

五峰隧道穿越冲沟浅埋段施工技术控制

吴宝森¹, 杨晓丹²

(1. 云南交投集团公路建设有限公司, 云南 昆明 650000; 2. 云南交投公路建设第二工程有限公司, 云南 昆明 650000)

摘要:为解决高速公路穿越冲沟浅埋段施工技术控制的问题, 本文以五峰隧道穿越冲沟浅埋段为例对高速公路穿越冲沟浅埋段施工技术控制进行研究, 提出施工技术现场处治措施, 包括未施工段与已施工段, 后期为相关人员提供参考。

关键词:五峰隧道; 穿越冲沟; 浅埋段; 施工技术控制

中图分类号: U455

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2021)23-0120-03

0 引言

我国近年来完成实施了大量的高速公路隧道工程项目, 由于不同地区具有不同的地质特征, 许多隧道工程施工难度大、安全隐患多^[1]。五峰隧道区属于溶地貌及构造剥蚀中低山地貌区, 地形起伏大, 地表植被发育一般, 进口段多为基岩裸露, 出口段覆盖层厚度较大, 植被以松树及杂木为主, 因此, 施工单位必须根据浅埋段的施工条件, 制订并实行科学合理的施工方案与安全措施^[2]。

1 五峰隧道穿越冲沟浅埋段概况

近年来, 我国高速公路发展速度已经处于世界领先的地位^[3]。鹤庆至关城高速公路是 G348(武汉—大理)线的重要组成部分, 它的建设对完善全省高速公路路网结构, 提高国省干道公路运输服务水平, 缓解区域交通压力, 促进地区经济协调发展具有重要意义。现对其五峰隧道穿越冲沟浅埋段进行探测工作, 五峰隧道地处丽江市七河镇, 隧道进口没有道路, 出口有乡村公路, 左侧附近有大丽铁路通过, 交通还相对便利。如表 1 所示, 五峰隧道为一座分离式隧道, 其 K26+080~K26+140 段为穿越冲沟浅埋段, 整个隧道最大埋深约为 67.51m, 围岩级别基本为 V2 级, 围岩为全~强风化黑色炭质泥岩、碎石土, 围岩含水率较高。围岩遇水软化、易导致围岩整体稳定性及承载力下降, 初支段出现左侧偏压、下沉、收敛严重、初支局部出现裂缝及掉块。图 1~图 5 为施工图。左洞: ZK26+110~ZK26+107 段拱顶 3d 沉降近 37cm; 该段为浅埋段, ZK26+105 埋深约 14m, ZK26+100 埋深约 9.6m。地质超前预报报告 ZK26+115~ZK26+090 段为 V2 级围岩。设计: 围岩级别为 V1 级, 衬砌结构类型为 SF5C 型。右洞: K26+118~ZK26+128 段为浅埋段, K26+125 埋深约 16m。地质超前预报报告 K26+128~K26+103 段为 V2 级围岩。设计: 围岩级别为 V1 级, 衬砌结构现场变形效果图类型为 SF5c 型。隧道掌子面地质情况: 子面围岩主要为黑色全~强风化炭质泥岩, 岩体极破碎, 呈散体状结构, 局部有孤石, 手可扒动, 拱顶易掉块。掌子面区域位于风化界线附近, 围岩性质复杂多变, 开挖范围内总体围岩坚硬程度差异

较大。掌子面稍湿, 局部有少量水渗出, 该段围岩遇水易软化, 导致围岩整体稳定性降低, 仰拱承载力低, 开挖后支护不及时或支护不当易导致围岩失稳、整体沉降、坍塌冒顶。依据《公路隧道设计细则(JTG/TD70—2010)》中围岩分级方法, 判定掌子面地质情况符合 V2 级围岩条件。掌子面地质素描示意图如图 6 所示。

表 1 浅埋段施工前期探测情况

探测设备	探测原理	探测方法	探测结果
Cross Over 730 型雷达	地质雷达探测是基于电磁波遇到不同反射界面其反射振幅、频率和相位不同来判断前方传播介质的性质和变化	根据现场条件, 布设两条测线, 采用单点测量方式探测, 得到两条雷达反射剖面。20m 段、CD 测线中部前方采集参数为: 采集方式为单点测量, 每 10cm 采集一道, 采集方向如图 7 所示	①推推测此段围岩与掌子面基本一致, 为全~强风化炭质泥岩、碎石土, 围岩含水率较高; AB 测线前方 3~20m 段、CD 测线中部前方 8~20m 段围岩含水, 开挖时可能出现渗水情况; ②ZK26+115~ZK26+090 段, 设计围岩级别为 V1 级, 预报围岩级别为 V2 级



图 1 初支围岩裂缝



图 2 初支脱落

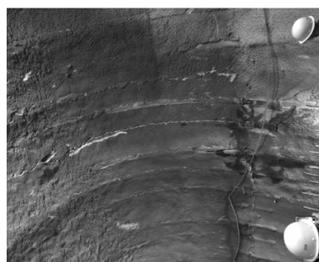


图 3 拱顶初支围岩裂缝



图 4 拱架弯折



图5 增设附拱

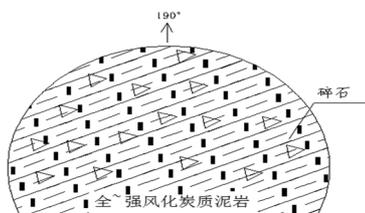


图6 掌子面地质素描

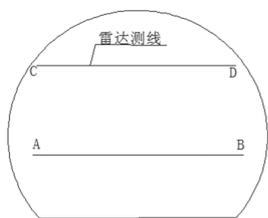


图7 数据采集方向

2 结合围岩特性修改施工技术

要想提高高速公路的建设质量,保障其安全性与稳定性,必须在作业中使用恰当的施工技术与加固技术^[4]。浅埋段围岩按V2级开挖;衬砌结构在SF5c型初期支护上进行加强;如图7所示。

- ①衬砌结构在SF5c原设计I20a工字钢变为I22b工字钢,间距为0.5m每榀;
- ②超前小导管2榀一循环,搭接长度为3.5m,每循环采用双层小导管,第一层在工字钢中心线位置以仰角 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 搭设、第二层在工字钢外弧边缘以仰角 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 打设,两层破空交叉施工,双层超前小导管破空交叉施工样式如图9所示;
- ③在原设计每榀拱架增设4根(长6.0m) $\phi 89$ 管锁脚花管,布设方式为:A、B单元接头处左右侧各设1根,B、C单元接头处左右侧各设1根, $\phi 89$ 管锁脚花管需紧贴工字钢打设并与工字钢焊接牢固;
- ④工字钢左右侧A、B单元接头处及B、C单元接头处采用I16工字钢横向连接。未施工段落初期支护加强,衬砌类型不变(加大工字钢等级,加强锁脚施工)。已施工段落初期支护补强,采用斜撑或背加附拱(附拱、斜撑采用22b工字钢),必要时斜撑和背加附拱同时进行采用;斜撑或背加附拱加固后,在B、C单元接头下1m以上5m范围内在原系统锚杆的中间打设2排 $\phi 42$ 注浆小导管加固,单根长4.5m(环向间距为1m、纵向间距为0.6m,呈品字形布置);加固的小导管需紧贴工字钢,靠掌子面一侧设置且与工字钢焊接连接牢固,拉住工字钢抵抗偏压、收敛变形。已施工段落初期支护侵限部分采取换拱处理;
- ⑤在工程监督方面,要利用无线电子技术和遥感器实现实时监控施工现场情况,能够及时检测出问题所在,有利于及时解决问题,避免造成更大的伤害,从而影响工程进度和工程质量;
- ⑥在使用预留核心土三台阶法为主要的挖掘方法进行开掘隧道时,要反复勘测浅埋段地质具体情况,要在确保工程安全以及工作人员安全的情

况下进行,建议工作人员在施工过程中能够发掘出更多、更环保、更有效的隧道挖掘技术,在保证工程质量的前提下加快施工进度。在拱腰处都增加大锁角钢管,防止围岩遇水软化造成拱架下沉。在弧形的上部可以采用机械进行开挖,对边角的修饰可以采用人工风镐的方式;施工中要及时对掌子面封闭以及拱架迅速成环。上导拱脚、中下导墙角增加锁脚锚杆,且按照每段3m的距离进行施工。待台阶进行开挖后要及时用挖掘机与ZL50C装载机将洞渣扒至下台阶,并且实施对钢架的设置,拱架底部垫块必须实施到位,杜绝出现拱脚脱空。

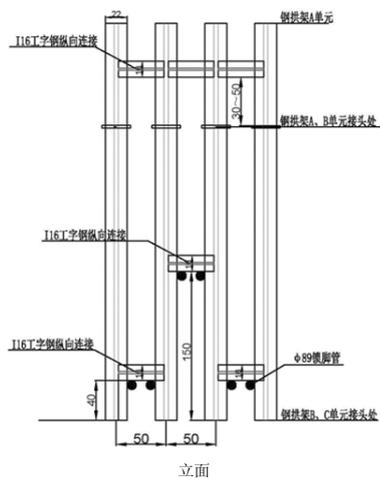


图8 I16工字钢纵向连接、 $\phi 89$ 锁脚管布置

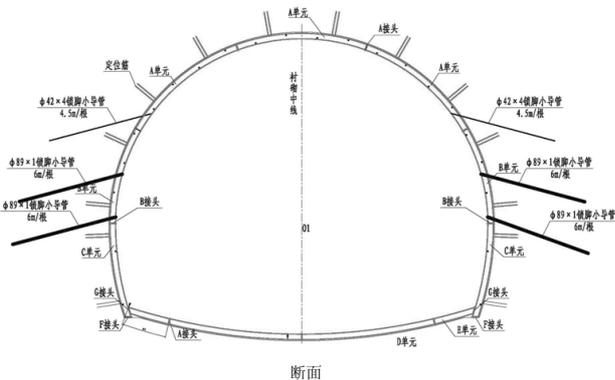


图9 双层超前小导管破空交叉施工样式

3 浅埋段施工技术建议

公路隧道工程是公路工程的重要组成部分,虽然现阶段我国公路隧道工程施工取得较为显著的成效,但为更好地推进公路工程发展,优化我国公路交通体系,相关从业人员还应加强对公路隧道施工技术质量控制工作的探讨,以此推进公路隧道工程建设^[4]。在进行隧道浅埋段施工时首先要保证施工的安全性及隧道的稳定性,隧道开挖形式有多种,全断面开挖施工形式不适于隧道浅埋段施工。这是因为隧道浅埋段围岩级别为V级,为保证不冒顶的情况下杜绝全断面开挖,全断面开挖还直接影响围岩的自稳性,易造成拱顶掉块,严重时可能出现塌方。地表水是影响高速公路浅埋段施工的重要因素之一,所以要在施工过程中做好排水与引水,以免地表水破坏高速公路隧道洞口施工的安全性,通常采用快速隔断水的方法,施工中要及时封堵地下水,防止因为地下水的流失对施工造成一定的影响,对地下水进行注浆从而起到堵水的作用即可;遇地表为常年流水沟,可采用防水板将沟底进行覆盖,避免大量流水渗入洞内;除此之外还要及时消除洞内渗水,用挖集水坑或者设置排水渠的方法均可以,要特别注意对排水情况进行监视,以保证洞内水顺利排出。

(1)隧道穿越冲沟浅埋段工程是高速公路建设中的重点施工部位。施工单位在施工前要当地的地质环境进行详细的勘察与分析,并结合实际地质条件与工程需求合理选择施工方式、调整施工参数,使隧道穿越冲沟浅埋段工程合理开展,提升隧道的稳定性^[4]。建议在开挖过程中应提前打设超前探孔(每个断面探孔不少于3个,每个长度不少于25m,每次打设搭接应控制在5-10m内),短进尺、弱爆破,遵循“少扰动、及时喷锚支护、超前加固、勤监测”等技术措施以避免发生塌方。对于该处围岩地质为V2级,三台阶法较为优秀的施工选择。每台施工保证好安全步距,每次开挖1榀,稳扎稳打,保证安全。

(2)大多数的隧道浅埋段都会存在隧道顶面覆盖的围岩较薄,完整性较差的问题^[4],因此建议开挖后及时成环,及时进行仰拱填充,防止隧道塌方。

(3)建议做好超前加固、防排水措施,防止围岩含水量增大造成坍塌;若仰拱底端或中导出现积水现象,需及时排出积水,防止围岩被水浸泡进一步降低整体围岩承载力。

(4)加强监控量测,密切关注掌子面(如图10、图11所示)附近围岩含水情况及稳定性,确保施工安全。



图10 掌子面围岩现场

图11 围岩施工现场

(5)该段埋深较浅,围岩整体稳定性差,建议开挖后及时支护,首先要保证支护设置到位,只有支护设置到位,才能有效的防止围岩发生变形,从而进一步确保施工的质量^[4],防止隧道坍塌冒顶。

(6)表2是经过3种用来计算正常气候条件下隧道涌水量的方法所得到的参考依据。当遇上雨季气候时,地表水补给增多,建议提前做好防水措施,开挖时遇地下水需做好排水措施,防止

地下水浸泡软化围岩,降低整体稳定性。

表2 隧道涌水量

序号	计算方法	最大涌水量/(m ³ /d)	
		计算值	推荐值
1	大气降水入侵法	827.59	
2	地下水迳流模数法	768.24	889.39
3	古德曼经验公式法	889.39	

(7)在进行浅埋段施工时,首先要保证支护设置到位,只有支护设置到位,才能防止围岩发生变形,从而进一步确保施工的质量。对台阶的锁脚锚钢进行注浆同样重要,如果小直径的钢管行不通时也可采用大直径的钢管进行注浆。如果发现施工中埋深有所增大后,可以采用变更支护参数的方法来保证支护的稳定性,避免其出现变形。在施工中初期支护作用特别大,不仅可以避免围岩发生变形,而且还可以保障施工的质量,所以在施工中首先要保障支护的稳固性,对其采用封堵或者喷射混凝土的方法,从而保证支护的稳固性。除此之外还要保证施工中拱脚的下沉,做好拱脚垫块工作。对下断面进行开挖时,应该根据实际情况错开台阶,防止因为断面呈现悬空状态,从而对钢架的结构造成影响,最后导致拱顶结构不牢固,出现坍塌等。

4 结语

调查研究发现,对于五峰隧道穿越冲沟浅埋段施工技术的控制,需要严格把控好隧道区本身的地质特征、气候特征和附近居民集聚区情况,禁止出现以施工为由给附近居民造成生活困扰,在施工区要严禁不相关人员进出,定制合适的施工方案,选取合适的施工技术,在对于浅埋段的地理位置难以开发的问题,利用预留核心土三台阶法为主要的隧道挖掘方法,在挖掘过程中,要把控好施工力度,避免出现因急功近利而导致工程质量不能被保证的情况发生,要保证附近居民的安全,同时也保证施工区的安全,确保工作进行顺利。

参考文献

- [1] 马建云.隧道穿越浅埋堆积体段施工技术[J].名城绘,2020(3):1-2.
- [2] 张兵.隧道通过浅埋段施工方案及施工安全措施研究[J].工程技术研究,2020,76(20):59-60.
- [3] 曹立帅.探讨高速公路隧道洞口浅埋段施工技术[J].名城绘,2020(3):1-2.
- [4] 彭正瑞.高速公路隧道洞口浅埋段的施工技术[J].绿色环保建材,2020,157(3):174,177.
- [5] 刘彬.公路隧道施工技术质量的过程控制[J].建筑技术研究,2020,3(5):31.
- [6] 吴嘉源,蔡建伟.高速公路隧道洞口浅埋段的施工技术探讨[J].四川水泥,2020,282(2):298.
- [7] 牛新有.黄土隧道浅埋段施工技术[J].科技视界,2018(16):89-90.
- [8] 贺伟.浅埋段软质千枚岩隧道施工技术控制[J].公路交通科技:应用技术版,2020,189(9):352-354.

收稿日期:2021-05-15

作者简介:吴宝森(1988—),男,白族,云南大理人,本科,助理工程师,主要从事公路建设工作。

通讯作者:杨晓丹(1991—),女,白族,云南大理人,大专,助理工程师,主要从事公路工程工作。