

带综合管廊双连拱隧道超厚仰拱非对称分幅施工技术探讨

曹海 余东升 王峰 李娟

中国建筑一局(集团)有限公司华南区域公司, 广东 深圳 518000

[摘要] 景德镇市凤凰山隧道施工时, 综合考虑围岩状况、工期、工艺等因素, 采用仰拱及超厚仰拱填充非对称分幅施工, 左、右幅交替推进, 利用左、右幅中间的幅差作为施工便道, 满足仰拱及仰拱填充混凝土养护期间隧道施工的车辆通行要求, 在保证质量的前提下, 加快隧道施工进度。文章中结合笔者工作经验, 对上述施工技术进行探讨。

[关键词] 施工技术; 双连拱隧道; 非对称分幅施工

DOI: 10.33142/sca.v2i8.1201

中图分类号: U455.43

文献标识码: A

Discussion on Construction Technology of Unsymmetrical Farming of Super Thick Inverted Arch of Double Arch Tunnel with Comprehensive Pipe Gallery

CAO Hai, YU Dongsheng, WANG Feng, LI Juan

South China Regional Company of China Construction First Group Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract: During construction of Fenghuangshan tunnel in Jingdezhen city, considering surrounding rock condition, construction period, technology and other factors, inverted arch and super thick inverted arch are used to fill unsymmetrical framing construction, and left and right spans are alternately pushed forward. The gap between left and right spans is used as construction access to meet traffic requirements of tunnel construction during maintenance period of inverted arch and inverted arch filled concrete, and on premise of ensuring quality, speed up tunnel construction progress. In this paper, above construction technology is discussed combined with author's work experience.

Keywords: construction technology; double arch tunnel; unsymmetrical framing construction

引言

随着城市建设新发展需要, 城市隧道设计断面宽度不断刷新, 并赋予更多的功能, 在隧道内设置综合管廊也成为一种趋势, 本次设计管廊顶部兼作人行道和非机动车道, 仰拱至行车道顶面高差较大, 致使仰拱填充厚度超厚。施工期间, 由于管廊预埋钢筋限制, 管廊区域不能作为车辆和设备临时通行便道, 只能在原设计行车道范围组织隧道内临时交通, 对施工进度影响很大。因此有必要对其进行探讨。

1 工程概述

本工程仰拱及仰拱填充厚度较大, 总厚度约 280cm, 上、下层分幅施工错开不小于 50cm, 由于隧道内管廊设置占位, 受管廊预埋钢筋限制, 管廊区域不能作为通行通道, 将可通行区域分为两幅施工, 形成仰拱非对称施工。仰拱及超厚仰拱填充非对称分幅施工, 利用左、右幅中间的幅差作为施工便道, 有效解决混凝土养护龄期要求对洞内通行道路的影响。同时, 无需搭设钢栈桥, 仰拱填充混凝土面与未开挖仰拱底板围岩顺接, 降低车辆通行安全风险; 解决仰拱及仰拱填充施工及养护节拍短于主洞掌子面开挖节拍, 导致的对掌子面掘进速度的制约; 仰拱填充高度以左侧排水沟沟底为分层界面、分两幅施工, 一幅作为保通道路, 另一幅在混凝土养护期内禁止通行。

2 工艺流程及操作要点

2.1 工艺流程

工艺流程如右图:

2.2 操作要点

2.2.1 交通组织

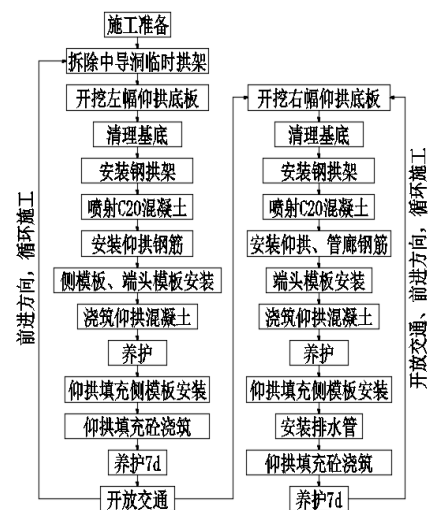


图 2-1 仰拱及超厚仰拱填充非对称分幅施工工艺流程图

(1) 双连拱隧道标准断面:

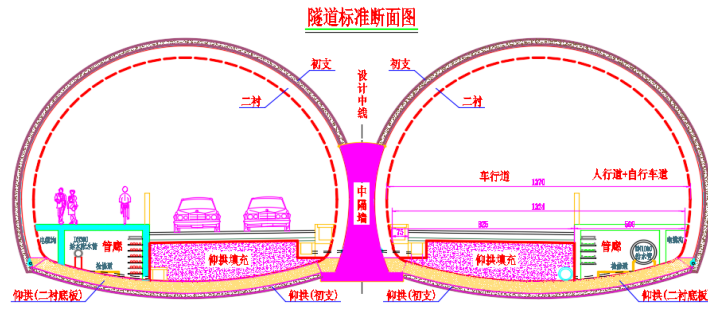


图 2-2 双连拱隧道标准断面图

(2) 洞内交通组织

规范要求混凝土结构在开放交通前强度不小于设计值和养护临期不小于 7 天，因此管廊区域不能作为隧道内通行区域，只能在设计车道和未开挖隧道底部围岩区域组织交通。

单洞仰拱及仰拱填充充分左、右两幅，按一定步距分别施工，步距约 15~20 米。左幅仰拱填充混凝土达到设计强度后开放交通，与右幅未开挖隧道底部围岩顺接，作为洞内主洞施工的便道。具备通行条件的仰拱填充与未开挖底板的搭接程度不小于 10 米，确保运输车辆及其它设备可通行。

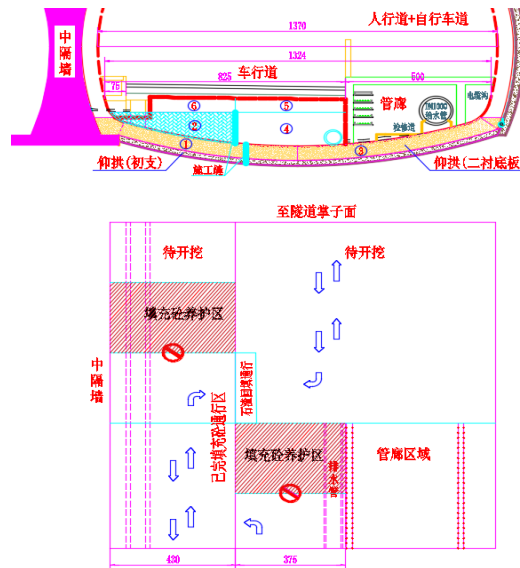


图 2-3 仰拱及仰拱填充施工期间隧道内交通组织示意图

2.2.2 施工工序

(1) 左幅: 确定分幅区域、测量放样、确定开挖高程→靠中隔墙一侧按幅度先开挖(宽度约 6 米)、出渣→清除浮渣→安装仰拱钢拱架→喷射 C20 砼→安装仰拱衬砌钢筋→安装侧模板→模筑 C35 钢筋砼→第一层仰拱回填至排水沟底面→养护、未开挖区域通行→已施工仰拱回填区域开放交通→前方仰拱底板开挖出渣、施工仰拱及仰拱填充(第一层)→循环推进。

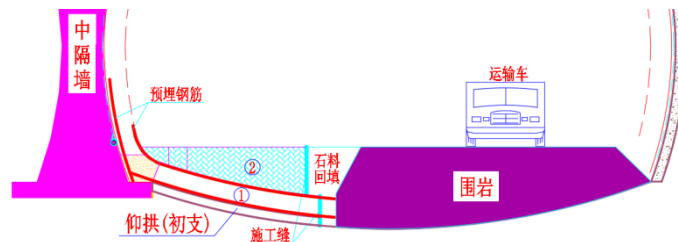


图 2-4 左幅仰拱及第一层仰拱填充施工断面图

(2) 右幅: 测量放样、确定开挖高程→分幅段开挖(宽度约 8.8 米)、出渣→清除浮渣→已浇仰拱混凝土侧面凿毛→安装仰拱钢拱架→喷射 C20 砼→安装仰拱衬砌钢筋、预埋管廊侧墙钢筋→安装端头模板→模筑 C35 钢筋砼(隧道初支闭环完成)→已浇筑填充层混凝土侧面凿毛→安装靠管廊面侧模板→第一层仰拱回填至排水沟底面→养护、左侧已开通交通填充区域通行→循环推进。

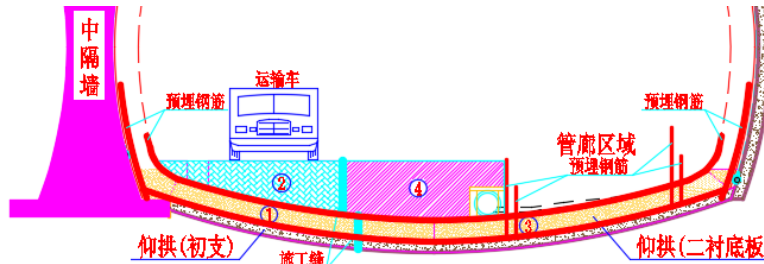


图 2-5 右幅仰拱及第一层仰拱填充施工断面图

2.2.3 仰拱开挖

综合考虑现场施工作业空间、爆破后机械扒渣效率、喷射砼机械放置位置及喷射范围、底部围岩较好等因素,结合掌子面掘进节拍和便道通车要求确定分幅步距,左右幅施工步距控制在 15~20 米。

2.2.4 拱架及钢筋安装

(1) 安装时预留后施工一侧仰拱工字钢接头,配螺栓和法兰,仰拱工字钢安装完毕后,采用 C20 喷射混凝土,喷射 20cm,将工字钢与底板围岩间的空隙喷实。

(2) 钢筋安装

先施工一侧钢筋主筋预留长度不小于 100cm,在另一侧仰拱钢筋安装时搭接,单面焊接,焊缝长度不小于 10d。

2.2.5 混凝土浇筑

(1) 仰拱混凝土

采用 18mm 厚光面红模板,各竖向、纵向模板缝应成一条直线,模板表面应平整,局部不平整应控制在 2mm 以内。模板背面采用 50x100 的木楞作为龙骨,木龙骨用钉子钉在模板上。模板如有缝隙,模板表面污物应清理干净应塞严密净,模板内面应涂刷脱模剂。

仰拱二衬浇筑采用 C30 混凝土,混凝土采用泵管输送至仰拱工作面,将混凝土送至模板内,从里向外或从外向里一次浇注成型。混凝土摊铺采用人工摊铺,插入式振动器纵横交错全面振捣,初凝之前抹平压光。

(2) 仰拱填充片石混凝土

在下部钢筋混凝土浇筑完成后,搭设上部片石混凝土模板,模板采用 18mm 厚光面红模板,内部涂刷脱模剂。

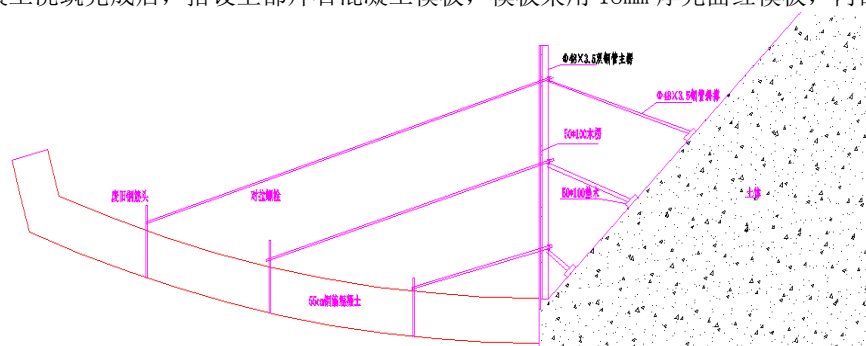


图 2-6 片石混凝土模板搭设示意图

2.2.6 养护

(1) 仰拱: 混凝土浇筑完成后,采用土工布覆盖洒水养护,24 小时后开始支设仰拱填充模板。

(2) 仰拱填充: 混凝土浇筑完成后,采用土工布覆盖洒水养护,养护时间不少于 7 天,开放交通前混凝土强度不小于设计值。

3 质量保证措施

3.1 喷射混凝土质量控制

(1) 抗压强度必须合格, 不合格时, 查明原因, 并采取措施, 可用加厚喷层的办法予以补强。(2) 喷层与围岩粘结情况, 用锤敲击, 如有空响应凿除喷层, 洗净重喷, 必要时进行粘接力测试。(3) 喷层平均厚度不得少于设计厚度。(4) 喷射砼表面有裂缝、脱落、露筋、渗漏水等情况时, 应予补修, 凿除喷层重喷或进行整治。

3.2 混凝土浇筑控制措施

(1) 在混凝土出厂前、进场后、浇筑前、浇筑过程中需检查其工作性能, 按设计及规范要求留置混凝土试块。混凝土试块必须按规定取样、制作、养护和试验, 同厂家、同强度、同部位每 100m³ 制作一组试块, 其强度评定应符合“混凝土强度检验评定标准”。

(2) 混凝土所用的水泥、水、骨料、外加剂等必须符合规范及设计规定, 检查出厂合格证或试验报告是否符合质量要求。

(3) 混凝土配合比、原材料计量、搅拌、养护和施工缝处理, 必须符合施工规范。

(4) 应尽快浇筑仰拱, 以利衬砌结构的整体受力。

(5) 仰拱开挖不允许欠挖, 超挖部分应按设计规定予以同标号混凝土回填。

(6) 浇筑仰拱应采用大样板, 并由仰拱中心向两侧对称进行, 仰拱与边墙衔接处应捣固密实。

(7) 混凝土浇筑后, 根据气候条件洒水养护, 洒水养护次数以使砼保持潮湿状态为宜。

(8) 设计不允许出现裂缝的结构, 如有抗渗要求的部位, 严禁出现裂缝, 设计允许出现裂缝的结构, 其裂缝宽度必须符合设计要求。

(9) 混凝土振捣应密实, 不得有蜂窝、孔洞、露筋、缝隙、麻面、烂根等质量缺陷。

3.3 钢拱架施工控制措施

安设钢拱架时, 必须保证其安装精度, 每榀拱架组合时, 其间的连接板要对齐密贴。为确保钢架的整体受力和稳定, 并防止拱架下沉, 在施工时, 除使用纵向连接钢筋将各榀钢架连成一体外, 同时将拱架脚焊在锁脚锚杆上, 并与径向锚杆焊为一体。架立钢构件时, 要使其与砼喷射面密贴, 必要时在拱脚底部设托板, 以增大其受力面积, 控制拱架下沉量。

4 效益分析

常规的仰拱施工, 严重阻碍主洞、管廊等推进, 优化后施工速率明显提高。

(1) 管廊施工工效对比

原工序安排分析: 因栈桥悬空过高形成安全隐患, 仰拱工作面全幅推进, 需要等待混凝土养护期过后开放交通, 速度较慢, 严重影响二次衬砌的施工, 影响管廊的跟进施工。现状工序安排分析: 经优化后的工序把回填混凝土调整至管廊施工后, 降低了回填混凝土对二次衬砌及管廊施工带来的影响。

(2) 经济效益

仰拱及仰拱填充采用非对称分幅施工, 保障了掌子面掘进进度, 工期能节省 59 天, 项目部平均每人每天的管理费为 400 元, 项目部管理人员为 23 人。采用此工法能节省管理费为: $59 \times 400 \times 23 = 542800$ 元。

[参考文献]

- [1] 刘兴波. 整体式仰拱及填充模板装置的研制与应用[J]. 中国科技纵横, 2017(6).
- [2] 王鹏, 王相森. 隧道仰拱填充混凝土找平层自行框架式滚筒整平机施工研究[J]. 水利水电施工, 2017(02): 14-18.
- [3] 姜军. 仰拱顶模及栈桥在隧道仰拱施工中的应用[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2012(08): 99-100.
- [4] 杨伟东. 基于隧道仰拱和填充分开施工的自带曲模自行式仰拱栈桥研制及应用[J]. 甘肃科技纵横, 2018, 47(05): 26-28.

作者简介: 曹海(1991-), 男, 毕业于福建工程学院, 土木工程专业, 质量总监, 中级工程师。