

新一代的铁路运输系统

——铁路智能运输系统

贾利民 李平 聂阿新

铁道部铁道科学研究院，北京 100081

摘要：本文首次给出了铁路智能运输系统（RITS）的完整定义和特点，提出了中国 RITS 的结构模型、发展框架以及构成我国 RITS 的核心技术。最后论述了中国 RITS 的发展模式、战略阶段及相应的战略目标。

关键词：智能交通系统；铁路运输；铁路智能运输系统

中图分类号：U284.59

文献标志码：A

文章编号：1672-4747(2003)01-0081-06

Railway Intelligent Transportation Systems (RITS)

—The New Generation of Railway Transportation System

JIA Li-min LI Ping NIE A-xin

China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China

Abstract: In this paper, the definition and features of the RITS are firstly given. Then followed the concept model, system architecture and kernel technologies concerning RITS in China. The pattern of development, the strategy phases and corresponding goals of RITS are given at last.

Key words: Intelligent transportation systems (ITS), railway transportation, railway intelligent transportation systems (RITS)

收稿日期：2002-05-27。

基金项目：铁道部科技研究开发计划项目（2001X027）。

作者简介：贾利民（1963 - ），男，新疆人，铁科院电子所研究员、博士生导师，工学博士，长期从事铁路运输自动化、智能理论及应用、铁路智能运输系统等方面的研究。

尽管有关铁路智能运输系统或智能铁路系统的概念是最近几年才提出的,但发达国家有关这一范畴的研究已有 40 余年的历史了,并在综合运营管理、列车运行自动控制、电子付费、紧急救援、安全监控等方面取得了很多成就。如欧洲的铁路运输管理系统 ERTMS、日本的列车运行管理系统 COSMOS、CARAT,美国的 ATCS 及 ARES 等。21 世纪以来随着 ITS 研究的深入开展,一些国家开始认识到基于已有工作基础从总体上规划铁路智能运输系统的重要性,RITS 的概念及其体系框架的研究开始逐渐引起关注。日本于 2000 年初提出了轨道领域的 ITS——Cyber Rail 系统,我国台湾地区于 2001 年提出了智能铁路系统——IRS 等。由上可见,综合利用现代科学技术在信息处理、控制、决策等各个相关领域的丰富成就,通过智能化使铁路运输向铁路智能运输系统转化已成为各发达国家和地区保持和提高铁路运输业在 21 世纪竞争力的核心战略之一。

中国铁路各业务系统的信息化建设早在 80 年代初就已开始,历经“六五”、“七五”、“八五”、“九五”近 20 年的发展,中国铁路与运输安全和效率直接相关的业务系统的基础设施也基本实现信息化。但由于各业务系统独自开发建设,存在着大量信息孤岛现象,导致许多信息资源无法共享和难以进行深层次加工等诸多问题。进入 21 世纪后,国际国内运输市场的竞争日益激烈,我国铁路将面临有史以来最深刻的变革和社会经济发展所提出的越来越高、越来越多样化和越来越复杂的需求。现有分散的、按业务划分和无法共享信息与资源的各业务系统已无法适应这些新的挑战,通过信息化建设进而实现智能化已成为我国铁路运输系统发展的历史必然^[1]。

1 铁路智能运输系统

尽管铁路智能运输系统的相关研究已有一定的研究成果,但由于各国的国情不同、研究重点不同,因此目前国际上尚未有统一的关于 RITS 的定义,在此我们给出以下定义:铁路智能运输系统(RITS)就是集成了电子技术、计算机技术、现代通信技术、现

代信息处理技术、控制与系统技术、管理与决策支持技术和智能自动化技术等,以实现信息采集、传输、处理和共享为基础,通过高效利用与铁路运输相关的所有移动、固定、空间、时间和人力资源,以较低的成本达到保障安全、提高运输效率、改善经营管理和提高服务质量目的新一代铁路运输系统^[2]。该系统具有如下的本质特征:

系统目标的集成 RITS 的总体目标是将运输及其保障设施的监督、控制和管理等经济的、技术的、社会的及效能的等诸目标的集成。

系统功能的集成 RITS 必须将确认、定位、检测、控制、监视、通信、信息处理、宏观与微观决策支持等诸功能集成一体以实现铁路运输社会、经济、技术指标的优化。

开放的系统结构 RITS 必须将面向经济和组织管理部门的铁路运营管理信息系统、面向运营的指挥系统以及面向现场部门运作的基础作业系统进行有机的互联,使固定设施、移动设施和维修设施有效的协调成一个整体,同时具备充分的灵活性和可扩展性。

智能技术的广泛应用 要使新一代铁路运输系统具备以上特点,RITS 系统就其构成而言就必须由以下几个主要部分构成,它们是:智能化的运输管理系统、智能化的运输自动化系统、智能化物流控制系统、智能化的旅客服务系统、智能化的运载工具、智能化的固定设施以及智能化的安全保障系统。上述构成区别于传统铁路运输系统的特征在于:信息采集的智能化、信息传输的智能化、信息处理的智能化、运输管理决策的智能化、运输服务的智能化、各子系统的有机互联、信息在整个运输系统内的高度共享、固定设施实现技术的智能化和移动设施配套技术的智能化。

2 RITS 的结构模型

如上所述,铁路信息化建设是铁路智能运输系统的发展基础,而铁路智能运输系统则是铁路信息化的高级发展阶段,是从更高的层次指导和规划铁路信息化的发展。铁路智能运输系统应当由两部分内容组成:一部分内容是在崭新的框架体系指导下对现有的

铁路信息化系统进行整合和优化,另外一部分内容是铁路信息化中未涉及到的、充分具有智能运输系统特色的全新的组成部分。铁路运输系统的最终产品就是服务,实质上就是获取、识别用户需求并制定相应的计划来充分运用、配置相关资源以满足用户需求的过程,从这一角度出发其逻辑结构相应地应划分为需求获取与识别层、需求实现层、需求实现支持层 3 个层次。下面本文从用户需求的获取与识别、

实现需求所需的各类资源支持这 3 个层面描述铁路智能运输系统的结构模型,并给出现有的信息系统在未来的铁路智能运输系统中的位置(如图 1 所示)。其中无阴影的方框(如客运管理等)为经铁路信息化建设后已有一定研发基础的领域;有阴影的方框(如移动资源管理系统、客运电子商务等)为尚无相应研究基础、急需展开研究的新领域。

需求获取与识别层通过为用户提供信息导航、电



图 1 RITS 结构模型

子商务、综合运输等服务,不断地获取并识别旅客、货主、生产厂商、流通(运输)商、零售商、金融机构、铁路运输门、水运管理部门、航空管理部门等对铁路运输的需求,并将该需求向下传递给需求实现层。

需求实现层根据需求获取与识别层提供的不断变化的用户需求,动态地建立与用户需求相应的智能化行车控制系统与综合调度系统。智能化行车控制系统是将 ATC、ATP、ATS 进行有效的整合和优化后形成的全新模式的、可在较少人工干预下甚至是无人干预下自动运行的系统。综合调度系统是从系统的角度

将现有分立进行的行车调度、机车调度、供电调度等系统进行综合优化和提升,最终形成的调度系统将实现资源利用的最优化、综合化。

在智能化行车控制系统和调度系统之上,建立综合营运管理系统和紧急救援与安全系统。综合营运管理系统是对现有的客货运输、行包、集装箱进行优化和整合,并在其中增加客货营销这一新的内容,实现铁路营运的综合化、高效化。紧急救援与安全系统在现有的行车安全监控系统、紧急救援系统基础上,增加综合防灾系统这一新内容,并从系统的角度进行综

合集成，以全面保障铁路行车的安全。

在综合营运管理系统和紧急救援与安全系统之上，建立全路运输资源管理系统，该系统由移动资源管理系统、固定资源管理系统、财务资源管理系统、维修决策支持系统构成，实现对全路各类资源的状况进行统一管理，并通过智能决策技术为全路各类设施的维修、购置、使用、安全等提供决策支持及评估建议，同时需求实现层将实现用户需求所需的基础资源要求传递到需求实现支持层。

需求实现支持层根据需求实现层所提出的资源要求，采集并传输来自移动资源、固定资源及其他方面的信息，通过铁路智能运输系统通用平台实现资源的共享。

铁路智能运输系统除了有上述各层次自上而下的纵向关系外，各层次间还存在着许多动态信息交互和反馈，图 2 描述了构成铁路智能运输系统的 3 个层次的层间交互关系。总体上看，系统的总输入为用户对铁路智能运输系统的需求，总输出为铁路智能运输系统已实现的需求，经过上述需求获取与识别层、需求实现层、需求实现支持层的各个层面的不断动态优化，使得铁路智能运输系统在不断优化自身的资源配置和运营管理的前提下，使得所实现的用户需求不断逼近用户提出的需求，为实现“高效率、高安全、高品质服务”的铁路运输提供

了根本保障。各层次的交互关系如下：

需求获取与识别层与铁路的对外服务功能相对应，其主要功能在于根据用户提出的需求，综合考虑当前铁路运营管理能实现的用户需求程度及铁路运输资源能满足用户需求的程度，从用户的原始需求中识别出在当前铁路运营管理及运输资源的配置约束下，铁路运输系统应该实现的需求，并作为外部用户需求确认下来。

需求实现层与铁路的业务组织与管理功能相对应，主要任务是在资源支持程度的约束下实现用户的需求。这里的需求既包括路外用户的需求。也包括路内用户的需求。这些需求包括：根据旅客的实际出行计划的需求编制列车运行计划和列车运行调整计划等、根据铁路安全部门的需求进行行车安全监控、根据铁路调度部门的要求实施综合调度等、并将用户需求的实现程度反馈到上一层。

需求实现支持层也称为资源层。它与铁路的固定资源、移动资源、信息资源等相对应，其主要任务是根据需求实现层提出的资源需求提供相应的资源支持，如根据需求实现层中列车运行计划的要求提供机车、车辆等资源支持，并将由此产生的内部需求、资源的支持程度反馈到需求实现层，将资源的满足程度反馈到需求获取与识别层。

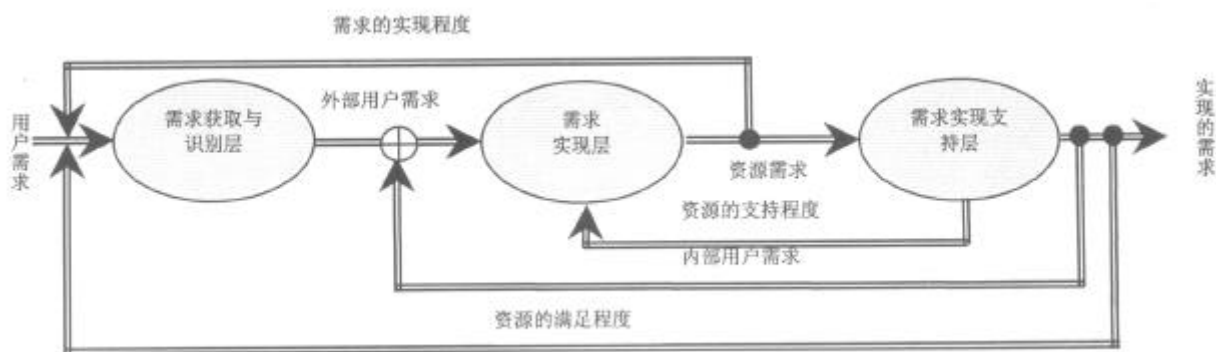


图 2 RITS 结构模型的层间交互关系

3 RITS 的发展框架与核心技术

中国 RITS 的发展中最关键的研究和开发工作将围绕以下几个方面开展。它们是：

- (1) 国家 RITS 框架体系结构的研究；
- (2) 铁路移动体与固定设施一体化安全检测网络系统；
- (3) 国家铁路运输安全保障体系及相关核心技术；

- (4) 分布式的国家铁路安全数据中心体系建设；
- (5) 高速宽带的车地双向数据接入系统技术；
- (6) 铁路现有业务系统的互联与信息共享技术；
- (7) 高速铁路一体化通信信号系统；
- (8) 特殊地区列车运行控制与运营保障综合技术；
- (9) 国家铁路地理信息系统；
- (10) 基于无线和卫星定位导航的列车调度与指挥系统；
- (11) 基于 GPS 的物流监测与追踪系统；
- (12) 基于列车总线的数字列车系统。

上述技术与相关系统的研制与开发,将成为构成我国一体化的 RITS 系统的关键。其中国家 RITS 框架体系结构的研究则是整个 RITS 发展框架的基础和出发点。

国家 RITS 框架体系结构的研究目的是为我国铁路智能运输系统的发展提供规划、设计、实施、标准和管理依据和指导^[3]。我国 RITS 框架体系结构要对以下内容进行规范的和符合国情的定义,它们是：
 (1) RITS 的总体需求；(2) RITS 的物理结构；(3) RITS 的逻辑结构；(4) RITS 的功能结构；(5) RITS 的数据流；(6) RITS 内部交互标准；(7) RITS 各功能子系统的功能及标准；(8) RITS 通信系统结构；(9) RITS 应用互联标准；(10) RITS 实施战略；(11) RITS 相关标准；(12) RITS 评估方法；(13) RITS 运行理

论；(14) RITS 外部交互标准；(15) RITS 相关技术体系；(16) RITS 技术选择标准；(17) RITS 服务模式；(18) RITS 相关产品评估体系；(19) RITS 风险分析；(20) RITS 相关效益分析方法等。

4 RITS 的发展模式

发展铁路智能运输系统的指导原则是以提高运输效率和改善运输服务、增强运输安全为目的。在追踪和采用现代智能技术的同时,结合国内已有的信息化建设的基础,在统一的框架体系指导下,重点整合信息化建设的资源和优势。与此同时,集中力量进行关键技术的攻关和示范应用,力争实现技术上的跨越,带动我国铁路运输系统整体智能化水平的不断提高,为中国铁路提高市场乃至国际竞争力提供技术保障。

在目前情况下,由于受资金、技术等多种因素的限制,我国 RITS 可行的发展模式应是研究和发展并举、试验和推广并举、以点带线、以线带面,争取在统一的框架体系的指导下,采用分阶段渐进集成的方式加以推进。首批示范项目的确定,可以在对提高运输效率、保障运输安全或改进服务质量等具有直接影响的核心业务系统中进行。在单项示范的基础上不断配套完善,最终形成综合性的 RITS 完整体系。图 3 和图 4 是上述过程的简要描述。

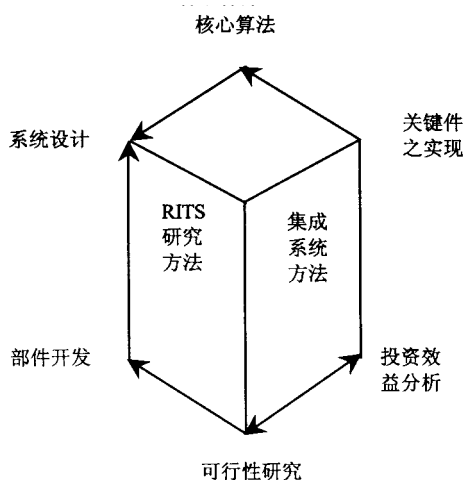


图 3 RITS 研究所遵循的方法：集成系统方法

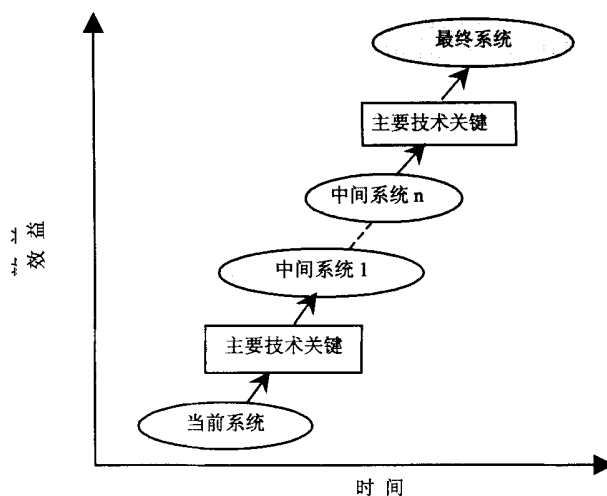


图 4 RITS 系统开发应用的全过程：增量转化过程

5 RITS 的发展目标

铁路智能运输系统的核心技术就是智能技术。这里的智能是指能有效地获取、处理、再生和利用信息，从而在任意给定的环境下达到预定目标的能力。同时智能本身也有不同的程度和级别。低级智能表现为感知环境，做出初级的决策控制行为。较高级智能表现为具有判断能力，能识别对象，表达环境模型中的知识，对未来做出规划和推理。高级智能表现为具有理解能力，能在复杂的环境中做出成功决策。与此相应，智能运输系统也分为以下三个层次：初级 RITS、中级 RITS、高级 RITS^[4]。

我国铁路目前正处于初级及较高级铁路智能运输系统的发展阶段，初级阶段的任务已部分实现，较高级阶段还有许多问题有待解决。针对这种现状，制定铁路智能运输系统的近期及远期发展目标如下：

RITS 的近期目标 完成初级及较高级铁路智能运输系统阶段的关键任务包括：

- 制定 RITS 发展的总体规划和体系框架，为我国 RITS 的发展提供设计、实施、标准和管理的依据；
- 完善和整合已有的信息化建设成果，初步建立基于铁路地理信息系统的全路共享平台，实现对运输资源的统一管理；
- 建成高速宽带的车地双向数据接入系统，为车-地之间的数据通讯提供保障；
- 初步建成全路的行车安全监控系统，为铁路的安全运营提供保障；
- 初步建成基于互联网、手持设备的用户服务体系，为用户提供高质量的服务；
- 初步建成基于无线和先进定位技术的列车调度与指挥系统、物流监测与追踪系统；
- 建成 RITS 的示范应用系统。

RITS 的远期目标 完成高级铁路智能运输系统阶段的关键任务包括：

- 建成先进的基于地理信息系统的全路共享数据平台，形成全路共享的运输资源管理系统、紧急事件及安全信息系统等；
- 建立完善的服务体系和电子商务系统，以多种方式为旅客或者货主提供高质量、全方位的服务；
- 建成涵盖客运调度、货运调度、特种调度等各类调度的综合调度系统，提高调度指挥的科学性和合理性；
- 建成包括客运、货运、集装箱、调车管理的综合营运管理系统，提高铁路运输的效率；
- 建成自动驾驶系统，实现列车在无人或很少人工干预下的自动运行；
- 提供与其他运输方式的 ITS 的接口；
- 建立与铁路智能化战略相适应的现代管理机制。

参考文献

- [1] 贾利民. 铁路运输智能自动化——现状、问题与挑战. 见：中国控制会议论文集'94, 北京：科学出版社, 1994.
- [2] 贾利民, 聂阿新, 王富章. 铁路智能运输系统 - 现状、挑战与发展. 交通运输系统工程与信息, 2001, 1(3): 189-194.
- [3] LI Ping, JIA Li-min, NIE A-xin. Railway intelligent transportation systems architecture — the Chinese alternative. In: Proc. of China-Japan-Korea congress on railway research. Tokyo: RTRI.
- [4] 贾利民、李平、秦勇、聂阿新等. 铁路智能运输系统体系框架研究报告 V1.0. 铁道科学院：国家 RITS 研究中心, 2003, 13-14.