

劈裂管隧道光面爆破施工工法

(TGJGF-03·04-28)

中铁十九局集团有限公司

一、前言

2002年我局承建了洛湛铁路邵永段工程,其中洞里院子1*隧道工程是全线控制工期工程,进出口均位于不同半径的缓和曲线上,设计采用薄型衬砌,掘进采用光面爆破。我们在施工过程中,从有效控制隧道开挖质量、工程成本、施工安全及施工进度等方面考虑,采用了大连博龙爆破器材厂生产的劈裂管进行隧道光面爆破,爆破效果理想,经济效益显著,本隧道提前25d贯通,保证了全线工程按期完成。本工法就是对此工程总结后形成的。

二、工法特点

1. 可使炮孔间距扩大1.6~2.0倍,从而减少了凿岩工作量,缩短了隧道施工循环时间,加快了施工进度,降低了工程成本。
2. 劈裂管采用偶合装药,操作方便,有利于深孔爆破(最深可达6m)。
3. 对光爆面内侧岩石进行爆破,对外侧影响很小,减少危石,有利于围岩的稳定,提高了安全性。
4. 炮眼痕留率在98%以上,提高工程质量。
5. 可根据不同围岩类别进行爆破设计。

三、适用范围

本工法适用于施工环境复杂、工期要求紧、质量要求高、围岩级别在Ⅲ级以上的隧道开挖施工。

四、工艺原理

劈裂管光面爆破比传统的光面爆破对围岩起到更有效的保护作用,两侧预爆裂方向不仅能控制,而且尽可能提高爆破能量,强化爆破切割效果和爆碎效果,最大限度地减少了对预留岩体的扰动。

高效能控制爆破劈裂管结构见图1。其主要部分作用如下。

1. PZY材料

PZY材料是一种缓冲削压效果优于空气的材料,因此高效能控制爆破劈裂管预留岩体侧采用了PZY材料做保护层,起到了比传统光爆更有效的保护作用,而两侧预裂方向和落岩方向上不仅不控制,而且尽可能提高爆破能量,强化爆破切割效果和炸碎效果。



图1 高效能控制爆破劈裂管

2. 聚能结构

在管内沿其轴向设计了两条聚能结构,具体情况在“间隔聚能装药爆破技术与应用”(《煤炭学报》第22卷第一期,1997年2月)一文中已有介绍。据分析,当炸药爆炸时,在炮孔的连线方向两侧产生射流。产生的射流与孔壁碰撞后形成驻点压力,在孔壁上切割裂缝,紧接着爆生气体准静压力随之作用于炮孔壁,使射流切割裂缝进一步扩展,直到炮孔间贯通。同时此结构又起到了确定裂缝方向的作用。

在实际应用中,聚能效应使炮孔孔距大大增加,约是传统光爆技术的1.6~2.0倍,光爆劈裂管爆破技术,炮孔密集系数在1.0~2.0,消除了产生大块的原因,是对传统光爆技术的大的突破。

3. 落岩方向上的结构

在落岩的方向上,为了提高传递给岩石的能量,加大岩石中的应变值,促进裂隙的生成和发育,控制爆破劈裂管采用偶合装药结构。

五、施工工艺

(一) 工艺流程(见图2)

(二) 材料

- 1. 炸药 采用2#岩石炸药,其猛度为2mm,爆力为320mL。
- 2. 劈裂管 采用大连博龙爆破器材厂生产的劈裂管(专利技术)。
- 3. 雷管 采用普通毫秒延期导爆管火雷管。
- 4. 塑料导爆管 采用的导爆管外径3.0mm,内径1.4mm,爆速1950m/s。

(三) 施工要点

- 1. 钻爆设计 要根据不同的围岩级别采用不同的钻爆设计。
 - 2. 施工准备 施工前要全面复核地质资料,准确掌握围岩级别。同时进行设备检查调试,使其能顺利投入生产。
 - 3. 钻孔 根据设计要求,用皮尺丈量布置炮孔,用白灰浆画圈后,将钻机钻头对准所画圆圈,施钻至设计孔深,退出钻机,移到另一炮孔。
 - 4. 装药准备 根据所钻炮孔数量及用药量,将劈裂管、炸药、黏土等运到洞内,给劈裂管内装药及安装导爆管,将装好药和导爆管的劈裂管装入各炮孔,用黏土塞好。
- 在安装劈裂管时应注意:光爆劈裂管具有方向性,每发产品两头各有插头元件,往炮孔装药时可以一管接一管连续装药,准确定位,如图3所示。施工时,须将PZY的结构面对准预留岩体或围岩,插座圆孔对准轮廓线切割方向,装药剂的结构面对准岩体爆落方向,如图4所示。
- 5. 接线 按设计起爆网路,将各段雷管分别连接在一起(一般是前排为低段数的,后排为高段数的)。

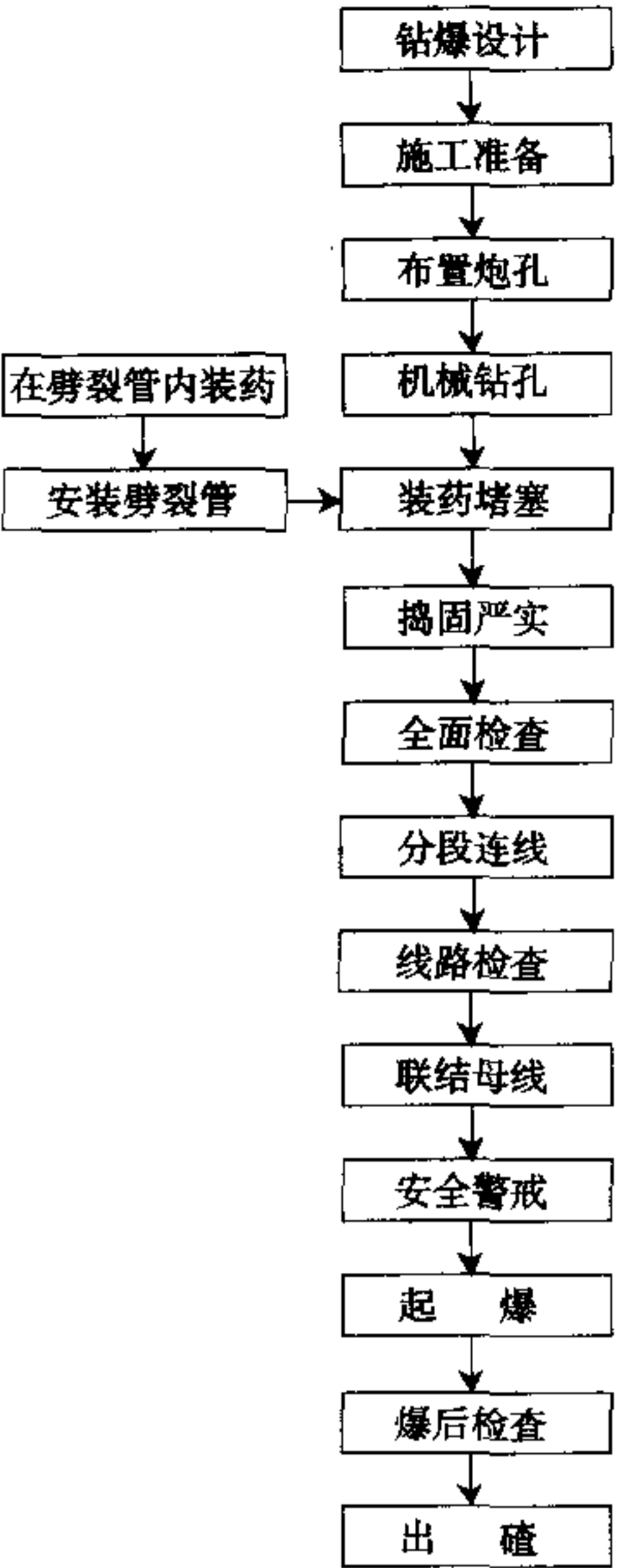


图2 工艺流程

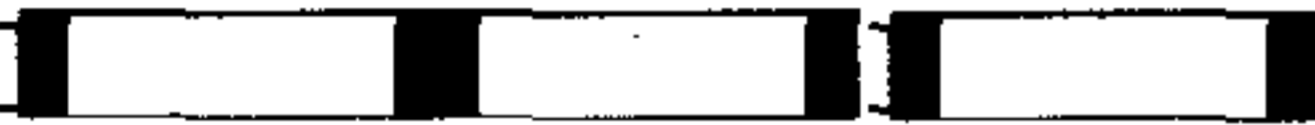


图3 劈裂管连接

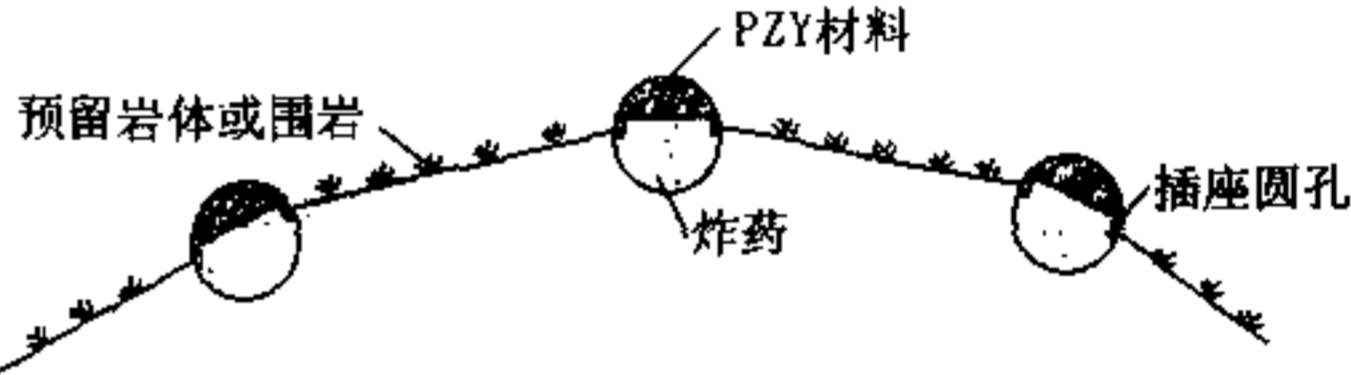


图4 劈裂管安装

- 6. 起爆 经检查连线无误后,将人员设备撤离到安全地点,鸣笛挥旗警戒,点火起爆。

六、主要设备(见表1)

表1 主要设备

序号	名称	型号	数量(台)	用途	产地
1	风枪	7655 型	3	钻孔	中国
2	空压机	英格索兰 12m ³	1	为风枪供风	中国

七、劳动组织(见表2)

表2 劳动组织

工种	人数	说明
现场指挥	1	负责人员、设备撤离及起爆指挥
技术人员	2	工程师、助理工程师各1名
安全员	1	负责设备、人员安全
风枪手	3	钻孔
测量	3	测设炮孔位置、标高及控制测量
爆破工	1	联结母线及起爆

八、质量控制

1. 隧道开挖应根据地质条件、开挖断面、掘进循环进尺、钻眼机具等进行钻爆设计,钻爆设计应根据爆破效果调整爆破参数。

2. 周边眼与辅助炮眼眼底应在同一垂直面上,掏槽眼应加深 10cm。

3. 要对已钻炮孔进行检查,发现问题及时纠正。

4. 爆破时应根据围岩级别选用适当的炸药品种。

5. 装药前必须对劈裂管、炸药、导爆管等进行详细检查,确认没有问题后方可使用。

6. 装药时用铁钉塞住聚能孔,以防炸药装入孔内,聚能孔失效。

7. 装药时注意,不要装得过实,一般 0.125kg/管。

九、安全措施

本工法除应遵照《爆破安全规则》及相应规范外,为确保安全,还应采取以下措施:

1. 进行全员安全意识教育;

2. 指挥部和队级均设专职安全员,指定放炮指挥员和起爆员;

3. 施工人员必须戴安全帽,装药场地严禁吸烟;

4. 爆破后先由排险人员进洞排险,然后其他施工人员方可进洞;

5. 劈裂管应存放在自然通风良好且干燥的库房内,轻拿轻放,严禁与火源接触。

十、效益分析

以洛湛铁路洞里院子 1[#]隧道为例分析本工法的效益情况。

1. 经济效益

普通光爆法周边爆破费用折合每延米 617.88 元。劈裂法周边爆破费用折合每延米 397.21 元,比普通光爆法每延米降低成本 220.67 元。由此可见,采用劈裂管进行光面爆破可大大降低工程成本,提高企业经济效益。

2. 社会效益

提高施工效率,缩短工期。

同类围岩(Ⅲ)普通光面爆破与劈裂管光面爆破炮眼布置情况比较见表 3。

表 3 炮眼布置情况比较

炮眼类别	普通光面爆破			劈裂管光面爆破		
	深度/m	炮眼间距/m	炮眼痕留率/%	深度/m	炮眼间距/m	炮眼痕留率/%
周边眼	3.0	0.5~0.6	90	3.5	0.8~1.2	98
辅助眼	3.0	0.7	90	3.5	0.9	98
掏槽眼	3.1	0.2	90	3.6	0.3	98

十一、工程实例

洛湛铁路洞里院子 1[#]隧道长 565m,其地貌为剥蚀低山,自然坡度 40°~70°,局部为陡崖,植被较发育,灌木丛生,表层为 Q^{el+dl} 砂黏土,硬塑,厚 0~5m,部分地段出露 DZT 砂岩,石英砂岩夹页岩,中等风化,厚层状,属单斜构造,发育少量基岩,试验地段围岩类别为Ⅳ级。

在我们进行劈裂法试验时,周边眼采用的爆破参数为:间距拱部为 0.8m,边墙为 1.2m,眼深为 2.3m,光爆劈裂管偶合装药。根据在其它领域以往试验经验,我们采用了 4[#] 岩石炸药,爆破完毕后效果不明显,于是,积极开展 QC 小组活动,查找出主要原因是 4[#] 岩石炸药猛度过大造成的。因此在其它参数不变的情况下,我们改用 2[#] 岩石炸药,爆破完毕后炮眼痕留率 98% 以上,并且岩面平整稳定,对预留岩体扰动极小,最大限度地保证了预留岩体的完整性,加大施工过程中安全系数,延长隧道使用寿命,效果非常理想,达到了预期目的。

执笔:樊忠祥 付秀英 安文杰 王小明 徐文松