

# 乳化炸药不合格品来源及破乳机理分析

徐沛权

神华准格尔能源有限责任公司炸药厂 内蒙古鄂尔多斯 010300

**摘要:** 乳化炸药相较于铵油类炸药,有着爆速高、防水性能好等优势,因此在工程施工、矿山开采、城市建设、爆破作业等领域都有着广泛的使用。然而在乳化炸药生产过程中会产生一定的不合格品,不合格品的销毁不但会造成经济损失,而且会对环境造成污染,同时带来安全隐患,因此从生产源头减少不合格品的产生显得尤为重要。本文将对乳化炸药不合格品来源进行分析,同时为了从根本上探究不合格品产生原因,还将对乳胶基质的破乳机理进行探索,进一步了解乳化炸药不合格品产生的因素。研究表明:乳化炸药生产原料之一的乳化剂对乳化炸药的稳定性起着至关重要的作用,生产过程中,增强乳化炸药油包水结构中的油膜厚度,同时抑制硝酸铵析晶,是增强乳化炸药稳定性,减少乳化炸药不合格品有效途径。

**关键词:** 不合格品 乳化炸药 破乳机理

## 1 乳化炸药

乳化炸药作为炸药家族的后起之秀,于20世纪70年代由美国科学家率先研制成功,并大规模进行应用,并取得了很好的效果。我国亦是在20世纪70年代末对乳化炸药进行研制。进入新世纪,经过几代炸药人的努力,我国的乳化炸药也取得了长足的进步,乳化炸药的生产设备、工艺、操作不断改进,实现了由粗放型生产到机械化、连续化、自动化的转变。进入十四五时期,乳化炸药生产进入了信息化、智能化时代,生产全过程信息化监控,各工序智能化运行。

乳化炸药的生产技术是将以硝酸铵为主的氧化剂盐类水溶液(分散相)与含有分散气泡或空心玻璃微珠等多孔物质的油相(连续相),利用乳化剂(媒介)将二者进行乳化,形成W/O型(油包水型)的乳胶状炸药。和铵油类炸药相比,乳化炸药具有抗水、威力大等优点,生产过程中没有粉末,对生产人员危害程度小。在乳化炸药的装药过程中,不产生粉尘,爆后炮烟浓度低,对作业人员的身体危害小,因此乳化炸药在作业中有着大量的使用。

然而,相较于铵油类炸药生产过程基本上不产生不合格品的优点,乳化炸药生产原料多、工序多、设备多,生产过程会产生一定量的不合格品。

## 2 乳化炸药不合格品

乳化炸药不合格品是指乳化炸药在生产、储存、使用过程中,由于各种原因导致的产品性能不能满足爆破需求,必须进行回收的产品。对于正常稳定的生产线来说,乳化炸药不合格品产生来源主要是开机到正生产期间产生的料头以及停机后形成的尾料,这些都是不可避免的。下面,将着重对生产过程中由于工艺控制、原材料、储存过程,导致物理状态、性能指标不符合要求的乳化炸药不合格品进行说明。

### 2.1 工艺控制

生产过程中,由于工艺发生变化,会导致乳化炸药不合格品的出现。

#### (1) 搅拌速度

乳胶基质生产过程中,乳化器的搅拌速度是可调的,乳化器的转速关系到硝酸铵分散相液滴的直径,转速越高,乳胶粒子越小,更加有利于乳胶基质的稳定性。但是过高的速度会损害胶体的稳定性,并且给生产安全带来威胁。

#### (2) 敏化过程

敏化作为乳化炸药生产的重要过程,敏化剂的选择、敏化剂加入的多寡、均匀程度、敏化时间的长短都会直接影响乳化炸药稳定性。同时,温度直接决定乳化炸药的稳定性,在合适的温度范围内,基质的粘稠度可以很好的锁住敏化气泡,并且很好的均匀分布。温度过高,粘度较低,气泡散逸;温度过低,气泡生成不充分,敏化效果不佳,影响炸药性能。

#### (3) 乳化温度

合适的乳化温度,才能形成合格的乳胶基质。如果乳化温度过低,硝酸铵就会析晶,W/O型乳胶基质就不会合格。一旦乳化温度太高,就会造成乳化剂活性较高,不能牢固的将水相和油相分子联结在一起,使得乳胶基质的界面膜不牢固,大大降低乳胶基质的稳定性,从而影响乳化效果。

#### (4) 加料速度

加料速度过慢,水相、油相充分接触,会增加基质的粘稠度,导致后续的物料很难充分的混合,基质的稳定性难以保证。加料速度过快,水相、油相混合时间过短,乳化不充分。

#### (5) 相度

乳胶基质的制备过程中,油相温度过低,乳化不充分。水相温度过低,硝酸盐溶液析晶,导致水油相界面膜被破坏。水相、油相温度过高,导致乳化剂活力增强,乳化效果得不到保证。

## 2.2 材料

### (1) 氧化剂水溶液

硝酸铵作为乳化炸药最常见的氧化剂,其溶解在水中的温度梯度相对过大,特别容易产生析晶现象,对乳胶基质的稳定性产生不

良影响。生产中,往往会加入尿素、硫脲、氯化钠等原料,来改善硝酸铵水溶液的析晶点。

### (2) 油相材料

油相材料的粘度、酸值,都会影响乳化的抗水性、粘稠度,当油相材料的质量不达标,就有可能产生不合格品。

### (3) 乳化剂

乳化剂作为炸药原材料最重要的成分,对炸药的影响至关重要,其亲水亲油平衡值(HLB)一般选择在3~6之间。HLB值具有叠加性,利用单一乳化剂制备乳状液稳定度不够时,常选用两种及两种以上乳化剂混合使用。当乳化剂质量不达标时,乳化炸药的质量得不到保障。

## 2.3 储存过程

### (1) 储存期内变质

由于生产过程的各种原因,造成成品的乳化炸药稳定性不足,或储存环境不当,温度、湿度异常,乳化炸药发生变质,形成不合格品[1]。

### (2) 过期储存

乳化炸药储存期内没有使用,超过储存期后,其性能会发生衰减,出现析晶、破乳的现象,形成乳化炸药不合格品。

## 3 乳化炸药的稳定性及其破乳机理研究

乳化炸药的稳定性决定着其使用性能。从生产线到使用现场,乳化炸药期间要经历一定的时间,在此期间内,乳化炸药会因质量问题发生破乳,敏化后效与冬季拒爆皆有可能由破乳引发。

硝酸铵结晶温度梯度较大,因此乳化炸药乳液受硝酸铵的结晶特性影响较大。作者将从炸药储存稳定性及破乳机理进行研究,以期找出其中原由,为生产提供指导。

### 3.1 乳化剂对乳状液储存稳定性的影响

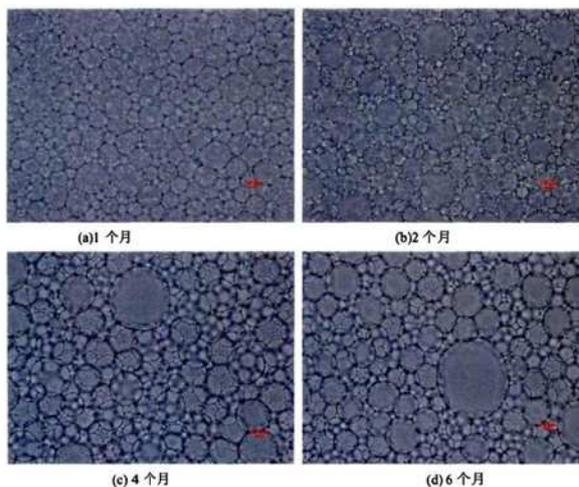
众所周知,乳化剂对乳状液储存稳定期影响巨大,这一影响的关键因素是乳化剂的HLB,HLB值在3~6时会形成W/O型乳状液,HLB值在8~18时会形成O/W型乳状液。

根据定向楔理论,乳化剂相较于水相和油相其密度都高,乳化剂分子横截面比较大的那一头朝着分散相,横截面比较小的一面朝着连续相,在小液滴的外侧构成保护膜。当高分子作为乳化剂的时候,根据定向楔理论,此时形成形成W/O型乳状液,相较于普通的SP-80,高分子乳化剂可以有更多的活性基团可以与硝酸铵水溶液形成更强大的相互作用,同时,高分子乳化剂大分子的亲油基团大大提高了油包水油膜的厚度,乳胶基质的粘度也得到了增强,乳胶基质的稳定性也得到增强[2]。

### 3.2 尿素对乳状液储存稳定性的影响

在乳化炸药生产中,有些配方会加入尿素或硫脲来降低硝酸铵的析晶点,从而促进乳化过程,提高乳胶基质的储存稳定性。由于硝酸铵的极性基团作用,使硝酸铵、尿素和乳化剂之间形成相互作用,提高了油膜强度,增强了乳胶基质的储存稳定性,因此尿素能有效的提高乳状液储存稳定性。

## 3.3 乳化炸药破乳机理



乳胶基质储存电子显微图

既然乳化炸药可以有很好的稳定性,那么它又是如何失去其稳定性,进而产生破乳现象。为此作者对质量稳定的乳胶基质用显微镜进行了分析研究。从上图可知,随着储存时间的延长,油包水型的液滴半径在一步步的增加;另一方面,相对较大的液滴周围也聚集了大量的小液滴,反过来,这些小液滴又在一步步的使大液滴变得更大,周而复始,大液滴的油膜厚度和张力不断在变小,硝酸铵析出的晶体更容易刺破油膜,从而出现晶体,使得基质破乳。

从而得知,油膜强度对于乳胶基质稳定性起着关键作用,而高分析乳化剂比普通的SP-80与硝酸铵溶液有更多的相互作用,使得油膜强度更大,这是造成使用高分子乳化剂生产的乳胶液滴稳定的根本原因。

## 4 结论

从前文可知,要想不产生不合格品,首先要保证生产线的工艺、原材料及储存条件稳定,这是先决条件。在此基础上,要想使得乳化炸药生产质量稳定,可从以下方面着手

- (1) 采用高分子乳化剂改善乳化炸药质量稳定性;
- (2) 从微观上,可以从抑制硝酸铵析晶和增强小液滴油膜厚度这两种办法,彻底提高乳胶基质的稳定性;
- (3) 实际生产应用中,可以适当提高乳化剂和油相的比例,从而提升乳化炸药的稳定性。

## 参考文献

- [1]彭迪.聚异丁烯丁二酸聚乙二醇酯的合成及其应用[J].南京理工大学硕士论文,2020;
- [2]周立,李清,杜宜莹,齐秀芳.耐低温乳化炸药的研究进展[J].爆破器材,2017;
- [3]秦丽元,贾月雯,魏晓莉,蒋恩臣.生物油重质油醇类添加剂提质研究[J].农业机械学报,2019

## 作者简介:

徐沛权(15272319880704181X),男,汉族,助理工程师,一直在神华准格尔能源有限责任公司炸药厂从事炸药生产现场工作。