

高等学校教材

信号集中监测系统 原理及工程应用

林海香 董 昱 ◎ 主 编

张 艳 ◎ 副主编

张友鹏 ◎ 主 审

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等学校教材

信号集中监测系统原理及工程应用

林海香 董 昱 主 编
张 艳 副主编
张友鹏 主 审

中国铁道出版社

2015年·北京

内 容 简 介

铁路信号集中监测(CSM)系统广泛地应用于我国高速铁路和普速铁路上,并且在城市轨道交通行业也开展了应用。全书共分五章,分别介绍了信号集中监测概念、信号集中监测基础知识、信号集中监测系统技术要求、信号集中监测采集原理与工程应用,以及信号集中监测案例分析。

本书可作为高等院校及高等职业技术学院铁路通信信号专业、轨道交通与控制、自动化专业等学生的教材或教学参考书,也可作为铁路信号维护人员学习和培训用书,还可供信号工程技术人员设计、施工学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

信号集中监测系统原理及工程应用/林海香,董昱

主编. —北京:中国铁道出版社,2015.4

高等学校教材

ISBN 978-113-20049-7

I. ①信… II. ①林…②董… III. ①铁路信号-监测系统-高等学校-教材 IV. ①U284.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 042834 号

书 名:信号集中监测系统原理及工程应用

作 者:林海香 董 昱 主编

策 划:吕继函

责任编辑:吕继函

编辑部电话:010-63589185 转 3096

电子信箱:lvjihan@tqbooks.net

封面设计:崔 欣

责任校对:孙 玫

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

版 次:2015年4月第1版 2015年4月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:14.5 字数:372 千

书 号:ISBN 978-7-113-20049-7

定 价:29.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前 言

随着铁路运输向高速化的发展,对信号设备的可靠性和安全性要求越来越高。采用现代化的维修手段和维修技术,及时发现并处理信号设备的故障,是实现行车安全的技术保证。

铁路信号集中监测(Centralized Signal Monitoring System,简称CSM)系统正是顺应铁路现代化发展趋势,综合最新技术(如检测技术、总线技术、计算机网络技术、数字信号处理、故障诊断、数据融合等),历经十多年的建设,不断提升、改进的一种新型智能系统。它可以管理、监测信号设备及信号设备结合部状态,发现信号设备隐患,分析信号设备故障原因,辅助故障处理、反映设备运用质量,并可以指导现场维修,最终提高电务部门维护水平和维护效率,其本身是一个网络化的综合集中监测平台。

CSM系统针对普速铁路和高速铁路信号设备分别制定了不同的采集方案和网络结构,利用统一的综合监测平台汇总这些信息,全面监测、综合管理,实现铁路总公司、铁路局、电务段和车站的全面覆盖,实现对地面信号设备的信息化、综合化、智能化维护。

CSM系统在原微机监测的基础上,经过TJWX-97型、TJWX-2000型等三代的发展,已成功应用于我国高速铁路和普速铁路,已开通的车站超过5600个,使得铁路电务部门的维护维修测试手段大大升级,并且在城市轨道交通中也已开展应用,尤其在城市轨道交通车辆段配备较多。因此,CSM系统是铁路电务部门的“黑匣子”,是铁路重要的行车设备,更是信号维修技术发展创新的标志之一。

本书首先介绍了CSM系统的概念和理论基础;其次,根据最新的CSM技术条件阐述了CSM在高速铁路和普速铁路上的监测要求、接口要求和安全要求;第三,重点论述了CSM系统的采集原理和工程设计;最后以案例形式,图文并茂地介绍如何使用CSM系统及如何运用CSM系统分析故障、解决现场故障。

全书共分五章。第一章主要介绍信号集中监测的概念、系统结构和功能,并对监测设备在普速铁路和高速铁路车站上的安装、设备配置进行了描述。第二章主要介绍信号集中监测用到的一些基本技术和新技术,如检测技术、总线技术、输入/输出通道技术及故障诊断技术。第三章主要介绍信号集中监测从设计到实施所必须遵循的技术原则和技术要求,包括设计原则、监测要求、接口要求和安全要求。第四章主要从监测实现的角度出发,通过对最基层的设备采集实现原理到工

程配线的介绍,完整地体现各种现代化技术在信号集中监测系统中的应用,可以系统地掌握监测技术。第五章通过案例来介绍信号集中监测系统在普速铁路和高速铁路的应用情况,有网络结构、系统功能和曲线分析三个案例,体现信号集中监测系统监测信号设备、发现故障隐患,以及实现设备“状态修”的主要功能,帮助读者掌握监测系统的使用。

本书由兰州交通大学林海香、董昱任主编,武汉铁路职业技术学院张艳任副主编,兰州交通大学自动化学院张友鹏任主审。兰州铁路局电务处潘红星对全书内容给出了宝贵意见。其中,第一章由林海香、董昱编写;第二章由林海香、董昱、张艳编写;第三章由董昱、张艳、兰州交通大学李国宁编写;第四章由林海香编写;第五章由林海香、董昱编写。

衷心感谢在本书撰写过程中提供帮助的兰州交通大学自动化学院轨道交通信号与控制系的同学和老师,其中,刘浩、李玉龙、邵询、豆金涛、张立民、史佳、李亚兰、刘翔、张天赋等同学都做了大量文字录入工作,朱爱红、郑云水、许丽、张雁鹏老师也提供了热心帮助,在此一并感谢。

在本书编写过程中,编者参考了大量相关资料,书后列有参考文献,在此对所有作者表示最诚挚的谢意。

由于作者水平有限,书中难免存在错误、疏漏之处,敬请读者批评指正。

编者

2014年12月

目 录

第一章 概 述	1
第一节 信号集中监测概念	1
第二节 信号集中监测系统的结构与功能	7
复习思考题	20
第二章 信号集中监测基础知识	21
第一节 CSM 系统中的检测技术	21
第二节 CSM 系统中的总线技术	32
第三节 CSM 系统中的传感器技术	55
第四节 CSM 系统中的输入/输出通道技术	75
第五节 CSM 系统中的隔离技术	83
第六节 CSM 系统中的故障诊断技术	88
复习思考题	101
第三章 信号集中监测系统技术要求	103
第一节 CSM 系统的设计原则	103
第二节 CSM 系统的监测要求	103
第三节 CSM 系统的接口要求	112
第四节 CSM 系统的安全要求	120
复习思考题	126
第四章 信号集中监测采集原理与工程设计	127
第一节 CSM 系统车站监测机柜设计	127
第二节 外电网综合质量监测	131
第三节 电源屏监测	135
第四节 轨道电路监测	138
第五节 道岔转辙机监测	154
第六节 道岔表示电压监测	163
第七节 电缆绝缘监测	170
第八节 电源对地漏泄电流监测	179
第九节 列车信号机点灯回路电流监测	182
第十节 防灾异物侵限监测	186

第十一节 环境监测.....	187
第十二节 其他监测内容.....	190
复习思考题.....	197
第五章 信号集中监测案例分析.....	198
第一节 CSM 系统网络结构案例	198
第二节 CSM 系统功能案例	201
第三节 CSM 系统曲线分析案例	205
复习思考题.....	218
复习自测题.....	219
参考答案.....	223
参考文献.....	225

第一章 概 述

第一节 信号集中监测概念

一、系统简介

随着我国高速铁路的发展,列车运行速度不断提高、密度不断增大,对新增较多地面信号设备和信号电子设备的使用及维护提出了更新、更高的要求。地面信号设备是铁路安全行车的基础设备。原有的信号微机监测系统必须在监测对象、监测范围、监测内容、功能管理,以及维修体制等方面进行扩展、升级和改革,以适应铁路运输发展的新需要,在此基础上,就有了迅速发展起来的信号集中监测系统。

CSM 系统是保证行车安全、加强信号设备结合部管理、监测信号设备状态、发现信号设备隐患、分析信号设备故障原因、辅助故障处理、指导现场维修、反映设备运用质量、提高电务部门维护水平和维护效率的重要行车设备,是地面信号设备的综合集中监测平台。

CSM 系统将维护地面信号设备所需各种信息集中采集,汇总到统一的监测平台上,全面监测、综合管理,并对原有的微机监测网络平台进一步优化,实现中国铁路总公司(以下简称“铁路总公司”)、铁路局、电务段和车站的全面覆盖,在高速铁路快速发展的技术背景下,利用统一的综合监测平台,全面实现了对地面信号设备的信息化、综合化、智能化维护。

CSM 系统是铁路装备现代化的重要组成部分,它把现代新技术,如数字信号处理、传感器、检测技术、现场总线、计算机网络通信、数据库及软件工程等融为一体,通过监测并记录地面信号设备的主要运行状态,为电务部门掌握设备的当前状态、运用质量和事故分析提供科学依据。同时,系统还具有数据逻辑判断功能,当地面信号设备工作情况偏离预定界限或出现异常时,可以及时进行报警,避免因设备故障或违章操作影响列车的安全、正点运行。系统应用现场总线技术实现了分布式采集设备的规范化和模块化以及对通信质量的保障;用传感器隔离技术保证信号设备的安全和采集数据的可靠;用成熟的 TCP/IP 技术保证了通信的可靠和稳定,并适应了铁路现场复杂多样的通道条件;用软件组态技术实现了对各类车站设备的监测。

CSM 系统是由铁路总公司、铁路局和电务段、车站基层监测设备组成的,监测本单位管辖内各车站信号设备运行状态的网络系统。CSM 系统应用计算机和信息采集机实时监测各种信号设备。监测对象的类型大体上可分为模拟量和开关量。模拟量包括:外电网输入电压和电源屏输出电压及其电流、功率、频率、相位角等,轨道电路电压、道岔转辙机动作电流和功率、道岔表示电压、信号机点灯回流、电缆绝缘电阻和电源对地漏泄电流等。开关量包括:关键继电器状态、控制台按钮与表示灯状态、熔丝状态、灯丝状态、轨道电路表示状态、道岔及信号机表示状态和环境开关量等。

目前,CSM 系统已在我国高速铁路和普速铁路成功应用,已开通的车站超过 5 600 个,这使得铁路电务部门的维护维修测试手段大大升级,并且在城轨中也已开展应用,尤其在城轨车

辆段配备较多。CSM 系统可以在线实时掌握所辖范围所有地面信号设备的状态,尤其在高速铁路的使用更解决了维护人员在运营期间无法上道巡检的实际问题。因此,CSM 系统是铁路电务部门的“黑匣子”,是信号设备实现“状态修”的必要手段,更是信号维修技术向高安全、高可靠、智能化、网络化、综合化和专家系统发展的标志之一。

二、研制背景

CSM 系统是随着计算机技术的发展而发展的,经过了长期的艰苦探索。最早可追溯到 1985 年,以当时的计算机技术为支持,部分铁路局开始研制信号微机监测系统。到 1996 年,研制单位已达 20 多家,有 200 多个车站配备了微机监测系统。比较而言,这个初期阶段的微机监测系统由于受技术、经济等方面的限制,技术陈旧,精度不高,可靠性差;各铁路局自行研制,缺乏统一标准;各站基本独立,很少集中联网。

1. 第一代监测系统——TJWX-97 型信号微机监测系统

随着时间的推移和科技的进步,信号微机监测技术不断发展,并且得到了原铁道部领导的高度重视。1997 年,原铁道部两次组织有关专家对信号微机监测系统进行了大规模调查研究,并在此基础上研制开发了第一代 TJWX-97 型信号微机监测系统,并且在五大干线推广应用,为监督电务设备运用状态及铁路运输安全作出了贡献。

正是第一代 TJWX-97 型信号微机监测系统在现场的推广应用,使得原铁道部和各铁路局对信号微机监测系统的重要性有了新的认识。2000 年初把信号微机监测系统列为保证铁路运输安全的首要措施,并称其为电务系统的“黑匣子”,按行车安全设备对待,但是第一代 TJWX-97 型微机监测系统难以满足这样的要求。首先,各个研制单位在现场实际应用中,根据自身优势对第一代 TJWX-97 型微机监测系统进行了不同程度的完善,开发出了形式多样,技术水平不等的微机监测设备,造成了微机监测系统制式不一、标准各异、分散使用、不能联网的局面,使得微机监测系统的作用大大降低。其次,“4.29”“7.29”“10.29”事故给全路带来了重大损失和惨痛教训同时,也给信号微机监测系统提出了新的课题。如何准确判断违章操作带来的事故隐患,防患于未然,是第一代产品未能解决的问题,也是新一代微机监测系统必须具备的功能。

2. 全路推广的开始——TJWX-2000 型信号微机监测系统

2000 年,原铁道部汇集了各铁路局、各院校专家的意见,对原《微机监测系统技术条件》(以下简称《技术条件》)进行了修改和完善,最终成为《信号微机监测系统技术条件》(TB/T 2496—2000)。新的《技术条件》对微机监测系统进行了新的定义,并且增加了部分必需的功能。原铁道部科教司和运输局基础部决定进行第二次联合攻关,集中各研制单位的 20 多位技术专家,在第一代 TJWX-97 型信号微机监测系统的基础上,开发出 TJWX-2000 型微机监测系统。TJWX-2000 型微机监测系统以新的技术条件为依据,采用统一的软、硬件,统一标准,统一制式,具备全路联网功能,能够准确判断设备故障和违章操作带来的事故隐患,防患于未然。

3. 普速铁路的成熟应用——TJWX-2006 型信号微机监测系统

随着铁路的几次大提速,信号新技术设备的上道运用,原有的《信号微机监测系统技术条件》(TB/T 2496—2000)已经不能满足需要。特别是在 2005 年 3 月撤销铁路分局,实行铁路局直管站段新体制和电务段生产力布局调整后,电务部门安全管理难度加大,迫切需要提高信

号监测系统技术水平,充分发挥 CSM 在保证行车安全、加强信号设备结合部管理、监测信号设备运用状态、发现信号设备隐患、分析故障和指导现场维修方面的作用,以提高电务部门维护水平和维护效率,压缩电务故障延时。为此,原铁道部运输局基础部、科技司组织铁路局、微机监测研制单位于 2006 年 8 月起草发布了 2006 版信号微机监测技术条件,在《信号微机监测系统技术条件》(TB/T 2496—2000)基础上制定了《信号微机监测系统技术条件(暂行)》(运基[2006]317 号文),也即 2006 版信号微机监测技术条件。原《信号微机监测系统技术条件》(TB/T 2496—2000)停止使用,待对其进行修订后,执行新修订的铁标《信号微机监测系统技术条件》。

2006 版信号微机监测系统技术条件规定了铁路信号微机监测系统的体系结构、监测内容、系统功能及技术要求,具有一定的故障诊断能力。对所采集的开关量、模拟量信息的精度及稳定性提出了更高的要求,并且增加了对信号机械室、电源室和微机室的环境监测,在原有三级报警的基础上,增加了预警功能。监测系统的体系结构采用了更为清晰的“三级四层”结构,即以原铁道部、铁路局、电务段为三级,以原铁道部电务监测中心、铁路局电务监测中心、电务段监测中心、车站监测网为四层的体系结构,并且要求各车站局域网之间的采用 2 Mbit/s 数字通道环形连接,每隔 8~15 个车站形成一个环,并以 2 Mbit/s 抽头方式与电务段星形连接。与此对应的就是 TJWX-2006 型信号微机监测系统重点解决了提速道岔、ZPW-2000 系列无绝缘轨道电路、信号机灯丝电流等信号设备的监测,并增加了环境监测,使得监测范围、监测内容和监测功能进一步提升。

4. 高速铁路的发展需要——CSM 系统

随着多条客运专线在我国相继开通运行,对高速铁路的信号设备维护提出了更高的要求,新设备多、速度快,并且只能在夜间“天窗修”,中继站还是无人值守,这对信号维护技术和维修体制提出了极大挑战。为了适应高速铁路更快、更高效的运营需求,2010 年 8 月原铁道部运输局会同科技司及监测研发单位等通过了《铁路信号集中监测系统技术条件》,原《信号微机监测系统技术条件(暂行)》(运基[2006]317 号文)停止使用。

新版的信号集中监测技术条件对原 2006 版《信号微机监测系统技术条件》进行了补充完善和升级,明确了 CSM 系统作为信号设备的综合监测平台,在原有“三级四层”结构基础上,强化了电务段子系统,并且增加了与联锁、闭塞、列控、TDCS(Train operation Dispatching Command System,列车调度指挥系统)/CTC(Centralized Traffic Control,调度集中)等系统接口,要求监测系统与信号系统同步设计、施工、调试、验收及开通,以确保信号系统正常工作。

未来 CSM 系统仍将朝着高安全、高可靠、综合化、网络化、智能化的方向发展,在软件上,故障诊断技术、专家系统、通信技术、网络操作系统、抗干扰技术、网络安全控制等新技术不断应用,使得 CSM 系统还有升级空间;在硬件上,隔离技术、智能传感器、PLC、数字信号处理器等新设备不断投入使用,使得 CSM 系统更加可靠稳定。以上二者,都将使 CSM 系统成为功能更完善、更强大和更有效的信号设备维修维护工具,成为铁路电务人员离不开的好帮手,更是电务部门的智能“黑匣子”。

三、研制意义

CSM 系统的迅猛发展,是时代的需要,也是发展的需要。其外在动力是计算机技术的高速发展,其内在动力是安全生产的需要,它是铁路信号技术自身发展的需要,也是信号维修体

制改革的需要。CSM 系统采用了先进的现场总线技术、传感器技术和计算机网络通信技术,是面向用户的开放性和模块化设计的系统。它能实时、动态、准确、量化地反映信号设备的运用质量、结合部设备状态,并具有状态信息存储、重放、查询和报警功能。当电气特性超标或违章作业进行局部接点封连时均能按照等级实时报警。这对于违章作业,分析判断故障,特别是对瞬间发生或时好时坏的“疑难杂症”故障,或结合部难以界定的复杂故障的分析处理提供了重要的手段和依据。同时,由于对设备的运用状态能做到“心中有数”“超标报警”、超前防范,防患于未然,能使设备运用质量始终处于受控状态,科学的指导现场合理维修,避免“过剩修”或漏检漏修,因此这是信号维修技术和手段的一次革命,其发展的必要性体现如下:

(1) CSM 系统是确保电务设备安全、可靠运行的重要手段

CSM 系统能实时、动态、准确、量化地对地面信号设备进行在线监测,并具有超限报警、存储再现、过程监督、远程监控的功能。对于发现电务设备隐患、分析和查找故障,尤其是隐蔽性故障,瞬间故障和车、机、工、电人员人为造成的故障,能够提供重要的手段和依据。

(2) 能够为新体制下的地面信号设备维护提供可靠依据

CSM 系统具有的“先知先觉”功能,能够根据设备固有标准、变化规律和使用环境,科学合理地确定临界状态的数据报警(报修),并实时提供给维修人员,为实施“状态修”提供可靠的依据。

(3) 为电务生产管理的创新发展奠定了基础

集中监测设备以其特有的信息化、网络化、数字化、智能化功能,为建设开发和管理电务段调度指挥、应急抢险、“天窗”维修控制、安全隐患闭环管理和设备质量动态分析提供了重要条件。

因此,CSM 系统本身功能的完善与电务作业整体水平的提高有着密不可分的联系。CSM 系统提供的信息越详细,越有利于电务设备故障的分析查找,越有利于合理确定报警(报警报修)临界状态数据,从而越有利于提高电务段调度指挥、应急抢险、“天窗”维修控制、安全隐患闭环管理和设备质量动态分析的能力与水平。由此可见,CSM 系统对于铁路交通运输安全运行具有重要意义。

① CSM 系统使地面信号设备具有了自诊断功能,从而大幅度提高了信号系统的安全性。

② CSM 系统能在地面信号设备运行的全部时间内,全天候反映设备运用状态,能发现潜伏性故障,排除事故隐患。

③ CSM 系统运用计算机技术,通过逻辑判断和存贮记录,能够捕捉瞬间故障和间歇故障。再通过回放再现,来分析故障,划分清责任。

④ CSM 系统能够掌握地面信号设备工作状态和变化趋势,是推行地面信号设备“状态修”的技术基础,为维修决策提供科学依据。

⑤ CSM 系统通过联网,将各站地面信号设备运行信息传送到车间(领工区)、电务段、铁路局、铁路总公司,便于指导维修工作,加强生产指挥,实现科学管理。

⑥ CSM 系统通过监督地面信号设备与电力、车务、工务结合部的有关状态,加强结合部的管理。

综上所述,CSM 系统是电务人员不可或缺的必要辅助设备及真正的故障分析“黑匣子”,是电务部门实现信号设备“状态修”的必须手段。今后,CSM 系统将继续依托新的科学技术,适应新的铁路建设发展要求,提高其监测能力,走出一条不断延续发展的道路。

四、技术特点

与 TJWX 系列信号微机监测系统以信号设备监测为核心相比,CSM 系统作为信号设备的综合监测平台,是以信号设备维护为核心,从设计到实施统一规划和管理,并与联锁、闭塞、列控、TDCS/CTC 等系统同步设计、施工、调试、验收及开通;在体系结构上根据信号设备维修需要,强化了电务段子系统;在监测范围上增加了高速铁路特有信号设备的相关监测内容;在接口上修订了与计算机联锁、ZPW-2000、TCC(Train Control Center,列控中心)、智能灯丝报警单元、TSRS(Temporary Speed Restriction Server,临时限速服务器)、TDCS/CTC、智能电源屏等信号设备接口方式、隔离方案,以及信息内容、采集精度和采样周期;在功能上,加强了预警分析和故障诊断内容;在网络节点上完善了电务段子系统的各部分功能(时钟、网管、防病毒等);尤其在采集方式上,CSM 系统优于 TJWX 系列信号微机监测系统的地方有:

(1)信号传输方式的不同带来了测量精度上的提高

模拟量信号经过传感器直接采样后,直接经过一次 A/D 转换后就可以通过全数字的方式进行处理,所以不会产生 A/D 和 D/A 的频繁转换而带来的累积误差,因而信号的传输精确度有所提高。

(2)抗干扰性不同

采用了就近采集,数字化传输的模式,与模拟信号相比,受干扰的概率低,实时性很强。

(3)响应速度不同

相较于早期的微机监测系统,由于采用了数字处理技术和网络通信技术,采集器件进一步优化,可以保证采集信息的实时性更好,在信息高峰的情况下,这一过程延时时间不能超过 4 s。

(4)结构的优越性

在信息的传输中随时可以把自身的信号帧发给计算机,因为各个智能设备带有时钟同步,所以可以严格时序,使用户能够察觉设备中的隐患并及时排除故障,方便用户根据时序的先后,准确地断定故障。

综上所述,整个 CSM 系统具有如下的技术特点。

1. 先进性

系统设计具有高起点。在研制中采用计算机技术、智能决策技术、远程控制技术、网络技术、数据传输技术、多媒体技术等具有发展前景的技术,同时吸收采纳并发展国外新技术,采用国际标准及国内外新产品,使系统整体在一定时期内保持技术领先性。

2. 可靠性

可靠性用平均无故障时间(Mean Time To Failure,简称 MTTF)度量,即计算机系统平均能够正常运行多长时间才发生一次故障。系统平均无故障时间越长,可靠性越高。CSM 系统可以 24 h 不间断地监测信号设备的运行状态,并根据监测状态及时提供预警提示、故障提示等维修关注的信息,其工作性质决定系统必须是高可靠的,而且必须保证 24 h 无间断正常运转。CSM 系统的关键网络设备和服务器设备采用双套冗余设计,提供系统容错机制,保证系统连续不间断地稳定运行,保证数据信息的安全性和正确性。对于采集硬件,采用器件寿命超出设计要求的方法来提高其可靠性;对于软件设计,采用软件看门狗、数据缓存、自动清除历史数据、线程冗余等方案增加软件的可靠性。

3. 安全性

CSM 系统是一个信息实时采集和处理的系统,需要实时采集信号设备的状态信息。采集系统采用安全隔离设计,使之在实现设备信号状态采集的同时,具有良好的电气隔离性能,即设备发生故障,也不影响被监测信号设备的正常工作,确保信号系统连续稳定运行。

为此,原铁道部运输局电务部组织 18 个铁路局电务处、计算机联锁专家、监测研发单位制定了《铁路信号集中监测系统安全要求》,同时梳理了《铁路信号集中监测系统采集方案》。CSM 系统遵照其要求进行全新开发,所有采集模块都增加了防护电路或防护单元;减少单板采集路数以实现电路板走线安全间距;重新定义采集点;重新规定采集线缆的型号和标准。通过上述措施,力争不影响被监测设备的正常工作,符合故障—安全原则。

另外,CSM 系统依据《铁路信号集中监测系统安全要求》,实现了与 CTC、TCC、RBC (Radio Block Center,无线闭塞中心)、TSRS 等设备的物理安全接口,并根据各信号子系统对监测信息要求及数据交换规范,定义了与各信号子系统的接口方案、接口标准协议、信息交换等内容,实现了由集中监测信息平台向电务管理信息平台的信息传输。

4. 实时性

CSM 系统是实时过程控制和实时信息处理的系统,在列车运行过程中,信号机、转辙机、轨道电路等信号设备的运行状态会产生大量的变化信息,这些信息主要通过基层网自动采集,同时必须及时、准确地传递给铁路总公司、铁路局、电务段的各级维护人员。在信息高峰的情况下,这一过程延时时间不能超过 4 s;在“三级四层”的任何一台信息处理终端上,信息必须实时、有序地进行处理,既不能定时处理,也不能批处理;信息必须真实、可靠。这样才能给铁路信号维护指挥决策提供正确的依据,以便及时调整维修计划,最大限度地发挥其维护能力和维护效率。

5. 可用性

可用性是指技术的“能力”,即经过特定培训和用户支持,在特定的环境情景中,用户很容易有效地完成特定范围的任务。CSM 系统的可用性反映在站机、终端软件的设计能够使用户把知觉和思维集中在目标任务上,可以按照自身的行动过程进行操作。不必寻找人机界面的菜单或理解软件结构、人机界面的结构与图标含义;不必考虑如何把目标任务转换成计算机的输入方式和输入过程;不必记忆面向计算机硬件、软件的知识。在非正常环境和情景时,用户仍然能够正常操作;用户操作动作简单重复,理解和操作出错较少,学习操作的时间较短。

6. 开放性

CSM 系统是一个庞大的综合性系统,需要集成大量的计算机设备、网络设备、打印设备、存储设备、显示设备,同时在集成化的环境下还得依靠软件支撑平台开发大量的动态和静态数据处理、实时信息处理、智能分析计算统计、界面显示程序,因此系统必须采用符合国际标准和工业标准的开放式系统平台。同时,CSM 系统是在吸收国内外先进经验的基础上结合中国铁路的实际情况开发的现代化信号综合维护系统,开发的过程同时也是探索、学习的过程,期间难免会遇到新的问题和需求,有了开放的环境,便于今后系统的完善和扩展。

7. 可维护性

CSM 系统涵盖了铁路总公司、铁路局、电务段及基层的车站,集成了大量的硬件设备和软件。硬件设备需要及时在日常维护、保修,适当的时候应该更新换代。铁路每年都有大量的站场改造、大修等工作,造成相关的静态基础数据需要及时更新,而且用户在使用过程中也会不断地提出新的需求,需要对软件进行适当的修改升级,因此 CSM 系统提供了方便的维护手段。考

虑到 CSM 系统是一个 24 h 不间断运行的实时系统,尤其在铁路局、电务段和车站层直接指导信号设备的维护,因此,需要有足够的技术措施保证维护工作不会导致系统停机或中断。

8. 互联互通性

CSM 系统是一个“三级四层”的系统,牵涉范围广、地域宽,其工程往往由多家监测厂家共同承担。由于各铁路局、电务段、车站所管辖范围内的线路、车站都有很大差异,就某个区域而言,CSM 系统实施的时间不同,对各铁路局、车站采用的软硬件平台就不尽相同。为此,规范了各铁路局、车站的软硬件平台的标准配置,也组织各监测厂家共同形成了网络间的数据传输和交换的格式标准。各单位在 CSM 系统设计中要考虑与异种机、异种网的互联,按照统一的规范标准,保证铁路总公司、铁路局之间能够方便地进行数据传输和交换,采用便于访问和维护管理的分布式数据库系统。同时,CSM 系统作为铁路信号综合维护系统,在保证信息安全的前提下,应充分考虑与铁路其他系统之间交换数据的能力,以更好地发挥为铁路运输服务的作用。

9. 可扩展性

铁路系统每年都有不同规模的大修、新建工程,CSM 系统设计的范围和规模将会不断扩大,因此,CMS 系统设计中充分考虑了升级、扩展的能力。同时,由于 CSM 系统大量采用计算机技术、智能决策技术、远程控制技术、网络技术、数据传输技术、多媒体技术等现代信息技术,这些技术现在也处于高速发展期,需要不断地淘汰和更新。因此,CSM 系统参考国际标准和规范进行设计,预留了 CPU、内存、磁盘容量升级和扩展的能力。

除上述特点外,CSM 系统还有友好性、方便性及节约性等功能特点,方便用户操作和系统功能扩充。

第二节 信号集中监测系统的结构与功能

一、系统的体系结构

CSM 系统的体系结构包括系统配置的层次结构和数据通信的网络结构。层次结构指根据管理需要划分的“三级四层”,三级为:铁路总公司、铁路局、电务段;四层为:铁路总公司电务监测子系统、铁路局电务监测子系统、电务段监测子系统、车站监测网,监测系统体系结构如图 1-1 所示。网络结构指 CSM 系统网络划分为基层网和上层网,基层网包含车站、车间(工区)与电务段之间的通信网络,上层网包含铁路总公司、铁路局,以及铁路局与电务段之间的通信网络。

1. 层次结构

铁路总公司电务监测子系统位于 CSM 系统的最高层,是整个系统的神经中枢,负责与各铁路局子系统建立连接并进行数据交换、时钟校核、区段画面显示、监督和管理重要铁路枢纽和主要干线的信号设备。

铁路局电务监测子系统位于第二层,连接着铁路总公司和全局内所辖内所有电务段和车站子系统,负责汇总、管理和处理各电务段子系统的上传信息,给各级电务管理者提供监视功能,显示 TCC、TDCS/CTC 等智能系统的接口设备状态,并与铁路总公司子系统进行网络通信。

电务段电务监测子系统位于第三层,是整个系统的核心部分,是为适应铁路运输发展需要而扩充建立的一个集中式、综合型、智能化的现代化接入中心,是综合了通信、信号、计算机网络、多媒体等多门学科技术的系统工程。电务段监测子系统主要负责与铁路局电务监测子系

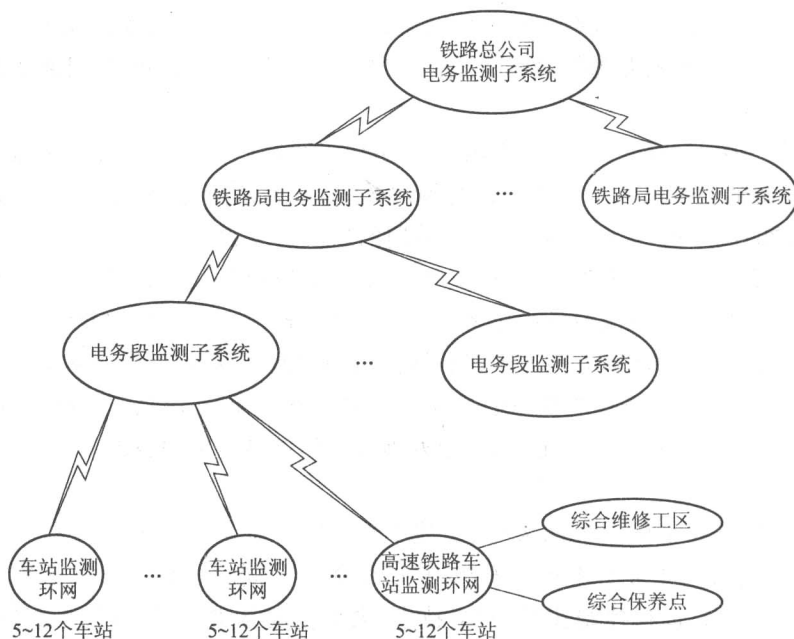


图 1-1 监测系统体系结构

统及管辖内各车站监测终端建立连接、数据交换和跨站逻辑处理,进行站段显示,监督和管理本段内各车站的所有信号设备,并与其他系统如 CTC 等完成数据交互,为各级领导的决策提供真实可靠的信息。

车站监测子系统位于最底层,是 CSM 系统最基本的单元,是整个系统的基础和数据源。车站子系统负责数据的采集、分类、处理和存储,实现信号设备的实时监测、站场显示、各类告警和人机对话。它包括站机、采集机、网路设备和隔离转换单元等。

由于高速铁路车站包括集中站和中继站,对于高速铁路车站监测网,还增设了综合维修工区和综合保养点,一般每个电务段均配置综合维修工区,每 5~12 个车站配置一个综合保养点。维修工区负责管理所管辖的综合保养点,综合保养点负责维护所管辖的集中站和中继站。其他普速铁路则在电务段所辖下的信号工区或车间处增设监测终端机。

2. 网络结构

监测系统的网络结构分为车站、车间(工区)与电务段之间的通信基层网和电务段对铁路局、铁路总公司的上层网。基层网和上层网之间互联互通,其路由器均支持 OSPF (Open Shortest Path First, 开放式最短路径优先) 协议或 EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol, 增强内部网关路由线路协议),以确保新建线路车站监测信息接入既有电务段、铁路局监测系统中,监测系统网络结构如图 1-2 所示。

基层网是由网络通信设备和传输通道构成的环形网络,采用专用传输通道,其传输速率不低于 2 Mbit/s,每 5~12 个车站形成一个环路,并以不低于 2 Mbit/s 通道抽头的方式与电务段子系统星形连接以提高网络的可靠性。环形的传输通道能够将环中车站的每台设备连在一起,以保证一台设备上发送的信号可被环上其他设备可见。

电务段子系统作为整个网络的信息和服务汇集点,对下与车站层通过 2 Mbit/s 环网收集车站子系统的监测数据,并进行存储和发布;对上通过 2 Mbit/s 通道接收铁路总公司电务监

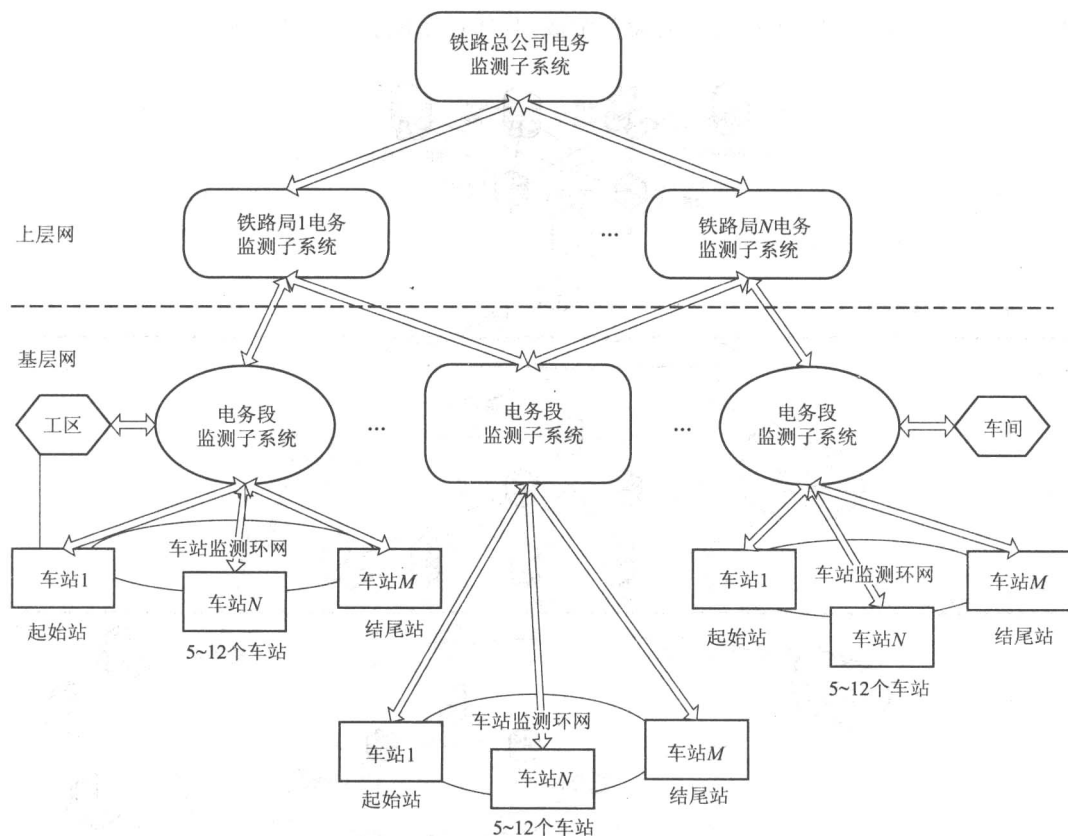


图 1-2 监测系统网络结构

测子系统和铁路局电务监测子系统的信息查询命令，并向上传输设备监测数据。

上层网是采用 TCP/IP 协议的广域网，铁路总公司电务监测监测子系统和铁路局电务监测监测子系统与电务段监测子系统的每层内部业务交互频繁，故在每层内部按照局域网搭建网络，层间采用不低于 2 Mbit/s 通道组成星形网络连接。

监测系统的网络设计在保证可靠性、安全性和实时性的前提下，采用标准、通用的网络设备，全路的网络节点 IP 地址统一编码。基层网一般是 2 Mbit/s 的专用通道组网，新建线路可以采用 IP 数据网；上层网可以是 2 Mbit/s 的专用通道组网，也可以是 IP 数据网。当监测基层网与既有微机监测上层网均采用不低于 2 Mbit/s 通道时，为保证互联互通，既有路由器和新设路由器应支持 OSPF 协议或 EIGRP；当基层网是 2 Mbit/s 的专用通道，上层网是 IP 数据网时，两者在电务段增加相应的网络设备或接口服务器以保证互联互通；当基层网是 IP 数据网，上层网是专用 2 Mbit/s 网时，实现要求同上；当基层网与上层网均采用 IP 数据网时，上层网统一给基层网每个车站、中继站、线路所、综合维修工区等节点分配 IP 地址，保证上层网的既有终端可以联通基层网的每个节点，在 IP 编码时要为 TCC、联锁设备、TDCS/CTC 等车站维护终端预留相应的 IP 地址。

二、设备配置

CSM 系统作为信号设备的综合集中监测平台，也是一个大型的集成监测网络系统，不仅需要各种采集设备和终端机，更需要各种网络设备和通信管理机、服务器等进行数据通信和系

统集成,下面分层次介绍 CSM 系统的设备组成,具体设备配置如图 1-3 所示。

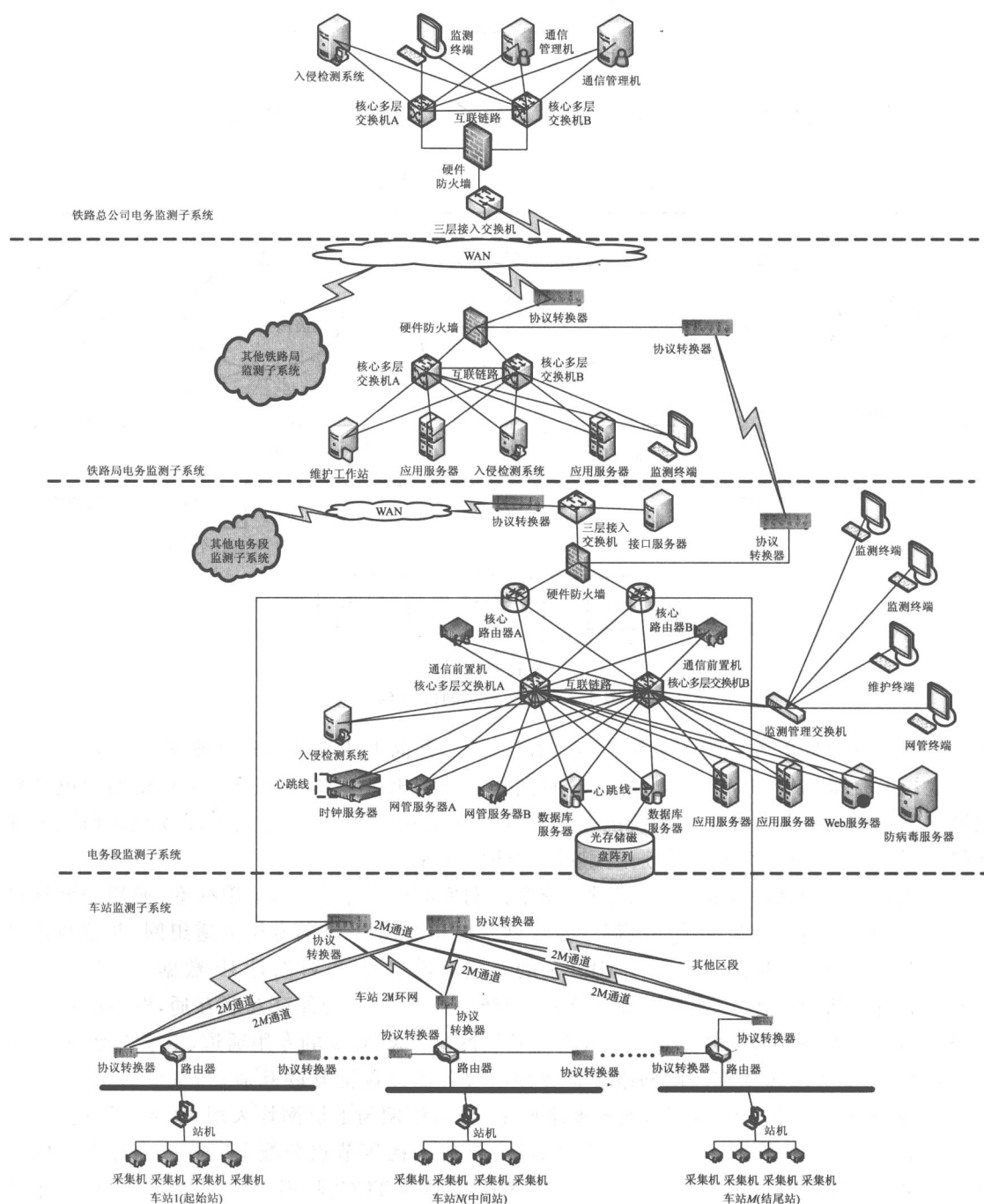


图 1-3 CSM 系统设备配置图

1. 铁路总公司电务监测子系统

铁路总公司电务监测子系统主要由两台通信管理机、一台监测终端和网络设备构成。网络设备双套冗余配置,有核心多层交换机、三层接入交换机(单机)、硬件防火墙(单机)、入侵检