

# The Application of Air Interval Charging Technology in Open-pit Coal Mine Blasting Mining

Baoling Wu

Gezhouba Yipuli Xinjiang Blasting Engineering Co., Ltd. Zhundong Branch, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

## Abstract

This paper briefly introduces the working principle of air interval charging, and combined with practical engineering, introduces the application of air interval charging, and proposes a blasting method based on air interval charging. Research has found that in open-pit mines, the structure of the charge has a significant impact on the blasting effect. Under appropriate charge structures, the charge quality can be significantly improved, providing a guarantee for safe production in mines. By analyzing the blasting effect and blasting cost, the length of the PVC pipe space separator is selected as 1.2 meters, which has the shortest blasting recoil distance, higher shovel loading and transportation efficiency, and lower explosive unit consumption.

## Keywords

air interval charging; open pit coal mines; blasting parameters

## 空气间隔装药技术在露天煤矿爆破开采中的应用

吴宝玲

葛洲坝易普力新疆爆破工程有限公司准东分公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

## 摘要

论文简要介绍了空气间隔装药的工作原理,并结合实际工程,介绍了空气间隔装药的应用情况,提出了一种基于空气间隔装药的爆破方法。研究发现,在露天矿中,药包结构对爆破效果的影响很大,在合适的药包结构下,药包结构可以明显提高药包质量,为矿井的安全生产提供了保障。通过对爆破效果和爆破费用的分析,选择PVC管空间隔器的长度为1.2m,其相应的爆破后冲距离最短,铲装运输效率较高,炸药单耗较低。

## 关键词

空气间隔装药; 露天煤矿; 爆破参数

## 1 引言

在露天煤矿,采用传统的连续装药爆破方法,在爆破区内存在着很高的冲击力,不但浪费了大量的炸药,还造成了巨大的经济损失。这样会造成更多的巨石,对运输效率造成很大的影响。空气间隔装药技术是一种特殊的在爆孔中使用空气作为隔离介质,以防止爆炸近距离区域的岩体由于爆炸压力过大而被过分压碎。采用空气间隔装药的方法,可以平衡地释放爆孔中的应力波和瓦斯压力,使爆炸能量得以充分利用,有效地扩大了破碎区的范围,大大提高了破碎率。同时,爆破冲击波和爆孔底部反射波将对煤岩体造成二次破坏,从而提高煤岩体的破碎率。与传统的连续装药方法比较,这种方法既节省了炸药的药量,又提高了爆炸能量的利用率;同时,由于上层岩石的破碎效果良好,运输效率大大提高,经济效益显著。

【作者简介】吴宝玲(1987-),男,中国安徽合肥人,本科,工程师,从事露天煤矿钻爆研究。

## 2 常见的装药结构类型

炸药在爆破作业中被广泛应用,而它在爆孔中的位置决定了装药的结构类型。装药结构类型是爆破工程中的一个重要问题,因为它们直接关系到爆破效果和安全性。耦合装药和不耦合装药是两种常见的结构类型。耦合装药是指将炸药贴附在一起,形成一个整体的装药结构。不耦合装药则是指将炸药分开放置在爆孔中,形成一个分散的装药结构<sup>[1]</sup>。在耦合装药中,连续耦合装药方式、空气间隔径向不耦合装药方式和空气间隔轴向不耦合装药方式是常用的装药结构类型。连续耦合装药方式是指将炸药连续贴附在一起,形成一个整体的装药结构。空气间隔径向不耦合装药方式是指在两个炸药之间留有一定的间隔,以便炸药之间的冲击波相互作用。空气间隔轴向不耦合装药方式是指在炸药的轴向方向上留有一定的间隔,以便炸药之间的冲击波相互作用。不同的装药结构类型对爆破效果和安全性有着不同的影响。连续耦合装药方式可以提高爆破效果,但也会增加爆炸危险性。空气间隔径向不耦合装药方式可以降低爆炸危险性,但也会

降低爆破效果。而空气间隔轴向不耦合装药方式则可以在保持爆破效果的同时降低爆炸危险性。因此,在进行爆破作业时,需要根据具体情况选择合适的装药结构类型,以确保爆破效果和安全性最佳平衡。同时,还需要严格遵守相关的安全规定和操作规程,以确保爆破作业的安全性和可靠性。

### 3 空气间隔装药爆破机理

在矿山爆破作业中,常规连续装药爆破方式会使得爆炸能量聚集于爆孔底部,导致上部岩石破碎效果不佳。为了提升岩石破碎效率和炸药能量利用率,需要从延长爆轰波持续作用时间和提升炸药能量利用率这两个角度考虑。在实际操作中,可以采用空气间隔装药的爆破机理来优化岩石破碎效果。这种方法能够使得爆轰波和孔壁岩石的作用时间有效延长,扩大爆轰波作用范围,从而达到更好的破碎效果。相比常规装药方式,空气间隔装药能够节省装药量,同时显著提升爆破能量利用率。空气间隔装药是通过在爆孔中设置空气隔离层来实现的。在装药时,爆孔中先放一层炸药,然后在炸药上方放置一个空气隔离层,再放置另一层炸药。这样,当炸药爆炸时,空气隔离层会形成一个缓冲区,使得爆轰波能够持续作用于孔壁岩石,从而延长了爆炸作用时间。此外,空气间隔装药还能够提高炸药的利用率。因为空气隔离层的存在,炸药的爆炸能量不能完全释放,而是被逐渐释放。如此一来炸药的利用率就得到了提高<sup>[2]</sup>。

### 4 矿区概况

位于中国西北黄土高原地区的一座煤矿,其生产能力达到了10.00Mt/a。该煤矿的开采方式采用了单斗卡车、半移动破碎站及带式输送机进行连续开采。整个煤矿共开挖形成了10个台阶工作面,其中岩层和煤台阶高分别为10.00m、11.00m。在煤矿的开采过程中,煤岩爆破使用了连续装药结构,炸药耗用量为 $0.17\text{kg}/\text{m}^3$ 。然而,在爆破后,岩层底部粉碎过度,而岩层上部存在明显的岩块,需要通过潜孔爆破进一步处理上部岩块。这导致了爆破成本的增加,因为潜孔爆破需要更多的爆破器材和人力成本。

### 5 空气间隔装药爆破技术的应用

#### 5.1 空气间隔装药爆破实验

在露天煤矿采场进行爆破试验时,为了保证爆破效果和安全,需要采取一系列措施。其中,采用直径200.00mm、长度分别为0.80m、1.00m、1.20m、1.50m的PVC管制作空气间隔器,再通过顶部带倒角的管帽封住PVC管上下端头,可以有效地隔离爆孔,避免因炸药装填不当而造成的意外事故。在选定5处面积相同的爆破试验岩区时,每个试验区设置5排,每排设置10个试验爆孔。为了保证爆孔的深度和孔位偏差控制在设计范围内,需要严格控制爆孔深度在设计孔深 $\pm 0.5\text{m}$ 的范围内,孔位偏差也应不出孔位设计值 $\pm 0.5\text{m}$ 。在填充炸药时,需要使导爆管

与爆孔内部紧密贴合,并等待铵油炸药装入后,根据次序放入不同长度的PVC管,通过爆孔填塞机装药,并确保填塞质量。这种结构可以有效地控制爆炸波的传播方向,提高爆破效果。

#### 5.2 爆破网络形式的选择

选择多排爆孔,逐孔爆破的方式可以提高爆炸效果。在矿山爆破作业过程中,爆破效果是非常关键的,因为它直接关系到后续的采矿工作进展<sup>[3]</sup>。通过选择多排爆孔,逐孔爆破的方式,可以充分利用炸药的能量,提高爆炸效果。这种方式可以让炸药在更多的方向上释放能量,从而达到更好的碎石效果。爆炸会产生移动和新的裂缝,为之后爆孔中炸药的起爆创造更多自由面。在爆炸的过程中,爆炸产生的冲击波和爆炸物的运动会产生移动和新的裂缝。这些移动和裂缝为之后爆孔中炸药的起爆创造更多自由面,从而提高爆破效果。在爆破作业中,需要根据矿石的特性来选择合适的爆炸方式,以达到最优的效果。采用炸药叠加爆破的方法,可以充分利用炸药的能量,达到均匀碎石的目的。炸药叠加爆破是一种常用的爆破方式,它可以充分利用炸药的能量,达到均匀碎石的目的。通过将多个炸药放在同一孔中,可以增加炸药的密度,从而提高碎石效果。这种方式可以让矿石更加均匀地破碎,便于后续采矿和处理。同时起爆的炸药量小,可以降低爆破带来的震动。在爆破作业中,爆破带来的震动是一个很大的问题,它会对周围环境产生不良影响。为了降低爆破带来的震动,可以采用同时起爆的炸药量小的方式。这种方式可以将炸药的能量分散在不同的孔中,从而降低了每个孔的炸药量,减少了爆炸产生的震动。同时,这种方式也可以提高爆破效果,使得矿石更加均匀地破碎。

#### 5.3 试验注意事项

①在装填之前,应重新检查爆孔深度,保证爆孔畅通,不发生卡眼现象。②在装药时,可以采用一根长长的塑料管子作为辅助装药,将药柱一个一个地放入爆炸孔内,这样可以有效地减小在直接装药时,药柱与爆炸孔壁之间的压力和摩擦,从而减小装药的危险。在装药过程中,必须严格按照规定的种类、数量、位置放置,严禁抛撒。③在装填炸药时,因爆孔直径较大,爆孔深度较深,应特别注意;避免了有石头从孔口落入孔中,将引信的引信打碎,从而产生了阻爆现象。④有时,装药车的计量误差会很大,因此,在装药过程中,必须时刻测量装药量,以便在装药过程中,及时发现装药量不足或过量时,及时返回。⑤要对爆孔质量进行严密监控,重视穿孔质量,保证高成孔率,在出现废孔或堵塞的情况下;要及时透孔或补孔,可以在废孔的左侧、右侧选择补孔,以确保装药量严格符合设计方案,确保装药量的精度、标准。

#### 5.4 爆破效果分析

随着PVC管气垫长度的增加,爆破后冲距减小。不使用PVC管空气间隔器的爆孔内,单孔炸药消耗为 $0.45\text{kg}/\text{m}^3$ ,

包含空气间隔器和炮渣长度在内的填充长度为 8.50m,爆孔爆破后冲距离超过 7.00m。而在气隙长度为 1.50m 的情况下,爆炸后冲击距离小于 3.00m,爆炸能量损耗很小,但在爆炸实验中,只有很小的裂缝;在岩体爆破中,不能满足设计要求。根据该露天煤矿现有的铲装装备的性能和运输能力,在爆破后,轮廓直径在 1.20m 以上的岩块就是大块的岩石,大块的岩石不能直接用铲装带走,需要使用合适的机械对其进行二次粉碎。实验结果表明,随着 PVC 管材气垫的长度增加,爆破后的块数数目增加,对掘进机的直接铲运不利。本露天矿的铲车运输系统,主要是通过集控中心的控制系统来完成对搬运过程的监视,并通过这个系统可以查询到在特定的地区和时间段内,挖机的实际铲车效率。采用了 PC-2000 反铲进行气隙炸药爆炸试验。从试验结果可以看出,随着 PVC 管空气间隔器长度的增大,挖机铲装效率呈现出下降的趋势。在 PVC 管空气间隔器长度分别为 0.80m、1.00m、1.20m 时,总体上没有太大的变化,但当空气间隔器长度增大到 1.50m 时,挖机铲装效率就会显著下降。为此,从爆破质量、成本和挖机铲装效率等方面考虑,提出了一种适用于露天矿的空气间隔装载机的设计方案。

### 5.5 试验结论

空气间隔装药技术在矿山爆破领域中日益被广泛采用。本次试验中,采用了空气轴向不耦合装药方式,其效果表现显著。相对于连续耦合装药方式,空气轴向不耦合装药方式能够有效地提高炸药利用率,降低爆炸成本。因为连续耦合装药方式会引起炸药的浪费,使得成本增加。同时,在空气径向不耦合装药方面,该技术还能够大大节约炸药使用,并降低成本。这是因为该技术利用了空气间隔的原理,让炸药在爆炸过程中能够更好地发挥作用,从而达到节约炸药使用的目的。此外,空气径向不耦合装药方式还能够防止根底现

象的发生,改善孔口矿石大块的情况,从而使得矿石的爆破效果更为理想。在本次试验中,空气轴向不耦合装药方式还结合了底部留空气间隔和岩渣填充技术,这些技术的运用能够更好地改善爆破效果。通过底部留空气间隔和岩渣填充,能够使得炸药在爆炸过程中更加充分地发挥作用,从而避免了根底现象的发生。此外,这些技术的使用还可以降低炸药使用量和总成本,进一步提高矿山爆破的效率和经济性。

## 6 结语

在矿业爆破技术中,空气间隔装药爆破方式已经成为一种非常有效的方法。相比常规的连续装药爆破方式,空气间隔装药爆破方式有着诸多优势。该技术可以明显减少大块岩石的数量。这是因为在空气间隔装药爆破方式中,爆破药包会被放置在岩石中的空隙中,这样一来,岩石中的空隙就会被破坏,从而减少大块岩石的数量。然而,在使用空气间隔装药爆破方式时,需要注意选择合适的 PVC 管空气间隔器长度。如果 PVC 管空气间隔器长度达到 1.50m 时,虽然爆破后的冲距离较小,但仍有较多的大块岩石没有被破碎,这会降低挖机铲装运输效率。因此,经过实验和研究,该露天煤矿最佳的 PVC 管空气间隔器长度被确定为 1.20m。通过选择合适的 PVC 管空气间隔器长度,可以最大程度地发挥空气间隔装药爆破方式的优势,从而提高矿山爆破的效率和效果。

## 参考文献

- [1] 张亮.空气间隔装药技术在露天矿山的应用[J].世界有色金属,2022(19):154-156.
- [2] 苗小虎,喻智,谭期仁,等.纳米比亚湖山轴矿空气间隔装药试验研究[J].中国矿业,2020,29(8):165-168.
- [3] 张占昌,陈需,袁文华.空气间隔装药爆破技术的研究[J].内蒙古煤炭经济,2020(4):17-18.