

文章编号: 1674—8247(2018)03—0008—04

板块缝合带地区的选线理念与实践

何娘者

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要:在拉林铁路雅鲁藏布江板块缝合带地区选线实践中,综合考虑工程地质条件、铁路工程可靠性、雅鲁藏布江桥位、隧道软岩大变形等因素,运用三维技术和层次分析法进行综合选线,总结出板块缝合带地区的铁路选线理念:(1)应用三维选线方法、多目标决策模型能增强选线的直观性和科学性;(2)尽量减少隧道工程,减少隧道软岩大变形或岩爆长度;(3)线路尽量选择在岩性较好的区域通过,降低隧道软岩大变形的风险;(4)线路尽量选择在被动盘通过;(5)尽量减少隧道埋深;(6)做好隧道软岩大变形设计预案,加强支护,防止隧道围岩大变形。

关键词:铁路;地质选线;理念;实践;层次分析法

中图分类号:U212 **文献标志码:**A

Idea and Practice of Route Selection in the Area of Plate Suture Zone

HE Niangzhe

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

Abstract: In Lhasa-Nyingchi Railway plate suture zone route selection, comprehensively considering the engineering geological conditions and the reliability of railway engineering, bridge location across the YarlungZangbo River, deformation of soft rock in tunnel and other factors, use three dimensional technology and AHP method, summing up ideas of railway line selection in the area of plate suture zone. The conclusions are as follows: (1) The application of 3D technology and multiple target decision making model can make the route selection more intuitive and more scientific. (2) As far as possible reduce tunnel engineering and large deformation of soft rock or rock burst length; (3) Choose good lithology area to reduce the risk of tunnel large deformation of soft rock; (4) The line is selected to be passed in a passive side; (5) Reduce the depth of the tunnel; (6) Make a design plan of tunnel soft rock large deformation and strengthening support to prevent the large deformation of surrounding rock of tunnel.

Key words: railway; geological route selection; idea; practice; AHP

1 工程概述

川藏铁路拉萨至林芝段(简称拉林铁路)位于西藏自治区东南部,线路西起拉萨市,向东沿雅鲁藏布江顺流而下,经贡嘎、扎囊、泽当、桑日、加查、朗县、米林至林芝,新建线路长度403 km,是川藏铁路和滇藏铁路的重要组成部分^[1-3]。

拉林铁路经过印度板块和欧亚板块碰撞形成的雅

鲁藏布江缝合带地区,山高谷深,山脉呈东西向纵贯延展。印度板块北移与欧亚板块挤压碰撞,产生了一系列重要的区域断裂带和褶皱变形带。构造发育,内动力地质作用强烈,浅表地貌改造频繁,表生地质作用强烈。由此产生了一系列工程地质问题,如崩塌、滑坡、错落、泥石流、高烈度地震与活动断裂、高地温、高地应力等。

选线中综合考虑工程地质条件、工程可靠性、隧道

收稿日期:2018-01-23

作者简介:何娘者(1972-),男,高级工程师。

引文格式:何娘者. 板块缝合带地区的选线理念与实践[J]. 高速铁路技术,2018,9(3):8-11.

HE Niangzhe. Idea and Practice of Route Selection in the Area of Plate Suture Zone [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(3): 8-11.

围岩大变形、雅鲁藏布江跨河桥梁安全性等因素,应用三维选线手段和多目标决策数学模型确定最优方案,并总结出板块缝合带地区的选线理念,为类似项目选线提供参考。

2 板块缝合带地区线路走向方案比选

2.1 雅鲁藏布江板块缝合带

雅鲁藏布江缝合带呈东西向展布于加查至朗县之间,缝合带主断裂由加查县城北侧约 1.5 km,向东至朗县县城北侧约 1.3 km,此后继续向东延伸,主断裂整体位于雅鲁藏布江北岸。缝合带以北为被动盘,岩性较好,多以花岗岩为主。缝合带以南为主动盘,岩性相对较差,以软质岩为主,缝合带内岩石软弱,挤压破碎严重。受雅鲁藏布江缝合带宏观构造的影响,在本段流域内形成了一系列的与缝合带相关的不良地质体,如滑坡、泥石流和高地应力等。外业勘察选取 8 条垂直雅鲁藏布江缝合带的实测剖面,表明缝合带经历

了韧性剪切—脆性挤压破碎等多期次、多层次的活动特点,缝合带大体为南倾,典型剖面^[5]示意如图 1 所示。

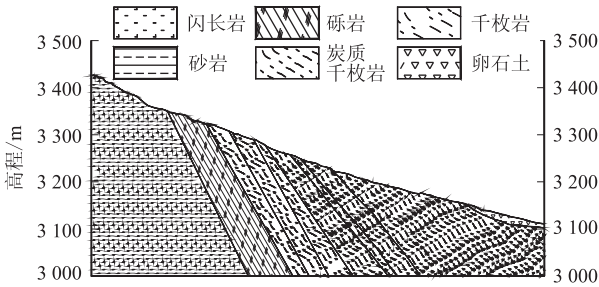


图1 雅鲁藏布江板块缝合带典型剖面示意图

2.2 板块缝合带区域线路方案比选

2.2.1 方案简述

结合地形和地质条件,加查至朗县段线路研究了江北长隧道方案和沿江方案两个宏观走向方案^[1],如图 2 所示。

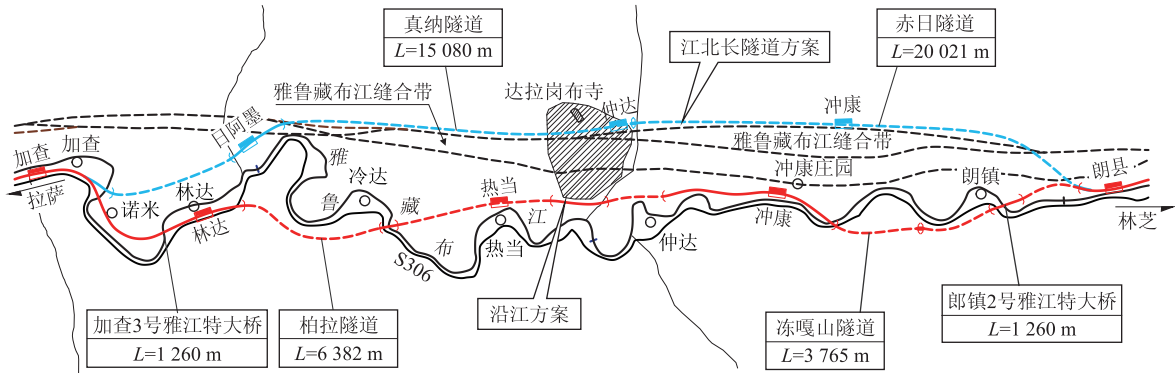


图2 加查至朗县线路方案比选示意图

(1)江北长隧道方案:线路由加查车站引出,于诺米村由南岸跨雅江至北岸,以 5.48 km 隧道前行至加查电站上游跨丝波绒曲,设日阿墨车站,此后线路选择在缝合带北侧以两隧一桥取直前行至朗县车站。其间设仲达站后上跨坝曲,并于赤母隧道中部设冲康站,桥隧比重高达 93.3%,新建线路长度 46.56 km。

(2)沿江方案:为充分利用地形较为宽缓的河流阶地,并绕避滑坡等不良地质,线路自加查出站端起,五跨雅江,利用沿江宽缓的一级阶地设车站或以路基通过,线路经林达、热当、冲康设 3 座会让站。沿江方案以路基和桥梁简易明线工程为主,共设 7 座隧道,总长 24.634 km,明线部分所占比重为 49.4%,桥隧比重 77.9%,新建线路长度 48.67 km。

2.2.2 方案比选优化研究过程

(1)基于三维选线手段优化方案

为直观应用地质勘察和预测结果,结合现场钻探

资料,以及选线区域 DEM 和 DOM 数据,建立了选线区域三维地形、地质的 GIS 环境,如图 3 所示。在三维 GIS 环境中直观地调整线路方案^[4-5],绕避各类不良地质,缩短软岩大变形长度,保证线路方案及主要工程措施的安全、可靠和可行,最大限度减小施工和运营风险。

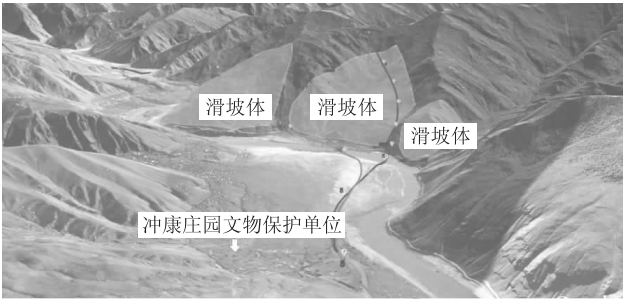


图3 基于三维选线手段优化方案

(2)影响方案选择的因素定性分析

(3)应用多目标决策模型决策最优方案

由表1可知,江北长隧道方案虽然在宏观地质条件方面好于沿江方案,但江北长隧道方案和沿江方案在深埋隧道岩爆、斜井穿越缝合带、跨江桥河床阶地稳定性、隧道软岩变形等方面存在各自的风险因素,鉴于影响因素的复杂性,采用基于层次分析方法辅助决策^[6-7]。

表1 江北长隧道方案和沿江方案选线影响因素初步对比结果

因素	江北长隧方案(P1)	沿江方案(P2)	定性对比
工程地质条件(C ₁)	江北长隧道方案位于板块缝合带以北,线路大部分位于花岗岩和砾岩地层,围岩条件相对较好。但隧道埋深大,存在高地应力等工程地质问题,隧道辅助坑道穿越雅鲁藏布江缝合带,岩体稳定性差	沿江方案位于阶地前缘,短隧道位于雅鲁藏布江缝合带南侧,岩体稳定性差,存在的主要问题为隧道软岩变形	宏观地质江北长隧道方案相对较好,但两方案均存在一定的工程地质问题
隧道工程风险(C ₂)	江北长隧道方案主要存在隧道正洞穿越缝合带、高地应力和斜井穿越缝合带三方面的风险	沿江方案隧道均为中短隧道,隧道围岩较差,均为Ⅳ、Ⅴ级围岩,部分段落有软岩变形,存在一定的施工风险	两方案隧道均存在一定的施工风险。但江北长隧道方案不仅主体工程风险高,辅助工程风险也高
桥梁工程风险(C ₃)	江北长隧道方案一跨雅江,桥位条件较好,桥梁工程风险较低	沿江方案线路五跨雅江。除冷达桥两端和朗镇桥大里程端3桥台位于地形陡峭基岩上,其余7桥台均位于宽缓阶地之上,而阶地以卵砾石为主,未见基岩,而阶地所处的河道稳定性影响跨江桥的安全	沿江方案桥梁工程风险相对高,采取加固防护措施后,风险可控制
运营条件(C ₄)	江北长隧道方案设三个会让站,日阿墨位于路基段、仲达站为一线天、冲康整体位于隧道中部。需在隧道内设置两座救援站	沿江方案设林达、热当和冲康三个会让站,除热当站一半位于隧道中,其余均位于地形开阔的阶地上。沿江方案无须设置救援站	沿江方案车站养护运营条件比江北长隧道方案更为有利
文物宗教保护(C ₅)	江北长隧道方案线路以隧道穿越岗布吾资神山,社会稳定风险高	线路绕避了神山及宗教文物,对文物保护有利,社会稳定风险相对较低	沿江方案优于江北长隧道方案
施工工期(C ₆)	影响江北长隧道方案控制工期的隧道为真纳隧道和赤母隧道,土建工期为53个月,按此工期推算,可满足全线总工期7年的要求,但本方案5个斜井横穿岩体破碎的缝合带,施工风险高,工期存在不可控风险	沿江方案不控制施工工期	沿江方案优于江北长隧道方案
工程投资(C ₇)	江北长隧道方案线路长度比沿江方案短2.11 km,桥隧总长比沿江方案长5.52 km,静态投资比沿江方案高4.58亿元	沿江方案投资相对节省4.58亿元	沿江方案优于江北长隧道方案

建立以板块缝合带地段最优线路方案为总目标,工程地质条件(C₁)、隧道工程风险(C₂)、桥梁工程风险(C₃)、运营条件(C₄)、文物宗教保护(C₅)、施工工期(C₆)、工程投资(C₇)为判断准则,江北长隧道方案和沿江方案为决策方案的递阶层级结构图,如图4所示。

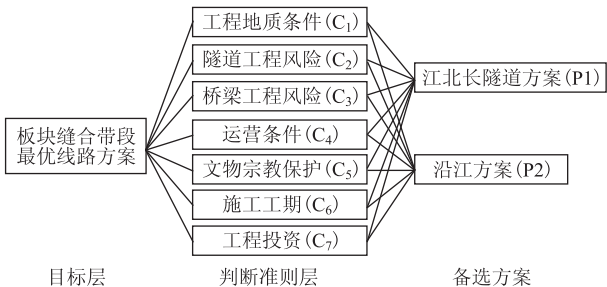


图4 多目标决策模型结构图

通过分析各判断准则的相对重要性,建立判断矩阵B_{A/C}如图5所示。

应用层次分析法软件分析计算判断矩阵,得出江

$$B_{A/C} = \begin{bmatrix} C_1/C_1 & C_1/C_2 & C_1/C_3 & C_1/C_4 & C_1/C_5 & C_1/C_6 & C_1/C_7 \\ C_2/C_1 & C_2/C_2 & C_2/C_3 & C_2/C_4 & C_2/C_5 & C_2/C_6 & C_2/C_7 \\ C_3/C_1 & C_3/C_2 & C_3/C_3 & C_3/C_4 & C_3/C_5 & C_3/C_6 & C_3/C_7 \\ C_4/C_1 & C_4/C_2 & C_4/C_3 & C_4/C_4 & C_4/C_5 & C_4/C_6 & C_4/C_7 \\ C_5/C_1 & C_5/C_2 & C_5/C_3 & C_5/C_4 & C_5/C_5 & C_5/C_6 & C_5/C_7 \\ C_6/C_1 & C_6/C_2 & C_6/C_3 & C_6/C_4 & C_6/C_5 & C_6/C_6 & C_6/C_7 \\ C_7/C_1 & C_7/C_2 & C_7/C_3 & C_7/C_4 & C_7/C_5 & C_7/C_6 & C_7/C_7 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/2 & 1/4 & 1/4 & 2 & 1/2 \\ 2 & 1 & 3 & 1/2 & 1/4 & 5 & 3 \\ 2 & 1/3 & 1 & 2 & 1/4 & 5 & 3 \\ 4 & 2 & 1/2 & 1 & 1/4 & 4 & 2 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 1 & 6 & 5 \\ 1/2 & 1/5 & 1/5 & 1/4 & 1/6 & 1 & 1/3 \\ 2 & 1/3 & 1/3 & 1/2 & 1/5 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

图5 建立判断矩阵B_{A/C}示意图

北长隧道方案的综合最优度为0.34,沿江方案的综合最优度为0.66,故江北长隧道方案虽然在宏观地质条件方面好于沿江方案,但桥隧风险相当,综合考虑工程地质条件、隧道工程风险、桥梁工程风险、运营养护、文物宗教保护、施工条件、以及工程投资各方面,推荐沿江方案。

3 结论

印度板块和欧亚板块碰撞形成的雅鲁藏布江缝合带地区的铁路选线受工程地质条件、桥隧工程风险、施工和运营维护条件、工程投资、文物宗教保护等综合因素的影响,极具挑战。基于详尽的技术资料,综合运用三维环境数字选线、多目标决策模型等手段选择出板块缝合带区域的最优线路走向。通过实践总结出如下几点板块缝合带地区的铁路选线理念,供类似工程选线参考。

(1)在铁路选线中应注重应用三维数字选线、多目标决策等先进技术手段。三维数字选线能增强选线的直观性;多目标决策手段能有利于分析影响因素的相对重要性,从而抓住主要矛盾,选择出满意的线路方案。

(2)选线中尽量减少隧道工程,因为缝合带地区的主要地质问题是高地应力引起的隧道软岩大变形或岩爆,线路尽量以桥梁、路基等明线工程通过,减少隧道软岩大变形的风险。

(3)线路尽量在被动盘通过,选择岩性较好的区域通过。由于缝合带地区构造应力很大,选择岩性较好的区域,可减少隧道软岩大变形的风险。

(4)线路选线中尽量减少隧道埋深,设计中隧道工程做好软岩大变形的设计预案,加强隧道支护措施,防止隧道围岩大变形^[8]。

参考文献:

- [1] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建川藏铁路拉萨至林芝段可行性研究报告[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2014.
China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. A Feasibility Study on the New Sichuan-Tibet Railway from Lhasa to Linzhi[R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2014.
- [2] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建川藏铁路拉萨至林芝段初步设计总说明[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司,

2014.

China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. Preliminary Design Instructions for the Preliminary Design of the Sichuan-Tibet Railway from Lhasa to Linzhi[R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2014.

- [3] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建川藏铁路拉萨至林芝段初步设计线路说明书[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2014.

China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. Preliminary Design Route Instructions for the Preliminary Design of the Sichuan-Tibet Railway from Lhasa to Linzhi[R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2014.

- [4] 刘江涛, 何娘者. 基于 Google Earth 和 BIM 的川藏铁路数字选线应用研究[J]. 高速铁路技术, 2016, 7(5): 80-84.

LIU Jiangtao, HE Niangzhe. Application Study on Sichuan-Tibet Railway Digitalizing Line Location Based on Google Earth and BIM[J]. High Speed Railway Technology, 2016, 7(5): 80-84.

- [5] 刘江涛, 胡光常. BIM 在铁路设计中的应用研究[J]. 高速铁路技术, 2014, 5(5): 5-9.

LIU Jiangtao, HU Guangchang. A Study on BIM Application in Railway Design[J]. High Speed Railway Technology, 2014(5): 5-9.

- [6] 周德宏. 基于广州南沙港铁路的线路方案选线设计研究[J]. 铁道工程学报, 2013, 12(12): 1-5.

ZHOU Dehong. Research on the Design of Line Selection of Route Scheme Basing on Guangzhou Nansha Port Railway[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2013, 12(12): 1-5.

- [7] 杨长根. 基于层次分析方法的线路宏观走向方案选择[J]. 铁道工程学报, 2012, 11(11): 34-37.

YANG Changgen. Research on Option of Macroscopic Track Alignment with Hierarchy Analysis Method[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2012, 11(11): 34-37.

- [8] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建拉萨至林芝铁路加查至朗县段方案专题研究[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2014.

China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. Proposal Thematic Study on Lhasa-Linzhi Railway Jiacha to Lang County Section[R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2014.

(编辑: 赵立红 苏玲梅)