

# 黑龙江省工程建设省级工法申报材料

## 隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法

龙建路桥股份有限公司

二〇二〇年四月

# 目 录

1. 工法申报表·····	1
2. 工法具体内容材料·····	9
3. 企业级工法批准文件复印件·····	22
4. 工程应用证明原件·····	30
5. 经济效益证明原件·····	32
6. 科技查新报告·····	35
7. 反映应用工法施工的工程照片·····	47

# 1、省级工法申报表

# 黑龙江省工程建设省级工法申报表

( 2019 年度)

工法名称: 隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法

申报单位: 龙建路桥股份有限公司

推荐单位: 龙建路桥股份有限公司

申报时间: 2020年4月10日

## 省级工法申报表填写说明

1、“申报单位”栏：必须是申报表中所填写的主要完成单位。

2、“推荐单位”栏：应是申报单位所在地（市）建设行政主管部门或委托的建筑业协会。

3、“主要完成单位”栏：最多填写1家，应与“主要完成单位意见”栏中的签章名称一致。

4、“通讯地址”及“联系人”：指申报单位的地址和联系人。

5、“主要完成人”栏：最多填写5人。

6、“重新申报项目”指该工法已批准为省级工法，但批准年限超过六年，其内容仍符合省级工法申报条件的工法项目。

7、“工法应用工程名称及时间”栏：如工程应用少于3项，应填写申报表中“工法成熟、可靠性说明”栏。

工法名称		隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法		
主要完成单位		龙建路桥股份有限公司		
通讯地址		哈尔滨市南岗区嵩山路 109号	邮编	150009
联系人		黄明玉	电话	13624517670
主要完成人	姓名	职务	职称	工作单位
	牛艺淋	质检部部长	工程师	黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司
	苗海龙	总经理	高级工程师	黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司
	刘忠刚	项目总工	高级工程师	黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司
	黄明玉	工程部部长	高级工程师	黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司
	王鑫	项目经理	助理工程师	黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司
工法应用的工程名称及应用时间		1、郑州至西峡高速公路尧山至栾川段土建工程 YLTJ-3 标段 2016年10月—2019年12月		
工法关键技术名称、组织鉴定时间和单位				
工法关键技术获科技成果奖励的情况				
原工法名称、完成单位、省级工法批准文号及工法编号(重新申报项目填写此栏)				

工法内容简述:

目前,修建公路、铁路、兴建水利电力工程,矿山开采国防建设等,无论是隧道还是隧洞开挖,无论是巷道还是坑道开挖,目前基本是采用钻爆方法,所以提高钻爆技术对加快施工建设非常重要。隧道开挖除了钻爆法,还可以使用“掘进机”(TBM),我国已进行了尝试,但就目前情况分析,不会有很大的发展,其原因是运输困难、费用高,并不比钻爆法施工优越;在国外,究竟采取掘进机开挖好还是钻爆方法好,看法意见也不一致。就目前国内实际情况,采用钻爆法是隧道掘进施工的主导,长大隧道掘进施工是工程的关键,洞内施工环境、掘进进尺及充分利用炸药的性能等诸多技术难题有待解决,否则直接影响到施工安全、施工质量、施工进度、施工成本等诸多方面问题。为此,我公司以“加强隧道爆破技术,减少超欠挖造成浪费”为理念,结合两种爆破技术,采用节能、环保、减材、提效的理念对隧道开挖时的超欠控制严格把关进行多方面的经验总结。并在2018年、2019年本单位施工的特长隧道进行了实验,并形成隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法。

该工法主要是特长隧道II、III、IV级围岩,采用两种爆破形式相结合的方式对围岩进行爆破,可以降低爆破后的粉尘浓度、减少爆破用材料、提高开挖进尺效果,缩短工期。

该技术在郑西高速尧栾段木札岭隧道进行了应用,通过隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法确保爆破时能量射流能够沿着拱部断面发挥气刃作用的对能量切割技术使爆破应力波作用、爆轰气体的膨胀作用、聚能射流的气刃作用在岩体形成裂缝的瞬间能够有机结合、相互作用,从而实现光面爆破机理和聚能爆破机理的有机结合,减少爆破造孔工作量20%~30%、减少单位面积装药量10%~20%,节约成本10%~20%,还可以大大减小爆破对保留岩体的危害作用和增强拱部围岩的稳定性,并且加快施工进度。

关键技术及保密点(如有专利权,请注明专利号):

关键技术:

1、高速公路隧道周边切缝药包阶段预裂爆破,有效削弱了爆破振动对围岩和初支面的破坏效应,提高炮眼残留率95%以上,保障了爆破“安全”可控。

2、通过实验对比隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法与传统的钻爆技术在提高施工进度、绿色施工节能环保等方面具有优势。

3、确定隧道液体和楔形药卷组合爆破技术最佳装药结构，提高爆破效果、节约炸药用量。

保密点：

确定液体袋内添加何种化学制剂，从改善炸药氧平衡和爆破后有毒气体吸入。

专利情况：

已报发明专利申请，审批中。

技术水平和技术难度（与省内外同类技术比较）：

1、技术水平：

隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法对洞内施工环境及掘进进尺具有显著的“节能环保提效”作用，该问题一直是施工单位需要解决的技术难题，解决工程爆破存在多年已久的未能充分利用炸药能量和严重污染环境等两大难题。近年来，在高速公路中，长、大隧道的施工显的尤其关键，而采用隧道液体和楔形药卷组合爆破施工技术，有效解决了在长、大隧道开挖过程中存在进度慢、洞内环境差、用炸药量大、超欠挖难以控制的难题。本文通过隧道液体和楔形药卷组合爆破施工技术在木札岭隧道长大断面施工的成功应用，进一步完善了隧道爆破技术的施工工艺和突破了这项应用技术的经济效果。

2、技术难度：

调配外加剂的添加数量，爆破炸药的起爆顺序。因围岩每延米的硬度均有所变化而且不可控。可以添加根据实时围岩强度而确定装药的数量及炮眼间距。

工法成熟、可靠性说明（当工法工程应用少于3项时填写）

郑西高速公路尧山至栾川段 YLTJ-3 标段，隧道为分离式隧道，外加斜井，合计长度 10016 米，该工程 2016 年 10 月开工，2019 年 12 月完工。其中 8227 米隧道爆破施工全部采用了《隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法》施工，通过前期的爆破施工进行了不断改进和完善，经过 3 年爆破施工，技

术已成熟，至全部工程完工，应用效果非常好，该技术已成熟、可靠。应用该工法提高了炸药能量利用率、提高了施工效率、提高了经济效益，改善了洞内施工作业环境，爆破工程质量可靠，该技术先进，操作简单，节省了工期，降低了工程成本，经济效益和社会效益显著，受到了业主的好评。

工法应用情况及应用前景：

#### 1、工法应用情况

该工法应用于河南省郑西高速尧栾段 YLTJ-3 标段木札岭隧道出口及隧道斜井的施工，有效保证了工程质量，提高了炸药能量利用率，改善了洞内施工作业环境，提高了整体施工效率，降低了工程施工成本，保证了洞内施工安全，取得了较好的经济效益和社会效益。

#### 2、应用前景

通过对隧道液体和楔形药卷组合爆破施工技术的研究与应用，液体间隔爆破技术具有“三提高一改善”的显著作用，即提高了炸药能量利用率、提高了施工效率、提高了经济效益和改善了洞内施工作业环境，针对洞内半封闭施工作业环境问题，采用隧道液体和楔形药卷组合爆破施工技术，加入改善炸药爆炸过程氧平衡、吸附炸药爆炸后有毒气体分子的混合液体，爆破后大大降低爆破有毒气体对环境的污染，同时通过定向爆破的方式提高超欠挖控制效果，具有显著的经济效益和社会效益，具有广阔的应用前景。

经济效益和社会效益（包括节能和环保效益）：

#### 1、经济效益

隧道液体和楔形药卷组合爆破施工技术在河南省郑西高速尧栾段 YLTJ-3 标段木札岭隧道出口及隧道斜井的应用，有效保证了隧道爆破质量，提高了炸药能量利用率，改善了洞内施工作业环境，提高了整体施工效率，降低了工程施工成本，每循环节约炸药 211.2 元，节约工期 129 天，约合 174.7 万元，取得了较好的经济效益。

#### 2、社会效益

通过对隧道液体和楔形药卷组合爆破施工技术的研究与应用，该爆破技术具有“三提高一改善”的显著作用，即提高了炸药能量利用率、提高了施工效率、提高了经济效益和改善了洞内施工作业环境，针对洞内半封闭施工

作业环境问题，采用隧道液体和楔形药卷组合爆破施工技术，加入改善炸药爆炸过程氧平衡、吸附炸药爆炸后有毒气体分子的混合液体，爆破后大大降低爆破有毒气体对环境的污染，改善了洞内施工作业环境，楔形药卷有效的降低了超欠挖尺寸，有很好的推广价值，社会效益显著。

主要完成单位意见：

我公司承建的郑州至西峡高速公路尧山至栾川段土建工程 YLTJ-3 标段，隧道爆破施工中采用了《隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法》，该技术将光面爆破机理和聚能爆破机理有机结合，减少爆破造孔工作量 20%~30%、减少单位面积装药量 10%~20%，节约成本 10%~20%，还可以大大减小爆破对保留岩体的危害作用和增强拱部围岩的稳定性，并且加快施工进度，具有良好的经济效益和社会效益。同意申报黑龙江省工程建设省级工法。

公章：



2020 年 4 月 10 日

推荐单位意见：

1、如工法应用工程实例少于 3 项时，对该工法关键技术的可靠性和成熟性提出意见：

郑西高速公路尧山至栾川段 YLTJ-3 标段，该工程 2016 年 10 月开工，2019 年 12 月完工。其中 8227 米隧道爆破施工全部采用了《隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法》，通过三年的隧道爆破施工，进行了不断改进和完善，至全部工程完工，应用效果非常好，该技术已成熟、可靠。该技术先进，操作简单，节省工期，降低成本，经济效益和社会效益显著。同意申报黑龙江省工程建设省级工法。

2、推荐意见：



2020 年 4 月 10 日

## 2、工法具体内容材料

# 隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法

龙建路桥股份有限公司

牛艺淋 苗海龙 刘忠刚 黄明玉 王鑫

## 1 前言

目前，修建公路、铁路、兴建水利电力工程，矿山开采国防建设等，无论是隧道还是隧洞开挖，无论是巷道还是坑道开挖，目前基本是采用钻爆方法，所以提高钻爆技术对加快施工建设非常重要。隧道开挖除了钻爆法，还可以使用“掘进机”（TBM），我国已进行了尝试，但就目前情况分析，不会有很大的发展，其原因是运输困难、费用高，并不比钻爆法施工优越；在国外，究竟采取掘进机开挖好还是钻爆方法好，看法意见也不一致。就目前国内实际情况，采用钻爆法是隧道掘进施工的主导，长大隧道掘进施工是工程的关键，洞内施工环境、掘进进尺及充分利用炸药的性能等诸多技术难题有待解决，否则直接影响到施工安全、施工质量、施工进度、施工成本等诸多方面问题。

我们根据炸药爆轰波理论和水中爆炸理论，结合两个研究方向。

1、研究液体间隔爆破水中冲击波的形成和传播规律，借助弹性波理论，分析煤体内初始应力状态。根据应力波理论，研究岩体中爆炸应力波传播与衰减规律，研究岩体破坏区的形成过程。分析炸药爆炸性能参数、装药结构参数、岩体物理力学性质等参数对隧道水间隔爆破应力的影响，为隧道水间隔爆破技术提供理论依据。研究乳化炸药的基本性能，分析改善炸药氧平衡方法。我们采用理论分析、数值模拟计算、实验研

究相结合的方法研究隧道液体间隔爆破应力波传播规律和破岩机制，通过数值计算结果和实验结果对理论分析的正确性与合理性进行验证；研究液体水袋中加入一定量的化学试剂改善炸药氧平衡和爆破后有毒气体吸附。

2、研究隧道爆破楔形药卷对隧道爆破时周边眼起到爆破后环向能量链接从而有效的提高了爆破产生的能量对围岩的切割作用，有效的控制了能量散发对周边围岩产生的破碎效果，使之可有效的控制洞内的超挖问题，可有效的降低湿喷混凝土超方问题，超欠挖问题一直以来都是隧道施工中难以控制的技术难题，解决爆破时能量的散发问题是本项的研究重点。

隧道开挖时通过液体间隔爆破应力波传播规律和破岩机制作用于掏心眼及辅助眼水契作用，以及楔形药卷对隧道爆破时周边眼起切割作用，相互结合以达到最佳的开挖爆破效果。

## 2 工法特点

2.1 隧道液体和楔形药卷组合爆破 技术最佳装药结构，提高爆破效果、节约炸药用量。

2.2 液体袋内添加何种化学制剂，从改善炸药氧平衡和爆破后有毒气体吸附减少人体伤害和环境污染。

2.3 有效削弱了爆破振动对围岩和初支面的破坏效应，提高炮眼残留率 95%以上，保障了爆破“安全”可控。

2.4 通过隧道液体和楔形药卷组合爆破 技术公路隧道 II、III 级围岩直眼掏槽爆破，增加围岩爆破后的破碎程度达到 90%岩块直径 30CM 以

内，实现爆破能量的“高效”利用。

2.5 楔形药包定向断裂控制爆破技术，弧形切面平顺，实现对爆生裂纹扩展的“精准”控制。

### 3 适用范围

本工法适用于公路隧道、引水洞、II、III、IV级硬质围岩的开挖爆破技术。

### 4 工艺原理

4.1 通过对水不偶合和空气不偶合的情况理论计算对比分析，在同一炮孔中进行不同偶合介质的爆破时，水比空气具有更好的传能作用，液体间隔爆破技术较常规爆破方法具有其明显的技术优势。

4.2 运用 ANSYS/LS-DYNA 软件对隧道内岩体过程进行数值模拟计算结果符合理论计算结果，该方法是可行的。

4.3 常规爆破与隧道液体和楔形药卷组合爆破 的施工对比研究结果，表明液体间隔比常规爆破能提高炮眼利用率、岩石破碎均匀及大块率低、轮廓线圆顺、环保效果也较为理想。

4.4 液体袋中加入一定量的还原剂尿素较纯水的情况对氮的氧化物有更好的吸附作用。

4.5 围岩壁上留存 50%以上半面炮眼痕迹，较好的保持了隧道围岩的稳定，超欠挖控制符合规范要求，为后续衬砌施工创造了有利力条件，减少了超挖和回填混凝土数量。

### 5 施工工艺流程及操作要点

#### 5.1 施工工艺流程

施工工艺流程见工艺流程图（图 5-1）

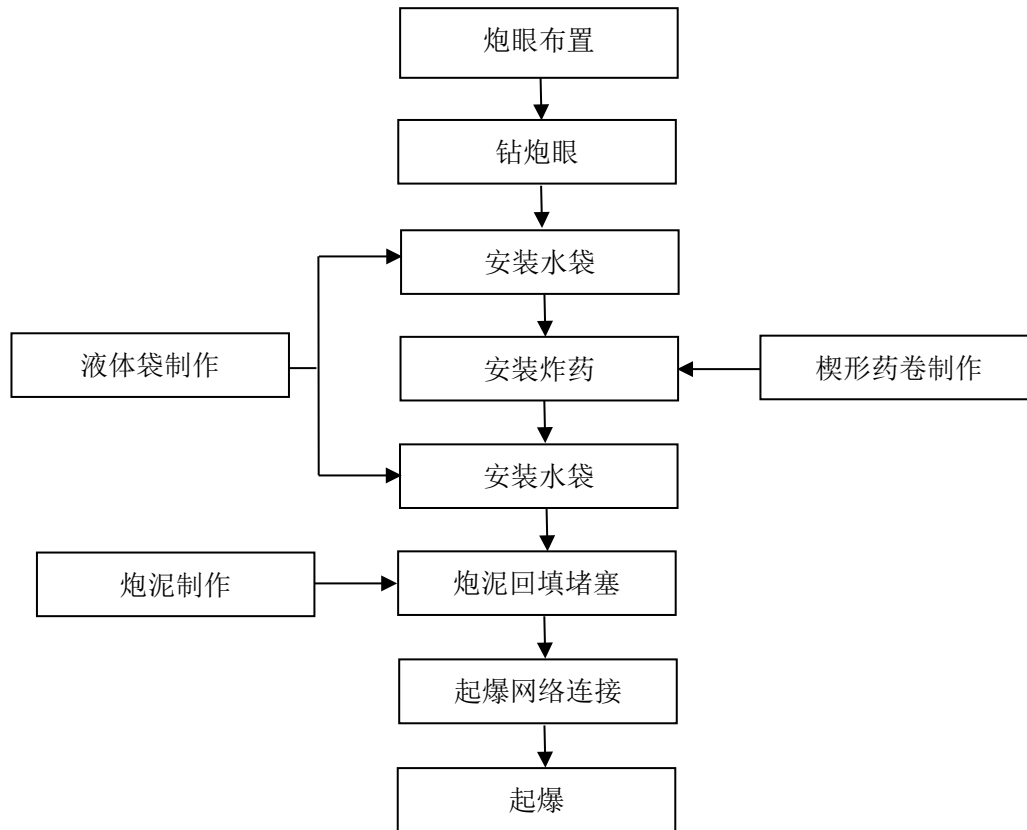


图 5.1 隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工艺流程图

## 5.2 施工工艺操作要点

### 5.2.1 炮眼布置

**掏槽眼：**掏槽眼用来先掏出开挖面上的一部分岩石，增加临空面，改善其它炮眼爆破条件。掏槽眼开挖采用复式楔形掏槽。

考虑到岩石坚硬程度，采用复式楔形掏槽。有 4 对对称的斜眼，成对的在炮眼地集中炸出一个楔形空间。楔形掏槽眼孔口距为分别 80cm、40cm，底口距分别为 20cm、20cm，孔深为 1.9m、3.8m。

**辅助眼：**辅助眼用以扩大掏槽的体积，为周边眼爆破创造有利条件。辅助眼应交错均匀地布置在周边眼与掏槽眼之间，并垂直于开挖面打眼，

力求爆下的石渣块体大小适合装渣要求。

辅助眼炮眼间距为 0.85~0.9m，抵抗线  $W=0.7\sim 0.9\text{m}$ ，炮眼深度为 3.6m。

周边眼（光面爆破）：周边眼是指沿边缘轮廓线布设的炮眼。炮眼间距  $a=0.50\text{m}$ ，抵抗线  $W=0.65\text{m}$ ，炮眼深度为 3.6m，孔底向轮廓线外倾斜 10cm。

底眼：垂直于开挖面打眼，炮眼间距为 0.55~0.6m，底眼抵抗线  $W=0.65\text{m}$ ，炮眼深度为 3.6m，孔底向轮廓线外倾斜 10cm。

严格按照炮孔布置图布孔，以确保爆破质量。周边孔外插角  $1^\circ\sim 2^\circ$ ，炮孔相互平行，周边孔在断面轮廓线上开孔，周边孔布孔误差环向不大于 5cm。掏槽孔布孔误差不大于 3cm，其他炮孔布孔误差不大于 10cm。

### 5.2.2 钻炮眼

钻眼前先检查开挖断面中线、水平和断面轮廓以及炮眼布置与设计相符后再进行钻眼。钻眼采用人工作业台架上用气腿式凿岩机钻眼或者采用作业台车上钻眼。钻眼从上往下进行，避免在钻眼过程中掉下的石碴堵塞已钻好的孔眼。炮眼钻好后用高压风进行清孔以及按炮眼布置图进行检查并作好记录。不符合要求的炮眼要重钻，经检查合格后方可装药爆破。

### 5.2.3 液体袋、炮泥、楔形药卷制作

液体袋：装水的塑料袋为长 22cm 聚乙烯塑料袋，是由塑料厂家专门加工制作而成、厂家定制楔形药卷。水袋制作的关键是封口，装水时不

宜过满，充满水袋的 90%即可，将袋口扎紧。水袋放置、运输时有轻微变软，不影响装填及最后的爆破效果。隧道爆破，一般为水平炮眼，为便于装填水袋，水袋长一般为 200mm，直径 35mm，厚度 0.8mm。通过对比研究，液体袋中加入一定量的还原剂尿素较纯水的情况对氮的氧化物有更好的吸附作用。

炮泥制作:炮泥的主要成份以黏土和细砂为宜，在与水搅和之前，如有石块必须拣出，小石过多应过筛。炮泥应按照粘土含砂率控制在 10%左右，含水率控制在 15%左右的比例制作。如砂过多，炮泥成形较差，过少则炮泥比重小；水要适中，过少起不到粘合及降尘作用，过多炮泥软，不易捣固坚实。

楔形药卷:厂家定制楔形药卷，周边眼间距直接控制开挖轮廓线平整度的主要因素，一般  $E = (12 \sim 15) d$ ，其中炮眼直径  $d = 35 \sim 45 \text{cm}$ ，对于节理发育，层理明显的围岩地段，周边眼的间距可适当减小，也可在两个炮眼之间。

#### 5.2.4 安装水袋、安装炸药、炮泥回填堵塞

从炮眼底到炮眼口依次装填水袋、炸药、水袋和炮泥，它们之间的连接必须紧密。装填水袋时，用炮棍轻轻推到炮眼一定位置；回填堵塞炮泥时，除与水袋接触的炮泥之外，其余回填堵塞的炮泥要用炮棍捣固坚实。

#### 5.2.5 起爆网络连接

导爆管毫秒雷管孔内延时簇联起爆网路，采用即发电雷管将各孔外的导爆管簇连，簇连的导爆管每把不多于 15 跟，各电雷管采用串联方式，

然后采用电起爆器来起爆网路。

### 5.2.6 起爆

起爆方法：采用多段毫秒微差导爆管雷管一次起爆方法。

炮眼起爆顺序为：掏槽眼—扩槽眼—辅助眼—底板眼—辅助眼由里向外逐层起爆—周边眼。

## 6 材料与设备

### 6.1 材料

主要工程材料见表 6.1。

表 6.1 主要材料表

序号	材料名称	规格形号	备注
1	雷管	非电毫秒雷管	
2	炸药	乳化炸药	
3	水袋		聚乙烯塑料制成
4	炮泥		粘土制成
5	楔形药卷		厂家定制

### 6.2 设备

主要工程机械设备如表 6.2

表 6.2 主要机械设备一览表

序号	设备名称	形号	单位	数量	备注
1	炮泥机	PNJ-1 形	台	1	
2	水袋自动封装机	PSP-1 形	台	1	
3	炸药车		台	1	
4	自卸车		台	2	
5	挖掘机	PC300	台	1	

6	装载机	ZC50	台	2	
7	钻爆台车		台	1	
8	凿岩机	YT-28	台	30	
9	空压机	20m <sup>3</sup>	台	4	
10	发电机	TZH75(200kw)	台	1	
11	配电柜	SL200	台	2	

## 7 质量控制

### 7.1 工程质量控制标准

工程施工质量按《公路隧道施工技术细则》 JTG/T F60-2009、《公路隧道施工技术规范》（JTG F60-2009）执行。

### 7.2 质量控制要求

7.2.1 炮眼的深度、角度、间距应按设计要求确定，并应符合下列精度要求：

①掏槽眼：眼口间距误差和眼底间距误差不得大于 5cm；

②辅助眼：眼口排距、行距误差均不得大于 5cm；

③周边眼：沿隧道断面轮廓线上的间距误差不得大于 5cm，周边眼外斜率不得小于 5cm/m，眼底不超出开挖面轮廓线 10cm，最大不得超过 15cm。

7.2.2 药前应将炮眼内泥浆、石屑吹洗干净，已装药的炮眼应及时用炮泥堵塞，周边眼的堵塞不宜小于 30cm。

7.2.3 光面爆破均应采用不耦合装药。光面孔应按设计图纸钻凿在一个布孔面上，钻孔偏斜误差不超过 1°。

### 7.3 质量保证措施及注意事项

7.3.1 钻爆作业必须按照钻爆设计进行钻眼、装药、接线和引爆。

7.3.2 钻眼前应定出开挖面中线，水平线和断面轮廓，标出炮眼位置，经检查符合设计要求后方可钻眼。

7.3.3 装药前应对作业场地、爆破器材堆放场地进行清理，装药人员应对准备装药的全部炮孔进行检查。

7.3.4 严格认真清洗炮眼，防止有棱角的碎石在填塞水袋时划破水袋而引起水袋漏水，导致炸药受潮失效。

7.3.5 水袋要盛满水，封口密实，不漏水。合格的水袋坚实挺拔，方便装填炮眼中。

7.3.6 在使用前 2h~3h 制作炮泥，以避免时间过长，炮泥失水变硬。

7.3.7 严格地按照设计要求控制装药量，并由专人负责认真做好导爆管与雷管连接，做好炮孔的堵塞。

7.3.8 若出现盲炮，应立即通知爆破工程师到现场指导处理，对于起爆线路完好的可重新联线起爆。不能重新起爆的抗水炸药，可采用打平行眼的方法进行引爆。

## 8 安全措施

8.1 遵照中华人民共和国行业现行标准《公路工程施工安全技术规程》、《爆破安全规程》、《民用爆炸物品安全管理条例》、《爆破作业人员安全技术考核标准》的要求进行。

8.2 对每次爆破必须制定爆破专项施工方案，严格控制爆破规模和最大安全装药，爆破专项施工方案须经专家论证，并经审核通过再实施。

8.3 加强爆破器材的管理，使用严格按照《爆破安全规程》、《民用爆炸物品安全管理条例》的规定执行。

8.3 协调统一规定爆破时间，并经当地公安等部门批准。爆破时间一旦确定，不得随意更改。

8.4 装药前应对作业场地、爆破器材堆放场地进行清理，装药人员应对准备装药的全部炮孔进行检查。

8.5 在爆破前，指定专人警戒，并发出爆破警戒和视觉信号，警戒人员在主要路口和地段分片包干负责，并利用通信设备向爆破负责人报告警戒区范围的人员，机械设备撤离情况，在确认无任何安全隐患后才可实施爆破。如作区内施工单位同时作业，需进行协调，统一指挥。

8.6 爆破作业人员必须佩戴安全帽，装药，堵塞及起爆网联接，严格按照爆破设计执行。严格控制爆破振动和飞石飞散距离。进行爆破时，所有人员撤离至安全地点。

8.7 隧道开挖爆破后，经通风吹散炮烟、检查确认地下空气合格后、等待时间超过 15min，方准许作业人员进入爆破作业地点。

8.8 爆破后必须由有经验的爆破员按规定时间进入现场，检查是否残留哑炮，对危石，危坡进行必要的处理，确认安全后，发出解除警戒信号，恢复正常工作。

8.9 处理盲炮前应由爆破领导人定出警戒范围，并在该区域边界设置警戒，处理盲炮是无关人员不准进入警戒区。

8.10 隧道中必须使用 36V 以下低压电源照明时，线路必须绝缘良好，灯泡与药堆间距大于 2m。

8.11 间距小于 20m，一个隧道工作面需进行爆破时，相邻工作面的人员必须撤离至安全地点。

8.12 爆破后人员进入工作面之前，必须用水喷洒爆堆并进行充分通风。

8.13 隧道工作面要有新鲜风通流，装药前和起爆前必须检查爆破地点 20m 以内风流中的沼气浓度，其值小于 1%。

## 9 环保措施

9.1 以国家有关环境保护的法律、法规为准绳，贯彻“预防为主、强化环保意识，诚信守法、营造绿色”的方针，实现环境保护目标。

9.2 在满足施工要求的前提下，尽量减少爆破的次数和用药量。安排工作人员轮流施工，减少接触高噪声的时间；对距噪声源较近的施工人员，采取戴防护耳塞或头盔等劳保措施外，还适当缩短其劳动时间；对居民区 150m 以内施工现场的施工时间加以限制。

9.3 采用微差分段较少一次起爆药量，并控制每次爆破规模。

9.4 施工期间不随意破坏设计范围外的任何植被及超占设计范围外的任何土地。

9.5 弃渣的处置：严禁在河流、沟渠旁及弃土场以外的任何地方倾倒弃渣。项目将弃渣用于便道施工和石方路基施工。

## 10 效益分析

### 10.1 经济效益

木札岭隧道在 YLTJ-3 标段内出口左线全长 4448 米，右线全长 4467 米，斜井 1101 米，以 II、III 级围岩为主，隧道围岩主要为花岗岩，较硬。

采用隧道液体和楔形药卷组合爆破施工技术掘进与传统采用炮孔无

回填堵塞的常规爆破相比，每循环多掘进了 0.5m，并节省了炸药 17.6kg，每循环可节省炸药 211.2 元，节省 45.72 万元；爆破 8227m 则可少钻爆 326 个循环，缩短施工时间 129d，共节省 174.7 万元。

## 10.2 社会效益

通过对隧道液体和楔形药卷组合爆破施工技术的研究与应用，试验表明，隧道液体和楔形药卷组合爆破施工技术具有“三提高一改善”的显著作用，即提高了炸药能量利用率、提高了施工效率、提高了经济效益和改善了洞内施工作业环境，针对洞内半封闭施工作业环境问题，采用隧道液体和楔形药卷组合爆破施工技术，加入改善炸药爆炸过程氧平衡、吸附炸药爆炸后有毒气体分子的混合液体，爆破后大大降低爆破有毒气体对环境的污染，显著的改善了洞内施工作业环境，爆破后轮廓线圆顺，具有很好的社会效益，减少了环境污染。

## 11 应用实例

### 11.1 应用实例一

郑西高速公路尧栾段 YLTJ-3 合同段，木扎岭特长隧道长 6537 米，为分离式隧道，在 YLTJ-3 合同段内隧道左线起讫桩号 ZK26+300~ZK30+748，全长 4448m，右线起讫桩号 K26+300~K30+767 全长 4467m，斜井起讫桩号 MJK0+000~MJK1+1101，全长 1101m，隧道合计长度 10016m，该工程 2016 年 10 月开工，计划 2019 年 12 月完工。隧道 8227 米爆破施工全部采用《隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法》施工，应用该工法提高了炸药能量利用率、提高了施工效率、提高了经济效益，改善了洞内施工作业环境，爆破工程质量可靠，该技术先进，操作简单，节省

了工期，降低了工程成本，经济效益和社会效益显著，受到业主的好评。

### 3、企业工法批复文件复印件

# 龙建路桥股份有限公司

---

## 关于公布2019年度优秀工法评比结果的通知

各权属企业：

为做好技术创新工作，推进工法的开发和应用，公司于2019年10月13日组织开展了2019年度优秀工法的评比工作。经专家组评审，二公司完成的“钢纤维混凝土路面施工工法”等54项工法被评为龙建路桥股份有限公司2019年度优秀工法（评比结果附后），现予以公布。

希望各单位结合本单位实际，积极学习、推广应用这些优秀工法，并鼓励各项目积极采用新技术、新工艺并及时进行技术总结，不断提高企业自主创新能力，使公司施工技术再上新台阶。

附件：2019年度龙建路桥股份有限公司优秀工法名单



## 龙建路桥股份有限公司二〇一九年度优秀工法名单

序号	工法名称	完成单位	主要完成人
1	大尺寸锥底钢套箱施工工法	黑龙江省龙建路桥第一工程有限公司	孙龙龙、陈伟、侯昭涛、宁长远、刘振
2	大直径永久钢护筒深水施工工法	黑龙江省龙建路桥第一工程有限公司	孙龙龙、陈伟、侯昭涛、宁长远、刘振
3	钢混叠合梁桥现浇桥面板施工工法	黑龙江省龙建路桥第一工程有限公司	赵子玉、李绪森、李明、刘振、宁长远
4	钢梁多点自平衡步履式顶推施工工法	黑龙江省龙建路桥第一工程有限公司	刘晓峰、张野、史伟鉴、徐浩、宁长远
5	极寒地区钢梁低温焊接施工工法	黑龙江省龙建路桥第一工程有限公司	左念斌、史伟鉴、李明、徐浩
6	桥面多点连续浇筑筑装施工工法	黑龙江省龙建路桥第一工程有限公司	徐乾胤、徐万众、赵继国、姜海军、贾磊
7	混凝土预制梁保温养护施工工法	黑龙江省龙建路桥第一工程有限公司	徐万众、刘金鑫、张思远、赵继国、郭明炎
8	超大矩形斜角墩柱钢筋骨架整体吊装施工工法	黑龙江省龙建路桥第一工程有限公司	赵子玉、刘晓峰、李明、刘振、宁长远
9	寒区填石路基大吨位压实施工工法	黑龙江省龙建路桥第二工程有限公司	陈殿文、崔会林、宋洪志、王勇、田时宁

## 龙建路桥股份有限公司二〇一九年度优秀工法名单

序号	工法名称	完成单位	主要完成人
10	钢纤维混凝土路面施工工法	黑龙江省龙建路桥第二工程有限公司	魏学海、方 卉、李广利、李长城、陆海洋
11	掺粉煤灰片石混凝土高挡墙施工工法	黑龙江省龙建路桥第二工程有限公司	赵 福、陈海洋、李成名、谷庆峰、宋洪志
12	水泥搅拌桩处理桥涵构造物台背回填施工工法	黑龙江省龙建路桥第二工程有限公司	崔彦臣、房海青、姜广裘、王凤政、宋洪志
13	自密实流态粉煤灰台背回填施工工法	黑龙江省龙建路桥第二工程有限公司	李广利、王金波、单玉龙、朱洪志、潘旭
14	脱硫石膏改良盐碱土掺拌施工工法	黑龙江省龙建路桥第二工程有限公司	张忠柱、许志双、赵希成、崔彦臣、宋洪志
15	拱涵三向调节移动模架施工工法	黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司	黄明玉、王 晶、陈玉波、刘 伟、牛艺淋
16	锚杆（锚索）框架梁折臂钻机成孔施工工法	黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司	黄明玉、刘洪涛、任怀军、刘艳彬、陈士辉
17	隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法	黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司	牛艺淋、苗海龙、刘忠刚、黄明玉、王 鑫
18	抗滑嵌入式封层施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	孔祥东、陈文峰、田景波、董连续、付英文

## 龙建路桥股份有限公司二〇一九年度优秀工法名单

序号	工法名称	完成单位	主要完成人
19	融冰型 SMC 超薄磨耗层与胶体矿物乳化石封层施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	田景波、付英文、陈文峰、孙志利、衣承昕
20	高寒地区煤矸石填筑路基施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	王心智、孙明刚、田景波、孔祥东、衣承昕
21	盖板式边沟 L 型帽石和盖板底座组合体分离式快速施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司 龙建路桥股份有限公司第七分公司	王心智、唐国富、孔祥东、于 磊、董连续
22	路基边坡植草生态袋防护施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	石育魁、田景波、孙志利、李升亮、王心智
23	川水泥混凝土路面就地再生水泥稳定碎石施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	王心智、田景波、刁再炬、李志辉、董连续
24	生态植生混凝土护坡施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	王心智、孙明刚、张 楠、温洪源、史立明
25	钢构物聚氨酯防腐涂料快速施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	王 艳、王心智、高 歌、赵继文、付百彦
26	小型灌木密集栽植施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	孙明刚、孔祥东、田景波、付英文、王文会
27	反季节移植落叶乔木施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	马 勇、孙明刚、李志辉、赵继文、郁云野

## 龙建路桥股份有限公司二〇一九年度优秀工法名单

序号	工法名称	完成单位	主要完成人
28	胶拌高磨光石抗滑性透水路面施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	陈彦君、孙明刚、付英文、衣承昕、高歌
29	拼装式植栽垂直绿化施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	张楠、王文会、田景波、史立明、温洪源
30	基于 BIM 协同技术的园林景观栽植施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	史立明、王艳、田景波、温洪源、孔祥东
31	生态无砂透水混凝土路面施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	李伟、张艳红、孙宇、王艳、李政国
32	下沉式绿地生态植草沟施工工法	黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司	李伟、张艳红、沈义、刁再炬、朱有伟
33	抽拉式铰接钢芯模预制箱梁施工工法	黑龙江省龙建路桥第五工程有限公司	石常亮、徐茂林、李玉国、康国东、张天星
34	过水浅滩卵石层基坑开挖施工工法	黑龙江省龙建路桥第五工程有限公司	刘长刚、曲剑辉、刘召辉、李海亮、陶晓明
35	现浇箱梁顶推纠偏及支座更换施工工法	黑龙江省龙建路桥第五工程有限公司	兰俊杰、祖秉丞、陈颖磊、刘德福、张天星
36	新型旋流式泥浆分离施工工法	黑龙江省龙建路桥第五工程有限公司	刘长刚、曲剑辉、李海亮、康国东、张天星

## 龙建路桥股份有限公司二〇一九年度优秀工法名单

序号	工法名称	完成单位	主要完成人
37	钢-混凝土梁翼缘板现浇支架施工工法	黑龙江省龙建路桥第五工程有限公司	黄伟修、丁鹏、高德丰、关向鹏、李玉国
38	钢-混凝土组合梁桥面板临时支撑施工工法	黑龙江省龙建路桥第五工程有限公司	黄伟修、丁鹏、关向鹏、高德丰、王智超
39	全砂层超长钻孔桩水上冬季施工工法	黑龙江省龙建路桥第五工程有限公司	黄伟修、刘德福、李玉国、王超、邱宇龙
40	高速公路复合式路面混凝土表面裸化施工工法	黑龙江省龙建路桥第六工程有限公司	谭洪亮、孙明刚、王伟波、周晓峰、陈彬
41	高寒地区桥梁非结构裂缝贴钢板维修加固施工工法	黑龙江省龙建路桥第六工程有限公司	陈彬、孙明刚、王伟波、周晓峰、谭洪亮
42	高速公路改扩建工程新旧路衔接处路面面层加铺抗裂聚酯布施工工法	黑龙江省龙建路桥第六工程有限公司	朱振龙、陈海军、谭洪亮、王伟波、周晓峰
43	二维码收发料自动算量信息化管理施工工法	黑龙江省龙建路桥第六工程有限公司	陈彬、王伟波、周晓峰、金毅、谭洪亮
44	高寒地区煤矿采空区路基处理施工工法	黑龙江省龙建路桥第六工程有限公司	于潇、王鹏飞、谭洪亮、王伟波、周晓峰
45	迎水路面以路代堤施工工法	龙建路桥股份有限公司第七分公司	李达龙、唐国富、刘玉双、孙晓荣、王博

## 龙建路桥股份有限公司二〇一九年度优秀工法名单

序号	工法名称	完成单位	主要完成人
46	水泥混凝土路面拖拉机悬挂摊铺铲施工工法	龙建路桥股份有限公司第七分公司	刘晓虹、张艳红、张振旺、林树峰、李晓枫
47	寒冷地区涵洞破碎锤施工工法	龙建路桥股份有限公司第七分公司	陈涛、张艳红、张振旺、刘晓虹、沈义
48	白密实混凝土白色路面补修施工工法	龙建路桥股份有限公司第七分公司	郑立君、唐国富、陈涛、林树峰、齐杰
49	高寒地区公路防冻胀砂砾垫层施工工法	龙建路桥股份有限公司第七分公司	郑立君、陈涛、唐国富、齐杰、马丽英
50	寒区特殊路段预应力高强混凝土管桩施工工法	龙建路桥股份有限公司第七分公司	齐杰、唐国富、王举东、陈涛、郑立君
51	过街管嵌入式立管雨水口施工工法	黑龙江龙捷市政轨道交通工程有限公司	赵明峰、周英勇、刘长祥、任镜达、秦宇飞
52	寒区桥头锥坡灰土分层填筑施工工法	黑龙江龙捷市政轨道交通工程有限公司	许峰、周英勇、刘长祥、王晓丹、任镜达
53	旧路改扩建工程窄帮宽段贫混凝土基层施工工法	黑龙江龙捷市政轨道交通工程有限公司	周英勇、付道明、赵明峰、刘长祥、邢万里
54	埋入式波形梁护栏安装与调试施工工法	黑龙江省北龙交通工程有限公司	刘润来、刘兵、张晖、王朝阳、伍广亮

## 4、工程应用证明原件

## 应用证明

由龙建路桥股份有限公司承建，黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司施工的郑西高速公路尧山至栾川段 YLTJ-3 合同段，负责施工路基、桥涵、隧道工程，长度 13.1 千米。其中木札岭隧道在 YLTJ-3 标段内出口左线全长 4448 米，右线全长 4467 米，斜井 1101 米，以 II、III 级围岩 8227 米，2016 年 10 月开工，2019 年 12 月完工。

该标段木札岭隧道出口及斜井中 II、III 级围岩石 8227 米，爆破施工中全部采用《隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法》施工，有效保证了隧道爆破质量，提高了炸药能量利用率，改善了洞内施工作业环境，爆破后轮廓线圆顺，减少了环境污染，提高了整体施工效率，降低了工程施工成本，经济效益和社会效益显著。

特此证明。

河南省尧栾西高速公路建设有限公司

二〇二〇年三月九日



## 5、经济效益证明原件

## 效益证明

由龙建路桥股份有限公司承建，黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司施工的郑西高速公路尧山至栾川段 YLTJ-3 合同段，负责施工路基、桥涵、隧道工程，长度 13.1 千米。其中木札岭隧道在 YLTJ-3 标段内出口左线全长 4448 米，右线全长 4467 米，斜井 1101 米，以 II、III 级围岩 8227 米，2016 年 10 月开工，2019 年 12 月完工。

该标段木札岭隧道出口及斜井中 II、III 级围岩石 8227 米，爆破施工中全部采用《隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法》施工，有效保证了隧道爆破质量，提高了炸药能量利用率，每循环多掘进 0.5m，节省炸药 17.6kg，合 211.2 元，爆破 8227m 则可少钻爆 326 个循环，节约工期 129 天，该施工技术共产生经济效益 174.7 万元，

特此证明。

龙建路桥股份有限公司财务部

二〇二〇年三月十六日

## 效益证明

由龙建路桥股份有限公司承建，黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司施工的郑西高速公路尧山至栾川段 YLTJ-3 合同段，负责施工路基、桥涵、隧道工程，长度 13.1 千米。其中木札岭隧道在 YLTJ-3 标段内出口左线全长 4448 米，右线全长 4467 米，斜井 1101 米，以 II、III 级围岩 8227 米，2016 年 10 月开工，2019 年 12 月完工。

该标段木札岭隧道出口及斜井中 II、III 级围岩石 8227 米，爆破施工中全部采用《隧道液体和楔形药卷组合爆破施工工法》施工，有效保证了隧道爆破质量，提高了炸药能量利用率，每循环多掘进 0.5m，节省炸药 17.6kg，合 211.2 元，爆破 8227m 则可少钻爆 326 个循环，节约工期 129 天，该施工技术共产生经济效益 174.7 万元，

特此证明。

黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司财务部

二〇二〇年三月十六日



## 6、科技查新报告

报告编号: 2020200200036N

查新委托人要求密级: 非密

## 科技查新报告

项目名称: 隧道液体和楔型药卷组合爆破施工技术

委托人: 黑龙江省龙建路桥第三工程有限公司

委托日期: 2020年 月 27日

查新机构(盖章): 黑龙江省科技信息中心

查新完成日期: 2020年 3月 4日

中华人民共和国科学技术部

二〇〇〇年制

查新项目 名称	隧道液体和楔型药卷组合爆破施工技术					
查新机构	名称	黑龙江省科技信息中心				
	通信地址	黑龙江省哈尔滨市中山路 204号	邮政 编码	150001		
	查新远程委托网址	<a href="http://cx.hljkj.cn">http://cx.hljkj.cn</a>				
	联系人	李丽娜	电话	82619721	传真	82660946
查新 委托人	课题技术 负责人	牛艺淋	电话号	18646201825		
一、查新报告用途 用于项目鉴定。						
二、查新项目科学技术要点  通过液体和楔型药卷组合爆破施工技术确保爆破时能量射流能够沿着拱部断面发挥气刃作用的对能量切割技术使爆破应力波作用、爆轰气体的膨胀作用、聚能射流的气刃作用在岩体形成裂缝的瞬间能够有机结合、相互作用，从而实现光面爆破机理和聚能爆破机理的有机结合，减少爆破造孔工作量 20%~30%、减少单位面积装药量 10%~20%，节约成本 10%~20%，还可以大大减小爆破对保留岩体的危害作用和增强拱部围岩的稳定性，并且加快施工进度。						

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址：<http://cx.hljkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同填写样例及其它科技信息咨询服务内容。

### 三、查新点与查新要求

#### 查新点:

1、高速公路隧道周边切缝药包阶段预裂爆破，有效削弱了爆破振动对围岩和初支面的破坏效应，提高炮眼残留率95%以上，保障了爆破“安全”可控。

2、通过隧道液体和楔型药卷组合爆破施工技术确保爆破时能量射流能够沿着拱部断面发挥气刃作用的对能量切割技术使爆破应力波作用、爆轰气体的膨胀作用、聚能射流的气刃作用在岩体形成裂缝的瞬间能够有机结合、相互作用。

3、光面爆破机理和聚能爆破机理的有机结合，减少爆破造孔工作量20%~30%、减少单位面积装药量10%~20%。

#### 查新要求:

现要求检索国内文献。对上述查新点与相关的国内科技文献、专利文献及其他公开报道进行分别和综合对比分析；证明在国内是否有与上述查新点相同或类似的报道。

### 四、文献检索范围及检索策略

#### 1. 本查新机构具备的科技文献资源类别及检索系统

(1) 文献类型：政府科技鉴定成果(国外政府科技报告)、国家专利、学术期刊、学位论文、学术会议论文、报纸科技报道、技术标准、高新技术产品、网络主页确切数据等；

(2) 专业类：数学、物理、化学、海洋学、气象学、地球物理学、化工、材料、生物、医药卫生、中医药、农业、水利、林业、建筑、建材、食品、电子、计算机、冶金、机械、纺织、造纸、电力、能源、石油、石化、环境、地质、交通运输、航空、航天、以及社会科学等领域。

(3) 国内数据系统：国家科技图书文献中心(NSTL)；中国科学院文献服务系统(CSCD)；中国科技情报所系统(万方)；中国科技情报所西南分院系统(维普)；清华同方系统(CNKI)；全球产品样本数据库 Global Product；中国知识产权局中国知识产权局信息中心系统；中国技术监督局标准化研究所标准检索及文献系统；中国电力信息中心系

在科技项目管理信息系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址：<http://cxh.kj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同填写样例及其它科技信息咨询服务内容。

统：中国化工文献系统；中医药文献检索系统；国家食品药品监督管理局信息检索系统；中国生物卫生文献检索系统；超星数字图书馆；黑龙江省科技成果检索系统；黑龙江省创新产品检索系统。此外还将应用 Internet 网页上的确切数据。

(4) 国外数据系统：Dialog(美)、STN(德、日、美)等综合性国际联机检索系统。其中包括：科学引文索引(SCI, 美)、工程索引(EI, 美)、科学技术会议录索引(ISTP, 美)、化学文摘(CA)、科学文摘(INSPEC, 英)、科学文摘(PASCAL, 法)、人文科学引文索引(SSCI, 美)、德温特专利, 联合国教科文专利, 欧洲、美国、日本、俄罗斯专利等 600 多种国外权威检索系统的科技、经贸及商业数据。此外, 还将利用 Internet 网页上的确切数据。

## 2、本次查新范围及检索使用的数据资源：

本次查新范围：

国内数据资源：

**通用文献数据库：**中国科技成果数据库 (STAC) 1981-；国家级科技授奖数据库；黑龙江省科技成果数据库 (<http://cg.hljkj.cn/>)；黑龙江省高新技术产品认定数据库 (<http://hljhi.hljkj.cn/gxjscp/>)；中国适用成果数据库 (CSTAD) 1983-；全国科技成果交易库 (NDSTRIT) 1987-；中国新产品数据库 (XCP)；中国科技经济新闻数据库 1992-；中国科技期刊全文数据库 (CNKI) 1994-中国学位论文数据库 (CDDDB) 1981-；中国学术会议数据库 (CACP)；中国科技经济新闻数据库；中国企业产品数据库；中国重要报纸数据库；国家科技文献中心 (NSTL)

**知识产权检索数据库：**中国专利数据库 (IPC) 1985-；中国专利服务中心数据库；计算机软件著作权登记数据库

**专用数据库：**1986-；工程科技数据库；中国机械工程文摘数据库

**互联网网站：**

## 3、主题词或关键词：

破；隧道；液体；楔型药卷；药卷；光面爆破；聚能爆破；爆破造孔；装药量

## 4、检索策略

(该检索策略不针对具体数据源；凡检索式行尾为逻辑符，下行首将重复该符以示两行为同一检索式)

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址：<http://cxh.jkj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同填写样例及其它科技信息咨询服务内容。

## 国内系统

S1 爆破 AND 隧道 AND ( 液体 OR 楔型药卷 OR 药卷 OR 光面爆破 OR 聚能爆破 OR 爆破造孔 OR 装药量)

## 五、检索结果

根据委托人提供的查新点内容和查新要求,我们开展了充分地国内文献系统检索和网络搜索引擎数据检索,检索结果说明如下:

## 1、命中相关文献数目

相关文献 8 篇,均为一般那相关文献。

## 2、国内系统命中文献

[1] 期刊论文“单线铁路隧道新微台阶带仰拱一次爆破开挖施工技术研究”涉及通过实际调研、理论分析等手段,提出台阶尺寸拟定的基本原则,建立维护微台阶稳定的精准爆破设计体系,开发“W型”爆破网络、研制可缩式轻量化带滑移装置作业平台,形成了新微台阶带仰拱一次爆破开挖技术。

[2] 期刊论文“隧道下穿既有房屋段控制爆破措施实例”涉及针对某地铁区间隧道下穿既有房屋段的情况,结合既有爆破对其的影响,提出新的爆破控制参数,如调整循环进尺、钻孔直径、增加大直径水平空孔、周边眼采用小药卷不连续大直径高度不耦合的复合模式等,从而降低爆破对既有房屋的影响,保证隧道顺利穿越。

[3] 期刊论文“水压聚能爆破技术在隧道施工中的应用”。

[4] 期刊论文“光面爆破技术在向莆铁路青山山特长隧道工程中的应用”涉及采用钻爆法施工;隧道围岩以Ⅱ~Ⅲ级为主,采用全断面法开挖;进出口与浅埋段等为Ⅳ、Ⅴ级围岩,采用台阶法施工;围岩较差段采用弧形开挖预留核心土法施工。不同级别围岩采用了针对性的爆破设计。

[5] 专利“大药卷光面爆破技术在路堑边坡开挖中的应用”涉及基于蒙内铁路路堑边坡光面爆破,对其爆破参数设计与施工工艺所取得的成果进行详细分析,为类似路堑边坡工程施工开挖提供借。

[6] 期刊论文“标准药卷光面爆破在隧洞掘进中的应用”涉及在深圳市东部供水

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cxh.kj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同填写样例及其它科技信息咨询服务内容。

工程西河潭隧洞施工中,应用 3 2 普通药卷代替小直径光爆药卷,通过调整装药结构,在 II 至 V 类围岩光面爆破中,取得了良好的爆破效。

[7] 专利“隧道开挖水压爆破施工方法”涉及台车就位和排险;(2)测量布眼及钻孔;(3)安装炸药、水袋及炮泥:周边眼挖设隧道掌子面圆弧周边,周边眼采用如下方法安装炸药、水袋及炮泥:周边眼采用空气间隔、不耦合装药,眼底部分药量高于其他部分药量;掏槽眼采用斜眼掏槽,与开挖面间的夹角为  $65^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ;扩槽眼、辅助眼、内圈眼、底板眼均采用连续耦合装药,雷管埋入孔底药卷,聚能穴朝孔口方向;炮眼孔底装水袋,装药结束后再装入水袋,再采用炮泥堵塞孔眼。

[8] 专利“一种大截面隧道控制爆破振速的施工方法”涉及确定施工段爆破对周围围岩的爆破振速上限;确定循环进尺的距离;选用乳化炸药和相邻两段间爆破间隙大于 50ms 的非电毫秒雷管;采用斜眼楔形掏槽眼,并挖取辅助眼、底板眼和周边眼;在周边眼采用不偶合间隔装乳化炸药的药卷,将药卷用传爆线串联在竹片上,保持药卷架空居于所述周边眼内;确定起爆顺序为由掏槽眼到辅助眼,再到底板眼,再到周边眼;根据爆破振速上限、起爆顺序、爆破器材参数、循环进尺距离、地质情况以及爆破点到测量点的距离确定单段允许乳化炸药的药量上限。

在以上命中文献之外,未发现与查新点更加密切相关的国内文献。

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cxh.kj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同撰写样例及其它科技信息咨询服务内容。

## 六、查新结论

据上述检索及分析结果，命中文献 8 篇均为一般相关文献。

其中与查新点较为接近的是：

[1] 期刊论文（中铁二局集团有限公司）“单线铁路隧道新微台阶带仰拱一次爆破开挖施工技术研究”；[2] 期刊论文（绿地城市投资集团湖南科技大学岩土工程稳定控制与健康监测重点实验室土木工程学院）“隧道下穿既有房屋段控制爆破措施实例”；[6] 期刊论文（珠海市正茂公司）“标准药卷光面爆破在隧洞掘进中的应用”；[7] 专利（广西路桥工程集团有限公司）“隧道开挖水压爆破施工方法”，上述文献均涉及但未涵盖本项目技术特征点。

经与上述对比分析，可见本项目研究的隧道液体和模型药卷组合爆破施工技术的以下内容具有独特性：

1、高速公路隧道周边切缝药包阶段预裂爆破，有效削弱了爆破振动对围岩和初支面的破坏效应，提高炮眼残留率 95% 以上，保障了爆破“安全”可控。

2、通过隧道液体和模型药卷组合爆破施工技术确保爆破时能量射流能够沿着拱部断面发挥气刃作用的对能量切割技术使爆破应力波作用、爆轰气体的膨胀作用、聚能射流的气刃作用在岩体形成裂缝的瞬间能够有机结合、相互作用。

3、光面爆破机理和聚能爆破机理的有机结合，减少爆破造孔工作量 20%~30%、减少单位面积装药量 10%~20%。

综上所述，目前国内“单线铁路隧道新微台阶带仰拱一次爆破开挖施工技术研究”已有报道，但技术方案与本项目特征点不同。

可见，在国内，具有本项目上述特征的隧道液体和模型药卷组合爆破施工技术研究未见报道。

查新员(签字):

查新员职称:

工程师

审核员(签字):

审核员

职称:

高工

科技查新专用章

查新专用章

2020年 3月 4日

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址：<http://wxch.kj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同填写样例及其它科技信息咨询服务内容。

## 七、附件清单(如本清单内说明附文献全文,该全文在报告总页数之外)

### 1. 国内相关文献文摘 8 篇:

## 八、备注

1. “国内相关文献”指在国内数据源和工具中检索命中的文献。不排除在国内检索系统中命中国外人士发表的文献、专利或报道。反之亦然。出自本查新委托人文献,在不影响证明项目新颖性前提下不全部载入附件。

2. 报告中命中的文献题目、相关情况说明、摘要及提供的全文均为相关数据库原文内容,未经文字改动,未加入任何查新人员理解内容。

3. 我们按照科技查新规范进行查新、文献分析和审核,并得出上述查新结论。本报告共 10 页。

4. 本机构及我们个人获取的报酬与本报告中的分析、意见和结论无关,也与本报告的使用无关。

## 附件

1

单线铁路隧道新微台阶带仰拱一次爆破开挖施工技术研究

作者: 杨家松

单位: 中铁二局集团有限公司

摘要: 为解决单线铁路隧道IV、V级石质围岩采取常规微台阶爆破开挖存在的问题,进一步推广运用微台阶法,在总结常规微台阶爆破开挖所存在的问题基础上,通过实际调研、理论分析等手段,提出台阶尺寸拟定的基本原则,建立维护微台阶稳定的精准爆破设计体系,开发“W型”爆破网络、研制可伸缩轻量化带滑移装置作业平台,形成了新微台阶带仰拱一次爆破开挖技术。通过中老铁路友谊隧道工程实践的验证,该工法既可避免常规微台阶爆破开挖存在的缺点,又能大幅提升标准化管理水平和工程进度,可实现施工管理常态化。

基金: 中国中铁 A 类重大课题,编号 2018-重大-10、2019-重大-01;

关键词: 单线铁路隧道;新微台阶法;带仰拱开挖;精准爆破;工装;

分类号: U455.4

2

隧道下穿既有房屋段控制爆破措施实例

作者: 刘方雄 安永林

单位: 绿地城市投资集团湖南科技大学岩土工程稳定控制与健康监测省重点实验室土木工程学院

摘要: 针对某地铁区间隧道下穿既有房屋段的情况,结合既有爆破对其的影响,提出新的爆破控制参数,如调整循环进尺、钻孔直径、增加大直径水平空孔、周边眼采用小药卷不连续大直径高度不耦合的复

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cxh.kj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同填写样例及其它科技信息咨询服务内容。

合模式等,从而降低爆破对既有房屋的影响,保证隧道顺利穿越。

基金: 湖南省自然科学基金资助项目(14JJ4046); 国家自然科学基金项目(51408216,41272324,41302226,51308209);

关键词: 隧道工程; 微震爆破; 爆破安全;

分类号: U455.6

### 3

水压聚能爆破技术在隧道施工中的应用

作者: 李应涛

单位: 贵州省公路工程集团有限公司

摘要: 目前国内山岭隧道常规的爆破掘进,存在进度慢、洞内环境差、用炸药量大的难题。采用水压聚能爆破明显改善了爆破后的隧道施工工作环境,降低工程造价,提高了经济效益。

关键词: 爆破技术; 隧道施工; 应用;

DOI: 10.16402/j.cnki.issn1008-3383.2018.06.118

分类号: U455.6

### 4

光面爆破技术在向莆铁路青山山特长隧道工程中的应用

作者: 毛建安

单位: 西安铁一院工程咨询监理有限责任公司

摘要: 光面爆破设计是隧道工程建设确保质量安全的核心技术要素。青山山特长隧道是向莆铁路重点控制性工程,采用钻爆法施工,隧道围岩以II~III级为主,采用全断面法开挖,进出口与浅埋段等为IV、V级围岩,采用台阶法施工;围岩较差段采用弧形开挖预留核心土法施工。不同级别围岩采用了针对性的爆破设计,取得了满意的爆破效果。实践证明,适当加密周边眼、合理确定光面爆破层厚度、采用小直径药卷不耦合装药结构、保证爆破眼同时起爆是光面爆破成功应用的关键。

关键词: 特长隧道; 光面爆破; 爆破参数; 钻眼布置; 装药; 堵塞; 起爆;

DOI: 10.13807/j.cnki.mtt.2011.05.002

分类号: U455.6

### 5

大药卷光面爆破技术在路堑边坡开挖中的应用

作者: 向明生郭瑞谢全敏郑晓平鄢林宏

单位: 中交第二公路工程局有限公司武汉理工大学土木工程与建筑学院

摘要: 光面爆破技术是路堑边坡开挖使用最广泛的一种控制爆破方法,光爆孔装药结构是影响光面爆破效果重要因素之一。目前国内主要使用 $\phi 32$  mm药卷实现光面爆破的不耦合装药。受爆破器材的限制,在肯尼亚蒙内铁路路堑边坡爆破中只能使用 $\phi 50$  mm药卷。基于蒙内铁路路堑边坡光面爆破,对其爆破参数设计与施工工艺所取得的成果进行详细分析,为类似路堑边坡工程施工开挖提供借鉴。

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cxh.kj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同填写样例及其它科技信息咨询服务内容。

关键词: 路堑边坡; 光面爆破; 大孔径; 大药卷;

DOI: 10.19549/j.issn.1001-683x.2016.01.015

分类号: U213.1

6

标准药卷光面爆破在隧洞掘进中的应用

作者: 李庚秋

单位: 珠海市正茂公司

摘要: 在深圳市东部供水工程西河潭隧洞施工中, 应用 3 2 普通药卷代替小直径光爆药卷, 通过调整装药结构, 在II至V类围岩光面爆破中, 取得了良好的爆破效果。

关键词: 隧洞掘进; 光面爆破; 不耦合装药;

分类号: TD235

7

隧道开挖水压爆破施工方法

【申请号】 CN201811557575.8 【申请日】 2018-12-19

【公开号】 CN109373840A 【公开日】 2019-02-22

【申请人】 广西路桥工程集团有限公司 【地址】 530011 广西壮族自治区南宁市兴宁区中华路 17 号

【发明人】 张秦春; 周健; 植运华; 谢念; 魏华; 吕中玉; 张洪辉; 卢志军; 李硕贵; 李其心

【专利代理机构】 北京天奇智新知识产权代理有限公司 【代理人】 韦玲双

【国省代码】 45

【摘要】 本发明公开了一种隧道开挖水压爆破施工方法, 包括如下步骤: (1)台车就位和排险; (2)测量布眼及钻孔; (3)安装炸药、水袋及炮泥; 周边眼挖设隧道掌子面圆弧周边, 周边眼采用如下方法安装炸药、水袋及炮泥: 周边眼采用空气间隔、不耦合装药, 眼底部分药量高于其他部分药量; 掏槽眼采用斜眼掏槽, 与开挖面间的夹角为  $65^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ; 扩槽眼、辅助眼、内圈眼、底板眼均采用连续耦合装药, 雷管埋入孔底药卷, 聚能穴朝孔口方向; 炮眼孔底装水袋, 装药结束后再装入水袋, 再采用炮泥堵塞孔眼; (4)起爆网络; (5)爆后检查及盲炮处理; (6)炸药退库。本发明的隧道开挖水压爆破施工方法能充分利用炸药能量和减少污染环境, 节约成本。

【主权项】 1. 隧道开挖水压爆破施工方法, 其特征在于, 包括如下步骤: (1)台车就位和排险; (2)测量布眼及钻孔; (3)安装炸药、水袋及炮泥; (4)起爆网络; (5)爆后检查及盲炮处理; (6)炸药退库; 其中, 步骤(3)安装炸药、水袋及炮泥方法如下: 安装炸药前采用PVC管通孔, 确认孔深满足要求; 周边眼挖设隧道掌子面圆弧周边, 周边眼采用如下方法安装炸药、水袋及炮泥: 装药前先在炮眼孔底装入一节水袋, 再采用木杆安装炸药, 周边眼采用空气间隔、不耦合装药, 眼底部分药量高于其他部分药量; 装药结束后距孔口 80cm 再装入 2 节水袋, 再采用炮泥堵塞孔眼; 掏槽眼挖设于掌子面中心, 所述掏槽眼采用如下方法安装炸药、水袋及炮泥: 掏槽眼采用斜眼掏槽, 与开挖面间的夹角为  $65^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ; 采用连续耦合装药, 雷管埋入孔底药卷, 聚能穴朝孔口方向; 在装药前先在炮眼孔底装入一节水袋, 并在装药结束后再装入 4 节水袋, 再采用炮泥堵塞孔眼; 底板眼位于掌子面底边, 扩槽眼位于掏槽眼四周, 辅助眼位于扩槽眼四周, 内圈眼位于辅助眼与周边眼之间; 所述扩槽眼、辅助眼、内圈眼、底板眼均采用如下方法安装炸药、水袋及炮泥: 所述扩槽眼、辅助眼、内圈眼、底板眼均采用连续耦合装药, 雷管埋入孔底药卷, 聚能穴朝孔口方向; 在装药前先在炮眼孔底装入一节水袋, 并在装药结束后再装入 3 节水袋, 再采用炮泥堵塞孔眼; 上述周边眼、掏槽眼、扩槽眼、辅助眼、内圈眼、底板眼均采用人工用木制炮棍装药, 由能在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cxh.kj.cn>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同填写样例及其它科技信息咨询服务内容。

工人员将药卷逐个装入炮孔,并用炮棍轻轻捣实;装药时,导爆索插入炮孔孔底药卷内连接炸药并向孔口方向延长穿过水袋和炮泥;装药后所述炮泥堵塞长度 $\geq 20\text{cm}$ ;所述水袋长度为 $18\sim 22\text{cm}$ ;其中,步骤(4)起爆网络连接方法如下:起爆网络采用簇连法,将起爆网络连接好后,等待其他施工人员撤离到警戒线以外后,由爆破员用起爆器在安全避炮点起爆。

【页数】 19

【主分类号】 F42D1/00

【专利分类号】 F42D1/00;F42D3/04;E21D9/00

8

一种大截面隧道控制爆破振速的施工方法

【申请号】 CN201510226242.7 【申请日】 2015-05-06

【公开号】 CN104895574A 【公开日】 2015-09-09

【申请人】 重庆工程职业技术学院 【地址】 400037 重庆市沙坪坝区上桥一村 86 号

【发明人】 陈杨;蒋博林;蒋贞贞

【专利代理机构】 北京国智京通知识产权代理有限公司 11501 【代理人】 王昌贵

【国省代码】 85

【摘要】 本发明提供了一种大截面隧道控制爆破振速的施工方法,该方法步骤包括:确定施工段爆破对周围围岩的爆破振速上限;确定循环进尺的距离;选用乳化炸药和相邻两段间爆破间隔大于 $50\text{ms}$ 的非电毫秒雷管;采用斜眼楔形掏槽眼,并挖取辅助眼、底板眼和周边眼;在周边眼采用不偶间隔装乳化炸药的药卷,将药卷用传爆线串联在竹片上,保持药卷架空居于所述周边眼内;确定起爆顺序为由掏槽眼到辅助眼,再到底板眼,再到周边眼;根据爆破振速上限、起爆顺序、爆破器材参数、循环进尺距离、地质情况以及爆破点到测量点的距离确定单段允许乳化炸药的药量上限。本发明采用微震控制爆破技术,增加段间间隔时间,达到了控制爆破振速,减少对既有隧道的影响。

【主权项】 一种大截面隧道控制爆破振速的施工方法,其特征在于,该方法的步骤包括: S1: 确定施工段爆破对周围围岩的爆破振速上限; S2: 确定循环进尺的距离,控制在 $1.0\sim 1.5\text{m}$ 以内; S3: 选用爆破器材,包括选用乳化炸药和相邻两段间爆破间隔大于 $50\text{ms}$ 的非电毫秒雷管; S4: 在起爆点中,采用斜眼楔形掏槽眼,并挖取辅助眼、底板眼、周边眼; S5: 所述掏槽眼、辅助眼及底板眼采用连续装药,所述周边眼采用不偶间隔装所述乳化炸药的药卷,将所述药卷用传爆线串联在竹片上,保持所述药卷架空居于所述周边眼内; S6: 确定起爆顺序为由所述掏槽眼到所述辅助眼,再到所述底板眼,再到所述周边眼; S7: 根据所述爆破振速上限、所述起爆顺序、爆破器材参数、所述循环进尺距离、地质情况以及爆破点到测量点的距离确定单段允许所述乳化炸药的药量上限; S8: 选择中导洞法开挖,开始爆破中导洞。

【页数】 7

【主分类号】 E21D9/00

【专利分类号】 E21D9/00;F42D3/00

在科技项目管理系统外本查新报告无查新专用章无效。

本机构的查新委托合同远程提交系统网址: <http://cx.chinajkj.com>

在该网页上还可了解本机构查新信息资源、联系方式、委托合同填写样例及其它科技信息咨询服务内容。

## 7、反映应用工法施工的工程照片

## 1、爆破后效果



(a) 常规爆破

(b) 节能光爆爆破



效果对比

## 有害气体采集



## 液体水袋制作



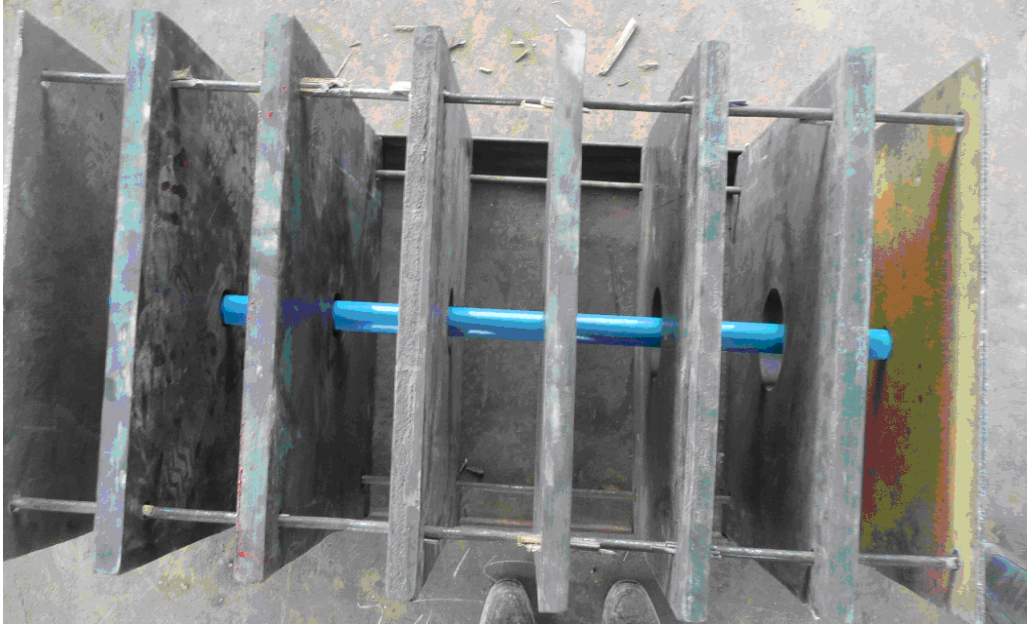
炮泥制作



现场装药



## 楔形爆破实验



$\Phi 25$  圆柱形药柱 (截面  $4.90\text{cm}^2$ )

渣面上 只留下爆破痕迹, 无刻痕



楔形药柱 (截面  $4.73\text{cm}^2$ )

渣面上留下  $6.9\text{mm}$  宽、 $6.4\text{mm}$  深的刻槽

## 楔形药卷槽

