

文章编号: 1003-1480 (2002) 03-0024-04

雷管威力的氮化铅当量描述及其在引信设计中的应用

王雨时

(南京理工大学机械工程学院, 江苏 南京, 210094)

摘 要: 为了为引信隔爆和传爆设计提供雷管威力信息, 根据铅 扩张试验所得到的铅 扩大值及其与太安药量的等效关系, 得出了雷管常用起爆药和猛炸药的氮化铅当量, 雷管的输出威力就可以用氮化铅当量来描述, 可相对比较雷管威力的大小。雷管威力的氮化铅当量还可用于雷管系列化以及选择考核雷管威力上、下限的铅板穿孔试验的铅板厚度。

关键词: 雷管; 爆炸元件; 输出威力; 氮化铅

中图分类号: TJ450

文献标识码: A

Description of Lead Nitride Equivalent of Detonator Strength and Its Application in Fuze Design

WANG Yu-shi

(Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094)

Abstract: In order to provide informations of detonator strength for the designing of high explosive train, lead nitride equivalent of primary explosive and secondary explosive commonly used in detonators have been obtained ,according to the lead-block value yielded from lead block test and its equivalent relation with PETN. Output of the detonator shall be described by the equivalent of lead nitride. The equivalent of lead nitride shall also be used for selection of the thickness of lead plate for the test method of examining the upper and lower limits of detonators, and for the seriation of detonators.

Key words: Detonator; Explosive element; Lead nitride; Explosive train

雷管的威力是引信传爆序列设计的重要性能参数。现代引信多为错位式传爆序列, 引信隔爆和传爆均要可靠, 这就要对雷管威力的上、下限加以限定。西方国家评定雷管威力多采用钢块凹痕试验法或铅块凹痕试验法, 这类方法对雷管威力的量化性比较强。而我国目前多用铅板穿孔试验法来评定, 由于雷管威力一般以轴向为主, 并且铅板厚度的选取又很不规范, 所以铅板穿孔试验结果并不能完全反映雷管威力的大小。另外由于装药结构差异

较大, 使雷管威力与雷管外形尺寸并不完全对应, 不能用外形尺寸的大小来判定雷管的威力大小。在引信设计时根据已有经验数据较为准确地确定雷管的威力——选用威力适合的制式雷管或提出新设计雷管的威力要求, 可以加快引信研制进度、降低研制费用。由于氮化铅(即叠氮化铅)作为起爆药在引信雷管中的应用已十分普及, 所以本文借用梯恩梯当量的方法提出了描述雷管威力的氮化铅当量概念, 可以定量地相对描述引信雷管和其它爆

收稿日期: 2002-04-19

作者简介: 王雨时(1962—), 男, 教授, 主要从事引信系统分析与设计。

炸元件的威力，供引信隔爆和传爆设计参考。

1 常用起爆药和猛炸药的威力描述

起爆药和猛炸药的威力又称为作功能力，常用铅 扩张试验（特劳茨试验）所得到的铅 扩大值来描述^[1]。从原理来看，铅 扩张试验与起爆药和猛炸药在引信中传爆和隔爆的情形是相近的，因此

选用铅 扩张试验所得到的铅 扩大值来相对评定引信常用起爆药和猛炸药的威力。

表1列出了文献给出的引信雷管常用起爆药和猛炸药的威力特性，其中梯恩梯一般不用于引信，在此列出是由于文献所给出的威力数据常常是与梯恩梯进行相对比较的。

表1 引信常用起爆药和猛炸药的威力特性

威力描述	文 献	氮 化 铅	雷 汞	斯 蒂 芬 酸 铅	二 硝 基 重 氮 酚	四 氮 烯	黑 火 药	特 屈 儿	梯 恩 梯	太 安	黑 索 今	奥 克 托 今	662
10g 试样铅 扩大值 / mL	[2]	115	110	130	326	155	30	340	285	490~ 525	480~ 495	486	
铅 扩大值/ mL	[3]	26.6~32.6	28.1~28.7	29.0~29.1	230								
铅 扩大值 /mL	[4]	26.6~32.6	28.1~28.7	29.0~29.1	230				285		475		
铅 扩大值 (mL)	[5]	26.6~32.6	28.1~28.7	29.0~29.1	230				285		479		
铅 扩大值 /mL	[6]								285		475	486	
铅 扩大值 /mL	[7]	26.6~32.6	28.1~28.7	29.0~29.1	230			340	285	470~ 500	475	486	
铅 扩大值 /mL	[8]	110/10g 试样	25.6/2g 试样		326/10g 试样								
铅 扩大值 (相对梯恩梯)	[3]								128	100	170	170	145
铅 扩大值 (相对梯恩梯)	[4]								136	100	140		
威力 (相对梯恩梯)	[6]								136	100	140		130
铅 扩大值 (相对梯恩梯)	[8]	38~43	51~54	42	105~110	51~63	10		100	161~ 168	170		

从表1第7行可以看出，铅 扩张试验所用试样有2g和10g之分，表1第2行至第6行所列的起爆药的铅 扩大值，应是对应2g试样的，而猛炸药的铅 扩大值应是对应10g试样的，两者之间不可比。但同类炸药试样量相同故可进行相对比较。

据文献^[2]介绍：“根据试验所得到的扩孔值，

不能对不同炸药作功能力作定量比较。某一炸药的扩孔值为250mL，而另一炸药的扩孔值为500mL，不能认为后一炸药的作功能力比前者大一倍；特别是扩孔值较大时，孔壁的厚度减小，对扩孔的阻力减小而易于扩孔。”因此可“用太安当量衡量炸药的作功能力”。文献^[2]给出了太安当量与扩孔值的关系。

由于文献^[2]给出的太安扩孔值为 678mL，与表 1 给出的平均值 496mL 不一致，故对文献^[2]的扩孔值进行修正：对于对应不同太安当量的扩孔值均乘以修正系数 $496/678=0.732$ ，结果如表 2 所示。

据表 2 对表 1 所列的引信常用起爆药和猛炸药的铅 试验扩孔值可换算出其太安当量，因而也就得到了氯化铅当量，如表 3 所示。

表 3 中的 662 炸药数据是据表 1 给出的威力数据——130%梯恩梯当量估计的。

表 2 铅 扩张试验对应不同扩孔值的太安当量

修正前扩孔值/mL	修正后扩孔值/mL	太安当量/%
810	593	114.3
535	392	85.7
183	134	42.9
750	549	107.1
405	296	71.4
93.0	68.1	28.6
678	496	100.0
286	209	57.1
25.0	18.3	10.7

表 3 引信常用起爆药和猛炸药威力的太安当量和氯化铅当量

炸药种类	10g 试样铅 扩 张试验扩孔值 /mL, 表 1 给出	据表 2 得 出的太安 当量/%	换算得到 的氯化铅 当量
氯化铅	115	38.8	1.0
雷汞	110	34.5	0.9
斯蒂芬酸铅	130	42.0	1.1
二硝基重氮酚	326	75.9	2.0
四氮烯	155	46.9	1.2
黑火药	30	14.9	0.4
特屈儿	340	78.0	2.0
梯恩梯	285	69.6	1.8
太安	496	100	2.6
黑索今	480	97.8	2.5
奥克托今	486	98.6	2.5
662	—	90.5	2.3

对比表 1 和表 3 后发现，表 1 中第 8 行和第 11 行所给出的相对威力数据，很可能就是铅 扩张试验扩孔值的比值。

文献^[9]在规定爆炸元件代号时给出了引信常用炸药的输出当量，如表 4 所示。

表 4 文献^[9]给出的引信常用炸药输出当量

装药品种	1g 装药威力相当于氯化铅质量/g
雷 汞	1.0
二硝基重氮酚	1.5
特 屈 儿	2.0
太安、黑索今	2.5

除二硝基重氮酚外，表 3 和表 4 给出雷汞、特屈儿、太安和黑索今的氯化铅当量基本相同。

2 雷管威力的氯化铅当量描述

雷管在引信中应用均已处于结构约束状态，因此雷管管壳（包括材质、厚度、强度和密度）差异对引信中雷管威力的影响就可忽略了。如果再考虑到不同雷管装药压力和密度差异也不会很大，那么完全可通过雷管全部装药的氯化铅当量（等效质量）来相对比较雷管威力大小。

3 氯化铅当量在引信设计中的应用

引信雷管威力氯化铅当量可用于引信隔爆和起爆性能设计时相对比较雷管威力，也可用于爆炸元件系列化、通用化从制式产品中优选时比较威力。

引信设计初定的雷管威力指标，要通过试验进行考核。由于以往均采用了铅板穿孔试验，积累的数据也均是有关铅板穿孔试验的，所以在此仍讨论以铅板厚度来考核雷管威力的问题。假设雷管威力利用雷管横截面积和铅板穿孔厚度就可以描述，对于制式雷管而言，如果产品验收试验所选铅板穿孔厚度已达可靠穿孔且孔径大于雷管外径的最大值，

那么 $\frac{m}{d^2h}$ 应接近恒定（式中 d 为雷管直径， h 为产品验收试验的铅板穿孔厚度）。经过计算可以得出，

$\frac{m}{d^2h}$ 的临界值约为 0.0028~0.0038g/mm³, 超出此范围的意味着该产品验收铅板穿孔试验铅板厚度可能选薄了。而据 $\frac{m}{d^2h}$ 临界值为 0.0028~0.0038g/mm³, 可得雷管铅板穿孔试验的铅板临界厚度

$$h = 300 \frac{m}{d^2} \quad (1)$$

由式(1)对某些制式雷管计算可得出铅板临界厚度 h 。

经过计算可知,不少制式雷管产品验收铅板穿孔试验铅板厚度选得都比较薄,而按文献^[10]选也比较薄,这对雷管威力的生产质量控制是不利的。当然按式(1)计算铅板穿孔试验的铅板临界穿孔厚度,也有待于进一步验证。

对于引信隔爆所关心的雷管威力上限,也可用铅板穿孔试验来考核,此时则要求铅板穿孔直径不大于雷管直径,所用铅板厚度应比按式(1)得出的铅板临界穿孔厚度大 1~2mm。

引信雷管常用药剂除本文所涉及的之外,还包括某些延期药剂和针刺药剂等。这些药剂的威力有待进一步研究,估计对雷管威力影响不会很大。

本文所讨论的方法,原则上也适用于其它类型

的引信爆炸元件。

参考文献:

- [1] 李福平主编. 兵器工业科学技术辞典·火药与炸药[M]. 北京: 国防工业出版社, 1991.
- [2] 郑孟菊, 俞统昌, 张银亮编著. 炸药的性能及测试技术[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1990.
- [3] 金泽渊, 詹彩琴主编. 火炸药与装药概论[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1988.
- [4] 《引信设计手册》编写组编. 引信设计手册[M]. 北京: 国防工业出版社, 1978.
- [5] 张世胜, 史成军. 起爆药和火工品[M]. 北京: 国防工业出版社, 1983.
- [6] 李福平等编. 火炸药手册(一)[M]. 西安: 第五机械工业部第 204 研究所, 1981.
- [7] 刘士杰等编. 常规兵器工业安全技术事故资料丛书·火工品[M]. 北京: 国防工业出版社, 1984.
- [8] 艾鲁群编著. 国外火工品手册(药剂和试验)[M]. 北京: 国家机械工业委员会兵器标准化研究所, 1988.
- [9] MIL—STD—638. Terminology, Dimensions, and Materials of Explosive Components for Use in Fuzes [S], 23June 1958.
- [10] 中华人民共和国国家军用标准. GJB736.5-1989. 火工品试验方法·轴向输出测定铅板法[S], 1989.

(上接第 20 页)

4 结论

冲击片雷管作用时间的计算结果与实际测量结果符合很好。这说明计算的准确性和测量结果的有效性。在正常状态下,只要严格控制冲击片雷管药柱的轴向尺寸和压药密度,就可准确计算其作用时间。也可根据药柱轴向尺寸的大小来调整其作用时间长短。

参考文献:

- [1] T. J. Tucker, P. L. Stanton. Electrical gurney energy: a

new conception in modeling of energy transfer from electrically explored conductors [R]. SAND-75-0244, 1975.

- [2] 任玲, 谢高第, 杨振英等. 爆炸箔加速飞片的数值模拟[J]. 火工品, 2001 (1).
- [3] D.Grief, G. D. Coley. Performance criteria for small slapper detonators [C]. 12th E&P 1984.
- [4] J. D. Logan, R. S. Lee. A computer simulation of the preberst behavior of electrically heated exploding foils [R]. Lawrence Livermore Laboratory Report. UCRL-52003, June 1976.
- [5] R. S. Lee, Firset, Lawrence Livermore National Laboratory Report [R]. UCID-21671, March 1989.