

# 处于复杂地形中的高架桥专项安全防护施工技术

杨磊

(中国葛洲坝集团第二工程有限公司,四川成都 610091)

**摘要:**爆破是路桥工程中较常用的施工方法,安全防护是爆破施工的前提。在复杂地形、地质情况下,爆破方法及安全防护措施是保证当地居民安全及施工进度的关键。介绍了某特大桥梁施工采用的综合防护措施及控制爆破方式。

**关键词:**金钟特大桥;安全防护;控制爆破

**中图分类号:**U44;U447;U445

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2017)03-0041-03

## 1 工程概述

六盘水机场高速公路金钟特大桥位于六盘水市金钟村,属于典型的云贵高原地质地貌,岩石易风化,较为坚硬的碳酸盐岩石多形成陡峭的尖棱状山峰及沟谷。地勘情况表明:金钟特大桥下伏地层为二叠系下统栖霞-茅口组(P1q2-m),岩层为褐灰色中厚层状灰岩,强~中风化,27#桥台位于山顶悬崖边,悬崖地质情况为顺层岩,节理发育。

## 2 施工总体方案

### 2.1 施工控制重点

对环境报告进行分析后得知,本段桥梁安全施工控制的重点在于防范施工过程中的山坡浮石、松石及滚石。由于基础及下构位于山坡,故需先行开挖出施工便道、施工平台,才能进行桩基的施工,因此,控制山坡施工的滚石对经过车辆及附近居民的影响是本段桥梁施工的重心。

### 2.2 施工组织思路

本段岩体爆破开挖的特点为:金钟村居民区、月照中心小学、金钟组水泥路位于爆破位置下方,三处位置的居民、车辆密集,为保证其安全,所制定的爆破原则如下:

(1)严格控制飞石和飞石距离。飞石方向为:向上的飞石距离小于2 m,沿线路纵向向两端的飞石距离小于10 m,居民区及学校方向不允许飞石产生。

(2)爆渣不允许滚向居民区及学校方向。

(3)为保证桥梁基础施工,根据所查明的地质条件,为确保爆破施工安全,减少对居民密集区

及道路的干扰,根据本段工程特点,采用浅孔爆破或中孔松动爆破。

(4)19~22#墩桩基位于无名山山腰,此处山体风化严重,表面有浮石,为保证施工作业安全,必须首先对桩基施工有落石危险的部位进行清理,除去浮石、松石。对于此处,在坡脚路边实施铅丝石笼墙以防止滚石,铅丝石笼顶部增加仰斜式被动柔性防护网。

(5)23~27#墩位于山顶,坡脚为金钟村居民区,岩层为节理发育的顺层斜坡岩,基础开挖方量较大,山势陡峭。开挖之前,首先覆盖主动防护网,然后自坡顶到坡脚根据地形情况布置了3~5道被动防护网,并在坡脚处布设了一道锚杆片石混凝土挡墙。

## 3 施工方法

### 3.1 铅丝石笼墙+SNS被动柔性防护网的施工方法

具体施工程序为:铅丝石笼铺设—连接与填充—墙背回填砂—墙顶测量放线确定钢柱位置—钢柱混凝土基础浇筑及预埋件施工—钢柱拉锚绳安装—上、下支撑绳安装—钢绳网安装—格栅安装。

(1)铅丝石笼铺设面上应清除一切树根、杂草和尖石,保证所铺设的砂砾石垫层面平整,排除积水。铅丝石笼铺设前,应完成坡面的清理工作。

(2)按照规范要求,用钳子将铅丝石笼裁剪成相应尺寸并将其铺设于指定位置。用铅丝将裁剪出的石笼横肋及立肋连接于底层石笼上。连接时采用错格绑扎方法,且将每个节点绑成死扣。在两片石笼搭接时,应留10 cm重叠搭接,并用连

收稿日期:2017-04-10

接铅丝进行“之”字型错格绑扎。采用人工装填石料。填料时,为保证石笼的表面平整度,在靠近其外表面的方向先用人工将均匀的卵石有序、紧密地垒在铅丝面至顶部,然后填入大量的剩余石料,沿两片石笼连接处水平缠绕 300 mm 距离,再在垂直的肋条处进行捆绑,并按照此方法延续至末端连接处。

(3) 铅丝石笼墙完成后,在墙背与坡脚处的空间回填 1 m 厚度的砂,作为滚石下落的缓冲物,以减小滚石的动能冲击。

(4) 结合现场地形进行测量定位,定位完成后,墙顶预埋 50 cm 长的工字钢并用 C25 混凝土浇筑成底座,底座预埋钢立柱法兰盘。在防护网对面的坡脚处钻孔埋设 2.5 m 长、 $\phi 32$  的锚杆作为地锚,该地锚地上部分长 30 cm 并将其加工成环装,以便锚固拉锚绳。

(5) 将钢柱顺坡向向上放置并使钢柱底部位于基座处;将上拉锚绳的挂环挂于钢柱顶端挂座上,然后将拉绳的另一端与对应的上拉锚杆环套连接并用绳卡暂时固定;将钢柱缓慢抬起并对准基座,然后将钢柱底部插入基座中,最后插入连接螺杆并拧紧;通过上拉锚绳按设计方位调整好钢柱的方位,拉紧上拉锚绳并用绳卡固定。侧拉锚绳的安装方法同上拉锚绳,只是其在上拉锚绳安装好后进行,每隔 50 m 设置  $\phi 16$  中间加固拉锚绳一处。

(6) 将第一根上支撑绳的挂环挂于端柱的顶部挂座上(分段安装时为每一段的起始钢柱)的底部,然后沿平行于系统走向的方向上调支撑绳并将其放置于钢柱顶部挂座的内侧,将减压环调节就位(距钢柱 50 cm,同一根支撑绳上每一跨的减压环相对于钢柱对称布置);在第二根钢柱处,用绳卡将支撑绳固定于钢柱顶部挂座的外侧(仅用 30% 标准紧固力);在第三根钢柱处,将支撑绳放在钢柱顶部挂座的内侧,如此相间安装支撑绳在钢柱顶端挂座的外侧和内侧,直至本段最后一根钢柱并向下绕至该钢柱基座的挂座上,再用绳卡暂时固定;再次调整减压环位置,当确认减压环全部正确就位后,拉紧支撑绳并用绳卡固定。

(7) 用一根多余的起吊钢绳穿过钢绳网上缘网孔(同一跨内两张网同时起吊),一端固定在一根临近钢柱的顶端,另一端通过另一根钢柱挂座

绕到其基座并暂时固定;用紧绳器将起吊绳拉紧,直到钢绳网上升到上支撑绳的水平为止,再用多余的绳卡将网与上支撑绳暂时进行松动联结,同时将网与下支撑绳暂时联结以确保缝合时更为安全;此后,起吊绳可以松开并抽出;重复上述步骤,直到全部钢绳网暂时挂到上支撑绳上为止,并侧向移动钢绳网使其位于正确位置;最后将钢绳网缝合。

(8) 将格栅铺挂在钢绳网的内侧、叠盖钢绳网上缘并折到网的外侧 15 cm,用扎丝固定到网上;格栅底部应沿斜坡向上敷设 0.5 m 左右,并为使下支撑绳与地面间不留缝隙而用一些石块将格栅底部压住;每张格栅间叠盖约 10 m;用扎丝将格栅固定到网上,扎结间距不大于 1 m。铅丝石笼墙 + SNS 被动防护网布设情况见图 1。

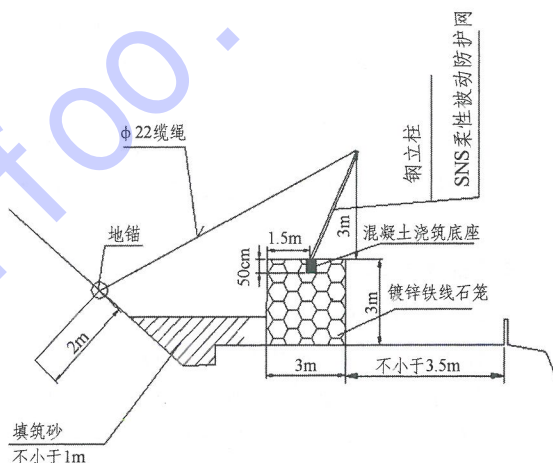


图 1 铅丝石笼墙 + SNS 被动防护网布设图

### 3.2 主动防护网的施工方法

(1) 开挖后,对坡面防护区域内的浮石进行清除,完成后放线测量并确定锚杆孔位,在每一孔位处凿一处深度不小于锚杆外露环套长度的凹坑,一般口径为 20 cm,深 20 cm。样点标记后,准确安装固定钻机并严格认真进行机位调整,以确保锚杆孔开钻就位纵横误差满足规范要求。

(2) 按设计深度钻凿锚杆孔并清孔,完成后放入锚杆并注浆。锚孔注浆应采用重力和压力灌浆相结合的方法以保证浆液饱满,灌注后 3 d 内,严禁进行下一道工序和施加外力作用。

(3) 灌浆完成第四天,横向安装  $\phi 16$  支撑绳,纵向安装  $\phi 12$  支撑绳,张拉紧后两端各用二至四个(支撑绳长度小于 15 m 时用三个,大于 30 m 时

用四个,其间用三个)绳卡与锚杆外露环套固定连接。从上向下铺挂格栅网,格栅网间重叠宽度不小于5 cm,两张格栅网的缝合(以及格栅网与支撑绳间)用 $\phi 1.2$ 铁丝按1 m间距进行扎结,最后从上往下铺设钢绳网并缝合,缝合绳为 $\phi 8$ 钢绳,每张钢绳网均用一根长约31 m的缝合绳与支撑绳进行缝合预张拉(大于等于3 kN),缝合绳两端各用两个绳卡与网绳进行固定联结。

### 3.3 锚杆挡墙的施工方法

(1)根据测量放样的基坑施工范围和设计、规范深度进行开挖,并按设计图纸和规范要求放反坡,反坡深度须符合要求。基槽开挖完成后放线测量并确定锚杆孔位,钻机就位后准确钻孔、清孔、下锚杆并注浆,锚杆基槽底以下埋设1 m,外露1 m。基槽不设模板,采用C15片石混凝土满浇。

(2)基础混凝土浇筑每层厚度不超过30 cm,振捣至混凝土面不再下沉、表面无气泡为止,以保证混凝土的密实度。基础C15片石混凝土浇筑完工(即终凝前),在基础与墙身连接处用人工拉粗毛。施工时预留片石凸榫,凸榫插入混凝土中并外漏15 cm,其石材质量为硬质竖向岩石,以保证基础与墙身连接,加强其整体的稳定性,片石必须清洁,无山皮、水锈。混凝土中中添加的片石必须保证混凝土浇筑密实,片石间要留有一定间隙。先铺一层混凝土,加一层片石,振捣后再铺下一层混凝土,加下一层片石。

(3)在基础完工后,由测量人员放出挡墙顶面线及边线,根据挡墙基础线立好坡度尺,墙身模板采用木模板,用钢管牢固支撑,同时设置斜撑和剪刀撑,并按一定的上下和水平间隔设置拉杆,以保证钢模和支架在混凝土振捣时不发生位移和变形,墙身采用C15片石混凝土浇筑,片石

强度为MU40,基础浇筑C15片石混凝土,填充片石的数量不超过混凝土体积的25%。片石在使用前需清洗干净,埋置前用水浸透;手摆片石时其净距应大于10 cm,片石表面离模板的距离大于15 cm,片石均匀地放置在刚浇筑的混凝土上面。

### 3.4 控制爆破施工方法

防护措施完成后,在爆破施工过程中,严格遵循以下控制手段:

(1)采用塑料导爆管毫秒延期爆破、分段爆破及预裂爆破技术。

(2)爆破工程量大时,采取自上而下的方式,由顶部先行爆破开挖,一次爆破开挖一个台阶,严格控制单响药量和爆破规模。

(3)采用小间距、小药量布药原则,使爆破能量均匀分布,采用松动爆破,加以有效的防护措施,避免产生飞石,降低噪声,确保周围环境安全。

(4)按工程条件及爆破环境确定采用分层浅孔爆破,爆破开挖直至设计深度。

(5)按照设计规范要求 and 地质情况确定炮孔直径、深度、间距、单孔药量、填塞长度及浅孔爆破工艺,每孔装一个起爆体,敷设塑料导爆管雷管。

## 4 结 语

安全是施工控制的核心,安全工作也是企业在市场上的立足之本。施工过程中安全防护措施的选择在很大程度上体现了企业具有的技术和管理水平。金钟特大桥通过采取多种组合式控制爆破措施,攻克了罕见的爆破点与居民区、道路紧邻的难题,有效保障了当地人民生命、财产安全,为工程顺利推进消除了障碍,获得参建单位称赞。

作者简介:

杨 磊(1983-),男,陕西西安人,项目副总经理,工程师,学士,从事道路与桥梁施工技术与管理。

(责任编辑:李燕辉)

## 云南到2020年非化石能源占比将达42%

近日,云南省人民政府发布《关于印发云南省“十三五”节能减排综合工作方案的通知》(以下简称《通知》),要求到2020年,全省万元地区生产总值能耗比2015年下降14%;能源消费总量控制在12 297万吨标准煤以内,非化石能源消费占能源消费总量比重达到42%。

《通知》指出,实施燃煤电厂超低排放改造工程,限期淘汰落后产能和不符合有关强制性标准要求的机组。实施电力、钢铁等重点行业全面达标排放治理工程。《通知》明确,要持续优化能源结构。发挥风电在电源结构中与水电的互补作用,推进太阳能多元化利用。鼓励利用天然气、电力等优质能源替代燃煤使用,生物质能源替代化石能源使用。加快清洁能源消纳,对超出规划部分可再生能源消费量不纳入能耗总量和强度目标考核。在城乡居民生活、工业与农业生产、港口码头等领域推进天然气、电能替代,减少散烧煤和燃油消费。