

文章编号: 1674—8247(2019)04—0091—04  
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2019.04.019

## 大理至攀枝花铁路综合地质选线

张雄文

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

**摘要:**拟建大理至攀枝花铁路全长约 218 km, 铁路路网组成和地质条件十分复杂, 比选方案众多。文章在分析内动力、外动力、特殊岩土介质条件等 3 种地区域稳定性地质作用类型、特征、影响的基础上, 划分出控制方案的区域主要地质问题有“活动断裂及高烈度地震、高地温和高温热水、煤系地层系列地质病害、斜坡变形及泥石流、岩溶、盐岩、破碎玄武岩、高原断陷盆地深厚层软土”等 8 个方面。在充分汲取相邻铁路工程地质勘察经验、地质研究成果的基础上, 提出了精准的方案比选地质意见及可靠的处理措施, 确定了大理至攀枝花铁路地质选线核心原则: 线路尽量避开或以最短长度通过活动断裂带、煤系地层、盐岩, 不以隧道工程通过高地温和高温热水区, 或应以傍山浅埋隧道通过。有关结论和建议可供类似工程项目参考。

**关键词:**大理至攀枝花; 线路方案; 工程地质; 选线

中图分类号: U212.35 文献标志码: A

## Comprehensive Geological Route Selection of Dali-Panzhuhua Railway

ZHANG Xiongwen

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

**Abstract:** The total length of the proposed Dali-Panzhuhua Railway is about 218km. Due to the composition and geological conditions of the railway road network are very complicated, there are multiple schemes. Based on the analysis of the types, characteristics and effects of stability geological action in three areas, such as internal power, external power and special geotechnical medium conditions, the regional major geological problems of the control scheme are "active fracture and high intensity earthquake, highland mild high temperature hot water, coal stratigraphic series geological diseases, slope soil and stone migration, karst, salt rock, Broken basalt, deep layer soft soil in plateau faulted basin", etc. Based on learning the experience and geological research results of the engineering geological survey of adjacent railways, some precise geological opinions and reliable treatment measures for the schemes comparison are put forward in this paper, and the core principle of the geological line selection of the railway is determined: the line tries to avoid or, with the shortest length, pass through the active fault zone, coal strata, salt rock. It is suggested to adopt the shallow buried tunnel through the area of underground high temperature and hot water. The conclusions and recommendations can be used as reference for similar projects.

**Key words:** Dali-Panzhuhua railway; line scheme; engineering geology; route selection

新建大理至攀枝花铁路(以下简称大攀铁路)位于滇西和攀西地区,线路起于云南省大理市,向东北经

大理州宾川县、丽江市华坪县,终至四川省攀枝花市,拟建线路正线长度约 218 km,西端连接广大铁路、大

收稿日期:2019-07-08

作者简介:张雄文(1969-),男,高级工程师。

引文格式:张雄文. 大理至攀枝花铁路综合地质选线[J]. 高速铁路技术,2019,10(4):91-94.

ZHANG Xiongwen. Comprehensive Geological Route Selection of Dali-Panzhuhua Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(4): 91-94.

瑞铁路、大临铁路、大丽铁路和拟建大丽城际铁路,东端连接成昆新双线、既有成昆铁路、规划攀昭铁路,建成后形成川渝、西北地区至滇西地区及缅甸、印度洋沿岸国家的快捷区际通道和国际后方通道,区域路网构成非常复杂<sup>[1]</sup>。鉴于大攀铁路路网组成和地质条件的复杂性,在收集相关区域地质资料和现场调查的基础上,结合区域断裂活动性评估专项工作、无人机遥感技术工作、谷歌地质解译工作,以及滇西地区相关铁路工程地质勘察经验、地质研究成果资料等,积极开展区

域重大工程地质问题研究,确定地质选线原则,提出方案比选意见。

### 1 方案概况

线路走向主要研究了北线、中线、南线三大方案,其中中线研究了经华坪的两跨金沙江方案、中线沿江南侧方案和中线取值方案3个方案,如图1所示。各方案概况,如表1所示。

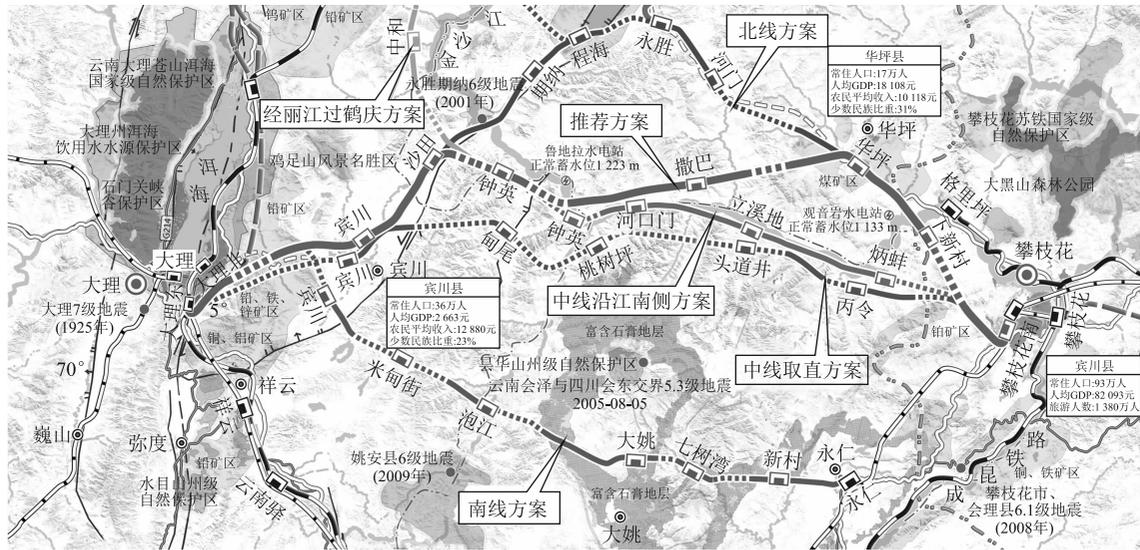


图1 大理至攀枝花铁路线路方案平面示意图

表1 大理至攀枝花铁路方案概况

方案名称	概述	线路长度/km
北线方案	线路自大理东站引出后,经宾川沿程海-宾川活动断裂谷地走行,于鲁地拉水电站上游的三家村上跨金沙江,穿程海湿地二级保护区,经永胜、华坪再次上跨金沙江后接入成昆新双线攀枝花南站	234.1
中线方案	线路从大理东站引出,经宾川、钟英跨上跨金沙江后取直至华坪并设站,出站后线路再次上跨金沙江接入在建成昆新双线攀枝花南站	217.9
	大理至钟英段线路走向同方案I,钟英出站后,线路沿金沙江南岸跨金沙江支流泡江,而后取直接入在建成昆新双线攀枝花南站	206.7
	大理至宾川段线路走向同方案I,线路出宾川站后折向东,以20 km长隧取直,跨泡江,顺应地形	195.1
南线方案	攀枝花至永仁段利用成昆铁路,线路从永仁站引出,经大姚后沿省道316线取直至宾川,引入大理东站	233

### 2 地质概况

大攀铁路场区地势总体西高东低,海拔高程1 030~2 700 m,相对高差达1 700 m。沿线地貌分为构造侵蚀、剥蚀中高山、低中山地貌,间夹大理、宾川、程海、金官等断陷盆地或宽谷缓坡地貌,以金沙江及其支流为主的河流切割剧烈,山高谷深,地形起伏大。上覆土层以高原断陷盆地第四纪深厚冲湖积、湖沼相沉积层为显著特征,下伏岩层时代除志留纪外,自震旦纪至新第三纪均有。岩性主要有碎屑岩类(砂岩、泥岩、页岩、炭质页岩),化学及生物化学岩类(灰岩、白云岩、鲕状灰岩、泥质灰岩),岩浆岩类(主要为玄武岩,局部为石英闪长岩、花岗岩、辉长斑岩)3类。永胜-宾川-大理以东地层区又称为“滇中红层区”<sup>[2]</sup>,地质构造位于扬子陆块西缘、青藏高原东南缘,临近印度板块与欧亚板块碰撞缝合带,跨扬子陆块区内之盐源-丽江边缘拗褶带、楚雄中生代前陆盆地,新构造运动剧烈。控制大攀铁路路网方案的区域重大工程地质问题有“活动断裂及高烈度地震”“高地温和高温热水”“煤系地层系列地质病害”“斜坡变形及泥石流”“岩溶”

“盐岩”“破碎玄武岩”“高原断陷盆地深厚层软土”8个,如表2所示。

表2 大理至攀枝花铁路主要工程地质问题一览表

序号	地质问题	主要特征及影响评估
1	活动断裂及高烈度地震	区内第四纪全新世(Q <sub>4</sub> )活动断裂主要有程海-宾川断裂带、洱源-弥渡断裂带、丽江-剑川断裂带、鹤庆-洱源断裂带,其中对线路方案影响最大的是程海-宾川断裂带,该断裂带在未来具备发生7级强震的潜势 <sup>[3]</sup> ;永胜-宾川-大理一线,属我国南北强地震带的南段,更是滇西北强震分布区之一。强烈地震时,地震波产生的力的破坏(地面破裂、斜坡失稳、地基变形等)及其他次生地质灾害,对铁路工程危害大
2	高地温和高温热水	区内活动性断裂规模较大,活动时间长,为地下热水的形成、运移创造了良好的通道。热水分布严格受断裂控制。区内程海-宾川断裂带上,地下水主要出露在断裂上盘或断裂带附近,泉水温度一般较低,多在21℃~28℃,个别达35℃,上盘水温度较高,下盘水温度低,洱源-弥渡断裂带上,洱海西北出露3处中高温泉,温度51℃~79℃。隧道通过高温带可能遇地热流体,对人身安全、施工环境、工程结构均有不利影响
3	煤系地层系列地质病害	区内煤系地层主要分布在攀枝花至华坪、永胜、宾川以西等地区,存在有害气体、瓦斯突出、采空区、地下水侵蚀性等典型工程地质问题。此外,因区域构造挤压强烈,煤系地层质软层薄,断层、褶皱和节理发育,深埋隧道存在软岩大变形
4	斜坡变形及泥石流	区内强烈的内外动力作用下,金沙江深切河谷卸荷带、不利结构面发育,岩体切割破碎,易产生滑坡、错落、岩堆、崩塌、危岩落石等斜坡变形灾害,发生时间多在6月-10月当地雨季期间。因地形高差大、地灾规模大、速度快、破坏力极强,斜坡变形的同时也为泥石流提供了丰富的固体物资料来源,易伴发山间沟谷暴雨型泥石流。永胜至宾川一带是以泥石流为主的地质灾害强烈发育区 <sup>[4]</sup> ,对铁路构成较大危害
5	岩溶	区内碳酸岩地层主要分布在攀枝花至华坪、宾川至大理及丽江地区,岩溶发育区易发地面塌陷、基础失稳,隧道突水、突泥等病害
6	盐岩	区内盐岩广泛分布在宾川-程海断裂以东、元谋-绿汁江断裂以西的滇中红层区内,主要在金沙江南岸,北岸东山一带亦有分布。地层为白垩系江底河组(K <sub>2j</sub> )和普昌河组(K <sub>1p</sub> ),其中江底河组三段(K <sub>2j</sub> <sup>3</sup> )普遍含石膏、芒硝、岩盐,一般含量5%~25%,部分达50%,姚安地区岩盐结晶层厚,富集成矿;江底河组(K <sub>2j</sub> )一、二、四段和普昌河组(K <sub>1p</sub> )地层中的石膏、芒硝、岩盐呈薄层状、鸡窝状、星点状,含量较低。盐岩具溶解、膨胀和腐蚀的特性,在充水饱和后,体积不变的条件下,膨胀压力可高达130 MPa <sup>[5]</sup>
7	破碎玄武岩	区内破碎玄武岩地层主要分布在程海-宾川断裂带以西附近,由于喷发的多期性,不同期次的玄武岩接触带具蚀变性,甚至有古风化壳;玄武岩岩性较杂,软硬不均;玄武岩多发育垂直宽张冷缩节理,受区域构造影响,构造节理亦较发育,富水性好,隧道通过玄武岩围岩易发坍方、涌水
8	高原断陷盆地深厚层软土	区内程海、宾川及大理等滇西北地区高原断陷盆地内广泛分布深厚层软土、松软土,具有含水量高、压缩性大、高塑性、低强度等特性 <sup>[6]</sup> 。软土路基存在沉降过大以及容易失稳等问题,且固结沉降需要较长时间,对排水固结不利,对施工工期影响较大。对桥基则表现为桩身侧壁摩阻力严重偏小,软土很厚时桥梁方案可能不成立。此外,高烈度地震区软土震陷病害不容忽视

### 3 方案比选意见

各方案主要地质条件及地质问题分析评价比较,如表3所示。

表3 大理至攀枝花铁路方案比选表

方案名称	地质条件评价
北线方案	主要地质问题为活动断裂及高烈度地震、煤系地层系列地质病害及岩溶。其中,宾川至永胜段与程海-宾川活动断裂带并行,该断裂带未来具备发生7级强震的潜势,约73.5 km地震动峰值加速度为0.3 g,跨金沙江大桥在活动断裂带中心,风险极高;煤系地层长约37 km,华坪至攀枝花沿线煤矿和采空区密集,隧道还存在瓦斯突出、腐蚀性等典型工程地质问题,深埋隧道存在软岩大变形地质风险。碳酸岩段落长约60 km,岩溶中等-强烈发育,存在路基岩溶塌陷、隧道突水、突泥风险
经华坪的两跨金沙江方案(方案I)	主要地质问题为煤层瓦斯、盐岩(石膏、芒硝、岩盐)、斜坡变形。革新至攀枝花段煤系地层长约8.6 km,隧道存在瓦斯突出、软岩变形、腐蚀性等地质问题;钟英至撒把段有长约8 km隧道穿含石膏、芒硝、岩盐的地层,存在溶解性、腐蚀性和膨胀性问题;金沙江岸坡局部发育滑坡、错落、崩塌、岩堆。此外,宾川至钟英段以简易工程及隧道穿程海-宾川活动断裂带,影响较小
中线沿江南侧方案(方案II)	主要地质问题为盐岩(石膏、芒硝、岩盐)、煤层瓦斯、斜坡变形。钟英至河口门段线路有长约15 km穿含石膏、芒硝、岩盐的地层区,存在溶解性、腐蚀性和膨胀性问题;炳蚌至攀枝花段煤系地层长约6 km,隧道存在瓦斯突出、软岩变形、腐蚀性等地质问题;河口门至炳蚌段部分隧道进、出口仰坡高陡,较破碎,易发崩塌、危岩落石、坍塌等斜坡病害。此外,沙田至钟英段以简易工程及隧道斜穿程海-宾川活动断裂带,影响较小
中线取值方案(方案III)	主要地质问题为盐岩(石膏、芒硝、岩盐)、煤层瓦斯。甸尾-丙令一带,线路断续穿含石膏、芒硝、岩盐的地层区,总长约40 km,存在溶解性、腐蚀性和膨胀性问题;炳蚌至攀枝花段煤系地层长约8 km,隧道存在瓦斯突出、软岩变形、腐蚀性等地质问题;线路以简易工程及隧道大角度穿程海-宾川活动断裂带,影响较小
南线方案	主要地质问题为盐岩及煤系地层系列问题。线路穿盐岩长达70 km,石膏、芒硝、岩盐富集成矿,存在采空区、强溶解性、强腐蚀性和膨胀性问题;线路穿3段总长约16 km的煤系地层区,沿线煤矿及采空区较多,隧道还存在有害气体、瓦斯突出、软岩变形、腐蚀性等地质问题

从表3可以看出,经华坪的两跨金沙江方案,以最短距离穿煤系地层和含盐岩地层,选择岸坡稳定点跨越金沙江,避开了长大段落沿江段崩塌、滑坡、危岩落石等区域,并以简易工程穿活动性断裂带,综合比较,方案工程地质条件最优,各类不良地质、特殊岩土问题较易处理,风险可控。因此,从地质选线角度,推荐华坪的两跨金沙江方案。

### 4 地质选线原则

通过研究区域内重大工程地质问题和方案比选,

大理至攀枝花铁路地质选线主要原则如下:

(1) 活动断裂及高烈度地震区,应避免将线位顺断裂选线或小角度与断裂相交,尽量远离活动断裂带,将线位置于断裂构造相对稳定的下盘或被动盘区或选择抗震设防有利地段;无法避开时线路应与之大角度相交,并采用简易工程通过,严禁高墩、大跨、特殊结构桥梁。

(2) 高地温和高温热水区,应尽量从低温区通过,尽量以傍山浅埋为宜,以减小工程处理难度。

(3) 煤系地层系列地质病害区,应绕避采空区,加强超前地质预报,采取合理支护和抗侵蚀性处理措施。

(4) 斜坡变形及泥石流发育区,应采取绕避或综合挡护措施。跨金沙江桥位应选择区域稳定、岸坡稳定、地基强度较高的河谷通过。泥石流发育区,线路宜绕避或以桥从流通区跨过,主墩应置于泥石流冲刷破坏影响区以外并留足净空。

(5) 岩溶区,应避开地表岩溶密集发育带、可溶岩和非可溶岩接触带,隧道应选在岩溶水平径流带之上或地表径流条件好的分水岭通过,施工阶段加强超前地质预报。

(6) 盐岩区,应绕避盐岩分布广、结晶层厚的地段,尽可能以最短距离通过含盐量较少的盐岩地段;隧道应绕避洞身地层中含有石膏、硬石膏、岩盐、芒硝夹层等化学沉积富集地段。不能绕避的地段,宜以路堤或桥梁通过,避免在地下水位高、水质矿化度高的地段挖方。各类工程施工期间均应注意采取抗侵蚀性混凝土防护措施,隧道工程还需注意衬砌结构强化和防排水加强措施。营运期间加强监测,对岩盐滞后病害采取必要的处理措施。

(7) 破碎玄武岩区,采取综合勘探手段查明玄武岩隧道的围岩破碎、软弱带,做好超前地质预报和支护措施。

(8) 高原断陷盆地深厚层软基区,线路应绕避厚度大、分布广、处理困难的盆地中间地带软土,选择在软土分布较窄、厚度较小、埋藏不深的盆地边缘地带通过,尽量选择简单工程(如低路堤、低桥等)通过,并进行桥、路经济、技术比选<sup>[6]</sup>。工程上,可采用清除换填、水泥搅拌桩、碎石桩、CFG桩及必要的侧向约束桩等处理措施。

## 5 结束语

研究铁路建设项目区域重大工程地质问题,分析其可能导致的各种地质灾害的发生及形成条件,评价灾害的时空展布规律及其严重程度,进行稳定性评价

及分区,其目的是为工程建设寻找相对稳定地段——安全场区或安全岛进行安全建设,以及确定合理防治和工程加固措施,以便获取最大的社会效益、经济效益及环境效益<sup>[7-8]</sup>,大攀铁路山区地质选线的核心原则可总结为:线路尽量避开或以最短长度通过活动断裂带、煤系地层、盐岩,不以隧道工程通过高地温和高温热水区,或以傍山浅埋隧道通过,有关地质研究结论和建议可供类似工程项目参考。

## 参考文献:

- [1] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建铁路大理至攀枝花预可行性研究报告[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2017. China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. Pre-feasibility Study on the New Dali-Panzhihua Railway [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2017.
- [2] 刘成. 滇中红层工程地质特性研究[J]. 云南地质, 2007, 26(4): 428-438. LIU Cheng. A Study on the Engineering Geology of Redbed in Central Yunnan [J]. Yunnan Geology, 2007, 26(4): 428-438.
- [3] 中国地震局地壳应力研究所. 新建大理至攀枝花铁路工程场区活动断裂专题研究报告[R]. 北京: 中国地震局地壳应力研究所, 2017. Institute of Crustal Dynamics, China Earthquake Administration. Special Research Report on the Activity Fracture of the New Dali-Panzhihua Railway Engineering Site [R]. Beijing: Institute of Crustal Dynamics, China Earthquake Administration, 2017.
- [4] 中国水文地质工程地质勘察院. 中国分省地质灾害图集[M]. 北京: 中国地图出版社, 1996. China Institute of Hydrogeology and Engineering Geology Exploration. Provincial Atlas of Geologic Hazards of China [M]. Beijing: Sinomaps Press, 1996.
- [5] 万维方. “滇中红层”地区路基病害整治及对策[J]. 石家庄铁道学院学报, 2004, 17(S1): 104-106. WAN Weifang. Measures against the Subgrade Diseases in the Red Stratum of Mid-Yunnan Area [J]. Journal of Shijiazhuang Railway Institute, 2004, 17(S1): 104-106.
- [6] 杨英, 杨文辉. 滇西北地区断陷盆地软土特征及选线原则[J]. 铁道工程学报, 2013, 30(8): 31-36. YANG Ying, YANG Wenhui. Characteristics of Soft Soil in Fault Basin in Northwest Region of Yunnan Province and Principle of Railway Alignment in This Area [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2013, 30(8): 31-36.
- [7] 孙叶, 等. 区域地壳稳定性量化评价[M]. 北京: 地质出版社, 1998. SUN Ye, et al. The Quantitative Assessment and Research of Regional Crustal Stability [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1998.
- [8] TB 10027-2012 铁路工程不良地质勘察规程[S]. TB 10027-2012 Code for Unfavorable Geological Condition Investigation of Railway Engineering [S].

(编辑: 车晓娟 白雪)