

远程视频监控在新校区建设管理中的设计实现

曹连兵¹, 郭丽莉¹, 徐 鹏¹, 王 睿²

(1. 中国人民大学, 北京市 100872; 2. 中国移动通信集团黑龙江有限公司哈尔滨分公司, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要: 现场管理是建设工程施工管理工作的关键环节, 介绍了远程视频监控系统设计实现在新校区建设管理中的重要作用和必要性, 概述了该系统设计方案和要求, 结合现场管理的实际情况和需求, 重点阐述了系统组织架构、主要功能模块设计和系统调试实现等关键技术, 对其中设计方案不足提出改进建议, 并进一步优化, 分析了系统在工程建设管理中的作用、优势及应用前景。

关键词: 远程视频监控; 现场管理; 设计方案; 功能模块; 系统调试

Design and implementation of remote video monitoring in the construction and management of new campus

CAO Lianbing¹, GUO Lili¹, XU Peng¹, WANG Rui²

(1. Renmin University of China, Beijing 100872, China; 2. China Mobile Heilongjiang Co., Ltd., Harbin Branch, Harbin 150001, China)

Abstract: Site management is a key link in the construction management of the construction project. The important role and necessity of the design and implementation of the remote video monitoring system in the construction management of the new campus is introduced, outlines the design scheme and requirements of the system, and focuses on the key technologies such as the system organizational structure, the design and implementation of the main functional modules, and the system debugging in combination with the actual situation and needs of the site management. Puts forward suggestions for improvement and further optimization of the design scheme to be improved, and analyzes the role, advantages and application prospects in project construction management.

Key words: remote video monitoring; construction site management; design scheme; functional module; system debugging

0 引言

随着我国高等教育不断快速发展, 迎来了大学新校区不断建设的浪潮, 中国人民大学通州新校区建设位于北京城市副中心, 按照“一核、两轴、多中心”的总体规划框架, 突出“绿色生态校园、人本人文校园、兼容开放校园、智慧科技校园、持续生长校园”的规划特色, 努力建设“世界一流、北京最美、独具风格”的示范校

园, 是国家京津冀协同发展战略的重要体现, 是疏解北京非首都功能的重要举措, 是北京城市副中心建设的重要组成, 是中国高等教育改革的重要部署, 是学校“双一流”建设的重要支撑。

科学技术的不断发展, 推进信息化、网络化的进步和存储技术的普及, 为了提升新校区的整体施工管理水平和对外形象, 便于建设指挥部对各在建工程项目现场情况实时掌控, 杜绝各种违规操作

和不文明施工行为,提高施工现场安全、质量管理水平,决定在新校区中心区域安装现场远程视频监控系统,实时掌握和检查所有在建项目的情况^[1]。远程视频监控系统主要应用于管理部门,其优势在于可视觉化地监控现场项目的情况,随时管理建设项目现场的施工和生产,加强施工现场质量、安全文明的管理,远程监查把控现场关键环节和关键部位的施工质量,同时对现场的实际运行情况和质量安全管理起到威慑作用,加强领导和现场管理部门对项目现场施工质量安全监督工作,有效防止现场质量安全事故的发生^[2]。

1 系统设计的必要性

远程视频监控技术是基于IP,通过有线网络或无线网络传递数字视频流的一种网络应用技术,使视频控制和接收录像等跨越空间的限制,在网络达到的任何一个地方进行各种远程操作和管理。由于具有高准确度拍摄功能,可以全方位精准拍摄和全天候跟踪拍摄,实现远程数据传输,因此远程视频监控技术在施工现场安全质量管理中有着独特的优势,主要应用于施工现场安全文明、施工过程质量控制、施工材料与成品保护和其他方面的监控管理。

2014年北京发布《关于进一步加强建筑垃圾土方砂石运输管理工作的意见》(简称《意见》),《意见》强化出土工地现场监控,要求对5 000 m²以上的建筑施工工地出入口和建筑垃圾、土方和砂石堆放区安装视频在线自动监控设备,新开工工地应安装完成视频在线自动监控设备后方可施工。随着近年来建设工程领域现场的安全质量管理问题越来越突出,以及环境污染面临严峻挑战,很多单位部门按照北京市住建委要求日益重视利用视频监控等技术手段,加大对工地现场安全质量以及扬尘污染监管力度。借助新技术的管理手段,建筑现场普遍存在的“人员流动快、治安防范差、侵财案件多、污染问题严重”等老大难问题得到了有效解决,同时也给安防新技术应用于建设工程管理提供了一个广阔的细分行业市场。

2 系统方案设计

2.1 系统设计要求

远程视频监控系统应具有三个主要特点:
①通过建筑工地安防技术和互联网技术的融合应用,实现随时随地的实时监控;②硬盘技术的进步可以存储大容量监控视频,也能很方便地查询和回播;③图像数字处理技术的发展可以使监控系统有很高的视频分辨率,能够很清晰地回放监控录像。

通过远程视频监控系统的应用,可以给建设工程现场带来诸多方便之处。

1) 现场项目的管理者通过操控控制器旋转摄像机角度,及时监控和掌握工程现场的进度情况,及时发现并解决工程现场的问题,提高建设工程项目管理效率。

2) 通过网络传输远程到任何能够上网的设备,观看整个建设项目现场实况播放和录像,项目部管理人员可以进行远程查看,给施工管理带来方便。

3) 通过视频监控系统可以实时有效地对工程施工中的重要环节进行监控,帮助相关管理人员及时了解建设情况,远程协调、指挥工作,施工现场的画面、声音等通过光纤传输到能够上网的监控中心,发现施工中存在的违规或危险行为及时制止并整改,预防建设项目工地现场事故的发生^[3]。

系统架构如图1所示。系统设备布置平面图如图2所示。

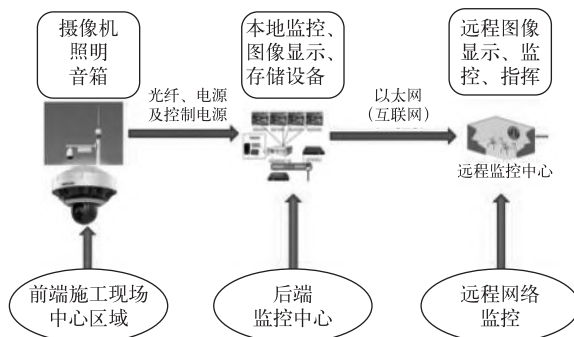


图1 系统架构示意图

Fig. 1 System architecture diagram



图2 系统设备布置平面图
Fig. 2 System equipment layout plan

2.2 系统架构及主要功能模块

本系统硬件结构主要由前端视频音频采集、中间传输端以及后端控制显示和记录三个部分组成，各部分间环环相扣形成一个完整的监控防护系统。此外，系统供电电源、防雷接地装置的稳定性也是保证监控系统正常运行的重要因素。主要设备见表1。

表1 视频监控系统主要设备
Tab. 1 Main equipment of video surveillance system

设备名称	型号	数量
监控摄像机 / 套	iDS-2DP1636ZIX-D	2
控制键盘 / 台	DS-1100K	1
交换机 / 台	DS-3E0326-S	1
监控专用硬盘 / 块	4 TB, 5400 转	16
高清监视器 / 台	55 寸 4K 液晶高清	1
监控电控箱 / 套	标准化	1
光端机 / 套	8 口	1
机柜、机架 / 套	600 mm×600 mm×1200 mm	1
配套工具 / 套	夹线器、六类水晶头、六类网线和能手测线器	1

(1) 监控前端

监控前端系统主要由摄像机、镜头、拾音器等各种音视频、报警信号及其他信号采集设备组成（见图1）。这些设备负责采集监控现场的视频图像、非法侵入等数据和模拟数字信号。另外，还包括可遥控动作设备，包括电动变焦镜头和室外防护罩等其他控制辅助设备，这些设备按照监控中心发送的遥控行动指令进行动作。

摄像机使用1 600万像素星光鹰眼网络高清

红外智能球机，包括1个细节跟踪摄像机和8个全景摄像机，采用摄像机机芯和高速云台一体化设计，单产品可同时提供全景与特写画面，兼顾全景与细节。细节跟踪摄像机分辨率为1 920 × 1 080，53倍光学变倍，16倍数字变倍，水平360°连续旋转，垂直-15°-90°（自动翻转），支持超低照度，0.01 lx/F1.8(彩色)，0.001 lx/F1.8(黑白)，采用高效红外阵列，低功耗，照射距离最远可达200 m，采用光学防抖技术。光学防抖镜头+抖动矫正控制算法可在一定程度上解决环境振动所引起的图像抖动、模糊问题，提高用户体验。全景摄像机由8个传感器拼接而成，可实现360°的全景监控，最高分辨率可达2 × 4 096 × 1 800，视场角水平360°垂直80°，星光超低照度0.005 lx/F2.0（彩色），0.000 5 lx/F2.0（黑白），并在20 m高摄像机立杆上配置监控辅助照明设备。内部结构框图如图3所示。实物及效果图如图4所示。本系统选用的星光全景网络智能球机的种种特性使之可很好适用于新校区需要大范围监控和细节捕捉的场景。

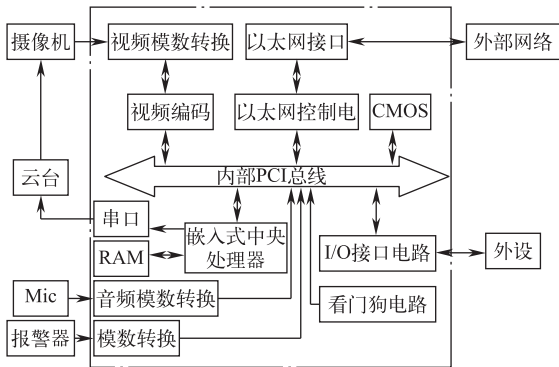


图3 一体化摄像机内部结构框图
Fig. 3 Internal structure diagram of integrated camera



图4 摄像机实物及图像效果图
Fig. 4 Camera physical object and image rendering

(2) 监控终端

监控终端系统主要由控制部分、显示部分及记录存储三部分组成。控制部分是视频监控系统最重要的部分,可以控制摄像机、音频视频信号多画面的显示切换、录像拍照、整个系统资源的分配、镜头的推拉、控制云台、切换各个通信接口、监视器和配套电源等设备,经过监控系统与计算机最新技术相互结合,控制部分拥有了更为强大的功能,可以设置管理权限、控制区域等,成为更为强大的安防系统。显示部分主要负责将得到的视频信号、音频信号在终端设备输出。终端显示设备经过了几个时代的更新,从最早的监视器、液晶监视器到现在的投影仪和LCD拼接屏等。记录部分主要保证图像等数据最终被完好地归档,采用的设备包括硬盘录像机、网络硬盘录像机和网络存储等,小型监控系统与大中型监控系统采用的设备各有不同。

本系统是由硬盘录像机、液晶显示器及控制键盘组成的小型监控系统。控制键盘采用总线方式把控制信号送到解码器,通过解码设备完成对摄像机、云台等前端设备的变速、斜向运动、预置位和巡航控制。液晶显示器的显示模式支持监视器,及VGA的本地显示,用于显示由各监视点的摄取像机传来的图像信息,显示模式有1/4/10/16画面,可以手动或自动切换,自动切换的周期可根据需要设定。硬盘录像机DVR采用一套图像存储处理的计算机系统,具有对图像/语音进行长时间录像、录音、远程监视和控制的功能,DVR集合了录像机、画面分割器、云台镜头控制、报警控制和网络传输五种功能于一身,用一台设备就能取代模拟监控系统一大堆设备的功能,而且在价格上也逐渐占有优势。系统监控目标施工区域视频图像保留90天,采用高清存储格式,硬盘容量约为34 TB。本系统支持区域入侵、越界、进入区域和离开区事件侦测功能,支持目标自动跟踪功能。通过设置智能事件规则,对设定区域内触发事件的运动目标在设定的跟踪时间内进行持续稳定跟踪,并可在跟踪过程中手动切换跟踪目标,支持手动选择跟踪目

标。在设定跟踪时间内持续稳定跟踪,支持标准的API开发接口,可通过手机客户端查看视频和远程控制。支持高清网络视频的预览、存储与回放,支持标签定义、查询和回放录像文件,支持重要录像文件加锁保护功能,开放远程监看30个账户,以便项目管理部门远程查看。

(3) 传输端

监控系统传输过程是指利用光纤、双绞线和有线/无线网络等实时传输前端摄像机摄录的图像、控制指令及状态信息,传输要求具有损耗小、传输质量可靠的特点,图像能够清晰还原显示,双绞线的传输距离100 m,光纤通信稳定性好,传输距离几千米甚至几十千米。本系统因传输距离约1.2 km,选择使用双绞线和单模光纤传输相结合的方式,图像控制信号使用双绞线传输至就近光端机RS 485通信接口,经光端机进行光信号和电信号互相转换,远距离传输至监控中心,通过有线/无线网路使用手机/计算机远程监控现场情况。

(4) 供电电源

供电电源是保证监控系统设备正常可靠运行的前提,合理布置监控系统的电源和选择电源线在远程视频监控系统设计中至关重要。本系统前端摄像机到监控中心距离较远,电源配电系统采用放射式供电方式,由配电间引两路独立电源分别到监控中心和摄像机旁的集中电源配电箱,因摄像机到配电间距离较远,需考虑电压损失满足规范不低于5%的要求。采用独立电源供电方式,相较于集中电源供电可以使每台摄像头供电可靠性更高,检修和更换电源更方便,避免出现监控系统因供电故障整体瘫痪的情况。

(5) 防雷接地

防雷接地对保证监控系统信号传输的质量、阻止电磁干扰、保护人员和设备安全具有重要作用。本系统等电位联结与外部防雷装置的接地、变压器中性点接地、电气设备的保护接地和电子信息系統接地等共用同一接地装置,使信号接地不形成闭合回路,共模形态的杂音不易产生,同时可消除静电和电场的干扰。室内接地采用

TN-S接地形式,设备间接地电阻不大于 $1\ \Omega$;室外监控系统采用TT接地系统,监控立杆接地电阻不大于 $4\ \Omega$ 。进入室内的光缆屏蔽层和摄像机立杆均须做可靠接地处理,室内外配电箱配有SPD防雷模块。

2.3 系统调试

远程视频监控系统调试是一个复杂的联合测试过程,期间涉及安装人员、设计人员等多方面的工作,需要控制好调试步骤,抓住质量控制关键,调试过程就会事半功倍顺利完成。系统调试前检查各种线路连接正确性、设备电源和显示、接地以及测试表格等,并做好测试记录,设置各分支器阻抗,进入调试运行状态。按照常用的调试选项启动程序进行逐点调试、远程网络调试、分系统调试和系统整体调试。首先,逐点调试主要在安装前测试单个设备性能,现场安装时调节各个点的视角和安装高度,需注意同类、同型号设备性能的一致性。其次,按照功能或作用划分,按所在部位或区域划分;分系统并进行调试。分系统调试完毕后即可进行整个系统的联合调试,确定每个点位信号连接是否正常。按照调试大纲,各项参数现场设置好视频服务器,进行硬件和软件联合调试。最后,远程网络调试验证系统的远程监控功能、远程系统管理员登录、远程操作员创建和授权、远程监控、远程录像、远程回放、远程报警处理和远程语音调试等。

本系统各项调试完后,摄像机采集的新校区现场实景远传图像清晰,视频服务器各参数设备正常,能正常控制云台的上下左右转动及焦距调整,通过网络测试专线的速率可达 $10\ \text{Mbit/s}$ 以上,高速光纤传输的速率可达到 $5\ \text{Mbit/s}$,视频软件运行正常,各监控点能正常远程控制,系统能实现录像控制和回放等功能。

3 设计方案优化

该远程视频监控系统设计实现过程中遇到了多种问题和不足之处,经设计方案比选论证和探讨研究后,选择了最适合现场实际情况的方案。

1) 原设计方案 $20\ \text{m}$ 高立杆上仅在西侧安装一台全景摄像机,镜头转至东侧,由于塔桅立杆宽约 $0.3\ \text{m}$ 遮蔽形成沿杆的竖向放射扩散局部视频盲区,此为单台全景摄像机立杆单侧安装的固有不足。经与设计单位探讨研究进行了设计方案优化,即在现有全景摄像机对侧新增加一个同样规格型号的全景摄像机,弥补因立杆遮蔽存在产生的局部图像被遮蔽的情况,两台摄像机的图像互相弥补,把杆遮蔽的影响降至最低。同时,经与全景摄像机生产单位多次调试探索,从软件的角度进行了优化调整,利用两台摄像机互相弥补,消除立杆遮蔽全景监控画面的影响,保证全景监控区域的完整性。

2) 电缆光纤敷设方式进行设计方案论证比选,有穿管埋地和立杆架空两种缆线敷设方式可供选择,各有优缺点。穿管埋地敷设方式优点是线缆埋于地表下面不可见,场地美观,现场施工方便,完成线缆敷设的地表面可作为绿化或其他用途均不受影响。缺点是摄像机到监控中心的距离较长约 $1.2\ \text{km}$,结合新校区现场即将全面进行土方施工的情况,可能被建设时序在后面市政廊道或其他埋地管线施工挖断,后期重新调整线路路径代价大,重型车辆经过可能会压断地下已有线路。立杆架空敷设方式优点是充分利用现场已有废弃电杆,节省投资,整个敷设线路全程可视,不影响地面任何基础开槽和车辆经过,立杆上预留足够线缆长度,后期线路路径可方便调整和维修。缺点是由于运输土方和混凝土大型机械出入,现场的废旧电杆架空高度有限,晚上视线不好有碰断的风险。结合现场的实际充分研究两种线缆敷设方式优缺点,考虑现场即将开展土方作业施工,本系统选用了最方便、安全妥善及便于后期维护的立杆架空敷设缆线的方案。

3) 探讨研究 $20\ \text{m}$ 立杆塔桅基础采用换填垫层方案存在的问题,针对项目特点,本系统原设计塔桅土建基础埋深为 $-5.5\ \text{m}$,绝对高程约为 $16.05\ \text{m}$,持力层为 $100\ \text{kPa}$,为保证均匀性,换填土厚度一般小于 $2.5\ \text{m}$ 为宜。本项目换填厚度最厚处约为 $2.5\ \text{m}$,厚度上满足规范要求,但换

填处理范围存在不足,须进行处理,不应只是在基础范围下面,按规范应向外扩,一般常规经验约为不小于1倍的换填厚度。如采用换填垫层方案,基坑开挖深度约为 -8.0 m ,且坑底平面尺寸变大,可能不是最佳方案,甚至换填方案不一定适用。地勘单位认为原设计换填方案存在承载力不足的问题,建议采用微型钢管桩或复合地基桩,桩长按 $10\sim 12\text{ m}$ 考虑,进行地基处理比较经济,不用对开挖深度加深,可采用小型设备钻孔。针对可能采用的微型钢管桩或复合地基处理方案,勘察孔深度定在 $20\sim 25\text{ m}$ 为宜。经进一步研究论证采用地勘单位建议,本系统基础采用4根桩长 11 m 钻孔灌注工程桩,保证立杆塔桅基础及整体的安全稳定。

4 结束语

远程视频监控技术的应用是计算机技术在新校区工程建设现场技术辅助管理水平的提升,能够更高效地保障施工现场安全、质量和进度,及时方便了解和掌握施工进度信息,进一步加强对施工现场的管理工作,提升了项目管理的水平。视频监控系统远程传回工程现场的画面和信息打破了时空的限制,让项目管理者随时随地按需查看现场的图像信息,节省了到现场实地监管情况的时间,通过放大画面可以更深度地监控现场施工的细节,掌握施工现场的实际情况,及时找出

问题并整改,实施有效的监督,提升工程质量安全管理效率,最大程度上发挥远程监控视频的优势,完善规范施工管理的流程,提高了新校区工程建设的管理能力。远程视频监控系统作为安防的技术手段,在其他行业应用已经很成熟,在工程建设领域还是一种新技术,其应用的市场前景十分广阔,但作为新技术也有进一步提升和改进的空间,全方位远程视频监控必将在工程建设现场消除安全隐患、提高施工质量水平和加快施工进度管理中发挥重要的作用。

参考文献

- [1] 吕炜,金谷,黄允侃.网络视频监控系统的设计及在机场建设中的应用[J].中国民航飞行学院学报,2012,23(2):18-22.
- [2] 韦银,顾学群,朱伟.建筑工地远程视频监控系统的设计与实现[J].南通职业大学学报,2008(2):84-87.
- [3] 李苑.远程视频监控系统工程在建筑施工现场的应用[J].山西建筑,2014,40(14):283-285.

作者简介

曹连兵(1982—),男,高级工程师,主要研究方向为建筑电气供配电。

(收稿日期:2023-01-18)