

铁路隧道浅埋偏压施工技术的应用

岳 嶺, 文 亮, 赵 龙

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610072)

摘 要:结合老中铁路芬果二号隧道施工的实际情况,对浅埋偏压软弱围岩段施工技术进行了深入分析,包括超前、开挖、支护、防排水、围岩监测、二衬等,该隧道浅埋段安全顺利地完成了所有的施工工序,具有良好的参考借鉴价值。

关键词:隧道;浅埋偏压;软弱围岩;老中铁路

中图分类号:U215.1;U215.7;[U25]

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)05-0087-03

Application of Construction Technology of Shallow Buried Railway

Tunnel under Unsymmetrical Pressure

YUE Ling, WEN Liang, ZHAO Long

(Sinohydro Bureau 10 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610072)

Abstract: Combined with the actual construction situation of Fenguo No.2 tunnel of Laos-China Railway, the construction technology of shallow buried section in weak surrounding rock under unsymmetrical pressure is analyzed in depth, including advanced support, excavation, waterproof and drainage, surrounding rock monitoring, secondary lining, and etc. The construction process used in the shallow buried section of the tunnel is completed safely and smoothly, which has a good reference value.

Key words: tunnel; shallow buried tunnel under unsymmetrical pressure; weak surrounding rock; Laos-China Railway

1 概 述

老中铁路芬果村二号隧道位于磨万线班发当站-万荣站区间,设计速度为 160 km/h,为单线隧道,全长 1 872 m。DK278+856 处隧道顶发育有冲沟,初始埋深不足 2 m,DK278+885~DK278+980 段实测地形与设计相符,埋深 2~27 m,该段采用中管棚夹小导管超前支护,衬砌类型为 VC 复合式。针对所遇到的浅埋偏压软弱围岩等特殊况况,为保证隧道施工安全与质量,必须研究并制定相应的施工技术。

2 隧道浅埋段采用的施工技术

DK278+885~DK278+980 浅埋段长 95 m,采用“地表处理+隧道内处理”相结合的方式处理。

隧道地表的处理:开挖前,对地表发育冲沟浅埋段进行了回填反压,夯填土石至隧道拱顶以上 5 m,其表面夯填 0.5 m 厚的黏土隔水层,坡底设置 C20 混凝土挡墙。

隧道内的处理:采用中管棚夹小导管的方式

进行处理,中管棚单根长 6 m,纵向间距 4.2 m,环向间距 0.4 m,每环根数为 27 根。

隧道浅埋段通常处于埋深较浅、围岩破碎、自稳时间短、固结程度低的地层,若所采用的施工方法不妥,极易发生冒顶塌方或地表沉陷而危及施工安全。遵循“管超前、严注浆、短进尺、强支护、快封闭、勤量测、实回填、严治水”的原则施工^[1,2]。

2.1 超前支护

DK278+885~DK278+980 段采用 $\phi 60$ 中管棚和 $\phi 42$ 小导管进行超前支护,环向每两根中管棚之间等距设置两根小导管,其他部位采用中管棚超前支护,其技术参数如下:

(1)中管棚采用热轧无缝钢花管制作,孔径为 8~10 mm,孔间距为 10~20 cm,梅花形布置,前端成锥型,对其尾部设置长度不小于 30 cm 的无孔止浆段;

(2)小导管采用热轧无缝钢管,外插角为 3° ~ 5° 。管口位置设 $\phi 6$ 钢筋加强环,防止施工时导

管尾端变形;

(3)注浆:注浆采用水泥浆,强度等级不低于M10;注浆压力一般为0.5~1 MPa。

2.1.1 管棚施工工艺

(1)导管制作。导管集中加工。(2)测量放样。首先复核线路中线及高程,根据复核后的控制点在掌子面标出隧道中线及开挖断面,在开挖轮廓线外10 cm画出拱弧,在拱弧上用红油漆按设计要求标出孔位。(3)钻孔清孔。采用风钻钻孔,孔径72 mm。施工中采用连接套钻杆。钻孔前对孔位进行编号,按高孔位向低孔位的顺序进行钻孔。钻孔完成后应立即清孔,用高压风管清除孔内的浮渣,确保孔径、孔深符合要求。(4)安设导管与止浆塞。清孔后下管,以免因坍孔而无法顺利安装。导管采用顶进安装,以人工顶进为主,必要时辅以机械顶进。在管口插入止浆塞,管口位置用钢筋加强环紧固,检查无误后,将中管棚末端焊接在钢架外缘,与钢架组合成预支护系统。(5)注浆。注浆前,应采用喷混凝土对开挖工作面进行封闭,形成止浆墙,防止浆液回流影响注浆效果。水泥浆的水灰比为0.8:1~1:1,注浆压力为0.5~1 MPa,全孔采用一次性注浆。注浆时先“单”号,再“双”号孔。注浆顺序按由低到高、由下往上,交错进行。

2.1.2 小导管施工工艺

小导管施工与中管棚施工工艺相同^[3]。

2.2 监控量测

监控量测作为隧道施工安全的保障,是判断围岩、支护系统稳定性、调整开挖支护参数及确定二衬施作时间的依据。该浅埋段监控量测为地表沉降、拱顶下沉、净空变化和隧道内外观察。

(1)地表沉降。地表沉降观测点按普通水准点于隧道开挖前埋设,与隧道内的观测点布置在同一断面。地表沉降采用电子水准仪或全站仪量测,精度为0.5~1 mm。地表沉降基准点设于地表沉降影响范围之外,观测点按纵、横向各3 m布置。地表沉降量测直到衬砌结构封闭、下沉基本停止为止。

(2)拱顶下沉和净空变化。拱顶下沉测点和净空变化测点应布置在同一断面上,监控量测断面按照纵向间距不大于5 m布设且应与地表沉降观测断面对应。当围岩不稳定数据变化较

大时,结合施工方法增设临时加密观测点,量测断面间距可根据围岩段落的长度适当进行调整,但每种岩层至少设一个量测断面。每个量测断面处设置一个拱顶下沉测点,每个台阶设置一条水平测线。

(3)监控量测频率。一般情况下,考虑测线位移速率、距工作面距离,按表1中的取值确定地表沉降、拱顶下沉、净空变化量测频率。当地质条件变差或量测值出现异常时将量测频率加大,必要时每2~5 h量测一次。当变形稳定时,可适当降低量测频率。当同一断面内各测线变形速度不同时,以产生最大变形速度的测线确定全断面的量测频率。该浅埋段按最少2次/d进行量测。

表1 量测频率控制表

位移速度 /mm·d	监测断面距开挖面距离 /m	监控量测频率
≥5	0~1	2次/d
1~5	1~2	1次/d
0.5~1	2~5	1次/2~3d
0.2~0.5	5	1次/3d
<0.2	>5	1次/7d

(4)资料整理。形成隧道内、外观记录表,拱顶下沉、净空变化量测记录表与地表沉降观测记录表,及时进行数据分析,数据异常及出现预警情况时采取相应的措施^[4]。

2.3 超前地质预报

由施工图得知该浅埋段塌方的初始风险极高,超前地质预报方法为地质调查、WT1(TSP法)、ZT1和加深炮孔(5孔)几种,随时掌握前方地质情况、地下水赋存情况、岩体破碎程度等,用以指导下一步的开挖方法和支护措施。

2.4 开挖施工

该浅埋段岩体为V级围岩,采用挖掘机开挖,严格控制开挖进尺,开挖后及时施作初期支护,尽量少扰动围岩。

(1)开挖采用三台阶法,上台阶在拱部超前支护后进行,开挖时预留核心土,中台阶长15~20 m,下台阶左右侧错距(2~3 m)同步开挖,循环进尺为1榀钢拱架间距(60 cm),施作初期支护,即初喷4 cm厚混凝土,铺设钢筋网,架立钢架并设锁脚锚管。钻设径向锚杆后复喷混凝土至设计厚度。

(2)开挖仰拱,循环进尺不大于2榀钢拱架间距(120 cm),开挖完成立即进行钢拱架封闭成

环,施作隧底喷射混凝土^[5]。

2.5 初期支护

初期支护由锚杆、钢筋网、钢架和喷射混凝土组成,初期支护的注意事项为:①初期支护紧跟开挖,及时施作,缩短围岩暴露时间;②岩层开挖完成后,先喷射一层混凝土,再施作锚杆,挂设钢筋网,能及时有效地控制围岩的变形,防止岩块坠落的产生,充分发挥围岩的自承能力;③钢拱架必须置于稳固基面上,必要时采取垫钢板的方式加以稳固;每榀钢拱架落底后加设一组锁脚锚管,置于其上 50 cm 位置,钢拱架与岩面之间必须喷混凝土密实,严禁出现空洞及填充石渣;④对于围岩软弱、变形较大及渗水严重等部位适当增加系统锚杆;⑤仰拱初期支护应尽早施作,及时封闭成环。施工前,将虚渣、杂物、积水等清除干净,超挖部分采用与衬砌同等级的混凝土回填^[6]。

2.6 防排水施工

隧道围岩若有较多的渗水将影响围岩的自稳性,甚至引发坍塌等安全事故。因此,必须重视并做好防排水工作。由拱顶处开始不断向边墙下端敷设透水管,待其到达边墙下端后,按 2 m 的间距布设横向泄水管,通过排水沟将水排出隧道外。

在防水板铺设之前,应处理好初支结构表面,用细石混凝土进行找平。先在初支结构表面固定热熔垫片,然后将防水板焊接于垫片上,防水板的铺设必须达到平顺且松紧适当。铺设完成进行检查合格后方能进行下道工序施工^[6]。

2.7 混凝土衬砌

(上接第 64 页)

随着中美贸易战的持续,世界经济发展的不确定性增大,国家在宏观调控方面将更加严格,因此,在回购方面要做好打“持久战”的准备,同时,笔者提出以下建议:

(1)建立专业和专门的团队负责回购工作,同时,公司应高度关注,在人、财、物、技术方面给予足够的支持。

(2)在项目开发方面,应选择财政收入较好的重点区域、重点项目、符合国家产业政策和绿色发展的项目。

(3)主要回购期最好避开地方常规换届时段。

参考文献:

[1] 葛培健,张燎,著.基础设施 BT 项目动作与实务[M]. 上

二衬采用 C35 钢筋混凝土结构,厚度为 45 cm 且带模注浆。二衬施作一般在围岩和初期支护变形趋于稳定后进行,在浅埋段应尽早施作二衬^[6]。

3 结 语

截至目前,该隧道浅埋段施工已经完成,施工中未发生安全问题与事故,经检验隧道各项技术指标均达到设计与规范要求,说明在浅埋偏压软弱围岩条件下采用以上施工技术合理可行,能够在保证安全的基础上达到较高的质量水平,所取得的经验值得同类工程参考借鉴。

参考文献:

- [1] 张治国,徐晓洋,赵其华.水平地震力作用下浅埋偏压隧道围岩压力的简化理论分析[J].岩土力学,2016,37(增 2):16-24.
- [2] 雷明锋,彭立敏,施成华,王立川,刘正初.浅埋偏压隧道衬砌受力特征及破坏机制试验研究[J].中南大学学报(自然科学版),2013,44(8):3316-3325.
- [3] 黄斌才.关于隧道浅埋及软弱围岩辅助措施施工技术的探讨[J].绿色环保建材,2017,38(2):102-104.
- [4] 陶 城.浅埋暗挖隧道施工中的沉降监控量测[J].中华建设,2017,25(2):146-147.
- [5] 刘小军,张永兴.浅埋偏压隧道隧道口段合理开挖工序及受力特征分析[J].岩石力学与工程学报,2011,30(增 1):3066-3073.
- [6] 刘高峰.隧道施工的质量以及安全防护措施[J].工程设计与设计,2017,58(6):158-159.

作者简介:

- 岳 嶺(1984-),男,山西朔州人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工
文 亮(1989-),男,四川德阳人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工
赵 龙(1988-),男,四川都江堰人,助理工程师,从事建设工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

海:复旦大学出版社,2009.

- [2] 王守清,柯永建,著.特许经营项目融资(BOT、PFI 和 PPP)[M].北京:清华大学出版社,2008.
- [3] 韩 晶,著.工程投融资建设模式回购风险与控制策略分析[J].铁道工程学报,2014,31(5):107-109.
- [4] 美:卡伦 B.布朗、南希.莉.海,著.王守清,元霞,等,译.项目管理:基于团队的方法[M].北京:机械工业出版社,2012.
- [5] 叶苏东,著.项目融资:理论与实务与案例(第 2 版)[M].北京:清华大学出版社,北京交通大学出版社,2010.

作者简介:

- 刘勇继(1976-),男,四川南充人,高级经济师,从事市政、铁路和水利水电工程造价及合同管理工作;
罗丽萍(1981-),女,四川青神人,经济师,从事水利水电工程经营和招投标管理工作。

(责任编辑:李燕辉)