

# 浅埋暗挖法隧道施工技术及地面沉降控制

鲍金涛

北京市政建设集团有限责任公司 北京 102600

**摘要:** 浅埋暗挖技术以新奥法为基础融合应用信息技术,通过实时测量控制进行施工。在市政隧道施工中,浅埋暗挖技术主要由初期支护和符合衬砌结构承担基本荷载作用,二次衬砌结构负责施工安全,同时由二次衬砌和初期支护承担特殊荷载。在应用该技术时,还要使用其他辅助技术加固围岩结构,将围岩的承载能力最大化地发挥出来,同时结合现场情况选择开挖工艺,保证安全顺利地完成施工活动。当前市政隧道、地铁开挖和地下管线施工等多项工程中都已经应用该技术。

**关键词:** 浅埋暗挖法;隧道施工;地面沉降;控制技术

引言:浅埋暗挖技术是市政隧道工程施工中常用的施工方法,该施工方法凭借自身诸多优势备受施工人员的青睐。施工人员在具体应用该技术时应严格落实相关标准规范,结合工程实际情况优化施工工艺流程,同时管理者严格控制施工技术要点,提高施工技术水平,加大质量管控力度,提高施工安全水平,最终充分发挥浅埋暗挖技术的应用价值,为城市发展、交通工程的建设提供有力支持。

## 1 浅埋暗挖技术概念

浅埋地下开挖技术的基础是新奥工法,同时引入信息化设计和信息化施工,实现施工过程实时测控。市政隧道施工中采用浅开挖技术,主要荷载由主套管和复合套管结构承载,副套管结构作为安全储备。荷载由二次衬砌和一次支护承载。此外,浅埋地下开挖技术在应用中与其他施工技术辅助配合,起到了加固围岩结构,最大限度地利用围岩承载力的作用。根据隧道施工现场的实际情况选择钻孔技术,与围岩结构共同形成综合承重体系,确保施工安全<sup>[1]</sup>。目前,该技术广泛应用于城市隧道施工、地铁开挖、埋设地下管线等工程,具有丰富的应用经验。

## 2 浅埋暗挖法原理分析

根据浅埋暗挖施工效率分析,浅埋隧道主要是通过进行洞顶埋设深度没有达到隧洞跨2倍的隧道或者某个结构部分,在施工中,其主要是因为受到标高限制的一些城市轨道交通、山区隧道出口、水利工程下部的结构等。浅埋暗挖施工技术以新奥法为指导思想,在施工环节需要应用多种施工技术进行围岩部分的加固处理,保证围岩具备较高的承载性能,隧道开挖前进行支护处理,封闭形成稳定的结构形式,组合形成联合支护体系,实现综合配套使用,达到技术标准和要求。隧道建设施工阶

段,需要选择合理的开挖方法、支护方式进行施工,切实提高其结构性能和标准,不会对结构产生严重的危害和影响。隧道洞身开挖作业前,保证地表、边仰坡进行防护和处理,达到超前支护标准。洞身经过开挖作业结束后,保证支护结构的形式和质量符合要求,不会产生严重的围岩结构变形,制作成为稳定性好的封闭结构形式。初期支护施工之后,保证衬砌防排水系统以及结构受力效果合格。

## 3 浅埋暗挖技术的原则

### 3.1 管超前原则

具体施工中浆液灌注工作需要借助小导管和超前管棚完成,这种施工方式可以避免损伤隧道。同时施工中应提高掌子面平稳性,避免在施工阶段出现围岩稳定性不足、隧道变形或垮塌的现象,浅埋暗挖法的八字方针“管超前、严注浆、短开挖、强支护,快封闭、勤量测”。

### 3.2 稳定性原则

市政隧道工程施工中借助超前管棚提高支护结构的稳定性,用水泥浆或其他物质处理存在缝隙的围岩部分,从而提高围岩整体稳定性、抗渗性,保证施工安全。此外,在隧道施工中应严格控制掘进长度,避免掘进过程中威胁围岩总体稳定性,避免产生垮塌等不良事故。

### 3.3 强支护准则

市政隧道建设初始阶段合理选择支护方式,提高支护强度,合理应用建材,确保建材刚度足以支撑外部荷载,避免施工阶段发生支护结构变形的问题<sup>[2]</sup>。通过提高支护强度有助于保证施工安全,确保按照既定计划顺利地、保质保量地完成隧道施工。

## 4 浅埋暗挖法隧道施工技术的优势

### 4.1 操作十分简单,便利性很强

采用浅埋暗挖法施工隧道,对技术要求不高,施工

操作简单方便,施工效率高。采用地下浅开挖法施工期间,首先要进行现场勘测工作,结合工程具体施工要求,以收集到的数据信息为依据,合理进行降水分析,科学制定施工方案,确保施工有序进行。隧道施工过程中,必须密切监测水位,确保在良好条件下开挖,不发生回水。通过采用浅埋、地下开挖,采用井排技术手段,既能保证施工效果,又能降低施工成本。

#### 4.2 适应性强

与普通工程项目相比,隧道施工期施工条件相对艰苦,地质条件种类十分丰富,施工作业难度很大。因此,如果不能根据实际情况有针对性地制定施工方案,势必会对施工质量和安全造成一定的影响<sup>[3]</sup>。从实践中可知,隧道施工采用浅埋浅开挖的方法,可适用于多种复杂地质环境,施工方便,可以保证隧道工程的顺利完工。

### 5 浅埋暗挖法隧道施工技术要点

#### 5.1 双侧壁导洞法技术

在市政隧道工程中,浅沟开挖技术主要有阶梯开挖、全断面开挖、中隔墙开挖等。其中以双壁导洞法应用最为广泛。该技术可将大跨度开挖变为短跨度作业,主要用于开挖长、地基差的隧道工程。双壁导洞法技术能很好地适应砂层、砂卵石层、粘土层等地质条件。在实际运营过程中,将开挖段划分为6个小段进行施工,不同段内的开挖具有独立的关系,最终融入隧道整体结构<sup>[4]</sup>。在断面开挖过程中,同时进行浇筑加固处理,由于土层可以保留一段时间的反作用力,可以配合网状支护结构在开挖面构筑支护结构土层,加之结构壁薄,部分荷载转移到中隔板和中隔板。在地下城市隧道开挖技术中,双壁导洞开挖法具有更大的安全性,更适用于大断面开挖工程。但其缺点是施工复杂、工序多,可能干扰实际开挖过程的因素较多,因此在实际应用中,施工人员必须特别注意初挖支护的超前性。确保围岩结构的支护、安全和质量。

#### 5.2 管棚支护技术

施工人员在建筑结构、风道等部分小面进行小导管注浆作业,将地层结构的完整性提高,避免出现变形问题。为保证施工质量安全,还要由专业的人员监管现场,严格监管并且指导施工人员行为,避免出现违规操作。市政隧道工程施工核心为支护工艺,施工人员在具体应用浅埋暗挖技术过程中应明确该施工工艺流程。当前大多施工企业在进行超前支护时采取管棚支护方式,该技术有着较为简单的施工过程,可以节约成本,受到行业人士的关注。该工程中使用的管棚结构,管径为129~299mm,有的工程会使用超过300mm的大管棚。在

管棚直径不断增加的背景下,结构刚度从很大程度上受到钢管材料、两端支撑梁刚度的影响,如果支护稳定性较高,那么不会由于开挖引发过多的变形。管棚两边支撑梁是简支梁发挥其支撑作用的关键所在。

#### 5.3 土体加固施工技术

采用浅埋隧道技术施工时,地表沉降和地下沉降在支护功能开始发挥之前就已产生,必须在施工前期做好工作,以实现有效的沉降控制。在目前的技术水平上,土体加固的主要施工技术有:一是先进的隧道螺旋支护,根据施工方法和施工形式的不同,可分为多种不同类型,如悬吊式支护、格栅支护、拱支护等。在开挖施工前,将突出的锚杆打入足够稳定的岩石结构中,并在沟槽末端使用悬索锚杆提供支护力,从而控制围岩结构的变形,从而下一步可开断面,确保土体加固作用得到有效体现。二是小电缆槽超前灌注支架,采用钢格架建立共同支撑体系,保证加固灌注管和超前棚的充分效果。注浆采用硅酸钠水泥硅酸盐双浆等材料,注浆压力按0.5-1.0MPa标准控制,确保注浆均匀。第三种是超前棚支护,靠近隧道外周开挖时,在安装高惯性矩钢管的同时,适当间隔开孔,必须采取注浆压实措施,实现支护系统、控制施工过程中必须对钢导管进行钻孔精度保证支护结构的稳定性和可靠性。第四种是水平射流支护,属于一种新的岩土结构加固方法。它是在掌子面前构造一个拱形刚体。由于这个过程,有效的上部荷载力实现了支护<sup>[5]</sup>控制隧道开挖施工和沉降不利地面结构引起的变形。该技术施工时,在地层水平钻孔,水平铺设注入管,喷嘴由内向外移动,实现旋转注入结构。支护在运行过程中,需要控制注浆质量、承载力和桩位。

### 6 浅埋暗挖法地面沉降控制措施

#### 6.1 注重土体处理工作

在浅埋地下开挖施工中,应特别注意改善地基状况,加强地基的承载力和稳定性,从而减少沉降变形程度。实际工程中应保证地基正向移动,对隧道局部区域地基进行加固,实现倒拱结构,提高支护体系质量。施工过程中采用超前注浆、深部注浆等措施,提高地面光洁度。无论是化学浆料还是水泥浆料,都能使土体结构更加稳定,防止施工时土层发生过度位移。通过科学合理的土质改良方法,在隧道施工中实现地表的加固加固,保证土体的稳定性和强度满足要求,避免浅埋开挖时因土质条件差造成的问题施工沉降变形。只有做好土壤处理工作,浅埋地下开挖技术才能有效发挥作用,才能更好地控制隧道施工中的沉降问题。

#### 6.2 合理选择开挖方法

市政隧道工程建设涉及到诸多工艺,仅开挖环节就存在多种施工形式,比如上台阶开挖、下台阶开挖、段台阶开挖、CD法和CRD法等。在具体实践中,技术人员应当结合工程实际情况科学地选择开挖方式,规范开挖方法,同时对地下水、地质条件和交通环境等多方面因素加强考虑分析<sup>[6]</sup>。在确定开挖方式后,为充分保证施工安全,还要合理选择支护方法,比如管棚支护方法。在节能环保理念下,现代市政隧道工程施工中应尽量降低工程施工对周围产生的干扰和影响,合理使用机械设备,避免扰动周边土体降低土质结构的承载能力。

### 6.3 进行土地改良施工

排水的施工可以保证施工期间土体能够向正方向移动,更好的防止沉降。隧道工程部分地区地质条件较差,采取可靠措施改善土质,可加速仰拱结构的形成,提高整个结构的应用质量。目前常用的填海造地施工方法有延伸灌浆法、深部灌浆法等。根据实际情况,选择合适的方法将混合的化学浆料和水泥浆料注入土层,以提高稳定性和完整性的土壤。

### 6.4 科学使用临时支撑体系

在浅埋隧道施工过程中,为加强沉降控制效果,还应实现临时支护系统的合理使用。在实际使用中,应结合隧道工程的实际情况正确选用。例如,采用横向挡板法时,应自上而下施工,控制好上下开挖的时间间隔。施工相邻沟槽时,应在最后一个沟槽喷洒后观察混凝土强度,待混凝土强度超过设计强度的70%后方可进行后续开挖。同时,要控制好挖掘速度。通过合理的支护结构初始承载体系,可以保证该区域围岩的稳定性和可靠性满足要求,从而避免沉降的发生<sup>[7]</sup>。在使用临时支撑系统时,要确保采用的拆除流程规范、合理,避免不合理拆除造成的各种问题,影响地基沉降控制效果。

### 6.5 控制混凝土裂缝

第一,合理选择原材料,选择低水化热的水泥材料,同时适当掺加添加剂,减少水泥材料使用量。比如可以在混凝土材料中适当添加粉煤灰,减少水泥材料的应用。第二,通过配置试验确定混凝土原材料最佳配比,并且严格按照配比和顺序进行混凝土材料的配置、搅拌。第三,控制施工温度,通过洒水降温或降低原材料温度的方式控制混凝土结构内部温度,还要加大养护力度,避免出现裂缝问题。

## 7 掌子面围岩变形、塌落控制技术

### 浅埋暗挖法隧道施工技术及地面沉降控制措施之四

是掌子面围岩变形、塌落控制技术。为了减少掌子面围岩变形问题,有效解决拱顶沉降问题,可针对性进行以下措施进行管控:(1)做好超前小导管注浆,形成拱部“封闭环”支护。在开挖前提前打设注浆管,并进行注浆施工从而对风化岩体进行加固作用,通过对内部风化岩层裂隙进行胶结整合为一整体,从而可以提高岩层强度与稳定性,改善岩体性质。(2)严格按照设计要求,预留核心土,增强掌子面围岩稳定性。预留核心土可以提高开挖的安全性,更好支撑掌子面从而防止坍塌,同时提高后续施工中的拱部初期支护。预留核心土的施工工序少,难度低,综合效益较高。(3)严格按照各断面要求工法进行施作,合理组织人员,加快施工速度,及时封闭。

### 结束语

综上所述,隧道的建设往往需要投入大量的资源,为保证各环节资源投入的高效利用,确保隧道建设的顺利完成,需要结合隧道建设的实际情况隧道合理运用隧道施工技术,而隧道工程通常对施工技术有严格的要求,在控制地面沉降的过程中,必须观察多项指标。在围岩环境相对松散的环境中,采用浅埋地下开挖施工技术,既不会影响城市的正常交通,又表现出无污染、无噪音的特点。在各种尺寸和截面的隧道洞室中,可以保证地形不变形。

### 参考文献

- [1]王伟,蔡玉洁.浅埋暗挖法施工技术在公路隧道施工中的运用分析[J].科学技术创新,2021(13):102-103.
- [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):129,131.1
- [3]张立明.浅埋暗挖法隧道施工技术及其地面沉降控制[J].工程技术研究,2021,6(5):97-98.2
- [4]陈伟明.浅埋暗挖法隧道施工技术及其地面沉降控制[J].交通世界,2020(25):142-143.
- [5]赵增璐,王志宇.在地铁隧道施工中浅埋暗挖技术的应用[J].科技资讯,2018(3):31.3
- [6]王颖苗.浅埋暗挖法隧道施工技术及其地面沉降控制研究[J].工程技术研究,2020,5(9):102-104.4.
- [7]陈启兵.浅埋暗挖法隧道施工技术及其地面沉降控制[J].交通世界,2020(13):112-113.
- [8]黄凯.市政隧道施工浅埋暗挖技术的应用[J].居舍,2021(12):24-25.