

# 浅埋暗挖法在某铁路隧道浅埋段施工中的应用

潘艳军, 蔡晓斌

(中国水利水电第七工程局有限公司第一分局, 四川彭山 620860)

**摘要:**介绍了浅埋暗挖法在铁路隧道浅埋段施工中的基本应用,阐述了浅埋暗挖法的施工原理、适应范围和施工原则,对浅埋暗挖施工方法中各道工序的施工要点、施工参数进行了详细说明,可为今后类似工程提供一定的借鉴和参考。

**关键词:**浅埋暗挖工法;铁路隧道;应用

中图分类号:U215.1;U215.7;U215.3;[U25]

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)02-0041-03

在我国,随着经济的飞速发展,各种用途的隧道不断修建,隧道工程施工技术水平也在不断地提高与发展。隧道施工应用浅埋暗挖工法,一方面是为了保护山区自然植被,不破坏生态环境;另一方面解决了线型工程战线长、点多面广、构筑物繁杂及征地拆迁的难题。浅埋暗挖法作为铁路隧道施工的主要方法,在国内隧道工程施工中应用非常广泛,极大地推动了隧道工程的快速发展。

## 1 工程概述

某铁路隧道全长1 200 m。DK216+750~DK216+850、DK217+330~DK217+380、DK217+416~DK217+476段分别处于浅埋地段,隧道最大埋深约20 m,最小埋深约8 m,洞身段地层岩性为全-强风化砂岩,局部为弱风化砂岩,全-强风化层厚度分别为7~11 m、4~12 m,其下为弱风化砂岩,节理裂隙较发育,浅埋偏压,围岩级别为V级,辅助加固措施采用Ⅲ型超前小导管进行支护。

## 2 浅埋暗挖法施工原理

浅埋暗挖法沿用新奥法的基本原理,创建了信息化量测反馈施工的新理念;采用先柔后刚复合式衬砌新型支护结构体系,初期支护按承担全部基本荷载设计,二次模筑衬砌作为安全储备;初期支护和二次衬砌共同承担特殊荷载。应用浅埋暗挖法施工时,同时采用多种辅助措施,超前支护,改善并加固围岩,调动部分围岩的自承能力;采用不同的开挖方法及时支护、封闭成环,使其与围岩共同作用形成联合支护体系;在施工过程中应用监控量测、信息反馈和优化设计,实现不塌方、少沉降、安全施工。

## 3 浅埋暗挖法在施工中的应用

### 3.1 浅埋暗挖法的适用范围

该隧道属于软弱围岩浅埋地层中的山岭隧道。而浅埋暗挖法主要用于不宜明挖施工的土质或软弱无胶结的砂、卵石等第四纪地层。该隧道由于结构埋置浅、现场采用明挖法无交通运输条件、沿海地区雨季长对工期影响严重且考虑到安全因素,施工对地面沉降要求严格,故采用浅埋暗挖法施工更为适用。

### 3.2 浅埋暗挖法的施工原则

(1)根据地层情况、地形特点及机械配备情况,选择对地层扰动小、经济、快速的开挖方法。该隧道设计为双线铁路,开挖断面大,地层条件较差,在施工中采用了经济合理的辅助工法和相应的分部多台阶开挖法。

(2)重视辅助工法的选择,当地层较差、开挖面不能自稳时,在采取辅助施工措施后,仍应优先采用大断面开挖法。

(3)选择能适应不同地层和不同断面的开挖、通风、喷锚、装运、防水、二次模筑衬砌作业的配套机具,使施工程序化,为快速施工创造条件。

(4)现场施工过程中的监控量测与反馈在浅埋暗挖法施工中非常重要,必须在施工组织设计中作为重要的工序进行规划和实施。必须采用先进的量测设备、方法和相应的处理量测资料的软件。

(5)工序安排要突出及时性,尤其是在开挖后,要认真做到及时喷射混凝土、及时量测、及时反馈、及时修正。地层较差时,应严格执行“管超前、严注浆、短进尺、强支护、早封闭、勤量测”的

收稿日期:2017-02-06

十八字方针。

(6)提高职工素质,组织协调好各工序之间的关系,动态调整各工序作业时间以提高施工质量和速度。当前,许多施工队伍严重缺乏管理,施工质量差,极易造成塌方和大幅度沉降。

### 3.3 工法的选择与介绍

采用浅埋暗挖法施工时,根据地表沉降要求、地层条件及开挖断面大小,常用的典型方法为全断面法、台阶法、中隔壁法(CD法)、交叉中隔壁法(CRD法)等。该隧道浅埋段开挖根据围岩情况对V级围岩洞段采用四步CD法施工,将每循环进尺控制在60cm。

#### (1)CD工法的基本概念。

CD工法是指在软弱围岩大跨度隧道施工中,将隧道断面左右一分为二,先开挖一侧并在隧道断面中部架设一道临时支撑隔墙,待先开挖的一侧超前一定距离后,再开挖另一侧隧道的施工方法。通过隧道断面中部的临时支撑隔墙,将断面跨度一分为二,减小了开挖断面跨度,使断面受力更合理,从而使隧道开挖更安全、可靠。

#### (2)适用范围。

CD工法主要适用于地层较差、可采用人工或人工配合机械开挖的IV、V级围岩地层、不稳定岩体和浅埋段、偏压段、洞口段且地面沉降要求严格的隧道工程施工。

#### (3)施工方法。

采用CD工法施工时,每步的台阶长度都应控制,一般为5~7m。为了稳定工作面,往往与预注浆等辅助施工措施配合使用,采用人工钻爆开挖、机械出渣的方式。

### 3.4 浅埋暗挖施工方法

(1)主要辅助加固措施为超前管棚(注浆)支护或超前小导管(注浆)支护、临时仰拱或临时支护、注浆加固。

#### (2)超前小导管施工参数。

①小导管采用 $\varphi 50$ 钢管制作,钢管一端做成锥形,管体部分梅花型开设 $\varphi 10$ 孔径的扩散孔。

②小导管单根长度为5m,外径50mm,壁厚5mm,纵向搭接长度为1.5m,工字钢架间距为60cm。

③小导管的安设采用钻孔打入法,打设需从工字钢架腹部穿过,沿拱部 $120^\circ$ 范围布设,环

向间距30cm,外插角(仰角)约 $5^\circ \sim 10^\circ$ 范围。

④小导管注浆材料为水泥浆液,水灰比(重量比)为1:1。

⑤小导管注浆前,必须进行试注以确定注浆参数,注浆压力为0.5~1MPa,扩散半径不小于0.25m。

#### (3)管棚。

①管棚采用每节长4~6m的热轧无缝钢管以丝扣连接而成,直径108mm,壁厚6mm,钢管中心间距为80cm。

②根据该隧道地质情况及设计要求,长管棚长度一般为10~60m,搭接长度为5m。

③管棚通常采用水平液压顶管机或水平导向钻机施做。

### 3.4.1 隧道浅埋段开挖

(1)隧道浅埋段开挖时,应先行对开挖轮廓范围进行加固并做好初期支护。

(2)隧道开挖时,必须保持各开挖阶段围岩及支护的稳定性。

(3)开挖作业要严格按设计轮廓线进行,轮廓线要圆顺。开挖断面的中线、高程应符合设计要求。

(4)对于隧洞超挖、塌方必须采用耐久、耐腐蚀的材料回填,并认真做好回填注浆。

(5)在地层条件较差时,开挖后应及时喷射混凝土封闭掌子面。如遇特殊情况、暂停作业时间较长时,必须采取加强封闭措施。

### 3.4.2 喷射混凝土

(1)喷射混凝土使用的搅拌机、喷射机、空压机、输料管及供水系统在混凝土喷射前应调试正常。

(2)喷射混凝土配合比须准确,外加剂掺量满足设计和施工需要并应拌和均匀,随伴随用。

(3)喷射混凝土应紧跟开挖工作面及时施作,缩短开挖面暴露的时间,使其与工作面围岩密贴。

(4)喷射混凝土应从低向高均匀分层喷射,不宜太快或太慢。喷射效果应达到表面平整、圆顺、光滑、无干斑或流淌滑坠现象。

(5)喷层分层厚度按设计要求严格执行,喷射应密实,不得有空鼓、漏筋、脱落、裂缝等,渗漏水处必须进行处理。



### 3.4.3 型钢钢架

(1)型钢钢架的加工必须符合设计要求的强度、刚度及结构尺寸。

(2)首榀型钢钢架加工完成后应进行试拼,当各部尺寸符合要求后,方可进行批量生产。

(3)型钢钢架安装应稳固、准确、对称。

(4)型钢钢架的环向连接一般采用连接钢板对拼螺栓,纵向连接采用钢筋搭接方式。

(5)钢筋网通常选用 $\phi 6 \sim \phi 8$ 钢筋制作,钢筋网格间距宜为20 cm,网片搭接长度不得小于20 cm,网片与型钢钢架联结应牢固。

(6)初期支护的背后注浆。

①初期支护的背后注浆是为了填充初期支护背后的空隙及加固围岩,从而减少洞顶沉降,控制拱部变形,封堵洞顶渗水。

②注浆钢管一般选用 $\phi 32$ 钢管,管长0.8 m,在拱顶预埋或打孔埋管,起拱线以上环向布设。

③初期支护的背后注浆应紧跟开挖面,一般宜距5 m进行。背后注浆终压为0.5 MPa,浆液扩散半径为1.4~1.8 m,注浆速度不小于50 L/min。

④初期支护的背后注浆一般选择水泥砂浆与普通水泥浆。

(7)防水层。

①防水层的施工应在初期支护基本稳定并经验收合格后施作。

②防水层的铺设必须在无水条件下进行,如有渗水,应采取有效措施予以处理。

③防水层的铺设沿隧道环向由拱顶向两侧依次铺贴平顺并与基面固定牢固,其搭接长度不应小于15 cm。

④混凝土施工缝和变形缝的施工以及穿墙管的处理等必须符合设计要求。

(8)二次衬砌混凝土。

①二次衬砌混凝土灌注采用定型钢模台车。

②拱顶模板应设置混凝土灌注口,并应预留10~30 mm沉降量。

③二次衬砌混凝土的坍落度、和易性必须满足配合比设计要求。

④侧墙和拱顶混凝土泵送过程中需密切关注混凝土对模板的冲击影响,以防爆管或胀模,两侧应对称浇筑,辅以附着式振捣器振捣。

(9)二次衬砌的背后注浆。

①二次衬砌的背后注浆是填充二次衬砌与初期支护之间的空隙,同时封堵渗水。一般在二次衬砌混凝土强度达到设计强度75%后进行。

②二次衬砌混凝土结构施工时,应在拱部预留注浆孔。

③注浆孔一般沿隧道拱顶布设,纵向间距以5 m为宜。

④注浆材料一般选用微膨胀水泥砂浆或自流平水泥浆。注浆压力一般不大于0.2 MPa,浆液扩散距离为2~3 m。

## 4 结 语

笔者以浅埋暗挖法在某铁路隧道浅埋段施工中的应用为例,对浅埋暗挖法施工技术加以介绍,主要包括浅埋暗挖法施工原理、施工原则、各工序关键施工技术要求、施工参数。同时,阐述了浅埋暗挖法的主要辅助加固措施,对浅埋暗挖法施工技术要领进行了简要的解析。

作者简介:

潘艳军(1985-),男,甘肃陇南人,项目工程部副部长,工程师,从事铁路工程施工技术与管理工作;

蔡晓斌(1988-),男,四川岳池人,安质部副部长,助理工程师,从事铁路工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第40页)

利于安全施工。通过简易悬臂吊的应用,保证了施工安全。

## 6 结 语

通过简易悬臂吊在预应力锚杆安装施工中的成功应用,解决了在狭窄施工作业平台上安插较长、较重锚杆需要搭设平台架的问题,简化了施工方法,提高了施工效率,降低了施工风险,创造了

经济效益。该方法是项目部技术人员结合现场实际情况、有针对性地提出的解决方案,从设计思路和应用实践上均属一大创新,值得推广,对类似施工项目具有借鉴意义。

作者简介:

罗世刚(1987-),男,重庆市人,项目技术部副主任,助理工程师,学士,从事水利水电及市政工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)