

DOI: 10.13544/j.cnki.jeg.2014.05.029

六沾复线梅花山至天生桥线路方案地质选线*

崔建宏 蒋良文

(中国中铁二院工程集团有限责任公司 成都 610031)

摘要 贵昆铁路六沾复线梅花山至天生桥段穿越梅花山主脉,地形、地质条件极其复杂,地质构造、不良地质及特殊岩土极其发育,为铁路选线、设计及施工带来极大困难。通过综合地质勘察方法与手段,基本查明了区域内的工程地质特征及各线路方案的工程地质条件,为线路方案的比选提供了可靠的基础地质资料。影响选线的关键地质因素主要为沿观音河、树舍沟成群分布的滑坡、岩堆及危岩落石、深埋长隧的岩溶与岩溶水危害、煤窑(矿)采空区。通过对梅花山至天生桥段长隧方案、短隧方案、观音河出露方案工程地质条件综合定性分析、工程数量及投资比较,比选推荐了观音河出露方案以乌蒙山一号、二号隧道穿越梅花山主脉,地质条件较好,施工安全性较高,施工、运营后效果良好。

关键词 梅花山 天生桥 线路方案 地质选线

中图分类号:U21 文献标识码:A

THE GEOLOGIC ROUTE SELECTION IN THE SECTION FROM MEIHUASHAN TO TIANSHENGQIAO ALONG LIUPANSHUI-ZHANYI DOUBLE-TRACK RAILWAY

CUI Jianhong JIANG Liangwen

(China Railway Eryuan Engineering Group Co. Ltd., Chengdu 610031)

Abstract The section from Meihuashan to Tianshengqiao in Liupanshui-Zhanyi Double-track railway passes through the main cordillera of Meihuashan Mountain. In this area, the landform is obstructive; geological conditions are very intricate; geologic structure, unfavorable geology and special rock and soil are developed, which bring great difficulty for route selection, design and construction of the railway. Comprehensive geological survey methods and means are adopted to find out the regional geological characteristics and the engineering geological conditions of every route scheme, which provide credible basic geological information for route selection. The linchpin geological factors for route selection are the groups of landslides, talus, perilous and falling rocks along Guanyin-River and Shushe-Valley, the disserve of karst-water and karst in long and deep tunnel and the old coal mining area. Through the comparison of the engineering geological conditions, construction quantity and invest of long-tunnel scheme, short-tunnel scheme and outcropping in Guanyin-River scheme of the railway from Meihuashan to Tianshengqiao, the outcropping in Guanyin-River scheme is commended, which is No.1 and No.2 Wumengshan Tunnel passing through the main cordillera of Meihuashan Mountain. The geological conditions are better, construction security is higher, and the aftereffect of construction and operation is very good. This paper offers reference for geologic route

* 收稿日期: 2014-04-18; 收到修改稿日期: 2014-09-04.

第一作者简介: 崔建宏(1971-),男,高级工程师,主要从事铁路、公路等工程地质勘察工作. Email: cjhxm@126.com

selection in the rugged and precipitous mountains of complicated geological conditions.

Key words Meihuashan, Tianshengqiao, Route schemes, Geologic route selection

0 引言

贵昆铁路六盘水至沾益段位于贵州省西部、云南省东北部,东起黔西重镇六盘水市,西止云南省曲靖市沾益县,线路由滥坝车站引出,穿梅花山,跨天生桥,经宣威至沾益,正线长度 247.6km,铁路标准为 I 级、双线,旅客列车设计行车速度 $160\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$,最小曲线半径:一般地段 2000m、困难地段 1600m。

梅花山至天生桥线路方案东起梅花山车站,以长隧道穿乌蒙山至天生桥,线路长度 23.55km。线路横贯属我国第二地形梯度带的云贵高原中东部,行进于气势磅礴的乌蒙山区,长江、珠江两大水系的分水岭地带。测区地形地质条件极其复杂,地质构造、不良地质及特殊岩土极其发育,为铁路地质选线、设计及施工带来极大的困难。

在地质条件复杂的艰险山区铁路地质选线方面,国内学者已取得了不少研究成果^[1,2],但我国西南山区地质复杂、多变,控制铁路选线的因素亦千差万别。既有贵昆铁路线路标准低(最小曲线半径 300m),梅花山至天生桥段除穿越梅花山主脉的隧道长 3986m 外,主要采用短隧道和路基通过,展线系数达 1.46,通车运营后仍存在滑坡、危岩落石、顺层等病害。

梅花山至天生桥相距 22.42km,方案起点梅花山车站出站端地面高程 2010m,方案终点天生桥垭口地面高程约 1700m,受地形、地质条件控制,全段为单面下坡。其中穿越乌蒙山余脉—梅花山的隧道位于既有贵昆铁路梅花山隧道右侧 200~1100m 地下水补给方向,主要通过石炭系、二叠系灰岩、白云岩,褶皱、断裂发育,岩溶强烈发育,岩溶管道(暗河)水丰富,既有梅花山隧道施工中曾发生大量岩溶涌水突泥灾害,隧道通车运营后仍发生过岩溶涌水冲毁铁路道砟的灾害。方案终点天生桥垭口为一典型地堑构造地形,断裂发育,岩体破碎,岩溶强烈发育,既有贵昆铁路设计时为减轻桥梁荷载对山体的影响,天生桥特大桥主墩采用钢塔架桥墩和上承钢钣梁结构通过,最大墩高 43.59m,是中国当时铁路桥梁中最高的小型钢架桥墩^[3]。测区分布二叠系上统宣威群(P_2xn)含煤地层,在观音河两岸分布多座乡镇小煤矿,在扒挪块、红布沟一带多为村民私

挖滥采的小煤窑。大型采空区开采范围大、深度大,整治困难,线路宜绕避;小煤窑分布无规律,难以查清其分布范围及特征,对线路方案影响较大。如何在如此复杂的地区选择一个地质条件较好、投资省和施工安全风险较低的高标准铁路方案,是一个非常棘手的问题。

勘察中对测区进行了大范围遥感解译,1:50000 水文地质调绘,1:10000 区域地质调绘及线路中线 1:2000 详细地质调绘,基本查明了线路范围的工程地质条件及水文地质条件,为线路方案比选提供了可靠的基础地质资料。先期工作中结合地形、地质条件及车站设置等,先后研究了 6 个越岭线路方案,经进一步比选,主要对长隧方案、短隧方案及观音河出露方案 3 大线路方案进行了详细研究。

本文拟在加深地质工作基础上,对本段 3 大线路方案进行综合工程地质条件分析比选研究。经过比选,推荐了观音河出露方案。

1 地形地貌及地质概况

1.1 地形地貌

梅花山至天生桥地处属我国第二地形梯度带的云贵高原中东部,气势磅礴的乌蒙山区,地势东高西低。拟建线路自梅花山出站后紧坡而下,穿乌蒙山余脉——梅花山后至天生桥,最高峰为中部梅花山主峰,地面高程 2562m,最低处为天生桥垭口下可渡河,地面高程 1400m,相对高差达 1000 余米。地貌发育受构造控制,主要山脉及河流呈南东向展布,河谷深切。梅花山为长江、珠江两大水系的分水岭,可渡河以暗河通过云贵省界的天生桥。

1.2 地层岩性

沿线地层自第四系至石炭系,除白垩系、第三系外,均有出露。

(1)地表上覆第四系全新统(Q_4)人工填土、冲洪积、坡洪积、坡崩积、坡残积及滑坡堆积之粉质黏土、黏土、碎块石土等,一般厚 2~10m,最厚达 50m。

(2)观音河至扒挪块分布三叠系(T)上统砂岩、泥岩,中统观岭组第 2 段灰岩、白云岩,第 1 段页岩夹砂岩、泥灰岩,下统永宁镇组第 4 段泥岩、页岩夹泥灰岩,第 3 段灰岩、泥质灰岩,第 2 段页岩、泥岩夹

泥灰岩,第1段灰岩、泥质灰岩,飞仙关组砂岩夹泥岩。

(3)梅花山至观音河、扒挪块一带分布二叠系(P)上统宣威群砂岩夹页岩、煤层,峨眉山玄武岩组玄武岩夹凝灰岩,下统栖霞、茅口组灰岩,梁山组砂岩、页岩夹煤层。

(4)梅花山车站至梅花山分布石炭系(C)上统马平群灰岩夹白云岩,中统黄龙群灰岩、白云岩,下统摆佐组白云岩、灰岩,下统大塘组上司段灰岩夹白云岩、泥灰岩及页岩,大塘组旧司段灰岩、泥灰岩、页岩夹煤线,下统岩关组灰岩。

1.3 地质构造

测区地质构造复杂,大地构造单元上位于滇桂台向斜之黔西穹窿与滇东褶皱带及其复合部位。构造体系主要有北西向构造和南北向构造体系。梅花山至树舍构造线以北西向为主,顺线路行进主要有水城枢纽断层、威水背斜、神王庙逆断层、上石桥枢纽断层、锅厂逆断层、小海子逆断层、阳关寨枢纽断层等。树舍至天生桥为南北向构造,顺线路主要有树舍断层、树舍向斜、高松树逆断层、天生桥正断层等。

1.4 水文地质特征

测区地下水类型主要有岩溶水、基岩裂隙水和

孔隙潜水,尤以岩溶水最为丰富。

(1)岩溶水:测区碳酸盐岩广泛分布,岩溶中等-强烈发育,岩溶水发育,以岩溶裂隙水、管道(暗河)水为主。特别是在可溶岩与非可溶岩接触带,岩溶管道(暗河)水发育,且流量较大。除扒挪块隧道外,线路高程多处于岩溶水平径流带或季节变动带中^[4]。

(2)基岩裂隙水:测区褶皱、断裂构造发育,岩石节理裂隙发育,岩体较破碎,裂隙水较发育,尤其在断层破碎带中地下水丰富,在沟谷等低洼地带沿断层多有泉点出露。

(3)孔隙潜水:主要分布于河谷地带及低洼地带第四系冲积层中。

1.5 不良地质作用

测区地质构造复杂,褶皱、断裂发育,不良地质作用极其发育,主要不良地质有岩溶、滑坡、错落、岩堆、危岩落石、煤层瓦斯及采空区(图1)。尤其是观音河、树舍沟两岸,由于受构造影响岩体破碎,沟谷深切,两岸发育滑坡群,规模及厚度大,对线路方案影响大。梅花山至天生桥主要不良地质作用与线路方案示意图1。

1.5.1 岩溶

测段通过石炭系、二叠系下统、三叠系中下统碳酸盐岩地层,岩性以灰岩、白云质灰岩、泥质灰岩、白

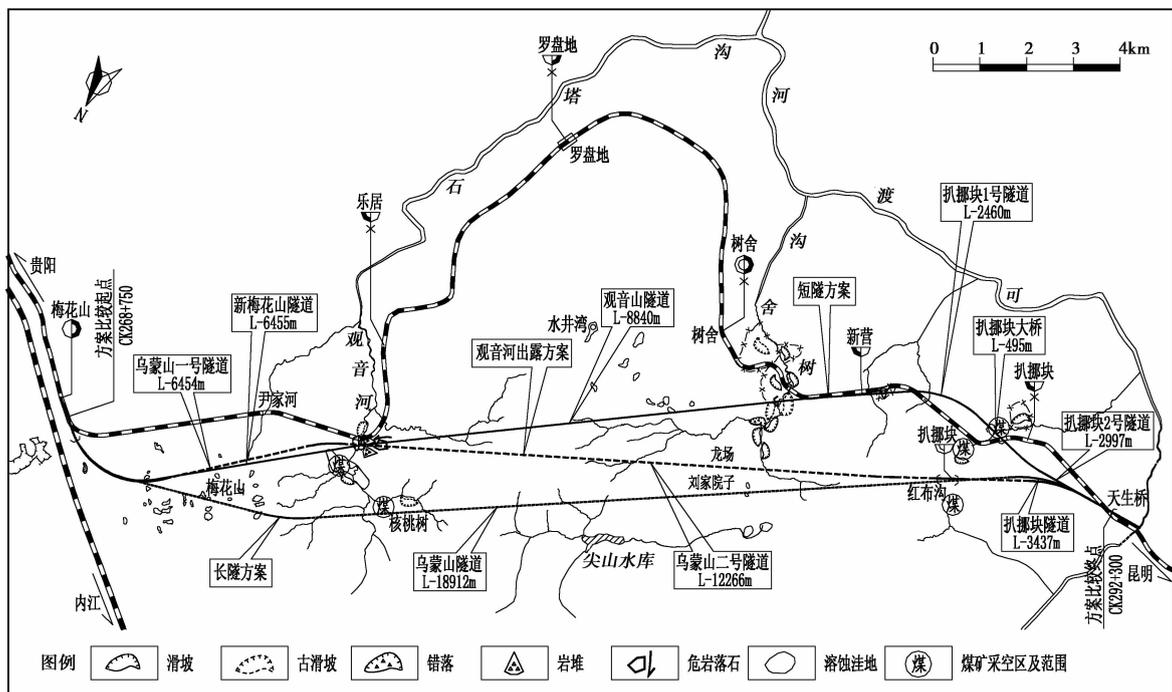


图1 梅花山至天生桥主要不良地质作用与线路方案示意

Fig. 1 The schematic diagram of main unfavorable geology and route schemes from Meihuashan to Tianshengqiao

云岩为主,在梅花山、水井湾至龙场一带,岩溶中等-强烈发育,地表溶蚀洼地、漏斗、竖井、落水洞星罗棋布,并发育岩溶泉和暗河。一般沿断层带发育有大的溶蚀洼地并成串分布,从北往南溶蚀洼地呈逐渐变大的趋势。

本段隧道均通过可溶岩地层,除扒挪块隧道外,隧道多处于岩溶水平径流带或季节变动带,水文地质条件复杂,岩溶水丰富。

1.5.2 滑坡、错落、危岩落石及岩堆

测区地形陡峻,沟谷深切,沟谷两岸滑坡成群分布,并发育错落、岩堆、危岩落石等。测区有滑坡 16 处、错落 1 处、岩堆 3 处、危岩落石 1 处,其中对线路比选方案仍有影响的滑坡 3 处、岩堆 1 处、危岩落石 1 处(表 1)。

表 1 对比选方案有影响的主要不良地质作用概况

Table 1 The general situation of main unfavorable geology influencing selecting route schemes

序号	不良地质体名称	不良地质作用概况
1	观音河危岩落石	位于观音河 1 号、2 号岩堆上方,为灰岩形成的陡崖,节理发育,岩体破碎,为岩堆的物质来源
2	青龙山巨型滑坡	主轴长 690m,宽 480~1020m,厚 20~70m,体积约 $1600 \times 10^4 \text{ m}^3$,滑坡前缘既有铁路隧道进口端衬砌出现开裂变形
3	树舍 1 号巨型滑坡	主轴长 688m,宽 200~540m,厚 20~70m,体积约 $820 \times 10^4 \text{ m}^3$,观音山隧道出口约 350m 位于滑坡体内
4	树舍 2 号巨型滑坡	主轴长 370m,宽 250~500m,厚 10~35m,体积约 $300 \times 10^4 \text{ m}^3$,树舍 1 号大桥约 180m 位于滑坡体内
5	新营岩堆	主轴长 200m,宽 150~350m,厚 5~35m,体积约 $79 \times 10^4 \text{ m}^3$

1.5.3 煤层瓦斯

测区出露的煤系地层有二叠系上统宣威群(P_2^{xn})、下统梁山组(P_1l)和石炭系下统大塘组旧司段(C_1d^1),其中 P_2^{xn} 、 P_1l 为区内主要含煤地层。根据沿线煤矿资料分析,隧道通过 P_2^{xn} 、 P_1l 地层段为高瓦斯工区,隧道通过 C_1d^1 地层段为低瓦斯工区。

1.5.4 采空区

测区 P_2^{xn} 含可采煤 8~21 层,煤层厚 0.4~4.0m,煤质好,沿观音河沟谷分布有蜈蚣岭煤矿、箐林煤矿等,在红布沟、扒挪块一带多为当地村民私人开采小煤窑,开采深度一般小于 30m,最大可达 60m,采空区空间形态难以查清,位于线路附近时对

拟建铁路工程影响较大。对线路比选方案有影响的采空区 3 处(表 2)。

表 2 对比选方案有影响的采空区情况

Table 2 The general situation of old coal mining area influencing selecting route schemes

序号	采空区名称	采煤地层	工程类型	采空区情况
1	蜈蚣岭煤矿采空区	P_2^{xn}	隧道	私人小煤矿,井口标高 2018m,洞深约 230m,煤层厚 0.4~1.5m,顺层面水平开采,开采至长隧方案乌蒙山隧道上方,隧道标高 1945m,采空区至隧道最小距离约 70m
2	箐林煤矿采空区	P_2^{xn}	隧道	私人小煤矿,井口标高 2030m,洞深约 350m,煤层厚 2.2~4.0m,已开采至标高 1990m,短隧方案新梅花山隧道位于采空区边缘,隧道标高 1976m
3	扒挪块采空区	P_2^{xn}	桥梁	当地村民私挖滥采小煤窑,开采深度最大达 60m,采空区空间形态难以查清,最大桥高约 90m,最大跨度 80m,对拟建铁路桥梁有较大影响

2 线路方案地质比选

梅花山一天生桥相距 23.55km,方案起点梅花山车站出站端地面高程 2010m,方案终点天生桥垭口地面高程约 1700m,受地形、地质条件控制,全段为单面下坡。勘察中在对测区进行了大范围遥感解译,1:50000 水文地质调绘、1:10000 区域地质调绘及线路中线 1:2000 详细地质调绘的基础上,主要研究了长隧方案、短隧方案及观音河出露方案 3 大线路方案。

2.1 线路方案地质条件及其评价

2.1.1 长隧方案

长隧方案自梅花山车站引出后,以 18.912km 乌蒙山隧道穿梅花山主脉,经核桃树、刘家院子至红布沟出洞设扒挪块车站,然后穿狮子山到方案终点天生桥,线路全长 23.342km。

本方案线路通过石炭系、二叠系、三叠系灰岩、白云岩、泥灰岩、玄武岩、砂岩、泥岩、页岩及炭质页岩夹煤层,隧道通过碳酸盐岩地段长 14.1km。线路通过水城枢纽断层等 8 条断层和威水背斜、树舍向斜,受构造影响,岩体较破碎。沿线不良地质作用有岩溶、煤层瓦斯及采空区。乌蒙山隧道穿过梅花山主脉段及刘家院子一带,岩溶强烈发育,隧道多处于

表3 梅花山—天生桥线路方案地质条件比较

Table 3 Comparison of geological conditions of different route schemes from Meihuashan to Tianshengqiao

项目	长隧方案	短隧方案	观音河出露方案
滑坡	无	观音山隧道出口段通过树舍1号巨型滑坡,树舍1号大桥位于树舍2号巨型滑坡内,滑坡对工程影响大	无
岩堆	无	新营岩堆对工程影响较大	无
危岩落石	无	观音河右岸危岩落石对工程有影响	观音河右岸危岩落石对工程有影响
岩溶及岩溶水	隧道通过可溶岩地段长14.1km,单面下坡,岩溶水丰富,特长隧道施工安全风险极高	隧道通过可溶岩地段长12.076km,单面下坡,岩溶水丰富,隧道较短,施工安全风险较高	隧道通过可溶岩地段长14.047km,单面下坡,岩溶水丰富,乌蒙山二号隧道较长,施工安全风险高
采空区	采空区位于乌蒙山隧道上方,距离隧道最小距离约70m,影响小	扒挪块大桥(高桥)位于采空区内,影响大;新梅花山隧道位于箐林煤矿采空区边缘,有一定影响	乌蒙山一号隧道距离箐林煤矿采空区距离大于120m,影响小
断层、褶皱影响	通过8条断层、2个褶皱	通过9条断层、2个褶皱	通过9条断层、2个褶皱
综合评价	一般	较差	较好

岩溶水平径流带及季节变动带,岩溶水丰富,且隧道中部距离尖山水库最近仅240m,隧道施工引起水库泄漏的可能性极大,施工中发生岩溶涌水突泥的风险高,单面下坡隧道反坡排水问题突出,施工中安全风险极高。

2.1.2 短隧方案

短隧方案自梅花山车站引出后,以6.455km新梅花山隧道穿梅花山主脉,在既有铁路观音岩大桥上游140m处跨观音河,穿8.84km观音山隧道后在树舍沟出洞设新营车站,穿羊皮山以后以82m高的扒挪块大桥跨既有扒挪块车站,然后穿狮子山到比较终点天生桥,线路全长23.984km。

本方案线路通过地层岩性和长隧方案相同,隧道通过碳酸盐岩地段长12.076km。线路通过水城枢纽断层等9条断层和威水背斜、树舍向斜,受构造影响,岩体较破碎。沿线不良地质作用有滑坡、岩堆、危岩落石、岩溶、煤层瓦斯及采空区。观音山隧道出口段位于树舍1号巨型滑坡内,树舍1号大桥位于树舍2号巨型滑坡内,滑坡体规模大、厚度大,整治工程艰巨。新营车站发育岩堆范围大、厚度大,稳定性差,整治难度大。扒挪块大桥分布当地村民私挖滥采形成的煤窑采空区,空间分布无规律,勘察中难以查清,处理困难。新梅花山隧道、观音山隧道通过碳酸盐岩段岩溶强烈发育,隧道多处于岩溶水平径流带及季节变动带,岩溶水丰富,施工中发生岩溶涌水突泥的风险高,但隧道较短,施工中安全风险较高。

2.1.3 观音河出露方案

本方案自梅花山车站引出后,以6.454km乌蒙

山一号隧道穿梅花山主脉,在既有铁路观音岩大桥上游140m处跨观音河,穿12.266km乌蒙山二号隧道经龙场至红布沟出洞设扒挪块车站,然后穿狮子山到方案终点天生桥,线路全长23.55km。

本方案线路通过地层岩性和长隧方案相同,隧道通过碳酸盐岩地段长14.047km。线路通过水城枢纽断层等9条断层和威水背斜、树舍向斜,受构造影响,岩体较破碎。沿线不良地质作用有危岩落石、岩溶、煤层瓦斯及采空区。该方案在观音河之前紧靠短隧方案,在红布沟之后与长隧方案相接。该方案绕避了树舍1号、2号巨型滑坡、青龙山滑坡及扒挪块煤窑采空区,在梅花山、龙场一带岩溶强烈发育,岩溶水丰富,但距离尖山水库距离大于1250m,施工中引起水库泄漏的风险较小。

2.2 线路方案的主要地质条件对比

2.2.1 定性比选

本段影响线路方案的主要因素有滑坡、岩堆、危岩落石、岩溶及岩溶水、采空区等,各方案工程地质条件对比^[5](表3)。

2.2.2 工程数量及投资比较

各方案主要工程数量及投资比较^[6](表4)。

2.3 线路方案的比选意见

经对长隧方案、短隧方案、观音河出露方案3个线路方案的工程地质条件、工程数量及投资对比分析,得出以下方案比选意见:

(1)长隧方案线路最短,投资最高。线路虽避开了树舍沟巨型古滑坡群、新营岩堆、危岩落石及扒

表4 梅花山—天生桥线路方案主要工程数量及投资比较

Table 4 Comparison of main construction quantity and invest of different route schemes from Meihuashan to Tianshengqiao

项目	长隧方案	短隧方案	观音河出露方案
线路长度/km	23.342	23.984	23.550
土石方/ $\times 10^4 \text{m}^3$	12.3	17.1	17.756
路基 钢筋砼 及圬工/ $\times 10^4 \text{m}^3$	0.9	14.9	1.57
桥梁长度/km	0.207	1.640	0.458
隧道长度/km	22.390	21.332	22.157
桥隧总长/比例 /(km/(%))	22.597/ 96.8	22.972/ 95.8	22.615/ 96.0
估算投资/亿元	17.529	15.369	17.023
估算投资差/亿元		-2.16	-0.506

挪块小煤窑采空区,但乌蒙山隧道长 18.912km,通过岩溶强烈发育的碳酸盐岩地区,且隧道紧靠尖山水库,岩溶水文地质条件极其复杂,施工中发生岩溶涌水、突泥及引起水库泄漏的风险极高,单面下坡隧道反坡排水问题十分突出,施工中安全风险极高。

(2)短隧方案线路最长,投资最省。线路穿过梅花山主脉的新梅花山隧道岩溶水文地质条件复杂,施工中发生岩溶涌水突泥的风险高。观音山隧道岩溶发育地段靠近隧道出口端,岩溶及岩溶水对隧道影响较小。线路通过树舍沟巨型古滑坡群、新营岩堆,不良地质作用规模大、厚度大,整治工程艰巨。扒挪块大桥(高桥)通过的小煤窑采空区,空间分布无规律,难以查清,处理困难。新梅花山隧道位于箐林煤矿采空区边缘,采空区对隧道有一定影响。

(3)观音河出露方案较长隧方案长 208m,投资少 0.506 亿元。线路避开了树舍沟巨型滑坡群、新营岩堆及扒挪块小煤窑采空区。线路穿过梅花山主脉的乌蒙山一号隧道岩溶水文地质条件和短隧方案相近。最长的乌蒙山二号隧道长 12.266km,龙场一带岩溶强烈发育,发生岩溶涌水突泥的风险高,施工中安全风险高,但隧道距离尖山水库较远,施工中引起水库泄漏的风险较小。

3 结 论

六沾复线梅花山至天生桥段地处云贵高原中东部乌蒙山区,地形困难,地质条件极其复杂,地质构造、不良地质及特殊岩土极其发育,线路方案选择受滑坡、岩堆、危岩落石、岩溶及岩溶水、采空区控制。

综合定性比选、工程数量和投资比较,在分析研究 3 个方案地质条件的基础上,认为观音河出露方案既绕避了树舍沟的巨型古滑坡群、新营岩堆及扒挪块小煤窑采空区,又降低了长隧道通过岩溶地段涌水突泥的风险,地质条件最好。

在施工图中采用了观音河出露方案并对线路纵坡优化,乌蒙山一号隧道进口设置 2.7km 顺坡、乌蒙山二号隧道中部设横洞排水,有效地降低了隧道通过岩溶地段的施工风险,使得隧道得以安全、顺利贯通。

参 考 文 献

- [1] 何振宇. 区域工程地质与铁路选线[M]. 北京:中国铁道出版社, 2004.
He Zhenning. Regional engineering geology and geological selection of route[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2004.
- [2] 沈斌才, 江仕琴. 山区铁路选线[M]. 北京:中国铁道出版社, 1987.
Shen Bincai, Jiang Shiqin. Railway route selection in mountain area[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 1987.
- [3] 楚涌池, 等. 铁路工程地质手册[K]. 北京:中国铁道出版社, 1999.
Chu Yongchi, et al. Railway engineering geology handbook[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 1999.
- [4] 贵州省地矿建设施工公司. 改建铁路贵昆线六盘水至沾益段梅花山—水路上区域水文地质调查报告[R]. 成都, 2005.
The Second Survey & Design Institute of China Railways. The complementary information of Meihuashan-Qiewu route scheme in constructing second line feasibility study of the section from Liupanshui to Zhanyi along Guiyang-Kunming rebuilt railway[R]. Chengdu, 2005.
- [5] 铁道第二勘察设计院. 改建铁路贵昆线六盘水至沾益段增建二线可行性研究梅花山至且午线路方案地质补充报告[R]. 成都, 2005.
Guizhou Geoscientific Construction Co. The regional hydrology surveys report in the area from Meihuashan to Shuilushang in the section from Liupanshui to Zhanyi along Guiyang-Kunming rebuilt railway[R]. Chengdu, 2005.
- [6] 铁道第二勘察设计院. 改建铁路贵昆线六盘水至沾益段增建二线可行性研究梅花山至且午线路方案补充材料[R]. 成都, 2005.
The Second Survey & Design Institute of China Railways. The geologic complementary report of Meihuashan-Qiewu route scheme in constructing second line feasibility study of the section from Liupanshui to Zhanyi along Guiyang-Kunming rebuilt railway[R]. Chengdu, 2005.