

## 巴罗二号隧道现场工程地质表现及分析

吴世友 徐忠山 李维高

辽宁省第三地质大队有限责任公司, 辽宁 朝阳 122000

**[摘要]** 针对巴罗二号铁路隧道工程地质特征, 对隧道现场实际表现出的滑坡、坍塌、顺层偏压、有害气体、大涌水、高温等不良地质状况进行分析, 强调工程地质资料的收集、对比和灵活运用, 适时为工程施工提供参考依据, 动态改变开挖和支护参数来适应工程地质变化, 为类似工程提供一定借鉴。

**[关键词]** 隧道; 工程地质条件; 现场不良地质表现; 分析

DOI: 10.33142/ec.v3i5.1893

中图分类号: U458.1

文献标识码: A

## Engineering Geological Performance and Analysis of Baluo No.2 Tunnel

WU Shiyou, XU Zhongshan, LI Weigao

Liaoning No.3 Geological Brigade Co., Ltd., Chaoyang, Liaoning, 122000, China

**Abstract:** According to engineering geological characteristics of Baluo No.2 railway tunnel, this paper analyzes the unfavorable geological conditions such as landslide, collapse, bedding bias, harmful gas, water gushing, high temperature and so on, emphasizes the collection, comparison and flexible application of engineering geological data, provides reference basis for engineering construction in time, dynamically changes the excavation and support parameters to adapt to engineering geological changes and can provide reference for similar projects.

**Keywords:** tunnel; engineering geological conditions; site adverse geological performance; analysis

### 引言

云南省西双版纳州地处我国西南边陲, 属于热带雨林气候, 该区域地质条件受气候影响比较复杂, 修建地下工程难度较大。玉磨铁路(玉溪—磨憨)作为泛亚铁路中线中国境内部分, 起于云南省玉溪, 途径普洱、景洪, 止于磨憨口岸。巴罗二号隧道属于新建玉磨铁路站前工程, 位于西双版纳州勐腊县境内。

### 1 工程概况

新建玉磨铁路巴罗二号隧道进口工作区位于关累~勐远区间, 为时速 160km/h 单线隧道, 进口里程 D1K433+463, 出口里程 D1K439+280, 隧道为单线隧道, 全长 5817m, 最大埋深 260m, 洞内线路坡度为单面下坡, 坡度为 5%, 暗挖段采用曲墙复合式衬砌。

#### 1.1 地形地貌

属中山地貌, 地面高程 625~925, 最大高差 300m, 自然横坡  $5^{\circ} \sim 45^{\circ}$ , 局部较陡。山间自然浅沟发育, 地形波状起伏, 土层较薄, 基岩部分裸露; 区内植被茂密, 多为橡胶林。沿线及洞身有村舍零星分布, 隧道进出口距离乡村土路较近, 便于修筑进场便道进行连接, 交通较方便。

#### 1.2 地层岩性

隧道区段上覆第四系全新统滑坡堆积 ( $Q_4^{del}$ )、坡崩积层 ( $Q_4^{di+col}$ )、坡残积层、坡积层粉质黏土。下伏基岩为三叠系中统 ( $T_2b \alpha \mu$ ) 泥岩夹炭质泥岩, 二叠系上统龙潭组 ( $P_2l$ ) 泥岩夹砂岩、炭质页岩, 石炭系下统 ( $C_1$ ) 泥岩夹砂岩。

#### 1.3 地质构造

褶皱、断裂二者大致相互平行, 为压性、压扭性构造, 其特点是规模大、延伸性远、分布广, 具有自北西向东南方向撒开之趋势。与之配套的北东向张性、张扭性断裂垂直主干断裂发育, 规模较小, 但使北西-北北西向断裂构造收到了不同程度破坏。

隧道区段地表大部分被土层覆盖, 少量基岩出露, 未见构造行迹。下伏基岩三叠系中统 ( $T_2b \alpha \mu$ ) 泥岩岩层层理产状:  $N18^{\circ} W/50^{\circ} SW$ ; 二叠系上统龙潭组 ( $P_2l$ ) 泥岩夹砂岩、炭质页岩岩层层理产状:  $N25^{\circ} W/35^{\circ} SW$ ; 石炭系下统 ( $C_1$ ) 泥岩夹砂岩岩层层理产状:  $N35^{\circ} W/60^{\circ} SW$ 。

进口~D1K437+500 段地震动峰值加速度为 0.10g, D1K437+500~出口段地震动峰值加速度为 0.15g。

#### 1.4 水文地质条件

隧道区地表水主要为沟水、塘水, 主要由大气降水补给。

地下水主要类型有第四系孔隙潜水、基岩裂隙水。第四系孔隙潜水不甚发育, 水量较小; 下伏基岩岩体破碎, 基

岩裂隙水较发育。预计隧道一般涌水量约  $1.46 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，雨季最大隧道涌水量约  $1.75 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。全隧通过地层均为含炭质岩层地层，地下水对混凝土结构具化学侵蚀（ $\text{H}_1$ ）及盐类接近破坏侵蚀（ $\text{Y}_1$ ）。

## 2 隧道现场不良地质表现

### 2.1 滑坡

隧道进口右侧有一处发育滑坡，滑坡物质为粉质黏土，隧道洞身有四处滑坡体。施工过程中，洞口右侧滑坡体在雨季滑塌并短期阻断了进场便道，对施工影响较小。洞身四处滑坡体由于提前采取了一定措施，只产生小规模塌方，对洞身施工及工程安全影响有限。

### 2.2 坍塌

隧道洞身 D1K433+600~D1K433+645 发育坍塌体，体积约  $3.5 \times 10^5 \text{ m}^3$ ，表层物质为含碎石粉质黏土，碎石含量接近 50%。坍塌体范围内隧道洞身埋深较浅，最小埋深约 30m。在该洞段施工时，提前采取了小管棚、密集小导管等超前支护，以及采取短循环进尺等措施，坍塌体对隧道洞身施工和工程安全未产生明显影响。

### 2.3 顺层偏压

隧道洞身围岩岩层走向与线路夹角较小，为  $11^\circ \sim 26^\circ$  不等，横向上视倾角  $32^\circ \sim 59^\circ$  不等，倾向线路左侧，右侧洞身存在顺层偏压危害。从监控量测结果看，围岩最大收敛值达到了 420cm，且收敛值大部分都发生在洞身右侧。现场通过补充勘察和超前地质预报发现，洞身围岩松动圈为 7~8m，锁脚锚管和锚杆等支护方式无法完全阻止围岩收敛。为此，设计单位多次修改了支护参数和施工工艺，以及修改预留围岩变形量，施工单位也为此采取了各种措施，付出了一定代价。

### 2.4 有害气体

隧道 D1K433+461.95~D1K439+290.89 段地层可能局部富集瓦斯等有害气体。施工达到该洞段后，洞口均加强了通风，压入风机功率达到  $2 \times 130 \text{ Kw}$ 。洞内开挖、支护、衬砌所用设备均使用防爆型，电缆应选用煤矿用钢带或者细钢丝铠装电力电缆，采用瓦斯超前预探方式预报瓦斯气体溢出情况。同时，采用“双保险”监测措施监测瓦斯气体浓度并报警。由于措施得当，施工过程中未发现明显的瓦斯气体聚集和溢出，施工人员安全和工程安全均得到了保障。

### 2.5 涌水

设计勘察资料显示隧道一般涌水量约  $1.46 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，雨季最大隧道涌水量约  $1.75 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，雨季补水较重。施工中采取分段排水，仰拱和开挖掌子面间设置集水坑，仰拱和掌子面涌水集中至集水坑后分级排至洞口。掌子面遇涌水较大时需随时设置集水管，防止对支护产生冲刷，影响支护稳定性。

### 2.6 高温

设计地质资料未提及隧道地温情况，但在隧道施工工作面距洞口超过 300m 后，洞内产生高温现象，工作面温度达到或超过  $35^\circ\text{C}$ ，需采取加设局部风扇和冰块降温。

## 3 工程地质条件分析

从隧道现场不良地质条件看，影响隧道建设因素较多，滑坡、坍塌、顺层偏压、有害气体、涌水、有害气体这几大因素均对工程施工产生一定的影响，而且有可能互相影响，也可能形成组合作用，给施工带来诸多困难。

从以上情况分析，巴罗二号隧道地质条件极其复杂，施工过程中必须根据实际地质条件和特征，有针对性的采取相对应的措施进行预防、解决和补救。在明确掌握设计地质资料的基础上，要做好现场地质资料 and 数据的收集，跟设计地质资料进行比对。为做到预防为主方针，现场必须做好地质超前预报。同时，可以利用地质超前钻孔释放涌水压力、提前溢出稀释瓦斯气体、减少爆破夹持力等。

## 4 结语

(1) 云南西双版纳热带雨林地区地形复杂，地质条件较差，隧道修建（设计和施工）难度较大，会对工程工期和造价产生较大影响。(2) 隧道施工一定要重视地质预报、地质数据收集和地质条件分析，及时给设计和施工提供可靠依据。(3) 及时根据地质条件分析修改设计和施工参数，避免不必要的损失。

### [参考文献]

- [1] 铁道部第一勘测设计院. 铁路工程地质手册[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2007.
- [2] 铁道部第一勘测设计院. 铁路工程地质勘察规范[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2019: 2-3.
- [3] 吴世友, 徐忠山, 李维高, 刘则启. 阿家岭隧道穿越既有铁路线综合施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013(11): 81-84.
- [4] 赵前进. 玉磨铁路隧道工程地质特征及地质风险分析[J]. 铁道勘察, 2017(08): 42-45.
- [5] 李佳琪, 李德武. 施工技术[J]. 施工技术, 2017(3): 1029-1033.
- [6] 许崇帮, 王华牢. 杜公岭隧道工程地质特征及工程危害性分析[J]. 公路交通科技, 2019(08): 93-99.
- [7] 石天文, 刘朝跃. 云南某高速公路王家寨隧道工程地质条件分析[J]. 交通建设与管理, 2019(11): 76-77.

作者简介: 吴世友(1972-), 男, 汉族, 辽宁朝阳人, 教授级高级工程师, 从事道路桥隧、探矿工程、地质环境治理施工与研究。