

文章编号: 1005-8451 (2011) 06-0004-04

CTCS-3 级列控系统无线闭塞中心功能需求研究

刘中田, 孙伟亮

(北京交通大学 电子信息工程学院, 北京 100044)

摘要: 本文重点研究 CTCS-3 级列控系统无线闭塞中心 (RBC) 的功能需求及外部接口等。通过对 CTCS-3 级列控系统系统需求规范进行深入分析, 得出 RBC 应具有的主要功能。在仿真平台中实际应用表明, 本文所述的 RBC 功能需求、信息流及外部接口等能够满足 CTCS-3 级列控系统仿真测试平台建设需求。

关键词: 中国列车运行控制系统; 无线闭塞中心; 功能需求; 行车许可

中图分类号: U284.4 文献标识码: A

Research on functional requirements for Radio Block Center in CTCS-3

LIU Zhong-tian, SUN Wei-liang

(School of Electronics and Information Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: This paper focused on the functional requirements and external interface of Radio Block Center (RBC) in CTCS-3. Through a deep analysis of requirements for CTCS-3, this paper obtained the main functions of RBC. The practical application in the CTCS-3 simulation platform showed that RBC functional requirements, information flow and external interface described in this paper could meet the need of CTCS-3 simulation and testing platform construction.

Key words: Chinese Train Control System (CTCS); Radio Block Center (RBC); functional requirements; movement authority

列车运行控制系统 (简称列控系统) 是保障高速铁路行车安全、提高运输效率的核心。CTCS-3 级列控系统是中国列车运行控制系统 (CTCS) 的重要组成部分之一, 它采用铁路专用全球移动通信网 (GSM-R) 实现列车-地面之间连续、双向的信息传输^[1]。由于列控设备现场测试往往工程花费巨大, 有些测试项具有危险性或不可再现性等原因, 建立 CTCS-3 级列控系统的仿真测试平台具有重要意义。无线闭塞中心 (RBC) 是控制列车行车的关键设备, 该设备的功能完整性直接决定了 CTCS-3 级列控系统的控车安全性和控车效率。因此, 为了构建 CTCS-3 级列控系统仿真测试平台, 急需开展 RBC 功能样机的研究与实现工作。本文正是针对这一需求, 重点研究 RBC 的功能需求、信息流及外部接口等。

1 CTCS-3 级列控系统分析

CTCS-3 级列控系统依照规范设计, 是利用查

收稿日期: 2010-08-20

基金项目: 国家 863 高技术研究发展计划 (0912JJ0104-XH00-H-HZ-001-20100419); 北京交通大学科技基金资助项目 (2007XM004)。

作者简介: 刘中田, 讲师; 孙伟亮, 在读硕士研究生。

询应答器进行列车定位及位置校正, 通过 GSM-R 传输列车与地面间交互信息, 并采用轨道电路进行列车完整性检测的列车运行控制系统。车载设备主要包括: 车载安全计算机、无线通信车载接口设备、应答器接收模块 (Balise Transmission Module, BTM) 等; 地面设备主要包括: 无线闭塞中心 (RBC)、列控中心 (TCC)、轨旁电子单元 (LEU)、地面应答器等。

RBC 是 CTCS-3 级列控系统的核心地面设备, 它根据从外部地面系统 (列控中心、联锁设备、临时限速服务器等) 接收到的信息 (轨道区段占用、进路状态、临时限速等), 以及从车载设备获得的信息 (列车参数、位置报告等), 生成发送给列车的控制命令, 提供行车许可 (MA), 使列车在 RBC 管辖范围内的线路上安全运行。在 CTCS-3 级列控系统中, 车载设备与无线闭塞中心设备的功能完整性是保证整个系统安全、高效运行的关键。

2 无线闭塞中心功能分析

无线闭塞中心 (RBC) 设备是一个基于计算机的系统, 它在 CTCS-3 级地面子系统中与外部设备的连接情况如图 1。与 RBC 相连的外部设备主要

包括：调度集中（CTC）系统、列控中心、联锁系统、相邻RBC、监控工作站、维护工作站、GSM-R接入服务器等。

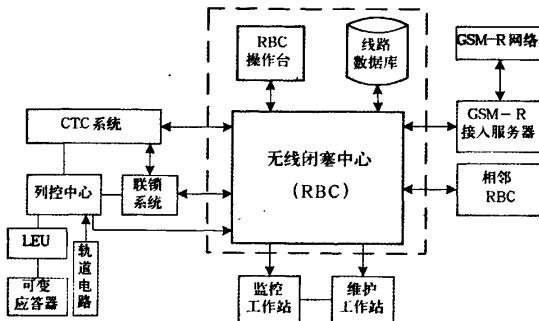


图1 RBC与外部设备的连接图

RBC是CTCS-3级列控系统的地面核心设备，完成的主要功能有：（1）无线通信管理；（2）行车许可计算；（3）RBC交接管理；（4）列车信息管理；（5）车载设备模式管理；（6）内部数据库管理等。

2.1 无线通信管理功能

无线闭塞中心设备应能够与车载设备共同完成建立通信会晤、保持通信会晤和终止通信会晤这3个功能。

建立通信会晤应由车载设备发起，按照如下步骤进行：

（1）车载设备应请求与地面设备建立安全连接，不断重复请求直到连接成功或超过规定的次数为止。

（2）一旦建立安全连接，车载设备应立即向RBC发送通信会晤初始化信息。

（3）一旦RBC接收到初始化信息，应立即发送系统版本信息。

（4）车载设备收到系统版本号信息，向RBC发送一个包含车载设备电话号码的会晤已建立的报告。

如果没有故障发生，通信会晤一旦建立，将一直保持，直到列车完成运行任务。如果存在无线通信盲区，RBC应预先将盲区的起始位置和结束位置通知车载设备，由车载设备在无线盲区末端尝试恢复无线通信。

车载设备应按下列步骤终止通信会晤：

（1）车载设备应发送终止通信会晤的消息。

（2）一旦接收到终止通信会晤消息，RBC应认为通信会晤已终止并向车载设备发送确认信息。

（3）当接收到确认信息，车载设备应认为通信会晤已终止并要求释放与RBC的安全连接。

2.2 行车许可计算功能

2.2.1 行车许可计算概述

RBC基于下列信息为列车生成行车许可（MA）：

（1）进路信息（由联锁系统获得）。（2）线路信息（由静态数据库获得）。（3）轨道电路状态信息（由轨道电路和自动闭塞设备获得）。（4）RBC交界点附近的线路数据（由相邻RBC获得）。（5）临时限速（由CTC获得）。

2.2.2 行车许可的授予和更新

RBC对管辖范围内的CTCS-3级列车的MA进行控制，MA决定了是否允许列车运行以及允许运行的距离。

RBC利用与前一个MA相同的最新相关应答器组（LRBG）或一个新的LRBG来延伸MA：

（1）给出一个新的闭塞分区。（2）给出两个或更多的闭塞分区。

2.3 RBC交接管理

当列车从一个RBC区域进入另一个RBC区域时，这两个RBC需要对列车控制权限进行切换。正常情况下，列车从一个RBC切换到另一个RBC无需司机干涉，且不应引起列车制动。当“移交”RBC检测到列车接近切换边界而无法延伸MA时，“移交”RBC通过与“接收”RBC通信，得到延伸MA必要的地面信息，同时通知“接收”RBC有列车需要登录。通过“移交”RBC与“接收”RBC之间的通信，实现列车的无缝切换。

2.4 列车信息管理

RBC的列车信息管理包括：列车数据管理和列车位置管理。

RBC管理的列车数据包括：列车种类；列车长度；最大允许速度；载重；轴重；列车能接受的牵引电压；气密系统；列车车次号。

RBC应当根据车载设备的位置报告实时更新列车位置数据。RBC应检查列车位置信息，确认列车在本RBC的管辖范围内。如果超出了管辖范围，则向车载设备发送报警信息并向车载发送断开连接的命令。

2.5 车载设备模式管理

RBC 应支持以下的车载设备模式：完全监督模式（FS）；目视行车模式（OS）；人工驾驶模式（SR）；调车模式（SH）；待机模式（SB）；冒进防护模式（TR）；后冒进防护模式（PT）；隔离模式（IS）；退行模式（RV）；系统故障模式（SF LKJ 后备）。

RBC 应监督列车的运行模式，在某些情况下，RBC 可以关联不同的模式曲线建议列车改变运行模式，但司机必须介入。

2.6 内部数据库管理

RBC 内部数据库管理功能主要完成数据管理、查询和记录功能。RBC 内部数据库主要包含线路静态数据库、列车数据数据库、线路动态数据库以及诊断/记录数据库等。

2.6.1 RBC 内部数据库数据管理功能

管理 RBC 完成 CTCS 功能需要的各种相关数据。包括数据的创建、数据的离线处理等。在本 RBC 数据库设计中，采用文本文件的形式管理数据。在数据编辑阶段按车站和区间分别建立文本数据文件，即针对每一个车站建立一个车站文本数据文件，针对每一个站间区间建立区间文本数据文件，从而便于数据的管理。考虑到设备读写文件的效率和安全性，完成数据库的文本数据文件后，再离线用程序将这些数据库文本文件处理成二进制数据文件，此二进制数据文件为 RBC 设备使用的数据库文件。

2.6.2 RBC 内部数据库数据查询功能

提供 RBC 完成 CTCS 功能需要的各种相关查询函数。RBC 的各个其他功能模块不可直接操作数据库文件，采用数据查询函数获取自己需要的各种数据。查询函数按其他功能模块的要求完成相应的查询功能。

2.6.3 RBC 内部数据库数据记录功能

记录 RBC 完成 CTCS 功能需要记录的各项数据。这些数据包括 RBC 的运行状况，紧急控制命令，故障状态相关输入输出信息和一些 RBC 运行需要记录的动态数据等。

3 无线闭塞中心信息流及接口分析

无线闭塞中心和外部设备之间的信息流如图2。

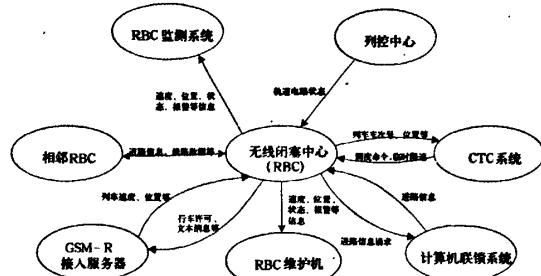


图 2 RBC 与外部设备之间的信息流

无线闭塞中心与计算机联锁系统、CTC 系统、列控中心、GSM-R 接入服务器、相邻 RBC、RBC 维护机和监测系统通过外部接口交互信息。无线闭塞中心的外部接口如下所述：

(1) 与计算机联锁系统的接口：RBC 由联锁系统获得进路信息。接口类型：以太网通信连接。

(2) 与 CTC 系统的接口：RBC 由 CTC 系统获得临时限速信息，并实时将运行状态信息反馈给 CTC 系统。接口类型：以太网连接。

(3) 与列控中心的接口：RBC 通过列控中心获得轨道占用信息。接口类型：以太网通信连接。

(4) 与 GSM-R 接入服务器的接口：车载设备通过 GSM-R 系统向 RBC 汇报列车状态信息，包括位置信息、速度信息、列车长度和列车重量等。RBC 通过 GSM-R 系统向列车发送行车许可等信息。接口类型：以太网连接。

(5) 与相邻 RBC 的接口：RBC 通过该接口交换列车交放权信息、线路信息、列车状态信息等。接口类型：以太网连接。

(6) 与维护机之间的接口：RBC 向维护机汇报运行信息，包括临时限速、行车许可、进路信息、运行状态等。接口类型：串口通信连接。

(7) 与监测系统之间的接口：RBC 向监测系统汇报运行信息、故障处理信息等。接口类型：串口通信连接。

4 结束语

本文重点研究了无线闭塞中心（RBC）的功能需求、信息流及外部接口等。通过对 CTCS-3 级列控系统的系统需求进行规范深入的分析，得出

RBC 应具有的主要功能。在仿真平台中实际应用表明,本文所述的 RBC 功能需求、信息流及外部接口等能够满足 CTCS-3 级列控系统仿真测试平台建设需求。

参考文献:

- [1] 范丽君. ETCS 技术在列控系统中应用的探讨[J]. 中国铁道科学, 2003, 24 (3): 11-16.
- [2] Pasquale di Tommaso, Francesco Flammini, Armando Lazzaro, Raffaele Pellecchia, Angela Sanseviero, The Simulation of Anomalies in the Functional Testing of the ERTMS/ETCS Trackside System[C]. Proceedings of the Ninth IEEE International Sym-

posium on High-Assurance Systems Engineering(HASE'05), 2005.

- [3] 宋沛东, 张勇. CTCS 3 仿真测试平台—RBC 仿真子系统的设计与实现[J]. 中国科技信息, 2008 (1): 100-101.
- [4] 王春花. 无线闭塞中心的测试方法研究[D]. 北京: 北京交通大学硕士论文, 2008, 6.
- [5] 章慧, 张勇. CTCS3 级列控系统车载设备测试方法研究[J]. 铁路计算机应用, 2008, 17 (4): 23-27.
- [6] 徐丽, 张勇. CTCS3 级列控系统车载设备仿真子系统的设计与实现[J]. 铁路计算机应用, 2008, 17 (5): 8-11.

责任编辑 杨利明

(上接 P3)

表 2 初次装载后仿真结果

计算点	高度	宽度	纵向位置	仿真判定结果			单位: (mm)		
				超限等级	机车车辆限界	一级超限限界			
中心高	4 649	600	6 000		720	1 025	1 138	1 910	1 310
第一侧高	3 049	2 100	-6 000*	超级超限	1 700	1 900	1 940	2 425	325
				货物超限情况	货物超级超限				
				列车限速情况	无限速要求				
				其它	该货物编组时禁止溜放				

注: 纵向位置为“-”, 表示该计算点在长度方案位于货物重心右侧。

表 3 优化装载后仿真结果

计算点	高度	宽度	纵向位置	仿真判定结果			单位: (mm)		
				超限等级	机车车辆限界	一级超限限界			
中心高	4 350	1 007	-6 000*		1 260	1 392	1 450	2 044	997
第一侧高	3 993	1 490	-6 000*		1 505	1 654	1 704	2 150	660
第二侧高	3 613	-1 528*	6 000		1 695	1 796	1 846	2 261	733
第三侧高	3 130	-1 884*	6 000	一级超限	1 700	1 894	1 935	2 402	518
				货物超限情况	货物超级超限				
				列车限速情况	无限速要求				
				其它	无				

注: 宽度为“-”, 表示该计算点在货物左视图上看货物重心所在纵向垂直平面左侧。

得到如表 3 所示仿真结果。通过对仿真结果的分析与对比, 可以看出通过优化装载方案后, 该货物的超限等级从原来的超级超限降为了一级超限, 从而实现了优化装载方案的目的。

4 结束语

随着我国经济及运输的不断发展, 铁路超限货物安全、经济、高效运输也将成为日益重要的问题。本系统的设计能够结合铁路线路实际, 根据不

同的线路情况, 对其进行仿真模拟并检测超限情况, 对于直观、准确地了解货物超限情况、判定超限货物运输条件、保证超限货物运输安全具有重要的实际意义。

本系统目前还处于实验室阶段, 铁路超限货物运输的工作较为复杂, 需对系统进一步完善, 提高系统的应用价值, 使得最终能够应用于现实的铁路超限货物运输安全技术与管理领域, 对超限

货物运输条件决策具有较大的辅助作用, 从而提高铁路超限货物运输安全性与效率。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国铁道部. 铁路超限超重货物运输规则[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2007.
- [2] 韩梅. 铁路货运技术[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2010.
- [3] (美) SolidWorks 公司. Solid Works API 二次开发[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.

责任编辑 徐侃春