

# 单洞四车道大跨隧道浅埋偏压段施工技术探讨

于海伟

(中铁隧道集团一处有限公司, 重庆 400000)

**摘要:** 随着我国经济的飞速发展和人们对交通需求的不断提高, 对公路交通提出了更高的要求, 公路隧道断面尺寸和车道数量也在不断增加, 单洞四车道隧道已在全国各地出现, 但是单洞四车道总体数量仍偏少, 相关施工技术经验比较缺乏, 尤其是在洞口浅埋偏压的不良地质情况下修建单洞四车道隧道安全和技术难度极大。本文依托贵阳太金线牛角坡隧道, 详细介绍在洞口浅埋偏压段四车道隧道施工过程中遇到的变形情况和处置措施, 深入分析四车道隧道浅埋偏压段施工难点和特点, 总结出大跨隧道在洞口浅埋偏压段施工技术措施, 为类似大跨隧道的施工提供参考。

**关键词:** 四车道; 大跨隧道; 浅埋偏压; 施工技术  
[中图分类号: U455.4 文献标志码: A]



## 1 牛角坡隧道概况

### 1.1 隧道简介

贵阳市太金线为新建城市快速路, 牛角坡隧道为全线控制性重点工程, 隧道左线全长1983 m, 起终点里程桩为ZK9+773~ZK11+756; 右线全长1769 m, 起终点里程桩为YK9+741~YK11+510。牛角坡隧道为双向八车道分离式隧道, 左右洞开挖边线间距31~37 m, 出口端左右洞门距离245 m。隧道净宽17.75 m, 其中左右侧检修道宽度均为0.75 m, 车行道宽度为15 m, 左侧路缘带宽度为0.5 m, 右侧路缘带宽度为0.75 m, 左右侧安全带宽度各为0.25 m, 车行道净高5 m, 检修道净高2.5 m, 单洞开挖宽度为21.3 m, 净空面积为169.39 m<sup>2</sup>, 隧道主洞建筑限界图、横断面土分别见图1、图2。

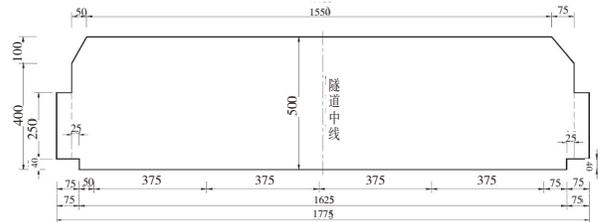


图2 隧道主洞横断面图(1:100)

### 1.2 隧道洞口段地质地貌情况

根据现场踏勘调查及区域地质资料, 隧道洞口段地层由新到老有第四系人工填土素填土、残坡积层红黏土、粉质黏土。项目区为山岭地带, 隧道范围内无地表河流发育, 仅局部低洼地带积水; 地表水主要为坡面流, 雨期存在少量积水, 枯水季节会干枯<sup>[1]</sup>。

隧道出口右线洞口段埋深为2~8 m, 围岩主要为杂料回填、第四系土层和粉质黏土, 围岩稳定性差, 左右两侧覆土高度不同, 线路左侧覆土较右侧多, 左侧为5级高边坡, 右侧地势较为平坦, 属于典型偏压隧道。隧道出口右线洞口地貌见图3。

## 2 浅埋偏压段原设计概况

### 2.1 原设计支护参数

隧道洞身衬砌设计以新奥法原理为指导, 采用复合式衬砌, 即以环向系统锚杆、钢筋网、喷射混凝土

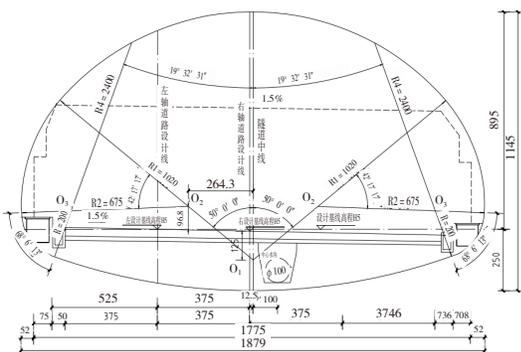


图2 隧道主洞横断面图(1:100)

土、钢拱架作为初期支护；二衬采用C40抗渗等级为P10模筑钢筋混凝土衬砌<sup>[2]</sup>。超前支护采用超前小导管，隧道洞口段分别设置超前大管棚，具体参数见表1。



图3 隧道出口右线洞口气貌

表1 浅埋偏压段原支护参数表

项目	参数	备注
预留变形量	20 cm	
喷射混凝土	C25 28 cm	
锚杆	φ 32中空锚杆 6 m, 100 cm×120 cm	
锚杆	φ 22砂浆锚杆 3.5 m, 100 cm×120 cm	
钢架	HW200×200 纵距0.5 m	
超前小导管	φ 50小导管, 4.5 m 环距0.4 m, 纵距2 m	
钢筋网	φ 8 20 cm×20 cm, 双层	
二衬	C40, P10 75 cm	
工法	双侧壁导坑法, 导坑内两台阶	

## 2.2 原设计施工方案

洞口段开挖施工采用V级围岩双侧壁导坑法开挖，先开挖左右侧导坑，待左右侧导坑开挖至一定距离后开挖中部。侧壁导坑最大开挖高度为6.46 m，最大开挖宽度为7.47 m，中部导坑最大开挖高度为6.18 m，最大开挖宽度为7.12 m，左中右导坑掌子面纵向间距相互错开不小于15 m，各导坑上下台阶纵向间距5~10 m，中槽部采用预留核心土的方法，设置三台阶

施工。左右侧导坑每循环进尺控制在1榀拱架间距。隧道浅埋偏压段设计施工方案见图4。

开挖、支护的顺序说明：

I为主动权断面长管棚超前注浆预支护；II为左侧导洞上半断面开挖；III为左侧导洞上半边初期支护、临时支护（包含锁脚锚管）；IV为左侧导洞下半断面开挖，V为左侧导洞下半断面初期支护，临时支护（含锁脚锚管）；VI是右侧导洞上半断面开挖；VII是右侧导洞上半断面初期支护，临时支护（含锁脚锚管）；VIII为右侧导洞下半断面开挖；IX是右侧导洞下半断面初期支护，临时支护（含锁脚锚管）；X是主洞上部开挖；XI是主洞上部初期支护；XII为主洞中部开挖；XIII为主洞下部开挖；XIV是主洞下部初期支护；XV为浇筑主洞仰拱二衬；XVI是敷设防水板，采用模板台车全断面一次模筑拱墙二次衬砌。

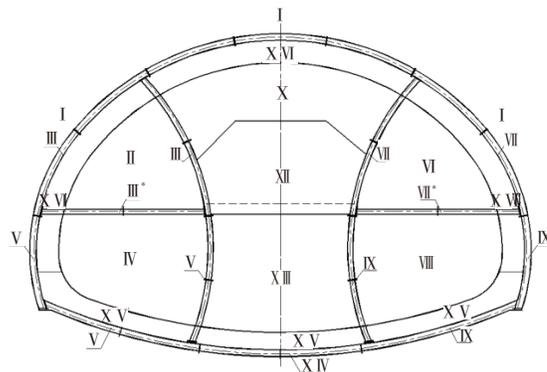


图4 隧道浅埋偏压段设计施工方案

## 3 浅埋偏压段施工情况

### 3.1 洞内量测变形情况

隧道浅埋偏压段在洞口长管棚、边仰坡和截水沟等洞口工程施工完成后，按照设计方案采用双侧壁导坑法进洞施工，严格按照设计支护参数进行洞口段施工，施工一段及时支护一段，洞内量测数据一直未见稳定趋势，洞内边墙拱腰也逐渐出现纵向和横向裂缝，在后导坑施工完成约20 m后，洞内拱顶沉降累计达22 cm，现场停止掘进研究处置措施。隧道浅埋偏压段双侧壁导坑法施工见图5，隧道浅埋偏压段拱腰纵向裂缝见图6。



图5 隧道浅埋偏压段双侧壁导坑法施工



图6 隧道浅埋偏压段拱腰纵向裂缝

### 3.2 原因分析

(1) 洞口段埋深较浅，且偏压明显，隧道洞身开挖后，两侧山体卸载不对称、不平衡，一道临时仰拱无法抵抗山体荷载，导致隧道支护出现变形。

(2) 洞口围岩主要为黏土和粉质砂岩，施工期恰逢雨期，围岩遇水软化，强度降低明显<sup>[3]</sup>。

(3) 导坑采用上下台阶施工，开挖后封闭时间较长，拱脚长时间悬空浸泡，支护效果变差。

## 4 浅埋偏压段优化设计方案

### 4.1 施工方案优化

在对隧道洞口段变形原因进行分析后，对洞口段施工方案进行了部分优化，具体为：

(1) 仍然采用双侧壁导坑法施工，将导坑内两台阶优化为三台阶，降低台阶施工高度，缩短每循环施工时间。

(2) 将导坑原设计的一道临时仰拱调整为两道临时仰拱，在隧道开挖后及时封闭成环，有效控制隧道变形。

(3) 对台阶长度进行优化，采用微台阶法施工，导坑内上中两个台阶长度控制5m以内。

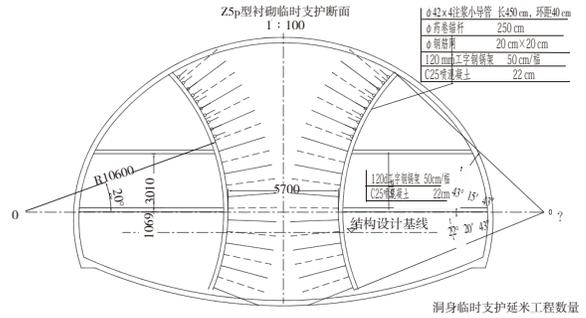


图7 隧道浅埋偏压段优化后施工方案

### 4.2 支护参数加强

对隧道洞身衬砌支护参数进行加强，提高隧道预留变形量，提高隧道支护强度，控制隧道沉降变形。具体为：

(1) 将隧道洞口段预留变形量由原设计的20 cm 提高到40 cm，避免隧道侵限。

(2) 在各台阶拱脚处增加锁脚长锚管，锚管采用9 m长 $\phi 89 \times 6$ 的无缝钢管，每幅拱架左右侧各设置2根，锚管通过钢板与拱架焊接牢固并注浆。洞内锁脚锚管布置图见图8。

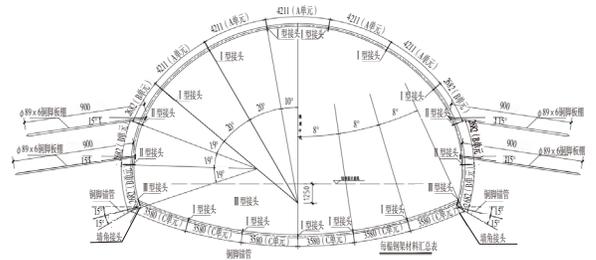


图8 洞内锁脚锚管布置图

## 5 实施效果

按照上述方案优化和加强参数施工后，牛角坡隧道洞口段沉降变形得到了有效控制，在剩余洞口浅埋偏压段施工过程中，量测数据处于可控状态，中下台阶和仰拱施工过程中未发现隧道洞内出现明显沉降变形情况，既有效保证了牛角坡隧道洞口浅埋偏压段施工安全，也避免因隧道变形侵限导致施工成本的增加。

### 参考文献

[1] 丁玉仁.小净距隧道群中夹岩水平位移规律的现场实测研究[J].交通科技, 2020(2): 87-91.  
 [2] 曾群荣.浅埋软岩小净距隧道施工方法方案研究[J].四川水泥, 2020(6): 196, 259.  
 [3] 田寿, 方合雪, 张兰.大断面小净距隧道扩建施工监控量测与分析[J].山西建筑, 2022, 48(3): 143-146.