

软泥塑状Ⅵ级围岩浅埋隧道施工技术

朱 锴

(中铁十二局集团第二工程有限公司,山西 太原 030032)

摘要:在沪昆客专雪峰山2号隧道进口段施工中遇到浅埋偏压现象,围岩为软泥塑状Ⅵ级围岩。采用地表管桩控制软泥塑状围岩的溜塌;在浅埋隧道暗挖施工中经方案比选,采用三台阶预留核心土辅以部分临时仰拱法,并在严密的洞内外监控量测工作指导下,顺利通过了Ⅵ级围岩浅埋偏压里程段。

关键词:软泥塑状围岩;浅埋;管桩;加固技术;隧道施工

中图分类号: U455

文献标识码: A

文章编号: 1009-2374 (2013)05-0075-04

大长隧道的浅埋暗挖掘进施工,在我国有许多一线工程技术人员以及理论研究人员进行了诸多实践尝试和理论探索:周书明针对软流塑淤泥质地层采取的台阶施工配合超前注浆加固技术在浅埋暗挖隧道中应用;贾小辉通过再设计和综合采用了多种注浆工艺的复合注浆工法;张国亮等阐述了双层小导管技术的工艺原理并且在北京地铁崇东区间隧道进行了施工应用;张云介绍了洞桩和中洞法以及CRD辅助工法等修建浅埋单拱大跨车站技术方案在北京地铁崇文门车站的应用;杨建民等结合郑西客专阎乡隧道科研试验,对大断面浅埋黄土隧道、斜交长距离下穿连霍高速的方案研究,双层初期支护配合双层大管棚超前支护、辅以双侧壁导洞的下穿方案;李日东基于北京地铁10号劲松站,介绍了信息化施工监测技术在浅埋暗挖地铁施工过程中的设计与组织管理方法。由于目前隧道Ⅵ级围岩地段没有成套工法,比较同类隧道,根据我公司丰富的隧道施工经验和掌握的关键技术,在沪昆客专雪峰山2号隧道暗挖施工中采用三台阶预留核心土辅以部分临时仰拱法,顺利通过了Ⅵ级围岩地段。

1 工程概况

我国“中长期铁路网规划”四纵四横主骨架之

一的沪昆客运专线,是我国铁路网的重要组成部分,开通时速350km。雪峰山2号隧道是沪昆客专的高风险和控制性工程之一,位于湖南省溆浦县境内,隧道为双线隧道,进口里程为DK255+192,全长9153m,隧道线间距为5m,Ⅵ级围岩开挖断面为158m²。隧道东西向穿行于雪峰山脉、地形起伏较大,冲沟发育,隧道最大埋深772m,最小埋深仅11.8m,跨度设计约为14.4m(初支表面)。隧道进口段为Ⅵ级围岩,岩性为碳质板岩,黑色极为松散,遇水呈现软泥塑状,地下水发育,自稳能力极差。

1.1 工程地质特征

沪昆客专雪峰山2号隧道进口DK255+380~+460段隧道自冲沟下方浅埋通过,隧道埋深最浅处离沟心仅仅11.8m,冲沟内常年流水,雨季有洪流,沟岸有溜塌现象,两岸坍塌严重。该地段地质情况为第四系全新统冲洪积层、上更新统坡残积层;表层含有植物根茎;泥岩主要成分为黏土矿物,成岩作用差,强风化层厚约6~20m。

1.2 水文地质特征

隧道地段地下水主要由第四系孔隙潜水和基岩裂隙水构成。隧道洞身区间岩体较为破碎,地下水不丰富,围岩为强富水区,隧道正常涌水量 $Q=43535\text{m}^3/\text{d}$ 。

2 浅埋偏压Ⅵ级围岩段施工技术

2.1 设计参数

根据设计方案,隧道Ⅵ级围岩设计参数为:采用Φ89管棚中加双层Φ42超前小导管的超前支护。拱部150°范围布设管棚,环向间距均为0.4m,超前小导管边墙外插角为40°,拱顶外插角10°;初支采用H175型钢全环设置,间距为0.6m,采用Φ22纵向筋连接,环向间距1.0m;钢架外侧设置Φ10钢筋网,网格20×20cm;喷混采用C30,拱墙厚30cm,仰拱厚27cm;二次衬砌采用厚度为55cm的C35钢筋混凝土,仰拱厚为60cm,仰拱填充层为C20混凝土。Ⅵ级围岩复合式衬砌支护设计参数如图1所示:

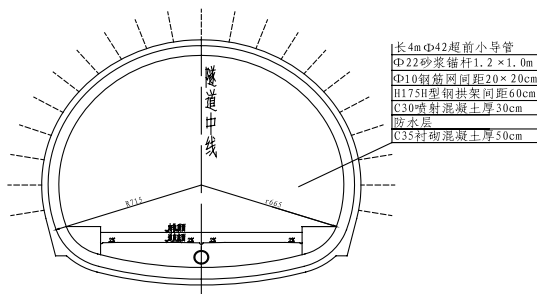


图1 Ⅵ级围岩设计参数图(单位:cm)

2.2 开挖支护方案选择

2.2.1 设计开挖支护方法。设计洞身采用CRD法掘进,设置超前Φ89管棚,加全环设置超前小导管并注单液浆。

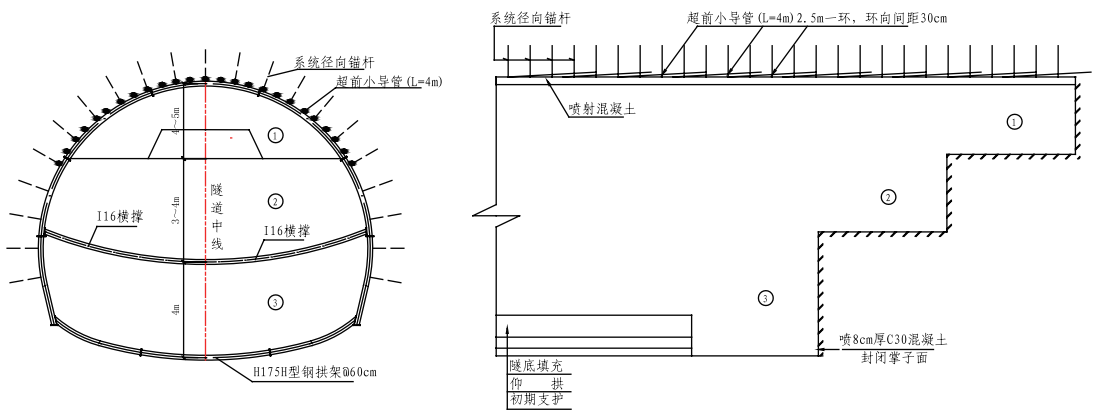
2.2.2 方案优化。沪昆高铁雪峰山2号隧道Ⅵ级围岩长120m,其中浅埋段60m,最小埋深不足

12m。暗挖法中CRD法体系转换时安全隐患大,并且要求初期支护混凝土达到设计强度的70%后才允许开挖相邻部位。而三台阶预留核心土辅以部分临时仰拱法较三台阶临时仰拱法而言,能够快速施工、快速封闭,可有效遏制隧道变形、拱顶下沉,且工艺要求简单,易于操作,循环时间短,成本低。所以,结合雪峰山2号隧道进口实际围岩特点,决定采取三台阶预留核心土辅以部分临时仰拱法进行施工。

表1 施工方案比选

方案名称	难度	工艺要求	周期	安全度	造价
CRD法	大	较高	很长	高	较高
三台阶临时仰拱法	较大	高	较短	较高	一般
三台阶预留核心土辅以部分临时仰拱法	较小	一般	短	很高	较低

2.2.3 施工方法。三台阶预留核心土辅以部分临时仰拱法如图2所示。首先对掌子面前方围岩进行超前地质预报,掌握前方地质与水文的情况,做到超前策划、超前预报。施工时按照设计要求先设置全环超前小导管,超前小导管拱部外插角为10°,两侧边墙外插角为40°,通过超前支护控制软塑状围岩流塌;然后进行上导坑开挖,人工开挖,机械配合;待掌子面距中台阶约5m时,进行中导的开挖及支护,同时施作临时仰拱。开挖时,由于围岩呈软泥塑状,封闭成环时间长,采用大拱脚



(a) 隧道开挖横断面 (b) 隧道各台阶纵向开挖步序

图2 三台阶预留核心土辅以部分临时仰拱法

法扩大拱架底部的开挖，适当加大50cm左右，喷射混凝土回填，增大拱脚受力面积，减小围岩变形。施工时安装长5~6m Φ 42锁脚小导管代替原设计的4m长锁脚锚杆，并与钢架焊接牢固，加大对拱架的“锁固”作用。下导坑与中台阶之间满足5m的距离时开始进行下导坑的开挖与支护，每次开挖2m。最后进行仰拱衬砌施工，施工中严格控制安全步距：仰拱安全步距为13m，衬砌安全步距为33m。

2.3 地表管桩加固防止软泥塑状围岩的溜塌

在进行软泥塑状围岩段隧道施工时，综合考虑围岩情况、浅埋程度，为避免VI级开挖扰动引起坍塌，发生危险，保证安全掘进，首先在洞身上部地表打设管桩，分区域分步骤加固软泥塑状围岩，详情如图3所示：

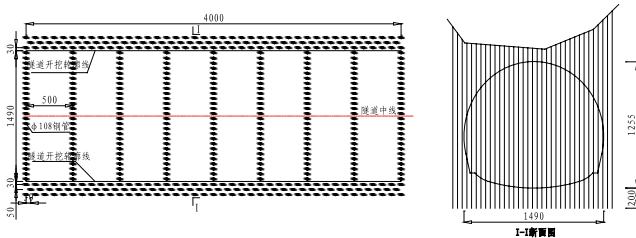


图3 管桩分区加固软泥塑状围岩方案图（单位：cm）
据雪峰山2号隧道地表实际地形地质情况（DK255+422~+462）软泥塑状围岩范围大、围岩自稳能力较差，所以选择该段沟底两侧各20m施作管桩。在隧道两侧开挖线外侧30cm范围内施作3排 Φ 108管桩，并注浆加固，两侧的3排管桩间距50 $\times$ 50cm，呈梅花型布设；开挖边线内每5m布设1排管桩，管桩横向间距50cm；管桩打入隧底2m以下。 Φ 108管桩管壁散浆孔每一断面3个，梅花形布置，间距100cm，浆液为1：1的水泥浆，注浆终压为2.5MPa。

3 监控量测

根据新建的雪峰山2号隧道断面大、地形地质条件复杂、围岩河谷浅埋段等特点，依据隧道的初支参数、开挖工法，精心设计制定监测方案，拟定的监控量测项目有洞内拱顶下沉、净空收敛量测、洞外地表沉降观测等。

根据既有类似隧道施工经验，在浅埋、偏压地

段围岩可能出现一侧变形大、另一侧较小现象，为了监测准确，使数据清晰便于处理分析，采用全站仪进行全部监控量测项目，对变形观测点进行编号，以便观测记录，每个测点独立进行数据处理后再综合考虑多个量测项目进行数据分析。图4和图5为雪峰山2号隧道软弱围岩段施工中洞内拱顶沉降、洞内围岩水平收敛的变化曲线。依据最新高铁隧道验收标准规定，隧道拱顶沉降已经超出允许范围，但是由于采取措施得当，支护合理，变形趋于稳定状态。由图4和图5可见，本隧道采取三台阶预留核心土辅以部分临时仰拱法施工，隧道拱顶沉降和水平收敛都得到了较好的控制。

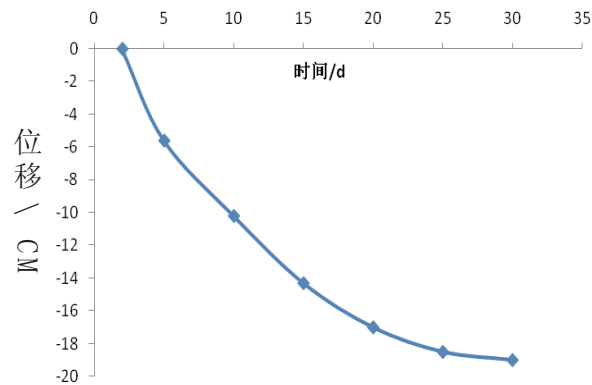


图4 拱顶沉降-时间关系曲线

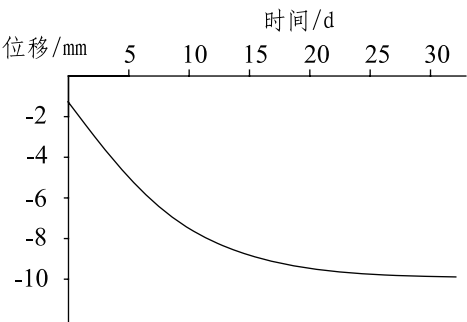


图5 水平收敛-时间关系曲线

4 结语

在雪峰山2号隧道浅埋段的施工中采用三台阶预留核心土辅以部分临时仰拱法的工法，最后顺利完成了掘进和支护任务。实际施工中，中台阶采用大拱脚法，采用加长加厚小导管代替原设计的锁脚锚杆；通过施作管桩分区分步骤地表大范围注浆等一系列措施限制隧道软岩的变形，并及时跟进仰拱和衬砌，使仰拱步距为13m、衬砌步距为33m，符合相关规范和要求。保证隧道结构及时封闭，有效控

自锚式悬索桥钢箱梁支架滑移快速施工技术

翟洪志

(中国中铁大桥局集团第四工程有限公司,江苏 南京 210031)

摘要:沈阳四环快速路新建工程高坎浑河景观桥主桥为独塔自锚式钢箱梁悬索桥,桥跨布置为 $48\text{m} + 2 \times 180\text{m} + 48\text{m}$,全桥钢箱梁总重1.2万t,采用整体式带挑臂扁平断面,桥面宽42.5m,标准节段高4.0m,长9m,重约200t,自锚加厚段高6.0m,重约460t。因受运输、场地及设备影响,钢箱梁板单元厂内制造,通过公路运输至施工现场组拼场组拼成块段,再运至桥址提升站拼装成钢箱梁标准节段,通过钢管桩贝雷梁支架滑道,利用TS15-200穿心千斤顶将钢箱梁节段拖拉至设计位置进行节段间环焊,最后完成全桥钢箱梁安装。

关键词:钢箱梁;支架;滑移;快速施工;自锚式悬索桥

中图分类号:U445

文献标识码:A

文章编号:1009-2374(2013)05-0078-05

1 工程概况

沈阳四环快速路新建工程高坎浑河景观桥主桥为自锚式钢箱梁悬索桥,桥跨布置为 $48\text{m} + 2 \times 180\text{m} + 48\text{m}$,钢箱梁桥面宽42.5m。主桥钢箱梁共分28种类型、55个梁段,最重节段为466.9t,最轻节段为111.7t,全桥钢箱梁总重量为11607.4t。

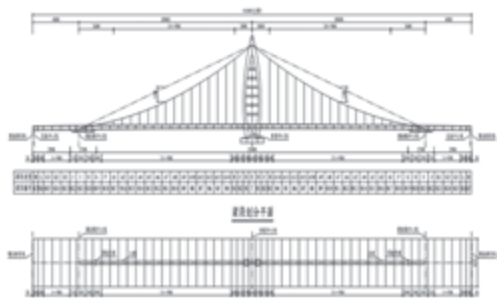


图1 主桥桥型布置及梁段划分图

制软泥塑状VI级围岩的变形,保质保量顺利通过浅埋软弱围岩地段,积累大跨软岩隧道施工以及泥塑状软岩变形预控的实践经验。●

参考文献

- [1] 周书明,余才高,张先锋. 南京地铁软流塑地层浅埋暗挖隧道综合施工技术[A]. 中国土木工程学会第十一届、隧道及地下分会第十三届年会论文集[C]. 北京:中国土木工程学会,2004.
- [2] 贾小辉. 注浆工艺在浅埋暗挖工程中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻探工程),2006,(1):38-39.
- [3] 张国亮,韩占波. 双层小导管在浅埋暗挖隧道施工中的应用[J]. 铁道科学与工程学报,2006,(2):66-69.
- [4] 张云. 北京地铁五号线崇文门站浅埋暗挖施工技术[J]. 山西建筑,2009,(17):123-124.
- [5] 杨建民,喻渝,谭忠盛,等. 浅埋大断面黄土隧道下穿高速公路设计方案研究[J]. 现代隧道技术,2009,(6):85-89.
- [6] 李日东. 浅埋暗挖地铁车站施工检测技术[J]. 铁道标准设计,2006,(7):64-66.
- [7] 中华人民共和国铁道部. 高速铁路隧道工程施工技术指南[M]. 北京:中国铁道出版社,2010.

作者简介:朱锴(1976-),男,湖南长沙人,中铁十二局集团第二工程有限公司工程师,研究方向:长大难险隧道施工管理和技术攻关。

(责任编辑:周 琼)