

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2010.01.017

地铁综合监控系统 可靠性评估体系框架

马克刚 马小兵 赵 宇
(北京航空航天大学 北京 100191)

摘 要 论述地铁综合监控系统是整个地铁系统可靠安全运行的重要保障。介绍地铁综合监控系统的发展现状和体系结构,根据系统特点对其可靠性评估体系框架进行研究。结果表明,这有利于指导地铁综合监控系统的设计、维护,并为系统的进一步完善奠定基础。

关键词 地铁 综合监控系统 可靠性评估 体系框架

中图分类号 U231⁺.92 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2010)01-0063-04

1 研究背景

随着城市化进程的不断加快、城市人口的快速增长和城市用地的日趋紧张,城市地面交通的拥堵状况越来越严重,促使地铁工程的开发和建设速度不断地加快,以解决或缓解城市交通拥堵的问题。地铁作为城市轨道交通的重要组成部分,其运量可达 4 万~6 万人/h 以上,同时具有快捷、舒适、安全、载客量大、无污染和噪声小等优势,因此地铁是缓解城市交通紧张状况的有效方式,已成为发达城市交通的主力军。

据报道,在中国内地 34 个人口过百万的城市中,约有 30 个超大和特大城市正在建设或筹建自己的轨道交通系统^[1]。

目前,我国已进入地铁建设的高峰期,将有更多的地铁线路修建在地层条件复杂或建筑物、地下管线分布密集的地区,从而增大了有关部门对地铁工程安全管理和灾害控制的难度。

地铁综合监控系统是整个地铁系统可靠安全运行的重要保障,因此研究适合于地铁综合监控系统的可

靠性评估体系框架,对系统进行可靠性分析,具有重要的理论与应用价值。

2 国内外地铁综合监控系统的发展现状

最早期的地铁运营,由于技术上的局限,供电、通信、信号等专业的监控管理主要靠人工进行,操作者与管理者间的通信联系多以电话方式进行,因而监控管理只能采用人工或半自动的系统。此时,运营管理水平和效率较低,运营、站务和设备运转尚未实现自动化。

进入 20 世纪 90 年代,随着计算机、自动控制系统、通信网络特别是大型计算机监控系统技术的长足进步,分立监控系统逐步被综合自动化监控系统代替。所谓地铁综合自动化监控系统,是指地铁各专业自动化系统采用统一的计算机硬件和软件平台,电力监控、设备监控、行车调度监控和通信监控等子系统都建立在统一的计算机网络平台上,由统一的软件系统支持^[2]。

国外城市地铁的发展历史较长,发展规模较大,自动化技术应用也较为成熟。目前,国外城市轨道交通自动化系统已经发展到综合自动化系统的新阶段。例如,西班牙毕巴巴额地铁、韩国的仁川地铁、汉城地铁 7 号线和 8 号线、法国巴黎地铁 14 号线等,采用的都是综合自动化系统;香港地铁将军澳线的机电设备和通信系统、主控系统就是综合监控系统,新机场快线也采用了综合自动化监控系统;墨西哥城地铁 B 线采用了以机电设备综合监控系统为基础的与信号系统互连的综合监控系统。一些著名的新线,如西班牙马德里地铁、新加坡东北线,采用了更为现代化的综合自动化监控系统。如今,综合自动化监控系统已成为国外诸多轨道交通自动化系统中的主流^[3]。

近年来,我国轨道交通自动化系统发展迅猛。改革开放前,国内建成的地铁自动化系统大多是分立监

收稿日期: 2009-09-14

作者简介: 马克刚,男,硕士研究生,从事可靠性工程研究,
tony123451@163.com

控系统,而现在已开始适度采用综合自动化监控系统。上海城市轨道交通明珠线在国内第一次实现了将电力和环控两个专业集成在一个平台上;深圳地铁 1 号线在国内首次采用综合自动化监控系统,将 FMCS、SCADA、FAS 这三个系统集成

在一起;广州地铁 3 号线和 4 号线已开始实施国内最大的综合监控系统^[4]。可以说,综合自动化监控系统正成为国内城市轨道交通自动化系统的发展趋势。

由此可见,地铁综合监控系统具有很高的使用价值,能在一定程度上有效解决传统监控系统存在的无法全面共享信息、难以实现快速数据交换、维护工作量大等诸多问题,已成为地铁监控系统的发展趋势。在这种背景下,研究适合于地铁综合监控系统的可靠性评估方法,对其进行可靠性分析,也是势在必行的。

3 系统可靠性评估体系框架的建立

地铁作为城市轨道交通的重要命脉,一旦发生事故,轻则影响乘客出行,重则引起沿线大面积交通混乱,造成极大的社会影响。因此,地铁的稳定可靠运行就显得尤为重要。

地铁综合监控系统是一个大型的、地理上分散的数据采集监控系统,几乎监控了地铁中所有的专业设备,它通过对子系统进行高度集成或互连,集中管理监控系统的运行情况,可实现资源共享和信息互通,支持地铁现代化的运营管理。上述功能需求无疑对综合监控系统提出了极高的可靠性要求,因此有必要对地铁综合监控系统的可靠性进行系统性研究,防患于未然,使各种风险所造成的损失降低到最低限度。

3.1 地铁综合监控系统的体系结构

地铁综合监控系统在硬件上采用分层分布的结构,由中央级监控系统 (central main control system, CMCS)、车站级监控系统 (station main control system, SMCS) 和车辆段监控系统 (depot main control system, DMCS) 3 层组成^[5]。

地铁综合监控系统通过通信骨干网将中央级监控系统、车站级监控系统和车辆段监控系统 3 部分连为一体。通信骨干网是一个地理上分散于各车站和车辆段的广域网,是连接车站级监控网和中央级监控网的主干,在地铁综合监控系统中处于极其重要的位置。选用双环千兆位以太网作为系统骨干网,网络拓扑为环形,遵从 IEEE 802.3 协议,数据传输达到 1 000 Mbps 能较

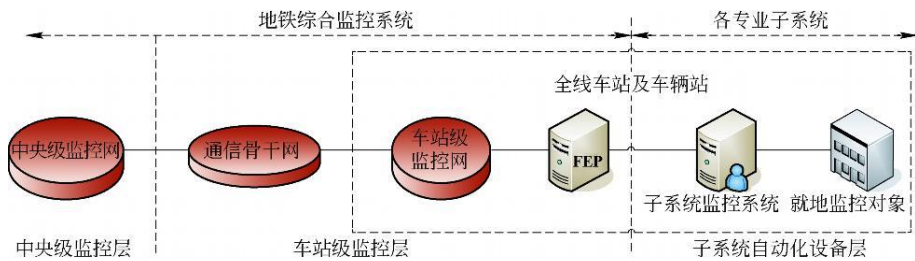


图 1 地铁综合监控系统体系结构

好地满足大型实时监控系统对网络的基本要求。地铁综合监控系统的体系结构如图 1 所示。

中央级监控系统位于中央监控中心 (operating control center OCC),以 64 位 Unix 冗余实时服务器为基础,包括冗余实时数据服务器、历史服务器、操作员工作站、前端处理器 (front end processor FEP)、外围设备和中央级监控网等。地铁综合监控系统在中央监控中心设立中央级监控网络,中央级监控网络的核心是冗余配置的以太网交换机。

车站级监控系统、车辆段监控系统分别位于车站、车辆段,以 64 位 Unix 冗余实时服务器为基础,包括前端处理器、车站/车辆段操作员工作站及外围设备、车站/车辆段 TCP/IP 局域网等。

为了减轻服务器的负担,实现分布式数据处理,所有集成和互连的系统均统一接入综合监控系统的前端处理器。前端处理器负责与相连系统进行周期数据巡检和协议转换,定期查询各子系统的数据。按照规定的协议,完成协议转换,将各种不同格式的实时数据转换为地铁综合监控系统的内部数据对象格式,提交到系统车辆段、车站级和中央实时服务器,同时向需要数据的客户端提供实时数据。

3.2 系统可靠性评估的总体框架

建立地铁综合监控系统可靠性评估总体框架的步骤如下:首先,从总体上进行全面系统的整体性框架研究;然后,运用先拆分后整合的方法,也就是先对地铁综合监控系统的各个部分进行全面系统的研究,再考虑各部分之间的相互影响和相互作用,进行整个系统的整合;最后,完成整个系统的建立^[6]。

根据上述步骤建立的地铁综合监控系统可靠性评估总体框架由 7 大部分构成,如图 2 所示。

3.2.1 系统综合评估结构

将地铁综合监控系统可靠性评估分为中央级监控系统可靠性评估、车站级监控系统可靠性评估、车辆段监控系统可靠性评估 3 部分。

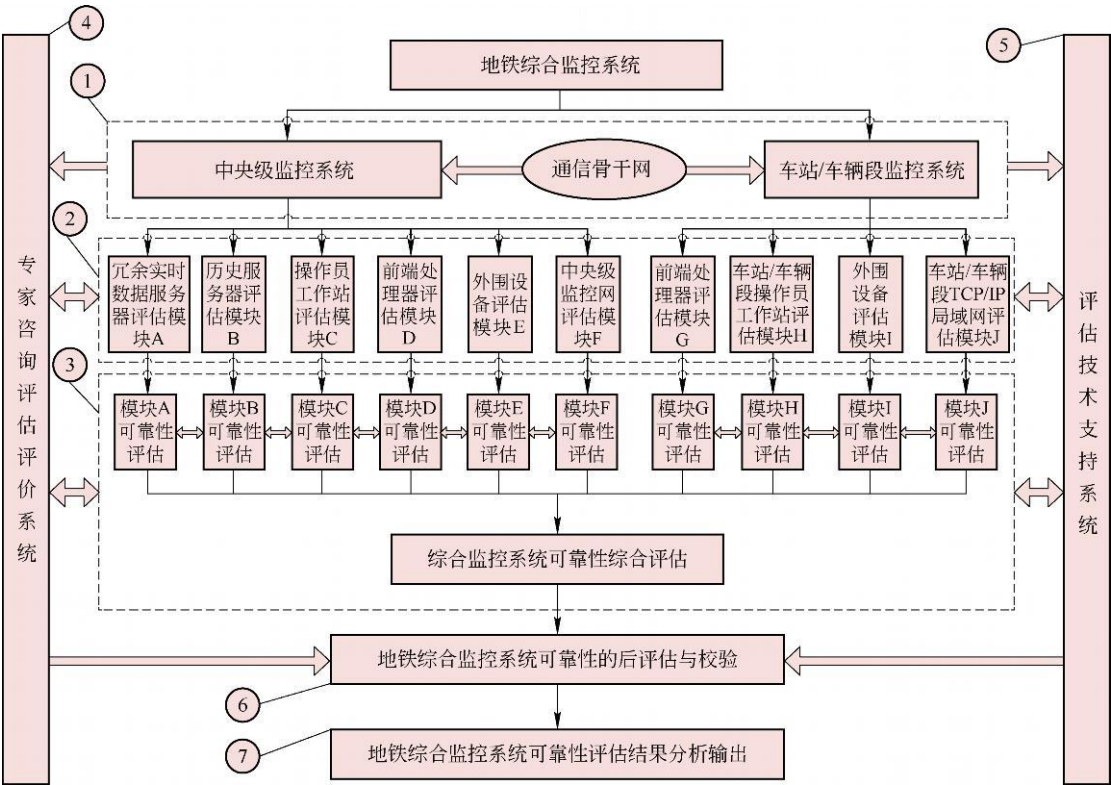


图 2 地铁综合监控系统可靠性评估总体框架

3.2.2 系统可靠性评估模块

该模块主要包括:冗余实时数据服务器评估模块、历史服务器评估模块、操作员工作站评估模块、前端处理器评估模块、外围设备评估模块、中央级监控网评估模块、车站/车辆段操作员工作站评估模块、车站/车辆段TCP/IP局域网评估模块等。该模块的主要功能包括:各部分的评估模型和评估数据体系的建立、修正、对比、分析和计算,以及各部分在不同阶段的相互影响大小的评估评价等。

3.2.3 可靠性评估系统

该系统主要包括:对各模块可靠性的分析系统、各模块可靠性的综合评估系统、优先模块(故障发生概率高的模块)的可靠性评估及甄别系统。该系统的主要功能包括:对各模块的特性进行甄别和鉴定,对各种模块进行综合分析、对比和评价,并形成系统的综合评估结果。

3.2.4 专家咨询评估评价系统

该系统主要由专家评估评价模块、专家经验数据库、专家经验数据库支持系统构成;其主要功能包括:专家经验数据库的建立、累加、修改,对评估评价数据进行随时的对比、分析、监测、评估评价,对专家评估评价模型的修改、修正等。

3.2.5 评估技术支持系统

该系统主要由可靠性评估准则、评估模型的对比分析和监测系统、已建工程经验数据库、已建工程经验数据库支持系统、工程技术标准、规范和评估评价系统、经济评估评价系统构成;其主要功能包括:已建工程的经验数据库的建立、累加、修改,对评估评价数据进行随时的对比、分析、监测、评估评价,对进行评估评价的系统进行工程技术、经济性评估评价等。

3.2.6 系统可靠性评估的后评估与校验

该模块的主要功能是对地铁综合监控系统可靠性评估的结果进行最终的综合评估和综合校验。

3.2.7 系统可靠性评估结果分析输出

该模块的主要功能包括:对地铁综合监控系统可靠性评估结果进行分析比对,排列各部分可靠性的优先序及在各个阶段的弱化程度,按照可靠性评估结果,提出规避、减少故障发生的具体方案和措施。

4 结语

地铁综合监控系统作为一个高度集成的复杂联动系统,自动化程度高,运营安全,可靠性要求高,直接影响到整个地铁系统的安全、稳定运营和乘客的生命财产安全,因此对地铁综合监控系统进行可靠性分析

评估是非常有必要的。

笔者在分析地铁综合监控系统结构的基础上,研究了适合于该系统的可靠性评估体系框架,说明了理论框架的系统组成,使其更具科学合理性和实用性,这对于地铁综合监控系统的进一步完善和整个地铁系统的安全、稳定运营都具有积极意义。

参考文献

[1] 曾德容,赵华华,何正友.一种地铁综合监控系统安全性分析研究方法[J].中国安全科学学报,2007,17(8):10-15
[2] 陈桂香,黄宏伟,尤建新.对地铁项目全寿命周期风险管

理的研究[J].地下空间与工程学报,2006,2(1):47-51
[3] Beroggi Giampiero E. G. Integrated safety planning for underground system [J]. Journal of Hazardous Materials 2000, 71(13): 17-34
[4] 湛维昭.地铁综合监控系统的集成模式[J].都市快轨交通,2007,20(4):82-85
[5] 吴超.地铁综合监控系统可靠性评估方法研究[D].西南交通大学,2006
[6] 姚宣德,王梦恕.对地铁工程风险评估体系框架的研究[J].中国安全科学学报,2005,15(8):88-92

(编辑:郭洁)

System Frame of Reliability Assessment for Metro Integrated Supervisory and Control System

Ma Kegang Ma Xiaobing Zhao Yu

(Beijing University of Aeronautics and Astronautics Beijing 100191)

Abstract Metro integrated supervisory and control system provides substantial guarantee for the reliable operation of the metro system. The current development and system structure of metro integrated supervisory and control systems are introduced in this paper. According to the characteristics of integrated supervisory and control system, the system frame of reliability assessment was studied and established. It can be used to improve the design, maintenance of the metro integrated supervisory and control system and to consummate the system.

Key words metro integrated supervisory and control system (ISCS); reliability assessment; system frame

北京市积极推进轨道交通 B 型车辆国产化

2009 年年末,北京地铁车辆装备有限公司揭牌仪式隆重举行,中央和北京市的有关领导出席仪式。



近年来,北京市政府坚持把基础设施建设放在城市建设的首位,确定公交优先的战略,大力发展轨道交通,城市轨道交通建设迅猛发展。按照国家加快自主创新的精神,北京地铁运营公司组织相关企业,积极推进地铁车辆国产化工作,在牵引及网络控制等核心技术方面取得重大突破,掌握了具有自主知识产权的地铁 B 型车的关键技术,具备了产业化条件,并

投资组建北京地铁车辆装备有限公司。自主研发的 B 型车已完成了车辆方案设计、车体钢结构设计、相关物料采购和生产准备工作,正式启动了首节样车的试制生产,准备在 2010 年 4 月完成 2 组样车试制及交验,并按照计划陆续交付房山线使用。

北京地铁车辆装备有限公司由北京市地铁运营有限公司车辆厂转制而来,始建于 1960 年。该公司 1987 年开始修车,1989 年开始造车,先后研制了采用凸轮调阻、斩波调阻、斩波调压、变频调压技术共四大系列的轨道交通车辆,完全掌握了国际最先进的地铁列车制造技术,形成了完备的自主研发体系和工业化生产体系。

(徐鹏 供稿)

我国时速最高的 A 型地铁列车在上海投入运营

中国南车株洲电力机车有限公司宣布,该公司制造的一列最高时速达 100 km 的 A 型地铁列车已经在上海轨道交通 11 号线投入运营,这是目前国内开通运营的 A 型地铁列车中时速最

高的。

摘编自 www.chinametro.net
2010-01-04

我国城市轨道交通车辆进军海外市场

我国的轨道交通制造企业不仅致力于实现国产化,也积极进军海外市场。2009 年年末,中国北车长春轨道客车股份有限公司与巴西里约地铁公司签订了总值约人民币 11 亿元的合作,为巴西里约 1A 线提供地铁车辆。该公司作为中国国内轨道车辆研发制造的龙头企业,产品已出口到 40 多个国家和地区,在过去 10 年中,出口地铁客车 461 辆。而南车株洲电力机车有限公司与土耳其伊兹密尔市政府签订了 3.5 亿元人民币的轻轨列车销售订单,标志着中国自主知识产权铁路运输装备整车产品,首次进入技术要求高的欧洲市场。由此可见,城市轨道交通领域中的中国品牌,正在凭借着崭新的技术走向国际市场。

摘编自 www.chinametro.net
2009-12-09