

# 双峰寨隧道施工难点应对技术分析

谢后客

保利长大工程有限公司, 广东 广州

收稿日期: 2023年5月1日; 录用日期: 2023年5月21日; 发布日期: 2023年5月31日

## 摘要

在双峰寨隧道施工过程中, 部分施工区域存在围岩稳定性较差、纵向坡率大和洞内涌水等施工难题。基于施工过程中的难点, 在隧道暗洞浅埋段和洞口分别采用超前大管棚配备超前注浆小导管和Vc型复合式衬砌; 在纵向坡率较大地段采取了反坡排水的施工方案。测量结果表明: 采用了反坡排水后, 最终将排水累积量控制在了100 m<sup>3</sup>/h左右; 依托于各难点处采用的施工方案, 隧道洞口的监测沉降值约为47 mm, 沉降值在接受范围内。

## 关键词

隧道工程, 反坡排水, 超前大管棚, 变断面施工

# Technical Analysis of Shuangfengzhai Tunnel Construction Difficulties

Houke Xie

Poly Long Engineering Co., Ltd., Guangzhou Guangdong

Received: May 1<sup>st</sup>, 2023; accepted: May 21<sup>st</sup>, 2023; published: May 31<sup>st</sup>, 2023

## Abstract

During the construction of Shuangfengzhai Tunnel, there are construction problems in some construction areas, such as poor stability of surrounding rock, large longitudinal slope rate and water inrush in the cave. Based on the difficulties in the construction process, the shallowly buried section of the tunnel and the entrance of the tunnel are equipped with advanced grouting small conduit and Vc-type composite lining. In the section with a large longitudinal slope, a construction plan of reverse slope drainage was adopted. The measurement results show that after using reverse slope drainage, the cumulative amount of drainage is finally controlled at about 100 m<sup>3</sup>/h. Relying on the construction scheme adopted at each difficult point, the monitoring settlement value

文章引用: 谢后客. 双峰寨隧道施工难点应对技术分析[J]. 土木工程, 2023, 12(3): 707-712.

DOI: 10.12677/hjce.2023.125079

of the tunnel entrance is about 47 mm, and the settlement value is within the acceptable range.

## Keywords

**Tunnel Engineering, Reverse Slope Drainage, Ahead of the Large Pipe Shed, Variable Section Construction**

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着我国建设规模的不断扩大,隧道开挖工程在基建领域占比逐渐上升,针对不同开挖要求的各类工法也逐步走向成熟,例如针对地下隧道的盾构法[1]、针对公路隧道的新奥法[2]等,但受地质水文环境、天气以及人为等因素的影响,施工仍不可避免地存在施工风险和难题。姚文胜[3]详细地分析了高山顶公路隧道施工风险并给出了应对措施;蒋帆[4]等围绕在软弱围岩中施工,对新奥法的技术要点进行了详细的介绍和说明,王远忠[5]列举了新奥法在隧道施工中的应用与可能产生的风险因素,并提出相应的应用措施。目前,尽管有不少工程师针对特定的工程施工进行了工法以及风险的分析,但现有成果仍无法满足所有的施工需求。

本次研究基于双峰寨隧道所存在的施工风险和难点,对相关施工难点的解决方案进行了探讨。

## 2. 工程难点

双峰寨隧道属无岳高速 WYTJ-09 标区段工程,为分离式特长隧道,隧道右线长度 4237 m,最大埋深约 415 m,隧道左线长度 4233 m,最大埋深约 416 m。隧道左右线均为单向纵坡,纵坡坡度较大,坡度最高可达 2.45%。本次隧道工程的设计和施工均遵循新奥法的规范。

本次隧道施工存在以下几个主要难点:

- 1) 洞口浅埋段为水田软弱地质围岩,岩性较软,破碎程度高,稳定性较差。
- 2) 隧道处发育断层破碎带,围岩自稳性差,雨季施工地表水疏排不及时,开挖时洞顶易发生掉块、坍塌、冒顶等现象。
- 3) 隧道纵坡坡度较大,且在进口方向为下坡向施工,隧道内伴有涌水,常规的排水方案并不适用。
- 4) 隧道标准断面与紧急停车带处存在突变断面,断面尺寸相差较大。

## 3. 难点解决

### 3.1. 洞口处

洞口开挖前,需先设置洞顶截水沟,截水沟可以通过把坡面的地表水引到路基外,从而避免坍塌,其位置与坡顶的距离应大于 5 m。截水沟采用人工进行开挖,在开挖完成后采用 M10 浆砌片石封闭,避免因截水沟的积水渗入到洞口的土体中,从而影响土体的稳定。

洞口开挖时,应自上而下开挖至仰坡坡底标高,在仰坡坡底标高(即变坡点)以下部分,按照长管棚套拱厚度弧线进行开挖,并在中间预留核心土。由于洞口浅埋段为水田软弱地质围岩,岩性较软,破碎程度高,稳定性较差,因此在洞口段施工时采用  $\phi 108$  超前大管棚。管棚主体长度 30 m,环向间距 40 cm。

洞身段处设置超前注浆小导管，小导管长 4 m，环向间距 40 cm，仰角 10°~15°，通过超前注浆以提高岩体整体性。

### 3.2. 断层破碎带

在隧道断层破碎带地段施工过程中采用机械和人工相结合的方式开挖，将初期支护封闭成环控制在较短的时间内，掘进循环进尺控制在 0.5~0.8 m 之间。

断层破碎带衬砌采用 Vc 型复合式衬砌，初期支护采用强度较高的 I20a 型钢，钢支撑与围岩之间采用垫块楔紧，后采用喷射混凝土喷满空隙，二衬衬砌采用 60 cm 钢筋混凝土。

### 3.3. 纵坡排水

由于隧道设计纵向坡率为-2.45%，进口方向为下坡向施工，隧道内伴有涌水，常规的排水方案并不适用，因此洞内排水采用分级反坡排水方案。

在掌子面附近(仰拱端头)设临时集水坑，将地下水及施工用水抽至移动泵站内，再由移动泵站抽至边墙固定排水管内排出洞外，洞口统一设置沉淀池将水分级沉淀达标后排放。

对于工作面上台阶积水，在就近掌子面处开挖设置一处 2 m × 2 m × 2 m 的临时集水坑，临时集水坑距离掌子面 5~6 m。下台阶采用隧道开挖形成的天然小型集水坑。无仰拱段在隧道仰拱末端利用隧道中央排水沟形成的天然集水坑汇集隧道其余已施工地段隧道的渗(涌)水。有仰拱段利用仰拱开挖出的坑作为临时集水坑，汇集仰拱段的涌水。

### 3.4. 变断面施工

由于隧道标准断面与紧急停车带处存在突变断面，断面尺寸相差较大，无法进行持续施工，需对其采取相应的处理措施。断面突变可分为两类：一类是由大断面突变到小断面；另一类是由小断面突变到大断面。

由小断面变至大断面时，采用环向扩挖，沿隧道走向按标准断面开挖 3~5 米，开挖完后初喷刷面，设置炮孔间距为 50 cm，扩挖完 3~5 米范围的断面后按常规施工手段继续进行开挖，如图 1 所示。

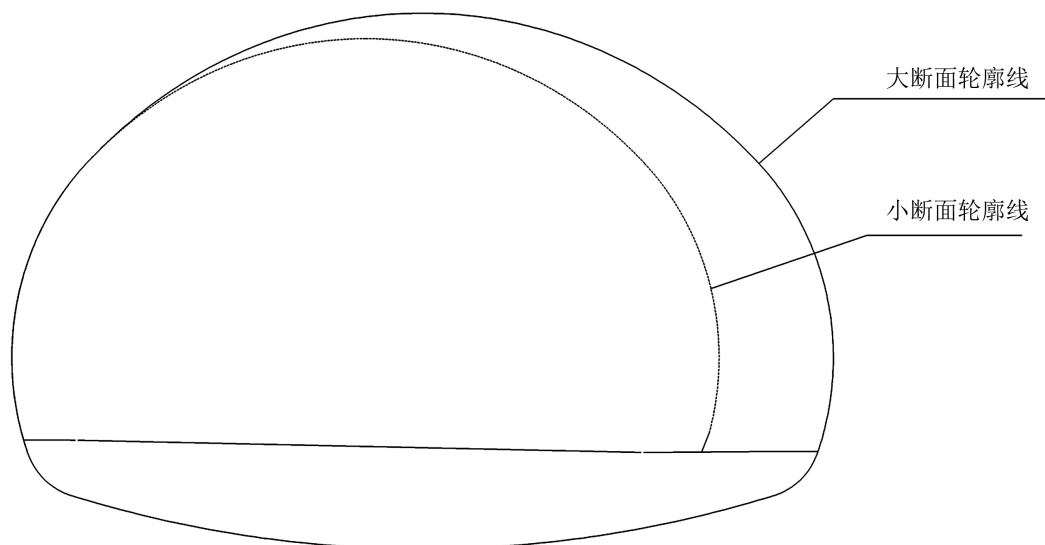


Figure 1. Small to large section profile drawing

图 1. 小断面至大断面轮廓图

由大断面至小端面时,如图2所示,需先测出标准断面,并在掌子面上用红漆画出断面轮廓线,随后按设计炮眼布置沿轮廓线打设周边眼及辅助眼。为了减小超挖,实现较好的坡口效果,爆破操作时需要先起爆周边眼以形成一条环向贯通的裂缝。完成破口后就可以按常规施工手段继续进行开挖。

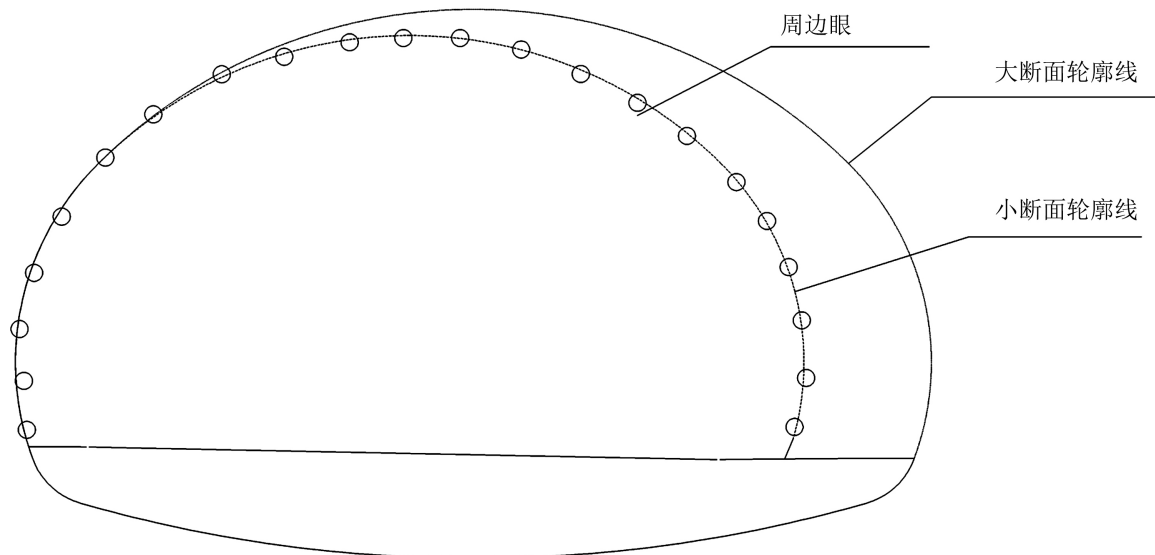


Figure 2. Contour diagram of the expansion section  
图2. 扩挖断面轮廓图

### 3.5. 洞身施工

隧道洞身开挖施工顺序为:测量画开挖轮廓线→布炮眼→钻炮眼→装药→爆破→通风→排险→洒水→出渣→初期支护→监控量测。

针对V级围岩地段采用环形开挖预留核心土法开挖,施工工艺以机械为主,辅以弱爆破,同时安排人工辅助修边,控制左右线洞内掌子面间距不小于30m。上台阶每循环开挖进尺0.5~1.2m,高度约6.0m,台阶长度控制在8~15m。核心土距拱顶1.5~1.9m,其两侧距开挖面约3m,核心土面积不小于开挖断面的60%。下台阶开挖至仰拱面,左右侧台阶每循环进尺不大于两榀拱架距离,两侧马口错开距离2~3m。

针对IV级围岩段采用上下台阶分部开挖方法,台阶长度控制在15~30m。上台阶开挖后先初喷3cm厚混凝土封闭围岩,架立钢拱架或钢格栅,再将混凝土至设计厚度。下台阶开挖时,先开挖下台阶中槽,两边边墙采用跳槽开挖及支护,完成全断面开挖及初期支护后进行二次衬砌施工,二衬与掌子面安全步距不大于90m。

针对III级围岩采用上下台阶法或全断面开挖,其中上下台阶法同IV级围岩一致。全断面开挖施工则是通过严格控制周边眼间距及外插角,对隧道断面进行一次性爆破,并完成出渣和初期支护,关键在于对于超欠挖的控制。

## 4. 施工效果

在洞口布置7个测点进行沉降监测(如表1所示),左线初始沉降约为2.8mm,后续沉降为47.4mm;右线初始沉降为2.7mm,后续沉降为46.7mm。施工所造成的沉降在接受范围内。

针对反坡排水方案进行效果监测,表2展示了对于出水量的统计,可以发现在采用了反坡排水技术后,洞内积水量逐步减少,合计涌水量也逐步减小至预期值。

**Table 1.** Sedimentation monitoring  
**表 1.** 沉降监测

| 量测日期      | 右线累积沉降 | 左线累计沉降 | 量测日期       | 右线累积沉降 | 左线累计沉降 |
|-----------|--------|--------|------------|--------|--------|
| 2020/9/17 | 0      | 0      | 2020/10/2  | -32.7  | -32.8  |
| 2020/9/18 | -2.8   | -2.7   | 2020/10/3  | -34.3  | -34.1  |
| 2020/9/19 | -5.6   | -5.4   | 2020/10/4  | -35.6  | -35.4  |
| 2020/9/20 | -8.4   | -8.1   | 2020/10/5  | -37.1  | -36.8  |
| 2020/9/21 | -10.6  | -10.5  | 2020/10/6  | -38.4  | -38.1  |
| 2020/9/22 | -13    | -13.1  | 2020/10/7  | -39.6  | -39.5  |
| 2020/9/23 | -15.2  | -15.4  | 2020/10/8  | -40.8  | -40.6  |
| 2020/9/24 | -17.3  | -17.5  | 2020/10/9  | -42    | -41.6  |
| 2020/9/25 | -19.6  | -19.9  | 2020/10/10 | -43    | -42.7  |
| 2020/9/26 | -21.6  | -21.7  | 2020/10/11 | -44.1  | -43.7  |
| 2020/9/27 | -23.5  | -23.5  | 2020/10/12 | -45    | -44.7  |
| 2020/9/28 | -25.6  | -25.6  | 2020/10/13 | -45.8  | -45.3  |
| 2020/9/29 | -27.6  | -27.3  | 2020/10/14 | -46.3  | -45.8  |
| 2020/9/30 | -29.4  | -29.4  | 2020/10/15 | -46.8  | -46.3  |

**Table 2.** Water output statistics  
**表 2.** 出水量统计

| 天数 | 出水量统计(m <sup>3</sup> /h) |
|----|--------------------------|
| 1  | 460~470                  |
| 5  | 390~400                  |
| 10 | 240~260                  |
| 15 | 100~120                  |

## 5. 结语

1) 针对隧道洞口浅埋段稳定性较差的问题, 采用  $\phi 108$  超前大管棚并辅助配备超前注浆小导管; 针对双峰寨隧道部分施工区围岩稳定性较差的问题, 在隧道暗洞浅埋段采用 Vc 型复合式衬砌。

2) 针对双峰寨隧道设计纵向坡率大及洞内涌水等问题, 提出反坡排水的施工方案, 最终将排水累积量控制在了 100 m<sup>3</sup>/h 左右。

3) 依托于各难点处采用的施工方案, 隧道洞口的监测沉降值约为 47 mm, 沉降值在接受范围内。

## 参考文献

- [1] 王梦恕. 中国铁路、隧道与地下空间发展概况[J]. 隧道建设, 2010, 30(4): 351-364.

- [2] 艾磊. 高速公路隧道新奥法施工技术应用[J]. 交通世界, 2020(21): 21-29.
- [3] 姚文胜. 公路隧道新奥法施工全过程风险管理分析[J]. 运输经理世界, 2022: 54-56.
- [4] 蒋帆, 刘中文. 隧道软弱围岩新奥法施工技术分析[J]. 工程技术与应用, 2020(20): 55-57.
- [5] 王远忠. 新奥法在隧道施工中的应用研究[J]. 施工技术, 2019, 46(8): 44-45.