

# 框架桥梁结构设计及其受力性能分析

郭春阳

中国铁路设计集团有限公司 天津 300143

**摘要:** 框架桥梁结构是一种重要的桥梁形式,广泛应用于道路和铁路交通工程中。本文针对框架桥梁结构的设计和受力性能进行了分析。首先介绍了框架桥梁结构的设计原理和方法,包括梁柱构件选型和布置、节点设计和连接以及荷载和荷载传递分析。最后,总结了框架桥梁结构设计及其受力性能分析的重要性和应用价值。

**关键词:** 框架桥梁; 结构设计; 受力性能分析

## 1 框架桥梁结构的重要性和应用范围

框架桥梁结构作为一种重要的桥梁构造形式,具有广泛的应用范围和重要性。首先,框架桥梁结构在交通运输领域具有重要意义。框架桥梁可以承载道路、铁路和高速公路等交通载荷,连接不同地区和区域,提供便捷的交通通道。它可以跨越河流、峡谷、山谷等各种地形障碍,解决地理环境的通行问题。其次,框架桥梁结构在城市化建设中发挥重要作用。随着城市人口的增加和交通需求的不断增长,框架桥梁成为城市道路网的重要组成部分。它能够解决城市拥堵问题,缓解交通压力,提高城市的交通效率和便利性。此外,框架桥梁结构还在工业领域得到广泛应用。许多工业项目需要通过桥梁进行物资和设备的运输,框架桥梁能够满足大跨度、高强度的运输要求,为工业生产提供了稳定、可靠的基础设施支持<sup>[1]</sup>。

## 2 框架桥梁的基本概念和构造特点

框架桥梁是一种常见的桥梁结构形式,它由多个梁柱构件和节点连接组成。框架桥梁的基本概念是指由梁柱构件通过节点连接形成的一个整体结构,其作用是承受并传递荷载。框架桥梁的构造特点主要表现在以下几个方面:第一,梁柱构件的设置。在框架桥梁中,梁和柱是主要的承重构件。梁负责承载桥面系荷载,而柱则承受由梁传递至地基的荷载。根据实际工况和设计的要求,梁柱的形式可以是混凝土梁、钢桁梁、钢筋混凝土箱梁等。第二,节点连接的方式。节点连接在框架桥梁结构中起到关键的作用,为梁柱构件提供稳定的连接。节点连接可以采用焊接、螺栓连接等方式,以确保连接的牢固性和可靠性。在设计和施工过程中,需要考虑节点连接的强度、刚度和耐久性等因素<sup>[2]</sup>。第三,荷载的传递与分布。在框架桥梁中,荷载从桥面传导到梁上,再由梁传递到柱上,最终由柱传递至地基。不同的荷载会引起梁柱构件的弯曲、剪切等变形和受力,需要进行合

理的设计和分析,以确保构件的强度和稳定性。第四,施工工艺的特点。框架桥梁的施工是逐步搭设梁柱构件,并进行节点连接的过程。因此,施工中需要严格控制梁柱构件的准确位置和节点连接的质量,以确保整个桥梁结构的稳定性和安全性。同时,施工中还要考虑材料的选择、工艺的合理性以及施工过程中的质量控制等问题。

## 3 框架桥梁结构设计的基本原理

框架桥梁结构设计的基本原理是通过合理分布、选取和布置梁柱构件,以及正确设计节点连接,使整个结构能够承受各种荷载并保持稳定。首先,框架桥梁结构设计需要根据具体工程要求和地理条件选择适当的梁柱构件类型和尺寸。这涉及到桥梁的跨度、荷载要求、地基条件等因素。对于大跨度桥梁,一般采用混凝土箱梁、钢桁梁等大截面结构;对于较小跨度的桥梁,则可以选择更轻巧的钢材或混凝土构件。其次,框架桥梁设计需要合理布置和布置梁柱构件。对于单跨桥梁,一般将梁柱设置在跨中与两侧,根据荷载分布和结构受力特点,进行合理布置。对于多跨桥梁,可以通过调整梁柱的间距、长度和分布来达到平衡荷载和优化结构的目的。在框架桥梁设计中,节点连接是非常重要的环节。节点连接需要确保梁柱之间的力的传递和结构的整体稳定性。常见的节点连接方式包括焊接、螺栓连接等。在设计节点连接时,需要考虑节点的刚度、强度以及耐久性,以确保连接的牢固和可靠。另外,框架桥梁结构设计还需要充分考虑荷载的作用和传递。荷载的作用包括静荷载(如车辆荷载、风荷载等)和动荷载(如地震荷载、桥梁振动等)。在设计中,需要根据规范和实际情况计算荷载,确定梁柱的强度和刚度,并进行结构的静力分析、动力分析等计算和优化。为了确保框架桥梁结构的安全性和可靠性,设计中还需要考虑材料的选择和使用<sup>[3]</sup>。根据桥梁的具体条件和要求,例如跨度、荷载、

环境等,选择合适的材料进行结构设计,如钢材、混凝土等。在选材过程中,需要考虑材料的强度、耐久性、抗腐蚀能力和可维修性等因素。

#### 4 框架桥梁结构设计的常用方法

##### 4.1 钢结构的框架桥梁设计方法

###### 4.1.1 桁架桥梁的设计原理和方法

在桁架桥梁的设计中,其原理和方法与框架桥梁有所不同。桁架桥梁通过一系列斜杆和节点构成刚性框架结构,它具有自重轻、刚度高的特点。桁架桥梁的设计方法主要包括以下几个方面。首先是桁架的形式选择。桁架桥梁的形式主要有平行弦桁架、曲线弦桁架等。根据桥梁的跨度、荷载要求和空间限制等因素,选择合适的桁架形式。不同形式的桁架具有不同的刚度和受力性质,需根据具体需求进行选择。其次是桁架节点的设计。桁架桥梁的节点连接是桥梁的关键部分,需要考虑节点的强度、刚度和稳定性。常见的节点形式有焊接节点、连接板节点等。节点的设计应根据实际情况和桁架的受力特点,进行合理的设计和计算。最后是桁架的荷载分析和受力设计。桁架桥梁的荷载一般是沿着桁架的主杆和斜杆传递的。需进行荷载分析,计算各个构件的受力情况,以确保桁架的稳定和安全。根据受力情况,进行合适的截面设计,满足强度和刚度的要求<sup>[4]</sup>。

###### 4.1.2 悬索桥梁的设计原理和方法

悬索桥的设计原理和方法有以下几个方面。首先是主塔和主缆的设计。主塔和主缆是悬索桥的关键部分,主要承担起桥梁的荷载。主塔的设计要考虑塔身的稳定性和承载能力,主缆的设计要根据荷载和桥梁的几何形状确定悬挂点的位置和主缆的张力,确保桥梁的整体稳定性和安全性。其次是悬挂系统的设计。悬挂系统包括主缆、斜缆和横拉杆等组成,主要用来平衡桥梁的自重和荷载。悬挂系统的设计需要考虑主缆的布置、斜缆的倾斜角度和横拉杆的设置等,以使整个桥梁达到平衡和稳定。然后是桥面系和桥塔的设计。桥面系包括桥面板、侧栏、人行道等部分,需要根据桥梁的功能和使用要求进行合理的设计,以满足行车和行人通行的需要。桥塔的设计要保证其稳定性和承载能力,还需考虑桥塔的抗风性能,确保桥梁的安全运行<sup>[1]</sup>。最后是悬挂桥的荷载和受力分析。悬挂桥的荷载分析包括静荷载、动荷载和温度荷载等,需要考虑桥面系、悬挂系统和主塔的受力情况。通过荷载分析,可以计算出各个构件的受力大小,以确保悬挂桥的结构稳定性和安全性。

##### 4.2 混凝土结构的框架桥梁设计方法

###### 4.2.1 预应力混凝土框架桥梁的设计原理和

预应力混凝土框架桥梁是一种利用预应力钢筋来抵抗桥梁荷载的特殊结构形式。第一是确定预应力钢筋的布置方案。预应力混凝土框架桥梁通过预应力钢筋的预张拉或预应力张拉来增加结构的强度和刚度。预应力钢筋可以采用预应力杆、预应力束等形式,根据桥梁的特点和设计要求,确定预应力钢筋的布置方案。第二是确定预应力力度和预应力张拉方案。预应力混凝土框架桥梁的预应力力度需要根据桥梁的荷载和设计要求进行确定。预应力钢筋的预应力张拉方案需要考虑预应力张拉的顺序、张拉力度和预应力混凝土框架桥梁的设计原理和方法还需考虑如下几个方面。第三,确定预应力锚固的位置和方式。预应力钢筋需要通过锚固以将其固定在混凝土构件中,以产生预应力效果。预应力锚固的位置和方式需根据桥梁结构的特点和预应力钢筋的布置确定,确保预应力钢筋能够均匀传递预应力。第四,进行预应力计算和受力分析。预应力混凝土框架桥梁设计需要进行预应力相关的计算和受力分析。通过预应力计算,可以确定预应力钢筋的张拉力度和锚固长度等参数。同时,通过受力分析,可以计算各个构件的受力情况,以确保结构的稳定性和安全性<sup>[2]</sup>。

###### 4.2.2 钢筋混凝土框架桥梁的设计原理和方法

钢筋混凝土框架桥梁的设计原理和方法有以下几个方面确定混凝土梁柱的截面尺寸和配筋。通过结构对强度和刚度的要求以及荷载分析,确定梁柱截面的尺寸。同时,通过配筋计算确定钢筋的种类、位置和数量,以满足构件的承载能力和韧性要求。考虑混凝土的性能和施工要求。钢筋混凝土框架桥梁的设计需要考虑混凝土的强度、抗裂性能、耐久性等因素。同时,根据施工要求,合理安排浇筑顺序和养护措施,以确保混凝土构件的质量和使用寿命。最后是进行荷载和受力分析。钢筋混凝土桥梁的设计需要考虑荷载分析,包括静荷载、动荷载和温度荷载等,以确保结构能够承受各种荷载条件下的受力情况。通过受力分析,可以计算各个构件的受力大小,以确保钢筋混凝土桥梁的结构稳定性和安全性。

#### 5 框架桥梁结构的受力性能分析

##### 5.1 框架桥梁结构的静力分析方法

框架桥梁结构是一种常见的桥梁形式,其受力性能分析和静力分析方法可以通过以下步骤进行。首先,确定桥梁结构的几何特征和荷载特征。根据桥梁的形式和设计要求,确定桥梁的几何形状、跨度和支座条件。同时,根据桥梁使用情况和设计要求,确定各种荷载类型和荷载大小。其次,进行静力平衡分析。静力平衡分析是桥梁结构受力分析的基础。通过考虑各个构件的受力

平衡条件,建立初始的受力平衡方程。对于框架桥梁结构,可以通过约束方程和力平衡方程来分析每个节点和每个构件的受力情况。然后,进行内力计算。通过静力平衡分析得到的初始受力平衡方程,可以得到各个构件的内力分布情况。根据桥梁的形式和荷载特征,可以采用不同的计算方法,如弯矩法、剪力法或位移法,来计算桥梁各个构件的内力。进行受力性能分析<sup>[3]</sup>。根据得到的构件内力,可以进行受力性能分析。受力性能分析旨在评估桥梁结构在各种荷载作用下的安全性和稳定性。通过比较构件的内力与其承载能力,可以判断桥梁结构是否满足设计要求,并进行必要的优化和强化措施。最后,综合考虑各种因素进行桥梁的设计和加固。根据受力性能分析的结果,可以进行桥梁的设计和加固。设计时需要考虑结构的强度、刚度和稳定性,同时还需考虑桥梁的可靠性、经济性和施工可行性等因素。根据分析结果,可以进行构件的尺寸调整、钢筋布置的优化、加固措施的设计等,以确保桥梁的安全性和可持续性。在静力分析方法中,常用的计算工具包括有限元分析软件和结构力学原理计算等。有限元分析软件可以对桥梁的结构模型进行建模和分析,得到较准确的受力和变形结果。结构力学原理计算则通过力学理论和计算公式进行手算计算,适用于简单结构或快速预估。通过框架桥梁结构的受力性能分析和静力分析方法,可以全面评估桥梁结构的安全性和稳定性,为设计和加固提供科学依据。同时,对于大型和复杂的桥梁结构,还可以结合使用其他分析方法,如动力分析、模态分析等,以更全面地研究和优化桥梁的设计。

## 5.2 框架桥梁结构的动力分析方法

框架桥梁结构的受力性能分析是为了评估桥梁在各种荷载情况下的受力情况,以确保结构在设计寿命内的安全性和可靠性。首先,根据桥梁的几何特征和荷载特征进行静力分析。通过静力平衡分析,计算各个构件的内力和剪切力、弯矩等参数。静力分析可以用于评估

桥梁的静态稳定性和强度。其次,进行动态分析来评估桥梁的动态响应和抗震性能。动态分析方法包括模态分析、谱分析等。模态分析通过计算结构的固有频率、固有振型和振动模态,评估桥梁在自然振动频率下受到的动态荷载影响。谱分析则是基于地震谱或其他动态荷载谱,计算桥梁的响应加速度、位移等,评估桥梁的抗震性能。可以进行疲劳分析和振动舒适性分析。疲劳分析用于评估桥梁在车辆荷载频繁变化以及多次循环荷载作用下的疲劳寿命。振动舒适性分析用于评估桥梁在交通荷载和人员活动引起的振动对行车舒适性的影响。这些分析可通过计算和实验相结合来完成。在框架桥梁结构的动力分析中,常用的计算工具包括有限元分析软件、动力分析软件和实验测试技术。有限元分析软件可以建立桥梁的数值模型进行动力分析,得到桥梁的振动特性和动态响应。动力分析软件可以进行模态分析、谱分析等动力分析方法的计算。实验测试技术可以通过在实际桥梁上进行振动试验、疲劳试验等,获取桥梁的实际动力响应数据,用于验证和校准分析模型<sup>[4]</sup>。

## 结束语

框架桥梁作为一种重要的桥梁结构形式,具有广泛的应用前景。总之,对框架桥梁的结构设计及其受力性能进行深入研究和分析,对于提高桥梁工程的技术水平和发展交通事业具有重要的现实意义和理论价值。

## 参考文献

- [1]李国平.框架桥梁结构设计及其受力性能研究[D].北京:北京交通大学,2018.
- [2]张海龙.大型框架桥梁的抗震设计及加固方法研究[J].地震工程与工程振动,2020,40(2):38-43.
- [3]王建平,张卫华.基于BIM技术的框架桥梁设计及受力性能优化研究[J].建筑结构学报,2021,42(6):23-29.
- [4]何亮.大跨度框架桥梁的受力性能分析及优化设计研究[D].上海:同济大学,2019.