

洪涝区域现浇拱桥施工中贝雷梁满堂支架的设计与优化

李文磊

中铁十五局集团第一工程有限公司

摘要: 探讨洪涝区域中贝雷梁满堂支架的设计与优化并通过实验数据分析不同设计变化对支架性能的影响, 研究桩基添加、系梁设计和贝雷梁固定这三个方面以提高支架在多雨条件下的稳定性和安全性, 实验结果表明桩基添加、系梁设计、贝雷梁固定减小了支架的位移和变形, 为支架的稳定性提供了重要支持, 使其更能应对多雨, 洪涝区域条件下的挑战, 为洪涝区域中的贝雷梁满堂支架设计提供了有力的指导, 有助于提高工程的质量和可持续性。

关键词: 贝雷梁满堂支架; 桩基添加; 系梁设计; 贝雷梁固定

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.08.073

引言

在工程建设领域特别是在洪涝区域, 贝雷梁满堂支架是一种常见的支撑结构, 其在桥梁、建筑和其他工程项目中起到了关键的作用, 然而洪涝区域的多雨气候和水文特征给支架的设计和施工带来了挑战, 支架常常需要应对水位上涨、洪水等极端天气情况。四川省广元市地处洪涝区域经常受到强降雨的影响, 在这样的背景下进行探讨如何通过设计与优化来提高贝雷梁满堂支架的稳定性确保其在多雨情况下不受水位上涨的影响。本方法将通过实验研究和数据分析系统性地研究不同设计变化对洪涝区域中贝雷梁满堂支架性能的影响, 为洪涝区域中的工程项目提供有力的支持和指导以确保支架在多雨条件下的稳定性和安全性。

一、背景简介

(一) 贝雷梁满堂支架

贝雷梁满堂支架是一种重要的工程构造, 一般用于支撑大跨度桥梁、高架道路等工程的施工, 其主要功能是承担公路桥梁等重量交通出行荷载并将这些荷载传达到桩基或桥墩上以保证工程的稳定性和安全性^[1]。贝雷梁满堂支架一般由建筑钢材构成具有极强的承载力, 设计考虑到了地理条件、荷载标准、施工技术等各种因素以保证工程的可持续, 贝雷梁满堂支架广泛应用于各种桥梁工程中为交通基础设施建设带来了重要适用。

(二) 贝雷梁满堂支架在洪涝区域的应用

洪涝灾害区的特点就是降水量大、水位线急剧上升, 给贝雷梁满堂支架施工带来了一些独特考验, 假如贝雷梁满堂支架设计方案不合理水位线升高可能危及支架的稳定乃至坍塌, 雨水多可能造成土壤层变松, 减少了支架的承载力, 这就对支架设计和施工给出了额外规定。因而洪涝区贝雷梁满堂支架的施工必须精心策划和改进以保证其在雨水多情况下的稳定性和安全性, 在这样的环境下一般采取有效措施如添加桩基、系梁设计与贝雷梁固定以提升支架的性能和抗洪救灾水平。

(三) 工程地质、气象、水文概况

桥址位于晒金村局部可见基岩出露为中生界侏罗系上统莲花口组砂岩、泥质粉砂岩互层, 河床覆盖为粉质黏土和卵石其中粉质黏土厚度不均, 承载力低易发生差异沉降, 卵石分布也不均易发生差异沉降。桥梁位于亭子湖水库库区, 水位在正常蓄水位时为458m, 旱季时为453m, 水位高差约6m, 桥跨处的溪沟水面宽约90m, 河床纵坡平缓, 水流速度平缓, 但在洪水期水位可能上涨2~10m, 水流速度加快最终排入桥梁右侧的嘉陵江。

二、施工方案对比

(一) 盘扣式满堂支架结构方案

盘扣式满堂支架结构的力学模型较为简单, 其结构单元主要为基底+盘扣式支架。盘扣式满堂支架结构的力学受力传力途径为: 模板→方木→横向分配梁→盘扣支架→基础。

(二) 贝雷梁支架结构方案

贝雷梁支架结构单元是由立杆+上下弦杆+腹杆组成, 是一种桁架体系结构, 已经被广泛地应用于大型综合体建筑中庭区域大跨度超高梁板结构施工之中, 并取得了不俗的应用效果。贝雷梁支架的力学受力传力途径为: 模板→方木→横向分配梁→盘扣支架→贝雷片→横梁→基础。

(三) 方案对比

表1 盘扣式满堂支架与贝雷梁满堂支架对比

特点/项目	盘扣式满堂支架	贝雷梁支架
结构类型	框架式支架结构	主要横梁和支撑柱
用途	用于建筑物的搭建和维修	主要用于桥的建设
承载能力	通常适用于轻型和中等重型结构	通常用于大型桥梁, 能够承受更大的荷载
安装速度	安装相对较快	安装相对较慢, 需要更多的时间和劳动力
调整性能	可以进行高度和水平方向的调整, 适应不同的建筑需求	通常需要更多的调整和定位工作, 以确保准确性
稳定性	对于轻型和中等重型结构具有足够的稳定性	具有更强的稳定性, 适用于大型桥梁
施工环境	适用于建筑工地, 如楼房、仓库等	主要用于桥梁施工, 需要考虑地理和水文条件
成本	相对较低的成本	相对较高的成本
安全性	受到良好设计和使用时的安全性保障	受到良好设计和使用时的安全性保障, 特别适用于大型项目
适用范围	适用于多种建筑工程, 但限于较小和中等规模的项目	主要适用于大型桥梁工程, 具有更高的承载能力和稳定性
结构材料	通常由钢材制成	主要由钢材制成

贝雷梁支架在一些情况下可能提供更好的安全性特别是在面对突发情况（如洪水、强风等）时，因为贝雷梁支架具有更强的稳定性和抗风能力。考虑到雨季的影响可能需要更快速、稳定的支架系统来确保施工进度不受太大影响，贝雷梁支架可能具备更快的安装和拆卸速度且贝雷梁支架可能在成本和资源利用方面更具优势。

（四）施工方案说明

根据亭子湖近三年水位监测数据，9月前嘉陵江最高水位不高于450m，9月份开始水位很快上涨至常蓄水位458m。由于桥梁所处位置桥跨处溪沟水面宽约90m，溪水有上游山体汇集，6月份进入雨季，洪水期水位上涨2-10m，根据目前工程进度及工期预计拱圈最快可以在8月底前施工完成，在此期间受雨季洪水影响较大，水位上涨至常蓄水位458m的可能性较小，因此施工方案主要考虑雨季溪水沟洪水因素影响，从经济性、可行性、安全性考虑结合地质、环境、气象、水文实际情况拱圈施工，拱圈施工计划最初考虑使用盘扣满堂支架的方式进行施工，发现盘扣满堂支架的承载能力不足以满足项目的需求，可能是因为预计的水位上涨和洪水情况下负荷会超出盘扣满堂支架的承受能力，现采用贝雷梁支架进行施工，支架底模采用15mm竹胶板，下设100×100mm方木，纵向采用2φ48×3mm的钢管形成拱架，下方支架竖杆横向间距为1.2m，纵向间距为1.2m，按规范和图纸布置扣件式钢管斜撑，斜撑下端使用φ20钢筋及挡块支撑。边孔支架布置和主孔支架相同。

（五）处理要点

考虑到此桥主拱圈跨水域，雨季来临后河水上涨会对支架底部浸泡，影响施工安全，在贝雷梁下面设计增加桩基和系梁做支撑，主拱圈跨下设计增加4座系梁，桩基打到入岩停止，如下图：



由于检验河底淤泥下砂层是否能够满足满堂支架基础要求主要是通过沉降观测的数据来分析确定的，因此制定了严格的沉降观测方案。①底层石渣铺设完成后，由测量人员确定试验位置，在该10*10米的试验范围内，按照5米间距均匀布置9个钢筋桩作为沉降观测点；②砼垫层施工时注意保护这9根钢筋桩，不得歪倒

埋没。底层方木铺设完成后，在沉降范围以外设置一个固定点作为沉降对比点，对这9个观测点进行初始观测。

③沉降观测采用DSZ2型水准仪，配合钢尺进行观测。计算荷载施加至一半时观测一次，全部荷载施加完成后再观测一次，然后每天进行观测2次。

④观测直到连续3天沉降值不超过3mm结束。开始卸载，卸载完成及12小时后，再各观测一次沉降值。施工工序为：施工准备→测量放样→基础施工→贝雷梁满堂支架搭设→支架预压→立模绑扎钢筋→拱圈浇筑。

支架验收分两部分验收：贝雷梁支架和盘扣支架验收。

三、主拱圈底模安装完毕，混凝土浇筑之前，必须对支架系统进行预压

因中孔跨径为50m，边孔为30m，故选用中孔对现浇支架进行预压。用编织袋装砂对支架进行预压，预压顺序为从拱圈两边拱脚→拱顶→拱圈1/4段位置对称预压，预压荷载最重为梁体自重的110%；支架预压重量采用三级预压0-50%-100%-110%每阶段预压观测时间不少于24小时；加载至110%时连续观测两天，对原始数据进行整理为支架搭设提供可靠数据。

（一）预压荷载计算

施工中应根据截面图计算砂袋和混凝土比值，并按照比值堆放配重。主拱圈的钢筋砼重量1772.32t（按照设计钢筋混凝土体积668.8m³，自重按2.65t/m³考虑），加上各项施工荷载452.51t（施工荷载：施工人员、材料及施工机具2.5kN/m²、振捣混凝土产生的荷载2.0kN/m²、浇筑混凝土产生的冲击荷载2.0kN/m²、模板自重取1.5kN/m²。8×9.5×58.35/9.8=452.51t），作为预压荷载，预压重物为袋装砂石。

四、实验对比

为了研究桩基对贝雷梁满堂支架性能产生的影响设置了一个实验组在支架下边加上桩基，实验组的目的是通过操纵水位的上升速度和水平仿真模拟雨水多情况下的水灾情景，观察支架在这种情况下的响应并通过测量支架的位移和变形来评价桩基对支架可靠性的改善作用，通过对比实验组中加入桩基的支架和对照组中没有加上桩基的支架的性能数据信息，能够评定桩基对提升支架可靠性的实际效果^[2]。

五、实验结果与数据分析

（一）桩基添加对支架性能的影响

表2 桩基对支架性能的影响

	最大位移 (mm)	最大变形 (mm)
桩基添加	25.3	12.2
未添加	47.8	19.8

通过表2的实验数据来分析和探讨桩基添加对支架性能的影响，从表格中可以清楚地看出在桩基添加的情

况下支架的位移明显减小了，这是因为桩基的加入提供了额外的支持和稳定性，降低了支架的位移风险。添加桩基与未添加的支架最大变形相差不多但桩基的添加减小了支架的最大变形，这有助于维持支架的形状和稳定性。综合分析表格中的数据可以明显看出桩基添加对支架性能的影响是显著的，它减小了位移和变形，提高了支架的稳定性和安全性，尤其是在多雨情况下的水位上涨下，因此建议在类似的工程项目中考虑桩基的使用以确保支架在多雨条件下的稳定性和安全性。

(二) 系梁设计对支架性能的影响

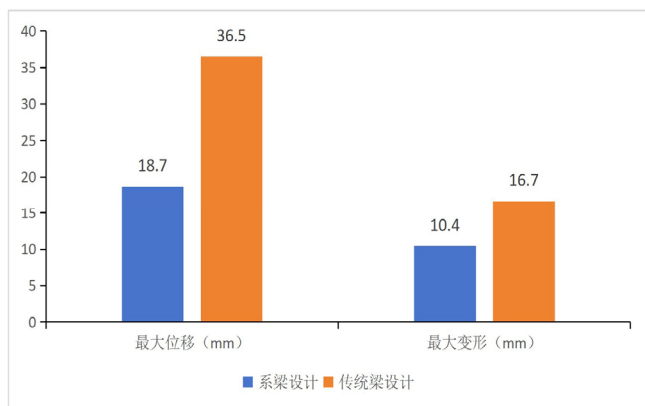


图 1 系梁设计对支架性能的影响

通过图1的实验数据来分析和探讨系梁设计对支架性能的影响，从表格中可以清晰地看出系梁设计相较于传统梁设计在最大位移方面表现更优，这意味着系梁设计能够显著减小支架的位移提高支架的稳定性从而降低了结构受力过大的风险。系梁设计的支架最大变形较传统梁设计的支架最大变形小6.3mm，系梁设计降低了支架的变形有助于维持支架的形状和稳定性，减少了支架的变形损失。综合以上分析系梁设计明显改善了贝雷梁满堂支架的性能，降低了位移和变形同时提高了支架的稳定性和安全性，这一实验结果强调了在洪涝区域的支架设计中系梁设计是一个有效的优化策略，可以显著提高支架的性能以确保工程的安全和稳定性^[3]。

(三) 贝雷梁固定对支架性能的影响

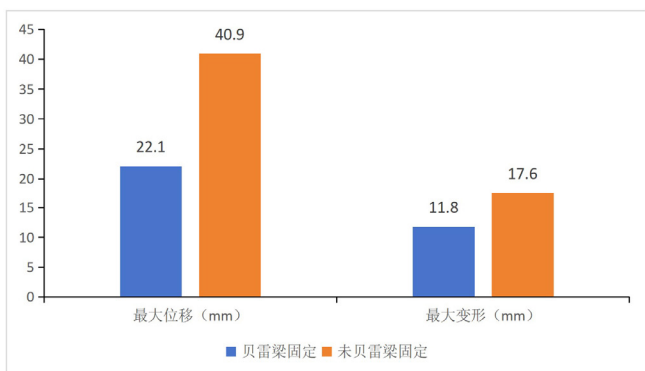


图 2 贝雷梁对支架性能的影响

通过图2的实验数据来分析和探讨贝雷梁固定对支架性能的影响，表格显示了贝雷梁固定对支架性能的影响，可以看出相较于没有贝雷梁固定的支架，贝雷梁固定的支架位移明显减小了接近一半，贝雷梁固定减小了支架的变形，有助于维持支架的形状和稳定性。综合以上数据分析贝雷梁固定明显改善了支架的性能，降低了位移和变形，提高了支架的稳定性和安全性，这对于多雨条件下的施工非常重要特别是在洪涝区域，贝雷梁固定为支架的施工安全性提供了重要保障。

六、结论

通过系统的实验分析和数据分析深入探讨了洪涝区域贝雷梁支架的设计和改进和不同设计变化对支架性能产生的影响。该研究重视添加桩基、系梁设计和贝雷梁固定不动三个关键层面，深入了解雨水多环境下支架的稳定性和安全性，对桩基添加对支架性能产生的影响进行了详细科学研究，实验结论清楚地表明加上桩基础显著降低了支架的位移和变形情况。在项目实践中提议现场工程师综合考虑这种优化措施，结合具体工程项目地质、水文水利、气象要素，制订适度的支架设计计划方案，有助于确保贝雷梁满堂支架在水灾区项目中的稳定性和安全性，为工程项目的成功实施提供坚实的基础。贝雷梁满堂支架在水灾区域施工需要准备工作和用心整体规划，充分考虑各种因素，灵活应对转变逐步完善设计和改进方案，有利于确保支架的稳定性和工程项目的成功实施，通过合理设计和改进能够最大限度地降低风险性以确保工程项目的安全性可持续^[4]。

参考文献

- [1] 解振乙, 周磊, 张海禄, 等. 一种深水急流峡谷梁式支架现浇混凝土拱桥的施工方法: CN202211491171. X [P]. CN115787484A [2024-01-15].
- [2] 丁振亚, 王守佳, 粟学平, 等. 满堂式支架和贝雷梁复合支撑的现浇箱梁施工技术研究 [J]. 建筑技术, 2023, 54 (20): 2458-2462.
- [3] 张振. 单跨双层贝雷梁支架在高墩桥梁现浇施工中的应用 [J]. 安徽建筑, 2023, 30 (10): 151-153.
- [4] 牛训震. 水库养殖区现浇梁支架体系方案设计与比选 [J]. 工程技术研究, 2023, 8 (10): 185-187.