

地铁列车运行状态监视系统

周巧莲¹, 陈建校²

(1. 上海申通轨道交通研究咨询有限公司, 上海 201103;

2. 株洲南车时代电气股份有限公司 技术中心, 湖南 株洲 412001)



作者简介: 周巧莲 (1966-), 女, 高级工程师, 从事地铁车辆的研究工作。

摘 要: 根据我国城市轨道交通发展及运营过程中所存在的问题, 研制了地铁列车运行状态监视系统。主要从地铁列车运行状态监视系统的功能、关键技术与理论依据、拓扑结构及实现结果等方面进行阐述。该系统在国内首次研制成功并得以实施应用, 为地铁列车现场维保工作提供了一种先进稳定的技术平台。在实践中, 可有效调动司机参与现场维保的积极性, 将故障危害程度降至最低。

关键词: 地铁列车; 状态监视; Go 法; 现场维保

中图分类号: U231

文献标识码: A

文章编号: 1000-128X(2011)02-0047-03

Status Monitoring System for Subway Train Operation

ZHOU Qiao-lian¹, CHEN Jian-xiao²

(1 Shanghai Shentong Rail Transit Research and Consulting Co., Ltd., Shanghai 201103, China;

2 Technology Center, Zhuzhou CSR Times Electric Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China)

Abstract: Based on the development background and the existing problems in urban rail transportation in China, status monitoring system for metro train was introduced. Main function, key technical and principle, system topology and application results of the system were presented. First developed and then applied in domestic, this monitoring system provided an advanced and reliable technical platform for field maintenance of metro trains. Moreover, drivers' enthusiasm in participating in field maintenance was activated through the monitoring system, which contributed to the least injury of failures.

Key words: metro train; status monitoring; Go method; field maintenance

0 引言

目前在我国特大城市中, 已有30多座城市开展了城市轨道交通建设的前期工作, 约有22个大城市上报城市轨道交通网规划方案, 拟规划建设89条线路, 长约2 500 km, 总投资9 937亿元。

根据上海轨道交通网络规划以及近期建设规划, 至2010年, 上海已建成轨道交通线路11条, 车站280座, 线路总长超过400 km; 至2012年, 上海轨道交通基本网络建成, 将投入运营13条轨道交通线路, 车站354座, 线路总长将接近570 km; 至2020年, 上海轨道交通网络基本建成, 车站543座, 线路总长接近880 km, 至远景年, 上海轨道交通网络建成, 将投入运营21条轨道交

通线路, 车站587座, 线路总长将超过1 000 km。

国内外事故统计分析表明: 引发轨道交通事故的多为车辆、信号、轨道及供电系统等, 而车辆由众多关键设备(安全疏散门、车门、走行部、牵引系统、制动系统和车载信号系统等)组成, 故障的危害性最大。快速高效降低其危害性在城市轨道交通中尤为重要。

尽管我国城市轨道交通已经部署了大量的监控系统, 在保障运营安全方面发挥了重要作用, 但是, 由于缺乏对列车运行状态实施监视, 故障现场维保工作缺乏司机的有效参与, 故障处理响应不及时, 缺乏高效的故障分析手段和有效的列车状态评估基础与技术, 导致无法为运营提供有效的安全保障与效率保障, 这已成为制约我国城市轨道交通发展和效率提高的瓶颈, 是提高运营效率及安全保障必须解决的难点问题。

收稿日期: 2010-09-09

基金项目: 国家863计划项目(2007AA11Z247)

1 系统功能介绍

列车维保人员及相关管理人员能够通过地铁列车运行状态监视系统实时监视掌握列车的运行状态。

维保及管理人员接收到运行中的列车故障报警信息之后,能够立即下载故障前后一段时间或者一定周期的环境数据,以便于对该故障进行分析。

系统自动评估故障的影响程度,以供维保及管理人员决策故障的处理方式:无需任何处理、发送处理意见指导司机处理、现场维保人员赶往现场处理故障、清客请求、救援请求。

为排除司机在处理列车运行中故障时的责任顾虑,提高司机独立排除故障的积极性,维保及管理人员能够远程将列车运行中故障的处理预案发送到司机屏,以指导司机按照处理预案实施。

为提高故障处理效率,系统建立故障维修专家库,以供维保及管理人员快速便捷地获取故障排除预案,快速响应故障维保事件。

系统能够根据故障过滤规则自动生成维修工单,以便维保人员提前准备相关的检修工具、检修步骤、检修所需的零配件等工作,提前启动该列车的维修流程。

为提高列车运行过程中的效率,防止不必要的清客事件,系统对列车及关键设备进行可靠性评估,以供检修决策参考,为调度人员的调度决策提供科学依据。

2 系统关键技术与理论

2.1 可信传输快速切换技术

依靠底层提供的物理信道,使IP层能够预知切换点,快速响应事件,通过减少移动检测时间和转交地址的配置时间,加快移动节点的切换过程,缩短中断时间,保证通信的实时性。

通过信息复接、转发和目标对象接收队列缓存等机制,减少掉包率,并采用3取2、DES256和纠错机制,降低误码率,从而保证车地无线传输的可信度。

2.2 Go法理论

1) Go法基本概念

Go法对于多状态、有时序的系统,尤其是对有实际物流如气流、液流、电流的生产过程的安全性分析更为合适。Go图中操作符代表具体的部件如阀门、插件,或者代表逻辑关系,信号流连接操作符,代表具体物流如电流、液流等,或者是代表逻辑上的进程,然后按操作符的运算规则,进行Go运算。操作符、信号流、Go图与Go运算是Go法的基本概念^[1]。

2) Go法原理

Go法是一种系统可靠性的分析方法,它的分析过程从输入事件开始,经过一个Go模型的计算确定系统

的最终概率(可靠性指标)。这个最终概率是把这个Go模型内所有描述系统运行情况的事件概率综合起来得到的。事件概率的综合是通过事件树的特定处理过程而进行的。Go模型内的每个事件代表着一个部件或者子系统的一种特定的运行状态,例如某装置内一块插件的特定状态可能是“正常运行”或者“故障关闭”。该装置的“成功运行”或者“故障”就是系统内所有插件、部件的2种可能状态组合的结果,这两种结果的概率将取决于电流源、插件、主电路板和其他零部件的状态概率。Go法进行每一个操作符计算时,有规定的运算规则,得到的输出信号流的状态概率已经进行综合。Go法分析方法,通过综合事件状态组合,得到简单的Go运算规则,只要事件状态可以确定,这些状态的概率可以获得,那么任何系统概率综合评价问题,都可以用Go法分析技术来解决^[2]。

对于仅存在故障和正常2种状态的系统来说,由于2种状态互为补集,因此可以利用正常状态的概率求解系统故障概率,而利用Go法求解系统正常状态相对于分子的故障状态来说要简单。

列车的关键装备包括牵引系统、制动系统、信号系统、走行部系统、车门系统、空调系统等,这些系统的事件状态都可以确定,并且每种状态的概率可以通过历史数据的分析计算获得,因此列车关键装备的综合评价问题可以利用Go法分析技术来解决。具体的处理方式是把各个系统原理图、流程图或工程图直接按一定的规则建立Go图,然后按操作符的运算规则进行Go运算,得到系统的可靠性参数。

3 系统拓扑结构

为实现地铁列车运行状态监视系统的相关功能,需要在列车上安装车辆数据采集装置(VBSE)与无线传输主机装置(VSSE),并且需要在轨旁安装地面AP点,同时地面要求有通信网关、数据库服务器及多个应用终端计算机。具体的系统拓扑结构如图1所示。

车辆数据采集装置(VBSE)通过列车车辆总线(MVB)接口采集车载网络中各个设备的数据,利用轨道交通车辆的既有总线,节约物理硬线和线路维护,增强对系统监测的安全度。VBSE实现了基于总线数据通道的车辆运行状态数据及故障信息采集、处理车辆运行状态实时数据、记录存储车辆详细数据、下传车辆设备数据、上传地面专家意见给司机、提供灵活便利的人工转储接口等功能。

车载无线传输主机装置(VBSS)实现列车信号数据采集和车辆数据转发功能。通过RS232串口实现与车载ATO系统的通信,并获取车载ATO系统的信号数据;与轨旁AP共同实现车地无线通信功能;通过以太网接口与车辆数据采集装置(VBSE)交换数据,实现上下行数据的转发功能。

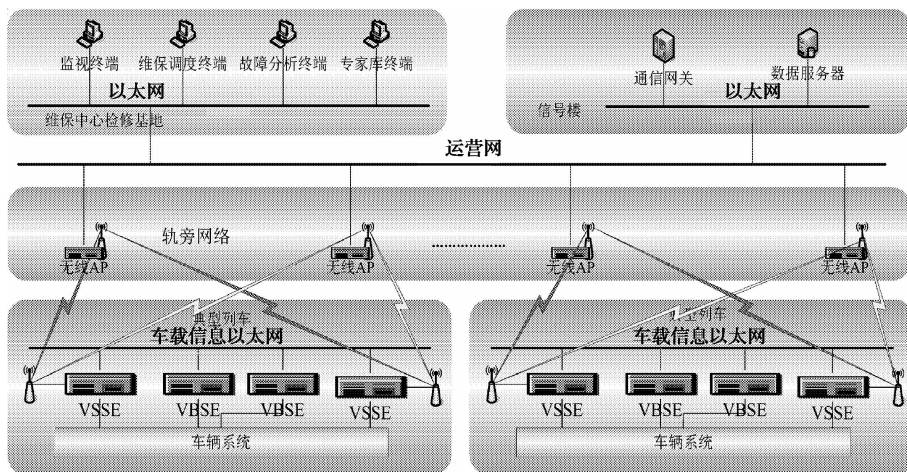


图1 地铁列车运行状态监视系统拓扑结构图

通信网关,实现数据验证、转发功能。

各种终端实现地铁列车运行状态监视过程的人机接口,包括列车运行状态实时监视界面、故障报警界面、列车关键装备可靠性评估结果界面、故障危害性推演结果界面、故障数据关联及分析界面等。

4 系统实现

地铁列车运行状态监视系统包括多个装置及软件模块。车辆数据采集装置(VBSE)采用winCE操作系统,应用嵌入式开发技术,使用VB.net开发语言开发核心处理软件;车载无线通信主机装置(VSSE)与通信网关采用linux操作系统,应用嵌入式开发技术,使用c语言开发核心处理软件;应用终端软件采用windows操作系统,使用C#语言开发应用核心程序;数据服务器系统应用Go法原理,实时评估列车关键安全装备的状

态,推演故障危害性。

软件采用由上至下的设计方法和模块化设计思想。即首先根据地铁列车运行状态监视系统的总体方案要求,确定系统的总体框架,然后根据不同的功能划分为不同的模块,最后将各个模块组装集成和测试。

5 结语

该系统历经1年多努力,解决了多项技术难题,于2010年1月份研制成功,已在上海轨道交通1号线113号列车上实施,获得用户一

致好评。2010年4月,系统通过国家863专家评审团的评审。该系统在国内首次研制成功并得以实施应用,为地铁列车现场维保工作提供了一种先进稳定的技术平台,达到国际先进技术水平。该系统的应用能够有效地解决城市轨道交通领域中现场维保工作效率低下、重点不突出、故障分析缺乏科学依据等问题;在实践中,可有效地调动司机参与现场维保的积极性,将故障危害程度降至最低,具有很好的社会效益。

参考文献:

- [1] 沈祖培,黄祥瑞. Go法原理及应用[M] 北京:清华大学出版社,2004.
- [2] 彭巧玲. 基于Go法的配电网可靠性评估[D] 北京:华北电力大学,2008.

动态消息

海南东环铁路增开中国最新一代高速动车组

为满足海南东环客流需求及海南人民、中外游客的乘车需求,铁路部门决定自2011年3月8日零时起,对海南东环高铁现行运行图中4对备用线进行调整,并采用目前中国高速铁路自主创新的最新成果——CRH380A型新一代高速动车组开行该4对备用线。

CRH380A新一代高速动车组是中国高速铁路自主创新的最新成果,其以超过400 km/h的最高运营试验速度、350 km/h的最高持续运营速度号称“陆地航班”。全列编组共8辆车,其中

6辆动车2辆拖车。动车组整体设计体现了十大系统创新:低阻力流线头型,振动模态系统匹配,高气密强度和气密性车体,安全可靠的高速转向架,先进的噪声控制技术,高性能的牵引系统,高速双弓受流性能,安全环保的制动系统,人性化的旅客界面以及优良智能化性能。

CRH380A型动车组座位宽大舒适,特别是该车的高气密性和高平稳性,消除了原有CRH1型动车组经过隧道时给人耳朵产生的负压感,以及在两车交会时产生的振动感。

2010年12月30日,海南东环线环岛高速铁路建成通车,采用CRH1型动车组,速度最高250 km/h。目前,海南东环高铁运行的动车组日常每天固定开行20对40趟,周末及节假日最高增至28对56趟。新投入的CRH380A型动车组除观光座和一等包座外,其他票价与目前运行的动车票价一致。(朱一迪)