

智能传输系统在渡槽连续刚构张拉中的应用

谢军锋¹, 文能²

(1. 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 610072;

2. 四川省亭子口灌区建设开发有限公司, 四川 南充 637000)

摘要:探讨了智能传输系统在亭子口水利工程渡槽连续刚构张拉应用中具有的潜力和优势。阐述了渡槽连续刚构的背景以及传统渡槽连续刚构张拉方法存在的操作效率低、安全风险高以及监测数据不稳定的缺陷,详细介绍了智能传输系统的概念、工作原理和特点,强调了其在渡槽连续刚构中的应用;探讨了智能传输系统中采用的关键技术,包括传感器技术、控制算法和通信技术以及如何优化其系统性能,分析了其与传统方法相比具有的优势,包括实时监测、远程控制和自动化操作;最后进行了性能评估,强调了智能传输系统在提高工程效率、减少人力成本和提高施工安全性方面具有的潜力;总结了所取得的主要研究成果以及智能传输系统在渡槽连续刚构领域应用的前景。

关键词:智能传输系统;渡槽连续刚构;张拉;传感技术

中图分类号:[TV91];TV76;TV52;TV546

文献标志码: B

文章编号:1001-2184(2024)02-0072-04

Application of Intelligent Transmission System in Continuous Rigid Frame Tensioning of Aqueducts

XIE Junfeng¹, WEN Neng²

(1. PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu Sichuan 610072;

2. Sichuan Tingzikou Irrigation Area Construction and Development Co., Ltd., Nanchong Sichuan 637000)

Abstract: This article aims to explore the potential and advantages of intelligent transmission systems in the continuous rigid frame tensioning application of the Tingzikou Water Conservancy Project Aqueduct. It explains background of the aqueduct continuous rigid frame and the shortcomings of low operating efficiency, high safety risk and unstable monitoring data existing in the traditional aqueduct continuous rigid frame tensioning method, introduces the concept, working principle, and characteristics of the intelligent transmission system in detail, and highlights its application in continuous rigid frames for aqueducts. This article explores the key technologies in intelligent transmission systems, including sensor technology, control algorithms, and communication technologies, as well as how to optimize their system performance, and analyze their advantages compared to traditional methods, including real-time monitoring, remote control, and automated operations. Finally, it carries out performance evaluation, emphasizing the potential of intelligent transmission systems in improving engineering efficiency, reducing labor costs, and improving construction safety; It summarizes the main research results and emphasized the potential application of intelligent transmission systems in the field of continuous rigid frame tensioning of aqueducts.

Keywords: Intelligent transmission system; Continuous rigid frame tensioning of aqueducts; Tensioning; Sensing technology

1 概述

笔者对渡槽连续刚构的概念、原理及智能传输系统在水利工程中的应用进行了阐述。传统的渡槽连续刚构张拉方法存在一系列问题,如监测困难、维护复杂、安全隐患等,亟需创新解决方

案^[1]。智能传输系统作为一种先进的监测与控制技术为解决这些问题提供了新的途径,其通过传感器技术与数据采集、控制算法与系统集成、设备硬件与通信技术等多方面的综合应用能够实时监测结构的状态、自动识别问题并采取相应的措施,进而提高了渡槽连续刚构的安全性、可维护性和

收稿日期:2023-12-10

效率。因此,深入探讨智能传输系统在渡槽连续刚构张拉中的应用潜力以推动工程领域的技术创新和发展极为重要。

2 渡槽连续刚构张拉技术

渡槽连续刚构是一种桥梁工程结构,通常用于跨越河流、道路、铁路或其他障碍物。与传统的独立桥墩相比渡槽连续刚构具有更大的跨度,能够提供更大的通行空间,减少地面的干扰。该结构的优点在于其可以有效地减少对地面资源的占用,进而提高了交通效率,亦美化了城市风景。渡槽连续刚构通常由一系列刚构段组成,这些刚构段在一定跨度上相连形成了一个连续的结构体系^[2]。这些刚构段之间的连续性使渡槽可以适应不同的地形和复杂的地理条件,从而进一步增强了其适用性。在渡槽建设过程中,刚构段通常需要进行张拉以确保其稳定性和承载能力。

刚构张拉是渡槽连续刚构施工中至关重要的工序,其基本原理涉及应用预应力力学原理来提高刚构的承载能力和稳定性。为了确保结构的均匀承载和优化性能,这些刚构段需要引入预应张力,因而在刚构段内部埋设了预应力钢束或预应力螺栓组件,且这些构件可以施加张拉力^[3]。张拉力的引入使得刚构段在未受荷载的情况下产生初始的弯曲和变形,这些变形是为了在荷载施加时能够抵消结构的内力从而提高其整体承载能力。预应力构件的张拉力必须根据结构的设计要求精确施加。通常,工程师会计算和规划刚构施工中所需的张拉力,然后通过设备和工具将其施加到相应的构件上,整个过程需要考虑不同刚构段的位置并要求确保结构的均匀性和一致性。

3 智能传输系统的定义及其具有的优势

(1)智能传输系统的定义。智能传输系统是一种创新性的工程应用系统,旨在通过集成先进的传感技术、自动化控制原理和数据通信技术实现对工程结构物的全面监测、实时控制和数据管理。其核心在于将结构物赋予智能化的能力以提高结构物的安全性、可靠性、维护性和效率,同时降低维护成本和人员风险。智能传输系统的基本目标是为工程师、监管机构和维护人员提供一种全面了解工程结构健康状况的工具,以便及时识别潜在的问题、采取有效的预防措施以确保结构

的长期可靠性。这一系统通过不断监测结构的物理参数、实时数据分析、智能诊断和远程控制实现对结构物的实时跟踪和管理^[4]。该智能传输系统的应用领域广泛,其包括桥梁、渡槽、建筑物、隧道、风电场等工程结构,可以用于新建工程的监测和控制,也可用于现有结构的升级和改进。系统的工作原理使结构监测变得更加智能、高效和可靠,对于保障工程结构的安全性和可持续性具有重要意义,其必将在未来的工程领域发挥出越来越重要的作用。

(2)智能传输系统具有的特点及其优势。智能传输系统作为一种先进的工程监测和管理工具具有多种特点和显著优势,从而为工程领域带来了革命性的变革。智能传输系统具有实时性和高精度的特点,通过实时监测各种结构参数,如应变、温度、振动等,系统能够及时捕捉到结构的变化和异常情况,为工程管理人员提供及时的数据和警报,帮助他们快速做出反应以降低潜在的风险^[5]。该系统具有远程控制和监视的优势,工程管理人员可以通过互联网远程访问系统,随时查看结构状态并进行远程操作。这一特点增加了工程的灵活性,减少了施工人员的作业风险(特别是在危险区域和恶劣的环境下)。该智能传输系统具有数据处理和分析能力,系统可以处理大量的监测数据并通过先进的数据分析算法进行实时分析,为结构状态预测性能提供决策支持。该系统还能够建立历史数据库,从而为长期维护计划和决策的制定提供支持。

4 智能传输系统在渡槽连续刚构中的应用

(1)智能传输系统的适用性。智能传输系统作为一种创新的工程监测和管理技术具有广泛的适用性,其可以在多个工程领域发挥重要的作用。智能传输系统适用于桥梁和渡槽工程,这些工程结构通常具有复杂的形状和高度,需要长期进行监测和维护以确保其安全性。智能传输系统可以实时监测结构的变形、应力、振动等参数,及时发现潜在的问题以提高桥梁和渡槽的可靠性和可维护性。智能传输系统亦适用于建筑工程,在高楼大厦、大型商业综合体和公共建筑中,其结构的安全性和性能至关重要。通过实时监测和数据分析,系统可以帮助管理者了解建筑结构的状态,采取预防性的维护措施以保障建筑的稳定性和持久

性。同时,智能传输系统在隧道工程中也具有广泛应用的潜力(隧道通常处于地下或地下水层下方而难以被直接监测和检查)。

(2)智能传输系统与传统方法的比较。智能传输系统与传统方法相比其在工程监测和管理方面具有显著的优势。智能传输系统实现了实时监测和远程控制,而传统方法则通常依赖于人工巡检和操作。智能传输系统可以持续不断地监测结构的状态,及时发现问题从而减少了对人力资源的依赖,提高了监测的覆盖范围和精度。智能传输系统具有高度的自动化和智能化,能够通过数据分析和模型诊断出结构的健康状态;而传统方法则常常需要依赖专业人员进行复杂的测量和分析,极易受到主观因素的影响而导致准确性有限;智能传输系统可以实现大数据的管理和分析,能够建立历史数据库进而为长期维护计划和决策提供支持;而传统的方法通常涉及到大量的手工记录和文件整理而不便于进行数据的长期管理与分析。

5 智能传输系统的关键技术与设备

(1)传感器技术与数据采集。传感器技术与数据采集在智能传输系统中的作用至关重要。传感器是系统的关键组成部分,负责实时监测工程结构的各种物理参数,包括应变、温度、振动、位移等。每个传感器每秒可产生约 100 MB 的监测数据,而整个系统中可能包括数百甚至数千个传感器,且每个传感器都在不断产生数据。而不同类型的传感器适用于不同的监测需求:应变传感器用于测量结构的应变情况;温度传感器用于监测结构的温度变化,而位移传感器则用于跟踪结构的位移。这些传感器必须精确、可靠地捕捉数据以确保对结构状态的准确监测。数据采集是传感技术的延伸,负责将传感器获取到的数据进行采集、整理和传输。根据所获取的数据每天可以处理数百 GB 的监测数据,这些数据通常以数字的形式存储并通过通信网络传输至中央控制系统。传感器监测数据产生速率的情况见表 1。

(2)控制算法与系统集成。控制算法与系统集成是智能传输系统的关键组成部分,对于实现系统的实时监测、分析和控制起到至关重要的作用。其一方面涉及到控制算法的开发和优化;另一方面则关系到系统各个组件的协调和整合。控

表 1 传感器监测数据产生速率表

传感器类型	项目	数据产生速率
应变传感器	应变情况	1 000 SDP/s
温度传感器	温度变化	100 SDP/m
振动传感器	振动频率和振幅	1 000 SDP/s
位移传感器	位移和变形	100 SDP/h

制算法的设计是智能传输系统的核心之一,这些算法负责处理从传感器获取到的实时数据,通过数据分析、模型识别和故障诊断等技术实现对结构状态的监测和分析。通过高级的控制算法系统能够识别潜在的问题、预测结构的性能、发出警报并采取必要的措施以确保结构的稳定性和安全性。系统集成涉及到控制算法与传感器、数据采集系统、通信设备等组件的协调工作,确保系统的高效运行,包括数据的传输和处理、通信协议的制定、远程控制的实现等。系统集成的目标是确保各个组件之间的协同工作以实现系统的完整性和可靠性。

(3)设备的硬件与通信技术。设备的硬件和通信技术在智能传输系统中扮演着关键角色,它们是实现系统实时监测、数据传输和远程控制的基础。设备硬件包括传感器、数据采集设备、控制器等,而通信技术则负责确保数据的可靠传输和远程控制的实现。设备硬件是智能传输系统的感知和数据采集工具。传感器是系统的前沿,负责监测结构的各种参数,例如应变、温度、振动等。数据采集设备用于采集、整理和存储传感器获取的数据。控制器是系统的核心,负责数据处理、分析和控制算法的执行。设备硬件的高度精确和可靠性是确保监测数据的准确性和及时性的关键。通信技术是智能传输系统数据传输和远程控制的媒介。该系统需要并能够将采集到的数据实时传输到中央控制系统并接收来自远程操作员的指令。

6 智能传输系统的性能评估与优化

(1)性能评估指标。性能评估指标在智能传输系统的应用中扮演着至关重要的角色,它们是用来衡量系统在工程监测和管理中的效能、有效性和可靠性的标准。监测精度是评估系统测量结果与实际情况吻合度的指标,其反映了系统对结构参数变化的准确度和灵敏度。较高的监测精度意味着系统能够更准确地识别结构状态的变化和问题进而提高工程结构的安全性。实时性系指系

统处理和传输监测数据的速度,而在工程监测中及时获取相关数据对于发现和解决问题至关重要。较高的实时性可以确保系统能够迅速响应异常情况、减少潜在的风险。数据的完整性是评估系统是否能够捕获和记录全部关键数据的指标,而确保数据的完整性对于准确的结构状态诊断和问题跟踪至关重要,其有助于防止遗漏重要的信息。

(2)优化方法与策略。在智能传输系统的应用中,优化方法与策略是为了提高系统性能、降低成本、提高效率和实现更好的工程监测和管理而采取的关键步骤。传感器的布局优化非常重要,选择合适的传感器类型和位置对于监测结构的关键参数至关重要。通过传感器的布局优化可以确保监测系统能够捕捉到最具信息量的数据,进而提高监测的准确性和可靠性。控制算法的设计和优化亦非常关键,控制算法的高效和准确性能够提高数据分析和结构状态评估的效率。通过采用高级的控制算法,系统能够更准确地识别问题、预测性能和采取适当的措施。数据处理和分析的优化也很有必要,是智能传输系统中的关键步骤,采用高效的数据处理和分析方法可以加速信息的提取、故障的诊断和决策制定的过程,进而提高系统的实时性和准确性。

7 结 语

智能传输系统作为一种先进的监测与控制技

(上接第 64 页)

可以实现进度与管理的融合,最终实现企业数字化和智能化进度管理的转型。

参考文献:

[1] 殷俊. 基于 BIM 三维构件的隧道施工进度精细化管理研究 [D]. 东南大学, 2022.

[2] 金丹. 桥梁施工进度的三维可视化管理[J]. 计算机应用与软件, 2008, 25(5): 187-190.

[3] 韩庆全. 隧洞工程施工进度三维智能控制方法研究[J]. 内蒙古公路与运输, 2021, 25(1): 25-30.

[4] 钟登华. 水电工程施工进度三维动态可视化方法[J]. 天津大学学报, 2005, 38(4): 322-327.

[5] 周绍杰. 融合 BIM 与三维重建的施工进度数字孪生跟踪方法初探[D]. 第九届全国 BIM 学术会议论文集, 2023.

[6] 周智勇. 三维项目建设进度管理系统设计与实现[J]. 城市勘测 2012, 2(2): 8-10.

[7] 张海平. 基于 GIS 水电站施工进度三维可视化模拟[J]. 水科学与工程 2007, 31(1): 36-38.

术在渡槽连续刚构工程中具有巨大的潜力和广泛的应用前景。通过传感器技术与数据采集、控制算法与系统集成、设备硬件与通信技术等多方面的综合应用,智能传输系统能够实现对结构状态的实时监测、自动识别问题并及时采取措施,能够显著提高工程的安全性、可维护性和效率。与传统方法相比,智能传输系统在数据精度、监测精度和故障检测等方面表现出明显的优势,能够为渡槽连续刚构工程的施工与维护提供具有可行性和可靠性的解决方案。笔者认为:智能传输系统有望成为渡槽连续刚构工程领域的关键技术,从而为桥梁工程的安全性和可持续发展做出积极的贡献。

参考文献:

[1] 邓远新, 卢帝. BIM 环境下的多向预应力渡槽智能施工[J]. 水电与新能源, 2023, 37(10): 15-18.

[2] 姚胜泉. 基于大型渡槽原型试验的混凝土徐变参数反演[J]. 铁道建筑技术, 2023, 26(10): 24-29.

[3] 焦康, 郭海亮, 马瑜, 等. 南水北调中线工程渡槽伸缩缝止水综述[J]. 东北水利水电, 2023, 41(10): 60-64, 72.

[4] 武晓燕, 申铁军. 连续刚构桥预应力筋张拉计算与施工分析[J]. 四川建材, 2023, 49(10): 168-169.

[5] 张建华, 李静, 林潮宁, 等. U 型渡槽参数化有限元建模与智能优化设计研究[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2022, 50(5): 75-81.

作者简介:

谢军锋(1982-),男,陕西渭南人,工程师,从事水利水电工程项目管理工作;

文能(1984-),男,四川南充人,副高级工程师,学士,从事水利水电工程项目管理工作。(编辑:李燕辉)

[8] 韩周平, 韩诗雨. 工程总承包项目进度计划编制探讨[J]. 煤炭工程, 2022, 54(9): 31-34.

[9] 李金虎. 基于 WBS 和网络计划法的地质普查项目进度计划编制研究[D]. 东北财经大学, 2023.

[10] 王坤琦. 项目进度管理的动态调整研究与应用[D]. 北京交通大学, 2022.

作者简介:

孙周辉(1980-),男,陕西宝鸡人,正高级工程师,工程硕士,从事水利水电工程项目管理和智能建造技术研究;

张晓川(1984-),男,宁夏固原人,工程师,学士,从事水利水电工程项目管理工作;

彭昱坤(1997-),男,贵州兴义人,工程师,硕士,从事水利水电工程项目管理及数字化工作;

滕 黎(1996-),男,湖北恩施人,工程师,硕士,从事水利水电工程项目管理工作;

廖 悦(1991-),女,重庆市人,工程师,硕士,从事能源行业数字化研发与管理工作;

廖 勇(1988-),男,四川宜宾人,工程师,学士,从事水利水电工程项目管理工作。(编辑:李燕辉)