

CONTROLLED BLASTING

控制爆破 知识与应用

KNOWLEDGE AND APPLICATIONS



主 编 罗海萍

副主编 曾 山 谢义林

江西出版集团 江西科学技术出版社

控制爆破知识与应用

主 编：罗 海 萍

副主编：曾 山 谢义林

江西出版集团 江西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

控制爆破知识与应用 / 罗海萍主编. —南昌:江西科学技术出版社, 2007.06

ISBN 978-7-5390-3106-4

I. 控… II. 罗… III. 预裂爆破 IV. TB41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 168775 号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjcs.com>

图书代码: B08004-101

控制爆破知识与应用

罗海萍主编

出版	江西出版集团·江西科学技术出版社
发行	
社址	南昌市蓼洲街 2 号附 1 号
	邮编: 330009 电话: (0791) 6623491 6639342(传真)
印刷	南昌市江铃印务总汇
经销	各地新华书店
开本	787mm × 1092mm 1/16
字数	562 千字
印张	27
印数	3000 册
版次	2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷
书号	ISBN 978-7-5390-3106-4
定价	52.00 元

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)

前 言

炸药的发明和应用，对人类社会的文明进步起到了十分重要的作用。人们利用廉价的炸药能源代替繁重的体力劳动，创造了人类幸福生活和物质财富。从 20 世纪 70 年代开始，爆破技术在我国工程建设中得到了广泛应用，为国家经济建设的发展做出了重要贡献。

控制爆破技术诞生于 20 世纪 60 年代初，发展于 70 年代。它能根据工程建设的要求，合理利用炸药爆炸能量，将爆破范围、破坏程度及危害控制在规定的限度之内。其特点是：“能同时满足爆破效果又能保证安全技术要求”。当前，我国的控制爆破技术运用已经达到了世界先进水平。

为了使有关领导和工程技术人员（包括爆破施工作业人员）能够全面系统地了解和掌握控制爆破基本知识，并能指导和服务行业的工作实践，更好地适应我国日新月异的现代化建设需要，我们编著了这本《控制爆破知识与应用》，目的在于为人们在工程建设中提供可行的借鉴与参考，并作为行业工具书使用。书中的章节是爆破作业实践中经常遇到和用到的，也是从业人员所必须掌握的。该书的内容基本上涵盖了国内最新的控制爆破技术，通俗易懂，文字简练，随手拣来，便可知一二。此书可作为从事爆破作业人员和爆破工程师的培训教材，更可作为兴趣爱好者自学应用的书籍，实际操作性强。该书的出版，为我国控制爆破技术知识的普及做了有益的尝试。

此书的编著过程，得到了领导和同事的热切关心和支持，借此出版之际表示衷心的感谢。由于编者水平有限，加之时间仓促，书中个别地方难免出现差错，敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 5 月 22 日

目 录

第一篇 控制爆破应用常识

第一章 工业炸药·····	2
第一节 起爆药与单质猛性炸药	(3)
第二节 浆状硝铵类炸药	(4)
第三节 含水硝铵类炸药	(7)
第四节 新型工业类炸药	(13)
第二章 起爆器材及其性能	17
第一节 雷管及其性能	(17)
第二节 导火索及其性能	(26)
第三节 导爆索及其性能	(28)
第四节 导爆管及其性能	(29)
第五节 爆破器材的检验与销毁	(31)
第三章 起爆方法	37
第一节 非电起爆法	(37)
第二节 电力起爆法	(43)
第三节 发展中的起爆方法	(50)

第二篇 控制爆破设计施工控制新技术

第一章 微差爆破与挤压爆破机理	54
第一节 微差爆破机理	(54)
第二节 挤压爆破机理	(56)
第二章 控制爆破设计施工控制要点	60
第一节 我国综合控制爆破技术的发展与进步	(60)
第二节 控制爆破设计与施工	(60)
第三节 控制爆破的施工安全	(61)
第四节 控制爆破的振动和噪声	(61)
第五节 控制爆破技术	(61)
第六节 控制爆破定额的分析要点	(62)

第七节	控制爆破设计施工应用实例	(76)
第三章	光面爆破	90
第一节	概述	(90)
第二节	光面爆破原理	(90)
第三节	光面爆破参数	(92)
第四节	光面爆破施工新技术新工艺流程	(94)
第四章	预裂爆破	97
第一节	预裂缝的形成机理	(97)
第二节	预裂爆破参数间的关系	(105)
第三节	预裂爆破装药量的确定	(110)
第四节	预裂爆破施工	(114)
第五节	预裂爆破与主爆区炮孔的相互关系	(116)
第六节	预裂爆破的减震效果	(119)
第七节	不同抗力条件下的预裂爆破	(123)
第五章	静态破碎技术	125
第一节	膨胀剂简介	(125)
第二节	膨胀剂破岩原理	(126)
第三节	膨胀剂破岩设计施工	(127)

第三篇 定向爆破设计施工控制新技术

第一章	定向爆破概述	130
第一节	定向爆破概论	(130)
第二节	定向爆破抛掷计算	(134)
第三节	定向爆破地形可见漏斗深度	(154)
第四节	定向爆破压缩圈半径与药量系数	(157)
第二章	定向爆破设计施工控制要点	167
第一节	路基土石方定向爆破设计的药包排列要点	(167)
第二节	石砭峪水库定向爆破筑坝对导流隧洞的应变观测	(167)
第三节	定向爆破筑坝治理水土流失要点	(168)
第四节	高耸建筑物定向爆破倾倒设计参数的计算公式	(168)

第四篇 建(构)筑物拆除爆破设计施工控制新技术

第一章 概述	176
第一节 爆破技术在建(构)筑物拆除中的应用	(176)
第二节 拆除爆破技术的主要特点	(179)
第三节 爆破拆除与机械拆除建(构)筑物的比较	(180)
第四节 拆除爆破技术的发展趋势	(181)
第二章 拆除爆破的设计原则与方法	183
第一节 拆除爆破设计的原则	(183)
第二节 拆除爆破的设计方法	(184)
第三节 拆除爆破装药量计算	(185)
第三章 拆除爆破工程施工控制程序	189
第一节 拆除爆破的一般作业程序	(189)
第二节 施工技术的内容	(189)
第三节 施工组织设计	(191)
第四节 施工准备	(192)
第五节 施工阶段	(193)
第六节 爆破实施阶段	(204)
第七节 实爆指挥与程序	(210)
第八节 建(构)筑物拆除爆破的善后处理	(212)
第四章 基础拆除爆破设计施工与控制	216
第一节 爆破参数的选择	(216)
第二节 基础拆除爆破单孔装药量计算	(219)
第三节 基础拆除爆破中的安全措施	(220)
第五章 高耸建筑物拆除爆破设计施工控制新技术	222
第一节 烟囱与水塔爆破拆除方案选择	(222)
第二节 爆破拆除技术设计	(223)
第三节 高耸建筑物的爆破施工安全措施	(226)
第四节 工程实例	(227)
第六章 楼房爆破拆除设计施工控制新技术	231
第一节 楼房拆除爆破设计原理与方法	(231)
第二节 楼房拆除爆破技术设计	(244)
第三节 楼房建筑物爆破倒塌运动	(254)

第四节	楼房建筑物爆破拆除中的排险	(261)
第五节	楼房爆破拆除实例	(263)
第七章	水压爆破设计施工控制新技术.....	290
第一节	水压爆破技术	(290)
第二节	水压爆破设计要点	(293)
第三节	水压爆破施工	(295)
第四节	工程实例	(297)
第八章	石方控制爆破设计与施工.....	312
第一节	设计工作的特殊要求	(312)
第二节	爆破振动强度控制	(312)
第三节	沟槽开挖控制爆破	(321)
第四节	整平地面爆破	(330)
第五节	基坑及桩基开挖控制爆破	(335)
第六节	城镇大型石方中、深孔爆破	(346)
第七节	石材开采控制爆破	(359)
第九章	导爆管起爆网络设计施工控制技术.....	376
第一节	塑料导爆管起爆系统简介	(376)
第二节	导爆管起爆网络的工作原理和基本形式	(377)
第三节	网络设计	(379)
第四节	网络的安全可靠度	(386)
第五节	网络的延时特性	(402)
第六节	网络实施操作细则	(408)
第七节	网络的应用	(410)
附录		413
1.	《民用爆炸物品安全管理条例》	(413)
2.	《民用爆炸物品品名表》	(424)

第一篇

控制爆破应用常识

第一章

工业炸药

工业炸药是指用于非军事目的的民用炸药。20世纪初，以硝酸铵为主的混合炸药出现以来，由于其爆炸及安全性能更适合于矿山生产及各类爆破工程，因此得到了广泛应用，从而形成了以硝酸铵为主的多品种混合炸药占据绝大部分市场份额的局面。

作为一种工业产品，炸药应满足下列基本要求：

- (1) 爆炸性能好，具有足够的爆炸威力，能满足各种爆破工程需要；
- (2) 具有合适的感度，既能保证使用、运输、装卸等环节的安全，又能方便顺利地起爆；
- (3) 具有一定的化学安定性，在储存中不变质、不老化、不失效也不爆炸，且具有一定的稳定储存期；
- (4) 其组分配比应达到零氧平衡或接近零氧平衡，爆炸生成的有毒气体少；
- (5) 原材料来源广，成本低廉，便于生产加工，且操作安全。

工业炸药分类：

根据炸药的用途，可将炸药分为起爆药、发射药和猛炸药三类。根据炸药组分情况可分为单质炸药和混合炸药。根据炸药的形态可分为固体炸药、液体炸药、塑性炸药和浆状炸药。若按炸药的主要化学成分，则可将其分为如下几类：

(1) 硝铵类炸药。以硝酸铵为主要成分，加上适量的可燃剂、敏化剂及其附加剂的混合炸药均属此类，它是目前国内外工程爆破中用量最大、品种最多的一类混合炸药。也是国际工业炸药的主流产品。

(2) 硝化甘油类炸药。以硝化甘油或硝化甘油与硝化乙二醇混合物为主要成分的混合炸药均属此类。就其外观状态来说，有粉状和胶质之分；就耐冻性能来说，有耐冻和普通之分。

(3) 芳香族硝基化合物类炸药。凡是苯及其同系物，如甲苯、二甲苯的硝基化合物以及苯胺、苯酚和萘的硝基化合物均属此类。例如，梯恩梯(TNT)、

二硝基甲苯磺酸钠(DNTS)等。这类炸药在我国工程爆破中用量不大，主要用作硝铵类炸药的敏化剂。

(4)液氧炸药。由液氧和多孔性可燃物混合而成的炸药。这类炸药在工程中很少使用。

第一节 起爆药与单质猛性炸药

一、起爆药

起爆药是炸药的一大类别，它对机械冲击、摩擦、加热、火焰和电火花等作用都非常敏感，因此，在较小的外界初始冲能(如火焰、针刺、撞击、摩擦等)作用下即可被激发而发展为爆轰。而且起爆药的爆轰成长期很短，借助于起爆药这一特性，可安全、可靠和准确地激发猛炸药，使它迅速达到稳定的爆轰。下面为几种常见起爆药的结构成分、性能及适用范围。

(一)雷汞

雷汞[$\text{Hg}(\text{CNO})_2$]为白色或灰白色微细晶体，50℃以上即自行分解，160~165℃时爆炸。雷汞流散性较好，耐压性差(压力超过50MPa即被压死)。雷汞有甜的金属味，其毒性与汞相似。它的粉尘能使黏膜发生痛痒，长期连续作用能使皮肤痛痒，甚至引起湿疹病，使人长白发、牙根出血、头晕无力等。干燥雷汞，对撞击、摩擦、火花极敏感；潮湿、或压制的雷汞感度有所降低。湿雷汞易与铝作用，生成极易爆炸的雷酸盐，故铝质雷管壳内不能装雷汞做起爆药。工业用雷汞雷管均用铜壳或纸壳，但库存或使用过程中，应防止雷汞受潮，以免产生拒爆。

(二)氮化铅

氮化铅[$\text{Pb}(\text{N}_3)_2$]通常为白色针状晶体，它与雷汞、二硝基重氮酚相比较，热感度低，起爆威力大，并且不因潮湿而失去爆炸能力，可用于水下爆破。氮化铅在有 CO_2 存在的潮湿环境中与铜金属会发生作用，生成极敏感的氮化铜。因此，铜质雷管壳中不宜装做起爆药用的氮化铅。

(三)二硝基重氮酚

二硝基重氮酚简称DDNP，分子式为 $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_2\text{N}_2\text{O}$ ，为黄色或黄褐色晶体，安定性好，在常温下长期储存于水中仍不降低其爆炸性能。干燥的二硝基重氮酚，在75℃时开始分解，温度升至170~175℃时爆炸。二硝基重氮酚对撞击、摩擦的感度均比雷汞和氮化铅低，其热感则介于两者之间。二硝基重氮酚的原料来源广，生产工艺简单，安全性好，成本低，且具有良好的起爆性能，目前国产工业雷管主要用二硝基重氮酚做起爆药。

二、单质猛炸药

指化学成分为单一化合物的猛炸药。它的敏感度比起爆药低，爆炸威力大，爆炸性能好。工业上常用的单质炸药有TNT、黑索金和泰安等，常用于做雷管的加强药、导爆索和导爆管的芯药，以及混合炸药的敏化剂等。

(一)梯恩梯(TNT)

梯恩梯，即三硝基甲苯 $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3$ ，纯净的TNT为五色针状结晶，熔点为 80.75°C ，工业生产的粉状TNT为浅黄色磷片状物质，其液态密度为 1.465g/cm^3 ，铸装密度为 $1.55\sim 1.56\text{g/cm}^3$ ，即熔融时体积约膨胀12%。吸湿性弱，几乎不溶于水。热安定性好，常温下不分解，遇火能燃烧，密闭条件下燃烧或大量燃烧时，很快转为爆炸。梯恩梯的机械感度较低，但若混入细砂类硬质掺合物则容易引爆。梯恩梯的做功能力为 $285\sim 300\text{mL}$ ，猛度为 19.9mm ，爆速为 6.850m/s ，密度为 1.595g/cm^3 。工业上多用梯恩梯作为硝铵类炸药的敏化剂。

(二) 黑索金(RDX)

黑索金即环三亚甲基三硝胺 $(\text{CH}_2)_3(\text{NNO}_2)_3$ ，白色晶体，熔点为 204.5°C ，爆发点 230°C ，不吸湿，几乎不溶于水，热安定性好，其机械感度比TNT高。黑索金的做功能力为 500mL ，猛度为 16mm ，爆速为 8300m/s ，爆热值为 5350kJ/kg 。由于其爆炸威力大、爆速大，工业上多用黑索金做雷管的加强药和导爆索芯药等。

(三) 泰安(PETN)

泰安即季戊四醇四硝酸酯 $\text{C}(\text{CH}_2\text{NO}_3)_4$ ，白色晶体，熔点 140.5°C ，爆发点 225°C 。泰安的做功能力为 500mL ，猛度为 15mm ，爆速为 8400m/s 。泰安的爆炸性能与黑索金相似，用途也相同。

(四) 硝化甘油(NG)

硝化甘油即三硝酸酯丙三醇 $\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3$ ，系无色或微带黄色的油状液体，不溶于水，在水中不失去爆炸性。做功能力 500mL ，猛度 23mm 。硝化甘油有毒，应避免皮肤接触。机械感度高，爆发点 200°C ，在 50°C 时开始挥发， 13.2°C 时冻结，此时极为敏感。

第二节 浆状硝铵类炸药

浆状炸药是1956年美国的库克和加拿大的法曼合作发明的，1958年由埃列克化学公司正式投入生产。

浆状炸药是由硝酸铵的饱和水溶液与悬浮在溶液中的其他固体成分(如TNT等)颗粒所组成的浆状物。溶液是连续相，悬浮的固体颗粒为分散相。溶液的形狀为黏稠化的胶体或黏稠并交联的凝胶体。

一、浆状炸药的成分与性能

(一) 氧化剂水溶液

生产浆状炸药时，将含量占炸药总量 $65\%\sim 85\%$ 的氧化剂溶解于含量占 $10\%\sim 20\%$ 的水中，成为饱和溶液。氧化剂以硝酸铵为主；附加的少量硝酸钠或硝酸钾，可增加炸药的含氧量，提高溶解度和炸药的密度，降低硝酸铵的晶析点，改善胶体的低温状态，提高炸药的抗冻性能和保持塑性。但是钠离子会使凝胶变稀，甚至解体，故硝酸钠含量不宜过多。硝酸铵与硝酸钠的最佳比值为 $81.5:18.5$ 。

水是化学惰性物质，在炸药中起钝感作用，但能将各成分均匀而紧密地连结到一起，炸药的密度得到提高，从而使炸药的物理性能和爆炸性能得到改善，水还用来形成水凝胶，提高炸药的抗水能力。此外，炸药爆炸时，水化为蒸汽，可增加爆容，降低爆炸产物的比热。总之，水对炸药会产生多方面的影响，有好的一面，又有不利的一面。因此，需根据炸药性能的要求，合理地确定含水量。经验证明，水在浆状炸药中的含量以10%~20%为适宜。

(二) 敏化剂

由于水在浆状炸药中起钝感作用，起爆感度降低。为了使浆状炸药能顺利起爆，故加入适量的敏化剂以提高感度。

敏化剂按成分不同分为四类：

- (1) 猛性炸药敏化剂，常用TNT等，含量一般为6%~20%。
- (2) 金属粉末敏化剂，多用铝粉等，含量一般为2%~15%。
- (3) 气泡敏化剂，如亚硝酸钠等，加入量为1%~5%。

(三) 胶凝剂

胶凝剂有两类，一类是合成胶，如聚丙烯酰胺，用量约为1%~3%；另一类是天然植物胶，国内使用的如白芨、槐豆胶、玉竹、皂角胶、田菁等。其中以田菁、槐豆胶的胶凝性能较好，货源广、价格低。国外则常用古尔胶。植物胶用量约为2%~2.4%。

浆状炸药中的胶凝剂被水分子分散、溶胀水合后，可使氧化剂水溶液变成黏胶液，增加炸药的稠度，使未溶的硝酸盐类颗粒、敏化剂颗粒等悬浮于其中，这使各种不同的物态成分均匀而紧密地胶凝在一起，可提高浆状炸药的抗水能力。

植物胶具有良好的抗水性能，因为植物胶都是多糖类天然高分子聚合物，对水有较大的亲合力，能在水中溶胀、水合，形成高黏度的溶胶液，溶于水后能与多种交联剂发生化学交联作用，形成网状结构的黏弹性水凝胶。网状结构能将大量水珠包裹住，限制其流动。当温度下降并混入其他固相成分后，就形成了浆状炸药。

(四) 交联剂

常用的交联剂为硼砂或硼砂与重铬酸钾的混合水溶液等，其含量约1%~3%。交联剂的作用是，促使胶凝剂分子中的基团互相键合，进一步连接成为巨型结构，以提高浆状炸药的胶凝效果和稠化程度，从而增强其抗水能力。

(五) 表面活性剂

一般常用十二烷基苯磺酸钠或十二烷基磺酸钠。它们起乳化和增塑作用，并能提高浆状炸药的抗冻能力；其次是能吸附铝粉等金属颗粒，防止与水反应生成氢气逸出。

浆状炸药中，除上述各成分外，还加入发泡剂、安定剂和防冻剂等。发泡剂是亚硝酸钠，其作用是在浆状炸药内部产生氮氧化物和二氧化碳，形成气泡，以便炸药在起爆瞬间产生绝热压缩，提高爆轰感度。这种气泡又称为敏化气泡。

安定剂多采用尿素。炸药中加入适量的尿素，能提高胶凝剂的黏附性，可阻止浆状炸药变质。

防冻剂常采用乙二醇等。加入防冻剂，可使浆状炸药冰点降低，增加其耐冻性。

浆状炸药属钝感炸药，即不具备普通工业雷管感度，需用加强药包(又称中继药包)方能起爆。

几种国产浆状炸药的成分与性能列表1-1-1。

表1-1-1 几种国产浆状炸药的成分与性能

名 称 成分与性能	4#浆状炸药	5#浆状炸药	6#浆状炸药	槐1#浆状炸药	槐2#浆状炸药	白云1#抗冻浆状炸药
硝酸铵	60.2	70.2~71.5	73~75	67.9	84.0	45.0
硝酸钾(K)或硝酸钠(Na)				(Na)10	(K)10	(Na)13
梯恩梯	17.5	5.0			10.0	17.3
水	16.0	15.0	15.0	9.0	14.0	15.0
柴油		4.0	4.0~5.5	3.5	2.5	
胶凝剂 ^①	(白) 2.0	(白) 2.4	(白) 2.4	(槐) 0.6	(槐) 0.5	(皂) 0.7
亚硝酸钠		1.0	1.0	0.5	0.5	
硼砂	1.3	1.4	1.4	2 ^②	2 ^②	2 ^③
十二烷基苯磺酸钠		1.0	1.0	2.5	2.5	1.0
硫磺粉				4.0	4.0	
乙二醇						3.0
尿素	3.0					3.0
密度(g/cm ³)	1.4~1.5	1.15~1.24	1.27	1.1~1.2	1.1~1.2	1.17~1.27
爆速(km/s)	4.4~5.6	4.5~5.6	5.1	3.2~3.5	3.9~4.6	5.65
临界直径(mm)	96	≤45	≤45			≤78
传爆长度(cm)		>385	>320			>300

①白芨、槐豆胶、田菁胶、皂角胶、聚丙烯酰胺；

②硼砂0.145%+重铬酸钾0.06%+水1.795%；

③硼砂0.1%+重铬酸钾0.1%+亚硝酸钠0.14%+水1.66%。

二、浆状炸药生产工艺流程

浆状炸药生产的工艺流程，包括固体成分的溶解、混合胶凝、冷却包装三道工序。加工方法分为热混加工法和全冷加工法。用植物胶作胶凝剂的用热混加工法；用工业胶作胶凝剂的则用全冷加工法。使用全冷加工法制造浆状炸药时，加工过程毒气生成量少，工艺也简单。图1-1-1为槐1#无梯浆状炸药的生产工艺流程。

三、浆状炸药的优缺点及适用条件

浆状炸药的优点是炸药密度高，体积威力大，具有较好的可塑性，抗水性强，可沉入水下爆破，使用安全。其缺点有感度低，需用加强药包才能起爆；理化安定性较差。

目前，浆状炸药只用于有水的露天台阶深孔爆破。

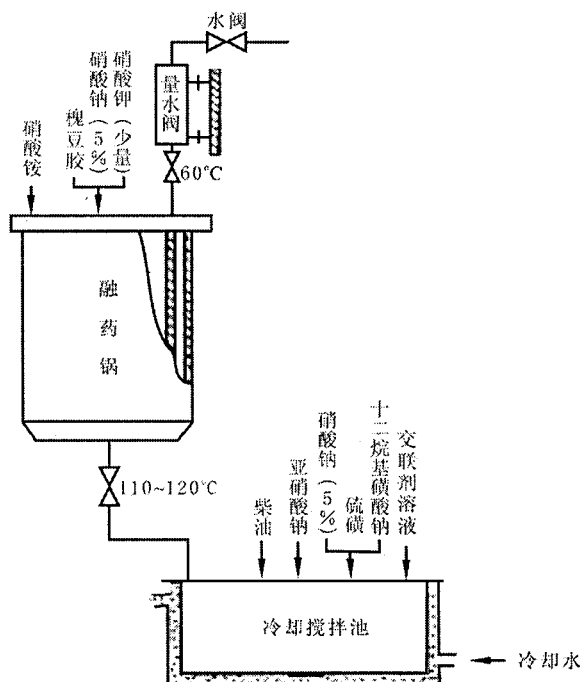


图1-1-1 槐1#浆状炸药加工工艺流程示意图

第三节 含水硝铵类炸药

一、水胶炸药

水胶炸药是在浆状炸药的基础上发展起来的一种抗水炸药。它与浆状炸药的不同点在于使用了水溶性敏化剂，这就使得氧化剂同敏化剂(还原剂)的耦合状况大为改善，因而炸药具有更好的爆炸性能。

水胶炸药的成分主要是氧化剂水溶液、敏化剂、黏胶剂和其他一些添加剂。

(一) 水胶炸药的成分与性能

1. 氧化剂水溶液

氧化剂是硝酸铵和硝酸钠，其重量百分率为50%~75%。硝酸铵可采用纯度为99%的粉状体或孔隙率为5%的粒状固体。生产炸药时，先将部分硝酸铵加入10%~20%的水，溶解成为75%的水溶液；另一些硝酸铵和硝酸钠固体可直接加入。

水是溶剂。水溶解硝酸盐，并使它达到饱和溶液，不再从外界吸收水分，故可提高炸药的抗水性。水能把炸药中的各种成分紧密连接起来，增加炸药的密度；水使炸药中各种成分溶解成浓稠液，增加炸药的流动性和可塑性，可提高水胶炸药的装药密度。但是，水是钝感物，水分过多会降低炸药的起爆感度，对起爆不利。

2. 敏化剂

水胶炸药的敏化是个十分重要的问题，通常采用具有爆炸性的甲基胺硝酸盐(简称MANN)水溶液作敏化剂。

甲基胺硝酸盐的分子式为 $\text{CH}_3\text{NH}_2\cdot\text{HNO}_3$ ，其比重1.42，氧平衡值为-3.4，它比硝酸铵更易溶于水。不含水的甲基胺硝酸盐，可直接用工业雷管引爆，但当温度低于 95°C 时，浓度低于86%的甲基胺硝酸盐水溶液，不具有雷管感度。利用它的这一特性，采用浓度低于86%的甲基胺硝酸盐水溶液，并把混合器的温度控制在 95°C 以下，进行水胶炸药的生产，是安全可靠的。

在水胶炸药中，甲基胺硝酸盐既是敏化剂，又是可燃剂，其重量百分率为25%~45%之间。含量愈高，炸药的感度和威力也愈高。

3. 黏胶剂

泵胶炸药的黏胶剂，国外多采用古尔胶，国内常用槐豆胶或田菁胶等。这些黏胶剂都具有良好的胶凝效果和稠化程度，可使炸药中各成分彼此牢固地黏结成胶体而不会流变，从而使在炸药生产过程中用机械搅拌时所产生的微小气泡不会逸出和集结，保持水胶炸药的良好性能和抗水能力。

(二) 水胶炸药的生产工艺流程

水胶炸药中的含水量，40%是由硝酸铵水溶液带入的；另外60%的含水量是由甲基胺硝酸盐水溶液带入。图1-1-2水胶炸药的生产工艺流程简图。配制炸药时，先将浓度为75%的硝酸铵水溶液和浓度为86%以下的甲基胺硝酸盐水溶液泵入混合器，再将预先由黏胶剂与硝酸钠混合并黏着在颗粒表面的混合体和另一部分固体硝酸铵一起加入混合器，进行搅拌。此时混合器内的温度控制在 80°C ，最后加入添加剂。

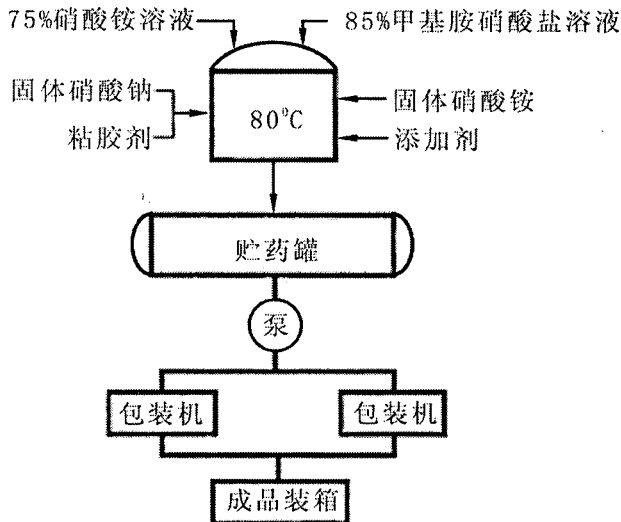


图 1-1-2 水胶炸药的生产工艺流程简图

(三) 水胶炸药的优缺点

水胶炸药的优点是，抗水性强，具有工业雷管感度，并且具有较好的爆炸性能，可塑性能好，使用安全。缺点是价格较贵，爆炸后生成的有害气体体量比2[#]岩石炸药多。

几种国产水胶炸药的性能参数列表1-1-2中。

表1-1-2 几种国产水胶炸药的性能参数

炸 药 型 号	SHJ-K型	101 ₃ 型	CS-30 型
性 能 参 数			
密度(g/m ³)	1.0~1.3	1.05~1.25	1.1~1.25
爆速(m/s)	$\phi=32\sim35$, 3500~4000	$\phi=35$, <3560	$\phi=32$, 3500~4000
殉爆距离(cm)	≤ 8	≤ 10	≤ 8
爆力(mL)	350	≤ 300	
猛度(mm)	≤ 15	≤ 16	14.1~15.2
爆热(kJ/kg)	4205		4686
爆容(L/kg)			≤ 300
有毒气体量(L/kg)	29.6	41.5	14.0

注： ϕ ——药卷直径，单位mm。

二、乳化炸药(又称乳胶炸药)

乳化炸药是美国20世纪70年代在水胶炸药和铵油炸药的基础上发展起来的一种新型抗水炸药，我国70年代末已能生产制造。它具有感度高、威力大和强抗水性能等特点。其抗水作用与浆状炸药和水胶炸药不同，不是通过胶凝剂或黏胶剂将氧化剂、敏化剂水溶液和呈悬浮状的固体颗粒胶结成整体的水包油型结构。它不含有黏胶剂，而是以油为连续相的油包水型的乳胶体，而乳化作用可使氧化剂水溶液(内相或称水相)微细的液滴呈鱼子状地分散在近似油状物质的连续介质(外相或称油相)中，具有高度抗水能力。

乳化炸药不含具有爆炸性能的敏化剂，炸药的敏化是通过加入发泡剂，使其产生大量微小气泡，或直接加入空心多孔物质(如玻璃微球等)实现的。后者比较理想，但成本高。

(一)乳化炸药的成分

乳化炸药的组成成分主要有四种，即氧化剂水溶液、燃料油、乳化剂和敏化剂等。

1. 氧化剂水溶液，以硝酸铵水溶液为主

为了提高炸药的密度和降低硝酸铵的“析晶”点，可添加硝酸钠作辅助氧化剂。硝酸铵与硝酸钠的比例以5:1~6:1为宜。

氧化剂水溶液在炸药中所占重量百分率达80%~95%。水含量对炸药的能量和性能有明显的影响：水分过多使炸药的燥热值因汽化热而有所降低，故炸药内含水量不宜过多或过少，否则会导致氧化剂晶粒过早析出，不能形成乳胶体，或形成后很快硬化或分层。实验表明，含水量以8%~16%最佳。

2. 燃料油

在乳化炸药中燃料油既是可燃剂，又是其他各种添加剂的载体，并直接影响炸药的形态和稳定性。因此，对燃料油有一定黏度要求。此外，考虑炸药的安全性和低温性能，对燃料油的闪点和凝固点也有一定的要求。我国一