

# 山区公路桥梁设计与施工中的关键技术探讨

周梅

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/etd.v6i1.11711

**[摘要]** 山区地形复杂多变,地质条件尤为苛刻,给公路桥梁的设计与施工带来了前所未有的挑战。在这样的自然环境下,如何确保桥梁的安全性、稳定性和耐久性,同时兼顾经济性、美观性和施工可行性,成为了山区桥梁建设领域的核心议题。本文详细探讨了山区公路桥梁设计与施工中的关键技术,旨在为山区桥梁建设提供理论支持和实践指导。

**[关键词]** 山区公路; 桥梁设计; 桥梁施工; 关键技术

**中图分类号:** U443 **文献标识码:** A

## Exploration of Key Technologies in the Design and Construction of Highway Bridges in Mountainous Regions

Mei Zhou

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey and Design Institute Co., Ltd.

**[Abstract]** The complex and varied terrain and particularly harsh geological conditions of mountainous regions pose unprecedented challenges to the design and construction of highway bridges. In such a natural environment, ensuring the safety, stability, and durability of bridges, while also taking into account economy, aesthetics, and construction feasibility, has become a core issue in the field of bridge construction in mountainous areas. This paper delves into the key technologies involved in the design and construction of highway bridges in mountainous regions, aiming to provide theoretical support and practical guidance for bridge construction in such areas.

**[Key words]** highway in mountainous regions; bridge design; bridge construction; key technologies

### 引言

山区地形的起伏和陡峭,要求桥梁设计必须充分考虑地形特点,合理布局,确保桥梁结构的稳定性和安全性。同时,地质条件的复杂性,如岩层破碎、断层发育、软弱土层等,对桥梁的地基处理、基础选型以及抗灾能力提出了极高的要求。此外,多变的气候条件,如温差大、降雨集中、风雪交加等,也对桥梁材料的耐久性、施工技术的适应性以及维护管理的便捷性构成了严峻考验。因此,深入研究和探讨山区公路桥梁设计与施工中的关键技术,对于提升山区桥梁建设水平、保障交通安全、促进山区经济社会发展具有重要意义。

### 1 山区公路桥梁设计与施工特点

#### 1.1 设计特点

山区地形复杂多变,地面高差显著,横坡陡峭,加之地质条件复杂,涵盖了岩溶、滑坡、不稳定斜坡、崩塌及陡崖等多种不良地质现象。这些自然条件的存在,无疑对桥梁的布设与设计构成了严峻的挑战。

(1) 桥梁结构选型多样。为了适应复杂的地形和地质条件,

山区桥梁常采用弯坡桥、高墩大跨以及多种墩台形式等结构。这些结构不仅能够有效跨越山区复杂的地形障碍,还能确保桥梁的安全性和稳定性。同时,由于桥梁在山区公路中占据了较大的比例,且路桥相互交织频繁,因此在桥梁的结构选型上需要综合考虑地形、地质、交通需求以及施工条件等多种因素。(2) 几何特征设计特殊。山区桥梁的平面和立面线形设计需要充分考虑梁体在弯扭耦合作用下的变形趋势,以及大纵坡桥梁在长期反复的汽车制动力作用下的滑移趋势。为了增加桥梁体系的耐久性和稳定性,设计时常采用墩梁固结的刚构体系等设计手段。这些设计手段的运用,不仅能够有效提升桥梁的承载能力,还能确保桥梁在长期运营过程中的安全性和稳定性。

#### 1.2 施工特点

(1) 施工环境恶劣。山区地形起伏剧烈,坡度陡峭,使得施工场地极为狭小,交通极为不便。桥位往往位于偏远的山谷或峭壁之上,材料的运输成为一大难题。由于地形限制,机械化作业程度相对较低,这导致施工过程中需要大量的人工劳动力,进一步增加了施工难度和成本。(2) 高空作业频繁。山区桥梁施工常常

涉及大量的高空作业,如高墩柱的施工、上部结构的安装等。这些作业不仅技术要求高,而且安全风险大。为了确保施工人员的安全,必须采取严格的安全措施,如设置安全网、安全带,加强安全教育和培训等。同时,高空作业也增加了施工难度和工期。(3)施工技术要求高。山区桥梁施工需要采用先进的施工技术和设备,如悬臂浇筑法、预制拼装法等。这些技术不仅要求施工人员具备较高的技术水平,还需要严格的施工管理和质量控制。在施工过程中,必须严格控制施工质量,确保桥梁的安全性和耐久性。同时,由于山区地形复杂,施工过程中的测量、监控等工作也尤为重要。(4)环保要求高。山区生态环境敏感,施工过程中必须严格执行环境保护政策,减少施工对生态环境的影响。为了保护山区的生态平衡,需要采取有效的环保措施,如设置隔音屏障、防尘设施,合理安排施工时间和施工方式,减少对周边环境的干扰和破坏。同时,施工过程中产生的废弃物和污水等也需要妥善处理,避免对环境造成污染。

## 2 山区公路桥梁设计关键技术

### 2.1 桥梁结构选型

在山区公路桥梁设计中,结构选型至关重要。由于山区地形复杂,桥梁的跨度和高度往往较大,因此需要选择适应性强、稳定性好的桥梁结构形式。常见的桥梁结构包括梁桥、拱桥、悬索桥和斜拉桥等。

(1)梁桥:梁桥结构简单,施工方便,适用于跨度较小、地形相对平缓的山区路段。梁桥的主要优点是造价相对较低,施工周期短,且易于维护。(2)拱桥:拱桥具有较大的跨越能力,造型美观,适用于地质条件较好、跨度适中的山区。拱桥通过拱的推力将荷载传递至基础,因此具有较好的稳定性和承载能力。(3)悬索桥和斜拉桥:这两种桥梁形式具有跨越能力强、造型独特的优点,但造价较高,施工技术要求也较高。在山区中,当需要跨越深谷或宽阔河流时,这两种桥梁形式可能是更好的选择。

### 2.2 桥梁几何特征设计

桥梁的平面、立面线形构成了桥梁体系的几何特征。在山区,曲线、大纵坡、高墩组合下的几何特征对桥梁结构设计提出了更高要求。

(1)平面线形:山区地形复杂,桥梁的平面线形往往需要根据地形进行灵活设计。设计时需要考虑桥梁与路线的协调性,以及桥梁对周围环境的影响。(2)立面线形:立面线形的设计需要考虑桥梁的纵坡和墩高。在山区,由于地形起伏较大,桥梁的纵坡往往较大,这会对桥梁的稳定性和耐久性产生影响。因此,在设计时需要采用墩梁固结的刚构体系等有效措施,以避免桥梁上下部间的相对错动。

### 2.3 桥梁基础设计

山区地质条件复杂,可能存在滑坡、泥石流、溶洞等不良地质现象,这对桥梁的基础设计提出了更高的要求。

(1)地质勘察:在进行桥梁基础设计前,需要进行详细的地质勘察,了解桥址处的地质条件,包括地层分布、岩石性质、地下水情况等。(2)基础类型选择:根据地质勘察资料,确定桥梁

的基础类型。常见的基础类型包括扩大基础、桩基础、沉井基础等。在山区,由于地形复杂,桩基础应用较为广泛。(3)桩基设计:桩基础的设计需要考虑桩的长度、直径和数量。桩的长度应根据地质条件确定,以确保桩端能够深入稳定地层。桩的直径和数量则需要根据桥梁的荷载和地质条件进行计算和确定。

### 2.4 桥面铺装与排水设计

桥面铺装是桥梁的重要组成部分,它直接关系到桥梁的行车安全和舒适性。同时,排水设计也是桥面铺装中不可忽视的一环。

(1)桥面铺装材料:桥面铺装材料应具有良好的抗滑、耐磨和防水性能。常见的铺装材料包括沥青混凝土和水泥混凝土。沥青混凝土铺装具有较好的柔性和抗裂性,而水泥混凝土铺装则具有较高的强度和耐久性。

(2)排水系统设计:桥面排水系统的主要目的是防止雨水在桥面积聚,影响行车安全。排水系统可以采用横向排水槽和纵向排水管相结合的方式。横向排水槽负责收集桥面雨水,并将其排入纵向排水管中。纵向排水管则负责将雨水排至桥下或附近的水体中。

### 2.5 耐久性设计

山区公路桥梁的耐久性设计是确保桥梁长期安全运营的关键。设计时应充分考虑桥梁结构在自然环境中的长期作用,包括风、雨、雪、温度变化以及化学腐蚀等,采用合理的耐久性设计措施,提高桥梁结构的耐久性。

(1)耐久性材料与防护:选择耐久性好的建筑材料是提高桥梁耐久性的基础。例如,使用高性能混凝土、不锈钢或耐候钢等耐久性好的材料;在桥梁结构表面设置防腐涂层或防护层,防止化学腐蚀和物理损伤。(2)耐久性评估与维护:设计时应建立合理的耐久性评估体系,对桥梁结构进行定期检测与评估,及时发现并处理潜在的安全隐患。同时,制定科学的维护策略,确保桥梁结构的长期安全运营。

## 3 山区公路桥梁施工关键技术

### 3.1 支架及桥梁模板施工技术

支架及桥梁模板施工是山区桥梁施工中的核心环节,其稳定性和精确性直接关系到桥梁的整体质量和施工安全。(1)支架搭设:在搭设支架前,需进行详细的工程荷载量计算,充分考虑支架自变形、地基沉降、梁体自重等因素。支架的横杆间距与竖杆间距需经过精确计算,确保支架的稳定性和承载能力。若地基承载力不足,需进行加固处理,如铺设垫板、注浆加固等。(2)桥梁模板施工:桥梁模板需根据设计图纸精确制作,确保模板尺寸准确、拼接紧密。在模板安装过程中,需加强模板的支撑和固定,防止模板在浇筑过程中发生变形或漏浆。同时,需对模板进行定期检查和维修,确保模板的完好性和使用效果。

### 3.2 桥梁下部结构施工技术

桥梁下部结构施工包括承台、墩(台)身等关键部位,其施工质量和稳定性对桥梁的整体性能至关重要。(1)承台施工:承台施工可采用明挖基坑、简易板围堰后开挖基坑等方法。在特殊

地质条件下,如河流、湖泊等水域,可采用钢板桩围堰、钢管桩围堰等施工方法进行承台施工。承台施工需确保基坑的稳定性,防止基坑坍塌和地下水渗漏。(2)墩(台)身施工。墩(台)身施工需根据结构形式选择合适的施工方法。对于立模现浇法,需加强模板的支撑和固定,确保浇筑过程中不发生变形。对于预制拼装法,需确保预制构件的尺寸准确、质量可靠,并在现场进行精确拼装。对于高墩及斜拉桥、悬索桥的索塔,可采用悬臂浇筑或拼装法施工,确保索塔的稳定性和精度。

### 3.3 桥梁上部结构施工技术

桥梁上部结构施工包括梁体预制、安装及现浇等关键环节,其施工质量和效率直接影响到桥梁的整体性能和施工进度。(1)梁体预制与安装。梁体预制需在工厂或预制场地进行,确保预制构件的尺寸准确、质量可靠。预制梁的安装可采用预制拼装法,即将预制好的梁体运输到现场进行拼装。在拼装过程中,需加强梁体的支撑和固定,确保拼装精度和稳定性。(2)对于现浇梁施工,可采用支架现浇法或悬臂浇筑法。支架现浇法适用于跨度较小的桥梁,需加强支架的稳定性和承载能力。悬臂浇筑法适用于大跨度连续桥、斜拉桥等,需确保浇筑过程中的稳定性和精度。

## 4 山区公路桥梁设计与施工中的优化措施

### 4.1 设计优化

(1)结构体系的优化。桥梁结构体系的选择对桥梁的整体性能和施工成本具有重要影响。在山区,地形复杂多变,需要选择能够适应这些特殊环境的结构体系。例如,在跨度较大、地形险峻的山区,可以采用先简支后结构连续或墩梁固结的连续刚构体系,以提高桥梁的跨越能力和稳定性。在设计中,还可以通过优化桥梁的细部构造,如桥梁的支座、伸缩缝等,来提高桥梁的整体性能和使用寿命。(2)材料与构造的优化。材料的选择对桥梁的耐久性、承载能力和施工成本具有重要影响。在山区,由于气候多变、温差大,需要选择能够适应这些特殊环境的材料。例如,在寒冷地区,需要选择能够耐低温的材料,避免因温度变化导致的材料开裂和变形。在构造方面,可以通过优化桥梁的截面形式、尺寸和配筋等,来提高桥梁的承载能力和抗震性能。(3)抗震与抗风设计的强化。山区地形复杂,地震和风灾等自然灾害频发,因此需要在设计中强化抗震与抗风设计。例如,可以采用柔性支座结构,以适应地震和滑坡等自然灾害的影响;同时,还可以通过设置减震装置、加强桥梁的横向联系等措施,来提高桥梁的抗震性能。在抗风设计方面,可以通过优化桥梁的截面形

式、设置风障等措施,来减小风荷载对桥梁的影响。

### 4.2 施工优化

(1)新型模板与浇筑技术的应用。在施工中,采用新型模板和浇筑技术可以显著提高施工效率和质量。例如,可以采用滑模、爬模等新型模板技术,以减少模板的周转次数和拆卸时间;同时,还可以采用泵送混凝土等高效浇筑技术,以提高混凝土的浇筑速度和均匀性。(2)施工过程的质量控制。质量控制是施工过程中的关键环节。为了确保桥梁的施工质量,需要采取一系列质量控制措施。例如,可以建立严格的质量管理体系和检测制度,对原材料、半成品和成品进行严格的检验和测试;同时,还可以加强对施工过程的监控和管理,确保各项施工参数符合设计要求。(3)环保与节能施工措施。在山区桥梁施工中,需要特别注意环保和节能问题。为了减少施工对环境的破坏,可以采取一系列环保措施。例如,可以合理规划施工场地和运输路线,减少对周边环境的干扰;同时,还可以采用降噪、降尘等措施,降低施工对周边环境的影响。在节能方面,可以优化施工方案和资源配置,降低施工能耗;同时,还可以采用节能型设备和材料,提高施工效率和能源利用率。

## 5 结束语

随着科技的不断进步和工程技术的持续创新,山区公路桥梁设计与施工中的关键技术正朝着多元化、智能化和绿色化的方向稳步前行。我们有理由相信,未来的山区公路桥梁将不仅具备卓越的承载能力和稳定性,更将展现出高度的智能化水平和显著的环保效益。这些技术的进步不仅将极大地提升山区交通基础设施的建设质量,更将为山区的经济社会发展注入强大的动力。让我们共同期待并见证这一变革的到来,携手为构建更加安全、便捷、绿色的山区交通网络贡献力量。

### [参考文献]

- [1]吴星,虞建.关于山区高速公路的桥梁设计问题探讨[J].科技资讯.2013,(26):15.
- [2]葛胜锦,王学军.山区高速公路桥梁的设计方法与实践[J].公路.2008,(9):11.
- [3]张宏华.山区高速公路桥梁的设计方法与施工工艺分析[J].中国高新技术企业.2008,(2):151,154.

### 作者简介:

周梅(1979—),女,汉族,新疆巩留县人,本科,高级工程师,研究方向为水利水电工程施工组织设计交通方向。