

土木隧道施工中的隧道衬砌结构与材料研究

刘硕

四川公路桥梁建设集团有限公司公路二分公司

摘要：本研究旨在探讨土木隧道施工中的隧道衬砌结构与材料，并通过对现有文献提出了一些解决方案以应对当前存在的问题。首先介绍了隧道衬砌结构与材料的基本概念，然后分析了目前存在的问题，包括施工难度、材料选择、安全性等方面的挑战。接下来提出了改进和解决问题的方法，包括新型材料的应用、施工技术的改进等。最后，对本研究的成果进行了总结，并展望了未来的研究方向。

关键词：土木隧道；隧道衬砌；施工材料；结构设计；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.12.090

引言：土木隧道作为重要的交通基础设施，在现代城市化进程中扮演着至关重要的角色。隧道衬砌结构与材料作为隧道施工中的关键环节，直接影响着隧道的使用寿命、安全性以及施工效率。因此，对隧道衬砌结构与材料进行深入研究具有重要的实际意义。

一、隧道衬砌结构与材料的基本概念

隧道衬砌结构与材料是隧道工程中非常重要的一部分，它的作用不仅仅是起到支护作用，还能够保护隧道围岩，提高隧道的使用性能。根据隧道的使用要求和环境条件，我们可以选择不同的衬砌材料和施工方式。刚性衬砌主要指混凝土衬砌、钢筋混凝土衬砌等材料，它们具有较高的承载能力和耐久性，适用于需要较高稳定性和耐久性的隧道。混凝土衬砌是一种传统的衬砌材料，它具有优良的耐久性和抗压性能，但是由于其自身质量较大，施工过程较为复杂，因此在现代隧道工程中更多地采用钢筋混凝土衬砌。钢筋混凝土衬砌结合了钢筋和混凝土的优点，提高了抗拉强度和抗变形能力，同时也具有较好的耐久性和防腐性能，因此在现代隧道工程中应用广泛。柔性衬砌主要指聚合物衬砌、聚乙烯泡沫衬砌等材料，它们具有良好的柔性和变形适应性，适用于对变形适应性要求较高的隧道。聚合物衬砌是一种具有良好弹性和变形适应性的材料，它可以有效地缓冲隧道内外部位移差异而不会出现开裂等问题，同时也具有良好的防水和防火性能。聚乙烯泡沫衬砌则是一种轻质、柔性的材料，适用于不同压力和变形条件下的工程。金属材料如钢板、铝板等，用于提高隧道衬砌的抗

压性和防腐性能，同时也具有较好的耐久性和可靠性。模板浇筑是一种常见的施工方式，适用于混凝土和钢筋混凝土衬砌的施工，需要考虑模板的支撑和拆除。喷射法是一种适用于聚合物等材料的衬砌施工方式，可以快速形成连续的衬砌结构。预制板安装是一种适用于金属材料等的衬砌施工方式，可以减少现场施工周期。在设计和施工隧道衬砌时，我们需要根据具体隧道工程的要求和环境条件进行合理选择和应用，以确保隧道的使用寿命、安全性和施工质量。同时，在衬砌的维护保养阶段，我们也需要加强对衬砌材料的检查和维护，避免出现影响隧道的正常使用。

二、土木隧道施工中的隧道衬砌结构的重要性

隧道衬砌结构在土木隧道施工中扮演着重要的角色。具体来说，隧道衬砌结构的重要性体现在以下几个方面：隧道衬砌能够有效地保护隧道围岩，防止围岩受到外部环境的侵蚀和破坏。隧道内部的水分、地下水压力等因素都可能对围岩造成不利影响，而衬砌可以起到隔离作用，保护围岩的稳定性和完整性。通过合理设计和施工隧道衬砌结构，可以有效增强隧道的整体结构稳定性。衬砌可以分担地压力，减少变形和破坏的风险，确保隧道的安全运行。优质的隧道衬砌结构能够提高隧道的使用性能。例如，在隧道衬砌中加入防水层可以减少水渗漏问题，提高隧道的防水性能；在衬砌结构中采用隔音材料可以降低噪音传递，提升隧道的舒适度。良好的隧道衬砌结构能够有效延长隧道的使用寿命。合理选择材料、施工工艺和维护措施可以减少衬砌的老化和损坏，降低维修和修复成本，保障隧道的长期可持续运营。隧道衬砌结构的合理设计可以提高隧道对地震、洪水等自然灾害的抵抗能力。例如，在衬砌结构中加入抗震设计和防洪措施可以减轻灾害带来的损失，确保隧道在灾害情况下的安全性。隧道衬砌结构在土木隧道施工中是至关重要的。它不仅保护隧道围岩、增强结构稳定性，还能提高使用性能、延长隧道寿命和应对灾害风险。因此，在隧道工程中，合理设计和施工隧道衬砌结构是确保隧道安全、可靠运行的关键环节。

三、存在的问题

1. 选择不当的材料

隧道衬砌结构及其材料的选择对隧道的稳定性、耐

久性、抗震性能和防水性能等方面都有着重要的影响。如果选择强度不足的材料，衬砌可能会失去支撑固定隧道围岩的基础功能，从而对隧道的稳定性造成威胁。因此，在选择衬砌材料时，需要考虑其强度等性能指标是否符合隧道工程的要求。同时，衬砌需要具备较高的耐久性，以保证其长期稳定运行。如果选择耐久性差的材料，如易腐蚀、易老化等，衬砌可能会出现损坏、变形等问题，从而降低隧道的使用寿命。因此，在选择衬砌材料时，需要考虑其耐久性和抗腐蚀等性能指标。隧道在地震等自然灾害中需要具备一定的抗震性能，而衬砌材料的选择也是影响抗震性能的重要因素。如果选择抗震性能不足的材料，隧道在地震等灾害情况下的安全性就无法得到保障。因此，在选择衬砌材料时，需要考虑其抗震性能和变形适应性等性能指标。隧道衬砌结构在防水方面的性能也是非常重要的。如果选择防水性能差的材料，衬砌可能会出现水渗漏等问题，从而影响到隧道周围地下水位和围岩的稳定性。因此，在选择衬砌材料时，需要考虑其防水性能和防水层的密封性等性能指标。最后，如果选择施工难度大的材料作为隧道衬砌结构，可能会增加施工难度和成本，从而对整个隧道工程造成不利影响。因此，在选择衬砌材料时，需要考虑其施工难度和成本等方面的因素，以综合评估其适用性。

2. 施工质量问题

隧道衬砌在施工过程中接缝处的质量直接影响到整体结构的稳定性和密封性。如果接缝处理不当，可能导致裂缝产生，影响隧道的使用寿命和安全性。隧道衬砌施工时，如果未能有效地排除空气或其他杂质，可能造成衬砌与围岩之间出现空鼓现象。空鼓区域的强度较弱，容易发生破坏，影响隧道结构的整体稳定性。施工过程中，如果未能控制好衬砌结构的收缩和变形，可能导致衬砌表面产生裂缝。这些裂缝不仅影响隧道的外观美观，还可能加剧水渗漏问题，影响隧道的使用寿命。隧道衬砌施工所使用的材料质量直接关系到衬砌结构的稳定性和耐久性。如果材料质量不达标，可能导致衬砌结构的强度不足、耐久性差，甚至出现腐蚀等问题，影响隧道的安全运行。隧道衬砌施工需要采用合理的施工方法和工艺，如果施工人员操作不当或者违反规范，可能导致衬砌结构出现质量问题，影响隧道的使用安全性。

3. 水渗漏问题

由于隧道衬砌结构由多块衬砌块组成，在施工过程中，块与块之间的接缝处理应该得到重视。如果接缝处理不当，会导致水从接缝处渗入隧道内部，进而影响隧

道使用寿命和安全性。在选用隧道衬砌材料时，应该考虑到其防水性能。如果选用的材料本身渗透性较高，或者在使用过程中出现老化、开裂等问题，都有可能导致水渗漏。隧道衬砌施工过程中，需要采用合理的施工方法和工艺，以确保衬砌结构的完整性和密封性。如果施工工艺不当，例如未能确保衬砌结构的完整性和密封性，就会造成水渗漏问题。隧道周围的围岩中可能存在渗水问题。如果衬砌结构未能有效阻止围岩水渗透，也会导致水渗漏。

4. 维护保养不及时

隧道衬砌结构和材料的老化、开裂等问题如果得不到及时的维护保养，将导致水渗漏问题加剧，进而影响隧道的使用安全性。隧道衬砌结构长时间不进行维护保养，容易受到外部环境的侵蚀，导致结构的损坏和失效，从而影响隧道的整体稳定性。衬砌结构和材料的老化、开裂等问题如不及时修复，会增加隧道使用过程中的安全隐患，可能导致意外事故的发生。如果隧道衬砌结构和材料得不到及时的维护保养，其使用寿命将会大大缩短，需要提前进行大规模的维修和加固工程，增加了维护成本和投入。

四、解决问题的措施

1. 选择不当的材料问题的解决措施

在选择隧道衬砌结构和材料时，必须充分考虑隧道所处的具体工程环境，如地质条件、水文情况等。只有选择能够适应这些环境变化的耐久性好材料，才能确保隧道结构的稳定性和安全性。根据隧道的使用要求和性能指标，选择具有良好抗渗性和抗压强度的材料至关重要。只有这样，隧道才能满足设计要求并具备长期可靠运行的能力。在材料选用过程中，务必确保所选材料符合相关国家标准和规范要求。这是保证隧道工程质量和安全性的基本保障。科学设计阶段是确保隧道衬砌结构和材料选择合理的关键。必须充分考虑工程要求和环境条件，以便制定出科学合理的设计方案。通过科学设计，可以避免选择不当材料可能导致的后期问题。仔细考虑材料特性和工程实际情况，可以有效确保隧道工程的成功实施和长期稳定运行。在隧道施工过程中，必须加强对材料选择的监管和检查工作。只有确保选用的材料符合设计要求，才能避免因施工原因导致选择不当材料而引发的问题。对隧道衬砌结构和材料质量的控制至关重要。只有确保材料的品质符合标准，才能避免因质量问题导致选择不当材料的情况发生。隧道完工后，定期对隧道衬砌结构和材料进行检测和评估是必不可少的。通过及时发现问题并进行修复和处理，可以确保隧

道的正常使用，并延长其使用寿命。

2. 施工质量问题的解决措施

建立完善的质量管理体系，确保施工过程中对隧道衬砌结构和材料的质量进行全面监控。包括施工前、施工中和施工后的各个环节都需要进行严格的质量管理，包括原材料的验收、工艺流程的控制、施工现场的监督等。严格把关原材料的供应商，确保原材料的质量符合国家标准和规范要求。同时，对原材料进行验收检测，确保其性能指标符合设计要求。制定详细的施工工艺流程，确保隧道衬砌结构的施工过程规范、严谨。施工人员要接受专业培训，熟悉施工工艺和操作规程，严格按照要求进行施工，避免出现误操作或疏漏。在施工过程中加强对隧道衬砌结构和材料的质量控制，包括定期抽样检测、现场监测和记录，确保施工质量达标。对从事隧道衬砌施工的技术人员进行培训和管理，提高其专业水平和责任意识，确保施工过程中能够严格按照要求进行操作。加强对施工现场的监督和检查，及时发现和纠正施工中可能存在的质量问题，确保整个施工过程的质量可控。隧道施工完成后，对隧道衬砌结构和材料进行定期的质量评估和检测，及时发现可能存在的质量问题，并采取相应的修复和处理措施，保障隧道的安全和可靠运行。通过以上的解决措施，可以有效解决土木隧道施工中隧道衬砌结构与材料的施工质量问题，确保隧道工程的质量和安全性。

3. 水渗漏问题的解决措施

在设计阶段就要考虑到水渗漏问题，选择具有良好抗渗性能的隧道衬砌结构和材料至关重要。采用防水型混凝土或其他防渗材料可以有效提高隧道衬砌结构的防水性能。在施工中严格选用符合标准要求的防水材料是确保隧道衬砌结构防水性能的基础。同时，对材料的储存、搬运和使用过程进行严格管理，避免因人为原因导致材料质量问题。在施工过程中加强对隧道衬砌结构施工工艺的控制很关键。严格按照设计要求操作，并在连接处和施工接缝处做好密封处理，可以有效避免水渗漏问题。隧道完工后要定期对隧道衬砌结构进行检测，及时处理发现的问题。定期维护隧道衬砌结构，保持其防水性能，延长使用寿命。合理设计排水系统并加强维护是减少水渗漏可能性的重要措施。确保排水系统畅通，及时将积水排出隧道。对施工现场进行监督和管理，确保施工过程遵循规范操作，可以有效避免施工质量问题导致水渗漏。

4. 维护保养不及时问题的解决措施

在隧道施工完成后，建立健全的维护管理制度是确保隧道安全运行的基础。这包括明确维护责任和周期，制定详细的维护计划，并确保定期进行维护和检查。只有建立完善的管理制度，才能保证隧道的长期安全运行。定期对隧道衬砌结构进行巡视和检测至关重要。通过使用现代化的检测技术，如无损检测和声波检测，可以全面评估衬砌结构的状况，并及时发现潜在问题，以便采取相应的修复措施，确保隧道结构的完好性。在隧道施工过程中，采用符合标准要求的防腐、防水材料对衬砌结构进行处理至关重要。定期对防腐层进行维护和修复，可以有效延长衬砌结构的使用寿命，提高其抗腐蚀和防水能力。一旦发现隧道衬砌结构或材料出现损坏或破坏，必须立即采取修复措施，避免问题扩大影响隧道的安全运行。修复过程中要选用符合要求的修复材料和方法，确保修复质量和效果。通过加强施工人员的培训，提高他们对隧道衬砌结构与材料维护的认识和技能水平。同时建立健全的技术支持体系，为施工人员提供必要的技术指导和支持，确保他们能够有效地进行维护工作。加强对维护保养工作的监督与管理是确保措施有效执行的关键。建立健全的监督机制，定期对维护工作进行检查和评估，发现问题及时整改，确保维护工作按照规范和要求进行。通过上述综合措施的实施，可以有效解决土木隧道施工中隧道衬砌结构与材料维护保养不及时的问题，确保隧道的安全运行和持久稳定。这些措施将有助于延长隧道的使用寿命，降低维护成本，并提升隧道的整体安全性和可靠性。

结语

通过上述综合的管理措施，我们可以有效地加强对隧道衬砌结构和材料的维护保养工作。这不仅有助于延长隧道的使用寿命，降低维护成本，还能够确保隧道的安全运行和持久稳定。在土木工程领域，隧道的质量和安全是至关重要的，而维护保养工作则是保障隧道长期安全运行的重要保证。因此，我们应该高度重视隧道衬砌结构与材料的维护保养工作，严格执行相关管理制度和标准要求，做好每一个细节，为隧道的安全运行贡献力量。

参考文献

- [1] 徐林生. 隧道工程衬砌结构补强加固技术研究[J]. 中外公路, 2017, 37(5): 203-206
- [2] 赵智兵. 隧道裂缝缺陷处治技术在施工中的运用研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(7): 0079-0082