

# Analysis of Highway Tunnel Construction Technology under Complex Geological Environment

Zhibo Wang

Zhejiang Communications Investment and Transportation Construction Management Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

## Abstract

China has a vast territory, many mountains and heavy hills, the highway tunnel in the highway construction of the increasingly prominent position, has become an important part of the highway engineering structure. In order to steadily enhance the construction efficiency of expressway tunnel, deal with the impact of complex geological environment on the normal development and construction activities, and take into account the construction quality, construction safety, construction efficiency and construction cost, form a perfect system technical mode. The paper uses the existing research results, starts from multiple dimensions, focuses on the main problems faced by the expressway tunnel construction under the complex geological environment, integrates the technical resources, optimizes the technical process, innovates the technical methods, and ensures the total physical effectiveness of the construction.

## Keywords

complex geology; highway; tunnel construction; technology application

## 复杂地质环境下高速公路隧道施工技术分析

王智波

浙江交投交通建设管理有限公司, 中国·浙江 杭州 310000

## 摘 要

中国地域辽阔, 多山岭重丘, 公路隧道在公路建设中的地位日益突出, 成为公路工程结构的重要组成部分。为稳步增强高速公路隧道施工效能, 应对复杂地质环境对正常开发建设活动的影响, 同时兼顾施工质量、施工安全、施工效率和施工成本, 形成体系完善的技术模式。论文运用现有研究成果, 从多个维度出发, 着眼复杂地质环境下, 高速公路隧道施工面临的主要问题, 整合技术资源, 优化技术流程, 创新技术方法, 保证施工总体质效。

## 关键词

复杂地质; 高速公路; 隧道施工; 技术应用

## 1 引言

隧道作为高速公路的有机组成, 能够科学缩短距离, 减少环境因素对道路施工的影响, 减少不必要的成本投入, 满足新形势下的物流运输要求<sup>[1]</sup>。施工企业发挥主观能动性, 遵循客观规律, 围绕复杂地质环境下, 高速公路隧道施工面临的主要难题, 针对施工特点, 创新施工方法, 形成可行性强、实用性好的隧道施工方案。

## 2 高速公路隧道施工方法和特点

梳理高速公路隧道施工的主要方法和基本特点, 确保施工团队转换思路, 梳理施工脉络, 为后续技术方案的整合、技术流程的优化提供方向性引导。

### 2.1 高速公路隧道施工方法

隧道修建在地下、山体等特殊环境中, 便于公路修筑, 便于车辆通行。经过多年发展, 隧道结构体系日益多元, 包括主体建筑物和附属设施两部分。为保证隧道施工的顺利进行, 各地区投入大量资金, 进行高速公路隧道的规划和施工, 据不完全统计, 2022 年中国公路隧道里程达到 26784km, 同比增加 2085.1km。根据隧道长度的不同, 可以分为短隧道、中隧道、长隧道和特长隧道; 根据隧道所处位置的不同, 可以分为山岭隧道、水下隧道以及城市隧道<sup>[2]</sup>。为提升高速公路隧道施工效能, 施工企业根据隧道类型, 采取全断面法、台阶法、部分开挖法等施工举措, 通过施工方法的对比, 增强隧道施工技术方案的经济性和安全性。

### 2.2 高速公路隧道施工方法对比分析

#### 2.2.1 全断面开挖法

全断面开挖法按照高速公路隧道设计轮廓, 运用一次性爆破的施工, 爆破结束后, 组织支护和衬砌, 达到隧道开

【作者简介】王智波 (1991-), 男, 中国浙江绍兴人, 本科, 工程师, 从事桥隧研究。

挖目的。与其他类型的高速公路隧道施工技术相比，全断面法主要适用于Ⅰ~Ⅲ级围岩。当断面在50m<sup>2</sup>以下，隧道又处于Ⅲ类围岩地层时，为了减少对地层的扰动次数，在采取局部注浆等辅助施工措施加固地层后，也可采用全断面法施工，施工如图1所示。

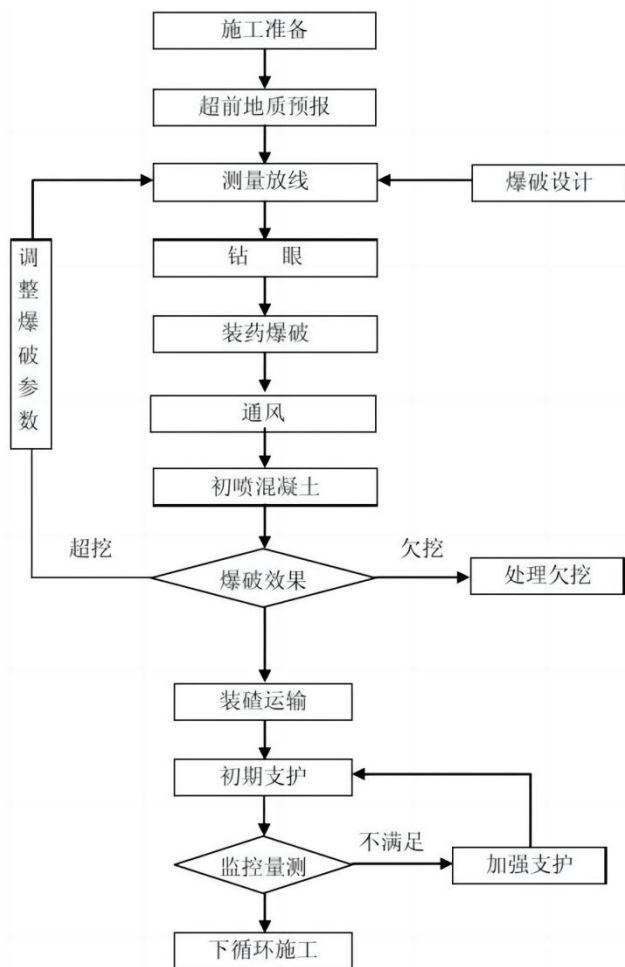


图1 全断面开挖施工流程

全断面法开挖周期短，在大型机械设备的参与下，能有效提升施工速度，降低施工强度，压缩施工流程，更好地完成高速隧道施工任务。

### 2.2.2 台阶法

台阶法将高速公路隧道施工区域的掌子面横向分割为若干部分，利用机械设备，对掌子面进行部分开挖，通过上半断面和下半断面的分次开挖成型的方式，完成隧道施工。台阶法分为二台阶法、三台阶法，适用于Ⅲ~Ⅴ级围岩的中小跨度隧道，Ⅵ级围岩的小跨度隧道在采用有效预加固措施后亦可采用台阶法。单车道隧道及围岩地质条件较好的双车道隧道可采用二台阶法施工，隧道断面较高、单层台阶断面尺寸较大时可采用三台阶法，台阶长度宜为隧道开挖跨度的1~1.5倍。

### 2.2.3 部分开挖法

部分开挖法涵盖环形开挖预留核心土法、双侧壁导坑

法、交叉中隔壁法、中导洞法等不同技术方法，适用于软弱围岩区域。具体来看，环形开挖预留核心土法适用于Ⅴ~Ⅵ级围岩或一般土质围岩的中小跨度隧道，每循环开挖长度宜为0.5~1.0m，核心土面积不应小于整个断面的50%；双侧壁导坑法适用于浅埋大跨度隧道及地表下沉量要求严格而围岩条件很差的情况，通过双侧导坑，自下而上支护的方式，有效解决土壤承载力不足的问题，但该施工方法程序较多、难度较大、效率较低，容易引发额外的经济成本；交叉中隔壁法适用于围岩较差、跨度大、浅埋、地表沉降需要控制的场合；中导洞法主要适用于连拱隧道。

## 3 复杂地质环境下高速公路隧道施工面临的主要问题

总结复杂地质环境下，高速公路隧道施工面临的主要问题，分析问题诱发原因，帮助施工团队准确定位隧道施工难点与堵点，增强隧道施工技术应用的针对性，不断提升施工技术水平和施工管理能力。

### 3.1 地质情况复杂

高速公路隧道中常见的复杂地质环境较为多样，在不良地质、岩溶、大断层、膨胀岩和软弱围岩等因素影响下，出现质量问题的概率较大。岩溶地质条件下，出现突水、突泥等地质灾害的概率较大，突水、突泥事件的发生，严重威胁施工安全；大断层区域地质结构复杂，施工难度高，施工体量大，影响了整体施工进度，无形之中增加了成本投入，造成资源浪费等问题；膨胀岩含有较大的水分，体积变化明显，内应力较大，使得隧道主体结构稳定性较差，出现塌方的概率较大；软弱围岩承载力较低，粘结力较高，在地下水的侵蚀下，会发生软化的情况，出现裂缝、塌方和滑坡问题<sup>[9]</sup>。地质情况的复杂性，对高速公路隧道施工提出了更高的要求。

### 3.2 技术方法单一

高速公路隧道施工过程中，面对复杂的地质环境，施工人员严格遵循《公路隧道施工技术规范》《地下工程防水技术规范》等文件，结合隧道施工要求和隧道施工目标，选择相应的施工技术。现阶段，多数施工企业在隧道施工中，使用钻爆法、掘进机法、通风技术、支护技术等手段，上述施工技术体系不健全、方法路径单一、施工人员无法适时整合技术资源，组织高速公路隧道施工活动的高质量开展，放大了复杂地质环境的危害性，极易引发隧道施工区域裂缝、塌方等安全问题，推高了隧道施工风险。

### 3.3 管理效能不佳

高速公路隧道施工环节，施工团队需要针对复杂地质环境的特点，围绕施工目标和施工要求，对施工技术、施工流程进行全寿命周期管理，通过技术参数的调节、技术类型的选择、技术路径的优化，实现全断面法、台阶法、部分开挖法的比选，确保高速公路隧道施工技术的经济性、实用性

和安全性达到预期<sup>[4]</sup>。但从实际情况来看,施工团队受到传统思维的影响,对施工管理的重视度不高,施工管理的方法机械,没有结合复杂地质环境的特点,立足全断面法、台阶法、部分开挖法等施工技术的原理,形成最优化的高速公路隧道施工技术管理体系,切实提升施工团队对施工流程的干预能力,确保既定施工任务的顺利完成。

## 4 复杂地质环境下高速公路隧道施工技术应用方案

廓清复杂地质环境下,高速公路隧道施工面临的主要问题,通过勘测技术、破裂带施工技术、隧道变形控制技术合理化运用,形成最优化施工方案,应对复杂地质环境对正常施工活动的影响。

### 4.1 实现地质勘测施工技术的应用

着眼于复杂地质环境,对高速公路隧道施工的影响,施工团队在整个项目开发建设周期内,引入地质勘测施工技术,通过地质勘测,掌握水文地质等情况,为后续高速公路隧道施工技术的应用提供参考与支撑。具体来看,施工团队与专业化的勘测单位和人员开展深度合作,利用3S技术、GPS技术对隧道施工区域的地形地貌开展调查,在大数据技术、计算技术的辅助下,评估地质灾害风险。对于易发生地质灾害和安全隐患的区域,借助现代化测量仪器进行深度评估,依据地质勘测调查结果,掌握岩溶、破碎带、软弱围岩等特殊地质环境的分布范围,在获取上述地质勘测数据后,科学编制勘测报告,辅助地质勘测施工技术类型的选择<sup>[5]</sup>。例如,技术人员借助地质探孔等方法,判断高速公路隧道线形范围内的地质情况,判定是否满足施工条件,选择高速公路隧道施工技术,不断提升施工质量和施工安全,防范突发情况的发生。

### 4.2 实现破裂带施工技术的应用

全断面法、台阶法、部分开挖法等成熟的隧道施工技术有着较强的局限性,为保证隧道施工活动的有序开展,施工团队针对断层、破裂带等特殊区域,使用直径为42mm的超前注浆导管,利用施压法将水泥浆体灌注到隧道施工区域,固结松散岩体,提升围岩强度,减少围岩变形风险,提升高速公路隧道支护施工质量。断层与破裂带区域开挖中,运用光面爆破技术,结合围岩等级,选择钻孔装备,设定爆破计划,提升隧道爆破施工能力,达到隧道爆破施工预期效

果。结合过往经验,光面爆破技术对围岩扰动程度较低,能够最大程度地提升围岩结构的整体性和稳定性,保证高速公路隧道施工效率和施工质量。

### 4.3 实现变形控制施工技术的应用

为持续提升复杂地质环境下高速公路隧道施工区域的抗塌方能力和抗变形能力,施工团队利用勘测技术,细致全面掌握隧道施工区域的地质情况,制定相应的预案,科学防范各类安全事故。在此基础上,施工团队使用锚杆、管棚支护,通过灌注混凝土,防止隧道变形,降低塌方概率,全方位提升隧道施工质量。例如,施工团队可以采用柔性支护结构,利用喷锚支护方案,及时稳定围岩,防止围岩变形,充分利用围岩的自承能力。施工团队还可以采用刚性支护结构,利用模筑混凝土衬砌,有效抵抗围岩变形,避免塌方等问题发生。在施工周期内,施工团队还需要做好排水与防水施工,结合隧道施工区域地质和水文特点,合理设置排水设施,在排水沟、集水井等结构的辅助下,将高速公路隧道内的地下水、渗出水及时排出,最大程度地减少水体对隧道结构的侵蚀和变形。同时,施工团队可以借助高质量的防水材料和技术,确保隧道防水层的完整性和耐久性,增强防水效果。

## 5 结语

复杂地质环境下,高速公路隧道施工的难度高、风险大,为推动隧道施工活动的高质量开展,论文对现有的高速公路隧道施工技术作出改进和创新,借助地质勘测和安全管理等辅助手段,修正隧道施工方案,实现隧道施工技术的合理选择,全方位提升高速公路隧道施工质量。

### 参考文献

- [1] 龙绍江.复杂地质环境下高速公路隧道施工技术分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(12):56-58.
- [2] 闵帅.巫镇高速公路隧道洞口支护施工技术优化措施[J].交通世界(工程技术),2022(6):139-141.
- [3] 谌蛟,罗杰涛.复杂地质环境下高速公路隧道施工技术分析[J].工程技术研究,2023(4):72-74.
- [4] 杨永贵.复杂地质环境下高速公路隧道施工技术分析[J].科技创新与应用,2022(18):154-157.
- [5] 崔鹏杰,李冰,叶爱军,等.公路瓦斯隧道施工安全问题及控制措施分析[J].现代隧道技术,2022(1):660-665.