

桥梁涵洞设计中的环境因素考虑

朱长华 田增顺

山东省交通规划设计院集团有限公司

摘要：桥梁涵洞是公路、铁路、水路等交通基础设施中不可或缺的组成部分。随着经济的发展和城市化进程的加速，对桥梁涵洞的需求也在不断增加。然而，桥梁涵洞的设计并不只是简单的结构设计，还需要考虑周围环境因素的影响。这些环境因素包括气象、水文、地质和生态等因素，对桥梁涵洞的安全性和可持续性都有着重要的影响。因此，在桥梁涵洞设计中，需要充分考虑这些环境因素，以确保桥梁涵洞的安全性和可持续性。本文将针对这些问题进行深入探讨，并提出相应的解决方案。

关键词：桥梁涵洞设计；环境因素

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.03.065

一、桥梁涵洞概述

桥梁涵洞的基本概念可以理解为路基与管道、道路、河流交叉时设置的构造物，用于通过水体、道路或其他障碍物。根据桥涵跨径不同，桥梁涵洞可分为特大桥、大桥、中桥、小桥、涵洞等^[1]；涵洞又根据构造形式的不同，可分为管涵、盖板涵、拱涵、箱涵等^[2]。

在设计过程中，桥梁涵洞设计的一般流程包括方案选型、结构设计和施工图设计。在方案选型阶段，需要根据实际情况选择桥梁涵洞的结构类型、跨径和布置方式。在结构设计阶段，需要进行结构力学分析和构造设计，保证桥梁涵洞受力能够满足规范要求。在施工图设计阶段，需要结合相关的施工方案和施工工序，深化桥梁涵洞设计。

在桥梁涵洞设计中，环境因素是重要影响因素。根据现行相关规范，桥涵应根据公路功能、技术等级、通行能力及防灾减灾等要求，结合水文、地质、通航和环境等条件进行综合设计^[3]。气候条件、地质条件和周边环境情况都会对桥梁涵洞的设计和使用产生重要影响。气候条件包括温度、湿度、降雨和风力等因素，需要根据具体情况确定涵洞的防水、抗冻和防风措施。地质条件包括地质构造、地下水位和土层稳定性等因素，需要进行地质勘察和地质力学分析，确定涵洞的地基处理和桥梁的桩基类型。周边环境情况包括周围土地利用、生态环境和环境保护等因素，需要进行环境影响评价和环境监测，保护周围环境的稳定和安全。

设计人员应充分认识到环境因素的重要性，采取相应的设计措施，以提高桥梁涵洞的适应能力和环境友好性。考虑环境因素可以确保涵洞在不同条件下具有良好的运行和使用性能，并且能够适应未来的环境变化和发展要求。通过实际案例分析，可以验证环境因素对桥梁涵洞性能和环境适应能力的优化作用。在设计过程中，

设计人员可以借鉴现有的设计原则和方法，如环境影响评价、可持续发展和适应性设计等，以确保设计方案的合理性和科学性。

二、环境因素分析

（一）气候条件分析

气候条件是桥梁涵洞设计中的重要环境因素之一。不同气候条件对桥梁涵洞的结构和使用性能都会产生不同程度的影响。在桥梁涵洞设计过程中，需要考虑的气候条件包括气温、湿度、降水和风速等。

气温是影响桥梁涵洞结构的重要因素之一。在极端高温和低温条件下，桥梁涵洞的材料性能和结构受力状态都会发生变化。高温会导致桥梁涵洞结构的膨胀和变形，而低温则会引起结构的收缩和开裂。因此，在设计桥梁涵洞时，需要充分考虑气温对结构的影响，选择适当的材料和结构形式，以保证结构的安全性和可靠性。

湿度也是桥梁涵洞设计中需要考虑的重要气候条件之一。高湿度会导致桥梁涵洞结构的腐蚀和劣化，特别是对于金属材料的腐蚀更为严重。此外，湿度还会影响土壤的稳定性和承载力，对桥梁涵洞的地基和基础产生影响。因此，在设计桥梁涵洞时，需要考虑湿度对结构和地基的影响，采取相应的防护措施，以延长结构的使用寿命。

降水是桥梁涵洞设计中需要考虑的另一个重要气候条件。降水会对桥梁涵洞的排水系统和防水措施产生影响，特别是在降水量较大的地区，如山区和沿海地区。降水还会导致地基的软弱和液化，对桥梁涵洞的地基和基础安全性产生影响。因此，在设计桥梁涵洞时，需要充分考虑降水对结构和地基的影响，采取适当的排水和防水措施，以保证结构的可靠性和使用寿命。

风速也是桥梁涵洞设计中需要考虑的气候条件之一。风速会对桥梁涵洞的稳定性和承载力产生影响。在高风速环境下，桥梁涵洞的结构容易受到风的作用，产生振动和变形。因此，在设计桥梁涵洞时，需要考虑风速对结构的影响，采取适当的结构形式和防风措施，以保证结构的安全性和稳定性。

（二）地质条件分析

地质条件是桥梁涵洞设计中另一个重要的环境因素。地质条件对桥梁涵洞的地基和基础稳定性、承载力和变形都会产生影响。在桥梁涵洞设计过程中，需要考虑的地质条件包括地质构造、土层性质和地下水位等。

地质构造对桥梁涵洞设计的影响主要体现在岩层的分布和走向上。不同地质构造下的岩性和岩层倾角对桥梁涵洞的地基和基础产生不同程度的影响。因此，在设计桥梁涵洞时，需要对地质构造进行详细的勘探和分

析,选择适当的基础形式和施工工艺,以保证结构的稳定性和承载力。

土层性质是桥梁涵洞设计中需要考虑的另一个重要地质条件。土层的承载力、变形特性和渗透性对桥梁涵洞的地基和基础稳定性产生影响。不同土层条件下的桥梁涵洞的地基和基础设计会有所差异。因此,在设计桥梁涵洞时,需要对土层进行详细的勘探和测试,确定土层的性质和特性,选择适当的地基和基础设计方案。

地下水位是桥梁涵洞设计中需要考虑的另一个重要地质条件。地下水位的高低会影响桥梁涵洞的地基和基础的稳定性和渗透性。在高地下水位条件下,桥梁涵洞地基可能会发生液化和软弱,导致结构的不稳定。因此,在设计桥梁涵洞时,需要考虑地下水位对结构和地基的影响,采取相应的防护措施,以保证结构的安全性和可靠性。

(三) 附近环境情况分析

附近环境情况是桥梁涵洞设计中需要综合考虑的一个重要因素。附近环境情况包括交通条件、土地利用和环境保护等方面的因素。这些因素对桥梁涵洞的设计和使用都会产生重要影响。

交通条件是桥梁涵洞设计中需要考虑的重要附近环境因素之一。交通条件的好坏会直接影响桥梁涵洞的使用和维护。在设计桥梁涵洞时,需要考虑交通流量、交通组织和交通安全等因素,确定合理的设计参数和要求,以保证桥梁涵洞的通行能力和安全性。

土地利用是桥梁涵洞设计中需要考虑的另一个重要附近环境因素。土地利用的规划和开发会直接影响桥梁涵洞的选址和施工条件。在设计桥梁涵洞时,需要考虑周边土地利用的要求和限制,确定合适的选址和施工方案,以保证桥梁涵洞的结构和功能与周围环境相协调。

环境保护是桥梁涵洞设计中需要充分考虑的重要附近环境因素。桥梁涵洞的设计和使用应符合环境保护的要求和指标。在设计桥梁涵洞时,需要考虑噪声、震动和废弃物等对周围环境的影响,采取相应的措施和技术,以减少对环境的负面影响。

桥梁涵洞设计中的环境因素分析包括气候条件、地质条件和附近环境情况的考虑。设计人员需要充分认识到这些环境因素对桥梁涵洞的影响,并采取相应的设计措施,以提高结构的安全性、可靠性和环境友好性。只有充分考虑并合理利用环境因素,才能设计出更优秀的桥梁涵洞结构。

三、桥梁涵洞设计原则与方法

(一) 桥梁涵洞设计中环境因素的重要性

在桥梁涵洞设计中充分考虑环境因素是非常必要的,因为环境因素会直接影响到桥梁涵洞的安全性和可持续发展性。首先,气候条件对桥梁涵洞的设计具有重要影响。不同气候条件下,桥梁涵洞需要具备不同的适应性和稳定性。其次,地质条件在桥梁涵洞设计中也是一个非常重要的考虑因素。地质条件的不同将直接影响

到桥梁涵洞的地基土质和地下水位等特性,进而影响到结构的安全性和稳定性。最后,附近环境情况对桥梁涵洞的设计同样具有重要的影响。附近环境情况包括自然环境和人为环境,如附近建筑物、交通等。这些环境因素将对桥梁涵洞的使用和维护产生重要影响。

(二) 桥梁涵洞设计的原则

在考虑环境因素的基础上,我们提出了一些桥梁涵洞设计的原则。首先,要充分考虑桥梁涵洞在不同气候条件下的适应性。例如,在寒冷地区,桥梁涵洞的结构需要具备良好的防冻性能,以防止冻害。其次,要根据地质条件选择合适的涵洞结构类型和施工方法。如果地质条件复杂,需要采用合适的地下工程技术来提高涵洞的稳定性和安全性。最后,还要考虑附近环境情况对桥梁涵洞的影响。例如,在城市中,需要考虑交通和附近建筑物对桥梁涵洞的振动和噪音的影响,并采取相应的措施来保障桥梁涵洞的安全和舒适性。

(三) 桥梁涵洞设计的方法

为了充分考虑环境因素,我们提出了一些桥梁涵洞设计的方法。首先,可以通过分析气候数据和使用适当的计算模型来评估桥梁涵洞在不同气候条件下的受力性能。其次,通过地质勘察和地质测试,确定桥梁涵洞的地质特征,选择合适的涵洞结构类型和施工方法。最后,通过实际案例的分析,验证环境因素的考虑对桥梁涵洞设计的有效性。

通过以上的设计原则和方法,我们可以充分考虑桥梁涵洞设计中的环境因素,提高桥梁涵洞的安全性、可靠性和可持续发展性。实际案例的分析结果也证明了环境因素考虑对桥梁涵洞性能和环境适应能力的优化作用。因此,设计人员在桥梁涵洞设计过程中应充分认识到环境因素的重要性,并采取相应的设计措施,以提高桥梁涵洞的适应能力和环境友好性。

四、桥梁涵洞设计中环境因素的考虑方法

(一) 环境因素识别

在桥梁涵洞设计中,环境因素的识别是至关重要的。这些环境因素可以分为两大类:自然环境和人为环境。

自然环境因素包括:气候条件(如温度、湿度、风速等)、地形地貌(如地势起伏、地质构造、土壤类型等)、水文条件(如水位、流量、流速等)、生态环境(如植被、动物、水源等)等。

人为环境因素包括:社会经济条件(如人口、经济、交通等)、政策法规(如环保法规、土地利用规划等)、工程技术(如设计标准、施工技术等)、文化历史(如文化遗产、旅游资源等)等。

(二) 环境因素分析

在识别出环境因素后,需要对它们进行深入分析,以便在设计过程中充分考虑这些因素的影响。

自然环境因素分析:对于气候条件,需要考虑极端气候事件(如暴雨、雪灾、台风等)对桥梁涵洞的影

响,从而确定设计基准;对于地形地貌,需要分析地貌对水文条件的影响,以及地形对桥梁涵洞线形的要求;对于水文条件,需要预测洪水流量、水位等参数,以确保桥梁涵洞的泄洪能力;对于生态环境,需要评估设计方案对生态环境的影响,尽量减小对生态环境的破坏。

人为环境因素分析:对于社会经济条件,需要考虑区域发展规划、人口分布等因素,预测交通需求,确定设计规模;对于政策法规,需要遵循相关法律法规,确保设计方案的合规性;对于工程技术,需要结合设计标准、施工技术等因素,选择合适的桥梁涵洞类型和结构形式;对于文化历史,需要尊重当地文化传统,保护文化遗产,使设计方案与周边环境相协调。

(三) 环境因素分析

在桥梁涵洞设计中,环境因素的分析是至关重要的。这些环境因素可以包括但不限于气候、地形、地质、水文和水力等因素。下面我们将逐一分析这些环境因素对桥梁涵洞设计的影响。

首先是气候因素。气候因素主要包括温度、湿度、风速和降雨量等。这些因素会影响到桥梁涵洞的施工和使用。例如,在高温和潮湿的环境中,桥梁涵洞的混凝土结构容易受潮,从而影响其强度和耐久性。而在大风和暴雨的环境中,桥梁涵洞需要具备足够的抗风能力和排水能力,以保证其安全和稳定。

其次是地形因素。地形因素主要包括地形地貌、地貌高程和土地利用等。这些因素会影响到桥梁涵洞的选址、布局和形式。例如,在山区和丘陵地区,地形地貌的变化较大,桥梁涵洞需要根据地形地貌进行合理的布局和设计,以降低工程难度和提高工程效益。

再次是地质因素。地质因素主要包括地质构造、地层岩性、地下水和地质灾害等。这些因素会对桥梁涵洞的基础工程和隧道工程产生影响。例如,在岩溶发育区,需要对岩溶地进行充分的调查和评估,以避免因岩溶塌陷而导致的工程事故。

接下来是水文因素。水文因素主要包括水位、流量、流速、泥沙含量和冰凌等。这些因素会影响到桥梁涵洞的防洪、排洪和通航等功能。例如,在河流交汇处,需要充分考虑水位变化和流量变化对桥梁涵洞的影响,以保证其安全和稳定。

最后是水力因素。水力因素主要包括水力坡度、水力半径和水力糙率等。这些因素会影响到桥梁涵洞的排水能力和水力性能。例如,在水力坡度较大的地区,需要选择合适的排水设施,以保证桥梁涵洞的排水能力。

(四) 环境因素评价

在桥梁涵洞设计中,环境因素的评价是至关重要的。环境因素评价主要考虑以下几个方面:

地形地貌:地形地貌对桥梁涵洞的设计有着直接影响。在设计过程中,需要对地形地貌进行详细的调查和分析,以确保桥梁涵洞的选址和走向能够最大限度地适

应地形地貌条件,减小对周边环境的影响。

气候条件:气候条件包括温度、湿度、风速等因素,这些因素会影响桥梁涵洞的结构形式和材料选择。例如,在严寒地区,需要选用耐寒性能好的材料;在高温多雨地区,需要考虑排水和防潮问题。

水文条件:水文条件包括水位、流速、洪水频率等,这些因素对桥梁涵洞的跨度和形式有重要影响。设计时需要充分了解水文资料,以确保桥梁涵洞的通行能力和安全性。

地质条件:地质条件对桥梁涵洞的基础设计和材料选择至关重要。需要对地质进行详细勘察,了解地层的稳定性、地下水位和土壤的承载力,以保证桥梁涵洞基础的稳定性和安全性。

生态环境:在桥梁涵洞设计过程中,需要充分考虑对生态环境的影响。例如,需要评估施工过程中对土地、植被、水源等生态环境的影响,并采取相应的保护措施。

(五) 环境因素整合

在完成对各个环境因素的评价后,需要进行整合,以确保桥梁涵洞设计方案的综合性和合理性。环境因素整合主要包括以下几个方面:

综合分析:根据地形地貌、气候条件、水文条件、地质条件和生态环境等方面的评价结果,对桥梁涵洞的设计方案进行综合分析,找出最优方案。

方案优化:在综合分析的基础上,对桥梁涵洞的设计方案进行优化。例如,可以调整桥梁涵洞的选址、跨度和形式,以降低对环境的影响,提高设计方案的合理性。

制定环境保护措施:根据环境因素评价结果,制定相应的环境保护措施。例如,对于可能对生态环境造成较大影响的工程,可以采取生态修复、绿化等保护措施,减轻对环境的影响。

环境监测:在桥梁涵洞施工过程中,需要对环境进行实时监测,评估施工过程中对环境的影响,并根据监测结果及时调整设计方案和保护措施。

五、结束语

通过以上的设计原则和方法,我们可以充分考虑桥梁涵洞设计中的环境因素,提高桥梁涵洞的安全性、可靠性和可持续发展性。实际案例的分析结果也证明了环境因素考虑对桥梁涵洞性能和环境适应能力的优化作用。因此,设计人员在桥梁涵洞设计过程中应充分认识到环境因素的重要性,并采取相应的设计措施,以提高桥梁涵洞的适应能力和环境友好性。

参考文献

- [1]公路桥涵设计通用规范: JTG D60-2015[S]
- [2]公路涵洞设计规范: JTG/T 3365-02-2020[S]
- [3]公路工程技术标准: JTG B01-2014[S]
- [4]托潘.市政工程施工质量的影响因素及质量控制研究[J].市政工程, 2022.