1. 爆炸现象及其特征

(1) 炸药及其广义定义：爆炸现象的分类与内涵；化学爆炸的基本参数；核爆炸的基本原理。

(2) 炸药感度的基本概念：感度的定义与意义；感度的分类；炸药感度的测试方法。

(2) 炸药爆炸的基本特征：化学反应三要素；过程的放热性激发爆炸的原因；爆热、爆温等概念及内涵；过程的高速性激发爆炸的原因；爆速的概念及内涵；过程必须产生气体产物激发爆炸的原因；爆容、爆压等概念及内涵。

(3) 炸药的类型及其化学变化的形式：起爆药、猛炸药、火药、推进剂以及烟火剂的概念、特点及典型代表；炸药反应的四种常见形式。

(4) 爆炸科学发展方向：炸药现象观测与爆炸动力学参数发展史；起爆、爆轰及爆炸效应的模拟技术发展；爆轰学理论的发展。

### 2. 冲击波导论

(1) 波与声波：波的基本概念；声波的拉普拉斯公式推导及应用；压缩波和稀疏波的概念及内涵。

(2) 气体的状态参数与状态方程：气体的连续性假设；可压缩性和粘性的概念及内涵；理想气体状态方程的推导及内涵；多方气体状态方程的推导及内涵。

(3) 热力学基础：热力学第一定律的推导及运用；热力学第二定律的推导及运用。

(4) 气体的平面一维流动：气体的平面一维等熵流动方程组；以  $u$ 、 $c$  为求解参数的方程组；方程组的特征线及一般解；方程组的特殊解-简单波流动。

### 3. 爆轰波的经典理论

(1) 定常爆轰波的 Chapman-Jouguet 理论：爆轰波的基本关系式；爆轰波稳定传播的条件。

(2) 多方气体的爆轰理论：Chapman 理论和 Jouguet 理论的内涵及等价性论证。

(3) 爆轰波的 ZND 模型及反应流的定常解：爆轰波的 ZND 模型；爆轰波反应区流动的定常解。

(4) 气体爆轰 C-J 参数的计算理论：气体爆轰波 CJ 参数的计算式；气体爆轰波参数的近似计

算。

(5)凝聚炸药爆轰理论: 凝聚炸药爆速的实验测定方法; 凝聚炸药爆轰波结果及爆轰反应机理; 凝聚炸药爆轰参数的理论计算; 凝聚炸药爆轰参数的近似计算。

### 三、考试形式

考试形式为闭卷、笔试, 考试时间为 3 小时, 满分 100 分。

题型包括: 单项选择题 20 分、填空题 20 分、名词解释 20 分、简答题 20 分、计算题 20 分

### 四、参考书目

《爆炸物理学》. 北京理工大学出版社, 2019 年, 第 1 版。

《爆轰物理学》兵器工业出版社, 2006 年, 第一版。

# 海军工程大学博士研究生招生考试

## 爆炸物理学 样卷

(科目代码 3033)

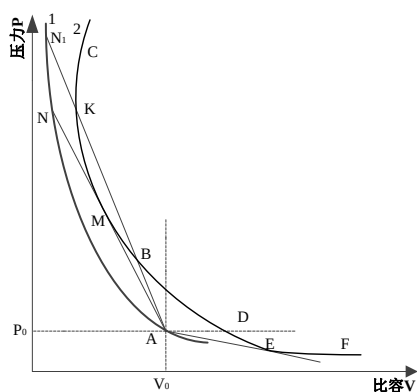
注意事项:

1. 本试卷共 3 页, 满分 100 分; 考试时间 120 分钟。
2. 所有试题都作答在答题纸(卡)上, 答在试卷上无效。
3. 考试结束后, 考生将答题纸(卡)和本试卷一同装入试卷袋后密封, 并在密封签上签名。

### 一、单项选择题(本大题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分)

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的, 请将其代码填写在答题纸上对应题号内。错选、多选或未选均无分。

1. 下列哪种爆炸现象属于化学爆炸 ( )  
A. 蒸汽锅炉爆炸 B. 高压气瓶爆炸 C. 粉尘燃爆 D. 核聚变爆炸
2. 下列关于横波和纵波说法错误的是 ( )  
A. 地震波可分为纵波、横波和表面波, 其中横波的危害是最大的;  
B. 水波是横波和纵波的复合波, 所以它即包含横波也包含纵波;  
C. 冲击波从属于机械波, 是横波;  
D. 光波从属于电磁波, 是纵波
3. 下列关于冲击波的说法错误的是 ( )  
A. 冲击波是一种强烈的稀疏波;  
B. 冲击波的波速大于未扰动介质中的声速;  
C. 冲击波的波阵面是个强间断面;  
D. 冲击波波阵面上的压强是突跃的
4. 下列关于几类炸药说法正确的是 ( )  
A. 含铝炸药添加铝粉是为了降低炸药的感度;  
B. RDX 是目前的主流军用炸药, 可以直接使用其单质装填弹体;  
C. HMX 的热安定性比 RDX 更好, 被用作多种高能混合炸药的主体成分;  
D. TNT 是浅黄色晶体, 安定性很好且没有毒性
5. 冲击波的基本关系式不包括下列哪一个 ( )  
A. 前后介质粒子运动速度方程;  
B. 波速方程(瑞利方程);  
C. 能量守恒方程(雨贡纽方程);  
D. 热焓方程
6. 雨贡纽(Hugoniot)曲线可被等容线、等压线以及过原点的两条切线分成将 CK 段、KB 段、BD 段、DE 段、EF 段五个区域, 如下图所示, 其中哪个区域是没有物理意义的 ( )



A. CK B. KB C. BD D. DE

7. 下列关于炸药化学反应的说法中错误的是（ ）

- A. 当炸药发生热分解时，如果放热量大于散热量，炸药将可能发生燃烧；
- B. 在一定条件下，控制发生燃烧的炸药，可以使炸药燃烧熄灭，不发生爆炸；
- C. 炸药在燃烧时到达一定程度时，发生爆炸，甚至可以爆轰；
- D. 发生爆炸的炸药无法熄爆转化成爆燃

8. 爆轰波的 ZND 模型相比 CJ 模型，主要更进一步考虑了哪个因素（ ）

- A. 化学反应速率 B. 目标特性 C. 环境温度 D. 炸药爆速

9. 关于冲击波在空气中传播的原因，说法错误的是（ ）

- A. 随着波阵面以球形向外扩展，波阵面单位面积的能量有所下降；
- B. 空气冲击波向外扩展，压缩区内的空气量有所增加，单位质量的能量下降；
- C. 空气冲击波通过时，空气将受到绝热压缩，温度略有升高；
- D. 冲击波波阵面的压强和速度衰减比爆轰产物更快

10. 太安和特屈儿对哪一种作用比较敏感才因此常被作为传爆药柱（ ）

- A. 撞击 B. 针刺 C. 冲击波 D. 火焰

## 二、填空题（本大题共 20 个空，每空 1 分，共 20 分）

11. 炸药在不同的条件下或受到不同的外加作用下可能表现出来以下三种不同的急剧反映：

\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

12. 炸药感度分为包括\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等。

13. 在连续介质力学中，可采用两种不同的观点和方法来研究介质的运动，即\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

14. 在扰动传播过程中，扰动介质与未扰动介质之间存在一个界面，这个界面叫做\_\_\_\_\_，其中扰动前后介质状态参数发生突跃变化，称这种扰动为\_\_\_\_\_；扰动在介质中的传播速度叫做\_\_\_\_\_。

15. 一维流动可分为：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

16. 炸药按应用可分为：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

17. 气体在平面一维流动下，满足\_\_\_\_\_守恒、\_\_\_\_\_守恒和\_\_\_\_\_守恒。

## 三、名词解释（本大题共 5 小题，每小题 4 分，共 20 分）

18. 爆轰与爆轰波

19. 理想气体状态方程

20. 感度

21. Z-N-D 模型

## 22.射流破甲

### 四、简答题（本大题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分）

23. 请写出以介质流动速度  $u$  和当地音速  $c$  为变量的气体一维等熵不定常流动规律方程组，写出其特征方程，说明其特征线的概念。

24. 请说出爆轰波传播的三大特征，并做出简要说明。

25. 请通过三大守恒定律推导一维定常爆轰波的 Hugoniot 曲线。

26. 请简要叙述空气冲击波形成的过程。

### 五、计算题（本大题共 2 小题，每小题 10 分，共 20 分）

27. 密度为  $\rho_0 = 1.60 \text{ g/cm}^3$ ，CJ 爆速  $D_{CJ} = 6000 \text{ m/s}$  的凝聚炸药作 ZND 爆轰，且爆轰反应区内的反应物以及爆轰产物皆可用  $\gamma = 3.0$  的多方指数状态方程来描述，忽略炸药的初始压力，试计算：

(1) 前沿冲击波阵面上的参数  $(p, u, \rho)$ ；

(2) CJ 面上的参数  $(p, u, c, \rho)$

28. 已知水下爆炸冲击波超压峰值的计算公式为

$$\Delta P_m = 34.79 \left( \frac{\sqrt[3]{W_{TNT}}}{R} \right) + 11.27 \left( \frac{\sqrt[3]{W_{TNT}}}{R} \right)^2 - 0.239 \left( \frac{\sqrt[3]{W_{TNT}}}{R} \right)^3, \quad \frac{R}{\sqrt[3]{W_{TNT}}} = 0.05 \sim 10$$
$$\Delta P_m = 28.81 \left( \frac{\sqrt[3]{W_{TNT}}}{R} \right) + 135.9 \left( \frac{\sqrt[3]{W_{TNT}}}{R} \right)^2 - 174.7 \left( \frac{\sqrt[3]{W_{TNT}}}{R} \right)^3, \quad \frac{R}{\sqrt[3]{W_{TNT}}} = 10 \sim 50$$

计算某战斗部（装药为 31kg 梯黑-50，RDX 当量=1.4）在深水中爆炸，距爆心 5m、100m 处的超压峰值。