

乳化炸药在爆破工程中的应用技术分析

蔡振华 史焱楠 (山西省民爆集团有限公司, 山西 娄烦 030000)

摘要: 自从我国乳化炸药自研制成功以来, 已经有 30 多年了。在这 30 年中, 早已积累出许多生产以及使用经验。我国的乳化炸药在生产技术上正在不断进步。乳化炸药是指通过乳化作用生产出的一类具有水成分、广泛应用在工业生产中的炸药。在具有雷管感度的同时, 爆炸性能和防水性也很好, 并且该炸药的安全稳定方面也排在众多类型炸药的前列, 对环境的污染也较小。总之, 乳化炸药凭借着众多的优势, 被工业领域广泛使用。本文对乳化炸药的发展以及生产过程中存在的问题进行分析, 同时也对爆破过程中的应用实践进行探究。

关键词: 乳化炸药; 爆破工程; 应用分析

随着社会的不断发展与变革, 我国的基础建设越来越完善, 爆破工程也得到一定的发展。在这种情况下, 建设工程中对炸药的需求量越来越大, 随之乳化炸药应运而生。乳化炸药在各个方面都有着明显优势。随着乳化炸药的大量生产以及使用, 乳化炸药在炸药领域已经有了举足轻重的地位。乳化炸药不仅应用于工业工程建设之中, 如今也慢慢的走进民用炸药的领域, 且也占据了很大的比重。因此, 乳化炸药对于工程爆破至关重要。

1 乳化炸药的概述及其发展

1.1 乳化炸药的简要概述

乳化炸药是含水炸药的一种, 在乳化炸药研制早期, 它还不如雷管敏感。想要将乳化炸药引爆, 还需中继起爆药的帮助。但是随着乳化炸药的不断发展, 如今乳化炸药已经具有雷管敏感度, 密度特别高, 能够控制在 $1\text{g}/\text{m}^3$ 左右, 爆破的速度也非常惊人, 可以达到每秒 3500–5000m 的距离。此外, 乳化炸药还具有很多优势。比如, 抗水性好, 方便水下工程的爆破。在生产方面, 也极具稳定性, 具有生产安全性, 大大减少了生产过程中的危险事故的发生。乳化炸药对环境的污染较小, 符合我国可持续发展的理念。我国的乳化炸药主要有三大类。第一类是岩石型乳化炸药, 这个类型的炸药有一定的限制, 只能在没有瓦斯和煤尘等危险中的硬岩之中爆破。第二类是煤矿许用型乳化炸药, 这类型炸药在甲烷含量相对较低的煤矿井中使用, 可以用于煤油的开采。第三种类型是露天型乳化炸药, 顾名思义, 这种炸药主要应用于露天场地工程爆破。除了在工业上得到广泛应用以外, 在民用领域, 乳化炸药也被大量的使用, 在环境较为潮湿或者有水的地方凸显出无法比拟的优势。

1.2 乳化炸药的发展历程以及发展趋势

乳化炸药优势明显, 我国对于乳化炸药的研究从 20 世纪 70 年代就开始了, 截止目前, 已经研制出多个系列的产品。比如 EL, CLH, ILI 等。有的产品在性能方面基本可以达到国外的产品标准, 并且在乳化技术等方面甚至超越了国外的技术, 在工业工程爆破中被大量的使用。从 1996 年–2006 年这 10 年间, 从乳化炸药产量的

占工业炸药总产量的占比来看, 乳化炸药产量上有了明显的飞跃, 占比增加 26% 左右, 这个涨幅是非常可观的, 占比涨幅见表 1。但是, 我国在乳化炸药生产的初期, 在生产的技术方面并不成熟, 导致生产成本极高, 只能以间断的形式生产。因为早期乳化炸药的成分非常复杂, 炸药中含有十几种原材料, 为了能够让炸药额定各项都达到标准, 只能在炸药中使用各种各样的添加剂, 炸药的原料最高时都达到 15 种之多, 这就导致炸药成本不断增加。

表 1 乳化炸药产量涨幅

年份	占比	年份	占比
1996 年	15%	2002 年	30%
1998 年	17%	2004 年	36%
2000 年	25%	2006 年	42%

随着时代的发展, 我国对于乳化炸药的研制技术也有了一定的提高, 乳化炸药进入了一个全新的发展阶段, 该阶段的重点是要在提高炸药的质量的同时, 还要做到降低炸药的成本, 推进我国乳化炸药的发展。让我国的乳化炸药取得一定进步的主要原因是我国对一些非酯类乳化剂的合成成功。比如聚异丁烯丁二酰亚胺就可以在乳化炸药中起到良好作用。因此, 一些原料应用较少、便于存储、成本低廉以及有着较强的抗水性的乳化炸药就产生了。

在这些成分比较简单的炸药中, 最为典型的两个代表分别是 M 型与 AE 型, 尤其是 M 型乳化炸药最早在国外应用聚异丁烯丁二酰亚胺乳化试剂, 同时在国内也是率先使用了常温发泡技术, 从此就在发泡方面可以不再依赖保温室, 这直接推动我国乳化技术的发展, 提高了乳化炸药的质量。

有一种 MRB 型乳化炸药, 其成分更为简单, 仅仅需要一种氧化剂就可以实现炸药的多项性能。该类型乳化炸药在制作过程中, 只通过硝酸铵进行氧化, 就可达

到目的。因此,MRB型乳化炸药在市场中非常受欢迎。我国乳化炸药在经过20多年发展之后,生产工艺也日益成熟。生产方式也不再是断层式的生产,开始连续了起来,并且成产出的炸药容易储藏,炸药的质量非常稳定,能够保障生产以及使用的安全。与此同时,我国还研制出了乳化铵油炸药,这种炸药相当于将乳化炸药与铵油炸药进行了结合,汲取了二者的优点研制而出,就有了更大程度的优势。但是乳化炸药有一个不足之处,就是乳化炸药由于自身的形式导致药体比较软,并且在做功方面也存在一定程度上的劣势。所以,在这种情况下,我国开始对粉状的乳化炸药进行研究,粉状乳化炸药发展起来。

粉状乳化炸药的问世,突破了乳化炸药的药体概念,改变传统乳化炸药外形较软的缺点。粉状乳化炸药利用的是无机氧化剂盐结晶粉末,用油膜将这些粉末包裹起来,这样乳化炸药的外观终于克服了胶体,变得渐渐坚硬起来。在炸药中,氧化剂与燃烧剂最好能够紧密接触,有利于炸药的性能的实现。粉状乳化炸药保留这一重要特点,并且由于本身的粉末性质,即使是不引进敏化气泡,爆炸的性能也会非常的高,能够实现良好的爆破效果。粉状乳化炸药的主要生产过程是先准备好制备成型的乳胶,通过该乳胶送到喷嘴之中,将其雾化成无数的细小胶粒,然后进行冷却,经过冷却的细小胶粒就会变成粉状或者颗粒状的炸药。

通过这一系列的工艺操作,又形成了一种新型的乳化炸药,即无梯工业炸药,这种炸药也兼具了乳化炸药与粉末炸药的特长。无梯工业炸药的组成成分中的氧化剂通过准分子水平集聚在一起,使得该炸药的含水量低于3%,有着极强的爆炸性能和较好的安全性能。最大的优点是解决了乳化炸药外部柔软的问题。对此,我国对于该型炸药的生产线已经超过了70条,它的生产工艺相对较为先进,在中国的爆破行业中,早已成为重点推广的对象。

目前,乳化炸药在我国的爆破工程中已经被全方位应用,为了可以适应更多的爆破环境,这些年又研制出一些新的乳化炸药品种。在克服坚硬的矿石方面,研制出了威力更强的乳化炸药。在对于光面的爆破上,研制出了低爆速乳化炸药。在对温度有一定要求的作业上,研制出了耐高温乳化炸药以及耐低温乳化炸药。在易燃易爆的现场作业上,研制出硫化矿用乳化炸药。

2 乳化炸药在爆破工程中的应用技术分析和建议

2.1 合理设计炮眼间距,消除“压力减敏”效应对其爆炸性能的影响

我国的乳化炸药经过三十多年的洗礼,无论是在生产的工艺上还是炸药的性能上,都取得了非常可观的进步。只要乳化炸药在爆破工程中得到合理的使用,就能达到预期的效果。在利用乳化炸药进行工程爆破时,炮

眼的间距是非常重要的,必须科学的设计这个间距。因为在爆破过程会出现压力减敏现象,这种现象会对炸药的爆炸性能产生一定的影响,通过合理的设置炮眼的间距可以消除这种现象。其实压力减敏现象指的是在爆破过程中,由于爆破的时间极短,就会导致第一个被引爆的乳化炸药产生的冲击波影响到后面还没有引爆的炸药,从而导致后面炸药的爆破性能大大降低。

压力减敏主要表现为两种形式,一种是半爆,就是让爆炸的效果减半。另一种是拒爆,就是直接导致后面的炸药不爆炸。因为乳化炸药自身有着纪委特殊的结构,当受到冲击波冲击时,化学气泡以及敏感化元素珍珠岩会在第一时间被破坏,由于这个结构被破坏,导致炸药内的密度不断增大,最后会把相油膜破坏,这个时候在乳化炸药中就会产生大量的大直径颗粒以及硝酸铵析晶,这些新生成的成分对炸药的爆破性能产生不利的影响,从而减低该炸药的爆破性能。炮眼的间距是影响压力减敏的主要原因,所以炮眼间距的设计非常重要。但是因为不同的炸药有着不同的性能,所以他们的在界压死距离上也不是完全相同的。如果临界距离比设置的炮眼距离大,就会出现乳化炸药被压死的危险。压力的传递与炮眼的距离成反比例关系,炮眼的间距越小,压力传递的越高,反之越低。

根据调查数据显示,当两枚炸药的间距为45cm时,炸药的拒爆率可达到50%,但是当把两枚炸药的间距调整到60cm时,炸药的拒爆率就会显著下降。所以,两枚炸药的间距应该控制在60cm以内。此外,还有一个因素与压力减敏有关系,那就是雷管的延期时间。在爆破过程中,压力减敏带来的冲击一般会因为第二枚炸药的延期而减弱,在设计炮眼的间距时,一定要考虑到这个因素。

例如,在一个爆破区之中,该爆破区周围有很多建筑物,道路也是错综复杂,经过反复的核查,发现该爆破区的环境属于中等风化长英角岩,硬度极其的高,系数可以达到10-12,节理裂隙发育,在下面完全没有空隙,并且也没有断层结构。在爆破的现场有很多含水的炮孔,我们认为这种环境下现场混装乳化炸药可以实现理想的效果,所以决定爆破炸药采用现场混装乳化炸药。结合当地实际情况,我们设计了69个炮孔,成孔66个,炮孔的间距设置为半米一个,穿孔的深度设计为13m左右,前排的炮孔距离设置成6m,将炮孔布置成三角形。经过测试,炮孔的间距设计的比较合理。在具体的爆破过程中,结合地势的变化形式,又调整了边排孔网参数。经过上面的一系列措施,爆破过程中的压力减敏现象大大减弱,充分发挥了乳化炸药的爆破作用,爆破工程得以顺利进行。

2.2 注意冬季低温对起爆感度的影响

粉状炸药在耐低温方面要强于乳化炸药。这是因为

粉状铵梯炸药无论是在内部结构上还是敏化介质上都有乳化炸药有着很大的不同。在温度较低的情况下,粉状炸药的内部结构与敏化元素都不会被破坏,粉状炸药有着良好的耐低温性能。但是乳化炸药在耐低温方面显然还存在不足,无论是油包水的特殊结构还是炸药内部的化学气泡敏化元素,对低温环境都非常的敏感。在温度较低的环境中,外层的油包的强度会减弱许多,使得油包变得又脆又硬,导致乳化炸药乳质破裂或者僵化。对于化学气泡敏化元素而言,在温度较低时,也很容易被破坏,进而溢出,最终就会导致乳化炸药失效。因此,在冬天使用乳化炸药时,应该测量一下炸药的温度。如果炸药存储在低温的环境中,乳化炸药的性能会受到一定程度上的影响,所以,炸药使用之前需要进行一步恢复炸药温度的操作,最好是可以让炸药的温度大于到零上5度,当然也有一定的上限,最好不要大于零上25度。目前市场上的乳化炸药耐低温性普遍不高,这导致乳化炸药冬天不易存储。在2007年,有些爆破公司开始对乳化炸药的耐低温性能进行研究改造,直到现在,也取得了一些效果。加强了乳化炸药的耐低温性能,使得乳化炸药在零下20度时也可以正常爆破。

2.3 充分发挥其优良的抗水性,广泛应用于有水作业和特种爆破

与粉状炸药相比,乳化炸药的最突出的优势就是抗水性特别强。利用负荷塑料膜作为乳化炸药的药卷包装。这种塑料膜材质具有一定的强度性,对于防止破损有着较大的作用,可以在水中浸泡一天也不会漏水,这就让乳化炸药具备了更强的抗水性。因此,乳化炸药对于在有水的环境或者有泥浆的炮孔中作业有着非常明显的优势。在不同的含水环境中,对于乳化炸药的密度也有着不同的要求。在含水量比较多的炮孔中,应该选择密度大于 $1.1\text{g}/\text{cm}^3$ 的乳化炸药。在含有较多的泥浆的炮孔中,应该选择密度大于 $1.25\text{g}/\text{cm}^3$ 的乳化炸药。

除此之外,还要重点关注起爆能力,在含水量比较多的炮孔中,应该选择雷管直接起爆。在含有较多泥浆的炮孔中,就会用到起爆器起爆。随着我国乳化炸药的不断发展,乳化的工艺以及性能也在随之提升,在水下进行爆破作业时,乳化炸药已经成为首要的选择。乳化炸药在进行水下的爆破作业时,不仅能增加炸药在水中浸泡的时长,还不用将炸药的外表进行加工,使用乳化炸药可以将爆破成本降低,从而提升经济效益。

2.4 利用其优良的可塑性,应用于矿山顶部倒孔采掘

前几年,无论是国内还是国外在工程爆破上使用的炸药基本上都是粉状的炸药。这种粉状的炸药需要大量的人力进行装药,不仅在劳动强度上让工人们无法坚持,而且这种粉尘也会对工人们的肺部造成一定的伤害。如果不用人力装药,就只能选择风动机械装药,但是大部分的粉状炸药粘度都不高,通过风动机械装药的方式会

造成反药的现象。尤其是在顶部的炮孔装药,反药现象更为严重,平均会在20%左右,有时候甚至可以达到50%。在这样的情况中,会造成大量的炸药浪费,并且粉尘在工作环境中到处飞扬,对工人们健康产生恶劣影响。乳化炸药由于外表胶质,可塑性比较强,可以在乳化炸药中加入一些粘合剂,让炸药具有适合的粘度。这样在上方的炮孔中装药时,也可以使用风动直径机械装药。这样可以减弱反药的情况,节约炸药,提高爆破工程的效益。

2.5 利于其优良的爆轰感度、临界直径,应用于光面爆破、预裂爆破

优良的乳化炸药具有爆轰感度好,即殉爆距离长,爆破的距离可高达100m之上。临界直径普遍在13mm左右,差距一般不会超过1mm。因为乳化炸药在这两方面具有特殊优势,所以可以在光面爆破以及预裂爆破大量应用。间隔装药是一种比较好的装药方式,但是装药时要把控好间隔的距离,这个距离必须要低于殉爆距离,只有这样才能保证装药线的密度在合理的设计范围之内。

3 结束语

乳化炸药经过了三十多年的发展,无论是在炸药的生产工艺上,还是在炸药的质量上都在不断的改进与提高。爆破工程在进行乳化炸药爆破的时候,首先需要注意的就是炮眼间距的设置,科学的炮眼间距对炸药爆破性能的实现有所帮助。然后需要的是注意低温环境,不要让低温影响炸药性能。乳化炸药稳定性好,抗水性强,是应该被大量使用的炸药。

参考文献:

- [1] 李创新,刘仕佳,常根召.富水炮孔爆破施工技术研究[J].煤矿爆破,2018(04):16-18.
- [2] 吕磊.新安煤矿硬岩巷道水胶炸药的应用[J].内蒙古煤炭经济,2018(13):33-35.
- [3] 赵全锋.浅析煤矿乳化炸药在爆破作业中拒爆、半爆的产生原因[J].煤矿爆破,2016(06):20-23.
- [4] 马耀,韩涛.混装乳化炸药在爆破工程中的应用[J].科技资讯,2014,12(18):38.
- [5] 郝玉庆,姜庆洪.现场混装乳化炸药技术在爆破现场的应用[J].化工管理,2013(12):45.
- [6] 袁克平.乳化炸药在爆破工程中的应用技术浅析[J].科技创新与应用,2012(29):106.
- [7] 王清华,宋领,付军,李宏兵.改进层次分析法分析现场混装乳化炸药爆破成本影响因素[J].爆破器材,2009,38(05):14-18.

作者简介:

蔡振华(1988-),男,汉族,山西交口人,本科,重庆大学采矿工程专业,助理工程师,现从事管理工作。