

Study on construction control of new suspension rod in reinforced concrete system arch bridge

Jian Tao Longhua Zhang

Hangzhou Luda Highway Engineering Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311112, China

Abstract

To effectively control crack defects in partial suspension rods of reinforced concrete tied-arch bridges and address concerns about their serviceability, this study analyzes the mechanical behavior of bridge structures. By implementing an active reinforcement method—specifically increasing the number of suspension rods in the original load-bearing structure—we aim to optimize internal force distribution and significantly enhance overall structural strength and stiffness. Drawing from the author's hands-on experience in recent maintenance and reinforcement projects for reinforced concrete tied-arch bridges, this paper proposes practical construction techniques and recommendations for controlling new suspension rod installation processes in fine-rod arch bridges, providing valuable references for industry professionals.

Keywords

reinforced concrete; arch bridge; new suspension rod; construction control

钢筋混凝土系杆拱桥新增吊杆施工控制研究

陶剑 张龙华

杭州路达公路工程总公司, 中国 · 浙江 杭州 311112

摘 要

为了有效控制钢筋混凝土系杆拱桥中部分吊杆出现的裂缝病害, 消除人们对吊杆拱桥正常使用状态的疑虑, 我们从桥梁结构力学行为分析的角度出发, 通过采用其主动加固法, 即在原桥受力结构中增加吊杆的数量, 以此来进一步调整和优化桥梁结构的内力分布, 进而显著提升桥梁结构的整体强度与刚度。本文基于作者在近几年来参与钢筋混凝土系杆拱桥维护加固施工的相关工作经验, 对钢筋混凝土系杆拱桥中新增吊杆施工控制过程中的施工关键技术提出一些想法与建议, 供同行参考。

关键词

钢筋混凝土; 拱桥; 吊杆新增; 施工控制

1 引言

所谓新增吊杆法, 即是在保持原有吊杆体系完整稳定的前提下, 经过科学设计和精心布置增加新吊杆构件。新增吊杆经张拉和严格施工, 能分担部分荷载, 减轻原吊杆外部荷载, 提升其应力储备和承载能力。该方法核心是新、旧吊杆协同工作, 构建稳固均衡的整体受力体系。采用此加固法, 可减少对原结构的破坏影响, 降低吊杆处拱背应力集中, 确保全桥受力平衡均匀, 提高桥梁安全性和延长使用寿命, 在不大幅改动原结构的基础上提升承载能力、保障结构安全。

增设吊杆法优势如下: 通过简单直接的技术手段, 能

显著提升桥梁承载能力、改善整体受力状况。该手段针对性加固桥梁关键部位, 优化受力分布, 减少应力集中, 延长桥梁寿命, 在实际应用中受青睐。

施工工艺简便, 操作流程简化、步骤清晰, 降低施工难度。对桥梁自重影响小, 不增加负担, 保证桥梁稳定性和安全性。加固施工期间不影响原桥梁通行能力, 避免交通拥堵, 提升安全系数。

加固施工在构造设计上几乎不影响桥梁美观。新增吊杆上下端采用特殊锚固构造, 预应力可传至系梁及拱肋, 无需锚固在结构本体上, 保持桥梁外观完整美观。

综合考虑增设吊杆法的优势及实际应用表现, 本桥决定采用主动加固方法, 即新增吊杆法进行加固, 以达最佳加固效果, 确保桥梁长期安全稳定, 也便于未来维护保养。

2 基本思路

增设吊杆法总体思路是依事先规划的加固设计方案和

【基金项目】杭州市交通运输学会科技项目计划(项目编号: Hzjt202402)。

【作者简介】陶剑(1981-), 男, 中国浙江台州人, 本科, 工程师, 从事土木工程研究。

思路,施工时遵循以下流程操作:先搭建加固平台,确保其稳定安全;接着制作上锚箱和下吊板,保证质量规格符合设计;再精确测量新增吊杆孔位,控制误差;之后进行拱肋钻孔,把控孔洞尺寸位置;随后焊接上锚箱并安装吊板;复核新增吊杆长度;安装吊杆及保护罩;进行吊杆张拉和锚固;对锚头和吊杆防腐处理,延长其寿命;同时改造桥面结构,增强桥梁性能和承载能力。施工中遇特殊情况,将根据实际灵活调整步骤或采取应对策略,确保施工顺利和工程质量。通过工艺优化,力求各工艺精准衔接,确保加固工程高质量完成。

3 新增吊杆施工控制要点

3.1 临时结构搭设

根据钢筋混凝土系杆拱桥的施工特点,加固时所需搭设的临时结构,主要包含桥上拱肋脚手架施工平台及桥下系杆挂篮施工平台。

3.1.1 桥上拱肋脚手架施工平台

搭建桥上拱肋脚手架操作平台时,施工人员应在拱肋两侧各搭两排支架,竖向的间距为1米,可以即保证操作空间需要,同时确保其结构的稳定性;竖杆纵向步距1米,满足作业需求且确保结构稳定。此外,为提高稳定性与安全性,在支架底部应设扫地杆,长度为30厘米左右,一方面可以避免支架与地面直接接触,即减少磨损,还能有效支撑结构。横向和纵向水平杆间距1.5米,施工时应保证各杆件之间连紧密接,同时仔细检查其结构的整体稳定性。同时,需要特别设计支架上端与拱肋之间的连接,确保支架与拱肋之间能紧密结合,以提高结构的整体稳定性。施工中,还需在拱肋上缘新增吊杆点位处搭建操作平台,用于钻孔、张拉等工序,其设计与搭建也需满足施工安全与稳定要求。

3.1.2 桥下系杆挂篮施工平台

为便于在系杆上新增的吊杆下端吊板进行快速安装作业,同时保证安装质量及工作效率,并能保证对整体系杆进行后续的防腐处理,施工过程中需将新增吊杆区域的隔离带盖板进行拆除。通过悬挂脚手钢管,构建悬空吊架,并在吊架的纵、横杆上架设刚性挂架,以搭建操作平台。该平台与系杆底部应保持80cm的距离,并在平台两侧设置安全护栏,确保施工人员在桥下作业时的安全性。

3.2 新增吊杆定位

新增吊杆孔位的测定是一项关键的技术工作,它涉及到吊杆安装的精确性和桥梁结构的稳定性。为了确保吊杆的安装位置准确无误,我们采用了先进的技术手段和严谨的测量方法。首先,在拱肋的预定钻孔位置上,我们会粘贴上反光片,这些反光片能够有效地反射全站仪发射的信号,从而提高测量的精确度。接着,利用全站仪这一高精度的测量仪器,我们对拱肋上的钻孔点位进行精确的测量和放样。全站仪能够提供高精度的三维坐标数据,这对于确保吊杆位置的

准确性至关重要。

在完成拱肋钻孔点位的测量和放样之后,我们还需要确定新增吊杆对应的系杆位置。这是通过在拱肋钻孔的中心处悬挂垂线来实现,垂线的垂直性能够帮助我们确定吊杆的垂直方向。这样的操作不仅能够确保吊杆的垂直度,还能够减少在后期吊杆张拉过程中可能出现的预应力损失。预应力损失可能会影响吊杆的承载能力和桥梁的整体结构安全,因此,通过精确的孔位测定和吊杆定位,我们能保证吊杆在张拉后能够达到设计的张拉控制值,从而确保桥梁的安全性和耐久性。

为了确保定位的准确性,我们应在整个测量和定位过程中,严格遵守操作规程,对每一步操作都要进行严密的校验和复核。同时,为了防止测量误差的累积,我们还需在每个测量环节都采用多次等精度测量,并取其各测量值的算术平均值,这样可以最大限度地减少测量误差,提高定位的精度。此外,我们还应特别注意测量环境的影响,如温度、湿度、风力等因素都可能对测量结果产生影响,因此,我们在进行测量时,尽量选择环境相对稳定的时段,以减少外界因素的干扰。

3.3 新增吊杆体系安装

3.3.1 上锚箱及下吊板制作

上锚箱和下吊板这两个关键部件的各个板件,是根据实际测量得到的现场尺寸进行精确放样的。这一步骤确保了每个板件的尺寸能够与实际需求相匹配,从而保证整个结构的稳定性和安全性。在工厂内部,这些放样后的板件会进行下料切割,这一过程需要精密的数控机床来完成,以确保切割的精度和效率。切割完成后,上锚箱的各个板件会被焊接在一起,并在焊接过程中进行编号,以便于后续的组装和安装工作。同时,下吊板的螺栓孔也会被钻设出来,这些螺栓孔的位置和大小都是经过精确计算的,以确保吊板能够牢固地安装在预定位置。此外,为了提高结构的稳定性,还会在适当的位置锚固焊接卡板,这些卡板能够有效地分散和承受来自各个方向的力,从而保证整个结构的稳定性和安全性。

3.3.2 拱肋钻孔及上锚箱焊接、吊板安装

采用钻杆直径40mm的台钻进行钻孔,并确保钻孔垂直,在焊接上锚箱之前,应将锚箱部位的拱肋旧涂料去除,采用水平尺确保所焊接的锚箱上表面水平,下吊板在吊杆张拉之前进行位置调整。

3.4 新增吊杆张拉控制

安装新增吊杆.在确定新增吊杆长度时,必须依据对实际拱轴线进行的复测结果,以及上锚箱垫板至下吊板锚固处的实际长度进行精确计算,并充分考虑锚固与张拉所需的具体长度。在操作过程中,应使用吊车将吊杆一端提起,确保另一端垂直穿过拱肋的钻孔,并同步将其穿入保护性钢套管内。在下吊板安装完成后,需将钢套管与拱肋下缘进行牢固

焊接,以确保结构的稳定性和安全性。

张拉控制,通过工艺优化,吊杆的张拉与锚固过程中设置两台 ZB4-500 型液压千斤顶,并严格遵循设计预定的张拉顺序实施对称张拉。为进一步提升操作的可靠性,施工时要特别注意吊杆上端为张拉端,下端为锚固端。鉴于在拱肋操作平台上进行千斤顶移位的实际困难,现场可借助两台吊车进行千斤顶的张拉移位操作。当张拉力达到设计控制标准后,维持稳压状态 2 分钟,随即进行锚固操作。为有效预防后期锚头松动问题,张拉作业终结后,在上下端锚固螺母外部各应增设一个防松螺母,并确保螺杆的丝头长度满足安全技术规范的要求。

在张拉作业的整个过程中,必须始终保持高度警惕,密切观察和监控吊杆以及拱肋的变形状况。一旦发现任何异常现象,例如变形超限、声响异常或其他不寻常迹象,应立即采取紧急措施,停止张拉操作,并及时进行详细的原因排查和分析。务必确保吊杆在张拉过程中受力均匀,防止因局部应力集中过大而引发的结构性损伤,从而保障整个工程的安全性和稳定性。

新增吊杆安装完成后,应对其进行全面的检查,包括吊杆的长度、位置、张拉力以及防腐处理等,确保所有参数均符合设计要求。同时,记录好相关数据,为后续的施工控制和桥梁维护提供参考。

3.5 新增吊杆及原拱肋、原吊杆防腐处理

锚头及吊杆防腐,为了确保锚头和锚具的长期稳定性和耐久性,需要对上端和下端的锚头锚具进行细致的防腐处理。具体操作包括:首先,均匀涂抹一层高质量的防腐油脂于锚头锚具的表面,以有效隔绝空气和水分的侵蚀;其次,针对锚头保护罩以及吊杆保护管,需进行更为全面的防护措施,即在这些构件的内部灌注防腐性能优异的聚氨酯材料,从而形成一个密封的保护层,进一步防止外界环境因素对内部金属构件的腐蚀,确保整个结构的长期安全使用。

拱肋钻孔处理,在加固过程中,对拱肋进行钻孔操作不可避免地破坏了拱肋钢管部分的完整结构,导致孔壁周边区域出现了应力集中现象。尽管这种轻微的应力集中在短期内对拱肋的整体受力性能不会产生显著的影响,但在施工过程中,为了确保结构的安全性和稳定性,施工团队还是采取了在上锚箱内注入粘钢胶的措施,对孔壁上缘进行了有效的稳固处理。此外,考虑到孔壁周边若直接接触到自然环境,可能会因外界因素的侵蚀而引发耐久性问题,因此在加固施工中,特别采取了将吊杆套管与拱肋下缘进行焊接的工艺,

并在上锚罩及吊杆套管内部注入防腐聚氨酯材料,以实现孔壁周边区域的严密封,从而有效防止自然环境对结构的潜在侵蚀,确保加固效果的长期稳定性和结构的耐久性。

拱肋、系杆和风撑、吊杆护管防腐处理:原桥的拱肋、系杆、风撑以及吊杆护管等构件,其现有的防腐层在长期的自然环境侵蚀下,部分区域已经出现了明显的脱落现象,导致其防腐效果大打折扣,无法有效抵御外界腐蚀因素的侵害。为了确保桥梁结构的长期稳定性和安全性,在新增吊杆张拉作业顺利完成之后,立即对这些构件进行了全面的重新防腐处理。在防腐施工过程中,首先采用专业的打磨工具,将原有的防腐层彻底清除干净,确保基材表面平整、无残留。随后,按照严格的施工工艺要求,先均匀涂刷一层底漆,以增强防腐层与基材的附着力,再依次涂覆多层面漆,每一层漆膜都需经过充分的干燥和固化,以确保防腐层的整体质量和耐久性,最终达到预期的防腐效果。

在重新防腐处理过程中,还特别关注了构件的细节部位,如焊缝、边角等易腐蚀区域,对这些区域进行了额外的加强处理,如增加防腐涂层的厚度或采用更为高效的防腐材料,以进一步提升其耐腐蚀性能。同时,为了确保防腐处理的质量,施工团队还定期对防腐层进行质量检测和评估,及时发现并解决潜在的防腐问题,从而确保桥梁结构的长期安全稳定。

4 结语

新增吊杆法的基本原理是通过主动加固措施,能够有效延长桥梁的使用寿命,减少因频繁维修带来的经济损失和社会影响。同时,该方法的选择也充分考虑了环保和可持续发展的要求,力求在加固过程中减少对环境的影响,实现经济效益与环境效益的双赢。

实践证明,新增吊杆法成功实施,离不开对桥梁结构的深入理解和精细施工,即在施工控制过程中的每一个环节都需要严格把控,确保施工质量。同时,对新增吊杆施工过程的动态监测也至关重要,这有助于及时发现并处理潜在的问题,确保桥梁的施工质量与安全保障。

参考文献

- [1] 张雷.钢筋混凝土系杆拱桥套管层养护加固技术研究[J].交通建设与管理,2023(6):127-129.
- [2] 赵叶林.预应力混凝土连续梁荷载试验分析及加固研究[J].交通建设与管理,2024(3):122-124.
- [3] 林婵华.加强公路桥梁养护与维修加固的措施研究[J].时代汽车,2024(23):184-186.