

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2014.05.023

城市轨道交通 视频监控系统的回顾与展望

陆海亭¹ 郭 伟¹ 郑灵敏²

(1. 苏州市轨道交通集团有限公司 江苏苏州 215002; 2. 金陵科技学院 南京 211169)

摘 要 回顾城市轨道交通视频监控系统的三个发展阶段:模拟视频监控、准数字视频监控、网络视频监控,详细总结这三代视频监控系统的特点、架构及性能优劣,指出视频监控系统目前正朝着数字化、网络化、全高清、智能化、直存化、集成化等6个方向发展,最后对视频监控系统未来发展远景进行展望。

关键词 城市轨道交通;视频监控;模拟视频;准数字视频;网络视频

中图分类号 U231.7 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2014)05-0093-04

城市轨道交通在引导和调整城市空间布局、节约土地资源、保护自然环境、节约能源、方便居民出行、促进经济发展等方面具有非常明显的优势。近年来,随着经济的快速发展,我国城市化步伐加快,建设轨道交通已成为解决城市交通拥堵难题的首要选择。

作为人员大量聚集、流动性强的公共场所,城市轨道交通迫切需要利用视频监控系统来实现全过程、全方位的生产安全与安全防范。城市轨道交通视频监控系统可分为专用视频监控系统和警用视频监控系统。专用视频监控系统是供运营管理人员实时监视车站客流、列车出入站、乘客上下车及隧道口的情况和设备运行状况,以加强轨道交通的运行组织管理,提高效率,确保列车安全正点地运送乘客。警用视频监控系统则是公安部门维护轨道交通秩序的重要手段,是各级警务人员对公共区域实施监视以提高轨道交通治安水平、保障乘客生命财产安全和轨道交通安全运营的有效工具,也是公安机关为开展日常工作和及时发现、快速处

置突发性事件的技术手段。

1 发展历程

纵观轨道交通视频监控系统建设的发展历程,大体上经历了3个阶段^[2-5]:上世纪九十年代及以前的模拟监控阶段、本世纪初出现的准数字监控阶段以及近几年刚兴起的网络监控阶段。下面简要介绍和总结各阶段技术发展的特点。

1.1 模拟视频监控系统

模拟监控系统的标准体系架构是以模拟标清视频信号为基础,大容量视频矩阵为核心,并且由多画面处理器与VCR(video cassette recorder,视频磁带录像机)等组成。控制中心和各车站的典型组网方式见图1。在模拟监控系统中,摄像头和监视器之间传输的是模拟视频信号,控制中心与各车站间视频信号传输采用模拟方式。在车站,各摄像头采集的视频信号经视频电缆连接到车站视频矩阵,车站值班员通过键盘控制视频矩阵的输出,选择所需监控点图像进行监控。各车站与控制中心之间的视频信号传送采用点对点光端机和模拟光纤,传输视频信号和控制信号的方式。

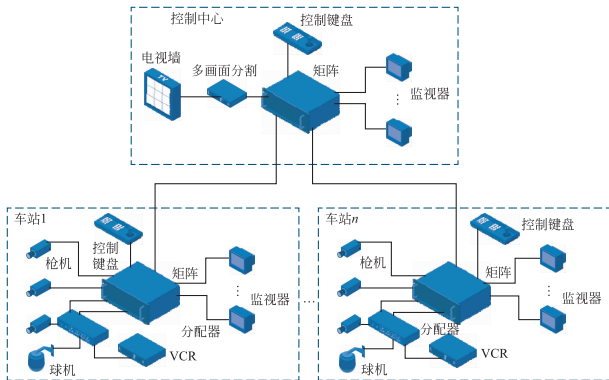


图1 模拟监控系统典型组网

收稿日期: 2013-11-21 修回日期: 2014-01-07

作者简介: 陆海亭,男,硕士,工程师,主要从事城市轨道交通机电系统建设管理工作,495144219@qq.com

模拟监控系统的视频信号采集、传输、显示、存储均为模拟方式,具有技术成熟、键盘控制响应速度快、图像质量高等显著特点。但是视频合成、图像选择过程复杂,用户控制权限无法设置,导致系统功能有限,组网的范围和距离有限,设备繁多、系统的故障率高,进行远程访问困难;采用传统的磁带存储,查询困难,不能满足轨道交通大规模监控存储的分布性和冗余性需求;系统运营维护困难,扩容难度大,成本高;由于各系统独立运行,相互之间的控制协议很难互通,联动只能在有限的范围内进行,大规模视频源的控制与管理很难实现。目前,模拟视频监控方案在国内城市轨道交通监控系统新线建设中基本被淘汰。

1.2 准数字视频监控系统

准数字监控系统也被称为数模混合监控系统,它仅仅对模拟监控系统做了局部升级,即控制中心内部、各车站内部的组网方式仍沿用模拟技术,但在硬盘录像以及车站与控制中心的视频传输中采用了数字技术。本系统中前端的摄像机保留了模拟标清的固定摄像机和 PTZ (pan/tilt/zoom, 云台控制) 球形摄像机,在视频引入至机房后进行数字化编码、压缩。传统的视频矩阵被数字交换机取代,磁带视频录像被 DVR (digital video recorder, 硬盘录像机) 取代,光端机被数字化的光传输平台 SDH (synchronous digital hierarchy, 同步数字体系) 或 OTN (optical transport network, 光传送网) 取代。准数字视频监控系统实际上是以 DVR 为核心的监控系统,DVR 不仅能将数字化视频录像记录与多画面图像显示功能和监视报警功能结合在一起,还具备简单 IP (internet protocol, 网络互连协议) 网络通信功能。控制中心和各车站的典型组网方式见图 2。

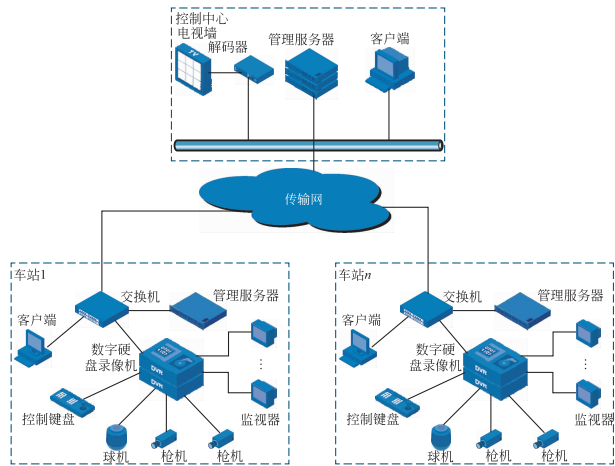


图2 准数字监控系统典型组网

准数字监控系统用于本地实时监控的音视频信号为模拟形式,用于远距离实时监控的音视频信号为数字形式,硬盘录像采用数字形式,解决了视频图像的长距离传输问题,大大提高了信息的查询和处理能力,满足了大范围、远距离监控以及视频资源共享的需求,比较适合轨道交通行业对于视频监控以本地监控和方便存储为主,仅有少量网络浏览的需求。但是,DVR 不具备大规模的级联能力,很难组成稳定的联网系统;而且通信功能较弱,不能满足大量访问网络客户端的实时观看和视频回放的需求;此外,数据存储存在可靠性差、硬盘无 RAID (redundant arrays of independent disks, 磁盘阵列) 保护、存储数据丢失无法恢复的缺陷;系统大规模建设成本和维护成本居高不下。由于准数字视频监控系统出现时正值国内城市轨道交通建设高速发展时期,因此,它在城市轨道交通视频监控系统中应用较广。

1.3 网络视频监控系统

全数字视频监控是相对准数字视频监控而言,又被称为网络监控。网络监控系统是以计算机通信平台服务器实现统一管理与视频压缩技术为核心的监控系统。在高清数字视频监控系统,即网络监控系统中,控制中心与各车站的组网方式均采用类似于计算机局域网的方式。通过轨道交通专网所提供的分组 (以太网或 ATM (asynchronous transfer mode, 异步传输模式)) 传输通道将各局域网互联。带有编码功能的网络摄像机、数字监视器、网络视频录像设备、视频转发服务器以及视频管理服务器,均接入控制中心、各车站的以太网或 ATM 局域网。控制中心和各车站网络监控的典型组网方式如图 3 所示。

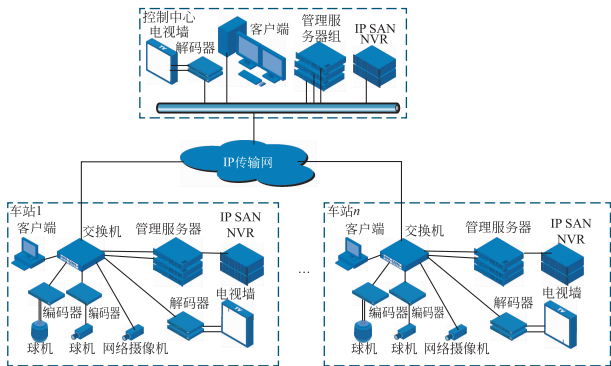


图3 网络监控系统典型组网

网络监控系统根据图像质量和带宽要求的不同,由编码器提供多种编解码方式,如 MPEG (moving picture experts group, 活动图像专家组) - 2、MPEG - 4、H. 264、JPEG (joint photographic experts group, 联合图像

专家组)等。由于 IP 网络具有长距离传输低损耗的特点,因此数字图像在 IP 网络上可以进行长距离传输。传输到控制中心的数字信号可以直接显示在视频数字客户端上。专用的视频管理服务器统一管理调度员的访问权限,可对用户权限进行多级划分,避免监控录像被非法窃取和破坏。

网络监控在准数字监控基础之上解决了系统不易扩展、弱 IP 通信、存储无分布性及无冗余等诸多问题,具有接入方式多样、扩展灵活、可用任意地点的联网计算机浏览监控图像、图像采集传输和存储全部数字化、监控功能更加丰富完善等优点。另外,在建设投资性价比、技术先进性、组网灵活性和可扩展性等方面,网络监控都明显优于前两类监控系统。网络监控系统方兴未艾,正在逐步成为城市轨道交通视频监控系统新线建设的主导方案。

2 发展趋势

计算机技术、网络技术、图像处理技术、存储技术引领着视频监控系统不断向前演变发展,从视频矩阵为核心的模拟监控系统,跨越到以硬盘录像机为代表的准数字化监控系统,再发展到目前的以网络视频监控为代表的全数字监控系统。当前,城市轨道交通视频监控系统正在朝着数字化、网络化、全高清、智能化、直存化、集成化方向发展^[6-12],这些技术的发展也必将使得轨道交通视频监控系统更加完善、高效。

2.1 数字化

视频监控系统的数字化是将系统中的信息流(包括视频、音频、控制等)从模拟状态转为数字状态,从根本上改变了传统城市轨道交通视频监控系统的信息采集、数据处理、传输、控制等方式和结构形式。数字化的优势集中体现在系统的高效抗干扰性、联网便利性和接口开放性。由此可见,数字化是网络化的前提和基础。

2.2 网络化

网络化是轨道交通视频监控发展的必然趋势,主要体现在 2 个方面:一是架构基于全网络化,二是各条线路监控系统要实现大联网。网络视频监控在部署、管理、应用等各个方面都拥有传统监控无可比拟的优势。对于轨道交通而言,其监控摄像头的安装位置涉及全线车站、车辆段、列车内、停车场、主变电所、管理用房、出入口、票务室等各个环节,要实现这些监控点的灵活部署,并便捷地接入到控制中心,网络化架构方案最佳,而且网络化同时还是系统集成化的基础。

目前,我国各大城市的轨道交通视频监控系统基本上是每条线单独监控,而且大多数线路采用的仍是模拟数字混合视频监控系统。随着城市轨道交通建设的发展,多条轨道交通线路必将形成线网,需要一个统一的调度和控制中心对整个线网进行统筹运营与管理,即大联网。要充分实现便捷的大联网,并实现大联网后的高效、统一管理,也必须依赖网络化视频监控。另外,在网络化基础之上将专用视频监控系统 and 警用视频监控系统进行融合建设、资源共享也是大势所趋。

2.3 高清化

随着网络视频监控的普及,视频监控的高清化趋势也非常明显。早期视频监控系统建设以标清为主,标清的图像分辨率只有 CIF (common intermediate format, 标准化图像格式)至 D1 (水平 480 线,隔行扫描),图像解析度低,细节表现能力差,图像质量无法满足运营和公安人员的使用需求。为了更好地满足实际业务需要,1080P (水平 1080 线,逐行扫描)分辨率的高清方案受到广泛的关注,并逐步应用到城市轨道交通视频监控系统建设当中。与标清相比,高清能够明显改善视频清晰度和流畅度,但是要求系统的每一个环节包括前端图像采集、图像传输、存储、显示、系统管理及控制等均做到对高清的支持。

对于城市轨道交通安防而言,采用高清监控实现更精确、更高效的视频应用,显然是非常必要的。这不仅仅是要实现高清的实时监控与图像存储,同时也是智能化监控的必然需求,因为图像越清晰,智能化分析应用的准确性及效率也就越高。

2.4 智能化

智能分析技术属于数据挖掘技术的范畴,在视频监控中的应用主要是依靠计算机对视频图像进行处理、自动分析并提取视频源中的关键信息。高清技术的应用及高清图像的获得为智能分析技术的应用奠定了基础并创造了条件。视频智能分析大致可分为两类,即以背景模型建立为基础的行为分析技术和以模式识别为基础的特征识别技术。

随着各大城市轨道交通建设线路的增加,城市轨道交通视频监控系统建设规模也在不断扩大,视频监控点的快速增长和有限的人力及视频处理能力之间产生了巨大的矛盾。传统视频监控一直面临两大难题:一是安防人员难以实时、有效地监视和发现突发或有威胁的安防事件,导致大量视频监控系统只能通过调阅存储录像,起到事后取证的作用;二是当事件发生后

进行调查取证时,难以快速、准确地海量存储视频中搜寻事件的相关信息,需要耗费大量的时间和精力。因此,传统的监控系统起不到事先预警和及时处理的作用,迫切需要一种智能的手段协助安防管理人员进行图像资源的综合处理和应用,而视频智能分析技术恰恰就是满足此需求的一种手段。除了实时防范,智能分析技术对提升录像检索的效率同样可以起到十分重要的作用。基于智能分析,视频监控的录像资料中可以自动添加各种分析数据,包括各类智能报警事件、人脸识别信息、人物形态信息等,基于这些数据,监视人员可以根据各种事件和信息高效便捷地检索到相关视频,从而从海量的存储数据中解脱出来,提升检索效率。智能分析在城市轨道交通中主要有以下应用:安全区域智能检测(周界入侵检测、逆行检测、物体遗留检测)、视频质量监控(信号丢失、清晰度异常、亮点异常、视频干扰)、人数统计、客流密度检测、面部识别和人员行为分析等。

2.5 直存化

视频监控系统所采用的存储技术直接影响到整个系统的运行。视频监控系统实现预警、浏览、回放等功能的好坏,关键在于存储技术。目前视频监控系统主要包括本地存储和网络存储两种存储模式,除 DVR 硬盘存储为本地存储模式外,DAS(direct attached storage,直连式存储)、NAS(network attached storage,网络附属存储)、SAN(storage area network,存储区域网络)等均为网络存储模式。对高清图像的海量存储要求视频监控存储必须高效、可靠、实用。存储阵列技术和 SAN 技术解决了视频监控系统中海量视频安全可靠的存储问题,但是由于一般的 SAN 存储设备需要配备服务器,所以成本相对较高,而且对交换机的综合性能要求很高,其存储的吞吐量受服务器的制约较大。

NVR(network video recorder,网络视频录像机)具有录像稳定可靠、检索高效快捷、回放稳定高效、兼容性和开放性强等特点,可实现录像实时预览、检索与回放、报警管理等丰富的应用功能。只需将 NVR 与 IPC(IP Camera,IP 摄像机)通过网络连通,无需用户多余操作,系统自动发现设备、自动构建播放布局、自动实时播放、自动录像,且能通过主流浏览器进行视频访问,并支持无线终端访问。另外,只要通过视频监控平台将分布在 IP 网络上的所有 NVR 统一进行管理,形成 NVR 存储云,固定云用户或移动云用户登录云后,根据平台所分配的权限获取存储云资源。NVR 视频云存储的优势在于方便用户调取录像、视频存储性价比高、海

量视频存储的可靠性和安全性好。因此,融合了存储阵列技术、存储管理技术、内嵌视频监控管理软件的高性价比视频直存式网络视频存储设备(NVR)将逐渐推广应用。

2.6 集成化

轨道交通中应用的安防系统除了视频监控,还有门禁、电子围墙以及紧急报警等其他子系统。目前,这些子系统大多是独立运行、独立管理的,相互之间没有多少关联,而从提升管理效率、最大化发挥预警联防的角度来看,这些系统应采用统一的管理,并实现相互系统之间的整合联动。

视频监控系统集成则是在数字化和网络化的基础上,为了更有效地保证监控效果,将监控、门禁、紧急报警、电子围墙等与安防相关的多个子系统进行集成,充分利用软件技术,通过开放式的协议,使视频监控系统与其他各安防子系统之间实现无缝连接,并在操作平台上实现集中、统一的监控和管理,以及软硬件资源和数据信息的充分共享。通过集成化管理,安防人员在同一个平台上即可管理和查看各子系统的业务,从而大大提升管理的集中性、便捷性以及工作效率;另一方面,通过对监控、报警、门禁等安防子系统的整合,可以协助运营和公安人员更直观、更高效地处理各类应急事件,从而提升安防能力。

3 结语

目前,视频监控系统在我国各大城市的轨道交通运营中发挥了重要作用,实现了对站、段、场、车的监控,但就其在我国轨道交通中的应用广度和深度而言,还有很长的路要走。今后,随着计算机技术、网络技术、图像处理技术、GIS(geographic information system,地理信息系统)技术、存储技术、联动技术在视频监控系统更加深入的应用,城市轨道交通视频监控系统必将从单一的视频图像监视、录像、回放,向关联视频图像同步监视、录像、回放的方向发展,从视频图像的简单监视、录像、回放,向视频图像智能化分析处理的方向发展,从基于多媒体电子地图的应用向具有矢量概念 GIS 平台整合的方向发展,从单一系统向多系统集成与联动的方向发展,从基于 DAS/NAS 的图像存储向基于 SAN 等技术的图像网络直存方向发展,从基于流媒体技术的图像分发向基于 IP 全交换技术的图像、组播方向发展,从固定监控向移动监控方向发展(从有线向无线发展),从被动监控向主动监控的方向发展等。

(下转第 100 页)