

浅埋隧洞下穿强烈砂化白云岩地层敏感环境 控制技术研究

高正波 范开元 张 毅
云南省滇中引水工程有限公司 云南 玉溪 653100

摘 要：砂化白云岩是不良地质中的特殊地质，尤其是以晶状结构为主的砂质白云岩，在复杂的区域构造背景下，岩体结构以碎裂散体结构和碎裂镶嵌结构为主。隧洞在该地层中浅埋下穿高速公路，在成洞困难的前提下会给高速公路运营带来影响，为降低施工风险，保证高速公路运营安全，通过受力分析、支护参数调整、开挖方法控制，有效控制了高速公路运营安全与施工风险，取得了较好的社会效益。

关键词：剧~强烈砂化；白云岩地层；下穿敏感环境；施工控制技术

引言

采用隧洞浅埋下穿敏感环境施工控制技术，国内外学者开展了相关研究。许亚军^[1]开展了超浅埋暗挖隧道下穿高速公路的施工技术研究，重点研究了超前支护体系、开挖工法、监控量测及信息反馈；郑俊杰等^[2]开展了铁路隧道下穿既有高速公路隧道施工控制技术研究，重点研究了交叉点爆破震动、施工方法、监控量测及结构安全评估；胥永奇^[3]开展了超浅埋下穿高速公路暗挖隧道变形控制施工技术研究，运用FLAC3D软件对施工过程进行沉降分析，先确定超浅埋隧道在下穿富水软土地层条件下产生变形的原因，再对隧道施工各工序的时间和步距数据进行分析。提出优化后隧道施工工法（双侧壁导坑微台阶工法）及拱脚加固、掌子面封闭、地下水处治、开挖及支护工序卡控、监控量测等控制变形技术措施。然而，在剧~强烈砂化白云岩特殊不良地质中采用隧

洞浅埋下穿敏感环境未见相关文献，为降低施工及运营风险，探索剧~强烈砂化白云岩特殊不良地质隧洞浅埋下穿控制技术很有必要。

1 工程概况

1.1 工程简介

滇中引水工程玉溪段老尖山隧洞下穿玉江高速公路段最小埋深约7.41m，根据公路建筑控制区有关规定确定交叉段长150.0m，其中下穿玉江高速公路路面长27.2m，洞身段围岩地层岩性为白云岩，剧~强烈砂化，受构造影响，稳定性极差，成洞困难。

2 支护开挖方案

2.1 设计支护参数

老尖山隧洞下穿玉江高速公路初期支护设计参数见表1：

表1 老尖山隧洞下穿玉江高速公路初期支护设计参数表

围岩段落	开挖断面尺寸	备注
YX44+897.3~YX44+940.3	5.82×6.66	①超前支护：φ42超前小导管； ②初期支护：I16钢支撑+C20喷射混凝土； ③临时结构：C25钢筋混凝土。
YX44+932.3~YX44+940.3.0	7.02×7.26	①超前支护：φ42超前小导管； ②初期支护：I16钢支撑+C20喷射混凝土； ③临时结构：C25钢筋混凝土。
YX44+844.0~YX44+897.3和YX44+932.3~YX44+994.0	5.82×6.66	①超前支护：φ42超前小导管； ②初期支护：I16钢支撑+C20喷射混凝土； ③临时结构：C25钢筋混凝土。

2.2 优化支护参数

根据设计文件，为降低施工风险，保证玉江高速公路运营安全，将下穿玉江高速公路及其影响范围划分为一般加固段、管棚工作室段、公路下穿段3个单元，通

过建立有限元模型进行了计算分析，在计算分析的基础上，结合施工现场情况，对各单元施工支护参数进行了优化，优化后支护参数见图1、见表2。

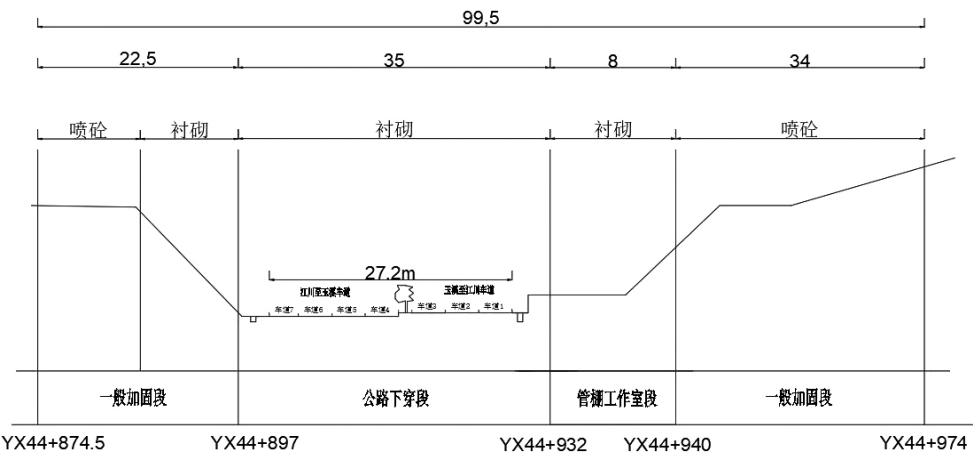


图1 老尖山隧洞下穿玉江高速施工临时结构划分

表2 老尖山隧洞下穿玉江高速公路初期支护施工参数表

洞段划分	里程	支护形式
一般加固段	YX44+974-YX44+940 YX44+897-YX44+874.5	①超前支护：φ42超前小导管； ②初期支护：I16钢支撑+C20喷射混凝土； ③临时结构： YX44+946-YX44+940及Y44+897-YX44+886 C25钢筋混凝土YX44+974-YX44+946及YX44+886-YX44+874.5 C20喷射混凝土
管棚工作室	YX44+932-YX44+940	①超前支护：φ42超前小导管； ②初期支护：I16钢支撑+C20喷射混凝土； ③临时结构：C25钢筋混凝土。
公路下穿段	YX44+897-YX44+932	①超前支护：拱部φ108超前大管棚+超前小导管加密； ②初期支护：I16钢支撑+C20喷射混凝土； ③临时结构：C25钢筋混凝土。

3 施工控制技术

3.1 超前大管棚

3.1.1 技术参数

超前大管棚长35m，施工25根；管径φ108mm、壁厚6.5mm；溢浆孔间距30cm梅花形布置；管棚设计角度1~3°；管棚工作室长8m，高1.1m。

3.1.2 工艺流程图

管棚施工工艺流程见图2。

3.1.3 操作要点

1) 钻孔、清孔

- ①根据设计要求确定孔位并做出标记，开孔允许偏差为40mm；
- ②钻孔时严格控制钻杆轴向，保证管棚施工钻进方向准确，钻机应固定牢固，钻进过程中应采用测斜仪器；
- ③钻孔顺序自上而下、跳孔作业；
- ④管棚孔深度应符合设计要求，超深不宜大于200mm；
- ⑤钻孔完成后，孔内的岩粉和积水应采用高压风清孔。

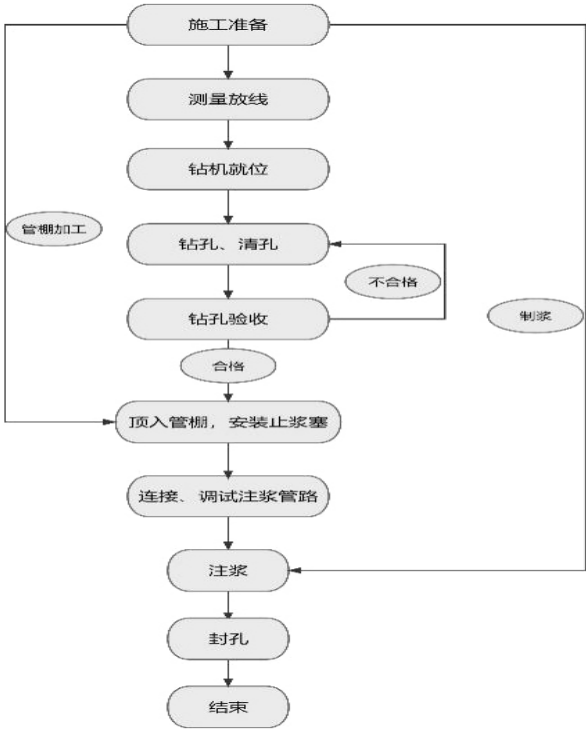


图2 管棚施工工艺流程图

2) 管棚安装

大管棚连接采用内衬管连接, 为保证相邻管的接头错开, 同一断面内接头数量不超过总管数的50%。首管采用3m、1.5m, 标准管采用3m。

3) 注浆

管棚注浆采用水泥浆, 水灰比为1:1, 注浆压力0.5~2MPa, 终压3MPa。

3.2 超前小导管

超前小导管技术参数、施工工艺及操作要点同强烈砂化白云岩地层超前支护体系, 小导管长度3m, 循环进尺1.2m。

3.3 隧洞开挖

3.3.1 开挖方法

为降低围岩扰动, 下穿段、管棚工作室段及一般加固段采用挖机开挖; 循环进尺1.2m; 开挖后及时施作初期支护, 控制围岩变形。

3.3.2 开挖工法

一般加固段及管棚工作室段采用全断面开挖, 下穿段以全断面开挖为主, 视开挖揭示地质, 必要时采用台阶法开挖。开挖工法见图3:



图3 开挖工法

3.4 临时结构

YX44+974~YX44+946及YX44+897~YX44+874.5采用I16+C20喷射砼, 钢架间距0.6m; YX44+932~YX44+946及YX44+897~YX44+932临时结构采用C25钢筋混凝土。

4 监测情况

经监测, 地表累计沉降<18mm; 洞内沉降<14mm, 洞内收敛<13mm。累计地表沉降变形量未超过建(构)筑物沉降控制指标20mm, 洞内沉降及收敛累计变形量未超过黄色预警25mm, 红色预警60mm。

结束语

采用现状调查、模型建立、计算分析等方法对老尖山隧洞下穿高速公路超前支护体系、开挖循环进尺及临时结构进行了研究, 得出以下结论:

一般加固段、管棚工作室及公路下穿段。在不同支护体系组合作用下, 按循环进尺1.2m组织施工, 开挖对高速公路的沉降影响范围为隧洞轴线上方地表左右各15m范围内, 与模拟相似; 施工中实测地表累计沉降值为13mm, 未超过建(构)筑物沉降控制指标20mm, 说明在“管棚+小导管”组合超前支护体系+临时结构能有效地减小地表沉降, 保证高速公路安全运营。

参考文献

- [1]许亚军.超浅埋暗挖隧洞下穿高速公路的施工技术[J].隧道建设,2009,29(01):101-104.
- [2]郑俊杰,包德勇,龚彦峰,资谊.铁路隧洞下穿既有高速公路隧洞施工控制技术研究[J].铁道工程学报,2006(08):80-84.
- [3]咎永奇.超浅埋下穿高速公路暗挖隧洞变形控制施工技术研究[J].隧道建设,2017,37(S1):99-106.