

# 复杂环境下铁路路堑爆破开挖安全技术研究

刘 斌\*

中国铁工投资建设集团有限公司 北京 101300

**摘要:** 在社会经济快速发展的状态下,爆破技术的应用也越来越广泛,社会经济快速发展对爆破的要求逐步提高,特别是在铁路工程建设方面爆破环境较为复杂,如果出现异常可能会影响爆破施工建筑周边的人员和重要设施,因此需要重视复杂环境下安全爆破施工工作。本文具体分析研究复杂环境下铁路路线爆破开挖安全技术,以供参考。

**关键词:** 复杂环境;爆破;铁路路堑;安全技术

**DOI:** <https://doi.org/10.37155/2717-5189-0310-43>

## 1 复杂环境下爆破技术研究发展概述

爆破技术广泛应用于水利工程、铁路工程和矿山工程,相比人工开挖技术,具有经济、高效等诸多特点,然而在爆破过程中可能会导致飞石、振动等,严重影响周边的环境,对人员产生伤害,特别是爆破震动效应和爆破飞石,不单单可能会影响周边的建筑物,还有可能会对附近居民的心理和安全产生影响,因此需要重视加强爆破作业的精细化处理,重点对爆破飞石和爆破震动进行控制。在居民区周边的工程还需要注意对爆破时产生的冲击波进行弱化,以保证附近人员和建筑物的安全。

当前相关学者从爆破防护和冲击波控制等各角度出发,研究了相应的爆破技术,如我国部分学者研究了通过主控起爆或小单响药量来对爆破振动进行控制,并且针对性地对包括方向进行优化,控制爆破飞石。另外有些学者通过间隔装药结构等技术使爆破时产生的震动降低,并且控制飞石的初始速度,然而这些研究主要是在环境较为单一的条件下去进行的,爆破时主要对部分对象进行保护,控制的范围较为有限。在复杂环境下进行爆破时需要综合化地对各种因素进行考虑,爆破的保护对象相对较多,因此需要注意重点对复杂环境下的爆破安全技术进行研究。我们在前人研究的基础上探讨分析爆区周边民房、铁路边坡和铁路路基的爆破振动控制分析,在既有铁路线和房屋建筑密集人员活动复杂的环境下进行爆破施工的技术。

## 2 案例分析

某车站站改工程主要在陕西省和河南省交界的区域,该区域对应既有宁西铁路长度为589米,在站改工程施工过程中需要开挖该铁路线路路基北侧区域。在施工过程中涉及路基土方量 $2.7 \times 10^4$ 立方米,土方开挖量达到了 $4.1 \times 10^3$ 立方米,在施工过程中工期非常紧,而且土方开挖量较大,因此使用爆破开挖技术。具体的爆区周边环境情况,如下图1所示。

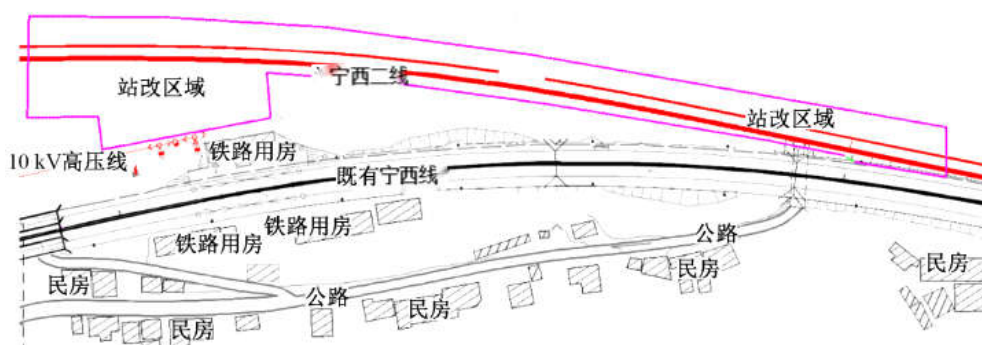


图1 爆区周边环境

对现场图进行分析,可以发现爆区西侧与铁路高压输电线路和车站站房紧密连接,而东侧以逐步并入既有铁路,而

\*通讯作者: 刘斌, 1978年10月6日, 汉族, 男, 湖北, 中国铁工投资建设集团有限公司, 高级经理, 高级工程师, 本科。

且现场爆区处于山坡顶部坡面下方有大量的居民民房和既有铁路，整个现场地形成斜坡状。通过对该区域的地层情况进行勘测分析，发现存在大量软土夹层。在此次施工中，需要注意对爆破产生的震动和飞石进行有效防控，因此需要重视与实际相结合，采取合理的爆破控制技术，加强安全防护，尤其需要注意对周边铁路设施和民房进行防控。

### 3 总体开挖方案

在此次爆破过程中，依照周边环境和地形地质情况与《爆破安全规程》和《铁路工程爆破震动安全技术规范》相结合，确定铁路设备设施的震动速度允许值在每秒5厘米内。在此过程中对开挖方案进行优化，通过预留岩墙精准微震控制爆破技术进行控制，距离较远位置使用深孔爆破开挖技术，距预留岩墙外6米位置使用浅孔爆破技术，保证爆破过程中延长的高度比主爆区高三米，以起到屏障的效果，具体如下图2所示。

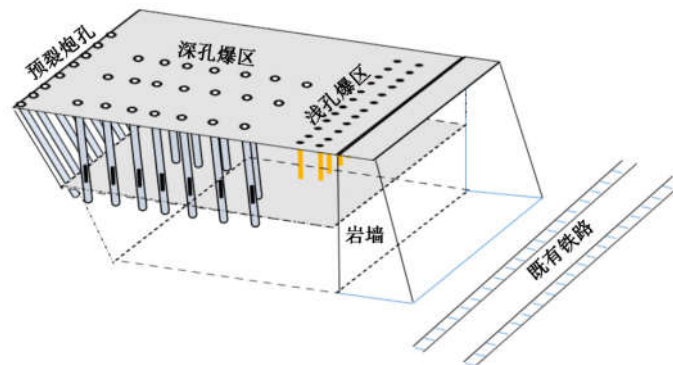


图2 不同的爆破方式分布示意

在对预留岩墙进行施工时，主要通过机械破碎和松动爆破等方式相结合，逐层进行拆除，在远离既有侧主要通过松动爆破方式进行拆除，而紧挨既有侧主要使用机械方式进行破碎。根据当前起爆顺序和现有地形情况对爆区抛掷方向进行设置，使其背对既有铁路。依照爆区的具体位置对爆炸时的炸药使用量和爆破规模进行有效控制，最大限度地避免爆破过程中出现的震动对周边的影响。为了使预裂爆破的质量提升，需要对爆破开挖过程中损伤路线的情况进行有效控制。在此工程当中使用新型同心不耦合护壁结构，具体如下图所示。在护壁设置过程中，使用半闭管作为重要载体，另外在炮管当中一侧使用乳化炸药，另一侧填充泡沫。

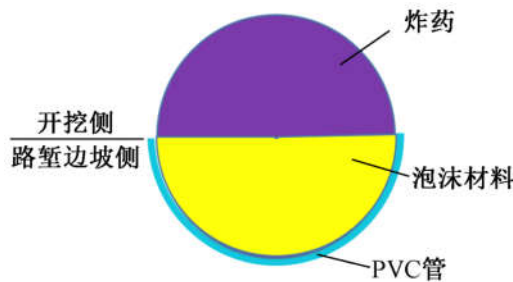


图3 新型同心不耦合护壁结构示意图

在爆破过程中，如果发现大块岩石则通过机械进行破碎。为了确保施工的连续进行，需要注意加强现场管理，提高装车出渣的效率，保证施工的安全。在爆破过程中需要根据爆破的位置设置多元化的防护措施，以便对爆破的分散物进行防控，防止一些飞散物飞到较远的区域，影响邻近居民的生活以及既有铁路的运行安全。

### 4 爆破方案

#### 4.1 爆破参数

在爆破过程中需要依照精细化爆破的具体设计理念与不同区域断面的特点相结合进行爆破，在本次爆破过程中设置6个爆破区域，采取针对性的方式进行爆破。在深孔爆破过程中，控制炮孔的直径在90毫米左右。每个炮孔的深度需要控制在8米到10米，对于浅孔松动爆破和常规浅孔爆破，则需要控制炮孔的深度到2.5米到2.7米，炮孔直径设置在42毫米左右。为了使爆破过程中的飞石得到有效控制，需要注意通过分层方式进行装药，合理设计炸药的单耗量。在

路线边坡施工中,主要使用预裂爆破的方式进行使用,新型同心不耦合装药结构来对起爆时的飞散物和爆破震动情况进行优化控制。

#### 4.2 起爆网络

通过研究分析发现要想对爆破震动波的叠加进行有效控制,可以使用炮孔内高段雷管、孔外使用低段雷管等方式进行。在现场爆破过程中,本工段的深孔爆破和浅孔爆破均使用MS12段导爆雷管进行,连接空间则使用MS3段导爆雷管进行连接。在预裂过程中通过导爆索联的方式对爆破时的冲击力进行弱化。由于爆区主要处在铁路旁,周边还有一些公共设施,因此需要采取合理措施对飞石的距离进行控制,使其处于安全范围内。首先对抵抗线大小进行合理确认,以防止临空面指向铁路,其次需要注意对炸药的单耗量和装药结构进行进一步的优化,使用石粉和黄粘土作为填塞材料,确保堵塞的长度符合要求。另外在爆区周边设置一些强度高、韧性好的材料进行覆盖防护。

### 5 爆破安全与防护

#### 5.1 飞散物防护

首先,被动防护网。在具体施工过程中在既有铁路一侧设置密目布鲁克防护网,这样可以避免飞散石侵入既有铁路,避免爆破过程中对铁路运营产生影响。其次,孔口炮被。爆破区域的炮孔表面均设置钢丝网和炮被,这样可以使飞石的初始速度减小,并且有效控制飞散距离,防止出现跳跃的问题。

#### 5.2 滚石防护

在本段爆破施工过程中需要在既有铁路的路线边坡旁进行。为了避免爆破过程中出现的震动对铁路侧边破岩石产生影响,造成开裂滑坡,可以通过刚性和柔性结合的防护方式进行防护。首先使用密目主动防护网进行防护,通过锚杆固定。密目防护网在防护边坡上对坡面岩石的滚动情况进行限制,该措施属于柔性防护,可以有效地将局部的集中载荷传递向四周,这样可以将系统的防护效果最大化的发挥出来。其次设置拦石排架,主要在预留岩墙坡脚位置布设一定量的拦石排架。在布设过程中横向排管的间距为1米,竖向排管的间距为1.1米。钢管主要使用直径为50毫米的无缝钢管,地锚深度需要超过1.5米,通过纵横的钢管交叉方式进行连接,以便保证排管的稳定性。最后综合化地对铁路上可能出现的薄弱设备进行分析,比如说接触网支柱等进行针对性的防护。在爆破过程中,如果破坏接触网支柱可能会导致整个线路出现断电瘫痪等现象。在施工过程中具体的防护措施为埋设工字钢保护接触网支柱。墙宽需要设定在2米以上,高度需要超过3.5米,另外还需要焊接一定量的斜撑和横撑,最后这种爆区侧位置码放一定量的沙包,以起到缓冲的效果。如果有必要还可以在接触网支柱和工字墙侧挂设一定量的废旧轮胎以避免工字墙倒塌后直接撞上接触网支柱。

### 6 结束语

通过验证分析发现此次施工计划安全高效,设置的爆破振动速度没有达到限定值。在爆破过程中铁路设备能够有效使用没有出现损坏,另外爆破过程中出现的飞石没有侵入铁路界限。在爆破过程中有效地保护了既有铁路和居民区,可以为复杂环境爆破施工提供一定的参考。

#### 参考文献:

- [1]叶朝良,张天宇.徐淮场路堑近邻建(构)筑物爆破安全防护技术[J].工程爆破,2018,24(2):127-128.
- [2]杜咸卫,曾赞文.复杂环境下中深孔爆破在石质路堑开挖中的应用[J].内蒙古公路与运输,2009(6):114-115.
- [3]戴雨,张宏洲,祁洪.复杂环境下公路路堑控制爆破开挖技术[J].山西建筑,2009,035(024):278-280.
- [4]陆安君,赵泽,宁波中铁.复杂环境条件“高边坡、半壁深挖路堑”控制爆破[J].中国科协2015年学术年会分论坛中国公路学会2015年学术年会,2017.
- [5]李建彬,陆秋孟,田爱军,等.复杂环境下超长路堑一次性爆破开挖技术[J].工程爆破,2009,15(1):134-135.