

文章编号：1005-8451 (2016) 11-0046-04

城市轨道交通TETRA专用无线通信网络管理 系统的设计

郭霄彬，魏 奇，费汉明，钟宜顺，郭长青，付 思

(中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所，北京 100081)

摘要：根据城市轨道交通无线通信需求，在基于IP的TETRA专用无线通信系统的可行性及其优势基础上提出了专用无线通信网络管理系统设计方案，阐述了其系统结构及相关软件的设计，对城市轨道交通的安全、高密度、高效运营具有很大的帮助。

关键词：城市轨道交通；专用无线通信；陆地集群无线通信；网络管理系统

中图分类号：U231.7 TP39 **文献标识码：**A

TETRA based Dedicated Radio Network Management System for Urban Transit

GUO Xiaobin, WEI Qi, FEI Hanming, ZHONG Yishun, GUO Changqing, FU Si

(Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: According to the radio communication needs of Urban Transit, this article based on the feasibility and advantage of the IP-based TETRA Dedicated Radio Communication System, proposed a design of TETRA based Dedicated Radio Network Management System, introduced the system architecture and related software design. The System is helpful for safe, high density and high efficient operation of Urban Transit.

Key words: Urban Transit; dedicated radio communication; Terrestrial Trunked Radio(TETRA); Network Management System

城市轨道交通专用无线通信系统是专门用于城市轨道交通指挥调度和紧急通信的专用移动通信系统，是为了保证轨道交通安全、高密度、高效运营而建设的语音、数据无线通信系统。它为轨道交通运营的固定用户（控制中心及车辆段调度员、车站值班员等）和移动用户（列车司机、防灾人员、维修人员）之间的语音和数据信息交换提供可靠的通信手段，对行车安全、提高运输效率和管理水平、改善服务质量提供了重要保证。同时，在轨道交通运营出现异常情况和有线通信出现故障时，亦能迅速提供防灾救援和事故处理等指挥所需要的通信手段。

在基于IP的陆地集群无线通信（TETRA）数字集群网络中，最重要的就是TETRA交换机，其承担着TETRA基础设施以及其他网络间的数据交换工作，是数字集群系统中的核心部分。TETRA基础设施、

调度系统、网络管理（简称：网管）系统、PABX/PSTN网关均通过IP路由器和网络交换机连接到局域网中。基于同一个IP的TETRA数字集群网络无需集中式数据交换，数据和语音都在IP网络上传输，只需要网关就可以实现与其他TETRA网络互联互通，网络扩展方便，网络设备设置灵活。

由交换机、基站、传输链路、数据库等组成传统TETRA无线网络核心是交换和管理基础设施（SwMI, Switch and Manage Infrastructure），其他网元（调度系统、网络管理系统、IP网关、PABX/PSTN网关等）都是连接到SwMI上，SwMI承载了整个系统数据处理操作。这样的网络连接和数据集中处理方式存在的弊端：（1）其降低了TETRA网络性能（2）当SwMI故障时，整个系统都会瘫痪（3）SwMI接口非TETRA规定的标准接口，难以实现与其他TETRA网络的互联互通。

基于上述背景，提出一种采用基于IP的城市轨

收稿日期：2016-03-25

作者简介：郭霄彬，工程师；魏 奇，副研究员。

道交通 TETRA 专用无线通信网络管理系统设计方案：由 TETRA 交换机实现 TETRA 设备与网管服务器之间的数据交换，网管服务器既作为 TETRA 数字集群系统与网管客户端通信的桥梁，又是与外部系统通信的接口。

1 基于IP的TETRA专用无线网络管理系统结构

1.1 TETRA系统组成

城市轨道交通 TETRA 专用无线通信系统是由多基站的 TETRA 数字集群系统形成的一个无线和有线通信相结合的网络，主要由 TETRA 交换设备、调度系统、网管系统、基站、固定台、车载台、天馈系统以及传输通道等构成，天馈系统包括漏泄同轴电缆、射频电缆、天线、耦合器、功分器等。系统采用 800 MHz 的 TETRA 数字集群通信方式，其网络构架如图 1 所示。

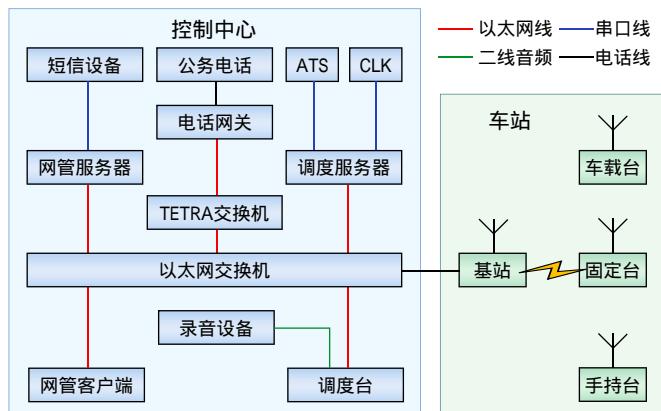


图1 基于IP的TETRA专用无线通信系统组成

系统在控制中心设置 TETRA 交换机，在城轨沿线各站、车辆段和停车场设置双载频的集群基站，各基站通过有线 IP 传输通道，采用环形或星型组网方式与集群交换机相连；同时，控制中心设置调度系统和网管系统，实现轨道交通全线统一的无线调度和网络管理。

1.2 网络管理系统结构

网管系统基于 IP 网络，采用以 C/S 架构为主，B/S 架构为辅的设计，分为网管服务器和网管客户端，如图 2 所示。服务器是网管系统的核心和数据传输的“网关”，负责向 TETRA 系统下发基础设施参数，并接收和分发 TETRA 系统设备状态和告警信息。根据城市轨道交通运营指挥场景以及移动设备智能化

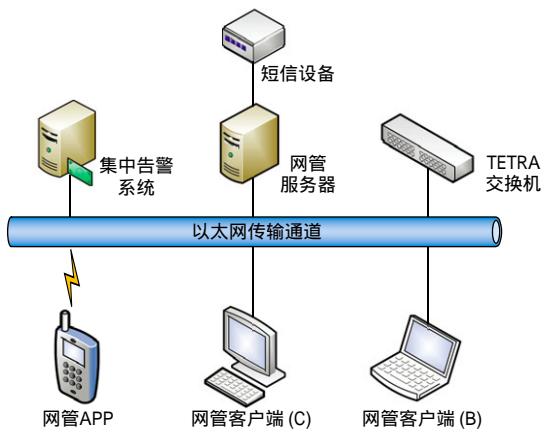


图2 网络管理系统设计图

发展的不同需要，网管系统中设有 3 种网管客户端。

(1) 网管客户端(C): 基于C/S架构的网管客户端软件, 应具有TETRA系统设备状态和告警监视、调度系统资源配置两大主要功能以及设备告警屏蔽、过滤、确认、前转操作规则配置功能;

(2) 网管客户端 (B): 基于 B/S 架构的网管客户端，方便网络管理员在远端通过浏览器访问网管，应具有的功能和网管客户端 (C) 相同；

(3) 网管 APP :网管移动 APP 客户端 , 应具有 TETRA 系统设备状态和告警监视以及接收网管服务器推送的设备告警信息功能。

2 网络管理服务器设计

2.1 功能描述

在本方案中，网管服务器即要与网管客户端进行通信，又要与 TETRA 交换机进行数据交互，还是网管系统与其他子系统的接口。其实现的功能包括：

- (1) 向 TETRA 交换机下发 TETRA 系统基础设施参数 ;(2) 从 TETRA 交换机获取 TETRA 系统设备状态和告警信息并持久化 ;(3) 与调度服务器交互获取时钟同步信息以及调度系统设备状态和告警信息 ;(4) 分发整个系统设备告警信息给不同接口 ;(5) 根据告警操作规则对告警信息执行自动屏蔽、过滤、确认、前转操作 , 前转即通过短信设备以短信的形式通知接收人 ;(6) 向 TETRA 交换机和网管客户端下发时钟同步信息并从网管客户端获取基础设施参数、告警操作规则。

2.2 软件架构设计

网管服务器软件由业务处理层、数据处理层和数据接口层共3层组成，其中，业务处理层负责设备状态和告警信息以及时钟同步的业务处理；数据处理层负责时钟同步信息、基础设施参数的数据转发以及设备状态和告警信息的持久化、瞬间化处理；数据接口层负责网管服务器与其他接口的数据交互。

网管服务器软件的体系结构如图3所示。

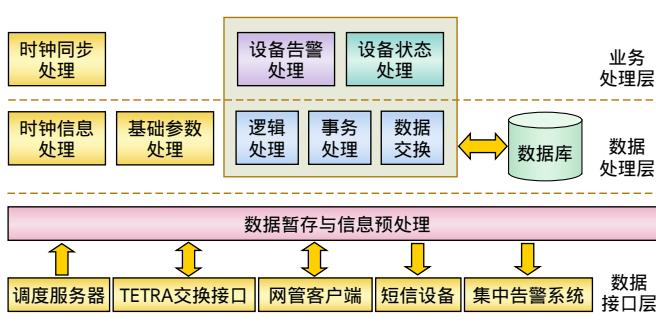


图3 网络管理服务器软件架构设计图

(1) 业务处理层：负责设备状态和设备告警信息之间的转化，同时根据不同的分发规则将设备告警信息分类处理，并执行时钟同步操作；

(2) 数据处理层：负责将时钟同步信息、基础设施参数做转发处理，持久化设备状态和告警信息，根据接口需求加载不同分类的告警信息；

(3) 数据接口层：负责与调度服务器交互获取时钟同步信息以及调度系统设备状态和告警信息。与TETRA交换机交互下发时钟同步信息、基础设施参数并获取TETRA系统设备状态和告警信息。与网管客户端交互获取基础设施参数、告警操作规则并下发时钟同步信息，与短信设备和集中告警系统连接分类发送设备告警信息。

2.3 接口描述

网管服务器负责收集TETRA系统和调度系统设备状态和告警信息并分发这些告警信息给不同的接口，它还是网管系统与调度系统时钟同步的关键设备。相关外部接口包括：

(1) 网管客户端接口：时钟同步信息传输，接口形式为RS422或者NTP。设备状态和告警信息、基础设施参数、告警操作规则传输，接口形式为TCP/IP；(2) TETRA通信接口：基础设施参数、TETRA系统设备状态和告警信息传输，接口形式为SNMP。时钟同步信息传输，接口形式为RS422或者NTP；(3)

调度服务器接口：调度系统设备状态和告警信息传输，接口形式：TCP/IP。时钟同步信息传输，接口形式为RS422或者NTP；(4) 短信设备接口：设备告警信息传输给短信设备客户端，接口形式为TCP/IP；(5) 集中告警系统：设备告警信息传输给外部集中告警系统，接口形式为TCP/IP。

3 网络管理客户端设计

网管客户端软件架构设计如图4所示。

(1) 视图层提供友好的操作界面供网络管理员执行调度资源配置、基础参数配置、设备告警规则配置操作，并可对整个系统设备状态和告警信息以及系统间各个接口状态进行实时监视，可对设备历史状态和历史告警信息进行查看，另外还提供网管客户端软件操作日志查看等功能。

(2) 业务层负责整个系统设备状态、告警信息和系统间各个接口状态实时监控更新功能，负责时钟同步操作和网管客户端软件操作日志记录等功能。

(3) 接口层负责与调度数据库交互来配置管理调度资源。与网管服务器交互来进行基础设施参数、告警操作规则下发并从网管服务器获取整个系统设备状态和告警以及时钟同步信息。

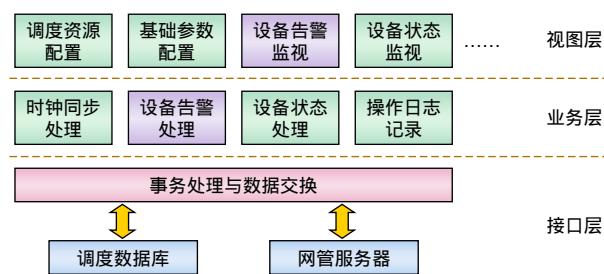


图4 网络管理客户端软件架构设计图

4 数据传输控制设计

为满足城市轨道交通运营调度安全可靠的需要，在进行TETRA专用无线通信系统的总体设计时应保证网管系统数据传输的可靠性和时效性。

4.1 数据时效性

网管服务器在收集TETRA系统与调度系统设备状态和告警信息时均可采用周期轮询的方式进行，周期可根据不同场景下的系统设备承载自行设定。由

(下转P52)

3.5 设备自检、故障切换

当发生以下情况时，主用仲裁模块会进行主用的切换：

(1) 经过输入比较之后，主用的子系统发现自身的某一路输入与其它两套子系统的输入长期不一致，说明该路输入硬件有故障，基于安全考虑，程序会通知仲裁模块放弃主用控制。(2) 主用的主板发现与之连接的其他模块（串口通信板、开关量输入输出板等）出现了问题，比如板卡相互间的通信不通、板卡自检发现了故障等等，那么程序会通知仲裁模块，进行主用的切换。(3) 当主用的子系统与外围设备间的某一串口通信发生超时现象，说明该路串口的收发存在问题，故切换主用控制，换另一套子系统的串口通信板尝试恢复通信。(4) 当主用仲裁模块与主用的子系统主板通信断失时，会触发主用的切换。

4 结束语

基于冗余容错技术的三取二安全计算机系统硬

责任编辑 付思

(上接 P48)

于网管服务器与 TETRA 交换机交互接口使用 SNMP 协议，在获取设备状态和告警信息时也可以采用被动接收的方式进行收集。网管数据库作为网管客户端、网管服务器设备状态和告警信息传输的接口，结合网管客户端软件开发语言，可在数据库数据改变时触发软件自动加载更新数据。网管系统还提供了多种方式来呈现系统设备状态和告警信息。

4.2 数据可靠性

在数据时效性的基础上网管系统对与各个子系统间接口进行了实时监控，最大程度保障网管系统与各个子系统间数据传输节点连接畅通。整个系统设备状态和告警信息一一对应，网管服务器可根据告警操作规则对无效的、着重关心的、已确认的、需转发的设备告警信息分别进行自动屏蔽、自动过滤、自动确认、自动前转操作。

4.3 数据划分优先等级

为有效提高系统关键数据传输的可靠性，网管系统将整个系统设备状态和告警信息进行了优先等

件上采用冗余结构、故障隔离技术、故障切换技术，保证了整个输出的可靠性；软件上采用了同步机制、数据比较和故障恢复技术，保证了输入采集的正确性。该计算机系统满足了车载控制设备安全性的要求，已运用在机车同步操纵系统上道试验中，保障了试验的顺利进行。

参考文献：

- [1] 燕飞, 唐涛. 轨道交通信号系统安全技术的发展和研究现状 [J]. 中国安全科学学报, 2005, 15(6):94-99.
- [2] 任鹏. 二乘三取二冗余结构设计 [D]. 成都: 西南交通大学, 2009.
- [3] 陈文赛. 一种高可靠、高安全性系统—三取二计算机系统 [J]. 现代雷达, 2004, 26(6):19-21.
- [4] 孙寿龙, 卢利勇. 三取二铁路信号安全平台嵌入式操作系统选型研究 [J]. 铁路通信信号工程技术, 2013, 10(1): 12-15.

级划分，优先等级高的数据优先显示。

5 结束语

专用无线通信系统是城市轨道交通安全运行的关键系统。采用基于 IP 的方式实现系统设计可增强系统的可靠性、灵活性和可扩展性，其中，网络管理系统对城市轨道交通保障运行安全、调度业务畅通、故障定位时效等方面具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 宋平. TETRA 数字集群网管代理服务器基站管理功能的研究与开发 [D]. 北京: 北京交通大学, 2015.
- [2] 刘森, 李保全, 李军军, 等. 综合网管系统在轨道交通 TETRA 系统中的应用 [J]. 价值工程, 2009(9).
- [3] 陆标. TETRA 系统的故障修复技术研究 [D]. 北京: 北京理工大学, 2015.
- [4] 王相辉. 基于 TETRA 的石家庄轨道交通无线通信调度系统的研究与实现 [D]. 天津: 天津大学, 2012.
- [5] 何琰. TETRA 数字集群通信系统在秦沈客运专线中的应用研究 [D]. 天津: 天津大学, 2004.

责任编辑 徐侃春