

水利水电工程锚索张拉云监测系统研究与应用

范雄安¹, 龚泽鹏¹, 蒋小春², 李果²

(1. 华电金沙江上游水电开发有限公司拉哇分公司, 四川 成都 610041;

2. 成都中大华瑞科技有限公司, 四川 成都 610041)

摘要: 根据实际需要, 工程技术人员进行锚索张拉云监测系统的研究, 开发出锚索张拉云监测系统和云管理移动终端。施工中, 应用锚索张拉自动记录仪, 以自动化数据测量、记录和上传替代传统的人工目测、计算、笔记工作, 实现了张拉过程远程实时监控、在线记录、张拉数据实时汇总分析等功能, 对保障锚索施工质量以及提升智慧施工水平具有重要意义。

关键词: 锚索张拉云监测; 在线记录; 锚索自动记录; 锚索监控

中图分类号: TV7; TU757. 2; TN931. 3

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2022)03-0001-03

Research and Application of Cloud Monitoring System for Anchor Cable Tensioning in Water Conservancy and Hydropower Engineering

FAN Xiongan¹, GONG Zepeng¹, JIANG Xiaochun², LI Guo²

(1. Lawa Branch of Huadian Jinsha River Upstream Hydropower Development Co., LTD,

Chengdu, Sichuan, 610041; 2. Chengdu Spring Energy Technology Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610041)

Abstract: According to actual needs, engineers and technicians have developed the cloud monitoring system for anchor cable tensioning and mobile cloud management terminals based on relevant research. During construction, automatic anchor cable tensioning recorder is used to automatically measure, record and upload the monitoring data instead of visual inspection, manual calculation and note-taking. By doing so real-time remote monitoring, online recording, real-time summarization and analysis of tensioning data, etc. during the tensioning process is realized, construction quality of anchor cable is guaranteed and intelligentization level of construction is raised up.

Key words: cloud monitoring on anchor cable tensioning; online recording; anchor cable automatic recording; monitoring on anchor cable

0 引言

预应力锚索是指采取预应力方法把锚索锚固在岩体内部的索状支架, 常用于加固边坡。锚索靠锚头通过岩体软弱结构面的孔锚入岩体内, 把易滑体与稳固岩层联在一起, 从而改变边坡岩体的应力状态, 提高边坡不稳定岩体的整体性和受力强度。

锚索张拉施工技术是预应力锚索施工中最重要的一环, 其施工质量的优劣直接影响到结构的耐久性和稳定性。由于张拉的质量和效果难以直观检查, 需通过对张拉过程的记录和分析来反映张拉情况。锚索张拉需按照锚索施工规范进行施工作业, 在施工过程中记录张拉的油压值、张拉

力、伸长量、升压时间、持荷时间、偏差率等参数, 以此数据作为评判张拉质量的依据。

自 20 世纪 60 年代起, 我国开始发展预应力锚索加固技术, 在水利水电工程中对锚索加固技术及应用方面有很多研究。2001 年, 黄河设计院^[1]在小浪底工程中详细研究了双层保护预应力锚索的特点、锚索体设计、锚索构造、施工技术要求等; 2005 年, 小浪底建管局对预应力锚索锚固效果、抗滑力最优化和耐久性等 3 个关键问题进行研究^[2]; 2016 年, 华东院进行了无黏结预应力锚索孔摩阻力及锚索结构改进的试验研究^[3]; 2021 年, 水电十一局对深预应力锚索在深基坑支护工程当中的施工工艺和重点开展了研究^[4]。

由于水电工程存在湿度高、空间狭小、设备转

收稿日期: 2022-05-10

运困难等一系列问题,目前水利水电锚索施工普遍采用人工采集、记录张拉数据,人工控制油泵张拉的施工形式。人工记录存在记录数据不准确、人为介入可操控性大、记录时效性不高、工作强度大等多种问题,导致预应力施工质量受外因影响程度大,专业化、标准化、科学化急需提升。2005年,水电七局锚索张拉自动监控系统^[5]在紫坪铺水利枢纽引水洞边坡支护锚索工程中进行了多次现场实验,采用计算机监控张拉数据的方式,数据存储于数据库中,但后来并未在水利水电工程中实际应用。锚索施工信息感知不全面、数据不准确、及时性差等问题亟待解决。利用计算机技术自动监测张拉过程、传输数据、形成成果,是锚索张拉技术发展的必然趋势。

1 锚索张拉云监测系统的技术特点

锚索张拉云监测系统是针对传统预应力锚索张拉施工存在的问题,对水电工程施工特点研发出的锚索施工监测系统,对锚索施工现场的张拉数据进行记录、存储、上传,实现对预应力锚索张拉作业的远程监测和在线记录,达到提高测量精度和保障施工质量的效果。设备轻巧便携,操作简单,易于装配,适用于水电工程复杂的张拉施工作业环境。锚索张拉云监测系统具有以下技术特点:

(1)数据采集精准化,记录过程自动化,张拉数据连续化。锚索张拉记录仪自动采集锚索张拉过程中的关键数据,保证锚索施工质量。人工采用钢尺测量张拉位移,分辨率为毫米级,并存在读数误差。记录仪测量分辨率为0.1毫米,采集频率达到10次/秒,连续实时测量,数据准确,报表格式规范统一,节省人工资料整编时间,解决了现场人工操作水平参差不齐,施工规范性不高、数据不连续、资料整理滞后等问题。

(2)以在线集中式记录与存储模式替代现场分散记录,保障数据真实可靠。传统模式使现场各作业面分散,每个部位设备的故障,都会导致锚索数据的丢失,且存在人为篡改的风险。锚索张拉云监测改变了传统的现场记录模式,所有数据通过无线网络传输到云服务器,在网络端进行集中记录与存储,数据不可变更,减少人为篡改的可能性,有效地保证了数据的真实性和安全性。

(3)通过无线技术使整个锚索工作流程的前

方与后方进行紧密联系,提高了锚索施工的管理水平和智慧施工水平。施工前方,通过记录仪进行自动记录,数据无线实时上传,生成符合规范的报表;施工后方,施工管理者可通过登录云监测系统,实时查看张拉数据,及时了解张拉进展和张拉成果,以便调整施工策略,指导前方施工,有利于提高工程智慧施工水平。

(4)拥有配套的云监测APP,与云监测系统共用一套用户管理权限和数据库,云监测APP突破了时间和地域的限制,可随时随地监测现场张拉情况,很好地解决了锚索监测设备场地限制的缺点,方便了施工管理者监管锚索张拉现场的情况。

2 锚索张拉云监测系统的组成

锚索张拉云监测系统由锚索自动记录仪、云监测系统、云监测APP构成。

锚索记录仪自动记录整个张拉过程的张拉数据,并通过4G网络进行现场设备与中央服务器之间的实时数据传输。数据传输采用定制数据通信协议,对锚索张拉数据进行加密,保障数据传输的安全性、高效性。用户可通过手机或PC端登录系统,进行实时数据、过程数据查看和报表查询,把握工程进展和质量。本项目可使现场锚索张拉施工作业规范化、科学化、标准化,提高张拉作业的技术水平和管理水平,保障施工质量。

2.1 锚索自动记录仪

锚索自动记录仪综合运用了电子信息、传感、检测和通信技术,实现了数据自动采集、信息自动上传、报表自动保存、历史数据追溯、报表曲线打印。该仪器具有以下功能:

(1)现场数据采集、显示及记录。采用高精度位移传感器测量锚索伸长量,高精度数显数字油压表测量油压值,避免人工记录产生的误差,确保数据真实性,提高施工效率。锚索记录仪能实时显示锚索伸长量、张拉力、偏差率等数据,将采集的数据生成实时曲线,自动判断当前张拉状态并生成报表。每秒可采集10次锚索伸长值与油泵油压值数据,其曲线更加连续平滑。报表中记录了报表生成时间、油压值、张拉力、伸长量、偏差率、升压时间、稳压时间、张拉状态等信息。

(2)实时数据上传。利用4G网络,记录仪可实现远程传输数据,将张拉现场的实时数据、实时

报表、实时曲线和完整报表通过 HTTP 协议上传至云监测系统。无线传输数据通过加密解密处理,保障数据安全性。施工管理者可第一时间获取最新成果数据,有效提高施工管理效率及施工质量。设备具备断网续传功能,以适应施工现场较弱网络条件的使用环境,在网络通畅时实现数据续传。

(3)报表打印和曲线打印功能。在完成张拉后,可打印当前张拉的施工报表和曲线,避免人工记录产生的误差,确保数据真实性,提高施工效率。

(4)本机历史报表查询功能。设备可查询及打印本机张拉过程的历史报表和曲线。设备在张拉完成后会生成并存储完整报表,便于历史张拉报表的资料查询。

(5)数据掉电保存功能。施工现场情况复杂,当出现断电情况,设备会保存当前张拉数据和张拉状态,在电源恢复后仍可继续完成数据记录上传等工作,数据不会因断电而丢失。

(6)设定张拉参数功能。根据具体工程要求结合水电工程锚索施工规范设定张拉参数,包括各级持荷时间、各级张拉系数、锚索横截面积、锚索弹性模量、锚索根数、千斤顶率定方程等。

2.2 云监测系统

云监测系统与锚索自动记录仪是相辅相成的,具有以下功能:

(1)实时获取锚索记录仪上传的实时数据、曲线数据以及报表数据。用户登录系统后可实时查看每个锚索记录仪的实时数据、曲线以及报表。其实时的数据、报表、曲线均与现场锚索记录仪数据一致。

(2)张拉数据实时汇总分析。施工现场的锚索张拉数据可以及时汇总到云服务器,并进行锚索张拉资料整理,生成报表及曲线图,能及时分析和掌握锚索张拉施工完成情况。

(3)张拉报表打印功能。云监测系统可打印查询到的报表和曲线,打印的报表和曲线可用以评定锚索张拉效果。

(4)用户信息及权限管理。云监测系统可根据不同用户的身份和管理职责,设定不同的权限,使用户只能执行权限内的操作。

(5)数据库备份与恢复功能。云监测系统自

动备份数据库数据,并支持手动备份与恢复功能。当用户误删数据时,可通过数据库恢复功能恢复数据。

2.3 云监测 APP

云监测 APP 与云监测系统共用一套用户管理权限和数据库。施工管理者可通过手机 APP 连接云服务器,随时随地远程监测各锚索张拉施工作业面的张拉数据,降低了设备使用限制,为施工管理者带来了极大的方便。

3 现场应用情况分析

3.1 总体应用情况

2022 年 3 月,在电站左、右岸坝肩,开展了锚索云监测系统现场张拉试验。锚索自动记录仪体积小,易部署,操作简单,相比传统记录张拉设备效率更高。现场完成了 4 个锚孔的张拉试验,锚索记录仪与云监测系统 Web 端界面显示数据一致,锚索张拉云监测系统实现了现场记录与在线记录的双重记录,取得了良好的试验成果。

3.2 应用效果分析

(1)锚索云监测系统使用传感器技术代替传统人工测量,保障数据的精准性、连续性,使用计算机技术和物联网技术保障资料的安全性和实时性,便于专家和管理者实时把控现场张拉情况,保证张拉质量。

(2)现场锚索记录仪体积小,重量轻,便于部署和移动,可在边坡、高架等极端施工环境下工作,解决了传统锚索张拉记录设备安装难、转运难、拆卸难的问题,具有很好的适应性。

(3)以往现场锚索张拉机具转移、油压控制和数据记录往往需要 5 人配合施工,锚索云监测系统实现自动记录伸长值、油压表读数等数据,减少仪表观测和记录人员,现场只需 2 人就能完成锚索张拉作业,极大地减少了施工作业人员,控制了工程投入成本。

4 结 语

锚索张拉云监测系统专为水电工程锚索施工研发,对现场多个锚索记录仪进行集中管控,所有锚索张拉站的数据在云监测系统中进行汇总,便于施工管理者对现场张拉情况的全面掌控并快速做出决策。

锚索张拉云监测系统的研究应用,消除了人

(下转第 8 页)

量均满足既定的技术参数要求。

(3)上游围堰振冲碎石桩大规模成功应用,系统解决了超深基础振冲碎石桩设计、施工、质量评价的难题,效果良好。在以后应用中,需根据水利水电工程实际、工程地质情况、施工条件等因素,对超过 100 m 的深厚覆盖层地基处理进行深入研究、论证;采用新方法对施工、成桩质量等进行多手段、多途径检测,进一步验证地基处理成桩质量以及检测结果的可靠性。

参考文献:

[1] Kuerban F, Li H, Peng Y, et al. Experimental study on the treatment effect of vibroflotation gravel piles for saturated sand foundations in coastal areas[J]. Arabian Journal for Science and Engineering, 2021, 36(12): 327.

[2] Chen F, Jiao H, Han L, et al. Real-time monitoring of construction quality for gravel piles based on Internet of Things[J]. Automation in Construction, 2020, (116): 103228.

[3] 李进元. 振冲碎石桩法地基处理在阴坪水电站中的应用[J]. 岩石力学与工程学报, 2013, 32(S1): 2968-2976.

[4] 曹星, 刘小峰, 定培中. 碎石桩处理深厚层软土地基效果分析[J]. 长江科学院院报, 2000, (3): 47-50.

[5] 蒋学林, 李武, 吴火兵. 锦屏 3 号营地液化地基振冲碎石桩加固处理技术[J]. 长江科学院院报, 2009, 26(3): 28-31.

[6] 侯卫强. 振冲碎石桩在水利工程中的应用[J]. 科技资讯, 2009, (22): 10.

[7] 陈祖煜. 土质边坡稳定分析—原理(方法)(程序)[M]. 中国水利水电出版社, 北京, 2003.

[8] 卢鹏云, 张广彪, 臧成新. 实时过程数据在振冲碎石桩全过程质量控制中的应用[J]. 地基处理, 2020, 2(5): 404-413.

作者简介:

庾晓军(1976-),男,四川苍溪人,高级工程师,本科,从事工程建设管理工作;

古小梦(1993-),男,四川泸县人,助理工程师,本科,从事工程建设管理工作;

龚泽鹏(1997-),男,四川成都人,助理工程师,本科,从事工程建设管理工作.

(责任编辑:卓政昌)

(上接第 3 页)

为性因素,解决了传统人工操作水平参差不齐、施工规范性不高等问题,也保证了张拉质量,避免了人为质量事故的发生。同时,降低了人员劳动强度及人工投入。该水电站锚索张拉工程量巨大,以锚索记录仪替代常规人工测量,实现张拉过程物联网化,对控制工程投资、保障工程质量以及提升智能建设水平具有重要意义。

参考文献:

[1] 翟才旺,罗毅,赵宇. 双层保护预应力锚索的设计和施工要点[J]. 水利水电技术, 2001, (7): 32-34.

[2] 李德水. 预应力锚索在水利水电工程中的应用分析[J]. 人民珠江, 2005, (5): 56-58.

[3] 朱安龙,徐建强,王勇. 无黏结预应力锚索孔摩阻力及锚索结构改进的试验研究[J]. 水利水电技术, 2016, 47(4): 115-

118+130.

[4] 陈伟. 预应力锚索在水利工程基坑支护中的应用研究[J]. 内蒙古水利, 2021, (10): 37-38.

[5] 罗建林,贺广龙,李正兵. 预应力锚索自动张拉监控系统研究[J]. 四川水力发电, 2005, (6): 43-44+50.

作者简介:

范雄安(1979-),男,广西贵港人,高级工程师,本科,从事工程建设管理工作;

龚泽鹏(1997-),男,四川成都人,助理工程师,本科,从事工程建设管理工作;

蒋小春(1967-),男,湖南衡阳人,高级工程师,硕士,从事智能装备研发及管理工作;

李 果(1983-),女,湖南衡阳人,经济师,硕士,从事智能装备研发及管理工作.

(责任编辑:卓政昌)

金沙江清洁能源基地累计增殖放流鱼苗近 300 万尾

据中新网 2022 年 6 月 2 日报道,在金沙江上游清洁能源基地施工现场,57 万尾珍稀鱼苗在社会各界的共同见证下,欢快地游向金沙江,这已是 2017 年苏洼龙水电站鱼类增殖站投运以来,华电金沙江上游川藏段梯级电站开展的第 11 次鱼类增殖放流行动。

流活动在金沙江上游的叶巴滩、巴塘、拉哇、苏洼龙四级电站同步开展,共放流短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、裸腹叶须鱼、软刺裸裂尻鱼等金沙江特有珍稀鱼类 57 万尾,其中苏洼龙水电站 25 万尾、叶巴滩水电站 24 万尾、巴塘水电站 5.5 万尾、拉哇水电站 2.5 万尾,目前中国华电在金沙江上游川藏段流域已累计增殖放流各类鱼苗 297 万尾。

(北极星电力网)