

文章编号:1005-8456 2004 06-0040-03

列车卫星移动通信与自动报点系统可靠性设计

魏继超 梁晋

(西安交通大学 信息机电研究所, 西安 710049)

摘要: 系统主要实现列车运行时刻信息的自动采集以及列车与地面调度所的远程通信。为了实现系统的可靠性设计, 提出了基于双模冗余混联结构的系统可靠性模型, 并采用低耦合和高聚合的层次结构模型, 实现了通信软件的可靠性设计。运行实践证明, 该系统稳定可靠, 达到了设计要求。

关键词: 卫星通信; 运输调度; 可靠性设计; 自动报点

中图分类号:U28

文献标识码:B

Reliability design of Train Running Information Auto-reporting System with satellite mobilecommunication

WEIJI-chao, LIANGJin

(Information and Mechatronics Research Institute of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: The System's primary purpose was to collect the train running information and to setup the mobile communication between the train and the control center. To ensure reliability of the System, a mixed reliability model with serial and parallel connections based on double redundant strategy was provided for the System design and a layered structure model with low coupling and high aggregation was applied in the communication software design. Tested by the practice, the System was steady-going and reliable.

Key words: satellite communication; transport dispatching; reliability design; auto-reporting

列车卫星移动通信与自动报点系统, 通过车载设备在列车上自动采集列车运行信息, 采用卫星移动通信技术, 直接传输到调度所, 实现列车运行信息的自动采集和传输, 并提供了地面与列车的移动通信平台。该系统的主要功能有:

1) 车载设备自动完成列车运行信息的采集, 主要包括列车车次及车站信息, 列车到达时刻、出发时刻、通过时刻, 列车的位置、速度信息, 列车临时停车信息等; 2) 采用卫星移动通信技术, 实现信息的自动发送和接收, 为地面和列车建立移动的通信平台, 实现任何时间、任何地方全天候的数据通信; 3) 系统自动进行信息的分析、存储、显示和输出; 4) 调度所业务应用系统自动绘制列车实绩运行图; 5) 采用铁路地理信息系统, 在电子地图上实时显示列车运行情况, 可以跟踪特定列车运行情况, 显示列车运行位置和速度等信息; 6) 在调度所实现对车载设备运行参数和程序远程设置的修改, 提供方便的维护手段。

该系统实现了列车信息的自动采集, 解决了列

车与地面双向通信的难题, 可广泛应用于铁路的调度管理系统、运输管理系统、特种车辆调度等领域的运行监督和决策支持。这些领域都对可靠性具有严格的要求, 因此, 能否保证数据采集、交互通信和信息处理的安全和可靠性, 就成为系统是否具有实用价值的关键。

1 可靠性设计技术

提高软件可靠性也有避错与容错2种方法。避错法指生产高可靠软件产品的程序设计方法和软件验证技术, 容错法是指开发容错软件的适宜环境和系统方法, 其主要目的是提供足够的冗余信息与算法程序, 使系统在实际运行中能够及时发现程序设计错误, 采取补救措施, 保证整个计算机系统的正常运行^[2]。

2 系统可靠性模型与实现

列车卫星移动通信与自动报点系统, 采用双模冗余的混联结构以实现系统关键环节的容错运行, 其可靠性设计模型如图1所示。本系统由列车定位系

收稿日期:2004-01-25

作者简介:魏继超,在读硕士研究生;梁晋,副教授。

统、车载数据处理系统、卫星移动通信系统、地面通信系统和调度中心系统5部分组成了一个串并联合的混联系统。

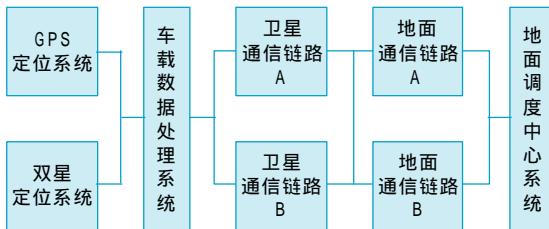


图1 系统可靠性设计模型

2.1 列车定位系统

常用的定位方式有独立定位技术、卫星定位技术和地面无线定位技术。铁路运输线遍及全国，采用独立定位的推算法定位，长距离的积累误差将很大；采用地面无线定位技术也不可行，铁路线狭长，而面状覆盖的通信网造价昂贵，且目前国内尚未提供可靠的服务；卫星定位技术则克服了以上两个方面的缺点^[3]。

本系统采用GPS作为测量列车位置信息的主要方式。采用我国的“北斗一号”双星定位作为备用的定位系统。之所以作为备用系统，是因为虽然双星定位系统的定位精度完全能够达到本系统的需要，但需要中心站参与定位结果的运算，属非自主定位方式，需要较高的费用。

2.2 车载数据处理系统

车载数据处理系统与机车的TAX（机车安全信息综合检测箱）连接，完成从TAX和运行记录仪读取并处理机车运行信息，再将信息通过移动卫星通信终端传输到地面调度所的功能。该系统自动从机车运行记录仪中实时读取机车运输和运行数据，如车次、机车号、公里标、总重、计长、辆数和车站号等，并结合各项运行信息进行列车到达时刻、出发时刻和通过时刻的判断。

车载数据处理系统采用开放式结构设计，扩展单元可以与机车其他设备进行通信，并根据需要将其他信息通过卫星传输到地面。通过卫星通信可以改变运行参数，通过IC卡可以交换信息。该系统的显示/输入单元，用于显示地面的消息通知，机车乘务员也可输入短消息并发送到地面。

2.3 卫星移动通信系统

卫星通信具有通信距离远、通信覆盖范围大的特点，并且卫星通信的建设速度快，建站成本与通信距离无关^[4]，正符合铁路由于运输线覆盖范围大、边

远地区通信困难等因素对移动通信的要求，因此是铁路系统理想的远程、实时和可靠的双向通信方式。

卫星移动通信系统由车载移动通信终端、通信卫星和卫星地面站3部分组成。车载移动通信终端由卫星天线随动系统和通信编码解码系统等组成，安装在机车的车顶，由机车的110 V直流电源供电，通过RS232串行通信接口与车载数据处理系统进行通信，卫星天线随动系统自动将天线对准静止同步通信卫星。由于同步通信卫星的覆盖范围广阔，一般通过单跳即可实现列车与地面调度中心的通信功能，无需地面移动通信的复杂环节，具有较高的可靠性。而卫星天线只要对准一颗卫星即可实现通信功能，双星系统也为通信的可靠性提供了冗余保证。

2.4 地面通信系统

地面通信系统实现卫星地面站和铁路调度所之间的双向通信。卫星地面站通过同步通信卫星与机车的移动通信终端进行通信，全国铁路只需要建立一个卫星地面站。卫星地面站和铁路调度所之间的通信，可以采用多种形式，在本系统中，采用DDN专线的形式。卫星通信主站、网管设备、服务器和网络通信线路，都采用双备份方案和热切换技术，保障地面通信链路的可靠性。

2.5 调度中心系统

图2给出了地面调度中心的软件部署结构图，由5部分组成。调度所业务应用软件实现铁路电子地图的显示和列车实绩运行图的绘制，并可以实现与计划运行图的比较功能；车载系统远程控制软件实现对车载数据处理系统和车载移动通信终端的远程管理功能；调度中心数据库管理软件负责调度中心数据库的日常维护、各项统计报表的生成和打印工作。

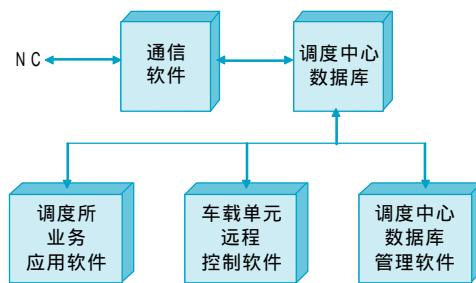


图2 调度中心软件部署结构图

调度中心数据库由实时库和历史库组成，实时库实现列车报点时刻和其他实时数据的存储、转发；为了减轻实时库的负担，实时库的数据定时转存入

历史库。数据库服务器采用双倍磁盘冗余保障数据存储的可靠性。

通信软件通过地面通信链路与卫星地面站网络中心(NC, Network Center)之间进行双向通信,负责将车载数据处理系统传过来的数据进行分析处理,并存入实时数据库,并将车载系统远程控制软件通过实时库转发的控制命令发往车载数据处理系统。由于通信软件在无人值守的状态下运行,并处于数据通信的中心环节,因此通信软件的可靠性设计具有非常重要的意义。

3 通信软件可靠性设计

在软件设计中,通常采用各种避错技术提高系统可靠性。在通信软件的设计中,综合采用了各种软件避错技术,如采用面向对象的开发方法,并采用分层的设计模型,以减小模块间的耦合度,提高模块功能的聚合度,增强模块的独立性、重用性和易测试性。另外,通信软件的设计也运用了一些容错技术,如设计了专门的异常处理层处理各种可能发生的异常等。通信软件的层次结构模型如图3所示。

3.1 网络通信层

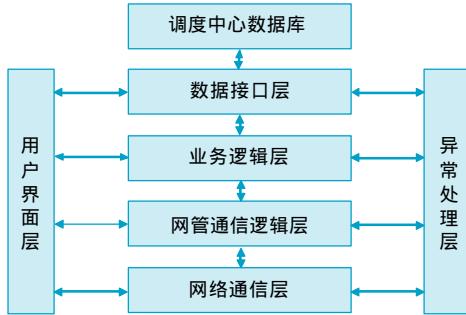


图3 通信软件层次结构模型

通信软件使用MQSeries通信中间件构筑地面调度中心与卫星地面站网络中心之间的通信架构, MQSeries是面向消息的中间件,它的主要功能是在不同的网络协议、不同的操作系统和不同的应用程序之间提供可靠的消息传送,并且保证数据既不会丢失又不会被复制。

3.2 网管通信逻辑层

按照网管通信协议处理调度中心与卫星地面站网管中心之间的上下行报文。该层报文分为4类主要报文:调度中心到终端的通信报文、终端到调度中心的通信报文、定位指令、调度中心向卫星地面站网

管中心发送的查询报文。该层通过回执机制保证了双方通信的可靠性。

3.3 业务逻辑层

该层处理调度中心和车载数据处理系统通过车载卫星移动通信终端、卫星地面站网管中心转发报文。包括列车的报点时刻报文、实时跟踪报文、调度中心的远程控制指令报文、车载系统的应答报文等。

3.4 数据接口层

数据接口层处理通信软件与调度中心数据库之间的数据查询与存储操作。为了降低通信软件与调度所业务应用软件、车载系统远程控制软件之间交换数据的复杂性,本系统采用调度中心数据库实现程序之间实时数据的相互交换。

3.5 用户界面层

用户界面层响应用户的操作,如启动通信、终止通信,以及各种参数的设置功能,并显示必要的通信状态信息。

3.6 异常处理层

通信软件使用一个独立的模块对程序可能发生的各种异常进行分类处理,如对通信过程发生的异常在重试同一连接失败的情况下,可以启用备用通信链路;在数据库操作发生异常时,将重试操作,并通知用户检查数据库连接的正确性。通信软件将发生异常的详细信息写入日志文件,已备日后分析处理。

4 结束语

综上所述,为达到高可靠性的目标,系统综合应用了容错和避错2种方法,在数据采集与传输的重要环节,采用了双模冗余的混联结构设计,并采用面向对象的设计方法和低耦合、高聚合软件分层的设计模型,保证通信软件的可靠性。运行实践表明,在保障系统功能和经济可行的前提下,系统稳定可靠,达到了设计要求。

参考文献:

- [1] 王珍熙. 可靠性冗余及容错技术[M]. 北京:航空工业出版社, 1991.
- [2] 袁由光. 容错与避错技术及其应用[M]. 北京:科学出版社, 1992.
- [3] 李东. 车辆定位及其在铁路上的应用[J]. 铁路运输与经济, 2000, 12(2):27—30.
- [4] 及燕丽. 现代通信系统[M]. 北京:电子工业出版社, 2001, 2.