

火工与烟火技术未来发展研讨

暨《火工品》期刊百期庆祝会

学术论文集

中国兵工学会火工烟火专业委员会

《火工品》编辑委员会

2004年8月●桂林

火工与烟火技术未来发展研讨

暨《火工品》期刊百期庆祝会

学术论文集

中国兵工学会火工烟火专业委员会

《火工品》编辑委员会

2004年8月●桂林

目 录

产 品 研 究

平面多点同时起爆网络的设计·····	许碧英, 李公法, 高桂萍 (1)
我国直流电流起爆的电火工品发火能量系列化研究·····	南爱玲, 王凯民 (7)
间隙式爆炸零门间隙窗口研究·····	卢 斌, 焦清介, 高敏等 (15)
燃烧药剂和施放技术综合应用研究·····	陈宏达, 卢 薇, 李红欣 (20)
单兵烟幕弹“蘑菇状”烟云的形成原因分析·····	丁玉奎, 杜志明, 智建中等 (24)
烟光箔片的红外——紫外辐射特性研究·····	朱晨光, 潘功配, 关华等 (29)
烟幕干扰效果的动态分析·····	陈 兵, 李澄俊, 徐庆红 (34)
基于角色访问控制的引信火工品数据库系统安全机制研究·····	许智超, 王灵, 黄文良 (40)
离子交换纤维在处理火炸药厂生产废水中的应用·····	曾庆轩, 邓琼, 冯长根等 (47)
烟火技术在人工影响天气中的应用·····	武玉忠, 陈光学 (57)
烟火式气体发生器在火星探测器和无人机上的应用·····	赵林双, 杜志明, 刘建等 (63)
某贮能焊接电雷管瞎火原因分析·····	龚继海 (73)
隔板起爆器隔板结构的设计·····	崔卫东, 程涛 (79)
某小型针刺雷管半爆原因分析及解决措施·····	万新国, 段海霞 (83)
提高 8 [#] 电雷管铅板穿孔能力的有效途径·····	高玉珍 (87)
具有防静电功能的微型电点火管的研究及应用·····	宋亚芳, 华琦, 高利 (91)
火工品性能受胶粘剂影响的分析·····	刘晓慧 (96)
防水型火焰雷管的探索·····	张文卿, 吴振峰 (102)
桥丝焊接与检测展望·····	杨玉花, 陈萍 (107)

火工烟火药剂

一种燃烧型抗红外/毫米波双模发烟剂研究·····	关华, 潘功配, 朱晨光等 (114)
某新型燃烧剂的性能研究·····	唐金友, 张从金, 樊琨等 (119)
关于发烟剂成分中有机物毒性评价的 QSAR 研究·····	张红雨, 张萍, 程立国等 (125)
卤化物增强磷烟红外消光性能的研究·····	徐庆红, 李澄俊, 陈兵等 (132)

烟火药燃烧产物组成自动计算方法·····	宋东明, 王乃岩, 董海波 (136)
硼延期药燃烧时间与配比关系探讨·····	张致魁 (140)
一种含 HMX 的新型高能点火药·····	易乃绒, 史春红, 吕巧莉 (145)
大结晶硫氰酸铅生产工艺的研究·····	刘胜让 (153)
硝酸胥镍起爆药生产工艺的分析与探讨·····	朱多兴, 姚发贵, 张致魁等 (157)
油墨炸药的粒度对其传爆性能的影响·····	于江, 安琪 (163)
煤矿许用粉状乳化炸药配方的研制·····	吴洁红, 黄学会 (168)
RDX 炸药的热安全性综合评价·····	张蕊, 姚朴, 冯长根 (174)
烟火药加速寿命试验·····	张鹏, 孟玲辉 (184)
利用重析晶在黑索今中均匀加入 KCl·····	张成君, 朱全环, 齐瑞贤 (190)
梯恩梯中杂质含量过低对迫击炮弹弹体装药药柱质量的影响·····	刘 钧 (192)
含硼富燃料推进剂配方初步优化·····	王英红, 李葆萱, 胡松起等 (196)
硼/铅丹烟火药剂燃烧性能的研究·····	郝建春, 俞金良, 吴幼成 (203)

静电与电磁防护

电火工系统 300kV 静电测试系统研究·····	封青梅, 赵团, 何蔚 (207)
正负 25~300kV 直升机空中补给高压静电放电模拟源·····	孙凤举, 曾江涛, 邱爱慈等 (212)
射频对弹药电点火系统效应研究·····	李金明, 安振涛, 丁玉奎等 (219)
火工品检测过程中的静电危害及防护·····	郑波, 许和贵, 姜志保等 (224)
静电对火工生产安全的危害研究与探讨·····	孙德强, 高明, 李月明 (228)

安全性与可靠性

某烟幕弹战斗部的安全性设计·····	安庆玉, 张利梅, 郝雪颖 (231)
传爆药柱参数选择方法研究·····	刘平, 谷乃古 (235)
建立闭环信息分析反馈系统以提高火工品安全性可靠性·····	李勤华, 徐振相, 周彬 (241)
阵地环境下底火贮存可靠性研究·····	郑波, 许和贵, 宋杰等 (247)

民用爆破与烟花

礼花弹运输危险性定级实验研究·····	张光辉, 谭爱喜, 江资成等 (251)
烟花爆竹用烟火药机械感度影响因素分析·····	张光辉, 肖坤烈, 谭爱喜 (256)

投球式压力起爆器的研制·····	杨学贵, 王峰 (260)
------------------	---------------

综 述 报 告

新军事变革背景下火工烟火专业科技发展思路·····	刘天新, 郭崇星, 关翔云 (262)
起爆药的发展概况与评述·····	盛涤伦 (269)
非爆燃式动力源驱动技术的应用及发展趋势·····	温玉全, 曾强, 蔡瑞娇等 (276)
机载干扰弹发展研究·····	史立新, 兰志, 邓振礼 (281)
世界轻武器弹药中的一枝独秀——燃料空气弹·····	吴萍, 韩俊波, 莫非 (291)
红外诱饵弹药发展综述·····	杨 莉 (298)
红外照明弹的研究进展·····	陈明华, 江劲勇, 刘礼斌等 (307)
半导体激光起爆技术发展·····	贺爱锋, 鲁建存, 王可喧 (313)
电子雷管的现状和发展趋势·····	王建华, 杨岁芳 (320)
烟火技术装备器材在军事领域的应用与发展研究·····	王金生, 张大鹏 (324)
用于抗红外发烟剂的可膨胀微粉石墨·····	张进, 王乃岩, 彭立培 (330)
浅谈我国中、小口径迫弹包装技术的发展以及对未来的展望·····	刘钧 (335)
混合点火药制备技术·····	易乃绒, 史春红, 吕巧莉 (339)
MEMS 火工品发展的展望·····	丁跃伟, 褚恩义, 商弘藻等 (344)
处理过氧化物过程中的危险性分析与事故预防·····	黄郑华, 李建华 (349)

测 试 与 工 艺

一种桥带制作方法: 线切割工艺·····	杨正发, 杨冀英 (355)
雷管激光编码中应注意的问题及应对措施·····	张新民, 陈淮银 (368)
火工品闭气塞自动检测装置的研究·····	高 明, 倪晋平, 马卫红 (371)
海航用某新产品专用测试仪·····	王金友, 刘 越 (378)
GO-NO GO 试验的判据问题·····	王秀芝 (383)
探讨电点火元件制造工艺的发展与趋势·····	孟 彪 (390)

平面多点同时起爆网络的设计

许碧英, 李公法, 高桂萍

(西安近代化学研究所, 陕西 西安 710065)

摘 要: 简述了多点同时起爆的作用特点, 讨论了平面上多点同时起爆点的布置方式, 给出了在平面上以等边三角形各顶点为输出点的多点同时起爆网络设计以及 27 点同时起爆网络实例的起爆同时性实测结果。

关键词: 多点同时起爆 ; 传爆网络 ; 起爆同时性

1 引言

为了提高武器战斗部威力, 世界各国除研制新型高能炸药以外, 重点是研究新的装药结构及起爆方式。根据战斗部的装药结构, 设计合适的起爆方式可有效提高战斗部威力, 广泛研究的战斗部起爆新技术有定向起爆技术、环形起爆技术、面起爆技术等等。这些起爆技术均可在一定条件下有效提高战斗部装药的作用威力。

本文介绍一种特殊的起爆方式 — 平面多点同时起爆, 并讨论这种起爆技术的起爆点布置方法及其传爆线路设计。

2 战斗部平面多点同时起爆

2.1 平面上多点同时起爆的基本思想

面起爆方式是广泛研究的一种可提高装药作用威力的起爆方式, 根据不同的战斗部作用目标及结构特点, 可以设计成平面起爆、柱面起爆、曲面起爆等, 产生相应的平面爆轰波、柱面爆轰波和曲面爆轰波。平面起爆技术广泛应用于战略及常规武器中, 可使战斗部威力有较大幅度提高。

由高低爆速炸药平面波发生器可产生平面爆轰波输出。对于长径比特别大的装药, 可用这样的平面波发生器。而对于大口径弹药, 用平面波起爆战斗部装药是不实际的, 但可在主装药端面布置能同时起爆的多个起爆点, 即采用多点同时起爆技术, 使多个爆轰波同时输入并起爆主装药, 多个起爆点输入的球形爆轰波在主装药中传播并叠加, 使主装药中的爆轰波前沿迅速成为平面波, 以便战斗部装药的爆炸能量集中于正前方目标方向, 充分利用炸药能量。

2.2 主装药多点同时起爆后的输出波形

在大口径主装药的端面上布置多个起爆点, 这些起爆点同时起爆, 输出的爆轰波起爆主装药。根据爆轰波传播的基本原理, 这些起爆点输出的球形爆轰波在主装药中传播并叠加, 可在较短的距离处使爆轰波前沿达到一定的平面度。如果这些点同时起爆主装药, 则起爆点产生的球形爆轰波在主装药中传递并叠加的结果如图 1 所示, 在主装药中某个面上爆轰波最早到达和最晚到达的两点之间的时间差即为这个面上爆轰波的平面度, 记为 Δt_1 。

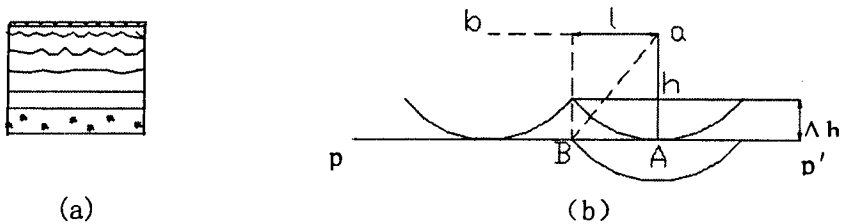


图 1 爆轰波的叠加

以两个点同时起爆为例, 参见图 1 (b), a、b 两点同时起爆后, 两个球形爆轰波同时向主装药中传递并叠加, 在主装药中某个平面 (p-p') 上, 爆轰波到达 A 点和 B 点之间的时间差 Δt_1 可用下式计算:

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta h}{D} = \frac{h - \sqrt{h^2 - l^2}}{D} \quad (1)$$

式中: Δt_1 —主装药中爆轰波平面度, μs ;

D—主装药爆速, $mm/\mu s$;

l—两个起爆点之间距离的一半, mm ;

h—起爆点离主装药中爆轰波前沿的垂直距离, mm 。

例如, 对于 RS211 主装药, 爆速 $D=7500m/s$ ($\rho=1.68g/cm^3$), 可计算出单点起爆、多点起爆情况下, 在沿主装药轴向离起爆点距离为 h 处的 Δt_1 , 表 1 中对比了在一个 $\Phi 260mm$ 的圆柱体主装药端面, 多点同时起爆和中心单点起爆情况下, 离起爆点 h 处平面上爆轰波的 Δt_1 。

由表 1 可见, 与单点起爆相比较, 多点同时起爆时, 主装药中平面爆轰波形成的要早得多, 起爆点之间的距离越小, 主装药中平面波形成的时间越早, 即 l 趋于零时, 也就成了平面波起爆。实际工作中, 在一个平面上布置太多的起爆点是不可行的, 因此要设计工艺上可行, 合理分布在主装药端面上的多个起爆点, 设计能使这些起爆点同时起爆的传爆网络。

表 1 $\Phi 260\text{mm}$ 主装药中不同位置处爆轰波平面度对比

h/mm	$\Delta t_i/\mu\text{s}$		
	单点起爆 l=130mm	多点起爆	
		l=54mm	l=27mm
30	14.79	4.24	1.38
100	8.53	1.82	0.48
300	3.60	0.64	0.16
500	2.22	0.39	0.10

3 多点同时起爆点的布置方法

3.1 起爆点排布设计原则

主装药端面布置的同时起爆点越多，就越接近于平面波起爆。但工艺上要实现使众多起爆点同时起爆是有难度的，因此，起爆点的设计应应在一个平面上能布置尽可能多、尽可能均匀、有利于形成平面波、而且工艺上可行为原则。研究表明，设计从一个起爆点经过相同路程将爆轰波同等地传递到众多起爆点的传爆网络，可实现主装药端面的多点同时起爆，而起爆点的合理布置是达到这个目的的第一个关键。

3.2 起爆点相对位置的安排

表 1 列出的结果已告诉我们，主装药端面上所布起爆点之间的距离是主装药中及早形成平面波的关键，理论上，如果多个起爆点同时起爆（ $\Delta t_0=0$ ），主装药均匀，爆速一致，则公式（1）中的 1 值一旦确定，主装药中爆轰波前沿的平面度也就确定了。那么，主装药端面上所布起爆点的相对位置在什么状态下更合理？一般，我们会考虑把起爆点以一定的规律布置，如按图 2（a）、2（b）所示的以正方形或等边三角形排布。

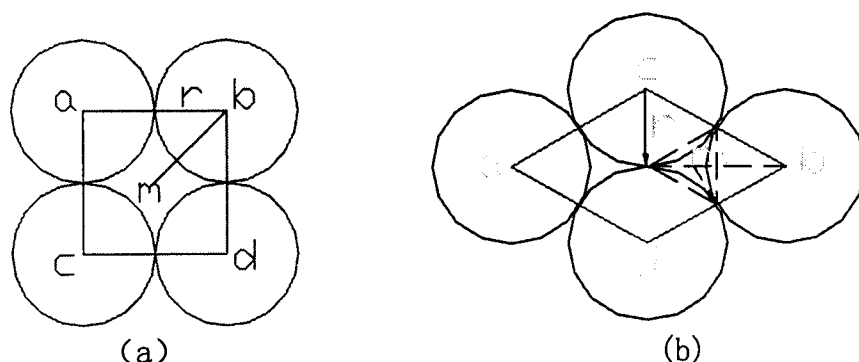


图 2 图形中离起爆点最远的位置

由图 2 可见，在平面上布置多个起爆点，图中的 m 点是离起爆点最远的位置，因此，在用公式（1）计算主装药中某一平面处爆轰波的平面度时，图 2（a）和图 2（b）状态下起爆点距离的 l 值应分别为：

$$l_{(a)}=r+(2r\sin45^{\circ}-r) \tag{2}$$

$$l_{(b)}=r+(\sqrt{3}-1-\tan30^{\circ})r \tag{3}$$

显然， $l_{(a)}>l_{(b)}$ ，因此，取等边三角形的各顶点为起爆点来布置平面上的多点同时起爆点更为合理。同样的道理，我们还可以计算以长方形或非等边三角形等几何形状为基础布置的起爆点的情况，它们的 l 值均没有等边三角形中的 l 值小。

3.3 平面上多点同时起爆点的布置及其传爆网络

3.3.1 起爆点的布置

按照上述起爆点布置设计原则，我们设计了一种比较合理、完全以等边三角形为基础布置起爆点的方案，如图 3 所示，并可以圆心中心为起始点，设计出到达每个起爆点的传爆线路，使这些点同时输出爆轰。

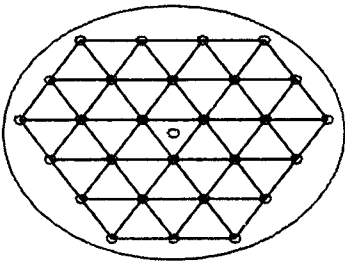


图 3 多点同时起爆点布置方案

3.3.2 平面多点同时起爆的传爆网络设计

为实现多点同时起爆，需设计出合理的传爆线路，从中心起爆点开始，爆轰波经设计的传爆线路到达各输出起爆点，应尽可能保证到达每个起爆点的传爆线路长度相等、装药的密度相同，以保证多点起爆的同时性。按图 3 所示的起爆点布置方案，我们从中间一个等边三角形的中心点开始，将平面上布置的其他起爆点分成三个区域，每个区以 1、3、9 点的扩展形式设计传爆线路，可根据战斗部起爆的具体要求，设计采用 3 点、9 点、27 点或更多点的同时起爆网络，并且，使用导爆索或熔注炸药沟槽装药等工艺都可实现这样的多点同时起爆网络。我们对布置在直径 300mm 平面上的 27 点同时起爆网络实例进行了 27 个点爆轰输出时间的测定，结果表明 27 点爆轰输出时间极差，即起爆同时性极差可小于 $0.6\mu s$ （见表 2），证明所设计的传爆网络结构合理，多点输出的同时性较好，并与设计理论值一致。

表 2 27 点同时起爆网络输出点起爆同时性极差的测试结果

起爆网络编号	A-006	B-002	B-009	B-011	B-015	B-020
同时性极差/ μs	0.478	0.349	0.442	0.470	0.399	0.531

4. 多点起爆同时性的讨论

在实际中，多个起爆点完全同时起爆是不可能的，网络各输出点起爆的同时性极差(Δt)可由(4)式估算：

$$\Delta t = \frac{l \bullet \Delta D + D \bullet \Delta l}{D^2} \tag{4}$$

式中：D—爆速，mm/ μs ； ΔD —爆速误差，mm/ μs ；
l—传爆距离，mm； Δl —传爆长度误差，mm；
 Δt —同时性极差， μs 。

因此，选用的炸药爆速、传爆过程中爆速的误差、传爆的距离及传爆距离误差等因素均会影响多点起爆的同时性。显然，起爆网络布置的起爆点越多，以上各误差越难控制，保证小的起爆同时性极差的难度越大。

表 3 列出了假设的不同传爆线路长度与长度误差、不同爆速与爆速误差条件下按（4）式估算出的多点起爆同时性数值。

由表 2 及公式（4）可见，在同样的控制传爆线路长度误差和装药密度均匀性条件下，装药的爆速对多点起爆同时性的影响最大。

表 3 多点起爆同时性估算

序号	D/mm/ μs	ΔD /mm/ μs	L/mm	ΔL /mm	$\Delta t/\mu s$
1	7.0	0.10	185	1	0.52
2	7.0	0.10	185	2	0.66
3	8.0	0.10	185	1	0.41
4	8.0	0.10	185	2	0.54
5	8.0	0.15	185	1	0.59
6	8.0	0.15	185	2	0.68

5 结论

设计一个多点同时起爆系统，应根据实际使用要求和总体系统状态的特点，考虑主要的技术指标，合理安排起爆点，设计传爆线路，选用合适的装药方式，方可达到比较满意的结果。本文给出的平面多点同时起爆网络设计实例适用于大口径战斗部的平面起爆，是提高战

斗部作用威力的一种有效方法。

参考文献:

- [1] 洪昌仪等. 兵器工业高新技术. 兵器工业出版社, 1994.
- [2] GJB3496-1998. 炸药平面波发生器通用规范..
- [3] 阮庆云. 多点同步起爆试验报告. GF-A0012580G. 1989. 12.
- [4] 周景元. " 多点同步起爆 " 课题研究总结. GF-A0012581G. 1990. 07.

Design of Multi-point Simultaneous Initiating Circuit on a Plane

Xu Bi-ying, Li Gong-fa, Gao Gui-ping

(Xi'an Modern Chemistry Reserch Institute,Xi'an710065, China)

Abstract: The characteristics of multi-point simultaneous initiation was briefly described. An optimum way of arranging initiating points, a design way of initiating circuit for 3, 9 or 27-point simultaneous initiation on a plane and some test results of 27-point simultaneous initiation samples were given out in this paper.

Key words: multi-point simultaneous initiation; initiating circuit; initiating synchronization

我国直流电流起爆的电火工品发火能量系列化研究

南爱玲, 王凯民

摘要: 本文对我国在产和在研的直流电流起爆的电火工品发火能量系列化情况进行了研究, 并在此基础上提出了相应的系列化方案的建议。

关键词: 火工品; 发火能量; 系列化; 方案

我国在产和在研的电火工品有许多种, 类似电雷管、电点火具、电起爆器、电点火管、电点火器、抛放弹、电爆管、电作动器、动力源火工品等, 其中除电雷管外, 这类火工品的绝大部分输入刺激参数为直流电流, 即为直流电流起爆的电火工品。它们主要用于反坦克导弹、激光制导炸弹、火箭弹、干扰弹、烟幕弹、喷射器等, 起发动机点火、电源供电、燃气发生器点火、开瓶、解锁、开舱等作用。

所谓系列化是指根据某类产品发展规律和使用需求将其主要参数按科学规律进行合理安排或规划的方式。其目的是建立一个结构合理、能以最少品种满足最大需求的产品体系。系列化有利于压缩品种, 科学地指导新产品的开发。火工品的系列化主要包括外形尺寸和输入能量的系列化。

本文将对我国在产和在研的绝大部分直流电流起爆的电火工品发火电流系列化问题进行讨论, 并在此基础上提出该类火工品的发火电流系列化方案。

1 输入电流系列化情况

表 1、图 1 分别为国内直流电流起爆的电火工品发火/安全能量 (按发火电流升序排列) 分布表和柱状图。

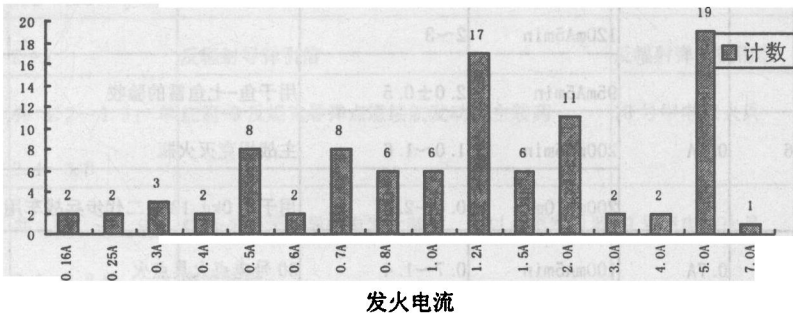


图1 国内直流电流起爆的电火工品发火电流分布图

表 1 国内直流电流起爆的电火工品发火/安全能量分布表（按发火电流升序排）

序号	发火电流	安全能量	电阻	配用弹药及引信	火工品名称
1	0.16A	20mA5min	6~9	PL-2 导弹	T-50 火药推进器
		30mA5min	7~12	100mm 炮射导弹	8 号电点火管
2	0.25A	40mA5min		J11A 飞机救生系统	13 号电点火管
		50mA1min	3~7	109 鱼雷操练用	11 号电点火管
3	0.3A	150mA5min	3~5	各种电点火装置	刚性双桥丝电点火头
		50mA5min	2.5~7.0	152mm 加榴末制导炮弹	21 号电动作器
		50mA5min	2.5~7.0	152mm 加榴末制导炮弹	22 号电动作器
4	0.4A	50mA5min	2.5~4.5	红箭-73 起飞点火具、续航点火具、曳光管	红箭-73 电点火头
		50mA5min	2.5~4.5	100mm 炮射导弹	9 号电点火管
5	0.5A	250mA30s	12~16	DRS12 电子时间引信	3 号电点火管
		25mA30s	7~12	电-22 引信	DD-12A 电点火管
		100mA5min	1.0~3.5	轻型火焰喷射器	5 号甲传火具
		100mA5min	1.0~3.5	干扰弹、烟雾弹、火焰喷射器、鱼雷	2 号电点火具
		120mA5min	2~3	PF98 式 122 毫米反坦克火箭弹破甲弹、多用途 弹发射发动机点火	29 号点火具
		150mA5min	2~3	PF98 式 120mm 反坦克火箭云爆弹、引燃火箭弹 内发动机装药	29 号甲电点火具
		120mA5min	2~3		发电机电点火具
		95mA5min	2.0±0.5	用于鱼-七鱼雷的验收	鱼-七爆炸螺栓
6	0.6A	200mA5min	1.0~1.6	主战坦克灭火瓶	3 号电爆管
		200mA10min	0.8~2.0	用于 4.0kg 1301 二代步兵战车用灭火瓶	17 号电爆管
7	0.7A	100mA5min	0.7~1.4	30 号电点火具点火	30 号电点火具用点火头
			1.25~2.25	无人驾驶靶机 57-1 工航箭弹	5 号电点火具
			1.25~2.25	90- I 航箭弹	8 号电点火具

表 1 (续)

序号	发火电流	安全能量	电阻	配用弹药及引信	火工品名称
		180mA5s~10s	1.25~2.25	70-1 式 62 毫米单兵反坦克火箭弹	13 号电点火具
		50mA5min	2.5~4.5	100mm 炮射导弹陀螺转子点火具	41 号电点火具
		100mA5min	2.5~4.0	T-3 水雷机械系统	49 号电点火具
		100mA5min	2.5~4.0	T-3 水雷机械系统	50 号电点火具
8	0.8(0.75)A	225mA1min	2.5	军用侦察卫星回收系统; 探空火箭	电点火器
		250mA5min	0.9~1.6	YJ-62 导弹引信保险与解除保险装置	16 号作动器
		200mA10min	1.5~3.5	945G 和 945 红外干扰弹发射装药的点火	28 号电点火具
		40mA30s	1.25~3.00	W90 式 122mm 布雷弹点火	W90 式 122mm 火箭布雷 弹电点火具
		80mA5min	1.25~2.30	红箭-73 起飞发动机点火	红箭-73 起飞点火具
		80mA5min	1.25~2.30	红箭-73 反坦克导弹续航发动机点火	红箭-73 续航点火具
9	1.0A	100mA	0.4~1.2	无人驾驶靶机及多种弹药试验	F-1 电点火头
		300mA10min	1.0~2.0	H/RJZ728 系列干扰弹发射装药点火	34 号电点火具
		50mA5min	5~8	100mm 炮射导弹起飞发动机; 100mm 炮射导弹增速 发动机; 二代步兵战车	42 号电点火具
		50mA5min	5~8	100mm 炮射导弹舵机系统、二代步兵战车	43 号电点火具
		150mA5min	1.2~1.9	降雨火箭弹自毁	电延期点火具
		100mA5min	2~4	反辐射导弹引信	反辐射弹用拔销器
10	1.2A	150mA5min	并 1.2~1.9; 单 2.4~3.8	红箭-8 反坦克导弹点燃续航发动机主装药	18 号甲电点火具
		150mA5min	并 1.2~1.9; 单 2.4~3.8 单	红箭-8 反坦克导弹电发火装置, 用以点燃发射器 中的装药	19 号甲电点火具
		200mA5min	双桥并联; 1.7~ 2.7	HJ-8 反坦克导弹; AFT09 筒装导弹陀螺燃气发生 器内单孔管状药点火	32 号电点火具

表 1 (续)

序号	发火电流	安全能量	电阻	配用弹药及引信	火工品名称
10	1.2A	200mA5min	双 桥 并 联 1.7~2.7	HJ-8 反坦克导弹; AFT09 筒装导弹完成机械、电 气双重解锁的燃气动力源	33 号电点火具
		200mA5min	1.9~2.9	火箭破障弹, 通过一定时间的延期后, 输出能量, 点燃引信体内装的反推火帽	36 号电延期点火具
		150mA5min	并 1.2~1.9; 单 2.4~3.8	GLD230 反坦克侧甲雷发动机	39 号电点火具
		150mA5min	并 1.2~1.9; 单 2.4~3.8	红箭-8 系列导弹增速发动机点火元件	红箭-8 增速发动机点 火具
		150mA5min	并 1.2~1.9; 单 2.4~3.8	红箭-8 反坦克增程筒装导弹点燃发射器中的主 装药	红箭-8 增程筒装导 弹高压室点火具
		150mA5min	并 1.2~1.9; 单 2.4~3.8	点燃红箭-8 增程筒装导弹续航发动机主装药	红箭-8 增程筒装导 弹续航发动机点火具
		200mA5min	1.7~2.7	红箭-8 增程筒装导弹红外辐射器, 点燃钽管内 的装药, 完成预定的作战功能	红箭-8 增程筒装导 弹红外辐射器点火具
		150mA5min	并 1.2~1.9; 单 2.4~3.8	AFT08B 反坦克导弹系统	AFT08B 导弹续航发动 机点火具
		150mA5min	并 1.2~1.9; 单 2.4~3.8	AFT08B 反坦克导弹系统, 点燃发射器中的主装药	AFT08B 导弹高压室点 火具
		200mA5min	1.7~2.7	AFT08B 反坦克导弹系统	AFT08B 导弹红外辐射 器点火具
		150mA5min	1.2~1.9	发动机点火, 作用瞬发度高, 延迟时间短	小发动机电点火具
		200mA5min	双桥 1.6~1.9	AFT09 筒装导弹弹上光源用	6 号电起爆器
		150mA5min	1.2~1.9	引信解除保险	拔销器
11	1.5A	50mA5min	1.9~2.7	火箭布雷弹、航空火箭爆破弹	16 号甲电点火具
		100mA5min	2.5~4.0	T-3 水雷分离系统	48 号电点火具

表 1 (续)

序号	发火电流	安全能量	电阻	配用弹药及引信	火工品名称
11	1.5A	150mA5min	1.0~1.8	109 鱼雷	19 号电作动器
		200mA5min	0.6~1.2	海军引俄鱼水雷引信电路及仪表能源控制	电爆开关起爆管
		50mA5min	4.5~8.0	152mm 导弹气瓶及舵机装置中	13 号电爆管
		250mA5s	3.0~5.0	用于应急操纵系统和余度开锁系统中	16 号电爆管
12	2.0A	200mA5min	0.5~1.0	上海航天局, HN-6 导弹	4 号电点火管
		200mA5min	0.8~1.5	PL-5 乙空空导弹	PL-5 乙电发火管
		150mA5min	0.45~0.8	PHL63 或 130mm 火箭炮 L 型杀伤爆破榴弹	23 号点火具
		150mA5min	0.6~1.0	81 式 122mm 火箭炮反装甲子母弹发射装药	30 号电点火具
		150mA5min	0.60~0.9	81 式 122mm 火箭弹发动机	30KM 点火具
		150mA5min	0.7~1.3	点燃筒控火箭弹发射装药	53 号电点火具
		1A1W5min	0.45~0.9	点燃 122mm I 型远程钢珠杀伤爆破火箭弹点火具	122mm I 型远程钢珠杀伤爆破火箭弹点火具
		1A1W5min	0.6~1.0	点燃 122mm40km 火箭子母弹发射装药	122mm40KM 子母弹点火具
		300mA5min	1.7~2.2	用于 K/KD88 中程空地导弹引信上, 以转换瞬发和延期状态。	K/KD88 中程空地导弹引信爆炸开关
		500mA	1.5	无人机分离助推火箭	剪切式爆炸螺栓
13	3.0A	200mA5min	0.8~1.5	PL-5 乙导弹燃气发生器药柱	PL-5 乙导弹用电点火器
		200mA5min	0.15~0.8	坦克灭火瓶	2 号电爆管
14	4.0A	1A1W5min	0.90~1.10	C701 导弹	6 号电发火管
		1A5min	0.4~0.6	HN-6 导弹贮气开瓶装置	8 号电起爆器
15	5.0A	1A1W5min	0.7~1.1	航天 508 所、航天四院军用侦察卫星回收系统、探空火箭	钝感电点火器

表 1 (续)

序号	发火电流	安全能量	电阻	配用弹药及引信	火工品名称
		1A1W5min	0.7~0.9	用于导弹、火箭弹、等武器系统用钝感点火器	6号钝感电点火头
			0.75~0.95	钝感点火器	钝感电点火头
		1A1W5min	0.9~1.1 单, 桥带	点燃 DH-10 导弹弹翼展开作动筒的主装药柱	DH-10 弹翼点火装置 (双桥)
		1A1W5min	0.6~1.0	用于脉冲发动机	脉冲发动机点传火系统
		1.5A5min	0.2~0.6	YJ-8 导弹	钝感电发火管
		1A1W5min	1	航天三院, 发动机烟火点火器	钝感发火管
		1A1W5min	0.8~1.2	D05 激光炸弹点燃 D05 弹工作燃气发生器主装药柱, 点燃超压药柱	46 号电点火具
16	5.0A	1A1W5min	0.7~1.4 Ω	点燃 FYH01 烟幕弹发射装药	FYH01 烟幕弹用点火具
		1A5min	0.75~0.95	AFT09 筒装导弹飞行发动机点火	4 号电起爆器
		1A5min	0.45~0.60	AFT09 筒装导弹开瓶装置	5 号电起爆器
		1A5min	0.30~0.60	上海航天局 HN-6 导弹发射筒制动销解锁动力源	9 号电起爆器
		1A5min	0.55~0.75	AFT09 筒装导弹发动机点火	10 号电起爆器
			0.9~1.1 桥带	逃逸仓低冲击分离装置、飞船太阳能帆板展开动力源	11 号电起爆器
		1A1W5min	1.0 钝感桥片	机载布撒器开舱系统	电起爆器
		1A1W5min	0.8~1.2 桥带	DH-10 导弹尾翼展开	DH-10 尾翼展开作动筒用电起爆器
		200mA10min	0.8~1.6	2.7kg 和 3.5kg1301 坦克灭火瓶	3 号电爆管
		1A1W5min	1.8 $\pm$ 0.2	直 10 型机 70mm 航空火箭弹火箭发动机	51 号电点火具
17	7.0A	2A1h	0.065~0.15	100mm 炮射导弹武器系统地面试验	40 号电点火器
18	10.0A	250mA5s	0.7~1.3	高速中程无人机机分离伞脱离	爆炸螺栓