

Study of Network-Based Railway Construction Plan Management System

Sheng Qin, Leishan Zhou, Yixiang Yue

School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing, China
Email: 03114023@bjtu.edu.cn, zhouleishan@jtys.bjtu.edu.cn, yueyixiang@163.com

Abstract: Orienting to current railway construction organization system of China, a network-based Railway Construction plan Management System (RCMS) is designed. RCMS is an integrated system based on construction plan management and includes five core businesses as following: compiling and submitting, endorsement, examination and approval, construction dispatching and statistic analysis of implementation. The key subjects of RCMS are discussed about system solution and main framework design, the network strategy and core techniques, data support service platform, system configuration environment management and construction plan decision support, etc. Finally, the system function structure and operation methods of RCMS are presented and a summary of RCMS deployment is given.

Keywords: network-based, railway construction plan, metadata, decision support

基于网络的铁路行车设备施工计划综合管理系统的研究

秦 胜, 周磊山, 乐逸祥

北京交通大学交通运输学院, 北京, 中国, 100044
Email: 03114023@bjtu.edu.cn, zhouleishan@jtys.bjtu.edu.cn

【摘要】以中国铁路行车设备施工组织体系为导向, 研究网络条件下铁路行车设备施工计划综合管理系统(network Railway Construction plan Management System, RCMS), 该系统以施工计划管理为核心, 涵盖行车设备施工的计划编制提报、会签、审批、调度以及兑现分析等业务环节。概述了RCMS的系统总体解决方案、网络化构建策略与关键技术、数据服务、配置环境管理、施工计划辅助决策支持等关键问题。简述了RCMS系统功能和运作模式及系统现场运营部署情况

【关键词】网络化; 施工计划; 元数据; 决策支持

1 引言

铁路行车设备施工是铁路系统持续运营的保障, 是铁路日常生产活动的一个重要组成部分。目前我国铁路行车设备施工管理以施工计划为核心, 包括施工方案设计编制提报、施工组织会签、施工审批、施工调度以及施工兑现统计分析等基本内容, 是铁路行车组织工作的基础。施工计划的管理工作流程复杂、涉及的部门繁多, 运输部门要根据施工计划的安排, 提前进行车流疏解, 制定运输组织办法和行车安全措施, 而施工单位要根据方案安排的施工时间, 安排机械运用、路料组织、人力调配等工作, 与施工有关的其它部门, 要根据方案的要求, 做好与施工单位的配合、协调^{[1][2]}。

鉴于此, 本文以网络技术、数据库及数据挖掘技

资助信息: 铁道联合基金重点项目(60736047)

术、人工智能技术、计算机技术基础支撑, 研发构建了网络化铁路行车设备施工计划管理系统(network Railway Construction plan Management System, RCMS), 该系统覆盖施工计划管理业务各个环节, 是一个跨系统具备可扩充能力的开放式集成化、智能化、网络化综合管理平台。

2 系统设计与构建

2.1 系统整体解决方案

RCMS系统总体解决方案如图1所示, 系统由4个部分RCMS数据服务中心、RCMS系统环境管理、施工计划网络辅助决策支持子系统和施工业务管理信息系统群构成。系统功能结构如图2所示。

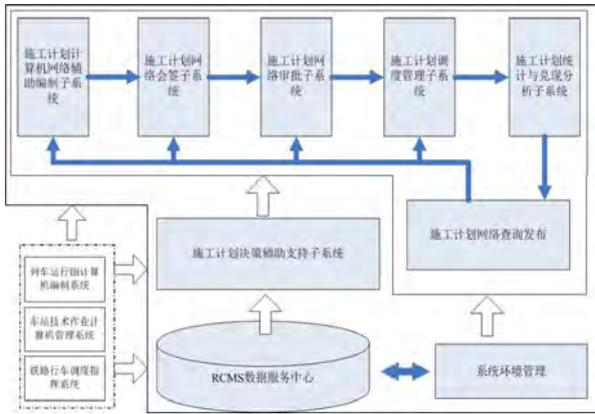


Figure 1. System Structure of RCMS
图 1. RCMS 系统整体框架

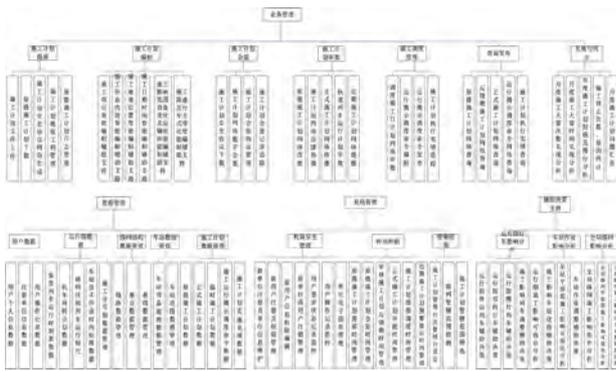


Figure 2. Function Structure of RCMS
图 2. RCMS 系统功能结构

2.2 系统构建策略

2.2.1 基于 B/S 模式为主体兼容 C/S 模式的网络化管理

目前的信息系统中网络化技术架构通常可以分为客户端/服务器 (C/S) 模式和浏览器/服务器 (B/S) 模式。C/S 架构和 B/S 架构是两种架构各自都有优点和缺点，同时也有互补耦合性，而 B/S 架构网络性能更强。因此在考虑对过去的 C/S 架构系统的兼容基础上，RCMS 采用以 B/S 架构为主体同时兼容 C/S 架构的混合架构模式，这种方式在系统软件开发上扩大了规模，但是在行车设备施工管理业务上获得更加稳定高效的支持。

2.2.2 基于 XML 施工计划异构数据处理

施工计划异构数据包括基于不同数据模式异构数据和逻辑异构数据。数据模式异构数据主要指采用不同存储架构的数据源，其中包括常用的 MS SQLServer, DB2, MySQL、EXCEL 电子表格及文本等模式结构，是施工管理领域异构数据主体。因此，

RCMS 采用 XML 映射技术实现大规模异构数据分析转换^[3]。

XML(Extensible Markup Language, 可扩展标记性语言) 技术是互联网联合组织 W3C(World Wide Web Consortium) 设计开发的新一代标记语言。XML 采用自我描述方式定义数据结构，在异构数据集成和交换方面具有结构性语义性强、交互性好、与平台无关、扩展性强、便于网络传输等优点^[4]。因此 RCMS 异构数据访问接口以 XML 技术基础，设计平台无关的多种数据源兼容配置、数据转换规则配置，实现开放式的数据底层。

2.3 系统设计及业务支持

2.3.1 RCMS 数据服务平台

RCMS 数据服务平台 (RCMS Data Service Center, RDSC) 是一个综合集成化的基础数据平台，具备多元异构数据融合拆解、模式转换与集成功能，实现全局数据标准化管理，为 RCMS 提供全方位数据服务。RDSC 总体架构如图 3 所示分为两个层次，底层由基于关系型数据管理平台集成管理的核心数据库构建，实现全局数据的存储维护管理。在此基础上，RDSC 上层引入施工计划元数据治理技术，提高数据库管理效率，并通过集成 OLAP(On-Line Analysis Processing) 联机分析处理强化数据服务能力，在此基础上提供具被标准开放协议的数据服务接口，实现良好的数据共享机制。

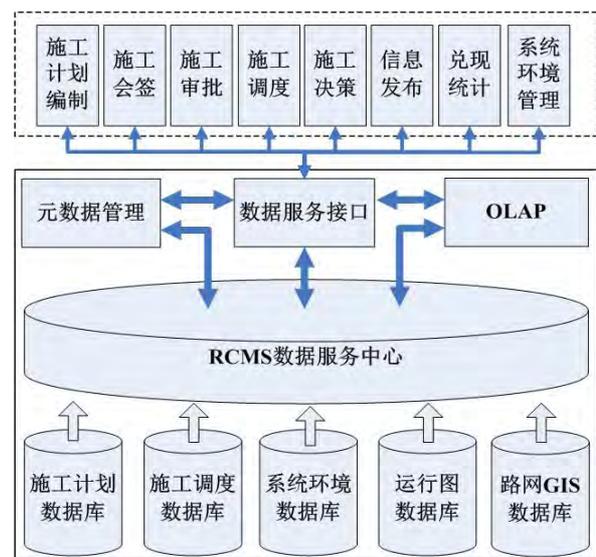


Figure 3. Architecture of RDSC
图 3. 数据服务平台架构图

RDSC 提供的基础服务涵盖:

(1) 数据查询检索服务: RDSC 通过标准数据接口为其他子系统提供基于关键词的数据检索查找服务并以原数据形态将结果反馈相关系统。

(2) 数据联机分析服务: RDSC 通过调用 OLAP 集成分析工具为其他子系统提供面向主题的数据多维分析、叠加分析功能并提供图形化的数据表现服务。

(3) 元数据治理服务: 实现元数据的查询、提取、交换与维护功能。通过对元数据治理实现数据在一个完整目录中的注册, 实现数据的集中管理, 在数据注册的基础上 RDSC 实现多源异构数据资源的数据挖掘, 对图像、报表以及计划方案数据等资料的数据抽取与联机反馈。

(4) 集成应用服务: 提供 RDSC 与其他系统的集成机制, 对 RCMS 内部子系统间通过应用分布式对象通讯框架来实现各种构件间的应用和数据的共享与交互, 对外部提供符合工业标准通讯协议的应用接口实现施工信息流的外部共享。

2.3.2 系统环境管理子系统

系统环境管理子系统 (RCMS Environment Management System ,RCMS) 是一个综合集成化的辅助控制平台, 为 RCMS 内部系统集群运行提供全局控制管理和环境支撑服务。REMS 为 RCMS 提供的管理和服

务体现在四个方面:
(1) 安全权限管理 (Security and Authority Management, SAM): REMS 为根据不同用户所属单位、岗位以及职务责任建立多层次的综合权限安全体系, 通过网络服务权限安全管理规范用户行为。REMS 系统管理员统一为应用单位、用户进行注册管理, 注册单位涵盖参与施工组织及管理的各级单位, 包括施工单位、各个站段、(路局) 施工审批主管单位、(路局) 施工调度所、安监单位、总工室等, 并为单位和用户设定权限。

(2) 数据检验服务 (Data Validation Service, DVS): REMS 数据检验服务引擎对 RCMS 内施工数据提供数据验证服务, 通过对施工数据拆解分析检测数据的有效性和一致性, 保证数据是规范的、正确的、可利用的。数据检验服务引擎提供的有效性验证主要包括: 施工地点里程的有效性验证, 施工时间与施工封锁时间有效性验证。

(3) 管辖范围管理 (Domination Management Service, DMS): 根据路网结构划分管辖分区以适应特定区域管理策略 (如施工管理台次) 的需要; 验证

RCMS 中的特定数据管辖分区归属; 对大规模异构数据按管辖分区筛选。

(4) 时间控制服务 (Time Control Service, TCS): 为施工计划编制提报、会签、审批以及进入调度管理流程各个阶段设定时间界限, 并根据设定的时间点控制施工计划管理主导进程。

2.3.3 施工计划决策辅助支持子系统

施工计划辅助决策支持子系统 (Construction plan Decision-making Support System ,CDSS) 引入人工模式识别的计算智能技术对施工的信息深度挖掘, 通过多维的切面和视图多角度的考察施工决策全局影响, 尤其将施工计划决策与行车因素综合分析, 为施工计划决策者提供更可靠、更科学、更精确的判断依据, 从而使 RCMS 区别于普通施工计划管理业务办公辅助软件而达到路网规模复杂施工计划群体决策支持层次高度^[5]。

CDSS 整体架构以模型方法库和决策知识库为基础, 其中模型方法库以天窗时间选择模型和客货列车调整模型为核心, 在模型中融合运行图指标评价方法和施工计划影响评判方法, 而决策知识库包含网状线路列车运行图计算机编制库^[6]、网络车站 CAD 平面结构^[7]、车站技术作业以及路网 GIS 信息结构等领域相关知识。CDSS 的数据部分通过工业标准接口调用 RDMS 数据服务来实现。在此基础上 CDSS 提供 G-DSS 群体决策人机对话界面实现多个施工决策者共同进行思想和信息交流, 在施工计划行车影响分析、施工计划车站作业影响分析以及施工计划路网宏观影响分析等技术支持分析评判^[7], 确定满意可行的施工方案。CDSS 详细架构如图 4 所示。

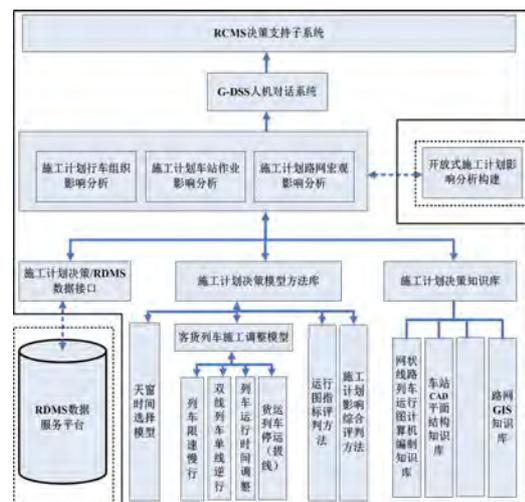


Figure 4. Architecture of CDSS
图 4. CDSS 系统架构图

2.3.4 施工业务管理信息系统群

施工业务管理系统群（Construction Business MIS Group, CBMG）按照施工计划管理环节和功能定位分别构建施工计划计算机网络辅助编制子系统、施工计划网络会签子系统、施工计划网络审批子系统、施工计划调度管理子系统、施工计划统计与兑现分析子系统以及施工计划网络查询发布子系统。

施工计划网络辅助编制子系统：通过人机交互界面辅助施工项目人员完成对施工计划的编拟工作，并将施工计划信息转换为计算机可识别可控制且符合设定架构的规范数据链。编制完成之后，将施工计划附加编制信息戳提交到 RDSC。

施工计划网络会签子系统：通过 Web 的会签平台实现原提施工计划经设备管理单位、施工配合施工单位、行车单位以及安全监管等单位的数字签认（限速还需要与机务单位签认）。

施工计划网络审批子系统：为施工主管单位在复核原提施工计划后，对施工方案的合理性、科学性进行分析决策，并对全局施工方案进行统筹规划，最后核定下阶段正式的施工计划。

施工计划网络调度管理子系统：实现施工日计划的编拟核定及调度命令与运行揭示网络化审核发布。施工日计划与运行揭示在编拟用语要求规范严格、准确严谨。^[8]同时该子系统根据各阶段存在时间分界调度控制命令下达。

施工计划兑现与统计分析子系统：实现施工日计划与运行揭示执行数据搜集，为每项计划建立施工执行档案，并根据施工档案对施工执行过程考核统计。

施工计划网络查询发布子系统：是一个基于 Web 信息服务的数据共享公示平台，支持按管辖范围施工管理台次归口查询，按施工种类分类检索，实现施工计划关键字组合查询以及针对施工提报、会签、审批的附加信息综合查询检索并支持发布数据和用户查询检索结果提供文档下载和在线打印。

3 系统部署

RCMS 设计上采用部、局两级部署。部署于铁道部、铁路局两级的服务器包括 CDSS 决策支持服务器、CBMG 业务访问和 REMS 环境管理服务器、RDSC 数据中心服务器。施工管理各单位在本地用浏览器通过 Web 远程访问管理。网络部署如图 5 所示。

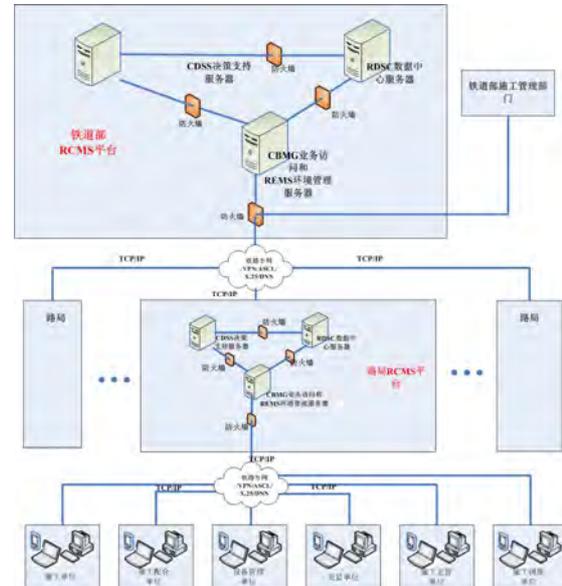


Figure 5. Deployment of RCMS
图 5. RCMS 部署示意图

4 结语

RCMS 是一个新颖高效的铁路施工计划管理信息平台。该系统综合计算机技术、信息技术以及人工智能、数据挖掘和决策支持系统等学科领域研究成果，并在此基础上构架了施工计划提报、会签、审批、发布、调度及兑现分析等全流程的施工计划信息化管理体系。RCMS 基于网络环境，摆脱了地理束缚，实现施工计划的异地远程管理，同时 RCMS 提供 B/S、C/S 模式接入，对网络环境就较好的适应性。RCMS 在沈阳铁路局的协助下开发实施，通过调试和运营测试表明，RCMS 具有实用性并在运营中取得了良好的效益。

References (参考文献)

- [1] Zhao Feng. Railway train operation equipment construction plan management and train operation effect analysis system [D]. Beijing Jiaotong University, 2002.
赵峰. 铁路行车设备施工计划管理与行车影响分析系统研究 [D]. 北京, 北京交通大学 2002.
- [2] Wang Yan-dong, Xiao Yun, Zhou Lei-shan, et al. Study and Implementation of the Intelligent management System for Construction Plans [J]. Railway Transport and Economy, 2002(12), 28-30.
王彦栋, 肖云, 周磊山, 等. 施工方案智能管理系统的研究和实施[J]. 铁道运输与经济, 2002(12), 28-30.
- [3] Cheng Xue-xian, Jiang Hui-ting. Research on Heterogeneous Data Sources Integration [J]. COMPUTER ENGINEERING & SCIENCE, 2008(8), 86-91.
程学先, 蒋慧婷. 异构数据源集成实现的研究[J]. 计算机工程与科学, 2008(8), 86-91.
- [4] Feng Tian, David De Witt, Jianjun Chen. The Design and Performance Evaluation of Alternative XML Storage Strategies [J]. ACM SIGMOD Recd. 2002, 31(1): 5-10.

- [5] Joseph Giarratano, Gary Riley. 专家系统原理与编程 [M]. 印鉴, 刘星成, 汤庸译. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [6] Zhou Lei-shan, HU Si-ji, MA Jian-jun, et al. Network Hierarchy Parallel Algorithm of Automatic Train Scheduling[J]. JOURNAL OF THE CHINA RAILWAY SOCIETY, 1998(5), 15-21
周磊山, 马建军. 计算机编制网状线路列车运行图方法研究[J]. 铁道学报, 1998(5), 15-21.
- [7] Xiang Yan-jin, Liu Zhong. Decision Support System on Train Diagram Regulation in Condition of Track Maintenance [J]. JOURNAL OF THE CHINA RAILWAY SOCIETY, 1994(4), 71-75.
项源金, 刘中. 施工条件下运行图调整决策支持系统[J]. 铁道学报, 1994(4), 71-75.
- [8] Dai Hua, Liu Hui. Research on Railway Construction Dispatching Management Information System [J]. Railway Computer Application, 2005(7), 57-60.
刘辉, 戴华. 施工调度管理信息系统的研究[J]. 铁路计算机与应用, 2005(7), 57-60.