题目：（同文件名）

**摘要：**

2009年，沈阳市第2条轨道交通线路开始建设，本人有幸作为执行副总工程师参与该线路通信系统的建设。项目建设过程中，本人分管通信系统中所有的传输及数据承载网业务分析、物理网络设计、逻辑网络设计、IP地址规划设计、网络安全设计，以及项目的合同、物流、仓储、安装、调试工作协调管理。

乘客信息系统是轨道交通专用通信系统中唯一一个面对乘客提供提供信息服务的应用型子系统。具有为候车乘客播放宣传视频、车站通知、列车出入站时间显示、灾害状态疏导、乘客自主查询等功能。因此在本工程的数据承载网中，乘客信息系统的数据网络应具有高带宽需求、组播应用、多片源直播、视频长传、需预留与广电接口、消防联动等特点，是本项目中数据网络中最为复杂的部分。本人结合上层应用对该网络进行了整体架构设计、以城市轨道交通上层网建设为基础的逻辑网络和IP地址规划，并最终与众多工程师一起进行实施，最终于2011年底开通运行。

**正文：**

2009年，本人所在公司经过投标竞争，顺利中标沈阳市轨道交通通信系统集成项目。

通信系统是轨道交通控制系统的核心，同时也是一个集语音通信、信息广播、车站视频监控、乘客信息向导及时间显示的服务与乘客的业务系统。在众多业务系统中，乘客信息系统采用前段LED、LCD显示的方式，为乘客提供宣传视频播放、车站临时通知、列车出入站时间显示、灾害状态疏导、乘客自主查询等服务。是直接服务于乘客的最大的应用系统，因此该系统的承载网须具有高带宽承载、7\*17小时稳定运行（该系统每天只在运营时间开启）、业务扩展灵活等特点。

根据乘客信息系统的功能和特点，设计第一阶段将首先分析数据网的承载需求。由于车站前段分别设置了LED电视和LED灯箱两种显示终端，因此在PIS系统（乘客信息系统简称，下文均称PIS系统）的数据中心，需要对不同的前端进行分别制作播放源。同时，由于LED电视分布于站厅层、站台层和出入口等不同位置，播放的节目也不尽相同，因此按照站厅、站台、出入口同样需要分别设置片源。通过分析，数据中心需要同时下发4路片源，其中站厅、站台、出入口3路片源均在LED电视上播放，根据2010年主流的影片清晰度，选择了高清1080P的播放模式。对于LED灯箱，将字符控制信息发送至灯箱控制器，即可实现字符滚动播放。

在众多片源中，除了LED灯箱采用控制信息，进需要1Mbps左右带宽，其他布点的LED电视播放的1080P视频每路视频均需要20~30Mbps的带宽（未编码的直播流）。按照每个车站26个LED电视进行考虑，单个车站采用单播播放未编码的视频需要的带宽为480Mbps，19个车站则需要单个车站带宽的19倍。由于轨道交通内部光缆是沿隧道壁敷设，因此只有很少的光缆资源，PIS系统中心与车站的通讯需要依靠传输系统实现。传输系统在本项目中采用MSTP（内嵌RPR），无法提供如此巨大的带宽，因此PIS系统必须使用组播实现片源播放。

本项目在控制中心设置了数据中心，数据中心包含用于视频编辑的编播中心服务器、用于播放的直播流服务器、用户乘客查询的查询应用服务器、网管服务器以及相应的数据库服务器。所有服务器均连接在一个服务器区域汇聚交换机上（H3C S5500-24-EI）。服务器汇聚交换机以双GE链路连接在两台核心交换机上（H3C S7510-EI），双核心与服务器汇聚开启VRRP。

核心至车站的连接由于按照组播考虑，服务器汇聚交换机为组播组RP，因此网络带宽总和为上文分析的4路片源带宽总和，约为91Mbps左右，当采用H.264进行编码压缩后，带宽可降低至25Mbps（H.264编码的1080P播放带宽为8Mbps）。根据此分析，两台核心分别以1个100Mbps链路连接至传输系统，通过传输系统提供的基于MPLS-VPN的EVPLn，连接至车站。及控制中心与MPLS-VPN涉及的相关车站构成100Mbps共享的互连网络。

基于上述网络构架进行IP地址规划。由于近年来，诸多城市建设M-PIS（乘客信息系统上层数据中心），因此需要预留与上层网互联的地址段。根据本市线网规划，将192.168.X.X/16，网段作为线路PIS中心与M-PIS中心互联地址段。在本线路中，由于传输MPLS-VPN为分环设计，因此每个VPN的EVPLn均需要规划互联地址。按照可扩展、减少地址浪费原则，同时依据传输VPN以10个左右车站为一个VPN进行主备链路的承载方式，采用172.16.2.X/24网段作为互联。其中为VPN-1主用分配172.16.2.0/20、VPN-1备用分配172.16.2.16/20、VPN-2主用分配172.16.2.32/20、VPN-2备用分配172.16.2.48/20。每个互联地址段按照控制中心使用最小使用地址依次增加原则分配。控制中心和车站的业务地址采用10.X.Y.n/24网段。其中X代表子系统编号（2号线PIS子系统编号为35），Y代表节点号（中心使用0，车站从北向南依次使用1~19）。

由于组播路由是建立在单播路由基础之上，因此全网须建立路由表。静态路由用户条目数量少，或默认路由情况，因此不使用与类似本项目节点数量较多的环境。由于本工程路由为本线路域内，且网络带宽要求很高，一次采用链路状态型动态路由协议OSPF。由于本项目网络互联采用EVPLn，因此设计将所有节点均配置在OSPF主干区域内。这样的配置不但可以满足本工程使用，也能在上层网建设时，方便的使用BGP互联，或改造成多区域OSPF。

由于PIS系统具有消防联动、列车出入站时间显示、乘客信息查询等功能，因此PIS系统设计时应与FAS、信号及自动售检票等系统保持沟通，及时提资。针对FAS系统，本人要求FAS系统开放本站火灾分区信息和数据格式，并将数据发送至车站本地网络，方便PIS系统在本地进行信息分析，做出灾害疏散指示。针对信号系统，本人要求信号系统在控制中心将列车位置、站台停止信息、列车编号，出入站时间等全线信息发送至PIS核心网，以便PIS中心接口服务器读取全线数据，并将该数据组播发送至各个车站本地服务器进行提取和计算，最终显示列车到站时间信息；针对自动售检票系统，本人要求其提供专门的查询数据库，提供票价、车站数等服务信息。与上述专业互联时，FAS接口在车站开启ACL，使FAS数据仅能够访问本地服务器，并在本地服务器上安装防火墙和防病毒软件（Windows Server2008+KILL），避免FAS系统中的危害信息扩散至PIS网络。由于与信号和自动售检票系统接口位于控制中心，数据直接进入PIS核心并需要扩散至全网，因此控制中心设置防火墙（NetEye FW5200），只有满足防火墙安全规则的数据才能够 进入PIS网络。

由于远期地铁公司有与本地广电网络互联的意愿，因此控制中心设置路由器（H3C MSR50-40），预留与广电网络接口。同样的。广电网络如果实现接入，也需要经过防火墙才能够进入PIS网络。

**总结：**

本项目采用基于组播的网络为PIS系统进行数据承载，降低了全网的带宽需求，在传输系统带宽资源不足的情况下实现了高清（H.264压缩或无压缩情况下）画质的片源全线直播。同时，核心交换采用冗余双核心设计，与数据中心和车站的连接均采用双链路等价路由冗余，单播数据经过wireshark测试可以以负载均衡的方式分布在两条链路上。组播协议采用PIM，组播路由会选用冗余链路中的一条进行组播数据承载，当该链路故障时，可自动切换至另一链路传送（由于双链路等价，均可承载组播数据）。对外接口设计均考虑了安全因素，对于单点处理的数据使用ACL限制访问，对于全网遍历的数据，使用硬件防火墙对危害数据过滤。网络设计满足带宽冗余度高（通常网络视频播放会采用H.264）、网络冗余良好、网络安全防范良好。目前该系统已于2011年底开通运行。运行至今实现良好的乘客服务、对外参观展示、临时信息发布等关键功能。