

文章编号: 1002-0268 (2003) S1-0001-05

从机电系统的融合谈高速公路运营管理

孟春雷¹, 王绍坤²

(1. 交通部公路科学研究所, 北京 100088; 2. 江苏省交通厅, 江苏 南京 210004)

摘要: 针对目前我国高速公路监控、通信、收费等机电系统大多是按照相对独立的系统进行设计、建设, 本文提出将机电系统融合实施, 并将这种融合纳入运营管理中的想法, 来提高高速公路运营管理效率。

关键词: 高速公路; 机电系统; 融合; 运营管理

中图分类号: U491

文献标识码: A

Integration of Electro-Mechanic System and Expressway Operation

MENG Chun-lei¹, WANG Shao-kun²

(1. Research Institute of Highway, Ministry of Communications, Beijing 100088, China;

2. Jiangsu Provincial Communications Department, Jiangsu Nanjing 210000, China)

Abstract: Most of the traffic surveillance and monitoring system, communication system and toll collection system for expressway are relatively independent and usually designed and constructed separately in China. The article discusses the integration of the three systems and the implementation in the expressway operation to improve the operation management efficiency.

Key words: Expressway; Electro-mechanic system; Integration; Operation management

0 前言

我国从 1980 年代开始修建高速公路, 到现在已经过了近 20 年的时间, 走过了欧美等发达国家近 50 年才走过的路。目前, 我国高速公路通车总里程已达到 2.52 万 km, 居世界第二位。而且高速公路的建设在我国还将得到更大的发展。

我国高速公路建设的 20 年, 是伴随着国家政治体制、经济体制改革发展变迁的成长的 20 年。各地区高速公路建设基本处于全面开花的局面, 因此, 高速公路的建设、运营管理模式也是在摸索中发展的。虽然国家也相继出现了一系列公路方面的改革、法规, 但它的管理模式一直是各建设、管理、科研部门所关注的问题。

高速公路交通工程及沿线设施的建设中, 又以监控、通信、收费三大系统最能与当前社会上发展最为迅猛的 IT 业相结合。三大系统从设计伊始就影响到建成后的运营管理, 而且还起到各管理部门之间的重

要的中枢作用。因此, 三大系统的建设也要随着时代的发展, 管理水平的提高, 经验教训的积累而不断变得更为完善。

目前通常采用的为监控、通信、收费三大系统相互独立、各自管理运营的模式, 逐步演变发展为将监控、通信、收费系统相融合, 不失为一种节约建设、运营成本, 有效提高管理效率的良好途径。

1 目前国内高速公路的管理模式

高速公路运营管理是一个复杂的系统和有机的整体, 因此, 其运作需要有一个适宜的管理机构。

由于各省各条高速公路建设的管理资金来源部门不完全一致, 也造成了各省高速公路运营管理的不完全相同。但从目前已经开通的高速公路管理和各省行业管理的现状来看, 其管理模式宏观上基本上分为 3 级。

1.1 省级高速公路管理机构

根据社会主义市场经济体制的客观要求和政企分

开的职能要求，交通厅目前作为交通行业的省级主管机关，起着高速公路建设运营中指导、协调的政府职能作用，高速公路的具体业务管理要由作为企业的高速公路管理局（或高速公路总公司）承担。有的省高速公路总公司为隶属于交通厅管理，也有的隶属于政府大企业工委管理，也有的省份同时存在隶属于大企业工委和交通厅的两个高速公路集团管理公司，但从管理层次上区分，并不妨碍将它们划为省级高速公路管理机构。

1.2 区域管理机构

目前作为区域高速公路管理机构多为“一路一公司”中所提到的路公司，这种公司大多局限在某一个省内，也有少数跨省市管理。也有的省内是按照行政区划设置高速公路公司。无论是路公司还是行政区划公司都可看作是二级高速公路管理机构。

1.3 基层管理部门

各高速公路内收费站、养护工区、服务区、停车区均是管理的最基层单元，有的路段还设置了管理所，均可作为基层管理部门。

2 高速公路运营管理内容

高速公路本身就是一个非常庞大的综合体系，涵盖了各个学科的专业，有非常强的特殊性。目前高速公路运营管理一般可概括为如下几项内容。

2.1 养护管理

高速公路养护管理通过各种新技术、新手段的应用（如综合管理数据库，有效的道路、桥梁评价体系），建立优质高效的机械化养护方式，以最经济的方式保证高速公路沿线设施处于完好状态。从被动型养护转向预防性养护，达到养护的高标准、高质量、高效率、高机动性。

2.2 交通管理

高速公路交通管理的任务是维护高速公路交通秩序，保障交通安全和高速公路的行车畅通。交通管理要利用先进的技术手段进行安全管理、处理交通事故，合理地引导组织交通流。根据国务院（1992 年）16 号文件规定，高速公路交通管理由公安部门负责。

2.3 路政管理

高速公路路政管理的职责是贯彻实施国家和地方的有关法律、法规，保证高速公路路产完整，维护高速公路路权不受侵犯。同时，还包括施工养护作业现场的秩序维护，恶劣天气的交通管制，故障车辆的牵引拖带，事故现场的求援清障以及环保监督等。

2.4 收费管理

收费工作是高速公路一项非常重要的工作。它是向过往车辆收取通行费。收费管理要应用先进的设备、改革收费方式，提高收费效率。管理的重点是不错收、不漏收、不乱收。

2.5 监控、通信管理

高速公路监控、通信管理，是通过现代化的电子设备对高速公路的运行状况进行监视控制，完成信息采集、传输、处理。为司乘人员通行车辆提供最佳服务，以保证快速和安全行车。

监控、通信管理的主要任务是通过日常的维护管理，确保系统的正常运行。

2.6 其它

高速公路运营管理还包括服务区、停车区经营，沿线广告经营等综合经营服务，以及日常党务、行政、办公、人事、财务等工作。

从上述管理机构和管理内容来看，对监控、通信、收费机电设施存在相互共用、管理在一定程度上重叠的情况。例如交通管理、路政管理、监控、通信管理等部门都要利用监控、通信设备来及时掌握各种运行状况，收费管理、财务管理都要应用收费设施的数据，并要利用通信设备完成内部及外部收费数据的传输。

3 监控、通信、收费系统的传统运行模式

目前我国高速公路机电设施中监控系统、通信系统、收费系统基本上是成为各自独立运行、独立管理的系统。

3.1 监控系统

高速公路监控系统主要包括信息采集、信息处理、信息提供和反应决策几种功能。是设在道路沿线的各种外场设备及时向各级监控中心提供数据，实时反映道路的各种运行状况。这些外场设备主要有：车辆检测器（环型线圈、微波、红外、视频等多种类型）、摄像机、气象检测器、能见度检测器、路侧紧急电话机、隧道内的 CO 检测器、烟雾等火灾检测器。监控中心也可以通过各种设备及时将交通运行状态和各种决策信息及时告知驾驶人员，这些设备主要有可变情报板、可变限速标志、路侧广播、车道控制标志及巡逻车等。

当前我国运营的高速公路的各级监控中心大多是独立机构，是整个监控系统的中央，一般包括各种管理计算机、CCTV 监视器、地图板、大屏幕投影和相关的系统服务器、网络设备等。它们相互之间通过网络设备，并与外场设备通过通信系统提供的传输通路

形成一个相互联系、互通信息的广域信息网络。由于监控中心是一个相对独立的机构,因此,在遇到特殊情况时,往往是要由监控中心通知相关的诸如路政、养护、救援等部门进行事故处理。人为地造成了中间环节,不利于提高处理效率。

3.2 通信系统

高速公路通信系统是现代化管理支撑系统,主要承担了3方面的任务:首先承担监控系统和收费系统的数据、语音、图像各类信息的传输、使监控系统和收费系统真正成为系统而正常运转;其次承担高速公路内部各业务部门和管理部门的业务联系,如事故救援、道路、设备、设施维修等;第三高速公路的各级监控、通信中心、业务部门和管理部门与外界的联系,如与上级管理部门,与公安、消防、医院的信息沟通,甚至把高速公路实时交通信息向社会公众发布等。

通信系统根据网络结构层次可分为有人值守的通信中心、分中心和无人值守的通信站,按照通信网络功能和业务种类通信系统又可分为如下子系统:干线传输、语音交换、数据和图像传输、移动通信、网络管理、通信电源、光缆和通信管道等。

各通信中心的值守人员主要负责管理传输、交换电源及机房状态等的网管计算机,通过它们实时掌握全线各种通信设备和线路的运行状况,并接受下端报警。

3.3 收费系统

高速公路收费系统主要包括收费车道、收费站、各级收费中心及收费拆账结算中心。收费车道具体进行收费操作的场所,包括车道控制器、车道及亭内摄像机、收费员终端、有线对讲分机、自动及手动栏杆、车辆检测器、车道通行信号灯及车收费站联网通信的设备。收费站机房内包括各种管理计算机、系统服务器、CCTC 监视器、有线对讲主机及相关的网络设备。各级收费中心内主要有管理计算机、系统服务器、存储设备、监视器及相关的网络设备构成。

收费车道与所属收费站之间形成一个局域网络,收费中心内部也形成局域网,收费中心与各收费站构成广域网络,并可以与收费拆账结算中心联网交换数据。

基于目前国内高速公路收费系统的现状,收费站机房可以利用车道和亭内的摄像机、车辆检测器和广场摄像机实时掌握收费范围内的交通状况,但由于和监控系统的相互独立,其系统无法利用道路沿线的监控摄像机和车辆检测器了解互通区段和道路沿线的交

通状况,没有最大限度地提高已有设备的利用率。

另外,由于监控、收费计算机网络相互分离,使得收费系统为了将各收费站与收费中心构成计算机广域网也要配置相应的路由器、网络交换机等设备,造成了设备的重复设置。

4 传统模式下机电系统运营管理的弊端

从上面的分析已经看出,按照目前监控、通信、收费系统相对独立的运营管理模式会造成设备的重复配置,并且没有达到对设备的最大利用率。即在通信系统提供的通信通路的基础上,监控、收费系统、甚至办公自动的系统,都要建立各自的计算机网络,都有各自的路由器、网络交换机和系统服务器。

在监控中心和收费中心都对各自管理的业务领域具有监控功能,要有各自的图像传输及中心显示设备,各自的计算机系统,虽然存在了设备的重复,但对于外场设备,由于其属于不同的系统,还不能充分利用它们。收费系统的外场设备,如车道、亭、广场摄像机,车辆检测器只能上传至收费站再上传至收费中心。监控系统的外场设备如车辆检测器、路侧摄像机、气象检测器等的信息只能传至监控中心,监控中心也只能控制属于其系统的可变情报板(CMS)、可变限速标志(CSL)等。如果监控系统和收费系统要相互了解信息,则必需由监控中心和收费中心之间互通已建立的通路进行信息交换,这就人为地产生了二次交换平台。

如果说上述问题还只是在设备和房建的浪费,其投资是发生在建设成本上,属于一次性投资的话,那么,它给运营管理中带来的问题将是长久的,损失也将是运营费用。这具体体现在,三大系统独立建设,需要各自的中心值班和技术维护人员。以1个中心为例,若其为收费、监控、通信中心相互独立,则收费中心需要值班人员,监控中心需要交通值班人员和设备维护值班人员,通信中心需要话务员和技术值班人员,简单地按照三班倒工作来计算,则维持三大系统正常运转需要的日常工作(含技术)人员为15人,如果将3个中心合并,最多需要8人即可维持运转,按人/月均工资成本3000元计,则每年可节省直接人工成本25.2万元,不难看出其差异。

在传统模式下,养护管理、路政管理、交通管理等部门也不能直接利用机电系统来了解实际信息,甚至办公自动化系统也不与三大系统联网。在这种情况下,养护管理完全独立,根据道路使用年限、道路实际使用情况确定养护工程的安排。路政管理也要从监

控中心得到信息后再组织措施。交通管理因目前国内政策原因,与高速公路管理不属于一个管理单位,更无法利用高速公路的设备资源。

5 将监控、通信、收费系统融合

基于上述对高速公路管理模式、管理业务内容、系统运行利弊的分析,不难看出,传统的高速公路运营管理已经不能完全适应高速公路的发展需求,应该以一种全新的观点去看待公路的运营管理问题。不应把监控、通信、收费看作相互独立的运营管理系统,并把它们同路政、养护、交管部门相互分离,而是应把它们相互关联起来。

可以将传统的监控、通信、收费系统中心所有机电设备看作是能够提供服务的工具,任何有需求的管理部门都可以利用它们了解自己所需要的信息,并形成各部门直接反应相互协调的管理构架。

监控、通信、收费系统的融合建设是打破传统三大系统的界限,不再硬性确定三大系统的相对独立性。根据各系统的功能和所需要的技术支持方案统一考虑设备的配置,将原来各系统分别配置的相同功能设备合并,并将外场设备资源充分利用。如将路段摄像机、VD、CMS、CSLS、WD 等外场设备的信息先传至收费站监控室,这样站级监控就可以实时了解收费车道、收费广场的运行状况、也可以了解一定的路段交通状况。在中心一级将收费中心和监控中心的监控室合并,设置一套闭路电视监视系统、地图板或投影显示系统、计算机管理系统。网络设备和外围设备也可以共享,如路由器、网络服务器、打印机等。收费站机房可将已经集成的所有数据、图像信息传至上一级监控中心,形成对设备的最大利用。

6 融合后新技术的应用

监控、通信、收费系统融合后,将形成一个统一的信息服务平台,它将为不同的业务管理部门提供各种形式的通信服务。既要保证各业务部门信息的实时沟通,又要满足多业务通信的综合技术需求,这个综合信息平台还要提供很多以往三大系统并不涉及的应用服务,因此,必须采用一系列新的技术手段来满足这一需求。

6.1 综合 IP 技术

随着近几年 IP 技术迅猛发展,其作为下一代宽带综合智能网络的解决手段已成为不争之选,因此,基于 IP 的各种技术也不断出现并完善,高速公路领域在实施融合的机电系统建设时,也可以适当地采

用。

首先,可以直接采用 IP 技术构建高速公路通信骨干网络,各通信节点可配置高性能主干路由器形成干线通信网络,利用千兆以太网交换机完成业务接入,通过统一分配的 IP 地址,网络中心的任何一点都可以和其它点完成数据通信。

利用综合 IP 骨干通信网络,可以直接完成宽带数据通信,但为了保证各业务部门之间的互不干扰,可以在骨干 IP 网络中采用 VPN 或 VLAN 技术。虽然这两项技术是基于公共电信运营部门提供的一种服务,但是根据高速公路网络的特殊性,完全可以将此技术引进应用。这样,只需要建设一个物理网络,但通过 VPN 和 VLAN 技术,保证财务、监控、办公自动化等业务部门信息的相对封闭,避免造成人为的网络紊乱,形成在高速公路专用通信网络中心的不同业务部门之间的下一层“专用网络”,为部门业务管理带来极大的便利。

目前我国高速公路解决内部业务电话通信都是采用小型语音程控数字交换机(PBX 或 SPC)完成的,这些设备仅提供语音通信服务,若与骨干 IP 网络相联,还要通过语音网关等设备。现在可采用 VoIP 技术是通过软交换的方式实现的,它是把呼叫控制功能从传输层中分离出来,通过软件实现连接控制、翻译和选路、网关管理、呼叫控制、带宽管理、信函、安全性和生成呼叫联网记录等功能,把控制和业务提供分离,提供了在交换网中与电路交换相同的功能。软交换是与业务无关的,因此可以处理各种实时业务,包括语音、视频和多媒体等业务。高速公路通信网中采用软交换技术,既可省却大量繁杂的语音、数据、图像系统设备,又可以真正实现三网合一。

随着 society 对高速公路整体需求的发展,高速公路的运营管理部门应更侧重在加强对社会服务的能力上,我们应在服务内容、服务方式、服务质量、经营管理以及服务意识都提出新的解决思路。呼叫中心(call center)就是可以在高速公路上应用的比较好的面向社会服务的手段。呼叫中心是一种自动语音和人工座席台的综合信息服务和交易系统,通过电话、传真、图文终端、计算机等设备,用户随时可以进入 call center 系统,并迅速得到响应,获得声音、文字、文件等多种方式的服务。目前 call center 已经不是基于以往 PBX 的传统呼叫中心,而是基于 Internet 网络。既可以为社会用户提供高速公路运营状况的迅速查询工具,也可以作为 ETC、预付卡等支付通行费手段的交易系统。

6.2 数字视频技术

当前视频技术的发展也是日新月异,在高速公路上也有大量应用。

传统的点对点光纤模拟传输图像,可以变为利用 MPEG-2 编解码技术将视频信号纳入到 IP 网络中传输;MPEG-2 需要的带宽为 3~10Mbps,实践表明,只在满足 MPEG-2 的有效传输带宽不低于 3Mbps 加上开销字节节约 3.4 Mbps,则图像传输质量完全能够满足监控要求。根据特点,MPEG-2 很适用于高速公路通信网络中图像的远距离传输。

相对于 MPEG-2 来说,MPEG-4 利用更窄的带宽,通过帧重建技术来压缩和传输数据。虽然 MPEG-4 标准主要应用视频电话、视频邮件和电子新闻等,但是由于它具有高效编码、高效存储的特性,使得它非常适合于高速公路管理部门的图像存储。利用 MPEG-4 进行硬盘录像,既可以大大节省存储空间,还能大大方便日后图像的查找、编辑等。

数字图像识别技术还可以应用于高速公路的车流量检测上,能够检测到断面交通量,还可以存储抓拍的图像,自动识别车牌号码,这些都可以从根本上改变传统的管理观念。

6.3 数据库技术

数据库技术在高速公路的应用已十分成熟,机电系统融合后,主要是应该扩大数据库的应用领域,并形成共享的数据库平台。

建立了综合的信息服务平台后,即可加强原省的诸如监控、收费数据库系统的建设与应用,同时可以为养护管理、路政管理、OA 系统等部门构建相应的数据库,所有这些数据库的信息均源自于综合的信息平台,最终形成基于同一数据基础的不同应用主体结构。

6.4 网络安全技术

网络安全的确是非常重要的问题,特别是各省都形成联网收费系统之后,网络逐渐庞大,联网收费涉及的货币金额数量巨大,因此,一定要确保网络安全不被破坏。

但是,是不是就投鼠忌器,就完全将高速公路专用网络与公共信息网络(Internet)采用完全的物理隔离呢?有的省份就采用了这种方案,不仅不将专用网络与 Internet 相联,内部 OA 网络也不与收费网络相联,甚至 OA 系统都不利用专用通信网络提供通道资源。其实大可不必,毕竟高速公路内部计算机网络与银行、证券等网络相比,安全性要求还算低的,另

外,完全的物理隔离,也不利于社会提供服务和内部人员使用的便利。

只要采取得当的网络安全手段,完全能够保证高速公路专用网络的安全。像目前通常的作法仅仅采用防火墙是不可靠的。比较可行的方法是采用网闸技术,即在内网与 Internet 的接口处设置一台专用防火墙,该防火墙为软、硬件结合产品。在内网中设置专用的 Internet 外网代理服务器,在内网与 Internet 外网代理服务器之间也设置一台防火墙,两台防火墙之间采用网闸动态实时网络隔离系统,该系统不同于传统的防火墙之间采用通用的 TCP/IP 协议,而是采用专用通道协议,动态调整,达到双重保护功能,这种方法完全能满足高速公路专网的安全需要。

7 机电系统融合的高速公路运营管理

建立如上所述的综合信息平台,并应用了相关技术之后,高速公路运营管理形式也可以作相应调整。

建立高速公路综合监控中心,它的前台人机交互设备可以集传统监控、通信、收费分中心的设备于一体,具有计算机网络、大屏幕投影或地图板显示、CCTV 监视、紧急电话控制、综合调度等设备。后台具有网络服务器、存储设备、网络管理设备、call center 系统和话务员台等设备。

路政管理、财务监视、养护工程管理、交通管理等部门均有人员在监控中心上班,均可在第一时间发现问题,并在最短时间内调动所辖部门的力量作出应急反应。

机电系统可以只负责保证所有机电设备能够正常工作,而不具体参与对事故的处理措施中。

如果能够妥善处理好与交警部门的关系,交警也可以直接在监控中心值班。虽然这种作法由于种种原因,在国内实施可能还比较困难,但也是有实际先例的,国外也大量应用此种模式。

8 结语

凡事要以发展的眼光看问题,高速公路的运营管理以及机电系统的建设也要根据客观条件的变化,适时予以调整。目前国内高速公路已经逐步成网,各省逐步形成了各自的管理机构组织框架,因此,在进行高速公路机电系统的建设和部门设置时,应从最有效地利用资源、最大限度地提高管理效率的角度出发,使高速公路管理部门能够为社会提供最优质的服务。