

大型渡槽跨越浅埋高速公路隧道施工方法

王伟奇

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

摘要: 本文针对大型渡槽跨越浅埋高速公路隧道的复杂施工环境,结合四川省蓬溪船山灌区工程西梓干渠延长段引水渡槽施工建设和小浪底南岸灌区一期工程施工1标的实际案例,系统阐述了施工工法的特点、适用范围、工艺原理、工艺流程及操作要点。通过采用荷载结构法分析施工期间对隧道结构的影响,选择人工挖孔桩进行渡槽桩基施工,采用土台模支撑系统,设计被动防护网等综合措施,确保了施工期间的安全与质量,降低了施工成本,为类似工程提供了参考。

关键词: 大型渡槽; 施工方法; 跨越公路隧道

引言

大型渡槽跨越浅埋高速公路隧道施工是一项复杂且具挑战性的工程任务。在山区地形复杂、施工条件苛刻的情况下,如何确保施工安全、提高施工质量、降低施工成本,成为亟待解决的问题。本文旨在通过总结实际工程经验,探讨一种科学、经济、合理的施工方法,为类似工程提供参考。

1 工法特点

1.1 安全施工与监测

采用荷载结构法(通过midas/GTS有限元软件)计算施工期间对赵坝沟隧道结构的影响,分析强度、变形、裂缝,确保施工期安全。使用全站仪替代传统收敛仪和水准仪进行监测,提高空间灵活性,满足测量精度要求,减少交叉干扰和人员机械投入。

1.2 渡槽桩基施工方式选择与创新

选择人工挖孔桩进行跨越浅埋高速公路隧道的渡槽桩基施工,减少对泥岩的软化、泥化,对岩体扰动小,对赵坝沟隧洞结构影响小。采用自主研发的简易直筒护壁模板,拆装简便快捷,节约成本,实现快速施工^[1]。人工挖孔桩相比混凝土打入桩抗震能力强,施工成本较冲击钻机、回旋钻机节省,单桩承载力高,沉降量小,成桩质量可靠,且施工无振动、无噪声、无环境污染。

1.3 预应力渡槽槽身支撑系统优化

采用土台模施工,减少开挖量,节约基础处理成本,减少对高速路洞顶扰动,提高安全系数。两跨预应力槽身张拉采用单端张拉方式,固定端使用双锚板,减少预应力损失,缩短工期,降低工程成本。

1.4 被动防护网设计选型

通过冲击动能分析设计选型被动防护网,避免参数与防护等级不匹配,保障高速公路行车安全,防止渡槽

施工阶段吊装及土体脱落物掉入高速公路。

1.5 井下通风与降水措施

利用鼓风机进行井下机械通风,加强空气流动,防止有毒气体危害。采用井点降水技术,降低桩底积水,保障桩孔顺利开挖。

2 适用范围

本工法主要适用于山区地形复杂、跨越浅埋高速公路隧道、大型的水利工程渡槽施工。

3 工艺原理

通过对地形复杂跨越浅埋高速公路隧道渡槽的研究及应用,采用安全、经济效益最优的施工方式。通过对比分析选择最优桩基施工方法,研究软岩地层人工挖孔桩力学特点及变形规律,设计支护参数,确定支护(衬砌)时机。采用荷载结构法分析施工期间对隧道结构的影响,进行边坡安全监测,确保施工安全。通过比选找到最优预应力槽身施工方法,减少开挖量,节约基础处理成本,实现快速施工^[2]。设计被动防护网,确保高速公路行车安全。合理设计通风、防排水施工方法,加强空气流动,减少桩底积水,保障施工顺利进行。

4 工艺流程及操作要点

4.1 施工影响区既有高速浅埋隧道安全评估及监测

4.1.1 工艺流程

施工准备→荷载计算→结构内力计算→结构承载力及裂缝宽度计算→运营安全分析→安全分析总结→施工过程中变形监测

4.1.2 操作要点

结构安全分析:木头垭渡槽与赵坝沟隧道交叉,隧道为V级围岩超浅埋。采用midas/GTS计算施工荷载对隧道影响,包括混凝土、钢筋、模板自重及施工、振捣荷载。荷载设计值 q_1 为 36.31kN/m^2 , q_2 为岩层重力 112kN/m^2 。结

构内力计算后,各关键部位安全系数 ≥ 2.0 ,拱顶裂缝宽度0.176mm,满足规范。

运营安全分析:渡槽抗渗等级W6,控制水外渗,保证隧道运营安全。隧道为全包排水型,具备防排水能力,微弱外水不影响运营。跨越方案为明槽,漏水易发现,便于养护。渡槽运营荷载由下部桩柱式基础承担,对隧道结构无影响。

安全分析总结:施工期间增加荷载有限,隧道受力满足规范,保证安全。渡槽运营荷载由深入基岩的基础承担,对隧道无影响。渡槽抗渗等级高,隧道具备防排水能力,运营安全影响小。

施工过程中变形监测:渡槽上跨隧道浅埋段,最小距离4.45m,需安全评估及监测。埋设工作基点和变形监测点,观察记录数据,分析位移和沉降。监测自2021年6月25日至12月29日,共77次。监测数据显示,隧道在渡槽施工期间无明显变形,最大累计变形量4mm,无沉降及位移,已具备间歇测量条件。

4.2 泥岩地层临近既有浅埋高速隧道大直径桩基施工

4.2.1 工艺流程

施工准备→测量放样及定桩位→孔口护圈浇筑→开挖第一节桩孔土方→桩基中心位置检测→放置附加钢筋、支护壁模板→浇筑第一节护壁混凝土→依次往下循环作业→检查验收桩孔→钢筋笼制作、吊放→桩基混凝土制备、灌注。

4.2.2 操作要点

木头垭渡槽工程施工中,为减少对高速路洞顶扰动,选择人工挖孔桩施工(图1)。软岩地层挖孔易坍塌,采用钢筋混凝土护壁确保安全。开挖顺序视地层松紧、桩孔布置而定,本标段地层紧密、地下水位低,可同时开挖。挖孔时,先挖中间土方,再向周边扩挖,控制桩孔截面尺寸。土质好时,开挖节段高度约1m;土层松软时,减至0.5m。每节段开挖后,检查孔径、垂直度及中心偏位,偏差不大于5cm。护壁模板采用简易自制钢板拼接,有足够刚度,木桩加固支撑,轴线与桩中心在同条垂直线上,偏差不大于1cm。模板间用卡具、扣件连接固定,设内钢圈防变形。护壁厚度由计算确定,以直径2米、长度20米桩为例,地质为黏土和中风化砂岩,护壁厚度确定为20cm,加设护壁钢筋。每挖完一节段,立即放置模板,浇筑C30护壁混凝土,厚度20cm,人工浇注、振捣,坍塌度约10cm。浇筑24小时后方可拆模。

4.3 泥岩地层临近既有浅埋高速隧道渡槽槽身施工

4.3.1 工艺流程

施工准备→基础开挖→混凝土工程→标砖工程→细

砂回填→槽身混凝土施工

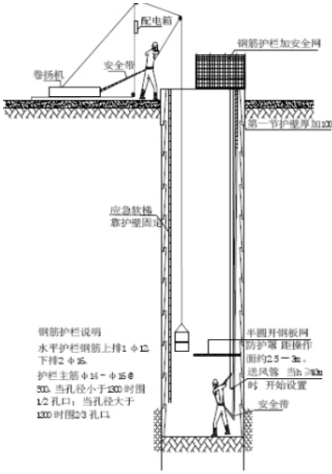


图1 人工挖孔桩示意图

4.3.2 操作要点

为减少开挖,槽身支撑用土台模,安全系数高;预应力槽身单端张拉,固定端双锚板减少预应力损失,设排气管快速施工。土台模条形基础由混凝土和三层标砖组成,支撑渡槽模板。每跨槽身下部布置4个条形基础,对称布置。条形基础开挖至设计高程,覆盖层用反铲开挖,岩石用液压带锤反铲开挖,渣土运至渣场。

混凝土工程:条形基础高50cm,宽50cm,C20素砼浇筑。混凝土集中拌制,罐车运输,运输中不应离析、漏浆等。浇筑前检查基底、模板、支架等,分层浇筑,振捣密实,连续进行,用时不超初凝时间。

标砖工程:三层标砖砌筑,清除杂物,水泥砂浆找平,铺浆法砌筑,遵守“反、对、错”原则,砌筑前清除杂物、断裂砌块,每层校正标高。

细砂回填:条形基础间人工回填细砂并压实,回填高程与条形基础顶一致,两端用钢模板封堵。

槽身混凝土施工:条形基础施工完成后预压,计算荷载放大系数为1.1,沙袋分层预压,埋设沉降观测点,无明显沉降后卸荷。

4.4 高速隧道正常通行洞口上方综合安全防护

施工期间,在高速隔离网外增设被动防护网和防护围挡,依据冲击动能分析设计选型,确保行车安全。被动防护系统由钢丝绳网、铁丝格栅网等部件构成,形成坡面防护,吸收分散落石冲击动能。钢绳网系统特点为柔性高、拦截强,易安装,标准化生产,施工简便。以吊装槽身模板冲击动能作为设计依据,选用RX-050型防护网,拦截撞击能500kJ以内落石。为保障高速路行车安全,场道路布置在高速右侧,距边坡34m,渡槽建后距永久防护围挡6m。施工期间另设1.8m高市政铁皮围挡,内

侧设5m高被动防护网,防止杂物掉落影响高速运行。

4.5 深桩有限空间作业环境提升

通风选用鼓风机,根据鼓风能力及孔内换气量布管。桩孔开挖超5m时,每天开工前进行有毒气体检测,加强通风,必要时输送氧气。人员轮流作业,桩孔上方人员密切观测下方情况,预防事故。挖孔过程中,遇侧向地下水渗漏,水量小时边挖边运泥水;水量大时先挖集水坑,用潜水泵抽水,边降水边挖土。渡槽施工期设截排水沟,与绵西高速排水沟相接,设沉沙池及雨水篦子,定期清理。跨环向排水沟路段设 $\phi 50$ 排水圆管涵。进入木头垭隧洞进口段道路距高速防护围挡33m,出口段34m~40m。

5 材料与设备

本工法采用的主要设备包括反铲、汽车吊、装载机共16种,具体配置见表,用于基础开挖、材料运输、场地平整等作业。主要材料涵盖光圆钢筋、螺纹钢、混凝土及被动防护网等,详见表,确保施工质量和进度。劳动组织方面,配备了管理人员、钢筋工、模板工、混凝土工等各类工种共计40人,分工明确,各司其职,其中管理人员2名负责渡槽施工整体协调,钢筋工8名负责钢筋制安,其他工种根据施工需求合理配置,确保施工顺利进行。

6 质量控制

本工法渡槽施工质量严格遵循《水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准-混凝土工程》SL632—2012,具体控制标准包括模板稳定性、刚度、强度,结构物尺寸、位置,混凝土外观质量等。为确保施工质量,采取多项控制措施:施工前对管理人员和作业人员进行技术交底和培训;严格执行“三检制”验收制度,并做好质控记录;所有原材必须经检验合格后方可投入使用。这些措施有效保障了渡槽施工的质量和进度,确保工程符合设计要求及规范标准。

7 安全措施

对所有人员进行入场三级安全教育,对于存在高危施工的所有参与人员组织全员培训。建立项目安全培训制度,落实“三级”安全教育,开展“预知危险活动”。按规定配备一定数量的专职安全员,每个施工班组指定兼职安全员。在使用挖、装等机械设备时,必须遵守相应的操作安全规程。进入施工区域的施工人员必须戴安全帽、反光背心等防护用品^[3]。施工现场高压变压器及开工箱应防护到位。所有电器设备及金属外壳均应按规设置可靠的接零及接地保护。施工现场所有用电设备,必须按规定设施漏电保护装置,并定期检查。

8 环保措施

认真贯彻落实国家有关环境保护法律、法规,做好

施工区域的环境保护工作。严格遵守“工完、料尽、场地清”的原则,完成一处,清理一处。对施工道路及时进行维护,减少道路扬尘。机械设备使用过程中加强保养,防止油料泄漏污染环境。施工现场配置垃圾箱,场地干净平整,无积水、无杂物、无垃圾。施工现场按要求布设排水设施,并保证排水设施的正常工作。

9 效益分析

本工法应用于四川省蓬溪船山灌区工程及小浪底南岸灌区一期工程,特别是在跨越浅埋高速公路隧道的渡槽施工中展现了显著效益。在赵坝沟隧道段和5#渡槽施工中,采用土台模支撑系统替代传统满堂脚手架,大幅减少了石方开挖量、材料消耗和人工成本。具体而言,赵坝沟隧道段节约成本14.2万元,5#渡槽节约成本16.47万元。该工法的实施和总结,不仅保证了施工质量安全可控,还为企业提供了经济可行的施工模式,增强了行业竞争力和创造力,为山区渡槽施工提供了创新手段,推动了行业领域的发展。

10 应用实例

10.1 四川省蓬溪船山灌区工程西梓干渠延长段土建及安装工程

工程地点:四川省绵阳市盐亭县折弓乡

完成工程量:木头垭渡槽施工完成

施工日期:2021年5月20日至2021年12月31日

10.2 小浪底南岸灌区一期工程施工1标

工程地点:河南省洛阳市孟津县

完成工程量:5#渡槽施工完成

施工日期:2021年3月16日至2021年12月31日

结语

本文通过总结实际工程经验,提出了一种适用于大型渡槽跨越浅埋高速公路隧道的施工方法。该方法通过采用荷载结构法分析施工期间对隧道结构的影响,选择人工挖孔桩进行渡槽桩基施工,采用土台模支撑系统,设计被动防护网等综合措施,确保了施工期间的安全与质量,降低了施工成本。本工法的应用不仅克服了复杂环境下开挖难题,还提高了施工效率,为类似工程提供了参考和借鉴。

参考文献

- [1]刘孙勇.高大跨渡槽施工安全控制[J].工程建设与设计,2022,(10):137-139.
- [2]郑永吉,吴兴.大拱跨渡槽施工技术[J].广西水利水电,2021,(04):89-91.
- [3]段宝德,丘陵地区跨河渡槽现浇矩形槽身施工技术研究.湖北省,中国葛洲坝集团路桥工程有限公司,2019-12-01.