

浅埋暗挖法隧道施工技术及地面沉降控制

李武雄

云南楚大高速公路投资开发有限公司 云南大理 671000

【摘要】本文深入探讨了浅埋暗挖法隧道施工技术的内涵、应用原则及关键技术，包括隧道开挖、支护、辅助施工、预注浆及混凝土喷射等。文章分析了浅埋暗挖施工中引起地面沉降的原因，并提出了相应的技术控制操作，如开挖防沉降施工、土体优化改良、工程监测预测以及临时支撑施工等。通过详细阐述这些技术和措施，本文旨在为隧道工程的施工提供理论指导和实践参考，确保施工过程中的安全性和稳定性，有效控制地面沉降，提升工程质量。

【关键词】浅埋暗挖法；隧道施工技术；地面沉降控制

引言

随着我国基础设施建设的快速发展，隧道工程在公路、铁路、城市轨道交通等领域得到了广泛应用。浅埋暗挖法作为一种常见的隧道施工技术，在软土地层中具有显著优势。然而，在施工过程中，地面沉降问题一直是困扰工程技术人员的难题。本文旨在探讨浅埋暗挖法隧道施工技术及其在地面沉降控制方面的应用，以期为类似工程提供借鉴。

1 浅埋暗挖法隧道施工技术概述

1.1 浅埋暗挖法施工内涵

浅埋暗挖法施工技术的应用具有一定针对性，通常会应用在土壤地质属于第四纪软土地层中。在具体应用中需要在施工前提做好地层加固处理工作，同时也需要对地层内部周围的围岩重量进行控制，此外，在建设工作开始之前还需要开展必要的封闭支护结构架设工作，针对支护结构的具体情况与地质中的围岩形成完整的支护体系，从而更好的承担隧道工程的负荷载重。由于地层与施工环境中的各种因素会对浅埋暗挖法隧道施工技术应用产生影响，并且，在隧道工程实际建设过程中，支护材料以及隧道地层质量等因素也都会对施工技术应用带来不利影响，所以在利用浅埋暗挖法开展隧道施工工作之前，需要对施工现场进行必要的信息监测，从而为施工方案的有效落实提供有力条件，为隧道工程的建设质量提供切实保障。

1.2 浅埋暗挖法施工技术的应用原则

在利用浅埋暗挖法隧道施工技术开展施工时需要严格遵守施工原则，首先，在选择开挖方法的时候，应切实考虑施工现场的地质条件、施工环境条件以及周围建筑物应用，与此同时，还要针对施工机械设备开展有序管理工作，进而确保开挖方式的选择具备一定合理型，尽可能减少地面挖掘工作的影响因素。具体来说，在地层断面较小

或者地质条件较为稳定的隧道工程建设中可以采用全断面开挖法，同时也可以在此基础上加入一些辅助施工方法；而针对地层稳定性较差，并且容易受到各种因素影响的隧道建设工程中，则需要针对地层稳固性选择配套的施工机械设备，在不同情况下对不同断面进行二次衬砌处理。其次，对施工现场的机械设备进行调整与控制操作时，为确保工程建设过程中各项工作能够顺利开展，需要协调好施工人员与施工环境之间的矛盾关系，以此确保施工工作的顺利开展，同时也保障施工进度满足预期目标，令施工中的各项工作与管理任务落实到位。

2 浅埋暗挖隧道施工技术分析

2.1 隧道开挖施工技术

在隧道开挖施工中一般会应用不同种类的开挖方法，主要包含四种，分别为全断面开挖、台阶开挖、分部开挖以及双侧壁导坑开挖法，具体在应用中也需要注意诸多事项。首先，全断面开挖需要对隧道全断面进行一次性的钻孔处理，同时完成初期支护工作以及二次衬砌施工工作。在此过程中需要注意的是爆破作业可能会产生一定危险因素，所以在用此方法的时候性需要做好安全生产管理工作。其次，利用台阶开挖则需要根据施工现场的具体情况进行分类施工，通过将地层变化进行分类，然后分层次、分阶段开展工作，这一方法的应用范围主要包括软围岩结构。再次，分部开挖的应用需要将台阶开挖作为基础，在开挖工作完成以后第一时间对各个部分进行封闭式支护。在此过程中需要注意如果施工条件与施工要求不一致，那么则需要在隔墙基础上增加临时倒转，通过跨隔墙的方式完成断面施工。最后，双侧壁导坑开挖法能够将大跨度开挖断面转化为小跨度开挖断面，因此这一方法的应用范围较为广泛。在具体应用中通过将开挖段分为左右侧壁，并

针对左右侧壁分别开展独立的封闭工作，待开挖工作完成以后会发现施工中的中间变体没有发生较大变化，但是由于施工中会出现较多大型块体，所以这一方法在应用中也同样具有较大扰动性，因此需要对前期支护全断面闭合时间提出更高要求。^[1]

2.2 隧道支护技术

许多隧道工程结构的稳定性不佳，技术人员落实浅埋暗挖法隧道施工技术的过程中，需要重视隧道支护技术的有效实施，在施工期间以复合衬砌支护措施为主，根据不同的情况设计相关的支护方案。构建支护结构的过程中，技术人员能够借助新奥法将岩体结构体系作为主要承载单元，依靠岩体自稳作为初期支护主受力，同时利用二次衬砌保证结构的稳定性和安全性。形成一个整体的支护结构之后，还应在具体的工程建设施工中对其进行调整优化。隧道施工大多需要以浅层地表施工为主，支护技术的事实主要是为了满足地质结构的稳定性要求。技术人员利用隧道支护技术的过程中，能够在建设期间通过超前小导管施工技术对隧道工程内部进行渗透和挤压。这项技术的操作方法是利用超前小导管循环间隔搭设，搭接长度要超过1m，在超前小导管中穿入钢筋，缩短注浆时间。最后在泥浆稳定之后就可以加强围岩结构的稳定性，还可以提高隧道的抗渗能力。

2.3 辅助施工技术

辅助施工技术主要包含二次背后灌浆技术、降水灌浆技术。首先，二次背后灌浆技术在具体应用中，由于隧道工程在支护工作完成以后可能会出现沉降以及扰动问题，并且也有可能会出现土层支护不紧凑的情况，而这些问题如果没有得到及时处理，那么将会进一步凸显地面沉降问题，所以在利用这一技术开展施工工作的时候，需要做好预防措施。例如，在隧道施工中，可以通过在工程支护初期中增加背后灌浆，并确保灌浆管道被预先埋设在指定位置，当隧道挖掘变以及封闭段能够保持稳定状态后，即可进行背后灌浆操作，从而更好的预防地表下沉。其次，降水灌浆技术的应用目的主要是预防地下水，一旦遇到地下水问题则需要采用灌浆降水处理，而如果管道在铺设中出现了问题，则需要采用喷射降水法。通过根据地下水的不同储存情况，合理选择降水灌浆技术，从而真正落实有效的地下水控制工作。

2.4 预注浆施工技术

对于长度较大的隧道施工中复杂性较强，如果存在软弱围岩，则可能更易受到地下水渗漏等方面的影响，增加实

际操作难度及风险，这是因为软弱围岩的强度及承载力普遍较低，无法达到施工要求，再加之受到水体侵蚀作用，出现坍塌及结构不稳的情况将具有更高频率。因此，为了保证施工现场的稳定性，对地下水进行处理时，可运用挤压注浆的方式，对全段注浆，有效堵截地下水，促使围岩结构得到强化及改善，促使围岩的强度更符合施工要求。施工现场的情况允许时，还可运用环形注浆方式，构建起堵截结构，防止出现地下水的渗漏等问题，在实际注浆阶段，应先对隧道开挖要素及轮廓线进行掌握，操作小导管对整体进行环形注浆，促使围岩结构长时间保持稳定状态，消除软弱围岩存在的问题。^[2]

2.5 混凝土喷射技术

混凝土喷射技术对于浅埋暗挖法隧道施工来说并不陌生，技术人员利用这项技术进行实际操作时，要确保喷射过程中的连续性，在喷射之前对隧道内部进行通风和送水，保证技术操作路线满足要求，之后再展开有关的作业活动。利用喷射机开展技术操作之前，要对其进行清理，保证输料管道和输水管道干净整洁，再利用其进行喷射。与此同时，技术人员要多次检查喷射机的喷头，在其满足质量要求之后开展相应的施工操作。此外，喷射距离的选择也至关重要。当喷射距离控制在0.6-1.2米范围内时，混凝土的回弹量相对较小，有利于获得良好的喷射效果。然而，在实际操作中，施工人员可能会受到骨料反弹的影响，产生恐惧心理。为了缓解这一问题，技术人员可以将喷头适当加长至1.2-1.5米，并站在距离喷岩面约2米的位置进行喷射。这样既能保证喷射效果，又能降低施工人员受到骨料反弹影响的风险。最后，喷嘴与喷岩面的角度也需严格控制。为了确保喷射效果的最佳化，喷嘴应尽量与喷岩面保持垂直，并偏向刚喷射的部位。同时，倾斜角应控制在 10° 以内，以有效控制回弹量，并产生良好的喷射效果。

3 浅埋暗挖施工中引起地面沉降的原因

技术人员开展浅埋暗挖法隧道施工作业的初期应重视隧道支护施工，形成安全、稳定的隧道内部结构，避免在开挖地层时产生厚度不均匀的问题，否则会导致围岩结构受力不均。地面沉降与地层压力拱有关，在其遭到破坏时就会直接出现地面沉降现象。随着工程项目建设施工的深入，压力拱的破坏情况会持续加剧，地面沉降的面积和幅度也会有所增加。在超出上限之后，还会与地下水共同作用，导致整体结构的破坏力度增大，难以控制地面沉降。在整个流程的工程项目建设施工中，如果出现隧道深浅程度差异或者产生位移都会使得地面受到影响，尤其是在土层失去围岩结构

承载时,会增大产生沉降问题的几率。隧道施工经常会产生粉砂、砂砾土层等,技术人员在营造更好的施工条件时,要落实排水施工,解决围岩结构分布不均匀的问题,避免出现流砂。这种方式主要是通过排出地下水避免土层结构受到影响,进而起到防止地面沉降的作用。^[3]

4 浅埋暗挖法隧道施工技术与地面沉降的技术控制操作

4.1 开挖防沉降施工

在浅埋暗挖法隧道施工的开挖环节,技术人员要详细分析工程项目施工现场的情况,结合相关的施工资料合理选择地层处理技术,以开挖防沉降施工技术操作为主时,能够借助辅助施工技术,先安装双层超前小导管再注入高压浆液,使得围岩结构的强度得以增大,呈现更好的结构性能。技术人员要做好地质和支护状态的观测工作,测量拱顶的下沉距离。最重要的是,在控制地面沉降的过程中,技术人员应掌握周边位移量测的方法,协同工程项目的参建人员对建筑物进行沉降监测,对获得的工程建设施工数据信息进行整理,以数据信息作为参考依据,选择适当的防沉降措施,提高开挖防沉降施工质量。

4.2 完善土体优化改良

在开展隧道工程施工工作时为防止地面沉降问题的出现,需要对土体进行有效改良。首先需要对施工现场的地质条件进行勘察与记录,针对记录情况制定土体改良措施。其次可以采用不同的注浆施工方式在结合隧道工程施工需求的基础上对土体进行改良,从而将不利地质条件转变为有利地质条件,为后续工作开展提供帮助,同时也通过土体改良更好的控制地面沉降,为隧道工程的顺利开展提供切实保障。^[4]

4.3 强化工程监测预测

在浅埋暗挖法隧道施工技术应用中随时都可能会出现突发情况,而这些情况的出现会为施工工作带来巨大阻碍。因此为减少这类情况的出现,更好的控制地面沉降问题,需要强化工程监测预测,通过对工程施工的各个环节开展有效监督工作,结合施工现场的地面沉降幅度对重点区域进行预测,针对一些可能会出现的问题制定应急措施与预防措施,从而形成完善的监测预测体系,构建全面的地面沉降控制体系。

4.4 临时支撑施工

在隧道工程的施工现场,临时支撑作为一种常见的施工措施,对于控制地面沉降、确保工程结构质量具有举足轻重的作用。技术人员在运用临时支撑进行施工时,能够精准地把握施工要点,从而推动各个环节的施工作业有序推进。

其中,交叉中隔壁法是一种广泛应用的临时支撑施工技术。技术人员在实施这一方法时,需要遵循自上而下的施工顺序,确保施工操作的规范性和有效性。在进行上下层工作面的开挖时,技术人员会特别注意控制时间间隔,以避免因开挖过快而导致的地面沉降或结构失稳等问题。相邻的开挖部位并不会立即进行连续开挖。而是在上一次开挖完成后,等待喷射的混凝土强度达到设计强度的70%以上,才会进行下一次的开挖作业。通过采用交叉中隔壁法等临时支撑施工技术,并结合严格的施工控制和监测措施,技术人员能够确保隧道工程在施工过程中保持高度的安全性和稳定性。在这个过程中,技术人员要控制开挖速度,达到支护结构的承载要求。构建临时支撑体系并且完成所有步骤的工作之后,应及时拆除临时支护结构,对结构进行监控和记录,确保每一个流程的操作都可以达到合理性和规范化要求。^[5]

5 结语

综上所述,浅埋暗挖法隧道施工技术是一项复杂而精细的工程,涉及多个关键环节和技术要点。通过本文的探讨,深入了解了浅埋暗挖法隧道施工技术的内涵、原则及关键技术,包括隧道开挖、支护、辅助施工、预注浆及混凝土喷射等方面的内容。同时,分析了浅埋暗挖施工中引起地面沉降的原因,并提出了相应的技术控制操作,如开挖防沉降施工、土体优化改良、工程监测预测以及临时支撑施工等。这些技术和措施的应用,为隧道工程的施工提供了有力的保障,确保了施工过程中的安全性和稳定性,有效控制了地面沉降,提升了工程质量。

参考文献:

- [1] 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] 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.
- [3] 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] 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.
- [5] 李德生. 浅埋暗挖法隧道施工技术及其地面沉降控制[J]. 黑龙江交通科技, 2019, 42(11): 170, 172.

作者简介:

李武雄(1992.10.01—),男,阿昌族,云南省大理州云龙县,大学本科,中级工程师,研究方向:高速公路建设管理。