

李明宴 刘清泉等编

晶体管电容式 发爆器

5.23

煤炭工业出版社

晶体管电容式发爆器

李明宴 刘清泉等编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍的是矿用隔爆型晶体管电容式发爆器的基本知识。内容包括：发爆器的类型、电路元件、电路组成、检修经验、使用方法以及发爆器的参数计算等。

本书可供发爆器检修员、放炮员、工程技术人员和管理干部参考，也可作为煤矿建井专业科研、教学方面的参考书。

晶体管电容式发爆器

李明宴 刘清泉等编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $7^{11/16}$

字数168千字 印数1—12,460

1979年10月 第1版 1979年10月第1次印刷

书号15035-2221 定价0.65元

编 者 的 话

近年来，矿用隔爆型电容式发爆器的制造发展很快，种类繁多。发爆器虽小，却对安全生产工作有很大影响。目前不少煤矿，对发爆器缺少使用和维修经验，发爆器不能正确运用，事故不断发生。同时，发爆器损坏后不能检修，检修后又不符合规范要求，严重影响安全生产。随着各种新爆破技术的出现，现场迫切需要品种系列化、电源多样化、零件通用化、质量标准化的高效能发爆器。

鉴于以上要求，煤炭工业出版社于1977年10月在山东泰安召开了发爆器制造经验交流会议，参加会议的有20多个单位。会上，上海煤矿机械研究所和抚顺煤炭研究所对会议给予了很大支持；渭南煤矿专用设备厂、奉化煤矿专用设备厂、沈阳新兴防爆电器厂等八个发爆器制造厂介绍了制造经验；抚顺龙凤煤矿和河南省大峪沟煤矿介绍了使用和维修发爆器的经验；这些都为编好本书打下了基础。

本书是由抚顺煤炭研究所李明宴、山东矿业学院刘清泉、开封煤矿仪表厂翟俊生、渭南煤矿专用设备厂郝志宏、吉林省辉南煤矿刘泽民五同志执笔编写，由李明宴、刘清泉、翟俊生三同志审校定稿。在定稿过程中，对全国十七种发爆器做了测试对比，对十个主要火工厂的电雷管进行了参数测定，对发爆器的设计、制造、使用和检修经验进行了认真总结。材料丰富，内容较全面。本书可供发爆器检修人员参考，也可作为煤矿有关学校的参考教材和有关技术人员、

管理干部的自学读物。

本书在编写过程中，得到了八个发爆器制造厂和原化周、何炳奎等同志的大力支持，在此向上述单位和同志表示衷心感谢。

由于编写人员的水平所限，时间仓促，书中难免有很多缺点和谬误，敬请读者批评指正。

《晶体管电容式发爆器》编写组

1978年7月

目 录

第一章 概述	1
第一节 电容式发爆器的基本原理	1
第二节 电容式发爆器的型式和种类	2
第三节 晶体管电容式发爆器的电路组成及作用	14
第二章 晶体管电容式发爆器电路元件	16
第一节 电阻器	16
第二节 电容器	20
第三节 半导体二极管和三极管	25
第四节 离子器件	35
第五节 变压器	40
第六节 毫秒开关	41
第七节 微动开关与继电器	43
第三章 晶体管电容式发爆器的基本电路	47
第一节 电容的充放电及储能作用	47
第二节 晶体管变流器	53
第三节 高压整流电路	63
第四节 电压指示及过压保护电路	71
第五节 限时电路	75
第六节 爆破电路导通测量回路	81
第四章 晶体管电容式发爆器的检修	84
第一节 修理前的准备工作	84
第二节 故障判断与分析	91
第三节 几种发爆器的检修特点	105
第四节 元件修理	128

第五章 发爆器的质量标准与检验	135
第一节 发爆器的质量标准	135
第二节 发爆器的检查	137
第三节 发爆器输出特性的测试方法	140
第六章 发爆器的使用与保养	146
第一节 发爆器的使用	146
第二节 发爆器的管理和保养	149
第三节 发爆器引爆能力降低的原因分析	150
第七章 电容式发爆器的参数计算	152
第一节 电雷管的构造及其主要参数	152
第二节 发爆器的安全供电时间	156
第三节 发爆器的参数计算	159
第八章 国产晶体管电容式发爆器介绍	167
第一节 渭南煤矿专用设备厂产品	167
第二节 奉化煤矿专用设备厂(奉化电子仪器厂)产品	175
第三节 开封煤矿仪表厂产品	185
第四节 沈阳新兴防爆电器厂产品	193
第五节 抚顺煤炭研究所产品	196
第六节 淮南矿务局总仓库五金厂产品	203
第七节 常州煤矿电器厂产品	207
第八节 营口市第二仪器厂产品	210
第九节 非防爆型发爆器产品	212
附录一 几种国产隔爆型发爆器的K-R与T-R特性曲线	225
附录二 几种国外发爆器的电路原理与技术特征	232
附录三 国产电雷管参数测定数据	237

第一章 概 述

第一节 电容式发爆器的基本原理

电容式发爆器能够引爆电雷管,是靠电容器(电容器简称电容)放电来完成的。它的充电装置是一个小功率电源或变流器,它的放电就是把储藏在电容中的电能送往爆破回路。

其原理如图1-1所示。图中 F 为一直流发电机, K_1 为充电开关, K_2 为放炮开关, C 为电容。闭合开关 K_1 , 发电机向电容 C 充电; 断开 K_1 , 闭合 K_2 , 电容就向爆破回路放电引爆电雷管。

根据电容的容量和其充电电压可以计算出电容送往爆破回路的引燃冲量值及可引爆电雷管的数量。电容式发爆器与旧式发电机式发爆器相比有以下优点:

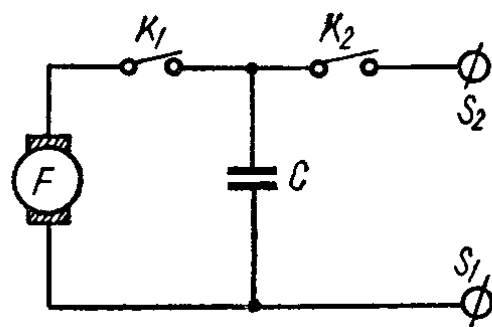


图 1-1 电容式发爆器简单原理

1. 不需要功率较大的发电机及复杂的传动机构,所以构造简单、动作可靠、易于操作。
2. 与功率相同的旧式发电机式发爆器相比,它的重量轻、体积小、携带方便。如国产 MFB-30 型电容式发爆器与同容量的61型25发发爆器比较,体积小2/3,重量轻4/5。
3. 有灯光信号设备。爆破前可以观察发爆器的充电电压,这样就可以减少因发爆器故障而引起的电雷管拒爆。

4. 在有瓦斯和煤尘爆炸危险的矿井中使用时,有毫秒开关或其他限时开关实现快速断电,保证了爆破工作的安全。

5. 引爆能力与操作人员的熟练程度关系不大,因而性能稳定。

第二节 电容式发爆器的型式和种类

电容式发爆器,根据其使用地点及用途可分为矿用隔爆型和非隔爆型两种型式。

一、矿用隔爆型

矿用隔爆型电容式发爆器,是用于有瓦斯(甲烷)及煤尘爆炸危险的矿井,作为引爆瞬发、秒延迟及毫秒电雷管的电源。

矿用隔爆型电容式发爆器应满足以下基本要求:

1. 发爆器的外壳应具有防爆性能,它的防爆参数、材质强度、抗漏电距离,必须符合《防爆电气设备检验规程》中有关防爆型设备的要求。

2. 应当具有限制供电时间的毫秒开关或其他限时装置,保证脉冲电流的输出时间在6毫秒以内。

3. 在额定负载情况下,发爆器输出的引燃冲量值应大于最不灵敏电雷管的引燃冲量,以保证名牌规定数量的串联电雷管全部爆炸。

4. 接通爆破电路的开关,除在爆破时间外,应保证不发生意外接通。

5. 经耐潮试验后,发爆器的导电部分与外壳间应能承受1.2倍的输出峰值电压,历时1分钟无闪络现象,绝缘电阻值不应低于 $\frac{\text{额定电压}}{1000}$ 兆欧。

6. 测量爆破电路的检测电路, 应符合矿用安全火花型电气设备的规定, 其测量电流应小于30毫安。

7. 应当能承受震动及冲击, 出厂前应按技术标准规定, 进行冲击试验及自由落体试验, 试验后应能正常工作。

8. 发爆器的结构应能保证防尘和维修方便, 尺寸及重量应尽量减小, 以便于携带。

二、非隔爆型

(一) 用途

非隔爆型电容式发爆器, 主要是用于地面或井下无瓦斯或煤尘爆炸危险作业场所作为开山筑路、水利施工、隧道掘进、地质勘探及建筑工地清除障碍等爆破工程的起爆电源。起爆能力较大的发爆器近年来多应用于金属矿山作为微差爆破和起爆无桥丝抗杂电雷管的起爆电源。这种型式的电容式发爆器, 除对隔爆性能和供电时间没有要求外, 其他各项技术指标都应满足隔爆型电容式发爆器技术标准之规定。

(二) 国产非隔爆型电容式发爆器的性能及特点

非隔爆型电容式发爆器, 在国内以营口市有线电厂生产为主, 该厂和营口市电子仪表研究所近年来试制成功六种晶体管电容式发爆器。这六种发爆器是: YJXZ-50型袖珍起爆器; YJZD-150型自动起爆器; YJGN-400型高能起爆器; YJGN-1200型高能起爆器; YJQL-2000型强力起爆器; YJQL-4000型强力起爆器。

YJXZ-50型袖珍起爆器, 是用单端晶体管变流器作为电容的充电电源, 充电电压峰值是480伏。引爆串联铁脚线电雷管25发。重量为0.3公斤。适用于露天矿破碎大块矿石、农田建设、地质勘探及建筑工地清除障碍等爆破工程。

YJZD-150型自动起爆器, 是用单端晶体管变流器作为

电容的充电电源，充电电压峰值是 950 伏。引爆串联铁脚线电雷管75发。重量约 1 公斤。适用条件同YJXZ-50型。这种发爆器在放炮时，将开关钥匙插在钥匙孔内，顺时针旋转 180°，当听到机内振荡声音后，便可拔出钥匙，由于本机采用了额定电压自动控制线路，放炮和停机工作都由发爆器自动完成。

YJGN-400 型高能起爆器，是推挽式晶体管变流器作为电容的充电电源，峰值电压 900 伏。串联起爆铁脚线电雷管 93发；串并联起爆200发。重量为1.9公斤。适用于中、小型矿山的爆破工程和铁路采石场等爆破工程。

YJGN-1200型高能起爆器，是推挽式晶体管变流器作为电容的充电电源，充电电压峰值为1800伏。引爆串联铁脚线电雷管200发；并串联铁脚线电雷管600发。重量3.7公斤。适用于中、小型矿山的爆破工程，也适用于较大型隧道掘进、地下金属矿的井巷掘进与开采或农业移山造田等爆破工程。另外，本机有稳压电路，输出电压稳定，极便于同区多点放炮使用。

YJQL-2000型强力起爆器，它的充电电源也是推挽式的晶体管变流器，充电电压峰值是2500伏。主要用于大型矿山、移山填谷等大型爆破工程或引爆无桥丝抗杂电雷管。串联的最大引爆能力是铁脚线电雷管 250 发；并串联的引爆能力为1000发。

YJQL-4000型强力起爆器，它是用特大功率的晶体三极管组成的推挽式变流器作为主电容的充电电源。充电电压峰值是3600伏。重量约10公斤。它的起爆能力比YJQL-2000型大一倍，适用条件也相同。

所有YJ系列的晶体管电容式发爆器都是塑料外壳。它除

对隔爆性能和供电时间没有要求外，其他要求与隔爆型发爆器相同。

国产电容式发爆器的技术特征见表1-1。

三、电容式发爆器的种类

电容式发爆器基本上分为四种类型，即晶体管电容式；发电机电容式；振动子电容式；积层电池电容式。这四种类型发爆器，世界各国都在应用。

（一）晶体管电容式发爆器

晶体管电容式发爆器是目前我国应用较广的一种，与其他型的发爆器相比，体积小、重量轻、寿命较长、性能可靠。但电路比较复杂，在一定时间内必须更换电池或进行充电（蓄电池）。这类发爆器我国近几年发展很快，从小到大已形成较完整的系列化产品，基本上可以满足各类型矿井不同用途的需要。

图1-2是抚顺MFB-50型发爆器电路原理图。图中的 C_1 和 C_2 为储能电容器，储能电容器又可称为主电容。它的充电电源是一组晶体管单端变流器。低压电源是三节干电池，电压4.5伏。在放电回路中，用小型电磁继电器限制通电时间。

这种发爆器的充电部分具有稳压装置，它的优点是不论电池的新旧，都可使发爆器的输出电压恒定。因此，既稳定了它的起爆能力，又防止了因主电容充电电压过高而发生击穿故障。

起爆时，开关 K 使储能电容 C_1 、 C_2 与爆破回路接通，约3~4毫秒后电磁继电器 J 使触点 j 接触，爆破回路被50千欧电阻 R_0 短接，残余电能迅速通过电阻 R_0 泄放掉。

（二）发电机电容式发爆器

发电机电容式发爆器的充电电源是手摇发电机。优点是

表 1-1 国产晶体管电容

顺次	型式	型 号	引爆能力 (发)	峰 值 电 压 (伏)	主电容 容量及 数量	引燃 冲量 (安 ² ·毫 秒)	充电 时间 (秒)	限 时 方 式	供电 时间 (毫 秒)
1	矿用隔爆型	MFB-15/30	15/30	500	10	18	10~15	自由放电	<6
2		MFB-25	25	480	40	48	<12	毫秒开关	3~6
3		MFB-25A	25	480	40	48	<5	"	3~6
4		FR ₈₁ -25	25	400~450	20	>18	<30	"	2~6
5		MFB-30	30	400~430	20	18	<15	"	3~5
6		MFB-30	30	480	10	12	5~7	自由放电	<6
7		MFB-50/100	50	960	20×2	18	20	放电管	3~6
8		MFB-50	50	960	20×2	25	10~15	继电器	<6
9		MFB-50	50	≥800	30×2	≥18	<15	毫秒开关	4~6
10		FR ₈₁ -50	50	700~800	20×2	>18	<45	"	3~6
11		MFB-80	80	950	40×2	27	<15	"	4~6
12		MFB-80A	80	950	40×2	27	<5	"	4~6
13		MFB-80	80	1000	40×2	28	<30	"	3~6
14		FR ₈₂ -100	100	1600~1700	30×4	>18	<30	"	2~6
15		MFB-100	100	1800	20×4	25	10~20	放电管	2~6
16		MFB-100/200	100	1800	20×4	24	20	"	2~6
17		MFB-100	100	1800	20×4	≥18	<15	毫秒开关	4~6

式发爆器技术特征

允许外 电阻 (欧)	电源电 压(伏)	外 壳 种 类	外 形 尺 寸 长×宽×高(毫米)	重量 (公 斤)	制 造 厂
60/170	2号电池 2节3伏	玻璃钢	115×88×46	0.7	奉化煤矿专用设备厂
75	1号电池 3节4.5伏	铝 壳	161×108×92.5	2	开封煤矿仪表厂
75	1号电池 4节6伏	玻璃钢	155×95×80	1.5	同 上
95	1号电池 3节4.5伏	铝 壳	145×103×65	1.5	沈阳新兴防爆电器厂
90	2号电池 2节3伏	玻璃钢	134×80×40	0.55	淮南矿务局五金厂
100	同上	"	132×80×41	0.7	抚顺煤研所工厂
170/360	1号电池 3节4.5伏	"	143×102×70	1.2	奉化煤矿专用设备厂
170	1号电池 3节4.5伏	"	138×90×75	1.2	抚顺煤研所工厂
170	1号电池 3节4.5伏	"	202×135×55	1.6	渭南煤矿专用设备厂
170	2号电池 3节4.5伏	铝 壳	165×103×65	2	沈阳新兴防爆电器厂
260	1号电池 3节4.5伏	"	180×120×91	2	开封煤矿仪表厂
260	1号电池 4节6伏	玻璃钢	155×95×80	1.5	同 上
260	1号电池 4节6伏	"	195×135×49	1.8	常州煤矿电器厂
320	1号电池 3节4.5伏	铝 壳 玻璃钢	186×118×90	2.5 1.3	沈阳新兴防爆电器厂
320	1号电池 3节4.5伏	玻璃钢	166×103×94	1.8	抚顺煤研所工厂
340/720	1号电池 3节4.5伏	"	165×129×80	1.75	奉化煤矿专用设备厂
320	1号电池 3节4.5伏	"	216×144×55	1.8	渭南煤矿专用设备厂

顺次	型式	型号	引爆能力 (发)	峰值电 压 (伏)	主电容量 及数量	引燃冲量 (安 ² ·毫 秒)	充电时间 (毫秒)	限时方 式	供电时间 (毫秒)
18	矿用隔爆型	MFB-150	150	800~1100	40×3	—	12	毫秒开关	3~6
19		MFJ-100	100	900	40×2	25	<12	"	3~6
20		MFF-100	100	900	40×2	>30	5~10	"	3~6
21		FR ₈₂ -150	150	1800~1900	30×4	>20	<30	"	2~6
22	非隔爆型	YJXZ-50	50	480	20	23.9	10	自由放电	—
23		QZDF-200	100	940			<20	"	—
24		YJZD-150	150	950	30×2	23	7~20	"	—
25		YJGN-400	串并联 400	900	15×2	1344	15~30	"	—
26		QLDF-1000-C	串并联 1000	500/300	500×2		15/40	"	—
27		YJGN-1200	并串联 1200	1800	200×4	2389	30~50	"	—
28		YJQL-2000	串并联 2000	2500				"	—
29		YJQL-4000	串并联 4000	3600	500×8	2347	10	"	—

续表

允许外 电阻 (欧)	电 源 电 压	外 壳 种 类	外形尺寸长×宽 × 高 (毫米)	重量 (公斤)	制 造 厂
470	1号电池 4节6伏	铝 壳	180×105×165	2.8	淮南矿务局五金厂
320	1号电池 4节6伏	铝 壳	105×80×165	3	营口第二仪器厂
320	手摇发 电机	”	140×100×155	3	渭南煤矿专用设备厂
470	1号电池 3节4.5伏	铝 壳 玻璃钢	186×118×90	2.5 1.3	沈阳新兴防爆电器厂
95	5号电池 3节4.5伏	塑 料	130×62×40	0.3	营口市有线电厂
300		铁 壳	148×82×115	1.25	营口市第二仪器厂
245	1号电池 4节6伏	塑 料	150×80×115	1.0	营口市有线电厂
22/298	1号电池 5节7.5伏	塑 料	180×95×170	1.9	同 上
410/33	1 号 电 池 4节6伏, 两组并联	铁 壳	240×120×190	5	营口市第二仪器厂
33/600	1号电池 9节串联 13.5伏	塑 料	230×130×225	3.7	营口市有线电厂
		塑 料			同 上
104/600	蓄电池 12伏	塑 料	330×175×258	10	同 上

不需要更换低压电源，除必要的检修外不必打开机壳，因此维护方便。缺点是结构比较复杂，体积和重量较大，每次爆破时需要旋转发电机进行充电和转动手动开关进行放炮，因此操作比其他型式发爆器略为复杂。

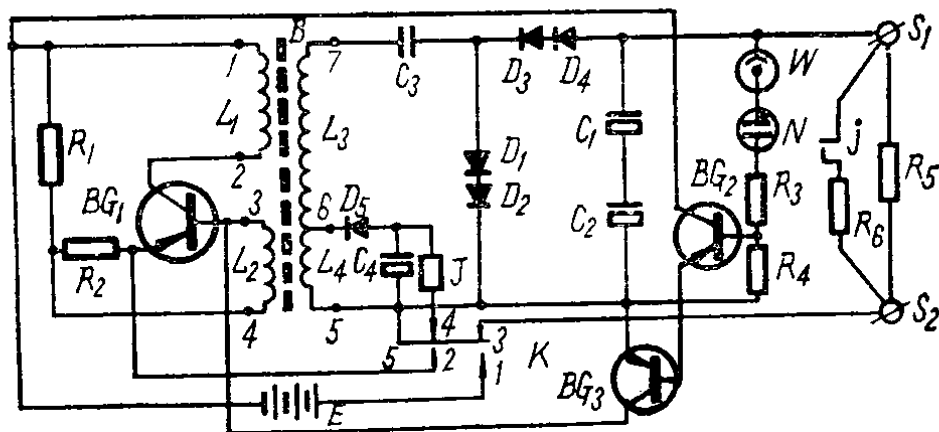


图 1-2 抚顺MFB-50型发爆器电路原理

$D_1 \sim D_4$ —二极管，2CP—20； D_5 —二极管，2CP—10； C_1 、 C_2 —电解电容，20微法500伏； R_1 —碳膜电阻，0.125瓦240欧姆； R_2 —碳膜电阻，0.125瓦15欧姆； R_3 —碳膜电阻，0.125瓦510千欧； C_4 —小电解电容，100微法250伏； R_5 —被釉电阻，8瓦5.1千欧； R_6 —被釉电阻，4瓦50欧姆； N —氖灯，NHO—4C； B —变压器； K —微动开关， KW_2 —1； W —稳压管，WY—302G； S_1 、 S_2 —接线柱； R_4 —碳膜电阻，0.125瓦51千欧； C_3 —倍压电容，0.02微法； E —电源，1号电池3节； J —电磁继电器，JRX—13F

发电机式发爆器广泛地在西欧、日本、美国应用，近年来为了简化操作，有的国家采用气体放电管代用手动开关，爆破时只需旋转发电机摇柄，当主电容端电压充电到额定值时，放电管导通自动地接通爆破电路。

图1-3是日本ABC系列发爆器电路原理图。它的特点是在主电容5充电到额定电压值时，气体放电管7导通，自动接通爆破回路。当手摇发电机以2~3转/秒的速度旋转时，可发出交流电压8伏，经升压变压器2、整流器3及倍压电