

# 桥梁施工中大跨径连续桥梁施工技术的应用分析

焦杨

湖南省核地质调查所

**摘要:** 在新时期社会经济快速发展的情况下, 桥梁工程的建设规模越来越大, 对质量的要求也不断地提升。在施工技术水平不断提升的情况下, 大跨径连续桥梁施工技术的应用对新时期桥梁施工发展产生了较大的促进作用。大跨径连续桥梁施工技术, 以其部件连接稳定、施工流程优化, 以及安全性适应性强的特点, 在国内基础设施领域、城镇化规划建设、交通运输业中得到越来越广泛的应用。本文据此进行研究并提出相关建议策略, 供从业者参考借鉴。

**关键词:** 桥梁建设; 大跨径连续; 施工技术; 应用分析

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.03.068

近年来, 为与我国交通运输业快速发展、城镇化建设投入增加、社会民众对出行便捷诉求不断提高的形势相适应, 国内不同区域、不同用途的高难度大桥、特大跨度桥梁建设的规模和数量日益增长。与此相适应大跨径连续桥梁施工技术应运而生, 经过多年的理论研究、实践探索、经验积淀, 逐渐发展成为特殊环境下桥梁施工建设的重要方式。因此, 加强桥梁施工中大跨径连续桥梁施工技术的应用分析, 能够更加凸显我国作为“基建狂魔”的技术优势, 更好的发挥桥梁施工技术在国民经济和社会发展中的突出作用。

## 一、大跨径连续桥梁施工的技术特点

大跨径连续桥梁在施工技术及应用时需要结合工程的实际情况来进行针对性应用, 其具体特点如图1所示。

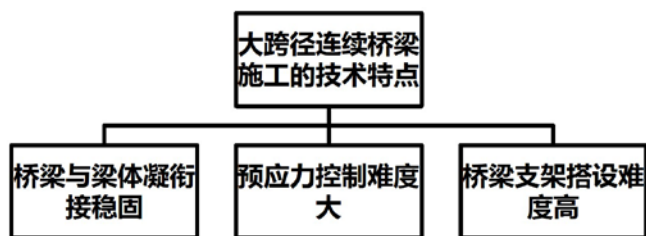


图1 大跨径连续桥梁施工的技术特点

### (一) 桥梁与梁体凝衔接稳固

大跨径连续桥梁相比于普通桥梁施工的特征体现在, 桥梁的应力结构和整体负荷十分特殊, 必须采取桥梁本体与桥墩基础凝固衔接特殊技术处理, 采取精准的应力分散设计手段, 改变桥梁主体独自负荷、将负荷传递至桥墩及其他支撑部位达到均匀承力, 促进桥梁整体结构负荷达到均衡, 使路面与梁体的压力保持在合理的

负荷空间。一方面能够减少外部荷载过压造成桥体超出弹性形变范围发生垮塌危险, 另一方面能够减少桥梁主体抗力损耗, 确保桥面出现超载过重时桥梁整体的稳定性。

### (二) 预应力控制难度大

大跨径连续桥梁施工面临的一个重大难题, 就是对所有预应力的精准分析控制。究其原因, 主要在于大跨度桥体内部的支撑管道、受力管道纵横交错、数量分布较多、应力结构复杂。要在实施桥梁整体应力的精准控制的基础上, 方可进行桥梁内部管道铺设与焊接过程、进行管道精准定位。因此, 预应力控制难度大不但给大跨径桥梁连续施工带来困扰难度, 还造成了桥梁截面设计、计算结构力的巨大困难。具体施工过程必须立足施工图设计、以安全可靠为目标, 才能保持应力计算数据、设计方案、过程施工中应力调整的协调统一。

### (三) 桥梁支架搭设难度高

大跨径连续桥梁施工除了水平跨度大之外, 支撑桥拱的立柱及斜拉支架的几何高度、跨越空间距离, 也远远超过日常桥梁设计标准。大跨径连续桥梁施工一般处于深山峡谷或水流湍急的河面地带, 受施工环境异常复杂, 高空作业安全风险大、不稳定气流气旋云雾的影响困扰。在此情景下开展大跨径桥梁支架搭设、特别是跨越流域较宽的桥梁架设, 既要保持大跨径桥体与河面的较近距离, 又要确保支架设置保持稳定性, 还要防止支撑体出现滑坡、地基不均匀下沉导致的不稳定性。除此之外, 大跨径连续桥梁施工险恶环境, 施工技术人员、岗位操作人员面临的安全作业环境风险大, 桥梁建设完成之后的支架拆除也属于世界性难题。

## 二、大跨径连续桥梁施工技术控制要点

### (一) 大跨径连续桥梁施工应力技术控制

如前所述, 大跨径连续桥梁施工是一项综合利用流体力学、结构力学、土木工程、勘测技术的综合性施工过程。实施大跨径连续桥梁应力控制, 要以准确的各组成部分负荷支撑能力计算为基础, 将整个桥梁结构作为应力测算对象, 确保各个支撑部分都保持在合理的应力范围区间, 避免局部应力出现不合理直接影响全局结构稳定, 造成不可逆转的严重质量事故。大跨径连续桥梁施工适宜采用的应力计算控制方式, 借助预埋方式获取准确的应力数值。当应力设计测算数值与实际负荷能力误差较大时, 必须及时如今技术人员开展专题研讨, 要从地勘资料、基础承载力, 以及施工图纸设计、施工操作多方面, 分析查找原因及时进行补救。要将应力控制

作为大跨径桥梁施工的重中之重，借助先进检测仪器、动态数据监测设备、探测感应传感系统，及时捕捉施工过程中出现的微小的应力误差，洞察细微的不安全隐患，通过精细化、全过程细节管理，源头抬头消除应力控制问题的影响。

### （二）大跨径连续桥梁施工稳定性技术控制

大跨径连续桥梁施工稳定性技术控制，包含的内容比较宽泛，既有安全措施安全性、技术保障安全性、又有施工操作过程的稳定性。具体涉及的大跨径连续桥梁稳定控制，主要包括对桥梁施工承载力、失稳力的即时控制。其中，桥梁施工承载力控制是桥梁整体稳定控制的核心，对桥梁建设过程质量、交付使用后运行状况，以及桥体使用周期长短形成直接影响。而大跨径连续桥梁失稳力的即时控制，主要体现在桥梁建设的价值所在，也是桥梁建设投入使用后，面对复杂的交通运输情况、车辆通过路面运行时产生负荷情况的关注重点。

## 三、大跨径连续桥梁施工流程

### （一）大跨径连续桥梁基础施工

大跨径连续桥梁施工技术因使用范围、功能作用和所处建设区域不同，通常分为高山峡谷之间大跨径连续桥梁施工、大型江河河面跨越施工技术两种情况。其中，大跨径连续桥梁施工要重点做好地基勘察、气候水文、地质结构应持力测试等基础准备工作，将包括大型沉井施工技术、深水承台施工、地下层基桩铺设、防水渗透墙建设等作为重点。要抓此部分基础施工工序紧密、连续衔接精确高、过程环节复杂的特点，以翔实的地勘资料为依据，借助现代BIM建筑信息数据模型技术，对分部工程的分项环节精准计算，为保证施工质量和施工环境安全创造条件。比如，深水承台施工过程必须要根据使用用途选择钢吊箱、钢套箱等不同类型，经过精确的水压、水流，以及河水对桥墩腐蚀性测试，消除上述因素对承台孔装造成不利影响，确保基础始终处于完好状态。

### （二）大跨径连续桥梁索塔施工

大跨径连续桥梁施工通常以索塔运输预制件、空中吊装建设材料为主要形式，具体施工实施过程分为钢塔和钢索两种，分别适用于桥梁河面以上部分施工，以及高山峡谷间跨越施工。特殊情况下进行高山峡谷之间的跨越施工时，除了常规的钢塔和钢索施工方式之外，有时还采取直升机吊装、锚定山地固定桩等方式。索塔施工要做好包括垂直电梯货物运送、塔吊施工前系统维护，确保塔吊承重能力保持在规定的负荷范围之内，提高施工运输的安全性。使用大跨度连续桥梁施工中使用的动力牵引设备、垂直吊升设备，要充分了解钢结构的重量、外观、抗弯曲指标，一般在固定厂区内进行预制，运送现场后直接安装，尽可能减少现场焊接、拼装等等施工过程，降低安全风险、保障人员安全。

### （三）大跨径连续桥体上部结构施工

大跨径连续桥梁建设施工，根据桥梁设计结构需要主要分为基础施工和上部施工两部分。基础施工如前所述不再赘述。大跨径连续桥体上部结构施工要立足于现场实际，遵循施工设计图要求，采取分段拉索和斜拉桥拉索两种方式。为保障大跨径连续桥体上部结构的一体性、稳定性和施工的连续性，通常采取现场浇筑方式、借助顶推施工技术，对桥梁各部件支撑点进行加固连接。采取斜拉桥拉索施工时要以桥梁结构中的承重点为核心，精准测算拉张数据，确保大跨径连续桥体上部结构施工组织顺畅、质量稳定、过程安全。

## 四、桥梁施工中大跨径连续桥梁施工技术实践应用

### （一）施工前准备阶段

大跨径连续桥梁施工前，要充分认识工程建设复杂性、影响因素多变性的特点。一是从工程建设招投标阶段伊始，认真研究基建工程程序，做好技术标、商务标等各项准备工作，为赢得施工项目夯实基础。取得桥梁工程施工建设项目后，要与设计单位、建设单位充分结合，组织技术人员、专业勘察人员，对桥梁建设所在施工地点的自然环境、地质水文、经济状况、常年降水等环境因素进行详细考察，为合理进行施工图设计、制定科学的施工组织方案，提高工程建设的针对性创造条件。二是桥梁建设施工，要积极组织开展图纸会审、技术交底等相关工作，组织管理技术人员选择施工设备、选购物资材料、开展技术人员技术标准规范培训。三是要提高对大跨径连续桥梁建设的认识，施工前要进行思想动员，向所有建设者介绍桥梁建设概况，讲清分部工程、分项工程，必须遵循的设计标准。选择专业施工资质高、业绩好、技术过硬的合作队伍，将行之有效的质量保障体系应用于施工各环节，确保工程的质量管理、成本管理、进度管理、效益管理等各项技术指标落实到位。

### （二）地基处理过程控制

施工单位要抓住大跨径连续桥梁工程施工中地基处理的关键环节，按照基建工作程序和施工规范要求落实质量保障制度措施。一是对地基的表面杂物、垃圾、杂草进行全面清理，提高大跨径桥梁连续施工基础地表的平整度，为开展后续施工创造良好条件。二是进行大跨径连续桥梁桥墩基础施工时，如果桥墩基础处在软土或者淤泥环境，要在地勘资料的支持下精准测算持力层深度、准确划定淤泥范围面积，要采取强夯固基法、围埝排水回填法，以及喷粉装打桩等形式加固地基。三是根据工程概况详细分析地基处理方式，借助现代基础设施检验技术、先进的测量勘探工具，建立施工模拟模型，进行基础打桩过程推演，测定机械设备技术参数。四是针对软土层、淤泥层、深水层等不同区域，采取大开挖、管桩浇筑、回填浇筑等不同方式，将树石渣、碎

石、鹅卵石等绿色环保可再生资源加以利用,一方面提升地基的稳定性,提高桥梁的承载强度,另一方面减少资源投入,为地合理控制基处理过程资金投入,提高施工企业经济效益提供助力。

### (三) 模板支设施工过程控制

模板支设施工是确保大跨径连续桥梁施工的基础。为此,在施工质量控制和技术要求方面要抓住以下几点。一是模板支设施工要以支撑达标为核心,对模板支设施工质量、平整度、曲度控制,要达到模板与模板之间连接、模板与桥梁体无缝密室衔接的标准要求。二是模板支设施工,要根据模板年处位置与桥梁搭接距离的不同,合理进行模板拼装,运用精密检测仪器和先进的检验手段,保持桥梁边线与模板的水平、垂直状态,形成模板强度、视觉审美、使用功能的要求。三是施工检测技术人员要以模板是否存在破损、与桥体连接是否牢固为标准,及时发现表面松动、缝隙过大、密实度不够等问题,立即进行现场整改。同时要实施模板安装过程中平整度、光滑度的动态检查,对因安装工艺不到位、材料曲度不达标、视觉感观效果差等问题及时修正,保障模板支设与桥梁整体连接固定的连贯性、安全性、稳定性。

### (四) 钢筋工程施工过程控制

钢筋是大跨径连续桥梁施工中所用数量最多的建筑材料之一,对桥梁整体性能、支撑力强度、连接稳固性,以及日后使用安全具有重要影响。基于此,加强钢筋工程施工控制要体现以下几个方面。一是要根据工程建设概况、工程招投标文件,对大跨径连续施工桥梁所用钢筋的数量、型号、性能,进行广泛市场调研,运用电子竞价物资平台、采取市场竞争机制,通过合理招标投标程序选择质优价廉的钢筋。二是大跨径连续桥要从施工图设计和施工组织方案的要求出发,采取区域差异化钢筋采购方式,针对分部分项工程特点、结合工程建设进度和不同阶段钢筋用量,进行错峰布置、分期分批供应。三是建立严格的钢筋选购入场使用检验制度,开展钢筋承载力,拉伸力,耐腐蚀性等指标测试,达到要求的方可应用于桥梁建设。四是钢筋工程施工,要合理控制绑扎时间、固定时间与混凝土浇筑时间,避免因外界因素影响造成钢筋表面保护层脱落、物理性撞击弯曲,以及保管措施不到位造成的锈蚀变形等不利影响。

### (五) 混凝土浇筑与养护施工过程控制

混凝土浇筑是大跨径连续桥梁施工的关键环节,混凝土养护施工是形成桥梁工程质量的重要一环。一是施工单位要高度重视混凝土浇筑施工,施工之前要组织管理技术人员对钢筋材料质量和模板施工质量进行检查,对混凝土的性能质量进行再次确认,在保证所有环节没有问题的基础上方可以进行浇筑施工。二是实施混凝土浇筑施工要严格执行操作规范标准,严格控制好浇筑

的厚度、时间、支模平整度及密封性,保证设计要求与实际厚度之间的误差控制在合理区间。混凝土浇筑施工必须采取振捣操作,保障浇筑的均匀性、浇筑效果的密实性和整体一致性。三是在混凝土浇筑完成之后,要结合实际严格进行规范的后期养护,有效降低混凝土结构表面出现裂缝的可能性,为提高桥梁结构整体的刚度、形成整体强度夯实基础。

### (六) 主桥合龙段施工过程控制

大跨径连续桥梁的主桥合龙施工,是工程建设的收尾环节,是形成桥梁建设整体质量的关键阶段。一是钢结构桥跨合龙段施工要充分考虑合龙段模板对箱梁顶推支撑影响,保证合拢过程平稳运行。主桥合龙施工要遵循施工组织论原理,按照施工图设计要求,以边跨到中跨为施工顺序。合龙施工必须以拆除现浇段支架为起始点,在确保箱梁顶推不受支架影响的情况下,方可进行相关组件支撑物的水平移动。二是主桥合龙段施工,要密切关注天气影响及温度湿度变化,一般情况下主桥合龙段施工以室外温度10~15度为宜,减少温差过大导致的钢架拉伸缩短、桥梁整体伸缩的不利影响,防止合龙进度设置不合理导致混凝土表面损坏及内部结构受损。三是桥梁主体合龙施工要将悬钢架悬于桥体两侧,为完成梁体模板内膜支护、采用高压竹胶板、方木骨架支撑创造条件。

## 五、结语

综上所述,随着目前我国大跨径连续桥梁施工技术的成熟进步,在桥梁施工中展示出良好的应用前景。因此,开展大跨径连续桥梁施工技术应用研究,就要从该项技术综合多工种施工手段、多种特殊技术的特点出发,做好施工前各项准备工作,开展地基处理技术研究,提升模板支设施工质量,抓住钢筋施工过程控制节点,把握混凝土浇筑与养护施工关键,实施主桥合龙施工技术的精细控制,更好地发挥大跨径连续桥梁施工技术在经济社会建设发展中的作用。

## 参考文献

- [1] 王立文. 桥梁施工中大跨径连续梁施工技术的应用研究[J]. 工程建设与设计, 2022(20): 215-217.
- [2] 刘文涛. 大跨径连续钢构桥梁施工控制技术研究[J]. 四川水泥, 2021(07): 262-263.
- [3] 郭世川. 基于桥梁施工中大跨径连续桥梁施工技术的探讨[J]. 四川建材, 2021(05): 171-172.
- [4] 付超繁. 大跨径连续桥梁施工技术在桥梁施工中的应用[J]. 黑龙江交通科技, 2020(03): 87-88.
- [5] 虞久荣. 桥梁施工中大跨径连续桥梁施工技术应用[J]. 智能城市, 2020(09): 232-233.

作者简介: 焦杨(1988年8月-), 男, 汉族, 湖南省长沙市人, 本科, 工程师, 主要研究方向: 公路桥梁。