

文章编号：1005-8451（2015）05-0057-04

# PIS设备管理系统设计与实现

汪晓臣，于 鑫，李 明，韦登荣，黄志威

（中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所，北京 100081）

**摘要：**本文对PIS设备管理系统的功能需求进行分析，并对软件功能、系统架构进行了设计。通过设备信息采集程序采用设备状态数据，Web容器加工分析设备状态数据，告警信息监听器监听告警并推送到Web管理终端和声光报警器，实现了设备状态参数的可靠采集和设备告警及时推送。

**关键词：**设备管理；综合网管；轨道交通；地铁；PIS

**中图分类号：**U231.7 : TP39 **文献标识码：**A

## PIS Equipment Management System

WANG Xiaocheng, YU Xin, LI Ming, WEI Dengrong, HUANG Zhiwei

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

**Abstract:** This paper analyzed the function requirement of the PIS Equipment Management System, designed the software function and the architecture. Equipment information collection procedures were used to collect the status data of equipment. Web container was used to analyze the status data of equipment. Alarming information monitor was used to monitor and alarm as well as push to Web management terminal and voice & light annunciator. The System was implemented the reliable acquisition of equipment status parameters, alarm and push in time.

**Key words:** equipment management; integrated network management; Urban Transit; subway; Passenger Information System

乘客信息系统<sup>[1]</sup>（PIS，Passenger Information System）是轨道交通的重要组成部分，它依托多媒体网络技术，以计算机系统为核心，以车站和车载显示终端为媒介向乘客提供信息服务。

PIS作为城市轨道交通运营的重要窗口，在地铁运营中的作用越来越高，个别城市已将其管理级别上升为生产系统，因此，必须有可靠手段保证PIS设备运行正常。PIS设备管理平台作为重要管理系统之一，受到运营管理者的高度重视。本文结合国内某城市PIS工程实例，对PIS设备管理平台软件的功能、系统架构进行设计和实现。

## 1 系统设计

### 1.1 功能设计

根据PIS业务要求，系统需满足降级模式下的运营。降级模式也称为应急模式，当控制中心故障或网络通信中断以及系统检测到非法入侵时，受到影响的车站子系统迅速自动转入降级模式<sup>[2]</sup>。降级模式下，

收稿日期：2014-11-28

作者简介：汪晓臣，助理研究员；于 鑫，副研究员。

PIS设备管理系统能支持对设备的控制和运营紧急消息发送。在中心、车站两级管理架构下，要实现对所管辖设备的管理，其核心是保持中心、车站数据的同步。因此，本系统需按照线路中心、车站两级系统设计。

#### 1.1.1 线路中心系统功能设计

设备管理系统的功能是实现对设备参数的实时采集，在监视界面上进行集中展示；同时，通过对采集的设备状态参数进行计算，通过核心技术指标，判断设备的工作状态，并对设备的故障状态进行及时告警，提醒运营人员维护相关设备。

设备管理平台的业务管理功能包括：(1) 设备监控：实现对中心、车站、车载各类设备的状态参数监视，并能对设备的正常、告警状态进行及时提醒；能对设备播出画面进行截屏查看或实时播放画面查看；对设备进行远程控制，包括设备开机、关机、重启，对设备音量调节、设备屏幕开关控制。(2) 消息发送：实现对车站、车载终端设备的运营消息（紧急消息、滚动消息）发送。在统一管理界面上，实现对运营消息的发送、撤销以及消息发送、撤销状态的监视。

(3) 设备配置管理：用户信息管理，实现中心、车站用户信息管理，用户权限设置；实现对线路中心、车站各类设备信息的增加、修改、删除；预定义消息处理，实现对紧急消息和滚动消息的编辑管理功能。实现系统运行参数设置，包括系统数据备份周期、设备开机时间、设备关机时间等各类参数设置。(4) 日志管理：对用户操作日志、消息发送日志、接口工作日志、设备告警日志等各类日志进行管理。

### 1.1.2 车站系统功能设计

车站系统为用户提供本车站的设备信息管理和控制功能。在正常模式下，车站系统具有和中心系统完全相同的软件功能，其区别在于所属车站系统仅能访问本车站的设备和信息。在降级模式下，中心与车站之间的网络中断或中心系统出现故障，在该种情况下，需要车站用户对本站所管设备进行管理和控制。

正常模式下，车站系统通过访问中心数据库，实现线路和车站的数据一致性。降级模式下，通过访问在正常模式下线路中心同步到车站的文件，实现降级模式下设备信息管理功能。降级模式恢复到正常模式，再由系统将降级模式下的操作日志等数据上传到中心数据库。降级模式下，用户只能对设备进行开关机控制、状态监视以及运营信息发送等功能。正常模式、降级模式功能对比如表1所示。

表1 正常模式、降级模式软件功能对比

	正常模式	降级模式
设备监控	有	有
消息发送	有	有
系统配置	有	
日志管理	有	

## 1.2 架构设计

为实现上述业务需求，本系统采用基于J2EE架构的B/S系统进行搭建。按其实现的业务功能，系统可分为设备信息采集层、数据访问服务层、业务功能层、告警信息监听层、数据层和业务访问层。架构设计图如图1所示。

(1) 设备信息采集层：设备信息采集通过部署在车站服务器、接口服务器以及终端设备上的设备信息采集程序进行设备信息获取。负责获取设备状态

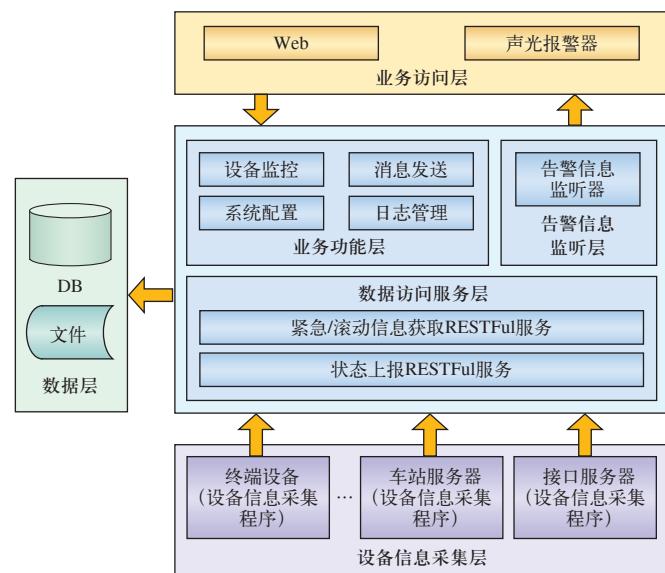


图1 系统软件架构框图

参数，包括CPU使用百分比、CPU温度、内存占用百分比、内存温度、硬盘剩余容量、硬盘温度等设备信息以及设备心跳报活信息。(2)数据访问服务层：系统中由于涉及到各类接口适配器程序对中心数据库的访问，为降低各程序之间的耦合，将各类数据访问以服务的方式对外进行开放，Web容器统一实现与数据库的交互，统一外部数据访问接口。本系统中，数据访问服务采用RESTful（Representational State Transfer，简称REST）风格进行设计。数据访问服务包括：状态上报RESTful服务，数据采集适配器程序采集完状态数据后，调用该服务，将数据持久化到数据库；紧急/滚动信息获取RESTful服务，PIS终端播放设备，调用该服务，获取紧急/滚动信息，并在终端设备上进行显示。(3) 业务功能层：为本系统的核芯业务功能模块。包括设备监控、消息发送、系统配置和日志管理。(4) 告警信息监听层：告警信息监听层通过对告警数据进行汇总、分析，统计出设备告警信息，并将告警信息通过告警信息监听器对外发布。运营用户可通过Web终端访问获取告警信息，也可通过声光报警器获取告警信息。(5) 数据层：包括DB数据库和数据文件，用于对系统数据进行持久化存储。(6) 业务访问层：为系统的对外业务访问入口。Web访问：用户可通过IE界面，获取系统各类数据；声光报警器：监听设备告警信息，通过声光方式向用户进行告警提醒。

为实现线路中心、车站系统两级软件功能，同时保证中心、车站的数据一致性，有以下两种解决方案：(1) 中心、车站两级数据库模式：在中心、车站都安装数据库，通过设置中心、车站间数据库的周期同步，保证中心数据库、车站数据库相关数据的同步。(2) 中心数据库、车站同步文件模式：仅在中心设置数据库，当所属车站有数据更新后，在中心通过用户主动同步方式，将数据下发到各车站。各车站降级系统通过访问在车站的文件数据，实现车站各项管理业务功能。车站系统在降级模式下运行的日志数据，周期上传到中心数据库。最终保证中心、车站相关数据的一致性。两种数据同步模式对比如表 2 所示。

表2 两种数据同步模式对比

	部署复杂性	成本	数据检索性能	同步可靠性
中心、车站两级数据库模式	复杂	较高，各车站购置数据库	较高	较高，数据库主动定期同步
中心数据库、车站同步文件模式	简单	较低，仅中心购置数据库	较高	较高，用户主动数据同步

综上所述，两种同步模式在数据检索性能和同步可靠性上都能满足系统设计要求，但中心数据库、车站同步文件模式具有部署简单、成本较低的优点。

## 2 核心业务实现

### 2.1 设备监控

(1) 设备监视：由播放器终端数据采集程序实时采集播放终端设备状态参数，包括设备名称、设备磁盘信息、CPU 信息、内存使用情况、终端设备播放画面，采集这些数据后，通过 RestFUL 的 PUT 方式将数据存入线路中心 DB 数据库；线路中心 Web 程序通过向用户提供访问界面，查询各设备的状态参数数据；同时，结合设备状态参数的相关阈值，超过设定值后进行设备状态预警。设备监视处理流程如图 2 所示。

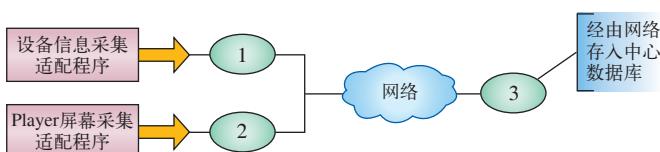


图2 设备监视处理流程图

(2) 设备控制：用户点击设备控制按钮，中心

系统将用户动作转换成相应设备控制指令（包括：开机、关机、重启、音量调节、设备画面监看等），并通过网络将动作指令以 TCP/IP 指令方式下发到终端播放器，终端播放器接收到相关指令后，执行动作指令，并向中心系统反馈指令执行结果。设备控制处理流程如图 3 所示。

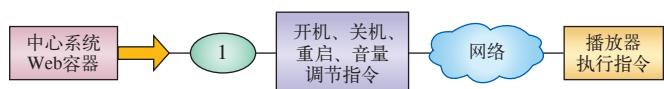


图3 设备控制处理流程图

### 2.2 消息发送

消息发送处理流程如图 4 所示。

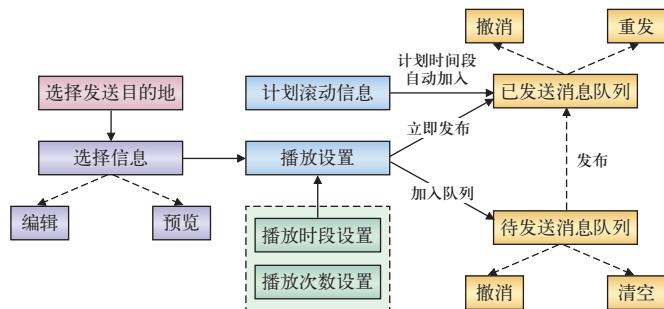


图4 消息发送处理流程图

(1) 选择发送目的地，可以复选某车站的区域、某列车、某车站的播放控制器。(2) 从预定义消息列表中，选择要发送的信息，点击列表中某信息，信息内容显示为即将播放的信息。(3) 如果选择的是半预定义运营信息或全自定义运营信息，在运营信息内容区域，用户点击待编辑的内容，可以从弹出窗口中选择信息或手工输入信息内容，点击“预览”按钮，可以在预览窗口中预览运营信息的内容。(4) 设置信息的播放类型。播放时段设置：在一个时间段内，信息连续播放（如果设置间隔秒数，则按间隔秒数停顿）；设置消息播放次数。(5) 发送信息。发送运营信息有两种方式：a. 立即发送，将运营信息的发送状态及内容，显示在已发送运营信息区域。b. 加入队列，将运营信息内容显示在待发送运营信息队列区域。(6) 已发送的信息，可以执行“撤销”、“重发”操作。点击“撤销”按钮，撤销未过期的并且没有播出的运营信息。点击“重发”按钮，将未过期并发送失败的运营信息重新发送。(7) 消息调度程序对播放器终端发送消息进行调度，按照运营

信息发送组合策略（滚动消息高级覆盖低级、同级叠加，紧急消息高级覆盖低级、同级发送最新消息）进行消息调度，消息调度完成后，发送播放器终端，由终端设备显示输出。

### 3 结束语

PIS 作为城市轨道交通运营的重要系统之一，在地铁运营中发挥着乘客信息引导服务的重要作用。本文分析了当前 PIS 设备管理的业务需求，设计了软件功能，并对系统架构设计进行分析。为实现 PIS 降级模式下的业务功能要求，保证在中心、车站网络故障情况下，车站系统对设备的有效控制和运营信息发送，系统采用中心部署数据库、车站以同步文件方式访问系统，以较低的成本和简单的部署结

构解决了中心—车站两级系统间数据一致性的难点。

随着物联网技术的深入发展以及地铁运营商对地铁各弱电系统状态监视及统一控制要求越来越高，未来一段时间内，需要借助电子、网络、传感等新技术对 PIS 各级设备的更多参数信息进行采集，并对设备的工作状态进行智能监视和控制，为设备的稳定和可靠运行提供更多保障。

#### 参考文献：

- [1] 吴闻龙. 城市轨道交通乘客信息系统的发展 [J]. 铁路通信信号工程技术, 2007, 4 (5) : 46-48.
- [2] 曾 娜, 许 昆, 李 军. 轨道交通乘客信息系统的设计 [J]. 总线与网络, 2011 (6) : 12-15.

责任编辑 陈 蓉

(上接 P56)

F4 ~ F6 要检查的区段是 20D，相应的 LTL 表达式：

$G[\text{track}20\text{Dempty}] \Rightarrow F[F4\text{opened}]$

c. 要验证任意两条敌对进路不能同时建立，容易从联锁表中找到进路 F4 ~ F6 的敌对进路信号为 F6，将关系写成 LTL 表达式：

$\text{not}G[F4\text{opened}] \& [F6\text{open}]$

在 ProB 中将联锁表中每一条进路按上述安全条件列举，逐项验证性质，得到的结果中若没有反例以证明模型的安全性，从而通过证明模型的正确性追溯到联锁表数据安全逻辑的正确性。

#### (3) 结果分析

将亦庄站的联锁表中列车进路部分的每一条进路写成 5 个对象之间的交互关系，继而对所有进路用 CSP 建模，录入到模型验证工具 ProB 中。选择 Verify->Model Check，利用自动验证判断出模型自身无死锁、活锁且满足确定性断言。

在 ProB 中对道岔位置、逻辑区段空闲和敌对进路建立的安全条件逐条检测，验证结果没有反例，说明模型中任意两条敌对进路都无法建立；进路的道岔与进路开通方向一致且锁闭，满足逻辑区段空闲条件时，才可能建立，从而得到安全性方面的模型验证结果，综合得出亦庄站的联锁表数据逻辑满足安全性要求的结论。

### 3 结束语

本文以北京地铁亦庄站列车进路联锁表数据为例，用 CSP 定义联锁表安全逻辑的具体过程。联锁表数据安全逻辑 CSP 模型的应用显示，该模型不仅能模型化系统对象间的交互过程，还能对联锁系统安全性和实时性进行分析，保证联锁表安全逻辑的正确性。

#### 参考文献：

- [1] 宿浩峰. 城市轨道交通联锁系统建模的研究 [D]. 杭州：浙江大学，2012.
- [2] C.A.R.Hoare. Communicating Sequential Processes[Z]. Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA, 1985.
- [3] 孙 麒, 张云华. 基于 CSP 的形式化方法研究 [J]. 浙江理工大学学报, 2009, 26 (4) : 557-560.
- [4] 程 梁. 基于 UML 的联锁软件建模与仿真研究 [D]. 北京：北京交通大学，2007.
- [5] 屈延文. 形式语义学基础与形式说明 [M]. 北京：科学出版社，2009 : 418-466.
- [6] Michael Leuschel, Michael Butler. ProB: A Model Checker for B[D]. Department of Electronics and Computer Science, University of Southampton, 2014.
- [7] 赵岭忠, 张 超, 等. 基于 ASP 的 CSP 并发系统验证研究 [J]. 计算机科学, 2012, 39 (12) : 125-132.

责任编辑 陈 蓉