

文章编号: 1005-8451 (2013) 08-0023-05

# 铁路工务安全生产管理信息系统的设计与实现

孙 美, 郭年根, 沈 鹏  
(铁道部 信息技术中心, 北京 100844)

摘 要: 介绍铁路工务安全生产管理信息系统的设计与实现, 包括系统总体结构、系统关键技术及特点、系统应用功能。

关键词: 铁路工务; 安全生产; 信息系统; 系统设计

中图分类号: U216 : TP39 文献标识码: A

## Design and implementation for Railway Permanent Way Safety Production Management Information System

SUN Mei, GUO Niangen, SHEN Kun  
(Information Technology Center, Ministry of Railways, Beijing 100844, China)

Abstract: This article introduced the architecture, key technology, characteristics and application function of the Permanent Way Safety Production Management Information System.

Key words: permanent way; safety production; Information System; system design

近年来,随着我国铁路高速、重载技术的发展,对工务设备高平顺性、高可靠性的技术要求不断提高,对工务设备的检测、维修和养护管理提出了更高要求,工务部门需要以科学的检测、监测设备和现代化的管理手段去适应铁路运输的发展需求。

目前,在全路已实施的铁路工务管理信息系统(PWMIS)更多地侧重于静态设备和图表数据的管理,检测和监测信息不能及时储存分析,生产信息不能及时掌握,对动态信息的管理基本上没有进入有序的管理状态。为做好工务设备维修管理工作,需要对综合检测车、轨检车、车载式线路检查仪、探伤车、轨道检查仪、轨道几何状态测量仪和地面安全监测设备等先进检测、监测手段所产生的大量数据进行收集、整理、分析,并结合工务设备属性数据、维修数据、运量数据等,分析线路设备变化规律、及时消除病害、服务于工务安全生产工作。铁路工务安全生产管理信息系统是在PWMIS功能的基础上,将应用功能覆盖至铁路局、工务段、车间、工区的安全生产领域,

对检测监测和生产信息实现信息化管理,实现对工务设备维修全过程管理,辅助支持实现“检、养、修分离”体制改革和贯彻“严检、慎修”的理念,使信息化更好地为工务生产实践服务。

### 1 系统总体结构

铁路工务安全生产管理信息系统包含地图GIS管理、设备管理、生产管理、安全指挥管理、综合管理及系统管理等业务模块,系统功能结构图及系统总体技术架构见图1和图2。

系统技术架构分为硬件/网络层、系统支撑层、应用支持层、应用层和用户访问层5个层面。(1)硬件/网络层由计算机硬件、操作系统和计算机网络组成,在铁路局集中部署信息系统设备,通过铁路信息网络,构建铁路局、工务段、车间(工区)等单位的系统应用;(2)系统支撑层是由数据库系统、软件工具、开发/运行支撑平台构成,包括ORACLE数据库系统, JAVA、.NET为开发和运行平台;(3)应用支持层是为统一应用系统的基础构件、核心流程和关键技术而设计的项目管理基础应用平台,包含GIS(地理信息平

收稿日期: 2013-01-06  
作者简介: 孙 美, 高级工程师; 郭年根, 高级工程师。

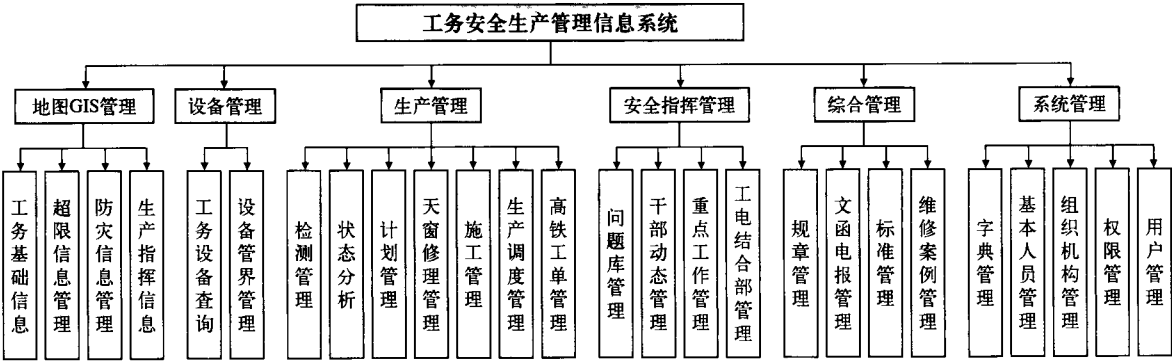


图1 系统功能结构图

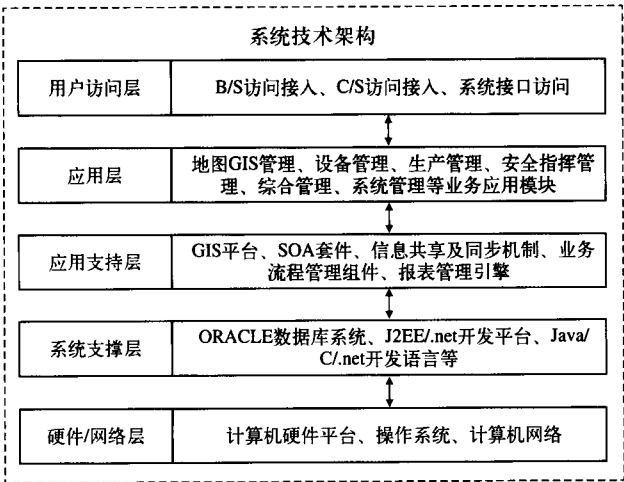


图2 系统技术架构图

台)、SOA 套件(面向服务架构中间件)、校验机制、统一授权管理、核心业务规则、流程驱动管理器、系统信息审计、报表管理器、信息共享和传输同步机制等;(4)应用层是由用户业务处理的各子系统或功能模块构成;(5)用户访问层包括 B/S 访问、C/S 访问、系统接口访问等。

2 系统应用功能

2.1 地图GIS管理

地图 GIS 管理是利用地理位置属性将工务基础信息和生产管理概况按照实际发生的地理位置进行追踪显示,同时,把工务生产状态信息、施工内容概况及设备质量分布等业务信息关联显示出来,并且支持复杂条件查询,支持工务安全生产指挥管理功能。

(1) 设备专题图:线路综合图、车站配线图、大桥略图、线路速度图及线路视频查询。

(2) 作业信息:次日施工计划,施工项目分布、

项目内容、进度和作业相关设备信息。

(3) 重点病害预警:车载式线路检查仪、便携式添乘仪、动检车和人工添乘三级以上病害的图形报警。

(4) 防灾信息:雨量报警、大风报警和异物侵限报警在线查询。

2.2 工务设备管理

工务设备数据是通过共享铁路局、工务段的 PWMIS 中线路、桥隧、路基等工务设备数据,为各单位提供工务设备基础台帐精细化查询管理。

2.3 生产管理

2.3.1 检测管理

(1) 检测设备管理

检测设备管理是管理各种动、静态检测设备,动态检测设备包括综合检测车、车载式线路检查仪、便携式添乘仪和钢轨探伤车等;静态检测设备包括安伯格小车、天宝小车、小型探伤仪和电子道尺等工具。

(2) 检测计划及兑现管理

检测管理包括综合检测车、钢轨探伤车的周期性检测计划管理,静态检查小车、便携式添乘仪、人工检查按需检测计划管理和检测检查计划兑现管理。

(3) 检测数据管理

检测数据管理统一收集动、静态检测数据,构建轨道综合数据库。动态检测数据包括动检车、车载式线路检查仪、便携式添乘仪、人工添乘和钢轨探伤车数据;静态检测数据包括安伯格小车、天宝小车、既有线的轨检仪等数据。

2.3.2 设备状态分析

轨道状态分析管理是在综合检测车、车载式线路检查仪、便携式线路检查仪、管理人员添乘

等各种动、静态检测数据基础上分析轨道各项状态指标,生成各种超限报告和统计分析图表,结合设备基础数据、维修数据等,综合分析轨道状态,并筛选出线路重点病害地段,为工务现行制定计划维修提供数据基础。

(1) 轨道原始波形分析:不同检测时间的单项目多批次查询或多项目单批次波形图分析,同时由于绘制图层的方式是以矢量图的方式绘制,所以图形能够实现图层叠加和波形放缩。

(2) 轨道状态图分析:不同区段长度、不同检测时间、不同种标准偏差组合的轨道状态直方图分析,将两个或以上不同时期的轨道质量指数(TQI)检测值(或单项标准偏差)进行对比分析,反映轨道质量好与差情况。

(3) 线路病害综合图分析:线路纵面(坡度)、平面(道岔、曲线、桥梁、隧道、涵渠)、车站、波形图、4种动态检测超限数据及设备历次维修信息自由组合叠加显示,直观地查找病害周围的设备信息,波形图信息,并通过快速跳转功能去轨检波形图中查询历史波形图信息,提供综合分析结果,便于对设备状态分析。

(4) 线路病害区段分析:对轨道质量加权评价价值进行计算,并对多时重复病害和多源重复病害搜索分析,根据重复病害分析结果,自动生成建议养护区段,并提供设备病害综合图供维修派单依据。

(5) 轨道趋势分析:通过对TQI数据进行数学计算和统计,计算50 m、100 m和标准200 m的轨道质量指数。反映轨道质量变化趋势,又分为定性分析和定量分析。

TQI频数分布图分析:频数分布图直观地显示出频数分布的峰值位置和幅值的大小。峰值位置和大小是反映轨道区段状态好坏的重要特征,峰值位置对应的横坐标值越小,峰值越大,表示轨道区段的质量状态越好,反之则较差。一般多次检测的图形在同一图上进行叠加,即可对比分析出轨道质量状态的变化趋势。

TQI频数累计图分析:频数累积曲线是条“S”曲线,曲线越陡表示轨道状态越好,或曲线越靠左轨道状态越好。一般将多次检测的图形在同一图上进行叠加,即可对比分析出轨道质量状态的变化趋势。

### 2.3.3 计划管理

系统提供各类计划(包括年计划、阶段计划、月计划、日计划、轨道车运行计划、车辆转场计划等)的编制、审批与查询功能;通过提取车载式线路检查仪超限数据、便携式线路检测仪超限数据、管理员添乘超限数据、动检车超限数据等病害信息,获得重复病害情况,根据重复病害情况,辅助编制生成日计划。系统对作业计划从编制、申报、审批、上传、下达、签收等过程进行流程化管理。

### 2.3.4 天窗修理管理

包括施工管理和维修管理,通过与铁路局调度4.0系统进行数据接口,对正式下达的计划进行工作布置,派发工作单,完成生产过程的数据收集,形成生产过程控制。

### 2.3.5 施工管理

系统功能对施工项目进行全面管理,施工组织管理引入项目管理的理念,将施工作为可以进行独立成本核算的施工项目台账进行管理,包括工程项目台账、施工组织设计、施工计划管理、施工过程管理、竣工验收管理、施工绩效分析、施工管理报表等。

### 2.3.6 生产调度管理

主要功能是把生产调度日常的工作电子化,包括施工完成情况管理、限速地段、生产任务、应急预案、人员动态管理、调度通知、调度日报和值班管理等功能。

### 2.3.7 高速铁路工单管理

根据高速铁路线路设备不同于普速线路设备的特点,定制高速铁路工务设备的检查、维修工单,实现高速铁路工务日常生产工单管理,实现检查派单和维修派单的流程管理等功能。

## 2.4 安全指挥管理

安全指挥管理实现工务各级单位安全生产调度指挥中心的日常工作管理。包括问题库管理、干部动态管理、重点工作督办和工电结合部管理4个功能模块。

## 2.5 综合管理

实现标准图及技术档案、规范规章及标准管理、维修案例和其他技术文档管理等功能,形成技术知识管理库,从而为各级人员提供全面的技术资料。

2.6 系统管理

系统管理实现字典管理、基本人员管理、组织机构管理、权限管理和用户管理等功能，为系统提供统一的管理平台。

3 系统关键技术及特点

3.1 工务生产综合数据平台

通过分析工务生产综合数据的来源、分类及其关联关系，建立业务数据标准、编码标准和数据采集标准，实现对工务多种检测方式原始检测数据、通过总重数据、速度数据、修理数据、安全检查整改数据、工务设备基础数据、空间地理信息数据等进行统一编码、分类存储，各种工务生产综合数据以线编号（4 bit）、里程（中心里程或者起点里程至终点里程）为纽带进行存储、关联，其中站场数据以线编号（4 bit）、车站编号（5 bit TMIS 车站码）为纽带进行存储、关联，构建工务生产综合数据平台。

3.2 基于生产综合数据平台的数字化管理

建立工务管理数字化业务流程。利用工务生产综合数据平台的数据并结合现行的修理规则、业务管理流程，将工务日常生产管理工作流程数字化，实现日常生产工作的信息共享、过程透明和管理协同。生产管理工作流程如图 3 所示。

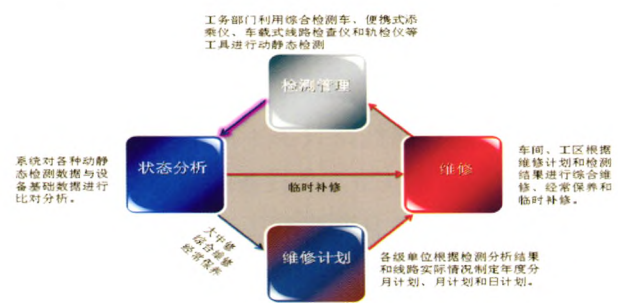


图3 生产管理工作流程图

3.3 基于流程管理器的作业工单管理

基于 MatrixFlow 工作流平台构建工务部门日常生产作业的工单流程化管理功能。工单管理是用于执行与工单相关的所有功能，包括工单创建、上报、审批、执行、报告、分析与查询以及工单的关闭处理等。设备维修作业工单流程化管理是以工单的提交、审批、执行为主线，实现资产预防性维护、跟踪、生命周期的全过程管理，以提

高设备维修效率，逐步构建工务安全生产协同作业平台。流程实例如图 4 所示。



图4 安全问题库流程

3.4 轨道原始检测数据里程校正和TQI计算

系统解决了动检车、轨检车、轨检仪原始检测数据里程漂移的问题，实现了检测数据的里程校准，保证了多次检测数据里程一致性；解决了可计算 50 m、100 m、200 m 长度轨道质量指数（TQI）计算和任意项轨道检测单元的 TQI 计算问题，实现基于 TQI 指标超限的线路设备问题的分类以及设备问题点的精确定位，并对比分析轨道质量变化趋势，生成各种超限报告和统计分析图表，筛选出线路重点病害地段，为制定维修计划提供科学依据。应用实例如图 5、图 6 所示。

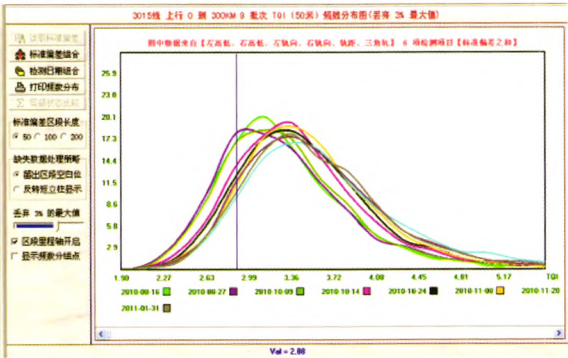


图5 多批次TQI频数分布图分析

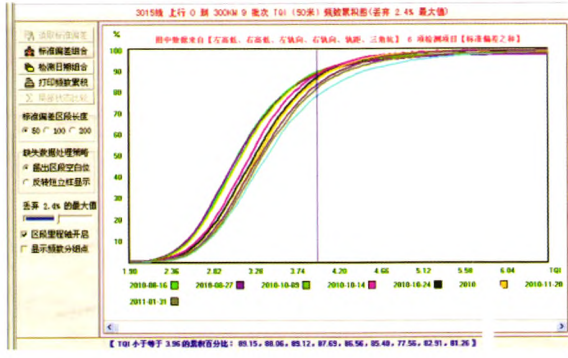


图6 多批次TQI频数累计图分析

轨道质量指数（TQI）是左高低、右高低、



左轨向、右轨向、轨距、水平和三角坑七项几何尺寸不平顺在 200 m 区段的标准差之和，其计算公式如下：

$$TQI = \sum_{i=1}^7 \sigma_i$$
$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left( x_{ij}^2 - \bar{x}_{ij}^2 \right)}$$

式中：σ<sub>i</sub>为各项几何偏差的标准差；  
x̄<sub>ij</sub>为各项几何偏差在 200 m 单元区段中连续采样点的幅值为 x<sub>ij</sub> 的算术平均值；  
n 为采样点的个数（200 m 单元区段中 n=800）。

TQI 计算标准区段长度是 200 m，根据现场管理需要，系统利用原始检测数据，还实现了计算区段长度为 50 m、100 m 的 TQI 值。

3.5 基于EAM理念的闭环管理

引进 EAM 理念和方法，设备管理实现“设备运用→病害（故障）→修理→更换→报废”为主线的全生命周期管理的闭环管理，生产管理以“检测、监测→状态分析→维修（工单）计划→修理（工单）→质量评价→检测、监测”为主线的闭环管理，安全管理以“设备病害（故障）→整改→跟踪→安全考核→设备病害（故障）”为主线的闭环管理。

应用实例如图 7 所示。

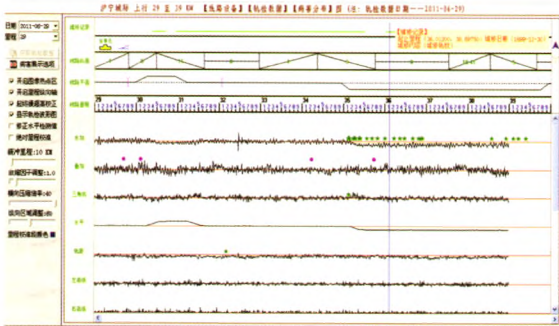


图7 线路病害综合分析图

3.6 基于GIS平台综合展示

基于 MapInfo MapXtreme for Java 平台，建立工务空间数据库，将曲线、坡度、路基、钢轨、轨枕、桥、隧、涵等各种工务设备的台帐与设备所在的空间位置结合起来，并在此基础上实现对设备履历簿、专题图、照片、录像等信息与地图

的交互查询，全面、形象、直观地反映铁路设备的地理位置、地形地貌等相关信息，并动态显示Ⅲ、Ⅳ级以上病害点和病害整治信息以及正在施工作业信息，实现工务设备修理信息的可视化管理，搭建数字工务基础平台。

3.7 采用B/S+C/S应用模式

系统采用 C/S 和 B/S 共存的应用模式，B/S 是信息查询、浏览软件最优的应用模式，系统主要应用于日常数据查询、设备管理、维护流程和任务调度等方面，C/S 是大量数据交互处理最优的应用模式，主要应用于数据收集、地图维护、数理统计、图形输出等方面。在网络条件较差的作业现场，系统采用平板电脑开发数据采集软件收集作业数据，在检测数据专业分析部门，系统开发轨道状态预测与分析软件，分析轨道变化趋势，为作业派单提供数据支持工具。

4 结束语

本系统 V1.0 版本于 2012 年 6 月开始在广铁集团上线试用，并根据试用的情况不断完善应用功能，以更好地适应广铁集团的工务安全生产管理要求。正在开发的武汉铁路局工务安全生产管理信息系统，根据武汉铁路局工务生产管理的特点，又增加了单元履历管理、单元维修评价管理等多个功能模块，以适应武汉铁路局的工务安全生产管理要求。各铁路局的工务安全生产管理特点有所不同，需要定制各铁路局的个性化需求功能模块，以适应各铁路局的工务安全生产管理要求。铁路工务安全生产管理信息系统是今后铁路工务信息化建设的重点内容，不断完善系统应用功能，推进系统应用工作，使信息化更好地为工务生产实践服务。

参考文献：

[1] 郭年根, 孙 美, 孙远远, 等. 铁路工务管理信息系统的设计与实现 [J]. 铁路计算机应用, 2002 (6): 35.  
[2] 铁道部运输局. 铁路线路修理规则 (铁运 [2006] 146 号) [Z]. 2006.  
[3] 铁道部运输局. 高速铁路无砟轨道线路维修规则 (试行) (铁运 [2012] 83 号) [Z]. 2012.

责任编辑 杨利明