

公路隧道工程支护及衬砌技术探析

王小伟

台州天宏工程管理有限公司 浙江 台州 317200

摘要：在公路隧道工程中，支护及衬砌技术是确保隧道结构安全稳定运行的重要保障。特别是我国高速公路施工，大跨径隧道施工越来越多，传统的混凝土衬砌、以及新型的高分子材料等都在不断创新和发展，为隧道工程建设和运营提供更多选择。综合应用不同的支护及衬砌技术，可以有效提高隧道的抗压能力、防水性能，延长使用寿命，减少维护成本，为公路隧道的建设和运营提供更好的保障。

关键词：公路隧道；支护技术；衬砌技术

1 公路隧道支护技术的基本原理

目前我国公路隧道施工基本原理是新奥法：以维护和利用围岩自身的承载能力为基点，辅以锚杆和喷射混凝土进行支护，控制围岩的变形和松弛，使围岩成为支护体系的组成部分。公路隧道支护技术是为了加固和保护隧道结构，防止隧道墙壁、顶部或地基受到外部压力而发生破坏。其基本原理包括几个方面：（1）地质勘察：在设计隧道支护方案之前，需要对隧道周围的地质情况进行详细勘察，包括地层结构、地下水位、岩石强度等因素，以便选择合适的支护措施。（2）支护结构设计：根据地质勘察结果，设计会确定隧道支护结构的类型和尺寸，例如钢筋混凝土衬砌、钢拱架、锚杆等。支护结构要能够承受隧道周围的土压力和地下水压力，确保隧道结构的稳定性和安全性。（3）施工方法：支护结构的施工过程中，需要采用适当的施工方法和工艺，确保支护结构的质量和稳定性。例如，混凝土衬砌要采用合适的浇筑方法和振捣技术，锚杆要正确安装，以确保支护结构能够有效地承受荷载。（4）监测和维护：隧道支护结构施工完成后，需要对其进行定期的监测和维护，以确保支护结构的稳定性和安全性。监测包括对支护结构的变形沉降、裂缝、渗水等情况进行定期检查，及时发现并处理支护结构的故障和损坏，以防止隧道结构受到破坏。公路隧道支护技术的基本原理包括地质勘察、支护结构设计、施工方法、监测和维护等方面，通过科学有效的技术手段加固和保护隧道结构，确保隧道的安全运行和服务。

2 支护技术在公路隧道工程中的作用

支护技术在公路隧道工程中扮演着至关重要的角色，作用主要体现在几个方面；加固和保护隧道结构：隧道作为道路交通的重要组成部分，承担着大量车辆的通行压力。支护技术可以有效地加固隧道结构，防止地

下水、土壤压力等外部因素对隧道墙壁、顶部和地基的侵害，确保隧道的稳定性和耐久性。提高工程施工效率：支护技术可以在隧道施工过程中提高效率。通过采用先进的支护结构和施工方法，可以缩短施工周期，减少工程成本，降低风险，提高工程施工效率。保障施工安全：隧道施工过程中往往涉及到高风险的作业环境。支护技术的应用可以保障工程施工安全，防止因地质灾害、结构垮塌等意外事故发生，保护施工人员的生命财产安全。增加隧道使用寿命：支护技术可以延长隧道的使用寿命。通过合理设计和施工支护结构，隧道的结构稳定性和耐久性得到提升，隧道的维护周期延长，减少维修成本，延长隧道的使用寿命。提升隧道整体品质：支护技术的应用可提升隧道的整体品质。采用先进的支护技术不仅能够保障隧道的通行安全和运行可靠性，还能够提升隧道工程的整体品质和价值。支护技术在公路隧道工程中具有重要的作用，不仅可以确保隧道结构的安全稳定，提高施工效率和品质，还能延长隧道的使用寿命，为公路交通运输提供更加安全可靠的通行条件。目前我国大部分公路隧道支护以锚杆、钢筋网片及喷射砼为主，技术已经非常成熟，但后续仍需具体细化改进。

3 隧道衬砌存在的缺陷

隧道衬砌是隧道内壁的一种保护性结构，能够有效地增强隧道结构的稳定性和耐久性。然而，隧道衬砌在实际应用中仍存在一些缺陷和问题。破损和腐蚀：隧道衬砌在长期使用过程中容易受到车辆振动、化学腐蚀等因素的影响，导致衬砌表面的破损和腐蚀。例如在浙江省大高速公路大部分通车隧道均可见到明显的裂缝修补情况，破损的衬砌不仅影响了隧道结构的美观度，还可能降低其结构的稳定性和耐久性。渗水问题：隧道衬砌常常遭遇地下水渗透问题，造成隧道内墙面潮湿或积水，影响通行的舒适性和安全性。严重的渗水问

题还可能导致隧道结构的破坏和腐蚀,增加维修和保养成本。维护难度大:隧道衬砌通常位于隧道内部,维护和检修起来相对困难。一旦出现问题,需要耗费较多人力物力进行维护修复,且可能需要封闭隧道进行施工,对交通造成影响。热胀冷缩问题:隧道衬砌在负载和温度变化下容易发生热胀冷缩现象,导致衬砌面的裂缝和变形,进而影响隧道结构的稳定性和安全性。建设和维修成本高:隧道衬砌的建设和维修成本较高,一方面需要投入大量人力物力,另一方面,隧道衬砌的维修往往需要对整个隧道进行封闭作业,增加了施工难度和成本。

4 公路隧道工程支护技术探析

4.1 初期支护

传统初期支护技术是公路隧道工程中常用的方法,其原理是通过加固土体,防止隧道围岩因为地下水、土体自重等因素而导致的塌方和破坏。常见的喷射混凝土支护、注浆支护、预应力锚杆支护等方法。喷射混凝土支护是通过喷射厚度不等的混凝土层来加固隧道的围岩。这种方法的优势在于可以按照实际需要进行喷射混凝土的厚度和质量,提高围岩的整体稳定性和耐久性,提供了更好的支护效果。土钉支护是通过在岩土体内固定钢筋或预应力钢筋,通过锚固在钢筋与土体之间形成摩擦力来增加土体的抗滑能力和抗压能力。这种支护技术适用于土体较松软的情况下,可以在较短的时间内完成支护工程,提高施工效率。预应力锚杆支护是通过在隧道围岩中埋设预应力锚杆,并通过拉伸锚杆的方式施加预应力,增强围岩的抗拉性能。这种支护技术适用于岩体较硬和承受力要求高的情况下,能够有效地提高围岩的承载能力和稳定性。在实际应用中,初期支护技术的选择应根据具体的地质条件、工程要求和经济成本等因素进行综合考虑和研究,通常喷射混凝土,钢筋网及锚杆安装,联合进行。通过科学合理地设计和施工,初期支护能够有效地增强隧道结构的稳定性和耐久性,保障隧道工程的安全性和可靠性。不断的技术创新和经验总结也为支护技术的进一步完善和提升提供了有力支持。

初期支护还可以不断优化,是通过设置各种结构形式的支撑结构,来加固和保护隧道内部结构,防止围岩倒塌、掉石等情况发生,确保隧道的安全运行。优化后支护技术主要包括以下几种常见方法;(1)初期支护后在二衬混凝土前增加1个类似套拱:这是一种常见的结构支护方法,通过在隧道内部设置钢筋混凝土结构,形成一个坚固的内壁,提高隧道整体的稳定性和承载能力。钢筋混凝土衬砌具有较好的抗压、抗裂性能,能够有效地保护隧道结构免受外部环境的影响。这个在台州台金

高速东延段九曲岭隧道右洞曾经使用过。(2)钢拱架支护:这种支护方法是通过在隧道顶部设置钢制拱架,使其能够承担隧道顶部的荷载并分担到侧壁,加强了隧道整体的承载能力和稳定性。钢拱架支护适用于跨度较大的隧道和进洞围岩较差的结构支护的情况。普遍在隧道进出洞口及隧道内紧急停车段断面使用。(3)锚索支护:锚索支护是通过在隧道周围设置锚杆或钢索,并拉紧锚索,形成一种受拉状态,有效增强了围岩的稳定性和抗拉能力。锚索支护适用于围岩较松散或需要增强围岩支撑能力的情况。主要用在隧道洞口边仰坡或者路基挖方边坡上。(4)钢筋网支护,钢筋网支护主要是将预应力钢筋或普通钢筋编织成网格状结构,与混凝土体系结合,用于加固围岩,提高隧道结构的整体稳定性和承载能力。钢筋网支护适用于对围岩的抗裂性、抗变形性要求较高的情况。

综合考虑初期支护技术在公路隧道工程中具有重要作用,特别是优化后复合支护,能够有效地保护隧道结构,提高隧道的稳定性和耐久性,确保隧道的安全运行。支护技术的选择应根据具体工程情况、地质条件和经济成本等因素进行综合考量,通过科学合理的设计和施工,支护技术能够为公路隧道工程安全施工运行提供可靠的支撑保障。

5 公路隧道工程衬砌技术探析

5.1 传统衬砌技术

传统衬砌技术在公路隧道工程中扮演着至关重要的角色,其主要原理是通过在隧道内壁设置混凝土、石材、砖块等材料,形成一个保护性的结构,加固和保护隧道内部。传统衬砌技术包括常见的混凝土衬砌、砖石衬砌和砂浆衬砌等方法。混凝土衬砌是最常用的传统衬砌技术,普遍用于高速公路,国省道;砖石及砂浆衬砌主要用于早期的县乡道及一些景区观光小断面隧道。通过在隧道内壁喷射或浇筑混凝土,形成一个坚固的保护层,起到防水、防火、防腐蚀等作用。混凝土衬砌的优点在于施工简便、效果显著,能够提高隧道内部结构的稳定性和耐久性。砖石衬砌是一种常见的传统衬砌技术,通过在隧道内壁砌砖、铺石等方式进行支护,提供一定的抗压和抗冲击能力。砖石衬砌的优点在于施工简便、修复方便,同时也在一定程度上也能够美观隧道内部结构。砂浆衬砌是通过将水泥砂浆涂抹在隧道内部表面,形成一层平整的保护层。砂浆衬砌能够提高隧道内部的防水性和抗渗能力,适用于地质条件较好、需求简单的隧道工程。尽管传统衬砌技术在公路隧道工程中有悠久的历史 and 广泛的应用,但也存在一些局限性。例

如,传统衬砌技术在应对地震、渗水等复杂环境下的效果可能不尽如人意,同时施工周期较长、维护成本较高等问题也需要引起重视。在实际应用中,需要结合具体工程情况和需要,综合考虑传统衬砌技术的优缺点,在保证施工质量的前提下选择合适的衬砌方法。

5.2 新型衬砌材料与技术

在公路隧道工程中,为了提高隧道结构的稳定性和耐久性,新型衬砌材料和技术得到了广泛的关注和应用。这些新型衬砌材料和技术在传统衬砌技术的基础上进行了改进和创新,包括新型材料的运用、新工艺的应用以及结构设计的优化等方面。新型衬砌材料方面,随着材料科学的不断进步,各种新型高强度、高耐久性的材料被引入到隧道衬砌中,如玻璃钢、高分子材料等。这些新型衬砌材料具有优异的抗压、抗渗、抗腐蚀等性能,能够有效地提高隧道衬砌的使用寿命和安全性。新型衬砌技术包括了新的施工工艺和方法,如自动化施工设备、智能控制系统等。通过引入现代化的工艺技术,可以提高施工效率、保证施工质量,减少人为错误和施工风险,同时降低施工成本。新型衬砌技术还包括结构设计的优化和创新,如采用轻型模块化衬砌结构、多功能化设计等。这些创新的设计理念可以根据不同的地质条件和工程要求,量身定制衬砌方案,有效地提高隧道结构的适用性和可靠性。新型衬砌材料与技术的引入为公路隧道工程带来许多优势和进步。它们不仅可以提高隧道结构的稳定性和安全性,还能够降低维护成本、延长使用寿命,同时也为隧道工程的可持续发展提供更广阔的空间。随着科技的不断发展和实践经验的积累,相信新型衬砌材料与技术将不断创新和完善,为公路隧道工程的建设 and 运营带来更多价值和便利。

6 公路隧道工程支护及衬砌技术综合应用案例分析

在公路隧道工程中,支护和衬砌技术的综合应用对于保障隧道结构的安全、稳定运行起着至关重要的作用。以下有两个公路隧道工程的支护及衬砌技术综合应用案例进行分析。案例:杭绍台高速公路霞山隧道穿越的地质地貌复杂,岩石质地多变,部分初支段变形明

显,存在一定的地下水问题,而隧道周边的土壤稳定性较差,需要进行有效的支护和衬砌设计。工程采用了加强结构支护与衬砌材料技术的综合应用,实现了全面的支护效果。在隧道围岩较为松软的地段,采用加强导管注浆(水玻璃、水泥浆液)。初喷后安装工字钢及锚杆,再结合高强度钢筋网固定土体,喷射混凝土形成一种有效的初期支护支撑结构,提高隧道围岩的强度,后续由于围岩的下沉变形明显,在初期之后结构后又进行第二次工字钢加强临时支撑,局部换拱处理,抵御岩层变形具有明显的效果,确保了隧道结构的安全性。在隧道内壁的衬砌设计中,可以采用新型高强度材料。新型材料具有优异的抗腐蚀、耐磨损、抗压性能,能够有效延长隧道衬砌的使用寿命,提高了隧道的整体耐久性和可靠性。

综上所述,公路工程隧道施工,初期支护是关键,初期支护的好坏,关系到后续二衬是否稳定,针对不同的地质条件,选择优化不同的支护方式,同时结合衬砌的补充,确保隧道工程的稳定性。衬砌的施工仍有很大的改进空间,特别是结构模块化的考虑,为我们的工程指明了另一条道路,这里就需要新材料的技术发展,稳定、可靠、创新才是工程探索的新方向。

结束语

支护及衬砌技术在公路隧道工程中的重要性不言而喻。随着科技的不断进步和经验的积累,我们有信心相信支护及衬砌技术会不断创新和完善,为公路隧道工程的发展带来更多的可能性和便利。在未来的工程实践中,将积极探索适合不同地质条件和工程要求的最佳支护及衬砌技术方案,努力为工程建设更安全、更可靠的公路隧道贡献我们的智慧和力量。

参考文献

- [1]田富强.高速铁路隧道施工技术与管理探讨[J].建筑技术开发,2019(20):40-41.
- [2]刘晰.高速公路隧道衬砌裂缝的成因与防治措施[J].中外企业家,2018(27):79-80.