

矿井爆破作业雷管拒爆原因试验分析

张 磊, 鲁 杰, 陈连城
(山西大同大学 煤炭工程学院, 山西 大同 037003)

摘 要: 为了分析和探讨煤矿井下爆破作业中雷管拒爆的原因, 通过建立井下巷道断面雷管爆破网路相似模型, 分别进行了煤体含水率与导电性能试验、井下串联爆破网路接地试验和雷管脚线联结方式影响试验, 得到煤体含水率越大, 电阻值越小; 爆破网路中出现的接地点会产生接地电流降低整个网路中的电流; 雷管脚线联结方式的不同直接增加整个网路的总电阻的结论。这些情况都会降低整个爆破网络中的总电流, 使得雷管起爆电流不足引起拒爆。

关键词: 雷管; 爆破; 煤体; 模拟试验; 拒爆

中图分类号: TD235 文献标志码: A 文章编号: 0253-2336 (2012) 02-0029-03

Test and Analysis on Misfire Cause of Detonator in Mine Blasting Operation

ZHANG Lei, LU Jie, CHEN Lian-cheng

(School of Coal Engineering, Shanxi Datong University, Datong 037003, China)

Abstract: In order to analyze and discuss misfire causes of the detonator in the underground mine blasting operation, with the establishment of the similar model of the cross section detonator lasting net line in the underground mine roadway, the water bearing rate and the electric conductivity performance tests of coal were individually conducted. The underground series blasting net line grounding test and the detonator foot line connection mode influence test showed that the higher of the coal water content rate, the lower the electric resistance value would be. The grounding electric current occurred at the grounding location in the blasting net line would reduce the electric current in the completed net line. The different connection mode of the detonator foot line would directly increase the total electric resistance of the completed net line. All above conditions would reduce the total electric current of the completed blasting network which would cause a misfire by the insufficient firing current of the detonator.

Key words: detonator; blasting; coal mass; simulation trial; misfire

目前, 由于井下爆破作业环境的复杂多变, 对于井下爆破雷管拒爆的原因认识不清, 井下爆破时雷管拒爆控制效果不理想。这不仅影响爆破效果, 还给井下生产埋下了安全隐患。国内外专家学者对这方面研究探索较少, 对这一问题尚缺乏系统的分析。基于此, 笔者根据相似模型原理, 模拟井下爆破网络环境建立爆破网络相似模型, 然后针对不同影响因素分别设计、进行模拟试验, 综合分析研究井下雷管拒爆的原因。

1 井下串联爆破网路模拟试验

为模拟井下爆破网路环境, 建立巷道断面雷管

爆破网路相似模型, 如图 1 所示, 用阻值为 $4.7 \sim 5.6 \Omega$ 的 18 枚电阻模拟雷管, 用绝缘面板模拟巷道断面并固定电阻, 用灯笼线、锁紧式插座连接成大串联线路模拟爆破网路。



图 1 串联爆破网路模拟试验示意

1.1 煤体含水率与导电性能试验

试验用实体煤样加工成 $300 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times$

收稿日期: 2011-10-03; 责任编辑: 张 扬

作者简介: 张 磊 (1984—), 男, 山西大同人, 助教, 硕士。Tel: 0352-4186421, E-mail: dtblack84@163.com

网络出版时间: 2012-02-15 11:28; 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.2402.TD.20120215.1128.009.html>

引用格式: 张 磊, 鲁 杰, 陈连城. 矿井爆破作业雷管拒爆原因试验分析 [J]. 煤炭科学技术, 2012, 40 (2): 29-31.

100 mm 的试件, 其编号为 1—5。1 号试件自然条件置放 3 d, 2 号试件为井下原煤状态, 其余试件依次在水中浸泡 4、6、8 h。

利用图 2 所示的测试系统首先对井下原煤状态条件下的 2 号试件进行测试, 然后按照设定的浸泡时间分别对 3—5 号试件测试, 3 d 后对 1 号试件做测试。试验时首先测定试件的含水率, 然后测试试件的相应电阻值。各试件测试的结果见表 1。

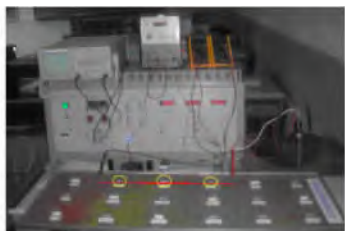
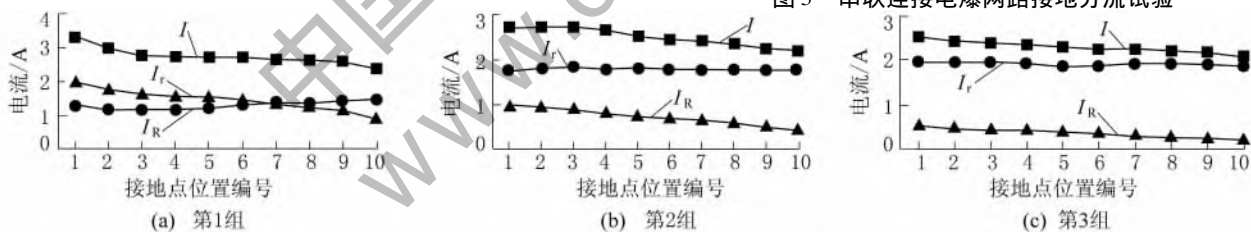


图 2 煤块电阻值测试试验系统

1.2 井下串联爆破网路接地试验

试验设备包括 QF1730M-2 型直流稳定电源、滑动电阻器、数字万用表和综合试验台。试验分为 3 组, 测试不同的接地电阻值时爆破网路中电流的变化情况。①第 1 组, 当接地电阻为 50 Ω 时, 模拟井下爆破网路中雷管脚线连接处在不同的位置与煤壁接触时网路电流的变化情况。在模拟网路中分别连接从 1 到 10 号不同位置的接地点如图 3 所示,



I —串联电爆网路总电流; I_r —接地分流值; I_R —分流后电爆网路中的实际电流

图 4 串联电爆网路电流分流关系

1.3 雷管脚线联结方式影响试验

试验设备为雷管脚线、黄油、煤灰、湿碳泥、数字万用表。试验分为 3 组: 第 1 组为 2 条脚线串联, 第 2 组为 3 条脚线串联, 第 3 组为 4 条脚线串联。每组试验脚线分别在出露部分附着油污、煤灰、湿碳泥等杂质并被分别用“标准”、“松散”2 种方式联结, 测试串联脚线总电阻。

第 1 组 2 条雷管脚线串联阻值测定, 其中第 1 条长度为 110 cm, 电阻值为 1.0 Ω ; 第 2 条长度为 100 cm, 电阻值为 0.7 Ω 。第 2 组 3 条脚线, 其中

爆破网路的电流变化情况如图 4a 所示。②第 2 组, 考虑井下煤体的干燥程度不同, 导电性能不一样, 提高接地电阻值, 测试其爆破网路的电流情况。接地电阻为 150 Ω , 测试结果及爆破网路的电流变化情况如图 4b 所示。③第 3 组, 继续增大接地电阻值到 300 Ω , 此时, 各接地点电流情况如图 4c 所示, 分流作用明显, 所有的雷管均达不到设定为 2 A 的起爆电流; 把接地电阻值提高到 700 Ω 时, 分流作用明显减弱, 爆破网路中所有的雷管起爆电流基本能达到起爆要求; 当接地电阻达到 10 k Ω 时, 任意点接地, 对爆破网路电流基本不产生影响。因此得出结论随着接地电阻增加, 接地分流作用明显减弱, 被分流的电流随电阻值增加下降明显。

表 1 1—5 号试件含水率与电阻试验

项目	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号
含水率/%	3.10	5.11	6.55	9.10	10.10
电阻/ Ω	2 700	579	311	150	71

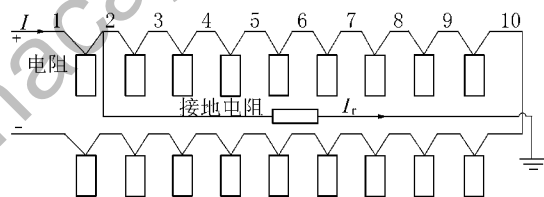


图 3 串联连接电爆网路接地分流试验

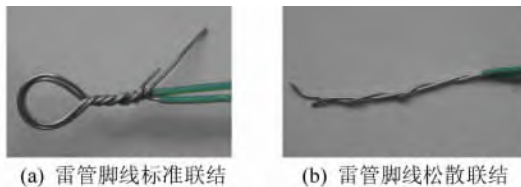


图 5 放炮脚线 2 种联结方式电阻值测定示意

第 1 条长度为 110 cm, 电阻值为 1.0 Ω ; 第 2 条长度为 100 cm, 电阻值为 0.7 Ω ; 第 3 条长度为 100 cm, 电阻值为 0.8 Ω 。第 3 组 4 条脚线, 其中第 1 条长度为 110 cm, 电阻值为 1.0 Ω ; 第 2 条长度为

100 cm, 电阻值为 0.7 Ω ; 第 3 条长度为 100 cm, 电阻值为 0.8 Ω ; 第 4 条长度为 95 cm, 电阻值为 0.7 Ω 。

表 2 不同脚线组合串联电阻值变化 Ω

试验分组	不同脚线状态时的电阻值				
	干净	附着黄油	附着煤灰	附着黄油、煤灰	附着湿碳泥
第 1 组	标准联结	1.30	1.30	1.35	1.40
	松散联结	1.40	1.40	1.50	1.50
第 2 组	标准联结	2.00	2.00	2.10	2.20
	松散联结	2.10	2.20	2.30	2.50
第 3 组	标准联结	2.70	2.90	3.00	3.10
	松散联结	2.90	3.10	3.30	3.40

2 结 论

1) 煤体的含水率越小, 煤体的导电电阻越大, 煤体的导电性越差; 煤体含水率越大, 煤体的电阻越小, 煤体的导电性越好。

2) 当煤体较干燥时电阻值很大, 即使爆破网路有接地, 分流的作用很小, 对爆破网路电流基本无影响。煤体含水率越高, 电阻值越小, 此时, 如果出现雷管联线处与煤体相接触, 就可能出现雷管由于电流小达不到起爆电流而发生拒爆, 甚至大面积的丢炮现象。

3) 雷管脚线联结方式试验得出 2 点结论: 首先, 不同的联结方式, 明显地影响了雷管脚线串联

后的电阻值, 松散联结这种方式使得雷管脚线产生接触电阻, 增大其电阻值。实际操作中随着雷管数量的增加, 会有较大接触电阻产生, 明显降低整个爆破网路的电流, 进而影响雷管起爆。其次, 从 3 组试验结果可以看出脚线在干净状态下阻值最小, 在附着湿碳泥时阻值最大, 因此, 当雷管数量较多时, 整个爆破网路电阻值会有明显增大, 同样, 降低整个爆破网路的电流, 进而影响雷管的起爆。

参考文献:

- [1] 蔡瑞娇. 火工品设计原理 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1999.
- [2] GB 376—1987. 火工品可靠性评估方法 [S].
- [3] 程瑞梅. 火工品原理与设计 [M]. 北京: 兵器工业出版社, 1990.
- [4] 库图佐夫. 工业爆破安全 [M]. 朱瑞赓, 译. 北京: 冶金工业出版社, 1987.
- [5] 高尔新. 爆破工程 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1999.
- [6] 孙建俊. 电爆网路出现落炮的原因分析及控制 [J]. 甘肃科技, 2009 (9): 226—227.
- [7] 龚继海, 韩向峰. 某电雷管瞎火原因分析与改进研究 [J]. 火工品, 2003 (2): 4—5.
- [8] 吴大将. 浅谈煤矿生产中的爆破安全管理 [J]. 矿业安全与环保, 2008 (12): 111—113.
- [9] 谭根源, 方合正. 电雷管网路成片拒爆的原因与预防 [J]. 爆破, 2001 (9): 79—80.
- [10] 国家安全生产监督管理总局, 国家煤矿安全监察局. 煤矿安全规程 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2011.

(上接第 7 页)

生。工作面的开采实践验证了预计结果的准确性, 避免了工作面的就地回撤。

3) 结合 22103 工作面此次压架的原因, 按照“采前探明”到“采时防范”的思路, 提出了工作面压架事故的防治对策。即探明上覆煤柱的分布情况, 尽量避免工作面发生出煤柱的开采; 无法避免时, 则回采时应提前进行防范。

参考文献:

- [1] 许家林, 朱卫兵, 王晓振, 等. 浅埋煤层覆岩关键层结构分类 [J]. 煤炭学报, 2009, 34 (7): 865—870.
- [2] 黄庆享. 浅埋煤层的矿压特征与浅埋煤层定义 [J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21 (8): 1174—1177.
- [3] 黄庆享. 浅埋煤层长壁开采顶板结构及岩层控制研究

[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2000: 24—53.

- [4] 许家林, 朱卫兵, 王晓振, 等. 浅埋煤层覆岩关键层结构分类 [J]. 煤炭学报, 2009, 34 (7): 865—870.
- [5] 鞠金峰, 许家林, 朱卫兵, 等. 近距离煤层工作面出倾向煤柱动载矿压机理研究 [J]. 煤炭学报, 2010, 35 (1): 15—20.
- [6] 鞠金峰, 许家林, 朱卫兵, 等. 近距离煤层采场上覆 T 形煤柱矿压显现规律 [J]. 煤炭科学技术, 2010, 38 (10): 5—8.
- [7] 朱卫兵. 浅埋近距离煤层重复采动关键层结构失稳机理研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2010.
- [8] 侯忠杰. 浅埋煤层关键层研究 [J]. 煤炭学报, 1999, 24 (4): 359—363.
- [9] 侯忠杰, 吕 军. 浅埋煤层中的关键层组探讨 [J]. 西安科技大学学报, 2000, 20 (1): 5—8.
- [10] 许家林, 钱鸣高. 覆岩关键层位置的判别方法 [J]. 中国矿业大学学报, 2000, 29 (5): 463—467.