

公路涵洞设计与施工探讨

郑嘉琪

普洱公路规划勘察设计院有限公司 云南 普洱 665000

摘要：本文探讨了公路涵洞设计与施工的关键技术和常见问题。通过分析设计原则、涵洞类型选择、尺寸设计以及材料选择与结构安全等方面的要求，阐述了公路涵洞设计的核心内容。介绍了施工前准备、基础处理与开挖、主体结构施工、防水与排水系统施工以及附属设施施工等施工技术和方法。针对设计与施工中的常见问题，提出了加强地质勘察、引入新技术与设备、优化设计方案与施工工艺等应对策略

关键词：公路涵洞；设计原则；施工技术；常见问题；应对策略

引言：随着公路交通的快速发展，公路涵洞作为公路排水和跨越障碍物的关键结构，其重要性日益凸显。在实际工程中，公路涵洞的设计与施工面临着诸多挑战，如地质条件复杂、交通流量大、施工技术要求高等。如何科学合理地进行公路涵洞的设计与施工，确保其稳定性和安全性，成为当前亟待解决的问题。本文将从设计原则与要求、施工技术与方法、常见问题与对策等方面进行深入探讨，以为公路涵洞的设计与施工提供有益的参考。

1 公路涵洞设计原则与要求

1.1 设计基础与依据

(1) 地质勘察与地形分析：通过详细的地质勘察，可以全面了解涵洞所在位置的地质条件，包括地基承载力、岩层分布、地下水位、土壤性质等关键信息。这些信息对于确定涵洞的基础类型、结构设计、施工方法以及后续维护策略至关重要。地形分析则有助于确定涵洞的布置方案，确保其与周围环境相协调，同时避免对地形造成不必要的破坏。(2) 水文条件考虑：水文条件是设计公路涵洞时必须充分考虑的因素之一。涵洞不仅要满足公路排水需求，还要能够应对可能的洪水侵袭。设计时需要根据历史洪水记录、降雨强度、河流流量等水文数据，合理确定涵洞的泄流能力和防洪标准。(3) 交通流量与荷载需求：交通流量与荷载需求，是设计公路涵洞时不可忽视的重要因素。随着公路交通量的不断增加，涵洞所承受的荷载也在逐渐增大。设计时需要充分考虑未来交通流量的增长趋势，以及可能的大型车辆荷载，确保涵洞具有足够的承载能力和通行能力。

1.2 涵洞类型选择

(1) 圆管涵、箱涵、拱涵适用性分析：圆管涵、箱涵和拱涵是公路涵洞中常见的三种类型。圆管涵具有结构简单、施工方便、造价低廉等优点，适用于小型河流

或沟渠的跨越；箱涵则具有较大的过水断面和较好的结构稳定性，适用于大型河流或需要较高泄流能力的场合；拱涵则能够充分利用材料的抗压性能，适用于跨度较大且地基条件较好的情况。(2) 新型涵洞结构探讨：随着工程技术的不断进步，新型涵洞结构也层出不穷。例如，钢波纹管涵因其良好的柔性和适应性，在地震多发地区得到了广泛应用；而钢筋混凝土预制块涵则具有施工速度快、质量可控等优点，适用于工期紧、质量要求高的工程项目。还有一些新型复合材料涵洞、生态涵洞等，它们不仅具有传统涵洞的功能，还能够一定程度上保护生态环境，实现可持续发展。

1.3 涵洞尺寸设计

(1) 孔径与跨度的确定：涵洞的孔径与跨度是其尺寸设计中的关键参数。孔径的大小直接影响到涵洞的泄流能力和通行能力。在确定孔径时，需要根据水文条件、交通流量以及地基承载力等因素进行综合考虑。跨度则决定了涵洞的结构形式和施工方法。在确定跨度时，需要充分考虑地形条件、施工难度以及经济成本等因素。(2) 纵断面与横断面设计：纵断面设计主要关注涵洞进出口的坡度、高程以及水流条件^[1]。合理的坡度设计可以确保水流顺畅、无淤积；合适的高程设计可以避免涵洞被洪水淹没或受到冲刷破坏。横断面设计则主要关注涵洞的宽度、高度以及洞内净空。宽度和高度需要满足交通流量和泄流能力的需求；洞内净空则需要确保车辆和行人能够安全、顺畅地通过。(3) 洞内净空与通行能力：洞内净空是涵洞设计中的重要参数之一。它直接影响到车辆和行人的通行能力和安全性。在设计时，需要充分考虑未来交通流量的增长趋势以及可能的大型车辆荷载，确保洞内净空能够满足通行需求。

1.4 材料选择与结构安全

(1) 材料性能与耐久性要求：材料的选择对于涵洞

的结构安全和耐久性至关重要。在选择材料时,需要充分考虑其性能、耐久性、经济性以及施工便捷性等因素。例如,钢筋和混凝土是涵洞结构中常用的材料。钢筋具有良好的抗拉性能,能够承受涵洞结构中的拉力;混凝土则具有良好的抗压性能,能够承受涵洞结构中的压力。在选择时,需要确保材料的质量符合相关标准,并能够满足涵洞设计的需求。(2)结构稳定性与抗震设计:结构稳定性是涵洞设计中的核心问题之一。在设计时,需要采用合理的结构形式、布置和连接方式,确保涵洞在正常使用条件下和极端情况下的稳定性。还需考虑涵洞所在地区的抗震设防烈度,进行必要的抗震设计。抗震设计可以通过增加结构的刚度、设置减震装置、优化结构布置等方式来实现。

2 公路涵洞施工技术与方法

2.1 施工前准备

(1)施工图纸审核与现场调查:施工图纸是指导施工的重要依据,在施工前必须对施工图纸进行严格的审核。审核内容包括但不限于结构设计、尺寸标注、材料选用、施工工艺等。要对图纸中的不明确或疑问之处进行标注,并及时与设计单位沟通解决。现场调查是施工前不可或缺的一环。调查内容主要包括地形地貌、地质条件、水文情况、交通状况以及周边环境等。通过现场调查,可以更加准确地了解施工环境,为后续的施工方案制定提供可靠依据。(2)施工队伍组织与设备调配:根据施工图纸和现场调查情况,合理组织施工队伍,明确各岗位的职责和任务。根据施工需要,调配足够的施工设备和工具,如挖掘机、装载机、搅拌机、振捣器等,确保施工顺利进行。还要对施工队伍进行必要的技术培训和安全教育,提高施工人员的技能水平和安全意识。

2.2 基础处理与开挖

(1)基坑开挖与支护技术:基坑开挖是涵洞施工的第一步。在开挖前,要根据施工图纸和现场实际情况,确定开挖的边界和深度。开挖过程中,要严格控制开挖的进度和深度,避免超挖或欠挖。基坑支护是确保基坑稳定的关键措施。根据基坑的深度、地质条件以及周边环境,选择合适的支护方式,如钢板桩支护、土钉墙支护、锚杆支护等。支护施工要严格按照施工图纸和技术要求进行,确保支护结构的稳定性和安全性。(2)地基处理与加固措施:地基处理是涵洞施工的重要环节。根据地质勘察报告和施工图纸,对地基进行必要的处理,如换填、压实、注浆等,以提高地基的承载力和稳定性^[2]。对于软弱地基或不良地质条件,还需要采取加固措施。加固方式包括但不限于桩基加固、扩大基础加固、

化学注浆加固等。加固施工要严格按照施工图纸和技术要求进行,确保加固效果满足设计要求。

2.3 主体结构施工

(1)模板安装与钢筋绑扎:模板安装是主体结构施工的第一步。模板的选择要根据施工图纸和现场实际情况进行,确保模板的尺寸、形状和位置符合设计要求。模板安装要牢固可靠,避免在浇筑混凝土时出现变形或位移。钢筋绑扎是主体结构施工的关键环节。根据施工图纸和钢筋配筋表,对钢筋进行切割、弯曲和绑扎。钢筋绑扎要严格按照施工图纸和技术要求进行,确保钢筋的位置、数量和间距符合设计要求。(2)混凝土浇筑与振捣:混凝土浇筑是主体结构施工的核心环节。在浇筑前,要对模板进行清理和湿润,确保混凝土与模板之间的粘结力。混凝土浇筑要分层进行,每层浇筑厚度不宜过大,避免产生过大的温度应力和收缩裂缝。浇筑过程中,要严格控制混凝土的坍落度和振捣时间,确保混凝土的密实度和均匀性。振捣器要均匀分布,避免漏振或过振。(3)预制构件安装与拼接:对于采用预制构件的涵洞,还需要进行预制构件的安装与拼接。预制构件的选择要根据施工图纸和现场实际情况进行,确保构件的尺寸、形状和质量符合设计要求。预制构件的安装要采用专用的吊装设备和工具,确保安装过程中的安全性和稳定性。拼接过程中,要对构件的接缝进行必要的处理,如打磨、清理、注浆等,确保接缝的密实度和耐久性。

2.4 防水与排水系统施工

(1)防水材料选择与施工要点:防水是涵洞施工的重要环节。根据施工图纸和现场实际情况,选择合适的防水材料,如防水卷材、防水涂料等。防水材料的选择要满足设计要求的防水等级和耐久性。防水施工要严格按照施工图纸和技术要求进行。施工前要对基层进行清理和湿润,确保防水材料与基层之间的粘结力。施工过程中要控制防水材料的搭接宽度和密封性,确保防水层的连续性和完整性。(2)排水设施布置与安装:排水设施是涵洞的重要组成部分。根据施工图纸和现场实际情况,合理布置排水设施,如排水沟、集水井、排水管等。排水设施的设置要满足设计要求的排水能力和耐久性。排水设施的安装要严格按照施工图纸和技术要求进行。安装过程中要控制排水设施的坡度、间距和连接方式,确保排水设施的畅通性和稳定性。

2.5 附属设施施工

(1)洞口处理与防护设施:洞口处理是涵洞施工的重要环节。根据施工图纸和现场实际情况,对洞口进行必要的处理,如边坡防护、挡土墙施工等。洞口处理要

满足设计要求的稳定性和安全性。防护设施的设置要根据施工图纸和现场实际情况进行。防护设施的选择要满足设计要求的防护等级和耐久性。施工过程中要控制防护设施的尺寸、位置和连接方式,确保防护设施的稳定性和安全性。(2) 沉降缝与伸缩缝设置:沉降缝和伸缩缝是涵洞结构中的重要组成部分。根据施工图纸和现场实际情况,合理设置沉降缝和伸缩缝的位置和数量。沉降缝和伸缩缝的设置要满足设计要求的变形能力和耐久性。沉降缝和伸缩缝的施工要严格按照施工图纸和技术要求进行。施工过程中要控制缝的宽度、深度和填充材料的选择,确保缝的密封性和耐久性。(3) 洞内照明与通风系统:洞内照明和通风系统是涵洞施工的重要组成部分。根据施工图纸和现场实际情况,合理布置洞内照明和通风设施。洞内照明和通风设施的设置要满足设计要求的稳定性和舒适性。洞内照明设施的选择要满足设计要求的照度和色温。施工过程中要控制照明设施的布置和连接方式,确保照明设施的均匀性和稳定性。

3 公路涵洞设计与施工中的常见问题与对策

3.1 设计与施工中的常见问题

(1) 地质条件复杂导致的设计难度:地质条件是公路涵洞设计与施工中的一大挑战。不同地区的地质构造、岩层分布、土壤性质等差异显著,使得设计者在制定方案时不得不面对复杂的地质条件。特别是遇到软弱地基、断层、岩溶等特殊地质情况时,设计难度更是大幅增加。这些复杂的地质条件不仅增加了设计成本,还可能对涵洞的稳定性和安全性构成威胁。(2) 施工过程中的技术难题:施工过程中,技术难题同样不容忽视。涵洞施工涉及多种技术,如基坑开挖、模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑等。这些环节都需要施工人员具备较高的技术水平和丰富的实践经验。在实际操作中,由于施工人员技术水平参差不齐、施工工艺不规范等原因,常会出现施工质量问题。(3) 材料与设备供应问题:材料与设备是公路涵洞施工的基础。在实际操作中,材料与设备供应问题时常困扰着施工者。一方面,市场上材料种类繁多,质量参差不齐,选择不当可能导致施工质量下降;另一方面,设备供应不足或故障频发也会影响施

工进度和质量。

3.2 应对策略与改进措施

(1) 加强地质勘察与数据分析:针对地质条件复杂导致的设计难度,应加强地质勘察与数据分析工作。在设计阶段,应充分收集和分析地质勘察资料,了解地质构造、岩层分布、土壤性质等信息。还应采用先进的勘察技术和手段,如地质雷达、钻探等,对特殊地质情况进行深入探测和分析。通过这些工作,可以为设计者提供更加准确的地质信息,降低设计难度和风险。(2) 引入新技术与设备提升施工效率:针对施工过程中的技术难题,应引入新技术与设备来提升施工效率和质量。例如,可以采用自动化、智能化的施工设备和工艺,如自动搅拌站、自动钢筋绑扎机等,来减少人工操作和提高施工精度^[1]。还可以利用BIM(建筑信息模型)等先进技术进行三维建模和模拟施工,以优化施工方案和工艺。(3) 优化设计方案与施工工艺:在设计施工过程中,还应不断优化设计方案与施工工艺。设计者应根据地质勘察结果和实际需求,合理的设计方案,确保涵洞的稳定性和安全性。施工人员应根据设计方案和施工工艺要求,规范施工操作,确保施工质量。还应加强对施工过程中的质量监控和检测工作,及时发现和解决问题。

结束语:公路涵洞的设计与施工是一个复杂而细致的过程,需要综合考虑地质条件、交通流量、材料性能等多种因素。通过加强地质勘察、引入新技术与设备、优化设计方案与施工工艺等措施,可以有效解决设计与施工中的常见问题,提高涵洞的稳定性和安全性。未来,随着工程技术的不断进步,公路涵洞的设计与施工技术也将得到进一步的完善和发展。

参考文献

- [1]陈小武.山区市政道路涵洞设计必要性及要点分析[J].中国住宅设施,2022(11):25-27.
- [2]李优峰.关于山区公路涵洞设计与施工的分析[J].四川建材,2021(07):172-173.
- [3]李雪婷,王济源.山区高速公路涵洞特点与设计方法[J].四川建材,2019(11):190-191.