

文章编号: 0451-0712(2006)02-0063-04

中图分类号: U412.32

文献标识码: B

# 赛里木湖至果子沟口段高速公路 越岭段路线方案研究

童云深, 杨 华

(中咨(武汉)桥隧设计研究院有限公司 武汉市 430056)

**摘 要:** 通过对赛里木湖至果子沟口段既有公路现状的调查分析, 针对越岭段进行大范围的路线方案研究, 并从地形、地质、环境保护及施工难度、工程造价等多方面进行综合比较。同时, 结合设计新理念对山区公路的选线设计提出一些有益的建议供同行参考。

**关键词:** 高速公路; 越岭段; 方案研究

## 1 工程概况

G045 线为国家公路网规划的 18 条东西横向线(连云港~霍尔果斯口岸)中的一横, 它东起连云港, 途经徐州~郑州~西安~兰州~乌鲁木齐, 到达终点霍尔果斯口岸。G045 线也是新疆境内重要的一条交通干线, 是新疆境内伊犁河谷地区与乌鲁木齐联系的唯一全天候通车的公路, 在新疆公路网中占据着重要的地位。

赛里木湖至果子沟口段处于 G045 线终点(霍尔果斯口岸)附近, 地理位置极为重要。是交通部在新疆指定的全国示范工程之一。本项目推荐方案路线全长 56.135 km, 估算总金额为 235 175.92 万元, 平均造价 4 189.47 万元/km。其中越岭段(松树头至果子沟山岭重丘区)长 10.064 km, 设计速度为 100 km/h, 基本以桥隧相连的形式出现, 路基较少, 桥隧占该段路线全长的 88%。越岭段是本项目的重点和难点, 也是本文阐述的重点。

本项目松树头至果子沟越岭段地势十分险峻, 沟谷纵横, 地形、地貌、地质情况非常复杂。越岭段植被以乔木为主, 植物种类比较单一, 树林间基本没有灌木和草类, 该段树木生长状况比较好, 木材蓄积量大。阴坡和阳坡植被生长情况差别较大, 阳坡以草类为主, 植被较稀疏; 阴坡植被茂密, 且多以乔木为主。项目位于高纬度、高海拔的严寒地区, 冬季雪害是主要灾害之一。

本项目位于高纬度、高海拔的严寒地区, 生态环境极其脆弱, 一旦破坏极难恢复。越岭段地形地貌复杂, 地势险峻, 地质构造复杂, 滑坡等地质灾害集中, 直线距离短(3.5 km)而相对高差大(280 m)。既有路标准低且建于捷尔得萨依古滑坡群上, 1996 年进行了改建, 目前, 滑坡群张拉裂缝明显, 随时有滑塌可能(如图 1 示)。若沿路改建极为困难, 而该路段又临近赛里木湖国家级风景名胜, 区域植被茂盛, 环保要求高, 加之该段如再发生病害, 受地形、地质条件限制, 整治处理条件少。



图 1 捷尔得萨依古滑坡群与既有公路关系

针对越岭段地形复杂、地质病害集中等特点, 结合交通厅及高等级公路管理局要求将该路建成生态路、环保路、旅游路、景观路的要求, 项目组明确提出重视地形选线、突出地质选线及生态选线的原则, 经综合比选, 推荐采用以桥隧为主的沿山坡展线方案,

避免了深挖高填,最大限度地避免由于公路建设引发新的地质病害问题。

## 2 路线方案研究

### 2.1 方案比选原则

在布设线位时,在大的原则方面,力求本项目既要满足国道主干线、规划的国家高速公路网主骨架的使用功能,又要能促进博尔塔拉蒙古自治州以及伊犁地区等地方的经济发展和腾飞。因此,确定路线方案的基本原则如下:

(1)连接主要控制点博乐市和霍城县;

(2)处理好与沿线区域的光缆、电力、电讯、牧道的关系;

(3)在满足主干线公路要求的前提下,兼顾地方的合理要求;

(4)精益求精,从规划、设计上减少工程造价;

(5)设计中坚持以人为本,将路线方案与交通安全设计统一起来考虑,设置有效、完善的交通安全设施;

(6)重视沿线生态环境保护及水土保持

### 2.2 路线方案比选

#### 2.2.1 路线方案

越岭段地势十分险峻,地质构造复杂,滑坡等地质灾害集中,直线距离短而相对高差较大,既有路标准低,若沿路改建极为困难,而该路段又临近赛里木湖国家级风景名胜,区域植被丰富,环保要求高,加之该段如再发生病害,受地形、地质条件限制,整治处理条件少,宜采用一次改建、一步到位方案,以彻底根治各类病害,根本改善路线线形,提高行车条件。故该段原则上采用废弃老路、另建新线方案。通过纸上定线、实地踏勘、资料收集以及向地方政府征求意见,反复筛选,拟定了5个路线方案进行同精度比较(见图2)。

(1) A 线方案。

路线从赛里木湖畔的既有 G045 线引出,在松树头附近向左偏离既有公路,以长约 1 764 m (含防雪明洞)的隧道穿过库松木契克山后,路线基本依山展线,桥隧相连跨过加木帕斯夏子沟和果子沟山间谷地,接着又以长约 1 350 m 隧道穿过科古琴山后,从二台林场下方接上既有公路,新建路线长 10.064 km。

(2) B 线方案。

路线从赛里木湖畔的既有 G045 线引出,直接折向南,向左偏离既有公路,以长 5 203 m 隧道穿过库

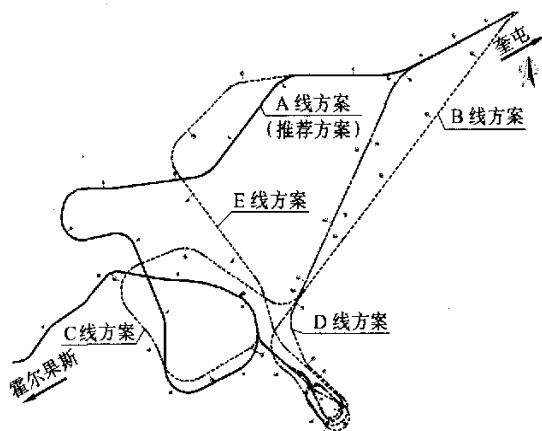


图2 G045线越岭段路线方案

松木契克山,出隧道后折向东南,沿山势以路桥为主沿山坡展线接上既有公路,新建路线长 9.154 km。

(3) C 线方案。

路线从赛里木湖畔的既有 G045 线引出,直接折向南,向左偏离既有公路,以长 3 746 m 隧道穿过库松木契克山,出隧道后折向西沿山势迂回展线,与 A 方案基本相同位置穿过科古琴山后接上既有公路。新建路线长 9.461 km。

(4) D 线方案。

路线从赛里木湖畔的既有 G045 线引出,直接折向南,向左偏离既有公路,以长 3 735 m 隧道穿过库松木契克山,前段与 C 方案基本相同,出隧道后折向东南,沿山势以路桥为主沿山坡展线接上既有公路,新建路线长 9.313 km。

(5) E 线方案。

路线从既有 G045 线松树头垭口处引出,折向南偏离既有公路,沿捷尔得萨依沟谷右侧山坡展线,以 110 m + 2 × 200 m + 110 m 连续梁方案跨越沟谷后,沿果子沟谷右侧山坡展线,行进至 D 方案库松木契克山隧道出口附近,与 D 方案后半段基本相似,沿山势以路桥为主沿山坡展线接上既有公路,新建路线长 9.560 km。

#### 2.2.2 路线方案比较

根据本项目的实际情况,选定了 A 方案(推荐方案)作为比较的主体,其余 4 个方案作为比较的客体,就其对应段逐一进行比选。

(1)影响路线方案的主要控制因素。

①地形。

本段路线位于北天山的西段,赛里木湖洼地南侧。总体属中山区,地形复杂,高差大,受越岭高程

控制,路线展线受到较大限制,应进行多方案比较,合理确定路线方案,以尽量提高线型标准,减少工程数量。

②地质。

该路线从工程地质岩土类型来看,沿线主要为古生代及其以前的地层,以海相地层为主,岩土类型主要有花岗岩、石灰岩、砾岩、碎石土、低液限粘土等。路线区域存在不少不良工程地质问题,主要有雪害、泥石流、滑坡、斜坡失稳、坍塌、水害等。在选线时应注意绕避或采取相应措施进行处理。

③环境保护及景观要求。

赛里木湖像是镶嵌在西天山上的一颗珍珠,诱中外游人纷至沓来。近岸可见,湖水晶莹剔透;极目远舒,山水一体,相映如画;踏高山俯瞰,湖面有如闪闪发光的明镜,更如一角蓝天落在青黛斑驳的群山之间。每当春来草绿莺飞,盛夏碧野花红时节,赛里木湖便成为令人向往的游览避暑胜地。而该段路线紧邻赛里木湖旅游胜地,路线方案设计中应充分考虑环境保护与景观设计。

(2)路线方案比选。

①工程规模比较。

各方案工程规模详见表1。

表1 各方案工程规模比较

项    目	单位	A线 方案	B线 方案	C线 方案	D线 方案	E线 方案
路线长度	km	10.064	9.154	9.461	9.313	9.560
路基宽度	m	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
路基	挖方	m <sup>3</sup> 7 384	192 512	138 228	257 767	548 499
	填方	m <sup>3</sup> 90 586	130 415	100 308	187 053	398 028
	挡土墙	m <sup>3</sup> 14 120	36 583	29 251	62 915	100 407
路面	面层	m <sup>2</sup> 24 529	36 554	28 115	52 429	111 563
	基层	m <sup>2</sup> 26 211	41 123	31 630	58 982	125 509
	底基层	m <sup>2</sup> 28 618	43 316	33 316	62 128	132 177
道路	总计	m 1 187	1 750	1 346	2 510	5 341
桥涵	涵洞	m 30	192	128	224	352
	大桥	m/座 5 038/5	1 350/3	3 980/9	1 970/5	4 830/6
隧道	总计	m/座 3 839/3	6 088/2	4 926/2	4 936/3	
征地	总计	hm <sup>2</sup> 18.37	25.71	40.35	45.85	55.57
建安费用/万元		94 400	117 119	113 219	79 668	77 822
推荐意见		推荐				

②建设条件的比较。

A方案主要以桥隧展线,线型好,且避开了滑坡

等地质病害区,且隧道长度较短,有利行车运营,造价较低,可彻底解决困扰该段路线的地质病害问题,运营养护费用低,环保和景观效果好。

A、E方案均通过捷尔得萨依沟,沟内滑坡较多,该区域滑坡的频繁发育与该区的水文及地质、地形密切相关,大部分为堆积层或极严重风化滑坡。其中A方案以桥的形式通过滑坡后缘,基本避开了滑坡体,受滑坡影响较小;而E方案从滑坡中部通过,较为不利。故从工程地质角度分析,A方案较优,E方案较差,E方案公路建成后可能会引发新的地质灾害。同时E方案滑坡处理的费用也较高。

B、C、D方案都以较长隧道通过3~4条NWW向断裂,而这几条NWW向断裂均与另一条NW向断裂相交。该NW向断裂规模较大,且向赛里木湖方向展布,在其末端另有一条NW向小断裂,所以,水文地质问题对隧道的影响在今后的工作中应重点查明。总的说来,B、C、D方案的工程地质条件在仲伯之间,由于B方案与断裂构造的交角大于C、D方案,受构造断裂影响较小,故稍稍占优。

综上所述,A方案较优、B方案次之,C、D方案更次之,E方案最差。

3 山区公路选线与环境保护

本工程位于赛里木湖国家级风景名胜區及果子沟风景区,路线所经地区风景秀美,是著名的旅游风景区。修建公路一方面能促进地方经济的发展,另一方面对沿线自然景观的破坏又是不可避免的。对各方案进行比较的目的,是为了选定一个对二者来说都是最佳的方案;即最大限度地促进地方经济的发展,最大限度地减小对环境的破坏。

(1)A方案与E方案的比较。

A方案为主要以桥隧相连的方案,高填深挖路段相对不多,地质条件相对较好,使得公路的修建对自然景观的破坏较小。A方案大部分线位位于森林和植被较少的坡面,对自然环境影响较小。E方案与A方案相比,路和桥的长度基本相当,但路基高填深挖路段较多,对环境的影响较大。因此,A方案优于E方案。

(2)由于A方案与B、C、D方案在环境保护方面的区别较小,故而不再一一进行比较。

(3)各方案优缺点分析详见表2。

(4)经综合分析和技術经济比选,在目前的投资估算中,虽然A方案工程投资较E方案略贵,但由于

表 2 各方案综合比较

方案	优点	缺点
A 方案	路线线形顺畅,工程地质条件相对较好,对环境的影响小,运营条件好,美观,技术可靠,造价适中。	桥隧施工难度大。
B 方案	新建路线短,对环境的影响小。	路线线形较差,工程投资大,工期长,隧道防水处理技术不确定因素多,运营、通风、防灾、照明费用较高。
C 方案	路线线形顺畅,运营条件较好,对环境的影响较小。	工程投资较大,隧道防水处理技术不确定因素多,运营、通风、防灾、照明费用较高。
D 方案	新建路线最短。	路线线形较差,工程投资较大,防水处理技术不确定因素多,运营、通风、防灾、照明费用较高。
E 方案	工程投资较小,但滑坡治理费用工可阶段难以估列。	路线线形较差,工程地质条件较差,病害隐患多,工程风险较大。对环境的影响较大。

E 方案自捷尔得萨依古滑坡群中通过,由于对滑坡群难以探查清楚,其滑坡治理费用难以估列,且安全隐患多;而 A 方案因其具有路线顺畅,工程地质条件较好,不易引发新的地质灾害,与环境协调较好,美观等综合优势,故推荐 A 方案。

#### 4 对 A 方案的深入研究

在初测过程中,我们在 A 方案的基础上,做了一个局部线位调整比较的方案,即桥梁+隧道+部分路基的方案:路线越岭段出捷尔得萨依隧道后,以桥梁跨越加木帕斯夏子沟(原老路),在 A 方案线位基础上,路线往山侧靠拢,开挖路基,以路基代替桥梁沿山坡展线,自捷尔得萨依隧道出口至将军沟隧道进口,路基长度约 2.6 km 左右。但是由于路线所过山坡陡峻(约 35°~40°),以路基沿山坡展线时,山体放坡开挖量大。尽管该段选线时,选取在山的阳坡上,树木较少,但夏天植被较好,以路基展线对山坡植被破坏严重,对环境的影响较大。考虑工程处于赛里

木湖国家级风景名胜区及果子沟风景区,该方案与生态选线的原则相违背;同时,半填半挖路基,路基挖方边坡及填方边坡防护工程量大;另外本段存在雪崩形成的条件,如采用路基沿山坡展线,存在极大的安全隐患,因此不予推荐。

#### 5 设计新理念在方案设计中的具体体现

随着人们设计理念的变化和环保意识的增强,“安全、环保、舒适、和谐”这一设计新理念正日益被广大设计人员采纳与实践。对于山区公路,“不破坏就是最大的保护”的理念正明显地反映在我们的设计中:果子沟越岭段阳、阴坡植被差异明显,阳坡以草类为主,植被较稀疏,阴坡植被茂密,且多以乔木为主,路线选择在植被较稀疏的阳坡通过,减少对环境的破坏;在捷尔得萨依隧道入口路线避开了一大型的古老滑坡体,减少对其的扰动和破坏,保护了原有的自然风景,既节省了工程造价,又最大程度地保护了环境。

#### 6 结论与建议

(1)在山区修建高速公路,因地形、植被、地质条件、工程投资等的限制,技术标准的选用应因地制宜。在满足规范的技术标准下,部分困难地段可采用下限值。

(2)应处理好路线与路基、桥梁、隧道等相关工程、不良地质的关系,解决好与地方利益、风景区、当地民俗风情的利害关系,坚持以人为本,将山区公路建成“生态路、环保路、旅游路、景观路”。

(3)在西北部分生态环境恶劣的山区修建高速公路,若资金允许,技术标准应就高不就低,宜一步到位,减少以后道路升级改造对环境的再次破坏。

#### 参考文献:

- [1] G045 线赛里木湖至果子沟口段公路改建工程初步设计总说明[Z], 2005.
- [2] 尹家骅,等译. 汉斯·洛伦茨,著. 公路线形与环境设计[M]. 人民交通出版社, 1984.
- [3] 美国各州公路工作者协会,著. 交通部第一公路勘察设计院,译. 公路几何设计[M]. 人民交通出版社, 1980.