

浅埋暗挖技术在市政工程隧道工程中的应用

舒良良

中国水利水电第十一工程局有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i11.7380

[摘要] 为了提升城市居民交通出行效率，政府将目光转向市政工程隧道建设上，若施工不当，会带来环境破坏、水管渗漏等风险。合理应用浅埋暗挖技术，有助于解决市政隧道工程施工中的重难点问题，夯实工程质量，降低工程安全风险。本文就当前市政工程隧道施工中存在的技术性应用风险、浅埋暗挖技术优化应用两个方面展开系统阐述与分析。

[关键词] 浅埋暗挖技术；市政工程；隧道工程；应用

Application of Shallow Burial and Hidden Excavation Technology in Municipal Engineering Tunnel Engineering

Shu Liangliang

China Water Resources and Hydropower 11th Engineering Bureau Co., Ltd.

[Abstract] In order to improve the transportation efficiency of urban residents, the government has turned its attention to the construction of municipal engineering tunnels. Improper construction can bring risks such as environmental damage and water pipe leakage. Reasonable application of shallow buried excavation technology can help solve the key and difficult problems in municipal tunnel construction, consolidate project quality, and reduce engineering safety risks. This article systematically elaborates and analyzes the technical application risks and optimized application of shallow buried excavation technology in current municipal engineering tunnel construction.

[Key words] shallow burial and excavation technology; Municipal engineering; Tunnel engineering; application

引言：

浅埋暗挖技术是一种新型施工技术，多用于地下浅表空间内暗挖洞室、隧道施工等方面，造价相对较低，对周围居民影响小。同样，若施工不当，也会造成诸多问题，需要市政工程隧道施工人员明确施工目的，坚持施工原则，对上台阶施工、下台阶施工、地面沉降控制、管棚支护等方面加以重视与应用，及时调整施工方案，加强整体工程管理，推动我国市政隧道工程施工事业健康有序发展。

一、目前市政工程隧道施工中的主要应用风险

(一) 破坏周边环境

一方面，会对地质环境造成影响，土质稳定性较差。在隧道穿越地层位置，砂质黏性土壤占主体，此类土壤容易受到暴雨等天气的影响，地层薄弱。尤其在山地较多的城市，将大大增加地层变形的概率，破坏管道与周边建筑物，威胁居民生命财产安全。另一方面，还会对地表环境带来影响，造成地面裂缝、沉降，道路不平，影响居民的正常出行。此外，施工过程中难免会产生粉尘、噪声，会对居民的呼吸系统造成压力，影响睡眠。

(二) 地下水管渗漏

在市政工程隧道施工的过程中，会遇到不同天气，且不会受到人为影响而改变。例如，夏季时雨量丰沛，可能存在暴雨、台风的极端情况，此时，管道被雨水冲击，缩短管道寿命，提升水管破裂的风险。造成此类问题的原因有两种，一是工程施工管理不到位，未能及时发现水管渗漏隐患，二是施工应力问题，与地下管线走向有很大的关联性，需要重点保护。

(三) 缺乏监测措施

施工前，部分工程人员未能全面考察施工环境，导致技术与地域环境不匹配，施工期间，施工人员未能准确理解施工方案，未能面向全环节进行工程质量监测，缺少一支专业化的工程监测队伍，现有监测人员缺乏工程施工敏锐性，质量控制不佳。

二、浅埋暗挖技术在市政工程隧道施工中的应用

(一) 上台阶施工

在市政隧道工程施工过程中，降水是主要影响因素，在施工中，需要使用合理的方式控制降水问题，此时，可以在上台阶施工中运用浅埋暗挖技术，确保隧道稳定。第一，应明确工程中地下管线分布范围广、布管复杂的问题，提前考察施工地的地质环境、土壤情况，做好前期准备。若现场土体质量欠佳，较为松动，应按照土体类型做好摆涂与加固；第二，应科学设计管线。例如，在黄土地区选用轻型手持式风镐、十字镐开挖，清理附近杂物、树木，自拱部区域起挖，并预留中心部位，期间注意挖掘的力度与频率，尽可能降低对围岩的扰动，以免造成围岩塌方；第三，做好支护工作。支护工作分为格栅架立和混凝土喷射两个步骤，在格栅架立时，需将格栅架设在同一平面内，使用钢筋将各格栅纵向连接起来。在混凝土喷射时，需要注意喷枪作业顺序，喷射厚度需在6cm左右，并在喷射完成后及时进行抹面^[1]。

(二) 下台阶施工

下台阶施工对机械、人工要求较高。第一，应选择合适的机械。按照现场与图纸的要求，选择挖掘机入场，用装载机运

输挖掘机挖掘出的岩土，制定逐步开挖的工作进程。挖掘至中期，应根据调查数据调整测轮廓的参数，利用人工开挖的方式辅助作业，挖掘结束后修整测轮廓参数，检查机械使用情况；第二，支护工作。下台阶施工应按照 1m 深度的标准完成支护，在施工位置打造封闭圈，严格按照数据施工，及时发现并处理安全隐患^[2]。

(三) 保护既有建筑物

由于市政隧道工程施工多分布在人口密集、建筑物较多的位置，在应用浅埋暗挖技术时，应时刻注意既有建筑物保护。具体可以做如下应用：第一，桩基托换。首先，确定施工位置，调查附近建筑物质量情况，将全新托换桩放置在既有建筑物下方，用于转移荷载，避免建筑物地基不稳，其次，施工人员入场挖掘基坑，完成预定承台施工与相关桩梁界面工作，最后，及时回填，浇灌膨胀混凝土修复缝隙；第二，顶升补偿。顶升补偿在加固方面性能优秀，主要原理是建筑物主体与结构之间的分隔，加固建筑物的结构。在这一过程中会出现诸多问题，如建筑物结构开裂、地基不稳、沉降等，此时使用千斤顶在反力梁承重墙与加固后的基础之间做支撑，形成新的补偿结构；第三，注浆加固。施工人员沿建筑物基础轮廓线，将水泥浆高压注入，等待水泥浆凝结后会形成一个新型建筑整体结构，水泥注浆孔的布置间隔需要按照建筑物情况确定。

(四) 地面沉降控制

导致地面沉降的情况有很多，如施工操作影响、暴雨天气等，若不注意，会大幅提升隧道坍塌的概率。具体可以做如下应用：第一，挖前控制。按照土壤、岩石类型做出前期处理，如注浆法等，确保土体硬度达到可施工标准，同时在施工时关注地位变化，若位移量超出标准，应立即停工，调查位移过大原因，解决后继续开挖；第二，调整支护结构。施工中地层荷载数值高，为了减轻挖掘负担，避免地表不平整，可以使用超前小导管注浆的方式，并将注浆的厚度控制在洞径的 1/40；第三，富水地层防水。夏季施工时，部分土壤含水量较高，使得支护与围岩之间产生水囊，此时，可以选择水泥浆灌注法，控制土壤中的水分，或者挖掘盲道用于排出多余的水，并在隧道内壁铺设防水板，减少富水地层对正常施工的影响。

(五) 混凝土裂缝控制

混凝土作为市政隧道工程中的核心材料，其质量直接关系到隧道结构的安全与耐久性。劣质混凝土可能引发裂缝、渗水、甚至隧道塌陷等一系列问题。因此，在混凝土的选材和配比中需进行严谨的管控。具体应用措施如下：第一，优质水泥材料的选择：应严格筛选水泥原材料，采购人员需通过对比多家供应商的产品，详细审查水泥生产厂家的资质与质量标准，优先选择低水化热、高强度等级的水泥材料。尽管某些水泥颗粒较粗，但在整体施工应用中不会对结构质量产生显著影响，反而有助于提升工程的整体抗裂性能。第二，科学的水泥配比与控制：确保水灰比设计合理，并在浇筑、振捣、养护等施工环节严格执行技术规范。为进一步提高混凝土的耐久性和抗裂性能，可在配比中适量添加粉煤灰等掺合料，优化混凝土内部结构，提高其密度与长期稳定性，从而有效减少裂缝发生的风险。

(六) 抽排地下水

在浅埋暗挖技术使用过程中，需要重点关注地下水问题，分析地下水的结构与位置，及时抽排，避免土体松动。具体可以做如下应用：第一，真空降水法。隧道中有部分黏土层与粉

细砂层，使用真空泵与管井，连接后控制水的方向，能够很好地排出粉土层中的水，排水效果好；第二，土壤加固。排水过程中，需要严格控制速度与范围，选用土钉墙、钢支撑等方式加固土壤；第三，使用辐射井与泵站排水，辐射井技术下，将大于井道直径的排水管插入隧道中，使得水能够直接进入井道，水泵起到辅助作用。抽排时注意监测，并关注生态环境问题，避免对周围水体造成影响。

(七) 管棚支护技术应用

管棚支护是浅埋暗挖技术的重要组成部分，旨在提升隧道周围土层与岩石的支撑力，并有效提升工程施工效率。具体可以做如下应用：第一，尺寸分类。常用的管径分为小于 129mm 的小管径、在 129mm—299mm 之间的中管径、大于 300mm 的大管径，根据隧道内部情况选择合适的支承梁，根据隧道高度适当提升管棚总高度，也可以结合上覆地层变形程度进行细致调整；第二，完善压力扩散方案。在围岩前方埋设管道，降低棚体变形程度，同时由经验丰富的施工人员参与监督，选调已有数据，在类比中完成压力扩散，避免挖应力对工程的影响^[3]。

(八) 双侧壁导坑法应用

双侧壁导坑法是市政隧道工程中应用面较广的一项技术，对用于隧道开挖断面较大与土体质量不佳的情况，适用多种土质条件，如砂质土壤、黏性土层等，结合土层情况将整个断面分为 6 个小断面，各断面既独立又联系，共同组成完整的隧道。在此期间，需要完成浇筑工作，在土层稳固后加入网状支护设备，利用隔板充当荷载物。然而，尽管该技术应用效果好，但实施步骤烦琐，需要考虑的因素较多，抗干扰性较差，需要施工方重点关注，制定系统的施工管理制度，提升应用质量。

(九) 施工监控测量应用

监控测量贯穿于浅埋暗挖法施工的全生命周期，核心目标在于精准控制施工质量，确保隧道结构的安全性及稳定性。具体应用可包括以下几方面：第一，远程智能监控系统：在隧道内部安装高分辨率监控设备，借助物联网和智能化技术，将实时图像通过网络传输至控制中心的终端显示屏。施工管理人员可以随时调取、放大图像，对隧道内各区域进行动态监控与精准分析，实时定位潜在的事故源。该系统不仅能够有效规范施工人员的操作行为，还能确保隧道施工的运行状态稳定、安全。第二，超声波检测系统：利用先进的超声波设备对隧道关键结构进行全方位、非接触式扫描。该系统能够高效捕捉混凝土结构的内部缺陷，及时发现工程潜在的质量隐患，如裂缝、塌陷和结构位移等问题。超声波检测的分辨率可精确到毫米级别，为施工质量控制提供了科学依据。第三，精准测量与数据反馈：在施工现场设置多重监测点，通过精密设备采集初始数据，并定期对拱顶沉降值、地表沉降值等关键参数进行实时监测。在监测过程中，采集数据与初始值、设计额定值进行实时比对，如发现偏差超出安全阈值，则迅速调整施工方案，确保项目进度与质量并行。高精度水准仪用于检测拱顶沉降速率，通常每日定时监测 1 次，沉降速率低于 2mm/d 后调整为每月监测 1 次。

(十) 组织层面控制应用

浅埋暗挖技术的应用需要良好的组织保障，具体应从如下几个方面进行应用控制：第一，事前说明。在进行浅埋暗挖工作前，提前说明开挖中可能出现的不可抗因素，以及施工个体与团队将要承担的种种责任，提升安全意识，做好安全防护，检查现场设备情况与周边环境情况，保护环境；第二，加强人

下转第 82 页

进行质量检验和审核,对不合格材料及时淘汰,并对相关人员进行反馈和培训。

3.6 无损检测

检测前必须将需要检测的焊缝按容器、管道和钢结构汇总,以总委托的形式向监理、检测单位提交。无损检测必须保证焊接完成后的焊缝,外观检查、标识、技术资料等合格有效,如实提交焊接记录及其对应的管道图。在确定检测的焊缝上进行标识,专业工程师必须现场配合确认检测条件,确保受检测部位在标准要求的比例(包括固定口比例)、焊工的覆盖性、焊口的代表性、外观的合格性、位置的可探到性等方面符合要求。检测由施工方出具检验委托书,检验委托书的内容应当完整,并有双方的签名。由于特殊原因未能完工的,项目部要与监理单位联系,向检验公司确认未完工原因和工程量。项目部应第一时间了解无损检测结果,并索要检测结果通知单和检测报告。

结束语

在锅炉的制造生产过程中,焊接质量直接影响锅炉制造生产质量和产品安全,而影响焊接质量的因素多种多样。因此,要在实际生产中积极寻找问题的原因,从而有针对性地进行优

化和改进。锅炉制造生产企业应从加强焊接的事前质控、事中质控、事后质控,健全质量管理体系,加强技术更新等方面,提出提高锅炉制造生产质量的对策,保证锅炉制造生产质量与安全。

[参考文献]

- [1]任获胜.浅谈锅炉压力容器焊接质量控制[J].轻工标准与质量,2020,(6):123-124.
- [2]扎西平措,次仁欧珠,阿旺顿珠.锅炉压力容器焊接质量控制[J].中国设备工程,2020,(20):123-124.
- [3]李其伟.锅炉压力容器焊接的自动化技术运用[J].广西农业机械化,2020,(2):44-45.
- [4]于瑛琦,占杰龙,陈毅磊.锅炉压力容器焊接方法及焊接工艺探讨[J].科技创新导报,2020,17(7):107-108.
- [5]安栋,白宁,王南.超临界锅炉安装过程中焊接工艺评定探讨[J].中国特种设备安全,2020,36(11):24-27.

作者简介:杜红卫,男,1980年4月9日出生于内蒙古乌海市,大专,焊工高级技师,煤炭行业技能大师,主要从事煤化工维修焊接工作。

上接第79页

员培训。浅埋暗挖技术人员需要掌握丰富的工程理论、施工技巧与正确的紧急避险方法,为施工人员播放真实事故新闻,使开挖人员发现事故时能在第一时间做出反应,保护个人安全。同时,还应定期检查暗挖设备,由专人维护,做好文字记录,若在施工中暗挖设备出现问题,应及时调取记录,停止施工,以免造成人员伤亡;第三,关注浅埋暗挖技术应用环节。上文提到,地铁站开挖期间,会造成环境破坏、地下水管渗漏等问题,应立足技术应用的各个环节,优化施工流程,制定详细的施工方案,并对重难点问题做出预案,体现工程施工管理的组织性。

此外,还可以使用以下两种技术:第一,岩石锚固技术。岩石锚固技术是浅埋暗挖技术的辅助性措施,常用于地铁深基坑设计,加装锚杆或锚索,使岩土出现应力封闭,在承压、抗风、抗滑移等方面有着显著作用;第二,水平冻结技术。水平冻结技术是一种新技术,多使用于斜井等施工中,在市政隧道现场土体含水粉细砂层较多时应用效果较好。

三、市政工程隧道工程浅埋暗挖技术应用实例

巴西圣保罗地铁2号线项目位于南美洲国家巴西东南部圣保罗市区,主要进行地铁车站及主线过渡隧洞施工,其中隧洞长度约2km,隧洞断面尺寸152.8m²-303m²。隧洞地点主要以砂土地质为主,地下水富集;地面有较多居民住房,市政管网密布。

首先,对工程进行前期勘察,将重点放在围岩与明暗洞交接、隧道线与过道重叠隧道段。一方面,了解隧道内部岩面断层,发现岩面有较大裂痕、破碎部分,地下水渗透现象严重,围岩结构与应力强度存在问题,施工时应配备安全防护工具;其次,使用管棚支护与双侧壁导坑法相结合的施工方案,先根

据土质条件完成土质加固,在两侧位置开挖,在导坑上部,将循环进尺的数值控制在0.5m左右,选用高质量水泥材料,确保初喷混凝土材料厚度在5.5cm左右。然后完成台阶支护工作,安装格栅架,进行混凝土复喷。导坑下部时,隧道两侧循环尺数值在1.0m左右,初喷与复喷混凝土与上部相等;最后,在隧道中间位置开挖过程中,需要注意格栅安装连接筋为纵向,挖掘结束后检查隔板支撑效果,控制变形程度,标出数据,自上而下完成开挖任务。

四、结语

综上所述,如今,浅埋暗挖技术已经广泛应用于市政工程隧道施工项目中,深受施工人员喜爱,有着拆卸小、成本低、效率高、总工期长的特点。需要施工企业明确隧道施工的特殊性,掌握隧道施工常出现的集中风险问题,科学应用浅埋暗挖技术,从上台阶与下台阶施工、既有建筑物保护、地面沉降与混凝土裂缝控制、地下水抽排、管棚支护与双侧壁导坑法应用、工程测量监控、组织管理等方面出发,为城市居民出行提供便利,为国家经济发展贡献一份力量。

[参考文献]

- [1]赵义好.浅埋暗挖技术在市政工程隧道工程中的应用[J].科技创新与应用,2023,13(17):185-188.
- [2]朱明德.浅埋暗挖技术在市政工程隧道施工中的应用探讨[J].四川建材,2021,47(10):129+131.
- [3]辛弘峰.浅埋暗挖技术在市政工程隧道施工中的应用[J].建筑技术开发,2020,47(15):97-98.
- [4]高冬梅.市政隧道施工浅埋暗挖技术的应用探究[J].居舍,2022,(01):44-46.

作者简介:舒良良(1995.12),男,汉族,河南信阳人,助理工程师职称,学士学位,专业:农业水利工程。