

武振华

# 铁道部客票中心网络系统的研究

武振华

**摘 要** 根据全路客票系统和铁道部客票中心的需求,研究设计一个高可靠性、高可用性的网络系统。作者重点阐述了可能影响网络系统安全可靠运行的一些不可靠因素及在本系统中采用的解决方案。实际使用情况表明,铁道部客票中心网络系统是可靠的,满足全路客票系统的需求。

**关键词** 客票 网络 可靠性 解决方案

## 1 引言

随着国民经济的高速发展和人民生活水平的快速提高,对铁路客运提出了更高的要求。传统的铁路客票发售模式已成为铁路参与市场竞争的主要薄弱环节。为此,实现客运售票网络化、计算机化则成为铁路发展的首要任务。

中国铁路客票发售和预定系由铁道部客票中心、地区客票中心、车站售票系统组成。系统的最终目标是建立覆盖全国铁路的计算机售票网络,实现全路快车营业站联网售票。

铁道部客票中心网络系统的研究与开发是实现全路联网售票、指挥管理功能和整个系统的监控和技术支持的基础建设项目的-一个主要内容。

## 2 网络系统的需求分析

全路客票系统采用集中与分布相结合的客户机/服务器结构,整个系统分为中央、地区和车站3级结构。铁道部客票中心需要负责对全路联网售票的基础数据维护与复制、全路直通车的计划与调度、客运的计划与预测、运价与收入的管理、全路客票系统的运行监控与安全管理及对全路客票系统的技术支持等。它是

全路客票发售和预定系统的最高层次,是实现全国异地售票的保证,是全路客票系统运行的技术支撑核心。它的网络系统需要与遍布全国的28个地区客票中心连接,因此,系统具有很高的实时性、可用性、可靠性和安全性要求。根据该网络系统所要完成的功能,我们在结构上将其分为局域网和广域网两部分。

局域网部分的组成:是将部中心的客票机房与调度楼6—8层的监控与维护室、业务与值班室、主管与存储室相连,同时还要为客组、客管、计统、收入及相关决策部门提供访问接口。

广域网部分的组成:通过铁路接入网、铁路公用数据网、铁路话路专线与28个地区客票中心相连,为下属28个地区分中心的客票系统提供安全、可靠、高效和开放的网络传输和交换平台,形成一个覆盖全国铁路的客票网络。

## 3 系统网络的设计目标

### 3.1 系统的开放性

所选用的产品应具有良好的互操作性和可移植性,应符合相关的国际标准和工业标准。

### 3.2 高性能及可扩展性

系统除具有高性能外还应有扩充、升级和换代的潜能。

### 3.3 容错及高可靠性

系统具有冗余容错能力,诊断和排除故障能力。

武振华 铁道部科学研究院电子所 副研员 100081 北京市

### 3.4 系统安全及保密性

所有网络设备要符合安全性要求,管理和控制要有保密机制,网络在硬件和软件上都能防止非法入侵和破坏等。

### 3.5 设备的管理和维护

采用先进的网络技术、方法和设备。具有可网管可监控和良好的故障分析处理能力。

铁路有自己的通讯系统,这就要求我们的网络设计应适合铁路的通讯条件。此外,部客票中心的建设是在地区客票中心之后,所以我们的网络设计还要适合各地区中心的网络现状。

### 3.6 局域网方案

在局域网方案中的主要问题是选定一个高可用的、适合我们应用的局域网主干。

本着先进性和可靠性、高性能和可扩展性、成熟性和易维护等原则,我们对 ATM、FDDI、FEN 等广泛应用的局域网主干从可靠性、标准化程度、应用的丰富性、经验、成熟度、使用的方便性、性能、效率、发展性、多媒体支持、主干结构支持及价格等方面进行了综合比选。我们认为 ATM 的综合性能较高且在多媒体支持等方面较突出,但在标准性、易管理性和易维护性等方面较其它类型局域网差一些。FDDI 的可靠性、成熟性及标准化程度等都较高,但它的发展性和性价比等较其它类型局域网差一些。从应用考虑,我们更看重应用方便性、标准化程度、可靠性和发展性。因此我们认为 FEN 更适合我们的应用。

主干选用千兆以太网,工作组主干选用 10M 交换式以太网。主干交换机为 Corebuilder9000、工作组交换机为 SuperStack switch1100。网络拓扑为总线星型结构。如图 1 所示。

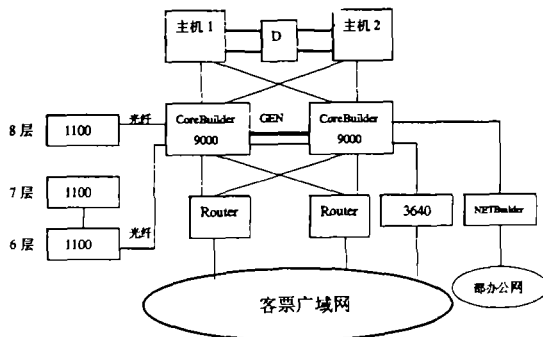


图1 铁道部客票中心局域网网络拓扑图

### 3.7 广域网方案

部客票中心网络系统的主体是与 28 个地区客票中心建立高效、可靠的广域网连接。作为全国各地客票系统连接的枢纽,部客票中心的广域网设计不仅要求优异的传输性能,更要求网络的安全性和稳定性。由于铁路有自己的通信网且各地区客票中心建设先于铁道部客票中心。所以设计中既要考虑铁路通信网的现有条件,又必须保证对各地区已有系统互联的开放性和兼容性,形成一个高可用性的底层网络平台,为上层联网售票系统应用打好基础。

据统计网络系统的故障大多数都发生在广域网上,常见的故障是线路故障和设备故障。所以如何保证线路畅通,设备可靠是我们设计中重点研究的问题。

部客票中心通过铁路接入网、铁路公用数据网和话路专线与全国 28 个地区客票中心相连,其总体结构如图 2 所示。

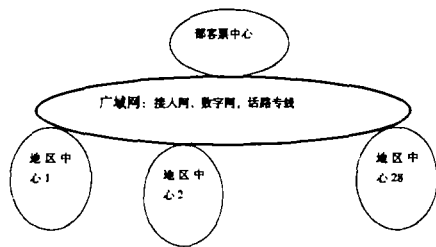


图2 客票中心广域网总体结构

根据各地区中心已有的网络设备和技术要求,在设备选型方面,我们对多个厂家的相关产品进行调研,有 BAY 的产品、CISCO 的产品和 3COM 的产品等。最终我们选用了 Cisco7513 广域网路由器作为连接 28 个地区中心的主体设备。该设备是目前网络设备中企业级顶级设备,所有性能均满足设计要求。另外对设备的配置我们也做了精心的设计,两台 7513 设备都各配有双 CyBus 总线,两个冗余的 RSP4 路由交换处理模块和双冗余电源,设备的接口包括 LAN 口、V. 35 高速同步口和 G. 703 的 E1 接口都做了冗余配置。两个主干路由器不仅互为热冗余备份,还通过特别的连接方式起到均衡流量负载的作用。

为了连接各分中心话路专线,我们选用了配有 32 个异步连接端口的 Cisco3640 路由器。广域网部分的连接结构如图 3 所示。

各通讯设备的以太网的 LAN 端口与部中心局或

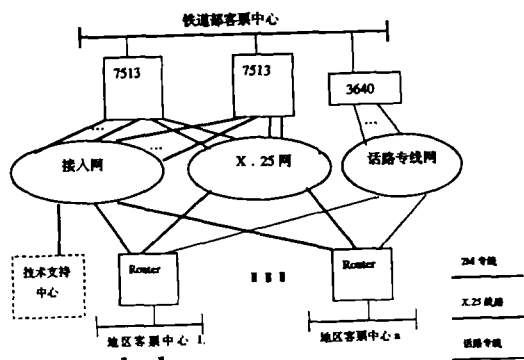


图3 广域网部分的连接结构

网主干相连,另一端通过各种 WAN 口与广域网连接。Cisco7513 上的 E1 端口通过接入网(2M 专线)与全国 28 个地区客票中心连接,在每台设备上各占用 14 个 E1 端口,分别对应 14 个地区中心。余下的 E1 端口用作另一台设备的 E1 接口的冷备份。在正常情况下这些 2M 专线连接是业务数据的主要传输通道和全国客票中心广域网的主干链路。部中心也通过 E1 专线与技术支持系统连接,为全路客票系统提供技术支持。

铁路公用数据网(X.25 网)作为主干链路的第一备份通道。部中心通过 X.25 网与各个地区客票中心连接。引向部中心的 X.25 线路有 4 条,分成两组分别与每个 Cisco7513 上的两个 V.35 端口相连。对于每个 Cisco7513 上的两条 X.25 线路而言,都各自负责与 14 个地区中心通过虚电路相连。两个 7513 路由器的 X.25 配置完全一样,这样既可以在每两条 X.25 线路上实现负载均衡,又可以在两台 7513 之间形成 X.25 链路备份。

Cisco3640 上的异步口主要连接铁路系统的话路专线,它们是 2M 专线主链路的第二重备份。在一主两备的线路配置上,通常的做法是备用通道用 Backup 的方式来配置。我们经过研究和实验发现一些问题,其中较大的问题是用 Backup 方式配置的备用通道,只有当主通道出现故障时或人为断掉时才能知道备用通道是否完好,这不利于日常维护。而且用人为故障来检测备用通道的连通性是不现实的。所以我们研究提出了一种根据动态路由浮动的原理对三种连接的通道进行配置的广域网络自愈系统。

## 4 网络系统的安全可靠性设计

### 4.1 网络安全可靠性需求

系统的主干网有地址过滤和抑制广播风暴的功能,与办公网之间有防火墙可防止非法入侵,所有主要的网络设备均符合安全性要求,可网管可监控。另外还购置了网管软件和系统管理软件再加上安全保密控制机制等来保证系统安全运行。

网络通信的稳定与可靠是网络设计、特别是跨地域的广域网设计所要解决的重点问题。系统稳定可靠的重要标志是无“单点失效”。“单点失效”是指系统发生了单一故障而导致全系统不能正常运转的情况。在一个广域网传输系统中这样的“故障点”可概括为传输链路故障、电源故障、设备机械故障、映像文件和配置文件存储故障以及以上各种原因同时发生而导致的系统综合故障等。我们设计的部中心网络方案不仅要避免所有常见的“单点失效”,而且对于多点同时发生的故障也能保证系统的正常运转。

### 4.2 传输链路故障的恢复

传输链路故障是网络中最常见的故障,特别对于以远距离传输为特点的广域网更是如此。产生故障的原因主要可以概括为传输线路物理损坏、广域网接点机通信链路的建立失败和 DTE 设备接口损坏等。针对这一情况,我们在方案中采用三种类型的广域网连接形式、分三级依次进行热备份,即主链路采用专线接入方式,X.25 作为专线接入的热备份,话路专线又作为 X.25 的热备份。三种连接方式依靠动态路由浮动配置成自动的依次进行备份切换,即动态路由根据不同权值选择最高权值路由放入当前路由表,一旦某条主链路失效(如:线路物理损坏、接点机或光端机或路由器 E1 接口出现故障等),动态路由协议将探测到网络拓扑的变化,从而重新计算路由,在路由收敛后,原来优先权值略低的某条路由(如:X.25)将成为当前权值最高的路由而“浮动”到新的路由表中,此时相关的数据都将绕过失效的链路而从新的(X.25)线路上通过。同样若新的线路也因某种原因失效,原先更低优先权值的路由(话路专线)也将浮动成为路由表中的当前路由。当失效链路恢复正常后,如主链路(2M 专线)又重新可用,则动态路由协议将重新收敛而得到新的路

由和权值,并用具有较高优先权值的路由代替当前路由表中的权值相对较低的路由,恢复数据传输的正常途径。依据这一规律,就形成了一个具有三种网络连接形式热备、自动切换的网络自愈系统。本方案中 X.25 本身我们也通过配置冗余的虚电路形成自身的热备份体系。部中心可以向每个地区中心建立两条虚电路,这两条虚电路由部中心不同的路由器引向某地区中心。IP 层在 X.25 上将会把这两条冗余的虚电路识别为到达同一目的地的不同路由,这两条冗余的路由也具有各自的优先权级,因而依据前述的路由浮动规则也将会自动形成热备份。

#### 4.3 电源、机械设备、存储等故障的恢复

我们通过对产品的选型和优化配置,实现了对常规系统中多个易于出现故障的环节予以保护,以保证整个系统的安全和稳定。

电源故障对系统的打击是致命的,因而本方案中的最关键设备:主路由器、主交换机都配备了冗余电源。冗余电源平时以分担负载方式工作,一旦出现故障则由剩下的电源独立承担负载,直至故障排除。

设备机械故障包括风扇、机箱背板、机箱控制模块以及其它设备部件的故障。主要设备 Corebuilder9000 和 Cisco7513 都配有冗余风扇,保证单个风扇故障不会引起机箱温度失控。机箱控制模块可以随时监控箱内温度,超高时会自动报警或切断电源。所有插槽式设备都采用无源背板,箱槽有固定滑道避免在安装时出现损坏。

本方案中使用的主交换机和主路由器都具有冗余的内存作为存储介质,在主介质出现问题后,可以从备份介质启动,保证系统正常运行。

#### 4.4 综合性故障的恢复

为保持系统在这种恶劣的情况下大部分功能仍能安全运转,我们采用了基于系统设备的备份结构,即当一个主要设备完全不能工作的情况下,它的全部功能可被系统中的另一个设备完全接管。

在路由器的地址配置上,我们运用了路由器的 HSRP 技术使用了一个虚拟路由器的 MAC 地址和 IP 地址,解决了当路由器因故障切换时计算机主机不能

自动变换网关的问题。在计算机主机中用虚拟 IP 地址作为默认网关地址,这个虚拟 IP 在同一时间只代表一个路由器的 LAN 口,当这个路由器失效后,这个虚拟的 IP 会自动被另一个定义了 HSRP 的路由器的 LAN 口所接管,原路由器相应的通讯任务也随之转移到新的路由器上,实现路由器的自动热备。

## 5 结束语

以千兆以太网为中心主干、以交换式以太网作用户端主干的全交换网络架构是现在最高性能的局域网方案。广域网采用接入网作主干,X.25 和话路专线被设计成依次热备且自动恢复的自愈系统,保证了网络传输的可靠性和稳定性。整个系统的高可靠设计和主要设备都留有了足够的扩充能力,使得该系统具有很高的可靠性和很强的可扩展潜力。采用成熟和易维护的以太网技术和分级网络结构,以及高性能的网络管理软件和系统安全软件,使得这个庞大而复杂的、覆盖全国的铁路客票网络具有安全、易于维护和易于管理的特点。

目前,铁道部客票中心工程已连通 25 个地区客票中心,在系统投入运行的一年多时间里,通过实际检验,各项指标已基本达到设计要求。尤其是在春节客运高峰期,其功能得到了充分的体现。由于能够通过该网络系统及时地将全路客票的发售信息收集到部客票中心,为客运管理及相关业务部门提供了管理和决策方面的支持。在完成全路联网售票基础数据的维护与复制,完成全路直通车的计划与调度,完成客运营销统计与预测,根据实际客流增减车次等方面发挥了指挥中心的作用,取得了很好的经济和社会效益。

## 6 参考文献

- 1 单祖勤,何建民. 计算机信息网建设模式. 办公自动化, 1998
- 2 张俊,王忠煜. 船务公司微机售票网络系统方案设计. 办公自动化,1998

(责任编辑:徐荣华 收稿日期:2000-02-15)