

聚能水压光面爆破在不良地质（滑坡）小断面隧道掘进中的应用

邓勇 彭兴友 周云龙

重庆市地质矿产勘查开发局川东南地质大队 重庆 400010

【摘要】爆破是隧道开挖中最为常见的技术之一，它是决定隧道工程的决定性技术，与工程自身的进度息息相关。近些年来，聚能水压光面爆破作为一项集合了多种爆破技术优势于一身的爆破技术受到了社会的广泛应用。正是因此，本文通过对于聚能水压光面爆破的相关原理与工艺进行分析，并对隧道掘进中的应用亮点进行研究。

【关键词】光面爆破；不良地质；小断面隧道

1 工程概况

藕塘滑坡位于重庆市奉节县安坪镇境内，上距重庆425Km，下距三峡工程坝址177Km，滑坡区为安坪集镇所在地，距奉节县城约12Km，区内原有人口4059人，耕地面积1000余亩，房屋建筑面积约17.66万m²。

1.1 地层岩性

项目区为深层基岩滑坡，根据长江设计公司和南江地质队两家单位的勘查资料综合分析，对滑坡区及附近地带出露的地层按从老至新的层序，滑坡区地层岩性出露如下：

(1) 三叠系上统须家河组(T_{3xj2}):(2) 侏罗系下统珍珠冲组(J_{1Z}):(3) 侏罗系下统自流井组(J_{1-2Z}):(4) 第四系(Q₄)覆盖层(5) 滑坡基本地质特征。

1.2 滑坡空间形态与规模

据南江地质队勘查报告面积176.9万m²，体积约8950万m³。滑坡地表呈前部平缓、中部较陡、后部最陡态势，平均坡度15°，后缘山体地表坡度达27°~29°。

根据滑坡序次，将滑坡分为一、二、三级，并呈二级滑坡前缘超覆一级滑坡后缘，三级滑坡前缘超覆二级滑坡前缘之势，其中第一级滑坡主要沿R₃软弱层滑动，前缘高程90~102m，后缘高程300~370m，滑体均厚70.3m，面积92.2万m²，体积6480万m³；第二级滑坡主要沿R₃软弱层滑动（西侧沿R₅软弱层滑动），前缘高程250~300m，后缘高程400~530m，滑体均厚32.3m，面积31.6万m²，体积1020万m³；第三级滑坡主要沿R₁软弱层滑动（西侧沿R₂软弱层滑动），前缘高程400~530m，后缘高程705m，滑体均厚27.2m，面积54.3万m²，体积1450万m²。

1.2 滑体、滑带与滑床特征

(1) 滑体的基本地质结构滑坡体地质结构自上而下呈多层结构，并主要以碎裂岩体为主，各级滑坡主要特征如下：

一级滑坡：第一层为素填土(Q_{4ml})，具层序特征，一般厚10~85m，最大厚度达110.5m，分布较连续。二级滑坡：第一层为粉质粘土夹石英砂岩、粉砂岩、砂岩及

粘土岩碎块石(Q_{4del})，厚约1.17~11.22m，结构松散，分布不连续；第二层为砂岩、粉砂岩、粘土岩及少量炭质页岩块碎石夹少量粉质粘土(Q_{4del})，厚3~25m，分布连续；第四层为砂岩、粉砂岩、粘土岩碎裂岩体(Q_{4del})，一般厚6~63m，分布较连续。三级滑坡：大体同二级滑坡，但堆积厚度有所差别。

(2) 滑带特征

一级滑坡：滑带土厚度约1.2~11.9m，物质组成主要为灰黑、黑色、灰色泥化状炭质粘土岩夹砂岩碎石，层间夹砂岩、粘土岩碎石颗粒，呈次棱角-次圆状，可见揉搓、挤压现象，局部具顺层挤压镜面特征，层面倾角9~35°。二级滑坡：碾磨强烈，碎石碎屑具一定磨圆度，岩性为砂岩、粉砂岩，局部粘土岩呈泥化状态，可塑~软塑状。

(3) 滑床特征

一、二级滑体的滑床面总体呈（顺纵坡向）南高北低、前缓后陡，滑床面形态呈“汤勺”状，前缓后陡（前缘略带反翘），前部倾角为16°~19°（前缘反翘段倾角0°~15°），中、后部倾角为17°~24°，三级滑体的滑床面亦呈南高北低、前缓后陡之势，滑床面形态呈“躺椅”状，前部反翘段倾角0°~11°，中、后部倾角23°~25°，下伏滑面呈单斜构造，滑面倾角25°~29°，滑动方向亦为345°，总体而言，滑床面呈单斜构造，岩层产状由一、二级滑体下的330°~350°∠17°~20°渐变为330°~350°∠25°~27°，下伏岩体一般呈中等、微风化，岩体较坚硬完整，透水性较弱。

2. 隧道聚能水压光面爆破施工工艺

2.1 隧道聚能水压光面爆破施工原理

聚能水压光面爆破技术利用了双向聚能管装药装置达到了聚能导向保护了原岩，在地势较为复杂的区域更能够有效的控制爆破势力能，改善爆破效果。同时，隧道聚能水压光面爆破在炮孔安装有非牛顿流体材料的混合袋进行回填堵塞，由于水自身的特性难以压缩能够促使裂缝进一步的扩展，并且借由流体的缓冲作用减少对原岩的扰动与损伤。

2.2 隧道聚能水压光面爆破施工要点

隧道聚能水压光面爆破施工要点包括了双聚能药槽制作以及安装水袋、双聚能药槽、炮泥等,聚能管装置应使用非金属材料委托制作,关于装药则应采用使用人工的方式加以填装。炮泥采用专用炮泥机制作,主要采用黏土、砂和水三种材料,配合比为黏土:砂:水=(70~80):(8~10):(12~20),炮泥直径为32 mm,长度以20~30 cm为宜。装药应由下向上进行,严格按设计药量装药,装药后采用专用炮泥封口。

2.3 隧道聚能水压光面爆破技术注意事项

按掏槽孔先爆、辅助孔后爆、周边光面孔最后起爆的总体顺序连接起爆网路,采用导爆管雷管连接网路时应注意反向捆扎聚能穴,连接导爆索时使聚能穴朝向与传爆方向一致,为保证起爆网路的安全,应采用复式起爆网路,以防发生盲炮及拒爆。同时,在爆破后通风至少半小时方可进入隧道确认相应的爆破效果。

3. 聚能水压光面爆破在不良地质(滑坡)小断面隧道掘进中的应用亮点

3.1 提高掘进质量、节约施工成本

由于我国对于爆破所需要的相关用品实施了较为严格的管控措施,导致了一旦实施爆破需要涉及到爆破需要炸药库房租赁费、炸药库房技防(监控)费、爆破车辆驾驶员、押运员工资、炸药库房人防费、爆破车辆租赁费、爆破服务费等诸多费用,而使用聚能水压光面爆破技术则是极大的减少了相关的费用。其次,聚能水压

光面爆破技术每一次爆破需要的炸药量少,更加易于控制爆破的安全,但随之带来的则是每一次的掘进方量少,单方掘进爆破成本高的缺点。

3.2 安全及工作效率

聚能水压光面爆破技术减少对滑坡段的施工扰动,提高围岩的自稳性减少安全隐患从而达到精细化、绿色施工效果。同时,聚能水压光面爆破技术能够在细节处节约炸药用量,达到绿色施工,尤其是使用了非牛顿流体进行缓冲更能够控制爆炸的效果,减少30%炸药用量,减少20%的掘进施工成本,减少50%爆破震动速度(尤其是减少对滑坡段的施工扰动),提高20%工作效率。

【参考文献】

- [1] 刘运泽. 聚能水压爆破在水平薄层围岩隧道中的应用[J]. 施工技术, 2020, 049(008):110-113.
- [2] 张学义. 隧道施工中的聚能水压光面爆破技术[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2019, v.15;No.173(05):255-257.
- [3] 熊成宇, 魏忠锋, 赵全江. 隧道聚能水压光面爆破技术原理及其应用[J]. 施工技术, 2019, 048(018):130-133.
- [4] 李敬国, 杨奎. 第二代聚能管水压光面爆破技术在下归里隧道的应用[J]. 现代隧道技术, 2020, v.57(S1):1057-1063.
- [5] 刘海波. 聚能水压光面爆破新技术在成兰铁路隧道施工中的应用[J]. 现代隧道技术, 2019, v.56;No.385(02):188-193.