

文章编号:1006-2106(2015)05-0054-05

# 运架设备群远程安全监控系统的研发与应用<sup>\*</sup>

袁 明<sup>\*\*</sup>

(中国中铁股份有限公司, 北京 100039)

**摘要:**研究目的:研发一套适用于大吨位运架设备的远程安全监控系统,保证高速铁路施工中大吨位运架设备群的安全使用,实现设备群的远程、高速和多向互连,为 900 t 架桥机等高铁大吨位运架设备的施工安全提供一个全新的监控管理模式。

**研究结论:**(1)运架设备群远程安全监控系统用现代 IT 技术来提高大吨位运架设备的安全管理,符合大型工程机械设备高度信息化发展的趋势;(2)运架设备群远程安全监控管理系统拉近了管理决策层与一线生产者的距离,提高了决策的及时性和可靠性;(3)运架设备群远程安全监控系统的应用能够保证高速铁路等工程的安全施工、提高工效、缩短工期、降低成本;(4)运架设备群远程安全监控管理系统可以应用于铁路、公路等大型基础设施建设领域中施工设备的安全远程监控。

**关键词:**运架设备;信息技术;远程;安全监控

中图分类号:U24;TP3 文献标识码:A

## Development and Application of a Remote Safety Monitoring System for Bridge Girder Launching Equipment

YUAN Ming

(China Railway Group Limited, Beijing 100039, China)

**Abstract: Research purposes:** For the purpose of ensuring the safe operation of large tonnage transport and erection equipment in high speed railway construction, a specific remote system based on modern information technology is developed, which implements remote, high speed and multidirectional interconnection of equipment group, provides a new mode of monitoring and managing the safety of high speed railway construction involving large tonnage (more than 900t) transport and erection equipment.

**Research conclusions:** (1) It is in accordance with the trend of informatization of large construction equipment to improve safety monitoring & management in the remote system through modern information technology. (2) The remote system can improve the timeliness and reliability of making decision through effective communication and management. (3) The remote system can ensure a high speed railway project be successful when it is completed in terms of safety, effectiveness, time and cost. (4) The remote system can provide very useful experience for reference in terms of the safe operation of railway construction equipment and highway construction equipment.

**Key words:** transport and erection equipment; information technology; remote; safety monitoring

<sup>\*</sup> 收稿日期:2015-01-23

<sup>\*\*</sup> 作者简介:袁明,1976 年出生,男,高级工程师。

## 1 引言

随着我国铁路建设高潮的到来,高速铁路及城际铁路建设规模不断扩大,施工采用的大吨位运架设备数量持续上升,施工地域跨度大,设备管理难度增大,加上设备使用环境通常较为恶劣,施工单位、监理及业主对大吨位运架设备的实时运行数据、安全远程监控的掌控严重不足,导致发生多起运架设备倒塌、倾覆等事故。为提高大吨位运架设备的本质安全,预防和减少设备重大事故发生,依据国家质检总局与国家安全监管总局联合制定的《大型起重机械安装安全监控管理系统实施方案》要求,研发了一套基于现代通信网络技术的运架设备群远程安全监控管理系统。该系统提供了一套完善的架运设备运行监控机制,应用现代多媒体信息技术使安全监督管理过程直观化,可远程实时监控运架设备的运行状态,记录并分析各项运行参数及指标,适时报警,以便确保施工在安全、有效的条件下顺利进行。本文简要介绍该远程监控系统的原理、总体设计、关键技术和创新点,以及工程应用实例。

## 2 原理与方案

### 2.1 主要技术原理

在现场施工过程中,远程安全监控系统按照安全监控模型收集各项数据并做预处理,并组成以现场瘦服务器为核心的 WLAN,服务器采用有线或无线方式通过 Internet 互联网将数据传送到远程集中监控平台,由远程集中监控终端服务器对各施工现场的数据进一步处理,并在监控终端大屏幕上实时模拟各现场设备的施工状况,同时在远程监控终端形成完整的安全运行数据库。

### 2.2 技术方案

运架设备群远程安全监控管理系统分为现场设备级、工地项目级、企业集团级等三级监控管理平台,如图1所示,采用VPN技术组网,实现远程设备群的高速、多向互连,为施工设备的安全施工提供一个全新的监控管理模式,使各级相关领导同步掌握到自己管辖范围内所有运架设备的施工安全状态,实现管理级与现场级的双重安全监控管理。

### 2.3 工作原理及特点

工作原理图如图2所示。其特点如下:

一是,设备底层终端的标准接口与施工设备电气系统实现无缝连接,按照安全监控管理模型收集施工设备在施工过程中的数据并预处理。

二是,所有现场设备通过无线局域网 WLAN 连接工地现场的瘦服务器,实现工地项目级的集中监控管

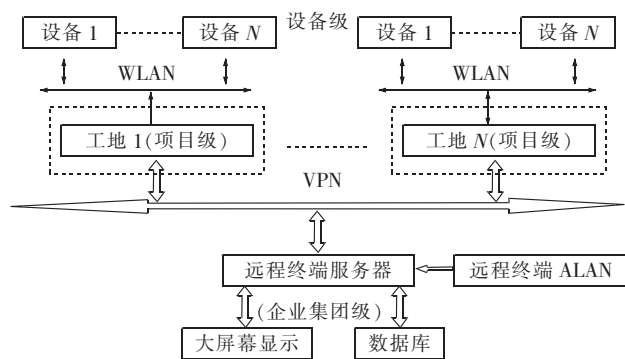


图1 系统模型图

理平台。

三是,若干个项目级监控管理平台采用无线或有线的方式通过 Internet 互联网与远程的局级总部监控管理调度中心组成 VPN 虚拟局域网。

四是,局级总部监控管理调度中心大屏幕上同步实时显示各现场施工设备的各种安全数据,进行报警存档处理,并在监控管理终端显示大屏幕上实时模拟现场设备的各种施工状况。

五是,重点监控管理对象设一路实时图像监视画面。

六是,局级总部监控管理调度中心可以与各现场终端交换数据,进行语音交流,也可对现场终端发出专用中断操作指令,实现管理级与现场级的双重安全监控。

七是,同时在远程总部监控管理终端形成完整的安全运行数据库。

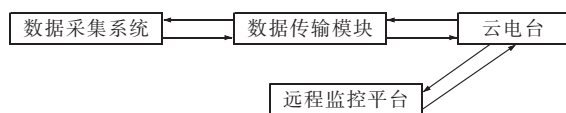


图2 工作原理图

## 3 总体设计

运架设备群远程安全监控系统主要由三级硬件设备平台和运行其上的软件系统组成,包括架桥机的运行参数采集、数据处理、信号传输、多媒体显示、数据库记录等监控管理功能。每级硬件平台可根据实际情况灵活采用无线局域网、无线 3G 网络、传统有线局域/广域网等方式通信连接,从而构成一个设备数量众多、地域分布极广、任意组合的远程监控系统。

### 3.1 现场设备级平台

现场设备级包括运架设备状态传感器、信号处理转换器、控制传输设备、设备电源及各种连接线天线

等。现场设备级平台是远程监控系统最基础的网络平台,从现场设备级的网络构成来说,每一台大吨位运架设备就是一个现场级网络,也是其上级项目部网络的一个子网。现场设备级平台负责把特定一台运架设备的所有监控管理数据处理打包后传送到项目部级设备平台,并接收项目部级及总部级下传的控制信号,完成远程停机控制功能。现场设备级平台示意图如图 3 所示。

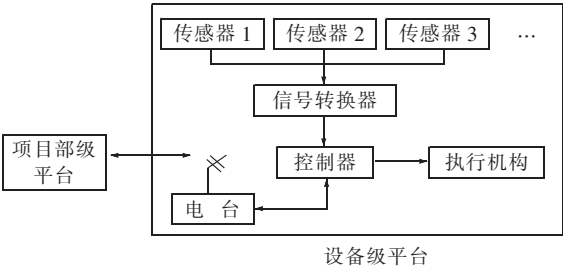


图 3 现场设备级平台示意图

3.2 工地项目级平台

项目现场所有运架设备与项目部终端平台组成项目部级 WLAN;辅助设备包括控制传输节点设备、有线/无线路由设备、通信天线(室内、室外)等。终端平台设置完整的人机界面,对管辖范围内设备数据进行分析整理和记录。根据分析的数据结果和安全规范标准的要求,在现场设备处于危险工况或运行参数异常时报警,提醒有关项目管理人员及时处置。在项目部级监控终端形成完整的项目部安全运行数据库。项目

部级设备平台之间数据也可以进行数据交换。工地项目级平台示意图如图 4 所示。

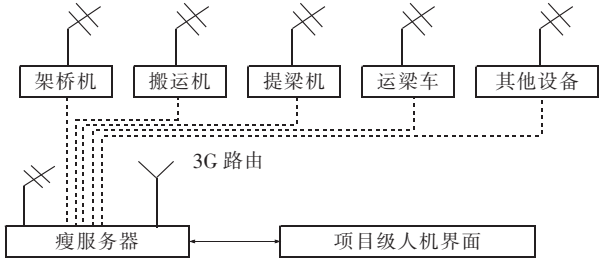


图 4 工地项目级平台示意图

3.3 集团总部级设备平台

在现场级、项目部级和总部级三级网络结构中,总部级网络平台处于最顶端,企业集团所有施工中的运架设备的数据都汇总于此。总部级平台一般设在专用的监控控制指挥中心,由远程集中监控终端服务器对各施工现场的数据进一步处理,并在监控终端大屏幕上实时模拟各现场设备的施工状况;监控终端可以与各现场终端交换数据,也可对现场终端发出专用指令,进行语音交流,实现管理级与现场级的“双重”安全监控;同时在远程监控终端形成集团级安全运行数据库。总部级设备平台的构成与其他两级有很大不同,对设备的性能要求很高,必须保证汇总的大量数据能可靠传输和处理。总部级设备主要包括中心路由器、终端服务器、大屏幕 LCD 显示器等,平台示意图如图 5 所示。

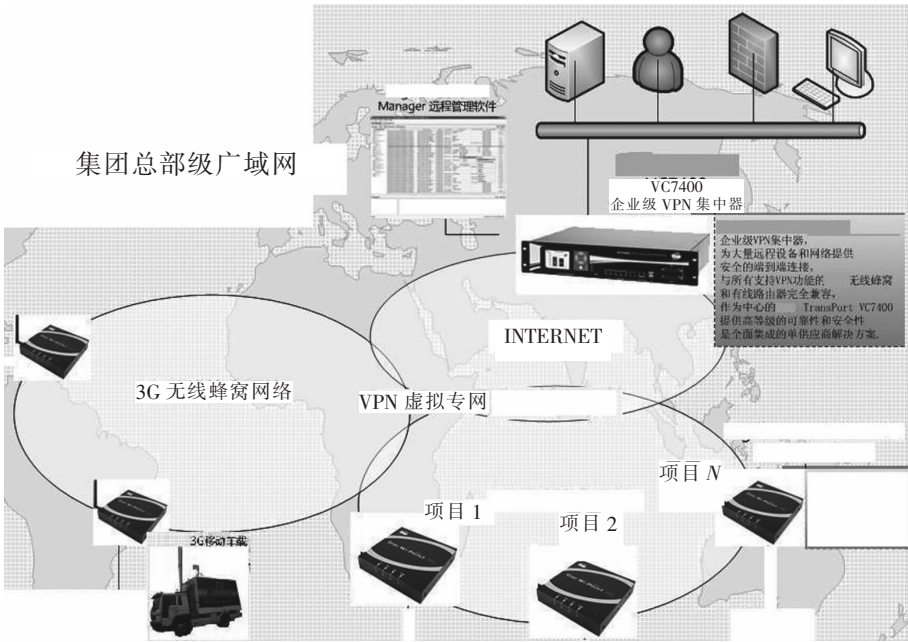


图 5 集团总部级设备平台示意图

### 3.4 远程监控系统的软件设计

#### 3.4.1 现场设备级软件设计要点

要点一:用户协议转换(终端标准接口与施工设备电气系统需实现无缝连接)。

要点二:A/D 接口软件滤波。

要点三:实时图像压缩。

#### 3.4.2 项目部级软件设计要点

要点一:项目部级 WLAN 用户协议。

要点二:瘦服务器编程。

要点三:流量控制。

要点四:项目部级数据库建立。

#### 3.4.3 集团总部级软件设计要点

设备实时/模拟监控界面是远程监控系统终端软件最重要的监控界面,是基于现场设备级平台上的功能运用,如显示一台 900 t 架桥机设备工作中所有重要参数、实时图像、模拟动画、报警数据、数据记录查阅及停机控制等。其设计要点如下:

要点一:能同时显示各个工地运架设备的模拟动态工作过程。

要点二:每一种监测参数以图形报表形式显示。

要点三:与项目部级语音通道的建立。

要点四:实时图像与动态模拟交替显示。

要点五:监控管理终端具有自动流量管理功能,可择时传送实时图像。

要点六:可通过监控管理终端对任一现场实施停机控制。

要点七:监控管理数据的高效长期存储、海量查询。

## 4 关键技术和技术创新点

一是,运架设备群远程安全监控管理系统采用自适应流量控制算法,能传送(广域网)图像,并通过广域网实现多点对多点的测控管理。终端界面具有多路实时模拟动画显示和实时数据库功能;系统具备远程干涉急停控制及远程语音直接监控管理能力。

二是,施工现场项目部级管理监控网络,采用基于私有协议的实时控制无线宽带局域网,并可以传输(WLAN)实时图像。具有适应各种运架设备多协议转换的无缝数据连接能力。

三是,建立专门针对大型运架设备群,由基于力学分析的设备底层、基于施工操作的中间层和基于高层管理的管理应用层组成的三级安全监控管理模型。

## 5 应用实例

某高速铁路施工标段共有 1 144 孔箱梁的架设施

工任务,涉及到 11 条下穿高压线架梁,电压等级为 110 ~ 500 kV,架桥机顶到高压线最低处最小距离只有 4 m,属于特殊工况下架梁施工中的难点,安全压力和工期压力大。在下穿高压线架梁的特殊工况作业过程中,均采用安装了远程安全监控管理系统的 900 t 架桥机进行架梁。

该系统配备数据记录装置和图形终端显示,能够实时显示所监控的各个参数,并对所有的监控对象做出显示、报警、记录及动作停机等功能。系统内存为 2G,另外置 4G 外部存储器,数据保存不小于 30 个连续工作日。设备数据具有导出功能,通过 USB 口或网口可将数据导出作为长久保存用。设备具备远程通信接口,可将数据和视频通过 GPRS 或 3G 模块发至服务器,实现远程监控。设备配备短信报警模块,当设备报警达到预设级别时,可向预先设定的管理人员发送报警短信,实时掌控设备运行状态。该系统图形界面包括主界面、历史数据查询界面、报警查询界面、系统参数设置界面、系统测试界面和系统管理界面,如图 6 ~ 图 9 所示。

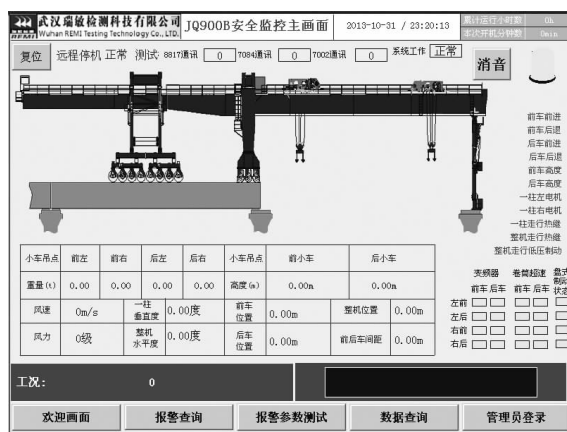


图 6 主界面(截图)



图 7 数据查询界面(截图)



图8 报警查询界面(截图)

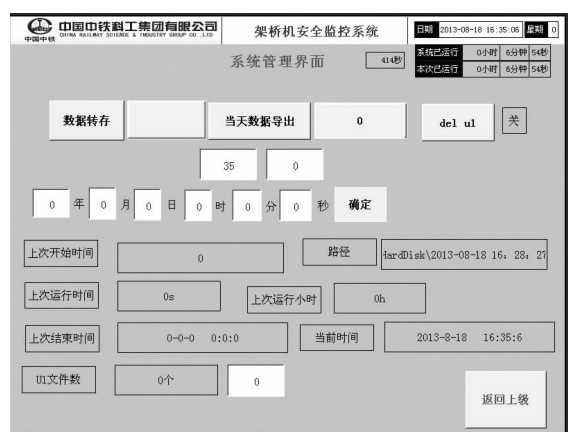


图9 管理界面(截图)

应用远程安全监控管理系统后,原架桥机安全监控人员每个班组由5人缩减为2人,指挥由2人减少为1人,每个班组日均架设2片箱梁,节约人工3个工日。每次下穿高压线架梁需架设3孔箱梁,11处下穿高压线架梁共计33孔,节约人工为49.5个工日( $33 \div 2 \div 3$ ),按200元/工日计算,节约费用约1万元。安全监控管理系统的投入应用,较大程度的降低了设备维修力度和采取其他安全措施的投入费用,较以往相同下穿高压线架梁,每处可减少的费用约16万元,11处下穿高压线架梁合计可减少176万元。

## 6 结论

(1)运架设备群远程安全监控系统的研发与应用立足于国内高铁施工领域,用现代IT技术来提高大吨位运架设备的安全管理,符合大型工程机械设备高度信息化发展的必然趋势。

(2)运架设备群远程安全监控管理系统为大吨位

箱梁运架设备的安全施工提供了一个全新的监控管理平台,系统在统一监控管理所有网内设备硬件的同时也对施工现场的管理进行监管,拉近了管理决策层与一线生产者的距离,进一步提高了决策的及时性和可靠性。

(3)运架设备群远程安全监控管理系统提供了一种新型实用的运架设备管理监控管理工具,有助于在铁路施工设备,特别是运架设备领域建立一系列安全监控管理标准,对整个铁路施工设备的安全使用具有很强的借鉴意义,也将促进互联网在工业领域中应用技术的发展。

(4)运架设备群远程安全监控系统在施工中的应用很大程度上避免了操作失误以及违反操作规程造成的设备损坏,节省了设备维修的费用,间接提高了设备的利用率,降低了设备维修费用和因维修导致的设备停工时间,降低了施工成本,方便了施工,提高了工效,缩短了工期,确保了施工安全。

## 参考文献:

- [1] 李方峰,汪芳进. 拼装式架桥机施工设计[J]. 铁道工程学报,2012(9):59-64.  
Li Fangfeng, Wang Fangjin, Design of Assembled Bridge Erecting Machine and Its Construction Method [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2012(9): 59-64.
- [2] 铁建设[2006]181号,铁路架桥机架梁暂行规程[S].  
Rail Construction[2006]No. 181, Interim Specification for Girder Erecting with Railway Bridge-erecting Machine[S].
- [3] TB 10401.1—2003,铁路工程施工安全技术规程[S].  
TB 10401.1—2003, Code for Technique on Construction Safety of Railway Engineering[S].
- [4] GB/T 20271—2006,信息安全技术 信息系统通用安全技术要求[S].  
GB/T 20271—2006, Information Security Technology Common Security Techniques Requirement for Information System[S].
- [5] IEC 61784,测量和控制用数字数据通信[S].  
IEC 61784, Digital Data Communication for Measurement and Control[S].
- [6] IEC 60447:1993,人机接口(MMI)操作原理[S].  
IEC 60447:1993, Marking and Identification-Actuating Principles for Man-machine Interface[S].