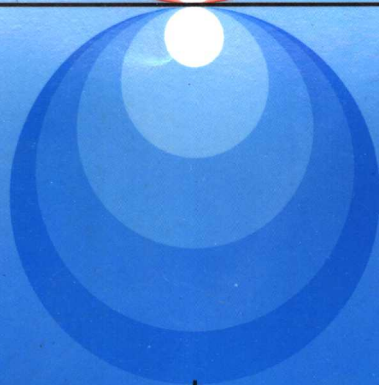
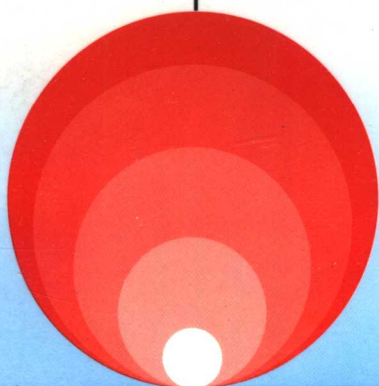


水利行业工人技术考核培训教材

SHUIGONG  
BAOPO  
GONG

# 水工爆破工

主编 佟锦岳



黄河水利出版社

# 水工爆破工

---

主 编 佟锦岳

黄河水利出版社

## 水 工 爆 破 工 佟锦岳主编

---

责任编辑：雷元静

出 版：黄河水利出版社

（地址：河南省郑州市顺河路黄委会综合楼12层）

邮编：450003

印 刷：黄河水利委员会印刷厂

发 行：黄河水利出版社

开 本：850mm×1168mm 1/32

版 别：1996年3月 第1版

印 次：1997年5月郑州第2次印刷

印 张：6.75

印 数：951—1950

字 数：170千字

---

ISBN 7-80621-056-3/TV·32

定 价：14.90元

## 前 言

为了建立和完善水利行业工人考核培训体系，弥补新中国成立以来全国水利行业没有完整的、系统的工人培训教材的空白，我们组织水利行业一百多位专家学者编写了这套“水利行业工人考核培训教材”。本教材是依据劳动部、水利部联合颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准(水利)》规定的 32 个行业工种要求编写的，编写的内容与技术考核规范和试题库相结合，并在每一章后设有思考题，能够满足水利行业技术工人考核前培训和职业技能鉴定的需要。

教材分为通用教材和专业教材两大类。通用教材共 8 本，分别为：《水利工程施工基础知识》、《工程力学与建筑结构基础知识》、《地质与土力学基础知识》、《水工建筑物基础知识》、《水力学与水文测验基础知识》、《水利工程制图基础知识》、《机械基础知识》、《电工基础知识》，其内容主要侧重于为 30 本专业教材配套使用的基础理论知识；专业教材共 30 本，分别为：《开挖钻工》、《水工爆破工》、《锻钎工》、《坝工模板工》、《坝工钢筋工》、《坝工混凝土工》、《钻探灌浆工》、《喷护工》、《防渗墙工》、《砌筑工》、《坝工土料实验工》、《坝工混凝土实验工》、《水工泥沙实验工》、《水工结构实验工》、《混凝土维修工》、《土石维修工》、《闸门运行工》、《水工防腐工》、《水工监测工》、《河道修防与防治工》、《渠道维护工》、《灌区供水工》、《灌溉试验工》、《泵站机电设备维修工与泵站运行工》、《灌排工程工》、《水文勘测工》、《水

文勘测船工》、《水土保持防治工》、《水土保持测试工》、《水土保持勘测工》，其内容包括各工种的初、中、高级工的专业知识和技能知识。两类教材均突出了水利行业专业工种的特点，具有专业性、权威性、科学性、整体性、实用性和相对稳定性。它包括了本行业技术工人考核晋升技术等级时试题的范围和内容，是水利行业各工种职业技能鉴定的必备教材。

本次教材编写时参照的技术规范或规定、标准等是以1995年7月底尚在使用的标准，涉及的个别计量单位虽属非法定单位，但考虑到这些计量单位与有关规定、标准的一致性和实际使用的现状，本次出版时暂行保留，在今后修订时再予改正。

编写全国水利行业统一的工人培训教材，对于我们来说尚属首次，曾得到了各级领导、有关专家及广大水利职工的关怀和支持。经过大家一年来的辛勤耕耘和不断探索，现已面世出版了，但由于它是一项新的工作、新的尝试，不足之处在所难免，希望大家在使用中提出宝贵意见，使其日臻完善。

水利行业工人考核培训教材  
编审委员会

一九九五年七月

# 目 录

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 绪 论 .....                 | ( 1 ) |
| 第一章 爆破材料 .....            | ( 3 ) |
| 第一节 炸药 .....              | ( 3 ) |
| 第二节 起爆器材 .....            | (13)  |
| 第三节 爆破材料的检验与销毁 .....      | (23)  |
| 第二章 起爆方法 .....            | (27)  |
| 第一节 电起爆法 .....            | (27)  |
| 第二节 非电起爆法 .....           | (41)  |
| 第三章 露天工程爆破 .....          | (54)  |
| 第一节 深孔梯段爆破 .....          | (54)  |
| 第二节 浅孔梯段爆破 .....          | (70)  |
| 第三节 保护层开挖爆破 .....         | (71)  |
| 第四章 地下工程爆破 .....          | (77)  |
| 第一节 隧洞开挖爆破 .....          | (77)  |
| 第二节 斜井、竖井开挖爆破 .....       | (92)  |
| 第三节 大型洞室开挖爆破 .....        | (96)  |
| 第五章 洞室爆破 .....            | (99)  |
| 第一节 概述 .....              | (99)  |
| 第二节 洞室爆破的设计内容及参数 .....    | (105) |
| 第六章 水下爆破 .....            | (129) |
| 第一节 概述 .....              | (129) |
| 第二节 水下爆破的设计与施工 .....      | (133) |
| 第三节 施工安全技术 .....          | (139) |
| 第七章 拆除爆破在水利工程建设中的应用 ..... | (144) |

|     |                    |       |
|-----|--------------------|-------|
| 第一节 | 围堰及岩坎的爆破拆除·····    | (145) |
| 第二节 | 水利工程拆除爆破实例·····    | (150) |
| 第八章 | 预裂爆破和光面爆破·····     | (161) |
| 第一节 | 预裂爆破·····          | (161) |
| 第二节 | 光面爆破·····          | (171) |
| 第九章 | 爆破安全技术·····        | (175) |
| 第一节 | 概述·····            | (175) |
| 第二节 | 外来电流的危害及预防·····    | (176) |
| 第三节 | 爆破地震效应及监测·····     | (187) |
| 第四节 | 爆炸冲击波及水下爆破的影响····· | (194) |
| 第五节 | 爆破飞石的影响·····       | (200) |
| 第六节 | 爆破有毒气体的影响及防护·····  | (202) |
| 第七节 | 爆破破坏探测技术·····      | (203) |

# 绪 论

## 一、爆破技术在水利水电工程中的应用

水利水电工程建设中土石方开挖占很大的比重,根据不完全统计土石方年开挖量在  $500 \sim 1000$  万  $\text{m}^3$ , 这样巨大的开挖量,爆破技术无疑起着重要作用。

建国以来,水利水电爆破工程取得了不少成就:南水、石砭峪的定向爆破筑坝技术;葛洲坝、东江的预裂爆破技术;白山的扇形孔深孔爆破技术;东风电站地下厂房开挖技术;引滦工程八林隧洞光面爆破技术;丰满岩塞爆破技术;葛洲坝、清江隔河岩工程中爆破影响的测试技术;万安保护层开挖一次爆破技术;三门峡改建中坝体控制爆破技术;葛洲坝大江围堰、沙溪口混凝土围堰、岩滩碾压混凝土围堰的拆除爆破技术等,说明爆破技术已在工程实践中得到了广泛而又成功的应用,并通过实践,推动了爆破技术的新发展。

## 二、爆破工培训的意义

随着国民经济的发展,大型水利工程,特别是三峡工程已陆续上马,爆破已成为水利水电系统中一个比较重要的专业,爆破工是爆破作业的实施者,是整个水利工程的开路先锋。由于爆破是特种行业的工作,它要求爆破工具有较高的思想觉悟和高度的责任心,具有比较全面的知识,头脑敏捷,应变能力强。

由于爆破工受各自工作范围的局限,各种新的爆破技术、新的爆破器材在本单位可能用的不多或用不上,但作为一个新一代的爆破工,必须紧跟爆破技术发展步伐,全面了解并掌握爆破技

术和安全技术知识。

爆破工接触的爆破器材，在特定条件下其性能是稳定的，贮存、运输和使用是安全的，然而，由于有些爆破工没有经过培训，对爆破器材的性能掌握不多，安全意识淡薄，致使爆破事故时有发生，给国家财产和人民的生命安全造成了威胁。为了保障人民生命财产的安全以及爆破工自己的人身安全，爆破工必须进行培训。

水利水电的工程爆破又不同于其它行业的爆破，有它的特殊性。为了满足工程要求，必须采用光面、预裂爆破技术、孔间、孔内微差爆破技术、梯段爆破技术等，正确使用新型爆破器材，要求爆破工能看懂设计，并能按设计正确操作，而不能凭经验操作。水利水电爆破工程包含了露天爆破、地下爆破、水下爆破和拆除爆破等，对爆破技术的要求是比较全面的，而且还要求能处理好相互影响的问题，因而不是一般人员所能承担的，必须有经过爆破专业训练和有爆破专业资历的人才能胜任。

《爆破安全规程》(GB6722-86)规定：凡从事爆破作业的人员，都必须经过培训，考核合格，并持有合格证。这就从法规的角度强调了培训的重要性，爆破培训是爆破工上岗的必备条件。

# 第一章 爆破材料

## 第一节 炸 药

### 一、概述

#### (一) 炸药爆炸三要素

炸药爆炸是化学爆炸的一种，炸药爆炸应具备三个同时并存的条件，称为炸药爆炸三要素。

(1) 反应过程放出大量的热量。放热是化学爆炸反应得以自动高速进行的首要条件，也是炸药爆炸对外做功的动力。例如每公斤梯恩梯爆炸能产生 4953kJ 的热量。

(2) 反应过程极快。这是区别于一般化学反应的显著特点，爆炸是在瞬间完成的。例如 1kg 梯恩梯完全爆炸只需 1/10 万秒的时间。

(3) 生成大量气体。一个化学反应，即使具备了前面两个条件，而不具备本条件时，仍不属爆炸。

#### (二) 炸药化学变化的基本形式

炸药在外界能量的作用下，可发生三种基本形式的化学反应，即热分解、燃烧和爆炸。

##### 1. 热分解

炸药在常温下或受热作用时，会发生缓慢的分解并放出热量，这就是热分解。热分解速度随温度的升高而加快，所以在贮存炸药时，堆放不要过密过多，要注意通风，保持常温，防止炸药因温度过高，导致热分解加快而引起爆炸事故。

##### 2. 燃烧

炸药在一定的条件下，绝大多数都能稳定地燃烧并不爆炸。

燃烧速度一般比较慢，但当燃烧生成的气体或热量不能及时排除时，可能导致爆炸。因此，当遇到炸药燃烧时，切不可用砂土覆盖法去灭火。

### 3. 爆炸

当炸药受到足够大的外能作用时，会发生猛烈的化学反应。该反应以一种冲击波的形式高速传播，这就是炸药的爆炸。爆炸速度保持在最高值并稳定传播时，称之为爆轰。因此，爆轰是炸药化学变化的最高形式，这时炸药的能​​量释放得最充分。

## 二、炸药分类

炸药分类的方法很多，常用的有按用途分类和组成分类两种。

### (一) 按用途分类

#### 1. 起爆药

这是一种对外界作用特别敏感的炸药，常用来引爆其它炸药。其特点是受较小外界能作用(如机械、热、火焰)均易激发爆轰，而且反应速度极快。常用的有叠氮化铅、雷汞、二硝基重氮酚等。

#### 2. 猛炸药

猛炸药与起爆药相比，它比较稳定，通常要在一定的起爆源(如雷管)作用下才能爆轰。它是用于爆破作业的主要材料之一。常用的猛炸药有梯恩梯、黑索金、奥克托金以及混合型工业炸药等。

#### 3. 火药

在火或火花的作用下，即能引起燃烧或爆炸，产生高温、高压气体对外界做功。如黑火药等。

### (二) 按炸药的组成分类

#### 1. 单体炸药

这种炸药是由单一的化合物组成的，多数是分子内部含有氧的有机化合物，在一定的外界条件下，能导致分子内键断裂，发

生高速的化学反应，形成极高速的燃烧和爆轰。这类炸药有：梯恩梯(TNT)、黑索金(RDX)、泰安(PETN)、特屈儿(CE)和硝化甘油炸药(NG)等。

## 2. 混合炸药

混合炸药是指炸药本身含有两种以上成分的爆炸性混合物。如硝铵类炸药、硝化甘油类炸药等。

## 三、硝铵类炸药

硝铵类炸药是以硝酸铵为主要成分的混合炸药。常用的硝铵类炸药有：铵梯炸药、铵油炸药、铵松蜡与铵沥蜡炸药、含水硝铵类炸药等。

### (一) 铵梯炸药

铵梯炸药由硝酸铵、梯恩梯、木粉三种成分组成。其中硝酸铵为氧化剂，梯恩梯为敏化剂兼还原剂，木粉是还原剂，起松散防结块的作用。

常见的铵梯炸药有露天炸药、岩石炸药等。铵梯炸药外观为淡黄色粉末，药卷密度一般在  $850 \sim 1100 \text{ kg/m}^3$  之间。爆力  $230 \sim 360 \text{ ml}$ ，猛度为  $5 \sim 13 \text{ mm}$ ，爆速在  $3400 \sim 4000 \text{ m/s}$  之间。它是工业炸药中比较安全的一种，但由于不抗水，只能用于无水的工程爆破中。

工程爆破中常用的铵梯炸药见表 1-1。

### (二) 铵油炸药

铵油炸药由硝酸铵、柴油和木粉组成。其中硝酸铵为氧化剂，柴油为还原剂，木粉起提高感度，减少结块的作用。

铵油炸药有粉状和多孔粒状之分(见表 1-2)。铵油炸药的质量受成分、配比、含水率、硝酸铵粒度和装药密度等因素的影响。铵油炸药的爆速和猛度随配比的变化而变化，当轻柴油和木粉含量均为 4% 左右时，爆速最高，因此粉状铵油炸药较合理的成分配

表 1-1

常用铵梯炸药的成分和性能

| 炸药种类 |                        | 岩石炸药           |                | 露天炸药           |                |                |
|------|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|      |                        | 1 <sup>#</sup> | 2 <sup>#</sup> | 1 <sup>#</sup> | 2 <sup>#</sup> | 3 <sup>#</sup> |
| 成分   | 硝酸铵                    | 82±1.5         | 85±1.5         | 82±2.0         | 86±2.0         | 88±2.0         |
|      | 梯恩梯                    | 14±1.0         | 11±1.0         | 10±1.0         | 5±1.0          | 3±1.0          |
|      | 木粉                     | 4±0.5          | 4±0.5          | 8±1.0          | 9±1.0          | 9±1.0          |
| 性能   | 水分不大于(%)               | 0.3            | 0.3            | 0.5            | 0.5            | 0.5            |
|      | 爆力(ml)                 | 360            | 320            | 300            | 250            | 230            |
|      | 猛度(mm)                 | 13             | 12             | 11             | 8              | 5              |
|      | 殉爆距离(cm)               | 6              | 6              | 4              | 3              | 2              |
|      | 密度(kg/m <sup>3</sup> ) | 950~1000       | 950~1000       | 850~1000       | 850~1000       | 850~1000       |
|      | 爆速(m/s)                |                | 3600           | 3600           | 3525           | 3455           |

表 1-2

铵油炸药成分和性能

| 炸药种类 |                        | 铵油炸药                |                     |                     |
|------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|      |                        | 1 <sup>#</sup> (粉状) | 2 <sup>#</sup> (粉状) | 3 <sup>#</sup> (粒状) |
| 成分   | 硝酸铵                    | 92±1.5              | 92±1.5              | 94.5±1.5            |
|      | 柴油                     | 4±1.3               | 1.8±0.5             | 5.5±1.5             |
|      | 木粉                     | 4±0.5               | 6.2±1.0             |                     |
| 性能   | 水分不大于(%)               | 0.75                | 0.8                 | 0.8                 |
|      | 密度(kg/m <sup>3</sup> ) | 900~1000            | 800~900             | 900~1000            |
|      | 殉爆距离(cm)               | 5                   |                     |                     |
|      | 猛度(mm)                 | 12                  | 18                  | 18                  |
|      | 爆力(ml)                 | 300                 | 250                 | 250                 |
|      | 爆速(m/s)                | 3300                | 3800                | 3800                |
|      | 保质期(天)                 | 15                  | 15                  | 15                  |

比是：硝酸铵：柴油：木粉=92：4：4。随着铵油炸药中含水率的升高，其爆速明显下降，因此，铵油炸药含水率愈小愈好。多孔粒状硝酸铵吸油率高，配制的炸药松散性好，不易结块，生产工艺简便，可在爆破现场直接配制和机械装药，粉状铵油炸药的最佳装药密度为  $950\sim 1000\text{kg/m}^3$ ，粒状铵油炸药的最佳装药密度为  $900\sim 950\text{kg/m}^3$ 。由于铵油炸药密度较低，并具有吸湿结块性，故不能用于有水的工作面爆破。

### (三) 铵松蜡与铵沥蜡炸药

铵松蜡炸药由硝酸铵、木粉、松香和石蜡组成，有时还添加少量的柴油。铵沥蜡炸药则以沥青代替铵松蜡炸药中的松香。这两种炸药的突出优点就是抗水能力较好，弥补了铵油炸药抗水性能差的不足，同时提高了防结块能力，延长了贮存期，改善了爆炸性能，表 1-3 列出了铵松蜡、铵沥蜡炸药的配比和性能。

表 1-3 铵松蜡与铵沥蜡炸药的成分和性能

| 炸 药 种 类 |                       | 铵 松 蜡 炸 药      |                | 岩石铵沥蜡炸药  |
|---------|-----------------------|----------------|----------------|----------|
|         |                       | 1 <sup>#</sup> | 2 <sup>#</sup> |          |
| 成<br>分  | 硝酸铵                   | $91\pm 1.5$    | $91\pm 1.5$    | 90       |
|         | 柴 油                   |                | $15\pm 0.5$    |          |
|         | 木 粉                   | $6.5\pm 1.0$   | $5\pm 0.5$     | 8        |
|         | 松 香                   | $1.7\pm 0.3$   | $1.7\pm 0.3$   |          |
|         | 沥 青                   |                |                | 1.0      |
|         | 石 蜡                   | $0.8\pm 0.3$   | $0.8\pm 0.2$   | 1.0      |
| 性<br>能  | 贮存期(月)                | 6~12           | 6~8            | 3        |
|         | 密度( $\text{kg/m}^3$ ) | 960~1000       | 950~1000       | 850~1000 |
|         | 爆力(ml)                | 310~320        | 310~330        | 240      |
|         | 猛度(mm)                | 12.5~14.5      | 12~15          | 9        |
|         | 殉爆距离(cm)              | 5~7            | 4~7            | 1        |

### (四) 含水硝铵类炸药

含水硝铵类炸药包括浆状炸药、水胶炸药和乳化炸药，是目

前工业炸药中品种最多的抗水炸药。

### 1. 浆状炸药

浆状炸药是以氧化剂水溶液、敏化剂和胶凝剂为基本成分的抗水硝铵类炸药,具有抗水性能强、密度高、爆炸能力大、原料来源广、成本低和安全等优点,在露天有水深孔中被广泛采用。其中浆状炸药的氧化剂主要采用硝酸铵和硝酸钠。敏化剂有三类:一是单质猛炸药,常用的是梯恩梯、硝化甘油、黑索金等;二是金属粉末,大多以铝粉为主;三是柴油、煤粉或硫磺等可燃物质。胶凝剂与交联剂使炸药各成分胶凝在一起,并形成体型网状结构,提高炸药的抗水性能和爆炸性能。

表 1-4、表 1-5,分别列述了常用国产浆状炸药的配比及其主要性能。其中表 1-4 都是大直径非雷管敏感品种,表 1-5 为小直径雷管敏感的浆状炸药品种。

表 1-4 常用浆状炸药的成分与性能

| 炸药种类 |                        | 浆 状 炸 药        |                |                |                  |
|------|------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
|      |                        | 4 <sup>#</sup> | 5 <sup>#</sup> | 6 <sup>#</sup> | 槐 1 <sup>#</sup> |
| 成分   | 硝酸铵                    | 60.2           | 70.2~71.5      | 73~75          | 67.9             |
|      | 梯恩梯                    | 17.5           | 5.0            |                | 10.0             |
|      | 水                      | 16.0           | 15.0           | 15             | 9.0              |
|      | 柴油                     |                | 4.0            | 4.0~5.5        | 9.5              |
|      | 胶凝剂                    | 2.0            | 2.4            | 2.4            | 0.6              |
|      | 亚硝酸钠                   |                | 1.0            | 1.0            | 0.5              |
|      | 交联剂                    | 1.3            | 1.4            | 1.4            | 2.0              |
|      | 尿素                     | 3.0            |                |                |                  |
|      | 表面活性剂                  |                | 1.0            | 1.0            | 0.5              |
| 性能   | 硫磺粉                    |                |                |                | 4.0              |
|      | 密度(kg/m <sup>3</sup> ) | 1400~1500      | 1150~1240      | 1.27           | 1100~1200        |
|      | 爆速(m/s)                | 4400~5600      | 4500~5600      | 5100           | 3200~3500        |
|      | 临界直径(mm)               | 96             | 45             | 45             |                  |

表 1-5

小直径浆状炸药成分与性能

| 炸药种类 |                        | J-1       | J-2       | J-3       | J-4       |
|------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 成分   | 硝酸铵                    | 50        | 50        | 53        | 53        |
|      | 硝酸钠                    | 10        | 10        | 12        | 14        |
|      | 田菁胶(补加)                | 0.6       | 0.6       | 0.6       | 0.6       |
|      | 水                      | 12        | 12        | 12        | 12        |
|      | 尿 素                    | 3         | 3         | 3         | 3         |
|      | 甲 醛                    | 1         | 1         | 1         | 1         |
|      | 铝 粉                    | 4         | 4         | 4         | 2         |
|      | 梯恩梯                    | 10        | 20        | 15        | 15        |
|      | 黑索金                    | 10        |           |           |           |
| 性能   | 密度(kg/m <sup>3</sup> ) | 1200~1250 | 1200~1250 | 1200~1250 | 1200~1250 |
|      | 临界直径(mm)               | 13        | 14        | 16        | 16        |
|      | 殉爆距离(cm)               |           | 20        | 12        | 10        |
|      | 爆 速(m/s)               | 5200      | 4600      | 4000~4300 | 3600~3800 |
|      | 爆 力(ml)                | 356       | 355       | 338       | 326       |

## 2. 水胶炸药

水胶炸药是 20 世纪 70 年代发展起来的一种新型抗水硝酸铵类炸药,它与浆状炸药没有严格的界限。目前,我国把以水溶性甲胺硝酸盐作敏化剂的浆状炸药称为水胶炸药。水胶炸药的爆轰敏感度比普通浆状炸药高,通常对小直径雷管敏感,具有较强的抗水能力。表 1-6 列述了我国几种水胶炸药的成分与性能。

## 3. 乳化炸药

乳化炸药是近几年发展起来的一个新品种炸药,它不采用单体猛炸药作敏化剂,不加爆轰催化剂,而是采用敏化气泡。它与浆状炸药相反,以氧化剂水溶液为分散相(内相),柴油、石蜡等不溶于水,但可以液化的有机燃料为连续相(外相),借助乳化剂乳化作用和敏化剂或敏化气泡而制成一种油包水型的乳胶混合体系型炸药。

表 1-6

水胶炸药的成分与性能

| 炸 药 种 类 |          | SHJ-K 型   | W-20 型     | 1 <sup>#</sup> |
|---------|----------|-----------|------------|----------------|
| 成<br>分  | 硝酸铵      | 53~58     | 71~75      | 55~75          |
|         | 水        | 11~12     | 5~6.5      | 8~12           |
|         | 硝酸甲胺     | 25~30     | 12.9~13.55 | 30~40          |
|         | 铝 粉      | 4~3       |            |                |
|         | 柴 油      |           | 2.5~3      |                |
|         | 胶凝剂      | 2         | 0.6~0.7    |                |
|         | 交联剂      | 2         | 0.03~0.09  |                |
|         | 密度控制剂    |           | 0.3~0.5    | 0.4~0.8        |
| 性<br>能  | 氯酸钾      |           | 3~4        |                |
|         | 爆 速(m/s) | 3500~3900 | 4100~4600  | 3500~4600      |
|         | 猛 度(mm)  | >15       | 16~18      | 14~15          |
|         | 殉爆距离(cm) | >8        | 6~9        | 7              |
|         | 临界直径(mm) |           | 12~16      | 12             |
|         | 爆 力(ml)  | >340      | 350        |                |
|         | 贮存期(月)   | 6         | 3          | 12             |

乳化炸药的主要成分为：氧化剂、可燃剂、乳化剂以及水等。乳化炸药的外观随制作工艺和配方的不同而有乳白色、淡黄色、浅褐色和银灰色之分，形态似乳脂。乳化炸药具有下列特点：抗水性能强，小直径药卷敞口浸水 96 小时，其爆炸性能变化甚微；炸药密度大(通常为  $1050\sim1350\text{kg/m}^3$ )，可沉于水下，解决了露天水孔和水下爆破作业的问题，安全性能好，其机械感度低，爆轰速度高，用一只 8<sup>#</sup> 工业雷管就可以引爆；原料来源广泛，加工工艺简单，成本比较低。表 1-7 列述了我国一种乳化炸药的成分与性能。