

提高电子雷管起爆威力

熊林辉

(福建海峡科化股份有限公司永春分公司 泉州永春 362000)

摘要：电子雷管的推广过程中，井下掘进爆破经常出现雷管起爆，而炸药未起爆的问题。为解决这类问题，提出增强电子雷管的起爆威力，通过增加一次装药的密度、质量以及管壳厚度来实现。实验和工程实践表明，铅板穿孔的直径得到有效提升，工程实践中雷管起爆而炸药未爆的现象不再发生。这种方法能提高电子雷管起爆威力，有效降低工程实践中炸药拒爆的问题。该方法可提高电子雷管对不同炸药适配性，对电子雷管的推广具有重要意义。

关键词：电子雷管；聚能穴；铅板穿孔；拒爆

中图分类号 TQ565+.2

Study on Improving Initiation Power of Electronic Detonators

Xiong lin hui

(Fujian Strait Chemical Co., LTD. Yongchun Branch 362000)

Abstract: In the process of the popularization of electronic detonators, the problem of detonator initiation and explosive failure often occurs in underground excavation blasting. In order to solve these problems, it is proposed to enhance the initiating power of electronic detonator by increasing the density, mass and thickness of the shell of the primary charge. Experiments and engineering practice show that the diameter of lead plate perforation is effectively increased, and the phenomenon of detonator initiation and explosive failure in engineering practice no longer occurs. This method can improve the initiation power of electronic detonator and effectively reduce the problem of explosive rejection in engineering practice. This method can improve the adaptability of electronic detonators to different explosives, which is of great significance to the popularization of electronic detonators.

Keywords: electronic detonator, shaped hole, lead plate, perforation, flameproof

0 引言

民用爆破的发展，降低了机械和人力的投入，给矿山开采、拆除爆破带来了极大的便利。于此同时也带来了一些安全隐患，危及人员和财产安全。

对于爆破施工中出现的安全问题，国内许多学者进行了相关研究。石超对河南某煤矿施工中拒爆问题进行研究，结果表明是发爆器、雷管、爆破网路综合影响造成的^[1]。刘忠民针对电子雷管拒爆问题，提出选用可靠性好的电子雷管，再选择适当的起爆方式能有效减少电子雷管拒爆问题^[2]。通过众多工作人员的努力，工程爆破中的拒爆问题得以有效降低。

根据国家十四五规划，随着电子雷管的推广。目前工程爆破中多次出现雷管起爆而炸药未爆的问题。

炸药拒爆对周边环境及人员有极大隐患，现场施工人员需要等待一定时间方可进入爆破现场，后续需要根据实际情况处理炸药未爆问题。在此操作期间工作人员的安全无法得到保障。工程爆破中炸药拒爆问题不仅影响工程进度，对周边的环境和人员也有很大隐患，这类问题亟需解决。通过爆破现场调研，造成雷管起爆而炸药未起爆的主要原因为：不同厂家炸药的性能有所差异，部分厂家炸药的起爆感度较低，雷管起爆后未能将炸药引爆。针对这个问题，提出增强雷管的起爆威力，提高引爆感度较低炸药的起爆率，提高雷管与不同厂家炸药的适配性。

1 雷管起爆威力测试方法

雷管起爆威力强弱的一个重要指标便是铅板穿孔能力的大小。根据工业数码电子雷管^[3]行业标准相关要求，需要对雷管进行铅板试验。即：将铅板放置在爆炸装置内，再把试验雷管垂直立在铅板中心位置，雷管底部贴紧铅板，雷管爆炸后逐个检测铅板穿孔孔径并记录。测量穿孔直径时，需要对铅板进行两次测量，且两次测量需要相交 90°，取两次测试的平均值。综合每个铅板的数值计算算术平均值：

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad (1)$$

式中： \bar{d} ——每组试验的铅板穿孔孔径的算术平均值，mm；

n ——每组试验铅板穿孔个数；

i ——每组试验铅板穿孔孔径序号；

d_i ——第 i 号铅板穿孔孔径，mm。

经过上式(1)计算，铅板穿孔孔径标准差如下式所示：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}} \quad (2)$$

式中： σ ——铅板穿孔测量孔径的标准差，mm。

铅板材质及尺寸应符合相关国家标准^[4]，尺寸要求如下表 1 所示。

表 1 铅板尺寸

序号	直径/mm	厚度/mm	
		基本尺寸	极限偏差
1	30~40	4.0	±0.1
2		5.0	

2 增强雷管起爆威力方法

2.1 理论方法

铅板试验方法中，雷管爆炸产生聚能射流的强弱直接决定了铅板穿孔直径的大小，而聚能射流的大小又受雷管装药量、装药密度以及聚能穴等因素综合影响^[5]。在控制装药材料以及雷管管壳材质不变的条件下，通过提高雷管一次装药的药量和密度，并增大管壁厚度，以此增强雷管的起爆威力。管壳厚度增加能提高对炸药的约束力，且底部聚能穴的面积增大，因此会增强雷管的起爆威力。

2.2 实际改进措施

方法 1：目前电子雷管装药工艺一装为 0.35~0.36g，二装药量为 Ag，一压高度为 Bmm，二压高度为 Cmm。改变装药工艺：一装药量为 0.36~0.37g，其他参数不变，一压高度不变所以一次装药的密度会增加。

方法 2：目前电子雷管管壳参数为：内径 Dmm，外径 Emm，管厚约 0.25mm；改变管壳参数为：内径为 Dmm，外径为(E+0.04)mm，管厚约 0.27mm。新旧雷管工艺参数如下表 2 所示。

表2 新旧雷管工艺参数

	一装药量/g	二装药量/g	一压高度/mm	二压高度/mm	内径/mm	外径/mm	管壳厚度/mm
旧工艺	0.35 ~ 0.36						0.25
新工艺	0.36 ~ 0.37	A	B	C	D	E E+0.04	0.27

3 实验结果与讨论

3.1 旧工艺雷管铅板穿孔实验

以旧工艺雷管做铅板穿孔实验,共五组每组10发雷管,得到实验穿孔直径数据,并根据式(1)(2)计算算术平均值和标准差,

表3 旧工艺雷管铅板实验数据

	第1发	第2发	第3发	第4发	第5发	第6发	第7发	第8发	第9发	第10发
第一组	10.5	11.3	9.8	10.6	10.5	10.9	11.3	11.2	9.5	9.6
第二组	10.8	10.2	10.5	9.7	11.3	9.9	9.8	10.4	10.6	10.8
第三组	11.3	10.4	9.8	10.6	10.7	9.7	9.6	11.1	10.1	10.0
第四组	9.5	10.3	10.5	10.8	9.9	11.1	10.8	10.3	10.9	9.8
第五组	10.5	10.8	11.6	10.5	9.8	10.3	10.4	10.7	10.1	11.0

单位: mm 算术平均值: 10.442 标准差: 0.544

3.2 新工艺雷管铅板穿孔实验

用新工艺雷管做铅板穿孔实验,共五组每组10发,得到新工艺

表4 新工艺雷管铅板实验数据

	第1发	第2发	第3发	第4发	第5发	第6发	第7发	第8发	第9发	第10发
第一组	11.6	12.1	12.4	12.3	12.2	12.6	11.4	12.3	12.5	11.5
第二组	12.2	12.1	11.1	11.5	11.9	11.6	11.4	12.3	11.6	10.3
第三组	11.8	12.1	12.5	12.3	12.5	11.7	11.7	11.6	11.9	11.6
第四组	11.3	11.3	11.5	12.1	11.4	11.5	11.9	12.1	12.2	12.6
第五组	12.1	10.8	12.6	11.9	11.2	10.7	10.8	11.3	11.2	11.6

单位: mm 算术平均值: 11.759 标准差: 0.530

新工艺电子雷管铅板穿孔实验中,穿孔直径在10.3~12.6之间,算术平均值为11.759mm,最大和最小铅板穿孔直径相差2.3mm,标准差为0.530。

将新旧工艺生产的雷管进行铅板穿孔实验对比分析,可知:在提高一次装药的药量、密度以及增加管壁厚度的条件下,雷管的穿孔算术平均值从10.442mm提高到11.759mm,标准差从0.544降低到0.530,新工艺生产的雷管铅板穿孔实验直径更加均匀。

表5 新工艺雷管铅板验证实验数据

	第1发	第2发	第3发	第4发	第5发	第6发	第7发	第8发	第9发	第10发
第一组	10.4	10.2	11.2	10.6	11.8	10.5	10.5	11.2	12.0	11.2
第二组	10.4	11.2	11.8	11.6	10.5	12.0	10.8	11.5	11.6	12.1
第三组	11.5	10.8	10.9	11.3	12.0	11.2	10.5	11.2	11.6	11.8
第四组	10.6	10.8	11.2	10.1	11.0	11.9	11.4	10.6	10.9	11.5
第五组	12.0	11.2	11.5	10.9	11.1	10.5	11.6	12.2	11.3	11.5
第六组	12.0	10.8	11.2	11.5	10.8	10.5	11.0	10.7	11.2	12.1
第七组	10.7	10.3	10.5	11.2	10.9	11.8	11.5	11.3	11.4	11.8
第八组	10.9	10.8	10.1	11.1	12.0	11.8	10.9	11.2	12.0	11.3
第九组	11.4	12.0	10.7	11.0	11.8	11.3	12.0	11.5	10.9	11.9
第十组	11.6	10.8	11.2	11.3	12.4	11.5	10.8	11.2	11.5	11.4

单位: mm 算术平均值: 11.232 标准差: 0.529

此次实验未出现半爆,拒爆等质量问题,穿孔直径在10.2mm~12.2mm之间,铅板穿孔算术平均值为11.323mm,标准差为0.529。相比于50发新工艺雷管铅板穿孔实验数据,此次穿孔直径算术平均值降低0.526mm,标准差降低0.001。比旧工艺的穿孔直径增加8%,穿孔直径的标准差比旧工艺雷管降低0.015。

在三个月的追踪调查中,泉州、龙岩、三明等爆破现场不再出现雷管起爆而炸药未爆的问题,质量和安全问题得到有效解决。

4 结论

通过新工艺生产的电子雷管,在保证安全和成本的条件下提高了雷管的起爆威力,能较好适配不同厂家的炸药。减少雷管起爆而炸药未爆的问题,提高了工程爆破中雷管起爆炸药的可靠性,降低了工程爆破中半爆、拒爆的概率,减少盲炮处理,提高安全性。该新工艺电子雷管性能优良,可适配引爆市场流通的大多数炸药,这

由表3可以看出,旧工艺雷管铅板穿孔直径在9.5mm~11.6mm之间,算术平均值为10.442mm,最大和最小直径相差2.1mm,标准差为0.544,各个铅板穿孔直径大小有一定差距。

雷管铅板实验数据,并根据式(1)(2)计算算术平均值和标准差,结果如下表4所示。

3.3 新工艺雷管验证实验

为验证新工艺是否会带来质量问题,检验新工艺生产的雷管质量的可靠性,因此增加铅板穿孔实验数量,特以新工艺做十组铅板穿孔实验,每组10发共100发雷管,雷管的起爆药装药量、密度以及雷管尺寸符合新工艺要求,得出的新工艺雷管铅板验证实验数据如下表5所示:

种新工艺电子雷管的推广具有重要意义。

参考文献

[1] 石超.施工煤仓拒爆原因分析和爆破连线方式的选择[J].内蒙古煤炭经济,2018(09):32+67.
 [2] 刘忠民,杨年华,石磊,郭立峰,杨军,徐靖宇.电子雷管小孔距爆破拒爆试验研究[J].爆破器材,2021,50(05):39-42+49.
 [3] WJ 9085-2015,工业数码电子雷管[S].
 [4] 中国标准出版社. 中国国家标准汇编: 2010 年制定. 469: GB25429~25444[M]. 中国标准出版社, 2012.
 [5] 曾德坤.改变装药结构,提高工业火雷管的起爆能力[J].煤矿爆破,1998(01):38-39.
 作者简介:熊林辉(1977),男,在职研究生学历,助理工程师,从事民爆器材生产技术升级及安全管理。