

浅埋隧道施工难点及应对措施

杨 泽

天津市政工程设计研究总院有限公司 天津 300392

摘要: 浅埋隧道施工因其特殊性,在工程建设中面临诸多挑战。本文首先阐述了浅埋隧道施工有埋深浅、地质复杂、施工干扰大等特点,面临地质条件复杂、围岩稳定性差、地表沉降控制难、施工环境干扰大等难点。接着针对这些难点,提出加强超前地质预报、合理选择支护参数、优化施工方案、合理规划施工场地等应对措施,旨在保障浅埋隧道施工安全、顺利推进,降低对周边环境的影响,提升施工质量和效率。

关键词: 浅埋隧道; 施工难点; 应对措施

引言: 在隧道工程建设领域,浅埋隧道施工占据重要地位。与普通隧道施工相比,浅埋隧道施工因埋深浅等特性,面临地质条件复杂、围岩稳定性差、地表沉降控制难以及施工环境干扰大等诸多挑战。这些问题相互交织,给施工安全、进度及质量带来严重影响。本文将深入剖析浅埋隧道施工特点、难点,并针对性地提出一系列应对措施,为保障浅埋隧道施工顺利推进提供参考。

1 浅埋隧道施工特点

埋深较浅,通常埋深小于隧道跨度的2倍,这一特性使隧道施工受地表建筑物、地下管线影响大,地表建筑物的基础分布、地下管线的走向和埋深等,都会对隧道开挖、支护等环节产生制约,增加施工难度与复杂性,同时地表沉降对周边环境的影响显著,施工引起的围岩变形易造成地表沉降,进而危及周边建筑物安全、影响地下管线正常使用,给周边居民生活带来不便^[1]。地质条件复杂,浅埋隧道所处地质情况多样,常遭遇软弱围岩、断层破碎带、溶洞等不良地质,软弱围岩自稳能力差,开挖后易坍塌,断层破碎带岩体破碎、稳定性低,溶洞可能引发突水突泥等灾害,这些不良地质条件加大施工难度,影响围岩稳定性,威胁施工安全。施工干扰大,浅埋隧道施工多在城市或人口密集区,施工场地狭小,周边环境复杂,施工过程中受交通、居民生活等因素干扰,且施工产生的噪音、粉尘等会对周边环境造成不良影响,需采取有效措施应对。

2 浅埋隧道施工难点

2.1 地质条件复杂带来的难点

软弱围岩施工困难,其强度低、自稳能力差,在浅埋隧道施工中易出现坍塌、变形问题。富含黏土的软弱围岩塑性变形大,开挖后大变形会使支护结构失效,危及施工安全,且软弱围岩还可能因地下水作用出现软化、泥化现象,进一步降低围岩强度和稳定性,增加施

工难度与风险^[2]。断层破碎带施工风险高,它是地质构造运动形成的破碎区域,围岩破碎、节理裂隙发育,稳定性极差。浅埋隧道穿越时,易发生突水、突泥等灾害,大量涌出的水和泥不仅会淹没施工设备、冲毁施工场地,还可能造成人员伤亡,同时断层破碎带影响隧道整体稳定性,使隧道在施工过程中易出现不均匀沉降、开裂等问题,增加施工难度与成本。溶洞处理难度大,它是地下可溶性岩石在水溶蚀作用下形成的空洞,浅埋隧道施工中遇溶洞,因溶洞大小、形状、充填情况不同,处理方式各异且复杂。若处理不当,溶洞上方土体可能因失去支撑而塌陷,导致地表塌陷,影响周边建筑物和交通等安全,还可能使地下水涌入隧道,造成隧道涌水,淹没隧道内部,损坏施工设备和已完成的工程结构,给施工安全和周边环境带来严重影响。

2.2 围岩稳定性差带来的难点

(1) 开挖后围岩变形快,因浅埋隧道埋深浅,围岩受上覆土压力小,开挖使应力重新分布,进而引发围岩变形,且变形速度通常较快,短时间内便可能产生较大变形量,这给支护施工造成困难,若不能及时支护,围岩变形会持续发展,甚至引发坍塌等事故。(2) 支护结构受力复杂,鉴于浅埋隧道围岩稳定性欠佳,需采取有效支护措施保障施工安全,但支护结构除承受围岩压力外,还会受地表建筑物、地下管线等附加荷载影响,导致其受力情况复杂,若支护结构设计不合理,如支护强度不足、刚度不够等,或施工不当,如支护施工顺序错误、支护质量不达标等,都易使支护结构发生破坏,进而引发安全事故,威胁施工人员生命安全并造成经济损失。(3) 围岩与支护结构协同工作困难,围岩与支护结构需共同承受荷载,但围岩变形特性复杂,不同位置、不同地质条件下的围岩变形规律不同,同时支护结构的施工时间和顺序等因素也会影响二者协同工作效果,若

协同不佳,会导致围岩变形超出允许范围或支护结构受力不均,部分区域受力过大而损坏,部分区域未充分发挥作用,最终影响隧道的整体稳定性。

2.3 地表沉降控制难带来的难点

地表沉降影响因素多,浅埋隧道施工引发的地表沉降受隧道埋深、开挖方法、支护参数、地质条件等多种因素共同作用,这些因素相互关联、彼此影响,如隧道埋深浅,上覆土体薄,开挖时围岩应力释放易致地表沉降,不同开挖方法对围岩扰动程度不同,进而影响沉降量,支护参数不合理无法有效约束围岩变形也会加剧沉降,地质条件复杂,软弱围岩、断层破碎带等区域沉降更明显,诸多因素交织使地表沉降控制困难重重^[3]。地表沉降监测难度大,为掌握地表沉降状况需实时监测,但浅埋隧道施工场地周边环境复杂,建筑物、地下管线等密集,监测点布设受限,难以全面准确反映沉降情况,且监测数据准确性和可靠性受监测仪器精度、监测人员技术水平制约,仪器精度不够、人员操作失误会导致数据偏差,此外,地表沉降是动态变化过程,需长期连续监测,长时间监测易受环境变化、设备故障等因素干扰,增加监测难度。地表沉降对周边环境影响大,浅埋隧道施工引起的地表沉降可能损害周边建筑物和地下管线,沉降超限会使建筑物开裂、倾斜,影响结构安全和使用功能,地下管线断裂会中断供水、供电、供气等,威胁周边居民正常生活和生产安全,因此有效控制地表沉降、减少对周边环境的影响是浅埋隧道施工重要难点。

2.4 施工环境干扰大带来的难点

(1) 施工场地狭小,因浅埋隧道施工多在人口密集地区,场地受限,施工设备布置和材料堆放受制约,大型设备难以充分施展,材料运输与装卸不便,且狭小场地不利于施工人员操作,活动空间不足易导致操作失误,也不利于安全疏散,一旦发生紧急情况,人员难以及时撤离存在安全隐患。(2) 周边环境复杂,浅埋隧道周边有大量建筑物和地下管线,施工需保护周边环境,但施工中的振动、噪音等会对其产生影响,振动可能使建筑物结构受损、地下管线变形破裂,噪音影响居民正常生活,容易引发纠纷,干扰施工进度,同时复杂的周边环境要求施工采取更多保护措施,增加施工成本与难度。(3) 交通影响大,城市中浅埋隧道施工可能占用部分道路,影响交通通行,为减少影响需采取合理交通疏导措施,如设置交通标志、安排专人指挥等,这会增加人力、物力投入,提高施工成本,且疏导交通需协调多方关系,此外,交通流量大给施工带来安全风险,车辆行驶速度快、密度大,易碰撞施工设备,造成设备

损坏和人员伤亡,还可能引发交通拥堵,进一步影响施工进度和周边交通秩序。

3 浅埋隧道施工难点应对措施

3.1 针对地质条件复杂的应对措施

其一是加强超前地质预报,它是了解前方地质情况的重要手段,在浅埋隧道施工中要综合运用地质雷达法、TSP法、超前钻探法等多种方法,这些方法各有优势,地质雷达法可快速探测前方地质体的分布和形态,TSP法能长距离探测地质构造,超前钻探法可直接获取岩芯,通过综合分析能提前精准掌握软弱围岩、断层破碎带、溶洞等不良地质的位置、规模和性质,为后续施工提供科学依据。其二是优化开挖方法,依据不同地质条件选合适开挖方式,对于软弱围岩,采用短进尺、弱爆破、强支护的开挖方法,像CD法、CRD法等,短进尺可减少每次开挖对围岩的扰动范围,弱爆破能降低爆破冲击对围岩的破坏,强支护可及时约束围岩变形,保证施工安全;对于断层破碎带,先采用超前管棚、超前小导管等超前支护措施,增强围岩稳定性,再开挖,超前管棚可在隧道开挖轮廓线外形成棚架支护体系,超前小导管可注浆加固周边围岩;穿越溶洞时,根据溶洞大小、形状和充填情况,采取注浆加固、回填混凝土等处理措施,注浆可填充溶洞空隙、加固周边岩体,回填混凝土能保证溶洞区域的结构稳定。其三是加强地质勘察工作,施工前要详细勘察,查明隧道沿线地层岩性、地质构造、地下水情况等,建立地质数据库整理分析勘察数据,为施工提供准确地质资料,施工过程中根据实际情况及时补充地质勘察,动态掌握地质变化,确保施工顺利推进。

3.2 针对围岩稳定性差的应对措施

(1) 合理选择支护参数,要依据围岩级别和地质条件确定,浅埋隧道因围岩稳定性欠佳,需采用较强支护措施,如钢架支护可提供较强承载能力,锚杆支护能将不稳定岩体与稳定岩体连接,喷射混凝土可封闭围岩、防止风化,多种支护方式结合提高围岩稳定性,同时根据围岩变形情况及时调整参数,若变形增大,可加密锚杆、增加喷射混凝土厚度等,确保支护结构有效发挥作用。(2) 采用先进支护技术,随着科技发展,自进式锚杆可自行钻进并注浆,施工方便、支护效果好^[4]。让压锚杆能在围岩变形时让压,避免锚杆受力过大而破坏。可伸缩钢架可适应围岩一定变形,这些先进技术能有效提高围岩稳定性,施工中应根据实际情况选择合适技术,提升施工质量和安全水平。(3) 加强围岩与支护结构协同工作研究,通过理论分析和数值模拟等方法,深入

研究二者协同工作机理,了解围岩变形规律和支护结构受力特点,优化支护结构和施工顺序,采用分步开挖、及时支护的施工方法,先开挖小部分围岩,立即进行支护,使支护结构及时发挥作用,与围岩共同承受荷载,减少围岩变形,还可根据围岩与支护结构相互作用情况,调整后续施工参数和步骤,提高协同工作效果,保障隧道施工安全稳定。

3.3 针对地表沉降控制难的应对措施

(1) 优化施工方案,要依据地质条件、周边环境等因素,挑选对地表沉降影响小的开挖方法与支护参数。若采用台阶法开挖,需合理确定台阶长度和高度,过长或过高的台阶会增加开挖对围岩的扰动范围和程度,合理设置可减少这种扰动,从而降低地表沉降风险;采用全断面法开挖时,要加强支护并及时封闭成环,快速有效的支护能约束围岩变形,防止因围岩松弛导致地表沉降加剧。(2) 加强地表沉降监测,要建立完善监测体系,合理布设监测点,保证能全面准确反映地表沉降情况,采用先进监测仪器和方法提高数据精度,实时获取沉降数据。同时,加强对监测数据的分析处理,通过分析数据变化趋势,能提前发现地表沉降异常,为施工调整提供依据,当沉降速率过快时,及时采取加强支护、调整开挖方法等措施控制沉降。(3) 采取地表加固措施,如注浆加固可向土体注入浆液,填充空隙、胶结土颗粒,提高土体强度和稳定性;旋喷桩加固通过高压喷射水泥浆液,形成具有一定强度的桩体,增强地基承载能力,减少地表沉降,保护周边建筑物和地下管线等设施安全。

3.4 针对施工环境干扰大的应对措施

其一是合理规划施工场地,要依据施工需求与周边环境状况,科学规划场地,优化施工设备布置和材料堆放,避免设备摆放混乱、材料随意堆放占用过多空间,提高场地利用率,让有限场地发挥最大作用,同时设置明显安全警示标志,如醒目的安全标识牌、警示灯等,提醒施工人员注意安全,保障其作业安全。其二是加强

与周边环境协调沟通,施工前要与周边建筑物业主、地下管线管理单位等充分交流,全面了解周边环境情况,像周边建筑物结构、地下管线分布走向等,据此制定针对性保护措施,防止施工对其造成损害;施工过程中保持与相关单位紧密联系,及时沟通施工中出现的問題,如施工振动可能影响周边建筑物时,迅速协商解决^[5]。其三是优化交通疏导方案,在城市进行浅埋隧道施工,要制定合理交通疏导方案,通过设置临时交通标志,如指示牌、限速牌等,引导车辆绕行,合理规划行车路线,减少施工区域交通压力,确保交通畅通;同时加强与交通管理部门协作,根据不同时段交通流量变化,如早晚高峰车流量大,及时调整疏导方案,灵活应对交通状况,保障城市交通正常运行,降低施工对交通的干扰。

结束语

综上所述,浅埋隧道施工因埋深浅、地质复杂、环境干扰大等特点,面临地质条件、围岩稳定、地表沉降控制、施工环境等多方面难点。通过加强超前地质预报、合理选择支护参数、优化施工方案、合理规划场地、加强协调沟通等针对性应对措施,可有效解决施工难题,保障施工安全顺利推进,降低对周边环境影响,提升施工质量与效率,为浅埋隧道工程建设提供有力支持。

参考文献

- [1]张江涛,蒲振华,张玉栋,李权超,等.浅埋隧道施工对邻近桩基的影响与加固措施[J].岩土工程技术,2025,39(1):55-62.
- [2]蒲振华.浅埋暗挖双隧道施工加固措施对地层与管线的影响分析[J].科技与创新,2025(12):127-130.
- [3]王庭.大跨公路隧道岩溶浅埋段施工难点及综合治理措施[J].交通世界,2025(27):140-142.
- [4]孙艳伟.浅埋软岩隧道悬臂掘进施工关键技术及质量控制措施研究[J].工程机械与维修,2025(11):44-46.
- [5]周国海.浅埋段软弱地层公路隧道施工技术研究[J].交通世界,2025(19):184-186.