

探矿坑道爆破粉尘及炮烟控制技术

孙宗席, 姚建光

(武警警种指挥学院, 北京 昌平 102202)

摘要: 在分析探矿坑道爆破粉尘及炮烟产生的影响因素及其特性的基础上, 综述了在甘肃岷县马坞矿区进行的粉尘与炮烟控制技术攻关试验的情况和试验成果。获得的成果可为探矿坑道及交通隧道的爆破施工提供参考。

关键词: 探矿坑道; 爆破; 炮烟; 粉尘; 控制技术

中图分类号: P633 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2012)08-0082-03

Technology of Blasting Dust and Fume Control in Exploration Tunnel/SUN Zong-xi, YAO Jian-guang (Chinese Armed Police Force Category Command Academy, Changping Beijing 102202, China)

Abstract: Based on the analysis on the affecting factors produced by blasting dust and fume in exploration tunnel and the characteristics, the paper summarized the technical tests and the testing results of blasting dust and fume control, which could be the reference to blasting construction for exploration tunnel and traffic tunnel.

Key words: exploration tunnel; blasting; blasting fume; dust; control technology

0 引言

坑道爆破作业中, 粉尘及炮烟是大量存在的, 如果对粉尘和炮烟处理或防护不当, 很可能导致炮烟中毒致人死亡。如 2010 年河南平顶山“6. 21”矿难, 由于井下炸药库爆炸, 产生的大量有毒有害气体没有及时排出, 炮烟浓度严重超标, 造成 47 人死亡。对于我部探矿坑道来说, 地下空间狭小, 通风阻力大, 排烟除尘困难, 爆破粉尘及炮烟浓度时常超标, 坑道环境恶劣, 这一问题一直没有得到很好的解决, 潜在威胁很大。因此, 解决探矿坑道粉尘及炮烟控制技术, 对确保我部官兵身体健康和生命安全具有十分重要的意义。

1 粉尘及炮烟源解析

探矿坑道断面狭小, 断面规格一般为 1.8 m × 2.0 m 或 2 m × 2.0 m, 凿岩爆破作业中产生的大量粉尘和炮烟扩散空间有限, 排除困难。

炮烟产生量的多少主要与使用的炸药成分、配比及爆轰是否完全等因素有关, 炮烟中以“一氧化碳”和“氮氧化物”的毒性最大。

粉尘浓度、粒径与爆破岩石类型、爆破工艺等有关。据文献[1]研究, 爆破粉尘在爆破瞬间粉尘浓度可达 1000 ~ 3000 mg/m³, 而文献[3]则认为粉尘浓度为 10 ~ 100 mg/m³; 文献[1]认为爆破后粉尘粒径多介于 0 ~ 30 μm 之间, 而文献[2]则认为小于 5

μm 的粉尘颗粒占总颗粒数的 95%。笔者认为, 造成如此大的差异, 主要是由于爆破对象不同造成的, 此外, 也与爆破工艺有关, 如爆破参数、爆破方法等。不同的岩石, 其脆性、含水率是不同, 爆破后所产生的粉尘的量和颗粒大小也不同的。岩石越脆, 爆破后产生的粉尘越细, 反之, 越粗; 岩石的含水率大, 产生的粉尘量少而粗, 反之, 产生的粉尘量大而细。另外在探矿坑道中, 装岩、支护、采样等工序也产生很多粉尘。所以, 不同的爆破对象、不同的爆破工艺, 产生的粉尘浓度、粒径是不同的。

2 粉尘及炮烟控制技术

2.1 粉尘及炮烟控制方法

对于小断面探矿坑道, 由于空间狭小, 爆破后扩散空间有限, 粉尘和炮烟浓度很容易超标。烟尘控制可以采取湿式凿岩、水幕过滤、水封爆破、机械强力排尘等多种方法相结合进行。

2.2 粉尘及炮烟控制技术

我们在甘肃岷县马坞矿区 PD5、PD6、PD8、PD9 等探矿坑道进行了粉尘与炮烟控制技术攻关试验。对湿式凿岩、水幕过滤、水封爆破、机械强力排尘等烟尘控制技术进行了多次研究论证。

2.2.1 湿式凿岩技术攻关试验

该技术是充分用钎头的水孔给水, 在孔底岩石被破碎的瞬间被水完全湿润、捕捉后随水流排出孔

收稿日期: 2012-03-18

作者简介: 孙宗席(1971-), 男(汉族), 安徽蚌埠人, 武警警种指挥学院黄金系副教授, 采矿工程专业, 从事探矿工程的教学与研究工作, 北京市昌平区南口镇, woszx1971@163.com。

外。为验证湿式凿岩控尘效果,在 PD5、PD6 两个探矿坑道中,分别进行了湿式凿岩和干式凿岩试验。PD5 坑道采用湿式凿岩后,粉尘浓度由 63 mg/m^3 降低到 1 mg/m^3 ,降低了 81.6%;PD6 坑道采用湿式凿岩后,粉尘浓度由 67 mg/m^3 降低到 2.5 mg/m^3 ,降低了 79.6%。实际上,在相同的外部环境条件下,对于不同的凿岩工和不同的岩石,钻凿炮眼产生的粉尘量是不同的。因此,有必要建立湿式凿岩数据库,以利于对湿式凿岩技术进行优化,便于更好地封堵尘源。

2.2.2 水幕过滤技术

水幕是在敷设于巷道顶部或两帮的水管上间隔地安装数个喷雾器喷雾形成,如图 1 所示。喷雾器(又称喷嘴),可使水流雾化成细微的水滴喷射于空气中,使岩堆、巷道周壁及空气中的粉尘被水润湿,尘粒间会互相附着凝集成较大的颗粒,使其沉降或附着性增强,从而达到降尘的目的。同时,也有利于消除炮烟,缩短通风时间。

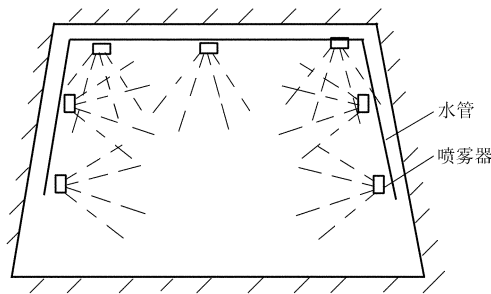


图 1 巷道水幕示意图

喷雾器布置应以水幕布满巷道断面尽可能靠近尘源为原则。净化水幕应安设在支护完好、壁面平整、无断裂破碎的巷道段内。在 PD9 探矿坑道中,采用了 PZA-2.5/55 锥型喷雾器,耗水量为 $11.2 \text{ L}/(\text{个} \cdot \text{min})$ 。在距工作面 15、35、55 m 处各设了一道水幕,在爆前 2~3 min 打开喷雾器。测算显示,工作面含尘风流经第一道水幕后降尘率为 59%~60.5%,经第二道水幕后降尘率为 78.2%~80%,经第三道水幕后粉尘浓度仅为 0.78 mg/m^3 ,降尘率达 98.6%,粉尘浓度完全得到了控制,达到了理想的效果。

为更好地掌控排烟除尘技术,在 PD9 坑道还进行了 4 种工况对比试验:(1)无喷雾,无通风;(2)无喷雾,有通风;(3)有喷雾,无通风;(4)有喷雾,有通风。试验效果如图 2 所示。试验结果表明,第(4)种工况“有喷雾,有通风”的排烟除尘效果最好,时间最短,27 min 左右即可将工作面粉尘、炮烟排除干

净。

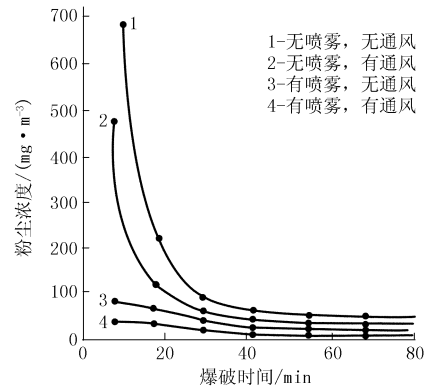


图 2 不同工况下的粉尘浓度

2.2.3 水炮泥封堵技术

水炮泥封堵技术就是将装水的塑料袋代替一部分炮泥,填于炮眼内,对炮眼进行封堵。爆破时水袋破裂,水在高温高压下汽化与尘粒凝结,达到降尘的目的。采用水封爆破有很多优点,如:可降低爆破时产生的粉尘;减少有毒气体产生,缩短通风时间,加速作业循环;增加堵塞的严密性,提高爆破效率等。

在 PD8 探矿坑道中,进行了水炮泥封堵技术试验。水炮泥装填结构如图 3 所示,水袋结构如图 4 所示。

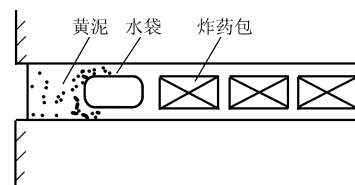


图 3 水炮泥布置图

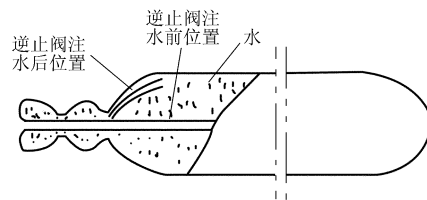


图 4 自动封口水炮泥示意图

为节约试验成本,水袋采用高分子聚乙烯材料,便宜且不易破损,水袋装满水后可自行封闭。水袋充水时要求用表压为 70 kPa 的压力水,炸药使用量和水袋装水量之比为 2:1。试验结果表明,采用水炮泥封堵技术与单纯用土炮泥相比,炸药消耗量降低了 5.8%,减少了炮烟的产生;微细粉尘降低了 20%~50%。

2.2.4 机械排尘技术

机械排尘技术是指通过机械设备(通风机)向

工作面送风,通过风流流动将井下作业点的悬浮粉尘和炮烟排出,同时降低作业场所粉尘和炮烟浓度,直到对人体无害。决定通风除尘效果的主要因素有风速及粉尘密度、粒度、形状、润湿度等。监测表明,风速过低,粗粒粉尘将与空气分离下沉,粉尘和炮烟不易排出;风速过高,将造成坑道内二次扬尘,增加粉尘浓度。因此,通风除尘效果是随风速的增加而增加的,达到最佳效果后,如果再增大风速,效果又开始下降。《坑探规程》规定巷道风速范围是 $0.25 \sim 0.9 \text{ m/s}$ 。经现场反复测算,小断面探矿坑道最优风速应为 $0.4 \sim 0.7 \text{ m/s}$,对粉尘和炮烟的排除最为理想。粉尘浓度与风速的关系如图5所示。

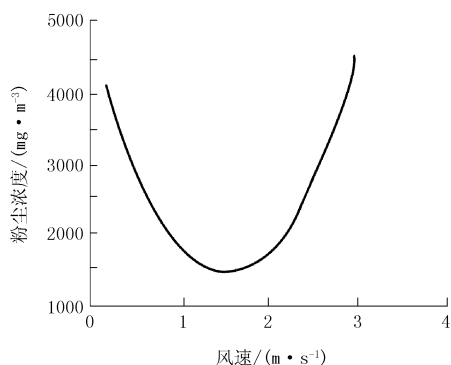


图5 粉尘浓度与风速关系曲线图

3 其它因素

为了最大可能地减少粉尘和炮烟的产生,对使

(上接第71页)

井工艺,泥浆上返流速低,岩屑循环不上来,造成二次破碎,钻进效率低,完井周期长。因此需要加强大口径工程气举反循环钻井工艺的研究,而目前国内使用的气举反循环钻具中,大直径反循环钻具都采用法兰连接,起下钻辅助时间太长,而小直径丝扣连接的反循环钻具,又不适合大口径钻井。因此研制直径在 $219 \sim 245 \text{ mm}$ 之间的丝扣连接的反循环钻具和大口径反循环钻头,可减少扩孔级数,大幅度提高大口径工程井钻井效率,有效缩短起下钻辅助时间。

5 结语

中平能化集团某矿大口径输冰井项目的顺利完井,其井身质量、固井质量、保温效果等技术指标均满足设计要求,项目顺利通过竣工验收。煤矿大口径输冰井施工技术的研究,钢基GFRP双层复合保

用炸药的类型、炮孔钻凿质量及岩层地质条件的变化等都必须给予考虑。要尽可能使用零氧平衡或接近零氧平衡的炸药,炮孔钻凿要“直”,要根据岩层地质条件的变化改进爆破工艺,提高爆破效果,尽量减少粉尘和炮烟的产生。

4 结语

探矿坑道空间狭小,通风阻力大,排烟除尘困难,控制爆破粉尘和炮烟浓度在安全范围之内,有一定难度。通过在甘肃岷县马坞矿区探矿坑道中进行多次现场实验和技术攻关,结果表明,只要合理运用多种手段对爆破粉尘和炮烟进行综合治理,是可以达到理想效果的。对于小断面坑道来说,采取经济、实用、高效的综合措施是今后爆破粉尘和炮烟控制技术的发展趋势。

参考文献:

- [1] 王德明. 矿井通风与安全[M]. 江苏徐州:中国矿业大学出版社,2007.
- [2] 宋萌,周小凤,郑必杰. 浅谈爆破产生的危害及预防措施[J]. 硅谷,2009.
- [3] 张国枢. 通风安全学[M]. 江苏徐州:中国矿业大学出版社,2007.
- [4] 刘殿中,杨仕春. 工程爆破实用手册[M]. 北京:冶金工业出版社,2003.
- [5] 吴立,等. 凿岩爆破工程[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2005.

温套管的研制和成功应用,对全国矿山企业高地温矿井实施井下输冰降温、输送保温介质、瓦斯排放、井下排水工程和建立煤矿井下应急救援通道等施工领域具有重大的借鉴意义和推广价值,具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 缙延民,耿建国,等. 煤矿大口径输冰井施工技术研究报告[R]. 河南省煤田地质局四队,2011.
- [2] 赵金洲,张桂林. 钻井工程技术手册[M]. 北京:中国石化出版社,2011.
- [3] 中油长城钻井有限责任公司钻井液分公司. 钻井液技术手册[M]. 北京:石油工业出版社,2009.
- [4] 袁志坚,白领国. 大口径瓦斯抽放井钻探施工[J]. 西部探矿工程,2007,19(10):80-82.
- [5] 袁志坚. 提吊加浮力塞下管法在大口径瓦斯抽排孔的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(1):27-29.
- [6] 金涌. 煤矿大口径瓦斯抽排孔施工技术[J]. 中国煤炭地质,2009,21(11):68-69.