

文章编号: 1003-1480 (2003) 04-0039-03

爆炸网络技术的发展及应用

范军政, 杜志明

(北京理工大学机电工程学院, 北京 100081)

摘 要: 本文综述了国内外爆炸网络的发展和应用情况, 提出了爆炸网络研究中存在的问题和发展趋势以及加强爆炸网络应用研究的重要性。

关键词: 爆炸网络; 爆炸逻辑网络; 同步起爆网络

中图分类号: TJ450

文献标识码: A

Development and Application of Explosive Circuit Technology

FAN Jun-zheng, DU Zhi-ming

(Beijing Institute of Technology, Beijing 100081)

Abstract: This paper summarizes the development and application of explosive circuit. Some problems and tendencies are given for explosive circuit study, and the importance of application study for explosive circuit be emphasized.

Key words: Explosive circuit; Explosive logic network; Synchronous explosive circuit

爆炸网络也称爆炸线路, 是一种由爆炸元件构成、通过爆轰信号传递起爆指令的火工品。爆炸元件是指能够传递和调制爆轰信号的装药体或装药结构, 广泛应用于战略武器、常规兵器、航空航天系统以及民用工业中。

1 国外爆炸网络技术的发展

1.1 爆炸逻辑零门

1965 年 Silvia^[1]首次提出了爆炸网络的概念, 设计出了可以实现逻辑功能的爆炸零门。1967 年, Silvia、Ramay 和 Spencer^[2]等人将原来的间隙式零门改为接触式, 提高了工艺的可靠性和实效性, 简化了设计工艺, 消除了零门节点处原有间断沟槽和点的临界性, 并据此设计了具有单向导通功能的爆炸二极管。

1.2 拐角效应现象的研究

1970 年 Silvia 和 Ramay^[3]发现和利用了拐角效应现象。1981 年, Cox 和 Campbell^[4]对 PBX-9502 (TATB/Kel-F800 95/5) 炸药的爆轰波拐角现象进行了研究, 结果表明拐角距离和拐角半径随被发药柱装药密度的增大、起爆药柱面积的减少和环境温度的降低而增大, 并得到了拐角过程中存在的不爆轰区域的大小。1986 年, Held^[5]研究了起爆冲击波强度对拐角效应现象的影响。结果显示, 增大起爆药柱的面积, 在被发药柱端部采用高声速材料约束可以使侧向延迟时间减少。1989 年 Held^[6]又对拐角距离和回爆半径问题进行了研究。他认为, 所有高能炸药, 至少军事上应用的炸药都有一个小比爆轰半径 $R_{\min}$, 通过它爆轰波可以改变方向 90° 或 180° 。Gibb^[7]利用高速摄影仪观测了直角外圆弧和内、外圆弧容器内末敏化硝基甲烷中爆轰波的绕射现象。

收稿日期: 2003-05-23

作者简介: 范军政 (1967-), 男, 硕士研究生, 主要从事火工烟火系统理论与技术的研究。

1.3 爆炸逻辑元件的发展

1970 年, Silvia 和 Ramay^[3]利用拐角效应设计了破坏性十字通道。1971 年, Menz 和 Osburn^[8]利用 Silvia 发现的拐角效应现象, 利用两个爆炸开关和两个破坏性十字通道设计了爆炸“与/非与”逻辑元件和多输入或门。Goforth^[9]和 Wamer^[10]在 20 世纪 70 年代设计了两种不同的爆炸逻辑与门, 两种设计都应用了爆轰波的汇聚效应。

1981 年, Silvia^[11]设计了可以直接应用于低能直列式爆炸序列的引信 S&A 爆炸延期通路, 同年他又设计了主要由爆炸零门和爆炸同步与门组成的爆炸安全接头。次年, 他又设计了异步输入爆炸逻辑安全装置, 解决了雷管作用时间波动问题, 并简化了网络设计。

爆炸逻辑元件的可靠性非常重要, 1984 年, Meyers^[12]从提高逻辑元件的可靠性出发, 提出了安全性/可靠性概率窗口的概念, 确定了在爆炸逻辑网络设计中, 要使安全性/可靠性概率窗口足够宽的原则。1988 年, 美国在引信年会上介绍了一种 40mm 火箭弹定向战斗部的示意图。利用爆炸逻辑线路来完成定向战斗部的爆炸和变形, 大大缩小了体积, 降低了成本, 提高了可靠性和安全性^[13]。

1.4 爆炸网络炸药的发展

最早用于爆炸逻辑网络装药的炸药是由杜邦公司研究的 EL-506C 挠性炸药。20 世纪 60 年代 LASL 实验室研制了一种炸药 XTX-8003, 1974 年将该药用于爆炸逻辑网络。1974 年底美国海军武器中心(NWC)研制的一种新炸药 PBXC-303 (1) 通过鉴定。这种炸药的主要优点是可以作为一种非牛顿流体挤入可变化直径的不规则形状的装置中, 利用注射模塑技术进行爆炸装置的装药设计。1991 年美国公布了炸药油墨-丝网漏印制作爆炸逻辑网络的技术。与此同时, 俄罗斯采用了炸药溅射镀膜技术制造爆炸逻辑网络。

2 国内爆炸网络技术的发展

国内从 20 世纪 70 年代末开始爆炸逻辑网络的研究工作。

1990 年, 刘举鹏^[14]等人对爆轰波传播的拐角绕射现象进行了机理性研究。同时研究了爆炸逻辑元件设计的基本原理, 提出了爆炸逻辑零门的设计原则。1992 年, 毛金生^[15]等人对小尺寸装药爆轰波传

播的临界效应、爆轰延期、爆速亏损等非理想爆轰现象进行了研究。1993 年, Vlasov^[16]等人介绍了临界尺寸为 30 μm 的薄层炸药的有关性能。其后, 祝义强、李伟等对炸药汽相沉积蒸发源的结构和基源距进行了研究。韩超等对薄层炸药传爆性能进行了研究, 认为利用汽相沉积制备的薄层炸药具有临界尺寸小、传爆拐角大、挠曲性好等优点, 并可以剪裁为任意形状。1994 年, 王树山^[17]等人对爆炸逻辑零门和爆炸逻辑与门进行了理论研究和实际设计研究, 并对挤抹法装药工艺进行了研究, 提出了挤抹后再经恒静液压压制的方法。1996 年, 吉利国等人在挤抹法装药工艺的基础上研究出沟槽通道的挤注装药法, 并将挤注装药法用于单输出爆炸逻辑网络模块, 对以 RDX 为主体的挠性炸药和以 PETN 为主体的混合炸药等沟槽炸药技术进行了研究。

2000 年, 温玉全^[18]等人对刚性面同步起爆网络进行了研究并给出了刚性面同步起爆网络的一般结构, 认为同步起爆网络的输出端采用正方形点阵, 由“工”字形网络通道相连至输入端。

3 爆炸网络技术的应用及发展趋势

3.1 爆炸网络技术的应用

(1) 代替常规的电子或机械安全保险装置做安全逻辑判断。如美国研制的火箭发动机程序点火控制、加强核安全的炸药逻辑系统等均采用爆炸逻辑网络做安全保险装置。

(2) 成为定向战斗部的关键技术之一。这种战斗部不仅能够控制破片的方向, 还能够根据目标的类型、方向和角度决定产生破片的数量, 使战斗部的破片向目标方向相对集中, 因而可以在不改变战斗部外形和尺寸、不改变装药品种的条件下大幅度提高毁伤概率。

(3) 在 EFP 战斗部中具有广泛的应用前景。EFP 战斗部技术是许多精确制导武器的关键技术之一, 而爆炸网络多点同步起爆技术为 EFP 的多点同步起爆技术提供了技术支持。

(4) 在火炮点火技术中的应用。利用爆炸网络同步点火技术可以改善火炮的内弹道性能, 减少事故的发生。

(5) 在简易制导炮弹中具有应用前景。作为一项新型的起爆点火技术, 爆炸逻辑网络技术可以应用于火箭发动机的顺序点火。

3.2 爆炸网络技术的发展趋势

(1) 爆炸网络技术向模块化和集成化方向发展,以适应武器弹药系统不断向高安全性、多功能、多组合应用方向发展的需要。

(2) 爆炸网络的起爆威力不断增大。把纳米技术应用于爆炸网络药剂的制备,进一步提高起爆威力,从而促进爆炸网络技术的广泛应用。

(3) 多点同步起爆技术向多维方向发展。随着武器系统的发展及系统结构的设计和功能的的要求,线同步和面同步起爆网络已经难以满足系统的要求。

(4) 爆炸网络技术在 EFP 战斗部、多级串联战斗部等新型战斗部以及各种精确制导武器中不断得到发展和应用。

4 结束语

目前我国的对空目标战术导弹以及新型精确打击导弹的总体性能低于美、俄等西方国家,而防空反导导弹、空空导弹以及多用途智能地雷等都需要装备定向战斗部和 EFP 等新型战斗部。因此,加强爆炸网络起爆技术的应用研究,使之能够尽快在各种新型武器中得到应用是当务之急。

参考文献:

- [1] D. A. Silvia. Explosive circuits [P]. USP: 3728965, 1973.
- [2] D. A. Silvia. Explosive gate, dilde switch [P]. USP: 3430564, 1969.
- [3] D. A. Silvia, Richard, T.Ramay. Explosive elements [P]. USP: 3496868, 1970.
- [4] Cox M, Campbell A.W. Corner-turning in TATB [C]. The Proceedings of the 7th Symposium (International) on Detonation. Annaplis MD, 1981.White Oak MD: Naval

weapons center, 1981.

- [5] Held M. The effect of the strength of initiation upon the corner-effect [C]. In: zheng zhemin, Ding Jing, ed. The Proceedings of the International Symposium on Intense Dynamic Loading and its Effect, Beijing China, 1986. Beijing: Sciences press, 1986: 136~143.
- [6] Held M. Corner-turning distance and rotation radius [J]. Prop. Exp. Pyro. P. 153.
- [7] Gibb A W. Experimental study of corner-turning in nitromethance [R]. PB90-221409.
- [8] F.L.Menz,M.R.Osburn. Explosive AND/NAND logic element [P]. USP: 3753402, 1971.
- [9] J.H.Goforth. Safe-stationary detonation train for army ordance [R]. USLA-7123-MS, 1978.
- [10] R.K.Warner. Unconventional explosive trains for safety and arming device [C]. Proc. 10th International Symposi-um on Explosives & Pyrotechnics, 1979.
- [11] D.A.Silvia. Explosive safety junction [P]. USP: 4974514, 1981.
- [12] W.H.Meyere. On the design of logic explosive circuits [C]. Proc. 12th International Symposium on Explosives & Pyrotechnics, 1984.
- [13] 吕瑞合, 金连宝. 定向战斗部高能多点起爆技术研究 [C]. 第十一届引信学术年会, 1999: 41~54.
- [14] 刘举鹏. 爆轰波拐角绕射现象机理及其应用研究 [D]. 北京: 北京理工大学, 1990.
- [15] 毛金生. 爆炸逻辑网络技术非理想爆轰现象研究 [D]. 北京: 北京理工大学, 1992.
- [16] Vlasov D.A, 董海山. 临界厚度为 30 微米的薄层炸药 [J]. 含能材料, 1993, (9).
- [17] 王树山. 爆轰波非常规传播现象及其应用研究 [D]. 北京: 北京理工大学, 1994.
- [18] 温玉全. 刚性面同步网络设计及同步时间分析 [J]. 兵工学报, 2001, (1).