

桥梁施工中的混凝土技术与结构性能研究

袁广华

张家口路缘公路工程有限公司，河北 张家口 075000

摘要：混凝土作为桥梁建设中最常用的材料，其质量和性能直接影响着桥梁的承载能力、耐久性以及使用寿命。因此，深入研究桥梁施工中的混凝土技术与结构性能，对于确保桥梁工程的质量和安全性具有重要意义。本文对混凝土材料及配合比设计进行了一定论述，在此基础上，进一步探讨了混凝土施工工艺与技术，并对混凝土桥梁结构性能进行了比较深入的分析，进而有助于促进混凝土技术在桥梁施工中应用的不断深入，从而为桥梁的施工质量提供可靠保障。

关键词：桥梁；混凝土；结构性能

Research on Concrete Technology and Structure Properties in Bridge Construction

Yuan Guanghua

Zhangjiakou roadside Highway Engineering Co., Ltd, Hebei, Zhangjiakou 075000

Abstract：As the most commonly used material in the bridge construction, the quality and performance of concrete directly affect the bearing capacity, durability and service life of the bridge. Therefore, it is of great significance to deeply study the concrete technology and structural performance of bridge construction to ensure the quality and safety of bridge engineering. This paper makes certain analysis of concrete materials and mix ratio design, on this basis, further discusses the concrete construction technology, and the concrete bridge structure performance is analyzed deeply, and helps to promote the deepening of concrete technology applied in bridge construction, so as to provide reliable guarantee for the bridge construction quality.

Key words：bridge; concrete; structural properties

一、前言

在现代交通建设中，桥梁作为重要的交通枢纽，连接着城市与城市、地区与地区，承载着大量的行人和车辆，而作为桥梁结构的核心材料，混凝土一直是广泛采用的建筑材料之一。混凝土桥梁的施工质量和结构性能直接关系到桥梁的安全可靠性和使用寿命，因此对混凝土技术与结构性能进行深入研究具有重要的现实意义。

二、混凝土材料及配合比设计

（一）混凝土组成和性能

混凝土是一种由水泥、骨料（如砂、石子）和适量掺合料（如粉煤灰、矿渣等）以及适量的水经过搅拌制成的复合材料。混凝土作为一种常用的建筑材料，在桥梁工程中具有重要的地位和作用。混凝土的性能主要包括抗压强度、抗拉强度、抗折强度、耐久性等。抗压强度是指混凝土在受压状态下能够承受的最大压力，是衡量混凝土承载能力的重要指标。抗拉强度是指混凝土在受拉状态下的抗拉能力，通常较抗压强度低。抗折强度是指混凝土在受弯曲作用下的抵抗能力，对于承受弯曲荷载的结构如梁、板等非常重要。耐久性是指混凝土在长期使用过程中的抵抗能

力，受到外界环境、化学腐蚀等因素的影响。混凝土的组成和性能直接影响着桥梁的结构性能和使用寿命，因此在混凝土材料的选择和配合比设计中，需要综合考虑桥梁的使用要求、环境条件和材料特性，以确保桥梁的安全稳定和耐久性。

（二）混凝土配合比设计原理和方法

混凝土配合比设计是指根据工程要求和混凝土材料的特性，确定混凝土中水泥、骨料、掺合料和水的配合比例，以获得所需的混凝土性能和强度等特性。混凝土配合比设计的原理和方法是多方面综合考虑的过程，需要遵循一些基本原则和步骤。

首先，要根据工程的要求确定混凝土的强度等级，然后根据混凝土材料的特性和试验数据，选择合适的水泥和掺合料，以及骨料的种类和粒径，确定初步的配合比。其次，进行试验室试制和试验，根据试验结果调整配合比，以满足强度、流动性、耐久性等方面的要求。在配合比设计过程中，还要注意控制混凝土的水灰比，避免过度使用水泥，以提高混凝土的强度和耐久性。最后，要考虑混凝土的施工性，确保施工过程中混凝土的坍落度和均匀性，防止出现偏析和孔洞等问题^[1]。

（三）添加剂在混凝土中的应用

混凝土添加剂是一种用于改善混凝土性能的特殊材料，广泛应用于混凝土配合比设计中。添加剂的应用可以显著改善混凝土的工作性能和性能表现。常见的混凝土添加剂包括减水剂、增稠

剂、增强剂、掺合料等。

首先，减水剂是一种常用的添加剂，它可以降低混凝土的水灰比，提高混凝土的流动性和坍落度，从而改善混凝土的施工性能，减少水泥用量，提高混凝土的强度和耐久性。其次，增稠剂主要用于改善混凝土的坍落度和减少出浆，特别适用于需要较小坍落度和较高密实性的混凝土工程。再次，增强剂是一类用于提高混凝土强度和耐久性的添加剂，它可以促进水泥和骨料的反应，形成更加致密的混凝土结构，提高混凝土的抗压、抗弯和抗冻融性能。最后，掺合料是一类常用的添加剂，它可以部分替代水泥，降低混凝土成本，同时改善混凝土的性能，如硅灰、矿渣粉等。通过合理添加这些添加剂，可以在保证混凝土强度和耐久性的同时，降低施工难度，提高工程质量，实现混凝土在桥梁结构中的高效应用。

三、混凝土施工工艺与技术

（一）混凝土搅拌与运输技术

混凝土搅拌与运输技术是桥梁施工中至关重要的环节，直接影响着混凝土质量和施工效率。合理高效的搅拌与运输过程，能够保证混凝土的均匀性、稳定性和工作性能，确保桥梁结构在使用过程中具有优异的性能与耐久性。

在混凝土搅拌阶段，需要根据桥梁设计要求和混凝土配合比进行准确的原材料投放。一般而言，水泥、砂、石子和水是混凝土的基本组成部分。传统的混凝土搅拌通常采用搅拌机进行，其原理是通过搅拌叶片将水泥、砂、石子和水充分混合，形成均匀的混凝土浆料。然而，随着技术的进步，越来越多的项目开始采用混凝土搅拌车，这种车载式搅拌设备可以在运输过程中不断搅拌混凝土，保持其均匀性和稳定性，从而减少了搅拌时间，并提高了施工效率。

在混凝土运输过程中，需要注意混凝土的坍落度和保持施工期间的新鲜状态。运输车辆必须采取合理的速度和路线，避免过度振动或剧烈颠簸，以防止混凝土的分离和减少水灰分离现象。为了确保混凝土的质量，混凝土搅拌车辆通常配备了旋转的混凝土罐体，可以保持混凝土的均匀性和新鲜度。此外，需要合理规划混凝土运输距离和时间，尽量减少运输时间，以避免混凝土过早凝结或过度拌和，影响施工质量。同时，也要注意在高温或干燥气候下采取保温措施，避免混凝土过早脱水和开裂^[2]。

（二）浇筑与振捣工艺

混凝土的浇筑与振捣工艺是混凝土施工中至关重要的环节，直接影响着混凝土的密实性和均匀性。正确的浇筑与振捣工艺能够有效排除混凝土中的气泡，提高混凝土的抗压强度和耐久性，确保桥梁结构的稳定性和安全性。

在浇筑过程中，首先需要根据桥梁设计要求和结构形式，合理选择浇筑顺序和方法。通常情况下，采用逐段浇筑的方法，从桥梁的基础开始，逐渐向上进行浇筑，这样不仅有利于混凝土的密实，还能够有效控制温度和收缩裂缝的产生。其次，需要确保混凝土的坍落度适中，以保证其在模板中均匀分布，填满所有空

隙。同时，要避免过度振捣或不足振捣的情况发生。过度振捣会导致混凝土分层和空隙，不足振捣则会使混凝土密实性不足，影响其强度和耐久性。因此，在振捣过程中，需要采用适当的振捣设备和振捣时间，使混凝土达到最佳的密实效果。最后，振捣设备的选择也是关键因素之一。常见的振捣设备包括振动棒、振动板和振动滚筒等。选择合适的振捣设备可以根据混凝土的厚度和粘度，以及工地的具体情况来决定。在振捣过程中，要注意控制振动的力度和频率，避免对模板和桥梁结构造成过度冲击和损坏。

（三）养护措施与时间安排

养护是混凝土浇筑后至其达到设计强度和耐久性的过程，是保证混凝土性能稳定和使用寿命长久的关键环节。合理的养护措施和时间安排能够有效减少混凝土开裂、增加其抗压强度、提高耐久性，确保桥梁结构的安全性和可靠性。

养护措施包括湿养、保温养护和避免外力作用。湿养是在混凝土浇筑后立即采取的措施，保持混凝土表面湿润，避免水分过快蒸发，有利于混凝土的充分水化反应。保温养护则是在养护初期，通过覆盖保温材料，减缓混凝土的温度下降速率，避免温度变化引起的开裂。同时，在混凝土养护期间，还需避免外力作用，如重物压载、机械振动等，以免对混凝土造成损伤。

养护时间安排是关键的一步，通常养护期根据混凝土的强度发展曲线和设计要求来确定。一般情况下，混凝土的早期强度发展较快，但长期强度的提高需要更长时间。因此，通常将养护期划分为早期养护期、中期养护期和长期养护期。在早期养护期，需要加强湿养和保温养护，以确保混凝土在最关键的初期阶段获得足够的强度。中期养护期则是在混凝土逐渐达到设计强度的过程中，继续保持湿养和适当的保温措施。而长期养护期则是为了保障混凝土长期的耐久性和稳定性，需要继续进行养护措施直至设计要求的强度和性能达到。

除了养护期的时间安排，养护措施的实施也需要根据当地的气候条件和季节来调整。在高温季节，需要加强湿养和保温措施，防止混凝土过早干燥和开裂。而在低温季节，则需要采取保温措施，防止混凝土遭受低温影响而凝结不充分^[3]。

四、混凝土桥梁结构性能分析

（一）荷载作用下的结构响应与性能

首先，荷载作用下的结构响应主要包括静态荷载和动态荷载两种情况。静态荷载主要指常规交通荷载和自身重力等静止荷载的作用下，桥梁的变形和内力分布情况。研究静态荷载下的结构响应可以帮助了解桥梁在正常使用状态下的受力特点，为设计提供安全的结构形式和合理的截面尺寸。而动态荷载则主要指车辆行驶时引起的振动荷载，如交通流荷载和行车荷载。混凝土桥梁在动态荷载下的结构响应涉及动力学和振动学等问题，需要关注桥梁的自振频率、振型以及振动幅值等参数，以确保桥梁在车辆通行时的稳定性和舒适性。

其次，荷载作用下的结构性能研究包括材料性能和结构整体

性能两个方面。材料性能研究主要关注混凝土本身的力学性质，如抗压强度、抗拉强度、抗弯强度等。这些力学性质直接影响着混凝土桥梁的承载能力和耐久性，因此需要通过试验和数值模拟等手段获取准确的材料性能数据。而结构整体性能研究则涉及桥梁的全过程力学性能，包括变形、应力分布和破坏形态等。通过对桥梁的结构性能进行分析，可以找出潜在的问题和薄弱环节，并采取相应的加固措施，以提高桥梁的安全性和可靠性。

（二）抗裂性能与耐久性

在抗裂性能研究方面，首先需要了解混凝土的拉伸性能和变形能力。混凝土是一种具有较弱拉伸性能的材料，在受到外部拉伸荷载时容易出现裂缝。因此，需要通过试验和数值模拟等手段研究混凝土在不同加载速率和应力水平下的拉伸性能，了解其裂缝的形成机理和扩展规律。其次，需要考虑混凝土结构中的预应力和受力构件的尺寸和布置对抗裂性能的影响。采用预应力技术和合理的结构设计能够有效减缓混凝土的裂缝扩展，提高桥梁的抗裂性能。

耐久性研究是保障混凝土桥梁长期使用的关键内容。混凝土桥梁常常处于复杂的环境中，受到多种因素的影响，如湿度、气温、化学腐蚀、冻融循环等。这些因素会导致混凝土发生氧化、碳化、盐渍腐蚀等现象，加速混凝土的老化和劣化。因此，需要通过试验和实地观测等手段研究混凝土在不同环境条件下的耐久性能，如抗氯离子渗透性能、抗硫酸盐侵蚀性能、抗冻融性能等。同时，也需要研究混凝土中掺入适量的添加剂或改进剂，以提高其耐久性和抗裂性能，延长桥梁的使用寿命^[4]。

（三）结构安全性与可靠性分析

混凝土桥梁的结构安全性和可靠性是评估其在正常使用和突发荷载作用下是否能够保持结构完整和功能稳定的重要指标。结构安全性研究主要涉及对桥梁的承载能力、抗震性能、疲劳性能

和稳定性等进行分析和评估，以确保桥梁在正常荷载下不发生结构破坏。而结构可靠性分析则着眼于考虑随机性因素对桥梁结构的影响，如材料强度的不确定性、荷载变动和环境影响等，从而保证桥梁在各种不利条件下仍然能够安全运行。

在结构安全性研究方面，需要进行承载能力分析，确保桥梁在正常荷载下不会超过其设计强度。通过数值模拟和实验验证，可以确定桥梁的应力分布和受力性能，并进行强度校核，确保其不同荷载作用下不发生塑性变形和破坏。此外，对于地震区域的桥梁，还需要进行抗震性能分析，研究桥梁在地震荷载下的动力响应和耐震能力，采取必要的抗震措施，以提高桥梁的抗震能力和安全性。

结构可靠性分析是对桥梁结构在不确定性因素下的可靠程度进行评估。通过统计方法和概率理论，考虑材料强度、荷载变动、环境影响等不确定性因素，计算桥梁在不同概率水平下的可靠指标，如可靠指数、可靠度指标等。可靠性分析能够揭示桥梁在设计寿命内的安全性和可持续性，为制定合理的养护计划和维护策略提供依据，确保桥梁在整个使用寿命内保持稳定和安全^[5]。

五、结语

综上所述，混凝土技术与结构性能研究对于桥梁施工的安全性、可靠性和耐久性具有重要的现实意义。在桥梁工程中，应注重混凝土材料的优化选择与配合比设计，合理应用混凝土添加剂，确保混凝土施工工艺与技术的高效实施，同时对混凝土桥梁的结构性能进行深入分析和评估，以保证桥梁在使用寿命内具备安全稳定的性能表现，进而为人们的安全通行提供可靠保障。

参考文献：

- [1] 黄基敏. 浅谈市政桥梁施工混凝土裂缝成因及其防治措施 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2022, (31): 95-97.
- [2] 杨发祥. 铁路桥梁施工混凝土工艺质量的控制 [J]. 居舍, 2022, (12): 64-66.
- [3] 李鹏飞. 道路桥梁施工混凝土桥梁护栏预制施工工艺分析 [J]. 运输经理世界, 2022, (12): 116-118.
- [4] 李征, 丁杰, 李贝贝. 公路桥梁施工混凝土裂缝防治探讨 [J]. 居舍, 2021, (30): 49-50.
- [5] 李世翔. 高速公路桥梁施工混凝土质量问题及预防对策 [J]. 科技创新与应用, 2021, 11(25): 96-98.